المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

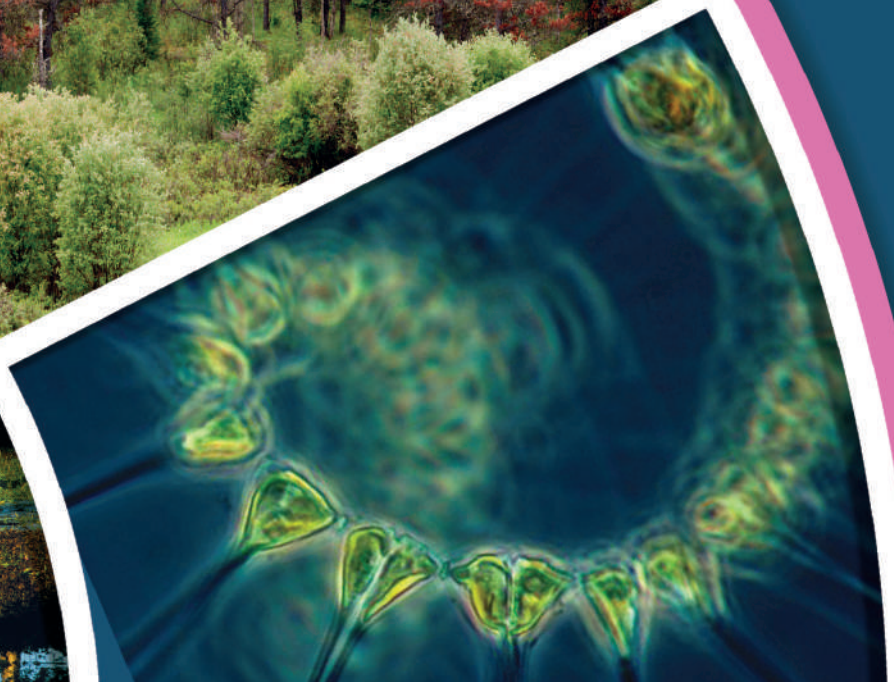
المركز الوطني
لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum
Development

العلوم الحياتية 11

الصف الحادي عشر - المسار الأكاديمي

الفصل الدراسي الثاني

كتاب الطالب



المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

العلوم الحياتية

الصف الحادي عشر - المسار الأكاديمي

الفصل الدراسي الثاني

كتاب الطالب

11

فريق التأليف

د. موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

د. محمد حسين بريك

عطاف عايش الهباهبة

ختام خليل سالم

روناهي "محمد صالح" الكردي (منسقًا)

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسر المركز الوطني لتطوير المناهج استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

06-5376262 / 237 | 06-5376266 | P.O.Box: 2088 Amman 11941

@nccdjor | feedback@nccd.gov.jo | www.nccd.gov.jo

قـرَّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هـذا الكتـاب في مـدارس المملكـة الأردنيـة الهاشـمية جميعهـا، بنـاءً عـلى قرار المجلـس الأعلى للمركـز الوطنـي لتطوير المناهج في جلسـته رقم (2024/8)، تاريـخ 2024/10/16 م، وقرار مجلس التربية والتعليـم رقم (2024/174)، تاريـخ 2024/11/17 م، بـدءًا مـن العام الـدراسي 2024 / 2025 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2024.
- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan
- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

ISBN: 978 - 9923 - 41 - 631 - 0

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2024/5/2927)

بيانات الفهرسة الأولية للكتاب:

عنوان الكتاب	العلوم الحياتية، كتاب الطالب: الصف الحادي عشر، الفصل الدراسي الثاني
إعداد / هيئة	الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج
بيانات النشر	عمان: المركز الوطني لتطوير المناهج، 2024
رقم التصنيف	373,19
الواصفات	/ الأحياء/ / أساليب التدريس/ / المناهج/ / التعليم الثانوي/
الطبعـة	الطبعـة الأولى

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه، ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

المراجعة والتعديل

عطاف عايش الهباهبة
أمجد أحمد الخرشة

التحكيم الأكاديمي

د. هناء داود العبوس

تصميم وإخراج

نايف محمد أمين مراشدة

التحرير اللغوي

محمد صالح شنيور

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, sorted in retrieval system, or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise , without the prior written permission of the publisher or a license permitting restricted copying in the United Kingdom issued by the Copyright Licensing Agency Ltd, Barnard's Inn, 86 Fetter Lane, London, EC4A 1EN.
British Library Cataloguing -in- Publication Data
A catalogue record for this publication is available from the Library.

الطبعة الأولى (التجريبية) 1446 هـ / 2024 م

قائمة المحتويات

المقدمة 5

الوحدة الثالثة: الأنظمة البيئية 7

الدرس 1: البيئة والغلاف الحيوي 10

الدرس 2: الأنظمة البيئية المائية 19

الإثراء والتوسُّع: أثر التلوُّث البلاستيكي في الأنظمة البيئية للمياه العذبة 36

مراجعة الوحدة 37

الوحدة الرابعة: التنوع الحيوي والمحافظة عليه 39

الدرس 1: المخاطر التي تهدد التنوع الحيوي 42

الدرس 2: أثر التغير المناخي في التنوع الحيوي 54

الدرس 3: المحافظة على التنوع الحيوي واستدامته 63

الإثراء والتوسُّع: أثر بناء السدود في التنوُّع الحيوي 71

مراجعة الوحدة 72

مسرد المصطلحات 75

قائمة المراجع 76

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

انطلاقًا من إيمان المملكة الأردنية الهاشمية الراسخ بأهمية تنمية قدرات الإنسان الأردني، وتسليحه بالعلم والمعرفة؛ سعى المركز الوطني لتطوير المناهج، بالتعاون مع وزارة التربية والتعليم، إلى تحديث المناهج الدراسية وتطويرها، لتكون مُعينًا للطلبة على الارتقاء بمستواهم المعرفي، ومجاراة أقرانهم في الدول المتقدمة.

يُعَدُّ هذا الكتاب واحدًا من سلسلة كتب المباحث العلمية التي تُعْنى بتنمية المفاهيم العلمية، ومهارات التفكير وحَلِّ المشكلات، ودمج المفاهيم الحياتية والمفاهيم العابرة للمواد الدراسية، والإفادة من الخبرات الوطنية في عمليات الإعداد والتأليف وَفق أفضل الطرائق المُتَّبَعة عالميًّا؛ لضمان انسجامها مع القيم الوطنية الراسخة، وتلبيتها لحاجات الطلبة والكوادر التعليمية.

جاء هذا الكتاب مُحقِّقًا مضامين الإطار العام والإطار الخاص للعلوم، ومعاييرها، ومُؤشِّرات أدائها المُتمثِّلة في إعداد جيل محيط بمهارات القرن الواحد والعشرين، وقادر على مواجهة التحديات، ومُعتَزٍّ -في الوقت نفسه- بانتمائه الوطني. وتأسيسًا على ذلك، فقد اعتُمِدت دورة التعلُّم الخماسية المنبثقة من النظرية البنائية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعلُّمية التعليمية، وتُوفِّر لهم فرصًا عديدةً للاستقصاء، وحَلِّ المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا وعمليات العلم، فضلًا عن اعتماد منحى STEAM في التعليم الذي يُستعمَل لدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفن والعلوم الإنسانية والرياضيات في أنشطة الكتاب المتنوعة، وفي قضايا البحث.

يتألَّف الفصل الدراسي الثاني من الكتاب من وحدتين، يتّسم محتواها بالتنوع في أساليب العرض، هي: الأنظمة البيئية والتنوع الحيوي والمحافظة عليه. يضم الكتاب أيضًا العديد من الرسوم، والصور، والأشكال التوضيحية، والأنشطة، والتجارب العملية التي تُنمّي مهارات العمل المخبري، وتساعد الطلبة على اكتساب مهارات العلم، مثل: الملاحظة العلمية، والاستقصاء، ووضع الفرضيات، وتحليل البيانات، والاستنتاج القائم على التجربة العلمية المضبوطة، وصولًا إلى المعرفة التي تعين الطلبة على فهم ظواهر الحياة من حولنا.

روعي في تأليف الكتاب التركيز على مهارات التواصل مع الآخرين، ولا سيَّما احترام الرأي والرأي الآخر، وتحفيز الطلبة على البحث في مصادر المعرفة المختلفة؛ فلغة الكتاب تُشجِّع الطالب على التفاعل مع المادة العلمية، وتحثّ على بذل مزيد من البحث والاستقصاء. وقد تضمَّن الكتاب أسئلة متنوعة تراعي الفروق الفردية، وتُنمّي لدى الطلبة مهارات التفكير وحَلِّ المشكلات.

أُلحِقَ بالكتاب كتابٌ للأنشطة والتجارب العملية، يحتوي على جميع التجارب والأنشطة الواردة في كتاب الطالب؛ لتساعده على تنفيذها بسهولة، إضافةً إلى أنشطة إثرائية، وأسئلة مثيرة للتفكير.

ونحن إذ نُقدّمُ هذه الطبعةَ منَ الكتاب، فإنّا نأمَلُ أنْ يُسهِم في تحقيق الأهداف والغايات النهائية المنشودة لبناء شخصية الطالب، وتنمية اتجاهـات حُبِّ التعلُّم ومهارات التعلُّم المستمرلديه، فضلًا عن تحسين الكتاب؛ بإضافة الجديد إلى المحتوى، وإثراء أنشطته المتنوعة، والأخذ بملاحظات الكوادر التعليمية.

والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج

الوحدة 3

الأنظمة البيئية
Ecosystems

قال تعالى:

﴿لَهُۥ مَا فِي ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَمَا فِي ٱلۡأَرۡضِ وَمَا بَيۡنَهُمَا وَمَا تَحۡتَ ٱلثَّرَىٰ ٦﴾

(سورة طه، الآية 6).

أتأمَّل الصورة

تعيش الديدان الأنبوبية من نوع ***Riftia pachyptila*** وجماعات أُخرى من الحيوانات في أعماق المحيطات؛ وهي أنظمة بيئية لا تصلها أشعة الشمس. فكيف تحصل هذه الكائنات على حاجتها من الطاقة؟ وما أنواع التكيُّف التي مكَّنتها من العيش في هذه الأنظمة؟

الفكرة العامة:

تعيش الكائنات الحية في مجتمعات حيوية ضمن أنظمة بيئية مُتنوِّعة، لكلٍّ منها خصائص تُميِّزها، وتُمثِّل جميع أجزاء هذه الأنظمة الغلاف الحيوي للأرض.

الدرس الأول: البيئة والغلاف الحيوي.

الفكرة الرئيسة: يحتوي الغلاف الحيوي على جميع البيئات التي تعيش فيها الكائنات الحية، ويُؤثِّر فيه عدد من العوامل الحيوية والعوامل غير الحيوية.

الدرس الثاني: الأنظمة البيئية المائية.

الفكرة الرئيسة: الأنظمة البيئية المائية ديناميكية ومُتنوِّعة، ولها خصائص فيزيائية وكيميائية وحيوية تُميِّزها عن غيرها من الأنظمة البيئية.

نمذجة النظام البيئي

المواد والأدوات: قِنّينة بلاستيكية سعتها 2 L (عدد 2)، نبات إيلوديا، أسماك صغيرة، حلازين صغيرة، ماء (من مَرْبى سمك، أو ماء صنبور تُرِك مدَّة 24 h)، حصى، أوراق نبات، أوراق بيضاء، أقلام، مِجْهَر ضوئيّ مركّب، شرائح زجاجية وأغطيتها، قطّارة.

أصوغ فرضيتي حول مكونات النظام البيئي.

إرشادات السلامة: استعمال الشرائح الزجاجية بحذر.

أختبر فرضيتي:

1. أرقم القنينتين 1 و 2.
2. **أقيس.** أملأ $\frac{3}{4}$ كل من القنينتين بالماء.
3. **أضبط المتغيرات:** أغسل الحصى، ثم أضعها في القِنّينة رقم (1) وأُغلِقها، وأستخدمها عينة ضابطة.
4. **أُجرِّب:** أغسل الحصى، ثم أضعها في القِنّينة رقم (2)، ثم أُضيف إليها الإيلوديا، فالحلازين، فإحدى الأسماك، مع مراعاة أنْ تظل القِنّينة مفتوحة مدَّة 24 h، ثم أُغلِقها.
5. **أُلاحِظ:** أضع القنينتين في مكان جيد الإضاءة، ثم أُدوِّن ملاحظاتي على ما يأتي: ظهور فقاقيع، ووجود بيوض للحلازين، ونمو أوراق جديدة للإيلوديا، أو ظهور خيوط لطحالب.
6. **أُجرِّب:** أضع قطرة من الماء الموجود في القنينة رقم (1) على شريحة زجاجية، ثم أضع عليها غطاء الشريحة، ثم أفحصها باستخدام المِجْهَر، وأدوّن ملاحظاتي.
7. **أُجرِّب:** أضع قطرة من الماء الموجود في القنينة رقم (2) على شريحة زجاجية، ثم أضع عليها غطاء الشريحة، ثم أفحصها باستخدام المِجْهَر، وأدوّن ملاحظاتي.

التحليل والاستنتاج:

1. **أُفسِّر** النتائج التي توصَّلْتُ إليها.
2. **أرسم** ما شاهدته تحت المِجْهَر.
3. **أتنبَّأ:** كيف يُمكِن المحافظة على حياة الأسماك؟
4. **أُصدر حكمًا.** أوضح إذا توافقت نتائجي مع فرضيتي أم لا.

البيئة والغلاف الحيوي
Environment and Biosphere

الدرس 1

الفكرة الرئيسة:

يحتوي الغلاف الحيوي على جميع البيئات التي تعيش فيها الكائنات الحية، ويُؤثِّر فيه عدد من العوامل الحيوية والعوامل غير الحيوية.

نتاجات التعلُّم:

- أَصِف الغلاف الحيوي للأرض.
- أُفسِّر سبب تأثير العوامل الحيوية والعوامل غير الحيوية في الغلاف الحيوي للأرض.
- أُوضِّح كيف تتفاعل غُلُف الأرض بعضها مع بعض.
- أبيّن العوامل التي تحدد المناطق المناخية.
- أصف توزيع الأقاليم الحيوية على الأرض.

المفاهيم والمصطلحات:

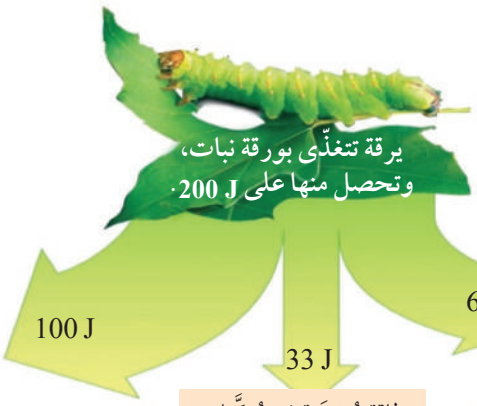
الإقليم الحيوي	Biome
البناء الكيميائي	Chemosynthesis

الغلاف الحيوي Biosphere

درسْتُ سابقًا أنَّ الجماعة الحيوية Population هي أفراد النوع الواحد الذين يعيشون معًا في البيئة نفسها، وأنَّ الجماعات المختلفة تُمثِّل مجتمعًا حيويًّا Biological Community، وأنَّ المجتمعات الحيوية والعوامل غير الحيوية في البيئات التي تعيش فيها تُمثِّل نظامًا بيئيًّا Ecosystem. أمّا الأنظمة البيئية التي توجد في منطقة مناخية واحدة فتُسمّى **إقليمًا حيويًّا Biome**، في حين يُطلَق على الجزء الذي تعيش فيه الكائنات الحية، ويمتد كيلومترات عِدَّة في الغلاف الجوي فوق سطح الأرض إلى أعماق المحيطات، اسم **الغلاف الحيوي** Biosphere، أنظر الشكل (1).

الشكل (1): المستويات التنظيمية البيئية.

✓ **أتحقَّق:** ما المقصود بالغلاف الحيوي؟



طاقة مُختزَنة في مُركَّبات كيميائية تُفقَد على شكل فضلات.

طاقة مُختزَنة في مُركَّبات عضوية في جسم اليرقة.

طاقة مفقودة على شكل حرارة في أثناء عملية التنفُّس الخلوي.

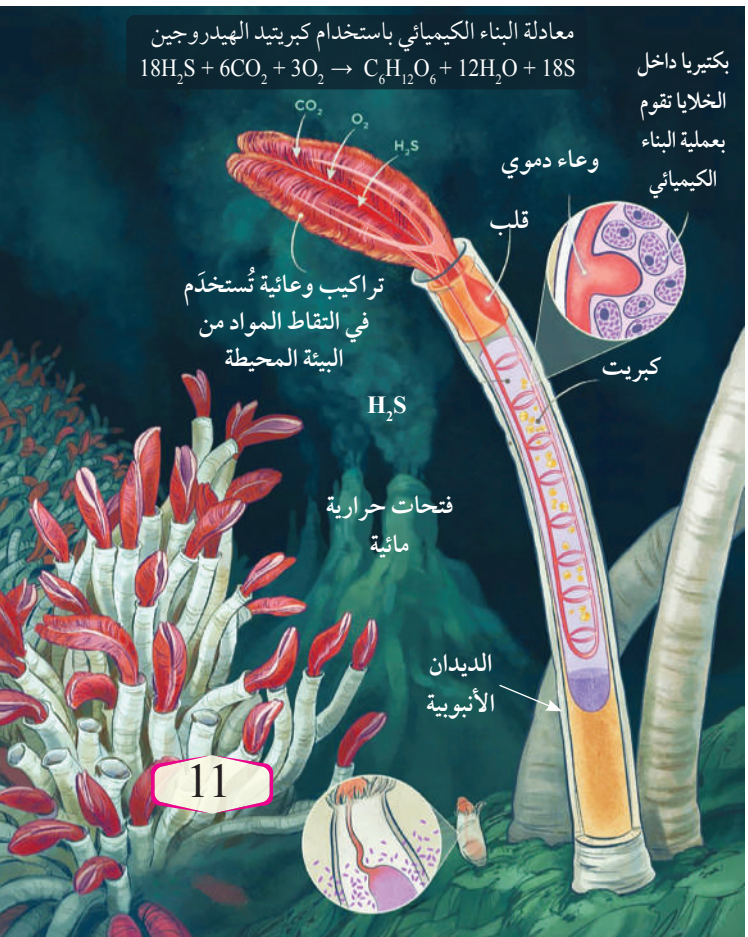
الشكل (2): انتقال الطاقة بين الكائنات الحية.
ملحوظة: الوحدة المُستخدَمة هي الجول J.

الطاقة في الأنظمة البيئية Energy in Ecosystems

درسْتُ سابقًا أنَّ الكائنات الحية تَلزمها طاقة لبناء أجسامها، وأداء العمليات الحيوية التي تكفل لها البقاء. تُعَدُّ الشمس مصدر الطاقة الرئيس في معظم الأنظمة البيئية؛ نظرًا إلى ضرورتها لعملية البناء الضوئي. فالكائنات الحية الذاتية التغذية (المُنتِجات) تمتص جزءًا من طاقة الشمس، ثم تُثبِّتها في مُركَّبات عضوية داخل أجسامها. بعد ذلك تنتقل الطاقة المُختزَنة فيها إلى أجسام الكائنات الحية غير ذاتية التغذية، ويُفقَد جزء من هذه الطاقة على شكل طاقة حرارية، وفضلات تتخلَّص منها تلك الكائنات، أنظر الشكل (2).

أفكِّر: ما مصدر كبريتيد الهيدروجين في أعماق البحار؟

ينعدم ضوء الشمس في بعض الأنظمة البيئية، مثل أعماق البحار والمحيطات، وفيها يُمكِن لبعض أنواع الكائنات الحية الدقيقة (مثل بعض أنواع البكتيريا، والأثريات) الحصول على الطاقة التي تَلزمها لصنع مُركَّباتها العضوية؛ بأكسدة بعض المُركَّبات غير العضوية، مثل: الهيدروجين H_2، وكبريتيد الهيدروجين H_2S، أو بأكسدة بعض المُركَّبات العضوية، مثل الميثان CH_4، لإنتاج مواد عضوية (سُكَّر الغلوكوز)، في ما يُعرَف بعملية **البناء الكيميائي Chemosynthesis**، أنظر الشكل (3).



الشكل (3): عملية البناء الكيميائي.

بعد ذلك تنتقل الطاقة في الأنظمة البيئية ضمن سلاسل وشبكات غذائية، ويُطلَق على المستوى الواحد منها اسم المستوى الغذائي.

أتحقَّق: ما الفرق بين البناء الضوئي والبناء الكيميائي؟

تفاعل الغلاف الحيوي مع الغُلُف الأُخرى للأرض

Biosphere Interactions

درسْتُ في بند سابق أنَّ الغلاف الحيوي يشمل الجزء من الأرض الذي يُمكِن أنْ تعيش فيه الكائنات الحية، ويمتد كيلومترات عِدَّة فوق سطح الأرض إلى أعماق المحيطات.

تحتاج الكائنات الحية إلى الماء، وإلى بعض المواد التي تكفل لها البقاء، مثل: الكربون، والنيتروجين، والفسفور، علمًا بأنَّ هذه المواد لا تُستهلَك، وإنَّما تُنقَل بتدويرها بين البيئة والكائنات الحية عن طريق عمليات بيوجيوكيميائية، أنظر الشكل (4).

أتحقَّق:

ما العمليات التي تؤدي إلى:

أ. تحوُّل المواد العضوية إلى مواد غير عضوية في الماء والتربة والهواء؟

ب. انتقال المواد غير العضوية من الصخور إلى الماء والتربة والهواء؟

▼ الشكل (4): عمليات بيوجيوكيميائية.

مناخ الأرض والأنظمة البيئية

Earth Climate and Ecosystems

يُقصَد بالمناخ الظروف الجوية السائدة لمدة طويلة من الزمن في منطقة ما قد تكون محلية أو إقليمية أو عالمية، ويتضمن عدّة مكوّنات، منها: درجة الحرارة، والهطل، وأشعة الشمس، والرياح. يتأثر مناخ أي منطقة بعوامل عدة، منها: دوائر العرض، والتضاريس، والقرب من المسطحات المائية والتيارات الناتجة عنها.

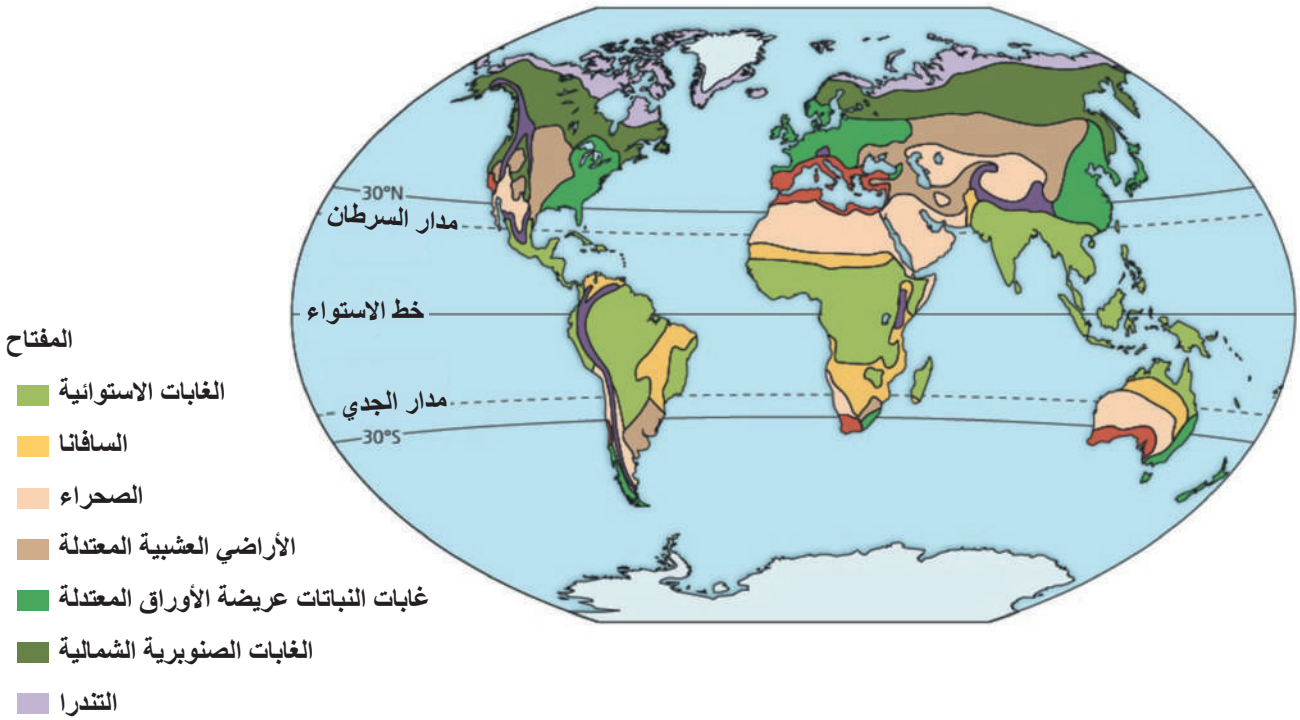
وللمناخ أهمية كبيرة في توزيع الأقاليم الحيوية التي تتميز بوجود نباتات، وحيوانات محددة؛ وتتميز النباتات والحيوانات التي تعيش في كل إقليم بخصائص تساعدها على البقاء والتكاثر.

الأقاليم الحيوية على اليابسة Terrestrial Biomes

تتوزع الأقاليم الحيوية المختلفة في مناطق متنوعة على الأرض، ولمعرفة توزيع بعض الأقاليم الحيوية، أنظر الشكل (5).

أتحقَّق: أوضح العوامل التي تؤثر في مناخ منطقة ما.

أبحث: يطلق على الظروف الجوية السائدة في منطقة صغيرة جدًّا «المناخ الدقيق». أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن المناخ الدقيق والعوامل المؤثرة فيه، ثم أُعدّ تقريرًا عن ذلك، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.



الشكل (5): بعض الأقاليم الحيوية على اليابسة.

يمكن تعرّف خصائص بعض الأقاليم الحيوية على الأرض، وبعض الكائنات الحية التي تعيش فيها، من خلال البطاقات الآتية.

الغابات الاستوائية

هطول الأمطار:

الغابات المطيرة الاستوائية: ثابت نسبيًّا حوالي (200 - 400 cm) سنويًّا.

الغابات الجافة الاستوائية: في فصل محدد حوالي (150 - 200 cm) سنويًّا، مع موسم جفاف يمتد من ستة إلى سبعة أشهر.

درجة الحرارة: مرتفعة على مدار العام بمتوسط (25 - 29 °C).

النباتات: تترتب الأشجار بشكل طبقات عمودية، وتتنافس للحصول على الضوء، وتكون أوراق النباتات في الغابات المطيرة عريضة دائمة الخضرة، في حين تتساقط أوراق النباتات في مواسم الجفاف في الغابات الجافة الاستوائية.

الحيوانات: تنوع حيوي كبير، يضم أنواعًا من الحشرات، والبرمائيات والزواحف، والطيور، الثدييات، وغيرها.

السافانا

هطول الأمطار: منخفض يبلغ حوالي (30 - 50 cm) سنويًّا، ويمكن أن تمتد شهور الجفاف لمدة تصل إلى ثمانية أو تسعة أشهر.

درجة الحرارة: مرتفعة على مدار العام تتراوح في المتوسط بين (24 - 29 °C).

النباتات: أشجار متباعدة، أوراقها صغيرة تساعدها على تحمل الجفاف، وتنمو الأعشاب في السافانا عند هطول المطر؛ وتشكل مصدرًا لغذاء الحيوانات.

الحيوانات: حمر وحشية، وأسود، وضباع، وحشرات، وغيرها.

أبحث: تواجه الغابات المطيرة مخاطر عدّة تهدد وجودها، أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن هذه المخاطر وطرائق مواجهتها، ثم أُعدّ تقريرًا عن ذلك، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

الأراضي العشبية المعتدلة

هطول الأمطار: أمطار موسمية، شتاؤها جاف نسبيًّا، وصيفها رطب. يبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي عمومًا ما بين (30 -100 cm).

درجة الحرارة: الشتاء بارد، حيث ينخفض متوسط درجات الحرارة إلى أقل من (10 -°C)، في حين يقترب متوسط درجة الحرارة صيفًا إلى حوالي (30 °C).

النباتات: حشائش وأعشاب يتراوح ارتفاعها من بضع سنتيمترات إلى مترين، تتحمل الجفاف والحرائق؛ وتتميز بأنها سريعة النمو بعد اندلاع الحرائق.

الحيوانات: الخيول البرية، والثدييات التي تعيش في الجحور، وغيرها.

الصحراء

هطول الأمطار: منخفض يبلغ حوالي (30 cm) سنويًّا.

درجة الحرارة: تتفاوت درجات الحرارة موسميًّا ويوميًّا، فقد تتجاوز درجة حرارة الهواء القصوى في الصحاري الحارة (50 °C)، وقد تنخفض درجة حرارة الهواء إلى أقل من (30 -°C) في الصحاري الباردة.

النباتات: نباتات قصيرة متباعدة تتحمل الحرارة والجفاف، حيث تمتاز: بوجود الجذور العميقة لامتصاص أكبر كمية من الماء، ولها القدرة على تحمل الجفاف، وتخزين الماء، ومساحة سطح أوراقها صغيرة للتقليل من عملية النتح، ولها القدرة على الدفاع عن نفسها ضد المفترسات عن طريق الأشواك أو إفراز المواد السامة.

الحيوانات: الثعابين، والسحالي، والخنافس، والطيور المهاجرة، وغيرها.

التندرا

هطول الأمطار: يبلغ متوسط الهطل السنوي من (100 - 20) cm.

درجة الحرارة: الشتاء بارد، يصل متوسط درجات الحرارة في بعض المناطق (30 °C-)، وفي الصيف عادة ما تكون أقل من (10 °C).

النباتات: حزازيات، أشنات، أعشاب، شجيرات قصيرة، وتحد طبقة التربة المتجمدة بشكل دائم (التي تسمى التربة الصقيعية) من نمو جذور النباتات.

الحيوانات: ثيران المسك الكبيرة، والدببة، والذئاب، والثعالب، وتهاجر إليها الطيور صيفًا للتعشيش.

غابات النباتات عريضة الأوراق المعتدلة

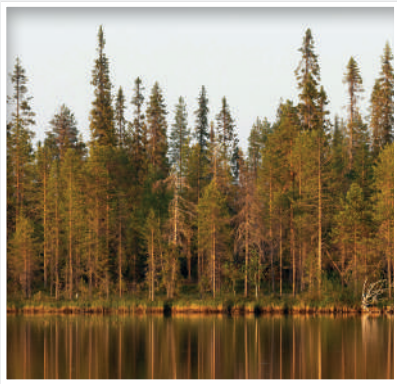
هطول الأمطار: يمكن أن يتراوح متوسط الهطل السنوي في جميع الفصول من (70) وتصل إلى أكثر من (200 cm)، وفي بعض الغابات يهطل الثلج شتاءً.

درجة الحرارة: متوسط درجات الحرارة في الشتاء (0 °C)، والصيف حار ورطب، حيث تصل درجات الحرارة إلى 35 °C.

النباتات: نباتاتها على شكل طبقات عمودية من الأشجار والشجيرات والأعشاب، وتسقط أوراق الأشجار في نصف الكرة الشمالي قبل الشتاء عند انخفاض درجات الحرارة لتقليل البناء الضوئي، ولصعوبة امتصاص الماء المتجمد.

الحيوانات: ثدييات، طيور، حشرات، تلجأ الثدييات إلى السبات الشتوي، وتهاجر الطيور شتاءً.

الغابات الصنوبرية الشمالية



هطول الأمطار: يتراوح معدل الهطل السنوي في جميع الفصول بين (30 - 70) cm، ولكن قد يصل معدل الهطل في الغابات الصنوبرية الساحلية في شمال غرب المحيط الهادئ بالولايات المتحدة الأمريكية إلى (300 cm).

درجة الحرارة: الشتاء بارد والصيف حار، وتتراوح درجات الحرارة في بعض هذه الغابات (-50 °C) شتاءً و (20 °C) صيفًا.

النباتات: الأشجار المخروطية الشكل مثل الصنوبر؛ ما يمنع تراكم الثلج على أغصانها وتكسرها، وأوراقها صغيرة الحجم إبرية لتقليل عملية النتح.

الحيوانات: الطيور، والدببة البنية، والنمور، والحشرات، وغيرها.

أبحث: تستطيع بعض الكائنات الحية التكيف مع البيئات القاسية التي تعيش فيها، أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن هذه التكيفات، ثم أُعدّ عرضًا تقديميًّا عن ذلك باستخدام برنامج power point، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

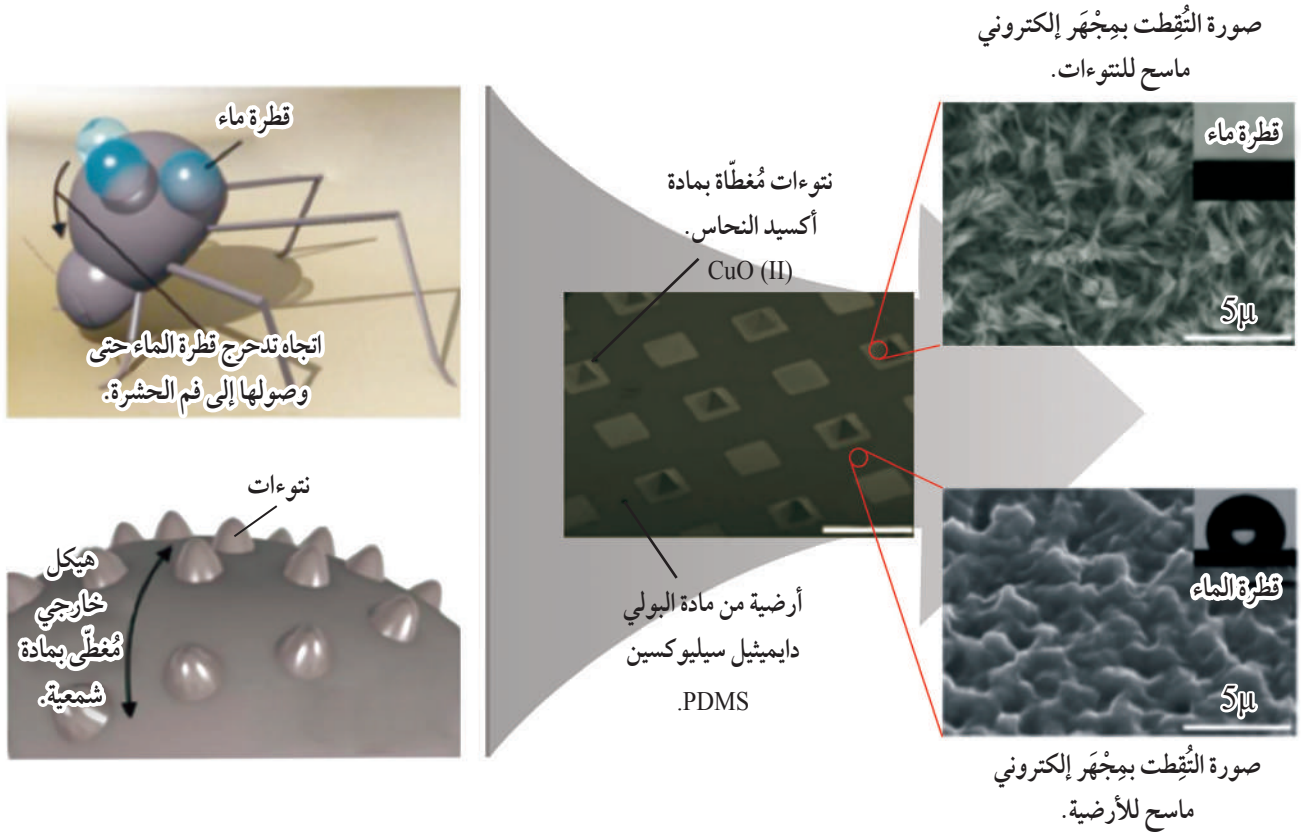
الحصاد المائي

تحصل بعض أنواع الحشرات (مثل خنفساء صحراء ناميبيا ***Stenocara gracilipes***) على الماء بحصاده من الهواء الجوي؛ إذ يكون السطح الخارجي لهيكلها مُغطّى بمادة شمعية لا ينفذ منها الماء، وتبرز منه نتوءات صغيرة لا تصلها المادة الشمعية.

تقف الخنفساء بزاوية 45^{o} مقابل الهواء الذي يصطدم بجسمها، فتلتصق به قطيرات من الماء، ثم تتجمَّع هذه القطيرات على النتوءات، عندئذٍ تُغيِّر الخنفساء زاوية وقوفها، فتنزلق قطيرات الماء لتصل فمها.

وقد استطاع فريق من العلماء محاكاة تصميم الهيكل الخارجي لهذه الخنفساء، وتوظيفه في تصميم مخيمات اللاجئين، بحيث أمكنهم تجميع الماء من رطوبة الجو.

يُذكَر أنَّ المادة التي صُنِعت منها خيام اللاجئين هي البولي دايميثيل سيليوكسين Polydimethylsiloxane (PDMS)، التي يُشار إليها عادة بالسيليكون، وتكون مُغطّاة بمادة أكسيد النحاس CuO (II).



مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة: أرسم مُخطَّطًا** يُمثِّل العلاقة بين المفاهيم الآتية: النوع، والجماعة، والمجتمع الحيوي، والنظام البيئي، والإقليم الحيوي، والغلاف الحيوي.

2. لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة فقط صحيحة، أُحدِّدها:

1. يُطلَق على أيِّ مجموعة من الكائنات الحية، تنتمي إلى النوع نفسه، وتعيش معًا في منطقة واحدة، اسم:

أ. الجماعة. ب. النظام البيئي. جـ. المجتمع الحيوي. د. الإقليم الحيوي.

2. إحدى الآتية غير صحيحة في ما يتعلَّق بالغلاف الحيوي:

أ. يعاد تدوير بعض المواد في الغلاف الحيوي، مثل مادة النيتروجين.

ب. تمنع العمليات البيوجيوكيميائية تدوير المواد، مثل الكربون.

جـ. تخضع المواد الأساسية (مثل: الماء، والأكسجين) إلى قانون حفظ الطاقة.

د. تنتقل العناصر والماء بين الكائنات الحية والبيئة.

3. الذي يُعبِّر عن مجموع العوامل الحيوية والعوامل غير الحيوية في الغابة هو:

أ. الغلاف الحيوي. ب. النظام البيئي. جـ. المجتمع الحيوي. د. الإقليم الحيوي.

3. أوضح المقصود بكلٍّ من: البناء الكيميائي، المناخ.

4. **أصوغ فرضية** حول حصول الديدان الأنبوبية من نوع ***Riftia pachyptila*** التي تعيش في أعماق المحيطات على الطاقة.

5. **أتنبأ:** إذا ارتفع متوسط درجة حرارة الأرض بما لايقل عن (4 °C)، فما الإقليم الحيوي الذي ستُستبدل به التندرا؟ أفسّر إجابتي.

6. **أطرح سؤالًا** تكون إجابته (الجزء الذي تعيش فيه الكائنات الحية، ويمتد كيلومترات عِدَّة في الغلاف الجوي فوق سطح الأرض إلى أعماق المحيطات).

الأنظمة البيئية المائية
Aquatic Ecosystems

الدرس 2

الفكرة الرئيسة:
الأنظمة البيئية المائية ديناميكية ومُتنوِّعة، ولها خصائص فيزيائية وكيميائية وحيوية تُميِّزها عن غيرها من الأنظمة البيئية.

نتاجات التعلُّم:
- أحدد المناطق الرئيسة في البيئة المائية.
- أصف خصائص الكائنات الحية التي تعيش في الأنظمة البيئة المائية، وتكيفاتها.
- أُبيِّن أهمية العوالق في البيئة البحرية.
- أبحث عن أثر الانقلاب المائي في البحار والمحيطات.
- أبحث في المخاطر التي تُهدِّد الأنظمة البيئية المائية.
- أستقصي تجارب الأردن في المحافظة على الشِّعاب المرجانية في خليج العقبة.
- أَصِف خصائص النظام البيئي للمياه العذبة.
- أُوضِّح خصائص الكائنات الحية التي تعيش في مصبات الأنهار والأنظمة البيئية للمياه العذبة.

المفاهيم والمصطلحات:
الانقلاب الفصلي للماء
Seasonal water Turnover
المياه العذبة الجارية
Lentic Freshwater
المياه العذبة الراكدة
Lotic Freshwater
المنطقة الساحلية Littoral Zone
الأراضي الرطبة Wetlands
مصبات الأنهار Estuaries

تضم البيئة المائية الأنظمة البيئية البحرية والأنظمة البيئية للمياه العذبة، اللتين تتميزان بخصائص فيزيائية وكيميائية تساعد على التنوع الكبير للكائنات الحية فيهما.

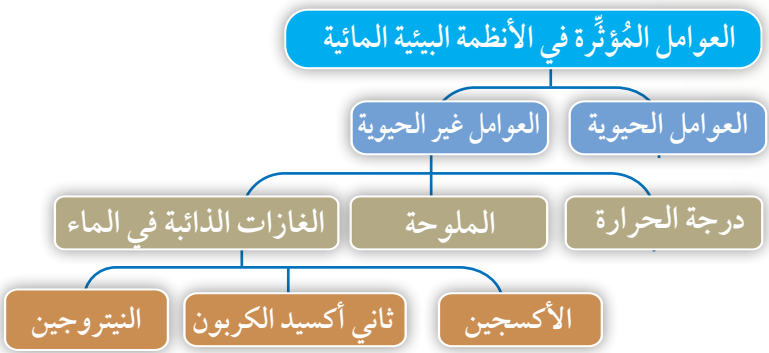
العوامل المُؤثِّرة في الأنظمة البيئية المائية
Factors Affecting Aquatic Ecosystems

تتأثر الأنظمة البيئية المائية بعدد من العوامل الحيوية والعوامل غير الحيوية، أنظر الشكل (6).

العوامل الحيوية Biotic Factors

تُعَدُّ العوالق أحد أهم الكائنات الحية التي تعيش في البيئات المائية؛ فالعوالق النباتية (مثل: الدياتومات، والسوطيات الدوّارة، والطحالب الخضراء) تُشكِّل قاعدة أيِّ هرم بيئي في الأنظمة البيئية المائية؛ فهي تثبت ثاني أكسيد الكربون وتنتج الغذاء والأكسجين، فتسهم في المحافظة على توازن نسبة الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. وتمثل العوالق الحيوانية المُستهلكات الأولى (مثل مجدافيات الأرجل ***Copepod***، وبرغوث الماء ***Daphnia***) التي تنقل الطاقة للمُستهلكات الأخرى في السلاسل والشبكات

الشكل (6): العوامل المُؤثِّرة في الأنظمة البيئية المائية.



الغذائية. أنظر الشكل (7). في حين تُعَدُّ بعض أنواع البكتيريا والفطريات والديدان من المُحلِّلات التي تُزوِّد المناطق العميقة بالمواد العضوية والمواد غير العضوية الناتجة من تحلُّل أجسام الكائنات الحية وفضلاتها.

✓ **أتحقَّق:** ما أهمية العوالق في البيئة المائية؟

العوامل غير الحيوية Abiotic Factors

درجة الحرارة Temperature

تختلف درجات الحرارة في الأنظمة البيئة المائية تبعًا لموقعها الجغرافي، وعمق مياهها، وفصول السنة.

الملوحة Salinity

درسْتُ سابقًا في مبحث علوم الأرض والبيئة أنَّ الملوحة Salinity هي مجموع تراكيز الأملاح الذائبة في الماء، وأنَّها تتأثَّر بعوامل عِدَّة، وتتميز البحار بنسبة ملوحة مرتفعة تصل إلى 35 ppt (ppt = جزء من الألف)، بينما تمتاز المياه العذبة بنسبة ملوحة مُتدنِّية تصل إلى 0.5 ppt.

تكيَّفت الكائنات الحية البحرية للعيش في مياه البحر بالمحافظة على تركيز الأملاح في أجسامها بحيث يكون أقل منه في البيئة المحيطة، عن طريق إخراج الماء باستمرار من خياشيمها وجلدها، وضخِّ الكُلى في كلٍّ منها كثيرًا من الماء مع الأملاح. فمثلًا: تتخلَّص الأسماك من فائض الأملاح لديها بالنقل النشط عن طريق خياشيمها. غير أنَّ انصهار الجبال الجليدية في المناطق القطبية بسبب ظاهرة الاحترار العالمي التي سأدرسها لاحقًا أدّى إلى انخفاض نسبة ملوحة مياه البحر؛ ما أثَّر في قدرة الكائنات البحرية على ضبط الاتزان المائي في أجسامها، وفي بقائها.

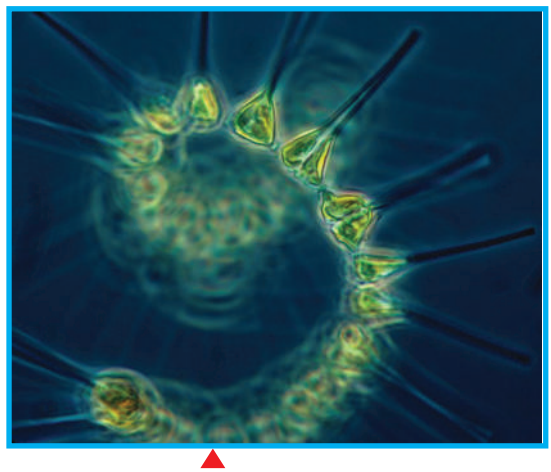
الغازات الذائبة في الماء Gases Dissolved

الأكسجين:

تُعَدُّ عمليات البناء الضوئي التي تقوم بها العوالق والنباتات المائية المصدر الرئيس للأكسجين في البيئات المائية، أنظر الشكل (8). غير أنَّ نسبة من غاز الأكسجين تذوب بسبب حركة الرياح، واختلاط هذا الغاز بطبقة الماء السطحية.

الشكل (7): عوالق.

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن آليات ضبط الاتزان المائي في الأسماك البحرية، ثم أُعِدُّ فيلمًا قصيرًا عن ذلك باستخدام برنامج movie maker، ثم أعرضه أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.



الشكل (8): بعض أنواع العوالق النباتية التي تقوم بعملية البناء الضوئي في البيئات البحرية.

الشكل (9): صدفة لحيوان بحري أصابها بعض التآكل بسبب انخفاض الرقم الهيدروجيني للماء.

ثاني أكسيد الكربون:

يقل تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الطبقات القريبة من سطح الماء؛ بسبب ارتفاع معدَّلات عمليات البناء الضوئي. ويؤدي ارتفاع تركيز هذا الغاز في البيئات المائية إلى جعل الماء في البيئات المائية أكثر حموضة (انخفاض الرقم الهيدروجيني للماء (pH))، وهو ما أدّى إلى ذوبان الهياكل الصُّلْبة للكائنات الحية، التي تتكوَّن من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)، مثل: المرجان، والمحار، أنظر الشكل (9).

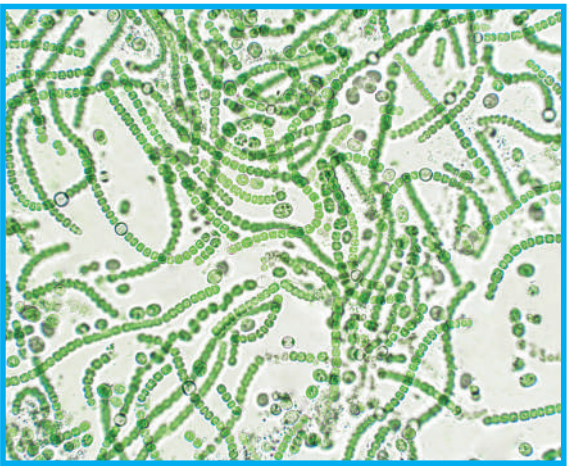
النيتروجين:

يُثبَّت غاز النيتروجين عن طريق البكتيريا الخضراء المُزْرَقَّة، وكذلك عن طريق نوع من السرخسيات المائية، مثل نبات أزولا ***Azolla***، أنظر الشكل (10/ أ) الذي يرتبط بعلاقة تقايض مع نوع من البكتيريا الخضراء المُزْرَقَّة، أنظر الشكل (10/ ب)، التي تعيش في أوراق النبات الخارجية، وتُثبِّت النيتروجين، فتستفيد منه المُنتِجات في بناء المُركَّبات العضوية المهمة؛ لذا يُعَدُّ هذا الغاز عاملًا مُحدِّدًا في البيئات المائية بالرغم من وفرته في الغلاف الجوي، أنظر الشكل (10).

✓ **أتحقَّق:** كيف تُؤثِّر زيادة نسب غاز ثاني أكسيد الكربون في الأنظمة البيئية المائية؟

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة حول دور غابات عشب البحر في الأنظمة البيئية المائية. ثم أُعِدُّ فيلمًا قصيرًا عن ذلك باستخدام برنامج movie maker، ثم أعرضه أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.

الشكل (10/ أ): نبات أزولا الذي يعد نوعًا من السرخسيات المائية.



الشكل (10/ ب): بكتيريا خضراء مُزْرَقَّة من نوع ***Nostoc commune***، تُثبِّت النيتروجين في البيئات البحرية.

المناطق الرئيسة في البيئة البحرية

Main Regions in Marine Ecosystems

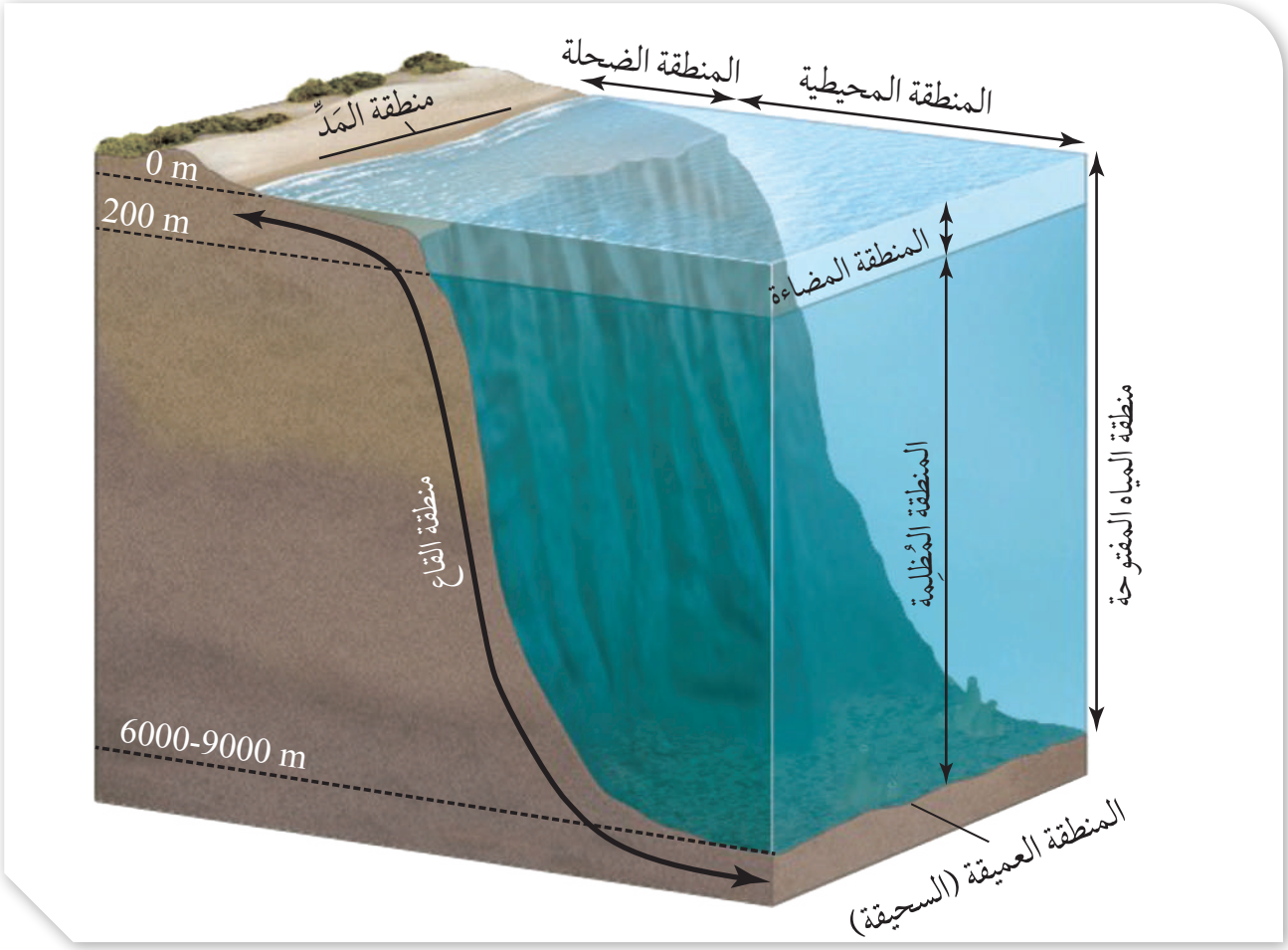
تُمثِّل الأنظمة البيئية البحرية ما نسبته 96.5% من مُجمَل المُسطَّحات المائية. وقد صنَّف العلماء البيئة البحرية إلى مناطق تبعًا لمعايير عِدَّة، أنظر الشكل (11).

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن أشكال بعض العوالق في البيئة المائية، ثم أُصمِّم نماذج لبعضها، ثم أعرضها أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.

معايير تقسيم البيئة البحرية

وصول أشعة الشمس	البُعْد عن الشاطئ				المنطقة البيئية	
مناطق تصلها أشعة الشمس	مناطق لا تصلها أشعة الشمس	مناطق تغمرها مياه المَدِّ	مناطق تحاذي الشاطئ، ويصل عمق مياهها إلى 200 m	مناطق تلي المياه الضحلة، وتمتاز بمياهها العميقة	عمود الماء الممتد من السطح إلى القاع	اليابسة تحت مياه البحر
المنطقة المضاءة	المنطقة المُظلِمة	منطقة المَدِّ	المنطقة الضحلة	المنطقة المحيطية	منطقة المياه المفتوحة	منطقة القاع

الشكل (11): تصنيف المناطق في البيئة البحرية.
أحدد مناطق البيئة البحرية وفقًا لبعدها عن الشاطئ.



الانقلاب الفصلي المائي في البيئات البحرية

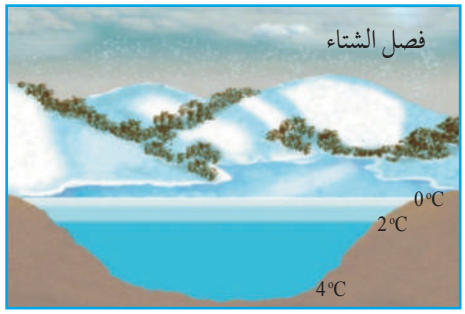
Seasonal Water Turnover in Marine Environments

أتحقَّق: كيف يحدث الانقلاب الفصلي للماء؟

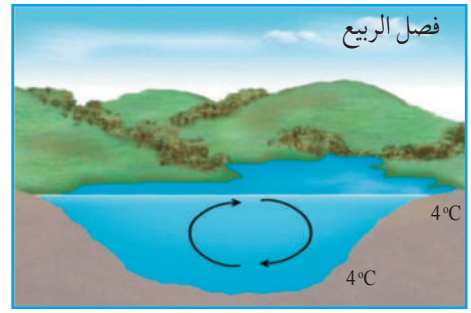
تحدث ظاهرة **الانقلاب الفصلي للماء** Seasonal Water Turnover في البيئات المائية. وفيها يُخلَط الماء في فصلي الربيع والخريف نتيجة تغيُّر درجات الحرارة الناجم عن تغيُّر الفصول؛ لذا تُعَدُّ هذه الظاهرة مهمة لبقاء الكائنات الحية المائية في الأعماق المختلفة للبحار والمحيطات، أنظر الشكل (12).

الشكل (12): الانقلاب الفصلي للماء.

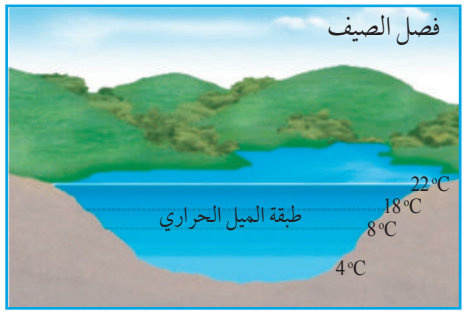
تتجمَّد طبقة الماء السطحية في فصل الشتاء، وتوجد أكثر المياه برودة تحت هذه الطبقة المُتجمِّدة، وكلَّما زاد العمق زادت درجة حرارة الماء لتصبح 4 °C.



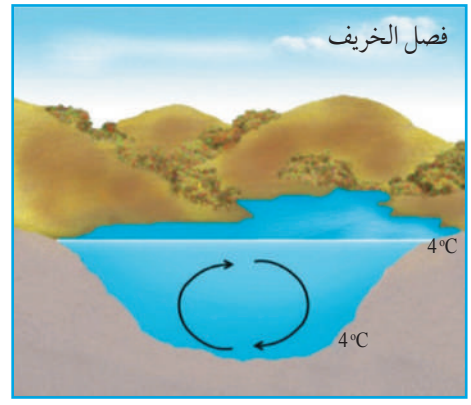
أمّا في فصل الربيع فيبدأ الجليد الذي غطّى المياه السطحية بالانصهار، وتصبح درجة الحرارة في هذه الطبقة 4 °C؛ ما يزيد كثافة الماء فيها. بعد ذلك تغوص مياه هذه الطبقة إلى الأسفل حاملة معها الأكسجين، وترتفع مياه الطبقة العميقة المُحمَّلة بالمُغذِّيات إلى طبقة الماء السطحية.



وأمّا في فصل الصيف فتكتسب طبقة الماء السطحية مزيدًا من الطاقة الحرارية؛ ما يرفع درجة حرارتها، فتصبح دافئة، وأخف كثافة، فترتفع فوق المياه الباردة التي هي أعلى كثافةً، وتنفصل عنها بطبقة من الماء تُسمّى طبقة الميل الحراري Thermocline.



وأمّا في فصل الخريف فتنخفض درجة حرارة مياه الطبقة السطحية إلى 4 °C، وتزداد كثافتها، ويُسهِم انخفاض درجة حرارة الهواء المحيط في ذلك؛ ما يجعلها تغوص من جديد في اتجاه القاع، ويتسبَّب ذلك في ارتفاع أكثر المياه دفئًا، وأقلها كثافةً (القريبة من القاع) إلى السطح، وتستمر حركة انقلاب الماء حتى تبدأ الطبقة السطحية بالتجمُّد مرَّة أُخرى. وبذلك يصل الأكسجين من السطح إلى القاع، وترتفع المُغذِّيات من القاع إلى السطح.



نشاط

أثر ضوء الشمس في عملية البناء الضوئي في نبات الإيلوديا *Elodea*

المواد والأدوات: كأس زجاجية سعتها 500 mL، صبغة أزرق البروموفينول، نبات إيلوديا، قطّارة، دورق مخروطي، لفافة من رقائق الألمنيوم، مخبار مُدرَّج سعته 200 mL، مصدر ضوء، ماصَّة، 3 أنابيب اختبار كبيرة وسِداداتها، ماء.

أصوغ فرضيتي حول حاجة نبات الإيلوديا لضوء الشمس للقيام بعملية البناء الضوئي.

إرشادات السلامة: استعمال الماصَّة بحذر، وتجنُّب استنشاق محلول البروموفينول.

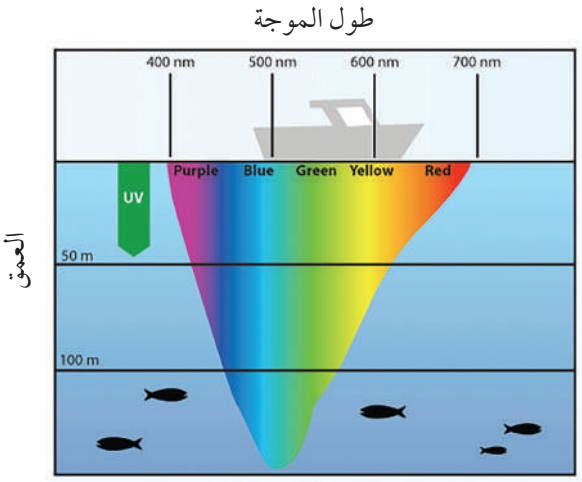
أختبر فرضيتي:

1. أُحضِّر محلول الكاشف (أزرق البروموفينول) بوضع 150 mL من الماء في الدورق المخروطي، ثم أُضيف (20-25) قطرة من صبغة أزرق البروموفينول، وألاحظ لون المحلول الناتج.
2. أُرقِّم أنابيب الاختبار الثلاثة، ثم أكتب عليها بالترتيب ما يأتي: الأنبوب الضابط، الأنبوب المُغلَّف برقائق الألمنيوم، الأنبوب غير المُغلَّف برقائق الألمنيوم.
3. أُغلِّف أنبوب الاختبار رقم (2) برقائق الألمنيوم، وأراعي ألّا يصل الضوء إلى داخل الأنبوب.
4. **أُجرِّب:** أستعمل الماصَّة للنفخ بضع مرّات في محلول أزرق البروموفينول؛ لإضافة غاز ثاني أكسيد الكربون إليه، ثم أتوقَّف عن النفخ عند تحوُّل المحلول إلى اللون الأصفر.
5. أملأ كلًّا من الأنابيب الثلاثة بمحلول الكاشف حتى النصف تقريبًا، ثم أضع قطعة من نبات الإيلوديا في الأنبوب رقم (2) والأنبوب رقم (3).
6. أُضيف مزيدًا من محلول الكاشف حتى يُغطّي القطعة بصورة كاملة.
7. **أضبط المُتغيِّرات:** أُغلِق الأنابيب الثلاثة بالسّدادات، ثم أضعها على حامل أنابيب، أو في الكأس الزجاجية قرب النافذة، أو مصدر الضوء مدَّة 24 h، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.

التحليل والاستنتاج:

1. **أضبط المُتغيِّرات:** أحدد المتغير المستقل والمتغير التابع في التجربة.
2. **أُفسِّر** سبب استخدام محلول الكاشف.
3. **أُلاحِظ:** ما التغيُّرات التي طرأت على الأنابيب الثلاثة؟
4. **أُفسِّر:** ما سبب التغيُّرات التي لاحظْتُها؟
5. **أتنبَّأ:** ما تأثير زيادة مدَّة الإضاءة في عملية البناء الضوئي؟
6. **أُصدر حكمًا:** أوضح إذا توافقت نتائجي مع فرضيتي أم لا.

الربط بالفيزياء



تحتوي مياه البحر على أملاح مذابة، ومواد عضوية، وغير ذلك من المواد التي تُؤثِّر في قدرة هذه المياه على امتصاص الطاقة الضوئية من الشمس؛ إذ إنَّها تمتص موجات الضوء الأحمر أولًا، ثم تنفذ موجات الضوء الأزرق وموجات الضوء الأخضر حتى عمق 200 m؛ ما يُفسِّر سبب تلوُّن مياه البحر باللون الأزرق. وهذا يُؤثِّر في عملية توزيع الطحالب في هذه المياه؛ فصبغة الكلوروفيل في الطحالب الخضراء تمتص موجات الضوء الأحمر، ويتركَّز وجودها في الطبقات العلوية من ماء المحيط. أمّا الطحالب الحمراء فتحتوي على صبغة الفايكوبيليبروتين phycobiliproteins التي تمتص الضوء الأخضر والضوء البرتقالي؛ لذا، فإنَّها توجد في مناطق أكثر عمقًا. وأمّا الطحالب البنية فتحتوي على صبغة الفيوكوزانثين fucoxanthin التي تمتص الضوء الأخضر والضوء الأزرق؛ ما يجعلها قادرة على العيش في مناطق أكثر عمقًا من سابقتها.

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن الشِّعاب المرجانية من حيث: كيفية تشكُّلها، وأهميتها بوصفها أنظمة بيئية بحرية، وظاهرة ابيضاض الشِّعاب المرجانية، ثم أبحث عن تجارب الأردن في المحافظة على الشِّعاب المرجانية في خليج العقبة، ثم أكتب تقريرًا عن ذلك، ثم أقرؤه أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.

المناطق البيئية في الأنظمة البيئية البحرية
Marine Ecoregions

تتوزَّع الكائنات الحية في الأنظمة البيئية البحرية على مناطق بيئية عِدَّة، منها: منطقة المَدِّ، والمنطقة الضحلة، ومنطقة المياه المفتوحة، ومنطقة القاع، أنظر الجدول (1) الذي يُبيِّن أبرز خصائص كلٍّ منها.

أُفكِّر: لماذا تكون نسبة المُغذِّيات في منطقة المياه المفتوحة أقل منها في المنطقة الضحلة؟

الجدول (1): خصائص المناطق البيئية في الأنظمة البيئية البحرية.

	العوامل غير الحيوية	العوامل الحيوية: المُنتِجات
منطقة المَدِّ	– أرضها صخرية، أو رملية. – مياه المَدِّ تغمرها مرَّتين يوميًّا. – عُرْضة للتغيُّرات في درجة الحرارة ونسبة الملوحة. – غنية بالأكسجين والمُغذِّيات.	– الطحالب البحرية. – الأعشاب البحرية.
المنطقة الضحلة	– إحاطتها بحافات القارات، وامتدادها حتى عمق 200 m. – مياهها دافئة.	– غابات عشب البحر.
منطقة المياه المفتوحة	– مياهها صافية، وغنية بالأكسجين. – المُغذِّيات فيها أقل منها في المنطقة الضحلة. – حدوث الانقلاب الفصلي للماء فيها في فصلي الربيع والخريف. – عمق مياهها يصل إلى 200 m في المناطق القريبة، ويتراوح بين 200 m و 1000 m في المناطق العميقة، وبين 4000 m و 10000 m في الأعماق السحيقة.	– العوالق النباتية. – البكتيريا ذاتية التغذية.
منطقة القاع	– أدنى منطقة بيئية في المسطح المائي، وهي تمتد من المناطق الضحلة إلى أعمق بقعة في المحيط. – الأكسجين الذائب في مياهها يكفي لتنفُّس الكائنات الحية. – تكوُّنها من رسوبيات ناعمة.	– الطحالب في المناطق التي يصلها ضوء الشمس. – الكائنات الحية التي تحصل على غذائها بالبناء الكيميائي في المناطق التي لا يصلها ضوء الشمس حول الفتحات الحرارية المائية Hydrothermal Vents.

✓ **أتحقَّق:** أُقارِن بين منطقة المَدِّ، والمنطقة الضحلة، ومنطقة المياه المفتوحة من حيث أنواع المُنتِجات الموجودة في كلٍّ منها.

أمثلة على العوامل الحيوية	أثر النشاط البشري	العوامل الحيوية أنواع الحيوانات
 الطحالب البحرية.	– التلوُّث بمواد مختلفة، مثل النفط. – بناء الحواجز للحدِّ من عملية الحَتِّ الموجي التي أثَّرت سلبًا في الأنظمة البيئية.	– الإسفنج. – شقائق نعمان البحر. – شوكيات الجلد. – الأسماك الصغيرة. – الديدان. – الرخويات، مثل المحار. – القشريات.
 غابات عشب البحر.	– التلوُّث.	– الأسماك. – اللافقاريات الصغيرة الحجم التي تُعَدُّ مصدر غذاء للسلاحف البحرية.
 الحيتان في المياه المفتوحة.	– التلوُّث. – انخفاض الرقم الهيدروجيني للمياه. – الاحترار العالمي.	– العوالق الحيوانية. – القشريات. – قناديل البحر. – بعض اللافقاريات. – الحَبّار. – الثدييات البحرية، مثل الحيتان.
 الديدان الأنبوبية في قاع البحر.	– التلوُّث.	– اللافقاريات. – الأسماك. – الديدان الأنبوبية. – المفصليات. – شوكيات الجلد.

خصائص الأنظمة البيئية للمياه العذبة وأنواعها
Characteristics and Types of Freshwater Ecosystems

تُمثِّل الأنظمة البيئية للمياه العذبة ما نسبته 3.5% من الأنظمة البيئية المائية. وهي تتوزَّع بين الأنهار الجليدية، والغطاء الجليدي، والمياه الجوفية، والمياه العذبة السطحية وغيرها.

تُصنَّف الأنظمة البيئية للمياه العذبة إلى ثلاثة أنواع يُبيِّنها الشكل (13).

✓ **أتحقَّق:** ما أنواع الأنظمة البيئية للمياه العذبة؟

الشكل (13): أنواع الأنظمة البيئية للمياه العذبة.

الأنظمة البيئية للمياه العذبة الجارية Lotic Freshwater Ecosystems

تشمل **المياه العذبة الجارية** **Lotic Freshwater** كلًّا من الأنهار، والجداول، والسيول. وفيها يُصنَّف النظام البيئي إلى ثلاث مناطق تبعًا لاتجاه حركة الماء. وهذه المناطق هي: منطقة المنبع Source Zone (headwaters)، والمنطقة الانتقالية Transition Zone، ومنطقة السهل الفيضي Floodplain Zone، أنظر الشكل (14) الذي يُبيِّن أبرز خصائص هذه المناطق.

أتحقَّق: أُقارِن بين منطقة المنبع والمنطقة الانتقالية ومنطقة السهل الفيضي من حيث: سرعة المياه، والعمق، والكائنات الحية التي تعيش في كلٍّ منها.

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة حول تكيفات الكائنات الحية للمعيشة في المياه العذبة، ثم أُعِدّ عرضًا تقديميًّا، ثم أعرضه أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.

الشكل (14): خصائص المناطق البيئية للمياه العذبة الجارية.

منطقة المنبع Source Zone: من أمثلتها الجبال، والتلال، والمياه الجوفية. وفيها تجري المياه ضمن مسارات ضيِّقة بسرعة كبيرة، وهي مياه ضحلة، وباردة، وغنية بالأكسجين، لكنَّها تحوي أنواعًا قليلةً من المُنتِجات، مثل: الطحالب، والحزازيات.

يعيش في هذه المنطقة أنواع عِدَّة من الأسماك، مثل سمك السلمون المُرقَّط الذي يمتاز بعضلاته القوية التي تُمكِّنه من السباحة في تيارات المياه القوية والسريعة.

منطقة السهل الفيضي Floodplain Zone: تمتاز هذه المنطقة بدفء مياهها، وقلَّة تشبُّعها بغاز الأكسجين، وانخفاض سرعة جريانها، وازدياد اتساع مجرى الماء فيها.

يعيش في منطقة السهل الفيضي عدد قليل من الأنواع النباتية والحيوانية، مثل: بعض أنواع الطحالب، والأسماك مثل الشبوط. وفيها تتفرَّع المياه إلى قنوات عِدَّة، وتتكوَّن الأراضي الرطبة التي تُسهِم في خفض سرعة جريان الماء؛ ما يُقلِّل من مخاطر الأعاصير والفيضانات.

المنطقة الانتقالية Transition Zone: المنطقة الوسطى من النهر أو السيل. وفيها يكون مجرى الماء أكثر عَرْضًا وعمقًا، وأقل سرعة.

تمتاز هذه المنطقة بمياهها العكرة والدافئة مقارنةً بمياه منطقة المنبع، ووفرة المُغذِّيات فيها، وانخفاض نسبة الأكسجين فيها مقارنةً بمنطقة المنبع.

يعيش في المنطقة الانتقالية أنواع من الطحالب، وبعض الأسماك مثل سمك الباس.

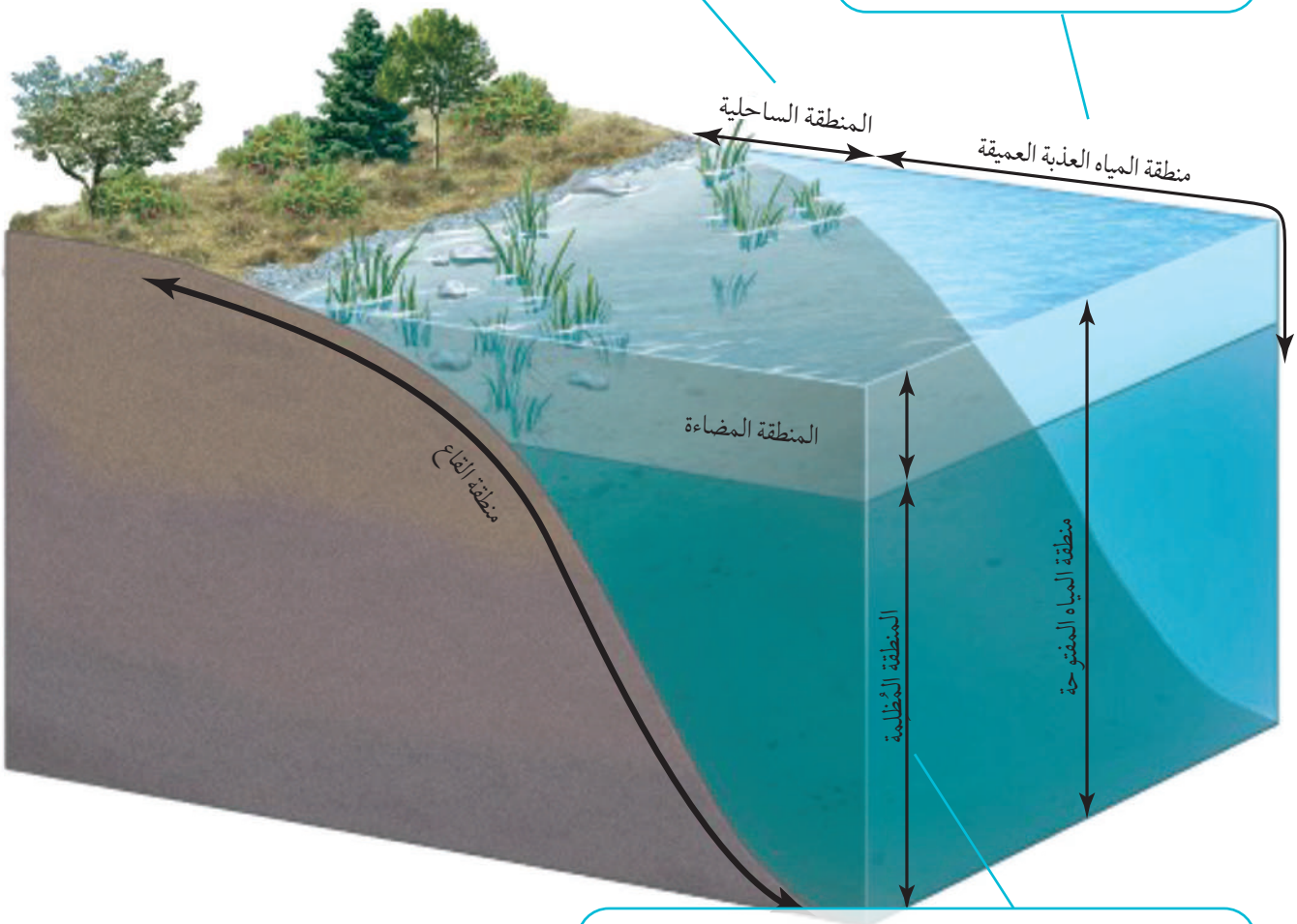
الأنظمة البيئية للمياه العذبة الراكدة Lentic Freshwater System

تُعَدُّ البحيرات والبِرَك من أكثر مصادر **المياه العذبة الراكدة** **Lentic Freshwater** شيوعًا. وفيها يُصنَّف النظام البيئي إلى مناطق عِدَّة، أنظر الشكل (15).

الشكل (15): خصائص النظام البيئي لمناطق المياه العذبة الراكدة.

تسود في هذه المنطقة العوالق بنوعيها؛ النباتية، والحيوانية. وهي تمتاز بوجود كثير من أشكال الحياة فيها؛ ما يجعلها أساس السلاسل الغذائية في النظام البيئي لمناطق المياه العذبة الراكدة.

تمتاز **المنطقة الساحلية** **Littoral Zone** بمياهها الضحلة الدافئة؛ ما يجعلها بيئة مناسبة لأنواع عِدَّة من الطحالب، والنباتات المائية، والمحار، والقشريات، والبرمائيات، وبعض الحشرات. وتُعَدُّ الكائنات الحية التي تعيش فيها مصدرًا لغذاء حيوانات أُخرى، مثل: البط، والسلاحف.



تمتاز هذه المنطقة بمياهها المُظلِمة والباردة، وانخفاض عدد المُنتِجات فيها؛ لعدم وصول أشعة الشمس إلى الأعماق في مياهها. ولهذا، فإنَّ معظم أشكال الحياة فيها من المُستهلِكات التي تتغذّى بالكائنات الميتة التي تصل من الطبقات العليا.

✓ **أتحقَّق:** ما أشكال الحياة في المنطقة المُظلِمة؟

الأنظمة البيئية للأراضي الرطبة Wetland Freshwater Ecosystems

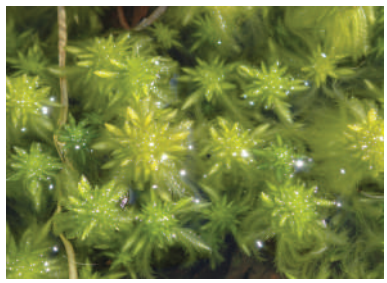
يُطلَق على المساحات التي تغمر المياه تربتها، أو تملأ الفراغات بين حبيباتها حتى سطح التربة أو قريبًا من السطح طوال العام أو معظمه، اسم **الأراضي الرطبة Wetlands**. وهي تُصنَّف إلى أربع مناطق يُبيِّنها الشكل (16).

الشكل (16): الأراضي الرطبة.

أتحقَّق: ما المقصود بالأراضي الرطبة؟

الرَّخاخ Bogs

تنشأ هذه المنطقة عندما يبدأ نمو نبات حزازي من جنس سفاغنوم ***Sphagnum*** على حواف بحيرة، واستمراره في النمو ببطء حتى يملأ البحيرة كلها، وقد ينمو السفاغنوم على الأرض. عند جفاف هذا النبات، فإنَّه يمنع تبخُّر مياه الأمطار المُحتجَزة في التربة، التي تُعَدُّ مصدر المياه فيها، أنظر الشكل (17).



الشكل (17): حزاز من جنس سفاغنوم ***Sphagnum*** في منطقة الرَّخاخ.

تمتاز منطقة الرَّخاخ بأنَّها بيئة فقيرة بالمُغذِّيات، وبمياهها ذات الرقم الهيدروجيني pH المنخفض (pH=3-5)، وبتربتها المشبعة بالماء؛ لذا، فإنَّ عددًا قليلًا من الأنواع النباتية والحيوانية تتكيّف للعيش فيها. ومن أشهر هذه الأنواع: النباتات الآكلة اللحوم، أنظر الشكل (18).

أفكِّر: ما سبب انخفاض الرقم الهيدروجيني في منطقة الرَّخاخ؟

تُسهِم هذه المنطقة في الحدِّ من حدوث الفيضانات باحتجازها مياه الأمطار في الأراضي المُغطّاة بالحزازيات، وتُسهِم أيضًا في الحدِّ من تغيُّر المناخ بخزنها الكربون في ترسُّبات الحزازيات.

الشكل (18): نبات آكل للحوم.

الفينات Fens

تمتاز هذه المنطقة بأراضيها المنخفضة الرطبة التي تنمو فيها الحزازيات، وترشح إليها المعادن والمُغذِّيات من التربة المحيطة، وبمياهها التي من مصادرها المياه الجوفية، وتمتاز أيضًا بأنَّها موطن لعدد من النباتات، مثل الأعشاب، علمًا بأنَّ استمرار نمو الحزازيات وتراكم الخُثِّ فيها يتسبَّب في ارتفاع مستوى الأرض؛ ما يمنع وصول المياه إليها من المصادر المحيطة، ثم تتحوَّل إلى رَخاخ بمرور الزمن.

أتحقَّق: أبين أوجه الشبه والاختلاف بين كل من الأهوار والمُستنقعات.

الأهوار Marshes

تمتاز هذه المنطقة بأراضيها الرطبة التي تنمو فيها النباتات العشبية، ويغمرها الماء من المُسطَّحات المائية القريبة مثل ضفاف الأنهار، أو من المياه الجوفية غالبًا. وهي تُعَدُّ بيئة غنية بالمُغذِّيات، وكذلك تمتاز بتربتها الرملية أو الطينية؛ ما يجعلها موطنًا للعديد من النباتات، مثل: زنابق الماء، والقصب، والخيزران، والبَرْدِي؛ وبعض الحيوانات، مثل: مالك الحزين، والقنادس، وجرذان المسك، أنظر الشكل (19).

تُسهِم الأهوار في تجديد مصادر المياه الجوفية، وتحدُّ من حدوث الفيضانات.

الشكل (19): نبات زنبق الماء الأصفر.

المستنقعات Swamps

تمتاز هذه المنطقة بأراضيها الرطبة التي تنتشر فيها الأشجار على طول ضفاف الأنهار ذات التدفُّق البطيء، وبتربتها المشبعة بالماء، وبمياهها الغنية بالمادة العضوية، ومن أهم الأشجار التي تنمو فيها: القيقب، والسرو.

تُعَدُّ المستنقعات موطنًا لعدد من الحيوانات، مثل: الطيور، واللافقاريات، والتماسيح، أنظر الشكل (20).

الشكل (20): قاطور في أحد مستنقعات كاليفورنيا.

أبحث: عثرت مجموعة من حفّاري الخُثِّ Peat في خمسينيات القرن الماضي على جثَّة رجل محفوظة في إحدى مناطق الرَّخاخ. وقد افترض العلماء أنَّها دُفِنت عام 405 قبل الميلاد.

أبحث في مصادر البحث المناسبة عن الأسباب التي أدَّت إلى بقاء جثَّة الرجل وعدم تحلُّلها، ثم أُعِدُّ عرضًا تقديميًّا عن ذلك باستخدام برنامج power point، ثم أعرضه أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.

الشكل (21): النظام البيئي في مصبات الأنهار.

الأنظمة البيئية في مصبات الأنهار Estuaries Ecosystems

تُمثِّل **مصبات الأنهار Estuaries** المنطقة الانتقالية التي تلتقي فيها مياه الأنهار العذبة بمياه البحر المالحة، أنظر الشكل (21).

تختلف مصبات الأنهار من حيث الخصائص تبعًا لموقعها الجغرافي، والنمط المناخي السائد فيها. فمثلًا: تغمر مياه المَدِّ الأراضي المنخفضة، وتُحتجَز المياه فيها. وما إنْ تتبخَّر المياه حتى تظل الأملاح على حالها، ثم تتكوَّن مستنقعات الملح Salt Marshes نتيجة تكرار حركة المَدِّ، وتكون مُغطّاة بطبقة عضوية سطحية يُطلَق عليها اسم الخُثِّ Peat، وهي طبقة قليلة التشبُّع بغاز الأكسجين، وتنمو فيها بكتيريا تستمد الطاقة عن طريق أكسدة كبريتيد الهيدروجين؛ ما يُسبِّب انتشار رائحة فيها تُشبِه رائحة البيض الفاسد.

✓ **أتحقَّق:** ما سبب ملوحة مياه المصبات في مستنقعات الملح؟

تختلف الشبكات الغذائية في مصبات الأنهار عنها في بقية الأنظمة البيئية من حيث المُنتِجات؛ فهي لا تُعَدُّ غذاءً للمُستهلِكات الأولى، خلافًا لمادتها العضوية التي تنزل إلى الأسفل بعد موتها، وتُمثِّل غذاءً للمحار والديدان والإسفنج.

تُعَدُّ مصبات الأنهار أنظمة بيئية مهمة اقتصاديًّا؛ إذ تنمو فيها أعداد كبيرة من الأسماك والقشريات، وتقصدها بعض أنواع طيور الماء لبناء الأعشاش، والحصول على الغذاء والراحة في أثناء مواسم هجرتها. وتبدو هذه المصبات أشبه بمصافٍ ضخمة؛ إذ إنَّها تحتجز الرسوبيات والمُلوِّثات، وتمنع وصولها إلى المحيطات.

✓ **أتحقَّق:** ما مصدر غذاء أنواع المحار والقشريات التي تعيش في مصبات الأنهار؟

الربطُ بالمجتمع

أكون مُبادرًا

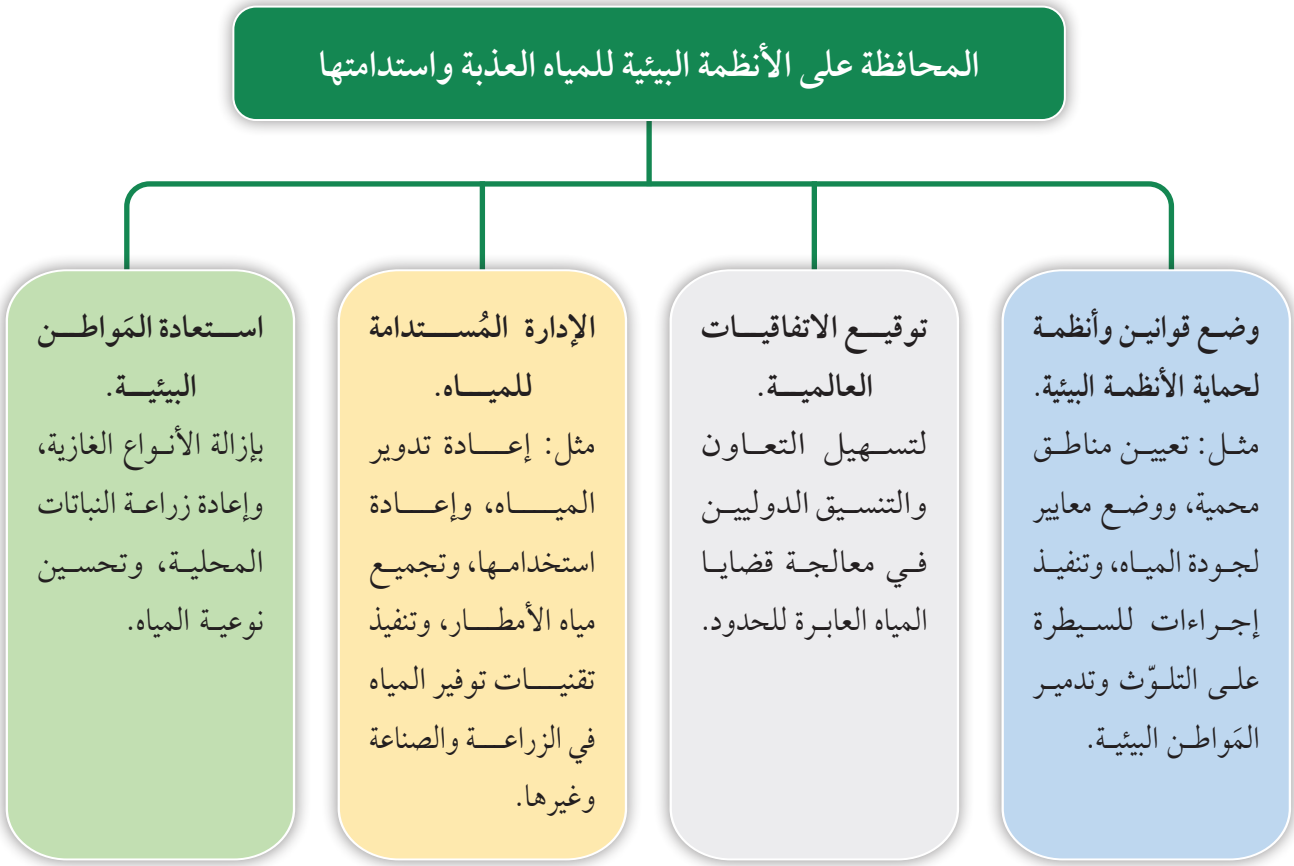
تقع مسؤولية كبيرة على أفراد المجتمع في المحافظة على الماء من خلال إجراءات عدة، منها: منع تسرب الماء من الحنفيات والمواسير وغيرها بتصليح التالف منها، وعدم الإسراف في استخدام الماء أثناء الاستحمام أو غسل السيارات أو الأعمال المنزلية. وتقليل التلوث بالتخلص من المواد الكيميائية بالطرائق الصحيحة، وتجنب استخدام المبيدات الحشرية في حديقة المنزل، واستخدام منظفات صديقة للبيئة، وتقليل استخدام المواد البلاستيكية، وزراعة الأشجار والنباتات على ضفاف الأنهار.

المحافظة على الأنظمة البيئية للمياه العذبة

Fresh Water Ecosystems Conservation

تُعدّ الأنظمة البيئية للمياه العذبة مهمة لبقاء الإنسان؛ فهي توفّر المياه اللازمة للشرب والزراعة وغيرها، وهي موطن لكثير من الكائنات الحية المتنوّعة. ولكن قد تؤدي الأنشطة البشرية (مثل: فرط استغلال الكائنات الحية، والأنشطة الصناعية، واستخدام المبيدات الحشرية) إلى الإضرار بهذه الأنظمة، وللمحافظة على هذه الأنظمة واستدامتها لا بد من اتخاذ عدّة إجراءات، ولتعرّف بعض منها أنظر الشكل (22).

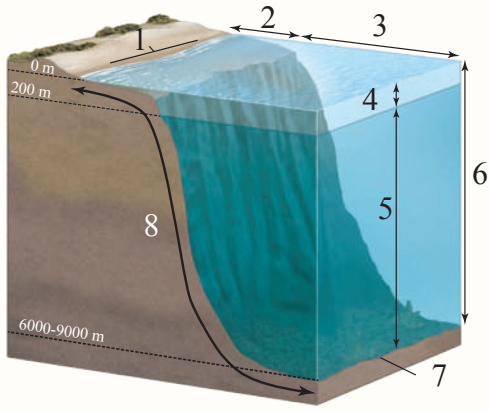
أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن المخاطر التي تُهدِّد الأنظمة البيئية المائية، والجهود المبذولة لحمايتها، ثم أُعِدُّ تقريرًا عن ذلك، ثم أعرضه أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.



الشكل (22): بعض إجراءات المحافظة على الأنظمة البيئية للمياه العذبة واستدامتها.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أكتب على الشكل المجاور أسماء الأجزاء الآتية بجانب الأرقام التي تُمثِّلها:



- منطقة المياه المفتوحة.
- المنطقة المُظلِمة.
- المنطقة الضحلة.
- المنطقة التي يصلها ضوء الشمس.
- المنطقة التي تُغطّيها مياه المَدِّ مرَّتين في اليوم الواحد.
- المنطقة التي تعيش فيها الديدان الأنبوبية.
- قاع البحر.
- المنطقة المحيطية.

2. **أُفسِّر** كلًّا ممّا يأتي:

أ . قد توجد المنطقة المضاءة في المياه المفتوحة على عمق أكثر من المعتاد.

ب. تُعَدُّ العوالق أحد أهم الكائنات الحية المائية.

جـ. يقل تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في طبقات الماء القريبة من السطح.

د . تكون عضلات أجسام الأسماك التي تعيش في منطقة المنبع قوية.

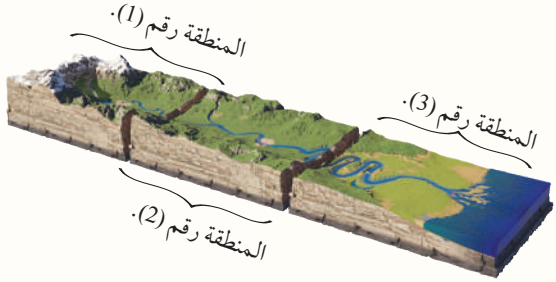
هـ. تعيش النباتات الآكلة اللحوم في الرَّخاخ.

و . تتكوَّن مستنقعات الملح في الأنظمة البيئية لمصبات الأنهار.

3. **أقدم دليلًا** على أن التغير في العوامل غير الحيوية قد يهدد بقاء الكائنات الحية البحرية ذات الأصداف.

4. **أطرح سؤالًا** تكون إجابته: (بسبب اختلاف نوع الصبغة في الطحالب).

5. **أتأمَّل** الرسم المجاور، ثم أُجيب عن الأسئلة الآتية:



أ . أكتب اسم المنطقة التي يُمثِّلها كلٌّ من الأرقام: (1)، و (2)، و (3).

ب. **أَصِف** خصائص الماء في المنطقة رقم (1) من حيث: درجة الحرارة، وسرعة جريان الماء، ونسبة الأكسجين، وعمق المجرى.

جـ. ما نوع الكائنات الحية التي تعيش في المنطقة رقم (3)؟

أثر التلوُّث البلاستيكي في الأنظمة البيئية للمياه العذبة

Toxic Effect of Plastic Pollution on Freshwater Ecosystems

لاحظ العلماء ازديادًا في نسبة تلوُّث البيئات المائية بالمواد البلاستيكية الميكروية (1–1000 nm) والنانوية (1–1000 µm). ولدراسة أثر هذه المُلوِّثات في الكائنات الحية ضمن الأنظمة البيئية للمياه العذبة، فقد أجرى فريق منهم تجربة عُرِّض فيها نوع من أسماك دانيو المُخطَّطة ***Danio rerio*** لمواد بلاستيكية ذات تراكيز مقبولة عالميًّا من المواد البلاستيكية الميكروية أيامًا عِدَّةً. بعد ذلك لاحظ العلماء أنَّ تعرُّض الأسماك لهذه المواد أدّى إلى تراكم النيتريت (Nitrite) وحمض الثيوباربيتيوريك (Thiobarbituric Acid) في أجسامها التي فقدت القدرة على التخلُّص منها. وقد لاحظ العلماء أيضًا أنَّ تراكم هذه السموم أدّى إلى موت خلايا الدم الحمراء في أجسام الأسماك ومن ثمَّ موتها؛ ما أثَّر سلبًا في جميع السلاسل الغذائية في تلك الأنظمة البيئية.

وسعيًا للتخلُّص من المُلوِّثات البلاستيكية الميكروية والنانوية؛ طوَّر العلماء نوعًا من الفحم الحيوي المُنشَّط، اعتمادًا على التحلُّل الحراري لبقايا بعض أنواع الطحالب؛ إذ عملوا على تنشيطه بإضافة أحد أكاسيد الحديد، مثل أكسيد الحديد الأسود الثلاثي Fe_3O_4 الذي ينجذب إلى المغناطيس.

عند وضع هذا الفحم في البيئات المائية المُلوَّثة، فإنَّ جزيئات البلاستيك الميكروية والنانوية تلتصق بالفحم الذي يجذبه المغناطيس من دون أنْ يُسبِّب ذلك تلوُّثًا للبيئة المائية.

أسماك دانيو المُخطَّطة

أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن الآثار السلبية للتلوُّث البلاستيكي في البيئات المائية، ومساعي العلماء للحدِّ منها، ثم أكتب تقريرًا عن ذلك، ثم أقرؤه أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.

مراجعة الوحدة

السؤال الأول:

لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة فقط صحيحة، أُحدِّدها:

1. الإقليم الحيوي الذي يكون توزيع الغطاء النباتي فيه بشكل طبقات:
   أ. السافانا. ب. التندرا.
   جـ. الغابات الاستوائية. د. الصحراء.

2. إحدى العمليات الآتية تؤدي إلى تحوُّل المواد العضوية في النفط إلى مواد غير عضوية تستفيد منها النباتات:
   أ. التجوية. ب. تكوُّن الصخور الرسوبية.
   جـ. التحفُّر. د. حرق الوقود الأحفوري.

3. إحدى مناطق الأراضي الرطبة الآتية يُغطّيها نبات السفاغنوم:
   أ. الفينات. ب. الرَّخاخ.
   جـ. المستنقعات. د. الأهوار.

4. من الكائنات الحية التي تحصل على غذائها بأكسدة كبريتيد الهيدروجين:
   أ. الكائنات التي تعيش حول الفتحات الحرارية المائية.
   ب. البكتيريا الخضراء المُزْرَقَّة.
   جـ. بكتيريا *Nostoc commune*.
   د. الإيلوديا.

5. سبب انخفاض الرقم الهيدروجيني لمياه البحر هو:
   أ. زيادة نسبة غاز النيتروجين.
   ب. زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون.
   جـ. تناقص كمية غاز الأكسجين.
   د. تناقص كمية غاز ثاني أكسيد الكربون.

6. تظل العوالق النباتية في منطقة قريبة من ضوء الشمس بسبب:
   أ. درجة الحرارة.
   ب. ملوحة المياه.
   جـ. كثافة المياه.
   د. نسبة الغازات المذابة في المياه.

السؤال الثاني:

أضع إشارة (✓) إزاء العبارة الصحيحة، وإشارة (✗) إزاء العبارة غير الصحيحة في ما يأتي:

1. يحدث الانقلاب المائي في فصلي الصيف والشتاء. ( )
2. تحتوي الطحالب البنية على صبغة الفيوكوزانثين fucoxanthin التي تمتص الضوء الأخضر والضوء الأزرق؛ ما يجعلها قادرة على العيش في مناطق أكثر عمقًا من الطحالب الحمراء. ( )
3. تمتاز منطقة السهل الفيضي بأنَّها أكثر اتساعًا، وأقل تشبُّعًا بغاز الأكسجين. ( )

السؤال الثالث:

أُفسِّر كلًّا ممّا يأتي:

1. تحدث عمليات البناء الكيميائي عند الفتحات الحرارية المائية.
2. تُسهِم منطقة الرَّخاخ في الحدِّ من تغيُّر المناخ.
3. تفوح رائحة تُشبِه البيض الفاسد من مستنقعات الملح.

السؤال الرابع:

أقارن بين الغابات الاستوائية والسافانا من حيث: المناخ، والعوامل الحيوية.

السؤال الخامس:

يعيش في الأعماق المُظلِمة من المحيطات نوع من الأسماك اسمه أبو الشص، أنظر الشكل. وفيه يمتد من الرأس نتوء نهايته كروية مُتوهِّجة، ويُستخدَم هذا النتوء في استدراج الفرائس.

يصدر الضوء في هذه الأسماك عن نوع من البكتيريا يرتبط بعلاقة معها؛ إذ تُوفِّر له المأوى، وتستخدمه -في الوقت نفسه- وسيلةً للحصول على ما يَلزمها من مُغذِّيات.

بناءً على ما تعلَّمْتُه سابقًا عن العلاقات بين الكائنات الحية:

- **أصوغ فرضيتي** حول العلاقة بين سمك أبو الشص والبكتيريا.
- **أتنبأ.** ماذا سيحدث لكلٍّ من الأسماك والبكتيريا إنْ لم تكن هذه العلاقة موجودة؟

السؤال السادس:

تسبَّبت خنفساء الصنوبر الجبلية ***Dendroctonus ponderosae*** في خسارة الملايين من أشجار الصنوبر في غابات أمريكا الشمالية في العقد الماضي؛ لذا أَعَدَّ بعض العلماء دراسة عن أثر إصابة غابات الصنوبر بهذا النوع من الخنافس في دورة الكربون في الطبيعة. وتضمَّنت الدراسة تقدير نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون المُستهلَك في عمليات البناء الضوئي، ونسبة هذا الغاز الناتج من عمليات التنفُّس. وقد انتهت هذه الدراسة إلى النتائج التي يُبيِّنها الجدول الآتي:

	نسبة CO_2 المُستهلَك في عمليات البناء الضوئي بوحدة $(g/m^2/yr)$	نسبة CO_2 الناتج من عمليات التنفُّس بوحدة $(g/m^2/yr)$
قبل الإصابة بخنفساء الصنوبر الجبلية	440	408
بعد الإصابة بخنفساء الصنوبر الجبلية	400	424

1. **أقارن** بين نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تستهلكه غابات الصنوبر في عملية البناء الضوئي والذي تنتجه من عملية التنفس قبل الإصابة بخنفساء الصنوبر الجبلية.
2. **أقارن** بين نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تستهلكه غابات الصنوبر في عملية البناء الضوئي والذي تنتجه من عملية التنفس بعد الإصابة بخنفساء الصنوبر الجبلية.
3. **أصوغ فرضية** حول إصابة غابات الصنوبر بالخنافس في دورة الكربون في الطبيعة خلال 100 عام.

السؤال السابع:

أقدم دليلًا على أن غياب الحزازيات من منطقة الرِّخاخ يؤثر في فائدة المنطقة للبيئة.

الوحدة 4

التنوُّع الحيوي والمحافظة عليه

Biodiversity and its Conservation

قال تعالى:

﴿أَلَمْ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ ثَمَرَٰتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَٰنُهَا ۚ وَمِنَ ٱلْجِبَالِ جُدَدٌۢ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَٰنُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ ﴿٢٧﴾ وَمِنَ ٱلنَّاسِ وَٱلدَّوَآبِّ وَٱلْأَنْعَٰمِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَٰنُهُۥ كَذَٰلِكَ ۗ إِنَّمَا يَخْشَى ٱللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ ٱلْعُلَمَٰٓؤُا۟ ۗ إِنَّ ٱللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ﴿٢٨﴾﴾ (سورة فاطر، الآيتان: 27 - 28).

أتأمَّل الصورة

تعيش كثير من الجماعات الحيوية المختلفة في الأنظمة البيئية؛ ما يُمثِّل تنوُّعًا حيويًّا يُسهِم في المحافظة على الغلاف الحيوي للأرض. والصورة في الأعلى هي مثال على التنوُّع الحيوي في بيئة مائية. فما المقصود بالتنوُّع الحيوي؟ وما المخاطر التي تُهدِّد هذا التنوُّع؟ وكيف يُمكِن المحافظة عليه وضمان استدامته؟

الفكرة العامة:

يـؤدّي التنـوُّع الحيـوي دورًا مُهِمًّـا فـي المحافظـة علـى الغـلاف الحيـوي للأرض؛ مـا يُحتِّـم عدم الإضـرار بهذا التنـوُّع، والعمـل علـى ديمومته واسـتمراريته.

الدرس الأوَّل: المخاطر التي تهدد التنوع الحيوي.

الفكـرة الرئيسـة: يُسـهِم التنـوُّع الحيـوي إسـهامًا فاعـلًا فـي المحافظـة علـى الأنظمـة البيئيـة، لكنَّـه يُواجِـه كثيرًا مـن المخاطـر التـي تضـرُّ بالغـلاف الحيـوي لـلأرض.

الدرس الثاني: أثر التغير المناخي في التنوع الحيوي.

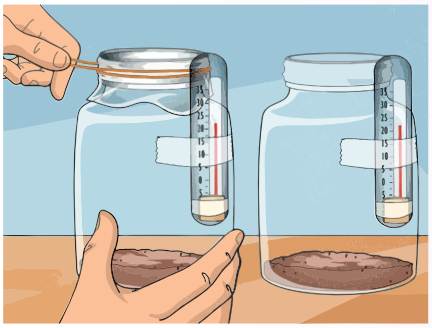
الفكـرة الرئيسـة: يؤثـر التغيـر المناخي الناتج عـن الاحترار العالمـي في التنـوع الحيوي.

الدرس الثالث: المحافظة على التنوع الحيوي واستدامته.

الفكرة الرئيسـة: يؤدّي الإنسـان دورًا مُهِمًّـا في المحافظة على التنـوُّع الحيوي وضمان اسـتدامته للأجيال القادمة.

نمذجة آثار ظاهرة الدفيئة

المـــواد والأدوات: وعـاءان زجـاجيان كـبيران، ميزانا حـــرارة، شريط لاصـــق، ورق تغليف بلاستيكي، ورق رســـم بياني، تربة دكناء، مصباح كهربائي، مطّاط، مسطرة.



أصوغ فرضيتي حول تأثير غازات الدفيئة في درجة حرارة سطح الأرض.

إرشادات السلامة:

- استعمال المصباح الكهربائي بحذر.
- غسل اليدين جيدًا بعد انتهاء التجربة.

أختبر فرضيتي:

1. **أقيس:** أضع في الوعاءين كمِّية من التربة حتى ارتفاع 3 cm تقريبًا، ثم ألصق ميزان حرارة على كل وعاء كما في الشكل أعلاه.
2. **أضبط المُتغيِّرات:** أُغطّي أحد الوعاءين بورق تغليف بلاستيكي، ثم أُثبِّته باستعمال المطّاط.
3. **أُجرِّب:** أضع المصباح الكهربائي بين الوعاءين؛ على أنْ تكون المسافة بين المصباح وكل وعاء 25 cm تقريبًا، وأنْ يكون ميزانا الحرارة المُلصَقان على كل وعاء في الجهة المُقابِلة لمكان وجود المصباح (يُمكِن إجراء التجربة تحت أشعة الشمس المباشرة عوضًا عن استعمال المصباح الكهربائي).
4. **أُلاحِظ** درجة الحرارة لكلا الميزانين كل دقيقة مدَّة 15 دقيقة، ثم أُدوِّنها.

التحليل والاستنتاج:

1. **أضبط المتغيرات:** أحدد المتغير المستقل والمتغير التابع في التجربة.
2. **أُقارِن** بين قراءات ميزاني الحرارة.
3. **أستنتج:** أيُّ الوعاءين يُمثّل نموذج الغلاف الجوي للأرض؟ أُبرِّر إجابتي.
4. **أُصدر حكمًا.** أوضح إذا توافقت نتائجي مع فرضيتي أم لا.
5. **أرسم بيانيًّا** العلاقة بين الزمن بالدقائق، ودرجة الحرارة.

المخاطر التي تهدد التنوع الحيوي

Threats to Biodiversity

الدرس 1

الفكرة الرئيسة:

يُسهِم التنوُّع الحيوي إسهامًا فاعلًا في المحافظة على الأنظمة البيئية، لكنَّه يُواجِه كثيرًا من المخاطر التي تضرُّ بالغلاف الحيوي للأرض.

نتاجات التعلُّم:

- أفسِّر أهمية المحافظة على التنوُّع الحيوي في استدامة سلامة الغلاف الحيوي للأرض.
- أُوضِّح المخاطر التي تُهدِّد التنوُّع الحيوي.
- أستقصي بعض المُؤشِّرات الحيوية الدالَّة على تلوُّث المياه.
- أُبيِّن تأثير الهطل الحمضي في نمو النباتات.

المفاهيم والمصطلحات:

تنوُّع الأنواع Species Diversity

التنوُّع الوراثي Genetic Diversity

تنوُّع الأنظمة البيئية Ecosystems diversity

الأنواع الغازية Invasive Species

الأنواع الأصيلة Native Species

تأثير الحدِّ البيئي Edge Effect

الهطل الحمضي Acid precipitation

المُؤشِّرات الحيوية Bioindicators

التنوُّع الحيوي Biodiversity

يُقصَد بالتنوُّع الحيوي Biodiversity وجود أنواع مختلفة من الكائنات الحيَّة في نظام بيئي مُعيَّن، أنظر الشكل (1). كلَّما كان التنوُّع الحيوي كبيرًا كانت الأنظمة البيئية أكثر استقرارًا؛ ما يُسهِم في استدامة سلامة الغلاف الحيوي للأرض؛ إذ يُقلِّل ذلك من اعتماد أيٍّ من الجماعات الحيوية على نوع واحد فقط في الغذاء أو المسكن.

✓ **أتحقَّق:** أُوضِّح المقصود بالتنوُّع الحيوي.

الشكل (1): تنوُّع حيوي في نظام بيئي.

صنَّف العلماء التنوُّع الحيوي في الأنظمة البيئية إلى ثلاثة مستويات يبيّنها الشكل (2).

الشكل (2): مستويات التنوُّع الحيوي.

مستويات التنوُّع الحيوي Biodiversity Levels

تنوُّع الأنواع
Species Diversity

عدد أنواع الكائنات الحيَّة المختلفة، ونسبة كلٍّ منها في النظام البيئي.

يُمكِن إيجاد نسبة النوع الواحد من الكائنات الحيَّة في مساحة مُعيَّنة بحساب عدد أفرادها مقارنةً بالعدد الكلي للكائنات الحيَّة في المساحة نفسها.

التنوُّع الوراثي
Genetic Diversity

الاختلافات في الجينات بين أفراد الجماعة الحيوية الواحدة والجماعات الحيوية المختلفة الأُخرى؛ ما يساعد أفراد الجماعات الحيوية على التكيُّف مع بيئاتهم، مثل: القدرة على التخفّي لدرء خطر المُفترِسات، أنظر التنوُّع الوراثي في لون صدفة الحلزون الخارجية.

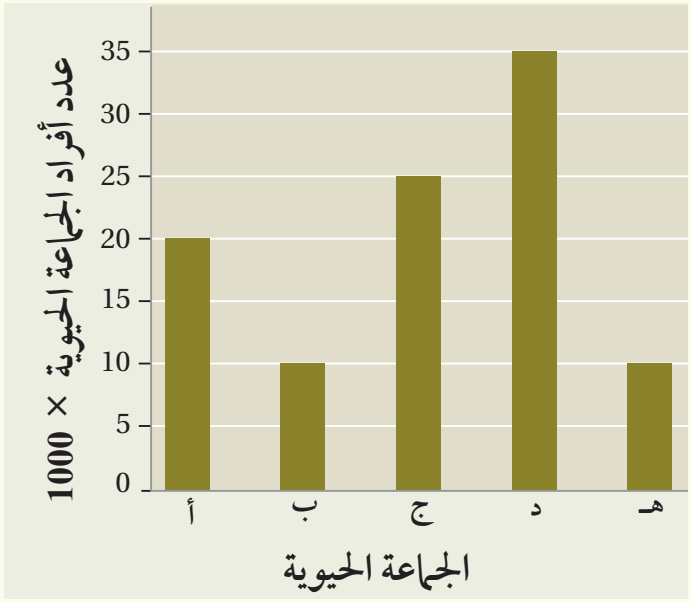
تنوُّع الأنظمة البيئية
Ecosystems Diversity

تعدُّد الأنظمة البيئية بما تحويه من مُكوِّنات حيَّة وأُخرى غير حيَّة في الغلاف الحيوي، علمًا بأنَّ استقرارها يعتمد على استمرار تدفُّق الطاقة (الغذاء) في العلاقات الغذائية المُتبادَلة بين الجماعات الحيوية المختلفة، وتفاعل هذه الجماعات مع المُكوِّنات غير الحيَّة. فمثلًا: يحتوي النظام البيئي لواحة الأزرق على مياه ضحلة غير عميقة؛ ما يسمح لأسماك السرحاني التي تعيش فقط في هذه المحمية بوضع بيوضها، ودعم نموها وتكاثرها. وأيضًا سمح وجود الأنظمة البيئية المتنوّعة في غابات عجلون بعيش كائنات حية عديدة ونموّها، مثل: ابن آوى، والثعلب الأحمر.

أُفكِّر: أتوقَّع تأثير ثوران بركان في منطقة ما في التنوُّع الحيوي السائد فيها.

مثال

يُمثِّل الرسم البياني المجاور عدد أفراد بعض الجماعات الحيوية المختلفة (أ، ب، ج، د، هـ) الذين يعيشون في المنطقة نفسها:



1. **أستنتج:** أيُّ الجماعات الحيوية أكثر وفرة في النظام البيئي؟
2. **أجد** نسبة الجماعة الحيوية (ج) في النظام البيئي.
3. **أتوقَّع:** أفترض أنَّ الجماعة الحيوية (هـ) تتغذّى فقط بالجماعة الحيوية (ب). كيف يُؤثِّر نقصان عدد أفراد الجماعة الحيوية (ب) أو اختفاؤهم في التنوُّع الحيوي؟

الحل:

1. أكثر الجماعات الحيوية وفرة في النظام البيئي هي الجماعة الحيوية (د).
2. نسبة الجماعة الحيوية (ج) في النظام البيئي =

$$\frac{\text{عدد أفراد الجماعة الحيوية (ج)}}{\text{العدد الكلي لأفراد الجماعات الحيوية}} \times 100\%$$

$$= \frac{25000}{100000} \times 100\%$$

$$= 25\%$$

3. يُؤثِّر نقصان عدد أفراد الجماعة الحيوية (ب) في عدد أفراد الجماعة الحيوية (هـ) بسبب نقص الغذاء المتوافر لأفراد الجماعة الحيوية (هـ). أمّا اختفاء أفراد الجماعة الحيوية (ب) فيؤدّي إلى انحسار التنوُّع الحيوي في النظام البيئي، وقد يموت أفراد بعض الجماعات الحيوية الأُخرى التي تعتمد على أفراد الجماعة الحيوية (ب)، أو أفراد الجماعة الحيوية (هـ) في غذائها.

أهمية التنوُّع الحيوي

Importance of Biodiversity

تُعدّ المحافظة على التنوّع الحيوي عملية مهمّة للإنسان؛ إذ يخدم التنوّع الحيوي الإنسان في مجالات عدة، أنظر الشكل (3).

الشكل (3): أهمية التنوع الحيوي للإنسان.

✓ **أتحقَّق:** أُحدِّد مُنتَجات اقتصادية مصدرها كائنات حيَّة.

الربطُ بالدين

سخَّر الله تعالى الأرض وما تحويه لخدمة الإنسان، وتسهيل مهمة عمارته لها.

قال تعالى: ﴿أَلَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَأَسْبَغَ عَلَيْكُمْ نِعَمَهُ ظَاهِرَةً وَبَاطِنَةً وَمِنَ النَّاسِ مَنْ يُجَادِلُ فِي اللَّهِ بِغَيْرِ عِلْمٍ وَلَا هُدًى وَلَا كِتَابٍ مُنِيرٍ﴾

(سورة لقمان، الآية:20).

تقع على كاهل الإنسان مسؤولية أخلاقية في المحافظة على التنوُّع الحيوي في الأنظمة البيئية للأجيال القادمة، وهي مسؤولية جماعية يشترك فيها جميع أفراد المجتمع، والعلماء، وصانعو القرار.

الربط بالسياحة والاقتصاد

تسعى وزارة البيئة لتطبيق مفهوم الاقتصاد الأخضر الذي يُعْنى بالنمو الاقتصادي المستدام في ظلِّ الحفاظ على البيئة.

تُعَدُّ المحميات الطبيعية مركزًا رئيسًا للسياحة البيئية، وهي تضمُّ مرافق عديدة، مثل: المساكن البيئية، والمطاعم، إلى جانب عدد من الأنشطة، مثل: ركوب الدرّاجات، وتنظيم جولات بالحافلات، وتسلُّق الجبال، ومسارات المشي.

أُفكّر: أُوضِّح أثر اختفاء بعض الجماعات الحيوية من الأنظمة البيئية.

أُفكّر: كيف يمكن المحافظة على أعداد الفيلة الأفريقية من الاستغلال المفرط بسبب تجارة العاج؟

مخاطر تُهدِّد التنوُّع الحيوي Threats to Biodiversity

يؤدّي الإضرار بالتنوُّع الحيوي إلى عدم استقرار الأنظمة البيئية، ويتمثَّل ذلك في الكوارث الطبيعية والأنشطة البشرية؛ ما يتسبَّب في تراجع عملية الإنتاج، وزيادة ظاهرة التصحُّر، فضلًا عن فقدان التنوُّع الحيوي في الأنظمة البيئية بصورة جزئية أو كلية، وهو ما يؤدّي إلى الانقراض Extinction.

ويُقصَد بالانقراض اختفاء نوع من أنواع الجماعات الحيوية بموت آخر فرد من أفرادها.

عوامل تفضي إلى الانقراض Factors Leading to Extinction

الاستغلال المُفرِط Overexploitation

يُقصَد بذلك الاستغلال الزائد لأنواع من الكائنات الحيَّة، مُمثَّلًا في صيدها بنسب تفوق قدرتها على التكاثر وتعويض الناقص منها؛ ما يؤدّي إلى انقراضها، أو جعلها مُهدَّدة بالانقراض كما هو حال طائر الشنّار (الحَجَل)، أنظر الشكل (4).

من أكثر الكائنات الحيَّة تأثُّرًا بالاستغلال المُفرِط تلك التي تمتاز بمُعدَّلات تكاثر منخفضة (أيْ مُعدَّلات ولادة قليلة)، مثل: الفيلة، والحيتان، ووحيدات القرن؛ إذ تراجعت أعداد الفيلة الإفريقية مثلًا بصورة كبيرة؛ بسبب تجارة العاج.

✓ **أتحقَّق:** أُوضِّح دور التنوُّع الحيوي في المحافظة على سلامة الأنظمة البيئية.

الشكل (4): طائر الشنّار.

الشكل (5): حيوان المها العربي الذي تعرَّض للاستغلال المُفرِط من الإنسان، وأُعيد تكثيره في محمية الشومري بالأردن.

أمّا حيوان المها العربي ***Oryx leucoryx***، أنظر الشكل (5)، فتناقصت أعداده بدرجة كبيرة نتيجة الصيد الجائر؛ ما دفع بعض المنظمات الدولية إلى إطلاق حملات لحمايته وإنقاذه. وفي الأردن، حظي حيوان المها العربي باهتمام الجمعية الملكية لحماية الطبيعة، وهو ما أسهم في زيادة أعداده في محمية الشومري.

الأنواع الغازية Invasive Species: يُطلَق على أنواع الكائنات الحيَّة الغريبة، مثل النباتات والحيوانات التي أُدخِلت – عن قصد، أو من دون قصد– في موطن بيئي ما عن طريق الإنسان، وأصبحت تُهدِّد التنوُّع الحيوي فيه، اسم **الأنواع الغازية Invasive Species**. يعتمد بقاء هذه الأنواع على مدى تكيُّفها مع موطنها الجديد، ووجود مُفترِسات قليلة لها فيه. أمّا أنواع الكائنات الحيَّة التي تعيش في موطنها الطبيعي فتُسمّى **الأنواع الأصيلة Native Species**.

تُؤثِّر الأنواع الغازية سلبًا في اقتصاد الدول؛ إذ تُلحِق الطيور والقوارض الغازية – مثلًا– ضررًا كبيرًا بالمحاصيل الزراعية، وتزيد من تكاليف مقاومتها بالمبيدات والوسائل الأُخرى.

في ما يأتي أبرز الطرائق التي تُؤثِّر فيها الأنواع الغازية في الأنظمة البيئية:

- منافسة الأنواع الأصيلة على الموارد البيئية، ومنعها من الحصول على الغذاء وغيره من الموارد؛ ما يؤدّي إلى انقراض أحد الأنواع ما لم يُغيِّر نمط حياته، ويُؤثِّر تأثيرًا سلبيًّا في السلاسل والشبكات الغذائية ضمن النظام البيئي.
- نقل الأنواع الغازية أمراضًا جديدةً لم تكن موجودة في الموطن البيئي، تُسمّى الأمراض الوافدة؛ ما يُؤثِّر سلبًا في الأنواع الأصيلة، أنظر الشكل (6).

الشكل (6): ذبول أوراق شجرة الدردار بعد إصابتها بأمراض سبَّبتها فطريات غازية، وهو ما أدّى إلى موت الشجرة تدريجيًّا.

أتحقَّق: أُبيِّن تأثير الأنواع الغازية في الأنظمة البيئية.

من الأمثلة على الأنواع الغازية نبات السُّلم ***Acacia ehrenbergiana*** الذي أُدخِل في البيئة الأردنية بمنطقة الأغوار، أنظر الشكل (7).

فقدان الموطن Habitat Loss

يُمثِّل الموطن المنطقة البيئية التي تعيش فيها الجماعات الحيوية المُتنوِّعة. وفي حال فقدت الجماعات الحيوية موطنها فإنَّها تموت، أو تنتقل إلى مكان آخر يتعذَّر عليها التكيُّف معه في بعض الأحيان.

تدمير الموطن البيئي Habitat Destruction

يحدث ذلك نتيجةً لعمليات قطع أشجار الغابات، أو حرقها، أو استبدال تلك الأشجار، والاستعاضة عنها بنباتات تُنتِج محاصيل زراعية، أو بنباتات تُستخدَم بوصفها مراعي طبيعية، أو نتيجةً للتوسُّع العمراني والصناعي، أنظر الشكل (8).

تجزئة الموطن البيئي Habitat Fragmentation

يُقصَد بذلك تقسيم الموطن البيئي الواحد، وتحويله إلى مواطن بيئية صغيرة؛ نتيجةً لأسباب طبيعية مثل الزلازل، أو بسبب الأنشطة البشرية، مثل: شق الطرق، وبناء خطوط السكك الحديدية، أنظر الشكل (9).

تنقسم الجماعات الحيوية التي تعيش في الموطن البيئي إلى مجموعات صغيرة، بعيد بعضها عن بعض؛ وتؤدي تجزئة الموطن البيئي إلى نشوء ظروف بيئية مختلفة، مثل اختلاف درجات الحرارة، والرطوبة وشدة الاضاءة، وسرعة الرياح، تظهر على طول الحدود البيئية، وتُسمّى **تأثير الحدِّ البيئي Edge Effect**. وكلَّما اتَّسعت الحدود البيئية تناقصت الأنواع التي تستوطن وسط النظام البيئي؛ ما يتسبَّب في خسارة بعض الأنواع.

تُؤثِّر تجزئة الموطن أيضًا في الأنواع التي تحتاج إلى مساحة واسعة في موطنها البيئي، ويتمثَّل ذلك في تقليل المساحة المتوافرة لها. وقد تتضاءل فرصة التكاثر بين أفراد النوع الواحد في أجزاء مُتفرِّقة من الموطن، ومن المُحتمَل أنْ يصبح هؤلاء أكثر عُرْضة للمُفترِسات.

الشكل (7): نبات السُّلم الذي أُدخِل في بعض مناطق الأردن لتخضيرها.

أُفكِّر: أتوقَّع: كيف يُؤثِّر نبات السُّلم في النباتات الأصيلة في بيئته؟

الشكل (8): قطع الإنسان أشجار الغابات، وفقدان عديد من أنواع الكائنات الحيَّة مواطنها البيئية.

أتحقَّق: ماذا يحدث للكائنات الحيَّة التي تفقد مواطنها؟

الشكل (9): تجزئة الموطن البيئي نتيجة شق الطرق.

الشكل (10): طرح الماء المُلوَّث بالمواد الصُّلْبة (الحمأة) في المُسطَّحات المائية.

أُوضِّح تأثير الماء المُلوَّث في طائر النورس.

التلوُّث Pollution

أيُّ تغيُّر كيميائي أو فيزيائي أو حيوي في البيئة، وزيادته على الحدِّ الطبيعي؛ ما يُؤثِّر سلبًا في الهواء والماء والتربة، ويُهدِّد التنوُّع الحيوي.

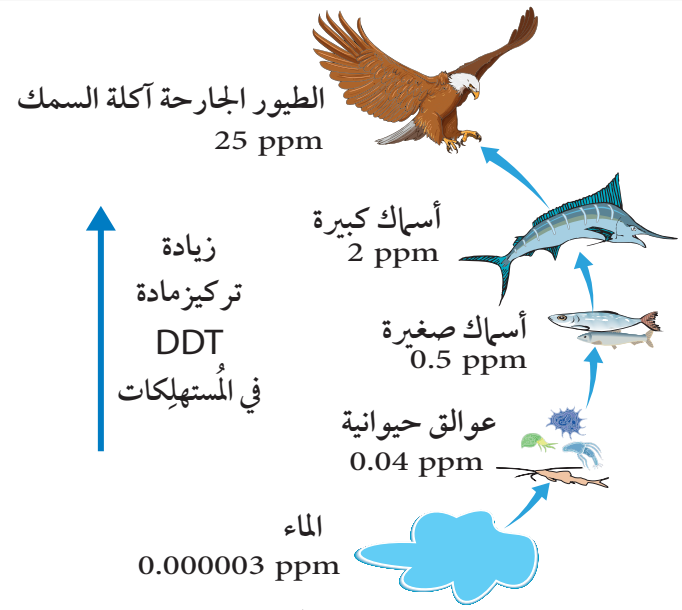
تلوُّث المياه Water Pollution

تتلوَّث المياه بعد وصول المُلوِّثات إليها، وطرحها في البحيرات والأنهار وخزّانات المياه الجوفية، أنظر الشكل (10).

لتعرُّف مُلوِّثات المياه وآثارها، أنظر الشكل (11).

✓ **أتحقَّق:** ما أثر المُلوِّثات الفيزيائية في الأنظمة البيئية المائية؟

الشكل (11): مُلوِّثات المياه وأثرها في التنوُّع الحيوي.



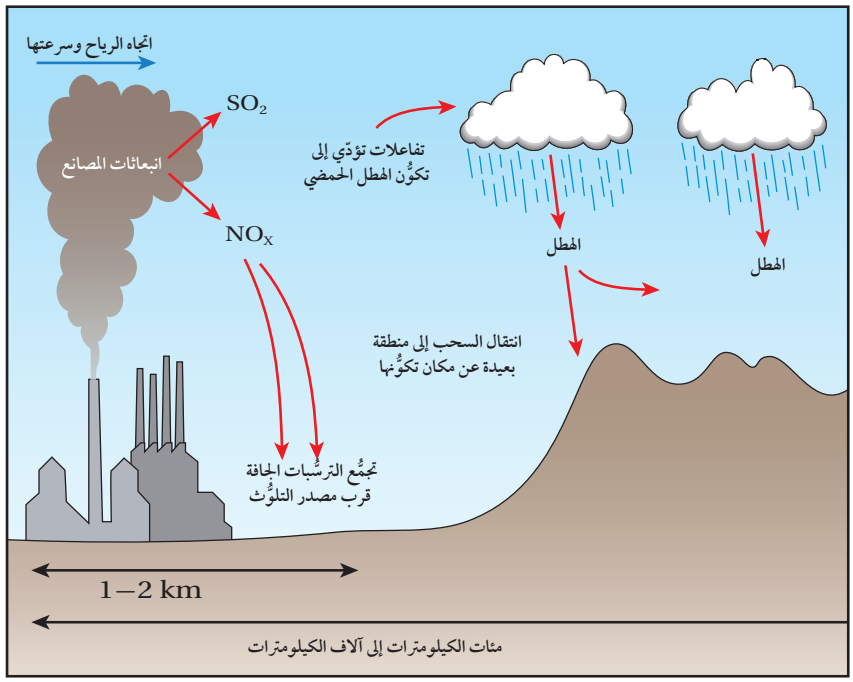
الشكل (12): تراكم المبيد الحشري DDT في أجسام الكائنات الحيَّة المُكوِّنة للسلاسل الغذائية.

أُقارِن بين أجسام العوالق الحيوانية وأجسام الأسماك الكبيرة من حيث تركيز المبيد الحشري DDT في كلٍّ منهما.

تلوُّث الهواء Air Pollution

يُعَدُّ **الهطل الحمضي Acid Precipitation** مثالًا على تلوُّث الهواء؛ وهو مطر أو ثلج أو ضباب يحوي حموضًا، ويتكوَّن عند تفاعل الماء الموجود في الهواء مع أكاسيد الكبريت والنيتروجين المُنبعِثة من أنشطة الإنسان؛ ما يؤدّي إلى تكوُّن حمض الكبريتيك وحمض النتريك، أنظر الشكل (13).

الشكل (13): تكوُّن الهطل الحمضي.



الربط بالكيمياء

تمكَّن العالِم بول مولر من تعرُّف خصائص مادة DDT بوصفها مبيدًا للحشرات، وتوصَّل إلى أنَّ هذه المادة تظلُّ في التربة مدَّة 10 سنوات تقريبًا من دون تحلُّل، وهي مدَّة تزيد ثلاثة أضعاف على مدَّة بقاء المبيدات الحشرية الأُخرى في التربة من دون تحلُّل.

يُلحِق المبيد الحشري DDT ضررًا بعدد من الكائنات الحيَّة، لا سيَّما الطيور؛ إذ يتسبَّب في هشاشة القشرة الخارجية لبيض الطيور وجعلها رقيقة؛ ما يؤدّي إلى موت أَجِنَّتها، وتراجع أعدادها.

يتسبَّب الهطل الحمضي في إلحاق ضرر بالأنظمة البيئية المائية، لا سيَّما عند تسرُّبه إلى المياه الجوفية، أو المياه العذبة، وقد يصل التسرُّب إلى مستويات تجعل الماء غير صالح للشرب. أمّا عند اختلاط الهطل الحمضي بمياه البحيرات والمستنقعات فإنَّ الرقم الهيدروجيني يقل، وحموضة الماء تزداد؛ ما يُؤثِّر سلبًا في فقس بيض الأسماك، ويتسبَّب في إنتاج نسل مُشوَّه، ثم انخفاض عدد الأسماك، وفقدان بعض أنواعها، مُلحِقًا الضرر بالسلاسل الغذائية؛ ما يحدُّ من التنوُّع الحيوي.

يُؤثِّر الهطل الحمضي أيضًا في أوراق النباتات، ويُحدِث تغيُّرًا في تراكيز الأملاح المعدنية الموجودة في التربة؛ ما يُعرِّض جذور النباتات للتلف، ويُؤثِّر سلبًا في نموها، ويعمل على تدمير أنسجتها، وتقليل قدرتها على مقاومة الأمراض، أنظر الشكل (14).

يستخدم علماء البيئة بعض أنواع الكائنات الحيَّة في الكشف عن تلوُّث الأنظمة البيئية، وذلك برصد التغيُّرات في أعدادها، أو خصائصها الفسيولوجية، أو سلوكها، أو شكلها الظاهري، في ما يُعرَف **بالمُؤشِّرات الحيوية** **Bioindicators**. فمثلًا: تُعَدُّ التشوُّهات في صغار الضفادع والضفادع البالغة، وعدم وجود بعض أنواع اللافقاريات المائية الصغيرة مثل الروبيان، دليلًا على تلوُّث الماء.

وفي المقابل، فإنَّ الأشنات من المُؤشِّرات الحيوية التي يدلُّ اختفاؤها على تلوُّث الهواء بسبب افتقارها إلى الجذور؛ فهي تمتصُّ المواد التي تحتاج إليها من الهواء والهطل، أنظر الشكل (15).

للكشف عن مُلوِّثات الهواء في الأردن، ترصد وزارة البيئة مُلوِّثات الهواء عن طريق محطّات الرصد الثابتة في بعض محافظات المملكة، وهي محطّات تُستخدَم فيها تقنيات حديثة على مدار العام؛ لتعرُّف نسب المُلوِّثات، ومقارنتها بالنسب الطبيعية المسموح بها، ثم اتخاذ الإجراءات اللازمة للحدِّ منها، بالتعاون مع الوزارات والجهات المُتخصِّصة الأُخرى ومراكز البحث العلمي في المملكة.

✓ **أتحقَّق:** ما الأضرار الناتجة من الهطل الحمضي؟

▲ الشكل (14): أثر الهطل الحمضي في النباتات.

أُوضِّح سبب موت الأشجار التي تتعرَّض للهطل الحمضي.

أفكِّر: أُبيِّن كيف يُمكِن الكشف عن أثر الهطل الحمضي في المُسطَّحات المائية الصغيرة.

الشكل (15): نمو الأشنات على جذوع الأشجار.

أتوقَّع تأثير أكاسيد الكبريت والنيتروجين في نمو الأشنات.

نشاط

تغيّر الرقم الهيدروجيني لمياه المحيطات

المواد والأدوات: كمامات، قفازات، ملفوف أحمر (أو أي كواشف سائلة للرقم الهيدروجيني)، أنابيب اختبار عدد (4)، ماصّة، محلول الخلّ، مبيّض ملابس، ماء، قطارة.

أصوغ فرضيتي حول دور ارتفاع تركيز CO_2 في الغلاف الجوي في تغيّر الرقم الهيدروجيني لمياه المحيطات.

إرشادات السلامة:

- استعمال المواد الكيميائية بحذر.
- غسل اليدين جيدًا بعد انتهاء التجربة.

أختبر فرضيتي:

1. ألبس الكمامة، ثم أرتدي القفازات.
2. أسلق الملفوف الأحمر في الماء، عند عدم توافر كواشف للرقم الهيدروجيني، ثم أصفّي الماء الأحمر الناتج منه.
3. **أقيس:** أضع (6 mL) من السائل الأحمر في الأنابيب الأربعة.
4. **أقيس:** أستخدم القطارة لوضع عدّة قطرات من مبيّض الملابس في الأنبوب الأول، وعدّة قطرات من محلول الخلّ في الأنبوب الثاني.
5. **أجرّب:** أستخدم الماصّة للنفخ في الأنبوب الثالث مدّة (3 min) لتكوين فقاعات داخل السائل الأحمر.
6. **أضبط المتغيّرات:** أستخدم الأنبوب الرابع عينة ضابطة وأتركه من دون إضافات.
7. **ألاحظ** التغيّرات في لون السائل الأحمر في الأنابيب الأربعة.

ملحوظة: يتغير لون سائل الملفوف الأحمر من اللون الأحمر إلى اللون الوردي في الوسط الحمضي، وإلى اللون الأخضر في الوسط القاعدي.

التحليل والاستنتاج

1. **أضبط المتغيّرات:** أحدّد المتغيّر المستقل والمتغيّر التابع.
2. **أستنتج:** ماذا يحدث للون السائل الأحمر في الأنابيب جميعها؟
3. **أستنتج:** ما مصدر CO_2 في التجربة؟
4. **أتوقّع:** لماذا تغيّر لون السائل الأحمر في بعض الأنابيب؟
5. **أُصدر حكمًا:** أوضح إذا توافقت نتائجي مع فرضيتي أم لا.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة: أُفسِّر**: تُسهِم المحافظة على التنوُّع الحيوي في سلامة الأنظمة البيئية المختلفة الموجودة في الغلاف الحيوي للأرض.

2. في دراسة لباحث شملت منطقتين، هما: A، وB، انتهت الدراسة إلى رصد أعداد نوعين (س، ص) من اللافقاريات كما في الجدول الآتي:

النوع	عدد أفراد النوع (س)	عدد أفراد النوع (ص)	عدد الأفراد (أنواع الكائنات الحيَّة) الكلي في المنطقة
المنطقة A	40	36	200
المنطقة B	45	54	180

أ . **أحسُبُ** نسبة أفراد النوع (س) في كلتا المنطقتين.

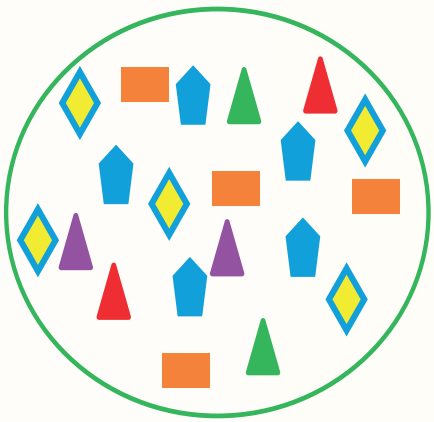
ب. **أُقارِن**: أيُّ النوعين أكثر وفرةً في منطقته: (س) أم (ص)؟

جـ. **أتوقَّع** ما سيحدث للنوع (ص) في المنطقة B عند إدخال أنواع غازية فيها قادرة على نقل أمراض إلى هذا النوع.

3. **أُفسِّر** سبب تركُّز المواد السامَّة في أجسام المُستهلِكات الثانية بنسبة أكثر من تركُّزها في أجسام المُستهلِكات الأولى.

4. أُوضِّح تأثير تغيُّر الرقم الهيدروجيني نتيجة الهطل الحمضي في كلٍّ من: بيوض الأسماك، والتربة.

5. يُمثِّل الرسم المجاور أحد الأنظمة البيئية، ويُعبِّر كل شكل فيه عن نوع من الكائنات الحيَّة في هذا النظام:



أ . **أحسُبُ** عدد الأنواع في هذا النظام البيئي.

ب. **أُحدِّد**: أيُّ الأشكال يُعَدُّ مثالًا على التنوُّع الوراثي؟

6. استخدم عمّال المناجم قديمًا طائر الكناري في الكشف عن الغازات السامَّة (مثل أوَّل أكسيد الكربون) في مناجم الفحم؛ نظرًا إلى تأثُّره السريع بغاز أوَّل أكسيد الكربون تحديدًا، وتأرجحه بصورة لافتة، وسقوطه حتى في حال وجود كمِّيات قليلة جدًّا من هذا الغاز:

أ . هل يُعَدُّ طائر الكناري من المُؤشِّرات الحيوية؟ **أُفسِّر** إجابتي.

ب. أُبيِّن التغيُّرات التي يرصدها العلماء في بعض الكائنات الحيَّة أثناء الكشف عن سلامة النظام البيئي.

7. **أطرح سؤالًا** تكون إجابته: (أسباب طبيعية مثل الزلازل، أو بسبب الأنشطة البشرية، مثل: شق الطرق، وبناء خطوط السكك الحديدية).

أثر التغير المناخي في التنوع الحيوي

The Impact of Climate Change on Biodiversity

الدرس 2

الفكرة الرئيسة:

يؤثّر التغيّر المناخي الناتج من الاحترار العالمي في التنوّع الحيوي.

نتاجات التعلُّم:

- أوضّح المقصود بالتغيّر المناخي.
- أوضّح دور الأنشطة البشرية في التغيّر المناخي.
- أستنتج أثر غازات الدفيئة في التغيّر المناخي.
- أبيّن أثر التغيّر المناخي في التنوّع الحيوي.

المفاهيم والمصطلحات:

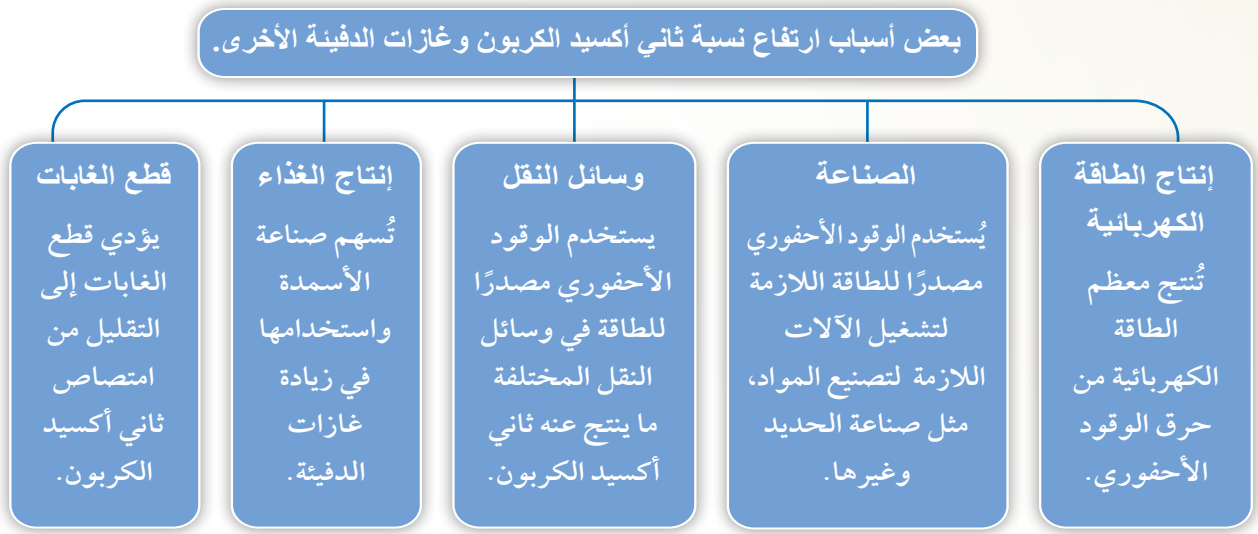
الاحترار العالمي global Warming

أسباب التغيّر المناخي Causes of Climate Change

يحدث التغيّر المناخي نتيجة التغيّرات المستمرة في تراكيز غازات الدفيئة (هي الغازات الموجودة في الغلاف الجوي التي تحافظ على درجة حرارة سطح الأرض)؛ بسبب الأنشطة البشرية المختلفة، والانفجارات البركانية الطبيعية، وغيرها.

الاحترار العالمي Global Warming

تُعدّ الانبعاثات المباشرة لغاز CO_2 الناتجة من حرق الوقود الأحفوري أو غيرها من الأنشطة البشرية المختلفة السبب الرئيس في التغيّر المناخي الناتج عن ظاهرة الاحترار العالمي، أنظر الشكل (16) الذي يمثل بعض أسباب ارتفاع نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون وغازات الدفيئة الأخرى.



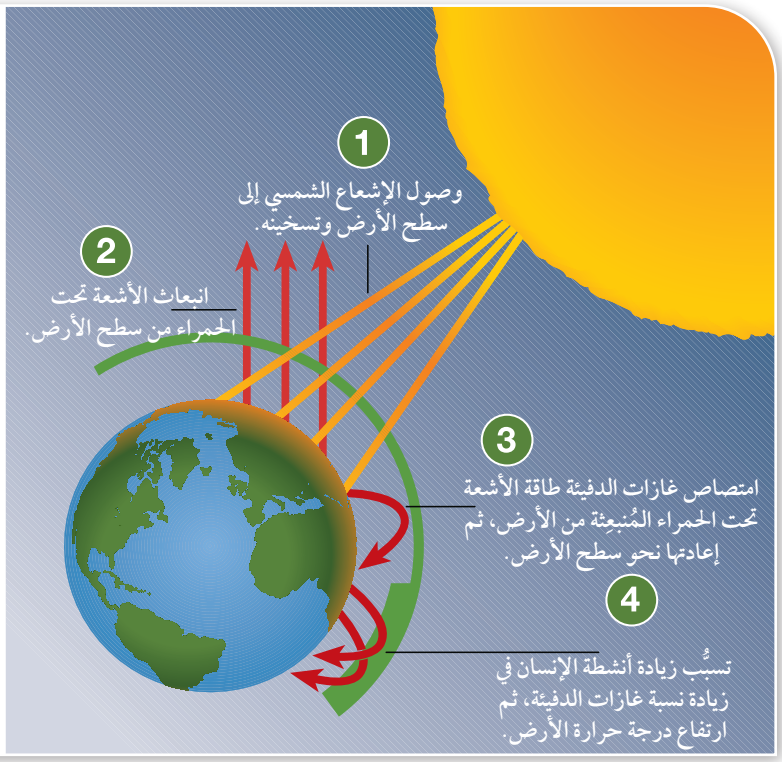
الشكل (16): بعض أسباب ارتفاع نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون وغازات الدفيئة الأخرى في الغلاف الجوي .

توجد في الغلاف الجوي للأرض نسبة محدّدة من بعض غازات الدفيئة (مثل غاز CO_2)، وبخار الماء، وبما أن هذه الغازات تكون منفذّة للضوء، يمرُّ الإشعاع الشمسي بالغلاف الجوي على هيئة طاقة ضوئية تصل إلى سطح الأرض، مُسبِّبة ارتفاع درجة حرارتها. بعد ذلك تنعكس هذه الطاقة من سطح الأرض الدافئ إلى الغلاف الجوي على شكل أشعة طويلة الموجة (الأشعة تحت الحمراء)، إلا أنها تمتص كثيرًا من الأشعة التي تنبعث من الأرض، وتعيد معظمها نحو الأرض مرة أخرى، وتُسمّى هذه العملية ظاهرة الاحتباس الحراري، وهي تسمح بتوفير درجة حرارة مناسبة تدعم معظم أشكال الحياة على كوكب الأرض.

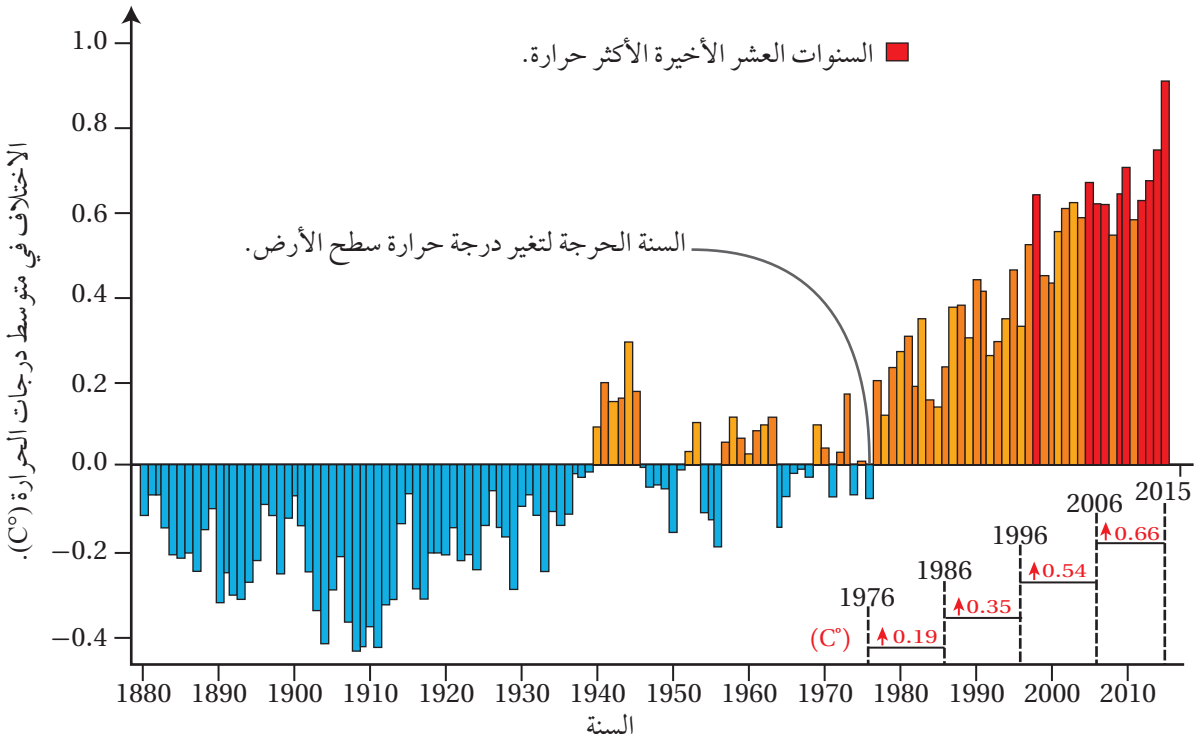
تؤدي الزيادة المستمرة في تراكيز غاز CO_2 إلى زيادة امتصاص غازات الدفيئة من الأشعة تحت الحمراء التي تنبعث من الأرض وحجزها ثم إعادتها باتجاه سطح الأرض، ما يؤدّي إلى ارتفاع درجة حرارته عن الحد الطبيعي بشكل مستمر، في ما يُعرَف **بالاحترار العالمي Global Warming**، أنظر الشكل (17).

الرّبط بالحاسوب

يستخدم العلماء الحاسوب في تصميم نماذج عديدة لمحاكاة الاحترار العالمي، إذ تتوقّع النماذج العالمية أن ترتفع درجة حرارة الأرض بمقدار 3°C إضافية. وتُبنى هذه النماذج باستخدام بيانات حول العوامل التي تؤثر في امتصاص الإشعاع الشمسي على سطح الأرض.



الشكل (17): غازات الدفيئة التي تُسبِّب الاحترار العالمي.



الشكل (18): الاختلافات في متوسط درجات الحرارة العالمية السنوية لسطح الأرض خلال عدة عقود.

أستنتج في أي سنة تكون نسبة غازات الدفيئة في الغلاف الجوي للأرض أعلى ما يمكن.

ولتتبع الاختلافات في متوسط درجات الحرارة العالمية السنوية لسطح الأرض مقارنة بمتوسطها خلال عقود عدة؛ أنظر الشكل (18).

تأثير التغيّر المناخي في التنوّع الحيوي

Climate Change Effects on Biodiversity

تتوزّع الأقاليم الحيوية المختلفة على كوكب الأرض، وتتباين في درجة حرارتها وكمية الهطل والتنوّع الحيوي فيها؛ ونتيجة للتغيّر المناخي تأثرت هذه الأقاليم لتغيّر العديد من الظروف منها: تغيّر التوزيع الجغرافي للهطل، وزيادة جفاف التربة في مناطق عديدة؛ فزاد اندلاع الحرائق فيها، ومن ثمّ زاد إطلاق كميات إضافية من CO_2 إلى الغلاف الجوي، وزيادة تكوّن العواصف المدمّرة، وزيادة درجات الحرارة في المحيط، وكذلك ارتفاع مستويات سطح البحر، ونقص الغذاء، ما سبب فَقْد أنواع عديدة من الكائنات الحية؛ لأن التغيّر المناخي يؤثّر في مستويات التنظيم جميعها.

أبحث: تُستخدَم البصمة الكربونية لتحديد إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة بشكل مباشر أو غير مباشر عن الأفراد أو المصانع أو غيرها. أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن البصمة الكربونية للفرد، ثم أُعدّ عرضًا تقديميًّا عن ذلك، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

الشكل (19): يمثل اللون الأحمر أشجار الصنوبر الميتة.

تأثير التغيّر المناخي على مستوى الخلايا

Effects of Climate Change on Cells

يؤثّر ارتفاع درجات الحرارة الناتجة عن ظاهرة الاحترار العالمي في معدّلات التفاعلات المختلفة في الخلايا، ونتيجة لذلك تتأثر معدّلات تضاعف الحمض النووي وانقسام الخلايا والعمليات الرئيسة الأخرى في الخلايا. كما يسبّب التغيّر المُناخي إضعاف الاستجابة المناعية على المستوى الخلوي عند نبات الصنوبر الجبلي، فعند تعرّض هذه الأشجار لخنافس الصنوبر الجبلي تفرز خلايا خاصة فيها مادة تقاوم هذه الخنافس وتقتلها، ولكن تفرز هذه الخلايا كميات أقل من هذه المادة إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة؛ فتتكاثر الخنافس سريعًا مسببةً أضرارًا واسعة النطاق للصنوبر ومن ثم موتها، أنظر الشكل (19).

تأثير التغيّر المناخي على مستوى الفرد

Effects of Climate Change on Individual Organisms

يجب أن تحافظ الكائنات الحية على ظروف داخلية ثابتة نسبيًّا، إذ يموت الفرد إذا ارتفعت درجة حرارة جسمه أكثر من درجة الحرارة الطبيعية للجسم. وقد أدى التغيّر المناخي الناتج عن الاحترار العالمي إلى زيادة خطر ارتفاع درجة حرارة بعض الأنواع، ما يؤدي إلى انخفاض قدرتها على الحصول على الغذاء، وانخفاض قدرتها على التكاثر وإنتاج أفراد جديدة. فمثلًا: انخفض معدّل ولادات حيوان البيكا ***Ochotona princeps***، أنظر الشكل (20)، نتيجة التغيّر المناخي الذي

الشكل (20): حيوان البيكا.

الشكل (21): وعل الرنّة.

سبّب ارتفاعًا في درجة الحرارة بصورة كبيرة نسبيًّا في المناطق التي يعيش فيها، ومن الجدير بالذكر أن هذا الحيوان يموت إذا ارتفعت درجة حرارة جسمه بمقدار 3 °C فقط فوق درجة حرارة جسمه الطبيعية.

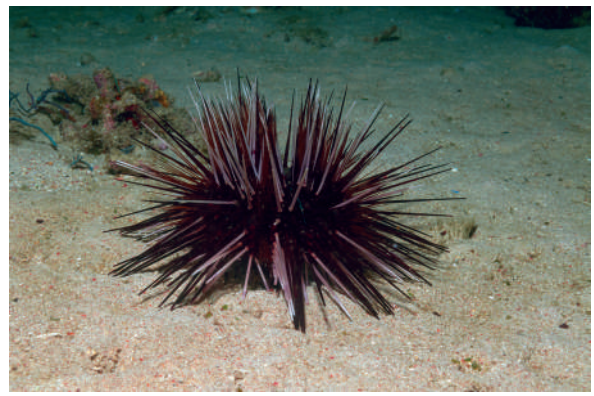
تأثير التغيّر المناخي على الجماعات الحيوية

Effects of Climate Change on Populations

أفكّر: أتوقّع تأثير التغيّر المناخي في جماعات النباتات الحيوية.

يؤدي التغيّر المناخي إلى زيادة في حجم بعض الجماعات الحيوية، وانخفاض في حجم جماعات أخرى. فقد تكيّفت بعض أنواع الجماعات الحيوية مع هذا التغيّر عند نموّها أو تكاثرها، أو هاجرت، في حين لم تستطع أنواع أخرى التكيف مع الظروف الجديدة، ما تسبّب في صعوبة حصولها على الغذاء، وانخفاض فرص البقاء أو انخفاض معدّل تكاثرها. ومثال ذلك ما وثّقه علماء البيئة عن وجود صلة بين ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض أعداد حيوان وعل الرنّة ***Rangifer Tarandus*** في القطب الشمالي، أنظر الشكل (21)، الذي يهاجر في فصل الربيع للحصول على الغذاء وللتكاثر، ونتيجة لارتفاع درجة الحرارة في البيئة التي هاجر إليها الوعل كانت نباتات ***Cerastium alpinum***، أنظر الشكل (22)، التي يتغذى بها قد ظهرت في وقت مبكّر من فصل الربيع وانتهت مرحلة إنباتها، ما أدى إلى نقص غذائه، وانخفاض معدّل تكاثره بمقدار أربعة أضعاف.

الشكل (22): نبات ***Cerastium alpinum*** الذي يتغذى به الوعل.



أ. قنفذ البحر.

ب. الحاجز المرجاني في أستراليا.

الشكل (23): أثر ارتفاع درجة حرارة مياه المحيط.

تأثير التغيّر المناخي على الأنظمة البيئية

Effects of Climate Change on Ecosystems

✓ **أتحقَّق:** أوضّح تأثير التغيّر المناخي في الأنظمة البيئية.

انتقلت مئات الأنواع إلى مواقع جديدة نتيجة التغيّر المناخي؛ ما أدى في بعض الحالات إلى تغييرات في المجتمعات الحيوية. وقد أثر التغيّر المناخي أيضًا في تغيّر نشاط المنتجات، ودورة المغذّيات في الأنظمة البيئية. فمثلًا: يحتاج قنفذ البحر ***Centrostephanus rodgersii*** إلى درجة حرارة ما بين 12-16 °C ليتكاثر، أنظر الشكل (23/ أ)، إلّا أن ارتفاع درجات حرارة مياه المحيطات أكثر من درجة الحرارة المناسبة لتكاثر قنفذ البحر أدّى إلى انتقاله إلى المناطق الجنوبية على طول ساحل أستراليا، ما سبّب تغييرات كبيرة في جماعات عشب البحر في تلك المناطق.

أفكّر: كيف يؤثّر التغيّر المناخي في السلاسل والشبكات الغذائية؟

ومع ارتفاع درجات حرارة الماء في الآونة الأخيرة، شهد الحاجز المرجاني في أستراليا، أنظر الشكل (23/ ب)، انخفاضًا كارثيًّا؛ بسبب موت كثير من الشعاب المرجانية، لدرجة أن ثلثي الشعاب المرجانية قد دُمّرت.

أدى التغيّر المناخي إلى تجزئة مواطن بيئية عدّة، ما يحدّ من قدرة كائنات حية عديدة على الهجرة والانتقال من موطن إلى آخر. وأدى التغيّر المناخي أيضًا إلى انصهار الجليد القطبي الذي قد يصبح رقيقًا ومنفصلًا عن بعضه البعض في بعض المناطق، ومن ثمّ لا يتحمل وزن بعض الحيوانات، مثل الدب القطبي الذي يتغذى على الأسماك والفقمات، ويجعلها غير قادرة على البحث عن فريستها، فيصل القليل منها إلى سنّ التكاثر، وهذا بدوره يسبّب انخفاض أعدادها ويجعلها مهدّدة بالانقراض.

نشاط

دور الاحترار العالمي في ارتفاع منسوب مياه البحار

المواد والأدوات: مجفّف شعر، مكعبات ثلج، وعاء شفاف عدد (2)، نماذج كرتونية صغيرة ملوّنة، معجون، مسطرة، قلم marker.

أصوغ فرضيتي حول دور الاحترار العالمي في ارتفاع منسوب مياه البحر.

إرشادات السلامة: غسل اليدين جيدًا بعد انتهاء التجربة.

أختبر فرضيتي:

1. **أقيس:** أضع 5 cm من المعجون في كل وعاء.
2. **أصمّم نموذجًا:** أضع المعجون (الذي يمثّل اليابسة) في كلا الوعاءين، وأضغطه كما في الشكل.
3. أضع فوق المعجون نماذج كرتونية صغيرة ملوّنة تمثّل نماذج لمدن في كلا الوعاءين.
4. **أجرّب:** أُلصق مسطرة على السطح الخارجي لكل من الوعاءين.
5. أضيف الماء في كلا الوعاءين، وأراعي عدم غَمْر الماء النماذج التي تمثّل المدن.
6. **أضبط المتغيّرات:** أرقّم أحد الوعاءين بالرقم (1) وأستخدمه تجربة ضابطة.
7. **أجرّب:** أرقّم الوعاء الثاني بالرقم (2)، ثم أضيف مكعبات الثلج إلى المعجون.
8. **أجرّب:** أعرّض مكعّبات الثلج للهواء الساخن الذي يخرج من مجفّف الشعر مدة 5 min.
9. **ألاحظ** ما يحدث في كل وعاء من الوعاءين.
10. **أقيس** ارتفاع الماء في كلا الوعاءين كل دقيقة، وأدونه في الجدول الموجود في كتاب الأنشطة العملية.

التحليل والاستنتاج

1. **أضبط المتغيّرات:** أحدّد المتغيّر المستقل والمتغيّر التابع.
2. **أرسم بيانيًّا** نتائج التجربة التي توضح العلاقة بين الزمن وارتفاع الماء.
3. **أستنتج:** ماذا يحدث لمكعّبات الثلج بعد انتهاء التجربة؟
4. أوضّح ماذا سيحدث للمدن الصغيرة الممثّلة بالنماذج بعد انتهاء التجربة.
5. **أتوقّع** ماذا يحدث عند استخدام مكعّبات أكثر عددًا من الثلج وتعريضها للهواء الساخن مرة أخرى.
6. **أُصدر حكمًا:** أوضح إذا توافقت نتائجي مع فرضيتي أم لا.

الحدّ من آثار التغيّر المناخي Climate Change Mitigation

لتقليل آثار التغيّر المناخي نحتاج إلى أساليب عديدة لإبطاء ظاهرة الاحترار الحراري العالمي، ويتضمن ذلك: التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة البشرية، وزيادة فرص إعادة امتصاص غاز CO_2 من الجو عن طريق زراعة أعداد كبيرة من الأشجار، واستخدام الطاقة بصورة أكثر كفاءة عن طريق الاستعاضة عن الوقود الأحفوري بالطاقة الشمسية، وطاقة الرياح المتجددة، والطاقة النووية.

✓ **أتحقَّق:** أستنتج كيف يؤدي استخدام طاقة الرياح إلى الحد من آثار التغيّر المناخي.

تأثير التغيّر المناخي في الأردن Climate Change Effects in Jordan

يمتاز الأردن بوجود تنوّع حيوي كبير فيه، وبما أن الأردن ليس بمعزل عن العالم، فقد تأثّر بظاهرة الاحترار العالمي، فمثلًا: قلّت نسبة الأراضي الزراعية؛ نتيجة لجفاف التربة بسبب اختلاف معدّل الهطل في مناطق عديدة من الأردن.

أسهمت التنمية المستدامة في الأردن بالمحافظة على الموارد الطبيعية، وحماية البيئة، وتوفير الطاقة. إضافة إلى ذلك سعى الأردن إلى زيادة المساحة الخضراء بإعادة تشجير مناطق عديدة، أو زيادة أعداد الأشجار في مناطق أخرى. وفي محاولة لتقليل انبعاثات غازات الدفيئة سعى الأردن إلى تشجيع المواطنين على استخدام الطاقة الشمسية بدلًا من حرق الوقود الأحفوري. وقد وضعت وزارة البيئة خطة استراتيجية وطنية للتخفيف من آثار التغيّر المناخي في المملكة، أنظر الشكل (24).

- الحماية والاستخدام المستدام لمكوّنات النظام البيئي.
- التقليل من التلوّث ومعالجة آثاره السلبية.
- التخفيف من أسباب التغيّر المناخي في المملكة، والتكيّف مع آثاره السلبية، عن طريق الآليات التنفيذية المختلفة، بما في ذلك استخدام التكنولوجيا ، مثل استخدام السيارات الكهربائية والاعتماد على الطاقة السمشية.
- التحوّل نحو الاقتصاد الأخضر.
- نشر الثقافة البيئية، وتعزيز السلوك البيئي السليم.
- تطوير الأداء المؤسسي، وتعزيز ثقافة التميز والابتكار لإيجاد حلول لمواجهة التغيّر المناخي في المملكة.

الشكل (24): استراتيجية التخفيف من آثـار التغيّـر المناخي في الأردن.

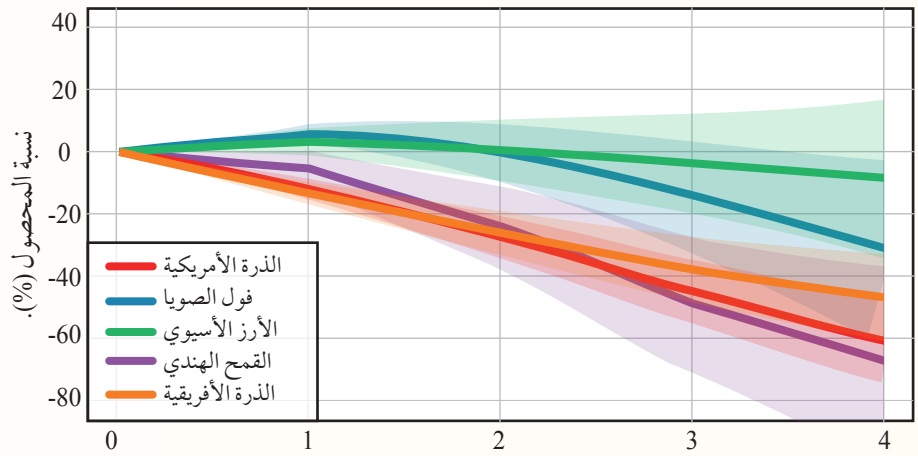
المصدر: Jordan's Fourth National Communication on Climate Change,2022

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** كيف يؤثّر التغيّر المناخي في التنوّع الحيوي على كوكب الأرض؟

2. **أفسّر:** لماذا يكون تأثير التغيّر المناخي في النباتات الأكثر خطورة على معظم الأنظمة البيئية؟

3. أدرس الرسم البياني الآتي الذي يمثّل أثر معدل التغيّر في درجة حرارة سطح الأرض (الاحترار العالمي) في إنتاج بعض المحاصيل الزراعية حول العالم، ثم أجيب عمّا يليه:



معدّل التغيّر في درجة حرارة سطح الأرض (°C).

أ . أستنتج كيف يؤثّر الاحترار العالمي في نسبة إنتاج المحاصيل الزراعية.

ب . **أتوقّع:** عند أيّ معدّل تغيّر في درجة حرارة سطح الأرض كانت الأنشطة البشرية أعلى ما يمكن؟

جـ. **أصوغ فرضية** حول التغير في نسبة محصول الأرز الآسيوي مقارنة بغيره من المحاصيل الأخرى.

4. **أطرح سؤالًا** تكون إجابته: «لأن ذلك يؤثر في معدّلات تضاعف الحمض النووي وانقسام الخلايا والعمليات الرئيسة».

5. **أقدّم دليلًا** على أنّ الزيادة الكبيرة في نسبة غازات الدفيئة في الغلاف الجوي تؤثّر في النباتات.

المحافظة على التنوُّع الحيوي واستدامته

Biodiversity Conservation and Sustainability

الدرس 3

الفكرة الرئيسة:

يؤدّي الإنسان دورًا مُهِمًّا في المحافظة على التنوُّع الحيوي وضمان استدامته للأجيال القادمة.

نتاجات التعلُّم:

- أُوضِّح طرائق حماية الأنظمة البيئية.
- أُبيِّن دور المؤسسات الوطنية في الحفاظ على التنوُّع الحيوي.
- أَصِف أثر النمو السكّاني وإدارة الموارد الحيوية في ضمان استدامة الأنظمة البيئية.

المفاهيم والمصطلحات:

النقاط الساخنة Hot Spots

استعادة الموطن البيئي Habitat Restoration

المعالجة الحيوية Bioremediation

الزيادة الحيوية Biological Augmentation

الأنواع المِظلَّة Umbrella Species

التنمية المستدامة Sustainable Development

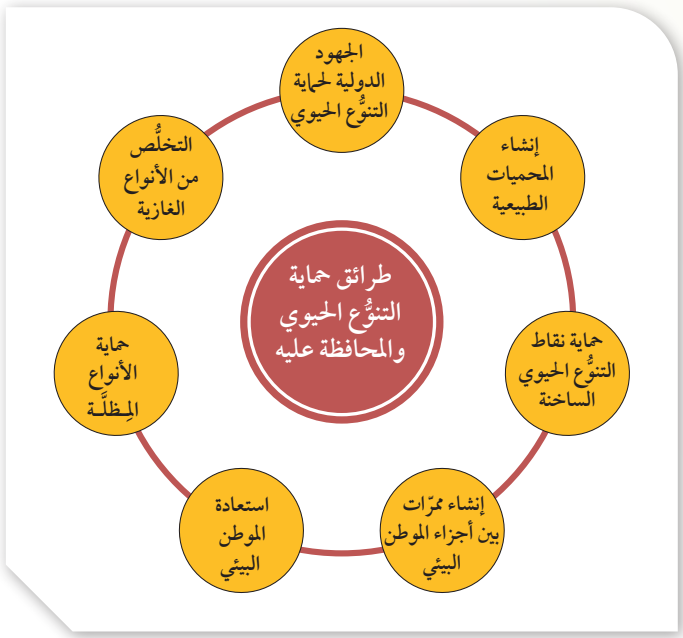
إدارة الموارد الحيوية Biotic Resources Management

طرائق حماية التنوُّع الحيوي والمحافظة عليه

Biodiversity Protection Methods & Conservation

تؤدّي المحافظة على المستوى نفسه من التنوُّع الحيوي إلى استقرار الأنظمة البيئية. ويُقصَد باستقرار النظام البيئي قدرة النظام البيئي على استعادة حالته الأصلية أو الطبيعية بعد تعرُّضه لأيِّ تغيير أو خلل قد يُؤثِّر في العلاقات الغذائية بين الكائنات الحيَّة، والتفاعل بين المُكوِّنات الحيَّة والمُكوِّنات غير الحيَّة في الأنظمة البيئية؛ ما يُعرِّض بعض المجتمعات الحيوية لخطر الانقراض.

يُقيِّم علماء البيئة التنوُّع الحيوي (بمستوياته الثلاثة) في الأنظمة البيئية؛ بُغْيَةَ المحافظة على أنواع الكائنات الحيَّة، والمواطن البيئية فيها. توجد طرائق عِدَّة للمحافظة على أنواع الكائنات الحيَّة التي تتناقص أعدادها، وتصبح عُرْضة لخطر الانقراض، أنظر الشكل (25).



الشكل (25): بعض طرائق المحافظة على التنوُّع الحيوي في الأنظمة البيئية.

أُفكِّر: كيف يُؤثِّر انقراض بعض أنواع الكائنات الحيَّة في استقرار الأنظمة البيئية؟

الجهود الدولية لحماية التنوُّع الحيوي

International Efforts for Protecting Biodiversity

أبدى العالَم اهتمامًا ملحوظًا بحماية التنوُّع الحيوي، وتمثَّل ذلك في إنشاء عديد من المؤسسات والجمعيات البيئية، وعقد كثير من الاتفاقيات والمعاهدات الدولية، التي تسعى للمحافظة على الأنواع المُهدَّدة بالانقراض، وتوسيع نطاق المناطق المحمية حول العالَم، والعمل على منع الاتِّجار غير المشروع بالأنواع المُهدَّدة بالانقراض أو مُنتَجاتها مثل أصداف السلاحف البحرية، وتعريف السكّان المحليين بالحيوانات المُهدَّدة بالانقراض وتوعيتهم بأهميتها، ووضع القوانين اللازمة لمنع الصيد، وعدم العبث بالمواطن البيئية. وهذه أبرزها:

الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة

International Union for Conservation of Nature (IUCN)

المعاهدة الدولية لمنع الاتِّجار بالكائنات الحيَّة المُهدَّدة بالانقراض

Convention on International Trade in Endangered Species (CITES)

إنشاء المحميات الطبيعية Establishing Natural Reserves

حدَّد علماء البيئة المناطق التي يتعيَّن حفظ التنوُّع الحيوي فيها أكثر من غيرها على مستوى العالَم، ووضعوا أُسسًا ومواصفاتٍ للمحمية الطبيعية، أبرزها: حجم المحمية، وشكلها، وقدرة الأنواع على الانتقال منها إلى محمية طبيعية أُخرى، وتحديد الأنواع الواجب حمايتها وتكثيرها أوَّلًا قبل غيرها، مثل دب الباندا العملاق، أنظر الشكل (26).

تُعرَّف المحميات الطبيعية بأنَّها مناطق آمنة تعيش فيها أنواع الكائنات الحيَّة بمنأى عن المُفترِسات؛ ما يسمح بتكاثرها، لا سيَّما الأنواع الأصيلة منها، أو تلك المُهدَّدة بالانقراض، ثم إطلاق نسلها الجديد في البرية في حال توافرت الظروف والأحوال المناسبة لذلك.

أتحقَّق: أُوضِّح الأُسس والمواصفات الواجب مراعاتها عند إنشاء المحميات الطبيعية.

الربط بالاقتصاد

يُمكِن الاستفادة من رَيْع السياحة البيئية للمحميات في توظيف أبناء المجتمع المحلي حُرّاسًا لها، أو مراقبين ومسؤولين عن الكائنات الحيَّة فيها، أو تدريبهم على إدارة شؤون المحميات وزيادة الوعي بأهمية الأنواع المُهدَّدة بالانقراض، ومنع صيدها.

الشكل (26): دب الباندا العملاق المُهدَّد بالانقراض.

أُنشِئ في المملكة عدد من المحميات الطبيعية للمحافظة على بعض الكائنات الحيَّة المُهدَّدة بالانقراض. ومن أبرز هذه المحميات: محمية الشومري للأحياء البرية، ومحمية ضانا للغلاف الحيوي التي تضمُّ عددًا من الأنواع المُهدَّدة بالانقراض، أنظر الشكل (27).

الشكل (27): النسر الأسمر المُهدَّد بالانقراض الذي أُعيد إطلاقه في محمية ضانا.

حماية نقاط التنوُّع الحيوي الساخنة
Preserving Biodiversity Hot Spots

النقاط الساخنة Hot Spots مناطق صغيرة المساحة نسبيًّا، وغنية بأنواع مختلفة من الكائنات الحيَّة الأصيلة. وهي تحوي أنواعًا مُهدَّدةً بالانقراض، وقد صنَّفتها المنظمات الدولية لحماية البيئة ضمن المناطق التي يتعيَّن المحافظة على التنوُّع الحيوي فيها أكثر من غيرها.

أُفكِّر: لماذا تُعَدُّ دولة مدغشقر من النقاط الساخنة على اليابسة؟

تُعَدُّ النقاط الساخنة موطنًا لأكثر من ثلث أنواع البرمائيات، والزواحف، والطيور، والثدييات. وهي تحوي ما نسبته 50% من النباتات الأصيلة من إجمالي عدد النباتات العالمي. ومن أمثلة النقاط الساخنة على اليابسة: دولة مدغشقر، أنظر الشكل (28/ أ).

يُذكَر أنَّ الأنظمة البيئية المائية تحوي أيضًا نقاطًا ساخنةً، مثل الشعاب المرجانية، أنظر الشكل (28/ ب).

أتحقَّق: أُبيِّن سبب اهتمام علماء البيئة بالنقاط الساخنة.

(أ)

(ب)

الشكل (28): أمثلة على النقاط الساخنة:
أ - نظام بيئي في دولة مدغشقر يُمثِّل إحدى النقاط الساخنة على اليابسة.
ب- شعاب مرجانية في البحر الأحمر تُمثِّل إحدى النقاط الساخنة في الأنظمة البيئية المائية.

الشكل (29): بعض ممرّات الحركة التي تصل بين المواطن البيئية المُجزَّأة.

إنشاء ممرّات بين أجزاء الموطن البيئي
Establishment of Corridors between Habitat Fragments

أُنشِئت ممرّات عديدة لربط المواطن البيئية المُجزَّأة بعضها ببعض؛ حفاظًا على التنوُّع الحيوي فيها. وهي تُعرَف أيضًا بممرّات الحركة، مثل الجسور والأنفاق التي تُسهِّل الانتقال الآمن للكائنات الحيَّة المُعرَّضة للافتراس خارج بيئتها الطبيعية، وتحمي الحيوانات من حوادث الدهس والاصطدام أثناء محاولتها عبور الطرق السريعة عند التنقُّل بين أجزاء الموطن البيئي، وقد تساعدها على الهروب بسرعة وأمان عند تعرُّض الموطن البيئي لكارثة ما، أنظر الشكل (29).

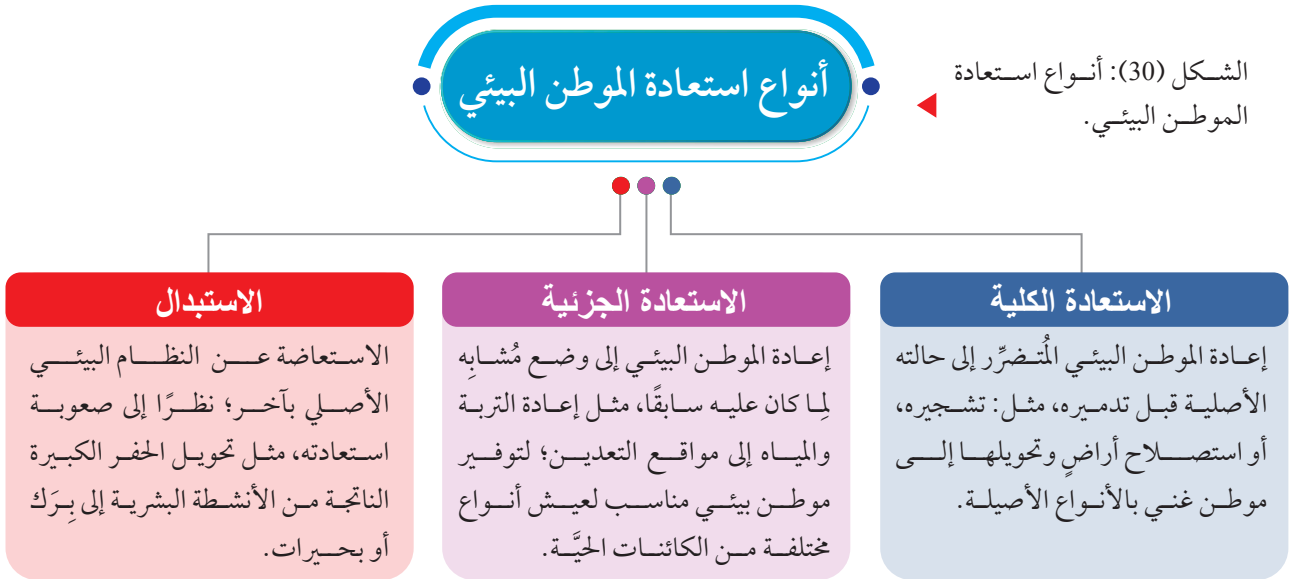
وفي المقابل، فإنَّ لممرّات الحركة مخاطر عِدَّة، أبرزها: سهولة انتشار الأمراض والأنواع الغازية، واندلاع الحرائق بين أجزاء الموطن البيئي.

✓ **أتحقَّق:** أُحدِّد دور ممرّات الحركة في المحافظة على التنوُّع الحيوي.

استعادة الموطن البيئي Habitat Restoration

يُطلَق على محاولة إعادة المواطن البيئية المُتضرِّرة، أو الجماعات الحيوية فيها التي تعرَّضت لخطر الانقراض إلى ما كانت عليه قبل ذلك، اسم **استعادة الموطن البيئي Habitat Restoration**.

لتعرُّف أنواع استعادة الموطن البيئي، أنظر الشكل (30).



الشكل (30): أنواع استعادة الموطن البيئي.

✓ **أتحقَّق:** أُوضِّح المقصود بالاستعادة الجزئية للموطن البيئي.

لجأ العلماء إلى استعمال طرائق عِدَّة لتسريع عملية استعادة المواطن البيئية، أبرزها:

المعالجة الحيوية Bioremediation

يستفاد من بعض أنواع الكائنات الحيَّة في إزالة السموم من الأنظمة البيئية المُلوَّثة، في ما يُعرَف **بالمعالجة الحيوية Bioremediation**، مثل استخدام أنواع النباتات التي تمتصُّ المعادن الثقيلة من التربة، كالرصاص والكادميوم، ثم إزالتها للتخلُّص من هذه المعادن، أنظر الشكل (31).

الزيادة الحيوية Biological Augmentation

يُقصَد **بالزيادة الحيوية Biological Augmentation** الاستفادة من كائنات حيَّة يُمكِنها إضافة مواد أساسية إلى النظام البيئي المُتضرِّر. فمثلًا: تُزرَع النباتات المُثبِّتة للنيتروجين (مثل البقوليات) في التربة التي تفتقر إلى النيتروجين نتيجة عمليات التعدين والأنشطة الأُخرى، فتصبح الأنواع الأصيلة الأُخرى أكثر قدرة على أخذ حاجتها من النيتروجين، ما يُسهِم في زيادة التنوُّع الحيوي للأنظمة البيئية.

الشكل (31): نبات رشاد الصخر (رشاد أذن الفأر) ***Arabidopsis thaliana*** الذي يمتاز بقدرته الفائقة على امتصاص المعادن الثقيلة مثل الرصاص، وتركيزها في سيقانه وجذوره.

أستنتج كيف يستفاد من زراعة نبات رشاد الصخر في الحدِّ من تلوُّث التربة.

حماية الأنواع المِظلَّة Protecting Umbrella Species

الأنواع المِظلَّة Umbrella Species أنواع من الكائنات الحيَّة، تعيش في موطن بيئي يمتاز بمساحته الكبيرة، وتؤدّي حمايته إلى حماية عديد من أنواع الكائنات الحيَّة الأُخرى التي تعيش في الموطن نفسه. فمثلًا: من الأنواع المِظلَّة البومة الشمالية المُرقَّطة ***Strix occidentalis*** التي تستوطن شمال غرب المحيط الهادئ، أنظر الشكل (32)؛ ذلك أنَّ زوجًا منها يعيشان في موطن بيئي تصل مساحته إلى عِدَّة كيلومترات -على الأقل- من الغابات؛ لكي يتمكَّنا من توفير الغذاء والتكاثر. ومن ثَمَّ، فإنَّ الحفاظ على موطن هذا النوع يضمن بقاء عديد من الأنواع الأُخرى التي تعيش في الموطن نفسه، مثل: بعض أنواع السلمندرات، والرخويات.

الشكل (32): البومة المُرقَّطة التي تحتاج إلى مناطق واسعة في موطنها البيئي.

أستنتج: كيف تعمل الأنواع المِظلَّة على حماية التنوُّع الحيوي في الأنظمة البيئية؟

✓ **أتحقَّق**: أُوضِّح المقصود بالأنواع المِظلَّة.

التخلُّص من الأنواع الغازية Removing Invasive Species

يُمكِن القضاء على الأنواع الغازية باستخدام أنواع من المبيدات، أو بصيدها، أو إدخال مُفترِسات لها في الموطن البيئي.

التنمية المستدامة للأنظمة البيئية وأهميتها

Ecosystems Sustainable Development and its Importance

يُقصَد **بالتنمية المستدامة** **Sustainable Development** تطوير التقنيات، وتحسين الأنظمة البيئية؛ للوفاء بحاجات الإنسان المُتزايِدة من دون التأثير سلبًا في الأنظمة البيئية اللازمة لحياة الأجيال اللاحقة.

تتطلَّب التنمية المستدامة فهمًا شاملًا للأنظمة البيئية، لا سيَّما أعداد الأنواع وتوزيعها وتنوُّعها، وزيادة الوعي باعتماد حياة الإنسان على سلامة هذه الأنظمة؛ فذلك يزيد من أهمية المحافظة على الموارد الطبيعية، ويُعزِّز السياحة البيئية التي تُركِّز على استدامة التنوُّع الحيوي والمناظر الطبيعية؛ ما يُحقِّق الأهداف المنشودة من برامج التنمية المستدامة وخُطَطها على المدى الطويل. لتعرُّف أهداف التنمية المستدامة للأنظمة البيئية، أنظر الشكل (33).

✓ **أتحقَّق:** كيف تسهم التنمية المستدامة في الوفاء بحاجات الإنسان المتزايدة؟

الشكل (33): أهداف التنمية المستدامة للأنظمة البيئية.

أهداف التنمية المستدامة للأنظمة البيئية

1. تدوير بعض الفضلات.
2. تطوير التقنيات الزراعية.
3. الحدُّ من التلوُّث وتأثيره في الأنظمة البيئية.
4. استخدام الطاقة البديلة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.
5. الحدُّ من استهلاك الموارد الطبيعية، وبخاصة الحيوية منها.

أبحث: قامت العديد من الدول بمحاولات للتخلص من الأنواع الغازية، أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن تجارب محلية وعربية وعالمية للتخلص من الأنواع الغازية، ثم أُعدّ تقريرًا عن ذلك، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف.

الربط بالتكنولوجيا

أسهم التطوُّر التكنولوجي في دعم التنمية المستدامة للموارد الحيوية وديمومتها للأجيال القادمة. ومن ذلك:

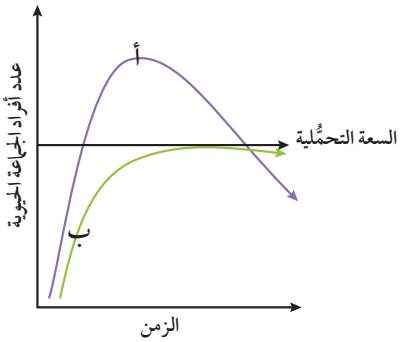
- استعمال الحاضنات الحديثة لتوفير كمِّيات كافية من البيض والدجاج اللاحم في المَزارع.
- استخدام الآلات الزراعية الحديثة في زراعة مساحات كبيرة من المحاصيل الغذائية وحصادها خلال مدَّة زمنية قصيرة، وإنتاج كمِّيات كبيرة من المواد الغذائية تفوق ما تُنتِجه الموارد الحيوية الطبيعية.

السعة التحمُّلية Carrying Capacity

يُقصَد بها الحدُّ الأقصى من أفراد النوع نفسه من الكائنات الحيَّة الذي تستطيع البيئة دعمه بصورة طبيعية.

تختلف السعة التحمُّلية لكل موطن من المواطن البيئية تبعًا لتوافر الموارد البيئية (المُكوِّنات الحيَّة، والمُكوِّنات غير الحيَّة) فيه؛ لذا يُنظَر بعين الاهتمام إلى السعة التحمُّلية للأرض وإدارة مواردها؛ بُغْيَةَ استدامة الأنظمة البيئية.

إذا تجاوز نمو الجماعة الحيوية السعة التحمُّلية للأنظمة البيئية المختلفة، فإنَّ الموارد البيئية المتوافرة لن تتمكَّن من دعم النمو والتكاثر لهذه الجماعة؛ ما يؤدّي إلى موت عديد من أفرادها، فيعود حجمها إلى الحدِّ الذي تستطيع الأنظمة البيئية دعمه، أنظر الشكل (34).



الشكل (34): السعة التحمُّلية لنظام بيئي:
أ. موت عدد من أفراد الجماعة الحيوية بعد تجاوزها السعة التحمُّلية.
ب. النمو الطبيعي للجماعة الحيوية ضمن السعة التحمُّلية.

إدارة الموارد الحيوية Biotic Resources Management

توجد الموارد الحيوية في الغلاف الحيوي، وتشمل نواتج عديد من الكائنات الحيَّة، إضافةً إلى ما ينتج من تحلُّل الكائنات الميتة وطمرها من أملاح معدنية ووقود أحفوري.

لضمان المحافظة على الموارد الحيوية المُتنوِّعة، وضعت كثير من الدول خُطَطًا طويلة الأمد، تُسمّى **إدارة الموارد الحيوية Biotic Resources Management**، وتهدف إلى المحافظة على التوازن بين استخدام الموارد الحيوية وإمكانية تعويضها.

ومن هذه الخطط: الاستخدام المستدام للنباتات والحيوانات، وإعادة زراعة الأشجار وبعض النباتات، والسماح بالصيد في غير مواسم التكاثر، وترشيد استهلاك بعض الموارد أو تدويرها، ويتم تحقيق ذلك من خلال بعض الممارسات، انظر الشكل (35)

✓ **أتحقَّق:** أُوضِّح أثر زيادة أعداد الجماعة الحيوية في الموارد الطبيعية.

✓ **أتحقَّق:** أُبيِّن دور إدارة الموارد الحيوية في استدامة الأنظمة البيئية.

الشكل (35): بعض الممارسات التي تحافظ على الموارد الحيوية، وتضمن استدامتها.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أُوضِّح: لماذا يُعَدُّ دور الإنسان مُهِمًّا في استدامة التنوُّع الحيوي للأجيال القادمة؟

2. أُوضِّح أهمية التنمية المستدامة للأنظمة البيئية في تقليل آثار الأنشطة البشرية السلبية في البيئة.

3. تُبيِّن الصورة المجاورة منجمًا لاستخراج بعض المعادن. أتأمَّل الصورة، ثم أُجيب عن الأسئلة الآتية:

أ- **أُفسِّر:** ما أثر إنشاء المنجم في النظام البيئي؟

ب- **أتوقَّع:** كيف يُمكِن استعادة النظام البيئي في هذه المنطقة؟

جـ- **أَصِف:** كيف يُمكِن تحسين تركيب تربة المنجم بعد استعادة النظام البيئي فيه؟

4. **أصوغ فرضية** حول آثار إنشاء الممرّات بين أجزاء الموطن البيئي.

5. أذكر مثالًا واحدًا على كلٍّ ممّا يأتي:

أ- استبدال الموطن البيئي.

ب- الزيادة الحيوية.

6. يُمثِّل الجدول الآتي أعداد حيوان المها العربي في الأردن من عام 1920م إلى عام 2018م. أدرس الجدول، ثم أُجيب عن السؤالين التاليين:

العام	العدد	ملحوظات
1920م	0	صيد آخر حيوان مها عربي.
1975م	0	إنشاء محمية الشومري.
1978م	11	-
1999م	236	إعادة توزيع حيوان المها العربي على دول الجوار.
2018م	120	محمية الشومري، ومحمية وادي رم.
* الأرقام للاطلاع فقط.		

أ- أُحدِّد سبب اختفاء حيوان المها العربي قبل عام 1920م.

ب- **أتوقَّع** أسباب زيادة أعداد حيوان المها العربي في محمية الشومري.

7. **أُقارِن** بين الاستعادة الكلية والاستعادة الجزئية للموطن البيئي.

8. أُعدِّد بعض الممارسات التي تُسهِم في المحافظة على الموارد الحيوية وديمومتها للأجيال القادمة.

9. **أطرح سؤالًا:** تكون إجابته: «يؤدي ذلك إلى زيادة فرصة تكاثر الأنواع الأصيلة نتيجة توافر الموارد البيئية اللازمة لاستمرار حياتها».

أثر بناء السدود في التنوُّع الحيوي

Effects of Dams Construction on Biodiversity

يبني الإنسان السدود للاستفادة من الماء المُتجمِّع فيها في مجالات عدة، مثل: توليد الطاقة، وتبريد محطّات إنتاج الطاقة، إلى جانب الاستفادة المباشرة منه في قطاع الزراعة وغيره من القطاعات.

نبات ورد النيل المائي (***Eichhornia crassipes***) الذي ينمو على سطح الماء في خزّانات السدود.

غير أنَّ بناء السدود يُؤثِّر سلبًا في التنوُّع الحيوي، ومن ذلك:

- تدمير المواطن البيئية لبعض الكائنات الحيَّة، أو تغييرها؛ إذ تمنع السدود – مثلًا – هجرة أسماك السلمون من أسفل الأنهار إلى أعلاها لوضع البيوض والتفقيس؛ فتقل أعدادها.
- احتمالية خفض مستويات الماء في الأنهار، وانخفاض مُعدَّلات تدفُّقها؛ ما يمنع التدفُّق الطبيعي للمواد الغذائية في الماء.
- ارتفاع مُعدَّلات درجات حرارة الماء، لا سيَّما إذا استُخدِمت السدود في تبريد محطّات توليد الكهرباء؛ ما يُؤثِّر في النمو والتكاثر لعديد من الأنواع التي تعيش في الأنهار.
- زيادة نمو بعض النباتات والطحالب عن طريق الإثراء الغذائي؛ نتيجةً لتراكم كمِّيات كبيرة من أسمدة الأراضي الزراعية في الماء، وحبسها خلف السدود؛ ما يؤدّي إلى انخفاض مستويات الأكسجين في الماء، ثم القضاء على القشريات، والحشرات، والبرمائيات، والأسماك، وهو ما قد يتسبَّب في موت النظام البيئي كله.
- إنتاج خزّانات السدود الضحلة، لا سيَّما في المناطق الاستوائية، كمِّيات كبيرة من غاز الميثان في أغلب الأحيان. ولمّا كان هذا الغاز هو أحد غازات الدفيئة الأساسية، فإنَّه ينبعث عند تعرُّض بعض المُركَّبات العضوية (توجد أسفل مياه الخزّانات) للتحلُّل والتخمُّر.

مراجعة الوحدة

السؤال الأوَّل:

لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة فقط صحيحة، أُحدِّدها:

1. إحدى الآتية صحيحة في ما يتعلَّق بالمناطق المحمية التي تُنشَأ لحماية التنوُّع الحيوي:
   أ . تُمثِّل ما نسبته 70% من مساحة سطح الأرض.
   ب. تُنشَأ لحماية التنوُّع الحيوي النباتي.
   جـ. تُعَدُّ مناطق مُهِمَّة لحماية الأنواع الغازية في المواطن البيئية.
   د . تُعَدُّ مناطق مُهِمَّة لحماية نقاط التنوُّع الحيوي الساخنة.
2. أُزيلت أشجار إحدى الغابات للاستثمار في مجال التعدين، ثم أعيدت التربة والمياه إلى مواقع التعدين؛ لتوفير موطن بيئي مناسب لعيش أنواع مختلفة من الكائنات الحيَّة. تُعرَف هذه العملية بِـ:
   أ . الاستعادة الكاملة. ب. الاستعادة الجزئية.
   جـ. استبدال النظام البيئي. د . المعالجة الحيوية.
3. وجود تركيز عالٍ من المعادن الثقيلة في الماء يُعَدُّ من المُلوِّثات المائية:
   أ . الفيزيائية. ب. الحيوية.
   جـ. الكيميائية. د . الطبيعية.
4. السبب الرئيس لزيادة كمية ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي للأرض خلال العقود الماضية هو:
   أ . زيادة الإنتاج الأولي في جميع أنحاء العالم.
   ب. زيادة إنتاج الأسمدة على مستوى العالم.
   جـ. زيادة امتصاص الغلاف الجوي للأشعة تحت الحمراء.
   د . حرق الوقود الأحفوري وإزالة الغابات.
5. المصطلح الذي يشير إلى تقسيم الجماعات الحيوية التي تعيش في الموطن البيئي إلى مجموعات صغيرة، بعيد بعضها عن بعض، هو:
   أ . تجزئة الموطن البيئي. ب. التلوُّث.
   جـ. تدمير الموطن البيئي. د . الإشعاع.
6. من آثار التغير المناخي على مستوى الفرد:
   أ . زيادة قدرته على التكاثر.
   ب. زيادة فرصته في الحصول على الغذاء.
   جـ. لا تأثير للتغير المناخي على الفرد.
   د . انخفاض معدل إنتاج الأفراد الجديدة.
7. يؤثر التغير المناخي في المواطن البيئية من خلال:
   أ . زيادة مساحتها.
   ب. زيادة المواد الغذائية المتوافرة فيها.
   جـ. تجزئتها وانخفاض مساحتها.
   د . سهولة هجرة الكائنات الحية إليها.

السؤال الثاني:

يعيش نوع من الأسماك في بركة، ويتغذّى بأحد أنواع البرمائيات منذ سنوات عديدة. وقد لوحِظ أنَّ أعداد كلا النوعين كانت مستقرة نسبيًّا عددًا من السنوات. **أُفسِّر** سبب انخفاض عدد أفراد كلا النوعين بعد إدخال نوع جديد من الأسماك في هذه البركة.

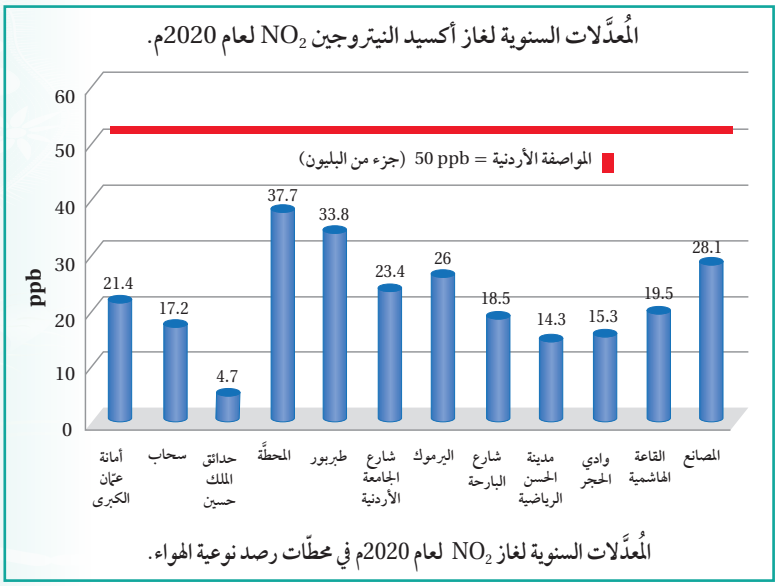
السؤال الثالث:

أُصنِّف العبارات الآتية إلى مستوى التنوُّع الحيوي الذي يُمثِّلها:

أ . التنوُّع في ألوان الريش لنوع من الطيور.
ب. عدد الأنواع أو النسب العددية لأحد الأنواع في المجتمع الحيوي.
جـ. الخصائص الوراثية المُتنوِّعة التي وهبها الله تعالى لجماعة من القطط.
د . وجود أكثر من نظام بيئي في الغلاف الحيوي.

السؤال الرابع:

يُمثِّل المُخطَّط المجاور المُعدَّل السنوي لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في محطَّة رصد لنوعية الهواء عام 2020م في مناطق عِدَّة من المملكة الأردنية الهاشمية. أدرس المُخطَّط، ثم أُجيب عن الأسئلة الآتية:



المصدر: التقرير السنوي لوزارة البيئة عام 2020م.

أ . **أستنتج** في أيِّ المناطق كانت نسبة غاز ثاني أكسيد النيتروجين أعلى من غيرها.

ب. **أستنتج** سبب ارتفاع تركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في بعض المناطق، وانخفاضه في مناطق أُخرى.

جـ. **أُفسِّر** سبب رصد تركيز هذا الغاز في محطّات رصد نوعية الهواء.

السؤال الخامس:

أُقارِن بين الأنواع المِظلَّة وأنواع المُؤشِّرات الحيوية من حيث الأهمية، ثم أذكر مثالًا على كلٍّ منهما.

السؤال السادس:

اشترى مُزارِع قطعة أرض بجوار بحيرة تلوَّثت بعد أنْ طُرِحت فيها مُخلَّفات مصنع قديم للمواد الكيميائية:

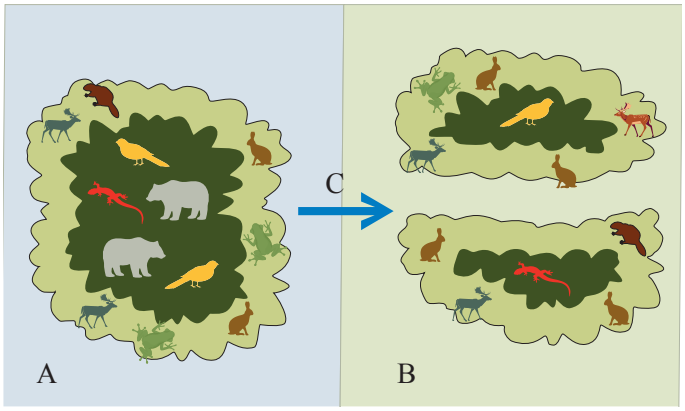
أ . **أقدم دليلًا** على أن الماء المُلوَّث سيؤثر في نظام البحيرة البيئي.

ب. احتار المُزارِع في اختيار نوع النبات المناسب ممّا يأتي لزراعته في قطعة الأرض: الأرز أم رشاد الصخر. أيُّ النباتين أنصح المُزارِع بزراعته؟ أبرّر إجابتي.

السؤال السابع:

أُفسِّر: تسعى الجمعية الملكية لحماية الطبيعة للتخلُّص من نبات السُّلم، أو الحدِّ من انتشاره في الأردن.

السؤال الثامن:



يُبيِّن الشكل المجاور تغيُّرًا في أحد المواطن البيئية لمنطقة ما:

أ . أُوضِّح التغيُّر الذي حدث للموطن البيئي المشار إليه بالرمز (C).

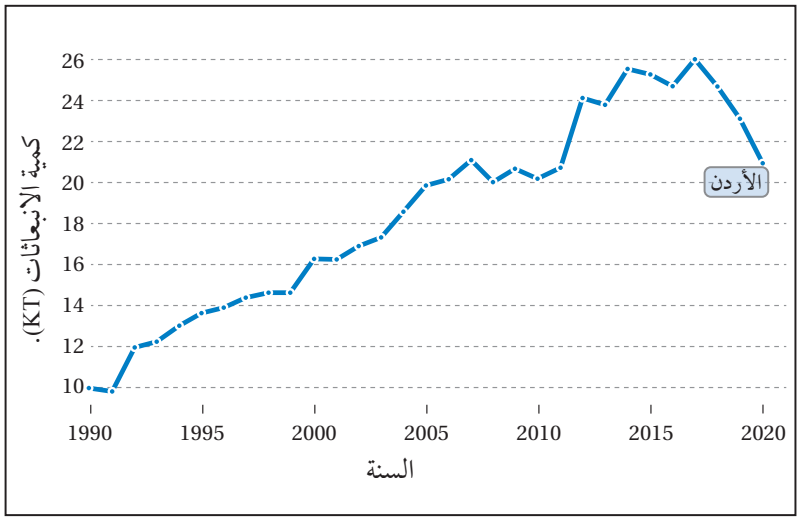
ب. **أتوقَّع** تأثير تغيُّر التنوُّع الحيوي في المنطقة A، والمنطقة B.

السؤال التاسع:

تُلحِق الحرائق الموسمية خسائر بالغطاء النباتي، وتُدمِّر عددًا من المُغذِّيات على سطح التربة. أستنتج كيف يُؤثِّر ذلك في الموارد البيئية في تلك المناطق.

السؤال العاشر:

يمثّل الشكل الآتي رسمًا بيانيًّا لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (بالكيلو طن-KT) في الأردن في المدة الزمنية (1990م – 2020)، أدرسه، ثم أجيب عمّا يليه:



1. **أفسّر** سبب ارتفاع انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بعد عامي 2017م و 2018م.
2. **أتوقّع** أسباب انخفاض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الفترة بين 2020م – 2018م.
3. **أستنتج** تأثير زيادة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في تغيّر المناخ في الأردن.

السؤال الحادي عشر:

أصمّم استقصاءً علميًّا أبيّن فيه أثر زيادة غازات الدفيئة في الرقم الهيدروجيني لمياه البحيرات.

السؤال الثاني عشر:

تنتج الطفرات الوراثية –ومنها الاختلالات في الحمض النووي DNA– عن عوامل كيميائية أو فيزيائية.

أصوغ فرضية حول أثر ارتفاع تراكيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي في زيادة احتمال حدوث الطفرات الوراثية في الكائنات الحية المختلفة.

مسرد المصطلحات

الاحترار العالمي Global Warming: ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض عن الحد الطبيعي بشكل مستمر زيادة بسبب امتصاص غازات الدفيئة كثيرًا من الأشعة تحت الحمراء التي تنبعث من الأرض.

إدارة الموارد الحيوية Biotic Resources Management: المحافظة على التوازن بين استخدام الموارد الحيوية وإمكانية تعويضها.

الأراضي الرطبة Wetlands: المساحات التي تغمر المياهُ تربتَها، أو تملأ الفراغات بين حبيباتها حتى سطح التربة أو قريبًا من السطح طوال العام أو معظمه.

استعادة الموطن البيئي Habitat Restoration: محاولة إعادة المواطن البيئية المُتضرِّرة أو الجماعات الحيوية فيها التي تعرَّضت لخطر الانقراض إلى ما كانت عليه قبل ذلك.

الإقليم الحيويّ Biome: الأنظمة البيئية التي توجد في منطقة مناخية واحدة.

الانقلاب الفصلي للماء Seasonal Water Turnover: عملية خلط للماء تحدث في فصلي الربيع والخريف؛ نتيجةً لتغيُّر درجات الحرارة بسبب تغيُّر الفصول.

الأنواع الغازية Invasive Species: أنواع الكائنات الحيّة الغريبة، مثل النباتات والحيوانات التي أُدخِلت- عن قصد، أو من دون قصد- في موطن بيئي ما عن طريق الإنسان، وأصبحت تُهدِّد التنوّع الحيوي فيه.

الأنواع الأصيلة Native Species: أنواع الكائنات الحيّة التي تعيش في موطنها الطبيعي.

الأنواع المِظلّة Umbrella Species: أنواع من الكائنات الحيّة تعيش في موطن بيئي يمتاز بمساحته الكبيرة، وتؤدّي حمايته إلى حماية أنواع عديدة من الكائنات الحيّة الأُخرى التي تعيش في الموطن نفسه.

تأثّر الحدِّ البيئي Edge Effect: نشوء ظروف بيئية مختلفة تظهر على طول الحدود البيئية؛ نتيجةً لتجزئة الموطن البيئي.

التنمية المستدامة Sustainable Development: تطوير التقنيات، وتحسن الأنظمة البيئية؛ للوفاء بحاجات الإنسان المتزايدة من دون التأثير سلبًا في الأنظمة البيئية اللازمة لحياة الأجيال اللاحقة.

تنوّع الأنظمة البيئية Ecosystems Diversity: تعدُّد الأنظمة البيئية بما تحويه من مُكوِّنات حيّة ومُكوِّنات غير حيّة في الغلاف الحيوي.

تنوّع الأنواع Species Diversity: عدد أنواع الكائنات الحيّة المختلفة، ونسبة كل منها في نظام بيئي.

التنوّع الحيوي Biodiversity: وجود أنواع مختلفة من الكائنات الحيّة في نظام بيئي مُعيَّن.

التنوّع الوراثي Genetic Diversity: اختلافات في الجينات بين أفراد الجماعة الحيوية الواحدة والجماعات الحيوية المختلفة الأُخرى؛ ما يسمح لأفراد الجماعات الحيوية بالتكيُّف مع بيئاتهم.

الزيادة الحيوية Biological Augmentation: الاستفادة من كائنات حيّة يُمكنها إضافة مواد أساسية إلى النظام البيئي المُتضرِّر.

المياه العذبة الجارية Lotic Freshwater: المياه التي تشمل كلًّا من مياه الأنهار، والجداول، والسيول.

المياه العذبة الراكدة Lentic Freshwater: مياهٌ من أكثر مصادرها البحيرات والبِرَك.

المعالجة الحيوية Bioremediation: استخدام بعض أنواع الكائنات الحيّة في إزالة السموم من الأنظمة البيئية المُلوَّثة.

المنطقة الساحلية Littoral Zone: مياه ضحلة دافئة، وتُعَدّ بيئة مناسبة لأنواع عدَّة من الطحالب، والنباتات المائية، والمحار، والقشريات، والبرمائيات، وبعض الحشرات.

المُؤشِّرات الحيوية Bioindicators: استخدام بعض أنواع الكائنات الحيّة في الكشف عن تلوّث الأنظمة البيئية، وذلك برصد التغيّرات في أعدادها، أو خصائصها الفسيولوجية، أو سلوكها، أو شكلها الظاهري.

النقاط الساخنة Hot Spots: مناطق صغيرة المساحة نسبيًّا، وغنية بأنواع مختلفة من الكائنات الحيّة المُستوطِنة. وهي تحوي أنواعًا مُهدَّدة بالانقراض.

الهطل الحمضي Acid Precipitation: مطر أو ثلج أو ضباب يحوي حموضًا، ويتكوّن عند تفاعل الماء الموجود في الهواء مع أكاسيد الكبريت والنيتروجين المُنبعِثة من أنشطة الإنسان؛ ما يؤدّي إلى تكوُّن حمض الكبريتيك وحمض النتريك.

البناء الكيميائي Chemosynthesis: عملية حيوية تُزوِّد بعض أنواع الكائنات الحية الدقيقة بالطاقة التي تَلزمها لصنع مُركَّباتها العضوية؛ بأكسدة بعض المُركَّبات غير العضوية، مثل: الهيدروجين H_2، وكبريتيد الهيدروجين H_2S، أو بأكسدة بعض المُركَّبات العضوية، مثل الميثان CH_4.

تم بحمد الله تعالى

Collins