المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

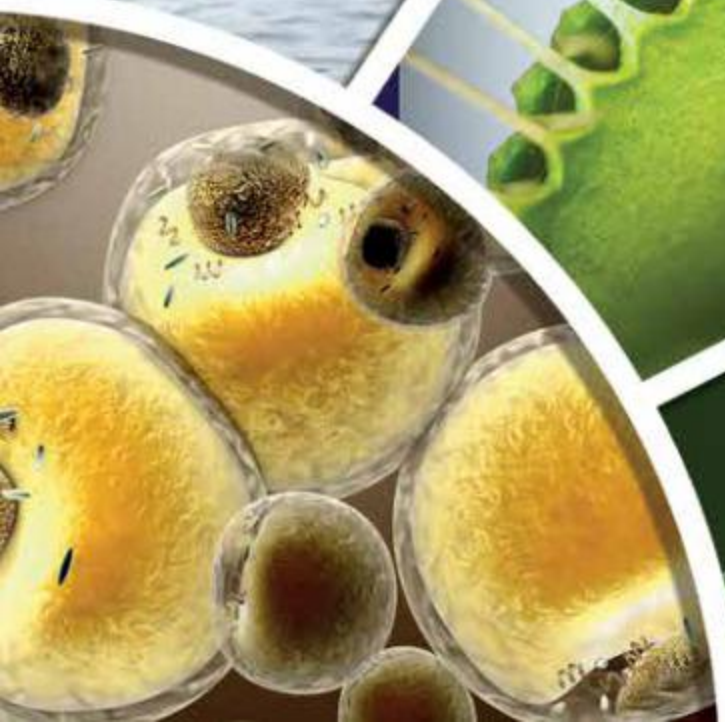
المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum Development

العلوم الحياتية

الصف التاسع ـ كتاب الطالب

الفصل الدراسي الثاني

9



العلوم الحياتية

الصف التاسع - كتاب الطالب

الفصل الدراسي الثاني

9

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

د. عبد الله «محمد سعيد» الخطيب ختام خليل سالم هيا راشد سعد عبد الله

أمجد أحمد الخرشة (منسقًا)

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

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

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

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

قـرَّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هذا الكتـاب في مدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعها، بنـاءً على قـرار المجلس الأعلى للمركـز الوطني لتطوير المناهج في جلسـته رقم (2022/8)، تاريـخ 2022/12/15 م، وقرار مجلس التربيـة والتعليم رقم (2022/137)، تاريـخ 2022/12/28 م، بدءًا من العام الـدراسي 2022 / 2023 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2022.
- 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 - 498 - 9

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2023/5/2608)

بيانات الفهرس الأولية للكتاب:

عنوان الكتاب	العلوم الحياتية/ كتاب الطالب الصف التاسع الفصل الدراسي الثاني
إعداد / هيئة	الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج
بيانات النشر	عمان: المركز الوطني لتطوير المناهج ، 2023
رقم التصنيف	375.001
الواصفات	**/ تطوير المناهج/ / المقررات الدراسية/ / مستويات التعليم/ / المناهج/**
الطبعة	الأولى

يتحمَّل المُؤلِّف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مُصنَّفه، ولا يُعبِّر هذا المُصنَّف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

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

British Library Cataloguing -in- Publication Data
A catalogue record for this publication is available from the Library.

الطبعة الأولى (التجريبية) 1443 هـ / 2022 م
أُعيدت طباعته 1444 هـ / 2023 م

قائمةُ المحتوياتِ

المقدمةُ 5

الوحدةُ الثالثةُ: الأنسجةُ الحيوانيةُ والأنسجةُ النباتيةُ 7

الدرسُ 1: الأنسجةُ الحيوانيةُ 10

الدرسُ 2: الأنسجةُ النباتيةُ 21

الإثراءُ والتوسُّعُ 31

مراجعةُ الوحدةِ 32

الوحدةُ الرابعةُ: العلاقاتُ البيئيةُ في الأنظمةِ البيئيةِ 35

الدرسُ 1: الأنظمةُ البيئيةُ 38

الدرسُ 2: دراسةُ الجماعاتِ الحيويةِ في الأنظمةِ البيئيةِ 49

الدرسُ 3: استدامةُ الطاقةِ والموادِّ في الأنظمةِ البيئيةِ 55

الإثراءُ والتوسُّعُ 73

مراجعةُ الوحدةِ 74

مسردُ المصطلحاتِ 79

قائمةُ المراجعِ 85

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

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

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

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

يتألَّف الكتاب من وحدتين، يَتَّسِمُ محتواهما بالتنوع في أساليب العرض، هما: الأنسجة الحيوانية والأنسجة النباتية، والعلاقات البيئية في الأنظمة البيئية. يضم الكتاب أيضًا العديد من الرسوم، والصور، والأشكال التوضيحية، والأنشطة، والتجارب العملية التي تُنمّي مهارات العمل المخبري، وتساعد الطلبة على اكتساب مهارات العلم، مثل: الملاحظة العلمية، والاستقصاء، ووضع الفرضيات، وتحليل البيانات، والاستنتاج القائم على التجربة العلمية المضبوطة، وصولًا إلى المعرفة التي تُعِين الطلبة على فهم ظواهر الحياة من حولنا.

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

أُلحِقَ بالكتاب كتابٌ للأنشطة والتجارب العملية، يحتوي على جميع التجارب والأنشطة الواردة في كتاب الطالب؛ لتساعد الطلبة على تنفيذها بسهولة.

ونحن إذ نُقدِّمُ هذا الكتاب، فإنّا نأمل أنْ يُسهِم في تحقيق الأهداف والغايات النهائية المنشودة لبناء شخصيات الطلبة، وتنمية اتجاهات حُبِّ التعلُّم ومهارات التعلُّم المستمر، فضلًا عن تحسين الكتاب؛ بإضافة الجديد إلى المحتوى، وإثراء أنشطته المتنوعة، والأخذ بملاحظات المُعلِّمين والمُعلِّمات.

والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج

الوحدةُ 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﴾ ﴾ (سورةُ لقمانَ، الآيةُ 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؟

الفكرةُ العامةُ:

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

الدرسُ الأوَّلُ: الأنسجةُ الحيوانيةُ.

الفكرةُ الرئيسـةُ: تُصنَّفُ الأنســجةُ الحيوانيـةُ إلى أربعةِ أنـواعٍ رئيسـةٍ، هـيَ: الأنســجةُ الطلائيـةُ، والأنســجةُ 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 لمســاعدةِ النباتاتِ على أداءِ مختــلفِ العملياتِ الحيويةِ.

تجربةٌ استهلاليةٌ

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؟

الأنسجةُ الحيوانيةُ
Animal Tissues

الدرسُ 1

الفكرةُ الرئيسةُ:
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

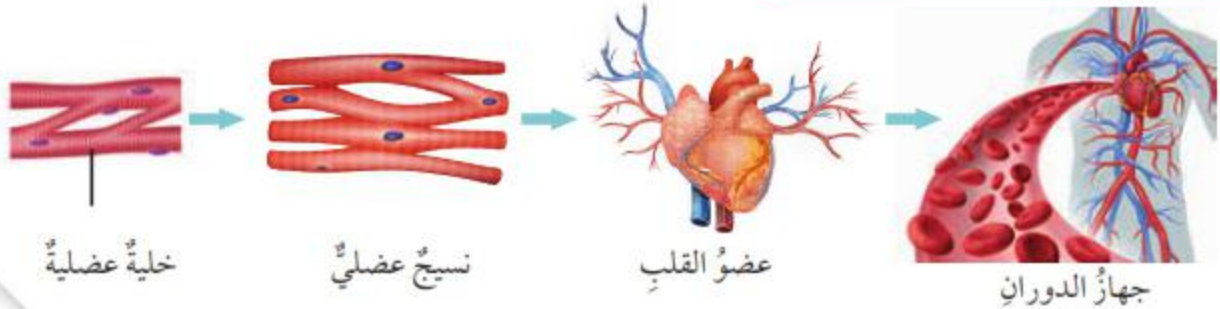
مستوياتُ التنظيمِ في أجسامِ الكائناتِ الحيَّةِ عديدةِ الخلايا
Levels of Organization in Multicellular Organisms

درستُ 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:** أُوضِّحُ مستوياتِ التنظيمِ في أجسامِ الحيواناتِ.



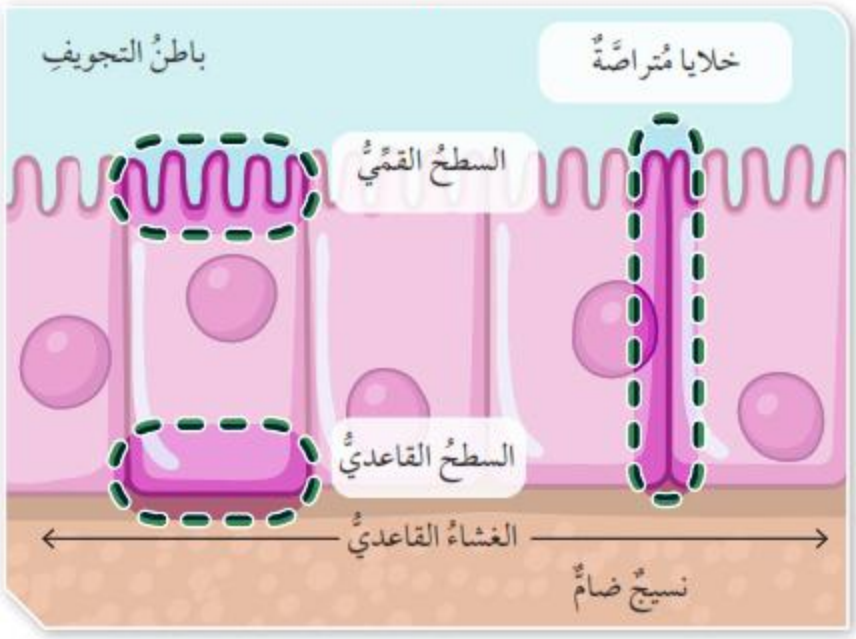
الشكلُ (1): مستوياتُ التنظيمِ في جهازِ الدورانِ بجسمِ الإنسانِ.

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 الصُّمِّ. 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.

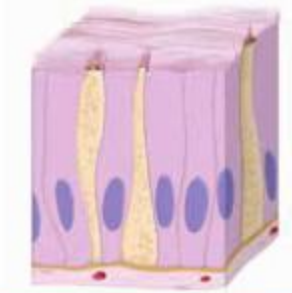
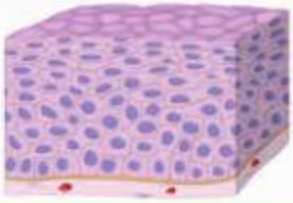
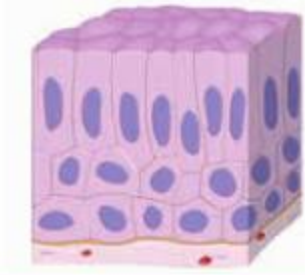
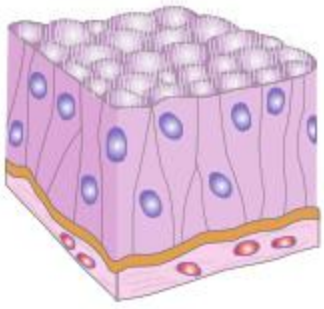
عندَ وضعِ هذا النسيجِ تحتَ المِجهَرِ، فإنَّهُ يبدو مُكوَّنًا منْ طبقاتٍ عِدَّةٍ بسببِ عدمِ انتظامِ خلاياهُ، ووجودِ النوى في عددٍ منَ المستوياتِ؛ ما يُفسِّرُ سببَ تسميتِهِ بالنسيجِ الطلائيِّ الطبقيِّ الكاذبِ.

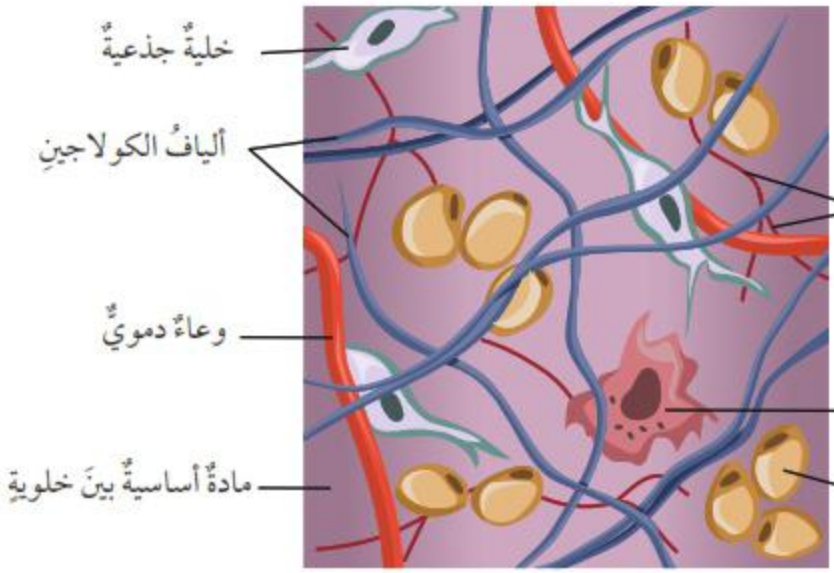
يُذكَرُ أنَّ جميعَ خلايا هذا النسيجِ ترتكزُ على الغشاءِ القاعديِّ.

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

أفكِّرُ: لماذا يكونُ انقسامُ الخلايا الطلائيةِ سريعًا؟

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.	



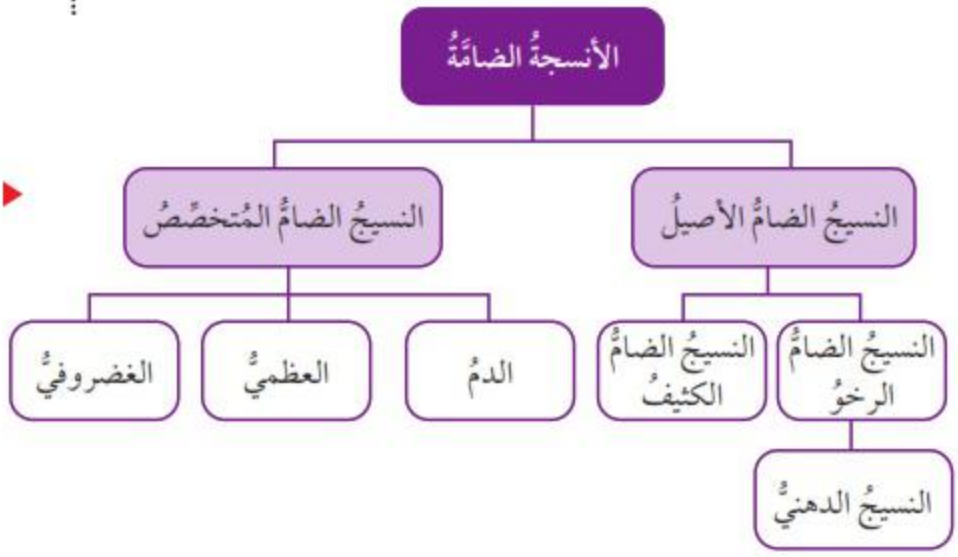
الشكلُ (3): تركيبُ النسيجِ الضامِّ.

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.

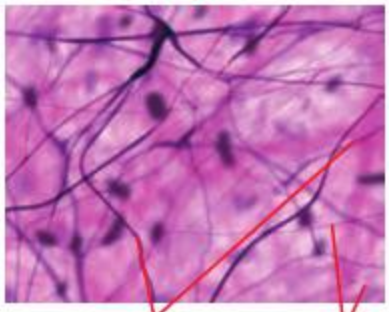


الشكلُ (4): أنواعُ الأنسجةِ الضامَّةِ الرئيسةِ.

النسيجُ الضامُّ الرخوُ Loose Connective Tissue

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

الشكلُ (5): نسيجٌ ضامٌّ رخوٌ.



النسيجُ الدهنيُّ Adipose Tissue

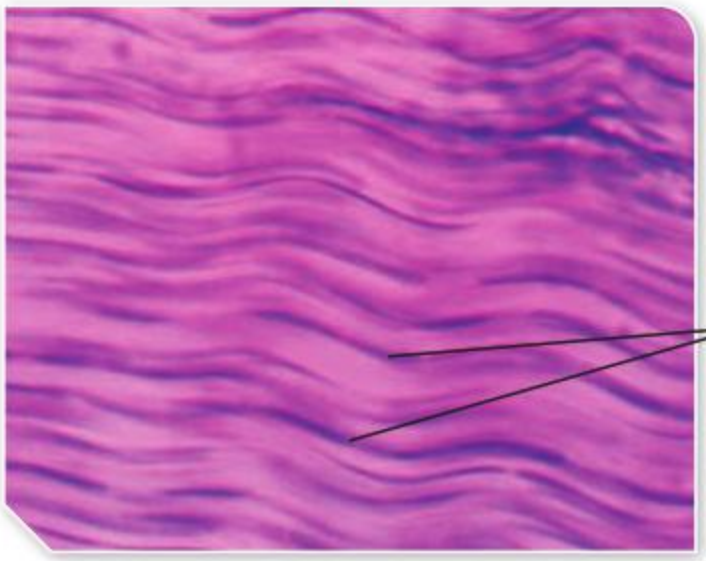
يُعرَّفُ النسيجُ الدهنيُّ بأنَّهُ نوعٌ مُتخصِّصٌ منَ الأنسجةِ الضامَّةِ الرخوةِ التي تعملُ على تخزينِ الدهونِ، ومنحِ الجسمِ ما يَلزمُ منْ عزلٍ وحمايةٍ. تمتازُ الخلايا في هذا النسيجِ بوجودِ النوى على أطرافِها، لا في منتصفِها؛ ما يمنحُ الخلايا مساحةً كافيةً لتخزينِ كمِّياتٍ أكبرَ منَ الدهونِ اللازمةِ لإنتاجِ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

الشكلُ (6): نسيجٌ دهنيٌّ.

النسيجُ الضامُّ الكثيفُ Dense Connective Tissue

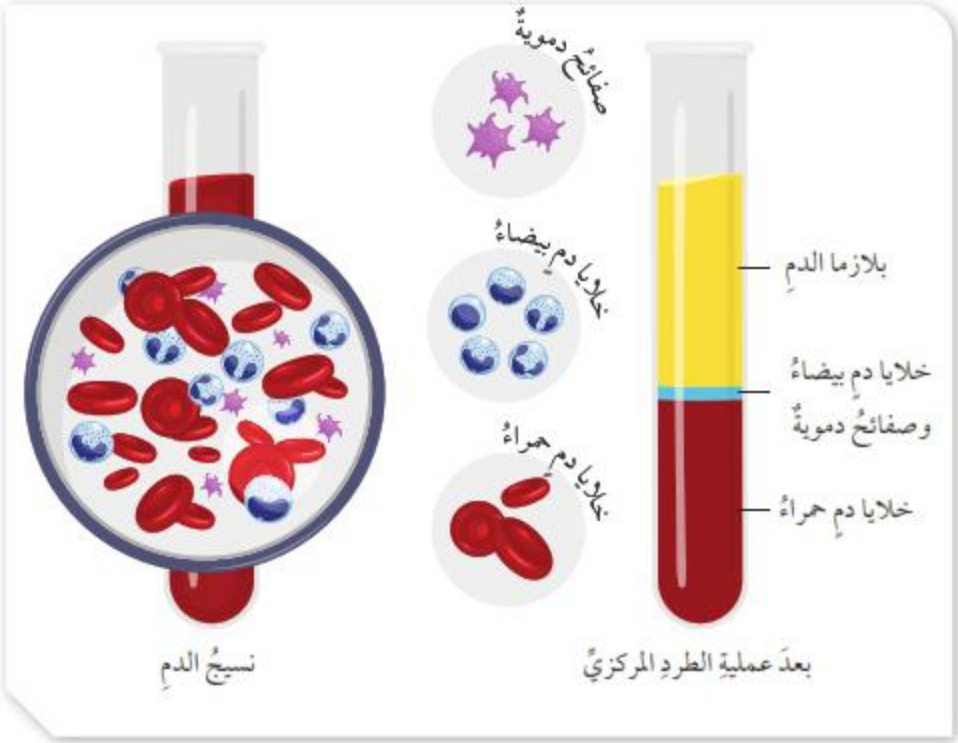
يمتازُ هذا النسيجُ بوجودِ كثيفٍ لأليافِ الكولاجينِ، وكمِّيةٍ قليلةٍ جدًّا منَ المادةِ الأساسيةِ بينَ الخلويةِ. يُعَدُّ النسيجُ الضامُّ الكثيفُ المُكوِّنَ الرئيسَ لكلٍّ منَ الأوتـارِ التي تُمثِّل روابطَ قويـةً ومتينةً وذاتَ مقاومـةٍ عاليةٍ بينَ العضلاتِ والعظامِ، والأربطةِ التي تربطُ بينَ العظامِ، أنظرُ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

الشكلُ (7): نسيجٌ ضامٌّ كثيفٌ.



الربطُ بالصحَّةِ

يُكتسَـبُ الـوزنُ غالبًا -بعدَ إنقاصِـهِ- عـلى نحـوٍ أسرعَ مـنَ اكتسـابِهِ أوَّلَ مَـرَّةٍ؛ ذلـكَ أنَّ اتِّبـاعَ حِمْيـةٍ مـا لإنقـاصِ الـوزنِ يُقلِّـصُ فقـطْ حجـمَ الخلايـا الدهنيـةِ، ولا يُقلِّـلُ مـنْ عددِها؛ مـا يجعـلُ زيادةَ حجمِهـا مـنْ جديـدٍ عمليـةً سـهلةً وسريعـةً.



الشكلُ (8): مُكوِّناتُ الدمِ.

الدمُ Blood

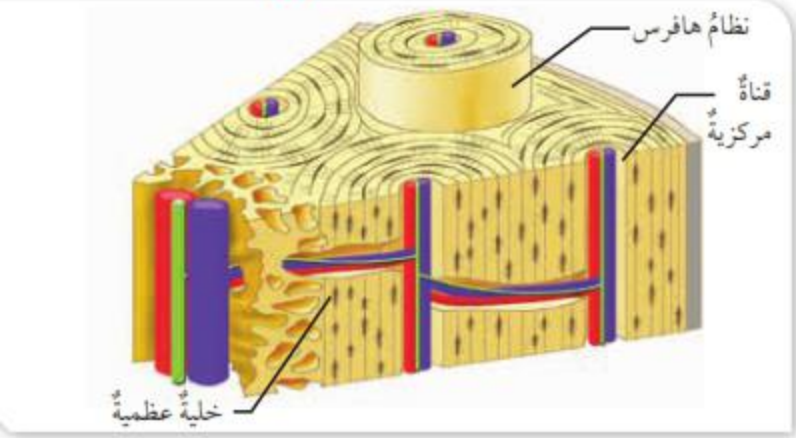
نسيجٌ ضامٌّ يتكوَّنُ منْ أنواعٍ عديدةٍ منَ الخلايا تسبحُ في مادةٍ أساسيةٍ بينَ خلويةٍ سائلةٍ تُسمّى البلازما، وتتألَّفُ منَ الماءِ والأملاحِ والبروتيناتِ. تشملُ الخلايا التي يحويها الدمُ خلايا الدمِ الحمراءَ المسؤولةَ عنْ نقلِ الغازاتِ، وخلايا الدمِ البيضاءَ المسؤولةَ عنْ حمايةِ الجسمِ والدفاعِ عنْهُ،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

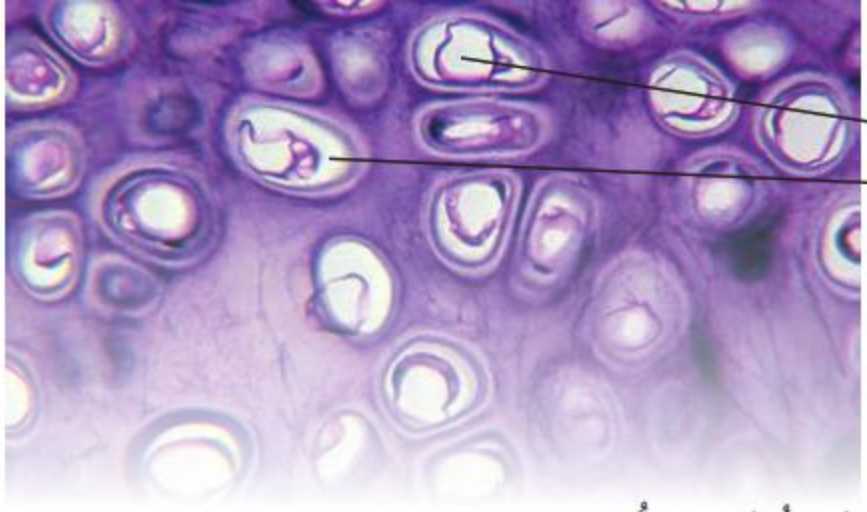
أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ خصائصِ الدمِ لبعضِ أنواعِ الحيواناتِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْها، ثمَّ أقرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

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 مُتكرِّرةٍ، 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.





الشكلُ (10): تركيبُ النسيجِ الغضروفيِّ.

النسيجُ الغضروفيُّ Cartilage Tissue

يتكوَّنُ هـذا النسيجُ منْ خلايـا غضروفيـةٍ محاطـةٍ بفجـوةٍ، أنظرُ الشكلَ (10)، وهـيَ تعملُ على تبـادلِ الموادِّ معَ مـادةٍ بينيةٍ شبـهِ صُلْبـةٍ 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

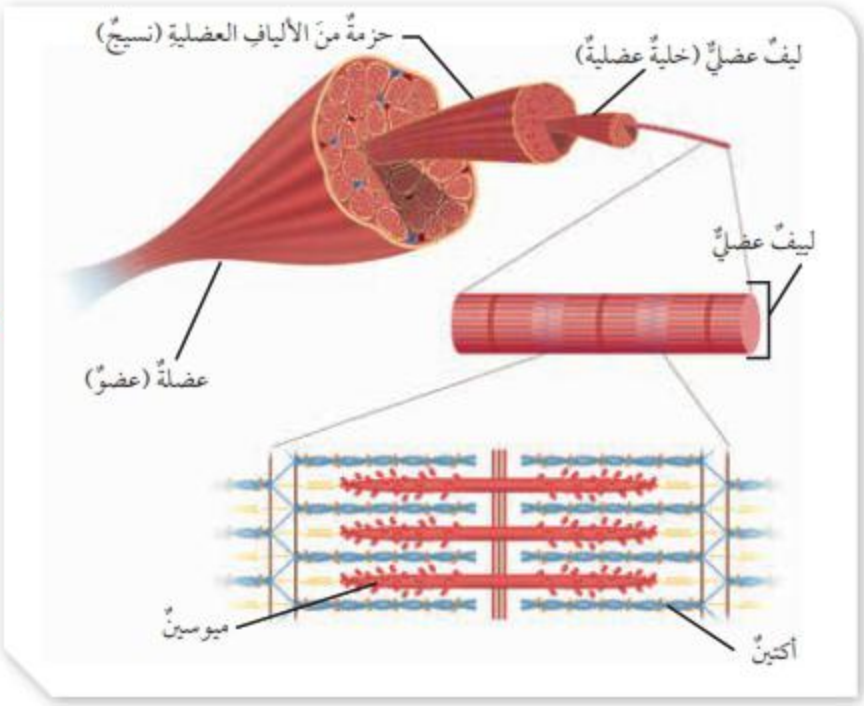
تتكوَّنُ الأنسجـةُ العضليةُ منْ خـلايا عضليةٍ تحوي أليافًا مُنقبِضةً، وتتكوَّنُ منْ نوعينِ منَ الخيوطِ البروتينيةِ، هما: خيوطٌ رفيعةٌ تُعرَفُ باسمِ الأكتينِ Actin، وأُخرى سميكةٌ تُعرَفُ باسـمِ الميوسينِ Myosin. تُصنَّفُ الأنسجةُ العضليةُ إلى ثلاثةِ أنواعٍ بحسبِ نوعِ الخلايا العضلية المكونة لها، وهيَ: العضلاتُ الهيكليةُ Skeletal Muscles، والعضلةُ القلبيةُ Cardiac Muscle، والعضلاتُ 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 بواسطـةِ أحـدِ 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 المناسبـةِ عـنْ آليَّةِ انقبـاضِ العضلاتِ الهيكليةِ، ثـمَّ أكتبُ تقـريرًا عنْهـا، ثمَّ أقـرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أفكِّرُ أيُّ عضـلاتِ جسـمي تعمـلُ مـنْ دونِ توقُّـفٍ؟ مـا نوعُ حركتِها؟ ماذا يحـدثُ إذا توقَّفَـتْ عنِ العمـلِ؟

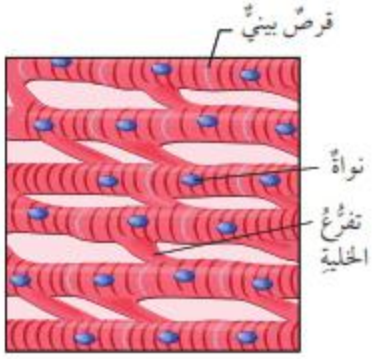


الشكلُ (11): تركيبُ العضلاتِ الهيكليةِ.

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

العضلةُ القلبيةُ Cardiac Muscle

عضلةٌ مُخطَّطةٌ لاإراديةٌ تُكوِّنُ عضلةَ القلبِ، وتكونُ الأليافُ العضليةُ فيها مُترابِطةٌ 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.

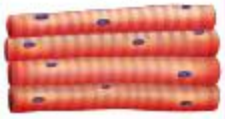
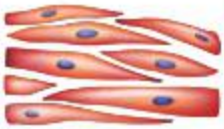
العضلاتُ الملساءُ Smooth Muscles

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.

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

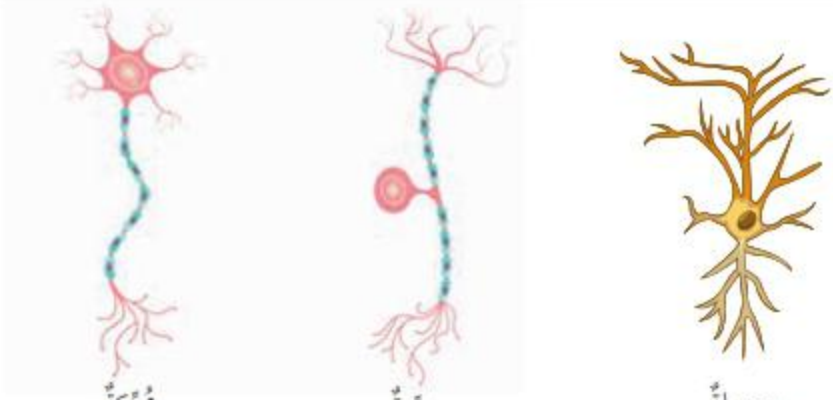
الجدولُ (2): مقارنةٌ بينَ خصائصِ الأنواعِ الرئيسةِ منَ العضلاتِ.

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

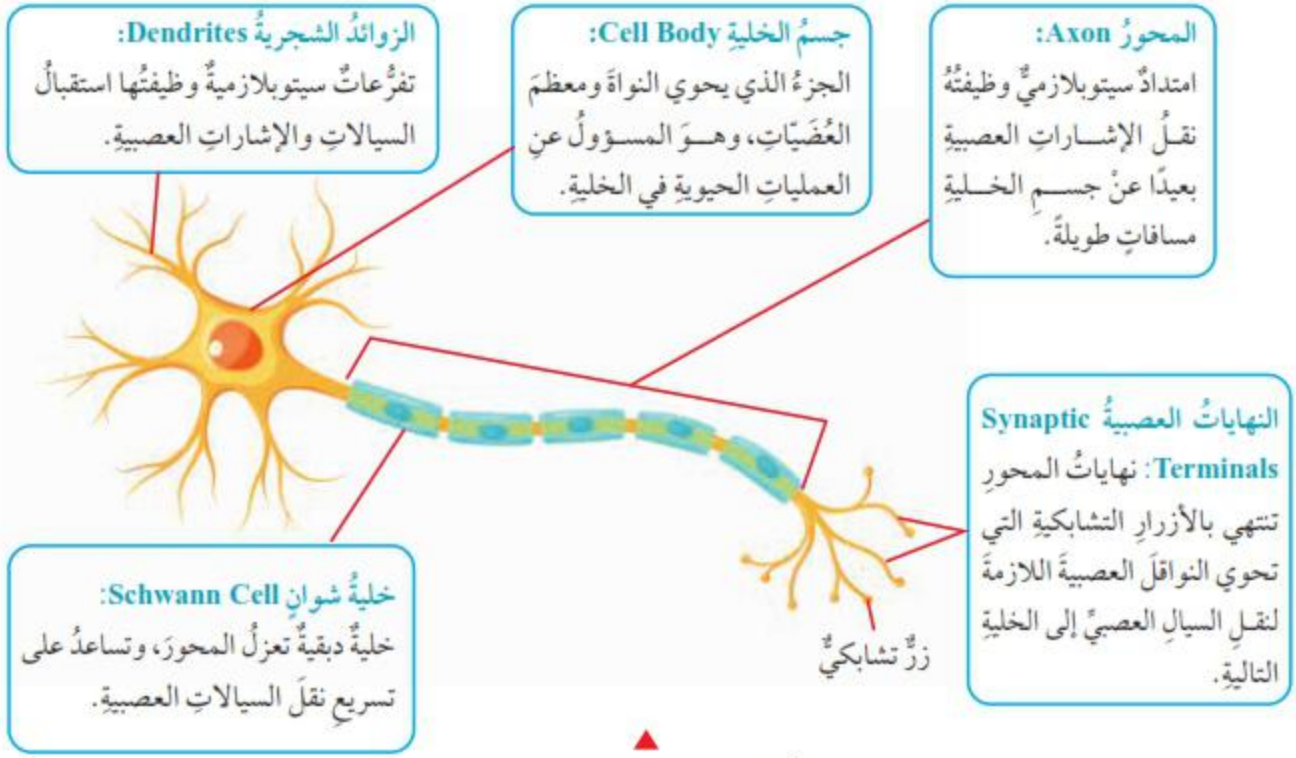
تتكوَّنُ الأنسجةُ العصبيةُ منْ عصبوناتٍ تنقلُ الإشاراتِ العصبيةَ، ومنْ خلايا أُخرى تُسمّى **الخلايا الدبقيةَ Glial Cells**، وتؤدّي وظائفَ عِدَّةً، منْها: دعمُ العصبوناتِ، وحمايتُها، وتغذيتُها. ومنَ الأمثلةِ على الخلايا الدبقيةِ خلايا شوانِ.



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.

مراجعةُ الدرسِ

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.

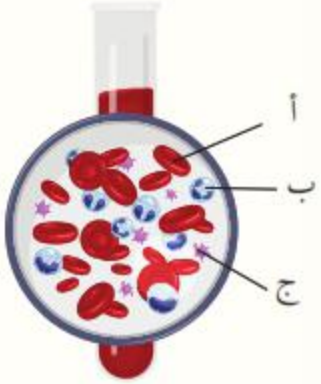
6. أملأُ الفراغَ بما هوَ مُناسِبٌ في الجدولِ الآتي:

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.

الدرس 2

الأنسجةُ النباتيةُ
Plant Tissues

الفكرةُ الرئيسةُ:

تحتوي النباتاتُ على العديدِ منَ الأنسجةِ النباتيةِ التي تختلفُ في ما بينَها منْ حيثُ التركيبُ، والوظيفةُ. تتكاملُ هذهِ الأنسجةُ بعضُها معَ بعضٍ لمساعدةِ النباتاتِ على أداءِ مختلفِ العملياتِ الحيويةِ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

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

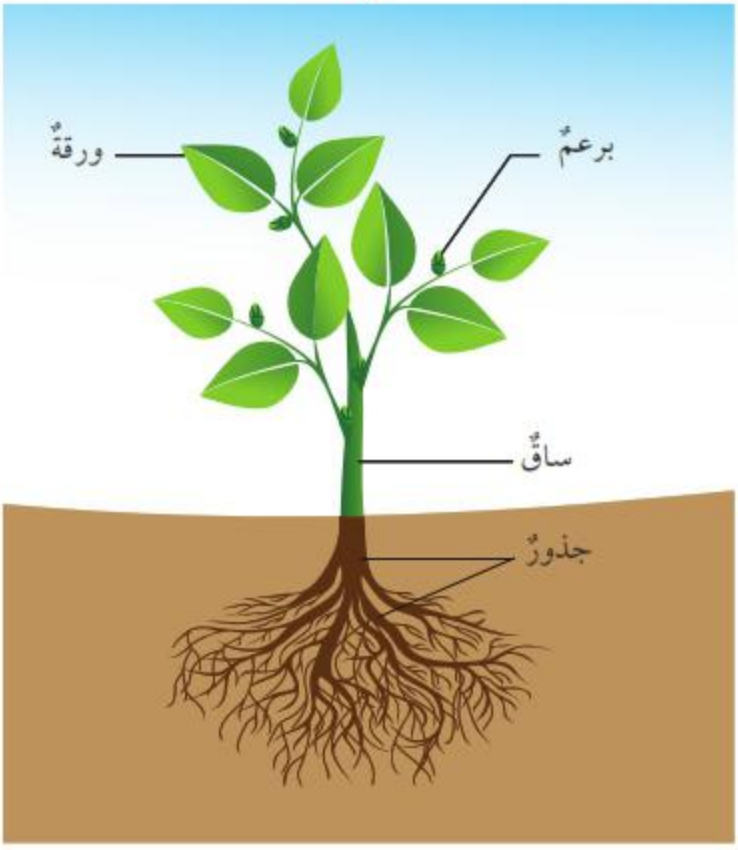
المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

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

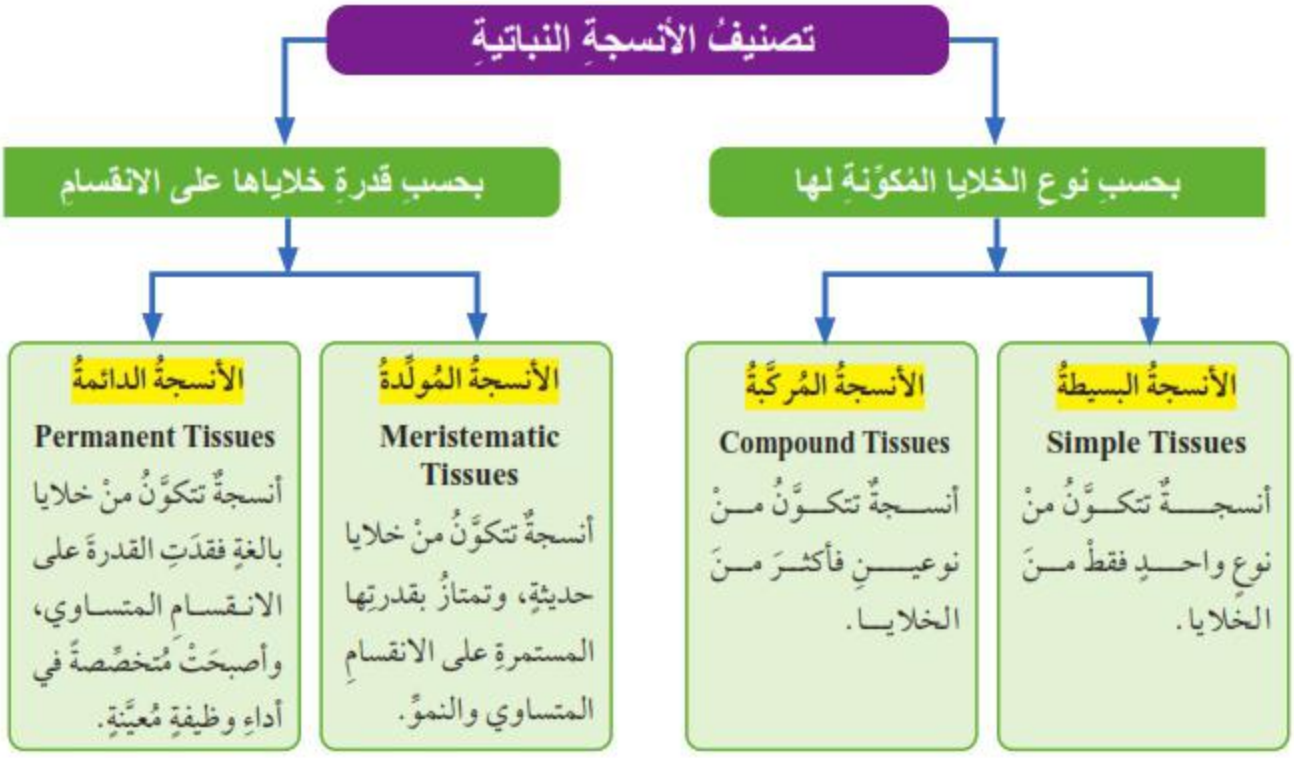
تصنيفُ الأنسجةِ النباتيةِ
Classification of Plant Tissues

تتألَّفُ النباتاتُ منْ خلايا، شأنُها في ذلكَ شأنُ معظمِ الكائناتِ الحيَّةِ الأُخرى، وتُعَدُّ الخليةُ الوحدةَ البنائيةَ الأساسيةَ المُكوِّنةَ للنباتِ، ويُطلَقُ على مجموعةِ الخلايا النباتيةِ التي ترتبطُ معًا، وتشتركُ في أداءِ وظيفةٍ أساسيةٍ واحدةٍ، اسمُ **النسيجِ النباتيِّ Plant Tissue**؛ إذْ تنتظمُ الأنسجةُ بعضُها معَ بعضٍ لتكوينِ عضوٍ يؤدّي وظيفةً مُعيَّنةً، أنظرُ الشكلَ (14).

الشكلُ (14): أعضاءُ النباتِ الرئيسةُ.



لتعرُّفِ تصنيفِ الأنسجةِ النباتيةِ، أنظرُ المُخطَّطَ الآتيَ:



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).

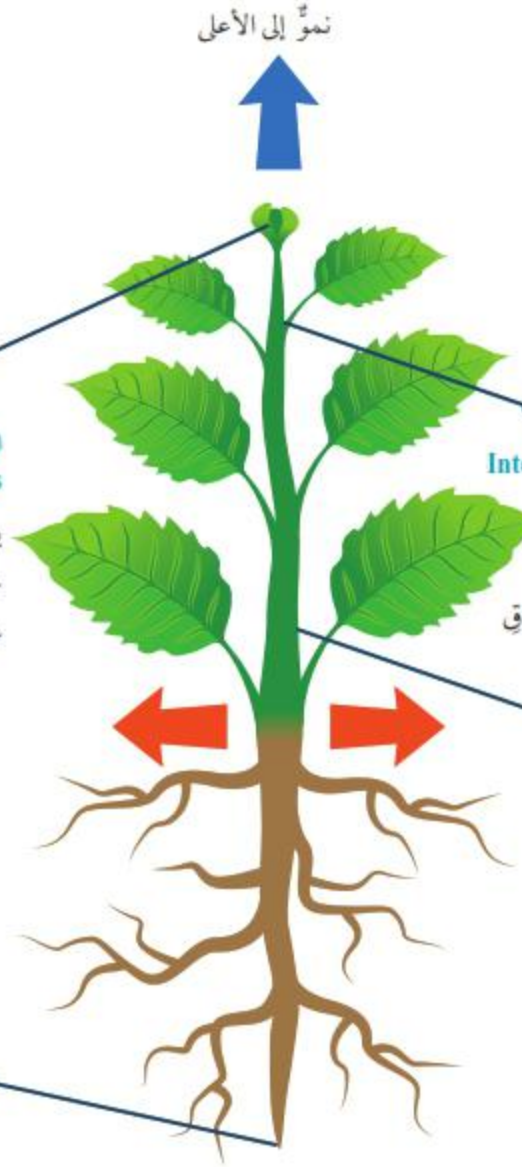
أتحقَّقُ: لماذا سُمِّيَتِ الأنسجةُ المُولِّدةُ بهذا الاسمِ؟

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

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.

أفكرُ: أُفسِّرُ سببَ عدمِ توقُّفِ الحشائشِ عنِ النموِّ بعدَ عمليةِ الجزِّ الأوَّليِّ.

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



الأنسجةُ المُولِّدةُ القمِّيَّةُ Apical Meristems

يوجدُ هذا النوعُ منَ الأنسجةِ في قممِ جذورِ النباتاتِ وسيقانِها، وهوَ يعملُ على زيادةِ طولِ الساقِ والجذورِ فيها.

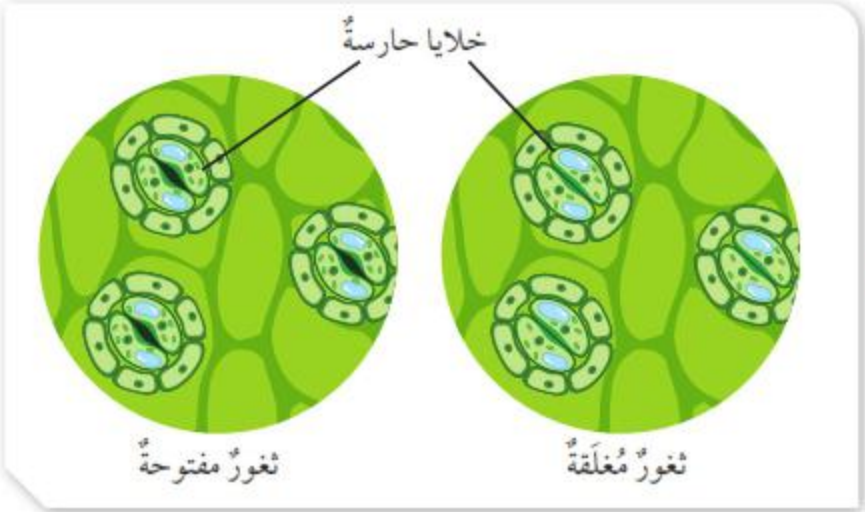
الأنسجةُ المُولِّدةُ البينيةُ Intercalary Meristems

يوجدُ هذا النوعُ منَ الأنسجةِ في سيقانِ معظمِ النباتاتِ منْ ذواتِ الفلقةِ الواحدةِ، وهوَ يعملُ على زيادةِ طولِ الساقِ والأوراقِ فيها.

الأنسجةُ المُولِّدةُ الجانبيةُ Lateral Meristems

تُسهِمُ خلايا هذا النوعِ منَ الأنسجةِ في زيادةِ قُطْرِ الجذرِ والساقِ.

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



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.

أفكّرُ: هلْ تكونُ طبقةُ الكيوتيكلِ على أوراقِ النباتاتِ الصحراويةِ سمكيةً 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؟

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.

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).

أفكّرُ: كيـفَ يتـــلاءمُ تركيبُ الشعيراتِ الجذريةِ معَ وظيفتِها؟

الشكلُ (20): أنواعُ الأنسجةِ الوعائيةِ.

اللحاءُ Phloem:

نسيجٌ وعائيٌّ يعملُ على نقلِ الغذاءِ (السُّكّرياتُ المذابةُ، والمُركّباتُ العضويـةُ الأُخرى) منْ أماكنِ تصنيعِهِ (مثلُ: الأوراقِ، والسيقانِ) إلى جميعِ أجزاءِ النباتِ. يتألّفُ اللحاءُ ممّا يأتي:

الخلايا المرافقةُ Companion Cells:

خلايا تحـوي نوى تحيـطُ بالأنابيبِ الغربـاليةِ، وتعملُ على تزويدِ هذهِ الأنابيبِ بالطاقةِ اللازمةِ.

الأنابيبُ الغربـاليةُ Sieve Tubes:

خـــلايا مستطيلةُ الشـــكلِ تحتوي على السيتوبلازمِ، وتفتقـرُ إلـى النـــوى عندَ نضجِها، وتتصلُ نهاياتُها رأسيًّا بجُدُرٍ مُثقّبةٍ تُسمّى الصفائحَ الغربالية Sieve Plates؛ مـا يسمحُ بانتقالِ الغـذاءِ مـــنْ أنبوبٍ إلـى الأنبوبِ الذي يليهِ.

صفائحُ غربالية

الخشبُ Xylem:

نسيجٌ وعائيٌّ يعملُ على نقلِ الماءِ والأملاحِ المعدنيةِ الذائبةِ التي يمتصُّها الجذرُ منَ التربةِ إلى الساقِ، فالأوراقِ، ويكونُ تدفُّقُ هذهِ العناصرِ في اتجاهٍ واحدٍ بصورةٍ مستمرةٍ. يستفادُ منْ بعضِ الماءِ في عمليةِ البناءِ الضوئيِّ، وتستفيدُ الخلايا منَ الأملاحِ المعدنيةِ الذائبةِ في العديدِ منَ الوظائفِ الأخرى. يتألّفُ الخشبُ ممّا يأتي:

الأوعيةُ الخشبيةُ Vessel Element:

خلايا أنبوبيةٌ ميتةٌ (تفتقرُ إلى النواةِ والسيتـوبلازمِ)، يتصـلُ بعضُها ببعـضٍ رأسيًّا، وتكونُ مفتوحةً منْ طرفيْها معَ صفائحَ مُثقّبةٍ تُشبهُ الحاجزَ عندَ الفتحاتِ؛ ما يسمحُ للماءِ والموادِّ الذائبةِ بالتدفُّقِ بحُرّيةٍ في هذهِ الخلايا.

صفيحةٌ مثقوبةٌ

القُصَيْباتُ Tracheid:

خـلايا أسطوانيةٌ طويلةٌ، ومُجـوّفةٌ مـنَ الداخـلِ، وأطرافُهـا مُـدبّبةٌ، وهـيَ تمتـــازُ بوجودِ ثقوبٍ على الجُـدُرِ المشـتركةِ بينَهـا؛ ما يســمحُ بـــمرورِ الماءِ مـنْ قُصَيْبةٍ إلـى أُخـرى، واستمرارِ انتقالِهِ إلى أعلى.

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

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

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).

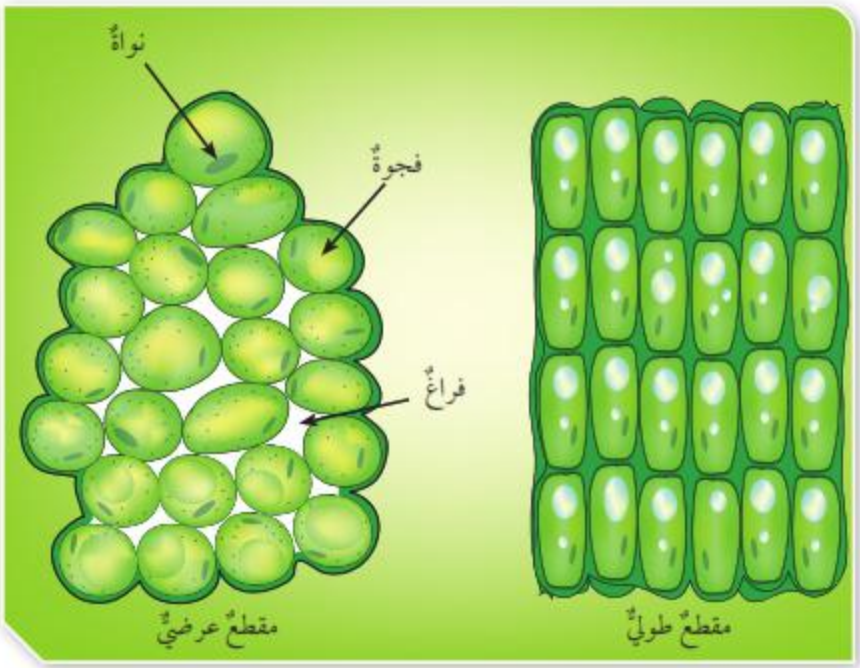
تؤدّي الخلايا البرنشيميةُ وظائفَ عِدَّةً، منْها: القيامُ بعمليةِ البناءِ الضوئيِّ، وتخزينُ الموادِّ الغذائيةِ الزائدةِ على حاجةِ النباتِ، مثلِ النشا. ومنَ الأمثلةِ على أماكنِ وجودِ هذهِ الخلايا: لُبُّ ثمارِ البندورةِ، ودرناتُ البطاطا.

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.

أفكِّرُ: أتوقَّعُ وظيفةَ الفجوةِ في النسيجِ البرنشيميِّ.



الشكلُ (21): خلايا النسيجِ البرنشيميِّ.

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. أُقارِنُ رسمي بالشكلِ (21).

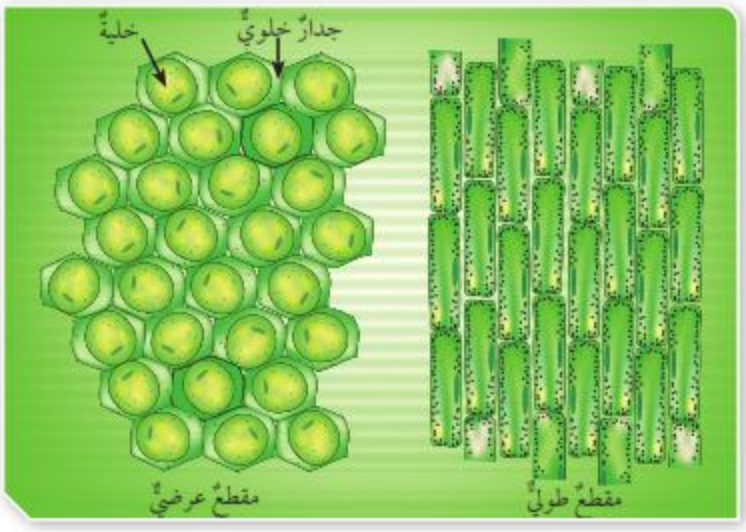
التحليلُ والاستنتاجُ:

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

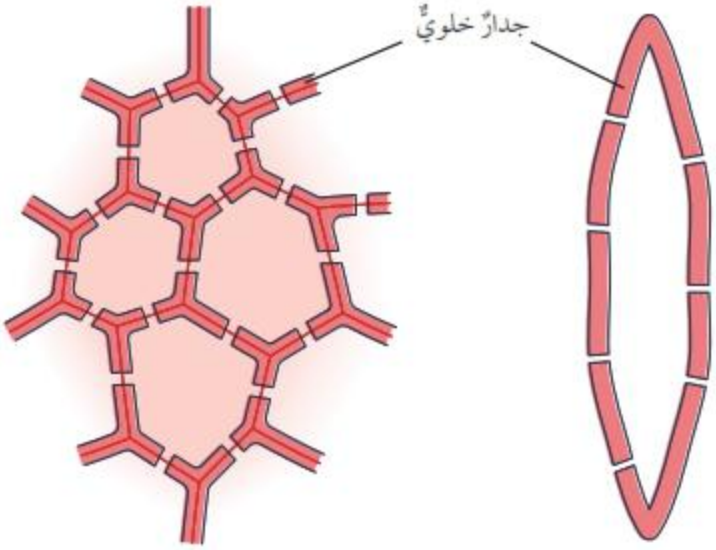
النسيجُ الكولنشيميُّ Collenchyma Tissue

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، ومنحُهُ 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.



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.

التكاملُ في عملِ الأنسجةِ النباتيةِ المختلفةِ

Integration in the Work of Different Plant Tissues

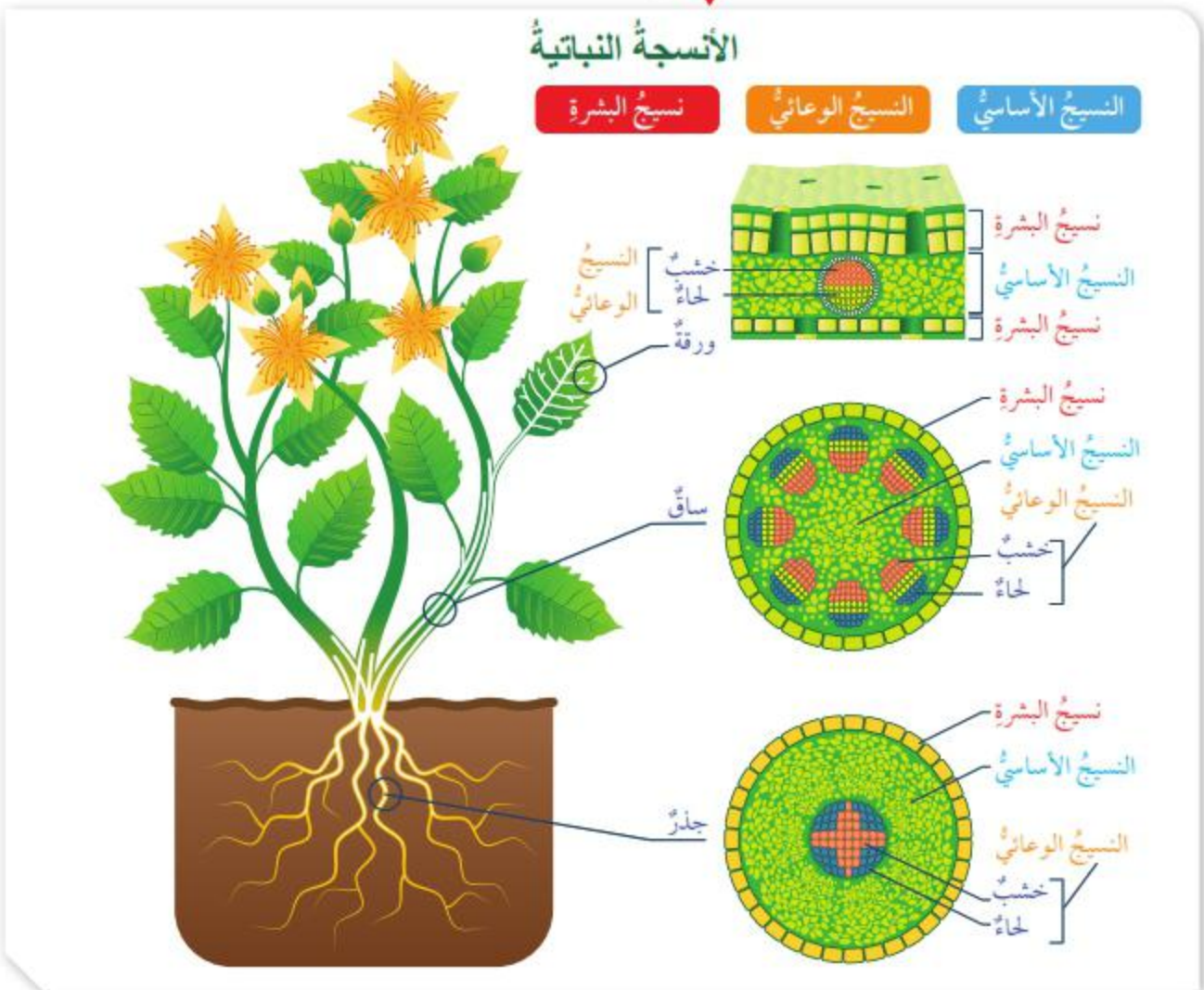
تتكاملُ الأنسجةُ النباتيةُ المختلفةُ في ما بينَها لتكوينِ أعضاءٍ نباتيةٍ تساعدُ النباتَ على العيشِ، والتكيُّفِ في الأنظمةِ البيئيةِ المختلفةِ، أنظرُ الشكلَ (24).

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

أتحقَّـقُ: أذكـرُ أنـواعَ الأنسجةِ النباتيةِ الموجودةِ في ورقةِ النباتِ.

أفكّرُ: كيفَ تتكـاملُ الأنسـجةُ النباتيـةُ الموجـودةُ في سـاقِ النباتِ بعضُها معَ بعضٍ؟

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



مراجعةُ الدرسِ

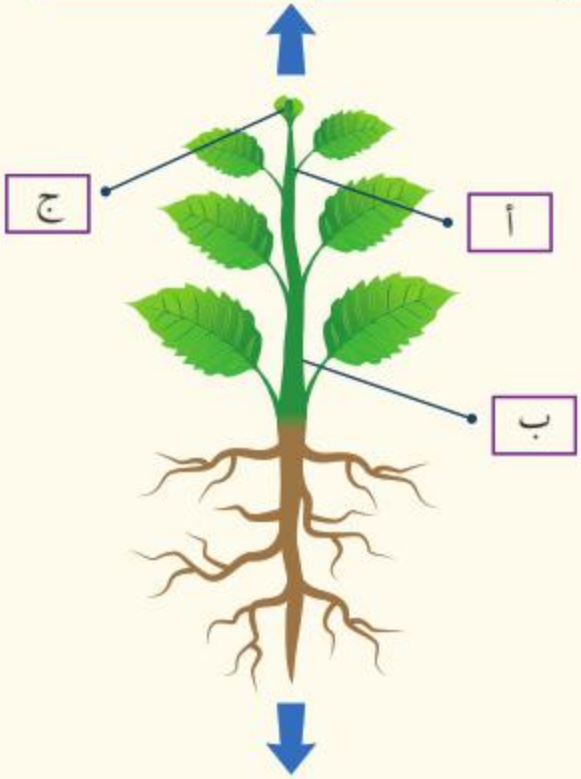
1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أذكرُ الأنواعَ الرئيسةَ للأنسجةِ النباتيةِ تبعًا لقدرةِ خلاياها على الانقسامِ، مُحدِّدًا أهمَّ خصائصِها.

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 جُملةٍ 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.

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 الأليافِ 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 الفايبرينِ.
   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.

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.

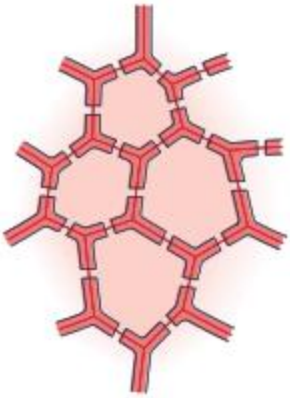
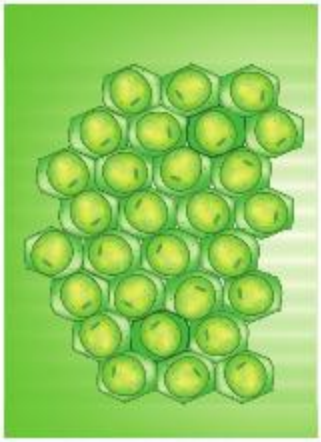
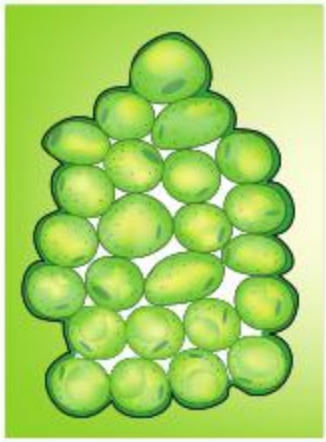
د. خلايا النسيجِ تنقلُ السيالاتِ العصبيةَ.

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 مُتخصِّصٌ يوجدُ في الأوتارِ والأربطةِ.
		م	أكثرُ الأنسجةِ انتشارًا في أجسامِ الحيواناتِ الفقاريةِ.

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.

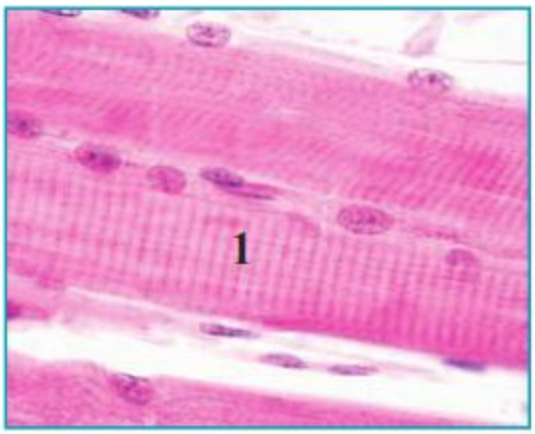
السؤالُ السادسُ:

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؟

الوحدةُ 4

العلاقاتُ البيئيةُ في الأنظمةِ البيئيةِ

Ecological Interactions in Ecosystems

قالَ تعالى:

﴿ إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴾ (سورةُ القمرِ، الآيةُ 49).

أتأمَّلُ الصورةَ

تعيشُ الأشناتُ والحزازياتُ في غابةٍ، مُكوِّنةً معًا نظامًا بيئيًّا. فما مُكوِّناتُ النظامِ البيئيِّ؟ وما العلاقاتُ التي تربطُ بينَ مُكوِّناتِ هذا النظامِ؟

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.

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 حديقةِ الحيِّ، تقعُ قربَ 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. أُمثِّلُ البياناتِ التي جمعْتُها على شكلِ أعمدةٍ بيانيةٍ.
5. أُعيدُ إجراءَ التجربةِ في أماكنَ أُخرى، ثمَّ أُدوِّنُ ملاحظاتي.

الأنظمةُ البيئيةُ
Ecosystems

الدرسُ 1

الفكرةُ الرئيسةُ:

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

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أُحدِّدُ المُكوِّناتِ الحيَّةَ والمُكوِّناتِ غيرَ الحيَّةِ في النظامِ البيئيِّ.
- أُوضِّحُ العلاقاتِ المتبادلةَ بينَ مُكوِّناتِ النظامِ البيئيِّ.
- أتتبَّعُ طرائقَ 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؟

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.

الماءُ Water

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

التربةُ Soil

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

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ 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.

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

الشكلُ (3): نباتٌ آكلٌ للحشراتِ.

المُكوِّناتُ الحيَّةُ في الأنظمةِ البيئيةِ

Biotic Components in Ecosystems

تضـمُّ المُكـوِّناتُ الحيَّةُ 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 أوِ الهجرةِ عنْها.

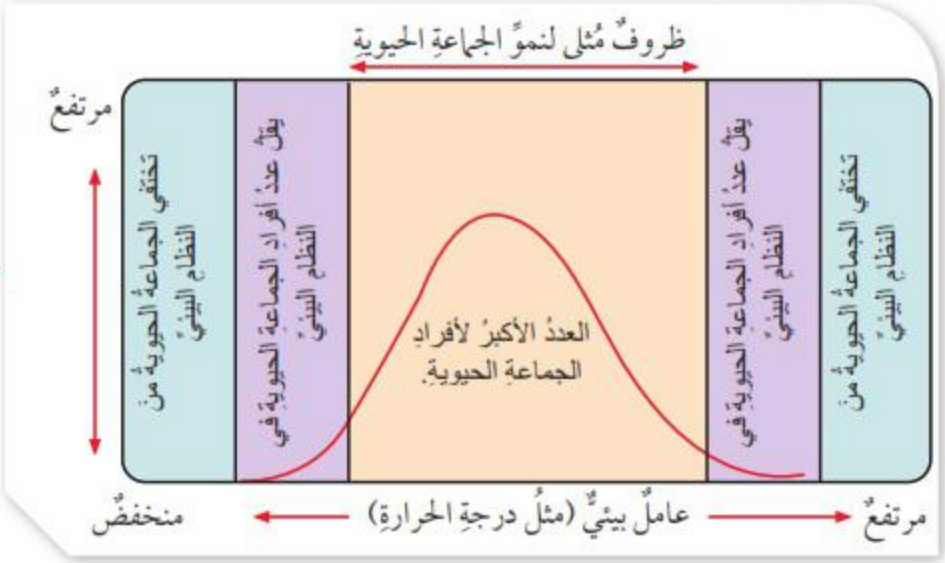
يقلُّ حجمُ الجمـاعةِ الحيويةِ حينَ يكونُ النقصُ النـاتجُ منَ الوفيـاتِ بينَ أفـرادِها والهجرةِ عنِ الجماعةِ أكبرَ منَ الزيادةِ الناتجةِ منَ التكاثرِ أوِ الهجرةِ إليْها.

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.

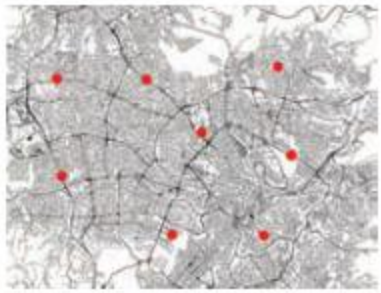
✓ **أتحقَّقُ:** عـــلامَ يعتمـدُ حجمُ جماعةٍ حيويةٍ ما؟



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

دراسةُ الجماعاتِ في نظامٍ بيئيٍّ Studying Populations in an Ecosystem

يلجأُ العلماءُ إلى أخْذِ عيِّناتٍ مختلفةٍ بطرائقَ عِدَّةٍ، منْها: العيِّنةُ النقطيةُ، والمُربَّعُ 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).

المُربَّعُ القياسيُّ Frame Quadrat

يُصمَّمُ المُربَّعُ 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 المُربَّعُ 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 المُربَّعَ القياسيَّ مَرّاتٍ عِدَّةً في مساحاتٍ مختارةٍ عشوائيًّا، ثمَّ يرصدونَ عددَ أفرادِ كلِّ نوعٍ عَدّوهُ في كلِّ مَرَّةٍ داخلَ المُربَّعِ، 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:

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

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:

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

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

$= 58.88$ فردًا/ m^2.

بعدَ ذلكَ أُقدِّرُ حجمَ الجماعةِ الحيويةِ باستخدامِ العلاقةِ الآتيةِ:

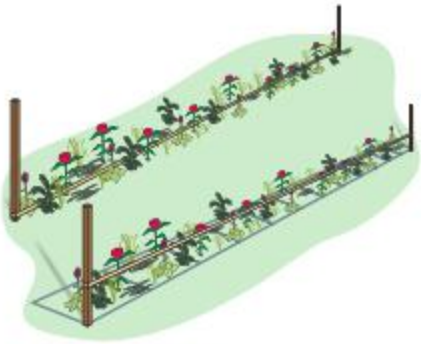
حجمُ الجماعةِ الحيويةِ المُقدَّرُ = عددُ الأفرادِ/ m^2 × المساحةِ الإجماليةِ للمنطقةِ (m^2)

$= 58.88 \times 75\ m^2$

$= 4416$ نبتةً.

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).



الشكلُ (8): القطاعُ الخطيُّ.

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:

الشكلُ (9): وضعُ علامةِ تتبُّعٍ على طائرٍ.

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

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.

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.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ أثرِ اتِّباعِ 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.

نشاطٌ

تحديدُ حجمِ جماعةٍ حيويةٍ

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

ملحوظاتٌ:

- في حالِ تعذُّرِ 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. **أجرِّبُ:** أُحدِّدُ بالحبلِ خطًّا يصلُ بينَ طرفينِ في الحديقةِ أوِ الفِناءِ.
3. **أجرِّبُ:** أضعُ المُربَّعَ القياسيَّ على بدايةِ الخطِّ، ثمَّ أَعُدُّ أفرادَ الجماعةِ الحيويةِ التي اخترْتُها، وأحطُّ بها المُربَّعَ القياسيَّ، ثمَّ أُدوِّنُ عددَ أفرادِ هذهِ الجماعةِ في الجدولِ الخاصِّ في كتابِ الأنشطةِ والتجاربِ العمليةِ.
4. **أجرِّبُ:** 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 أَخْذِ العيِّناتِ.
2. **أمثِّلُ بيانيًّا** عددَ أفرادِ الجماعةِ الحيويةِ في كلِّ مُربَّعٍ قياسيٍّ.
3. أحسُبُ مُتوسِّطَ عددِ أفرادِ الجماعةِ الحيويةِ في المُربَّعِ القياسيِّ الواحدِ.
4. أحسُبُ حجمَ الجماعةِ الحيويةِ التي اخترْتُها منْ حديقةِ المدرسةِ، أوْ فِناءِ المنزلِ.

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ**: ما مُكوِّناتُ النظامِ البيئيِّ؟

2. أُوضِّحُ المقصودَ بكلٍّ منْ حجمِ الجماعةِ، ونموِّ الجماعةِ، والمُربَّعِ القياسيِّ.

3. في تجربةٍ لمجموعـةٍ منَ الطلبةِ، هدفَتْ إلى دراسةِ أكثرِ أنواعِ الخنافسِ انتشارًا في حديقةٍ عامةٍ، وضعَ الطلبةُ 10 مصـائدَ في مناطقَ مختارةٍ بصورةٍ عشوائيةٍ. أدرسُ الجـدولَ 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؟

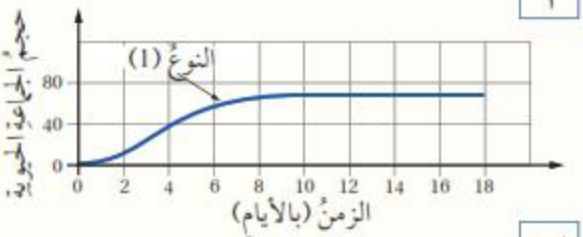
4. في دراسةٍ لمجموعةٍ منَ الطلبةِ، هدفَتْ إلى تحديدِ حجمِ جماعةِ نباتاتِ السيكلامونِ ***Cyclamen*** (بخورُ مريمَ)، أنظرُ الشكلَ المجاورَ، في بُقْعَةٍ منْ غاباتِ الشمالِ مساحتُها $100\ m^2$، استخدمَ الطلبةُ مُرَبَّعًا قياسيًّا مساحتُهُ $1\ m^2$، وعيَّنوا 10 مواقعَ عشوائيةٍ لأخْذِ العيِّناتِ، وكانَتْ أعدادُ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

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

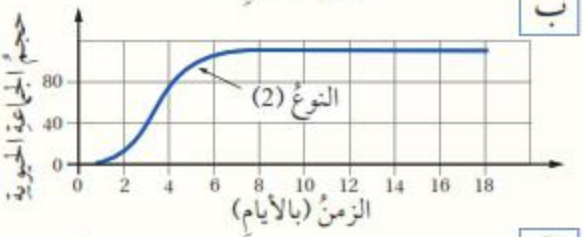
أحسُبُ حجمَ جماعةِ نباتاتِ السيكلامونِ في الغابةِ.

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.

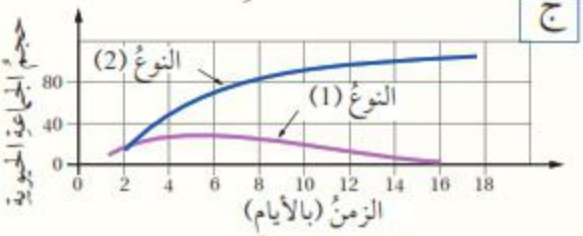
أ



ب



ج



أدرسُ الشكلَ جيدًا، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

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

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

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

دراسةُ الجماعاتِ الحيويةِ في الأنظمةِ البيئيةِ

Studying Populations in Ecosystems

الدرسُ 2

الفكرةُ الرئيسةُ:

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 درستُ سابقًا أنَّ دراساتِهِمُ 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 مياهِ بركةٍ لدراستِها وتحليلِها.

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

منْ طرائقِ دراسةِ الأنظمةِ البيئيةِ:

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.

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

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 منهُ إشارةٌ مُميَّزةٌ، أنظرُ الشكلَ (12). وبذلكَ، يتمكَّنُ العلماءُ منْ دراسةِ خصائصِ هذهِ الجماعاتِ، وتعرُّفِ نطاقِ انتشارِها.

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

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).

إجراءُ التجاربِ Experimentation

درسْتُ 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.

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:** أُقارِنُ بينَ تجاربِ المختبرِ والتجاربِ الميدانيةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** فيمَ يستفادُ منْ مراقبةِ جماعاتِ الكائناتِ الحيَّةِ؟

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 الشومريِّ 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

الشكلُ (13): حيوانُ المها العربيُّ.

النمذجةُ Modeling

يلجأُ العلماءُ إلى استخدامِ برامجَ حاسوبيةٍ لعملِ أنظمةٍ بيئيةٍ افتراضيةٍ، وذلكَ بوضعِ أجهزةِ تتبُّعٍ (أطواقٍ) حولَ أعناقِ عيِّنةٍ منْ أفرادِ إحدى الجماعاتِ 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.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ دورِ الذكاءِ الاصطناعيِّ في إيجادِ أنظمةٍ بيئيةٍ افتراضيةٍ في الأنظمةِ البيئيةِ القاسيةِ، مثلِ أعماقِ المحيطِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْ ذلكَ، ثمَّ أقرأُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أتحقَّقُ: أُوضِّحُ الفرقَ بينَ النمذجةِ والتجريبِ.

التحليلُ الإحصائيُّ Statistical Analysis

يُخضِعُ العلماءُ البياناتِ التي جُمِعَتْ منَ العيِّناتِ العشوائيةِ للتحليلِ الإحصائيِّ؛ وذلك لدراسةِ أثرِ أحدِ مُكوِّناتِ النظامِ البيئيِّ في حجمِ جماعةٍ حيويةٍ ما، وتعرُّفِ نوعِ العلاقةِ بينَهُما (طرديةٌ، 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.

الشكلُ (14): تتبُّعُ جماعةٍ منَ الأفيالِ.

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.

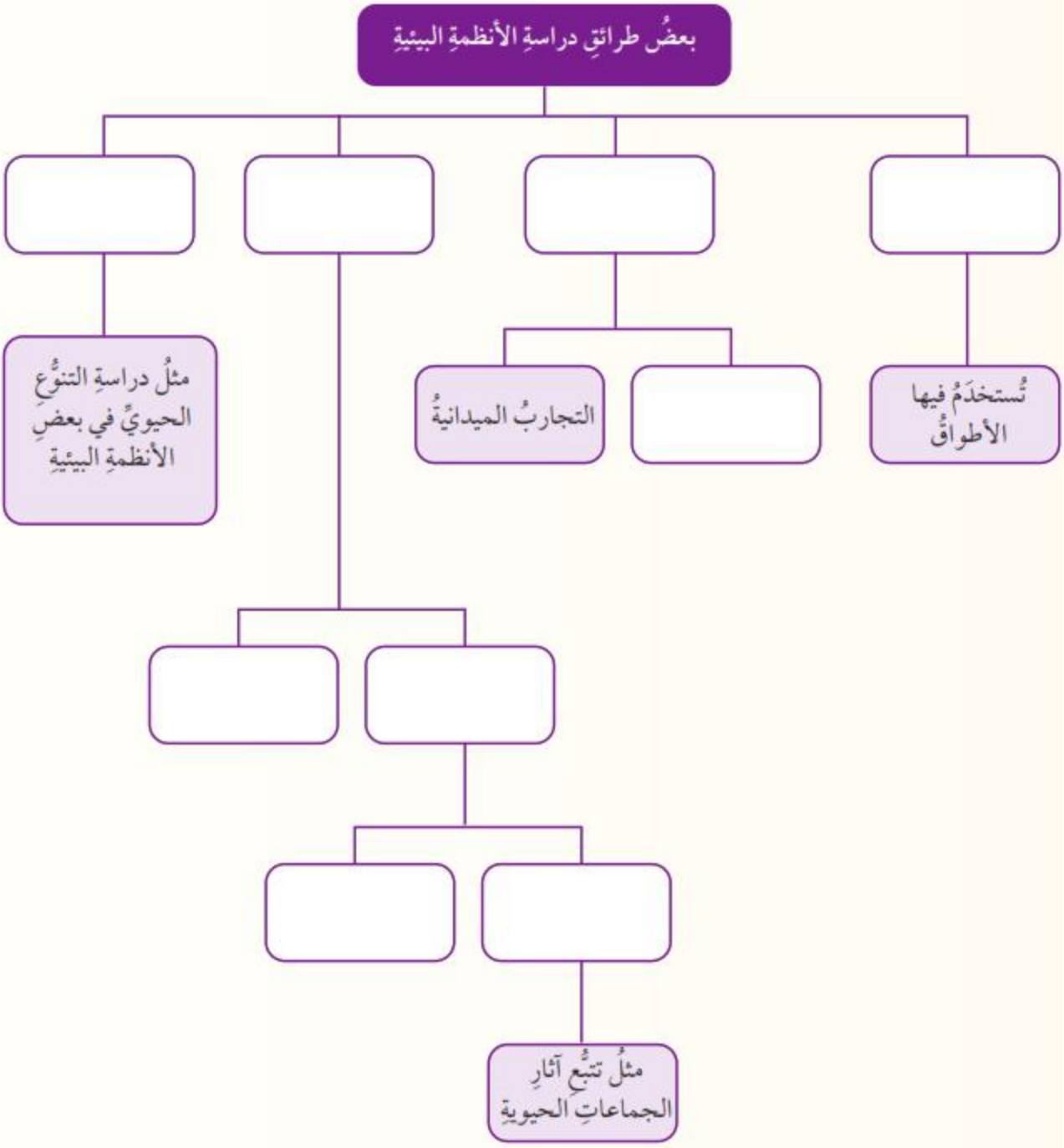
3. أُفسِّرُ كيفَ تُمكِّنُ الملاحظةُ علماءَ البيئةِ منْ تحديدِ المواقعِ المُثلى لإعادةِ توطينِ الأنواعِ المُهدَّدةِ بالانقراضِ.

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

5. أملأُ الفراغَ في المُخطَّطِ المفاهيميِّ الآتي:



استدامةُ الطاقةِ والموادِّ في الأنظمةِ البيئيةِ

Energy and Matter Sustainability in Ecosystems

الدرسُ 3

الفكرةُ الرئيسةُ:

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

درستُ 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

درستُ 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.

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

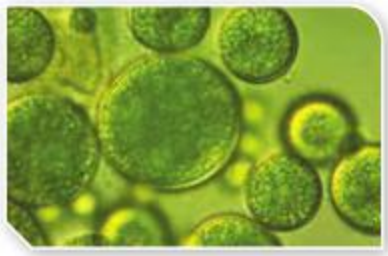
المُنتِجاتُ Producers

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.

أفكِّرُ 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 تحوي 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.

الشكلُ (18): أقسامُ المُستهلِكاتِ.

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

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

الشكلُ (19): استدامةُ انتقالِ الطاقةِ بينَ الكائناتِ الحيَّةِ 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

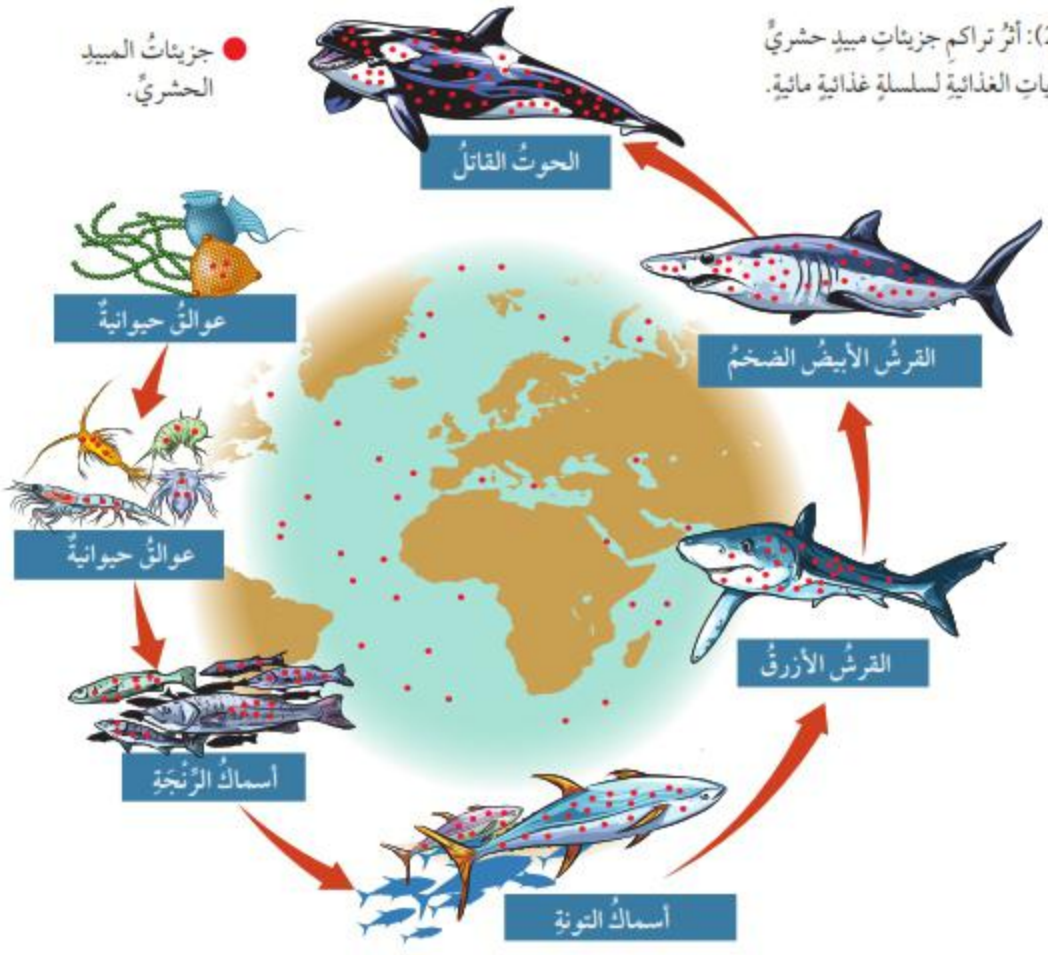
المُلقِّحاتُ منَ المُستهلِكاتِ التي تُسهِمُ في المحافظةِ على التنوُّعِ الحيويِّ على سطحِ الأرضِ. تساعدُ المُلقِّحاتُ البرِّيَّةُ، (مثلُ النحلِ البرِّيِّ) على بقاءِ النباتاتِ، وهيَ تتنقَّلُ بينَ أنواعٍ مختلفةٍ منَ الأزهارِ؛ ما يُعزِّزُ عمليةَ التلقيحِ الخلطيِّ، فتنتجُ نباتاتٌ ذاتُ صفاتٍ جينيةٍ مُتنوِّعةٍ 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: أُوضِّحُ أهميةَ المُحلِّلاتِ في الأنظمةِ البيئيةِ.

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.

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.



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

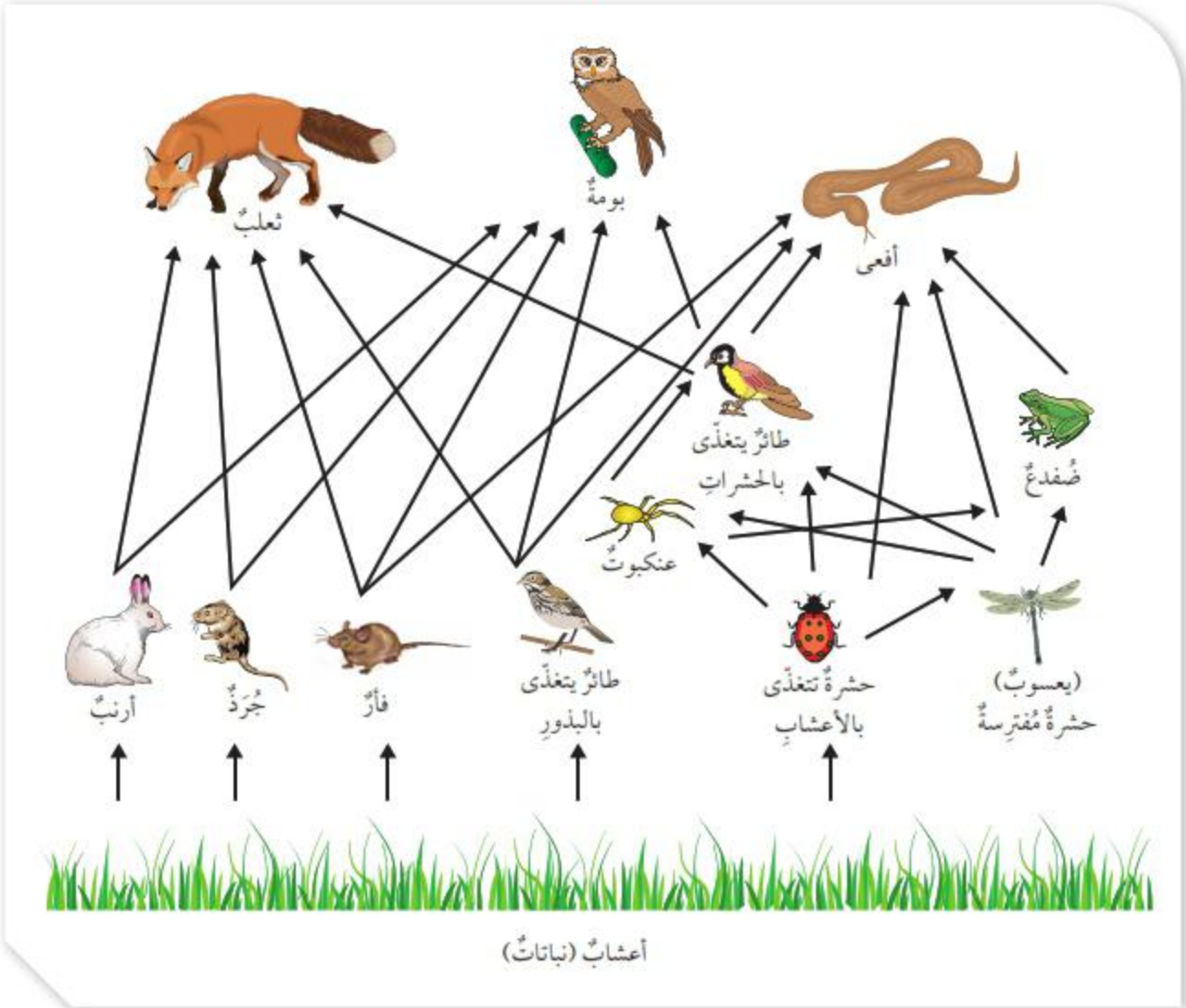
الشبكةُ الغذائيةُ Food Web

تتغذّى المُفترساتُ غالبًا بأنواعٍ مُتعدِّدةٍ منَ الفرائسِ في المواطنِ البيئيـةِ التي يرتبطُ بعضُها ببعضٍ، مُكوِّنـةً شبكةً غذائيـةً. 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.

✓ **أتحقَّـقُ:** أُقـارِنُ بـينَ السلاسـلِ والشـبكاتِ الغذائيةِ.

الشكلُ (21): شبكةٌ غذائيةٌ.



الطاقةُ المفقودةُ في الأنظمةِ البيئيةِ Energy Loss in Ecosystems

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

يُمكِنُ للحيوانِ تخزينُ الطاقةِ التي يستمـدُّها منَ الغذاءِ في أنسجتِهِ إلى حينِ استخدامِهـا، وقدْ تنتقلُ هذهِ الطاقـةُ إلى البيئةِ المحيطةِ في صورةِ طاقةٍ مفقودةٍ خلالَ بعضِ العملياتِ الحيويةِ مثلِ إفرازِ البولِ. فمثلًا، في أثناءِ حـدوثِ عمليةِ التنفُّسِ الخلويِّ داخلَ خلايا الحيوانِ، تتكسَّرُ الروابطُ بينَ جزيئـاتِ الغذاءِ؛ ما يـؤدّي إلى فقـدانِ جزءٍ منَ الطاقةِ، وانتقالِها إلى البيئةِ المحيطـةِ في صورةِ طاقةٍ حراريةٍ؛ لذا، فإنَّ نسبةً بسيطةً فقطْ منَ الطاقةِ الموجودةِ في غذاءِ الحيـوانِ تتحوَّلُ إلى طاقةٍ مُخزَّنةٍ في أنسجةِ جسمِهِ.

✓ **أتحقَّـقُ:** أرسـمُ مُخطَّطًا يُوضِّـحُ ما تحصـلُ عليْهِ ورقةُ النباتِ منْ طاقةٍ، وما تفقدُهُ منْها.

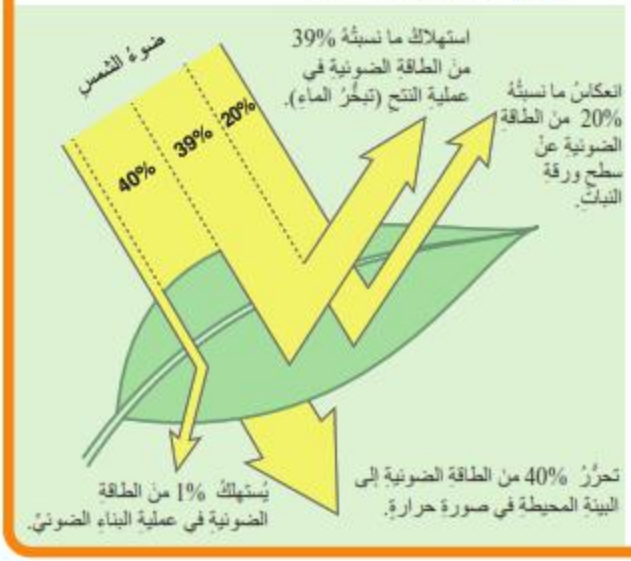
الشكلُ (22): الطاقةُ المفقودةُ منْ نباتٍ وحيوانٍ.

الطاقةُ المفقودةُ منَ الحيواناتِ

يهضمُ الحيوانُ الطعامَ الذي يحصلُ عليْهِ منَ المُنتِجاتِ أوِ الحيواناتِ الأُخرى، ثمَّ يمتصُّ الجزيئاتِ المهضومةَ، وينقلُها إلى خلايا الجسمِ المختلفةِ. أمّا الجزيئاتُ غيرُ المهضومةِ فتَخرجُ في صورةِ فضلاتٍ.

الطاقةُ المفقودةُ منَ النباتاتِ

تستخدمُ النباتـاتُ كمّيـةً بسيطةً منَ الطاقـةِ التـي تمتصُّهـا منْ ضـوءِ الشـمسِ، وتُقـدَّرُ نسبتُها لـدى معظـمِ النباتـاتِ بنحـوِ 1% و2%، ثـمَّ تُحوِّلُهـا إلـى طاقـةٍ كيميائيـةٍ (مـوادُّ عضويـةٍ) تُخـزَّنُ فـي أنسـجتِها.



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.

هرمُ الأعدادِ

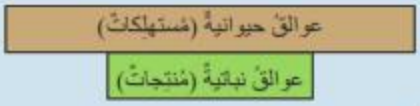
هرمٌ بيئيٌّ يُمثِّلُ أعدادَ الكائناتِ الحيَّةِ في المستوياتِ الغذائيةِ المُكوِّنةِ لسلسلةٍ غذائيةٍ. وهوَ يضمُّ المُنتِجاتِ في أسفلِ الهرمِ، والمُستهلِكاتِ العليا في أعلى الهرمِ. بوجهٍ عامٍّ، تكونُ أعدادُ المُنتِجاتِ (مثلُ النباتاتِ) أكثرَ بكثيرٍ منْ أعدادِ المُستهلِكاتِ الأولى، وتكونُ أعدادُ المُستهلِكاتِ الأولى أكثرَ بكثيرٍ منْ أعدادِ المُستهلِكاتِ الثانيةِ، وهكذا. وهرمُ الأعدادِ في هذهِ الحالةِ يكونُ طبيعيًّا.

ولكنْ، قدْ تكونُ أعدادُ المُنتِجاتِ أقلَّ بكثيرٍ منْ أعدادِ المُستهلِكاتِ الأولى، عندئذٍ يكونُ هرمُ الأعدادِ مقلوبًا، مثلَ وجودِ شجرةٍ واحدةٍ كبيرةٍ تتغذَّى بأوراقِها أعدادٌ كثيرةٌ منَ اليرقاتِ التي يتغذَّى بها العديدُ منَ الطيورِ.

هرمُ الكتلةِ

يُطلَقُ على الهرمِ الذي يعتمدُ على الكتلةِ الحيويةِ لكلِّ مستوى غذائيٍّ اسمُ **هرمِ الكتلةِ الحيويةِ Pyramid of Biomass**. والكتلةُ الحيويةُ هيَ كتلةُ المادةِ الحيَّةِ في جسمِ الكائنِ الحيِّ التي تُستخدَمُ في رسمِ هرمِ الكتلةِ الحيويةِ. تُحسَبُ الكتلةُ الحيويةُ بتجفيفِ كلِّ أنسجةِ الكائنِ الحيِّ بعدَ موتِهِ في فرنٍ خاصٍّ، ثمَّ تقاسُ كتلةُ الكائنِ الحيِّ؛ ذلكَ أنَّ محتوى الماءِ الموجودِ في الأنسجةِ يختلفُ منْ كائنٍ حيٍّ إلى آخرَ؛ ما يُؤثِّرُ في الكتلةِ الحيويةِ لكلِّ كائنٍ حيٍّ. يكونُ هرمُ الكتلةِ الحيويةِ طبيعيًّا في بعضِ الأنظمةِ البيئيةِ. فمثلًا، الكتلةُ الجافةُ للأعشابِ أكبرُ منَ الكتلةِ الجافةِ للجرذانِ، والكتلةُ الجافةُ للجرذانِ أكبرُ منَ الكتلةِ الجافةِ للبومِ الذي يتغذَّى بها.

قدْ يكونُ هرمُ الكتلةِ الحيويةِ مقلوبًا في بعضِ الأنظمةِ المائيةِ. فمثلًا، الكتلةُ الجافةُ للعوالقِ النباتيةِ أقلُّ منَ الكتلةِ الجافةِ للعوالقِ الحيوانيةِ.



هرمُ الطاقةِ

يُطلَقُ على نموذجِ الهرمِ الذي يُبيِّنُ كمِّيةَ الطاقةِ في كلِّ مستوى غذائيٍّ للسلاسلِ والشبكاتِ الغذائيةِ اسمُ **هرمِ الطاقةِ Pyramid of Energy**. ونظرًا إلى اختلافِ كمِّيةِ الطاقةِ التي تنتقلُ بينَ المستوياتِ الغذائيةِ المختلفةِ؛ فإنَّ 10٪ تقريبًا منَ الطاقةِ المتوافرةِ في المستوى الغذائيِّ تنتقلُ إلى المستوى الذي يليهِ.

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:

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

مُتوسِّطُ عددِ الجنادبِ في المواقعِ المختلفةِ هوَ:

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

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

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 كمِّيةَ 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 كمِّيةُ 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

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

أفكِّرُ: لماذا سُمِّيَتِ الدوراتُ البيوجيوكيميائيةُ بهذا الاسمِ؟

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.

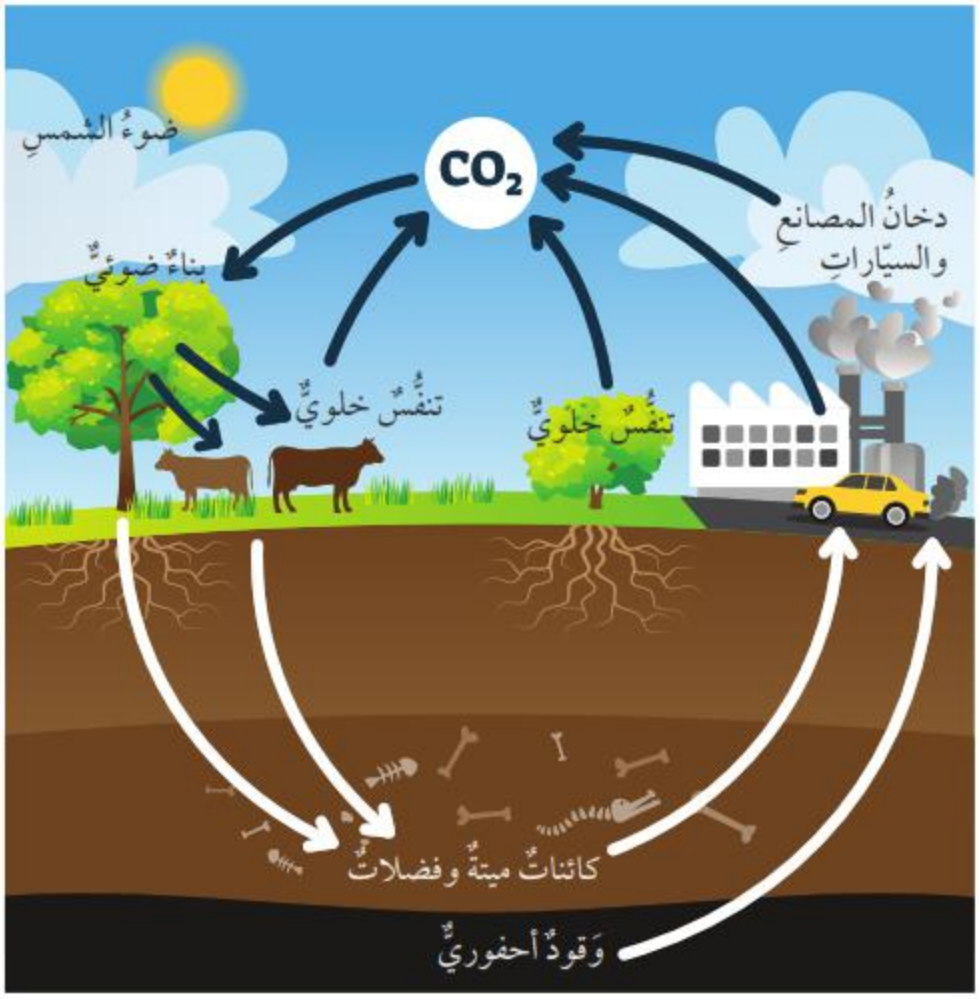
استدامةُ الكربونِ Carbon Sustainability

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

الكربونِ الجوِّيِّ إلى مُركَّباتٍ كربونيةٍ مُعقَّدةٍ أثناءَ عمليةِ البناءِ الضوئيِّ، في ما يُعرَفُ **بتثبيتِ الكربونِ Carbon Fixation** الجوِّيِّ، ثمَّ يتحرَّرُ جزءٌ منَ الكربونِ المُثبَّتِ، وينتقلُ إلى الغلافِ الجوِّيِّ عنْ طريقِ عمليةِ التنفُّسِ الخلويِّ. أمّا المُركَّباتُ الكربونيةُ المُعقَّدةُ والمُخزَّنةُ (مثلُ السُّكَّرياتِ) داخلَ النباتاتِ فتنتقلُ خلالَ السلاسلِ الغذائيةِ إلى الكائناتِ الأُخرى، حيثُ يتحرَّرُ جزءٌ منَ الكربونِ في صورةِ غازِ CO_2 مُنتقِلًا إلى الغلافِ الجوِّيِّ، منْ كلِّ مستوى غذائيٍّ منَ المستوياتِ المُكوِّنةِ للسلاسلِ الغذائيةِ، عنْ طريقِ عمليةِ التنفُّسِ الخلويِّ.

يتحرَّرُ الكربونُ أيضًا مُنتقِلًا إلى الغلافِ الجوِّيِّ 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 الجوِّيِّ، 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.

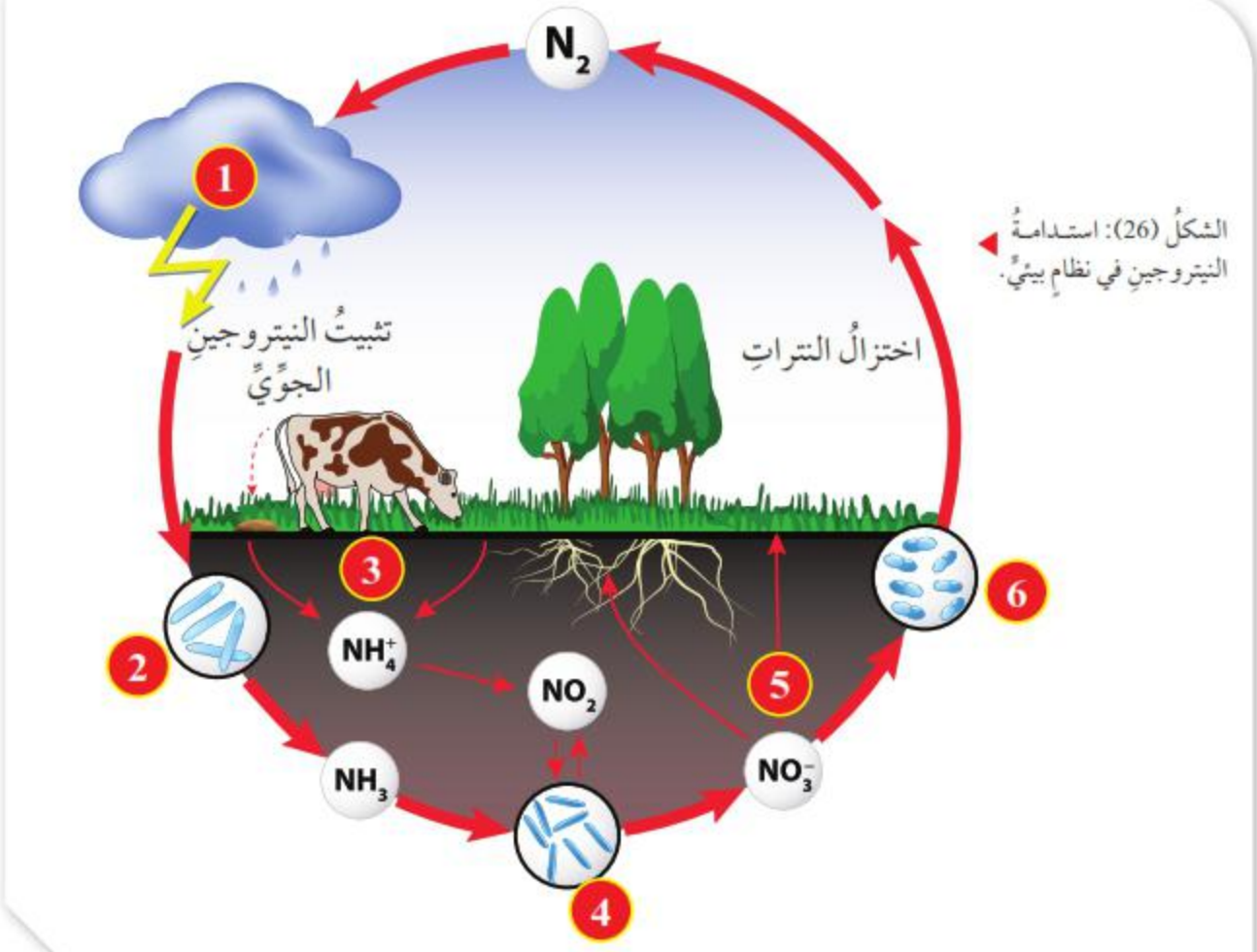
استدامةُ النيتروجينِ Nitrogen Sustainability

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.

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.

أفكّرُ 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.

استدامةُ الفسفورِ Phosphorus Sustainability

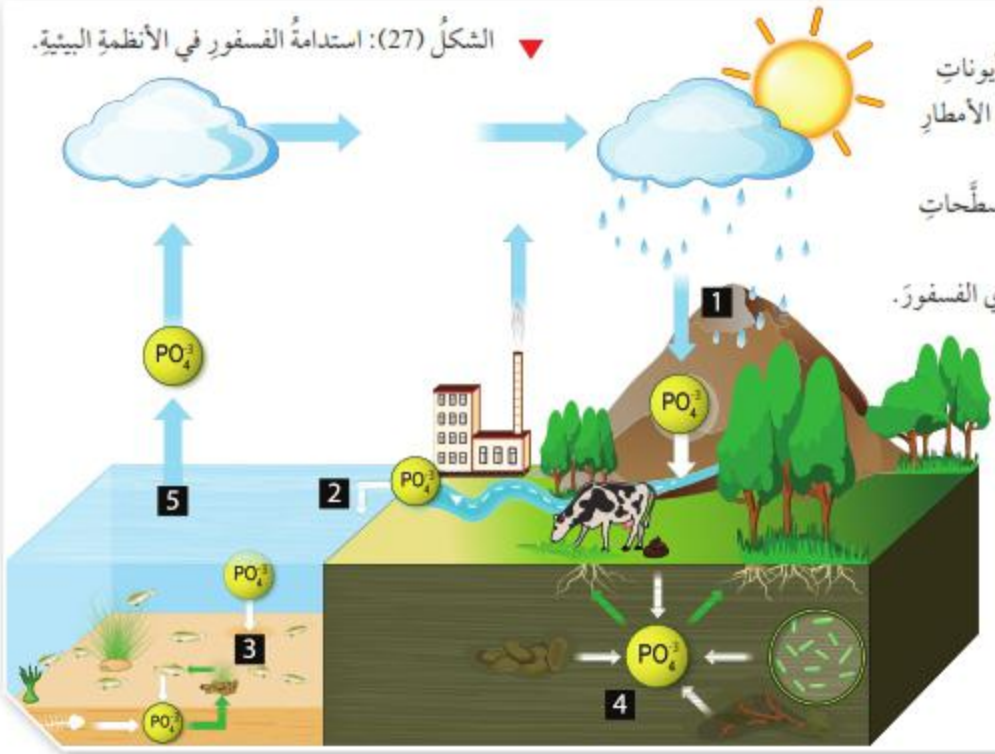
تحتاجُ الكائناتُ الحيَّةُ إلى الفسفورِ (في صورةِ أيوناتِ الفوسفاتِ (PO_4^{-3}) غالبًا) لاستخدامِهِ في حموضِها النوويةِ، والدهونِ المُفسفَرةِ، وجزيئاتِ حفظِ الطاقةِ (ATP). وهوَ يدخلُ في تركيبِ الأملاحِ المُكوِّنةِ للعظامِ والأسنانِ في الفقارياتِ.

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 الرسوبياتِ التي تحوي الفسفورَ.
4. امتصاصُ الكائناتِ الحيَّةِ المختلفةِ أيوناتِ الفسفورِ، ثمَّ عودةُ الفسفورِ إلى التربةِ بعدَ موتِ هذهِ الكائناتِ وتحلُّلِها.
5. إسهامُ العوالقِ الحيوانيةِ وذرّاتِ الغبارِ التي تحوي أيوناتِ الفسفورِ في إعادةِ الفسفورِ إلى البيئةِ.

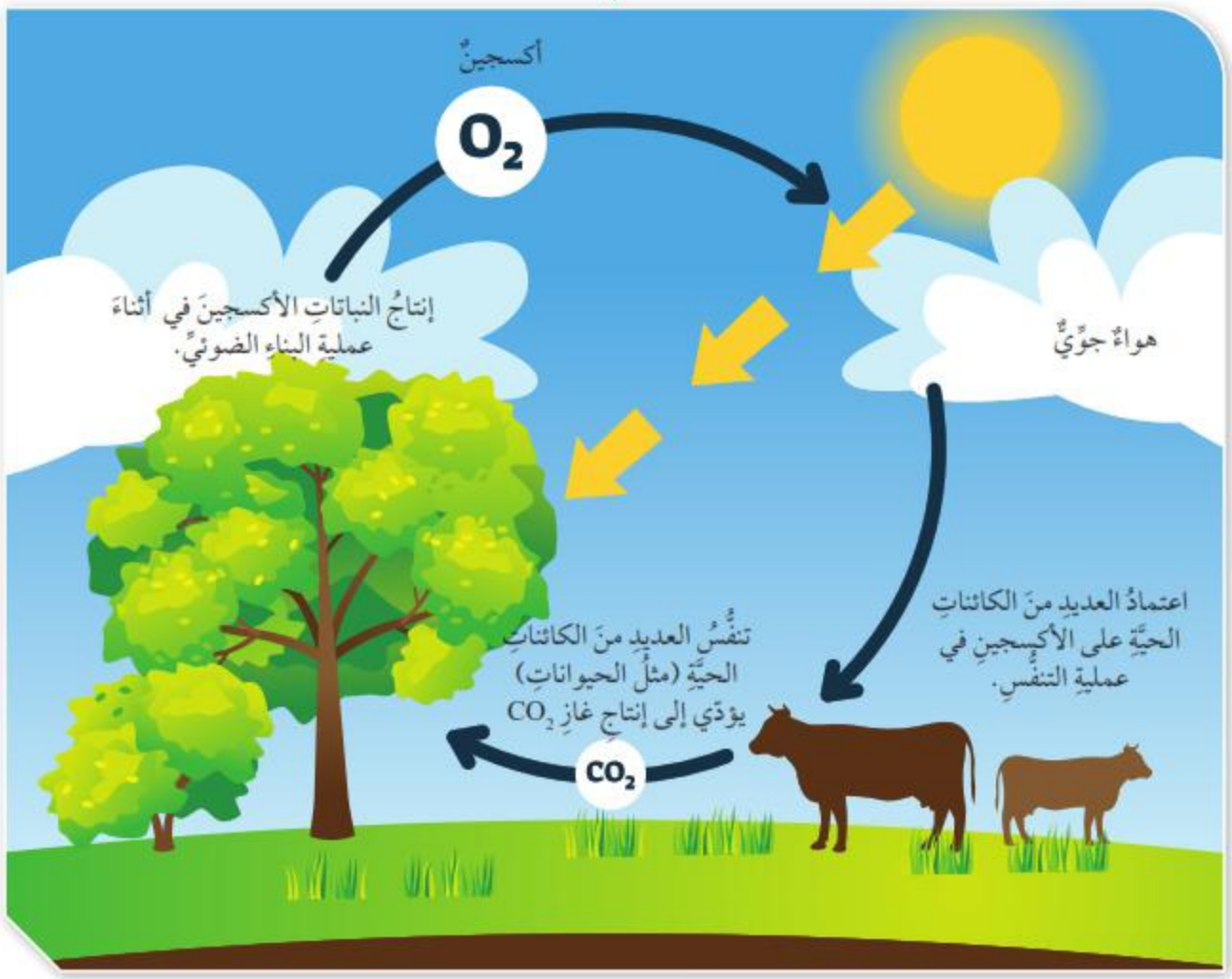
استدامةُ الأكسجينِ Oxygen Sustainability

تحتــاجُ النباتاتُ والحيواناتُ ومعظمُ الكائنــاتِ الحيَّةِ الأُخرى إلى الأكسجينِ لأداءِ عمليةِ التنفُّسِ الخلويِّ الهوائيِّ، والحصــولِ على الطاقةِ اللازمةِ لعملياتِها الحيويةِ المختلفةِ. تُطلِقُ بعضُ الكائناتِ الحيَّةِ (مثلُ النباتاتِ) غــازَ الأكسجينِ مباشــرةً إلى الغــلافِ الجــوِّيِّ أثناءَ عمليةِ البناءِ الضوئيِّ؛ ما يُسهِّلُ وصولَهُ إلى معظمِ الكائنــاتِ الحيَّةِ الأُخرى، مثلَ الإنسانِ الذي يستخدمُهُ في إنتاجِ الطاقةِ، ويُحرِّرُ بدلًا منْهُ غازَ ثاني أكسيدِ الكربونِ، أنظرُ الشكلَ (28).

أفكرُ: كيــفَ تُؤثِّــرُ عمليــةُ قطــعِ أشجــارِ الغــاباتِ في دورةِ الأكســجينِ؟

يُمكِنُ أيضًا تدويــرُ غــازِ 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.



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).

الربطُ بالمجتمعِ

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.

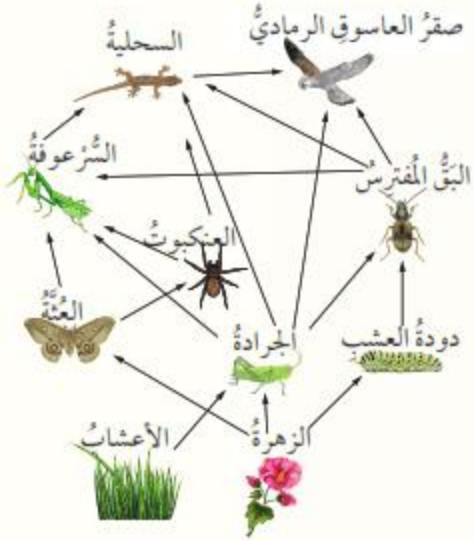
✓ **أتحقَّقُ:** أُوضِّحُ دورَ النباتاتِ في استدامةِ الماءِ في الطبيعةِ.

الشكلُ (29): استدامةُ الماءِ في الطبيعةِ.

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:

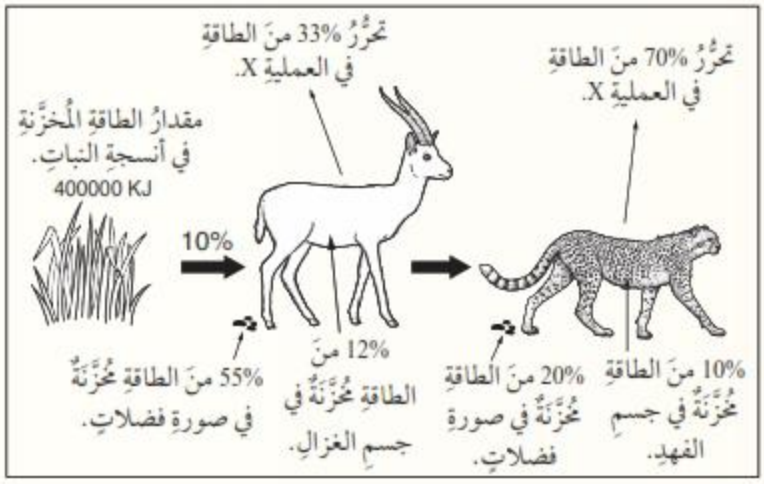


أ. أذكرُ مثالًا على كلٍّ منَ المُنتِجِ، والمُستهلِكِ الأوَّلِ، والمُستهلِكِ الثاني.

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. 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.

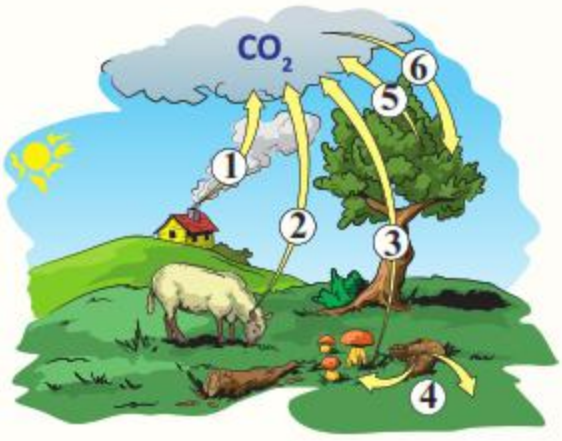
ب. **أحسُبُ** مقدارَ الطاقةِ المُخزَّنةِ في جسمِ الغزالِ سنويًّا.

جـ. **أحسُبُ** مقدارَ الطاقةِ التي يفقدُها الفهدُ عندَ إخراجِ الفضلاتِ سنويًّا.

د. **أتوقَّعُ** العمليةَ X التي يتحرَّرُ فيها ما نسبتُهُ 33% منْ طاقةِ الغزالِ.

4. أرسمُ سلسلةً غذائيةً تُمثِّلُ الكائناتِ الحيَّةَ الآتيةَ:
عصفورٌ، أعشابٌ، جُنْدُبٌ، نَسْرٌ، أفعى.

5. **أُصنِّفُ** الكائناتِ الحيَّةَ الآتيةَ إلى مُنتِجاتٍ، ومُستهلِكاتٍ، ومُحلِّلاتٍ:
أرنبٌ، عصفورٌ، جرداةٌ، 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.

أثرُ الجفافِ في السلاسلِ والشبكاتِ الغذائيةِ في الأردنِّ

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 الباديةِ 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.

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.

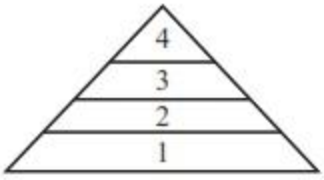
2. اتجاهُ انتقالِ الطاقةِ في الهرمِ المجاورِ هوَ:

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.

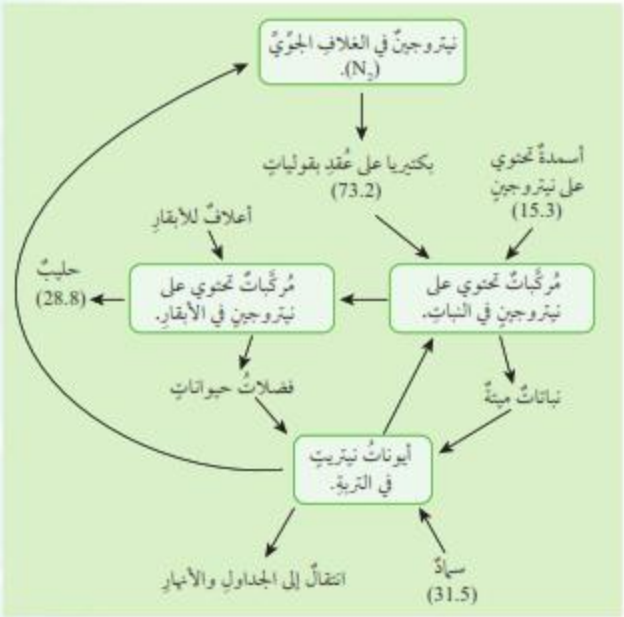
د. مراقبةُ جماعةٍ منَ الحيواناتِ عنْ طريقِ الأقمارِ الصناعيةِ.

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 تُحوَّلُ فيها البكتيريا غازَ N_2 إلى أشكالٍ يُمكِنُ لنباتِ البرسيمِ الاستفادةُ منْها؟

ب. **أستنتجُ** نوعينِ منَ العملياتِ التي تساعدُ على تحويلِ المُركَّباتِ النيتروجينيةِ الموجودةِ في النباتاتِ الميتةِ إلى أيوناتِ النيتريتِ التي تمتصُّها الأعشابُ.

جـ. وجدَ الطلبةُ أنَّ كمِّياتِ 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 كمِّياتِ 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** كمِّيةَ الطاقةِ المتوافرةَ للمُستهلِكاتِ الثانيةِ.

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:

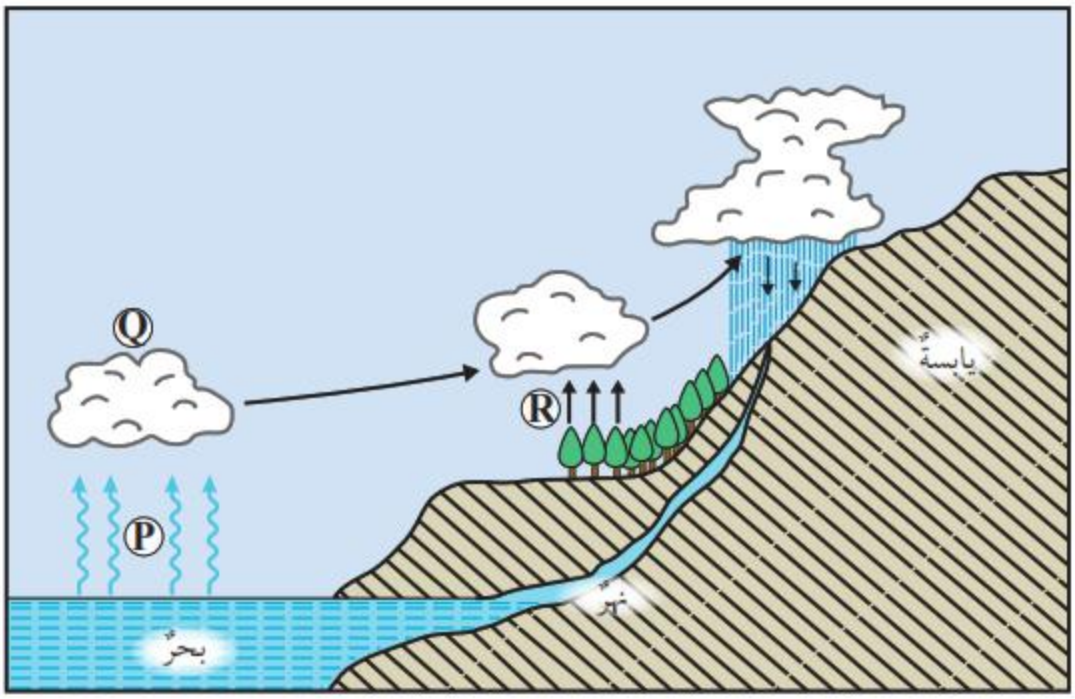
رقمُ العيِّنةِ (المُربَّعُ القياسيُّ):	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
عددُ أفرادِ نوعِ النباتِ (أ):	10	11	11	6	8	14	10	12	11	10
عددُ أفرادِ نوعِ النباتِ (ب):	21	19	22	15	16	24	19	24	21	19

أ . **أُمثِّلُ بيانيًّا** عددَ أفرادِ كلِّ نوعٍ منَ النباتِ (النوعُ أ، والنوعُ ب).

ب. أُبينُ نوعَ العلاقةِ بينَ عددِ أفرادِ النباتِ (أ) وعددِ أفرادِ النباتِ (ب) إنْ وُجِدَتْ.

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.

مسردُ المصطلحاتِ

(أ)

الأقراصُ البينيةُ Intercalated Disks: تراكيبُ توجدُ في العضلاتِ القلبيةِ، وتساعدُها على تنظيمِ انقباضِ عضلةِ القلبِ.

الأنسجةُ البسيطةُ Simple Tissues: أنسجةٌ تتكوَّنُ منْ نوعٍ واحدٍ فقطْ منَ الخلايا.

الأنسجةُ الدائمةُ Permanent Tissues: أنسجةٌ تتكوَّنُ منْ خلايا بالغةٍ فقدَتِ القدرةَ على الانقسامِ.

الأنسجةُ الضامَّةُ Connective Tissues: مجموعةُ خلايا غيرِ مُتراصَّةٍ تنتشرُ في مادةٍ بينَ خلويةٍ، وتربطُ بينَ الأنسجةِ الأُخرى المختلفةِ، وتدعمُ الأعضاءَ، وتُثبِّتُها في أماكنِها.

الأنسجةُ الطلائيةُ Epithelial Tissues: أنسجةٌ تُغطّي الجسمَ منَ الخارجِ، وتُبطِّنُ التجاويفَ الداخليةَ لهُ، وتُؤدّي وظائفَ عِدَّةً بحسبِ موقعِها في الجسمِ، مثلَ: حمايةِ البشرةِ منْ عواملِ البيئةِ الخارجيةِ، وامتصاصِ الطعامِ والشرابِ كما في الخلايا المُبطِّنةِ للأمعاءِ، وإفرازِ الموادِّ كما في الخلايا المُبطِّنةِ للغُدَدِ الصُّمِّ.

الأنسجةُ العصبيةُ Nervous Tissues: أنسجةٌ تتكوَّنُ منْ عصبوناتٍ تنقلُ الإشاراتِ العصبيةَ، ومنْ خلايا دبقيةٍ.

الأنسجةُ العضليةُ Muscular Tissues: خلايا عضليةٌ تحوي أليافًا مُنقبِضةً، وهيَ تُصَنَّفُ إلى نوعينِ، هما: الأنسجةُ العضليةُ الرفيعةُ التي تُعرَفُ باسمِ الأكتينِ، والأنسجةُ العضليةُ السميكةُ التي تُعرَفُ باسمِ الميوسينِ.

الأنسجةُ المُركَّبةُ Compound Tissues: أنسجةٌ غيرُ مُتجانِسةٍ في تركيبِها، وكلٌّ منْها يتكوَّنُ منْ نوعينِ فأكثرَ منَ الخلايا.

الأنسجةُ المُولِّدةُ Meristematic Tissues: أنسجةٌ تتكوَّنُ منْ خلايا حديثةٍ، وتمتازُ بقدرتِها المستمرةِ على الانقسامِ والنموِّ.

الأهراماتُ البيئيةُ Ecological Pyramid: الرسومُ والنماذجُ التي تُبيِّنُ العلاقاتِ بينَ الكائناتِ الحيَّةِ المختلفةِ ضمنَ المستوياتِ الغذائيةِ المختلفةِ في نظامٍ بيئيٍّ.

(ت)

تثبيتُ الكربونِ Carbon Fixation: تحويلُ النباتاتِ غازَ ثاني أكسيدِ الكربونِ الجوِّيِّ إلى مُركَّباتٍ كربونيةٍ مُعقَّدةٍ أثناءَ عمليةِ البناءِ الضوئيِّ.

تدويرُ المادةِ Matter Cycling: انتقالُ الموادِّ باستمرارٍ بينَ المُكوِّناتِ الحيَّةِ والمُكوِّناتِ غيرِ الحيَّةِ في الأنظمةِ البيئيةِ المختلفةِ.

(ث)

الثغور Stomata: فتحاتٌ صغيرةٌ في نسيجِ البشرةِ لمعظمِ الأوراقِ وبعضِ سيقانِ النباتاتِ تعملُ على تبادلِ الغازاتِ.

(ح)

حجمُ الجماعةِ Population Size: عددُ الأفرادِ الذينَ ينتمونَ إلى الجماعةِ الحيويةِ نفسِها.

(خ)

الخشبُ Xylem: نسيجٌ وعائيٌّ يعملُ على نقلِ الماءِ والأملاحِ المعدنيةِ الذائبةِ التي يمتصُّها الجذرُ منَ التربةِ إلى الساقِ، فالأوراقِ، ويكونُ تدفُّقُ هذهِ العناصرِ في اتجاهٍ واحدٍ بصورةٍ مستمرةٍ.

الخلايا الدبقيةُ Glial Cells: خلايا مساندةٌ تدعمُ العصبوناتِ، وتحميها، وتُغذّيها.

(د)

الدراساتُ المسحيةُ Survey Studies: دراساتٌ تُؤخَذُ فيها عيِّناتٌ عشوائيةٌ منْ جماعةٍ حيويةٍ مُحدَّدةٍ، وتُجمَعُ فيها بياناتٌ تخصُّ المُكوِّناتِ الحيَّةَ والمُكوِّناتِ غيرَ الحيَّةِ في هذهِ الجماعةِ. والدراساتُ المسحيةُ نوعانِ: دراساتٌ مسحيةٌ مرئيةٌ، ودراساتٌ مسحيةٌ عنْ بُعْدٍ.

الدوراتُ البيوجيوكيميائيةُ Biogeochemical Cycles: تدويرُ العديدِ منَ العناصرِ والجزيئاتِ الكيميائيةِ المختلفةِ ضمنَ دوراتٍ مغلقةٍ خلالَ المُكوِّناتِ الحيَّةِ والمُكوِّناتِ غيرِ الحيَّةِ في النظامِ البيئيِّ.

(س)

السطحُ القمِّيُّ Apical Surface: سطحٌ يكونُ مُواجِهًا للخارجِ، أوْ لباطنِ التجويفِ في النسيجِ الطلائيِّ.

السطحُ القاعديَّ Basal Surface: سطحٌ يكونُ مُواجِهًا للداخل، أوْ في الجهةِ البعيدةِ عن باطنِ التجويفِ في النسيجِ الطلائيِّ، حيثُ ترتكزُ الخلايا الطلائيَّة على الغشاءِ القاعديِّ.

السكونُ (السباتُ) Dormancy: انخفاضٌ في مُعدَّلِ حدوثِ الأنشطةِ الحيويةِ في الكائناتِ الحيَّةِ، أوْ توقُّفُها عندَ ارتفاعِ درجاتِ الحرارةِ أوِ انخفاضِها عنْ حدودِها المُثلى للكائناتِ الحيَّةِ.

(ش)

الشبكةُ الغذائيةُ Food Web: وصفٌ للعلاقاتِ الغذائيةِ المُتنوِّعةِ بينَ الكائناتِ الحيَّةِ المختلفةِ في الموطنِ البيئيِّ، وبيانُ كيفَ يرتبطُ بعضُها ببعضٍ.

(ع)

العضلاتُ القلبيةُ Cardiac Muscles: عضلاتٌ مُخطَّطةٌ تُكوِّنُ عضلةَ القلبِ، والأليافُ العضليةُ فيها مُترابِطةٌ ومُتفرِّعةٌ، وبعضُها يتصلُ ببعضٍ.

العضلاتُ الملساءُ Smooth Muscles: عضلاتٌ توجدُ في جدرانِ الأعضاءِ الداخليةِ، مثلِ: الأمعاءِ، والأوعيةِ الدمويةِ، والرحمِ. وهيَ مسؤولةٌ عنْ حركةِ هذهِ الأعضاءِ بشكلٍ لاإراديٍّ.

العضلاتُ الهيكليةُ Skeletal Muscles: عضلاتٌ تتصلُ بالهيكلِ العظميِّ عنْ طريقِ الأربطةِ، وتنقبضُ فقطْ حينَ تُستثارُ بواسطةِ العصبوناتِ المُحرِّكةِ.

العيِّنةُ النقطيةُ Point Sampling: وضعُ نقاطٍ على خريطةٍ جغرافيةٍ لنظامٍ بيئيٍّ مُحدَّدٍ، ثمَّ عَدُّ العلماءِ الكائناتِ الحيَّةَ المختلفةَ في المناطقِ التي تُمثِّلُها النقاطُ.

(غ)

الغشاءُ القاعديُّ Basement Membrane: غشاءٌ يرتكزُ عليهِ السطحُ القاعديُّ في النسيجِ الطلائيِّ، ويفصلُ بينَهُ وبينَ النسيجِ الضامِّ.

غيرُ ذاتيةِ التغذيةِ Heterotrophs: كائناتٌ حيَّةٌ لا تُنتِجُ غذاءَها بنفسِها، وتتغذّى بالمُنتِجاتِ، وتحصلُ على الغذاءِ منَ الكائناتِ الأُخرى عنْ طريقِ الافتراسِ، أوِ التطفُّلِ، أوْ غيرِهما منَ العلاقاتِ الغذائيةِ.

(ق)

القطاعُ الخطيُّ Line Transect: طريقةٌ لدراسةِ أثرِ أحدِ المُكوِّناتِ غيرِ الحيويةِ في المجتمعاتِ الحيويةِ في نظامٍ بيئيٍّ. وفيها، توضَعُ خطوطٌ عرضيةٌ بينَ مَعْلمينِ بارزينِ في النظامِ البيئيِّ، ثمَّ يُستخدَمُ المُربَّعُ القياسيُّ لعَدِّ الكائناتِ الحيَّةِ؛ شرطَ أنْ تكونَ الكائناتُ الحيَّةُ المعدودةُ على طولِ هذهِ الخطوطِ هيَ العيِّنةَ.

(ك)

الكتلةُ الحيويةُ Biomass: كتلةُ المادةِ الحيَّةِ في جسمِ الكائنِ الحيِّ.

الكيوتيكلُ Cuticle: مادةٌ شمعيةٌ تُغطّي نسيجَ البشرةِ أحيانًا، وتساعدُ على تقليلِ فقدِ الماءِ منْ أوراقِ النباتِ وسيقانِهِ.

(ل)

اللحاءُ Phloem: نسيجٌ وعائيٌّ يعملُ على نقلِ الغذاءِ (السُّكَّرياتُ المذابةُ، والمُركَّباتُ العضويةُ الأُخرى) منَ الأوراقِ والسيقانِ إلى جميعِ أجزاءِ النباتِ، وهوَ يتكوَّنُ منَ الأنابيبِ الغربالِيةِ والخلايا المرافقةِ.

(م)

مادةٌ بينَ خلويةٍ Extracellular Matrix: أحدُ مُكوِّناتِ النسيجِ الضامِّ، وهوَ يحتوي على مادةٍ أساسيةٍ بينَ خلويةٍ، إضافةً إلى أليافِ الكولاجينِ والأليافِ المرنةِ، يختلفُ توزيعُها وكثافتُها تبعًا لنوعِ النسيجِ الضامِّ.

المُحلِّلاتُ Decomposers: كائناتٌ حيَّةٌ غيرُ ذاتيةِ التغذيةِ تُسهِمُ إسهامًا فاعلًا في الأنظمةِ البيئيةِ المختلفةِ؛ فهيَ تُحلِّلُ أجسامَ الكائناتِ الحيَّةِ الأُخرى وتُفكِّكُها بعدَ موتِها، وهوَ ما يساعدُ كثيرًا على تحويلِها إلى موادَّ بسيطةٍ تضافُ إلى التربةِ؛ ما يحافظُ على خصوبتِها.

المُربَّعُ القياسيُّ Frame Quadrat: إطارٌ مُربَّعٌ (قدْ يكونُ خشبيًّا أوْ بلاستيكيًّا)، طولُ ضلعِهِ 0.5 m؛ ما يُوفِّرُ مساحةَ $0.25\ m^2$ لجمعِ العيِّنةِ، وقدْ يكونُ مُقسَّمًا إلى 25 مُربَّعًا داخليًّا. يُستخدَمُ المُربَّعُ القياسيُّ لتقديرِ حجمِ جماعةٍ حيويةٍ منَ النباتاتِ أوِ الحيواناتِ غيرِ المُتحرِّكةِ، أوْ تلكَ التي تتحرَّكُ مسافاتٍ قصيرةً جدًّا، وتعرُّفِ مدى انتشارِها في منطقةٍ ما.

المُنتِجاتُ Producers: كائناتٌ حيَّةٌ تُنتِجُ غذاءَها بنفسِها، مثلُ: النباتاتِ، والبكتيريا الخضراءِ المُزرَقَّةِ، وأنواعِ الطحالبِ، مُستخدِمةً في ذلكَ عملياتٍ عديدةً، مثلَ عمليةِ البناءِ الضوئيِّ.

(ن)

النسيجُ الأساسيُّ Ground Tissue: أحدُ أنواعِ الأنسجةِ النباتيةِ البسيطةِ، وهوَ يُصنَّفُ إلى ثلاثةِ أنواعٍ، هيَ: النسيجُ البرنشيميُّ، والنسيجُ الكولنشيميُّ، والنسيجُ الإسكلرنشيميُّ.

النسيجُ الإسكلرنشيميُّ Sclerenchyma Tissue: نسيجٌ بسيطٌ يتكوَّنُ منْ نوعٍ واحدٍ منَ الخلايا يُعرَفُ 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.

النسيجُ البرنشيميُّ Parenchymal Tissue: نوعٌ منَ الأنسجةِ الأساسيةِ يتكوَّنُ منْ نوعٍ واحدٍ منَ الخلايا الحيَّةِ ذاتِ الجُدُرِ الخلويةِ المرنةِ والرقيقةِ نسبيًّا التي تحوي فجوةً كبيرةً.

نسيجُ البشرةِ Dermal Tissue: خلايا تُغلِّفُ جذرَ النباتِ وساقَهُ وأوراقَهُ. وهذا النسيجُ يؤدّي وظائفَ عِدَّةً، منْها: منعُ دخولِ مُسبِّباتِ الأمراضِ (مثلُ الفطرياتِ) التي تُؤثِّرُ في النباتاتِ.

النسيجُ الكولنشيميُّ Collenchyma Tissue: نسيجٌ بسيطٌ يتكوَّنُ منْ نوعٍ واحدٍ منَ الخلايا يُعرَفُ باسمِ الخلايا الكولنشيميةِ، وهيَ خلايا حيَّةٌ أصغرُ حجمًا منَ الخلايا البرنشيميةِ، ومستطيلةٌ، وذاتُ جُدُرٍ خلويةٍ سميكةٍ غيرِ متساويةٍ.

النسيجُ النباتيُّ Plant Tissue: مجموعةُ الخلايا النباتيةِ التي ترتبطُ معًا، وتشتركُ في أداءِ وظيفةٍ أساسيةٍ واحدةٍ.

النسيجُ الوعائيُّ Vascular Tissue: أحدُ أنواعِ الأنسجةِ النباتيةِ المُركَّبةِ، وهوَ نوعانِ: الخشبُ، واللحاءُ.

نموُّ الجماعةِ Population Growth: التغيُّراتُ التي تطرأُ على حجمِ الجماعةِ الحيويةِ بمرورِ الزمنِ.

(هـ)

الهجرةُ عنِ الجماعةِ Emigration: انتقالُ أفرادٍ منَ الكائناتِ الحيَّةِ بعيدًا عنْ جماعتِهِمُ الحيويةِ.

الهجرةُ إلى الجماعةِ Immigration: انتقالُ كائناتٍ حيَّةٍ إلى الجماعةِ الحيويةِ منْ جماعاتٍ حيويةٍ أُخرى.

هـرمُ الأعـــدادِ Pyramid of Number: هـرمٌ بيئيٌّ يُمثِّلُ أعدادَ الكائناتِ الحيَّةِ في المستوياتِ الغذائيةِ المُكوِّنةِ لسلسلةٍ غذائيةٍ. وهوَ يضمُّ المُنتِجاتِ في أسفلِ الهرمِ، والمُستهلِكاتِ العليا في أعلى الهرمِ.

هرمُ الطاقةِ Pyramid of Energy: هرمٌ يُبيِّنُ كمِّيةَ الطاقةِ في كلِّ مستوى غذائيٍّ للسلاسلِ والشبكاتِ الغذائيةِ.

هرمُ الكتلةِ الحيويةِ Pyramid of Biomass: هرمٌ يعتمدُ على الكتلةِ الحيويةِ لكلِّ مستوى غذائيٍّ.

(و)

وضعُ علاماتٍ على الكائناتِ الحيَّةِ Mark-Release-Recapture: طريقةٌ تُستخدَمُ لتقديرِ حجمِ جماعةٍ حيويةٍ. 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، 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.

قائمةُ المراجعِ

1. Broderick M., **Cambridge Biology for Cambridge IGCSETM**, Practical Workbook, 2021.
2. Campbell, N., A., and others, **Biology a global approach**, 11 th edition, Pearson education, INC., Boston, MASS., USA, 2018.
3. Campbell, N., and others, **Biology**, 12 th edition, Pearson education, INC., Boston, MASS., USA, 2021.
4. Fullick A., Coates a., **AQA GCSE Biology**, 3rd Edition, Oxford University Press, United Kingdom, 2016.
5. Jackie,C. Sue, and others, **Cambridge IGCSE Biology**. Harper Collins Publishers Limited 2014.
6. Jones M., and others, **Cambridge International As & A Level, Biology Course Book**, 5th Edition, Cambridge University Press, United Kingdom, 2020
7. Kearsey. S., **Cambridge IGCSE Biology**, Collins, 2014.
8. Martindill, D., and others, **Cambridge International As & A level, Student's Book**. Harper Collins Publisher Limited, London, 2020.
9. Mary J., and others, **Cambridge International AS & A level Biology Coursebook**, Cambridge University Press, 2014.
10. Mescher, A. Junqueira's, **Basic Histology**, (2016).
11. Nowicki, S., **Holt McDougal Biology**, Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company, USA, 2015.
12. Smith T.M., Smith R. L., **Elements of Ecology**, Pearson, England, 2015.
13. Williams G., and others, **Essential Biology for Cambridge IGCSE**, 2nd Edition, Cambridge University Press, United Kingdom, 2015.
14. Wood R., and others, **Biology 11 New South Wales**, Pearson, Australia, 2018.

تم بحمد الله تعالى