وزارة التعليم

رؤية عمان 2040

العلوم البيئية

الصف الحادي عشر

كتاب التجارب العملية والأنشطة

الفصل الدراسي الأول



CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية ١٤٤٨هـ - ٢٠٢٦م



العلوم البيئية

الصف الحادي عشر

كتاب التجارب العملية والأنشطة

الفصل الدراسي الأول

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

الطبعة التجريبية ١٤٤٨ هـ - ٢٠٢٦م

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 التعليم 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 التعليم في سلطنة عُمان.

الطبعة التجريبية ٢٠٢٤ م، طُبعت في سلطنة عُمان

هذه نسخة تمَّت مواءمتها من كتاب النشاط – العلوم البيئية للصف الحادي عشر – من سلسلة كامبريدج للعلوم البيئية والعلوم البحرية لمستوى الدبلوم العام والمستوى المتقدم AS & A Level للمؤلفين جولز روبسون وبول روبوتوم و ماثيو باركن.

تمت مواءمة هذا الكتاب بناءً على العقد الموقع بين وزارة التعليم 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 ٨٣ / ٢٠٢٤ واللجان المنبثقة عنه



جميع حقوق الطبع والتأليف والنشر محفوظة لوزارة التعليم

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



المغفور لـه
السلطان قابوس بن سعيد
-طيّب اللّه ثراه-



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

سلطنـــــة عُمـــــان

(المحافظات والولايات)



أنتجت بالهيئة الوطنية للمساحة و المعلومات الجيومكانية ، وزارة الدفاع، سلطنة عُمان 2025م .
حقوق الطبع © محفوظة للهيئة الوطنية للمساحة و المعلومات الجيومكانية ،
وزارة الدفاع، سلطنة عُمان 2025م .
لا يعتد بهذه الخريطة من ناحية الحدود الدولية.



النَّشيدُ الْوَطَنِيُّ

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

يا عُمانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبي أَوْفِياءُ مِنْ كِرامِ الْعَرَبِ
فـارْتَقـي هـامَ السَّمـاء وَامْلَئي الْكَـوْنَ ضِيـاء
وَاسْعَدي وَانْعَمي بِالرَّخـاء

تقديم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف المرسلين، سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين،،،

سعت وزارة التعليم إلى تطوير المنظومة التعليمية في جوانبها المختلفة؛ لمواكبة التطورات المتسارعة في مجالي المعرفة والتقانة، وتلبية متطلبات مؤسسات التعليم العالي، واحتياجات المجتمع العُماني وسوق العمل، وهي بذلك تتوافق مع أهداف رؤية عُمان ٢٠٤٠ وركائزها التي أكدت أهمية رفع جودة التعليم وتطوير المناهج الدراسية والبرامج التعليمية؛ لإعداد متعلم معتز بهُويته، مبدع ومبتكر، ومنافس -عالميًّا- في جميع المجالات.

ولقد جاءت المناهج الدراسية منسجمة مع فلسفة التعليم في سلطنة عُمان، والإستراتيجية الوطنية للتعليم ٢٠٤٠، وقانون التعليم المدرسي في تنظيم مجالات العمل التربوي، وتهيئة الفرص المناسبة لبناء الشخصية المتكاملة للمتعلمين، والحرص على امتلاكهم مهارات المستقبل، كريادة الأعمال والابتكار، وأخلاقيات العمل، والتعامل مع معطيات التكنولوجيا الحديثة وإنتاج المعرفة، وتعزيز مهارات التفكير والبحث العلمي، ورفع مستوى وعيهم بالقضايا الإنسانية، وقيم السلام والحوار، والتسامح والتقارب بين الثقافات.

ويمثل هذا الكتاب المدرسي ترجمة للمحتوى المعرفي والمهاري للمنهاج الدراسي، الذي وضع ليستقي منه الطالب معلومات شاملة ومتنوعة، وليكتسب منه مهارات تعليمية مختلفة؛ لتحقيق ما تصبو إليه الوزارة من أهداف تربوية، وغايات سامية تسهم في تقدم هذا الوطن العزيز تحت ظل القيادة الحكيمة لمولانا حضرة صاحب الجلالة السلطان هيثم بن طارق المعظم حفظه الله ورعاه.

واللّه ولي التوفيق.

د. مديحة بنت أحمد الشيبانية

وزيرة التعليم

المحتويات

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

الوحدة الأولى: مقدمة في الإدارة البيئية

الأنشطة:

1–1 الاستدامة في المناطق المحلية 24
2–1 دورة الماء 28
3–1 السلاسل الغذائية والمستويات الغذائية 35

الاستقصاءات العملية:

1–1 تجربة التمثيل الضوئي (إثرائي) 38
2–1 استقصاء دورة الكربون (إثرائي)..... 43

الوحدة الثانية: البحوث البيئية وجمع البيانات

الأنشطة:

2–1 بدء استقصاء..... 56
2–2 فهم المتغيّرات المختلفة والتخطيط للاستقصاءات العلمية..... 59
2–3 التخطيط لاستقصاء بيئي 63
2–4 تحليل البيانات..... 65
2–5 مهارات: الرياضيات البيولوجية 68

الاستقصاءات العملية:

2–1 حساب كثافة جماعة أحيائية باستخدام تقنيات العمل الميداني 75
2–2 استقصاء الارتباط المحتمل بين توزيع الأنواع وعامل غير حيوي..... 81
2–3 استخدام تقنيات جمع العيّنات لمقارنة التنوع البيولوجي 86

الوحدة الثالثة: التفاعلات في النظم البيئية البحرية

الأنشطة:

3-1 التفاعلات البحرية والكيمياء الحيوية 101
3-2 علاقات التغذية 105
3-3 حسابات التغذية والأهرامات 114
3-4 دورات المغذيات 120

الاستقصاءات العملية:

3-1 أهرامات الأعداد والكتلة الحيوية 125
3-2 التخطيط لإجراء استقصاء لتقدير إنتاجية منتج مائي (إثرائي) 129

الوحدة الرابعة: التصنيف

الأنشطة:

4-1 التصنيف 140
4-2 الكائنات الحية البحرية 146

الاستقصاءات العملية:

4-1 تصميم مفتاح تشعيب ثنائي 154

المقدمة

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

الأنشطة

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

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

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

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

الاستقصاءات العملية

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

لمحتوى الاستقصاءات العمليّة في هذا الكتاب عدة أهداف:

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

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

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

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

نرجو أن يساعدك هذا الكتاب على اكتساب المهارات العلميّة اللازمة لدراساتك المستقبليّة، وأن يلهمك حب العلوم البيئية.

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

كيف تستخدم هذه السلسلة

تقدّم هذه المكوّنات (أو المصادر) الدعم للطلبة في الصف الحادي عشر في سلطنة عمان لتعلم مادة العلوم البيئية واستيعابها، حيث تعمل كتب هذه السلسلة جميعها معًا لمساعدة الطلبة على تطوير المعرفة والمهارات العلمية اللازمة لهذه المادة.

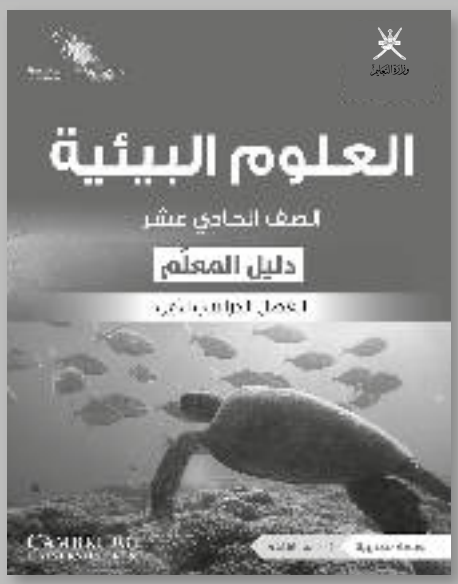


تم تصميم كتاب الطالب ليستخدمه الطلبة داخل الفصول الدراسية بتوجيه من المعلمين. تحتوي الوحدات على تفسيرات وتعريفات وأسئلة ودراسة حالات وأمثلة عملية ومجموعة من الميزات الأخرى لإشراك الطلبة. كما تتيح لهم فرصًا كثيرة للمشاركة في نقاشات هادفة، والعمل الثنائي، والعمل الجماعي.



يحتوي «كتاب التجارب العملية والأنشطة» على أنشطة وأسئلة نهاية الوحدة، والتي تمّ اختيارها بعناية، بهدف مساعدة الطلبة على تطوير المهارات العلمية المختلفة التي يحتاجون إليها أثناء تقدمهم في دراسة كتاب العلوم البيئية. 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 يساعدهم على تطوير مهارات الاستقصاء العملية الأساسية. وكذلك مهارات تخطيط الاستقصاءات، واختيار الأداة أو الجهاز المناسب وكيفية التعامل معه، وطرح الفرضيات، وتدوين النتائج وعرضها، وتحليل البيانات وتقييمها.



يقدم دليل المعلم عددًا من الأفكار العامة والدروس والواجبات المنزلية الملهمة للمعلمين. ويزوّدهم بإجابات الأسئلة الموجودة في كتاب الطالب وأسئلة الأنشطة وإرشادات ودعم لتنفيذ الاستقصاءات العملية. تتوافر أيضًا في دليل المعلم إرشادات تخطيط الدرس والدعم التربوي، إذ يتم تشجيع المعلمين على استخدام مزيج من أنشطة كتاب الطالب ودليل المعلم وفقًا لاحتياجات طلبة كل فصل.

كيف تستخدم هذا الكتاب

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

أهداف التعلّم

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

مهم

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

مصطلحات علمية

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

الأنشطة

تفيدك التمارين في ممارسة المهارات المهمة لدراسة العلوم البيئية.

أفعال إجرائية

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

الاستقصاءات العملية

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

أسئلة نهاية الوحدة

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

الأمان والسلامة في المختبر

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

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

القواعد العامة للعمل المختبري الآمن

- عليك دائمًا ارتداء النظارات الواقية عند استخدام أية سوائل.
- يفضل ارتداء معطف المختبر لوقاية الملابس من أيّ انسكاب للسوائل.
- تأكد من فهم أية مخاطر محددة ترتبط بالتجربة، كما يبيّنها معلمك (انظر الجدول 1) (انظر جدول السلامة 1).

يورد الجدول 1 قائمة ببعض مصادر المخاطر الشائعة المرتبطة بالاستقصاءات.

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

الجدول 1: جدول السلامة.

البحث العلمي والمهارات العملية

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

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

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

أمثلة على المهارات العملية

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

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

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

تخطيط التجارب والاستقصاءات

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

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

جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها

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

تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها

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

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

تقييم الأساليب واقتراح التحسينات

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

مقدمة في الإدارة البيئية
Introduction to Environmental Management

أهداف التعلُّم

1–1 يعرّف مصطلح الاستدامة على أنها القدرة على تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها.

2–1 يشرح الحاجة إلى الإدارة المستدامة للموارد.

3–1 يصف دورة الماء مقتصرًا على:
- التبخر
- النتح
- التكثف
- الهطول
- الاعتراض.

4–1 يفسر ويرسم رسومًا تخطيطية تمثّل دورة الماء.

5–1 يعرف المصطلحات الآتية: المنطقة الأحيائية، والنظام البيئي، والموطن البيئي.

6–1 يذكر العوامل الحيوية وغير الحيوية لنظام بيئي.

7–1 يصف كيفية تأثير العوامل الحيوية على عدد الكائنات الحية الموجودة داخل نظام بيئي وعلى تنوعها.

8–1 يلخّص أمثلة على التفاعلات الحيوية، مقتصرًا على:
- المنافسة (داخل النوع، وبين الأنواع)
- الافتراس
- الرعي

9–1 يحدّد ويصف التفاعلات الحيوية الممثلة بالسلاسل الغذائية والشبكات الغذائية، (مقتصرًا على المنافسة والافتراس والرعي) بما في ذلك استخدام مصطلحات المستوى الغذائي والمنتج، والمستهلك الأولي، والمستهلك الثانوي، والمستهلك الثالثي، والمحلل.

10–1 يشرح كيفية فقدان الطاقة في السلسلة الغذائية.

11–1 يصف دورة الكربون، بما في ذلك استخدام المعادلات الكيميائية لعملية التمثيل الضوئي والتنفس الهوائي واحتراق الوقود الأحفوري (مقتصرًا على CH_4 و C_8H_{18}).

12–1 يفسر ويرسم رسومًا تخطيطية تمثّل دورة الكربون.

13–1 يذكر أن الكلوروفيل يمتص الطاقة الضوئية لعملية التمثيل الضوئي.

14–1 يصف ويشرح تأثير العوامل المحددة لعملية التمثيل الضوئي بما في ذلك الماء وتركيز ثاني أكسيد الكربون وشدة الضوء ودرجة الحرارة.

15–1 يشرح كيف أن عملية التمثيل الضوئي على اليابسة وفي المحيطات تشكّل جزءًا حيويًا من دورة الكربون، ولها تأثير مهم على تراكيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من خلال تكوين مخازن الكربون.

16–1 يعرّف المصطلحَين الحياد الكربوني وصافي الانبعاثات الصفري.

17–1 يصف ويقيّم تقنيات تحقيق صافي الانبعاثات الصفري.

الأنشطة

نشاط 1-1 الاستدامة في المناطق المحلية

سيساعدك هذا النشاط في التعرف على الممارسات الحالية للاستدامة، وعلى المناطق البيئية المحلية التي قد تحتاج إلى المزيد من التحسينات.

تعمل سلطنة عمان على تبنّي ممارسات مستدامة تتسق مع أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة والأهداف الوطنية المدرجة في رؤية عمان 2040 لتحقيق صافي الانبعاثات الصفري بحلول عام 2050. يمثل تطوير مجتمع دائري Circular society، والذي يعاد فيه استخدام الموارد أو تدويرها، أو توظيفها، أحد الجوانب الرئيسية لتحقيق صافي الانبعاث الكربوني الصفري.

المهمة الأولى: البحث في ممارسات الاستدامة الحالية

1. **مقدمة في الاستدامة:**

أ. عرّف الاستدامة وأهميتها.

.....

.....

.....

.....

ب. اشرح الركائز الثلاث للاستدامة: البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. **الاستدامة في محافظتك:**

ستبحث في ممارسات الاستدامة في محافظتك. وستقدم نتائج بحثك في تقرير قصير أو عرض تقديمي، على ألا يزيد على صفحة واحدة.

أ. ابحث عن مبادرة أو مشروع استدامة قائم في محافظتك. يمكنك تضمين بحثك معلومات حول ما يأتي:

- **بيئية:** إدارة النفايات، والمحافظة على المياه، والطاقة المتجددة، والمساحات الخضراء.
- **اقتصادية:** ممارسات الأعمال المستدامة، ودعم مؤسسات الأعمال المحلية، والسياحة الصديقة للبيئة.
- **اجتماعية:** البرامج المجتمعية، والمبادرات التثقيفية والتربوية، والنقل العام، والصحة، والرعاية الاجتماعية.

ب. ناقش التأثيرات الإيجابية والسلبية في مبادرة الاستدامة التي بحثت فيها. فكّر في كلفة تنفيذها، وأية مشكلات اجتماعية قد تنشأ عنها.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

فيما يلي تقرير إخباري عن مبادرة الاستدامة في مدينة صلالة.

تنظيف الشاطئ في مدينة صلالة

قامت شركة سياحة عمانية في مدينة صلالة بدعم مبادرة لتنفيذ حملات منتظمة لتنظيف الشواطئ هناك. عمل المرشدون السياحيون في الشركة، وقد انضم إليهم متطوعون من الجامعات والشركات المحلية والمجتمع ككل، على جمع وفرز النفايات الموجودة على الشواطئ. ومنذ بدء الحملات أي منذ قرابة خمس سنوات، قامت المجموعة بجمع كمية هائلة من النفايات من الشاطئ تقدر بـ 8900 kg والتي تم التخلص منها بالشكل الصحيح.

ج. باستخدام المعلومات الواردة في التقرير الإخباري ومعرفتك، قيّم تأثير هذه المبادرة من خلال ملء الجدول أدناه.

	تأثير إيجابي	تأثير سلبي
تأثيرات بيئية		
تأثيرات اقتصادية		
تأثيرات اجتماعية		

المهمة الثانية: تطوير الاقتراح

3. ابحث عن مثال لمورد قريب لا يدار بشكل مستدام. اكتب ملخصًا عنه (100-200 كلمة)، مع تضمين:

- شرح سبب أن هذا المورد لا يتم استخدامه بشكل مستدام.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- تلخيص ما يمكن عمله لحل المشكلة أو التخفيف من تأثيرها.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- مناقشة المشكلات المحتملة في تنفيذ الحل الذي اقترحته وكيف يمكن التغلب عليها.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

نشاط 1-2 دورة الماء

تؤثر دورة الماء على مناطق مختلفة من العالم وبطرائق مختلفة، اعتمادًا على المناخ السائد وأنماط الطقس والغطاء النباتي واستخدام الأراضي. في هذا النشاط، ستقارن بين أنماط الهطول في مناخات مختلفة في العالم وتحلل العوامل التي تؤثر على هذه الأنماط.

المهمة الأولى: مقدمة للهطول

1. عرّف الهطول واشرح أشكاله (مطر، ثلج، صقيع، برد).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

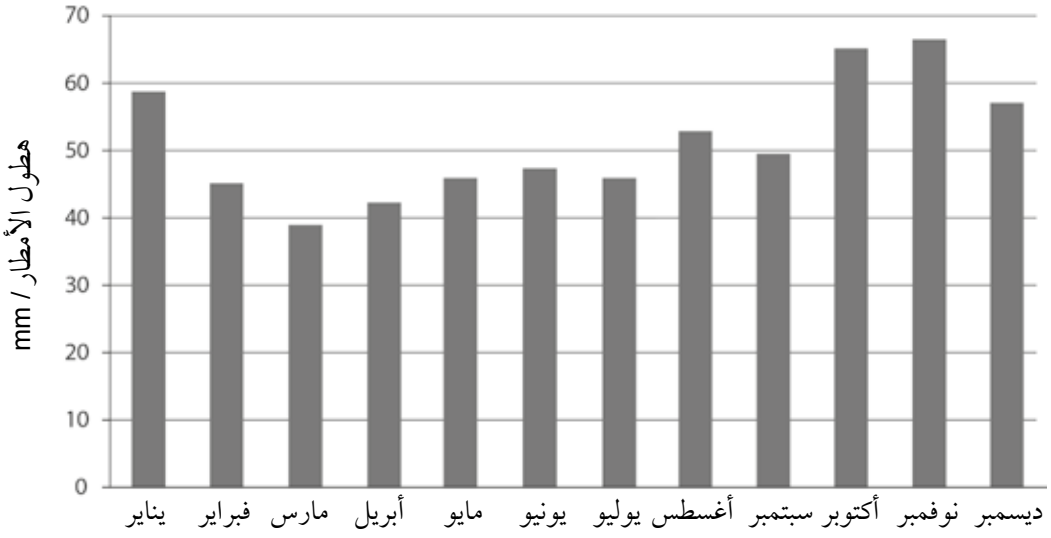
2. ارسم مخططًا مبسطًا لدورة الماء مع المسميات الصحيحة. ضمّن تعريف كل مصطلح علمي تستخدمه. وتأكد من استخدام خطوط ومسميات واضحة عند إنجاز المخطط.

الجدول 1–1 يوضح متوسط الهطول وأيام هطول الأمطار في هيثرو، لندن، المملكة المتحدة.

الشهر	الهطول / mm	أيام هطول الأمطار > 1 mm / يوم
يناير	58.83	11.53
فبراير	44.96	9.50
مارس	38.78	8.47
أبريل	42.31	8.80
مايو	45.91	8.00
يونيو	47.25	8.33
يوليو	45.80	7.90
أغسطس	52.78	8.43
سبتمبر	49.61	7.90
أكتوبر	65.07	10.80
نوفمبر	66.63	11.23
ديسمبر	57.05	10.77
المجموع السنوي الإجمالي		

الجدول ١–١: متوسط الهطول في هيثرو، لندن، المملكة المتحدة خلال الفترة 1991 - 2020م.

يوضح الشكل 1–1 تمثيلاً بيانيًا للهطول في هيثرو باستخدام البيانات من الجدول 1–1.



الشكل ١–١: تمثيل بياني يوضح متوسط الهطول الشهري في هيثرو، المملكة المتحدة.

3. احسب إجمالي الهطول السنوي وأيام هطول الأمطار السنوي فوق 1 mm في هيثرو، المملكة المتحدة.

4. صف نمط الهطول على مدار العام الموضح في الشكل 1–1.

.....

.....

.....

.....

.....

5. باستخدام البيانات في الجدول 1–1، ارسم على المخطط البياني الآتي عدد أيام هطول الأمطار التي تزيد على 1 mm شهريًا.

6. قارن تمثيلك البياني بالشكل 1–1. هل يمكنك تحديد أية أنماط من هذه البيانات؟ هل يوجد أي شيء غير متوقّع في التمثيلَين البيانيَّين؟

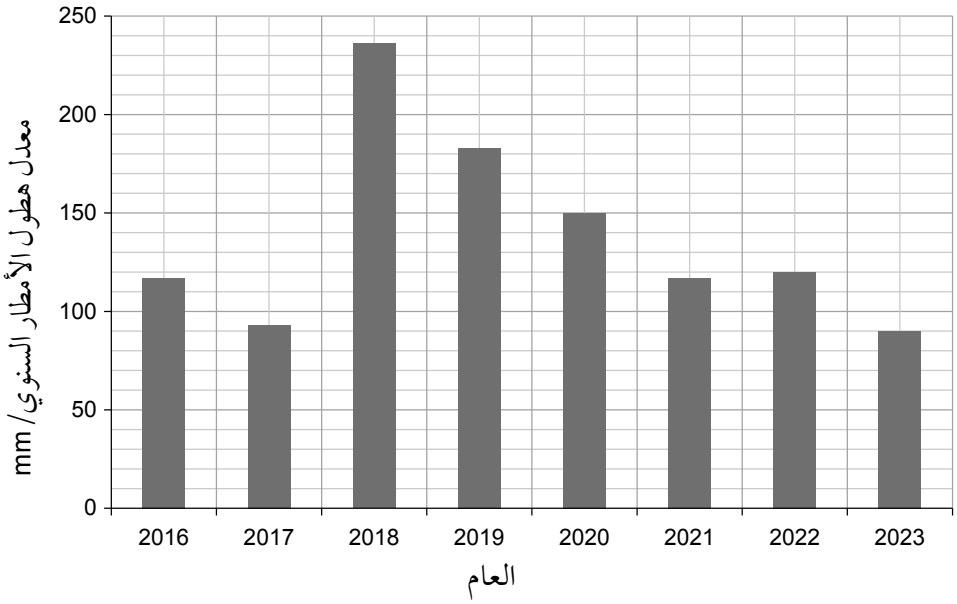
.....

.....

.....

.....

المهمة الثانية: الهطول والجريان السطحي في سلطنة عمان



الشكل 1–2: معدل هطول الأمطار في سلطنة عمان بين الأعوام (2016 - 2023 م)

7. صف نمط الهطول في سلطنة عمان الموضح في الشكل 1–2.

.....

.....

.....

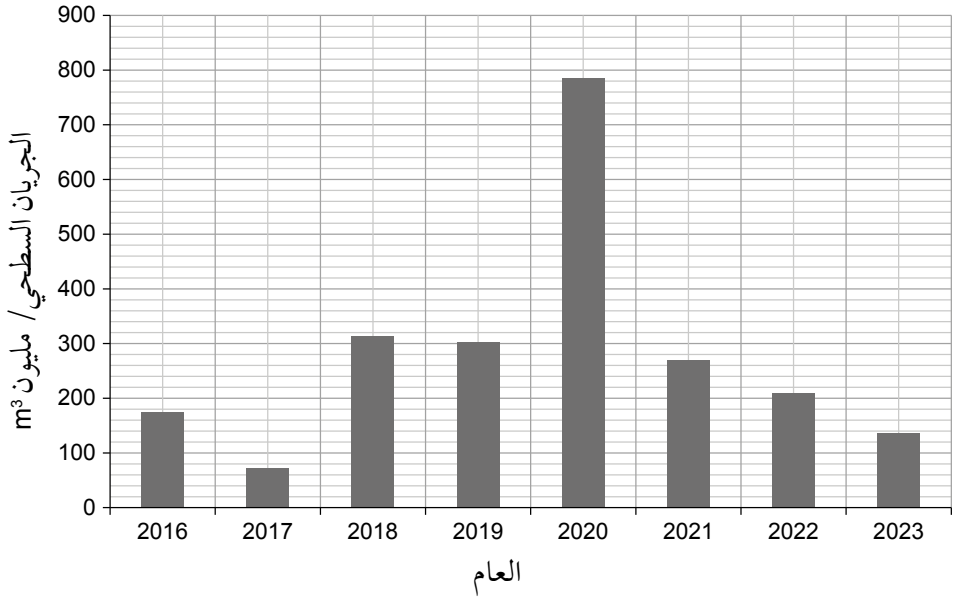
.....

.....

.....

.....

.....



الشكل 1–3: الجريان السطحي السنوي للمياه في سلطنة عمان لكل (مليون m^3) من الماء.

مهم

يتم حساب المتوسط عن طريق جمع كافة القيم وتقسيمها على إجمالي عدد القيم.

يتم حساب المدى عن طريق طرح القيمة الأصغر من القيمة الأكبر.

8. استخدم الشكل 1–3 لتحسب:

أ. متوسط الجريان السطحي السنوي للمياه في سلطنة عمان.

.....

.....

.....

.....

ب. المدى في الجريان السطحي السنوي للمياه في سلطنة عمان.

.....

.....

9. بالرجوع إلى الشكلين 1–2 و1–3 وإلى إجاباتك عن السؤال 8، قارن البيانات المعطاة. ما الاستنتاجات التي يمكنك استخلاصها من هذه البيانات حول المناخ في السنوات المختلفة؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

نشاط 1-3 السلاسل الغذائية والمستويات الغذائية

سيعزز هذا النشاط قدرتك على تحديد العلاقات الغذائية في النظام البيئي.

اقرأ النص الآتي:

يمثل النظام البيئي الصحراوي في سلطنة عمان، وبخاصة في الربع الخالي، بيئة قاسية لكنها متوازنة بشكل معقد، حيث تأقلمت فيها الكائنات الحية مع الظروف القاسية. ويتصف هذا النظام البيئي بمساحات شاسعة من الكثبان الرملية والهضاب الصخرية والنباتات المتناثرة، الأمر الذي يجعله يمثل موطنًا فريدًا لمجموعة متنوعة من الكائنات الحية. كما تنتشر نباتات هاردي (النباتات القوية المتكيفة) مثل شجرة الغاف المحلي (*Prosopis cineraria*)، وأشجار السنط الملتوي (*Acacia tortilis*)، والشجيرات المختلفة مثل ياسنت الصحراء/الذؤنون الأنبوبي (*Cistanche tubulosa*)، والشجيرات الملحية مثل الرغل الملحي (*Atriplex spp*) عبر الصحراء. وتتصف هذه النباتات بمجموع جذري يمتد عميقًا للوصول إلى المياه الجوفية، إذ يمكنها تحمّل فترات جفاف طويلة.

تزدهر الخنافس والنمل والجراد في الصحراء، وتتغذى على المواد النباتية، وتمثل مصدرًا غذائيًا أساسيًا للعديد من الزواحف والثدييات الصغيرة. وتمتلك العقارب والعناكب مثل العناكب الجملية (*Galeodes arabs*) مهارة في اصطياد الحشرات. بالمقابل يرعى المها العربي (*Oryx leucoryx*) على الأعشاب وأوراق الأشجار والفاكهة، ويستمد الرطوبة من النباتات التي يأكلها. وتشمل الحيوانات آكلة الأعشاب الأخرى، القوّاع العربي أو الأرنب البري (*Lepus capensis arabicus*) والضب المصري الضخم أو السحلية شوكية الذيل (*Uromastyx aegyptia*) التي تتغذى على الأوراق والبذور. في حين يتغذى قنفذ الصحراء (*Paraechinus aethiopicus*) على خليط من اللافقاريات الصغيرة والمواد النباتية. أما الجربوع المصري الصغير (*Jaculus jaculus*) فهو من القوارض آكلة الأعشاب، لكنه قد يأكل الحشرات أيضًا.

تشمل الحيوانات المفترسة في النظام البيئي الذئب العربي (*Canis lupus arabs*) والثعلب الأحمر (*Vulpes vulpes arabica*). وهي تصطاد الثدييات الصغيرة والطيور والزواحف والعناكب، ويأكل الثعلب الأحمر الفاكهة أيضًا.

الذئب العربي أحد الحيوانات المفترسة القليلة القادرة على صيد المها العربي، حيث يستهدف صغاره أو الأفراد الضعيفة منه. أما القط الرملي (*Felis margarita*) فهو حيوان مفترس ومراوغ أيضًا، يتغذى على القوارض الصغيرة والحشرات. ويمكن العثور على النمس المصري (السمور) في بعض الأجزاء التي تكثر فيها النباتات في الصحراء على الرغم من أنه لا يعيش في الصحراء حصرًا. وهو حيوان قارت يأكل الثدييات الصغيرة والطيور والزواحف والبرمائيات والحشرات والفاكهة. كما تعيش في الصحراء الطيور الجارحة مثل النسر الأجعد أو الأذون (*Torgos tracheliotos*) والذي يأكل الجيف ويحافظ على نظافة النظام البيئي.

1. اشرح معنى كل مصطلح من المصطلحات الآتية، واذكر مثالاً على كل منها من الفقرة السابقة:

أ. آكل الأعشاب

.....

.....

ب. آكل اللحوم

.....

.....

ج. قارت

.....

.....

2. كوّن سلاسل غذائية باستخدام المعلومات في الفقرة السابقة. تشمل:

أ. ثلاثة كائنات حية

ب. أربعة كائنات حية

ج. خمسة كائنات حية

3. اكتب تسمية المستوى الغذائي الذي يناسب كل كائن حي في السلاسل الغذائية السابقة التي كونتها.

4. كوّن شبكة غذائية صحراوية باستخدام السلاسل الغذائية السابقة التي كونتها وأية معلومات إضافية من النص السابق. لا ضرورة لتضمين كل كائن حي ورد اسمه.

5. ارسم دائرة حول الكائنات الحية التي تشغل كل مستوى من المستويات الغذائية في الشبكة الغذائية التي كونتها، باستخدام الألوان الآتية. ستلاحظ أن بعض الكائنات الحية تناسب أكثر من مستوى غذائي واحد.

الأخضر = المنتج

الأصفر = المستهلك الأولي

الأزرق = المستهلك الثانوي

الأحمر = المستهلك الثالثي

الأرجواني = المستهلك الرابعي

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي 1-1: تجربة التمثيل الضوئي (إثرائي)

أهداف الاستقصاء العملي

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

مقدمة

تلتقط الكائنات الحية التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي طاقتها من الشمس لتكوين الجلوكوز وإطلاق الأكسجين. في هذه التجربة ستختبر معدل عملية التمثيل الضوئي في النبات، ويطلب العمل ضمن مجموعة ثنائية أو ثلاثية.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:

- أوراق سبانخ طازجة (احفظها في الماء للإبقاء على نضارتها).
- مثقاب أو مصاصة شرب معدنية أو (يمكن استخدام خرامة ورق).
- بيكربونات الصوديوم (صودا الجير).
- ماء صنبور يترك جانبًا لمدة 24 ساعة.
- سائل تنظيف الأطباق.
- محقن طبي عدد 2 (10 mm أو أكبر – لا حاجة إلى إبرة).
- كأس زجاجية شفافة عدد 4
- أقلام للكتابة على الزجاج.
- مخبار مدرج
- ملعقة كيماويات/ميزان إلكتروني.
- مصدر ضوء (ضوء الشمس أو ضوء مصباح).
- ساعة إيقاف.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تحقّق من المواد الكيميائية التي ستستخدمها وتأكد من أنه يمكنك التعامل معها بأمان.
- استخدم جميع الأواني الزجاجية بحذر لمنع حدوث أية كسور أو جروح.

التمهيد للاستقصاء

- قبل البدء، تأكد من أن جميع الأدوات الزجاجية مسمّاة بوضوح.
- اكتب مسمّيات المحاقن أ و ب.

- جهّز أية محاليل ستستخدمها واحفظها في أوعية مع مسميات كل وعاء.
- تأكد من أن المصباح جاهز للاستخدام فور الانتهاء من التحضير.
- **تنبأ** بما سيحدث لأقراص أوراق السبانخ عند وضعها في ماء يحتوي على بيكربونات الصوديوم معرضة لضوء الشمس. **برّر** إجابتك. أعد النظر فيما تنبأت به عندما تنهي التجربة. هل كان تنبؤك صحيحًا؟

أفعال إجرائية

تنبأ Predict: اقترح ما قد يحدث بناءً على المعلومات المتاحة.

برّر Justify: ادعم الموضوع بالأدلة والحجة.



الصورة 1–1: صورة توضح كيفية قطع أقراص من ورقة السبانخ بمصاصة الشرب.

الطريقة

1. اكتب مسمّيات الكؤوس الزجاجية: (أ) ماء، (ب) محلول البيكربونات، (ج) محلول منظف، (د) بيكربونات ومحلول منظف.
2. اخلط في كأس زجاجية 0.6 g (ثُمن ملعقة صغيرة) من بيكربونات الصوديوم في 300 mL ماء الصنبور الذي ترك جانبًا لمدة 24 ساعة قبل الاستخدام.
3. ضع في الكأس الزجاجية الثانية 200 mL ماء وقطرة من سائل تنظيف الأطباق لتكوين محلول. اخلط بلطف لتفادي تكَوّن فقاعات في المحلول.
4. اسكب نصف (150 mL) محلول البيكربونات في الكأس الزجاجية الثالثة وأضف قطرة واحدة من محلول تنظيف الأطباق. تأكد مرة أخرى من عدم وجود فقاعات.
5. استخدم المثقاب لتكوين 20-30 قرصًا من أوراق السبانخ. تجنّب عروق الأوراق وحوافها، واثقب في المناطق المسطحة.

6. اكتب مسميات المحقنَين (أ) ماء، (ب) بيكربونات ومحلول سائل تنظيف الأطباق. أزل المكبس من المحقن ثم ضع نصف الأقراص في كل محقن. أعد المكبس إلى مكانه واضغطه ببطء لإخراج أكبر كمّية ممكنة من الهواء. احرص على عدم سحق أوراق السبانخ.
7. استخدم المحقنَين لسحب 3 mL من ماء الصنبور في المحقن (أ)، وخليط البيكربونات وخليط السائل المنظف في المحقن (ب). انقر بلطف على المحقنَين لتعليق الأوراق في المحلول.
8. ضع أصابعك على نهاية كل محقن، واسحب المكبس لتكوين فراغ. حافظ على الفراغ لمدة 10 ثوان تقريبًا، بينما تحرّك المحلول بلطف. كرر هذه الخطوة حتى ترى أن جميع الأقراص أخذت تغطس إلى قاع المحقن. ابدأ مرة أخرى بأقراص غضّة ومحلول جديد إذا لم يحدث ذلك.
9. انزع مكبس المحقن وصبّ الأقراص من المحقن (أ) في الكأس الزجاجية المحتوية على الماء، ومن المحقن (ب) في الكأس الزجاجية المحتوية على البيكربونات وسائل تنظيف الأطباق. تأكد من إسقاط جميع الأقراص إلى القاع وعدم التصاقها بالجوانب.



الصور 1–2 إلى 1–4: تحضير المحقن باستخدام أقراص السبانخ والماء أو محلول البيكربونات.



الصور 1–5 إلى 1–7: صَبّ أقراص السبانخ في كأس زجاجية وتعريضها لمصدر ضوء بحسب الخطوتَين 9 و 10.

10. عرّض الكؤوس لمصدر ضوء (أشعة الشمس أو ضوء المصباح)، وشغّل ساعة الإيقاف.

11. راقب أقراص الأوراق في الكؤوس، ولاحظ تكوّن أي فقاعات صغيرة حول الأقراص.

12. سجّل في الجدول الآتي عدد الأقراص الطافية كل دقيقة، حتى تطفو جميع الأقراص في الكأس الزجاجية.

الزمن/ دقائق	1	2	3	4	5	6
عدد الأقراص الطافية في الماء						
عدد الأقراص الطافية في البيكربونات						

الجدول 1-2: جدول النتائج للاستقصاء 1-1.

13. عندما تطفو جميع الأقراص، ضع الكأس في خزانة مظلمة لمدة 15 دقيقة، ولاحظ ما يحدث.

أسئلة نهاية الاستقصاء العملي

أ. اذكر سبب استخدام بيكربونات الصوديوم في هذه التجربة.

.....

.....

ب . حدّد التجربة الضابطة في هذا الاستقصاء. لماذا ينبغي إجراء التجربتَين في الوقت نفسه؟

.....

.....

ج. ماذا حدث لأقراص السبانخ عندما أطلقت الأكسجين أثناء التمثيل الضوئي؟

.....

.....

د. ماذا يحدث لأقراص السبانخ عند إيقاف مصدر الإضاءة؟

.....

.....

هـ. ما المركبان الضروريان لحدوث عملية التمثيل الضوئي؟

.....

.....

و. ما العوامل غير المعروفة والتي تؤثر في نتائج التجربة؟

.....

.....

ز. اعرض نتائجك في تمثيل بياني باستخدام رموز مختلفة للتجربتَين. تأكد من كتابة مسمّى المحورَين والرموز.

نشاط للتوسع

جرّب هذه التجربة مع أنواع مختلفة من الأوراق أو في ظروف مختلفة، ولاحظ ما إذا كانت الأوراق تختلف في سلوكها. تجنّب دائمًا عروق الأوراق عند ثقب الأقراص.

راعِ المتغيرات لتتمكّن من مقارنة النتائج.

ناقش مع زملائك الاختلافات التي لاحظتها لفهم الأسباب المحتملة.

استقصاء عملي 1-2: استقصاء دورة الكربون (إثرائي)

أهداف الاستقصاء العملي

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.

مقدمة

تتضمن **دورة الكربون** عددًا من العمليات الكيميائية التي تحوّل الكربون من وإلى أشكال كيميائية مختلفة. صُمّمت هذه المجموعة من الاستقصاءات العملية لتطوير فهمك للأشكال الكيميائية المختلفة للكربون، وكيف تتغير من شكل إلى آخر.

مصطلحات علمية

دورة الكربون Carbon cycle: تدفق الكربون بين مخازن الكربون المختلفة.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:

- قطعة صغيرة من الطباشير أو الحجر الجيري.
- 20 mL من حمض الهيدروكلوريك (تركيز 1.0 mol/L)
- قطارة.
- أنبوبة اختبار ذات تفرع جانبي (انظر الشكل 1–8).
- أنبوبة اختبار.
- ماء الجير (هيدروكسيد الكالسيوم) (20-30 mL تقريبًا).
- كأس زجاجية 100 mL عدد 2
- محلول الكاشف العالمي (حتى 5 mL)
- مصاصة الشرب أو أنبوبة للنفخ فيها (مع محلول مطهر في حالة إعادة الاستخدام)
- ماء بحر/ماء مالح (50 mL تقريبًا).
- قمع زجاجي، أنبوبة اختبار عدد (2)، سدادة مطاط ذات فتحتين، أنبوبة توصيل حرف U عدد (2) انظر الشكلين (1–9) و (1–10).
- مضخة ماصة.
- شمعة برافين صغيرة (شمعة ضوء الشاي/ شمعة ذات الضوء الخافت).
- قطع صغيرة من الخشب (شظايا مثلاً).
- ملقط.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- ضع نظارات واقية عند إجراء هذه التجارب. قد يكون ماء الجير (محلول هيدروكسيد الكالسيوم) مهيّجًا، فاحرص على تجنّب تطاير قطرات منه إلى عينيك، واغسل فورًا أي رذاذ يسقط على جلدك.
- تأكد قبل النفخ في مصاصة الشرب أو الأنبوبة الزجاجية أنها معقمة أو جرى تطهيرها، مع الحرص على عدم امتصاص أي محلول.

التمهيد للاستقصاء

أ. ما المصدر الأصلي للكربون الموجود في الكتلة الحيوية للنبات؟

.....

.....

ب. كيف ينتقل الكربون من مستوى غذائي إلى آخر؟

.....

.....

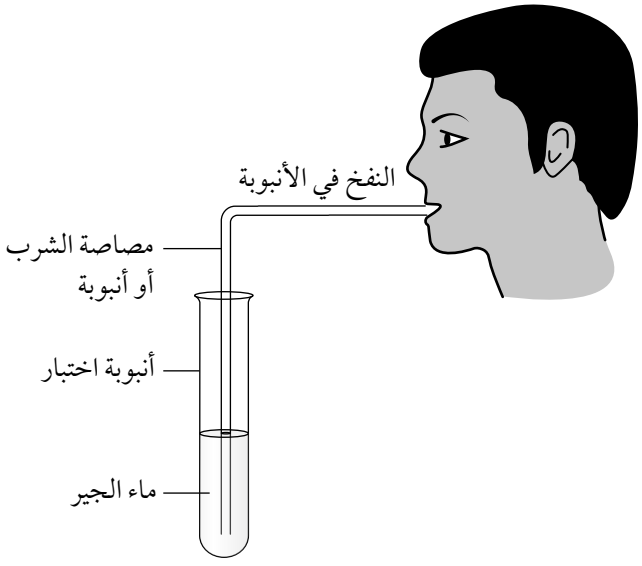
القسم الأول: التنفّس

تستخدم جميع الكائنات الحية الكربون على شكل كربوهيدرات لتوفير الطاقة اللازمة لاحتياجاتها. ويطلق الكربون على شكل ثاني أكسيد الكربون عند استخدام الكائنات الحية لهذه الكربوهيدرات في عملية التنفّس.

ستوضح في هذا القسم من الاستقصاء العملي أن ثاني أكسيد الكربون يتم إنتاجه عن طريق الكائنات الحية، وتصف كيفية اختباره.

الطريقة

1. املأ نصف أنبوبة اختبار تقريبًا بماء الجير.
2. أدخل أحد طرفَي مصاصة الشرب أو قطعة من أنبوبة زجاجية في ماء الجير الموضوع في أنبوبة الاختبار.
3. انفخ بلطف في المصاصة أو الأنبوبة حتى تلاحظ التغير (الشكل 1–4).



الشكل 1–4: رسم تخطيطي لجهاز الكشف عن مكونات هواء الزفير.

النتائج

انقل الجدول التالي وأكمله.

لون ماء الجير قبل النفخ فيه	لون ماء الجير بعد النفخ فيه

الجدول 1–3: ملاحظات عند نفخ هواء الزفير في ماء الجير.

القسم الثاني: التجوية الكيميائية للصخور الكربونية

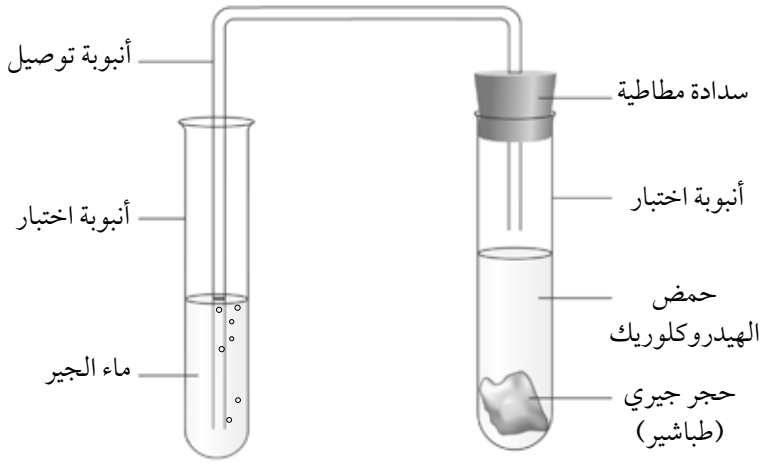
الطباشير والحجر الجيري بقايا الكائنات الحية التي عاشت وماتت منذ ملايين السنين، بما في ذلك العوالق النباتية الجيرية والعوالق الحيوانية. عندما كانت هذه الكائنات حية كانت تحصل على الكربون من خلال عملية التمثيل الضوئي وعلاقات التغذية في السلاسل الغذائية، وعندما ماتت تفككت عبر التحلل أو احتُجزت وتحجّرت في الصخور.

ستوضح في هذا القسم من الاستقصاء العملي أن هذه الصخور تحتوي على الكربون الذي يمكن أن يُطلق مرة أخرى إلى الغلاف الجوي.

الطريقة

1. املأ نصف أنبوبة اختبار تقريبًا بماء الجير.
2. أضف 20 mL من حمض الهيدروكلوريك (تركيز 1.0 mol/L) إلى أنبوبة اختبار كبيرة.
3. أضف قطعة صغيرة من الطباشير أو الحجر الجيري إلى الحمض الموجود في أنبوبة الاختبار. ضع السدادة في الجزء العلوي الذي يحتوي على أنبوبة التوصيل.

4. أدخل الطرف الآخر من أنبوبة التوصيل في أنبوبة اختبار ماء الجير. لاحظ فقاعات الغاز الناتجة من خلال ماء الجير (الشكل 1–5).



الشكل 1–5: رسم تخطيطي لجهاز يوضح نواتج التجوية الكيميائية للصخور الكربونية.

النتائج

أكمل الجدول أدناه.

المادة	الملاحظات والتغيرات عند إضافة الطباشير أو الحجر الجيري إلى الحمض
الطبشور/الحجر الجيري	
الحمض	
ماء الجير	

الجدول 1–4: الملاحظات عند إضافة صخر كربوني (حجر جيري أو طباشير) إلى الحمض.

القسم الثالث: الذوبان الجوي في المحيطات

توفر البحار والمحيطات خزانًا للغازات الذائبة بما في ذلك ثاني أكسيد الكربون، وهو أمر حيوي لكل من الكائنات الحية التي تعيش في المحيط وللغلاف الجوي المحيط به، وذلك للمحافظة على مستويات ثاني أكسيد الكربون. يقارن هذا القسم من الاستقصاء قابلية ذوبان ثاني أكسيد الكربون في المياه العذبة والمالحة وتأثير ذلك على الحموضة في المحيط.

الطريقة

1. أضف mL 50 تقريبًا من ماء البحر إلى كأس زجاجية واحدة.
2. أضف mL 50 تقريبًا من الماء العذب إلى كأس زجاجية أخرى.
3. أضف بضع قطرات من محلول الكاشف العالمي إلى كلتا الكأسَين الزجاجيتَين إلى أن تلاحظ اختلافًا واضحًا في اللون في كلتا الكأسَين.
4. انفخ بلطف عبر مصاصة الشرب أو أنبوبة في إحدى الكأسَين، وحدّد المدة التي يستغرقها الكاشف للتغير إلى اللون الأصفر. سجّل نتائجك في جدول يماثل الجدول أدناه.
5. كرّر ما سبق في الخطوة 4 مع الكأس الزجاجية الأخرى، محاولاً النفخ بقوة النفخ نفسها التي اعتمدتها في الكأس الزجاجية الأولى. سجّل نتائجك في جدول يماثل الجدول 1–5.

مهم

ماء البحر قاعدي ضعيف. ستتوقع تبعًا لنوع الكاشف العالمي المستخدم أن يتحول لون الكاشف إلى الأخضر الداكن.

النتائج

عيّنة الماء	الزمن المستغرق حتى يتحول لون الكاشف العالمي إلى الأصفر/ ثوانٍ
الماء العذب	
ماء البحر	

الجدول 1–5: ملاحظة الزمن الذي يستغرقه الكاشف العالمي ليتحول إلى اللون الأصفر في ماء ذي ملوحة مختلفة.

مصطلحات علمية

الوقود الأحفوري Fossil fuel: المواد العضوية المدفونة من النباتات والحيوانات الميتة والتي تحوّلت إلى نفط، أو فحم حجري، أو غاز طبيعي بفعل الحرارة والضغط لفترات زمنية طويلة جدًا في قشرة الأرض.

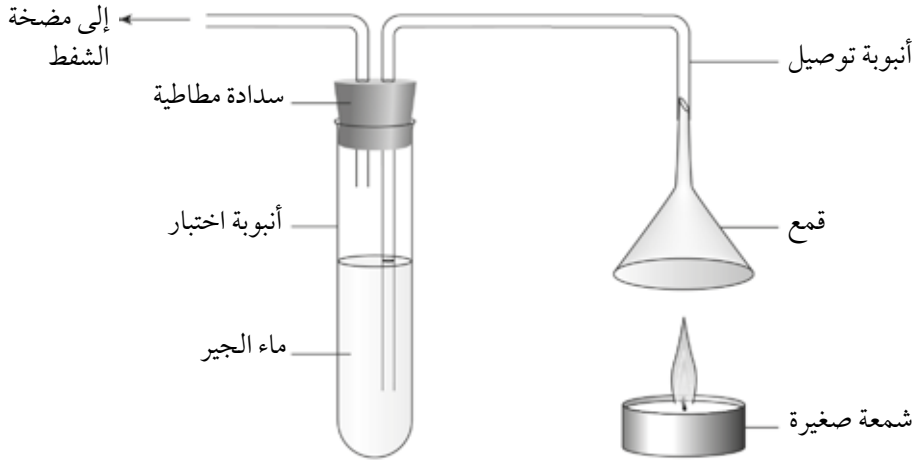
الوقود الحيوي Biofuel: أي وقود مشتق من الكتلة الحيوية مثل المواد النباتية/الطحالب أو النفايات الحيوانية. ويعتبر الوقود الحيوي شكلًا من أشكال الطاقة المتجددة إذا تم تجديد مصدر الوقود مثلًا من خلال إعادة الزراعة.

القسم الرابع: الاحتراق

يحتوي **الوقود الأحفوري** على الكربون الذي احتُجز على شكل بقايا متحجرة لكائنات حية بحرية في الغالب في الصخور منذ ملايين السنين. تصنع العديد من أنواع الشموع من شمع البرافين الذي يستخرج من النفط الخام، وهو وقود أحفوري. يحتوي **الوقود الحيوي** أيضًا على الكربون من الكائنات الحية التي كانت على قيد الحياة في الآونة الأخيرة، كالأشجار مثلاً. ويوضح هذا القسم من الاستقصاء العملي أن احتراق كلٍّ من الوقود الأحفوري والوقود الحيوي يطلق ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي.

الطريقة

1. قم بإعداد الجهاز كما هو موضح في الشكل 1–6، بحيث تكون أنبوبة الاختبار الكبيرة ممتلئة إلى النصف بماء الجير.
2. شغّل مضخة الشفط بحيث يتحرك تيار لطيف من الهواء عبر الجهاز، منتجًا تيارًا من فقاعات ماء الجير.
3. ضع الشمعة الصغيرة تحت القمع. لاحظ وسجّل أي تغيرات في ماء الجير في جدول يماثل الجدول 1–6.
4. أطفئ الشمعة واستبدل ماء الجير بآخر جديد.
5. كرّر التجربة بحرق قطع صغيرة من الخشب تحت القمع. لاحظ وسجّل أي تغيرات في ماء الجير.



الشكل 1–6: رسم تخطيطي يوضح إعداد جهاز يبيّن إنتاج ثاني أكسيد الكربون من احتراق الوقود.

النتائج

الوقود	ملاحظات عن ماء الجير عند احتراق الوقود
وقود أحفوري (شمع البرافين)	
خشب	

الجدول 1–6: ملاحظات عند احتراق أنواع مختلفة من الوقود ومرور الغازات عبر ماء الجير.

التحليل والاستنتاج والتقويم

مهم

قد ترغب في استخدام المواد والأدوات من القسم الرابع من الاستقصاء العملي.

1. يوجد ثاني أكسيد الكربون أيضًا في الغلاف الجوي. صف تجربة ضابطة للقسم الرابع من الاستقصاء توضح أن ثاني أكسيد الكربون من الهواء ليس وحده الذي يسبب تغير ماء الجير.
2. كيف يمكن تعديل التجربة في القسم الأول لتوضيح أن النباتات أو حيوانات أخرى تتنفّس أيضًا.
3. اقترح كيف تؤثر التغيرات في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي على تركيز ثاني أكسيد الكربون في المحيطات.
4. اقترح كيف يمكن أن تؤثر إزالة الغابات على تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. فسر إجابتك.
5. تشمل دورة الكربون جانبًا آخر هو التحلل. اقترح تجربة بسيطة توضح أن التحلل ينتج أيضًا ثاني أكسيد الكربون.

تأمل

كيف ساعدت الأنشطة التي نفذتها ولاحظتها في هذا الاستقصاء العملي في فهمك لدورة الكربون؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

أسئلة نهاية الوحدة

1. يبحث العلماء عن طرق لتخزين الكربون الناتج من الأنشطة البشرية بدلاً من إطلاقه إلى الغلاف الجوي. يتمثل أحد حلول التخزين الممكنة باستخدام غابات طحلب الكِلب *Kelp* في المحيطات لالتقاط الكربون. وتقوم النباتات في البيئات البحرية بعملية التمثيل الضوئي، ثم تُدفن المواد النباتية في الرواسب أو تُنقل عن طريق تيارات المحيط إلى أعماق البحار. وبذلك ينتهي 90% تقريبًا من الكربون المحتجز في غابات طحلب الكِلب في بيئة أعماق البحار.

أ. أكمل المعادلات اللفظية للعمليات الآتية:

–1 التمثيل الضوئي

ثاني أكسيد الكربون + ☐ ← ☐ + ☐

–2 التنفّس الهوائي

الأكسجين + ☐ ← ☐ + ☐

–3 احتراق الميثان

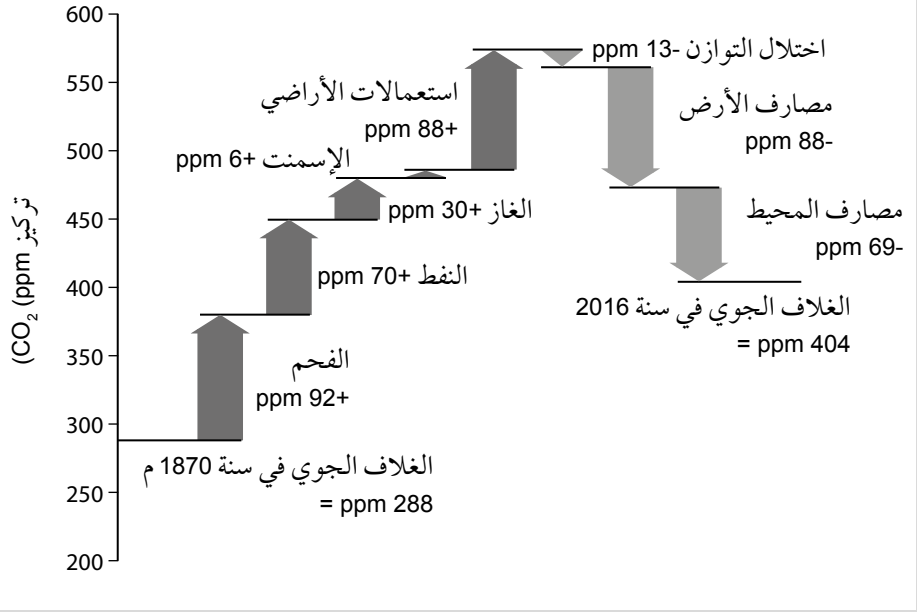
الميثان + ☐ ← ☐ + ☐

[6]

ب. استنادًا إلى معرفتك بالعوامل المحددة. اشرح سبب نمو طحلب الكِلب في المياه الضحلة. **[2]**

ج. استنادًا إلى معرفتك بدورة الكربون. اقترح ما يحدث لـ 10% المتبقية من الكربون في غابات طحلب الكِلب. **[2]**

د. يوضح الشكل الآتي أسباب التغيرات في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من سنة 1870 إلى 2016 م. احسب التركيز الإجمالي لثاني أكسيد الكربون الناتج من الوقود الأحفوري في الغلاف الجوي. وضّح خطوات عملك. **[1]**



هـ. اشرح: لماذا توصف المحيطات بأنها مصارف كربون وليس مصادر كربون. **[2]**

و. صف كيف تعمل المحيطات كمصارف كربون. **[3]**

[المجموع: 16]

2. مع تزايد عدد سكان العالم والتجارة الدولية أصبح تغليف المواد الغذائية مصدر قلق كبير مع محاولات تحقيق الاستدامة. تشمل مواد التغليف الحالية الورق بما في ذلك الورق المقوّى، والخشب، والزجاج، والمعادن، وأنواع البلاستيك المختلفة. الورق كمادة تعبئة وتغليف مصدرها مزارع الأخشاب أو نفايات الورق، أصبح خيارًا شائعًا للمستهلكين الذين يعتبرونه صديقًا للبيئة. وقد أظهرت نتائج دراسات أجراها معهد أبحاث الطاقة والبيئة في ألمانيا أن التغليف الورقي له تأثير على البيئة أقل بكثير من تأثير عدة مواد أخرى.

أ. عرّف مصطلح الاستدامة *sustainability*. **[1]**

ب. لخص الأسباب التي تجعل العبوات البلاستيكية غير مستدامة. **[2]**

ج. اشرح الطرائق التي يمكن من خلالها اعتبار صناعة الورق عملية مستدامة. **[3]**

تابع

يوضح الجدول الآتي معدلات إعادة تدوير الورق في أوروبا منذ سنة 1991 م. ويُعرّف معدل إعادة تدوير الورق بأنه النسبة بين إعادة تدوير الورق المستخدم واستهلاك الورق والكرتون الجديدَين. ويكون المزيد من الورق قد أعيد تدويره كلما ارتفع الرقم.

السنة	معدل إعادة التدوير (%)
1991	40.0
1998	50.0
2005	61.8
2010	68.5
2015	71.9
2020	73.3
2021	71.4
2022	70.5

د. صف النمط الموضح في البيانات. استخدم الأرقام لدعم استنتاجك. **[2]**

هـ. **فكّر عالميًا واعمل محليًا** «هي استراتيجية فاعلة لتشجيع الأفراد بهدف تحقيق صافي الانبعاثات الكربوني الصفري في سلطنة عمان».

إلى أي مدى تتفق مع هذه العبارة؟

اذكر الأسباب وضمّن معلومات بأمثلة ذات الصلة لدعم إجابتك. **[10]**

[المجموع: 18]

تابع

3. السنجاب الأحمر Red squirrel حيوان ثديي صغير بلده الأصلي المملكة المتحدة وإيرلندا. الموطن البيئي لهذا الحيوان غابات الصنوبر التي تتكون من أشجار الصنوبر الطويلة والشجيرات منخفضة المستوى، حيث تمثّل بذور مخروط الصنوبر مصدر الغذاء الرئيسي للسناجب. تنمو غابات الصنوبر بشكل عام في المناطق الشمالية الأكثر برودة من البلاد، والأكثر مطرًا. كانت السناجب الحمراء شائعة جدًا حتى إدخال السنجاب الرمادي Grey squirrel المختلف من الأمريكيتَين سنة 1876 م. وقد تكاثرت السناجب الرمادية في المناخ البارد بفعل عدم وجود حيوانات مفترسة طبيعية، وتغلّبها على السناجب الحمراء في المنافسة على الغذاء ومواقع التعشيش. ومنذ ذلك الحين انخفض عدد السناجب الحمراء إلى 140 ألفًا تقريبًا، بينما ارتفع عدد السناجب الرمادية إلى 2.5 مليون، على الرغم من أن هذه الأخيرة تأكل غذاء مماثلاً وتتكاثر في النظم البيئية للغابات. وفي العقد الماضي ظهرت أدلة غير مؤكدة على تزامن إعادة إدخال الثديي المفترس دلق الصنوبر *pine marten* مع انخفاض أعداد السنجاب الرمادي وزيادة أعداد السنجاب الأحمر، الأمر الذي يعزز الأمل بأن تؤدي عمليات إعادة الإدخال الإضافية إلى المساعدة في تعافي الجماعات الأحيائية للسنجاب الأحمر.

أ. عرّف المصطلح **النظام البيئي**. **[1]**

ب. اشرح المقصود بالعوامل غير الحيوية والعوامل الحيوية في النظام البيئي. اذكر مثالاً على كل منهما.

ج. ما نوع التفاعل الحيوي الذي يظهر بين:
1 – السنجاب الأحمر والسنجاب الرمادي.
2 – السنجاب الرمادي ودلق الصنوبر. **[2]**

د. اشرح كيف أدت إعادة إدخال حيوان دلق الصنوبر إلى زيادة أعداد السناجب الحمراء. **[2]**

هـ. استخدم الكائنات الحية الواردة في الجدول السابق وصمم مع كتابة المسميات:
1 – هرم الأعداد.
2 – هرم الطاقة. **[4]**

تابع

يدعم النظام البيئي الغابات بأعداد كبيرة من الكائنات الحية. يبيّن الجدول أدناه مقدار الطاقة عند كل مستوى غذائي في النظام البيئي للغابات.

المستوى الغذائي	مثال الكائن الحي	عدد الأفراد	الطاقة سنويًا kJ/m^2
المستهلكات الثالثية	الباشق	3	240
المستهلكات الثانوية	أبو الحناء	120000	3200
المستهلكات الأولية	اليسروع	150000	14000
المنتجات	شجرة الصنوبر	200	150000

هـ. اشرح سبب انخفاض الطاقة المتوافرة مع كل مستوى غذائي. **[3]**

[المجموع: 12]

البحوث البيئية وجمع البيانات
Environmental Research and Data Collection

أهداف التعلُّم

2-1 يصف كيف يتضمن المنهج العلمي التفاعل بين الملاحظات وتكوين الفرضيات واختبارها وتقييمها.

2-2 يصيغ الفرضيات بناءً على الملاحظات أو البيانات التجريبية.

2-3 يخطط استقصاءات يتم فيها ضبط المتغيرات وجمع النتائج الكمية.

2-4 يشرح مصطلحَي المتغير المستقل والمتغيّر التابع ويحدّد كل نوع في تجربة معيّنة.

2-5 يفسّر البيانات ليحدّد ما إذا كانت تدعم أو تدحض الفرضية التي يتم اختبارها.

2-6 يشرح كيف تؤدي المحددات في قياس البيانات إلى عدم اليقين في النتائج.

2-7 يصف كيف يمكن للفرضية التي يتم دعمها باستمرار عن طريق الملاحظة والاستقصاء أن تصبح نظرية.

2-8 يعرف المصطلحَين: الموثوقية والتحيّز ويشرح أهميتهما للاستقصاءات البيئية.

2-9 يذكر أن استراتيجيات جمع العيّنات تستخدم لجمع البيانات الممثّلة.

2-10 يشرح كيف تهدف استراتيجيّتا جمع العيّنات العشوائية وجمع العيّنات المنتظمة إلى ضمان توزيع العيّنات بشكل جيد مع تقليل خطر التحيز.

2-11 يصف ويشرح العوامل المؤثرة على مدى ملاءمة استراتيجيتي جمع العيّنات العشوائية أو المنتظمة للدراسات المختلفة، متضمنًا الحجم، وسهولة الوصول والمعرفة بالبيئة.

2-12 يقيّم اختيار استراتيجيتي جمع العيّنات العشوائية والمنتظمة في السياقات المألوفة وغير المألوفة.

2-13 يصف التقنيات المستخدمة لجمع بيانات العيّنات.

2-14 يصف فوائد ومحددات تقنيات جمع العيّنات المختلفة.

2-15 يختار ويستخدم تقنية جمع عيّنات مناسبة لجمع البيانات البيئية.

2-16 يستخدم البيانات لكي:

أ. يحسب الحجم التقديري للجماعة الأحيائية باستخدام مؤشر لينكولن (سيتم تضمين مؤشر لينكولن).

ب. يحسب التنوع البيولوجي التقديري باستخدام مؤشر سيمبسون للتنوع (سيتم تضمين مؤشر سيمبسون).

ج. يقدّر النسبة المئوية للتغطية والتكرار باستخدام بيانات المربعات القياسية.

د. يقدّر الوفرة باستخدام بيانات المربعات القياسية.

الأنشطة

نشاط 2-1 بدء استقصاء

الخطوة الأولى في تصميم أي مشروع بحث بيئي هي تحديد ما تريد استقصاءه وكيفية إجراء الاستقصاء. بالإضافة إلى التعرّف على نوع البيانات التي قد تكون قادرًا على جمعها، وإمكانية التوصل إلى استنتاج يجيب عن السؤال الأوّلي الذي بُني عليه الاستقصاء.

يساعدك هذا النشاط على التفكير في استقصاءات مختلفة يمكنك إجراؤها، وبيانات يمكنك جمعها.

المهمة الأولى: البيانات النوعية والكمّية

1. قرّر ما إذا كان كل مثال وارد في الجدول يمثّل بيانات كمّية أم نوعية.

البيانات التي تمّ جمعها عن طول قامة جميع الطلبة في صف دراسي واحد.	مذكرات وصفية لعالِمٍ عن عمله الميداني
آراء الناس بخصوص الحلوى الأفضل مذاقًا	سجلات متوسط درجة الحرارة اليومية لبلدة على مدى شهر
سؤال مضمَّن في استبانة تجمع إجابات نعم و لا	القياسات بالمتر المربع m^2 لمساحات جميع قاعات التدريس في مدرسة ما
دراسة حالة في كتاب مدرسيّ	وصف لدبٍ قطبي
صور فوتوجرافية للحياة البرية	حضور 500 شخص ندوةً

2. صمم جدولاً جديدًا. أعد كتابة الأمثلة الواردة أعلاه في عمودَين، أحدهما للبيانات النوعيّة والآخر للبيانات الكمّية.

مصطلحات علمية

البيانات النوعية Qualitative data: بيانات وصفية، أو غير عددية. يتم جمع هذه البيانات من خلال الملاحظات، والمقابلات، ومجموعات التركيز.

البيانات الكمّية Quantitative data: بيانات عددية، تبيّن الكميّة، والمدى أو مقدار متغيّر ما. على سبيل المثال، كميّة الأمطار الشهرية.

المهمة الثانية: تحديد سؤال البحث

فكر، بالتعاون مع زملائك في المجموعة، في سؤال بحث لكل من الملاحظات البيئية الآتية:

3. يجري نهر ترنت Trent عبر بلدة صغيرة. تحوي البلدة بعض المناطق الصناعية والسكنية، وعددًا قليلاً جدًا من الحدائق العامة. لم تتم حماية النباتات النامية على ضفاف النهر، إذ تمّت تغطية الكثير من الأراضي بالأسمنت، إضافة إلى وجود نقاط على طول النهر يمكن للمركبات المرور منها عبر المياه دون الحاجة إلى جسر.
4. تمّت مقارنة موقعَين، أحدهما أرض زراعية مفتوحة يعيش فيها الكثير من المواشي التي ترعى على نطاق واسع، والآخر منطقة عشبية طبيعية محمية من المواشي أو الأضرار الناجمة عن الأنشطة البشرية.

استخدم الإرشادات الآتية لمساعدتك في تحديد هذه العملية:

- اجعل السؤال قصيرًا.
- ابدأ بمصطلحات مثل: ماذا / لماذا / كيف / هل.

على سبيل المثال:

ما اللون الأكثر شيوعًا للسيارات في البلدة؟

لماذا تهاجر الطيور جنوبًا في شهر أكتوبر؟

هل الزيادة في عدد السياح يسبب ضررًا بالشاطئ؟

- يجب أن يتناول السؤال مشكلة واحدة فقط، وألا يتكوّن من أكثر من جزئية.

على سبيل المثال:

هل يتسبب ضوء الشمس بأضرار للسيارة المتوقفة من دون غطاء فوقها؟

هذا سؤال قصير لاستقصاء واحد.

هل يتسبب ضوء الشمس بأضرار للسيارة المتوقفة من دون غطاء فوقها، أم أن استخدام مواد كيميائية غير مناسبة لتنظيف السيارة هو ما يتسبب بالأضرار؟

هذا سؤال طويل ويحتاج إلى استقصاءَين مختلفَين.

- ما نوع الملاحظات (على سبيل المثال، كمّية الغطاء النباتي، عدد الأنواع الموجودة في منطقة ما، جودة المياه أو مستوى التلوّث) التي قد تدفعك إلى استقصاء مشكلة بيئية؟
- فكّر في نوع البيانات التي يمكنك جمعها لمساعدتك في الإجابة عن سؤالك (قياسات الغطاء النباتي، أو عدد أنواع النباتات الموجودة).

سؤال البحث للمشكلة 3:

.....

.....

سؤال البحث للمشكلة 4:

.....

.....

المهمة الثالثة: صياغة فرضية

ضمن العمل في مجموعات صغيرة، استخدم أحد الأسئلة التي طرحتها في المهمة الثانية وقم بصياغة فرضية لإحدى الملاحظات البيئية التي قرأت عنها في النشاط.

5. يجري نهر ترنت Trent عبر بلدة صغيرة. تحوي البلدة بعض المناطق الصناعية والسكنية، وعددًا قليلاً جدًا من الحدائق العامة. لم تتم حماية النباتات النامية على ضفاف النهر، إذ تمّت تغطية الكثير من الأراضي بالأسمنت، إضافة إلى وجود نقاط على طول النهر يمكن للمركبات المرور منها عبر المياه من دون الحاجة إلى جسر.
6. تمّت مقارنة موقعَين، أحدهما أرضٌ زراعية مفتوحة يعيش فيها الكثير من المواشي التي ترعى على نطاق واسع، والآخر منطقة عشبية طبيعية محمية من المواشي أو الأضرار الناجمة عن الأنشطة البشرية.

استخدم الإرشادات الآتية لمساعدتك في أن:

- تكون الفرضية قصيرة.
- تكون الفرضية عبارة عن جملة واحدة.
- تنص الفرضية على ما تعتقد أنك ستتوصل إليه.
- لا تكون الفرضية سؤالاً.

فرضية المشكلة 5:

.....

.....

فرضية المشكلة 6:

.....

.....

مصطلحات علمية

الفرضيّة Hypothesis: عبارة محدّدة قابلة للاختبار يُصيغها الباحث ويتنبأ بها نتيجة دراسة تم تصميمها للإجابة عن سؤال محدد.

نشاط 2-2 فهم المتغيّرات المختلفة والتخطيط للاستقصاءات العلمية

في هذا النشاط ستتمكن من تطوير فهمك للأنواع المختلفة من المتغيّرات التي سوف تفكر فيها عند التخطيط للاستقصاءات العلمية.

وعند التخطيط للاستقصاءات التجريبية يتم التفكير في ثلاثة أنواع رئيسة:

- **المتغيّر المستقل:** هو المتغيّر الذي يتم تغييره. وللحصول على نتائج مثالية، يجب أن تخطط لخمس قِيم مختلفة لهذا المتغيّر على الأقل، مع زيادة متساوية بينها. إنك تحتاج إلى مدى من القيم لهذا المتغيّر يؤدي إلى استنتاجات صحيحة.
- **المتغيّر التابع:** هو المتغيّر الذي يتم قياسه بعد تغيير المتغيّر المستقل. ولإجراء تجارب موثوقة، يجب الحصول على ثلاث قيم متكررة على الأقل لهذا المتغيّر.
- **المتغيّرات الضابطة:** هي المتغيرات الأخرى التي يمكن أن تؤثر على نتائج التجربة. وللحصول على بيانات صالحة يجب المحافظة على هذه المتغيرات ثابتة، وأن تذكر في خطتك كيف ستقوم بذلك.

مصطلحات علمية

المتغيّر الضابط
Control variable: أي متغير يُثبّت (يبقى ثابتاً) خلال التجربة.

المهمة الأولى: تحديد المتغيرات التابعة والمتغيرات المستقلة

1. حدد المتغيّرات المستقلة والمتغيّرات التابعة في الأمثلة من (أ) – (د). تذكّر أن المتغيّر الذي يتأثر هو المتغيّر التابع.

   حدد أولاً المتغيّرَين، ومن ثم حدد المتغيّر المستقل والمتغيّر التابع.

   أ. أثر أنشطة التعلّم في الطبيعة على استيعاب القراءة لدى الطلبة.

   ب. الطلبة الذين يقضون عدد ساعات أكثر في المذاكرة يحصّلون درجات أعلى في الاختبارات.

   ج. تنمو النباتات في الضوء المتوهّج أسرع مقارنة بالضوء الطبيعي.

   د. الدواجن التي تتغذى على العلف المخلوط بمبشور نوى التمر والحبوب تزن أكثر من نظيراتها التي تتغذى على العلف الخالي من مبشور نوى التمر.

دوّن إجابتك في جدول مستخدمًا عناوين الأعمدة على النحو الآتي:

التجربة	المتغيّر المستقل	المتغيّر التابع	مثال على المجموعة الضابطة

المهمة الثانية: المحددات في تجربة علمية

2. أكمل الجدول 2–1 مقترحًا محددات لكل تجربة (تم وضع أمثلة على محددات للتجربة الأولى).

التجربة التي أجراها الباحث	المحددات
اختبار أثر الأسمدة على نمو النبات. الباحث قام بتجربة الأسمدة على نبتة واحدة.	• حجم العيّنة صغير جدًا. • ليس هناك من مجموعة ضابطة لمقارنة التجربة بها.
لمعرفة أثر ضوء الشمس على نمو النباتات، قام الباحث بإجراء التجربة على عشر نباتات، وضمّن التجربة مجموعة ضابطة، واكتملت التجربة بعد يومَين.	
جمع عيّنات من جماعة أحيائية لمعرفة نوع طعامها المفضل. استخدم الباحث استبانة لحصر الإجابات من الأشخاص اللُّطفاء.	
لاختبار تأثير مصباح حراري عند درجات حرارة مختلفة على احتضان البيض. انقطع التيار الكهربائي خلال الليل لمدة من الزمن.	

الجدول 2–1: تعريف المحددات في التجربة العلمية.

مصطلحات علمية

المحددات Limitations: أوجه القصور في دراسة ما، والتي يمكن أن تؤثر على المعلومات التي يتم جمعها. تشمل المحددات تصميم البحث، والمنهجية، والمواد والقيود الزمنية والمالية (التكاليف).

الذوبانية Solubility: القدرة على ذوبان المادة المذابة (مثل الأكسجين) في مذيب (مثل الماء).

3. اقرأ الإجراءات العملية الآتية لأحد الطلبة:

<u>استقصاء تأثير درجة حرارة الماء على ذوبان الأكسجين فيه.</u>

سأستخدم مخبارًا مدرّجًا لقياس $150\ cm^3$ من محلول كلوريد الصوديوم تركيزه 3%، وسأضع المحلول في كأس زجاجية سعتها $250\ cm^3$. سأضع الكأس الزجاجية في حمّام مائي يمكن التحكّم في درجة حرارته، وأضبط درجة حرارة الحمّام المائي على 5°C. ثم أضخّ الأكسجين في الماء مشكّلًا فقاعات فيه لمدة خمس دقائق (محسوبة بساعة إيقاف). بعد مرور الدقائق الخمس سأقيس تركيز الأكسجين في الماء باستخدام مقياس الأكسجين لمدة 30 ثانية. سأكرر هذه التجربة على درجات حرارة مختلفة:
10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C. وسأكرر التجربة ثلاث مرات للحصول على المتوسط الحسابي للقيم.

أ. حدّد المتغيّر المستقل الذي قام الطالب بتغييره. صف كيف تم تغيير المتغيّر المستقل، وعدد القيم المختلفة المُستخدمة ومداها.

.....

.....

ب. حدّد المتغيّر التابع. صف كيف قام الطالب بقياس المتغيّر التابع وكيف استطاع ضمان الموثوقية.

.....

.....

ج. اكتب قائمة بالمتغيرات الضابطة. وضّح كيف تمّت المحافظة على كل متغيّر ضابط ثابتًا، وسبب المحافظة على بقاء كل منها ثابتًا.

.....

.....

4. استعن بالمعلومات الواردة في الجزئية 3 (أ) و (ب) لتخطيط استقصاء لدراسة أثر ملوحة الماء على ذوبانية الأكسجين فيه.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

نشاط 2-3 التخطيط لاستقصاء بيئي

في هذا النشاط، خطّط لاستقصاء الإدارة البيئية من اختيارك. يجب أن يتضمن الاستقصاء متغيرات مستقلّة وأخرى تابعة، ومجموعة ضابطة محدّدة. ويجب أن تكون نتائج الاستقصاء كميّة، أي أن تكون البيانات الناتجة من التجربة عددية.

بعد إنجازك المهمّة (في نهاية الاستقصاء)، اكتب تقريرًا مكتوبًا بخط اليد أو مطبوعًا، مضمّنًا إيّاه العناوين الآتية:

السؤال: سؤال مبني على موضوع مهم، مثل تلوّث أحد الأنهار.

الفرضية: جملة موجزة ومحددة وقابلة للاختبار تتنبأ بنتيجة دراسة صمّمت للإجابة عن السؤال.

المقدمة: ملخص لموضوع النقاش بحيث يكون من الواضح ما يتم استقصاؤه. اذكر هنا هدف البحث أيضًا.

المبدأ الذي تقوم عليه الفرضية: سبب الفرضية المُقترحة.

الطرائق: يجب أن تكون الطرائق محدّدة جيدًا ومُخطّط لها بدقة؛ إذ قد يرغب شخص آخر بتكرار تجربتك في المستقبل.

الخطوات

1. حدد المشكلة البيئية أو مجال الاهتمام.
2. نقّح مشكلة البحث واكتبها على شكل سؤال، وصغ الفرضية.
3. ابحث في نتائج دراسات سابقة مماثلة لموضوع بحثك. اكتب المقدمة، والمبادئ التي تدعم فرضيتك (ما المعرفة التي تدعم الفرضية التي اقترحتها؟).
4. خطّط لهذه الدراسة التجريبية.

أ. قرر المتغيّر المستقل ومدى القِيم التي ستستخدمها.

.....

.....

ب. اكتب قائمة بالمتغيرات التي تحتاج إلى التحكّم فيها أو أخذها بعين الاعتبار.

.....

.....

ج. قرر كيفية مراقبة المتغيرات الضابطة، أو كيفية المحافظة عليها ثابتة (المحافظة عليها ثابتة في أثناء العمل الميداني غير ممكنة).

.....

.....

د. حدّد تكرار ومدة جمع العيّنات.

.....

.....

هـ. خطّط جيدًا لتحديد الأدوات والمواد والقياسات التي ستحتاج إليها.

.....

.....

و. فكّر في المحددات المحتمَلة للتجربة واكتبها في قائمة.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

نشاط 2-4 تحليل البيانات

تحتاج البيانات التي يتم جمعها إلى تفسير؛ لمعرفة ما إذا كانت تدعم الفرضية أو تدحضها. هذا النشاط يساعدك في ممارسة تقنيات تحليل بياناتك.

أجرى طالب تجربة للإجابة عن السؤال: ما مدى فاعلية شعر الإنسان في ادمصاص النفط المتسرب؟

كان الطالب يختبر الفرضية التي تفيد بأن شعر الإنسان فعّال في ادمصاص النفط المتسرّب.

صمّم الطالب عشرة **حواجز احتواء Containment booms** صغيرة (كتلك المستخدمة لمنع انتشار النفط في الماء بعد تسربه من الناقلات) مصنوعة من أكمام الجوارب جميعها بالحجم نفسه. ملأ كل حاجز طفرة بالمقدار نفسه لكتلة شعر الإنسان والذي يساوي g 1، ثم وضع كل حاجز احتواء في حاوية، وعَمد على أن تكون للحاويات الحجم نفسه وتحوي حجم السائل ذاته، غير أن الحواجز 1-5 وُضعت في حاويات تحوي خليطًا من الماء وزيت الطهو، في حين وُضعت الحواجز 6-10 في حاويات تحوي الماء وحده. يوضح الجدول أدناه النتائج.

مصطلحات علمية

حاجز احتواء Containment boom: أنابيب مليئة عادةً بالهواء؛ الأمر الذي يمكّنها من الطفو على سطح الماء وإيقاف حركة النفط المتسرّب. يعمل الحاجز كمانع لانتشار النفط المتسرّب على سطح الماء.

وُضع كل حاجز احتواء من (1-5) في حاوية تحوي خليطًا من الماء وزيت الطهو			
الحاجز	الكتلة قبل إجراء التجربة / g	الكتلة بعد إجراء التجربة / g	الفرق في الكتلة / g
1	1	28	27
2	1	22	21
3	1	22	21
4	1	10	9
5	1	24	23
المتوسط الحسابي للزيت	1	21.2	20.2
وُضع كل حاجز احتواء من (6-10) في حاوية تحوي ماء فقط (عيّنة ضابطة)			
الحاجز	الكتلة قبل إجراء التجربة / g	الكتلة بعد إجراء التجربة / g	الفرق في الكتلة / g
6	1	2	1
7	1	2	1
8	1	4	3
9	1	2	1
10	1	2	1
المتوسط الحسابي للعيّنات الضابطة	1.00	2.40	1.40

الجدول 2-2: نتائج تجربة اختبار فاعلية شعر الإنسان في ادمصاص النفط المتسرّب إلى الماء.

1. مستخدمًا ورق التمثيل البياني، ارسم تمثيلاً بيانيًا بالأعمدة يوضح التغير في كتل مجموعتَي حواجز الاحتواء (المجموعة التي وُضعت في خليط الماء وزيت الطهو، وتلك التي في الماء وحده).

2. هل تدعم البيانات الفرضية؟ استخدم المعلومات الواردة في الجدول 2-2 والتمثيل البياني الذي رسمته لدعم إجابتك.

.....

.....

.....

.....

أفعال إجرائية

علّق Comment: قدّم رأيًا (مطّلِعًا).

3. **علّق** على سبب استخدام الطالب زيت الطهو عوضًا من منتج نفطي كيميائي.

.....

.....

.....

.....

4. **اشرح** سبب قيام الطالب بحساب المتوسط الحسابي.

.....

.....

.....

.....

5. جفّف الطالب كلا المجموعتَين من حواجز الاحتواء لمدة أسبوع، ثم أعاد قياس كتلتها. اشرح سبب اعتبار هذه الخطوة مهمة في التجربة.

.....

.....

.....

.....

نشاط 2-5 مهارات: الرياضيات البيولوجية

سيساعدك هذا النشاط على بناء الثقة في استخدام مجموعة المهارات الرياضية (لإجراء العمليات الحسابية) التي تم تقديمها في هذه الوحدة. سنغطي **مؤشر لينكولن، ومؤشر سيمبسون للتنوع (*D*)**، هناك أيضًا مهمة إثرائية (السؤال 3) حيث يستخدم **ارتباط رتبة سبيرمان** (r_s). (هذا ليس مدرجًا في المنهج الدراسي ولكنه يوفّر فرصة لإجراء تحليلات بيانية إضافية).

1. إن مؤشر لينكولن هو أحد المعادلات الرياضية التي يمكن استخدامها لتقدير حجم جماعة أحيائية من **نوع المتنقل** باستخدام الصيغة الرياضية والرموز الآتية:

$$N = \frac{n_1 \times n_2}{m_2}$$

N = حجم الجماعة الأحيائية التقديري.

n_1 = عدد الأفراد التي تمّ إمساكها في العيّنة الأولى.

n_2 = عدد الأفراد (المميزة بعلامة بالإضافة إلى تلك التي لا تتميّز بعلامة) والتي تمّ إمساكها في العيّنة الثانية.

m_2 = عدد الأفراد المميّزة بعلامة وقد تمّ إعادة إمساكها في العيّنة الثانية.

أ. القواقع السوداء *Nerita atramentosa* هي حلازين بحرية متوسطة الحجم تُوجد عادة على الشواطئ الصخرية في منطقة الجزر. قام مجموعة من الطلبة بتقدير حجم الجماعة الأحيائية على شاطئ قريب من مدرستهم باستخدام طريقة "**ضع علامة – أطلق – أعد الإمساك**". قدّر حجم الجماعة الأحيائية للقواقع السوداء (N) باستخدام بيانات العمل الميداني الآتية:

طريقة «ضع علامة – أطلق – أعد الإمساك»		بيانات العمل الميداني	إجمالي عدد أفراد النوع (N)
n_1	عدد القواقع السوداء التي تمّ التقاطها وتمييزها بعلامات في الزيارة الأولى.	25	
n_2	العدد الإجمالي للقواقع السوداء التي تمّ التقاطها في الزيارة الثانية (المميّزة بعلامات وتلك غير المميّزة).	40	
m_2	عدد القواقع السوداء التي تمّ إعادة التقاطها وتمييزها بعلامات.	10	

مصطلحات علمية

مؤشر لينكولن Lincoln index: معادلة رياضية يمكن استخدامها لبيانات طريقة "ضع علامة – أطلق – أعد الإمساك" لتقدير حجم الجماعة الأحيائية.

مؤشر سيمبسون للتنوع (*D*) Simpson's index of diversity (*D*): مقياس للتنوع البيولوجي يأخذ في الاعتبار كلاً من ثراء الأنواع والتوزيع المتكافئ.

ارتباط رتبة سبيرمان (r_s) Spearman's rank correlation (r_s) أداة رياضية تُستخدم لمعرفة ما إذا كان هناك ارتباط بين مجموعتَين من المتغيّرات، عندما لا تكون موزعة على نحوٍ طبيعي.

النوع المتنقل Motile species: كائن حي يمكنه التنقل في موطنه البيئي أي لا يكون ثابتًا في مكانه.

طريقة «ضع علامة – أطلق – أعد الإمساك» Mark–release–recapture طريقة لتقدير حجم الجماعة الأحيائية لنوع متنقل.

ب. ترغب عالمة أحياء في تقدير حجم جماعة أحيائية من أسماك القرش المطرقة Hammerhead في المياه الساحلية لجزيرة. أمسكت 20 سمكة قرش مطرقة في زيارتها الأولى ووضعت علامة مرقمة مرئية بسهولة على زعانفها الظهرية. عادت إلى الجزيرة بعد شهر وبحثت عن العلامات على كل سمكة قرش مطرقة تلاحظها، فوجدت أن 5 من 10 أسماك قرش تمّت ملاحظتها تحمل علامات على زعانفها الظهرية.

1 – استخدم هذه البيانات لتقدير إجمالي عدد الجماعة الأحيائية لأسماك القرش المطرقة.

.....

.....

2 – اقترح أسبابًا لوضع عالمة الأحياء العلامات المرقمة والمرئية بسهولة على الزعانف الظهرية لأسماك القرش المطرقة.

.....

.....

.....

.....

3 – اقترح مصدرًا **لخطأ تجريبي**.

.....

.....

ج. العدد الإجمالي لجماعة من سمك السلمون في مزرعة أسماك يساوي 2487. استخدم طالب طريقة "**ضع علامة – أطلق – أعد الإمساك**" لمعرفة مدى دقة تقديره مقارنة بحجم الجماعة الفعلي، فأمسك 50 سمكة سلمون في زيارتَيه الأولى والثانية وقدّر أن حجم الجماعة الأحيائية الأصلي هو 1250.

1 – حدّد عدد الأسماك التي تم تمييزها بعلامات في العيّنات الأولى والثانية.

.....

.....

مهم

لا يمكن أن يكون لديك "جزء من كائن حي"، لذا عند التنبؤ بأعداد الجماعات الأحيائية يجب إعطاء الإجابة على شكل رقم صحيح كامل، أي أن لا يحتوي على منازل عشرية.

مصطلحات علمية

الخطأ التجريبي Experimental error:
الفرق بين القيمة المقاسة أو المقدرة لكمية ما وقيمتها الحقيقية، بسبب محدد (أو محددات) في الطريقة التجريبية.

مهم

لحساب قيمة m_2، سوف تحتاج إلى إعادة ترتيب معادلة مؤشر لينكولن:

$$m_2 = \frac{n_1 \times n_2}{N}$$

2 – ناقش سبب التباين بين حجم الجماعة الأحيائية الفعلي وحجمها المقدّر، موضّحًا كيف يمكن تقليص هذا التباين.

.....

.....

.....

.....

2. يمكن استخدام مؤشر سيمبسون للتنوّع (D) لحساب التنوّع البيولوجي في أكثر من موقع باستخدام المعادلة الآتية:

$$D = 1 - \left(\sum\left(\frac{n}{N}\right)^2\right)$$

$\sum$ = المجموع الإجمالي.

n = عدد أفراد كل نوع من الأنواع المختلفة.

N = العدد الإجمالي (الكلي) لأفراد الأنواع جميعها.

مهم

يُمكن أن يُحدّد (يُذكر) مؤشر سيمبسون للتنوع البيولوجي (D) لأقرب منزلتَين أو 3 منازل عشرية.

أ. احسب التنوع البيولوجي الموجود عند فتحة حرارية عميقة في بحر باستخدام مؤشر سيمبسون للتنوع (D).

الخطوة 1: أكمل الجدول 2–3 لحساب: $\left(\frac{n}{N}\right)^2$ و $\frac{n}{N}$ و N و $\sum\left(\frac{n}{N}\right)^2$.

الكائن الحي	العدد (n)	$\frac{n}{N}$	$\left(\frac{n}{N}\right)^2$
الديدان الأنبوبية	400		
المحار	10		
الجمبري	30		
السلطعون (السرطعون)	4		
المجموع	**N =**		$\sum\left(\frac{n}{N}\right)^2$ =

الجدول 2–3: حساب N و $\sum\left(\frac{n}{N}\right)^2$.

الخطوة 2: حساب مؤشر سيمبسون للتنوع البيولوجي (D)

ب. يبيّن الجدول 2–4 بيانات جماعات أحيائية تم جمعها كجزء من مشروع حماية الحياة البحرية في نيوزيلندا. استخدم مؤشر سيمبسون للتنوع البيولوجي (D) لتحديد ما إذا كان التنوع أكبر داخل **المنطقة البحرية المحمية** (**marine protected area MPA**) أم خارجها.

الكائن الحي	خارج MPA	داخل MPA
الكركند المشوك	1	25
سمك السلطان إبراهيم	12	13
النّهاش	4	12
المرقط	10	14
سمك الموكي الأحمر	7	21
سمك القد الأزرق	6	10
سمك البلطي	11	19

الجدول 2–4: بيانات مشروع حماية الحياة البحرية في نيوزيلندا.

مصطلحات علمية

منطقة بحرية محمية (MPA)
Marine protected area (MPA): هي منطقة من المحيط أو الساحل حيث تُفرض قيود على الأنشطة؛ وقد تختلف مستويات القيود باختلاف المناطق، فبعض المناطق تكون محظورة تمامًا، إذ لا يُسمح بالصيد فيها؛ في حين يُسمح ببعض أنواع الصيد في مناطق أخرى. وقد يُحظّر وصول الأشخاص غير المصرّح لهم إلى بعض المناطق، في حين قد يُسمح بوصول مقيّد (مشروط) إلى مناطق أخرى.

3. المهمة التالية لا يتضمنها المنهج الدراسي الخاص بك، ولكن قد تكون مهتمًا في كيفية استخدام العلماء للتحليل الإحصائي لمعرفة ما إذا كانت البيانات تظهر نمطًا معينًا. يُستَخدم مُعامل ارتباط رتبة سبيرمان (r_s) لمعرفة ما إذا كان هناك ارتباط بين مجموعتَين من المتغيّرات، عندما لا تكون موزعة على نحوٍ طبيعي. قد يكون حساب هذا المُعامل مفيدًا لاختبار قوة العلاقات بين توزيع نوعين من الكائنات الحية ووفرتها، أو عندما ترغب في استقصاء ما إذا كانت وفرة نوع ما مرتبطة بعامل غير حيوي.

يمكن حساب معامل ارتباط رتبة سبيرمان (r_s) باستخدام الصيغة والرموز الآتية:

$$r_s = 1 - \left(\frac{D^2 \sum \times 6}{n^3 - n} \right)$$

r_s = معامل ارتباط رتبة سبيرمان.

$\sum$ = مجموع.

D = الفرق بين رتب كل زوج من القياسات المرتبة.

n = عدد أزواج العناصر في العيّنة.

أ. احسب ارتباط رتبة سبيرمان (r_s) لاستقصاء ما إذا كان هناك ارتباط بين وفرة محار البورز وبلح البحر على شاطئ صخري (الجدول 2–5).

المربع القياسي	1	2	3	4	5	6	7	8
عدد محار البورز	5	8	3	16	13	10	6	7
عدد بلح البحر	22	40	12	60	28	38	25	32

الجدول 2–5: وفرة محار البورز وبلح البحر على شاطئ صخري.

الخطوة 1: ارسم تمثيلاً بيانيًّا مبعثرًا لاختبار ما إذا كان هناك ارتباط مُقترح.

الخطوة 2: اختبر قوة هذا الارتباط، وذلك بحساب r_s. ابدأ بعدّ أزواج العناصر (n) في مجموعة البيانات. ثم احسب (n^3).

.....

.....

الخطوة 3: رتّب عدد محار البورز من الأكثر إلى الأقل تكرارًا، وسجّل الترتيب من 1 إلى 8.

يوضع المربع القياسي الذي يحتوي على أكبر عدد من محار البورز بالمرتبة 1، والمربع القياسي الذي يحتوي على العدد الأقل بالمرتبة 8. كرر هذه الخطوة لترتيب وفرة بلح البحر.

الخطوة 4: احسب الفروق في الرتب في كل مربع قياسي (D)، وذلك بطرح رتبة محار البورز من رتبة بلح البحر. ثم قم بتربيع الفرق في الرتبة للحصول على (D^2).

.....

.....

الخطوة 5: اجمع جميع قيم (D^2) لإيجاد $\sum(D^2)$

.....

.....

الخطوة 6: احسب معامل ارتباط رتبة سبيرمان.

الخطوة 7: استخدم القيم الحرجة لـ (r_s) عند احتمالية 0.05 في الجدول 2–6 لاختبار ما إذا كان 5% ذا دلالة معنوية عند مستوى احتمالية 5%

مهم

سيشير جدول القيم الحرجة لـ (r_s) إلى ما إذا كانت قيم (r_s) الخاصة بك يجب حسابها إلى 2 أو 3 منازل عشرية.

عدد الأزواج (n)	8	9	10	11	12
مستوى الدلالة 5%	0.738	0.700	0.648	0.618	0.618
مستوى الدلالة 1%	0.881	0.883	0.794	0.755	0.727

الجدول 2–6: قيم (r_s) الحرجة عند احتمالية 0.05

الخطوة (8): توصّل إلى استنتاج يرتبط بالدلالة الإحصائية للفارق بين قيم حرجة مختلفة ومعامل ارتباط رتب سبيرمان (r_s).

ب. مستخدمًا البيانات الواردة في الجدول 2–7 احسب معامل ارتباط رتبة سبيرمان (r_s) لاستقصاء ما إذا كان هناك ارتباط بين عُمق الماء ووفرة حشائش السلحفاة في مرج الحشائش البحرية.

موقع العيّنة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
عمق الماء / m	3.0	3.5	0.7	1.4	1.0	1.2	3.3	2.0	1.6	2.6	2.8	1.8
كثافة حشائش السلحفاة / وحدة تقديرية	1	0	62	18	29	22	2	5	12	4	6	10

الجدول 2–7: عمق الماء ووفرة حشائش السلحفاة في مرج الحشائش البحرية.

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي 2-1: حساب كثافة جماعة أحيائية باستخدام تقنيات العمل الميداني

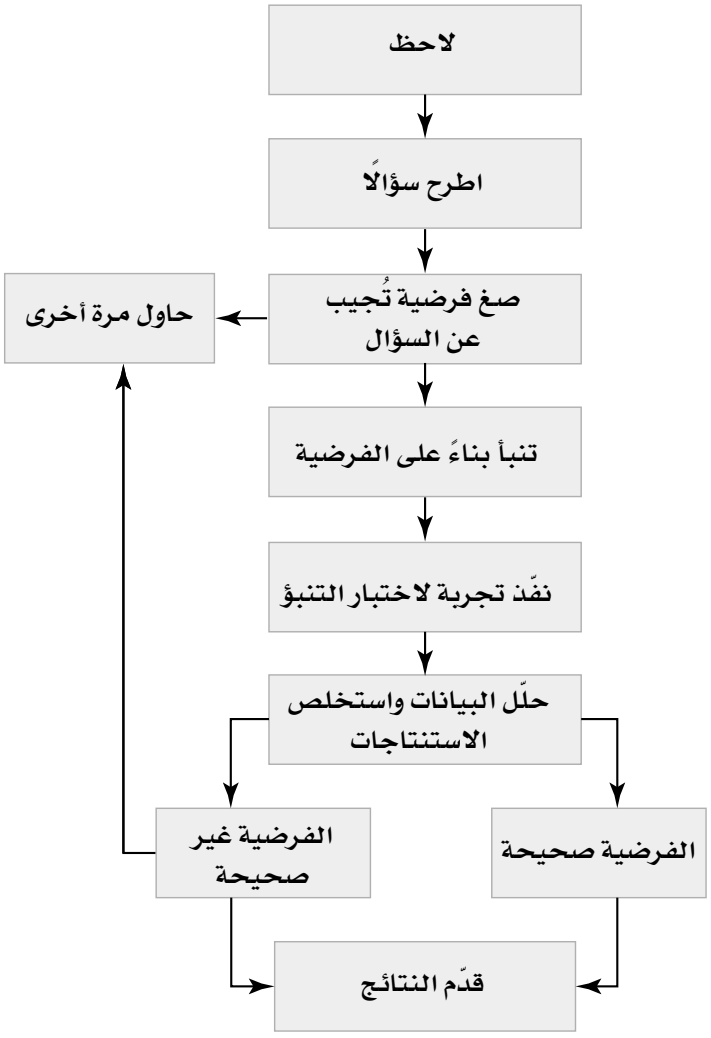
أهداف الاستقصاء العملي

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

يُعدّ العمل الميداني جزءًا أساسيًّا من الإدارة البيئية. وتشكّل البياناتُ المعلومات التي يُستند إليها في اتخاذ القرارات بشأن صحة أي نظام بيئي. فعلى سبيل المثال، قد تساعد البيانات في تقدير التهديدات التي يتعرّض لها النظام البيئي، أو في اتخاذ قرار فيما إذا كانت هناك حاجة إلى إعادة تأهيله. إن معرفة كيفية القيام بالعمل الميداني أمر مهم جدًا.

في هذا الاستقصاء، ستعمل على حساب العدد التقديري للدوائر الورقية الملونة في منطقة معيّنة، باستخدام تقنية المربعات القياسيّة.

في هذا الاستقصاء، ستتبع خطوات المنهج العلمي:



يعتمد الاستقصاء الذي تختاره على بيئتك المحليّة، وإمكانيتك للوصول إلى الأدوات، وقيودك الزمنية. قد تعمل منفردًا على نحوٍ مستقل، أو مع مجموعة أو مع جميع زملائك في الصف إذا اقتضى الأمر. وقدً يوجّهك معلمك في اختيار استقصاء مناسب، أو قد يعود إليك الأمر بالكامل.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:

- ورق ملوّن. استخدم قصاصات ورقيّة ملوّنة إما على شكل مربعات أو دوائر صغيرة.
- شريط لاصق أو طباشير لتصميم شبكة (أو مربعات قياسية إذا كانت متوافرة).
- قصاصات (قِطع) ورقية على شكل مربعات صغيرة مرقّمة من 1 إلى 32.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- كن دائمًا على دراية بمحيطك خلال العمل الميداني، لاحظ أي أخطار في المنطقة، سواء حيوانات مؤذية أو خطِرة (مثل الثعابين، والحشرات، والأسود، والدببة)، ومخاطر المياه أو المنحدَرات.
- اعمل في مجموعات، وتأكد دائمًا من معرفة مكان باقي أفراد مجموعتك.
- لا تتجوّل بعيدًا عن مجموعتك.

التمهيد للاستقصاء

- قبل البدء راجع كيفية استخدام المربعات القياسية. تُمثّل الشبكات الأصغر التي ستقوم بتصميمها مربعات قياسية.
- مساحة العيّنة هي ليست المساحة الكلية التي تمّ تحديدها ($2\ m^2$) بل هي المساحة الكلية للمربعات الأربعة التي تحتوي على القصاصات الورقية الملوّنة التي حسبتها.
- فكّر في معاني مصطلحَي: **كثافة الجماعة الأحيائية** و**حجم الجماعة الأحيائية**. تأكد من أنك تفهم الفرق بين المصطلحَين. هل تدرك ما هي المعلومات التي تبحث عنها؟
- اعمل مستعينًا بما ورد في صندوق "مهم" لاحتساب مساحة منطقة العيّنة وتأكد من فهمك له.

الاستقصاء

صُمّم هذا الاستقصاء ليتم تنفيذه في قاعة الصف. وعلى الرغم من ذلك، فهو يكرر استقصاءً لكثافة وحجم جماعة أزهار أو نباتات تنمو في منطقة معيّنة من حقل.

تسعى مجموعة من الطلبة لمعرفة عدد القصاصات الورقية الملوّنة ذات الشكل الدائري والموجودة على سطح طاولة مساحتها $2\ m^2$. قسّموا سطح الطاولة إلى 32 مربعًا قياسيًّا، ثم جمعوا عيّنات عشوائية لتقدير عدد القصاصات الورقية الملونة ×.

مصطلحات علمية

كثافة الجماعة الأحيائية Population density: عدد أفراد النوع الواحد التي تعيش في مساحة معيّنة (m^2 أو بوحدة الميل).

حجم الجماعة الأحيائية Population size: عدد الأفراد في الجماعة الواحدة.

مهم

حساب مساحة العينة

لا تساوي مساحة العينة $2\ m^2$ إجمالي المساحة المحددة. بل هي المساحة الإجمالية للمربعات الأربعة التي تحتوي على القصاصات الورقية الملونة الذي أعددتها.

مثلاً:

المربع الواحد يساوي:

$0.25\ m = 25\ cm \times 25\ cm$

$0.25\ m \times 0.25\ m =$

$0.0625\ m^2 =$

هناك أربعة مربعات جمعت منها العينات، لذا فإن مساحة العينة الإجمالية هي:

$0.25\ m^2 = 4 \times 0.0625\ m^2$

يمكنك التعبير عن الحساب بالكامل على النحو التالي=

$0.25\ m^2 = 4 \times 0.0625\ m^2$

قام أحد الطلبة لاحقًا باحتساب حجم الجماعة الأحيائية التقديري للقصاصات الورقية الملوّنة × باستخدام الصيغة:

$$\text{كثافة الجماعة الأحيائية} = \frac{\text{عدد الأفراد التي تمّ عدّها}}{\text{مساحة منطقة العيّنة (متر مربع)}}$$

استخدم أحد الطلبة كثافة الجماعة الأحيائية التي تمّ حسابها سالفًا باستخدام الصيغة الأولى لحساب حجم الجماعة الأحيائية هذه المرة، استخدم الصيغة الآتية:

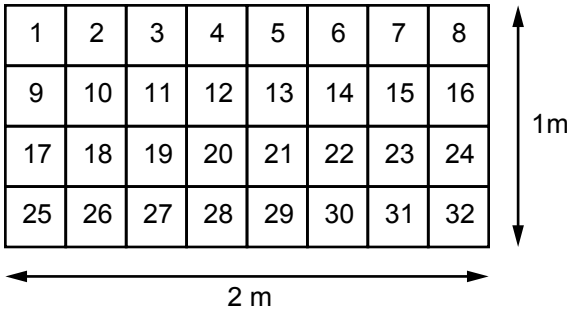
حجم الجماعة = كثافة الجماعة الأحيائية × المساحة الكليّة لمنطقة العيّنات.

عند الانتهاء من الحسابات سوف يحصل الطلبة على العدد التقديري للقصاصات الورقية الدائرية الملوّنة في المساحة الكلية لمنطقة العيّنات.

الطريقة

من خلال العمل في مجموعات ثنائية أو في مجموعات صغيرة:

1. استخدم الأوراق الملونة لإحداث ثقوب (مستخدمًا مثقاب الورق) على شكل دوائر صغيرة (أو أشكال صغيرة أخرى). ليس بالضرورة أن يكون عدد القصاصات الورقية الملوّنة التي جهّزتها معلومًا.
2. قم بقياس مساحة من الأرض (1 m × 2 m) أي أن تكون المساحة الكليّة ($2\ m^2$).
3. صمّم على المساحة التي حدّدتها شبكة من المربعات باستخدام الشريط اللاصق أو الطباشير.



الشكل 2–1: تصميم المربّع الشبكي اللازم لإجراء الاستقصاء.

4. انثر القصاصات الورقية الملوّنة على منطقة العيّنة.
5. ضع القطع الورقية التي جهّزتها مسبقًا والمرقّمة من 1 إلى 32 في حقيبة.
6. اسحب إحدى هذه القصاصات من الحقيبة على نحوٍ عشوائي.

7. قم بتعداد القصاصات الدائرية الملوّنة في المربع الذي رقمه يُطابق رقم القطعة الورقية التي سحبتها، على سبيل المثال إذا سحبت قطعة الورق التي تحمل الرقم 22، فعدّ عدد القصاصات الدائرية في المربع 22 على سطح الطاولة.
8. كرّر هذه العملية لأربعة مربعات (مساحة المربع الواحد ($0.25\ m^2$))، وسجّل عدد القصاصات الدائرية الملونة في كل منها.

أسئلة نهاية الاستقصاء العملي

أ. لماذا تمّ جمع عيّنات من أربعة مربعات فقط؟

.....

.....

.....

ب. استخدم البيانات والصيغ الواردة سالفًا لتقدير كثافة الجماعة الأحيائية، وحجم الأشكال الورقية.

.....

.....

.....

ج. احسب عدد القصاصات الدائرية الملوّنة في أربعة مربعات مختلفة واضرب كلاً منها في 32

.....

.....

.....

.....

أفعال إجرائية

برّر Justify: ادعم الموضوع بالأدلة والحجة.

د. كم تبلغ الفروقات في عدد القصاصات الدائرية في كل من المربعات الأربعة بعضها عن بعض؟ وكم مقدار اختلاف هذه النتائج عن النتيجة التي تم الحصول عليها عند استخدام الصيغة؟

.....

.....

.....

.....

هـ. أي إجابة تعتقد أنها أكثر موثوقية: الناتجة من القياسات باستخدام مربع قياسي، أم تلك الناتجة من استخدام الصيغة؟ **برّر** إجابتك.

.....

.....

.....

.....

و. هل نتائجك قابلة للمقارنة مباشرة مع جدول آخر أعدّته مجموعة أخرى في الصف؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

.....

.....

استقصاء عملي 2-2: استقصاء الارتباط المحتمل بين توزيع الأنواع وعامل غير حيوي

أهداف الاستقصاء العملي

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

قد تعيش بعض الأنواع فقط في المواطن البيئية الملائمة لبقائها واستمرارها في العيش ضمن نطاق محدود من العوامل غير الحيوية. في هذا الاستقصاء، ستخطط لإجراء استقصاء لقياس وفرة نوع ما وعامل غير حيوي يتم اختياره، والبحث عن وجود أي ارتباط بينهما.

على سبيل المثال:

- نوع النباتات (A) قد يكون أكثر وفرة في المناطق التي تكون فيها مستويات الإضاءة عالية مقارنة بتلك التي تكون فيها مستويات الإضاءة منخفضة.
- نوع النباتات (B) قد يكون أكثر وفرة في التربة الجافة مقارنة بالتربة الرطبة.

فكّر جيدًا في نوع النبات الذي ترغب في استقصائه، وفي الفرضية التي تعتمدها.

التخطيط

عند التخطيط لاستقصائك لا بد من التفكير في الآتي:

- ما النوع والعامل غير الحيوي اللذان سيتم استقصاؤهما.
- كيف ستقوم بقياس العامل غير الحيوي (مثال: استخدام مجس الضوء).
- كيف ستقوم بقياس وفرة الكائن الحي في مناطق مختلفة، وأيها أفضل: أن تكون العيّنة عشوائية أم منتظمة؟
- كيف ستحلل نتائجك لتحديد ما إذا كان هناك ارتباط بين العامل غير الحيوي ووفرة النوع.

ستحتاج إلى

اكتب جميع المواد والأدوات التي ستحتاج إليها:

- ..... • .....
- ..... • .....
- ..... • .....

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

ما هي الإجراءات والتدابير الوقائية التي ستتخذها لتنفيذ الاستقصاء بأمان؟

.....

.....

.....

الطريقة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

النتائج

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التحليل والاستنتاج والتقويم

1. ارسم رسمًا بيانيًا مبعثرًا يمثّل قِيم قياسات العامل غير الحيوي وعدد أفراد النوع الذي حصلت عليه. إذا كنت تعتقد أنك ترى ارتباطًا بينهما، فقرّر ما إذا كان خطّيًا أو غير خطّي.

2. اكتب استنتاجًا. (**مهم**): اربط استنتاجك بفرضيتك، واستخدم معرفتك العلمية وتحليل النتائج الذي أجريته لتوضيح استنتاجك.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. اقترح كيفية تحسين الاستقصاء الذي قمت به لزيادة موثوقية النتائج.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

استقصاء عملي 2-3: استخدام تقنيات جمع العيّنات لمقارنة التنوع البيولوجي

أهداف الاستقصاء العملي

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

الجماعة الأحيائية هي مجموعة من أفراد النوع الواحد، التي تعيش في المنطقة ذاتها وفي الوقت ذاته. نستطيع تقدير **التنوع** البيولوجي لأنواع مختلفة من النباتات والحيوانات باستخدام تقنيات جمع العيّنات المختلفة. ونظرًا إلى عدم إمكانية عدّ كل فرد من أفراد الجماعة الأحيائية يمكنك جمع **عيّنة** من الجماعة الأحيائية الواحدة، وبذلك فإنك تحسب عدد الأفراد في جزء صغير لكنه يمثّل المنطقة كاملة.

عليك اختيار ما إذا كنت ستقوم بجمع عيّنات عشوائية أو منتظمة، وأي تقنية جمع عيّنات ستستخدم. إليك بعض الأفكار:

مصطلحات علمية

الجماعة الأحيائية Population: مجموعة من الكائنات الحية من النوع نفسه، تعيش في المكان ذاته وفي الوقت ذاته.

الوفرة Abundance: حساب الوفرة يعني احتساب العدد الفعلي لكائن حيّ معيّن موجود. قد تكون الوفرة منخفضة، عندما يكون عدد الأفراد قليلً. وتكون الوفرة كبيرة عندما يكون عدد أفراد الكائن الحي كبيرًا.

عيّنة Sample: مجموعة من البيانات (عدد النباتات، وعدد الأنواع، وتوزيع النباتات) جُمعت من جماعة أحيائية كبيرة لقياسها.

الفرضية	استراتيجية جمع العيّنات	تقنية جمع العيّنات
تنوع الحشرات في مجرى مائي في محمية طبيعية أكبر من تنوعها في مجرى مائي يُستخدم للأنشطة الترفيهية.	جمع عيّنات منتظمة على حدود المجرى المائي.	جمع عيّنات بالركل.
تنوع الأشنات الموجودة على الأشجار في المتنزّه هو أكبر من تنوع تلك الموجودة على الأشجار على جانب طريق مزدحم.	جمع عيّنات منتظمة على ارتفاعات منتظمة من لحاء الأشجار.	مربعات قياسية صغيرة.
تنوع أنواع النباتات بالقرب من حافة الغابة أكبر من تنوعها في المناطق الكثيفة المظلمة (المظلة النباتية) من الغابة.	جمع عيّنات منتظمة.	مربعات قياسية.
تنوع الحشرات في حديقة أكبر من تنوعها في أرض زراعية أحادية المحصول.	جمع عيّنات عشوائية.	شباك اصطياد الحشرات، المصائد الشراكية.
تنوع الحشرات الليلية في الغابة أكبر من تنوعها في الشوارع السكنية.	جمع عيّنات عشوائية.	اصطياد الحشرات، المصائد الشراكية.
التنوع البيولوجي لأنواع النباتات عند علامة (خط) المد العالي أكبر من تنوعها عند علامة المد المنخفض.	جمع عيّنات منتظمة.	مربعات قياسية.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:

- معدات جمع العيّنات بحسب التقنية التي ستستخدمها، مثل: المربعات القياسية، والمصائد الشراكية، شباك اصطياد الحشرات وغيرها...
- شريط قياس عدد 2
- قائمة بالأرقام العشوائية، أو طريقة لتوليدها (مثل تطبيق على الهاتف). إذا كنت ستجمع عيّنات عشوائية فقد تحتاج إلى خريطة للمنطقة التي تقوم بمسحها.
- مفاتيح تعريف الأنواع.

مصطلحات علمية

المربع القياسي Quadrat: إطار لجمعٍ عيّنات بمساحة محددة مثل متر مربع واحد ($1\ m^2$)، يتم اختيارها لتقييم التوزيع المحلي للنباتات أو الحيوانات.

جمع العيّنات العشوائية Random sampling: جمع عيّنات تعتمد على سحب أسماء/أرقام على نحو عشوائي أو استخدام برنامج حاسوبي لإعطاء قائمة عشوائية.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- عند العمل في الخارج، اعمل دائمًا مع زميلك.
- احرص دائمًا على تقييم المخاطر في المنطقة المحليّة التي تعمل فيها، وبخاصة إذا كنت تجمع العيّنات بالقرب من المجاري المائية أو الطرق المزدحمة أو المناطق المعزولة. لاحظ أي حياة برية خطرة قد تكون موجودة. لا تعرّض نفسك أو زميلك للخطر.
- تحقق مع معلمك لمعرفة ما إذا كان من المحتمل أن تجد أي أنواع نباتات سامة، أو تلك التي قد تكون لديك حساسية تجاهها. وإذا كان لديك أي شك في ذلك، فقم بارتداء القفازات.

الطريقة

1. اختر المنطقتَين اللتَين ستستقصيهما. قد تكون هذه المناطق عشبية (مثل ملعب، أو حديقة، أو مرعى)، أو شاطئًا صخريًا، أو كثبانًا رملية، أو أي موطن بيئي مناسب آخر متاح لك. إذا كانت المساحة محدودة، يمكنك اختيار استقصاء أنواع الأشنات على لحاء/قشرة الأشجار أو الصخور. تجوّل في المناطق للحصول على فكرة عامة عن النباتات التي تنمو هناك، أو الحيوانات المستقرة فيها. واستخدم ملاحظاتك لصياغة فرضية ما، ويجب أن تكون قادرًا على تحديد متغير مستقل ومتغير تابع.

المنطقتان اللتان تم اختيارهما للمقارنة:

المنطقة A .....

المنطقة B .....

الفرضية: .....

المتغيّر المستقل: .....

المتغيّر التابع: .....

2. فكّر بدقة في البيانات التي تأمل جمعها لإثبات صحة فرضيتك. قرّر ما إذا كان أكثر مناسبة لاستقصائك أن تجمع عيّنات عشوائية أو منتظمة.

جمع العيّنات العشوائية

1. قسّم المنطقة المحددة لجمع العيّنات منها إلى شبكة باستخدام أشرطة القياس.
2. استخدم أرقامًا تم توليدها حاسوبيًا، أو اسحب أرقامًا على نحو عشوائي؛ لتوليد إحداثيات داخل الشبكة لجمع العيّنة.
3. اجمع العيّنات في نقطة محددة باستخدام معدّات جمع العيّنات المناسبة.
4. اجمع البيانات ذات الصلة، مع تحديد أي أنواع الكائنات الحية أو العوامل التي تحتاج إلى تسجيلها.
5. سجّل النتائج في جدول.
6. احسب المتوسط الحسابي للبيانات التي تم جمعها.

جمع العيّنات المنتظمة

1. مدّ شريط قياس من جانب واحد من الموطن البيئي إلى الجانب الآخر.
2. ابدأ بجمع العيّنات عند (0 m) على الشريط باستخدام معدّات جمع العيّنات المناسبة.
3. اجمع البيانات ذات الصلة.
4. استخدم مفتاح التعرف لتحديد ما إذا كان كل نوع ذا صلة.
5. سجّل النتائج في جدول.
6. انقل معدّات جمع العيّنات على طول شريط القياس.
7. كرّر الخطوات من 3 إلى 5 على فترات (فواصل) منتظمة على طول شريط القياس.
8. استمر إلى أن يتم جمع عيّنات على طول شريط القياس كاملاً.
9. احسب المتوسط الحسابي للبيانات التي تم جمعها.

بالنسبة إلى جمع العيّنات العشوائية والمنتظمة، تأكد من توحيد طريقة جمع العيّنات في كل نقطة لجعل البيانات قابلة للمقارنة. على سبيل المثال، المدة الزمنية التي تقضيها في جمع العيّنات من نقطة ما، حجم المنطقة التي تم جمع عيّنات منها، أو عدد العيّنات المجموعة.

استراتيجية جمع العيّنات، بما في ذلك عدد العيّنات التي ستجمعها، وتكرار جمع العيّنات، وكيفية اختيار مواقع جمعها:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. الآن تحتاج إلى القيام بجمع بيانات العمل الميداني. سيعتمد ذلك على نوع الكائنات الحية التي تقوم بتسجيلها وطريقتك في جمع العيّنات.

التحليل والاستنتاج والتقويم

1. أضف العدد الكلي (الإجمالي) للأفراد من كل نوع قمت بعدّها في جميع مواقع العيّنات في كلا المنطقتَين.

استخدم نتائجك لإكمال الجدول 2–8.

أضف المزيد من الصفوف إذا كنت قد قمت بعدّ أكثر من 10 أنواع.

النوع	العدد في المنطقة 1	العدد في المنطقة 2

الجدول 2–8: جدول نتائج.

2. صيغة مؤشر سيمبسون للتنوع البيولوجي، هي:

$$D = 1 - \left(\sum\left(\frac{n}{N}\right)^2\right)$$

حيث:

n = عدد أفراد النوع الواحد في المنطقة الواحدة.

N = العدد الكلي لأفراد جميع الأنواع في منطقة واحدة.

أولاً: ركز على المنطقة 1.

احسب العدد الكلي لأفراد جميع الأنواع في المنطقة 1.

العدد الكلي لأفراد جميع الأنواع N في المنطقة 1 = ...

مهم

يمكنك إعداد واستخدام جدول بيانات عن طريق برنامج Excel على سبيل المثال لإجراء هذه الحسابات. توجد أيضًا حاسبات التنوع الخاصة بـ سيمبسون على الإنترنت والتي يمكن استخدامها للتحقق من نتائجك.

3. انقل نتائجك من الجدول 2–8 إلى الجدول 2–9. احسب $(n/N)^2$ و n/N لكل نوع واملأ الجدول. سجّل كل عدد لأقرب ثلاث منازل عشرية.

النوع	العدد n	$n \div N$	$(n \div N)^2$

الجدول 2–9: المنطقة 1: جدول النتائج المحسوبة.

4. اجمع جميع قيم $(n \div N)^2$ لإيجاد $\sum(n \div N)^2$

$\sum(n \div N)^2$ = ...

5. احسب مؤشر سيمبسون للتنوع بطرح إجابتك في السؤال 4 من 1:

$1 - \sum (n \div N)^2$ = ...

مهم

يجب أن يكون مقدار مؤشر التنوع الذي قمت بحسابه بين 0 و 1، إذا لم يكن كذلك، فهذا يعني أن هناك خطأ ما. كلما اقترب الرقم من 1، كان تنوع الأنواع في المنطقة أكبر.

6. كرّر الخطوات (2 إلى 5) واستخدم الجدول 2–10 لحساب مؤشر سيمبسون للتنوع في المنطقة 2.

النوع	العدد n	$n \div N$	$(n \div N)^2$

الجدول 2–10: المنطقة 2: جدول النتائج المحسوبة.

7. لخّص ما تُشير إليه النتائج بشأن التنوع البيولوجي في المنطقتَين اللتَين درستهما.

.....

.....

.....

.....

8. اقترح كيف يمكن تحسين استقصائك لزيادة الثقة في نتائجك.

.....

.....

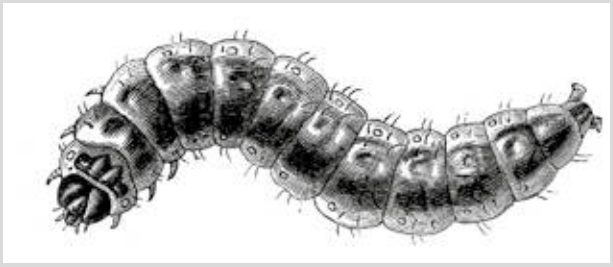
.....

.....

أسئلة نهاية الوحدة

1. ينتج التلوّث الضوئي من خلال استخدام الضوء الاصطناعي. لقد تم ربط التلوث الضوئي بانخفاض الجماعات الأحيائية للحشرات في المناطق الحضرية.

استقصى عالم بيئة الجماعات الأحيائية لجميع أنواع يرقات العثّة على جوانب طرق مضاءة (الموقع **A**) وأخرى غير مضاءة (الموقع **B**)، باستخدام شباك اصطياد الحشرات. يبيّن الشكل أدناه مثالاً على يرقة العثّة.



تم جمع عيّنات من كل موقع لمدة ثلاثة أسابيع، وتسجيل العدد الإجمالي ليرقات العثّة التي تم جمعها كل أسبوع على مدى تلك الأسابيع الثلاثة. يوضّح الجدول النتائج.

الأسبوع	عدد اليرقات في الموقع (A)	عدد اليرقات في الموقع (B)
1	16	8
2	17	8
3	15	6
4	20	11
5	12	7
متوسط	16	

أ. أكمل الجدول أعلاه وذلك بحساب متوسط عدد يرقات العثّة التي تم جمعها في **الموقع (B)**. **[1]**

اختار عالم البيئة موقعَين من بين 20 موقعًا ممكنًا لإجراء هذا الاستقصاء.

ب. صف استراتيجية جمع العيّنات لاختيار حقلَين (موقعين) لضمان أن يكون الاستقصاء خاليًا من التحيز. **[3]**

تابع

شباك اصطياد الحشرات هي وسيلة لجمع الحشرات.

ج. صف فوائد ومحددات استخدام شباك اصطياد الحشرات لجمع الحشرات. **[4]**

د. أرادت عالمة البيئة إجراء المزيد من دراسة تنوع العث في موقعَين مختلفَين، أحدهما حديقة والآخر منطقة غابات، واختارت استخدام المصيدة الضوئية لجذب العثات. يمكنها بعد ذلك إلقاء نظرة على العثات التي تم جمعها في صباح اليوم التالي.

النتائج واردة في الجدول أدناه. الأرقام مقرّبة إلى أقرب أربع منازل عشرية.

النوع	العدد في الحديقة	$(n/N)^2$	العدد في الغابة	$(n/N)^2$
عثة أبو الوشي (Saturnia pavonia)	2	0.0025	0	0.0000
عثّة نمر الحديقة (Arctia caja)	20		2	0.0044
العثّة (مزخرفة الأجنحة) (Hadena confusa)	5	0.0156	20	0.4444
عثّة البلوط (Lasiocampa dodneata)	12	0.0900	4	0.0178
عثّة البلوط الصغيرة (Eupithecia quercs)	1	0.0006	4	0.0178
المجموع	40	0.3587	30	0.4844

إن صيغة مؤشر سيمبسون (D) هي:

$$D = 1 - \left(\sum\left(\frac{n}{N}\right)^2\right)$$

حيث:

n عدد أفراد كل نوع في المنطقة.

N المجموع الكلي لأفراد الأنواع في مكان آخر.

تابع

1 – احسب القيمة المفقودة $(n/N)^2$ لعثّة نمر الحديقة. **[2]**

2 – احسب مؤشر سيمبسون للتنوع لكل موقع.
مؤشر سيمبسون للتنوّع في الحديقة:

مؤشر سيمبسون للتنوع في منطقة الغابات:

[4]

المجموع: [14]

2. أرادت مجموعة من الطلبة استقصاء ما إذا كانت شدة الضوء المختلفة في الحدائق تؤثر على حجم الجماعة الأحيائية للحلزونات. وضع الطلبة الفرضية الآتية:

«يكون عدد الحلزونات أكبر في المناطق ذات شدة ضوء منخفضة»

استخدم الطلبة مقياس الضوء لتسجيل شدة الضوء في خمس حدائق مختلفة، وتم القياس مرة واحدة يوميًا عند الظهر لمدة 5 أيام متتالية للحصول على المتوسط الحسابي لشدة الضوء في كل حديقة. كما استخدموا تقنية "ضع علامة – أطلق – أعد الامساك" لتقدير عدد الحلزونات.

أ. 1 – حدّد المتغيّر المستقلّ في هذا الاستقصاء. **[1]**

2– حدّد المتغير التابع في هذا الاستقصاء. **[1]**

3 – اقترح سبب قيام الطلبة بإجراء قياسات شدة الضوء كل يوم في الوقت نفسه لمدة 5 أيام. **[1]**

تابع

يوضح الجدول الآتي نتائج مستويات شدة الضوء في الحديقة 1.

اليوم	شدة الضوء / Lux
1	5638
2	6481
3	5788
4	6743
5	6170
المتوسط الحسابي	

ب. 1 – احسب المدى في شدة الضوء للحديقة 1. **[1]**

2 – احسب المتوسط الحسابي لشدة الضوء للحديقة 1. **[2]**

فيما يلي نتائج تقنية "ضع علامة – أطلق – أعد الإمساك" لإمساك الحلزون في الحديقة 1.

العدد الإجمالي للحلزونات التي تم إمساكها وتمييزها بعلامات في اليوم الأول	العدد الإجمالي للحلزونات التي تم إمساكها في اليوم الخامس	عدد الحلزونات المميزة بعلامة والتي تم إمساكها في اليوم الخامس
10	10	4

يمكن استخدام مؤشر لينكولن لتقدير حجم الجماعة الأحيائية. الصيغة هي:

$$N = \frac{n_1 \times n_2}{m_2}$$

حيث:

N = تقدير حجم الجماعة الأحيائية.

n_1 = العدد الذي تمّ إمساكه وتمييزه بعلامات في العيّنة الأولى.

n_2 = العدد الإجمالي بعد إعادة الإمساك (المميّزة بعلامات وتلك غير المميّزة) في العيّنة الثانية.

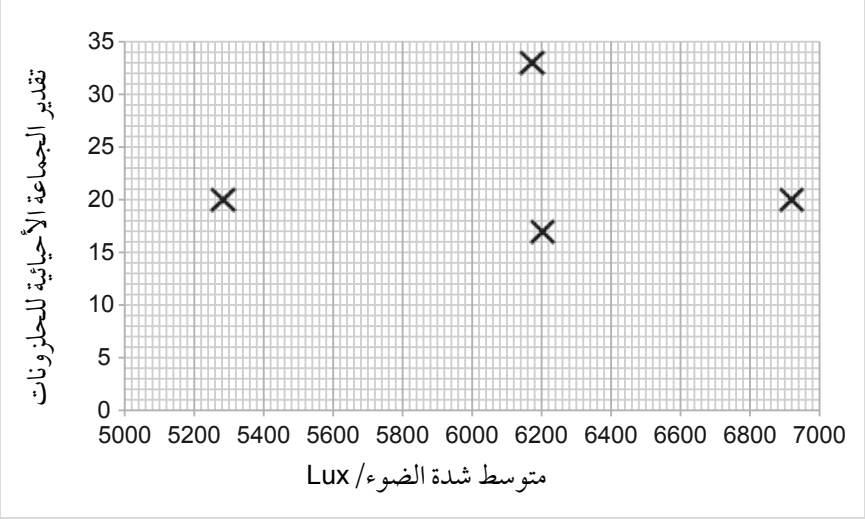
m_2 = عدد الأفراد المميزة بعلامات والتي أعيد إمساكها في العيّنة الثانية.

3– استخدم مؤشر لينكولن لتقدير حجم أعداد الجماعة الأحيائية للحلزونات في الحديقة رقم 1. **[2]**

تابع

يوضح الجدول والشكل الآتيان نتائج الاستقصاء.

الحديقة	متوسط شدة الضوء / Lux	تقدير الجماعة الأحيائية للحلزونات (مقربة إلى أعداد كلية)
1		
2	6203	17
3	6217	20
4	5739	20
5	6173	33



ج. استخدم نتائج الجزء **ب** 2 و 3 لتمثيل نتيجة الحديقة 1 بيانيًا على مخطط رسم التمثيل البياني أعلاه. **[1]**

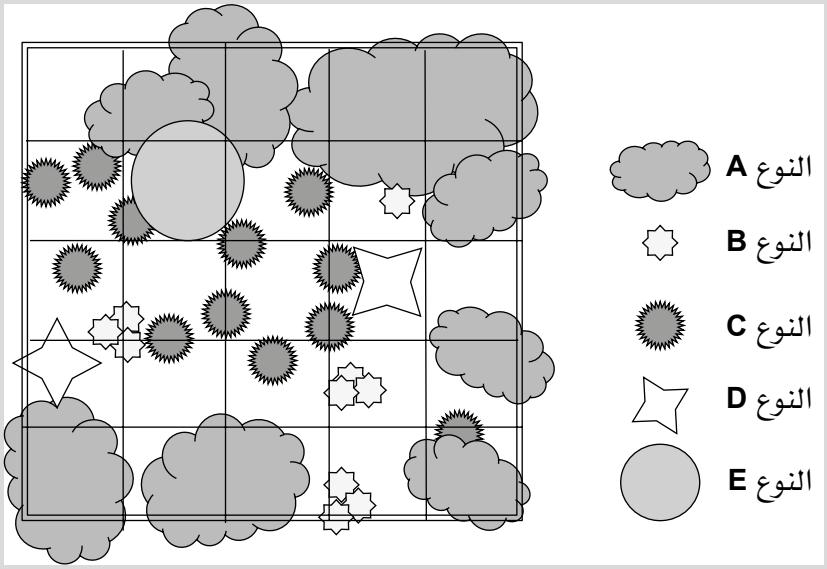
د. هل النتائج تدعم فرضية الطلبة؟ برّر جوابك. **[3]**

[المجموع: 12]

تابع

3. استخدم أحد الباحثين في علم البيئة مربّعًا قياسيًّا لتقدير نسبة الغطاء النباتي لأنواع مختلفة من النباتات في منطقة عشبية.

يبيّن الشكل الآتي مربعًا قياسيًا شبكيًا بمساحة $1\ m^2$ فوق منطقة عشبية، ويُمثل كل شكل نوعًا مختلفًا من النباتات.



النوع	عدد أفراد نوع النبات	النسبة المئوية المقدّرة للتغطية (%)
A	8	40
B	10	4
C	12	10
D	2	8
E		
المجموع	33	66

تابع

أ. احسب القيم المفقودة للنوع **E** وأكمل بها الجدول. **[2]**

استخدم الباحث المربعات القياسية 10 مرات في المنطقة العشبية.

يدرج الجدول الآتي النتائج.

النوع	عدد المربعات القياسية التي وُجد فيها النوع
A	7
B	10
C	10
D	4
E	2

ب. فسّر سبب عدم حاجة الباحث إلى جمع عيّنات من المساحة الكاملة لكل موقع عند استخدام طريقة المربع القياسي لتقدير الجماعة الأحيائية. **[2]**

ج. اشرح استراتيجية عشوائية يمكن للباحث استخدامها لاختيار مكان وضع المربعات القياسية العشرة. **[2]**

د. بالنسبة إلى نوع **النبات E**، احسب:

1- تكرار ظهوره.

2- النسبة المئوية لتكرار ظهوره. **[4]**

هـ. استخدم الباحث مقياس ACFOR أيضًا لجمع البيانات الخاصة بوفرة أنواع النباتات.

اذكر اثنَين من محددات مقياس ACFOR. **[2]**

[المجموع: 12]

التفاعلات في النظم البيئية البحرية
Interactions in Marine Ecosystems

أهداف التعلُّم

3–1 يعرّف المصطلحات الآتية: التطفل، والتعايش والتبادل، ويذكر أنها كلها أنواع على العلاقات التكافلية.

3–2 يصف العلاقة التطفلية بين مجدافيات الأرجل والأسماك البحرية.

3–3 يصف العلاقة التعايشية بين أسماك شيطان البحر وأسماك الريمورا.

3–4 يصف العلاقة التبادلية بين سرطان البحر الملاكم وشقائق النعمان.

3–5 يشرح أن المنتجات يمكن أن تكون كائنات حية تقوم بالتمثيل الضوئي أو التمثيل الكيميائي.

3–6 يعرّف الإنتاجية بأنها معدل إنتاج الكتلة الحيوية لكل وحدة مساحة أو حجم لكل وحدة زمنية، ويشرح كيف يمكن أن تؤثر الإنتاجية الأولية العالية على السلاسل الغذائية.

3–7 يحسب ويفسّر فقدان الطاقة على طول السلسلة الغذائية.

3–8 يرسم ويصف ويفسّر أهرامات الأعداد والكتلة الحيوية والطاقة، بما في ذلك تلك التي تحتوي على الطفيليات وفترات ازدهار العوالق النباتية مثل ازدهار الطحالب.

3–9 يعرّف المغذي على أنه مادة يحتاج إليها الكائن الحي للنمو أو الإصلاح أو الطاقة أو الأيض الطبيعي.

3–10 يشرح أن بعض المغذيات تزوّد الكائنات الحية بمصدر للعناصر الأساسية وأن هذه العناصر لها أدوار حيوية مهمة:

- النيتروجين الذي يستخدم في تكوين البروتينات و DNA
- الكربون الذي يستخدم في تكوين كافة المركبات العضوية
- المغنيسيوم الذي يستخدم في تكوين الكلوروفيل
- الكالسيوم الذي يستخدم في تكوين العظام والأصداف والهياكل المرجانية
- الفوسفور الذي يستخدم في تكوين DNA والعظام.

3–11 يذكر أن المغذيات يمكن أن تشمل غازات مثل CO_2، وأيونات مثل Mg^{2+}، و CO_3^{2-}، و PO_4^{3-}، و NO_3^-، ومركبات عضوية مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.

3–12 يذكر أن بعض المغذيات قابلة للذوبان وأن هناك مخزونًا لهذه المغذيات الذائبة في المحيط وهو متاح للمنتجات والمستهلكات.

3–13 يشرح سبب محدودية الإنتاجية بفعل توافر المغذيات الذائبة.

3–14 يشرح العمليات التي يتم من خلالها تجديد مخزون المغذيات الذائبة، بما في ذلك ذوبان غازات الغلاف الجوي، والإخراج والتحلل، وارتفاع التيارات الصاعدة للمياه والجريان السطحي، والنشاط التكتوني.

3–15 يذكر أن مخزون المغذيات الذائبة ينضب بسبب امتصاصها بواسطة الكائنات الحية.

3–16 يلخص كيف ينقل الثلج البحري المواد العضوية التي تحتوي على الطاقة من المياه السطحية إلى عمق المحيط.

3–17 يشرح أن المغذيات التي تمتصها الكائنات الحية في السلاسل الغذائية يمكن إزالتها عن طريق الحصاد.

الأنشطة

نشاط 3-1 التفاعلات البحرية والكيمياء الحيوية

مقدمة

ستستقصي في هذا النشاط التفاعلات في المواطن البيئية البحرية من خلال دراسة بيانات من بحوث الإنتاجية، الأمر الذي يعزز ثقتك في التعامل مع هذا النوع من البيانات واستخدامه في العمليات الحسابية.

1. يوضح الجدول 3–1 إنتاجية مواطن بيئية بحرية مختلفة.

الموطن البيئي البحري		الكتلة الحيوية السنوية/10^6 طن من الكتلة الحيوية yr^{-1}	المنطقة/10^6 km^2	الإنتاجية/ طن من الكتلة الحيوية km^{-2} yr^{-1}
الشعاب المرجانية		100	0.1	1000
المحيط المفتوح	الاستوائي	11400	190	
	المعتدل	22000	100	
	القطبي	1560	52	
الجرف القاري	لا توجد تيارات صاعدة للمياه		27	400
	توجد تيارات صاعدة للمياه		0.4	980

الجدول 3–1: إنتاجية مواطن بيئية بحرية مختلفة.

مصطلحات علمية

الجرف القاري
Continental shelf:
منطقة ضحلة نسبيًا من البحر تحيط بكتلة أو بمساحة كبيرة من اليابسة. يتكوّن قاع البحر من قشرة قارية وليس من قشرة محيطية.

أ. 1 – احسب إنتاجية كل موطن بيئي في المحيط المفتوح.

الاستوائي: .....

.....

.....

المعتدل: .....

.....

.....

القطبي: .....

.....

.....

2 – اقترح سبب انخفاض إنتاجية المياه القطبية في فصل الشتاء مقارنة بالمياه المعتدلة.

.....

.....

.....

.....

3 – اشرح: لماذا لا تعدّ الشعاب المرجانية الموطن البيئي البحري الذي يساهم بأعلى كتلة حيوية سنوية، على الرغم من اتصافها بأعلى إنتاجية.

.....

.....

.....

.....

ب. 1 – احسب الكتلة الحيوية السنوية لكل موطن بيئي من مواطن الجرف القاري. اعرض خطوات حلّك وأكمل الجدول السابق 3–1.

.....

.....

.....

.....

2 - اقترح سبب الإنتاجية المرتفعة للجروف القارية التي توجد فيها تيارات صاعدة للمياه مقارنة بتلك التي لا توجد فيها تيارات صاعدة.

.....

.....

.....

.....

ج. مواطن الحضانة البيئية Nursery habitats هي المواطن البيئية التي تتغذى فيها صغار الحيوانات حتى تصبح كبيرة بما يكفي للعيش في المحيط المفتوح. يبيّن الجدول 3-2 النسبة المئوية لمساهمة مواطن الحضانة البيئية في إنتاجية الكائنات الحية البحرية البالغة.

الموطن البيئي البحري	نسبة مساهمة مواطن الحضانة البيئية في إنتاجية الكائنات الحية البالغة %
مصبات الأنهار	27
مروج الحشائش البحرية	31
الشاطئ الموحل	11
الشاطئ الرملي	3
الشاطئ الصخري	4
الشاطئ المرجاني	24

الجدول 3-2: النسبة المئوية لمساهمة مواطن الحضانة البيئية في إنتاجية الكائنات الحية البحرية البالغة.

1 - احسب متوسط النسبة المئوية للمساهمة.

.....

.....

2- ناقش: لماذا تساهم مواطن الحضانة البيئية ذات الإنتاجية الأولية العالية بشكل كبير في إنتاجية البالغين؟

.....

.....

.....

.....

.....

2. أ. اكتب المعادلة اللفظية أدناه، لتصف كيف تستخدم المنتجات البحرية التمثيل الضوئي لامتصاص الطاقة من أشعة الشمس، وذلك لتحويل المغذيات غير العضوية إلى جلوكوز عضوي.

مهم

يمثل تصميم جدول يعكس الاختلافات بين مصادر الطاقة، والمواد المتفاعلة، والنواتج، والكائنات الحية البحرية، والمواطن البيئية، طريقة جيدة للإجابة عن السؤال 2ب.

$$_____ + _____ \rightarrow _____ + _____$$

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

ب. ما الاختلافات بين عمليتَي التمثيل الضوئي والتمثيل الكيميائي؟

.....

.....

.....

.....

ج. يستخدم الجلوكوز الناتج من عملية التمثيل الضوئي والتمثيل الكيميائي في التنفّس الهوائي ليوفر طاقة الأيض على شكل ATP. أكمل المعادلة اللفظية الآتية:

طاقة خلوية + _____ + _____ → _____ + _____

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 32\ ATP$$

مصطلحات علمية

الإنتاجية الأولية Primary productivity:
معدل إنتاج كتلة حيوية جديدة من خلال عملية التمثيل الضوئي أو التمثيل الكيميائي.

د. اشرح كيف يمكن أن تؤدي زيادة التمثيل الضوئي إلى أعلى **إنتاجية أولية**.

.....

.....

.....

نشاط 3-2 علاقات التغذية

سيعزز هذا النشاط قدرتك على استخدام مصطلحات علاقات التغذية التي ترتكز عليها البيئة البحرية، والتي تشمل **المستوى الغذائي**، والمستهلك، والمنتج، وآكل الأعشاب، وآكل اللحوم، والحيوانات، والكائن الحي القارت، والمحلل، والمفترس، والفريسة. ستستقصي السلاسل الغذائية والشبكات الغذائية في سياق الأنظمة البيئية للقارة المتجمدة الجنوبية وغابات طحلب الكِلْب.

مصطلحات علمية

المستوى الغذائي Trophic level: الموقع الذي يشغله الكائن الحي في السلسلة الغذائية أو الشبكة الغذائية.

الإطار البيئي Niche: الدور الذي يؤديه النوع في نظام بيئي معيّن.

1. أ. اشرح معنى كل من المصطلحات الآتية المستخدمة في علم البيئة:

1 – منتج.

.....

.....

.....

2 – مستهلك.

.....

.....

3 – محلل.

.....

.....

ب. اقرأ الفقرة أدناه، وأكمل قائمة الكائنات الحية التي **إطارها البيئي**: منتجات، ومستهلكات، ومحللات.

خراف البحر Manatees هي نوع من بقر البحر تعيش في مياه الساحل يتغذى على مجموعة واسعة من الطحالب الكبيرة والنباتات البحرية مثل حشائش السلحفاة وحشائش خروف البحر وحشائش الضحل وأوراق المانجروف ونباتات ياسنت الماء. وتكون عرضة للافتراس من عدد قليل من الحيوانات الكبيرة التي يمكنها افتراس البالغ منها، ولكن، أحيانًا تستطيع النمور والتماسيح وأسماك القرش افتراسها. وعندما ينفق خروف البحر في المياه المفتوحة يغرق إلى قاع المحيط، ويمثّل سمك القرش وسمك الجريث ومزدوجات الأرجل الأنواع الأولى التي تأكل خراف البحر المتحلّلة. ثم تأكل السرطانات والقواقع والديدان بقايا الطعام العضوية الساقطة في الرواسب؛ أما الهيكل العظمي، فتعمل البكتيريا على تفكيك الزيوت الموجودة فيه لتتحول إلى رواسب غنية بالمغذيات غير العضوية.

	الكائنات الحية البحرية
منتجات	
مستهلكات	
محللات	

ج. تتغذى الرّميات على المواد الميتة والمتحلّلة. سمّ ثلاث رميات وردت في الفقرة أعلاه.

.....

.....

2. أ. اشرح الاختلافات في المعنى بين المصطلحات في كل من المجموعات الآتية باستخدام أمثلة بحرية:

1 – المستهلك الأولي والمستهلك الثانوي والمستهلك الثالثي والمستهلك الرابعي.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2 – آكل الأعشاب، وآكل اللحوم، والقارت.

.....

.....

.....

.....

3 - المفترس والفريسة.

.....

.....

4 - السلسلة الغذائية والشبكة الغذائية.

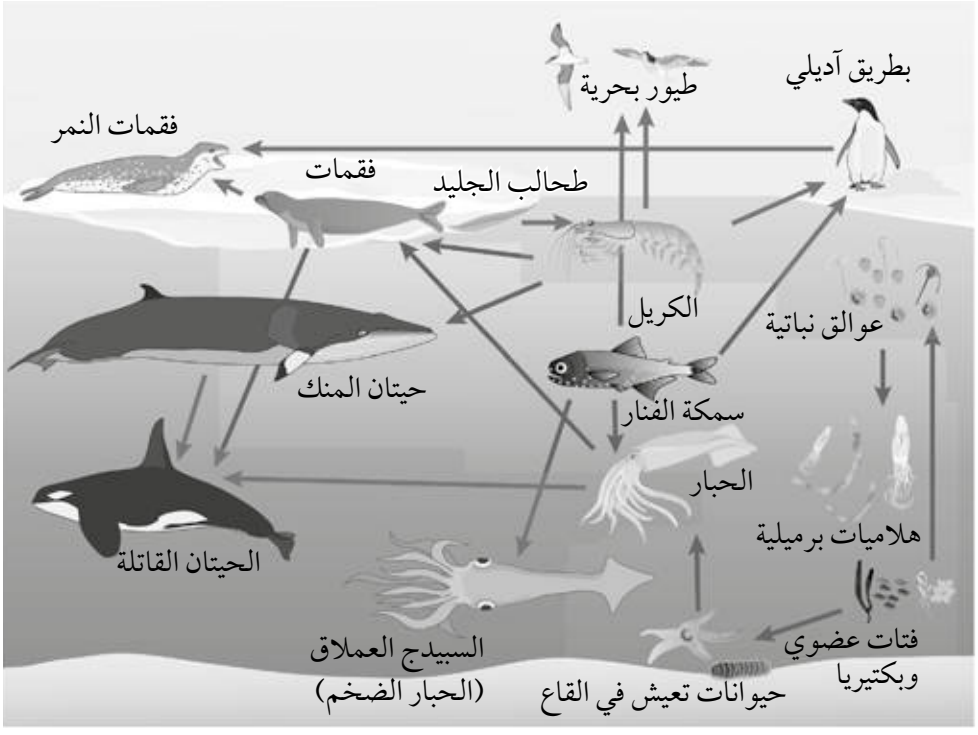
.....

.....

.....

.....

ب. القارة المتجمدة الجنوبية محاطة بالمحيط الجنوبي، والذي يشكل أكثر من 20% من مساحة محيطات العالم، ويشتمل على أكبر تيار على وجه الأرض وهو التيار القطبي للقطب الجنوبي. وتعدّ الشبكات الغذائية في المحيط الجنوبي من بين أكثر الشبكات الغذائية أهمية في العالم. فهي تدعم مجموعة واسعة من الكائنات الحية، من الطحالب إلى الحيوانات الكبيرة مثل الحيتان والفقمات وطيور البطريق، كما يوضحه الشكل 3-1.



الشكل 3-1: الشبكة الغذائية للقارة المتجمدة الجنوبية.

1 – ارسم سلسلة غذائية تحتوي على الكريل وعلى مستهلك ثالثي.

2 – اشرح تأثير انخفاض وفرة الكريل على الشبكة الغذائية في القارة المتجمدة الجنوبية.

.....

.....

.....

.....

3 – الحيتان القاتلة حيوانات مفترسة للحبّار. اشرح كيف تترابط الجماعات الأحيائية للنوعَين.

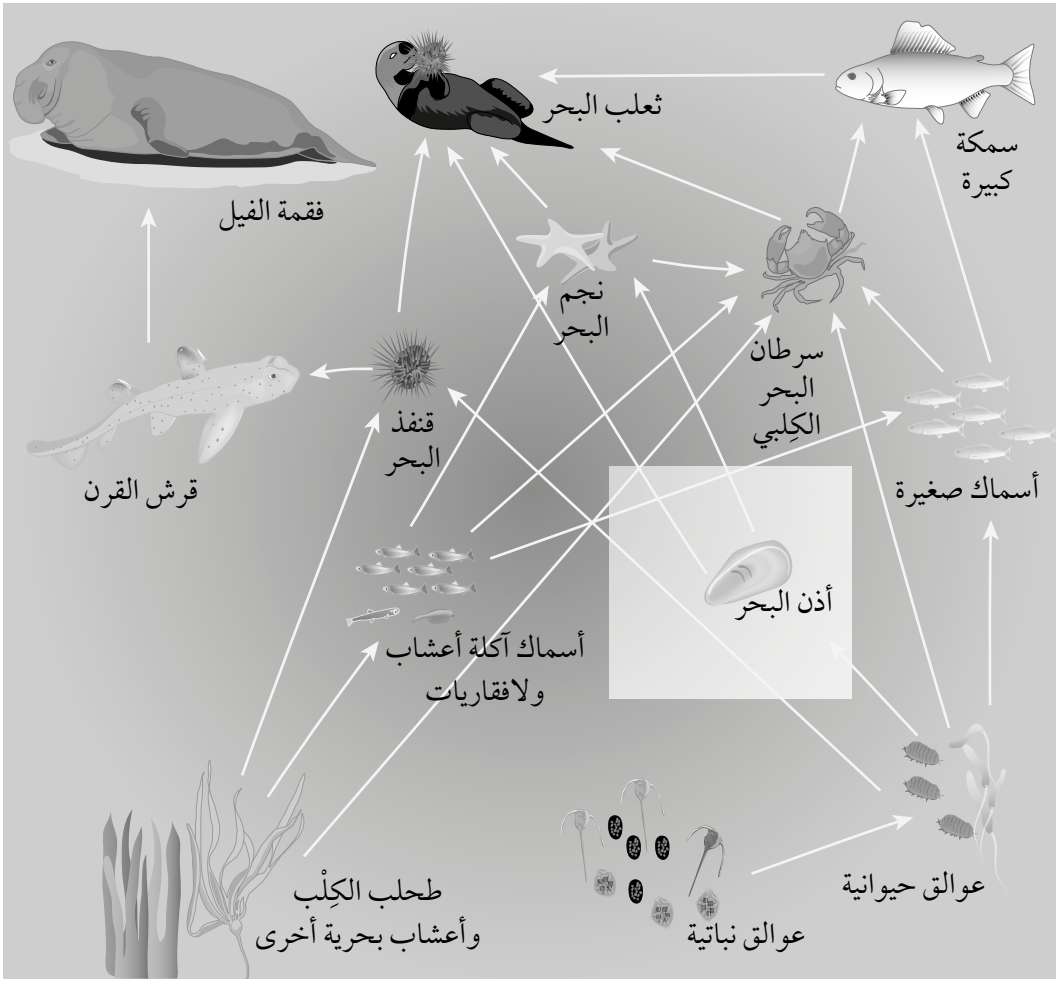
.....

.....

.....

.....

3. يوضح الشكل 3-2 شبكة غذائية لغابات طحلب الكِلْب.



الشكل 3-2: شبكة غذائية لغابات طحلب الكِلْب.

أ. ما المستوى الغذائي الذي يشغله طحلب الكِلْب؟

.....

.....

مهم

يتم إعطاء المستويات الغذائية أرقامًا. على سبيل المثال، يوصف المستهلك الأولي بأنه في المستوى الغذائي الثاني.

ب. طحلب الكِلْب وثعالب البحر هي أنواع رئيسية في هذا النظام البيئي لغابات الكلب. باستخدام الشكل 3–2، أكمل السلاسل الغذائية أدناه لتصف أمثلة على مستويات غذائية مختلفة تربط بين هذَين النوعَين.

1 – طحلب الكِلْب ← سمكة آكلة أعشاب ← سرطان البحر الكِلبي ← ..... ← ثعلب البحر.

2 – طحلب الكِلْب ← حيوان لافقاري ← ..... ← ثعلب البحر.

3 – البحر الكِلبي ← ..... ← ثعلب البحر.

ج. تعدّ العوالق الحيوانية والأسماك آكلة الأعشاب والحيونات اللافقارية مستهلكات أولية. وتوصف ثعالب البحر بأنها مستهلكات خامسية.

1 – ما المستوى الغذائي الذي يشغله المستهلك الخامسي؟

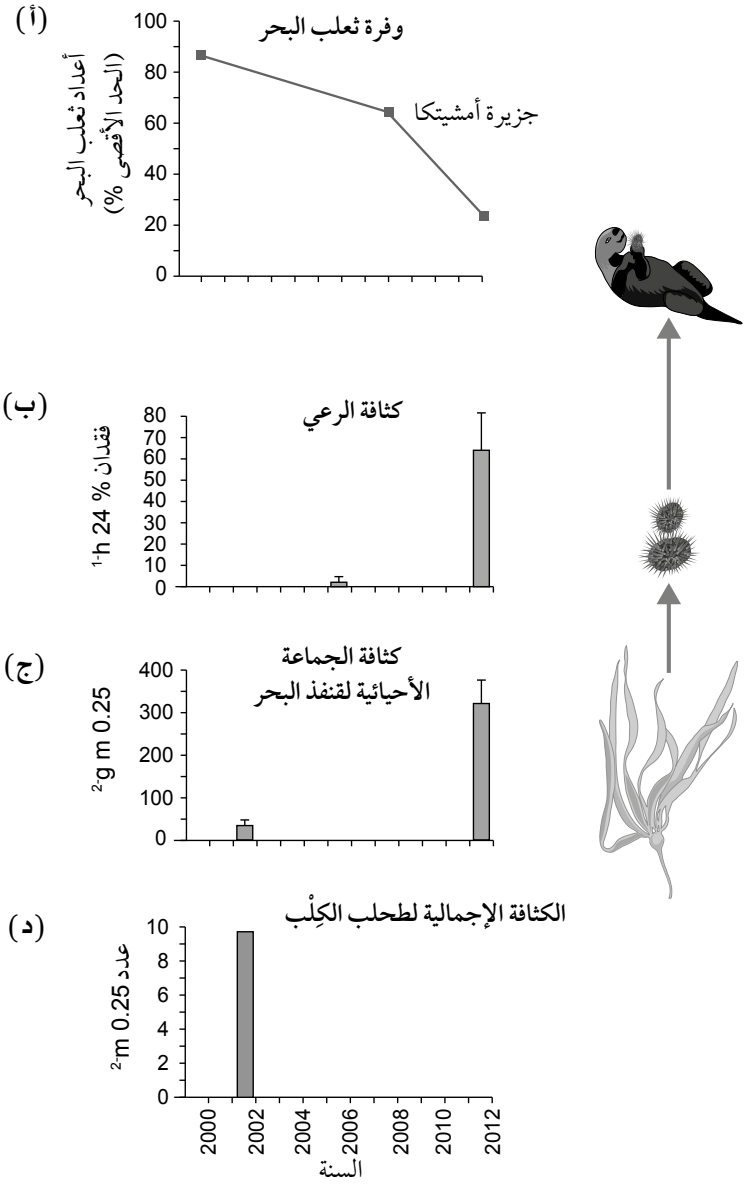
.....

2 – اذكر مثالاً على سلسلة غذائية في الشكل 3–2 يكون فيها ثعلب البحر مستهلكًا خامسيًا.

.....

.....

4. يوضح الشكل 3–3 التغيرات في وفرة ثعلب البحر (التمثيل البياني أ)، وكثافة رعي قنافذ البحر (التمثيل البياني ب)، وكثافة الجماعة الأحيائية لقنفذ البحر (التمثيل البياني ج)، والكثافة الأحيائية لطحلب الكِلْب (التمثيل البياني د) على مدى 13 عامًا من عام 2000 إلى عام 2012 م.



الشكل 3–3 : كثافة الجماعة الأحيائية للكائنات الحية في النظام البيئي لغابة طحلب الكِلْب.

أ. اشرح سبب زيادة كثافة الرعي في عام 2012 م مقارنة بالعام 2002 م.

.....

.....

ب. اقترح سبب انخفاض الجماعة الأحيائية لقنافذ البحر في عام 2002 م على الرغم من وجود المزيد من طحلب الكِلْب لتتغذى عليه.

.....

.....

ج. اقترح الإجراء الذي يمكن أن تتخذه المجتمعات الأحيائية الساحلية لزيادة عدد أفراد الجماعة الأحيائية لثعالب البحر المحلية.

.....

.....

د. اقترح التأثير الذي قد يسببه ارتفاع أعداد ثعالب البحر على الجماعة الأحيائية لقرش القرن.

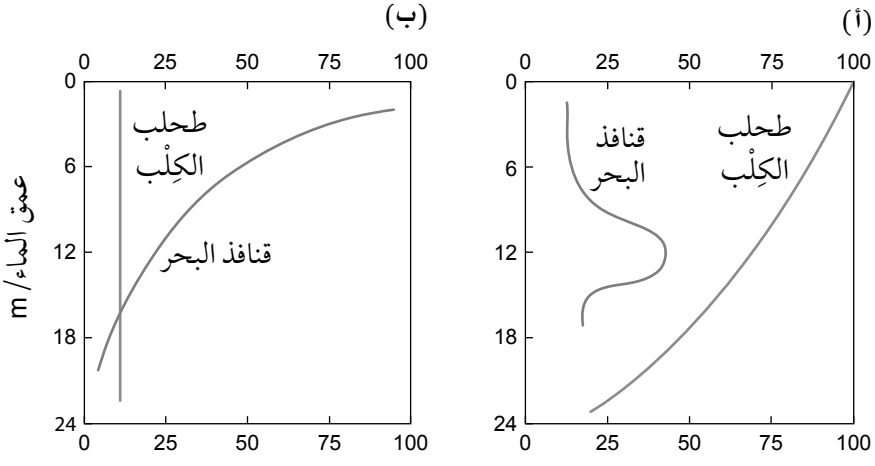
.....

.....

.....

.....

5. يعرض الشكل 3–4 أوجه الاختلاف بين الجماعات الأحيائية لطحلب الكِلْب وقنفذ البحر في موقعَين: جزيرة أمشيتكا *Amchitka* وجزيرة شيميا *Shemya Islands* في بحر بيرينغ *Bering Sea* بالقرب من ألاسكا.



الشكل 3–4: طحلب الكِلْب وقنفذ البحر في: (أ) جزيرة أمشيتكا (ب) جزيرة شيميا.

أ. في جزيرة أمشيتكا، لماذا يقل طحلب الكِلْب مع زيادة العمق؟

.....

.....

ب. اذكر وفرة قنافذ البحر على عمق 6 أمتار على جزيرتَي أمشيتكا وشيميا.

.....

.....

ج. اذكر وفرة طحلب الكِلْب على عمق 6 أمتار على جزيرتَي أمشيتكا وشيميا.

.....

د. توجد ثعالب البحر بكثرة على جزيرة أمشيتكا، لكنها نادرة على جزيرة شيميا. اشرح كيف يمكن للوفرة النسبية لثعالب البحر تفسير الاختلافات في أعداد الجماعات الأحيائية لطحلب الكِلْب وقنفذ البحر بين الجزيرتَين.

.....

.....

.....

.....

هـ. توقّع الفرق في النظام الغذائي لثعالب البحر بين جزيرتَي أمشيتكا وشيميا.

.....

.....

.....

.....

نشاط 3-3 حسابات التغذية والأهرامات

يركز هذا النشاط على كيفية حساب الإنتاجية الأولية وفقدان الطاقة على طول السلاسل الغذائية. ستدرس كيفية رسم ووصف وتفسير أنواع الأهرامات الغذائية الثلاثة: الطاقة والأعداد والكتلة الحيوية.

مصطلحات علمية

كفاءة نقل المستوى الغذائي Trophic level transfer efficiency (TLTE): قياس كمّية الطاقة التي تنتقل بين المستويات الغذائية.

1. تقيس **كفاءة نقل المستوى الغذائي** كمّية الطاقة التي تنتقل بين المستويات الغذائية. تُحسب كفاءة نقل المستوى الغذائي عن طريق:

$$\text{كفاءة نقل المستوى الغذائي} = \frac{\text{طاقة المستوى الغذائي}^{1+n}}{\text{طاقة المستوى الغذائي}^{n}} \times 100\%$$

حيث المستوى الغذائي n + 1 هو المستوى الغذائي الذي يلي المستوى الغذائي n.

أ. احسب كفاءة نقل المستوى الغذائي إذا كان لدى المستهلك الثانوي 500 kcal وكان لدى المستهلك الأولي 4500 kcal.

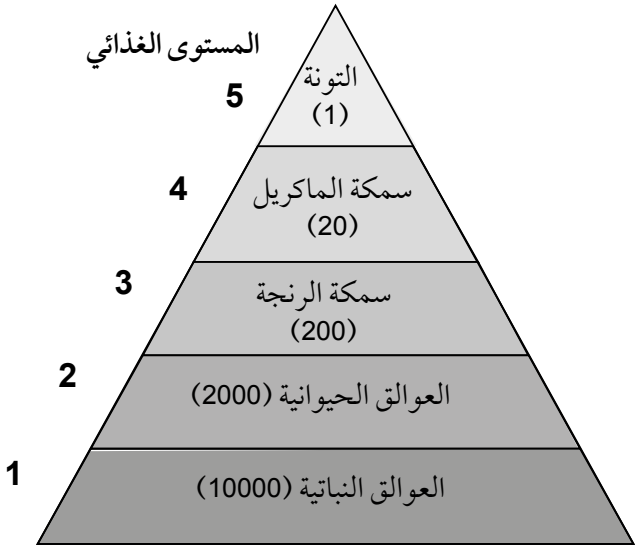
.....

.....

ب. يوضح الشكل 3–5 هرم الطاقة لنظام بيئي بحري (بالوحدات التقديرية).

مهم

تأكد من استخدام الوحدات الصحيحة للإشارة إلى معدل الطاقة الناتجة من كل مساحة:
$kJ\ m^{-2}\ year^{-1}$
أو
$kJ/m^2\ year$.



الشكل 3–5: هرم الطاقة لنظام بيئي بحري.

احسب كفاءة نقل المستوى الغذائي للآتي:

1 - العوالق النباتية ← العوالق الحيوانية.

.....

.....

2 - العوالق الحيوانية ← سمك الرنجة.

.....

.....

3 - سمكة الماكريل ← سمكة التونة.

.....

.....

ج. باستخدام الأمثلة البحرية صف سبب اختلاف كفاءة نقل المستوى الغذائي بين المستويات في السلسلة الغذائية.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

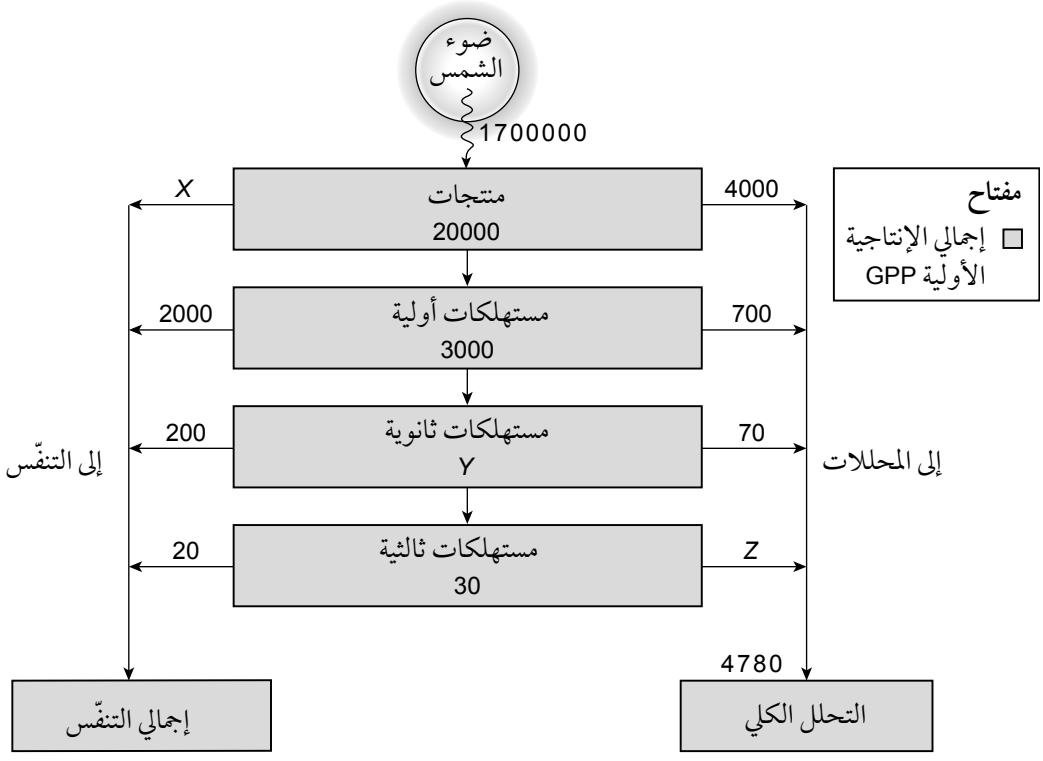
.....

.....

.....

.....

2. يبيّن الشكل 3–6 رسمًا تخطيطيًا لتدفق الطاقة لنظام بيئي بحري.



الشكل 3–6: رسم تخطيطي لتدفق الطاقة لنظام بيئي بحري.

أ. احسب القيم المفقودة *X*، *Y*، *Z*.

X: .....

Y: .....

Z: .....

ب. احسب إجمالي الطاقة المستخدمة في التنفّس.

.....

.....

ج. احسب كفاءة نقل المستوى الغذائي بين المستهلكات الأولية والثانوية.

.....

.....

د. احسب كفاءة الطاقة لعملية التمثيل الضوئي.

.....

.....

3. تتضمن السلسلة الغذائية أدناه بيانات جمعت من رحلة ميدانية إلى مصب نهر المانجروف.

السلسلة الغذائية	مانجروف ←	روبيان ←	سمكة ←	مالك الحزين
الأعداد	1	31	7	1
الكتلة الحيوية ($g\ m^{-2}$)	800	40	10	1

أ. ارسم **هرم الأعداد** للسلسلة الغذائية للمانجروف.

مصطلحات علمية

هرم الأعداد
Pyramid of numbers:
رسم تخطيطي يبيّن عدد الكائنات الحية في كل مستوى غذائي من السلسلة الغذائية.

مهم

تذكّر أن المساحة الإجمالية لرسم التمثيل البياني يجب أن تغطي 50% على الأقل من مساحة التمثيل البياني. على سبيل المثال، عند وجود 80 خطًا على المحور الصادي من ورقة رسم التمثيل البياني، يمكن تقسيمها إلى أربعة مستويات غذائية من 20 خطًا لكل منها.

الخطوة 1: الشكل – يجب رسم أشرطة المستوى الغذائي على شكل مستطيلات وليس مثلثات. يكون الشريط السفلي عند رسم الهرم هو الكائن الحي المنتج دائمًا ويكون الشريط العلوي نهاية السلسلة الغذائية.

الخطوة 2: المحور الصادي – اختر القياس الصحيح لارتفاع كل شريط في هرم الأعداد. توجد أربعة كائنات حية في السلسلة الغذائية للمانجروف، لذا ستحتاج إلى أربعة ارتفاعات متساوية الحجم لأشرطة المستويات الغذائية والتي يجب أن تشغل أكبر قدر ممكن من المحور الصادي الإجمالي (ارتفاع التمثيل البياني).

الخطوة 3: المحور السيني – اختر مقياسًا للمحور السيني يغطي أكبر قدر ممكن من عرض التمثيل البياني.

الخطوة 4: يجب تسمية كل شريط من أشرطة المستوى الغذائي باسم النوع بشكل صحيح.

ب. ارسم هرم **الكتلة الحيوية** للسلسلة الغذائية للمانجروف.

ج. ارسم رسمًا تقريبيًا **لهرم الطاقة** للسلسلة الغذائية للمانجروف.

مصطلحات علمية

هرم الكتلة الحيوية
Pyramid of biomass:
رسم تخطيطي يبيّن الكتلة الحيوية الموجودة في كل مستوى غذائي من السلسلة الغذائية.

هرم الطاقة
Pyramid of energy:
رسم تخطيطي يبيّن مقدار الطاقة الموجودة في كل مستوى غذائي من السلسلة الغذائية.

مهم

الرسم التقريبي هو تمثيل تقريبي حيث لا توجد بيانات متوافرة لرسم هذا الهرم. تحتاج إلى أن تكرر الخطوات من الأولى وحتى الرابعة مع افتراض أن كفاءة المستوى الغذائي تبلغ 10% فقط.

4. ارسم رسمًا تقريبيًا لكل من هرم الأعداد والكتلة الحيوية والطاقة لبيانات السلسلة الغذائية من النظام البيئي لطحلب الكِلْب، المبيّنة في الجدول 3-3.

مهم

كرر الخطوات من الأولى وحتى الرابعة كما هو مبيّن أعلاه لكن مع بيانات للكتلة الحيوية.

المستوى الغذائي	الاسم	الأعداد	الكتلة الحيوية	الطاقة
مستهلك ثالثي	سلمون شينوك	1	5	50
مستهلك ثانوي	سمك القد الموحل	10	10	400
مستهلك أولي	الرخويات	50	40	4000
منتج	طحلب الكِلْب	200	800	20000

الجدول 3-3: بيانات السلسلة الغذائية للنظام البيئي لطحلب الكِلْب.

نشاط 3-4 دورات المغذيات

سيبدأ هذا النشاط بتقديم الأنواع المختلفة من المغذيات البحرية (الغازات والأيونات غير العضوية والمركبات العضوية) والعناصر الضرورية لبناء الجزيئات العضوية الكبيرة مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات من جزيئات صغيرة. ستستقصي بعد ذلك العمليات التي تؤدي إلى استنفاد مخزون المغذيات الذائبة في المحيطات وتجديده، وكيف يمكن أن يكون نقص المغذيات عاملاً محددًا للإنتاجية. ستستكشف هذه العمليات الحيوية والكيميائية والفيزيائية والجيولوجية في سياق دورة الكربون.

1. أ. اذكر الدور الحيوي لكل من العناصر الآتية:

1 – النيتروجين

.....

2 – الكربون

.....

3 – الكالسيوم

.....

4 – الفسفور

.....

5 – المغنيسيوم

.....

ب. اذكر عنصرَين آخرَين يوجدان في جميع الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.

.....

ج. ما العنصر الإضافي الذي تحتاج إليه البروتينات لتكوين بعض الأحماض الأمينية مثل السيستين والمثيونين.

.....

د. لتحقيق إنتاجية عالية، يلزم توفّر العناصر المذكورة أعلاه بكميات كبيرة نسبيًا. اذكر أيونًا غير عضوي يلزم توفّره فقط بتراكيز قليلة جدًا.

.....

هـ. اشرح سبب اعتبار أن تركيز أيونات النترات والفوسفات يُعدّ ضروريًا لنظام بيئي بحري صحّي.

.....

.....

مصطلحات علمية

غير حيوي Abiotic: المكوّنات غير الحية للنظام البيئي حيث تكون المواد الكيميائية غير عضوية.

حيوي Biotic: المكوّنات الحية للنظام البيئي حيث تكون المواد الكيميائية عضوية.

2. **أ.** تتضمن دورات المغذيات حركة العناصر الكيميائية وإعادة تدويرها بين الطور **غير الحيوي** (عندما تكون على شكل مواد كيميائية غير عضوية)، والطور **الحيوي** (عندما تكون على شكل مواد كيميائية عضوية). اذكر العملية التي تحوّل المواد الكيميائية في كل تغيير بين الطورَين:

1 – من الطور غير الحيوي إلى الطور الحيوي.

.....

2 – من الطور الحيوي إلى الطور غير الحيوي.

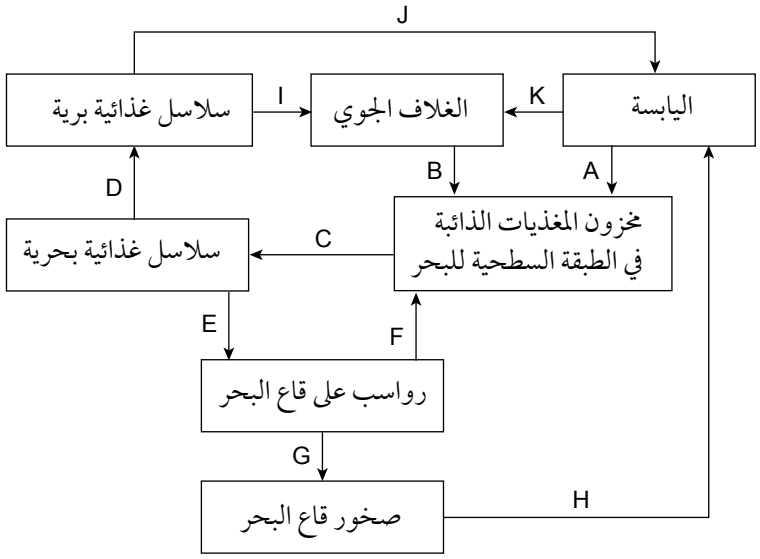
.....

ب. صمم جدولاً تضع فيه المغذيات غير العضوية والمغذيات العضوية الآتية في الفئات: أيونات غير عضوية، غازات غير عضوية، مركبات عضوية.

N_2 SO_4^{2-} NO_2^- PO_4^{3-} NH_4^+ Ca^{2+} Mg^{2+} NO_3^- HCO_3^- دهون CO_3^{2-}

S^{2-} NH_3 NO CO كربوهيدرات CO_2 NO_2 بروتين SO_2

3. تشترك العديد من دورات المغذيات في عمليات تساعد على تدوير المغذيات بين الطورَين الحيوي وغير الحيوي. يبيّن الشكل 3-7 رسمًا تخطيطيًا لدورة الكربون.



الشكل 3-7: دورة الكربون.

اختر من قائمة العمليات الحيوية والكيميائية والفيزيائية والجيولوجية في الجدول 3-4 ما يصف A-K في الشكل 3-7.

العمليات الحيوية	العمليات الكيميائية	العمليات الفيزيائية	العمليات الجيولوجية
الامتصاص/ التمثيل الغذائي التمثيل الضوئي التنفّس الحصاد (صيد الأسماك) التحلل الفتات العضوي/ الثلج البحري	إذابة غازات الغلاف الجوي الاحتراق	تجوية الصخور تعرية الصخور الجريان السطحي التيارات الصاعدة للمياه الهطول	النشاط البركاني تكوّن الصخور الصفائح التكتونية (الدفع إلى الأعلى)

الجدول 3-4: العمليات المشتركة في دورات المغذيات.

4. تشكل الأيونات غير العضوية الذائبة في المياه السطحية للمحيطات خزانًا للمغذيات الذائبة المتاحة للمنتجات وللمستهلكات.

أ. اشرح كيف يمكن لكل من العمليات الآتية تجديد مخزون المغذيات غير العضوية المستخدمة في تكوين كتلة حيوية جديدة.

1 – التيارات الصاعدة للمياه

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2 – الجريان السطحي

.....

.....

.....

.....

.....

3 – النشاط التكتوني

.....

.....

.....

.....

.....

4 – إذابة غازات الغلاف الجوي

.....

.....

.....

ب. اشرح: كيف ولماذا يمكن أن تنضب المغذيات من خزان المحيط عن طريق:

1 – الامتصاص في الكائنات الحية.

.....

.....

.....

.....

.....

2 – الحصاد.

.....

.....

.....

3 – تكوّن الصخور.

.....

.....

.....

.....

.....

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي 3-1: أهرامات الأعداد والكتلة الحيوية

أهداف الاستقصاء العملي

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

مقدمة

تظهر **السلاسل الغذائية** و**الشبكات الغذائية** علاقات بين الأنواع في مستويات غذائية مختلفة. المنتجات هي أساس جميع السلاسل الغذائية، وهي تستخدم عملية التمثيل الضوئي لتحويل طاقة الضوء إلى طاقة كيميائية وتخزن بعضًا منها على شكل كتلة حيوية، حيث تنتقل بعض هذه الطاقة والكتلة الحيوية عبر السلاسل الغذائية إلى مستويات غذائية أعلى. يسعى هذا الاستقصاء إلى قياس أعداد الكائنات الحية وكتلتها الحيوية لكل مستوى غذائي في الموطن البيئي – من الناحية النموذجية موطن بيئي ساحلي يمكن الوصول إليه (على سبيل المثال، شاطئ صخري أو شاطئ رملي حيث يمكن توقع العثور على كائنات حية مثل تلك المبيّنة في الصورة 3–1)، ولكن، يمكن للمواطن البيئية الأرضية مثل الأراضي العشبية المفتوحة والغابات أن توضح أيضًا كيفية مقارنة أهرامات الأعداد وأهرامات الكتلة الحيوية.

مصطلحات علمية

السلسلة الغذائية Food chain: طريقة لوصف علاقات التغذية بين الكائنات الحية.

الشبكة الغذائية Food web: طريقة تبيّن جميع علاقات التغذية المختلفة في النظام البيئي.



الصورة 3–1: أمثلة على كائنات حية يمكن العثور عليها على شاطئ صخري.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:

- مربع قياسي (على سبيل المثال 1 m x 1 m أو 0.5 m x 0.5 m)
- كؤوس بلاستيكية أو عُلب بلاستيكية
- مجرفة صغيرة
- ملقط
- مقص
- **بوتر** (قنينة أو أي أداة مشابهة لجمع اللافقاريات الصغيرة بأمان)
- صينية فرز بيضاء كبيرة
- مفتاح التعرف
- عدسة يد مكبرة
- ميزان

مصطلحات علمية

بوتر Pooter: قنينة لجمع اللافقاريات الصغيرة تتصل بها أنبوبة يتم عبرها شفط الحيوان إلى داخل القنينة، وأنبوبة أخرى للشفط محاط طرفها الداخلي بنسيج قطني أو بقطعة شاش لمنع ابتلاع الحيوان أثناء الشفط.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تعاون دائمًا في العمل الميداني بخاصة على الشواطئ، مع زميل لك؛ إذ قد يتضمن الموطن البيئي الذي تختاره مخاطر معيّنة بسبب الموقع أو طبيعة الكائنات الحية التي قد توجد. اتبع جميع تعليمات معلّمك بدقة.

التمهيد للاستقصاء

أ. كيف يمكن أن يختلف موقع وجود الكائنات الحية على الشاطئ الصخري عن تلك الموجودة على الشاطئ الرملي؟ كيف سيغير ذلك طريقتك في جمع كل الكائنات الحية الموجودة في عيّنة الموطن البيئي؟

ب. ما احتياطات الأمان والسلامة التي يجب مراعاتها عند التعامل مع كائنات حية غير معروفة؟

ج. لماذا يجب التعامل بحذر مع الكائنات الحية؟

الطريقة

1. اختر موقعًا في الموطن البيئي يحتوي على مجموعة من الكائنات الحية. قد تحتاج إلى إزاحة بعض الأعشاب البحرية أو الغطاء النباتي للكشف عما تغطيه.
2. ضع المربع القياسي بعناية في المكان المحدد حتى لا تتعرض أي كائنات حية موجودة للأذى.
3. اجمع كل الكائنات الحية في الموقع (اقطع أعشاب البحر من القاعدة أو انزع العشب من الجذور)، ثم ضع كل ما تجمعه على الصينية البيضاء. عندما يكون سطح الموقع رخوًا أو ليّنًا (على سبيل المثال، الرمل أو التربة)، يمكنك حفر الجزء العلوي بعمق (10 - 15 cm) لتحدّد موقع أية كائنات حية أخرى تختبئ في الطبقة الركيزة.

4. استخدم الملقط لتفصل بحرص أي حيوانات عن المنتجات، ثم ضع كل نوع منها في وعاء (علبة أو كأس) بلاستيكي مستقل. قد يكون من الأسهل فصل الحيوانات الصغيرة جدًا باستخدام البوتر.
5. حاول التعرّف على الحيوانات باستخدام مفتاح التعرف، واكتب مسمياتها بحسب المستوى الغذائي الذي تشغله (مستهلكات أولية أو مستهلكات ثانوية).
6. صمم جدول نتائج لتسجيل جميع البيانات التي تجمعها.
7. احسب عدد جميع المنتجات وسجّله في جدول النتائج.
8. زن كتلة جميع المنتجات وسجّل الكتلة في جدول النتائج.
9. كرر الخطوتَين 7 و 8 لكل مستوى غذائي (وليس الأنواع المنفردة) عثرت عليه.
10. أعد جميع الكائنات الحية إلى مواطنها البيئية.

النتائج

صمّم جدول نتائج لتسجل جميع نتائجك (الخطوة 6 في الخطوات). تأكد من احتواء الجدول على أعمدة لكل من عدد الكائنات الحية وكتلتها.

التحليل والاستنتاج والتقويم

1. ارسم على ورق الرسم البياني هرم أعداد وهرم كتلة حيوية لنتائجك. استخدم الشبكة لرسم الشرائط في الهرم على مقياس محدّد. اكتب مسميات المستويات الغذائية في الأشرطة وضمّن مقياسًا مناسبًا للرسم مع الوحدات.
2. يمكن تكرار التجربة عدة مرات إذا توافر الوقت. ما ميزة ذلك؟ وما المشكلات البيئية التي قد تنتج؟
3. احسب فقدان الطاقة خلال هذه السلاسل الغذائية بناء على هرم الكتلة الحيوية الذي رسمته. اقترح أسباب فقدان الطاقة في السلاسل الغذائية.
4. اقترح الأسباب التي يمكن أن تجعل البيانات التي تم جمعها لا تعكس بدقة الكتلة الحيوية للمجتمع الأحيائي في كل مستوى غذائي.
5. يمثّل هرم الأعداد أو هرم الكتلة الحيوية عادة سلسلة غذائية مفردة. اقترح الأسباب التي تجعل من الصعب إجراء هذا الاستقصاء للنظر في سلسلة غذائية مفردة.

تأمّل

6. إلى أي مدى تتطابق نتائج استقصائك مع النتائج التي كنت قد توقعتها؟ إذا كانت مختلفة تمامًا، فاقترح أسباب اختلافها.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

استقصاء عملي 3-2: التخطيط لإجراء استقصاء لتقدير إنتاجية منتج مائي (إثرائي)

أهداف الاستقصاء العملي

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

مقدمة

خلال عملية التمثيل الضوئي يتم امتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية تستخدمها المنتجات وتخزنها على شكل طاقة كيميائية. تتراكم الطاقة المخزنة في المنتجات على شكل كتلة حيوية وتصبح متاحة لمستوى غذائي آخر من خلال علاقات التغذية في السلاسل الغذائية. هنا ستخطط وتنفذ استقصاء لمحاولة تحديد كل من صافي الإنتاجية والإنتاجية الكلية لنبات مائي.

ملاحظة: الإنتاجية الكلية مقابل صافي الإنتاجية نشاط إثرائي فقط.

التمهيد للاستقصاء

أ. هل تتوقّع أن تزيد الكتلة الحيوية للنبات أو تنقص عندما يقوم بعملية التمثيل الضوئي بسرعة أكبر من التنفّس؟

ب. اقترح كيف يمكن قياس الزيادة أو النقصان في الكتلة الحيوية لكائن حي منتج.

مهم

يمكن تقدير الطاقة بقياس التغيرات في الكتلة الحيوية للكائن الحي. قراءات الكتلة الحيوية الجافة هي الأكثر دقة، لكن بما أن النباتات مائية، يجب أن يكون محتواها المائي متسقًا، لكي تعطي الكتلة الحيوية الرطبة مؤشرات معقولة على التغير.

التخطيط

يمكن تحديد الإنتاجية الأولية بهذه الصيغة:

الإنتاجية الأولية الكلية = صافي الإنتاجية الأولية + التنفّس

حيث:

الإنتاجية الأولية الكلية = إجمالي الطاقة التي يحصل عليها الكائن الحي المنتج

صافي الإنتاجية الأولية = الطاقة المنتقلة إلى كتلة حيوية جديدة

التنفّس = الطاقة التي يستخدمها الكائن الحي المنتج

المتغيرات

1. انقل الجدول 3–5 وأكمله لتحديد المتغيرات التي قد تؤثّر على معدل نمو النباتات المائية.

العامل المؤثر على نمو النبات	سبب تأثيره على نمو النبات	مدى تأثير زيادته على نمو النبات	كيف يمكن تغييره في النشاط العملي؟
شدة الضوء			
درجة الحرارة			
مساحة سطح الماء			
توافر المغذيات			
كتلة النبات في البداية			

الجدول 3–5: العوامل المؤثرة على معدل نمو نبات مائي.

2. لتحصل على بيانات صحيحة (موثوقة) تحتاج إلى تغيير متغيّر واحد (المتغير المستقل) وقياس الآخر (المتغيّر التابع). ولتقدير الإنتاجية، تحتاج أيضًا إلى تضمين مقياس للفترة الزمنية المستغرقة ومقدار النمو.

أ. ما الذي تحتاج إلى قياسه لتحدد الإنتاجية الأولية الكلية (المتغير التابع)؟

.....

.....

ب. كيف تقيس المتغيّر التابع؟

.....

.....

ج. كم مرّة ستكرّر كل قياس؟

.....

.....

د. ما المتغيّر المستقل (ما الذي تغيّرُه)؟

.....

هـ. كيف ستغيّر المتغيّر المستقل؟

.....

.....

3. للحصول على بيانات صحيحة (موثوقة)، يجب التحكم في المتغيرات الأخرى التي قد تؤثر على نتائجك، والتي تسمى **المتغيرات الضابطة**. حدّد المتغيرات الضابطة باستخدام المعلومات التي أكملتها في الجدول 3-5، وبيّن كيف يمكنك المحافظة على ثباتها في الاستقصاء. أكمل الجدول 3-6.

مصطلحات علمية

متغيّرات ضابطة Control variables:
المتغيّرات التي لا يتم اختبارها، لكن يجب المحافظة على ثباتها في حال تأثيرها على التجربة.

المتغيّر	كيف تحافظ على ثباته؟

الجدول 3-6: المتغيرات الضابطة لاستقصاء الإنتاجية.

المواد والأدوات

4. أكمل الجدول 3-7 وسجّل فيه قائمة بالمواد والأدوات التي تحتاج إليها لتكمل الاستقصاء.

المواد والأدوات	العدد

الجدول 3-7: المواد والأدوات اللازمة لاستقصاء الإنتاجية.

احتياطات الأمان والسلامة

5. ما المخاطر التي قد تواجه طريقتك؟ كيف يمكنك التقليل من إمكانية حدوث هذه المخاطر؟ انقل الجدول 3–8 وأكمله.

المخاطر	الخطوات التي يمكن اتخاذها للتقليل من إمكانية حدوث هذه المخاطر

الجدول 3–8: تقييم المخاطر لاستقصاء الإنتاجية.

الطريقة

6. اكتب بالتفصيل كيفية إجراء التجربة. ضمّن، إن لزم الأمر، رسمًا تخطيطيًا لكيفية إعداد الجهاز. ثم ضمّن جميع تفاصيل العملية لإجراء التجربة، مشيرًا إلى كيفية تغير المتغيّر المستقل، وكيفية قياس المتغيّر التابع، وكيفية المحافظة على ثبات المتغيرات الضابطة.

مهم

تأكّد من توفير مساحات لجميع القياسات التي خططت لإجرائها، بما في ذلك التكرارات والمتوسطات. تأكد من تضمين جميع الوحدات المناسبة.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. اعرض خطتك على معلّمك ونفّذ الاستقصاء بعد موافقته عليها.

النتائج

صمّم جدول نتائج لتسجيل البيانات التي تخطّط لجمعها.

التحليل والاستنتاج والتقويم

يجب أن يكون لديك ثلاثة قياسات:

زيادة الكتلة الحيوية للنباتات المعرّضة للضوء (صافي الإنتاجية الأولية) =

التغيّر في الكتلة الحيوية للنباتات البعيدة عن الضوء (التنفّس) =

الوقت المستغرق للتغيرات في الكتلة الحيوية.

أ. استخدم الصيغة: | الإنتاجية الأولية الكلية = صافي الإنتاجية الأولية + التنفّس | لحساب الإنتاجية الأولية الكلية لهذه الفترة الزمنية.

ب. قسّم إجابتك على الزمن المستغرق لتقدير معدّل الإنتاجية الأولية الكلية (تأكّد من إدراج جميع الوحدات).

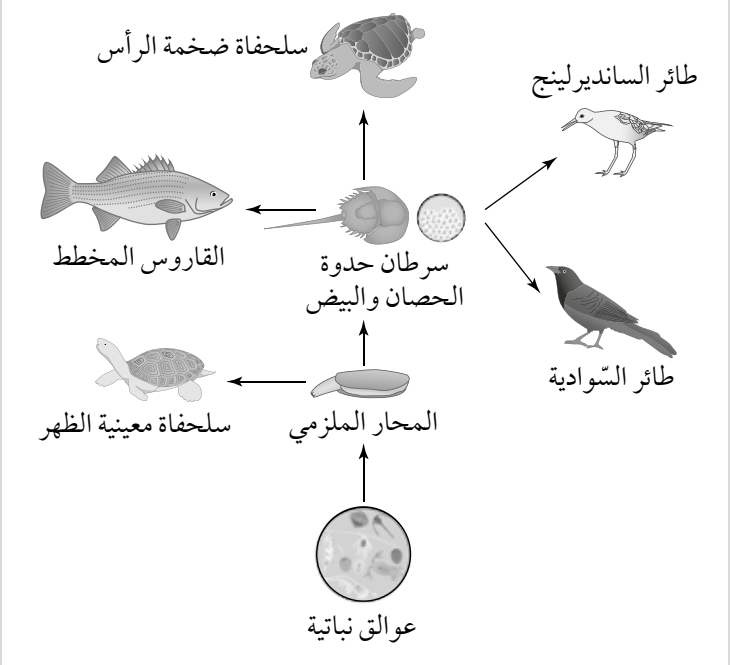
ج. اقترح كيف يمكن أن يختلف معدّل الإنتاجية خلال السنة؛ ولماذا لا يمكن افتراض ثبات معدل الإنتاجية، الذي قدرته، طوال السنة؟

تأمّل

د. كيف يمكنك تحسين طريقتك للحصول على تقدير أكثر دقة للإنتاجية خلال سنة كاملة؟

أسئلة نهاية الوحدة

1. يبيّن الشكل 3–8 شبكة غذائية بحرية.



الشكل 3–8

أ. ما مصدر الطاقة الأساسي لهذه الشبكة الغذائية؟ **[1]**

ب. وضّح المقصود بالمستوى الغذائي. **[1]**

ج. اكتب سلسلة غذائية تتضمن مستهلكًا ثالثيًا. **[2]**

د. اشرح ما تمثله الأسهم الموجودة بين الكائنات الحية. **[2]**

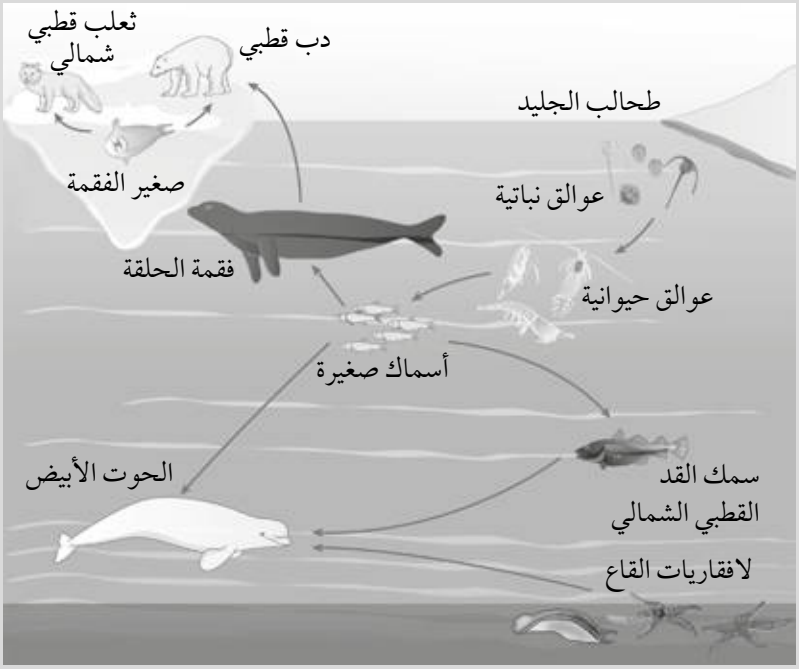
هـ. اشرح المصطلح "مفترس"، مع الإشارة إلى الشكل أعلاه. **[2]**

و. اقترح **عاملاً حيويًا** واحدًا "غير الافتراس" قد يكون له تأثير على الجماعة الأحيائية لسرطان حدوة الحصان. **[1]**

ز. درس علماء بيئة مجموعة من 130 سرطان حدوة الحصان ووجدوا 10 منها مع طفيليات هدبية. اشرح مصطلح التطفل. **[3]**

[المجموع: 12]

2. يبيّن الشكل 3–9 شبكة غذائية من المنطقة القطبية الشمالية. **[1]**



الشكل 3–9

أ. باستخدام الشكل، اذكر سلسلة غذائية تكون فيها الدببة مستهلكة رابعية. **[1]**

ب. استقصت دراسة للنظام الغذائي للفقمات محتويات معدة الفقمات. وجد العلماء فيها مجموعة متنوعة من الفرائس اللافقارية قد تم استهلاكها: 73 سرطان بحر، 55 محارة، 47 حلزونًا، 32 من مزدوجات الأرجل، 18 روبيان. احسب متوسط عدد اللافقاريات التي أكلتها كل فقمة، موضحًا خطوات حلّك. **[2]**

ج. يتم صيد الحيتان البيضاء في منطقة القطب الشمالي للاستفادة من لحومها ودهنها وجلودها. اشرح كيف يمكن أن يؤثر هذا بشكل مباشر على أعداد الجماعة الأحيائية لكل من الأنواع الأخرى في السلسلة الغذائية الآتية: **[3]**

العوالق النباتية ← العوالق الحيوانية ← الأسماك الصغيرة ← الحوت الأبيض

د. ارسم هرم الطاقة للسلسلة الغذائية أعلاه. **[4]**

[المجموع: 10]

تابع

3. أ. عرّف المصطلح "المغذي". **[2]**

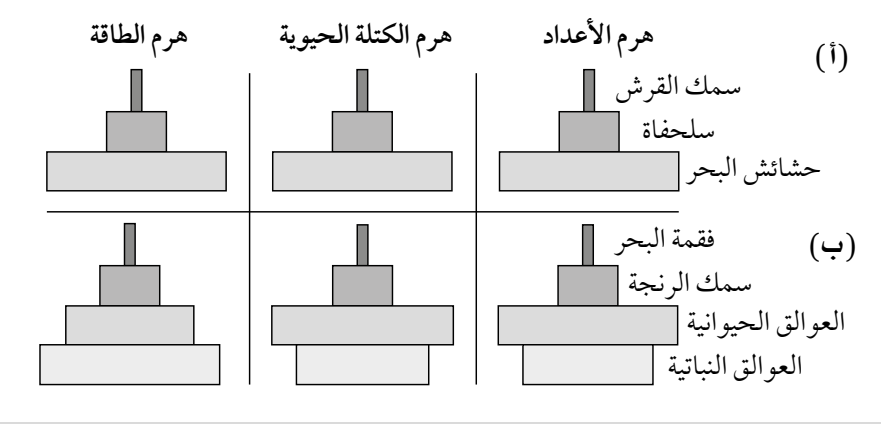
ب. اشرح الاختلافات بين المصطلحَين الكتلة الحيوية والإنتاجية. **[2]**

ج. الحديد الذائب عامل محدّد رئيسي لنمو العوالق النباتية في مياه القارة المتجمدة الجنوبية. لماذا يمكن أن يكون تركيز الحديد مرتفعًا نسبيًا في الربيع؟ **[2]**

د. يقارن الشكل 3–10 بين الأهرامات الحيوية لسلسلتَين غذائيتَين بحريتَين. **برّر** سبب اختلاف أو تشابه أهرامات السلسلتين الغذائيتين. **[6]**

أفعال إجرائية

برّر Justify: ادعم الموضوع بالأدلة والحجة.

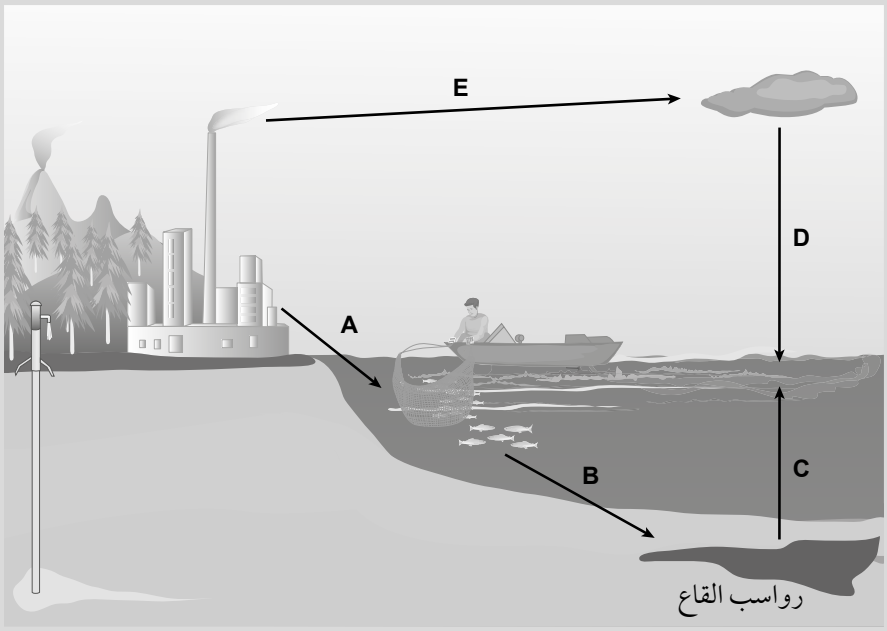


الشكل 3–10

[المجموع: 12]

تابع

4. يبيّن الشكل 3–11 رسمًا تخطيطيًا لدورة الكربون.



الشكل 3–11

أ. اكتب مسميات العمليات A-E. **[5]**

A: .....

B: .....

C: .....

D: .....

E: .....

ب. اشرح كيف يمكن أن تؤثر العوامل غير الحيوية الآتية على تبادل غاز ثاني أكسيد الكربون بين الغلاف الجوي والمياه السطحية.

1 – زيادة سرعة الرياح. **[2]**

2 – زيادة درجة حرارة المحيط. **[2]**

ج. اشرح عمليتَين أحيائيتين تقوم من خلالهما الميكروبات البحرية بإعادة تدوير الكربون بين المغذيات العضوية في الطور الحيوي والمغذيات غير العضوية في الطور غير الحيوي. **[4]**

[المجموع: 13]

التصنيف

Classification

أهداف التعلُّم

4-1 يصف تصنيف الأنواع في التسلسل الهرمي التصنيفي للنطاق والمملكة والشعبة والطائفة والرتبة والعائلة والجنس والنوع.

4-2 يصف ويستخدم نظام التسمية الثنائية لتسميات الأنواع.

4-3 يصمّم ويستخدم مفاتيح التشعيب الثنائية البسيطة التي تعتمد على سمات يمكن تحديدها بسهولة.

4-4 يسجّل ملاحظات وينفذ رسومًا بيولوجية من عيّنات أو صور فوتوغرافية لكائنات بحرية رئيسية.

4-5 يعرّف العوالق على أنها مجموعة متنوعة من الكائنات الحية المجهرية بشكل عام والتي لديها قدرة محدودة على الحركة، وتنجرف مع التيارات المائية.

4-6 يصف العوالق النباتية كمنتجات تمتص المغذيات من بيئتها وتحصل على غذائها بواسطة عملية التمثيل الضوئي؛ وتشمل الطحالب المجهرية مثل الدياتومات والسوطيات الدوارة.

4-7 يذكر أن العوالق الحيوانية هي مستهلكات؛ ومنها اليرقات ومجدافيات الأرجل وحيوانات كبيرة مثل قنديل البحر.

4-8 يصف ويحدّد السمات الرئيسية لشوكيات الجلد النموذجية البالغة، والتي تقتصر على التماثل الخماسي والأقدام الأنبوبية.

4-9 يلخّص وظائف الأقدام الأنبوبية في شوكيات الجلد النموذجية البالغة.

4-10 يلخّص الأهمية البيئية والاقتصادية لشوكيات الجلد، بما في ذلك نجم البحر المكلل بالأشواك.

4-11 يصف ويحدّد السمات الرئيسية للقشريات البالغة النموذجية، بما في ذلك الدرع، والبطن المجزأ، والأرجل المفصلية وزوجان من قرون الاستشعار.

4-12 يلخّص وظائف الدرع، والأرجل المفصلية في القشريات البالغة النموذجية.

4-13 يصف ويحدّد السمات الداخلية والخارجية الرئيسية لسمكة عظمية بالغة نموذجية، بما في ذلك الخياشيم، والغطاء الخيشومي، والخط الجانبي المرئي من الخارج، والحراشف، والزعانف (الصدرية والذيلية والحوضية والشرجية والظهرية) والهيكل العظمي، ومثانة العوم.

4-14 يلخّص وظائف الخياشيم، والغطاء الخيشومي، والخط الجانبي المرئي من الخارج، والحراشف، والزعانف (الصدرية والذيلية والحوضية والشرجية والظهرية)، والهيكل العظمي، ومثانة العوم في الأسماك العظمية البالغة النموذجية.

4-15 يلخّص الأهمية البيئية والاقتصادية للأسماك العظمية، بما في ذلك سمكة الأنشوجة البيروفية.

4-16 يصف ويحدّد السمات الداخلية والخارجية الرئيسية لسمكة غضروفية بالغة نموذجية، بما في ذلك الهيكل الغضروفي، والزعانف (الصدرية والذيلية والحوضية والشرجية والظهرية)، والسنينات، والخط الجانبي، والخياشيم، والشقوق الخيشومية.

أهداف التعلُّم

4–17 يلخّص وظائف الهيكل الغضروفي، والزعانف (الصدرية والذيلية والحوضية والشرجية والظهرية)، والسنينات، والخط الجانبي، والخياشيم، والشقوق الخيشومية لسمكة غضروفية بالغة نموذجية.

4–18 يصف ويحدّد السمات الرئيسية للطحالب الكبيرة النموذجية، مثل طحلب الكِلْب، بما في ذلك المثبت، والستيب، والأنصال.

4–19 يلخص وظائف المثبت، والستيب، والمثانات الهوائية والأنصال للطحالب الكبيرة النموذجية.

4–20 يلخّص الأهمية البيئية والاقتصادية للطحالب الكبيرة الحجم، بما في ذلك طحلب الكِلْب.

4–21 يصف ويحدّد السمات الرئيسية لنبات بحري نموذجي، مثل حشائش البحر، بما في ذلك الجذور والأوراق والأزهار.

4–22 يلخّص وظائف الجذر، والأوراق والأزهار لنبات بحري نموذجي.

4–23 يلخّص الأهمية البيئية والاقتصادية للنباتات البحرية، بما في ذلك حشائش البحر.

الأنشطة

نشاط 4-1 التصنيف

سيبدأ هذا النشاط باستخدام بعض الأنواع الرئيسية التي تم توضيحها في المنهج لبناء ثقتك بنفسك في استخدام التسمية الثنائية كجزء من التسلسلات الهرمية التصنيفية. ثم سنتمرن على استخدام وتصميم مفاتيح التشعيب الثنائي والرسوم البيولوجية.

1. لكل **نوع** اسم فريد مكوّن من جنسه ونوعه. يُطلق على هذَين الجزأَين (الجنس والنوع) **التسمية الثنائية** وهما جزء من **التسلسل الهرمي التصنيفي**.

أ. انقل وأكمل الجدول 4–1 لكل نوع.

التسلسل الهرمي التصنيفي	حشائش السلحفاة	طحلب الكِلْب العملاق
		حقيقية النوى
المملكة		
	كاسيات البذور	الطحالب الداكنة
الطائفة	ثنائيات الفلقة	
	مزماريات	لامينارية
العائلة	كلويّات الماء	الليسونيات
	Thalassia	
	testudinium	

الجدول 4–1: التسلسل الهرمي التصنيفي لحشائش السلحفاة وطحلب الكِلْب العملاق *Macrocystis pyrifera* .

مصطلحات علمية

النوع Species: مجموعة من الكائنات الحية المتشابهة التي يمكنها أن تتزاوج في ما بينها طبيعيًّا لإنتاج نسل (أفراد) خصب قادر على التكاثر.

التسمية الثنائية Binomial nomenclature: الاسم اللاتيني لكل نوع من الكائنات الحية، يتكوّن من جزأَين: الجنس والنوع.

التسلسل الهرمي التصنيفي Taxonomic hierarchy: تصنيف نوع من أنواع الكائنات الحية عن طريق وصف النطاق، والمملكة، والشعبة، والطائفة، والرتبة، والعائلة، والجنس، والنوع.

مهم

عند كتابة الاسم العلمي لنوع ما، يُستهل كتابة الجنس بحرف كبير في حين يُستهل كتابة النوع بحرف صغير. وعند كتابته بخط اليد، من الأفضل وضع خط تحت كل من الجنس والنوع.

ب. استخدم **مفتاح التشعيب الثنائي** في الجدول 4-2 والتسلسل الهرمي التصنيفي في الجدول 4-3 لإيجاد الأسماء الشائعة للأنواع **A**، و **B**، و **C**.

الخطوة	السمة المميزة	الاسم الشائع
1. **أ**	حيوان .... انتقل إلى الرقم 2	
1. **ب**	ليس حيوانًا .... انتقل إلى الرقم 3	
2. **أ**	حبليات (فقاريات) .... انتقل إلى الرقم 4	
2. **ب**	لاحبليات (لافقاريات) .... انتقل إلى الرقم 5	
3. **أ**	المملكة النباتية	حشائش السلحفاة
3. **ب**	الأوليات	طحلب الكِلْب العملاق
4. **أ**	ثديي .... انتقل إلى الرقم 6	
4. **ب**	سمَك .... انتقل إلى الرقم 7	
5. **أ**	شوكي الجلد .... انتقل إلى الرقم 8	
5. **ب**	مفصلّي	كريل القطب الجنوبي
6. **أ**	الجنس *Orcinus*	الحوت القاتل
6. **ب**	الجنس *Delphinus*	الدلفين الشائع
7. **أ**	طائفة الأسماك الغضروفية	القرش الأزرق
7. **ب**	طائفة الأسماك العظمية	الأنشوجة البيروفية
8. **أ**	رتبة التيجان الشائكة	نجم البحر المكلّل بالأشواك
8. **ب**	رتبة المصراعيات	نجم البحر الخفّاش

الجدول 4-2: مفتاح تشعيب ثنائي.

التسلسل الهرمي التصنيفي	النوع A	النوع B	النوع C
النطاق	حقيقية النوى	حقيقية النوى	حقيقية النوى
المملكة	الحيوانية	الحيوانية	الحيوانية
الشعبة	الحبليات	الحبليات	شوكيات الجلد
الطائفة	الثدييّات	الثدييّات	النجميات
الرتبة	الحيتانيات	الحيتانيات	المصراعيات
العائلة	الدلفينيات	الدلفينيات	النّبريّات
الجنس	*Orcinus*	*Delphinus*	*Asterias*
النوع	*orca*	*delphis*	*miniata*

الجدول 4-3: التسلسل الهرمي التصنيفي للأنواع: A، B و C.

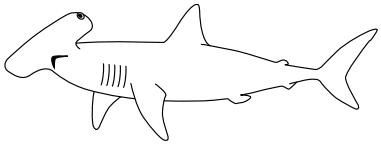
مصطلحات علمية

مفتاح التشعيب الثنائي Dichotomous key: أداة تعرّف تستخدم سلسلة من الاختيارات لسمات مميزة، مع التوجيه إلى مرحلة أخرى في المفتاح، إلى أن يتم تحديد النوع.

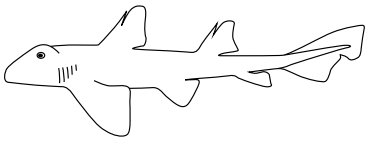
مصطلحات علمية

رسم بيولوجي
Biological drawing: رسوم علمية تسجّل صورة عيّنة وأبرز سماتها.

ج. انقل الجدول 4–4. استخدم **الرسوم البيولوجية** لأنواع أسماك القرش الستة الظاهرة في الشكل 4–1 لإكمال مفتاح التشعيب الثنائي.



قرش المطرقة
Sphyrna zygaena



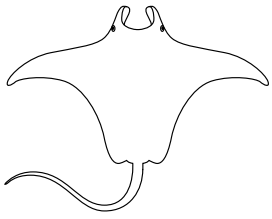
قرش القرن
Heterodontus francisci



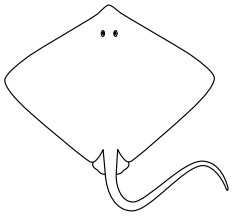
القرش العفريت
Mitsukurina owstoni



القرش الأفطس
سداسي الخياشيم
Hexanchus griseus



شيطان البحر
Cephalopterus manta



الشفنين البحري
Dasyatis pastinaca

الشكل 4–1: ستة أنواع مختلفة من القرش.

الخطوة	السمة المميزة	التسمية الثنائية	الاسم الشائع
1. أ 1. ب	شكل الجسم يشبه الطائرة الورقية ... انتقل إلى الرقم 2 شكل الجسم لا يشبه الطائرة الورقية ... انتقل إلى الرقم 3		
2. أ 2. ب	زوائد تشبه القرن على الخطم لا توجد زوائد تشبه القرن على الخطم		
3. أ 3. ب	6 شقوق خيشومية 5 شقوق خيشومية ... انتقل إلى الرقم 4		
4. أ 4. ب	أشواك على الزعنفة الظهرية لا توجد أشواك على الزعنفة الظهرية ... انتقل إلى الرقم 5		
5. أ 5. ب	نقطة طويلة في نهاية الخطم لا توجد نقطة طويلة في نهاية الخطم ... انتقل إلى الرقم 6		
6. أ 6. ب	عينان كبيرتان محاطتان بحلقة صغيرة العينان في نهاية نتوءات شبيهة بالمطرقة		

الجدول 4-4: مفتاح تشعيب ثنائي لأنواع من القرش.

2. أ. ارسم رسمًا بيولوجيًا للحيوان القشري الظاهر في الصورة 4-1. أضف المسميات الآتية: الدرع، البطن المجزأ، الأرجل المفصلية، زوجان من قرون الاستشعار.

مهم

من المهم أن يكون مقياس الرسم البيولوجي صحيحًا. على سبيل المثال، يجب رسم رأس جراد البحر في الصورة 4-1 بحجم يقارب ربع طول الجسم الكلي.

يجب ألا تكون الرسوم البيولوجية ملونة. استخدم قلم الجرافيت HB المدبب لرسم خطوط واضحة ومتصلة من دون تظليل للرسم.



الصورة 4-1: جراد البحر الأسترالي الأحمر.

الخطوة 1: ارسم رسمًا لجراد البحر، مع التأكّد من أن حجم الرسم أكبر من 50% من حجم المساحة المتاحة.

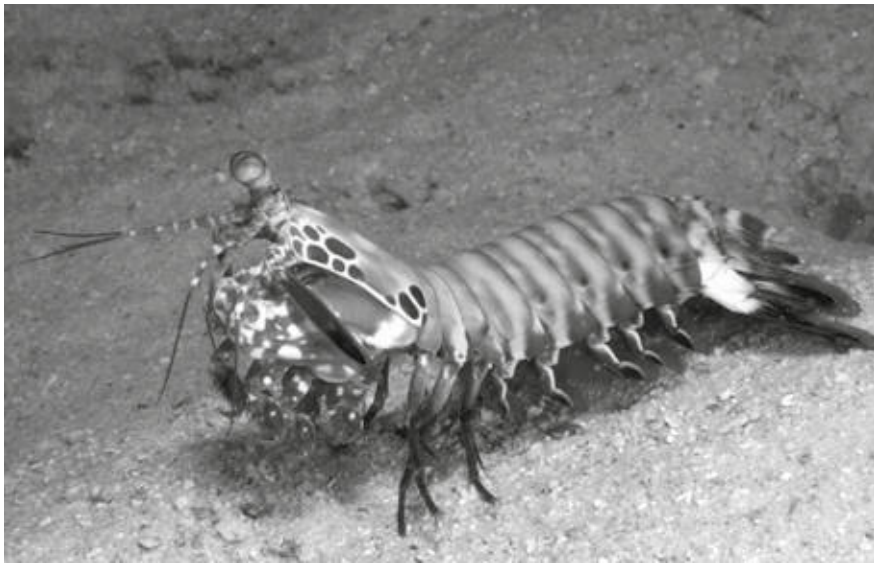
الخطوة 2: تحقق من أن الرسم صحيح بيولوجيًا. يجب أن يتضمن الرسم العدد الصحيح من الكلّابات (2)، وقرون الاستشعار (4 صغيرة، 2 كبيرة)، وأرجل المشي (8) والقطع البطنية (5).

الخطوة 3: أضف المسميات على جانبَي الرسم. يمكنك كتابة المسميات بالحبر، ولكن يجب أن ترسم خطوطها بقلم جرافيت وباستخدام مسطرة.

ب. أضف المسميات المشروحة في الصورة 4–2 لتسمية ووصف وظيفة أجزاء روبيان السرعوف الطاووسي Peacock mantis shrim: مروحة الذيل، أرجل المشي، أرجل السباحة، الكلّاب، الدرع، قرون الاستشعار.

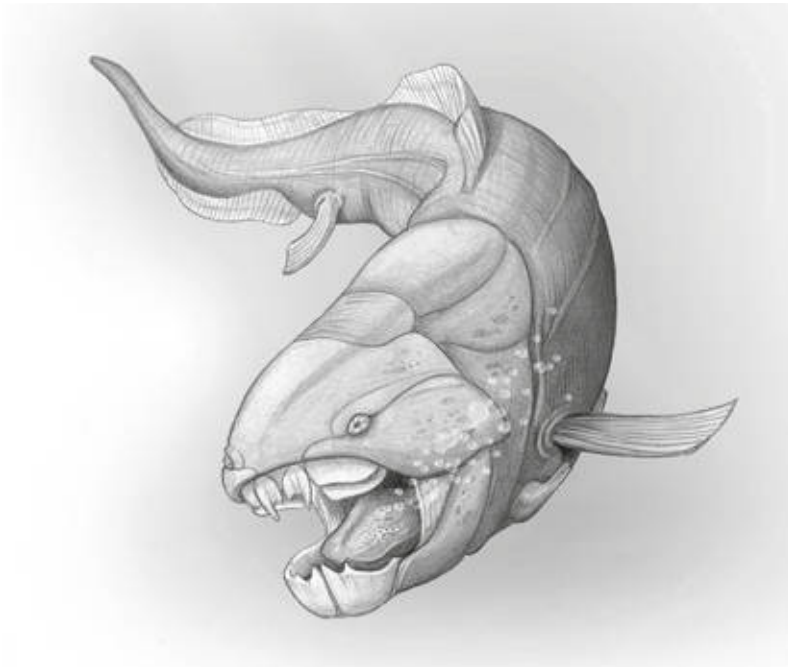
مهم

تذكّر أن التسميات المشروحة لا تقتصر فقط على تسمية الجزء، ولكنها توضح وظيفته أيضًا: مروحة الذيل: تساعد جراد البحر على الحركة إلى الخلف.



الصورة 4–2: روبيان السرعوف الطاووسي.

3. الشكل 4-2 يُظهر رسمًا تخطيطيًّا لسمكة من درعيات الجلد Placoderm، وهي سمكة منقرضة وُجدت ما قبل التاريخ، تميّزت بأنها كانت تنمو لتصل إلى أكثر من 6 m في الطول.



الشكل 4-2: سمكة درعية الجلد.

مهم

يجب أن يكون الرسم البيولوجي للعيّنة الظاهرة في الشكل 4-2 من دون تظليل.

أ. أضف المسميات الآتية على الشكل 4-2:

- الزعنفة الصدرية
- الزعنفة الحوضية
- الزعنفة الذيلية غير المتناظرة
- الزعنفة الظهرية
- الصفائح العظمية على الرأس والصدر.

ب. اقترح ميزة للخاصية المفقودة في معظم أنواع الأسماك الحالية.

.....

.....

.....

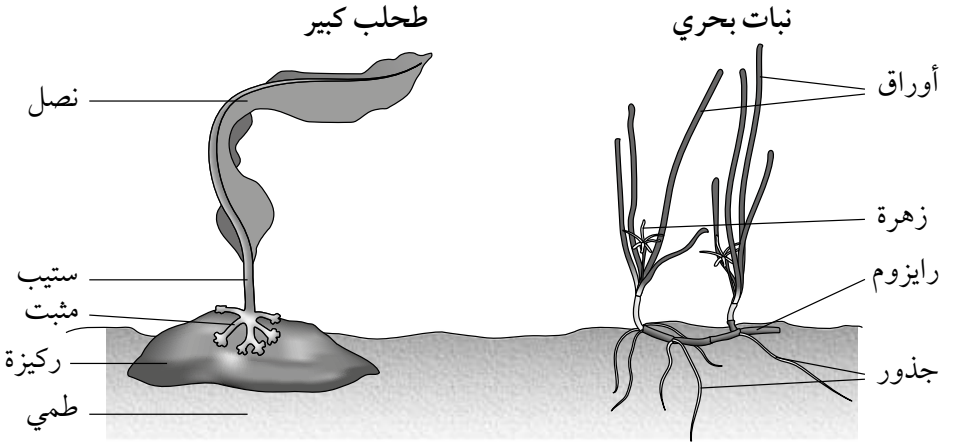
.....

نشاط 4-2 الكائنات الحية البحرية

سيساعد هذا النشاط على بناء فهمك لمجموعتَين رئيسيتَين من الكائنات البحرية التي تم تغطيتها في الوحدة 4. سنبدأ بالمنتِجات البحرية، ودراسة أوجه الشبه وأوجه الاختلاف الرئيسية في ما بينها، وميزاتها وسماتها التأقلمية وآلية تعزيزها للتنوع البيولوجي. ثم سنستكشف الأهمية البيئية والاقتصادية للأسماك الغضروفية.

1. أ. صمّم جدولاً لمقارنة ثلاث مجموعات من المنتجات البحرية: العوالق النباتية، والطحالب الكبيرة، والنباتات البحرية. ضمّن الجدول تفاصيل تتعلّق بالممالك التي تُصنّف فيها هذه المجموعات، إضافة إلى أمثلة على أسماء شائعة.

ب. صمّم جدولاً لمقارنة الاختلافات بين الطحالب الكبيرة والنباتات البحرية التي يمكن ملاحظتها في الشكل 4–3.



الشكل 4-3: الطحالب الكبيرة والنباتات البحرية.

2. أ. حشائش البحر هي نباتات بحرية تعيش في المياه الساحلية الضحلة والصافية. ناقش كيف يمكن أن يؤثر كل من **العوامل غير الحيوية** الآتية على نمو حشائش البحر:

1- درجة الحرارة

.....

.....

.....

.....

2- **التعكّر**

.....

.....

.....

.....

3- عمق الماء.

.....

.....

.....

.....

مصطلحات علمية

العوامل غير الحيوية Abiotic factors: الخصائص الجيولوجية والفيزيائية والكيميائية للبيئة؛ الجزء غير الحي من النظام البيئي.

التعكّر Turbidity: مستوى فقدان شفافية الماء بسبب وجود جزيئات معلقة فيه؛ كلما زاد التعكّر، تصبح الرؤية عبر الماء أصعب.

مصطلحات علمية

السموم البحرية
Marine toxins: المواد الكيميائية السامة التي يمكن أن تلوّث مياه البحر.

ب. تختلف المواطن البيئية لحشائش البحر اختلافًا واضحًا، وقد تتراوح من تكتّلات (تجمّعات) صغيرة من نوع واحد من حشائش البحر إلى مروج من أنواع متعدّدة تغطي مساحات كبيرة من قاع البحر. صف كيف يمكن لأوراق وجذور حشائش البحر أن تساعد في الحفاظ على جودة المياه، من حيث:

1- التعكّر

.....

.....

.....

.....

2- **السموم البحرية.**

.....

.....

.....

.....

ج. اذكر طريقة واحدة يمكن فيها أن تقلّل كل من الأنشطة الآتية التنوعَ البيولوجي عن طريق إحداث خلل في التوازن البيئي للنباتات البحرية في نظام بيئي ساحلي:

1- جريان مياه الصرف الصحي من المدن

.....

.....

2- تسرب المغذيات من الأراضي الزراعية

.....

.....

3- محطات الطاقة

.....

.....

4- أصحاب القوارب

.....

.....

5- الصيادون.

.....

.....

د. يمكن **للعوامل الحيوية** أيضًا أن تدّمر الموطن البيئي الهش لمروج حشائش البحر. توقّع نتيجة كل من الأحداث الآتية:

1- في بداية الثلاثينيات، نتج من مرض يسبّبه عفن *Labyrinthula* تدمير 90% من حشائش الحزامية البحرية (*Zostera marina*) المتنامية في أمريكا الشمالية المعتدلة. ما التأثير الذي قد يكون لهذا المرض على أعداد الجماعة الأحيائية لـ *Lottia alveus*، وهو حلزون يعيش على حشائش الحزامية البحرية؟

.....

.....

.....

.....

2- في الثمانينيات، تم إطلاق زوحيفان زرنبي الأوراق *Caulerpa taxifolia* - وهو **نوع غازي** من أعشاب الزينة الموجودة في الأحواض المائية - إلى مروج حشائش البحر المتوسط التي تهيمن عليها عشبة بوسيدون المحيطية (*Posidonia oceanica*). اقترح: لماذا أثبتت الأنواع الغازية أنها ضارة للنظام البيئي لحشائش البحر المتوسط؟

.....

.....

.....

.....

3. يُعرف الكربون المخزّن في النظم البيئية البحرية باسم «**الكربون الأزرق**» لأنه مخزّن في البحر.

أ. حدّد العمليات الخلوية التي من خلالها تتمكن المنتجِات البحرية من إنتاج ثاني أكسيد الكربون وتخزينه.

.....

.....

مصطلحات علمية

العوامل الحيوية
Biotic factors: الأجزاء الحية من النظام البيئي، والتي تشمل الكائنات الحية وتأثيرات بعضها على بعض.

الأنواع الغازية
Invasive species: أنواع استقرت في منطقة ليست موطنها الطبيعي نتيجة لأنشطة الإنسان.

الكربون الأزرق
Blue carbon: الكربون المخزن في النظم البيئية البحرية.

ب. قدّر العلماء أنه يمكن لمروج حشائش البحر في العالم امتصاص ما يصل إلى 83 مليون طن متري من الكربون سنويًا، علمًا أنها تشغل 0.1% فقط من إجمالي قاع المحيط، وهي المسؤولة عمّا يصل إلى 11% من الكربون العضوي المدفون في المحيط. احسب الكمّية الإجمالية السنوية للكربون التي تلتقطها المحيطات في العالم.

.....

.....

.....

ج. يمكن لمتر مربع واحد ($1\ m^2$) من حشائش البحر امتصاص 83g من الكربون سنويًا. إذا علمت أن سيارة متوسطة تنتج 6500 kg من الكربون سنويًا، فما هي مساحة مروج حشائش البحر اللازمة لتشكّل مخزنًا للكربون (موقع تكون فيه كمّية ثاني أكسيد الكربون التي تُمتص أكبر من تلك التي يتم طرحها)؟

مهم

تذكّر أن توضح خطوات حلّك، وأن تضمّن إجابتك الوحدات المناسبة.

.....

.....

.....

4. أ. يُظهر الجدول 4–5 مقدار الصيد العالمي للأسماك الغضروفية بين عامَي 1986 و 2000 م.

مهم

يتطلّب في هذا السؤال التمثيل البياني بالمدرج التكراري histogram عوضًا من التمثيل البياني بالأعمدة bar chart. تأكد من معرفتك بالفرق بينهما.

العام	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
مقدار الصيد (آلاف الأطنان)	634	693	693	729	757	814	816	828

الجدول 4–5: مقدار الصيد العالمي للأسماك الغضروفية بين عامَي 1986 و 2000 م.

1- مثّل بالمدرج التكراري بيانيًّا مقدار صيد الأسماك الغضروفية بين عامَي 1986 و 2000 م.

2- احسب النسبة المئوية لزيادة الصيد بين عامَي 1986 و 2000 م. قرّب إجابتك إلى أقرب عدد صحيح.

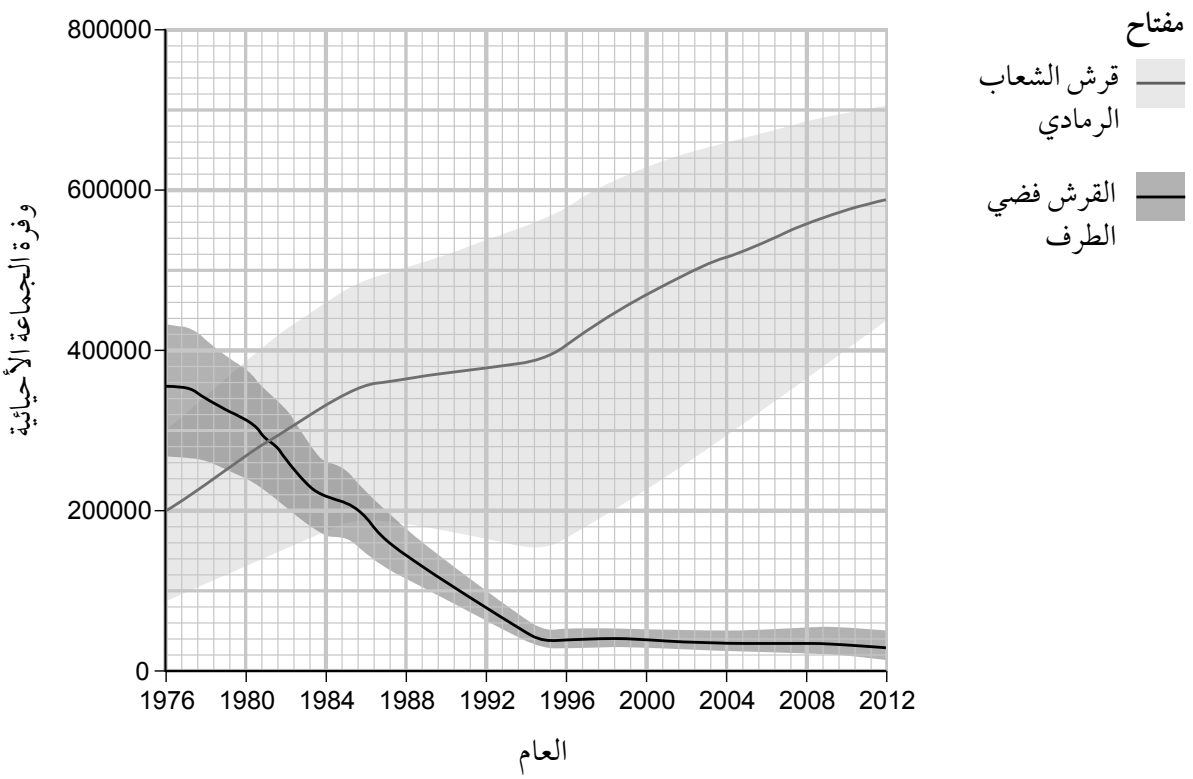
.....

.....

.....

.....

ب. يظهر الشكل 4–4 أعداد أفراد الجماعة الأحيائية لكل من قرش الشعاب الرمادي والقرش فضيّ الطرف في أرخبيل تشاغوس في المحيط الهندي بين عامَي 1976 و 2012 م.



الشكل 4–4: أعداد أفراد الجماعة الأحيائية لكل من قرش الشعاب الرمادي والقرش فضي الطرف من عام 1976 إلى عام 2012 م.

1- صف التغّير في عدد أفراد جماعة القرش فضيّ الطرف بين عامَي 1976 و 2012 م.

.....

.....

.....

.....

مهم

ادعم إجابتك ببيانات تمّت معالجتها، أي قم بإجراء حساب سريع للتغّير عوضًا من مجرد ذكر القيم مباشرةً من الجدول.

2- اقترح الأسباب الأكثر احتمالاً للتغير في عدد أفراد الجماعة الأحيائية للقرش فضي الطرف.

.....

.....

.....

.....

3- اقترح سببًا للتغيّر في عدد أفراد الجماعة الأحيائية لقرش الشعاب الرمادي.

.....

.....

.....

.....

4- تنبّأ كيف يمكن أن يؤثّر التغيّر في أعداد الجماعات الأحيائية للقرش على التنوّع البيولوجي البحري في أرخبيل تشاغوس.

.....

.....

.....

.....

الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي 4-1: تصميم مفتاح تشعيب ثنائي

أهداف الاستقصاء العملي

– جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.

مقدمة

تتنوّع الكائنات الحية تنوّعًا مذهلاً، مع وجود تشابهات واختلافات عديدة بينها. قد يكون التصنيف مفيدًا لمساعدتنا في تحديد نوع بيولوجي غير مألوف عند إجراء عمل ميداني. يتضمن هذا النشاط تصميم مفتاح تشعيب ثنائي، وهو أداة تساعد في تحديد عيّنة من خلال سلسلة من الأسئلة التي تفصل الأنواع بحسب سماتها وخصائصها. على الرغم من أن هذا النشاط يصف رخويات بطنية القدم، إلا أنه يمكن إجراؤه لتعرّف أي مجموعة أخرى من الكائنات الحية، ويمكن إكماله في الميدان (حقل العمل) أو في الداخل (غرفة الصف أو المختبر).

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:

- مجموعة أصداف لأنواع مختلفة من الرخويات بطنية القدم (على سبيل المثال، خمسة أنواع)
- عدسة مكبّرة يدوية

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- لا توجد مخاطر مرتبطة بهذا الاستقصاء العملي.

التمهيد للاستقصاء

أ. لماذا من المهم أن تكون المصطلحات العلمية المستخدمة للسمات والخصائص محددة بوضوح؟

ب. لماذا تُعدّ الحجوم الفعلية للكائنات الحية وأطوالها غالبًا خيارات غير جيدة لمفاتيح التصنيف؟

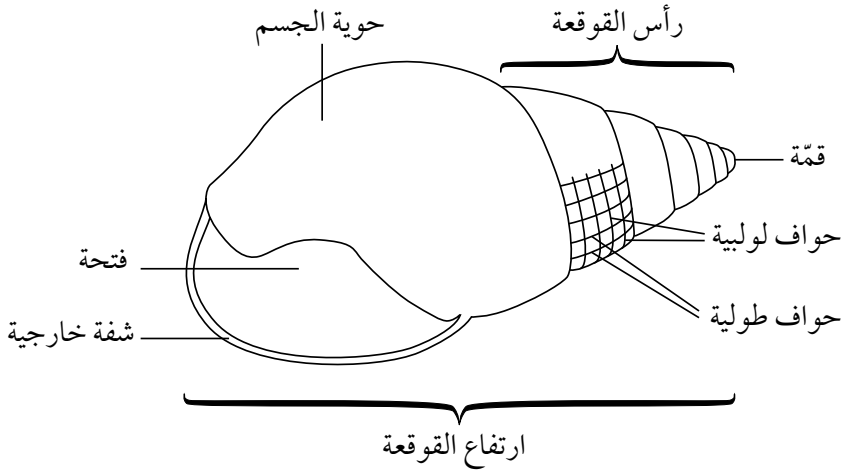
ج. كيف يمكنك اختبار مفتاحك للتحقق من أنه يعمل بشكل جيد ويؤدي الغرض؟

الطريقة

مهم

حاول تقسيم المجموعة بالتساوي قدر الإمكان في كل مرة، بدلاً من انتقاء ميزات فريدة وفصل كل نوع على حدة.

1. ادرس مجموعة الأصداف التي أُعطيت لك بدقة، باستخدام الشكل 4-1 كدليل مرشد، محاولاً تحديد السمات التي يمكنك استخدامها لفصل الأصداف إلى مجموعات.



الشكل 4-5: رسم تخطيطي مع المسميات لصدفة رخويّ بطنيّ القدم.

مهم

لإكمال نسخة منقولة لهذا الجدول، اكتب السمة التي تستخدمها لفصل الكائنات إلى مجموعتَين في المربع / الصندوق الرئيسي. أكمل العمود الأخير لتوجيه الشخص الذي يستخدم المفتاح إلى السمة التي يجب عليه النظر إليها بعد ذلك. لاحظ أنه قد تم صنع ذلك في الجدول للسمة 1. عندما تفصل السمة نوعًا واحدًا، يجب أن يحدد العمود الأخير اسم هذا النوع.

2. اختر إحدى السمات والصفات الظاهرة في الشكل، ثم سجّلها في مفتاح تشعيب ثنائي (انظر الجدول 4-6 لمعرفة كيفية تصميم هذا المفتاح). قسم المجموعة إلى قسمَين: مجموعة لها هذه السمة (نعم)، ومجموعة ليس لها هذه السمة (لا).

3. كرّر هذه العملية بتحديد سمة لتقسيم كل مجموعة فرعية إلى أن يتم فصل كل نوع على حدة. وعندما تصل إلى هذه المرحلة حدد النوع في العمود الأخير عوضًا من تدوين السمة التالية للانتقال إليها.

4. تبادل مفتاح التشعيب الثنائي الذي صممته ومجموعة الأصداف التي عملت عليها مع مجموعة أخرى. هل بإمكان أفراد هذه المجموعة استخدام مفتاحك لتحديد كل نوع على نحوٍ صحيح؟ إذا لم يكن كذلك، فحاول تحسين مفتاحك لجعله أسهل استخدامًا من قبل الآخرين.

5. إحدى الطرائق البديلة لعرض المفتاح هي أن تقوم بإنشاء مخطط تدفق، مع طرح أسئلة في مربعات متبوعة بأسهم تشير إلى أزواج الأسئلة التي تلي، إلى أن يتم في النهاية تحديد كل نوع. أعد رسم مفتاحك باستخدام هذه الطريقة.

النتائج

1. السمة:	نعم	اذهب إلى الرقم 2
	لا	اذهب إلى الرقم 3
2. السمة:	نعم	
	لا	
3. السمة:	نعم	
	لا	
4. السمة:	نعم	
	لا	
5. السمة:	نعم	
	لا	

الجدول 4–6: تصميم مفتاح تشعيبي ثنائي.

التحليل والاستنتاج والتقويم

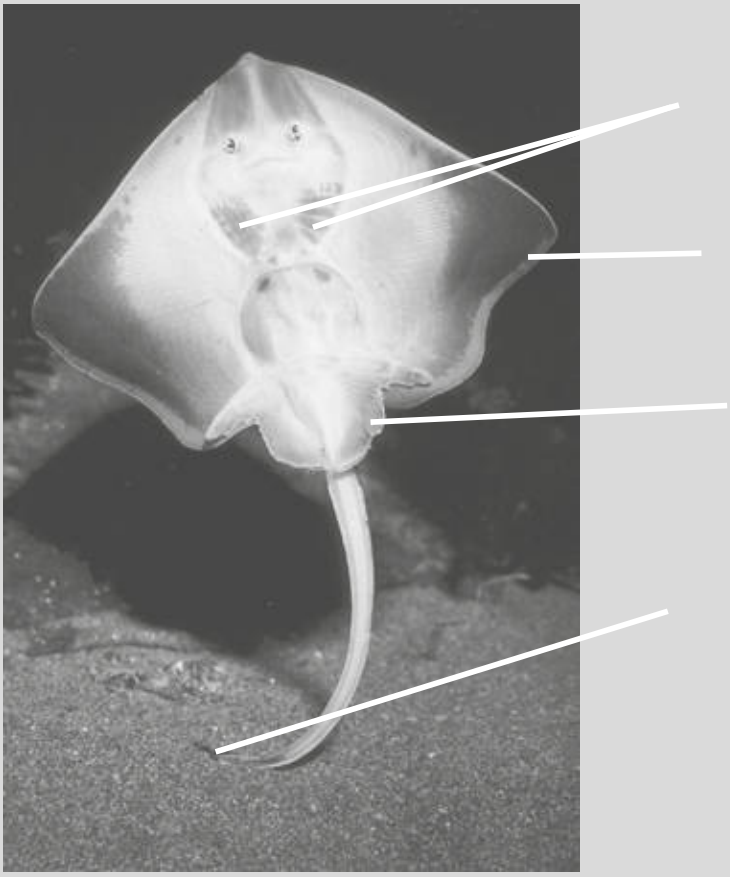
1. التسمية الثنائية هي اتفاقية دولية لتسمية الأنواع. اقترح: لماذا من المهم أن يتم استخدام الأسماء العلمية (التسمية الثنائية) للأنواع في مفاتيح التصنيف المعدّة؟
2. لقد استَخدمتَ في هذا النشاط مفاتيح تشعيب ثنائية لتصنيف أنواع مختلفة من الكائنات الحية. هل تعتقد أن هذه المفاتيح يمكن استخدامها لتصنيف الكائنات الحية على أي مستوى من مستويات التصنيف (أي لتحديد المملكة، والشعبة، والطائفة، والرتبة، إلخ...)؟

تأمّل

3. باعتقادك، أي طريقة تعتمدها لإنشاء مفتاح تصنيفي أفضل للاستخدام؟ هل ستكون الطريقة التي اخترتها هي ذاتها المفضّلة لدى الجميع؟

أسئلة نهاية الوحدة

1. تُظهر الصورة 4–3 السطح السفلي (البطني) لسمكة الشفنين البحري.



الصورة 4–3

أ. أضف المسميات على شكل السمكة المبيّنة في الصورة للإشارة إلى التراكيب الآتية: **[4]**

الشقوق الخيشومية الزعنفة الحوضية

الزعنفة الصدرية الزعنفة الذيلية

ب. ارسم رسمًا مكبّرًا للسطح البطني لسمكة الشفنين البحري الظاهرة في الصورة أعلاه (مسميات الرسم غير مطلوبة). **[4]**

تابع

ج. انقل الجدول 4–7، ثم املأ الفراغات الثمانية لإظهار كيفية تصنيف شفنين الفَراش البحري، *Gymnura micrura*. **[4]**

التسلسل الهرمي للتصنيف	شفنين الفَراش البحري
	حقيقية النوى
المملكة	
الشعبة	
	الأسماك الغضروفية
	اللخمة الكلبية
	شفنين الفراش
الجنس	
النوع	

الجدول 4–7

[المجموع: 12]

2. أ. حدد سمتَين خارجيّتَين تميّزان الأسماك العظمية من الأسماك الغضروفية. **[2]**

ب. سمِّ واشرح وظيفة عضو الطفّو المتخصص في الأسماك العظمية. **[2]**

تابع

ج. تم تحليل بيانات القرش الحاضن الرمادي في المياه الجنوبية الشرقية لأستراليا باستخدام طريقة مختلفة لاستراتيجية "ضع علامة – أطلق – أعد إمساك"، وهي "ضع علامة – أطلق – أعد مشاهدة". فقد أُطعمت أفراد القرش بطُعم مربوط بصنّارة من دون شوكة مثبتة على حبل. وبمجرد أن علق فم القرش بالصنارة يُسحب القرش إلى السطح ببطء ويوضع على حمّالة قبل أن يتم تقييده من الرأس والذيل. ثم يُستخدم مثقاب هوائي لوضع علامتَين متطابقتَين مرقمتَين على زعانفه الظهرية. وقد سجّل العلماء بيانات أخرى لهذا القرش، بما في ذلك العلامات التي وضعت وحجم القرش ووزنه وجنسه. ثم يعاد إطلاق القرش ويُطلب إلى الغواصين المحليّين وصيادي الأسماك الذين يستخدمون الرماح في صيدهم الإبلاغ عن رؤية القرش، بما في ذلك موقعه وما إذا كان يحمل علامة.

1- ما الفوائد المحتملة لوضع علامتَين متطابقتَين على القرش؟ **[2]**

2- بصرف النظر عن تقدير حجم الجماعة الأحيائية، اقترح: لماذا طُلب إلى الغواصين والصيادين الإبلاغ عن الموقع؟ **[1]**

3- لماذا لم تتم إعادة إمساك القرش؟ **[1]**

4- اقترح طريقة أخرى لتسجيل الكائنات الحية البحرية التي وُضعت عليها علامات والتي لا تتطلب إعادة الإمساك. **[1]**

[المجموع: 9]

مهم

بالنسبة إلى السؤال 2 ج، فكر مرة أخرى في الأعمال التي قمت بها حول جمع البيانات البيئية في الوحدة الثانية.

3. السرجاسم *Sargassum* هو جنس من الطحالب الداكنة الكبيرة التي توجد عائمة على سطح المحيطات وقد تنتقل مسافات طويلة عبر المحيط العميق. يُظهر الشكل 4–6 قطعة من طحلب السرجاسم السابح *Sargassum natans*.



الشكل 4–6

أ. اشرح كيف تأقلم السرجاسم السابح *Sargassum natans* لزيادة إنتاجيته. **[4]**

ب. توجد طبقات سميكة من السرجاسم السابح على سطح بحر سرجاسو حيث تُعزز التنوع البيولوجي. اشرح سبب اعتماد العديد من الأنواع الأخرى على السرجاسم السابح. **[4]**

ج. يمكن للأسماك أن تأكل كمّيات كبيرة من يرقات اللافقاريات بما في ذلك يرقات قنافذ البحر التي ترعى على الطحالب الكبيرة. **[1]**

1- تنبّأ بالتأثير البيئي للصيد الجائر على وفرة الطحالب الكبيرة.

2- تُعدّ الطحالب الكبيرة موطنًا بيئيًّا رئيسيًا للكركند (جراد البحر). اقترح كيف يمكن أن يؤثر تقليص مساحة الموطن البيئي على الجماعة الأحيائية للكركند. **[3]**

[المجموع: 12]



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

العلوم البيئية – كتاب التجارب العملية والأنشطة

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

توفر الاستقصاءات العملية الموجهة خطوةً بخطوة، فرصًا لتطوير المهارات العملية، مثل: التخطيط، وتحديد المواد والأدوات والأجهزة، ووضع الفرضيات، وتسجيل النتائج، وتحليل البيانات، وتقييم النتائج، كما تمنح الأسئلة فرصة لاختبار معرفتك والمساعدة في بناء ثقتك في التحضير للامتحانات.

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

يشمل منهج العلوم البيئية للصف الحادي عشر من هذه السلسلة أيضًا:

- كتاب الطالب
- دليل المعلّم

ISBN 978-99992-1-231-1
9 789999 212311

CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

www.moe.gov.om