سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

رؤية عمان 2040
نتقدم بثقة
Moving Forward with Confidence

الأحياء

الصف الحادي عشر

كتاب التجارب العملية والأنشطة

الفصل الدراسي الأول

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية 1445 هـ - 2023 م

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

الأحياء

الصف الحادي عشر

كتاب التجارب العملية والأنشطة

الفصل الدراسي الأول

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية 1445 هـ - 2023 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 ٢٠٢٣ 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.

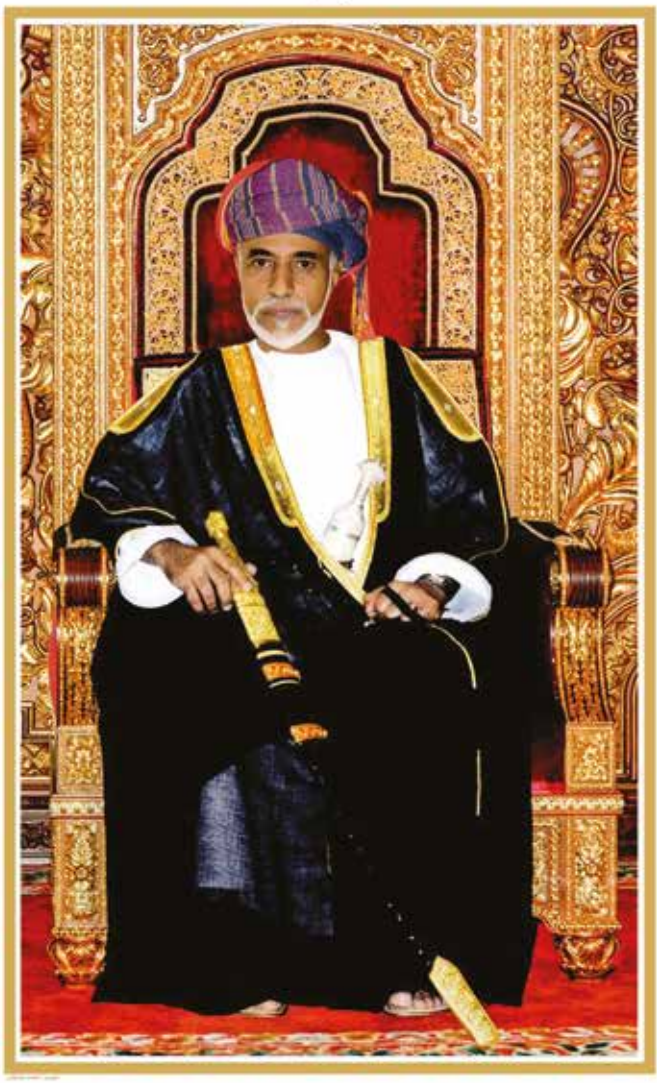
تمت مواءمة هذا الكتاب بناءً على العقد الموقع بين وزارة التربية والتعليم ومطبعة
جامعة كامبريدج.
لا تتحمل مطبعة جامعة كامبريدج المسؤولية تجاه المواقع الإلكترونية
المستخدمة في هذا الكتاب أو دقّتها، ولا تؤكد أن المحتوى الوارد على تلك المواقع دقيق
وملائم، أو أنه سيبقى كذلك.

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

يـا رَبَّنـا احْفَـظْ لنـا جَـلالَـةَ الـسُّـلْـطـان
وَالشَّعْـبَ فـي الأَوْطـان بِـالْـعِـزِّ والأَمـان
وَلْـيَـدُمْ مـؤَيَّـدًا عـاهِـلًا مُـمَـجَّـدًا
بِالنُّفـوسِ يُفْتَـدى

يا عُمانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبي أَوْفِياءُ مِنْ كِرامِ الْعَرَبِ
فـارْتَقـي هـامَ السَّماء وَامْلَئي الْكَوْنَ ضياء
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 الأولى: تركيب الخلية

الأنشطة:
١-١ وحدات قياس الأجسام الصغيرة ٢٤
١-٢ حساب مقدار التكبير ٢٦
١-٣ رسم تخطيطي لصورة مجهرية ضوئية ٣٠
١-٤ المجاهر الإلكترونيّة والمجاهر الضوئيّة ٣٢
١-٥ استخدام مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة ٣٣
١-٦ الأغشية في أنواع مختلفة من الخلايا ٣٥
١-٧ الأفعال الإجرائية ٣٦

الاستقصاءات العملية:
١-١ إعداد شريحة مجهريّة مؤقّتة ورسم الخلايا ٣٨

الوحدة الثانية: الجزيئات الحيوية

الأنشطة:
٢-١ استخدام جداول التلخيص ٥٣
٢-٢ حساب تركيز المحاليل وتحضير محاليل مخفّفة ٥٤
٢-٣ التمثيل البياني واستخدام منحنيات المعايرة ٥٨
٢-٤ معالجة البيانات وتحليلها ٦٢
٢-٥ رسم التراكيب الجزيئيّة ٦٥
٢-٦ تخطيط التجارب التي تعطي نتائج دقيقة ٦٧
٢-٧ تطوير مهارات الكتابة الموسّعة ٦٩

الاستقصاءات العملية:
٢-١ اختبار بندكت شبه الكمّي والتخفيف التسلسلي ٧٠
٢-٢ الاختبارات الكيميائية الحيوية للكشف عن جزيئات حيوية مختلفة ٧٤

الوحدة الثالثة: الإنزيمات

الأنشطة:

٣-١ الإجابة عن أسئلة التمثيلات البيانيّة .. ٨٥
٣-٢ حساب V_{max} و K_m ٨٨
٣-٣ التخطيط لاستقصاء تأثير تركيز المثبّط على نشاط إنزيم اليوريز ٩٠
٣-٤ حساب الخطأ الفعلي والنسبة المئوية للخطأ ٩٣

الاستقصاءات العملية:

٣-١ الدورة الزمنية للتفاعل المحفز بالإنزيم ٩٥
٣-٢ تأثير تركيز المادة المتفاعلة على معدّل التفاعل المحفّز بالإنزيم ١٠١
٣-٣ تأثير تركيز الإنزيم على معدّل التفاعل المحفّز بالإنزيم ١٠٦

الوحدة الرابعة: دورة الخلية والانقسام المتساوي

الأنشطة:

٤-١ تفسير صورة مجهرّية للانقسام المتساوي ١١٦
٤-٢ كيفية الإجابة عن أسئلة اختيار من متعدّد المرتبطة بدورة الخليّة ١١٧
٤-٣ العد وحساب مجموع الأعداد واختبار الفرضيّة ١٢٠
٤-٤ العوامل المؤثرة على طول التيلومير ١٢٢

الاستقصاءات العملية:

٤-١ إعداد مهروس قمة الجذر ١٢٦
٤-٢ استقصاء الانقسام المتساوي باستخدام شرائح جاهزة ١٣٠

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.

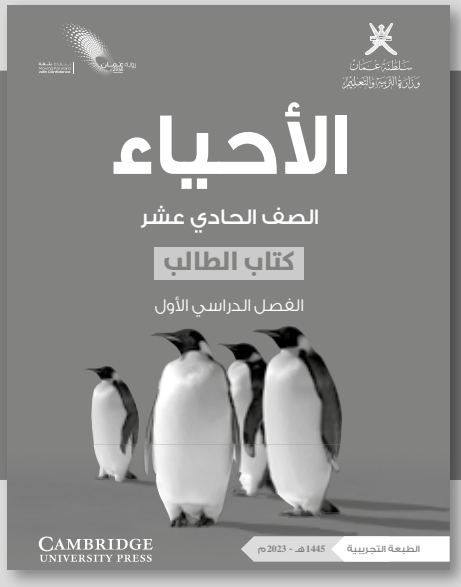
يمثل إجراء جميع التجارب الواردة في هذا الكتاب فرصة ممتازة لتطوير مهاراتك العمليّة، وإدراكًا أن دراسة علم الأحياء يمكن أن تكون ممتعة ومرضية في حد ذاتها. فالكائنات الحيّة تحيط بنا، ونحن جزء أيضًا من علم الأحياء. لذا، حاول الاستمتاع بكل تجربة، واستخدمها نقطة انطلاق لأبحاثك الخاصة، ولاستقصاءاتك وإبداعاتك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

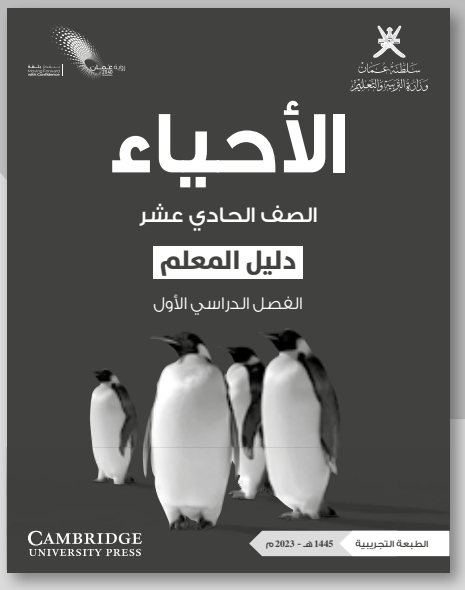


يقدّم «كتاب الطالب» دعمًا شاملًا لمنهج الأحياء للصف الحادي عشر في سلطنة عمان، ويقدّم شرحًا للحقائق والمفاهيم والتقنيات العلمية بوضوح، كما يستخدم أمثلة من العالم الواقعي للمبادئ العلمية. والأسئلة التي تتضمنها كل وحدة تساعد على تطوير فهم الطلبة للمحتوى، في حين أن الأسئلة الموجودة في نهاية كل وحدة تحقق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

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.

تركيب الخلية Cell Structure

أهداف التعلُّم

١-١ يُعِدّ شرائح مجهرية مؤقّتة لخلايا حية يمكن مشاهدتها بالمجهر الضوئي.

١-٢ يرسم خلايا حية من شرائح وصور مجهرية ضوئية.

١-٣ يحسب مقدار تكبير الرسوم والصور، ويحسب القياسات الحقيقية للعيّنات من مقياس الرسوم، والصور المجهريّة الضوئية، والرسوم المجهريّة الإلكترونيّة (بالمجهر الماسح والمجهر النافذ).

١-٤ يستخدم مقياس العدسة العينية ومقياس المنضدة لإجراء القياسات ويستخدم الوحدات المناسبة: المليمتر (mm)، والميكرومتر (μm)، والنانومتر (nm).

١-٥ يتعرّف على العضيّات والتراكيب الخلويّة الموجودة في الخلايا حقيقيّة النواة والتي يمكن رؤيتها بالمجهر الضوئي ويحدّد تركيبها ووظائفها مقتصرًا على:

- غشاء سطح الخلية
- النواة
- جهاز جولجي
- الميتوكندريا
- السنتريولات
- البلاستيدات الخضراء
- الجدار الخلوي
- غشاء الفجوة في الخلايا النباتيّة (التونوبلاست) وفجوة مركزية كبيرة دائمة في الخلايا النباتيّة

١-٦ يتعرّف على العضيّات والتراكيب الخلويّة الموجودة في الخلايا حقيقيّة النواة والتي يمكن رؤيتها تحت المجهر الإلكتروني ويحدّد تركيبها ووظائفها مقتصرًا على:

- الغلاف النووي والنوية
- الشبكة الإندوبلازمية الخشنة
- الشبكة الإندوبلازمية الناعمة
- العرف ووجود DNA حلقي صغير في الميتوكندريا
- الرايبوسومات (80 S في السيتوبلازم و70 S في البلاستيدات الخضراء الميتوكندريا)
- الليسوسومات
- الأنيبيبات الدقيقة
- الأهداب
- الخملات
- الثايلاكويدات ووجود DNA حلقي صغير في البلاستيدات الخضراء
- الروابط البلازميّة

١-٧ يصف ويفسّر الصور المجهريّة الضوئية والصور المجهريّة الإلكترونيّة ورسوم الخلايا النباتيّة والحيوانيّة النموذجية.

١-٨ يقارن تركيب الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة النموذجيّة.

١-٩ يذكر أن الخلايا تستخدم ATP من عمليّة التنفس للعمليات التي تتطلّب الطاقة.

١-١٠ يحدّد خصائص التراكيب الأساسيّة للخليّة بدائيّة النواة كما توجد في بكتيريا نموذجيّة، بما في ذلك:

- أحادية الخلية
- قطر (1–5μm) غالبًا
- جدران خلويّة من ببتيدوجلايكان
- DNA حلقي
- رايبوسومات 70 S
- الافتقار لعضّيات محاطة بأغشية مزدوجة.

١-١١ يقارن تركيب الخليّة بدائيّة النواة كما هي في بكتيريا نموذجيّة بتركيب الخلايا حقيقيّة النواة النموذجيّة في النباتات والحيوانات.

١-١٢ يذكر أنّ جميع الفيروسات تراكيب غير خلويّة تحتوي على حمض نووي (DNA أو RNA) وغلاف بروتيني يعرف بالمحفظة، وأنّ لبعض الفيروسات غلافًا خارجيًّا مكونًا من دهون مفسفرة.

الأنشطة

نشاط ١-١ وحدات قياس الأجسام الصغيرة

الخلايا صغيرة، والعُضيّات الموجودة فيها تكون أحيانًا صغيرة جدًّا. ستتدرّب في هذا النشاط على تحويل الوحدات المختلفة التي نستخدمها لقياس الأجسام الصغيرة جدًّا. وستتحقّق من أنك قادر على كتابة الأرقام في **شكلها المعياري** (الوحدات المعيارية).

مصطلحات علمية

الشكل المعياري Standard form: طريقة في كتابة العدد كقيمة تكون دائمًا بين 1 و 10، ويستخدم قوة الرقم (الأس) 10 ليبيّن مدى كبر العدد أو صغره.

الرقم: عدد صحيح واحد، على سبيل المثال 2

مهم

الشكل المعياري طريقة في كتابة الأعداد الكبيرة أو الصغيرة بشكل بسيط.
والقواعد كما يأتي:

- اكتب **الأرقام** كأعداد بين 1 و 10
- ثم اكتب × $10^{\text{قوّة الرقم}}$

1mm =1000 µm =10^{3} µm

وبذلك 1µm = 1/1000 mm =10^{-3} mm

١. الوحدات المستخدمة في قياس الخلايا هي المليمتر (mm) والميكرومتر (µm) والنانومتر (nm).

أ. 1 µm = 1000 nm = 10 ..... nm

ب. 1 nm = ... µm = 10 ..... µm

ج. 1 nm ..... mm = 10 ..... mm

مهم

فيما يأتي أمثلة على كتابة أعداد صغيرة بالشكل المعياري:

$0.678 = 6.78 \times 10^{-1}$

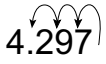
$0.012 = 1.2 \times 10^{-2}$

$0.0057 = 5.7 \times 10^{-3}$

مهم

لحساب قوة الرقم (الأس) الصحيح، تخيّل تحريك الفاصلة العشريّة إلى اليمين أو إلى اليسار، حتى تحصل على عدد بين 1 و 10. احسب عدد الحركات التي تمّت، لتمثل قوة الرقم 10.

على سبيل المثال، إذا كان الرقم الذي كتبته 4297، فعليك تحريك النقطة العشريّة (الفاصلة العشريّة) كما هو مُبيّن تاليًا:



وهكذا، يكتب الرقم على أنه: 4.297×10^3

وفيما يأتي أمثلة على كتابة أرقام كبيرة بالشكل المعياري:

$6000 = 6 \times 10^3$

$6248 = 6.248 \times 10^3$

$82\,910 = 8.291 \times 10^4$

$547.5 = 5.475 \times 10^2$

٢. اكتب هذه الأرقام بالشكل المعياري:

أ. 5000

ب. 63

ج. 63 000

د. 63 497

هـ. 8521.89

٣. اكتب هذه الأرقام بالشكل المعياري:

أ. 0.1257

ب. 0.0006

ج. 0.0104

٤. يبلغ قطر خليّة ما 0.094 mm.

أ. حوّل هذا الرقم إلى ميكرومترات µm.

ب. عبّر عن هذه القيمة بالشكل المعياري.

٥. يبلغ طول عُضيّة خلويّة 12 nm.

عبّر عن هذه القيمة بالشكل المعياري بالميكرومتر µm.

مهم

تذكّر أنه لا يوجد وحدات لمقدار التكبير.

٦. يبلغ طول ميتوكندريون 1.28×10^2 µm.
عبّر عن هذه القيمة بالنانومتر nm.

٧. يبلغ قطر بلاستيدة خضراء 2.7×10^3 nm.
عبّر عن هذه القيمة بالميكرومتر µm.

نشاط ١-٢ حساب مقدار التكبير

ستكتسب من هذا النشاط ثقة بإجراء حساب مقدار التكبير، بالإضافة إلى تأمين مزيد من التطبيق في استخدام وحدات مختلفة، وفي تحويل الأرقام إلى الشكل المعياري. وسيكون دافعًا إلى التفكير في اختيار عدد مناسب من الأرقام الدالة لتضمينها في إجابتك. بشكل عام، عليك استخدام عدد الأرقام نفسها للدالة كما هو الحال في القيمة مع أصغر رقم من الأرقام الدالة التي استخدمتها في حساباتك.

$$\text{مقدار التكبير} = \frac{\text{قياس الصورة}}{\text{القياس الحقيقي (الفعلي)}}$$

مصطلحات علمية

مقدار التكبير
Magnification: عدد مرّات تكبير صورة الجسم مقارنة بالقياس الحقيقي؛ أو
مقدار التكبير = قياس الصورة ÷ القياس الحقيقي (الفعلي) للعيّنة أو الجسم.

١. يبلغ قياس صورة مجهريّة لخليّة نباتيّة 5.63 cm، بينما يبلغ قياسها الحقيقي (الفعلي) 73 µm.
اتبع الخطوات الآتية لتجد **مقدار تكبير** الصورة المجهريّة.
الخطوة ١ حوّل 5.63 cm إلى µm.
الخطوة ٢ عوّض باستخدام الصيغة التالية: مقدار التكبير = ...
الخطوة ٣ احسب مقدار التكبير. اكتب الإجابة بالصيغة ..... x (مرّة).

٢. أ. احسب مقدار تكبير رسم الخليّة الحيوانيّة الوارد في الشكل ١–١ من كتاب الطالب.
ب. احسب القياس الحقيقي (الفعلي) للبلاستيدة الخضراء المبينة بعلامة (×) في الصورة ١–١٧ من كتاب الطالب.

مصطلحات علمية

الميتوكندريون
Mitochondrion (جمعها ميتوكندريا): العُضيّة في الخلايا حقيقية النواة حيث تجري عملية التنفّس الهوائي.

٣. تبيّن صورة بالمجهر الإلكتروني نواة يبلغ قطرها 44 mm، ويبلغ قياسها الحقيقي (الفعلي) 6 µm. احسب مقدار تكبير هذه الصورة المجهرية الإلكترونية.

٤. تبيّن صورة بالمجهر الإلكتروني **ميتوكندريون** قياسها 28 mm. ويبلغ مقدار تكبير الصورة 22700 x. اتبع الخطوات الآتية لتحسب قياس الميتوكندريون الحقيقي (الفعلي):

الخطوة ١ حوّل 28 mm إلى µm.

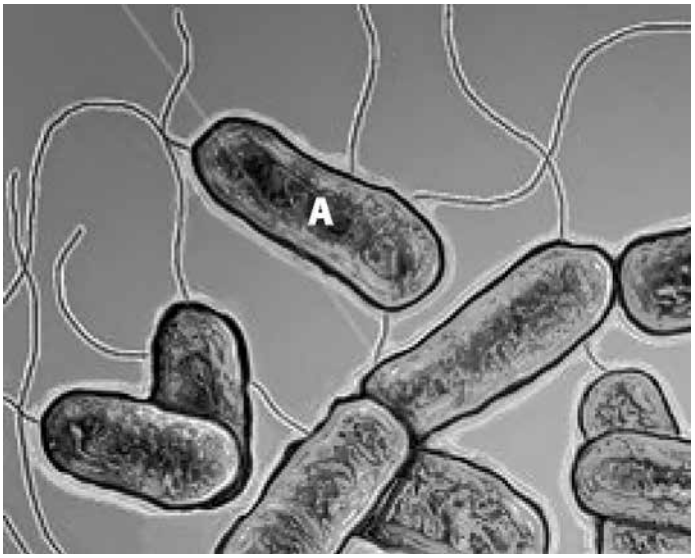
الخطوة ٢ أعد ترتيب صيغة مقدار التكبير، ثم عوّض فيها.

$$\text{القياس الحقيقي (الفعلي)} = \frac{\text{قياس الصورة}}{\text{مقدار التكبير}} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

الخطوة ٣ احسب القياس الحقيقي للميتوكندريون. تذكّر أن تكتب إجابتك من ثلاثة أرقام معنوية.

٥. يبلغ طول البلاستيدة الخضراء في صورة المجهر الإلكتروني 36 mm. ويبلغ مقدار تكبير الصورة المجهريّة 1285 x. احسب القياس الحقيقي (الفعلي) للبلاستيدة الخضراء.

٦. تظهر الصورة المجهرية ١-١ مجموعة من بكتيريا الفيلقية (*Legionella*)، مكبّرة 980 x.

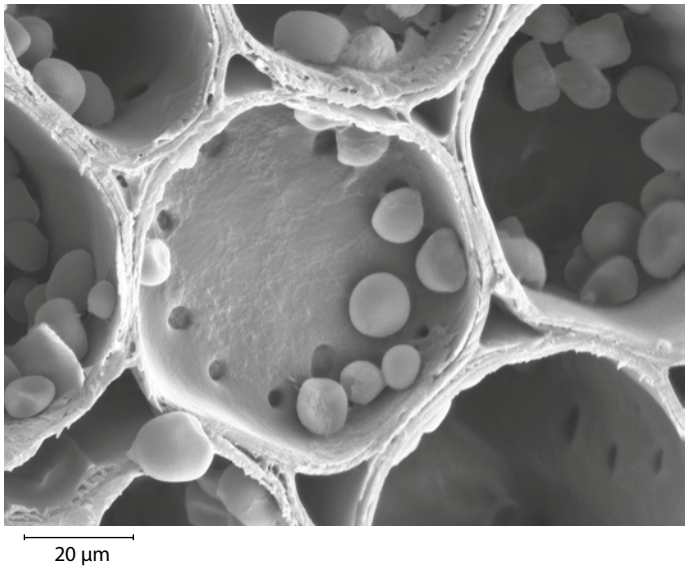


الصورة ١-١: صورة مجهرية لبكتيريا الفيلقية.

أ. قم بقياس أقصى طول للخلية البكتيرية (**A**).

ب. احسب القياس الحقيقي لهذه الخلية البكتيرية، موضّحًا إجابتك.

٧. تظهر الصورة المجهريّة أدناه خلايا نباتيّة تحتوي على حُبيبات نشا. يوجد شريط مقياس تحت الصورة ١–٢.



الصورة ١–٢: صورة مجهرية لخلايا نباتية تحتوي على حُبيبات نشا.

أ. قم بقياس طول شريط المقياس بالمليمتر mm.

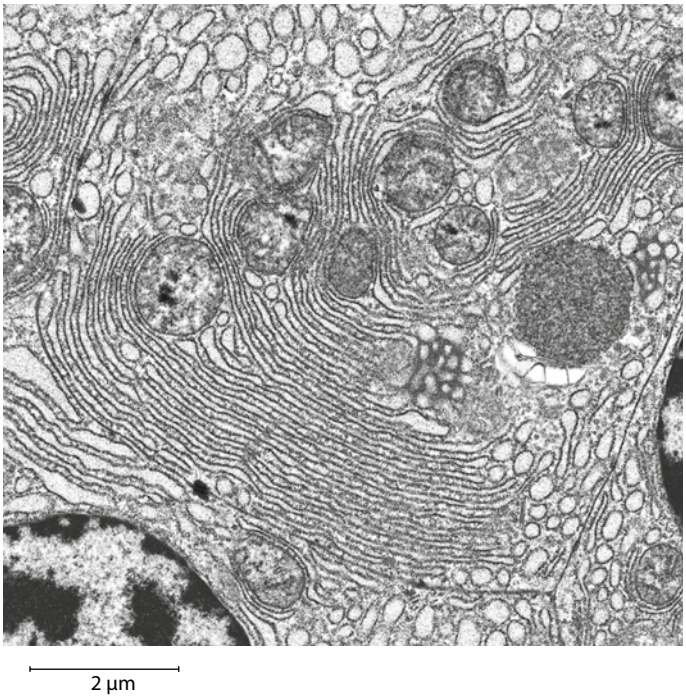
ب. حوّل هذا القياس إلى ميكرومتر µm.

ج. استخدم شريط المقياس لقياس الصورة، والقياس الحقيقي لحساب مقدار تكبير الصورة.

د. قم بقياس أقصى قطر للخليّة المركزيّة في الصورة المجهريّة.

هـ. استخدم مقدار تكبير الصورة الذي حسبته لحساب القياس الحقيقي لهذه الخلية.

٨. تظهر الصورة المجهريّة ١-٣ خليّة من بنكرياس أحد الثدييات، وتبدو فيها العديد من الميتوكندريا.



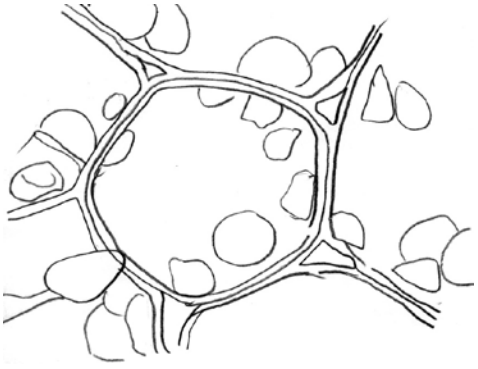
الصورة ١-٣: صورة مجهرية لخلية من بنكرياس.

استخدم شريط المقياس لحساب القياس الحقيقي (الفعلي) للميتوكندريون الأكبر حجمًا.

نشاط ١-٣ رسم تخطيطي لصورة مجهرية ضوئية

حتى تكون قادرًا على رسم رسوم تخطيطية لصور مجهرية أو من المجهر، عليك أن تمثلها بشكل بسيط وواضح ورسم ما تراه فقط. استخدم قلم جرافيت من نوع (HB) حاد واحتفظ بممحاة جيدة. كل خطّ ترسمه يجب أن يكون نظيفًا، وغير متقطّع، إلّا إذا وجدت فواصل تريد تمثيلها.

١. يمثّل الشكل ١–١ رسمًا تخطيطيًّا لخلايا نباتية، رسمت من صورة مجهرية إلكترونية. (انظر السؤال ٧ في الصورة ١–٢).



الشكل ١–١: رسم تخطيطي لخلايا نباتية.

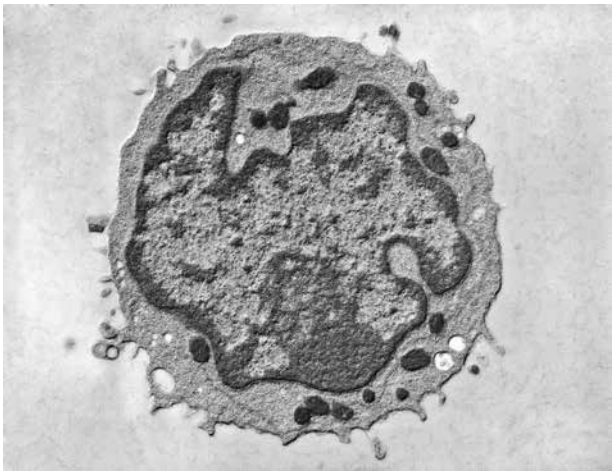
أ. استخدم المعايير في الجدول الآتي لتقييم جودة الرسم التخطيطي.
انقل الجدول أدناه على دفترك، واضعًا إشارة (✔) في خانة واحدة من كل صف في الجدول. يمكنك أيضًا إضافة تعليق موجز يشرح سبب اتخاذ كل قرار.

المعيار	تمّ تنفيذه بشكل ممتاز	تمّ تنفيذه بشكل جيّد إلى حدّ ما	تمّ تنفيذه بشكل غير مناسب
رسم تخطيطي كبير بحجم مناسب – استخدام جيّد للمساحة المتاحة من دون أن يغطّي الرسم النص المكتوب أو يتخطّاه.			
خطوط متواصلة وواضحة جدًّا.			
الشكل العام للرسم صحيح، وبالنسب الصحيحة تقريبًا.			
عدد حُبيبات النشا المرئية صحيح، وكل منها رسمت بعناية وفق الشكل والحجم الصحيحَين.			
الأحجام النسبيّة لحُبيبات النشا وحجم الخليّة تظهر بشكل صحيح.			
لم يتم استخدام أيّ تظليل.			
تظهر تفاصيل جدران الخلايا بشكل جيّد وصحيح.			

الجدول ١–١: جدول تقييم الرسم.

ب. ارسم الآن رسمك التخطيطي الخاص للخلايا المبيّنة في النشاط ١-٢ السؤال ٧. احرص على الالتزام بجميع المعايير بشكل كامل.

٢. تظهر الصورة المجهرية ١-٤ خليّة لمفاويّة، وهي نوع من خلايا الدم البيضاء في الثدييات.



الصورة ١-٤: صورة مجهرية لخلية لمفاوية.

أ. ارسم رسمًا تخطيطيًّا للخليّة اللمفاويّة.

ب. اكتب مجموعة معايير لتقييم رسمك التخطيطي، مستندًا إلى المعايير المدرجة في السؤال ١-أ كدليل.

ج. قيّم مستوى رسمك التخطيطي في ضوء معاييرك. يمكنك أيضًا مبادلة الرسم مع زميل لك ليقيّم كل منكما رسم الآخر.

د. يبلغ مقدار تكبير الصورة المجهريّة للخليّة اللمفاويّة = 4750 x. احسب القياس الحقيقي (الفعلي) للخليّة اللمفاويّة بالميكرومتر µm، باستخدام الشكل المعياري.

هـ. استخدم إجابتك على الجزئية **د** لحساب مقدار تكبير رسمك.

نشاط ١-٤ المجاهر الإلكترونيّة والمجاهر الضوئيّة

التقطت الصور المجهريّة في هذه الوحدة باستخدام أنواع مختلفة من المجاهر. في هذا النشاط، ستتدرّب على تحديد الخصائص التي تميّز الصور الملتقطة بأنواع مختلفة من المجاهر، ثم تلخّص الفروق بين ما يمكن رؤيته باستخدام المجاهر الضوئيّة والمجاهر الإلكترونيّة.

١. انقل الجدول ١-٢ إلى دفترك وأكمله. في عمود «نوع المجهر»، اختر إما **المجهر الضوئي، أو المجهر الإلكتروني النافذ، أو المجهر الإلكتروني الماسح** لتحدّد المجهر الذي التقطت به الصورة في كل شكل وارد في الجدول؛ وقدّم سبب اختيارك في عمود «سبب تحديدك نوع المجهر».

الصورة المجهرية	نوع المجهر المستخدم لالتقاط الصورة	سبب تحديدك نوع المجهر المستخدم
الصورة ١-٢ (نشاط ١-٢، السؤال ٧)		
الصورة ١-٣ (نشاط ١-٢، السؤال ٨)		
الصورة ١-٤ (نشاط ١-٣، السؤال ٢)		

الجدول ١-٢: جدول النتائج.

٢. انقل الجدول ١-٣ إلى دفترك وأكمله لمقارنة ما يمكن رؤيته في خلايا حيوانيّة نموذجيّة وخلايا نباتيّة نموذجيّة بالمجهر الضوئي والمجهر الإلكتروني. ضع علامة (✔) أو علامة (✘) في كل خانة.

العُضيّة	تُرى في الخلايا النباتيّة		تُرى في الخلايا الحيوانيّة	
	تُرى بالمجهر الضوئي	تُرى بالمجهر الإلكتروني	تُرى بالمجهر الضوئي	تُرى بالمجهر الإلكتروني
النواة				
الميتوكندريون				
أغشية داخل الميتوكندريون				
جهاز جولجي				
الشبكة الإندوبلازميّة				
البلاستيدات الخضراء				
التركيب الداخلي للبلاستيدات الخضراء				
السنتريول				

الجدول ١-٣: العُضيات التي يمكن رؤيتها في خلايا حيوانية نموذجية وخلايا نباتية نموذجية بالمجهر الضوئي والمجهر الإلكتروني.

مصطلحات علمية

المجهر الضوئي Optical microscope: مجهر يستخدم الضوء لرؤية العيّنة.

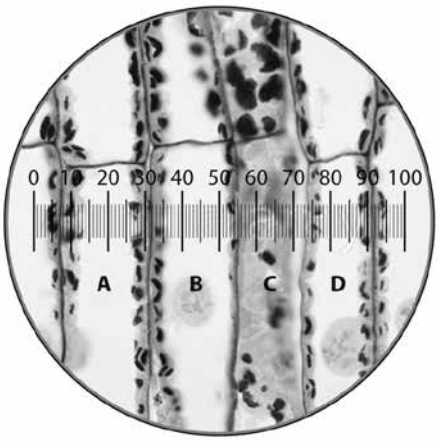
المجهر الإلكتروني النافذ Transmission electron microscope: مجهر يستخدم شعاع إلكترونات لرؤية القطاعات الرقيقة جدًّا.

المجهر الإلكتروني الماسح Scanning electron microscope: مجهر إلكتروني يؤمّن مشاهدة ثلاثيّة الأبعاد لسطح العيّنة.

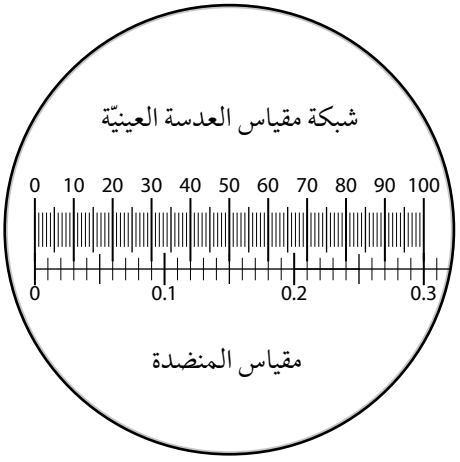
نشاط ١-٥ استخدام مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة

يتيح لك **مقياس شبكة العدسة العينيّة**، الذي جرت معايرته باستخدام مقياس المنضدة، معرفة القياس الحقيقي (الفعلي) للأجسام التي يمكن رؤيتها بالمجهر. يؤمّن هذا النشاط ممارسة لهذه التقنية، ويتضمّن قرارات حول عدد **الأرقام الدالة** (المهمّة) التي ستتضمّنها إجابتك.

تبين الصورة ١-٥ مجموعة من الخلايا العماديّة كما تُرى بمجهر ضوئي مزوّد بمقياس شبكة العدسة العينيّة، باستخدام العدسة الشيئيّة الكبرى.



الصورة ١-٥: صورة مجهرية للخلايا العماديّة باستخدام مقياس شبكة العدسة العينية. تسمّى الأجزاء الصغيرة على المقياس وحدات مقياس شبكة العدسة العينية.



الشكل ١-٢: مقياس المنضدة كما يُرى باستخدام مقياس شبكة العدسة العينية.

١. قم بقياس العرض الإجمالي للخلايا العمادية الأربع A، B، C، D الموضّحة في الصورة ١-٥، بوحدات مقياس شبكة العدسة العينيّة.

من أجل معرفة القياس الحقيقي الممثل بوحدة واحدة على مقياس شبكة العدسة العينيّة، تحتاج إلى معايرة مقياس العدسة العينيّة باستخدام **مقياس المنضدة**. هذه الشريحة محفور عليها بدقة أجزاء قياسات صغيرة مقدارها 0.01 mm. يبيّن الشكل ١-٢ ما تشاهده عندما تستبدل شريحة الخلايا العماديّة بمقياس المنضدة.

٢. أ. جِد تطابقًا (تقاربًا) جيدًا ودقيقًا لعلامتَين متباعدتَين قدر الإمكان على المقياسَين. قيمة الصفر على كلا المقياسَين متطابقة، ويوجد تقارب آخر بين المقياسَين عند الجزء الصغير في 80 على مقياس شبكة العدسة العينيّة.

مهم

عندما تفعل ذلك باستخدام المجهر الخاص بك، سوف تحتاج إلى إدارة العدسة و/أو تحريك الشريحة، بحيث يقع مقياس شبكة العدسة العينية تمامًا فوق الجسم الذي تريد قياسه.

مصطلحات علمية

مقياس شبكة العدسة العينيّة Eyepiece graticule: مقياس صغير يوجد في العدسة العينيّة للمجهر.

الأرقام الدالة Significant figures: الأرقام التي تعبّر عن معلومات مهمة عن حجم الرقم.

مقياس المنضدة Stage micrometer: مقياس صغير جدًّا محفور على شريحة مجهريّة ومرسوم بدقة بأبعاد معروفة.

مهم

من الضروري استخدام العدسة الشيئيّة نفسها تلك التي استخدمتها عند قياس الخلايا العماديّة بوحدات مقياس شبكة العدسة العينيّة. ستحتاج إلى إدارة العدسة العينيّة وتحريك الشريحة على المنضدة للحصول على تلازم جيّد للمقياسَين.

كم عدد الأجزاء الصغيرة على مقياس المنضدة التي تساوي 80 جزءًا صغيرًا على مقياس شبكة العدسة العينيّة؟

ب. تذكّر أن جزءًا صغيرًا واحدًا على مقياس المنضدة يساوي 0.01 mm. استخدم إجابتك في الجزء (أ) لحساب عدد الميكرومترات (µm) الممثّلة بجزء واحد صغير على مقياس شبكة العدسة العينيّة.

ج. استفد من إجابتك الجزئية (ب) لإيجاد العرض الإجمالي للخلايا العماديّة في الصورة المجهريّة.

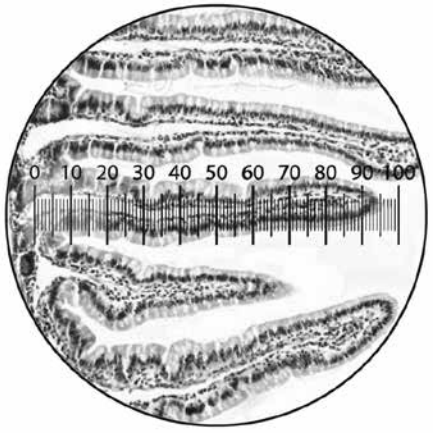
د. احسب متوسط عرض الخليّة العماديّة.

٣. اشرح سبب عدم رؤية كل من الخلايا العماديّة ومقياس المنضدة معًا بالعدسة العينيّة.

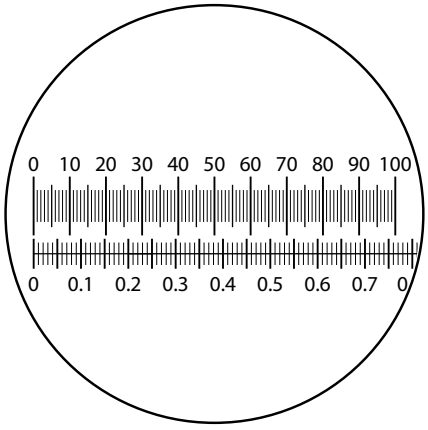
٤. تبيّن الصورة ١–٦ صورة بالمجهر الضوئي لبعض الخملات في الأمعاء الدقيقة، كما تُرى باستخدام مقياس شبكة العدسة العينيّة.

يبيّن الشكل ١–٣ مقياس شبكة العدسة العينيّة نفسها، باستخدام العدسة الشيئيّة نفسها، لكن هذه المرّة بوجود مقياس المنضدة.

استخدم كلا الصورتَين لحساب طول الخملات كما تُرى بمقياس شبكة العدسة العينيّة، موضّحًا كل خطوة في إجابتك.



الصورة ١–٦: صورة بالمجهر الضوئي للخملات كما تُرى بمقياس شبكة العدسة العينية.



الشكل ١–٣: صورة مقياس المنضدة كما تُرى بمقياس شبكة العدسة العينية.

نشاط ١-٦ الأغشية في أنواع مختلفة من الخلايا

تتخصّص معظم خلايا الكائنات الحيّة حقيقيّة النواة لأداء مجموعة معيّنة من الوظائف. في هذا النشاط، ستتعرّف على بيانات متعلّقة بالأغشية في نوعَين مختلفَين من الخلايا، وستستخدم معلوماتك في الأحياء لاقتراح تفسيرات للأنماط التي يمكن أن تختارها من هذه البيانات.

تحاط جميع الخلايا بغشاء سطح الخلية، كما تحتوي على أغشية أخرى بداخلها. قدّر الباحثون الكمّية الإجمالية للأغشية في 20 خليّة كبد، و20 خليّة إفرازيّة في البنكرياس، وحسبوا النسبة المئويّة للأغشية التي تحتوي عليها جميع التراكيب الخلويّة. يبيّن الجدول أدناه نتائج الباحثين.

مصدر الغشاء	متوسط النسبة المئويّة لجميع الأغشية (%)	
	خلايا الكبد	خلايا البنكرياس الإفرازيّة
غشاء سطح الخلية	1.8	4.8
أغشية الميتوكندريا	39.4	22.3
الغلاف النووي	0.5	0.7
الشبكة الأندوبلازميّة الخشنة	33.4	61.9
الشبكة الأندوبلازميّة الناعمة	16.3	0.1
جهاز جولجي	7.9	10.3
الليسوسومات	0.4	0
عضيات أخرى صغيرة	0.3	0

الجدول ١-٤: النسبة المئوية للأغشية في جميع التراكيب الخلوية المحتوية على أغشية.

١. اشرح سبب عدم إمكانية استخدام هذه البيانات لاستنتاج أن المتوسط الكمّي لغشاء سطح الخلية في خلايا الكبد أقلّ من تلك التي لخلايا البنكرياس الإفرازيّة.

٢. أيّ من مصادر الأغشية في الجدول يتكوّن من غشاءَين (غلاف)؟

٣. باستخدام البيانات في الجدول، اذكر العُضيّات التي تحتوي على أكبر نسبة مئوية من الأغشية في:
   أ. خلايا الكبد.
   ب. خلايا البنكرياس.

٤. تؤدي خلايا الكبد مجموعة متنوّعة من وظائف الأيض، بما في ذلك بناء البروتينات، وتجزئة السموم، وبناء الكولسترول، وإنتاج العصارة الصفراويّة.
تؤدّي خلايا البنكرياس وظيفة رئيسيّة واحدة هي إنتاج إنزيمات الهضم وإفرازها.
استخدم هذه المعلومات لاقتراح تفسيرات للفروق بين النسبة المئويّة للميتوكندريا والشبكة الأندوبلازميّة الخشنة في خلايا الكبد وخلايا البنكرياس.

نشاط ١-٧ الأفعال الإجرائية

الأفعال الإجرائية هي المفردات الإرشاديّة التي تتضمّنها الأسئلة لتوجّهك إلى ما يُطلب إليك عمله. ولتتمكّن من كتابة إجابة وافية، فإنه من المفيد أن تحدّد الفعل الإجرائي في كل جزء من السؤال، وأن تتأكّد من فهمك لما يعنيه هذا الفعل.

١. في ما يأتي بعض الأفعال الإجرائية التي يمكن أن تستخدم في الاختبارات. يقدّم النص المائل أدناه شرحًا إضافيًّا لمعنى هذه الأفعال؛ وقد تعرّفت على العديد منها في هذه الوحدة.

قوّم	**احسب**	**اكتب تعليقًا**	**قارن**	**مايز**	**عرّف**
صف	**ناقش**	**اشرح**	**اذكر**	**حدّد**	**أوجز**
توقّع	**ارسم**	**وضّح**	**اقترح**		

طابق الفعل الإجرائي الصحيح أعلاه مع الوصف المناسب له أدناه.

أ. عبّر بعبارات واضحة – (*أي اعط إجابة دقيقة قصيرة*).

ب. اعط المعنى الدقيق – (*أي قدّم وصفًا مختصرًا ومكتمًلا لمعنى الفعل*).

ج. اعط الخصائص والميزات الرئيسيّة – (*على سبيل المثال، استخدم الكلمات لتوضّح ما يبيّنه التمثيل البياني، أو قدّم سردًا مفصّلًا خطوة بخطوة لشيء ما*).

د. أوجد إجابة من مصدر معيّن أو من الذاكرة، (*على سبيل المثال: استخدم المعلومات الواردة في السؤال، أو من المعرفة السابقة أثناء دراستك للوحدة*).

هـ. ارسم رسمًا مبسّطًا يبيّن الميزات الرئيسيّة.

و. حدّد النقاط الرئيسيّة – (*أي قدّم وصفًا موجزًا يتضمن أكثر النقاط أهميّة مع إهمال التفاصيل*).

ز. (أعد) الأهداف أو الأسباب / اجعل العلاقات بين الأشياء واضحة / توقّع لماذا و/ أو كيف وادعم إجابتك بأدلّة ذات صلة – (*لاحظ أنك ستحتاج إلى استخدام معرفتك في علم الأحياء لتوضّح سبب أو كيفيّة حدوث شيء ما*).

ح. اكتب موضوعات بطريقة منظمة، (*من الجيّد غالبًا ذكر نقاط مؤيّدة أو معارضة لوجهة نظر معيّنة، أو كيف يمكن تفسير مجموعة من النتائج لدعم فرضيّة معيّنة أو دحضها*).

ط. أصدر حكمًا يستند إلى حسن الاطلاع.

ي. طبّق المعرفة والفهم على المواقف التي توجد فيها مجموعة من الإجابات الصحيحة، من أجل تقديم مقترحات – (*أي استخدم المعلومات المقدمة، ومعرفتك في علم الأحياء، لتقديم إجابة صحيحة مكتملة؛ غالبًا ما يكون هناك أكثر من إجابة صحيحة محتملة*).

ك. اعمل انطلاقًا من حقائق أو أرقام أو معلومات معطاة – (*من الجيّد عادة إيضاح جميع خطوات العمل التي اتّبعتها*).

ل. اعط رأيًا معلّلًا – (*ستحتاج غالبا إلى استخدام معرفتك وفهمك في علم الأحياء، لتدلي بمجموعة من العبارات حول الموضوع*).

م. علّق على التشابهات – (*يمكنك غالبًا استخدام جدول لذلك، إذا كتبت جملًا، استخدم مصطلحات المقارنة*).

ن. علّق على الاختلافات – (*يمكنك غالبًا استخدام جدول لذلك، إذا كتبت جملًا، استخدم مصطلحات المقارنة*).

س. سمّ/اختر/تعرف – (*على سبيل المثال، كتابة تسمية تركيب على رسم تخطيطي أو صورة مجهريّة*).

ع. اقترح ما قد يحدث بناء على المعلومات العطاة.

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ١-١: إعداد شريحة مجهريّة مؤقّتة ورسم الخلايا

ستتدرّب في هذا النشاط على استخدام المجهر الضوئي. ستُعدّ عيّنة مؤقّتة لنسيج نباتي، وتلاحظه باستخدام المجهر، ثم ترسم بعض الخلايا.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

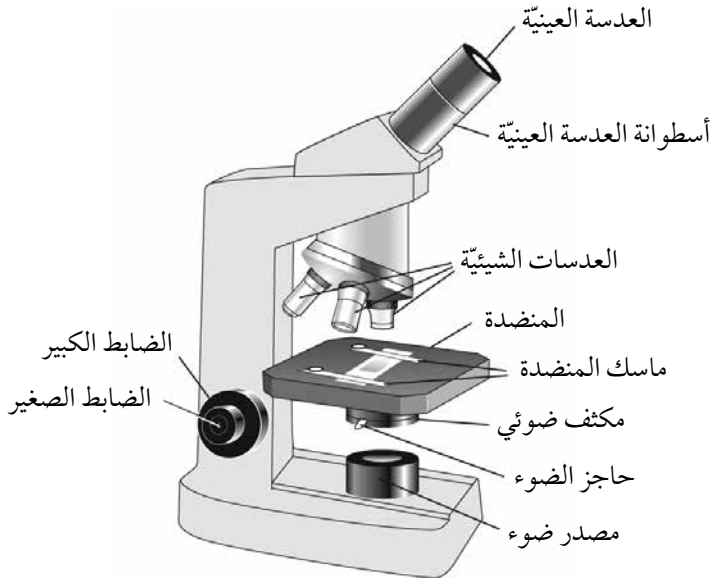
- مجهر ضوئي مزود بمقياس شبكة العدسة العينيّة
- شرائح مجهرية عدد ٢–٣
- أغطية شرائح مجهرية عدد ٢–٣
- قطّارة ماصّة
- إبرة مثبّتة
- ملقط
- مقص حاد أو شفرة آمنة
- ورق ترشيح أو منشفة ورقيّة
- قطعة بلاط
- قطع صغيرة من بصلة
- قلم جرافيت من النوع (HB) حاد.
- ممحاة ذات نوعيّة جيّدة

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لأي نصيحة من معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- توخَّ الحذر عند استخدام شفرة حادّة لنزع قشرة البصلة الرقيقة.

الطريقة

الجزء ١: إعداد شريحة مؤقّتة لوضعها تحت المجهر



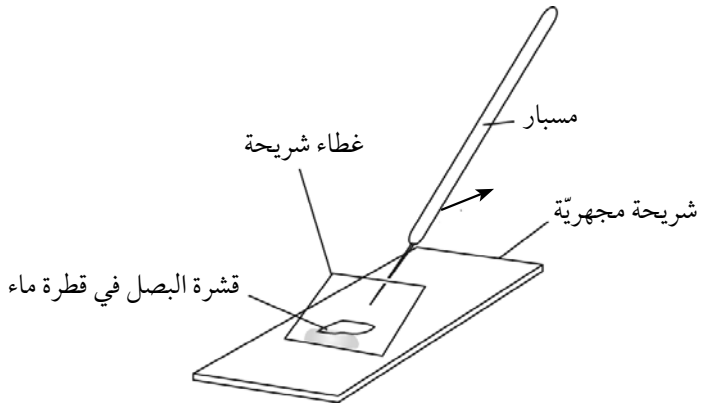
الشكل ١-١: المجهر الضوئي.

مهم

ربما لا يماثل مجهرك المجهر المُبيّن في الشكل، على سبيل المثال: قد يحتوي على مرآة بدل مصدر الضوء أو قد يكون ثنائي العدسة العينيّة.

١. ضع المجهر على الطاولة لتتعرّف على كل أجزائه المبيّنة في الرسم.
٢. ستعمل الآن على إعداد شريحة للفحص المجهري.

- استخدم المقص أو شفرة حادّة لتحصل على قطعة من الطبقات الداخلية لبصلة بقياس (1 × 1) سم تقريبًا.
- استخدم القطّارة لتضع قطرة ماء على مركز شريحة مجهر نظيفة.
- استخدم الملقط بلطف لتنزع القشرة الرقيقة عن السطح الداخلي لقطعة البصل، ثم ضعها مباشرة فوق قطرة الماء على الشريحة، معتمدًا على إبرة تثبيت أو مسبار لتمد قشرة البصل بلطف بحيث لا تتثني أو يتسرّب إليها ماء. قد تحتاج إلى إضافة قطرة ماء أخرى.
- أنزل غطاء الشريحة بلطف فوق الشريحة لتغطية قشرة البصل. يمكن أن يساعدك استخدام إبرة المسبار كما في الشكل ١-٢ على منع حبس أية فقاعة هواء. وإذا تكوّنت فقاعة هواء، فعليك تجاهلها أثناء رسم العيّنة.



الشكل ١-٢: كيفية وضع غطاء الشريحة.

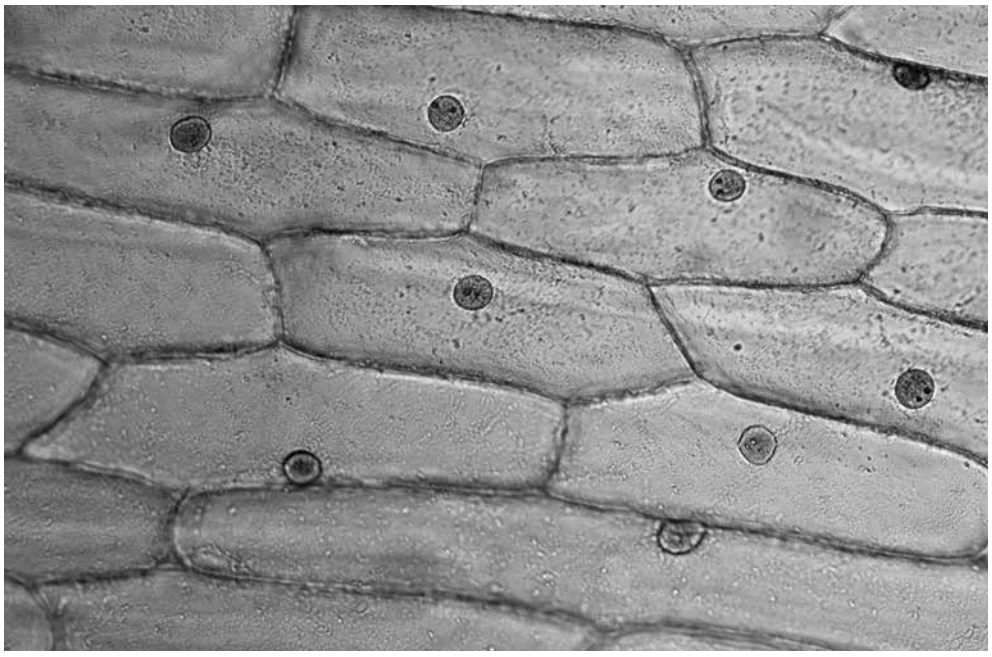
- استخدم ورق الترشيح بلطف لإزالة أية قطرة ماء قد تتسرّب إلى سطح الشريحة.

٣. يمكنك الآن رؤية الشريحة بالمجهر.

- أدر العدسات الشيئيّة بحيث تكون العدسة الصغرى (ذات قوة التكبير الأصغر) فوق الثقب الذي يتوسط المنضدة.
- انظر في العدسة العينيّة، وتأكّد من رؤية الضوء. إذا لم تستطع رؤية الضوء فاضبط مصدر الإضاءة أو المرآة.
- ضع الشريحة على منضدة المجهر بحيث تكون العيّنة فوق الثقب الذي يمرّ خلاله الضوء.
- حرّك الضابط الكبير ببطء لتقريب العدسات الشيئيّة من قشرة البصل حتى تكاد هذه العدسات تلامس الشريحة.
- انظر في العدسة العينيّة مرّة أخرى، وحرّك الضابط الكبير ببطء في الاتجاه الآخر لكي تتحرّك العدسات الشيئيّة بعيدًا عن قشرة البصل. توقّف عندما تشاهد القشرة. من المحتمل ألّا تبدو واضحة.
- حرّك الضابط الصغير لضبط الصورة إلى أن تتمكّن من رؤية قشرة البصل بوضوح. يجب أن تكون قادرًا على رؤية ما يماثل محتوى الصورة ١-١.

مهم

إذا تركت الماء على سطح الشريحة، فقد يصل إلى العدسة الشيئيّة. ومع مرور الوقت قد تتكوّن ترسّبات على العدسة.



الصورة ١-١: صورة مجهرية لخلايا القشرة.

مهم

قد يؤدّي تحريك العدسة الشيئيّة نحو الأسفل كثيرًا في بعض المجاهر إلى اصطدامها بالشريحة وكسرها. ويمكن تفادي ذلك عن طريق النظر إلى العدسة الشيئية من الجانب.

الجزء الثاني: عمل رسم لقشرة البصل باستخدام العدسة الكبرى

١. ركّز على قشرة البصل باستخدام العدسة الصغرى (ذات قوة التكبير الأصغر)، كما ورد سابقًا. أدِر العدسات الشيئيّة بلطف إلى أن تصل العدسة الأكبر من الصغرى مباشرة فوق الشريحة. استخدم الضابط الصغير في التركيز على الشريحة.

٢. حدّد العدسة الشيئيّة التي تؤمّن أفضل رؤية لقشرة البصل. إذا كان مجهرك مزوّدًا بعدسة كبرى أو ذات قوة تكبير أكبر من تلك التي استخدمتها، يمكنك اعتمادها.

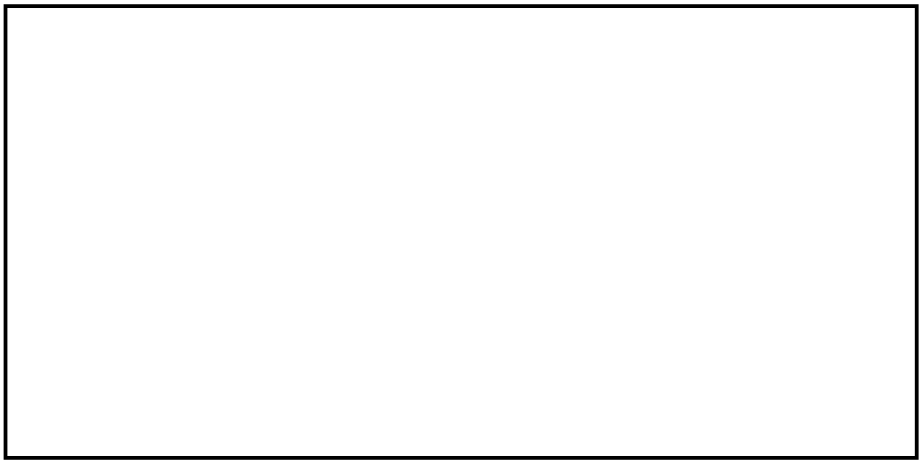
٣. ارسم رسمًا تخطيطيا لقشرة البصل في المربّع أدناه.

- استخدم قلم جرافيت من النوع (HB) حاد.
- يجب أن يكون رسمك كبيرًا، يشغل % 50 على الأقل من المساحة المتاحة. تأكّد من ترك مساحة كافية لكتابة المسميات.
- احرص على الالتزام بدقة أشكال الخلايا وقياساتها.
- يجب رسم جميع الخطوط منفردة وواضحة، مع عدم ترك أي فراغات فيها مهما كانت صغيرة.

مهم

من الجيد أحيانًا الاستمرار في تغيير العدسات الشيئيّة المختلفة أثناء قيامك بالرسم، على سبيل المثال: قد تستخدم العدسة الصغرى، وتنتقل بين الحين والآخر إلى العدسات الأكبر منها للتحقق من التفاصيل.

- ارسم الجدران الخلويّة دائمًا بخطَّين، لأنّها جدران سميكة.
- لا تستخدم التظليل في رسمك على الإطلاق.
- ارسم ما تراه، وليس ما تعتقد أنه يجب رؤيته.



٤. اكتب: السيتوبلازم والنواة والجدار الخلوي على رسمك.

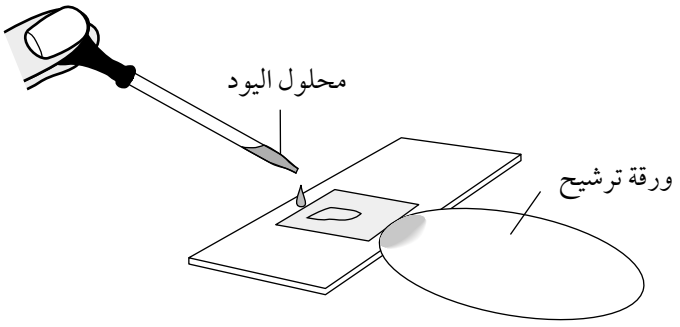
- استخدم قلم الجرافيت لرسم خطوط المسميات، ولكتابة المسميات به إذا اقتضى الأمر.
- استخدم مسطرة لرسم خطوط المسميات، وتأكّد من أن تلمس نهاية الخط الجزء الذي تقوم بتسميته.
- حافظ على خطوط المسميات منفصلة بعضها عن بعض.
- يمكن أن تكون خطوط المسميات بأيّ اتجاه، لكن يجب أن تكتب المسميات بشكل أفقي.

الجزء الثالث: إضافة صبغة إلى الشريحة المؤقّتة

ستضيف بعضًا من محلول اليود إلى شريحة قشرة البصل. سيصبغ (يلوّن) اليود أي حُبيبات نشا في خلايا البصل باللون الأزرق الداكن.

١. ضع قطرة صغيرة من محلول اليود على شريحة مجهر لتلامس حافة غطاء الشريحة.

٢. ضع بحذر شديد طرف قطعة من ورقة الترشيح بتماسّ مع الجانب المقابل من غطاء الشريحة، كما يبدو في الشكل ١-٣. ستمتصّ ورقة الترشيح الماء الموجود تحت غطاء الشريحة ما يؤدّي إلى تمرير محلول اليود إلى العيّنة.



الشكل ١-٣: إضافة محلول اليود.

٣. نظّف الشريحة، ولاحظ بالمجهر قشرة البصل المصبوغة. صف الفروق التي يمكن رؤيتها في الخلايا المصبوغة مقارنة بمظهرها قبل الصبغ.

.....

.....

.....

.....

الجزء الرابع: قياس أبعاد الخلايا باستخدام شبكة العدسة العينيّة.

مصطلحات علمية

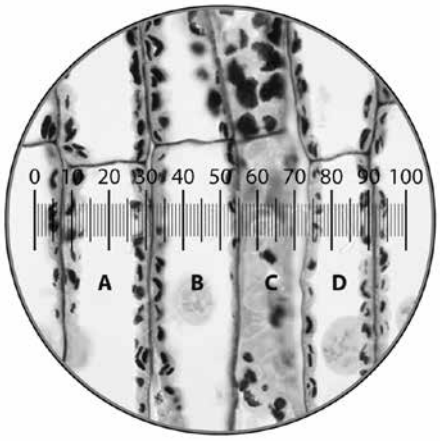
شبكة العدسة العينيّة Eyepiece graticule: مقياس صغير يوجد في العدسة العينيّة للمجهر.

١. ضع شريحة مُعدّة لمقطع عرضي في ورقة نبات على منضدة المجهر.

٢. تأكّد من وجود **شبكة العدسة العينيّة** للمجهر. انظر من خلال العدسة العينية، ثم أدرها لترى المقياس يستدير على هذه الشبكة.

٣. استخدم العدسة الشيئيّة الصغرى، وركّز على قطاع الورقة. حرّك الشريحة إلى أن تشاهد الخلايا العماديّة. يمكنك الانتقال إلى عدسة شيئية أخرى لتتمكّن من رؤية مجموعة من الخلايا العمادية بوضوح. حرّك الشريحة إلى أن تصبح الخلايا بوضع عمودي.

٤. أدر شبكة العدسة العينيّة إلى أن يصبح المقياس أفقيًا عبر مجموعة الخلايا، كما في الصورة ١-٢.



الصورة ١-٢: صورة مجهرية لخلايا عمادية تُرى باستخدام شبكة العدسة العينيّة.

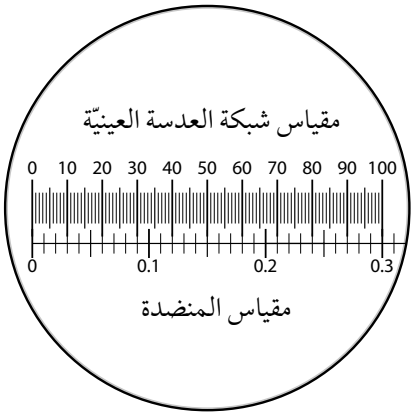
٥. حرّك الشريحة إلى أن تصل إلى الرقم 0 على شبكة العدسة العينيّة تمامًا فوق جدار إحدى الخلايا. استخدم المقياس لقياس عرض ثلاث إلى أربع خلايا بوحدات مقياس شبكة العدسة العينيّة.

قياس عرض ..... خلايا عمادية ..... وحدات مقياس شبكة العدسة العينيّة.

الجزء الخامس: معايرة مقياس شبكة العدسة العينيّة.

١. حافظ على العدسة الشيئيّة نفسها فوق الشريحة. أزِل الشريحة من على المنضدة، واستبدل بها **مقياس المنضدة**.

٢. انظر في العدسة العينيّة وركّز على مقياس المنضدة. حرّك العدسة العينيّة و/ أو الشريحة حتى يكون مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة متجاورَين تمامًا، كما في الشكل (١-٤).



الشكل ١-٤: مقياس المنضدة كما يُرى باستخدام مقياس شبكة العدسة العينيّة.

مصطلحات علمية

مقياس المنضدة Stage micrometer: مقياس صغير جدًّا محفور على شريحة مجهريّة ومرسوم بدقة بأبعاد معروفة.

معايرة Calibrate: تحويل قراءات المقياس إلى مقياس معياري بوحدات معروفة.

مهم

إذا اختلط عليك الأمر ولم تعد قادرًا على التمييز بين مقياس شبكة العدسة العينيّة ومقياس المنضدة، يمكنك فقط إدارة / تحريك العدسة العينيّة. فيكون المقياس الذي يدور هو مقياس شبكة العدسة العينيّة.

٣. ابحث عن تقارب جيّد للمقياسيَن ليكون أحدهما بعيدًا عن الآخر قدر الإمكان. في المثال القائم في الشكل ١-٤ يوجد تقارب بين مقياس شبكة العدسة العينية ومقياس المنضدة عند (0 و 0) و (80 و 0.24) على التوالي. اكتب نقاط التقارب على المقياسَين في مجهرك.

٤. الأجزاء الكبيرة على مقياس المنضدة متباعدة بمقدار 0.1 mm؛ والأجزاء الصغيرة متباعدة 0.01 mm بعضها عن بعض.

$$0.01\ mm = 0.01 \times 10^{3} m = 10\ \mu m$$

استخدم هذه المعلومة لحساب عدد الميكرومترات التي يمكن تمثيلها بجزء صغير واحد على مقياس شبكة العدسة العينيّة.

وحدة صغيرة على مقياس شبكة العدسة العينيّة = µm .....

٥. عُد إلى القياس الذي ضبطته في نهاية الجزء ٤، عندما قمت بقياس عرض ثلاث أو أربع خلايا بوحدات مقياس شبكة العدسة العينيّة.
حوّل هذا القياس إلى µm.

قياس أربع خلايا عمادية = µm .....

٦. قسّم هذه القيمة على عدد الخلايا، لتجد متوسّط عرض الخليّة العماديّة الواحدة.
متوسّط عرض الخليّة العماديّة الواحدة = µm .....

٧. أزِل مقياس المنضدة عن المجهر. ضع شريحة خلايا البشرة للبصل على المنضدة. استخدم العدسة الشيئيّة نفسها، كما فعلت مع الخلايا العماديّة، وقم بقياس عرض مجموعة الخلايا بوحدات مقياس شبكة العدسة العينيّة.
قياس ست من خلايا البشرة للبصل ..... وحدات مقياس شبكة العدسة العينيّة.

٨. حوّل هذا القياس إلى µm، ثم احسب متوسط عرض خلية قشرة بصل واحدة.

متوسّط عرض خلية قشرة بصل واحدة = µm .....

أسئلة نهاية الوحدة

١. يعتمد هذا السؤال على تذكّر الحقائق والمفاهيم. يمكن الإجابة عن الجزئية (ب) بكتابة نصّية أو باستخدام رسم تخطيطي مع المسميات. لاحظ أن الفعل الإجرائي للجزئية (ب) هي أوجز.
يظهر الجدول أدناه بعض السمات التركيبية للخلايا بدائيّة النواة والخلايا حقيقيّة النواة.

السمة التركيبية	الخلية بدائيّة النواة	الخلية حقيقيّة النواة
غشاء سطح الخلية		
النواة		
الرايبوسومات		
الميتوكندريا		
البلاستيدات الخضراء		

أ. انقل الجدول إلى دفترك وأكمله. إذا كان يُحتمل وجود خاصيّة من الخصائص أعلاه في الخليّة، ضع علامة (✔) في الخانة المناسبة، وإذا لم توجد ضع علامة (✘). يجب أن تضع إما علامة (✔) أو علامة (✘) في كل خانة.

ب. لا تُعدّ الفيروسات كائنات حيّة، ولا تتكوّن من خلايا. **أوجز** الخصائص الرئيسيّة لتركيب الفيروس.

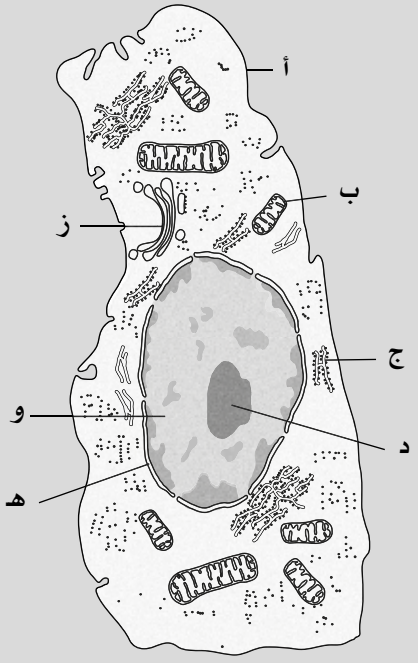
٢. يُطلب إليك في هذا السؤال تحديد تراكيب في خلية حيوانية؛ إنه سؤال يتطلّب ببساطة إجابة مباشرة، في حين أنك قد تفكّر مليًّا في الإجابة عن الجزئية (ب).

أفعال إجرائية

أوجز Outline: اكتب النقاط الرئيسية.

تابع

الرسم التخطيطي أدناه هو رسم لخليّة من جسم كائن حي ثديّ.



أ. **اذكر** نوع المجهر الذي يمكن استخدامه لتأمين رؤية هذا الكمّ من التفاصيل في الخليّة.

ب. اكتب أحرف التراكيب (أ – ز) المشار إليها في الرسم، والتي تتكوّن من أغشية دهون مفسفرة، أو محاطة بها.

ج. **صف** وظيفة كل من الآتي:

- التركيب (ب).
- التركيب (هـ).
- التركيب (ز).

أفعال إجرائية

اذكر State: عبّر بكلمات واضحة.

صف Describe: قدّم الخصائص والميزات الرئيسية.

تابع

٣. يبيّن الرسم التخطيطي أدناه طريقة لفصل مكوّنات الخلايا. تسمّى هذه التقنية **الطرد المركزي فائق السرعة**.

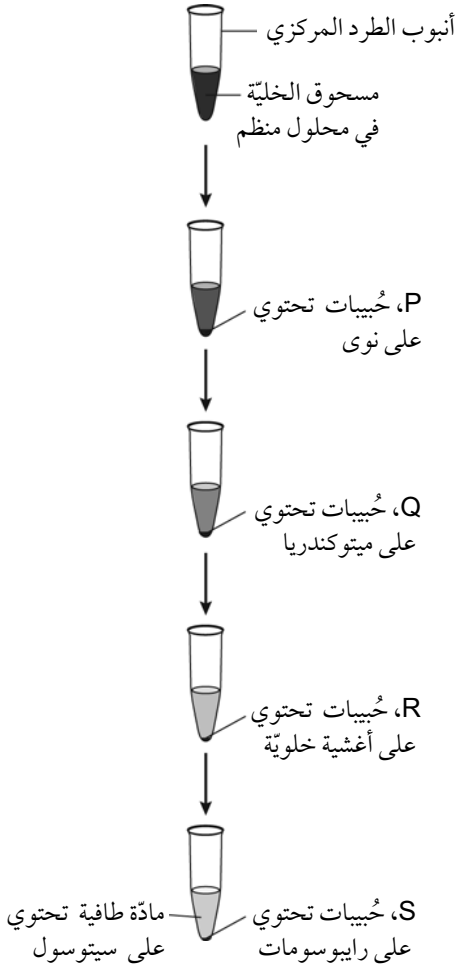
الخطوة ١:
تفكيك الخلايا ثم وضعها في محلول منظّم بارد مثلج، بجهد ماء مساو تقريبًا لجهد الماء في الخلايا.

الخطوة ٢:
الطرد المركزي عند 1300 g لمدة 5 دقائق عند $4C^0$.

الخطوة ٣:
الطرد المركزي عند 17000 g لمدة 15 دقيقة عند 4^0C.

الخطوة ٤:
الطرد المركزي عند 80000 g لمدة 60 دقيقة عند 4^0C.

الخطوة ٥:
الطرد المركزي عند 150000 g لمدة 3 ساعات عند 4^0C.



مصطلحات علمية

الطرد المركزي فائق السرعة Ultracentrifugation:
تدوير مزيج بسرعة عالية جدًّا، بحيث تترسّب المكوّنات الأكثر كثافة على القاع مع إمكانية فصلها.

تابع

أ. **اقترح** سبب اختيار المحلول الذي وضعت فيه الخلايا المفكّكة بالمواصفات التالية:
١. بارد مثلج.
٢. يحتوي على محلول منظّم.
٣. جهد الماء فيه مساو لجهد الماء في الخلايا.

ب. اقترح سبب عدم تجمع الرايبوسومات في حبيبات حتى المرحلة الأخيرة من الطرد المركزي فائق السرعة.

ج. اكتب حرف المكوّن أو المكوّنات التي تتوقّع أن تجد فيها:
١. DNA.
٢. دهون مفسفرة.

د. إذا أجريت العمليّة باستخدام الخلايا النباتيّة، فأيّة عُضيّات خلويّة أخرى تتوقّع أن تجدها في الحبيبات التي تحتوي على ميتوكندريا؟ اشرح إجابتك.

ستتضمّن بعض الأسئلة أفكارًا جديدة، مثل صورة مجهريّة غير مألوفة. لكن معرفتك القبلية والمعلومات المقدّمة في السؤال يساعدانك على التوصل إلى إجابات مناسبة. انتبه بدقة إلى توزيع الدرجات، تفترض إلى مقدار التفاصيل التي تحتاج إلى تقديمها في إجابتك.

٤. توضح الصورة المجهرية على الصفحة التالية، أجزاء من خليّتَين في الأمعاء الدقيقة لحيوانَين ثدييَّن. التراكيب على امتداد سطح الخليّتَين هي خملات.

أ. اذكر نوع المجهر الذي استُخدم للحصول على هذه الصورة المجهريّة. اذكر سببًا لإجابتك.

ب. **حدّد** العضيّة (A).

ج. يبلغ مقدار تكبير الصورة المجهريّة X 12500

١. **احسب** طول الخملات بين النقطتَين (X) و (Y)، موضّحًا الطريقة التي اعتمدتها.

٢. تزيد الخملات بشكل كبير من مساحة سطح الخلايا. اقترح سبب وجود خملات للخلايا المبطّنة للأمعاء الدقيقة.

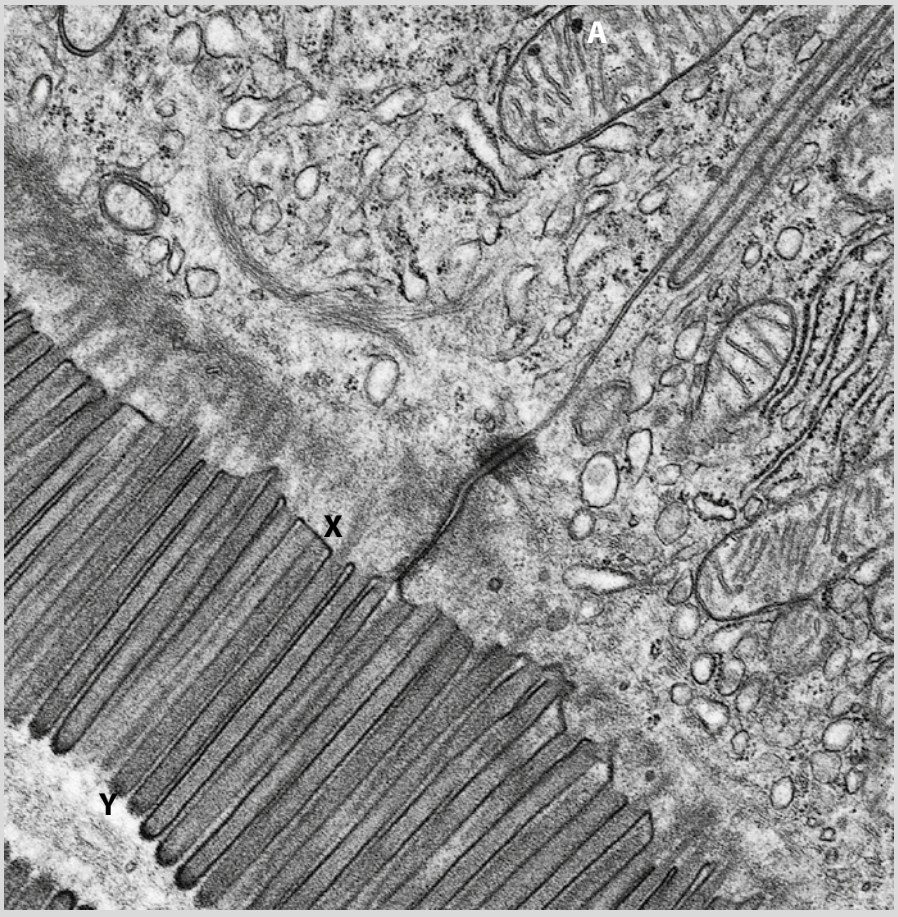
أفعال إجرائية

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

حدّد Identify: سمّ/ اختر/ تعرّف.

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

تابع



الجزيئات الحيوية Biological Molecules

أهداف التعلُّم

٢-١ يصف اختبار بندكت شبه كمّي على محلول سكر مختزل عن طريق معايرة الاختبار، ويستخدم النتائج (الزمن لبدء تغيير اللون أو المقارنة بمعايير اللون) لتقدير التركيز.

٢-٢ يصف اختبارًا للكشف عن السكريات غير المختزلة باستخدام التحلّل المائي الحمضي ومحلول بندكت.

٢-٣ يصف ويرسم الأشكال الحلقيّة لكل من سكر ألفا جلوكوز وبيتا جلوكوز.

٢-٤ يعرّف المصطلحات الآتية: مونومر، بوليمر، جزيء كبير، سكر أحادي، سكر ثنائي، عديد التسكر.

٢-٥ يذكر دور الروابط التساهمية في ربط الجزيئات الصغيرة معًا لتكوين البوليمرات.

٢-٦ يذكر أنّ الجلوكوز والفركتوز والمالتوز سكريات مختزلة وأنّ السكروز سكر غير مختزل.

٢-٧ يصف تكوين الرابطة الجلايكوسيديّة عن طريق التكثيف، مع الإشارة إلى السكريات الثنائية، بما في ذلك سكر السكروز و عديدة التسكر.

٢-٨ يصف تكسّر الرابطة الجلايكوسيديّة في عديدة التسكر والسكريات الثنائية عن طريق التحلّل المائي، مع الإشارة إلى اختبار السكر غير المختزل.

٢-٩ يصف التركيب الجزيئي لعديد التسكر النشا (أميلوز وأميلوبكتين) والجلايكوجين ويربط تركيبهما بوظائفهما في الكائنات الحيّة.

٢-١٠ يصف التركيب الجزيئي لعديد التسكر السليلوز ويبيّن كيف يساهم ترتيب جزيئات السليلوز في وظيفة جدران الخلايا النباتيّة.

٢-١١ يذكر أنّ الدهون الثلاثيّة جزيئات غير قطبيّة كارهة للماء، ويصف التركيب الجزيئي للدهون الثلاثيّة بالإشارة إلى الأحماض الدهنيّة (المشبعة وغير المشبعة) والجليسرول وتكوين روابط الإستر.

٢-١٢ يربط التركيب الجزيئي للدهون الثلاثيّة بوظائفها في الكائنات الحيّة.

٢-١٣ يصف التركيب الجزيئي للدهون المفسفرة مع الإشارة إلى رؤوس الفوسفات (المحبة) للماء (القطبيّة) وذيول الأحماض الدهنيّة الكارهة للماء (غير القطبيّة).

٢-١٤ يصف ويرسم
- التركيب العام للحمض الأميني
- تكوين وكسر الرابطة الببتيدية.

٢-١٥ يشرح معنى المصطلحات الآتية: التركيب الأولي، والتركيب الثانوي، والتركيب الثالثي، والتركيب الرابعي للبروتينات.

٢-١٦ يصف أنواع الروابط التي تحافظ على شكل جزيئات البروتين:
- التفاعلات الكارهة للماء
- الرابطة الهيدروجينيّة
- الرابطة الأيونيّة
- الرابطة التساهمية بما في ذلك روابط ثنائي الكبريتيد.

٢-١٧ يذكر أنّ البروتينات الكرويّة قابلة للذوبان بشكل عام، ولها أدوار وظيفية، وأنّ البروتينات الليفيّة غير قابلة للذوبان بشكل عام، ولها أدوار تركيبيّة.

٢-١٨ يصف تركيب جزيء الهيموجلوبين كمثال على بروتين كروي بما في ذلك تكوين تركيبه الرابعي من سلسلتي ألفا (جلوبين ألفا) وسلسلتي بيتا (جلوبين بيتا) ومجموعة هيم.

٢-١٩ يربط تركيب الهيموجلوبين بوظيفته بما في ذلك أهميّة الحديد في مجموعة الهيم.

٢-٢٠ يصف تركيب جزيء الكولاجين كمثال على البروتين الليفي، وترتيب جزيئات الكولاجين لتكوين ألياف الكولاجين.

٢-٢١ يربط تركيب جزيئات الكولاجين وألياف الكولاجين بوظيفتها.

٢-٢٢ يشرح كيفيّة تكوين الروابط الهيدروجينيّة بين جزيئات الماء ويربط خصائص الماء بأدواره في الكائنات الحيّة، مقتصرًا على: الإذابة والسعة الحراريّة النوعيّة العالية والحرارة الكامنة للتبخّر.

الأنشطة

نشاط ٢-١ استخدام جداول التلخيص

تدوين الملاحظات هي إحدى أهمّ المهارات، وعلى الطلبة أن يكونوا قادرين على استخلاص المعلومات ذات الصلة من النصوص المعقّدة. فهم يعتمدون على أساليب كثيرة لتدوين ملاحظاتهم، لكن، أيًّا يكن الأسلوب فلا يتوجّب أن يتمّ نسخ مقطع كامل على دفتر الملاحظات. ومن الأساليب الفاعلة في تدوين الملاحظات، تكوين جداول تلخيص للنص، والتي تساعد الطلبة على تخزين المعلومات وحفظها في الذاكرة لمدّة طويلة بفعل إعادة كتابتها، كما تسهّل عليهم عمليّة المراجعة للمعلومات الأساسية.

في هذا النشاط سوف:

- تقرأ فقرة معقّدة عن تركيب الكربوهيدرات، وتحدّد النقاط الرئيسيّة فيها.
- تطوّر مهارتك في تدوين الملاحظات عبر تكوين جداول تلخيص مناسبة.

١. اقرأ الفقرة أدناه بعناية، والتي تتمحور حول الكربوهيدرات، ثم انقل الجدول الوارد في الصفحة ٤٨ إلى دفترك وأكمله لتوجز التراكيب المختلفة **لعديدة التسكر** ووظائفها.

عديدة التسكّر هي بوليمرات من سكّريات أحاديّة تتكوّن من ارتباط سكّريات أحاديّة عبر رابطة جلايكوسيدية. الجلوكوز مونومر (وحدة بنائية) للعديد من عديدة التسكّر، وهو جُزيء شديد الذوبان والتفاعل، ويؤثّر على أسموزية الخلايا، كما يتداخل مع التفاعلات الكيميائيّة الحيويّة. يخزّن الجلوكوز في النباتات على شكل نشا، وهو خليط من أميلوز وأميلوبكتين؛ أمّا في الحيوانات فيخزّن الجلوكوز على شكل جلايكوجين. يتكوّن الأميلوز من جزيئات α-جلوكوز مرتبطة في روابط جلايكوسيدية ألفا (1,4)، ما يؤدّي إلى تكوين جُزيء لولبي مضغوط جدًّا. يتكوّن الأميلوبكتين أيضًا من جزيئات α-جلوكوز، ويتضمّن العديد من روابط جلايكوسيدية ألفا (1,4)، والعديد من التفرّعات الجانبيّة المرتبطة في روابط جلايكوسيدية ألفا (1,6). كما يتكوّن الجلايكوجين من جزيئات α-جلوكوز مرتبطة في روابط جلايكوسيدية ألفا (1,4) و (1,6)، مشكِّلة جزيئًا كثير التفرّع، تسمح بتحلّل مائي سريع لجزيئات الجلوكوز. السليلوز بوليمر يتكوّن من جزيئات β-جلوكوز. وتكون مجموعة OH- على الكربون رقم 1 في β-جلوكوز إلى الأعلى، لذا ينقلب كل جُزيء جلوكوز بالتناوب مع الذي يليه °180. وجزيئات السليلوز طويلة مستقيمة وغير متفرّعة، ويرتبط 70-60 جُزيء سليلوز معًا عبر **روابط هيدروجينيّة** لتكوين ليفيات دقيقة. هذه الليفيات الدقيقة تتّحد معًا لتكوّن أليافًا، وهذه الألياف بدورها تكوّن جدار الخليّة. تتجمّع ألياف السليلوز بقوّة شدّ عالية جدًّا، ما يمنع انفجار الخلايا، لكنه يسمح بالمرور (الكلّي) الحرّ للماء وللجزيئات القابلة للذوبان فيه.

مصطلحات علمية

عديد التسكر Polysaccharides: بوليمر تكون وحداته سكّريات أحادية مرتبطة معًا بروابط جلايكوسيديّة.

رابطة هيدروجينيّة Hydrogen bond: رابطة ضعيفة نسبيًّا تتشكّل من خلال التجاذب (الاستقطاب) بين مجموعة بشحنة موجبة جزئية تحتوي على ذرّة هيدروجين ($H^{\delta+}$) ومجموعة أخرى بشحنة سالبة جزئية تحتوي على ذرة أكسجين ($O^{\delta-}$)، على سبيل المثال بين المجموعتَين $-O^{\delta-}H^{\delta+}-$.

عديد التسكر	اسم المونومر	نوع الرابطة بين المونومرات	الوصف	الوظيفة
الأميلوز	α–جلوكوز	α (1,4)	• طويل • لولبي • مضغوط	• مخزن الجلوكوز في الخليّة (الطاقة) • لا يؤثّر على الأسموزيّة • يوجد في النباتات
الأميلوبكتين				
الجلايكوجين				
السليلوز				

الجدول ٢–١: جدول تلخيص النتائج.

نشاط ٢-٢ حساب تركيز المحاليل وتحضير محاليل مخفّفة

التوصّل إلى الوحدات الصحيحة

من المهمّ أن تكون قادرًا على تحضير تراكيز دقيقة لمحاليل مختلفة.

يمكن أن يطلب إليك تحضير تراكيز بنسب مئوية (%)، أو بعدد **المولات** لكل وحدة حجم mol/L. في هذا النشاط سوف:

- تطوّر فهمك للوحدات المختلفة.
- تطوّر قدرتك على حساب التراكيز المختلفة للمحاليل كنسبة مئويّة وكعدد المولات في كل وحدة حجم.

من المهمّ فهم وحدات الحجم والكتلة عند تحضير محاليل بتراكيز مختلفة. وقد تضطرّ إلى إجراء بعض التحويلات.

وحدة الكتلة في النظام الدولي للوحدات SI هي الكيلوغرامات kg. وسيصادفك في علم الأحياء وحدات كتل كثيرة تقاس بالكيلوغرامات kg، أو بالغرامات g، أو بالملّي غرامات mg، أو بالميكروغرامات µg، وحتى أحيانًا بالنانوغرامات ng.

مصطلحات علمية

المول Mole (جمعها مولات Moles): كميّة العنصر أو المادة المساوية عدديًا للوزن الذرّي أو الجزيئي للمادة معبّرًا عن كتلتها بالغرامات.

- 1 kg يساوي 1000 g.
- 1 g يساوي 1000 mg.
- 1 mg يساوي 1000 µg.
- 1 µg يساوي 1000 ng.

لتحويل القيمة بوحدة معطاة إلى قيمة بالوحدة التالية الأصغر منها، يجب أن تضربها في 1000، ولتحويلها إلى الوحدة التالية الأكبر منها يجب قسمتها على 1000.

على سبيل المثال: 0.005 kg تساوي 0.005 × 1000 = 5 g. وتساوي أيضًا $0.005 \times 10^6 = 5000$ mg.

وحدة الحجم في النظام الدولي للوحدات هي المتر المكعب m^3. وعادة ما تصادفك في علم الأحياء حجوم مثل اللتر L والذي يساوي الديسيمتر المكعب dm^3، والمليلتر mL والذي يساوي السنتيمتر المكعب cm^3، الميكرولتر µL والذي يساوي مليمتر مكعب mm^3.

- 1 لتر L = 1000 مليلتر mL.
- 1 مليلتر mL = 1000 ميكرولتر µL.

ولتحويل القيمة المعطاة باللتر إلى المليلتر يجب أن تضربها في 1000، ولتحويلها من المليمتر إلى اللتر، يجب أن تقسمها على 1000.

١. حوّل الوحدات الآتية:

أ. 150 mg إلى g.
ب. 225 mg إلى kg.
ج. 0.005 kg إلى mg.
د. 100 ng إلى g.
هـ. 100 mL إلى L.
و. 0.005 mL إلى µL.
ز. 150 µL إلى L.
ح. 0.000005 L إلى µL.

حساب التركيز كنسب من الحجم الإجمالي

هو إعطاء تركيز المحلول بنسبة مئويّة، على سبيل المثال: 1% محلول سكّروز، حيث إنه جرى إذابة 1 g من السكّروز في ماء مقطر إلى أن بلغ حجمًا إجماليًّا مقداره 100 mL.

يمكن حساب النسبة المئويّة للتركيز باستخدام المعادلة:

$$\text{نسبة تركيز كتلة المذاب (المئوية) بالغرامات} = \frac{\text{كتلة المذاب بالغرامات}}{\text{حجم المحلول بـ mL}} \times 100$$

٢. رتّب العبارات الآتية حول تحضير 100 mL من محلول السكّروز (5%) ترتيبًا صحيحًا:

أ. أضف الماء المقطّر حتى الوصول إلى الحجم 100 mL.

ب. ذوّبها في كمّية صغيرة من الماء المقطّر.

ج. ضع السكّروز المذاب في دورق حجمي 100 mL.

د. استخدم ميزانًا إلكترونيًّا لقياس 5 g من السكّروز.

٣. احسب تراكيز السكّروز بالنسبة المئويّة في المحاليل الآتية:

أ. 5 g سكّروز كوّنت محلولًا بحجم 100 mL.

ب. 10 g سكّروز كوّنت محلولًا بحجم 500 mL.

ج. 0.5 g سكّروز كوّنت محلولًا بحجم 500 mL.

د. 37.5 g سكّروز كوّنت محلولًا بحجم 150 mL.

هـ. 450 g سكّروز كوّنت محلولًا بحجم 1 L.

و. 0.005 g سكّروز كوّنت محلولًا بحجم 100 mm^3.

٤. احسب كتلة السكروز اللازمة لتحضير المحاليل الآتية:

أ. 100 mL من محلول السكروز 0.5%.

ب. 250 mL من محلول السكروز 12 %.

ج. 500 mL من محلول السكروز 25 %.

د. 750 mL من محلول السكروز 50 %.

هـ. 500 mL من محلول السكروز 10 %.

و. 1 L من محلول السكروز 45 %.

حساب التراكيز بالمولاريّة

تعطى تراكيز المحاليل غالبًا على شكل مولاريّة، أي على عدد المولات الذائبة في ديسيمتر مكعب واحد من الماء. المول هو الكتلة الجزيئيّة النسبيّة للمادة بالغرامات: ويمكن حساب مولاريّة المحلول باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{المولارية (1 mol/L)} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{الحجم الإجمالي للمحلول في L}}$$

لتحضير 1 mol/L من مادة ما تحتاج إلى أن تزن 1 mol منها، ووضعها في دورق حجمي 1 L ثم إضافة الماء المقطر حتى الوصول إلى الحجم الإجمالي 1 L.

على سبيل المثال، لتحضير 1 mol/L من محلول الجلوكوز:

الخطوة ١ تعرّف الصيغة الجزيئيّة للجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$).

الخطوة ٢ حدّد الكتلة الجزيئيّة النسبيّة للجلوكوز. الكتل الذرّية النسبيّة للعناصر هي: الكربون 12، الهيدروجين 1، الأكسجين 16. وبالتالي تساوي الكتلة الجزيئيّة النسبيّة للجلوكوز:

$(12 \times 6) + (1 \times 12) + (16 \times 6) = 72 + 12 + 96 = 180$

الخطوة ٣ زِن 180 g من الجلوكوز.

الخطوة ٤ ذوِّب الجلوكوز في كمّية صغيرة من الماء المقطّر.

الخطوة ٥ ضَع محلول الجلوكوز في دورق حجمي 1 L، وأضف الماء المقطّر ليكون الحجم النهائي 1 L.

مهم

احرص على التأكّد من تحويلك للوحدات! غالبًا ما تُعطى المحاليل المخفّفة بوحدة mmol/L. حيث 1000 mmoles تعادل 1 مول.

٥. احسب كتل المواد المذابة اللازمة لتحضير المحاليل الآتية:

أ. 1 L من محلول الجلوكوز 1 mol/L.

ب. 1 L من محلول المالتوز 1 mol/L.

ج. 1 L من محلول الجلايسين ($C_2H_5O_2N$).

د. 100 mL من محلول الجلوكوز 2 mol/L.

هـ. 100 mL من محلول السكّروز 2 mol/L.

يجب أن تكون قادرًا أيضًا على تحديد مولاريّة المحلول إذا كانت كتلة المحلول وحجمه مع الماء المقطّر معطاة.

$$\text{المولارية (mol/L 1)} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{عدد مولات الحجم الإجمالي للمحلول في L}}$$

على سبيل المثال، أذيب 171 g من السكّروز بإضافة الماء المقطّر، حتى الوصول إلى الحجم 0.5 L. عليك اتّباع الخطوات الآتية لحساب مولاريّة المحلول:

الخطوة ١ احسب كتلة 1 مول السكّروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

$(12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 6) = 144 + 22 + 176 = 342$ g

الخطوة ٢ احسب عدد المولات في 171 g من السكّروز

$(171 \div 342) = 0.5$ moles

الخطوة ٣ احسب المولاريّة بقسمة عدد المولات على حجم الماء في L:

(0.5÷ 0.5) = 1 mol/L.

٦. احسب التراكيز المولاريّة للمحاليل الآتية:

أ. 171 g سكّروز مذابة في ماء مقطّر 1 L.

ب. 150 g جلايسين ($C_2H_5O_2N$) مذابة في 1 L ماء مقطّر.

ج. 4.5 g جلوكوز مذابة في 100 mL ماء مقطّر.

د. 1.8 g جلوكوز مذابة في ماء مقطّر 1 L.

هـ. 342 mg سكّروز مذابة في 1 mL ماء مقطّر.

نشاط ٢-٣ التمثيل البياني واستخدام منحنيات المعايرة

ستحتاج إلى معرفة الاختبارات الكيميائيّة الحيويّة للنشا، والسكّريات المختزلة، والسكّريات غير المختزلة، والبروتينات والدهون. يقوم **اختبار بندكت** بالكشف عن السكّريات المختزلة. ففي البداية، يكون كاشف بندكت بلون أزرق فاتح لوجود كبريتات النحاس الثنائي (II). وعند تسخينها بوجود سكّر مختزل، تختزل كبريتات النحاس الثنائي إلى أكسيد النحاس الأحادي (I) الأحمر غيرالذائب. تؤدّي التراكيز العُليا من السكّر المختزل في الكاشف بندكت إلى اكتساب المحلول للون أزرق أقلّ شدّة. يمكن تقييم درجة اللون الأزرق بشكل شبه كمّي، بمقارنته بألوان معيارية معروفة. ويؤمّن استخدام جهاز **مقياس الألوان** طريقة أكثر دقّة لتحديد درجة اللون الأزرق كمّيًا؛ وهو جهاز يعطي قيمة محدّدة عن مدى شدّة لون المحلول الأزرق. في هذا النشاط سوف:

- تطوّر فهمك لاختبار بندكت.
- تطوّر فهمك لكيفيّة تحضير محاليل مخفّفة.
- تطوّر فهمك لكيفيّة استخدام معايرة التمثيل البياني.

تحضير المحاليل المخفّفة

لتحديد تركيز سكّر مختزل في محلول معيّن، يجب تكوين منحنى معايرة بياني باستخدام نطاق من التراكيز المعروفة. ويمكن تحقيق ذلك من طريق تخفيف محاليل السكّر المختزل بتراكيز معروفة.

مصطلحات علمية

اختبار بندكت Benedict's test: اختبار للكشف عن السكّريات المختزلة. تسخن المادة غير المعروفة مع كاشف بندكت، والتغيّر في اللون من المحلول الأزرق الصافي إلى تكوّن راسب أخضر أو أصفر، أو أحمر، أو بنّي، يدلّ على وجود السكّريات المختزلة مثل سكر الجلوكوز.

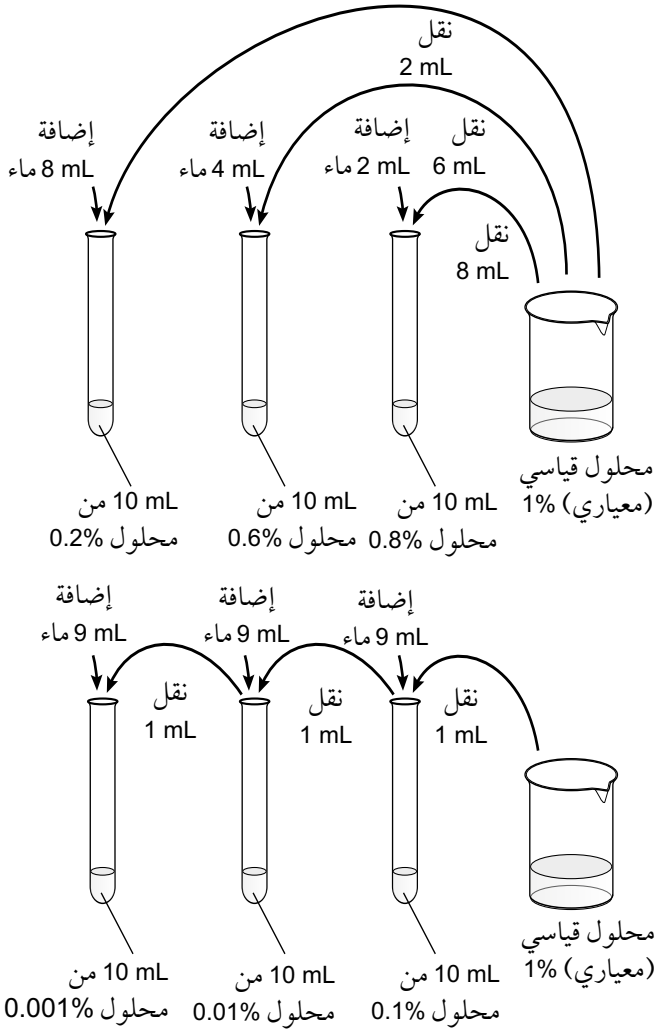
مقياس الألوان Colorimeter: جهاز يقيس شدّة اللون لمحلول ما، وذلك بتمرير ضوء بطول موجي معيّن خلال المحلول وقياس مقدار الضوء النافذ عبره.

١. انقل الجدول إلى دفترك وأكمله لتبيّن كيفيّة عمل نطاق من التراكيز لمحلول سكّر مختزل معياري 1%. تمّ إكمال نتائج الصفَّين الأوّلَين من الجدول لمساعدتك.

تركيز السكَّروز (%)	حجم محلول السكّروز 1% (mL)	حجم الماء المضاف (mL)
0.9	9	1
0.8	8	2
0.7		
0.6		
0.5		
0.4		
0.3		
0.2		
0.1		

الجدول ٢-٢: جدول تلخيص النتائج.

لتحضير نطاق واسع من المحاليل المخفّفة، يتطلّب أن تكون قادرًا على إجراء التخفيف التسلسلي. يبيّن الرسم التخطيطي ٢–١ أدناه مثالًا على ذلك.



الشكل ٢–١: تحضير نطاق واسع من التراكيز لمحاليل معيارية.

٢. صف كيف يمكنك تحضير تراكيز الجلوكوز الآتية لمحلول جلوكوز قياسي (معياري) 1% (قد توجد عدة طرائق لكل منها):

أ. 0.02% **ب.** 0.003% **ج.** 0.0005%

رسم منحنى المعايرة

منحنى المعايرة تمثيل بياني لتراكيز معروفة مقابل النسبة المئويّة للامتصاص.

يبيّن الجدول ٢-٣ النسبة المئويّة للضوء الأحمر الذي تمّ امتصاصه، باستخدام مقياس اللون، من اختبارات بندكت أجريت على مجموعة متنوّعة من تراكيز الجلوكوز.

تركيز الجلوكوز (%)	امتصاص الضوء (%)
1.0	5
0.8	35
0.6	45
0.4	64
0.2	85
0.1	92
0.0	96

الجدول ٢-٣: النسبة المئويّة للضوء الأحمر الذي تمّ امتصاصه، باستخدام مقياس اللون، من اختبارات بندكت أجريت على مجموعة متنوّعة من تراكيز سكّر الجلوكوز.

٣. ارسم منحنى معايرة يمثل تركيز الجلوكوز مقابل امتصاص الضوء. اتّبع هذه الخطوات لرسم التمثيل البياني.

الخطوة ١ اكتب تسمية المتغيّر المستقلّ على المحور السيني، وهو هنا تركيز الجلوكوز/%.

الخطوة ٢ اكتب تسمية المتغيّر التابع على المحور الصادي، وهو هنا امتصاص الضوء/%.

الخطوة ٣ اختر المقاييس الخطيّة المناسبة لكلا المحورَين، تأكّد من إمكانيّة ملاءمة جميع البيانات على امتداد كل محور، لكن حاول استخدام نصف المحور على الأقل. لا ضرورة لبدء المحورَين عند النقطة صفر إذا لم يكن ذلك مناسبًا.

الخطوة ٤ ارسم بعناية، مستخدمًا قلم جرافيت من النوع (HB) حادّ، النقاط على شكل (×).

الخطوة ٥ ارسم خطًّا متواصلًا أو منحنيًا يناسب النقاط بشكل ملائم. يمكننا رسم خطّ متواصل أو منحنى أفضل ملاءمة، إذا افترضنا أن النقاط الواقعة حول التمثيل البياني يمكن إسقاطها على امتداد الخطّ أو المنحنى. وعند عدم التأكّد من ذلك، يجب ربط النقاط في خطوط مستقيمة.

٤. جرى تحليل عيّنة مجهولة التركيز من الجلوكوز باستخدام اختبار بندكت؛ وقد أعطى مقياس اللون قراءة امتصاص 74%.

أ. استخدم المسطرة لرسم خطّ مستقيم عرضي من 74% حتى التقائه بالمنحنى، ثم أسقِط خطًا نزولًا نحو المحور السيني. سجّل تركيز الجلوكوز، الذي سيعطي معدّل امتصاص بنسبة 74%.

ب. كرّر ذلك مع امتصاص 53%.

٥. عند مقارنة محاليل مختلفة من الجلوكوز باستخدام الطريقة نفسها، من المهمّ ضبط عدّة عوامل من أجل دقّة المقارنة.
اذكر **ثلاثة** عوامل يجب أن تبقى ثابتة.

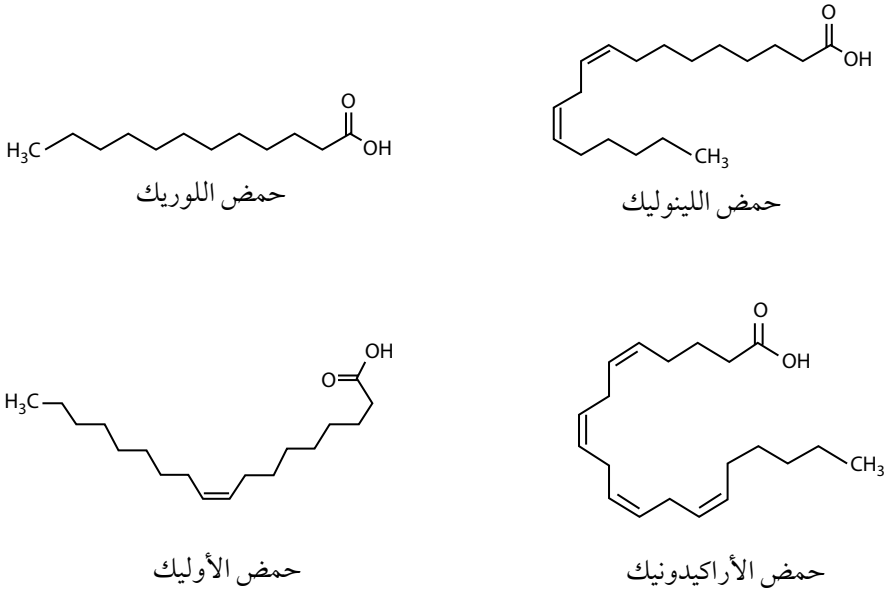
نشاط ٢-٤ معالجة البيانات وتحليلها

يتطلّب أن تكون قادرًا على تطبيق معرفتك القائمة على الحقائق من أجل تفسير بيانات غير متوقّعة. لا تخشى من حقيقة أنك لم ترَ المعلومات في هذا السياق من قبل. لذلك تفحّص المعلومات بعناية واستخدم معرفتك.

في هذا النشاط، سوف:

- تطوّر فهمك لأنواع الأحماض الدهنيّة المختلفة.
- تطوّر مهاراتك التحليليّة عند التعامل مع البيانات غير المتوقّعة.

١. تفحّص بعناية الأحماض الدهنيّة في الشكل ٢-٢، وأجب عن الأسئلة.



حمض اللينوليك — حمض اللوريك

حمض الأراكيدونيك — حمض الأوليك

الشكل ٢-٢: تركيب أربعة أحماض دهنيّة مختلفة.

أ. انقل إلى دفترك الجدول ٢-٤ الذي يشير إلى الأحماض الدهنيّة، ثم أكمله بتحديد أيّ الأحماض الدهنية مشبع، وأيّها أحادي غير مشبع، أو عديد غير مشبع.

الحمض الدهني	نوع الحمض الدهني	درجة الانصهار (°C)
حمض اللوريك		
حمض الأوليك		
حمض اللينوليك		
حمض الأراكيدونيك		

الجدول ٢-٤: أنواع الأحماض الدهنية و درجة حرارة انصهارها.

ب. درجات حرارة انصهار هذه الأحماض الدهنيّة هي: 45°C، 13°C، 49°C-، 11°C-. يسبّب وجود روابط C=C انخفاض درجة انصهار الأحماض الدهنيّة. طابق كلّ حمض دهني مع درجة الانصهار المناسبة له، واكتب البيانات في الجدول.

ج. اقترح سبب اختلاف درجات انصهار الأحماض الدهنيّة المختلفة.

يبيّن الجدول ٢-٥ كتل الأحماض الدهنيّة المشبعة، والأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة، والأحماض الدهنية العديدة غير المشبعة التي توجد في الدهون المستخلصة من كائنات حيّة مختلفة.

الكائن الحي	الكتلة الإجماليّة للدهون التي جرى اختبارها (g)	الأحماض الدهنيّة المشبعة (g)	الأحماض الدهنيّة الأحادية غير المشبعة (g)	الأحماض الدهنيّة العديدة غير المشبعة (g)
خروف (حيوان)	100	40.8	43.8	9.6
بقرة (زبدة) (حيوان)	100	54.0	19.8	2.6
بطّة (حيوان)	50	16.7	24.5	6.8
سمك المكاريل (الإسقمري) (حيوان)	10	2.4	3.2	2.3
زيت الزيتون (نبات)	200	28.0	139.4	22.4
زيت الذرة (نبات)	100	2.7	24.7	57.8
زيت تباع الشمس (نبات)	100	11.9	20.2	63.0
زيت القنب (نبات)	75	7.5	10.0	50.0
زيت جوز الهند (نبات)	150	127.8	9.9	2.5

الجدول ٢-٥: كتل الأحماض الدهنية المشبعة، والأحادية غير المشبعة، والعديدة غير المشبعة التي توجد في الدهون المستخلصة من كائنات حيّة مختلفة.

تحتاج، عندما تقارن البيانات، إلى التأكّد من أن المقارنة عادلة. لقد تمّ أخذ كتل الأحماض الدهنيّة للأنواع المختلفة الواردة في الجدول من كتل مختلفة من إجمالي الدهون. وبالتالي يجب أن تتناسب كل فئة من الأحماض الدهنيّة مع الكتلة الإجماليّة للدهون. بعبارة أخرى، غرامات (g) لكل 100 g من إجمالي كتلة الدهون.

لتحويل كتلة كل نوع من الدهون إلى كتلة لكل 100 g، نفّذ الخطوات الآتية:

الخطوة ١ احسب كتلة كل نوع من الدهون لكل جرام من إجمالي الدهون.

الكتلة لكل جرام = إجمالي كتلة الدهون.

الخطوة ٢ احسب كتلة كل نوع من الدهون لكل 100 g.

الكتلة لكل 100 g من الدهون = الكتلة لكل جرام × 100 g

على سبيل المثال، يوجد في دهن البطّ 16.7 g من الدهن المشبع في 50 g من إجمالي الدهون.

- يوجد في 1 g من إجمالي الدهون 0.334 g = (50 ÷ 16.7) دهون مشبعة لكل جرام من إجمالي الدهون.
- إذا وجد 0.334 g من الدهون المشبعة في 1 g من المواد الدهنيّة، فسيوجد 33.4 g = 100 × 0.334 g دهون مشبعة في 100 g من إجمالي الدهون.

٢ . أ. انقل الجدول ٢–٦ إلى دفترك وأكمله.

الكائن الحي	الأحماض الدهنيّة المشبعة (g) لكل 100 g من إجمالي الدهون	الأحماض الدهنيّة الأحادية غير المشبعة (g) لكل 100 g من إجمالي الدهون	الأحماض الدهنيّة العديدة غير المشبعة (g) لكل 100 g من إجمالي الدهون
خروف (حيوان)	40.8	43.8	9.6
بقرة (زبدة) (حيوان)	54.0	19.8	2.6
بطّة (حيوان)			
سمك المكاريل (الإسقمري) (حيوان)			
زيت الزيتون (نبات)			
زيت الذرة (نبات)	12.7	24.7	57.8
زيت تباع الشمس (نبات)	11.9	20.2	63.0
زيت القنب (نبات)			
زيت جوز الهند (نبات)			

الجدول ٢–٦: جدول النتائج.

يمكنك الآن البدء بتقييم البيانات بعد أن أصبحت جميع الكتل بالجرامات لكل 100 g من إجمالي الدهون.

ب. حدّد الأنماط التي يمكنك ملاحظتها في البيانات.

ج. هل توجد أية نتائج لا يبدو أنها تتناسب مع الأنماط التي حدّدتها؟

د. هل يمكنك الآن اقتراح أيّة تفسيرات لأيّ من الأنماط؟ سيتطلّب الآن استخدام بعض معرفتك عن الأحماض الدهنيّة.

مهم

- يزداد محتوى الطاقة مع ارتفاع مستوى تشبّع الأحماض الدهنيّة.
- تنخفض درجة حرارة الانصهار مع ازدياد نسبة الدهون غير المشبعة.
- تحافظ الحيوانات **ثابتة درجة الحرارة** على درجة حرارة جسم داخليّة ثابتة.

مصطلحات علمية

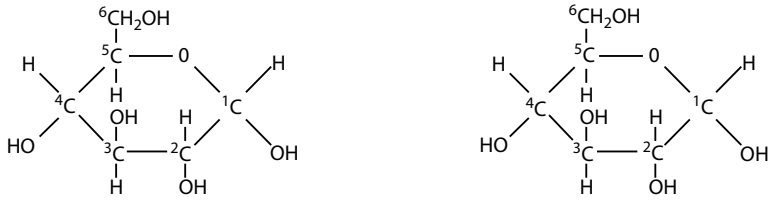
ثابتة درجة الحرارة Hpmeothermic: المحافظة على ثبات درجة حرارة الجسم.

نشاط ٢-٥ رسم التراكيب الجزيئيّة

يتمّ تمثيل معظم التفاعلات الكيميائيّة الحيويّة بالشكل الأفضل من خلال رسمها. والدقة مطلوبة عند رسم التراكيب الجزيئيّة، حتّى لا تقع في الخطأ بسهولة.

يتطلّب أن تكون قادرًا على فهم تكوّن الروابط الجلايكوسيدية في السكّريات الثنائيّة وعديدة التسكّر، وأن تكون قادرًا على رسم التراكيب الكيميائيّة.

١. أ. انقل الرسم التخطيطي لجزيئَي الجلوكوز في الشكل ٢-٣.



α- جلوكوز

α- جلوكوز

الشكل ٢-٣: جُزيئات α- جلوكوز .

الخطوة ١ ارسم حلقة حول مجموعة OH– على الكربون رقم 1 من ألفا– جلوكوز إلى اليسار.

الخطوة ٢ ارسم حلقة حول مجموعة OH– على الكربون رقم 4 من ألفا– جلوكوز إلى اليمين.

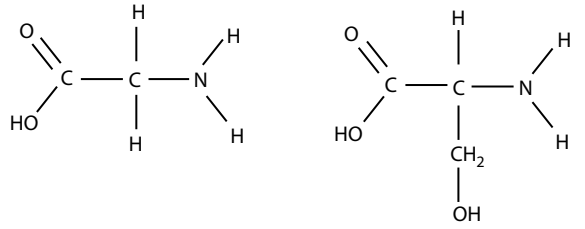
الخطوة ٣ ارسم الأسهم القابلة للعكس كما هو مبيّن في الرسم التخطيطي.

الخطوة ٤ كوّن السكّر الثنائي مالتوز، واكتب اسمه أسفل الأسهم، محدّدًا على الجزيء الناتج مكان الرابطة الجلايكوسيدية.

الخطوة ٥ بيّن، على الأسهم، الموضع الذي يمكننا إضافة الماء (H_2O) إليه أو أزالته عنه.

الخطوة ٦ اكتب، بجانب الأسهم، أسماء التفاعلات التي تحدث في كل اتجاه (**التحلّل المائي** أو **التكثيف**).

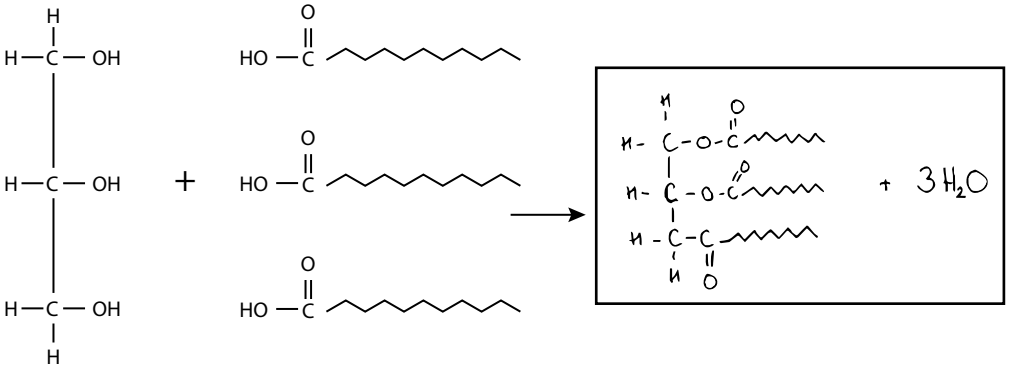
ب. استخدم معرفتك عن تكوين ثنائي الببتيد لتكرار هذا الإجراء من أجل توضيح تكوين **الرابطة الببتيديّة** بين الحمضَين الأمينيَّين المُبيّنَين في الشكل ٢–٤.



الشكل ٢–٤: التركيب الجزيئي للحمض الأميني جلايسين (إلى اليسار) وسيرين (إلى اليمين).

٢. فيما يأتي مثال على سؤال من أسئلة نهاية الوحدة، ومثال على الإجابة، استخدم جدول توزيع الدرجات المرفق لتميّز الإجابة الصحيحة من غير الصحيحة.

أ. أكمل الرسم التخطيطي ٢–٥ الذي يبيّن تكوين **الدهن الثلاثي**.



الشكل ٢–٥: تكوين الدهون الثلاثية.

مصطلحات علمية

التحلّل المائي
Hydrolysis: تفاعل كيميائي تتكسر فيه الرابطة الكيميائيّة بإضافة جُزيء ماء، ويستخدم عادة لتفكيك الجزيئات المعقّدة إلى جزيئات بسيطة.

تفاعل تكثيف
Condensation reaction: تفاعل كيميائي يتضمّن ارتباط جُزيئَين معًا عبر إزالة جُزيء ماء.

الرابطة الببتيديّة
Peptide bond: رابطة تساهمية تربط الأحماض الأمينيّة المتجاورة معًا في البروتينات. وهي رابطة C–N بين جُزيئَين من الأحماض الأمينيّة تشكّلت بتفاعل تكثيف.

الدهون الثلاثية
Triglycerides: نوع من الدهون يتكوّن عند ارتباط ثلاثة جزيئات أحماض دهنيّة مع الجليسرول، وهو كحول به ثلاث مجموعات هيدروكسيل (OH–).

ب. اكتب نوع التفاعل الذي يحدث.

تكثيف/ تحلل مائي

ج. بعدما قمت بوضع الدرجات على الإجابة النموذجية، اكتب إجابتك الخاصة تمهيدًا لتصحيحها.

مخطط توزيع الدرجات:	
أ. 3 جزيئات ماء على السهم الأيمن	درجة واحدة
ب. *روابط صحيحة مرسومة على الدهن الثلاثي*	درجة واحدة
ج. تكثيف	درجة واحدة

نشاط ٢-٦ تخطيط التجارب التي تعطي نتائج دقيقة

يجب أن تكون قادرًا على تخطيط التجارب التي تمكّنك من تكوين استنتاجات صحيحة. ويجب أن تكون قادرًا أيضًا، عندما تخطّط لتجربة ما، على تحديد المتغيّرات المستقلة والتابعة والثابتة (المعيارية). **المتغيّر المستقل** هو المتغيّر الذي ستبحث فيه وتغيّره، و**المتغيّر التابع** هو المتغيّر الذي ستقيسه؛ أمّا **المتغيّرات الثابتة** فهي المتغيّرات الأخرى التي يمكن أن تؤثر على المتغيّر التابع، ويجب أن تبقى ثابتة. للتأكّد من أن تجربتك ستعطي استنتاجًا صحيحًا، تحتاج إلى:

- ضمان تكرارها لزيادة الدقّة ولجعل تحديد القيم **غير المعقولة** أمرًا سهلًا.
- تغيير متغيّر واحد في كل مرة، مع التحكّم في جميع المتغيّرات الأخرى.

في هذا النشاط، سوف:

- تطوّر مهارتك في التخطيط للتجارب من خلال تقييم خطة-تجربة، ثم كتابة خطتك الخاصة.

١. اقرأ خطة التجربة هذه، ثم أجب عن الأسئلة:

تجربة لتحديد درجة الحرارة التي تتغيّر عندها طبيعة بروتين بياض البيض (الزلال).

الأدوات والأجهزة:

4 أنابيب اختبار	**ميزان حرارة**
حامل أنابيب اختبار	**قلم للكتابة على الزجاج**
أسطوانة مدرجة	**موقد لهب**
4 بيضات	**ساعة إيقاف**

مصطلحات علمية

المتغيّر المستقل Independent variable: العامل الذي يجري تغييره عن قصد في التجربة.

المتغيّر التابع Dependent variable: المتغيّر في التجربة الذي يطرأ نتيجة للتغيّر في المتغيّر المستقل.

المتغيّرات الثابتة Standerdised variables: العوامل التي تبقى ثابتة في التجربة. المتغيّر المستقل هو فقط الذي يجب أن يتغيّر.

غير المعقول Anomalous: النتيجة أو القيمة التي تقع خارج نطاق النتائج أو القيم الأخرى.

الطريقة:

ضع أنابيب الاختبار على حامل الأنابيب، واسكب في كل أنبوبة سائل بياض بيضة صافيًا. ثم ضع ميزان حرارة في بياض البيض داخل كل أنبوبة. سخّن الأنابيب على درجات حرارة مختلفة باستخدام موقد لهب، ولمدة خمس دقائق، ولاحظ الأنابيب التي يتحوّل فيها الألبومين إلى اللون الأبيض. قم بإجراء التجربة على درجات حرارة $20^{0}C$ و $25^{0}C$ و $50^{0}C$ و $55^{0}C$. أدنى درجة حرارة يتحوّل عندها الألبومين إلى اللون الأبيض هي درجة الحرارة التي تتغيّر عندها طبيعته.

أ. اذكر المتغيّر المستقل الذي كانت التجربة تختبره.

ب. اذكر المتغيّر التابع الذي كانت التجربة تقيسه.

ج. هل ستؤمّن هذه التجربة بيانات صحيحة؟ اشرح إجابتك.

د. اكتب أفضل طريقة يمكن أن تؤمّن بيانات صحيحة ودقيقة. يجب أن تفكّر في الطريقة التي ستكتبها في الآتي:

١. كيف ستغيّر المتغيّر المستقل؟ ما النطاق الذي ستعتمده، وكيف ستراقبه؟

٢. كيف ستقيس المتغيّر التابع بدقة؟

٣. ما المتغيّرات التي ستتحكّم فيها؟ وكيف ستتحكّم في كل منها؟

٤. كيف ستجعل النتائج دقيقة؟

نشاط ٢-٧ تطوير مهارات الكتابة الموسّعة

تتطلّب أيّة دراسة ذات مستوى عال في علم الأحياء أن تكون قادرًا على كتابة مقالات عارضة للحقائق جيدة التنظيم. تحتوي المقالة الجيدة على تفاصيل واقعيّة، وتمّ التخطيط لها بحيث لا تنتقل من موضوع إلى آخر. يمثّل العدد المقتضب من الكلمات مؤشرًا على أن المقالة القصيرة التي تشمل المزيد من التفاصيل العلميّة المرتبطة في الموضوع، أفضل من المقالة المسهبة القليلة الصلة بالموضوع.

في هذا النشاط، سوف:

- تطوّر مهارتك في الكتابة المسهبة من طريق التخطيط لكتابة مقالة قصيرة عن الدور الحيوي للماء.

١. خطّط لمقالة تكتبها عن الأهمّية الحيويّة للماء.

ابدأ التخطيط ليشمل الآتي:

- الماء كمذيب.
- الماء كوسط ناقل.
- السعة الحراريّة النوعيّة العالية.
- الحرارة الكامنة للتبخّر العالية.
- الرابطة الهيدروجينيّة بين جزيئات الماء.

لكل خاصية من هذه الخصائص يجب أن:

- تفسّر كيف يحقّق الماء ذلك (الرابطة الهيدروجينيّة مهمّة جدًّا).
- تذكر أمثلة حيويّة.

جرّب أن تذكر أمثلة عن كل من النباتات والحيوانات.

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٢-١ اختبار بندكت شبه الكمّي والتخفيف التسلسلي

ستستخدم في هذه النشاط **اختبارًا شبه كمّي**، اختبار بندكت، لتقدير تراكيز محلول الجلوكوز. وستحصل على سبعة تراكيز مختلفة من محلول الجلوكوز: 0.0001%، 0.001%، 0.01%، 0.1%، 1%، 10%، على محلول مجهول التركيز. وقد جرى تحضير التراكيز المذكورة بعمليّة تسمّى **التخفيف التسلسلي**. انظر الشكل ٢–٢ لتعرّف هذه العمليّة.

مصطلحات علمية

اختبار شبه كمّي Semi quantitative test: الاختبار الذي يعطي نتيجة تقترب من قيمة ما، لكنه لا يعطي القيمة نفسها (مثال، تركيز الجلوكوز بين 0.001% و 0.1%).

التخفيف التسلسلي Serial dilution: تخفيف مادة في محلول خطوة بخطوة.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- سبع أنابيب اختبار
- حامل أنابيب اختبار
- ماصّتان (1 mL، 10 mL)
- محاقن ماصّات
- ماء مقطّر (100 mL)
- محلول بندكت، (100 mL)
- 10 mL محلول الجلوكوز بالتراكيز التالية 10%، 1%، 0.1%، 0.01%، 0.001%، 0.0001%، وتراكيز غير معروفة
- كأسان زجاجيان (50 mL)، (500 mL)
- موقد لهب، حامل ثلاثي القوائم، شبكة تسخين
- بلاط مقاوم للحرارة
- ماسك أنبوبة اختبار

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لأي نصيحة من معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- إذا انسكب شيء من المحلول على جلدك، فاغسله بالماء.
- استخدم موقد لهب بحرص.

الطريقة

إجراء اختبار بندكت

١. اعمل على إعداد حمّام مائي بدرجة الغليان (انظر إلى رسم الحمّام المائي في الاستقصاء العملي ٢-٢، الجزء ٤).

٢. اكتب المسميات على أنابيب الاختبار السبع بالتراكيز المختلفة لمحلول الجلوكوز 10%، 1%، 0.1%، 0.01%، 0.001%، 0.0001%، والمحلول المجهول. استخدم الماصّة لإضافة 9 mL من كل محلول جلوكوز إلى أنبوبة الاختبار المطابقة. تذكّر أن تغسل الماصّة بين كل عمليتَي نقل.

٣. أضف 5 mL من محلول بندكت إلى كل من الأنابيب السبع.

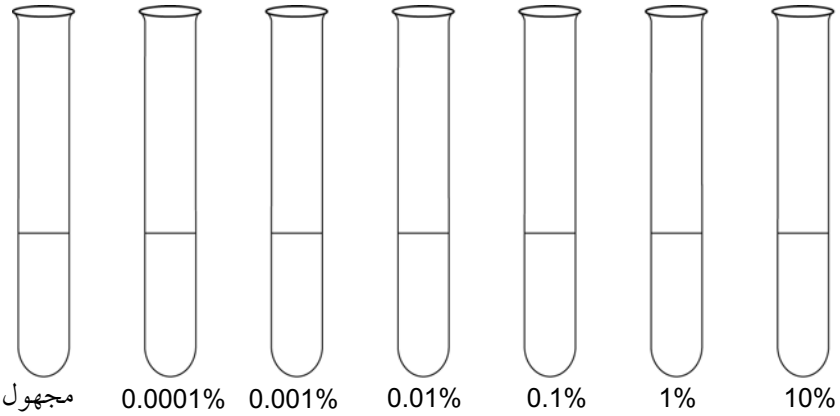
٤. ضع الأنابيب بحرص في الحمّام المائي الذي يغلي لمدّة ٥ دقائق بالضبط.

٥. أطفئ موقد لهب واستخدم ماسك أنبوبة الاختبار لتُخرج الأنابيب بحرص، ثم ضعها في حامل الأنابيب بالترتيب المبيّن في الشكل ٢-١ أدناه.

٦. سجّل ألوان أنابيب الاختبار إمّا عبر التقاط صورة لحامل أنابيب الاختبار ولصقها في كتاب النشاط، أو عبر تلوين الأنابيب، كما في الشكل ٢-١ الوارد في قسم النتائج أدناه، بالألوان المناسبة.

٧. قارن لون المحلول المجهول بألوان معياريّة معروفة، محدّدًا تركيز اللون المعياري الأكثر تشابهًا مع لون المحلول. إذا لم يكن اللون مطابقًا تمامًا للّون المعياري، فابحث عن ألوان المحاليل ذات التركيز الأعلى والأدنى، الأمر الذي يساعد على اقتراح النطاق الذي يقع فيه التركيز.

النتائج



الشكل ٢-١: النتائج التجريبية للاستقصاء العملي.

التحليل والاستنتاج والتقويم

مصطلحات علمية

الاختبار الكمّي
Quantitative test: اختبار يعطي وصفًا عدديًا دقيقًا لشيء ما (مثل تركيز الجلوكوز 0.015%).

١. يبلغ تركيز الجلوكوز في المحلول المجهول بالتقريب ..... %.
وقد يقع في نطاق من ..... % إلى ..... %.

٢. فسّر سبب اعتبار هذا الاختبار اختبارًا شبه كمّي وليس **اختبارًا كمّيًّا**.

.....

.....

.....

٣. إلى أيّ مدى يمكن التأكّد من التركيز الصحيح للجلوكوز في المحلول المجهول؟

.....

.....

.....

٤. تمّ الحفاظ على العديد من المتغيرات لجميع أنابيب الاختبار. اكتب بعضًا من هذه المتغيّرات المعياريّة، شارحًا ضرورة الحفاظ على ثباتها.

.....

.....

.....

.....

٥. من المهمّ أن تكون كمّية محلول بندكت المضافة أكبر من كمّية الجلوكوز. اشرح كيف يمكن أن تتأثّر النتيجة إذا أضيفت كمّية قليلة جدًّا من محلول بندكت.

.....

.....

.....

٦. تحتوي الأنبوبة 6 على محلول يحتوي على كمية قليلة جدًّا من الجلوكوز بتركيز 0.0001%. اشرح الهدف من الأنبوبة 6.

.....

.....

.....

٧. اقترح طريقة بديلة يمكن استخدامها ليكون الاختبار كمّيًا بالكامل.

.....

.....

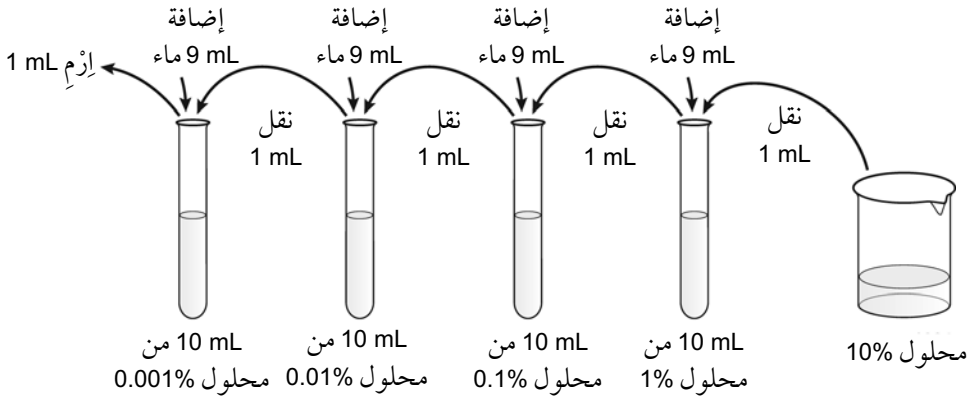
.....

٨. يمكن استخدام التخفيف التسلسلي لتكوين نطاقات تراكيز مختلفة. في هذه التجربة تمّ استخدام عامل تخفيف من 10 في كل مرّة، الشكل ٢-٢ أدناه. احسب تراكيز محاليل الجلوكوز التي يمكن تكوينها إذا استخدمت (5 mL) من الماء و(5 mL) من محلول الجلوكوز، بدلًا من (9 mL) من الماء و (1 mL) من محلول الجلوكوز.

.....

.....

.....



الشكل ٢-٢: طريقة التخفيف التسلسلي.

استقصاء عملي ٢-٢ الاختبارات الكيميائية الحيوية للكشف عن جزيئات حيوية مختلفة

من المهمّ أن تكون قادرًا على تحديد الجزيئات العضويّة الشائعة. لذلك، تحتاج إلى معرفة الاختبارات الكيميائيّة الحيويّة للكشف عن النشا، والسكّريات المختزلة وغير المختزلة، والبروتينات، والدهون. وهي **اختبارات نوعيّة**، تعطي فكرة فقط عن وجود الجُزيئات أو عدم وجودها، من دون التطرّق إلى مقدارها.

تعلّمت هذه الاختبارات في الصف التاسع.

مصطلحات علمية

الاختبار النوعي Qualitative test: اختبار يعطي قيمة غير عدديّة يتّصف بها شيء ما (على سبيل المثال شدّة اللون).

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- عشر أنابيب اختبار
- حامل أنابيب اختبار
- موقد لهب، حامل ثلاثي القوائم، شبكة تسخين
- بلاط مقاوم للحرارة
- ماسك أنبوبة اختبار
- كأسان زجاجيتان (500 mL) ، (50 mL)
- ماصّة (10 mL)
- محقن ماصّة
- محلول بندكت (25 mL)
- محلول بيوريت (25 mL)
- محلول يود في قارورة بقطّارة
- كحول إيثيلي (200 mL)
- ماء مقطّر (50 mL)
- حمض الهيدروكلوريك المخفّف في قارورة بقطارة
- بيكربونات الصوديوم (صلب)
- (ملعقة كيماويات)
- محاليل مجهولة أ، ب، ج (20 mL)
- ماء صنبور، حوض (للتخلّص من المحاليل)

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لأي نصيحة من معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- إذا انسكب شيء من المحلول على جلدك، فاغسله بالماء.
- استخدم موقد لهب بحرص.
- ينبغي ألّا تتخلّص من محلول اليود برميه في ماء يمكن أن يتسرّب إلى جوف الأرض.
- محلول بيوريت مهيّج، ويجب التعامل معه بحذر.
- بيكربونات الصوديوم ملح قاعدي، ومن الضروري ارتداء نظّارة واقية. إذا لامس بيكربونات الصوديوم عينيك، فاغسلهما بكمّيات وافرة من الماء الجاري.
- الإيثانول شديد القابليّة للاشتعال، لذا يجب إجراء اختبار الدهون بعيدًا عن اللهب المكشوف. (مواقد لهب مثلًا).

الطريقة

تحتوي ثلاثة محاليل (أ)، (ب)، (ج) على تركيبات مختلفة من النشا والبروتينات والسكّروز والجلوكوز. قم بإجراء الاختبارات الكيميائية الحيوية (البيوكيميائية) لتحديد محتويات كل محلول. وارسم جدول نتائج لهذه المحاليل الثلاثة في قسم النتائج.

مصطلحات علمية

اختبار اليود Iodine test: اختبار للكشف عن النشا. يتحوّل اليود إلى اللون الأزرق القاتم عند وجود النشا.

الجزء ١: اختبار اليود للكشف عن النشا

١. خذ ثلاث أنابيب اختبار واكتب عليها المسميات (أ)، (ب)، (ج).
٢. استخدم الماصّة لوضع (5 mL) من المحلول أ في أنبوبة الاختبار (أ).
٣. اغسل الماصّة جيدًا.
٤. ضع (5 mL) من المحلول ب في أنبوبة الاختبار ب، ثم اغسل الماصّة.
٥. ضع (5 mL) من المحلول ج في أنبوبة الاختبار (ج).
٦. ضع خمس قطرات من محلول اليود في كل أنبوبة اختبار، ورُجَّ الأنابيب جيدًا لتمتزج المحتويات.
٧. سجّل ملاحظاتك عن اللون في كل أنبوبة اختبار في جدول النتائج.

الجزء ٢: اختبار بيوريت للكشف عن البروتينات

١. خذ ثلاث أنابيب اختبار واكتب عليها المسميات (أ)، (ب)، (ج).
٢. استخدم الماصّة لوضع (5 mL) من المحلول أ في أنبوبة الاختبار (أ).
٣. اغسل الماصّة جيدًا.
٤. ضع (5 mL) من المحلول (ب) في أنبوبة الاختبار ب، ثم اغسل الماصّة.
٥. ضع (5 mL) من المحلول ج في أنبوبة الاختبار (ج).
٦. ضع (5 mL) من محلول بيوريت في كل أنبوبة اختبار، ورُجَّ المحتويات في كل أنبوبة.
٧. سجّل ملاحظاتك عن اللون في كل أنبوبة اختبار في جدول النتائج.

مصطلحات علمية

اختبار بيوريت
Biuret test: اختبار يكشف عن مجموعات الأمين، وبالتالي عن البروتينات. يضاف كاشف بيوريت إلى المادة المجهولة، والتغيّر في اللون من الأزرق الباهت إلى البنفسجي يشير إلى وجود البروتينات.

الجزء ٣: اختبار المستحلب للكشف عن الدهون

١. خذ ثلاث أنابيب اختبار واكتب عليها المسميات (أ)، (ب)، (ج).
٢. استخدم الماصّة لوضع (5 mL) من المحلول (أ) في أنبوبة الاختبار (أ).
٣. اغسل الماصّة جيدًا.
٤. ضع (5 mL) من المحلول ب في أنبوبة الاختبار (ب)، ثم اغسل الماصّة.
٥. ضع (5 mL) من المحلول ج في أنبوبة الاختبار (ج).
٦. ضع (5 mL) من الإيثانول في كل أنبوبة اختبار.
٧. أضف (5 mL) من الماء إلى كل أنبوبة، ورُجَّ المحتويات لتمتزج بشكل جيد.
٨. سجّل ملاحظاتك عن اللون والقوام لكل محلول في جدول النتائج.

الجزء ٤: اختبار الكشف عن السكّر المختزل

تعطي بعض السكّريات إلكترونات لمواد كيميائيّة أخرى، وهذا يعني أن السكّريات عوامل مختزلة. يوجد في **محلول بندكت** أيونات Cu^{+2} بلون أزرق وتكون ذائبة. فإذا اكتسبت أيونات Cu^{+2} إلكترونًا، تتحوّل إلى أيونات Cu^{+2} بلون أحمر، وتكون غير ذائبة.

١. خذ ثلاث أنابيب اختبار واكتب عليها المسميات (أ)، (ب)، (ج).
٢. استخدم الماصّة لوضع (5 mL) من المحلول (أ) في أنبوبة الاختبار (أ).
٣. اغسل الماصّة جيدًا.
٤. ضع (5 mL) من المحلول (ب) في أنبوبة الاختبار ب، ثم اغسل الماصّة.
٥. ضع (5 mL) من المحلول (ج) في أنبوبة الاختبار (ج).
٦. أضف محلول بندكت إلى كل أنبوبة اختبار.

مصطلحات علمية

محلول بندكت
Benedict's solution: اختبار للكشف عن السكّريات المختزلة. تسخّن المادة المجهولة مع كاشف بندكت، والتغيّر من محلول أزرق صاف إلى تكوين راسب أصفر، أو أحمر، أو بنّي، يشير إلى وجود سكّريات مختزلة مثل الجلوكوز.

٧. حضّر حمّامًا مائيًّا عبر ملء كأس زجاجيّة إلى منتصفها بالماء. سخّن الماء باستخدام موقد لهب، وحامل ثلاثي القوائم، وشبكة تسخين.

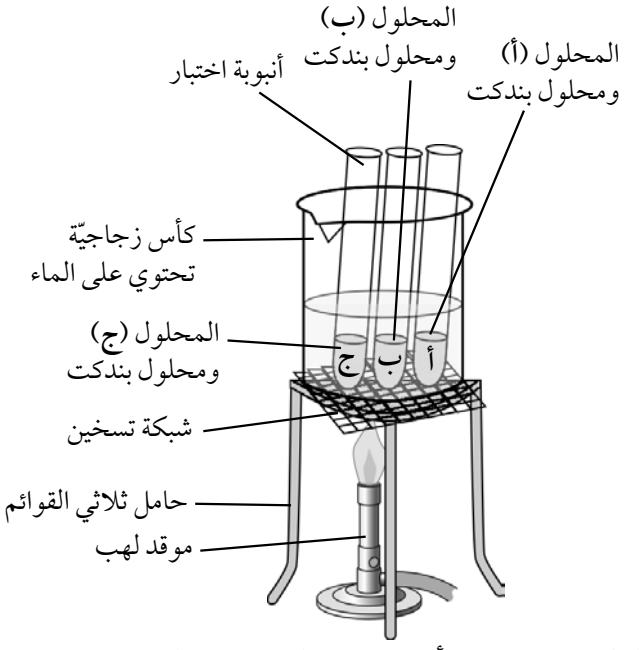
٨. عندما يغلي الماء في الحمّام المائي، ضع بحرص أنابيب الاختبار فيه (الشكل ٢-٣).

٩. بعد 5 دقائق، أطفئ موقد اللهب، وأخرج بحرص أنابيب الاختبار باستخدام ماسك أنبوبة الاختبار، ثم ضع أنابيب الاختبار على حامل الأنابيب.

١٠. سجّل لون كل محلول وقوامه (عكر أو صاف) في جدول النتائج.

مهم

إن تسخين أنابيب الاختبار على لهب مكشوف (مباشرة) خطر جدًّا. لذلك يجب استخدام الحمّام المائي هنا.



الشكل ٢-٣: جهاز أو تجهيزات الجزء ٤ من الاستقصاء ٢-١

مهم

تذكّر أنه عند الكشف عن السكّريات غير المختزلة، يجب أولًا إجراء اختبار بندكت للكشف عن احتمال وجود سكّريات مختزلة.

الجزء ٥: اختبار الكشف عن السكّر غير المختزل

١. خذ ثلاث أنابيب اختبار واكتب عليها المسميات (أ)، (ب)، (ج).

٢. استخدم الماصّة لوضع (5 mL) من المحلول (أ) في أنبوبة الاختبار (أ).

٣. اغسل الماصّة جيدًا.

٤. ضع (5 mL) من المحلول (ب) في أنبوبة الاختبار (ب)، ثم اغسل الماصّة.

٥. ضع (5 mL) من المحلول (ج) في أنبوبة الاختبار (ج).

٦. ضع قطرتَين من حمض الهيدروكلوريك المخفّف في كل أنبوبة اختبار.

٧. حضّر حمّامًا مائيًّا بدرجة الغليان.

٨. ضع بحرص أنابيب الاختبار في الحمّام المائي الذي يغلي لمدّة دقيقتَين.

٩. أخرِج بحرص أنابيب الاختبار، وضعها على حامل الأنابيب.

مهم

يعتمد اختبار السكّر المختزل على وجود أيونات Cu^{2+} ذائبة ذات لون أزرق. تستطيع بعض جزيئات السكّر إعطاء إلكترونات إلى أيونات Cu^{2+}، فتصبح هذه أيونات Cu^{+} غير ذائبة، وهذا يعني تكوّن راسب أحمر.

١٠. باستخدام ملعقة، ضع كمّيات صغيرة من بيكربونات الصوديوم الصلبة في المحلول إلى أن تتوقّف عن الفوران (فهي تعمل على معادلة الحمض).

١١. باستخدام الماصّة، أضف (5 mL) من محلول بندكت إلى كل أنبوبة.

١٢. ضع الأنابيب في الحمّام المائي الذي يغلي لمدّة 5 دقائق.

١٣. أطفئ موقد لهب، وأخرِج بحرص أنابيب الاختبار باستخدام ماسك أنبوبة الاختبار.

١٤. سجّل لون كل محلول وقوامه في جدول النتائج.

الجزيء الحيوي	اللون النهائي للمحلول بعد الاختبار الكيميائي الحيوي				
	اختبار اليود	اختبار بيوريت	اختبار المستحلب	اختبار السكر المختزل	اختبار السكر غير المختزل
نشا 1%					
بروتين 1%					
جلوكوز 10%					
فركتوز 10%					
مالتوز 10%					
لاكتوز 10%					
سكروز 10%					
زيت نباتي					
مياه					
إيثانول					

جدول نتائج المحاليل المجهولة

الجزيء الحيوي	اللون النهائي للمحلول بعد الاختبار الكيميائي الحيوي				
	اختبار اليود	اختبار بيوريت	اختبار المستحلب	اختبار السكر المختزل	اختبار السكر غير المختزل
المحلول (أ)					
المحلول (ب)					
المحلول (ج)					

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. أ. اعتمادًا على النتائج في الجدول، حدّد المواد التي توجد في كل محلول مجهول.

محتويات المحلول المجهول أ .....

محتويات المحلول المجهول ب .....

محتويات المحلول المجهول ج .....

ب. لماذا لا يمكنك التأكّد من وجود السكّروز في المحلولَين (أ)، (ج)؟

.....

.....

٢. اشرح ما إذا كانت هذه الاختبارات الكيميائية الحيوية نوعيّة أم كمّية.

.....

.....

٣. يجب أن يعطي اختبار السكّر غير المختزل نتيجة إيجابيّة مع جزيئات كل من الجلوكوز والسكّروز.

أ. لماذا يؤدي الجلوكوز إلى نتيجة إيجابيّة؟ اشرح إجابتك.

.....

ب. لماذا يعطي السكّروز نتيجة إيجابيّة في اختبار السكّر غير المختزل، لكنه يعطي نتيجة سلبيّة في اختبار السكّر المختزل؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

ج. صف كيف يمكن استخدام الاختبارات الكيميائية الحيوية للتمييز بين محلول الجلوكوز ومحلول السكّروز.

.....

.....

٤. أجرى أحد الطلبة اختبار السكّر المختزل على عيّنة محلول مجهول، فأعطى الاختبار نتيجة إيجابيّة. ثم أجرى اختبار السكّر غير المختزل على عيّنة أخرى من المحلول نفسه، فأعطى الاختبار نتيجة إيجابيّة أيضًا، لكن مع تكوّن ترسّبات بكمّية كبيرة. اشرح هذه النتيجة.

.....

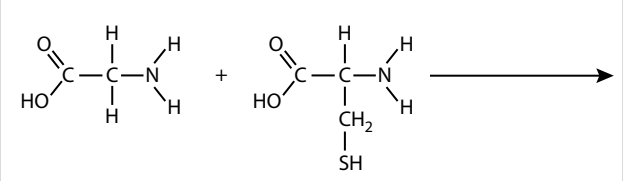
.....

أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. توجد الروابط الكيميائيّة في جميع الجزيئات العضويّة. أكمل الجدول أدناه لمطابقة الروابط المختلفة مع بعض الجزيئات العضويّة.

	رابطة هيدروجينيّة	رابطة ثنائي الكبريتيد	رابطة أيونيّة	رابطة جلايكوسيدية ألفا (1.4)
توجد في التركيب الثالثي للبروتين				
توجد في الأميلوز				
توجد في السليلوز				
توجد في التركيب الثانوي للبروتين				

ب. يبيّن الشكل أدناه حمضَين أمينيَّين.

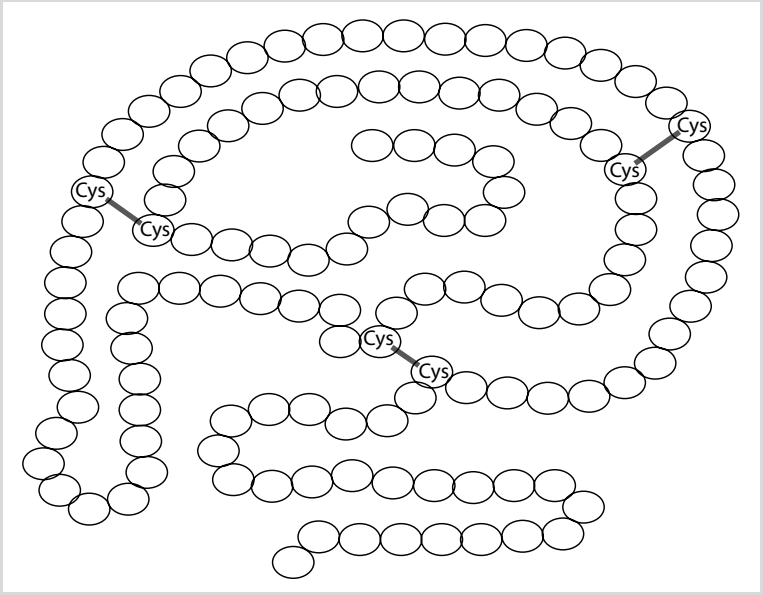


١- أكمل الرسم التخطيطي لتبيّن الببتيد الثنائي المتكوّن من ارتباط هذَين الحمضَين.

٢- اكتب نوع التفاعل الذي يحدث لربط الحمضَين الأمينيَّين.

تابع

٢. يبيّن الشكل أدناه رسمًا تخطيطيًّا لإنزيم ريبونيوكليز.



أ. **اذكر** مستوى تركيب البروتين المبيّن في الشكل أعلاه.

ب. تسبّب إضافة مادة تسمّى بيتا – ميركابتويثانول باختزال روابط ثنائي الكبريتيد. **اشرح** تأثير ذلك على نشاط إنزيم ريبونيوكليز.

أفعال إجرائية

اذكر State: عبّر بكلمات واضحة.

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

تابع

٣. أجرى أحد الطلبة سلسلة من التفاعلات لاختبار نشاط الإنزيمين أميليز وسكّريز. أجريت هذه الاختبارات الكيميائيّة الحيويّة على كلّ من مواد التفاعل المخلوطة بعد وضعها في حاضنة على درجة حرارة 37 °C لثلاث ساعات.

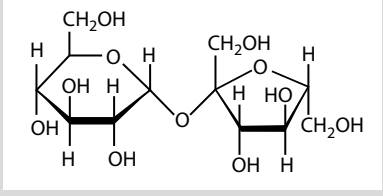
يبيّن الجدول أدناه التفاعلات والاختبارات التي أجريت.

الأنبوبة	المحتويات	اختبار اليود	اختبار بندكت	اختبار بيوريت
أ	نشا وأميليز			
ب	نشا وسكّريز			
ج	سكّروز وسكّريز			
د	سكّروز وأميليز			

أ. أكمل الجدول بالإشارة إلى أيّ من الاختبارات يعطي نتائج إيجابيّة (+) وأيّها يعطي نتائج سلبيّة (–).

ب. اشرح كيف يمكن إجراء اختبار كيميائي حيوي يبيّن أن محلولاً يحتوي على خليط من الجلوكوز والسكّروز.

٤. يبيّن الشكل أدناه تركيب السكّر الثنائي السكّروز.



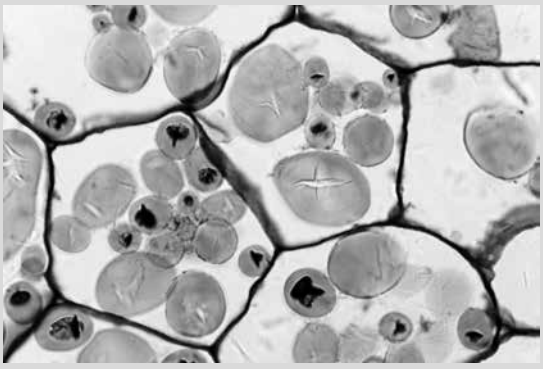
أ. ١– اذكر نوعَين من السكّريات الأحادية ينتجان من تفكيك السكّروز.

٢– ارسم تركيب السُّكّرَين الأحاديَين الناتجَين من تفكيك السكّروز.

٣ – اكتب نوع التفاعل الذي يسبّب تفكيك السكّروز.

تابع

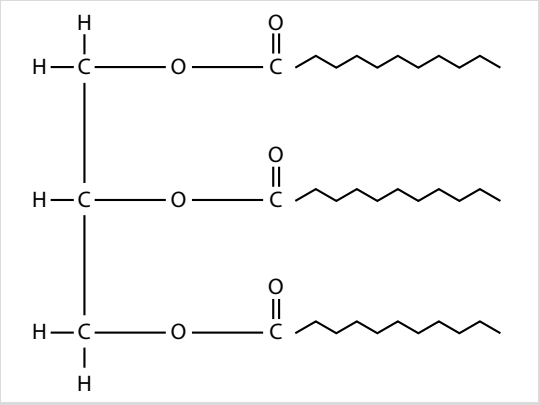
ب. تبيّن الصورة المجهرية الضوئية أدناه لخلايا درنة بطاطس.



١. حدّد على الصورة مواقع السليلوز والنشا في خلايا درنة البطاطس اعلاه.
٢. اشرح تركيب السليلوز الذي يمكنه من القيام بوظيفته.
٣. اشرح ميزات تخزين النشا بدل الجلوكوز في الخلايا النباتية.

٥. أ. **صف** كيف يمكن اختبار عيّنة من بذور السمسم للكشف عن وجود الدهون.

ب. يبيّن الشكل أدناه التركيب العام للدهون الثلاثيّة.



أكمل الرسم التخطيطي لتبيّن نواتج التحلّل المائي لهذه الدهون الثلاثية.

أفعال إجرائية

صف Describe: قدّم الخصائص والميزات الرئيسية.

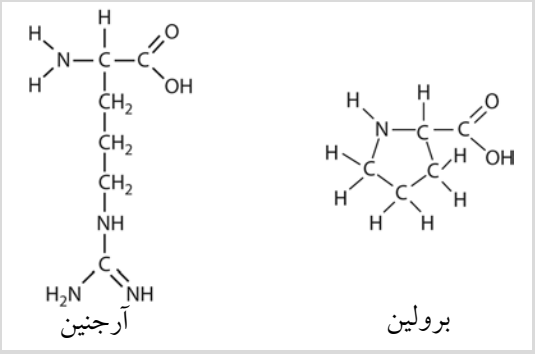
تابع

ج. يبيّن الجدول أدناه الصيغة الجزيئيّة ودرجات الانصهار لثلاثة أحماض دهنيّة.

الحمض الدهني	الصيغة الجزيئيّة	درجة الإنصهار (°C)
حمض اللينوليك	$C_{18}H_{32}O_2$	-5
حمض الأوليك	$C_{18}H_{34}O_2$	13
حمض السيتاريك	$C_{18}H_{36}O_2$	69

باستخدام المعلومات في الجدول، **اقترح** أسباب الاختلاف في درجات انصهار الأحماض الدهنيّة.

٦. أ. الجين p53 جين مثبّط للأورام. يشفّر هذا الجين البروتين p53 الذي يرتبط في بروتينات الخليّة لينظّم الانقسام الخلوي. تحتوي خلايا الأورام غالبًا على البروتين p53 الطافر، والذي يستبدل فيه الحمض الأميني آرجنين بالحمض الأميني برولين. يبيّن الشكل أدناه تركيب الآرجنين والبرولين.



الآرجنين حمض أميني محبّ للماء شحنته موجبة صافية؛ والبرولين حمض أميني كاره للماء وغير مشحون.

١. حدّد من الرسم المجموعة R في الآرجنين وارسمها.

٢. باستخدام المثال أعلاه، اشرح كيف يؤثّر تغيير التسلسل الأولي لعديد الببتيد على وظيفته.

ب. الكولاجين بروتين ليفي يوجد في العديد من الأنسجة الحيوانيّة، بما فيها العظام والغضاريف. اشرح كيف يُكسب التركيب الليفي للبروتينات، الكولاجين قوّة شدّ عالية.

أفعال إجرائية

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

الإنزيمات Enzymes

أهداف التعلُّم

٣-١ يذكر أنّ الإنزيمات بروتينات كرويّة تحفّز التفاعلات داخل الخلايا أو تفرز لتحفّز التفاعلات خارج الخلايا.

٣-٢ يشرح طريقة عمل الإنزيمات من حيث الموقع النشط، ومعقد الإنزيم - المادة المتفاعلة، وتخفيض طاقة التنشيط وتخصصية الإنزيمات، من حيث فرضيّة التلاؤم المستحث.

٣-٣ يشرح كيف يستقصي سير التفاعلات المحفّزة بالإنزيم عن طريق قياس معدل تكوّن النواتج باستخدام الكتاليز ومعدل اختفاء المادّة المتفاعلة باستخدام الأميليز.

٣-٤ يلخّص استخدام مقياس الألوان لقياس سير التفاعلات المحفّزة بالإنزيم التي تتضمّن تغيّرات في اللون.

٣-٥ يستقصي ويشرح تأثير العوامل الآتية في معدل التفاعلات المحفّزة بالإنزيم:
- تركيز الإنزيم.
- تركيز المادة المتفاعلة.
- تركيز المثبّط.

٣-٦ يشرح أنّ أقصى سرعة للتفاعل (V_{max}) تستخدم لاشتقاق ثابت ميكاليس و مينتين (K_m)، الذي يستخدَم لمقارنة تلاؤم الإنزيمات المختلفة مع موادها المتفاعلة.

٣-٧ يشرح تأثير المثبّطات العكسيّة، التنافسيّة وغير التنافسيّة، على نشاط الإنزيمات.

٣-٨ يصف الطرق المختلفة للنشاط بين الإنزيم المثبّت بالألجينات (أو الصمغ الهلامي الألجيني) والإنزيم نفسه الحرّ في محلول، ويذكر ميزات استخدام الإنزيمات المثبّتة.

الأنشطة

نشاط ٣-١ الإجابة عن أسئلة التمثيلات البيانيّة

تتضمّن الأسئلة أحيانًا تمثيلًا بيانيًّا، وتتناول معظم جوانبه. ستجيب في هذا النشاط عن أسئلة تتضمّن ثلاثة أفعال إجرائيّة مختلفة على التمثيل البياني نفسه، ثم تحسب معدّلًا برسم **خط مماس** لأحد المنحنيات.

لوصف تمثيل بياني يتطلب تحويل البيانات الممثلة بيانيًّا إلى كلمات. لا تعتمد على معرفتك في علم الأحياء، ركّز على التوجه العام للتمثيل البياني، وعلى التغيّرات الواضحة في التدرّج. استشهد ببيانات يوضحها التمثيل البياني مشيرًا إلى كل من المحورَين (س) و (ص)، واحرص على ذكر الوحدات.

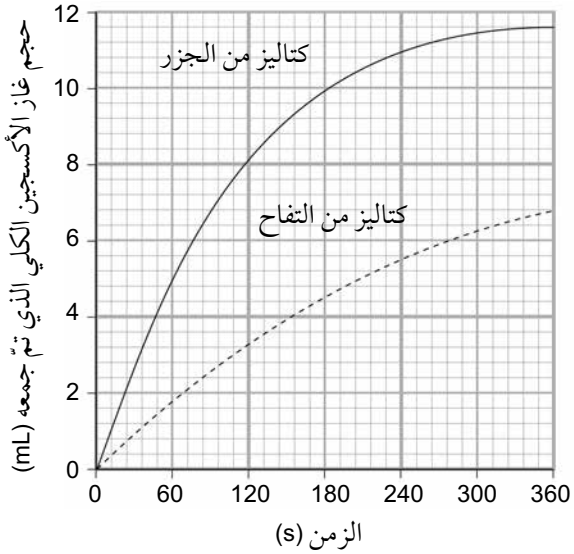
مصطلح علمي

الخط المماس Tangent: خط مستقيم يلامس المنحنى عند نقطة معيّنة فقط.

ويتطلب تفسير التمثيل البياني توضيح سبب اتخاذه الشكل الذي هو عليه. أمّا مقارنة تمثيلَين بيانيَّين فيتطلب كتابة عبارات تتضمّن مصطلحات مثل: «لكن»، «مع ذلك»، ومصطلحات مقارنة مثل: «أسرع»، «أعلى»، و«أكبر». استشهد ببيانات المقارنة باختيارك أرقامًا معيّنة ذات قيَم بارزة ومهمّة بالنسبة إليك. على سبيل المثال، يمكنك مقارنة مادة متفاعلة بأخرى، أو حساب رقم يفوق بعدة أضعاف رقمًا آخر.

استخلص أحد الطلبة إنزيم الكتاليز من 100 g من الجزر و 100 g من التفاح. وأضاف المستخلصَين إلى أنبوبتَين من محلول بيروكسيد الهيدروجين، ثم قاس حجم غاز الأكسجين الذي تحرّر خلال 10 دقائق.

يبيّن الشكل أدناه نتائج التجربة.



الشكل ٣-١: تمثيل بياني يبيّن زمن سير التفاعل لمصدرَين من إنزيم الكتاليز.

١. أ. صف منحنى الكتاليز المستخلص من الجزر.

.....

.....

ب. فسّر شكل هذا المنحنى.

.....

.....

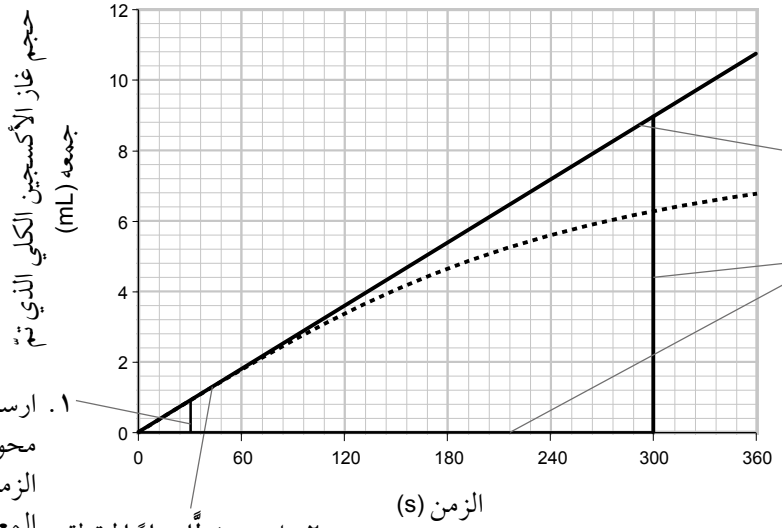
٢. قارن منحنيَي الكتاليز المستخلص من الجزر والمستخلص من التفاح.

.....

.....

حساب معدّل تحرير غاز الأكسجين في زمن معيّن.

في ما يأتي توضيح كيفية إجراء ذلك لمنحنى الكتاليز المستخلص من التفاح.



٣. دع خط المماس ينتهي حيث يسهل عليك قراءة القيم على المحورَين (س) و (ص).

٤. ارسم خطَّين آخرَين لتكمل المثلث قائم الزاوية.

١. ارسم خطًّا عموديًّا من محور (س) لتحديد الزمن الذي تودّ حساب المعدّل منه.

٢. ارسم **خطًّا مماسًا** لنقطة تريد للخط العمودي أن يلتقي فيها المنحنى.

٥. احسب طول الجانب الأفقي من المثلث (التغيّر في قيمة س)، والجانب العمودي (التغيّر في قيمة ص).

٦. احسب المعدل محددًا ميل المماس:

$$\frac{\text{التغير في (ص)}}{\text{التغير في (س)}}$$

$$= \frac{9.0}{300} = 0.03 \text{ mL s}^{-1}$$

الشكل ٣-٢: حساب الميل برسم الخط المماس.

٣. احسب معدّل تحرير غاز الأكسجين عند 30 s لمنحنى الكتاليز المستخلص من الجزر.

.....

.....

نشاط ٣-٢ حساب V_{max} و K_m

ستُرسم في هذا النشاط تمثيلًا بيانيًا، وتستخدمه لحساب V_{max} و **ثابت ميكاليس-مينتين** K_m.

الليبيز إنزيم يحلّل الدهون إلى أحماض دهنيّة وجليسرول. لقد استخلص أحد الباحثين إنزيم الليبيز من نوع بكتيريا بيركهولدرية بصلية *Burkholderia cepacia*. ثمّ أضاف إنزيم الليبيز إلى مستحلب زيت الزيتون، وجرى قياس نشاط الإنزيم بإيجاد كميّة الأحماض الدهنيّة التي نتجت من تحلل زيت الزيتون في دقيقة واحدة. استقصى الباحث تأثير تركيز المادة المتفاعلة على المعدّل الأولي للتفاعل، ٧، لإنزيم الليبيز. ويوضّح الجدول الآتي النتائج.

تركيز المادة المتفاعلة (%)	المعدّل الأولي لنشاط الليبيز / µmol من الأحماض الدهنيّة الناتجة في الدقيقة
0	0
5	8
10	16
15	22
20	26
25	29
30	31
35	32
40	33
45	33
50	33

الجدول ٣-١: تأثير تركيز المادة المتفاعلة على المعدّل الأولي للتفاعل، ٧، لإنزيم الليبيز.

١. أيّ متغيّرَين من المتغيّرات أدناه على الباحث إبقاؤهما ثابتَين في التجارب؟

- تركيز الليبيز
- تركيز زيت الزيتون
- درجة الحرارة

مصطلحات علمية

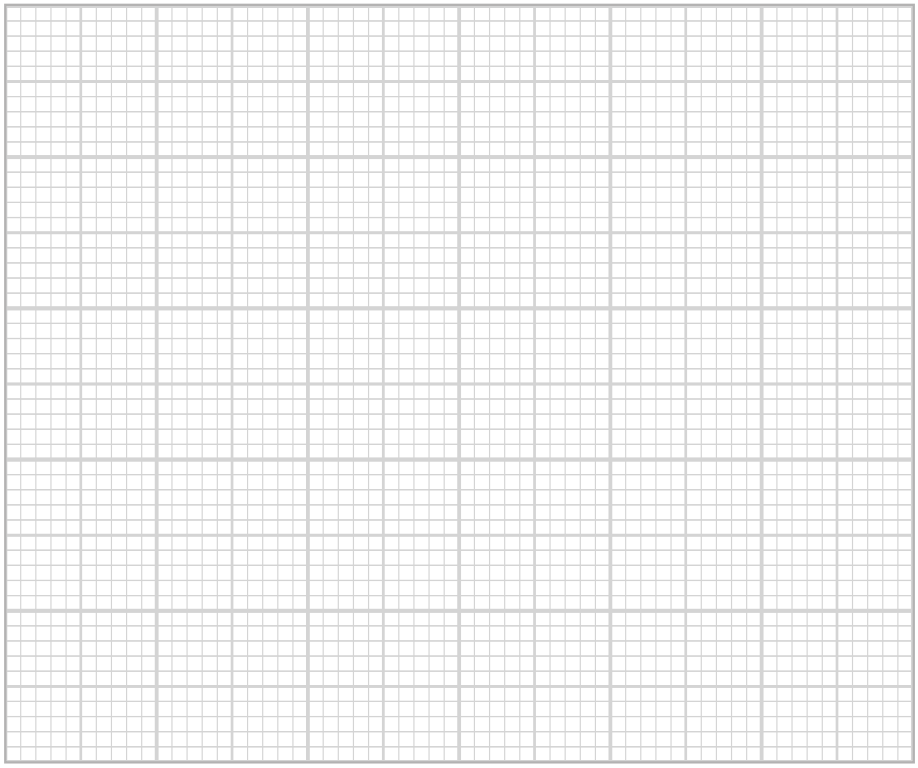
السرعة القصوى V_{max}: السرعة النظرية القصوى لتفاعل يتحكّم به الإنزيم، وتتحقّق عندما تكون جميع المواقع النشطة للإنزيم ممتلئة.

ثابت ميكاليس- مينتين (Michaelis–Menten (K_m) constant: تركيز المادة المتفاعلة التي يعمل فيها الإنزيم بنصف سرعته القصوى ($½V_{max}$)، وهو يستخدم لقياس كفاءة الإنزيم. كلما انخفضت قيمة K_m، زادت كفاءة الإنزيم.

مهم

ارسم بدقّة خطًّا أفقيًّا من أعلى موضع في الخط على التمثيل البياني وصولًا إلى المحور ص لتجد قيمة V_{max}. اقرأ قيمة V من مقياس المحور ص.

٢. مثّل هذه البيانات على ورقة تمثيل بياني. ارسم خطًّا مناسبًا.



٣. V_{max} هو السرعة النظرية القصوى لتفاعل يتحكّم به الإنزيم، وتتحقّق عندما تكون جميع المواقع النشطة للإنزيم ممتلئة. استخدم تمثيلك البياني لإيجاد V_{max}.

٤. ثابت ميكاليس- مينتين K_m هو تركيز المادة المتفاعلة الذي يكون فيه معدّل نشاط الإنزيم $\frac{1}{2}V_{max}$.

الخطوة ١ حدّد على المحور (ص) من التمثيل البياني القيمة التي تساوي بالضبط نصف قيمة V_{max}.

الخطوة ٢ ارسم خطًّا أفقيًّا من هذه النقطة على المحور (ص) إلى أن تصل المنحنى.

الخطوة ٣ ارسم خطًّا عموديًّا من هذه النقطة على المنحنى وصولًا إلى المحور (س).

الخطوة ٤ اقرأ القيمة على المحور (س) عند هذه النقطة. هذا هو K_m.

٥. كرّر الباحث هذه التجربة باستخدام الليبيز المستخلص من نوع مختلف من البكتيريا. وقد وجد أن K_m لهذا النوع أقل منه عند البكتيريا *B. cepacia*.

ماذا تستنتج حول الألفة النسبيّة لإنزيمَي الليبيز تجاه مادتهما المتفاعلة في هذَين النوعَين من البكتيريا؟

.....

.....

نشاط ٣-٣ التخطيط لاستقصاء تأثير تركيز المثبّط على نشاط إنزيم اليوريز

تتضمّن تجارب كثيرة كشف تأثير أحد المتغيّرات (المتغيّر المستقل) على متغيّر آخر (المتغيّر التابع). يجب الحفاظ على ثبات أيّ متغيّرات أخرى قد تؤثر في النتائج، وهذه تسمّى المتغيّرات المعياريّة. من الضروري، في معظم الأحيان، إجراء بعض التجارب الأوليّة للمساعدة على اتخاذ قرار في قيم المتغيّرات المستقلة والمعياريّة المثلى. في هذا النشاط، سوف تفكّر في كيفية القيام بمثل هذه التجارب وتسعى إلى التخطيط لها.

في ما يأتي بعض الإرشادات لإجراء مثل هذه التجربة، بما في ذلك معلومات عن إنزيم اليوريز ومادته المتفاعلة والمثبط الذي يبطئ عمله.

- اليوريز إنزيم يحوّل اليوريا (البولينا) إلى أمونيا:

$$CO(NH_2)_2 + H_2O \rightarrow 2NH_3 + CO_2$$

- يضيف المزارعون، في معظم الأحيان، أسمدة تحتوي على اليوريا إلى التربة، وذلك بهدف تزويد المحاصيل بالمركّبات النيتروجينية بطيئة المفعول. وتحتوي هذه الأسمدة أحيانًا على مثبّطات اليوريز، الأمر الذي يخفّض من إنتاج الأمونيا.
- يمكنك الحصول على مستخلص يحتوي على اليوريز كالآتي:
  - اغمر (انقع) فول الصويا في الماء طوال الليل.
  - اطحن المزيج في خلاط (أو استخدم المدقة والهاون).
  - قم بتصفية المزيج الذي تمّ طحنه، واحتفظ بالمصفّى لتستخدمه مستخلصًا للإنزيم.

- يمكنك شراء اليوريا على شكل مسحوق يذوب في الماء.
- يمكنك شراء المثبّط أيضًا على شكل مسحوق يذوب في الماء.
- تذوب الأمونيا في الماء لتكوّن محلولاً برقم هيدروجيني pH أعلى من 7.
- يمكن متابعة معدّل إنتاج الأمونيا عن طريق قياس الرقم الهيدروجيني pH لخليط الإنزيم–المادة المتفاعلة، باستخدام محلول كاشف أو مقياس الرقم الهيدروجيني pH.

أجب عن الأسئلة أدناه لشرح خطّة استقصاء تأثير تركيز المثبّط على معدّل نشاط الإنزيم.

١. أ. ما المتغيّر المستقل؟ .....

.....

ب. ما المتغيّر التابع؟ .....

.....

ج. اذكر أهمّ المتغيّرات التي يجب الحفاظ على ثباتها .....

.....

٢. ما المخاطر التي يمكنك تحديدها؟ وما الواجب عليك عمله للحفاظ على سلامتك وسلامة الآخرين؟ .....

.....

٣. ستحتاج إلى إجراء بعض الأعمال التمهيديّة لتحديد التركيز المناسب للمادة المتفاعلة التي تستخدمها، بحيث يمكنك الحصول على نتائج في مدّة زمنيّة معقولة.

أ. لو أنك حصلت على قنينة من مسحوق اليوريا. صف كيف يمكنك تكوين محلول اليوريا في الماء بتركيز 10%. .....

.....

ب. لو كنت قد حضّرت محلولاً يحتوي على إنزيم يورييز من فول الصويا (كما تمّ وصفه أعلاه)، فحاول إضافة 5 mL من محلول اليورييز إلى 5 mL من محلول اليوريا 10%، وقم بقياس التغيّر في الرقم الهيدروجيني pH. ستجد أن التغيّر في الرقم الهيدروجيني pH بطيء جدًّا.

أكمل الجملة لاقتراح كيف يمكن جعل التفاعل يحدث بسرعة أكبر:

يمكن استخدام محلول ..... من إنزيم اليورييز.

مصطلحات علمية

نطاق Range: القيمة الدنيا حتى القيمة العليا لمجموعة بيانات.

فاصل Interval: الفرق بين القيَم التي تمّ اختيارها ضمن نطاق.

تكرار Replicates: عدة تجارب يتمّ إجراؤها في الحالة نفسها وباستخدام الأجهزة والمواد نفسها.

٤. إذا كان لديك محلول مثبّط 10%:

أ. صف كيف يمكنك استخدام هذا المحلول لتحضير مجموعة محاليل بتراكيز مختلفة. .....

.....

ب. اقترح **نطاقًا** مناسبًا و**فاصلًا** مناسبًا لتركيز المثبّط. تذكّر أن النطاق هو الفارق بين القيمة الدنيا والقيمة العُليا. وأن الفاصل هو الاختلاف بين كل قيمة. يجب أن يكون لديك خمس قيم على الأقل.

.....

.....

ج. في حال **تكرار** التجربة، كم مرّة ستكرّرها؟

.....

٥. صف كيف ستجري تجربتك.

.....

.....

٦. ضع جدولًا للنتائج مع كامل المسميات لتتمكن من ملئه وأنت تجمع نتائجك.

تذكّر:

- يجب رسم جدول النتائج باستخدام المسطرة. ويجب أن يكون كل صف أو عمود منفصلًا عن التالي بخط مسطّر.
- يجب وضع المتغيّر المستقل في العمود الأول من الجدول.
- يجب أن تكون القراءات المتكرّرة للمتغيّر المستقل في أعمدة بعد العمود الأول من الجدول.
- يجب أن تكون القيمة المتوسطة للمتغيّر التابع في العمود الأخير من الجدول.

٧. ارسم المنحنى الذي تتوقّع الحصول عليه إذا كان المثبّط غير تنافسي.

نشاط ٣-٤ حساب الخطأ الفعلي والنسبة المئوية للخطأ

لا يمكن التأكد من أن القيمة المقاسة هي قيمة حقيقيّة، بل يمكن تقدير الخطأ الفعلي في القراءة كمّيًّا، وبالتالي، تقدير النسبة المئوية للخطأ.

ولا يمكن التأكد من صحّة القراءة مهما كانت الأداة المستخدمة في القياس، مثل الأسطوانة المدرجة، أو الماصّة، أو ثيرمومتر. فهناك عدم دقّة أو خطأ في القياس.

يمكن القول بشكل عام إن حجم الخطأ يعادل حجم الجزء الأصغر على المقياس المستخدم.

على سبيل المثال، تخيل أن لديك ثيرمومتر، يمكنك قراءته إلى أقرب درجة C˚ 0.5. وبالتالي يجب أن نسلم بوجود عدم دقّة في هذه القراءة مقداره C˚ 0.5. فإذا قرأت درجة الحرارة عند C˚ 17.5، يمكنك توضيحها على شكل C˚ 0.5 ± C˚ 17.5، وهو ما يمثّل الخطأ في القياس.

١. أسطوانة مدرجة قياس mL 1000 بفواصل mL 10، ما الخطأ الفعلي في كل قراءة حجم تجريها باستخدام هذه الأسطوانة؟

.....

إذا كنت تقيس التغيّر في كميّة ما، فعليك أن تأخذ في الاعتبار وجود عدم دقّة القراءة لكل من القيمة عند البداية والقيمة عند النهاية. على سبيل المثال، إذا قست درجة الحرارة في بداية التجربة C˚ 22، وفي نهايتها C˚ 27.5، فعليك إضافة عدم دقّة C˚ 0.5 لكل قراءة، وسيعطي التغيّر في درجة الحرارة زيادة C˚ 1 ± C˚ 5.5.

مصطلحات علمية

النسبة المئويّة للخطأ Percentage error: الخطأ الفعلي في القياس كنسبة مئويّة من القيمة المقاسة.

٢. أسطوانة مدرجة قياس 100 mL ذات فواصل 2 mL. ما حجم الخطأ الفعلي إذا استخدمتها لقياس تغير في الحجم؟

.....

لتحديد حجم الخطأ في القياس، يمكن استخدام المعادلة الآتية لحساب **النسبة المئويّة للخطأ**:

$$\text{النسبة المئويّة للخطأ} = \frac{\text{حجم الخطأ في القراءة}}{\text{القراءة}} \times 100$$

وهكذا، عند قياس حجم 28 mL بأسطوانة مدرجة 500 mL ذات فواصل 1 mL، يكون الخطأ في القياس 0.5 mL. وتكون النسبة المئويّة للخطأ:

$$\frac{0.5}{28} \times 100 = 1.8\%$$

٣. تقيس إحدى الطالبات حجم 10 mL من محلول إنزيم باستخدام ماصّة مدرجة ذات فواصل 0.1 mL. احسب النسبة المئويّة للخطأ في قياس هذا الحجم.

.....

.....

٤. يقيس أحد الطلبة التغيّر في طول بادرة على مدى ثلاثة أيام. لقد قاس الطول بمسطرة ذات فواصل 1 mm، فكان القياس الأولي 2.15 cm، والقياس النهائي 5.50 cm. ما النسبة المئويّة للخطأ في قياس التغيّر في طول البادرة؟

.....

.....

٥. يقيس أحد الطلبة التغيّر في كتلة شريحة بطاطس كانت مغمورة في محلول سكّر السكروز. وقد استخدم ميزانًا إلكترونيًّا يعطي قراءة لأقرب 0.01 g. كانت الكتلة الأوليّة للشريحة 1.63 g، والكتلة النهائيّة 1.56 g. ما النسبة المئويّة للخطأ في قياس التغيّر في الكتلة؟

.....

.....

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٣-١ الدورة الزمنية للتفاعل المحفز بالإنزيم

معظم الإنزيمات بروتينات تعمل كعوامل حفازة. وهي تزيد من معدّل التفاعل، من دون أن تتغيّر.

ستقيس في هذا الاستقصاء معدّل التفاعل بقياس معدّل تكوّن الناتج. ستستقصي كيف يتغيّر معدّل التفاعل مع سير التفاعل.

سوف تستخدم هنا إنزيم الكتاليز الذي يحفّز تفكيك بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وغاز الأكسجين.

ماء + غاز أكسجين ⟶ بيروكسيد الهيدروجين

$$2H_2O_2 \longrightarrow O_2 + 2H_2O$$

في هذا التفاعل، المادة المتفاعلة هي بيروكسيد الهيدروجين. والنواتج هي الماء وغاز الأكسجين.

يوجد إنزيم الكتاليز في جميع الخلايا الحيّة تقريبًا. ستحصل في هذه التجربة على محلول محضّر من سيقان الكرفس المنقوعة في الماء. يفكّك **النقع** الخلايا (الأنسجة) الموجودة في العيّنة النباتية، لذا يذوب إنزيم الكتاليز الموجود بداخلها في الماء. يمكن بعد ذلك ترشيح **معلق** مستخلص الكرفس والماء للحصول على محلول الكرفس الذي ستستخدمه في التجربة.

مصطلحات علمية

النقع Macerate: تفكيك شيء في الماء.

المعلق Suspension: مزيج من مادة صلبة وسائل، تطفو فيه جسيمات المادة الصلبة في السائل لكنها لا تذوب فيه.

مهم

يوجد إنزيم الكتاليز في أيّة مادة حيويّة. إذا لم يتوافر الكرفس، يمكن استخدام أيّة مادة نباتيّة بديلة مثل البطاطس والجزر والتفاح أو ما يمكن من الفاكهة أو الخضار.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- 5 mL من محلول مستخلص الكرفس المحضّر
- 20 mL تقريبًا من محلول بيروكسيد الهيدروجين
- أنبوبة اختبار كبيرة، أو أنبوبة اختبار بذراع جانبية
- محقن غاز
- أنابيب لتكوين اتصال محكم بين أنبوبة الاختبار ومحقن الغاز
- ساعة إيقاف (أو مؤقت مثل الهاتف)
- حامل حديدي
- محقن 5 mL و 10 mL أو ماصّتان مدرّجتان
- ماء مقطّر

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- بيروكسيد الهيدروجين **عامل مؤكسد** قوي ومبيّض. ارتدِ نظارات واقية أثناء إجراء هذا الاستقصاء العملي. إذا لامس بيروكسيد الهيدروجين جلدك، فاغسله بكميّة وافرة من الماء البارد.
- قد يتصاعد غاز الأكسجين بسرعة كبيرة، فيتحرك مكبس المحقن من قاعدته ويندفع باتجاه أحد الأشخاص، فيصيبهم بأذى. ولذلك تجنّب حدوث مخاطر كهذه عبر ربط المكبس بالمحقن بشكل يمنعه من الانزلاق.

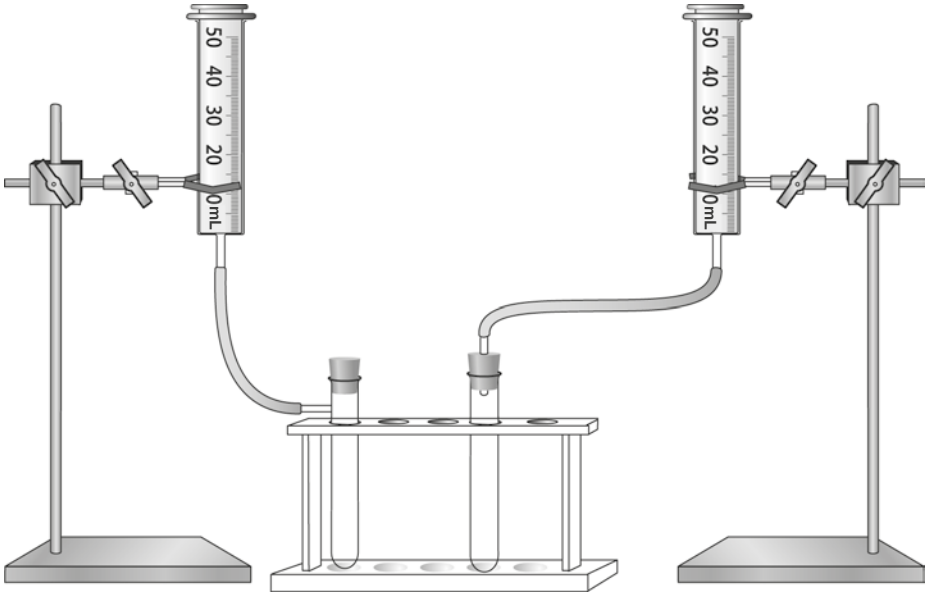
مصطلح علمي

العامل المؤكسد
Oxidizing agent: مادة تزيل الإلكترونات من مادة أخرى.

الطريقة

١. صل أنبوبة الاختبار الكبيرة، أو أنبوبة الاختبار بمحقن الغاز إذا توافرت، وتأكّد من أن مكبس محقن الغاز يتحرّك بحريّة. ثبّت أنبوبة الاختبار ومحقن الغاز على حامل الأنابيب باستخدام الملقط والمشبك.

يبيّن الشكل أدناه أيضًا ترتيبًا بديلًا في حالة عدم توافر أنبوبة اختبار بذراع جانبيّة.



الشكل ٣-١: الجهاز المستخدم في الاستقصاء ٣-١.

٢. تأكّد من أن الجهاز نظيف تمامًا، ومحكم الإغلاق، وأن قراءة محقن الغاز على الرقم 0.

٣. أضف 20 mL من محلول بيروكسيد الهيدروجين إلى أنبوبة الاختبار.

٤. أضف 5 mL من مستخلص الكرفس إلى بيروكسيد الهيدروجين في الأنبوبة. ادفع السدادة على الفور في الأنبوبة وشغّل ساعة الإيقاف.

٥. سجّل في جدول النتائج حجم غاز الأكسجين في محقن الغاز كل 15 s أو 30 s. أضف المزيد من الصفوف إلى جدول النتائج وفق الحاجة. تابع تجربتك إلى أن يستقر معدّل إنتاج غاز الأكسجين.

النتائج

الزمن (s)	حجم غاز الأكسجين (mL)

الجدول ٣-١: جدول النتائج للاستقصاء ٣-١.

مهم

فكّر في درجة دقّة قراءة الأحجام على المقياس الموضوع على محقن الغاز. على سبيل المثال، يمكنك قراءة المقياس على المحقن إلى أقرب 0.5 mL.

التحليل والاستنتاج والتقويم

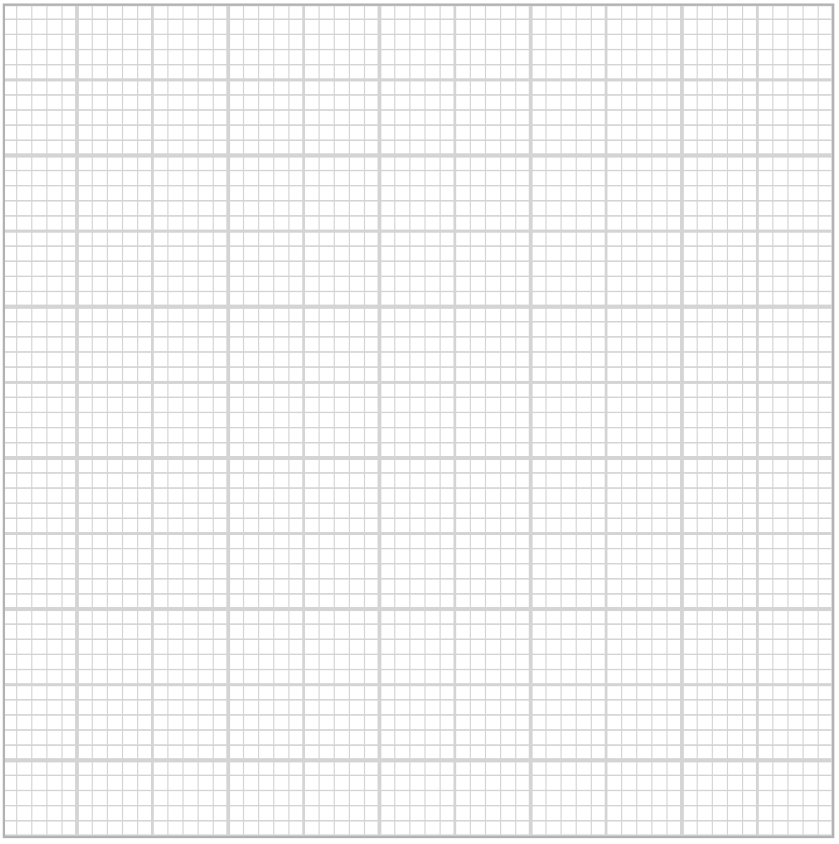
١. مثّل نتائجك بيانيًّا في المساحة ذات الخطوط المعدّة للتمثيل البياني أدناه، حيث يكون الزمن (s) فيه على المحور (س)، وحجم غاز الأكسجين (mL) على المحور (ص).
احرص على أن:

- تستخدم معظم المساحة المعدّة للتمثيل البياني.
- تستخدم مقياسًا على المحور (س) يمتد من 0 إلى أطول زمن تم قياسه، بحيث يكون تزايد الزمن الذي سيتم عنده قراءة حجم الأكسجين الذي سينتج ضمن أوقات معقولة ومعبّرة ومتساوية، على سبيل المثال 15 s أو 30 s.
- تستخدم مقياسًا على المحور (ص) يمتدّ من 0 إلى أعلى بقليل من أكبر حجم تمّ قياسه، بحيث يكون تزايد حجم غاز الأكسجين الناتج مناسبًا مع الزمن ضمن أوقات معقولة ومتساوية.

- تمثّل بياناتك بوضع نقاط مع علامة × بحجم دقيق وبعناية تامّة.
- تصل النقاط التي وضعتها على التمثيل البياني **بخط مستوٍ ومناسب** ودقيق.

مصطلح علمي

الخط المستوي والمناسب Best-fit line: يجب أن يمر أفضل خط مناسب بالقرب من جميع النقاط قدر الإمكان ولكن ليس بالضرورة أن يمر عبر أي منها. لا يمكن تمثيل الخط البياني المناسب في موقع واحد معيّن، ولكن المهمّ أن تشمل عدد النقاط نفسها تقريبًا، وأن يمتدّ الخط بين النقاط فوق معدّل التفاعل الأولي وتحته على مسافة واحدة منه.



مهم

تذكّر أن المصطلح «صف» يعني أن تكتب ببساطة ما تراه من دون أن تحاول تفسير سبب تغيّر معدّل التفاعل بهذه الطريقة.

٢. كلّما زاد معدّل التفاعل زاد الميل. صف كيف يتغيّر معدّل التفاعل مع مرور الزمن.

.....

.....

.....

٣. حدّد من التمثيل البياني الزمن الذي يكون فيه تركيز المادة المتفاعلة هو الأعلى. اشرح إجابتك.

.....

.....

٤. حدّد من التمثيل البياني الزمن الذي تتحوّل فيه المادة المتفاعلة كلها إلى ناتج. اشرح إجابتك.

.....

.....

مهم

تذكّر أن المصطلح «اشرح» يعني أنه عليك ذكر الأسباب اعتمادًا على معرفتك وفهمك.

٥. استخدم إجابتك على الأجزاء (٢)، (٣)، (٤) لشرح شكل المنحنى.

.....

.....

.....

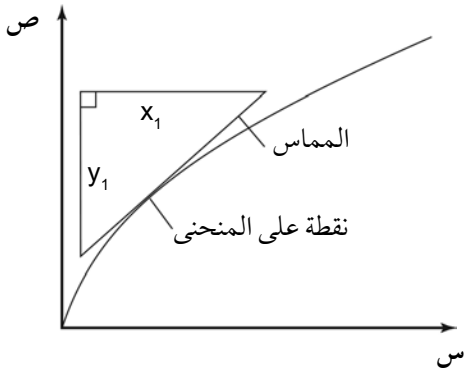
.....

مصطلح علمي

المعدّل الأولي للتفاعل Initial rate of reaction: معدّل التفاعل الأقرب إلى بداية التجربة الذي يمكن قياسه.

٦. استخدم التمثيل البياني لإيجاد **المعدّل الأولي للتفاعل**. وهو معدّل التفاعل حيث أقرب ما يمكنك قياسه من بداية التجربة.

- ارسم مماسًا للمنحنى يكون أقرب إلى الأصل. ربما يكون عند 10s أو 15s أو 20s تقريبًا. يجب أن يكون طول المماس مساويًا لنصف طول خط التمثيل البياني على الأقل، لذا اجعله أطول ما يمكن. انظر الشكل أدناه.



الشكل ٣-٢: حساب المعدّل الأولي للتفاعل.

- ارسم مثلّثًا قائم الزاوية يكون فيه المماس هو الوتر.

- قم بقياس طول (x_1)، و (y_1). استخدم المقياس على المحور (س)، والمقياس على المحور (ص) لتسجيل ذلك بالثواني (s) و (mL) من غاز الأكسجين على التوالي.

(s) ..... = x_1

(mL) من غاز الأكسجين ..... = y_1

- احسب الميل بقسمة (y_1) على (x_1). ستحصل على المعدّل الأولي للتفاعل بـ (mL) من غازالأكسجين في الثانية (s).

.....

.....

٧. ستحتاج، في معظم التجارب، إلى معرفة تأثير المتغيّر (على سبيل المثال: تركيز المادة المتفاعلة ودرجة الحرارة) على معدّل التفاعل. يجب بقاء جميع المتغيّرات الأخرى ثابتة. وضّح سبب أهميّة قياس معدّل التفاعل في أقرب وقت ممكن من بداية التفاعل، مستخدمًا إجابتك على الجزأين (٣) و (٤).

.....

.....

.....

٨. تتضمّن هذه الطريقة عدة مصادر مهمّة للخطأ التجريبي (عدم الدقّة، الأمر الذي يعني أنه لا يمكن التأكّد من الحصول على النتائج نفسها تمامًا عند إجراء التجربة مرّة أخرى).

لكل مصدر من مصادر الخطأ الآتية، قرّر:

- ما إذا كان الخطأ **خطأً عشوائيًّا** أو **خطأً منهجيًّا (نظاميًّا)**.
- كيف يمكن أن يؤثّر ذلك على النتائج؟

تمّت الإجابة عن السؤال الأول للمساعدة.

أ. **خطأ منهجي. ربّما لا يكون الجهاز محكم الإغلاق. قد يكون حدث تسرّب لبعض الغاز ما أدّى إلى أن يكون حجم غاز الأكسجين صغيرًا جدًّا، وإلى ملاحظة معدّل التفاعل أبطأ مما هو عليه فعلًا.**

ب. ربّما لم توضع السدادة في أنبوبة الاختبار بالسرعة الكافية.

.....

.....

مهم

يمكن أن يكون الخطأ ناتجًا من أخطاء عشوائيّة، بحيث لا يكون حجم الخطأ واتجاهه هو نفسه دائمًا. يمكن أن يحدث الخطأ عندما يتغيّر المتغيّر الذي يجب أن يبقى ثابتًا على نحو غير متوقع. على سبيل المثال، قد تتغيّر درجة حرارة الغرفة، الأمر الذي قد يؤثر على نتيجة التفاعل.

تكون الأخطاء المنهجيّة من حيث الحجم والاتجاه ثابتة نسبيًا، ويمكن أن يحدث الخطأ إذا جرى معايرة قطعة من الجهاز بشكل خاطئ، أو إذا وجد خطأ في المواد والأدوات يجعل القياسات دائمًا أكبر أو أصغر ممّا يجب.

مصطلحات علمية

الخطأ العشوائي
Random error: مصدر لعدم الدقّة في النتائج يعطي قيمًا غير صحيحة على شكل مقادير مختلفة. يمكن أن تؤثر الأخطاء العشوائيّة في الاتجاهات التي تظهر في النتائج.

الخطأ المنهجي (النظامي)
Systemic error: مصدر لعدم الدقّة في النتائج يعطي قيمًا غير صحيحة تكون دائمًا بالمقدار نفسه. لا تؤثر الأخطاء المنهجيّة في الاتجاهات التي تظهر في النتائج.

ج. ربما لم تؤخذ القراءات على أوقات زمنيّة صحيحة تمامًا.

.....

.....

د. ربّما لا يكون المقياس الموجود على محقن الغاز دقيقًا تمامًا.

.....

.....

هـ. من الصعب تحديد كيفيّة رسم المماس على المنحنى بدقّة.

.....

.....

استقصاء عملي ٣-٢ تأثير تركيز المادة المتفاعلة على معدّل التفاعل المحفّز بالإنزيم

في الاستقصاء العملي ٣-١ قمت بقياس المعدّل الأولي للتفاعل لتحلّل غاز بيروكسيد الهيدروجين المحفّز بإنزيم الكتاليز. ستستخدم في هذا الاستقصاء التفاعل والطريقة نفسَيهما لتستقصي تأثير التغيّر في تركيز المادة المتفاعلة على المعدّل الأولي للتفاعل. في هذا الاستقصاء:

- **المتغيّر المستقل** (المتغيّر الذي تغيّره) وهو تركيز المادة المتفاعلة (بيروكسيد الهيدروجين).
- **المتغيّر التابع** (الذي يتغير نتيجة تغير المتغير المستقل) وهو معدّل إنتاج غاز الأكسجين.

مصطلحات علمية

المتغيّر المستقل Independent variable: المتغيّر (عامل) يجري تغييره قصدًا في التجربة.

المتغيّر التابع Dependent variable: المتغيّر الذي تقيسه التجربة (والذي يتغيّر نتيجة لتغيّر المتغيّر المستقل).

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- 25 mL من محلول مستخلص الكرفس المحضّر
- 20 mL تقريبًا من محلول بيروكسيد الهيدروجين حجم 10 mL من كل من التراكيز 100%، 80%، 60%، 40%، 20%
- كأسان سعة 250 mL
- 5 كؤوس سعة 100 mL أو أيّة أوعية صغيرة
- قلم للكتابة على الزجاج
- أنبوبة اختبار كبيرة
- محقن غاز
- أنابيب لتكوين اتصال محكم بين أنبوبة الاختبار ومحقن الغاز
- ساعة إيقاف
- حامل أنابيب، مشبك وملقط
- محقن 5 mL و 10 mL أو ماصّتان مدرّجتان
- ماء مقطر

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- بيروكسيد الهيدروجين عامل مؤكسد قوي ومبيّض. ارتدِ نظارات واقية أثناء إجراء هذا الاستقصاء. إذا لامس بيروكسيد الهيدروجين جلدك، فاغسله بكميّة وافرة من الماء البارد.

الطريقة

١. كوّن الجهاز كما في الاستقصاء العملي ٣–١، اتبع الخطوات ٢–٥. لتسجيل نتائجك ارسم، على دفترك، جدول نتائج شبيهًا بالجدول الخاص بالاستقصاء العملي ٣–١.

٢. أضف 20 mL من محلول بيروكسيد الهيدروجين 100% إلى أنبوبة الاختبار.

٣. أضف 5 mL من محلول مستخلص الكرفس. ادفع السدادة في الأنبوبة على الفور وشغّل ساعة الإيقاف.

٤. سجّل في جدول النتائج، حجم غاز الأكسجين في محقن الغاز كل 15 s أو 30 s. أضف المزيد من الصفوف إلى جدول النتائج وفق الحاجة. تابع تجربتك إلى أن يستقرّ معدّل إنتاج غاز الأكسجين.

٥. كرّر الخطوات السابقة لكل تركيز من محلول بيروكسيد الهيدروجين.

النتائج

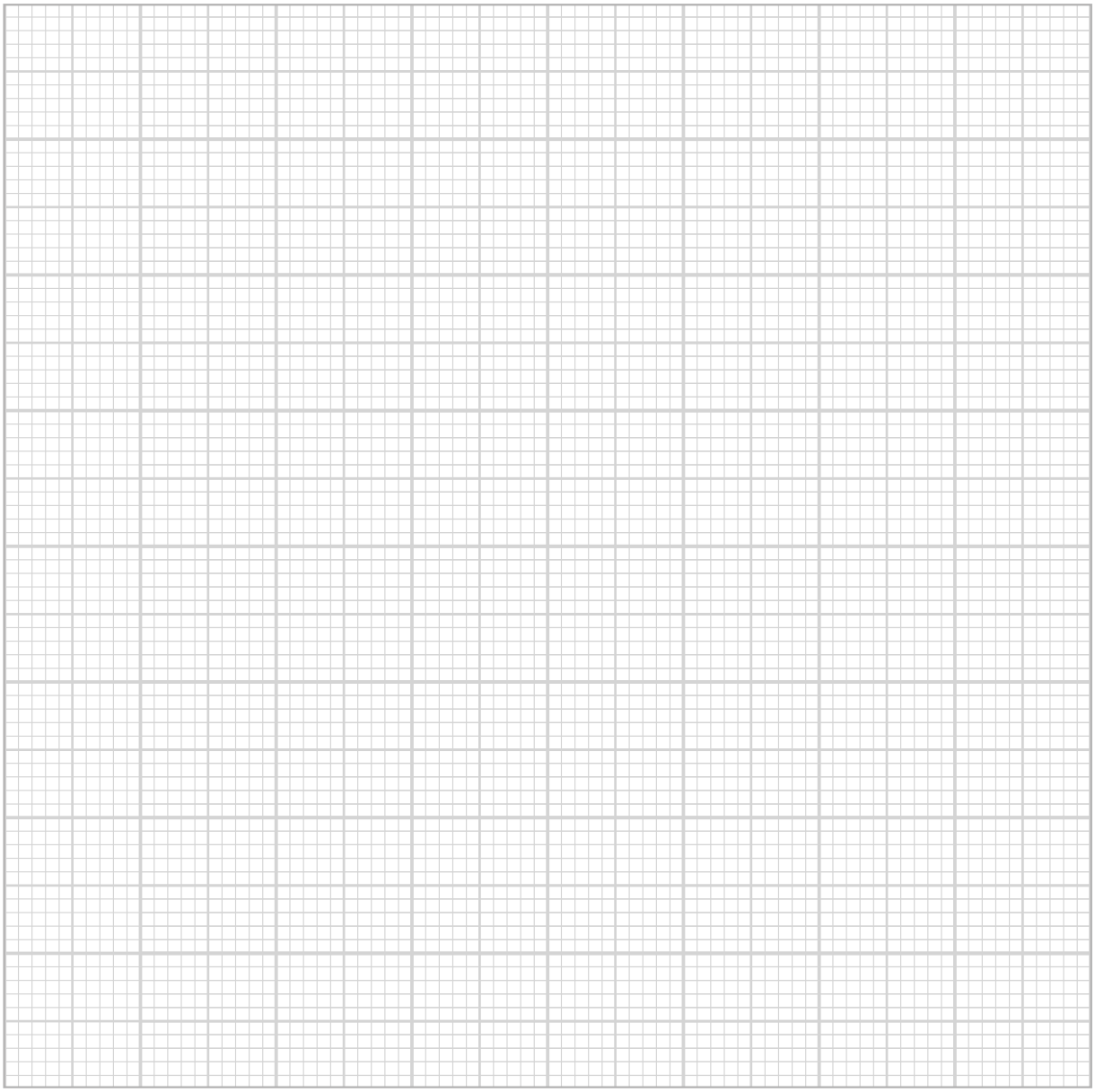
احرص على أن:

- تستخدم المسطرة لرسم الجدول.
- تكتب تسمية كل عمود، بما في ذلك الوحدات.
- تكتب كل قراءة بعدد المنازل العشريّة نفسها.

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. ارسم في المساحة المخصصة للتمثيل البياني المتوافرة أدناه، منحنى لكل من تراكيز بيروكسيد الهيدروجين. ارسم الخط المناسب لكل مجموعة من البيانات.

ملاحظة: يمكنك استخدام أوراق تمثيل بياني منفصلة لرسم التمثيل البياني لكل تركيز، وعندها عليك استخدام المقياس نفسه لكل تمثيل بياني.



٢. استخدم المنحنيات لحساب المعدّل الأولي للتفاعل لكل تركيز من بيروكسيد الهيدروجين.
سجّل نتائجك في الجدول أدناه.

تركيز المادة المتفاعلة كنسبة مئوية من المحلول الأصلي	المعدّل الأولي للتفاعل /mL من غاز الأكسجين /s^{-1}

الجدول ٣-٢: جدول احتساب النتائج.

٣. استخدم النتائج من الجدول لرسم تمثيل بياني للمعدّل الأولي للتفاعل مقابل تركيز المادة المتفاعلة. ارسم خط المنحنى المناسب.

٤. حدّد قيمًا لا تناسب النمط الذي تبيّنه النتائج الأخرى. تمثّل هذه القيم نتائج متناقضة (غير معقولة).

٥. استخدم نتائجك لكتابة استنتاج موجز عن كيفيّة تأثير تركيز المادة المتفاعلة على المعدّل الأولي للتفاعل.

.....

.....

.....

.....

٦. استنادًا إلى معرفتك بكيفية تحفيز التفاعلات بالإنزيم، اشرح أسباب العلاقة التي وصفتها في إجابتك عن السؤال (٥).

.....

.....

.....

٧. حدّد **أربعة** مصادر بارزة للخطأ في هذه التجربة، وتقلل من دقّة نتائجك. يجب أن تحدّد مصدرَين مختلفَين على الأقلّ من مصادر الخطأ هذه عن تلك الواردة في الاستقصاء العملي ٣-١.

.....

.....

.....

.....

٨. اختر **مصدرَين** من مصادر الخطأ التي ذكرتها، واقترح لكل مصدر كيف يمكن تعديل الخطوات لتقليل احتمال حدوث هذا الخطأ.

.....

.....

.....

.....

استقصاء عملي ٣-٣ تأثير تركيز الإنزيم على معدّل التفاعل المحفّز بالإنزيم

ستستخدم في هذا الاستقصاء إنزيم أميليز الذي يحفّز التحلل المائي للنشا إلى سكّر المالتوز. يتمّ إنتاج الأميليز في العديد من الكائنات الحيّة، بمن فيها الإنسان وبعض البكتيريا وبعض الفطريات.

لقد قِست في الاستقصاءَين ٣–١ و ٣–٢ معدّل التفاعل بقياس معدّل تكوّن الناتج (غاز الأكسجين). وستقيس في هذا الاستقصاء معدّل التفاعل بقياس معدّل اختفاء المادة المتفاعلة.

التفاعل هو كالآتي:

ماء + سكّر المالتوز ⟶ نشا

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- 10 mL محلول إنزيم الأميليز محضّر من كل من التراكيز 1%، 0.8%، 0.6%، 0.4%، 0.2%
- 50 mL تقريبًا من 5% محلول النشا
- كأسان سعة 250 mL
- 5 كؤوس سعة 100 mL أو أوعية صغيرة أخرى
- قلم للكتابة على الزجاج
- 12 أنبوبة اختبار نظيفة
- ساق زجاجيّة عدد 6
- ساعة إيقاف
- أنابيب ماصة
- محلول اليود، مع قطارة
- بلاطة بيضاء عدد 2، ويفضّل استخدام بلاط به تجاويف (أو طبق كومبو Comboplate)
- ورق تنظيف العدسات لتنظيف السيقان الزجاجية
- ماء مقطر
- حمّام مائي يمكن التحكم فيه حراريًّا

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- إذا لامس محلول اليود جلدك، فاغسله فورًا بكميّة وافرة من الماء البارد.

الطريقة

١. رقّم الأنابيب من 1 إلى 6 ثم اكتب في الأنابيب (1-5) التراكيز المختلفة لإنزيم الأميليز، أترك الأنبوبة (6) فارغة.

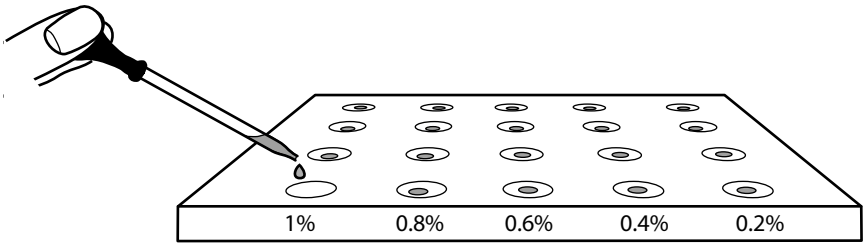
٢. أضف 5 mL من محاليل الأميليز في كل من أنابيب الاختبار الخمس التي سمّيتها و 5 mL من الماء المقطّر في الأنبوبة السادسة. اغسل الأنبوبة الماصة بعد إضافة كل محلول وآخر، أو استخدم أنبوبة ماصة جديدة في كل مرّة. ضع جميع الأنابيب في حمّام مائي على درجة حرارة 40 °C.

٣. أضف 5 mL من معلق النشا في ستة أنابيب أخرى. ضع كلًا من الأنابيب في الحمام المائي نفسه.

٤. اترك جميع الأنابيب في وضع قائم لمدة 10 دقائق على الأقل لتصبح درجة حرارة محتوياتها مساوية لدرجة الحرارة نفسها للحمّام المائي. بعد 10 دقائق، تحقّق من درجات الحرارة باستخدام الثيرمومتر. اغسل الثيرمومتر بعد كل قياس وجفّفه لتجنّب تلوّث أيّة أنبوبة بمحتويات أنبوبة أخرى. اترك الأنابيب لمدّة أطول عند الضرورة.

٥. جهز البلاطة ذات التجاويف (أو طبق كومبو) لاستكمال التجربة.

- اكتب تسمية تراكيز الإنزيم الخمسة التي تختبرها على البلاطة (أو على أكثر من بلاطة)، كما هو موضّح في الشكل التالي.
- ضع قطرات من محلول يوديد البوتاسيوم في تجويفات (حفر) البلاطة أو طبق كومبو. رتّبها في خمسة صفوف كما هو مبيّن في الشكل أدناه.



الشكل ٣-٣ : طريقة إضافة قطرات اليود إلى البلاطة ذات التجاويف.

٦. عندما تتأكّد من أن جميع محتويات الأنابيب على درجة الحرارة الصحيحة، اغمس ساقًا زجاجية في إحدى أنابيب معلق النشا، ثم اغمسها في القطرة الأولى من محلول اليود على صف 1% على البلاطة أو طبق كومبو. امسح قضيب الزجاج أو اغسله لتنظيفه.

مهم

يمكن للسيقان الزجاجية التي لم تنظّف جيدًا أن تفسد التجربة بأكملها، من خلال نقل إنزيم الأميليز، أو قطرة يود من أنبوبة إلى أخرى. تأكّد من أن المناشف الورقيّة لا تحتوي على نشا. إذا لم يتوافر لديك أوراق خالية من النشا، فاغسل القضيب بمياه مقطّرة في كل مرّة.

٧. اسكب قليلًا من معلق النشا في الأنبوبة المحتوية على محلول إنزيم الأميليز بتركيز 1%. وسارع إلى التحريك بساق زجاجية مع تشغيل ساعة الإيقاف.

٨. خذ عيّنات من الخليط كل دقيقة (أو حسبما وجهك إليه معلمك)، ثم أضفها إلى القطرة الثانية من محلول اليود على البلاطة، بحيث تغمس قضيبًا زجاجيًّا نظيفًا في الخليط المتفاعل، ثم تغمس على الفور القضيب في محلول اليود.

٩. استمرّ في ذلك حتى يصبح محلول اليود بلون برتقالي أو بنّي، أو اكتشف بعد 15 دقيقة أيّ لون يظهر قبل الآخر.

١٠. كرّر الخطوات ٧–٩ لكل من تراكيز الإنزيم الأخرى.

١١. سجّل نتائجك في الجدول أدناه.

النتائج

تركيز محلول الإنزيم (%)	الزمن الذي استغرقه النشا لكي يختفي (s)

الجدول ٣–٣: جدول النتائج.

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. أضف عمودًا ثالثًا إلى الجدول.

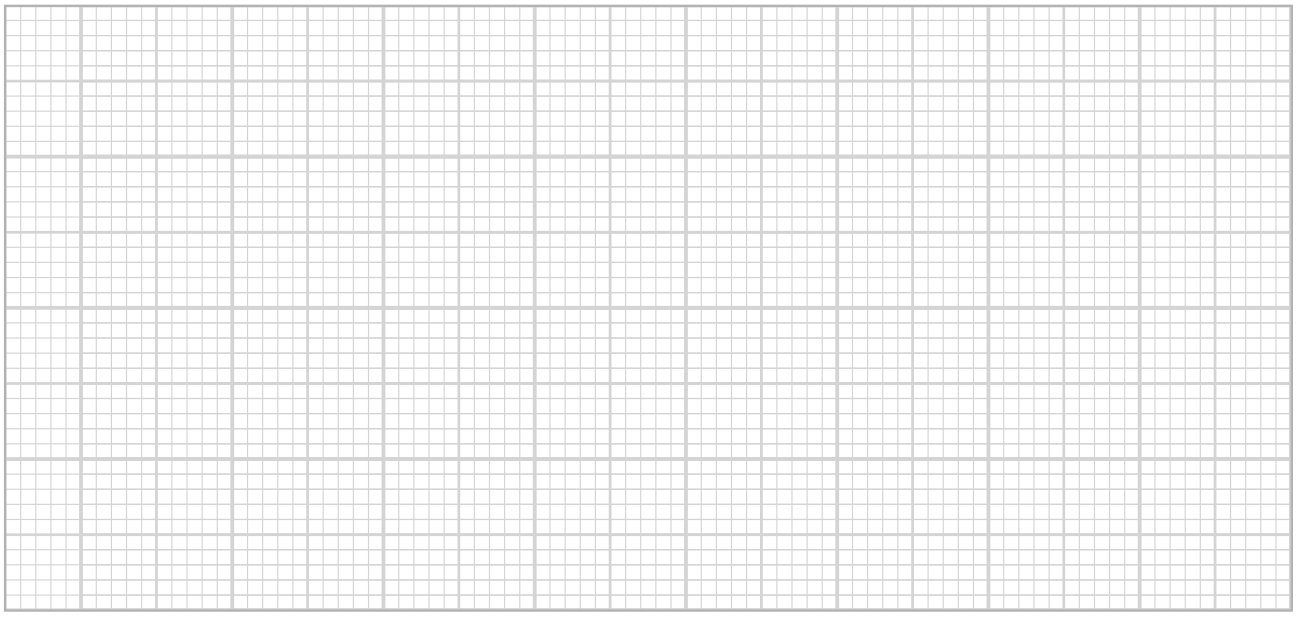
احسب معدّل التفاعل لكل تركيز للإنزيم.

المعدّل = 1 ÷ الزمن

اضرب هذا الرقم في 1000، وقرّب إجابتك إلى أقرب منزلة عشرية.

أضف القيم المحسوبة إلى العمود الثالث في جدول النتائج. تذكّر إضافة عنوان مناسب لهذا العمود.

٢. مثّل بيانيًّا معدّل التفاعل مقابل تركيز الإنزيم في المساحة المخصّصة للتمثيل البياني المتوافرة أدناه. صِل النقاط بخطوط مستقيمة باستخدام المسطرة.



٣. اكتب استنتاجًا موجزًا لتجربتك.

.....

.....

.....

.....

٤. استنادًا إلى معرفتك وفهمك لكيفية عمل الإنزيمات، اشرح نتائجك مستخدمًا هذه المصطلحات في شرحك:

الموقع النشط، معقد الإنزيم – المادة المتفاعلة

.....

.....

.....

.....

.....

مصطلح علمي

المتغيّرات المعياريّة Standardised variables:
المتغيّرات التي تبقى ثابتة في التجربة، وإلّا قد تؤثر على المتغيّر التابع.

٥. من المهمّ عند استقصاء تأثير متغيّر (المتغيّر المستقل) على آخر (المتغيّر التابع) الحفاظ على بقاء جميع المتغيّرات الأخرى التي قد تؤثّر على المتغيّر المستقل ثابتة. هذه المتغيّرات تسمّى **المتغيّرات المعياريّة**.
اكتب **اثنَين** من المتغيّرات المعيارية المهمّة في هذا الاستقصاء.

.....

.....

٦. حدّد **ثلاثة** مصادر مهمّة للخطأ التجريبي في الاستقصاء، والتي قد تقلّل من دقّة نتائجك واستنتاجك.

.....

.....

٧. حدّد **مصدرَين** من مصادر الخطأ في إجابتك على الجزء (٦) أعلاه. اقترح لكل من هذَين المصدرَين كيف يمكنك تعديل الطريقة لتقليل مصدر الخطأ. افترض أن لديك ما يكفي من الزمن، وأيّة مواد وأدوات أخرى قد تحتاج إليها.

.....

.....

.....

.....

٨. اقترح طريقة واحدة، غير تقليل مصادر الخطأ، يمكن أن يتمّ بها تحسين الاستقصاء.

.....

.....

٩. اشرح السبب في اختيار قياس الزمن المستغرق لاختفاء المادة المتفاعلة لقياس معدّل التفاعل في هذه التجربة، بينما قست في تفاعل إنزيم الكتاليز حجم غاز الأكسجين الناتج بمرور الزمن.

.....

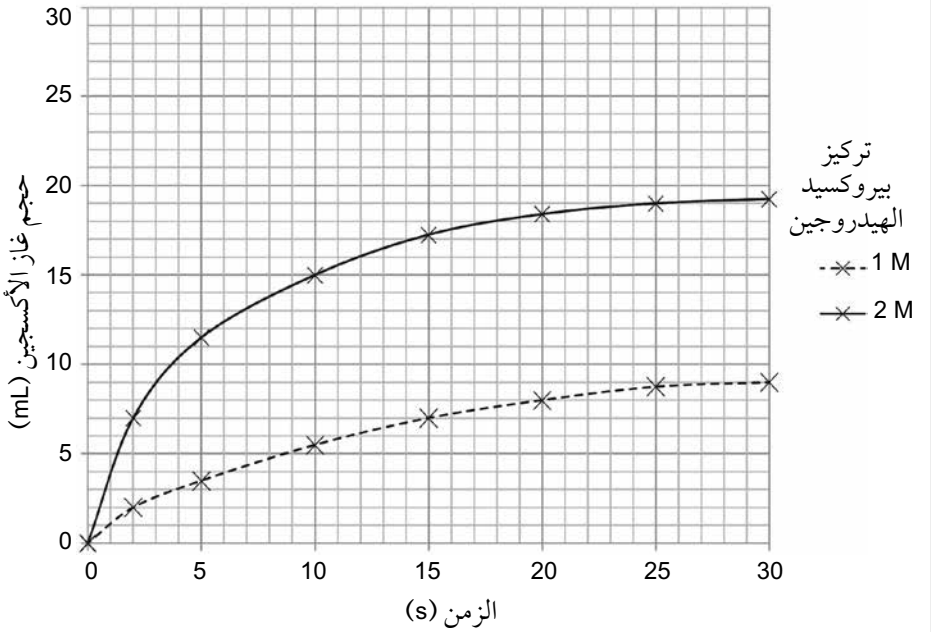
.....

.....

.....

أسئلة نهاية الوحدة

١. قامت باحثة بدراسة التفاعل بين الكتاليز وبيروكسيد الهيدروجين. يفكّك الكتاليز بيروكسيد الهيدروجين إلى غاز أكسجين وماء.
استخدمت الباحثة تركيزَين مختلفَين لبيروكسيد الهيدروجين، وقاست حجم غاز الأكسجين الذي تحرر من كل تفاعل.



أ. **اقترح** متغيّرَين يجب التحكم فيهما (ضبطهما) أثناء الاستقصاء.

ب. احسب المعدل الأولي للتفاعل لكل من:
١- تركيز 1 M من بيروكسيد الهيدروجين.
٢- تركيز 2 M من بيروكسيد الهيدروجين.

ج. اشرح الفرق بين إجابتَيك على الجزء (ب).

د. أرادت الباحثة استقصاء معدل التفاعل عند استخدام تركيز 0.5 M من بيروكسيد الهيدروجين. ارسم خطًا على التمثيل البياني يبيّن تنبّؤك بهذا التفاعل.

أفعال إجرائية

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

تابع

ركّز على الأفعال الإجرائيّة عند الإجابة عن الأسئلة الخاصة بكل جزء. على سبيل المثال: يعني الفعل الإجرائي اقترح أنه عليك استخدام معرفتك ومهاراتك في علم الأحياء للتوصل إلى إجابة مناسبة.

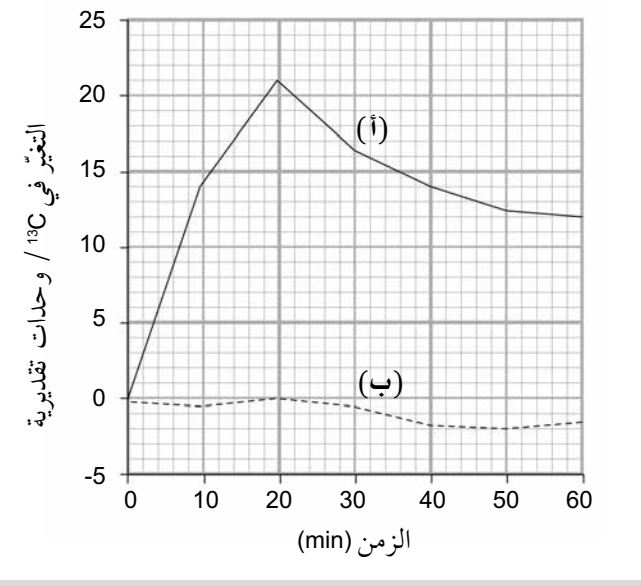
٢. للإنزيمات استخدامات كثيرة. ويمثّل هذا السؤال تطبيقًا طبيًا لمعرفتنا عن إنزيم تنتجه البكتيريا. تحدث قرحة المعدة بفعل بكتيريا تسمّى جرثومة المعدة *Helicobacter pylori*. وهذه البكتيريا تنتج اليوريز، الذي بدوره يحوّل اليوريا إلى أمونيا وغاز ثاني أكسيد الكربون.

يُستخدم اختبار تنفس اليوريا لتشخيص وجود البكتيريا المذكورة في المعدة. بحيث يبلع الشخص المراد فحصه قرصًا من اليوريا مكتوب عليه ^{13}C، والذي يؤشّر وجوده في أنفاسه إلى الإصابة بالبكتيريا هيليكوباكتر بايلوري.

أ. لماذا أشير إلى اليوريا بـ ^{13}C؟ وضّح إجابتك.

ب. **لخّص** كيف يخرج غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يتمّ إنتاجه في المعدة، مع الزفير أثناء التنفس.

ج. يبيّن الشكل أدناه نتائج اختبار تنفس اليوريا أُجري على شخصَين (أ)، (ب).



قارن نتائج الشخص (أ) والشخص (ب) في الشكل.

أفعال إجرائية

لخّص Outline: ضع الخطوط العريضة أو النقاط الرئيسية.

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

تابع

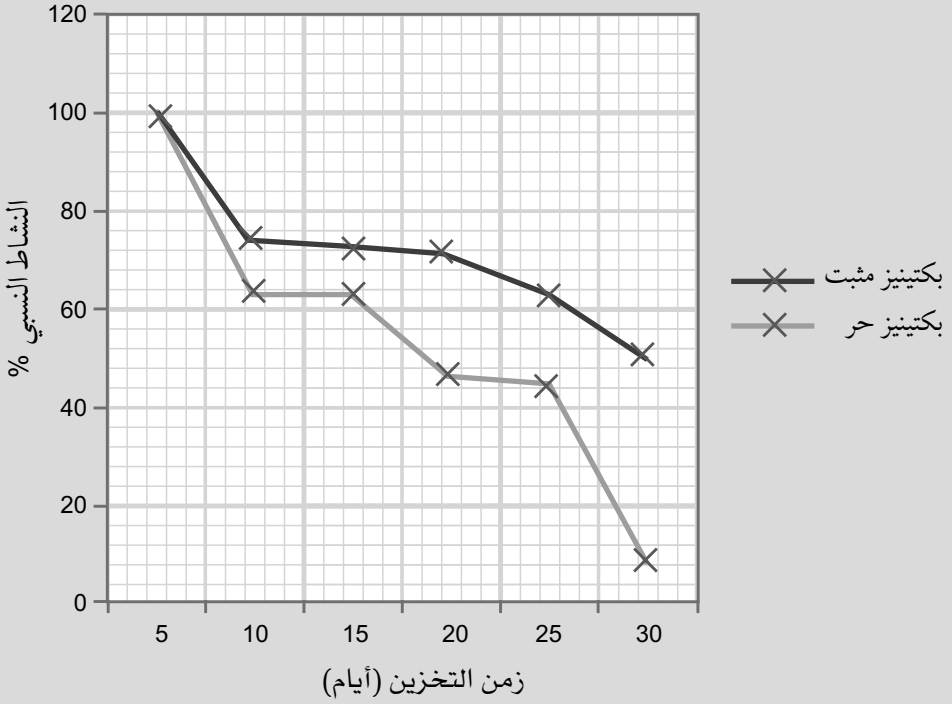
د. اقترح سبب اعتبار أن اختبار تنفس اليوريا طريقة جيدة لتشخيص وجود بكتيريا هيليكوباكتر بايلوري في المعدة.

٣. تستخدم الإنزيمات المثبتة على نطاق واسع في الصناعة. في هذا السؤال مطلوب منك تفسير البيانات المتعلقة بنشاط الإنزيمات الحرة والمثبتة، ثم استخدام معرفتك للإجابة عن الجزء الأخير من السؤال.

البكتينيز Pectinase هو إنزيم يفكك مادة البكتين، إحدى مكونات الأنسجة النباتية التي تساعد على تماسك جدران الخلايا المجاورة معًا. يستخدم البكتينيز في الصناعات الغذائية لزيادة كمية العصير المستخلص من الفاكهة وتنقيته.

يمكن تثبيت إنزيم البكتينيز المستخلص من فطر *الرشاشية السوداء* *Aspergillus niger* على دعامة من الألجينات.

أجريت تجربة لمقارنة تأثير وقت التخزين على استقرار (أو ثبات) البكتينيز الحر والبكتينيز المثبت. حيث تم تخزين البكتينيز عند درجة حرارة 4 °C لمدة 30 يومًا. تم سحب عينة كل 5 أيام لقياس نشاط الإنزيم وتسجيله كنسبة مئوية من نشاطه قبل التخزين. النتائج موضحة في الشكل أدناه.



أ. قارن بين تأثير تخزين عينة البكتينيز الحر والمثبت.

تابع

ب. اقترح متغيرين كان يجب توحيدهما (ضبطهما) عند مقارنة نشاط البكتينيز الحر والمثبت بعد التخزين.

ج. اشرح كيف تبين هذه النتائج أن استخدام البكتينيز المثبت يمكن أن يكون مفيدًا في صناعة عصير الفاكهة.

د. بالاعتماد على معرفتك في ما يخص الإنزيمات المثبتة اذكر ميزتَين أخريين لاستخدام البكتينيز المثبت بدلًا من البكتينيز الحر.

دورة الخلية والانقسام المتساوي
The Cell Cycle and Mitosis

أهداف التعلُّم

٤-١ يصف تركيب الكروموسوم مقتصرًا على:
- DNA
- بروتينات الهستون
- الكروماتيدات المتطابقة (الشقيقة)
- السنترومير
- التيلوميرات

٤-٢ يشرح أهميّة الانقسام المتساوي في إنتاج خلايا جديدة متماثلة جينيًّا خلال:
- نمو الكائنات الحيّة متعدّدة الخلايا
- استبدال الخلايا التالفة أو الميتة
- إصلاح الأنسجة عن طريق استبدال الخلايا
- التكاثر اللاجنسي

٤-٣ يلخّص دورة الخليّة، بما في ذلك:
- الطور البيني (النمو في طوري G_1 و G_2 وتضاعف DNA في الطور S)
- الانقسام المتساوي
- انقسام السيتوبلازم

٤-٤ يحدّد دور التيلوميرات في منع فقدان الجينات من نهايات الكروموسومات أثناء تضاعف DNA.

٤-٥ يحدّد دور الخلايا الجذعيّة في استبدال الخلايا وإصلاح الأنسجة عن طريق الانقسام المتساوي.

٤-٦ يشرح كيف يمكن أن يؤدّي الانقسام الخلوي غير المنضبط إلى تشكّل ورم.

٤-٧ يصف سلوك الكروموسومات في الخلايا النباتيّة والخلايا الحيوانيّة أثناء دورة الخلية والانقسام المتساوي وسلوك الغلاف النووي وغشاء سطح الخلية والخيوط المغزليّة المرتبط بالانقسام المتساوي (يتوقع تسمية الأطوار الرئيسية للانقسام المتساوي: الطور التمهيدي، الطور الاستوائي، الطورالانفصالي، الطور النهائي).

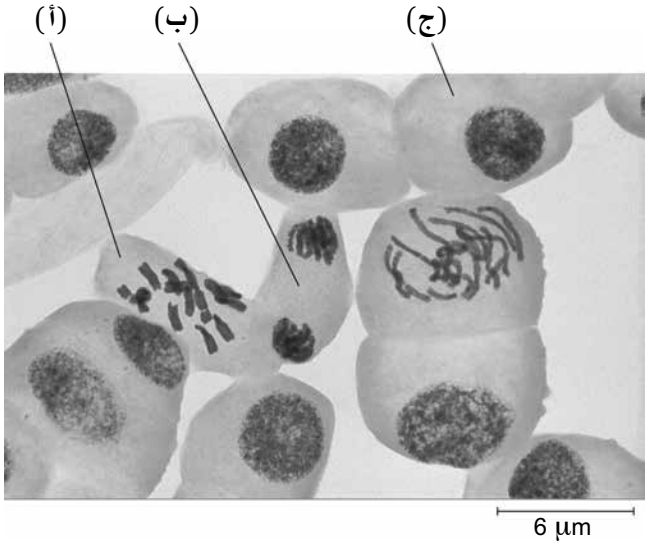
٤-٨ يفسّر الصور المجهريّة والرسوم والشرائح المجهريّة للخلايا في أطوار مختلفة من دورة الخليّة بما يتضمن الأطوار الرئيسية للانقسام المتساوي.

الأنشطة

نشاط ٤-١ تفسير صورة مجهرّية للانقسام المتساوي

يجب أن تكون قادرًا على تعرّف أطوار الانقسام المتساوي من الصور المجهريّة والشرائح المجهريّة. يحقّق لك هذا النشاط تدريبًا على حساب الأبعاد الفعليّة للعيّنة من مقدار تكبير الصورة. عد إلى الوحدة الأولى إذا كنت في حاجة إلى تذكّر طريقة الحساب.

يبيّن الشكل أدناه صورة مجهريّة لقمة جذر الفول *Vicia faba* المهروسة والمصبوغة.



الصورة ٤-١: صورة مجهرية ضوئية لقمة جذر مهروسة من نبات *Vicia faba*.

مهم

تذكّر أن عدد ثنائي المجموعة الكروموسومية في الخلية يجب أن يكون عددًا زوجيًّا.

١. احسب عدد الكروموسومات في الخليّة (أ)، واستخدم نتيجتك لتحدّد عدد الكروموسومات في خلية نبات *Vicia faba* ثنائية المجموعة الكروموسومية.

٢. اذكر الحرف الذي يشير إلى الخلية في:

أ. الطور البيني .....

ب. الطور التمهيدي .....

ج. الطور النهائي .....

٣. حدّد قياس أقصى عرض للخليّة (ج) في الصورة المجهريّة، مستخدمًا شريط القياس المعطى لتحسب العرض الفعلي لهذه الخليّة. وضّح خطوات عملك.

.....

.....

.....

نشاط ٤-٢ كيفية الإجابة عن أسئلة اختيار من متعدّد المرتبطة بدورة الخليّة

سيشجعك هذا النشاط على التفكير في كيفية تحديد الإجابة الصحيحة عن أسئلة الاختيار من متعدّد، مستعينًا بمثال على سؤال حول ما يحدث من تغيرات في الخليّة أثناء الطور الانفصالي من الانقسام المتساوي.

مثال: ماذا يحدث من تغيرات في الخليّة أثناء الطور الانفصالي من الانقسام المتساوي؟

أ. تصطف الكروموسومات على امتداد خط استواء الخلية.

ب. يتمّ سحب الكروموسومات باتجاه قطبَي الخليّة المتقابلَين.

ج. تسحب خيوط المغزل الكروماتيدات باتجاه قطبَي الخلية.

د. تبدأ أغشية النواة بإعادة التكوّن.

البديل (أ) ليس صحيحًا، لأن الكروموسومات كاملة (كل كروموسوم منها يتكوّن من كروماتيدين مرتبطَين معًا) هي التي تصطف على امتداد خط الاستواء. البديل (ب) ليس صحيحًا، لأن كل كروموسوم ينفصل إلى كروماتيدَين أثناء الطور الانفصالي، والكروماتيدات الفرديّة هي التي يتمّ سحبها باتجاه قطبَي الخليّة المتقابلَين. البديل (د) ليس صحيحًا، لأن أغشية النواة لا يُعاد تشكيلها إلّا في نهاية الطور النهائي.

الإجابة الصحيحة هي (ج). فعندما ورد هذا السؤال ضمن مجموعة أسئلة اختبار، اختار كثير من الطلبة البديل (ب) كإجابة صحيحة. ويعود ذلك على الأرجح إلى تسرّعهم في الإجابة، بحيث اختاروا أول إجابة بدت لهم صحيحة، من دون أن يقرأوا بقية البدائل.

قد تجد أن الطريقة الآتية يمكن أن تساعدك في الإجابة عن أسئلة الاختيار من متعدّد.

الخطوة ١ اقرأ السؤال بعناية شديدة (قبل قراءة البدائل) للتأكّد من أنك تفهم بدقّة المطلوب منه. ينتج كثير من الإجابات غير الصحيحة من القراءة السطحيّة السريعة للسؤال.

الخطوة ٢ اقرأ جميع البدائل بعناية، أو تفحص الرسوم التخطيطيّة بالتفصيل.

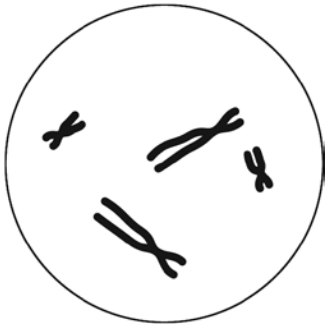
الخطوة ٣ قرّر ما إذا كان أيّ من هذه البدائل حتمًا غير صحيح.

الخطوة ٤ ركّز على قراءة البدائل المتبقيّة، متعاملًا بحرص مع كل منها. فكّر في الصياغة الدقيقة لكل بديل (كروموسومات أو كروماتيدات) – أو في ما يظهر في الرسوم التخطيطيّة، إذا كانت البدائل منها تحديدًا – ثم قرّر الاختيار.

الخطوة ٥ لا تترك سؤال اختيار من متعدّد من دون إجابة؛ وإذا لم تحسم قرار الاختيار بين بديلَين، فاكتب أحدهما.

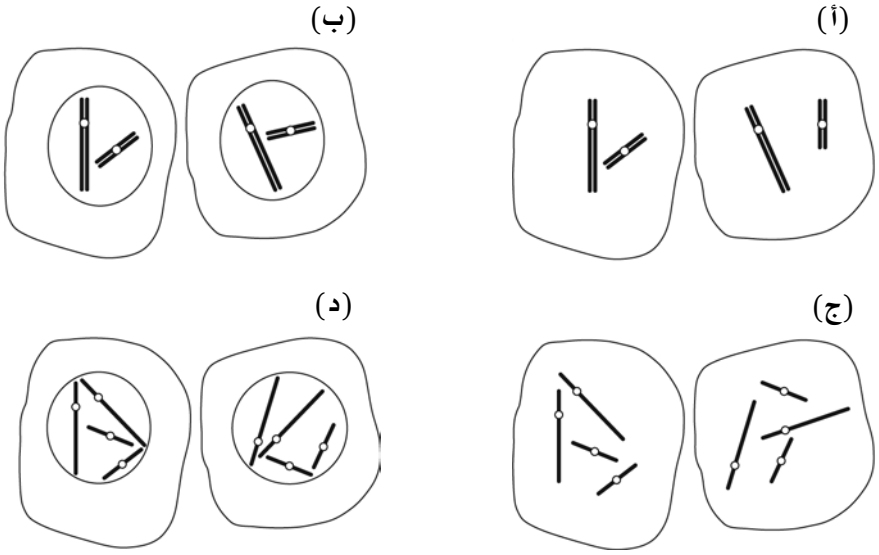
طبّق الآن مضمون الخطوات السابقة على سؤال الاختيار من متعدّد الآتي:

١. يبيّن الشكل ٤–١ الكروموسومات في خليّة خلال الطور التمهيدي من الانقسام المتساوي.



الشكل ٤–١: الكروموسومات أثناء الطور التمهيدي.

انظر إلى الشكل أدناه الذي يوضح بدائل الاختيار من متعدّد. ما الرسم التخطيطي الصحيح الذي يبيّن الخلايا التي يمكن أن تنتج بعد انقسام السيتوبلازم؟



الشكل ٤-٢: بدائل الاختيار من متعدّد.

مهم

عندما تحدّد الإجابة الصحيحة، اسأل نفسك: ما الفرق بين الرسوم التخطيطيّة؟
يبيّن بعضها أغشية النواة، ولا يبيّنها بعضها الآخر: أيّها صحيح؟
يبيّن بعضها كروموسومات مكوّنة من كروماتيدَين، ويبيّن بعضها الآخر كروماتيدات منفصلة: أيّها صحيح؟

.....

٢. يمكن أن تكون كتابتك لأسئلة اختيار من متعدّد طريقة فاعلة تساعدك على التفكير بوضوح في الإجابات المحتملة.
في ما يأتي مجموعتان من البدائل لأسئلة اختيار من متعدّد. حدّد الإجابة الصحيحة، ثم اكتب سؤالك متوجّهًا به إلى زميلك لتطبيق الاختبار عليه.

مجموعة البدائل الأولى

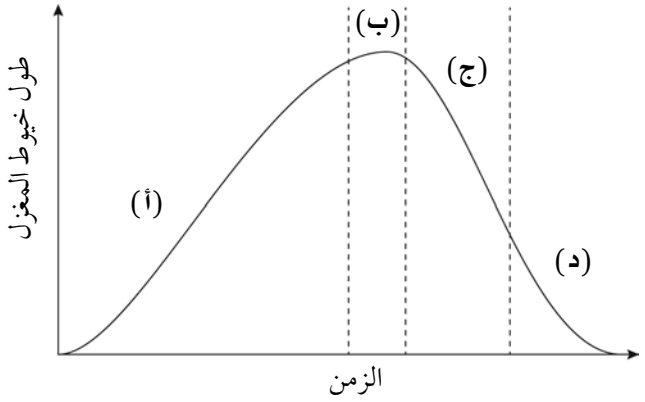
أ. سنتريول

ب. سنترومير

ج. كروماتيد

د. كروموسوم

مجموعة البدائل الثانية



الشكل ٤-٣: مجموعة البدائل الثانية.

نشاط ٤-٣ العد وحساب مجموع الأعداد واختبار الفرضيّة

مصطلحات علمية

العدّ وحساب مجموع الأعداد Tally count: تسجيل للأرقام عن طريق رسم خط عمودي لكل عنصر يتمّ عدّه، وخط قطري (مائل) لكل عنصر خامس يقطع الخطوط الأربعة.

العدّ المتواصل وحساب مجموع الأعداد Tally counts طريقة جيدة لعدّ عدد كبير من العناصر وحساب مجموعها. عليك بهذه الطريقة رسم خط عمودي يرمز إلى كل عنصر تعدّه، وخط قطري (مائل) يقطع كل مجموعة من أربعة خطوط عمودية، ويرمز إلى العنصر الخامس. يمكنك لاحقًا تحويل مجموعات الخطوط إلى أرقام. قبل أن تجيب عن السؤال (١- ب)، تأكّد من أنك تعرف أي طور من دورة الخليّة يُعدّ جزءًا من الانقسام المتساوي، وأيّها لا يمكن أن يكون جزءًا منه.

١. صبغت إحدى الطالبات مهروس قمة جذر الفول *Vicia faba* متّبعة الخطوات الآتية:

- قطعت قمة جذر الفول ووضعتها في صبغة حمض الأورسين الخلي *Acetic orcein* الموضوعة في زجاجة ساعة، وهي صبغة تلوّن DNA باللون الأحمر.
- سخنت زجاجة الساعة برفق لمدّة خمس دقائق لينفذ الحمض إلى خلايا قمة الجذر، ويفصل بعضها عن بعض.
- وضعت قمة الجذر المصبوغة على شريحة مجهريّة نظيفة، وقطعتها من المنتصف للتخلّص من الجزء الأقرب إلى القمة (لا يحتوي هذا الجزء على خلايا منقسمة).

- أضافت قطرتَين من حمض الأورسين الخلي إلى قمة الجذر المتبقيّة، وشقتها برفق، ثم بسطت نسيج الجذر باستخدام إبرة مثبتة.
- غطّت قمة الجذر بغطاء شريحة، ولفّت قطعة من ورق الترشيح حولها، ثم ضغطت عليها برفق شديد باستخدام الطرف غير الحاد للقلم الرصاص، إلى أن انبسط النسيج على شكل طبقة رقيقة جدًّا.
- أخيرًا، وبغية تكثيف الصبغة، وضعت شريحة مهروس قمة الجذر الذي أعدّته فوق لهب بنزن، محرّكة إيّاها بسرعة ولدقائق قليلة، حيث كانت تحمل الشريحة بيدها أثناء التسخين معتمدة على أصابعها للتأكّد من عدم ارتفاع درجة حرارتها كثيرًا.
- شاهدت ما أعدته بالمجهر الضوئي، وعدّت الخلايا التي تمرّ في كل طور من دورة الخليّة في مواقع مختلفة من مجال الرؤية. ثم سجّلت نتائجها في سجلّ مجموعات الأعداد Tally chart في الجدول أدناه.

دورة الخليّة	مقدار العدّ
الطور البيني	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸
الطور التمهيدي	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸
الطور الاستوائي	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸
الطور الانفصالي	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸
الطور النهائي	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸
انقسام السيتوبلازم	𝍸 𝍸 𝍸

الجدول ٤-١: جدول مجموعات الأعداد.

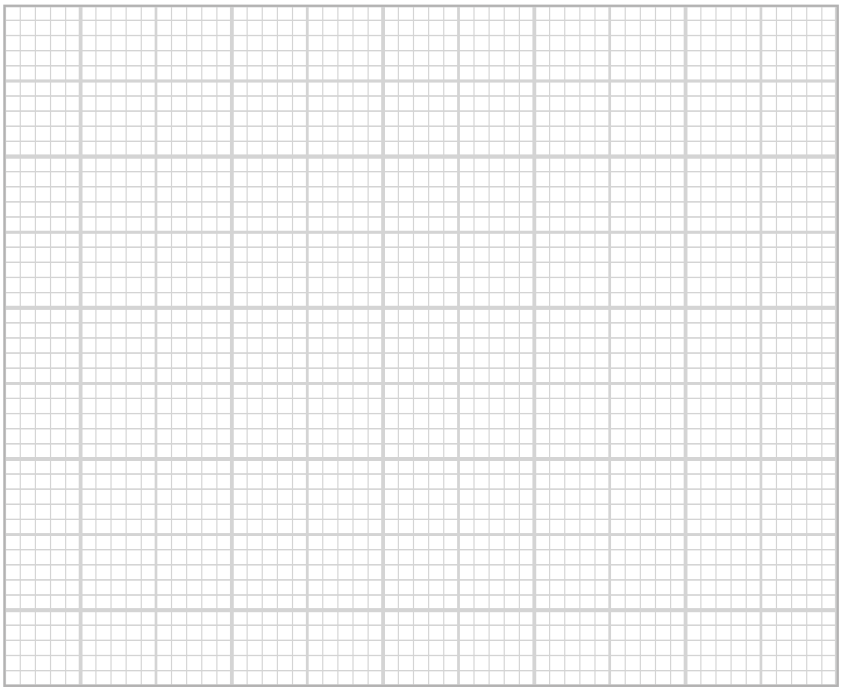
أ. ما عدد الخلايا الإجمالي التي عدّتها الطالبة؟

.....

ب. احسب النسبة المئويّة للخلايا التي كانت خلال طور الانقسام المتساوي.

.....

ج. مثّل نتائج الطالبة **تمثيلًا بيانيًّا بالأعمدة**.



مصطلحات علمية

تمثيل بياني بالأعمدة
Bar chart: نوع من التمثيل البياني يكون فيه متغيّر المحور السيني متقطّعًا، لا تتلامس فيه الأعمدة.

د. أرادت الطالبة اختبار هذه الفرضيّة:

تتّبع دورة الخليّة في نبات *Vicia faba* إيقاعا نهاريًّا (يوميًّا) حيث إنه من المرجّح أن يحدث فيه الانقسام المتساوي في بعض الأوقات من اليوم أكثر من أوقات أخرى.

مهم

تذكّر أن الأعمدة يجب ألّا تتلامس في التمثيل البياني، لذلك ارسم كل عمود بدقة تامة باستخدام المسطرة والقلم الرصاص الحاد المتوسط الصلابة، ولا تظلل الأعمدة.

قدّم مخطّطًا موجزًا توضح فيه كيف يمكن للطالبة اختبار هذه الفرضيّة. يجب أن تشير في المخطط إلى:

- المتغيّر المستقل: ما هو؟ وكيف يمكن للطالبة تغييره؟ وما القيم التي يجب أن تستخدمها؟
- المتغيّر التابع: ما هو؟ وكيف يمكن للطالبة قياسه؟
- المتغيّرات التي يجب الحفاظ على ثباتها، وكيفية حصولها.
- تضمين التكرارات.
- كيفية تسجيل النتائج ومعالجتها وعرضها.
- كيفية استخدام النتائج لاستخلاص استنتاج.

نشاط ٤-٤ العوامل المؤثرة على طول التيلومير

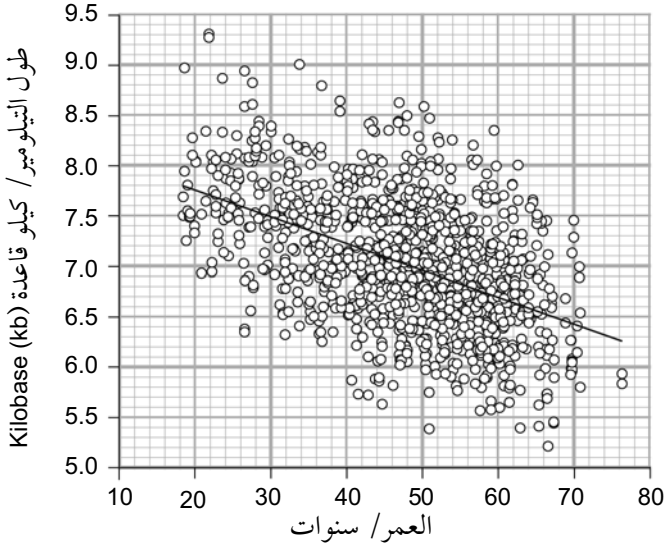
يصعب جدًّا استقصاء كيفيّة تأثير عامل من عوامل نمط الحياة على الإنسان، لأنه لا يمكن عادة إجراء تجارب يمكن التحكّم بها. لذا، يقيس الباحثون متغيّرات معيّنة في فئة كبيرة من الناس، ويبحثون في الارتباطات في ما بينهم. وهذا يعني أنه نادرًا ما يمكن إثبات دور متغيّر معيّن في التسبّب بحدوث تغيير في متغيّر آخر. ستتدرّب في هذا النشاط على وصف تمثيل بياني وتفسيره، وتناقش أيضًا قوة الأدلة لدعم استنتاج توصل إليه الباحثون.

الكروموسوم جزيء طويل جدًّا من DNA، وتتكوّن جزيئات DNA من نيوكليوتيدات مرتبطة معًا في سلاسل طويلة. يحتوي كل نيوكليوتيد على قاعدة واحدة من أربعة أنواع من القواعد: A، C، T، G.

التيلوميرات بمثابة أغطية واقية تتكوّن من تسلسلات قصيرة من DNA ومتكررة في نهايات الكروموسومات. والتيلوميرات تقصر كلّما تضاعفت الكروموسومات قبل انقسام الخليّة؛ وتستمرّ في ذلك إلى درجة تصبح فيها الخلايا غير قادرة على الانقسام. ويعتقد أن فقدان التيلوميرات يُسهم إلى حدّ كبير في ظهور آثار الشيخوخة، بحيث لا تكون الأنسجة قادرة على إصلاح نفسها وتجديدها بشكل فاعل.

١. أُجريت دراسة لمعرفة تأثير العمر والبدانة والتدخين على طول التيلوميرات عند الإنسان.

يبيّن الشكل ٤-٤ نتائج الدراسة التي قاست متوسّط طول التيلوميرات في خلايا 1122 امرأة بين عمر 18 و76 سنة. جرى قياس طول التيلوميرات بالكيلو قاعدة kilobase (kb). (يسمّى الخط الذي رسم بعد إجراء الحساب خط الانحدار، وهو يستخدم نقاط البيانات الفرديّة للتنبؤ بالعلاقة الكليّة بين متغيّرَين).



الشكل ٤-٤: نتائج دراسة على العمر وطول التيلومير.

أ. صف النمط المبيّن في التمثيل البياني.

.....

.....

.....

ب. فسّر أسباب النمط الذي وصفته في الجزء (أ).

.....

.....

.....

مهم

عندما يُطلب إليك وصف نمط على تمثيل بياني مبعثر، فكر في النقاط التالية:

- هل هناك اتجاه عام ظاهر؟
- ما هي قوة هذا الاتجاه؟ هل جميع نقاط التمثيل البياني موجودة في خط مستقيم واحد أم أنها موزّعة؟
- هل اقتبست أية بيانات؟
- هل يمكنك إجراء أية حسابات باستخدام البيانات يمكن أن تساعدك في إظهار الاتجاه وتوضيحه؟

مهم

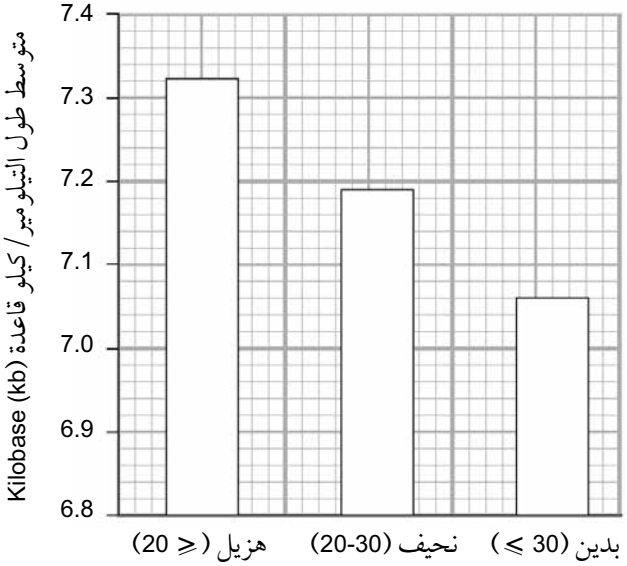
تذكر عند الإجابة عن الجزء (أ):

- عندما يطلب إليك أن «تصف»، يجب ألّا تحاول أبدًا ذكر أيّة أسباب أو تفسيرات، بل عليك فقط تحويل ما تستطيع مشاهدته في التمثيل البياني إلى كلمات.
- ابدأ بوصف الاتّجاه العام: ماذا يحدث للمتغيّر على المحور (ص) عند زيادة المتغيّر على المحور (س)؟
- علّق على مدى قوة هذا الاتجاه: يجب أن تعلّق في هذه الحالة على التنوّع الواسع حول الخط الذي رسم.
- اقتبس الأرقام (ضمّن أرقامًا مهمّة)، على سبيل المثال: نطاق أطوال التيلومير في عمر معيّن، أو طول التيلومير المشار إليه بالخط في عمر 18 و 76 سنة.
- استخدم الأرقام لإجراء حساب يؤمّن معلومات عن التغيّرات مع تقدّم العمر، على سبيل المثال: متوسّط التغيّر في طول التيلومير مع تقدّم الإنسان في العمر 10 سنوات.
- احرص على أن تذكر الوحدات لجميع الأرقام التي ضمّنتها.

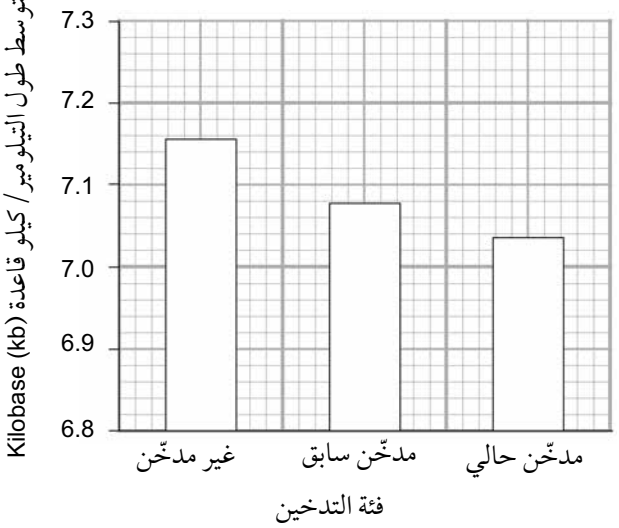
٢. يبيّن الشكل (أ) العلاقة بين مؤشّر كتلة الجسم BMI ومتوسط طول التيلومير. وهذا المؤشّر مقياس لكتلة الجسم بالنسبة إلى الطول. فبالرغم من أن مؤشر كتلة الجسم يختلف باختلاف شكل الجسم والعمر وعوامل أخرى، بشكل عام، إلّا أن وزن الشخص الذي يتصف بمؤشّر كتلة جسم بين $20\ kgm^{-2}$ إلى $25.0\ kgm^{-2}$ يُعدّ طبيعيًّا، في حين يدلّ مؤشّر أعلى أو أدنى من هذا النطاق على وزن زائد أو وزن ناقص.

يبيّن الشكل (ب) العلاقة بين التدخين ومتوسّط طول التيلومير.

(أ)



(ب)



اقترح الباحثون أن نتائجهم تبيّن أن البدانة والتدخين يسرّعان الشيخوخة. ناقش المدى الذي تدعم فيه البيانات في الشكلَين (أ) و (ب) هذه الفكرة.

مهم

تذكر:

- عندما يطلب إليك أن «تناقش»، يجب أن تحاول توضيح النقاط المؤيّدة والمعارضة. وهنا، عليك ذكر الدليل الذي يدعم اقتراح الباحثين، إضافة إلى ذكر أوجه القصور (العيوب) في هذا الدليل.
- ستحتاج عند الإجابة عن هذا السؤال إلى استخلاص المعلومات من الشكلَين (أ) و (ب)، وكذلك استخدام بعض المعلومات الواردة في الفقرة عن التيلومير والشيخوخة في بداية السؤال.
- دوّن الملاحظات التي تريد توضيحها، كمثل تكوين عمودَين: الأول «يدعم الاقتراح»، والثاني «لا يدعم الاقتراح / يحتاج إلى مزيد من الأدلة»، ثم رتّب أفكارك بتسلسل منطقي قبل أن تبدأ بكتابة الإجابة.

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٤-١ إعداد مهروس قمة الجذر

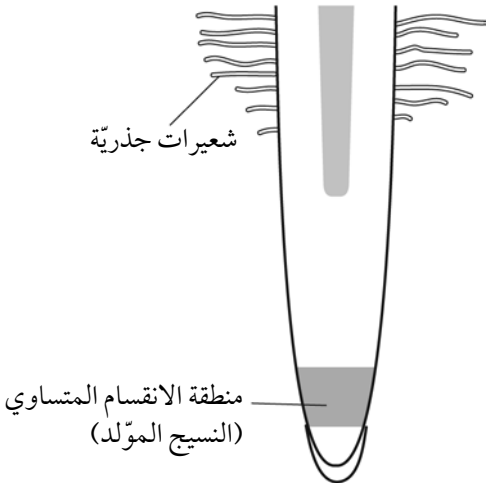
مقدمة

يحدث الانقسام المتساوي في النبات في أجزاء محدّدة منه فقط، تسمّى **الأنسجة المولّدة**. يوجد نسيج مولّد خلف قمة الجذر مباشرة.

مصطلحات علمية

النسيج المولّد Meristem: نوع من الأنسجة الموجودة في أجزاء محدّدة في النبات حيث تنقسم خلاياه بنشاط.

صبغ Stain: مادة ملوّنة تُستخدم لتلوين أجزاء محددة من الخلايا.



الشكل ٤-١: رسم تخطيطي لقمة الجذر.

ستستخدم في هذا الاستقصاء جذورًا فتية نشطة النمو لكي تصبغها باستخدام **صِبغ** مناسب، وتشاهد الكروموسومات داخل الخليّة في أطوار مختلفة من دورة انقسام الخليّة. إجراء الاستقصاء ليس صعبًا، لكن يصعب ضمان نجاحه. وإذا لم تتمكّن من مشاهدة خلايا في حالة انقسام من محاولتك الأولى، فاستفد من الجدول ٤-١ الوارد في الصفحة ١٢٩ للمساعدة.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

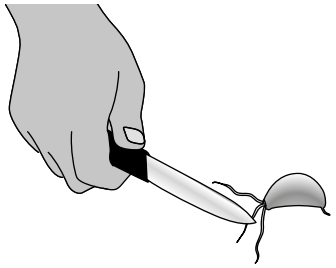
- بادرة صغيرة (مثل بادرة فول) أو فص ثوم مع جذوره، أو ما يزودك به معلّمك
- شريحة مجهريّة نظيفة مع غطاء شريحة
- سكين حادة، أو مشرط، أو شفرة حلاقة آمنة
- أداة لتسخين الشريحة (موقد بنزن، أو موقد كحولي، أو سخّان كهربائي)
- إبرة مثبتة
- ورق ترشيح
- قنينة صغيرة من حمض هيدروكلوريك 1mol /L، مع قطّارة
- قنينة صغيرة من صبغة حمض الأورسين، مع قطّارة
- زجاجة ساعة أو وعاء زجاجي صغير
- بلاطة بيضاء
- ماء مقطّر

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- تجنّب سقوط حمض هيدروكلوريك أو صبغة حمض الأورسين على ملابسك أو جلدك؛ وإن حدث ذلك فاغسله فورًا بكميّة وافرة من الماء البارد.
- ارتدِ نظارات واقية أثناء إجراء هذا الاستقصاء.
- توخَّ الحذر عند تسخين زجاجة الساعة على اللهب، أو على السخان الكهربائي.

الطريقة

١. ضع البادرة أو فص الثوم على البلاطة البيضاء، واقطع الجذر على مسافة 1 cm من أسفل القمة (الشكل ٤-٢).



الشكل ٤-٢: طريقة قطع جزء من قمة الجذر.

٢. استخدم قطّارة ماصّة لوضع 20 قطرة تقريبًا من صبغة حمض الأورسين، وقطرتَين من حمض هيدروكلوريك في زجاجة الساعة. تحتاج إلى كمية كافية من الصبغة لتغطي قمة الجذر، فإذا لم تكن هذه المقادير كافية، فأضف المزيد من الصبغة مع الحفاظ على النسبة بين الصبغة والحمض بحدود 10: 1.
انقل قمة الجذر إلى الصبغة، وتأكّد من أنها مغطاة بالكامل.

٣. سخّن قمة الجذر وهي في الصبغة على نار خفيفة جدًّا. عملية التسخين عملية معقّدة، فإذا لم تسخن بدرجة كافية، فلن تدخل الصبغة إلى الخلايا وتصبغ الكروموسومات، وإذا سخنت أكثر من اللازم، فستُصاب الخلايا والكروموسومات بتلف كبير بحيث لن تكون قادرًا على مشاهدتها عندما تفحص الشريحة بالمجهر.
جرّب إحدى هاتَين الطريقتَين:

- امسك زجاجة الساعة بأصابعك، محرّكًا إياها، من اليمين إلى اليسار، فوق لهب بنزن خفيف. سيساعدك الإمساك بها في تحسّس حرارتها تجنّبًا لارتفاعها كثيرًا.
- ضع زجاجة الساعة على السخّان الكهربائي، واتركها لمدة 5 دقائق، مراقبًا إيّاها بحرص لتتأكّد من عدم وجود دلائل على ارتفاع درجة حرارتها كثيرًا.

٤. أزل قمة الجذر المصبوغة من زجاجة الساعة، وضعها على شريحة مجهريّة، مضيفًا إليها قطرتَين من الصبغة.

٥. مزّق قمة الجذر طوليًّا باستخدام إبرة التثبيت، بهدف فصل الخلايا جزئيًّا بعضها عن بعض مع إبقائها في مواقعها النسبية نفسها.

٦. غطِّ العيّنة بغطاء شريحة، مع محاولة تجنّب تكوّن فقاعات هواء؛ وإذا لم يكن هناك ما يكفي من السائل بين الشريحة وغطائها، يمكن إضافة المزيد من الصبغة.

٧. لُفّ قطعة من ورق الترشيح حول الشريحة وغطائها لتكون مثل بِطانة (مسهلة للحركة)، ثم استخدم الطرف غير الحاد من القلم للنقر بلطف، وبشكل متكرّر، على ورق الترشيح، لهرس قمة الجذر تدريجيًّا. يمكنك رفع ورقة الترشيح من وقت إلى آخر للتحقّق من مدى درجة الهرس. كن صبورًا، لأنه من الأفضل لك المحافظة على غطاء الشريحة سليمًا ولو احتجت إلى وقت طويل، وإلّا فستضطر إلى إعادة التجربة من جديد.

٨. سخّن الشريحة بلطف، كما في الخطوة ٣، لكن لمدّة قصيرة جدًّا (مثلًا بتمريرها 10 ثواني تقريبًا على السخّان الكهربائي، أو لمرّات قليلة فوق اللهب).

مهم

الخلايا المطلوب البحث عنها هنا هي مربعة الشكل.

٩. افحص الشريحة مجهريًّا باستخدام العدسة الشيئيّة الصغرى، وابحث عن الجزء من قمة الجذر المهروسة الذي يمكن أن توجد فيه خلايا في حالة انقسام. ثم انتقل إلى العدسة الشيئيّة الكبرى، لتتحقّق من إمكانية مشاهدة الكروموسومات. إذا لم تتمكن من مشاهدة الكروموسومات، فحدّد في الجدول الآتي السبب المحتمل، وتصرّف وفقًا للتوجيهات.

المشكلة	السبب المحتمل	توجيهات للمحاولة
لا يمكنك مشاهدة أيّة خليّة.	• ربما تكون قد أتلفت قمة الجذر؛ على سبيل المثال: قد تكون تركتها لمدّة طويلة في حمض الهيدروكلوريك، أو هرستها كثيرًا بحيث دفعت الخلايا من تحت غطاء الشريحة إلى الخارج.	• ابدأ مرة أخرى، وتعامل مع قمة الجذر برفق أكثر مما سبق، وقلل من وقت بقائها في المزيج الحمضي.
يوجد فقاعات هواء كثيرة في الشريحة، بحيث تصعب مشاهدة الخلايا.	• لم تحرّر فقاعات الهواء عندما وضعت غطاء الشريحة.	• ارفع الشريحة من على منضدة المجهر. • استخدم قطّارة ماصّة لتضيف برفق كميّة قليلة من الصبغة عند إحدى حافتَي غطاء الشريحة، واتركها لتتساب تحتها. • نظّف الشريحة قبل إعادتها إلى منضدة المجهر.
الخلايا متراكمة فوق بعضها، لذا لا تشاهد بوضوح.	• لم تهرس قمة الجذر بشكل كاف.	• ارفع الشريحة من على منضدة المجهر. • أضف المزيد من السائل إن لزم، ثم لفّ الشريحة بورقة ترشيح، ناقرًا عليها أكثر من ذي قبل ولمدّة أطول ممّا سبق.
يمكن مشاهدة الخلايا، لكن لا يشاهد أي كروموسوم.	• ربما لا تكون خلايا الجذر في حالة انقسام، لذا لا تكون الكروموسومات في حالتها المتكثفة.	• اسأل ما إذا كان أيّ من زملائك قد شاهد الخلايا. • إذا وجد من استطاع ذلك، فجرّب قمة جذر أخرى. • إن لم يستطع أحد ذلك، فحاول مرة أخرى في وقت لاحق (يحدث الانقسام المتساوي في بعض النباتات في أوقات معينة من اليوم).
	• ربما لا تكون الكروموسومات قد صبغت بما يكفي لتشاهد.	• ارفع الشريحة من على منضدة المجهر • ارفع غطاء الشريحة. • أضف المزيد من الصبغة واتركها لدقيقتَين إضافيتَين. • أعد غطاء الشريحة وافحص الشريحة مرّة أخرى بالمجهر. • إن لم تنجح التجربة، فأعد المحاولة، واترك العيّنة في الصبغة مدّة أطول.
	• قد تكون الشريحة صبغت بشكل زائد.	• أعد المحاولة مرة أخرى باستخدام محلول صبغة مخفّف أكثر.

الجدول ٤-١: دليل إصلاح الأخطاء.

النتائج

حاول تحديد الخلايا في كل من الأطوار: التمهيدي، الاستوائي، الانفصالي، والنهائي. غالبًا ما يسهل تمييز الطور الانفصالي، حيث تبدو الكروموسومات فيه شبيهة بأرجل العنكبوت المتشابكة، وعندما تحدّد خليّة في الطور الانفصالي، فستجد أنه يسهل تحديد خلايا تمر بالأطوار الأخرى.

ارسم رسمًا تخطيطيًّا لخليّة واحدة في كل طور حدّدته، واكتب عليه التسميات.

ملاحظة: إذا لم تتمكّن من تحديد هذه الأطوار من شريحتك، فارجع إليها عندما تجري الاستقصاء ٤-٢، ثم ارسم الأطوار من الشريحة الجاهزة.

استقصاء عملي ٤-٢ استقصاء الانقسام المتساوي باستخدام شرائح جاهزة

مقدمة

قد تكون محظوظًا في الاستقصاء ٤-١، ونجحت في تحضير شريحة ممتازة، يشاهد فيها عدة خلايا تنقسم. ومع ذلك، تكون النتيجة غير مرضية. لذا، ستستخدم في هذا الاستقصاء شريحة جاهزة لمشاهدة الأطوار المختلفة في دورة انقسام الخليّة وتحليلها.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- مجهر
- شريحة جاهزة مصبوغة من قمة جذر لإظهار خلايا تقوم بالانقسام

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- لا يترتب على إجراء هذا الاستقصاء أيّة مخاطر تتعلق بالسلامة.

الطريقة

مهم

تأكّد من تحريك الشريحة بما يكفي في كل مرّة، بحيث لا تعدّ الخلايا نفسها مرّة أخرى. ولذلك يتطلّب منك تنظيم العمل.

١. افحص شريحة قمة الجذر الجاهزة بالمجهر، محرّكًا إيّاها بحيث يمكنك مشاهدة الخلايا التي تكون فيها الكروموسومات مرئية.

٢. اختر العدسة الشيئيّة التي تتيح لك رؤية خلايا كثيرة في مجال رؤية واحدة، لتشاهد أطوار الانقسام في الخلايا.

٣. حدّد مجال رؤية التي تريد ملاحظتها، واحسب عدد الخلايا التي تمرّ في كل طور، وسجّل الأعداد بطريقة Tally الواردة في الجدول ٤-٢.

٤. كرّر مع مجالات رؤية مختلفة، لتتمكّن من إحصاء حتى 50 خليّة على الأقل. وكلّما ازداد العدد ازدادت دقة نتائجك.

٥. احسب عدد مجموعات الأعداد Tally counts في كل طور، مكمّلًا الجدول الآتي.

الأطوار

الأطوار	البيني	التمهيدي	الاستوائي	الانفصالي	النهائي
مجموعات الأعداد					
العدد					

الجدول ٤-٢: جدول مجموعات الأعداد.

التحليل والاستنتاج والتقويم

١. أي الأطوار في الجدول تعدّ أطوار الانقسام المتساوي؟

.....

٢. احسب مؤشّر الانقسام المتساوي للجذر:
مؤشّر الانقسام المتساوي = نسبة عدد الخلايا في أطوار الانقسام المتساوي إلى عدد الخلايا في الطور البيني.

.....

.....

.....

.....

٣. استخدم النتائج في جدول مجموعات الأعداد لحساب النسبة المئويّة للخلايا، في كل طور من دورة الخليّة، موضّحًا خطوات عملك.

٤. تكون الأعداد النسبيّة للخلايا، في كل طور من دورة الخلية، مؤشّرًا جيّدًا على الزمن النسبي الذي يستغرقه كل طور. على سبيل المثال: إذا شوهد الطور الاستوائي في 80% تقريبًا من الخلايا، فهذا يدل على أن الطور المذكور يستغرق 80% تقريبًا من الزمن لكل دورة خليّة.

افترض أن دورة الخليّة الكليّة في هذا النبات تستغرق 9 ساعات.
استخدم إجابتك عن السؤال (٣) لتقدير الزمن الذي تستغرقه الخليّة في كل طور من دورة الخليّة، موضّحًا خطوات عملك.

.....

.....

.....

.....

٥. قدّم إجابتك عن السؤال (٤) على شكل تمثيل بياني دائري.

٦. قارن الأوقات المستغرقة التي حسبتها بتلك التي حصل عليها زملاؤك في الصف، مقترحًا أسباب الاختلافات في النتيجة.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٧. اقترح واشرح كيف يمكنك تحسين طريقتك لزيادة ثقتك بنتائجك وباستنتاجاتك.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

أسئلة نهاية الوحدة

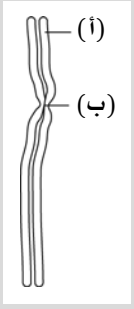
١. يختبر هذا السؤال فهمك لتركيب الكروموسوم، بحيث يتطلّب كل جزء فيه إجابة قصيرة فقط.

أ. الكروموسوم تركيب مكوّن من جزيء طويل من DNA مرتبط ببروتينات. لا يمكن مشاهدة الكروموسوم بالمجهر الضوئي عندما لا تكون الخليّة في حالة انقسام.

١- اذكر اسم البروتينات التي ترتبط في DNA لتكوين الكروموسوم.

٢- **اشرح** سبب عدم إمكانيّة مشاهدة الكروموسوم بالمجهر الضوئي عندما لا تكون الخليّة في حالة انقسام.

ب. يبيّن الرسم المقابل تركيب الكروموسوم قبل أن تبدأ الخليّة مباشرة بالانقسام المتساوي.



١- اكتب اسمَي جزأَي الكروموسوم المسمَّيَين (أ) و (ب).

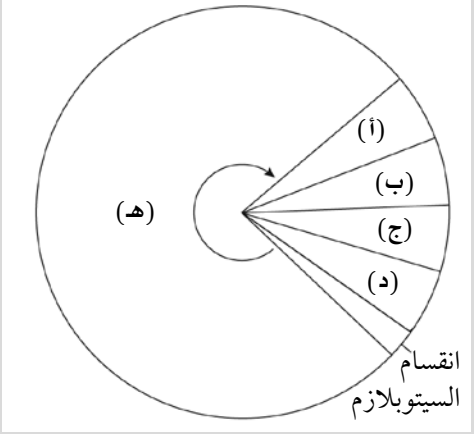
٢- حدد على الشكل الجزء من الكروموسوم حيث توجد التيلوميرات.

٣- **لخّص** وظيفة التيلوميرات.

٢. يختبر هذا السؤال معرفتك بوظائف الانقسام المتساوي، وقدرتك على تفسير الرسوم التخطيطيّة للخلايا في أطوار مختلفة من دورة الخليّة.

أ. أوجز وظائف الانقسام المتساوي في الكائن الحي متعدّد الخلايا، مثل الإنسان.

ب. يمثّل التمثيل البياني الدائري أدناه دورة الخليّة، وتبيّن الرسوم التخطيطيّة في الشكل في الصفحة الآتية خلايا في أطوار مختلفة من دورة الخليّة.

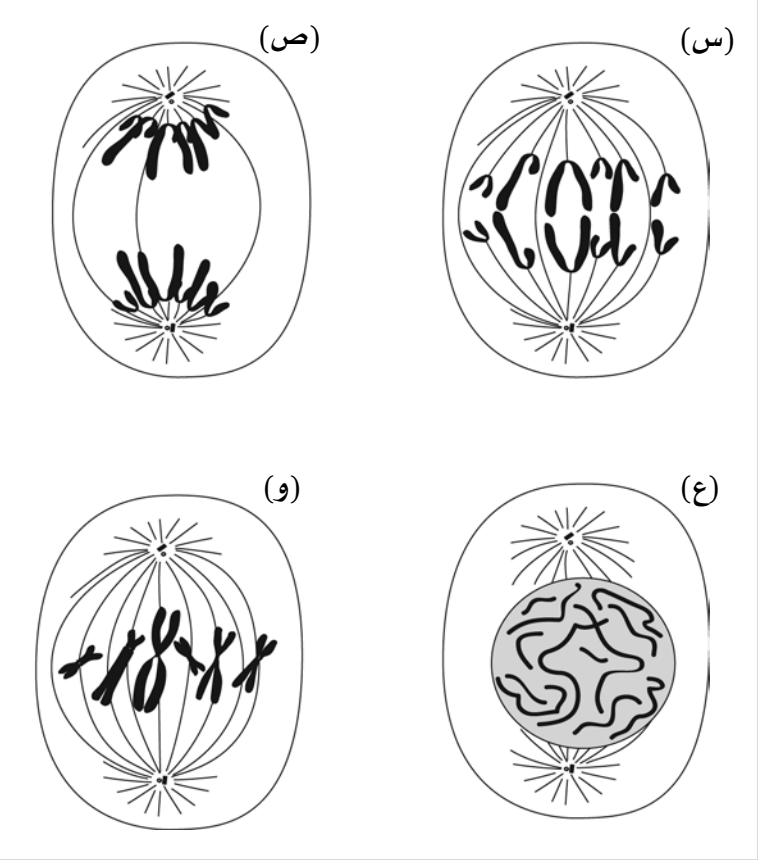


أفعال إجرائية

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

لخّص Outline: ضع الخطوط العريضة أو النقاط الرئيسية.

تابع



أكمل الجدول الآتي لتحدّد طور دورة الخلية في كل رسم تخطيطي.

الرسم التخطيطي	رمز طور دورة الخليّة

تابع

ج. أثناء دورة الخلية الطبيعية، لا يمكن للخلايا الاستمرار في الانقسام إذا لم تكن خيوط المغزل مرتبطة بشكل صحيح بالسنترومير. وتشارك عدة بروتينات، تسمى نقاط تفتيش خيوط المغزل، في عمليّة التحكم هذه؛ أمّا في خلايا النسيج السرطاني، فربّما لا تعمل بروتينات تفتيش خيوط المغزل بشكل صحيح.

اقترح كيف يمكن تفسير أن العديد من خلايا النسيج السرطاني تحتوي على عدد أكثر أو أقل من الكروموسومات مقارنة بالخلايا الطبيعيّة.

٣. ستختبر في هذا السؤال قدرتك على "وصف" تمثيل بياني، و"مقارنة" مجموعتَين من البيانات، وستعمل على تطبيق معرفتك عن الخلايا الجذعيّة والتيلوميرات ضمن محتوى مختلف.

يتكوّن قلب الإنسان من نسيج عضلي قلبي، يحتوي على نسبة ضئيلة من الخلايا الجذعيّة. ويُعتقد أن هذه الخلايا الجذعيّة قادرة على تكوين خلايا جديدة لتحل محل خلايا نسيج عضلة القلب التالفة.

أ. اشرح المقصود بمصطلح خليّة جذعيّة.

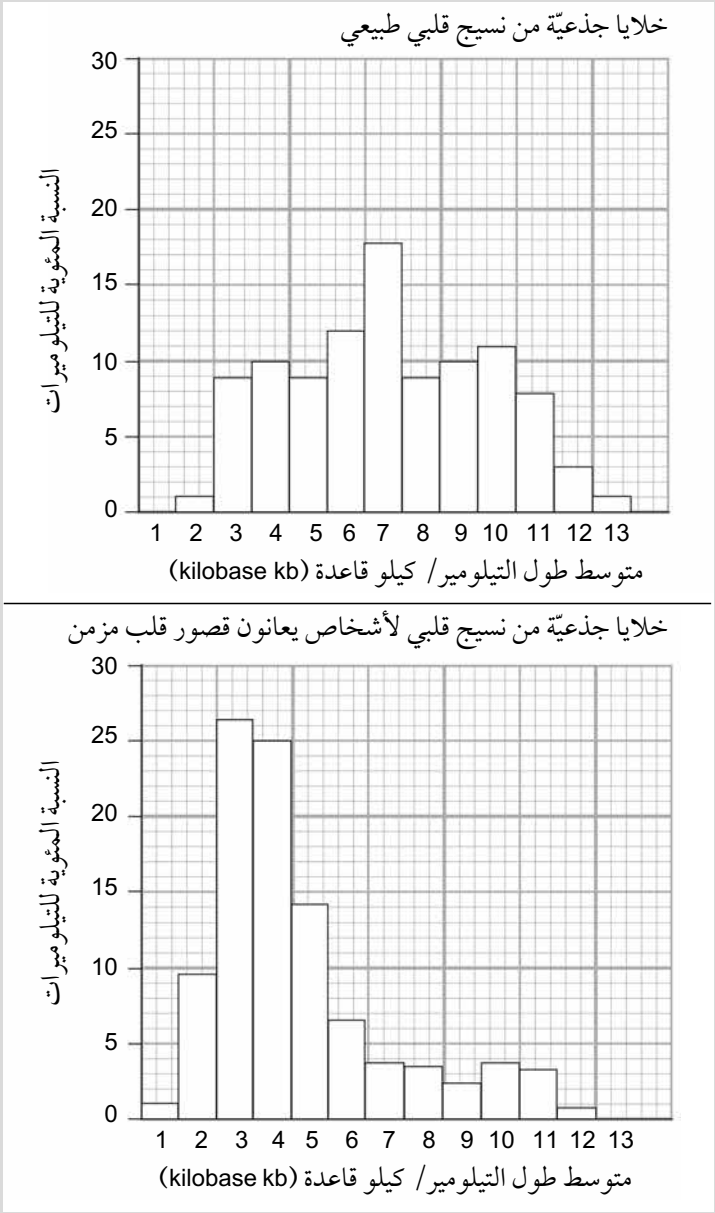
ب. يحدث قصور القلب المزمن عندما لا يكون القلب قادرًا على ضخّ الدم بشكل فعّال. وقد يعود ذلك إلى تلف نسيج عضلة القلب.

جمعت بيانات عن طول التيلوميرات في الخلايا الجذعيّة القلبيّة من قلوب أشخاص يعانون قصور القلب المزمن، وأشخاص قلوبهم سليمة. يبيّن الشكل على الصفحة التالية النتائج.

أفعال إجرائية

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

تابع



١- صف توزيع أطوال التيلوميرات في الخلايا الجذعيّة في قلوب أشخاص سليمة.

٢- **قارن** أطوال التيلوميرات في الخلايا الجذعيّة لأشخاص يعانون قصور قلب مزمن، بأشخاص قلوبهم سليمة.

٣- اقترح تفسيرات للاختلافات التي وصفتها في إجابتك عن الجزء ٢.

أفعال إجرائية

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

رقم الإيداع: ٢٠٢٣/٦٣٣١م

طبع بمطبعة الزاوية الزرقاء ش.م.م - هاتف: ٢٤٨١٨٣٥٦-٩٦٨+

الأحياء – كتاب التجارب العملية والأنشطة

صمّم كتاب التجارب العملية والأنشطة هذا لدعم كتاب الطالب، إذ يتضمّن موضوعات تم اختيارها خصيصًا للاستفادة من المزيد من الفرص لتطبيق المهارات العملية، مثل التطبيق والتحليل والتقييم، إضافة إلى تطوير المعرفة والفهم. كما يتضمن هذا الكتاب أنشطة بنائية، وضعت لتدعم المواضيع والمفاهيم الدراسية في كل وحدة تضمّنها كتاب الطالب. كما أنه يحتوي على أفعال إجرائية في جميع أجزائه لمساعدتك على التعرف على كيفية استخدامها، وأسئلة للتركيز على المهارات التي تمنحك فرصًا لرسم التمثيلات البيانية أو تقديمها.

توفّر الأنشطة والاستقصاءات العملية الموجهة خطوةً خطوة، فرصًا لتطوير المهارات العملية، مثل: التخطيط، وتحديد المواد، والأدوات، والأجهزة، ووضع الفرضيات، وتسجيل النتائج، وتحليل البيانات، وتقييم النتائج. كما تمنح الأسئلة فرصة لاختبار معرفتك والمساعدة في بناء ثقتك في التحضير للاختبارات.

- تحقّق لك الأسئلة ذات الأجزاء المتعددة الموجودة في نهاية كل وحدة تدريبًا مكثفًا ضمن تنسيق مألوف يراعي مكتسباتك.
- يرتفع مستوى الأنشطة بشكل تدريجي، إنّما مع وجود تلميحات ونصائح ضمن فقرة «مهم» في جميع أنحاء الكتاب تمنحك القدرة على بناء المهارات اللازمة.
- أسئلة نهاية الوحدة، والأسئلة الموجودة ضمن الأنشطة تساعدك على تتبع فهمك، كما تكون معينة لك على استخدام الأفعال الإجرائية بفاعلية تحضيرًا لعملية التقييم، حيث تتوافر إجابات هذه الأسئلة في دليل المعلم.

يشمل منهج الأحياء للصف الحادي عشر من هذه السلسلة أيضًا:

- كتاب الطالب
- دليل المعلّم

www.moe.gov.om

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS