المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

دليل المعلم

العلوم الحياتية

الصف التاسع

الفصل الدراسي الثاني 9

فريق التأليف

د.موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

أمجد أحمد الخرشة إيناس تحسين النوايسة

ختام خليل سالم

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسرّ المركز الوطني لتطوير المناهج، استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الدليل عن طريق العناوين الآتية:

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

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

قرَّرت وزارة التربية والتعليم استخدام هذا الدليل في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار المجلس الأعلى للمركز الوطني لتطوير المناهج في جلسته رقم (2025/2)، تاريخ 2025/2/25 م، وقرار مجلس التربية والتعليم رقم (2025/52)، تاريخ 2025/4/30 م، بدءًا من العام الدراسي 2025 / 2026 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2020.
- 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 - 642 - 6

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2024/5/2951)

بيانات الفهرسة الأولية للكتاب:

عنوان الكتاب	العلوم الحياتية، دليل المعلم: الصف التاسع، الفصل الدراسي الثاني
إعداد / هيئة	الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج
بيانات النشر	عمان: المركز الوطني لتطوير المناهج، 2024
رقم التصنيف	373,19
الواصفات	/ علوم الأحياء/ / المناهج/ / أساليب التدريس / / التعليم الأساسي/
الطبعـة	الطبعـة الأولى

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

التحكيم التربوي: أ.د. زيد علي البشايرة
التصميم الجرافيكي: نايف محمد أمين مراشدة
التحرير اللغوي: د.خليل ابراهيم القعيسي

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 Lecensing 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)

منهاجي
متعة التعليم الهادف

1447 هـ – 2025 م

قائمة المحتويات

الموضوعُ	الصفحةُ
الوحدة الثالثة: الأنسجة الحيوانية والأنسجة النباتية	7
الدرس 1: الأنسجة الحيوانية	10
الدرس 2 : الأنسجة النباتية	21
مراجعة الوحدة	32
الوحدة الرابعة: العلاقات البيئية في الأنظمة البيئية	35
الدرس 1: الأنظمة البيئية	38
الدرس 2 : دراسة الجماعات الحيوية في الأنظمة البيئية	49
الدرس 3: استدامة الطاقة والموادّ في الأنظمة البيئية	55
مراجعة الوحدة	74
إجابات أسئلة أوراق العمل	A1
إجابات اسئلة اختبارات دولية، أو على نمطها	A15
إجابات أسئلة كتاب الأنشطة والتجارب العملية	A19
معايير تقييم مشاريع الطلبة	A22
قائمة المراجع	A23

الوحدة الثالثة: الأنسجة الحيوانية والأنسجة النباتية Animal & Plant Tissues

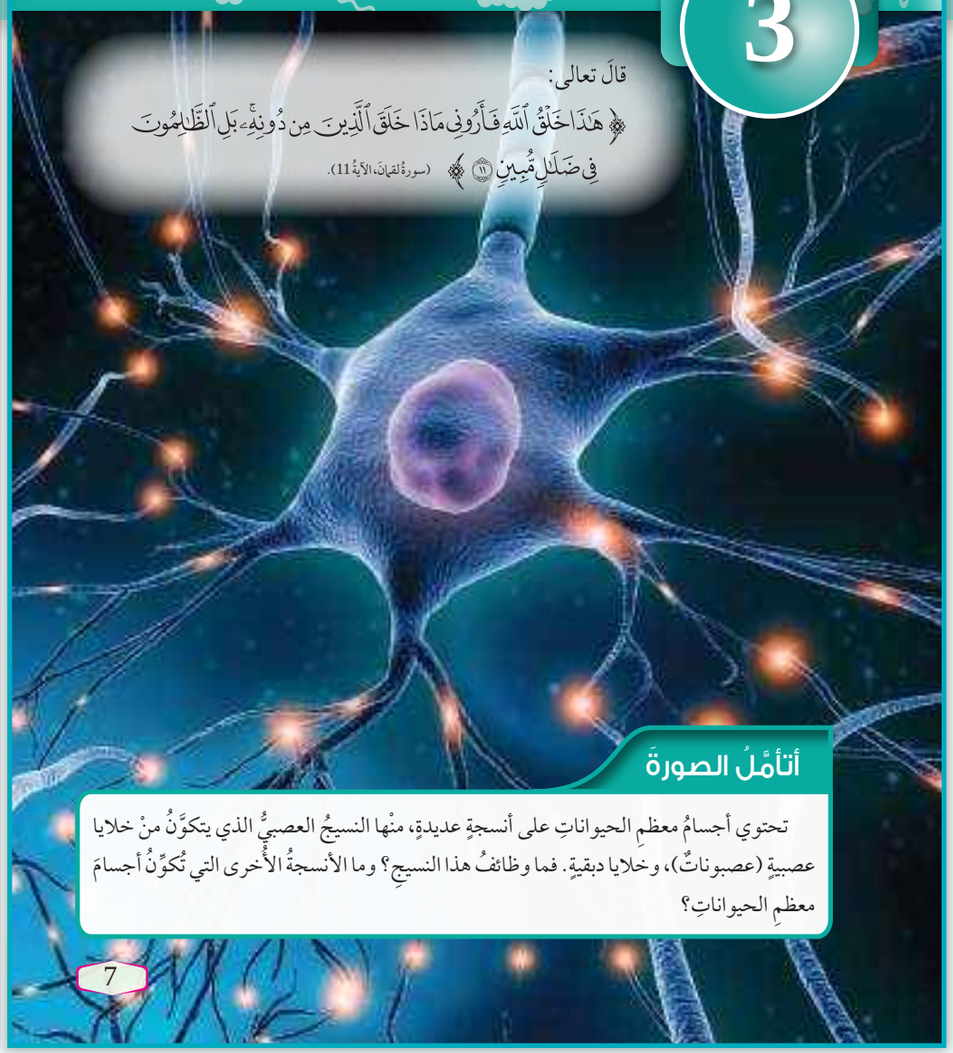
الدرس	نتاجات التعلُّم	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: الأنسجة الحيوانية	• ذِكْر أنواع الأنسجة الحيوانية وتراكيبها. • تحديد وظائف الأنسجة الحيوانية في الجسم. • بيان أهمية التكامل في عمل أنسجة الجسم المختلفة.	○ خلايا جلد الإنسان.	3
الثاني: الأنسجة النباتية	• وَصْف أنواع الأنسجة النباتية وتركيبها، مُحدِّدًا وظائفها. • تمييز التكامل بين الأنسجة النباتية، مُوظِّفًا ذلك في تعميق الإيمان بالله تعالى.	○ مشاهدة الخلايا البرنشيمية في النبات.	3

نتاجات التعلُّم السابقة	الصف	نتاجات التعلُّم اللاحقة	الصف
• إدراك أنَّ أجسام الكائنات الحية أنظمة. • توضيح التكامل بين أجهزة جسم الحيوان.	السادس	○ تعرُّف الخصائص العامة للحيوانات وتصنيفها.	العاشر
• التوصُّل إلى أنَّ النباتات تتكون من أنظمة.	السادس	○ تعرُّف الخصائص العامة للنباتات وتصنيفها.	العاشر
• التوصُّل إلى تكامل بعض أجهزة جسم الإنسان في عملها؛ بغية توفير حاجات خلايا الجسم كلها.	الثامن		

الوحدة 3

الأنسجةُ الحيوانيةُ والأنسجةُ النباتيةُ

Animal & Plant Tissues



قالَ تعالى:

﴿ هَٰذَا خَلْقُ ٱللَّهِ فَأَرُونِي مَاذَا خَلَقَ ٱلَّذِينَ مِن دُونِهِۦ ۚ بَلِ ٱلظَّٰلِمُونَ فِي ضَلَٰلٍ مُّبِينٍ ﴿١١﴾ ﴾ (سورة لقمان، الآية 11).

أتأمَّلُ الصورةَ

تحتوي أجسامُ معظمِ الحيواناتِ على أنسجةٍ عديدةٍ، منْها النسيجُ العصبيُّ الذي يتكوَّنُ منْ خلايا عصبيةٍ (عصبوناتٌ)، وخلايا دبقيةٍ. فما وظائفُ هذا النسيجِ؟ وما الأنسجةُ الأُخرى التي تُكوِّنُ أجسامَ معظمِ الحيواناتِ؟

7

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة (الرجوع لمواقع إلكترونية بعد التحقق منها، أو الرجوع إلى كتاب تفسير الشعراوي للقرآن الكريم، لمحمد متولي الشعراوي) للبحث عن مقاطع فيديو تعليمية أو عروض تقديمية جاهزة عن تفسير آياتٍ تتحدث عن موضوع خَلْق الكائنات الحية، علمًا أنَّه يُمكِنني إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس. أُشارِك الطلبة في هذه الموادّ التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو إنشاء مجموعة باستخدام أحد التطبيقات المناسبة، أو أيِّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

الوحدة 3

الأنسجة الحيوانية والأنسجة النباتية

Animal & Plant Tissues

أتأمّل الصورة

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الصورة بداية الوحدة، ثم أطرح عليهم الأسئلة الآتية:
  - ماذا تشاهد في الصورة؟ أشاهد نسيجًا عصبيًّا.
  - ممَّ يتكون النسيج العصبي؟ من عصبونات وخلايا دبقية.
  - ما وظائف النسيج العصبي؟ الإحساس بالمؤثرات الداخلية والخارجية والاستجابة لها.
  - أذكر مثالًا على نسيج آخر يوجد في أجسام الكائنات الحية؟ النسيج العضلي، النسيج الضّامّ.
- أوجّه الطلبة إلى تدبُّر الآية الكريمة الواردة بداية الصفحة، ثم أطلب إليهم رَبْط مضمون الآية الكريمة بمحتوى الوحدة.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: التأمُّل والتساؤل.**

أوضح للطلبة أهمية التأمُّل والتساؤل في فَهْم الظواهر والمفاهيم التي يمكن الاستدلال عليها بدراسة الأنسجة وأنواعها، وتنظيم جلسات تأمُّل بصورة مستمرة للتدبُّر في خَلْق الله؛ بغية تحفيز مهارة التفكير التأمُّلي ورَبْطها بموضوع الوحدة.

الفكرة العامـة:

- أكتب الفكرة العامة على اللوح، ثمَّ أوجّه الطلبة إلى كتابـة الخطوط العريضة للوحـدة، واستخراج المفاهيم والحقائق التي تتناولها، مُبيِّنًا لهم مُكوِّنات أجسـام الحيـوانات والنباتات، ثمَّ أطـرح عليهم السؤالين الآتيين:

- ما أنواع الأنسجـة الحيوانيـة؟ الأنسجـة الطلائية، والضّامّة، والعضلية، والعصبية.

- ما أهمية وجود عددٍ من الأنسجة النباتية المختلفة في التركيب والوظيفة في النباتات؟ لكي تتكامل مـع بعضـها لمساعـدة النباتـات على أداء العمليات الحيوية المختلفة.

- أعرِض على الطلبة الفكرة الرئيسة لكل درس من دروس الوحدة، ثمَّ أُناقِشهم بما يتوقَّعون دراسته.

مشروع الوحدة

- أُخبِر الطلبة أنَّ مشروع الوحدة يشمل فَحْص شرائح مِجْهرية ودراستها لأنواع مختلفة من الأنسجة النباتية والحيوانية بالمِجْهر الضوئي المركّب، وعدسات بقُوى تكبير مختلفة، ثم إعداد نشرة توضِّح ما توصلت إليه المجموعات.

- أُقسّم الطلبة أربع مجموعات، ثمَّ أُحدِّد مَهمَّة كلٍّ منها على النحو الآتي:

- **المجموعـة الأولى**: فَحْص ودراسة شرائـح مِجْهرية لأنسجة حيوانية (الطلائية، الضّامّة).

- **المجموعة الثانية**: فَحْص شرائح مِجْهرية لأنسجة حيوانية (عضلية، عصبية) ودراستها.

- **المجموعة الثالثة**: فَحْص شرائح لأنسجة نباتية مختلفة ودراستها.

- **المجموعة الرابعة**: إعداد نشرة موجزة عن المشروع، تتضمَّن توصيات المجموعات الثلاث.

الفكرةُ العامةُ:

تتكـوَّنُ أجسـامُ النباتـاتِ ومعظـمِ الحيواناتِ مـنْ خلايا مُتنوِّعـةٍ تُكـوِّنُ أنسـجةً لهـا وظائـفُ مُحـدَّدةٌ، وهـيَ تتكامـلُ فـي مـا بينَهـا لتكويـنِ أعضـاءٍ وأجهزةٍ.

الدرسُ الأوَّلُ: الأنسجةُ الحيوانيةُ.

الفكرةُ الرئيسـةُ: تُصنَّفُ الأنسـجةُ الحيوانيـةُ إلى أربعةِ أنـواعٍ رئيسـةٍ، هـيَ: الأنسـجةُ الطلائيـةُ، والأنسـجةُ الضامَّـةُ، والأنسـجةُ العضليـةُ، والأنسـجةُ العصبيةُ.

الدرسُ الثاني: الأنسجةُ النباتيةُ.

الفكـرةُ الرئيسـةُ: تحتـوي النباتـاتُ علـى العديـدِ مـنَ الأنسـجةِ النباتيـةِ التـي تختلـفُ فـي مـا بينَهـا مـنْ حيثُ التركيـبُ، والوظيفـةُ. وتتكاملُ هذهِ الأنسـجةُ بعضُها معَ بعضٍ لمسـاعدةِ النباتاتِ على أداءِ مختـلفِ العملياتِ الحيويةِ.

8

- أعقد لقاءً ختاميًّا يضمّ أفراد المجموعات جميعها للمناقشة في أعمالهم، ثمَّ أَعرِضها جميعًا في مَعرِض يحمل اسم (**الأنسجة الحيوانية والنباتية**).

تجربة استهلالية

الهدف: عَزْل خلايا من جلد الإنسان وصَبْغُها ومشاهدتها بالمِجْهر الضوئي المركب.

الزمن: 15 min.

إرشادات السلامة:

- غَسْل اليدين بالماء والصابون أو استعمال معقِّم اليدين قبل البَدْء بالتجربة وبعد إجرائها.
- توخّي الحذر عند استعمال الصبغة الكيميائية والشرائح الزجاجية.

المهارات العلمية: التجريب، الملاحظة، الرسم، التفسير.

الموادّ البديلة:

- يُمكِن تنفيذ التجربة بالاستعانة بصور لخلايا جلد الإنسان من الإنترنت.

الإجراءات والتوجيهات:

- أُجهِّز الموادّ والأدوات اللازمة للتجربة.
- أطلب إلى الطلبة تدوين نتائج التجربة وإجابات أسئلة بند (التحليل والاستنتاج) في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.
- أُتابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة، ثمَّ أُقدِّم لهم التغذية الراجعة المناسبة.

النتائج المتوقَّعة: سيتوصل الطلبة إلى أنَّ خلايا الجلد المَيْتة لا توجد فيها نواة وأنَّ شكلها غير منتظم.

التحليل والاستنتاج:

1. تختلف الإجابات، علمًا أنَّ العدسة الشيئية المناسبة لمشاهدة خلايا الجلد هي عدسة التكبير 40 x أو ما يكافئها، وتكون قوة التكبير الكلية = قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية =
400 x = 10 × 40 أو بحسب المِجْهر المتوافر.
2. تحتوي الطبقة الداخلية من البشرة على خلايا تنقسم لتعويض ما يتلف من الخلايا. وعندما تتوقف هذه الخلايا عن الانقسام تدفعها الخلايا في الأسفل نحو الخارج، وفي أثناء حركتها خلال الطبقات تتعرض للبيئة الخارجية وتفقد أنويتها.
3. تستخدم صبغة أزرق الميثلين لتمييز الخلايا عن الخلفية التي توجد فيها، والتمكن من مشاهدة الخلايا وتفاصيلها بصورة واضحة.

تجربة استهلالية

خلايا جلدِ الإنسانِ

الموادُّ والأدواتُ:
شريطٌ لاصقٌ، صبغةُ أزرقِ الميثلينِ، شرائحُ مِجهَريةٌ، أغطيةُ شرائحَ، مِجهَرٌ ضوئيٌّ مُركَّبٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:
استعمالُ الصبغةِ الكيميائيةِ والشرائحِ الزجاجيةِ بحذرٍ.

خطـواتُ العملِ:
1. **أُجرِّبُ:** أقصُّ قطعةً صغيرةً منَ الشريطِ اللاصقِ، ثمَّ أثنيها وألصقُها على مِعْصَمِ يدي منَ الداخلِ.
2. **أُجرِّبُ:** أُزيلُ قطعةَ اللاصقِ عنْ يدي، محاولًا عدمَ تركِ بصماتي عليْها، ثمَّ ألصقُها منَ الطرفِ الآخرِ على شريحةٍ مِجهَريةٍ.
3. **أُجرِّبُ:** أضعُ قطرةً منْ صبغةِ أزرقِ الميثلينِ على قطعةِ اللاصقِ.
4. **أُجرِّبُ:** أضعُ غطاءً على الشريحةِ.
5. **أُشاهِدُ** ما على الشريحةِ باستخدامِ المِجهَرِ الضوئيِّ.
6. **أُلاحِظُ** شكلَ الخلايا، محاولًا تمييزَ الغشاءِ البلازميِّ والنواةِ (إنْ وُجِدَتْ)، ثمَّ أرسمُ ما شاهدْتُهُ تحتَ المِجهَرِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:
1. **أُحدِّدُ** العدسةَ الشيئيةَ المناسبةَ لمشاهدةِ خلايا الجلدِ، ثمَّ أحسُبُ قوَّةَ التكبيرِ.
2. **أُفسِّرُ** سببَ عدمِ وجودِ نواةٍ في خلايا الجلدِ.
3. **أُفسِّرُ:** ما سببُ استخدامِ صبغةِ أزرقِ الميثلينِ؟

9

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

أداة التقويم: سُلَّم تقدير لفظي.

الرقم	معيار الأداء	متوسِّط	جيِّد	ممتاز	العلامة
1	الالتزام بشروط السلامة العامة في أثناء تنفيذ التجربة.	الالتزام أحيانًا بشروط السلامة العامّة في أثناء تنفيذ التجربة.	الالتزام غالبًا بشروط السلامة العامّة في أثناء تنفيذ التجربة.	الالتزام الكامل بشروط السلامة العامّة في أثناء تنفيذ التجربة.	
2	الالتزام بخطوات العمل.	الالتزام ببعض خطوات العمل.	الالتزام بمعظم خطوات العمل بدقّة.	الالتزام بخطوات العمل جميعها بدقّة واهتمام.	
3	رصد الملاحظات في أثناء تنفيذ التجربة.	رصد الملاحظات أحيانًا في أثناء تنفيذ التجربة.	رصد الملاحظات غالبًا في أثناء تنفيذ التجربة.	رصد الملاحظات باستمرار في أثناء تنفيذ التجربة.	
4	تفسير النتائج بصورة علمية.	تفسير بعض النتائج التي جرى التوصُّل إليها بصورة علمية.	تفسير معظم النتائج التي جرى التوصُّل إليها بصورة علمية.	تفسير جميع النتائج التي جرى التوصُّل إليها بصورة علمية.	

ملحوظة: تُرصَد العلامة تبعًا لأداء الطالب/الطالبة أو المجموعة، ويتراوح مداها بين 1 و 3؛ أيْ: متوسِّط =1، جيِّد =2، ممتاز =3؛ ما يعني أنَّ مجموع العلامات لا يقل عن 4، ولا يزيد على 12.

الدرس 1

الأنسجة الحيوانية
Animal Tissues

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

- أطلب إلى الطلبة قراءة الفكرة الرئيسة للدرس، ثم أطرح عليهم الأسئلة الآتية:

– ما أنواع الأنسجة الحيوانية؟ الأنسجة الطلائية، الأنسجة الضامّة، الأنسجة العضلية، الأنسجة العصبية.

– هل أنسجة الجسم متشابهة في التركيب والوظيفة؟ لا؛ لأنَّ أنسجة الجسم مختلفة في التركيب والوظيفة.

– لماذا تتكامل أجهزة الجسم في ما بينها؟ تتكامل لأداء وظائف الجسم الأساسية.

- أناقش الطلبة في الفكرة الرئيسة.
- أعرض على الطلبة نتاجات التعلم والمفاهيم والمصطلحات الخاصة بهذا الدرس، ثم أطلب إليهم كتابتها على اللوح.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أذكّر الطلبة بما تعلموه في الصفوف السابقة عن مستويات التنظيم في أجسام الكائنات الحية، ثم أطلب إليهم توضيح المقصود بكل مستوًى مع ذِكْر مثال عليه.

2 التدريس

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (1) الذي يمثِّل مستويات التنظيم في جهاز الدوران في جسم الإنسان ودراسته، ثم أطرح عليهم السؤال الآتي:

– ما مستويات التنظيم في جهاز الدوران بجسم الإنسان؟ خلية، نسيج، عضو القلب، الجهاز الدوراني.

◄ الفكرة الرئيسة:
تُصنَّفُ الأنسجةُ الحيوانيةُ إلى أربعةِ أنواعٍ رئيسةٍ، هيَ: الأنسجةُ الطلائيةُ، والأنسجةُ الضامَّةُ، والأنسجةُ العضليةُ، والأنسجةُ العصبيةُ.

◄ نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أذكرُ أنواعَ الأنسجةِ الحيوانيةِ وتراكيبَها.
- أُحدِّدُ وظائفَ الأنسجةِ الحيوانيةِ في الجسمِ.
- أُبيِّنُ أهميةَ التكاملِ في عملِ أنسجةِ الجسمِ المختلفةِ.

◄ المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

الأنسجةُ الطلائيةُ	Epithelial Tissues
السطحُ القمِّيُّ	Apical Surface
السطحُ القاعديُّ	Basement Surface
الأنسجةُ الضامَّةُ	Connective Tissues
العضلاتُ الهيكليةُ	Skeletal Muscles
العضلةُ القلبيةُ	Cardiac Muscle
العضلاتُ الملساءُ	Smooth Muscles
الأقراصُ البينيةُ	Intercalated Disks
الخلايا الدبقيةُ	Glial Cells

مستوياتُ التنظيمِ في أجسامِ الكائناتِ الحيَّةِ عديدةِ الخلايا
Levels of Organization in Multicellular Organisms

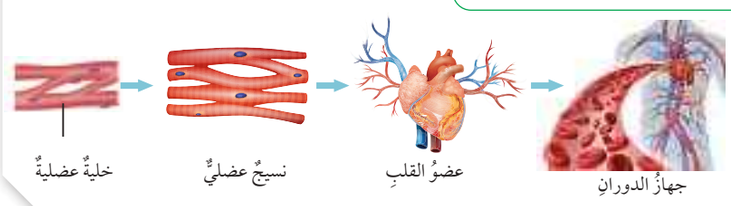
درسْتُ سابقًا أنَّ أجسامَ النباتاتِ والحيواناتِ تتألَّفُ منْ مجموعةٍ منَ الخلايا تتجمَّعُ على شكلِ أنسجةٍ تؤدّي وظيفةً مشتركةً.

تعملُ كلُّ مجموعةٍ منَ الأنسجةِ على تكوينِ أعضاءٍ تؤدّي كلٌّ منْها وظيفةً مُحدَّدةً. وتعملُ كلُّ مجموعةٍ منَ الأعضاءِ أيضًا على تكوينِ أجهزةِ الجسمِ المختلفةِ، بحيثُ تتكاملُ في ما بينَها لأداءِ وظائفِ الجسمِ الأساسيةِ.

فمثلًا، يُعَدُّ القلبُ عضوًا في جهازِ الدورانِ بجسمِ الإنسانِ، أنظرُ الشكلَ (1)، وهوَ يتكوَّنُ منْ أنسجةٍ عضليةٍ تُمكِّنُهُ منَ الانقباضِ وضَخِّ الدمِ إلى أجزاءِ الجسمِ المختلفةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أوضِّحُ مستوياتِ التنظيمِ في أجسامِ الحيواناتِ.

الشكلُ (1): مستوياتُ التنظيمِ في جهازِ الدورانِ بجسمِ الإنسانِ.



✓ **أتحقَّقُ:** تتكون أجسام الحيوانات من مجموعة من الخلايا، تشكِّل كل مجموعة متشابهة منها نسيجًا، وتشكِّل مجموعة الأنسجة عضوًا، ومجموعة من الأعضاء تشكِّل جهازًا، أما مجموع الأجهزة، فيشكِّل جسم الحيوان.

◄ تعزيز:

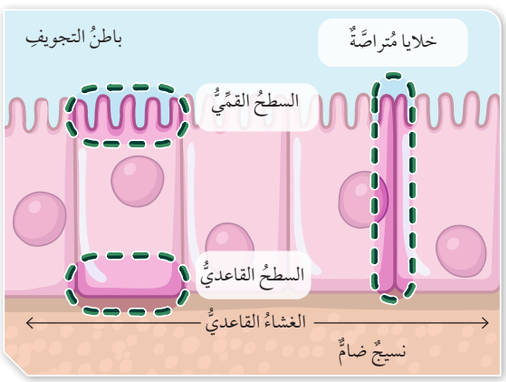
- أوضح للطلبة أنَّ تركيب جسم الإنسان هو الأكثر تعقيدًا بين الكائنات الحية على الأرض، وأذكر لهم أمثلة على مستويات التنظيم فيه، وأشجعهم على طرح الأسئلة والمشاركة في النقاش.

تُصنَّفُ الأنسجةُ الحيوانيةُ إلى أربعةِ أنواعٍ رئيسةٍ، هيَ:

الأنسجةُ الطلائيةُ Epithelial Tissues

تُغطّي **الأنسجةُ الطلائيةُ Epithelial Tissues** الجلدَ الخارجيَّ للجسمِ، وتُبطِّنُ التجاويفَ الداخليةَ لهُ، وتُؤدّي وظائفَ عِدَّةً بحسبِ موقعِها في الجسمِ، مثلَ: حمايةِ البشرةِ منْ عواملِ البيئةِ الخارجيةِ، وامتصاصِ الموادِّ الغذائيةِ كما في الخلايا المُبطِّنةِ للأمعاءِ، وإفرازِ الهرموناتِ كما في الخلايا المُبطِّنةِ للغُدَدِ الصَّمِّ. تمتازُ الخلايا المُكوِّنةُ للأنسجةِ الطلائيةِ بأنَّها مُتراصَّةٌ، ومُترابطةٌ، وسريعةُ الانقسامِ، وذاتُ سطحينِ مختلفينِ؛ أحدُهُما يكونُ مُواجِهًا للخارجِ أوْ لباطنِ التجويفِ، ويُسمّى **السطحَ القمّيَّ Apical Surface**، والآخرُ يكونُ مُرتكِزًا على غشاءٍ قاعديٍّ Basement Membrane، ويُسمّى **السطحَ القاعديَّ Basal Surface**، علمًا بأنَّ معظمَ الأنسجةِ الطلائيةِ لا تحتوي على أوعيةٍ دمويةٍ، أنظرُ الشكلَ (2). تُصنَّفُ الأنسجةُ الطلائيةُ بحسبِ شكلِها إلى: حرشفيةٍ، ومُكعَّبةٍ، وعماديةٍ. وهيَ تُصنَّفُ أيضًا بحسبِ عددِ الطبقاتِ المُكوِّنةِ لها إلى: بسيطةٍ، وطبقيةٍ، وطبقيةٍ كاذبةٍ، أنظرُ الجدولَ (1).

الشكلُ (2): تركيبُ نسيجٍ طلائيٍّ.



✓ **أتحقَّقُ:** أُصنِّفُ الأنسجةَ الطلائيةَ وَفقَ عددِ الطبقاتِ المُكوِّنةِ لها.

الربطُ بعلمِ الأنسجةِ

يُبطِّنُ النسيجُ الطلائيُّ الطبقيُّ الكاذبُ الجهازَ التنفُّسيَّ العلويَّ، وتحتوي خلاياهُ على الأهدابِ بصورةٍ كثيفةٍ.

عندَ وضعِ هذا النسيجِ تحتَ المِجهَرِ، فإنَّهُ يبدو مُكوَّنًا منْ طبقاتٍ عِدَّةٍ بسببِ عدمِ انتظامِ خلاياهُ، ووجودِ النوى في عددٍ منَ المستوياتِ؛ ما يُفسِّرُ سببَ تسميتِهِ بالنسيجِ الطلائيِّ الطبقيِّ الكاذبِ.

يُذكَرُ أنَّ جميعَ خلايا هذا النسيجِ ترتكزُ على الغشاءِ القاعديِّ.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ وظائفَ أُخرى للخلايا الطلائيةِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْها، ثمَّ أقرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أفكّرُ لماذا يكونُ انقسامُ الخلايا الطلائيةِ سريعًا؟

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (2) الذي يمثِّل تركيب نسيج طلائي، ثم أطلب إليهم الإشارة إلى موقع السطحين القِمّي والقاعدي على الشكل.

الربطُ بعلمِ الأنسجةِ

- أوظِّف (**التعلم التعاوني**)، ثم أقسّم الطلبة مجموعات.
- أطلب إليهم قراءة النص، ثم تحديد خصائص النسيج الطلائي الكاذب، ثم رسمه على ورقة.
- أطلب إلى كل مجموعة عَرْض ما رسمته على الحائط.
- أناقش المجموعات في رسوماتهم، وأقدِّم لهم تغذية راجعة عن الرسومات.

✓ **أتحقَّق:** تصنف الأنسجة الطلائية وَفْق عدد الطبقات المُكوِّنة لها إلى: بسيطة، وطبقية، وطبقية كاذبة.

◄ بناء المفهوم: الأنسجة الطلائية، والسطح القِمّي، والسطح القاعدي.

- أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أوظِّف (**التعلم التعاوني**) بتزويد أفراد كل مجموعة بسؤال من الأسئلة الآتية للإجابة عنها، محدِّدًا زمن الإجابة:

– أين توجد الأنسجة الطلائية في الجسم؟ تغطي الجلد الخارجي، وتُبطِّن التجاويف الداخلية.

– ما وظائف الأنسجة الطلائية؟ تحمي البشرة من عوامل البيئة، وتمتصّ الموادّ الغذائية مثل الخلايا المبطنة للأمعاء، وتفرز الهرمونات مثل الخلايا المبطنة للغدد الصُّمّ.

– ما خصائص الخلايا المُكوِّنة للأنسجة الطلائية؟ متراصّة، مترابطة، سريعة الانقسام، وذات سطحين مختلفين.

– ما السطحان اللذان يتكون منهما النسيج الطلائي؟ السطح القِمّي، وهو سطح مواجه للخارج أو لباطن التجويف، والسطح القاعدي وهو سطح مرتكز على غشاء قاعدي.

- أزود الطلبة بورق مقوًّى لتدوين نتائجهم وأتجول بينهم، مُقدِّمًا مساعدتي لهم، ثم أقدِّم لهم التغذية الراجعة.
- أطلب إلى كل مجموعة اختيار أحد أفرادها لعَرْض نتائجها.
- أُناقش أفراد كل مجموعة في مفهوم الأنسجة الطلائية، والسطح القِمّي، والسطح القاعدي، وأطلب إليهم مقارنة إجاباتهم بما ورد عن هذه المفاهيم في مسرد المصطلحات.

أبحث:

يمكن الرجوع لمواقع إلكترونية بعد التحقق منها، أو الرجوع مثلًا لكتاب (الدليل في الأحياء: الخلايا والأنسجة في جسم الإنسان، للدكتورة لمياء محمود مرسي)، على أن يتضمن التقرير: تؤدي الأنسجة الطلائية العديد من الوظائف الأخرى، مثل: الترشيح، وتبادل الغازات، والامتصاص، وغيرها.

أفكّرُ لأنَّ هذه الخلايا في حاجة إلى أن تتجدد باستمرار؛ من أجل تغيير الأنسجة التالفة.

◄ المناقشة:

- أوجّـه الطلبـة إلى دراسـة الجدول (1) الـذي يمثّل بعض أنـواع الأنسجـة الطلائيـة، ثم أطـرح عليهم الأسئلة الآتية:

– ما أنواع الأنسجة الطلائية من حيث عدد الطبقات؟
النسيـج الطلائي البسيط يتـكون من طبقـة واحـدة من الخلايـا، والنسيـج الطلائي الطبقي يتكون من طبقتين أو أكثر من الخـلايـا، والنسيـج الطبقي الكاذب يتكون من طبقـة واحـدة من الخلايا غير متساوية في الطول.

– ما أشكال الخلايـا الطلائيـة؟ الحرشفيـة، والعماديـة، والمكعبة.

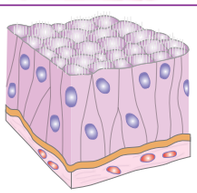
– أذكر مثالًا واحدًا على أماكن وجود كل من الأنسجة الآتية:

1. طلائي بسيط حرشفي. الشعيرات الدموية.
2. طلائي بسيط مكعب. الكُلْيتان.
3. طلائي بسيط عمادي. بطانة المعدة.
4. طلائي طبقي حرشفي. البشرة.
5. طلائي طبقي مكعب. الغدد العرقية.
6. طلائي طبقي عمادي. ملتحمة العين.
7. طلائي طبقي كاذب. بطانة تجويف الأنف.

ورقة العمل (1)

- أقسّـم الطلبـة مجموعـات رباعيـة، ثـم أزود أفـراد كل مجموعـة بورقـة العمـل (1) الموجودة في الملحـق.
- أوجّـه أفـراد كل مجموعـة إلى الحـل، وأمنحهـم وقتًـا كافيًـا، ثـم أطلـب إليهـم المناقشـة في الحلّ.
- أوجّههـم إلى عَـرْض إجاباتهـم ومناقشـتها مع أفـراد المجموعـات الأخرى.

الجدولُ (1): بعضُ أنواعِ الأنسجةِ الطلائيةِ.

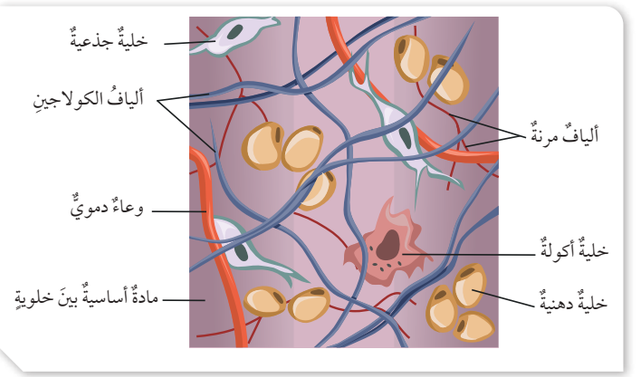
نوعُ النسيجِ	عددُ الطبقاتِ	شكلُ الخلايا	مثالٌ على أماكنِ وجودِ النسيجِ	صورةٌ توضيحيةٌ
الطلائيُّ البسيطُ	طبقةٌ واحدةٌ منَ الخلايا.	حرشفيةٌ.	الشعيراتُ الدمويةُ، والحويصلاتُ الهوائيةُ.	
		مُكعَّبةٌ.	الكُليتانِ، والمبيضانِ، والغُدَّةُ الدرقيةُ.	
		عماديةٌ.	بِطانةُ الأمعاءِ، والمعدةُ.	
الطلائيُّ الطبقيُّ	طبقتانِ أوْ أكثرَ منَ الخلايا.	حرشفيةٌ.	البشرةُ، وبِطانةُ الفمِ، والمريءُ، والمِهْبَلُ.	
		مُكعَّبةٌ.	الغُدَدُ العَرَقيةُ.	
		عماديةٌ.	مُلتحِمةُ العينِ.	
الطبقيُّ الكاذبُ	طبقةٌ واحدةٌ منَ الخلايا غيرُ متساويةِ الطولِ.		بِطانةُ تجويفِ الأنفِ، والقصبةُ الهوائيةُ.	

نشاط سريع

- أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أزودهم بإسفنج، أو معجون ملوّن، أو أيّ موادّ أخرى؛ لمساعدتهم على تصميم نماذج لأنواع من الأنسجة الطلائية.

◄ تعزيز:

- أرسم صورة لنوع من أنواع الأنسجة الطلائية على اللوح، ثم أطلب إليهم معرفة اسم هذا النسيج.



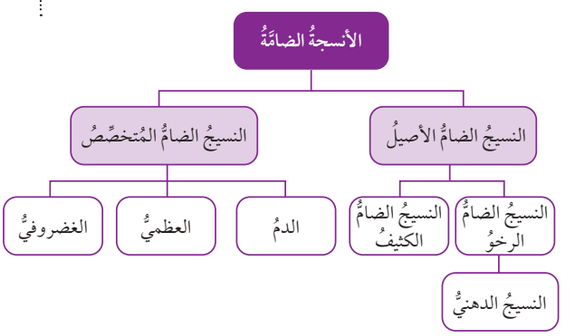
الشكلُ (3): تركيبُ النسيجِ الضامِّ.

الأنسجةُ الضامَّةُ Connective Tissues

تتكوَّنُ **الأنسجةُ الضامَّةُ Connective Tissues** منْ مجموعةِ خلايا غيرِ مُتراصَّةٍ تنتشرُ في مادةٍ أساسيةٍ بينَ خلويةٍ Ground Substance، إضافةً إلى أليافِ الكولاجينِ والأليافِ المرنةِ، أنظرُ الشكلَ (3)، علمًا بأنَّها تختلفُ في توزيعِها وكثافتِها تبعًا لنوعِ النسيجِ الضامِّ.

تعملُ الأنسجةُ الضامَّةُ الغنيةُ بالأوعيةِ الدمويةِ على الربطِ بينَ الأنسجةِ الأُخرى المختلفةِ، ودعمِ الأعضاءِ، وتثبيتِها في أماكنِها، أنظرُ الشكلَ (4) الذي يُبيِّنُ بعضَ أنواعِ الأنسجةِ الضامَّةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُقارِنُ بينَ الأنسجةِ الطلائيةِ والأنسجةِ الضامَّةِ منْ حيثُ التركيبُ، والوظيفةُ.



الشكلُ (4): أنواعُ الأنسجةِ الضامَّةِ الرئيسةِ.

✓ **أتحقَّقُ:**

	الأنسجة الطلائية	الأنسجة الضامة
التركيب	خلاياها متراصة ومترابطة، ترتكز على غشاء قاعدي، كما أنها في الغالب لا تحوي أوعية دموية.	خلاياها متباعدة تنتشر في مادة أساسية بين خلوية تختلف باختلاف نوع النسيج الضام، وتكون غنية بالأوعية الدموية.
الوظيفة	حماية البشرة من عوامل البيئة الخارجية، وامتصاص الطعام والشراب كما في الخلايا المُبطِّنة للأمعاء، وإفراز الموادّ كما في الخلايا المُبطِّنة للغُدَدِ الصُّمِّ.	الربط بين الأنسجة الأخرى المختلفة، ودعم الأعضاء، وتثبيتها في أماكنها.

◄ بناء المفهوم: الأنسجة الضّامّة.

- أحضر للطلبة مجموعة من القصاصات الورقية والغراء، وأطلب إليهم أن يلصقوا القصاصات بواسطة الغراء، وأبين لهم أن الغراء يشبه الأنسجة الضامة في جسم الإنسان، ثم أعرض على الطلبة فيديو يبين لهم مُكوِّنات النسيج الضّامّ، ثم أطلب إليهم كتابة مُكوِّناته والربط بينها للتوصل إلى مفهوم الأنسجة الضّامّة.
- أُناقشهم في مفهوم الأنسجة الضّامّة التي توصلوا إليه وأعززهم، ثم أطلب إليهم قراءة المفهوم من مسرد المصطلحات.
- أوضح للطلبة أن المادة الأساسية بين الخلوية هي مادة جيلاتينية شفافة، تملأ الفراغات بين الألياف والخلايا.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوظِّف (**أفكِّر-أنتقي زميلًا-أشارك**)، ثم أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكلين (3، 4) فرادى، والإجابة عن الأسئلة الآتية:

– ما أنواع الخلايا الموجودة في النسيج الضّامّ؟ خلية أكولة، خلية دُهْنية، خلية جذعية.

– ما أنواع الألياف الموجودة في المادة الأساسية بين الخلوية؟ **الإجابة:** ألياف مرنة، ألياف الكولاجين.

– ما أهمية الأنسجة الضّامّة الغنية بالأوعية الدموية؟ الربط بين الأنسجة الأخرى ودعم الأعضاء، وتثبيتها في أماكنها.

– ما أنواع الأنسجة التي تصنف على أنها أنسجة ضامّة أصيلة/ متخصصة؟

1. النسيج الضّامّ الأصيل. الرَّخْو، الكثيف.
2. النسيج الضّامّ المتخصص. الدم، العظمي، الغضروفي.

- أطلب إلى كل طالب/ طالبة أن ينتقي زميلًا/ زميلة لتبادل الأفكار، ثم المشاركة في النقاش داخل الصف للتوصل إلى الإجابة الصحيحة، وأقدِّم لهم التغذية الراجعة.

◄ تعزيز:

- لتوضيح أهمية صحة الأنسجة الضامة، أذكر للطلبة بعض الأمراض التي تصيب هذه الأنسجة مثل التهاب المفاصل أو الأوتار.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (5) الذي يمثِّل نسيجًا ضامًّا رَخْوًا، وأطلب إليهم الإجابة عن السؤالين الآتيين:

– كيف يتلاءم تركيب النسيج الضّامّ الرَّخْو مع وظيفته؟ يحتوي ألياف الكولاجين، وأليافًا مرنة تربطان الأنسجة الطلائية بالأنسجة الموجودة تحتها لتثبيتها في أماكنها.

– أين يوجد النسيج الضّامّ الرَّخْو؟ في الجلد وفي أماكن أخرى من الجسم.

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (6) الذي يمثِّل نسيجًا دهنيًّا، وهو نوع متخصص من أنواع النسيج الضّامّ الرَّخْو، ثم الإجابة عن السؤالين الآتيين:

– ما أهمية وجود النواة على طَرَف الخلية؟ يمنح الخلية مساحة كافية لتخزين كميات كبيرة من الدهون اللازمة لإنتاج الطاقة.

– ما وظيفة النسيج الدُّهني؟ لتخزين الدهون ومنح الجسم العزل والحماية.

◄ المناقشة:

- أوظِّف (**التعلم التعاوني**)، ثم أطلب إلى الطلبة في مجموعات كتابة خصائص النسيج الضّامّ الكثيف في جدول.
- أطلب إليهم توظيف (**أكواب إشارة المرور**) إن احتاجوا إلى المساعدة.
- أوجّههم وأقدِّم لهم الدعم والمساعدة.
- أناقشهم في نتائجهم وأعرضها عليهم في مكان بارز من الصف.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (7) الذي يمثِّل النسيج الضّامّ الكثيف، ثم أطلب إليهم طرح أسئلة على الشكل ومناقشة زملائهم فيها، مع الانتباه إلى نوع الألياف الموجودة فيه ومقارنتها بالألياف الموجودة في النسيج الضّامّ الرَّخْو.

الشكلُ (5): نسيجٌ ضامٌّ رخوٌ.

الشكلُ (6): نسيجٌ دهنيٌّ.

الربطُ بالصحَّةِ

يُكتسَبُ الوزنُ غالبًا -بعدَ إنقاصِهِ- على نحوٍ أسرعَ منَ اكتسابِهِ أوَّلَ مَرَّةٍ؛ ذلكَ أنَّ اتِّباعَ حِمْيةٍ ما لإنقاصِ الوزنِ يُقلِّصُ فقطْ حجمَ الخلايا الدهنيةِ، ولا يُقلِّلُ منْ عددِها؛ ما يجعلُ زيادةَ حجمِها منْ جديدٍ عمليةً سهلةً وسريعةً.

النسيجُ الضامُّ الرخوُ Loose Connective Tissue

يُعَدُّ هذا النسيجُ أكثرَ أنواعِ الأنسجةِ الضامَّةِ انتشارًا في أجسامِ الحيواناتِ الفقاريةِ، وتتمثَّلُ وظيفتُهُ في ربطِ الأنسجةِ الطلائيةِ بالأنسجةِ الموجودةِ تحتَها لتثبيتِها في أماكنِها. يوجدُ هذا النسيجُ في الجلدِ، وفي أماكنَ أُخرى منَ الجسمِ، وهوَ يحتوي على أليافِ الكولاجينِ والأليافِ المرنةِ، أنظرُ الشكلَ (5).

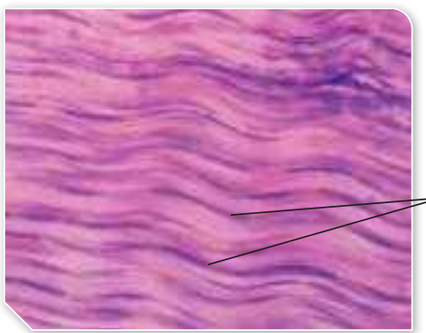
النسيجُ الدهنيُّ Adipose Tissue

يُعرَّفُ النسيجُ الدهنيُّ بأنَّهُ نوعٌ مُتخصِّصٌ منَ الأنسجةِ الضامَّةِ الرخوةِ التي تعملُ على تخزينِ الدهونِ، ومنحِ الجسمِ ما يَلزمُ منْ عزلٍ وحمايةٍ. تمتازُ الخلايا في هذا النسيجِ بوجودِ النوى على أطرافِها، لا في منتصفِها؛ ما يمنحُ الخلايا مساحةً كافيةً لتخزينِ كمِّياتٍ أكبرَ منَ الدهونِ اللازمةِ لإنتاجِ الطاقةِ، أنظرُ الشكلَ (6).

النسيجُ الضامُّ الكثيفُ Dense Connective Tissue

يمتازُ هذا النسيجُ بوجودِ كثيفٍ لأليافِ الكولاجينِ، وكمِّيةٍ قليلةٍ جدًّا منَ المادةِ الأساسيةِ بينَ الخلويةِ. يُعَدُّ النسيجُ الضامُّ الكثيفُ المُكوِّنَ الرئيسَ لكلٍّ منَ الأوتارِ التي تُمثِّلُ روابطَ قويةً ومتينةً وذاتَ مقاومةٍ عاليةٍ بينَ العضلاتِ والعظامِ، والأربطةِ التي تربطُ بينَ العظامِ، أنظرُ الشكلَ (7).

الشكلُ (7): نسيجٌ ضامٌّ كثيفٌ.

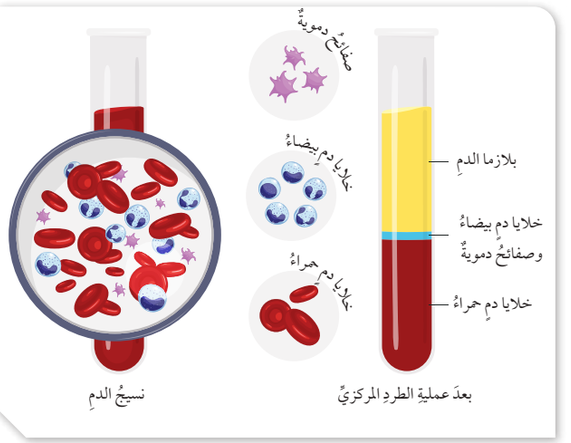


الربطُ بالصحَّةِ

- أوجّه الطلبة إلى قراءة النص، ثم أكتب السؤال الآتي على بطاقة للإجابة عنه، مُستخدِمًا (**بطاقة الخروج**):

– ما علاقة خسارة الوزن بحجم الخلايا الدُّهنية في الأنسجة الضّامّة؟ يعتمد إنقاص الوزن على خسارة حجم المادة الدُّهنية المخزنة في النسيج الضّامّ الدُّهني.

- أخبر الطلبة بأنني سأقدِّم لهم تغذية راجعة بداية الحصة القادمة.



الشكلُ (8): مُكوِّناتُ الدمِ.

الدمُ Blood

نسيجٌ ضامٌّ يتكوَّنُ منْ أنواعٍ عديدةٍ منَ الخلايا تسبحُ في مادةٍ أساسيةٍ بينَ خلويةٍ سائلةٍ تُسمّى البلازما، وتتألَّفُ منَ الماءِ والأملاحِ والبروتيناتِ. تشملُ الخلايا التي يحويها الدمُ خلايا الدمِ الحمراءَ المسؤولةَ عنْ نقلِ الغازاتِ، وخلايا الدمِ البيضاءَ المسؤولةَ عنْ حمايةِ الجسمِ والدفاعِ عنْهُ، والصفائحَ الدمويةَ التي تعملُ على تكوينِ خثرةٍ معَ أليافِ الفايبرينِ؛ ما يُؤدّي إلى تجلُّطِ الدمِ، أنظرُ الشكلَ)8(.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ خصائصِ الدمِ لبعضِ أنواعِ الحيواناتِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْها، ثمَّ أقرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

نسيجُ العظمِ Bone Tissue

تتكوَّنُ هياكلُ معظمِ الحيواناتِ الفقاريةِ منْ هذا النسيجِ الذي يتألَّفُ منْ خلايا عظميةٍ Osteocytes، ومادةٍ أساسيةٍ بينَ خلويةٍ صُلْبةٍ تحوي أملاحَ الكالسيومِ والمغنيسيومِ والفوسفاتِ. يتركَّبُ النسيجُ العظميُّ منْ وحداتٍ أسطوانيةٍ متكرِّرةٍ، تُعرَفُ الواحدةُ منْها بنظامِ هافرس، ويتوسَّطُ كُلًّا منْها تجويفٌ يُسمّى القناةَ المركزيةَ، وتمرُّ منْهُ الأعصابُ والأوعيةُ الدمويةُ، أنظرُ الشكلَ (9).

الشكلُ (9): تركيبُ وحداتِ العظامِ.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (9)، ثم أطلب إليهم تحديد مكان نظام هافرس (نظام متكرر من الوحدات الأسطوانية) والقناة المركزية على لوحة صماء عليها تركيب العظم.

◄ المناقشة:

- أطلب إلى الطلبة قبل الحصة إحضار عَظْم حيوان مثل عظم الخروف، وأعرضه على الطلبة بداية الدرس، وأنبههم إلى أنه عضو يتكون من مجموعة من الأنسجة العظمية.
- أوجّه الطلبة إلى الإجابة عن السؤالين الآتيين:

– ممَّ يتكون النسيج العظمي؟ من خلايا عظمية، ومادة أساسية بين خلوية، ونظام هافرس، وقناة مركزية، وأعصاب، وأوعية دموية.

– ماذا تحتوي المادة الأساسية بين خلوية؟ تحتوي أملاح الكالسيوم، والمغنيسيوم، والفوسفات.

- أناقش الطلبة في إجاباتهم للتوصل إلى الإجابة الصحيحة وأعززهم.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أطلب إلى الطلبة توظيف (**كنت أعتقد والآن أعرف**)، ثم أوزع عليهم ورقة فيها عمودين: الأول يحتوي (كنت أعتقد) لكتابة أفكارهم عن مُكوِّنات الدم بداية الحصة، والثاني يحتوي (الآن أعرف) لكتابة ما توصلوا إليه نهاية الحصة.
- أطلب إليهم تأمُّل الشكل (8) الذي يمثِّل مُكوِّنات الدم، والإجابة عن السؤالين الآتيين:

– ممَّ يتكون الدم؟ يتكون من مادةٍ أساسيةٍ بينَ خلويةٍ سائلةٍ تسمى البلازما، وخلايا هي خلايا الدم البيضاء، وخلايا الدم الحمراء، والصفائح الدموية.

– ما مُكوِّنات البلازما؟ الماء، والأملاح والبروتينات.

نشاط سريع

- أطلب إلى الطلبة فَحْص شرائحَ مجْهرية جاهزة لخلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية مُستعينًا بقَيِّم المختبر، وباستخدام المجهر الضوئي المركّب، لتعرُّف أهم خصائصها، ثم عَرْض نتائجهم ومناقشتهم فيها.

أبحث:

أطلب إلى الطلبة البحث في مصادر المعرفة الموثوقة والبحث فيها عن خصائص الدم لبعض أنواع الحيوانات، قد تتضمن الإجابة: التنوع في لون الدم، **فالأحمر**: هو اللون الأكثر شيوعًا للدم، ويعود إلى وجود الهيموجلوبين الذي يحمل الأكسجين، **والأزرق**: يوجد في بعض اللافقاريات مثل الحبار، ويعود ذلك إلى وجود بروتين الهيموسيانين الذي يحمل الأكسجين، **والأخضر**: يوجد في بعض الديدان الحلقية، ويعود ذلك إلى وجود بروتين الكلوروكروين الذي يحمل الأكسجين.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (10) الذي يمثِّل تركيب النسيج الغضروفي، ثم أطرح عليهم السؤالين الآتيين:

– ممَّ يتكون النسيج الغضروفي؟ من خلايا غضروفية محاطة بفجوة.

– هل توجد أوعية دموية في هذا النسيج؟ لا توجد.

◄ المناقشة:

- أُناقش الطلبة في إجابات الأسئلة الآتية:

– ما دور الخلايا الغضروفية في النسيج الغضروفي؟ تعمل على تبادل الموادّ مع مادة بينية شبه صُلْبه تتكوَّن من ألياف الكولاجين وموادَّ أخرى.

– أين يوجد النسيج الغضروفي في الكائنات الحية؟ في هياكل أجنة معظم الحيوانات الفقارية التي تتحول إلى عظام، ويظل في بعض الأماكن مثل الأقراص البينفقرية.

- أتوصل مع الطلبة إلى إجابات الطلبة الصحيحة وأعززهم.

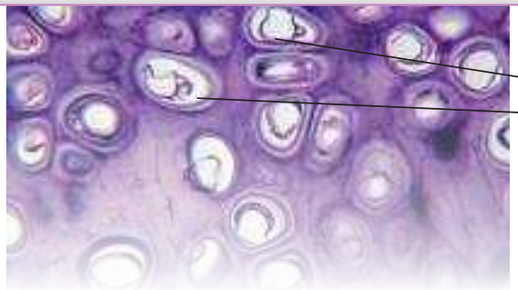
◄ بناء المفهوم: العضلات الهيكلية، والعضلات القلبية، والعضلات الملساء.

- أعرض على الطلبة نموذجًا لجسم الإنسان من المختبر، ثم أطلب إليهم تحديد أنواع العضلات الموجودة في النموذج، وتصنيفها بحسب مكان وجودها إلى هيكلية وقلبية وملساء، ثم مقارنة ما توصلوا إليه بما ورد عن هذه المفاهيم في مسرد المصطلحات.

◄ المناقشة:

- أطلب إلى الطلبة توظيف (الطلاقة اللفظية) لمعرفة أهم خصائص العضلات الهيكلية بعد تقسيمهم مجموعات، وأطلب إلى أفراد المجموعة تبادل الحديث عن خصائص العضلات الهيكلية، والاستماع لبعضهم مدة محددة من الوقت.

أفكّر عضلة القلب تعمل دون توقف، ويكون ذلك لاإراديًّا، ويموت الإنسان إذا توقفت عن العمل؛ نتيجة لتوقف تدفق الدم في الأوعية الدموية، فينتج منه توقف إمداد الخلايا بالأكسجين والغذاء اللازمين لإنتاج الطاقة.



الشكلُ (10): تركيبُ النسيجِ الغضروفيِّ.

النسيجُ الغضروفيُّ Cartilage Tissue

يتكوَّنُ هذا النسيجُ منْ خلايا غضروفيةٍ محاطةٍ بفجوةٍ، أنظرُ الشكلَ (10)، وهيَ تعملُ على تبادلِ الموادِّ معَ مادةٍ بينيةٍ شبهِ صُلْبةٍ تتكوَّنُ منْ أليافِ الكولاجينِ وموادَّ أُخرى. يخلو النسيجُ الغضروفيُّ منَ الأوعيةِ الدمويةِ، وهوَ يُشكِّلُ هياكلَ أَجِنَّةِ معظمِ الحيواناتِ الفقاريةِ التي تتحوَّلُ في ما بعدُ إلى عظامٍ، لكنَّها تظلُّ في بعضِ الأماكنِ، مثلِ الأقراصِ البينَفقريةِ (الغضاريفُ بينَ الفقراتِ).

الأنسجةُ العضليةُ Muscular Tissues

تتكوَّنُ الأنسجةُ العضليةُ منْ خلايا عضليةٍ تحوي أليافًا مُنقبِضةً، وتتكوَّنُ منْ نوعينِ منَ الخيوطِ البروتينيةِ، هما: خيوطٌ رفيعةٌ تُعرَفُ باسمِ الأكتينِ Actin، وأُخرى سميكةٌ تُعرَفُ باسمِ الميوسينِ Myosin. تُصنَّفُ الأنسجةُ العضليةُ إلى ثلاثةِ أنواعٍ بحسبِ نوعِ الخلايا العضليةِ المكونةِ لها، وهيَ: **العضلاتُ الهيكليةُ Skeletal Muscles**، و**العضلةُ القلبيةُ Cardiac Muscle**، و**العضلاتُ الملساءُ Smooth Muscles**.

العضلاتُ الهيكليةُ Skeletal Muscles

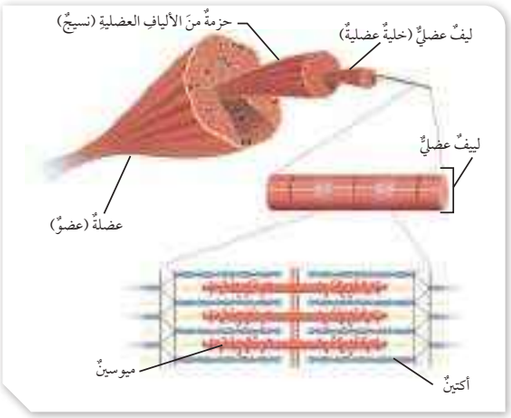
تُعرَفُ هذهِ العضلاتُ أيضًا باسمِ العضلاتِ المُخطَّطةِ؛ وهيَ عضلاتٌ تتصلُ بالهيكلِ العظميِّ عنْ طريقِ الأوتارِ، وهيَ إراديةُ الحركةِ، تنقبضُ حينَ تُستثارُ بواسطةِ أحدِ أنواعِ العصبوناتِ (العصبوناتُ المُحرِّكةُ). تتكوَّنُ العضلةُ الهيكليةُ (مثلُ عضلةِ الذراعِ) منْ آلافِ الأليافِ العضليةِ التي تُمثِّلُ الخلايا العضليةَ، وتحتوي كلٌّ منْها على عددٍ منَ النوى الطرفيةِ (مُدمَجٌ خلويٌّ)، وتؤدّي هذهِ العضلاتُ وظائفَ عِدَّةً، منْها الحركةُ.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ آليّةِ انقباضِ العضلاتِ الهيكليةِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْها، ثمَّ أقرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أفكّرُ أيُّ عضلاتِ جسمي تعملُ منْ دونِ توقُّفٍ؟ ما نوعُ حركتِها؟ ماذا يحدثُ إذا توقَّفتْ عنِ العملِ؟

أبحث:

أطلب إلى الطلبة البحث في مصادر المعرفة الموثوقة عن آلية انقباض العضلات الهيكلية (يمكن الرجوع لكتاب مبادىء الفسيولوجي (علم وظائف الاعضاء) لسعد كمال طه، أو الرجوع لمواقع إلكترونية بعد التحقق منها، ثم كتابة تقريرًا عن ذلك، ويمكن الاستعانة بالمعلومات الآتية: يؤدي وصول السيال العصبي إلى الخلايا العضلية إلى انتشار الجهد الكهربائي على غشاء خلايا العضلة، ثم يؤدي إلى إطلاق أيونات الكالسيوم المخزنة في الشبكة الإندوبلازمية في الخلايا العضلية، فيؤدي ذلك إلى ارتباط خيوط الأكتين بالميوسين فيحدث انقباض العضلة.

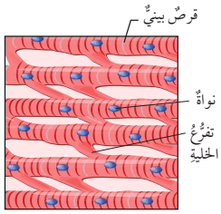


الشكلُ (11): تركيبُ العضلاتِ الهيكلية.

يتكوَّنُ كلُّ ليفٍ عضليٍّ منْ مجموعةٍ منَ الليفاتِ العضليةِ التي تترتَّبُ فيها خيوطُ الأكتينِ والميوسينِ على نحوٍ مُتداخلٍ يُكسِبُها مظهرًا مُخطَّطًا عندَ دراستِها تحتَ المِجهَرِ، أنظرُ الشكلَ (11).

العضلةُ القلبيةُ Cardiac Muscle

عضلةٌ مُخطَّطةٌ لاإراديةٌ تُكوِّنُ عضلةَ القلبِ، وتكونُ الأليافُ العضليةُ فيها مُترابطةٌ ومُتفرِّعةٌ، وبعضُها يتصلُ ببعضٍ عنْ طريقِ تراكيبَ تُسمّى **الأقراصَ البينيةَ Intercalated Disks**؛ ما يساعدُها على تنظيمِ انقباضِ عضلةِ القلبِ الذي يضخُّ الدمَ إلى جميعِ أجزاءِ الجسمِ، أنظرُ الشكلَ (12).



الشكلُ (12): تركيبُ العضلةِ القلبيةِ.

العضلاتُ الملساءُ Smooth Muscles

توجدُ العضلاتُ الملساءُ في جدرانِ الأعضاءِ الداخليةِ، مثلِ: الأمعاءِ، والأوعيةِ الدمويةِ، والرحمِ. وهيَ مسؤولةٌ عنْ حركةِ هذهِ الأعضاءِ بشكلٍ لاإراديٍّ، وقدْ سُمِّيَتِ العضلاتُ الملساءُ بهذا الاسمِ لأنَّها غيرُ مُخطَّطةٍ بسببِ خيوطِ الأكتينِ والميوسينِ غيرِ منتظمةِ الترتيبِ فيها. يُذكَرُ أنَّ هذهِ العضلاتِ تحوي كمِّيةً منَ الميوسينِ أقلَّ منْها في العضلاتِ الهيكليةِ، وتؤدّي وظائفَ عِدَّةً مثلَ الهضمِ.

أفكّرُ: أتنبَّأُ بما قدْ يحدثُ إذا أُزيلَتِ الأقراصُ البينيةُ منْ عضلةِ القلبِ.

◄ المناقشة:

- أناقش الطلبة في موضوع العضلات الملساء عَبْر الإجابة عن الأسئلة الآتية:

– أين توجد العضلات الملساء؟ توجد في جُدُر الأعضاء الداخلية، مثل الأمعاء والرحم.

– ما نوع حركة هذه العضلات؟ لاإرادية الحركة.

– لماذا سميت هذه العضلات بالملساء؟ لأنها غير مخططة وبسبب خيوط الأكتين والميوسين غير منتظمة الترتيب.

معلومة إضافية

العضلات الملساء لاإرادية الحركة، وتؤدي وظائف هامة في جسم الإنسان؛ فمثلًا العضلات التي تشكل قزحية العين عضلات ملساء، تتحكم في اتساع بؤبؤ العين، وبالتالي تتحكم في كمية الضوء الداخل إلى العين. كما تشكل العضلات الملساء أيضًا العضلات الهدبية التي تتحكم في تحدب عدسة العين حسب بعد أو قرب الأجسام عن العين.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (11) الذي يمثِّل تركيب العضلات الهيكلية، ثم أطرح عليهم السؤالين الآتيين:

– ممَّ تتكون العضلة الهيكلية؟ تتكون من حزم من الألياف العضلية، وكل ليف عضلي يتكون من ليفات عضلية، يحتوي خيوطًا بروتينية (الميوسين، والأكتين).

– لماذا تظهر الألياف العضلية مخططةً تحت المِجْهر؟ بسبب ترتيب خيوط الأكتين والميوسين ترتيبًا متداخلًا.

◄ المناقشة:

- أناقش الطلبة في خصائص العضلة القلبية وتركيبها، وأذكّرهم بأنها لاإرادية ومخططة، وتوجد فقط في عضو القلب.

◄ بناء المفهوم: الأقراص البينية.

- أوجه الطلبة إلى تأمل الشكل (12) ثم أسألهم:

– أين توجد الأقراص البينية؟ توجد بين الألياف العضلية المُكوِّنة لعضلة القلب.

– ما أهمية الأقراص البينية؟ تربط الألياف العضلية ببعضها وتنظم انقباض عضلة القلب لضخ الدم إلى الجسم كله.

– ما الأقراص البينية؟ تراكيب متخصصة توجد بين الألياف العضلية المكونة للعضلة القلبية وتساعد في تنظيم انقباض عضلة القلب.

- أطلب إليهم مقارنة إجاباتهم بما ورد عن مفهوم الأقراص البينية في مسرد المصطلحات.

أفكّرُ إذا أزيلت الأقراص البينية، تصبح ضربات القلب غير منتظمة وغير متناسقة.

◄ المناقشة:

- أطلب إلى الطلبة تأمُّل الجدول (2) وتوظيف (**التعلم التعاوني (جيكسو)**، ثم أقسّمهم مجموعات ثلاثية (أساسية)، ثم أوزع المهامّ على أفراد كل منها على النحو الآتي:
  - **الأول**: البحث في خصائص العضلات الهيكلية.
  - **الثاني**: البحث في خصائص العضلات القلبية.
  - **الثالث**: البحث في خصائص العضلات الملساء.
- أطلب إليهم الانتقال من مجموعاتهم الأساسية إلى مجموعة الخبراء (مجموعة العضلات الهيكلية، مجموعة العضلات الملساء، مجموعة العضلات القلبية)؛ للبحث في خصائص كل نوع من العضلات، وتدوينها على ورقة، مُحدِّدًا الزمن المناسب لكل مجموعة.
- بعد انتهاء الزمن المخصص لكل مجموعة، أطلب إلى كل فرد (خبير) الرجوع إلى مجموعته الأساسية، وإطلاع زملائه/ زميلاتها على ما تعلمه.
- أناقش أفراد المجموعات كافةً بما توصلوا إليه من نتائج، ثم أكتبها على السبورة.

طريقة أُخرى للتدريس

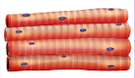
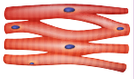
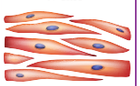
- لتوضيح وظائف العضلات للطلبة، أطلب إليهم تحديد نوع العضلة التي تؤدي وظيفة من الوظائف الآتية:
  - هضم الطعام. ملساء.
  - ضخ الدم من القلب. قلبية.
  - تدفق الدم في الأوعية الدموية. ملساء.
  - الإمساك بالكرة. هيكلية.
  - المشي. هيكلية.

◄ بناء المفهوم: الخلايا الدبقية.

- أذكّر الطلبة بالصورة بداية الوحدة التي تمثِّل النسيج العصبي ومُكوِّناته من عصبونات، وخلايا دبقية، وأطلب إليهم توضيح مفهوم الخلايا الدبقية وأهميتها ومقارنة إجاباتهم بالمفهوم الموجود في مسرد المصطلحات.
- أوضح لهم أنّ أحد الأمثلة على الخلايا الدبقية هي خلية شوان.

ولتعرُّفِ بعضِ خصائصِ الأنسجةِ العضليةِ، أنظرُ الجدولَ (2).

الجدولُ (2): مقارنةٌ بينَ خصائصِ الأنواعِ الرئيسةِ منَ العضلاتِ.

نوعُ العضلةِ	هيكليةٌ. 	قلبيةٌ. 	ملساءُ. 
مظهرُها تحتَ المِجهَرِ	مُخطَّطةٌ.	مُخطَّطةٌ.	غيرُ مُخطَّطةٍ.
عددُ النوى	نوًى مُتعدِّدةٌ (مُدمَجٌ خلويٌّ).	نواةٌ واحدةٌ.	نواةٌ واحدةٌ.
وجودُ الأقراصِ البينيةِ	لا توجدُ أقراصٌ بينيةٌ.	توجدُ أقراصٌ بينيةٌ.	لا توجدُ أقراصٌ بينيةٌ.
شكلُ الخليةِ	أسطوانيةٌ، وغيرُ مُتفرِّعةٍ.	ذاتُ تفرُّعاتٍ تربطُها بالخلايا المجاورةِ.	غيرُ مُتفرِّعةٍ، ومُدبَّبةُ الأطرافِ (مغزليةٌ).
تنظيمُ الخيوطِ المُنقبِضةِ فيها	منتظمةٌ على شكلِ حُزَمٍ متوازيةٍ منَ الليفاتِ العضليةِ.	منتظمةٌ على شكلِ حُزَمٍ متوازيةٍ منَ الليفاتِ العضليةِ.	غيرُ منتظمةٍ على شكلِ حُزَمٍ متوازيةٍ منَ الليفاتِ العضليةِ.
أمثلةٌ على أماكنِ وجودِها في الجسمِ	جميعُ العضلاتِ المتصلةِ بالهيكلِ العظميِّ.	القلبُ.	الأوعيةُ الدمويةُ، والقصباتُ الهوائيةُ، والأمعاءُ، والرحمُ.
نوعُ الحركةِ	إراديةٌ.	لاإراديةٌ.	لاإراديةٌ.

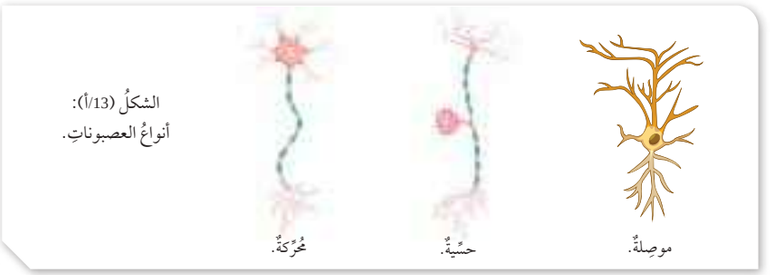
✓ **أتحقَّقُ:** أُقارِنُ بينَ أنواعِ العضلاتِ منْ حيثُ الوظيفةُ، ونوعُ الحركةِ.

الأنسجةُ العصبيةُ Nervous Tissues

تتكوَّنُ الأنسجةُ العصبيةُ منْ عصبوناتٍ تنقلُ الإشاراتِ العصبيةَ، ومنْ خلايا أُخرى تُسمّى **الخلايا الدبقيةَ Glial Cells**، وتؤدّي وظائفَ عِدَّةً، منْها: دعمُ العصبوناتِ، وحمايتُها، وتغذيتُها. ومنَ الأمثلةِ على الخلايا الدبقيةِ خلايا شوانٍ.

✓ **أتحقَّق:**

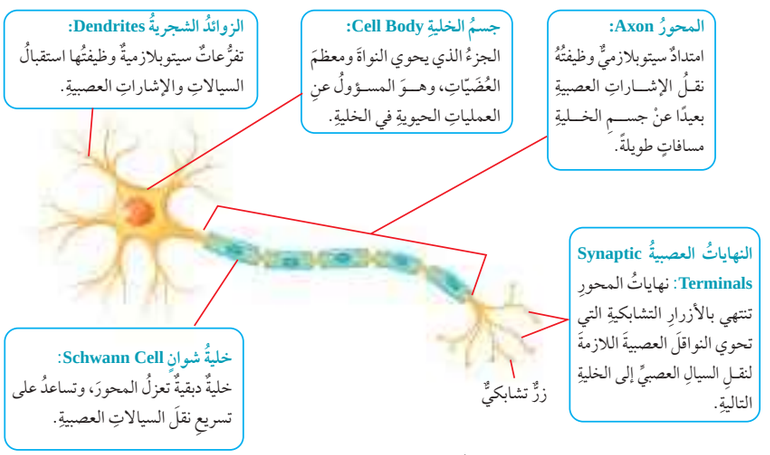
	العضلات الهيكلية	العضلات القلبية	العضلات الملساء
نوع الحركة	إرادية	لاإرادية	لاإرادية
الوظيفة	تحريك أجزاء في جسم الإنسان مثل تحريك اليدين، وعضلات الوجه، والأرجل للمشي والقفز وغيرها.	انقباض عضلة القلب.	حركة الأحشاء الداخلية مثل المعدة والأمعاء، إضافة إلى انقباض وانبساط الأوعية الدموية.



الشكلُ (13/أ):
أنواعُ العصبوناتِ.

توجدُ ثلاثةُ أنواعٍ منَ العصبوناتِ، هيَ: العصبوناتُ التي تنقلُ الإشاراتِ العصبيةَ منَ المُستقبِلاتِ الحسِّيةِ إلى الجهازِ العصبيِّ المركزيِّ، وتُسمّى العصبوناتِ الحسِّيةَ Sensory Neurons. والعصبوناتُ المُحرِّكةُ Motor Neurons التي تنقلُ الإشاراتِ العصبيةَ منَ الجهازِ العصبيِّ المركزيِّ إلى أعضاءِ الاستجابةِ. والعصبوناتُ التي تنقلُ الإشاراتِ العصبيةَ منَ العصبوناتِ الحسِّيةِ إلى العصبوناتِ المُحرِّكةِ، وتُسمّى العصبوناتِ الموصِلةَ Interneurons، أنظرُ الشكلَ (13/ أ).

لتعرُّفِ تركيبِ النسيجِ العصبيِّ بوجودِ الخلايا الدبقيةِ، أنظرُ الشكلَ (13/ ب).



الشكلُ (13/ب): تركيبُ النسيجِ العصبيِّ.

إضاءة للمعلّم/ للمعلّمة

أذكر للطلبة أهمية الخلايا الدبقية للخلايا العصبية؛ حيث تدعم الخلايا الدبقية الخلايا العصبية، مما يساعد على الحفاظ على شكل الدماغ والحبل الشوكي، وتعد خلايا شوان من الخلايا الدبقية التي تعزلُ المحورَ، وتساعدُ على تسريعِ نقلَ السيالاتِ العصبيةِ. وتكون الخلايا الدبقية أكثر عدداً من الخلايا العصبية في الدماغ، وبالرغم من أن الخلايا الدبقية لديها أيضاً زوائد تمتد من أجسام خلاياها، فإنها أصغر حجماً من الخلايا العصبية عموماً، وتفتقر إلى المحاور والزوائد الشجرية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أطلب إلى الطلبة تأمُّل الشكل (13/ أ) الذي يمثِّل أنواع العصبونات، ثم توظيف **(التفكير الناقد)** عَبْر الإجابة عن السؤال الآتي:

– أُقارن بين أنواع العصبونات من حيث الوظيفة.

تَنقل العصبونات الحسية الإشارات العصبية من المستقبلات الحسية إلى الجهاز العصبي المركزي، وتَنقل العصبونات المحركة الإشارات العصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى أعضاء الاستجابة، وتَنقل العصبونات الموصلة الإشارات العصبية من العصبونات الحسية إلى العصبونات المُحرِّكة.

- أستقبل إجابات الطلبة جميعها، ثم أقدِّم لهم التغذية الراجعة.
- أزودهم بصورة صماء تمثِّل تركيب النسيج العصبي، ثم أطلب إليهم تحديد أجزائه ووظيفة كل جزء، ثم مقارنتها بالشكل (13/ ب).

أخطاء شائعة

يعتقد بعض الطلبة أن الخلايا العصبية تنقسم انقسامًا متساويًا ليزداد عددها باستمرار ولتعويض التالف؛ لذا أوضح لهم أنّ الخلايا العصبية ليس لها القدرة على الانقسام لعدم احتوائها المريكزات.

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية أو عروض تقديمية جاهزة عن أمراض تصيب الجهاز العصبي، علمًا أنَّه يُمكِنني إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس (يمكن الرجوع لمواقع إلكترونية بعد التحقق منها، أُشارِك الطلبة في هذه الموادّ التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو إنشاء مجموعة باستخدام أحد التطبيقات المناسبة، أو استخدام أيِّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

مراجعة الدرس

1 الأنسجة الطلائية، الأنسجة الضّامّة، الأنسجة العضلية، والأنسجة العصبية.

2 **نسيج:** بطانة الأمعاء (نسيج طلائي عمادي بسيط)، النسيج العصبي.
عضو: الأمعاء الدقيقة، والقلب.
الجهاز: الجهاز الهضمي، الجهاز الدوراني.

3 أ . متراصّة ومترابطة.
ب. سريعة الانقسام.
جـ. ذات سطحين مختلفين، أحدهما يرتكز على غشاء قاعدي.
د . معظمها لا تحوي أوعية دموية.

4 الوظيفة الرئيسة لخلايا الدم الحمراء هي نَقْل الغازات.

5

النسيج الضام المتخصص	الدم	العظم	الغضروف
الخلايا	خلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء، والصفائح الدموية.	خلايا عظمية تترتب على شكل وحدات اسطوانية متكررة (نظام هافرس)	خلايا غضروفية محاطة بفجوة
حالة المادة بين الخلوية	سائلة	صلبة	شبه صلبة

6

الأنسجةُ/ الخلايا	الوظائفُ
العضلةُ القلبيةُ.	انقباض عضلة القلب لضخ الدم إلى جميع أجزاء الجسم.
الأربطة/ نسيج ضام كثيف	ربطُ العضلاتِ الهيكليةِ بالعظامِ.
خلايا الدمِ البيضاء	حماية الجسم والدفاع عنه ضد الأجسام الغريبة كمسببات الأمراض.
خلايا الدم الحمراء	نقلُ الغازاتِ.
الخلايا الدبقيةُ.	دعمُ العصبوناتِ، وحمايتُها، وتغذيتُها

7 الحويصلات الهوائية هي الجزء الذي تتبادل فيها الغازات مع الشعيرات الدموية، فتكون طبقة الأنسجة الطلائية الحرشفية رقيقة جدًّا؛ لتسهيل عملية التبادل وتسريعها.

8 من وظائف الخلايا الدبقية عَزْل محاور العصبونات، فيسرِّع نَقْل السيالات العصبية، أما إذا فُقِدت هذه الخلايا، فيُفقَد العَزْل، وعليه، يتباطأ نَقْل السيالات.

9 أ . الدم
ب. (أ) **خلايا الدم الحمراء:** نَقْل الغازات.
(ب) **خلايا الدم البيضاء:** حماية الجسم والدفاع عنه.
(جـ) **الصفائح الدموية:** تكوين خثرة مع ألياف الفايبرين لتجلط الدم.

10 تقلل الإصابة بالأنيميا من قدرة الإنسان على القيام بأنشطته البدنية اليومية.

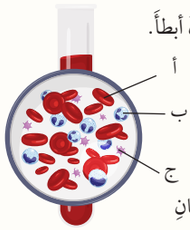
11 $5000000 \times 470 \times 1000$
$= 2.35 \times 10^{12}$ خلية

مراجعة الدرس

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضِّحُ أنواعَ الأنسجةِ الحيوانيةِ.
2. أذكرُ مثالينِ على كلٍّ ممّا يأتي: النسيجُ، العضوُ، الجهازُ.
3. أُعدِّدُ أربعًا منْ خصائصِ الأنسجةِ الطلائيةِ.
4. ما الوظيفةُ الرئيسةُ لخلايا الدمِ الحمراءِ؟
5. **أُقارِنُ** بينَ الأنسجةِ الضامَّةِ المُتخصِّصةِ منْ حيثُ الخلايا، وحالةُ المادةِ بينَ الخلويةِ.
6. أملأُ الفراغَ بما هوَ مُناسِبٌ في الجدولِ الآتي:

الأنسجةُ/ الخلايا	الوظائفُ
العضلةُ القلبيةُ.	
	ربطُ العضلاتِ الهيكليةِ بالعظامِ.
خلايا الدمِ البيضاءُ.	
	نقلُ الغازاتِ.
الخلايا الدبقيةُ.	

7. **أُفسِّرُ:** الخلايا المُكوِّنةُ لجدارِ الحويصلاتِ الهوائيةِ هيَ خلايا طلائيةٌ حرشفيةٌ بسيطةٌ.
8. **أُفسِّرُ:** إذا انعدمَ وجودُ الخلايا الدبقيةُ، فإنَّ نقلَ السيالاتِ العصبيةِ يكونُ أبطأَ.
9. أدرسُ الشكلَ المجاورَ، ثمَّ أُجيبُ عنِ السؤالينِ الآتيينِ:
   أ . ما اسمُ النسيجِ الذي يُمثِّلُهُ الشكلُ؟
   ب. أُسمّي الأجزاءَ المُرقَّمةَ منْ (أ) إلى (ج)، مُحدِّدًا وظيفةَ كلٍّ منْها.



10. **أصوغُ فرضيّتي** حولَ أثرِ الإصابةِ بفقرِ الدّمِ (الأنيميا) على قدرةِ الإنسانِ على القيامِ بأنشطتِهِ البدنيّةِ اليوميّةِ.
11. **أستخدمُ الأرقامَ:** يحتوي ($1mm^3$) منَ الدّمِ على (5000000) خليةِ دمٍّ حمراءَ، أحسبُ عددَ خلايا الدّمِ الحمراءِ في وحدةِ دمٍّ حجمُها ($470cm^3$).

الدرس 2
الأنسجة النباتية
Plant Tissues

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

- أناقش الطلبة في فكرة الدرس الرئيسة، ثم أطلب إليهم طرح أسئلة عليها، مُوضِّحًا لهم أنّ النباتات تتكون من أنسجة مختلفة التركيب.
- أستعرض نتاجات التعلم لهذا الدرس، والمفاهيم والمصطلحات الخاصة به.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أذكّر الطلبة بما تعلموه في الصفوف السابقة عن الخلية النباتية، وأعرض عليهم نموذجًا للخلية النباتية وأجزائها.

2 التدريس

◄ بناء المفهوم: النسيج النباتي.

- أذكّر الطلبة بمستويات التنظيم من الخلية النباتية وصولًا إلى النسيج النباتي، وتكامل الأنسجة معًا لتكوين العضو، أطلب إلى الطلبة طرح أسئلة على الشكل (14).
- أُناقشهم في مفهوم النسيج النباتي وأعززهم، ثم أطلب إليهم قراءة المفهوم من مسرد المصطلحات.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

❋ **مهارات التفكير (التأمُّل والتساؤل):**

ألفت انتباه الطلبة إلى أنهم يطبقون مهارات التأمُّل والتساؤل في أثناء دراسة الصور والأشكال وحل الأسئلة المرتبطة بها، مُوضِّحًا لهم أنَّ هذه المهارات إذا طُبِّقت تطبيقًا صحيحًا، فإنها تزيد قدرتهم على التحليل والاستيعاب، وهي من الممارسات الفضلى في تعلم العلوم، مثل طرحهم الأسئلة على الأشكال.

◄ الفكرةُ الرئيسةُ:

تحتوي النباتاتُ على العديدِ منَ الأنسجةِ النباتيةِ التي تختلفُ في ما بينَهـا منْ حيثُ التركيبُ، والوظيفةُ. تتكاملُ هذهِ الأنسجةُ بعضُها مـعَ بعضٍ لمساعدةِ النبـاتاتِ على أداءِ مختـلفِ العملياتِ الحيويةِ.

◄ نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أَصِفُ أنواعَ الأنسجةِ النباتيةِ وتركيبَها، مُحدِّدًا وظائفَها.
- أُميِّزُ التكـاملَ بينَ الأنسـجةِ النباتيةِ، مُوظِّفًا ذلكَ في تعميقِ الإيمانِ باللهِ تعالى.

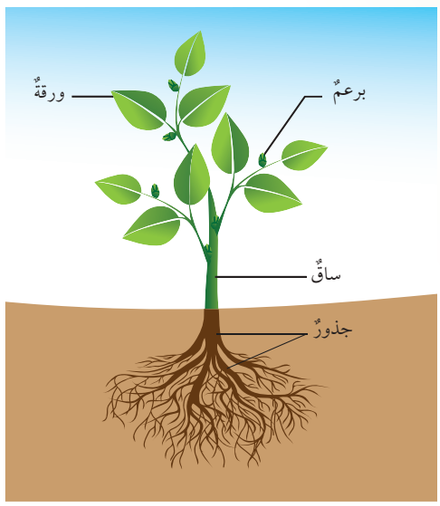
◄ المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

النسيجُ النباتيُّ	Plant Tissue
الأنسجةُ البسيطةُ	Simple Tissues
الأنسجةُ المُركَّبةُ	Compound Tissues
الأنسجةُ المُولِّدةُ (المرستيميةُ)	Meristematic Tissues
الأنسجةُ الدائمةُ	Permanent Tissues
نسيجُ البشرةِ	Dermal Tissue
الكيوتيكلُ	Cuticle
الثغورُ	Stomata
الأنسجةُ الأساسيةُ	Ground Tissues

تصنيفُ الأنسجةِ النباتيةِ
Classification of Plant Tissues

تتألَّفُ النباتاتُ منْ خلايا، شـأنُها في ذلكَ شأنُ معظمِ الكائناتِ الحيَّةِ الأُخـرى، وتُعَـدُّ الخـليةُ الوحدةَ البنائيةَ الأساسيةَ المُكوِّنةَ للنباتِ، ويُطلَقُ على مجموعـةِ الخلايا النباتيـةِ التي ترتبـطُ معًا، وتشتركُ في أداءِ وظيفةٍ أساسيةٍ واحـدةٍ، اسمُ **النسيجِ النبـاتيِّ Plant Tissue**؛ إذْ تنتظـمُ الأنسجةُ بعضُها معَ بعضٍ لتكوينِ عضوٍ يؤدّي وظيفةً مُعيَّنةً، أنظرُ الشكلَ (14).

الشكلُ (14): أعضاءُ النباتِ الرئيسةُ.



◄ تعزيز:

- أوضح للطلبة أنَّ الخلايا النباتية مهمة في انتاج الغذاء لنفسها ولجميع الكائنات الحية من خـلال عملية البناء الضوئي، وتنتج الأكسجين وهـو ضـروري لتنفس غالبية الكائنات الحية، وتعمل على تكوين الأنسجة المختلفة التي بدورها تكّون الأعضاء مثل الساق والجذر.
- أزود الطلبة بمكعبات ليجو وأوضح لهم أنها تمثل الخلايا، وأطلب منهم أن يكونوا منها نموذج للساق أو الورقة في النبات.

◄ بناء المفهوم: الأنسجة البسيطة، والأنسجة المركّبة، والأنسجة المولّدة، والأنسجة الدائمة.

- أعرض على الطلبة صورًا لأنواع الأنسجة النباتية، ثم أطلب إليهم أن يوضحوا هذه المفاهيم بكلماتهم الخاصة، ويقارنوها بما ورد في مسرد المصطلحات للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.

◄ المناقشة:

- أوظِّف (**التعلم التعاوني**)، وأقسّم الطلبة مجموعات رباعية، وأكلفهم بدراسة مخطط تصنيف الأنسجة النباتية، بحيث تدرس كل مجموعة نوعًا من الأنسجة، ثم أطلب إليهم تسجيل ما توصلوا إليه على ورق مقوًّى.
- أتجول بين المجموعات في أثناء العمل وأساعدهم، وأقدِّم لهم التغذية الراجعة إن لزم الأمر، وأرصد مشاركة أفراد كل مجموعة في العمل ومدى التعاون بينهم لإنجاز المهمة.
- بعد انتهاء الوقت المحدد لتنفيذ المهمة، أطلب إلى كل مجموعة عَرْض ما توصلت إليه بتثبيت الورق المقوى الذي يحتوي الإجابات في مكان بارز في الصف للمناقشة والتوصل إلى الصحيح منها.

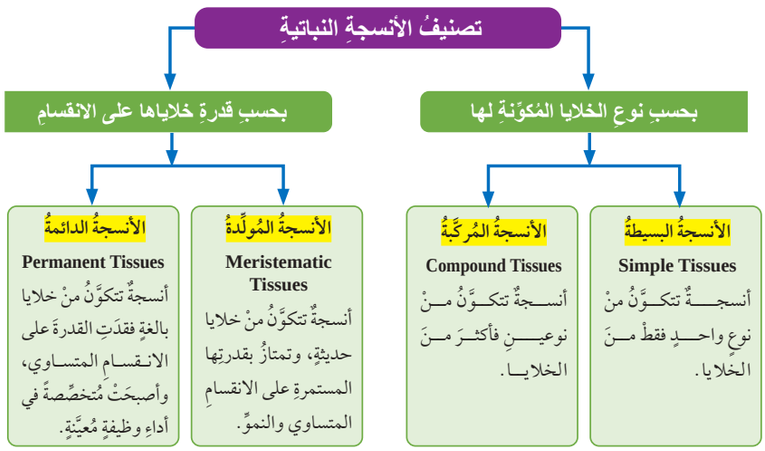
◄ استخدام الصور والأشكال:

- أطلب إلى الطلبة تأمُّل الشكل (15) الذي يمثِّل خلايا النسيج المولد في النبات، ثم الإجابة عن السؤال الآتي:

– ما خصائص النسيج المولد في النبات؟ صغر حجم الخلية مقارنة بالأنسجة الدائمة، عدم وجود فراغات بينية بينها غالبًا، تساوي أقطارها تقريبًا، جُدُرها الخلوية رقيقة، النوى فيها كبيرة الحجم مقارنة بحجم الخلايا الأخرى.

✓ **أتحقَّق:** سُمّيت الأنسجة المولدة هذا الاسم نظرًا إلى قدرة خلاياها على الانقسام، وتكوين خلايا جديدة بصورة مستمرة.

لتعرُّفِ تصنيفِ الأنسجةِ النباتيةِ، أنظرُ المُخطَّطَ الآتيَ:

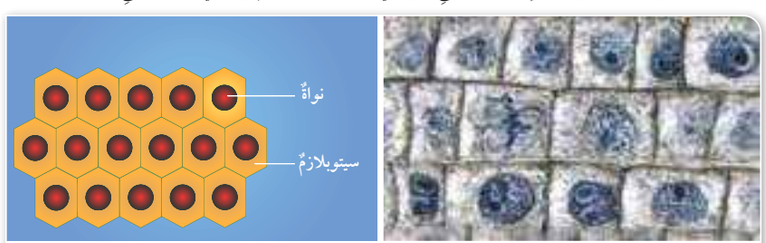


✓ **أتحقَّقُ:** لماذا سُمِّيَتِ الأنسجةُ المُولِّدةُ بهذا الاسمِ؟

الأنسجةُ المُولِّدةُ (المرستيميةُ) Meristematic Tissues

سُمِّيَتِ الأنسجةُ المُولِّدةُ بهذا الاسمِ نظرًا إلى قدرةِ خلاياها على الانقسامِ، وتكوينِ خلايا جديدةٍ بصورةٍ مستمرةٍ. تمتازُ خلايا هذهِ الأنسجةِ بصغرِ حجمِها مقارنةً بالأنسجةِ الدائمةِ، وعدمِ وجودِ فراغاتٍ بينيةٍ بينَها غالبًا، وتساوي أقطارِها تقريبًا، واحتوائِها على جُدُرٍ خلويةٍ رقيقةٍ، علمًا بأنَّ النوى فيها كبيرةُ الحجمِ مقارنةً بحجمِ الخلايا، أنظرُ الشكلَ (15).

الشكلُ (15): (أ) صورةٌ مِجهَريةٌ لخلايا النسيجِ المُولِّدِ في النباتِ. (ب): رسمٌ توضيحيٌّ لخلايا النسيجِ المُولِّدِ.



(ب) (أ)

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

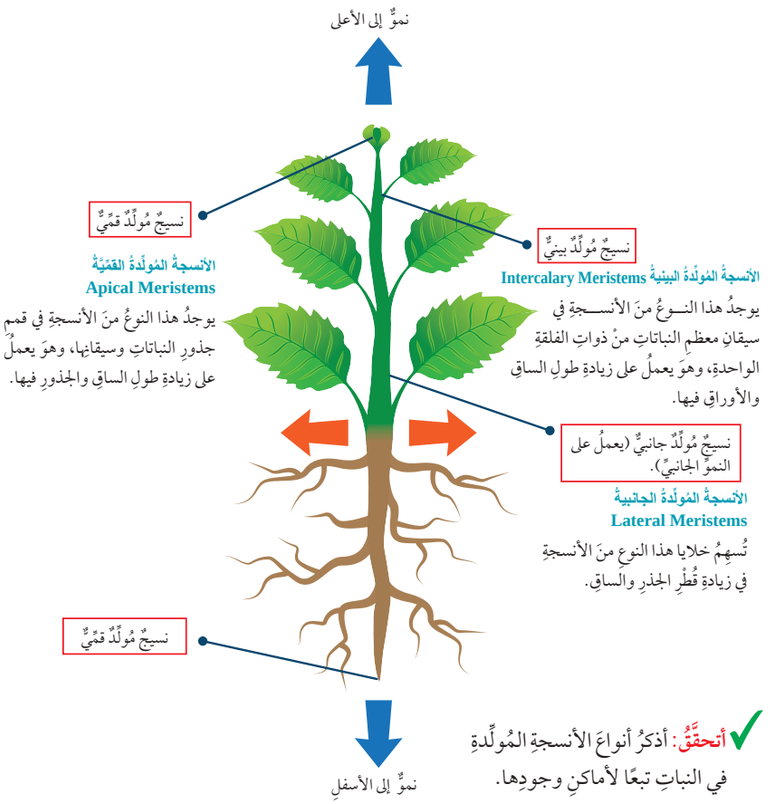
*** القضايا ذات العلاقة بالعمل: القضايا الأخلاقية (المسؤولية):**

أُخبِر الطلبة أنَّ المسؤولية (الفردية، والجماعية) هي أحد شروط نجاح العمل الجماعي، فعندما يحرص الفرد على إكمال المَهمّة المنوطة به في الوقت المحدَّد كما في هذا الدرس في التعلم التعاوني، فإنَّه يُشارِك بفاعلية في تنفيذها، وعندما يحرص أفراد المجموعة كافةً على إنهاء العمل بصورة كاملة، فإنّه يكون مُتقَنًا، ويُنفَّذ في زمن مناسب بالمصادر المحدَّدة.

توجدُ الأنسجةُ المُولِّدةُ في أجزاءِ النباتِ التي يحدثُ فيها انقسامٌ مستمرٌّ، مثلِ القممِ الناميةِ للجذورِ والسيقانِ، أنظرُ الشكلَ (16) الذي يُبيِّنُ أنواعَ الأنسجةِ المُولِّدةِ. تُصنَّفُ الأنسجةُ المُولِّدةُ تبعًا لأماكنِ وجودِها في النباتِ إلى ثلاثةِ أنواعٍ، هيَ: الأنسجةُ المُولِّدةُ البينيةُ، والأنسجةُ المُولِّدةُ القمِّيَّةُ، والأنسجةُ المُولِّدةُ الجانبيةُ.

أفكّرُ أُفسِّرُ سببَ عدمِ توقُّفِ الحشائشِ عنِ النموِّ بعدَ عمليةِ الجَزِّ الأوَّليِّ.

الشكلُ (16): أماكنُ وجودِ بعضِ أنواعِ الأنسجةِ المُولِّدةِ في النباتِ.



✓ **أتحقَّقُ:** أذكرُ أنواعَ الأنسجةِ المُولِّدةِ في النباتِ تبعًا لأماكنِ وجودِها.

23

أفكّرُ لأنها تحتوي أكثر من نوع واحد من الأنسجة المولدة، فلو كان للحشائش نسيج مولد قِمّي فقط، فسوف تتوقف عن النموّ بعد عملية الجَزّ الأولي، ولكن الأنسجة المولدة البينية تتموضع في موقع أو أكثر، وتُنتج خلايا جديدة تؤدي إلى زيادة طولها.

✓ **أتحقَّق:** الأنسجة المولدة القِمّية في قِمَم الجذور والسيقان، الأنسجة المولدة البينية في السيقان، الأنسجة المولدة الجانبية في الجذور والسيقان.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوظِّف (**أفكِّر- أنتقي زميلًا- أشارك**) على النحو الآتي:
- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (16) الذي يمثِّل أماكن وجود بعض أنواع الأنسجة المولدة في النبات فرادى، مُبيِّنًا لهم أنها توجد في الأماكن التي يحدث فيها انقسام مستمر، وأطلب إليهم الإجابة عن الأسئلة الآتية:

- أُعدد أنواع الأنسجة المولدة بحسب أماكن وجودها في النبات. النسيج المولد البيني، والنسيج المولد القِمّي، والنسيج المولد الجانبي.

- أين يوجد كل نوع من أنواع الأنسجة المولدة؟ يوجد النسيج المولد البيني في سيقان معظم نباتات الفِلْقة وعند قواعد الأوراق، ويوجد النسيج المولد القِمّي في قِمَم الجذور والسيقان، ويوجد النسيج المولد الجانبي في جوانب الجذور والسيقان.

- ما وظيفة كل نسيج؟ النسيج المولد البيني يزيد من طول الساق والأوراق، والنسيج المولد القِمّي يزيد من طول الساق والجذور، والنسيج المولد الجانبي يزيد من قُطْر الجذر والساق.

- أطلب إلى أحد الطلبة اختيار أحد زملائه/ زميلاتها لتبادل النتائج التي حصلوا عليها والإجابة عنها.
- أطلب إليهم مشاركة ما توصلوا إليه مع زملائهم/ زميلاتهن في الصف.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (17) الذي يمثِّل الثغور في أوراق النبات، مُبيِّنًا لهم أنّ الخلايا الحارسة تشبه في عملها عمل بوابة المنزل، فهي تتحكم بدخول وخروج الغازات في ورقة النبات.

◄ بناء المفهوم: الثغور، ونسيج البشرة، والكيوتيكل.

- أعرض على الطلبة فيديو عن نسيج البشرة، وما يحتويه من خلايا حارسة، وآلية عمل الخلايا الحارسة لتنظيم فتح وإغلاق الثغور، والكيوتيكل وموقعه على نسيج البشرة.
- أطلب إليهم شرح هذه المفاهيم بكلماتهم الخاصة، ومقارنتها بما ورد في مسرد المصطلحات للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.

✓ **أتحقَّق:** تساعد مادة الكيوتيكل على تقليل فقدان الماء من أوراق النبات وسيقانه.

◄ المناقشة:

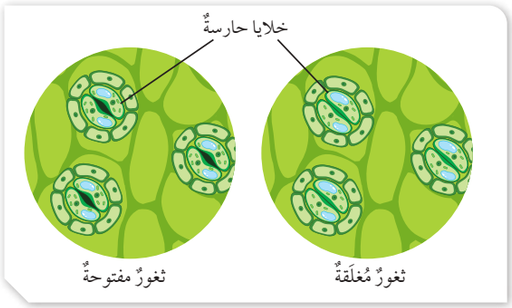
- أطلب إليهم توظيف (**الطلاقة اللفظية**) لمعرفة أهم وظائف كل من نسيج البشرة، والكيوتيكل، والثغور، والخلايا الحارسة، والشعيرات عَبْر تقسيمهم مجموعات وتبادل أفراد المجموعة الحديث، والاستماع لبعضهم مدة محددة من الوقت، للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (18) الذي يمثِّل وجود شعيرات في بعض أنواع النباتات، ثم أطرح عليهم السؤالين الآتيين:

– ما الجزء المسؤول عن إنتاج هذه الشعيرات؟ خلايا البشرة الموجودة على السيقان والأوراق.

– ماذا توجد داخل هذه الشعيرات؟ وما أهميتها؟ غدد إفرازية تفرز سوائلَ لزجة وسامة، لحماية النباتات من الحشرات الضارَّة.



الشكلُ (17): الثغورُ في أوراقِ النباتاتِ.

الأنسجةُ الدائمةُ Permanent Tissues

تُصنَّفُ الأنسجةُ الدائمةُ في النباتاتِ إلى ثلاثةِ أنواعٍ، هيَ: نسيجُ البشرةِ، والأنسجةُ الوعائيةُ، والأنسجةُ الأساسيةُ.

أفكِّرُ: هلْ تكونُ طبقةُ الكيوتيكلِ على أوراقِ النباتاتِ الصحراويةِ سميكةً أمْ رفيعةً؟ أُفسِّرُ إجابتي.

نسيجُ البشرةِ Dermal Tissue

يُطلَقُ على الخلايا التي تُغلِّفُ جذرَ النباتِ وساقَهُ وأوراقَهُ اسمُ **نسيجِ البشرةِ Dermal Tissue**. وهذا النسيجُ يؤدّي وظائفَ عِدَّةً، منْها منعُ دخولِ مُسبِّباتِ الأمراضِ مثلِ الفطرياتِ، ويُغطّى أحيانًا بمادةٍ شمعيةٍ تُسمّى **الكيوتيكلِ Cuticle**، وهيَ تساعدُ على تقليلِ فقدِ الماءِ منْ أوراقِ النباتِ وسيقانِهِ. يحتوي نسيجُ البشرةِ في معظمِ الأوراقِ وبعضِ سيقانِ النباتاتِ على فتحاتٍ صغيرةٍ تُسمّى **الثغورَ Stomata**، وتعملُ على تبادلِ الغازاتِ، مثلِ: الأكسجينِ، وثاني أكسيدِ الكربونِ. وتوجدُ خلايا تُنظِّمُ عمليةَ فتحِ الثغورِ وإغلاقِها تُسمّى الخلايا الحارسةَ، أنظرُ الشكلَ (17).

✓ **أتحقَّقُ:** ما أهميةُ مادةِ الكيوتيكلِ التي تُغطّي خلايا البشرةِ؟

تُنتِجُ بعضُ خلايا البشرةِ تراكيبَ على الأوراقِ والسيقانِ تُسمّى الشعيراتِ Trichome، وهيَ تؤدّي وظائفَ عِدَّةً، منْها: تقليلُ فقدانِ الماءِ، وحمايةُ النباتاتِ منَ الحشراتِ الضارَّةِ لاحتوائِها على غُدَدٍ إفرازيةٍ تُفرِزُ سوائلَ لزجةً ومُركَّباتٍ سامَّةً، أنظرُ الشكلَ (18).

الشكلُ (18): وجودُ شعيراتٍ في بعضِ أنواعِ النباتاتِ.

✓ **أتحقَّقُ:** ما أهميةُ الشعيراتِ التي تُنتِجُها خلايا البشرةِ على السيقانِ والأوراقِ؟

✓ **أتحقَّقُ:** تكمن اهمية الشعيرات في تقليل فقدان الماء، وحماية النباتات من الحشرات الضارة لاحتوائها على غدد إفرازية تفرز سوائل لزجة ومركبات سامة.

أفكِّرُ سميكة؛ لأنها تعيش في بيئة جافّة ودرجات حرارة مرتفعة، حيثُ إنَّ طبقة الكيوتيكل السميكة فيها تقلل فقدان الماء من أوراقها وسيقانها، وعليه، تساعدها على التكيف في بيئتها.

ينتجُ منْ خلايا البشرةِ في جـذورِ بعضِ النباتـاتِ امتداداتٌ تُسمّى الشعيراتِ الجذريةَ، وهـيَ توجـدُ بأعدادٍ كبيرةٍ؛ ما يزيـدُ منْ مساحةِ سطحِ الجذرِ، وهذا يساعدُ على امتصاصِ كمّيةٍ أكبرَ منَ الماءِ والأملاحِ الذائبةِ، أنظرُ الشكلَ (19).

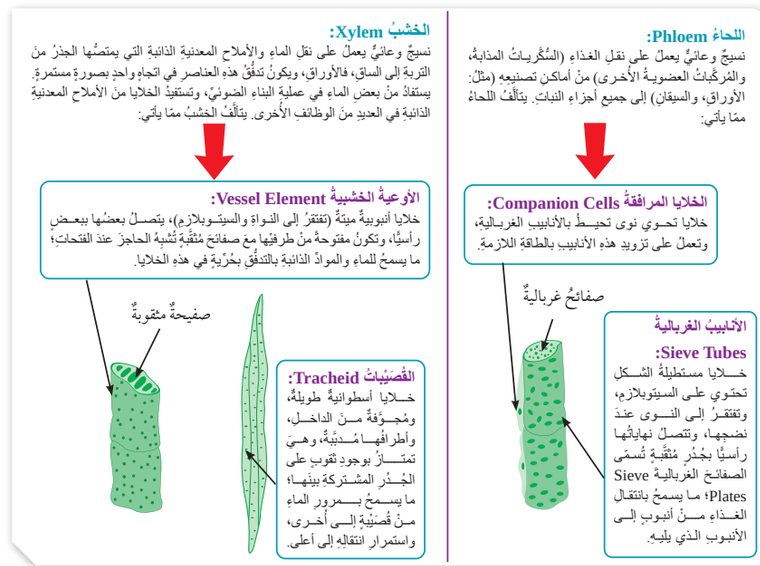
الشكلُ (19): شعيراتٌ جذريـةٌ في جذرِ نباتٍ.

أفكّرُ: كيـفَ يتـــلاءمُ تركيبُ الشعيراتِ الجذريةِ معَ وظيفتِها؟

الأنسجةُ الوعائيةُ Vascular Tissues

يوجدُ نوعانِ منَ الأنسجةِ الوعائيةِ، هما: الخشبُ، واللحاءُ. يختلفُ هذانِ النوعانِ منَ الأنسجةِ أحدُهُما عنِ الآخرِ منْ حيثُ التركيبُ والوظيفةُ، ويُعَدُّ كلٌّ منْهُما نسيجًا مُركَّبًا لاحتوائِهِ على أكثرَ منْ نوعٍ منَ الخلايا، أنظرُ الشكلَ (20).

الشكلُ (20): أنواعُ الأنسجةِ الوعائيةِ.



أفكّرُ: أتنبّأُ: أيُّهُما أكثرُ كفاءةً في نقلِ الماءِ: الأوعيةُ الخشبيةُ أمِ القُصَيْباتُ؟

✓ **أتحقّقُ:** ما وظيفةُ الصفائحِ الغربالية؟

✓ **أتحقّقُ:** تسمح بانتقال الغذاء من أنبوب غربالي إلى الأنبوب الذي يليه.

أفكّرُ الأوعية الخشبية.

◄ تعزيز:

- أبين للطلبة أنّ بشرة الجذر تُعَدُّ الطبقة الخارجية من الجذر حيث تشبه بشرة الجلد في الإنسان، وتتكون من صف واحد من الخلايا المتراصّة دقيقة الجُدُر، وفي منطقة الشعيرات، تستطيل بعض الخلايا مُكوِّنة الشعيرات الجذرية، ولهذا تُعرَف طبقة البشرة في هذه المنطقة بالطبقة الوبرية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (19) الذي يمثِّل شعيرات جذرية في جذر نبات، ثم أطرح عليهم السؤالين الآتيين:

– من أين تنمو الشعيرات الجذريـة؟ من خـلايا البشرة في جذور بعض النباتات.

– ما أهميـة وجـود الشعيرات الجذريـة بأعداد كبيرة؟ تزيد مِساحة السطح لامتصاص كمية كبيرة من الماء والأملاح الذائبة.

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (20) الذي يمثِّل أنواع الأنسجة الوعائية، وتوظيف (**الطاولة المستديرة**)، ثم أقسّمهم مجموعات، ثمَّ أُزوِّد أفراد كل مجموعة بأحد الأسئلة الآتية عشوائيًّا، مُحدِّدًا زمن الإجابة.

– ما أنواع الأنسجة الوعائيـة؟ ومـا أهميـة كـل نوع؟ نسيج الخشب (نقل الماء والأمـلاح الذائبة من الجذر إلى الأوراق)، ونسيج اللحاء (نقل الغذاء من أماكن تصنيعه إلى جميع أجزاء النبات).

– ممَّ يتكون كل من الخشب واللِّحاء؟ يتكون الخشب من الأوعية الخشبية والقصيبات، ويتكون اللحاء من الخلايا المرافقة والأنابيب الغربالية.

- أطلب إلى أحـد الأفـراد في كل مجموعة كتابة سؤال المجموعة في الجزء العلوي من ورقة فارغة، ثمَّ تمريرها إلى زملائـه/ زميلاتها في المجموعـة؛ لكتابـة إجابـة مقترَحة.

- بعـد انتهاء الوقـت المخصَّص للإجابـة، أطلب إلى أفراد كل مجموعـة التوقُّف عن الكتابة، ثمَّ المناقشة في الإجـابات المقترَحـة بينهم للاتفـاق على إجابـة موحَّدة، ثمَّ عَرْضها على أفراد المجموعات الأُخرى.

- أُناقِش أفراد المجموعـات في إجاباتهم، ثـمَّ أكتب الصحيح منها على اللوح.

أفكّرُ توجد بأعداد كبيرة فيزيـد مِسـاحـة سطح الجـذر، كما أن جُدرها رقيقـة، ولها قدرة كبيرة على الامتداد بين حبيبات التربة. وهذا يساعد على امتصاص كمية كبيرة من الماء والأملاح الذائبة.

◄ بناء المفهوم: الأنسجة الأساسية.

- أعرض على الطلبة صورًا توضح أنواع النسيج الأساسي، ثم أطلب إليهم توضيح مفهوم الأنسجة الأساسية إعتمادًا على خصائص هذه الأنسجة، ثم أستمع لإجاباتهم وأناقشهم فيها للتوصل إلى الإجابة الصحيحة كما هي في مسرد المصطلحات.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (21) الذي يمثِّل خلايا النسيج البرنشيمي، ثم أطلب إليهم ذِكْر خصائص هذا النسيج. جُدُر خلوية رقيقة ومرنة، وفجوات كبيرة، وفراغات بينية كبيرة.

◄ المناقشة:

- أوظِّف (**الرؤوس المرقمة-التعلم التعاوني**)، ثم أقسّم الطلبة مجموعات، وأعطي كل طالب/ طالبة في المجموعات جميعها رَقْمًا معينًا بدلًا من اسمه/ اسمها (4، 3، 2، 1) بحسب أعداد أفراد المجموعة.
- أختار رَقْمًا عشوائيًّا من الأرقام التي وزعتها عليهم، ثم أطلب إليهم ذِكْر وظائف النسيج البرنشيمي، ثم أناقشهم في الإجابة الصحيحة.

✓ **أتحقَّق:** تؤدي الخلايا البرنشيمية وظائف عدة، منها: القيام بعملية البناء الضوئي، وتخزين الموادّ الغذائية الزائدة على حاجة النبات مثل النشا.

الربطُ بالكيمياءِ

- أوجّه الطلبة إلى قراءة النص، ثم الإجابة عن السؤالين الآتيين:

– ممَّ يتكون النشا؟ من اتحاد عدد كبير من وحدات أساسية متكررة من سكر الغلوكوز.

– أين يوجد النشا؟ في كثير من الموادّ الغذائية مثل الأُرْز والبطاطا.

أفكّر تخزين الموادّ الغذائية الزائدة على حاجة النبات.

الربطُ بالكيمياءِ

يُعَدُّ النشا أحدَ أنواعِ السُّكَّرياتِ المُتعدِّدةِ (مُبلمِرٌ طبيعيٌّ)، وهوَ يتكوَّنُ منَ اتحادِ عددٍ كبيرٍ منَ الوحداتِ البنائيةِ الأساسيةِ (سُكَّرُ الغلوكوزِ)، ويوجدُ في كثيرٍ منَ الموادِّ الغذائيةِ، مثلِ: الأرزِّ، والبطاطا.

✓ **أتحقَّقُ:** أُوضِّحُ بعضَ وظائفِ الخلايا البرنشيميةِ.

أفكّرُ: أتوقَّعُ وظيفةَ الفجوةِ في النسيجِ البرنشيميِّ.

الأنسجةُ الأساسيةُ Ground Tissues

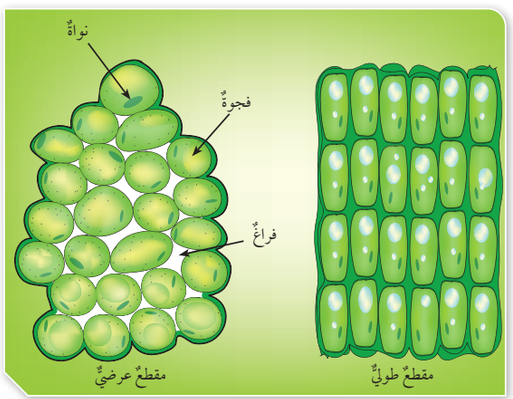
تحوي **الأنسجةُ الأساسيةُ Ground Tissues** ثلاثةَ أنواعٍ منَ الأنسجةِ البسيطةِ، هيَ: النسيجُ البرنشيميُّ، والنسيجُ الكولنشيميُّ، والنسيجُ الإسكلرنشيميُّ.

النسيجُ البرنشيميُّ Parenchyma Tissue

يتكوَّنُ النسيجُ البرنشيميُّ منْ نوعٍ واحدٍ منَ الخلايا الحيَّةِ، ويُطلَقُ على هذا النوعِ اسمُ الخلايا البرنشيميةِ.

تُعَدُّ الخلايا البرنشيميةُ أكثرَ الخلايا انتشارًا في معظمِ النباتاتِ، وتمتازُ بجُدُرِها الخلويةِ المرنةِ والرقيقةِ، واحتوائِها على فجوةٍ كبيرةٍ، ووجودِ فراغاتٍ كبيرةٍ بينَها تسمحُ بتبادلِ الغازاتِ، أنظرُ الشكلَ (21).

تؤدّي الخلايا البرنشيميةُ وظائفَ عِدَّةً، منْها: القيامُ بعمليةِ البناءِ الضوئيِّ، وتخزينُ الموادِّ الغذائيةِ الزائدةِ على حاجةِ النباتِ، مثلِ النشا. ومنَ الأمثلةِ على أماكنِ وجودِ هذهِ الخلايا: لُبُّ ثمارِ البندورةِ، ودرناتُ البطاطا.



الشكلُ (21): خلايا النسيجِ البرنشيميِّ.

معلومة إضافية

الخلايا البرنشيمية هي خلايا رقيقة الجُدُر توجد بكثرة في النباتات وتمتاز بمرونتها، وتشكل الأساس لمعظم تراكيب النبات، ويوجد النسيج البرنشيمي في أماكن متعددة من النبات، ولها صفات عدة، وهي: خلايا حية عند النضج، وتفتقد للجدار الخلوي الثانوي، وقادرة على الانقسام عندما يكتمل نموّها، وأنويتها صغيرة نسبيًّا، وفجواتها العُصارية كبيرة، وتوجد بين الخلايا فراغات بينية.

نشاطٌ

مشاهدةُ الخلايا البرنشيميةِ في النباتِ

الموادُّ والأدواتُ: مِجهَرٌ ضوئيٌّ مُركَّبٌ، ثمرةُ بندورةٍ، مِلْقَطٌ، شريحةٌ زجاجيةٌ، غطاءُ شريحةٍ، ماءٌ.

إرشاداتُ السلامةِ: استعمالُ الشريحةِ الزجاجيةِ بحذرٍ.

خطواتُ العملِ:

1. ألتقطُ قليلًا منْ لُبِّ ثمرةِ البندورةِ باستخدامِ المِلْقَطِ، وأضعُهُ على شريحةٍ زجاجيةٍ، ثمَّ أضعُ قطرةَ ماءٍ فوقَهُ.
2. أضعُ غطاءَ الشريحةِ، ثمَّ أضغطُ عليْهِ برفقٍ حتى يُكوِّنَ طبقةً رقيقةً جدًّا.
3. أفحصُ الشريحةَ باستخدامِ المِجهَرِ.
4. أرسمُ ما شاهدْتُهُ تحتَ المِجهَرِ.
5. أُقارنُ رسمي بالشكلِ (21).

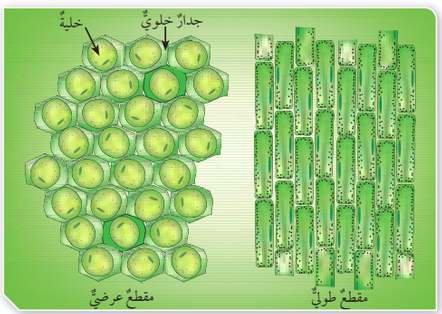
التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أَصِفُ الخلايا التي شاهدْتُها منْ حيثُ الشكلُ، والجدارُ الخلويُّ، والفراغاتُ البينيةُ.
2. **أتواصلُ:** أُناقِشُ زملائي/ زميلاتي في النتائجِ التي توصَّلْتُ إليْها.

النسيجُ الكولنشيميُّ Collenchyma Tissue

النسيجُ الكولنشيميُّ نسيجٌ بسيطٌ يتكوَّنُ منْ نوعٍ واحدٍ منَ الخلايا تُعرَفُ باسمِ الخلايا الكولنشيميةِ، وهيَ خلايا حيَّةٌ أصغرُ حجمًا من الخلايا البرنشيميةِ، ومستطيلةٌ، وذاتُ جُدُرٍ خلويةٍ سميكةٍ غيرِ متساويةٍ، وهيَ مُتراصَّةٌ، وتوجدُ عادةً تحتَ البشرةِ في السيقانِ والأوراقِ. أمّا وظيفتُها الرئيسةُ فهيَ دعمُ النباتِ، ومنهُ المرونةَ، أنظرُ الشكلَ (22)، ومنْ أمثلتِها: النسيجُ المُكوِّنُ لساقِ نباتِ البقدونسِ، والنسيجُ المُكوِّنُ لساقِ الكَرَفْسِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُقارِنُ بينَ الخلايا البرنشيميةِ والخلايا الكولنشيميةِ منْ حيثُ الحجمُ.



الشكلُ (22): خلايا النسيجِ الكولنشيميِّ.

نشاط

مشاهدة الخلايا البرنشيمية في النبات

الهدف: تعرف تركيب الخلايا البرنشيمية في النبات.

الزمن: 15 min.

إرشادات السلامة:

– توخّي الحذر عند استعمال الشريحة الزجاجية.

المهارات العلمية: المقارنة، الاستنتاج، التواصل.

الإجراءات والتوجيهات:

- أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أُوزِّع على أفراد المجموعات الموادّ والأدوات اللازمة لتنفيذ النشاط.
- أُتابعهم في أثناء تنفيذ النشاط، وأُقدِّم لهم التغذية الراجعة، وأُجيب عن تساؤلاتهم.
- أُوزِّع على أفراد المجموعات نسخة من نموذج التقرير الموجود في كتاب الأنشطة والتجارِب العلمية.

التحليل والاستنتاج:

1. عند أخذ مقطع عرضي للخلايا البرنشيمية، تظهر تحت المِجْهر بيضوية الشكل وتظهر في المقطع الطولي بشكل بيضوي أو مائل للاستطالة. وتمتاز بجُدُرها الخلوية المرنة والرقيقة، واحتوائها فجوة كبيرة ووجود فراغات كبيرة بينها.
2. **أتواصل:** أقارن نتائجي التي توصلت إليها مع زملائي/ زميلاتي.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** قائمة رصد.

الرقم	معيار الأداء	نعم	لا
1	تحضير الشريحة.		
2	فَحْص الشريحة بالمجهر الضوئي المركّب.		
3	التعاون مع أفراد المجموعة على إنهاء المهمة.		
4	تحديد أجزاء الخلايا التي شاهدتها تحت المجهر ووصفها.		

مفتاح الإجابة: **نعم:** تحقّق المعيار. **لا:** لم يتحقّق المعيار.

◄ المناقشة:

- أطلب إلى الطلبة إعداد جدول يتضمن تركيب النسيج الكولنشيمي ووظائفه وأمثلة عليه، ثم أناقشهم في إجاباتهم وأعززهم.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (22) الذي يمثِّل خلايا النسيج الكولنشيمي لمعرفة تركيبه ومقارنته بالنسيج البرنشيمي.

✓ **أتحقَّق:** الخلايا الكولنشيمية أصغر حجمًا من الخلايا البرنشيمية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (23) الذي يمثِّل خلايا النسيج الإسكلرنشيمي، وأطرح عليهم السؤالين الآتيين:

– كم نوعًا من الخلايا في النسيج الإسكلرنشيمي؟ نوع واحد من الخلايا.

– هل توجد نواة وفراغات بينية بين الجُدُر الخلوية في خلايا النسيج الإسكلرنشيمي؟ لا توجد أنوية فيها، وتوجد فراغات بينية متفاوتة بين الجُدُر الخلوية.

- أتوصل مع الطلبة إلى الإجابات الصحيحة وأعززهم.

◄ المناقشة:

- أوظِّف (**أثني وأمرر**) بتمرير ورقة على أفراد طلبة الصف للإجابة عن أحد الأسئلة التالية المكتوبة فيها، ثم أطلب إليهم ثني الورقة، ويستمر تمرير الورقة إلى الطلبة حتى أصدر لهم إشارة بالتوقف، ثم يقرأ أحد الطلبة ما كتب على الورقة بصوتٍ عالٍ:

– ما فائدة أن يكون الجدار الخلوي سميكًا جدًّا؟ يوفر الدعامة اللازمة للنبات.

– أذكر أمثلة على أماكن وجود النسيج الإسكلرنشيمي. قشرة الإجاص، قشرة جوز الهند.

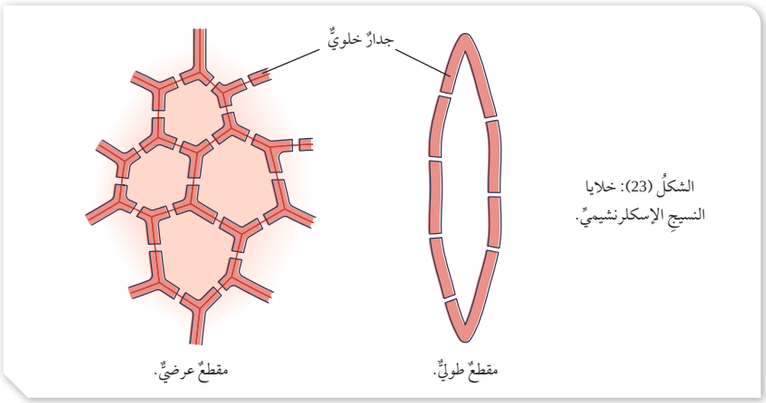
- أقدِّم للطلبة التغذية الراجعة على إجاباتهم وأقوِّمهم.

✓ **أتحقَّق:** السيليلوز واللغنين.

نشاط سريع

- أقسّم الطلبة مجموعات ثلاثية، ثم أزودهم بمعجون متعدد الألوان، او أيّ موادّ أخرى لمساعدتهم على تصميم نماذج للنسيج البرنشيمي والكولنشيمي والأسكلرنشيمي وتمييز كل منها بلون مختلف.

يمكن الرجوع لمواقع إلكترونية والتحقق منها، والبحث فيها عن معلومات حول أهمية السيليلوز في النباتات، على أن يتضمن العرض التقديمي: أن له دور في إكساب الجُدُر الخلوية في النباتات القوة والمرونة.



الشكلُ (23): خلايا النسيجِ الإسكلرنشيميِّ.

النسيجُ الإسكلرنشيميُّ Sclerenchyma Tissue

النسيجُ الإسكلرنشيميُّ نسيجٌ بسيطٌ يتكوَّنُ منْ نوعٍ واحدٍ منَ الخلايا تُعرَفُ باسمِ الخلايا الإسكلرنشيميةِ، وهيَ أكثرُ خلايا النسيجِ الأساسيِّ صلابةً؛ إذْ إنَّ جُدُرَها الخلويةَ سميكةٌ جدًّا، بحيثُ يترسَّبُ فيها السيليلوزُ واللغنينُ؛ ما يُوفِّرُ الدعامةَ اللازمةَ للنباتِ. يُذكَرُ أنَّ الخلايا الإسكلرنشيميةَ الناضجةَ خلايا ميتةٌ، وهيَ تفتقرُ إلى وجودِ النواةِ، وتوجدُ فراغاتٌ بينيةٌ متفاوتةٌ بينَ الجُدُرِ الخلويةِ لخلاياها، أنظرُ الشكلَ (23)، ومنْ أمثلتِها: قشرةُ ثمرةِ الإجّاصِ، وقشرةُ ثمرةِ جوزِ الهندِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُحدِّدُ الموادَّ التي تترسَّبُ في الجُدُرِ الخلويةِ لخلايا النسيجِ الإسكلرنشيميِّ.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ أهميةِ السيليلوزِ في النباتاتِ، مستعينًا بصورٍ منْ شبكةِ الإنترنتِ، ثمَّ أُعِدُّ عرضًا تقديميًّا عنْ ذلكَ باستخدامِ برمجيةِ Power Point، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية أو عروض تقديمية جاهزة عن أهمية الأنسجة الأساسية النباتية، علمًا أنَّه يُمكِنني إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس (يمكن الرجوع لمواقع إلكترونية بعد التحقق منها، لاستخدام ما فيه من معلومات لإعداد العروض التقديمية). أُشارِك الطلبة في هذه الموادّ التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو إنشاء مجموعة باستخدام أحد التطبيقات المناسبة، أو استخدام أيِّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

التكاملُ في عملِ الأنسجةِ النباتيةِ المختلفةِ
Integration in the Work of Different Plant Tissues

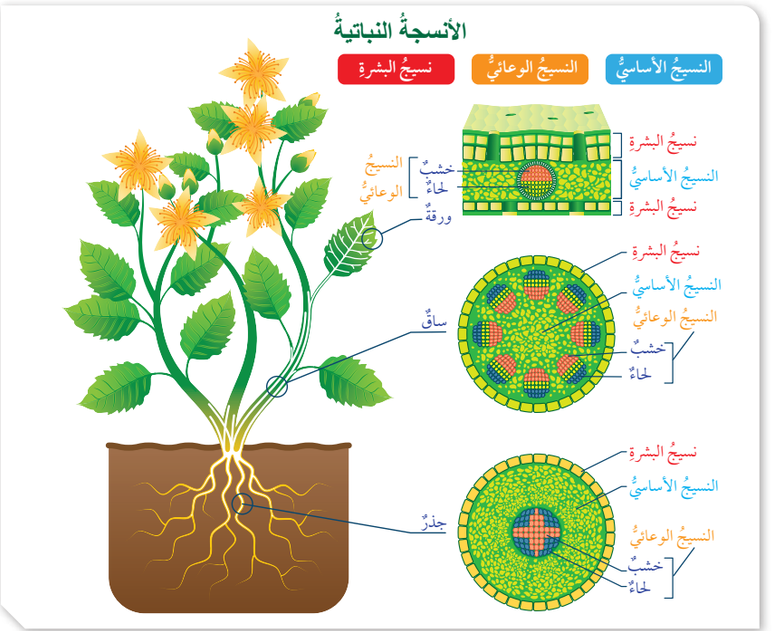
تتكاملُ الأنسجةُ النباتيةُ المختلفةُ في ما بينَها لتكوينِ أعضاءٍ نباتيةٍ تساعدُ النباتَ على العيشِ، والتكيُّفِ في الأنظمةِ البيئيةِ المختلفةِ، أنظرُ الشكلَ (24).

فمثلًا، عندَ أخْذِ مقطعٍ عرضيٍّ منْ جذرِ نباتٍ وعائيٍّ، يُلاحَظُ وجودُ جميعِ الأنسجةِ النباتيةِ السابقةِ؛ إذْ تعملُ الشعيراتُ الجذريةُ في نسيجِ البشرةِ على زيادةِ قدرةِ الجذرِ على الامتصاصِ، وتتولّى خلايا النسيجِ الأساسيِّ (مثلُ خلايا النسيجِ البرنشيميِّ) تخزينَ الغذاءِ. وتُسهِمُ الأنسجةُ الوعائيةُ في نقلِ الماءِ والأملاحِ منَ الجذرِ إلى بقيةِ أجزاءِ النباتِ، ونقلِ الغذاءِ منَ الورقةِ إلى بقيةِ أجزاءِ النباتِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أذكرُ أنواعَ الأنسجةِ النباتيةِ الموجودةِ في ورقةِ النباتِ.

أفكّرُ: كيفَ تتكاملُ الأنسجةُ النباتيةُ الموجودةُ في ساقِ النباتِ بعضُها معَ بعضٍ؟

الشكلُ (24): الأنسجةُ النباتيةُ ومواضعُ وجودِها في نباتٍ زهريٍّ.



إضاءة للمعلّم/ للمعلّمة

تترتب أنسجة الخشب واللِّحاء معًا في صورة حزم وعائية يمكن رؤيتها بسهولة في العديد من الأوراق، وتحتوي الحزم الوعائية على نسيج الخشب واللِّحاء، بالإضافة إلى نسيج ثالث هو الكامبيوم. مع نموّ النبات، تنقسم خلايا الكامبيوم وتتمايز، لتشكِّل نسيج الخشب أو اللِّحاء، تُرتَّب الحزم الوعائية بطرائق مميزة ومختلفة في السيقان والجذور والأوراق؛ لأنها تساعد الحزم الوعائية على دعم بنية النبات فضلًا عن وظائف النقل.

✓ **أتحقَّق:**

- نسيج البشرة.
- النسيج الأساسي.
- النسيج الوعائي (خشب ولِحاء).

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (14) الذي يمثِّل الأنسجة النباتية ومواضع وجودها في نبات زهري، وتفحص وجود أنواع الأنسجة في كل من الجذر والساق والورقة.

◄ المناقشة:

- أوظِّف (**التعلم التعاوني**)، وأقسّم الطلبة مجموعات ثلاثية، وأحدِّد لهم المهامّ الآتية:

– **المجموعة الأولى**: تحديد تكامل الأنسجة في الجذر.

– **المجموعة الثانية**: تحديد تكامل الأنسجة في الساق.

– **المجموعة الثالثة**: تحديد تكامل الأنسجة في الورقة.

- أحدِّد لهم زمنًا معينًا، وأتابعهم وأتجول بينهم لمساعدتهم.
- أعرض نتائجهم، وأناقشهم بما توصلوا إليه.

أفكّرُ عند أخذ مقطع عرضي من ساق نبات وعائي، يُلاحظ وجود جميع الأنسجة النباتية؛ حيث يغطى نسيج البشرة أحيانًا بمادة شمعية تسمى الكيوتيكل، وهي تساعد على تقليل فقد الماء من سيقان النبات، كذلك تنتج بعض خلايا البشرة تراكيب على السيقان تسمى الشعيرات، حيث تؤدي وظائف عدة، منها: تقليل فقدان الماء، وحماية النباتات من الحشرات الضّارّة. وتتولى خلايا النسيج الأساسي (مثل خلايا النسيج الكولنشيمي) دعم النبات ومَنْحه المرونة. ويَنقل الخشب (نسيج وعائي) الماء والأملاح المعدنية الذائبة التي يمتصها الجذر من التربة إلى الساق، فالأوراق، ويكون تدفق هذه العناصر باتجاه واحد بصورة مستمرة. ويَنقل اللِّحاء (نسيج وعائي) الغذاء من الأوراق فالساق إلى جميع أجزاء النبات.

ورقة العمل (2)

- أقسّم الطلبة مجموعات رباعية، ثم أزود أفراد كل مجموعة بورقة العمل (2) الموجودة في الملحق.
- أوجّه أفراد كل مجموعة إلى الحل، وأمنحهم وقتًا كافيًا، ثم أطلب إليهم المناقشة في الحل معًا.
- أوجّه أفراد كل مجموعة إلى عَرْض إجاباتهم والمناقشة فيها مع أفراد المجموعات الأخرى.

مراجعة الدرس

1 **الأنسجة المولدة:** أنسجة تتكون من خلايا حديثة، وتمتاز بقدرتها المستمرة على الانقسام والنموّ.

الأنسجة الدائمة: أنسجة تتكون من خلايا بالغة فَقَدت القدرة على الانقسام.

2 **الأنسجة البسيطة:** أنسجة تتكون من نوع واحد فقط من الخلايا.

الأنسجة المركبة: أنسجة غير متجانسة في تركيبها، وكل منها يتكون من نوعين فأكثر من الخلايا.

3

اسم النسيج / وجه المقارنة	النسيج البرنشيمي	النسيج الكولنشيمي	النسيج الاسكلرنشيمي
الجدار الخلوي:	تمتاز بجدرها الخلوية المرنة والرقيقة.	ذات جدر خلوية سميكة غير متساوية.	جدرها الخلوية سميكة جدًا.
نوع النسيج (حي/ غير حي):	حي.	حي.	غير حي.
السيتوبلازم:	موجود.	موجود.	غير موجود.
الفراغات البينية:	تتواجد فراغات بينية كبيرة بين خلاياه.	تتواجد فراغات بينية صغيرة جدًا بين خلاياه.	لا تتواجد فراغات بينية بين خلاياه .

4 (أ) : أ . نسيج مولّد بيني.

ب. نسيج مولّد جانبي.

(ب). يوجد هذا النوع من الأنسجة في قِمَم جذور النباتات وسيقانها، وهو يزيد طول الساق والجذور فيها.

مراجعةُ الدرسِ

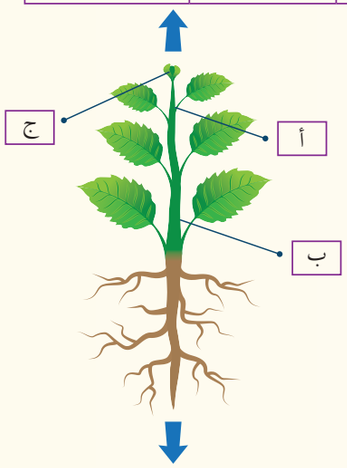
1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أذكرُ الأنواعَ الرئيسةَ للأنسجةِ النباتيةِ تبعًا لقدرةِ خلاياها على الانقسامِ، مُحدِّدًا أهمَّ خصائصِها.

2. أُوضِّحُ الفرقَ بينَ الأنسجةِ البسيطةِ والأنسجةِ المُركَّبةِ؟

3. أُقارِنُ بينَ النسيجِ البرنشيميِّ والنسيجِ الكولنشيميِّ والنسيجِ الإسكلرنشيميِّ كما في الجدولِ الآتي:

اسمُ النسيجِ / وجهُ المقارنةِ	النسيجُ البرنشيميُّ	النسيجُ الكولنشيميُّ	النسيجُ الإسكلرنشيميُّ
الجدارُ الخلويُّ:			
نوعُ النسيجِ (حيٌّ/ غيرُ حيٍّ):			
السيتوبلازمُ:			
الفراغاتُ البينيةُ:			

4. أدرسُ الشكلَ المجاورَ الذي يُمثِّلُ أماكنَ وجودِ بعضِ أنواعِ الأنسجةِ المُولِّدةِ، ثمَّ أُجيبُ عنِ السؤالينِ الآتيينِ:



أ. ما اسمُ كلٍّ منَ الجزءِ المشارِ إليْهِ بالرمزِ (أ)، والجزءِ المشارِ إليْهِ بالرمزِ (ب)؟

ب. أُوضِّحُ أهميةَ النسيجِ المشارِ إليْهِ بالرمزِ (ج).

التبرُّعُ بالأعضاءِ
Organ Donation

خطا الأردنُّ خطواتٍ مهمةً في مجالِ التبرُّعِ بالأعضاءِ، مثلِ: القلبِ، والكُليةِ، وقَرنيةِ العينِ، وقدْ أُجرِيَتْ أوَّلُ عمليةِ نقلٍ لكُليةٍ عامَ 1972م. واستكمالًا لهذهِ المسيرةِ، تأسَّستِ الجمعيةُ الأردنيةُ لتشجيعِ التبرُّعِ بالأعضاءِ عامَ 1997م برئاسةِ جلالةِ الملكةِ رانيا العبد الله، واختارَتْ مدينةَ الحسينِ الطبيةَ مقرًّا لها.

يستندُ الأردنُّ في مسألةِ الحثِّ على نقلِ الأعضاءِ وزراعتِها إلى تشريعاتٍ حديثةٍ في إطارِ الفقهِ الدينيِّ الحنيفِ بحسبِ ما أقرَّهُ أهلُ الفتوى؛ إذْ جاءَ على لسانِ المفتي العامِّ للمملكةِ ما نصُّهُ: «إنَّ نقلَ الأعضاءِ البشريةِ منْ إنسانٍ إلى إنسانٍ آخرَ منَ الوسائلِ الطبيةِ التي ثَبَتَ جدواها في المحافظةِ على النفسِ البشريةِ، سواءٌ كانَتْ منَ الحيِّ إلى الحيِّ، أوْ مَنْ تحقَّقَ موتُهُ إلى الحيِّ». وكذلكَ صرَّحَ المفتي العامُّ للمملكةِ بـ«أنَّ نقلَ الأعضاءِ منَ التداوي»؛ فالرسولُ صلّى اللهُ عليْهِ وسلَّمَ قالَ: «إنَّ اللهَ أنزلَ الداءَ، وأنزلَ معَهُ الدواءَ، وجعلَ لكلِّ داءٍ دواءً، فتداووا، ولا تداووا بمُحرَّمٍ».

يُذكَرُ أنَّ معظمَ دولِ العالَمِ تتفقُ على جُمْلةٍ منَ المعاييرِ والضوابطِ الواجبِ مراعاتُها عندَ التبرُّعِ بالأعضاءِ، مثلِ: منحِ المرضى الذينَ تتطابقُ زُمرُ دمِهِمْ أوْ أنسجتُهُمْ معَ الأعضاءِ المُتبرَّعِ فيها الأولويةَ بالزراعةِ، والأخذِ بوصيةِ المُتبرِّعِ أوْ رأيِ وليِّ أمرِهِ.

تتطلَّبُ زراعةُ الأعضاءِ اتِّخاذَ عددٍ منَ الإجراءاتِ الطبيةِ. فمثلًا، يُشترَطُ قبلَ زراعةِ الكُلى للمريضِ المصابِ بفشلٍ كُلويٍّ ما يأتي:

1. التأكُّدُ أنَّ المريضَ غيرُ مصابٍ بمرضٍ عضويٍّ آخرَ يمنعُ الزراعةَ.
2. التحقُّقُ منْ أنَّ عُمرَ المريضِ لا يزيدُ على 65 عامًا، وأنَّ قلبَهُ بحالةٍ صحِّيةٍ جيِّدةٍ.

أمّا الموقعُ الإلكترونيُّ للجمعيةِ الأردنيةِ لتشجيعِ التبرُّعِ بالأعضاءِ فهوَ: https://organdonation-jo.org

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ أهميةِ التبرُّعِ بالأعضاءِ في الأردنِّ، ودورِهِ في إنقاذِ حياةِ العديدِ منَ الناسِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْ ذلكَ، ثمَّ أقرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أبحث:

يكتب الطلبة تقريرًا عن أهمية التبرع بالأعضاء في الأُردنّ ودوره في إنقاذ حياة الناس، وأنَّ التبرع بالأعضاء يسهم في استشراف المستقبل بالنسبة إلى الأعضاء المنقولة، مثل (القرنيات، وصمامات القلب، والعظام)، فنرى أشخاصًا يستعيدون الرؤية، وآخرين يُكتَب لهم الشفاء من الحروق الصعبة، فضلًا عن إعادة العظام لتعمل بصورة صحيحة في الحياة اليومية. (يمكن الرجوع لمواقع إلكترونية بعد التحقق منها للبحث عن معلومات عن أهمية التبرع الأعضاء، مثل الجمعية الأردنية لتشجيع التبرع بالأعضاء https://organdonation-jo.org، كما يمكن الرجوع إلى كتاب حكم نقل الأعضاء وزرعها في الشريعة الإسلامية، للمؤلف محمد حسن أبو يحيى).

التبرع بالأعضاء
Organ Donation

الهدف:

- تقديم معلومات عن التبرع بالأعضاء.
- تحفيز الطلبة إلى توظيف التكنولوجيا للبحث عن التبرع بالأعضاء.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوظِّف (**أنا أفكر –نحن نفكر**)، ثم أقسّم الطلبة مجموعات، وأزودهم بورقة تحتوي جدولًا يتكون من عمودين؛ الأول (أنا أفكر)، والثاني (نحن نفكر).
- أطلب إليهم الإجابة عن الأسئلة الآتية فرادى، ثم كتابة الإجابة في العمود الأول (أنا أفكر).

- ما الأعضاء التي يُتبرع بها في الأُردنّ؟ القلب، الكُلْية، قرنية العين.
- ما المقصود بالتبرع بالأعضاء؟ نَقْل الأعضاء من شخص سليم متبرع إلى شخص مريض وزراعتها.
- إلامَ يستند الأُردنّ في عمليات نَقْل الأعضاء؟ يستند إلى تشريعات الدين الإسلامي.
- ما المعايير والضوابط الواجب توافرها عند التبرع؟ بالأعضاء؟ تطابُق زُمر دم المريض أو أنسجته مع الأعضاء المُتبرَّع بها، ومراعاة وصية المُتبرِّع أو ولي الأمر.
- ما الشروط الواجب توافرها قبل زراعة الكُلى في المريض؟ التأكد من أنَّ المريض غير مصاب بمرض آخر، وألّا يزيد عمر المريض عن (65) عامًا، وأنّ قلبه بحاله صحية جيدة.

- أطلب إلى الطلبة المناقشة في إجاباتهم معًا، وكتابة ما اتفقوا عليه في العمود الثاني (نحن نفكر).
- أُناقش المجموعات بما توصلوا إليه.

مراجعة الوحدة

السؤال الأول:

1. ب. (الأنسجة المرستيمية).
2. د. (جُذُرها سميكة).
3. أ. (الخلية، النسيج، العضو، الجهاز).
4. ب. (النسيج الضّامّ الكثيف).
5. ب. (مادة أساسية بين خلوية سائلة في الدم).
6. ب. (النسيج الطلائي).
7. د. (وجود أقراص بينية فيها).
8. ب. العبارة (2) سبب، والعبارة (1) نتيجة.

السؤالُ الأوَّلُ:

لكلِّ فقرةٍ منَ الفقراتِ الآتيةِ أربعُ إجاباتٍ، واحدةٌ فقطْ صحيحةٌ، أُحدِّدُها:

1. يُطلَقُ على الأنسجةِ التي تمتازُ خلاياها بالقدرةِ على الانقسامِ وتكوينِ خلايا جديدةٍ بصورةٍ مستمرةٍ اسمُ:
   أ. الأنسجةِ الأساسيةِ.
   ب. الأنسجةِ المرستيميةِ.
   جـ. الأنسجةِ الوعائيةِ.
   د. الأنسجةِ الدائمةِ.
2. إحدى العباراتِ الآتيةِ غيرُ صحيحةٍ في ما يتعلَّقُ بالخلايا المُولِّدةِ:
   أ. صغيرةُ الحجمِ.
   ب. لها نوًى كبيرةُ الحجمِ مقارنةً بحجمِ الخلايا.
   جـ. جُدُرُها رقيقةٌ.
   د. جُدُرُها سميكةٌ.
3. مستوى التنظيمِ للكائناتِ الحيَّةِ منْ أقلِّها تعقيدًا إلى أكثرِها تعقيدًا هوَ:
   أ. الخليةُ، النسيجُ، العضوُ، الجهازُ.
   ب. الخليةُ، العضوُ، النسيجُ، الجهازُ.
   جـ. النسيجُ، الخليةُ، العضوُ، الجهازُ.
   د. النسيجُ، العضوُ، الخليةُ، الجهازُ.
4. نوعُ النسيجِ الضامِّ الذي يحوي أكثرَ كَمٍّ منَ الألياف هوَ:
   أ. النسيجُ الضامُّ الرخوُ.
   ب. النسيجُ الضامُّ الكثيفُ.
   جـ. النسيجُ الغضروفيُّ.
   د. العظمُ.
5. البلازما هيَ:
   أ. خلايا الدمِ الحمراءُ.
   ب. مادةٌ أساسيةٌ بينَ خلويةٍ سائلةٍ في الدمِ.
   جـ. أليافُ الفايبرين.
   د. تشكِّلُ نسبةٍ قليلةٍ منْ مُكوِّناتِ الدمِ.
6. الجلدُ هوَ أكبرُ عضوٍ في جسمِ الإنسانِ. نوعُ النسيجِ المُكوِّنِ للغددِ العرقيةِ في هذا العضوِ هوَ:
   أ. النسيجُ العصبيُّ.
   ب. النسيجُ الطلائيُّ.
   جـ. النسيجُ العضليُّ.
   د. النسيجُ الضامُّ.
7. إحدى الصفاتِ الآتيةِ خاصةٌ بالعضلةِ القلبيةِ:
   أ. نواتُها في طرفِ الخليةِ.
   ب. غيرُ مُخطَّطةٌ.
   جـ. إراديةُ الحركةِ.
   د. وجودُ أقراصٍ بينيةٍ فيها.
8. **السببُ والنتيجةُ:** أيٌّ منَ الخياراتِ الآتيةِ يصفُ العلاقةَ بينَ العبارتينِ الآتيتينِ:
   * **العبارةُ (1):** تزيدُ الشعيراتُ الجذريّةُ من مساحةِ سطحِ الجذرِ ما يساعدُ في امتصاصِ الماءِ والأملاحِ.
   * **العبارةُ (2):** ينتجُ مِن خلايا البشرةِ في جذورِ بعضِ النباتاتِ امتداداتٍ تسمّى الشعيراتُ الجذريّةُ.
   أ . العبارةُ (1) سببٌ، والعبارةُ (2) نتيجةٌ.
   ب. العبارةُ (2) سببٌ، والعبارةُ (1) نتيجةٌ.
   ج . تُعدُّ كلًا من العبارتينِ (1) و (2) سببًا.
   د . تُعدُ كلًا من العبارتينِ (1) و (2) نتيجةً.

السؤالُ الثاني: أذكرُ اسمَ كلِّ نسيجٍ حيوانيٍّ إزاءَ ما يُمثِّلُهُ منْ صفاتٍ في ما يأتي:

أ. خلايا النسيجِ حرشفيةٌ، أو عماديةٌ، أوْ مُكعَّبةٌ، والنسيجُ يُمثِّلُ طبقةَ حمايةٍ.

ب. خلايا النسيجِ تُفرِزُ الهرموناتِ، وبعضَ الموادِّ الكيميائيةِ.

جـ. خلايا النسيجِ تنقبضُ وتنبسطُ.

د. خلايا النسيجِ تنقلُ السيالاتِ العصبيةَ.

السؤالُ الثالثُ: أنقلُ رمزَ الإجابةِ الذي يُمثِّلُ الوصفَ المناسبَ للمصطلحِ العلميِّ في العمودِ الأوَّلِ في ما يأتي:

1	الخشبُ.	أ	جُدُرٌ مُثقَّبةٌ توجدُ بينَ كلِّ أنبوبٍ غربالِيٍّ وآخرَ.
2	الدمُ.	ب	تُزوِّدُ الأنابيبَ الغربالية بالطاقةِ.
3	اللحاءُ.	ج	خلايا أنبوبيةٌ ميتةٌ (تفتقرُ إلى النواةِ والسيتوبلازمِ) يتصلُ بعضُها ببعضٍ رأسيًّا.
4	الخلايا المرافقةُ.	د	نسيجٌ مُتخصِّصٌ يحتوي على مادةٍ أساسيةٍ بينَ خلويةٍ سائلةٍ.
5	النسيجُ الضامُّ الكثيفُ.	هـ	خلايا أسطوانيةٌ طويلةٌ، ومُجوَّفةٌ منَ الداخلِ، وأطرافُها مُدبَّبةٌ.
6	الأوعيةُ الخشبيةُ.	و	نسيجٌ عضليٌّ لاإراديُّ الحركةِ.
7	الصفيحةُ الغربالية.	ز	خلايا تحتوي على السيتوبلازمِ، وتفتقرُ إلى النوى عندَ نضجِها.
8	القُصَيْباتُ.	ح	نسيجٌ وعائيٌّ ينقلُ الغذاءَ منَ الأوراقِ والسيقانِ إلى بقيةِ أجزاءِ النباتِ.
9	الأنابيبُ الغربالية.	ط	نسيجٌ وعائيٌّ ينقلُ الماءَ والأملاحَ المعدنيةَ الذائبةَ التي يمتصُّها الجذرُ منَ التربةِ.
10	العضلاتُ الملساءُ.	ي	نسيجٌ يحوي طبقةً واحدةً منَ الخلايا الطلائيةِ غيرِ متساويةِ الطولِ.
11	النسيجُ الطلائيُّ الطبقيُّ الكاذبُ.	ك	نسيجٌ أصيلٌ يوجدُ في الأوتارِ والأربطةِ.
		م	أكثرُ الأنسجةِ انتشارًا في أجسامِ الحيواناتِ الفقاريةِ.

السؤال الثاني:

أ . نسيج طلائي.

ب. نسيج طلائي.

جـ. نسيج عضلي.

د . نسيج عصبي.

السؤال الثالث:

1	الخشب.	ط
2	الدم.	د
3	اللِّحاء.	ح
4	الخلايا المرافقة.	ب
5	النسيج الضّامّ الكثيف.	ك
6	الأوعية الخشبية.	ج
7	الصفيحة الغربالية.	أ
8	القُصَيْبات.	هـ
9	الأنابيب الغربالية.	ز
10	العضلات الملساء.	و
11	النسيج الطلائي الطبقي الكاذب.	ي

مراجعة الوحدة

السؤال الرابع:

- خلايا إسكلرنشيمية.
- خلايا كولنشيمية.
- خلايا برنشيمية.

السؤال الخامس:

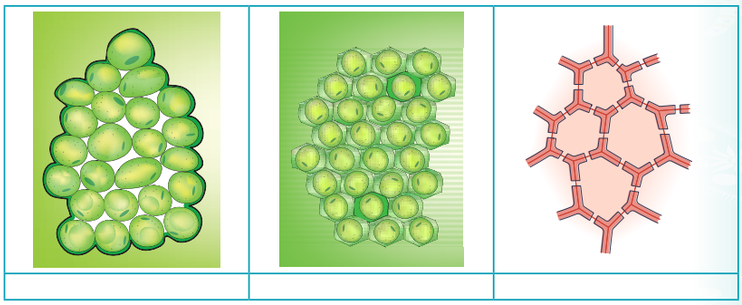
يكوِّن النسيج الدُّهني طبقة عازلة، وهذ يساعد على الحفاظ على درجة حرارة أجسامها، ويمكّنها من البقاء على قيد الحياة في المناطق الباردة.

السؤال السادس:

وجه المقارنة	الخشب	اللحاء
الخلايا التي يتألف منها:	الأوعية الخشبية والقصيبات.	الخلايا المرافقة والأنابيب الغربالية.
المواد المنقولة:	الماء والأملاح المعدنية الذائبة.	الغذاء (السكريات المذابة، والمركبات العضوية الأخرى).
اتجاه النقل:	نقل المواد التي يمتصها الجذر من التربة إلى الساق، فالأوراق، ويكون تدفق هذه العناصر في اتجاه واحد بصورة مستمرة.	من الأوراق والسيقان إلى جميع أجزاء النبات.

السؤالُ الرابعُ:

أكتبُ أسفلَ كلِّ شكلٍ منَ الأشكالِ الآتيةِ اسمَ الخلايا التي يُمثِّلُها، مُستخدِمًا المفاهيمَ الآتيةَ: خلايا إسكلرنشيميةٌ، خلايا برنشيميةٌ، خلايا كولنشيميةٌ:



السؤالُ الخامسُ:

أُفسِّرُ: تمتازُ الحيواناتُ التي تعيشُ في المناطقِ الباردةِ بوجودِ طبقةٍ سميكةٍ منَ النسيجِ الدهنيِّ تحتَ جلودِها.

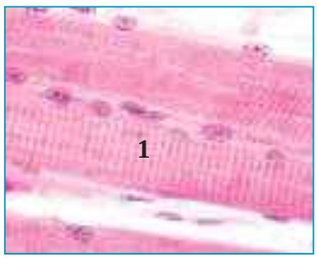
السؤالُ السادسُ:

أُقارِنُ بينَ الخشبِ واللحاءِ كما في الجدولِ الآتي:

اسمُ النسيجِ / وجهُ المقارنةِ	الخشبُ	اللحاءُ
الخلايا التي يتألَّفُ منْها:		
الموادُّ المنقولةُ:		
اتجاهُ النقلِ:		

السؤالُ السابعُ:

أتأمَّلُ الشكلَ المجاورَ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:



أ. ما نوعُ النسيجِ الظاهرِ في الشكلِ؟

ب. ما مستوى التنظيمِ الذي يُمثِّلُهُ الرقمُ 1؟

جـ. ما وظيفةُ هذا النسيجِ؟

د. مِمَّ يتكوَّنُ النسيجُ رقمُ 1؟

هـ. لماذا يبدو هذا النسيجُ مُخطَّطًا؟

السؤال السابع:

أ . نسيج عضلي (عضلة هيكلية).

ب. نسيج (حزمة من الألياف العضلية).

جـ. مسؤول عن الحركة الإرادية في الجسم.

د . يتكون من مجموعة الليفات العضلية.

هـ. بسبب ترتيب خيوط الأكتين والميوسين فيها.

الوحدة الرابعة: العلاقات البيئية في الأنظمة البيئية
Ecological Interactions in Ecosystems

الدرس	نتاجات التعلُّم	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: **الأنظمة البيئية.**	• تحديد المُكوِّنات الحية والمُكوِّنات غير الحية في النظام البيئي. • توضيح العلاقات المتبادلة بين مُكوِّنات النظام البيئي. • تتبُّع طرائق العلماء في تقدير حجم عينة لمجتمع حيوي في نظام بيئي. • إظهار أنماط من السلوك الإيجابي للمحافظة على الأنظمة البيئية.	◦ تجربة استهلالية: دراسة نظام بيئي مصغر. ◦ نشاط: تقدير حجم مجتمع حيوي.	3
الثاني: **دراسة الجماعات الحيوية في الأنظمة البيئية.**	• وَصْف طرائق البحث التي يستخدمها العلماء في دراسة الأنظمة البيئية. • استنتاج أثر العوامل الحية والعوامل غير الحية في حجم الجماعة الحيوية. • بيان أهمية التحليل الإحصائي في حساب حجم المجتمع الحيوي وتنوعه في نظام بيئي.		3
الثالث: **استدامة الطاقة والموادّ في الأنظمة البيئية.**	• تتبع تدفق الطاقة من الشمس إلى المنتجات، فبقية الكائنات الحية ضمن الشبكات الغذائية. • تتبع تدفق الطاقة في هرم الطاقة. • توضيح العلاقة بين الدورات البيوجيوكيميائية واستدامة النظام البيئي.		3

نتاجات التعلُّم السابقة	الصف	نتاجات التعلُّم اللاحقة	الصف
• تعرُّف البيئات المختلفة على الأرض.	الأول	○ مقارنة بين الموطن والحيز البيئي. ○ استقصاء بعض المشكلات التي تؤثر في بقاء الجماعات الحيوية. ○ استقصاء بعض خصائص الجماعات الحيوية. ○ وَصْف الجماعات الحيوية والعوامل المؤثرة فيها. ○ توضيح مفهوم التعاقب البيئي.	العاشر
• توضيح أن الكائنات الحية تتفاعل مع الأشياء غير الحية وبقية الكائنات الحية في بيئاتها.	الثاني		
• استنتاج الآثار السلبية لتغيرات الأنظمة البيئية على الكائنات الحية. • تحديد مُكوِّنات السلاسل الغذائية.	الثالث		
• استقصاء مُكوِّنات الأنظمة البيئية. • مقارنة المجتمعات الحيوية بالجماعات الحيوية.	الرابع	○ وَصْف الحياة في الغلاف الحيوي. ○ وَصْف الأنظمة البيئية البحرية. ○ وَصْف الأنظمة البيئية المائية العذبة ومصبّات الأنهار. ○ بيان أثر النموّ السكاني في الموارد الحيوية. ○ وَصْف أثر نوعية الهواء والماء في التنوُّع الحيوي. ○ وَصْف مخاطر تهدد التنوُّع الحيوي. ○ توضيح طرائق حماية الأنظمة البيئية.	الحادي عشر
• تحليل تغير حجم الجماعات الحيوية بفعل عوامل في النظام البيئي وتفاعلات الكائنات الحية. • تحديد أدوار الكائنات الحية في انتقال الطاقة في السلاسل الغذائية. • توقع تأثير التفاعلات المختلفة بين أفراد الجماعات الحيوية.	السادس		
• وَصْف تغيُّر الأنظمة البيئية بفعل التغيرات الطبيعية. • تفسير انتقال الطاقة ودورات الموادّ في الأنظمة البيئية.	السابع		

العلاقات البيئية في الأنظمة البيئية

Ecological Interactions in Ecosystems

أتأمّل الصورة

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الصورة بداية الوحدة، وقراءة الفقرة أدناها، ثم أسألهم:

– ما الكائنات الحية الظاهرة في الصورة؟ أشنات وحزازيات.

- أعرض على الطلبة صورة الوحدة والتركيز على الأشنات، ثم أبيّن لهم أنَّ الأشنات في الحقيقة هي طحالب خضراء أو بكتيريا خضراء مزرقّة تربطها علاقة تقايض مع نوع من الفطريات، وأنّها تنتمي إلى جنس ***Cladonia***.
- أخبر الطلبة عن فوائد هذا النوع من الأشنات واستخداماتها، مثل: احتوائه مركّبات ذات تأثيرات مضادّة لبعض أنواع البكتيريا، تُستخدَم في الطب الشعبي في تحضير كريمات لمعالجة الالتهابات، وتحتوي موادّ نشوية تُستخدَم عند غليها في الحليب أو الماء لمعالجة الأمراض التنفسية.
- أناقش الطلبة في الظروف المناخية التي تعيش فيها هذه الكائنات الحية بطيئة النموّ، وأدير حوارًا للتنبؤ بأثر التغير المناخي في وجود مثل هذه الأنواع من الكائنات الحية، وتأثيره في بقية الكائنات الحية.
- ألفت انتباه الطلبة إلى الحزازيات الريشية وأهميتها التي تنمو مع الأشنات فوق أرض الغابة كما يظهر في الصورة.
- أوجّه الطلبة إلى رَبْط مضمون الآية الكريمة بموضوع الوحدة.

العلاقاتُ البيئيةُ في الأنظمةِ البيئيةِ

Ecological Interactions in Ecosystems

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: التأمُّل والتساؤل.**

أوضح للطلبة أهمية التأمل في فهم الظواهر، مُبيِّنًا أنه يرتبط بالتفكير العميق الشامل، وأنه يسبق تنفيذ أي عمل أو محاولة لحل مشكلة ما، وأنه يمهد الطريق لوضع بدائلَ وفرضيات وصولًا إلى حل مناسب؛ لذا يجب تنظيم جلسات تأمُّل بصورة مستمرة، وتشجيع التفكير التأمُّلي وتوفير الأجواء المناسبة لذلك، وربطها بموضوع الصورة في بداية الوحدة.

الفكرة العامـة:

- أكتب الفكرة العامة على اللوح، ثم أوجّه الطلبة إلى كتابة الخطوط العريضة للوحدة، واستخراج المفاهيم والحقائق التي تتناولها، مُبيِّنًا أهمية المنهجية العلمية في دراسة الأنظمة البيئية، ثم أسألهم:

- ما خُطُوات المنهجية العلميـة؟ الملاحظة، وطرح الأسئلة، وصياغـة الفرضيات واختبـارها، وتحليل البيانات، والاستنتاجات.

- ما مُكوِّنات الأنظمة البيئية؟ مُكوِّنات حية ومُكوِّنات غير حية، مثل الماء والهواء والتراب.

- كيف يستمر استدامة انتقال الطاقة بين الكائنات الحيـة المختلفـة في الأنظمـة البيئيـة؟ عَبْر السلاسل الغذائية والشبكات الغذائية.

- أعرض على الطلبة الفكرة الرئيسة لكل درس من دروس الوحدة، ثم أناقشهم بما يتوقعون دراسته.

مشروع الوحدة

- أخبر الطلبة أنَّ مشروع هذه الوحدة هو دراسة أثر التغيرات المناخية في التنوُّع الحيوي في الأنظمة البيئية.

- أقسّم الطلبـة خمس مجموعات، ثم أحدِّد مَهمّة كل منها على النحو الآتي:

- **المجموعة الأولى**: دراسة التغيرات المناخية في آخر 100 عام، وخطة الأردن لمواجهة أخطار التغيرات المناخية.

- **المجموعة الثانية**: دراسة أثر الاحترار العالمي وموجات الحر في الكائنات الحية في الأنظمة البيئية.

- **المجموعة الثالثة**: دراسة أثر التغير في أنماط الهَطْل في الكائنات الحية في الأنظمة البيئية.

- **المجموعة الرابعة**: دراسة أثر الزيادة في تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الكائنات الحية في الأنظمة البيئية.

- **المجموعة الخامسة**: دراسة أثر التغيرات المناخية في الكائنات الحية المائية في البحر الأحمر.

الفكرةُ العامةُ:

يعتمدُ علماءُ البيئةِ على المنهجيةِ العلميةِ في دراسةِ مُكوِّناتِ الأنظمةِ البيئيةِ، واستدامةِ انتقالِ الطاقةِ والموادِّ في هذهِ الأنظمةِ.

الدرسُ الأوَّلُ: الأنظمةُ البيئيةُ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تتألَّفُ الأنظمةُ البيئيةُ منْ مجتمعاتٍ حيَّةٍ ومُكوِّناتٍ غيرِ حيَّةٍ، يتفاعلُ بعضُها معَ بعضٍ باستمرارٍ.

الدرسُ الثاني: دراسةُ الجماعاتِ الحيويةِ في الأنظمةِ البيئيةِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: يعتمدُ علماءُ البيئةِ المنهجيةَ العلميةَ أساسًا لدراسةِ الجماعاتِ الحيويةِ عنْ طريقِ الملاحظةِ، والتجريبِ، والنمذجةِ، والتحليلِ الإحصائيِّ.

الدرسُ الثالثُ: استدامةُ الطاقةِ والموادِّ في الأنظمةِ البيئيةِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تحافظُ السلاسلُ والشبكاتُ الغذائيةُ على استدامةِ الطاقةِ في الأنظمةِ البيئيةِ، في حينِ تحافظُ الدوراتُ البيوجيوكيميائيةُ على استدامةِ تدويرِ الموادِّ الغذائيةِ فيها.

36

- أعقد لقاءً ختاميًّا يضمّ أفراد المجموعات جميعهم للمناقشة في أعمالهم، ثم أعرضها جميعًا في مَعرِض يحمل اسم (أثر التغيرات المناخية في التنوُّع الحيوي في الأنظمة البيئية).

الهدف: تصميم نموذج لاستخلاص عينة عشوائية من مُكوِّنات نظام بيئي، ودراسة خصائصه.

الزمن: 24 hours.

إرشادات السلامة:

- غَسْل اليدين بالماء والصابون قبل البَدْء بالتجرِبة وبعد إجرائها، وإعادة الكائنات الحية إلى بيئتها الطبيعية.

المهارات العلمية: التجريب، والتفسير والتصنيف.

الإجراءات والتوجيهات:

- أجهّز الموادّ والأدوات اللازمة للتجرِبة.
- أطلب إلى الطلبة تدوين نتائج التجرِبة وإجابات أسئلة بنـد (التحليـل والاستنتاج) في كتـاب الأنشطة والتجارِب العملية.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجرِبة، ثم أقدِّم لهم التغذية الراجعة المناسبة.

النتائج المتوقَّعة:

- سيتمكن الطلبة من جَمْع عدد من المفصليات، ومعرفـة خصائص المواقع التي جُمِعت منها من حيث أنواع النباتات والمزروعات التي تعيش فيها، وخصائص التربة.

التحليل والاستنتاج:

1. وَضْع العلبة البلاستيكية بالقرب من النباتات المزهرة لجذب الحشرات إلى النباتات.
2. وَضْع الأوراق حتى تتجمع الحشرات أسفلها.
3. **المُكوِّنات الحية:** الخنافس، والنمل، والعناكب، وغيرها. **المُكوِّنات غير الحية:** الهواء، والماء إنْ تسرَّب شيء منه داخل العلبة بما لا يؤذي الحشرات ولا يتلف التجرِبة، والتراب، والحصى.
4. تعتمد الإجابة على ما جُمِع من عينات.
5. تعتمد الإجابة على ما جُمِع من عينات.

تجربة استهلالية

دراسةُ نظامٍ بيئيٍّ مُصغَّرٍ

الموادُّ والأدواتُ: علبةٌ بلاستيكيةٌ صغيرةٌ، مِجْرَفَةٌ صغيرةٌ، عدسةٌ مُكبِّرةٌ، صحنٌ بلاستيكيٌّ أبيضُ اللونِ، فرشاةٌ صغيرةٌ، أعوادٌ خشبيةٌ، قطعُ تغليفٍ بلاستيكيةٌ.

خطواتُ العملِ:

1. **أُجرِّبُ:** أختارُ بُقْعَةً مُسطَّحةً منْ حديقـةِ الحيِّ، تقعُ قـربَ أرضٍ مزروعةٍ بالنباتاتِ، أوْ فيها أزهارٌ بَرِّيَّةٌ، ثمَّ أحفرُ بالمِجْرَفَةِ حفرةً تُناسِبُ حجمَ العلبةِ البلاستيكيةِ.
2. **أُجرِّبُ:** أثقُبُ جوانبَ العلبةِ وقاعَها أكثرَ منْ ثَقْبٍ.
3. أضعُ العلبةَ داخلَ الحفرةِ، ثمَّ أسُدُّ الثغراتِ بينَها وبينَ حدودِ الحفرةِ بالترابِ، مُراعِيًا ألّا تبرزَ حافاتُها على مستوى سطحِ الأرضِ.
4. أضعُ بضعَ أوراقٍ منَ الأشجارِ في قاعِ العلبةِ.
5. أتركُ العلبةَ طوالَ الليلِ، ثمَّ أُفرِّغُ محتواها داخلَ الصحنِ البلاستيكيِّ الأبيضِ، وأتعرَّفُ أنواعَ الكائناتِ الحيَّةِ التي تجمَّعَتْ خلالَ الليلِ، ثمَّ أستخدمُ الفرشاةَ لعزلِ الكائناتِ الحيَّةِ صغيرةِ الحجمِ.
6. أُدوِّنُ ملاحظاتي في الجدولِ الخاصِّ في كتابِ الأنشطةِ والتجاربِ العمليةِ.
7. أُعيدُ الكائناتِ الحيَّةَ إلى بيئتِها الطبيعيةِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أُفسِّرُ** سببَ وضعِ العلبةِ البلاستيكيةِ (المِصْيَدَةُ) قربَ النباتاتِ المُزهِرةِ.
2. **أُفسِّرُ** سببَ وضعِ أوراقٍ داخلَ العلبةِ البلاستيكيةِ.
3. **أُصنِّفُ** محتوياتِ العلبةِ إلى مُكوِّناتٍ حيَّةٍ وأُخرى غيرِ حيَّةٍ.
4. **أُرسمُ بيانيًّا:** أُمثِّلُ البياناتِ التي جمعْتُها على شكلِ أعمدةٍ بيانيةٍ.
5. أُعيدُ إجراءَ التجربةِ في أماكنَ أُخرى، ثمَّ أُدوِّنُ ملاحظاتي.

37

إستراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

أداة التقويم: سلم تقدير عددي.

الاسم	العلامات			
	4	3	2	1

المهام:

(1) تنفيذ خُطُوات التجربة بصورة صحيحة دقيقة.
(2) تدوين الملاحظات تدوينًا دقيقًا.
(3) تصنيف محتويات العلبة إلى مكونات حية ومكونات غير حية تصنيفًا صحيحًا.
(4) تمثيل البيانات المجموعة على شكل أعمدة بيانية تمثيلًا دقيقًا.

العلامات:

4: تنفيذ أربع مهام تنفيذًا صحيحًا.
3: تنفيذ ثلاث مهام تنفيذًا صحيحًا.
2: تنفيذ مهمّتين تنفيذًا صحيحًا.
1: تنفيذ مهمّة واحدة تنفيذًا صحيحًا.

الدرس 1

الأنظمة البيئية
Ecosystems

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

- أناقش الطلبة في فكرة الدرس الرئيسة، مُبيِّنًا لهم أنَّ الأنظمة البيئية تتألف من مجتمعات حية ومُكوِّنات غير حية، يتفاعل بعضها مع بعض باستمرار.
- أستعرض مع الطلبة نتاجات التعلم لهذا الدرس والمفاهيم والمصطلحات الخاصة به، ثم أطلب إليهم قراءتها أمام زملائهم/ زميلاتهنّ.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أذكِّر الطلبة بما تعلموه سابقًا عن مفهوم الأنظمة البيئية، ثم أسألهم:

– ماذا تسمى مجموعة الكائنات الحية التي تنتمي إلى النوع نفسه وتعيش معًا في المكان نفسه؟ جماعة حيوية.

– ماذا تشكِّل الجماعات الحيوية معًا؟ تشكِّل مجتمعًا حيويًّا.

2 التدريس

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أطلب إلى الطلبة دراسة الشكل (1)، ثم أسألهم:

– ممَّ يتكون جسم الحيوان (الفرد)؟ يتكون الفرد من مجموعة من الأجهزة التي تتعاون معًا على أداء وظائف محددة.

– ماذا تمثِّل مجموعة الأنظمة البيئية؟ الغلاف الحيوي للأرض.

✓ **أتحقَّق:** يتكون النظام البيئي من مجموع المجتمعات الحيوية وما يحيط بها من مُكوِّنات غير حية مثل الماء والهواء والتربة.

◄ الفكرةُ الرئيسة:
تتألَّفُ الأنظمةُ البيئيةُ منْ مجتمعاتٍ حيَّةٍ ومُكوِّناتٍ غيرِ حيَّةٍ، يتفاعلُ بعضُها معَ بعضٍ باستمرارٍ.

◄ نتاجاتُ التعلُّم:
- أُحـــدِّدُ المُكـــوِّناتِ الحيَّـةَ والمُكـــوِّناتِ غيرَ الحيَّـةِ في النظامِ البيئيِّ.
- أُوضِّحُ العلاقاتِ المتبادلةَ بينَ مُكوِّناتِ النظامِ البيئيِّ.
- أتتبَّعُ طـرائقَ العلماءِ في تقديرِ حجمِ عيِّنةٍ لمجتمعٍ حيويٍّ في نظامٍ بيئيٍّ.
- أُظهِرُ أنماطًا منَ السلوكِ الإيجابيِّ للمحافظةِ على الأنظمةِ البيئيةِ.

◄ المفاهيمُ والمصطلحاتُ:
السكونُ (السباتُ) Dormancy
حجمُ الجماعةِ الحيويةِ Population Size
الهجرةُ إلى الجماعةِ Immigration
الهجرةُ عنِ الجماعةِ Emigration
نموُّ الجماعةِ Population Growth

مُكوِّناتُ النظامِ البيئيِّ Ecosystem Components

درسْتُ سابقًا أنَّ مجموعةَ الكائناتِ الحيَّةِ التي تنتمي إلى النوعِ نفسِهِ، وتعيشُ معًا في المكانِ نفسِهِ، تُسمّى جماعةً حيويةً Population. تُشكِّلُ الجماعاتُ الحيويةُ معًا مجتمعًا حيويًّا Community، ويُطلَقُ على مجموعِ المجتمعاتِ الحيويةِ وما يحيطُ بها منْ هواءٍ وماءٍ وتربةٍ اسمُ النظامِ البيئيِّ Ecosystem. وبذلكَ، فإنَّ النظامَ البيئيَّ يضمُّ مُكوِّناتٍ حيَّةً Biotic Components ومُكوِّناتٍ غيرَ حيَّةٍ Abiotic Components، وتُمثِّلُ مجموعةُ الأنظمةِ البيئيةِ المختلفةِ الغلافَ الحيويَّ للأرضِ، أنظرُ الشكلَ (1).

الشكلُ (1): مُكوِّناتُ النظامِ البيئيِّ في الغلافِ الحيويِّ.

✓ **أتحقَّقُ:** ما مُكوِّناتُ النظامِ البيئيِّ؟

ورقة العمل (1)

- أقسّم الطلبة مجموعات ثنائية، ثم أزود كل مجموعة بورقة العمل (1) الموجودة في الملحق، ثم أطلب إلى كل ثنائي حلها فرديًّا، وأمنحهم وقتًا كافيًا لذلك، ثم أطلب إليهما المناقشة في الحل معًا.
- أوجه أفراد المجموعات إلى عرض إجاباتهم، ثم المناقشة فيها.

المُكوِّناتُ غيرُ الحيَّةِ في الأنظمةِ البيئيةِ
Abiotic Components in Ecosystems

تُؤثِّرُ العديدُ منَ المُكوِّناتِ غيرِ الحيَّةِ في إمكانيةِ بقاءِ جماعاتِ الكائناتِ الحيَّةِ وتكاثرِها، مثلُ: شِدَّةِ الإضاءةِ، ودرجةِ الحرارةِ، والرقمِ الهيدروجينيِّ (pH) للتربةِ، والماءِ.

شِدَّةُ الإضاءةِ Light Intensity

تُؤثِّرُ شِدَّةُ الإضاءةِ في مُعدَّلِ حدوثِ عملياتِ البناءِ الضوئيِّ؛ ما يُؤثِّرُ في توزُّعِ الكائناتِ الحيَّةِ وانتشارِها. فمثلًا، بعضُ النباتاتِ تكيَّفَتْ للعيشِ في بيئاتٍ شِدَّةُ إضاءتِها مُنخفِضةٌ، بحيثُ تكونُ أوراقُها عريضةً، أوْ تحوي كمِّيةً أكبرَ منْ صبغةِ الكلوروفيلِ. تُؤثِّرُ شِدَّةُ الإضاءةِ أيضًا في دورةِ النشاطِ اليوميِّ للحيواناتِ؛ فبعضُ الحيواناتِ تنشطُ خلالَ أوقاتِ النهارِ، وبعضُها الآخرُ ينشطُ ليلًا، مثلُ طائرِ البومِ، أنظرُ الشكلَ (2). وكذلكَ ترتبطُ دوراتُ تكاثرِ النباتاتِ والحيواناتِ بشِدَّةِ الإضاءةِ ومُدَّتِها.

الشكلُ (2): طائرُ البومِ ذو النشاطِ الليليِّ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُفسِّرُ كيفَ تكيَّفَتِ النباتاتُ للعيشِ في بيئاتٍ شِدَّةُ إضاءتِها مُنخفِضةٌ.

درجةُ الحرارةِ Temperature

تُؤثِّرُ درجةُ الحرارةِ في مُعدَّلِ حدوثِ عملياتِ البناءِ الضوئيِّ؛ ما يُؤثِّرُ في نموِّ النباتاتِ وتوزيعِها، ثمَّ يُؤثِّرُ في عددِ الحيواناتِ على اختلافِ طرائقِ تغذيتِها. كذلكَ تُؤثِّرُ درجةُ الحرارةِ في مُعدَّلِ نشاطِ الكائنِ الحيِّ؛ فعندَ ارتفاعِ درجاتِ الحرارةِ أوِ انخفاضِها بما يُعوِّقُ أداءَ العملياتِ الحيويةِ، فإنَّ هذهِ الكائناتِ تلجأُ إلى خفضِ أنشطتِها الحيويةِ أوْ إيقافِها في هذهِ الأثناءِ، في ما يُعرَفُ **بالسكونِ (السباتُ) Dormancy**.

أبحثُ: تُؤثِّرُ درجةُ الحرارةِ في إنباتِ البذورِ، ومنْ ذلكَ -مثلًا- أنَّ الثمارَ الجافةَ لنباتِ البانكسيا ***Banksia*** تتفتَّحُ عقبَ الحرائقِ الموسميةِ. أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ كيفيةِ تفتُّحِ ثمارِ هذا النباتِ، ثمَّ أُعِدُّ عرضًا تقديميًّا عنْ ذلكَ باستخدامِ برمجيةِ Power Point، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

يمكن الرجوع لمواقع إلكترونية بعد التحقق منها، ثم كتابة تقرير عن ذلك، ويمكن الاستعانة بالمعلومات الآتية: تُحاط البذور في ثمار بانكسيا بقشرة خشبية سميكة مغلقة بمادة الريزن يصعب فتحها أو كسرها في الظروف العادية، لكن، عند تعرُّض الغابات للحرائق، فإنَّ الحرارة المرتفعة ومدة تعرُّض الثمار لهذه الحرارة تسببان انصهار مادة الريزن التي تغلق الثمار فيسبب ذلك تفتُّحها وانتشار البذور.

أخطاء شائعة

قد يعتقد الطلبة خطأً أن الحيوانات تلجأ إلى خفض أنشطتها الحيوية فيما يعرف بالسبات (السكون) في فصل الشتاء فقط، لذا أوضح للطلبة أن بعض الحيوانات قد تلجأ إلى خفض أنشطتها الحيوية في الفترات الحارة والجافة في فصل الصيف وهو ما يسمى السبات الصيفي Aestivation. ومن هذه الحيوانات بعض أنواع من: البرمائيات والزواحف والأسماك.

◄ المناقشة:

- أناقش الطلبة في المكوِّنات غير الحية التي تؤثر في بقاء الكائنات الحية، مثل: شدة الإضاءة ودرجة الحرارة والرقم الهيدروجيني للتربة والماء، ثم أدوِّنها على شكل مخطط على اللوح.
- أعرض على الطلبة فيديو تعليمي قصير عن أثر شدة الإضاءة في الكائنات الحية، ثم أناقشهم في أنَّ شدة الإضاءة تؤثر في توزيع الكائنات الحية وانتشارها.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجه الطلبة إلى تأمل الشكل (2) وذِكْر أمثلة مشابهة.
- أعرض عليهم فيديو تعليمي قصير عن أثر درجة الحرارة في الكائنات الحية، ثم أناقشهم في أثر درجة الحرارة في معدل عملية البناء الضوئي وتأثير ذلك في توزيع الكائنات الحية.

◄ بناء المفهوم: السكون (السُّبات).

- أوضح للطلبة أنَّ ارتفاع درجات الحرارة أو انخفاضها عن معدلاتها الطبيعية يعوِّق أداء العمليات الحيوية في الكائنات الحية فتلجأ إلى السبات أو السكون، ثم أدوِّن المفهوم على السبورة، ثم أكلفهم تدوينه في دفاترهم، وأطلب إليهم قراءة المفهوم من مسرد المصطلحات.

✓ **أتحقَّق:** تتكيف النباتات للعيش في بيئات شدة إضاءتها منخفضة، حيث تكون أوراقها عريضة أو تحتوي كمية كبيرة من صبغة الكلوروفيل.

طريقة أُخرى للتدريس

- أقسّم الطلبة مجموعتين، ثم أوظِّف (**أفكِّر-أنتقي زميلًا- أشارك**)، ثم أحدِّد مَهمّة كل منهما على النحو الآتي:

المجموعة الأولى: تحدِّد أثر شدة الإضاءة في كل من: عملية البناء الضوئي، وتوزُّع الكائنات الحية وانتشارها، وحجم الأوراق، ودورة النشاط اليومي للحيوانات.

المجموعة الثانية: تحدِّد أثر درجة الحرارة في عملية البناء الضوئي، ونموّ النباتات، وعدد الكائنات الحية، ومعدل نشاط الكائنات الحية.

- أمنح الطلبة وقتًا كافيًا لكتابة أفكارهم في دفاترهم، ثم أطلب إلى كل طالبين مشاركة بعضهما في الأفكار، ثم عَرْضها على أفراد المجموعات.

◄ المناقشة:

- أناقش الطلبة في أهمية الماء للكائنات الحية، ثم أسألهم:

– هل يمكن أن تستفيد الكائنات الحية من الماء في أشكاله الفيزيائيـة جميعها؟ تعتمد الكائنات الحيـة جميعها على توافر الماء في حالته السائلة.

– ما أهمية الماء للكائنات الحية؟ الماء ضروري لإنبات البذور وهضم الطعام وامتصاصه، وإخراج الفضلات، ويشكّل نظامًا بيئيًّا كاملًا.

– ما العوامل التي يعتمد عليها توافر الماء بحالته السائلة؟ معدل الهَطْل، وملوحة الماء، ورطوبة الهواء.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أطلب إلى الطلبة تأمُّل الشكل (3)، ثم أطرح عليهم السؤال الآتي:

– لماذا تلجأ النباتات في الصورة إلى أكل الحشرات؟ لأنها تنمو في تربة فقيرة بمصادر النيتروجين.

– كيف يتوافر أيـون النترات في التربـة؟ نتيجة لنشاط بعض أنواع البكتيريا.

◄ المناقشة:

- أناقش الطلبة في أنَّ الرَّقْم الهيدروجيني للتربة يؤثر في معدل تحلل الجثث والفضلات، وإعادة الأملاح المعدنية إلى التربة.

أبحث:

أطلب إلى الطلبة البحث في مصادر المعرفة الموثوقة مثل كتاب البيئة: بيئة الحيوان والنبات والأحياء المجهرية، للدكتور حسوني جدوع عبدالله وآخرون، ثم كتابة تقرير عن ذلك، ويمكن الاستعانة بالمعلومات الآتية: تتعدَّد مصادر تلوث المياه، فمنها: الاحتراز العالمي، والتصحُّر وإزالة الغطاء النباتي، والنُّفايات الزراعية والصناعية ومخلفات الحيوانات، والمياه العادمة، ووسائل النقل البحري، وتسرُّب النفط. ولتلوث المياه أضرار عدة، منها: أنَّ تلوث المياه قد يسبب الضرر أو الأمراض للإنسان، ويسبب الضرر للكائنات الحية المائية فيُخلّ بالسلاسل والشبكات الغذائية المائية وبالأنظمة البيئية المائية.

أبحثُ في مصـــادرِ المعرفـةِ المناسبةِ عنْ أسبابِ تلوُّثِ مصادرِ المياهِ، وأثرِ هذهِ المُلوِّثاتِ في الكائناتِ الحيَّةِ التي تعيشُ في الأنظمةِ البيئيةِ المختلفةِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْ ذلكَ، ثمَّ أقرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الماءُ Water

تعتمدُ حياةُ الكائناتِ الحيَّةِ جميعِها على توافرِ الماءِ في بيئاتِها بصورتِهِ السائلةِ. فمثلًا، الماءُ ضروريٌّ لإنباتِ البذورِ، وهضمِ الطعامِ وامتصاصِهِ، وإخـراجِ الفضـلاتِ، فضلًا عنْ تشكيلِـهِ نظـامًا بيئيًّا يضمُّ العديدَ منَ الكائناتِ الحيَّةِ التي تكيَّفَتْ للعيشِ فيهِ. ويعتمـدُ توافرُ المـاءِ في الصورةِ التي تُمكِّنُ الكائنَ الحيَّ منَ الاستفادةِ منْهُ عـلى عواملَ عِدَّةٍ، منْها: مُعدَّلُ الهطلِ، وملوحةُ الماءِ، ورطوبةُ الهواءِ.

التربةُ Soil

تحتـاجُ النباتاتُ في نموِّها إلى توافرِ عددٍ منَ الأيوناتِ في التربةِ، مثلِ النتراتِ (NO_3^-) بوصفِها مصدرًا للنيتروجينِ، وهيَ توجـدُ في التربةِ نتيجةً لنشاطِ بعضِ أنواعِ البكتيريا، إلّا أنَّ بعضَ النبـاتاتِ تنمو في التربةِ الفقيرةِ بالنيتروجينِ أوْ أحدِ مصادرِهِ، مثـلَ النباتاتِ آكلةِ الحشراتِ؛ إذْ إنَّها تصطـادُ فرائسَها منَ الحشراتِ والحيواناتِ الصغيرةِ، ثمَّ تهضمُها، فتحصلُ على حاجتِها منَ النيتروجينِ منْ هضمِها بروتيناتِ أجسـامِ هـذهِ الفرائسِ، أنظرُ الشكلَ (3). يُذكَرُ أنَّ الرقمَ الهيدروجينيَّ (pH) للتربةِ يُؤثِّرُ في مُعدَّلِ تحلُّلِ الجثثِ والفضلاتِ، وإعادةِ الأملاحِ المعدنيةِ إلى التربةِ.

أتحقَّقُ: أُبيِّنُ كيفَ تحصلُ النباتاتُ آكلةُ الحـشراتِ على النيتروجينِ في البيئاتِ التي تنمو فيها.

الشكلُ (3): نباتٌ آكلٌ للحشراتِ.

أتحقَّق: تحصل النباتات آكلة الحشرات على النترات باصطيادها فرائسها من الحشرات والحيوانات الصغيرة، ثم تهضمها فتحصل على حاجتها من النيتروجين.

◄ تعزيز:

- أوضح للطلبة أنَّ الرَّقْم الهيدروجيني مهمّ للنباتات، فبعض النباتات مثل نبات الأزاليا ***Azalea*** لا تنمو إلا في تربة ذات رَقْم هيدروجيني منخفض (حمضي)، ولخفض الرَّقْم الهيدروجيني للتربة يلجأ المزارعون إلى إضافة البيتموس للتربة، أو إضافة السماد العضوي الذي يزود التربة بالأملاح المعدنية والموادّ العضوية ويسبب خفض الرَّقْم الهيدروجيني فيها، وفي أحيان أخرى، يلجأ المزارعون إلى رشّ التربة بمسحوق الجير لتحسين امتصاص الأملاح المعدنية في النباتات التي تفضل التربة القلوية، وللحد من نموّ الحزازيات فيها، وفي المقابل، بعض النباتات مثل نبات القرطاسيا ***Hydrangea*** تنمو في التربة القلوية أو الحمضية، ولكن، يتأثر لون الأزهار فيها بالرَّقْم الهيدروجيني للتربة (pH)، حيث تكون أزهارها وردية في التربة الحمضية وزرقاء في التربة القاعدية.

المُكوِّناتُ الحيَّةُ في الأنظمةِ البيئيةِ
Biotic Components in Ecosystems

تضـمُّ المُكـوِّناتُ الحـيَّةُ في النظـامِ البيئيِّ جميعَ أنواعِ الكائناتِ الحيَّةِ التي تعيشُ فيهِ، وتُمثِّلُ مختلفَ جماعاتِهِ الحيويةِ. يستخـدمُ العلمـاءُ مصطلحَ **حجمِ الجماعةِ الحيويةِ Population Size** للتعبيرِ عنْ عددِ الأفرادِ الذينَ ينتمونَ إلى الجمـاعةِ الحيويةِ نفسِـها. ويعتمدُ حجـمُ الجماعةِ الحيـويةِ على التوازنِ بينَ كلٍّ منَ الزيادةِ الناتجـةِ منَ التكاثرِ، و**الهـجرةِ إلى الجماعةِ Immigration**، والنقصِ النـاتجِ منْ وفياتِ بعضِ أفرادِهـا، و**الهجرةِ عنِ الجماعةِ Emigration**، أنظرُ الشكلَ (4). تُؤثِّرُ في حجمِ الجماعةِ الحيويةِ عواملُ عِدَّةٌ، منْها: وفرةُ الغذاءِ، والعلاقاتُ الغذائيةُ في النظامِ البيئيِّ، والأمراضُ.

الشكلُ (4): العواملُ المُؤثِّرةُ في حجمِ الجماعةِ الحيويةِ.

يزيدُ حجمُ الجماعةِ الحيويةِ حينَ تكونُ الزيادةُ الناتجةُ منَ التكاثرِ والهجرةِ إلى الجماعـةِ أكبرَ منَ النقصِ النـاتجِ منَ الوفياتِ بينَ أفرادِها أو الهجرةِ عنْها.

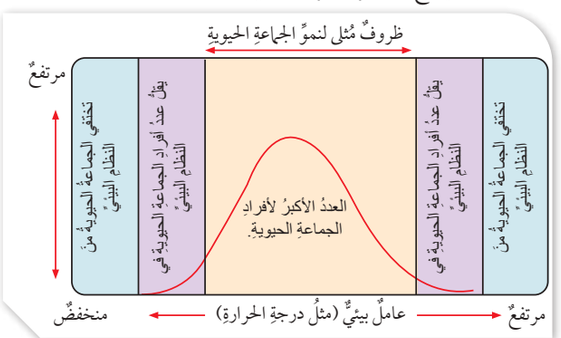
يقلُّ حجمُ الجماعةِ الحيويةِ حينَ يكونُ النقصُ النـاتجُ منَ الوفيـاتِ بينَ أفرادِها والهجرةِ عنِ الجماعةِ أكبرَ منَ الزيادةِ الناتجةِ منَ التكاثرِ أو الهجرةِ إليْها.

أتحقَّقُ: عـــلامَ يعتمـدُ حجمُ جماعةٍ حيويةٍ ما؟

نموُّ الجماعةِ Population Growth

يُطلَـقُ على التغيُّراتِ التي تطرأُ على حجمِ الجمـاعةِ الحيويةِ بمرورِ الزمنِ اسمُ **نموِّ الجماعةِ Population Growth**. لتتبُّعِ نموِّ جماعةٍ منَ الكائناتِ الحيَّةِ، يدرسُ العلماءُ أثرَ أحدِ مُكوِّناتِ النظامِ البيئيِّ في حجمِ الجماعةِ الحيويةِ بمرورِ الزمنِ، ثمَّ يستخدمون البياناتِ التي جمعوها لرسمِ منحنياتٍ تُسمّى منحنياتِ نموِّ الجماعةِ Population Growth Curves، أنظرُ الشكلَ (5).

أتحقَّقُ: أُوضِّحُ المقصودَ بنموِّ الجماعةِ.



الشكلُ (5): أثرُ تغيُّرِ عاملٍ بيئيٍّ (مثلُ درجةِ الحرارةِ) في حجمِ الجماعةِ الحيويةِ.

بناء المفهوم:

حجم الجماعة الحيوية والهجرة إلى الجماعة، والهجرة عن الجماعة، ونموّ الجماعة.

- أوجه الطلبة إلى تأمل الشكل (4) وأوضح لهم أنَّ حجم الجماعة الحيوية يُقصَد به عدد الأفراد الذين ينتمون إلى الجماعة الحيوية نفسها، ثم أناقشهم في أثر الهجرة عن الجماعة وإليها في تغيُّر حجم الجماعة الحيوية مع مرور الزمن، ثم أوجههم إلى تأمل الشكل (5) لأوضح لهم المقصود بمنحنى نموّ الجماعة، ثم أدوِّن المفاهيم على اللوح، ثم أطلب إليهم قراءة المفهوم من مسرد المصطلحات.

أتحقَّق: نموّ الجماعة: التغيرات التي تعتري حجم الجماعة الحيوية بمرور الزمن.

ورقة العمل (2)

- أقسّم الطلبة مجموعات ثنائية، ثم أزود كل مجموعة بورقة العمل (2) الموجودة في الملحق، ثم أطلب إلى كل ثنائي حلها فرديًّا، وأمنحهم وقتًا كافيًا لذلك، ثم أطلب إليهما المناقشة في الحل معًا.
- أوجه أفراد المجموعات إلى عرض إجاباتهم، ثم المناقشة فيها.

المناقشة:

- أناقش الطلبة في المُكوِّنات الحية في الأنظمة البيئية، ثم أبيّن لهم أنها تشمل الكائنات الحية جميعها التي تعيش في النظام البيئي.

نشاط سريع

- أعرض على الطلبة وعاءً شفافًا كبير الحجم ربعه ماء ملون، ثم أضع علامة عند نهاية مستوى الماء، وأخبرهم أنَّ الوعاء الشفاف يمثِّل العالم، ثم أسألهم:

– مـاذا يمثِّل الماء الملون في الوعـاء؟ يمثِّل حجـم جماعة البشر.

- أدير نقاشًا حول عدد سكان العالم، وأخبر الطلبة أنه حسب تقارير المجلس الأعلى للسكان تجاوز عدد سكان الكوكب 8 مليار شخص، وأن عدد المواليد خلال عام بلغت قرابة 80 مليون ولادة، وأن الوفيات بلغت 39 مليون وفاة. وأدون الأرقام على السبورة. ثم أسألهم:

– ماذا تلاحظون عند مقارنة عدد الوفيات بعدد المواليد خلال عام؟ عدد الولادات ضِعْف عدد الوَفَيات تقريبًا.

– لماذا انخفضت نسبة الوَفَيات مقارنة بنسبة المواليد؟ بسبب التقدُّم الطبي، وتحسُّن آليـات وعمليات التعقيم، وتحسُّن الأنماط الغذائية.

- أختار طالبين/ طالبتين وأعطي أحدهما كوبًا كبيرة تمثِّل عدد المواليد، وأعطي الآخر كوبًا صغيرة تمثِّل عدد الوَفَيات، ثم أكلف الطالب/ الطالبة الذي يمثِّل عدد المواليد بإضافة كوبًا كبيرة من الماء إلى الوعاء الشفاف الذي يمثل العالم، واطلب إلى الآخر باستخدام الكوب الصغيرة إخراج معيار واحد من الماء، ثم أكلفهم تكرار ذلك 3 مرات مثلًا، ثم أسأل الطلبة:

– ماذا يحدث للماء؟ وما دلالة ذلك؟ يزيد حجم الماء في الوعاء، ويدل ذلك على أنَّ حجم جماعة البشر يزداد؛ لأنَّ معدل الزيادة الناتجة من الولادات يزيد على معدل النقص الناتج من الوَفَيات.

أتحقَّق: يعتمد حجم الجماعة الحيوية على التوازن بين كل من الزيادة الناتجة من التكاثر والهجرة إلى الجماعة، والنقص الناتج من وَفَيات بعض أفرادها والهجرة عن الجماعة.

◄ المناقشة:

- أوضح للطلبة أنه لدراسة المجتمعات الحيوية يلجأ العلماء إلى أخذ العينات، ويقصد بذلك دراسة خصائص جزء ممثل من الجماعة وتعميم نتائج الدراسة على الجماعة كلها، وأنَّ العينات الممثلة تؤخذ عشوائيًّا، ثم أسألهم:

– ما طرائق أخذ عينة عشوائية ممثلة لدراسة جماعة حيوية في نظام بيئي؟ العينة النقطية، المربع القياسي، القطاع الخطي، ووَضْع علامات على الكائنات الحية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (6)، ثم أوضح لهم كيف يستخدم العلماء الخرائط الجغرافية في دراسة الأنظمة البيئية، وأنَّ النقاط التي توضع على الخرائط توضع عشوائيًّا أو وَفْق نظام محدد.
- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (7)، ثم أوضح لهم أنَّ المربع القياسي يُصمَّم على شكل إطار مربع بطول ضلع (0.5 m) أو (1 m) اعتمادًا على مِساحة المنطقة المراد دراستها.

◄ المناقشة:

- أوضح لهم أنَّ النباتات التي يغطيها إطار المربع القياسي لا نَعدُّها.
- أناقشهم في العلاقات الرياضية المستخدمة في تقدير حجم الجماعة الحيوية، ثم أدوِّنها على.

◄ تعزيز:

- أوضح للطلبة أنَّ المربع القياسي بطول ضلع (0.5 m) يُستخدَم في دراسة الأنظمة البيئية صغيرة المِساحة، أما المساحات الكبيرة، فيُستخدَم في دراستها مربع قياسي بطول ضلع (1 m).

دراسةُ الجماعاتِ في نظامٍ بيئيٍّ Studying Populations in an Ecosystem

يلجأُ العلماءُ إلى أخْذِ عيِّناتٍ مختلفةٍ بطرائقَ عِدَّةٍ، منْها: العيِّنةُ النقطيةُ، والمُرَبَّعُ القياسيُّ، والقطاعُ الخطيُّ، ووضعُ علاماتٍ على الكائناتِ الحيَّةِ.

الشكلُ (6): طريقةُ أخْذِ عيِّنةٍ نقطيةٍ.

العيِّنةُ النقطيةُ Point Sampling

يستخدمُ العلماءُ هذهِ الطريقةَ لتحديدِ انتشارِ الكائناتِ الحيَّةِ في نظامٍ بيئيٍّ مُحدَّدٍ، وتعرُّفِ حجومِ الجماعاتِ. وفيها توضَعُ نقاطٌ على خريطةٍ جغرافيةٍ تُمثِّلُ مناطقَ النظامِ البيئيِّ، ثمَّ يُحدِّدُ العلماءُ مُعدَّلَ وجودِ الكائناتِ الحيَّةِ المختلفةِ في تلكَ المناطقِ، أنظرُ الشكلَ (6).

المُرَبَّعُ القياسيُّ Frame Quadrat

يُصمَّمُ المُرَبَّعُ القياسيُّ على شكلِ إطارٍ مُربَّعٍ (قدْ يكونُ خشبيًّا أوْ بلاستيكيًّا)، يكونُ غالبًا طولُ ضلعِهِ 0.5 m؛ ما يُوفِّرُ مساحةَ 0.25 m^2 لجمعِ العيِّنةِ، وقدْ يكونُ مُقسَّمًا إلى 25 مُربَّعًا داخليًّا. يُستخدَمُ المُرَبَّعُ القياسيُّ لتقديرِ حجمِ جماعةٍ حيويةٍ منَ النباتاتِ أوِ الحيواناتِ غيرِ المُتحرِّكةِ، أوْ تلكَ التي تتحرَّكُ مسافاتٍ قصيرةً جدًّا، وتعرُّفِ مدى انتشارِها في منطقةٍ ما. لتقديرِ حجمِ الجماعةِ الحيويةِ، يستخدمُ العلماءُ المُرَبَّعَ القياسيَّ مرَّاتٍ عِدَّةً في مساحاتٍ مختارةٍ عشوائيًّا، ثمَّ يرصدونَ عددَ أفرادِ كلِّ نوعٍ عَدْوهُ في كلِّ مَرَّةٍ داخلَ المُرَبَّعِ، أنظرُ الشكلَ (7). ولتقديرِ حجمِ الجماعةِ الحيويةِ، تُستخدَمُ العلاقةُ الآتيةُ:

الشكلُ (7): مُربَّعٌ قياسيٌّ.

حجمُ الجماعةِ الحيويةِ المُقدَّرُ = (عددَ الأفرادِ/ m^2) × المساحةِ الإجماليةِ للمنطقةِ (m^2)

لتقديرِ عددِ الأفرادِ في المترِ المُربَّعِ الواحدِ، تُطبَّقُ العلاقةُ الرياضيةُ الآتيةُ:

$$\text{عددُ الأفرادِ/ } m^2 = \frac{\text{مجموعُ الأفرادِ المعدودينَ في المُربَّعاتِ القياسيةِ}}{\text{المساحةِ الإجماليةِ لهذهِ المُربَّعاتِ } (m^2)}$$

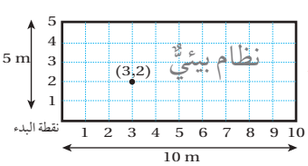
لتحديدِ المساحةِ الإجماليةِ للمُربَّعاتِ القياسيةِ التي انتهى فيها العَدُّ، تُطبَّقُ العلاقةُ الرياضيةُ الآتيةُ:

$$\text{المساحةُ الإجماليةُ للمُربَّعاتِ القياسيةِ التي انتهى فيها العَدُّ } (m^2) = \text{عددَ المُربَّعاتِ القياسيةِ المعدودةِ} \times \text{مساحةِ المُربَّعِ القياسيِّ الواحدِ } (m^2)$$

أخطاء شائعة

- يعتقد بعض الطلبة أنَّه يمكن رمي المربع القياسي عشوائيًّا في المنطقة المراد دراستها؛ لذا أوضح لهم أنَّه لاستخدام المربع القياسي يرسم العلماء مخططًا للمنطقة التي يريدون دراستها، ثم يحددون حدود هذه المنطقة وأبعادها، ثم يقسّمون المنطقة مربعات، وتكون البداية من زاوية محددة، ثم يختارون رَقْمين عشوائيًّا يمثِّلان إحداثيات موقع المربع القياسي، ويَعُدّون الكائنات الحية في المربع، ثم العودة إلى نقطة البدء، واختيار رَقْمين عشوائيين جديدين يمثِّلان إحداثيات الموقع الثاني، وهكذا حتى يوضع المربع القياسي في معظم المِساحة.

نظام بيئيٌّ ←



ابدأ من نقطة البدء، وأضع مربع القياس عند التقاطع بين خط (2) أفقيًا و (3) عموديًا.

مثالٌ

في تجربةٍ لمجموعةٍ منَ الطلبةِ، هدفَتْ إلى تقديرِ حجمِ الجماعةِ الحيويةِ لنباتِ الدحنونِ، أنظرُ الشكلَ المجاورَ، في حديقةٍ مساحتُها الإجماليةُ $75\ m^2$، استخدمَ الطلبةُ مُربَّعًا قياسيًّا مساحتُهُ $0.25\ m^2$، وعَدّوا نباتِ الدحنونِ في 25 مُربَّعًا حدَّدوها عشوائيًّا في الحديقةِ، ورصدوا وجودَ 368 نبتةً منَ الدحنونِ في هذهِ المُربَّعاتِ. أحسُبُ حجمَ الجماعةِ الحيويةِ المُقدَّرَ لنباتِ الدحنونِ في الحديقةِ.

الحلُّ:

أحسُبُ أوَّلًا المساحةَ الإجماليةَ للمُربَّعاتِ القياسيةِ التي انتهى فيها العَدُّ (m^2) كالآتي:

المساحةُ الإجماليةُ للمُربَّعاتِ القياسيةِ التي انتهى فيها العَدُّ (m^2) = عددُ المُربَّعاتِ القياسيةِ المعدودةِ × مساحةِ المُربَّعِ القياسيِّ الواحدِ (m^2)

$= 25 \times 0.25\ m^2$

$= 6.25\ m^2$

ثمَّ أجدُ عددَ الأفرادِ في المترِ المُربَّعِ الواحدِ بتطبيقِ العلاقةِ الرياضيةِ الآتيةِ:

عددُ الأفرادِ/ m^2 = مجموعُ الأفرادِ المعدودينَ في المُربَّعاتِ القياسيةِ ÷ المساحةِ الإجماليةِ لهذهِ المُربَّعاتِ (m^2)

$= \frac{368}{6.25\ m^2}$

$= 58.88$ فردًا/ m^2.

بعدَ ذلكَ أُقدِّرُ حجمَ الجماعةِ الحيويةِ باستخدامِ العلاقةِ الآتيةِ:

حجمُ الجماعةِ الحيويةِ المُقدَّرُ = عددُ الأفرادِ/ m^2 × المساحةِ الإجماليةِ للمنطقةِ (m^2)

$= 58.88 \times 75\ m^2$

= 4416 نبتةً.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: التحليل.**

أخبر الطلبة أن للتحليل دورًا في الوصول إلى المعرفة، واستكشاف العلاقات بين المفاهيم المختلفة. فتحليل البيانات من المربعات القياسية مثلًا يمكن العلماء من تقدير حجم جماعة حيوية من الكائنات الحية.

◄ المناقشة:

- أوظِّف (**التعلم التعاوني**)، ثم أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إليهم الإجابة عن السؤال الآتي:

– في دراسة لتقدير حجم جماعة حيوية من زهور الأقحوان في غابة مساحتها ($5060\ m^2$)، استخدم الطلبة مربعًا قياسيًّا مساحته ($1\ m^2$)، ثم عَدّوا زهور الأقحوان في (10) مربعات قياسية كما يظهرها الجدول الآتي. ما حجم هذه الجماعة الحيوية من زهور الأقحوان؟

المربع القياسي	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
عدد زهور الأقحوان	10	5	6	8	7	11	15	7	8	9

– المِساحة الإجمالية للمربعات القياسية التي انتهى فيها العَدّ (m^2) = عدد المربعات القياسية المعدودة × مِساحة المربع القياسي الواحد.

$= 10 \times 1$

$= 10\ m^2$

– عدد الزهور في المتر المربع الواحد = مجموع الزهور المعدودة ÷ المِساحة الإجمالية للمربعات

$= 86 \div 10$

$= 8.6$

– حجم الجماعة الحيوية المقدر = عدد الأفراد في المتر المربع الواحد × المِساحة الإجمالية للمنطقة

$= 8.6 \times 5060$

= 43516 زهرة أقحوان

- أطلب إلى أفراد بعض المجموعات عَرْض نتائجهم، ثم أناقشهم بما توصلوا إليه.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (8)، ثم أسألهم:

– فيمَ تُستخدَم طريقة القطاع الخطي؟ في دراسة أحد المُكوِّنات غير الحية في المجتمعات الحيوية في نظام بيئي.

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (9)، ثم أسألهم:

– لماذا يضع العالِم علامة تتبُّع على الطائر؟ ليتمكن من متابعة دراسته لأنَّه متحرك.

– ما الشروط التي يراعيها العلماء عند وَضْع علامات على الحيوانات؟ تجنُّب إيذاء الحيوان، وتجنُّب تعريضه للحيوانات المفترسة.

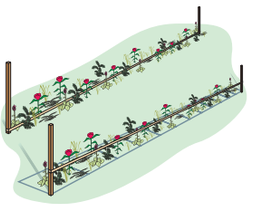
نشاط سريع

- أوظِّف (**التعلم التعاوني**)، بحيث أقسّم الطلبة مجموعات ثلاثية، ثم أوزع على مجموعة طَبَقًا يحتوي كمية من بذور الفاصولياء البيضاء، والمجموعة الأخرى طبقًا يحتوي كمية من بذور الفاصولياء السوداء.
- أكلف أحد الطلبة من كل مجموعة أَخْذ ملء يده من بذور الفاصولياء ووَضْعها جانبًا، ثم عدّها وتدوين العدد على الدفتر، حيث يمثِّل العينة الأولى (n_1) ولتكن مثلًا (17)، ثم استبدال هذه البذور بالعدد نفسه من بذور الفاصولياء السوداء (ليمثِّل ذلك وَضْع علامات على الكائنات الحية)، ثم إعادتها إلى طبق بذور الفاصولياء البيضاء وخلطها جيدًا.
- أكلف أحد الطلبة أَخْذ عينة أخرى ملء يده من طبق بذور الفاصولياء البيضاء، وتدوين العدد ليمثِّل العينة الثانية (n_2) ولتكن مثلًا (14)، وعدد بذور الفاصولياء السوداء (m_2) وليكن مثلًا (2)،
- أكلف أحد الطلبة استخدام علاقة لينكولين في تقدير حجم الجماعة الحيوية من البذور السوداء.

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

$$N = \frac{17 \times 14}{2}$$

$$N = 119$$



الشكلُ (8): القطاعُ الخطيُّ.

الشكلُ (9): وضعُ علامةِ تتبُّعٍ على طائرٍ.

القطاعُ الخطيُّ Line Transect

تُستخدَمُ هذهِ الطريقةُ لدراسةِ أثرِ أحدِ المُكوِّناتِ غيرِ الحيويةِ في المجتمعاتِ الحيويةِ في نظامٍ بيئيٍّ، مثلِ: شِدَّةِ الإضاءةِ، والرقمِ الهيدروجينيِّ (pH) للتربةِ. توضَعُ خطوطٌ عرضيةٌ بينَ مَعْلمينِ بارزينِ في النظامِ البيئيِّ، وتكونُ مُرقَّمةً بالأمتارِ، ثمَّ يُعَدُّ أفرادُ الكائناتِ الحيَّةِ منْ نوعٍ مُعيَّنٍ الذينَ يلامسونَ الخطَّ، أوْ يُستخدَمُ المُربَّعُ القياسيُّ، بحيثُ يكونُ أحدُ أضلاعِهِ مُلامِسًا للخطِّ (يُحدَّدُ موقعُ المُربَّعِ عشوائيًّا) لعَدِّ الكائناتِ الحيَّةِ؛ شرطَ أنْ تكونَ الكائناتُ الحيَّةُ المعدودةُ على طولِ هذهِ الخطوطِ هيَ العيِّنةَ، أنظرُ الشكلَ (8).

وضعُ علاماتٍ على الكائناتِ الحيَّةِ Mark-Release-Recapture

يستخدمُ العلماءُ هذهِ الطريقةَ لدراسةِ جماعاتٍ حيويةٍ تضمُّ حيواناتٍ تتحرَّكُ باستمرارٍ، مثلِ: الطيورِ، والدلافينِ. وفيها يجمعُ العلماءُ عيِّنةً منْ أفرادِ الجماعةِ الحيويةِ، ثمَّ يضعونَ على كلٍّ منْها علامةً يُمكِنُ تتبُّعُها، ولا تُلحِقُ ضررًا بالحيوانِ، ولا تجعلُهُ أكثرَ عرضةً للحيواناتِ المُفترِسةِ، أنظرُ الشكلَ (9)، ثمَّ يُطلِقونَ أفرادَ هذهِ الجماعةِ. وبعدَ مُدَّةٍ منَ الزمنِ، يجمعُ العلماءُ عيِّنةً عشوائيةً أُخرى لأفرادِ الجماعةِ الحيويةِ نفسِها، ثمَّ يَعُدّونَ الأفرادَ الذينَ يحملونَ العلاماتِ الموضوعةَ عليْهِمْ سابقًا. يُمكِنُ تقديرُ حجمِ الجماعةِ الحيويةِ باستخدامِ العلاقةِ الآتيةِ التي تُعرَفُ بمُعاملِ لينكولن:

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

حيثُ:

N: حجمُ العيِّنةِ المُقدَّرُ.

n_1: عددُ الأفرادِ الذينَ جُمِعوا أوَّلَ مَرَّةٍ، ووُضِعَتْ عليْهِمْ علاماتٌ لتتبُّعِهِمْ.

n_2: عددُ الأفرادِ الذينَ جُمِعوا مَرَّةً ثانيةً منْ نوعِ الكائنِ الحيِّ نفسِهِ.

m_2: عددُ الأفرادِ الذينَ جُمِعوا في المَرَّةِ الثانيةِ، ويحملونَ العلاماتِ التي وُضِعَتْ عليْهِمْ سابقًا.

إضاءة للمعلّم/ للمعلّمة

أخبر الطلبة أن أول من استخدم طريقة وضع علامات على الكائنات الحية هو عالم الأحياء البحرية كارل جورج بيترسون عام 1896م، وذلك لتحديد حجم الجماعة الحيوية لأسماك موسى ***Pleuronectes platessa***، في دراسة لأنواع الحيوانات التي تعيش في قاع البحر. وقد اكتسبت هذه الطريقة أهمية في علم الأوبئة إذ تستخدم لتقدير عدد الأفراد الذين يحتاجون إلى رعاية خاصة، مثل: كبار السن والأطفال من ذوي الاحتياجات الخاصة أو أي فرد من المجتمع بحاجة إلى الرعاية.

مثالٌ

في بعثةٍ علميةٍ هدفَتْ إلى دراسةِ جماعةٍ حيويةٍ منَ الدلافينِ، تمكَّنَ العلماءُ منْ وضعِ علاماتٍ على 180 دُلفينًا، ثمَّ إعادةِ إطلاقِها في بيئتِها البحريةِ. وبعدَ أشهرٍ عِدَّةٍ، وجدَ العلماءُ 44 دُلفينًا، تَحملُ 7 منْها فقطْ تلكَ العلاماتِ. أحسُبُ حجمَ هذهِ الجماعةِ الحيويةِ.

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

$$N = \frac{180 \times 44}{7}$$

$$N = 1131$$

يُؤخَذُ على هذهِ الطريقةِ إهمالُها العواملَ المُؤثِّرةَ في حجمِ الجماعةِ الحيويةِ، مثلَ مُعدَّلِ الوفياتِ والولاداتِ.

الربطُ بعلمِ البيئةِ:

نفَّذتْ وزارةُ البيئةِ الأردنيّةِ ضمنَ الخطّةِ الوطنيةِ للتكيّفِ معَ التّغيُّرِ المناخيّ في الأردنِ دراسةً تهدفُ إلى تقييمِ أثرِ التّغيّرِ المناخيِّ في الأنظمةِ البيئيّةِ الأردنيةِ. وكانَ منْ نتائجِ هذهِ الدراسةِ أنَّ أكثرَ الأنظمةِ البيئيةِ تأثّرًا بالتّغيّرِ المناخيّ هيَ غاباتِ الشمالِ، والمياهُ العذبةُ في وادي الأردنِ. كما أظهرتْ النتائجُ أنّ ارتفاعَ درجةِ حرارةِ مياهِ خليجِ العقبةِ وانخفاضَ الرقمِ الهيدروجيني (pH) قد أدّى إلى التسببِ بظاهرةِ ابيضاضِ المرجانِ، وهجرةِ الأنواعِ الحيوانيةِ المرتبطةِ به.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ أثرِ اتّباعِ أنماطِ السلوكِ الإيجابيِّ (مثلُ: عدمِ قطفِ الأزهارِ، وعدمِ صيدِ العصافيرِ في أوقاتِ تكاثرِها) في المحافظةِ على الأنظمةِ البيئيةِ، ثمَّ أُصمِّمُ مطويةً أُضمِّنُها صورًا منْ نتائجِ بحثي، ثمَّ أُوزِّعُها على زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ طرائقَ يستخدمُها العلماءُ في دراسةِ حجمِ جماعاتِ الكائناتِ الحيَّةِ التي تعيشُ في البيئاتِ المائيةِ، ثمَّ أُعِدُّ فلمًا عنْ ذلكَ باستخدامِ برمجيةِ movie maker، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أطلب إلى الطلبة البحث في مصادر المعرفة الموثوقة مثل الدخول إلى الموقع الإلكتروني التالي بعد تفحصه: https://faculty.uobasrah.edu.iq/uploads/teaching/1694807667.pdf، كما يمكن للطلبة البحث في كتاب علم الأحياء البحرية (ملادينوف ف./ فيليب ميلادينوف وترجمة ياسمين العربي) عن طرائق أخذ عينات من البيئات المائية، ثم كتابة تقرير عن ذلك، ويمكن الاستعانة بالمعلومات الآتية: يمكن أَخْذ عينات من الكائنات الحية المائية بطرائق عدة، منها:

1. استخدام الشباك في مناطق المياه المفتوحة، وملاحظة ما جُمِع فيها من كائنات حية.
2. استخدام الطرائق المستخدمة على اليابسة في مناطق الشعاب المرجانية، مثل المربع القياسي والقطاع الخطي.
3. وَضْع علامات على الكائنات الحية المائية، مثل الدلافين والحيتان والسلاحف المائية وتتبُّعها.

◄ المناقشة:

- أوظِّف (**التعلم التعاوني**)، ثم أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إليهم الإجابة عن السؤال الآتي:

– في دراسة لتقدير حجم جماعة حيوية من طيور الفلامنغو، تمكّن العلماء من وَضْع علامات على 240 طائرًا، ثم أُطلِقت في محمية طبيعية مفتوحة، وبعد مدة، جَمَع العلماء 200 طائر يحمل 40 منها فقط علامات. أحسب حجم هذه الجماعة الحيوية.

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

$$N = \frac{240 \times 200}{40}$$

$$N = 1200$$

الربطُ بالبيئةِ

- أوضح للطلبة الجهود المبذولة من قبل وزارة البيئة الأردنية في تقييم أثر التغير المناخي في الأنظمة البيئية الأردنية ضمن خطتها الوطنية للتكيف مع التغير المناخي في الأردن.

أبحث:

أطلب إلى الطلبة البحث في مصادر المعرفة الموثوقة مثل البحث عن «المنهج النبوي في تعزيز السلوك الإيجابي تجاه البيئة»، الذي يحث على أنماط السلوك الإيجابي، ثم كتابة تقرير عن ذلك، ويمكن الاستعانة بالمعلومات الآتية: تسهم بعض السلوكات الإيجابية، مثل تجنُّب قطف الأزهار أو تجنُّب صيد الحيوانات في مواسم تكاثرها في المحافظة على بقاء الكائنات الحية وثبات السلاسل الغذائية وديمومتها، فقطف الأزهار سيعوِّق تكاثر النباتات وانتقال حبوب اللِّقاح، وهذا يؤثر في الغطاء النباتي أساس السلاسل الغذائية، واصطياد الحيوانات مثل الطيور في مواسم تكاثرها، سيمنع تجددها ويُحْدِث خللًا في الأنظمة البيئية التي تعيش فيها.

نشاط

تحديد حجم جماعة حيوية

الهدف: استخدام المربع القياسي في أَخْذ عينة عشوائية من نظام بيئي لتقدير حجم الجماعة الحيوية فيه.

الزمن: 40 min.

إرشادات السلامة: غَسْل اليدين بالماء والصابون قبل البَدْء بالتجربة وبعد إجرائها، وتجنُّب إلحاق الضرر بالنباتات في البيئة.

المهارات العلمية: التجريب وتمثيل البيانات.

الإجراءات والتوجيهات:

- أجهّز الموادّ والأدوات اللازمة للتجربة.
- أطلب إلى الطلبة تدوين نتائج التجربة وإجابات أسئلة بند (التحليل والاستنتاج) في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة، ثم أقدِّم لهم التغذية الراجعة المناسبة.

النتائج المتوقعة:

- سيتمكن الطلبة من تحديد منطقة الدراسة وتحديد إحداثيات أماكن وَضْع المربع القياسي وتطبيق قوانين عدّ الكائنات الحية التي يختارونها.

التحليل والاستنتاج:

- تعتمد جميع إجابات الأسئلة على تنفيذ النشاط.

نشاط

تحديدُ حجمِ جماعةٍ حيويةٍ

الموادُّ والأدوات: مُربَّعٌ قياسيٌّ مساحتُهُ ($0.25\ m^2$)، حبلٌ، أقلامٌ، أوراقٌ.

ملحوظات:

- في حالِ تعذَّرَ عليَّ توفيرُ مُربَّعٍ قياسيٍّ، فإنَّني أصنعُ مُربَّعًا قياسيًّا باستخدامِ 4 قطعٍ منْ أنابيبِ المياهِ، طولُ كلٍّ منْها 0.5 m، ثمَّ أُثبِّتُها بواسطةِ أكواعٍ كما في الصورةِ المجاورةِ، أوْ باستخدامِ 4 قطعٍ خشبيةٍ متساويةِ الأطوالِ.
- أُحافِظُ على النباتاتِ البَرِّيَّةِ.

خطواتُ العملِ:

1. أُحدِّدُ بُقْعَةً في حديقةِ المدرسةِ، أوْ فِناءِ المنزلِ، مساحتُها $10\ m^2$.
2. **أُجرِّبُ:** أُحدِّدُ بالحبلِ خطًّا يصلُ بينَ طرفينِ في الحديقةِ أوِ الفِناءِ.
3. **أُجرِّبُ:** أضعُ المُربَّعَ القياسيَّ على بدايةِ الخطِّ، ثمَّ أَعُدُّ أفرادَ الجماعةِ الحيويةِ التي اخترْتُها، وأحطْتُ بها المُربَّعَ القياسيَّ، ثمَّ أُدوِّنُ عددَ أفرادِ هذهِ الجماعةِ في الجدولِ الخاصِّ في كتابِ الأنشطةِ والتجاربِ العمليةِ.
4. **أُجرِّبُ:** أضعُ المُربَّعَ القياسيَّ على الجزءِ التالي منَ الحبلِ، ثمَّ أَعُدُّ أفرادَ الجماعةِ الحيويةِ كما في الخطوةِ الثالثةِ، وأُكرِّرُ ذلكَ حتى أَصِلَ إلى نهايةِ الحبلِ، ثمَّ أُدوِّنُ عددَ أفرادِ هذهِ الجماعةِ في الجدولِ الخاصِّ في كتابِ الأنشطةِ والتجاربِ العمليةِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أرسمُ خريطةً لموقعِ الحديقةِ، مُبيِّنًا عليْها مكانَ وجودِ الحبلِ، وأماكنَ توزُّعِ أخْذِ العيِّناتِ.
2. **أُمثِّلُ بيانيًّا** عددَ أفرادِ الجماعةِ الحيويةِ في كلِّ مُربَّعٍ قياسيٍّ.
3. **أستخدمُ الأرقامَ:** أحسُبُ مُتوسِّطَ عددِ أفرادِ الجماعةِ الحيويةِ في المُربَّعِ القياسيِّ الواحدِ.
4. **أستخدمُ الأرقامَ:** أحسُبُ حجمَ الجماعةِ الحيويةِ التي اخترْتُها منْ حديقةِ المدرسةِ، أوْ فِناءِ المنزلِ.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

أداة التقويم: سلم تقدير عددي.

الاسم	العلامات			
	4	3	2	1

المهام:

(1) تنفيذ خُطُوات التجربة بصورة صحيحة دقيقة.

(2) تدوين القراءات تدوينًا دقيقًا وموضوعيًّا.

(3) تمثيل عدد أفراد الجماعة الحيوية بيانيًّا.

(4) حساب حجم الجماعة الحيوية.

العلامات:

4: تنفيذ أربع مهام تنفيذًا صحيحًا.

3: تنفيذ ثلاث مهام تنفيذًا صحيحًا.

2: تنفيذ مهمتين تنفيذًا صحيحًا.

1: تنفيذ مهمة واحدة تنفيذًا صحيحًا.

مراجعة الدرس

1 يتكون النظام البيئي من مجموع المجتمعات الحيوية وما يحيط بها من مُكوِّنات غير حية، مثل: الماء، والهواء، والتربة.

2 **حجم الجماعة**: عدد الأفراد الذين ينتمون إلى الجماعة الحيوية نفسها.

نموّ الجماعة: التغيرات التي تعتري حجم الجماعة الحيوية بمرور الزمن.

المربع القياسي: إطار مربع (قد يكون خشبيًّا أو بلاستيكيًّا) طول ضلعه 0.5 m يوفر مِساحة $0.25\ m^2$ لجَمْع العينة، وقد يكون مُقسَّمًا 25 مربعًا داخليًّا، يُستخدَم في تقدير حجم الجماعة الحيوية من النباتات أو الحيوانات غير المتحركة، أو تلك التي تتحرك مسافات قصيرة جدًّا وتعرُّف مدى انتشارها في منطقة ما.

مراجعةُ الدرسِ

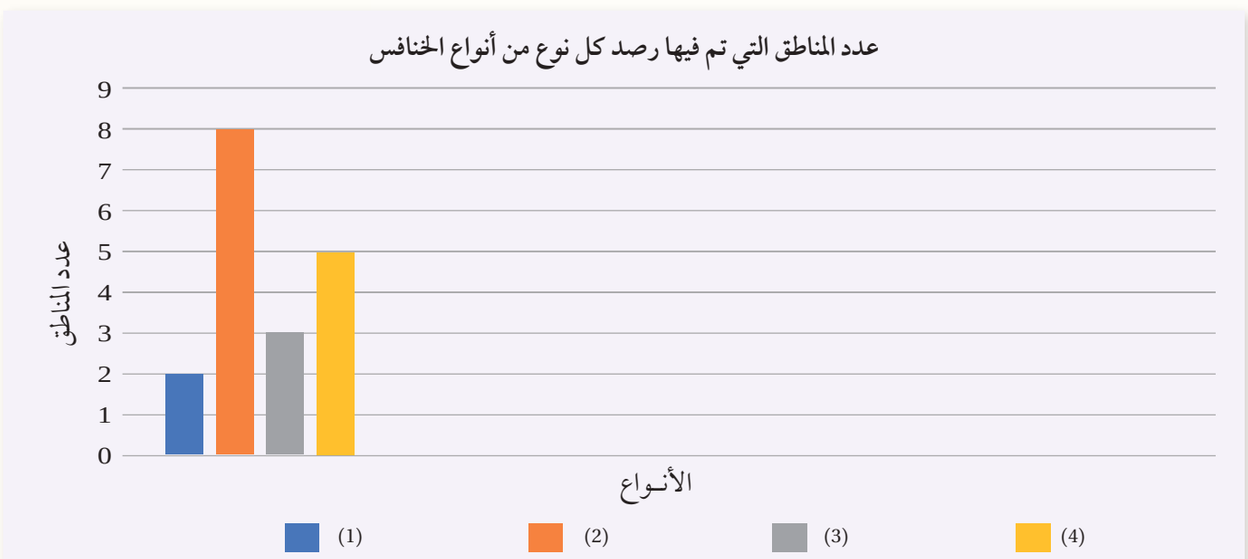
1. **الفكرةُ الرئيسةُ**: ما مُكوِّناتُ النظامِ البيئيِّ؟
2. أُوضِّحُ المقصودَ بكلٍّ منْ حجمِ الجماعةِ، ونموِّ الجماعةِ، والمُربَّعِ القياسيِّ.
3. في تجربةٍ لمجموعةٍ منَ الطلبةِ، هدفَتْ إلى دراسةِ أكثرِ أنواعِ الخنافسِ انتشارًا في حديقةٍ عامةٍ، وضعَ الطلبةُ 10 مصائدَ في مناطقَ مختارةٍ بصورةٍ عشوائيةٍ. أدرسُ الجدولَ الآتيَ الذي يُبيِّنُ نتائجَ التجربةِ، وتشيرُ فيهِ إشارةُ (✓) إلى رصدِ هذا النوعِ منَ الخنافسِ في المصائدِ، ثمَّ أُجيبُ عنِ السؤالينِ التاليينِ:

نوعُ الخنفساءِ	رقمُ المنطقةِ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
النوعُ (1).				✓					✓	
النوعُ (2).	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
النوعُ (3).	✓	✓					✓			
النوعُ (4).		✓		✓			✓		✓	✓

أ. أُمثِّلُ بيانيًّا عددَ المناطقَ التي تمَّ فيها رصدُ كلِّ نوعٍ منْ أنواعِ الخنافسِ في العيِّناتِ العشوائيةِ.

ب. أستنتجُ: أيُّ أنواعِ الخنافسِ أكثرُ انتشارًا في الحديقةِ؟

3 أ.



ب. النوع (2) هو الأكثر انتشارًا في الحديقة.

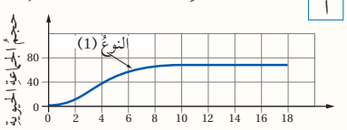
4. **أستخدمُ الأرقامَ:** في دراسةٍ لمجموعةٍ منَ الطلبةِ، هدفَتْ إلى تحديدِ حجمِ جماعةِ نباتِ السيكلامونِ ***Cyclamen*** (بخورُ مريمَ)، أنظرُ الشكلَ المجاورَ، في بُقْعَةٍ منْ غاباتِ الشمالِ مساحتُها $100\ m^2$، استخدمَ الطلبةُ مُربَّعًا قياسيًّا مساحتُهُ $1\ m^2$، وعيَّنوا 10 مواقعَ عشوائيةٍ لأخْذِ العيِّناتِ، وكانَتْ أعدادُ هذا النباتِ في العيِّناتِ كما في الجدولِ الآتي:

رقمُ العيِّنةِ (المُربَّعُ القياسيُّ)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
عددُ نباتِ السيكلامونِ:	6	3	7	8	4	6	5	7	8	9

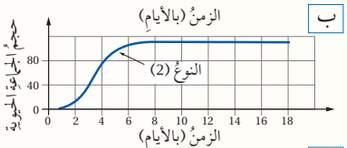
أحسُبُ حجمَ جماعةِ نباتِ السيكلامونِ في الغابةِ.

5. يُبيِّنُ المُخطَّطُ (أ) في الشكلِ المجاورِ مراحلَ نموِّ جماعةِ النوعِ (1) منَ البراميسيومِ، ويُبيِّنُ المُخطَّطُ (ب) مراحلَ النموِّ لجماعةِ النوعِ (2) منَ البراميسيومِ، في حينِ يُبيِّنُ المُخطَّطُ (ج) مراحلَ النموِّ لكلا النوعينِ معًا بتوافرِ الغذاءِ.

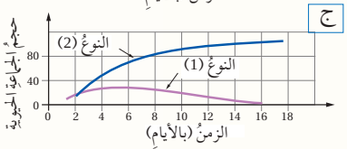
أ



ب



ج



أدرسُ الشكلَ جيدًا، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ. **أصوغُ فَرضيّتي** حولَ أثرِ دمجِ نوعينِ منَ البراميسيومِ في حجمِ الجماعةِ لكلٍّ منهُما.

ب. **أضبطُ المتغيراتِ:** أُحدّدُ المتغيّرَ المستقلَّ والمتغيّرَ التّابعَ.

ج. أَصِفُ ما حدثَ لحجمِ جماعةِ كلٍّ منَ النوعينِ عندَ دمجِهما معًا.

د. **أُفسِّرُ** سببَ التغيُّرِ في نموِّ الجماعتينِ بعدَ 4 أيامٍ منْ دمجِهما معًا.

هـ. **أُفسِّرُ** سببَ التغيُّرِ في نموِّ الجماعةِ الثانيةِ بعدَ 14 يومًا منْ دمجِهما معًا.

4

حجمُ الجماعةِ الحيويةِ المُقدَّرُ = (عددَ الأفرادِ/m^2) × المساحةِ الإجماليةِ للمنطقةِ (m^2)

لتقديرِ عددِ الأفرادِ في المترِ المُربَّعِ الواحدِ، تُطبَّقُ العلاقةُ الرياضيةُ الآتيةُ:

$$\text{عددُ الأفرادِ/}m^2 = \frac{\text{مجموعُ الأفرادِ المعدودينَ في المُربَّعاتِ القياسيةِ}}{\text{المساحةِ الإجماليةِ لهذهِ المُربَّعاتِ }(m^2)}$$

لتحديدِ المساحةِ الإجماليةِ للمُربَّعاتِ القياسيةِ التي انتهى فيها العَدُّ، تُطبَّقُ العلاقةُ الرياضيةُ الآتيةُ:

$$\text{المساحةُ الإجماليةُ للمُربَّعاتِ القياسيةِ التي انتهى فيها العَدُّ }(m^2) = \text{عددُ المُربَّعاتِ القياسيةِ المعدودةِ} \times \text{مساحةِ المُربَّعِ القياسيِّ الواحدِ }(m^2)$$

المساحة الإجمالية للمربعات القياسية = 1×10

$10\ m^2 =$

عدد الأفراد/m^2 $= \frac{63}{10}$

$= 6.3$

حجم الجماعة الحيوية المُقدَّر $= 6.3 \times 100$

$= 630$

5

أ. يقلل دمج نوعين من البراميسيوم من حجم الجماعة الحيوية لكل منهما.

ب. **المتغير المستقل:** توافر الغذاء على مر فترة من الزمن للنوع الواحد ثم النوعين معًا.

المتغير التابع: حجم الجماعة الحيوية.

ج. تناقص حجم الجماعة لكل من النوعين بسبب تنافسهما على مصادر الغذاء.

د. التنافس بين الجماعتين على ضروريات الحياة أدّى إلى تغيُّر في نموّ الجماعتين بعد 4 أيام من دمجهما

هـ. أفراد الجماعة الثانية أقدر على الحصول على ضروريات الحياة، فزاد حجمها بعد 14 يومًا من دمج النوعين.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

❋ **التفكير: التأمُّل والتساؤل.**

أوضح للطلبة أهمية التأمُّل في فهم الظواهر، مُبيِّنًا ارتباطه بالتفكير العميق الشامل، وأنه يسبق تنفيذ أيّ عمل أو محاولة لحل مشكلة ما، أو تفسير ظاهرة كما في السؤال الخامس من التقويم في صفحة كتاب الطالب؛ لذا يجب تنظيم جلسات تأمُّل باستمرار، وتشجيع التفكير التأملي، وتوفير الأجواء المناسبة لذلك.

الدرس 2

دراسة الجماعات الحيوية في الأنظمة البيئية

Studying Populations in Ecosystems

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

- أناقش الطلبة في فكرة الدرس الرئيسة، مُبيِّنًا لهم أنَّ علماء البيئة يعتمدون المنهجية العلمية أساسًا في دراسة الجماعات الحيوية.
- أستعرض معهم نتاجات التعلم لهذا الدرس والمفاهيم والمصطلحات الخاصة به، ثم أطلب إليهم قراءتها أمام زملائهم/ زميلاتهنّ.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أذكِّر الطلبة بخُطُوات المنهجية العلمية التي تبدأ بالملاحظة، وصياغة الفرضيات واختبارها، وتحليل النتائج والاستنتاجات.

2 التدريس

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (10)، ثم أدير نقاشًا عن أهمية اتباع خُطُوات المنهجية العلمية في عِلْم البيئة.

✓ **أتحقَّق:** يتمكن العلماء من التوصل إلى استنتاجات بخصوص العلاقات بين المُكوِّنات الحية والمُكوِّنات غير الحية في الأنظمة البيئية عن طريق تحليل البيانات التي حصل عليها العلماء جرّاء اخضاع فرضياتهم للتجرِبة العلمية المضبوطة.

الدرس 2

دراسة الجماعات الحيوية في الأنظمة البيئية

Studying Populations in Ecosystems

◄ الفكرة الرئيسة:
يعتمدُ علماءُ البيئةِ المنهجيةَ العلميةَ أساسًا لدراسةِ الجماعاتِ الحيويةِ عنْ طريقِ الملاحظةِ، والتجريبِ، والنمذجةِ، والتحليلِ الإحصائيِّ.

◄ نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أَصِفُ طرائقَ البحثِ التي يستخدمُها العلماءُ لدراسةِ الأنظمةِ البيئيةِ.
- أستنتجُ أثرَ العواملِ الحيَّةِ والعواملِ غيرِ الحيَّةِ في حجمِ الجماعةِ الحيويةِ.
- أُبيِّنُ أهميةَ التحليلِ الإحصائيِّ في حسابِ حجمِ المجتمعِ الحيويِّ وتنوُّعِهِ في نظامٍ بيئيٍّ.

◄ المفاهيمُ والمصطلحاتُ:
الدراسةُ المسحيةُ Survey Study

طرائقُ دراسةِ الأنظمةِ البيئيةِ Studying Ecosystems

يعتمدُ علماءُ البيئةِ على المنهجيةِ العلميةِ في دراسةِ الأنظمةِ البيئيةِ، وقدْ درسْتُ سابقًا أنَّ دراساتِهمُ العلميةَ تبدأُ بملاحظاتٍ تُجمَعُ في صورةِ بياناتٍ كَمِّيةٍ ونوعيةٍ، يستخدمُها العلماءُ في صياغةِ الفرضياتِ، ثمَّ يُخضِعونَ التوقُّعاتِ الناتجةَ منَ الفرضياتِ للاختبارِ عنْ طريقِ التجربةِ العلميةِ المضبوطةِ. بعدَ ذلكَ، يُحلِّلُ العلماءُ البياناتِ، ثمَّ يُقيِّمونَ النتائجَ للتوصُّلِ إلى استنتاجاتٍ بخصوصِ العلاقاتِ بينَ المُكوِّناتِ الحيَّةِ والمُكوِّناتِ غيرِ الحيَّةِ في الأنظمةِ البيئيةِ، أنظرُ الشكلَ (10).

✓ **أتحقَّقُ:** كيفَ يتمكَّنُ العلماءُ منَ التوصُّلِ إلى استنتاجاتٍ بخصوصِ العلاقاتِ بينَ المُكوِّناتِ الحيَّةِ والمُكوِّناتِ غيرِ الحيَّةِ في الأنظمةِ البيئيةِ؟

الشكلُ (10): عالِمةُ بيئةٍ تأخذُ عيِّنةً منْ مياهٍ بِركةٍ لدراستِها وتحليلِها.

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن كيفية اتباع العلماء للمنهجية العلمية في دراسة القضايا البيئية، علمًا أنَّه يمكنني إعداد عروض تقديمية تتعلّق بهذا الموضوع، وتضمينها بعض المعلومات عن القضايا البيئية المعاصرة. (يمكن الرجوع إلى كتاب أساسيات علم البيئة، المؤلف: عبد القادر عابد، غازي سفاريني، 2019م)، للحصول على المعلومات اللازمة لإعداد العرض التقديمي.

أشارك الطلبة في هذه الموادّ التعليمية عن طريق صفحة المدرسة الإلكترونية، أو إنشاء مجموعة باستخدام أحد التطبيقات المناسبة، أو استخدام أيّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

◄ بناء المفهوم:

الدراسات المسحية.

- أوضح للطلبة أنَّ الدراسات المَسْحية دراسات تؤخذ فيها عينات عشوائية من جماعات حيوية محددة، وتُجمَع فيها بيانات تخصّ المُكوِّنات الحية والمُكوِّنات غير الحية التي تؤثر في هذه الجماعات، ثم أدوِّن المفهوم على اللوح، ثم أسألهم:

– ما أنواع الدراسات المَسْحية؟ الدراسات المَسْحية المرئية والدراسات المَسْحية عن بعد.

- أوظِّف (**أثني وأمرِّر**)، ثم أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أوزِّع على كل مجموعة السؤال الآتي، مُحدِّدًا زمن الإجابة:

– ما أهمية الدراسات المَسْحية المرئية المباشرة وغير المباشرة؟

- أطلب إلى أحد الطلبة في كل مجموعة كتابة سؤال المجموعة في الجزء العلوي من ورقة فارغة، ثم تمريرها إلى زملائه/ زميلاتها في المجموعة؛ ليكتب كل منهم إجابة مقترحة.
- أطلب إلى كل طالب/ طالبة التوقف عن الكتابة بعد انتهاء الوقت المخصص للإجابة، ثم المناقشة في الإجابات المقترحة في ما بينهم للاتفاق على إجابات موحدة، ثم عَرْضها على المجموعات الأخرى.
- أناقش المجموعات في إجاباتهم، ثم أقدِّم لهم التغذية الراجعة المناسبة، ثم أطلب إليهم قراءة المفهوم من مسرد المصطلحات.
- تكمن أهمية الدراسات المَسْحية المباشرة في مراقبة الجماعات الحيوية التي يمكن تتبعها بسهولة، أما الجماعات الحيوية التي يصعب تقفي أثرها، فيمكن رصدها عَبْر آثار أقدامها أو فضلاتها أو أثر افتراسها حيوانًا آخر.

أفكّر نظرًا لصعوبة مراقبة الجماعات الحيوية لماعز الجبل مراقبة مباشرة أو تقصي أثرها بالبحث عن دلائل تشير إلى وجودها مثل آثار الأقدام أو الفضلات حيث أنها تتسلق عاليًا على الحواف المنحدرة للجبال، فإنه يمكن مراقبة هذه الجماعات. عن طريق الدراسات المَسْحية عن بعد، بوَضْع أطواق حول أعناق ماعز الجبل وتتبعها.

أفكّر أُبيِّنُ الطريقةَ المُثلى لمراقبةِ جماعةٍ حيويةٍ منْ ماعزِ الجبلِ، مُبرِّرًا ذلكَ.

من طرائقِ دراسةِ الأنظمةِ البيئية:

الملاحظةُ Observation

يُقصَدُ بالملاحظةِ مراقبةُ الكائناتِ الحيَّةِ التي تعيشُ في نظامٍ بيئيٍّ مُحدَّدٍ، ورصدُ نشاطِها الحيويِّ وتفاعلِها معَ مُكوِّناتِ النظامِ البيئيِّ الأُخرى مُدَّةً منَ الزمنِ. ولتحقيقِ ذلكَ، يستخدمُ العلماءُ **الدراساتِ المسحيةَ Survey Studies**؛ وهيَ دراساتٌ تُؤخَذُ فيها عيِّناتٌ عشوائيةٌ منْ جماعةٍ حيويةٍ مُحدَّدةٍ، وتُجمَعُ فيها بياناتٌ تخصُّ المُكوِّناتِ الحيَّةَ والمُكوِّناتِ غيرَ الحيَّةِ التي تُؤثِّرُ في هذهِ الجماعةِ. والدراساتُ المسحيةُ نوعانِ: دراساتٌ مسحيةٌ مرئيةٌ، ودراساتٌ مسحيةٌ عنْ بُعْدٍ.

الدراساتُ المسحيةُ المرئيةُ Visual Survey Studies

يستخدمُ العلماءُ نوعينِ منَ الدراساتِ المسحيةِ المرئيةِ، هما: الدراساتُ المسحيةُ المرئيةُ المباشرةُ، والدراساتُ المسحيةُ المرئيةُ غيرُ المباشرةِ.

الدراساتُ المسحيةُ المرئيةُ المباشرةُ Direct Visual Survey Studies

يستفادُ منَ الدراساتِ المسحيةِ المباشرةِ في مراقبةِ الجماعاتِ الحيويةِ التي يُمكِنُ تتبُّعُها بسهولةٍ، مثلِ بعضِ أنواعِ الحيواناتِ؛ إذْ يستطيعُ العلماءُ مراقبتَها بالعينِ المُجرَّدةِ، أوْ باستخدامِ أدواتٍ مثلِ المِنْظارِ.

الدراساتُ المسحيةُ المرئيةُ غيرُ المباشرةِ Indirect Visual Survey Studies

يُمكِنُ للعلماءِ رصدُ الجماعاتِ التي يصعبُ مراقبتُها عنْ طريقِ تقصّي أثرِها بالبحثِ عنْ دلائلَ تشيرُ إلى وجودِها، مثلِ آثارِ أقدامِها، أوِ البحثِ عنْ فضلاتِها، أوْ أثرِ افتراسِها لحيوانٍ آخرَ.

الدراساتُ المسحيةُ عنْ بُعْدٍ Telemetry Survey Studies

يصعبُ مراقبةُ بعضِ جماعاتِ الكائناتِ الحيَّةِ بالطرائقِ المرئيةِ المباشرةِ أوْ غيرِ المباشرةِ، مثلِ جماعةٍ منَ النمورِ؛ لذا يلجأُ العلماءُ إلى تثبيتِ طوقٍ حولَ عنقِ الحيوانِ، يحملُ رقمًا مُتسلسِلًا، ويحوي مُرسِلًا لموجاتٍ راديويةٍ، أنظرُ الشكلَ (11)، في حينِ يكونُ لدى العلماءِ هوائيٌّ مُعَدٌّ لاستقبالِ هذهِ الموجاتِ. ولتتبُّعِ حيوانٍ ما، يُدخِلُ العلماءُ الرقمَ المُتسلسِلَ للطوقِ المُثبَّتِ حولَ عنقِ الحيوانِ، ثمَّ يستخدمونَ أجهزةً مُخصَّصةً للاستشعارِ عنْ بُعْدٍ، ويتحرَّكونَ في الاتجاهِ الذي تُلتقَطُ منْهُ إشارةٌ مُميَّزةٌ، أنظرُ الشكلَ (12). وبذلكَ، يتمكَّنُ العلماءُ منْ دراسةِ خصائصِ هذهِ الجماعاتِ، وتعرُّفِ نطاقِ انتشارِها.

الشكلُ (11): نمرٌ مُثبَّتٌ حولَ عنقِهِ طوقٌ للمراقبةِ.

الشكلُ (12): عالِمٌ يُمسِكُ هوائيًا لاستشعارِ الإشاراتِ الصادرةِ عنْ طوقِ المراقبةِ المُثبَّتِ حولَ عنقِ حيوانٍ ما.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكلين (11) و(12)، ثم أسألهم:

– ما الشيء المثبت حول عنق النمر، وما أهميته؟ طَوْق ثُبِّت لمرقبة الحيوان في بيئته، إذ يصعب مراقبته باستخدام الدراسات المَسْحية المرئية.

– كيف يتمكن العلماء من تتبُّع الحيوان عَبْر طَوْق المراقبة؟ يحمل طَوْق المراقبة رَقْمًا متسلسلًا يُصدِر أمواجًا يمكن التقاطها وتتبُّعها باستخدام هوائي يستشعر تلك الموجات التي يُصدِرها الطَّوْق عند إدخال رَقْمه المتسلسل.

يستخدمُ علماءُ البيئةِ الملاحظةَ لأغراضٍ عِدَّةٍ، منْها: مراقبةُ التغيُّراتِ التي تحدثُ في الأنظمةِ البيئيةِ بمُكوِّناتِها الحيَّةِ وغيرِ الحيَّةِ، وتعرُّفُ أثرِ هذهِ التغيُّراتِ في الجماعاتِ الحيويةِ، ورصدُ أنماطِ الأنشطةِ الحيويةِ لجماعةٍ حيويةٍ ما، وتقديرُ حجمِ جماعةٍ حيويةٍ مُعيَّنةٍ؛ ما قدْ يفيدُهُمْ في اتخاذِ قراراتٍ تُسهِمُ في المحافظةِ على ديمومةِ الأنظمةِ البيئيةِ. فمثلًا، مراقبةُ العلماءِ لجماعةِ المها العربيِّ المُهدَّدةِ بالانقراضِ، ودراستُهُمْ أماكنَ توزُّعِها في النظامِ البيئيِّ، تفيدانِ في اختيارِ الموقعِ الأنسبِ منْ هذا النظامِ لإعادةِ توطينِها، أنظرُ الشكلَ (13).

أتحقَّقُ: فيمَ يستفادُ منْ مراقبةِ جماعاتِ الكائناتِ الحيَّةِ؟

إجراءُ التجاربِ Experimentation

درستُ سابقًا أنَّ العلماءَ يُنفِّذونَ تجاربَ علميةً مضبوطةً لاختبارِ الفرضياتِ التي يضعونَها حيالَ ظاهرةٍ ما. وفي علمِ البيئةِ، قدْ يُنفِّذُ العلماءُ هذهِ التجاربَ داخلَ المختبراتِ العلميةِ، أوْ في الميدانِ.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ جهودِ الجمعيةِ الملكيةِ لحمايةِ الطبيعةِ (Royal Sociey for the Conservation of Nature RSCN) في إعادةِ توطينِ حيوانِ المها العربيِّ في محميةِ الشوميريِّ الطبيعيةِ، ثمَّ أُعِدُّ فلمًا عنْ ذلكَ باستخدامِ برمجيةِ movie maker، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ، علمًا بأنَّ الموقعَ الإلكترونيَّ للجمعيةِ الملكيةِ لحمايةِ الطبيعةِ هوَ: https://www.rscn.org.jo/ar

تجاربُ المختبرِ Lab Experiments

يَعْمدُ العلماءُ إلى إجراءِ تجاربِهِمْ داخلَ المختبرِ عندَ دراسةِ أثرِ التغيُّرِ لأحدِ مُكوِّناتِ النظامِ البيئيِّ في جانبٍ واحدٍ منْ جوانبِ النشاطِ الحيويِّ للجماعةِ الحيويةِ؛ ما يُمكِّنُهُمْ منْ ضبطِ المُتغيِّراتِ بدقَّةٍ، إلّا أنَّ نتائجَ هذهِ التجاربِ قدْ لا تكونُ دقيقةً مقارنةً بما قدْ يحدثُ في النظامِ البيئيِّ. ومثالُ ذلكَ دراسةُ العلماءِ أثرَ المطرِ الحمضيِّ في إنباتِ البذورِ.

التجاربُ الميدانيةُ Field Experiments

يُنفِّذُ العلماءُ التجاربَ الميدانيةَ في موطنِ الكائنِ الحيِّ. وفي هذا النوعِ منَ الدراساتِ، يصعبُ ضبطُ المُتغيِّراتِ بدقَّةٍ، لكنَّ نتائجَها تكونُ أكثرَ واقعيةً في ما يتعلَّقُ بتفاعلِ الكائنِ الحيِّ معَ المُتغيِّراتِ في النظامِ البيئيِّ. ومثالُ ذلكَ دراسةُ العلماءِ أنماطَ توزُّعِ جماعةٍ حيويةٍ مُعيَّنةٍ.

أتحقَّقُ: أُقارنُ بينَ تجاربِ المختبرِ والتجاربِ الميدانيةِ.

الشكلُ (13): حيوانُ المها العربيُّ.

أُنشئت محمية الشومري للأحياء البرية مركزًا يهدف إلى إكثار الأنواع البرية المهددة عالميًّا المنقرضة محليًّا وإعادة توطينها، خصوصًا المها العربي. في عام 1978 وبدعم الجهود الدولية، أطلقت الجمعية الملكية لحماية الطبيعة عملية إنقاذ المها العربي في محاولة لإعادة المها العربي إلى موطنه الطبيعي في البادية، وبحلول عام 1983 حقَّقت هذه العملية نجاحها بعد إطلاق 31 مهًا عربيًّا من الأَسْر إلى موطنها الطبيعي داخل المحمية، فضلًا عن أنَّ المحمية باتت الآن موطنًا لمجموعة من الحيوانات النادرة في الشرق الأوسط، مثل النعام، والغزلان، والحمار البرّي، حيث بذلت الجمعية الملكية لحماية الطبيعة جهودًا كبيرة لمساعدة هذه الحيوانات على تكاثرها وتأكيد وجودها ضمن حدود المحمية بعيدًا عن خطر الصيد وتدمير الموائل.

أتحقَّقُ: مراقبة التغيُّرات التي تحدث في الأنظمة البيئيـة، وتعرُّف أثر التغيرات التي تحـدث في الأنظمة البيئية على الجماعات الحيوية، ورَصْد أنماط الأنشطة الحيوية لجماعة معينة، وتقدير حجم جماعة معينة، واتخاذ قرارات تسهم في المحافظة على ديمومة الأنظمة البيئية، وإعادة توطين الحيوانات المهددة بالانقراض.

المناقشة:

- أوجه الطلبة إلى تأمل الشكل (13) ثم أناقشهم في أهمية ملاحظة علماء البيئة، ثم أسألهم:

– لماذا يراقب علماء البيئة الكائنات الحية التي تعيش في نظام محدد، ويرصدون أنشطتها الحيوية وتفاعلاتها مع مُكوِّنات هذا النظام؟ مراقبة التغيُّرات التي تحدث في الأنظمة البيئية بمُكوِّناتها الحيوية وغير الحيوية، وتعرُّف أثر هذه التغيرات في الجماعات الحيوية، ورَصْد أنماط الأنشطة الحيوية لجماعة معينة، وتقدير حجم جماعة معينة، واتخاذ قرارات تسهم في المحافظة على ديمومة الأنظمة البيئية.

- أناقش الطلبة في أهمية التجارِب العلمية المضبوطة التي ينفذها علماء البيئة لاختبار فرضياتهم، ثم أسألهم:

– ما أهمية التجارِب التي ينفذها العلماء داخل المختبر؟ يعمد العلماء إلى تنفيذ التجـارِب العلمية المضبوطة داخل المختبر عند دراسة أثر التغيُّر لأحد مُكوِّنات النظـام البيئي في جانب واحـد من جوانب النشاط الحيوي للجماعات الحيوية.

– مـا إمكانيـة ضبط المتغيرات ودقـة نتائج التجرِبـة؟ يمكن ضبط المتغيرات بدقة، لكنَّ النتائج قد تكون غير دقيقة مقارنة بما يحدث في الأنظمة البيئية.

– لماذا يلجأ العلماء إلى تنفيذ بعض التجارِب في الميدان على الرغـم من صعوبـة ضبط المتغيرات فيـها؟ لأنَّ نتائجها أكثر واقعية بما يتعلق بتفاعل الكائن الحي مع المتغيرات في النظام البيئي.

أتحقَّق:

	الغرض	الدقة	القدرة على ضبط المتغيرات
تجارِب المختبر	دراسة أثر التغير في أحد مُكوِّنات النظام البيئي في جانب واحد من جوانب النشاط الحيوي للجماعة الحيوية.	قد تكون غير دقيقة بالمقارنة مع ما يحدث في الطبيعة.	يمكن ضبط المتغيرات بدقة.
التجارِب الميدانية	تنفيذ تجارِب في موطن الكائن الحي.	أكثر واقعية في ما يتعلق بتفاعل الكائن الحي مع التغيرات في النظام البيئي.	يصعب ضبط المتغيرات.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (14)، ثم أسألهم:

– مـا الشيء المُثبَّت حـول عنق الفيل؟ طوق للتتبُّع.

– كيف يساعـد هذا الطوق على تتبُّع جماعـة الأفيال؟ يرسل الطوق إشارات إلى الأقمار الصناعية التي تتبع نمط الحركة لأفراد هذه الجماعة.

- أناقشهم في أهمية النمذجة في علم البيئة، ثم أسألهم:

– ما أهمية استخدام برامج حاسوبية في عمل أنظمة بيئية افتراضية؟ إيجاد نظام بيئي افتراضي يتيح للعلماء تغيير مُكوِّناته وضبط المتغيرات فيه، وهذا يفيد في وَضْع خطط تسهم في المحافظة على أشكال الحياة البرية.

✓ **أتحقَّق:** في التجريب ينفذ العلماء تجارِب علمية مضبوطة لاختبار الفرضيات في ظاهرة ما. أمّا النمذجة، فيلجأ فيها العلماء إلى استخدام برامج حاسوبية لتصميم أنظمة بيئية افتراضية.

◄ المناقشة:

- أناقشهم في أهمية التحليل الإحصائي، ثم أسألهم:

– لماذا يُخضِع العلماء بيانـات العينات العشوائيـة إلى التحليـل الإحصائي عنـد دراسـة أثر أحد مُكوِّنات النظام البيئي في حجم جماعة حيويـة؟ لتعرُّف نوع العلاقة بين هذا المُكوِّن من النظام البيئي وحجم الجماعة الحيوية، وقياس قوة العلاقة بين أحد مُكوِّنات النظام البيئي وحجم الجماعة الحيويـة، والمقارنـة بين نظامين بيئيين مختلفين من حيث التنوُّع الحيوي.

ورقة العمل (3)

- أقسّم الطلبة مجموعات ثنائية، ثم أزود كل مجموعة بورقة العمل (3) الموجودة في الملحق، ثم أطلب إلى كل ثنائي حلها، وأمنحهما وقتًا كافيًا لذلك، ثم أطلب إليهما المناقشة في الحل.
- أوجّه أفراد المجموعات إلى عرض إجاباتهم، ثم المناقشة فيها.

أبحـثُ في مصـادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ دورِ الذكاءِ الاصطناعيِّ في إيجـادِ أنظمـةٍ بيئيةٍ افتراضيـةٍ في الأنظمـةِ البيئيةِ القاسيةِ، مثـلِ أعـماقِ المحيطِ، ثـمَّ أكتبُ تقريرًا عنْ ذلكَ، ثمَّ أقرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُوضِّحُ الفرقَ بينَ النمذجةِ والتجريبِ.

الشكلُ (14): تتبُّعُ جماعةٍ منَ الأفيالِ.

النمذجةُ Modeling

يلجـأُ العلـماءُ إلى استخـدامِ برامـجَ حاسـوبيةٍ لعملِ أنظمـةٍ بيئيةٍ افتراضيةٍ، وذلكَ بوضـعِ أجهزةِ تتبُّعٍ (أطواقٍ) حولَ أعنـاقِ عيِّنةٍ منْ أفرادِ إحدى الجماعـاتِ الحيويةِ مثلِ الأفيالِ، أنظرُ الشكلَ (14)، حيثُ تُرسِلُ هذهِ الأجهزةُ إشاراتٍ إلى الأقمارِ الصناعيةِ، التي تأخذُ بتتبُّعِ نمطِ الحركةِ لأفرادِ هذهِ الجماعةِ. بعدَ ذلكَ يستخدمُ العلماءُ البياناتِ الواقعيةَ المُلتقَطةَ منَ الأقمارِ الصناعيةِ، ثمَّ يضيفونَ إليْها أماكنَ توزُّعِ بعضِ الجماعاتِ الحيويةِ منَ النباتاتِ، أوْ كمِّياتِ الهطلِ وأنواعَها، أوْ بعضَ أنماطِ النشاطِ الجيولوجيِّ فيها، ثمَّ يستعينونَ بالخرائطِ الرقميةِ (الخرائطُ الحاسوبيةُ) لإيجادِ نظامٍ بيئيٍّ افتراضيٍّ يتيحُ لهُمْ تغييرَ مُكوِّناتِهِ، وضبطَ المُتغيِّراتِ فيهِ. ويفيدُ ذلكَ علماءَ البيئةِ في وضعِ خُطَطٍ تُسهِمُ في المحافظةِ على أشكالِ الحياةِ البَرِّيَّةِ في الأنظمةِ البيئيةِ المختلفةِ. فمثلًا، يُمكِنُ التنبُّؤُ بالآثارِ المُترتِّبةِ على إعادةِ توطينِ أفرادٍ منْ جماعةٍ حيويةٍ وانعكاساتِها على جماعاتٍ حيويةٍ أُخرى.

التحليلُ الإحصائيُّ Statistical Analysis

يُخضِعُ العلماءُ البياناتِ التي جُمِعَتْ منَ العيِّناتِ العشوائيةِ للتحليلِ الإحصائيِّ؛ وذلكَ لدراسةِ أثرِ أحدِ مُكوِّناتِ النظامِ البيئيِّ في حجمِ جماعةٍ حيويةٍ مـا، وتعرُّفِ نـوعِ العلاقـةِ بينَهُما (طرديـةٌ، عكسيةٌ) إنْ وُجِدَتْ، مثلِ: أثرِ نسبةِ رطوبةِ التربةِ في حجمِ جماعةٍ حيويةٍ لنباتٍ ما. وكذلكَ لقياسِ قوَّةِ العلاقةِ بينَ أحدِ مُكوِّناتِ النظامِ البيئيِّ وحجمِ الجماعةِ الحيويةِ. ويُستخدَمُ التحليلُ الإحصائيُّ أيضًا في دراسةِ التنوُّعِ الحيويِّ، مثلِ المقارنةِ بينَ نظامينِ بيئيينِ مختلفينِ منْ حيثُ التنوُّعُ الحيويُّ، أوِ المقارنةِ بينَ فصولٍ مختلفةٍ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُوضِّحُ أهميةَ استخدامِ التحليلِ الإحصائيِّ.

✓ **أتحقَّق:** دراسة أثر أحد مُكوِّنات النظام البيئي في حجم جماعة حيوية ما، وتعرُّف نوع العلاقة بين مُكوِّنات النظام البيئي (طردية–عكسية) وقياس قوة العلاقة بين مُكوِّنات النظام البيئي ودراسة التنوُّع الحيوي، مثل المقارنة بين نظامين بيئيين مختلفين من حيث التنوُّع الحيوي أو المقارنة بين فصول مختلفة.

أبحث:

أطلب إلى الطلبة البحث في مصادر المعرفة الموثوقة مثل موقع https://www.maan-ctr.org/magazine/article/2377/ بعد تفحصه قبل عرضه على الطلبة، ثم كتابة تقرير عن ذلك، ويمكن الاستعانة بالمعلومات الآتية: تسهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي، مثل التعلم الآلي والرؤية الحاسوبية ونظام الخبير والتطور الرَّقْمي في جَمْع المعلومات وتخزينها في المحافظة على ديمومة الأنظمة البيئية في ما يعرف بالثورة الصناعية الرابعة.

مراجعة الدرس

1 يعتمد العلماء على المنهجية العلمية في دراسة الأنظمة البيئية.

2 تستخدم **الدراسة المسحية المرئية المباشرة** في مراقبة الجماعات الحيوية التي يمكن تتبُّعها بسهولة، إذ يمكن مراقبتها بالعين المجردة، أمّا **الدراسات المَسْحية المرئية غير المباشرة**، فتكون للجماعات التي يصعب تقفي أثرها عَبْر مراقبة آثار الجماعة الحيوية، مثل آثار أقدامها أو فضلاتها أو آثار افتراسها حيوانًا آخر.

3 عَبْر مراقبة الجماعات الحيوية برصد أنماط نشاطها وتقدير حجم الجماعة الحيوية وأماكن توزُّعها وطريقة تفاعلها مع التغيرات في الأنظمة البيئية.

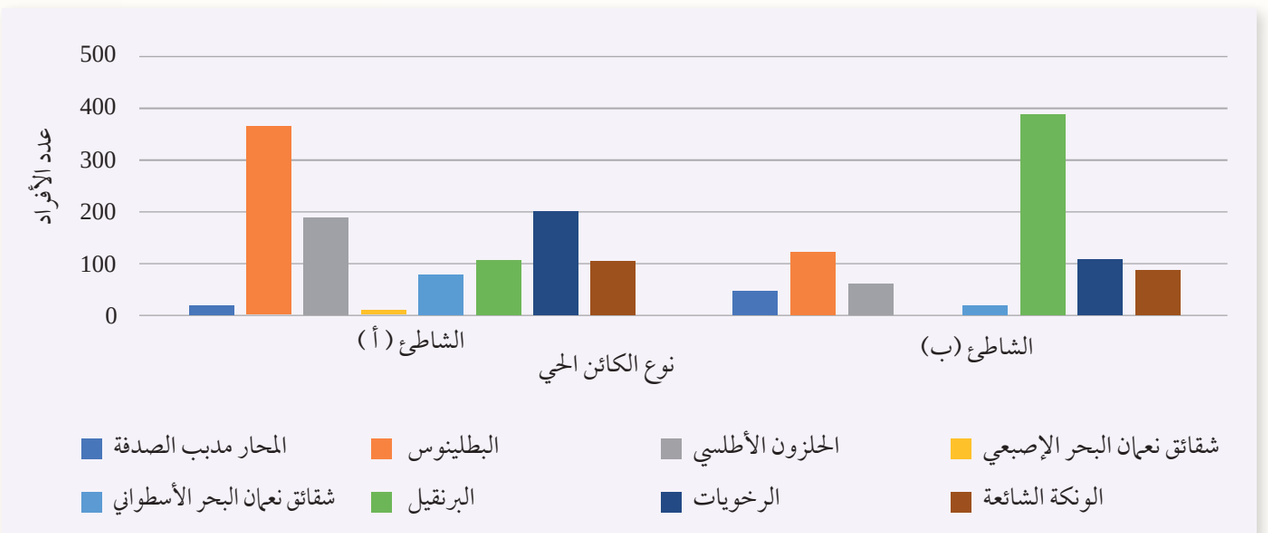
مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** ما الطريقةُ التي يعتمدُها العلماءُ في دراسةِ الجماعاتِ الحيويةِ؟
2. أُوضِّحُ الفرقَ بينَ الدراسةِ المسحيةِ المرئيةِ المباشرةِ والدراسةِ المسحيةِ المرئيةِ غيرِ المباشرةِ.
3. **أُفسِّرُ** كيفَ تُمكِّنُ الملاحظةُ علماءَ البيئةِ منْ تحديدِ المواقعِ المُثلى لإعادةِ توطينِ الأنواعِ المُهدَّدةِ بالانقراضِ.
4. في بحثٍ لمجموعةٍ منَ العلماءِ، هدفَ إلى دراسةِ التنوُّعِ الحيويِّ في شاطئينِ مختلفينِ، عَدَّ العلماءُ أفرادَ حيواناتِ كلِّ جماعةٍ في 10 مُربَّعاتٍ قياسيةٍ، وكانَتِ الأعدادُ كما في الجدولِ الآتي:

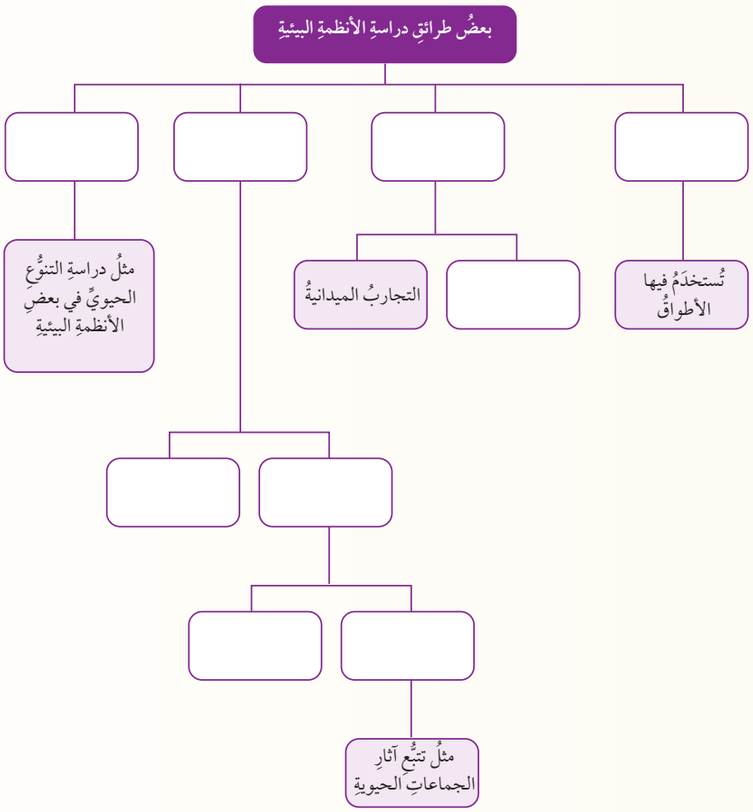
الجماعةُ الحيويةُ	عددُ الأفرادِ (n)	
	الشاطئُ (أ)	الشاطئُ (ب)
المَحارُ مُدبَّبُ الصدفةِ:	24	51
البطلينوسُ:	367	125
الحلزونُ الأطلسيُّ:	192	63
شقائقُ نعمانِ البحرِ الإصبعيِّ:	14	0
شقائقُ نعمانِ البحرِ الأسطوانيِّ:	83	22
البرنقيلُ:	112	391
الرخوياتُ:	207	116
الونكةُ الشائعةُ:	108	93
المجموعُ (N):	**1107**	**861**

أُمثِّلُ بيانيًّا: أُمثِّلُ البياناتِ الواردةَ في الجدولِ بيانيًّا، ثمَّ أُحدِّدُ أيَّ الشاطئينِ أكثرُ تنوُّعًا.

4

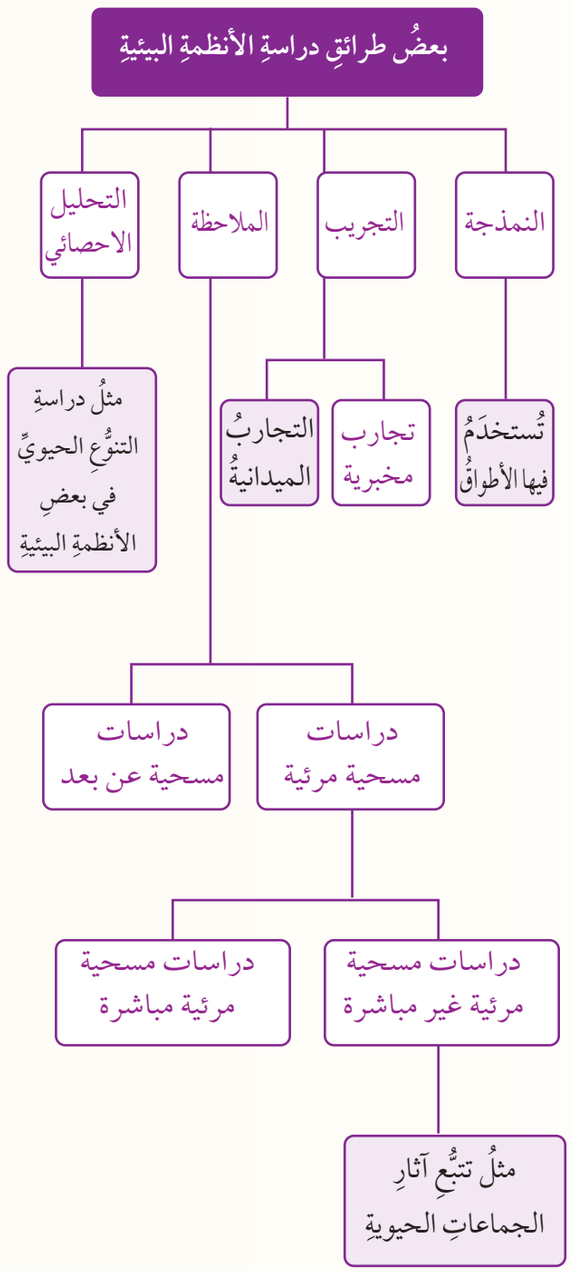


5. أملأُ الفراغَ في المُخطَّطِ المفاهيميِّ الآتي:



6. **أطرحُ سؤالًا** تكون إجابتهُ: "يمكنُ التنبّؤُ بالآثارِ المُترتبةِ على إعادةِ تَوطينِ المَها العربيِّ على الجَماعاتِ الحيويّةِ الأُخْرى مِن خِلالِ إيجادِ نِظامٍ بيئيٍّ افتراضيٍّ يُتيحُ لعلماءِ البيئةِ تغيير مكوناتهِ وضبطِ المتغيراتِ فيهِ".

5



6 تتنوع الأسئلة، منها: كيف يمكن التنبؤ بالآثار المترتبة على إعادة توطين المها العربي على الجماعات الحيوية الأخرى؟

الدرس 3

استدامة الطاقة والموادّ في الأنظمة البيئية

Energy and Matter Sustainability in Ecosystems

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

- أكتب على اللوح فكرة الدرس الرئيسة، ثم أسأل الطلبة عن آليات استدامة الطاقة والموادّ في الأنظمة البيئية المختلفة، ثم أطلب إليهم كتابتها في ورقة – بعد تقسيمهم مجموعات– ثم أُناقِشهم فيها جماعيًّا.
- أَستعرِض مع الطلبة نتاجات التعلم لهذا الدرس والمفاهيم والمصطلحات الخاصة به.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أُذكِّر الطلبة بما تعلَّموه عن المُكوِّنات الحية وغير الحية التي تكوِّن الأنظمة البيئية وتفاعلها مع بعضها، ثمَّ أطلب إليهم الإجابة عن السؤال الآتي:

– ما المُكوِّنات الحية وغير الحية في الأنظمة البيئية؟

المُكوِّنات الحية تشمل جميع أنواع الكائنات الحية التي تعيش في الأنظمة البيئية المختلفة، أمّا **المُكوِّنات غير الحية**، فهي تضمّ الهواء والماء والتربة والصخور وغيرها الموجودة في الأنظمة البيئية المختلفة.

- أمنح الطلبة 3 دقائق لكتابة ما يتذكرونه عن الموطن والسلاسل الغذائية والشبكات الغذائية، وأشجعهم على المناقشة للتوصل إلى المقصود منها.

2 التدريس

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (15) الذي يمثِّل نظامًا بيئيًّا في خليج العقبة، ثم أسألهم:

– أذكر بعض المُكوِّنات الحية وغير الحية في هذا النظام البيئي؟ **مُكوِّنات حية:** الأسماك بأنواعها، والمرجان. **مُكوِّنات غير حية:** الماء، والرمال، والصخور.

– كيف تتفاعل المُكوِّنات الحية مع بعضها في النظام البيئي؟ تتفاعلُ المُكوِّنات الحية معَ بعضها بعلاقات غذائية متنوِّعة، مثل الافتراس والتقايض وغيرهما.

الدرس 3

استدامة الطاقة والموادّ في الأنظمة البيئية

Energy and Matter Sustainability in Ecosystems

الفكرة الرئيسة:
تحافظُ السلاسلُ والشبكاتُ الغذائيةُ على استدامةِ الطاقةِ في الأنظمةِ البيئيةِ، في حينِ تحافظُ الدوراتُ البيوجيوكيميائيةُ على استدامةِ تدويرِ الموادِّ الغذائيةِ فيها.

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أتتبَّعُ تدفُّقَ الطاقةِ منَ الشمسِ إلى المُنتِجاتِ، فبقيةِ الكائناتِ الحيَّةِ ضمنَ الشبكاتِ الغذائيةِ.
- أتتبَّعُ تدفُّقَ الطاقةِ في هرمِ الطاقةِ.
- أُوضِّحُ العلاقةَ بينَ الدوراتِ البيوجيوكيميائيةِ واستدامةِ النظامِ البيئيِّ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

غيرُ ذاتيةِ التغذيةِ	Heterotrophs
الشبكةُ الغذائيةُ	Food Web
هرمُ الكتلةِ الحيويةِ	Pyramid of Biomass
هرمُ الطاقةِ	Pyramid of Energy
تدويرُ المادةِ	Matter Cycling
الدوراتُ البيوجيوكيميائيةُ	Biogeochemical Cycles
تثبيتُ الكربونِ	Carbon Fixation

الكائناتُ الحيَّةُ وبيئاتُها

Organisms and their Environment

درسْتُ سابقًا أنَّ الأنظمةَ البيئيةَ تتألَّفُ منْ مُكوِّناتٍ حيَّةٍ ومُكوِّناتٍ غيرِ حيَّةٍ، أنظرُ الشكلَ (15). تتفاعلُ الكائناتُ الحيَّةُ بعضُها معَ بعضٍ بعلاقاتٍ غذائيةٍ مُتنوِّعةٍ، مثلِ: الافتراسِ، والتقايضِ. وكذلكَ تتفاعلُ معَ المُكوِّناتِ غيرِ الحيَّةِ في النظامِ البيئيِّ بما يضمنُ استدامةَ انتقالِ الطاقةِ والموادِّ الغذائيةِ في الأنظمةِ البيئيةِ المختلفةِ، ثمَّ استدامةِ مُكوِّناتِ هذهِ الأنظمةِ وإنتاجيتِها.

استدامةُ انتقالِ الطاقةِ في الأنظمةِ البيئيةِ

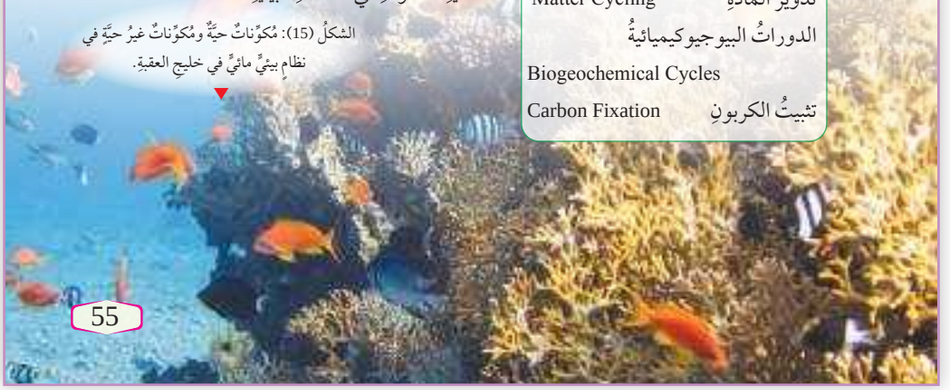
Energy Transfer Sustainability in Ecosystems

درسْتُ سابقًا أنَّ الكائناتِ الحيَّةَ تحتاجُ إلى الغذاءِ لاستخدامِهِ في إنتاجِ الطاقةِ اللازمةِ لأداءِ العملياتِ الحيويةِ المختلفةِ التي تساعدُها على البقاءِ.

السلسلةُ الغذائيةُ Food Chain

تُعرَّفُ السلسلةُ الغذائيةُ بأنَّها نموذجٌ يُبيِّنُ استدامةَ تسلسلِ انتقالِ الطاقةِ بينَ الكائناتِ الحيَّةِ المختلفةِ عنْ طريقِ العلاقاتِ الغذائيةِ المُتنوِّعةِ في الأنظمةِ البيئيةِ.

الشكلُ (15): مُكوِّناتٌ حيَّةٌ ومُكوِّناتٌ غيرُ حيَّةٍ في نظامٍ بيئيٍّ مائيٍّ في خليجِ العقبةِ.



55

– ما أهمية تفاعل المُكوِّنات الحية مع المُكوِّنات غير الحية في الأنظمة البيئية؟ ينتج من تفاعل المُكوِّنات الحية معَ المُكوِّنات غيرِ الحيَّةِ استدامة انتقال الطاقة والموادّ الغذائية في الأنظمة البيئية المختلفة، ثمَّ استدامة مُكوِّنات هذه الأنظمة واستمرار إنتاجيتها.

- أوضح لهم أنَّ الطاقة تنتقل بين المُكوِّنات الحية والمُكوِّنات غير الحية في الأنظمة البيئية، ثم تعود الطاقة إلى البيئة مرة أخرى، وهكذا.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

❋ **القضايا البيئية: العلاقة بالبيئة.**

أبيّنِ للطلبة أهمية البيئة، ووجوب المحافظة عليها، وحماية الأنظمة البيئية من الحرائق، والتحطيب، والتلوث، وغيرها؛ لأنَّ عملية التعاقب وعودة هذه الأنظمة إلى ما كانت عليه تستغرق وقتًا طويلًا جدًّا. فالمحافظة على البيئة تُحسِّن حياة الإنسان والكائنات الحيَّة الأُخرى؛ ما يؤدي إلى التوازن البيئي وضمان استدامة الأنظمة البيئية وإنتاجيتها كما ورد في صفحة كتاب الطالب صفحة (55).

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (16)، ثم أوضح لهم أنَّ بعض أنواع الطحالب ذاتية التغذية لأنها تُنتِج غذاءها بنفسها بعملية البناء الضوئي.

◄ بناء المفهوم: غير ذاتية التغذية.

- أقسم الطلبة مجموعات، ثم أوظِّف (**الطاولة المستديرة**) بحيث أُزوِّد أفراد كل مجموعة بأحد الأسئلة الآتية عشوائيًّا، مُحدِّدًا زمن الإجابة.

– ما الكائنات الحية غير ذاتية التغذية؟

– كيف تحصل الكائنات غير ذاتية التغذية على غذائها؟

– ما أهمية الكائنات غير ذاتية التغذية للأنظمة البيئية؟

- أطلب إلى أحد الأفراد في كل مجموعة كتابة سؤال المجموعة في الجزء العلوي من ورقة فارغة، ثمَّ تمريرها إلى زملائه/ زميلاتها في المجموعة ليكتب كلٌّ منهم إجابة مقترَحة.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة التوقُّف عن الكتابة بعد انتهاء الوقت المخصَّص للإجابة، ثمَّ المناقشة في الإجابات المقترَحة للاتفاق على إجابة موحَّدة، ثمَّ عَرْضها على المجموعات الأُخرى.
- أوجّههم إلى مقارنة إجاباتهم المتفق عليها مع المفهوم في مسرد المصطلحات.
- إنَّ الكائنات غير ذاتية التغذية كائنات حيَّة لا تُنتِجُ غذاءَها بنفسها، وتتغذّى بغيرها من الكائنات الحيَّة، عن طريق الافتراس، أو التطفُّل، أوْ غيرهما من العلاقات الغذائية، وعندما تتخلَّص الكائنات الحيَّة غير ذاتية التغذية من نواتج عمليات هَضْم الغذاء في صورة فضلات تُسهِم في زيادة خصوبة التربة، أو نَقْل بذور النباتات التي لمْ تُهضَمْ؛ فيؤدّي إلى انتشارها في مناطق أُخرى من النظام البيئي.

أفكّرُ عندما تتخلص الكائنات الحية غير ذاتية التغذية من نواتج عمليات هَضْم الغذاء في صورة فضلات، تزيد هذه الفضلات خصوبة التربة أو تنقل بذور النباتات التي لم تُهضَم، وعليه، انتشارها في مناطق متفرقة من النظام البيئي فيزداد حجم الغطاء النباتي.

تضمُّ السلسلةُ الغذائيةُ مستوياتٍ غذائيةً عديدةً، يُمثِّلُ كلٌّ منها أنواعًا منَ الكائناتِ الحيَّةِ، هيَ:

المُنتِجاتُ Producers

كائناتٌ حيَّةٌ تُنتِجُ غذاءَها بنفسِها، مثلُ: النباتاتِ، والبكتيريا الخضراءِ المُزرَقَّةِ، وأنواعِ الطحالبِ، أنظرُ الشكلَ (16)، مُستخدِمةً في ذلكَ عملياتٍ عديدةً، مثلَ عمليةِ البناءِ الضوئيِّ Photosynthesis، ولذلكَ توصَفُ بأنَّها ذاتيةُ التغذيةِ تُخزِّنُ المُنتِجاتُ الغذاءَ داخلَ أجسامِها في صورةِ موادَّ عضويةٍ، مثلَ السُّكَّرياتِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُوضِّحُ كيفَ تحصلُ الطحالبُ الخضراءُ على غذائِها.

المُستهلِكاتُ Consumers

كائناتٌ حيَّةٌ لا تُنتِجُ غذاءَها بنفسِها، وتتغذّى بغيرِها منَ الكائناتِ الحيَّةِ، وتُسمّى كائناتٍ **غيرَ ذاتيةِ التغذيةِ Heterotrophs**، وتحصلُ على الغذاءِ منَ الكائناتِ الأُخرى عنْ طريقِ الافتراسِ، أوِ التطفُّلِ، أوْ غيرِهما منَ العلاقاتِ الغذائيةِ، أنظرُ الشكلَ (17). تهضمُ المُستهلِكاتُ الغذاءَ الذي تحصلُ عليْهِ، وتستخدمُهُ في إنتاجِ الطاقةِ اللازمةِ لاستمرارِ حياتِها خلالَ عمليةِ التنفُّسِ الخلويِّ. تتخلَّصُ الكائناتُ الحيَّةُ غيرُ ذاتيةِ التغذيةِ منْ نواتجِ عملياتِ هضمِ الغذاءِ في صورةِ فضلاتٍ تُسهِمُ في زيادةِ خصوبةِ التربةِ، أوْ نقلِ بذورِ النباتاتِ التي لمْ تُهضَمْ؛ ما يؤدّي إلى انتشارِها في مناطقَ أُخرى منَ النظامِ البيئيِّ.

الشكلُ (16): نوعٌ منَ الطحالبِ الخضراءِ.

أفكّرُ أستنتجُ: كيفَ تساعدُ الكائناتُ غيرُ ذاتيةِ التغذيةِ على زيادةِ حجمِ الغطاءِ النباتيِّ في منطقةٍ ما؟

الربطُ بالكيمياءِ

بكتيريا أكسدةِ الحديدِ

كائناتٌ حيَّةٌ دقيقةٌ تعيشُ في المياهِ التي تحتوي تراكيزَ عاليةً منَ الحديدِ، وتعملُ على أكسدةِ أيوناتِ الحديدِ للحصولِ على الغذاءِ والطاقةِ اللازمينِ لاستمرارِ حياتِها؛ لذا تظهرُ المياهُ التي توجدُ فيها هذهِ البكتيريا باللونِ الأحمرِ.

الشكلُ (17): قيامُ النسرِ الأصلعِ بالافتراسِ للحصولِ على الغذاءِ.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (17)، ثم أسألهم:

– كيف يحصل النسر الأصلع على غذائه؟ بالافتراس.

– هل يصنف النسر الأصلع من المُنتِجات أم من المُستهلِكات؟ من المُستهلِكات؛ لأنَّه يحصل على غذائه من كائنات حية أخرى كالأسماك.

الربطُ بالكيمياءِ

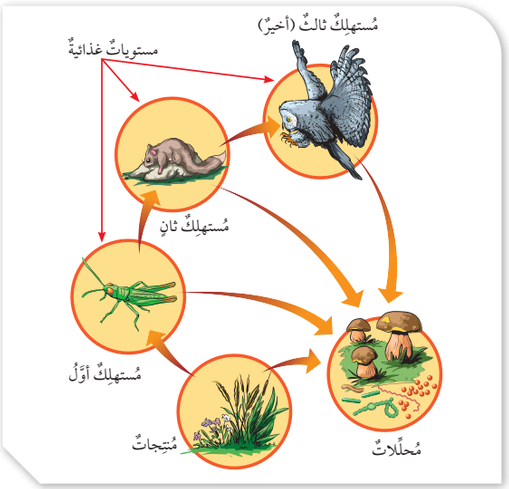
- أوضّح للطلبة أنَّ البكتيريا المؤكسدة للحديد هي بكتيريا كيميائية التغذية تستمدّ الطاقة عَبْر استخدام الأكسجين لأكسدة الحديد المذاب في الماء، وهي تنمو وتتكاثر في المياه التي تحتوي الحديد مع ضرورة وجود ما لا يقلّ عن 0.3 ppm من الأكسجين المذاب لإتمام عملية الأكسدة، فتحوّل هذه البكتيريا الحديد المذاب إلى مادة هلامية بُنّيّة مُحمَرَّة غير قابلة للذوبان تُغيِّر لون قيعان الجداول أو الأنهار. (ppm = جزء من المليون).

✓ **أتحقَّق:** من خلال عملية البناء الضوئي.

الشكلُ (18): أقسامُ المُستهلِكاتِ.

تُقسَّمُ المُستهلِكاتُ بحسبِ المستوى الغذائيِّ الذي توجدُ فيهِ إلى أربعةِ أقسامٍ، أنظرُ الشكلَ (18).

تجدرُ الإشارةُ إلى وجودِ كائناتٍ حيّةٍ لا تظهرُ في السلاسلِ الغذائيةِ، وتُسمّى المُحلِّلاتِ Decomposers؛ وهيَ كائناتٌ حيّةٌ تُحلِّلُ مُكوِّناتِ النباتاتِ والحيواناتِ الميتةِ وغيرِها، ثمَّ تعيدُها إلى التربةِ، مثلُ: الفطرياتِ، والبكتيريا، أنظرُ الشكلَ (19).



الشكلُ (19): استدامةُ انتقالِ الطاقةِ بينَ الكائناتِ الحيّةِ ضمنَ مستوياتٍ غذائيةٍ في سلسلةٍ غذائيةٍ.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ أهميةِ المُلقِّحاتِ البرِّيَّةِ في توفيرِ الغذاءِ لكثيرٍ منَ الكائناتِ الحيَّةِ على سطحِ الأرضِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْ ذلكَ، ثمَّ أقرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الربطُ بالزراعةِ

المُلقِّحاتُ

المُلقِّحاتُ منَ المُستهلِكاتِ التي تُسهِمُ في المحافظةِ على التنوُّعِ الحيويِّ على سطحِ الأرضِ. تساعدُ المُلقِّحاتُ البرِّيَّةُ، (مثلُ النحلِ البرِّيِّ) على بقاءِ النباتاتِ، وهيَ تتنقَّلُ بينَ أنواعٍ مختلفةٍ منَ الأزهارِ؛ ما يُعزِّزُ عمليةَ التلقيحِ الخلطيِّ، فتنتجُ نباتاتٌ ذاتُ صفاتٍ جينيةٍ مُتنوِّعةٍ تُلائِمُ التغيُّراتِ المناخيةَ المستقبليةَ. يُعَدُّ الذبابُ أيضًا منَ المُلقِّحاتِ المُهِمَّةِ، وبخاصةٍ في الظروفِ الباردةِ والرطبةِ عندَما يكونُ عددُ النحلِ النشطِ قليلًا، في وقتِ إزهارِ أشجارِ التفّاحِ والكرزِ.

أتحقَّقُ: أوضِّحُ أهميةَ المُحلِّلاتِ في الأنظمةِ البيئيةِ.

الربطُ بالزراعةِ

- أبيّن للطلبة أنَّ المُلقِّحات تُسهِم في المحافظةِ على التنوُّع الحيوي والبيئي على سطح الأرض، وتسهم الطيور الصغيرة والحشرات المُلقِّحة البرية في ذلك أيضًا؛ إذ تحتاج (87%) من النباتات الزهرية إلى المُلقِّحات الحشرية البرية، وقد يتسبَّب فقدان الملقِّحات في انقراض بعض النباتات والكائنات الحيّة الأخرى التي تعتمد عليها.

نشاط سريع

أجمع عينات عوالق من الماء قبل بَدْء الدرس بمدة وجيزة، وأحضر منها شرائح لأمنح الطلبة فرصة مشاهدة العوالق الحية تحت المِجْهر، ثم أطلب إليهم تحديدها ومراقبتها ووَصْف أدوارها في الأنظمة البيئية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أطلب إلى الطلبة تأمُّل الشكلين (18) و (19)، ثم أقسّمهم مجموعات وأطلب إلى أفراد كل مجموعة تحديد أقسام المُستهلِكات وتوضيح كل قسم من أقسامها وكتابة أمثلة على كل منها وتحديد مستوياتها الغذائية.
- أُوزِّع على أفراد المجموعات ورقًا مقوًّى لتدوين ما يتوصَّلون إليه من نتائج.
- أوظِّف (**أكواب إشارة المرور**) مُزوَّدًا كل مجموعة بثلاثة أكواب حمراء وخضراء وصفراء.
- أوضِّح لأفراد المجموعات أنَّ الأكواب تُستعمَل بوَصْفها إشارةً للمعلّم، حيث يشير الأحمر إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، والأصفر إلى حاجتهم البسيطة إلى المساعدة، والأخضر إلى عدم حاجتهم إلى المساعدة.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة مقارنة نتائج مجموعتهم بنتائج المجموعات الأخرى.

أتحقَّق: المُحلِّلات: هي كائنات حية تحلِّل مُكوِّنات النباتات والحيوانات المَيْتة وتعيدها إلى التربة، فيزيد خصوبتها ويحافظ على استدامة الموادّ الغذائية المختلفة في البيئة.

أبحث:

يمكن استخدام العديد من المراجع (مثل كتاب الملقحات الحشرية- ماهيتها وسبل استخدامها في زيادة الانتاج الزراعي)، أو الدخول إلى الموقع الإلكتروني التالي بعد تفحصه مسبقًا: https://www.fao.org/pollination/about/ar،

يجب أن يتضمن التقرير بعض المعلومات، منها: أن المُلقِّحات كائنات حية متنوعة تساعد على بقاء النباتات، وتعزز إنتاج نباتات بصفات جينيّة متنوِّعة تلائم التغيُّرات المناخية المستقبلية، وتؤدي دورًا مُهمًّا في توفير غذاء لكثير من الكائنات الحية على الأرض. يمكن أن يُسبِّب فقدان المُلقِّحات انخفاضًا شديدًا في التنوُّع الغذائي فيؤدي إلى تأثيرات كبيرة على الأنظمة البيئية والأمن الغذائي والمرونة في مواجهة تغير المناخ ورفاهية الإنسان.

◄ المناقشة:

● أطلب إلى الطلبة دراسة النص في الصفحة (58) من كتاب الطالب، ثم أسألهم:

– لماذا قد تموت بعض الكائنات الحية في المستويات الغذائية المختلفة؟ قد تموت بعض الكائنات الحية في المستويات الغذائية المختلفة المُكوِّنة لبعض السلاسل الغذائية نتيجة تأثُّر استمرار انتقال الطاقة بسبب العوامل المختلفة.

– أعدد بعض العوامل التي تؤثر في استمرار انتقال الطاقة في بعضِ السلاسل الغذائية؟ من هذه العوامل: الكوارث الطبيعية مثل البراكين، وأنشطة الإنسان الضّارَّة بالبيئة مثل استخدام المبيدات الحشرية في رشّ المزروعات.

◄ استخدام الصور والأشكال:

● أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (20)، ثم أسألهم:

– كيف تؤثِّر المبيدات الحشرية (مثل DDT) التي تتسرب إلى مختلف المسطَّحات المائية في صحة الإنسان؟ تسبب المبيدات الحشرية المتسربة زيادة في سُمّيَّة المياه، وتتراكم جزيئات هذه المبيدات في أجسام الكائنات الحيَّة في المستويات الغذائية المُكوِّنة للسلسلة الغذائية المائية، وقد يصل تأثير هذه المبيدات إلى الإنسان عند تناوله أسماكًا تتراكم في أنسجتها جزيئات من مبيد حشري، فيُسبّب ذلك أمراضًا عديدةً، مثل بعض أمراض الجهازين العصبيّ والتنفُّسيّ.

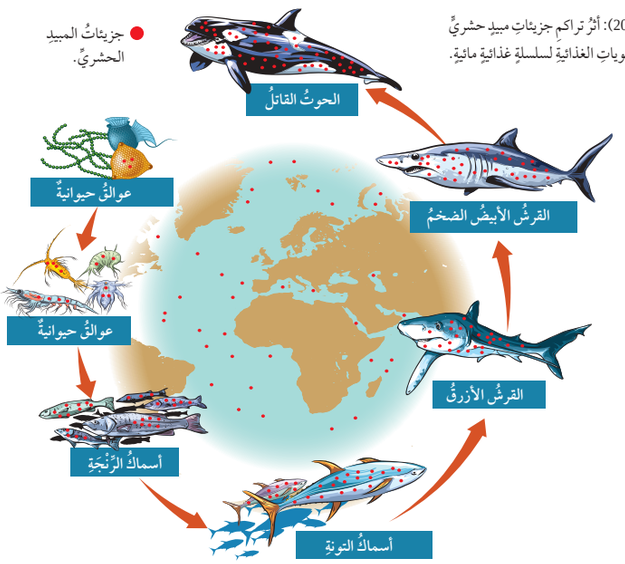
أبحث: يمكن استخدام العديد من المراجع (مثل كتاب «سمية المبيدات الحشرية» للدكتور محمد ابراهيم عبدالمجيد)، او البحث الآثار الصحية للمبيدات باستخدام شبكة الإنترنت بعد التحقق منها، يجب أن يتضمن التقرير بعض المعلومات الآتية: تصيب الإنسان أضرار قصيرة الأمد وطويلة الأمد عند تراكم جزيئات المبيدات الحشرية في جسمه نتيجة أكله أسماكًا تحتوي أجسامها تراكيز عالية من هذه المبيدات، ومن الأضرار قصيرة الأمد: تهيُّج الجهاز التنفسّي، والحساسيّة، والغثيان، وفقدان الوعي، والضعف الشديد، وغيرها، أما الأضرار طويلة الأمد الناتجة من التعرُّض لتراكيز قليلة من المبيدات الحشرات مددًا زمنيّة طويلة فقد تشمل: التشوهات الخلقية أو تسمّم الجنين عند الحوامل، وتكوُّن الأورام الحميدة أو الخبيثة، واختلالات الجهاز العصبي والغدد الصم، والعقم.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ آثارٍ أُخرى تنتجُ منْ تغذّي الإنسانِ بأسماكٍ تحتوي أجسامُها على تراكيزَ عاليةٍ منَ المبيداتِ الحشريةِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْ ذلكَ، ثمَّ أقرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

تُؤثِّرُ عواملُ عديدةٌ في استمرارِ انتقالِ الطاقةِ في بعضِ السلاسلِ الغذائيةِ؛ ما يؤدّي إلى موتِ بعضِ الكائناتِ الحيَّةِ في المستوياتِ الغذائيةِ المختلفةِ، أوْ يتسبَّبُ في مرضِها. ومنْ هذهِ العواملِ: الكوارثُ الطبيعيةُ مثلُ البراكينِ، وأنشطةُ الإنسانِ الضارَّةُ بالبيئةِ مثلُ استخدامِ المبيداتِ الحشريةِ في رشِّ المزروعاتِ.

يستخدمُ الإنسانُ كثيرًا منَ المبيداتِ الحشريةِ (مثلُ مادةِ DDT) في أعمالِ الزراعةِ؛ ما يؤدّي إلى تسرُّبِ بعضِها إلى مختلفِ مُسطَّحاتِ المياهِ، مُسبِّبةً زيادةً في سُمِّيَّةِ هذهِ المياهِ بتراكمِها في أجسامِ الكائناتِ الحيَّةِ في المستوياتِ الغذائيةِ المُكوِّنةِ للسلسلةِ الغذائيةِ، أنظرُ الشكلَ (20). وقدْ يصلُ تأثيرُ المبيداتِ الحشريةِ إلى الإنسانِ عندَ تناولِهِ أسماكًا تتراكمُ في أنسجتِها جزيئاتٌ منْ مبيدٍ حشريٍّ؛ ما يُسبِّبُ لهُ أمراضًا عديدةً، مثلَ بعضِ أمراضِ الجهازِ العصبيِّ والجهازِ التنفُّسيِّ.

الشكلُ (20): أثرُ تراكمِ جزيئاتِ مبيدٍ حشريٍّ في المستوياتِ الغذائيةِ لسلسلةٍ غذائيةٍ مائيةٍ.



إضاءة للمعلّم/ للمعلّمة

إضاءة للمعلم/ المعلمة هناك فرق بين عمليتَي التضخيم الحيوي (Biomagnification) والتراكم الحيوي (Bioaccumulation) للمبيدات الحشرية أو غيرها من المُلوِّثات، فالتضخيم الحيوي عملية يزيد عَبْرها تركيز موادّ أو مُلوِّثات معينة زيادة كبيرة في أنسجة الكائنات الحية نتيجة انتقالها خلال المستويات الغذائية المختلفة في السلسلة الغذائية. يحدث التضخيم الحيوي لأنَّ هذه الملوثات عضوية مستمرة التأثير Persistent Organic Pollutants (POPs) مثل بعض المبيدات الحشرية (DDT) والموادّ الكيميائية الصناعية والمعادن الثقيلة، أمّا عملية التراكم الحيوي، فهي عملية تراكم بعض الموادّ السامة، مثل المعادن الثقيلة أو المبيدات الحشرية في أنسجة جسم الكائن الحي بمرور الوقت، وتتراكم هذه الموادّ لأنَّ الكائن الحي يستطيع امتصاصها بسرعة أكثر من قدرته على التخلص منها.

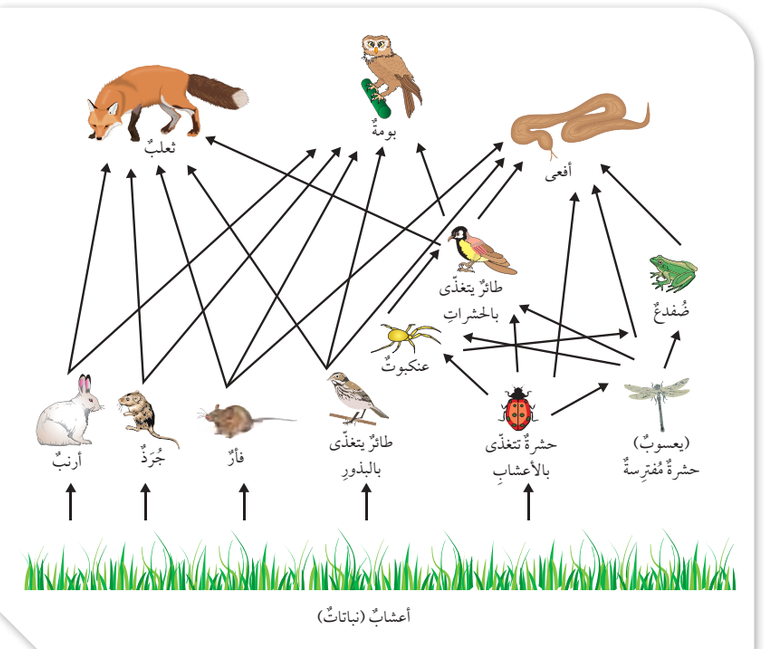
الشبكةُ الغذائيةُ Food Web

تتغذّى المُفترساتُ غالبًا بأنواعٍ مُتعدِّدةٍ منَ الفرائسِ في المواطنِ البيئيةِ التي يرتبطُ بعضُها ببعضٍ، مُكوِّنةً شبكةً غذائيةً. تُمثِّلُ **الشبكةُ الغذائيةُ Food Web** وصفًا للعلاقاتِ الغذائيةِ المُتنوِّعةِ بينَ الكائناتِ الحيَّةِ المختلفةِ في الموطنِ البيئيِّ، وتُبيِّنُ كيفَ يرتبطُ بعضُها ببعضٍ.

توجدُ الكائناتُ الحيَّةُ في الشبكاتِ الغذائيةِ تبعًا لمستوى تغذيتِها، أنظرُ الشكلَ (21). فمثلًا، تُعَدُّ الأرانبُ والسناجبُ والفئرانُ والجرذانُ والطيورُ التي تتغذّى بالبذورِ، والحشراتُ التي تتغذّى بالنباتاتِ، مُستهلِكاتٍ أُولى؛ لذا توضَعُ فوقَ مستوى المُنتِجِ مباشرةً، وهكذا.

✓ **أتحقَّقُ:** أُقارِنُ بينَ السلاسلِ والشبكاتِ الغذائيةِ.

الشكلُ (21): شبكةٌ غذائيةٌ.



59

✓ **أتحقَّق: السلسلة الغذائية**: نموذج يبيّن استدامة تسلسل انتقال الطاقة بين الكائنات الحية المختلفة عن طريق العلاقات الغذائية المتنوعة في الأنظمة البيئية. أما **الشبكة الغذائية**، فهي وَصْف للعلاقات الغذائية المتنوعة بين الكائنات الحية المختلفة في الموطن البيئي، وتبيّن كيف يرتبط بعضها ببعض.

أخطاء شائعة

- قد يعتقد الطلبة خطأ أن جميع السلاسل الغذائية تبدأ بنباتات، لذا أوضح لهم أن هناك العديد من المنتجات بخلاف النباتات التي تقوم بعملية البناء الضوئي، مثل العوالق النباتية أو بعض أنواع البكتيريا التي لا يمكن ملاحظتها بالعين المجردة، وتعيش في بيئات مختلفة، مثل قاع المحيط أو في الكهوف العميقة.

◄ بناء المفهوم: الشبكة الغذائية.

- أوظِّف (أفكِّر–أنتقي زميلًا– أشارك)، ثم أقسّم الطلبة مجموعات (6–4) أفراد، ثم أطرح عليهم السؤالين الآتيين:

– ما الشبكة الغذائية؟

– أُقارِن بين السلسلة الغذائية والشبكة الغذائية من حيث عدد مساراتها.

- أطلب إلى كل فرد من أفراد المجموعات التفكير مُنفرِدًا في إجابة هذين السؤالين مدَّة (5) دقائق، ثمَّ مشاركة زميله/ زميلتها في المجموعة في الإجابة خلال (3) دقائق.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة المشاركة في الإجابات.
- أتجوَّل بين أفراد المجموعات مُوجِّهًا ومساعِدًا ومرشِدًا، ثمَّ أطلب إلى أفراد بعض المجموعات عَرْض نتائجهم؛ لتمييز الإجابات الصحيحة من الإجابات غير الصحيحة.
- أوجّههم إلى مقارنة إجاباتهم المتفق عليها مع المفهوم في مسرد المصطلحات.
- قد تتضمَّن الإجابات ما يأتي:

– **الشبكة الغذائية** هي وَصْف للعلاقات الغذائية المتنوِّعة بين الكائنات الحيَّة المختلفة في الموطن البيئي، وتُبيِّن كيف يرتبط بعضها ببعض.

– **السلسلة الغذائية** تتكون من مسار واحد، أمّا الشبكة الغذائية، فهي مجموعة من السلاسل الغذائية (عدة مسارات).

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (21)، ثم أسالهم:

– أرسم سلسلة غذائية. أعشاب ← فأر ← ثعلب.

– أحدِّد من الرسم مُنتِجات، ومُستهلِكات أولية، وثانية، وثالثة، وكبرى. **مُنتِجات**: أعشاب.

مُستهلِكات أولى: الجُرَذ، الأرنب، اليعسوب.

مُستهلِكات ثانية: العنكبوت، الضِّفدع.

مُستهلِكات ثالثة: الطائر يتغذى بالحشرات.

مُستهلِكات كبرى: الأفعى، البومة، الثعلب.

- أطلب إلى الطلبة رَسْم سلاسل غذائية أخرى وتحديد المستويات الغذائية المختلفة.

◄ المناقشة:

- أناقش الطلبة في بند (الطاقة المفقودة في الأنظمة البيئية)، ثم أسألهم:

– ما مصدر الطاقة لكل من النباتات والحيوانات؟ مصدر الطاقة للنباتات هو الضوء (كضوء الشمس)، بينما تحصل الحيوانات على طاقتها من غذائها.

– ما مسار الطاقة التي تحصل عليها الحيوانات من الغذاء؟ تخزّن الحيوانات جزءًا بسيطًا من الطاقة المستمدة من الغذاء في أنسجتها (وحدتان فقط)، بينما تتحرر معظم الطاقة إلى البيئة المحيطة خارج جسم الحيوان سواءً على صورة فضلات (60 وحدة)، أو على صورة حرارة ناتجة من التنفس الخلوي (38 وحدة).

– ما مقدار الطاقة التي تستهلكها النباتات؟ تستهلك النباتات نحو 2% – 1% من مجمل الطاقة التي تمتصها من الضوء.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أطلب إلى الطلبة تأمُّل الشكل (22)، ثم أُقسّمهم مجموعات ثنائية (أساسية)، وأوظف (**التعلم التعاوني** (**جيكسو**)، ثمَّ أُحدِّد مَهمّة كل فرد فيها على النحو الآتي:

– **الأول**: البحث في الطاقة المفقودة من الحيوانات.

– **الثاني**: البحث في الطاقة المفقودة من النباتات.

- أطلب إلى هذين الطالبين/ الطالبتين الانتقال من مجموعاتهم الأساسية إلى مجموعات الخبراء (مجموعة الطاقة المفقودة من الحيوانات، مجموعة الطاقة المفقودة من النباتات)؛ للبحث في كل نوع محدَّد، وتدوين مقدار الطاقة التي يحصل عليها كل منهما، ومقدار ما يخزنه ويفقده كل منهما في ورقة ثمَّ رسمها، مُحدِّدًا الزمن المناسب لكل مجموعة.

- أطلب إلى كل طالب/ طالبة الرجوع إلى مجموعته الأساسية بعد انتهاء الوقت المخصَّص لكل مجموعة خبراء، وإطلاع زملائه/ زميلاتها على ما تعلَّمه عن الطاقة المفقودة في الحيوانات والنباتات.

- أُناقِش أفراد المجموعات كافَّةً بما توصَّلوا إليه من نتائج، ثمَّ أكتبها على اللوح.

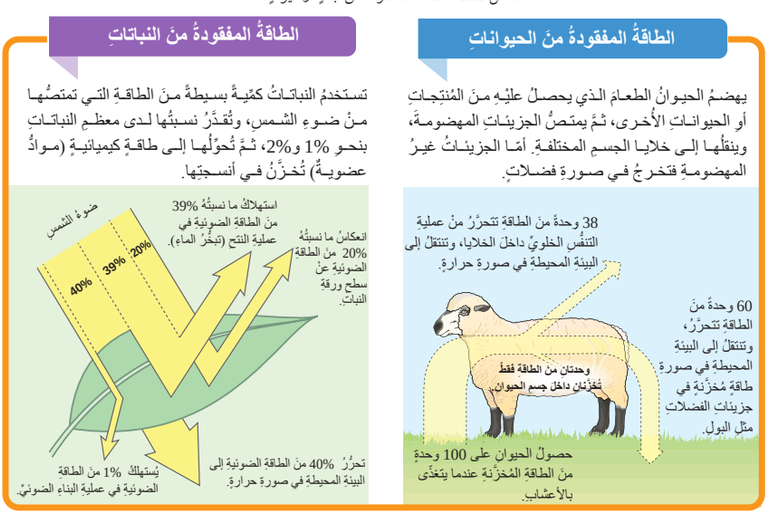
الطاقةُ المفقودةُ في الأنظمةِ البيئيةِ Energy Loss in Ecosystems

تحصلُ النباتاتُ والحيواناتُ التي تتغذّى بالنباتاتِ على كمّيةِ طاقةٍ أكبرَ منْ تلكَ التي تُخزِّنُها في أنسجتِها؛ ذلكَ أنَّ بعضَ الطاقةِ التي تستهلكُها الكائناتُ الحيَّةُ تتحرَّرُ إلى البيئةِ المحيطةِ بأشكالٍ مختلفةٍ. وهذهِ الطاقةُ المفقودةُ تختلفُ في النباتاتِ عنْها في الحيواناتِ، أنظرُ الشكلَ (22).

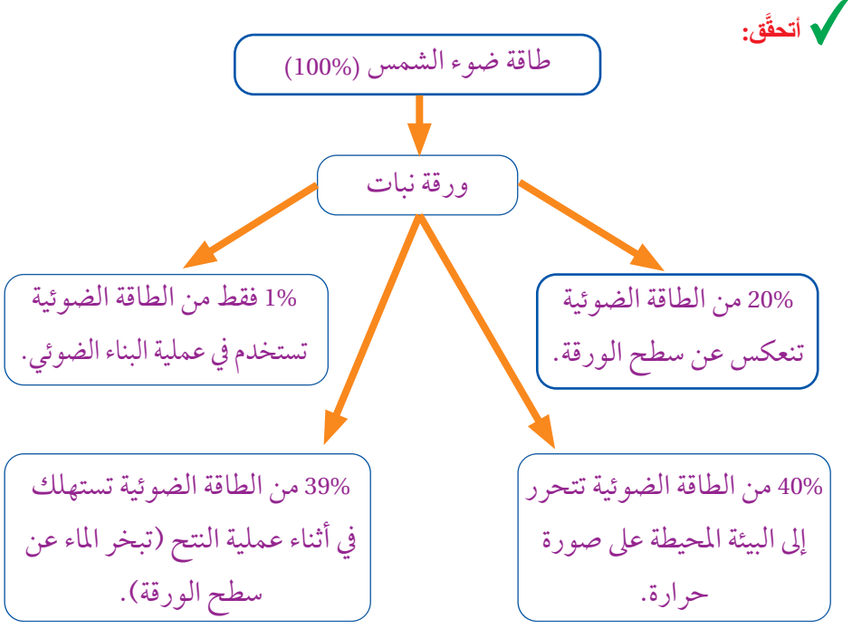
يُمكِنُ للحيوانِ تخزينُ الطاقةِ التي يستمدُّها منَ الغذاءِ في أنسجتِهِ إلى حينِ استخدامِها، وقدْ تنتقلُ هذهِ الطاقةُ إلى البيئةِ المحيطةِ في صورةِ طاقةٍ مفقودةٍ خلالَ بعضِ العملياتِ الحيويةِ مثلِ إفرازِ البولِ. فمثلًا، في أثناءِ حدوثِ عمليةِ التنفُّسِ الخلويِّ داخلَ خلايا الحيوانِ، تتكسَّرُ الروابطُ بينَ جزيئاتِ الغذاءِ؛ ما يؤدّي إلى فقدانِ جزءٍ منَ الطاقةِ، وانتقالِها إلى البيئةِ المحيطةِ في صورةِ طاقةٍ حراريةٍ؛ لذا، فإنَّ نسبةً بسيطةً فقطْ منَ الطاقةِ الموجودةِ في غذاءِ الحيوانِ تتحوَّلُ إلى طاقةٍ مُخزَّنةٍ في أنسجةِ جسمِهِ.

أتحقَّقُ: أرسمُ مُخطَّطًا يُوضِّحُ ما تحصلُ عليْهِ ورقةُ النباتِ منْ طاقةٍ، وما تفقدُهُ منْها.

الشكلُ (22): الطاقةُ المفقودةُ منْ نباتٍ وحيوانٍ.



أتحقَّقُ:

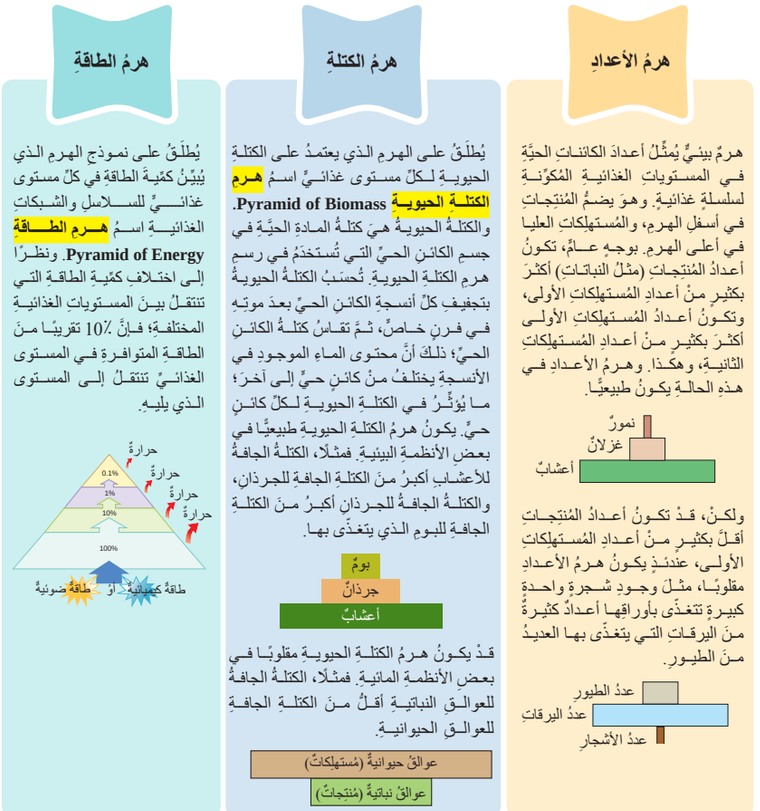


الأهراماتُ البيئيةُ Ecological Pyramids

يُطلَقُ على الرسومِ والنماذجِ التي تُبيِّنُ العلاقاتِ بينَ الكائناتِ الحيَّةِ المختلفةِ ضمنَ المستوياتِ الغذائيةِ المختلفةِ في نظامٍ بيئيٍّ اسمُ الأهراماتِ البيئيةِ Ecological Pyramids، أنظرُ الشكلَ (23) الذي يُبيِّنُ أنواعَ هذهِ الأهراماتِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُفسِّرُ سببَ وجودِ بعضِ أهراماتِ الكتلةِ الحيويةِ بصورةٍ مقلوبةٍ.

الشكلُ (23): أنواعُ الأهراماتِ البيئيةِ.



لتمييزِ الإجاباتِ الصحيحةِ منَ الإجاباتِ غيرِ الصحيحةِ.

- أوجّهُ الطلبةَ إلى مقارنةِ إجاباتِهم المتفقِ عليها معَ المفاهيمِ في مسردِ المصطلحاتِ.
- قدْ تتضمَّنُ الإجاباتُ ما يأتي:

هرمُ الكتلةِ الحيويةِ: هوَ الهرمُ الذي يعتمدُ على الكتلةِ الحيويةِ لكلِّ مستوًى غذائيٍّ.

هرمُ الطاقةِ: نموذجُ الهرمِ الذي يبيِّنُ كميةَ الطاقةِ في كلِّ مستوًى غذائيٍّ للسلاسلِ والشبكاتِ الغذائيةِ. قدْ يكونُ هرمُ الكتلةِ الحيويةِ طبيعيًّا أو مقلوبًا. تحصلُ المُنتِجاتُ على طاقتِها في هرمِ الطاقةِ إمّا على هيئةِ طاقةٍ ضوئيةٍ وإمّا على هيئةِ طاقةٍ كيميائيةٍ.

ورقةُ العملِ (4)

- أقسّمُ الطلبةَ مجموعاتٍ ثنائيةً، ثمَّ أزودُ كلَّ مجموعةٍ بورقةِ العملِ (4) الموجودةِ في الملحقِ، ثمَّ أطلبُ إلى كلِّ ثنائيٍّ حلَّها، وأمنحُهما وقتًا كافيًا لذلكَ، ثمَّ أطلبُ إليهما المناقشةَ في الحلِّ.
- أوجّهُ أفرادَ المجموعاتِ إلى عرضِ إجاباتِهم، ثمَّ المناقشةِ فيها.

◄ استخدامُ الصورِ والأشكالِ:

- أوجّهُ الطلبةَ إلى تأمُّلِ الشكلِ (23)، ثمَّ أقسّمُهم ثلاثَ مجموعاتٍ مُوظِّفًا (**التعلمِ التعاوني**)، ثمَّ أُحدِّدُ لكلِّ مجموعةٍ نوعًا منْ أنواعِ الأهراماتِ البيئيةِ.
- أطلبُ إلى أفرادِ المجموعاتِ المناقشةَ في أهميةِ كلِّ نوعٍ منْ أنواعِ الأهراماتِ البيئيةِ وأشكالِها وأهميتِها، ثمَّ تدوينَ ما يتوصَّلونَ إليهِ على ورقِ قلّابٍ باستخدامِ مخطَّطاتٍ، وتدعيمِها برسومٍ توضيحيةٍ، مُحدِّدًا زمنَ الإجابةِ.
- أطلبُ إلى كلِّ مجموعةٍ تعيينَ مُتحدِّثٍ باسمِ المجموعةِ.
- أطلبُ إلى أفرادِ المجموعاتِ تعليقَ نتائجِ أعمالِهم على الحائطِ بعدَ انتهاءِ الوقتِ المخصَّصِ، ووقوفَ الجميعِ بجانبِ لوحاتِهم.
- أسمحُ لأفرادِ كلِّ مجموعةٍ بالتنقُّلِ في اتجاهِ دورانِ عقاربِ الساعةِ بينَ المجموعاتِ الأُخرى على أنْ يظلَّ المُتحدِّثُ باسمِ المجموعةِ بجانبِ لوحةِ مجموعتِه لتوضيحِ نتائجِ المجموعةِ لبقيةِ أفرادِ المجموعاتِ الأخرى، والإجابةِ عنْ استفساراتِهم.
- أُناقِشُ أفرادَ كلِّ مجموعةٍ -بعدَ عودتِهم إلى أماكنِهم- في أنواعِ الأهراماتِ البيئيةِ، وأُفسِحُ لهم المجالَ لطرحِ الأسئلةِ، والإجابةِ عنْ استفساراتِهم.

✓ **أتحقَّقُ:** لأنَّ الكتلةَ الحيويةَ الجافّةَ للمُنتِجاتِ أقلُّ منَ الكتلةِ الحيويةِ الجافّةِ للمُستهلِكاتِ.

◄ بناءُ المفهومِ: هرمُ الكتلةِ الحيويةِ، وهرمُ الطاقةِ.

- أوظِّفُ (**أفكِّرُ-أنتقي زميلًا- أشاركُ**) لشرحِ الدرسِ، وأقسّمُ الطلبةَ مجموعاتٍ (6–4) أفرادٍ، ثمَّ أطرحُ عليهم السؤالينِ الآتيينِ:

– ما الفرقُ بينَ هرمَيِ الكتلةِ الحيويةِ والطاقةِ؟

– ما أشكالُ هرمِ الكتلةِ الحيويةِ؟

– ما مصادرُ طاقةِ المُنتِجاتِ في هرمِ الطاقةِ؟

- أطلبُ إلى كلِّ فردٍ منْ أفرادِ المجموعاتِ التفكيرَ منفرِدًا في إجابةِ هذينِ السؤالينِ مدَّةَ (5) دقائقَ، ثمَّ مشاركةَ زميلِه/ زميلتِها في المجموعةِ في الإجابةِ خلالَ (3) دقائقَ.
- أطلبُ إلى أفرادِ كلِّ مجموعةٍ مشاركةَ الإجاباتِ بينَهم.
- أتجوَّلُ بينَ أفرادِ المجموعاتِ مُوجِّهًا ومساعِدًا ومرشِدًا، ثمَّ أطلبُ إلى أفرادِ بعضِ المجموعاتِ عَرْضَ نتائجِهم.

◄ المناقشة:

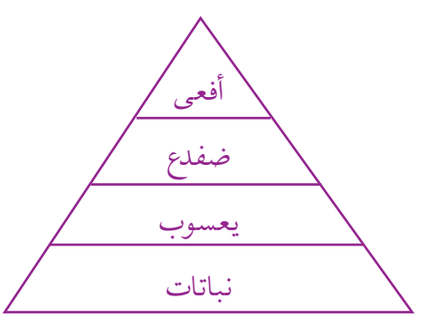
- أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أزودهم بورقة تحتوي جدولًا يتكون من عمودين: الأول (أنا أفكر)، والثاني (نحن نفكر)، ثم أوظف (**أنا أفكر – نحن نفكر**).
- أطلب إليهم الإجابة عن الاسئلة الآتية فرادى، ثم كتابة الإجابة في العمود الأول (أنا أفكر).

– أرسم سلسلة غذائية مُستخدِمًا المعلومات الآتية في الجدول أدناه:

الكائن الحي	العدد
نباتات	600
يعسوب	100
أفعى	1
ضفدع	10

نباتات ← يعسوب ← ضفدع ← أفعى.

– ما شكل هرم الأعداد الناتج؟ هرم طبيعي كما في الشكل الآتي:



– لماذا يُعَدُّ الهرم طبيعيًّا؟ لأنَّ أعداد النباتات (المُنتِجات) أكبر من أعداد المُستهلِكات.

- أطلب إلى الطلبة مناقشة إجاباتهم، وكتابة ما اتفقوا عليه في العمود الثاني (نحن نفكر).
- أُناقش المجموعات بما توصلوا إليه.

مثالٌ

جمعَ بعضُ الطلبةِ كائناتٍ حيَّةً منْ نظامٍ بيئيٍّ حولَهُمْ، وكانَتْ أعدادُها كما في الجدولِ الآتي:

موقعُ العيِّنةِ:	1	2	3	4	5	6
عددُ النباتاتِ:	70	53	27	39	20	31
عددُ الجنادبِ:	10	2	3	6	1	8

1. أحسُبُ مُتوسِّطَ عددِ الكائناتِ الحيَّةِ في كلِّ مستوى غذائيٍّ.
2. أرسمُ هرمَ أعدادٍ، مُضمِّنًا إيّاهُ ما توصَّلْتُ إليْهِ في الفرعِ الأوَّلِ منَ السؤالِ.
3. أَصِفُ شكلَ هرمِ الأعدادِ، مُبرِّرًا إجابتي.

بعدَ ذلكَ عملَ الطلبةُ على إيجادِ مُتوسِّطِ الكتلةِ الجافةِ للفردِ الواحدِ في العيِّناتِ الستِ ضمنَ المستوى الغذائيِّ لكلٍّ منَ النباتاتِ والجنادبِ في المواقعِ المختلفةِ، فكانَتْ كالآتي:

مُتوسِّطُ الكتلةِ الجافةِ للنباتاتِ = 43 g، مُتوسِّطُ الكتلةِ الجافةِ للجنادبِ = 10 g.

4. أرسمُ هرمَ كتلةٍ حيويةٍ بناءً على مُتوسِّطِ كلٍّ منَ الكتلتينِ أعلاهُ.
5. أَصِفُ شكلَ هرمِ الكتلةِ الحيويةِ، مُبرِّرًا إجابتي.

الحلُّ:

1. مُتوسِّطُ عددِ الكائناتِ الحيَّةِ في كلِّ مستوى غذائيٍّ هوَ:

$$\frac{\text{مجموعُ أعدادِ النباتاتِ}}{\text{عددِ القِيَمِ}}\text{، إذنْ: } \frac{70+53+27+39+20+31}{6}=\frac{240}{6}=40$$

مُتوسِّطُ عددِ الجنادبِ في المواقعِ المختلفةِ هوَ:

$$\frac{\text{مجموعُ أعدادِ الجنادبِ}}{\text{عددِ القِيَمِ}}\text{، إذنْ: } \frac{10+2+3+6+1+8}{6}=\frac{30}{6}=5$$

2. أُحدِّدُ عددَ المُنتِجاتِ (النباتاتُ) في قاعدةِ الهرمِ، ثمَّ عددَ المُستهلِكاتِ (الجنادبُ) في المستوى الذي يلي المُنتِجاتِ (النباتاتُ)، فيكونُ هرمُ الأعدادِ على النحوِ الآتي:

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية أو عروض تقديمية جاهزة تبيّن آلية تحديد المستويات الغذائية ورسم الأهرامات البيئية، علمًا أنَّه يُمكِنني إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس. أُشارِك الطلبة في هذه الموادّ التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو إنشاء مجموعة باستخدام أحد التطبيقات المناسبة، أو استخدام أيِّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

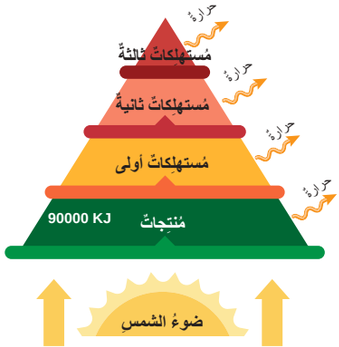
3. هرمُ الأعدادِ طبيعيٌّ؛ لأنَّ عددَ النباتاتِ أكثرُ منْ عددِ الجنادبِ.

4. أضعُ المُنتِجاتِ (النباتاتُ) في قاعدةِ الهرمِ، ثـمَّ أضـعُ المُستهلِكاتِ (الجنادبُ) في المستوى الـذي يلي المُنتِجاتِ (النباتاتُ)، فيكونُ هرمُ الكتلةِ الحيويةِ على النحوِ الآتي:

5. هرمُ الكتلةِ الحيويةِ طبيعيٌّ؛ لأنَّ مُتوسِّطَ الكتلةِ الجافةِ للنباتاتِ أكبرُ منْ مُتوسِّطِ الكتلةِ الجافةِ للجنادبِ.

مثالٌ

يُمثِّلُ الشكـلُ المجـاورُ كمِّيَةَ الطاقةِ التي تحصلُ عليْها بعضُ المُنتِجـاتِ منْ ضوءِ الشمسِ بوحدةِ KJ (وحـدةٌ لقياسِ الطـاقةِ). أحـسُبُ مقـدارَ الطاقةِ المستدامةِ بينَ كلٍّ منَ المُستهلِكاتِ الأولى، والمُستهلِكاتِ الثانيةِ، والمُستهلِكاتِ الثالثةِ.



الحلُّ:

ينتقلُ ما نسبتُهُ 10% فقـطْ منَ الطاقةِ منْ مستوى غذائيٍّ إلى المستـوى الذي يليهِ. وبـذلكَ تكـونُ كمِّيَةُ الطاقةِ التي تحصلُ عليْها الكائناتُ الحيَّةُ في المستوياتِ الغذائيةِ كما يأتي:

المُستهلِكاتُ الأولى: $90000 \times 10\% = 9000$ KJ

المُستهلِكاتُ الثانيةُ: $9000 \times 10\% = 900$ KJ

المُستهلِكاتُ الثالثةُ: $900 \times 10\% = 90$ KJ

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*** مهارات التفكير (التأمُّل والتساؤل):**

ألفت انتباه الطلبة إلى أنهم يطبقون مهارات التأمُّل والتساؤل في أثناء دراسة الأمثلة وحل الأسئلة المرتبطة بها، وأوضح لهم أنَّ هذه المهارات إذا طُبِّقت تطبيقًا صحيحًا، فإنها تزيد قدرتهم على التحليل والاستيعاب وحل المشكلات التي تواجههم وهي من الممارسات الفضلى في تعلم العلوم كما في حلهم الأمثلة في الصفحتين (62 و 63) من كتاب الطالب.

◄ المناقشة:

- اطلب إلى الطلبة دراسة المثال في الصفحة (63) من كتاب الطالب، ثم أسألهم:

– كيف تحصل المُستهلِكات على طاقتها؟ تحصل المُستهلِكات على طاقتها من استهلاك الغذاء.

– ما مقدار الطاقة التي تنتقل من مستوًى غذائي إلى آخر؟ ينتقل مـا نسبتـه 10% فقـط من الطاقـة من مستـوًى غذائي إلى آخر.

- أوضح لهم أنَّ معظم الطاقة تتحرر إلى البيئة المحيطة على صورة حرارة خلال بعض العمليات الحيوية، مثل إفراز البول وإخراج الفضلات وغيرها.

معلومة إضافية

يُطلَـق مصطلـح الإنتـاج الثانـوي للنظـام البيئـي على كمية الطاقة الكيميائية الموجودة في غذاء المُستهلِكات التـي تُحـوَّل إلى كتلـة حيوية جديدة خاصـة بهم خلال مـدة معينـة، فعندمـا تتغـذى يرقـة عـلى ورقـة نبـات تخـزن 200 J مـن الطاقـة فإنهـا سـتحصل فقـط عـلى 33 J (أو سُـدس الطاقـة المخزنـة في الورقـة تقريبًـا) لاسـتخدامها في الإنتـاج الثانـوي أو النمـوّ. وتُخـزِّن اليرقـة بعضًـا مـن طاقـة ورقـة النبـات (67 J) في المركّبـات العضويـة التي تسـتخدمها خلايـا اليرقة في عمليـة التنفـس الخلوي، في حـين يتحرر مـا تبقى من الطاقـة في ورقـة النبـات (100 J) مـع فضلاتهـا. تظـل الطاقـة المخزنـة في الفضـلات في النظام البيئـي مؤقتًا، لكـنّ معظمهـا يتحـرر مرة أخـرى على صـورة حرارة بعـد تحليـل الفضـلات بالمحلـلات، ولأنَّ النسـبة الكـبرى مـن الفضـلات تتحـرر إلى البيئـة المحيطـة، فـإنَّ الطاقـة الكيميائيـة المُخزَّنـة في أنسـجة الكائنـات الحيـة عـلى صورة كتلـة حيوية، هـي التي تُسـتخدَم في النمـوّ أو التكاثـر أو قـد تكون متاحـة بوَصْفهـا غذاءً للمُسـتهلِكات الثانيـة.

◄ بنـاء المفهـوم: تدويـر المـادة، والـدورات البيوجيوكيميائيـة.

- أوظِّف (أثني وأمرر)، ثم أطلب إلى الطلبة الإجابة عن الأسئلة الآتية المكتوبة على ورقة (فرادى):

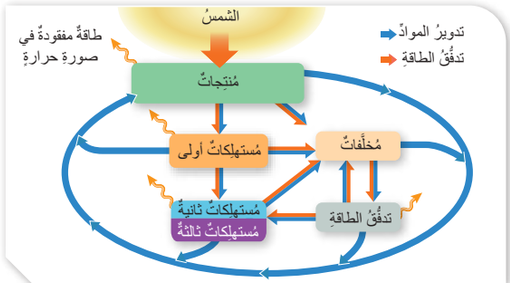
– ما المقصود بتدويـر المـادة؟ انتقـال المـوادّ باستمرار بين المُكوِّنات الحيَّة والمُكوِّنات غير الحيَّة في الأنظمة البيئية المختلفة.

– ما أهمية تدوير الموادّ للكائنات الحية؟ يُعَـدُّ تدوير الموادّ عمليـة ضرورية لاستمرار حيـاة الكائنات الحيَّة؛ إذ تُمثِّل هذه العمليـة لهـذه الكائنات حـاجـة مستمرة للبقاء حيَّـة في الأنظمة البيئيـة المنتشـرة في الغلاف الحيوي.

– كيف تحدث عملية تدوير الموادّ في الغلاف الحيوي؟ يعـاد تـدويـر المـوادّ في الغـلاف الحيـوي عن طريـق الدورات البيوجيوكيميائية، ويُقصَد بها تدوير العديد من العناصر والجزيئات الكيميائية المختلفة ضمن دورات مغلقة خلال المُكوِّنات الحيَّة والمُكوِّنات غير الحيَّة في النظام البيئي.

- أطلب إلى الطلبة ثَنْي الورقة بعد الإجابة عنها وتمريرها إلى زملائهم/ زميلاتهن.
- أوجّه الطلبة إلى التوقف عن الإجابة عند سماع إشارة التوقف.
- أطلب إلى أحد الطلبة قراءة ما كُتِب في الورقة بصوت مسموع، ثم أُناقش في الطلبة إجابتهم، وأطلب إليهم مقارنة إجاباتهم بالمفاهيم الموجود في مسرد المصطلحات وأقدِّم تغذية راجعة لهم.

أفكّر لأنها دورات تُدوَّر فيها العناصر والجزيئات الكيميائية المختلفة ضمن دورات مغلقة خلال المُكوِّنات الحية وغير الحية للأنظمة البيئية.



الشكلُ (24): استدامةُ تدفُّقِ الطاقةِ وتدويرِ الموادِّ في نظامٍ بيئيٍّ.

أفكّر لمـــاذا سُمِّـيَتِ الـدوراتُ البيوجيوكيميائيـةُ بهـذا الاسـمِ؟

استدامةُ تدويرِ الموادِّ Matter Cycling Sustainability

تنتقلُ الطاقةُ بينَ الكائناتِ الحيَّةِ بطرائقَ تتيحُ لكلٍّ منْها الحصولَ على كمِّيةٍ محدودةٍ منَ الطاقةِ. أمّا الكمِّيةُ الكبرى المُتبقِّيةُ فتتحرَّرُ إلى البيئةِ المحيطةِ. وخلافًا لذلكَ، تنتقلُ الموادُّ باستمرارٍ بينَ المُكوِّناتِ الحيَّةِ والمُكوِّناتِ غيرِ الحيَّةِ في الأنظمةِ البيئيةِ المختلفةِ عنْ طريقِ **تدويرِ المادةِ Matter Cycling**، أنظرُ الشكلَ (24).

يُعَدُّ تدويرُ الموادِّ عمليةً ضروريةً لاستمرارِ حياةِ الكائناتِ الحيَّةِ؛ إذْ تُمثِّلُ هذهِ العمليةُ لها حاجةً مستمرةً للبقاءِ حيَّةً في الأنظمةِ البيئيةِ المُنتشِرةِ في الغلافِ الحيويِّ. ولأنَّ هذهِ الموادَّ لا تُستهلَكُ؛ فإنَّهُ يعادُ تدويرُها في الغلافِ الحيويِّ عنْ طريقِ **الدوراتِ البيوجيوكيميائيةِ Biogeochemical Cycles**، ويُقصَدُ بها تدويرُ العديدِ منَ العناصرِ والجزيئاتِ الكيميائيةِ المختلفةِ ضمنَ دوراتٍ مغلقةٍ خلالَ المُكوِّناتِ الحيَّةِ والمُكوِّناتِ غيرِ الحيَّةِ في النظامِ البيئيِّ.

تمرُّ الموادُّ أثناءَ الدوراتِ البيوجيوكيميائيةِ خلالَ المُكوِّناتِ الحيَّةِ والمُكوِّناتِ غيرِ الحيَّةِ؛ ما يضمنُ استدامتَها في الغلافِ الحيويِّ. ومنَ الأمثلةِ على هذهِ الموادِّ: الكربونُ، والنيتروجينُ، والأكسجينُ، والفسفورُ.

استدامةُ الكربونِ Carbon Sustainability

يستمرُّ تدويرُ الكربونِ في الأنظمةِ البيئيةِ بأشكالٍ مختلفةٍ خلالَ المُكوِّناتِ الحيَّةِ والمُكوِّناتِ غيرِ الحيَّةِ في النظامِ البيئيِّ، وتمرُّ هذهِ العمليةُ بمراحلَ عديدةٍ؛ إذْ تعملُ النباتاتُ بدايةً على تحويلِ ثاني أكسيدِ

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أطلب إلى الطلبة تأمُّل الشكل (24)، ثم أسألهم:

– ماذا يمثِّل الشكل؟ استدامة تدفُّق الطاقة وتدوير الموادّ في نظام بيئي.

– ما مسار استدامة تدفق الموادّ في النظام البيئي؟ يستمر تدفـق المـوادّ في الأنظمـة البيئيـة عند انتقالها بين المُكوِّنات الحية (المُنتِجات، والمُستهلِكات جميعها)، والمُكوِّنات غير الحية (التربة، والهواء وغيرهما).

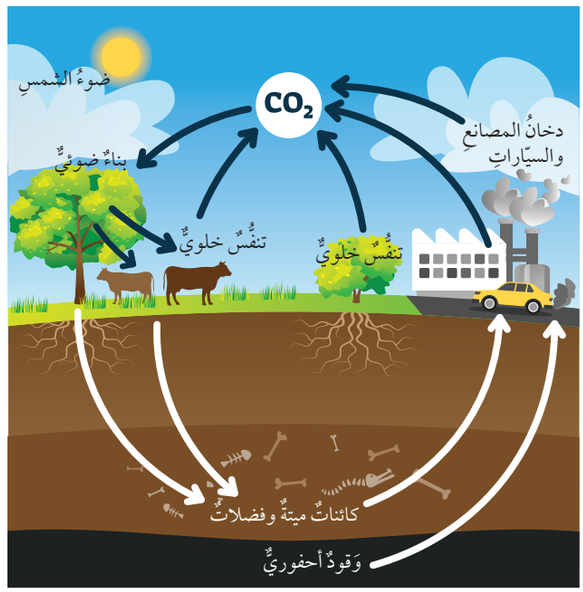
– كيف تنتقل الموادّ من المُكوِّنات الحية إلى المُكوِّنات غير الحية في النظام البيئي؟ عَبْر نشاط المُحلِّلات، أو عَبْر بعض العمليات الحيوية للكائنات الحية مثل التنفس الخلوي.

- أوضح لهم أنَّ الموادّ تنتقل باستمرار بين المُكوِّنات الحية والمُكوِّنات غير الحية في الأنظمة البيئية بحسب قانون حفظ الكتلة الذي ينصّ على «أنَّ المادة لا تفنى ولا تُستحدَث وإنما تتحول من شكل إلى آخر» بأمر الله سبحانه وتعالى.

الكربونِ الجوّيِّ إلى مُركّباتٍ كربونيةٍ مُعقّدةٍ أثناءَ عمليةِ البناءِ الضوئيِّ، في ما يُعرَفُ **بتثبيتِ الكربونِ Carbon Fixation** الجوّيِّ، ثمَّ يتحرَّرُ جزءٌ منَ الكربونِ المُثبَّتِ، وينتقلُ إلى الغلافِ الجوّيِّ عنْ طريقِ عمليةِ التنفُّسِ الخلويِّ. أمّا المُركّباتُ الكربونيةُ المُعقّدةُ والمُخزّنةُ (مثلُ السُّكّرياتِ) داخلَ النباتاتِ فتنتقلُ خلالَ السلاسلِ الغذائيةِ إلى الكائناتِ الأُخرى، حيثُ يتحرَّرُ جزءٌ منَ الكربونِ في صورةِ غازِ CO_2 مُنتقِلًا إلى الغلافِ الجوّيِّ، منْ كلِّ مستوى غذائيٍّ منَ المستوياتِ المُكوِّنةِ للسلاسلِ الغذائيةِ، عنْ طريقِ عمليةِ التنفُّسِ الخلويِّ.

يتحرَّرُ الكربونُ أيضًا مُنتقِلًا إلى الغلافِ الجوّيِّ في صورةِ غازِ CO_2 حينَ تُحلِّلُ المُحلِّلاتُ أجسامَ الكائناتِ الميتةِ، وتُسهِمُ عملياتُ حرقِ الوَقودِ الأحفوريِّ وأدخنةُ المصانعِ والسيّاراتِ في إطلاقِ غازِ CO_2 إلى الغلافِ الجوّيِّ، أنظرُ الشكلَ (25).

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ مصادرَ أُخرى لغازِ ثاني أكسيدِ الكربونِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْها، ثمَّ أقرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.



الشكلُ (25): استدامةُ الكربونِ في الغلافِ الحيويِّ.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أطلب إلى الطلبة تأمُّل الشكل (25)، ثم أسألهم:

– ما مصادر CO_2 في الغلاف الجوي؟ دخان المصانع والسيارات والتنفس الخلوي (نباتات وحيوانات) وغيرها.

– ما العمليات الحيوية والكيميائية والجيولوجية التي تتضمنها عملية استدامة تدوير الكربون في الغلاف الحيوي؟ **الحيوية**: البناء الضوئي والتنفس الخلوي. **الكيميائية**: احتراق الوقود الأحفوري. **الجيولوجية**: تحوُّل الكائنات الحية الميّتة والفضلات إلى وقود أحفوري.

– لماذا تُعَدُّ عملية تكوّن الوقود الأحفوري عملية حيوية في بدايتها وعملية جيولوجية في نهايتها؟ في البداية حيوية؛ لأنَّ المُحلِّلات تُحلِّل المخلفات العضوية (فضلات أو بقايا كائنات حية) إلى مركّبات كربونية، تخزّن في صخور الكربونات أو تتحول إلى وقود أحفوري.

- أوضح للطلبة أنَّ استدامة تدوير الكربون في الغلاف الحيوي ضرورية لاستمرار الحياة على الأرض.

◄ بناء المفهوم: تثبيت الكربون.

- قبل انتهاء الحصة بخمس دقائق، أكتب السؤالين الآتيين في ورقة، مُستخدِمًا (**بطاقة الخروج**):

– ماذا تعني عملية تثبيت الكربون؟

– كيف يتحول الكربون الجوي إلى مركّبات عضوية معقدة في النبات؟

- أُوزِّع على كل طالب/ طالبة نسخة من ورقة الأسئلة، ثمَّ أطلب إليه/ إليها الإجابة عن هذه الأسئلة، ثمَّ تسليم الأوراق نهاية الحصة خلال (5 دقائق).
- أوضح لهم أنَّني سأُقدِّم تغذية راجعة لإجاباتهم عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو بداية الحصة القادمة.
- أوجّههم إلى مقارنة إجاباتهم المتفق عليها مع المفهوم في مسرد المصطلحات.
- قد تتضمَّن إجابات الطلبة ما يأتي: **عملية تثبيت الكربون**: عملية تُحوِّل خلالها النباتاتُ بدايةً ثانيَ أكسيد الكربون الجوي إلى مركّبات كربونية معقدة تُخزَّن داخلها، وتَستخدم النباتات عملية البناء الضوئي لتحويل الكربون الجوي إلى مركّبات كربونية معقدة.

أبحث:

يمكن استخدام العديد من المراجع (مثل كتاب «مقدمة في علم البيئة ومشكلاتها» للدكتور شكري ابراهيم الحسن)، او استخدام شبكة الإنترنت بعد التحقق منها، للبحث عن مصادر أخرى لغاز ثاني أكسيد الكربون، يجب أن يتضمن التقرير بعض المعلومات الآتية: هناك مصادر كثيرة تزود الغلاف الجوي بغاز ثاني أكسيد الكربون، منها: ثاني أكسيد الكربون المذاب في مياه المحيطات والبحار، ثاني أكسيد الكربون الذي ينتج من المركّبات الكربونية المُخزَّنة في أجسام الكائنات الحية والصخور الرسوبية والوقود الأحفوري (مثل الفحم الحجري والنفط).

نشاط سريع

- أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أزودهم بمجموعة من البطاقات التي تتضمن مراحل استدامة تدوير الكربون، واطلب إليهم قصّها واستخدامها في تصميم مخطط يمثل دورة الكربون.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الشكل (26).
- أوظِّف (**الطاولة المستديرة**)، ثم أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أُزوِّد أفراد كل مجموعة بأحد الأسئلة الآتية عشوائيًّا، مُحدِّدًا زمن الإجابة.

– ما الأرقام على الشكل التي تشير إلى عملية تثبيت النيتروجين الجوي؟

– ما أهمية العملية (5) على الشكل في استدامة تدوير النيتروجين؟

– كيف يعود غاز النيتروجين إلى الجو؟

- أطلب إلى أحد الأفراد في كل مجموعة كتابة سؤال المجموعة في الجزء العلوي من ورقة فارغة، ثمَّ تمريرها إلى زملائه/ زميلاتها في المجموعة؛ ليكتب كلٌّ منهم إجابة مقترَحة.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة التوقُّف عن الكتابة بعد انتهاء الوقت المخصَّص للإجابة، ثمَّ المناقشة في الإجابات المقترَحة بينهم للاتفاق على إجابة موحَّدة، ثمَّ عَرْضها على أفراد المجموعات الأُخرى.
- أُناقِش أفراد المجموعات في إجاباتهم، ثمَّ أكتب الصحيح منها على اللوح. قد تتضمن إجابات الطلبة: يشير الرَّقْمان (1، 2) إلى عملية التثبيت الجوي عَبْر البَرْق أو البكتيريا المثبتة للنيتروجين على التوالي، في حين يمثِّل الرَّقم (5) عملية امتصاص النباتات لأيونات النترات (NO_3^-) لاستخدامها في بناء البروتينات التي تحتاج إليها، وهو ما يشكِّل مصدرًا من مصادر النيتروجين في الأنظمة البيئية، ويعود غاز النيتروجين إلى الجو بعملية اختزال النترات.

طريقة أُخرى للتدريس

يمكن استخدام رسم تخطيطي يمثِّل استدامة تدوير النيتروجين في نظام بيئي معبأ جزئيًّا، ثم أطلب إلى الطلبة اقتراح التسميات المفقودة في الرسم التخطيطي قبل النظر في كتاب الطالب، ثم أوجّههم إلى قراءة النصوص في الصفحتين (66، 67) من كتاب الطالب للتأكد من صحة التسميات التي اقترحوها.

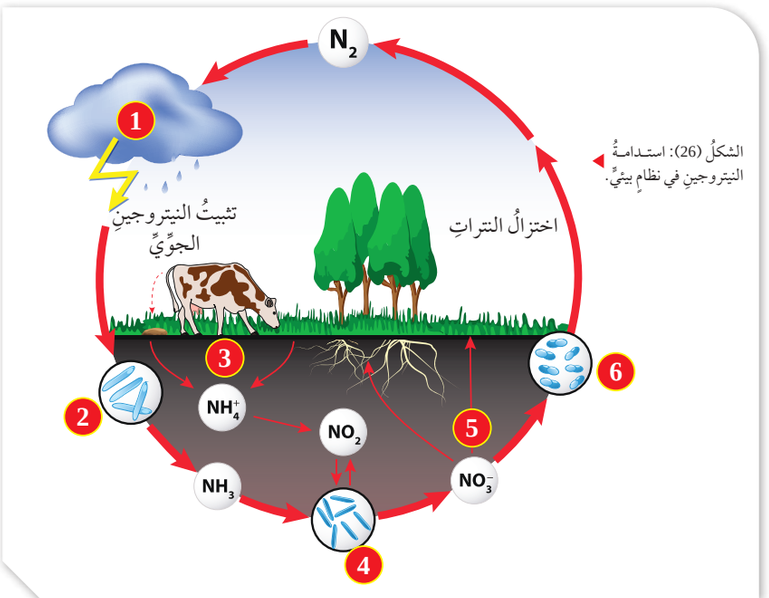
استدامةُ النيتروجينِ Nitrogen Sustainability

تشيرُ دورةُ النيتروجينِ إلى الطريقةِ التي يستمرُّ فيها وجودُهُ بينَ المُكوِّناتِ الحيَّةِ والمُكوِّناتِ غيرِ الحيَّةِ في النظامِ البيئيِّ، أنظرُ الشكلَ (26)؛ إذْ تحصلُ الحيواناتُ على حاجتِها منَ النيتروجينِ في صورةِ بروتيناتٍ حينَ تتغذّى بالنباتاتِ أوِ الحيواناتِ الأُخرى.

تثبيتُ النيتروجينِ الجوِّيِّ

1. تثبيتُ النيتروجينِ الجوِّيِّ بواسطةِ البرقِ لتكوينِ أيوناتِ النتراتِ (NO_3^-)، ثمَّ وصولِها سطحَ الأرضِ معَ الأمطارِ.
2. البكتيريا المُثبِّتةُ للنيتروجينِ: توجدُ هذهِ البكتيريا على جذورِ بعضِ النباتاتِ مثلِ البقوليّاتِ، وهيَ تُحوِّلُ النيتروجينَ الجوِّيَّ (N_2) إلى أمونيا (NH_3).
3. المُحلِّلاتُ: تعملُ المُحلِّلاتُ على تحليلِ فضلاتِ الحيواناتِ والكائناتِ الميتةِ إلى أيوناتِ الأمونيومِ (NH_4^+).

✓ **أتحقَّقُ:** أُوضِّحُ أهميةَ المُحلِّلاتِ في استدامةِ النيتروجينِ في الطبيعةِ.



الشكلُ (26): استدامةُ النيتروجينِ في نظامٍ بيئيٍّ.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: التحليل.**

أوضح للطلبة أن التحليل هو إحدى خُطُوات التفكير وأنه مهارة مُهِمّة يمكن توظيفها في كثير من الأمور الحياتية، مثل تحليل الأشكال والرسوم والنتائج والبيانات المتعلقة بموضوع الدرس، ومنها تحليل عناصر الشكل (26) في صفحة كتاب الطالب.

✓ **أتحقَّق:** لأنَّ المُحلِّلات تُحلِّل المركّبات النيتروجينية في فضلات الحيوانات والكائنات المَيْتة وتحويلها إلى أيونات الأمونيوم وتزويد التربة بها.

4. بكتيريا النترتةِ: تُحوِّلُ هذهِ البكتيريا النيتريتَ (NO_2) إلى نتراتٍ (NO_3^-).
5. الامتصاصُ: تمتصُّ النباتاتُ النتراتِ (NO_3^-).
6. بكتيريا اختزالِ النتراتِ: تختزلُ هذهِ البكتيريا أيوناتِ النتراتِ (NO_3^-) لإنتاجِ النيتروجينِ الجوِّيِّ (N_2).

اختزالُ النتراتِ

يتحرَّرُ النيتروجينُ منْ أجسامِ الحيواناتِ في صورةِ بولٍ حينَ تُحطِّمُ أكبادَها الحموضُ الأمينيةُ (تعملُ على تكوينِ البروتيناتِ) التي لا تَلزمُها. وتحصلُ النباتاتُ على النيتروجينِ عنْ طريقِ امتصاصِهِ منَ التربةِ على هيئةِ أيوناتِ النتراتِ (NO_3^-)، أوْ بتثبيتِ النيتروجينِ الجوِّيِّ، ثمَّ تستخدمُهُ في بناءِ البروتيناتِ التي تحتاجُ إليْها. وبذلكَ تستمرُّ عمليةُ تدويرِ النيتروجينِ بينَ مُكوِّناتِ الأنظمةِ البيئيةِ، أنظرُ الشكلَ (26) الذي يُبيِّنُ آليَّةَ استمرارِ تدويرِ النيتروجينِ في نظامٍ بيئيٍّ.

أفكِّرُ أستنتجُ ما يحدثُ للكائناتِ الحيَّةِ عندَ اختفاءِ بكتيريا النترتةِ.

الربطُ بالزراعةِ

يستخدمُ المُزارِعونَ طرائقَ عِدَّةً لتعويضِ النيتروجينِ المفقودِ منَ التربةِ؛ نتيجةَ الزراعةِ المستمرةِ لأنواعٍ مُحدَّدةٍ منَ المحاصيلِ التي تمتصُّ النيتروجينَ. ومنْ هذهِ الطرائقِ: استخدامُ الأسمدةِ الغنيةِ بالنيتروجينِ (الطبيعيةُ، أو المُصنَّعةُ)، وزراعةُ البقولياتِ في سنواتٍ مُتفرِّقةٍ.

67

الربطُ بالزراعةِ

- أبين للطلبة أنَّ العناصر الغذائية المتوافرة في التربة، ومنها النيتروجين تقل طبيعيًّا بمرور الوقت نتيجة زراعة المحاصيل الزراعية باستمرار، حيث تمتص النباتات هذه العناصر، بالإضافة إلى ذلك، فإنَّ النيتروجين قابل للذوبان، وهذا يعني أنه خلال فترات هَطْل الأمطار الغزيرة والمتكررة، قد يُغسَل (يُسحَب) من التربة، ولتعويض نقص النيتروجين الذي يؤثر في نموّ النباتات، يَستخدم المزارعون الأسمدة الغنية بالنيتروجين أو السماد الطبيعي (الرَّوْث).

المناقشة:

- أطلب إلى الطلبة مراجعة النص تحت عنوان (اختزال النترات) في كتاب الطالب، ثم أناقشهم فيه عَبْر طرح الأسئلة الآتية عليهم:

– ماذا تعني عملية اختزال النترات؟ هي عملية تحويل المركّبات النيتروجينية كالنترات (NO_3^-) لإنتاج غاز النيتروجين وتحريره إلى الغلاف الجوي.

– كيف تحصل النباتات والحيوانات على النيتروجين في الأنظمة البيئية؟ تحصل النباتات على النيتروجين عن طريق امتصاصه من التربة على هيئة (NO_3^-)، أو بتثبيت النيتروجين الجوي، ثم تستخدمه في بناء البروتينات التي تحتاج إليها، أمّا الحيوانات، فهي تحصل على النيتروجين من الغذاء لتكوين بروتيناتها.

– لماذا تُعَدُّ النباتات والحيوانات من أهم مصادر النيتروجين في الأنظمة البيئية المختلفة؟ لأنَّ هذه الكائنات تخزن النيتروجين في أجسامها على صورة مركّبات مختلفة (البروتينات مثلًا)، فمثلًا عند موت النباتات أو أجزاء منها تتحلل وتعيد النيتروجين إلى التربة، أمّا الحيوانات، فتحرر النيتروجين من أجسامها في صورة بَوْل حينَ تُحطِّم أكبادَها الحموضُ الأمينيةُ (تُكوِّن البروتينات) التي لا تلزمها، ما يضمن استدامة تدوير النيتروجين في الأنظمة البيئية.

- أوضح لهم أنَّ بعض أنواع البكتيريا التي تسمى بكتيريا اختزال النترات تساعد على عملية اختزال النترات في الأنظمة البيئية، حيث تختزل هذه البكتيريا أيونات النترات (NO_3^-) لإنتاج النيتروجين الجوي (N_2).

أفكِّرُ لا يمكن للنباتات الحصول على النيتروجين على صورة أيونات النترات (NO_3^-)؛ لأنَّ بكتيريا النترتة تُحوِّل النيتريت (NO_2) إلى أيونات النترات (NO_3^-) التي تستطيع النباتات امتصاصها.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أطلب إلى الطلبة تأمُّل الشكل (27) في كتاب الطالب، ثم أسألهم:

– لماذا تحتاج الكائنات الحية إلى أيونات الفسفور؟

لاستخدامه في حموضها النووية والدهون المفسفرة وجزيئات حفظ الطاقة (ATP)، ويدخل أيضًا في تركيب الأملاح المُكوِّنة للعظام والأسنان في الفقاريات.

– لماذا تُستخدَم الصخور مصدرًا للأسمدة الزراعية؟

لأنَّ وجوده يقتصرُ غالبًا على طبقات الصخور فقط في الأنظمة البيئية المنتشرة على اليابسة.

– كيف تحصل المُستهلِكات على الفسفور من البيئة؟

تحصل على الفسفور من غذائها على المُنتِجات (النباتات والطحالب) التي تمتصه عندما يكون مذابًا في الماء.

- أوضح لهم أنَّ الفسفور يعود إلى التربة مرَّة أُخرى عن طريق فضلات الحيوانات، أو تحلُّل الكائنات المَيْتة لتستمر عملية استدامة الفسفور في الأنظمة البيئية.

✓ **أتحقَّق:** تعود أيونات الفسفور إلى التربة عن طريق فضلات الحيوانات أو تحلُّل الكائنات المَيْتة.

استدامةُ الفسفورِ Phosphorus Sustainability

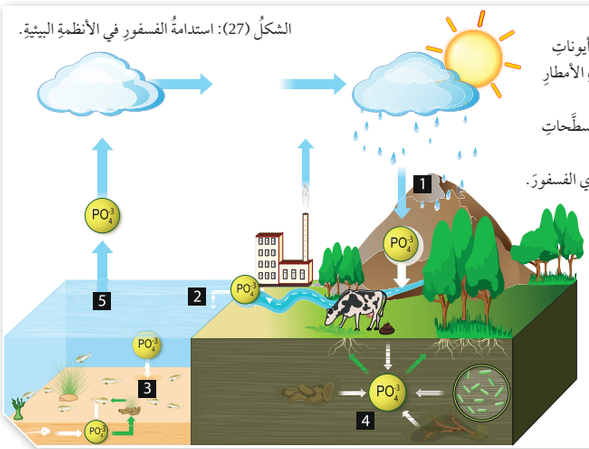
تحتاجُ الكائناتُ الحيَّةُ إلى الفسفورِ (في صورةِ أيوناتِ الفوسفاتِ (PO_4^{-3}) غالبًا) لاستخدامِهِ في حموضِها النوويةِ، والدهونِ المُفسفَرةِ، وجزيئاتِ حفظِ الطاقةِ (ATP). وهوَ يدخلُ في تركيبِ الأملاحِ المُكوِّنةِ للعظامِ والأسنانِ في الفقارياتِ.

خلافًا للموادِّ الأُخرى، فإنَّ عمليةَ استدامةِ تدويرِ الفسفورِ لا تمرُّ غالبًا بالغلافِ الجوِّيِّ؛ إذْ يقتصرُ وجودُهُ غالبًا على طبقاتِ الصخورِ فقطْ في الأنظمةِ البيئيةِ المُنتشرةِ على اليابسةِ؛ ما يُفسِّرُ سببَ استخدامِ هذهِ الصخورِ مصدرًا للأسمدةِ الزراعيةِ.

تبدأُ عمليةُ استدامةِ الفسفورِ بعملياتِ التعريةِ (تفتيتُ الصخورِ) التي تعملُ على إضافةِ أيوناتِ الفسفورِ غيرِ العضويِّ إلى التربةِ. وحينَ يصبحُ الفسفورُ مذابًا في الماءِ، فإنَّ النباتاتِ والطحالبَ وغيرَها تمتصُّهُ لبناءِ بعضِ المُركَّباتِ العضويةِ التي تَلزمُها. تحصلُ المُستهلِكاتُ على حاجتِها منَ الفسفورِ حينَ تتغذّى بالمُنتِجاتِ، ثمَّ يعودُ الفسفورُ إلى التربةِ مَرَّةً أُخرى عنْ طريقِ فضلاتِ الحيواناتِ، أوْ تحلُّلِ الكائناتِ الميتةِ، أنظرُ الشكلَ (27).

✓ **أتحقَّقُ:** أُوضِّحُ كيفَ تعودُ أيوناتُ الفسفورِ إلى الأنظمةِ البيئيةِ بعدَ دخولِها أجسامَ المُستهلِكاتِ.

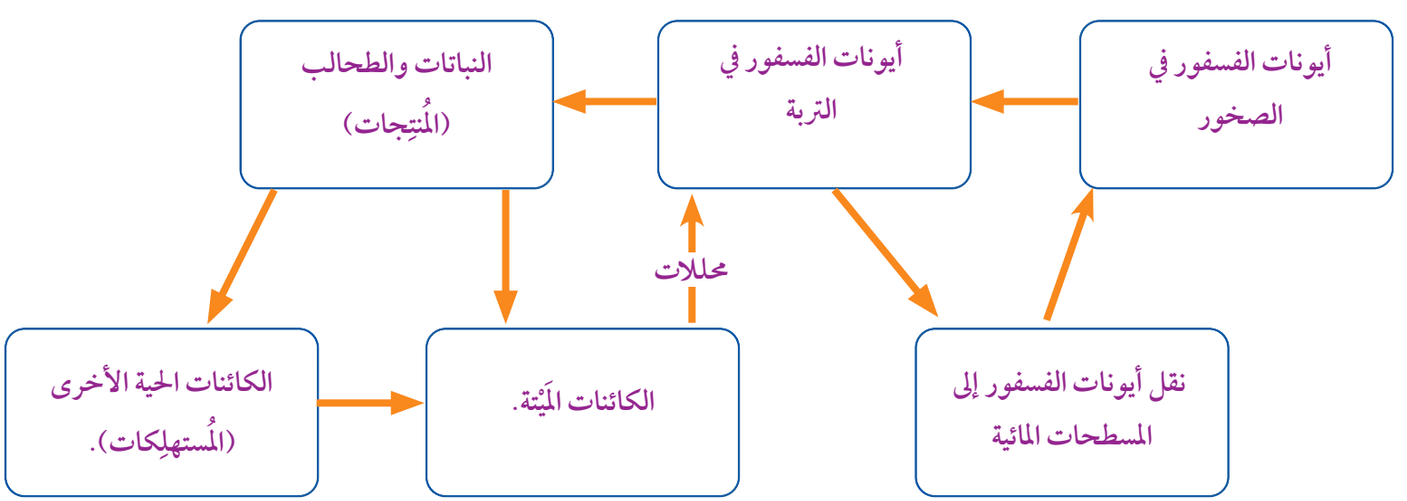
الشكلُ (27): استدامةُ الفسفورِ في الأنظمةِ البيئيةِ.



1. تعريةُ الصخورِ التي تحوي أيوناتِ الفسفورِ، وتفتُّتُها بفعلِ مياهِ الأمطارِ مثلًا.
2. نقلُ أيوناتِ الفسفورِ إلى المُسطَّحاتِ المائيةِ مثلِ المحيطاتِ.
3. تكوُّنُ الرسوباتِ التي تحوي الفسفورَ.
4. امتصاصُ الكائناتِ الحيَّةِ المختلفةِ أيوناتِ الفسفورِ، ثمَّ عودةُ الفسفورِ إلى التربةِ بعدَ موتِ هذهِ الكائناتِ وتحلُّلِها.
5. إسهامُ العواصفِ الحيوانيةِ وذرّاتِ الغبارِ التي تحوي أيوناتِ الفسفورِ في إعادةِ الفسفورِ إلى البيئةِ.

معلومةٌ إضافية

- قد يواجه الطلبة صعوبة في فَهْم استدامة الفسفور واستيعابها؛ لذا يمكنني استخدام المخطط الآتي في توضيح استدامة الفسفور في الأنظمة البيئية التي تبدأ من تحرير أيونات الفسفور من خلال تعرية الصخور التي تحويها.



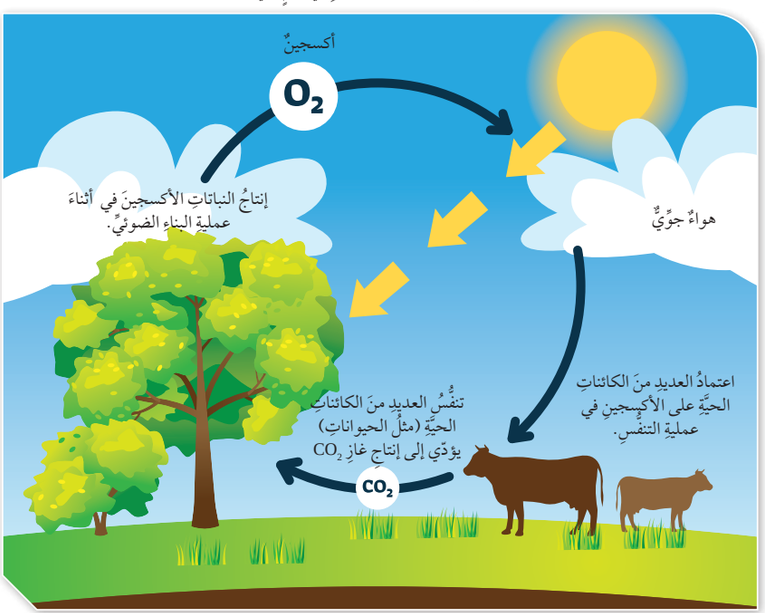
استدامةُ الأكسجينِ Oxygen Sustainability

تحتـاجُ النباتاتُ والحيواناتُ ومعظمُ الكائنـاتِ الحيَّةِ الأُخرى إلى الأكسجينِ لأداءِ عمليةِ التنفُّسِ الخلويِّ الهوائيِّ، والحصـولِ على الطاقةِ اللازمةِ لعملياتِها الحيويةِ المختلفةِ. تُطلِقُ بعضُ الكائناتِ الحيَّةِ (مثلُ النباتاتِ) غـازَ الأكسجينِ مباشـرةً إلى الغـلافِ الجـوِّيِّ أثناءَ عمليةِ البناءِ الضوئيِّ؛ ما يُسهِّلُ وصولَهُ إلى معظمِ الكائنـاتِ الحيَّةِ الأُخرى، مثلَ الإنسانِ الذي يستخدمُهُ في إنتاجِ الطاقةِ، ويُحرِّرُ بدلًا منْهُ غازَ ثاني أكسيدِ الكربونِ، أنظرُ الشكلَ (28).

أفكِّرُ: كيـفَ تُؤثِّـرُ عمليـةُ قطعِ أشجـارِ الغـاباتِ في دورةِ الأكسـجينِ؟

يُمكِنُ أيضًا تدويـرُ غـازِ الأكسجينِ في العديدِ منَ الأنظمةِ البيئيةِ بصورةٍ غيرِ مباشرةٍ، وذلكَ بإعادةِ تدويرِ بعضِ الموادِّ الغذائيةِ الأُخرى، مثلِ مُركَّباتِ الكربونِ والنيتروجينِ والفسفورِ.

الشكلُ (28): استدامةُ الأكسجينِ في نظامٍ بيئيٍّ.



توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية أو عروض تقديمية جاهزة تبيّن مراحل دورة الأكسجين في البيئة، يمكن استخدام شبكة الإنترنت بعد التحقق من المواقع الإلكترونية مسبقًا: للبحث عن عروض تقديمية جاهزة حول دورة الأكسجين في البيئة، علمًا أنَّه يمكنني إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس. أشارك الطلبة في هذه الموادّ التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو إنشاء مجموعة باستخدام أحد التطبيقات المناسبة، أو استخدام أيِّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أطلب إلى الطلبة تأمُّل الشكل (28)، ثم أسألهم:

– لماذا تحتاج معظم الكائنات الحية إلى الأكسجين؟

تحتاج معظم الكائنات الحيَّة إلى الأكسجين لأداء عملية التنفُّس الخلويّ الهوائيّ، والحصول على الطاقة اللازمة لعملياتها الحيوية المختلفة.

– ما مصادر الأكسجين في الأنظمة البيئية؟ تُطلِق بعض الكائنات الحيَّة مثل النباتات وغيرها غاز الأكسجين مباشرة إلى الغلاف الجوي في أثناء عملية البناء الضوئي.

– كيف تحصل المُستهلِكات على الفسفور من البيئة؟

تحصل على الفسفور من غذائها على المُنتِجات (النباتات والطحالب) التي تمتصه عندما يكون مذابًا في الماء.

- أوضح لهم أنَّه يمكن تدوير غاز الأكسجين في الأنظمة البيئية بصورة غير مباشرة، بإعادة تدوير بعض الموادّ الغذائية الأخرى، مثل مركّبات الكربون والنيتروجين والفسفور.

نشاط سريع

- أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إليهم تصميم مخطط ثلاثي الأبعاد لدورة الأكسجين، ثم أزود المجموعات بمجسمات مثل مجسمات أشجار وحيوانات لتمثيل الكائنات الحية في الدورة وأنواع مختلفة من الفاصولياء الجافّة والمعكرونة لتمثيل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون، ثم أطلب إلى المجموعات عَرْض مخططاتهم على المجموعات الأخرى وشرح ما يحدث في كل مرحلة من مراحل الدورة.

أفكِّرُ: لن يتحرر O_2 إلى الغلاف الجوي بفعل عملية البناء الضوئي التي تقوم بها بعض أجزاء الأشجار، وعليه، تواجه الكائنات الحية الأخرى صعوبة في الحصول على O_2.

◄ المناقشة:

- أوظِّف (أثني وأمرر)، ثم أطلب إلى الطلبة الإجابة عن السؤال الآتي المكتوب على ورقة (فرادى):

– ما العامل غير الحيوي الرئيس الضروري لحدوث دورة الماء في الطبيعة؟

- أطلب إليهم ثَنْي الورقة بعد الإجابة عنها وتمريرها إلى زملائهم/ زميلاتهن.
- أوجّههم إلى التوقف عن الإجابة عند سماع إشارة التوقف.
- أطلب إلى أحد الطلبة قراءة ما كُتِب في الورقة بصوت مسموع، ثم أُناقشه في إجابته مع الطلبة.
- قد تتضمن الإجابات: درجة الحرارة. حيث إنَّ درجة الحرارة ضرورية لتبخر الماء، وضرورية عند انخفاضها لتكاثف جزيئات بخار الماء في طبقات الجو لتكوين الهَطْل بأشكاله المختلفة (بَرَد أو ثلج أو أمطار) لاستمرار دورة الماء في الطبيعة.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أطلب إلى الطلبة تأمُّل الشكل (29)، ثم أسألهم:

– لماذا تُعَدُّ الرياح مُهِمّة في استدامة الماء في الطبيعة؟

تَنقل الرياح بخار الماء إلى طبقات الجو العليا الذي يتكاثف لتكوين السحب.

– ماذا يحدث للماء بعد هَطْله على سطح الأرض؟

تتدفق المياه على سطح الأرض عن طريق الجريان السطحي، ثم تدخل نهرًا أو مجرى مياه آخر يَنقلها إلى محيط أو بحيرة، وقد تتسرب المياه إلى باطن الأرض (المياه الجوفية) التي يمكن أن تتدفق إلى الأنهار والجداول والبحيرات والمحيطات، أو قد تمتصها جذور بعض النباتات مرة أخرى، لتتبخر مرة أخرى لتستمر دورة الماء في الطبيعة.

◄ تعزيز:

- أوضح للطلبة أنَّ التغيرات المناخية في السنوات الأخيرة أثرت في استدامة الماء في الطبيعة؛ لأنَّ ارتفاع متوسط درجة حرارة الأرض بسبب التغير المناخي أدى إلى تخزين كميات قليلة من الماء في الأنهار الجليدية، فضلًا عن تبخُّر مياه المسطحات المائية تبخُّرًا سريعًا.

الربطُ بالمجتمع

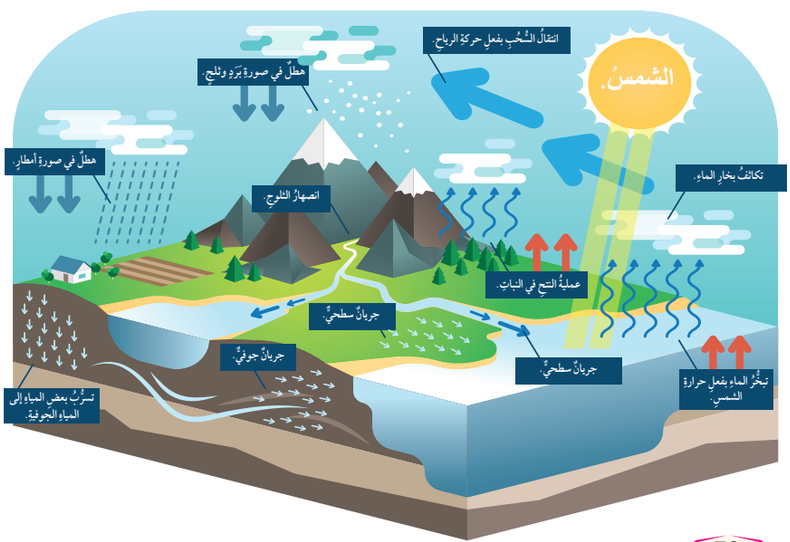
مَرَّ النبيُّ ﷺ بسعدٍ وهوَ يتوضَّأُ، فقالَ: «ما هذا السَّرَفُ؟»، فقالَ: أفي الوضوءِ إسرافٌ؟ قالَ: «نعمْ، وإنْ كنْتَ على نهرٍ جارٍ» (رواهُ ابنُ ماجه). ولهذا يجبُ توعيةُ المواطنينَ بأهميةِ ترشيدِ استهلاكِ المياهِ، لا سيَّما أنَّ الأردنَّ يعاني شُحًّا في مصادرِ المياهِ الطبيعيةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُوضِّحُ دورَ النباتاتِ في استدامةِ الماءِ في الطبيعةِ.

استدامةُ الماءِ في الطبيعةِ Water Sustainability in Nature

يتحرَّكُ الماءُ باستمرارٍ بينَ المحيطاتِ والغلافِ الجوِّيِّ والأرضِ؛ إذْ تتبخَّرُ جزيئاتُ الماءِ منَ المحيطاتِ أوِ المُسطَّحاتِ المائيةِ الأُخرى. وقدْ تحدثُ عمليةُ التبخُّرِ منْ أوراقِ النباتاتِ أثناءَ عمليةِ النتحِ؛ ما يؤدّي إلى تكوُّنِ بخارٍ يصلُ إلى الغلافِ الجوِّيِّ. وكذلكَ يُمكِنُ أنْ ينتقلَ بخارُ الماءِ الذي يتكاثفُ لتكوينِ السُّحُبِ بواسطةِ الرياحِ إلى طبقاتِ الجوِّ العليا. وحينَ تنخفضُ درجاتُ الحرارةِ في الطبقاتِ الدنيا منَ الغلافِ الجوِّيِّ، فإنَّ بخارَ الماءِ يتكثَّفُ في صورةِ قطراتٍ صغيرةٍ جدًّا؛ ما يؤدّي إلى تشكُّلِ السُّحُبِ. وحينَ تصبحُ القطراتُ كبيرةً بحيثُ لا يُمكِنُ للهواءِ نقلُها، فإنَّها تهطلُ على سطحِ الأرضِ في صورةِ مطرٍ، أوْ ثلجٍ، أوْ بَرَدٍ.

بعدَ ذلكَ تتدفَّقُ المياهُ على سطحِ الأرضِ عنْ طريقِ الجريانِ السطحيِّ، ثمَّ تدخلُ نهرًا أوْ مجرى مياهٍ آخرَ ينقلُها إلى محيطٍ أوْ بحيرةٍ. وقدْ تتسرَّبُ المياهُ إلى باطنِ الأرضِ، في ما يُعرَفُ بالمياهِ الجوفيةِ التي يُمكِنُ أنْ تتدفَّقَ إلى الأنهارِ والجداولِ والبحيراتِ والمحيطاتِ، أوْ قدْ تمتصُّها جذورُ بعضِ النباتاتِ مَرَّةً أُخرى، أنظرُ الشكلَ (29).



الشكلُ (29): استدامةُ الماءِ في الطبيعةِ.

الربطُ بالمجتمعِ

- أبيّن للطلبة أنَّ مسؤولية كبيرة يتحمّلها الأفراد في المحافظة على الماء عَبْر إجراءات عدة، منها: مَنْع تسرُّب الماء من الحنفيات والمواسير وغيرها بتصليح التالف منها، وعدم الإسراف في استخدام الماء في أثناء الاستحمام أو غسيل السيارات أو الأعمال المنزلية.

أخطاء شائعة

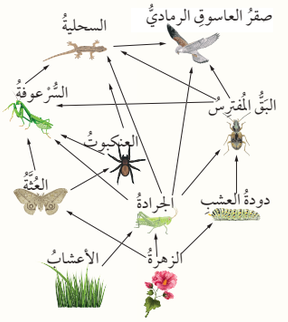
- يعتقد بعض الطلبة أنَّ كمية الماء ثابتة في الغلاف الحيوي؛ لذا أوضح لهم أن كمية الماء في الغلاف الحيوي تختلف باختلاف الظروف المناخية، ذلك أنَّ الأمطار الغزيرة مثلًا تزيد تدفق الماء إلى المسطحات المائية المختلفة، التي تتبخر لاحقًا نتيجة تعرُّضها لأشعة الشمس.

✓ **أتحقَّق:** تساعد النباتات على استدامة الماء في الطبيعة عَبْر عملية النتح التي تُبخِّر الماء عن سطح أوراقها ووصوله إلى الغلاف الجوي لاستمرار دورة الماء.

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضِّحُ دورَ السلاسلِ والشبكاتِ الغذائيةِ في استدامةِ تدفُّقِ الطاقةِ في الأنظمةِ البيئيةِ.

2. أدرسُ الشكلَ المجاورَ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

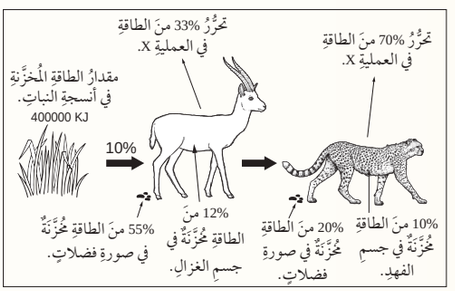


أ . أذكرُ مثالًا على كلٍّ منَ المُنتِجِ، والمُستهلِكِ الأوَّلِ، والمُستهلِكِ الثاني.

ب. أُحدِّدُ منَ الشكلِ صورَ كائناتٍ حيَّةٍ تُمثِّلُ كائناتٍ حيَّةً غيرَ ذاتيةِ التغذيةِ.

جـ. أرسمُ سلسلةً غذائيةً تضمُّ أربعةَ كائناتٍ حيَّةٍ، مُحدِّدًا مستوياتِها الغذائيةَ.

3. **أستخدمُ الأرقامَ:** يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ عمليةَ انتقالِ الطاقةِ ضمنَ سلسلةٍ غذائيةٍ في نظامٍ بيئيٍّ. إذا كانَتْ كمِّيةُ الطاقةِ الضوئيةِ المُخزَّنةِ في أنسجةِ النباتاتِ سنويًّا في هذا النظامِ هيَ 400000 KJ لكلِّ m^2، فأُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:



أ . أحسُبُ مقدارَ الطاقةِ التي يحصلُ عليْها الفهدُ سنويًّا.

ب. أحسُبُ مقدارَ الطاقةِ المُخزَّنةِ في جسمِ الغزالِ سنويًّا.

جـ. أحسُبُ مقدارَ الطاقةِ التي يفقدُها الفهدُ عندَ إخراجِ الفضلاتِ سنويًّا.

د . أحدِّدُ العمليةَ X التي يتحرَّرُ فيها ما نسبتُهُ 33% منْ طاقةِ الغزالِ.

4. أرسمُ سلسلةً غذائيةً تُمثِّلُ الكائناتِ الحيَّةَ الآتيةَ:
عصفورٌ، أعشابٌ، جُنْدُبٌ، نَسْرٌ، أفعى.

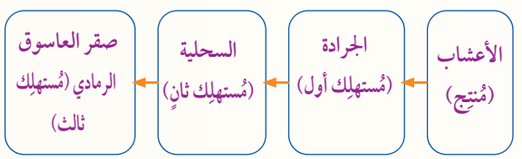
مراجعة الدرس

1 **السلسلة الغذائية:** تعمل على استدامة تسلسل انتقال الطاقة بين الكائنات الحية المختلفة عن طريق العلاقات الغذائية المتنوعة في الأنظمة البيئية، أما **الشبكة الغذائية**، فهي تبيّن العلاقات الغذائية المتنوعة بين الكائنات الحية المختلفة في الموطن البيئي، وتبيّن كيف يرتبط بعضها ببعض.

2 أ. **المُنتِج:** الزهرة والأعشاب. **المُستهلِك الأول:** الجرادة والعُثَّة. **المُستهلِك الثاني:** السُّرْعوف والعنكبوت.

ب. السحلية، وصقر العاسوق الرمادي، والبقّ المفترس، والعنكبوت، والجرادة، والعُثَّة، وغيرها.

جـ.



3 أ. يحصل الغزال على 10% فقط من الطاقة المخزنة في أنسجة النباتات، وهو مقدار يساوي: (400000 × 10% = 40000 KJ)، في حين يكون مقدار الطاقة التي يُخزِّنها الغزال داخل جسمه على هيئة مركّبات عضوية تساوي: (40000 × 12% = 4800 KJ)، وهي مقدار الطاقة التي يحصل عليها الفهد سنويًّا.

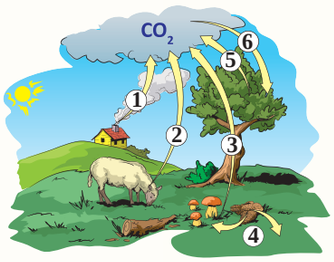
ب. مقدار الطاقة المخزنة في جسم الغزال هو: 4800 KJ.

جـ. مقدار الطاقة التي يفقدها الفهد عن طريق إخراج الفضلات هو:
مقدار الطاقة الذي يحصل عليها الفهد سنويًّا × 20% (مقدار الطاقة الذي يخزن في صورة فضلات من الفهد)، فيكون مقدار الطاقة الذي يفقده الفهد سنويًّا هو:
4800 × 20% = 960 KJ

د. التنفس الخلوي.

4 أعشاب ← جُندب ← عصفور ← أفعى ← نَسْر

5. أُصَنِّفُ الكائناتِ الحيَّةَ الآتيةَ إلى مُنتِجاتٍ، ومُستهلِكاتٍ، ومُحلِّلاتٍ:
أرنبٌ، عصفورٌ، جرادةٌ، بكتيريا خضراءُ مُزرقَّةٌ، ثعلبٌ، أفعى، أعشابٌ، صقرٌ، إنسانٌ، طحالبُ، فطرياتٌ.



6. أدرسُ الشكلَ المجاورَ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:
أ. أُحدِّدُ العملياتِ التي تُمثِّلُها الأرقامُ الآتيةُ:
1، 2، 6.
ب. أُوضِّحُ كيفَ تُعَدُّ العمليةُ المشارُ إليْها بالرقمِ (3) مهمةً في استدامةِ الكربونِ.
جـ. أستنتجُ أهميةَ العمليةِ المشارِ إليْها بالرقمِ (4) في دورةِ الكربونِ.
د. أُفسِّرُ كيفَ ينتجُ الكربونُ منَ العمليةِ المشارِ إليْها بالرقمِ (5).

7. أكتبُ في العمودِ الأوَّلِ منَ الجدولِ الآتي كلَّ مصطلحٍ ممّا يأتي إزاءَ الوصفِ المناسبِ لهُ في العمودِ الثاني: الدوراتُ البيوجيوكيميائيةُ، البكتيريا المُثبِّتةُ للنيتروجينِ، عمليةُ النتحِ، المُحلِّلاتُ، غازُ الأكسجينِ.

المصطلحُ	الوصفُ
.....1	العملُ على تبخُّرِ الماءِ منْ أوراقِ النباتاتِ.
.....2	التدويرُ بصورةٍ غيرِ مباشرةٍ عنْ طريقِ إعادةِ تدويرِ بعضِ الموادِّ، مثلِ مُركَّباتِ الكربونِ والنيتروجينِ والفسفورِ.
.....3	تدويرُ العديدِ منَ العناصرِ والجزيئاتِ الكيميائيةِ المختلفةِ ضمنَ دوراتٍ مغلقةٍ.
.....4	تحليلُ أجسامِ الكائناتِ الميتةِ.
.....5	العيشُ على جذورِ البقوليات.

8. أُفسِّرُ: يعتمدُ استقرارُ الأنظمةِ البيئيةِ على سلامةِ الدوراتِ البيوجيوكيميائيةِ فيها.

5

منتجات	مستهلكات	محللات
بكتيريا خضراء مزرقة، أعشاب، طحالب	أرنب، عصفور، جرادة، ثعلب، أفعى، صقر، إنسان	فطريات

6 أ. ا. احتراق وقود أحفوري.
2. عملية تنفس الحيوان.
6. تثبيت الكربون

ب. الفطريات من المحللات التي تحرر غاز CO_2 إلى الغلاف الجوي، ليساعد في إتمام عملية استدامة دورة الكربون في الطبيعة.

جـ. تتحلَّل الفضلات وتدخل في مُكوِّنات التربة التي تعيد النباتات امتصاصها، وتدخل في تركيب أجسامها، وبعد موتها تتحلل ويتحرر CO_2 بفعل المحلِّلات. وقد تدخل مُكوِّنات الفضلات في تكوين الوقود الأحفوري الذي يستخرجه الإنسان ويحرقه ليتحرر بذلك غاز CO_2 إلى الغلاف الجوي.

د. النباتات من الكائنات الحية التي تستهلك الأكسجين في الليل لإنتاج الطاقة اللازمة لاستمرار حياتها، وهي بذلك تُحرر غاز CO_2 إلى الغلاف الجوي بوَصْفه ناتجًا لعملية تنفسها.

7 أتأمّل الجدول الآتي:

المصطلحُ	الوصفُ
1. عملية النتح	العملُ على تبخُّرِ الماءِ منْ أوراقِ النباتاتِ.
2. تدوير غاز الأكسجين	التدويرُ بصورةٍ غيرِ مباشرةٍ عنْ طريقِ إعادةِ تدويرِ بعضِ الموادِّ، مثلِ مُركَّباتِ الكربونِ والنيتروجينِ والفسفورِ.
3. الدورات البيوجيوكيميائية	تدويرُ العديدِ منَ العناصرِ والجزيئاتِ الكيميائيةِ المختلفةِ ضمنَ دوراتٍ مغلقةٍ.
4. المحللات	تحليلُ أجسامِ الكائناتِ الميتةِ.
5. البكتيريا المثبتة للنيتروجين	العيشُ على جذورِ البقوليات.

8 لأن الدورات البيوجيوكيميائية تعمل على استدامة تدوير الموادّ والعناصر التي تعتمد عليها حياة الكائنات الحية التي تعيش في الأنظمة البيئية، وكذلك تدويرها خلال المُكوِّنات غير الحية التي تدعم سلامة الأنظمة البيئية واستقرارها.

أثرُ الجفافِ في السلاسلِ والشبكاتِ الغذائيةِ في الأُردنّ

Drought Effect on Food Chains and Webs in Jordan

الهدف:

- تقديم معلومات إضافية عن الجفاف وأسبابه وآثاره في السلاسل والشبكات الغذائية في الأنظمة البيئية في الأُردنّ.
- تحفيز الطلبة إلى استخدام المصادر المتنوِّعة في البحث عن الآليات المختلفة للتقليل من آثار الجفاف على الكائنات الحية في الأُردنّ

الإجراءات والتوجيهات:

- أوظِّف (**الطاولة المستديرة**)، ثم أقسّم الطلبة مجموعات، ثمَّ أسألهم بعد تحديد زمن الإجابة:
  - كيف يؤثر الجفاف في المناطق الزراعية في الأُردنّ؟
- أطلب إلى أحد الأفراد في كل مجموعة كتابة سؤال المجموعة في الجزء العلوي من ورقة فارغة، ثمَّ تمريرها إلى زملائه/ زميلاتها في المجموعة؛ ليكتب كلٌّ منهم إجابة مقترَحة.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة التوقُّف عن الكتابة بعد انتهاء الوقت المخصَّص للإجابة، ثم المناقشة في الإجابات المقترحة بينهم للاتفاق على إجابة موحدة، ثم عَرْضها على أفراد المجموعات الأخرى.
- قد تتضمن الإجابات المقترحة: يؤدي الجفاف في المناطق الزراعية إلى جفاف التربة، ثم نقص رطوبتها السطحية، وهذا يضر بعملية الإنبات في كثير من النباتات (المُنتِجات)، وهذا يتسبب في انخفاض أعدادها. تقلّ أعداد المُستهلِكات (الحيوانات آكلة الأعشاب) إذا انخفضت أعداد المُنتِجات التي تتغذى بها، فيؤثر سلبيًّا في أعداد الكائنات الحية الأخرى التي تعتمد على آكلات الأعشاب في غذائها، وهذا يؤدي إلى حدوث خلل واضطراب في السلاسل والشبكات الغذائية في المناطق التي تعرّضت للجفاف، إمّا بموت هذه الكائنات، وإمّا بانتقالها إلى مناطق أخرى بحثًا عن الغذاء.

الإثراءُ والتوسُّعُ

أثرُ الجفافِ في السلاسلِ والشبكاتِ الغذائيةِ في الأُردنّ

Drought Effect on Food Chains and Webs in Jordan

يُعرَّفُ الجفافُ بأنَّهُ نقصٌ حادٌّ في كمِّياتِ المياهِ في مناطقَ مُعيَّنةٍ؛ نتيجةً لشُحِّ الأمطارِ، أوْ عدمِ وجودِ مصادرَ للمياهِ في هذهِ المناطقِ؛ ما يُؤثِّرُ سلبًا في الأنظمةِ البيئيةِ السائدةِ فيها. يؤدّي الجفافُ في المناطقِ الزراعيةِ إلى جفافِ التربةِ، ثمَّ نقصِ رطوبتِها السطحيةِ؛ ما يضرُّ بعمليةِ الإنباتِ لكثيرٍ منَ النباتاتِ (المُنتِجاتُ)، وهوَ ما يتسبَّبُ في انخفاضِ أعدادِها.

تقلُّ أعدادُ المُستهلِكاتِ (الحيواناتُ آكلةُ الأعشابِ) إذا انخفضَتْ أعدادُ المُنتِجاتِ التي تتغذّى بها؛ ما يُؤثِّرُ سلبًا في أعدادِ الكائناتِ الحيَّةِ الأُخرى التي تعتمدُ على آكلاتِ الأعشابِ في غذائِها، وهوَ ما يؤدّي إلى حدوثِ خللٍ واضطرابٍ في السلاسلِ والشبكاتِ الغذائيةِ في المناطقِ التي تعرَّضَتْ للجفافِ؛ إمّا بموتِ هذهِ الكائناتِ، وإمّا بانتقالِها إلى مناطقَ أُخرى بحثًا عنِ الغذاءِ.

تُعَدُّ مناطقُ البادِيةِ الجنوبيةِ (مثلُ وادي رَمٍّ) إحدى أكثرِ المناطقِ عرضةً للجفافِ في الأردنِّ؛ نظرًا إلى مُناخِها الحارِّ والجافِّ نتيجةَ ارتفاعِ درجاتِ الحرارةِ الذي يُسبِّبُ تبخُّرَ الماءِ، وندرةِ هطلِ الأمطارِ فيها؛ ما أدّى إلى تصحُّرِها بعدَ الانخفاضِ الكبيرِ في أعدادِ النباتاتِ التي تُمثِّلُ حجرَ الأساسِ في السلاسلِ الغذائيةِ لهذهِ المناطقِ، وهوَ ما أثَّرَ سلبًا في التنوُّعِ الحيويِّ فيها.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنِ الطرائقِ الواجبِ استخدامُها للتقليلِ منَ الجفافِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْها، ثمَّ أقرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

صحراءُ وادي رَمٍّ.

أبحث:

يمكن الدخول إلى الموقع الإلكتروني التالي بعد تفحصه مسبقًا: https://mwi.gov.jo، للبحث عن بعض المعلومات حول الطرائق الواجب اتباعها للتقليل والحد من الجفاف، منها: اعتماد الأساليب الزراعية الموفرة للمياه، مثل الري بالتنقيط، وتقليل كمية المياه المفقودة، ومعالجة مياه الصرف الصحي في الزراعة وإعادة استخدامها، وتجميع مياه الأمطار، التي تتضمن جَمْع المياه وتخزينها لاستخدامها في أوقات الجفاف، وكذلك تحلية المياه المالحة للاستفادة منها في أوقات الجفاف.

مراجعة الوحدة

السؤال الأول:

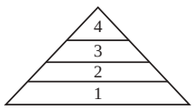
1. د. (البناء الضوئي).
2. أ. (1 ,2 ,3 ,4).
3. أ. (المُنتِجات).
4. ب. (تحويل غاز النيتروجين الجوي إلى مركَّبات عضوية تستخدمها الكائنات الحيَّة).
5. ب. (تحرُّر معظم أيونات الفوسفات من الصخور التي تحملها الأنهار في اتجاه المحيطات).
6. د. (طيور اللقلق).
7. ب. (مجتمعًا حيويًا).
8. ب. (درجة الحرارة).

مراجعةُ الوحدةِ

السؤالُ الأوَّلُ:

لكلِّ فقرةٍ منَ الفقراتِ الآتيةِ أربعُ إجاباتٍ، واحدةٌ فقطْ صحيحةٌ، أُحدِّدُها:

1. إحدى المراحلِ الآتيةِ تؤدّي إلى انتقالِ الكربونِ منَ المُكوِّناتِ غيرِ الحيَّةِ إلى المُكوِّناتِ الحيَّةِ (مادةٌ عضويةٌ) في النظامِ البيئيِّ خلالَ دورةِ الكربونِ:
   أ. إزالةُ الغاباتِ. ب. الاحتراقُ.
   جـ. التنفُّسُ. د. البناءُ الضوئيُّ.
2. اتجاهُ انتقالِ الطاقةِ في الهرمِ المجاورِ هوَ:
   أ. 1,2,3,4.
   ب. 3,2,4,1.
   جـ. 2,1,3,4.
   د. 3,4,2,1.



3. الكائناتُ الحيَّةُ التي تُعَدُّ أساسَ الشبكاتِ الغذائيةِ في الأنظمةِ البيئيةِ المختلفةِ هيَ:
   أ. المُنتِجاتُ.
   ب. المُستهلِكاتُ الثالثةُ.
   جـ. آكلاتُ الأعشابِ.
   د. المُحلِّلاتُ.
4. تعملُ بعضُ أنواعِ البكتيريا التي تُثبِّتُ النيتروجينَ على:
   أ. تحويلِ الأمونيا إلى نيتريتٍ ثمَّ نتراتٍ.
   ب. تحويلِ غازِ النيتروجينِ الجوِّيِّ إلى مُركَّباتٍ عضويةٍ تستخدمُها الكائناتُ الحيَّةُ.
   جـ. تحليلِ المُركَّباتِ الغنيةِ بالنيتروجينِ، وتحويلِها إلى أيوناتِ الأمونيومِ.
   د. تحويلِ النيتريتِ إلى غازِ النيتروجينِ.
5. إحدى العباراتِ الآتيةِ صحيحةٌ في ما يتعلَّقُ بدورةِ الفسفورِ:
   أ. التثبيتُ في النباتاتِ والطحالبِ.
   ب. تحرُّرُ معظمِ أيوناتِ الفوسفاتِ منَ الصخورِ التي تحملُها الأنهارُ في اتجاهِ المحيطاتِ.
   جـ. عدمُ حصولِ الحيواناتِ على الفسفورِ منْ تغذيتِها بالنباتاتِ والطحالبِ.
   د. عدمُ تأثيرِ استخدامِ الأسمدةِ الغنيةِ بالفسفورِ في نسبةِ الفسفورِ في الطبيعةِ.
6. المستوى الغذائيُّ في الشكلِ الآتي، الذي يكونُ فيهِ تركيزُ المبيدِ الحشريِّ DDT أكبرَ ما يُمكِنُ، هوَ:

   أ. العوالقُ النباتيةُ.
   ب. العوالقُ الحيوانيةُ.
   جـ. الأسماكُ الصغيرةُ.
   د. طيورُ اللقلقِ.
7. تُشكِّلُ الجماعاتُ الحيويةُ معًا:
   أ. جماعةً حيويةً. ب. مجتمعًا حيويًّا.
   جـ. نظامًا بيئيًّا. د. غلافًا حيويًّا.
8. أحدُ مُكوِّناتِ النظامِ البيئيِّ الآتيةِ يُؤثِّرُ في دورةِ النشاطِ اليوميِّ للحيواناتِ:
   أ. شِدَّةُ الرياحِ. ب. درجةُ الحرارةِ.
   جـ. الماءُ. د. شِدَّةُ الإضاءةِ.

9. إحدى الحالاتِ الآتيةِ تُسبِّبُ زيادةً في حجمِ الجماعةِ الحيويةِ:

أ. التكاثرُ. ب. الهجرةُ عنِ الجماعةِ.

جـ. موتُ الأفرادِ. د. الافتراسُ.

10. يُمكِنُ أخْذُ عيِّنةٍ عشوائيةٍ منْ طائرِ البلبلِ لتقديرِ حجمِ الجماعةِ الحيويةِ باستخدامِ:

أ. المُربَّعِ القياسيِّ. ب. القطاعِ الخطيِّ.

جـ. علاماتٍ توضَعُ على الكائنِ الحيِّ. د. العيِّنةِ النقطيةِ.

11. إحدى الآتيةِ تُمثِّلُ دراسةً مسحيةً مرئيةً غيرَ مباشرةٍ:

أ. مراقبةُ جماعةٍ منَ الحيواناتِ بالعينِ المُجرَّدةِ.

ب. مراقبةُ جماعةٍ منَ الحيواناتِ بالمنظارِ.

جـ. دراسةُ فضلاتِ جماعةٍ حيويةٍ.

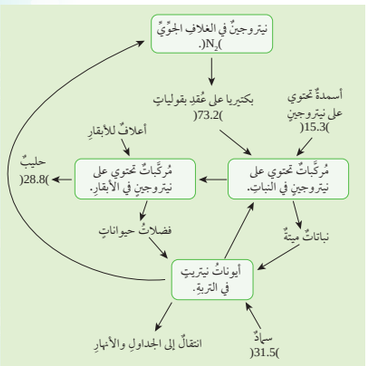
د. مراقبةُ جماعةٍ منَ الحيواناتِ عنْ طريقِ الأقمارِ الصناعيةِ.

السؤالُ الثاني:

في بحثٍ لمجموعةٍ منَ الطلبةِ، هدفَ إلى دراسةِ خصائصِ جماعةٍ حيويةٍ منَ الحلازينِ، جمعَ الطلبةُ 320 حلزونًا، ثمَّ وضعوا على صدفةِ كلِّ حلزونٍ نقطًا (باستخدامِ دهانٍ مُعيَّنٍ) تُمثِّلُ علاماتٍ، ثمَّ أطلقوا الحلازينَ. وبعدَ 7 أيامٍ جمعوا 400 حلزونٍ، وتبيَّنَ لهُمْ أنَّ 26 منْها فقطْ تحملُ تلكَ العلاماتِ على أصدافِها. أُقدِّرُ حجمَ جماعةِ الحلزونِ الحيويةِ.

السؤالُ الثالثُ:

يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ مُخطَّطًا لنتائجِ بحثٍ أعَدَّتْهُ مجموعةٌ منَ الطلبةِ عنْ تدفُّقِ النيتروجينِ سنويًّا (بوحدةِ $Kg/10000\ m^2$) في إحدى مزارعِ الأبقارِ المُنتِجةِ للحليبِ (تدويرُ الموادِّ الغذائيةِ). استخدمَ صاحبُ المزرعةِ بعضَ الأعلافِ (الأعشابُ، والبرسيمُ) لتغذيةِ الأبقارِ، علمًا بأنَّ البرسيمَ هوَ منَ النباتاتِ التي تنمو على جذورِها بكتيريا العُقدِ. أدرسُ الشكلَ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:



أ. ما اسمُ العمليةِ التي تُحوِّلُ فيها البكتيريا غازَ N_2 إلى أشكالٍ يُمكِنُ لنباتِ البرسيمِ الاستفادةُ منْها؟

9. أ. (التكاثر).

10. جـ. (علامات توضع على الكائن الحي).

11. جـ. (دراسة فضلات جماعة حيوية).

السؤال الثاني:

حجم جماعة الحلزون الحيوية المقدر:

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

$$N = \frac{320 \times 400}{26}$$

$N = 4923$ تقريبًا

السؤال الثالث:

أ. عملية تثبيت النيتروجين الجوي.

ب. تُحوِّل المُحلِّلات النباتات المَيْتة إلى أيونات الأمونيوم (NH_4^+)، ونشاط بكتيريا النترتة التي تُحوِّل النيتريت (NO_2) إلى أيونات النترات (NO_3^-)، تمتصها الأعشاب.

جـ. انتقلت نسبة من كميات النيتروجين على صورة مركّبات نيتروجينية إلى الجداول والأنهار، وتُحوِّل بكتيريا اختزال النترات نسبة من كميات النيتروجين فتُحوِّل أيونات النترات (NO_3^-) إلى نيتروجين جوي (N_2).

د. كمية النيتروجين المتوقع وجودها في الحليب =

$$100\% \times \frac{\text{كمية المركّبات النيتروجينية الموجودة في الحليب}}{\text{كمية الأسمدة النيتروجينية المضافة}}$$

$$= \frac{28.8}{120} \times 100\%$$

$$= 24\%$$

السؤال الرابع:

النظام البيئي (ب) أكثر تنوعًا، إذ إنَّه يحوي أفرادًا من أنواع الأشجار الستة، في حين أنَّ النظام البيئي (أ) يحوي خمسًا منها فقط. ويمكن إصدار حكم أكثر دقة بإجراء تحليل إحصائي للنظامين البيئيين.

السؤال الخامس:

أ . أنظر إلى الرسم التالي:

ب. تحصل المُنتِجات على طاقتها من ضوء الشمس لتقوم بعملية البناء الضوئي وتصنع الغذاء الذي تُخزِّنه داخل أجسامها على هيئة مركّبات عضوية تستهلكها الحيوانات آكلة الأعشاب (المُستهلِكات الأولى)، ثم تنتقل الطاقة المُخزَّنة في أجسام المُستهلِكات الأولى إلى آكلات اللحوم (المُستهلِكات الثانية) وهكذا إلى أن تصل المُستهلِكات الكبرى في المستوى الغذائي الأخير من الهرم الغذائي. ومن الجدير بالذكر أنَّ 10% فقط من الطاقة تنتقل من مستوًى غذائي إلى آخر.

جـ. هذا يعني أنَّ 10% فقط من الطاقة تنتقل من مستوًى إلى أخر، أي أن ما ينتقل إلى المستوى الثاني من الطاقة يساوي: $10000 \times 10\% = 1000$ kcal.

ب. أستنتجُ نوعينِ منَ العملياتِ التي تساعدُ على تحويلِ المُركّباتِ النيتروجينيةِ الموجودةِ في النباتاتِ الميتةِ إلى أيوناتِ النيتريتِ التي تمتصُّها الأعشابُ.

جـ. وجدَ الطلبةُ أنَّ كمّياتِ النيتروجينِ الموجودةَ في الحليبِ، والمُخزَّنةَ في أجسامِ الأبقارِ، تُمثِّلُ نسبةً محدودةً منَ النيتروجينِ الذي حصلَتْ عليْهِ الأبقارُ منْ غذائِها (الأعلافُ، والنباتاتُ الأُخرى). أتوقَّعُ ما حدثَ للنسبةِ المُتبقِّيةِ منْ كمّياتِ النيتروجينِ.

د. إذا أضافَ صاحبُ المزرعةِ إلى التربةِ سنويًّا 120 Kg منَ الأسمدةِ النيتروجينيةِ الصناعيةِ لكلِّ $10000\ m^2$، **فأحسُبُ** نسبةَ النيتروجينِ التي يُتوقَّعُ وجودُها في الحليبِ.

السؤالُ الرابعُ:

في دراسةٍ لبعضِ الطلبةِ، تناولَتِ المقارنةَ بينَ نظامينِ بيئيينِ منْ حيثُ التنوُّعُ الحيويُّ، عَدَّ الطلبةُ 6 أنواعٍ منَ الأشجارِ، سمَّوها (A، B، C، D، E، F)، ثمَّ دوَّنوا الأعدادَ كما في الجدولِ الآتي:

نوعُ الأشجارِ	النظامُ البيئيُّ (أ)	النظامُ البيئيُّ (ب)
A	65	45
B	10	23
C	20	55
D	0	14
E	5	19
F	4	25

أيُّ النظامينِ البيئيينِ أكثرُ تنوُّعًا: النظامُ البيئيُّ (أ) أمِ النظامُ البيئيُّ (ب)؟

السؤالُ الخامسُ:

مُعتمِدًا الشكلَ المجاورَ، أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ. أُمثِّلُ كُلًّا منَ المُنتِجاتِ والمُستهلِكاتِ على الشكلِ.

ب. أَصِفُ آليَّةَ انتقالِ الطاقةِ في النظامِ البيئيِّ بناءً على الشكلِ.

جـ. إذا فُقِدَ ما نسبتُهُ 90% منَ الطاقةِ بينَ المستوياتِ الغذائيةِ المختلفةِ في صورةِ حرارةٍ انتقلَتْ إلى البيئةِ المحيطةِ، **فأحسُبُ** كمّيةَ الطاقةِ المتوافرةَ للمُستهلِكاتِ الثانيةِ.

مراجعة الوحدة

السؤالُ السادسُ:

في دراسةٍ لمجموعةٍ منَ العلماءِ، هدفَتْ إلى تقديرِ حجمِ جماعةٍ حيويةٍ منْ شقائقِ نعمانِ البحرِ ***Actinia tenebrosa*** على طولِ الشاطئِ الصخريِّ لأحدِ السواحلِ، عَدَّ العلماءُ شقائقَ النعمانِ في 10 مُربَّعاتٍ قياسيةٍ، مساحةُ كلٍّ منْها $0.25\ m^2$، وكانَتِ الأعدادُ كما في الجدولِ الآتي:

رقمُ العيِّنةِ (المُربَّعُ القياسيُّ):	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
عددُ أفرادِ جماعةِ شقائقِ النعمانِ:	0	3	0	1	0	0	5	2	0	1

مُعتمِدًا البياناتِ الواردةَ في الجدولِ، أُقدِّرُ حجمَ الجماعةِ الحيويةِ إذا كانَتْ مساحةُ الشاطئِ الصخريِّ هيَ $100\ m^2$.

السؤالُ السابعُ:

نظَّمَتْ مجموعةٌ منَ الطلبةِ نشاطًا لتقديرِ حجمِ جماعةٍ منْ ذواتِ مئةِ القَدَمِ (أمُّ أربعٍ وأربعينَ) بعدَ ملاحظةِ وجودِها على جذعِ شجرةٍ في غابةٍ مجاورةٍ. جمعَ الطلبةُ 50 منْها، ثمَّ وضعوا عليْها علاماتٍ، ثمَّ أطلقوها. وبعدَ مرورِ 48 ساعةً، تمكَّنوا منَ الإمساكِ بـ70 منْ ذواتِ مئةِ القَدَمِ، وتبيَّنَ لهُمْ أنَّ 17 منْها فقطْ تحملُ تلكَ العلاماتِ. أُقدِّرُ حجمَ الجماعةِ الحيويةِ لذواتِ مئةِ القَدَمِ.

السؤالُ الثامنُ:

لاحظَ بعضُ الطلبةِ أنَّ النوعَ (أ) منَ النباتاتِ ينمو دائمًا بجوارِ النوعِ (ب). افترضَ الطلبةُ عدمَ وجودِ علاقةٍ بينَ هذينِ النباتينِ. ولاختبارِ فرضيتِهِمْ، عَدّوا أفرادَ كلِّ نوعٍ منَ النباتينِ في 10 مُربَّعاتٍ قياسيةٍ، وكانَتِ النتائجُ التي توصَّلوا إليْها كما في الجدولِ الآتي:

رقمُ العيِّنةِ (المُربَّعُ القياسيُّ):	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
عددُ أفرادِ نوعِ النباتِ (أ):	10	11	6	8	14	10	12	11	10	10
عددُ أفرادِ نوعِ النباتِ (ب):	21	19	22	15	16	24	19	24	21	19

أ . **أُمثِّلُ بيانيًّا** عددَ أفرادِ كلِّ نوعٍ منَ النباتِ (النوعُ أ، والنوعُ ب).

ب. **أتوقَّعُ:** أُبينُ نوعَ العلاقةِ بينَ عددِ أفرادِ النباتِ (أ) وعددِ أفرادِ النباتِ (ب) إنْ وُجِدَتْ.

السؤال السادس:

المِساحة الإجمالية للمربعات القياسية $= 10 \times 0.25$

$2.5\ m^2 =$

عدد الأفراد / $m^2 = \frac{12}{2.5}$

$4.8 =$

حجم الجماعة الحيوية المقدر $= 4.8 \times 100$

$480 =$

السؤال السابع:

حجم الجماعة الحيوية المقدر:

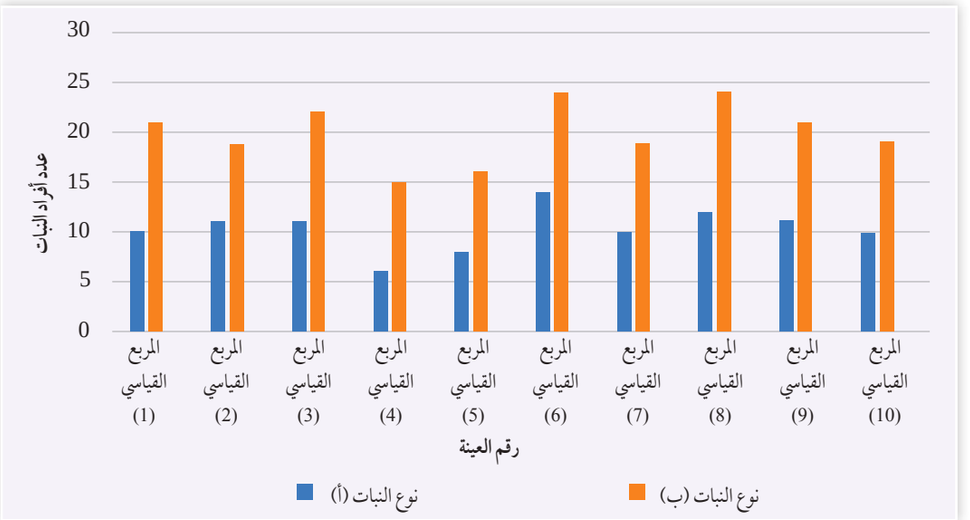
$$N = \frac{n_1 \times n_2}{m_2}$$

$$N = \frac{50 \times 70}{17}$$

$N = 206$ تقريبًا

السؤال الثامن:

أ .



ب. يظهر في التمثيل البياني أنَّ ثَمَّةَ علاقة طردية بين نوع النبات (أ) ونوع النبات (ب)، حيث يزيد عدد أفراد النبات (أ) بزيادة عدد أفراد النبات (ب)، لكن، يمكن إصدار أحكام أكثر دقة بوجود العلاقة ونوعها بإجراء التحليل الإحصائي المناسب.

مراجعة الوحدة

السؤال التاسع:

أ . تبخُّر الماء.

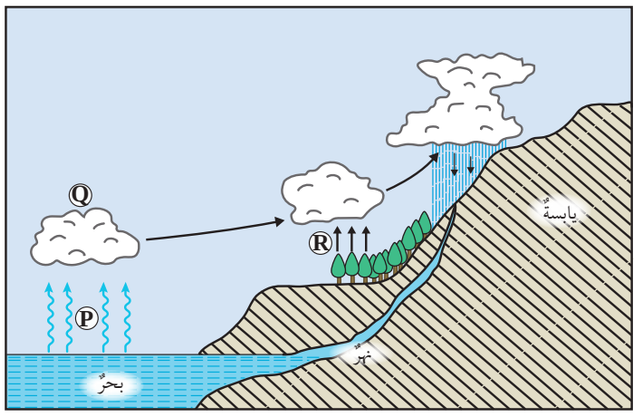
ب. تكاثُف.

جـ. عملية النتح في النباتات.

د . طاقة ضوئية من أشعة الشمس.

السؤالُ التاسعُ:

أدرسُ الشكلَ الآتيَ الذي يُمثِّلُ دورةَ الماءِ في الطبيعةِ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



أ . أُحدِّدُ ما يرمزُ إليْهِ الحرفُ P.

ب. أُوضِّحُ العمليةَ المشارَ إليْها بالحرفِ Q.

جـ. أُوضِّحُ العمليةَ المشارَ إليْها بالحرفِ R.

د . **أستنتجُ** مصدرَ الطاقةِ اللازمَ لحدوثِ العمليةِ المشارِ إليْها بالحرفِ P.

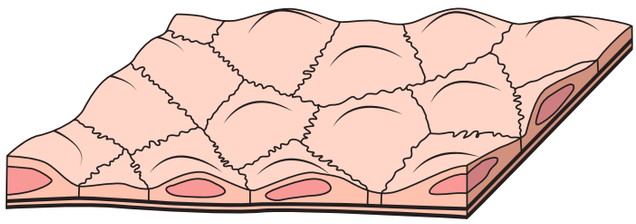
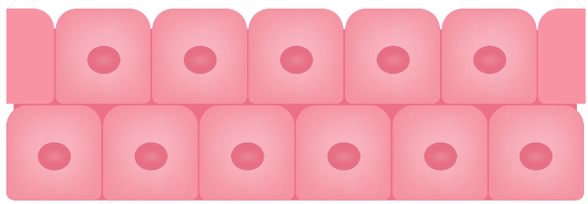
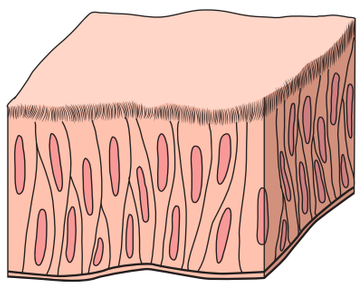
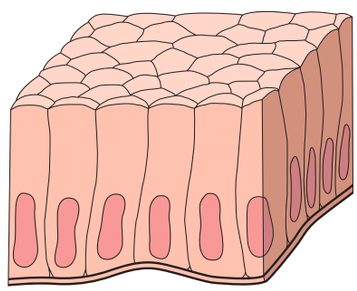
ملحق

إجابات أسئلة أوراق العمل

ورقة العمل (1)

الوحدة الثالثة: الأنسجة الحيوانية والأنسجة النباتية. **الدرس الأول: الأنسجة الحيوانية.**

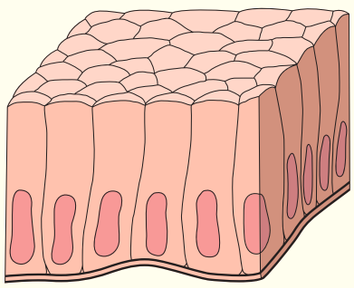
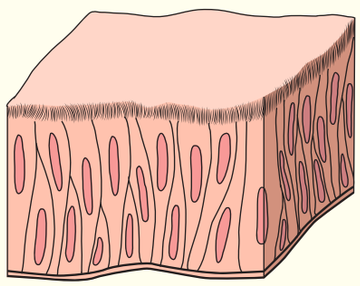
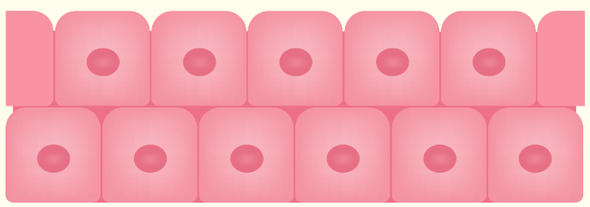
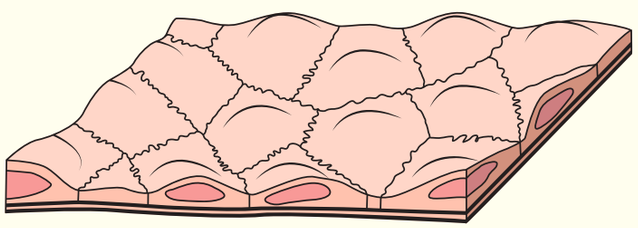
أضع الشكل المناسب إزاء اسم النسيج الذي يمثِّله:

اسم النسيج	شكل النسيج
1. النسيج الطلائي العمادي البسيط.	
2. النسيج الطلائي الطبقي الكاذب.	
3. النسيج الطلائي المكعب الطبقي.	
4. النسيج الطلائي الحرشفي البسيط.	

إجابة ورقة العمل (1)

الوحدة الثالثة: الأنسجة الحيوانية والأنسجة النباتية. **الدرس الأول: الأنسجة الحيوانية.**

أضع الشكل المناسب إزاء اسم النسيج الذي يمثِّله:

اسم النسيج	شكل النسيج
1. النسيج الطلائي العمادي البسيط.	
2. النسيج الطلائي الطبقي الكاذب.	
3. النسيج الطلائي المكعب الطبقي.	
4. النسيج الطلائي الحرشفي البسيط.	

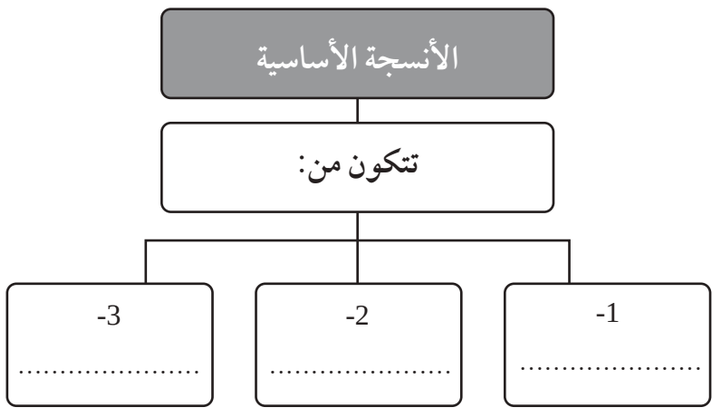
ورقة العمل (2)

الوحدة الثالثة: الأنسجة الحيوانية والأنسجة النباتية. **الدرس الثاني: الأنسجة النباتية.**

أ : أكتب المصطلح العلمي المناسب لكل عبارة مما يأتي:

1. نسيج يمتاز بقدرته على الانقسام المتساوي والنموّ. ( )
2. نسيج يُنتِج تراكيب على الأوراق والسيقان لتقليل فقدان الماء وحماية النبات من الحشرات.( )
3. خلايا مستطيلة الشكل تحتوي السيتوبلازم وتفتقر إلى النوى وتسمح بانتقال الغذاء فيها. ( )
4. نسيج يَنقل الماء والأملاح المعدنية من الجذور إلى الأوراق.( )

ب : أكمل المخطط الآتي:



جـ : أي الأنسجة الآتية أتوقع وجودها بكميات كبيرة في ساق نبات الصّبّار، هل هي البرنشيمية، أم الكولنشيمية، أم الإسكلرنشيمية؟ أُفسر إجابتي.

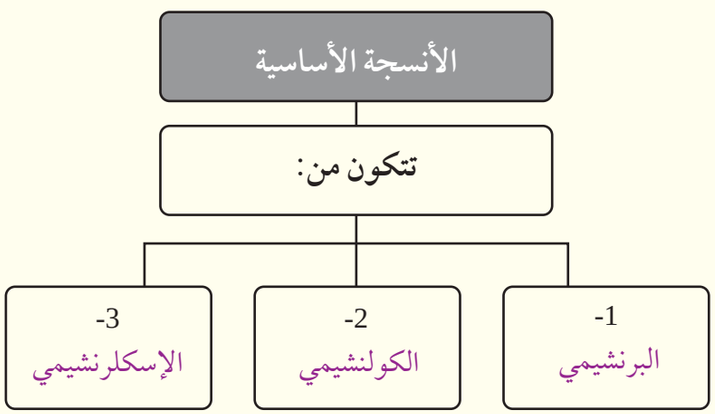
إجابة ورقة العمل (2)

الوحدة الثالثة: الأنسجة الحيوانية والأنسجة النباتية. **الدرس الثاني: الأنسجة الحيوانية.**

أ :

1. نسيج يمتاز بقدرته على الانقسام المتساوي والنموّ. (النسيج المولد)
2. نسيج يُنتِج تراكيب على الأوراق والسيقان لتقليل فقدان الماء وحماية النبات من الحشرات.(نسيج البشرة)
3. خلايا مستطيلة الشكل تحتوي السيتوبلازم وتفتقر إلى النوى وتسمح بانتقال الغذاء فيها. (أنابيب غربالية)
4. نسيج يَنقل الماء والأملاح المعدنية من الجذور إلى الأوراق.(الخشب)

ب :

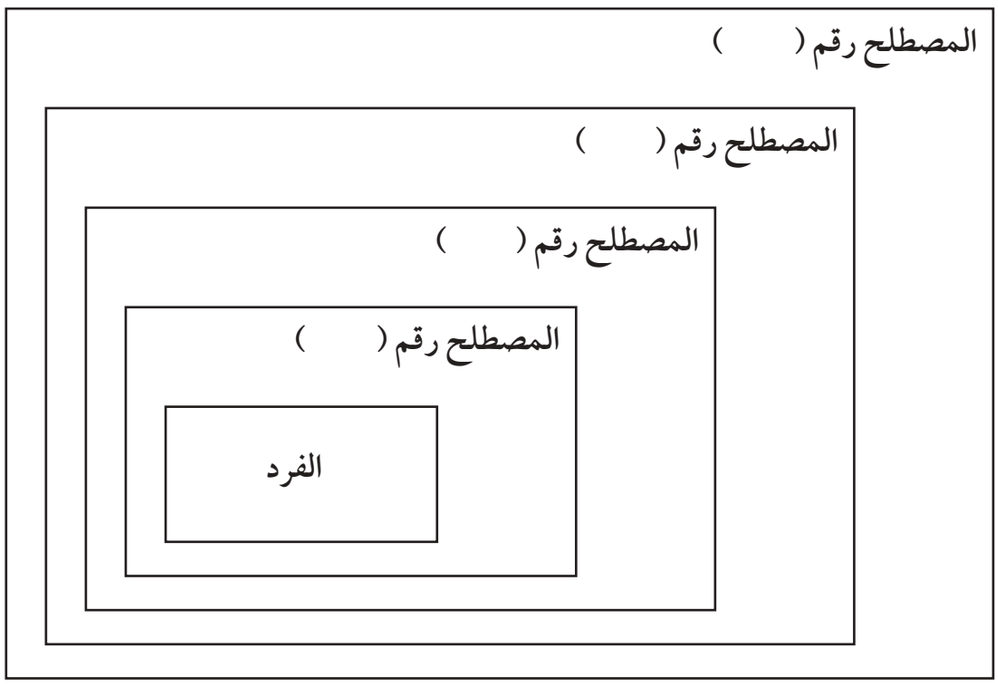


جـ : الأنسجة البرنشيمية، لأنّها مختصة بتخزين الماء.

ورقة العمل (1)

الوحدة الرابعة: العلاقات البيئية في الأنظمة البيئية **الدرس الأول: الأنظمة البيئية**

يمثِّل الشكل الآتي مُكوِّنات النظام البيئي، أستعين بالجدول أدناه على وَضْع رَّقم المصطلح الذي يمثِّل كل مُكوِّن من هذا النظام البيئي، ثم أشارك زميلي/ زميلتي في المجموعة في إجاباتي للتوصل إلى إجابات مشتركة، ثم أنظِّم الإجابات على اللوح القلاب، ثم أعرضها على زملائي/ زميلاتي في المجموعات الأخرى.

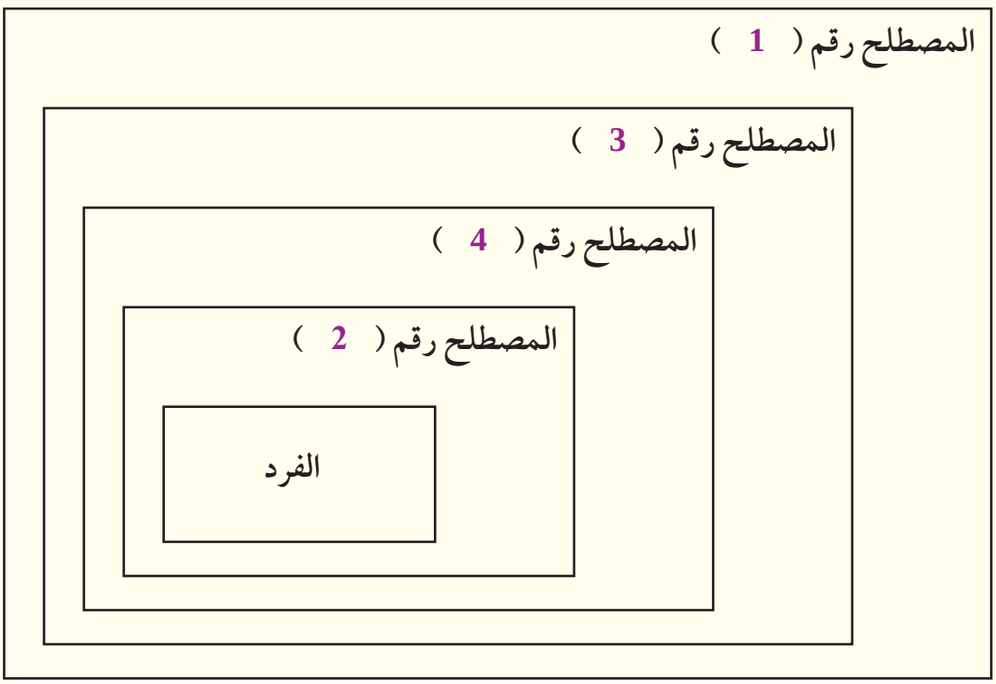


الرقم	المصطلح	
1	الغلاف الحيوي	مجموع الأنظمة البيئية
2	الجماعة الحيوية	مجموعة الأفراد الذين ينتمون إلى النوع نفسه، وتعيش معًا في المكان نفسه.
3	النظام البيئي	يضم مكونات حية ومكونات غير حية.
4	المجتمع الحيوي	مجموع الجماعات الحيوية.

إجابة ورقة العمل (1)

الوحدة الرابعة: العلاقات البيئية في الأنظمة البيئية **الدرس الأول: الأنظمة البيئية**

يمثِّل الشكل الآتي مُكوِّنات النظام البيئي، أستعين بالجدول أدناه على وَضْع رَّقم المصطلح الذي يمثِّل كل مُكوِّن من هذا النظام البيئي، ثم أشارك زميلي/ زميلتي في المجموعة في إجاباتي للتوصل إلى إجابات مشتركة، ثم أنظِّم الإجابات على اللوح القلاب، ثم أعرضها على زملائي/ زميلاتي في المجموعات الأخرى.



الرقم	المصطلح	
1	الغلاف الحيوي	مجموع الأنظمة البيئية
2	الجماعة الحيوية	مجموعة الأفراد الذين ينتمون إلى النوع نفسه، وتعيش معًا في المكان نفسه.
3	النظام البيئي	يضم مكونات حية ومكونات غير حية.
4	المجتمع الحيوي	مجموع الجماعات الحيوية.

ورقة العمل (2)

الوحدة الرابعة: العلاقات البيئية في الأنظمة البيئية **الدرس الأول: الأنظمة البيئية**

يمثِّل الجدول الآتي معدل التكاثر والوفاة والهجرة لستة أنواع من الطيور. أستعين بالجدول أدناه على توضيح التغير المتوقع على حجم الجماعة الحيوية لكل نوع منها، ثم أشارك زميلي/ زميلتي في المجموعة في الإجابات، ثم أعرضها على زملائي/ زميلاتي في المجموعات الأخرى.

النوع	التكاثر	الوفيات	الهجرة عن الجماعة	الهجرة إلى الجماعة	التغير المتوقع في حجم الجماعة الحيوية
)1(	12	7	3	3	
)2(	8	7	15	14	
)3(	28	8	10	20	
)4(	8	12	5	1	
)5(	21	7	4	12	
)6(	11	11	8	16	

إجابة ورقة العمل (2)

الوحدة الرابعة: العلاقات البيئية في الأنظمة البيئية **الدرس الأول: الأنظمة البيئية**

يمثِّل الجدول الآتي معدل التكاثر والوفاة والهجرة لستة أنواع من الطيور. أستعين بالجدول أدناه على توضيح التغير المتوقع على حجم الجماعة الحيوية لكل نوع منها، ثم أشارك زميلي/ زميلتي في المجموعة في الإجابات، ثم أعرضها على زملائي/ زميلاتي في المجموعات الأخرى.

النوع	التكاثر	الوفيات	الهجرة عن الجماعة	الهجرة إلى الجماعة	التغير المتوقع في حجم الجماعة الحيوية
)1(	12	7	3	3	يزداد حجم الجماعة الحيوية لأنَّ الزيادة الناتجة من التكاثر أكبر من النقص الناتج من الوفيات، في حين أنَّ الهجرة عن الجماعة وإليها متساوية.
)2(	8	7	15	14	يبقى حجم الجماعة الحيوية ثابتًا لأنَّ الزيادة الناتجة من التكاثر أو الهجرة إلى الجماعة مساوية للنقص الناتج من الوفاة أو الهجرة عن الجماعة.
)3(	28	8	10	20	يزداد حجم الجماعة الحيوية لأنَّ الزيادة الناتجة من التكاثر أو الهجرة إلى الجماعة أكبر من النقص الناتج من الوفاة أو الهجرة عن الجماعة.
)4(	8	12	5	1	يقل حجم الجماعة الحيوية لأنَّ النقص الناتج من الوفاة أو الهجرة عن الجماعة أكبر من الزيادة الناتجة من التكاثر أو الهجرة إلى الجماعة.
)5(	21	7	4	12	يزداد حجم الجماعة الحيوية لأنَّ الزيادة الناتجة من التكاثر أو الهجرة إلى الجماعة أكبر من النقص الناتج من الوفاة أو الهجرة عن الجماعة.
)6(	11	11	8	16	يزداد حجم الجماعة لأنَّ الزيادة الناتجة من الهجرة إلى الجماعة أكبر من النقص الناتج من الهجرة عن الجماعة، في حين أنَّ معدل الوفاة والتكاثر متساوٍ.

ورقة العمل (3)

الوحدة الرابعة: العلاقات البيئية في الأنظمة البيئية **الدرس الثاني: دراسة الجماعات الحيوية في الأنظمة البيئية**

يمثِّل الجدول الآتي نتائج دراسة مَسْحية نفذتها مجموعة من الطلبة بهدف دراسة نمط انتشار نوع من الطحالب ونوع من الرَّخْويات على أحد الشواطئ، واستخدموا مربعًا قياسيًّا (0.5m × 0.5m)، وأحصوا عدد كل من الرَّخْويات والطحالب على مسافات عدة من حد المد عند الشاطئ. أستعين بالجدول أدناه على إجابة عن الأسئلة التي تليه، ثم أشارك زميلي/ زميلتي في المجموعة في الإجابات، ثم أعرضها على زملائي/ زميلاتي في المجموعات الأخرى.

المسافة من حد المد على الشاطئ (m).	0	5	10	15	20	25	30	35	40
عدد الرَّخْويات في المربع القياسي.	147	162	20	0	1	10	1	0	0
النسبة التي تغطيها الطحالب من مِساحة المربع القياسي)%(.	0	4	13	50	8	0	0	0	0

1. ما نوع الدراسة المَسْحية التي نفذها الطلبة؟

.....

2. هل تُصنَّف هذه التجرِبة على أنها تجارِب مختبرية أم تجارِب ميدانية؟ أبرر إجابتي.

.....

3. كيف يمكن التنبؤ بالآثار المترتبة على إدخال أفراد جديدة من نوع جديد من الرَّخْويات لم يكن موجودًا على الشاطئ؟

.....

4. كيف يمكن للطلبة إصدار حكم على نوع العلاقة بين عدد هذا النوع من الرَّخْويات ونسبة انتشار الطحالب على الشاطئ في حال وجود علاقة بينهما؟

.....

إجابة ورقة العمل (3)

الوحدة الرابعة: العلاقات البيئية في الأنظمة البيئية **الدرس الثاني: دراسة الجماعات الحيوية في الأنظمة البيئية**

يمثِّل الجدول الآتي نتائج دراسة مَسْحية نفذتها مجموعة من الطلبة بهدف دراسة نمط انتشار نوع من الطحالب ونوع من الرَّخْويات على أحد الشواطئ، واستخدموا مربعًا قياسيًّا (0.5m × 0.5m)، وأحصوا عدد كل من الرَّخْويات والطحالب على مسافات عدة من حد المد عند الشاطئ. أستعين بالجدول أدناه على إجابة عن الأسئلة التي تليه، ثم أشارك زميلي/ زميلتي في المجموعة في الإجابات، ثم أعرضها على زملائي/ زميلاتي في المجموعات الأخرى.

المسافة من حد المد على الشاطئ (m).	0	5	10	15	20	25	30	35	40
عدد الرَّخْويات في المربع القياسي.	147	162	20	0	1	10	1	0	0
النسبة التي تغطيها الطحالب من مِساحة المربع القياسي)%(.	0	4	13	50	8	0	0	0	0

1. ما نوع الدراسة المَسْحية التي نفذها الطلبة؟

دراسة مَسْحية مرئية مباشرة

2. هل تُصنَّف هذه التجرِبة على أنها تجارِب مختبرية أم تجارِب ميدانية؟ أبرر إجابتي.

تجارِب ميدانية، لأنَّ التجرِبة نُفِّذت في موطن الكائن الحي.

3. كيف يمكن التنبؤ بالآثار المترتبة على إدخال أفراد جديدة من نوع جديد من الرَّخْويات لم يكن موجودًا على الشاطئ؟

يمكنهم ذلك بالنمذجة عَبْر توفير نظام بيئي افتراضي يتيح لهم تغيير مُكوِّناته وضبط المتغيرات فيه.

4. كيف يمكن للطلبة إصدار حكم على نوع العلاقة بين عدد هذا النوع من الرَّخْويات ونسبة انتشار الطحالب على الشاطئ في حال وجود علاقة بينهما؟

يمكنهم ذلك عَبْر التحليل الإحصائي للبيانات التي جُمِعت باستخدام المربعات القياسية.

ورقة العمل (4)

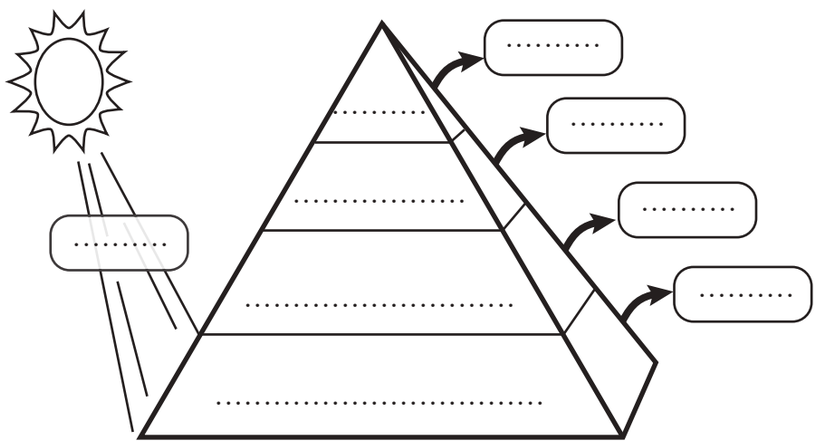
الوحدة الرابعة: العلاقات البيئية في الأنظمة البيئية **الدرس الثالث: استدامة الطاقة والموادّ في الأنظمة البيئية**

أجيب عن الأسئلة الآتية، ثم أشارك زملائي/ زميلاتي في المجموعة في الإجابات، ثم أنظِّم الإجابات في تقرير، ثم أعرضها على زملائي/ زميلاتي في المجموعات الأخرى.

1. أ . ما الهرم البيئي الذي يمثلِّه الرسم؟ .....

ب. أستخدم المصطلحات الآتية في تعبئة الفراغات في الرسم الآتي:

(مُستهلِكات كبرى، مُستهلِكات أولى، مُنتِجات، مُستهلِكات ثانية، طاقة ضوئية، حرارة).



جـ. أحدِّد اتجاه انتقال الطاقة في الهرم أعلاه .....

2. ما عدد المستويات الغذائية التي يحتويها الهرم؟ .....

3. ما المستوى الغذائي الذي توجد فيه الكائنات الحية الآتية؟

أشجار، ثعلب، أرنب، دب، أفعى، ماعز، أعشاب، بقرة.

.....

.....

4. أرسم سلسلة غذائية من الكائنات الحية السابقة بعد توزيعها على الهرم.

.....

5. ما مقدار الطاقة التي يحصل عليها كل من: الأشجار، والبقرة، والأفعى، والأرنب، والدب، إذا كان مقدار الطاقة التي تحصل عليها المُنتِجات 100000 KJ؟

.....

.....

إجابة ورقة العمل (4)

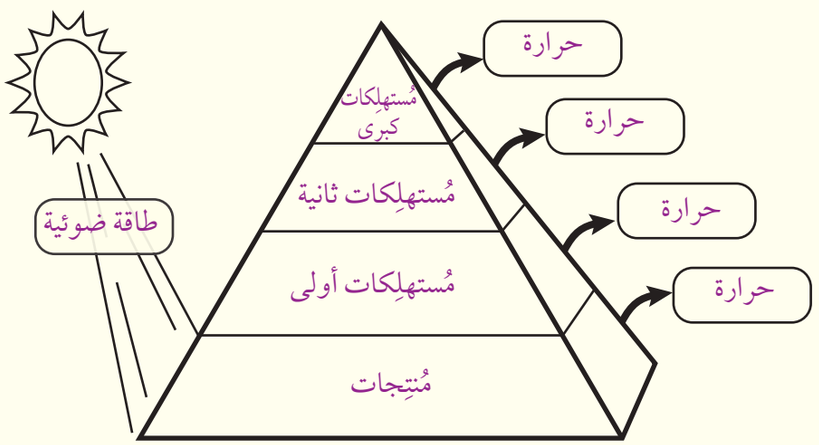
الوحدة الرابعة: العلاقات البيئية في الأنظمة البيئية **الدرس الثالث: استدامة الطاقة والموادّ في الأنظمة البيئية**

أجيب عن الأسئلة الآتية، ثم أشارك زملائي/ زميلاتي في المجموعة في الإجابات، ثم أنظِّم الإجابات في تقرير، ثم أعرضها على زملائي/ زميلاتي في المجموعات الأخرى.

1. أ . ما الهرم البيئي الذي يمثلِّه الرسم؟ ..... هرم طاقة .....

ب. أستخدم المصطلحات الآتية في تعبئة الفراغات في الرسم الآتي:

(مُستهلِكات كبرى، مُستهلِكات أولى، مُنتِجات، مُستهلِكات ثانية، طاقة ضوئية، حرارة).



جـ. أحدِّد اتجاه انتقال الطاقة في الهرم أعلاه .... من أسفل الهرم إلى أعلاه. ....

2. ما عدد المستويات الغذائية التي يحتويها الهرم؟ ..... أربعة مستويات .....

3. ما المستوى الغذائي الذي توجد فيه الكائنات الحية الآتية؟

أشجار، ثعلب، أرنب، دب، أفعى، ماعز، أعشاب، بقرة.

المستوى الأول: أشجار وأعشاب. **المستوى الثاني**: أرنب، ماعز، بقرة. **المستوى الثالث**: ثعلب وأفعى. **المستوى الرابع**: دب.

4. أرسم سلسلة غذائية من الكائنات الحية السابقة بعد توزيعها على الهرم.

إجابة محتملة: أعشاب ← أرنب ← ثعلب ← دب .

5. ما مقدار الطاقة التي يحصل عليها كل من: الأشجار، والبقرة، والأفعى، والأرنب، والدب، إذا كان مقدار الطاقة التي تحصل عليها المُنتِجات 100000 KJ؟

البقرة: 100000 × 10%= 10000 KJ

الأفعى: 10000 × 10%= 1000 KJ

الدب: 1000 × 10%= 100 KJ

إجابات أسئلة اختبارات دولية،
أو على نمطها

الوحدة الثالثة

الأنسجة الحيوانية – صفحة (17)

السؤال الأول:

1. أ . **غضروف:** شبه صُلْبة.
   ب. **عظم:** صُلْبة.
2. لن يتأثر نوعا النسيج؛ لأنَّ الخلع يؤدي إلى تمزُّق الأوتار والأربطة والمُكوَّنة من نسيج ضامّ كثيف.
3. النوع (أ) يستغرق وقتًا أطول للشفاء؛ لأنَّه لا يحتوي أوعية دموية.

السؤال الثاني:

أتوقع: يحدث خلل في نَقْل السيالات العصبية بين العصبونات المختلفة، وهناك أمراض كثيرة مرتبطة بتلف الزوائد الشجرية، مثل: الشيزوفرينيا، والتوحُّد، والاكتئاب، والتوتر، وغيرها.

السؤال الثالث:

أفسر: تختلف وظائف الأنسجة الطلائية باختلاف أنواعها وعدد طبقاتها والإضافات الموجودة فيها، وبذلك يمكنها أداء وظائف عدة.

السؤال الرابع:

أفسر: الأنسجة الضّامّة هي الأكثر انتشارًا في أجسام الكائنات الحية، فهي الأنسجة التي تربط وتفصل الأنسجة والأعضاء الأخرى عن بعضها.

السؤال الخامس:

أناقش: الأنسجة الضّامّة تتكون من خلايا تنتشر في مادة بين خلوية، وتربط بين أنسجة الجسم، يُعَدُّ الدم نسيجًا ضامًّا؛ لأنَّه يربط أجهزة الجسم المختلفة، حيث يَنقل الأكسجين والغذاء إلى أجزاء الجسم جميعها، كما ينَقْل الفضلات ليتم التخلص منها.

السؤال السادس:

أفكر: توجد هذه الخلايا في الجهاز العصبي المركزي والطَرَفي وتؤدي وظائف عدة أهمها حماية العصبونات وإمدادها بالطاقة والغذاء.

الأنسجة النباتية – صفحة (20)

السؤال الأول:

1. **أتوقع:** النوع (أ): لأنَّ الأوعية الخشبية مجوفة من الداخل، حيث إنَّها خلايا مَيْتة تفتقر إلى وجود النواة والسيتوبلازم، فيسمح بمرور الماء منها بحرية، في حين أنَّ وجود الصفائح الغربالية في الأنابيب الغربالية في النوع (ب) ووجود بعض العضيات يبطِّئ حركة الموادّ عَبْرها.
2. **أستنتج:** اللِّحاء.
3. **أتنبأ:** لأنَّ الأوعية الخشبية في الخشب خلايا مَيْتة لا تحتاج إلى الخلايا المرافقة، في حين أنَّ الأنابيب الغربالية في اللِّحاء تفتقر إلى عضيات كثيرة؛ لذلك تحتاج إلى الخلايا المرافقة لتزويدها بالطاقة اللازمة.

السؤال الثاني:

1. **أستنتج:** النسيج الوعائي.
2. **أتوقع:** النسيج الأساسي.
3. **أتنبأ:** الأنسجة الوعائية.

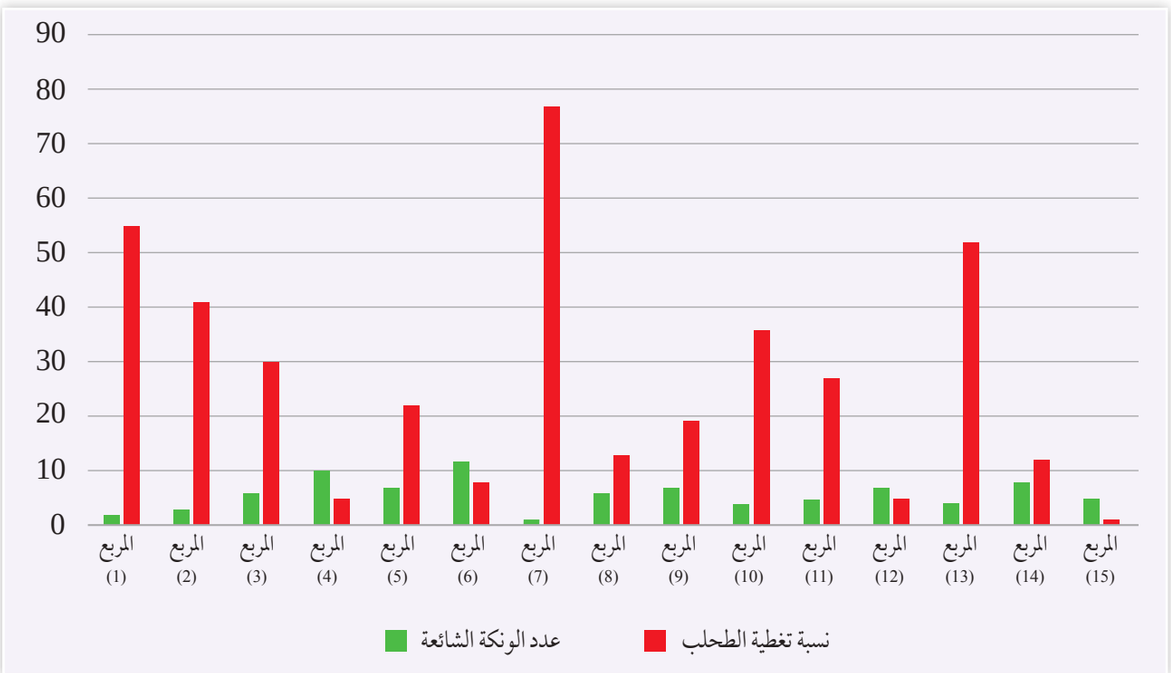
السؤال الثالث:

1. **أتنبأ:** معظم الأوراق وبعض سيقان النباتات.
2. **أستنتج:** (أ).
3. **أتوقّع:** (12) ثغر.

الوحدة الرابعة

تقصي العلاقات بين الأنواع – صفحة (35)

1. استخدم الطلبة المربعات القياسية في جَمْع عينات عشوائية.
2.



3. يظهر من الرسم أنَّ ثَمَّةَ علاقة عكسية بين عدد الونكة الشائعة ونسبة تغطية الطحلب، حيث يقلّ عدد الونكة بزيادة نسبة تغطية الطحلب، وللوصول إلى حكم أكثر دقة، يمكن اللجوء إلى التحليل الإحصائي المناسب.

دراسةُ جماعةٍ منَ البارقاتِ – صفحة (37)

1. حجم جماعة البارقات المقدر:

$$N = \frac{247 \times 259}{16}$$

$N = 3998$ تقريبًا

2. المأخذ على هذه الطريقة أنَّها تُهمِل العوامل المؤثرة في حجم الجماعة الحيوية، مثل معدل الوَفَيات والولادات.

أثرُ علاقةِ الافتراس في حجمِ الجماعةِ الحيويةِ – صفحة (38)

1. عند هجرة جماعة أخرى من الوشق إلى المكان نفسه، سيزداد حجم جماعة الوشق ويقلّ عدد الأرانب بسبب افتراس الوشق إياها، وهذا يسبب تناقصًا في حجم جماعة الأرانب، وعند تناقص حجم جماعة الأرانب، سيزداد التنافس بين أفراد جماعة الوشق فيحد من نموّ جماعة الوشق، فيزداد تكاثر جماعة الأرانب وهكذا، وهناك عوامل أخرى تؤثر في حجم جماعة الأرانب، مثل: المناخ، وإصابتها بالأمراض، ووفرة الغذاء.
2. إنَّ أثر علاقة الافتراس ليس واضحًا في حجم الجماعات الحيوية؛ لأنَّ الكائنات الحية لا تعتمد على نوع واحد من الكائنات الحية في غذائها، بل تتنوع مصادر غذائها وتربطها العلاقات الغذائية في شبكات غذائية.

أثر درجة الحرارة في الشبكات الغذائية – صفحة (39)

1. أدى ارتفاع درجة الحرارة في الخليج إلى تقليل فرصة تكاثر الطحالب التي توفر الغذاء لجميع الكائنات الحية التي تشكِّل الشبكة الغذائية في الخليج.
2. قناديل البحر ستتغذى على العوالق الحيوانية التي تُعَدُّ مصدرًا غذائيًّا للسمك المفلطح، عندئذٍ سيزيد التنافس على الغذاء بين قناديل البحر والسمك المفلطح، وعليه، تتناقص أعداد العوالق الحيوانية، ونتيجة لذلك تقلّ أعداد قناديل البحر والسمك المفلطح، وقد يؤدي إلى اختفائهما من الخليج، وهذا سيؤثر في جميع الكائنات الحية في الشبكة الغذائية الموجودة في الخليج.

أثر درجة الحرارة في تحلُّل المخلفات في الأنظمة البيئية – صفحة (41)

1. يبيّن الشكل أنه كلما ارتفعت الحرارة، زاد معدل تحلُّل المخلفات في جميع الأنظمة البيئية تقريبًا.
2. كلما ارتفعت درجة الحرارة، زاد معدل التحلُّل، وعليه، يزداد معدل انتقال الموادّ والعناصر المُكوِّنة للمخلفات إلى التربة، عندئذٍ ستقلّ مدة إعادة تحرُّرها إلى البيئة مقارنة بتحلُّل المخلفات إذا لم تتغير درجات الحرارة.
3. الغابات الشمالية، نظرًا إلى أنَّها تضمّ أكثر مواقع تحلُّل المخلفات العضوية، وكلما زاد معدل التحلُّل، زاد تحرُّر المركّبات النيتروجينية إلى التربة.

دور البكتيريا في استدامة تدوير النيتروجين – صفحة (42)

1. البكتيريا المثبتة للنيتروجين الجوي، وبكتيريا النترتة، وبكتيريا اختزال النترات.
2. أيونات الأمونيوم (NH_4^+).
3. ب: عملية نترتة.

   جـ: تثبيت النيتروجين الجوي.

   د : اختزال النترات.

   هـ: إنتاج المُحلِّلات لأيونات الأمونيوم.

إجابات أسئلة كتاب الأنشطة والتجارب العملية

الوحدة الثالثة

نشاط إثرائي: دراسة الأنسجة الحيوانية باستخدام المجهر، صفحة (6)

التحليل والاستنتاج:

1. – **نسيج طلائي بسيط**: غشاء الخلية، النواة، الغشاء القاعدي. (انظر الجدول صفحة 12 في كتاب الطالب).
   - **نسيجٌ طلائيٌّ طبقيٌّ**: طبقات الخلايا، غشاء الخلية، النواة، الغشاء القاعدي. (انظر الجدول صفحة 12 في كتاب الطالب).
   - **نسيجٌ ضامٌّ رخو**: ألياف الكولاجين، الألياف المرنة، الأوعية الدموية إن وجدت، المادة الأساسية بين الخلوية، الخلايا الجذعية أو الأكولة إن وجدت. (انظر الجدول صفحة 13 في كتاب الطالب).
   - **نسيجٌ ضامٌّ كثيفٌ**: ألياف الكولاجين، الأوعية الدموية إن وجدت، الخلايا الجذعية أو الأكولة إن وجدت. (انظر الشكل 5 صفحة 14 في كتاب الطالب).
   - **نسيجٌ دهنيٌّ**: الدهون المخزنة، نواة الخلية، غشاء الخلية. (انظر الشكل 6 صفحة 14 في كتاب الطالب).
   - **نسيجٌ عظميٌّ**: خلايا عظمية، نظام هافرس، القناة المركزية. (انظر الشكل 9 صفحة 15 في كتاب الطالب).
   - **نسيجٌ غضروفيٌّ**: خلية غضروفية، الفجوة الغضروفية، المادة البين خلوية. (انظر الشكل 10 صفحة 16 في كتاب الطالب).
   - **نسيجٌ عصبيٌّ**: الزوائد الشجرية، جسم الخلية، المحور، النهايات العصبية، خلايا شوان. (انظر الشكل 13 صفحة 19 في كتاب الطالب).
2. – **نسيج النسيج الطلائي**: الحماية، الإفراز الامتصاص (بحسب موقعها).
   - **النسيج الضام الرخو**: ربط الأنسجة الطلائية الموجودة تحتها لتثبيتها في أماكنها.
   - **النسيج الضام الكثيف**: الربط وزيادة المقاومة.
   - **النسيج الضام الدهني**: تخزين الدهون لاستخدامها كمصدر للطاقة والحفاظ على حرارة الجسم.
   - **النسيج العظمي**: الدعم والحماية.
   - **النسيج الغضروفي**: الدعم والمرونة.
   - **النسيج العضلي**: الحركة والهضم وضخ الدم وغيرها.
   - **النسيج العصبي**: نقل السيالات العصبية.
3. **اتواصل**: اقارن نتائجي التي توصلت إليها مع زملائي/ زميلاتي.

نشاط إثرائي: دراسة مَسْحة دموية بالمِجْهر، صفحة (9)

التحليل والاستنتاج:

1. خلايا الدم الحمراء (قرصية الشكل)، خلايا الدم البيضاء (كروية)، الصفائح الدموية (غير منتظمة الشكل).
2. **خلايا الدم الحمراء:** نَقْل الغازات. **خلايا الدم البيضاء:** الدفاع عن الجسم وحمايته. **الصفائح الدموية:** عمليات تخثُّر الدم.
3. لعدم احتواءها أنوية.
4. **أتواصل:** أقارن نتائجي التي توصلت إليها بنتائج زملائي/ زميلاتي.

نشاط إثرائي: مشاهدة الخلايا الكولنشيمية في النبات، صفحة (13)

الخطوة 4:

أرسم الخلايا الكولنشيمية التي أشاهدها تحت المِجْهر على أن تتشابه في خصائصها مع الشكل (22) في صفحة (27) من كتاب الطالب.

التحليل والاستنتاج:

1. عند أخذ مقطع عرضي للخلايا الكولنشيميةُ فإنها تتميز بأنها خلايا حيَّةٌ أصغرُ حجمًا منَ الخلايا البرنشيميةِ، وتظهر تحت المِجهر مستطيلةٌ الشكل، وذاتُ جُدُرٍ خلويةٍ سميكةٍ غيرِ متساويةٍ؛ ما يُمكِّنُها منْ أداءِ وظيفتِها الرئيسةِ، وهيَ دعمُ النباتِ، ومنحُهُ المرونةَ اللازمةَ.
2. **أتواصل:** أقارن نتائجي التي توصلت إليها بنتائج زملائي/ زميلاتي.

نشاط إثرائي: مشاهدة الخلايا الإسكلرنشيمية في النبات، صفحة (15)

الخطوة 4:

أرسم الخلايا الإسكلرنشيمية التي أشاهدها تحت المِجْهر على أن تتشابه في خصائصها مع الشكل (23) في صفحة (28) من كتاب الطالب.

التحليل والاستنتاج:

1. جُدُرها الخلوية سميكة جدًّا يترسب فيها السيليلوز واللغنين، وتفتقر إلى وجود النواة، ولا توجد فراغات بينية بينها.
2. **أتواصل:** أقارن نتائجي التي توصلت إليها بنتائج زملائي/ زميلاتي.

الوحدة الرابعة

نشاط إثرائي: وعاء بوتر لجَمْعِ الحشرات، صفحة (28)

التحليل والاستنتاج:

1. تسهم قطعة الشاش في منع دخول الحشرات أو دقائق التراب إلى الفم في أثناء سحب الهواء.
2. يعتمد على ما يجمعه الطالب/ الطالبة.
3. يعتمد على ما يجمعه الطالب/ الطالبة.
4. يعود تاريخ استخدام هذه الطريقة إلى العام 1929م، حيث وُصِفت أول مرة في مقال علمي نشره فريدريك ويليام بوز، ويستخدمها علماء الحشرات في جَمْع الحشرات صغيرة الحجم، مثل ذبابة الخلّ لدراستها أو لاستخدامها في البحوث العلمية، ويستخدمها العلماء في دراسة الحشرات التي تنمو على المحاصيل الزراعية أو على جذوع الأشجار.

نشاط إثرائي: بناء سلسلة غذائية في نظام بيئي حولي، صفحة (30)

التحليل والاستنتاج:

1. تعتمد الإجابات على الصور التي يجمعها الطلبة، وتسمى الكائنات الحية جميعها التي تُنتِج غذاءها بنفسها المُنتِجات، وتتغذى المُستهلِكات الأولى على المُنتِجات، وتتغذى المُستهلِكات الثانية على المُستهلِكات الأولى، وهكذا.
2. تعتمد الإجابات على الصور التي يجمعها الطلبة.
3. **أتواصل:** أقارن نتائجي التي توصلت إليها بنتائج زملائي/ زميلاتي.

نشاط إثرائي: مشروع هرم بيئي، صفحة (31)

التحليل والاستنتاج

1. تعتمد الإجابات على النباتات والحيوانات التي حددها الطلبة في بيئاتهم.
2. تعتمد الإجابات على النباتات والحيوانات التي حددها الطلبة في بيئاتهم، عمومًا، إنَّ اختفاء أحد الكائنات الحية من الشبكة الغذائية سيؤدي إلى نقص الكائنات الحية التي تتغذى عليه، أو تبحث الكائنات الحية التي تتغذى عليه عن غذاء آخر، وهذا سيزيد من التنافس بين الكائنات الحية.
3. في هرم الأعداد الطبيعي تكون أعداد المُنتِجات في قاعدة الهرم هي الأكثر عددًا.
4. من المُنتِجات أسفل الهرم إلى أعلى باتجاه قمة الهرم (المُستهلِكات الأخيرة).
5. لا تنتقل الطاقة كاملة بين الكائنات الحية في المستويات الغذائية؛ ذلك أنَّ 10% فقط ينتقل بينها، ويتحرر جزء من الطاقة إلى البيئة المحيطة على هيئة حرارة.

نشاط إثرائي: تحديد كمية الأكسجين في الهواء، صفحة (31)

الخطوة 12:

تعتمد القِيَم في الجدول على نتائج الطلبة من التجرِبة.

التحليل والاستنتاج

1. نواتج عملية البناء الضوئي التي تقوم بها النباتات وبعض أنواع الطحالب وغيرها.
2. زراعة النباتات وزيادة الغطاء النباتي.

معايير تقييم مشاريع الطلبة:

استراتيجية التقويم : التقويم المعتمد على الأداء **اداة التقويم** :قائمة رصد

الرقم	المعيار	التقدير	
		نعم	لا
1	الأفكار واضحة والعَرْض التقديمي ممتع ومفيد.		
2	المحتوى التعليمي يشمل المادة التعليمية.		
3	اللغة سليمة والخط واضح ومناسب.		
4	تنفيذ العمل في الوقت المحدد والاستعداد للإجابة عن الأسئلة المطروحة.		
5	استخدام مصادر إلكترونية موثوقة ومناسبة.		
6	اشتمل العَرْض التقديمي على صور تدعم المحتوى.		

نعم: تحقق المعيار لا: لم يتحقق المعيار

قائمةُ المراجعِ

أولًا: المراجع العربية

1. عايش زيتون. **أساليب تدريس العلوم**، ط 7، عمّان: دار الشروق للنشر والتوزيع، 2013م.
2. عايش زيتون. **النظرية البنائية واستراتيجيات تدريس العلوم**، ط 1، عمّان: دار الشروق للنشر والتوزيع، 2019م.
3. محمد محمود الحيلة. **طرائق التدريس واستراتيجياته**، ط 4، العين: دار الكتاب الجامعي، الإمارات العربية المتحدة، 2012م.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

1. David M., *et al*. **Cambridge International AS & A Level Biology, Student`s Book**. Harper Collins Publisher, 2020.
2. Jackie, C. Sue, and others, **Cambridge IGCSE Biology**. Harper Collins Publishers Limited 2014.
3. Mary, J., and others, **Cambridge International AS & A level Biology, Coursebook**, Cambridge University Press, 2014.
4. Miller, K.R., **Miller & Levine Biology**, Pearson, 2010.
5. Miller and levine. **Biology Teachers Edition**. Pearson Education, USA, 2013.
6. Plumb, A., *et al*., **Cambridge International AS & A Level Biology, Teacher's Guide**. Harper Collins, London, 2020.
7. Royal, M., Hodgson, A., **AQA GCSE Biology Teachers Support Guide**. Hodder Education, London, 2022.
8. Smith T.M., Smith R. L., **Elements of Ecology**, Pearson, England, 2015.
9. Urry, LA., *et al*. **Campbell Biology**, 12th edition, Pearson, 2021.
10. Weatherly, D. Sheehan, N., **Cambridge IGCSE Environmental Management, Teacher Guide**. Harper Collins Publishers, 2017.
11. Williams G., *et al*, **Essential Biology for Cambridge IGCSE, 2nd Edition**, Cambridge University Press, United Kingdom, 2015.
12. Wood, R., *et al*., **Pearson Biology 12 New South Wales**. Student's Book, Pearson, Australia, 2019.