سلطنة عُمان
وزارة التربية والتعليم

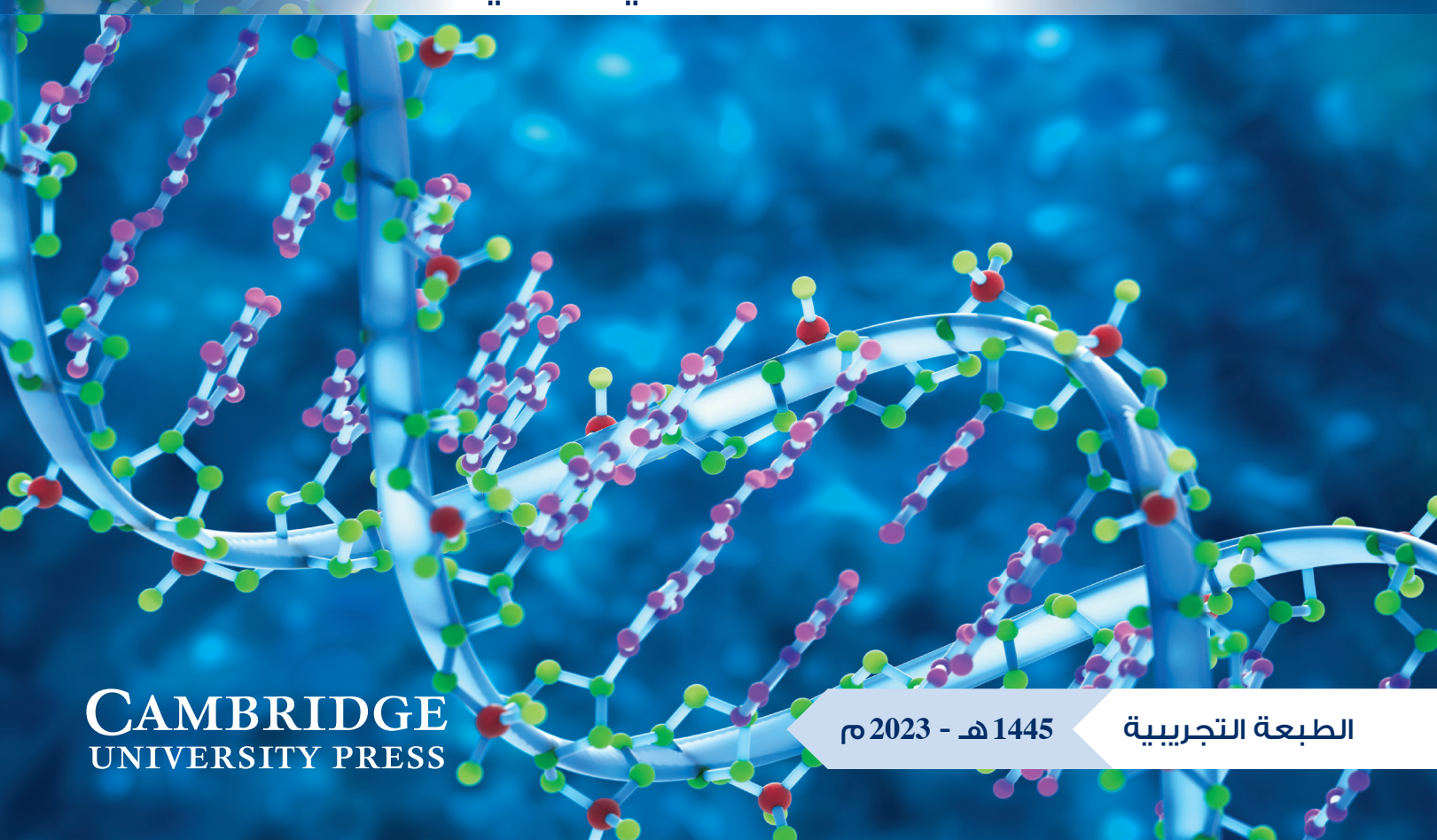
رؤية عُمان 2040 OmanVision
نتقدم بثقة Moving Forward with Confidence

الأحياء

الصف الثاني عشر

دليل المعلّم

الفصل الدراسي الثاني



CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية
1445 هـ - 2023 م

سلطنة عمان
وزارة التربية والتعليم

الأحياء

الصف الثاني عشر

دليل المعلّم

الفصل الدراسي الثاني

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 دليل المعلم – الأحياء للصف الثاني عشر – من سلسلة كامبريدج للأحياء
لمستوى الدبلوم العام والمستوى المتقدم AS & A Level دايفيد مارتينديل، وماري جونز، وماثيو 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 ٢٠٢٣/٣٦ واللجان المنبثقة عنه

جميع حقوق الطبع والتأليف والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم

**ولا يجوز طبع الكتاب أو تصويره أو إعادة نسخه كاملًا أو مجزّأ أو ترجمته
أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات بهدف تجاري بأي شكل من الأشكال
إلّا بإذن كتابي مسبق من الوزارة، وفي حال الاقتباس القصير يجب ذكر المصدر.**

حضرة صاحب الجلالة

السلطان هيثم بن طارق المعظم

-حفظه اللّه ورعاه-

المغفور له

السلطان قابوس بن سعيد

-طيّب اللّه ثراه-

سلطنـــــة عُمـــــان

(المحافظات والولايات)

النَّشيدُ الْوَطَنِيُّ

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

يا عُمانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبي أَوْفِياءُ مِنْ كِرامِ الْعَرَبِ
فارْتَقي هامَ السَّماء وَامْلَئي الْكَوْنَ 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 الدليل xvi
طرائق للتدريس والتعلم xvii
التعلم النشط xviii
التقويم من أجل التعلم xix
استخدام الأسئلة لتحسين التعلم xxi
التفكير ما وراء المعرفة
(توسيع التفكير) xxiv
التعليم المتمايز (تفريد التعليم) xxvi
مهارات من أجل الحياة xxix
تقنيات التدريس xxxii
احتياطات الأمان والسلامة xxxvi
الأهداف التعليمية xxxvii

الوحدة السادسة: الطاقة والتنفُّس

نظرة عامة ٤٥
مخطط التدريس ٤٥
الموضوع ٦-١: حاجة الكائنات الحية
إلى الطاقة ٤٦
الموضوع ٦-٢: التنفُّس الهوائي ٥١
الموضوع ٦-٣: تركيب الميتوكندريا
ووظيفتها ٥٩
الموضوع ٦-٤: التنفُّس من دون الأكسجين .. ٦١
إجابات كتاب الطالب ٦٦
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ٧٠
إجابات الأنشطة ٧٠
إجابات الاستقصاءات العملية ٧٦
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ٩٣

الوحدة السابعة: التمثيل الضوئي

نظرة عامة ٩٥
مخطط التدريس ٩٥
الموضوع ٧-١: تركيب ووظيفة البلاستيدات
الخضراء ٩٦
الموضوع ٧-٢: مرحلة التفاعلات المعتمدة
على الضوء من عملية التمثيل الضوئي ١٠١
الموضوع ٧-٣: مرحلة التفاعلات غير
المعتمدة على الضوء من عملية
التمثيل الضوئي ١٠٦
الموضوع ٧-٤: العوامل المحدّدة لعملية
التمثيل الضوئي ١١١
إجابات كتاب الطالب ١١٦
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ١٢٢
إجابات الأنشطة ١٢٢
إجابات الاستقصاءات العملية ١٢٨
إجابات أسئلة نهاية الوحدة ١٥٦

الوحدة الثامنة: الأمراض المعدية والمناعة

نظرة عامة ١٦٠
مخطط التدريس ١٦٠
الموضوع ٨-١: الأمراض المعدية ١٦١
الموضوع ٨-٢: المضادات الحيوية..... ١٦٨
الموضوع ٨-٣: الدفاعات ضد المرض ١٧٣
الموضوع ٨-٤: خلايا جهاز المناعة ١٧٦
الموضوع ٨-٥: المناعة الإيجابية والمناعة السلبية ١٨٢
إجابات كتاب الطالب ١٨٦
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ٢٠٢
إجابات الأنشطة ٢٠٢
إجابات أسئلة نهاية الوحدة..... ٢١٣

الوحدة التاسعة: التصنيف والتنوع البيولوجي والحفاظ عليه

نظرة عامة ٢١٩
مخطط التدريس ٢١٩
الموضوع ٩-١: التصنيف ٢٢٠
الموضوع ٩-٢: التنوع البيولوجي ٢٢٦
الموضوع ٩-٣: الحفاظ على التنوع البيولوجي ٢٣٤
الموضوع ٩-٤: إدارة أعداد الأنواع..... ٢٣٨
الموضوع ٩-٥: منظمات الحماية الدولية..... ٢٤٢
إجابات كتاب الطالب ٢٤٥
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ٢٦٠
إجابات الأنشطة ٢٦٠
إجابات الاستقصاءات العملية ٢٦٢
إجابات أسئلة نهاية الوحدة..... ٢٧٦

المقدمة

يأتي دليل المعلم لكتاب الأحياء للصف الثاني عشر هذا ليواكب أفضل الممارسات في علم أصول التدريس.

تم إعداد هذا الدليل ليكون مفيدًا ولمساعدتك ما أمكن في إيجاد احتياجاتك اليومية في التدريس، من خلال الأنشطة والتقويم والتكامل مع المناهج، والمفاهيم الخاطئة وسوء الفهم في كل موضوع، والدعم بالاستقصاءات العمليّة، آملين أن يلهمك ويدعمك، ويختصر وقتًا أنت في أمس الحاجة إليه.

نرجو أن تستمتع بهذا الدليل، وأن يؤمّن لك موردًا تنهل منه ما يساعدك على الاستمرار في إلهام الطلبة وتشويقهم إلى دراسة هذا الموضوع الحيوي. ولا تتردد في التواصل معنا إذا كان لديك أية أسئلة، لأن ملاحظاتك واقتراحاتك ستكون بالغة الأهمية في مساعدتنا على تطوير الدليل بما يفيد المعلمين والطلبة على حد سواء.

مقدمة إلى الاستقصاءات العملية

النشاط العملي جزء أساسي لأي كتاب أحياء.

وقد أختيرت الاستقصاءات العملية بدقّة في هذا الكتاب بهدف:

- تحقيق متطلبات جميع الأهداف التعليمية التي تستلزم من الطلبة إجراء أنشطة عمليّة معيّنة.
- توفير توجيه وممارسة متدرّجَين في المهارات العمليّة.

يستغرق النشاط العملي وقتًا طويلًا، لكنه جزء أساسي من دراسة الطلبة العلميّة. فالطلبة يستفيدون من الممارسة العمليّة أكثر بكثير مما يستفيدونه من التعلم النظري فقط. ومع ذلك، فمن المحتمل ألّا تتمكّن من تنفيذ جميع الاستقصاءات العملية الواردة في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة، لذا ستعمد إلى اختيار مجموعة من الأنشطة التي تراها أكثر فائدة للطلبة، وتوفير المواد والأدوات اللازمة لتنفيذها.

من المعروف أن التجارب في علم الأحياء غير موثوقة مقارنة بالتجارب العلمية في الكيمياء والفيزياء. ويعود ذلك إلى كونك تتعامل مع أنظمة معقدة، بحيث يتعذر توحيد جميع المتغيرات بشكل مناسب، كما تكون تقنيات القياسات صعبة أو غير دقيقة. يود الطلبة بطبيعة الحال الحصول على نتائج «صحيحة»، لكن ذلك لا يتحقق دائمًا، وليس عليهم أو عليك توقعها. فخبرات التعلم المهمة عند تنفيذ الأنشطة العمليّة هي مجموعة المهارات التي يجري استخدامها أو تطويرها في إطار عمليات التخطيط، والتنفيذ، والملاحظة، والتسجيل، والتحليل، وما إلى ذلك. يجب عدم إغفال النتائج غير المتوقعة (أو التي لا تتحقق مطلقًا) لكونها تدل على أن التجربة «لم تنجح»؛ وإنما على الطلبة مراجعة خطوات عملهم، والبحث عن الأسباب المحتملة للنتائج غير المتوقعة التي حصلوا عليها. يمثل ذلك نشاطًا ذا قيمة كبيرة، ويمكن أن يساعد على تنمية مهارات التفكير العليا مثل التقييم والتحليل. إضافة إلى أن كل استقصاء عملي يتضمن مجموعة من نتائج العيّنة يستفيد منها

الطلبة الذين لم يحصلوا على مجموعة كاملة من النتائج خلال تجربتهم، بما يمكّنهم من متابعة الإجابة عن جميع الأسئلة.

فالاستقصاءات العملية صمّمت لمساعدة الطلبة على تطوير مهاراتهم.

قسمت الاستقصاءات العملية في هذا الكتاب إلى أقسام مختلفة لتساعدك في التخطيط والتنفيذ. كما تضمّن الكتاب إرشادات لدعم الطلبة الذين يواجهون صعوبة في بعض جوانب الاستقصاء العملي، وقد أشير إليها بالرمز . كما تضمّن أفكارًا للطلبة المجيدين وأشير إليها بالرمز .

كيف تستخدم هذه السلسلة

تقدّم هذه المكوّنات (أو المصادر) الدعم للطلبة في الصف الثاني 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 الثاني 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 الدليل

يحتوي دليل المعلم هذا على إرشادات عامة وملاحظات تعلّمية تساعدك في عمليّة التدريس.

توجد **أفكار للتدريس** لكل وحدة من وحدات «كتاب الطالب». وتحتوي كل مجموعة من هذه الأفكار على ميزات تساعدك في كيفية تدريس الوحدة كالآتي:

توجد في بداية كل وحدة فقرة بعنوان **نظرة عامة**، تقدم مخططًا موجزًا للمحتوى والمهارات العمليّة والفرص، لتغطي أهداف التقويم التي تعرضها الوحدة. كما تتوافر روابط مع الموضوعات ذات الصلة في موضوعات أخرى من الوحدة.

يتبع النظرة العامة **مخطط التدريس**، والذي يلخص الموضوعات الواردة في الوحدة، بما في ذلك عدد الحصص، والمصادر في «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العملية والأنشطة» التي يمكن استخدامها لتدريس الوحدة.

توجد غالبًا **مفاهيم خاطئة وسوء فهم** مرتبطة بموضوعات تعلّمية معيّنة. وهي ترد مع اقتراحات لاستنباط أدلة عليها مع الطلبة واقتراحات لتفنيدها.

كما توجد مجموعة مختارة من **أنشطة تمهيدية**، **والأنشطة الرئيسية**، **وتلخيص الأفكار والتأمّل فيها**، لكل موضوع. يمكنك اختيار ما يناسبك منها وملاءمتها بما يناسب احتياجات الطلبة والواقع. تشمل الأنشطة اقتراحات حول كيفيّة تمايزها حسب مستويات التحصيل لدى الطلبة، واستخدامها في توفير فرص للتقويم والتفكير.

ترد فقرة **سؤال مفصلي** لمساعدتك على تقييم مدى استعداد الطلبة للانتقال إلى المرحلة التالية من التعلم. تم تصميم السؤال المفصلي لطرحه على الطلبة أثناء الدرس، لتقرر في ضوء إجابات الطلبة ما إذا كانوا قد فهموا المفهوم أو النظرية جيدًا، أم أنهم يحتاجون إلى مزيد من الوقت قبل متابعة شرح الدرس.

وتوجد أفكار **للتعليم المتمايز (تفريد التعليم)** في تدريس كل موضوع، مع أفكار وأنشطة «التوسّع والتحدي» لتوسّع فرص التعلم، وأنشطة «الدعم»، وأفكار وتعديلات للطلبة الذين يحتاجون إلى ممارسة إضافيّة أو مساعدة.

توفر **التكامل مع المناهج** اقتراحات للربط بين مجالات مختلفة في المنهج.

أخيرًا، تتوافر **إجابات** لأسئلة «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العمليّة والأنشطة» في نهاية كل وحدة من دليل المعلم هذا.

طرائق للتدريس والتعلم

في ما يلي موجز لطرائق التدريس الرئيسيّة التي تشكل جزءًا من أساس كتاب الأحياء، وتعريفها واستخدامها في دليل المعلم هذا، وسيتم لاحقًا شرح هذه الطرائق بتوسع. تؤمّن أفكار الأنشطة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة ودليل المعلم إمكانيّة الاستفادة من هذه الطرائق وتضمينها في مخطط الدرس.

التعلم النشط

التعلم النشط ممارسة تربويّة تركز على الطالب، حيث تشدّد على كيفيّة تعلمه وليس على ما يتعلمه فقط. يجب حثّ الطلبة على «التفكير» بدل تلقي المعلومات بشكل سلبي. وبالتالي، فإن التعلم النشط يحفز الطلبة على تحمل مسؤوليّة تعلمهم، ويوفر الدعم لهم ليكونوا متعلمين مستقلين وواثقين بأنفسهم داخل المدرسة وخارجها.

التقويم من أجل التعلم

التقويم من أجل التعلم نهج تعلمي يؤمّن تغذية راجعة يمكن الاستفادة منها في تحسين تعلم الطلبة. ومن خلاله، يصبح الطلبة أكثر اندماجًا في عمليّة التعلم، فيكتسبون بالتالي الثقة في ما يتوقع منهم تعلمه وبأي معيار. وهو يفيد المعلم في تكوين صورة عن مستوى الطلبة في فهم مصطلح أو موضوع معيّن، الأمر الذي يساعده في تحديد الدعم الذي سيقدمه لهم.

التفكير ما وراء المعرفة (توسيع التفكير)

يصف التفكير ما وراء المعرفة أو توسيع التفكير ما يقوم به الطلبة من تخطيط ومراقبة وتغيير ذات صلة بأنماط سلوك تعلمهم، بما يساعدهم على التفكير في تعلمهم بشكل أكثر وضوحًا، والتأكد من قدرتهم على تحقيق هدف التعلم الذي حدّدوه بأنفسهم، أو حدّده المعلم لهم.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

يتطلع المعلم إلى توفير أقصى فائدة ممكنة للطلبة وتنظيم تعلمهم، بحيث يعيش كل منهم تجربة تعلم تحقق المشاركة والنجاح. يجب المزج بين ما ندرّسه وكيف ندرّسه، وبين ما يحتاج إليه الطالب وما هو قادر على تعلمه. لا يكفي التأكد من حصول الطالب على التعلم المستهدف، بل التأكد أيضًا من تلقي كل طالب للدعم والاهتمام المناسبَين له، بما يعطي معنى للتعلم.

مهارات للحياة

كيف نُعدّ الطلبة للنجاح في عالم سريع التغيّر، وللتعاون مع الآخرين من جميع أنحاء العالم، وفي استخدام مهارات تفكير متطورة للتعامل مع تحديات أكثر تعقيدًا؟ يساعد هذا الدليل المعلّمين على فهم كيفيّة دمج هذه الطرائق المرتبطة بالمهارات الحياتيّة وتطوير القدرات في طرائق تدريسهم. ترد هذه المهارات في الدليل في ستة مجالات متخصصة يمكن دمجها في عمليّة التعليم والتعلم، وبما يناسب كل مرحلة فيها.

التعلم النشط

ما هو التعلم النشط؟

تشير الدراسات إلى أنه من غير الممكن نقل الفهم إلى الطلبة بمجرد إخبارهم بما يحتاجون إلى معرفته. بدلًا من ذلك، من المهم العمل على تحدي تفكير الطلبة ودعمهم لتكوين فهمهم الخاص. يشجع التعلم النشط على عمليات التفكير الأكثر تعقيدًا، مثل التقييم والتحليل والتركيب، بما يعزز تكوين عدد أكبر من التشابكات العصبيّة بين خلايا الدماغ. وعلى الرغم من قدرة بعض الطلبة على تكوين معانيهم الخاصة من المعلومات التي يتلقونها بشكل سلبي، فإن الطلبة الآخرين لا يستطيعون ذلك. إلّا أن التعلم النشط يمكّن جميع الطلبة من تكوين المعرفة والفهم استجابة للفرص التي تتوافر لهم.

لماذا نتبنّى نهج التعلم النشط؟

يمكن إثراء جميع مجالات المنهاج، في جميع المراحل، من خلال تبنّي نهج التعلم النشط.
يجري في التعلم النشط التفكير في عمليّة التعلم وليس في المحتوى فقط. إذ يؤمّن هذا التعلم للطلبة مزيدًا من المشاركة في تعلمهم والتحكم فيه، بما يشجع جميع الطلبة على الاستمرار في التركيز على تعلمهم، ويجعلهم في معظم الأحيان أكثر اهتمامًا به. فالتعلم النشط محفز فكري، ويشجع تبنّيه على الاهتمام أكثر بالمناقشة الأكاديميّة مع الطلبة، بما يحقق المتعة للمعلم أيضًا. وتعني المناقشة الصحيّة تشارك الطلبة مع المعلم في عمليّة تعلمهم.

سيكون الطلبة أكثر قدرة على القيام بالمراجعة للاختبار، أي ستكون المراجعة أشبه بـ «إعادة رؤية» للأفكار التي يفهمونها فعلًا.

يطوّر التعلم النشط مهارت التحليل لدى الطلبة، ويدعم قدرتهم على حل المشكلات بشكل أفضل، وعلى تطبيق المعرفة بشكل أكثر فاعليّة. وسيكون الطلبة على استعداد لمواجهة التحديات والتعامل مع المواقف غير المتوقعة. ونتيجة لذلك، سيكونون أكثر ثقة بقدرتهم على مواصلة تعلمهم بعد التخرّج من المدرسة، وسيكونون مستعدين بشكل أفضل للانتقال إلى مرحلة التعليم العالي، وسوق العمل.

ما هي تحديات التعلم النشط؟

عندما يبدأ المعلم بالتفكير في ممارسة التعلم النشط، فإنه غالبًا ما يخطئ عندما يميل نحو الأنشطة التي يريد تصميمها أكثر من التفكير في التعلم بحد ذاته. أهم ما عليه الاهتمام به هو وجود الطالب والتعليم في مركز التخطيط. يمكن أن تكون المهمة بسيطة جدًا، لكنها لا تزال تحفز الطلبة على التفكير بشكل ناقد ومستقل. لا تساعد المهمة المعقدة في بعض الأحيان على تطوير التفكير والفهم لدى الطلبة مطلقًا. ولذلك يحتاج المعلم إلى التفكير بعناية في ما يريد أن يعلمه أو يُفهمه للطلبة، ليكمل بالتالي المهمة التي تحقق المرتجى.

التقويم من أجل التعلم

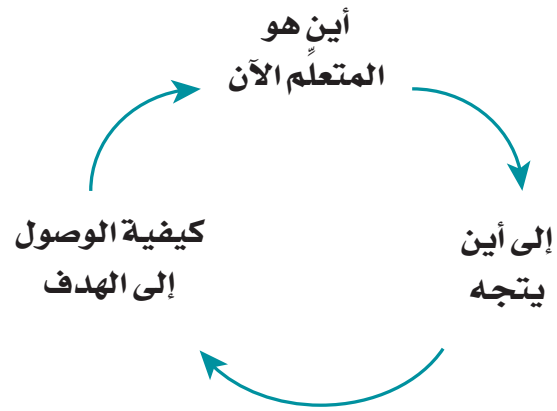
ما هو التقويم من أجل التعلم؟

التقويم من أجل التعلم نهج تعلمي يؤمّن تغذية راجعة يمكن الاستفادة منها في تحسين تعلم الطلبة. ومن خلاله، يصبح الطلبة أكثر اندماجًا في عمليّة التعلم، فيكتسبون بالتالي الثقة في ما يتوقع منهم تعلمه على كافة المستويات. وهو يفيد المعلم في تكوين صورة عن مستوى الطلبة في فهم مفهوم أو موضوع معيّن، الأمر الذي يساعده على تحديد الدعم الذي سيقدمه لهم.

يحتاج المعلم إلى فهم معنى الملاحظات وطريقة إعطائها بشكل يهدف إلى تحسين عملية التعلم. يمكن أن تكون التغذية الراجعة غير رسميّة كالملاحظات الشفويّة لمساعدة الطلبة على التفكير في المسائل، أو رسميّة كاستخدام سلالم التقدير للمساعدة في توضيح أهداف التعلم والتقويم.

لماذا نستخدم التقويم من أجل التعلم؟

إن اتّباع نهوج جيدة التصميم للتقويم من أجل التعلم قد يحقق فهمًا أفضل لكيفيّة تعلم الطلبة، بما يفيد في التخطيط للتعليم على مستوى الصف ككل أو على مستوى كل طالب بشكل منفرد (انظر الرسم التخطيطي الآتي). ومساعدة الطلبة لمعرفة ما يهدفون إليه، وفهم ما عليهم عمله لتحقيق ذلك أمر مشروع. فالتقويم من أجل التعلم يجعل التعلم أكثر وضوحًا، بما يساعد الطلبة على فهم طبيعة المادة التي يتعلمونها، بشكل أكثر دقة، وفهم أنفسهم كمتعلمين. كما تصبح جودة التفاعلات والتغذية الراجعة بين الطلبة والمعلمين بالغة الأهميّة لدعم عمليّة التعلم.



يمكن استخدام التقويم من أجل التعلم لمساعدة الطلبة على التركيز على جوانب محددة في تعلمهم، وتحمل المزيد من المسؤوليّة عن كيفيّة متابعة التعلم. إذ يكوّن التقويم من أجل التعلم ارتباطا قيمًا بين التقويم وأنشطة التعلم، حيث سيكون لتوضيح الأهداف تأثير مباشر على كيفيّة تصميم استراتيجيات التعليم والتعلم. ويمكن أن تدعم تقنيات التقويم من أجل التعلم الطلبة ليصبحوا أكثر ثقة بما يتعلمونه، وللتفكير في الطريقة التي يتعلمون بها. ومن المرجح أن يجربوا نهوجًا جديدة، ويكونوا أكثر انخراطًا بما يطلب إليهم تعلمه.

ما صعوبات استخدام التقويم من أجل التعلم؟

لا يعني استخدام التقويم من أجل التعلم الحاجة إلى اختبار الطلبة بشكل متكرر. سيكون من السهل فقط زيادة مقدار التقويم النهائي، واستخدام هذا التقويم كطريقة منظمة للمساعدة في تحديد ما يجب عمله في عمليّة التعليم. يمكن الحكم على مقدار ما تحقق من تعلم بوسائل أخرى غير الاختبار، بما في ذلك –وقبل كل شيء– التواصل مع الطلبة بطرائق متنوّعة، ومعرفتهم بشكل أفضل كأفراد.

استخدام الأسئلة لتحسين التعلم

لا يتطوّر التفكير من خلال الإجابات بل بالأسئلة. ويحقق الطلبة تعلمًا أفضل عندما تتوافر لهم الفرص الكافية للتعامل مع الأسئلة وإجابتها. يمكن استخدام الأسئلة بفاعليّة في غرفة الصف لما يأتي:

- مراجعة التعلم.
- حفز تفكير الطلبة.
- حفز اهتمام الطلبة ودافعيتهم للمشاركة بنشاط في الدرس.
- تنمية مهارات التفكير الناقد.
- حفز الطلبة على طرح الأسئلة.

تتوافر عدة طرائق يمكن من خلالها تحقيق ذلك.

ومن المحتمل أنك –اعتمادًا على محتوى الدرس وأهدافه– ستستخدم ثلاثة أنواع من الأسئلة مع الأمثلة كالآتي:

مساعدة

يجب أن تعدّ الأسئلة مسبقًا لضمان مناسبتها لجميع الطلبة.

أسئلة المناقشة

وهي أسئلة سابرة تسهّل المناقشة وتؤمّن فهمًا أفضل لتفكير الطلبة (وفي بعض المواقف قدرتهم على التخيل).

مثال: لماذا تعتقد ذلك؟

نشاط: يمكن تطبيقه على مستوى مجموعات من اثنين، أو مجموعات صغيرة، أو على مستوى الصف ككل. لا تتطلب أسئلة المناقشة «إجابة صحيحة»، إذ تكمن أهميتها في مساعدة الطلبة على التفكير، والمشاركة والمناقشة.

أسئلة تشخيصية

تؤمّن هذه الأسئلة نظرة ثاقبة سريعة عن مدى تعلم الطلبة لما درّسته إيّاهم. قد تحدّد الإجابات أجزاء من المحتوى تتطلب إعادة التدريس لتوضيح المفاهيم الخاطئة أو ملء الثغرات. ويمكنها تحديد ثغرات معينة في فهم الطلبة من دون التأثير على سير الحصة.

مثال: صح أم خطأ.

نشاط: يمكن أن يكون في بداية الدرس (باستخدام ألواح الكتابة الصغيرة أو أوراق الملاحظات اللاصقة)، أو كجزء من اختبار قصير، أو أي شكل آخر للتقويم.

يجب أن يكون لجميع أسئلة التشخيص هدف محدّد. يجب استخدام المعلومات المجمّعة للمساعدة في توجيه التدريس. وفي الصفحة التالية اقتراحات حول كيفيّة استخدام نتائج التشخيص في التغذية الراجعة.

الأسئلة المفصليّة

«المفصل» هو النقطة التي تنتقل عندها من فكرة أو نشاط أو نقطة مفتاحيّة إلى أخرى. والأسئلة المفصليّة نوع معيّن من الأسئلة التشخيصيّة التي قد تكون مفيدة بعد التعلم، للمساعدة في اتخاذ قرار للاستمرار في التدريس أو التلخيص أو إعادة التدريس. عادة ما يكون فهم المحتوى قبل نقطة المفصل شرطًا أساسيًا للجزء التالي من التعلم. وهذا أمر مهم، لأن الانتقال هنا أمر خطرٌ إذا لم تكن المفاهيم المفتاحيّة مكتسبة تمامًا. بالمقابل، إذا أخطأت وأعدت التدريس بدون جدوى، فستكون المشاركة معدومة.

مثال: ماذا تعلمنا اليوم؟ وما أهميته؟

نشاط: قائمة بالأفكار (محدّدة الوقت)، في إطار عمل فردي أو ضمن ثنائيات، ويمكن كتابتها على ورق لاصق أو تشاركها شفويًا.

لكي تكون الأسئلة المفصليّة مفيدة، يجب أن تكون قادرًا على استنباط المعلومات من الطلبة بشكل فوري، وأن تكون قادرًا على فهمها، والتصرّف بناء عليها بسرعة. ويفترض أحد المقترحات أنه يجب على الطلبة الإجابة في غضون دقيقة واحدة، وأن يكون المعلم قادرًا على عرض الإجابات وتفسيرها في غضون ١٥ ثانية. تهدف الأسئلة المفصليّة للحصول على إجابة على شكل جملة قصيرة وليس مقالة.

يفترض استخدام مجموعة متنوّعة من الأسئلة في ضوء الممارسات المهنيّة، وبما يتناسب مع الصف والموضوع ومستوى الطلبة.

استخدام التغذية الراجعة لتحسين التدريس والتعلم

تعمل الأسئلة على تطوير فهم الطلبة لموضوع معيّن وتساعد في استكشاف أهدافه، كما تساعدهم في تحديد المجالات التي لا يكونون واثقين من فهمها، بما يمثل جزءًا مهمًا في عمليّة التعلم. فالتغذية الراجعة تدعم الطلبة في تجاوز حالة عدم الثقة، وتعزز من كفاءتهم. لأنه بمجرد أن يتضح لهم ما عليهم عمله لتجاوز حدود تعلمهم الحاليّة، فإنهم سيكونون قادرين على تحقيق تقدم أكبر.

يجب أن تكون التغذية الراجعة:

- شفوية أو كتابية.
- مناسبة للطلبة.
- تتضمن معلومات توجه الطالب إلى المصدر الذي يفيده (على سبيل المثال، صفحات في كتاب الطالب).

التغذية الراجعة فعالة لتحسين التدريس والتعلم حيث يجب تأمين بيئة تحفز الطلبة على التفكير في خبرات تعلمهم وتحديد مسيرتهم التعلمية. وقد تأخذ هذه الخطوات شكل أسئلة إضافيّة عن الموضوع الذي يرغب الطلبة في البحث عن إجابات لها، أو تكون مرتبطة بمعرفتهم من كتاب الطالب (لمزيد من المعلومات حول التفكير ما وراء المعرفة، ارجع إلى النصوص ذات الصلة في هذه المقدمة).

التقييم الذاتي/ تقييم الأقران

يمكن للطلبة تقييم مدى تقدمهم أو تقدم زملائهم في المجموعة، بثقة، بدلًا من الاعتماد دائمًا على تقييم المعلم. ويمكن للطلبة الذين تتاح لهم إمكانيّة الإطلاع على عملهم، وعلى سلم العلامات الذي يعكس أهدافًا ومعايير واضحة، تقييم مدى جودة عملهم. سيساعدهم ذلك في المشاركة في عمليّة تعلمهم ويحسّن استقلاليتهم ودافعيتهم.

مراجع إضافيّة

Gaunt, A. and Stott, A. (2019) Transform teaching and learning through talk: the oracy imperative, Rowman and Littlefield Education, Lanham, MD.

Gershon, M. (2013) How to use questioning in the classroom: the complete guide, Amazon Media.

Paul, R.W. and Elder, L. (2000), Critical thinking: basic theory and instructional structures handbook, Foundation for Critical Thinking, Tomales, CA.

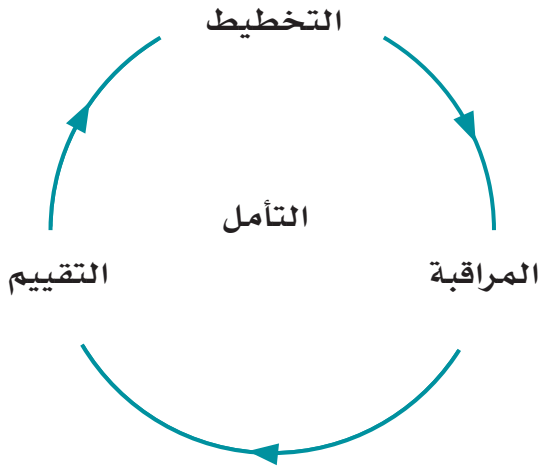
Wiliam, D. (2011), Embedded Formative Assessment, Solution Tree Press, Bloomington, IN.

التفكير ما وراء المعرفة (توسيع التفكير)

ما هو توسيع التفكير ؟

يصف مصطلح التفكير ما وراء المعرفة العمليات التي يقوم بها الطلبة بالتخطيط والتتبع والتقييم وتغيير سلوكيات التعلم. وهي تجعل تفكير الطلبة في تعلمهم أكثر وضوحًا، كما تجعلهم متأكدين من قدرتهم على تحقيق هدف التعلم الذي حدّدوه لأنفسهم أو حدّده المعلم لهم.

يتعرّف الطلبة في التفكير ما وراء المعرفة على الموضوعات التي يجدونها سهلة أو صعبة. ويدركون متطلبات المهمات التعلميّة المختلفة، ويكونون قادرين على تحديد النهوج المختلفة التي يمكنهم استخدامها للتعامل مع المشكلات. كما يمكنهم إجراء تعديلات على تعلمهم، وهم يتابعون تقدمهم نحو تحقيق هدف معيّن. يوضح الرسم التخطيطي التالي طريقة مفيدة للتفكير في المراحل المتضمنة في التفكير ما وراء المعرفة.



يفكر الطلبة أثناء مرحلة التخطيط في هدف التعلم الواضح المحدّد لهم، وفي متطلبات تنفيذه. ومن المهم التوضيح للطلبة كيف تكون المهمة ناجحة قبل القيام بها. ويبني الطلبة على معارفهم السابقة، ويفكرون في الاستراتيجيات التي استخدموها سابقًا، وكيف سيتعاملون مع المهمة الجديدة.

يتابع الطلبة باستمرار أثناء تنفيذ خطتهم مدى تقدمهم تجاه تحقيق هدف التعلم. وفي حالة عدم نجاح الاستراتيجيات المستخدمة، يمكنهم تجربة استراتيجيات أخرى.

يحدّد الطلبة مدى نجاح الاستراتيجية المستخدمة لتحقيق هدف التعلم بمجرد الانتهاء من المهمة. ويفكرون أثناء تقييمهم في الأمور التي سارت بشكل جيد وتلك التي لم تحقق المطلوب، بما يساعدهم في العمل بشكل مختلف في المرة القادمة. قد يفكرون أيضًا في أنواع المشكلات الأخرى التي يمكن حلها باستخدام الاستراتيجية نفسها.

التفكير جزء أساسي في عمليّة التخطيط – تتبع التقييم– وتوجد عدة طرائق لدعم تفكير الطلبة في عمليّة تعلمهم. ويحتاج الطلبة في تطبيق نهج التفكير ما وراء المعرفة إلى تعرّف مجموعة من الاستراتيجيات التي يمكنهم استخدامها، وتعرّف بيئة الصف التي تحفزهم على استكشاف مهارات التفكير ما وراء المعرفة وتطويرها.

لماذا نعلّم مهارات التفكير ما وراء المعرفة؟

تشير الأبحاث إلى أن استخدام مهارات التفكير ما وراء المعرفة يؤدّي دورًا مهمًا في التعلم الناجح. فهذه المهارات تساعد الطلبة على تتبع تقدمهم والتحكم في تعلمهم، والذين يمارسونها يفكرون في أخطائهم، ويتعلمون منها، ويعدلون استراتيجيات تعلمهم تبعًا لذلك. كما يجد الطلبة الذين يستخدمون مهارات التفكير ما وراء المعرفة أنها تحسّن من تحصيلهم في الموضوعات المختلفة، حيث تساعدهم على نقل ما تعلموه من سياق إلى سياق آخر، أو من مهمة سابقة إلى مهمة جديدة.

ما الصعوبات التي تواجه تطوير مهارات التفكير ما وراء المعرفة؟

من المهم حفز الطلبة على تخصيص وقت للتفكير في مهارات التفكير ما وراء المعرفة والتعلم من أخطائهم، لتكون هذه المهارات شائعة في غرفة الصف. يخشى العديد من الطلبة ارتكاب الأخطاء، بما يعني أنهم أقل احتمالاً للتعرّض للمخاطر واستكشاف طرائق جديدة في التفكير أو معالجة مشكلات غير مألوفة. وحيث إن المعلم يسهم في تشكيل ثقافة التعلم في غرفة الصف، ولكي تنشط ممارسات التفكير ما وراء المعرفة، يحتاج الطلبة إلى الشعور بالثقة الكافية أثناء ارتكاب الأخطاء، ومناقشتها، وعرضها في النهاية كونها فرصًا تعلميّة قيّمة، وفي كثير من الأحيان ضروريّة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

ما هو التعليم المتمايز؟

يقدم التعليم المتمايز عادة كممارسة تعليميّة ينظر فيها المعلم إلى الطلبة كأفراد، وإلى التعلم كعمليّة شخصيّة. وعلى الرغم من أن التعريفات الدقيقة يمكن أن تختلف، إلّا أنه ينظر عادة إلى الهدف الرئيسي للتعليم المتمايز باعتباره ضمان إحراز جميع الطلبة –بغض النظر عن قدراتهم واهتماماتهم– تقدمًا نحو تحقيق نتاجات التعلم.

يتعلق الأمر باتّباع نهوج مختلفة وإدراك الاختلافات بين الطلبة لمساعدتهم على تحقيق التقدم. لذا يحتاج المعلم إلى أن يكون مستجيبًا وراغبًا وقادرًا على تكييف تدريسه بما يلبي متطلبات الطلبة.

لا يوجد نهج واحد على المعلم اتّباعه، ولا يفترض للمعلم مراعاة ما يميّز كل طالب كل يوم. لكن عليه تحديد اللحظات المناسبة أثناء الدرس لتعرّف ما يميّز الطالب. بكلمات أخرى، تمثل مراعاة التعليم المتمايز الفاعل جزءًا من خطة الدرس اليوميّة للمعلم المتمرس. من المهم أن يكون المعلم قادرًا على الاستجابة لمتطلبات الطلبة، واستخدام التقنيات التي يراها أكثر ملاءمة.

قد يصعب تنفيذ جميع محتوى المنهاج ودعم جميع الطلبة وضمان مشاركتهم المستمرة في عمليّة التعلم، وهو ما يمثل تحديًا يواجهه جميع المعلمين في العالم.

وعلى الرغم من عدم وجود صيغة واحدة لتفريد التعليم بين جميع الطلبة، إلّا أن محاولة مراعاته ستؤمّن فرصًا للابتكار والتفكير تعزّز التعليم والتعلم بما لا يمكن تحقيقه في درس يكون فيه الطلبة «على مقاس واحد».

من الواضح مدى التداخل بين مراعاة تفريد التعليم ونهج التقويم من أجل التعلم. فكلاهما يهدف إلى تحسين التعلم باستخدام تقنيات متماثلة مثل طرح الأسئلة وتوفير التغذية الراجعة والتركيز على الطالب. التقويم المستمر في الصف أساسي في مراعاة الفروق الفرديّة. إذ يحتاج المعلم إلى معرفة ما يعرفه الطالب حاليًا، وما يمكنه معرفته، ليصبح قادرًا على تحديد ما يحتاج إليه وعلى كيفية تحقيق ذلك. إنه نهج يتضمن مجموعة من الاستراتيجيات، ويعتمد كثيرًا على ثقافة المدرسة والصف لتوجيه النشاط العملي بما يحقق أهداف التعلم.

تعتمد المراعاة الفاعلة للتعليم المتمايز بشكل كبير على مقدرة المعلم على الاستجابة لكل طالب، وعلى الفهم التام لاحتياجاته، لتوفير الدعم اللازم له على أفضل وجه ممكن. ويعتمد كل ذلك على قدرات المعلم، ودافعيته، والصعوبات التي يجب التغلب عليها، والتدريب.

دور الطالب

من المهم لنجاح التعليم المتمايز التعرّف إلى كل طالب على حدة. وليكون هذا الأمر فاعلًا، يجب معرفة ما يعرفه الطالب وما يمكنه القيام به.

ومع ذلك، فإن التعرّف إلى الطالب، يعني أكثر من مجرد اسكتشاف ما يعرفه، فهو يعني فهمًا أوسع لما يجعله مختلفًا عن غيره. يمكن أن يرجع اختلاف الطلبة واختلاف تعلمهم عن غيرهم إلى عدة أسباب: قد يختلف مستوى اهتمامهم بالموضوع، وقد يختلف مستوى تحفيزهم، وتختلف قدرتهم على تذكر المعلومات، وتختلف ثقتهم بأنفسهم، ويختلفون في دقة كتابتهم وتعبيرهم، وفي المفردات التي يمتلكونها.

إن تعرّف المعلم إلى الطالب سيساعده على التخطيط للتعلم بدلًا من التخطيط للتدريس، ويضمن أن يدعم دائمًا تقدم الطلبة. يتصف الصف الدراسي الذي يراعى فيه تفريد التعليم بتعاون المعلم مع الطلبة في عمليّة التعلم، وبامتلاك الطلبة للشعور بالملكيّة والمسؤوليّة. ويمكن لتوفير حرية الاختيار أن تشجع حق الملكيّة في العمل الفردي والتعلم، وإيجاد بيئة تعلميّة «لا يخشى فيها» الطالب، بل يبذل جهدًا ليحقق الهدف ويكتسب مهارات من أجل الحياة.

التقنيات

نواتج التعلم

نظرًا لأن مراعاة الفروق الفرديّة تهدف إلى دعم جميع الطلبة باتجاه تحقيق نتاجات تعلم معيّنة، فمن المهم التفكير جيدًا في ماهيّة نتاجات التعلم والتركيز باستمرار على الهدف العام للتعلم وعلى معايير النجاح. يمكن للمعلم بعد ذلك إجراء تقييم تكويني واكتشاف احتياجات الطلبة.

يُعدّ مفهوم الجودة المشترك بين الطالب والمعلم عاملًا حيويًا في تقدم الطالب. وهذا يشمل وضوح نتاجات التعلم واستخدام أمثلة العمل الجيد. سيكون الطلبة أكثر قدرة على التقييم الذاتي وتقييم الأقران إذا كانوا يدركون ماهيّة العمل الجيد.

دعم التعلم

يهدف دعم التعلم إلى تمكين الطلبة من تجاوز ما هم قادرون على القيام به، ويمكن أن يكون عنصرًا رئيسيًا في عمليّة مراعاة تفريد التعلم الناجحة.

تتضمن هذه الاقتراحات نمذجة العمل والمهمات، واستخدام إطارات الاستماع والكتابة، وتأمين كلمات أو جمل استهلاليّة، وموجز للمحتوى، والاستخدام الداعم للأسئلة، وتشجيع العمل في مجموعات أو ثنائيات.

التغذية الراجعة

وهي أداة أساسيّة في مساعدة جميع الطلبة لإحراز تقدم في تعلمهم. يمكن أن تساعد التغذية الراجعة الجيدة الطلبة في تحقيق نتاجات تعلم خاصة بهم، شرط أن يفهموها ويعملوا وفقًا لمقتضياتها ويتعلموا منها. يجب أن تعالج التغذية الراجعة أية مفاهيم خاطئة تكشف عنها أنشطة الطالب.

العمل في مجموعات (العمل الجماعي)

يجب أن يستخدم المعلم أساليب متنوّعة في غرفة الصف، وذلك باستخدام مزيج من تعليم الصف بأكمله، والعمل الفردي، والعمل في مجموعات صغيرة، وتعليم الأقران. يمكن أن يكون العمل في مجموعات وسيلة جيدة لمراعاة الفروق الفرديّة، إذ يؤمّن للطلبة المعرفة من زملائهم، ويساعدهم على التعلم بعضهم من بعض، ويستخدم المناقشة، ويؤمّن توزيعًا للمهمات اعتمادًا على قدرات الطلبة المختلفة.

يجب تحقيق التوازن بين تقنية العمل في مجموعات وتعليم المعلم. ويرى بعض الباحثين أن تعليم المعلم المباشر بالشكل الصحيح له تأثير أكبر من التعلم ضمن مجموعات يتم فيها العمل بشكل غير صحيح أو غير مناسب.

دعم التعليم المتمايز (تفريد التعليم) في موارد التعلم

تحتوي موارد التعلم على فرص كثيرة للتقييم المستمر في غرفة الصف بهدف مساعدة المعلم على معرفة ما يفهمه الطلبة، أو ما يمكنهم عمله حاليًا للتوصل إلى ما يحتاجون إلى معرفته أو عمله. سيساعد ذلك في تحديد المفاهيم الخاطئة أو سوء الفهم وتوجيه الإجراءات.

من خلال مسار الأنشطة في موارد التعلم هذه، ستتم مراعاة تفريد التعليم بالدرجة الأولى بالطرائق الآتية:

- مراعاة تفريد التعليم من خلال طرح الأسئلة (تضمين استراتيجيات طرح الأسئلة لتحقيق الأفضل لاحقًا).
- مراعاة تفريد التعليم من خلال المجموعات (استخدام مجموعات القدرات المختلطة).
- مراعاة تفريد التعليم حسب النتاجات (أنماط متعددة من نتاجات التعلم أو كيف يظهر الطلبة تعلمهم).
- مراعاة تفريد التعليم حسب المهمات (أوراق عمل إضافيّة).

لا توجد طريقة واحدة مثلى لتعليم يراعي تفريد التعليم، ومع ذلك يمكن تقديم مجموعة مختارة من الاستراتيجيات لمساعدة المعلم على أن يكون أكثر ثقة بممارساته التدريسيّة.

مهارات من أجل الحياة

كيف نُعدّ الطالب للنجاح في عالم سريع التغيّر؟ وللتعاون مع الآخرين في مختلف أنحاء العالم؟ وللابتكار مع تزايد الاعتماد على التكنولوجيا في الأعمال الروتينيّة؟ ولاستخدام التكنولوجيا في مواجهة تحديات أكثر تعقيدًا؟ وللقدرة على التكيف مع التغيّرات المستمرة؟ سيحاول هذا الدليل تسليط الضوء على الإجابة عن هذه الإشكاليات.

إطار كامبريدج للمهارات الحياتيّة

توجد عدة أطر تهدف إلى التعامل مع المهارات والكفاءات التي يحتاج إليها الطلبة في مستويات الدراسة المختلفة لدخول عالم العمل في القرن الحادي والعشرين.

يؤمّن هذا الدليل ما يحتاج إليه المعلم لفهم الطرائق المختلفة لمهارات الحياة والكفاءة المرتبطة بتعليم الطلبة في مختلف المستويات، ودعم تطوير سمات الطالب الدارس لهذا المنهاج، وكيف يمكن ترسيخ مهارات الطلبة من خلال تعلمهم.

يؤمّن الدليل تحليلًا للمكوّنات الأساسيّة لهذه الكفاءات العالميّة، وتفسيرًا للطرائق والمبادرات المختلفة لتكوين إطار مشترك لمهارات الحياة وكفاءاتها التي يمكن للطلبة في جميع المستويات من دارسي هذا المنهاج تعلمها وامتلاكها.

تأتي هذه المهارات في ستة مجالات رئيسيّة من الكفاءات، يمكن دمجها في عمليّة التدريس، والتعامل معها في مراحل التعليم المختلفة، بأشكالها المتنوعة والمرتبطة بكل مرحلة.

وفي كل مجال من هذه المجالات، تأتي مهارات الجانب العملي مصنفة بشكل يساعد على فهم ما تتضمنه كل كفاءة.

مجالات الكفاءات الستة الرئيسيّة

في ما يأتي توضيح لمجالات المهارات الستة الرئيسيّة التي تؤمّنها موارد المعلم وكتاب الطالب في هذا المنهاج.

١. الإبداع

القدرة على توليد أفكار أو بدائل أصليّة ومبتكرة ذات قيمة وجدوى. ومن صفات الإبداع: التفكير الحر (المتشعب)، التخيل، المرونة المعرفيّة، رحابة الصدر تجاه الغموض أو التقلب والدوافع الذاتيّة.

وفي ما يأتي ثلاث كفاءات رئيسيّة في مجال الإبداع ترد في السياق التعليمي:

- المهارات اللازمة للمشاركة في الأنشطة الإبداعيّة.
- إنشاء محتوى جديد من الأفكار أو الموارد.
- اكتشاف الهويّة الشخصيّة والمشاعر والتعبير عنها من خلال الأنشطة الإبداعيّة.

٢. التعاون

يوصف التعاون غالبًا بأنه مهارة أساسيّة في تعليم القرن ٢١. ويمتاز التعاون إضافة إلى حل المشكلات على المستوى الفردي، بالتقسيم الفعال للعمل، وباستخدام المعلومات من مصادر ووجهات نظر وخبرات متنوّعة، وبمستوى عال من الإبداع وجودة الحلول. فعندما يتشارك الناس في التفاعل اللفظي، فإنهم لا يتشاركون المعلومات ببساطة، وإنما يدعمون بعضهم بعضًا في التفكير الجماعي. ويتيح هذا النهج التعاوني للمشاركين تحقيق أهدافهم أكثر ممّا يستطيعونه بمفردهم. في ما يأتي ثلاث كفاءات رئيسيّة في مجال التعاون:

- تحمل المسؤوليّة الشخصيّة عن مساهمة الفرد في مهمة جماعيّة.
- الاستماع باحترام والاستجابة البناءة لإسهامات الآخرين.
- إدارة توزيع المهام في المشروع.

٣. التواصل

التواصل مهارة مهنيّة ومهارة حياتيّة تتضمن تشارك الناس للمعلومات والأفكار والمعرفة. وهي عمليّة نشطة تتضمن عناصر مثل السلوك غير اللفظي، والتأثير الكبير للأنماط الشخصيّة في تفسير الأحداث وإسنادها إلى أحداث أخرى. إن إتقان التواصل الفعال مهارة يحتاج إليها الطلبة للتشارك الفعال والمجدي للمعلومات أو الأفكار أو المعرفة في البيئات التعليميّة وبيئة العمل، والتي يمكن تطويرها وشحذها على جميع المستويات والمراحل. في ما يأتي سبع كفاءات رئيسيّة في مجال التواصل:

- استخدام اللغة المناسبة للسياق.
- إدارة المحادثات.
- التغلب على المعوّقات الشخصيّة في اللغة.
- المشاركة بثقة ووضوح مناسبَين.
- دعم الآخرين للتواصل بنجاح.
- تنظيم المحتوى.
- استخدام اللغة للتأثير.

٤. التفكير الناقد

المستويات العليا من التفكير التي يحتاج الطلبة إلى تطويرها تمكنهم من التفكير بشكل فعال وعقلاني (منطقي) حول ما يريدون عمله وما يعتقدون أنه أفضل عمل يؤدّونه. وهو يتكوّن من روابط محددة بين الأفكار وتحليل وجهات النظر وتقييم الحجج والأدلة الداعمة والاستدلال والاستنتاجات. في ما يأتي ست كفاءات للتفكير الناقد:

- التحليل لفهم النقاط المفتاحيّة والروابط بين الأفكار.
- تقويم النصوص والأفكار والحجج.
- توليف الأفكار والمعلومات.
- تحديد المشكلات وترتيبها بحسب أهميتها.
- تقييم الخيارات.
- طرح أسئلة فعالة.

٥. التعلم للتعلم

من الضروري الاستمرار في تعلم مهارات ومعارف جديدة طوال الحياة العمليّة. يتمثل هدف التعلم في التركيز على مهارات التعلم بقدر التركيز على مخرجات التعلم. في ما يأتي ست كفاءات رئيسيّة في مجال التعلم للتعلم:

- تنمية مهارات التشارك في التعلم.
- اتخاذ القرار بشأن التعلم الشخصي.
- التفكير في التعلم الشخصي وتقييمه.
- تحديد تقنيات التعلم الفعال واستراتيجياته واستخدامها.
- تدوين الملاحظات وحفظها واسترجاعها.
- إدارة الاستعداد للامتحان.

٦. المسؤوليّات الاجتماعيّة

يؤمّن العالم «المعولم» سريع التغيّر ومتعدّد الثقافات فرصًا واضحة للشباب للتفاعل مع الآخرين وللوصول إلى المعلومات عبر الزمان والمكان. لكنه مع ذلك يجلب تحديات لم يواجهها أي جيل آخر. فالتغيّر المناخي، والحروب والنزاعات، واللاجئون، والفقر، وعدم تكافؤ الفرص والعدالة، تتطلب إجراءات عالميّة وممارسات وخطابات جديدة في تعلم الشباب. تشير المسؤوليّة الاجتماعيّة إلى الحقوق والواجبات التي ترتبط بكون الفرد مواطنًا في بلد معيّن، وبكونه كيانًا على المستوى العالمي. في ما يأتي ست كفاءات رئيسيّة في مجال المسؤوليّة الاجتماعيّة:

- فهم المسؤوليات الشخصيّة والاجتماعيّة للفرد كمواطن عالمي.
- التصرّف بشكل متسق مع المسؤوليات الشخصيّة والاجتماعيّة للفرد.
- إظهار مهارات القيادة.
- فهم الثقافة الشخصيّة وثقافات الآخرين.
- فهم القضايا العالميّة ومناقشتها.
- فهم خيارات التطور الوظيفي وتقنياته وإدارة هذه الخيارات.

تقنيات التدريس

تصف هذه المقدمة التمهيدية الموجزة بعض استراتيجيات التدريس المفيدة وطرائقها في تطوير الأنشطة، والتي عُرض العديد منها في دليل المعلم هذا. وهي ترتبط بالتقويم، والعمل ضمن مجموعات، واستراتيجيات مثل الخرائط المفاهيمية والخرائط الذهنية وإعداد أسئلة الاختبار وأنشطة تشخيصية مثل «إشارات المرور».

التقويم

يستغرق التقويم في موضوع العلوم الكثير من وقت المعلم، بما في ذلك تصحيح الواجبات. ويصعب معرفة الوقت الذي يستغرقه الطلبة في قراءة ما يكتبه المعلم على أوراق إجاباتهم من ملاحظات ذات صلة بالإجابات الخاطئة، على الرغم من أن الدلائل تشير إلى أنهم نادرًا ما يقرأونها، ويكتفون بملاحظة الدرجة فقط. يتضمن «دليل المعلم» هذا طرائق مختلفة للتقويم يمكن أن تؤمّن الوقت للمعلم وتكون أكثر فاعليّة من الطرائق المستخدمة حاليًا. قد يكون الطلبة مع بدء هذا الفصل الدراسي، على دراية بطرائق التقويم المختلفة والعمل في مجموعات، فإن لم يكونوا كذلك، فهذا هو الوقت المناسب في حياتهم الأكاديميّة لتعرّف طرائق جديدة في التعلم لأنهم يتوقعون شيئًا مختلفًا.

تقييم الأقران

تقييم الأقران فاعل جدًا، ويمكن إجراؤه بطرائق مختلفة: على سبيل المثال ضمن مجموعات، على أساس تقييم الطالب لزميله، أو من خلال تقييم طلبة الصف ككل عندما تقدم المجموعة عرضًا تقديميًا.

يمكن إجراء التقويم نفسه وفقًا لسلم الدرجات المحدّد، أو باستخدام مقياس عام جدًا للمستوى المنخفض ← المرتفع. في حال سلم الدرجات يمكن للطلبة المشاركة باقتراح ما يمكن تضمينه، وتخصيص بعض الوقت لتفسير محتوى السلم. ربّما لا يتوافر وقت كاف في بعض الأحيان لوضع معايير للدرجات، لذا يمكن الطلب إلى الطلبة تقييم جزء من العمل، وتحديد نقاط قوته، واقتراح تحسينات عليه. على سبيل المثال، قد يُطلب إليهم تكوين خريطة ذهنيّة ترتبط بالمفاهيم التي تم تعلمها في الوحدة ووصفها. ويمكن تقسيم الطلبة إلى مجموعتَين، تحدّد المجموعة الأولى نقاط القوة في الخريطة الذهنيّة، وتقترح الأخرى التحسينات. يمكن أيضًا استخدام أوراق الملاحظات اللاصقة لكتابة عبارات/ اقتراحات موجزة قد تلصق على الخريطة الذهنيّة من دون الإضرار بها.

التقييم الذاتي

يمكن أن يعتمد التقييم الذاتي على سلم الدرجات، ويكون أكثر فائدة للطالب من إرشاد المعلم أو درجة يدوّنها على الورقة. عندما يضع الطالب درجة على إجابته، فإنه يقيّم مدى تقدمه منذ آخر مرة أجرى فيها تقييمًا، كما يمكنه تعرّف مدى فهمه للموضوع. وبالطبع، يمكن للمعلم التحقق من أن الطالب كان صادقًا مع نفسه ومع المعلم.

التقييم النهائي أو الختامي

التقييم النهائيّ الوارد في نهاية الوحدة يمكن أن يشرك الطلبة أيضًا في عملية التقييم. على سبيل المثال، يمكن توزيع أوراق الاختبار بعد تسليمها، ليصحح كل طالب ورقة طالب آخر. كما يمكن توزيع سلم الدرجات أو عرضه على شاشة بحيث يعمد جميع الطلبة إلى تصحيح السؤال. الطريقة الأخيرة جيدة، لأنها تمكّن المعلم من معرفة ما إذا كانت بعض الإجابات مقبولة أم لا. ويمكن أن يصحح الطلبة الأوراق من دون كشف أسمائهم بما يسمح بذكر الملاحظات.

العمل ضمن مجموعات (العمل الجماعي)

يمكن أن يكون للعمل ضمن مجموعات قيمة كبيرة في مناقشة الموضوعات المختلفة. إذ في مجموعات الطلبة ذوي القدرات المختلطة، تمكّن الطلبة ذوي القدرات العالية من توضيح ما يفهمونه للطلبة ذوي القدرات المحدودة. من أهم جوانب العمل ضمن مجموعات تشجيع الطلبة على شرح ما يفهمونه، وتعلم الأسباب الكامنة وراء فهمهم، إضافة إلى قدرتهم على إدراك متى لا يفهمون.

التعاون في النشاط العملي ضروري لبعض التجارب. توجد عدة فرص عمليّة في «دليل المعلم»، والكثير منها يمكن تحسينها عند تجربتها إذا سبقها مناقشة لما يجب عمله، أو الترتيب الذي يجب القيام به، ومن سيقوم بذلك.

العمل ضمن مجموعات يساعد الطلبة على التفكير في النشاط الذي يقومون بتنفيذه. وللفِرق المكوّنة من طالبَين (ثنائيات) حرّية اختبار أحدهما الآخر، أو التعاون عن طريق تدوين نقاط الدرس/ الدروس الرئيسيّة، وتقييم مدى تقدمهم. من الطبيعي أن تكون بعض المجموعات أكثر ثقة وتعاونًا من مجموعات أخرى، الأمر الذي يولّد قناعة لدى بعض الطلبة بأنهم نفذوا العمل أفضل ممّا كانوا يعتقدون، وذلك من خلال سرد نقاط القوة.

مهمات القدرات المختلطة

يمكن مراعاة الفروق الفردية في القدرات من خلال العمل ضمن مجموعات. تعمل هذه الاستراتيجيّة بشكل عام على النحو الآتي:

- يقسّم الصف في مجموعات من ثلاثة أو أربعة طلبة بقدرات مختلطة، اعتمادًا على حجم الصف.
- تخصص مهمات لكل طالب في المجموعة، إمّا بتنظيم من المجموعة نفسها أو من المعلم.
- تعطى في نهاية الوقت المخصص إجابات الأسئلة المختلفة إلى الطلبة الآخرين. يجب عند الضرورة الطلب إلى الطلبة شرح الإجابات لفظيًا لزملائهم في المجموعة.

قد يجد المعلم صعوبة في إعداد هذا النشاط، وقد يتمثل البديل بالطلب إلى الطلبة تدوين ملاحظاتهم عن ٣- ٤ أسئلة أو مراجعتها مع زملائهم. وقد يجد بعض الطلبة صعوبة أيضًا في تدوين الملاحظات، وقد يجدون الأمر مملًا. يمكن تخفيف العبء، لكن مع محاولة منح الطلبة ميزة تعلمهم بأنفسهم.

تمرينات تشخيصية

اختبار الإجابات السريعة

تحتوي هذه الأسئلة على جملة واحدة تتطلب إجابة قصيرة.

على سبيل المثال، قد يحتاج المعلم إلى تكوين فكرة عن مدى إنجاز الطلبة «واجب القراءة المنزلي»، وهي مهمة قد تكون أساسية لفهم الدرس التالي. للأسف، يرى الطلبة غالبًا أن واجب القراءة المنزلي غير ضروري، لأنه لا يمكن التحقق منه. يمكن الاستفادة هنا من اختبار الإجابات السريعة للتحقق ما إذا كانوا قد نفذوا الواجب فعلًا أم لا. إنه ليس اختبار «إتقان»، لكنه يتمثل بأسئلة قصيرة ذات صلة مباشرة بالقراءة.

يمكن استخدام اختبار الإجابات السريعة في أي وقت من الدرس، لكن بداية الدرس ونهايته هما الوقتان المناسبان.

استخدام سبورة المسح الجاف

يمكن شراء سبورة المسح الجاف، إلّا أن ورقة الرقائق (المغلفة) قد تفيد أيضًا. قد تستخدم هذه السبورة لاختبارات الإجابة السريعة في بداية الدرس أو نهايته. وقد تعتمد الاختبار «كبوابة خروج» حيث تسمح الإجابة الصحيحة للطالب بمغادرة الحصة مبكرًا عن غيره. يتمثل السبب الرئيسي في استخدام هذه السبورة أنه يمكن للطالب كتابة إجابته عليها وتقديمها للمعلم، وتبقى إجابته مخفية عن الآخرين. ويمكن عند الانتهاء من التمرين، مسح سبورة الطلبة بسهولة باستخدام قطعة قماش جافة، وإعادة استخدامها.

إشارات المرور

إشارات المرور طريقة يمكن بها للمعلم تقييم مدى فاعليّة تدريسه وتزويده بفكرة عما يجب عليه تعزيزه أو مراجعته أو إعادة النظر فيه مستقبلًا. في هذه الطريقة، يعطى الطلبة مجموعة من الأسئلة ذات صلة بموضوع يمكن كتابته على ورقة أو عرضه أمامهم. ويعطى كل طالب سبورة مسح جاف أو ثلاث قطع ورقية عليها بقعة حمراء أو صفراء أو خضراء. يقرأ المعلم الأسئلة أو العبارات، ويجيب الطلبة برفع الورقة ذات البقعة الخضراء دلالة على الفهم التام، أو الصفراء دلالة على الفهم الناقص، أو الحمراء دلالة على عدم الفهم. يمكن للمعلم تصنيف الأسئلة أو العبارات التي أعطيت البقعة الخضراء باعتبارها مفهومة جيدًا من الصف. وإذا وُجدت أوراق ذات بقع صفراء أو حمراء كثيرة، فهذا يعني حاجة المفهوم أو الموضوع إلى التوضيح لاحقًا.

طريقة الإكمال (CLOZE)

تتمثل طريقة الإكمال بفقرة ينقصها كلمات ذات صلة بالموضوع، يمكن تطبيقها في غرفة الصف بعدة أشكال. ويمكن للطلبة مثلًا العثور على الكلمات الناقصة من خلال البحث، أو الاختيار من قائمة كلمات تعرض في أعلى الفقرة لا يكون لبعضها صلة بالموضوع، أو الاختيار من بدائل تكتب داخل الفراغات في الفقرة. طريقة الإكمال من الطرائق الجيدة جدًا لبدء تدريس الموضوع أو لكشف مستوى معرفة الطلبة عنه. وتشمل طريقة الإكمال تمرينات فهم أو تذكر.

الخريطة المفاهيمية

يفيد هذا النشاط في تنشيط فهم الطلبة للمفاهيم والمفردات عن طريق تكوين روابط ذات معنى بين المفاهيم باستخدام كلمات/ عبارات بسيطة. وهي تعطي المعلم فكرة عن مدى جودة فهم الطلبة لمجموعة من المفاهيم.

- تُعطى كل مجموعة من الطلبة ورقة A3 ومستطيلات صغيرة مكتوب عليها الكلمات المستخدمة في الدرس/ الدروس (لعمل مستطيلات صغيرة يمكن للطلبة طي ورقة A4 مرة واحدة طوليًا ثم مرتَين أو ثلاث مرات عرضيًا، وقص المستطيلات الناتجة).
- يُعطى الطلبة أيضًا مقصّات وأقلام تعليم وبعض الصمغ.
- يمكن عرض الكلمات المطلوبة على الشاشة أو يقترح طلبة الصف الكلمات في مناقشة قبل النشاط.
- يمكن للطلبة، إن رغبوا، إضافة المزيد من الكلمات، لكن لا يفترض بالمعلم كتابتها.
- تكون الكلمات مرتبة على ورقة كبيرة، ويربط الطلبة بينها بعبارات أو كلمات.

الخرائط الذهنية

تختلف الخريطة الذهنيّة عن المخطط العنكبوتي. فكلاهما مثال على التفكير الإشعاعي، لكن المخطط العنكبوتي أكثر فائدة عند إجراء جلسة عصف ذهني للتأكّد من مستوى معرفة الطلبة بالمصطلحات وفهمهم لها.

شاعت الخريطة الذهنيّة على يد طوني بوزان (Tony Buzan)، وكانت جزءًا من الممارسة التعليميّة المقبولة لبضع سنوات. وقد ثبت أنها تساعد الطلبة على تنظيم معرفتهم وفهمهم في تركيب بصري يكوّنه الطالب، بما يكسبه ميزة تعلّمه بنفسه. والشيء الجيد في الخرائط المفاهيميّة والخرائط الذهنيّة عدم وجود إجابة صحيحة أو إجابة خاطئة أو طريقة مثاليّة أو غير كاملة في إعدادها. يمثل تجميع المعلومات في أشكال كبيرة طريقة جيدة لمعالجة تلك المعلومات. لا توجد قيود عند رسم خريطة ذهنيّة أو توضيحها، وبالتالي فهي تحفز الإبداع. وهي توفر أيضًا وقتًا مناسبًا للحديث أو لتدوين الملاحظات، وتمثل طريقة ممتازة للتخطيط للمهمات ولتحضيرها.

يجب التأكيد هنا على أنه من الأفضل إعداد الخرائط المفاهيميّة والخرائط الذهنيّة بالتعاون بين الطلبة. ثمة حاجة إلى مجموعات من ثلاثة طلبة على الأقل في كل منها لتكوين هذه الخرائط لتحقيق أقصى استفادة من التمرين.

كتابة أسئلة الاختبار

كتابة أسئلة الاختبارّ طريقة أخرى يعبّر فيها الطلبة عن معرفتهم وفهمهم للمفاهيم والأفكار ذات الصلة بالموضوع. يواجه الطلبة أوراق الاختبار في هذا المستوى، ويدركون ما يستلزم سؤال الاختبار. تتطلب كتابة سؤال الاختبار أيضًا إعداد سلّم للدرجات. يجد الطلبة متعة في إعداد أسئلة الاختبار بخاصة بعد إنهاء دراستهم للوحدة.

احتياطات الأمان والسلامة

تمثل سلامة الطلبة والمعلمين والفنّيين أمرًا بالغ الأهميّة عند تخطيط استقصاءات علم الأحياء وتنفيذها. تحتوي معظم هذه الاستقصاءات على مستوى مخاطر منخفض نسبيًا، لكن مع ذلك، لا يمكن تجاهل أي مستوى من المخاطر المحتملة.

تقع على عاتق معلم الأحياء مسؤولية إجراء تقييم شامل للمخاطر قبل كل استقصاء. ويجب أن يفي الاستقصاء بالمعايير التي تضعها وزارة التربية والتعليم، لضمان عدم تعرض الطلبة والفنّيين لأية مخاطر يمكن تفاديها.

يلخص الجدول الوارد في قسم احتياطات الأمان والسلامة في كتاب التجارب العمليّة والأنشطة الأنواع الرئيسيّة من المخاطر المرتبطة باستقصاءات علم الأحياء.

يوصى بشدة بالرجوع إلى موقع الإنترنت http://science.cleapss.org.uk/ للحصول على معلومات حول المخاطر المرتبطة بكل مادة كيميائيّة تستخدم في المختبر، ونسخ من العلامات التحذيرية CLEAPSS Hazcards لكل منها. تتضمن هذه أنواع المخاطر المرتبطة بكل مادة كيميائيّة، وإرشادات حول التعامل مع المادة الكيميائيّة والانسكابات أوالتلوث. يجب أن تتاح هذه المعلومات للطلبة أثناء عملهم في المختبر، بحيث يكون الجميع على علم بالمخاطر وكيفيّة التعامل معها.

قد ترغب أيضًا في تنزيل أوراق سلامة الطالب المجانيّة من موقع CLEAPSS، والتي يمكن طباعتها وتزويد الطلبة بها. تتوافر إصدارات Word التي يمكن تعديلها بما يناسب واقع المختبر.

يؤمّن موقع Cambridge Assessment International Education إرشادات ممتازة حول جميع جوانب تصميم مختبرات العلوم واستخدامها، بما في ذلك السلامة، ضمن وثيقة **دليل التخطيط العملي للعلوم** Guide to Planning Practical Science. يمكنك العثور على هذا المستند كمستند pdf قابل للتنزيل على موقع الإنترنت Cambridgeinternational.org website.

الأهداف التعليمية

الأهداف التعليمية	
الوحدة السادسة: الطاقة والتنفّس	
٦-١ حاجة الكائنات الحية إلى الطاقة	
٦-١	يلخص حاجة الكائنات الحية للطاقة، كما يتضح من خلال النقل النشط والحركة وتفاعلات البناء، كتلك التي تحدث في تضاعف DNA وبناء البروتين.
٦-٢	يصف سمات ATP التي تجعله مناسبًا كعملة طاقة عالمية.
٦-٣	يشرح أنه يتم بناء ATP بواسطة: • نقل الفوسفات في التفاعلات المرتبطة بالمواد المتفاعلة • الأسموزية الكيميائية في أغشية الميتوكندريا والبلاستيدات الخضراء.
٦-٢ التنفُّس الهوائي	
٦-٤	يذكر مكان حدوث كل مرحلة من مراحل التنفس الهوائي الأربع في الخلايا حقيقية النواة: • التحلل السكري في السيتوبلازم • التفاعل الرابط في حشوة الميتوكندريا • دورة كربس في حشوة الميتوكندريا • الفسفرة التأكسدية على غشاء الميتوكندريا الداخلي.
٦-٥	يلخص التحلل السكري على أنه فسفرة الجلوكوز والانشطار اللاحق للفركتوز 1، 6 –ثنائي الفوسفات (6C) إلى جزيئَي تريوز فوسفات (3C)، اللذين يتأكسدان إلى جزيئي بيروفات (3C)، مع إنتاج ATP و NAD المُخْتَزَل.
٦-٦	يشرح أنه عند توافر الأكسجين يدخل جزيء البيروفات إلى الميتوكندريا للمشاركة في التفاعل الرابط.
٦-٧	يصف التفاعل الرابط، بما في ذلك دور مرافق الإنزيم A في نقل مجموعات الأستيل (2C).
٦-٨	يلخص دورة كربس، شارحًا أن أكسالوأسيتات (4C) يعمل كمستقبل لجزء (2C) من أستيل مرافق إنزيم A لتكوين السيترات (6C)، والذي سيتحول مرة أخرى في سلسلة من الخطوات الصغيرة إلى أكسالوأسيتات.
٦-٩	يشرح أن التفاعلات في دورة كربس تتضمن: • نزع الكربوكسيل • نزع الهيدروجين • اختزال مرافقي الإنزيم NAD و FAD • فسفرة ADP.

٦-١٠	يصف دور NAD و FAD في نقل الهيدروجين إلى نواقل في غشاء الميتوكندريا الداخلي.
٦-١١	يشرح أنه أثناء الفسفرة التأكسدية: • تنشطر ذرات الهيدروجين إلى بروتونات وإلكترونات نشطة عالية الطاقة • تطلق الإلكترونات عالية الطاقة أثناء مرورها طاقةً عبر سلسلة نقل الإلكترون (تفاصيل النواقل ليست مطلوبة) • تُستخدم الطاقة المنطلقة لنقل البروتونات عبر غشاء الميتوكندريا الداخلي • تعود البروتونات إلى حشوة الميتوكندريا عن طريق الانتشار المسهل من خلال ATP سينثيز، الأمر الذي يوفر الطاقة لبناء ATP (تفاصيل ATP سينثيز ليست مطلوبة) • يعمل الأكسجين كمستقبل نهائي للإلكترونات لتكوين الماء.
٦-١٢	يصف ويفسر الاستقصاءات باستخدام مقاييس تنفس بسيطة لتحديد تأثير درجة الحرارة على معدل التنفس.
٦-٣ تركيب الميتوكندريا ووظيفتها	
٦-١٣	يصف العلاقة بين تركيب ووظيفة الميتوكندريا باستخدام الرسوم التخطيطية والصور المجهرية الإلكترونية.
٦-٤ التنفُّس من دون الأكسجين	
٦-١٤	يلخص التنفُّس في الظروف اللاهوائية في الثدييات (تخمر اللاكتات) وفي خلايا الخميرة وبعض الكائنات الحية الدقيقة الأخرى وبعض خلايا النباتات (تخمر الإيثانول).
٦-١٥	يشرح سبب أن كمية الطاقة المنطلقة من التنفس في الظروف الهوائية أعلى بكثير من كمية الطاقة المنطلقة من التنفس في الظروف اللاهوائية (الحساب التفصيلي للناتج الإجمالي من ATP من التنفس الهوائي للجلوكوز ليس مطلوبًا).
٦-١٦	يشرح كيفية مناسبة تركيب نبات الأرز للنمو مع غمر جذوره في الماء، مقتصرًا على نمو نسيج الإيرنشيما في الجذور، وتخمر الإيثانول في الجذور والنمو السريع في الساق.
٦-١٧	يصف ويفسر الاستقصاءات باستخدام كواشف الأكسدة والاختزال، بما في ذلك DCPIP وأزرق الميثيلين، لتحديد تأثير درجة الحرارة وتركيز المادة المتفاعلة على معدل تنفُّس الخميرة.

الأهداف التعليمية

الوحدة السابعة: التمثيل الضوئي

٧-١ تركيب ووظيفة البلاستيدات الخضراء

٧-١	يصف العلاقة بين تركيب البلاستيدات الخضراء، كما تظهر في الرسوم التخطيطية والصور المجهرية الإلكترونية ووظائفها.
٧-٢	يذكر أن البلاستيدة الخضراء تحتوي على الثايلاكويدات (أغشية الثايلاكويد وتجويف الثايلاكويد) التي تتكدس في أكوام تسمى جرانا، وهي موقع مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء وأن الستروما هي موقع مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء.
٧-٣	يصف دور صبغات البلاستيدة الخضراء (كلوروفيل *a*، و كلوروفيل *b*، والكاروتين، والزانثوفيل) في امتصاص الضوء في الثايلاكويدات.
٧-٤	يفسر أطياف الامتصاص لصبغات البلاستيدات الخضراء وأطياف النشاط للتمثيل الضوئي.
٧-٥	يصف ويستخدم الكروماتوجرافيا لفصل وتحديد صبغات البلاستيدات الخضراء (يجب الإشارة إلى قيم R_f في تحديد صبغات البلاستيدات الخضراء) ويفسر النتائج.

٧-٢ مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي

٧-١	يصف العلاقة بين تركيب البلاستيدات الخضراء، كما تظهر في الرسوم التخطيطية والصور المجهرية الإلكترونية ووظائفها.
٧-٦	يشرح أن الطاقة المنقولة على شكل ATP و NADP المُختَزَل من مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء تُستخدم أثناء مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء (دورة كالفن) من التمثيل الضوئي لإنتاج جزيئات عضوية معقدة.
٧-٧	يذكر أن الفسفرة الضوئية الحلقية والفسفرة الضوئية اللاحلقية تحدثان أثناء مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من التمثيل الضوئي.
٧-٨	يشرح أنه في الفسفرة الضوئية الحلقية: • يستخدم النظام الضوئي الأول (PSI) فقط • يحدث تنشيط ضوئي للكلوروفيل • يتم بناء ATP.

٧-٩	يشرح أنه في الفسفرة الضوئية اللاحلقية: • يستخدم النظام الضوئي الأول (PSI) والنظام الضوئي الثاني (PSII) • يحدث تنشيط ضوئي للكلوروفيل • يحفز معقد تحرير الأكسجين عملية التحلل الضوئي للماء • يتم بناء ATP و NADP المُخْتَزَل.
٧-١٠	يشرح أنه أثناء الفسفرة الضوئية: • تُطلق الإلكترونات عالية الطاقة أثناء مرورها طاقة عبر سلسلة نقل الإلكترون (تفاصيل النواقل ليست مطلوبة) • تُستخدم الطاقة المنطلقة لنقل البروتونات عبر غشاء الثايلاكويد • تعود البروتونات إلى الستروما من تجويف الثايلاكويد عن طريق الانتشار المسهل من خلال ATP سينثيز (الأسموزية الكيميائية)، الأمر الذي يوفر طاقة لبناء ATP (تفاصيل ATP سينثيز ليست مطلوبة).
٧-٣ مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي	
٧-١١	يلخص المراحل الرئيسية الثلاث لدورة كالفن: • يحفز إنزيم روبيسكو تثبيت ثاني أكسيد الكربون عن طريق الارتباط مع جزيء من رايبولوز ثنائي الفوسفات (RuBP)، وهو مركب خماسي الكربون (5C)، لإنتاج جزيئَين من جليسرات 3- فوسفات (GP)، وهو مركب ثلاثي الكربون (3C) • يختزل (GP) إلى تريوز فوسفات (TP) في تفاعلات تتضمن NADP المُخْتَزَل واستخدام ATP • يعاد تكوين RuBP من TP في تفاعلات تستخدم ATP.
٧-١٢	يذكر أن المركبات الوسطية في دورة كالفن تُستخدم لإنتاج جزيئات أخرى، مقتصرًا على GP لإنتاج بعض الأحماض الأمينية و TP لإنتاج الكربوهيدرات والدهون والأحماض الأمينية.
٧-٤ العوامل المحدّدة لعملية التمثيل الضوئي	
٧-١٣	يشرح تأثير التغيرات في شدة الضوء وتركيز ثاني أكسيد الكربون ودرجة الحرارة على معدل التمثيل الضوئي، مع الإشارة إلى العوامل المحدّدة.
٧-١٤	يصف ويفسر الاستقصاءات باستخدام كواشف الأكسدة والاختزال بما في ذلك DCPIP وأزرق الميثيلين ومعلق البلاستيدات الخضراء لتحديد تأثيرات الطول الموجي على معدل التمثيل الضوئي.
٧-١٥	يصف ويفسر الاستقصاءات باستخدام نباتات كاملة، بما في ذلك النباتات المائية، لتحديد تأثير تركيز ثاني أكسيد الكربون على معدل التمثيل الضوئي.

الأهداف التعليمية

الوحدة الثامنة: الأمراض المعدية والمناعة

٨-١ الأمراض المعدية

٨-١	يذكر أن الأمراض المعدية تسببها مسببات مرضية وهي قابلة للانتقال.
٨-٢	يذكر اسم ونوع المسبب المرضي الذي يسبب كلًا من الأمراض الآتية: • الملاريا – يسببها طفيليات بلازموديوم فالسيباروم، وبلازموديوم ملاريا، وبلازموديوم أوفال، وبلازموديوم فيفاكس • HIV/الإيدز – يسببه فيروس نقص المناعة البشرية (HIV) • السُّلّ (TB) – تسببه بكتيريا المُتَفَطِّرة السُلِّيّة وبكتيريا المُتَفَطِّرة البقرية.
٨-٣	يشرح كيفية انتقال الملاريا، وHIV، والسلّ.
٨-٤	يناقش العوامل البيولوجية والاجتماعية والاقتصادية الواجب مراعاتها للوقاية من الملاريا، وHIV/الإيدز والسلّ والسيطرة عليها. (تفاصيل دورة حياة طفيلي الملاريا ليست مطلوبة).

٨-٢ المضادات الحيوية

٨-٥	يلخص كيف يعمل البنسلين على البكتيريا وسبب عدم تأثير المضادات الحيوية على الفيروسات.
٨-٦	يناقش عواقب مقاومة المضادات الحيوية والخطوات الواجب اتخاذها للحد من تأثيرها.

٨-٣ الدفاعات ضد المرض

٨-٧	يشرح المقصود بالأنتيجين ويذكر الاختلافات بين الأنتيجين الذاتي والأنتيجين غير الذاتي.

٨-٤ خلايا جهاز المناعة

٨-٨	يصف طريقة عمل الخلايا البلعمية (الخلايا البلعمية الكبيرة وخلايا الدم البيضاء المتعادلة).
٨-٩	يصف تسلسل الأحداث أثناء الاستجابة المناعية الأولية مع الإشارة إلى أدوار: • الخلايا البلعمية الكبيرة • الخلايا اللمفاوية البائية، بما في ذلك الخلايا البلازمية • الخلايا اللمفاوية التائية، مقتصرًا على الخلايا التائية المساعدة والخلايا التائية القاتلة.
٨-١٠	يشرح دور خلايا الذاكرة في الاستجابة المناعية الثانوية وفي المناعة طويلة الأمد.
٨-١١	يربط التركيب الجزيئي للأجسام المضادة بوظائفها.

٨-٥ المناعة الإيجابية والمناعة السلبية	
٨-١٢	يصف الاختلافات بين المناعة الإيجابية والمناعة السلبية وبين المناعة الطبيعية والمناعة الاصطناعية.
٨-١٣	يشرح أن اللقاحات تحتوي على أنتيجينات تحفز الاستجابة المناعية لتوفير مناعة طويلة الأمد.
٨-١٤	يشرح كيف يمكن لبرامج التطعيم المساعدة في السيطرة على انتشار الأمراض المعدية.

الأهداف التعليمية

الوحدة التاسعة: التصنيف والتنوع البيولوجي والحفاظ عليه

٩-١ التصنيف	
٩-١	يناقش مصطلح النوع، مقتصرًا على مفهوم النوع البيولوجي، ومفهوم النوع المورفولوجي ومفهوم النوع البيئي.
٩-٢	يصف تصنيف الكائنات الحية في ثلاثة نطاقات: العتائق والبكتيريا وحقيقية النواة.
٩-٣	يصف أن العتائق والبكتيريا، هي بدائية النواة، وأنه توجد اختلافات بينها، مقتصرًا على الاختلافات في دهون الغشاء و RNA الرايبوسومي ومكونات جدران الخلية.
٩-٤	يصف تصنيف الكائنات الحية في نطاق حقيقية النواة وفقًا للتسلسل الهرمي التصنيفي: المملكة، الشعبة، الطائفة، الرتبة، العائلة، الجنس، النوع.
٩-٥	يلخص الخصائص الرئيسية لممالك الأوليات، والفطريات، والنباتات، والحيوانات.
٩-٦	يلخص كيفية تصنيف الفيروسات، مقتصرًا على نوع الحمض النووي (RNA أو DNA) ووجود شريط مفرد أو مزدوج.

٩-٢ التنوع البيولوجي	
٩-٧	يشرح معنى المصطلحَين: نظام بيئي وإطار بيئي.
٩-٨	يشرح إمكانية تقييم التنوع البيولوجي على مستويات مختلفة بما في ذلك: • عدد ونطاق الأنظمة البيئية والمواطن البيئية المختلفة • عدد الأنواع ووفرتها النسبية • التباين الجيني في النوع الواحد.
٩-٩	يشرح أهمية العينات العشوائية في تحديد التنوع البيولوجي في المنطقة.
٩-١٠	يصف ويستخدم الطرائق المناسبة لتقييم توزيع ووفرة الكائنات الحية في المنطقة، مقتصرًا على المقاطع الخطية، وتقنية وضع علامة – أطلق – أعد إمساك باستخدام مؤشر لينكولن (سيتم توفير صيغة لمؤشر لينكولن).

٩-٣ الحفاظ على التنوع البيولوجي	
٩-١١	يشرح لماذا يمكن أن تصبح الجماعات والأنواع مهددة بالانقراض أو منقرضة نتيجة لما يأتي: • تغير المناخ • المنافسة • الصيد الجائر • تدهور وفقدان المواطن البيئية.
٩-١٢	يلخص أسباب الحاجة إلى الحفاظ على التنوع البيولوجي.
٩-٤ إدارة أعداد الأنواع	
٩-١٣	يلخص أدوار الحدائق الحيوانية والحدائق النباتية والمحميات (بما في ذلك المتنزهات الوطنية والمتنزهات البحرية)، و"الحدائق الحيوانية المجمدة" وبنوك البذور، في حماية الأنواع.
٩-١٤	يصف طرائق المساعدة على الإنجاب المستخدمة في حماية الثدييات، مقتصرًا على التلقيح الاصطناعي ونقل الأجنّة والأرحام البديلة.
٩-١٥	يشرح أسباب ضبط الأنواع الغريبة الغازِيَة.
٩-٥ منظمات الحماية الدولية	
٩-١٦	يلخص دور كل من الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN) واتفاقية التجارة الدولية حول الأنواع المهددة بالانقراض من الحيوانات والنباتات البرية (CITES)، في حماية البيئة.

الوحدة السادسة
الطاقة والتنفُّس

نظرة عامة

- تستعرض هذه الوحدة ضرورة توفر الطاقة للكائنات الحية، والسمات التي تجعل ATP مناسبًا كعملة طاقة عالمية. كما تعرض الآليات الجزيئية التي تمكّن الخلايا من إنتاج ATP باستخدام المواد المتفاعلة التنفُّسية، وعادة الجلوكوز.
- توفر الوحدة للطلبة العديد من الفرص العملية لتطوير مهاراتهم التحليلية والتطبيقية والحسابية.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
٦-١ ٦-٢ ٦-٣	٦-١ حاجة الكائنات الحية إلى الطاقة	١	• قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة • العلوم ضمن سياقها: العلاج بزراعة الميتوكندريا • الشكلان ٦-١ و ٦-٢ • الصورة ٦-١ • السؤالان ١ و ٢	• أسئلة نهاية الوحدة: ١(ب)
٦-٤ ٦-٥ ٦-٦ ٦-٧ ٦-٨ ٦-٩ ٦-١٠ ٦-١١ ٦-١٢	٦-٢ التنفُّس الهوائي	٨	• الأشكال من ٦-٣ إلى ٦-٩ • الجدول ٦-١ • الأسئلة من ٣ إلى ٦ • مهارات عملية ٦-١: قياس امتصاص الأكسجين • أسئلة نهاية الوحدة: ٢ و ٤	• نشاط ٦-٢: كثافة الطاقة والمسعرات الحرارية • نشاط ٦-٣: تجارب الميتوكندريا • نشاط ٦-٤: استخدام مقياس التنفُّس • استقصاء عملي ٦-١: تأثير درجة الحرارة على معدل التنفُّس في اللافقاريات • أسئلة نهاية الوحدة: ١(أ) و ٣
٦-١٣	٦-٣ تركيب الميتوكندريا ووظيفتها	١	• الشكل ٦-١٠ • الصورتان ٦-٢ و ٦-٣ • السؤال ٧ • أسئلة نهاية الوحدة: ٣	• أسئلة نهاية الوحدة: ٢
٦-١٤ ٦-١٥ ٦-١٦ ٦-١٧	٦-٤ التنفُّس من دون الأكسجين	٤	• الشكلان ٦-١١ و ٦-١٢ • الصور من ٦-٤ إلى ٦-٦ • السؤالان ٨ و ٩	• نشاط ٦-١: التنفُّس اللاهوائي في خلايا فطر الخميرة

			• مهارات عملية ٦-٢: قياس معدل التنفُّس باستخدام كواشف الأكسدة والاختزال • أسئلة نهاية الوحدة: ١	• استقصاء عملي ٦-٢: تأثير تركيز الجلوكوز على معدل تنفُّس الخميرة باستخدام كاشف الأكسدة والاختزال • استقصاء عملي ٦-٣: قدرة خلايا فطر الخميرة على استخدام سكّريات مختلفة أثناء التخمّر (إثرائي) • أسئلة نهاية الوحدة: ٤

الموضوع ٦-١: حاجة الكائنات الحية إلى الطاقة

يقدم هذا الموضوع مفهوم الطاقة في الكائنات الحية، ويعرض أسباب حاجة الكائنات الحية إلى الطاقة.

الأهداف التعليمية

٦-١ يلخص حاجة الكائنات الحية للطاقة، كما يتضح من خلال النقل النشط والحركة وتفاعلات البناء، كتلك التي تحدث في تضاعف DNA وبناء البروتين.

٦-٢ يصف سمات ATP التي تجعله مناسبًا كعملة طاقة عالمية.

٦-٣ يشرح أنه يتم بناء ATP بواسطة:

- نقل الفوسفات في التفاعلات المرتبطة بالمواد المتفاعلة
- الأسموزية الكيميائية في أغشية الميتوكندريا والبلاستيدات الخضراء.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة	• أسئلة مرتبطة بالتنفُّس
	العلوم ضمن سياقها	• العلاج بزراعة الميتوكندريا
	الشكلان ٦- ١ و ٦- ٢	• الشكلان المرتبطان بجزيء عملة الطاقة ATP، وأسباب حاجة الخلية إليه
	الصورة ٦-١	• صورة مجهرية إلكترونية (الماسح) لمقطع في بويضة الأم
	السؤالان ١ و ٢	• السؤالان المرتبطان بجزيء عملة الطاقة ATP
كتاب التجارب العملية والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة: ١(ب)	• السؤال المرتبط باستخدام ATP على أنه «عملة طاقة»

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يعتقد الطلبة أن التنفُّس الهوائي يستهلك طاقة فقط؛ يجدر التأكيد أن وظيفة التنفُّس الخلوي هو تكوين ATP.
- غالبًا ما يعتقد الطلبة خطأً أن الروابط التي تربط مجموعتَي الفوسفات الأبعد (الطرفيتَين) في ATP هي «روابط غنية بالطاقة». لكن مصدر الطاقة المنطلقة عند التحلُّل المائي لهذه الروابط هو التغيرات في الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيء ككل.
- غالبًا ما يقول الطلبة إن الطاقة «تنتج» أثناء التنفُّس، فأكد عليهم أن يقولوا إن الطاقة **تطلق** Released، وليس «تنتج Produced» أو «تصنع Made» أو «تتكوّن Created».
- قد يخلط الطلبة بين مصطلحَي «**عملة الطاقة** Energy currency» و «**خزن الطاقة** Energy storage». فالجزيء الذي يعمل كعملة طاقة (على سبيل المثال ATP)، يمنح الطاقة مباشرة للتفاعلات الخلوية التي تتطلب طاقة؛ أما جزيء خزن الطاقة فهو مخزن قصير الأمد (جلوكوز أو سكروز)، أو مخزن طويل الأمد (جلايكوجين، نشا، أو دهون ثلاثية) للطاقة الكيميائية الكامنة.
- غالبًا ما يستخدم الطلبة مصطلحات «**الأيض** Metabolism» وعمليتَي «**البناء** Anabolism» و«**الهدم** Catabolism» بالمعنى نفسه، كما يعتقد بعضهم أن الطاقة التي تستخدمها الخلايا الحية في البناء تكون على شكل طاقة حرارية.
- قد يفترض الطلبة خطأ أن ATP ينتقل بين الخلايا بدلًا من أن كل خلية تنتج ATP الخاص بها.

أنشطة تمهيدية

يعرف الطلبة أن جميع الكائنات الحية تحتاج إلى مصدر للطاقة الخلوية لتقوم بأنشطتها، ويعرفون أن جزيء ATP يوفر هذه الطاقة، وقد درسوا تركيب جزيء ATP في الوحدة الأولى؛ ومع ذلك، يفترض العديد من الطلبة أن الخلية تحصل على ATP من الجلوكوز في تفاعل كيميائي بسيط، لذا يجب أن يركز النشاط التمهيدي على مراجعة المعرفة السابقة للطلبة.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

ساعد الطلبة في تنشيط معرفتهم بالمصطلحات العلميّة المرتبطة بالفحص المجهري الضوئي من خلال إجراء اختبار قصير، ثم وزّع عليهم أوراق A4 مكتوبًا على كلا وجهي الورقة حرف واحد من الأحرف أ، ب، ج، د، واطلب إليهم رفع الورقة التي يعتقدون أن الحرف المكتوب عليها يمثل الإجابة الصحيحة عن كل سؤال اختيار من متعدد من مجموعة الأسئلة على السبورة.

يمكن أن تشمل أسئلة الاختيار من متعدّد أمثلة كالآتية:

- (**منخفض الصعوبة**): إلامَ يرمز ATP؟

أ. أدنين ثلاثي الفوسفات

ب. أدينوسين ثلاثي الفوسفات (**صحيح**)

ج. أدنين ثلاثي الببتيد

د. أدينوسين ثلاثي الببتيد

- (**متوسط الصعوبة**): ما الذي **لا** يستخدم الطاقة في الخلية؟

أ. التمثيل الضوئي (**صحيح**)

ب. التنظيم الحراري

ج. بناء البروتين

د. النقل النشط

- (**عالي الصعوبة**): ما المعادلة الكيميائية الموزونة للتنفُّس الهوائي؟

أ. $C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

ب. $CO_2 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2$

ج. $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ (**صحيح**)

د. $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow 6C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة نقل الجمل المكتسبة على دفاترهم، تحت عنوان «كنت أعرف» باللون الأخضر، وتحت عنوان «المعلومات الجديدة» باللون الأحمر. يمكن الإشارة إلى ذلك في نهاية الحصة الدراسية ليعرف الطلبة مدى تقدمهم.

٢ فكرة (ب)

اطلب إلى الطلبة قراءة محتوى العلوم ضمن سياقها في كتاب الطالب: العلاج بزراعة الميتوكندريا، إذ يركز المحتوى على الميتوكندريا، مشجعًا إيّاهم على طرح أسئلة (التساؤل) عن كيفية استخدام الطاقة بواسطة الأنواع المختلفة من الخلايا الواردة في السياق: البويضة، والنسيج العصبي، والعضلة القلبية، وخلايا الكبد. ثم أدر مناقشة صفية يطرح فيها الطلبة أفكارهم (على سبيل المثال، يطلق النسيج العصبي النبضات، تنقبض العضلة القلبية).

› **أفكار للتقويم:** ناقش المصطلحات العلمية المرتبطة بالطاقة التي يتذكرها الطلبة من دراستهم السابقة، مكوّنًا قائمة بالمصطلحات العلمية على السبورة، واطلب إلى الذين يعرفون المصطلحات جيدًا تقديم تعريفاتها، ثم تحدَّ بعض الطلبة لتقديم تعريفات مصطلحات أخرى تعود بالنفع إلى طلبة الصف.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ تشبيهات ATP (٣٠ دقيقة)

اعرض رسمًا أو صورة لجزيء ATP على السبورة (على سبيل المثال، الشكل ٦-١ الوارد في كتاب الطالب)، ثم أدر مناقشة صفية تشجع فيها الطلبة على نقل الشكل وكتابة مسميات مكوناته، مثل قاعدة الأدنين، وسكر الرايبوز، ومجموعة الفوسفات، وأخبرهم أن هذا الجزيء مثالي كمخزن للطاقة الكيميائية لأنه صغير وقابل للذوبان ويتحلل في الماء بسهولة، ثم اختتم المناقشة بتبيان الاختلافات في التركيب بين ATP ومنتجات تحلله المائي ADP و AMP.

استنبط فهمًا أن (أ) تكوين ATP يستخدم طاقة من الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية المعقدة، و (ب) يمكن أن ينقل ATP الطاقة إلى العديد من العمليات المختلفة. استبدل صورة ATP بصورة عملة معدنية أو ورقة نقدية من

بلدك، لتستخدمها كتشبيه ATP، وتوسع في التوضيح بالتركيز على أن «إنفاق» ATP يوفر للخلايا إمكانية استخدام الطاقة المختزنة فيه في عدة أغراض. يمكنك أيضًا تشبيه ATP باستخدام بطارية في عدة حالات، على سبيل المثال، في مصباح اليد لتوليد الضوء، وفي لعبة السيارة لتوليد طاقة حركية، وفي المذياع لتوليد الصوت، وهكذا.

› **أفكار للتقويم:** أعط الطلبة مجموعة من العبارات غير الصحيحة لمناقشتها بهدف تشخيص سوء الفهم والمفاهيم الخاطئة التي قد تكون نشأت أثناء هذا النشاط؛ يمكن أن تشمل الأمثلة:

- يتم إطلاق الطاقة عند إنتاج ATP.
- يتحد ADP مع AMP لتكوين ATP.

٢ النظر في استخدامات الطاقة (٢٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات لعصف ذهني حول أوجه استخدام الخلية للطاقة؛ قد تشمل الأفكار، بناء المواد المعقدة من مواد أبسط (تفاعلات بناء)، النقل النشط للمواد ضد منحدر التركيز، العمل الميكانيكي (على سبيل المثال، انقباض العضلات، والمحافظة على درجة حرارة الجسم في بعض الكائنات الحية، والضيائية الحيوية Bioluminescence، والتفريغ الكهربائي). تجوّل في غرفة الصف، وقدم أدلة أو تلميحات للطلبة الذين نفدت أفكارهم.

اطلب إلى الطلبة بعد ذلك المساهمة في أفكارهم في خريطة مفاهيم تكتب على السبورة، مع تسجيل جميع الأفكار. رقّم كل وظيفة صحيحة، واطلب إلى الطلبة تجميع هذه الأرقام في فئات، إذ يجب أن تشترك الوظائف في الفئة الواحدة بميزات معيّنة؛ قد تشمل الأمثلة:

- انقسام السيتوبلازم، انقباض العضلات، حركة السوط، الإدخال الخلوي (**عمل ميكانيكي**).
- الضيائية الحيوية، المحافظة على درجة حرارة الجسم (**إطلاق الطاقة**).
- النقل النشط، التفريغ الكهربائي (**حركة الجسيمات**).

› **أفكار للتقويم:** ناقش الفئات التي اختارها الطلبة، واقترح احتمالات أخرى لتوسعة (لزيادة) فهمهم، طالبًا إليهم نقل الخريطة المفاهيمية على دفاترهم، مع كتابة «كنت أعرف» بالأخضر، و«المعلومات الجديدة» بالأحمر. يمكن الإشارة إلى ذلك في نهاية الحصة ليعرف الطلبة مدى تقدمهم.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة التفكير في الخلايا الحية على أنها محولات طاقة (يحوّل محوّل الطاقة أحد أشكال الطاقة إلى شكل آخر؛ على سبيل المثال، تحوّل الخلايا في شبكية العين الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية)، ثم اطلب إليهم تكوين قائمة بأمثلة أخرى.
- اطلب إلى الطلبة الاستعداد لحصة تتضمّن التحلل السكري من خلال أسلوب «التعليم المقلوب». اطرح مجموعة من الأسئلة ليبحث الطلبة عن إجاباتها في الكتاب المدرسي أو عبر الإنترنت، قد تشمل الأمثلة المناسبة ما يأتي:
  - لماذا ليس صحيحًا القول إن الجلوكوز يستخدم لإنتاج ATP مباشرة؟
  - ما الصلة بين الجلوكوز والبيروفات؟

تهدف هذه الأسئلة إلى إثارة الاهتمام وإثراء الحوار في بداية الحصة التالية.

شجع الطلبة على الانتقال إلى الموضوع التالي مع معرفتهم أن عملية التنفُّس هي سلسلة من التفاعلات تتحكم فيها الإنزيمات.

- اطلب إلى الطلبة تحويل الخريطة المفاهيمية عن استخدامات الطاقة إلى سلّم مراتب حيث يتم ترتيب الوظائف تبعًا لمقدار ATP المطلوب في نوع معيّن من الخلايا، ثم ناقش خياراتهم.

الدعم

ساعد الطلبة على فهم دور ATP جيدًا من خلال وصفه كوسيط بين تفاعلات الخلية المنتجة للطاقة والتفاعلات المستهلكة للطاقة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اكتب ثلاثة أو أربعة أسئلة، يفضل أن تكون من نمط الاختيار من متعدّد أو التي تتطلب إجابة قصيرة، ليجيب عنها الطلبة ويسلموها في نهاية الحصة. يمكن أن توفر تقنية «بطاقة الخروج» هذه فرصة للتقويم التكويني، تساعد في تقرير مدى الحاجة إلى مزيد من التعزيز للمادة في الحصة التالية.
- شجع الطلبة على كتابة أقصر جملة ممكنة باستخدام المصطلحات العلمية الآتية: **الطاقة**، **ATP**، **تفاعل بناء**، **التنفُّس**. سيفيد ذلك في تركيز الطلبة على تطوير مهارات التفكير العليا لديهم لفهم معنى هذه المصطلحات بدل الاكتفاء بتذكرها. ولمساعدة بعض الطلبة يمكنك تزويدهم بالجملتَين الأولى والأخيرة، أو تقليل عدد الكلمات المتوقع استخدامها.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

عزّز معرفة الطلبة بتراكيب جزيئات ATP و ADP و AMP من خلال عرضها على السبورة طوال الحصة على شكل رسم تخطيطي مكتوبة تسمياته؛ ويمكن بدل ذلك تثبيت أوراق مطبوعة تبيّن التراكيب على الطاولة. أكد على الطلبة استخدام المصطلحات الصحيحة في مناقشاتهم، بما يساعدهم على تعرّف كيفية استخدام هذه المصطلحات.

المهارة الحسابية

تشير التقديرات إلى استخدام الإنسان في حالة الراحة 40 kg من ATP خلال 24 ساعة، لكنه يحتوي فقط على 5 g من ATP في أي وقت، وقد يصل معدل تفكك ATP في حالة التمارين المجهدة إلى 500 g/min. زوّد الطلبة بعمليات حسابية تعتمد على هذه الأرقام، بهدف تطوير مهاراتهم الحسابية، ولا تندرج ضمن أسئلة الامتحانات التي يقيّم على أساسها الطالب.

الموضوع ٦-٢: التنفُّس الهوائي

يطوّر هذا الموضوع معرفة الطلبة بالتفاعلات الكيميائية الحيوية التي تحدث أثناء التنفُّس الهوائي، وهو ينظر بداية إلى التحلل السكري في السيتوبلازم، ثم يستكشف العمليات التي تحدث في الميتوكندريا أثناء التنفُّس الهوائي في سلسلة من التفاعلات المحفزة بالإنزيمات التي تنتج ATP.

الأهداف التعليمية

٦-٤ يذكر مكان حدوث كل مرحلة من مراحل التنفس الهوائي الأربع في الخلايا حقيقية النواة:

- التحلل السكري في السيتوبلازم
- التفاعل الرابط في حشوة الميتوكندريا
- دورة كربس في حشوة الميتوكندريا
- الفسفرة التأكسدية على غشاء الميتوكندريا الداخلي.

٦-٥ يلخص التحلل السكري على أنه فسفرة الجلوكوز والانشطار اللاحق للفركتوز 6،1 – ثنائي الفوسفات (6C) إلى جزيئَي تريوز فوسفات (3C)، اللذين يتأكسدان إلى جزيئي بيروفات (3C)، مع إنتاج ATP و NAD المُخْتزل.

٦-٦ يشرح أنه عند توافر الأكسجين يدخل جزيء البيروفات إلى الميتوكندريا للمشاركة في التفاعل الرابط.

٦-٧ يصف التفاعل الرابط، بما في ذلك دور مرافق الإنزيم A في نقل مجموعات الأستيل (2C).

٦-٨ يلخص دورة كربس، شارحًا أن أكسالوأسيتات (4C) يعمل كمستقبل لجزء (2C) من أستيل مرافق إنزيم A لتكوين السيترات (6C)، والذي سيتحول مرة أخرى في سلسلة من الخطوات الصغيرة إلى أكسالوأسيتات.

٦-٩ يشرح أن التفاعلات في دورة كربس تتضمن:

- نزع الكربوكسيل
- نزع الهيدروجين
- اختزال مرافقي الإنزيم NAD و FAD
- فسفرة ADP.

٦-١٠ يصف دور NAD و FAD في نقل الهيدروجين إلى نواقل في غشاء الميتوكندريا الداخلي.

٦-١١ يشرح أنه أثناء الفسفرة التأكسدية:

- تنشطر ذرات الهيدروجين إلى بروتونات وإلكترونات نشطة عالية الطاقة
- تطلق الإلكترونات عالية الطاقة أثناء مرورها طاقةً عبر سلسلة نقل الإلكترون (تفاصيل النواقل ليست مطلوبة)
- تُستخدم الطاقة المنطلقة لنقل البروتونات عبر غشاء الميتوكندريا الداخلي
- تعود البروتونات إلى حشوة الميتوكندريا عن طريق الانتشار المسهل من خلال ATP سينثيز، الأمر الذي يوفر الطاقة لبناء ATP (تفاصيل ATP سينثيز ليست مطلوبة)
- يعمل الأكسجين كمستقبل نهائي للإلكترونات لتكوين الماء.

٦-١٢ يصف ويفسر الاستقصاءات باستخدام مقاييس تنفس بسيطة لتحديد تأثير درجة الحرارة على معدل التنفس.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ثماني حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٦-٣ إلى ٦-٩	• الأشكال التي توضح الرسوم التخطيطية لمراحل ومواقع التفاعلات المختلفة المشاركة في التحلل السكري، والتفاعل الرابط، ودورة كربس، والفسفرة التأكسدية
	الجدول ٦-١	• بيانات لـ ATP المستخدم والمتكوّن في المراحل المختلفة أثناء التنفُّس الهوائي
	الأسئلة من ٣ إلى ٦	• الأسئلة المرتبطة بالتنفُّس الهوائي
	مهارات عملية ٦-١	• قياس امتصاص الأكسجين
	أسئلة نهاية الوحدة: ٢ و ٤	• الأسئلة المرتبطة بالتنفُّس الهوائي
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٦-٢	• كثافة الطاقة والمسعرات الحرارية
	النشاط ٦-٣	• تجارب الميتوكندريا
	النشاط ٦-٤	• استخدام مقياس التنفُّس
	الاستقصاء العملي ٦-١	• تأثير درجة الحرارة على معدل التنفُّس في اللافقاريات
	أسئلة نهاية الوحدة: ١(أ) و ٣	• الأسئلة المرتبطة بالتنفُّس الهوائي

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يعتقد الطلبة خطأً أن التحلل السكري يحدث في الميتوكندريا؛ وفي الواقع أنها الخطوة الوحيدة من التنفُّس الهوائي التي تحدث في السيتوبلازم.
- قد يجد الطلبة صعوبة في تخيل أن تحلل الجلوكوز يحدث في سلسلة من الخطوات، قد يكون سبب ذلك هو أنه غالبًا ما يتم تلخيص التنفُّس الهوائي على شكل معادلة واحدة.
- يعتقد بعض الطلبة أن الأكسجين «يحترق» أثناء التنفُّس، وفي الواقع أنه يُختزَل كمستقبل نهائي للإلكترون لتكوين الماء.
- يمكن أن يغفل الطلبة عن حقيقة أن البروتونات هي أيونات هيدروجين، ويشيرون إليها على أنها جسيمات مختلفة.
- يمكن أن يخلط الطلبة بين إنزيم ATP سينثيز ATP synthase (الذي يكوّن ATP) وإنزيم (ATPase)، الذي يحلل ATP مائيًا، والإنزيمات مثل مضخة صوديوم- بوتاسيوم لها نشاط ATPase.
- يجد الطلبة صعوبة بالغة في فهم المقصود **بالطاقة الكهربائية الكامنة**، إذ إنها الطاقة التي تطلق عن طريق نقل الإلكترونات بواسطة نواقل الإلكترون في الميتوكندريا، لتخزن على شكل تركيز البروتونات عبر الغشاء، وتتدفق هذه البروتونات مع منحدر التركيز بالانتشار المسهل عبر البروتين الناقل، وهذا يحفز بناء ATP.
- يستخدم الطلبة أحيانًا المصطلحات: **اختزال**، **أكسدة**، **نزع الكربوكسيل**، **نزع الهيدروجين** بالمعنى نفسه.

- لا يربط الطلبة دائمًا بين عملية الفسفرة وعملية بناء ATP.
- يشير بعض الطلبة بشكل غير صحيح إلى أن الإلكترونات تمر عبر ATP سينثيز أثناء الفسفرة التأكسدية بدلًا من البروتونات.
- ينسى الطلبة عادة تحديد «NAD المُخْتَزَل» في المراحل المناسبة من التنفُّس الهوائي، إذ يشيرون إليها ببساطة بالاسم «NAD».
- يفترض الطلبة غالبًا أن دورة كربس مصدر مباشر لـ ATP؛ والواقع أن الغرض الرئيسي منها هو إطلاق ذرات الهيدروجين، والتي تنشطر بعد ذلك إلى بروتونات وإلكترونات يمكن استخدامها في الفسفرة التأكسدية.
- لا تُقَدَّر أهمية NAD في غالب الأحيان، إذ إنه «مستقبل الهيدروجين» ولكن الأهم من ذلك هو أنه، «**ناقل الهيدروجين**»، لأنه يجب أن يتأكسد بعد الاختزال لكي يستمر التحلل السكري.
- يعتقد الطلبة أحيانًا أن جزيئًا واحدًا من الجلوكوز ينتج جزيئًا واحدًا من البيروفات؛ والواقع، أن جزيء الجلوكوز ينتج جزيئَين من البيروفات، ثم جزيئَين من أستيل CoA، لذلك تحدث دورتان من دورة كربس لكل جزيء من الجلوكوز.

أنشطة تمهيدية

تطوّر هذه الموضوعات فهم الطلبة لدور ATP في الخلية، فمن المهم التأكيد أن التنفُّس الهوائي هو عملية كيميائية تطلق الطاقة، كما يجب أن تنشط الأنشطة التمهيدية فهم الطلبة لجزيء الجلوكوز.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

أخبر الطلبة أنه من الضروري أن تطلق الطاقة المخزنة في جزيء غني بالطاقة، مثل الجلوكوز، في سلسلة من الخطوات. ويتمثل مفتاح العملية في كون جزيء الجلوكوز يحتوي على ست ذرات كربون، فاعرض للطلبة تركيب الجلوكوز باستخدام النماذج التي يمكن فصلها، ثم اشرح أنه يمكن فصل الذرات، وهذا ما يكمن خلف عملية التنفُّس.

› **أفكار للتقويم:** اطرح مجموعة أسئلة عن تركيب جزيئات حيوية وأهمية التكثيف والتحلل المائي في التفاعلات الكيميائية الحيوية، ويجب أن تكون الإجابات من كلمة واحدة، لأن ترسيخ عمق المعرفة التي يمكن أن يتذكرها الطلبة من الوحدة الثانية، مهم جدًا للموضوعات التالية.

٢ فكرة (ب)

نفّذ لعبة سريعة من خلال طرح عبارات مختصرة يجيب عنها الطلبة بـ «صح أو خطأ»، تهدف إلى تنشيط معرفتهم بالتفاعلات التي يتحكم فيها الإنزيم وتركيب الجزيئات الحيوية؛ قد تشمل العبارات الأمثلة الآتية:

- الجلوكوز سكر سداسي. (**صح**)
- يتم اختزال الجلوكوز في التنفُّس الهوائي. (**خطأ**)

زوّد كل طالب بورقة مكتوب على أحد وجهَيها كلمة «صح» وعلى الوجه الآخر كلمة «خطأ»، واطلب إليهم رفع الورقة التي تحمل الإجابة الصحيحة لترى جميع الإجابات في الوقت نفسه.

› **أفكار للتقويم:** يمكن الاستفادة من هذا النشاط كأساس للتقويم التكويني للتعلم السابق استعدادًا لدراسة الطلبة لهذه الوحدة.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ تبسيط العمليات المعقدة (٣٠ دقيقة)

اكتب على السبورة جملة من الكتاب عن التحلل السكري؛ على سبيل المثال:

يتمثل التحلل السكري بفسفرة الجلوكوز والانشطار اللاحق للفركتوز 1،6- ثنائي الفوسفات (6C) إلى جزيئَي تريوز فوسفات (3C) اللذين يتأكسدان بعد ذلك إلى جزيئَي بيروفات (3C) مع إنتاج ATP و NAD مُختَزَل.

اطلب إلى الطلبة تحديد أجزاء هذه الجملة التي يفهمونها أو يعرفون شيئًا عنها؛ على سبيل المثال، قد يتذكرون ما يأتي:

- الفركتوز أحادي التسكر.
- تتمثل الأكسدة والاختزال بإضافة/ نزع إلكترونات أو ذرات الهيدروجين من الجزيئات.
- ATP مخزن للطاقة.

ناقش مع الطلبة بعد ذلك أن تقسيم جملة معقدة إلى أجزاء صغيرة يمكن أن يساعد في توضيح معناها، بحيث ينطبق الأمر نفسه على العمليات المعقدة، إذ يسهل فهمها عندما تكون على شكل أجزاء صغيرة. أشرك الطلبة في المناقشة عندما تشرح ببطء آلية التحلل السكري، وأكد على أن تعلم هذه الخطوات يكون أكثر فاعلية عند مراجعة المادة بانتظام.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة إغلاق كتبهم ووضع كل ما له صلة بالموضوع بعيدًا عن نظرهم، واطلب إليهم أو حفزهم على أن يرسموا وبشكل منفرد على قطعة ورق الآلية الشاملة للتحلل السكري (يمكنك تقديم العبارة في بداية هذا النشاط إلى الطلبة الذين يحتاجون إلى المساعدة). دع الطلبة يتجوّلون في غرفة الصف ويتحدثون مع ثلاثة من زملائهم على الأقل، لمقارنة عملهم وتحسينه. ويجب على الطلبة تصنيف أخطائهم لتحديد نقاط القوة ونقاط الضعف، ما يجعلهم يدركون أن الجميع يرتكبون أخطاء، ويطوّرون «العقلية النامية» لديهم. سيساعد هذا النشاط على بناء التعامل مع الآليات الكيميائية الحيوية المعقدة قبل الانتقال إلى الموضوع التالي.

٢ سيرك دورة كربس (٦٠ دقيقة)

قد يشعر الطلبة بالارتباك من عدد الخطوات والأحداث في دورة كربس. ولمساعدة الطلبة على استيعاب المعلومات عن هذه الدورة، وفهم طبيعتها الدورية، قم بإعداد دورة كربس «تفاعلية» في الصف مع محطات ليجمع الطلبة منها أو يضعوا فيها بطاقات مكتوبًا عليها أحد الجزيئات الوسطية في هذه الدورة. اطلب إلى الطلبة عند «دخولهم» الدورة أن يلتقط كل واحد منهم بطاقة مكتوبًا عليها أستيل CoA، موضحًا لهم أن هذا الجزيء مشتق من البيروفات في التفاعل الرابط؛ فيما يأتي أمثلة على ثلاث محطات:

- **المحطة ١:** يلتقط الطلبة أكسالوأسيتات (4C)، بالإضافة إلى أستيل CoA (2C) ويستبدلونها بالسيترات (6C).
- **المحطة ٢:** يستبدل الطلبة السيترات (6C) بمركب وسطي (5C)، عن طريق اقتطاع زاوية صغيرة من البطاقة والكتابة عليها «CO_2»، ويلتقطون أيضًا جزءًا من البطاقة مكتوب عليها «NAD مُخْتَزَل».
- **المحطة ٣:** يستبدل الطلبة المركب الوسطي 5C بمركب وسطي 4C، ويقتطعون زاوية صغيرة منها ليكتبوا عليها «CO_2»، مع التقاط جزء من البطاقة مكتوب عليها «NAD المُخْتَزَل».

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة بعد ذلك الرجوع إلى السؤال ٣ المرتبط بدورة كربس الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، ثم اطلب إليهم التفكير بشكل فردي في التمثيلات البيانية التي تبيّن التغير في تركيز الأكسجين بمرور الوقت في حشوة الميتوكندريا. وزّع الطلبة في مجموعات من أربعة، وأعط لكل مجموعة ورقة إجابة فارغة، طالبًا إليهم تكوين أفضل إجابة من خلال إجاباتها، ثم اطلب إلى الطلبة التفكير في خبراتهم المعرفية وكتابة خمس توصيات لدراستهم المستقبلية عن هذا الموضوع.

٣ الجدول الزمني للتنفُّس الهوائي (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى الأشكال ٦-٣ إلى ٦-٨ الواردة في كتاب الطالب لإعداد جدول زمني يبيّن المواقع والأحداث لكل مرحلة من مراحل عملية التنفُّس الهوائي في الميتوكندريون. وفّر لهم إمكانية طلب الدعم أثناء تنفيذ النشاط، عن طريق إعداد مجموعة من «بطاقات تلميح Clue cards» تكون متاحة عند الطلب، بحيث يمكن للطالب طلب بطاقة إذا شعر بأنه في حاجة إلى الدعم. توفر كل بطاقة «تلميحًا» يهدف إلى تزويد الطالب بمعلومات كافية تساعده على التقدم في عمله (على سبيل المثال، اعرض في بداية المخطط الزمني كيف جرى تعديل البيروفات ليصبح أستيل CoA، أو قم بإظهار جميع أحداث نزع الكربوكسيل ونزع الهيدروجين باللون نفسه).

› **أفكار للتقويم:** قدّم مجموعة من ملصقات «لا تنسَ» والتي يمكن إرفاقها بالجدول الزمني؛ قد تشمل هذه الملصقات ما يأتي:

- لا تنسَ أنه في التفاعل الرابط ينزع الكربوكسيل من البيروفات (3C) لتكوين أستيل CoA (2C).
- لا تنسَ أن أكسالوأسيتات يحتوي على أربع ذرات كربون.
- لا تنسَ أنه ينتج جزيء ATP واحد فقط في كل دورة كربس واحدة.

٤ استقصاء عملي ٦-١: تأثير درجة الحرارة على معدل التنفُّس في اللافقاريات (٩٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة تنفيذ الاستقصاء العملي ٦-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. يخطط الطلبة في هذا الاستقصاء لإجراء استقصاء في تأثير درجة الحرارة على معدل التنفُّس في اللافقاريات، مثل يرقات ذبابة اللحم باستخدام مقاييس التنفُّس. يساعد الاستقصاء الطلبة على تقدير الخطوات ذات الصلة اللازمة عند تصميم الاستقصاء: تحديد المتغيرات والأدوات، وتصميم الطريقة، وتسجيل البيانات، والتخطيط للتمثيل البياني، وفي المرحلة النهائية استخلاص النتائج والتفكير في الدقة (بما في ذلك الأخطاء) وصحة الاستنتاج. توفر المهارات العملية ٦-١ الواردة في كتاب الطالب معلومات إضافية ذات صلة بالمعلومات في هذا النشاط العملي.

› **أفكار للتقويم:** راجع إجابات الطلبة من خلال مناقشتهم، واطلب إليهم تحديد ثلاثة مجالات للتحسين على الأقل، والتي يجب عليهم تسجيلها في دفاتر ملاحظاتهم للمساعدة في النشاط العملي التالي الذي ينفذونه.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- وجّه الطلبة لإعداد «خريطة طريق» مبسطة لعملية التنفُّس الهوائي، والتي يمكن أن يتشاركها الطلبة ككل في هذا الموضوع وفي الموضوع التالي. ولمساعدة الطلبة اطلب إليهم الرجوع إلى الشكل ٦-٣ الوارد في كتاب الطالب الذي يبيّن العملية على شكل دوائر متداخلة داخل وخارج الميتوكندريون.

- عرِّف الطلبة بتركيب NAD (نيكوتين أميد أدنين ثنائي النيوكليوتيد). لا يحتاج الطلبة إلى معرفة تركيب هذا الجزيء، لكنهم قد يرغبون في مقارنته بالنيوكليوتيدات التي تكوّن DNA و RNA.
- اطلب إلى الطلبة مقارنة مكوّنات دورة كربس والفسفرة التأكسدية، وشجِّعهم، على سبيل المثال، على رسم جدول يقارن بين أدوار CoA و NAD و FAD.
- اطلب إلى الطلبة تبسيط حجم محتوى المعلومات الكبير بتحويله إلى مجموعة مكثفة من العبارات البسيطة، على سبيل المثال، كتابة فقرة قصيرة تلخص كل مرحلة من التنفُّس الهوائي؛ تشمل الأمثلة المتوقعة:
  - يتحد أستيل CoA (2C) مع أكسالوأسيتات (4C) لتكوين السيترات (6C)، ويعيد نزع الهيدروجين ونزع الكربوكسيل تحويل السيترات إلى أكسالوأسيتات لإكمال الدورة.
  - تعزز الطاقة المنطلقة في سلسلة نقل الإلكترون تكوين منحدر البروتون عبر غشاء الميتوكندريون الداخلي، الأمر الذي يتيح لـ ATP سينثيز إنتاج ATP بالأسموزية الكيميائية.
- امنح الطلبة بعض الوقت للبحث في كيفية عمل ATP سينثيز، وكيف اكتشفه بيتر ميتشيل Peter Mitchell عام 1961 م.
- يتحدّى النشاط ٦-٣ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة الطلبة، إذ يتطلب فهم آليات الفسفرة التأكسدية وبعض الطرائق المستخدمة بشكل كامل، كما يتطلب تفسير كيفية استخدام المثبطات التنفُّسية لدراسة التنفُّس الهوائي واستخلاص النتائج من التمثيلات البيانية.

الدعم

- زوّد الطلبة بالمصطلحات العلمية وتعريفاتها على أوراق منفصلة، واطلب إليهم ربط المصطلحات بتعريفاتها عبر تحريكها حول طاولاتهم. يمكن استخدام السؤال ٤ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب لمساعدة الطلبة على تلخيص الخطوات.
- سيجد الطلبة صعوبة في فهم دور NAD، لذا استخدم التشبيهات لمساعدتهم. يمكن تشبيه NAD بمثابة «سائق توصيل» يحتاج إلى تزويد مستمر بالهيدروجين ليواصل عمله.
- زوّد الطلبة بمجموعة من الجمل غير المكتملة التي تمّت كتابتها للمساعدة في تطوير معرفتهم في هذا الموضوع ابدأ بنشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف»، ثم اطلب إلى الطلبة تكوين نهاية جملة أو بداية جملة مناسبة، قد تشمل الأمثلة ما يأتي:
  - تتضمن الخطوة الأولى في التحلل السكري .....
  - ..... ما يجعل الجزيء أكثر تفاعلًا.
  - ..... لأنه يحتوي على ثلاث ذرات كربون.
- ليس لدى بعض الطلبة معرفة كافية بالكيمياء، وهم يجدون صعوبة كبيرة في فهم محتوى الكيمياء الحيوية الخاصة بهذا الموضوع. لذا، لا تضف أية تفاصيل تتجاوز تلك التي يطلبها المنهاج (الأهداف وكتاب الطالب وكتاب التجارب العملية والأنشطة) عند وصف مراحل التنفُّس لهؤلاء الطلبة.

- ساعد الطلبة على فهم دور كل مرحلة من مراحل دورة كربس من خلال كتابة المصطلحات وتعريفاتها على وجهَي بطاقات العرض السريع (بطاقات فلاش)؛ على سبيل المثال:
  - يربط التفاعل الرابط – عملية التحلل السكري ودورة كربس معًا.
  - الفسفرة التأكسدية – أكسدة NAD وإنتاج ATP من ADP.
  - مرافق الإنزيم (على سبيل المثال، NAD و FAD) – لا يشارك في تفاعلات التنفُّس.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اعرض على الطلبة عشر نماذج إجابات لسؤال من أسئلة اختبار سابق يرتبط بالتحلل السكري (يجب ألا تقل درجات السؤال عن ٣، وقد تكون إجابات لطلبة العام السابق)، واطلب إليهم ترتيب الإجابات في مراتب مناسبة وشرح الترتيب الذي يختارونه، وذلك لمساعدتهم على فهم أهداف التعلم ومعايير النجاح.
- اطلب إلى الطلبة تنفيذ نشاط «ما السؤال؟» عندما تزودهم بإجابة. اختر مجموعة من المصطلحات العلمية التي تتكوّن من كلمة واحدة ومن الجمل البسيطة ذات الصلة؛ تشمل الأمثلة ما يأتي:
  - الفسفرة.

    (قد تكون إجابة لسؤال عن اسم التفاعل الذي يجري فيه تعديل الجلوكوز كيميائيًا لتكوين الجلوكوز- 6- فوسفات).
  - الأكسدة إلى البيروفات.

    (قد تكون إجابة لسؤال عن مصير سكر تريوز فوسفات في التحلل السكري).
  - لأنه يتم تحضير الجلوكوز سداسي الكربون للانشطار وإنتاج قيمة صافية لجزيئَين من ATP.

    (قد تكون إجابة لسؤال عن سبب الحاجة إلى جزيئَين من ATP في التحلل السكري لفسفرة الجلوكوز).
- شجّع المناقشة الصفية، إذ يجب أن يكون الاقتراح فكرة مثيرة للجدل والنقاش، وليس مجرّد سؤال، وذلك، لحفز الطلبة على التفكير بعمق أكبر؛ على سبيل المثال، يمكن الطلب إلى الطلبة تقييم جملة مثل «الدورة الوحيدة في التنفُّس الهوائي هي دورة كربس»، أو «الاسم الأفضل للأسموزية الكيميائية هو الانتشار الكيميائي»، وقد توفر طريقة «فكر، شارك زميلك، شارك الصف» مقدمة مفيدة تساعد الطلبة على تكوين رأي.
- نفّذ نشاط الحلقة باستخدام بعض أو كل المصطلحات العلمية التي وردت في الوحدة، ثم اكتبها مع تعريفاتها في جدول بيانات. انقل جميع المصطلحات العلمية إلى الأسفل بمقدار مربع واحد بحيث لا يتطابق المصطلح والتعريف، ثم اكتب «**البداية**» مقابل التعريف الأول، و«**النهاية**» مقابل المصطلح الأخير (انظر الجدول).

البداية	تعريف المصطلح 1
المصطلح 1	تعريف المصطلح 2
المصطلح 2	تعريف المصطلح 3
المصطلح 3	**النهاية**

تابع

على سبيل المثال مصطلح ATP سينثيز، وتعريفه المقابل سيكون «بروتين ناقل ينقل أيونات الهيدروجين فيصنع ATP». اطبع جدول البيانات على بطاقة من الورق المقوّى، وقصّها بحيث يحتوي كل جزء منها على اسم المصطلح وتعريفه. اخلط البطاقات، ووزّعها على الطلبة، واطلب إلى الطالب الذي تحمل بطاقته «**البداية**» قراءة تعريف المصطلح، بحيث يعلن الطالب الذي يحمل المصطلح المطابق عن نفسه، ويقرأ المصطلح ثم التعريف على بطاقته. تستمر الدورة إلى حين الوصول إلى بطاقة «**النهاية**». يمكن خلط البطاقات وتكرار النشاط لمعرفة ما إذا كان باستطاعة الطلبة تنفيذ النشاط بشكل أسرع في المرة التالية. ارجع إلى البطاقة الرئيسيّة لتصحيح أية أخطاء قد تحدث. يعزز النشاط مراحل التحلل السكري، دورة كربس، وسلسلة نقل الإلكترون، والفسفرة التأكسدية.

- اطلب إلى الطلبة كتابة مجموعة من خمس عبارات يمكن تصنيفها على أنها «صحيحة دائمًا» أو «صحيحة أحيانًا» أو «غير صحيحة مطلقًا»؛ قد تشمل الأمثلة:
  - معظم الطاقة التي تُطلق خلال التنفُّس الهوائي مصدرها أكسدة الهيدروجين إلى ماء عند تمرير NAD المُخْتَزَل و FAD المُخْتَزَل إلى سلسلة نقل الإلكترون. (**صحيحة دائمًا**)
  - تدخل جميع جزيئات البيروفات دورة كربس. (**صحيحة أحيانًا- فقط إذا توافرت كمية كافية من الأكسجين**)
  - يحدث التحلل السكري في الميتوكندريا. (**غير صحيحة مطلقًا**)

اعرض أو ارسم رسمًا تخطيطيًا لغشاء الميتوكندريون الداخلي يبيّن بروتينات نقل الإلكترون و ATP سينثيز، مع حجبها بواسطة 12- 15 قطعة ورقيّة صغيرة مرقمة كأوراق أحجية (يمكن تنفيذ ذلك افتراضيًا عن طريق برنامج حاسوبي، أو فعليًا عن طريق لصق أوراق A3 على السبورة). يمكن عرض الشكل ٦-٦ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة لهذا الغرض. اطلب إلى الطلبة اختيار القطع (الأوراق) التي يريدون إزالتها والكشف عن الرسم تدريجيًا، وتحديد أجزاء الآلية التي عليهم وصفها وشرحها.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد كبير من المصطلحات العلميّة الأساسية في هذا الموضوع، فاطلب إلى الطلبة من خلال العمل في ثنائيات تنفيذ نشاط «تخمين المصطلح من وصفه»، ليصفوا فيه المصطلحات العلمية الأساسية بعضهم لبعض من دون استخدام أي مصطلح منها من «قائمة المصطلحات»؛ على سبيل المثال، يصعب على الطلبة وصف التحلل السكري من دون استخدام المصطلحات العلمية الرئيسية: **الجلوكوز**، و**الفسفرة**، و**البيروفات**.

المهارة الحسابيّة

يوفر النشاطان ٦-١ و ٦-٤ ، والاستقصاء العملي ٦-١ فرصًا لتطوير المهارات الحسابية للطلبة.

الموضوع ٦-٣: تركيب الميتوكندريا ووظيفتها

يستكشف هذا الموضوع تركيب الميتوكندريا وارتباطها في التفاعل الرابط ودورة كربس، والفسفرة التأكسدية.

الأهداف التعليمية

٦-١٣ يصف العلاقة بين تركيب ووظيفة الميتوكندريا باستخدام الرسوم التخطيطية والصور المجهرية الإلكترونية.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكل ٦-١٠	• الشكل الذي يبيّن تركيب الميتوكندريون
	الصورتان ٦-٢ و ٦-٣	• صورتان مجهريتان إلكترونيتان (النافذ) للميتوكندريا
	السؤال ٧	• السؤال المرتبط بتركيب الميتوكندريا ووظيفتها
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣	• السؤال المرتبط بتركيب الميتوكندريا ووظيفتها
كتاب التجارب العملية والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة: ٢	• السؤال المرتبط بتركيب الميتوكندريا ووظيفتها

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يرتبك الطلبة غالبًا في موقع ومراحل التنفُّس الهوائي؛ على سبيل المثال، من الشائع عندهم ذكر «**حيّز الغشاء الداخلي**» (غير مقبولة) بدلًا من «**الحيّز بين الغشاءَين**» (صحيحة).

أنشطة تمهيدية

الغرض من النشاط التمهيدي هو تنشيط معرفة الطلبة بتركيب الميتوكندريا ووظيفتها. من المهم جدًا أن يتذكر الطلبة المصطلحات العلمية: **العرف** (جمعها أعراف)، **الغشاءان الداخلي والخارجي للميتوكندريا** (تسمى معًا **غلاف الميتوكندريا**)، **الحشوة**.

فكرة

اعرض على الطلبة صورًا مجهرية إلكترونية للميتوكندريا (على سبيل المثال، الصورة ٦-٢ الواردة في كتاب الطالب). تتوافر أمثلة أخرى هنا: http://www.drjastrow.de/WAI/EM/EMMitoE.html اطلب إلى الطلبة تحديد أجزاء الميتوكندريون (على سبيل المثال: العُرف، الغشاءان الداخلي والخارجي للميتوكندريا، الحشوة). أو تحديد الخلايا التي تحتوي على عدد كبير من الميتوكندريا (على سبيل المثال: خلايا الكبد، والخلايا العضلية، وخلايا الشعيرات الجذرية)، إذ تتطلب هذه الخلايا تراكيز مرتفعة من ATP.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة عمل ملخص الخلية مع عضيات للميتوكندريا، «كنت أعرف» بالأخضر، و«المعلومات الجديدة» بالأحمر. يمكن الإشارة إلى ذلك في نهاية الحصة ليعرف الطلبة مدى تقدمهم.

الأنشطة الرئيسية

ملصق الميتوكندريون (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة من خلال العمل في ثنائيات تكوين رسم تخطيطي للميتوكندريون مع كامل المسميات، على أن يكون الرسم على ورقة A3 أو على سبورة بيضاء صغيرة، وبعد دقيقتين أو ثلاث دقائق اطلب إلى الثنائيات رفع رسومهم ليمكنك توفير تغذية راجعة إيجابية لهم، مع الإشارة إلى الأخطاء والمفاهيم الخاطئة.

› **أفكار للتقويم:** توصّل مع الطلبة من خلال المناقشة الصفية إلى تكوين رسم تخطيطي «مثالي» على السبورة، تستخدم فيه ألوانًا مناسبة لتمييز التراكيب المختلفة، واطلب إليهم نقل هذا الرسم التخطيطي للاستعانة به وقت الحاجة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- السؤال ٣ في أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب هو سؤال مفتوح عن الميتوكندريا يمكن استخدامه لتقييم معرفة الطلبة.

الدعم

- السؤالان ١ و ٢ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة منخفضا الصعوبة. يطلب السؤال ١أ من أسئلة نهاية الوحدة إلى الطلبة إكمال جدول ووضع علامات (✓) أو (✗) تبيّن زمن الأحداث الرئيسية وموقعها في عملية التنفُّس الهوائي.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- بعد التركيز الأولي في البداية على تركيب الميتوكندريا، كلف الطلبة المشاركة في لعبة «بنغو» لتعزيز فهم المصطلحات العلمية الأساسيّة التي وردت في الموضوعات السابقة، وزوّدهم بشبكة من تسعة مربعات، واكتب على السبورة المصطلحات العلمية الأساسيّة التي درسوها، طالبًا إليهم اختيار تسعة مصطلحات علمية بشكل عشوائي ليضعها كل طالب في شبكته، ثم اطلب بتعريف كل مصطلح منها عشوائيًّا، وأول طالب يضع علامة «✓» على مصطلحاته التسع التي اختارها يقول «بنغو» ويفوز بالمسابقة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد العديد من المصطلحات العلمية الرئيسيّة الجديدة في هذا الموضوع، من المفيد مساعدة الطلبة على معرفتها باستخدام الكلمات المتقاطعة أو الكلمات المقلوبة.

المهارة الحسابيّة

تتوافر فرص للطلبة لحساب قوة التكبير أو القياسات الحقيقية من الصور المجهرية، ويوفر السؤال ٢ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة مثالًا على ذلك.

الموضوع ٦-٤: التنفُّس من دون الأكسجين

يطوّر هذا الموضوع فهم الطلبة للظروف التي تجعل الخلية تلجأ إلى التنفُّس اللاهوائي. كما سيتعلم الطلبة كيف أن بعض الكائنات الحية، مثل نباتات الأرز، متلائمة للبقاء حية في البيئات قليلة الأكسجين.

الأهداف التعليمية

٦-١٤ يلخص التنفس في الظروف اللاهوائية في الثدييات (تخمر اللاكتات) وفي خلايا الخميرة وبعض الكائنات الحية الدقيقة الأخرى وبعض خلايا النباتات (تخمر الإيثانول).

٦-١٥ يشرح سبب أن كمية الطاقة المنطلقة من التنفس في الظروف الهوائية أعلى بكثير من كمية الطاقة المنطلقة من التنفس في الظروف اللاهوائية (الحساب التفصيلي للناتج الإجمالي من ATP من التنفس الهوائي للجلوكوز ليس مطلوبًا).

٦-١٦ يشرح كيفية مناسبة تركيب نبات الأرز للنمو مع غمر جذوره في الماء، مقتصرًا على نمو نسيج الإيرنشيما في الجذور، وتخمر الإيثانول في الجذور والنمو السريع في الساق.

٦-١٧ يصف ويفسر الاستقصاءات باستخدام كواشف الأكسدة والاختزال، بما في ذلك DCPIP وأزرق الميثيلين، لتحديد تأثير درجة الحرارة وتركيز المادة المتفاعلة على معدل تنفس الخميرة.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع أربع حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكلان ٦-١١ و ٦-١٢	• الأشكال المرتبطة بالتنفُّس اللاهوائي
	الصور من ٦-٤ إلى ٦-٦	• الصور التي تبيّن زراعة الأرز وتركيب ساق الأرز
	السؤالان ٨ و ٩	• السؤالان المرتبطان بالتنفُّس اللاهوائي
	المهارات العملية ٦-٢	• قياس معدل التنفُّس باستخدام كواشف الأكسدة والاختزال
	أسئلة نهاية الوحدة: ١	• السؤال المرتبط بالتنفُّس في الظروف اللاهوائية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٦-١	• التنفُّس اللاهوائي في خلايا فطر الخميرة
	الاستقصاء العملي ٦-٢	• تأثير تركيز الجلوكوز على معدل تنفُّس الخميرة باستخدام كاشف الأكسدة والاختزال
	الاستقصاء العملي ٦-٣	• قدرة خلايا فطر الخميرة على استخدام سكريات مختلفة أثناء التخمر (إثرائي)
	أسئلة نهاية الوحدة: ٤	• السؤال المرتبط بالتنفُّس في الظروف اللاهوائية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يمكن أن يخلط الطلبة بين الكائنات الحية التي تقوم بتخمر الإيثانول وتخمر اللاكتات (الخميرة والثدييات على التوالي).
- قد يعتقد الطلبة أن دور مسارات التخمر (البيروفات إلى اللاكتات، والبيروفات إلى الإيثانول وثاني أكسيد الكربون)، إنتاج ATP بدلًا من إعادة توليد NAD.

أنشطة تمهيدية

من الضروري أن يدرك الطلبة دور الأكسجين في الفسفرة التأكسدية لتقدير سبب حدوث التنفُّس اللاهوائي في ظروف معيّنة. باختصار، يلزم ذلك للاندماج مع الهيدروجين لتكوين الماء، وإعادة توليد NAD من NAD المُخْتَزَل. يجب أن يعزز النشاط التمهيدي هذه المعلومات، ويطور فكرة أنه في غياب الأكسجين من الضروري وجود جزيء آخر يكون مستقبلًا للهيدروجين.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اطلب إلى الطلبة من خلال العمل في مجموعات ترتيب المصطلحات الآتية التي وردت في الموضوع السابق في جملة واحدة: **ماء**، **هيدروجين**، **أكسجين**، **اختزال**، و**إلكترون**. وفر لهم الفرصة لطلب المساعدة بعضهم من بعض إذا واجهوا أي صعوبة.

› **أفكار للتقويم:** تفحّص اقتراحات الطلبة وحدد المجموعة التي استخدمت جميع المصطلحات في أقصر جملة، ثم أدر مناقشة صفية تشجّع فيها على طرح الأفكار للوصول إلى توافق في الآراء لشرح دور الأكسجين في التنفُّس الهوائي.

٢ فكرة (ب)

اطلب إلى الطلبة تحديد المصطلح الذي يجب استخراجه في قائمة المصطلحات من الموضوع السابق؛ على سبيل المثال، «أكسجين، ATP، NAD». الإجابة المتوقعة ATP، حيث إنه غير مختزل، في حين أن الجزيئَين الآخرَين مختزلان. اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات أو في مجموعات صغيرة للمساعدة في تطوير المناقشة والجدال، ثم ناقش مع الطلبة دور الأكسجين في التنفُّس الهوائي.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تنفيذ نشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف»، لتلخيص ثلاث نقاط بسيطة من المناقشة.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ الاستقصاء العملي ٦-٢: تأثير تركيز الجلوكوز على معدل تنفُّس الخميرة باستخدام كاشف الأكسدة والاختزال (٩٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة تنفيذ الاستقصاء العملي ٦-٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، حيث تستخدم كواشف مثل 6،2- ديكلوروفينول إندوفينول (DCPIP) وأزرق الميثيلين غالبًا للكشف عن تفاعلات الأكسدة والاختزال. يتغير لون هاتَين

المادتَين من الأزرق إلى عديم اللون عندما تستقبلان إلكترونات أو الهيدروجين (مثلًا عندما يختزلان)، وتوفر مهارات عملية ٦-٢ الواردة في كتاب الطالب معلومات إضافية مرتبطة بهذا الاستقصاء العملي.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة الإجابة عن الأسئلة التي تلي هذا الاستقصاء، ربما كمهمة مشتركة بين كل مجموعة مكونة من اثنين. تركز الأسئلة على تكوين تمثيل بياني واستخلاص استنتاج وتقييم الطريقة والدقة الشاملة للنشاط، فراجع الإجابات من خلال المناقشة الصفية.

٢ الاستقصاء العملي ٦-٣: قدرة خلايا فطر الخميرة على استخدام سكريات مختلفة أثناء التخمر (إثرائي) (٩٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة تنفيذ الاستقصاء العملي ٦-٣ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة الإجابة عن الأسئلة التي تركز على تكوين التمثيل البياني، وتبيان خطوط منفصلة ومختلفة لكل نوع من السكريات المختلفة، واستخلاص استنتاج وتقييم الطريقة، ثم مقارنة ما توصلوا إليه مع زملائهم قبل مراجعة إجاباتهم استعدادًا لتقييمها.

٣ مقارنات إبداعيّة (٦٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة من خلال العمل في مجموعات إعداد مخططات فن Venn أو جداول، على ملصقات تقارن بين آليات وخصائص التنفُّس الهوائي والتنفُّس اللاهوائي. أحد الأمثلة على التشابه أن التحلل السكري يحدث في كليهما. وفر لهم الدعم بالطلب إليهم استخدام الشكلَين ٦-١١ و ٦-١٢ الواردَين في كتاب الطالب، إذ يبيّنان عمليات تخمر الإيثانول وتخمر اللاكتات على التوالي. يمكن للطلبة تنفيذ ملصقاتهم على ورقة أو بطاقة كبيرة واستخدام مجموعة من المواد المختلفة، كما يمكنهم بعد ذلك تنفيذ نشاط «المتجر» الذي يقف فيه أحد طلبة المجموعة بجوار الملصق، ويشرح عنه لبقيّة المجموعات أثناء تعرفهم على الملصقات.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة كتابة «هوائي» على أحد وجهَي ورقة، و«لاهوائي» على الوجه الآخر، بحيث يرفع الطلبة الوجه الصحيح عند طرح السؤال؛ على سبيل المثال:

- تتضمن سلسلة نقل الإلكترون (**هوائي**).
- يشمل التخمر (**لاهوائي**).
- يُنتج كمية كبيرة من ATP (**هوائي**).
- يتطلب استخدام ATP (**هوائي ولاهوائي**).

٤ استقصاء الأرز (٣٠ دقيقة)

وفر للطلبة مجموعة من الأسئلة الدافعة، واطلب إليهم استخدام كتاب الطالب والإنترنت لإجراء بحث يركز على مناسبة تركيب نبات الأرز للنمو في الحقول (الحقول التي تغمر بالمياه قصدًا). تشمل الأسئلة الدافعة ما يأتي:

- لماذا يصعب على النباتات النمو في ظروف لاهوائية؟

(الإجابة: لا يوجد أكسجين، وبالتالي لا يحدث تنفُّس هوائي، لذلك يكون هناك القليل من ATP لانقسام الخلية وغيره من العمليات المستهلكة للطاقة).

- ما ميزة زراعة الأرز في مثل هذه البيئة؟

(الإجابة: لا يمكن أن تنمو الأعشاب الضارة، وتقل المنافسة بين الأنواع).

- كيف يتناسب تركيب نبات الأرز مع التنفُّس اللاهوائي؟

(الإجابة: يحتوي على نسيج إيرنشيما- خلايا غير متراصة ويحتوي على فراغات هوائية، كما يمكن أن تتحمل خلايا الجذور تراكيز مرتفعة من الإيثانول لأنها تنتج إنزيم ايثانول ديهيدروجينيز، والذي يفكك الإيثانول).

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تحويل بحثهم إلى مجموعة من الرسوم. سيقوم الطلبة «بترجمة» عملهم من شكل إلى شكل آخر، وسيفكرون في الحقائق والمفاهيم بشكل أعمق.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة استقصاء ما يحدث للاكتات الذي ينتج أثناء التنفُّس اللاهوائي في الحيوانات، إذ يتحوّل بعضه إلى جلايكوجين في الكبد، ويتحوّل بعضه الآخر إلى بيروفات.
- السؤال ٤ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة سؤال عالي الصعوبة يطلب إلى الطلبة تطبيق معارفهم، ويركز على تلاؤم تركيب أشجار المانجروف الأسود مع قدرتها على النمو في بيئة مائية، بما في ذلك الغرض من الجذور الهوائية.
- ناقش مع الطلبة ما إذا كان لا يصح استخدام مصطلح «التنفُّس اللاهوائي؟ ويمكنك أن توجههم إلى مناقشة حالة خلايا الدم الحمراء الناضجة التي لا تحتوي على ميتوكندريا، وكيف يمكنها القيام بالتنفُّس لتمد نفسها بـ ATP اللازمة لأنشطتها الحيوية. ويمكن للطلبة أن يضمّنوا في مناقشتهم كيف ينتج ATP من التحلل السكري حيث يكون نقص أو إمداد قليل في الأكسجين الحر. لذلك تكون المسارات اللاهوائية (تخمر الإيثانول وتخمر اللاكتات) هي الطرائق «للتخلص من» الهيدروجين من NAD المُخْتَزَل لإعادة توليد NAD واستخدامه مرة أخرى في التحلل السكري، الأمر الذي يتيح استمرار التحلل السكري مع إنتاجه المنخفض من ATP.

الدعم

- اطلب إلى الطلبة تنفيذ نشاط الكلمات المفقودة الذي يتطلب إليهم إدخال مصطلحات علمية أساسية مرتبطة بهذا الموضوع لإكمال مقطع ملخص.
- استخدام التشبيهات: أشر إلى أن التفاعلات الكيميائية لتخمر الإيثانول وتخمر اللاكتات تتيح للخلية «شراء الوقت» والإنتاج المستمر لبعض ATP على الأقل في غياب الأكسجين باعتباره مستقبل للهيدروجين، قبل سداد «نقص الأكسجين».

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة تنفيذ النشاط ٦-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، ثم الإجابة عن الأسئلة المتعلقة باستخدام مقياس التنفُّس الذي يحتوي على الخميرة، وتحديد نوع المتغير وتقييم جدول الطالب (الافتراضي) وحساب الانحراف المعياري. وبذلك يكتسب الطلبة فهمًا لكيفية مقارنة البيانات بتحديد القيم الشاذة ومقارنة المتوسطات الحسابية مع اعتبار كيف تختلف البيانات الأولية.
- «السؤال والإجابة» تقنية مفيدة للاستخدام بعد الانتهاء من الموضوع، فاطلب إلى الطلبة كتابة سؤال عن شيء من هذه الوحدة على شريط ورقي ملوّن، وكتابة إجابته على شريط ورقي ملوّن آخر، ثم نظم الطلبة في مجموعات من ٦-٨، ووزّع عليهم الأشرطة، بحيث يحصل كل طالب على سؤال وإجابة. اطلب إلى أحد الطلبة قراءة سؤاله، وعلى الطالب الذي لديه الإجابة الصحيحة أن يقرأها، متبوعة بسؤاله.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد قليل من المصطلحات العلمية الأساسية في هذا الموضوع، فساعد الطلبة على تعرفها بكتابة المصطلحات العلمية الأساسية على السبورة طوال مدة الحصة.

المهارة الحسابيّة

يوفر النشاط (٦-١) والاستقصاءان العمليان ٦-٢ ، و٦-٣ فرصًا لتعزيز المهارات الحسابية لدى الطلبة.

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

- يجب أن يكون الطلبة قادرين على إدراج بعض العمليات التي تتطلب طاقة (على سبيل المثال، الحركة والنقل النشط). قد يعرف بعضهم أيضًا عن الحاجة إلى الطاقة عند بناء جزيئات كبيرة، كالتي تستخدم أثناء بناء البروتين.
- قد يكون الطلبة قادرين على تلخيص عملية التنفُّس وكتابة معادلة لفظية أو معادلة كيميائية موزونة لها.

ماء + ثاني أكسيد الكربون → أكسجين + جلوكوز

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

- يجب أن يعرف الطلبة أن التنفُّس يحدث في كل خلية في الجسم.

العلوم ضمن سياقها: العلاج بزراعة الميتوكندريا

لا توجد إجابات صحيحة لهذه الأسئلة، فقد يشعر بعض الطلبة أن العملية بأكملها مبررة ويدعم استخدامها، في حين قد يشعر بعضهم الآخر بمخاوف استخدامها.

من المرجح أن تشمل أسباب دعم استخدام هذه العملية السماح للزوجين بالحصول على أطفال مع تجنب احتمال ولادة الطفل ميتًا.

قد تشمل الأسباب المعارضة ما يأتي:

- قضايا الهوية المحتملة للطفل، إذا كان يعلم أن لديه ثلاثة آباء.
- احتمال إمكانية انتقال الميتوكندريا من بويضة المرأة المانحة إلى أطفال/الطفل (لكن هذا غير محتمل إذا كان الطفل ذكرًا كما في هذه الحالة).
- وجود مشكلات صحية محتملة إذا انتقلت بعض ميتوكندريا الأم عن طريق الخطأ مع نواتها، بحيث يكون لدى الطفل ميتوكندريا من كل من الأم والمرأة المانحة، وربما لا يعمل هذان النوعان من الميتوكندريا معًا بشكل جيد.
- اعتبارات دينية حول أخلاقيات تغيير DNA الميتوكندريا التي يرثها الشخص، ورفض أي إشارة إلى تحرير DNA النواة، في هذا الإجراء، بقي DNA النواة بدون تحرير، ولم يتم سوى استبدال DNA الميتوكندريا.
- سيكون رأي الطلبة في قضية عدم موافقة الأبوَين على متابعة طفلهم مختلفًا باختلاف الطلبة، فقد يدعمها بعضهم بشكل كامل، في حين قد يعتبر الآخرون أنه يجب "رد الجميل" للعلماء والمجتمع من خلال السماح بالحصول على المعلومات التي يمكن أن تساعد الآخرين في المستقبل.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. $ADP + P_i(PO_4^{3}) + 30.5\ KJ \rightarrow ATP + H_2O$

٢. قد يكون لدى الطلبة أفكار متنوعة حول الموضوع، ويجب أن يعلقوا على تشابه استخدام ATP واستخدام النقود؛ على سبيل المثال، توجد هذه النقود في مجموعات صغيرة (نقود معدنية أو ورقية)، تمامًا كما يحمل ATP «حزمة» صغيرة من الطاقة. ويمكن إنفاق تلك الأموال مقابل خدمات وسلع، في حين يمكن «إنفاق» ATP للحصول على فوائد من العمليات التي تتطلب طاقة. قد يفكر الطلبة أيضًا في أوجه التشابه بين الحصول على المال والحصول على ATP.

٣. ينتشر ثاني أكسيد الكربون خارج حشوة الميتوكندريون عبر الغشاءَين الداخلي والخارجي لغلافها، إلى السيتوبلازم، ثم ينتشر عبر غشاء سطح الخلية، إلى السائل النسيجي، ومن ثم عبر بطانة الشعيرة الدموية إلى الدم حيث يمكن أن يتم نقله مذابًا في بلازما الدم، أو على شكل كاربامينوهيموجلوبين أو على شكل أيونات كربونات الهيدروجين. في الرئتين، ينتشر ثاني أكسيد الكربون من الشعيرات الدموية، عبر بطانة الأوعية الدموية، وعبر جدار الحويصلات الهوائية، فيتم نقله خارج الجسم مع هواء الزفير، من خلال القصيبات والقصبات الهوائية والقصبة الهوائية.

٤. عن طريق نزع الكربوكسيل، بدءًا من السيترات/ المركب السداسي الكربون (6C)، فيتحول إلى مركبات خماسية الكربون ورباعية الكربون، وأخيرًا تكوّن أكسالوأسيتات، والذي يمكن أن يعمل كمستقبل للجزء/ الوحدة ثنائية الكربون (2C) من أستيل CoA، لإعادة تكوين السيترات مرة أخرى.

٥. أ. **NAD**: جزيء ناقل للهيدروجين، فهو يستقبل الهيدروجين من تفاعل ويمنحه إلى تفاعل آخر.

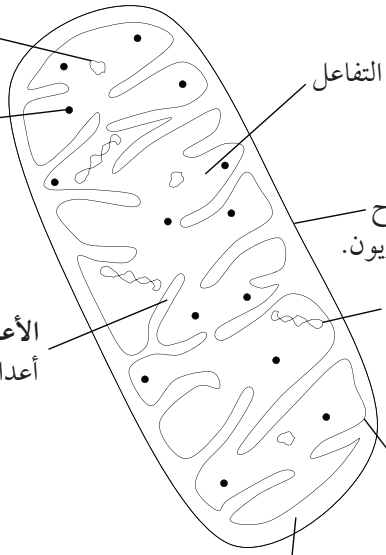
ب. **مرافق الإنزيم A**: ناقل لمجموعة الأستيل CoA من التفاعل الرابط إلى دورة كربس.

ج. **الأكسجين**: مستقبل الإلكترون النهائي ومستقبل أيونات الهيدروجين في الفسفرة التأكسدية: يُخْتَزَل الأكسجين إلى ماء.

٦. سيبتكر الطلبة طريقة لعب الأدوار الخاصة بهم؛ على سبيل المثال، يمكن لبعض الطلبة الوقوف في صفَّين متقابلَين، لتمثيل غشاء الميتوكندريا الداخلي والنواقل فيه، كما يمكن أن ينفصل الطلبة الثلاثة الذين يمثلون NAD المُخْتَزَل، بحيث ينتقل «الإلكترون» على طول النواقل، في حين يُضَخ «البروتون» إلى الجانب الآخر من الغشاء. وعندما يصل «الإلكترون» إلى نهاية السلسلة، ينتقل البروتون عائدًا عبر قناة في ATP سينثيز (يمثلها طلبة آخرون) في الغشاء، ما يسبب ارتباط «الفوسفات» مع «ADP» لتكوين «ATP». يمكن لأي طالب إحداث صوت قوي عند هذه النقطة، بينما يعيد طالب تمثيل الأكسجين ممسكًا بالإلكترون والبروتون ليصبح جزيء ماء.

٧. يجب أن تتضمن الشروحات التوضيحية ما يأتي: إنزيمات في الحشوة لحفز التفاعل الرابط والتفاعلات في دورة كربس، نفاذية الغشاء الخارجي للسماح بحركة المواد المحددة داخل وخارج الميتوكندريون، النفاذية النسبية للغشاء الداخلي لمنع انتقال أيونات الهيدروجين عبره بسهولة كبيرة لإنشاء منحدر تركيز لها، وجود نواقل و ATP سينثيز في الغشاء الداخلي للفسفرة التأكسدية، زيادة مساحة سطح الغشاء الداخلي (الأعراف) للسماح بأعداد كبيرة من النواقل و ATP سينثيز، وجود الرايبوسومات و DNA لبناء البروتين، لتوفير بعض الإنزيمات وغيرها من البروتينات المطلوبة.

٨. د.



حُبيبة: تحتوي على أيونات أو بروتينات للمساعدة في العمليات المتنوعة في الميتوكندريون.

الرايبوسوم: لبناء البروتين، لتوفير بعض الإنزيمات وغيرها من البروتينات المطلوبة.

الحشوة: تحتوي على إنزيمات لحفز التفاعل الرابط والتفاعلات في دورة كربس.

الغشاء الخارجي: نفاذية الغشاء الخارجي للسماح بحركة المواد المحددة داخل وخارج الميتوكندريون.

DNA الميتوكندريون: يحمل جينات تشفر لبناء بعض البروتينات اللازمة لعملية التنفُّس، وبروتينات أخرى.

الأعراف: زيادة مساحة سطح الغشاء الداخلي لتوفير أعداد كبيرة من النواقل و ATP سينثيز للفسفرة التأكسدية.

الغشاء الداخلي: النفاذية النسبية للغشاء الداخلي لمنع انتقال أيونات الهيدروجين عبره بسهولة كبيرة لإنشاء منحدر تركيز لها.

الحيز بين الغشائين: تنتقل إليه أيونات الهيدروجين للمساهمة في الأسموزية الكيميائية وتكوين ATP .

٩. قد يبدو الجدول المحتمل كما يأتي:

الميزة	كيف تساعد نبات الأرز لينمو مع غمر جذوره بالمياه؟
تنمو سيقان نبات الأرز بسرعة في الأرض المغمورة بالماء	يبقى الساق فوق سطح الماء، لذا يمكنه الحصول على ثاني أكسيد الكربون لعملية التمثيل الضوئي وعلى الأكسجين للتنفُّس من الهواء
تحتوي الجذور (والساق) على إيرنشيما	يمكن أن ينتشر الأكسجين عبر نسيج الإيرنشيما بسرعة عبر الساق إلى الجذور ليسمح لها بالحصول على ما يكفي من الأكسجين للتنفُّس الهوائي
تخمر الإيثانول في الجذور	خلايا الجذر قادرة على بناء بعض ATP في الظروف اللاهوائية، إذا لم تكن إمدادات الأكسجين كافية

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. فراغات هوائية – إيرنشيما – الجذور – الأكسجين – تخمر الإيثانول – الإيثانول– إيثانول ديهيدروجينيز.

٢. أ. نزع الهيدروجين اللازم لاختزال NAD و FAD.

تنتقل النواقل المختزلة إلى سلسلة نقل الإلكترون.

توفير الطاقة اللازمة لبناء ATP في الفسفرة التأكسدية.

الإشارة إلى الأسموزية الكيميائية.

ب. ١. زيادة تركيز أيونات الألمنيوم من 0 إلى 40 µmol تزيد من معدل إنتاج الفيومارات (إلى 60 mmol/min).

الزيادة من 40 µmol إلى 120 µmol لها تأثير ضئيل من (60 mmol/min) إلى (64 mmol/min).

٢. يرتبط الألمنيوم بالإنزيم أو الإشارة إلى مرافق الإنزيم ويغير شكل الموقع النشط ليصبح أكثر تلاؤمًا.

٣. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- تُحاط الميتوكندريون بغشاء خارجي من الدهون المفسفرة الذي يسمح بنفاذ وحركة المواد الصغيرة المطلوبة والناتجة من التفاعل الرابط ودورة كربس والفسفرة التأكسدية، مثل الأكسجين، وثاني أكسيد الكربون، والفوسفات غير العضوية (Pi)، وADP، وATP.
- غشاء الميتوكندريون الداخلي ينثني نحو الداخل مكونًا طيات تشكل أعرافًا توفر مساحة سطح كلية كبيرة لسلسلة نقل الإلكترون/ لحدوث الفسفرة التأكسدية.
- الرقم الهيدروجيني pH للحيز بين الغشاءَين أقل منه في الحشوة لإنشاء منحدر التركيز للبروتونات اللازم في الأسموزية الكيميائية.
- يحتوي غشاء الميتوكندريا الداخلي على ATP سينثيز لنقل البروتونات بواسطة الانتشار المسهل عبر الغشاء إلى الحشوة، مكونًا ATP من خلال الأسموزية الكيميائية.
- تحتوي الحشوة على الإنزيمات اللازمة للتفاعل الرابط ودورة كربس.
- تحتوي الحشوة على رايبوسومات (70S) و DNA الميتوكندريا لبناء البروتينات اللازمة لعمل الميتوكندريا.

٤. أ. ١. **Y**: ثاني أكسيد الكربون (CO_2) **Z**: أستيل CoA.

٢. **A**–التحلل السكري **B**– التفاعل الرابط **C**–دورة كربس/ دورة حمض السيتريك.

٣. حشوة الميتوكندريا.

ب. ١. يتم أكسدة هذه النواقل المختزلة ثم يتم تمرير الهيدروجين أو الإلكترونات على سلسلة نقل الإلكترون في الأعراف (الغشاء الداخلي) للميتوكندريا، فتولّد حركة الإلكترونات منحدر تركيز البروتونات/منحدر H^+. الإشارة إلى انتشار H^+ عبر قناة البروتين إلى الحشوة. الإشارة إلى ATPase أو ATP سينثيز. ذكر معادلة مثل $ADP + P_i \rightarrow ATP$. يعمل الأكسجين كمستقبل نهائي للإلكترون.

٢. السيترات جزيء سداسي الكربون (6C) والذي يتحول إلى أكسالواسيتات رباعي الكربون (4C) عن طريق نزع الكربوكسيل (أو إزالة الكربون) في عدّة خطوات، والذي يعمل بعد ذلك، كمستقبل للجزء/ الوحدة ثنائية الكربون (2C) من جزيء أستيل CoA (اقبل Z) ليكون جزيء السيترات السداسي الكربون (6C) مرة أخرى.

ج. يتم اختزال البيروفات عن طريق NAD المُختزَل، عند استقباله الهيدروجين أو الإلكترونات متحولًا إلى لاكتات (اقبل أكسدة NAD عن طريق البيروفات). يستخدم NAD بعد ذلك في التحلل السكري، مكونًا ربحًا/كسبًا صافيًا مقداره 2ATP.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ٦-١: التنفُّس اللاهوائي في خلايا فطر الخميرة

١. أ. ١.

نوع المتغير	المتغير	طريقة التغيير والقياس والضبط
المستقل	أنواع السكر المختلفة	أنواع السكر المختلفة التي تم قياسها ووضعها في أنابيب الاختبار الكبيرة / أنابيب غليان
التابع	حجم ثاني أكسيد الكربون الناتج	المسافة التي تحركها السائل الملون، مقاسة على المقياس
الضابط	الزمن (5 دقائق)	يقاس بواسطة ساعة إيقاف
الضابط	درجة الحرارة	تنفذ في حمّام مائي متحكم به
الضابط	تراكيز السكر/ الخميرة	وزن كتلة التركيز الصحيح للسكر/ الخميرة باستخدام ميزان
الضابط	الرقم الهيدروجيني/ pH	إضافة منظم رقمه الهيدروجيني 7
الضابط	حجم السكر/ الخميرة	قياس 10 mL باستخدام ماصة
الضابط	الأكسجين	استخدام المحاليل المغلية/ زيت البارافين/ السدادات

٢. • يستخدم المحقن لإعادة ضبط مستوى السائل الملون على المقياس ليمكن تكرار القياسات، وهو يغلق أنبوبة الاختبار الكبيرة، لذا لا يمكن دخول المزيد من الأكسجين، ويمنع خروج الغازات لذا يسبب ثاني أكسيد الكربون تحرك السائل الملون.

• يمنع زيت البارافين انتشار الأكسجين إلى الخليط محافظًا على بقاء الخليط في ظروف لاهوائية.

• يقلل غلي الماء من محتوى الأكسجين.

• وضع أنبوبة الاختبار الكبيرة التي تحتوي على السكر والأنبوبة التي تحتوي على الخميرة بشكل منفصل في الحمّام المائي لمدة عشر دقائق قبل الخلط، يتيح وصول كل منهما إلى درجة الحرارة المطلوبة قبل بدء التجربة.

٣. تتنفس الخميرة لاهوائيًا، لذا تطلق ثاني أكسيد الكربون لكن لا تزيل الأكسجين. تؤدي زيادة الحجم من ثاني أكسيد الكربون إلى زيادة الضغط في أنبوبة الاختبار دافعًا السائل الملوّن إلى الخارج.

٤. يستخدم الماء كضابط لمعرفة مقدار ثاني أكسيد الكربون الذي تنتجه الخميرة بدون أي مواد متفاعلة أخرى.

ب. ١. 5.0 mL

٢. ب.

٢. أ.

ميزة الجدول	صحيحة (نعم/ لا)	وصف الأخطاء
جميع البيانات الأولية في جدول واحد محددة بخطوط مستقيمة	نعم	
المتغير المستقل في العمود الأول	لا	يبيّن العمود الأول رقم المحاولة. المتغير المستقل هو المادة المتفاعلة
المتغير التابع في أعمدة إلى اليسار (للملاحظات الكمية)، أو الشروح الوصفية في أعمدة إلى اليسار (للملاحظات النوعية)	لا	لم توضع رقم المحاولة في أعمدة إلى اليسار، بل وُضعت في صفوف إلى الأسفل
البيانات التي جرى معالجتها (على سبيل المثال، المتوسطات، المعدلات، الانحرافات المعيارية) في أعمدة إلى أقصى اليسار	لا	يوجد المتوسط الحسابي في قاعدة الجدول/الصف الأخير من الجدول
لا توجد عمليات حسابية في الجدول، بل فقط القيم التي تم حسابها	نعم	
كل عمود مسمّى بوصف مفيد (للبيانات النوعية)، أو بكمية مادية وبوحدات النظام الدولي (للبيانات الكمية)، الوحدات منفصلة عن الكميات المادية باستخدام الشرطة المائلة	لا	لم يدرج مسمى المواد المتفاعلة المختلفة
لا توجد وحدات ضمن بيانات الجدول، بل فقط في مسميات الأعمدة	لا	توجد الوحدات ضمن بيانات الجدول
كتابة البيانات الأولية بعدد المنازل العشرية، والأرقام المعنوية مناسبة لأقل جزء دقيق في الأداة المستخدمة في القياس	لا	يقيس المقياس حتى 0.1 cm. لبعض القياسات أرقام إضافية أو أرقام غير كافية
كتابة جميع البيانات الأولية بالعدد نفسه للمنازل العشرية والأرقام المعنوية	لا	يوجد خليط من أعداد مختلفة من المنازل العشرية
كتابة البيانات التي جرى معالجتها، حتى أكثر من البيانات الأولية بمنزلة عشرية واحدة	لا	يستخدم متوسط حسابي واحد منزلة عشرية واحدة أكثر مما يجب

ب ، ج، د.

المادة المتفاعلة المحتضنة مع معلق الخميرة	المسافة التي قطعها السائل الملوّن في خمس دقائق /cm									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	المتوسط
جلوكوز	6.9	7.3	7.2	8.1	7.5	0.2	7.1	7.8	8.0	7.5	7.49
سكروز	7.4	7.4	7.5	8.5	8.3	7.7	19.2	6.4	6.5	7.3	7.44
مالتوز	3.2	3.4	3.5	2.9	2.7	2.9	3.0	2.8	2.8	3.0	3.02
ماء	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	0.0	0.2	0.1	0.3	0.18

(*) تجنب تضمين القيم الشاذة عند حساب المتوسط الحسابي.

٣. أ.

المسافة التي قطعها السائل الملوّن (x)/cm	المسافة التي قطعها السائل الملوّن ناقص متوسط المسافة $(x - \bar{x})$/cm	$(x - \bar{x})^2$
6.9	(6.9 – 7.49) = – 0.59	0.35
7.3	(7.3 – 7.49) = – 0.19	0.04
7.2	(7.2 – 7.49) = – 0.29	0.08
8.1	(8.1 – 7.49) = 0.61	0.37
7.5	(7.5 – 7.49) = 0.01	0.00
7.1	(7.1 – 7.49) = – 0.39	0.15
7.8	(7.8 – 7.49) = 0.31	0.10
8.0	(8.0 – 7.49) = 0.51	0.26
7.5	(7.5 – 7.49) = 0.01	0.00

$\sum(x - \bar{x})^2 = 1.35$

$$sd = \sqrt{\frac{1.35}{(9-1)}} = 0.41 \text{ cm}$$

متوسط المسافة التي قطعها السائل الملوّن عندما كان الجلوكوز هو المادة المتفاعلة

7.49 cm ± 0.41 cm

ب.

المادة المتفاعلة	متوسط المسافة التي قطعها السائل الملوّن/ cm	الانحراف المعياري / cm
الجلوكوز	7.49	0.41
السكروز	7.44	0.70
المالتوز	3.02	0.27
الماء	0.18	0.10

ج. يسبب الجلوكوز عندما يكون هو المادة المتفاعلة تحرك/قطع السائل الملوّن المسافة الأكبر على الرغم من أن متوسط المسافة التي يقطعها عندما كان السكروز هو المادة المتفاعلة مرتفعًا بالقدر نفسه تقريبًا.

يسبب المالتوز عندما يكون هو المادة المتفاعلة تحرك السائل الملوّن نصف متوسط المسافة تقريبًا مقارنة بالجلوكوز.

ينتج الماء حركة صغيرة فقط للسائل الملوّن، وهذا الأمر يقترح أن حركة السائل التي يتم مشاهدتها عندما احتُضِنَت الخميرة مع السكريات تعود إلى تأثير الخميرة على السكر.

تكون الانحرافات المعيارية للجميع صغيرة نسبيًا، على الرغم من أن السكروز أعلى قليلًا. هذا يقترح أن المتوسطات دقيقة.

عند النظر إلى متوسطات ±1 الانحراف المعياري، فإن نطاقات حركة السائل الملوّن مع الجلوكوز والسكروز تتداخل، ما يشير إلى أنه على الرغم من أن المتوسطات مختلفة قليلًا، إلا أن هذا ليس فرقًا «حقيقيًا».

عند مقارنة نطاق متوسط المالتوز ±1 الانحراف المعياري، فإن النطاق لا يتداخل مع نطاقات السكروز والجلوكوز، الأمر الذي يوفر المزيد من الدقة وأن الاختلاف في المتوسط هو فرق «حقيقي».

نشاط ٦-٢: كثافة الطاقة والمسعرات الحرارية

١. أ. النشا 5.0 kJ/g، بروتين الكازين 5.7 kJ/g، حمض الستياريك 11.6 kJ/g (الأخذ في الاعتبار أن كتلة الماء 25 g).

ب.
- فقدان الحرارة من خلال: نقل الطعام المحروق من موقد بنزن إلى أنبوبة الاختبار، والتوصيل إلى إبرة التثبيت المعدنية، والإشعاع وتيارات الحمل في الهواء المحيط بأنبوبة الاختبار، بالتوصيل عبر المشبك الذي يحمل أنبوبة الاختبار، فقدان الحراة من الماء إلى البيئة الأبرد.
- الحجم الصغير للماء: يسبب ارتفاعًا كبيرًا في درجة الحرارة، ما يعني أن الحرارة تم فقدها في المنطقة المحيطة بفعل المنحدر العالي / المرتفع/ الكبير لدرجة الحرارة.
- عدم تحريك الماء: التوزيع غير متساوٍ لدرجة الحرارة في الماء.
- احتراق غير كامل للمادة المتفاعلة: ربما لا يتم احتراق كامل للمادة المتفاعلة.
- عدم الدقة في قياس درجة الحرارة القصوى، والتي قد ترتفع وتنخفض بسرعة.

ج. الدهون المشبعة لا تحتوي على روابط مزدوجة C=C، فيتوافر بالتالي المزيد من الهيدروجين.

٢.

الميزة	كيف تعمل الميزة على تحسين الدقة؟
عازل حراري	يمنع فقدان الحرارة بالإشعاع والتوصيل والحمل الحراري
أداة تحريك	توزع الحرارة بالتساوي ما يوفر درجة حرارة متساوية
أداة تسخين داخل الجهاز	تمنع فقدان الحرارة بسبب نقل المادة المتفاعلة المشتعلة
إمداد الأكسجين	يضمن الاحتراق الكامل لكل المادة المتفاعلة
ماء (500 mL)	يؤدي الحجم الكبير من الماء إلى تقليل/انخفاض درجة الحرارة، ما يقلل من فقدان الحرارة، ويكون منحدر درجة الحرارة إلى الخارج أقل
أنبوبة لولبية تمر عبرها غازات العادم	توفر مساحة سطح كبيرة تلامس الماء وفترة زمنية طويلة لمرور الغازات لضمان فقدان أقل للحرارة، وتزيل ثاني أكسيد الكربون المتراكم لمنع إطفاء اللهب

نشاط ٦-٣: تجارب الميتوكندريا

١. أ. (متساوي الأسموزية/التركيز) مع الوسط الداخلي للميتوكندريا: يمنع التلف/الضرر الأسموزي بسبب دخول الماء أو فقدانه.

المحلول المنظم pH 7.4: يمنع الضرر الناتج عن تقلب الحامضية / pH ويحافظ على الحامضية / pH المثالية لنشاط الإنزيم

4°C: تبطئ الهضم الإنزيمي/التحلل المائي.

ب. ١. يحدث التفاعل الرابط ودورة كربس في حشوة الميتوكندريا بدءًا من البيروفات. فالجلوكوز لا يمكنه المرور عبر غشاء الميتوكندريا، بل يحتاج إلى أن يتفكك إلى بيروفات بواسطة التحلل السكري الذي يحدث في السيتوبلازم.

٢. تؤدي إضافة P_i + ADP إلى انخفاض تركيز الأكسجين. يعمل P_i + ADP كعامل محدِّد. لن يعمل إنزيم ATP سينثيز بدون P_i + ADP، حيث لن تمر الإلكترونات إلى الأكسجين لتكوين الماء نتيجة توقف نقل الإلكترونات على طول سلسلة نقل الإلكترون. وعند إضافة P_i + ADP يبدأ العمل من جديد، وتمر الإلكترونات إلى الأكسجين ما يخفِّض/يقلل تركيز الأكسجين.

٢. أ. لإثبات أن الميتوكندريا نشيطة تعمل بدون وجود مثبطات.

ب. يمنع روتينون نقل الهيدروجين (والإلكترونات) من NAD المُخْتَزَل، ما يمنع عمل سلسلة نقل الإلكترون. إضافة السكسينات تسمح بحدوث جزء من دورة كربس: تحويل السكسينات إلى جزيء رباعي الكربون (4C)؛ آخر وسطي رباعي الكربون (4C) في دورة كربس، والذي يولد FAD مُخْتَزَل. يمرر FAD المُخْتَزَل أيونات الهيدروجين (والإلكترونات) التي يحملها إلى ناقل لاحق، متيحًا بالتالي عمل سلسلة نقل الإلكترون.

٣. يوقف كل من السيانيد وأوليجومايسين عمل سلسلة نقل الإلكترون، لكن عند نقاط مختلفة. إضافة كلا المثبطَين يؤدي إلى وقف انخفاض تركيز الأكسجين لعدم استهلاكه. تتيح إضافة DNP حرية / سهولة تدفق أيونات الهيدروجين (البروتونات) إلى الحشوة من دون أن تمر عبر قناة H^+ العادية المرتبطة بـ ATP سينثيز. تتيح إضافة DNP مع أوليجومايسين عمل سلسلة نقل الإلكترون مرة أخرى، حيث تكون أيونات H^+ قادرة على التدفق عبر الغشاء. لا يكون لإضافة DNP تأثير على السيانيد، لأن السيانيد يمنع سلسلة نقل الإلكترون من نقل الإلكترونات إلى الأكسجين، وبالتالي لا تستطيع سلسلة نقل الإلكترون العمل مطلقًا.

نشاط ٦-٤: استخدام مقياس التنفُّس

١. أ. تم غسل البذور والأدوات بمبيّض هيبوكلوريت الصوديوم من أجل التعقيم الذي يزيل كل البكتيريا والفطريات التي يمكن أن تسبب تلف البذور، وقد تتنفس في مقياس التنفُّس الأمر الذي يؤثر على دقة النتائج.

ب. يتم استخدام المحقن لإعادة ضبط مستوى السائل في الأنبوب U.

ج. درجة الحرارة، أنواع البذور، عمر البذور (فترة تخزينها)، البذور مختارة من النبات نفسه، تراكيز الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في أنبوبة الاختبار، المحتوى المائي للبذور، حجم وتركيز هيدروكسيد البوتاسيوم. تؤثر أيضًا على معدل التنفُّس متغيرات أخرى مثل pH، لكن لا يمكن التحكم بها بسهولة.

د. حتى لا تقوم البادرات بعملية التمثيل الضوئي الذي يلزم استخدام ثاني أكسيد الكربون وإطلاق الأكسجين.

هـ. هذه أنبوبة ضابطة توفر مقارنة صحيحة. يؤدي غلي البذور إلى تمسخ الإنزيمات، لذا لا تستطيع البذور التنفُّس.

و. يزيل هيدروكسيد البوتاسيوم ثاني أكسيد الكربون فيحدث تغير في حجم الغاز.

٢. أ–هـ

اليوم	متوسط المسافة التي قطعها السائل الملون / cm		حجم الأكسجين الذي يتم امتصاصه في 15 min/mm³	حجم ثاني أكسيد الكربون الذي يتم إطلاقه في 15 min/mm³
	بوجود هيدروكسيد البوتاسيوم	بوجود الماء		
0	6.3	– 4.1	197.82	326.56
1	7.3	0.1	229.22	226.08
2	7.7	0.9	241.78	213.52
3	6.7	1.1	210.38	175.84
4	6.5	1.6	204.10	153.86
5	6.7	1.8	210.38	153.86
6	7.1	0.2	222.94	216.66
7	7.8	0.0	244.92	244.92

إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٦-١: تأثير درجة الحرارة على معدل التنفُّس في اللافقاريات

الأهداف التعليمية

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

المدّة

ينفذ هذا الاستقصاء على مرحلتَين:

١. التخطيط: يخطط الطلبة لإجراء استقصاء صحيح في تأثير درجة الحرارة على معدل التنفُّس في اللافقاريات باستخدام مقاييس التنفُّس. سيتطلب ذلك (60–30) دقيقة، ويمكن إجراؤه في الحصة إذا توافر الوقت، أو بشكل مستقل.

٢. الإجراء العملي: يكمل الطلبة الإجراء العملي ويحللون النتائج. سيتطلب الإجراء العملي (50–40) دقيقة تقريبًا، وسيستغرق التحليل 45 دقيقة تقريبًا، ويمكن للطلبة إجراؤه بشكل مستقل.

توجيهات حول الاستقصاء

- سيحتاج الطلبة أثناء التخطيط إلى أن يكونوا على دراية بالمصطلحات: متغير مستقل، متغير تابع، متغير معياري. يجب أن يناقش المعلم مع الطلبة كيفية التخطيط لاستقصاء يوفر استنتاجات صحيحة، ويجب أن يكون الطلبة قادرين على شرح جميع الخطوات العملية الواجب إجراؤها، وتحديد قيم المتغير المستقل الذي سيختبرونه.
- تستخدم التجربة اللافقاريات الحية، لذا يجب أن يكون الطلبة مدركين للقضايا الأخلاقية المرتبطة بمعالجة كائنات حية.
- في حال تنفيذ الإجراء العملي الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، يجب تزويد الطلبة بقائمة الأدوات اللازمة وطريقة العمل.
- يجب على المعلم شرح كيفية إعداد الجهاز واستخدام المحابس ثلاثية الاتجاه والتحقق من عدم وجود تسرب.
- يمكن لكل طالب أو كل مجموعة من الطلبة العمل في جميع درجات الحرارة عند توافر الوقت، ويمكن للمعلم عند عدم توافر الوقت تخصيص درجات حرارة مختلفة للمجموعات المتنوعة ومقارنة بيانات الطلبة.
- يجب استخدام الحمّامات المائية التي يمكن التحكم بها حراريًا؛ وليس من الضروري العمل في درجات الحرارة بترتيب معيّن، وبالتالي يمكن للطلبة التنقل في الغرفة إلى حيث تتوافر حمّامات مائية. ويمكن وضع حمّامات مائية كبيرة في المختبر ليستخدمها الطلبة بدل إعدادها بأنفسهم. وفي حال عدم توافر حمّامات مائية يمكن التحكم بها حراريًا، يجب تأمين مصادر ماء حار وماء بارد وثلج للمحافظة على درجات الحرارة.

التخطيط

ستتنوّع إجابات الطلبة بحسب الفرضية والتبرير.

على سبيل المثال:

الفرضية: يزداد معدل التنفُّس تدريجيًا مع ارتفاع درجة الحرارة حتى قيمة معيّنة، ثم ينخفض بسرعة.

السبب /التبرير: لأن نشاط الإنزيم يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة؛ بسبب زيادة طاقة الحركة للجزيئات، وبالتالي زيادة التصادمات بين المواد المتفاعلة والإنزيمات، فيزيد ذلك من معدل التنفُّس. ولكن عند درجات الحرارة المرتفعة جدًا سيحدث تمسخ الإنزيمات وبالتالي سيتوقف التفاعل.

الفرضية: تعتمد درجة الحرارة المثلى لمعدل التنفُّس على نوع الكائن الحي.

السبب /التبرير: يؤثر نوع الكائن الحي اللافقاري المستخدم على درجة الحرارة المثلى للتنفُّس بحسب الموطن البيئي الطبيعي للنوع. على سبيل المثال، يعيش قمل الخشب في بيئات باردة ورطبة، وبالتالي سيكون لديه إنزيمات تعمل بشكل مثالي عند درجة حرارة أقل منها في ذباب الفاكهة (دروسوفيلا)، الذي يستوطن في بيئات ذات درجة حرارة أعلى.

المتغيرات

ستتنوّع إجابات الطلبة حول المتغيرات المستقلة والتابعة والمعيارية.

على سبيل المثال:

المتغيرات المستقلة: درجة الحرارة، نوع الكائن الحي (بحسب الفرضية).

المتغيرات التابعة: معدل التنفُّس.

المتغيرات المعيارية: نوع الكائن الحي اللافقاري أو نوع البذور المستنبتة، السن (العمر) والحجم (القياس)، عدد اللافقاريات أو عدد البذور المستنبتة، زمن التعرض للحرارة، الظروف البيئية كمستوى الضوء والرطوبة وتوفر الماء، توفر الجلوكوز/ الطعام، نوع الطعام (في حال تقديم الطعام).

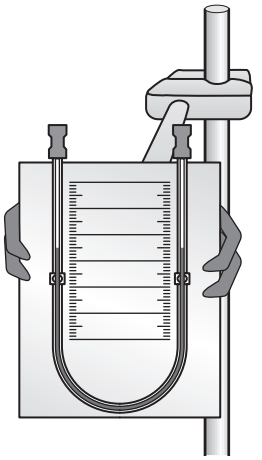
ستحتاج إلى

المواد والأدوات:	
• أنبوبتا اختبار كبيرتان	• قطع شاش أو شبكات سلكية عدد 2
• أنبوبة مانومتر على شكل حرف U معبأة بسائل ملون	• مرابط وحامل حديدي، مجموعتان
• سدادات عدد 2 تحتوي على أنابيب توصيل	• حامل أنابيب اختبار
• خرزات زجاجية	• مقياس حرارة
• حبيبات جير الصودا، 20 g	• ميزان
• محبس ثلاثي الاتجاهات عدد 2	• حمّامات مائية متحكم بها حراريًا على درجة 10°C، 15°C، 20°C، 25°C، 30°C، 35°C
• براغي تثبيت عدد 2	• ماء حار، وبارد، وثلج
• لافقاريات أو بذور مستنبتة	

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- من المفيد صنع أكياس قماش موسلين موزونة مسبقًا ومربوطة، تحتوي على 5 g من جير الصودا، بحيث يمكن إسقاطها ببساطة في أنابيب الاختبار ثم استعادتها وإعادة استخدامها.
- قد تكون اللافقاريات النموذجية يرقات ذبابة اللحم أو قمل الخشب أو الصراصير.
- يمكن أيضًا استخدام أكياس الشاي الفارغة في حال عدم توافر الشاش أو الشبكات السلكية.
- يمكن إعداد حمّامات مائية في حال عدم توافر حمّامات مائية متحكّم بها حراريًا باستخدام كؤوس زجاجية بحجم 250 mL، واستخدام مقاييس الحرارة والماء الدافئ والثلج للمحافظة على درجة الحرارة.

كيف تصنع مقياس تنفُّس مانومتر على شكل حرف U

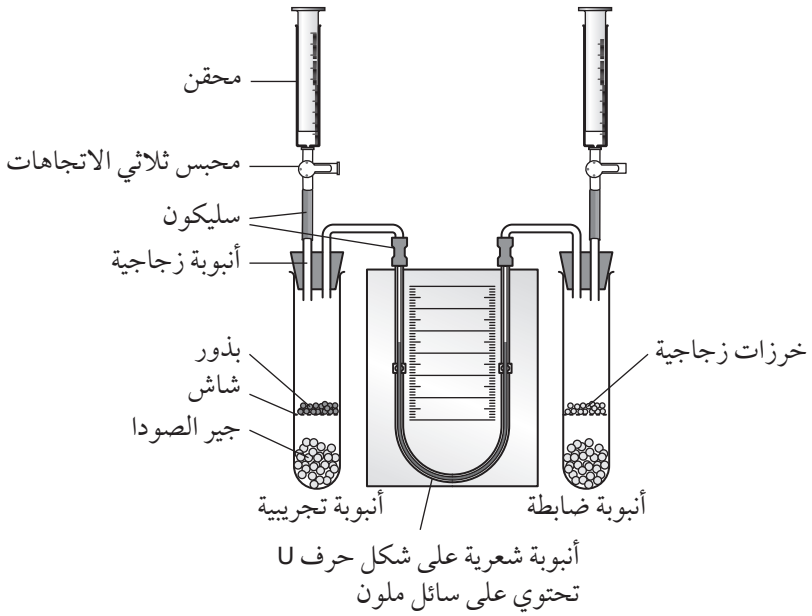


الشكل ٦-١

قصّ أنبوبة شعرية بطول 250 mm وقطر 6 mm (قطر التجويف 1 mm) وقم بصقل طرفيهما بالنار (باللهب) (يُحرص على عدم وجود حواف حادة). ضع علامتَين بقلم جرافيت، كل منهما على مسافة 110 mm من كلا طرفَي الأنبوبة الشعرية، وامسكها بحيث يكون موضع إحدى العلامتَين في لهب موقد بنزن مشتعل أزرق اللون فيصبح الزجاج ليّنًا. ثم أبعد الأنبوبة عن اللهب وكوّن فيها انحناء بزاوية 90° بتأثير ثقلها. دع الزجاج يبرد على سطح مقاوم للحرارة، وكرر الخطوات عند العلامة الثانية. كوّن أنبوبة على شكل حرف U. قص قطعة من البلاستيك أو الكرتون بحجم يكفي لوضع الأنبوبة U عليها، وغطها بقطعة من ورق التمثيل البياني (لعمل مقياس). يمكن ربط الأنبوبة U بالبلاستيك أو الورق المقوى بعمل ثقوب صغيرة وتمرير رباط سلك عبرها، أو ببساطة استخدام رباط مطاطي (كما هو مبيّن في الشكل ٦-١).

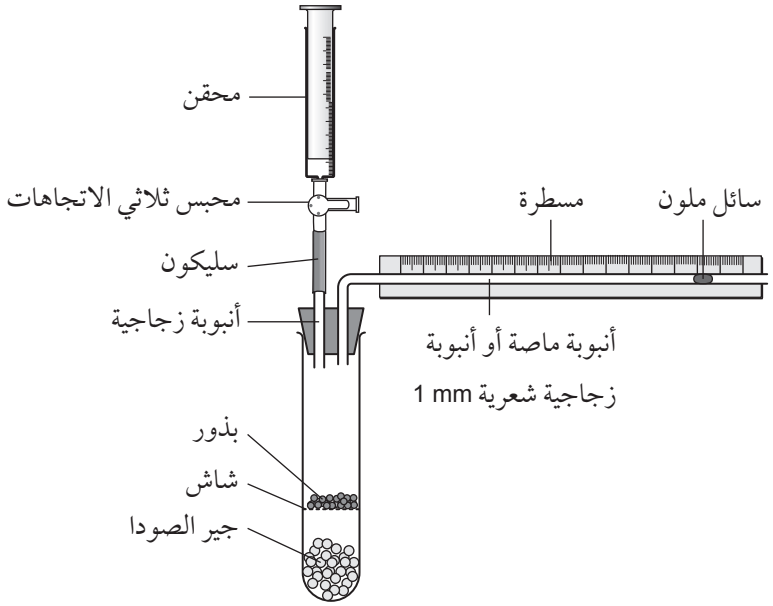
يجب إدخال (توصيل) كل طرف من طرفي الأنبوبة U بأنبوبة سليكون بطول 100 mm و قطر 5 mm. بشكل محكم، كما هو مبيّن في الشكل ٦-١.

توجد طرائق بديلة لربط المانومتر بأنابيب الاختبار: لإعداد سدادتين مطاطيتين لأنبوبتي الاختبار الكبيرين، قصّ أربع قطع من زجاج التوصيل بطول 50 mm، واصقل الأطراف باللهب لئلا تكون هناك حواف حادة، ثم قم بثني اثنين منهما على شكل حرف U وأدخل أحد الأطراف في السدادة المطاطية وأوصل الطرف الآخر بقطعة السيلكون المثبتة على الأنبوبة الشعرية، أما أنبوبتا التوصيل الأخريان فقم بإدخال كل منهما في الثقب الآخر، ثم صل بهما قطعة من السيلكون الشفاف وثبّت محبسًا ثلاثي الاتجاهات ومحقنًا 1 mL كما في الشكل ٦-٢. يمكن استخدام مشابك عند عدم توافر محبس ثلاثي الاتجاهات.



الشكل ٦-٢

يمكن استخدام مقياس تنفُّس بسيط مثل ذلك المبيّن في الشكل ٦-٣ عند عدم توافر مانومترات. ويمكن صنع مقياس تنفس مماثل في المختبر، بحيث تقص قطعة من أنبوبة زجاجية شعرية بطول 300 mm (بثقب قطره 1 mm)، وتصقل الطرفَين باستخدام اللهب للتأكد من عدم وجود حواف حادة، ثم تكون انحناء بزاوية قائمة بطول 70 mm تقريبًا، وتُدخل الأنبوبة في ثقب سدادة مطاطية ذات ثقبَين لأنبوبة اختبار كبيرة (كما يبيّن الشكل ٦-٣). يجب أيضًا قص أنبوبة توصيل زجاجية بطول 50 mm (وقطر 5-6 mm) وصقل الطرفَين باللهب (مرة أخرى للتأكد من عدم وجود حواف حادة)، ويجب إدخال الأنبوبة في ثقب السدادة الآخر، وإدخال أنبوبة سليكون شفاف بطول 50 mm (وقطر 5 mm) في طرف الأنبوبة. يمكن استبدال المحبس ثلاثي الاتجاهات بمشبك.



الشكل ٦-٣

نقاط أخرى تجب ملاحظتها

- يجب أن يكون السائل في المانومتر عبارة عن ماء مع بعض قطرات ملوّن الطعام، وإضافة بضع قطرات من سائل منظف، وحقنه في المانومتر باستخدام إبرة ومحقن، مع الحرص على عدم وجود فقاعة هواء كبيرة. يمثل الإيوسين في محلول الإيثانول سائلًا مناسبًا أيضًا.
- يجب أن تكون السدادات مصنوعة من المطاط، لأن السائل يتسرب من الفلين.
- من المفيد صنع أكياس قماش موسلين موزونة مسبقًا ومربوطة، تحتوي على 5 g من جير الصودا، ليسهل إسقاطها ببساطة في أنابيب الاختبار ثم استعادتها وإعادة استخدامها.
- يمكن استخدام العديد من أنواع البذور، مثل الفاصوليا والبازلاء والقمح والفول.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- يجب أن يرتدي الطلبة دائمًا نظارات واقية.
- يجب غسل اليدين بعد معالجة اللافقاريات.

يبيّن الجدول ٦-١ المخاطر وأساليب تقليلها.

المخاطر	طريقة تقليل المخاطر
تتكسر الأنابيب الشعرية الزجاجية وأنابيب التوصيل بسهولة.	• يجب عدم إدخال السدادات والأنابيب بالقوة. • يجب توخي الحذر عند التعامل مع أنابيب السليكون عند أطراف أنابيب التوصيل الزجاجية.
جير الصودا مادة كاوية ويمكن أن تسبب حروقًا شديدة، وهي خطرة بشكل خاص على العيون.	• يجب أن يتم وزنها بدقة، ومسح أي انسكاب. • يجب ارتداء نظارات واقية وغسل الرذاذ عن الجلد بالماء. • يجب غسل أي رذاذ يدخل العين برفق بماء صنبور لمدة 20 دقيقة وطلب الرعاية الطبية.

الجدول ٦-١

الطريقة

فيما يأتي طريقة مقترحة:

١. ضع 5 g من جير الصودا في أنبوبتي اختبار.

٢. ضع فوق جير الصودا في كلا أنبوبتَي الاختبار قطع شاش (أو شبكة سلكية).

٣. زن 5 g تقريبًا من اللافقاريات أو البذور المستنبتة وضعها على الشاش في إحدى أنبوبتَي الاختبار، (سجّل الكتلة بدقة).

٤. زن كتلة مساوية من الخرزات الزجاجية وضعها في أنبوبة الاختبار الثانية (ستكون هذه الأنبوبة الضابطة).

٥. ضع السدادات مع أنابيب التوصيل في أنبوبتَي الاختبار بإحكام حرصًا على عدم وجود أي تسرب. ولا تصل المحبس ثلاثي الاتجاهات حتى تضع أنبوبتَي الاختبار في حمّام مائي 10 °C بحيث يغطي الماء موضع اللافقاريات. (لا تضع الماء في الأنبوبة)، واترك اللافقاريات لمدة 5 دقائق حتى الوصول إلى درجة الحرارة الصحيحة.

٦. ضع سائلًا ملونًا في المانومتر، وثبته بإحكام، ثم صل أنابيب التوصيل مع كلٍّ من أنابيب الاختبار والمحبس ثلاثي الاتجاهات.

٧. أدخل محقن 1 cm^3 في كل من المحبسين ثلاثيي الاتجاه، وتأكد من إغلاقهما.

٨. أدر المحبسين لإغلاق الجهاز (اعزل الهواء الخارجي)، استخدم المحقنين لجعل السائل في مستوى المانومتر، وسجّل موضع السائل على المقياس في أنبوبة المانومتر على شكل حرف U.

٩. سجّل المسافة التي يقطعها سائل المانومتر بعد 5 دقائق، ثم 10 دقائق، ثم 15 دقيقة.

١٠. أدر المحابس ثلاثية الاتجاه بحيث يدخل الهواء النقي في أنابيب الاختبار ويتيح للافقاريات «الراحة» لمدة 5 دقائق.

١١. كرر التجربة على درجة حرارة (30°C، 25°C، 20°C، 15°C).

١٢. سجّل القطر الداخلي لأنبوبة المانومتر على شكل حرف U.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- لن تعمل الأجهزة غير المحكمة كما يجب، لذا على الطلبة (والمعلمين) التحقق من إغلاق المحابس ثلاثية الاتجاه، بحيث يمكن تحريك مستوى السائل عن طريق ضغط المحقن من دون أن يرتفع على الفور إلى الأعلى. وإذا ارتفع على الفور، فمن المرجح وجود تسرب في الجهاز يستوجب إعادة تكوينه.
- سيضع بعض الطلبة السدادات والمانومتر على المحابس ثلاثية الاتجاه بشكل خاطئ، فيسبب تسرب السائل من المانومتر ويتطلب استبداله.
- سيتشبع جير الصودا ويفقد قدرته على امتصاص ثاني أكسيد الكربون إذا استخدم عدة مرات.
- قد يعترض بعض الطلبة على استخدام الحيوانات الحية، لذلك يمكن استخدام بذور مستنبتة كبديل عنها، لكن الأمر سيستغرق وقتًا طويلًا.
- قد يصعب وزن الحيوانات في الأواني. تفيد الملاعق البلاستيكية المستهلكة (للاستخدام مرة واحدة) في نقل يرقات ذباب اللحم. يجب تأمين أغطية على مخزون يرقات ذباب اللحم لمنع هروبها.

- قد تكون المحافظة على درجة حرارة الحمّام المائي سهلة. فمن الناحية المثالية، يجب استخدام الحمّامات المائية التي يمكن التحكم بها حراريًا، وسيعمد الطلبة عند عدم توافرها إلى المحافظة على درجة الحرارة، وسيحتاجون إلى الماء الحار والبارد والثلج.
- قد يحدّ الزمن من عدد درجات الحرارة التي يمكن اختبارها. فإذا كان الزمن غير كافٍ ليختبر كل طالب أو مجموعة كل درجات الحرارة يمكن أن يختبر كل طالب أو كل مجموعة درجة حرارة واحدة فقط ويجب أن تجمع نتائج الطلبة والتأكد من حصول كل طالب على النتائج كاملة.

سيحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في التخطيط. وقد يحتاج الطلبة الذين يعانون اضطراب الحركة إلى الدعم عند كتابة الطريقة بشكل سردي، ويجدون من الأسهل كتابتها على شكل نقاط.

هذا نشاط عملي صعب جدًا، ويصعب غالبًا إعداد مقاييس التنفُّس، لذا على المعلم أن يتجول في الصف ويساعد الطلبة في التحقق من عدم وجود تسرب. سيجد الطلبة الذين يعانون اضطراب الحركة صعوبة في توصيل الأدوات واستخدام المحابس، وقد يحتاجون إلى المساعدة.

قد يحتاج الطلبة الذين يواجهون صعوبة في الرياضيات إلى الدعم في الاختبار الإحصائي، لذا يجب حفزهم على اتباع الخطوات بطريقة منهجية وكتابة جميع طرائق عملهم.

يمكن أن يركز التوسع في العمل على زيادة عدد درجات الحرارة المختبرة (ضمن الحدود الأخلاقية)، أو مقارنة أنواع مختلفة من اللافقاريات.

نتائج عيّنة

انظر الجدول ٦-٢.

درجة الحرارة /°C	المسافة التي قطعها السائل في المانومتر / mm			
	0-5 min	5-10 min	10-15 min	المتوسط
10	8	7	8	7.7
15	7	6	9	7.3
20	11	13	12	12.0
25	16	19	18	17.7
30	23	24	21	22.7
35	34	37	32	34.3

الجدول ٦-٢ جدول النتائج.

كتلة اللافقاريات: 4.90 g.

القطر الداخلي لأنبوبة المانومتر- على شكل حرف U: 1.0 mm

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. يجب أن يحسب الطلبة بشكل صحيح المتوسطات باستخدام بياناتهم وتسجيلها (انظر عيّنة نتائج في الجدول ٦-٢ للاطلاع على أمثلة).

٢. يجب أن يحسب الطلبة الحجوم باستخدام معادلة حجم الأسطوانة (انظر عيّنة نتائج في الجدول ٦-٣ للاطلاع على أمثلة).

٣. يجب على الطلبة قسمة إجاباتهم من الجزئية 2 على 5 دقائق لحساب معدل استهلاك الأكسجين لكل دقيقة (انظر عيّنة نتائج في الجدول ٦-٣ للاطلاع على أمثلة).

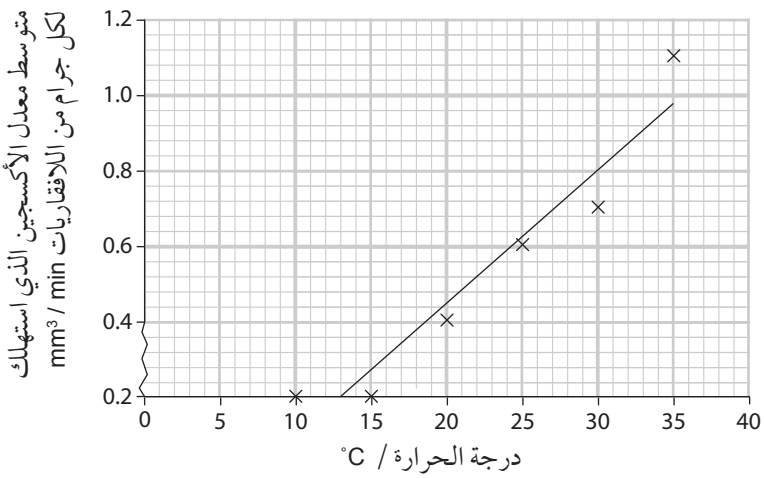
٤. يجب على الطلبة قسمة إجاباتهم من الجزئية 3 على كتلة اللافقاريات (انظر الجدول ٦-٣ للاطلاع على أمثلة).

درجة الحرارة °C	متوسط حجم الأكسجين الذي استهلك في mm^3/5 min	متوسط معدل الأكسجين الذي استهلك mm^3/min	متوسط معدل الأكسجين الذي استهلك لكل جرام من اللافقاريات/ mm^3/min
10	6.0	1.2	0.2
15	5.7	1.1	0.2
20	9.4	1.9	0.4
25	13.9	2.8	0.6
30	17.8	3.6	0.7
35	26.9	5.4	1.1

الجدول ٦-٣ جدول النتائج.

٥. انظر التمثيل البياني لعيّنة نتائج في الشكل ٦-٤. يجب أن تحتوي التمثيلات البيانية على ما يأتي:

- درجة الحرارة على المحور (**س**) ومتوسط معدل استهلاك الأكسجين على المحور (**ص**).
- مسميات كاملة تتضمن الوحدات على كلا المحورَين.
- مقاييس خطية تتيح إمكانية تغطية النقاط لنصف الشبكة.
- نقاط دقيقة ± نصف مربع صغير.
- خط أو منحنى مناسب.
- مسمى للتمثيل البياني.



الشكل ٦-٤

٦. يجب أن يقدم الطلبة وصفًا تفصيليًا للنمط المشاهَد لتأثير درجة الحرارة على معدل استهلاك الأكسجين، ويجب أن يرتبط ذلك بالبيانات الحقيقية. كما تجب مناقشة قوة الارتباط ومدى قرب النقاط من أفضل خط أو منحنى. تبيّن عيّنة النتائج زيادة في المعدل.

يجب أن يقدم الطلبة تفسيرًا لسبب زيادة درجة الحرارة من معدل التنفُّس من حيث نشاط الإنزيم، والحركة الأسرع للجسيمات، والطاقة الحركية الأعلى، والاصطدامات الأكثر تكرارًا بين المواد المتفاعلة والإنزيمات، والمزيد من معقد الإنزيم – المادة المتفاعلة، والاستخدام الأسرع للأكسجين.

٧. يجب أن ينظر (يتفحص الطلبة البيانات بدقة) الطلبة إلى البيانات الأولية ويحددوا بشكل صحيح أي قيم شاذة (ربما لا توجد أي منها). قد تشمل الأسباب المحتملة: تقلبات درجة الحرارة، "تعب" اللافقاريات والانخفاض المستمر في طاقة المواد المتفاعلة، تغيرات في تراكيز الغاز، التغيرات المفاجئة في النشاط بسبب شدة الضوء/ الصوت، عوامل أخرى.

٨. على الطلبة مناقشة مدى قرب النقاط من الخط أو المنحنى الأنسب، ومناقشة مدى تشابه قياساتهم المكررة (تشير القيم المتشابهة إلى بيانات دقيقة). فمعظم المتغيرات ثابتة، لكن قد تكون تغيرت عوامل أخرى، مثل: شدة الضوء، إعياء اللافقاريات، تراكيز الغاز، تشبع جير الصودا.

٩. يجب أن تبيّن نتائج معظم المجموعات أنماطًا متشابهة، لكن القيم قد تختلف، وقد يعود ذلك إلى اختلاف اللافقاريات المستخدمة (الوراثة). يجب أن يكون الاتجاه الأساسي للزيادة هو نفسه، حيث حُسِبَت القيم لكل جرام من اللافقاريات.

١٠. الأخطاء المنهجية: الميزان يعطي باستمرار قراءة مرتفعة جدًا أو منخفضة جدًا، القياس بالمسطرة يظهر باستمرار عدم دقة.

الأخطاء العشوائية: التقلبات المفاجئة بسبب التغيرات في شدة الضوء/ الصوت، عدم الاتساق في قطر تجويف الأنبوبة الشعرية.

استقصاء عملي ٦-٢: تأثير تركيز الجلوكوز على معدل تنفُّس الخميرة باستخدام كاشف الأكسدة والاختزال

الأهداف التعليمية

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.
- تقييم الأساليب واقتراح التحسينات.

المدّة

ينفذ الجزء العملي من هذا الاستقصاء في ساعة واحدة تقريبًا، مع (30-45) دقيقة إضافية لأقسام التحليل.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يكون الطلبة على دراية بأهمية تفاعل الأكسدة والاختزال في عملية التنفُّس، ومناقشة ذلك قبل تنفيذ الاستقصاء (سواء في بداية الحصة أو في حصص سابقة).
- يجب شرح دور أزرق الميثيلين ككاشف.
- يجب القيام بتجربة التفاعل قبل الحصة لأن المجموعات التحليلية من الخميرة يمكن أن تؤدي إلى نتائج مختلفة، كما يجب استخدام تراكيز أقل من الخميرة أو الجلوكوز إذا كانت إزالة اللون سريعة، وزيادة التراكيز إذا كانت بطيئة جدًا.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- 12 أنبوبة اختبار
- كأسان زجاجيتان كبيرتان 500 mL
- موقد بنزن، حامل ثلاثي القوائم، شبكة تسخين سلكية أو مصدر ماء حار وبارد (يمكن استخدام حمّامات مائية يتم التحكّم فيها حراريًا)
- ماصات أو محاقن 10 mL، 5 mL، 1 mL
- مقياس حرارة
- 20 mL محلول أزرق الميثيلين 0.005 %
- 25 mL محلول جلوكوز 10 %
- 100 mL ماء مقطر
- 100 mL معلق خميرة
- 10 mL معلق خميرة مغلي
- ساعة إيقاف
- سدادات أنابيب اختبار
- قلم للكتابة على الزجاج

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- يجب استخدام الحمّامات المائية التي يتحكم بها حراريًا عند توافرها، وإلا فإنك تحتاج إلى عدة كؤوس. كما يمكن استخدام أي طريقة توفر الحفاظ على 12 أنبوبة اختبار عند درجة حرارة ثابتة. وقد يحدث التفاعل عند درجة حرارة الغرفة، لكنه يستغرق وقتًا أطول.
- يمكن استخدام 0.1 % من كاشف (DCPIP) بديلًا عن كاشف أزرق الميثيلين.

محاليل المخزون Stock solutions:

- 10% جلوكوز: لتحضير 1000 mL من المحلول، أذب 100 g من الجلوكوز في 1000 mL (1 L) من الماء المقطر.
- 0.005% محلول أزرق الميثيلين: لتحضير 1000 mL (1 L) أذب 0.05 g من أزرق الميثيلين في 1000 mL (1 L) من الماء المقطر. يمكن عند استخدام كاشف (DCPIP) تحضير 1 L بإضافة 1 g إلى 1000 mL (1 L) من الماء المقطر.
- معلق الخميرة: لتحضير 500 mL (1/2 L) من معلق الخميرة، أضف 100 g من الخميرة الجافة إلى 500 mL (1/2 L) من الماء المقطر في كأس كبيرة (تحتاج إلى جوانب مرتفعة لأن الخميرة ستكوّن رغوة). أضف 1 g من فوسفات أحادي البوتاسيوم (فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين KH_2PO_4) وتهوية الخميرة على مدى يومَين، في حال عدم توافر مضخة تهوية حرِّك الخليط يدويًا. يجب تحضير المعلق قبل يوم أو يومَين من تنفيذ الاستقصاء.
- معلق الخميرة المغلية: اغلِ بعضًا من معلق الخميرة لمدة دقيقتَين قبل تنفيذ الجزء العملي من الاستقصاء.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- توخَّ الحذر عند استخدام موقد بنزن.
- يصنف أزرق الميثيلين على أنه ضار وقد يكون مهيّجًا. إذا سقط رذاذ منه على جلدك فاغسله بالماء جيّدًا. كما يجب ارتداء النظارات الواقية، وإذا لامس عينيك، فاغسلهما بالماء الوفير.
- مخاطر الجلوكوز منخفضة.
- فطر الخميرة كائن حي دقيق، لذا احرص على ارتداء معطف المختبر وغسل اليدين بعد التجربة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- ربما لا يعود محلول أزرق الميثيلين إلى اللون الأزرق بسهولة بعد رجّه.
- يعود أزرق الميثيلين إلى اللون الأزرق إذا حرّك الطلبة الخليط أثناء التجربة – يجب التأكيد على ذلك للطلبة.
- سينسى بعض الطلبة إعادة المحاليل مرة أخرى إلى الحمّام المائي، مفترضين أن درجة الحرارة تبقى ثابتة.
- سيجد بعض الطلبة صعوبة في معالجة العديد من أنابيب الاختبار في وقت واحد، لذا من الأفضل غالبًا الطلب إليهم تنفيذ العمل في مجموعات.
- قد يجد بعض الطلبة صعوبة في تحديد نقطة الانتهاء، لذا يجب مناقشة هذا الأمر كنقطة ضعف محدِّدة للعمل.

- لن يدرك بعض الطلبة أن اللون لن يتغير في أنبوبة الاختبار التي تحتوي على الخميرة المغلية.
- يمكن التحقق من مدى زيادة تراكيز الجلوكوز من حساب الطلبة للتخفيفات و/ أو وزن الجلوكوز.

نتائج عيّنة

انظر الجدول ٦-٤.

رقم أنبوبة الاختبار	تركيز الجلوكوز (%)	الزمن الذي استغرقه اللون الأزرق ليختفي / s			
		التجربة 1	التجربة 2	التجربة 3	المتوسط
1	0.0	732	741	745	739
2	2.5	236	263	284	261
3	5.0	176	187	169	177
4	7.0	106	115	112	111
5	10.0	95	87	89	90
6	*10.0	لا يتوافر	لا يتوافر	لا يتوافر	لا يتوافر

الجدول ٦-٤

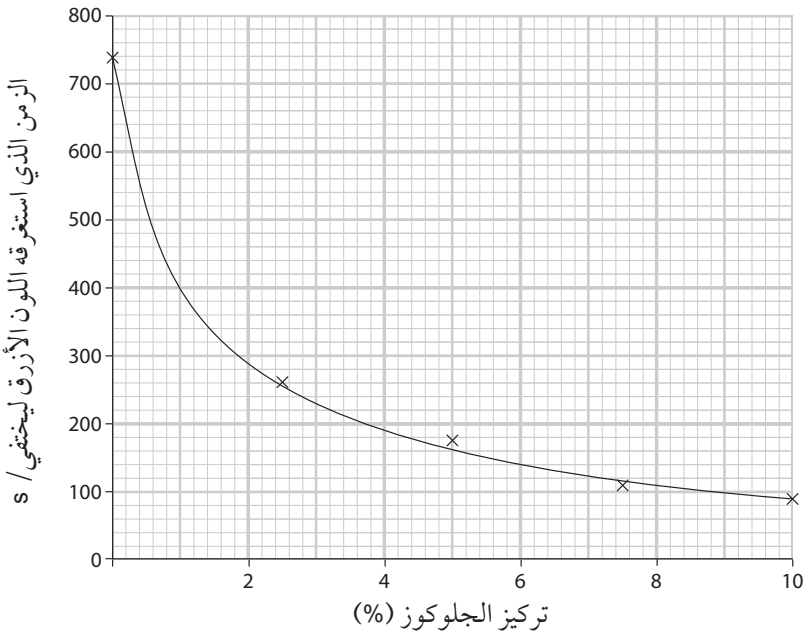
* تحتوي أنبوبة الاختبار 6 على خميرة مغلية.

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام عيّنة نتائج).

١. يجب على الطلبة حساب المتوسطات بشكل صحيح، مع ترك أي قيم شاذة (يبيّن الجدول ٦-٤ عيّنة نتائج).

٢. يجب أن يكون الطلبة قد رسموا تمثيلًا بيانيًا خطيًا مع وصل النقاط أو رسم خط أو منحنى مناسب (انظر الشكل ٦-٥ للاطلاع على مثال للتمثيل البياني باستخدام عيّنة نتائج). تشمل النقاط الرئيسية ما يأتي:

- المحور (س) المسمّى تركيز الجلوكوز (%).
- المحور (ص) المسمّى الزمن الذي استغرقه اللون الأزرق ليختفي/ s.
- النقاط المرسومة ± في حدود نصف المربع الصغير.
- النقاط المتصلة بخطوط مستقيمة أو خط أو منحنى مناسب.



الشكل ٦-٥

٣. على الطلبة تقديم وصف دقيق للتمثيل البياني. يتوقع أن يقل الزمن الذي يستغرقه اللون الأزرق ليختفي مع زيادة تركيز الجلوكوز؛ وقد يبدو التمثيل البياني منحدرًا حادًا في البداية (من النقطة التي لا تحتوي على جلوكوز مضاف).

٤. **أ.** يعمل أزرق الميثيلين كمستقبل للهيدروجين أو الإلكترونات وبالتالي يصبح مختزلًا (يتغير إلى عديم اللون). قد يكون تلقي الهيدروجين أو الإلكترونات من سلسلة نقل الإلكترون، من المواد التنفُّسية المتفاعلة، أو من FAD المُخْتَزَل و NAD المُخْتَزَل.

ب. تعني زيادة تركيز الجلوكوز المزيد من المادة المتفاعلة، وزيادة سرعة عملية التحلل السكري، وبالتالي زيادة سرعة دورة كربس، وهذا يعني سرعة في أكسدة المواد المتفاعلة، وسرعة في اختزال الهيدروجين أو الإلكترونات لأزرق الميثيلين.

٥. تحتوي الأنبوبة 6 على خميرة مغلية، لذا لا يوجد تنفُّس، وتعمل الأنبوبة كتجربة ضابطة توضح أن إزالة لون أزرق الميثيلين يعود إلى التنفُّس.

٦. لا بد من وجود بعض المواد المتفاعلة التنفُّسية (مثل الجلوكوز) في الخميرة.

٧. **أ.** يؤدي رجّ الأنابيب إلى إضافة أكسجين وبالتالي إعادة أكسدة أزرق الميثيلين واستعادة لونه الأزرق.

ب. تجنب هزّ الأنابيب لمنع عودة أزرق الميثيلين إلى اللون الأزرق بفعل الأكسدة.

٨. يجب على الطلبة مقارنة التكرارات من البيانات الأولية، إذا كانت البيانات دقيقة، تكون هذه التكرارات والأنماط متشابهة ودقيقة. ويجب عليهم أيضًا التفكير في مدى التحكم الجيد بالتجربة، ومناقشة مشكلات إعادة اللون الأزرق. فعملية رجّ الخليط لإعادة اللون إلى الأزرق غير دقيقة، لأنه من المستحيل الحصول على تركيز محدد من أزرق الميثيلين المعاد أكسدته. فإذا كانت كمية أزرق الميثيلين المؤكسد الموجودة قليلة فسيكون الزمن المستغرق لتحويل الخليط إلى عديم اللون أقل.

استقصاء عملي ٦-٣: قدرة خلايا فطر الخميرة على استخدام سكّريات مختلفة أثناء التخمّر (إثرائي)

الأهداف التعليمية

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

المدّة

هذا الاستقصاء طويل، وهو يتطلب 70 دقيقة على الأقل، ويفضل أن يخصص له (90-120) دقيقة، فخصص 45 دقيقة تقريبًا لأقسام التحليل خارج الحصص الدراسية (دراسة مستقلة).

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يفهم الطلبة التنفُّس اللاهوائي (التخمر)، وأن يدركوا أنه ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون، ويجب أن يكونوا على دراية بالسكريات الأحادية والسكريات الثنائية المختلفة.
- لن تكون الطريقة المستخدمة لقياس إنتاج ثاني أكسيد الكربون مألوفة لمعظم الطلبة، لذا يجب تجريبها قبل إجراء الجزء العملي من الاستقصاء للتأكد من أن الخميرة تعمل بشكل جيد، وليتمكن المعلم من توضيح كيفية ملء أنابيب التخمير.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- خمس أنابيب اختبار
- خمس أنابيب تخمير Fermentation tubes
- موقد بنزن، حامل ثلاثي القوائم، شبكة تسخين سلكية أو مصدر ماء حار وبارد (يمكن استخدام حمّامات مائية °C (35-40) يتم التحكّم فيها حراريًا)
- كأس زجاجية كبيرة 250 mL
- 10 mL محلول جلوكوز 0.25 mol/L
- 10 mL محلول فركتوز 0.25 mol/L
- 10 mL محلول سكروز 0.25 mol/L
- 10 mL محلول مالتوز 0.25 mol/L
- 10 mL ماء مقطر
- ماصات أو محاقن 10 mL، 5 mL، 1 mL
- مقياس حرارة
- 100 mL معلق خميرة بتركيز 15%
- ساعة إيقاف
- ساق زجاجية للتقليب

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- في حال عدم توافر أنابيب تخمير، يمكن استخدام محاقن 5 mL إلى جانب أنابيب الاختبار. ضع 15 mL من معلق الخميرة مع 10 mL من محلول السكر في أنبوبة اختبار. ضع سدادة مطاطية في الطرف العلوي من الأنبوب تحتوي على ثقب/فتحة لإدخال فوهة المحقن. أدخل المحقن في السدادة مع الضغط على المكبس بالكامل. بمجرد إنتاج الغازات، سيدفع مكبس المحقن إلى الأعلى.
- يمكن استخدام حمّامات مائية يتم التحكم بها حراريًا، عند عدم توافر الوقت، يجب إعدادها قبل الإجراء العملي للاستقصاء.

محاليل المخزون:

- محلول جلوكوز 0.25 mol/L: لتحضير 1000 mL (1 L)، أذب 45 g من الجلوكوز في 500 mL (1/2 L) تقريبًا من الماء المقطر، ثم أضف إليها الماء المقطر حتى 1000 mL.
- محلول فركتوز 0.25 mol/L: لتحضير 1000 mL (1 L)، أذب 45 g من الفركتوز في 500 mL (1/2 L) تقريبًا من الماء المقطر، ثم أضف إليها الماء المقطر حتى 1000 mL.
- محلول سكروز 0.25 mol/L: لتحضير 1000 mL (1 L)، أذب 86 g من السكروز في 500 mL (1/2 L) تقريبًا من الماء المقطر، ثم أضف إليها الماء المقطر حتى 1000 mL.
- محلول مالتوز 0.25 mol/L: لتحضير 1000 mL (1 L)، أذب 86 g من المالتوز في 500 mL (1/2 L) تقريبًا من الماء المقطر، ثم أضف إليها الماء المقطر حتى 1000 mL.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- توخَّ الحذر عند استخدام موقد بنزن.
- ارتدِ دائمًا النظارات الواقية.
- مخاطر الجلوكوز والفركتوز والسكروز منخفضة.
- الخميرة كائن حي دقيق، لذا احرص على ارتداء معطف المختبر وغسل اليدين بعد التجربة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- قد يجد الطلبة صعوبة في ملء أنابيب التخمير، لذا يجب توضيح الطريقة مسبقًا، وإعادة ملء الأنبوبة إذا ظهرت فيها فقاعات، وأن يكون قطر أنابيب التخمير مناسبًا بما يمنع الخليط من السقوط.
- سيستقر معلق الخميرة في القاع إذا لم يحرك، لذا يجب تحريكه قبل جمع العيّنات.

سيحتاج بعض الطلبة، بخاصة من يعانون خلل الآداء Dyspraxia، إلى مساعدة في ملء أنابيب التخمير. وضح لهم ذلك وساعدهم في ملء الأنابيب.

يمكن اختبار كربوهيدرات أخرى مثل اللاكتوز (لا تستطيع الخميرة استخدام اللاكتوز لأنها لا تصنع اللاكتيز)، وسكر التريهالوز والنشا، ويمكن أيضًا اختبار السكر ثلاثي الرافينوز.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- ربما لا يدرك بعض الطلبة أن ثاني أكسيد الكربون يُطلق من التخمر.
- لن يدرك بعض الطلبة أن الجلوكوز هو أحد مكوّنات المالتوز والسكروز.

نتائج عيّنة

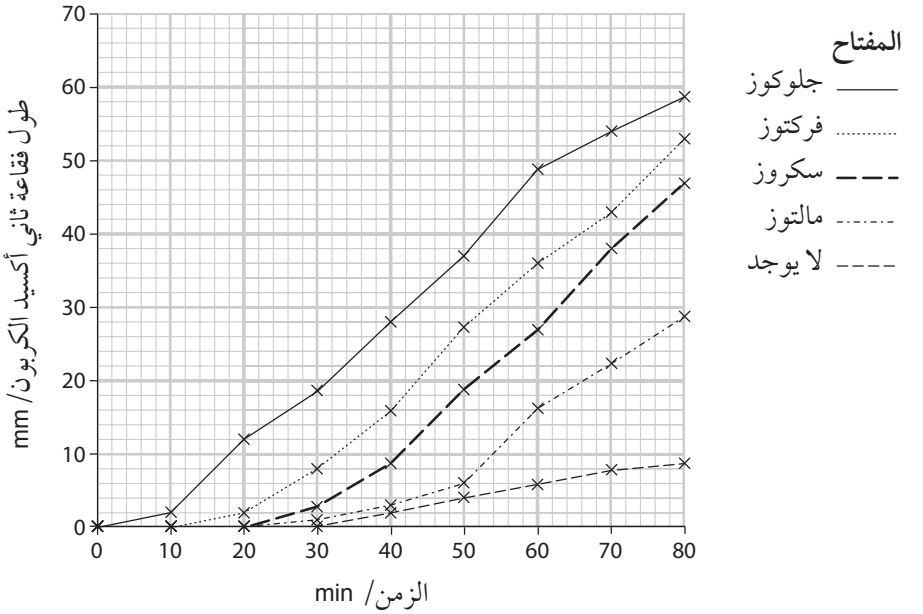
رقم أنبوبة الاختبار	اسم السكر	طول الفقاعة في الفترات الزمنية / mm							
		10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	70 min	80 min
1	جلوكوز	2	12	19	28	37	49	54	59
2	فركتوز	0	2	8	16	27	36	43	53
3	سكروز	0	0	3	9	19	27	38	47
4	مالتوز	0	0	1	3	6	16	22	29
5	لا يوجد	0	0	0	2	4	6	8	9

الجدول ٦-٥

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام عيّنة نتائج).

١. انظر إلى الشكل ٦- ٦ للتمثيل البياني عن عيّنة النتائج. يجب أن يشمل التمثيل البياني ما يأتي:

- تسمية المحور (س) الزمن/ min.
- تسمية المحور (ص) طول فقاعة ثاني أكسيد الكربون /mm.
- المقاييس الخطية المناسبة بحيث تغطي النقاط نصف الشبكة على الأقل.
- نقاط دقيقة ± في نصف المربع الصغير.
- تتصل النقاط بخطوط مستقيمة.
- مفتاح الرسم لكل خط.



الشكل ٦-٦

٢. على الطلبة أن يقدموا وصفًا كاملًا للأنماط المبّينة في كل سطر، مع مقارنة التغيرات لكل من السكر والماء. قد تظهر بعض الأنماط استقرارًا في أوقات لاحقة، في حين تستغرق أنماط أخرى (السكروز والمالتوز) وقتًا أطول لبدء زيادة طول الفقاعة، على سبيل المثال ، يزداد إنتاج ثاني أكسيد الكربون بمعدل ثابت عند استخدام الجلوكوز كمادة متفاعلة بين 10 دقائق و 60 دقيقة، ثم يبدأ في التباطؤ بين 60 و 80 دقيقة.

٣. من المتوقع أن يزداد طول الفقاعة (على الرغم من اختلافه) بمعدل أسرع عند استخدام الجلوكوز، وسيؤدي الجلوكوز إلى إنتاج معظم ثاني أكسيد الكربون، ويعود ذلك إلى أن الجلوكوز هو المادة المتفاعلة الأولية للتنفس أو التخمر.

يُظهر الفركتوز صورة مشابهة للجلوكوز، حيث إنه يمكن أن يحدث له أيضًا التحلل السكري. ينتج السكروز والمالتوز معدلات زيادة أقل، وقد يحدث تأخير زمني في البداية قبل البدء بإنتاج ثاني أكسيد الكربون، وذلك لأن الخميرة يجب أن تبدأ بإنتاج السكريز/ المالتيز للقيام بالتحلل المائي إلى جلوكوز وفركتوز (الجلوكوز فقط عند استخدام المالتوز) قبل أن يمتصّا ويدخلا في التنفُّس. تستغرق الخميرة وقتًا لإنتاج الإنزيمات، وقد يعمل السكروز أسرع من المالتوز، الأمر الذي يشير إلى أن الخميرة تصنع المزيد من السكريز في جميع الأوقات.

٤. كان ذلك للتأكد من أن درجة الحرارة كانت متساوية في المخاليط، وأنه جرى تسخينها جيدًا.

٥. يمكن رسم المنحنيات الملائمة ورسم المماس عند النقطة التي تكون فيها الزيادة شديدة الانحدار، ويمكن حساب منحدر المماس (زيادة طول الفقاعة ÷ الزمن).

إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة:

١. أ.

العبارة	التحلل السكري	التفاعل الرابط	دورة كربس	الفسفرة التأكسدية
اختزال NAD	✔	✔	✔	✘
أكسدة FAD	✘	✘	✘	✔
يحدث نزع الكربوكسيل	✘	✔	✔	✘
يحدث في السيتوبلازم	✔	✘	✘	✘
يحدث في حشوة الميتوكندريا	✘	✔	✔	✘

ب. ATP هو المانح المباشر للطاقة. يحدث له تحلل مائي بسهولة لإطلاق الطاقة، وهو صغير، وقابل للذوبان في الماء. يتفكك ويعاد بناؤه باستمرار/ قابل للتحويل، جزيء وسطي عالمي.

٢. أ. القياس المشاهد AB: 93500 µm = 93.5 mm

$$\text{القياس الحقيقي} = \frac{\text{القياس المشاهد}}{\text{مقدار التكبير}}$$

$$= \frac{93\,500}{62\,000}$$

$$= 1.51\ \mu m$$

أو اقبل (اعتمادًا على القياسات الخاصة) بين 1.46 µm و 1.56 µm.

ب. مع **زيادة** كثافة الأعراف، سيحدث المزيد من الفسفرة التأكسدية أو المزيد من تفاعلات سلسلة نقل الإلكترون، والمزيد من أكسدة NAD و FAD المختزلَين الذي يؤدي إلى المزيد من إنتاج ATP. يجب أن تشير الإجابة إلى منحدر H^+ والإشارة إلى ATPase/ ATP سينثيز.

٣. أ. يجب أن تتضمن الإجابة إشارات إلى الآتية:

- كان ADP عاملًا محددًا أو ما يعادله.
- $ADP + P_i \rightarrow ATP$
- تتدفق H^+ أو البروتونات عبر قنوات البروتين أو إلى الحشوة أو الحيز بين الغشائي.
- تمر الإلكترونات من سلسلة نقل الإلكترون أو البروتين أو السيتوكروم لترتبط مع الأكسجين مكوّنة الماء.
- الإشارة إلى ATPase أو ATP سينثيز.
- هذا يؤدي إلى انخفاض مستوى الأكسجين / استهلاك الأكسجين.

ب. ١. ينخفض أكسجين الدهن البنّي إلى صفر تقريبًا بشكل أسرع.

تتطلب ميتوكندريا الكبد ثلاث إضافات من ADP (اقبل العكس). ويستمر أكسجين الدهن البنّي في الانخفاض الحاد بين إضافات ADP (اقبل العكس).

٢. يجب أن تتضمن الإجابة الإشارة إلى ما يأتي:

- تنتشر أيونات H^+ أو البروتونات عبر UCP-1 من الحيز بين الغشائي للميتوكندريا إلى الحشوة.
- لا يتم إنتاج ATP أو لا حاجة إلى استهلاك ADP.
- (فكرة) استمرار الفسفرة التأكسدية أو حركة الإلكترونات أو انتشار البروتونات.
- انطلاق الطاقة على شكل حرارة.
- من دون حاجة إلى الارتعاش، انقباض العضلات، نشاط الحيوانات أو أمثلة محددة أخرى من النشاط.

٤. أ. يجب أن تشمل الإجابات ما يأتي:

- الجذور المثبتة – تمنع الانجراف، تثبت التربة.
- والجذور المغذية تمتص الأيونات المعدنية أو الأيونات المعدنية المسماة.
- (بواسطة) النقل النشط.
- تتطلب ATP أو طاقة.
- الجذور الهوائية (جذور التنفُّس) تحصل على الأكسجين من الهواء، حين تكون في التربة مغمورة بالمياه حيث يوجد فراغات هوائية قليلة، أو أنها لاهوائية.
- قد يحدث التنفُّس الهوائي في أنسجة الجذر.

ب. يجب أن تشمل الإجابات ما يأتي:

- زيادة الطول لإبقاء الثغور بعيدة عن الماء.
- يسمح نسيج إيرنشيما في الساق بانتشار الأكسجين عبر النبات.
- تحتجز الأوراق الكارهة للماء أو المجعدة/المموجة الهواء.
- تقوم الجذور بالتنفُّس اللاهوائي ولديها مستويات مرتفعة من إيثانول ديهيدروجينيز للسماح بتفكك الإيثانول.

الوحدة السابعة

التمثيل الضوئي

نظرة عامة

- تقدم هذه الوحدة كيف أن التمثيل الضوئي، كعملية نقل للطاقة، هو أساس الكثير من الحياة على الأرض. فالعوامل البيئية المختلفة تؤثر على معدل حدوث عملية التمثيل الضوئي، ويجب على الطلبة تطبيق معرفتهم عن الخلايا النباتية وتركيب أوراق النباتات التي اكتسبوها في الصف الحادي عشر أثناء دراستهم لعملية التمثيل الضوئي.
- تتوافر في هذه الوحدة العديد من الفرص العملية للطلبة والمواقف المتاحة لهم لتطوير المهارات التحليلية والتطبيقية إضافة إلى المهارات الحسابية.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
٧-١ ٧-٢ ٧-٣ ٧-٤ ٧-٥	٧-١ تركيب ووظيفة البلاستيدات الخضراء	٣	• قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة • الأشكال من ٧-١ إلى ٧-٥ • الصورة ٧-٢ • الأسئلة من ١ إلى ٥ • مهارات عملية ٧-١: استخدام الكروماتوجرافيا لتحديد صبغات البلاستيدات الخضراء • أسئلة نهاية الوحدة: ١	• نشاط ٧-١: تأثير الألوان المختلفة للضوء على التفاعلات المعتمدة على الضوء • نشاط ٧-٢: الكروماتوجرافيا وصبغات التمثيل الضوئي • استقصاء عملي ٧-١: فصل وتحديد صبغات التمثيل الضوئي باستخدام ورقة كروماتوجرافيا • أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٥ (أ)
٧-١ ٧-٦ ٧-٧ ٧-٨ ٧-٩ ٧-١٠	٧-٢ مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي	٣	• الشكلان ٧-٦ و ٧-٧ • العلوم ضمن سياقها: الوقود من الطحالب • الصورة ٧-١ • السؤالان ٦ و ٧ • أسئلة نهاية الوحدة: ٣	• نشاط ٧-٤: أسئلة الاستجابة الحرة السؤال (١)
٧-١١ ٧-١٢	٧-٣ مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي	٢	• الشكلان ٧-٨ و ٧-٩ • الأسئلة من ٨ إلى ١١ • أسئلة نهاية الوحدة: ٤	• نشاط ٧-٤: أسئلة الاستجابة الحرة السؤال (٢) • أسئلة نهاية الوحدة: ٥ (ب)

٧-١٣ ٧-١٤ ٧-١٥	٧-٤ العوامل المحدّدة لعملية التمثيل الضوئي	٥	• الأشكال من ٧-١٠ إلى ٧-١٢ • الصورة ٧-٣ • السؤالان ١٢ و ١٣ • مهارات عملية ٧-٢: استقصاء تأثير بعض العوامل على معدل التمثيل الضوئي في النباتات المائية • مهارات عملية ٧-٣: استخدام كواشف الأكسدة والاختزال لتحديد تأثير شدة الضوء والطول الموجي للضوء على معدل التمثيل الضوئي • أسئلة نهاية الوحدة: ٢ و ٥	• نشاط ٧-٣: قياس معدل عملية التمثيل الضوئي في النباتات المائية • استقصاء عملي ٧-٢: تأثير شدة الضوء على معدل عملية التمثيل الضوئي (إثرائي) • استقصاء عملي ٧-٣: تبادل الغازات في نبات مائي • استقصاء عملي ٧-٤: تأثير الطول الموجي للضوء على التفاعلات المعتمدة على الضوء (تفاعل هيل) • استقصاء عملي ٧-٥: تأثير تركيز ثاني أكسيد الكربون على معدل عملية التمثيل الضوئي • أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٣

الموضوع ٧-١: تركيب ووظيفة البلاستيدات الخضراء

هذا الموضوع ، يُذكر الطلبة بعملية التمثيل الضوئي، ويربط بينها وبين تركيب ووظيفة البلاستيدات الخضراء. كما يستعرض أطياف الامتصاص لصبغات البلاستيدات الخضراء واستخدام الكروماتوجرافيا لفصل وتحديد صبغات البلاستيدات الخضراء.

الأهداف التعليمية

٧-١ يصف العلاقة بين تركيب البلاستيدات الخضراء، كما تظهر في الرسوم التخطيطية والصور المجهرية الإلكترونية ووظائفها.

٧-٢ يذكر أن البلاستيدة الخضراء تحتوي على الثايلاكويدات (أغشية الثايلاكويد وتجويف الثايلاكويد) التي تتكدس في أكوام تسمى جرانا، وهي موقع مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء وأن الستروما هي موقع مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء.

٧-٣ يصف دور صبغات البلاستيدة الخضراء (كلوروفيل *a*، و كلوروفيل *b*، والكاروتين، والزانثوفيل) في امتصاص الضوء في الثايلاكويدات.

٧-٤ يفسر أطياف الامتصاص لصبغات البلاستيدات الخضراء وأطياف النشاط للتمثيل الضوئي.

٧-٥ يصف ويستخدم الكروماتوجرافيا لفصل وتحديد صبغات البلاستيدات الخضراء (يجب الإشارة إلى قيم R_f في تحديد صبغات البلاستيدات الخضراء) ويفسر النتائج.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ثلاث حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة	• أهمية استخدام الكواشف الكيميائية لاستقصاء عملية التمثيل الضوئي
	الأشكال من ٧–١ إلى ٧–٥	• الأشكال المرتبطة بعملية التمثيل الضوئي، والبلاستيدات الخضراء، وأطياف الامتصاص، والكروماتوجرافيا، وأطياف النشاط
	الصورة ٧–٢	• صورة مجهرية إلكترونية لمقطع في البلاستيدة الخضراء
	الأسئلة من ١ إلى ٥	• الأسئلة المرتبطة بالبلاستيدات الخضراء، وأطياف الامتصاص، والكروماتوجرافيا، وأطياف النشاط
	مهارات عملية ٧–١	• استخدام الكروماتوجرافيا لتحديد صبغات البلاستيدات الخضراء
	أسئلة نهاية الوحدة ١	• السؤال المرتبط بملاءمة تركيب البلاستيدات الخضراء لعملية التمثيل الضوئي
كتاب التجارب العمليّة والأنشطة	نشاط ٧–١	• تأثير الألوان المختلفة للضوء على التفاعلات المعتمدة على الضوء
	نشاط ٧–٢	• الكروماتوجرافيا وصبغات التمثيل الضوئي
	استقصاء عملي ٧–١	• فصل وتحديد صبغات التمثيل الضوئي باستخدام ورقة كروماتوجرافيا
	أسئلة نهاية الوحدة: ٤	• السؤال المرتبط بالصبغات الملحقة في الطحالب
	أسئلة نهاية الوحدة: ٥ (أ)	• السؤال المرتبط بتراكيب البلاستيدات الخضراء

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يخلط الطلبة بين **الثايلاكويدات وغشاء الميتوكندريا الداخلي** وبين **الستروما وحشوة الميتوكندريا**.
- قد يخلط الطلبة بين **NADP** و **NAD**.
- ربما لا يتمكن الطلبة من ربط زوال لون كاشف الأكسدة والاختزال DCPIP مع الأحداث في مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي.
- يعتقد الطلبة غالبًا أن الصبغة الخضراء تمتص الضوء الأخضر.
- قد يحتاج الطلبة إلى التذكير بأن الأطوال الموجية الأطول (الحمراء) للطيف المرئي من الضوء تتميز بطاقة أقل.
- من الشائع جدًا أن يخلط الطلبة بين **أطياف الامتصاص وأطياف النشاط**.

أنشطة تمهيدية

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

أخبر الطلبة أنه من الضروري أن تحتوي معظم النباتات على مجموعة من صبغات التمثيل الضوئي، ثم ناقشهم في سبب ذلك. وسّع تفكيرهم بالإشارة إلى النباتات التي تعيش تحت الماء أو على أرض غابة مطيرة.

› **أفكار للتقويم:** اطرح سلسلة من الأسئلة التي تتطلب إجابات من كلمة واحدة، تتعلق بامتصاص الصبغات الموجودة في النباتات لأطوال موجية مختلفة من الضوء، ومن المهم تكوين فهم جيد للمصطلحات العلمية الأساسية التي سيحتاج إليها الطلبة خلال دراستهم لهذه الوحدة.

٢ فكرة (ب)

نفّذ لعبة سريعة من «صح أو خطأ» لتنشيط المعرفة السابقة ب خبرة الطلبة في المصطلحات العلمية الأساسية المرتبطة بعملية التمثيل الضوئي. زوّد الطلبة بورقة مكتوب على أحد وجهيها «صح» وعلى وجهها الآخر «خطأ»، واطلب إليهم رفعها بحيث يظهرون لك الوجه المناسب لتتمكن من رؤية إجابتهم.

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام هذا النشاط كأساس للتقويم التكويني لتقويم التعلم السابق، وللتحضير للمحتوى الذي سيدرسه الطلبة في هذه الوحدة.

الأنشطة الرئيسية

في ما يأتي أنشطة تعلميّة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف خطة الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ استقصاء عملي ٧-١: فصل وتحديد صبغات التمثيل الضوئي باستخدام ورقة كروماتوجرافيا (٧٥ - ١٢٠ دقيقة)

كلف الطلبة تنفيذ الاستقصاء العملي ٧-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، حيث سيستخدمون الطلبة ورق كروماتوجرافيا لفصل خليط من المواد المذابة بحسب ذوبانيتها، إذ إن المواد الأكثر ذوبانًا تنتقل على مخطط الكروماتوجرام بسرعة أكبر من سرعة انتقال المواد الأقل قابلية للذوبان. يوفر جزء «مهارات عملية ٧-١» الوارد في كتاب الطالب مصدرًا آخر للمعلومات المرتبطة بهذا الاستقصاء.

› **أفكار للتقويم:** يجب على الطلبة معالجة الأسئلة الواردة في نهاية الاستقصاء، والتي تتطلب منهم تحليل بياناتهم وتقييم الطريقة المتبعة لتنفيذ هذا الاستقصاء. ناقش الإجابات النموذجية مع الطلبة، وبيّن لهم كيف يختلف عن عملهم قبل إتاحة الفرصة لهم لتقويم عملهم بأنفسهم.

٢ ملصق البلاستيدة الخضراء (٣٠ دقيقة)

شجع الطلبة ليعملوا في ثنائيات لتنفيذ رسم تخطيطي لبلاستيدة خضراء مع كامل مسمياتها، على أن ينفذوا رسومهم على قطعة من الورق A3 أو سبورة بيضاء صغيرة؛ بعد دقيقتين أو ثلاث دقائق، اطلب إلى المجموعات الثنائية رفع رسومهم التخطيطية إلى الأعلى حتى تتمكن من تقديم ملاحظاتك الإيجابية مع الإشارة إلى الأخطاء وسوء الفهم. يمكن تعديل أو تطوير Update هذا الملصق (الرسم) طوال فترة دراسة الوحدة لإضافة التفاصيل إليها حول مراحل عملية التمثيل الضوئي.

› **أفكار للتقويم:** من خلال المناقشة الصفية، يمكنك الوصول إلى تنفيذ رسم تخطيطي «مثالي» للبلاستيدة الخضراء على السبورة، واستخدم عددًا من الألوان المختلفة لرسم التراكيب المميزة لها، ثم اطلب إلى الطلبة نقل هذا الرسم التخطيطي للرجوع إليه خلال الحصة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- كلف الطلبة تنفيذ النشاط ٧-١ أو النشاط ٧-٢ الواردَين في كتاب التجارب العملية والأنشطة، إذ يستكشف هذان النشاطان العلاقة بين صبغات عملية التمثيل الضوئي والألوان المختلفة للضوء، وتأثيرها على عملية التمثيل الضوئي. يتضمن هذان النشاطان فرصًا لتطوير المهارات الحسابية وجوانب من الإحصاء الوصفي (مثل الخطأ المعياري).
- خطّط لتنفيذ استقصاء لدراسة تأثير متغير معيّن على مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء في عملية التمثيل الضوئي.
- شجع الطلبة على التفكير في السبب الذي يجعل تقنية الكروماتوجرافيا الورقية ثنائية الأبعاد تعطي فصلًا أفضل للمواد التي تتشابه مع قيم R_f الخاصة بها.
- سؤال نهاية الوحدة ٤ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، هو سؤال تحدٍ يتطلب من الطلبة تحليل الصبغات الملحقة في الطحالب التي تنمو في أعماق مياه مختلفة.

الدعم

- قدم المصطلحات العلمية الأساسية للطلبة وتعريفاتها على قطع (قصاصات) منفصلة من الورق، مشجعًا إياهم على ربط المصطلحات بتعريفاتها عن طريق تحريكها على سطح طاولاتهم للمزاوجة بين كل مصطلح علمي وتعريفه.
- زوّد الطلبة بمجموعة من الجمل غير المكتملة التي تمّت كتابتها للمساعدة في تطوير معرفتهم لهذا الموضوع. ابدأ بنشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف» ثم اطلب إليهم كتابة نهاية أو بداية لكل جملة.
- اربط بين طيف الامتصاص وطيف النشاط لصبغة معيّنة، من خلال تراكيب المخططين أحدهما فوق الآخر للتأكيد على أوجه التشابه والاختلاف بينهما.
- ساعد الطلبة على فهم أن التوهج هو الطاقة الضوئية التي تمتصها الصبغات، والتي لا يمكن الآن نقلها لتستخدم في تفاعلات عملية التمثيل الضوئي التي كان حدوثها ممكنًا في البلاستيدات الخضراء السليمة، ويُعاد انبعاثها بطول موجي أطول مع فقدان الطاقة الحرارية.
- يتطلب السؤال الأول من نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب، أن يشرح الطلبة كيف يتناسب تركيب الغشاء الداخلي للبلاستيدة الخضراء مع وظيفتها.
- ساعد الطلبة على رسم جدول لمقارنة تركيب ووظائف البلاستيدات الخضراء مع تركيب ووظائف الميتوكندريا.
- استخدم تمثيلًا بيانيًا معنونًا للبلاستيدة الخضراء لشرح كيفية ارتباط تركيبها بوظائفها. ضع في اعتبارك عمليات التبادل التي تحدث عبر غلاف البلاستيدات الخضراء بين الستروما والسيتوسول (السيتوبلازم، العصارة الخلوية).
- اعرض على الطلبة التوهج الأحمر الذي ينتجه محلول من صبغات الكلوروفيل، واشرح أن هذه الطاقة هي التي تدفع عملية التمثيل الضوئي في نظام التمثيل الضوئي الفعّال وظيفيًا، الأمر الذي يساعد الطلبة الذين يجدون صعوبة في فهم فكرة امتصاص الطاقة الضوئية واستخدام الطاقة الضوئية.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اعرض على الطلبة عشر نماذج إجابات عن سؤال من أسئلة الاختبارات السابقة يتعلق بأطياف الامتصاص وأطياف النشاط (يمكنك استخدام سؤال واحد يستحق ما لا يقل عن ثلاث درجات، إضافة إلى إجابات لبعض الطلبة السابقين). اطلب إلى الطلبة تصنيف هذه الإجابات في مراتب، لأن الهدف من ذلك هو مساعدة الطلبة على فهم أهداف التعلم ومعايير النجاح، ثم اطلب إليهم العمل في مجموعات لتحديد ما إذا كانت بعض الإجابات أفضل من غيرها، وشرح الأسباب.
- شجّع الطلبة على طرح «ما هو السؤال؟» عند إعطائهم إجابة ما، اختر مجموعة من المصطلحات المكوّنة من كلمة واحدة وجمل بسيطة مرتبطة بعملية البناء الضوئي.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يتم تقديم عدد من المصطلحات العلمية الرئيسية في هذا الموضوع. استخدم تقنيات مثل «الحظر أو المنع Taboo»، حيث يعمل الطلبة في ثنائيات لوصف الكلمات العلمية الرئيسية أحدهما للآخر، ولكن من دون استخدام مصطلحات علمية أخرى (مدرجة ضمن لائحة المصطلحات).

المهارة الحسابية

تحدَّ الطلبة لتحويل قياسات الطول الموجي لضوء بين وحدتَي المايكرومتر (µm) والنانومتر (nm).

الموضوع ٧-٢: مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي

يبحث هذا الموضوع بمزيد من التفصيل في مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي، بما في ذلك الفسفرة الضوئية الحلقية، والفسفرة الضوئية اللاحلقية، وتفاعلات التحلل الضوئي للماء.

الأهداف التعليمية

٧-١ يصف العلاقة بين تركيب البلاستيدات الخضراء، كما تظهر في الرسوم التخطيطية والصور المجهرية الإلكترونية ووظائفها.

٧-٦ يشرح أن الطاقة المنقولة على شكل ATP و NADP المُخْتَزَل من مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء تُستخدم أثناء مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء (دورة كالفن) من التمثيل الضوئي لإنتاج جزيئات عضوية معقدة.

٧-٧ يذكر أن الفسفرة الضوئية الحلقية والفسفرة الضوئية اللاحلقية تحدثان أثناء مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من التمثيل الضوئي.

٧-٨ يشرح أنه في الفسفرة الضوئية الحلقية:

- يستخدم النظام الضوئي الأول (PSI) فقط
- يحدث تنشيط ضوئي للكلوروفيل
- يتم بناء ATP.

٧-٩ يشرح أنه في الفسفرة الضوئية اللاحلقية:

- يستخدم النظام الضوئي الأول (PSI) والنظام الضوئي الثاني (PSII)
- يحدث تنشيط ضوئي للكلوروفيل
- يحفز معقد تحرير الأكسجين عملية التحلل الضوئي للماء
- يتم بناء ATP و NADP المُخْتَزَل.

٧-١٠ يشرح أنه أثناء الفسفرة الضوئية:

- تُطلق الإلكترونات عالية الطاقة أثناء مرورها طاقةً عبر سلسلة نقل الإلكترون (تفاصيل النواقل ليست مطلوبة)
- تُستخدم الطاقة المنطلقة لنقل البروتونات عبر غشاء الثايلاكويد
- تعود البروتونات إلى الستروما من تجويف الثايلاكويد عن طريق الانتشار المسهل من خلال ATP سينثيز (الأسموزية الكيميائية)، الأمر الذي يوفر طاقة لبناء ATP (تفاصيل ATP سينثيز ليست مطلوبة).

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ثلاث حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	العلوم ضمن سياقها	• الوقود من الطحالب
	الشكلان ٧-٦ و ٧-٧	• الشكلان المرتبطان بالفسفرة الضوئية الحلقية واللاحلقية
	الصورة ٧-١	• الصورة المرتبطة بإنتاج الوقود من الطحالب
	السؤالان ٦ و ٧	• السؤالان المرتبطان بمرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي
	أسئلة نهاية الوحدة ٣	• السؤال المرتبط بمرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي
كتاب التجارب العمليّة والأنشطة	نشاط ٧-٤ (السؤال ١)	• أسئلة الاستجابة الحرة - يصف كيفية استخدام عملية التمثيل الضوئي للطاقة الضوئية لبناء ATP

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يعتقد الطلبة في كثير من الأحيان أن الأكسجين الناتج من عملية التمثيل الضوئي يأتي من ثاني أكسيد الكربون، وليس من الماء.

أنشطة تمهيدية

يعرف الطلبة أن النباتات والكائنات الحية الأخرى التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي تستخدم الطاقة الضوئية لإنتاج جزيئات عضوية مثل الجلوكوز. يجب أن يركز النشاط التمهيدي على مراجعة المعرفة السابقة للطلبة.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطين يمكن استخدامهما كمحفزين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اعرض للطلبة صورًا مجهرية إلكترونية للبلاستيدات الخضراء. تجوّل بين الطلبة واطلب إلى كل منهم أن يكتب اسم الجزء الذي يشير إليه ملصق فارغ على الصورة المحددة، أو أن يعرف الخلايا التي تحتوي على عدد كبير من البلاستيدات الخضراء.

› **أفكار للتقويم:** ينقل الطلبة صورة البلاستدة الخضراء مع مسميات تراكيبها التي يعتقد أنه كان يعرفها باللون الأخضر، والتراكيب الجديدة باللون الأحمر. ويمكن الإشارة إليها في نهاية الحصة ليعرف الطلبة مدى تقدمهم في هذا الموضوع.

٢ فكرة (ب)

اطلب إلى الطلبة قراءة محتوى «العلوم ضمن سياقها» الواردة في كتاب الطالب، والتي تركز على طريقة إنتاج الوقود من الطحالب، ثم أدر مناقشة صفية مشجعًا الطلبة على قول ما يفكرون فيه. ما هي مزايا وفوائد هذه الطريقة؟ وما هي المشاكل المحتملة التي قد يواجهها المهندسون خلال تطبيقهم لهذه الطريقة؟

› **أفكار للتقويم:** ناقش المصطلحات العلمية الأساسية التي يمكن للطلبة تذكرها من دراساتهم السابقة المرتبطة بالتمثيل الضوئي، وقم بإنشاء قائمة بالمصطلحات العلمية على السبورة، ثم اطلب رفع الأيدي لتحديد عدد الطلبة الذين لديهم دراية كافية بهذه المصطلحات العلمية ويمكنهم تقديم تعريفات لها، متحديًا بعضهم لتقديم هذه التعريفات لإفادة زملائهم في الصف.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ تبسيط العمليات المعقدة (٦٠ دقيقة)

اكتب عبارة من كتاب الطالب على السبورة تتحدث عن الآلية الجزيئية لعملية التمثيل الضوئي.

شجّع الطلبة على تحديد الأجزاء التي يفهمونها من هذه العبارة؛ على سبيل المثال، قد يتذكرون:

- تركيب البلاستيدة الخضراء الذي درسوه في الموضوع ٧-١
- التركيب الجزيئي للجزيئات، مثل جزيء سكر الجلوكوز، الذي درسوه في وحدة الجزيئات الحيوية في الصف الحادي عشر.
- تركيب جزيء ATP الذي درسوه في الوحدة السادسة (الطاقة والتنفُّس). ناقش أوجه التشابه بين إنتاج ATP في عملية التمثيل الضوئي وإنتاجه في عملية التنفُّس.

بعد ذلك، ناقش مع الطلبة أن تقسيم عبارة مثل هذه يمكن أن يكون مفيدًا لمساعدتهم في فهم واستيعاب معناها. اشرح بتأنٍ آلية عملية التمثيل الضوئي وشجع الطلبة على المشاركة في نقاشها، مشدّدًا على أن تعلم هذه الخطوات يكون أكثر فاعلية عند مراجعة المادة بانتظام. وتأكد من تضمين النقاط التالية في الشرح:

- اشرح للطلبة أنه في مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء، يتم التقاط الطاقة الضوئية، ويتم بناء ATP بواسطة الفسفرة الضوئية، والتي قد تكون حلقية أو لاحلقية.
- لخص عملية إنتاج ATP خلال عملية الفسفرة الضوئية الحلقية.
- لخص عملية إنتاج ATP و NADP المُختَزَل خلال عملية الفسفرة الضوئية اللاحلقية، موضحًا أن الماء ينشطر عن طريق التحلل الضوئي لإنتاج أيونات الهيدروجين، والإلكترونات، والأكسجين كمنتج ثانوي.
- كون مخططًا انسيابيًا يلخص أدوار النظامَين الضوئيَّين الأول (PSI) والثاني (PSII).
- اشرح أن ATP و NADP المُختَزَل ينتقلان إلى مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي.
- استخدم الرسوم المتحركة لإظهار ما يحدث في مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة إغلاق كتبهم وإبعاد كل ما له علاقة بهذا الموضوع؛ ثم على قطعة ورق فارغة، شجع الطلبة أن يرسموا بشكل فردي مخططًا يمثل آلية العمل الشاملة لعملية التمثيل الضوئي من الذاكرة (يمكنك تقديم هذا الطلب في بداية النشاط للطلبة الذين يحتاجون إلى المساعدة). بعد ذلك، اسمح للطلبة بالتجول في الصف والتحدث مع ثلاثة زملاء على الأقل، من أجل مقارنة عملهم وتحسينه. يجب على الطلبة تصنيف أخطائهم، من أجل تحديد نقاط القوة والضعف لديهم، الأمر الذي سيسمح لهم برؤية أن الجميع يمكن أن يرتكبوا الأخطاء، وسيسمح بتطوير عقلية النمو لديهم.

٢ الجدول الزمني لمرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء (٤٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى كتاب الطالب لإعداد جدول زمني يوضح مواقع وأحداث كل خطوة من مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي. وفّر الفرصة للطلبة لطلب الدعم والمساعدة. عن طريق إعداد مجموعة من «بطاقات تلميح»، تكون متاحة عند الطلب، بحيث يمكن للطالب طلب بطاقة إذا شعر بأنه في حاجة إلى الدعم. توفر كل بطاقة «تلميحًا» يهدف إلى إعطاء الطالب ما يكفي من المعلومات لمساعدته على المضي قدمًا في عمله.

› **أفكار للتقويم:** وفّر للطلبة مجموعة من ملاحظات «لا تنسى» على بطاقات لاصقة لإمكانية إرفاقها بالخط الزمني، على أن تركز هذه البطاقات على النقاط التي يشعر الطلبة بأنها الأكثر صعوبة في تفسيرها بالنسبة إليهم، أو تلك التي تمثل أكبر خطر للتسبب بسوء الفهم.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة إعداد «خريطة طريق» مبسطة لآلية التفاعلات المعتمدة على الضوء، مع إمكانية مشاركة خرائط الطريق التي ينتجونها فيما بينهم في هذا الموضوع وفي الموضوع التالي. وللمساعدة، أشر إلى الأشكال ذات الصلة من كتاب الطالب.
- ابحث عن أدلة تجريبية على أن الأكسجين الناتج في عملية التمثيل الضوئي يأتي من ثاني أكسيد الكربون وليس من الماء. تأكد من أن الطلبة يعرفون أن نظير الأكسجين ^{18}O المستخدم في هذه التجارب غير مشعّ.
- شجع الطلبة للقيام بمقارنة دور NAD في عملية التنفُّس مع دور NADP في عملية التمثيل الضوئي.
- تحدَّ الطلبة على القيام بالتحضير والاستعداد للموضوع التالي حول التفاعلات غير المعتمدة على الضوء من خلال تطبيق استراتيجية «الصف المقلوب»، زوّدهم بمجموعة من الأسئلة للبحث عن إجابات لها باستخدام كتاب الطالب والإنترنت، لإثارة اهتمامهم وإثراء الحوار في بداية الحصة التالية.
- اطلب إلى الطلبة البحث عن أدوار مرافقات الإنزيمات المستخدمة في عملية التمثيل الضوئي، وتشمل الأمثلة عليها كلًا من NADP وFAD وNAD.

الدعم

- السؤال ٣ ضمن أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب يطلب إلى الطلبة أن يمايزو بين عدد من المصطلحات العلمية الرئيسية في هذا الموضوع.
- يجب على الطلبة إكمال السؤال ١ ضمن النشاط ٧-٤: «أسئلة الاستجابة الحرة» الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. في هذا النشاط، يستخدم الطلبة سلم درجات لتحديد عدد الدرجات التي سيتم الحصول عليها من خلال أمثلة الإجابات. وقد يوفر هذا النشاط للطلبة فكرة جيدة عما هو متوقع منهم عندما يُطلب إليهم كتابة إجابة طويلة عن سؤال ما.
- قد يساعد السؤالان ٥ و ٦ الواردان في كتاب الطالب على دعم تعلم الطلبة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- حضّر ثلاثة أو أربعة أسئلة، من الأفضل أن تكون أسئلة الاختيار من متعدد أو أسئلة ذات إجابات قصيرة، والتي يكملها الطلبة ويسلمونها إليك عند مغادرتهم غرفة الصف. يمكن أن توفر تقنية «بطاقة الخروج» هذه فرصة للتقويم التكويني، والتي تمكنك من تقرير مدى الحاجة إلى المزيد من التعزيز للمادة في الحصة التالية.
- تحدَّ الطلبة لكتابة أقصر جملة ممكنة باستخدام مجموعة من المصطلحات العلمية الأساسية المتعلقة بهذا الموضوع. وهذه طريقة جيدة يركز من خلالها الطلبة على تطوير مهارات التفكير العليا لديهم من أجل فهم معنى كل من هذه المصطلحات، بدلًا من مجرد حفظها وتذكرها. ولدعم بعض الطلبة، للقيام بهذا النشاط، زوّدهم بالجمل الأولى والأخيرة، أو قلل عدد المصطلحات العلمية التي من المتوقع منهم أن يستخدموها.
- أعط الطلبة مجموعة من العبارات غير الصحيحة ليناقشوها، من أجل تشخيص سوء الفهم والمفاهيم الخاطئة لديهم التي قد تنشأ خلال هذا النشاط.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

عزز المصطلحات العلمية الأساسية التي يواجهها الطلبة خلال هذا الموضوع من خلال إبقائها معروضة على لوحة الصف في شكل رسم تخطيطي مُسمى، طوال مدة تدريس الموضوع. وكبديل لذلك، قم بتثبيت أوراق مطبوعة توضح هذه المصطلحات العلمية على كل مقعد أمام الطلبة، مصرًّا على أن يستخدم الطلبة هذه المصطلحات العلمية أثناء الحصة في مناقشاتهم، الأمر الذي يفترض أن يساعدهم على التعرف على كيفية استخدام هذه المصطلحات العلمية.

المهارة الحسابيّة

أعدّ عمليات حسابية حول معدل الدوران الجزيئي The rate of molecular turnover لإشراك الطلبة في تطبيق المهارات الحسابية.

الموضوع ٧-٣: مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي

يستكشف هذا الموضوع العمليات التي تحدث في التفاعلات غير المعتمدة على الضوء ضمن عملية التمثيل الضوئي، وتعتمد هذه العمليات على ATP وعلى NADP المُخْتَزَل اللذَين يتم إنتاجهما من مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي التي تعمل على إنتاج جزيئات عضوية معقدة. يجب أن يكون الطلبة قادرين على تلخيص المراحل الرئيسية الثلاث لدورة كالفن وتحويل المركبات الوسطية في هذه الدورة إلى كربوهيدرات ودهون وبروتينات، كما يجب أن يكونوا قادرين أيضًا على وصف استخدامات هذه المركبات في الخلايا النباتية.

الأهداف التعليمية

٧-١١ يلخص المراحل الرئيسية الثلاث لدورة كالفن:

- يحفز إنزيم روبيسكو تثبيت ثاني أكسيد الكربون عن طريق الارتباط مع جزيء من رايبولوز ثنائي الفوسفات (RuBP)، وهو مركب خماسي الكربون (5C)، لإنتاج جزيئَين من جليسرات 3- فوسفات (GP)، وهو مركب ثلاثي الكربون (3C)
- يختزل (GP) إلى تريوز فوسفات (TP) في تفاعلات تتضمن NADP المُخْتَزَل واستخدام ATP
- يعاد تكوين RuBP من TP في تفاعلات تستخدم ATP.

٧-١٢ يذكر أن المركبات الوسطية في دورة كالفن تُستخدم لإنتاج جزيئات أخرى، مقتصرًا على GP لإنتاج بعض الأحماض الأمينية و TP لإنتاج الكربوهيدرات والدهون والأحماض الأمينية.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصّتان كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكلان ٧-٨ و ٧-٩	• الشكلان المرتبطان بدورة كالفن وتأثير الضوء والظلام على البلاستيدة الخضراء
	الأسئلة من ٨ إلى ١١	• الأسئلة المرتبطة بمرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي
	أسئلة نهاية الوحدة: ٤	• السؤال المرتبط بمرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي
كتاب التجارب العمليّة والأنشطة	نشاط ٧-٤: (السؤال ٢)	• أسئلة الاستجابة الحرة — صف كيف تُستخدم المواد الناتجة من دورة كالفن في تكوين مجموعات أخرى من الجزيئات
	أسئلة نهاية الوحدة: ٥ (ب)	• السؤال المرتبط بمرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يطلق الطلبة على مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء اسم «التفاعل المظلم» ومن ثم يُضَلَّلون بالاعتقاد أن الظلام ضروري للتفاعلات.
- قد يختلط الأمر على الطلبة بسبب الأسماء البديلة لكل من GP (PGA) و TP (PGAL أو GALP).
- قد يكتب الطلبة المركبات في دورة كالفن بترتيب غير صحيح.
- ربما لا يتمكن الطلبة من ربط زوال لون كاشف الأكسدة والاختزال DCPIP مع الأحداث في مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء من عملية التمثيل الضوئي.

أنشطة تمهيدية

الغرض من الأنشطة التمهيدية هو تنشيط معرفة الطلبة حول مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء، والتي درسوها في الموضوع السابق.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

ساعد الطلبة على تنشيط معرفتهم بالمصطلحات العلمية المرتبطة بالموضوع من خلال إجراء اختبار قصير، اطبع أو اكتب حرفًا واحدًا على كل وجه من وجهي ورقتي A4 وانسخها ثم وزع نسخًا منها على الطلبة. يمكن للطلبة «التصويت» باختيارهم للإجابة من خلال رفع قطعة الورق المطبوع أو المكتوب عليها الحرف الذي يعتقدون أنه يمثّل الإجابة الصحيحة لكل سؤال من مجموعة أسئلة الاختيار من متعدد التي تكتبها على السبورة.

› **أفكار للتقويم:** يجب على الطلبة ملاحظة الأسئلة التي لم يعرفوها أو التي وجدوها صعبة، واستخدامها لإعداد بطاقات مراجعة مخصصة للموضوعات.

٢ فكرة (ب)

راجع أدوار الكربوهيدرات والدهون والبروتينات في الخلايا النباتية (الصف الحادي عشر، الوحدة الثانية) من خلال مناقشة مختصرة.

› **أفكار للتقويم:** يكوِّن الطلبة جدولًا يلخصون فيه أسماء الجزيئات الحيوية الكبيرة، والمونومرات المكونة لها، واستخداماتها داخل النبات والاختبارات البيولوجية للكشف عن كل منها.

الأنشطة الرئيسية

١ سيرك دورة كالفن (٩٠ دقيقة)

غالبًا ما يجد الطلبة صعوبة في فهم عدد الخطوات والأحداث في دورة كالفن، ولمساعدتهم على فهم واستيعاب هذه المعلومات وفهم الطبيعة الدورية أو الحلقية لدورة كالفن، قم بإعداد دورة كالفن «تفاعلية» في غرفة الصف، مع «محطات»

يقوم الطلبة بجمع المواد المتفاعلة المختلفة منها أو وضعها فيها. وخلال المناقشات التي تحدث أثناء النشاط، شدد على ما يلي:

- إن دورة كالفن تتضمن ثلاث مراحل: مرحلة تثبيت ثاني أكسيد الكربون، ومرحلة اختزال، ومرحلة إعادة تكوين.
- أدوار ATP و NADP المُختَزَل، مع الإشارة إلى أن كلَيهما من نواتج مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء.
- إن مركب TP الناتج خلال الدورة يمكن تحويله إلى كربوهيدرات أخرى، ودهون وأحماض أمينية، ولكن معظمه يستخدم لإعادة تكوين RuBP لإكمال الدورة.

› **أفكار للتقويم:** بعد تعبير الطلبة عمّا يختبرونه أثناء قيامهم بالنشاط البدني، اطلب إليهم أن يجيبوا عن السؤال ٥ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة، ثم اجمع الإجابات، من دون أن تقوم بتصحيحها ووضع درجات عليها. وبدلًا من ذلك، وزّع الطلبة إلى مجموعات رباعية، وأعد إلى الطلبة الأربعة في كل مجموعة إجاباتهم غير المصححة، وزوّدهم بورقة إجابة فارغة، بحيث يقومون كمجموعة بتجميع أفضل الأجزاء من إجاباتهم الفردية للوصول إلى أفضل إجابة مشتركة. فشجّعهم على التعبير عن تجاربهم، وعلى تقديم خمس توصيات لدراستهم المستقبلية حول هذا الموضوع.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- لقد ادّعى العلماء أن «روبيسكو هو أهم إنزيم في الغلاف الحيوي». ناقش هذا الادعاء.
- كلف الطلبة اختصار الحجم الكبير لمحتوى هذا الموضوع في مجموعة بسيطة من العبارات؛ على سبيل المثال، شجّعهم على إعداد ملخص بجملة واحدة لكل مرحلة من مراحل التفاعلات غير المعتمدة على الضوء.
- اطلب إلى الطلبة البحث عن كيفية وضع طحلب **الكلوريلا** *Chlorella*، وتنميته في جهاز خاص من قوارير تسمى «قوارير المصاصة *Lollipop flasks*»، لتحديد مراحل دورة كالفن (تجربة «المصاصة» التي أجراها كالفن).
- السؤال ٥ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة هو سؤال تحدٍّ حول التفاعلات غير المعتمدة على الضوء ضمن عملية التمثيل الضوئي. ويركز هذا السؤال على الطريقة التي يمكن استخدامها لتحديد ترتيب عملية بناء الجزيئات المختلفة في دورة كالفن.

الدعم

- يجب على الطلبة إكمال السؤال ٢ من النشاط ٧-٤ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. في هذا النشاط يستخدم الطلبة سلم درجات لتحديد عدد الدرجات التي سيتم الحصول عليها من خلال «أمثلة الإجابات». يمكن أن يوفر هذا النشاط للطلبة فكرة جيدة عما هو متوقع منهم عندما يُطلب إليهم كتابة إجابة طويلة عن سؤال ما.
- ساعد الطلبة على فهم دور كل مرحلة من مراحل التفاعلات غير المعتمدة على الضوء ضمن عملية التمثيل الضوئي، من خلال تحديد المصطلحات العلمية الرئيسية، وكتابة كل مصطلح على أحد وجهي «بطاقة تعليمية Flash card»، وكتابة تعريفه على الوجه الآخر من البطاقة.
- سؤال نهاية الوحدة ٤ في كتاب الطالب هو سؤال منخفض الصعوبة، ويتطلب إلى الطلبة تذكّر السمات الرئيسية لمرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء ضمن عملية التمثيل الضوئي.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- قم بتشجيع إجراء نقاش داخل الصف حول عبارة مثيرة للجدل لدفع الطلبة إلى التفكير بشكل أعمق؛ وقد توفر تقنية «فكر، شارك زميلك، شارك الصف» مقدمة مفيدة لمساعدة الطلبة على تكوين رأي.
- حضّر لإجراء نشاط «الحلقة» باستخدام بعض أو كل المصطلحات العلمية المستخدمة في هذا الموضوع. اكتب بعض أو كل المصطلحات المستخدمة في هذا الموضوع مع تعريفاتها في جدول بيانات، ثم انقل جميع المصطلحات العلمية إلى الأسفل بمقدار خلية واحدة حتى لا يتطابق المصطلح والتعريف. اكتب «**البداية**» مقابل التعريف الأول، و«**النهاية**» مقابل المصطلح العلمي الأخير (انظر الجدول).

البداية	تعريف المصطلح الأول
المصطلح الأول	تعريف المصطلح الثاني
المصطلح الثاني	تعريف المصطلح الثالث
المصطلح الثالث	**النهاية**

- وكمثال على أحد المصطلحات العلمية، استخدم إنزيم روبيسكو Rubisco وتعريفه: الإنزيم الذي يحفز التفاعل بين RuBP وثاني أكسيد الكربون لإنتاج جزيئين (GP) . اطبع جدول البيانات على بطاقة من الورق المقوّى، وقم بتقطيعها بحيث يكتب على كل قطعة من البطاقة مصطلح واحد وتعريف واحد. اخلط هذه القطع ثم قم بتوزيعها على طلبة الصف، ليقرأ الطالب الذي يحمل بطاقة «**البداية**» التعريف، ويقوم الطالب الذي لديه المصطلح المطابق لذلك التعريف برفع يده، فيذكر المصطلح العلمي بصوت عالٍ ثم يقرأ التعريف الموجود على بطاقته. يستمر هذا الأمر حتى يتم الوصول إلى بطاقة «**النهاية**». يمكن إعادة خلط البطاقات وتكرار نشاط «الحلقة» هذا لمعرفة ما إذا كان بإمكان الطلبة القيام بذلك بشكل أسرع في المرة الثانية. احتفظ بنسخة من الورقة الرئيسية للنشاط لتصحيح أي أخطاء قد تحدث. يعزز هذا النشاط معرفة الطلبة لمراحل عملية التمثيل الضوئي.
- يقوم الطلبة بإعداد خمس عبارات «صحيحة دائمًا»، أو «صحيحة أحيانًا»، أو «غير صحيحة أبدًا».
- اعرض أو ارسم رسمًا تخطيطيًا كبيرًا للبلاستيدة الخضراء، والذي تم حجبه بواسطة 12–15 قطعة صغيرة مرقمة تشكل قطع «أحجية الصور المقطعة» Jigsaw (يمكن القيام بذلك افتراضيًا باستخدام برامج الكمبيوتر، أو عن طريق لصق أوراق A3 على السبورة البيضاء). يُطلب إلى الطلبة اختيار أي القطع التي سيتم إزالتها، وبالتالي الكشف عن الصورة تدريجيًا، وتحديد أجزاء من آلية عملية التمثيل الضوئي، والتي يجب عليهم وصفها وشرحها.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

هناك عدد كبير جدًا من المصطلحات العلمية الأساسية الجديدة التي تم تقديمها خلال هذا الموضوع، وسيكون إعداد شبكة كلمات متقاطعة أو ورقة تتضمن لعبة تغيير الحروف بمثابة نشاط قيم لمساعدة الطلبة في التعرف عليها.

المهارة الحسابيّة

تتوافر فرص قليلة في هذا الموضوع لتطوير المهارات الحسابية، ومع ذلك، يمكنك أن تطلب إلى الطلبة إعداد جدول ملخص يوضح أعداد جزيئات ATP ومرافقات الإنزيمات ضمن سلسلة نقل الإلكترون والتي يتم إنتاجها أو تحويلها أثناء التفاعلات غير المعتمدة على الضوء.

الموضوع ٧-٤: العوامل المحدّدة لعملية التمثيل الضوئي

يعمل هذا الموضوع على تطوير فهم الطلبة لمصطلح **العامل المحدد** فيما يتعلق بعملية التمثيل الضوئي. يجري الطلبة استقصاءً حول تأثير شدة الضوء، وتركيز ثاني أكسيد الكربون، ودرجة الحرارة على نباتات كاملة، مثل النباتات المائية **الإلوديا** *Elodea* و **الكابومبا** *Cabomba*.

الأهداف التعليميّة

٧-١٣ يشرح تأثير التغيرات في شدة الضوء وتركيز ثاني أكسيد الكربون ودرجة الحرارة على معدل التمثيل الضوئي، مع الإشارة إلى العوامل المحدّدة.

٧-١٤ يصف ويفسر الاستقصاءات باستخدام كواشف الأكسدة والاختزال بما في ذلك DCPIP وأزرق الميثيلين ومعلق البلاستيدات الخضراء لتحديد تأثيرات الطول الموجي على معدل التمثيل الضوئي.

٧-١٥ يصف ويفسر الاستقصاءات باستخدام نباتات كاملة، بما في ذلك النباتات المائية، لتحديد تأثير تركيز ثاني أكسيد الكربون على معدل التمثيل الضوئي.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع خمس حصص كل واحدة منهما ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٧-١٠ إلى ٧-١٢	• الأشكال المرتبطة بالعوامل المحددة
	الصورة ٧-٣	• الصورة المرتبطة بالمهارات العملية ٧-٢
	السؤالان ١٢ و ١٣	• السؤالان المرتبطان بالعوامل المحددة
	مهارات عملية ٧-٢	• استقصاء تأثير بعض العوامل على معدل التمثيل الضوئي في النباتات المائية
	مهارات عملية ٧-٣	• استخدام كواشف الأكسدة والاختزال لتحديد تأثير شدة الضوء والطول الموجي للضوء على معدل التمثيل الضوئي
	أسئلة نهاية الوحدة: ٢ و ٥	• الأسئلة المرتبطة بكواشف الأكسدة والاختزال وبالعوامل المحددة
كتاب التجارب العمليّة والأنشطة	نشاط ٧-٣	• قياس معدل عملية التمثيل الضوئي في النباتات المائية
	استقصاء عملي ٧-٢	• تأثير شدة الضوء على معدل عملية التمثيل الضوئي (إثرائي)
	استقصاء عملي ٧-٣	• تبادل الغازات في نبات مائي
	استقصاء عملي ٧-٤	• تأثير الطول الموجي للضوء على التفاعلات المعتمدة على الضوء (تفاعل هيل)
	استقصاء عملي ٧-٥	• تأثير تركيز ثاني أكسيد الكربون على معدل عملية التمثيل الضوئي
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٣	• الأسئلة المرتبطة بالعوامل المحددة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- ربما لا يدرك الطلبة أن التفاعلات التي تتضمن استخدام الطاقة الضوئية لا تتأثر إلى حد كبير بدرجة الحرارة.
- يتردد الطلبة في كثير من الأحيان في استخدام مفهوم العوامل المحددة لشرح وتفسير التمثيلات البيانية التي توضح تأثير شدة الضوء، أو درجة الحرارة، أو تركيز ثاني أكسيد الكربون على معدل عملية التمثيل الضوئي.
- قد يستخدم الطلبة مصطلح «الضوء» (**بدلًا من شدة الضوء أو طول موجة الضوء**).
- ربما لا يتمكن الطلبة من تحديد وتعريف **العامل المحدد** أو التمييز بين العوامل المحددة المبيّنة على التمثيل البياني.

أنشطة تمهيديّة

سيكون الطلبة قد تعرفوا مصادفة مفهوم العوامل المحددة في دراستهم السابقة، ولذلك يجب أن تعتمد أنشطة بداية الموضوع على هذا الفهم.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

تحدَّ الطلبة لاستخدام المصطلحات العلمية التالية في جملة واحدة طويلة: المعدل، الأمثل، الطاقة الحركية، طاقة التنشيط، والعامل المحدد. وفر الفرصة للطلبة لطلب المساعدة بعضهم من بعض، أو لكتابة فقرة قصيرة، إذا وجدوا هذا النشاط صعبًا.

› **أفكار للتقويم:** قم بمراجعة اقتراحات الطلبة، ومن خلال مناقشة صفية، أثنِ على أفكارهم من أجل التوصل إلى إجماع حول شرح لمفهوم العوامل المحددة، ثم ثبّت (عزز) فكرة أن العامل المحدد هو عامل واحد من بين العديد من العوامل، الذي تتطلبه عملية ما لكي تحدث، ويتوافر بأقل قدر، حيث إن أي زيادة في هذا العامل سيؤدي إلى حدوث العملية بسرعة أكبر.

٢ فكرة (ب)

يواجه بعض الطلبة صعوبات في فهم واستيعاب مفهوم العامل المحدد. كلِّف أربعة أو خمسة من الطلبة الاصطفاف لتشكيل خط واطلب إليهم تمرير أشياء معيّنة (مثل أقلام جرافيت) على طول الصف من أحدهم إلى الذي يليه بأسرع ما يمكن، باستثناء طالب معيّن يُطلب إليه الانتظار لمدة عشر ثوانٍ على الأقل قبل تمرير الشيء (الغرض).

› **أفكار للتقويم:** يشارك الطلبة في نشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف» لتلخيص ثلاث نقاط بسيطة جدًا نتجت من المناقشة الصفية المرتبطة بالنشاط.

الأنشطة الرئيسية

في ما يأتي أنشطة تعلميّة متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف خطة الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة. نظرًا إلى ضيق الوقت، لن يكون ممكنًا تنفيذ جميع الاستقصاءات العملية؛ فمن المستحسن أن يتم اختيار استقصاء واحد لتنفيذه، ولكن مع التأكد من أن الطلبة على دراية بالطرائق الأخرى المتّبعة في الاستقصاءات غير المختارة.

١ استقصاء عملي ٧-٢: تأثير شدة الضوء على معدل عملية التمثيل الضوئي (إثرائي) (٩٠ دقيقة)

ينفذ الطلبة الاستقصاء العملي ٧-٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة لملاحظة تأثير تغير شدة الضوء على معدل عملية التمثيل الضوئي في نبات مائي. توفر المهارات العملية ٧-٢ الواردة في كتاب الطالب مصدرًا آخر للمعلومات ذات الصلة بهذا الاستقصاء. وثمة نشاط مفيد آخر هو نشاط ٧-٣: قياس معدل التمثيل الضوئي في النباتات المائية، الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

› **أفكار للتقويم:** حدّد للطلبة الأسئلة الواردة في هذا الاستقصاء العملي ليعملوا عليها كمهمة مشتركة لكل مجموعة ثنائية. تركز الأسئلة على تكوين جدول بيانات، وتكوين تمثيل بياني، واستخلاص النتائج، وتقييم خطوات الطريقة، والدقة العامة لهذا الاستقصاء العملي، ثم قم بمراجعة إجاباتهم من خلال مناقشة صفية.

٢ استقصاء عملي ٧-٣: تبادل الغازات في نبات مائي (٩٠ دقيقة)

ينفذ الطلبة الاستقصاء العملي ٧-٣ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة لاستقصاء كيفية تأثير الظروف المختلفة على تبادل الغازات في نبات مائي.

› **أفكار للتقويم:** تحدَّ الطلبة للإجابة عن الأسئلة في نهاية هذا الاستقصاء العملي، والتي تتضمن طلب كتابة شرح مفصل للنتائج التي يحصلون عليها. كما تم تضمين أسئلة تتطلب القيام بتطبيق نتائج استقصاء الطلبة لمساعدتهم في الإجابة عن أسئلة متعلقة بسيناريوهات غير مألوفة.

٣ استقصاء عملي ٧-٤: تأثير الطول الموجي للضوء على التفاعلات المعتمدة على الضوء (تفاعل هيل) (٨٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة تنفيذ الاستقصاء العملي ٧-٤ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، حيث يقوم الطلبة باستقصاء تأثير تغيير لون الضوء (الطول الموجي للضوء) على معدل حدوث التفاعلات المعتمدة على الضوء التي تقوم بها البلاستيدات الخضراء المعزولة باستخدام DCPIP ككاشف. توفر المهارات العملية ٧-١ الواردة في كتاب الطالب مصدرًا آخر للمعلومات المرتبطة بهذا الاستقصاء.

› **أفكار للتقويم:** يجب على الطلبة كتابة سلم درجات للتحليل والبيانات، والاستنتاجات، وتقييم البيانات التي قاموا بجمعها أثناء تنفيذهم الاستقصاء العملي. ناقش سلم الدرجات الفعلي (الحقيقي) مع الطلبة، ووضّح لهم كيف يختلف هذا السلم عن سلم درجات كل منهم، قبل إتاحة الفرصة للطلبة لتقييم عملهم.

٤ استقصاء عملي ٧-٥: تأثير تركيز ثاني أكسيد الكربون على معدل عملية التمثيل الضوئي (٩٠ دقيقة)

ينفذ الطلبة الاستقصاء العملي ٧-٥ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة لاستقصاء تأثير تركيز ثاني أكسيد الكربون على معدل عملية التمثيل الضوئي في الأنسجة النباتية. وتوفر المهارات العملية ٧-٢ الواردة في كتاب الطالب مصدرًا آخر للمعلومات المرتبطة بهذا الاستقصاء.

› **أفكار للتقويم:** حدّد للطلبة الأسئلة الواردة في هذا الاستقصاء العملي ليعملوا عليها كمهمة مشتركة لكل مجموعة ثنائية، والتي تركز الأسئلة على تكوين جدول بيانات، وتكوين تمثيل بياني، واستخلاص النتائج، وتقييم خطوات الطريقة، والدقة العامة لهذا الاستقصاء العملي، ثم قم بمراجعة إجابات الطلبة من خلال إجراء مناقشة صفية.

٥ مقارنات إبداعية (٨٠ دقيقة)

يقوم الطلبة بإعداد مخططات فن Venn أو جداول على ملصقات للمقارنة بشكل مرئي الأسباب الأساسية التي تجعل العوامل المختلفة عوامل محددة (على سبيل المثال، يحد كل من درجة الحرارة وتركيز ثاني أكسيد الكربون من معدل التمثيل الضوئي إذا لم يكن أي منهما كافيًا، ولكن واحدًا فقط (درجة الحرارة) يتعلق بزيادة الطاقة الحركية). لتوفير الدعم للطلبة، شجعهم على العمل في مجموعات والاستفادة من الأشكال المختلفة الواردة في كتاب الطالب. عند الانتهاء من إعداد الملصقات، قم بإجراء نشاط «المتجر» حيث يقف أحد أعضاء كل مجموعة بجانب الملصق الخاص بمجموعته ويقدم شرحًا عنه للمجموعات الأخرى أثناء تحركهم (تنقلهم) في جميع أنحاء غرفة الصف.

› **أفكار للتقويم:** تحدَّ الطلبة لاتخاذ قرار بشأن «المصطلح العلمي الشاذ» بين مجموعات من المصطلحات العلمية المختلفة، ثم شجعهم على تحويل إجاباتهم إلى سلسلة من الرسوم. ومن خلال "ترجمة" أعمالهم من شكل إلى آخر، سوف يفكرون بعمق أكبر في الحقائق والمفاهيم التي واجهوها.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة أن يفكروا في الطرائق المختلفة التي يمكن من خلالها قياس معدل عملية التمثيل الضوئي، وعليهم أن يلحظوا مزايا وعيوب الطرائق المختلفة.
- راجع النشاط عبر الرابط التالي من خلال الموقع الإلكتروني: العلوم والنباتات للمدارس

(Science and Plants for Schools – SAPS–)

https://www.saps.org.uk/teaching-resources/resources/235/algal-ballsphotosynthesis using-algae-wrapped-in-jelly-balls/

يحتوي الموقع أيضًا على معلومات حول استخدام الطحالب وحيدة الخلية مثل الطحلب الأخضر كلوريللا *Chlorella* والطحلب الأخضر السينديسموس *Scendesmus*، اللذَين تم تثبيتهما داخل حبات كرات الألجينات، لاستقصاء عملية التمثيل الضوئي.

- راجع النشاط عبر الرابط التالي من خلال الموقع الإلكتروني: العلوم والنباتات للمدارس:

(Science and Plants for Schools – SAPS–):

https://www.saps.org.uk/teaching-resources/resources/190/demonstrating-oxygen-evolution-during-photosynthesis-using-pondweed/

يحتوي الموقع أيضًا على معلومات حول استخدام النبات المائي كابومبا Cabomba لدراسة العوامل المحددة لعملية التمثيل الضوئي.

- السؤال ١ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة هو سؤال تحدٍّ يتعلق بالعوامل المحددة لعملية التمثيل الضوئي؛ وهو يقدم بيانات نموذجية لنتائج من استقصاء تأثير تركيز ثاني أكسيد الكربون على معدل عملية التمثيل الضوئي. كما يواجه الطلبة تحديًا لحساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري للمتوسط الحسابي.

الدعم

- تُعدّ أسئلة نهاية الوحدة ٢ و ٥ الواردة في كتاب الطالب أسئلة منخفضة الصعوبة فيما يتعلق بهذا الموضوع، وتوفر فرصة للطلبة لإظهار مستوى معرفتهم بكواشف تفاعلات الأكسدة والاختزال وتأثير العوامل المحددة على معدل عملية التمثيل الضوئي.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- تُعدّ تقنية «السؤال والإجابة» تقنية مفيدة لاستخدامها بعد الانتهاء من الموضوع، فاطلب إلى كل طالب أن يكتب سؤالًا عن شيء ما من هذه الوحدة على شريط ورقي ملوّن، وأن يكتب إجابته على شريط ورقي ملون آخر. وزّع الطلبة في مجموعات من ستة إلى ثمانية طلبة، ثم وزِّع الشرائط الورقية الملونة بحيث يحصل كل شخص على شريط يحتوي على سؤال وشريط آخر يحتوي على إجابة. اطلب إلى أحد الطلبة أن يقرأ السؤال عن شريط الورق الذي حصل عليه، ثم يقرأ الطالب الذي لديه الإجابة الصحيحة إجابة ذلك السؤال، متبوعًا بالسؤال الذي حصل عليه، وهكذا.
- مع التركيز مبدئيًا على عملية التنفُّس اللاهوائي، تحدَّ الطلبة في لعبة «بنغو» «Bingo» لتعزيز المصطلحات العلمية الأساسية التي تمّت دراستها في الموضوعات السابقة. زوّد كل طالب بشبكة من تسعة مربعات، ثم اكتب على السبورة عشرين مصطلحًا من المصطلحات العلمية التي درسوها سابقًا. اطلب إلى الطلبة اختيار تسعة مصطلحات بشكل عشوائي ووضعها في شبكته، ثم قم بقراءة تعريف كل مصطلح منها – بترتيب عشوائي – وأول طالب يضع علامة «صح» على مصطلحاته التسعة يقول بصوت عالٍ: «بنغو!»، ويفوز بالمسابقة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يوجد عدد قليل من المصطلحات العلمية في هذا الموضوع لذلك، شجِّع الطلبة على إعداد قائمة بالمصطلحات العلمية الأساسية، الواردة في هذا الموضوع، للرجوع إليها في المستقبل. قد يكون من المفيد تكليف كل طالب أن يعرّف مصطلحين علميَّين أو ثلاث مصطلحات فقط، اعتمادًا على حجم الصف.

المهارة الحسابيّة

يمكن للطلبة إجراء حسابات تتعلق بالعوامل المحددة، مثل النسبة المئوية للزيادة أو النقصان في معدل عملية التمثيل الضوئي تحت تأثير سلسلة من قيم درجات الحرارة.

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

يحدد هذا السؤال ما إذا كان الطلبة يدركون أن عملية التنفُّس تحدث في جميع الخلايا طوال الوقت، بينما تحدث عملية التمثيل الضوئي فقط بوجود الضوء. كما يختبر هذا السؤال مستوى استيعاب الطلبة للغازات المستهلكة والمنطلقة خلال هاتَين العمليتَين، وكيفية تأثيرها على كاشف كربونات الهيدروجين (H_2CO_3).

عند إسقاط الضوء على النبات، سيتحوّل لون كاشف كربونات الهيدروجين (H_2CO_3) إلى اللون الأرجواني، حيث إن أوراق النبات سوف تمتص كمية أكبر من ثاني أكسيد الكربون خلال عملية التمثيل الضوئي مما تنتجه خلال عملية التنفُّس؛ وعند وضع النبات في الظلام سيتحول لون الكاشف إلى اللون الأصفر، حيث ستطلق أوراق النبات ثاني أكسيد الكربون أثناء تنفُّسها.

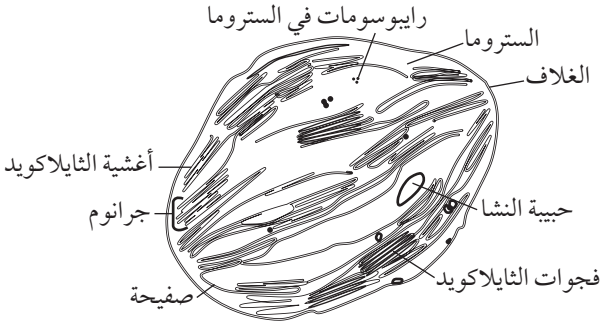
العلوم ضمن سياقها: الوقود من الطحالب

- لا توجد إجابات صحيحة على هذه الأسئلة، فقد يقترح الطلبة أن استخدام الأوليات لإنتاج الوقود يقلل من استخدام الوقود الأحفوري، الأمر الذي يقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي يساعد على إبطاء ظاهرة الاحتباس الحراري.
- ينبغي أن يكون الطلبة قادرين على ذكر أن الأوليات تحتاج إلى شدة ضوء عالية، ودرجة حرارة دافئة، وإمدادات كافية من ثاني أكسيد الكربون.
- من المتوقع أن تتضمن الأسباب المحتملة لعدم تحقيق الربح حتى الآن من هذه العملية: التكاليف العالية لتوفير ثاني أكسيد الكربون، وصعوبة جعل الأوليات تنتج كميات كبيرة من المركبات المرغوب فيها، وأن استخراج المواد المنتجة ومعالجتها وتسويقها كلها مكلفة.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. يجب أن تراعى الأمور التالية في الرسم التخطيطي:

- أن يكون الرسم التخطيطي كبير الحجم – ويفضل أن يكون أكبر بكثير من حجم الصورة المجهرية.
- أن يتم رسمه بخطوط متجانسة/متصلة ومفردة.
- إظهار الغلاف كخطَّين قريبَين أحدهما من الآخر، ولكن غير متلامسَين.
- ليس هناك أي تظليل.
- إظهار حبيبات النشا.
- إظهار البقع الصغيرة الأخرى.
- إظهار الأغشية الموجودة داخل البلاستيدة الخضراء.
- أن يتم رسم خطوط التسمية باستخدام المسطرة، بحيث تلامس نهاية كل منها التركيب الذي تشير إليه.
- أن يتضمن مسميات كل من: غلاف البلاستيدة، والصفائح، وأغشية الثايلاكويد، وتجويف الثايلاكويد، والجرانا، والستروما، والرايبوسومات.



٢. كل منهما محاط بغلاف (مكوّن من غشاءَين غير متلامسَين)، ويحتوي على حلقات صغيرة من DNA، كما يحتوي على رايبوسومات صغيرة (70 S)، وفي كل منهما نظام من الأغشية يوفر مساحة سطح كبيرة.

توجد داخل البلاستيدة الخضراء مادة أساسية مائية تسمى الستروما، وهي تحتوي على الإنزيمات والمواد الأخرى اللازمة لمرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء ضمن عملية التمثيل الضوئي. تسمى المادة الأساسية في الميتوكندريا والمقابلة للستروما باسم الحشوة، وهي تحتوي على الإنزيمات والمواد الأخرى اللازمة لتفاعلات دورة كربس.

تشكل الأغشية الداخلية للبلاستيدات الخضراء الثايلاكويدات، التي تحتوي على تجاويف مملوءة بسائل؛ وتحتوي الأغشية الداخلية للبلاستيدات على ناقلات تشكل سلسلة نقل الإلكترون. وفي الميتوكندريا، توجد سلسلة نقل الإلكترون في الغشاء الداخلي للغلاف، وتحديدًا في أغشية الأعراف.

تحتوي الأغشية الموجودة داخل البلاستيدات الخضراء على صبغات التمثيل الضوئي، وهي غير موجودة في الميتوكندريا.

٣. لون صبغة الكاروتين برتقالي، وهو يمتص الضوء الأزرق والأخضر ويعكس الضوء الأحمر والأصفر.

٤. لون صبغة الزانثوفيل أصفر، لذلك لا تمتص الضوء الأصفر، لأن للضوء الأصفر أطوالًا موجية ضمن النطاق 580–600 nm.

٥. سيُظهر الخط المركب (التجميعي) قمة أوسع لِطيف النشاط مقارنة بما هو موضح في الشكل ٧–٥، مع امتداد الجزء العلوي من الخط بشكل أكبر باتجاه اليمين. تشمل أوجه التشابه التي قد يحددها الطلبة: القمم عند الطرف الأدنى (السفلي) من الطيف (ضمن الأطوال الموجية 425–475 nm وفي الطرف الأعلى (النهاية لعليا) (ضمن الأطوال الموجية 625–675 nm)؛ وتشمل الاختلافات: ذروة المنحنى الخاص بالكاروتينات التي تزيد قليلًا عن 500 nm في طيف الامتصاص، والتي لا تظهر كذروة مرتفعة ضمن طيف النشاط، إذ قد يكون هذا بسبب وجود صبغات الكاروتينات بكميات أقل من كميات الكلوروفيل في النبات، وبالتالي يكون لها تأثير أقل على طيف النشاط.

٦. في الميتوكندريا، تأتي الطاقة اللازمة لإنتاج ATP من تفاعلات الأكسدة؛ وفي البلاستيدات الخضراء، تأتي الطاقة اللازمة لإنتاج ATP من الطاقة الضوئية.

٧. لا، هذا غير صحيح. لا يتم تفكيك ثاني أكسيد الكربون الذي تمتصه النباتات لإنتاج الأكسجين، بل يتم دمجه (تثبيته) في الكربوهيدرات داخل خلايا النبات. والأكسجين الذي يتم إطلاقه يأتي من الماء، وليس من ثاني أكسيد الكربون.

٨. لا توجد إجابات صحيحة عن هذا السؤال، فقد يقترح الطلبة مجموعة متنوعة من الطرائق التي يمكن لأي شخص من خلالها تمثيل المركبات المختلفة ضمن دورة كالفن والتفاعلات بينها. على سبيل المثال:

المسمى : «الأحداث التي تحصل في دورة كالفن»

المشهد/موقع الأحداث : ستروما البلاستيدة الخضراء.

البلاستيدات الخضراء (تسجيل/كأداء صوتي) : «مرحبا بكم في قلب/محور عملية التمثيل الضوئي – دورة كالفن ، حيث سيتم تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى سكر».

يدخل **إنزيم روبيسكو** ويظهر قصاصة من الورق مكتوب عليها RuBP (5C)، ثم يمد يده ويلتقط جزيء ثاني أكسيد الكربون (مكتوب على قصاصة ثانية من الورق) .

روبيسكو (بحماسة) : «لقد حصلت على ثاني أكسيد الكربون! والآن يمكنني دمجه مع مركب 5C الذي حصلت عليه».

يقوم **روبيسكو** بلصق قصاصتي الورق معًا.

روبيسكو : مهلا!، هذا يبدو غير مستقر حقًا! من الأفضل أن أسعى لتهدئته والعودة إلى الاستقرار!»

يقوم **روبيسكو** بتمزيق الورقة إلى نصفين، ويقلب كل نصف منها ليكشف وجود GP (جليسرات 3 – فوسفات) الثلاثي الكربون (3C) على كل نصف من الورقة.

روبيسكو : «آه، لقد توصلت إلى إصلاح الأمر!»

يقوم **روبيسكو** بقطع الورقة إلى مرحلة الاختزال.

مرحلة الاختزال : «GP»؟ شكرًا روبيسكو. لقد كنت جالسًا تحت ضوء الشمس فحصلت على بعض ATP و NADP المُخْتَزَل. سأستخدمها لاختزال جزيئين GP إلى جزيئين TP بدلاً من ذلك.

مرحلة الإختزال تأخذ جزيء ATP وجزيء NADP المُخْتَزَل (مكتوبان على ورقة) وتربطهما بـ GP. ثم تقوم بإنتاج ورقتين جديدتين، يظهر فيهما جزيئا TP ثلاثيا الكربون (3C).

يدخل «**الإنزيم**» ويلتقط TP.

الإنزيم : « مرحبا، يمكنني أن أصنع بعض الحلوى باستخدام هذه الجزيئات! فقط دعني أقوم بتكثيف هذه الجزيئات لأصنع كربوهيدرات بسيطة ثم معقدة !»

روبيسكو : «انتظر لحظة! سأحتاج إلى خمس ذرات كربون منك لاستعادة RuBP الخاص بي، والذي افتقدته».

يأخذ **روبيسكو** بعضًا من الأوراق من الإنزيم.

الإنزيم : «ستحتاج إلى بعض ATP لاختزال ما اخذته بشكل صحيح. بعد ذلك، ستحصل على RuBP مرة أخرى (أو من جديد).

يعرض **روبيسكو** RuBP الجديد الخاص به.

روبيسكو : «حسنًا، الآن حصلت على هذا، ولا أعرف ماذا أفعل به. مهلًا، هناك المزيد من ثاني أكسيد الكربون!»

النهاية

٩. الصف (أ) صحيح

ذرات نظير الأكسجين ^{18}O الموجودة في الماء ستندمج في جزيئات الأكسجين، الذي يُنتج في الجرانا؛

ذرات نظير الأكسجين ^{17}O في ثاني أكسيد الكربون تندمج في جزيئات سكر الجلوكوز، الذي يُنتج في ستروما البلاستيدة الخضراء.

١٠. بمجرد استهلاك جميع جزيئات TP المتوفر، لن يكون من الممكن إعادة بناء RuBP.

الإشارة إلى أن دورة كالفن تحتاج إلى مصدر للطاقة ومصدر لـ H^+ من أجل الاختزال. وعادةً ما تأتي هذه من مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء على شكل ATP و NADP المُخْتزَل.

١١. في الضوء، يمكن لدورة كالفن أن تسير بشكل طبيعي، وذلك باستخدام NADP المُخْتَزَل و ATP الناتجين من مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء. في الظلام، لا يتم توفير المزيد من NADP المُخْتَزَل أو ATP، ولا يزال بإمكان RuBP أن يتحد مع ثاني أكسيد الكربون وينتج GP، ولكن في غياب NADP المُخْتَزَل أو ATP، لا يمكن تحويله إلى TP، وبالتالي يتراكم الـ GP، وتنخفض مستويات TP، كما يتم تحويل جزء منه إلى مواد أخرى (بما في ذلك RuBP). يستقر مستوى كل من (TP و GP) بسرعة، نتيجة لإعادة بناء كمية قليلة فقط من RuBP، وبعد ذلك تتوقف الدورة بأكملها، وبمجرد إعادة توفير الضوء، يمكن أن تعمل الدورة بشكل طبيعي مرة أخرى.

١٢. أ. من أ إلى ب، العامل المحدد هو الضوء؛ يمكننا معرفة ذلك لأن زيادة شدة الضوء تزيد من معدل عملية التمثيل الضوئي.

ب. من ب إلى ج، درجة الحرارة هي العامل المحدد؛ يمكننا معرفة أنه ليس الضوء، لأن زيادة شدة الضوء ليس لها أي تأثير، في حين أن زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة معدل عملية التمثيل الضوئي – انظر الخط الأوسط من التمثيل البياني.

ج. من أ إلى د، العامل المحدد هو الضوء؛ يمكننا معرفة ذلك لأن زيادة شدة الضوء تزيد من معدل عملية التمثيل الضوئي.

د. من د إلى هـ، تركيز ثاني أكسيد الكربون هو العامل المحدد، حيث إن زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون يزيد معدل عملية التمثيل الضوئي – انظر الخط العلوي على التمثيل البياني.

هـ. من أ إلى و، العامل المحدد هو الضوء؛ يمكننا معرفة ذلك لأن زيادة شدة الضوء تزيد من معدل عملية التمثيل الضوئي.

و. من و إلى ز، يمكن أن تكون درجة الحرارة أو تركيز ثاني أكسيد الكربون هو العامل المحدد.

١٣. أ. مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء – هذه هي المرحلة التي تحتاج إلى الطاقة الضوئية لحدوث تفاعلاتها.

ب. مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء – تستخدم هذه المرحلة الطاقة الحركية للجزيئات (زيادة التصادم بين الجزيئات) المتفاعلة لتحفيز تفاعلاتها.

ج. مرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء – تحتاج هذه المرحلة إلى ثاني أكسيد الكربون لتحريك دورة كالفن.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. يجب أن تشمل الإجابات ما يلي:

- تسمح بترتيب الكلوروفيل والصبغات الأخرى في أنظمة ضوئية.
- توفر مساحة سطح كبيرة للصبغات.
- تزيد من كفاءة عملية امتصاص الضوء.
- تسمح بترتيب جزيئات ناقلات الإلكترون/ سلسلة نقل الإلكترون بشكل مناسب.
- توفر التركيب المناسب لنشوء فرق في تركيز البروتونات/أيونات الهيدروجين، لعملية الأسموزية الكيميائية.
- تستقر /ترتكز عليها جزيئات ATP سينثيز.

٢. **أ.** يجب أن تشمل الإجابات ما يلي:

- يحدث التحلل الضوئي للماء في الضوء.
- إطلاق أيونات الهيدروجين (البروتونات/ H^+).
- يلتقط كاشف DCPIP أو أزرق الميثيلين أيونات H^+. ليتم اختزالهما ويصبح كل منهما عديم اللون.
- يُظهر قوة الاختزال للبلاستيدة الخضراء.

ب. NADP

٣. **أ.** **الفسفرة الضوئية الحلقية:**

يعود الإلكترون المثار والمنبعث من الكلوروفيل في النظام الضوئي الأول (PSI) إلى الكلوروفيل نفسه بواسطة سلسلة من ناقلات الإلكترونات الموجودة في غشاء الثايلاكويد.

الفسفرة الضوئية اللاحلقية:

لا يعود الإلكترون المثار والمنبعث من جزيء الكلوروفيل في النظام الضوئي الثاني (PSII) إلى ذلك الجزيء من الكلوروفيل (ولكن يتم امتصاصه بواسطة النظام الضوئي الأول (PSI)، ويتم امتصاص الإلكترون المنبعث من النظام الضوئي الأول (PSI) بواسطة NADP).

ب. **الفسفرة الضوئية:**

بناء ATP باستخدام الطاقة الضوئية في عملية التمثيل الضوئي في البلاستيدة الخضراء.

الفسفرة التأكسدية:

بناء ATP باستخدام الطاقة المنطلقة من تفاعلات الأكسدة في التنفُّس الهوائي في الميتوكندريا.

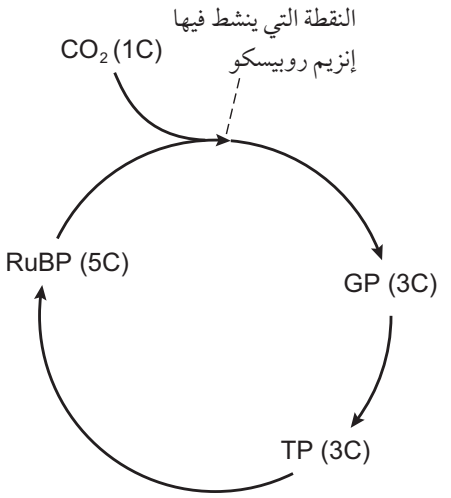
ج. **NAD:**

ناقل الهيدروجين في عملية التنفُّس.

NADP:

ناقل الهيدروجين في عملية التمثيل الضوئي.

٤. **أ و ب.**



٥. **أ.** العامل المحدد: عامل واحد، من بين العديد من العوامل التي تؤثر على عملية ما، والذي يكون الأقرب إلى أدنى قيمة له، وبالتالي فهو محدد لمعدل حدوث العملية.

ب. شدة الضوء، الطول الموجي للضوء، تركيز ثاني أكسيد الكربون، درجة الحرارة.

ج. يجب أن تشمل الإجابات الإشارة إلى:

- أن عملية التمثيل الضوئي تشمل مجموعتَين من التفاعلات.
- مرحلة كيميائية ضوئية معتمدة على الضوء.
- مرحلة غير معتمدة على الضوء وتعتمد على درجة الحرارة.
- لا تتأثر التفاعلات الكيميائية المعتمدة على الضوء بدرجة الحرارة.
- عند شدة الضوء المنخفضة، تكون شدة الضوء هي العامل المحدد لمعدل عملية التمثيل الضوئي.
- عند شدة الضوء العالية ودرجات الحرارة المنخفضة، تكون درجة الحرارة هي العامل المحدد لمعدل عملية التمثيل الضوئي.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ٧-١: تأثير الألوان المختلفة للضوء على التفاعلات المعتمدة على الضوء

١. أ ١. الأنبوبة 1: توضح أن لون كاشف DCPIP لا يزول في غياب البلاستيدات الخضراء.

الأنبوبة 2: توضح لون معلق البلاستيدات الخضراء. تكمن أهمية هذه الأنبوبة في استخدامها لمقارنة أنابيب التفاعل المختلفة معها للتمكن من تبيان نقطة النهاية.

الأنبوبة 3: توضح أن الضوء هو الذي يؤثر على البلاستيدات الخضراء، وأن البلاستيدات الخضراء وحدها لا تسبب زوال لون الكاشف.

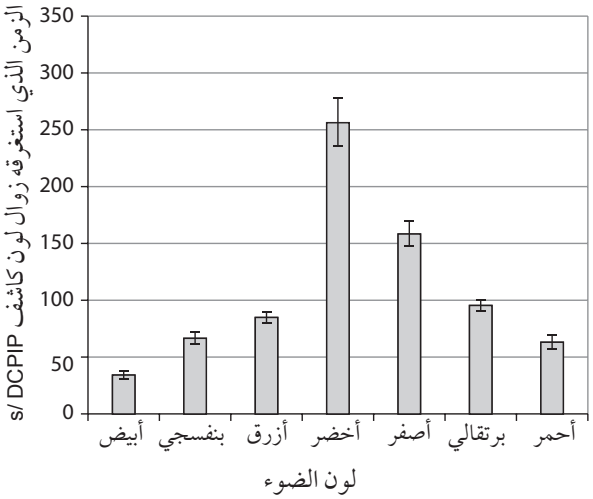
الأنبوبة 4: لتوضيح أن البلاستيدات الخضراء تعمل وأنها تستطيع التسبب بزوال لون كاشف DCPIP في وجود ضوء بجميع الأطوال الموجية.

٢. متوسط الزمن: 67.8 s؛ الانحراف المعياري: (5.8). التكرار الثاني للتجربة (59) أقل من التكرارات الأخرى، ولكن قد يكون نتيجة تباين طبيعي، لذلك لا يمكن تصنيفه على أنه قيمة شاذة.

ب

لون الضوء	الخطأ المعياري	حدود الثقة (95%)
أبيض	1.6	33.0 – 39.4
بنفسجي	2.3	66.2 – 75.4
أزرق	2.0	82.8 – 90.8
أخضر	9.2	237.0 – 273.8
أصفر	4.8	147.6 – 166.8
برتقالي	2.1	91.8 – 100.2
أحمر	2.6	62.6 – 73.0

ج ، د

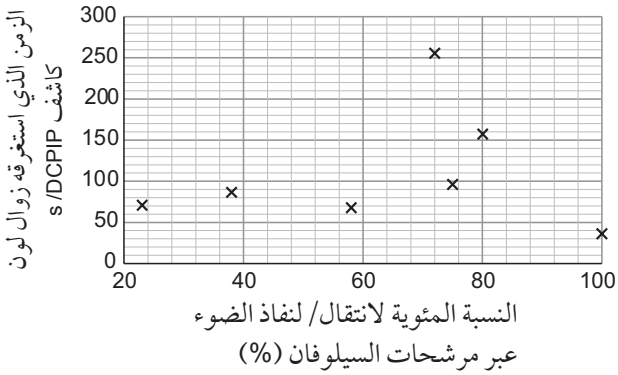


هـ. تتداخل أشرطة الخطأ للّون البنفسجي مع تلك الخاصة باللونَين الأزرق والأحمر؛ وتتداخل أشرطة الخطأ للّون الأزرق مع تلك الخاصة باللونَين البرتقالي والأحمر.

و. يزداد الزمن الذي يستغرقه زوال لون كاشف DCPIP مع زيادة الطول الموجي للضوء حتى يصل إلى ذروته عند الأطوال الموجية للّون الأخضر. ومع زيادة الطول الموجي إلى ما هو أبعد من الأطوال الموجية للضوء الأخضر، يقل الزمن المستغرق. وهذا يتكامل مع طيف الامتصاص للنباتات الخضراء النموذجية التي

تعيش على اليابسة. تُستخدم الأطوال الموجية الضوئية التي يمتصها الكلوروفيل *a* والصبغات الملحقة لأكسدة جزيئات الكلوروفيل *a*، وهذا يعني أن الأطوال الموجية للضوء التي يتم امتصاصها تستخدم في عملية التمثيل الضوئي.

٢. أ. يظهر التمثيل البياني المبعثر عدم وجود علاقة بين انتقال (نفاذ) الضوء والزمن المستغرق لإزالة لون كاشف DCPIP.



ب.
- قد تختلف كثافة (عدد) البلاستيدات الخضراء في العيّنات المستخدمة. ويمكن معالجة هذا الأمر عن طريق جمع عيّنات من المعلق والقيام بتعداد البلاستيدات الخضراء فيها باستخدام عداد كريات الدم Haemocytometer.
- يُعدّ الحكم على نقطة النهاية أمرًا شخصيًا (غير موضوعي). سيكون من الأفضل جمع عيّنات خلال فترة زمنية محددة واستخدام مقياس الألوان للقياس الكمي للون الكاشف بالضبط.

نشاط ٧-٢: الكروماتوجرافيا وصبغات التمثيل الضوئي

١. أ. تحرك (انتقل) المذيب إلى مسافة: 7.5 cm

قيم R_f هي: **A** 0.44; **B** 0.48; **C** 0.69 ; **D** 0.96

A زانثوفيل؛ **B** الكلوروفيل *b*؛ **C** الكلوروفيل *a*؛ **D** كاروتين.

ب. من أجل السماح للمذيب بأن يجف، وهذا يعني كي لا تنتشر البقعة كثيرًا وإنتاج بقعة ضيقة بدلًا من بقعة منتشرة.

ج. تحتوي الأوراق اليافعة المظلّلة والمعرضة للضوء على كمية كبيرة من الكلوروفيل *a* والكلوروفيل *b*. يبدو أن الأوراق اليافعة المظللة تحتوي على كمية كبيرة من الكلوروفيل *b*؛ وأن الأوراق المعرضة للضوء تحتوي على كمية كبيرة من الكاروتين. الإشارة إلى أن الأوراق القديمة لا تحتوي على كلوروفيل *a*.

د. **يحمي الكاروتين صبغة الكلوروفيل من التعرض إلى الأكسدة الزائدة في الضوء الساطع**، وقد يكون هذا متسقًا مع النتائج التي تم الحصول عليها حيث توجد كمية كبيرة من الكاروتين في الأوراق المعرضة للضوء.

يمتص الكلوروفيل *(b)* الأطوال الموجية للضوء التي تصل إلى أرض زراعية، وقد يكون هذا متسقًا مع النتائج التي تم الحصول عليها حيث توجد كمية كبيرة من الكلوروفيل *b* في أوراق الجزء المظلل من الشجرة.

الزانثوفيل هي صبغة ملحقة تقوم بامتصاص أطوال موجية من الضوء لا يمتصها الكلوروفيل. وهذا لا يتسق مع النتائج، إذ لا يوجد دليل على ذلك لأنه لم يتم اختباره في التجربة، ويبدو أن جميع الأوراق تحتوي على كمية متساوية من الزانثوفيل.

في فصل الخريف، يتم تحطيم الكلوروفيل (*a*) و (*b*)، بحيث يتحوّل لون الأوراق إلى اللون البنّي والأحمر والأصفر، وهي ألوان الكاروتين والزانثوفيل. يمكن أن يكون هذا متسقًا مع النتائج حيث إن الأوراق القديمة تحتوي على كميات نسبية أقل من صبغتَي الكلوروفيل *a* والكلوروفيل *b*.

هـ. البيانات هي في الواقع نوعية يمكن استخدامها لإعطاء أفكار عامة حول وجود المواد، أو عدم وجودها أو ارتفاع تركيزها أو انخفاضها. لم يتم ذكر كتلة الأوراق المستخدمة، أو مساحة سطح الأوراق، أو حجم المذيب، أو الزمن الذي استغرقته عملية الاستخلاص، أو عدد البقع التي تم وضعها على شريط الكروماتوجرافيا الورقي، لذلك قد يكون هناك تأثيرات كبيرة على دقة أي مقارنة كمية.

و. استخدام الكتلة نفسها من كل نوع من أوراق النبات؛ إضافة الحجم نفسه من مذيب البروبانون إلى كل عيّنة؛ استخدام كتلة الرمل نفسها؛ هرس أوراق النبات للمدة الزمنية نفسها وبالشدة نفسها. إضافة عدد البقع نفسه من المستخلص على ورقة الكروماتوجرافيا.

ز. البروبانون: مادة مهيجة، فقم بارتداء نظارات واقية خصوصًا عند عملية الهرس حيث يمكن أن يتطاير. وارتدِ القفازات أو تأكد من غسل جميع المادة المتطايرة بالماء وبسرعة.

قابل للاشتعال: تأكد من إطفاء جميع مصادر النار المكشوفة.

الأنبوبة الشعرية: تتكسر بسهولة، فاحرص عند استخدمها بدقة، وارتدِ نظارات واقية، وقم بإزالة أي زجاج مكسور على الفور.

نشاط ٧-٣: قياس معدل عملية التمثيل الضوئي في النباتات المائية

١. الفرضية: سوف ينخفض معدل عملية التمثيل الضوئي حتى يصبح عامل آخر عاملًا محددًا، إذ يجب أن يُظهر التمثيل البياني أن الزمن المستغرق للتمثيل الضوئي. يتناقص مع زيادة شدة الضوء ثم ثباته (استقراره). وبدلًا من ذلك، يزداد معدل عملية التمثيل الضوئي مع زيادة شدة الضوء. في هذه الحالة، سيبيّن التمثيل البياني ارتفاع معدل عملية التمثيل الضوئي مع زيادة شدة الضوء حتى ثباتها (استقراره).

الطريقة: يجب أن تتضمن الطريقة ما يلي.

المتغيرات المستقلة:

- شدة الضوء.
- تغيير مسافة المصباح من عشب كابومبا أكواتيكا *C. aquatic*.
- المسافات المذكورة (المحددة) (بين 100 cm و 0 cm).
- قيم تدرج التزايد المنتظم، على سبيل المثال: كل 5 cm وكذلك فكرة التحقق من القيم لتحديد ما إذا كانت غير موجودة ضمن النمط المتوقع للتمثيل البياني، وبالتالي تحتاج إلى تكرار/ حساب المتوسط.

المتغيرات التابعة:

- طول / حجم فقاعات الأكسجين الناتجة في فترة زمنية محددة (بين دقيقة واحدة و 60 دقيقة).
- استخدام المحقن لسحب الأكسجين إلى أعلى المقياس.
- الأكسجين كمنتج ثانوي لعملية التمثيل الضوئي.

المتغيرات الضابطة:

- درجة الحرارة: وضعها في حمّام مائي ومراقبتها باستخدام مقياس الحرارة. تغيير (ضبط) درجة

الحرارة بإضافة الماء الدافئ/البارد. يعمل الحمّام المائي بمثابة درع حراري.

- الزمن المستغرق: استخدام ساعة الإيقاف لضمان جمع الأكسجين خلال المدة الزمنية نفسها.
- تركيز ثاني أكسيد الكربون: يتم إجراء التجربة في محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية تركيزه 10% سيتطلب تحضيره استخدام 100 g من كربونات الصوديوم الهيدروجينية اللامائية يتم وزنها بميزان ثم إذابتها في كمية صغيرة من الماء المقطر، ثم وضعها في دورق حجمي، ثم إضافة المزيد من الماء المقطر للوصول إلى حجم 1 L بالضبط.
- التركيز الأولي للأكسجين في محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية. يتم تمرير الأكسجين (الهواء) على شكل فقاعات من خلال المحلول للتأكد من أنه مشبع بالأكسجين، وأن كل الأكسجين الناتج من عملية التمثيل الضوئي لن يذوب في المحلول (سيتجمع على شكل فقاعات).

الطريقة بالتفصيل:

- ينبغي أن تشمل الإجابة وصفًا لكل من الأمور المذكورة أعلاه مثل تحضير محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية، وتحريك المصباح بين المسافات المحددة المتدرجة، وكيفية قطع ساق النبات، وكيفية تحريك فقاعة الأكسجين بواسطة المحقن. على سبيل المثال:

١. املأ الكأس الزجاجية بالماء الذي سيكون بمثابة واق حراري لأنبوبة الاختبار. قم بإعداد جهاز مقياس التمثيل الضوئي كما هو موضح في الشكل ٧-٤. وتأكد من امتلاء مقياس التمثيل الضوئي بالماء.

٢. ضع الكأس الزجاجية المملوءة بالماء تحت جهاز مقياس التمثيل الضوئي. استخدم المشبك والحامل لتثبيت جهاز مقياس التمثيل الضوئي فوق مستوى الكأس الزجاجية.

٣. تأكد من أن جهاز التمثيل الضوئي على مسافة معيّنة (على سبيل المثال 20 cm) من النبات في الماء.

٤. ضع المصباح على مسافة معيّنة (على سبيل المثال 10 cm) من جهاز مقياس التمثيل الضوئي، كمصدر للضوء.

٥. ضع مقياس الحرارة في الماء لمراقبة ثبات درجة حرارة الماء والحفاظ عليها ثابتة (على سبيل المثال 25 درجة مئوية).

٦. قم بإذابة 2g من كربونات الصوديوم الهيدروجينية اللامائية في 1 mL من الماء المقطر في الدورق الحجمي. سوف توفر كربونات الصوديوم الهيدروجينية مصدرًا لثاني أكسيد الكربون لعملية التمثيل الضوئي. حرك الماء لضمان توزيع كربونات الصوديوم الهيدروجينية بالتساوي. املأ أنبوبة الاختبار بهذا المحلول.

٧. اقطع عدة سيقان من نبات كابومبا المائية السليمة، مع التأكد من أنها كلها متشابهة في الطول (على سبيل المثال، 10 cm). يجب أن يتم قطع ساق النبات باستخدام مقص حاد بزاوية معيّنة مناسبة (45 درجة تقريبًا) لمساعدة النبات في تسهيل إطلاق فقاعات الأكسجين.

٨. اربط المشبك المعدني بالطرف غير المقطوع من ساق النبات لإبقائه مغمورًا تحت الماء. ثم ضع طرف الساق المقطوع إلى الأعلى في أنبوبة الاختبار. أدخل الطرف الموسع للأنبوبة الشعرية لجهاز التمثيل الضوئي في أنبوبة الاختبار فوق الساق. ثم اترك النبات لمدة 5 دقائق للتكيف مع شدة الضوء الجديدة.

٩. اضبط ساعة الإيقاف لفترة زمنية محددة (5 دقائق) تحت شدة الضوء (الأولية). بعد هذه الفترة الزمنية، استخدم المحقن لسحب أي أكسجين يمكن أن يكون قد تجمع في الأنبوبة الشعرية. ثم قم بقياس حجم الغاز الناتج.

١٠. غيِّر المسافة بتحريك المصباح بالقرب من مقياس التمثيل الضوئي لزيادة شدة الضوء. سجل المسافة الجديدة بين المصباح ومقياس التمثيل الضوئي. انتظر (5 دقائق) حتى يتكيف النبات مع شدة الضوء الجديدة.

١١. كرر الخطوات من 8 إلى 10 لقياس معدل إنتاج فقاعات الأكسجين لكل مستوى من مستويات شدة الضوء. قم تدريجيًا بتقليل المسافة بين المصباح ومقياس التمثيل الضوئي، وتسجيل المسافات ومعدلات إنتاج الأكسجين المقابلة

نشاط ٧-٤: أسئلة الاستجابة الحرة

١. أ. تستخدم النباتات الكلوروفيل للقيام بعملية التمثيل الضوئي. الكلوروفيل هو الذي يمنح النباتات اللون الأخضر، ويوجد في البلاستيدات الخضراء. يمكن للبلاستيدات الخضراء أن تمتص الكثير من ثاني أكسيد الكربون، والماء، والطاقة الضوئية للقيام بعملية التمثيل الضوئي. وقد تتحرك البلاستيدات الخضراء أيضًا نحو الضوء بحيث يمكنها من امتصاص أقصى قدر من الضوء. ولأن النباتات خضراء، فإنها تعكس الضوء الأخضر ولا يمكنها استخدامه في عملية التمثيل الضوئي.

يستخدم الضوء لأكسدة جزيئات الكلوروفيل ويتم انتقال الإلكترون إلى سلاسل نقل الإلكترون حيث يتم استخدامه ✓لصنع ATP و N ADP المُخْتَزَل. ولتعويض إلكترون، يطلق الماء إلكترونًا فيلتصق بالكلوروفيل ويمكن استخدامه مرة أخرى. وهذا ما يسمى التحلل الضوئي. فنفايات التحلل الضوئي هي غاز الأكسجين، والذي يمكننا استخدامه للتنفس. كل هذا يحدث على أغشية البلاستيدات الخضراء.

تحصل هذه الإجابة على درجة واحدة: تنتقل الإلكترونات على طول سلاسل نقل الإلكترون. هناك عدد قليل من الأخطاء القريبة من الصحة: عبارة «تعكس الضوء الأخضر» لا تشير إلى الكلوروفيل، وكلمة «أكسدة جزيئات الكلوروفيل» لا تشير إلى الكلوروفيل a؛ تقول الإجابة «بناء ATP» ولا تقول $ADP + P_i \rightarrow ATP$

ب. البلاستيدات الخضراء مصممة من أجل القيام بعملية التمثيل الضوئي. هناك مرحلتان رئيستان من التمثيل الضوئي: مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء ومرحلة التفاعلات غير المعتمدة على الضوء؛ فمرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء هي المرحلة التي يتم فيها صنع ATP و NADP المُخْتَزَل. أغشية الثايلاكويد ✓في الجرانا✓، هي المكان الذي تحدث فيه التفاعلات المعتمدة على الضوء، بحيث يتم امتصاص الطاقة الضوئية من خلال مجموعات من الصبغات الأساسية والملحقة المرتبطة معًا في نظامين ضوئيين: النظام الضوئي الأول (PS1) والنظام الضوئي الثاني (PS2). الكلوروفيل a هو الصبغة الأساسية ✓ويوجد في مركز ✓التفاعل للأنظمة الضوئية ويكون محاطًا بجزيئات الصبغات الملحقة ✓مثل صبغتَي الكاروتين والكلوروفيل b. كما يمتص الكلوروفيل a الضوء ✓من المناطق الحمراء والزرقاء من الطيف الضوئي المرئي. وتمتص صبغتا الكلوروفيل b والكاروتين كذلك أطوال موجية إضافية من الضوء، ويمرران الطاقة إلى الكلوروفيل a. تُستخدم الطاقة الضوئية ✓لأكسدة جزيئات الكلوروفيل عن طريق إطلاق إلكترون. بحيث يتم تمرير هذا الإلكترون بروتينات سلسلة نقل الإلكترون، لضخ أيونات الهيدروجين ✓(H^+) إلى مركز الثايلاكويدات✓. وتنتشر أيونات الهيدروجين (H^+) إلى الخارج، أي إلى ستروما البلاستيدة الخضراء مرة أخرى من خلال قنوات H^+ الموجودة في جزيئات إنزيم ATP سينثيز✓. وتوفر حركة أيونات H^+ الطاقة لفسفرة ADP + Pi وتحويله إلى ATP. يمكن ✓للإلكترونات أن تمر عبر سلسلة جزيئات ناقلة من PS2 إلى PS1 عن طريق الفسفرة الضوئية اللاحلقية ✓ومن PS1 ليعود إلى PS1 بواسطة الإلكترونات عبر الفسفرة الضوئية الحلقية.

تمنح هذه الإجابة ٨ درجات. يتضمن أكثر من ٨ نقاط ذات صلة، لكن ٨ هو الحد الأقصى لعدد الدرجات التي يمكن منحها.

ج. يوجد الكلوروفيل في نظامين ضوئيين PS1 و PS11 ✓ الموجودين في أغشية الثايلاكويد ✓ للبلاستيدات الخضراء. فيمتص الكلوروفيل الضوء من نهاية الطيف الضوئي وتحديدًا اللونين الأحمر والأزرق ويتأكسد. يتم تمرير ألكترون على طول سلسلة من ناقلات الألكترون ✓ ويستخدم طاقته لإنتاج ATP من ADP + Pi ✓ وينتقل الإلكترون من PS11 إلى PS1 ثم إلى الإنزيم المُختزَل NADP ليتحد مع أيونات الهيدروجين (H^+) لإنتاج NADP المُختزَل. ويتم استخدام ATP و NADP المُختزَل لصنع السكريات في دورة كالفن، والتي تحدث في الستروما. يحدث التحلل الضوئي أيضًا والذي يطلق الأكسجين الذي يمكن استخدامه في التنفُّس. كما يمكن استخدام كاشف DCPIP لقياس معدل إطلاق الإلكترونات من الكلوروفيل. تحتوي النباتات أيضًا على صبغات أخرى مثل الكاروتين، والفيوفيتين (الفيوفايتين)، والزانثوفيل، والتي يمكنها بدورها امتصاص الضوء.

تستحق هذه الإجابة ٤ درجات. هناك عدد قليل من الأخطاء القريبة من الصحة، مثل امتصاص الكلوروفيل للضوء الأحمر والأزرق، لكن لم يذكر أنه الكلوروفيل a على وجه التحديد، وقد تم ذكر صبغات أخرى، ولكن لم يتم تسميتها كصبغات (ملحقة). الكثير من الجزء الأوسط من الإجابة ليس له صلة بالموضوع – لا يتم منح أي درجات للمعلومات غير المطلوبة في السؤال على الرغم من أنها صحيحة.

٢. أ. دورة كالفن هي العملية التي يتم فيها تثبيت الكربون. تحدث هذه العملية في الستروما داخل البلاستيدة الخضراء وتتضمّن اتحاد RuBP مع ثاني ✓ أكسيد الكربون لصنع GP. يتم اختزال GP بواسطة NADP المُختزَل (الناتج من التفاعلات المعتمدة على الضوء) إلى TP والذي يتم ✓ تحويله بدوره إلى RuP ومنتجات أخرى ✓ مثل الكربوهيدرات. يتم فسفرة RuP بواسطة ATP إلى RuBP. يستخدم ATP أيضًا لتحويل GP إلى ATP.

تستحق هذه الإجابة ٣ درجات. معظم المحتوى صحيح، ولكنه لا يجيب بشكل كافٍ عن السؤال. تم منح الدرجات لتحديد GP و TP وتحويل TP إلى كربوهيدرات. تذكر أنه من المهم كتابة الإجابات ذات الصلة بالسؤال؛ لا تقم فقط بكتابة كل ما تعرفه عن موضوع معيّن.

ب. تنتج دورة كالفن السكريات التي يتم تحويلها إلى كربوهيدرات أخرى. وتستخدم النترات وتتم إضافتها إلى الكربوهيدرات لصنع الأحماض الأمينية التي يتم التفاعل بين الأحماض الأمينية لصنع البروتينات والدهون.

تستحق هذه الإجابة درجة واحدة فقط، فالجملة الأولى تتطلب الإشارة إلى TP، يجب استخدام الدقة في الإجابة. تُمنح العلامة لفكرة إضافة النترات لتكوين الأحماض الأمينية. وتكاد الإجابة تكتسب درجة أخرى لفكرة أن الأحماض الأمينية تستخدم لصنع البروتينات، لكن إضافة «الدهون» يلغي تلك الدرجة.

ج. تستخدم المركبات الوسطية الناتجة في دورة كالفن لصنع مركبات أخرى. ويستخدم GP لصنع أحماض أمينية معيّنة بعد إضافة النترات إليها، يستخدم TP لصنع الجلوكوز والأحماض الدهنية. يتم دمج الأحماض الأمينية مع بعض عن طريق تفاعلات التكثيف لتكوين البروتينات. ويتم تصنيع كل من الجلوكوز أ و ب. إذا تم اندماج جزيئات الجلوكوز أ، ينتج النشا (أميلوز وأميلوبكتين)؛ وإذا تم اندماج جزيئات الجلوكوز ب، ينتج السليلوز (يستخدم في بناء جدران الخلايا).

هذه إجابة ممتازة تحصل على ٧ درجات كاملة. الإجابة دقيقة وصحيحة وتم تقديم التفاصيل الكاملة والصحيحة.

إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٧-١: فصل وتحديد صبغات التمثيل الضوئي باستخدام ورقة كروماتوجرافيا

الأهداف التعليمية

- تخطيط التجارب والاستقصاءات.
- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

المدّة

يتوقع أن يستغرق تنفيذ هذا الاستقصاء العملي نحو (120–75) دقيقة. من الممكن إعداد وبدء مخطط الكروماتوجرام الورقي هذا (الذي سيستغرق نحو 45 دقيقة)، ويمكن للطلبة العودة بعد فترة تتراوح بين 30 و 60 دقيقة لإنهاء الاستقصاء العملي. تختلف سرعة انتقال الصبغات في ورقة الكروماتوجرافيا وفقًا لدرجة حرارة الغرفة – وستكون أسرع إذا كانت درجة الحرارة في الغرفة دافئة؛ فامنح الطلبة نحو 30 دقيقة لتحليل البيانات الناتجة من هذا كدراسة مستقلة.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب على الطلبة فهم تقنية الكروماتوجرافيا الورقية وكيفية فصل المواد بحسب ذوبانيتها في المذيبات المختلفة.
- يجب على الطلبة أيضًا معرفة وفهم وجود ووظائف كل من الصبغات الأساسية والملحقة.
- على المعلم أن يوضح كيفية وضع بقع من المستخلص على شريط الكروماتوجرافيا.
- من المهم أن تكون أوراق النبات المستخدمة طازجة، ويجب تجربة مجموعة من أنواع الأوراق لمعرفة أي منها يعطي أفضل النتائج. غالبًا ما تعطي أوراق السبانخ الطازجة وأوراق نبات القراص (Atinging nettles) نتائج جيدة، إذ غالبًا ما تحتوي أوراق العشب الطازجة واليافعة (حديثة النمو) على مستويات عالية من الصبغات.
- يمكن إجراء توضيح عملي للتوهج في الصف، يمكن تجميع مستخلصات الصبغات التي قام كل منهم بتحضيرها في أنبوبة اختبار، ليضعها المعلم في مسار شعاع ضوئي، على أن يقف الطلبة بزاوية 90 درجة بالنسبة إلى الضوء، فيظهر المستخلص باللون الأحمر الداكن أو الأرجواني.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:	
• مدقة وهاون	• بروبانون (أسيتون) 50 mL
• كمية قليلة من الرمل المغسول والمجفّف	• أوراق نبات خضراء طازجة
• قطعة الشاش (قماش موسلين) أو ورق ترشيح	• ماصة 5 mL أو قطارة
• أنبوبة اختبار	• قلم جرافيت HB أو 2H
• أنبوبة شعرية زجاجية	• مذيب عضوي (مزيج مكوّن من: جزء واحد من البروبانون مقابل تسعة أجزاء من الإيثر البترولي (نقطة الغليان 80–100 °C)، 20 mL
• ورق كروماتوجرافيا، بطول 80 mm × عرض 20 mm	
• أنبوبة اختبار كبيرة مع سدادة الفلين	• ماصة 10 mL
• حامل أنابيب اختبار	• جهاز طرد مركزي واثنان من أنابيب الطرد المركزي (إذا توافر)
• دبوس	• مصدر ضوء قوي مثل جهاز عرض الشرائح أو جهاز العرض فوق الرأس
• مجفّف شعر أو مروحة	
• قمع التصفية Filter funnel (قمع مخروطي)	
• مقص	

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- في حال عدم توافر المدقة والهاون، يمكن استخدام أي طريقة أخرى لهرس أوراق النبات حتى يتم إطلاق الصبغات بشكل شديد التركيز.
- يمكن استخدام طرائق بديلة مناسبة لتعليق شريط الكروماتوجرافيا في أنبوبة الاختبار الكبيرة بحيث يكون الجزء السفلي من الشريط فقط هو الملامس للمادة المذيبة.
- من الممكن إجراء عملية الكروماتوجرافيا باستخدام مذيب البروبانون وحده. إلا أن فصل الصبغات المختلفة لن يكون فعالًا.
- يجب هرس أوراق النبات بما يكفي لإنتاج خلاصة داكنة جدًا – كلما كان لون الخلاصة أغمق كان ذلك أفضل. من المفيد أن يقوم المعلم بفحص المستخلصات قبل تصفيتها.
- في حال عدم توافر جهاز طرد مركزي لإزالة الرواسب، يجب إتاحة الزمن الكافي للسماح لحبيبات الرمل والمواد الصلبة الأخرى بالاستقرار في قاع أنبوبة الاستخلاص، ويجب أن لا يكون السائل المستخلص عكرًا.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- البروبانون والإيثر البترولي من المواد السائلة شديدة القابلية للاشتعال، فاحرص على إجراء الاستقصاء بعيدًا عن اللهب المكشوف.
- يصنف البروبانون والإيثر البترولي على أنهما مادتان ضارتان، وبالتالي ينبغي عدم استنشاقهما، ويجب ارتداء واقٍ للعيون في جميع الأوقات، وإذا انسكب أي شيء منهما فاغسله بالماء.
- تتكسر الأنابيب الشعرية الزجاجية بسهولة، لذا يجب التعامل معها بدقة.
- يجب عدم سكب المذيبات المستعملة في حوض الماء (المغسلة)، بل وضعها في زجاجة منفصلة للتخلص منها.
- أوراق نبات القراص تسبب الحكة والاحمرار والتورم، فينبغي توخي الحذر منه.
- يجب توخي الحذر عند هرس أوراق النبات.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- ينبغي التأكيد على أهمية رسم الخط المستقيم على الجزء السفلي من شريط الكروماتوجرافيا بقلم الجرافيت بدلًا من قلم الحبر.
- من المهم عدم استخدام الكثير من البروبانون لهرس أوراق النبات، فمن المغري للطلبة إضافة المزيد منه، ولكن هذا سيؤدي إلى الحصول على مستخلص مخفف جدًا. إذا كان حجم البروبانون المضاف في البداية غير كاف، فيمكن إضافة المزيد، ولكن بكميات صغيرة، في كل مرة.
- عندما يقوم الطلبة بسحب المستخلص باستخدام الأنبوبة الشعرية الزجاجية، يجب الحرص على عدم إزاحة وتحريك الرواسب.
- من المهم أن يتم تجفيف كل بقعة قبل إضافة البقعة التالية عند وضع المستخلص على شريط الكروماتوجرافيا، وإذا كان زمن التجفيف غير كافٍ، فستصبح البقعة كبيرة ومنتشرة. يمكن إجراء التجفيف باستخدام مجفف شعر أو مروحة أو بتلويح شريط الكروماتوجرافيا في الهواء. كرر وضع المستخلص على البقعة من 10 إلى 20 مرة، وعلى المعلم التحقق للتأكد من تكوين بقعة خضراء داكنة بدرجة كافية.
- من المهم ألا تكون هناك كمية كبيرة من المذيب في قاعدة أنبوبة الاختبار الكبيرة، وإذا وصل المذيب فوق خط قلم الجرافيت، فسوف يتسبب في إزالة الصبغات كلها بالغسل.
- من المهم أن يقوم الطلبة بقطع شريط الكروماتوجرافيا واختبار مدى ملاءمته لأنبوبة الاختبار قبل وضع مستخلص الصبغات عليه، وينبغي ألا يكون الشريط ملتويًا أو ملامسًا جوانب الأنبوبة، فهذا سيؤدي إلى تحرك الصبغات في اتجاه منحرف.

- قد يختلف الزمن الذي يحتاج إليه الكروماتوجرام ليتكون وفقًا لدرجة الحرارة، وقد يكون من الضروري عودة الطلبة لتفحصه بعد مرور بعض الوقت.
- ربما لا تكون بعض الصبغات مرئية، إذ عادة ما يوجد كل من الكلوروفيل *a* والكلوروفيل *b* والكاروتين. وقد تكون ملاحظة أو رؤية بقع صبغات الفيوفيتين والزانثوفيل أكثر صعوبة، فعند تحليل النتائج، إذا لم تكن المستخلصات المستخدمة مركزة بدرجة كافية، فسيكون من الصعب رؤية بقع الصبغات المختلفة؛ وإذا كان هناك الكثير من المستخلص في البقعة الأصلية، فإن بقع الصبغات ستميل إلى أن تكون مشوهة (لطخات بدلًا من بقع محددة)، وبالتالي سيكون من الصعب قياس المكان الذي وصلت إليه بالضبط.

سيحتاج الطلبة إلى تذكيرهم بوضع علامة عند جبهة المذيب (المكان الذي وصل إليه المذيب) مباشرة بعد إيقاف الكروماتوجرافيا، حيث إن المذيب سوف يتبخر بسرعة وستختفي جبهة المذيب.

سيحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في استخدام الأنبوبة الشعرية الزجاجية لوضع البقع على شريط الكروماتوجرافيا الورقي.

سيحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في تحديد المكان الذي يجب عنده قياس البقع عندما تكون البقع كبيرة.

يمكن مقارنة أنواع وكميات الصبغات المختلفة في أوراق الأنواع المختلفة من النباتات والأعمار المختلفة للأوراق.

نتائج عيّنة

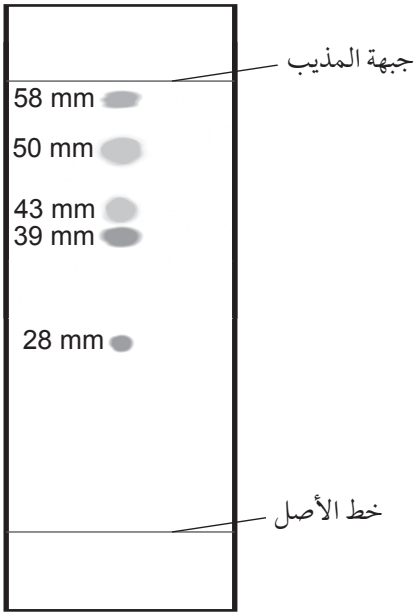
انظر الشكل ٧-١

لون المستخلص في الضوء الساطع: أرجواني/أحمر

المسافة التي قطعها المذيب: 60 mm

المسافة التي قطعها كل نوع من الصبغات:

- الصبغة 1: 58 mm
- الصبغة 2: 50 mm
- الصبغة 3: 43 mm
- الصبغة 4: 39 mm
- الصبغة 5: 28 mm



الشكل ٧-١

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١ و٢. يجب أن يكون الطلبة قد حددوا بعض الصبغات، وقاموا بحساب قيم R_f بشكل صحيح وحددوا أسماء الصبغات بناءً على ذلك. تظهر نتائج العيّنة في الجدول ٧-١.

رقم الصبغة على مخطط الكروماتوجرام	قيمة R_f	تحديد اسم الصبغة
1	0.97	الكاروتين
2	0.83	الفيوفيتين
3	0.72	الزانثوفيل
4	0.65	الكلوروفيل *a*
5	0.47	الكلوروفيل *b*

الجدول ٧-١

٣. يمتص الكلوروفيل الضوء من الضوء الأحمر والأزرق على طرفَي الطيف الضوئي، ويتم إثارة الإلكترونات ورفعها إلى مستوى طاقة أعلى. فلا توجد مستقبلات للإلكترون في المستخلص، لذا تنخفض طاقة الإلكترونات إلى مستوى طاقة أقل وتطلق الطاقة على شكل ضوء. وإذا تم استخدام البلاستيدات الخضراء السليمة، فسيتم تمرير الإلكترونات إلى مستقبلات الإلكترون، وبالتالي لن تتوهج هذه البلاستيدات.

٤. أ. قيمة R_f هي مقارنة المسافة التي تحركها المذيب بالمسافة التي تتحركها الصبغة في شريط الكروماتوجرافيا؛ وإذا تحرك المذيب أبعد، فإن الصبغات ستتحرك أيضًا أبعد وبشكل متناسب.

ب. الكروماتوجرام الأطول يوفر حدة تمييز أفضل لأنه يسمح بفصل أفضل للمواد ذات قيم R_f المتشابهة أو المتقاربة.

٥. يجب على الطلبة التخطيط لتجربة ضابطة بالكامل تذكر بوضوح المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة والمتغيرات الضابطة، وينبغي الإشارة إلى طريقة عمل دقيقة ومتسقة (مثلًا: القيام دائمًا بقياس المسافة إلى مركز البقعة الخاصة بكل صبغة) من شأنها أن توفر بيانات دقيقة (أي متكررة).

المتغير المستقل = عمر أوراق النبات.

المتغير التابع = الصبغات الموجودة (يتم تقييمها بواسطة الكروماتوجرافيا الورقية) وربما كمية كل منها (باستخدام مقياس الألوان).

المتغيرات الضابطة:

- استخدام كتل متساوية من الأوراق من نوع النبات نفسه، ولكن بأعمار مختلفة.
- هرس الأوراق للمدة نفسها وفي الحجم نفسه من البروبانون (المذيب نفسه).
- وضع العدد نفسه من بقع المستخلص على ورقة الكروماتوجرافيا.
- استخدام درجة الحرارة نفسها عند تنفيذ عملية الكروماتوجرافيا الورقية.

قياس المتغيرات التابعة:

- احسب قيم R_f لتحديد ومقارنة الصبغات، أو قم بفصل مستخلصَي الورقتَين جنبًا إلى جنب بالزمن نفسه وعلى ورقة الكروماتوجرافيا نفسها وقارن بينهما.
- استخدم مقياس الألوان (اضبطه على الضوء الأحمر أو الأزرق) لعمل منحنى معايرة بتراكيز معروفة من الكلوروفيل (بقياس قيمة الامتصاص لكل تركيز). قم بقياس قيمة الامتصاص لمستخلص كل عيّنة من عيّنات أوراق الشجر، واستخدام منحنى المعايرة لتحديد تركيز الكلوروفيل.

استقصاء عملي ٧-٢: تأثير شدة الضوء على معدل عملية التمثيل الضوئي (إثرائي)

الأهداف التعليمية

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.
- تقييم الأساليب واقتراح التحسينات.

المدّة

يتوقع أن يستغرق تنفيذ الجزء العملي من هذا الاستقصاء نحو (90–60) دقيقة؛ وإذا كان الزمن محدودًا (غير كافٍ)، فيمكن للطلبة إجراء الاستقصاء حول كل قيمة من قيم شدة الضوء مرة واحدة فقط، وتجميع بيانات الصف. سيستغرق تحليل البيانات نحو 45 دقيقة يمكن أن يقوم به الطلبة بشكل مستقل.

توجيهات حول الاستقصاء

- سيحتاج الطلبة إلى فهم عملية التمثيل الضوئي، وإلى فهم أن الأكسجين هو ناتج ثانوي لهذه العملية.
- يتطلب الاستقصاء تصنيع السحاحة الدقيقة؛ ومن الممكن تعديل الاستقصاء العملي بحيث يتم حساب عد فقاعات الأكسجين التي ينتجها النبات المائي.
- يُعدّ نبات الكابومبا *Cabomba* الأفضل لإجراء هذا الاستقصاء العملي إلى جانب نبات الإلوديا *Elodea*. ويمكن تجربة نباتات مائية أخرى إذا لم يكن هذان النباتان متوافرَين. قد تكون هناك قيود محلية على استخدام نبات الكابومبا – فقد تم تصنيفها على أنها من الأنواع الغازية من قبل بعض الحكومات، ولذلك تم حظر زراعتها. يجب اختيار السيقان التي تحتوي على الكثير من الأوراق، ويجب تعريضها للضوء الساطع لمدة دقيقتَين على الأقل قبل بدء الاستقصاء العملي للتأكد من حدوث إنتاج لفقاعات الأكسجين.
- يجب أن يبقى النبات المائي تحت إضاءة متوسطة الشدة لمدة 24 ساعة قبل بدء الاستقصاء العملي.

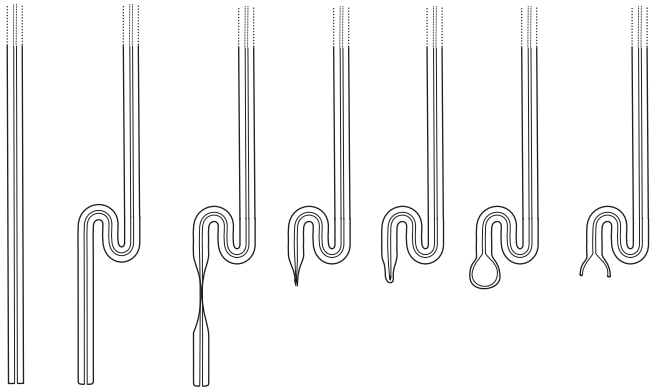
ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- سحاحة زجاجية دقيقة Microburette
- كأس زجاجية كبيرة بحجم 500 mL
- محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية (1 mol/L)، 50 mL
- ماء مقطر 50 mL
- مشرط
- نبات مائي (نبات الإلوديا *Elodea* أو نبات الكابومبا *Cabomba*)
- محقن 5 mL
- مشبك ذو برغي
- مصباح طاولة (كهربائي) كمصدر للضوء
- ماسك أنابيب، وحامل حديدي
- بلاطة عازلة للحرارة
- مشبك ورق
- مخبار أسطواني مدرج (عدد 2) 10 mL و 100 mL
- مسطرة مترية (1 m)

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- لصنع السحاحة الزجاجية الدقيقة Microburette، قم بقطع قطعة طويلة من أنبوبة شعرية زجاجية بطول 300 mm (قطرها 6 mm، وقطر تجويفها 1 mm)، وقم بصقل أحد طرفَيها باللهب، ثم قم بتسخين الزجاج لتليينه على بعد نحو 90 mm من الطرف المصقول. عندما يصبح الزجاج ليّنًا، قم بثني الجزء الليّن إلى شكل "رقبة البجعة" واتركه ليبرد (انظر الشكل ٧-٢). عندما تبرد الأنبوبة، قم بتليين جزء من الزجاج يبعد نحو 15 mm أسفل رقبة البجعة عن طريق تسخينه في لهب بنزن. اسحب الزجاج ليستطيل إلى أنبوبة ذات قطر صغير جدًا (حتى ينفصل إلى جزأَين) وتخلّص من الجزء في نهاية الأنبوبة، ثم أغلق نهاية الأنبوبة الشعرية الزجاجية، وقم بتليين النهاية مرة أخرى بواسطة لهب بنزن. انفخ في الجزء المصقول نهاية الأنبوبة الشعرية الزجاجية لتشكيل انتفاخ يتراوح قطره بين 6 mm و 10 mm، واصنع ثقبًا في نهاية الأنبوبة عن طريق تسخين الانتفاخ والنفخ بقوة شديدة أسفل الأنبوبة الشعرية الزجاجية – وقد يحتاج هذا الأمر إلى محاولتَين أو ثلاث محاولات للحصول على ثقب كبير بما يكفي (قطره نحو 5 mm). قم بصقل نهاية الانتفاخ باللهب وتأكد من عدم وجود حواف حادة.



الشكل ٧-٢

- إذا لم يكن من الممكن صنع أو شراء السحاحة الزجاجية الدقيقة، فيمكن تنفيذ الاستقصاء العملي عن طريق عد فقاعات الأكسجين التي يتم إطلاقها من الطرف المقطوع للساق. سيحتاج الطلبة إلى أن يدركوا أن هذه الطريقة ليست دقيقة مثل قياس حجم الغاز لأن حجوم الفقاعات ستكون مختلفة.
- تُعدّ نباتات الكابومبا *Cabomba* والإلوديا *Elodea* أفضل النباتات المائية التي يمكن استخدامها، وعلى المعلم أن يقوم بقطع سيقانها للطلبة مع الحفاظ على الطرف الآخر للساق سليمًا. وإذا لم يتوافر أي من النباتَين السابقَين، يمكن استخدام نبات الشمبلان المغمور *Ceratophyllum* أو نبات عشب البركة المجعّد *Potamogeton crispus* ولكنهما سيعملان بشكل أقل جودة من عمل نباتي الكابومبا *Cabomba* والإلوديا *Elodea*.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- يجب اتباع إجراءات السلامة القياسية في المختبرات دائمًا.
- يجب توخي الحذر عند استخدام الأنابيب الزجاجية، حيث إنها تتكوّن من زجاج سهل الكسر.
- تُعدّ مادة كربونات الصوديوم الهيدروجينية مادة ذات خطورة قليلة.
- يجب توخي الحذر لمنع رش الماء البارد على المصابيح الساخنة فقد يتسبب ذلك بتحطيم زجاج المصباح.
- يجب ارتداء النظارات الواقية للعينَين في جميع الأوقات.
- ويجب التعامل مع المشارط بحذر لكونها حادة جدًا.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- المشكلة الرئيسية التي يمكن مواجهتها هي أن النبات المائي ربما لا تنتج فقاعات من الأكسجين، ولذلك يمكن تجربة عدة أشياء:
  - إعادة قطع نهاية الساق لمساعدة الفقاعات على الانطلاق.
  - إضافة قطرة صغيرة من سائل التنظيف إلى محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية.
  - النقر على الكأس للمساعدة في إطلاق الفقاعات.
  - إذا فشلت كل المحاولات السابقة، استبدل قطعة ساق النبات المائي بقطعة أخرى صالحة للعمل.

قد يجد الطلبة صعوبة في وضع الطرف المقطوع للساق في انتفاخ السحاحة الزجاجية.

ربما لا يدرك بعض الطلبة أن الأنبوبة الشعرية الزجاجية والانتفاخ يحتاجان إلى ملئهما بمحلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية، لذا يجب التأكد من أن جميع الطلبة قد قاموا بإعداد وتجهيز الجهاز الخاص بالتجربة بشكل صحيح.

- ربما لا تكون 5 دقائق كافية للنبات المائي للتكيف مع قيم شدة الضوء المختلفة.
- إذا لم يكن هناك وقت كافٍ لتنفيذ جميع تكرارات التجربة، فيمكن للطلبة إجراء التجربة مرة واحدة والحصول على مجموعة واحدة من النتائج، ثم يمكن تجميع بيانات الصف لتحليلها.
- قد يلزم تعديل الزمن المخصص لجمع الأكسجين اعتمادًا على سرعة عملية التمثيل الضوئي (المدة المقترحة هي 5 دقائق). سيحتاج الطلبة إلى استخدام الزمن الصحيح عند حساب معدل إنتاج الأكسجين في الدقيقة الواحدة.

سيحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في وضع الطرف المقطوع لساق النبات المائي في انتفاخ السحاحة الزجاجية.

يمكن إجراء تجربة أخرى باستخدام تراكيز مختلفة من كربونات الصوديوم الهيدروجينية لتحديد ما إذا كان ثاني أكسيد الكربون عاملًا محددًا.

يمكن للطلبة إجراء تجربة مماثلة باستخدام مجس (مسبار) الأكسجين، ومقياس شدة الضوء، ومسجل البيانات إذا كان كل ذلك متاحًا، ويمكن باستخدام هذه المكونات ترك الجهاز يقوم بتسجيل البيانات لمدة 24 ساعة لمراقبة التغيرات في معدل إطلاق الأكسجين وشدة الضوء، ويمكن بعد ذلك دراسة واستقصاء العلاقة بين تركيز الأكسجين وشدة الضوء.

نتائج عيّنة

انظر الجدول ٧-٢

المسافة بين المصباح والنبات/mm	شدة الضوء/ وحدات تقديرية	طول الفقاعة التي تم إنتاجها في 5 دقائق/ mm			
		1	2	3	المتوسط
135	6	56	53	53	54.0
148	5	51	50	54	51.7
165	4	45	47	42	44.7
191	3	32	30	31	31.0
233	2	23	25	22	23.3
330	1	13	15	3	14

الجدول ٧-٢ جدول النتائج.

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. يجب على الطلبة حساب المتوسطات الحسابية بشكل صحيح وإعطاؤها العدد الصحيح من الأرقام المعنوية، ويجب أن يكون عدد الأرقام المعنوية هو نفسه كما في القياسات الأقل دقة، أو في منزلة (عشرية) إضافية أخرى بناء على حساب قيم المتوسطات الحسابية. يمكن الاطلاع على نتائج العيّنة في الجدول ٧-٢.

٢ و **٣.** يجب على الطلبة حساب حجوم الأكسجين الناتج، ومعدل إنتاجه في الدقيقة بشكل صحيح. يظهر الجدول ٧-٣ حسابات نتائج العيّنة عند استخدام أنبوبة شعرية زجاجية ذات تجويف داخلي قطره 1mm بحسب النموذج أعلاه خلال فترة مدتها 5 دقائق.

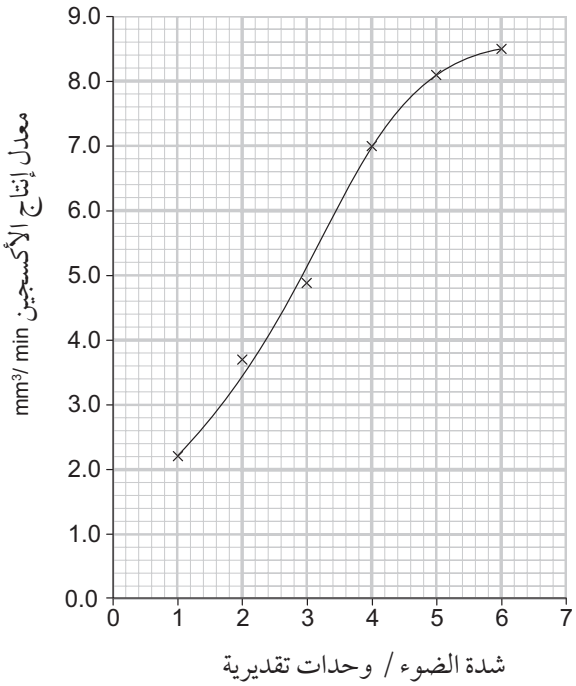
المسافة بين المصباح والنبات المائي /mm	شدة الضوء /وحدات تقديرية	حجم الأكسجين الناتج في mm^3/ 5 min	معدل إنتاج الأكسجين mm^3/min
135	6	42.4	8.5
148	5	40.6	8.1
165	4	35.1	7.0
191	3	24.3	4.9
233	2	18.3	3.7
330	1	11.0	2.2

الجدول ٧-٣

٤. يجب تكوّين تمثيل بياني خطي مناسب مع وضع قيم شدة الضوء على المحور السيني، ومعدل إنتاج غاز الأكسجين على المحور الصادي، كما ينبغي رسم خط أو منحنى يمثل الأفضل ملاءمة أو الربط بين النقاط بخطوط مستقيمة، ويجب أن يكون ما يلي موجودًا وصحيحًا:

- المحور السيني مسمى شدة الضوء/وحدات تقديرية
- المحور الصادي مسمى معدل إنتاج الأكسجين mm^3/min
- النقاط المرسومة بشكل صحيح (± نصف مربع صغير)
- رسم خط أو منحنى يمثل الأفضل ملاءمة، أو وضع نقاط صحيحة ومتصلة بخطوط مستقيمة.

يظهر الشكل ٧-٣ مثالاً على التمثيل البياني.



الشكل ٧-٣

٥. يجب على الطلبة تقديم وصف صحيح للنمط الذي يظهره كل من التمثيل البياني والنتائج.

من المتوقع أنه مع زيادة شدة الضوء، سيزداد أيضًا معدل إنتاج الأكسجين (ارتباط إيجابي). قد يثبت التمثيل البياني أو يبدأ في الاستواء (التسطيح) عند القيم الأعلى لشدة الضوء.

٦. يجب على الطلبة شرح وتفسير ما يلي:

- مع زيادة شدة الضوء، يتوافر المزيد من الطاقة المتاحة للتفاعلات المعتمدة على الضوء.
- يحدث المزيد من الأكسدة الضوئية للكلوروفيل.

- يحدث المزيد من التحلل الضوئي للماء عندما يستقبل الكلوروفيل الإلكترونات من التحلل الضوئي للماء، ما يؤدي إلى إطلاق المزيد من الأكسجين.
- في نهاية المطاف، يميل التمثيل البياني للاستواء (يستقر) عندما يصبح عامل آخر، مثل درجة الحرارة أو تركيز ثاني أكسيد الكربون، عاملًا محددًا لسرعة التفاعل.

٧. توفر كربونات الصوديوم الهيدروجينية مصدرًا لثاني أكسيد الكربون، بحيث لا يشكل عاملًا محددًا لعملية التمثيل الضوئي عند قيم شدة الضوء المنخفضة.

٨. ينبغي وضع دائرة حول القيم الشاذة، وتشمل الأسباب المحتملة للقيم الشاذة ما يلي: تقلبات درجات الحرارة، وعدم منح فترة كافية من الزمن للنبات المائي للتكيف مع شدة الضوء، والتقلبات في شدة الضوء، وانخفاض كمية ثاني أكسيد الكربون المتاحة، وتعثر انطلاق فقاعات الأكسجين منفصلة.

٩. إذا كانت النتائج متشابهة لتكرارات التجربة، فهذا يشير إلى أن هذه النتائج موثوقة ودقيقة؛ وإذا لم تكن النتائج متشابهة أو كان هناك العديد من القيم الشاذة، فهذا يشير إلى أنها غير دقيقة. فإذا كانت البيانات دقيقة، فمن المرجح أن تكون الاستنتاجات التي يخلص إليها الطلبة صحيحة.

١٠. يمكن أن تشمل المتغيرات (وقد يكون هناك متغيرات أخرى):

- درجة الحرارة: استخدم عازلًا حراريًا/حمامًا مائيًا/جهاز مراقبة مزودًا بمقياس حرارة.
- مساحة سطح الورقة: استخدم النبات المائي نفسه.
- العمر نفسه / الصفات الوراثية للنبات المائي: استخدم مقاطع من النبات نفسه.
- ثاني أكسيد الكربون: أضف تركيز كربونات الصوديوم الهيدروجينية نفسه.
- الرقم الهيدروجيني pH: ضع منظمًا للرقم الهيدروجيني في محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية.

استقصاء عملي ٧-٣: تبادل الغازات في نبات مائي

الأهداف التعليمية

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.
- تقييم الأساليب واقتراح التحسينات.

المدّة

يتوقع أن يستغرق تنفيذ الجزء العملي من هذا الاستقصاء نحو (60–90) دقيقة، ويجب إتاحة الزمن الكافي حتى يتغير لون كاشف كربونات الصوديوم الهيدروجينية، لأن منح زمن أطول سيعطي نتائج أفضل. يجب أن يتم إعداد التجربة في أسرع وقت ممكن. خصص نحو 45 دقيقة للطلبة لتحليل النتائج.

توجيهات حول الاستقصاء

- ينبغي أن يكون لدى الطلبة فهم أساسي لعمليتي التمثيل الضوئي والتنفس، وأن يكون لديهم فهم للمعادلات الأساسية لهما؛ وعلى المعلم القيام بعرض المعادلات ومناقشة العوامل التي تؤثر على معدلات عملية التمثيل الضوئي (شدة الضوء، درجة الحرارة).
- يجب تحضير محلول كاشف كربونات الهيدروجين باللون الصحيح قبل بدء الجزء العملي.
- سيحتاج الطلبة إلى فهم تغير اللون لكاشف كربونات الهيدروجين عند درجات الحموضة (pH) المختلفة.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- خمسة أنابيب اختبار كبيرة مع سدادات مطاطية
- محلول كاشف كربونات الهيدروجين 200 mL
- أربع قطع من نبات مائي (نبات الإلوديا *Elodea* أو نبات الكابومبا *Cabomba*)
- مصباح طاولة كهربائي
- ورق قصدير
- ثلاث قطع من الشاش
- حامل أنابيب اختبار (أو كأس زجاجية كبيرة الحجم)
- مخبار أسطواني مدرج (عدد 2) 20 mL أو 50 mL
- أربعة أشرطة مطاطية

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

لتحضير 10 L من محلول كاشف كربونات الهيدروجين:

- قم بإذابة 0.1 g من مسحوق أحمر الكريسول و 0.2 g من أزرق الثيمول في 20 mL من الإيثانول، وقم بإذابة 0.84 g من كربونات الصوديوم الهيدروجينية في 900 mL ماء مقطر في مخبار أسطواني مدرج سعته 1000 mL أو دورق حجمي بالسعة نفسها. امزج الإيثانول مع محلول كربونات الهيدروجين وأكمل الحجم إلى 1000 mL بإضافة الكمية اللازمة من الماء المقطر. يمثل المحلول الناتج محلولاً مركزًا يحتفظ به كمخزون.

- قبل البدء بتنفيذ الاستقصاء بنحو ساعة واحدة، يجب تخفيف عيّنات الكاشف المخزون بمعامل 10 مرات ليتم استخدامه في الاستقصاء؛ فعلى سبيل المثال، للحصول على 1000 mL، قم بخلط 100 mL من محلول المخزون مع 900 mL من الماء المقطر، وقم بتمرير الهواء خلال المحلول لمدة 10 دقائق على الأقل (باستخدام مضخة حوض السمك أو مضخة ترشيح) للوصول بالمحلول إلى الاتزان مع تركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء. يجب أن يكون لون الكاشف هو اللون البرتقالي المائل إلى اللون الأحمر.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- يصنف محلول كاشف كربونات الهيدروجين (أزرق الثيمول وأحمر الكريسول) كمادة مهيجة، فإذا انسكب منه على الجلد أو دخل عينيك، فقم بغسل موضع الانسكاب على الفور بالماء.
- يجب ارتداء النظارات الواقية للعينَين في جميع الأوقات.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- يجب أن تكون جميع الأواني الزجاجية المستخدمة نظيفة جدًا، لأن آثار الأحماض أو القلويات ستغير لون الكاشف.
- يجب أن يكون هناك زمن كافٍ للسماح بتغير لون الكاشف، فغالبًا ما يكون من المفيد تنفيذ توضيح عملي قبل الحصة حتى يتمكن الطلبة من رؤية النتائج النهائية المتوقعة.
- قد يكون تثبيت قطع الشاش على الأنابيب أمرًا صعبًا، لذا يمكن تثبيتها باستخدام شريط لاصق أو شرائط مطاطية مرنة، وإذا أردت تكرار التجربة عدة مرات، فيمكن صنع «أكياس» من الشاش وتثبيتها بإحكام على أنابيب الاختبار الكبيرة، لإعادة استخدامها في كل مرة؛ أما إذا كانت الأنابيب الملفوفة بقطع الشاش لا تتناسب مع أماكنها في حامل أنابيب الاختبار، فيمكن وضعها في كأس زجاجية كبيرة الحجم كبديل.

سيحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في تحديد تغير الكاشف، وسيحتاج الطلبة الذين يعانون عمى الألوان إلى العمل ضمن مجموعة مع الطلبة الذين يمكنهم التمييز بين الألوان المختلفة.

في حال توافر جهاز قياس الألوان، يمكن جعل الاستقصاء العملي كميًا عن طريق تحديد مدى امتصاص الضوء الأحمر والأزرق؛ أما في حال عدم توافر الجهاز، فيمكن للطلبة كتابة خطة لكيفية استخدامه لعمل منحنى معايرة باستخدام تراكيز معروفة (محددة) من ثاني أكسيد الكربون لاستخدامه في تحديد تراكيز ثاني أكسيد الكربون.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- لن يُقَدِّر بعض الطلبة أن التغيرات في الرقم الهيدروجيني (pH) تنتج من التغيرات في تركيز ثاني أكسيد الكربون، وغالبًا ما يعتقدون أن الزيادة في (pH) ترجع إلى إطلاق الأكسجين وليس انخفاض تركيز ثاني أكسيد الكربون.
- سوف يفترض بعض الطلبة أن النباتات تقوم بعملية التمثيل الضوئي في الضوء وتتنفس في الظلام، وهم لا يدركون أن عملية التنفُّس تحدث طوال الوقت.

نتائج عيّنة

انظر الجدول ٧-٤

رقم أنبوبة الاختبار	الظروف المطبّقة	لون محلول كاشف كربونات الهيدروجين
1	الأنبوبة مغطاة تمامًا برقائق القصدير	أصفر
2	الأنبوبة مغطاة بطبقة واحدة من الشاش	أحمر
3	الأنبوبة مغطاة بطبقتَين من الشاش	برتقالي
4	الأنبوبة غير مغطاة	أحمر أرجواني (ماجنتا)
5	الأنبوبة غير مغطاة ولا يوجد نبات مائي فيها	أحمر

الجدول ٧-٤

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. مع الأنبوبة المغطاة برقائق القصدير (لا يوجد ضوء)، تحوّل لون الكاشف إلى اللون الأصفر، وبوجود طبقة واحدة من الشاش بقي اللون أحمر، لكن مع طبقتَين من الشاش، تحوّل لون الكاشف إلى اللون البرتقالي، ومن دون طبقتَين من الشاش، تحوّل لون الكاشف إلى اللون الأرجواني (الماجنتا)، وبالتالي بقي لون الكاشف أحمر في الأنبوبة الضابطة التي لا تحتوي على النبات المائي.

٢. يجب على الطلبة تقديم استنتاج تفصيلي يشرح كل تغيير في اللون:

لون الكاشف: أصفر/برتقالي:

- ازدادت درجة الحموضة (انخفض الرقم الهيدروجيني /pH).
- كان هناك إطلاق صافٍ لثاني أكسيد الكربون في محلول الكاشف.
- معدل عملية التنفُّس أكبر من معدل عملية التمثيل الضوئي.
- قد يرجع ذلك إلى انخفاض شدة الضوء.

لون الكاشف: أرجواني (ماجنتا):

- انخفضت درجة الحموضة (ارتفع الرقم الهيدروجيني – pH).
- كان هناك انخفاض صافٍ لثاني أكسيد الكربون في محلول الكاشف.
- معدل عملية التمثيل الضوئي أكبر من معدل عملية التنفُّس.
- قد يرجع ذلك إلى ارتفاع شدة الضوء.

لون الكاشف: أحمر:

- درجة الحموضة لم تتغير.
- لم يكن هناك زيادة أو نقصان صافيان في تركيز ثاني أكسيد الكربون في محلول الكاشف.
- معدلات عملية التمثيل الضوئي وعملية التنفُّس متساوية.
- هذه هي «نقطة التعويض».

٣. تم إغلاق أنابيب الاختبار بسدادات مطاطية لمنع دخول أو خروج (فقدان) ثاني أكسيد الكربون، الأمر الذي قد يؤدي إلى تغيير لون الكاشف.

٤. يُعدّ تحديد التغير في اللون أمرًا غير موضوعي، وقد يقدم الأشخاص المختلفون أوصافًا مختلفة للألوان التي يرونها ما يجعلها أقل دقة. يمكن قياس درجة انتقال الضوء الأحمر والأزرق من خلال محلول الكاشف باستخدام جهاز قياس الألوان، ويمكن تكوين منحنى المعايرة من خلال تحديد نسبة انتقال الضوء عبر محلول الكاشف بوجود تراكيز مختلفة من ثاني أكسيد الكربون.

٥. أ. في الليل تتوقف عملية التمثيل الضوئي وتستمر عملية التنفُّس، وستقوم النباتات بأخذ كمية صافية من الأكسجين ما يسبب خفض تركيز الأكسجين في أقسام المستشفيات الخاصة بالأشخاص الذين يعانون صعوبات في التنفُّس.

ب. يزداد معدل التنفُّس في النباتات مع ارتفاع درجة الحرارة، ولكن عملية التمثيل الضوئي لن تزداد لأن انخفاض شدة الضوء يحد من معدل حدوثها، وسيتجاوز معدل استخدام (استهلاك) الجلوكوز معدل إنتاجه، ما يؤدي إلى موت النباتات.

استقصاء عملي ٧-٤: تأثير الطول الموجي للضوء على التفاعلات المعتمدة على الضوء (تفاعل هيل)

الأهداف التعليمية

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.
- تقييم الأساليب واقتراح التحسينات.

المدّة

يتوقع أن يستغرق تنفيذ هذا الاستقصاء العملي ما بين 60 و 80 دقيقة، بالإضافة إلى 45 دقيقة إضافية لأعمال تحليل النتائج. من الأفضل أن ينفذ الطلبة الاستقصاء العملي في مجموعات مكوّنة من طالبَين أو ثلاثة، على أن يركز أحد الطلبة على إعداد أنابيب الاختبار واستخدام مرشحات الضوء المختلفة، بينما يقوم الآخر بتحضير مستخلص البلاستيدات الخضراء.

توجيهات حول الاستقصاء

- من الصعب جدًا الحصول على نتائج قابلة للتكرار (أي يمكن الحصول عليها نفسها بتكرار الاستقصاء) من خلال هذا الاستقصاء العملي. فمفتاح نجاح هذا الاستقصاء هو جودة وسط عزل البلاستيدات، وكذلك المحافظة على بقاء جميع المحاليل ومستخلص البلاستيدات الخضراء والأواني الزجاجية جميعًا باردة.
- حضِّر المحاليل في اليوم السابق ليوم تنفيذ الاستقصاء، واحفظها في الثلاجة عند درجة حرارة تبلغ 4 °C، إذ يجب إخراجها من الثلاجة فقط قبل بدء العمل على الاستقصاء العملي مباشرة.
- إذا أمكن، ينبغي حفظ جميع الأواني الزجاجية في مجمد الثلاجة (الفريزر) أو في الثلاجة حتى يبدأ العمل على الاستقصاء العملي.
- يجب أن يكون لدى الطلبة فهم لمرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء ودور تفاعلات الأكسدة والاختزال في عملية التمثيل الضوئي، وإذا لم يكونوا قد قاموا بالفعل بتنفيذ الاستقصاء العملي ٦-٢ باستخدام كاشف الأكسدة والاختزال (أزرق الميثيلين)، فسيكون من الضروري تقديم ملخص لاستخدام كاشف DCPIP ككاشف.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- أوراق من نبات السبانخ (عشر أوراق تقريبًا)
- مخبار أسطواني مدرج، 50 mL أو 100 mL.
- ثلاث قطع من الشاش (قماش موسلين)
- كأس زجاجية صغيرة الحجم 100 mL (مسماة «1»)
- محلول فصل 100 mL
- محلول كاشف DCPIP، 100 mL
- ماء مقطر، 50 mL
- ثماني أنابيب اختبار
- ثماني سدادات لأنابيب الاختبار
- حامل أنابيب الاختبار
- قمع
- ماصتان 1 mL و 10 mL
- كأس زجاجية متوسطة الحجم 250 mL (مسماة «2»)
- كأس زجاجية كبيرة الحجم 500 mL (مسماة "3")، لاستخدامها كحمّام مثلج
- ثلج
- مصباح طاولة كهربائي
- قلم للكتابة على الزجاج
- رقائق قصدير 20 mm x 160 mm (أو قياس يمكن من لفها حول أنبوبة الاختبار بالكامل)
- صفائح من السيلوفان الملون (بنفسجي، أزرق، أخضر، برتقالي، وأحمر) (كمرشحات للضوء) كلها تقريبًا 20 mm x 160 mm أو بقياس يغطي أنبوبة الاختبار
- خلاط (كهربائي)
- حوض ماء (مغسلة)
- شريط لاصق

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- إذا لم يتوافر خلاط كهربائي، يمكن تجربة أي طريقة أخرى لهرس أوراق النبات مثل الهاون والمدقة؛ وإذا تم استخدام هاون ومدقة، فيجب الاحتفاظ بها في الثلاجة حتى الحاجة إلى استخدامها لتنفيذ الاستقصاء العملي.
- من الضروري استخدام أوراق السبانخ الطازجة جدًا، إذ يسير الاستقصاء بشكل أفضل إذا كانت الأوراق يافعة وطازجة كما يمكن أيضًا استخدام أوراق الملفوف الأخضر.
- لتحضير حجم 500 mL من محلول الفصل، قم بإذابة 68.46 g سكروز و 0.38 g كلوريد البوتاسيوم (KCl) في 300 mL من محلول الفوسفات المنظم، ثم أضف المزيد من محلول الفوسفات المنظم حتى الوصول إلى حجم إجمالي قدره 500 mL.
- لتحضير حجم 1000 mL من محلول الفوسفات المنظم، قم بإذابة 8.96 g من $Na_2HPO_4 . 12H_2O$ و 3.4 g من KH_2PO_4 في 1000 mL من الماء المقطر.
- لتحضير حجم مقداره 500 mL من محلول كاشف DCPIP، قم بإذابة 0.02 g من مسحوق DCPIP و 1.86 g من KCl في 300 mL من محلول الفوسفات المنظم، ثم أضف المزيد من محلول الفوسفات المنظم حتى حجم إجمالي قدره 500 mL.
- يمكن استخدام المحاقن في حال عدم توافر الماصات الحجمية.

- يمكن شراء مرشحات الضوء المصنوعة من أسيتات السليلوز الملونة من مورّدي الصور الفوتوغرافية واستوديوهات التصوير، كما يُباع السيلوفان في محلات (متاجر) الحرف حيث يمكن شراؤه. كما يمكن استخدام محافظ الأوراق البلاستيكية ذات الألوان المختلفة، ومن الممكن أيضًا استخدام السيلوفان الملوّن لأغلفة الحلويات. يجب مراعاة الحصول على كمية كافية من المرشحات لتغطية أنبوبة الاختبار بالكامل، وإذا تقرر تكرار التجربة عدة مرات، فيمكن صنع «أكمام Sleeves» من أسيتات السليلوز عن طريق لف قطعة منها بشكل غير محكم حول أنبوبة اختبار، وتثبيتها بشريط لاصق بحيث يمكن وضع أنابيب الاختبار بسهولة داخل الأكمام أو إخراجها منها.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- يجب اتباع إجراءات السلامة القياسية في المختبرات دائمًا.
- يجب ارتداء النظارات الواقية للعينَين في جميع الأوقات.
- تصنف مادة DCPIP كمادة منخفضة الخطورة.
- يصنف محلول الفصل كمحلول منخفض الخطورة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- كما ذكر من قبل، فإن المشكلة الرئيسية التي يمكن مواجهتها في هذا الاستقصاء هي الحصول على مستخلص من البلاستيدات الخضراء الفعالة (النشطة)، ويمكن الحصول على مستخلص فعال (نشط) من البلاستيدات الخضراء إذا:
  - تم استخدام أوراق النبات اليافعة والطازجة (المقطوفة مباشرة).
  - تم حفظ جميع المحاليل باردة.
  - تم حفظ جميع الأواني الزجاجية باردة قبل البدء بتنفيذ الاستقصاء العملي.
  - تم وضع جميع المحاليل والمستخلص على قطع الثلج قدر الإمكان.
- يجب على الطلبة التأكد من أن أنابيب الاختبار مغطاة بالكامل برقائق القصدير أو بمرشحات الضوء، إذ يجب ألا يكون هناك ضوء خارجي يدخل إلى الأنابيب. من الشائع رؤية الطلبة يقومون بلف رقائق القصدير أو المرشحات حول الأنابيب في المنطقة التي توجد بها البلاستيدات الخضراء فقط، ما يسمح للضوء الخارجي بالدخول من الأعلى.
- الحكم على نقطة النهاية للاستقصاء يمكن أن يكون أمرًا شخصيًا (غير موضوعي) – يمكن للطلبة، في مجموعات، أن يناقشوا متى يعتقدون أن التفاعل قد انتهى.

إن التعليمات الخاصة بالاستقصاء العملي معقدة جدًا، ولذلك فإن الطلبة الذين يجدون صعوبة في العمل بشكل منهجي قد يحتاجون إلى المساعدة في التنظيم.

سيحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في إعداد ووضع مرشحات الضوء.

- يمكن للطلبة التخطيط لكيفية تنفيذ هذا الاستقصاء العملي بطريقة تعطي نتائج كمية بصورة أكبر (باستخدام مقياس الألوان).
- يمكن للطلبة تحديد ما إذا كانت درجة الحرارة تؤثر على سرعة زوال لون كاشف DCPIP بوجود الضوء المباشر (بدون استخدام مرشح ملون).

نتائج عيّنة

انظر الجدول ٧-٥

رقم أنبوبة الاختبار	لون المرشح الضوئي	الطول الموجي التقريبي للضوء / nm	الزمن الذي استغرقه زوال لون كاشف s / DCPIP
1	لا يوجد مرشح	لا ينطبق	176
2	بنفسجي	425	254
3	أزرق	450	231
4	أخضر	525	لا ينطبق
5	برتقالي	625	378
6	أحمر	675	223

الجدول ٧-٥

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. أ. يجب إدخال نتائج الصف بأكمله وبشكل صحيح في الجدول الآتي، وحساب متوسطات الزمن بشكل صحيح (يبيّن الجدول ٧-٦ نتائج العيّنة).

رقم أنبوبة الاختبار	لون المرشح الضوئي	الطول الموجي التقريبي للضوء / nm	الزمن الذي استغرقه زوال لون كاشف s / DCPIP	متوسط الزمن الذي استغرقه زوال لون كاشف s / DCPIP	متوسط معدل زوال لون كاشف s / DCPIP
1	لا يوجد مرشح	لا ينطبق	176, 143, 186, 154, 182	168.2	0.00595
2	بنفسجي	425	254, 234, 287, 287, 270	266.4	0.00375
3	أزرق	450	231, 210, 246, 245, 734	233.2	0.00429
4	أخضر	525	لا ينطبق، لا ينطبق، لا ينطبق، 865، لا ينطبق	لا ينطبق	0.00000
5	برتقالي	625	378, 342, 401, 385, 376	376.4	0.00266
6	أحمر	675	223, 201, 254,213, 224	223.0	0.00448

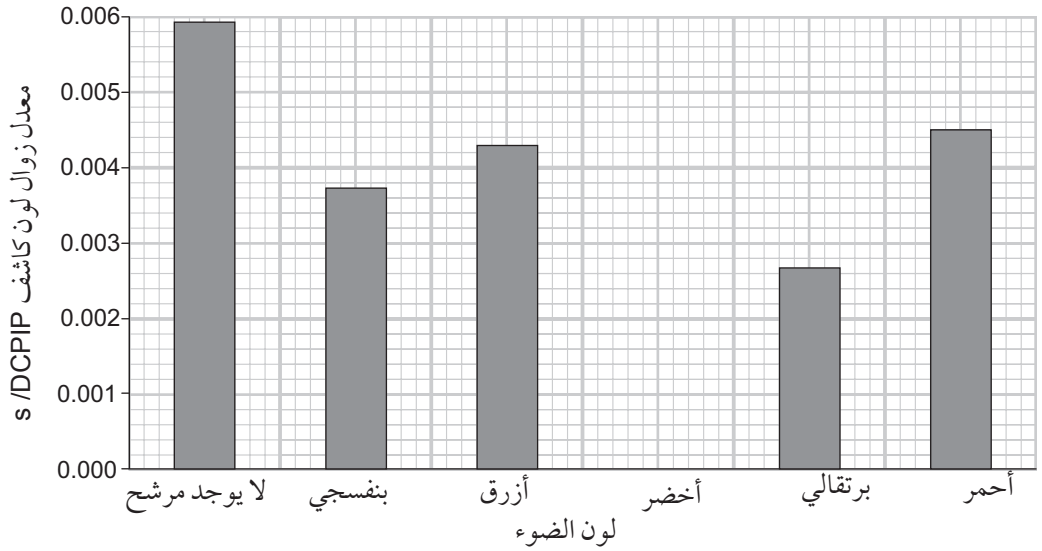
الجدول ٧-٦

ب. يجب حساب متوسطات المعدلات بشكل صحيح من نتائج الصف (يبيّن الجدول ٧-٦ نتائج العيّنة).

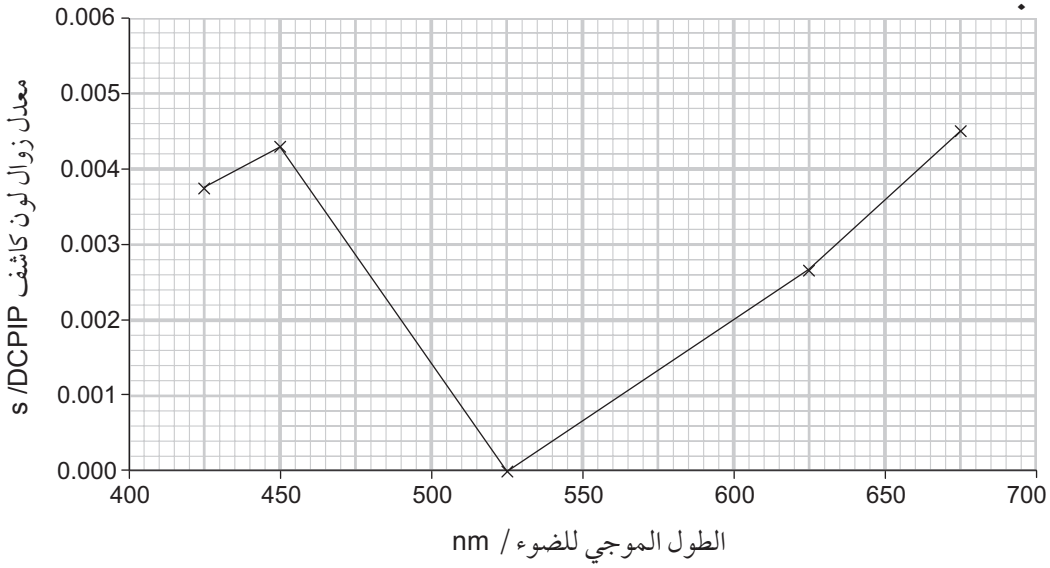
٢. إذا رسم الطلبة تمثيلًا بيانيًا لمعدل زوال لون كاشف DCPIP مقابل لون الضوء، فيجب عليهم رسم تمثيل بياني بالأعمدة (انظر الشكل ٧-٤ أ)؛ وإذا كان التمثيل البياني هو معدل زوال اللون مقابل الطول الموجي للضوء، فيجب أن يرسموا تمثيلًا بيانيًا خطيًا بنقاط مرتبطة بخطوط مستقيمة (انظر الشكل ٧-٤ ب). تشمل النقاط الرئيسية ما يلي:

- المحور السيني مسمّى لون الضوء أو الطول الموجي للضوء/nm.
- المحور الصادي مسمى معدل زوال لون كاشف DCPIP/ s.
- جميع النقاط أو الأعمدة مرسومة بشكل صحيح (± نصف مربع).
- المسافات بين الأعمدة أو الخطوط تكون مرسومة بشكل مستقيم وعبر النقاط.
- مقياس خطي للمحور الصادي والمحور السيني في حالة استخدام الطول الموجي، وإذا تم رسم تمثيل بياني بالأعمدة، فيجب تسمية كل لون يمثله كل عمود.

أ.



ب.



الشكل ٧-٤

٣. يتوقع أن تظهر النتائج ما يلي (على الرغم من أن النتائج التي حصل عليها الطلبة قد تكون مختلفة):

- معدلات سريعة لزوال لون الكاشف تحت تأثير ألوان الضوء: الحمراء، والبنفسجية، والزرقاء أو الأطوال الموجية المقابلة لهذه الألوان.
- معدل أبطأ لزوال لون الكاشف تحت تأثير لون الضوء البرتقالي أو الطول الموجي المقابل له.
- لا يوجد رد فعل أو رد فعل بطيء جدًا بتأثير الضوء الأخضر أو الطول الموجي المقابل له.
- يجب أن يعطي الضوء (الكامل الطيف) بدون ترشيح (الضوء الأبيض) أسرع معدل لزوال لون الكاشف.
- يجب ألا يتغير لون الكاشف في أنبوبة الاختبار المغطاة برقائق (القصدير).

٤. • تمتص صبغات عملية التمثيل الضوئي الضوء بقوة أكبر في المناطق الزرقاء أو الحمراء من الطيف ولا تمتص الضوء الأخضر.

- تظهر النتائج أن زوال لون كاشف DCPIP لا يحدث في المنطقة الخضراء من الطيف الضوئي، أو يكون أسرع في المناطق الحمراء والزرقاء من الطيف.
- يوضح هذا أن الضوء الذي يتم امتصاصه يستخدم في مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء وأن أطياف النشاط والامتصاص تتبع النمط نفسه.
- يزول لون كاشف DCPIP عندما يتم اختزاله (أي يكتسب إلكترونات).
- يمكن أن يكتسب كاشف DCPIP إلكترونات إما مباشرة من الأكسدة الضوئية للكلوروفيل أو من NADP المُخْتَزَل الذي يتم بناؤه خلال مرحلة التفاعلات المعتمدة على الضوء.
- يزول لون كاشف DCPIP عندما يمتص الكلوروفيل الطاقة الضوئية ويكون قادرًا على إطلاق الإلكترونات عالية الطاقة.
- لم يتم اختزال كاشف DCPIP في أنبوبة الاختبار المغطاة برقائق القصدير بسبب عدم حدوث أكسدة ضوئية للكلوروفيل فيها.
- تم زوال لون كاشف DCPIP بوجود الضوء (كامل الطيف) بدون ترشيح (الضوء الأبيض) بسرعة أكبر حيث كان معرضًا إلى جميع الأطوال الموجية المكوّنة للضوء المرئي.

٥. أ. المتغير المستقل: الطول الموجي للضوء/ لون الضوء.

المتغير التابع: الزمن المستغرق (أو معدل) لزوال لون كاشف DCPIP / لاختزال كاشف DCPIP.

ب. تشمل المتغيرات الضابطة (قد تكون هناك إجابات صحيحة أخرى): حجم محلول كاشف DCPIP / نوع النبات المستخدم/استخدام نباتات لها التركيب الوراثي نفسه/وجود عدد وكثافة البلاستيدات الخضراء نفسَيهما في العيّنة المستخدمة من النبات /استخدام نباتات لها العمر نفسه، وكذلك بالنسبة إلى البلاستيدات الخضراء/ استخدام حجم المحلول نفسه/المسافة عن المصباح.

تشمل المتغيرات التي لم يتم معايرتها وطريقة معايرتها (قد تكون هناك إجابات صحيحة أخرى):

- درجة الحرارة – يجب استخدام حمّام مائي ومراقبة درجة حرارته باستخدام مقياس الحرارة.
- شدة الضوء – يجب استخدام مقياس شدة الضوء لقياس شدة الضوء وتحريك المصباح لمسافات مختلفة (أو تغيير قوة المصباح الكهربائي).
- الرقم الهيدروجيني – pH يجب إضافة محلول منظم للرقم الهيدروجيني إلى المحلول.

٦. يجب على الطلبة محاولة ما يلي:

- تحديد القيم الشاذة.
- مقارنة الأنماط التي حصلت عليها المجموعات المختلفة.
- اقتراح ما إذا كانت النتائج والأنماط تعطي نتائج متوافقة، لأنه إذا لم يكن الأمر كذلك، فيجب اقتراح عمل المزيد من التكرارات للتجربة.

٧. تشمل الضوابط (المحددات) الرئيسية ما يلي:

- من الصعب كشف نقطة النهاية، ويمكن تحسين ذلك عن طريق قياس مدى امتصاص الضوء باستخدام مقياس الألوان.
- لم تتم إضافة أنبوبة اختبار ضابطة باستخدام كاشف DCPIP بدون وجود البلاستيدات الخضراء، وهذا يُظهر أن الضوء لا يتسبب بشكل مباشر في إزالة اللون من كاشف DCPIP.

٨. أ. يبطء التبريد بالثلج التحلل المائي للإنزيمات داخل البلاستيدات الخضراء أثناء وبعد استخلاصها.

ب. استخدام محلول متساوي التركيز يعني أن جهد الماء داخل وخارج البلاستيدات الخضراء هو نفسه. لا توجد حركة صافية للماء عن طريق الأسموزية ما يمكن أن يتسبب بحدوث الضرر للبلاستيدات الخضراء.

استقصاء عملي ٧-٥: تأثير تركيز ثاني أكسيد الكربون على معدل عملية التمثيل الضوئي

الأهداف التعليمية

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.
- تقييم الأساليب واقتراح التحسينات.

المدّة

يجب أن يستغرق تنفيذ هذا الاستقصاء العملي نحو (60-90) دقيقة. بالإضافة إلى نحو 45 دقيقة إضافية لإنجاز تحليل النتائج.

توجيهات حول الاستقصاء

- سيحتاج الطلبة إلى فهم دور ثاني أكسيد الكربون في عملية التمثيل الضوئي، وأن تركيز ثاني أكسيد الكربون يمكن أن يشكل عاملًا محددًا لمعدل عملية التمثيل الضوئي.
- يجب توضيح تقنيات ملء المحاقن بمحلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية، وكيفية إزالة فقاعات الأكسجين من أقراص الأوراق.
- يجب شراء أوراق النباتات (مثل السبانخ أو الملفوف الأخضر) عالية الجودة مسبقًا.
- يجب القيام بالتجربة مسبقًا للتأكد من أن الأوراق المختارة قادرة على القيام بعملية التمثيل الضوئي.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- عشر أوراق من نبات مناسب (السبانخ أو الملفوف الأخضر)
- محقن 5 mL
- مثقب الفلين أو قشة
- محلول من كربونات الصوديوم الهيدروجينية بتركيز (1 mol/L)، 100 mL
- ماء مقطر 100 mL
- ست كؤوس زجاجية، بحجم 50 mL
- صلصال
- مصباح طاولة
- ساعة إيقاف

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- يجب اتباع إجراءات السلامة القياسية في المختبرات دائمًا.
- تُعدّ مادة كربونات الصوديوم الهيدروجينية مادة ذات خطورة قليلة.
- يجب ارتداء النظارات الواقية للعينَين في جميع الأوقات.

الطريقة

انظر الجدول ٧-٧

تركيز محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية mol/L	حجم (1 mol/L) من كربونات الصوديوم الهيدروجينية / mL	حجم الماء المقطر mL/
1.0	10	0
0.8	8	2
0.6	6	4
0.4	4	6
0.2	2	8
0.0	0	10

الجدول ٧-٧

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- ربما لا تطفو بعض أقراص الأوراق بل قد تغوص؛ وإذا تم وضع خمسة أقراص في المحقن، يجب أن يكون عدد الأقراص التي تعمل كافيًا للحصول على متوسط زمني دقيق.

قد يواجه بعض الطلبة صعوبة في قطع أقراص الأوراق، لذا يجب توضيح هذه العملية التقنية.

قد يحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في إجراء الحسابات اللازمة لتحضير المحاليل المخففة، وعلى المعلم التحقق من الحسابات التي أجراها كل طالب قبل أن يبدأ بتحضير المحاليل.

يمكن تكرار التجربة عند قيم مختلفة من شدة الضوء أو درجات الحرارة المختلفة.

يمكن استقصاء أنواع مختلفة من النباتات.

يمكن استخدام الطريقة كتمرين للطلبة على التخطيط لإنتاج خطة تفصيلية لتحديد تأثير شدة الضوء و/أو درجة الحرارة على معدل عملية التمثيل الضوئي.

نتائج عيّنة

انظر الجدول ٧–٨

تركيز محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية / mol/L	الزمن الذي احتاجت إليه أقراص الأوراق لتطفو إلى أعلى المحلول / s					
	1	2	3	4	5	المتوسط
1.0	191	193	194	194	203	195.0
0.8	198	200	210	211	215	206.8
0.6	222	222	231	233	233	228.2
0.4	275	276	293	295	304	288.6
0.2	301	310	319	321	321	314.4
0.0	321	332	333	365	387	347.6

الجدول ٧–٨

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. أ. يجب على الطلبة حساب متوسط الزمن بشكل صحيح وإدراجه في الجدول بمنزلة عشرية واحدة كحد أقصى، كما ينبغي وضع دائرة حول القيم الشاذة وتجاهلها عند حساب المتوسطات. يبيّن الجدول ٧–٨ متوسطات العيّنة.

ب. يجب على الطلبة رسم تمثيل بياني خطي إما بالخط الأنسب أو بربط النقاط بخطوط مستقيمة. انظر الشكل ٧–٥ على سبيل المثال. يجب أن يكون ما يلي صحيحًا:

- تسمية المحور السيني بتركيز كربونات الصوديوم الهيدروجينية mol /L.
- تسمية المحور الصادي بمتوسط الزمن الذي تحتاج إليه أقراص الأوراق لتطفو إلى أعلى المحلول/ s.
- جميع النقاط موضوعة بشكل صحيح (± نصف مربع صغير).
- مقاييس خطية تتيح إمكانية تغطية النقاط لنصف الشبكة.

الشكل ٧–٥

٢. يجب على الطلبة وصف التمثيل البياني بشكل صحيح وتحديد أي نقاط فيها تحوّل؛ على سبيل المثال:

- مع زيادة تركيز كربونات الصوديوم الهيدروجينية، يقل متوسط الزمن الذي تستغرقه الأقراص في الطفو.
- عند تركيز يبلغ نحو 0.8 mol /L، يبدأ التمثيل البياني في الاستقرار (الاستواء).

٣. تقوم الأوراق بعملية التمثيل الضوئي وينتج الأكسجين؛ ويملأ الفراغات الهوائية داخل الأوراق، فتنخفض كثافة الأوراق فتطفو.

٤. تزيد كربونات الصوديوم الهيدروجينية من تركيز ثاني أكسيد الكربون، وهو المادة الأولية لعملية التمثيل الضوئي، لذا فإن الكميات الأعلى منه تزيد من معدل عملية التمثيل الضوئي. يبدأ التمثيل البياني في الاستقرار عند التراكيز الأعلى من كربونات الصوديوم الهيدروجينية بسبب وجود عامل آخر محدد لعملية التمثيل الضوئي (مثل شدة الضوء أو درجة الحرارة).

٥. أ. تشمل المتغيرات:

١- طول المحقن.

٢- نوع النبات/ نبات له التركيب الوراثي نفسه.

٣- شدة الضوء/ البعد عن المصباح.

٤- حجم قرص ورقة النبات.

٥- عدد أقراص أوراق النبات.

ب. تشمل المتغيرات غير المعيارية: درجة الحرارة أو الرقم الهيدروجيني (قد تكون هناك متغيرات أخرى مقترحة). ويمكن استخدام درع حراري أمام المصباح أو وضع المحقن في حمّام مائي، كما يمكن إضافة محلول منظم للرقم الهيدروجيني إلى المحلول.

٦. يجب على الطلبة تحديد ما إذا كان هناك أي تراكيز بينها «تداخلات»؛ وإذا كان هناك تداخلات، فإن ذلك سيضعف من صحة الاستنتاج، ومع ذلك، قد تكون القيم المتداخلة قيمًا شاذة. يظهر الجدول ٧-٩ التداخلات في نتائج العيّنة بالخط العريض.

تركيز محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية / mol/L	الزمن الذي احتاجت إليه أقراص الأوراق لتطفو إلى أعلى المحلول / s					
	1	2	3	4	5	المتوسط
1.0	191	193	194	194	**203**	195.0
0.8	**198**	200	210	211	215	206.8
0.6	222	222	231	233	233	228.2
0.4	275	276	293	295	**304**	288.6
0.2	**301**	310	319	321	**321**	314.4
0.0	**321**	332	333	365	387	347.6

الجدول ٧-٩

٧. • إعداد الجهاز نفسه، ولكن في حمّامات مائية مضبوطة عند خمس أو ست درجات حرارة مختلفة.

- قياس الزمن الذي تستغرقه الأقراص الورقية الخمسة لتطفو.

المتغيرات الضابطة:

- التركيز نفسه لمحلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية عند كل درجة حرارة.
- الحجم نفسه من محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية.
- المسافة نفسها من المصباح الكهربائي.
- عدد أقراص الأوراق نفسه.
- الأقراص أخذت من النبات والورقة نفسَيهما.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة:

١. أ. ١. يجب أن تتضمن الإجابات ما يلي:

- ما لا يقل عن خمسة تراكيز مختلفة من محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية بزيادات متساوية، على سبيل المثال: 2، 4، 6، 8، 10
- (الطريقة الصحيحة) لتحضير المحاليل المخففة مع الإشارة إلى استخدام ماصة حجمها 10 mL لقياس الأحجام بين 1 mL و 10 mL / واستخدام ماصة حجمها 1 mL لقياس الحجم بين 0.1 mL و 1.0 mL
- الإشارة إلى تخفيف صحيح واحد على الأقل، على سبيل المثال 5% عبارة عن 5 mL من المحلول الأساسي المركز + 5 mL من الماء المقطر.
- (إشارة إلى استخدام) ثلاث تكرارات للتجربة على الأقل.
- إبقاء المصباح على مسافة ثابتة بعيدًا عن الطحالب.
- استخدام حمّام مائي لوضع أنبوبة الاختبار.
- الإشارة إلى مراقبة التغيرات في درجات الحرارة وضبط درجة الحرارة بإضافة الماء الساخن/ البارد.
- الزمن الذي تستغرقه الكرات لتتحرك المسافة المحددة (على سبيل المثال 10 cm) المقاسة بالمسطرة.

٢. الزمن الذي تستغرقه الكرات لترتفع مسافة محددة.

ب. ١. تم حذف قيمة واحدة للّون الأحمر (376) لأنها شاذة بشكل واضح، حيث إنها خارج النطاق الطبيعي ثم يتم حساب المتوسط الحسابي عن طريق مجموع القيم على عددها.

٢. أولًا، احسب الانحراف المعياري للّون الأزرق.

$$= \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

ابدأ بحساب المقدار $(x - \bar{x})^2$ لكل قيمة

الزمن الذي احتاجت إليه الكرات لترتفع مسافة 10 cm / s (x)	الزمن الذي احتاجت إليه الكرات لترتفع مسافة 10 cm ناقص متوسط الزمن 163.5 / s $(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
122	− 41.5	1722.25
144	− 19.5	380.25
157	− 6.5	42.25
157	− 6.5	42.25
167	3.5	12.25
168	4.5	20.25
175	11.5	132.25
179	15.5	240.25
181	17.5	306.25
185	21.5	462.25

اجمع قيم المقدار $(x - \bar{x})^2$:

$$\Sigma (x - \bar{x})^2 = 3360.5$$

اقسم النتيجة أعلاه على

$$n - 1 = 9$$

$$\frac{\Sigma (x - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{3360.5}{9} = 373.4$$

جد الجذر التربيعي للقيمة الناتجة لتحصل على الانحراف المعياري:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma (x - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{3360.5}{9}}$$
$$= \sqrt{373.4} = 19.3$$

ثانيًا، احسب الخطأ المعياري

$$SE = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{19.3}{\sqrt{10}} = 6.1$$

امنح درجة واحدة للقيمة الصحيحة الآتية:

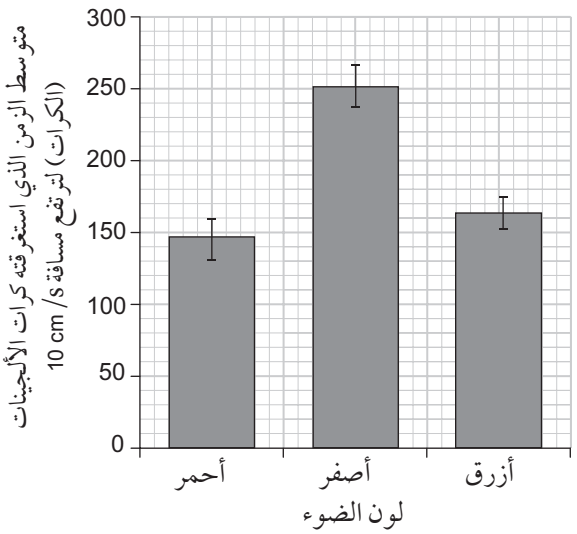
$$\Sigma (x - \bar{x})^2 = 3360.5$$

امنح درجة واحدة للقيمة الصحيحة لقيمة الانحراف المعياري وهي: 19.3

امنح درجة واحدة للقيمة الصحيحة لقيمة الخطأ المعياري وهو: 6.1

٣. مدى تشتت البيانات عن المتوسط الحسابي.

٤.



يجب أن تتضمن الإجابات ما يلي:

- مسميات المحاور: السيني لون الضوء، والصادي الزمن الذي استغرقته كرات الألجينات لترتفع مسافة 10 cm/s
- مقاييس خطية.
- النقاط موضوعة بشكل صحيح.
- إضافة أشرطة الخطأ.

٥. يجب أن تتضمن الإجابات ما يلي:

- اللون الأصفر يختلف عن اللون الأحمر ± الأزرق، حيث إن أشرطة الخطأ لا تتداخل.
- (وبالتالي) يتم رفض الفرضية الصفرية أو أن الفرق مهم.
- لا يوجد اختلاف كبير بين الأزرق و± الأحمر إذ تتداخل أشرطة الخطأ.
- (وبالتالي) لا يتم رفض الفرضية الصفرية أو أن الاختلاف ليس مهمًا.

٢. أ. يجب أن تتضمن الإجابات ما يلي:

- ثاني أكسيد الكربون + RuBP.
- الإشارة إلى 2 (أو 12) GP.
- الإشارة إلى الاختزال عن طريق NADP المُخْتَزَل.
- الإشارة إلى الطاقة من ATP.
- الإشارة إلى TP.
- اقبل تحويل TP إلى RuP (رايبولوز أحادي الفوسفات).
- الفسفرة (من ATP) لتكوين RuBP (من RuP).
- (TP) يستخدم لإنتاج السكريات السداسية أو الجلوكوز أو ما يعادلها.
- يتبلمر/يتكثف الجلوكوز لصنع النشا أو السليلوز أو الأميلوز أو الأميلوبكتين.
- الإشارة إلى بناء ATP و NADP المُخْتَزَل من التفاعلات المعتمدة على الضوء.

ب. يجب أن تتضمن الإجابات ما يلي:

- خلال النهار، ينخفض تركيز ثاني أكسيد الكربون.
- ارتفاع شدة الضوء تؤدي إلى ارتفاع معدل عملية التمثيل الضوئي.
- معدل عملية التمثيل الضوئي أكبر من معدل عملية التنفُّس (يقبل العكس ليلًا).
- يوجد المزيد من الأوراق في الأعلى، وبالتالي ستستهلك ثاني أكسيد الكربون ويرتفع معدل التمثيل الضوئي.
- الكائنات الحية في التربة أو الحيوانات التي تعيش في التربة، تتنفس عند مستوى الأرض وتطلق ثاني أكسيد الكربون/ CO_2.
- تحلل الأوراق الميتة (أو ما يعادل ذلك) أو الإشارة إلى البكتيريا أو الفطريات المحللة في التربة.

٣. أ. يجب أن تتضمن الإجابات ما يلي:

- في نبات الظل يكون معدل إطلاق الأكسجين أعلى عند شدة الضوء المنخفضة.
- كلا النباتين يزداد به معدل إطلاق الأكسجين مع زيادة شدة الضوء.
- نبات الشمس يستقر (يثبت) (أو ما يعادل ذلك) عند شدة الضوء الأعلى (يقبل العكس).
- في نبات الشمس يكون معدل إطلاق الأكسجين أعلى عند شدة الضوء العالية.
- لدى نبات الشمس مستويات إطلاق (سلبي) أكبر من الأكسجين عند قيم شدة الإضاءة المنخفضة، أو أنه يستهلك المزيد من الأكسجين.

ب. يجب أن تتضمن الإجابات ما يلي:

- عند شدة الإضاءة المنخفضة يكون هناك محصلة / صافي امتصاص للأكسجين.
- معدل تنفُّس النبات أسرع من معدل عملية التمثيل الضوئي.
- عند محصلة/صافي معدل إطلاق الأكسجين قيمتها / قيمته صفر (لا يوجد إطلاق للأكسجين) فإن معدل عملية التمثيل الضوئي = معدل عملية التنفُّس.
- يوفر الضوء الطاقة اللازمة لأكسدة الكلوروفيل أو إطلاق الإلكترونات (أو ما يعادل ذلك).
- زيادة معدل التحلل الضوئي للماء وإطلاق الأكسجين.
- عند قيم شدة الإضاءة العالية، هناك عامل آخر (أو ذكر الاسم الصحيح للعامل) هو المحدد للمعدل.

ج. صحح في أزواج: درجة واحدة للتكيف والأخرى للشرح.

لنبات الظل معدل تنفُّس أقل، لذلك يتم استخدام كمية أقل من الأكسجين أو لنبات الشمس معدل تنفُّس أعلى، لذلك يتم استخدام المزيد من الأكسجين.

تحتوي نباتات الظل على صبغات ملحقة أكثر حساسية للضوء، أو وجود صبغات ملحقة مختلفة قادرة على التقاط المزيد من الأطوال الموجية من الضوء، أو وجود صبغات ملحقة قادرة على امتصاص الأطوال الموجية عند قيم شدة ضوء أقل.

تحتوي نباتات الظل على كميات أكبر من الكلوروفيل، لذلك يتم امتصاص المزيد من الضوء، أو تنعكس كميات أقل من الضوء، أو يتم إطلاقها .

اقبل أي تكيُّف وتفسير معقولَين آخرين كدرجة مقترنة؛ على سبيل المثال فكرة وجود «عدسات» في الأوراق تقوم بتركيز الضوء على خلايا النسيج الوسطي العمادي.

٤. أ. الكلوروفيل *a* هو الصبغة الأساسية التي تمتص الطاقة الضوئية، ما يسبب أكسدة جزيئاته أو فقدانها للإلكترونات. ويمتلك الكلوروفيل *a* ذروة امتصاص حول لوني الضوء الأحمر والأزرق. تمتص الصبغات الأساسية الأطوال الموجية الأخرى للضوء، وتمرر الطاقة الضوئية إلى الصبغات الأولية بسبب التوهج. وتحمي الأصباغ الملحقة الكلوروفيل من الأكسدة الزائدة أو التلف عند شدة الضوء العالية. الإشارة إلى المسمى الصحيح لصبغة ملحقة (مثل الكاروتين أو الزانثوفيل).

ب. أول خمسة أمتار (2 ± متر) من الماء تحتوي على الضوء الأحمر والأزرق والأصفر والأخضر، أو لا توجد أطوال موجية مفقودة.

تحتوي الطحالب الخضراء على الكلوروفيل، لذلك يمكنها امتصاص اللون الأحمر والأزرق.

على عمق يزيد عن خمسة أمتار (2 ± متر). لا يوجد ضوء أحمر أو يتم امتصاص الضوء الأحمر بالكامل في الأمتار الخمسة الأولى.

تمتلك الطحالب البنية صبغة الفيكوسيانين التي تقوم بامتصاص الضوء الأصفر و/أو الأخضر.

تحتوي الطحالب الحمراء على الفيكوسيانين، والفيكوارثرين، والكاروتينات لامتصاص المزيد من الضوء الأزرق في الأعماق التي تزيد عن 30 مترًا (2± متر).

فكرة أن الصبغات الإضافية يجب أن «تكلف» المزيد من الطاقة، لذا يكون عددها وعدد جزيئاتها أقل على السطح (سطح المحيطات).

٥. أ.
- **A** ثايلاكويد أو جرانوم أو جرانا
- **B** النشا (حبيبة)
- **C** الستروما

ب. ١. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:
- ثاني أكسيد الكربون (المشع) المرتبط بجزيئات RuBP.
- صنع (بناء) GP × 2.
- تحول GP إلى TP.
- إعادة تدوير TP إلى RuBP.
- (فكرة أن) دمج المزيد من الكربون الموسوم إشعاعيًا في RuBP الموسوم إشعاعيًا كذلك.
- يتشبع أو يستوي (يستقر) عندما تصبح جميع ذرات الكربون في RuBP أو GP موسومة شعاعيًا.

٢. يجب أن تتضمن الإجابات ما يلي:
- لا مزيد من ATP
- انخفاض NADP المُخْتَزَل
- (يتراكم GP بسبب) توقف تحويل GP إلى TP
- (ينخفض تركيز RuBP) حيث لا يمكن تحويل RuP إلى RuBP
- $RuBP + CO_2$ لا يتطلب ATP أو NADP المُخْتَزَل.

الوحدة الثامنة

الأمراض المعدية والمناعة

نظرة عامة

- تقدم هذه الوحدة موضوع الأمراض المعدية والمناعة مع التركيز بشكل خاص على أمراض الملاريا و HIV/الإيدز و (TB). من المحتمل أن يكون الطلبة قد سمعوا عن بعض هذه الأمراض أو جميعها، لكن من غير المرجح أن يكونوا على دراية بمسبباتها المرضية وأعراضها. تُبنى هذه الوحدة على موضوعات تركيب الخلية والجزيئات الحيوية والانقسام المتساوي والنقل في الثدييات التي دُرست في الصف الحادي عشر. وهي تؤكد على المفهوم الرئيسي أن الخلايا ديناميكية. تساعد الكيمياء الحيوية وعلم البيولوجيا الجزيئية في تفسير كيفية عمل الخلايا وسبب عملها. كما يتعرّف الطلبة وظائف الخلايا المتخصصة في جهاز المناعة، ويستكشفون مفهوم المناعة السلبية والمناعة الإيجابية التي تحدث عن طريق التعرض الطبيعي لمسبب مرضي أو التطعيم.
- لا تتوافر فرص للجانب العملي في هذه الوحدة. ومع ذلك، سينمذج الطلبة عمل الخلايا في جهاز المناعة، وتحليل البيانات التجريبية وتفسيرها وتقييمها. بالمقابل تتوافر فرص لتطوير المهارات الحسابية المرتبطة في التعبير عن الأرقام الكبيرة بشكل قياسي، وحساب النسبة المئوية للتغيرات.
- يُرجى ملاحظة أن الإحصائيات حول الأمراض وأسماء الأدوية يتم عرضها في هذه الوحدة بهدف إثارة اهتمام الطلبة في التعلم وتزويدهم بسياق علمي يبيّن جهود العلماء في الوقاية من الأمراض وعلاجها. لن يُطلب إلى الطلبة حفظ أو تذكر هذه الإحصائيات أو أسماء الأدوية في امتحاناتهم.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
٨–١ ٨–٢ ٨–٣ ٨–٤	٨–١ الأمراض المعدية	٦	• قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة • العلوم ضمن سياقها: دحر الملاريا • الأشكال من ٨–١ إلى ٨–٣ • الصور من ٨–١ إلى ٨–٩ • الجداول من ٨–١ إلى ٨–٥ • الأسئلة من ١ إلى ١٤ • أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ١٦	• نشاط ٨–١: أنواع الأمراض المعدية • نشاط ٨–٢: HIV/ الإيدز • أسئلة نهاية الوحدة: ١ و٢ و٣
٨–٥ ٨–٦	٨–٢ المضادات الحيوية	٣	• الأشكال من ٨–٤ إلى ٨–٦ • الصورة ٨–١٠ • الجدول ٨–٦ • الأسئلة من ١٥ إلى ١٩ • أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٨	• نشاط ٨–٣: مقاومة المضادات الحيوية • أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٧

٧-٨	٣-٨ الدفاعات ضد المرض	١	• السؤال ٢٠	
٨-٨ ٩-٨ ١٠-٨ ١١-٨	٤-٨ خلايا جهاز المناعة	٤	• الأشكال من ٧-٨ إلى ١٥-٨ • الصور من ١١-٨ إلى ١٣-٨ • الأسئلة من ٢١ إلى ٣٩ • أسئلة نهاية الوحدة: ٩ و ١٠ و ١١ و ١٣، و ١٤ و ١٥	• نشاط ٨-٤: كتابة إجابة جيدة للاستجابة المناعية • أسئلة نهاية الوحدة: ٥ و ٦ و ٨ و ١٠
١٢-٨ ١٣-٨ ١٤-٨	٥-٨ المناعة الإيجابية والمناعة السلبية	٤	• الأشكال من ١٦-٨ إلى ١٨-٨ • الصورة ١٤-٨ • الجدول ٧-٨ • الأسئلة من ٤٠ إلى ٤٦ • أسئلة نهاية الوحدة: ١٢	• نشاط ٨-٥: اختيار النوع المناسب من التمثيل البياني • نشاط ٨-٦ : عرض وتحليل البيانات عن اللبأ • نشاط ٨-٧: تحديد فاعلية اللقاح • أسئلة نهاية الوحدة: ٩

الموضوع ٨-١: الأمراض المعدية

يقدم هذا الموضوع مفهوم الأمراض المعدية ويركز على ثلاثة أمثلة عند الإنسان وكيفية انتقالها.

الأهداف التعليمية

٨-١ يذكر أن الأمراض المعدية تسببها مسببات مرضية وهي قابلة للانتقال.

٨-٢ يذكر اسم ونوع المسبب المرضي الذي يسبب كل من الأمراض الآتية:

- الملاريا- يسببها طفيليات بلازموديوم فالسيباروم، وبلازموديوم ملاريا، وبلازموديوم أوفال، وبلازموديوم فيفاكس
- HIV/الإيدز - يسببه فيروس نقص المناعة البشرية (HIV)
- السل (TB) - تسببه بكتيريا المُتَفَطِّرة السُّلِّيّة وبكتيريا المُتَفَطِّرة البقرية.

٨-٣ يشرح كيفية انتقال الملاريا، وHIV، والسّل.

٨-٤ يناقش العوامل البيولوجية والاجتماعية والاقتصادية الواجب مراعاتها للوقاية من الملاريا، وHIV/الإيدز، والسل، والسيطرة عليها. (تفاصيل دورة حياة طفيلي الملاريا ليست مطلوبة).

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ست حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة	• أسئلة مرتبطة بالطفيليات البشرية والأمراض المعدية
	العلوم ضمن سياقها	• دحر الملاريا
	الأشكال من ٨–١ إلى ٨–٣	• الأشكال المرتبطة بالأمراض المعدية
	الصور من ٨–١ إلى ٨–٩	• الصور المرتبطة بالأمراض المعدية
	الجداول من ٨–١ إلى ٨–٥	• الجداول التي تبيّن تفاصيل الأمراض المعدية
	الأسئلة من ١إلى ١٤	• الأسئلة المرتبطة بالأمراض المعدية
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ١٦	• الأسئلة المرتبطة بالأمراض المعدية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٨–١	• أنواع الأمراض المعدية
	النشاط ٨–٢	• HIV/الإيدز
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و٣	• الأسئلة المرتبطة بالأمراض المعدية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- من الشائع أن يستخدم الطلبة اسم المرض عند سؤالهم عن الاسم العلمي لمسبب المرض، وهذا غير كافٍ، على سبيل المثال، يقولون «بكتيريا السل»، والصحيح المُتَفَطِّرة السُلِّيّة *Mycobacterium tuberculosis* والمُتَفَطِّرة البقرية *Mycobacterium bovis*.
- القول إن الفيروسات سبب للإصابة بالملاريا والسل مفهوم خاطئ شائع.
- من الشائع أن يخلط الطلبة بين المصطلحين (**HIV**) و (**AIDS**) الإيدز.
- يجب أن تكون التهجئة صحيحة لمسببي مرضَي الملاريا و (TB)، والتي غالبًا ما تكون خاطئة.
- يخلط الطلبة أحيانًا بين المسبب المرضي (على سبيل المثال البلازموديوم *Plasmodium sp*) وناقل المرض (على سبيل المثال بعوضة أنوفيليس *Anopheles sp*).
- من الشائع أن يخلط الطلبة بين مسبب أو أعراض الملاريا، وفقر الدم المنجلي، والذي هو مرض غير معدٍ ورد في الوحدة الثانية. يمكن أن يحدث ذلك نظرًا إلى ترابطهما، وهو أمر يقع فيه العديد من الطلبة.

أنشطة تمهيدية

يتمثل مفتاح النجاح هنا في مساعدة الطلبة على تذكر بعض الاختلافات بين تراكيب الخلايا حقيقية النواة والخلايا بدائية النواة والفيروسات. وقد درس الطلبة عن ذلك في الوحدة الأولى من الصف الحادي عشر.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اطلب إلى الطلبة قراءة محتوى **العلوم ضمن سياقها** الواردة في بداية الوحدة الثامنة من كتاب الطالب، حول **الشراكة العالمية لدحر الملاريا**. نفذ نشاط "فكر، شارك زميلك، شارك الصف" للإجابة عن الأسئلة الآتية التي تتدرج من منخفضة الصعوبة إلى عالية الصعوبة. واطلب إليهم ذكر الأفعال الإجرائية المناسبة (**الواردة بين قوسين**) لربط هذا النشاط بشكل مباشر أكثر مع أسئلة نهاية الوحدة:

- ما هي الملاريا؟ (**اذكر**).
- أين تتفشى الملاريا في العالم؟ (**اكتب قائمة**).
- ما المقصود بـ «قابل للانتقال»؟ (**صِف**).
- ما الذي يجري عمله لمكافحة انتشار الملاريا؟ ولماذا؟ (**اشرح**).
- هل يمكنك التفكير في أمراض أخرى يمكن مكافحتها بهذه الطريقة؟ (**اقترح**).

› **أفكار للتقويم:** أدر مناقشة صفية من خلال سؤال عدة ثنائيات من الطلبة عن أفكارهم، طالبًا إليهم التفكير في فكرة واحدة لم يطرحها الثنائي.

٢ فكرة (ب)

استعرض الفرق بين الأمراض المعدية والأمراض غير المعدية من خلال الطلب إلى الطلبة كتابة قائمة بالأمراض الشائعة على السبورة. من المرجح أن تشمل القائمة الأمراض الواردة في هذه الوحدة، وأمراضًا أخرى (الحصبة، حمّى الضنك، كوفيد-١٩)، وأمراضًا غير معدية مثل الإسقربوط وسرطان الدم وفقر الدم المنجلي. استعرض ما كتبه الطلبة، واطلب إليهم مقارنة أوجه التشابه بينها (على سبيل المثال، يؤثر فقر الدم المنجلي والملاريا وسرطان الدم بطريقة أو بأخرى على الدم).

› **أفكار للتقويم:** ارسم دائرة حول الأمراض التي تكرر ورودها كثيرًا في هذه الوحدة، واطلب إلى الطلبة كتابة أكبر عدد ممكن من المصطلحات العلمية المرتبطة بها، والتي يمكن التفكير فيها (اذكر أول مصطلحين أو ثلاثة مصطلحات، على سبيل المثال: مُعدٍ، قابل للانتقال).

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ تكوين خريطة مفاهيمية (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة تكوين خريطة مفاهيمية لتبيان الاختلافات والتشابهات بين مسببات الأمراض والأعراض التي تسببها في العائل. انظر إلى الخرائط المفاهيمية المكتملة، واطلب إلى كل مجموعة تقديم عرض لمدة دقيقة واحدة تصف فيه ما عملوه، وسبب استخدام الروابط الموجودة فيها. ما الذي وجدوه سهلًا/ صعبًا في هذا النشاط؟ يجد العديد من الطلبة صعوبة في هذا النوع من الأنشطة، لكنهم سيشعرون بامتلاك هذا النوع من التعلم إذا أنجزوا المطلوب.

› **أفكار للتقويم:** اطرح مجموعة من الأسئلة المفصلية لاستنباط مهارات التفكير العليا لدى الطلبة. يتمثل أحد الخيارات بالطلب إليهم مقارنة المصطلحات العلمية الأساسية لتعزيز معرفتهم بالتعريفات الأساسية، بما في ذلك:

- المُتَفَطِّرة السُلِّيّة/بلازموديوم فالسيباروم.
- (HIV)/ المُتَفَطِّرة البقرية.
- بلازموديوم ملاريا /(HIV).

٢ سيرة مرض (٦٠ دقيقة)

زوّد الطلبة بإطار «شريط رسوم متحركة» فارغ يتكوّن من خمسة إلى عشرة صناديق مرتبة بجوار بعضها على شكل خط، واطلب إليهم استخدام كتاب الطالب والإنترنت لإجراء بحث حول الأمراض المعدية، بحيث يرسمون رسمًا تخطيطيًا تقريبيًا في كل صندوق يوضح كيفية انتقال أحد الأمراض المعدية الواردة في المنهج من إنسان إلى آخر. على سبيل المثال، قد يوضح الطلبة كيف يتعرض شخص مصاب بالملاريا للدغة بعوضة وانتقال طفيل بلازموديوم فالسيباروم *P. falciparum* إلى القناة الهضمية للبعوض، ودورة حياة الطفيل في البعوض، ثم انتقاله بعد ذلك إلى شخص آخر غير مصاب. تأكد من أن الطلبة يركزون على روايات مختلفة، ثم اعرض عملهم بتثبيته على الحائط أو بخيط يكون بمثابة «حبل الغسيل» كجزء من نشاط «المتجر». يمكن لاحقًا تصوير الأعمال وتجميعها في كتيب كمرجع مستقبلي.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة التجول في غرفة الصف لمدة ١٠ – ١٥ دقيقة للاطلاع على أعمال زملائهم، ثم كتابة مسميات ثلاثة أمراض على ثلاث قطع من الأوراق، اسم واحد على كل ورقة، ليقوم برفع الورقة ذات الإجابة الصحيحة إلى الأعلى أثناء قولك بصوت عالٍ ٢٠ جملة لتقييم فهمهم. قد تشمل الأمثلة ما يأتي:

- ينتشر بشكل شائع عن طريق الاتصال الجنسي (HIV/الإيدز).
- ينتقل عن طريق ناقل (الملاريا).
- بعض الحالات ناجمة عن انتقال العدوى من الحيوان إلى الإنسان (السل).

٣ مناقشة صفية موجهة (٣٠ دقيقة)

ارسم على السبورة جدولًا بثلاثة أعمدة مسمّاة بأسماء الأمراض الثلاثة التي وردت في هذه الوحدة، ثم ابدأ بنشاط "فكر، شارك زميلك، شارك الصف"، مزوّدًا الطلبة بأقلام تعليم بحيث يمكنهم كتابة الكلمات التي يعتقدون أنها ترتبط بانتقال هذه الأمراض. اطلب إلى الطلبة تنفيذ هذا النشاط اعتمادًا على تعلمهم السابق في غضون ثلاث دقائق تقريبًا. يمكن أن تشمل الأمثلة ما يأتي:

- HIV/الإيدز: قد يشير الطلبة إلى الاتصال الجنسي والدم والإبر.
- الملاريا: قد يشير الطلبة إلى البعوض والدم والاحتضان.
- السل: قد يشير الطلبة إلى السعال والماشية والهواء.

أدر مناقشة صفية لحذف المصطلحات التي ليس لها صلة بطرائق انتقال الأمراض، أو الموجودة في العمود غير الصحيح، واستخدم هذا العرض في تنظيم ملاحظات الطلبة حول طريقة انتقال كل مرض.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تكوين مجموعة من أدلة الكلمات المتقاطعة للمصطلحات التي كتبت على السبورة في بداية الحصة. يمكنك اختيار أفضل الإجابات واستخدام تطبيق مولد الكلمات المتقاطعة لإعداد شبكة كلمات متقاطعة لمراجعة الموضوع لاحقًا.

٤ انتقال المرض (١٠ دقائق)

اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات لمناقشة وتحديد عدد المرات التي لمسوا فيها وجوههم أو لمسوا شخصًا آخر أو شيء كان قد لمسه شخص آخر خلال الساعة الماضية. من خلال المناقشة، استخلص إدراك الطلبة بأننا معرضون باستمرار لخطر العدوى من البيئة المحيطة بنا.

يمكن توضيح انتقال الأمراض بتنفيذ نشاط بسيط باستخدام شريحتَين من الخبز. اطلب إلى أحد الطلبة تمرير يديه على أسطح في غرفة الصف، ثم لمس إحدى شريحتَي الخبز، ووضعها في كيس بلاستيكي وإغلاقه بإحكام. ثم اطلب إلى الطالب نفسه غسل يديه بالماء والصابون جيدًا قبل لمس الشريحة الثانية ووضعها في كيس آخر، ثم أغلقهما بإحكام واكتب مسمياتهما، واتركهما جانبًا لمدة أسبوع تقريبًا، أخيرًا افحص شريحتي الخبز لملاحظة أي اختلاف في نمو العفن. يمكن التوسع في النشاط ليشمل شريحة خبز ضابطة وشريحة خبز مسحت على لوحة مفاتيح الكمبيوتر، وثالثة لامستها أيدي استخدمت الهلام المضاد للبكتيريا (معقم اليدين) بدل الصابون كوسيلة تنظيف، ونحو ذلك. يجب التأكيد على أن العفن النامي المرئي هو عبارة عن مجموعة فطريات. ناقش الاختلافات بين ناقلات الفطريات في هذا النشاط وناقلات الأمراض الأخرى، واحرص على ألا تفتح الأكياس في أي وقت، وتخلص منها بشكل آمن بعد الاستخدام.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة التفكير في أي من الأمراض المعدية الثلاثة التي درسوها في هذا الموضوع والذي ينتقل بالاتصال (التلامس) المباشر، ثم كتابة أفكارهم على ورق لاصق، مبتدئين بالعبارة «أعتقد أن ....»، على سبيل المثال، «أعتقد أن عدوى (HIV) يمكن أن تنتقل من شخص إلى آخر بالتلامس المباشر». لا تطلب إليهم تفسير إجاباتهم في هذه المرحلة لأنه سيتم الرجوع إلى هذا النشاط لاحقًا ضمن «تلخيص الأفكار والتأمل فيها».

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة إعداد مفتاح التشعيب الثنائي Dichotomous key ثنائي التفرع لتحديد المسبِّب المرضي من خلال مجموعة خطوات متسلسلة.
- أتح الفرصة للطلبة للتعبير عن مهاراتهم في تنفيذ الرسوم العلمية، طالبًا إليهم رسم بعض الصور المجهرية الضوئية والصور المجهرية الإلكترونية من كتاب الطالب (الصور ٨-٢، ٨-٣، ٨-٥، ٨-٧).
- أدر مناظرة يطلب فيها إلى الطلبة اتخاذ القرار حول الطريقة الأكثر فاعلية للوقاية من الملاريا. قد تشكل المناظرة أساسًا لنشاط «الصف المقلوب» الذي يطلب إلى الطلبة إجراء بحث عن الموضوع كواجب منزلي قبل الحصّة باستخدام كتاب الطالب أو الإنترنت. وقد تشمل الطرائق المقترحة ما يأتي:
  - تقليل أعداد البعوض (بالرش أو المكافحة البيولوجية).
  - تجنّب لدغات البعوض.
  - استخدام الأدوية الوقائية لتقليل نشاط المسبب المرضي.

- اطلب إلى الطلبة تنفيذ النشاط ٨-٢: HIV/الإيدز الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. يركز هذا النشاط على جائحة (HIV) والإيدز، مع تحليل بيانات عالمية مختلفة مرتبطة بـ (HIV) وانتشاره وما يرتبط به من أمراض. يوفر النشاط فرصة لوصف الأنماط في البيانات ويقترح تفسيرًا بما في ذلك الارتباط الملحوظ بين الإصابة بـ (HIV) و (TB)، وعلاج (HIV/الإيدز) بالأدوية المضادة للفيروسات الارتجاعية (فيروسات النسخ العكسي/ الفيروسات القهقرية). تشمل الأسئلة الصعبة حول انتقال المرض أسئلة نهاية الوحدة ٥-٧ الواردة في كتاب الطالب، والتي تطلب إلى الطلبة تحليل البيانات المرتبطة بانتقال (HIV) (السؤال ٥ من أسئلة نهاية الوحدة)، والملاريا (السؤال ٦ من أسئلة نهاية الوحدة)، و(TB) (السؤال ٧ من أسئلة نهاية الوحدة)، واقتراح أسباب الأنماط.
- لتوسيع نطاق التفكير وتعزيز التعلم، اطلب إلى الطلبة إجراء بحث حول السبب في كل من الآتية:
  - لم تنجح تدابير (WHO) في خمسينيات القرن الماضي في القضاء على الملاريا (لكنها نجحت في القضاء على الجدري).
  - تعاني المناطق التي يرتفع فيها معدل انتشار فيروس (HIV) ارتفاع معدل انتشار مرض السل.
  - يُعدّ تتبع المخالطين ضروريًا عند حدوث جائحة جديدة (على سبيل المثال، تفشي فيروس إيبولا في غرب أفريقيا في العقد الماضي، وتفشي كوفيد-19 مؤخرًا).

يمكن الطلب إلى الطلبة بعد إتمام البحث تقديم عرض كمختصين لدقيقتين أو ثلاث دقائق لإفادة الطلبة الآخرين في الصف.

الدعم

- ساعد الطلبة على ترتيب أفكارهم عن طريق تكوين جدول يلخص المعلومات التي وردت في هذا الموضوع، ومن ذلك أسماء الأمراض، ومسببات الأمراض، ونوع الكائن الحي.
- اطلب إلى الطلبة إعداد بطاقات تعليمية تحتوي على صورة لمسبب مرضي على أحد الوجهَين، واسمه على الوجه الآخر.
- زوّد الطلبة في نشاط «سيرة مرض» بالمشهدَين الأول والأخير من شريط رسوم متحركة، واطلب إليهم الربط بينهما بالمشاهد المتبقية. قد يفيد أيضًا الطلب إليهم كتابة «سيرهم الذاتية» من منظور المسبب المرضي، بما يتيح لهم الكتابة بضمير المتكلم؛ على سبيل المثال: «أنا بكتيريوم تسمى المُتَفَطِّرَة السُّلِّيّة *Mycobacterium tuberculosis*، أنتقل من مكان إلى آخر في قطرات الماء المحمولة في الهواء».
- خصص وقتًا لمساعدة الطلبة بالمصطلحات الأساسية في هذا الموضوع، وهي كثيرة، منها: معدل حدوث المرض، والانتشار، والوباء، والجائحة، والوفيات.
- ساعد الطلبة على فهم انتقال المرض عن طريق الإشارة إلى آليات الحد من انتشاره؛ على سبيل المثال، يمكن تقليل انتشار الملاريا عن طريق وضع ناموسيات حول أماكن النوم.
- اطلب إلى الطلبة تنفيذ النشاط ٨-١: أنواع الأمراض المعدية الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. يختبر هذا النشاط معرفة الطلبة المسببات المرضية المختلفة وخصائصها. هذا النشاط منخفض الصعوبة، يوفر للطلبة معلومات لإكمال جدول يدرج فيه اسم مسبب المرض ونوع مسبب المرض وطريقة الانتقال والمظاهر السريرية.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اعمل على إعداد نص مكتوب يلخص خصائص المسببات المرضية التي درسها الطلبة في هذا الموضوع. ضمّن النص خمسة إلى عشرة أخطاء إملائية ومفاهيمية مثل الآتية:
  - **منخفض الصعوبة**: الفيروس يسبب الملاريا.
  - **متوسط الصعوبة**: المُتَفطِّرة فالسيباروم *Mycobacterium falciparum* هي المسبب المرضي للملاريا.
  - **عالي الصعوبة**: الرايبوسومات الموجودة في بلازموديوم فالسيباروم *Plasmodium falciparum* أصغر من تلك الموجودة في المتطفرة فالسيباروم *Mycobacterium falciparum*.

  اطلب إلى الطلبة كشف أكبر عدد ممكن من الأخطاء، ورسم دائرة حولها، وتصويبها. يمكن تحويل هذا النشاط إلى منافسة، وأول من يحدد كل الأخطاء يكون هو الفائز.
- راجع الأفكار التي كتبها الطلبة على أوراق الملاحظات اللاصقة في بداية هذا الموضوع، واطلب إليهم جمع ملاحظاتهم والتفكير فيما إذا كانوا لا يزالون مقتنعين بما كتبوه. لا بأس إن لم يكن الأمر كذلك، أمّا إذا كانوا متمسكين بما كتبوه، فكيف يؤكدون ما تعلموه في هذا الموضوع؟
- اطرح على الطلبة سؤالًا من الأسئلة ١-٣ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة، التي تركز على انتقال الملاريا والسل و HIV، وتتطلب جميعها تحليل بيانات بما ينمي المهارات الحسابية.
- اعرض خرائط للبلدان التي تتوطن فيها الأمراض الثلاثة، واطلب إلى الطلبة تحديدها، ومعرفة كيف توصلوا إلى ذلك.
- يمكن للطلبة إعداد مجموعة من البطاقات التعليمية Flash cards لكل مرض معدٍ ورد في هذه الوحدة. قد تشكل هذه البطاقات أساسًا للعبة ورق، حيث على الطلبة تخمين المسبب المرضي عن طريق سؤالهم عن أدلة. تشمل هذه الأسئلة طرائق الانتقال، والتوزيع العالمي، والخصائص السريرية، وما إلى ذلك.
- اطلب إلى الطلبة طرح سؤال «ما هو السؤال؟» عند إعطاء الإجابة، محدّدًا مجموعة من المصطلحات المكوّنة من كلمة واحدة، والجمل البسيطة ذات الصلة. تشمل الأمثلة ما يأتي:
  - لأنه لا يستطيع البقاء خارج الجسم.

  (قد تكون هذه الجملة إجابة عن «اشرح سبب انتقال فيروس HIV فقط عن طريق الاتصال بين السوائل الجسمية»).
  - لديها مساحة انتشار جغرافية أوسع.

  (قد تكون هذه الجملة إجابة عن السؤال: «ميّز بين عدوى HIV وعدوى الملاريا»).

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يوجد عدد كبير من الأسماء اللاتينية في هذا الموضوع يجب على الطلبة تعرفها، فاكتب المصطلحات العلمية على السبورة، حيث تمثل مشاهدة الطلبة المستمرة لها نشاطًا جديرًا بالاهتمام، ما يعزز من أهميتها، ويساعد على تعرفها.

المهارة الحسابية

توفر الحسابات المرتبطة بنسب حجوم مسببات الأمراض فرصة للطلبة لممارسة المهارات الحسابية، وتوفر دراسة علم الأوبئة العديد من الفرص لدراسة الأعداد الكبيرة من الناس، وبالتالي التدرب على استخدام الأرقام المكتوبة بالشكل القياسي (على سبيل المثال: $10000000 = 1 \times 10^7$ أو ببساطة 10^7)، كما يوفر التمثيل بالرسم البياني للسكان فرصًا لاستخلاص المعلومات والاستكمال الداخلي والاستقراء وحساب قيم نسبة التغير.

الموضوع ٨-٢: المضادات الحيوية

كان البنسلين أول مضاد حيوي تم اكتشافه. يطور هذا الموضوع فهم الطلبة لكيفية عمل البنسلين، ويستكشفون سبب عدم صلاحية البنسلين ومضادات حيوية أخرى للاستخدام نتيجة لتطور سلالات من البكتيريا المسببة للأمراض مقاومة للمضادات الحيوية.

الأهداف التعليمية

٨-٥ يلخص كيف يعمل البنسلين على البكتيريا وسبب عدم تأثير المضادات الحيوية على الفيروسات.

٨-٦ يناقش عواقب مقاومة المضادات الحيوية والخطوات الواجب اتخاذها للحد من تأثيرها.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ثلاث حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٨-٤ إلى ٨-٦	• الأشكال المرتبطة بالمضادات الحيوية
	الصورة ٨-١٠	• الصورة التي تبيّن نمو بكتيريا الإشريكية القولونية على هلام الآجار
	الجدول ٨-٦	• الجدول الذي يبيّن أقطار مناطق التثبيط للمضادات الحيوية
	الأسئلة من ١٥ إلى ١٩	• الأسئلة المرتبطة بالمضادات الحيوية
	أسئلة نهاية الوحدة: ٣ و ٨	• الأسئلة المرتبطة بالمضادات الحيوية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٨-٣	• مقاومة المضادات الحيوية
	أسئلة نهاية الوحدة: ٤ و ٧	• الأسئلة المرتبطة بالمضادات الحيوية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يشير الطلبة في كثير من الأحيان إلى أن المضادات الحيوية تفيد ضد مسببات الأمراض غير البكتيرية.
- يستخدم بعض الطلبة خطأً مصطلح **المناعة** بدل **المقاومة** عند الإشارة إلى تطور مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية.
- غالبًا ما يخلط الطلبة بين مصطلحَي **المضادات الحيوية** و**الأجسام المضادة**.
- يشير الطلبة عادة إلى عمل البنسلين بمصطلحات غامضة تكون أحيانًا غير صحيحة، مثل «إحداث ثقوب» في جدران الخلية البكتيرية.
- غالبًا ما يشير الطلبة خطأً إلى أن المضادات الحيوية تجعل البكتيريا مقاومة، بدلًا من أن البكتيريا تصبح مقاومة من خلال طفرات DNA العشوائية.

أنشطة تمهيدية

قد يعرف الطلبة مصطلح **المضادات الحيوية**، ويعرفون كيف يمكن استخدام هذه الأدوية ضد البكتيريا فقط. ومع ذلك، من غير المرجح أن يعرفوا طريقة عمل المضادات الحيوية أو تفسيرها لتخصصها ضد بكتيريا معيّنة.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

وجّه الطلبة للمشاركة في «دفيئة الأفكار»، طالبًا إليهم العمل في ثنائيات لكتابة ما يعرفونه عن المضادات الحيوية. وبعد دقيقتين إلى ثلاث دقائق من المناقشة، اطلب إلى هذه الثنائيات العمل معًا في مجموعات من أربعة، ثم ثمانيّة لمناقشة ما كتبوه بشكل موسّع والتوصل إلى قائمة متفق عليها من النقاط. اطلب إلى طالب أو طالبين من كل مجموعة كتابة أفكار المجموعة على السبورة لتكوين «خريطة ذهنيّة».

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة نقل الخريطة الذهنية مع كتابة ما يعرفونه «كنت أعرف» بالأخضر، وما هو جديد «المعلومات الجديدة» بالأحمر. يمكن الإشارة إلى ذلك في نهاية الحصة ليعرف الطلبة مدى تقدمهم.

٢ فكرة (ب)

اختر ثلاثة طلبة عشوائيًا، واطلب إليهم القيام بدور المتحدثين باسم ثلاث مجموعات، يناقش أفرادها لمدة دقيقة واحدة فقط ما يعرفونه عن المضادات الحيوية. اطرح مجموعة من خمسة إلى عشرة أسئلة، واطلب إلى أول من يرفع يده من المتحدثين الثلاثة تقديم الإجابات. يمكن أن تشمل الأسئلة ما يأتي:

- متى يصف لك الطبيب المضاد الحيوي؟
- ما نوع مسبب المرض الذي تعمل ضده المضادات الحيوية؟

الهدف من هذا النشاط تقييم مدى معرفة الطلبة بهذا المفهوم.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة رسم رسوم تخطيطية من الذاكرة للمفاهيم التي يغطيها هذا النشاط. قد تشمل هذه الرسوم رسمًا تخطيطيًا بسيطًا للبكتيريوم التي تفقد الماء بسرعة عندما يدخل المضاد الحيوي جدارها الخلوي، أو كيفية تقاسم مقاومة المضادات الحيوية بين خليتَين ناتجتَين من انقسام الخلية البكتيرية.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ تبسيط القصة (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة كتابة وصف لآلية عمل البنسلين كما وردت في كتاب الطالب، بأسلوب يمكن استخدامه لشرح الآلية لطالب أصغر سنًا، في الصف السابع أو الثامن. هذا العمل سيدفع الطلبة إلى تعريف كل مصطلح علمي، ويساعدهم في تقدير الآلية على مستوى أعمق. تأكد من تناول الطلبة للنقاط الآتية.

- تترابط سلاسل ببتيدوجلايكان في جدار الخلية البكتيرية ببعضها بروابط عرضية، ويمنع البنسلين بناء هذه الروابط عن طريق تثبيط الإنزيمات التي تبنيها.
- شرح سبب عدم تسبب الدواء في إتلاف خلايا الإنسان (لا يوجد فيها جدران خلوية)، والخلايا النباتية (لا توجد روابط عرضية بين سلاسل الببتيدوجلايكان في جدار الخلية السليلوزي)، والفيروسات (لا توجد فيها جدران خلوية)، أو الخلايا البكتيرية الناضجة (تم تشكيل الروابط العرضية).

› **أفكار للتقويم:** زوّد الطلبة بمجموعة من الجمل المرقمة التي تصف آلية عمل البنسلين على البكتيريا، بحيث تكون الجمل مركبة بشكل خاطئ، واطلب إليهم إعادة تركيب الجمل بالترتيب الصحيح. ولتوسيع آفاق تفكيرهم، اطلب إلى الطلبة تحديد المراحل التي يحدث فيها التثبيط التنافسي، والمواقع المحددة لهذه الخطوات.

٢ تحويل الكلمات إلى رسوم (٣٠ دقيقة)

يتطلب هذا النشاط تفسير الطلبة لعدد من الخطوات في (أ) الآلية التي يقتل بها البنسلين البكتيريا و (ب) الآلية التي تطورت من خلالها مقاومة المضادات الحيوية في البكتيريا. يمكن للطلبة تعلم وصف هذه الأحداث بالكلمات، ولكن قد يصعب عليهم توضيحها من خلال رسوم تخطيطية، فاطلب إلى الطلبة رسم رسوم تخطيطية أولية لوصف تفاصيل هذه الأحداث ومشاركتها فيما بينهم.

› **أفكار للتقويم:** زوّد الطلبة بأوراق (مقسمة إلى نصفين بحيث تبدو على كل منها شكل قطعة الدومينو) مع مصطلح علمي أساسي على أحد النصفَين وتعريف غير مرتبط بالمصطلح على النصف الآخر. من أمثلة المصطلحات الأساسية المناسبة: **البنسلين**، **الروابط العرضية**، **ببتيدوجلايكان**، **جدار خلوي**، **تثبيط تنافسي**. اطلب إليهم التجول في غرفة الصف لإيجاد الطالب الذي لديه قطعة الدومينو ذات التعريف المناسب للمصطلح، والطالب الذي لديه المصطلح العلمي المناسب للتعريف، ليقوموا في النهاية بترتيب أنفسهم في صف طويل تكون فيه المصطلحات الأساسية والتعريفات متجاورة.

٣ إنتاج كتيّب (٦٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة إعداد قائمة مختصرة تدرج كيفية تقليل الحالات التي تطور فيها البكتيريا مقاومة للمضادات الحيوية. قد تشمل الاقتراحات ما يأتي:

- استخدام المضادات الحيوية فقط عندما يكون ذلك مناسبًا وضروريًا، وعدم وصفها للعدوى الفيروسية.
- تقليل عدد البلدان التي تباع فيها المضادات الحيوية بدون وصفة طبية.
- تجنّب استخدام ما يسمى المضادات الحيوية واسعة الطيف، واستخدام المضاد الحيوي الخاص بالعدوى بدلًا منها (تعرف بالمضادات الحيوية ضيقة الطيف).
- التأكد من عدم احتفاظ المرضى بالمضادات الحيوية غير المستخدمة للتداوي الذاتي لاحقًا.
- تغيير نوع المضاد الحيوي الذي يوصف لبعض الأمراض بحيث لا يوصف المضاد الحيوي نفسه للمرض نفسه دائمًا.
- تجنّب استخدام المضادات الحيوية في الزراعة للوقاية من العدوى بدلًا من علاجها.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة كتابة أقصر جملة ممكنة باستخدام المصطلحات الأساسية الآتية: **التداوي الذاتي**، **الوصفات الطبية**، **العدوى الفيروسية**، **الزراعة**، **التنوع**، **مضادات حيوية واسعة الطيف**. هذه طريقة جيدة لتركيز الطلبة على تطوير مهارات التفكير العليا لفهم معنى هذه المصطلحات بدلًا من مجرد تذكرها. وفّر دعمًا لبعض الطلبة بتزويدهم بمطلع الجملة ونهايتها أو بتقليل عدد المصطلحات المتوقع استخدامها.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- قدم للطلبة عبارة مفتوحة النهاية لمناقشتها؛ على سبيل المثال: «كلما أسأنا استخدام المضادات الحيوية زاد احتمال حدوث طفرة عشوائية تزود البكتيريوم بمقاومة للمضاد الحيوي».
- اطلب إلى الطلبة اقتراح كيفية مقاومة بعض البكتيريا (على سبيل المثال: جدار خلوي أكثر سماكة وغير منفذ، إنزيمات مثل بيتا (β) – لاكتاميز تحلل المضاد الحيوي، وبروتينات تضخ المضاد الحيوي).
- اطلب إلى الطلبة تنفيذ النشاط ٨-٣: مقاومة المضادات الحيوية، الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، والذي يوفر لهم فهمًا لمقاومة المضادات الحيوية والتقنيات المستخدمة لفحص البكتيريا المقاومة. واطلب إليهم شرح أسباب بعض خطوات الطريقة قبل شرح نتائج التجربة. تظهر تقنية التركيز المثبط الأدنى MIC صورة يحتاج الطلبة إلى تفسيرها للإجابة عن أسئلة اختبار التركيز المثبط الأدنى على سلالة من المُتَفَطِّرة السُلِّيّة *M. tuberculosis*. يوفر هذا السؤال أيضًا فرصًا للطلبة لاتخاذ القرار حول أنسب الوسائل لتوفير المبررات المنطقية لخطوات الطريقة وعرض البيانات وتحليل النتائج.

الدعم

زوِّد الطلبة بإطار كتابة يساعدهم في تنفيذ نشاط «إنتاج كتيّب». يجب أن يتضمن هذا الإطار مجموعة جمل نموذجية أزيلت منها المصطلحات الأساسية، ليكملها الطلبة باستخدام بحثهم.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- ركِّز بداية على المضادات الحيوية، ثم شجع الطلبة على المشاركة في لعبة «بنغو» لتعزيز معرفة المصطلحات العلمية التي وردت في الموضوعات السابقة. زوّدهم بشبكة من تسعة مربعات، واكتب على السبورة عشرين مصطلحًا من المصطلحات العلميّة التي درسوها، طالبًا إليهم اختيار تسعة مصطلحات منها بشكل عشوائي ليضعها كل طالب في شبكته، ثم اذكر بصوت عال تعريف كل مصطلح علمي من المصطلحات العشرين بترتيب عشوائي، وأول طالب يضع علامة «صح» يقول «بنغو» ويفوز بالمسابقة.
- «السؤال والإجابة». تقنية مفيدة للاستخدام بعد الانتهاء من الموضوع، فاطلب إلى الطلبة كتابة سؤال عن شيء من هذه الوحدة على شريط ورقي ملوّن، وكتابة إجابته على شريط ورقي ملوّن آخر. نظّم الطلبة في مجموعات من ٦ إلى ٨، ووزّع عليهم الأشرطة، بحيث يحصل كل طالب على سؤال وإجابة، واطلب إلى أحدهم قراءة سؤاله، على أن يقرأ الطالب الذي لديه الإجابة الصحيحة هذه الإجابة، متبوعة بسؤاله.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ساعد الطلبة على فهم معنى المصطلحات العلمية الواردة في هذا الموضوع باستخدام تقنيات مثل «تخمين الكلمة من وصفها»، حيث يعملون في ثنائيات يصف أحدهما المصطلحات العلمية لزميله، لكن من دون استخدام أي قائمة مصطلحات أساسية أخرى. على سبيل المثال، سيكون من الصعب على الطلبة وصف كيفية ظهور مقاومة المضادات الحيوية في البكتيريا من دون استخدام المصطلحات الأساسية الثلاثة: **المضاد الحيوي**، و**المقاومة**، و**الانقسام**.

المهارة الحسابيّة

اطلب إلى الطلبة قياس «مناطق التثبيط /صافية» حول الأقراص المشربة بالمضادات الحيوية عند تنمية البكتيريا على أطباق زراعية، مستخدمًا نصف قطر الدائرة لحساب المساحة.

الموضوع ٨-٣: الدفاعات ضد المرض

يقدم هذا الموضوع فكرة كيف أن الجسم يمتلك أنظمة دفاع خارجية وداخلية، وكيف أن تعرّف (تمييز) الأنتيجينات على المسببات المرضية يؤدي إلى استجابة مناعية نوعية.

الأهداف التعليمية

٨-٧ يشرح المقصود بالأنتيجين ويذكر الاختلافات بين الأنتيجين الذاتي والأنتيجين غير الذاتي.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	السؤال ٢٠	• السؤال المرتبط بالدفاع ضد المرض

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- من الشائع في هذا الموضوع إساءة استخدام المصطلحات العلمية؛ فالقول إن المسبب المرضي هو بكتيريوم ليس صحيحًا دائمًا، والإشارة إلى مواقع ارتباط الأنتيجين Antigen-binding sites على الأجسام المضادة باسم «مستقبلات Receptors» خطأ آخر.
- يشير الطلبة غالبًا إلى كيفية «تطابق Matches» شكل الأنتيجين مع شكل المستقبل، أو الأسوأ من ذلك أن لكليهما الشكل «نفسه». فاطلب إلى الطلبة استخدام المصطلحين **محدد** Specific **ومكمل** Complementary في إجاباتهم (على سبيل المثال، يكون للأنتيجين شكل محدد، ومكمل للمستقبل على سطح غشاء الخلية البلعمية).

أنشطة تمهيدية

درس الطلبة سابقًا جهاز النقل في الثدييات، ويمكنهم معرفة أنواع خلايا الدم البيضاء، ومع ذلك، فإنهم لا يعرفون عملية إشهار الأنتيجين.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اعرض للطلبة صورًا لمسببات مرضية، والتي يمكن أن تشمل بلازموديوم فالسيباروم *Plasmodium falciparum* والمُتَفَطِّرة السُلِّيّة *Mycobacterium tuberculosis* وفيروس HIV، التي درسوها سابقًا، واطلب إليهم العمل في ثنائيات لتحديد الخصائص التي **لا** تتشاركها المسببات المرضية مع خلايا جسم الإنسان. من المرجح أن تشمل هذه الخصائص الشكل والتراكيب الداخلية والحجم. واستخلص من خلال المناقشة أن الجسم لا يمكنه «رؤية» هذه الخصائص، لذا يلزم بدلًا من ذلك وجود أساس جزيئي «للكشف». وأخبرهم أنه توجد جزيئات تسمّى أنتيجينات على سطح جميع الخلايا، وهي تشكل أساس هذا الكشف.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تنفيذ رسوم تخطيطية بسيطة جدًا لهذه المسببات المرضية الثلاثة وخلية إنسان، مع أنتيجينات مبالغ فيها إلى حد كبير، ثم تقديم اقتراحات توضح كيف يمكن للجسم تمييز هذه الجسيمات على أنها غريبة.

الأنشطة الرئيسية

من أنت؟ (٣٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات يقوم فيها أحد الطلبة بدور مسبب مرضي (المزوَّد بالأنتيجينات) والطالب الآخر بدور خلية بلعمية. زوّد الطلبة بمجموعة من العناصر ذات الأسطح الملساء أو الخشنة، والتي تشمل أنابيب اختبار، وكرات لعبة كرة الطاولة، وأقلام جرافيت، وورقًا مجعدًا، وبوليسترين (Polystyrene)، وغلاف فقاعات، ثم أخبرهم أن العناصر الملساء «أنتيجينات ذاتية» والعناصر الخشنة «أنتيجينات غير ذاتية»، مكوّنًا نشاطًا يدرك فيه الطلبة أن التعرف (تمييز الأنتيجين) يمكن أن يعتمد على محفزات غير بصرية. اشرح أنه:

- يمكن للطلبة استخدام الأيدي لتمثيل بروتينات المستقبلات.
- يمثل ملمس/سطح أي عنصر الأنتيجين.

يمكن تطوير النشاط بالتأكيد على عدم قدرة جهاز المناعة في بعض الأحيان على التمييز بين الأنتيجينات الذاتية وغير الذاتية (كما في حالة غلاف الفقاعات)، ما قد يؤدي إلى أمراض المناعة الذاتية.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة إعداد رسم تخطيطي كبير مع مسمياته يوضح مراحل البلعمة، مع التركيز على تمييز الأنتيجين بواسطة الخلايا البلعمية. يجب أن يكون الرسم التخطيطي نسخة مفصلة عن العملية مع المسميات والشروح التوضيحية، ثم اعرض في ختام النشاط مثالًا على السبورة. سيساعد ذلك الطلبة على تحديد ما فاتهم والتعلم من أخطائهم.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اعمل على إعداد قراءات إضافية أو مناقشة المفاهيم ذات الصلة بمحتوى هذا الموضوع مع الطلبة، بما في ذلك ما يأتي:
- التمويه الأنتيجيني Antigenic concealment. هذا ينطبق على المسببات المرضية بما في ذلك (HIV) و تلك التي تسبب الملاريا و (TB). كيف تتجنّب هذه الأنتيجينات البلعمة؟
- الآثار الجانبية ذات الصلة بجهاز المناعة والتي تنتج من العلاج الكيميائي لسرطان الدم وسرطان نخاع العظم. هذا يرتبط بأصل الخلايا البلعمية وخلايا الدم البيضاء الأخرى.
- اضطرابات المناعة الذاتية مثل الوهن العضلي الوبيل والصدفية والتصلب المتعدد. في هذه الأمراض تميز الخلايا البلعمية وخلايا الدم البيضاء الأخرى الأنتيجينات الذاتية على أنها غير ذاتية.

الدعم

- خصص وقتًا لمساعدة الطلبة في المصطلحات الأساسية الكثيرة في هذا الموضوع، بما في ذلك: أنتيجين، أنتيجين ذاتي، وأنتيجين غير ذاتي، وجسم مضاد، واستجابة مناعية.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- ابدأ بنشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف» لتحفيز الطلبة على كتابة جملة على كل من المصطلحات العلمية الجديدة (على سبيل المثال: أنتيجين، بلعمة، أنتيجين ذاتي، أنتيجين غير ذاتي).
- اكتب ثلاثة أو أربعة أسئلة، يفضل أن تكون من نمط الاختيار من متعدّد أو التي تتطلب إجابة قصيرة، ليجيب عنها الطلبة ويسلموها في نهاية الحصة. يمكن أن توفر تقنية «بطاقة الخروج» هذه فرصة للتقويم التكويني، حيث تساعد في تقرير مدى الحاجة إلى مزيد من التعزيز للمادة في الحصة التالية.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يقدم هذا الموضوع مصطلحات علمية جديدة وكثيرة. قد يرغب الطلبة في إعداد قاموس خاص بهم، لتعريف المصطلحات العلمية باستخدام مفرداتهم الخاصة من دون استخدام كتاب الطالب. ويمكنهم بعد ذلك الرجوع إلى كتاب الطالب للتأكد من تعريفاتهم.

المهارة الحسابيّة

أعداد الخلايا التي ينتجها نخاع العظم مرتفعة جدًا، فاطلب إلى الطلبة تحويل هذه الأرقام إلى أرقام قياسية.

الموضوع ٨-٤: خلايا جهاز المناعة

يبحث هذا الموضوع بمزيد من التفصيل في خصائص وعمل خلايا الدم البيضاء في الاستجابة المناعية، ويستكشف الطلبة كيف تبتلع الخلايا البلعمية المسببات المرضية وتحللها، ويتعرّفون على كيفية إبراز الخلايا البلعمية لأجزاء من أنتيجينات المسبب المرضي على خلايا أخرى لبدء الاستجابة المناعية المتخصصة/النوعية. ثم ينتقل الموضوع إلى الخلايا اللمفاوية، ويطور إدراك الطلبة بأن الخلايا اللمفاوية البائية والخلايا اللمفاوية التائية توجد على شكل نسائل بأعداد كبيرة منذ الولادة. يطور الطلبة فهمًا لكيفية بدء الخلايا اللمفاوية استجابة مناعية أولية بعد تمييز الأنتيجين غير الذاتي.

الأهداف التعليمية

٨-٨ يصف طريقة عمل الخلايا البلعمية (الخلايا البلعمية الكبيرة وخلايا الدم البيضاء المتعادلة).

٨-٩ يصف تسلسل الأحداث أثناء الاستجابة المناعية الأولية مع الإشارة إلى أدوار:

- الخلايا البلعمية الكبيرة
- الخلايا اللمفاوية البائية، بما في ذلك الخلايا البلازمية
- الخلايا اللمفاوية التائية، مقتصرًا على الخلايا التائية المساعدة والخلايا التائية القاتلة.

٨-١٠ يشرح دور خلايا الذاكرة في الاستجابة المناعية الثانوية وفي المناعة طويلة الأمد.

٨-١١ يربط التركيب الجزيئي للأجسام المضادة بوظائفها.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع أربع حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٨-٧ إلى ٨-١٥	• الأشكال المرتبطة بخلايا جهاز المناعة
	الصور من ٨-١١ إلى ٨-١٣	• الصور المرتبطة بخلايا جهاز المناعة
	الأسئلة من ٢١ إلى ٣٩	• الأسئلة المرتبطة بخلايا جهاز المناعة
	أسئلة نهاية الوحدة: ٩ و١٠ و ١١ و١٣ و ١٤ و ١٥	• الأسئلة المرتبطة بخلايا جهاز المناعة
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٨-٤	• كتابة إجابة جيدة للاستجابة المناعية
	أسئلة نهاية الوحدة: ٥ و ٦ و ٨ و ١٠	• الأسئلة المرتبطة بخلايا جهاز المناعة

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- أكد على الطلبة أن يكونوا دقيقين عند وصف عمل الخلايا البلعمية التي تبتلع (أو تهضم) المسببات المرضية. يجب ألا يصف الطلبة هذه العملية بأنها «أكل».

- غالبًا ما يخلط الطلبة بين أدوار الخلايا اللمفاوية البائية والتائية. من المهم أن يعرفوا أن الخلايا اللمفاوية البائية فقط تطلق الأجسام المضادة وتحتوي على أجسام مضادة في غشاء سطح الخلية؛ أمّا الخلايا اللمفاوية التائية فتحتوي على بروتينات مستقبلة في غشاء سطح الخلية.
- في الاستجابة المناعية تستجيب فقط خلايا معيّنة من الخلايا التائية المساعدة والخلايا التائية القاتلة (وتسمّى أيضًا الخلايا التائية السامة)، وليس جميع الخلايا.
- الذاكرة المناعية لا علاقة لها بتعلم أو تذكر الخلايا التائية والبائية لمعلومات معيّنة. فعند الاستجابة الأولية لأنتيجين معيّن تنقسم بعض الخلايا البائية والخلايا التائية في النسائل المختارة عن طريق الانقسام المتساوي من دون أن تتطور إلى خلايا بلازمية، ما يزيد من عدد الخلايا الموجودة في النسائل الخاصة بالمسبب المرضي الذي غزا الجسم.
- قد يشير الطلبة إلى احتواء الأجسام المضادة على مواقع نشطة، فاطلب إليهم استخدام المصطلحات العلمية الصحيحة مثل: تحتوي الأجسام المضادة على مواقع ارتباط للأنتيجينات، وتكون مكملة لأنتيجينات معيّنة.

أنشطة تمهيدية

يعرف الطلبة من دراستهم في الصف الحادي عشر أن الأجسام المضادة بروتينات، وقد يعرفون بإيجاز عملية البلعمة، لكن ربما لا يعرفون التمييز بين نوعَي الخلايا اللمفاوية (الخلايا البائية والخلايا التائية)، والتفاعلات بينها أثناء الاستجابة المناعية.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

وفر مجموعة من البطاقات تدرج الأحداث (المراحل /الخطوات) الرئيسية للاستجابة المناعية:

- غزو الجسم بأحد المسببات المرضية.
- إشهار الأنتيجين.
- الانتقاء النسيلي.
- التوسع النسيلي.
- تمايز الخلايا اللمفاوية البائية إلى خلايا بلازمية.
- إفراز جزيئات الأجسام المضادة من النوع المكمل للأنتيجين.
- انقسام الخلايا اللمفاوية البائية المختارة لتكوين نسيلة تتكون من عدد أكبر من خلايا الذاكرة.

اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات لمدة خمس دقائق لتحديد الترتيب المنطقي للمراحل أثناء الاستجابة المناعية.

› **أفكار للتقويم:** رقّم المراحل، واطلب إلى الطلبة عرض ترتيب أرقامهم على سبورة بيضاء تفاعلية، مشجّعًا إياهم على شرح اختياراتهم ومقارنة إجابتهم بإجابة باقي المجموعات.

٢ فكرة (ب)

اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات لكتابة جميع المصطلحات العلمية التي يعرفون أنها مرتبطة بجهاز المناعة. من المرجح أن تبرز مصطلحات علمية مثل خلية الدم البيضاء والجسم المضاد والتطعيم، فاطلب إليهم العمل مع مجموعة ثنائية أخرى وجمع قوائم المصطلحات العلمية بترتيب تسلسلي بناء على مدى فهمهم للمصطلحات. تكون الكلمة الأولى في القائمة للمصطلح الذي يشعر الطلبة بثقة في فهمه جيدًا؛ ويكون ترتيب المصطلحات الأخرى تبعًا لمدى فهمهم لها، بحيث يكون المصطلح الأقل فهمًا هو الأخير.

› **أفكار للتقويم:** أدر مناقشة مع الطلبة لتحديد ثلاثة أو أربعة تعريفات للمصطلحات العلمية التي يجب أن يعرفوها قبل البدء بدراسة الوحدة. سيضمن ذلك بدء جميع الطلبة الموضوع بمستوى متماثل من المصطلحات العلمية والمعرفة.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ إحياء عملية البلعمة (٢٠ دقيقة)

قد يجد الطلبة أحيانًا صعوبة في تصور عملية البلعمة، وقد تفيد الرسوم المتحركة في ذلك، كما في حالة الصور المجهرية الضوئية والصور المجهرية الإلكترونية. كلّف الطلبة إعداد «كتيّب قلاب» يبيّن كيفية حدوث البلعمة، مزوّدًا إياهم بدفتر ملاحظات (يمكن بدل ذلك تدبيس ١٠–٢٠ ورقة صغيرة بإحكام)، ليرسموا رسمًا صغيرًا على كل صفحة، يختلف اختلافًا بسيطًا عن سابقه، بحيث يؤدي التقليب السريع للصفحات إلى تكوين صورة متحركة توضح العملية.

› **أفكار للتقويم:** وزع ثلاث قطع صغيرة جدًا من الصلصال على كل ثنائية من الطلبة، واطلب إليهم نمذجة مراحل في عملية البلعمة، ثم تجول في غرفة الصف لتطلب إليهم وصف وشرح كيفية توضيح نماذجهم للآلية، مقوّمًا مدى فهمهم تقويمًا تكوينيًا.

٢ الجدول الزمني للاستجابة المناعية (٦٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة تكوين جدول زمني يبيّن تسلسل مراحل الاستجابة المناعية الأولية. يمكن تقسيم المهمة بين الطلبة بحيث يعمل كل منهم (على ورقة A3) على مرحلة مختلفة من الاستجابة. سيفيد وضع الأوراق على الحائط بالترتيب الصحيح عند دراسة الاستجابة المناعية الثانوية لاحقًا في هذه السلسلة من المواضيع.

› **أفكار للتقويم:** زوّد كل طالب بورقة ملاحظات لاصقة تحتوي على فعل رئيسي (على سبيل المثال، **تنقسم**، **تنضج**، **تفرز**، **تربط**، **تحفز**) ذات صلة بالموضوع، واطلب إليهم إضافة هذه الأفعال إلى الجدول الزمني في الأماكن الأكثر مناسبة.

٣ التتابع في جهاز المناعة (٣٠ دقيقة)

نفذ مسرحية يؤدّي فيها الطلبة أدوارًا في قصة عن العدوى والاستجابة المناعية الأولية، بحيث يقرر الطلبة من يؤدي دور الخلية اللمفاوية البائية، ومن يؤدي دور الخلية اللمفاوية التائية، ومن يؤدي دور الخلايا التي يبرز منها الأنتيجين. ثمّة حاجة إلى مزيد من الخيال لإظهار كيفية انقسام الخلايا اللمفاوية بالانقسام المتساوي سريعًا عند تحفيزها لتنتج خلايا بلازمية وخلايا لمفاوية تائية نشطة.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة تنفيذ رسوم تخطيطية تقريبية للعب الأدوار تشمل جميع المصطلحات العلمية في هذا الموضوع. بدل ذلك، يمكن أن يحول الطلبة النشاط إلى خمس أو ست جمل موجزة، لمناقشتها في ثنائيات قبل تشاركها مع بقية الطلبة.

٤ الأجسام المضادة والأنتيجينات (٢٠ دقيقة)

وزّع الطلبة للعمل في ثنائيات، واطلب إلى طالب من كل مجموعة أن يكوِّن أشكالاً مختلفة من الصلصال تمثل الأنتيجينات، ويكوّن الطالب الآخر في المجموعة «جزيئات» سترتبط بهذه «الأنتيجينات». استخدم الرسوم التخطيطية لمستقبلات الخلايا التائية، والأجسام المضادة لسطح الخلايا البائية والأجسام المضادة الحرة، لتبيّن لهم أن لهذه الأشكال أشكالاً مكملة لأنتيجينات محددة. يساعد هذا النشاط الطلبة على فهم أن الأشكال ثلاثية الأبعاد المكملة ترتبط ببعضها.

› **أفكار للتقويم:** اعرض تمثيلًا ثنائي الأبعاد لجسم مضاد، مع روابط (جسور) ثنائي الكبريتيد التي تربط بشكل واضح السلاسل الثقيلة والسلاسل الخفيفة معًا، مشيرًا إلى منطقة الجسم المضاد التي ترتبط بها الأنتيجينات، وطالبًا إليهم ضبط نموذج الصلصال ليعكس هذا الرسم التخطيطي.

٥ طي البروتين ووظيفة الأجسام المضادة (٢٠ دقيقة)

اعرض مجموعة من صور جزيئات الأجسام المضادة (على سبيل المثال، الشكلان ٨-١١ و ٨-١٢ الواردان في كتاب الطالب)، واطلب إلى الطلبة في كل حالة تحديد مستويات التنظيم الموضحة. من المحتمل أن تظهر الصور مستويات التراكيب الثالثية والرابعية فقط، لذا اسأل عن المستويات غير المرئية.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة رسم رسوم تخطيطية تقريبية لتركيب الجسم المضاد مع كتابة مسميات تتضمن المصطلحات العلمية: **سلسلة عديد الببتيد خفيفة**، **وسلسلة عديد الببتيد ثقيلة**، **وموقع ارتباط الأنتيجين**، **ورابطة ثنائي الكبريتيد**.

٦ أفكار للأجسام المضادة (٦٠ دقيقة)

اطرح الإشكالية: «كيف تساعد الأجسام المضادة في التغلب على المسبِّبات المرضية؟» يمكنك استخدام الشكل ٨-١٣ الوارد في كتاب الطالب للمساعدة في دعم المناقشة، فاطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات لتكوين قائمة بالطرائق الممكنة، ثم الانضمام في مجموعات من أربعة، ثم ثمانية للمناقشة بشكل أوسع والتوصل إلى قائمة من النقاط متفق عليها. أدر مناقشة صفية لإعداد القائمة النهائية للعوامل (للطرائق الممكنة) على السبورة.

› **أفكار للتقويم:** غطِّ المقترحات في القائمة النهائية الموجودة على السبورة، واطلب إلى الطلبة إعادة إنتاج هذه المعلومات من الذاكرة، طالبًا إليهم إعداد مجموعة رسوم تخطيطية تبيّن الطرائق المتنوعة التي يمكن للأجسام المضادة من خلالها المساعدة في التغلب على المسببات المرضية. اكشف عن المقترحات الأصلية ليتحقق الطلبة من مدى قرب عملهم مما رأوه سابقًا.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اربط المفاهيم من الموضوع السابق مع هذا الموضوع، واطلب إلى الطلبة شرح ما يحدث إذا تلقى شخص دمًا من فصيلة دم خطأ أثناء عملية نقل دم. ساعد الطلبة عند الضرورة بتذكيرهم بالمصطلحَين **أنتيجين ذاتي** و **أنتيجين غير ذاتي**.

- اطلب إلى الطلبة مقارنة الأجسام المضادة مع البروتينات الأخرى ذات التركيب الرابعي (على سبيل المثال، الهيموجلوبين والكولاجين). يمكنهم تكوين جدول مقارنة أو مخطط فن لمقارنة الميزات.
- كلف الطلبة اختيار سؤال من بعض الأسئلة الصعبة لإجراء بحث يساعدهم في الإجابة عنه؛ على سبيل المثال:
  - لماذا تكون النساء سالبات العامل الريزيسي معرضات لخطر ولادة أطفال مصابين بمرض انحلال الدم الوليدي؟
  - لماذا تُعدّ السكريات عديدة التسكر غير مناسبة لتكوين الأجسام المضادة؟
- اطلب إلى الطلبة مقارنة المصطلحات أو المفاهيم العلمية الأساسية لتعزيز معرفتهم بالتعريفات الأساسية، بما في ذلك:
  - (**منخفض الصعوبة**): الأنتيجين والجسم المضاد.
  - (**متوسط الصعوبة**): الببتيد وثنائي الكبريتيد.
  - (**عالي الصعوبة**): مكمل ومحدد.

الدعم

- اطلب إلى الطلبة الإجابة عن السؤال ٥ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة، وهو سؤال مباشر يتطلب التمييز بين أنواع خلايا الدم البيضاء المختلفة من خلال ملاحظة عضياتها، والإجابة عن السؤال ١٠ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب الذي يتطلب ترتيب مراحل عملية البلعمة.
- يوفر نشاط «نمذجة البلعمة» فرصة جيدة للجمع بين قدرات الطلبة المختلفة في الثنائيات للعمل معًا بما يحقق الفائدة المتبادلة لكليهما.
- اعرض رسمًا متحركًا يساعد على تعزيز فهم عملية البلعمة. يمكنك استخدام مقطع الفيديو والرسم المتحرك في الموقعين CELLS alive!: https://www.cellsalive.com/mac.htm

وهذا المقطع من https://www.dnatube.com/video/4378/The-Process-Of-Phagocytosis

- التشبيهات في هذا الموضوع مفيدة، وقد يساعد توفير مسميات للأنواع المختلفة من الخلايا للإشارة إلى دورها، كما يمكن الإشارة إلى هذه الخلايا بتشبيهها بـ «شخصيات كرتونية» تتمتع بمهارات أساسية (على سبيل المثال، الخلايا البلازمية قادرة على إطلاق أسلحة تبحث عن العدو تسمّى الأجسام المضادة").
- السؤال ١٥ من أسئلة نهاية الوحدة الوارد في كتاب الطالب، والسؤال ٨ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة، سؤالان منخفضا الصعوبة، ومرتبطان بآلية الاستجابة المناعية.
- اطلب إلى الطلبة أن يتذكروا المبادئ التي تعلموها عند دراسة عمل الإنزيمات في الصف الحادي عشر: تخصصية الإنزيم لمادته المتفاعلة والأشكال المكملة للموقع النشط والمادة المتفاعلة.
- ذكّر الطلبة أيضًا بعملهم في الصف الحادي عشر حول أغشية الخلايا: ارتباط جزيئات تأشير معيّنة بالمستقبلات المكملة.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- هذا موضوع معقد، ويتضمن العديد من المصطلحات والمفاهيم العلمية الجديدة. اطلب إلى كل طالب في ختام الحصة أن يكتب بشكل محدد شيئًا واحدًا متأكدًا من معرفته، وشيئًا غير متأكد منه، وشيئًا يحتاج إلى معرفة المزيد عنه. يمكن بعد ذلك تنظيم الطلبة في مجموعات تبعًا لمدى تأكدهم من فهم الموضوعات المختلفة، ثم إدارة مناقشة بينهم حول الموضوع.
- اطلب إلى الطلبة التمييز بين المصطلحات العلمية الآتية:
  - خلايا الدم البيضاء المتعادلة والخلايا البلعمية الكبيرة.
  - الفجوة الغذائية والليسوسوم البلعمي.
  - الليسوسوم والليزوزيم.
- كوّن مقطعًا يلخص المجموعة الواسعة من المفاهيم التي درسها الطلبة في هذا الموضوع، مع تضمينه خمسة إلى عشرة أخطاء مقصودة، قد تشمل أخطاء إملائية وأخطاء مفاهيمية، مثل:
  - تفرز الخلايا اللمفاوية التائية المنشطة الأجسام المضادة.
  - الأنتيجينات البارزة للخلايا اللمفاوية البائية مكملة لبروتينات المستقبلات الموجودة على غشاء سطح الخلية اللمفاوية البائية.
  - يحدث التوسع النسيلي قبل الانتقاء النسيلي.

  اطلب إلى الطلبة اكتشاف أكبر عدد ممكن من الأخطاء ورسم دائرة حولها وتصويبها. ستوفر نظرة سريعة على عمل الطلبة فرصة للتقويم التكويني، ما يتيح الحكم على ما إذا كانت هناك ضرورة لمزيد من التعزيز في الموضوع التالي للمحتوى الذي درسه الطلبة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد من المصطلحات العلميّة الأساسية في هذا الموضوع، ويجب أن يتم تعريف العديد منها بوضوح للطلبة. قد يفيد عرض المصطلحات العلمية أثناء الحصة والرجوع إليها بانتظام.

المهارة الحسابيّة

قد يكون عدد الخلايا المشاركة في الاستجابة المناعية مرتفعًا جدًا، وقد يكون عدد الأجسام المضادة التي تطلقها الخلايا البلازمية أثناء الاستجابة المناعية مرتفعًا جدًا أيضًا، فاطلب إلى الطلبة تحويل هذه الأرقام إلى شكل قياسي.

الموضوع ٨- ٥: المناعة الإيجابية والمناعة السلبية

يستكشف هذا الموضوع استجابة جهاز المناعة للعدوى، ويركز على الاستجابة المناعية الثانوية، كما يستكشف كيفية اكتساب المناعة اصطناعيًا عن طريق التطعيم.

الأهداف التعليمية

٨-١٢ يصف الاختلافات بين المناعة الإيجابية والمناعة السلبية وبين المناعة الطبيعية والمناعة الاصطناعية.

٨-١٣ يشرح أن اللقاحات تحتوي على أنتيجينات تحفز الاستجابة المناعية لتوفير مناعة طويلة الأمد.

٨-١٤ يشرح كيف يمكن لبرامج التطعيم المساعدة في السيطرة على انتشار الأمراض المعدية.

المدة المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع أربع حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٨-١٦ إلى ٨-١٨	• الأشكال المرتبطة بالمناعة الإيجابية والمناعة السلبية
	الصورة ٨-١٤	• الصورة التي تبيّن فريق الصليب الأحمر يقدم مواعيد اللقاحات وأماكن توافرها للسكان.
	الجدول ٨-٧	• الجدول الذي يبيّن ميزات المناعة الإيجابية والسلبية
	الأسئلة من ٤٠ إلى ٤٦	• الأسئلة المرتبطة بالمناعة الإيجابية والمناعة السلبية
	أسئلة نهاية الوحدة: ١٢	• الأسئلة المرتبطة بالمناعة الإيجابية والمناعة السلبية
كتاب التجارب العملية والأنشطة	النشاط ٨-٥	• اختيار النوع المناسب من التمثيل البياني
	النشاط ٨-٦	• عرض وتحليل البيانات عن اللبأ
	النشاط ٨-٧	• تحديد فاعلية اللقاح
	أسئلة نهاية الوحدة: ٩	• الأسئلة المرتبطة بالمناعة الإيجابية والمناعة السلبية

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يعتقد الطلبة كثيرًا أن التطعيم Vaccination والتمنيع أو التحصين Immunization هما عمل واحد. يوفر التطعيم مناعة إيجابية، ولكن اكتساب التمنيع أو التحصين بشكل إيجابي أو سلبي. على سبيل المثال، قد يعطى المصاب بعد حادث ما أجسامًا مضادة ضد الكزاز (مناعة سلبية) ولقاح الكزاز (مناعة إيجابية).
- يعتقد العديد من الطلبة خطأ أنه يتم توفير المناعة الاصطناعية السلبية عن طريق حقن الأنتيجينات أو المسببات المرضية داخل الجسم.
- من الشائع أن يعتقد الطلبة أن الأجسام المضادة تبقى في الدم مدى حياة الإنسان بعد الاستجابة المناعية الأولية، بدلًا من خلايا الذاكرة.

أنشطة تمهيدية

من المحتمل جدًا أن يعرف الطلبة مصطلح المناعة، وقد يعرفون سبب إعطاء اللقاحات، ومع ذلك، فمن غير المرجح أن يعرفوا كيفية التمييز بين أنواع المناعة المختلفة أو دور خلايا الذاكرة في الاستجابة المناعية الثانوية.

فيما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اعرض برنامج التطعيم الموصى به في سلطنة عمان للرضع والأطفال والمراهقين، ثم قارن البرنامج ببرنامج التطعيم لبلد به مخاطر على الصحة مختلفة جدًا. يحتوي الموقع على الإنترنت Our World in Data https://ourworldindata.org/vaccination على معلومات مفيدة وحديثة عن التطعيم في جميع أنحاء العالم، ومن المفيد الإشارة إليها.

أفكار للتقويم: اطلب إلى الطلبة تقديم اقتراحات لشرح كيف يوفر التطعيم المناعة. ربما جرت الإشارة إلى خلايا الذاكرة في موضوع سابق و/ أو قد يكون الطلبة على علم بها من تعلم سابق.

٢ فكرة (ب)

اعرض للطلبة مجموعة متنوعة من الجمل الختامية والتي تكون «صحيحة دائمًا» أو «صحيحة أحيانًا» أو «خاطئة» بهدف تنشيط المعرفة السابقة. قد تشمل الأمثلة:

- تقي الاستجابة المناعية الثانوية من المخاطر الصحية (**خطأ**).
- تمنع اللقاحات ظهور الأعراض بعد الإصابة (**صحيحة أحيانًا**).
- تحفز اللقاحات الجسم لتكوين خلايا ذاكرة (**صحيحة دائمًا**).

يمكن تزويد الطلبة بورقة مكتوب على أحد وجهَيها كلمة «صحيحة» وعلى الوجه الآخر كلمة «خاطئة» (يمكن الإشارة إلى «صحيحة أحيانًا» عن طريق عدم رفع الورقة). ستكون قادرًا على تقييم جميع الطلبة عندما يرفعون أوراقهم.

أفكار للتقويم: يمكن استخدام هذا النشاط أساسًا للتقويم التكويني للتعلم السابق استعدادًا للمحتوى الذي سيدرسه الطلبة في هذه الوحدة.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ مناقشات تفاعلية للصف بأكمله: وصف وشرح التمثيلات البيانية (٢٠ دقيقة)

زوّد مجموعات الطلبة بسبورة بيضاء صغيرة أو ورقة كبيرة مرسوم عليها محوران، واطلب إليهم من خلال العمل في ثنائيات رسم خطَّين على المحورَين لتوضيح كيف يتغير عدد الأجسام المضادة وعدد خلايا الذاكرة عندما:

- يصاب الإنسان بمرض الحصبة لأول مرة.
- يتلقى الإنسان اللقاح المعزز للحصبة بعد الإصابة الأولى.
- يصاب الإنسان بمرض الحصبة للمرة الثانية.

ناقش الأوصاف المناسبة للتمثيل، وميزها عن الشروحات (تجنب مصطلحات «لماذا» و «لأن»).

› **أفكار للتقويم:** شجع الطلبة على تطوير فهمهم لتمثيلهم البياني بشكل أكبر، مستخدمًا الأسئلة المفصلية التي يمكن استخدامها لقياس الفهم، ومشجعًا إياهم على التنبوء بما سيحدث إذا:

- حقن أنتيجين آخر في مجرى الدم.
- تناول الشخص أدوية مثبطة للمناعة قبل وأثناء الإصابة بالعدوى.

٢ مقارنة أنواع المناعة (٢٠ دقيقة)

كوّن جدولًا لمقارنة المناعة الإيجابية الطبيعية والمناعة الإيجابية الاصطناعية، والمناعة السلبية الطبيعية والمناعة السلبية الاصطناعية. يجب أن تركز نقاط المقارنة على التعرض للأنتيجين، وعلى وجود أو عدم وجود استجابة مناعية، والانتقاء النسيلي، وإفراز الأجسام المضادة بواسطة الخلايا البلازمية وخلايا الذاكرة المناعية. سيشبه هذا الجدول، الجدول ٨-٧ الوارد في كتاب الطالب.

› **أفكار للتقويم:** اعرض بعض الأمثلة على الأمراض المعدية، واطلب إلى الطلبة وضعها في الفئة الصحيحة لنوع المناعة اللازمة. على سبيل المثال، يكتسب معظم الناس مناعة إيجابية طبيعية ضد جدري الماء، لكن قد يكون عليهم الحصول على مناعة سلبية اصطناعية إذا تعرضوا لعضّة حيوان مسعور (مصاب بداء الكلب).

٣ مناقشة صفية: القضاء على مسببات الأمراض المعدية (٦٠ دقيقة)

ربما يدرك الطلبة أنه أمكن القضاء على مرض الجدري من خلال جهود التطعيم في القرن العشرين، وقد أدى ذلك إلى آمال كبيرة لدور التطعيم في القضاء على العديد من الأمراض. أدر مناقشة مع الطلبة لشرح سبب عدم نجاح التطعيم في القضاء على الحصبة والسل والملاريا، ثم ناقش البرنامج الحالي للقضاء على شلل الأطفال (انظر موقع المبادرة العالمية لاستئصال شلل الأطفال Global Polio Eradication Initiative (GPEI) http://www.cambridge.org/links/sastd6055.

ضمّن المناقشة الاعتراضات على اللقاحات - لماذا لا يسمح الآباء بتطعيم أطفالهم؟ قد ترغب في الاطلاع على البرامج الدولية للتطعيم الحالية لجائحة كوفيد-19، وسبب نجاح بعض البلدان في حين أن بلدانًا أخرى أخفقت في هذا المجال.

أفكار للتقويم: اطلب إلى الطلبة كتابة ملخص عن قضية طبية حالية مرتبطة بالتطعيم، على سبيل المثال:

- أصبحت الأمريكيتان خاليتَين من مرض شلل الأطفال منذ أوائل التسعينات. اشرح: لماذا من الضروري تطعيم الأطفال في الأمريكيتين ضد هذا المرض؟
- بالإشارة إلى الشكل ٨-١٨ الوارد في كتاب الطالب، اطلب إلى الطلبة وصف وشرح التغيرات في برامج التطعيم العالمية ضد الحصبة.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- النشاط ٨-٦ الوارد في كتاب الطالب هو نشاط يحتوي على شيء من الصعوبة، يطلب إلى الطلبة تنفيذ تمثيلات بيانية وإجراء حسابات لتحليل البيانات.

- أخبر الطلبة بالمخاطر التي يتعرض لها العاملون في مجال الرعاية الصحية نتيجة «إصابات الوخز بالأبر». يحدث ذلك عندما يتم اختراق جلد الإنسان عرضيًا، عن طريق الخطأ بحقنة استخدمها شخص آخر. اقترح كيف يمكن توفير المناعة السلبية لـ (HIV) للعاملين في مجال الرعاية الصحية الذين تعرضوا لإصابة بوخز الإبر.
- يطلب السؤال ٤٣ الوارد في كتاب الطالب إلى الطلبة شرح الفرق بين المناعة ضد المرض ومقاومة المضادات الحيوية.

الدعم

- وجِّه الطلبة إلى إعداد «بطاقات تعليمية Flash cards» تحتوي على المصطلح الرئيسي أو صورة (على سبيل المثال تظهر حقنة مع الأجسام المضادة لفيروس داء الكلب) على أحد جانبيها، والميزات الرئيسية على الجانب الآخر.
- السؤال ١٢ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب والسؤال ٩ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة هما سؤالان بسيطان يطلبان إلى الطلبة الاعتماد على معرفتهم السابقة عن الاستجابة المناعية الثانوية والتطعيم.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة تكوين مخططات فن Venn لمقارنة الاستجابات المناعية الأولية والثانوية، موضحين أسباب التشابهات والاختلافات في العمليات.
- تتضمن الأسئلة الموجزة التي يمكن طرحها على الطلبة لقياس فهمهم ما يأتي:
  - اشرح: لماذا تعطى اللقاحات عادة في مجرى الدم؟
  - تعطى العديد من لقاحات الأطفال عادة على جرعتين، يفصل بينهما عدة أشهر أو سنوات. اقترح سبب ذلك.
  - تتطفل بعض المسببات المرضية المعدية على خلايا المناعة (مثلًا الملاريا والسل). اشرح: لماذا يجعل ذلك من الصعب تطوير لقاح ناجح.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

ورد عدد كبير من المصطلحات العلميّة الأساسية في هذا الموضوع من مسميات وأفعال، فاطلب إلى الطلبة من خلال العمل في ثنائيات تنفيذ نشاط «تخمين الكلمة من وصفها»، ليصف فيه أحدهما للآخر الكلمات الأساسية من دون استخدام أي مصطلح من قائمة المصطلحات العلمية»؛ على سبيل المثال، يصعب على الطلبة وصف عملية التمنيع أو التحصين من دون استخدام المصطلحات الأساسية الثلاث: التطعيم، خلية الذاكرة، المناعة. اكتب المصطلحات الأساسية على السبورة عند ورودها لتعزيز أهميتها ومساعدة الطلبة على تعرفها.

المهارة الحسابيّة

يمكن تحليل بيانات التطعيم على شكل تمثيلات بيانية أو رسوم معلوماتية (إنفوجرافيك) لتوسيع نطاق معرفة الطلبة بالمهارات الحسابية.

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

- يمكن إدارة النقاش بين الطلبة مع الأخذ بالاعتبار النقاط الآتية:
  - الطفيليات كائنات حية تعيش في داخل جسم العائل أو على سطح جسمه، وهي تستمد مصدر طاقتها عن طريق التغذية على أنسجة جسم العائل.
  - يمكن أن تبدأ المناقشة باستعراض الطفيليات الخارجية على جسم الإنسان مثل البراغيث والقراد والقمل. تبقى هذه الطفيليات حية من خلال تراكيب تمكنها من الالتصاق بجلد العائل وشعره، لذلك يصعب على العائل إزالتها.
  - الطفيليات التي تعرضها هذه الوحدة هي الطفيليات الداخلية التي تعيش في داخل الخلايا (فيروس HIV، والبكتيريا المسببة للسُّل والطفيلي المسبب للملاريا). يجب أن تتصف هذه الطفيليات لتبقى حية بتراكيب تمكنها من توفير الطاقة من العائل، وتفادي الظروف الصعبة في الجسم مثل انخفاض الرقم الهيدروجيني pH في المعدة، وتجنب جهاز المناعة عند الإنسان.
  - الطفيليات التي تسبب ضررًا للكائن الحي هي المسببات المرضية، فإذا كان ضررها كبيرًا بحيث تتسبب في موت الكائن الحي، فيمكنها الانتقال إلى عوائل جديدة.
  - يمكن أن تنتقل الطفيليات الخارجية إلى عوائل جديدة عندما تكون على مقربة منها أو عن طريق الفراش (الأسرّة)، كما يمكن أن تنتقل الطفيليات الداخلية داخل سوائل الجسم مثل الدم والسائل المنوي. وقد ينتقل بعضها عن طريق الطفيليات الخارجية التي تمتص الدم، وتنتقل أخرى عن طريق مياه الشرب أو في الطعام الملوث.
  - بعض الطرائق التي يمكن من خلالها أن يحمي الأفراد أنفسهم من عدوى الطفيليات الضارة:
    - التأكد من إعداد الطعام ومعالجته بدقة؛ على سبيل المثال، الاحتفاظ باللحوم غير المطبوخة في الثلاجة (بالتجميد).
    - التأكد من تحضير الطعام بطريقة صحية.
    - غسل اليدين قبل وبعد تحضير الطعام وقبل تناوله.
    - الالتزام بالنظافة الشخصية؛ على سبيل المثال، غسل اليدين بعد استخدام المرحاض.
    - استخدام المعقمات لتقليل فرص الإصابة بالعدوى عن طريق الجلد.
    - عدم تشارك أدوات النظافة الشخصية، مثل فرشاة الأسنان وشفرات الحلاقة.
    - استخدام المطهرات لتنظيف الأسطح في الحمامات والمطابخ.
    - الالتزام بتطعيم الأطفال وفقًا لبرنامج التطعيم أو التحصين في البلد.
    - معرفة اللقاحات الضرورية عند السفر إلى الخارج.
    - اتخاذ الاحتياطات اللازمة عند الاقتراب من الحيوانات البرية والكلاب والقطط المشردة، على سبيل المثال، البقاء على بعد كاف عنها عند احتمال إصابتها بداء الكلب، وعدم لمسها بأيدٍ عارية.

توجد احتياطات أخرى متضمنة في الوحدة.

العلوم ضمن سياقها: دحر الملاريا

ستعتمد تفاصيل المناقشة على مدى معرفتك بالتكنولوجيا الحديثة، مثل تطبيقاتها في الطب ومكافحة الأمراض.

فيما يأتي بعض الأفكار التي يمكن البحث فيها:

- استخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) لتتبع تفشي الأمراض (الصورة ٨-١). إذ إن تسجيل المكان والزمان الذي حدث فيه تفشي المرض يمكن أن يوفر فكرة للعلماء عن كيفية انتقال مسبب المرض المعدي.
- استخدام الاتصالات الإلكترونية؛ على سبيل المثال، الهواتف المحمولة والبريد الإلكتروني لربط العاملين/المهنيين الصحيين الذين يعملون في المناطق النائية مع العلماء في مؤسسات البحث (على سبيل المثال، الجامعات والمنظمات الوطنية والدولية).
- استخدام قواعد البيانات لتخزين كميات كبيرة من المعلومات حول تفشي المرض.
- استخدام الموارد على شبكة الإنترنت لتوصيل المعلومات حول تفشي المرض مع المنظمات الوطنية والدولية.
- استخدام الذكاء الاصطناعي (AI) لتحليل كافة البيانات التي تجمع حول تفشي المرض.
- استخدام النمذجة الحاسوبية للتنبؤ بالمكان والزمان اللذين يمكن أن يتفشى فيهما المرض.
- استخدام تسلسل DNA للمساعدة في تحديد نوع مسبب المرض.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. أ. تحتوي كل خلية على نواة محاطة بغشاء، كما تحتوي على عضيات محاطة بأغشية مثل الميتوكندريا وجهاز جولجي والشبكة الإندوبلازمية.

ب. ليس للفيروسات تركيب خلوي، إذ يتكوّن كل فيروس من حمض نووي (RNA أو DNA) محاط بغلاف بروتيني/المحفظة. ولبدائية النواة خلايا تحتوي على جدران خلوية، وأغشية خلوية وسيتوبلازم.

٢. تحتوي الفيروسات على حمض نووي (DNA أو RNA) محمي بغلاف بروتيني/المحفظة، يحاط بعضها بغلاف شبيه بغشاء سطح الخلية للخلايا التي تتطفل عليها. لا تستطيع الفيروسات التكاثر من دون أن تدخل الخلايا (بدائية النواة أو حقيقية النواة حسب نوع الفيروس)، وتستخدم «آلياتها» لإنتاج الحمض النووي وبناء البروتين لتكوين جسيمات فيروسية جديدة. أما البكتيريا فلها خلايا تحتوي على جميع الإنزيمات اللازمة لاستمرار الحياة / التكاثر، بما في ذلك إنزيمات التحلل المائي للمواد الغذائية والتنفس وتضاعف DNA وبناء البروتين.

٣. عندما تلدغ أنثى بعوضة الأنوفيليس شخصًا مصابًا وتسحب منه وجبتها الغذائية من الدم، فإنها تأخذ معها بعض أمشاج طفيلي البلازموديوم، التي تتطور إلى المرحلة المعدية فتدخل إلى الغدد اللعابية للبعوضة، وعندما تأخذ البعوضة وجبة دم أخرى من شخص غير مصاب، ينتقل الطفيلي/المراحل المعدية إلى دم الشخص غير المصاب.

٤. البلازموديوم خلية حقيقية النواة، لذا فهو يحتوي على نواة وعضيات. لا تحتوي خلايا الدم الحمراء على نواة (الصورتان ٨-٢ و ٨-٣)، لأنها تُفقد أثناء تطورها من الخلايا الجذعية (تصبح خلايا ناضجة). ولا تحتوي خلايا الدم الحمراء الناضجة على أي عضيات غشائية أيضًا.

٥. أ. ١. بدأت أعداد الحالات وأعداد الوفيات من الملاريا بالانخفاض من عام 2002 م. وكان عدد الحالات بين عامَي 1999 م و 2002 م

10000 حالة سنويًا، وعدد الوفيات 375 حالة تقريبًا سنويًا. وقد انخفض عدد الحالات بحلول عام 2008 م إلى 2000 حالة سنويًا وانخفض عدد الوفيات إلى 25 حالة وفاة سنويًا.

٢. يمكن أن يعود انخفاض عدد الحالات إلى التشخيص الجيد / الأفضل للملاريا، لذا يتلقى الناس العلاج من دون الحاجة إلى دخول المستشفى. وربما أعطيت الأدوية الواقية لأولئك المعرضين لخطر الملاريا في الموسم الذي يكون فيه البعوض أكثر نشاطًا. وربما قد تم تزويد السكان بالناموسيات المشربة / المعالجة بالمبيدات الحشرية والتي يمكن أن تكون قد خفّضت من انتقال المرض، كما أن برامج مكافحة البعوض أصبحت أكثر فاعلية.

٣. يمكن جمع أعداد الأشخاص الذين شخصوا بالملاريا وعدد الناس الذين عولجوا من الملاريا من دون دخول المستشفى.

ب. قد تكون نتائج الاختبارات الأولية خاطئة. تعرف النتائج التي تشير إلى إصابة شخص بالبلازموديوم في حين أنه في الواقع غير مصاب، باسم النتائج الإيجابية الكاذبة (الزائفة)، وبالتالي يمثل إعطاء الأدوية لهم نفقات / تكلفة غير ضرورية.

٦. تشمل العوامل التي تجعل من الصعب مكافحة الملاريا ما يأتي:

- مقاومة البعوض للمبيدات الحشرية.
- صعوبة السيطرة على تكاثر البعوض لأنه يضع بيضه في مسطحات مائية صغيرة.
- مقاومة بعض سلالات البلازموديوم للأدوية المضادة للملاريا مثل الكلوروكين والميفلوكين.

٧. يمكن للإنسان تجنّب التعرض للدغات البعوض، بالنوم تحت الناموسيات المشربة بالمبيدات الحشرية، استخدام المواد الطاردة واستخدام الأدوية المضادة للملاريا كأدوية واقية (لكن ليس تلك التي يقاومها البلازموديوم).

٨. أ. ١. 27.7%، 28% .

تحسب كالآتي:

36.9 – 28.9 = 8

8 ÷ 28.9 = 0.277

0.277 × 100 = 27.7%

أو 28%

٢. يعني «التعايش مع HIV» الأشخاص الذين أصيبوا ب HIV /موجبي HIV / +HIV بما في ذلك أولئك الذين تظهر عليهم أعراض الإيدز والأشخاص الذين لا تظهر عليهم الأعراض مطلقًا.

ب. ١. ازداد العدد التقديري للأشخاص المتعايشين مع HIV بنسبة 28%، من 28.9 مليونًا إلى 36.9 مليونًا، ب 8 ملايين بين عامَي 2000 و 2017 م. وقد ازداد العدد المقدر للأشخاص الذين يتلقون العلاج بنسبة 26.13% من 0.8 مليون إلى 21.7 مليونًا، بواقع 20.9 مليونًا بين 2000 و 2017 م.

ازدادت النسبة التقديرية للسكان المتعايشين مع HIV ويتلقون العلاج من 0.03 إلى 0.59 بين 2000 و 2017 م. وكانت هناك زيادة على أساس سنوي للأرقام المقدرة للتعايش مع HIV، بصرف النظر عن عام 2016 م. ازدادت الأعداد المقدرة ونسبة الأشخاص الذين يتلقون العلاج سنة بعد أخرى.

٢. لم تشخص إصابة العديد من الأشخاص المصابين بـ (HIV). وربما لم تسجل السلطات العديد من الذين تم تشخيصهم. ربما لا تكون البلدان قد بلّغت عن الأعداد نتيجة لعدم جمع

بيانات كافية، قد تكون بعض البلدان بالغت في الأرقام للحصول على مزيد من التمويل من الجهات الدولية المانحة. يمكن تقدير الأعداد من عيّنات صغيرة من السكان، على سبيل المثال، الأشخاص الذين تم فحصهم لـ (HIV).

٩. الاتصال الجنسي الآمن (مثل استخدام الواقي الذكري والعازل الأنثوي)، عدم استخدام الإبر غير المعقمة، تجنب الاتصال الجنسي المحرم (المثلية الجنسية والزنا)، عدم التبرع بالدم في حالة التعرض لخطر الإصابة بـ (HIV)، إجراء فحص دم لكشف أي إصابة بفيروس HIV^+.

١٠. ينتقل فيروس (HIV) عن طريق الدم. ربما لا يكون الدم المتبرع به قد تم فحصه للكشف عن فيروس HIV أو معالجته بالحرارة لـ (HIV).

١١. المعرفة المبكرة بعدوى (HIV) مهمة لكي يتأكد/ يدرك الأشخاص الذين يتعايشون مع (HIV) أنهم يقللون من احتمال نقل الفيروس للآخرين.

١٢. أ. **بعض الاقتراحات:**

- معدل حدوث المرض (TB)/عدد الحالات الجديدة من (TB) لكل 100000 شخص لكل سنة =

= 69000000 ÷ (106000 x 100000)

154 حالة لعام 2018 م.

- عدد حالات (TB) الجديدة المكتشفة للأشخاص المتعايشين مع (HIV) لكل 100000 شخص لكل سنة =

= 10% × 154

15 حالة لعام 2018 م.

- معدل الوفيات/ عدد الوفيات بـ (TB) لكل 100000 شخص لكل سنة =

= 69000000 ÷ (11500 × 100000)

17 حالة لعام 2018 م.

ب. **بعض الاقتراحات:**

- عدد الأشخاص الذين تم تشخيص إصابتهم بـ (TB) والذين بدأوا العلاج في سنة محددة.
- عدد الأشخاص الذين أكملوا العلاج بنجاح في سنة محددة (على سبيل المثال عام 2018 م).
- المدة الزمنية على برنامج العلاج لكل شخص تم علاجه بنجاح (قد يستخدم هذا الحساب متوسط طول الزمن).
- عدد الأشخاص الذين بدأوا برنامج العلاج والذين لم يكملوه (لأنهم فشلوا في جمع العلاجات/ أخذ العلاجات بإشراف طبي/ توفوا/ أسباب أخرى).

١٣. يقلل HIV/الإيدز عدد الخلايا اللمفاوية التائية المساعدة، الأمر الذي يضعف قدرة الجسم على تكوين استجابة مناعية فاعلة ضد HIV وغيره من المسببات المرضية. ثلث عدد سكان العالم تقريبًا مصابون بالمُتَفَطِّرة السُلِّيّة، والذي قد يتطور ليسبب أعراض السل إذا تم إضعاف جهاز المناعة بعدوى HIV.

١٤. **بعض الاحتياطات المقترحة:**

- تجنّب الاتصال الوثيق مع أشخاص يعرف بأن لديهم الشكل النشط للسل (TB). على سبيل المثال تجنب البقاء في السكن المشترك حيث ينام هؤلاء الأشخاص.
- تناول فقط الحليب المبستر أو المعقم أو المعالج بالحرارة الفائقة (UHT) ومنتجات الألبان/ الأجبان المصنوعة من هذه الأنواع من الحليب.
- يجب أن يجري الأشخاص المعرضون لخطر الإصابة بمرض السل (فحص السلين الجلدي (فحص مانتو)) لمعرفة ما إذا كانوا مصابين بالمُتَفَطِّرة السلّية أو المُتَفَطِّرة البقرية قبل

مغادرتهم. وينبغي تكرار الفحص عندما يعودون لمعرفة ما إذا كانوا قد حملوا المرض أثناء السفر.

- استشارة طبيب اختصاصي لمعرفة ما إذا كان ينبغي إعطاؤهم لقاح السل الرئوي.

١٥. لا تحتوي الفيروسات على المواقع المستهدفة / مواقع العمل للمضادات الحيوية. على سبيل المثال، الفيروسات ليست خلايا، لذا ليس لها جدران خلوية. وهي لا تحتوي على آليات خلوية لبناء بروتينات، بل تستخدم الرايبوسومات وإنزيمات من خلايا العائل لبناء بروتيناتها. لا تتداخل المضادات الحيوية المستخدمة لمقاومة العدوى البكتيرية مع بروتينات الإنسان، لذا فإنها لا تثبط تكاثر الفيروسات.

١٦. **بعض الطرائق التي يمكن للبكتيريا أن تقاوم بها آثار المضادات الحيوية:**

- جدار خلوي سميك غير منفذ للمضادات الحيوية.
- بروتينات الغشاء التي تعطل نشاط المضادات الحيوية.
- الإنزيمات التي تحفز تفكك / تكسير المضادات الحيوية (مثل إنزيمات بيتا (β)– لاكتاميز، بما في ذلك البنسيلينيز).
- بروتينات الغشاء التي تضخ المضادات الحيوية إلى خارج الخلية.
- تغير جزء البروتين الذي يرتبط به المضاد الحيوي فتجعل الارتباط غير ممكن.

١٧. تنتشر مقاومة المضادات الحيوية بسرعة بين أنواع البكتيريا المختلفة، مع انتشار استخدام المضادات الحيوية على نطاق واسع، كما في المستشفيات وفي السجون. فقد تطورت بكتيريا المكورات العنقودية الذهبية المقاومة للميثيسيلين (MRSA) بسبب استخدام المضادات الحيوية في المستشفيات وشكلت ضغطًا انتقائيًا. كما تم نقل جينات بين مختلف أنواع البكتيريا؛ على سبيل المثال، طورت البكتيريا الكروية العنقودية المعوية مقاومة للمضاد الحيوي فانكومايسين، والتي انتقلت إلى MRSA. بكتيريا المكورات المعوية مصدر مقاومة الفانكومايسين في المكورة العنقودية الذهبية. MRSA شائعة أيضًا في السجون لأن كثيرًا من المحتجزين فيها يكونون متقاربين وينتقل المرض بسهولة بمجرد وجوده في مثل هذه الأماكن.

١٨. أ. كلما زاد استخدام المضادات الحيوية زادت قدرة البكتيريا المقاومة على البقاء حية وزاد تكاثرها. وفي حالة ندرة / قلة استخدامها ستكون عوامل بيئية أخرى أكثر أهمية في جماعات البكتيريا، ما يقلل من احتمال بقاء البكتيريا المقاومة على قيد الحياة.

ب. تغيير المضاد الحيوي يغير من العوامل البيئية. ستبقى سلالات مختلفة من البكتيريا حية وتتكاثر عندما يُستخدم مضاد حيوي مختلف، الأمر الذي يقلل من احتمال انتشار السلالة المقاومة لكل مضاد حيوي على نطاق واسع.

ج. وجود أي بكتيريوم مفردة مقاومة لنوعَين من المضادات الحيوية هو أقل احتمالًا بكثير من أي مضاد حيوي واحد، بالتالي استخدام مضادَين حيويَّين معًا يقلل من احتمال بقاء أي بكتيريا مقاومة حية.

١٩. B و E منطقتا تثبيط أكبر من الحد الأدنى المطلوب ليكون في النطاق الحساس. يمكن استخدام هذين المضادَين الحيويَين معًا.

٢٠. أ. تنتج خلايا جهاز المناعة في الجسم الأجسام المضادة.

المضادات الحيوية هي الأدوية الطبية التي تُصنع خارج الجسم وتعطى عن طريق الفم أو عن طريق الحقن.

الأجسام المضادة هي بروتينات سكرية (جلايكوبروتينات). المضادات الحيوية ذات تراكيب كيميائية مختلفة، ولا تصنع جميعها من نوع واحد من المادة كما في الأجسام المضادة.

ب. مثال:

تُعدّ خلايا الدم الحمراء من الفصيلة A «أنتيجينات ذاتية» في الشخص الذي فصيلة دمه A، لكنها تُعدّ في الشخص الذي فصيلة دمه B «أنتيجينات غير ذاتية».

ج. جهاز المناعة في شخص فصيلة دمه A يميز خلايا الدم الحمراء من الفصيلة B على أنها أنتيجينات غير ذاتية، وينتج أجسامًا مضادة لـ anti-B/B ما يسبب تخثر الدم المنقول والذي يمكن أن يكون مميتًا.

٢١. تشغل نواة الخلية اللمفاوية معظم مساحة الخلية، ويوجد سيتوبلازم قليل. تحتوي خلايا الدم البيضاء المتعادلة على نواة مفصصة مع كمية أكبر من السيتوبلازم. خلايا الدم البيضاء المتعادلة أكبر من الخلايا اللمفاوية.

٢٢. أ. يبلغ أقصى عرض حقيقي لبكتيريوم

0.8 - 1.0 µm

خطوات العمل:

طول أكبر بكتيريا في الصورة ٨–١٢

= 5 mm (اقبل أي قياس بين (5 - 6 mm))

= 5000 µm

العرض الحقيقي = قياس الصورة ÷ مقدار التكبير

5000 ÷ 6000 = 0.8 µm

اقبل (0.8 – 1.0) µm

ب. (8.3 – 10.0) µm

خطوات العمل:

عرض خلية الدم البيضاء المتعادلة في الصورة ٨–١٢

= 50 mm = 50000 µm

اقبل أي قياس بين 50 و 60 mm

العرض الحقيقي = قياس الصورة ÷ مقدار التكبير

50000 ÷ 6000 = 8.3 µm

اقبل (8.3 – 10.0) µm

٢٣. تحتوي الخلايا على نوى مفصصة.

٢٤. يجب أن يتضمن الشرح النقطتَين الآتيتَين:

- المسببات المرضية كائنات حية تسبب المرض.
- الأنتيجينات مواد، مثل البروتينات، وهي ليست كائنات حية.

تحتوي المسببات المرضية مثل البكتيريا والفيروسات على أنتيجينات على أسطحها. وتحتوي الفيروسات على أنتيجينات قليلة على أسطحها لأنها صغيرة جدًا. بالمقابل تحتوي البكتيريا على الكثير منها. وتطلق بعض المسببات المرضية مواد هي أنتيجينات كالسموم.

٢٥. لا أتفق. تنشيط نسائل معيّنة من الخلايا اللمفاوية يحدث فقط عند تلامس أنتيجين على سطح مسبب مرضي مع المستقبلات على سطح الخلايا البائية.

يشير المصطلح «يختار» إلى أن المسبب المرضي يبحث بنشاط عن الخلايا اللمفاوية المناسبة، وهذا لا يحدث، بل إن التفاعل بين المسبب المرضي والخلايا اللمفاوية يحدث بشكل عشوائي، حيث يمر المسبب المرضي عبر الأماكن التي يوجد فيها أعداد كبيرة من الخلايا اللمفاوية، كما في الطحال والعقد اللمفاوية.

٢٦. توفر مستقبلات الخلايا البائية لكل خلية بائية تخصصيتها. المستقبلات هي بروتينات بشكل محدد مكمل فقط لأنتيجين واحد. وهذا يعني أن جميع الخلايا البائية التي لها التخصصية نفسها (نسيلة الخلايا البائية) ستصبح نشطة فقط عند كشف ذلك الأنتيجين. هذا يعني بالمقابل أنه ستنتج الخلايا البائية فقط ذات الفرصة الأكبر الأجسام المضادة التي سوف ترتبط بالمسبب المرضي الذي يحمل ذلك الأنتيجين. هذا يوفر/ يحفظ الموارد (الأحماض الأمينية اللازمة لتكوين الأجسام المضادة) والطاقة اللازمة لبنائها. يجب أن تعتمد المناقشة على المعرفة بتركيب البروتين وتخصصية الإنزيم- المادة المتفاعلة والتأشير الخلوي من الصف الحادي عشر.

٢٧. يجب أن ينقل التشبيه لفكرة أنه من بين مجموعة كبيرة جدًا من العناصر يوجد عدد قليل منها مكملة لأنتيجين معيّن.
مثال: يبحث برنامج مكافحة الفيروسات الإلكترونية عن فيروس معيّن يوجد فقط في الأجهزة التي «أصيبت» بالفيروس.

٢٨. تحتوي الخلايا البائية في النسيلة Y فقط على مستقبلات بالتخصصية الصحيحة / مكملة لشكل الأنتيجين.

٢٩. 12.3 µm

خطوات العمل:

عرض الخلية البلازمية في الصورة ٨-١٣

= 74 mm = 74000 µm

اقبل 74± 1 mm

$$\text{العرض الحقيقي} = \frac{\text{قياس الصورة}}{\text{مقدار التكبير}}$$

74000 ÷ 6000 = 12.3 µm

اقبل (12.2 - 12.5 µm)

٣٠. أثناء تطور الخلايا البائية/ خلايا B يعاد تنظيم جينات الجسم المضاد ليشفر لجسم مضاد معيّن. ينتج الانقسام المتساوي خلايا متطابقة جينيًا بحيث تحتوي جميع الخلايا في النسيلة التي تطورت من خلية بائية واحدة على DNA نفسه. ستكون الخلايا البلازمية مطابقة للخلية البائية الأصلية وستنتج بالتالي بالضبط جزيئات الأجسام المضادة نفسها. كما ستكون خلايا الذاكرة متطابقة، وبالتالي ستنتج جزيئات الأجسام المضادة نفسها خلال أي استجابة مناعية لاحقة للأنتيجين نفسه.

٣١. سيتوبلازم الخلايا البلازمية مليء بالشبكة الإندوبلازمية الخشنة حيث يحدث بناء البروتين. يوجد جهاز جولجي لتعديل البروتينات لتصبح جزيئات أجسام مضادة، وتعبئتها في حويصلات للإخراج الخلوي. توفر الميتوكندريا الطاقة لبناء البروتين وحركة الحويصلات إلى غشاء سطح الخلية لتفرز بالإخراج الخلوي.

٣٢. الاستجابة المناعية الثانوية أسرع وتنتج تركيزًا أعلى من جزيئات الجسم المضاد مقارنة بالاستجابة المناعية الأولية.

٣٣. الاستجابة المناعية الأولية للأنتيجين بطيئة، ويمكن أن تأخذ عدة أسابيع لتنتج ما يكفي من جزيئات الجسم المضاد لمحاربة العدوى بفاعلية. تظهر عادة خلال هذا الوقت أعراض المرض.

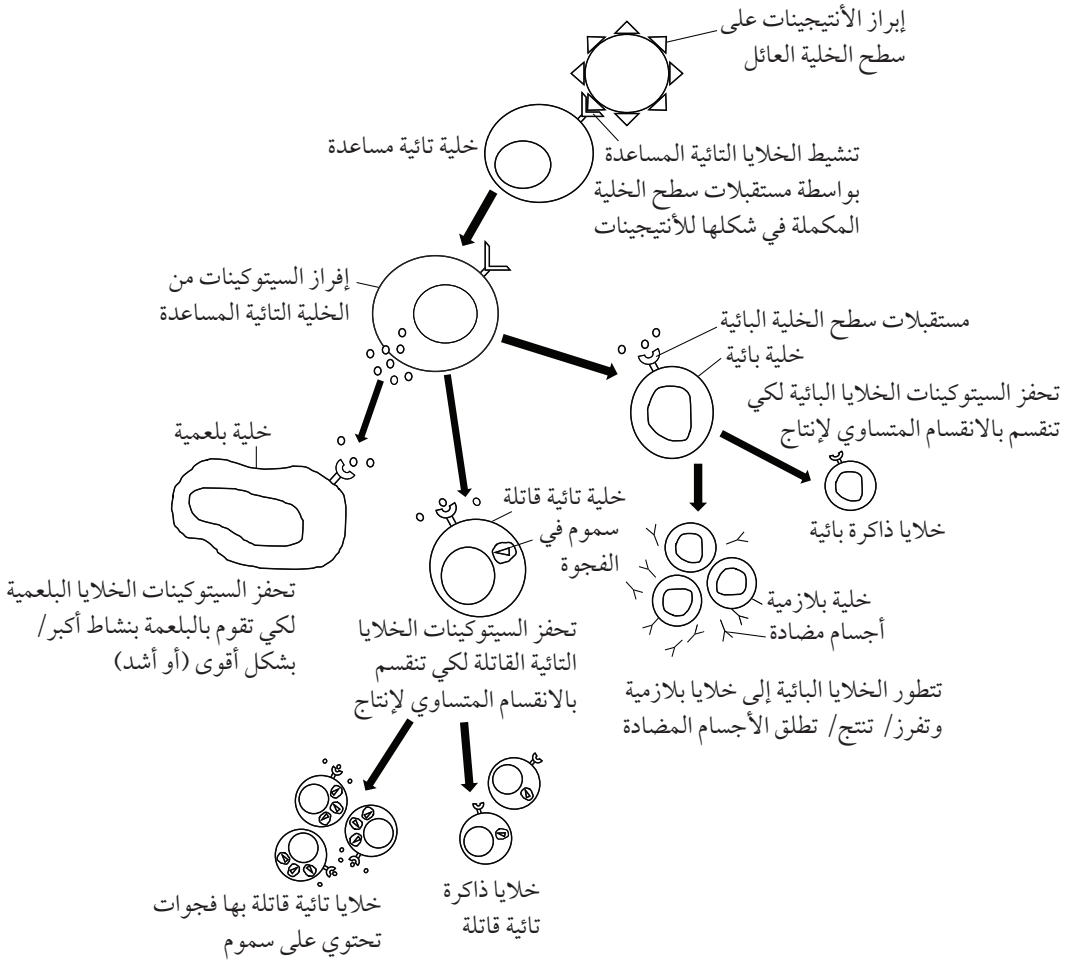
٣٤. لجميع الأجسام المضادة المنطقة الثابتة نفسها، لذلك سيتم التعرف عليها جميعا بالمستقبل نفسه الذي على سطح الخلايا البلعمية. وهذا يسهل على الخلايا البلعمية تمييز مسببات المرض المغلفة بجميع الأجسام المضادة بالتخصصات المختلفة، ما يعني أن جميعها بمناطق متغيرة مختلفة.

٣٥. **أ.** يحتوي كل من عديدات الببتيد الأربعة على تركيب أولي وثانوي وثالثي. التركيبان الثانوي والثالثي مرئيان في الشكل ٨-١١. يتكوّن كل جزيء جسم مضاد من أربعة عديدات ببتيد (اثنَين ثقيلَين واثنَين خفيفَين)، ولأن كل جزيء يتكوّن من أكثر من عديد ببتيد واحد فإنه يظهر تركيبًا رابعيًا. **ملاحظة: أن التركيب الرابعي لا يعني وجود أربعة عديدات ببتيد. تحتوي بعض جزيئات الإنزيم على عديدي ببتيد وتظهر تركيبًا رابعيًا كذلك.**

ب. تحتوي عديدات الببتيد الثقيلة على سلسلة من جزيئات السكر المرتبطة بها.

٣٦. تتكوّن عديدات التسكر من عدد صغير فقط من سكريات مختلفة على عكس البروتينات، والتي تتكوّن من 20 حمضًا أمينيًا مختلفًا. لن توفر عديدات التسكر العدد الكبير من الأشكال الجزيئية المختلفة في المناطق المختلفة من الأجسام المضادة كالذي توفره البروتينات.

٣٧. السيتوكينات بروتينات صغيرة، لذا تتفاعل مع مستقبلات سطح الخلية. يجب أن يوضح الرسم التخطيطي تنشيط الخلايا التائية المساعدة وإفراز السيتوكينات لتنشيط الخلايا اللمفاوية البائية والخلايا التائية القاتلة والخلايا البلعمية الكبيرة. قد يشمل الرسم التخطيطي مستقبلات سطح الخلية على هذه الخلايا والتي هي مكملة في شكلها لأشكال السيتوكينات المرسومة.



٣٨. أ. تنشط الخلايا البائية ذات المستقبلات المكملة للسم وتنقسم بالانقسام المتساوي لتكوين خلايا بلازمية وخلايا ذاكرة. وتفرز الخلايا البلازمية الأجسام المضادة / مضادات السموم التي تتحد مع جزيئات سم البكتيريا الوتدية الخناقية وتجعله غير ضار. كما تنشط خلايا الذاكرة إذا حدثت عدوى أخرى لتصبح الاستجابة المناعية الثانوية سريعة جدًا.

ب. تنشط الخلايا التائية القاتلة ذات المستقبلات المكملة للأنتيجينات على سطح فيروس الحصبة وتنقسم لتكون نسيلة أكبر من الخلايا التي تميز أنتيجينات الحصبة. تبحث هذه الخلايا القاتلة عن أي خلية مصابة بفيروس الحصبة وتقتلها بحيث تمنع تكاثر الفيروس داخل الخلايا المصابة في جهاز تبادل الغازات.

٣٩. المناعة ضد سلالة واحدة لا توفر مناعة ضد جميع السلالات، حيث إنه لا تتشارك جميعها بالأنتيجينات نفسها.

٤٠. المناعة الطبيعية هي المناعة المكتسبة إما عن طريق الإصابة (إيجابية)، أو عن طريق تلقي الأجسام المضادة من الأم عبر المشيمة أو حليبها (سلبية).

المناعة الاصطناعية هي المناعة المكتسبة إما عن طريق التطعيم (إيجابية)، أو عن طريق حقن الأجسام المضادة (سلبية).

٤١. المناعة الإيجابية الاصطناعية: يتم إدخال الأنتيجينات في الدم عن طريق الحقن أو عن طريق الفم، وتحفز الاستجابة المناعية عن طريق خلايا بائية محددة وخلايا تائية. وهذا يوفر مناعة طويلة الأمد لكنها ليست فورية، حيث تأخذ الاستجابة المناعية عدة أسابيع لتصبح فاعلة.

المناعة السلبية الاصطناعية: يتم حقن الأجسام المضادة في الجسم لتوفر حماية فورية ضد مسبب المرض أو السم. تُزال الأجسام المضادة سريعًا من الدورة الدموية، لذلك لا تحدث استجابة مناعية، وبالتالي فهي شكل مؤقت من المناعة.

٤٢. أ. أثناء الحمل، يزداد تركيز الأجسام المضادة للأم مع عبورها عبر المشيمة. ويقل تركيز هذه الأجسام بعد الولادة، حيث تُزال من الدورة الدموية. وهذه مناعة سلبية طبيعية. لا ينتج الجنين أجسامه المضادة لأنه ليس لديه خلايا بائية ناضجة أو خلايا تائية ناضجة بعد، وهو ينمو في بيئة معقمة في الرحم. ينتج الجنين أجسامه المضادة بعد فترة وجيزة من الولادة حيث يصاب بالكائنات الحية الدقيقة. وهذه مناعة إيجابية طبيعية.

ب. حديثو الولادة محميون ضد الأمراض المتوطنة والتي أصيبت بها الأم أو تم تطعيمها ضدها. على سبيل المثال، الحصبة عدوى خطِرة للأطفال، والرضيع محمي منها لعدة أشهر بواسطة الأجسام المضادة التي تمتلكها أمه (لاحظ أن الرضيع لن يكتسب مناعة سلبية لأي مرض لم تصب به أمه).

٤٣. قد تتكون مناعة ضد المرض في الإنسان بسبب امتلاكه العديد من خلايا الذاكرة والتي يمكنها إحداث استجابة مناعية سريعة عندما يدخل المسبب المرضي إلى الجسم، من خلال تكوين أجسام مضادة متخصصة وخلايا تائية قاتلة.

قد تكون البكتيريا مقاومة للمضاد الحيوي، وهذا يعني أنها قادرة على البقاء حية حتى بوجود المضاد الحيوي. على سبيل المثال، قد تنتج إنزيمات مثل البنسيلينيز التي تحطم المضاد الحيوي البنسلين.

٤٤. لا تحدث الاستجابة المناعية الأولية فور دخول الأنتيجين إلى الجسم، ويعود ذلك إلى وجود عدد قليل جدًا من الخلايا في نسائل الخلايا البائية

والخلايا التائية التي تميز هذا الأنتيجين المحدد. أولًا، يجب أن يلامس الأنتيجين الخلايا اللمفاوية مع مستقبلات سطح الخلية للخلية المكملة للأنتيجين. وهذا يتطلب زمنًا، حيث تنتشر الخلايا البائية والخلايا التائية في جميع أنحاء الجسم في الدم والنسيج اللمفاوي. عند تنشيط الخلايا المحددة (الانتقاء النسيلي) فإنها تتطلب زمنًا لتنقسم بالانقسام المتساوي (التوسع النسيلي). وتحتاج الخلايا البائية إلى مزيد من الزمن للتمايز إلى خلايا بلازمية وخلايا تائية مساعدة لتفرز سيتوكينات تنشط الاستجابة المناعية. وتوجد حاجة إلى مزيد من الزمن أيضًا للخلايا البلازمية لتنسخ وتترجم وتفرز جزيئات الأجسام المضادة في الدم.

يمكن أن تحدث الاستجابة المناعية الثانوية على الفور تقريبًا مع وجود العديد من الخلايا البائية الذاكرة والخلايا التائية الذاكرة والتي تحتوي على مستقبلات محددة للأنتيجينات. توجد فرصة أكبر بكثير كي تميّز هذه الخلايا الأنتيجين، إذ يوجد العديد من هذه الخلايا منتشرة عبر الجسم مقارنة بما قبل التوسع النسيلي في الاستجابة الأولية.

٤٥. أ. يمكن العثور على جدول التطعيم الروتيني لمنظمة الصحة العالمية هنا.

https://immunizationdata.who.int/listing.html?topic=vaccine-schedule&location=OMN

(انقر على «جدول التطعيم Vaccine schedule»).

يمكن العثور على جدول التطعيم الروتيني لسلطنة عمان هنا:

https://immunizationdata.who.int/pages/schedule-by-country/omn.html?DISEASECODE=&TARGETPOP_GENERAL=

ب. انخفض عدد حالات الحصبة من 4.25 مليونًا في عام 1980 م إلى 0.25 مليونًا في عام 2017 م. وجاء الانخفاض الأكبر بين عامَي 1981 و 1987 م، خلال الفترة نفسها التي وصلت فيها تغطية التطعيم 50% بين الأطفال الذين تلقوا جرعة واحدة من لقاح الحصبة. بقيت التغطية بين 70% و 90% منذ عام 1990 م، وانخفض عدد الحالات من 1.5 مليونًا منذ ذلك الحين.

٤٦. أ. تحفز الجرعة الثانية الاستجابة المناعية الثانوية التي تزيد من عدد خلايا الذاكرة. وهذا يجعل الاستجابة المناعية للعدوى بفيروس الحصبة فاعلة، وأن لا ينتشر الفيروس عبر الجسم ولا تتطور الأعراض.

ب. معدلات التطعيم العالية تعني أن جميع الأفراد تقريبًا محميون ضد مرض معيّن ويوفر ذلك المناعة المجتمعية (مناعة القطيع) التي تحمي أيضًا الناس المعرضين للإصابة من الأمراض. فالناس المعرضون هم أولئك الذين لا يمكن تطعيمهم أو لم يستجيبوا للقاحات التي تعطى لهم. تقلل المناعة المجتمعية من خطر إصابة شخص لشخص ليس لديه مناعة لأي سبب بالمسبب المرضي. يمكن أن يكون لمعظم الأمراض التي يمكن الوقاية منها باللقاحات تأثيرات ضارة. لن يصاب الناس بهذه الأمراض إذا جرى تطعيمهم، ولن يحتاجوا إلى العلاج الطبي، ما يقلل العبء على الخدمات الصحية.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. A.

٢. ج.

٣. D.

٤. ج.

٥. أ. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- الاتصال الجنسي غير الآمن/ غير المحمي.
- تشارك الإبر (بين متعاطي المخدرات عن طريق الوريد)، أو إعادة استخدام الإبر غير المعقمة.
- عن طريق نقل الدم أو مشتقات الدم الملوث.
- (من الأم إلى الطفل) عبر المشيمة، أو عند الولادة، أو في حليب الأم.

ب. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- سجلات الطبيب أو المستشفى.
- فحوص لحالة HIV (على سبيل المثال، عيادات ما قبل الولادة للنساء الحوامل).
- شهادات الوفاة.
- البيانات المسجلة بواسطة المنظمات الوطنية أو الدولية (على سبيل المثال، منظمة الصحة العالمية).

ج. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- تحديد كيف تتغير أعداد الناس المصابين.
- معرفة الأماكن التي يجب أن تكون فيها الموارد الطبية مستهدفة.

على سبيل المثال، أدوية علاج عدوى HIV.

- مراقبة نجاح برامج HIV/الإيدز في:
  - الحد من انتشار الإصابة بعدوى HIV.
  - معالجة الناس موجبي HIV+ بحيث لا يصابون بالإيدز.
  - معرفة ما إذا كانت هناك حاجة إلى مزيد من التثقيف.
- تقديم الدعم للمنظمات الصحية الوطنية أو الإقليمية.
- أي نقطة صحيحة إضافية.

د. ١. $\frac{730000}{25500000} = 0.029$

النسبة = 1: 0.029

٢. يجب أن تشمل الإجابات:

- رعاية صحية أفضل في أمريكا الشمالية.
- تشخيص أفضل، لذلك يبدأ الأشخاص الذين جرى فحصهم وتشخيصهم على أنهم مصابون بفيروس HIV العلاج مبكرًا.
- تكون الأدوية المضادة للفيروسات متاحة لجميع الناس (تقريبًا) الذين يتعايشون مع HIV في البلدان الأكثر ثراء.
- أي نقطة صحيحة إضافية.

٦. أ. تتغذّى أنثى بعوضة الأنوفيليس على دم الإنسان. فعندما تلدغ شخصًا مصابًا بالبلازموديوم لتمتص / تسحب وجبتها من الدم، ستأخذ بعض أمشاج المسبّب المرضي مع وجبتها من الدم الذي تسحبه، فتندمج الأمشاج الذكرية والأنثوية في القناة الهضمية للبعوضة، وتتطوّر إلى المراحل المعدية، وعندما تتغذّى مرة أخرى على عائل آخر، فإنها تحقن بعض اللعاب من غددها اللعابية فتنقل المراحل المعدية عند سحب الدم منه.

ب. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- انخفاض عدد أو تركيز خلايا الدم الحمراء.
- كمية هيموجلوبين أقل لنقل الأكسجين.
- زيادة خطر الإصابة بفقر الدم.
- عرضة أكثر للتعب أو الإرهاق.

- انخفاض تركيز الأكسجين في الدم والخلايا.
- أي نقطة صحيحة بديلة.

ج. ١. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- تقلل الناموسيات أو تمنع من فرص لدغ البعوض والتغذية على الإنسان أو امتصاص وجبات الدم.
- قتل البعوض بالمبيدات الحشرية (على الناموسيات أو في داخل المنازل).
- الرش بالمبيدات الحشرية طويلة الأمد كي لا تحتاج الناموسيات إلى التجديد أو لا تحتاج المنازل إلى الرش غالبًا.
- الأطفال (أقل من خمس سنوات) أكثر عرضة للإصابة بالملاريا أو أكثر عرضة للوفاة من الملاريا.
- الأدوية الوقائية تقتل طفيليات البلازموديوم عند دخولها الجسم.
- يتكاثر البعوض في موسم الأمطار.
- يتكاثر البعوض (الأنوفيليس) في برك مائية صغيرة، ما يزيد من خطر انتقال العدوى.
- أي نقطة صحيحة بديلة.

٢. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- يعتمد توفير الناموسيات والمبيدات الحشرية و/ أو الأدوية الوقائية على التمويل.
- توفر العاملين الصحيّين أو المتطوعين لتوزيع الناموسيات والأدوية الوقائية.
- توفر عمال لرش المباني.
- القدرة على الوصول إلى كل أو معظم السكان.
- اقبل الإشارة إلى البنية التحتية مثل الطرق أو وسائل النقل.
- يصبح البعوض مقاومًا للمبيدات الحشرية.
- الحاجة إلى عدة مبيدات حشرية لذلك لا يُستخدَم المبيد نفسه في الأماكن نفسها في كل عام.
- يجب العناية بالناموسيات أو بقائها سليمة وغير تالفة.
- يصبح البلازموديوم مقاومًا للأدوية.
- أي نقطة صحيحة إضافية.

٧. أ. ١. البكتيريا المُتَفَطِّرة السُّلِّيّة والمُتَفَطِّرة البقرية.

٢. يسعل الشخص المصاب أو يعطس أو يبصق فتنتشر قطيرات السائل التي تحتوي على البكتيريا /بكتيريا المُتَفَطِّرة السُّلية في الهواء ليستنشقها شخص غير مصاب. وكذلك عن طريق اللحوم غير المطبوخة جيدًا أو الحليب غير المبستر.

ب. ١. **فكرة** أن إجمالي عدد سكان البلدان الخمسة مختلف؛ يتيح إجراء مقارنات صحيحة بين البلدان.

٢. ازداد عدد الحالات الجديدة أو إصابات السل من عام 1990 م في جميع البلدان. بلغ عدد الحالات الجديدة بين عامَي 2000 و 2005 م الحد الأقصى أو استقر، ما عدا بيلاروسيا حيث بلغت الحد الأقصى قبل عام 2000 م.

بقي عدد الحالات الجديدة ثابتًا ثم انخفض ما عدا في بيلاروسيا حيث لم يستمر الانخفاض حتى عام 2013 م.

استخدام الأرقام لأعداد الحالات الجديدة مع السنة (السنوات) لتوضيح أي من النقاط أعلاه.

(الحد الأدنى من ذكر البيانات من التمثيل البياني؛ على سبيل المثال، بلدان للسنة نفسها أو بلد واحد لسنتين).

٣. هناك انتقال، حيث يوجد اكتظاظ أو سوء سكن، ترتبط معدلات الانتقال المرتفعة مع الفقر.

إشارة إلى أشكال السل المقاومة /غير حساسة للأدوية.

سوء تهوية المسكن.

سوء التغذية.

ضعف الوصول إلى الرعاية الصحية.

سوء تنظيم العلاج للأشخاص المصابين بـ (TB).

٨. أ. ١. مع زيادة استخدام المضاد الحيوي (البنسلين) تزداد نسبة البكتيريا المقاومة /غير حساسة له.

ذكر بيانات دقيقة لبلدين على الأقل مأخوذة من التمثيل البياني المبعثر، على سبيل المثال، البلد (السويد): 13 جرعة يومية محددة و3%، البلد (فرنسا): 38 جرعة يومية محددة و 42%.

٢. ما لا يقل عن بلدَين لهما استخدام مماثل للمضاد الحيوي، لكنهما يختلفان في النسبة المئوية لمقاومة المضاد الحيوي. على سبيل المثال، بلجيكا والبرتغال لديهما جرعة يومية محددة متشابهة تتراوح بين (30–25) لكن البرتغال لديها نسبة مئوية أكبر لمقاومة المضاد الحيوي/ البنسلين تصل إلى 28% مقابل 12% لبلجيكا.

أو

ما لا يقل عن أي بلدَين لهما نسبة مئوية لمقاومة المضاد الحيوي متماثلة، لكنهما يختلفان في استخدام المضاد الحيوي. على سبيل المثال، ألمانيا وأستراليا لهما النسبة المئوية نفسها لمقاومة المضاد الحيوي (بنسلين) تساوي 7% لكن لهما استخدام مختلف، حيث تستخدم ألمانيا 12 جرعة يومية محددة بينما تستخدم أستراليا 24 جرعة يومية محددة.

أو

ذكر بيانات دقيقة لبلدَين كحد أدنى:

على سبيل المثال، أي بلدَين لهما استخدام مضاد حيوي بين 20 و 30 جرعة يومية محددة يبيّن مقاومة المضاد الحيوي بين 15% و 33%.

ب. أمثلة على خطوات تتخذها المؤسسات الصحية لتقليل انتشار مقاومة المضادات الحيوية:

ينبغي للأطباء عدم وصف المضادات الحيوية للالتهابات الفيروسية.

ينبغي عدم استخدام المضادات الحيوية كأدوية وقائية وينبغي أن تستخدم فقط (للعلاج) عند الضرورة.

يجب أن يستخدم الأطباء والمستشفيات المضاد (المضادات) الحيوي الأكثر فاعلية. على سبيل المثال، إجراء فحوص حساسية المضاد الحيوي (الصورة ٨–١٠ والسؤال ٣ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب الطالب) أو استخدام الحد الأدنى للتركيز المثبط (السؤال ٧ من أسئلة نهاية الوحدة الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة).

إجراء فحوص جينية لتحديد مقاومة الجينات في مسببات الأمراض.

ينبغي للأطباء أو المؤسسات الصحية التأكد من أخذ الأفراد الجرعة الصحيحة والتأكد من إكمالهم دورة المضاد الحيوي.

إجابة بديلة: التأكد من متابعة التزام الأفراد بالتعليمات.

التأكد من عدم استخدام الأفراد المضادات الحيوية «المتبقية» أو تلك الخاصة بأشخاص آخرين.

يجب تزويد المضاد الحيوي فقط بناءً على وصفة طبية أو عدم بيعه بدون وصفة طبية أو بيعه على الإنترنت (أو أي صياغة بديلة).

استخدام أكثر من مضاد حيوي (في الوقت نفسه) أو استخدام المضادات الحيوية معًا.

إجابة بديلة «خليط من المضادات الحيوية».

عدم استخدام المضادات الحيوية طوال الوقت، أي ينبغي تدوير (تناوب) استخدام بعض المضادات الحيوية، أي باستخدامها لمدة عام ثم استبدالها بمضاد حيوي مختلف لفترة وجيزة.

يجب الاحتفاظ ببعض المضادات الحيوية للاستخدام «كحل أخير».

ينبغي عدم استخدام المضادات الحيوية نفسها للحيوانات والإنسان.

يجب تقليل استخدام المضادات الحيوية في إنتاج الغذاء أو تربية الماشية.

استخدام أدوية أخرى مضادة للميكروبات وتطوير أنواع جديدة من المضادات الحيوية أو الأدوية.

تحسين المعرفة بمقاومة المضادات الحيوية بين المختصين بالرعاية الصحية أو عموم السكان.

تحسين طرائق الوقاية من الأمراض (على سبيل المثال، اللقاحات، أو النظافة الجيدة في المستشفيات).

كسر دورة انتقال البكتيريا المقاومة أو وصف مثال (على سبيل المثال، وضع الأشخاص المصابين بالسلالات المقاومة للمضادات الحيوية في الحجر الصحي).

٩. ج.

١٠. د.

١١. د.

١٢. أ.

١٣. **أ.** يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- تصبح خلايا الدم الحمراء «مهترئة / فقدت نشاطها / غير فعالة» /تالفة أو أنها لا تعيش طويلًا أو تدوم تقريبًا 120 يومًا.
- يمكن أن تغلق خلايا الدم الحمراء المشوهة أو التالفة الشعيرات الدموية.
- ويمكن إعادة استخدام أو إعادة تدوير المادة في خلايا الدم الحمراء.

على سبيل المثال، يمكن أن تستخدم الأحماض الأمينية من الهيموجلوبين أو غيره من البروتينات المسماة لبناء بروتينات جديدة.

- أو يستخدم الحديد في مجموعات الهيم (من الهيموجلوبين) لتكوين مجموعات هيم جديدة.

أو تستخدم الدهون المفسفرة لتكوين أغشية خلوية جديدة.

- أي نقطة صحيحة بديلة.

ب. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- تلتصق الخلايا البلعمية الكبيرة بسطح خلية الدم الحمراء.
- الإدخال الخلوي أو البلعمة.
- ينطوي غشاء سطح الخلية أو يمتد السيتوبلازم حول خلية الدم الحمراء (كما في الجزء العلوي من الصورة المجهرية الإلكترونية النافذة).
- يلتحم الغشاء لتكوين فجوة (بلعمية).
- تنحصر خلية الدم الحمراء في الفجوة.
- تندمج الليسوسومات مع الفجوة.
- يتم إطلاق الإنزيمات إلى الفجوة.
- تحلل إنزيمات البروتييز (المسماة) البروتين (البروتينات).
- تحلل إنزيمات الليبيز الدهون المفسفرة.
- أي نقطة صحيحة بديلة.

١٤. أ. **التجربة 1**

لم تبتلع 40% – 30% من الخلايا البلعمية (كلاهما خلايا الدم البيضاء المتعادلة والخلايا البلعمية الكبيرة) أي خلايا فطر.

عدد قليل جدًا من الخلايا البلعمية ابتلعت أكثر من أربع خلايا فطر.

لم تبتلع الخلايا البلعمية أكثر من ست خلايا فطر.

التجربة 2

لم تبتلع 15% من الخلايا البلعمية الكبيرة و 30% من الخلايا المتعادلة أي خلايا فطر.

وابتعلت الكثير من الخلايا البلعمية، أكثر من 4 خلايا فطر (مقارنة بالتجربة 1).

أي نقطة صحيحة بديلة.

ب. هذه نتائج التجربة على خلايا معزولة:

الخلايا ليست في بيئة طبيعية في الجسم أو صيغة بديلة.

قد يكون سلوك الخلايا في الزراعة مختلفًا.

على سبيل المثال، لم توجد سيتوكينات من الخلايا اللمفاوية التائية لحفز الإدخال الخلوي.

أو لم يكن هناك أجسام مضادة تغطي (تغلف) المسبب المرضي لتسهيل الإدخال الخلوي.

قد تكون النسب بين المسببات المرضية والخلايا البلعمية مختلفة (أي ليست 1 :1 أو 1 :3).

تركت الخلايا لمدة ست ساعات فقط.

أي نقطة صحيحة بديلة.

١٥. أ. **الخلايا الجذعية:**

- تنقسم بشكل متكرر (الانقسام المتساوي)،
- لاستبدال خلايا الدم (البيضاء) أو الخلايا اللمفاوية.

ب. ١. انقسام متساوٍ.

٢. خلية بلازمية.

٣. جسم مضاد (بدلًا من ذلك جلوبيولين مناعي).

ج. ١. يشير الأنتيجين إلى أي مادة تحفز إنتاج الأجسام المضادة.

الأجسام المضادة بروتينات تنتجها الخلايا البلازمية أو الخلايا البائية المنشطة.

كل جسم مضاد متخصص بأنتيجين معيّن.

٢. يشير الأنتيجين الذاتي إلى الأنتيجين (الأنتيجينات) داخل جسم الإنسان (على سبيل المثال، تلك التي في نظام فصائل الدم ABO التي لديهم).

جميع الأنتيجينات التي يميزها جهاز المناعة على أنها غير غريبة.

الأنتيجين غير الذاتي تشير إلى الأنتيجين (الأنتيجينات) التي ليست في جسم الإنسان (على سبيل المثال، تلك التي من مسببات مرضية أو نظام فصائل الدم ABO التي لا يملكها).

جميع الأنتيجينات التي يميزها جهاز المناعة على أنها غريبة.

د. ١. الخلية **H** هي خلية ذاكرة تبقى في الدورة الدموية أو الجهاز اللمفاوي أو الجسم.

متخصصة بأنتيجين أو بكتيريا الكزاز.

تستجيب بسرعة إلى عدوى أخرى من مسبب مرضي يحتوي على الأنتيجين نفسه أو (سلالة من) المسبب المرضي نفسه، بسبب وجود عدد كبير أو نسيلة كبيرة من هذه الخلايا.

تتمايز أثناء الاستجابة المناعية الثانوية إلى خلايا بلازمية لتعطي عدد كبير من جزيئات الأجسام المضادة في فترة قصيرة من الزمن.

١٦. قد تتنوع إجابات الطلبة، من الممكن أن تتضمن إجاباتهم:

العوامل البيولوجية:

- التحكم بالنواقل: تُنقل الملاريا عبر أنثى بعوض الأنوفيليس/ البعوضة المصابة، لذا يمكن أن تشمل التدابير الوقائية الناموسيات المشربة / المعالجة بالمبيدات الحشرية، والرش الموضعي للمبيدات الحشرية داخل المنازل، مكافحة / القضاء على اليرقات باستخدام الأسماك المفترسة التي تتغذّى على اليرقات أو استخدام البكتيريا الضارة للبعوض (مثلًا تلك التي تقتل اليرقات). فحص المواشي لكشف أي إصابة بـ (TB) وضمان بسترة الحليب تساعد في منع انتقال العدوى بين الماشية والناس.
- الأدوية المضادة للملاريا: استخدام أدوية مضادة للملاريا خصوصًا للنساء الحوامل والرضع.
- العلاج المضاد للفيروسات الارتجاعية: توفر العلاج بالأدوية المضادة للفيروسات الارتجاعية، خصوصًا للنساء الحوامل، وقد حقق نجاحًا في خفض الوفيات الناجمة عن الأمراض المرتبطة بالإيدز.
- التطعيم: يُستخدم لقاح (BCG) لمنع الحالات الشديدة من مرض السل، خصوصًا عند الأطفال.
- تحت الإشراف المباشر، قصير الأمد (DOTS): ضمان إكمال المرضى فترة العلاج بالمضادات الحيوية لمنع تطوير سلالات بكتيرية مقاومة.
- أي إجابة أخرى صحيحة.

العوامل الاجتماعية:

- التعليم والتوعية: تثقيف المجتمعات حول أسباب، وأعراض، وإجراءات الوقاية من الأمراض الثلاثة والتي تشمل تعزيز الوقاية العملية مثل استخدام الناموسيات للأسرة وتعزيز السلوكيات مثل السعي للحصول على الرعاية الطبية الفورية.
- تتبع المخالطين/ الاتصال: تحديد الأفراد الذين كانوا في اتصال وثيق مع مرض معد وإجراء الفحوصات اللازمة لهم.
- الممارسات الآمنة: التأكيد على الاتصال الجنسي الآمن، بما في ذلك استخدام الواقي الذكري والعازل الأنثوي، والدعوة إلى استراتيجيات الحد من الضرر بين المجموعات الأكثر عرضة للمخاطر.
- التخفيف من وصمة المرض الاجتماعية: معالجة /مواجهة الوصمة الاجتماعية وبخاصة المرتبطة بفيروس نقص المناعة البشرية (HIV) مهم لتشجيع المصابين على إجراء الفحوصات والعلاج وتقديم الدعم لهم.
- أي إجابة أخرى صحيحة.

العوامل الاقتصادية:

- الحصول على الرعاية الصحية: إن تحسين البنية التحتية وجعل الرعاية الصحية ميسرة يمكن أن يعزز من قدرة الأفراد على السعي للعلاج من الأمراض في حينها.
- التخفيف من حدّة الفقر: ينتشر مرض الملاريا غالبًا في المناطق المحرومة (الفقيرة)، لذا تحفيز الإرادة الدولية المتجددة والتبرعات السخية من الدول والأفراد الأثرياء لمواجهة الملاريا في أفقر مناطق العالم سيساهم في الوقاية.
- مبادرات مستقبلية: توظيف الأبحاث واستثمارها في علاجات وتدابير وقائية أفضل.
- أي إجابة أخرى صحيحة.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ٨-١: أنواع الأمراض المعدية

المرض	المسبب المرضي	نوع المسبب المرضي	طريقة الانتقال	المظاهر السريرية
السل (TB)	المُتَفَطِّرَة السُّلِّيّة المُتَفَطِّرَة البقرية	بكتيريوم	قطيرات محمولة في الهواء أو لحوم غير مطهوة جيدًا/حليب غير مبستر	سعال، ألم في الصدر، سعال الدم، حمّى، ضيق في التنفس
الملاريا	بلازموديوم فيفاكس بلازموديوم فالسيباروم بلازموديوم أوفال بلازموديوم الملاريا	طفيلي أولي	حشرة ناقلة/أنثى بعوضة الأنوفيليس	حمّى، فقر دم، غثيان، صداع، قشعريرة، تعرّق
HIV /الإيدز	فيروس نقص المناعة البشري/(HIV)	فيروس	السائل المنوي والإفراز المهبلي، والدم الملوث ومشتقات الدم الملوث، وعبر المشيمة، مع حليب الأم	أعراض تشبه في البداية الإنفلونزا، ومع تقدم المرض، الالتهاب الرئوي وغيره من الأمراض، والسرطانات، وفقدان الوزن

نشاط ٨-٢: HIV /الإيدز

١. أ. الاتجاه العام زيادة حادة في الفئة العمرية 34 - 30 (الإناث) أو 39 - 35 (الذكور) متبوعة بانخفاض.

ب. بالنسبة إلى الإناث، الفئة العمرية 34 - 30 هي الذروة، ثم يحدث تراجع.

بالنسبة إلى الذكور، الفئة العمرية 35 - 39 هي الذروة، ثم يحدث تراجع. بعض الفئات العمرية أقل أو أعلى قليلًا من المتوقع: 44 -40، 19 -15، لكن الاتجاه لا يزال بالنمط نفسه.

ج. يمكن أن تكون التغيرات الكمية بين الفئات العمرية (14 – 0) و (34 – 30). الزيادة في معدل انتشار (HIV) في الإناث هي 33.1% = 3.7 - 36.8 (يمكن وصف العديد من التغيرات الكمّية).

د. معدل انتشار (HIV) بين الإناث أعلى في جميع الفئات العمرية باستثناء (54 - 50) و 60+. فئات العمر الذي توجد فيه الاختلافات الكبرى: (24 - 20)، (29 - 25)، (34 - 30)، (49 - 45).

هـ. الفئات العمرية التي تظهر الاختلافات الكبيرة في إصابات الإناث مقارنة بإصابات الذكور هي: (19 - 15)، (24 - 20)، (29 - 25)، (34 - 30)، (44 - 40).

٢. أ. جميع حالات الانتشار الأصغر سنًا لكل من الذكور والإناث هي بسبب انتقال (HIV) من الأم.

ربما يرجع ارتفاع معدل الانتشار مع التقدم في السن إلى انتقال الفيروس عن طريق الاتصال الجنسي.

قد يكون سبب انخفاض معدل الانتشار مع التقدم في السن، وفاة العديد من المصابين بـ (HIV) بالإيدز، وبالنسبة إلى مجموعة المتقدمين جدًا في السن، ربما مر الكثيرون عبر «سنوات مرتفعة المخاطر» قبل بدء الوباء.

ب. ربما لا يكون معدل الإصابة الفعلي عند الإناث أعلى منه عند الرجال. من المرجح أن الإناث في هذه المجموعات العمرية أكثر ميلًا إلى مراجعة المستشفى بسبب الحمل حيث يجرين فحوص الدم.

٣. لدى سكان مناطق كثيرة، على سبيل المثال، جنوب أفريقيا، ارتفاع في معدل انتشار (HIV) ومعدلات حدوث السل.

- يبيّن الشكل ٨-٣ وجود ارتباط إيجابي بين حالات السل وانتشار (HIV) من عام 1996 م فصاعدًا.
- لا يوجد دليل على سبب واضح، بل يوجد ارتباط إيجابي. يمكن أن يعود السبب إلى عوامل أخرى، على سبيل المثال، الحالة الاجتماعية والاقتصادية.
- حجم العيّنة كبير جدًا ما يجعل الارتباط دقيقًا.
- تتغيّر العديد من المتغيرات المختلفة.
- يوجد العديد من الأمراض المعدية وغير المعدية بتوزيعات عالمية مختلفة. ويختلف كثيرًا توفر الدواء واللقاح (هذه ليست قائمة شاملة).

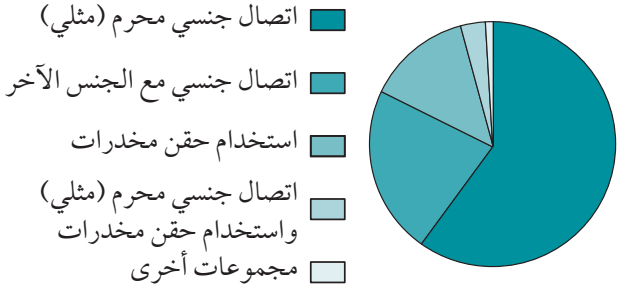
معدل انتشار (HIV) في بعض المناطق منخفض نسبيًا مع ارتفاع في معدلات الإصابة بالسل (على سبيل المثال، الصين).

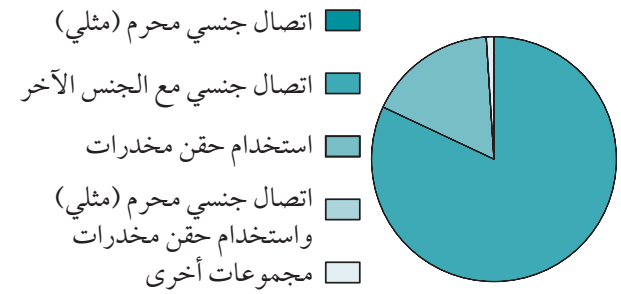
لم ترتفع معدلات الإصابة بالسل بين عامَي 1998 و 2002 م، لكن الإصابة بـ (HIV) ارتفع بشكل حاد.

٤. أ.

المجموعة التي جرى التبليغ عنها	عدد الحالات الجديدة من (HIV)		نسبة حالات الإصابة الجديدة بـ (HIV)		قيمة زاوية القطاع الدائري على التمثيل البياني الدائري	
	ذكور	إناث	ذكور	إناث	ذكور	إناث
اتصال جنسي محرم (مثلي)	3436	0	0.6	0.00	216	0
اتصال جنسي مع الجنس الآخر	1260	1699	0.22	0.82	79	295
استخدام حقن مخدرات	802	352	0.14	0.17	50	61
اتصال جنسي محرم (مثلي) واستخدام حقن مخدرات	172	0	0.03	0.00	11	0
مجموعات أخرى	57	21	0.01	0.01	4	4
المجموع	5727	2072	1.00	1.00	360	360

ب.





ج. نسبة الإبلاغ عن حالات الإصابة بـ (HIV) لمتعاطي المخدرات بالحقن هي متساوية تقريبًا بين الذكور والإناث. ولم يتم الإبلاغ أو تم الإبلاغ عن عدد قليل جدًا من حالات (HIV) الجديدة لدى الإناث ذات العلاقة الجنسية المحرمة (مثلي). كانت أعلى نسبة لحالات (HIV) الجديدة في الإناث نتيجة الاتصال الجنسي بين الزوجين (مع الجنس الآخر). وبالنسبة إلى الذكور، كانت أعلى نسبة لحالات (HIV) الجديدة بين الذكور ذوي العلاقة الجنسية المحرمة (مثلي).

د. يمكن لمتخصّصي الرعاية الصحية استخدام البيانات كموارد لحملات التوعية للحد من انتقال (HIV) في المجتمع. بالنسبة إلى الذكور، ستكون الأولوية القصوى لذوي العلاقة الجنسية المحرمة (مثليين). ينبغي استهداف متعاطي المخدرات عن طريق الحقن من كلا الجنسين،

جنبًا إلى جنب مع حملات التوعية للوقاية من مخاطر انتقال (HIV) نتيجة الاتصال الجنسي الطبيعي / المباح شرعًا.

٥. أ. حالات (HIV): زادت مع بداية ظهور الفحص للكشف عن الإصابة بعدوى (HIV) في عام 1984م وانخفضت حتى عام 1989م. ومن الممكن أن يعود السبب لنجاح حملات التثقيف والتوعية/حملات الصحة العامة/الخوف من الفحص. ارتفاع حاد من عام 2000 م- قد يكون ذلك بسبب الثقة الزائدة بفاعلية علاج هارت/مع نجاة عدد كبير من مرضى (HIV) وعدم استمرار تطور مرض الإيدز، ما يجعلهم أكثر احتمالاً لنشر العدوى. تشخيص الإيدز/ الوفيات: كلاهما ارتفع بعد عام 1985 م مع ارتفاع حالات (HIV). انخفض معدل الوفيات ومعدلات الإيدز في عام 1997 م بعد استخدام علاج هارت، حيث لا يطور المرضى الإيدز في وقت سريع على الرغم من كونهم موجبي الفيروس (HIV) بقي معدل الوفيات كما هو عند المستوى الأدنى. هارت ليس علاجًا شافيًا، لكنه يطيل الفترة الزمنية التي يبقى فيها الأشخاص موجبي (HIV)/HIV^+ قبل الإصابة بالإيدز.

ب. يستخدم إنزيم ترانسكريبتيز العكسي RNA الفيروسي كقالب لتكوين cDNA. يماثل AZT ثايميدين لذا يدمج مع cDNA. يفتقر AZT إلى مجموعة (OH^-) على سكر رايبوز منزوع الأكسجين لذا لا يمكنه تكوين العمود الفقري سكر فوسفات لـ DNA. يثبط AZT البلمرة.

ج. يمكن أن يثبط AZT تضاعف DNA الخلية الطبيعية أو DNA الميتوكندريا.

نشاط ٨-٣: مقاومة المضادات الحيوية

١. أ.

العبارة	صحيحة/ خاطئة
المضادات الحيوية تتسبب بتطفر البكتيريا	خاطئة
يمكن أن يحدث انتقال أفقي لمقاومة المضادات الحيوية بين أنواع البكتيريا المختلفة	صحيحة
يحدث الاقتران في الانتقال الرأسي لمقاومة المضادات الحيوية	خاطئة
يجب استخدام المضادات الحيوية لعلاج الحصبة	خاطئة
البنسلين غير فاعل ضد البكتيريا المُتَفَطِّرة السُّلية *M. tuberculosis*	صحيحة
الإفراط في استخدام المضادات الحيوية هو أحد أسباب عدوى المكورات العنقودية الذهبية المقاومة للميثيسلين (*Methicillin- resistant Staphylococcus aureus-MRSA)*	صحيحة

ب. المريض: لن يوقف المضاد الحيوي الخاطئ العدوى، وتصبح حالة المريض أسوأ حتى يحدث ضرر دائم أو يوقف المضاد الحيوي الصحيح العدوى وتصبح حالة المريض أفضل ويشفى. عامة الناس: يجب قتل البكتيريا ذات المقاومة المحدودة قبل حدوث المزيد من المقاومة.

٢. أ. تنمية البكتيريا لمدة 24 ساعة في البداية؛ تخفيف تركيز البكتيريا إلى التركيز نفسه؛ المكونات نفسها لآجار مغذٍ؛ حضانة الأطباق عند درجة حرارة 37 °C لمدة 24 ساعة؛ المضادات الحيوية بالتركيز نفسه.

ب. قد تقتل البكتيريا الملوثة البكتيريا التي يتم استقصاؤها بسبب المنافسة؛ وقد تغير تركيز البكتيريا قيد الاستقصاء؛ وقد تكون مقاومة وتنمو حيث سيكون هناك مناطق تثبيط.

ج. لتحسين الدقة عند قياس منطقة التثبيط وتقليل الوهج من الضوء المباشر على الطبق، الأمر الذي يضمن الدقة.

د. تبيّن (أطباق ضبط الجودة) أن المضاد الحيوي يعمل بفاعلية؛ يثبت عدم ظهور أي منطقة تثبيط ناتج من خلل في عمل المضاد الحيوي بدلًا من المقاومة.

هـ.

المضاد الحيوي	قطر منطقة التثبيط/ mm				حالة مقاومة البكتيريا (R, I, S, N)*	
	الإشريكية القولونية	المكورات العنقودية الذهبية	المريض 1	المريض 2	المريض 1	المريض 2
(1) أموكسيسلين	20	33	19	8	S	R
(2) كلورامفينيكول	23	20	12	15	R	I
(3) سيبروفلوكساسين	35	24	24	17	S	I
(4) أريثرومايسين	0	24	5	28	R	N
(5) حمض ناليديكسيك	24	0	5	23	R	S
(6) نورفلوكساسين	33	23	12	17	R	I
(7) كو – تريموكسازول	16	16	0	5	N	N
(8) تتراسايكلين	20	25	13	16	R	I

* R = مقاومة، I = متوسطة، S = حساسة، N = لا يوجد.

و. يمكن أن يكون نمو المستعمرات بكتيرية بسبب: مستعمرات بكتيرية من السلالة نفسها والتي أصبحت مقاومة، أو مستعمرات بكتيرية ملوثة مقاومة.

٣.
- يمكن البدء بـ 20 mL من مضاد حيوي 128µg/L. يؤخذ منها 10 mL وتوضع في أنبوبة اختبار ليضاف إليها 10 mL من المعقم ويتم خلطها. يبلغ تركيز هذا المحلول 64µg/L.
- يوضع 10 mL من محلول المضاد الحيوي تركيز 64µg/L ويوضع في أنبوبة اختبار ويضاف إليه 10 mL من الماء المعقم ويخلط. يبلغ تركيز هذا المحلول 32µg/L.
- يكرر الإجراء، وفي كل مرة يؤخذ 10 mL ويضاف إلى 10 mL من الماء المُعقم، حتى الوصول إلى المحلول 0.25µg/L.

أ. سيبروفلوكساسين.

ب. نورفلوكساسين.

ج. أريثرومايسين.

د. تتراسايكلين.

هـ. كلورامفينيكول.

و. أموكسيسلين.

ز. حمض ناليديكسيك.

ح. كو- تريموكسازول.

ط. لا يوجد مضاد حيوي – ما يدل على وجود بكتيريا حية.

ضبط التعقيم – يبيّن أن البكتيريا التي تنمو هي المرغوب فيها وليس بسبب التلوث.

نشاط ٨-٤: كتابة إجابة جيدة للاستجابة المناعية

١. أ. ١. (س) هي الأفضل ثم (ص) ثم (ع).

٢. **المثال (س):**

نقاط جيدة:

- تتناول الإجابة كل خلية على حدة وتشرح دورها.
- تستخدم المصطلحات العلمية بشكل جيد (سيتوكينات، أنتيجين غير ذاتي، استجابة خلطية).

نقاط سيئة:

- الإجابة طويلة جدًا؛ يوجد على الأقل ضعف ما يفترض؛ تستخدم هذه الإجابة مساحة واسعة متجاوزة الخطوط المخصصة للإجابة.
- عدم وضوح اللغة المستخدمة أحيانًا؛ على سبيل المثال، لا توضح الجملة قبل الأخيرة ما «يدخل الجسم» أو ما يشير إليه «الجسم».

كان من الممكن اختصار الإجابة بمقدار النصف على الأقل، وتوفير الوقت، لو تم تخصيص دقيقة أو دقيقتين في التخطيط للإجابة.

المثال ص

نقاط جيدة:

تبيّن العبارات أن الخلايا اللمفاوية البائية تفرز الأجسام المضادة وأن الخلايا البلعمية تبتلع المسببات المرضية، والخلايا التائية القاتلة تفرز السموم.

نقاط سيّئة:

- تستخدم في بعض الحالات لغة ضعيفة؛ على سبيل المثال، «لكي تعرف الخلايا اللمفاوية كيفية مهاجمة ...»، لا تستطيع الخلايا اللمفاوية «معرفة» أي شيء، لأن ذلك يتطلب وجود دماغ.
- تظهر الإجابة ارتباكًا وسوء فهم حول الاستجابة المناعية، ومن الأمثلة على ذلك:
- الجملة أن الخلايا البلعمية تؤدي وظيفة الكشف عن «مستقبل الأنتيجين» غير واضحة. ربما يحاول الطالب شرح كيف تلتهم الخلايا البلعمية وتدمر البكتيريا، ثم تُبرز الأنتيجينات من خلال أغشية سطح الخلية. تميز خلايا أخرى في جهاز المناعة بعد ذلك هذه الأنتيجينات وتستجيب لها.

تظهر هذه الإجابة بشكل عام ارتباكًا شديدًا حول هذا الموضوع. تم استخدام المصطلحات العلمية الخاصة بالموضوع بشكل غير صحيح.

المثال ع

نقاط جيدة:

- توجد نقطة واحدة فقط صحيحة وذات صلة. تطلق الخلايا البلازمية الأجسام المضادة.

نقاط سيئة:

- تظهر الإجابة ارتباكًا وسوء فهم حول الاستجابة المناعية كما في المثال ص، ومن الأمثلة على ذلك:
- الجملة «تميّز مستقبلات على الأجسام المضادة هذه الأنتيجينات» غير صحيحة أيضًا، الأجسام المضادة ليست مستقبلات.

- الخلايا اللمفاوية البائية هي خلايا لذلك لا يتم إفرازها، والإفراز يعني الإنتاج وإطلاق مادة من الخلايا. تفرز الخلايا اللمفاوية البائية أنتيجينات.

هذه الإجابة، كما في المثال ص، يمكن تحسينها، ربما من خلال معالجة كل نوع من الخلايا في كل على حدة، بدلًا من تضمين الثلاثة معًا في الجملة الأولى.

ب. يمكن الإجابة باستخدام النقاط المدرجة في المخطط أدناه. الموضوع كبير جدًا، وعند محاولة الإجابة عن سؤال مخصص له خمس درجات يراعى أن تكون نقاط الإجابة موجزة ومركزة بشكل جيد. لاحظ أن نقاط الإجابة هنا أكثر من الدرجات المخصصة. لذلك، عليك تحديد نقاط الإجابة بخمس نقاط فقط تحصل على كامل الدرجات.

قد ترغب أيضًا في وضع درجة على الإجابات المكتوبة عن طريق إجابة الأمثلة (س، ص، ع) كتطبيق على ذلك.

الخلية البلعمية الكبيرة: وصف البلعمة؛ تقطيع البكتيريوم/ المسبب المرضي؛ القطع والأنتيجينات وإشهارها على غشاء سطح الخلية.

الخلايا اللمفاوية البائية أو الخلايا اللمفاوية التائية: تنشيط الخلايا اللمفاوية البائية أو الخلايا اللمفاوية التائية عند ارتباط الأنتيجين المكمل مع مستقبل (على غشاء سطح الخلية)؛ الإشارة إلى خلايا الذاكرة ووظيفتها.

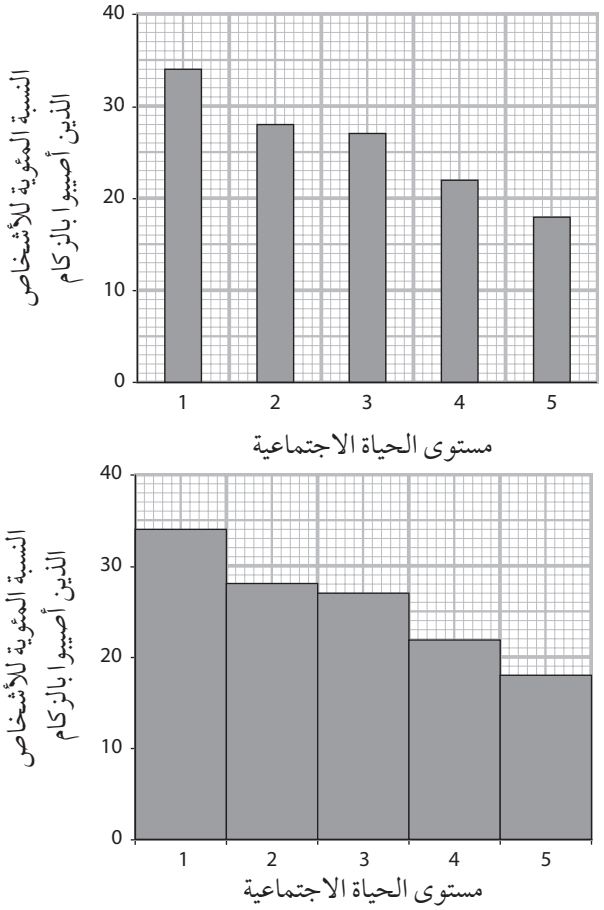
الخلايا اللمفاوية البائية: تنقسم بالانقسام المتساوي؛ التوسع النسيلي؛ لتكوين خلايا بلازمية؛ تفرز الخلايا البلازمية الأجسام المضادة.

الخلايا اللمفاوية التائية: تنشط عند ارتباط الأنتيجين المكمل مع مستقبل (على غشاء سطح الخلية)؛ تفرز الخلايا اللمفاوية التائية المساعدة سيتوكينات تحفز الخلايا اللمفاوية البائية. تحفز السيتوكينات الخلايا البلعمية الكبيرة؛ تدمر الخلايا اللمفاوية التائية القاتلة مسببات المرض؛ إدراج وصف لذلك.

نشاط ٨-٥ اختيار النوع المناسب من التمثيل البياني

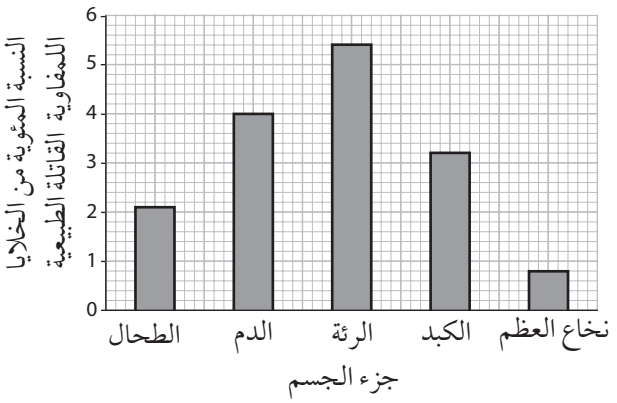
١. أ. قد يكون هذا إما مخططًا بالأعمدة أو مدرجًا تكراريًا. لم يُعرف كيف تم تحديد مستويات الحياة الاجتماعية، لذا فإن الأمر قابل للنقاش حول ما إذا كان ينبغي أن يكون متغيرًا مستمرًا أو متغيرًا غير مستمر (متقطع).

ب.



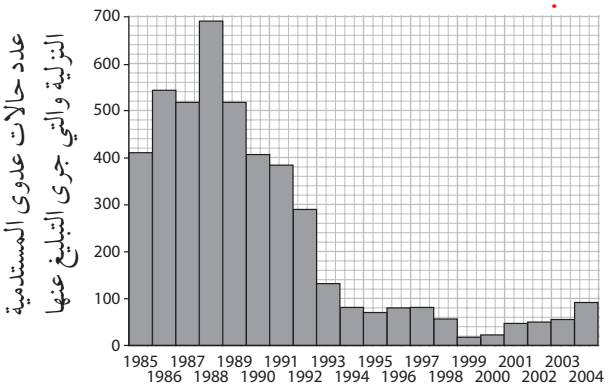
٢. أ. يجب أن يكون هنا تمثيل بياني بالأعمدة. بحيث يكون جزء الجسم على المحور س، والذي هو تغير غير مستمر (متقطع).

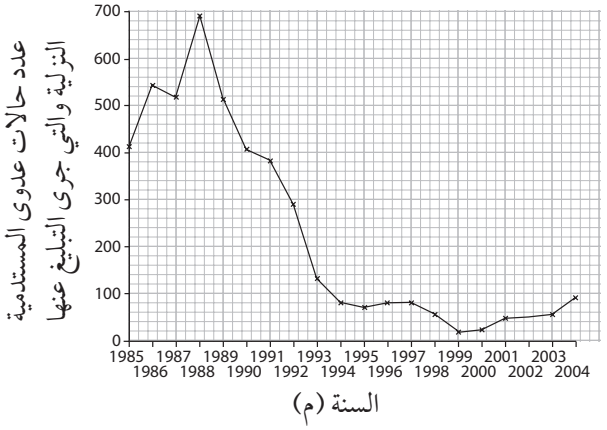
ب.



٣. أ. ربما تكون أفضل طريقة لتمثيل هذه النتائج عرضها كتمثيل بياني خطي. ومع ذلك، يمكن القول إن «السنوات» على المحور (س) هي فئات، بدلًا من قيم نقاط مفردة، وبالتالي يمكن رسمها على شكل مدرج تكراري.

ب.

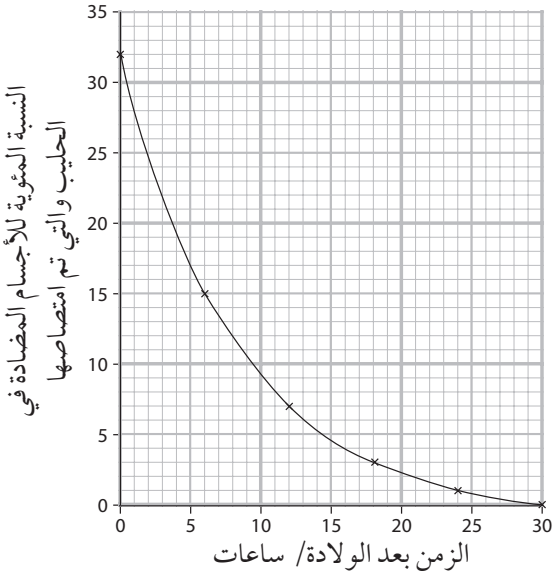




نشاط ٨- ٦ عرض وتحليل البيانات عن اللبأ

١. أ. سلبية طبيعية.

ب. ١. يجب أن يكون هذا العرض تمثيلًا بيانيًا خطيًا. الزمن بعد الولادة، على مقياس المحور س، متغير مستمر.



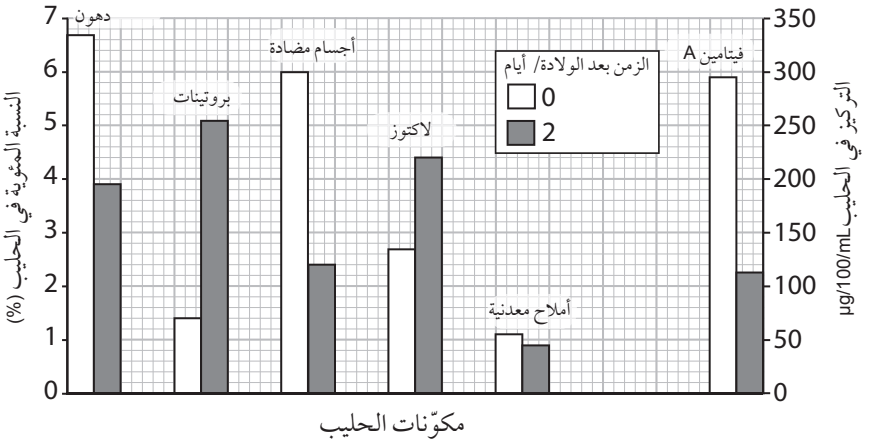
٢. جزيئات البروتين كبيرة جدًا فلا يمكنها الانتقال المباشر عبر الغشاء، عن طريق الانتشار أو الانتشار المسهل أو النقل النشط. يجب أن تنتقل (تُمتص) عن طريق الإدخال الخلوي.

٣. تحتاج العجول إلى امتصاص الأجسام المضادة لعدم كفاءة أجهزتها المناعية.

تظهر البيانات في الجدول أن العجول تفقد بسرعة قدرتها على امتصاص الأجسام المضادة، بين الولادة والساعات الستّ التي تليها، حيث تنخفض النسبة المئوية للأجسام المضادة الممتصة من 32% إلى 15% .

عند إعطاء العجول اللبأ خلال ثلاث ساعات من الولادة يضمن أنها امتصت / أخذت ما يكفي من الأجسام المضادة لمساعدتها في مقاومة الأمراض المعدية.

١. ج.



٢. جميع المكوّنات منفصلة بعضها عن بعض، وبالتالي فإن مقياس المحور س هو متغير غير مستمر.

٣. كمية الأجسام المضادة في 2.5 L من الحليب بعد الولادة مباشرة =

وحدة 0.15 =2.5 x (100 ÷ 6)

كمية الأجسام المضادة في 2.5 L من الحليب بعد يومين من الولادة =

وحدة 0.06 =2.5 x (100 ÷ 2.4)

الفرق =

0.15 – 0.06 = 0.09

لذا الفرق في النسبة المئوية =

60% = 100 x (0.15 ÷ 0.09)

تتمثل طريقة أسرع في الحساب بمعرفة أنه – طالما يتم شرب كمية الحليب نفسها– سيكون فرق النسبة المئوية نفسه، بغض النظر عن الحجم. يصبح الحساب بعد ذلك:

الفرق =

وحدة 3.6 = 2.4 – 6

لذا الفرق في النسبة المئوية =

60% = 100 x (3.6 ÷ 6)

نشاط ٨-٧ تحديد فاعلية اللقاح

١. أ. ١. التلامس مع أنتيجين له شكل مكمل لمستقبلاتها ينشط الخلايا اللمفاوية التائية والخلايا اللمفاوية البائية. ينقسم كلا نوعَي الخلايا عندها مرارًا بالانقسام المتساوي. تسمّى هذه العملية الانتقاء النسيلي والتوسع النسيلي.

تكون بعض الخلايا الناتجة من التوسع النسيلي خلايا ذاكرة. وهذه تبقى في الدم وسوائل الجسم الأخرى لفترات طويلة من الزمن. إذا غزا الأنتيجين نفسه الخلايا مرة أخرى، فإن العدد الكبير من خلايا الذاكرة مع المستقبلات المكملة يوفر حدوث استجابة سريعة جدًا لجهاز المناعة. تنتج خلايا الذاكرة خلايا بلازمية تفرز كميات كبيرة من الأجسام المضادة، في حين تفرز الخلايا اللمفاوية التائية سيتوكينات تحفز الخلايا اللمفاوية البائية أو تهاجم الخلايا المصابة بالفيروسات.

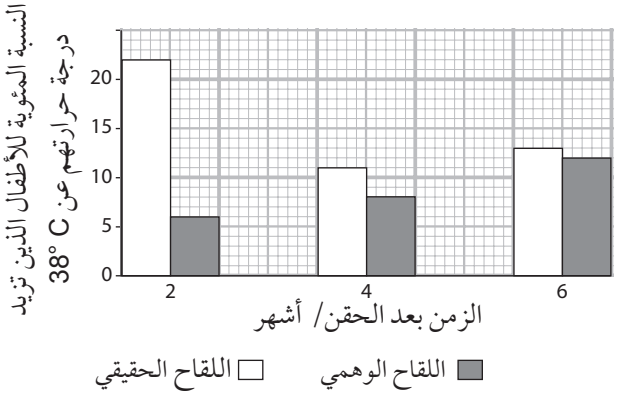
٢. مناعة إيجابية طبيعية.

٣. قد يوجد الفيروس العجلي بأكثر من شكل واحد، لذا لا تكون أنتيجيناته هي نفسها دائمًا. ملامسة شكل مختلف من الفيروس العجلي ينتج عنه عدوى ثانية، إذ ربما لا تميزها خلايا الذاكرة، أو ربما لا تكون الأجسام المضادة الناتجة فاعلة تمامًا ضدها. واحتمال آخر هو ألا تكون خلايا الذاكرة المتبقية في الجسم كافية للقضاء كليًا على الفيروس مباشرة.

ب. ١. تكون الاستجابة الأولية للأنتيجين، مثل ذلك الموجود في لقاح الفيروس العجلي، بطيئة، وربما لا يتم إنتاج كميات كبيرة من الأجسام المضادة، أو أعداد كبيرة من خلايا الذاكرة. وتكون الاستجابة الثانوية التي تحدث بعد التعرض الثاني للأنتيجين نفسه، أسرع، فتنتج كميات أكبر من الأجسام المضادة وخلايا الذاكرة. ويبدو أنه في هذه الحالة يجب أن تكون الاستجابة الثالثة أكبر، ولهذه الأسباب تعطى ثلاث جرعات من اللقاح.

٢. يُعتقد أن عدوى الفيروس العجلي هي الأكثر خطورة على الأطفال في عمر (35 - 3) شهرًا. لذلك يفترض أن يعطى اللقاح في أقرب وقت ممكن، ويعتبر عمر الشهرين أقرب وقت «آمن» لإعطاء اللقاح.

ج. ١. يجب استخدام التمثيل البياني بالأعمدة، مع أعمدة منفصلة لكل جرعة (متغير غير مستمر). ينبغي أن يتلامس العمودان اللذان يمثلان اللقاح الحقيقي واللقاح الوهمي لكل جرعة.



٢. بالنسبة إلى الجرعة الأولى، فإن 6% فقط من الأطفال الذين أُعطوا اللقاح الوهمي ارتفعت درجة حرارتهم فوق 38°C، وهي أقل بكثير من 22% الذين كانوا قد أعطوا اللقاح الحقيقي. لاحظ أنه لا تتوافر أي معلومات حول ما بلغته درجة الحرارة الفعلية لدى الأطفال. درجة الحرارة الأعلى بقليل من 38°C ستمثل حمّى خفيفة جدًا.

بالنسبة إلى الجرعتَين الثانية والثالثة، كان الفرق بين الأطفال الذين أُعطوا اللقاح الوهمي والأطفال الذين أُعطوا اللقاح الحقيقي، قليلًا جدًا، بخاصة بالنسبة إلى الجرعة الثالثة، لذلك يبدو أن تجربة الحقن (بغض النظر عمّا تحويه) من المرجح أن تسبب حمّى كما لو أعطي لقاحًا. ومع ذلك لا تتوافر بيانات حول نسبة الأطفال الذين حدثت عندهم حمّى عندما لم يعطوا لقاحًا حقيقيًا أو لقاحًا وهميًا. لذلك، ربما لا تسبب هذه الإجراءات حمّى، وربما كان هؤلاء الأطفال سيصابون بالحمّى على أية حال.

د. كما ورد في الإجابة على ١-أ-٣، قد يغير الفيروس العجلي شكله، لذا ربما لا يمنع اللقاح ضد شكل واحد الإصابة بشكل آخر.

قد يكون من الصعب الوصول إلى جميع الأطفال الذين يجب تطعيمهم.

قد يكون من الصعب الاحتفاظ باللقاح سليمًا وغير ملوث، بخاصة عندما يجب نقله إلى أماكن نائية.

قد يُعارض الآباء (أو البلدان) فكرة السماح بتطعيم أطفالهم.

ربما لا يكون اللقاح فاعلًا بشكل كامل- قد يقلل من عدد الأطفال المصابين، ويجعل العدوى أقل خطورة، لكن لا يمنع العدوى تمامًا. هذا يعني استمرارية وجود خطر الفيروس.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة:

١. أ. ١. بلازموديوم فالسيباروم
أو بلازموديوم الملاريا
أو بلازموديوم أوفال
أو بلازموديوم فيفاكس.

٢. يزيد في الأسبوع 16 وتبلغ ذروتها في الأسبوع 31 ثم تبدأ بالانخفاض

٣. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- ترتبط حالات الملاريا مع هطول الأمطار ارتباطًا إيجابيًا.
- تنتقل الملاريا عن طريق أنثى بعوضة الأنوفيليس.
- يحتاج البعوض إلى الماء ليتكاثر.
- تلدغ البعوضة الأنثى الشخص المصاب وتسحب منه الدم فتأخذ منه أمشاج الطفيلي المسبب للمرض.
- تندمج الأمشاج في القناة الهضمية للبعوضة، أو ما يعادلها، أو تنتج الطفيليات في البعوضة أو تهاجر الطفيليات إلى الغدد اللعابية للبعوضة.
- تلدغ البعوضة الإنسان وتدخل الطفيليات خلايا الكبد ثم خلايا الدم الحمراء.

ب. ١. كمبوديا.

٢. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- فشلت (الممارسات) في قتل جميع الطفيليات.
- لم يتم تناول الجرعات لفترة طويلة كافية.
- لم تكن الأدوية فاعلة بما فيه الكفاية.
- السلالات الأكثر مقاومة بقيت حية.
- حدوث طفرات في طفيليات الملاريا.
- تكاثر الطفيليات المقاومة.
- انتقال أليلات المقاومة.

ج. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- تقليل عدد البعوض.
- تجفيف المناطق التي تغمرها المياه، أو استخدام المبيدات الحشرية أو المكافحة الحيوية.
- عدم التعرض للدغ البعوض.
- استخدام الناموسيات و/ أو المواد الطاردة.

٢. أ. ١. ج

٢. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- العدوى من خلال العطس/ السعال/ القطيرات المعدية.
- تناول اللحم أو الحليب الملوث.
- نمو بكتيريا بطيئة النمو أو غير نشطة لفترة طويلة.
- إصابة أشخاص لديهم جهاز مناعة ضعيف مثل الأفراد HIV^+، والأفراد المصابين بسوء التغذية، والفقراء والمشردين.
- العدوى الأولية في الرئتين أو الجهاز التنفسي.
- انتشار العدوى الثانوية إلى العظام والعقد اللمفاوية والأمعاء.

ب. ١. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- ينخفض معدل انتشار مرض السل مع زيادة الناتج المحلي الإجمالي.
- يحدث الانخفاض الحاد بين الناتج المحلي الإجمالي 2000 و 4000.
- البلدان ذات الناتج المحلي الإجمالي القليل لديها نسبة حالات قليلة بسبب الأفراد المولودين في الخارج.

٢. في البلدان ذات الناتج المحلي المرتفع توجد:

- رعاية طبية أفضل.
- ظروف معيشية أفضل ومساكن أفضل.
- مساكن أقل كثافة سكانية.
- حالات سوء تغذية أقل.
- فرص أفضل للحصول على اللقاحات.
- فكرة التأثير المجتمعي (سهولة أقل في انتقال العدوى مع عدد أقل من المصابين).
- ضوابط حدودية أكثر صرامة.

ج. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- التأكد من قتل جميع بكتيريا السل.
- لا يكمل المرضى في كثير من الأحيان دورة العلاج.
- البكتيريا تتطفر.
- تطوير مقاومة للمضادات الحيوية.
- تقتل معظم البكتيريا المقاومة مع نهاية دورة العلاج الكاملة.
- تكاثر البكتيريا المقاومة.
- نقل الأليلات إلى الجيل التالي.
- الاقتران مع بكتيريا أخرى أو الانتقال الأفقي.
- فكرة حماية صحة السكان من البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية.

٣. أ. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- يرتبط البروتين السكري/ gp 120 أو البروتين السكري/ gp 41 بمستقبلات بروتينية.
- يحمل RNA المعلومات الجينية أو ما يعادلها.
- يحول إنزيم ترانسكريبتيز العكسي RNA إلى DNA.
- دمج DNA الفيروسي في كروموسومات الإنسان.
- الإشارة إلى الخلايا اللمفاوية التائية.
- اقبل، الغشاء المحيط بالفيروس مصدره الخلية المصابة.
- اقبل، يساعد البروتييز على انفصال الفيروس من الخلية العائل، أو ما يعادلها.

ب. ١. (HIV) اسم للفيروس أو المسبب المرضي / المراحل المعدية. الإيدز مجموعة الأمراض الانتهازية التي تحدث بسبب فقدان المناعة.

٢. زادت الإصابات الجديدة بفيروس HIV حتى العام 1997 /1996 م، ثم انخفضت. استمرت أعداد الأشخاص المتعايشين مع HIV في الزيادة أو لم تنخفض.

٣. زادت الحالات بين الأعوام 1990 و 1997 / 1996 م بسبب زيادة معدلات الإصابة. استمر معدل الزيادة في الارتفاع من عام 1996 إلى 1997 م بسبب الفارق الزمني بين العدوى وظهور أعراض الإيدز. استمر المعدل في الارتفاع من عام 2004 م مع انخفاض معدل الوفيات. انخفض معدل الوفيات عام 2005 / 2006 م بفعل الأدوية المضادة للفيروسات أو الأدوية المكافئة / لها التأثير نفسه. وزادت هذه الأدوية من الفترة الزمنية التي يتعايش فيها الإنسان مع HIV قبل تطور الإيدز.

٤. • الانخفاض الكلي في عدد السكان.
• تأثير أقل على الأعمار +70.
• أكبر تأثير على الأعمار 25 - 15.
• الحساب العددي (الرقمي) الموثق؛ على سبيل المثال، يتوقع انخفاض عدد الذكور في عمر 20 بمقدار 30000.

٥. عدد أقل من الصغار جدًا بسبب وفاة الأبوَين قبل تكوين عائلات كبيرة أو مرض الأبوَين بما يقلل عدد الأطفال أو وفاتهم بالإيدز.
• كبار السن أقل تأثرًا حيث إنهم أقل إصابة بفيروس HIV في تلك الفئة العمرية.
• تأثير كبير على الفئة العمرية 30 – 55 بسبب العدد الكبير من الوفيات بالإيدز قبل 5 – 10 أعوام، أو ما يعادلها.

٦. • انخفاض معدل الولادات.
• نسبة عالية نسبيًا من كبار السن الذين يحتاجون إلى الكثير من الرعاية، أو الأقل قدرة على العمل.
• عدد أقل من الأفراد العاملين في الفئة العمرية 25 – 55، أو ما يعادلها.
• (فكرة) الفئة الرئيسية المنتجة اقتصاديًا.
• عدد أقل من الأشخاص الذين يتعيّن عليهم تقديم الرعاية للأصغر سنًا.
• زيادة الاعتماد على المساعدات الخارجية.

٤. أ. ١. قسمة وفيات الأمهات على المواليد والضرب في 100 للحصول على النسبة المئوية لمعدل الوفيات.

$$\left(\frac{1509}{28429}\right) \times 100 = 5.3\%$$

٢. • انخفاض معدل الوفيات قبل التشريح المرضي.
• انخفاض معدل الوفيات في قسم القابلات الإناث قبل غسل اليدين بمحاليل الكلور مقارنة بقسم طلبة الطب الذكور قبل الغسل بمحاليل الكلور.

٣. المؤيدة: يقلل الغسل بمحاليل الكلور من معدل الوفيات في كل من قسم طلبة الطب الذكور وقسم القابلات الإناث. معدلات الوفيات في قسم طلبة الطب الذكور وقسم القابلات الإناث متماثلة بعد غسل اليدَين بالكلور. استخدام حجمًا كبيرًا للعيّنة.

المعارضة: لا يزال معدل الوفيات بسبب العدوى كبيرًا. معدل وفيات قسم طلبة الطب الذكور لا تزال أعلى قليلًا من معدل وفيات قسم القابلات الإناث.

ب. ١. للمقارنة حيث يختلف معدل الولادات.

٢. ينخفض معدل الوفيات بشكل حاد بمقدار 300 وفاة (تقريبًا) لكل 100 000 ولادة حية.

٣. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:
• طفرات البكتيريا.
• الإشارة إلى إمكانية حدوث الانتقال الأفقي بين أنواع مختلفة.
• تضاعف البلازميد.
• الاقتران، أو ما يعادله.
• الإشارة إلى الانتقال العمودي، أو ما يعادله.
• انتقال الأليلات إلى الجيل التالي.

٤. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:
• عدم استخدام المضادات الحيوية للعدوى الفيروسية.
• تقليل استخدام المضادات الحيوية، أو ما يعادله.
• لا تستخدم المضادات الحيوية حيث لا توجد فائدة للمريض، أو ما يعادله.
• ضمان إكمال المرضى لدورة العلاج.

٥. أ. A خلية بلعمية كبيرة (اقبل خلية دم بيضاء وحيدة النواة). B خلية بلازمية (اقبل خلية لمفاوية).

ب. P جهاز جولجي. Q ليسوسوم. R شبكة إندوبلازمية خشنة.

ج. الإشارة إلى البلعمة أو الإدخال الخلوي وابتلاع مسببات المرض أو البكتيريا لتكوين حويصلات (بلعمية). تندمج الليسوسومات مع هذه الحويصلات وتطلق إنزيمات تحلل لهضم المادة في داخل الحويصلة.

د. تفرز الخلايا البلازمية أجسامًا مضادة أو جلوبيولينات مناعية. الأجسام المضادة بروتينات يتم بناؤها على الرايبوسومات، ثم تنقل عبر الشبكة الإندوبلازمية إلى جهاز جولجي لتعبئتها وتغليفها (لتوضيبها في حويصلات) قبل إفرازها من الخلية.

٦. أ. الفرق هو:

$61000000000 - 3500000000 = 57500000000$

$= 5.75 \times 10^{10}$

فرق النسبة المئوية هو:

$$\frac{(5.75 \times 10^{10})}{3.5 \times 10^{9}} \times 100 = 1643\%$$

ب. ١. فكر في أن Ca^{+2} محبة للماء أو قطبية ولا تستطيع المرور عبر طبقة الدهون المفسفرة الثنائية، وتوفر قناة البروتين قناة محبة للماء عبر الغشاء.

٢. الأنتيجين مادة تحفز الاستجابة المناعية وترتبط بمستقبلات على الخلايا اللمفاوية البائية والخلايا اللمفاوية التائية.

٣. الإشارة إلى أن جميع الخلايا اللمفاوية تقريبًا في مريض CLL هي خلايا لمفاوية بائية. يوجد في الشخص السليم العديد من أنواع أخرى من الخلايا اللمفاوية (على سبيل المثال الخلايا اللمفاوية التائية).

ج. ١.
- ترتبط المنطقة المتغيرة أو الإشارة إلى وصف تركيبها (منطقة من الجسم المضاد تتكوّن من سلاسل عديد ببتيد خفيفة وثقيلة) بأنتيجين معيّن.
- ينتج تسلسل الأحماض الأمينية في هذه المنطقة شكلًا محددًا ثلاثي الأبعاد.
- توفر منطقة المفصل المرونة للسماح بالربط.
- رابطة / جسر ثنائي الكبريتيد.
- تربط السلاسل الأربع معًا أو تحافظ على التركيب الرابعي.

٢. **الوصف:** انخفاض حاد في أول 12 ساعة، يصل إلى أدنى قيمة 40% خلال يومين. ثم ارتفاع ثابت أو بطيء يصل إلى أقصى قيمة 58% خلال خمسة أيام.

الشرح: يرتبط ريتوكسيماب مع بروتين CD20 على الخلايا اللمفاوية البائية ويدمرها. معظم الخلايا اللمفاوية خلايا لمفاوية بائية في البداية لذلك يسبب هذا الأمر انخفاضًا سريعًا في عددها. قد يكون الارتفاع (من بعد أول يومين) بسبب إنتاج المزيد من الخلايا اللمفاوية التائية. النسبة النهائية أقل (بكثير) من 100% بسبب أن العدد الأولي من الخلايا اللمفاوية كان مرتفعًا جدًا.

٧. أ. **A** 1.5 µg/ mL

B 0.094 µg/ mL

C 0.25 µg/ mL

ب. • الإشارة إلى سهولة قراءة المقياس على شريط اختبار E.

• حيث حافة النمو أو القطع الناقص تقطع شريط الاختبار.

• يعطي نتائج كمية.

• يتجنب قياس مناطق التثبيط كما في أقراص ورق الترشيح (الصورة ٨–١٠).

• يشير إلى الحساسية أو المقاومة.

• يشير إلى درجة المقاومة.

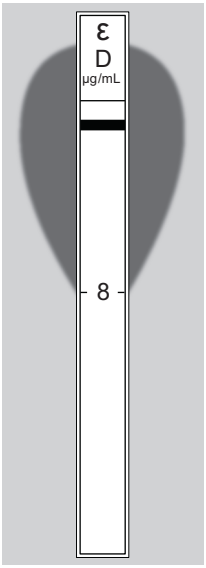
• يتأكد من استخدام الجرعة المناسبة من المضاد الحيوي.

• أي نقطة صحيحة بديلة.

ج. شكل النمو أو القطع الناقص هو نفسه كما في الرسم التخطيطي في السؤال.

يحدد موقع 8 µg/mL على الشريط في الموضع النسبي نفسه كما في شريط اختبار E في الرسم التخطيطي في السؤال أيضًا.

لا يظهر نمو للبكتيريا عند تراكيز أعلى من 8 µg/mL.



د. يحدث النمو فقط بجوار شريط اختبار E من أعلى شريط الاختبار وصولًا إلى 6 µg/mL.

٨. أ. تحتوي الخلية البلعمية على:

• نواة مفصّصة.

• ليسوسومات.

• كمية كبيرة من السيتوبلازم.

• حبيبات في السيتوبلازم أو سيتوبلازم حبيبي.

ب. إشهار الأنتيجين (الأنتيجينات) بواسطة الخلايا البلعمية الكبيرة أو الخلايا الأخرى المقدمة المشهرة للأنتيجين APCs

Antigen presenting cells (APC)

تحتوي بعض الخلايا التائية على مستقبلات مكملة للأنتيجين، ويتم اختيارها (انتقاؤها) وتنقسم بالانقسام المتساوي.

تفرز الخلايا التائية المساعدة سيتوكينات لتنشيط الخلايا اللمفاوية البائية.

تنقسم الخلايا اللمفاوية البائية المختارة (المنتقاة) وتتمايز إلى خلايا بلازمية تفرز الأجسام المضادة.

تبحث الخلايا اللمفاوية التائية القاتلة عن خلايا مصابة بالطفيلي أو مسبب المرض.

تدمر الخلايا اللمفاوية التائية القاتلة العائل (ومسبب المرض أو فيروس الحصبة) لتمنع تكاثر الفيروس أو مسبب المرض.

ج. يمكن للأنتيجين أو مسبب المرض وحده تنشيط الخلايا اللمفاوية البائية من دون إشراك الخلايا البلعمية الكبيرة.

تتمايز الخلايا اللمفاوية البائية إلى خلايا بلازمية وتفرز أجسامًا مضادة (لا تفرز الخلايا اللمفاوية التائية أجسامًا مضادة).

٩. أ. ١. تكتسب المناعة السلبية الطبيعية بفعل الأجسام المضادة من دم الأم أثناء الحمل أو مصدر آخر.

لا توجد استجابة مناعية داخل الجسم.

لا يدخل الأنتيجين (الأنتيجينات) أو مسبب المرض (مسببات المرض) الجسم.

٢. تعبر الأجسام المضادة المشيمة أو في حليب الأم / اللبأ.

ب. لدى الأطفال مناعة طبيعية سلبية.

ستتفاعل الأجسام المضادة لأنتيجينات الحصبة (من الأم) مع فيروسات الحصبة أو الأنتيجينات في اللقاح، وبالتالي تمنع حدوث استجابة مناعية، ولا تتكوّن خلايا ذاكرة.

ج. **بعض الاقتراحات:**

- صعوبة الوصول إلى ما يقرب من 100% من التغطية العالمية.
- يصعب الوصول إلى بعض السكان؛ على سبيل المثال، من يعيشون في أماكن يتعذر الوصول إليها أو أماكن خطِرة.
- لا يستجيب بعض الأطفال للّقاح.
- ربما لا يتلقى بعض الأطفال لقاحات معززة.
- تغير شكل الأنتيجين الفيروسي.
- أي نقطة صحيحة بديلة.

١٠. أ. ١. Y = منطقة متغيرة/ موقع ارتباط الأنتيجين.

X = منطقة ثابتة.

٢. رابطة ثنائي الكبريتيد.

ب. نسخ (DNA).

ترجمة (mRNA).

تجميع الأحماض الأمينية لتكوين كل من عديدات الببتيد الأربعة.

تجميع عديدات الببتيد وتنسيقها لتكوين جزيء الجسم المضاد.

إضافة سلاسل السكر (لتكوين بروتين سكري) أو اقبل، ارتباط بالجليكوزيل.

تعبئة جزيئات الجسم المضاد في حويصلات في جهاز جولجي.

إطلاق الأجسام المضادة بعملية الإخراج الخلوي.

ج. منطقة (مناطق) متغيرة تمثل مواقع ربط الأنتيجينات.

المنطقتان المتغيرتان على (جزيئات IgG) متطابقتان.

المناطق المتغيرة متخصصة أو مكملة للأنتيجينات.

المناطق المتغيرة لها تسلسلات أحماض أمينية للأنتيجينات المختلفة.

يمكن ترتيب 20 حمضًا أمينيًا لتكوين أشكال مختلفة.

تربط الروابط ثنائي الكبريتيد عديدات الببتيد معًا.

توفر منطقة المفصل مرونة في الارتباط بالأنتيجين.

منطقة ثابتة للارتباط مع المستقبلات على الخلايا البلعمية.

الوحدة التاسعة

التصنيف والتنوع البيولوجي والحفاظ عليه

نظرة عامة

- تستكشف هذه الوحدة أهمية التصنيف والحفاظ على الكائنات الحية، وتعالج طرائق جمع العيّنات للنوع وللجماعات الأحيائية. ويطّلع الطلبة أيضًا في الاختبارات الإحصائية المستخدمة لاستقصاء التنوع البيولوجي، من أجل تحديد الاختلافات والعلاقات المتبادلة (الارتباطات).
- تتوافر في هذه الوحدة فرص أمام الطلبة لتحسين الجانب العملي وتطوير مهاراتهم التحليلية والتطبيقية والحسابية. كما توفر الأنشطة العملية فرصًا للتخطيط للاستقصاءات بالإضافة إلى تحليل البيانات وتفسيرها. سيقوم الطلبة أيضًا بتقييم الإجراءات التجريبية وجودة البيانات التي يجمعونها.

مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
٩-١ ٩-٢ ٩-٣ ٩-٤ ٩-٥ ٩-٦	٩-١ التصنيف	٣	• قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة • الشكلان ٩-١ و ٩-٢ • الصور من ٩-٢ إلى ٩-١٥ • الجدولان ٩-١ و ٩-٢ • الأسئلة ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥	• أسئلة نهاية الوحدة: ٤
٩-٧ ٩-٨ ٩-٩ ٩-١٠	٩-٢ التنوع البيولوجي	٣	• الأشكال من ٩-٣ إلى ٩-٦ • الصور من ٩-١٦ إلى ٩-٢٥ • الجداول من ٩-٣ إلى ٩-٨ • الأسئلة ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ • أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ (أ)	• نشاط ٩-١: جمع وتحليل البيانات حول ثراء الأنواع وتنوع الأنواع • نشاط ٩-٢: استخدام التمثيلات البيانية المبعثرة • الاستقصاء العملي ٩-١: استخدام إطارات المربعات القياسية لتقييم وفرة الكائنات الحية

				• الاستقصاء العملي ٩-٢: استخدام إطارات المربعات لمقارنة التنوع البيولوجي في موطنَين بيئيَّين (إثرائي) • الاستقصاء العملي ٩-٣: استخدام المقاطع لاستقصاء توزيع ووفرة أحد أنواع الكائنات الحية • الاستقصاء العملي ٩-٤: تقدير حجم الجماعة الأحيائية لحيوان من اللافقاريات الصغيرة المتنقلة • أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٣ و ٥
٩-١١ ٩-١٢	٩-٣ الحفاظ على التنوع البيولوجي	١	• الصور من ٩-٢٦ إلى ٩-٢٩ • السؤال ١٣ • أسئلة نهاية الوحدة: ٥ (ج)	
٩-١٣ ٩-١٤ ٩-١٥	٩-٤ إدارة أعداد الأنواع	١	• العلوم ضمن سياقها: الطيور المحاكية • الصور ٩-١ ومن ٩-٣٠ إلى ٩-٣٧ • الأسئلة من ١٤ إلى ١٩ • أسئلة نهاية الوحدة: ٦ و٧	• نشاط ٩-٣: الإجابة عن أسئلة تركيبية حول الحفاظ على الأنواع • أسئلة نهاية الوحدة: ٢
٩-١٦	٩-٥ منظمات الحماية الدولية	١	• الشكل ٩-٧ • الصورة ٩-٣٨ • الجدول ٩-٩ • السؤال ٢٠ • أسئلة نهاية الوحدة: ٥ (ب)	

الموضوع ٩-١: التصنيف

يقدم هذا الموضوع التسلسل الهرمي للحياة وبعض المصطلحات الأساسية المستخدمة في التصنيف.

الأهداف التعليمية

٩-١ يناقش مصطلح النوع، مقتصرًا على مفهوم النوع البيولوجي، ومفهوم النوع المورفولوجي ومفهوم النوع البيئي.

٩-٢ يصف تصنيف الكائنات الحية في ثلاثة نطاقات: العتائق والبكتيريا وحقيقية النواة.

٩-٣ يصف أن العتائق والبكتيريا، هي بدائية النواة، وأنه توجد اختلافات بينها، مقتصرًا على الاختلافات في دهون الغشاء وRNA الرايبوسومي ومكونات جدران الخلية.

٩-٤ يصف تصنيف الكائنات الحية في نطاق حقيقية النواة وفقًا للتسلسل الهرمي التصنيفي: المملكة، الشعبة، الطائفة، الرتبة، العائلة، الجنس، النوع.

٩-٥ يلخص الخصائص الرئيسية لممالك الأوليات، والفطريات، والنباتات، والحيوانات.

٩-٦ يلخِّص كيفية تصنيف الفيروسات، مقتصرًا على نوع الحمض النووي (RNA أو DNA) ووجود شريط مفرد أو مزدوج.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ثلاث حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة	• اسئلة مرتبطة بالتنوع الجيني
	الشكلان ٩-١ و ٩-٢	• الأشكال المرتبطة بتصنيف الأنواع
	الصور من ٩-٢ إلى ٩-١٥	• الصور المرتبطة بتصنيف الأنواع
	الجدول ٩-١	• الجدول يبيّن تصنيف أفيال الأدغال الأفريقية ونبات الكركديه
	الجدول ٩-٢	• الجدول يبيّن تصنيف الفيروسات
	الأسئلة من ١ إلى ٥	• الأسئلة المرتبطة بتصنيف الأنواع
كتاب التجارب العملية والأنشطة	أسئلة نهاية الوحدة: ٤	• السؤال المرتبط بتصنيف الأنواع

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- كثيرًا ما يخلط الطلبة بين المراتب التصنيفية.
- يمكن للطلبة الخلط بين المراتب التصنيفية المختلفة (النطاق، المملكة، الشعبة) مع الأصنوفات، مثل شعبة الحيوانات، طائفة الثدييات، وجنس الزرافة *Giraffa*.
- قد يخلط الطلبة بسهولة بين بدائيات النوى، والأوليات (بما في ذلك البلازموديوم *Plasmodium*) والحيوانات الأولية.
- يشير الطلبة في كثير من الأحيان إلى «الحيوانات والطيور» متناسين أن الطيور هي حيوانات.
- ربما لا يتذكر الطلبة أنه حتى تلك الفيروسات التي تحتوي على جزيئات إنزيمية تعتمد على عمليات الأيض للخلية المضيفة؛ أنها ليست خلوية.

أنشطة تمهيدية

يعرف الطلبة الاختلافات الرئيسية بين الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة، ويجب عليهم أيضًا أن يتذكروا أن الفيروسات ليست خلوية (الصف الحادي عشر، الوحدة الأولى). ومع ذلك، ربما لا يكون الطلبة على دراية بنظام النطاقات الثلاثة للأصنوفات الهرمية، ومن غير المرجح أن يعرفوا المنطق البيولوجي الجزيئي لوجود نطاقَين من الكائنات بدائية النواة، لذا يجب أن تحدد الأنشطة التمهيدية ما يتذكره الطلبة كمعرفة مسبقة.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

أعط الطلبة الاسم (الأسماء) الشائع لنوع محلي يعيش في سلطنة عُمان، مختارًا نوعًا له عدة أسماء شائعة مختلفة. ولتحديد معرفة الطلبة السابقة بهذه الأنواع ذات الصلة للتركيز عليها، قم بإجراء اختبار قصير، بحيث توفر لكل طالب ورقتَي A4 يحتوي كل جانب منها على حرف واحد – A أو B أو C أو D –، ليعمد الطلبة إلى الإجابة برفع جانب الورقة التي يعتقدون أنها تحمل الإجابة الصحيحة عن كل سؤال من سلسلة أسئلة الاختيار من متعدد المكتوبة على السبورة.

- ما هو المصطلح الأفضل لوصف هذا النوع؟

أ. نبات

ب. حيوان

ج. بدائي النواة

د. فطر

- أي مما يلي موجود في جميع خلايا هذا الكائن الحي؟

أ. البلاستيدات الخضراء

ب. الميتوكندريون

ج. نواة أحادية عدد الكروموسومات

د. نوى متعددة

› **أفكار للتقويم:** يمكن استخدام هذا النشاط للتقويم التكويني للطلبة قبل أن يبدأوا بدراسة هذا الموضوع، فناقش الإجابات التي قدمها الطلبة، مشجّعًا إياهم على وضع الإجابات الصحيحة في أذهانهم طوال مدة الحصة. وفي الختام، شجّعهم على النظر في الصورة ٩-٢ الواردة في كتاب الطالب، والتي تعرض صورة لحيوان ثديي مشيمي وصورة لحيوان آخر ثديي جرابي. استنبط فكرة أن أنظمة التصنيف المتقدمة – والأسماء حسب نظام التسمية الثنائية – ضرورية لتجنب تصنيف الكائنات الحية على أساس أوجه التشابه والاختلاف المرئية، والتي يمكن أن تكون خادعة. قد ترغب في إعادة المحتوى في فقرة «العلوم ضمن سياقها: تتشابه من الخارج وتختلف من الداخل» الواردة في بداية الصف الثاني عشر، الوحدة الأولى، والتي تناقش استخدام تتابع الحمض النووي لأغراض التصنيف.

٢ فكرة (ب)

اطلب إلى الطلبة فتح حافظات الأقلام الخاصة بهم ونشر محتوياتها على الطاولة أمام كل منهم، محفّزًا إياهم على تصنيف الأشياء المحتواة وتجميعها في مجموعات. قد تتضمن الأفكار تجميع الأشياء التي يمكن استخدامها للكتابة، والأشياء التي يمكن استخدامها للقياس، وما إلى ذلك. فاطلب إلى الطلبة أن يقترحوا سبب قيامنا بتصنيف الأشياء، وناقش الطرائق التي يمكن من خلالها تصنيف الكائنات الحية (على سبيل المثال من خلال الخصائص المميزة المشتركة، والأصل المشترك،

والمكان الذي تعيش فيه، ومدى فائدتها لنا). استنبط فهمًا لمصطلح «**التسلسل الهرمي** hierarchy»، واطلب إلى الطلبة النظر إلى الصور من ٩-٢ إلى ٩-١٥ الواردة في كتاب الطالب لتوضيح الاختلافات فيما بينها.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة العمل في ثنائيات لكتابة خمسة أسئلة يرغبون في طرحها لمساعدتهم على استكشاف عملية التصنيف. يجب أن تبدأ هذه الأسئلة بمصطلحات «ماذا» و «كيف» و «من» و «أين» و «متى». قد تشمل الأمثلة ما يلي:

- ما الكائنات الحية التي كان تصنيفها الأصعب؟
- من قرر استخدام التسمية الثنائية لتسمية الكائنات الحية؟

اطلب إلى الطلبة كتابة اقتراحاتهم على أوراق الملاحظة اللاصقة ولصقها على السبورة. عند نهاية الحصة، قم بمراجعة هذه الأسئلة وحدد ما إذا كان هناك أي منها لا يزال من دون إجابة.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ محطات التصنيف (٦٠ دقيقة)

قم بإعداد عدد من محطات العمل المختلفة موزعة في غرفة الصف، بحيث تقوم مجموعة صغيرة من الطلبة بالعمل في كل محطة، ثم ينتقلون إلى المحطة التالية بعد فترة زمنية معيّنة. استمر بهذه العملية حتى ينتهي جميع الطلبة من العمل في جميع المحطات، مركزًا على الحوار الذي يدور بين الطلبة. تشمل الموضوعات المناسبة ما يلي:

- **المهمة ١:** يستخدم الطلبة التسلسل الهرمي التصنيفي للمملكة، الشعبة، الطائفة، الرتبة، العائلة، الجنس والنوع لتصنيف كائن حقيقي النواة. يساعدهم في مهمتهم الرجوع إلى الجدول ٩-١ الوارد في كتاب الطالب، والذي يوضح تصنيف أفيال الأدغال الأفريقية ونبات الكركديه. فاطلب إلى الطلبة تصنيف الإنسان، على سبيل المثال، عن طريق وضع الأصنوفات في الترتيب الصحيح.
- **المهمة ٢:** يحدد الطلبة الخصائص المميزة لممالك الأوليات Protoctista والفطريات Fungi و النباتات Plantae والحيوانات Animalia (جميعها ممالك في نطاق حقيقيات النوى). على سبيل المثال، يقوم الطلبة بتصنيف مجموعة من البطاقات التي تبيّن صورًا مجهرية وصورًا فوتوغرافية لأنواع مختلفة. ولتوسيع نطاق فهم الطلبة، شجعهم على فصل وتصنيف هذه البطاقات، إلى كائنات ذاتية التغذية وكائنات غير ذاتية التغذية.
- **المهمة ٣:** يقوم الطلبة بأنشطة لتعريف مصطلح **النوع** ومفهوم **النوع البيولوجي**، ومفهوم **النوع المورفولوجي**، ومفهوم **النوع البيئي**. قم بتحدي الطلبة لكتابة تعريفات لهذه المفاهيم الثلاثة في أقل عدد ممكن من الكلمات. يمكن للطلبة أيضًا تعديل نتائج عمل المجموعات السابقة.

› **أفكار للتقويم:** يقدم هذا النشاط العديد من المصطلحات العلمية والمفاهيم التي سيواجهها الطلبة خلال هذا الموضوع، فأعطِ كل طالب في كل مجموعة صغيرة بطاقة ذات رقم أو لون مختلف عن غيره، ليقوموا بعد ذلك بتكوين «مجموعات

قوس الألوان» بوضع كل الطلبة الذين لديهم العدد أو اللون نفساهما معًا، ثم يقوم الطلبة في مجموعاتهم الجديدة بمناقشة التحديات التي واجهوها في مجموعاتهم الأصلية.

٢ عرض الاختلافات (٦٠ دقيقة)

شجع الطلبة على القراءة حول نظام التصنيف ثلاثي النطاقات والرجوع إلى الصور ٩-٤ إلى ٩-٦ الواردة في كتاب الطالب. باستخدام هذه المعلومات، وبإجراء المزيد من البحث عبر الإنترنت، يقوم الطلبة بإعداد ملصق يشرح سبب استبدال نظام التصنيف ذي النطاقات الخمسة بنظام النطاقات الثلاثة في السبعينيات من القرن الماضي. أكّد على الأدلة المرتبطة بالبيولوجيا الجزيئية، وتضمين كل ملصق جدولًا فارغًا بثلاثة أعمدة (جدول جاهز لإضافة أمثلة لكل نطاق من النطاقات الثلاثة). وبعد أن يكمل الطلبة عملهم، ناقش سبب عدم إدراج الفيروسات في التصنيف ثلاثي النطاقات. استخدم الجدول ٩-٢ من كتاب الطالب لشرح كيفية تصنيف الفيروسات.

› **أفكار للتقويم:** قدم مجموعة من أسماء الكائنات الحية – البكتيريا والعتائق وحقيقية النواة (من الأفضل أن تكون وحيدة الخلية) – والتي يقوم الطلبة بالبحث عنها، ثم يكتبونها على الملصق الخاص بهم في العمود ذي الصلة في جداولهم الفارغة. يجب أن يكون الطلبة قادرين على التعرف إلى العديد من هذه الكائنات الحية، على سبيل المثال البلازموديوم فالسيباروم *Plasmodium falciparum* وهي كائنات حقيقية النواة (*Eukarya*)، والمُستَحِرِّة المائية *Thermus aquaticus* وهي من العتائق (Archaea)، والمُتَفَطِّرة السُّلِّيّة *Mycobacterium tuberculosis* وهي من البكتيريا (Bacteria).

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة أن يرسموا مخططات فن Venn التي توضح العلاقة بين النطاقات الثلاثة وأن يشرحوا العلاقات بينها.
- اطلب إلى الطلبة أن يبيّنوا كيف أن تركيب الكائنات الحية الأولية (الأوليات) مثل هدبيات *Stentor roseli* يمكنها القيام بالعديد من العمليات الحيوية في خلية واحدة (أشر إلى الصورة ٩-٧ الواردة في كتاب الطالب).
- شجع الطلبة على معرفة كيفية تصنيف الفيروسات باستخدام نظام بالتيمور Baltimore system.

الدعم

- قدّم المعلومات حول النطاقات الثلاثة في جدول غير مكتمل، والذي يقوم الطلبة بإكماله بشكل فردي باستخدام علامة الصح (✓) أو علامة الخطأ (✗) والمداخل القصيرة. قم بإعداد جداول مماثلة لممالك نطاق حقيقية النواة، والتي تساعد الطلبة على رؤية أوجه التشابه والاختلاف بين النطاقات الثلاثة وأيضًا بين ممالك نطاق حقيقية النواة.
- ساعد الطلبة على ترتيب أفكارهم من خلال تكوين ملخص من صفحة واحدة لقائمة بالاختلافات الرئيسية بين الكائنات الحية ضمن كل من النطاقات الثلاثة، مشجعًا إياهم على استخدام أقل عدد ممكن من الكلمات.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة الإجابة عن سؤال نهاية الوحدة ٤ من كتاب التجارب العملية والأنشطة (حول التصنيف).
- احصل على ورقة مطبوعة عليها أهداف هذا الموضوع وقم بتقطيع كل عبارة إلى قطع تحتوي كل منها على كلمتَين أو ثلاث كلمات. تحدَّ الطلبة لإعادة تجميعها مرة أخرى، وخلال قيامهم بذلك، يركزون انتباههم على النواتج المتوقعة من الموضوع، واطلب إليهم التصويت لصالح العبارة التي يشعرون أنها بحاجة إلى المزيد من الشرح، ثم قم بإجراء نشاط تعزيزي قصير لدعم ثقة الطلبة بها.
- قم بإعداد ثلاثة أو أربعة أسئلة، يفضَّل أن تكون أسئلة الاختيار من متعدد أو أسئلة الإجابة القصيرة، بحيث يكملها الطلبة ويسلّمونك إيّاها عند مغادرتهم غرفة الصف. يمكن أن توفر تقنية «بطاقة الخروج» هذه فرصة للتقييم التكويني، ما يتيح لك الحكم على ما إذا كان المزيد من التعزيز للمحتوى ضروريًا في الموضوع التالي.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يكون عدد المصطلحات المقدمة في هذا الموضوع وافرًا، لذا قم بتعزيز المصطلحات العلمية الأساسية من خلال عرضها على السبورة بحسب ورودها في الموضوع، مصرًا على أن يستخدم الطلبة المصطلحات العلمية الصحيحة أثناء مناقشة الموضوع، الأمر الذي يساعدهم على معرفتها.

المهارة الحسابية

يركز جزء كبير من هذا الموضوع على الاختلافات بين الكائنات الحية وحيدة الخلية، ولذلك تتوافر فرص إعادة استخدام الحسابات لتحديد التكبير والقياس الحقيقي للأشياء من خلال الصور المجهرية الضوئية والصور المجهرية الإلكترونية. تتوفر بعض الصور ذات الصلة (الصور ٩-٥ إلى ٩-٧) من كتاب الطالب.

الموضوع ٩-٢: التنوع البيولوجي

يطور هذا الموضوع معرفة الطلبة بعلم البيئة، حيث إن القيام بالعمل الميداني مهم لتقدير التنوع البيولوجي واكتشاف كيفية تحليله ودراسة التفاعلات بين الكائنات الحية وبيئتها. سيتم، من خلال دراستهم لهذا الموضوع، تطوير معرفة الطلبة بالطرائق العملية التي يمكن استخدامها لجمع عيّنات من الأنواع والجماعات الأحيائية المختلفة. ثمّة فرص للطلبة لملاحظة الأنواع المختلفة وتقييم توزيع الأنواع ووفرتها.

الأهداف التعليمية

٩-٧ يشرح معنى المصطلحَين: نظام بيئي، وإطار بيئي.

٩-٨ يشرح إمكانية تقييم التنوع البيولوجي على مستويات مختلفة بما في ذلك:

- عدد ونطاق الأنظمة البيئية والمواطن البيئية المختلفة
- عدد الأنواع ووفرتها النسبية
- التنوع الجيني في النوع الواحد.

٩-٩ يشرح أهمية العينات العشوائية في تحديد التنوع البيولوجي في المنطقة.

٩-١٠ يصف ويستخدم الطرائق المناسبة لتقييم توزيع ووفرة الكائنات الحية في المنطقة، مقتصرًا على المقاطع الخطية، وتقنية وضع علامة – أطلق – أعد إمساك باستخدام مؤشر لينكولن (سيتم توفير صيغة لمؤشر لينكولن).

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ثلاث حصص كل واحدة منها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الأشكال من ٩-٣ إلى ٩-٦	• الأشكال المرتبطة بالتنوع البيولوجي بما في ذلك الشكل ٩-٦ لتمثيلات بيانية مبعثرة تبيّن ثلاثة أنواع من الارتباط
	الصور من ٩-١٦ إلى ٩-٢٥	• الصور المرتبطة بالتنوع البيولوجي بما في ذلك الأنواع المهددة بالانقراض
	الجدول ٩-٣	• يبيّن الجدول التنوع البيولوجي للأشجار في أنظمة بيئية مختلفة
	الجدول ٩-٤	• يبيّن الجدول مقياس براون-بلانكيه
	الجداول ٩-٥، و٩-٦، و٩-٨	• تبيّن الجداول نتائج المسوحات الواردة في الأسئلة ٩ و ١٠ و ١١
	الجدول ٩-٧	• يبيّن الجدول البيانات التي تم جمعها من خلال المقاطع الخطية على شاطئ صخري
	الأسئلة من ٦ إلى ١٢	• الأسئلة المرتبطة بالتنوع البيولوجي وقياس التنوع البيولوجي
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ إلى ٥ (أ)	• الأسئلة المرتبطة بالتنوع البيولوجي وقياس التنوع البيولوجي

كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٩-١	• جمع وتحليل البيانات حول ثراء الأنواع وتنوع الأنواع
	نشاط ٩-٢	• استخدام التمثيلات البيانية المبعثرة
	استقصاء عملي ٩-١	• استخدام إطارات المربعات القياسية لتقييم وفرة الكائنات الحية
	استقصاء عملي ٩-٢	• استخدام إطارات المربعات لمقارنة التنوع البيولوجي في موطنَين بيئيَّين (إثرائي)
	استقصاء عملي ٩-٣	• استخدام المقاطع لاستقصاء توزيع ووفرة أحد أنواع الكائنات الحية
	استقصاء عملي ٩-٤	• تقدير حجم الجماعة الأحيائية لحيوان من اللافقاريات الصغيرة المتنقلة
	أسئلة نهاية الوحدة: ١ و ٣ و ٥	• الأسئلة المرتبطة بالتنوع البيولوجي وقياس التنوع البيولوجي

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالبًا ما يقدم الطلبة تعريفًا **للجماعة الأحيائية** عندما يُطلب إليهم تعريف **النظام البيئي**.
- يعتقد الكثير من الطلبة أن التنوع البيولوجي هو فقط عدد الأنواع الموجودة في النظام البيئي. لكن، ينطبق التنوع البيولوجي على عدة مستويات، بما في ذلك التنوع الجيني.
- كثيرًا ما يخلط الطلبة بين معاني أزواج معيّنة من المصطلحات العلمية. ثمّة حاجة إلى توجيهات واضحة لمساعدة الطلبة على التمييز بين أزواج المصطلحات العلمية التالية:
  - **جمع العيّنات العشوائية وجمع العيّنات المنتظمة** – الصورة ٩-٢٠ والشكلان ٩-٣ و ٩-٤ الواردان في كتاب الطالب تفيد جميعها في المساعدة على وصف الاختلافات.
  - **الوفرة والتوزيع** – لاحظ أن جمع العيّنات المنتظمة فقط هو الذي يمكن أن يعطي مؤشرًا للتوزيع.
  - **تكرار الأنواع وكثافة الأنواع**.
- ربما لا يفهم الطلبة كيفية الاختيار بين المقطع الخطي أو المقطع الحزامي المستمر والمقطع الحزامي المتقطع. غالبًا ما يتم اختيار واحد منها بناء على الجدول الزمني المحدد للاستقصاء.
- من الشائع أن يفهم بعض الطلبة بطريقة غير صحيحة واحدًا أو أكثر من عناصر تقنية «ضع علامة – أطلق – أعد إمساك».
- غالبًا ما يخطئ الطلبة في كتابة مصطلح «المربع القياسي» ليصبح «الربع القياسي». «الربع» هو ربع الدائرة.

أنشطة تمهيدية

يجب على الطلبة تذكر المصطلحات العلمية الأساسية المتعلقة بعلم البيئة من دراساتهم السابقة. ومع ذلك، لن يكونوا على دراية بالمعنى التفصيلي لمصطلحات مثل **النظام البيئي** و**التنوع البيولوجي**. لذلك، اقض بعض الوقت أثناء النشاط التمهيدي في تعزيز ما يعرفونه مسبقًا.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

قبل بدء الموضوع، اطلب إلى الطلبة العثور على تعريفات لمصطلح **التنوع البيولوجي**، ثم كتابتها على أوراق لاصقة، وتثبيتها على السبورة، مشجعًا إياهم على قراءة أعمال زملائهم الآخرين وعلى تحديد الأفكار الرئيسية المشتركة بينهم ضمن هذه المصطلحات. لا تنسَ أن تكتب المصطلحات العلمية الأكثر شيوعًا على السبورة، والتي تشمل في الغالب: **العدد**، و**النوع**، و**الأنظمة البيئية**، و**التنوع الجيني**، و**المساحة**. ربما يستخدم بعض الطلبة مصطلح الإطار البيئي Niche، فاترك هذه المصطلحات على السبورة طوال مدة الحصة.

› **أفكار للتقويم:** أدر مناقشة صفية باستخدام المصطلحات العلمية المختارة والمكتوبة على السبورة، مشجعًا الطلبة على كتابة تعريف يتضمن كل هذه المصطلحات العلمية الأساسية. مصطلح **التنوع البيولوجي** مصطلح يصعب تعريفه، وهو يشمل نطاق الأنظمة البيئية المختلفة في منطقة ما، ومجموعة المواطن البيئية المختلفة في نظام بيئي معيّن، ومجموعة الأنواع المختلفة في الموطن البيئي، ونطاق التنوع الجيني ما بين هذه الأنواع.

٢ فكرة (ب)

قبل البدء بالموضوع، شجع الطلبة على تحليل بيئتهم المحلية من أجل تحديد الأنظمة البيئية المختلفة على اليابسة وفي الماء؛ وفي الصف، قم بتزويدهم بمجموعة من الجمل غير المكتملة التي تمّت كتابتها لتنشيط معرفتهم وفهمهم لمصطلحَي **النظام البيئي** و**التنوع البيولوجي**.

ابدأ بنشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف» واطلب إلى الطلبة كتابة نهايات أو بدايات للجمل غير المكتملة. يقرأ الطلبة أفكارهم ويطلبون التعليقات والملاحظات من الثنائيات الأخرى. يُعد هذا النشاط جيدًا لمراجع المعرفة السابقة. يمكن أن تشمل الأمثلة ما يلي:

- النظام البيئي المائي هو ... .
- ... في الأنظمة البيئية على اليابسة.
- ... لديها تنوع بيولوجي عالٍ.

› **أفكار للتقويم:** يقوم الطلبة بنقل الجمل التي كان الطالب يعرفها «كنت أعرفها» باللون الاخضر، وباللون الأحمر للمعلومات «الجديدة». يمكن الإشارة إلى ما كتبه الطلبة حول الجمل في نهاية الموضوع لإظهار مدى التقدم الذي أحرزوه.

الأنشطة الرئيسية

فيما يلي العديد من الأنشطة التعليمية التي يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ بطاقات تعليمية عرض سريع للتعريفات (٣٠ دقيقة)

استخدم نظامًا بيئيًا محليًا لتوضيح تعريفات **النظام البيئي** و**الموطن البيئي**، و**الإطار البيئي**، و**النوع**، و**الجماعة الأحيائية**. ناقش الطرائق المختلفة التي يتم بها استخدام مصطلح **التنوع البيولوجي** (مثل التنوع البيولوجي المحلي داخل منطقة

الحماية والتنوع البيولوجي العالمي)، ثم ناقش الجوانب الثلاثة التالية للتنوع البيولوجي باستخدام أكبر عدد ممكن من الأمثلة:

- عدد ومدى تعقيد الأنظمة البيئية في منطقة ما.
- عدد الأنواع المختلفة في نظام بيئي معيّن.
- التنوع الجيني لكل نوع في نظام بيئي ما.

شجع الطلبة على إعداد مجموعة من البطاقات التعليمية (Flash cards) التي تساعدهم على فهم الاختلافات الرئيسية بين مصطلحات **النظام البيئي** و**الموطن البيئي** و**الإطار البيئي**، مع إمكانية استخدام المصطلحات والأمثلة الموجودة في كتاب الطالب لمساعدتهم.

› **أفكار للتقويم:** زوِّد الطلبة بمجموعة من العبارات القابلة للمناقشة في ثنائيات، ثم أدر مناقشة صفية. سيساعد هذا الأمر في تحديد المفاهيم الخاطئة التي قد تنشأ أثناء هذا النشاط. على سبيل المثال:

- يمكن لكائنَين أن يتشاركا في إطار بيئي مناسب لهما لفترة طويلة.
- إن تدمير النظام البيئي سيكون ضارًا بالقدر نفسه لجميع الكائنات الحية في ذلك النظام البيئي.

٢ رسم تخطيطي عن التنوع البيولوجي (٦٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة العمل بشكل مستقل أو في ثنائيات لتكوين رسم تخطيطي مع شروح توضيحية (على سبيل المثال، ملصق، مخطط انسيابي، خريطة ذهنية) يركز على التنوع البيولوجي في إحدى المناطق التالية (تتمتع جميعها بتنوع بيولوجي كبير وبوجود العديد من الأنواع المتوطنة فيها):

- حوض الكونغو في أفريقيا
- جنوب شرق آسيا
- منطقة البحر الكاريبي وأمريكا الوسطى
- أمازونيا
- جنوب غرب أستراليا.

يجب أن تتضمن الرسوم التخطيطية أمثلة على الأنواع المتوطنة وتعريفات المصطلحات العلمية التالية: **ثراء الأنواع**، و**التنوع الجيني**، و**تنوع الأنواع**. بالإضافة إلى ذلك، يجب على الطلبة الإشارة إلى المساحات الكبيرة من النباتات المتجانسة في هذه المناطق (حقول شجر النخيل، قصب السكر، القمح، الأرز أو العشب)، ووصف الضرر البيئي المرتبط بهذه الزراعات الأحادية (وهي طريقة لزراعة محصول واحد فقط في المرة الواحدة في حقل معيّن).

› **أفكار للتقويم:** يعرض الطلبة رسومهم التخطيطية ثم ينظرون إلى أعمال زملائهم في نشاط «التجول والتساؤل». تحدَّ الطلبة لتطبيق طريقة «نجمتان وأمنية» (نقطتان من التغذية الراجعة الإيجابية ونقطة واحدة من النقد البناء) مكتوبة على أوراق ملاحظات لاصقة. يمكن تصوير أفضل الأمثلة ووضعها على المنصة الافتراضية للمدرسة (إن وجدت)، أو أي منصة أو لوحة جدارية في المدرسة.

٣ التعريف بتقنيات جمع العيّنات

اعرض للطلبة مجموعة من الصور لمنطقة الساحل أو لأراض عشبية أو لغابات أو لمزارع من بيئتهم المحلية. يجب أن تكون الصور قد أخذت على مستوى الأرض ومن الأعلى، ويمكن استخدام الخرائط عبر الإنترنت وعبر التقاطها من خلال لقطات الشاشة. ناقش كيف يمكن لعلماء الأحياء تحديد التنوع البيولوجي في هذه المنطقة، معززًا فهم الطلبة لمصطلح **جمع العيّنات** وسبب استحالة إحصاء جميع الكائنات الحية في منطقة ما. قم بتطوير فهم أساسي للفرق بين جمع العيّنات العشوائية والمنتظمة.

اعرض مربعًا قياسيًا على الطلبة، قد يكون مربعًا قياسيًا حقيقيًا أو صورة لواحد منها (الشكل ٩-٣ والصورة ٩-٢٥ الواردة في كتاب الطالب)، ثم قم بإجراء لعبة سريعة من «صح أو خطأ» تهدف إلى تنشيط المعرفة السابقة للطلبة حول علم البيئة العملي، وإليك بعض الأمثلة:

- للحصول على قياس للتنوع البيولوجي، يجب تحديد جميع الكائنات الحية الموجودة في منطقة ما واحصاء عددها. (**خطأ**)
- الطريقة الوحيدة لتحديد وجود أو غياب نوع ما هي استخدام المربعات. (**خطأ**)
- قد يتم توزيع الكائن الحي الموجود بوفرة بشكل منظّم. (**صحيح**)

يمكن تزويد كل طالب بورقة مكتوب عليها «صح» على أحد الجانبين و«خطأ» على الجانب الآخر. يرفع جميع الطلبة إجاباتهم في الوقت نفسه.

› **أفكار للتقويم:** اطلب إلى الطلبة أن يفكروا في استخدام مقياس براون-بلانكيه Braun–Blanquet scale لتسجيل الغطاء النباتي داخل المربعات (الجدول ٩-٤ الوارد في كتاب الطالب)، مشجعًا إياهم على مقارنة أفكارهم حول مزايا وعيوب هذه الطريقة في «منتدى مفتوح (منبر حر)». اسمح لهم بالتجول في الفصل والتحدث مع ثلاثة زملاء على الأقل لمراجعة وتحسين أفكارهم، ثم قم بإجراء مناقشة صفية للوصول إلى ملخص للأفكار.

ملاحظة حول علم البيئة العملي

من المتوقع أن يفهم الطلبة مبادئ علم البيئة العملي خلال دراستهم لهذه المادة. في هذا الموضوع والموضوع الذي يليه، يُتوقع من الطلبة أن يعرفوا عددًا من طرائق جمع العيّنات التي توفر بيانات للتحليل. يختار العديد من المعلمين اصطحاب الطلبة في رحلة ميدانية إلى منطقة ذات أنظمة بيئية مختلفة تمامًا عن منطقة سكنهم، وقد تكون إلى منطقة محلية يعرفونها. إن المعرفة بالأنواع المحلية الموجودة في النظام البيئي المحلي ليست ضرورية، وقد يتحقق الكثير إذا تم تحديد الأنواع الفردية ببساطة على أنها النوع أ، والنوع ب، وما إلى ذلك. وإذا كان الوقت قصيرًا، يمكن للطلبة القيام بجولة على الأقدام في منطقة محلية، حيث يقومون بجمع عيّنات من الأنواع الموجودة فيها. ويمكن القيام بذلك عن طريق أخذ ورقة واحدة من كل نوع من النباتات، أو عن طريق التقاط الصور الفوتوجرافية لها. ومن الناحية المثالية، يمكن اختيار منطقة تتغير فيها الظروف غير الحيوية أو الحيوية تدريجيًا. تشمل الأمثلة الانتقال من أرض جافة إلى أرض رطبة، أو من الأراضي العشبية إلى منطقة حرجية، أو عبر الكثبان الرملية، أو عبر الشاطئ الصخري من منطقة حدود المد المنخفض (الجزر) إلى منطقة حدود المد العالي.

يقترح تنفيذ ثلاثة استقصاءات هنا؛ ويمكن للمعلم اختيار أي واحد منها لإكماله بناء على الزمن المتاح وطبيعة البيئة التي يزورونها.

٤ استقصاء عملي ٩-١: استخدام إطارات المربعات القياسية لتقييم وفرة الكائنات الحية (٩٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى الاستقصاء العملي ٩-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، والذي يتطلب استخدام عملية جمع العيّنات العشوائية، حيث يضع الطلبة المربعات القياسية بشكل عشوائي لضمان أن تكون العيّنات التي تم جمعها تمثل المنطقة بأكملها. تشمل المناطق المقترحة منطقة عشبية (على سبيل المثال، ملعب أو حديقة أو مرج)، أو شاطئًا صخريًا أو كثبانًا رملية. ومع ذلك، إذا لم تكن هذه المناطق متوافرة، يمكن للطلبة استقصاء الأنواع المختلفة من الحزازيات أو الطحالب أو الأشنات على صخرة أو على جذع شجرة، باستخدام مربعات قياسية صغيرة. يتم تسجيل النتائج على شكل تكرار الأنواع، وكثافة الأنواع، والنسبة المئوية للتغطية، أو استخدام مقياس للوفرة، مثل مقياس براون – بلانكيه (الجدول ٩-٤ الوارد في كتاب الطالب). إذا سمح الوقت والبيئة التي يتم استقصاؤها، يمكن للطلبة أيضًا إكمال الاستقصاء العملي ٩-٢: استخدام إطارات المربعات لمقارنة التنوع البيولوجي في موطنين بيئيين (إثرائي) الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

› **أفكار للتقويم:** أتح الفرصة للطلبة لتنفيذ التمارين الواردة في هذا الاستقصاء، والتي تشمل إجراء الحسابات وتقدير المساحة الإجمالية لموقع جمع العيّنات، والعدد التقديري لأفراد الأنواع في الموطن البيئي بأكمله. تركز الأسئلة التي من المتوقع أن يجيب عنها الطلبة على مصادر الخطأ في الاستقصاء، وكيف يمكن التغلب عليها لتقديم تقديرات أكثر دقة.

٥ استقصاء عملي ٩-٣: استخدام المقاطع لاستقصاء توزيع ووفرة أحد أنواع الكائنات الحية (٩٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى الاستقصاء العملي ٩-٣ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، حيث يستخدمون طريقة جمع العيّنات المنتظمة باستخدام المربعات القياسية لجمع عيّنات من الكائنات الحية على طول خط يسمى المقطع، ثم يقومون بقياس وفرة الأنواع على فترات منتظمة على طول المقطع، ما يوفّر لهم معلومات حول توزيعها.

› **أفكار للتقويم:** امنح الفرصة للطلبة لإجراء التمارين في هذا الاستقصاء الذي يتضمن إعداد مخطط الطائرة الورقية، حيث يتم تقدير وفرة الكائنات الحية باستخدام مقياس براون-بلانكيه، واقتراح أسباب توزيعات الأنواع التي قاموا بتحديدها.

٦ استقصاء عملي ٩-٤: تقدير حجم الجماعة الأحيائية لحيوان من اللافقاريات الصغيرة المتنقلة (٩٠ دقيقة)

اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى الاستقصاء العملي ٩-٤ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، حيث يستخدمون مؤشر لينكولن (المعروف أيضًا باسم مؤشر بيترسن)، لتقدير عدد الحيوانات (مثل قمل الخشب أو القواقع) في الجماعات الأحيائية المحلية. يجب أن يتأكد الطلبة من اختيار الطريقة المناسبة لوضع علامات على الحيوانات والتي يجب ألا تؤذيهم بأي شكل من الأشكال. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي ألا يجعلها أكثر عرضة أو جاذبية للحيوانات المفترسة.

› **أفكار للتقويم:** يستخدم الطلبة الصيغة المقدمة لمؤشر لينكولن من أجل تقدير حجم الجماعة الأحيائية للحيوان، ثم يُطلب إليهم ذكر الأسباب التي قد تجعل العملية الحسابية غير معبرة عن القيمة الحقيقية لحجم الجماعة الأحيائية.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- اطلب إلى الطلبة شرح كيفية قياس التنوع الجيني لنوع محدد ومسمى، ثم وصف الخطوات العملية التي سيتبعونها.
- تحدَّ الطلبة في التخطيط لإجراء مفصل يمكن للطلبة الآخرين اتباعه لتقييم التنوع البيولوجي في النظام البيئي لحقل ما.
- تحدَّ الطلبة للنظر في المثال العملي ٢ الوارد في كتاب الطالب، والذي يوضح كيف يمكن رسم مخطط الطائرة الورقية لإظهار وفرة وتوزيع الأنواع التي تم جمع عيّنات منها بشكل منتظم.

الدعم

- سيحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في فهم المقصود بالتنوع الجيني، ولذلك من المهم مراجعة وتلخيص المادة المتضمنة في الوحدة الثانية فيما يتعلق بالجينات ووراثة مجموعات أليلية مختلفة. استخدم الملصقات الإعلامية حول التنوع البيولوجي والتصنيف والحماية من جمعية لينيان في لندن Linnean Society of London

https://www.linnean.org/learning/posters

- إذا شعر أحد الطلبة أنه بحاجة إلى الدعم أثناء نشاط «رسم تخطيطي عن التنوع البيولوجي»، فيمكنه طلب «بطاقة الدليل». توفر كل بطاقة «تلميحًا» يهدف إلى إعطاء الطالب ما يكفي من المعلومات لمساعدته على المضي قدمًا في عمله (على سبيل المثال، «هل قمت بتضمين كلمة متوطن في الملصق الخاص بك؟» أو «ما المقصود بالزراعة الأحادية؟ – طريقة لزراعة محصول واحد فقط في المرة الواحدة في حقل معيّن»).
- اطلب إلى الطلبة النظر في المثال الوارد في كتاب الطالب، والذي يوضح كيف يمكن استخدام تقنية (ضع علامة – أطلق – أعد إمساك) للتحقق من أعداد حشرات نطّاطات النبات البنية، وهي آفة حشرية خطِرة تصيب الأرز.
- اطلب إلى الطلبة محاولة الإجابة عن السؤالَين ٩ و١٠ الواردَين في كتاب الطالب، واللذين يتطلبان منهم حساب تكرار وكثافة نوع من شقائق نعمان البحر الحمراء ونبات زهرة النهار البنغالية، على التوالي.
- طريقة سهلة لتذكر صيغة مؤشر لينكولن هي: اضرب أكبر عددَين معًا ثم اقسم الناتج على العدد الأصغر.
- يتميز سؤال نهاية الوحدة ٣ الوارد في كتاب الطالب بأنه سؤال منخفض الصعوبة يتعلق بهذا الموضوع. ويتطلب استخدام تقنية (ضع علامة – أطلق – أعد إمساك) مع الخنافس الأرضية.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- اطلب إلى الطلبة الإجابة عن سؤال نهاية الوحدة رقم ٥ حول التنوع البيولوجي من كتاب التجارب العلمية والأنشطة.
- شجع الطلبة على تكوين جدول أو مخطط فن Venn لمقارنة معاني مصطلحات **النظام البيئي**، **والموطن البيئي**، و**الإطار البيئي**.
- تحدَّ الطلبة لكتابة أقصر جملة ممكنة باستخدام المصطلحات العلمية التالية: **النظام البيئي**، و**الموطن البيئي**، و**الإطار البيئي**، الأمر الذي يساعدهم على تطوير مهارات التفكير العليا لفهم معنى هذه المصطلحات، بدلًا من مجرد تذكرها. لدعم هذا النشاط لبعض الطلبة، قم بتوفير العبارات الأولى والأخيرة لهم، أو قلل عدد الكلمات التي من المتوقع أن يستخدموها.
- شجّع الطلبة على طرح السؤال «ما السؤال؟» عندما يتم إعطاؤهم إجابة، واختر مجموعة من المصطلحات العلمية المكونة من كلمة واحدة وجمل بسيطة متعلقة بهذا الموضوع؛ الأمثلة تشمل:
  - توزيع النوع (**قد يكون هذا هو الجواب عن سؤال يتطلب من الطلبة ذكر اسم قيمة معيّنة**).
  - مقطع حزامي متقطع (**قد يكون هذا هو الجواب عن سؤال يطلب من الطلبة اقتراح طريقة لجمع العيّنات خلال زمن محدود**).
  - النسبة المئوية للتغطية (**قد يكون هذا هو الجواب لوصف ما يتم قياسه عند استخدام مقياس براون – بلانكيه**).
- قم بإعداد نص مكتوب يلخص المفاهيم التي درسها الطلبة في هذا الموضوع، مضمّنًا خمسة إلى عشرة أخطاء إملائية وأخطاء مفاهيمية في ذلك النص، على سبيل المثال:
  - لتحديد توزيع الأنواع، يجب دائمًا استخدام طريقة تتضمن جمع عيّنات عشوائية.
  - الأنواع ذات القيمة الأكبر من حيث النسبة المئوية للتغطية، ستكون دائمًا أكثر وفرة من الأنواع ذات القيمة الأقل لتلك النسبة.
  - يمكن تحديد تكرار الأنواع وكثافة الأنواع باستخدام طريقة جمع العيّنات العشوائية، فشجع الطلبة على رصد أكبر عدد ممكن من الأخطاء ووضع دائرة حولها وتصويبها. يمكن تحويل هذا النشاط إلى منافسة، حيث يكون الطالب الذي يحدد أولًا جميع الأخطاء هو الفائز.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

هناك عدد من المصطلحات العلمية الجديدة لهذا الموضوع، فحاول استخدام تقنية «المحظور Taboo»، بحيث يعمل الطلبة في ثنائيات لوصف المصطلحات العلمية أحدهما للآخر، ولكن من دون استخدام مصطلحات علمية رئيسية أخرى (من تلك المدرجة). سيكون من الصعب، على سبيل المثال، أن يصف الطلبة الفرق بين جمع العيّنات العشوائية وجمع العيّنات المنتظمة من دون استخدام المصطلحات الرئيسية الثلاثة: المقطع، والمربع القياسي، والإحداثيات.

المهارة الحسابيّة

تصل تقديرات العدد الإجمالي للأنواع إلى 100 مليون نوع. ومن خلال التوجيه المناسب للإشارة إلى مكان البحث عن التقديرات، يمكن إجراء عمليات حسابية تشمل نسبة الأنواع التي انقرضت في السنوات الأخيرة. يوفر حساب مؤشر لينكولن فرصة واضحة لتطوير المهارات الحسابية.

الموضوع ٩-٣: الحفاظ على التنوع البيولوجي

يتناول هذا الموضوع التهديدات التي يتعرّض لها التنوع البيولوجي، وتشمل كلًا من أنشطة الإنسان وتغير المناخ.

الأهداف التعليمية

٩-١١ يشرح لماذا يمكن أن تصبح الجماعات والأنواع مهددة بالانقراض أو منقرضة نتيجة لما يأتي:

- تغير المناخ
- المنافسة
- الصيد الجائر
- تدهور وفقدان المواطن البيئية.

٩-١٢ يلخص أسباب الحاجة إلى الحفاظ على التنوع البيولوجي.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة مدتها ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الصور من ٩-٢٦ إلى ٩-٢٩	• الصور المرتبطة بالأنواع المهددة بالانقراض
	السؤال ١٣	• السؤال المرتبط بالتهديدات التي تتعرض لها الأنظمة البيئية
	أسئلة نهاية الوحدة: ٥ (ج)	• السؤال المرتبط بأهمية الحفاظ على التنوع البيولوجي

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يعتقد بعض الطلبة أن المقصود بالبيئة «المائية» وتلك «البحرية» أمر واحد، لذا شجعهم على عمل قائمة بالبيئات المائية المختلفة وتصنيفها إلى بيئات بحرية أو بيئات مياه عذبة.
- يستخدم الطلبة أحيانًا مصطلحَي «**فقدان الموطن البيئي**» و«**تجزئة الموطن البيئي**» بشكل تبادلي.

أنشطة تمهيدية

من خلال دراستهم للمواضيع السابقة في هذه الوحدة، سيكون الطلبة قد اكتسبوا فهمًا عميقًا لمصطلح **التنوع البيولوجي**، بما في ذلك كيفية قياسه وتحليله، وسيكونون على دراية، من خلال دراساتهم السابقة ومعرفتهم الأوسع، بالتهديدات التي يتعرض لها التنوع البيولوجي، يجب أن تشجع الأنشطة التمهيدية الطلبة على التفكير في هذه المفاهيم، وتساعدهم على فهم السبب وراء أهمية محافظتنا على التنوع البيولوجي.

في ما يأتي اقتراحان لنشاطَين يمكن استخدامهما كمحفزَين للموضوع. يعتمد اختيار النشاط على المصادر المتوافرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى مدى تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

١ فكرة (أ)

اطلب إلى الطلبة أن يعددوا التهديدات التي تتعرض لها المواطن البيئية البرية (على اليابسة) والمائية (المياه العذبة والبحرية). خلال المناقشات، قم بتضمين أمثلة على الأنواع الغريبة أو الغازية واشرح المشكلات التي تتسبّب بها كل منها، ثم اجمع التهديدات المختلفة التي يمكن للطلبة تحديدها إما من خلال المناقشة الصفية أو من خلال تشجيعهم لإضافة أفكارهم إلى سبورة الصف، بعد تزويدهم بالأقلام المخصصة للكتابة على السبورة.

› **أفكار للتقويم:** يجب على الطلبة المشاركة في نشاط «فكر، شارك زميلك، شارك الصف» لتصنيف التهديدات التي اقترحها جميع الطلبة، والتي من المتوقع أن تشمل التهديدات الناجمة عن توفير البيوت والأراضي الزراعية لخدمة الأعداد المتزايدة من الجماعات البشرية، وتلك الناجمة عن الأنواع الغريبة والغازية، أو الناجمة عن التلوث.

٢ فكرة (ب)

بعد تقديم مثال للتمهيد لما سيأتي، اسأل أحد الطلبة عن أحد الأمثلة التي تهدد التنوع البيولوجي، ثم اسأل طالبًا آخر عن ذلك، واستمر في الأسئلة حتى يتم سؤال جميع الطلبة في الصف. وقبل اختيار طالب لتقديم إجابته، حدد طالبًا آخر تتوقع منه الإجابة بعد زميله، الأمر الذي يمنحه فرصة التفكير في إجابته لفترة أطول قليلًا، بحيث تكون إجابته أكثر دقة ووضوحًا.

› **أفكار للتقويم:** من خلال مناقشة صفية، شجع الطلبة على التفكير في التهديدات التي تم اقتراحها، وعلى أن يكتب كل منهم فقرة مختصرة في دفاتر الملاحظات الخاصة بهم لتلخيص هذه المعلومات.

الأنشطة الرئيسية

فيما يأتي أنشطة تعلمية متعددة يمكنك اختيار ما تراه مناسبًا منها لتكييف الموضوع بما يتواءم مع احتياجات الطلبة.

١ إعداد خريطة مسح التهديدات التي تواجه التنوع البيولوجي (٢٥ دقيقة)

اعرض خريطة العالم على السبورة، مشجعًا الطلبة على وضع أوراق الملاحظة اللاصقة على البلدان أو المناطق ذات الصلة التي توجد بها تهديدات رئيسية للتنوع البيولوجي. قد تكون هذه التهديدات هي نفسها التي تم تحديدها في النشاط التمهيدي حيث سيكشف كتاب الطالب أو البحث عبر الإنترنت عن المزيد من الأمثلة.

› **أفكار للتقويم:** شجع الطلبة على النظر في الأنماط المرئية على الخريطة، طارحًا أسئلة لدمجهم في مناقشات في مجموعات صغيرة، مثل:

- هل هناك تهديدات أكثر للمواطن على اليابسة (البرية) أو للمواطن المائية (المياه العذبة أو البحرية)؟
- ما التهديدات التي كانت موجودة لأطول فترة زمنية؟
- ما التهديدات التي لدينا القدرة الأكبر للسيطرة عليها؟

اطلب إلى الطلبة إعداد خمس عبارات لمشاركتها مع بقية الصف. بعد ذلك، اختر الطلبة بشكل عشوائي لتقديمها من أجل مناقشة صفية.

٢ رسالة لإنقاذ نوع (٤٠ دقيقة)

أخبر الطلبة أنهم سيكتبون رسالة لإقناع المؤسسات الحكومية بأهمية – على سبيل المثال – الحد من انتشار أشجار الغاف البحري (المسكيت) أو أهمية المحافظة على المناطق ذات التنوع البيولوجي العالي، واطلب إليهم الاستفادة من كتاب الطالب وتحديدًا القسم «أسباب الحفاظ على التنوع البيولوجي» ضمن الموضوع «الحفاظ على التنوع البيولوجي» لإدراج الأسباب الفكرية الأخلاقية، والبيئية، والاقتصادية، والجمالية، والزراعية. واضعًا إرشادات واضحة لكيفية الكتابة؛ على سبيل المثال، يجب ألا يزيد زمن كتابة الرسالة على دقيقتين، ويجب أن تتضمن مصطلحات علمية معيّنة، وأن تشير إلى ثلاثة أنواع مسماة على الأقل.

› **أفكار للتقويم:** كوِّن مجموعات من ثلاثة أو أربعة من الطلبة، واطلب إلى أفراد كل مجموعة قراءة رسائلهم بعضهم لبعض أثناء تنقلك بين المجموعات، ثم زوِّد الطلبة المستمعين باستبانة Questionnaire لتشجيع الاستماع النشط، وهذا يؤدي إلى إشراك الطلبة في تقديم النقد البنّاء.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- تحدَّ الطلبة للتفكير في السؤال التالي: «لماذا من الضروري الاهتمام بالتنوع البيولوجي للكائنات الحية الدقيقة وحمايتها؟» يناقش الطلبة أفكارهم.
- تحدَّ الطلبة للنظر في التأثير المختلف لفقدان الأنواع الأساسية (بمثابة حجر زاوية) على النظام البيئي. يقدم كتاب الطالب القندس ثعالب البحر والفيل الأفريقي كأمثلة على هذه الأنواع.
- اطلب إلى الطلبة إجراء بحث حول الكيفية التي تسبب فيها الملوثات الكيميائية الضرر للكائنات الحية، وما إذا كانت هناك طرائق لتصنيف الأضرار التي تسببها هذه الملوثات، بحسب طريقة عملها أو موقع تأثيرها في الجسم، شارحًا أهمية التراكم الأحيائي Bioaccumulation (تراكم مواد مثل المبيدات الحشرية أو مواد ومركبات عضوية أخرى في جسم الكائن الحي بمرور الزمن)، والتضخم الأحيائي Biomagnification (الزيادة في تركيز المادة الذي يحدث من مستوى غذائي إلى المستوى الغذائي الذي يليه في السلسلة الغذائية) كتهديدات للتنوع البيولوجي.

الدعم

- يمكن أن يشعر الطلبة بأنهم مثقلون بسبب عدد وأسماء الأنواع المهددة بالانقراض. وكدعم لهم، اطلب إليهم أن يفكروا في نطاق التهديدات التي تؤثر على مثال محدد من هذه الأنواع؛ على سبيل المثال، الشعاب المرجانية في منطقة البحر الكاريبي مهددة بسبب ارتفاع درجات حرارة المحيطات على مستوى العالم، والافتراس من قبل أسماك الأسد الغازية، والسياحة، وما إلى ذلك.

- اطلب إلى الطلبة المشاركة في مشاهدة فيلم وثائقي يركز على التهديدات التي يتعرض لها التنوع البيولوجي. يمكن تعيين هذا كواجب منزلي يسبق هذا الموضوع، مع مجموعة من الأسئلة للإجابة عنها أثناء مشاهدة هذا الفيلم. تشمل الأمثلة الجيدة كتاب «حالة الكوكب State of the Planet» لديفيد أتينبورو (2004 م)، و«الحقيقة حول تغير المناخ The Truth About Climate Change» (2008 م) وحلقات محددة من سلسلة «الكوكب الأزرق Blue Planet II (2016 م)».

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- مع التركيز الأولي على التهديدات التي تواجه الحفاظ على التنوع البيولوجي، تحدَّ الطلبة للمشاركة في لعب لعبة «بينغو» لترسيخ المصطلحات العلمية التي واجهوها الطلبة في المواضيع السابقة، ثم زوّد كل طالب بشبكة من تسعة مربعات. ثم اكتب عشرين مصطلحًا علميًا على السبورة، تختارها من المواضيع التي تمّت دراستها سابقًا. وهكذا يختار منها كل طالب تسعة مصطلحات علمية بشكل عشوائي لملء شبكته بها، فيذكر بصوت عال تعريف كل مصطلح من المصطلحات العلمية العشرين – بترتيب عشوائي – وأول طالب يضع إشارة على المصطلحات العلمية التسعة يقول بصوت عالٍ بينغو ويفوز بالمسابقة.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

هناك عدد قليل من المصطلحات العلمية التي تم تقديمها خلال هذا الموضوع، فاكتب المصطلحات العلمية على السبورة طوال مدة دراسته.

المهارة الحسابيّة

يمكن للطلبة حساب معدل انكماش الموطن البيئي (فيما يتعلق بمساحته) أو النسبة المئوية للانخفاض في حجم الجماعة الأحيائية لنوع معيّن.

الموضوع ٩-٤: إدارة أعداد الأنواع

يطور هذا الموضوع فهم الطلبة للتهديدات التي يتعرض لها التنوع البيولوجي، بحيث يفكر الطلبة مليًا في بعض الخطوات المعتمدة للحفاظ عليه، محليًا وعالميًا.

الأهداف التعليمية

٩-١٣ يلخص أدوار الحدائق الحيوانية والحدائق النباتية والمحميات (بما في ذلك المتنزهات الوطنية والمتنزهات البحرية)، و"الحدائق الحيوانية المجمدة" وبنوك البذور، في حماية الأنواع.

٩-١٤ يصف طرائق المساعدة على الإنجاب المستخدمة في حماية الثدييات، مقتصرًا على التلقيح الاصطناعي ونقل الأجنّة والأرحام البديلة.

٩-١٥ يشرح أسباب ضبط الأنواع الغريبة الغازِيَة.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الصور ٩-١ ومن ٩-٣٠ إلى ٩-٣٧	• الصور المرتبطة بإدارة أعداد الأنواع
	العلوم ضمن سياقها	• الطيور المحاكية
	الأسئلة من ١٤ إلى ١٩	• الأسئلة المرتبطة بإدارة أعداد الأنواع
	أسئلة نهاية الوحدة: ٦ و ٧	• الأسئلة المرتبطة بإدارة أعداد الأنواع
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٩-٣	• الإجابة عن أسئلة تركيبية حول الحفاظ على الأنواع
	أسئلة نهاية الوحدة: ٢	• السؤال المرتبط بإدارة أعداد القط صياد الأسماك أو القط السماك

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يكون لدى الطلبة رؤية في غاية البساطة لاستعادة المواطن البيئية. ليس ممكنًا دائمًا إعادة المواطن البيئية إلى الحالة التي كانت عليها قبل تدهورها.
- يحاول الطلبة في كثير من الأحيان تبرير الحفاظ على التنوع البيولوجي بحجة غامضة وغير واقعية أحيانًا هي أن «جميع الحيوانات لها الحق في الحياة».
- قد يخلط الطلبة بين معاني العديد من المصطلحات العلمية المتعلقة في جهود الحفاظ على التنوع، والتي تشمل **التلقيح الاصطناعي**، و**الإخصاب خارج الجسم**، و**بنك الحيوانات المنوية**، و**نقل الأجنة**، و**الأرحام البديلة**، و«**حديقة الحيوانات المجمدة**».

أنشطة تمهيدية

يتطلب هذا الموضوع من الطلبة استخدام المعرفة التي طوروها فيما يتعلق بالتنوع البيولوجي والتهديدات التي يتعرض لها، وذلك لتحديد الطريقة التي يعتمدها الإنسان للحفاظ على الأنواع المهددة بخطر الانقراض، مختارًا، إذا أمكن، أمثلة لاستخدامها كدراسات حالة من بلدك أو منطقتك المحلية.

فكرة

ركز على دراسة حالة واحدة واطلب إلى الطلبة قراءة قصة الطائر المحاكي فلوريانا الموجود في جزر غالاباغوس (الصورة ٩-١ الواردة في كتاب الطالب). أشرك الطلبة في مناقشة لتسمية بعض الأنواع التي يعتبرونها مهددة بالانقراض. وللمساعدة، اطلب إليهم الرجوع إلى الأنواع المبيّنة في الصور ٩-٣٠ إلى ٩-٣٧، احتفظ بقائمة المسميات واحسب النسبة المئوية للأنواع المذكورة التي (أ) تنتمي إلى المملكة النباتية و(ب) المحلية.

› **أفكار للتقويم:** ينخرط الطلبة في نشاط "فكر، شارك زميلك، شارك الصف" لتلخيص ثلاث نقاط بسيطة جدًا من المناقشة المتعلقة بمفهوم الحفاظ على التنوع البيولوجي؛ قد تشمل الأمثلة ما يلي:

- يجب أن يتم تنسيق جهود الحفاظ على التنوع البيولوجي من قبل مسؤول أو حكومة.
- يجب البدء في تنفيذ استراتيجيات الحفاظ على التنوع في أسرع وقت ممكن.

الأنشطة الرئيسية

بطاقات الأنواع المهددة بالانقراض (٤٠ دقيقة)

امنح الفرصة لكل طالب لإجراء بحث حول أحد الأنواع المهددة بالانقراض، ثم وجّه الطلبة إلى مواقع الإنترنت الخاصة بالاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (International Union for Conservation of Nature (IUCN واتفاقية التجارة الدولية في الأنواع المهددة بالانقراض من الحيوانات والنباتات البرية (CITES)،

http://www.cambridge.org/links/sastd6028

https://www.cambridge.org/links/sastd6010

بحيث يقوم كل طالب بإعداد ملخص من صفحة واحدة يسرد الخصائص الرئيسية للنوع وسبب تعرضه لخطر الانقراض. قم بتوفير «سقالة» (عملية دعم) تحتوي على عناوين فرعية وكلمات مفقودة، للحفاظ على الاتساق، ثم تصوير أوراق الملخص لتقديم حزمة منها لكل طالب.

› **أفكار للتقويم:** فيما يتعلق بالواجب المنزلي، اطلب إلى الطلبة اختيار ثلاثة أنواع من مجموعة الملخصات، وفي كل حالة، تحديد ما تم فعله للحفاظ على كل نوع. قد تشمل تقنيات الحفاظ على الأنواع إنشاء المتنزهات الوطنية، وحدائق الحيوان، واستخدام تقنيات المساعدة على الإنجاب، وما إلى ذلك.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسع والتحدي

- سؤال نهاية الوحدة ٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة هو سؤال صعب حول هذا الموضوع، إذ يتعلق بالجهود المبذولة – بما في ذلك التربية والتكاثر في الأسر ونقل الأجنة – للحفاظ على القط صياد الأسماك في جنوب شرق آسيا.
- استخدم تصنيف بلوم لإعداد خمسة أو ستة أسئلة ضمن نطاق مهارات التفكير العليا حول هذا الموضوع، ثم رتّبها في مغلفات، وضعها على هرم بلوم، طالبًا إلى الطلبة تقديم الاقتراحات والتقييمات والمبررات.
- شجع الطلبة على إجراء عملية بحث وتلخيص النتائج التي توصلوا إليها حول الحديقة العالمية الحيوانات المجمدة في سان دييغو San Diego Frozen Zoo Global وبنك الألفية للبذور في حدائق كيو بالمملكة المتحدة Millennium Seed Bank at Kew Gardens in the UK.

http://www.cambridge.org/links/sastd6041

http://www.cambridge.org/links/sastd6037

- استكشف سبب الإشارة إلى بعض البذور (مثل بذور نباتي الكاكاو وجوز الهند) على أنها «بذور مستعصية».

الدعم

- اطلب إلى الطلبة تنفيذ النشاط ٩-٣ من كتاب التجارب العملية والأنشطة: الإجابة عن أسئلة تركيبية حول الحفاظ على الأنواع. يتطلب هذا النشاط من الطلبة تحديد نقاط القوة ونقاط الضعف في إجابات ثلاثة من الطلبة ثم كتابة إجابة تحصل على الدرجة الكاملة.
- اصطحب الطلبة لزيارة منظمة محلية للحفاظ على البيئة (مثل حديقة حيوانات أو حديقة نباتات أو محمية طبيعية). وبدلًا من ذلك، قم بدعوة أحد دعاة الحفاظ على البيئة للتحدث مع الطلبة حول طرائق الحفاظ على الأنظمة البيئية المحلية واستعادة المواطن البيئية للأنواع المهددة بالانقراض.
- خلال دراسة الأنواع الغازية (الغريبة)، اختر مثالًا محددًا وصف أصله، وخصائصه، وموقعه الجديد كدراسة حالة. ومن الأمثلة على ذلك أسماك الأسد الحمراء، وعلجوم القصب، وعشبة العقَد اليابانية.

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- قم بإجراء نشاط «الحلقة» باستخدام بعض أو كل المصطلحات العلمية التي وردت في الوحدة، ثم اكتبها مع تعريفاتها في جدول بيانات (باستخدام برمجية إكسل). الآن، انقل جميع المصطلحات إلى الأسفل بمقدار مربع (خانة) واحد بحيث لا يتطابق المصطلح والتعريف. اكتب «**البداية**» مقابل التعريف الأول و «**النهاية**» مقابل المصطلح الأخير (انظر الجدول).

البداية	تعريف المصطلح الأول
المصطلح الأول	تعريف المصطلح الثاني
المصطلح الثاني	تعريف المصطلح الثالث
المصطلح الثالث	**النهاية**

- اطبع جدول البيانات على بطاقة من الورق المقوّى، وقصها بحيث تحتوي كل قطعة من البطاقة مصطلحًا واحدًا، وتعريفًا. اخلط البطاقات ثم وزعها على طلبة الصف. يقرأ الطالب الذي يحمل بطاقة «**البداية**» تعريف المصطلح، ويقوم الطالب الذي لديه المصطلح المطابق لذلك التعريف برفع يده، ويذكر المصطلح بصوت عالٍ ثم يقرأ التعريف الموجود على بطاقته. يستمر هذا العمل حتى يتم الوصول إلى بطاقة «**النهاية**». يمكن إعادة خلط البطاقات وتكرار هذا النشاط لمعرفة ما إذا كان بإمكان الطلبة القيام بذلك بشكل أسرع في المرة الثانية، محتفظًا بنسخة رئيسية من الورقة الأساسية للنشاط لتصحيح أي أخطاء قد تحدث.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

يقدم هذا الموضوع عددًا كبيرًا جدًا من المصطلحات العلمية الجديدة، فقم بإعداد أحجية الكلمات المتقاطعة أو ورقة لتمرين جناس تصحيحي (إعادة ترتيب الأحرف/ كلمة أو عبارة يتم كتابتها بإعادة ترتيب أحرف كلمة أو عبارة أخرى) لمساعدة الطلبة على التعرف عليها. يمكنك العثور على مورد مجاني لإعداد الكلمات المتقاطعة وأوراق الجناس التصحيحي في هذا الرابط:

http://www.cambridge.org/links/sastd6002

المهارة الحسابيّة

يمكن للطلبة ممارسة مهاراتهم الحسابية عن طريق حساب معدل انخفاض عدد أفراد الجماعة الأحيائية أو النسبة المئوية لانخفاض معدل فقدان الموطن البيئي.

الموضوع ٩-٥: منظمات الحماية الدولية

يناقش هذا الموضوع المنظمات المشاركة في حماية البيئة وأدوارها في الجهود العالمية للحفاظ على التنوع البيولوجي.

الأهداف التعليمية

٩-١٦ يلخص دور كل من الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN) واتفاقية التجارة الدولية حول الأنواع المهددة بالانقراض من الحيوانات والنباتات البرية (CITES) في حماية البيئة.

عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة واحدة من ٤٠ دقيقة.

المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	الشكل ٩-٧	• الشكل المرتبط بنظام تصنيف الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN) وحفظ الأنواع النباتية والحيوانية
	الصورة ٩-٣٨	• الصورة المرتبطة بتدخل رجال الشرطة في ضبط تجارة سلاحف البحر في ماليزيا
	الجدول ٩-٩	• يبيّن الجدول ملحقات اتفاقية CITES؛ الأول (I)، والثاني (II)، والثالث (III)
	السؤال ٢٠	• السؤال المرتبط بقاعدة البيانات الخاصة بالاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN)
	أسئلة نهاية الوحدة: ٥ (ب)	• السؤال المرتبط بأسماك القرش المهددة بالانقراض وقوائم كل من الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN) واتفاقية التجارة الدولية حول الأنواع المهددة بالانقراض من الحيوانات والنباتات البرية (CITES) للأنواع المهددة بالانقراض

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- كثيرًا ما يخلط الطلبة بين أسماء المنظمات المختلفة، بخاصة عندما تكون اختصارات أسمائها بلغة أخرى غير لغتهم.
- غالبًا ما يرتبك الطلبة بشأن مستوى العمليات والجهود المبذولة – سواء كانت جهودًا محلية أو وطنية أو دولية، وأدوار الحكومات المحلية والوطنية والمنظمات الدولية في هذه الجهود. وكثيرًا ما يكون التعاون ضروريًّا بين هذه المستويات المختلفة.

أنشطة تمهيدية

ربما يكون الطلبة قد صادفوا أسماء بعض هذه المنظمات أثناء القيام بالأبحاث في الموضوع السابق، لكنهم لا يكونون على دراية بدور هذه المنظمات.

فكرة

لجذب اهتمام الطلبة، اعرض بعض الصور لإظهار أمثلة على بعض المواطن البيئية المتردية في مناطق جغرافية حيوية مختلفة. زوّد الطلبة بأقلام التخطيط، واطلب إليهم الحضور إلى سبورة الصف لكتابة أكبر عدد يمكنهم ذكره من استراتيجيات الحفاظ، بناءً على معرفتهم الأوسع حول الموضوع، ثم أدرِ مناقشة تركز على اقتراحاتهم.

› **أفكار للتقويم:** شجع الطلبة على التفكير في خبراتهم والتوصل إلى توافق في الآراء، مشجعًا إياهم على تقديم خمس توصيات لدراستهم المستقبلية حول هذا الموضوع، قد تكون على شكل: «في المرة القادمة التي أقوم فيها بعمل ... يجب أن أتذكر أن ...». للتوسع في المناقشة، اطلب إلى الطلبة كتابة هذه التوصيات على أوراق الملاحظات اللاصقة، لكي يضيفوها إلى لوحة الصف، واسمح لهم أن يفكروا في توصيات زملائهم الآخرين وأن يسلطوا الضوء على الأخطاء الشائعة.

الأنشطة الرئيسية

مدونة (IUCN) أو (CITES) (٤٠ دقيقة)

وجّه الطلبة إلى مواقع الإنترنت التالية الخاصة بكل من الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN) واتفاقية التجارة الدولية حول الأنواع المهددة بالانقراض من الحيوانات والنباتات البرية (CITES).

http://www.cambridge.org/links/sastd6028

https://www.cambridge.org/links/sastd6010

كلف الطلبة مهمة كتابة مدخل إلى «المدونة» الخاصة بأحد هذين الموقعين حول قضية أحد الأنواع المهددة بالانقراض. يدرج الجدول ٩-٩ الوارد في كتاب الطالب بعض الأمثلة ضمن هذا السياق، فشجع الجميع على البحث عن أمثلة من ممالك حقيقية النواة المختلفة. وفي مدونتهم، يجب على كل طالب التأكد من تضمين مدونة كل منهم إشارة إلى الفئات المختلفة: E– منقرض؛ EW– انقرضت في البرية ؛ CR – مهدد بالانقراض بشدة؛ EN – مهدد بالانقراض؛ VU – عرضة للخطر؛ – NT قريب من وضع التهديد؛ LC – غير مهدد.

› **أفكار للتقويم:** امنح الطلبة الفرصة لمشاركة عملهم مع زميلين آخرين على الأقل، وأدِر مناقشة صفية، بناءً على الجدول ٩-٩ الوارد في كتاب الطالب، لمناقشة حسنات وسيئات قائمة اتفاقية CITES.

التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

التوسّع والتحدي

- شجع الطلبة على إجراء البحث بشأن جهود الحفاظ على البيئة في سلطنة عُمان، وتلخيص النتائج التي توصلوا إليها، وأي جهود للتعاون بين المنظمات الدولية وسلطنة عمان للمساعدة في حماية المواطن البيئية الفريدة والنادرة في البلاد.

الدعم

- زوّد الطلبة بإطار للكتابة لاستخدامه في تلخيص أهداف كل من الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN) واتفاقية التجارة الدولية حول الأنواع المهددة بالانقراض من الحيوانات والنباتات البرية (CITES).

تلخيص الأفكار والتأمّل فيها

- «السؤال والإجابة» تقنية مفيدة عند استخدامها بعد هذا الموضوع، فاطلب إلى كل طالب أن يكتب سؤالًا عن شيء ما في الوحدة على شريط ورقي ملون، وأن يكتب الإجابة على شريط ورقي ملوّن آخر، ثم اطلب إلى الطلبة تشكيل مجموعات مكونة من ستة إلى ثمانية طلبة، لتوزع عليهم شرائط الورق الملون تلك، بحيث يحصل كل طالب على شريط يحتوي على سؤال وآخر يحتوي على إجابة. يقرأ أحد الطلبة سؤاله، ثم يقرأ الطالب صاحب الورقة التي تحمل الإجابة الصحيحة تلك الإجابة بصوت عالٍ، متبوعة بسؤاله. قد يتضمن هذا النشاط أسئلة مبنية على محتوى الوحدة بأكملها أو محتوى هذا الموضوع فقط.

التكامل مع المناهج

مهارة القراءة والكتابة

تم تقديم عدد قليل من المصطلحات العلمية الجديدة خلال عرض هذا الموضوع، فاكتب المصطلحات العلمية الرئيسية (مثل: الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN)، واتفاقية التجارة الدولية حول الأنواع المهددة بالانقراض من الحيوانات والنباتات البرية (CITES)، والقائمة الحمراء، والمهددة بالانقراض) على السبورة طوال مدة دراسة الموضوع.

المهارة الحسابيّة

يمكن للطلبة استخدام القائمة الحمراء الموجودة على الموقع الإلكتروني التالي لتحليل البيانات المتعلقة بالأنواع المهددة بالانقراض.

https://www.iucnredlist.org/

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

أسباب التنوع الجيني التي يجب أن يتضمنها العرض التقديمي ما يلي:

- الطفرات الجينية – التغيرات في DNA (مثل عمليات الإدخال والحذف والاستبدال).
- الطفرات الكروموسومية – تغيرات في تركيب الكروموسومات و/ أو في عدد الكروموسومات. على سبيل المثال، انتقال جزء من كروموسوم (مع العديد من الجينات) إلى كروموسوم آخر، وزيادة أو نقص عدد الكروموسومات في نوى الخلايا.
- عملية العبور خلال الطور التمهيدي الأول من الانقسام الاختزالي – تغيير تراكيب أليلات الجينات الموجودة على الكروموسوم.
- التوزيع الحر (الاصطفاف العشوائي) للكروموسومات أثناء الطور الاستوائي الأول من عملية الانقسام الاختزالي.
- التزاوج العشوائي بين الأفراد ذوي الطرز الجينية المختلفة.
- الاندماج العشوائي للأمشاج عند عملية الإخصاب.
- التدفق الجيني – حركة (انسياب) أليلات الجينات من أفراد في جماعة أحيائية معيّنة من نوع ما، إلى أفراد في جماعة أحيائية أخرى من النوع نفسه. قد يحدث هذا عن طريق هجرة أفراد النوع كما في الحيوانات، أو عن طريق نقل حبوب اللقاح كما هي الحال في النباتات الزهرية.

العلوم ضمن سياقها: الطيور المحاكية

يمكن أن تشمل الإجابات ما يلي:

- بما أن العديد من حالات الانقراض تحدث بسبب أنشطة الإنسان، فإننا نتحمل مسؤولية أخلاقية لمحاولة منعها.
- المسؤولية الأخلاقية للحفاظ على العالم بشكله الحالي من أجل المجتمعات السكانية المستقبلية.
- أسباب اقتصادية، مثل الحفاظ على الجماعات الأحيائية لاستغلالها أو استخدامها في المستقبل بدلًا من استهلاك تلك الموارد في الحاضر.
- إمكانية اكتشاف استخدامات غير معروفة حاليًا للأنواع المختلفة، مثل العثور على علاج لمرض ما باستخدامها.
- قد يعني تعقيد الأنظمة البيئية أن لانقراض أحد الأنواع تأثيرًا ضارًا على الأنواع الأخرى التي تعيش في الموطن البيئي نفسه.
- إن الحفاظ على التنوع الجيني يعني زيادة إمكانية البقاء على قيد الحياة في حالة ظهور أمراض جديدة أو ظهور ضغوط بيئية.
- الحفاظ على مصادر الغذاء.
- قد يكون لحفظ الأنواع أيضًا تأثير إيجابي على نطاق أوسع، على سبيل المثال، فإن الحفاظ على المواطن البيئية لنباتات المنجروف له تأثير إيجابي على التغيرات المناخية عن طريق امتصاصها لثاني أكسيد الكربون.
- قد يكون للأنواع المختلفة أدوار في إعادة تدوير المواد الغذائية، والحفاظ على صحة التربة والمياه والهواء، وهي كلها أمور مهمة لحياة الإنسان.
- إحدى الفوائد الاجتماعية للتوافر في بيئات طبيعية متنوعة ترتبط بجوانب ترفيهية وجمالية.
- أي أسباب فكرية أخلاقية تتعلق بمعتقدات الفرد؛ على سبيل المثال، حماية خَلْقَ اللّٰه، أو وصف الإنسان بأنه راعي العالم الطبيعي.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. أ.

المرتبة التصنيفية	الزرافة النوبية (تعيش في السودان)
النطاق	حقيقة النواة Eukarya
المملكة	الحيوانية Animalia
الشعبة	الحبليات Chordata
الطائفة	الثدييات Mammalia
الرتبة	مزدوجات الأصابع Artiodactyla
العائلة	عائلة الزرافيات Giraffidae
الجنس	الزرافة Giraffa
النوع	الزرافة النوبية *Giraffa camelopardalis*

ب. ١. **المرتبة التصنيفية** – إحدى المجموعات المستخدمة في النظام الهرمي لتصنيف الكائنات الحية. ومن الأمثلة على ذلك النوع، أو الجنس، أو العائلة، وما إلى ذلك.

٢. يعد نظام التصنيف نظامًا هرميًا لأن الكائنات الحية ترتب في مجموعات ذات مراتب مختلفة وأدنى مرتبة هي النوع، ويستمر التصنيف وصولًا إلى أعلى مرتبة وهي النطاق الذي يجمع العديد من الأنواع معًا.

٢.

الخصائص	النطاقات		
	البكتيريا	العتائق	حقيقيات النوى
تركيب الخلايا	بدائية النواة (لا تحتوي خلاياها على عضيات محاطة بأغشية)	بدائية النواة	حقيقية النواة
النواة	✗	✗	✓
DNA	حلقي	حلقي	خيوط مستقيمة / خطي
DNA مرتبط ببروتين الهستون	✗	✓	✓
البلازميدات	توجد في العديد منها	توجد في بعضها	توجد في القليل منها مثل الخميرة
الرايبوسومات	جميعها 70 S	جميعها 70 S	جميع تلك الموجودة في السيتوسول 80S (توجد الرايبوسومات 70S في الميتوكندريا والبلاستيدات الخضراء)
وجود الببتيدوجلايكان في جدار الخلية	✓	✗	✗
طريقة انقسام الخلايا	الانشطار الثنائي	الانشطار الثنائي	الانقسام المتساوي
التنظيم	توجد عادة كخلايا مفردة أو كسلسلة/ كمجموعات صغيرة من الخلايا	توجد عادة كخلايا مفردة أو كسلسلة / كمجموعات صغيرة من الخلايا	تنوّع كبير في أشكالها: كائنات أحادية الخلية وكائنات مستعمرية وكائنات عديدة الخلايا

٣. بالمقارنة مع البكتيريا، تختلف العتائق من حيث:

- rRNA – تختلف تتابعات القواعد في rRNA
- بروتينات رايبوسومية – يختلف تسلسل الأحماض الأمينية للتركيب الأولي للبروتينات.
- DNA مرتبط ببروتينات الهستون.
- تختلف الدهون الموجودة في أغشية خلاياها.
- لا تحتوي جدران الخلايا على مادة الببتيدوجلايكان.

٤. أ. ١. مملكة الأوليات ومملكة النبات.

٢. مملكة الأوليات، ومملكة الفطريات، ومملكة الحيوان.

ب.

الخصائص المميزة	الممالك			
	مملكة الأوليات	مملكة الفطريات	مملكة النبات	مملكة الحيوان
نوع الجسم وتركيبه	وحيدة الخلية وعديدة الخلايا	غزل فطري مكون من الهيفا وقد تكون وحيدة الخلية كالخميرة	عديدة الخلايا، أجسامها متشعبة	عديدة الخلايا، أغلبها أجسامها متراصة
الجدار الخلوي	موجود في بعض الأنواع	✓ يتكون من الكيتين	✓ يتكون من السيليلوز	✗
الفجوات الخلوية	✓ تحتوي خلايا الطحالب على فجوات كبيرة دائمة، تحتوي خلايا الكائنات الحية الأولية على فجوات صغيرة ومؤقتة	✓ تحتوي خلاياها على فجوات كبيرة ودائمة	✓ تحتوي خلاياها على فجوات كبيرة ودائمة	✓ تحتوي خلاياها على فجوات صغيرة ومؤقتة، مثل الفجوات الغذائية
نمط التغذية	ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية	غير ذاتية التغذية	ذاتية التغذية	غير ذاتية التغذية
وجود الأهداب / الأسواط	يمتلك بعضها الأهداب للحركة والتغذية (مثل الهدبيات)	✗	تمتلك الأمشاج في بعض المجموعات الأسواط	✓ تحتوي بعض الخلايا المتخصصة على أهداب
الحركة (القدرة على تحريك نفسها)	بعضها قادر على الحركة بشكل كبير، وغيرها يثبت نفسه على قاعدة	✗	✗	✓ بواسطة النسيج العضلي
التنظيم العصبي	✗	✗	✗	✓

٥. أ. الفيروسات لا خلوية / أي ليس لها بنية خلوية /لا تمتلك أيًا من الميزات التي تستخدم تقليديًا في التصنيف.

ب. نوع الحمض النووي DNA أو RNA وعدد الشرائط في كل من هذه الجزيئات – شريط مفرد أو مزدوج.

ج. بعض النقاط التي يمكن تضمينها في الإجابة:

الحجج المؤيدة للاتفاق على أن الفيروسات غير حية:

- عدم قيامها بعمليات التمثيل الغذائي (الأيض).
- عدم قيامها بعملية التنفس.
- عدم قدرتها على إنتاج المواد الكيميائية الحيوية الضرورية، على سبيل المثال لا توجد لديها آلية لبناء البروتينات الخاصة بها.
- لا يمكنها التكاثر من تلقاء نفسها.
- لا يمكنها مضاعفة الحمض النووي من تلقاء نفسها.
- تعتمد على العائل أو المضيف في التكاثر.

أما الحجج المعارضة فهي:

- تعتمد جميع الكائنات الحية على بعضها، لذلك ربما لا يكون الاعتماد على الكائنات المضيفة للتكاثر أمرًا فريدًا بالنسبة إلى الفيروسات.
- الفيروسات لها جينات كما هي الحال بالنسبة إلى الكائنات الحية.
- للفيروسات إطارات بيئية خاصة بها، على سبيل المثال: الخلايا المحددة في جسم العائل / المضيف حيث تتكاثر.
- يمكن للفيروسات أن تتعرض إلى حدوث طفرات في مادتها الجينية، وتظهر تنوّعًا في جماعاتها الأحيائية مثلها مثل الكائنات الحية.

٦. **النظام البيئي** – مجتمع أحيائي قائم بذاته نسبيًا، ويشكل مجتمعًا من الكائنات الحية التي تتفاعل فيما بينها، والبيئة التي تعيش فيها هذه الكائنات الحية والتي تتأقلم معها.

الإطار البيئي – الدور الذي يؤديه الكائن الحي في نظام بيئي معيّن.

٧. أ. باستخدام مفهوم النوع البيولوجي: تستطيع الحلزونات البرية التكاثر معًا لإنتاج ذرية خصبة.

ب. اختر الخصائص التي يسهل التعرف عليها، على سبيل المثال: لون الصدفة، وجود/غياب الأشرطة الملونة الموجودة على الأصداف وعددها.

يمكن القيام بإجراء تجارب التكاثر لتحديد الأليلات المختلفة ومعرفة أي منها سائد، أو متنحٍ، أو ذو سيادة مشتركة.

يتم تحديد مساحة معيّنة من الأرض وجمع عيّنة الحلزونات.

إكمال جدول العدّ (الإحصاء) لمعرفة أعداد الحلزونات ذات الطرز المظهرية المختلفة.

استخدام النتائج لتقدير الأليلات السائدة والمتنحية لصفة معيّنة، وذلك باستخدام نسب النتائج المتوقعة من التزاوجات أحادية الهجين والتزاوجات ثنائية الهجين.

ج. **التكاثر الانتقائي** – يقلل من التنوع الجيني.

يختار الإنسان كائنات حية فردية لها خصائص محددة، وبالتالي هو فعليًا يختار أليلات محددة؛ أما أليلات الكائنات الحية الأخرى التي لم يتم اختيارها للتكاثر فتكون خارج الانتقاء. وهذا يقلل من التنوع الجيني في المجمع الجيني.

تدمير الموطن البيئي – يقلل التنوع الجيني. فقدان الموطن البيئي يعني أن عدد الكائنات الحية في جماعة أحيائية لأحد الأنواع سوف يتناقص أو قد تموت جميعها. وهذا سوف يخفض من عدد الأليلات المختلفة وبخاصة تلك التي تُمكِّن الكائن الحي من التكيف مع البيئة التي تم تدميرها.

إطلاق الأسماك المستزرعة إلى الحياة البرية – يقلل من التنوع الجيني.

سيتم تربية وتكاثر الأسماك بشكل انتقائي، وبالتالي تكون متجانسة جينيًا مع تنوع بسيط جدًا في أليلات كل جين لديها. إذا تزاوجت هذه الأسماك مع الجماعة الأحيائية البرية، فمن المحتمل أن يؤدي ذلك إلى إضعاف المجمع الجيني لتلك الجماعة الأحيائية.

٨. أ. لتوحيد الطريقة التي استخدمها كل منهم لضمان إمكانية مقارنة نتائجهم.

ب. أعداد (وفرة) كل نوع ونطاق الأنواع المختلفة داخل كل نوع (على سبيل المثال الأشكال المختلفة لقواقع الحلزون البري في الصورة ٩-١٩).

٩. أ. ١. تم العثور على شقائق نعمان البحر الحمراء في خمسة مربعات، وبالتالي فإن نسبة تكرار هذا النوع = 50% X 100 (10 ÷ 5)

٢. تم وضع عشرة مربعات قياسية، أي أنه تم جمع عيّنات من المساحة الإجمالية 0.25 m^2 × 10، أي ما يعادل 2.5 m^2. بلغ إجمالي عدد شقائق نعمان البحر الحمراء التي وجدت في هذه المساحة 12 فردًا، وبالتالي فإن:

$$\frac{12}{2.5\ m^2}$$

= 4.8 لكل m^2

ب. عندما لا يكون ممكنًا عد الكائنات الحية بشكل فردي، على سبيل المثال:

- تشكل بعض الكائنات الحية غطاءً فوق سطح الصخور، ويستحيل إحصاء عدد أفرادها.
- الحيوانات التي تعيش على شكل مستعمرات، مثل المرجان، لديها عدد كبير جدًا من البوليبات /السلائل الفردية التي لا يمكن إحصاؤها.
- غالبًا ما تكون النباتات العشبية جميعها مترابطة معًا، حيث إنها تنتشر عن طريق التكاثر اللاجنسي.

١٠. أ. ١. **تكرار النوع:**

عدد المربعات القياسية التي وضعت في المرج العشبي والتي تحتوي على نبات زهرة النهار البنغالية = 6

عدد المربعات القياسية = 10

تكرار النوع = $\frac{6}{10}$ × 100 = 60%

عدد المربعات القياسية التي وُضعت في الحقل والتي تحتوي على زهرة النهار البنغالية = 3

عدد المربعات = 10

تكرار النوع = $\frac{3}{10}$ × 100 = 30%

٢. **كثافة النوع:**

إجمالي عدد نباتات زهرة النهار البنغالية التي تم إحصاؤها في المرج العشبي = 17

إجمالي مساحة العيّنة = 10 × 1.0 m^2 = 10.0 m^2

كثافة النوع = $\frac{17}{10}$

= 1.7 لكل m^2

إجمالي عدد نباتات زهرة النهار البنغالية التي تم إحصاؤها في الحقل = 8

كثافة النوع = $\frac{8}{10}$

= 0.8 لكل m^2

ب. يضمن استخدام المربعات القياسية العشوائية أن النتائج من المرجح أن تمثل المنطقة بأكملها؛ عيّنات المربعات القياسية العشوائية ليست متحيزة بأي شكل من الأشكال؛ على سبيل المثال، لم يتم جمع العيّنات عن طريق وضع المربعات كلها في جزء واحد من المنطقة قيد الدراسة أو من منطقة تحتوي على معظم أفراد النوع أو منطقة تحتوي على أقل عدد من أفراد النوع أو بها مساحات كبيرة من الأرض الجرداء.

ج. إنها ذاتية/غير موضوعية. من الصعب التأكد من أنك تستخدم الطريقة نفسها لتقدير المساحة المغطاة في كل مربع. وربما لا يتفق شخصان أو أكثر في نتائجهم. من الصعب تقييم التغطية عندما تكون النباتات الموجودة في منطقة الدراسة ذات ارتفاعات مختلفة جدًا، وغالبًا ما يتم تجاهل الأنواع صغيرة الحجم الموجودة تحت مظلة الأنواع الأكبر حجمًا.

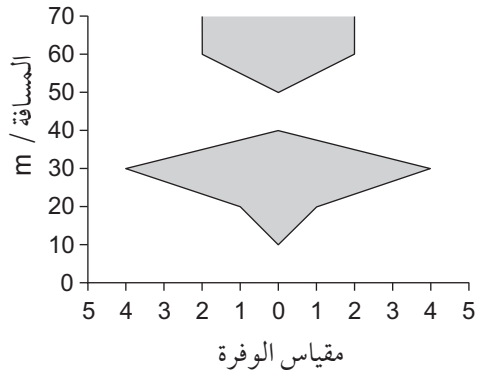
غالبًا ما تتم المبالغة في تقدير تغطية النباتات ذات الأوراق الكبيرة مقارنة بالطرائق الأخرى، وقد يستغرق ذلك زمنًا طويلًا ما لم يكن هناك سوى عدد قليل من الأنواع التي سيتم جمع عيّنات منها.

مع مقياس الوفرة، مثل مقياس براون–بلانكيه، تغطي بعض الفئات نطاقًا واسعًا من التغطية المئوية بحيث لا تميز النتائج؛ على سبيل المثال، التغطية التي تتراوح بين 55% و 75% – كلاهما سوف يحصلان على الدرجة نفسها وهي 4.

١١. تكوين مخطط الطائرة الورقية:

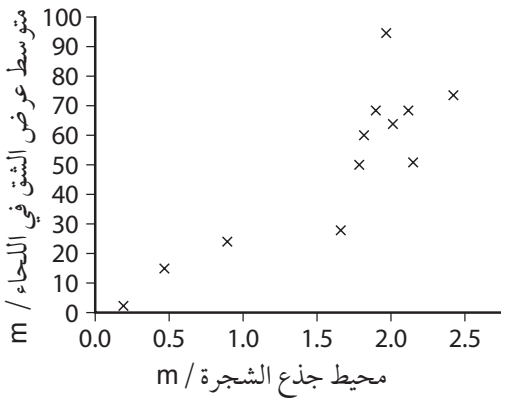
1. ارسم المحور الصادي لتمثيل المسافة على طول المقطع.
2. ارسم المحور السيني لتمثيل جميع الأنواع المختلفة المسجلة (مقياس الوفرة).
3. ارسم خطوطًا عمودية على أبعاد متساوية على طول المحور السيني لتحديد مواقع "الطائرات الورقية" التي ستمثل كل نوع.
4. استخدم مقياسًا مناسبًا على جانبي كل خط عمودي، على سبيل المثال 10 mm = 5 على مقياس الوفرة.
5. ضع النقاط الممثلة لبيانات الوفرة لكل نوع على طول كل خط عمودي.
6. اربط بين النقاط الممثلة للبيانات وظلِّل داخل «الطائرات الورقية». يمكنك استخدم ألوان مختلفة لكل نوع.

يبيّن الشكل التالي مثالًا على مخطط الطائرة الورقية.



١٢. أ. لا توجد علاقة بين حجم الشجرة وحجوم الشقوق.

ب.



ج. يوجد ارتباط/ علاقة خطية موجبة بين محيط الأشجار وعرض الشقوق في لحائها.

١٣. أ. **بعض النماذج من الأمثلة:**

التلوث

إزالة الغابات

الرعي الجائر

الكوارث الطبيعية (الأعاصير وغيرها)

الصيد / صيد الأسماك

تدمير المواطن البيئية

ب. من أسباب أهمية الحفاظ على التنوع البيولوجي:

مصدر الأليلات للتكاثر والتربية لتحسين الأنواع الزراعية.

مصدر محتمل للأدوية.

أسباب اقتصادية، على سبيل المثال، للسياحة البيئية.

للحفاظ على الشبكات الغذائية / دورات المواد الغذائية.

للحفاظ على النظم البيئية التي تقدم «الخدمات» للإنسان.

أسباب جمالية، على سبيل المثال: الجمال الجوهري للعالم الطبيعي.

١٤. **بعض الإجابات المحتملة:**

الضغط على المتنزهات الوطنية بسبب كثرة الزوار.

ضرورة توفير المرافق للزوار.

ضرورة الحد من أي ضرر يلحقه الزوار، لذلك قد يتم تسييج بعض المناطق لمنع الدخول إليها، على سبيل المثال خلال موسم التكاثر لبعض الحيوانات / وقت الإزهار للنباتات.

يجب مراقبة أعداد الحيوانات / النباتات وجماعاتها الأحيائية؛ على سبيل المثال: لمنع الرعي الجائر يجب أن يوفر المنتزه المواطن البيئية المناسبة للأنواع التي تعيش فيها.

يجب ضبط أنشطة الإنسان في بعض المتنزهات، على سبيل المثال: البناء / التنمية / النقل / الزراعة.

١٥. أ. ربما لا تتمكن حدائق الحيوان من توفير «الموطن البيئي» المناسب للتكاثر. وقد تحتاج الحيوانات إلى عوامل معيّنة في بيئتها قبل أن تصبح أجهزتها التناسلية قادرة على إنتاج الحيوانات المنوية أو البويضات – على سبيل المثال: أن يكون لديها مساحة كبيرة، أو أن يكون هناك العديد من أفراد نوعها من حولها، وقد تؤثر هذه العوامل على الوظائف الحيوية لديها وعلى سلوكها، وقد تكون السلوكيات المحفزة للتزاوج صعبة في الظروف التي تعيش فيها في حديقة الحيوان، وقد تحتاج هذه الحيوانات إلى تغييرات معيّنة في طول النهار أو في الإمدادات الغذائية لتحفيز التغيرات الهرمونية المرتبطة بالتكاثر، وربما لا تحدث هذه الظروف في خط العرض الذي تقع فيه حديقة الحيوان. قد ينتمي الذكور والإناث إلى مجموعات اجتماعية مختلفة جدًا، وقد ترفض الارتباط بعضها ببعض ولا تبالي بالتزاوج.

ب. **التلقيح الاصطناعي** – (AI) يتم جمع السائل المنوي من الذكر وتخزينه في أنابيب رفيعة تعرف باسم القصيبات، ليتم حقنه في المهبل أو الرحم عند الأنثى باستخدام أنبوب قسطرة في وقت الإباضة تقريبًا.

إخصاب خارج الجسم – (IVF) يتم جمع الحيوانات المنوية من الذكر، ويتم جمع البويضات من الأنثى، ثم تُمزج الحيوانات المنوية والبويضات معًا في طبق أو أنبوب من أجل التخصيب، ويتم

الاحتفاظ بالجنين لبضعة أيام في وسط غذائي مناسب.

بنك الحيوانات المنوية – يتم جمع الحيوانات المنوية من الذكور، وخلطها بمحلول ألبومين (زلالي) ووضعها في أنابيب رفيعة تعرف باسم القصيبات. ويتم الاحتفاظ بها عند درجة حرارة 196 °C– إلى حين الحاجة إليها.

نقل الأجنة – يتم إدخال الأجنة التي تكوّنت أثناء التلقيح الاصطناعي إلى الرحم لتمكين حدوث عملية زرع الجنين في بطانة الرحم، ويمكن إدخال هذه الأجنة إلى رحم الأنثى المانحة للبويضة أو في رحم أنثى أخرى تم علاجها بالهرمونات استعدادًا لعملية انغراس الأجنة في بطانة رحمها.

الارحام البديلة – يتم وضع جنين واحد أو أكثر في رحم أنثى لم تقم بتوفير الأمشاج الأنثوية (البويضات)، لذلك يحدث الحمل عند أنثى لا علاقة لها بيولوجيًا بالجنين. وذلك لإنقاذ الأنثى التي هي مصدر البويضات من أخطار الحمل.

«حديقة الحيوانات المجمدة» – مخزن للحيوانات المنوية والبويضات وأجنة الحيوانات، والعديد منها/ جميعها من الأنواع المهددة بالانقراض. يمكن إتاحة هذه المواد المخزنة للاستخدام من قبل حدائق الحيوان في أي مكان في العالم. فحديقة الحيوان المجمدة هي مخزن للتنوع الجيني لمنع التزاوج الداخلي.

ج. لمنع حدوث التزاوج الداخلي. وهذا يقلل من فرص أن تصبح متماثلة الأليلات بشكل متزايد على مدى عدة أجيال. ومن المرجح أن تنخفض صحة وخصوبة الحيوانات إذا تم تربيتها عن طريق التزاوج الداخلي؛ على سبيل المثال، يزداد خطر الإصابة بالأمراض الوراثية الناجمة عن الأليلات المتنحية.

١٦. **بعض الإجابات المحتملة:**

توفر حدائق الحيوان ملاذًا للحيوانات المهددة بالانقراض، عندما لا يعود موطنها البيئي موجودًا أو يكون مجزأ جدًا بحيث لا يمكنه دعم أعدادها في البرية.

يمكن لحدائق الحيوان أن توفر فرصة أفضل للحفاظ على صحة الحيوانات مقارنة بما قد توفره لها البرية.

يتوفر في حدائق الحيوان إجراء أبحاث حول أفضل الطرائق المعتمدة لتربية هذه الحيوانات لزيادة جماعاتها الأحيائية، وكذلك ضمان الحفاظ على صحتها أو تحسينها عن طريق تقييد التزاوج الداخلي.

إنها تتيح للناس رؤية الحيوانات التي لم يكونوا بمقدورهم مشاهدتها (إلا في الفيديوهات أو على شاشة التلفاز).

تؤدّي حدائق الحيوان دورًا مهمًا في التثقيف للحفاظ على البيئة.

١٧. أ. العديد من النباتات البرية مهددة بالانقراض بسبب فقدانها لمواطنها البيئية وتأثيرات تغير المناخ. يمكن الاحتفاظ بالبذور لفترة طويلة – ربما حتى تتوافر الأماكن والظروف المناسبة لإعادة إدخال النباتات إلى مواطنها مرة أخرى. تحتفظ بنوك البذور بالمادة الجينية التي قد تُفقد لولا ذلك.

ب. البذور التي يمكن تخزينها في بنوك البذور هي بذور تقليدية (هي البذور التي ستبقى في حالة

الجفاف والتجمد أثناء الحفظ خارج الموضع الطبيعي). بعض النباتات لا تنتج هذا النوع من البذور. والتي تسمى البذور المتمردة أو المستعصية (لا يمكن تجفيفها وتجميدها). والتي لا يمكن تخزينها لفترة طويلة. وللحفاظ على هذه الأنواع، يجب تنمية النباتات التي تنتج هذه الأنواع من البذور كنباتات في بنك الجينات، على سبيل المثال، نباتات القهوة، والكاكاو ونخيل جوز الهند.

١٨. أ. قد تشمل الضغوط البيئية في المواطن البيئية الطبيعية قدرة النباتات البالغة على البقاء على قيد الحياة أثناء الرعي، أو الاختلافات الكبيرة في هطول الأمطار أو التنافس مع الأنواع الأخرى. في بنك البذور، لن ينطبق أي من هذه الضغوط البيئية، بل سيكون الضغط البيئي الأكبر هو قدرة البذور على البقاء في الظروف التي يتم تخزينها فيها لفترة طويلة من الزمن. يتم إنبات البذور المخزنة في بنك البذور كل بضع سنوات للتحقق من صلاحيتها وحيويتها. كما يمكن زراعة بعض النباتات في بيئات محمية لتنتج البذور من أجل استخدامها في تجديد المخزون منها في مخزن التبريد.

ب. من المحتمل ألا تتمتع النباتات التي تنمو من البذور التي تم حفظها بخصائص تسمح لها بالبقاء على قيد الحياة في ظل الضغوط البيئية التي ستواجهها في بيئتها الطبيعية. وهذا يمكن أن يقلل من فرص النجاح في إعادتها إلى موطنها البيئي في البرية.

ج. توفير مساحة كافية لزراعة جميع النباتات الضرورية من أجل تكوين مجموعة تمتلك القدر الكافي من التنوع الجيني ضمن النوع المحدد.

الحفاظ على النباتات خالية من الأمراض. هناك مشاكل تتعلق بالحفاظ على المجموعة التي تم زرعها في المناطق التي قد تكون عرضة للكوارث الطبيعية، مثل الأعاصير، والعواصف الشديدة ، والفيضانات، والجفاف.

١٩. أ. **بعض الإجابات المحتملة:**

قد تكون الأنواع الغريبة الغازية من الحيوانات آكلة اللحوم، فهي تفترس العديد من الحيوانات وسوف تتنافس مع الحيوانات المفترسة الموجودة في النظام البيئي.

قد تكون من الحيوانات آكلة العشب، وفي هذه الحالة سوف تتنافس مع الحيوانات آكلة العشب الموجودة في النظام البيئي.

إذا كانت من النباتات، فسوف تتنافس مع الأنواع الموجودة على الموارد، على سبيل المثال الضوء، والأملاح المعدنية والماء والمكان (الحيز). قد تتسبب هذه الأنواع بإدخال مرض (أو أمراض) لم تشهده الأنواع الموجودة أصلًا في النظام البيئي، والتي ليس لدى أفرادها مناعة تجاه هذا المرض (أو الأمراض). سوف تتنافس الأنواع الغريبة الغازية مع الأنواع المحلية على المساحة (المكان) ومواقع التكاثر، وما إلى ذلك. وقد تتسبب في تغيير البيئة بحيث لا تستطيع الأنواع المحلية البقاء على قيد الحياة.

ب. ابحث عن منطقتَين: واحدة تم غزوها من قبل أنواع غريبة غازية، والأخرى لم يتم غزوها. قم بجمع العيّنات العشوائية، ثم أحص عدد الأنواع المختلفة على شكل قائمة، مسجلًا وفرة كل نوع من الأنواع المختلفة. استخدم طريقة مناسبة، على سبيل المثال: تكرار النوع، كثافة النوع، النسبة المئوية للتغطية أو مقياس الوفرة.

واستخدم مخطط الطائرة الورقية أو تمثيلًا بيانيًا مبعثرًا للمناطق المختلفة أو الأنواع المختلفة.

٢٠. يمكن تسجيل المعلومات حول الأنواع المهددة بالانقراض أو تلك المعرضة إلى الانقراض بشدة كجدول يوضح الأسماء الشائعة والأسماء العلمية لها، وتصنيفات الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN)،
والتهديدات (مثل فقدان المواطن البيئية، والصيد، وما إلى ذلك) والخطوات المتخذة لحماية كل نوع.
كما يمكن العثور على قاعدة بيانات الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة في هذا الرابط:

http://www.cambridge.org/links/sastd6028

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ.

طول ضلع المربع القياسي / cm	مساحته/ cm^2
10	100
25	625
50	2500
75	5625
100	10000 (1 m^2)

ب. لجمع النتائج الممثلة للمنطقة بأكملها.
لحساب المتوسط.
لمعرفة مقدار التنوع الموجود في عدد الأنواع لكل مربع قياسي.
لحساب الانحراف المعياري أو الخطأ المعياري.
لوضع أشرطة (أعمدة) المدى على التمثيل البياني الخاص بها (إظهار الحد الأقصى والحد الأدنى للقراءات لكل حجم من حجوم المربعات القياسية)، أو وضع أشرطة الخطأ على التمثيل البياني (باستخدام الانحراف المعياري أو الخطأ المعياري أو فئات الثقة 95%).

ج. يشمل المربع القياسي الذي يبلغ طول ضلعه 50 cm معظم الأنواع الموجودة في الموطن البيئي.
إذا كان المربع أكبر حجمًا، فسيكون هناك عدد أكبر من الأفراد الذين يقتضي عدّهم (وهو ما قد يستغرق زمنًا أطول).
إذا كان المربع أصغر، فربما لا يتم احتساب أعداد بعض الأنواع في كل مرة يتم فيها جمع العيّنة.
المقارنة بالإشارة إلى البيانات، على سبيل المثال: متوسط العدد 6 للمربع القياسي الذي طول ضلعه 50 cm، ولكن 7 للمربع القياسي الذي طول ضلعه 100 cm.

د. بما أنه من المرجح أن يكون الحقل موطنًا بيئيًا متجانسًا، فقد تم وضع المربعات بشكل عشوائي.
تحديد منطقة وضع المربعات باستخدام أشرطة القياس وأخذ أرقام عشوائية لتحديد الإحداثيات عبر المنطقة لتحديد نقاط لوضع المربعات القياسية.
أو
تسجيل وجود/ عدم وجود كل نوع من الأنواع (لحساب التكرار)
أو

تسجيل عدد أفراد كل نوع وحساب كثافة كل منها.

أو

تسجيل النسبة المئوية للتغطية (بالنسبة إلى تلك الأنواع التي يصعب عدها).

٢. أ. عشب التيموثي:

$$\frac{(60+ 30 + 35 + 70 +25)}{5} = 44$$

عشب ضباب يوركشاير:

$$\frac{(25+ 70 + 30 +15 + 40)}{5} = 36$$

ب. قد يعلو أحد النباتات نباتًا آخر، فيتم تضمين كلَيهما في حساب التغطية للمربع القياسي.

ج. من الصعب تقدير نسبة التغطية بدقة أكبر من هذه.

د. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- لا يمكن استخدام هذه النتائج لتقدير تكرار النوع.
- ربما كانت هناك نباتات لا تغطي 5% من المربع القياسي.
- قد يكون هناك أفراد من نبات زهرة الربيع في جميع المربعات القياسية، ولكن فقط في المربع القياسي رقم 4 كان هناك ما يكفي لتغطية مساحة يمكن تقريبها إلى 5% (على سبيل المثال، 2.6% هي أصغر منطقة يمكن تقريبها إلى 5%).
- قد تعطي **تقديرًا** أقل من الواقع لتكرار النوع بالنسبة إلى النباتات الصغيرة.
- خمسة مربعات قياسية هي عيّنة صغيرة.
- من غير المرجح أن تكون النتائج ممثلة للمنطقة بأكملها.

هـ. أي أربع نقاط مما يلي:

- المناخ.
- نوع التربة أو عمق التربة أو درجة خصوبة التربة.
- درجة الحرارة المناسبة، على سبيل المثال درجة الحرارة الأدنى أو الأقصى أو المتوسط السنوي (أو أي صياغة بديلة).
- تصريف الماء، أو هطول الأمطار، أو الري، أو إمدادات المياه.
- الرعي أو الافتراس (من قبل المستهلكين الأوليين أو الحيوانات آكلة الأعشاب).
- مدى توافر الضوء أو الظل.
- وجود الطفيليات أو الآفات.
- وجود أو غياب الكائنات المتعايشة في النظام البيئي (مثل الفطريات والبكتيريا التي تعيش في علاقة متبادلة مع العديد من النباتات).
- إضافة مبيدات الأعشاب أو الأسمدة أو غيرها من المواد الكيميائية الزراعية التي يمكن ذكرها.
- نوع أو تكرار عمليات الزراعة.

٣. أ. الصيغة المستخدمة لحساب العدد التقديري للجماعة الأحيائية:

$$N = \frac{n_1 \times n_2}{m_2}$$

$$= \frac{39 \times 35}{20}$$

$$= 68$$

ب. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- يجب ألا يضر وضع العلامة بالحيوان، أو أن تكون المادة المستخدمة لوضع العلامة غير سامة.
- يجب ألا يؤثر وضع العلامة على سلوك الحيوان.

- يجب ألا يعرض وضع العلامة الحيوان لخطر الافتراس.
- يجب أن تختلط الحيوانات بشكل عشوائي بعد إطلاقها.
- لا توجد هجرة إلى الخارج أو هجرة إلى الداخل من منطقة تجميع النفايات.
- عدم حدوث تكاثر (ولادات) و/أو وفيات في الجماعة الأحيائية للخنافس بين زمني جمع العيّنات.

ج. إحدى الطرائق المعتمدة للقيام بذلك هي جمع العيّنات العشوائية باستخدام المربعات القياسية:

قم بتوليد أرقام عشوائية لإعطاء إحداثيات من أجل استخدامها في تحديد موضع المربعات القياسية.

ضع 10 مربعات قياسية (أو أكثر) على أرضية منطقة تجميع النفايات.

غادر المكان واتركها لعدة ساعات (لأن وضع المربعات القياسية يمكن أن يكون قد أزعجت الخنافس).

عند العودة ابحث عن الخنافس الأرضية في كل مربع قياسي وقم بإحصاء عددها.

احسب العدد المتوسط للخنافس الأرضية لكل مربع قياسي.

احسب تقديرًا عدد الخنافس الأرضية في المنطقة عن طريق قسمة مساحة منطقة تجميع النفايات على مساحة المربع القياسي وضرب الإجابة في متوسط عدد الخنافس الأرضية لكل مربع قياسي.

كرر الاستقصاء في أوقات مختلفة من اليوم.

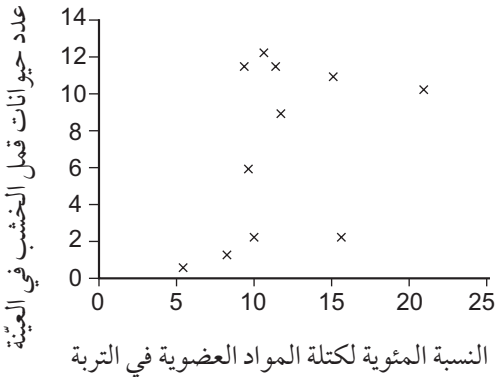
٤. أ. ١. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- جمع النتائج الممثلة للمنطقة بأكملها.
- حساب المتوسط الحسابي.
- معرفة مقدار التباين في عدد الأنواع لكل مربع قياسي.
- حساب الانحراف المعياري أو الخطأ المعياري.
- وضع أشرطة/ أعمدة المدى على الرسم البياني الخاص بهم (إظهار الحد الأقصى والحد الأدنى للقراءات لكل حجم من أحجام المربعات القياسية) أو وضع أشرطة الخطأ على التمثيل البياني (باستخدام الانحراف المعياري أو الخطأ المعياري أو فئات الثقة 95%).

٢. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- الموقع الدقيق (مثل إحداثيات GPS).
- عمق عيّنة التربة.
- طريقة تحديد النسبة المئوية للمادة العضوية في التربة.
- طريقة جمع عيّنات فضلات الأوراق.
- أي نقطة مناسبة إضافية.

ب.



المحاور مسماة – النسبة المئوية للمواد العضوية في التربة وأعداد حيوانات قمل الخشب في العيّنة.

النقاط مرسومة بدقة.

ج. لا توجد علاقة بين النسبة المئوية للمواد العضوية في التربة وأعداد حيوانات قمل الخشب فيها.

د. هناك ارتباط إيجابي ضعيف/ علاقة إيجابية ضعيفة بين النسبة المئوية للمحتوى العضوي للتربة وأعداد حيوانات قمل الخشب، فكلما زادت النسبة المئوية للمحتوى العضوي، زاد عدد قمل الخشب. ومع ذلك، هناك تباين كبير (نقاط البيانات منتشرة) لذا من الصعب استخلاص استنتاج دقيق.

٥. أ. تنوع النظم البيئية وأنواع الكائنات الحية في منطقة ما، إضافة إلى التنوع الجيني بين أفراد كل نوع.

ب. ١. النوع المهدد بالزوال والاختفاء من النظام البيئي/نوع يحتمل أن ينقرض أو معرض لخطر الانقراض بشدة.

٢. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- يحظر جميع التجارة بالأنواع ومنتجاتها (الملحق الأول).
- أو التجارة محدودة أو منظمة جدًا (الملحق الثاني والثالث).
- يمنع جمع الأنواع من البرية (الملحق الأول).
- يقلل من عدد الأنواع المأخوذة من البرية (الملحقان الثاني والثالث).
- يساعد على استقرار الجماعات الأحيائية (أو صياغة بديلة).
- تمكن من البدء بالازدياد.
- تتم محاكمة الصيادين أو التجار (ليكونوا بمثابة رادع).

ج. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- يحافظ على استقرار الأنظمة البيئية.
- فكرة أن الأنظمة البيئية توفر «خدمات» للبشر.
- السياحة البيئية أو الحياة البرية هي مصدر دخل للدول ومصدر لتوفير فرص العمل.
- قد تكون الأنواع الموجودة في البرية مصادر للأدوية الجديدة.
- الأنواع البرية هي مصادر للأغذية النباتية.
- الأنواع البرية مصادر للأغذية الحيوانية.
- تُعدّ الأقارب البرية لنباتات المحاصيل مخزنًا للأليلات المحتملة لتربية وتكاثر الأصناف المستأنسة (المدجنة) في المستقبل.
- أي نقطة مناسبة بديلة.

٦. أ. الخطأ المعياري هو قياس لتباين البيانات حول المتوسط (الجماعة الأحيائية)، وهو مؤشر على التباين في التقديرات أو التعدادات التي تمّت للفيلة.

ب. وصف التغيرات في نمط أعداد الأفيال بين عامي 1980 و 2001 م بالأرقام:

- انخفضت الأعداد حتى عام 1986 م
- زادت الأعداد حتى عام 1992 م
- تقلبت الأعداد حتى عام 1998 م (أو صياغة بديلة)
- زادت الأعداد حتى عام 2001 م
- اقتباس البيانات، على سبيل المثال. أعداد الأفيال لمدة لا تقل عن سنتين مختلفتين.

ج. **الكثافة المرتفعة:**

- تم تدمير الغابات.
- فقدان الموطن البيئي.
- فقدان أي حيوان (حيوانات) مع تسميتها، على سبيل المثال: الخنافس التي تعيش في اللحاء

كثافة منخفضة:

- فقدان الأراضي العشبية (المراعي).
- يُداس على الشجيرات أو شتلاتها أو لا تؤكل.
- انخفاض عدد الحيوانات التي ترعي النباتات أو هجرتها.
- تقل كميات الروث التي تنمو عليها المحللات أو خنافس الروث أو الفطريات.
- أي نقطة مناسبة بديلة.

د. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- عدد الحيوانات كبير جدًا بالنسبة إلى الموارد المتاحة.
- إذا لم يتم التحكم في أعداد الحيوانات، فسيكون هناك رعي جائر (أو صياغة بديلة).
- عدم توافر غذاء كافٍ للأنواع الأخرى.
- سوف تموت العديد من الحيوانات من الجوع.
- عدم كفاية الماء خصوصًا في موسم الجفاف.
- قد تغادر الحيوانات الحديقة بحثًا عن المرعى أو الماء.
- التسبب في تلف أو خسارة المحاصيل.
- أي نقطة مناسبة بديلة.

٧. أ. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- العديد من النباتات البرية مهددة بالانقراض.
- على سبيل المثال: تغير المناخ، أو إزالة الغابات، أو انجراف التربة والتعرية، أو الفيضانات، أو الرعي الجائر.
- تتناقص أعداد العديد من أنواع النباتات (حتى تلك غير المهددة بالانقراض).
- فقدان التنوع الجيني.
- قد تشكل البذور الموجودة في بنوك البذور مخازن للكثير من هذا التنوع الجيني.
- يمكن استخدامه في المستقبل إذا أصبحت المواطن البيئية متاحة لإعادة الإدخال.
- تحتوي النباتات على جينات لم يتم اكتشافها بعد، وقد تكون مفيدة في المستقبل.
- نباتات المحاصيل كلها متجانسة جينيًا.
- قد تمحى (يتم القضاء عليها) بواسطة الأوبئة المسببة لأمراض النباتات.
- تمتلك الأقارب البرية لنباتات المحاصيل أليلات قد تكون مفيدة في المستقبل.
- لتربية وتكثير النباتات لسبب ما، على سبيل المثال. تطوير محاصيل قادرة على مقاومة الأمراض أو النمو في مختلف الظروف (مثل تأثير تغير المناخ على المحاصيل).

ب. تخزين الحيوانات المنوية والبويضات والأجنة في ظروف شديدة البرودة أو النيتروجين السائل عند 196 °C–، من أجل تربية وإكثار الأنواع المهددة بالانقراض في المستقبل.
مخزن للأجنة لتنميتها في الأرحام البديلة.

ج. ١. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- يتم تربيتها في عدة أماكن بحيث لا تكون جميعها معرضة لخطر الإصابة بالمرض نفسه.
- آمنة من الصيد أو الصيد الجائر.
- آمنة من الكوارث الطبيعية.
- زيادة أعداد الحيوانات.

٢. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- لا يتم تزاوج الأقارب معًا.
- جمع الحيوانات المنوية من الذكور وتخزينها.
- تنقل الحيوانات المنوية لتخصيب الإناث في حدائق الحيوان الأخرى.
- التلقيح الاصطناعي/ (AI).
- الإخصاب خارج الجسم/ (IVF).
- تحتفظ حديقة الحيوان أو المنظمة الدولية بسجلات التكاثر.

٣. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- نسبة الحيوانات التي تبقى على قيد الحياة (لفترة زمنية مناسبة لكي تتكاثر).
- عدد الإناث التي لديها القدرة على الإنجاب.
- معدل البقاء على قيد الحياة للنسل.
- مقدار سرعة نمو الجماعة الأحيائية.
- صحة الحيوانات.
- تأثير إعادة الإدخال على النظام البيئي.
- أي نقطة مناسبة بديلة.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ٩-١: جمع وتحليل البيانات حول ثراء الأنواع وتنوع الأنواع

١. أ. استخدم مقطعًا خطيًّا أو مقطعًا حزاميًّا. يمكنك تمرير شريط من المنطقة السفلية من الشاطئ إلى المنطقة العلوية منه، وتسجيل كل فرد من أفراد الأعشاب البحرية التي تلامس الشريط على طوله بالكامل، أو وضع المربعات القياسية (إما ملامسة بعضها لبعض، أو متباعدة على مسافات منتظمة) وتسجيل وفرة أنواع الأعشاب البحرية المختلفة في كل مربع قياسي.

ب. استخدم المربعات القياسية، الموضوعة بشكل عشوائي داخل كل منطقة، باستخدام أرقام عشوائية كإحداثيات للمحاور الموضوعة على طول حافتَي المنطقة المحددة. يجب أن يكون حجم (قياس) المربع القياسي وعدد المربعات القياسية المستخدمة متطابقَين في كل منطقة.

من المرجح أن يكون المربع القياسي الذي يبلغ طول ضلعه 0.5 m مناسبًا. يمكنك بعد ذلك استخدام مقياس للوفرة (مثل مقياس التغطية براون – بلانكيه) أو النسبة المئوية للتغطية لتقدير وفرة كل نوع داخل كل مربع قياسي.

٢. أ. العدد التقديري للجماعة الأحيائية

$(73 \times 62) \div 9 = 503$

ب. علينا أن نضع عدة افتراضات، ولا يمكننا التأكد من صحتها جميعا؛ على سبيل المثال:

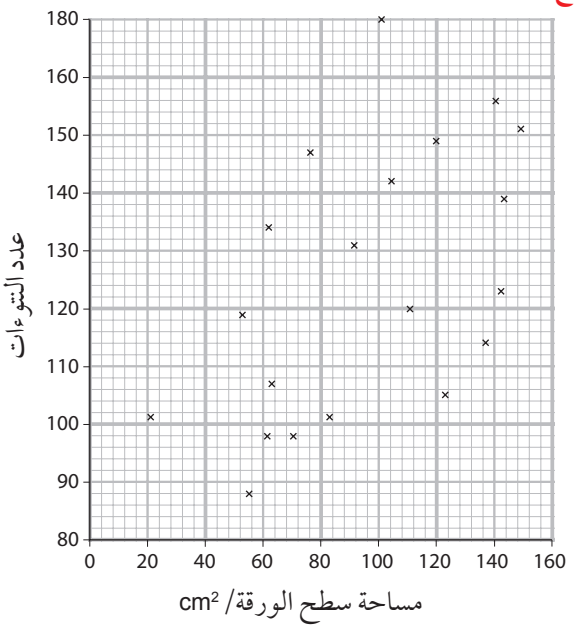
- نحن نفترض أن حيوانات قمل الخشب الموسومة سوف تبقى على قيد الحياة مثلها مثل حيوانات قمل الخشب غير الموسومة / غير المميزة بعلامة. في الواقع، ربما جعلتها العلامات أكثر وضوحًا للحيوانات المفترسة، لذا فإن الحيوانات الموسومة ستكون أقل تمثيلًا في العيّنة الثانية.
- نحن نفترض أن حيوانات قمل الخشب الموسومة تختلط بشكل مثالي وعشوائي مع بقية أفراد الجماعة الأحيائية. لكن عمليًا، ربما كانت حيوانات قمل الخشب الموسومة / المميزة بعلامة أكثر ميلًا إلى البقاء معًا ولم تختلط تمامًا مع بقية أفراد الجماعة الأحيائية.
- نفترض عدم وجود أي تحيز عندما نمسك بأفراد العيّنة الثانية. ومن الناحية العملية، قد تكون حيوانات قمل الخشب الموسومة / المميزة بعلامة أكثر وضوحًا بالنسبة إلينا، وبالتالي نلتقط منها عددًا أكبر مما يجب.

نشاط ٩-٢: استخدام التمثيلات البيانية المبعثرة

١. أ.
- من الناحية المثالية، جمع كل الأوراق من الشجرة نفسها. إذا لم يكن ذلك ممكنًا، أو إذا كانت هناك حاجة إلى عيّنة كبيرة جدًا، يجب جمع الأوراق من الأشجار في العمر نفسه التي تنمو في المنطقة نفسها.
- جمع كل الأوراق من الجانب نفسه من الشجرة، على سبيل المثال الجانب المواجه للشمال.
- جمع كل الأوراق من الارتفاع نفسه على الشجرة.
- جمع الأوراق التي لها العمر نفسه تقريبًا، على سبيل المثال، عن طريق اختيار الورقة الثالثة فقط من طرف كل غصن.

ب. يمكن أن تكون الطالبة قد ضغطت الورقة وفردتها بشكل مسطح على قطعة من ورق الرسم البياني ورسمت حولها. بعد ذلك، حسبت عدد المربعات التي تغطيها الورقة، وحسبت أي مربع مغطى جزئيًا على أنه نصف مربع. تم ضرب عدد المربعات المغطاة في مساحة المربع الواحد بوحدة mm^2 لإيجاد المساحة الإجمالية بهذه الوحدة. يقسم الناتج على 100 لإيجاد المساحة بوحدة cm^2 وتقريبها إلى أقرب عدد صحيح.

ج. ١.



٢. يبدو أنه من الممكن أن تكون هناك علاقة خطية إيجابية.

نشاط ٩-٣: الإجابة عن أسئلة تركيبية حول الحفاظ على الأنواع

١. نموذج الإجابة (ص) هو الأفضل، يليه نموذج الإجابة (س) وأخيرًا نموذج الإجابة (ع).

يتضمن نموذج الإجابة (ص) عدة أمثلة للمعرفة المتخصصة ذات الصلة. توضح الجملتان الأوليتان نقطة أساسية تصف ماهية التربية والتكاثر في الأسر، بما في ذلك فكرة أن الحيوانات التي تتمتع بصحة جيدة لديها فرصة أكبر للتكاثر بنجاح. وتشير الجملة الثالثة إلى الحفاظ على التنوع الجيني، وهي مسألة مهمة في التربية والتكاثر في الأسر. وتشير الجملة التالية إلى التلقيح الاصطناعي (AI) ونقل الأجنة المجمدة، وهما تقنيتان للإنجاب المساعد تستخدمان أحيانًا في برامج التربية والتكاثر في الأسر. مجددًا، تجلب الجملة الأخيرة فكرة أخرى ذات صلة تمامًا بالسؤال حول كيف يمكن لعملية التربية والتكاثر في الأسر أن تساعد في حماية هذا النوع.

تقدم هذه الإجابة عبارات قصيرة نسبيًا حول عدة أفكار مختلفة، وهي فكرة جيدة بشكل عام للإجابة عن مثل هذا النوع من الأسئلة. ويمكن أن يكون الأسلوب البديل هو الخوض في المزيد من التفاصيل حول فكرة أو اثنتَين من الأفكار المذكورة – على سبيل المثال من خلال شرح سبب أهمية التنوع الجيني.

لقد بدأ **نموذج الإجابة (س)** بطريقة مشابهة لنموذج الإجابة (ص)، ولكن الإجابة فشلت بعد ذلك في الانتقال إلى تقديم أي معلومات جديدة وذات صلة. ربما كان ممكنًا كتابة هذه الإجابة من قبل أي شخص لم يقم بزيارة حديقة حيوان أبدًا، حتى ولو لم يتلقَّ أي تدريب أو تعليم في علم الأحياء.

يستخدم **نموذج الإجابة (ع)** مصطلحًا بيولوجيًا – المنافسة – ولكن السؤال ذكر فعليًا أنه لا يوجد أي نقص في الغذاء في الموطن البيئي الطبيعي للغوريلا، لذلك يجدر التساؤل عن ارتباط «المنافسة» بالإجابة. تعطي الإجابة الانطباع بأن كاتبها يستخدم المعرفة العامة فقط لمحاولة التوصل إلى إجابة. تُعدّ هذه الإجابة ضعيفة المستوى.

إجابات الاستقصاءات العملية

المقدمة

تتعلق جميع الاستقصاءات الأربعة المدرجة في هذه الوحدة بالهدف التعليمي رقم ٩-١٠ الوارد في المنهج الدراسي، وهي توفر الفرص للطلبة لاستخدام العمل الميداني العملي لتقييم توزيع ووفرة الكائنات الحية في النظام البيئي. ومن الناحية المثالية، إذا تسنّى للطلبة إجراء استقصاء واحد على الأقل من الاستقصاءات المتوافرة، فيجب منحهم الفرصة للعمل على الاستقصاءات المتبقية باستخدام عيّنة من النتائج.

لا شك أن التعليمات الخاصة بتنفيذ الاستقصاءات هي تعليمات عامة، والطبيعة الدقيقة للاستقصاءات التي يقوم بتنفيذها الطلبة تعتمد على المناطق التي يمكنهم العمل فيها، ونوع الكائنات الحية التي سيجدونها فيها. وبشكل عام، يمكن العثور دائمًا على منطقة يسهل إجراء الاستقصاءات البيئية فيها؛ فعلى سبيل المثال، قد تتمكن من إخراج الطلبة من المدرسة ليوم واحد لزيارة شاطئ صخري أو قطعة أرض عشبية أو غابة أو كثبانٍ رملية، وقد تكون أرض المدرسة منطقة مناسبة، مثل ساحة مغطاة بالعشب أو الملعب أو قطعة أرض مزروعة تنمو عليها الأعشاب. إذا لم تكن هناك مناطق واسعة النطاق متاحة، فربما يكون هناك جدار أو جذع شجرة تنمو عليه الحزازيات أو الأشنات أو الطحالب حيث يمكن جمع العيّنات على نطاق صغير.

استقصاء عملي ٩-١: استخدام إطارات المربعات القياسية لتقييم وفرة الكائنات الحية

الأهداف التعليمية

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

المدّة

اعتمادًا على طبيعة الموقع الذي سيقوم الطلبة بجمع العيّنات منه، قد يستغرق الأمر ما يصل إلى 30 دقيقة أو ما يصل إلى نصف يوم لجمع البيانات. وبدلًا من ذلك، يمكنك تقسيم العمل بين مجموعات مختلفة من الطلبة، بحيث تقوم كل مجموعة بجمع البيانات من مربع قياسي واحد أو اثنين فقط، ثم تجميع البيانات التي حصلت عليها جميع المجموعات.

يمكنك التفكير في دمج هذا الاستقصاء مع الاستقصاء العملي ٩-٢، إذا كان من الممكن جمع عيّنات من منطقتَين مختلفتَين خلال الفترة الزمنية نفسها.

من المرجح أن يستغرق تحليل البيانات نحو 45–60 دقيقة، وإذا احتجت إلى مزيد من الوقت يمكنك متابعته خلال وقت الدراسة المستقلة (خارج الحصص الدراسية).

توجيهات حول الاستقصاء

ستُضطر إلى تعريف الطلبة بالكائنات الحية التي سيجدونها في مربعاتهم القياسية. وإذا أمكن، قم بتوفير مفاتيح تصنيفية وأسماء الكائنات الحية التي تتوقع العثور عليها، فإذا لم يكن ممكنًا تسمية الكائنات الحية، يمكن للطلبة ببساطة التعرف عليها على أنها من النوع (أ)، والنوع (ب)، وما إلى ذلك. قد يكون من المفيد للطلبة استخدام الكاميرات الرقمية أو الهواتف المحمولة لالتقاط صور مرجعية للكائنات الحية بهدف التعرف عليها لاحقًا.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- مربعات قياسية يبلغ طول كل ضلع منها 0.50 m (أو مربعات قياسية طول كل ضلع منها 10 cm، في حالة دراسة الكائنات الحية في نظام بيئي أصغر، مثل شجرة)
- شريطا قياس طويلان
- قائمة أرقام عشوائية، أو طريقة لتوليد أرقام عشوائية (مثل تطبيق على الهاتف)

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- تفحص المنطقة المراد دراستها مسبقًا للتأكد من خلوّها من المخاطر مثل الزجاج المكسور أو النباتات السامة.
- يجب على الطلبة العمل في ثنائيات، بحيث إذا تعرض أحدهم لحادث، يكون هناك دائمًا شخص قريب منه لتقديم المساعدة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- قد تكون الصعوبة الرئيسية التي تواجه الطلبة هي تحديد الأنواع المختلفة داخل المربع القياسي، لذا فالتحضير الجيد مسبقًا يجعل إدارة هذا الأمر ممكنًا.
- قد يكون اتخاذ القرار بشأن النسبة المئوية للتغطية أمرًا صعبًا. إن استخدام مربع قياسي مقسم إلى مربعات أصغر، كما هو موضح في الشكل ٩–٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، هو عمل مفيد جدًا.

- إذا كان الطلبة يقومون بتقييم النسبة المئوية للتغطية في منطقة ذات نباتات كثيفة، فاشرح لهم أنه من المقبول تسجيل القيم التي يصل مجموعها إلى أكثر من 100%. وأيضًا، إذا كان الغطاء النباتي لا يغطي كامل الأرض، فيمكنهم تسجيل قيم النسبة المئوية للتغطية بكتابة "الأرض عارية".

من المرجح أن يحتاج جميع الطلبة إلى الدعم عند محاولتهم الأولى لتحديد الكائنات الحية داخل المربع القياسي وتقدير وفرتها.

- بالنسبة إلى هذا الاستقصاء البيئي الأول، من الأفضل أن يقوم جميع الطلبة ببساطة بجمع البيانات حول وفرة الأنواع المختلفة من الكائنات الحية داخل مربعاتهم القياسية، بدلًا من محاولة القيام بأي شيء أكثر تعقيدًا.

يمكن للطلبة الذين يحتاجون إلى التحدي أن يحاولوا جمع البيانات في شكلَين – على سبيل المثال، النسبة المئوية للتغطية ومقياس الوفرة مثل براون–بلانكيه ثم مناقشة مزايا وعيوب كل منها.

نتائج عيّنة

النتائج الواردة في الجدول ٩–١ تتعلق بالمربعات القياسية الموضوعة على شاطئ صخري، حيث تم حساب عدد الكائنات الحية كأفراد، وبلغت المساحة الإجمالية للموطن البيئي 480 m^2.

رقم المربع القياسي	عدد الأفراد لكل نوع				
	النوع (أ)	النوع (ب)	النوع (ج)	النوع (د)	النوع (هـ)
1	6	5	0	0	2
2	0	7	14	0	0
3	12	3	0	0	0
4	2	6	1	1	3
5	0	2	18	0	0
6	0	2	12	0	1
7	15	5	0	4	0
8	0	8	23	0	0
9	0	4	13	0	0
10	1	3	2	0	2
المتوسط	3.6	4.5	8.3	0.5	0.8

الجدول ٩–١

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. انظر الجدول ٩-١

لاحظ أنه يجب حساب المتوسطات بعدد المنازل العشرية نفسه، أو بزيادة منزلة واحدة على المنازل التي تحتويها النتائج الفردية.

٢. يبلغ طول ضلع كل من المربعات القياسية المستخدمة 0.50 m.

أ. بلغت المساحة الإجمالية للموطن الذي تم فحصه للحصول على نتائج العيّنة 480 m^2.

ب. إجمالي مساحة العيّنة = $10 \times 0.5 \times 0.5$

$= 2.5\ m^2$

ج. العدد المقدر للكائنات الحية من النوع (أ) في الموطن البيئي بأكمله:

$$\frac{3.6 \times 480}{2.5} = 691$$

(يستخدم هنا المتوسط الحسابي لعدد أفراد النوع (أ) للحصول على إجمالي عدد أفراد النوع (أ))

٣. من المرجح أن تكون أهم مصادر الخطأ كالآتي:

- تم جمع عدد صغير فقط من العيّنات ضمن منطقة كبيرة جدًا، لذلك لا يمكننا التأكد من أن العيّنة تمثل المنطقة بأكملها بشكل حقيقي.
- إذا تم استخدام النسبة المئوية للتغطية أو مقياس الوفرة، فمن غير الممكن تقدير أي منهما بدقة.

٤. يجب أن تتعلق التحسينات المقترحة بمصادر الخطأ الرئيسية المحددة في الإجابة عن السؤال (3) السابق. وقد يشمل ذلك جمع المزيد من البيانات من المزيد من العيّنات، وتحسين طريقة تقدير النسبة المئوية للتغطية، على سبيل المثال، من خلال التقاط صور عالية الوضوح لمحتويات كل مربع قياسي، ثم تحليل كل منها بشكل منهجي بتفحصها على شاشة الكمبيوتر أو على نسخة مطبوعة منها.

استقصاء عملي ٩-٢: استخدام إطارات المربعات لمقارنة التنوع البيولوجي في موطنَين بيئيّين (إثرائي)

الأهداف التعليمية

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

المدّة

إذا كان ذلك مناسبًا، يمكنك استخدام البيانات التي تم جمعها في الاستقصاء العملي ٩-١ كمجموعة أولى من البيانات، بحيث يحتاج الطلبة إلى جمع البيانات من منطقة واحدة فقط بدلًا من منطقتَين.

كما في الاستقصاء العملي ٩-١، قد يستغرق الأمر ما يصل إلى 30 دقيقة أو ما يصل إلى نصف يوم لجمع البيانات. وبدلًا من ذلك، يمكنك تقسيم العمل بين مجموعات مختلفة من الطلبة، بحيث تقوم كل مجموعة بجمع البيانات من مربع قياسي واحد أو اثنين فقط، ثم تجميع البيانات التي حصلت عليها جميع المجموعات.

من المرجح أن يستغرق تحليل البيانات نحو 45–60 دقيقة وإذا احتجت إلى مزيد من الوقت يمكنك متابعته خلال وقت الدراسة المستقلة (خارج الحصص الدراسية).

توجيهات حول الاستقصاء

- من المهم اختيار منطقتين مناسبتين لتنفيذ هذا الاستقصاء، ويرجّح أن يحصلوا على فائدة أكبر إذا تم اختيار منطقتين متشابهتَين بشكل أساسي، مع وجود اختلاف محدد واضح بينهما؛ قد تشمل الأمثلة ما يلي:
  - شاطئ صخري محمي وشاطئ صخري مكشوف (احسب الحيوانات الثابتة التي لا تتحرك).
  - منطقتان مختلفتان من منطقة زراعية أو الغابات (استخدم مربعات قياسية كبيرة محددة بأشرطة قياس، وقم بإحصاء الشجيرات في الطبقة السفلية (التحتية) من الغابة و/أو الأشجار).
- إذا لم تتوافر مساحات كبيرة، فاعمل على جمع عيّنات من موطن بيئي أصغر بكثير؛ على سبيل المثال، يمكن للطلبة مقارنة التنوع البيولوجي للأشنات على السطح المواجه للشمال والسطح المواجه للجنوب، أو على جذوع نوعَين مختلفين من الأشجار؛ ويميز هذه الطريقة إمكانية جمع البيانات في فترة زمنية قصيرة نسبيًا.
- ستحتاج إلى تعريف الطلبة بالكائنات الحية التي سيجدونها في المربعات القياسية الخاصة بهم. وإذا أمكن، قم بتوفير مفاتيح تصنيفية وأسماء الكائنات الحية التي تتوقع العثور عليها؛ أما إذا لم يكن ذلك ممكنًا فيمكن للطلبة ببساطة تحديدها على أنها من النوع أ، والنوع ب، وما إلى ذلك. قد يكون مفيدًا للطلبة استخدام الكاميرات الرقمية أو الهواتف المحمولة لالتقاط صور مرجعية للكائنات الحية بهدف تحديد نوعها.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:
• مربعات قياسية يبلغ طول ضلع كل منها 0.50 m (أو كما تتطلب المنطقة المختارة) • شريطا قياس طويلان

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- تفحص المنطقة المراد دراستها مسبقًا للتأكد من خلوّها من المخاطر مثل الزجاج المكسور أو النباتات السامة.
- يجب على الطلبة العمل في ثنائيات، بحيث إذا تعرض أحدهم لحادث، يكون هناك دائمًا شخص قريب منه لتقديم المساعدة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- بما أن النطاق الإجمالي للأنواع في مجموعات التصنيف الموجودة في المنطقة تحت الاستقصاء كبير جدًا، بحيث لا يمكن إدارة معالجته، فمن الجيد عادةً تقييد الطلبة بمجموعة معيّنة من الأنواع – على سبيل المثال، الحيوانات فقط (تجاهل الأعشاب البحرية) التي تعيش على شاطئ صخري.

نتائج عيّنة

النتائج المقدمة في الإجابات عن أسئلة هذا الاستقصاء تتعلق بشاطئَين صخريَّين، وهي تشمل نتائج الاستقصاء العملي ٩–١ ومجموعة أخرى جديدة من النتائج.

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. انظر الجدول ٩-٢

النوع	العدد في المنطقة الأولى	العدد في المنطقة الثانية
أ	36	60
ب	45	41
ج	83	27
د	5	0
هـ	8	0
و	0	14
ز	0	21
ح	0	1

الجدول ٩-٢

٢. يمكننا القول إن التنوع البيولوجي للمنطقة الثانية أكبر من التنوع البيولوجي للمنطقة الأولى، حيث تم العثور على ستة أنواع مقابل خمسة أنواع؛ كما أن انتشار أعداد الأنواع أكبر في المنطقة الثانية منه في المنطقة الأولى، حيث إن غالبية الأفراد الذين تم العثور عليهم ينتمون إلى نوع واحد (83 من النوع ج).

٣. الطريقة الأكثر ترجيحًا لزيادة الدقة في هذه النتائج والتحليلات هي إجراء مسح أشمل للمنطقتَين، ويجب جمع عيّنات من جزء أكبر (مساحة أكبر) من كل من المنطقتَين باستخدام المزيد من المربعات القياسية. وقد يقترح الطلبة أيضًا أنه يمكن تحديد الأنواع على مستوى أفضل – على سبيل المثال، ربما قاموا بتصنيف جميع حيوانات البطلينوس على أنها من النوع نفسه، في حين أنه من الممكن أن يكون هناك أكثر من نوع واحد موجود.

استقصاء عملي ٩-٣: استخدام المقاطع لاستقصاء توزيع ووفرة أحد أنواع الكائنات الحية

الأهداف التعليمية

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

المدّة

يحتاج جمع البيانات في هذا الاستقصاء إلى فترة زمنية تتراوح بين 30 دقيقة حتى نصف يوم. يمكنك تقسيم العمل بين مجموعات مختلفة من الطلبة، بحيث تقوم كل مجموعة بجمع البيانات من جزء من المقطع. ومع ذلك، فإن هذا ليس مرضيًا جدًا للطلبة حيث إنهم لن يشاهدوا أي تغييرات في توزيع الأنواع على طول المقطع.

من المرجح أن يستغرق تحليل البيانات نحو 45–60 دقيقة وإذا احتجت إلى مزيد من الوقت يمكنك متابعته خلال وقت الدراسة المستقلة (خارج الحصص الدراسية).

توجيهات حول الاستقصاء

- من المهم اختيار المنطقة المناسبة لتنفيذ هذا الاستقصاء. حدد موطنًا بيئيًا حيث يوجد تغيير بالانتقال من مكان إلى مكان آخر ضمن تلك المنطقة. تشمل الأمثلة المناسبة ما يلي:
  - من مستوى سطح البحر إلى أعلى الشاطئ الصخري.
  - من منطقة عشبية يصلها قدر كبير من ضوء الشمس إلى منطقة عشبية أكثر تظليلًا.
  - من أرض رطبة إلى أرض أكثر جفافًا.
- إذا لم تتمكن من اصطحاب الطلبة إلى منطقة ذات مساحة كبيرة من الأرض، فاعمل على إجراء هذا الاستقصاء على نطاق صغير، إذ يمكنهم جمع العيّنات على طول مقطع صغير يمتد من مستوى سطح الأرض إلى بضعة أمتار فوق جذع الشجرة، على سبيل المثال.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- مربعات قياسية يبلغ طول ضلع كل منها 0.50 m (أو كما تتطلب المنطقة المختارة)
- شريط قياس طويل
- خيط
- أوتاد (مسامير) لتثبيت الخيط في مكانه

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- تفحص المنطقة المراد دراستها مسبقًا للتأكد من خلوّها من المخاطر مثل الزجاج المكسور أو النباتات السامة.
- يجب على الطلبة العمل في ثنائيات، بحيث إذا تعرض أحدهم لحادث، يكون هناك دائمًا شخص قريب منه لتقديم المساعدة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- يمكن مواجهة صعوبات إذا كان المقطع يمر عبر مناطق من الأرض يصعب الوصول إليها – على سبيل المثال، عبر شق عميق في شاطئ صخري، حيث يجب أن تكون السلامة ذات أهمية قصوى، لذا تحقق من موقع المقطع لكل مجموعة قبل البدء.

قد يصادف الطلبة نطاقًا أوسع من الأنواع مقارنة بما صادفوه في استقصاءاتهم السابقة، لذلك ستحتاج إلى مساعدتهم في تحديد الأنواع إذا لزم الأمر. وإذا لم يكن ممكنًا تحديد الأنواع بالاسم، فيمكن للطلبة ببساطة – كما فعلوا من قبل – تعيين حرف لكل نوع. وقد يكون مفيدًا لهم استخدام الكاميرات الرقمية أو الهواتف المحمولة لالتقاط صور مرجعية للكائنات الحية بهدف تحديد نوعها.

- إذا كان الطلبة يعملون على شاطئ صخري، فيجب عليهم أن يبدأوا عملية المسح عند انخفاض المد (عند الجزر)، وأن يعملوا من أدنى نقطة على الشاطئ إلى أعلاها.

نتائج عيّنة

البيانات الواردة في الجدول ٩-٣ جُمعت من مقطع يمتد من مستوى سطح البحر إلى قمة شاطئ صخري. تم استخدام مقطع حزامي عرضي متقطع، مع وضع مربعات طول ضلعها 0.5 m على مسافة 2.0 m عن بعضها، وقد استُخدم مقياس براون – بلانكيه لتقييم وفرة الكائنات الحية داخل كل مربع قياسي.

لاحظ أنه، من الناحية المثالية، يجب على الطلبة العثور على **ارتفاع** كل نقطة تجمع منها البيانات فوق ينابيع المياه شديدة الانخفاض، حتى يتمكنوا من تحويل المسافة على طول المقطع إلى الارتفاع فوق مستوى سطح البحر. وهذا أمر جدير بالاهتمام، ولكنه أيضًا يستغرق زمنًا طويلًا جدًا، لذا لم يتم اقتراحه في إجراء عملية الاستقصاء ولم يتم تضمينه في هذه البيانات.

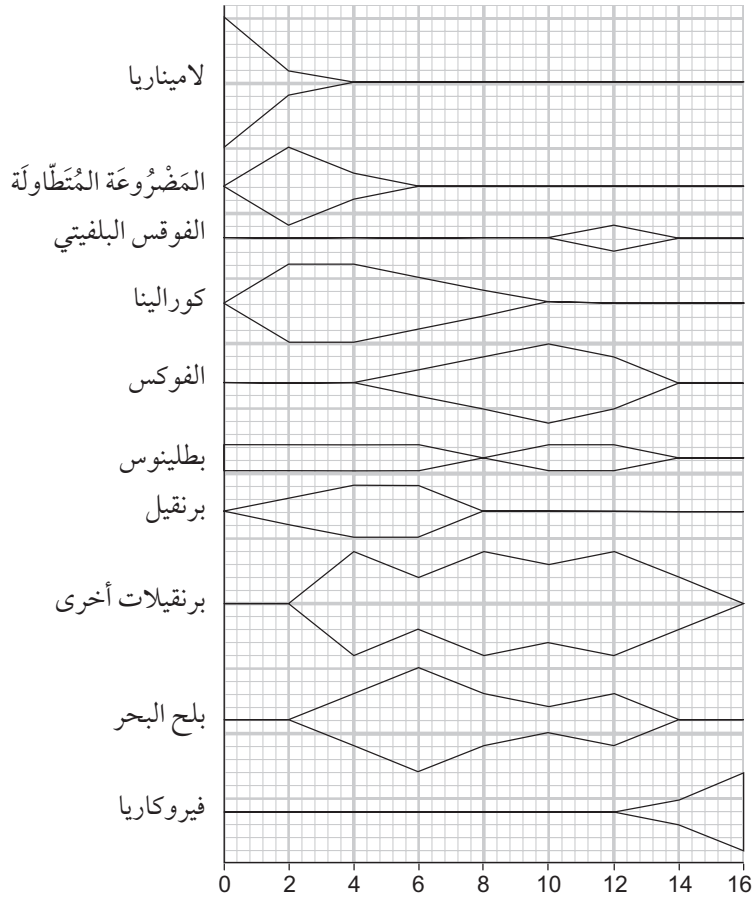
لاحظ أنه تم تنظيم البيانات بحيث يكون الرقم صفر في أسفل الجدول، حيث يسهل على الطلبة تصور ذلك غالبًا (عندما تنزل إلى أسفل الجدول، فكأنك تنزل إلى الشاطئ باتجاه البحر). لقد تم تبسيط البيانات المقدمة هنا إلى حد كبير، حيث تم عرض عشرة أنواع فقط.

المسافة فوق مستوى سطح الماء m/	اللامينياريا (طحلب بني) *Laminaria*	المَضْرُوعَة المُتَطاوِلَة (طحلب بني) *Himanthalia*	الفوقس البلفيتي (طحلب بني بحري) *Pelvetia*	كورالينا (طحلب بحري) *Corallina*	الفوكس (طحلب بحري) *Fucus*	بطلينوس *Patella*	برنقيل *Pollicipes*	برنقيلات أخرى *Other barnacles*	بلح البحر (رخويات) *Mytilus*	فيروكاريا (أشنة) *Verrucaria*
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
12	0	0	1	0	2	1	0	4	2	0
10	0	0	0	0	3	1	0	3	1	0
8	0	0	0	1	2	0	0	4	2	0
6	0	0	0	2	1	1	2	2	4	0
4	0	1	0	3	0	1	2	4	2	0
2	1	3	0	3	0	1	1	0	0	0
0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0

الجدول ٩-٣

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. انظر الشكل ٩-١



الشكل ٩-١

٢. يُطلب إلى الطلبة اختيار مثالَين؛ ستعتمد إجابات الطلبة على اختيارهم للمثالين: من نتائج العيّنة، أو من نتائجهم الخاصة. فيما يلي مثال على الإجابة:

تكون **اللامينياريا** *Laminaria* أكثر وفرة عند مستوى البحر، مع تغطية تزيد عن 75%. وتتناقص هذه التغطية بسرعة مع زيادة البعد عن البحر، حيث يصل إلى أقل من 1% عند ارتفاع 4 أمتار فوق مستوى سطح البحر، ويبقى عند هذا المستوى المنخفض حتى نهاية المقطع.

تظهر **الفيروكاريا** *Verrucaria* نمطًا متناقصًا تقريبًا من الوفرة، من صفر إلى 12 مترًا فوق مستوى سطح البحر، إذ توجد تغطية تقل عن 1%. تبدأ التغطية بالزيادة ابتداء من هذه النقطة، وعند ارتفاع 14 مترًا فوق مستوى سطح البحر تبلغ التغطية 5% – 1، ثم عند 16 مترًا تصل إلى ذروتها عند 50% – 26 .

٣. تعتمد الإجابات على الأنواع التي اختارها الطلبة؛ على سبيل المثال، بالنظر إلى النوعَين المقدمين كإجابة نموذجية في (2)، يمكنهم التفكير في مدى قدرة الأنواع على النجاة من الجفاف، مع الأخذ بعين الاعتبار أن الأنواع الموجودة أعلى الشاطئ في الغالب لديها آليات تتلاءم مع الاحتفاظ بالماء لفترات طويلة. في حين أنه من غير المحتمل أن تمتلك الأنواع التي تعيش أسفل الشاطئ مثل هذه الآليات، ولكن يجب أن تكون قادرة على التنافس بنجاح مع الكائنات الحية الأخرى التي تحتاج أيضًا إلى أن تكون تحت الماء في معظم الأوقات.

٤. بالنسبة إلى عيّنة البيانات، تم استخدام مقطع حزامي متقطع، إذ لم يكن المقطع الخطي مناسبًا، لأنه تم العثور على عدد قليل نسبيًا من الكائنات الحية التي تلامس الخط. من الممكن استخدام مقطع حزامي مستمر، ولكن سيتعيّن بعد ذلك تحليل عدد كبير جدًا من المربعات القياسية، من أجل تغطية المسافة بأكملها من قاع الشاطئ إلى 16 مترًا فوق سطح الماء.

استقصاء عملي ٩-٤: تقدير حجم الجماعة الأحيائية لحيوان من اللافقاريات الصغيرة المتنقلة

الأهداف التعليمية

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

المدّة

امنح ما بين 20 و 30 دقيقة لجمع العيّنة الأولى من الحيوانات ووضع العلامات عليها.

امنح 20–30 دقيقة أخرى لجمع العيّنة الثانية من الحيوانات.

ستستغرق عملية الحساب والتقييم 10 دقائق أخرى ويمكن إكماله في وقت الدراسة المستقلة (خارج الحصص الدراسية) للطلبة.

توجيهات حول الاستقصاء

- ستحتاج إلى اختيار حيوان مناسب لاستخدامه، ومناطق مناسبة يمكن للطلبة البحث عنه فيها.
- ستحتاج أيضًا إلى تحديد الطريقة المناسبة لوضع العلامات على الحيوانات التي تم التقاطها.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- أوعية صغيرة، ويفضل أن تكون ذات أغطية
- دهان غير سام وفرشاة صغيرة (أو أي وسيلة أخرى) لوضع العلامات على الحيوانات
- قفازات ومعدات لا يسبب استخدامها الأذى للحيونات (مثل جهاز بوتر Pooter لجمع الحشرات، أو ملقط غير حاد)

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- تفحص المنطقة المراد دراستها مسبقًا للتأكد من خلوّها من المخاطر مثل الزجاج المكسور أو النباتات السامة.
- يجب على الطلبة العمل في ثنائيات، بحيث إذا تعرض أحدهم لحادث، يكون هناك دائمًا شخص قريب منه لتقديم المساعدة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- قد يصعب العثور على ما يكفي من الحيوانات لتكون تقديرات الجماعة الأحيائية دقيقة، لذا سيعتمد اختيارك للحيوانات على ما هو متاح منها في المواطن البيئية التي يمكن للطلبة العمل فيها؛ على سبيل المثال، غالبًا ما يتواجد قمل الخشب والحلزونات بأعداد كبيرة جدًا في ساحات وحدائق المدارس. لا شك أن اختيار الأنواع التي يسهل التقاطها يساعد على تنفيذ الاستقصاء بسهولة أكبر.
- يجب منح الحيوانات التي تم وضع علامة عليها وقتًا لتختلط مرة أخرى مع سائر الجماعة الأحيائية في بيئتها بعد إطلاقها. عادة، تكون 24 ساعة كافية لهذا الغرض، حتى مع الحيوانات بطيئة الحركة مثل الحلزونات.
- إذا لم تتمكن من إجراء هذا الاستقصاء على حيوانات حقيقية، فمن الممكن أن يتم نمذجته. خذ وعاءً كبيرًا واملأه بالرمل، واطمر فيه عددًا محددًا وكبيرًا (على سبيل المثال 300 أو أكثر) من "الحيوانات" (أو مثل بذور الفاصوليا والخرز وما إلى ذلك)، ثم اطلب إلى الطلبة «التقاط» نحو 30 حيوانًا ووضع علامة عليها، ثم مزجها مرة أخرى في الرمل. يمكن للطلبة جمع عيّنة ثانية، واستخدام الصيغة الرياضية لحساب تقديرهم لإجمالي حجم الجماعة الأحيائية، والذي يمكنهم بعد ذلك مقارنته بحجم الجماعة الأحيائية الحقيقي.

قد يحتاج الطلبة إلى تذكيرهم بإطلاق الحيوانات في المكان نفسه الذي تم العثور عليها فيه. يجب أن يكونوا منظمين في عملهم بشكل جيد لضمان تنفيذ تقنية وضع علامات عليها وأعادة الإطلاق بما يقلل من احتمال التسبب بإيذائها.

يمكن أن يُطلب إلى الطلبة اقتراح كيفية تعديل هذه التقنية/ الطريقة لتقدير أحجام الجماعات الأحيائية لحيوانات أكبر حجمًا، مثل الأفيال.

نتائج عيّنة

النتائج الواردة في الجدول ٩-٤ تتعلق بحشرات قمل الخشب الذي تم التقاطها في مساحة صغيرة رباعية الزوايا (الأضلاع) بين مباني المدرسة.

العدد الذي تم التقاطه والمميز بالعلامات في العيّنة الأولى: 32

العدد الذي تم التقاطه في العيّنة الثانية: 71

	الحيوانات المميزة بعلامات في العيّنة الثانية	الحيوانات غير المميزة بعلامات في العيّنة الثانية
علامات تسجيل العد (الإحصاء)	𝍸 𝍸 ||||	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 ||
العدد	14	57

الجدول ٩-٣

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. العدد التقديري للجماعة الأحيائية =

(32 × 71) ÷ 14 = 162

٢. ربما لم تختلط الحيوانات التي تم التقاطها في العيّنة الأولى بشكل كامل مع باقي الجماعة الأحيائية بعد إعادة إطلاقها.

ربما كانت الحيوانات المميزة بعلامات أكثر عرضة للافتراس من الحيوانات المفترسة، وهذا من شأنه أن يقلل من عددها في العيّنة الثانية، ويجعل الجماعة الأحيائية تبدو أكبر مما هو عليه في الحقيقة.

إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة:

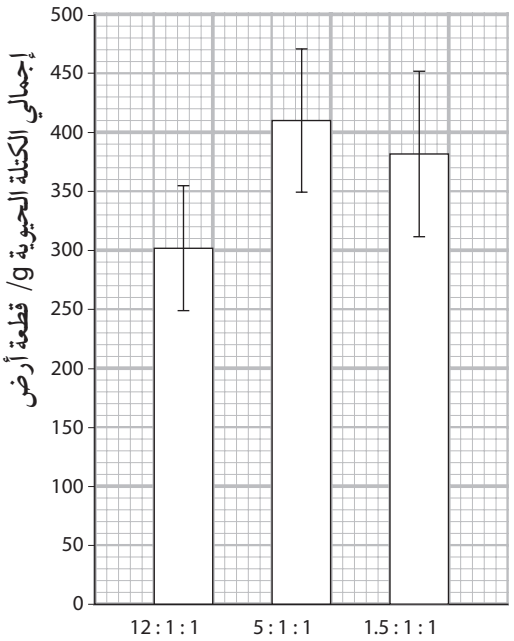
١. أ. ١. نظرًا إلى وجود 14 نباتًا بشكل إجمالي، وللحصول على نسبة 1 : 1 : 5، فإنه يتطلب وجود 10 نباتات من الأنواع السائدة في قطعة الأرض.

٢. قد تشمل الإجابات ما يلي:

شدة الضوء أو درجة التظليل.

- تكوين التربة
- توفر الماء
- الوقت الذي تم فيه تنظيف قطع الأرض (إزالة النباتات منها) أو زراعتها أو حصادها.
- أي نقطة صحيحة أخرى.

ب. ١.



يُسمى المحور السيني «نسبة النباتات المزروعة»، وليس بالضرورة أن تكون القيم الصحيحة مقياسًا خطيًا. يُسمى المحور الصادي «إجمالي الكتلة الحيوية g/ قطعة أرض» بمقياس خطي مناسب. يجب رسم جميع الأعمدة الثلاثة بشكل صحيح ولا تتلامس مع بعضها.

٢. يجب أن تمتد أعمدة الخطأ بين خطأين معياريين (SE x 2) فوق المتوسط وتحته.

لمجموعة البيانات 1 : 1 : 12

المتوسط هو 301.2 g في كل قطعة، والخطأ المعياري هو 27.3 وبالتالي:

– الحد العلوي لعمود الخطأ هو:

301.2 + (27.3 x 2) = 355.8 g

– الحد السفلي لعمود الخطأ هو:

301.2 - (27.3 x 2) = 246.6 g

لمجموعة البيانات 1 : 1 : 5

المتوسط هو 410.5 g في كل قطعة، والخطأ المعياري هو 30.3 وبالتالي:

– الحد العلوي لعمود الخطأ هو:

410.5 + (30.3 x 2) = 471.1 g

– الحد السفلي لعمود الخطأ هو:

410.5 - (30.3 x 2) = 349.9 g

لمجموعة البيانات 1 : 1 : 1.5

المتوسط هو 381.5 g في كل قطعة، والخطأ المعياري هو 35.3 وبالتالي:

– الحد العلوي لعمود الخطأ هو:

381.5 + (35.3 x 2) = 452.1 g

– الحد السفلي لعمود الخطأ هو:

381.5 - (35.3 x 2) = 310.9 g

٣. • الفرضية مدعومة بالنتائج الخاصة بعشب كنتاكي الأزرق، ولكن ليس بالنسبة إلى النتائج الخاصة بالفراولة البرية وبالهندباء البرية.
• استخدام الأرقام لدعم هذه العبارة (الاستنتاج).
• الإشارة إلى تداخل أعمدة الخطأ الأمر الذي يشير إلى وجود اختلافات لا يُحتمل أن تكون دائمًا كبيرة.

٢. أ. ١. قد تشمل الإجابات ما يلي:
• فقدان الموطن البيئي.
• الإثراء الغذائي للكتل المائية.
• الاستغلال المفرط للمخزون السمكي من قبل الإنسان.
• الصيد.
• إدخال المبيدات الحشرية إلى السلاسل الغذائية.
• أي نقطة مناسبة أخرى.

٢. يتم حظر كافة أشكال التجارة في هذه الأنواع أو منتجاتها الأمر الذي قد يقلل من عدد قطط السماك التي يتم أسرها أو قتلها.

ب. ١. قد تشمل الإجابات ما يلي:
• جلب أفراد جدد يبقي مستوى التنوع الجيني عاليًا.
• استخدام أرقام المقارنة، اقتباس أرقام من كلا المحورَين بالإضافة إلى الوحدات.
• التنوع الجيني مهم للحفاظ على بقاء الجماعة الأحيائية على المدى الطويل.
• يقلل من فرصة وجود أليلَين متنحيَّين ضارَّين لدى فرد ما.
• إشارة إلى قوة الهجين.
• إذا أُعيدت الحيوانات إلى البرية، فإنها توفر مصدرًا للتنوع.
• تسمح بالتأقلم مع البيئات المختلفة أو المتغيرة.

٢. قد تحمل مسببات مرضية أو قد يعني ذلك أن تأتي بحيوان من مجموعة أحيائية برية مهددة بالانقراض أصلًا.

٣. قد تشمل الإجابات ما يلي:
• الانجراف الجيني وهو فقدان الأليلات بسبب التأثيرات العشوائية.
• يميل الانجراف الجيني إلى الحدوث في الجماعات الأحيائية الصغيرة.
• يرث كل فرد واحدًا فقط من كل أليل من كل من والدَيه.
• لذلك ربما لا يوجد احتمال لانتقال من جيل إلى الجيل الذي يليه.

ج. ١. أولًا، يتم جمع البويضات والحيوانات المنوية من الأبوين المرغوب فيهما واستخدام IVF أو استخدام التلقيح الاصطناعي. وهناك أيضًا طريقة تجميد الأجنة أو الحفظ بالتبريد، والتي تسمح بنقل الأجنة من حديقة حيوان إلى أخرى. يوضع الجنين الناتج في رحم أنثى ليست الأم البيولوجية له، وهذا بإنتاج المزيد من الأجنة من الإناث ذات الاختلافات الجينية العالية مقارنة ببقية الجماعة الأحيائية. قد تكون الأم البديلة حيوانًا ذا تنوع وراثي منخفض مقارنة ببقية الجماعة الأحيائية.

٢. إن استخدام الهرمونات مطلوب وضروري لتحسين نتائج تقنيات المساعدة على الإنجاب. تحتاج تقنيات الإنجاب المساعدة إلى استخدام الهرمونات لتحفيز إنتاج

البويضات أو الإباضة عند الإناث لجمع البويضات لإجراء IVF. يمكن أيضًا استخدام الهرمونات للمساعدة في توقيت إجراء التلقيح الاصطناعي. وثمّة حاجة إلى استخدام الهرمونات لإعداد الأرحام البديلة بحيث تصبح قادرة على استقبال الجنين أيضًا، ويجب أن يكون توقيت التطبيق الهرموني في المرحلة الصحيحة من الدورة، والجرعات المستخدمة من الهرمونات مناسبة.

٣. أ. ١. سواء كان في الظل أو معرضًا للشمس.

٢. المساحة التي تغطيها النباتات / وفرة الأنواع النباتية.

ب. لا يوجد فرق كبير بين المساحة التي تغطيها الأنواع النباتية في الموطن البيئي المعرض للشمس والموطن البيئي المظلل.

ج. جمع عيّنات عشوائية يعني اختيار منطقة جمع العيّنات عن طريق وضع معدات جمع العيّنات (المربعات القياسية) في نقاط من مكان جمع العيّنات يتم تحديدها بواسطة نظام توليد أرقام عشوائيًا، على سبيل المثال استخدام برنامج مولد للأرقام العشوائية، بدلًا من أن يقرر الطالب مكان وضعه، لمنع أي تحيز يتسبب في زيادة أو نقص تمثيل أي نوع معيّن في النتائج، بحيث يمكن تعميم النتائج على جميع الجماعة الأحيائية.

د. متوسط التغطية في الموطن البيئي المظلل = 42.7 cm^2/m^2. متوسط التغطية في الموطن البيئي المعرض للشمس = 44.9 cm^2/m^2 (يجب إعطاء الأرقام بما لا يزيد عن منزلة عشرية واحدة، ومع ذكر الوحدات).

٤. أ. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- بيان أن التسلسل الهرمي للتصنيف يعبّر عن عملية التصنيف.
- الإشارة إلى التسلسل الهرمي كنظام يتم فيه تقسيم المجموعة الكبيرة إلى مجموعات أصغر.
- المجموعات الأكبر تكون على مستوى أعلى من المجموعات الأصغر.
- كل مجموعة هي أصنوفة.
- النطاق، المملكة، الشعبة، الطائفة، الرتبة، العائلة، الجنس، النوع (مدرجة بالترتيب الصحيح).

ب. اختلاف في دهون أغشية الخلايا، واختلاف في rRNA، واختلاف في تركيب جدران الخلايا.

ج. **مفهوم النوع البيولوجي:** قدرة نوعَين على التكاثر وإنتاج ذرية خصبة.

مفهوم الأنواع المورفولوجية: يستخدم معايير تركيبية: الكائنات الحية التي تختلف في (ما يُعدّ) سمات مهمة وكبرى يتم تصنيفها ضمن أنواع مختلفة.

يمكن استخدام مفهوم النوع المورفولوجي للعيّنات الفردية أو الأنواع التي تتكاثر لاجنسيًا أو العيّنات غير الحية، في حين لا يمكن استخدام مفهوم النوع البيولوجي في هذه الحالات.

د. ١. الفيروسات ليست خلوية، ولا تستوفي معايير التصنيف ككائنات حية، ولا تمتلك القدرة على القيام بالعمليات الأيضية.

٢. نوع الحمض النووي (DNA أو RNA)، وما إذا كان الحمض النووي الموجود يتكوّن من شريط مفرد أو مزدوج.

٥. أ. ١. نظام مستقل بذاته نسبيًا يتكوّن من مجتمع أحيائي من الكائنات الحية ومكونات بيئتها التي تعيش فيها. ثمّة تفاعلات بين المكونات الحية وغير الحية في النظام البيئي.

٢. تمثل دور الكائن الحي في المجتمع الأحيائي أو النظام البيئي، بما في ذلك جميع التفاعلات مع الكائنات الحية الأخرى والعوامل غير الحية.

٣. هناك طرائق مختلفة لتصنيف التنوع البيولوجي، وقد تشمل الإجابات الإشارة إلى دمج تنوع الأنواع، والتنوع الجيني، وتنوع المواطن البيئية. يشمل تنوع الأنواع عدد الأنواع ووفرتها النسبية. التنوع الجيني هو تنوع الأليلات في جينوم نوع معيّن.

ب. ١. قد تشمل الإجابات ما يلي:

- جمع العيّنات العشوائية.
- استخدام المربعات القياسية.
- استخدام أرقام عشوائية لتوزيع المربعات.
- الإشارة إلى التفكير بالتحكم لعامل غير حي واحد (على الأقل).
- تكرارات – ما لا يقل عن 20 مربعًا قياسيًا.
- عدد حيوانات البطلينوس.
- تقييم النسبة المئوية للتغطية للأعشاب البحرية.
- تكرار الاستقصاء على شواطئ صخرية أخرى.

٢. يمكن عرض البيانات باستخدام تمثيل بياني مبعثر، مع وضع عدد حيوانات البطلينوس على محور واحد ووفرة الأعشاب البحرية على المحور الآخر. وينبغي للباحث أن يرسم نقاطًا منفصلة لكل مربع قياسي.

تم بحمد الله

الأحياء – دليل المعلّم

يُعدّ دليل المعلّم المكوّن الداعم المصاحب لكتاب الطالب وكتاب التجارب العملية والأنشطة، حيث يقدم الدعم للمعلّم للتخطيط لدروس رائعة وتغطية محتوى المنهج الدراسي، بما في ذلك الاستقصاءات العملية، إضافة إلى ذلك فإنه يوفر مجموعة متنوعة من أفكار التدريس النشطة في كل الموضوعات، مع تحديد المدة الزمنية المقترحة لكل فكرة. كما يتضمن دعمًا لتطوير مهارات الاستقصاء لدى الطلبة وتعزيزها، من خلال شرح مفصل تم تصميمه بما يتوافق مع أهداف التعلم، وتتوافر في الدليل إرشادات للملخص، ودعم التعليم المتمايز (تفريد التعليم)؛ بالاضافة إلى أفكار خلّاقة عن الكثير من الأنشطة، ما يعطي السلسلة قيمة إضافية.

كما يتضمن هذا الدليل إجابات نموذجية لأسئلة كتاب الطالب، وأسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة.

يشمل منهج الأحياء للصف الثاني عشر من هذه السلسلة أيضًا:

- كتاب الطالب.
- كتاب التجارب العملية والأنشطة.

www.moe.gov.om

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS