المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

علوم الأرض والبيئة

الصف التاسع - كتاب الطالب

الفصل الدراسي الأول

9

علوم الأرض والبيئة

الصف التاسع - كتاب الطالب

الفصل الدراسي الأول

9

فريـق التأليـف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

د. محمود عبد اللطيف حبوش د. مروة خميس عبد الفتاح سكينة محي الدين جبر (منسقًا)

لـؤي أحمــد منـصور

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسرُّ 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

قـرّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هـذا الكتـاب في مـدارس المملكـة الأردنيـة الهاشـمية جميعهـا، بنـاءً عـلى قـرار المجلس الأعـلى للمركز الوطنـي لتطـــوير المناهـــج في جلسـته رقـم (2022/4)، تاريـخ 2022/6/19 م، وقـرار مجلـس التربيـة والتعليـم رقـم (2022/52)، تاريـخ 2022/7/6 م، بـدءًا مـن العـام 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 - 484 - 2

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2023/5/2568)

375,001

الأردنّ. المركز الوطني لتطوير المناهج

علـــوم الأرض والبيئـة: الصف التاسع: كتاب الطالب (الفصـــل الدراسي الأول)/ المـــركز الوطـــني لتطوير المناهج.- عمّان: المركز، 2023

(66) ص.

ر.إ.: 2023/5/2568

الواصفات: تطوير المناهج/ / المقررات الدراسية/ / مستويات التعليم/ / المناهج/

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) 1443هـ / 2022م
أعيدت طباعته 1444هـ / 2023م

قائمةُ المحتوياتِ

المقدِّمةُ 5

الوحدةُ الأولى: المعادنُ 7

تجربةٌ استهلاليةٌ: خصائصُ المعادنِ 9

الدرسُ الأولُ: المعادنُ وأنظمتُها البلَّورية 10

الدرسُ الثاني: مجموعاتُ المعادنِ 25

الإثراءُ والتوسُّعُ: الأحجارُ الكريمةُ 36

مراجعةُ الوحدةِ 37

الوحدةُ الثانيةُ: المياهُ 39

تجربةٌ استهلاليةٌ: قياسُ كميةِ الأمطارِ الهاطلةِ 41

الدرسُ الأولُ: المياهُ السطحيةُ 42

الدرسُ الثاني: المياهُ الجوفيةُ 49

الإثراءُ والتوسُّعُ: الحُفَرُ الخسفيةُ في البحرِ الميتِ 57

مراجعةُ الوحدةِ 58

مسردُ المصطلحاتِ 61

قائمةُ المراجعِ 64

منهاجي
متعة التعليم الهادف

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدّمة

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 معينًا للطلبة على الارتقاء بمستواهم المعرفي، ومجاراة أقرانهم في الدول المتقدمة. يعدُّ هذا الكتاب واحدًا من سلسلة كتب المباحث العلمية التي تُعنى بتنمية المفاهيم العلمية، ومهارات التفكير وحلِّ المشكلات، ودمج المفاهيم الحياتية والمفاهيم العابرة للمواد الدراسية، والإفادة من الخبرات الوطنية في عمليات الإعداد والتأليف وفق أفضل الطرائق المتَّبعة عالميًّا؛ لضمان انسجامها مع القيم الوطنية الراسخة، وتلبيتها لحاجات طلبتنا والمعلِّمين والمعلِّمات. جاء هذا الكتاب محقِّقًا مضامين الإطار العام والإطار الخاص للعلوم، ومعاييرها، ومؤشِّرات أدائها المتمثِّلة في إعداد جيل محيط بمهارات القرن الواحد والعشرين، وقادر على مواجهة التحديات، ومعتزٍّ – في الوقت نفسه – بانتمائه الوطني. وتأسيسًا على ذلك، فقد اعتمدت دورة التعلُّم الخماسية المنبثقة من النظرية البنائية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعلُّمية التعليمية، وتوفِّر لهم فرصًا عديدة للاستقصاء، وحلِّ المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا وعمليات العلم، فضلًا عن اعتماد منحى STEAM في التعليم الذي يستعمل لدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفن والعلوم الإنسانية والرياضيات في أنشطة الكتاب المتنوعة، وفي قضايا البحث.

يتألّف هذا الكتاب من وحدتين دراسيتين: هما المعادنُ، والمياهُ، وتحتوي كل وحدة منهما على تجربة استهلالية، وتجارب وأنشطة استقصائية متضمَّنة في الدروس، والموضوع الإثرائي في نهاية كل وحدة. يضاف إلى ذلك الأسئلة التقويمية، بدءًا بالتقويم التمهيدي المتمثِّل في طرح سؤال في بداية كل وحدة ضمن بند (أتأمَّل الصورة)، وانتهاءً بالأسئلة التكوينية المتنوعة في نهاية كل موضوع من موضوعات الدروس، فضلًا عن الأسئلة التقويمية في نهاية كل درس، والتقويم الختامي في نهاية كل وحدة، التي تتضمَّن أسئلة تثير التفكير. وقد ألحق بالكتاب كتاب الأنشطة والتجارب العملية، الذي يحتوي على جميع التجارب والأنشطة الواردة في كتاب الطالب وأسئلة تحاكي أسئلة الاختبارات الدولية؛ لتساعده على تنفيذها بسهولة. ونحن إذ نقدم هذه الطبعة من الكتاب فإنا نأمل أن يسهِم في تحقيق الأهداف والغايات النهائية المنشودة لبناء شخصية المتعلم، وتنمية اتجاهات حب التعلُّم ومهارات التعلُّم المستمر، فضلًا عن تحسين الكتاب بإضافة الجديد إلى محتواه، وإثراء أنشطته المتنوعة، والأخذ بملاحظات المعلِّمين والمعلِّمات.

والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج

الوحدةُ 1

المعادنُ
Minerals

أتأمَّلُ الصورةَ

تتكوَّنُ صخورُ القشرةِ الأرضيةِ منَ المعادنِ، التي تمتازُ بخصائصَ فيزيائيةٍ وكيميائيةٍ متعددةٍ تُمكِّنُنا منْ تعرُّفِها. فما المعادنُ؟ وما الخصائصُ الفيزيائيةُ والكيميائيةُ التي تميِّزُ كلًّا منْها؟

الفكرةُ العامةُ:

تُصنَّفُ المعادنُ بناءً على خصائصِها الفيزيائيةِ والكيميائيةِ، وللمعادنِ أهميةٌ كبيرةٌ في حياتِنا.

الدرسُ الأولُ: المعادنُ وأنظمتُها البلوريةُ

الفكرةُ الرئيسةُ:

تمتازُ المعادنُ بتركيبٍ كيميائيٍّ محددٍ، وبناءٍ ذرّيٍّ داخليٍّ منتظَمٍ يظهرُ على شكلِ بلّوراتٍ، وللمعادنِ خصائصُ فيزيائيةٌ متعددةٌ تميِّزُها عنْ بعضِها.

الدرسُ الثاني: مجموعاتُ المعادنِ

الفكرةُ الرئيسةُ:

تُصنَّفُ معادنُ القشرةِ الأرضيةِ إلى مجموعاتٍ رئيسةٍ؛ اعتمادًا على خصائصِها الكيميائيةِ.

خصائصُ المعادنِ

تتكوّنُ صخورُ القشرةِ الأرضيةِ منَ المعادنِ، وتشتركُ المعادنُ في خصائصَ متنوِّعةٍ، وكذلكَ تختلفُ في خصائصَ أخرى. فما الخصائصَ العامةُ التي تتشابهُ فيها المعادنُ؟ وما الخصائصُ التي تختلفُ بِها عنْ بعضِها؟

الموادُّ والأدواتُ: عيِّناتٌ معدِنيةٌ مختلفةٌ، عدسةٌ مكبِّرةٌ، مطرقةٌ جيولوجيةٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- الحذرُ في أثناءِ التعاملِ معَ العيناتِ المعدِنيةِ ذاتِ الحوافِ الحادّةِ.
- الحذرُ في أثناءِ التعاملِ معَ المِطرقةِ الجيولوجيةِ.

خُطُواتُ العملِ:

1. أطلبُ إلى مُعلِّمي/ مُعلِّمتي تزويدي بعيِّناتٍ معدِنيةٍ وأدواتٍ لأستخدمها في تنفيذِ التجربةِ.
2. أتفحَّصُ العيِّناتِ المعدِنيةَ، وأحددُ خصائصَ يمكنُ أن تشتركَ فيها العيّناتُ المعدِنيةُ، وأسجِّلُها في جدولٍ.
3. أتفحَّصُ العيِّناتِ المعدِنيةَ مرَّةً أخرى، وأحددُ خصائصَ يمكن أن تختلفَ فيها تلكَ العيّناتُ المعدِنيةُ عَنْ بعضِها.
4. أعرِضُ النتائجَ التي توصَّلتُ إليْها أمامَ باقي المجموعاتِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أستنتجُ** الخصائصَ التي تشتركُ فيها جميعُ المعادنِ.
2. **أفسِّرُ:** هلْ يُعدُّ اللونُ منَ الخصائصِ المميِّزةِ للمعادنِ؟
3. **أستنتجُ:** ما الأدواتُ التي يمكنُ استخدامُها لقياسِ مدى قساوةِ المعادنِ؟
4. أوضِّحُ: ما المقصودُ بالمعدِنِ؟

المعادنُ وأنظمتُها البلّورية
Minerals and Crystalline Systems

الفكرةُ الرئيسةُ:
تمتازُ المعادنُ بتركيبٍ كيميائيٍّ محددٍ، وبناءٍ ذرّيٍّ داخليٍّ منتظمٍ يظهرُ على شكلِ بلّوراتٍ، وللمعادنِ خصائصُ فيزيائيةٌ متعددةٌ تميّزُها عنْ بعضِها.

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أوضّحُ مفهومَ المعدنِ.
- أشرحُ مفهومَ التبلورِ.
- أميّزُ البلّوراتِ المعدنيةَ؛ بناءً على أنظمتِها البلوريةِ.
- أذكرُ أمثلةً مِنَ المعادنِ على كلِّ نظامٍ بلّوريٍّ.
- أوضّحُ الخصائصَ الفيزيائيةَ للمعادنِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

المعدِنُ	Mineral
البلّوراتُ	Crystals
التبلورُ	Crystallization
مستوى التناظرِ	Plane of Symmetry
محورُ التناظرِ	Axis of Symmetry
مركزُ التناظرِ	Center of Symmetry
اللّونُ	Colour
الحكاكةُ	Streak
البريقُ	Luster
الانفصامُ	Cleavage
المَكسِرُ	Fracture
القساوةُ	Hardness
مقياسُ موس	Mohs Scale

مفهومُ المعدِنِ Mineral Concept

تتكوَّنُ معظمُ الموادِّ التي مِنْ حولِنا مِنْ عناصرَ بما في ذلكَ الصخورُ والمعادنُ المكوِّنةُ للقشرةِ الأرضيةِ، وتتميزُ المعادنُ عنْ غيرِها مِنَ الموادِّ بمجموعةٍ مِنَ الخصائصِ لا بدَّ مِنْ توافرِها في المادةِ التي نُسمّيها معدِنًا.

ويُعرَّفُ **المعدِنُ Mineral** بأنَّهُ مادةٌ صُلبةٌ نقيةٌ تكوَّنتْ طبيعيًّا مِنْ أصلٍ غيرِ عضويٍّ، ولهُ تركيبٌ كيميائيٌّ محددٌ (متجانسُ التركيبِ)، وبناءٌ ذريٌّ داخليٌّ منتظَمٌ. أنظرُ الشكلَ (1). والمعادنُ إمّا عناصرُ منفردةٌ تُسمّى المعادنَ الحرةَ أوِ المعادنَ أحاديةِ العنصرِ، مثلَ: الذهبِ والنحاسِ والكبريتِ والماسِ والغرافيتِ، وإمّا مُركّباتٌ مثلَ: معدِنِ الكوارتزِ الذي يتكوَّنُ مِنَ اتحادِ عنصرَيِ السيليكونِ والأكسجينِ، ومعدِنِ الغالينا الذي يتكوَّنُ مِنَ اتحادِ عنصرَيِ الرصاصِ والكبريتِ.

ومِنَ الموادِّ الأرضيةِ التي لا تُعدُّ مِنَ المعادنِ الماءُ؛ لأنَّهُ سائلٌ، والفحمُ الحجريُّ؛ لأنَّهُ تكوَّنَ أصلًا مِنْ موادَّ عضويةٍ، والزجاجُ البركانيُّ؛ لأنَّهُ لا يمتلكُ ترتيبًا ذريًّا داخليًّا منتظَمًا.

الشكلُ (1): معدِنُ الفلسبارِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أوضّحُ: ما المقصودُ بالمعدِنِ؟

البنيةُ البلَّوريةُ للمعادنِ

Crystal Structure of Minerals

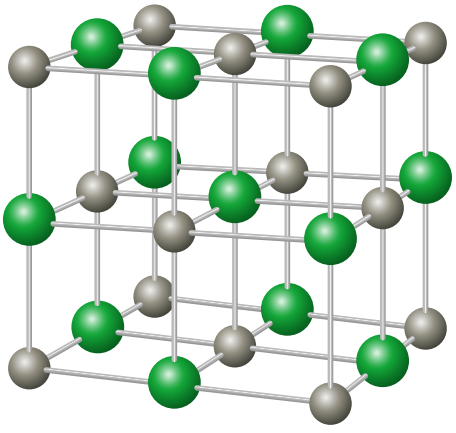
يتكوّنُ المعدِنُ منْ ذراتٍ أوْ أيوناتٍ مرتبةٍ في ثلاثةِ اتجاهاتٍ ترتيبًا هندسيًّا منتظمًا، مشكّلةً أجسامًا صُلبـةً ذاتَ تركيبٍ كيميائيٍّ محـددٍ، مُحاطةً منَ الخارجِ بسطوحٍ ملساءَ ناعمةٍ نُسمّيها **البلَّوراتِ Crystals**. وما يحددُ الشكلَ البلَّوريَّ الذي سيتَّخذُهُ المعدِنُ عندَ تكوُّنِهِ هوَ حجمُ الأيوناتِ والذراتِ المكوِّنةِ لهُ وكيفيةُ ارتباطِها ببعضِها؛ فمعدِنُ الهاليتِ مثلًا الذي يتكوّنُ منْ عنصرَيِ الصوديوم (Na) والكلورِ (Cl)، ينشأُ منْ تبخُّرِ مياهِ البحرِ المالحةِ، ومعَ تبخُّرِ جزيئاتِ الماءِ ترتبطُ أيوناتُ الصوديومِ بأيوناتِ الكلورِ؛ إذْ ترتِّبُ نفسَها لتكوينِ بِنيةِ معدِنِ الهاليتِ البلَّوريةِ، وتُسمّى هذهِ العمليةُ **التبلورَ Crystallization**. أنظرُ الشكلَ (2/ أ، ب).

الرّبطُ بالكيمياءِ

هنالِكَ خلـطٌ بينَ مفهومَـيِ الفلزِّ والمعدِنِ؛ فبعـضُ الفلـزاتِ التي توجدُ في الطبيعةِ بصورةٍ منفردةٍ مثلَ: الذهبِ، والفضةِ، والنحاسِ، والماسِ هيَ معادنُ أحاديةُ العنصرِ. أمّا الفلزاتُ التي لا توجدُ في الطبيعةِ بصـورةٍ منفردةٍ مثـلَ: الصوديـومِ والكالسـيومِ فلا تُعدُّ معادنَ؛ لأنَّها توجدُ متحدةً معَ عناصرَ أخرى.

أتحقَّقُ: أوضِّحُ المقصودَ بعمليةِ التبَلْورِ.

(2/ أ)



(2/ ب)

الشكلُ (2):
الشكلُ (2/ أ): معدِنُ الهاليتِ.
الشكلُ (2/ ب): نموذجٌ يمثّلُ البِنيةَ البلَّوريةَ لمعدِنِ الهاليتِ.
أستنتجُ: ما شكلُ بلَّورةِ معدِنِ الهاليتِ؟

عناصرُ الشكلِ الخارجيِّ للبلَّورةِ

Elements of the External Shape of the Crystal

يحددُ البناءُ الداخليُّ المنتظَمُ للذراتِ والأيوناتِ الشكلَ الخارجيَّ للبلَّورةِ، والناظرُ إلى بلَّورةِ معدِنِ الهاليتِ يستطيعُ أنْ يميِّزَ أنَّها مكعَّبةُ الشكلِ. أنظرُ الشكلَ (3)، ويوصفُ الشكلُ الخارجيُّ للبلَّورةِ عنْ طريقِ مجموعةِ العناصرِ الآتيةِ:

- **الوجهُ البلَّوريُّ**: سطحٌ أَمْلَسُ يُحيطُ البلَّورةَ منَ الخارجِ، وقدْ تكونُ الأوجهُ البلَّوريةُ متشابهةً في البلَّورةِ الواحدةِ، وقدْ تختلفُ.
- **الحافةُ البلَّوريةُ**: خطٌّ ينتجُ منْ تقاطعِ وجهيْنِ بلَّورييْنِ متجاورييْنِ.
- **الزاويةُ المجسَّمةُ**: زاويةٌ تنتجُ منْ تقاطعِ ثلاثةِ أوجهٍ بلَّوريةٍ متجاورةٍ أوْ أكثرَ.
- **الزاويةُ بينَ الوجهيْنِ**: زاويةٌ محصورةٌ بينَ العموديْنِ المُقاميْنِ على وجهيْنِ متجاورييْنِ في البلَّورةِ.

الشكلُ (3): عناصرُ الشكلِ الخارجيِّ للبلَّورةِ.

أحددُ: ما قيمةُ الزاويةِ بينَ الوجهيْنِ في الشكلِ؟

الرّبطُ بالكيمياءِ

تُعرَّفُ الرّابطةُ الأيونيةُ بأنَّها قوى تجاذبٍ بينَ أيوناتٍ موجبةٍ وأخرى سالبةٍ، وتُسمّى المركَّباتُ التي تحتوي على روابطَ أيونيةٍ بالمركَّباتِ الأيونيةِ. تنتجُ الرابطةُ منْ تفاعلِ عنصريْنِ، أحدُهُما: عنصرٌ فلزيٌّ لهُ قابليةٌ فقدِ الإلكتروناتِ؛ ليصبحَ أيونًا موجبًا، والآخرُ: لافلزيٌّ، لهُ قابليةُ كسبِ الإلكتروناتِ؛ ليصبحَ أيونًا سالبًا.

أبحثُ:

أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ، وأبحثُ عنْ بلَّوراتِ معادنَ مختلفةٍ، وأحددُ عناصرَ الشكلِ الخارجيِّ لها؛ وأصمّمُ عرضًا تقديميًّا وأعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

التجربةُ 1

تعرُّفُ عناصرِ الشكلِ الخارجيِّ للبلَّورةِ

تُعدُّ البلَّورةُ جسمًا صُلبًا مُحاطًا بأوجهٍ مستويةٍ، ولها أشكالٌ هندسيةٌ منتظَمةٌ. فَما عناصرُ الشكلِ الخارجيِّ للبلَّورةِ؟

الموادُّ والأدواتُ: عيِّناتٌ منْ مجسَّماتٍ تمثِّلُ بلَّوراتٍ مختلفةَ الأشكالِ: (رباعيةَ الشكلِ، مكعَّبةَ الشكلِ، وغيرَها).

إرشاداتُ السلامةِ:

- الحذرُ في أثناءِ التعاملِ معَ مجسَّمِ البلَّورةِ؛ إذا كانَتْ مصنوعةً منَ الزجاجِ أوِ الخشبِ.

خُطُواتُ العملِ:

1. أتوزعُ أنا وزملائي / زميلاتي إلى مجموعاتٍ؛ بحيثُ تأخذُ كلُّ مجموعةٍ عينةً منْ مجسَّماتٍ تمثِّلُ بلَّوراتٍ مختلفةَ الأشكالِ.
2. أتفحصُ عناصرَ الشكلِ الخارجيِّ للمجسَّماتِ التي تمثِّلُ بلَّوراتٍ مختلفةَ الأشكالِ.
3. أحددُ عناصرَ الشكلِ الخارجيِّ للمجسَّماتِ التي تمثِّلُ: الوجهَ البلَّوريَّ، والحافةَ البلَّوريةَ، والزاويةَ المجسَّمةَ، والزاويةَ بينَ الوجهيْنِ في جدولٍ.
4. أعرضُ النتائجَ التي توصَّلْتُ إليْها عنْ عناصرِ الشكلِ الخارجيِّ لمجسَّماتِ البلَّورةِ أمامَ باقي المجموعاتِ.
5. أدوِّنُ ملاحظاتي عنِ النتائجِ التي تقدِّمُها المجموعاتُ الأخرى.
6. **أناقشُ** النتائجَ التي توصَّلْتُ إليْها معَ المجموعاتِ الأخرى؛ لتحديدِ عناصرِ الشكلِ الخارجيِّ لمجسَّماتِ البلَّورةِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أحددُ عددَ الأوجهِ البلَّوريةِ في المجسَّماتِ التي تمثِّلُ بلَّوراتٍ مختلفةَ الأشكالِ.
2. **أقارنُ** بينَ عددِ الزوايا المجسَّمةِ وعددِ الزوايا بينَ الوجهَينِ. باستخدامِ مجسَّمًا لبلَّورةٍ مكعَّبةِ الشكلِ.
3. **أستنتجُ:** هلْ مقدارُ الزاويةِ الناتجةِ مِنْ تقاطعِ أوجهِ البلَّورةِ في المجسَّماتِ التي تمثِّلُ بلَّوراتٍ مختلفةَ الأشكالِ يكونُ متساويًا؟
4. **أقارنُ** بينَ عددِ الحافاتِ البلَّوريةِ والزوايا المجسَّمةِ في المجسَّماتِ التي تمثِّلُ بلَّوراتٍ مختلفةَ الأشكالِ.

عناصرُ التناظرِ البلوريِّ Elements of Crystal Symmetry

تُعـدُّ عناصـرُ التناظـرِ البلّـوريِّ انعكاسًـا للبنـاءِ الـذريِّ الداخلـيِّ المنتظَـمِ لبلّـورةِ المعـدِنِ. وهنالـكَ ثلاثـةُ أنواعٍ مـنْ عناصـرِ التناظرِ، هيَ :

مستوى التناظرِ Plane of Symmetry، هوَ مستوًى وهميٌّ يقسمُ البلّورةَ إلى نصفيْنِ متساوييْنِ ومتشابهيْنِ؛ بحيثُ يكونُ أحدُ النصفيْنِ صورةَ مرآةٍ للآخرِ ، أنظرُ الشكلَ (4/ أ).

محورُ التناظرِ Axis of Symmetry، هوَ خطٌّ أوْ محورٌ وهميٌّ يمرُّ في مركزِ البلّورةِ، وإذا ما أُديرَتْ حولَهُ البلّورةُ دورةً كاملةً مقدارُها 360° تتكررُ الأوجهُ المحيطةُ المتشابهةُ مرتيْنِ، أوْ ثلاثَ مراتٍ، أوْ أربعَ مراتٍ، أوْ ستَّ مراتٍ في الدورةِ الواحدةِ. أنظرُ الشكلَ(4/ ب) الذي يمثِّلُ محاورَ تناظرٍ رباعيةً.

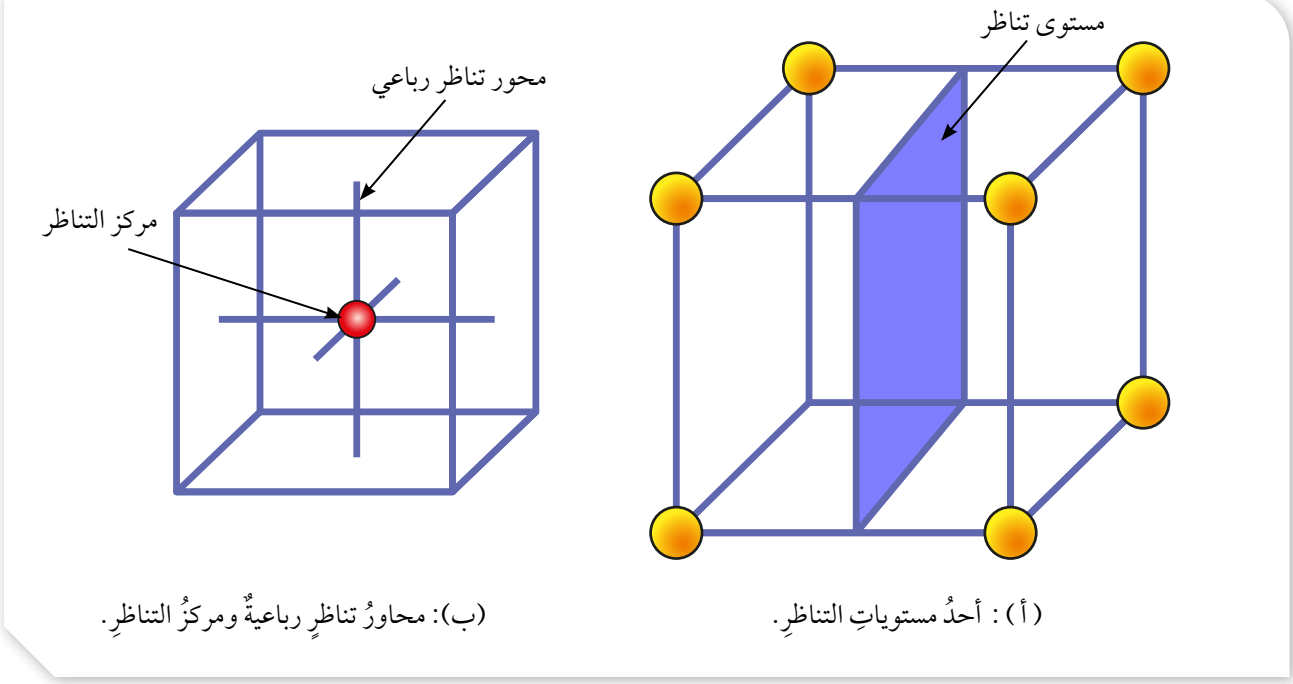
أفكّرُ

ماذا يُسمّى محورُ التناظرِ الذي يؤدّي عندَ دورانِهِ دورةً كاملةً مقدارُها 360° إلى تَكرارِ ظهورِ أوجهِ البلورةِ كلَّ 60°؟

أبحثُ:

أستعينُ بمصـادرِ المعرفـةِ المتوافرةِ لديّ، وأبحثُ عنْ أنـواعِ محـاورِ التناظرِ فـي بلّوراتِ المعادنِ المختلفةِ؛ وأصممُ عرضًا تقديميًّا وأعرضُهُ أمـامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الشكلُ (4): عناصرُ التناظرِ في بلّورةٍ مكعّبةِ الشكلِ.
(أ) : أحدُ مستوياتِ التناظرِ.
(ب): محاورُ تناظرٍ رباعيةٌ ومركزُ التناظرِ.
أستنتجُ أنواعًا أُخرى لمحاورِ التناظرِ في بلّورةِ المكعّبِ.



(أ) : أحدُ مستوياتِ التناظرِ.

(ب): محاورُ تناظرٍ رباعيةٌ ومركزُ التناظرِ.

مركزُ التناظرِ Center of Symmetry، هوَ نقطةٌ وهميّةٌ تقعُ في وسطِ البلّورةِ (داخلَها) على أبعادٍ متساويةٍ منْ عناصرِ البلّورةِ حولَها، فإذا تصوّرْنا أنَّ خطًّا وهميًّا يصلُ بينَ وجهَينِ بلّوريّينِ متقابلَينِ فإنهُ يمرُّ بمركزِ التناظرِ الذي سيقعُ على بُعدَينِ متساويَينِ مِنْ منتصفَي الوجهَينِ البلّوريّينِ، أنظرُ الشكلَ (4/ ب).

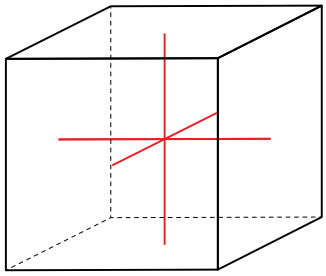
الأنظمةُ البلّوريةُ Crystal Systems

يمكنُ تصنيفُ البلّوراتِ بالاعتمادِ على عناصرِ التناظرِ البلّوريِّ في البلّورةِ إلى سبعةِ أنظمةٍ. وفي ما يأتي وصفٌ لهذهِ الأنظمةِ البلّوريةِ:

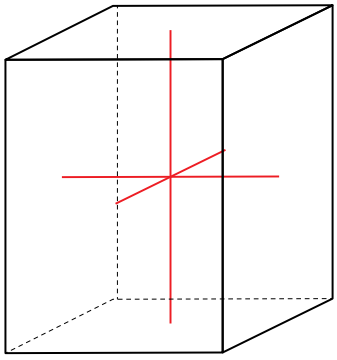
نظامُ المكعَّبِ Cubic System يمتازُ هذا النظامُ البلّوريُّ بوجودِ ثلاثةِ محاورَ متساويةٍ ومتعامدةٍ على بعضِها. أنظرُ الشكلَ (5) الذي يمثِّلُهُ، ومنَ الأمثلةِ عليْهِ معدِنا الهاليتِ والماسِ.

نظامُ الرباعيِّ Tetragonal System يمتازُ هذا النظامُ البلّوريُّ بوجودِ ثلاثةِ محاورَ اثنانِ متساويانِ في الطولِ. والثالثُ طولُهُ مختلفٌ عنْهُما، وجميعُها متعامدةٌ على بعضِها. أنظرُ الشكلَ (6). ومنْ الأمثلةِ عليْهِ معدِنُ الكالكوبيريتِ.

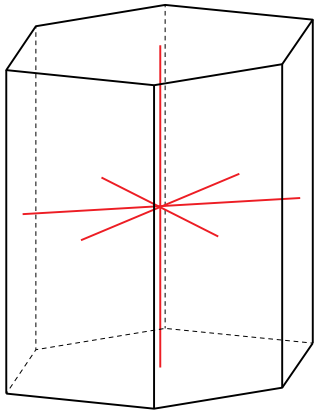
نظامُ السداسيِّ Hexagonal System يمتازُ هذا النظامُ البلّوريُّ بوجودِ أربعةِ محاورَ منها ثلاثةٌ أفقيةٌ متساويةُ الطولِ، والرابعُ في وضعٍ رأسيٍّ (عموديٍّ)، والزوايا بينَ المحاورِ الأفقيةِ متساويةٌ، وهيَ 120°، وأمّا الزوايا بينَ المحاورِ الأفقيةِ والمحورِ العموديِّ، فهيَ زاويةٌ قائمةٌ. أنظرُ الشكلَ (7)، ومنَ الأمثلةِ عليْهِ معدِنُ الغرافيتِ.



الشكلُ (5): نظامُ المكعَّبِ.



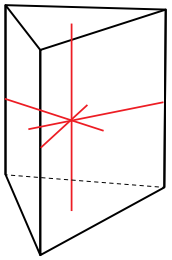
الشكلُ (6): نظامُ الرباعيِّ.



الشكلُ (7): نظامُ السداسيِّ.

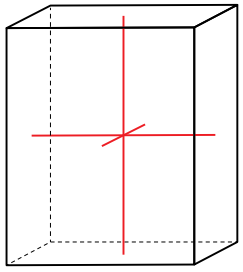
معدِنُ الغرافيتِ

نظامُ الثلاثيِّ Trigonal System يمتازُ هذا النظامُ البلَّوريُّ بوجودِ أربعةِ محاورَ؛ ثلاثةٌ منْها متساويةُ الطولِ في المستوى الأفقيِّ، الزاويةُ بينَها 120°. أنظرُ الشكلَ (8)، ومنَ الأمثلةِ عليْهِ معدِنُ الكالسيتِ.



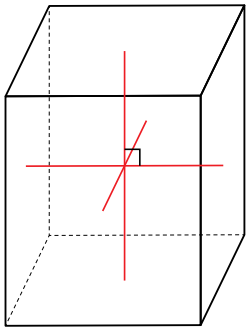
الشكلُ (8): نظامُ الثلاثيِّ.

نظامُ المَعينِ القائمِ Orthorhombic System يمتازُ هذا النظامُ البلَّوريُّ بوجودِ ثلاثةِ محاورَ غيرِ متساويةٍ في الطولِ، ومتعامدةٍ على بعضِها. أنظرُ الشكلَ (9)، ومنَ الأمثلةِ عليهِ معدنُ الكبريتِ.



الشكلُ (9): نظامُ المَعينِ القائمِ.

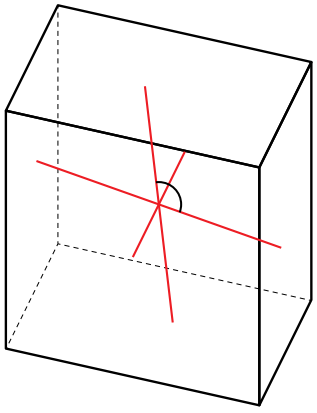
نظامُ أحاديِّ الميْلِ Monoclinic System يمتازُ هذا النظامُ البلَّوريُّ بوجودِ ثلاثةِ محاورَ غيرِ متساويةٍ في الطولِ، زوجانِ منهما متعامدانِ. أنظرُ الشكلَ (10)، ومنَ الأمثلةِ عليْهِ معدنُ الجبسِ.



الشكلُ (10): نظامُ أحاديِّ الميْلِ.

نظامُ ثلاثيِّ الميْلِ Triclinic System يمتازُ هذا النظامُ البلَّوريُّ بوجودِ ثلاثةِ محاورَ غيرِ متساويةٍ في الطولِ، ولا تتعامدُ معَ بعضِها البعضِ. أنظرُ الشكلَ (11)، ومنَ الأمثلةِ عليْهِ معدنُ الألبيت.

✓ **أتحقَّقُ**: أحدِّدُ أوجهَ الشبهِ والاختلافِ بينَ النظامِ البلَّوريِّ الثلاثيِّ والنظامِ البلَّوريِّ السداسيِّ.



الشكلُ (11): نظامُ ثلاثيِّ الميْلِ ، ومنَ الأمثلةِ عليْهِ معدِنُ الألبيت.

معدِنُ الألبيت أحد معادن الفلسبار.

الشكلُ (12/ أ): معدِنُ الملاكيتِ.

الشكلُ (12/ ب): معدِنُ الكبريتِ.

الخصائصُ الفيزيائيةُ للمعادنِ

Physical Properties of Minerals

تُعدُّ بعضُ خصائصِ المعادنِ، مثلَ البناءِ الذريِّ الداخليِّ المنتظَمِ للبلَّوراتِ، والتركيبِ الكيميائيِّ، خصائصَ يصعبُ تحديدُها وتعرُّفُها منْ دونِ الاستعانةِ بأجهزةٍ حديثةٍ؛ لذا، يستخدمُ الجيولوجيونَ كثيرًا منَ الخصائصِ الفيزيائيةِ لتعرُّفِ المعادنِ، ومنْها:

اللَّونُ Colour

تُعدُّ خاصيةُ **اللَّونِ Colour** منْ أسهلِ الخصائصِ التي يمكنُ ملاحظتُها، وتنفردُ بعضُ المعادنِ في الطبيعةِ بألوانٍ خاصَّةٍ تميِّزُها عنْ غيرِها منَ المعادنِ، مثلَ معدِنِ الملاكيتِ الذي يتميزُ باللَّونِ الأخضرِ، أنظرُ الشكلَ (12/ أ)، ومعدِنِ الكبريتِ الذي يتميزُ بلونهِ الأصفرِ، أنظرُ الشكلَ (12/ ب). ويمكنُ أنْ يكونَ للمعدِنِ الواحدِ أكثرُ منْ لونٍ، مثلَ معدنِ الكوارتز. أنظرُ الشكلَ (13).

وقدْ تتشابهُ المعادنُ في ألوانِها مثلَ معدِنَيِ الغرافيتِ والماغنيتيتِ، وكلاهُما أسودُ اللَّونِ. أنظرُ الشكلَ (14/ أ، ب). ويُراعى عندَ فحصِ لونِ المعدِنِ أنْ يكونَ سطحُهُ حديثَ القطعِ؛ خشيةَ أنْ تكونَ عواملُ التجويةِ أثّرَتْ في تغييرِ لونِهِ، أوْ أدَّتْ دورَها في ذلكَ.

أفكّرُ

لماذا تظهرُ بعضُ المعادنِ مثلَ معدِنِ الكوارتزِ؛ بألوانٍ متعددةٍ؟

الشكلُ (13): عيِّناتٌ منْ معدِنِ الكوارتزِ بألوانٍ مختلفةٍ.
أذكرُ بعضَ الألوانِ التي يوجدُ عليْها معدِنُ الكوارتزِ.

الشكلُ (14/ أ): معدِنُ الماغنيتيتِ.

الشكلُ (14/ ب): معدِنُ الغرافيتِ.

الحكاكةُ Streak

تُعرَّفُ **الحكاكةُ Streak** بأنَّها لونُ مسحوقِ المعدِنِ، وتحدَّدُ هذهِ الخاصيةُ بحكِّ المعدِنِ بقطعةٍ خزفيةٍ بيضاءَ غيرِ مصقولةٍ تُسمّى لوحَ الحكاكةِ (المَخدِشِ). وقدْ تتشابهُ المعادنُ مختلفةُ اللَّونِ في لونِ حكاكتِها. كذلكَ نلاحظُ أنَّ كثيرًا منَ المعادنِ تتشابهُ في ألوانِها إلّا أنَّها تختلفُ في لونِ حكاكتِها. فمثلًا معادنُ الماغنيتيتِ والهيماتيتِ والسفاليرايتِ والغالينا متماثلةٌ في ألوانِها، ولكنَّها تختلفُ في لونِ حكاكتِها. أنظرُ الشكلَ (15).

الشكلُ (15): اختلافُ لونِ حكاكةِ معادنِ الماغنيتيتِ والهيماتيتِ والسفاليرايتِ والغالينا.

أفكّرُ

هبْ أنَّ معدنيْنِ لهُما اللَّونُ نفسُهُ والحكاكةُ نفسُها؛ فكيفَ يمكنُ التمييزُ بينَهُما؟

الربطُ بالتاريخِ

تناولَ العالمُ ابنُ سينا الفلزاتِ وطريقةَ تكوُّنِها، ودرسَ كثيرًا منَ المعادنِ ومميزاتِ كلٍّ منها، وبيّن أنَّ المعادنَ تحتفظُ بصفاتِها الطبيعيةِ. ويذكرُ لَنا في كتابِهِ: (الشفاءِ): (جزءِ الطبيعياتِ): في بابِ الفنِّ الخامسِ: المعادنِ والآثارِ العُلْويةِ: "إنَّ كلَّ معدِنٍ منَ المعادنِ يحتفظُ بصفاتِهِ الذاتيةِ التي تميِّزُهُ عنْ غيرِهِ منَ المعادنِ".

أبحثُ:

أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ، وأبحثُ عنْ معادنَ تختلفُ في ألوانِها لكنَّها تتشابهُ في لونِ حكاكتِها؛ وأصممُ عرضًا تقديميًّا وأعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

البريقُ Luster

يُعبَّرُ عنِ **البريقِ Luster** بالكيفيةِ التي ينعكسُ بِها الضوءُ عنْ سطحِ المعدِنِ؛ فقدْ يكونُ بريقُ المعادنِ فلزيًّا مثلَ بريقِ معدِنِ الغالينا. أنظرُ الشكلَ (16/ أ)، أوْ يكونُ بريقُها لافلزيًّا؛ فتوصفُ بأنَّ بريقَها لؤلؤيٌّ، أوْ حريريٌّ، أوْ ترابيٌّ، أو يوصفُ بأنَّهُ زجاجيٌّ مثلَ معدِنِ الكوارتزِ، أنظرُ الشكلَ (16/ ب).

الشكلُ (16/ أ): يمتازُ معدنُ الغالينا ببريقِهِ الفلزيِّ.

الشكلُ (16/ ب): يمتازُ معدِنُ الكوارتزِ ببريقِهِ اللافلزيِّ (الزجاجيِّ).

أبحثُ:

أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ، وأبحثُ عن معادنَ ذاتِ بريقٍ لؤلؤيٍّ، أوْ حريريٍّ، أوْ ترابيٍّ؛ وأعرضُ نتائجَ بحثي أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أعملُ فيلمًا قصيرًا

باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضِّحُ لمعانَ معادنَ ذاتِ بريقٍ فلزيٍّ، وأخرى ذاتِ بريقٍ لافلزيٍّ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيّةً، ثُمّ أشاركُهُ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أفكّرُ

أفسرُ: لماذا أغلبُ المعادنِ المعتمةُ ذاتُ بريقٍ فلزيٍّ، أمّا المعادنُ الفاتحةُ اللَّونِ فذاتُ بريقٍ لافلزيٍّ؟

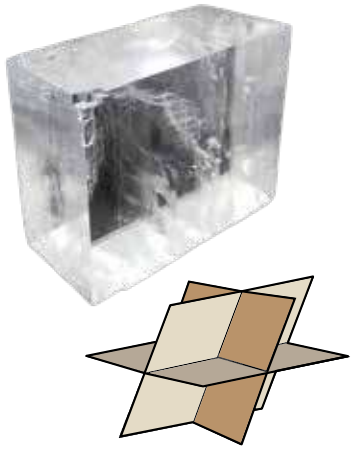
الانفصامُ Cleavage

يُعرَّفُ **الانفصامُ Cleavage** بأنَّهُ قابليةُ المعدِنِ للتشقُّقِ على امتدادِ المستوياتِ ضعيفةِ الترابطِ في البناءِ البلَّوريِّ، ويحدثُ عادةً الانفصامُ في اتجاهٍ واحدٍ أوِ اثنينِ أوْ ثلاثةٍ أوْ أكثرَ؛ فبعضُ المعادنِ مثلَ المايكا ينفصمُ في اتجاهٍ واحدٍ منتجًا صفائحَ رقيقةً ومستويةً. أنظرُ الشكلَ (17/ أ). وبعضُها الآخرُ لهُ أكثرُ منْ سطحِ انفصامٍ؛ مثل معدِنِ الكالسيتِ الذي ينفصمُ في ثلاثةِ اتجاهاتٍ غيرِ متعامدةٍ. أنظرُ الشكلَ (17/ ب).

الشكلُ (17/ أ): معدِنُ المايكا، انفصامٌ في اتجاهٍ واحدٍ.

المَكسِرُ Fracture

يوصفُ **المَكسِرُ Fracture** بأنَّهُ السطحُ الناتجُ منْ كسرِ المعدِنِ ذي البِنيةِ الذريةِ المحْكَمةِ صناعيًّا، وتظهرُ هذه الخاصيةُ في المعادنِ التي لا يحدثُ لها انفصامٌ في اتجاهاتٍ محددةٍ، وإنَّما تنكسرُ عشوائيًّا حسبَ القوةِ المؤثرةِ فيها، ويكونُ سطحُ المَكسِرِ متعرِّجًا أوْ مَحاريًّا أوْ غيرَ ذلكَ. أنظرُ الشكلَ (18)، الذي يوضّحُ المَكسِرَ في معدِنِ الكوارتزِ.



الشكلُ (17/ ب): معدِنُ الكالسيتِ، ورسمٌ يمثّلُ انفصامَ المعدِنِ في ثلاثةِ اتجاهاتٍ.

القساوةُ Hardness

تُعرَّفُ **القساوةُ Hardness** بأنَّها قدرةُ المعدِنِ على خدشِ معدِنٍ آخرَ، وهيَ خاصيةٌ نسبيةٌ يمكنُ تحديدُها بخدشِ معدِنٍ معلومِ القساوةِ بآخرَ مجهولِ القساوةِ، أوِ بالعكسِ. وتُعدُّ الخاصيةَ الأكثرَ استخدامًا في تعرُّفِ المعادنِ. وقدْ طُوِّرَ مقياسٌ لتعرُّفِ قساوةِ المعادنِ بدقةٍ سُمِّيَ **مقياسَ موس Mohs Scale**، ويحتوي على عشرةِ معادنَ مرتبةٍ منَ الأقلِّ قساوةً (1) إلى الأكثرِ قساوةً (10)، أنظرُ الجدولَ (1).

أتحقَّقُ: أفرّقُ بينَ المَكسِرِ والانفصامِ.

الشكلُ (18): مَكسِرٌ في معدِنِ الكوارتزِ.

الجدولُ (1): مقياسُ موس.			
درجةُ قساوةِ المعدنِ	المعدِنُ	درجةُ قساوةِ المعدِنِ	المعدِنُ
1	التلكُ Talc	6	الأورثوكليزُ Orthoclase
2	الجبسُ Gypsum	7	الكوارتزُ Quartz
3	الكالسيتُ Calcite	8	التوبازُ Topaz
4	الفلوريتُ Flourite	9	الكورندومُ Corundum
5	الأباتيتُ Apatite	10	الماسُ Diamond

أمّا إذا لمْ تتوافرِ المعادنُ الستةُ الأولى منْ مقياسِ موس؛ فيمكنُ استخدامُ الموادِّ المعلومةِ القساوةِ الآتيةِ؛ لتحديدِ درجةِ قساوةِ بعضِ المعادنِ. أنظرُ الجدولَ (2).

الجدولُ (2): قساوةُ بعضِ الموادِّ حسبَ مقياسِ موس.

المادةُ	درجةُ القساوةِ
ظفرُ الأصبعِ	2.5
العملةُ النحاسيةُ	3.5
اللوحُ الزجاجيُّ	5.5
نصلُ السكينِ الفولاذيُّ	6.5
لوحُ الحكاكةِ	7-6.5

أبحثُ:

أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ، وأبحثُ عنْ إسهاماتِ العلماءِ العربِ المسلمينَ في علمِ البلّوراتِ والمعادنِ، وأصممُ عرضًا تقديميًّا وأعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الرّبط بالتكنولوجيا

تُصنَّعُ معظمُ الأواني المنزليةِ، والأجهزةِ البصريةِ، وأدواتُ الزينةِ، والأدواتُ الطبيةُ منَ المعادنِ، مثالُ ذلكَ بعضُ أجهزةِ قياسِ ضغطِ الدمِ المصنوعةِ منْ خاماتِ الحديدِ والنيكلِ، والحُلِيُّ والمجوهراتُ المصنوعةُ منَ الذهبِ والماسِ.

التجربةُ 2

الخصائصُ الفيزيائيةُ للمعادنِ

تشتركُ المعادنُ جميعُها في خصائصَ فيزيائيةٍ؛ فهناكَ خصائصُ ضوئيةٌ مثلَ اللونِ والبريقِ والحكاكةِ، وأخرى تماسكيةٌ مثلَ القساوةِ والمكسرِ وسطوحِ الانفصامِ وغيرَ ذلكَ. فكيفَ يُمكِنُني تحديدُ خصائصِ المعادنِ الفيزيائيةِ؟

الموادُّ والأدواتُ: عيِّناتٌ معدِنيةٌ منَ الغالينا والبيريتِ والكوارتزِ والبيوتيتِ والكالسيتِ والجبسِ والملاكيتِ والكبريتِ، لوحُ الحكاكةِ، مطرقةٌ جيولوجيةٌ، عملةٌ نحاسيةٌ، لوحٌ زجاجيٌّ، نصلُ سكينٍ فولاذيٌّ.

إرشاداتُ السلامةِ: الحذرُ في أثناءِ التعاملِ معَ اللَّوحِ الزجاجيِّ، ونصلِ السكينِ الفولاذيِّ، والمطرقةِ الجيولوجيةِ.

خُطُواتُ العملِ:

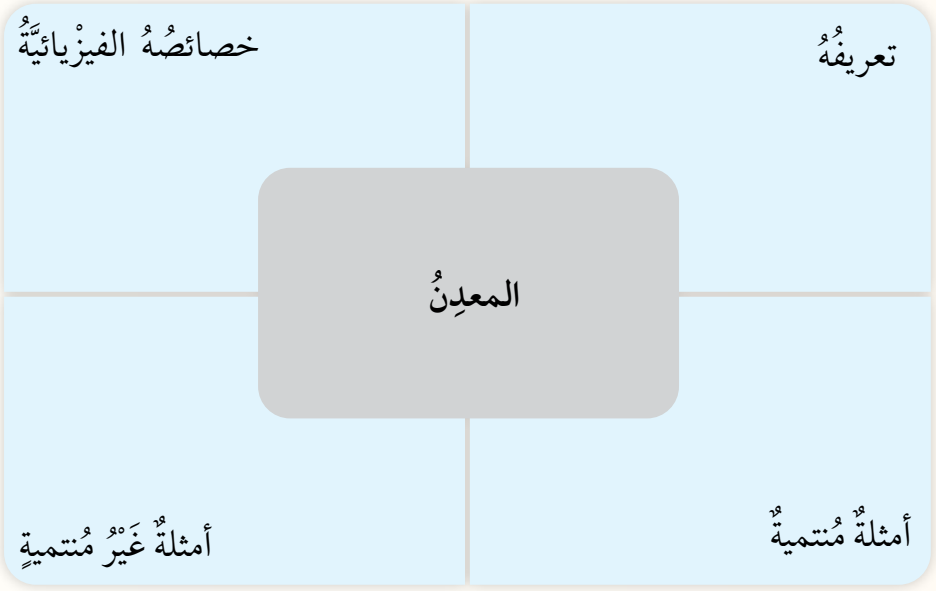
1. أتوزعُ أنا وزملائي/ زميلاتي في مجموعاتٍ صغيرةٍ؛ بحيثُ تأخذُ كلُّ مجموعةٍ عيِّناتٍ معدِنيةً.
2. أتفحصُ العيِّناتِ المعدِنيةَ التي حصلْتُ عليْها.
3. أحددُ الخصائصَ الفيزيائيةَ للعيِّناتِ المعدِنيةِ، مثلَ: اللَّونِ، والحكاكةِ، والبريقِ (فلزيٌّ/ لافلزيٌّ)، وعددِ سطوحِ الانفصامِ، والمَكسرِ، والقساوةِ.
4. أدوِّنُ الخصائصَ الفيزيائيةَ التي لاحظْتُها في العيِّناتِ المعدِنيةَ في جدولٍ يتضمنُ: اسمَ المعدِنِ، واللَّونَ، والحكاكةَ، والبريقَ، وعددَ سطوحِ الانفصامِ، وشكلَ سطحِ المَكسرِ، والقساوةَ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أحددُ: أيُّ المعادنِ يختلفُ لونُهُ عنْ لونِ حكاكتِهِ؟
2. **أرتّبُ** العيّناتِ المعدِنيةَ تنازليًّا وَفقَ قَساوتِها.
3. أصفُ: هل تتشابهُ أشكالُ المكسرِ في سطحِ العيِّناتِ المعدِنيةِ؟
4. **أستنتجُ:** لماذا لا تُظهِرُ بعضُ المعادنِ سطوحَ انفصامٍ؛ وتنكسرُ عشوائيًّا عندَ الطرقِ عليْها باستخدامِ المطرقةِ الجيولوجيةِ؟

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ**: أحدّدُ: بمَ تمتازُ المعادنُ عَنْ بعضِها بعضًا؟
2. أوضِّحُ خصائصَ نظامِ المكعَّبِ.
3. أتتبعُ أوجهَ الشبهِ والاختلافِ بينَ نظامَيْ: أحاديِّ الميلِ وثلاثيِّ الميلِ؛ منْ حيثُ المحاورُ.
4. أبيِّنُ الفرقَ بينَ خاصيتَيِ الحكاكةِ واللَّونِ في المعادنِ.
5. أذكرُ الخاصيةَ الفيزيائيةَ الأكثرَ استخدامًا في تعرُّفِ المعادنِ.
6. أحددُ: إذا أُعطيتُ المعادنَ الثلاثةَ: الجبسَ، والكالسيتَ، والأورثوكليزَ منْ دونِ أنْ أعرفَها؛ فكيفَ يمكنُ أنْ أحددَ قساوةَ كلٍّ منْها؟
7. أُكْمِلُ المُخططَ الآتيَ:



منهاجي
متعة التعليم الهادف

الفكرةُ الرئيسةُ:
تُصنَّفُ معادنُ القشرةِ الأرضيةِ إلى مجموعاتٍ رئيسةٍ؛ اعتمادًا على خصائصِها الكيميائيةِ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أذكرُ أمثلةً على كلِّ مجموعةٍ معدنيةٍ.
- أربطُ بينَ وجودِ المعادنِ في الطبيعةِ وأنواعِ الصخورِ التي توجدُ فيها.
- أوضِّحُ بالبياناتِ القيمةَ الاقتصاديةَ العالميةَ للمعادنِ مثلَ الذهبِ والماسِ والياقوتِ وغيرِها.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

السيليكاتُ	Silicates
سيليكا رباعيةُ الأوجهِ (هرمُ السيليكا)	Silica Tetrahedron
الكربوناتُ	Carbonates
الأكاسيدُ	Oxides
الهاليداتُ	Halides
الكبريتاتُ	Sulphates
الكبريتيداتُ	Sulfides
الفوسفاتُ	Phosphate
المعادنُ أحاديةُ العنصرِ	Native Elements

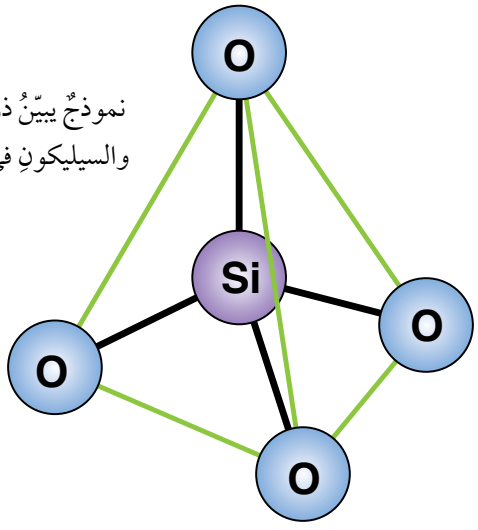
تصنيفُ المعادنِ Minerals Classification

عُرِفَتْ آلافُ المعادنِ، ويُكتشف كثيرٌ منْها في كلِّ عامٍ. ومعَ ذلكَ فإنَّ المعادنَ الشائعةَ التي تدخلُ في تركيبِ أغلبِ صخورِ القشرةِ الأرضيةِ عددُها قليلٌ نسبيًّا. ويصنفُ العلماءُ المعادنَ المختلفةَ إلى مجموعاتٍ رئيسةٍ بناءً على الأيونِ السالبِ الذي يحتويهُ المعدنُ، وهيَ: السيليكاتُ، والكربوناتُ، والأكاسيدُ، والكبريتاتُ، والكبريتيداتُ، والهاليداتُ، والفوسفاتُ، والمعادنُ أحاديةُ العنصرِ.

السيليكاتُ Silicates

تُشكِّلُ مجموعةُ السيليكاتِ أكثرَ منْ 90 % منْ معادنِ القشرةِ الأرضيةِ. وتحتوي المعادنُ السيليكاتيةُ جميعُها على عنصرَيِ الأكسجينِ والسيليكونِ، بالإضافةِ إلى احتواءِ أغلبِها على عنصرٍ أوْ أكثرَ منَ العناصرِ الشائعةِ الأخرى مثلَ: الألمنيومِ والحديدِ، وينتجُ من ذلكَ المئاتُ منَ المعادنِ السيليكاتيةِ. وتتكوَّنُ مجموعةُ **السيليكاتِ Silicates** منْ أربعِ ذراتٍ منَ الأكسجينِ مرتبطةٍ بذرةٍ مركزيةٍ منَ السيليكونِ بروابطَ تساهميةٍ (SiO_4^{4-})، مشكِّلةً شكلًا هندسيًّا هرميًّا يُسمّى **سيليكا رباعيةَ الأوجهِ (هرمَ السيليكا) Silica Tetrahedron**، أنظرُ الشكلَ (19).

تُقسَمُ المعادنُ السيليكاتيةُ إلى مجموعاتٍ مختلفةٍ؛ بناءً على الطريقةِ التي تترتبُ فيها السيليكا رباعيةُ الأوجهِ؛ فقدْ تتكوَّنُ هذهِ



نموذجٌ يبيّنُ ذراتِ الأكسجينِ والسيليكونِ في هرمِ السيليكا.

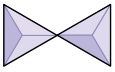
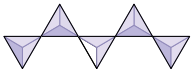
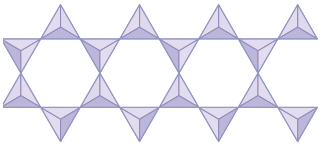
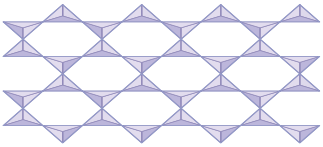
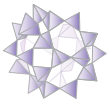
الشكلُ (19): تتكوَّنُ جميعُ معادنِ السيليكاتِ منْ هرمِ السيليكا.

أحدِّدُ: ما عددُ ذراتِ الأكسجينِ والسيليكونِ في هرمِ السيليكا؟

المعادنُ منْ سيليكا رباعيةِ الأوجهِ مفردةٍ (أحاديةٍ) مثلَ معدِنِ الأوليفينِ أوْ مزدوجةٍ، مثلَ معدِنِ الإيبيدوتِ، وقدْ تترابطُ أكثرُ منْ سيليكا رباعيةِ الأوجهِ معًا على شكلِ سلسلةٍ منفردةٍ مثلَ معادنِ البيروكسينِ، أوْ قدْ تترابطُ على شكلِ سلسلةٍ مزدوجةٍ مثلَ معادنِ الأمفيبولِ، أوْ قدْ تترابطُ أهرامُ السيليكا على شكلِ صفائحَ مثلَ معادنِ المايكا. أيضًا قدْ تترابطُ السيليكا رباعيةُ الأوجهِ على شكلِ مجسَّمٍ ثلاثيِّ الأبعادِ مثلَ معدِنِ الكوارتزِ، أنظرُ الشكلَ (20). ويمثِّلُ الجدولُ (3) أنواعَ العائلاتِ السيليكاتيةِ، وبعضَ المعادنِ التابعةِ لها، اعتمادًا على ترتيبِ السيليكا رباعيةِ الأوجهِ وترابطِها.

الشكلُ (20): معدِنُ الكوارتزِ أحدُ المعادنِ السيليكاتيةِ.

*الجدولُ (3): أنواعُ العائلاتِ السيليكاتيةِ، وكيفيةُ ارتباطِ السيليكا رباعيةِ الأوجهِ فيها، وأمثلةٌ عليها.

العائلةُ السيليكاتيةُ	ترتيبُ سيليكا رباعيةِ الأوجهِ	معدِنٌ يتبعُ العائلةَ السيليكاتيةَ
أحاديةٌ (Nesosilicates)		الأوليفينُ $(Mg, Fe)_2SiO_4$
مزدوجةٌ (Sorosilicates)		الإيبيدوتُ $(Ca_2)(Al_2Fe^{3+})(Si_2O_7)(SiO_4)O(OH)$
سلسلةٌ منفردةٌ (Inosilicates/Single Chain)		البيروكسينُ (مثلَ معدِنِ الأوجايتِ) $(Mg,Fe,Ca)Si_2O_6$
سلسلةٌ مزدوجةٌ (Inosilicates/Double Chain)		الأمفيبولُ (مثلَ معدِنِ الهورنبلندِ) $Ca_2(Mg, Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$
صفائحيةٌ (Phyllosilicates)		المايكا (مثلَ معدِنِ البيوتيتِ) $K(Mg, Fe)_3AlSi_3O_{10}(OH)_2$
ثلاثيةُ الأبعادِ (Tectosilicates)		الكوارتزُ SiO_2 الفلسبارُ (مثلَ معدِنِ الأورثوكليزِ) $KAlSi_3O_8$

* الجدولُ للمطالعةِ الذاتيةِ.

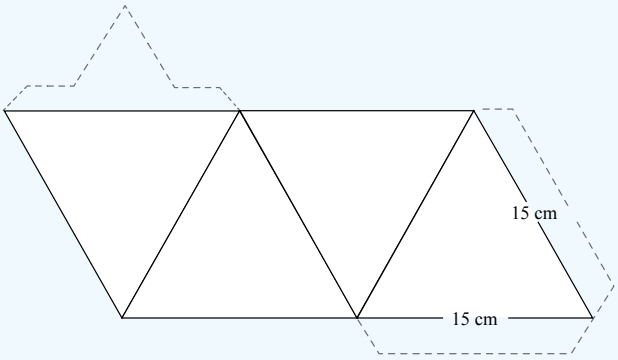
التجربةُ 3

السيليكا رباعيةُ الأوجهِ (هرمُ السيليكا)

تتكوّنُ معادنُ المجموعةِ السيليكاتيةِ بشكلٍ رئيسٍ منْ أربعِ ذراتٍ منَ الأكسجينِ مرتبطةٍ بِذرةٍ منَ السيليكونِ مشكلةً (SiO_4^{4-})، وتتنوعُ المعادنُ السيليكاتيةُ؛ اعتمادًا على ترتيبِ أهرامِ السيليكا وترابطِها، فكيفَ تترتبُ وتترابطُ أهرامُ السيليكا؟ وما الأشكالُ التي يمكنُ أنْ تتكوَّنَ؟

الموادُّ والأدواتُ: قطعةُ كرتونٍ، مقصٌّ، أقلامٌ.

إرشاداتُ السلامةِ: الحذرُ عندَ استخدامِ المقصِّ.



خُطُواتُ العملِ:

1. أرسمُ على قطعةِ الكرتونِ مثلثاتٍ متساويةَ الأضلاعِ كما في الشكلِ المرفقِ؛ بحيثُ يكونُ طولُ الضلعِ 15 cm.
2. أقصُّ حولَ الشكلِ الخارجيِّ (الخطوطَ المتصلةَ والخطوطَ المتقطعةَ).
3. أطوي على امتدادِ الخطوطِ المتصلةِ؛ لتشكيلِ هرمِ السيليكا، ثمَّ أثني الخطوطَ المتقطعةَ (الأطرافَ)، وألصقَها باستخدامِ اللاصقِ.
4. أرسمُ ذراتِ عنصرِ الأكسجينِ على هرمِ السيليكا في موقعِ الزاويةِ المجسَّمةِ.
5. أكررُ الخطواتِ (1–4) لأشكّلَ عددًا منْ أهرامِ السيليكا.
6. أستعينُ بالجدولِ (3) في كتابِ الطالبِ، وأُشكِّلُ منْ أهرامِ السيليكا أشكالًا مختلفةً، منْها السلسلةُ المنفردةُ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أحددُ موقعَ عنصرِ السيليكونِ في هرمِ السيليكا.
2. **أستنتجُ** النسبةَ بينَ عددِ ذراتِ الأكسجينِ والسيليكونِ عندَ ربطِ هرميْنِ معَ بعضِهما ليُكوِّنا أهرامَ السيليكا المزدوجةِ.
3. **أقارنُ** بينَ نسبةِ عددِ ذراتِ الأكسجينِ والسيليكونِ في الهرمِ المفردِ والهرمِ المزدوجِ.
4. **أستنتجُ** نسبةَ عددِ ذراتِ الأكسجينِ والسيليكونِ في سلسلةٍ منفردةٍ مكوَّنةٍ منْ ثلاثةِ أهراماتٍ منَ السيليكا.

الكربوناتُ Carbonates

تُعدُّ مجموعةُ الكربوناتِ ثانيَ أكثرِ مجموعاتِ المعادنِ شيوعًا بعدَ مجموعةِ السيليكاتِ. وتحتوي معادنُ مجموعةِ **الكربوناتِ Carbonates** في تركيبِها الكيميائيِّ على أيونِ الكربوناتِ (CO_3^{2-}) سالبِ الشحنةِ متحدًا معَ أيونٍ أوْ أكثرَ موجبِ الشحنةِ مثلَ: (Ca^{2+}، Fe^{3+}، Mg^{2+}، Cu^{2+})، يُعدُّ معدِنُ الكالسيتِ ($CaCO_3$) أكثرَ معادنِ الكربوناتِ شيوعًا، وهوَ المكوِّنُ الرئيسُ للصخورِ الجيريةِ، أنظرُ الشكلَ (21)، ومنْ معادنِ الكربوناتِ الأخرى: الدولوميتُ ($CaMg(CO_3)_2$)، والملاكيتُ ($Cu_2CO_3(OH)_2$).

الشكلُ (21): معدِنُ الكالسيتِ أحدُ معادنِ مجموعةِ الكربوناتِ.
أحددُ الأيونَ السالبَ في التركيبِ الكيميائيِّ لمعدِنِ الكالسيتِ.

الأكاسيدُ Oxides

تحتوي معادنُ مجموعةِ **الأكاسيدِ Oxides** في تركيبِها الكيميائيِّ على أيونِ الأكسجينِ (O^{2-}) سالبِ الشحنةِ متّحدًا معَ أيونٍ موجبِ الشحنةِ أَوْ أكثرَ مِنَ الأيوناتِ الأُخرى، التي تُكوِّنُ أحدَ الفلزاتِ عادةً. ومنْ أكثرِ معادنِ الأكاسيدِ الشائعةِ أكاسيدُ الحديدِ ومنْها معدِنُ الهيماتيتِ (Fe_2O_3) ومعدِنُ الماغنتيتِ (Fe_3O_4) وهما منْ خاماتِ الحديدِ، أنظرُ الشكلَ (22). ومعدِنُ الإلمنيتِ ($FeTiO_3$) ومعدِنُ الكورندومِ (Al_2O_3).

الشكلُ (22): مِنَ الأمثلةِ على معادنِ مجموعةِ الأكاسيدِ التي تُعدُّ إحدى خاماتِ الحديدِ:
(أ): الهيماتيتُ.
(ب): الماغنتيتُ.

(أ) (ب)

(أ)

(ب)

الشكلُ (23): منْ أمثلةِ مجموعةِ الهاليداتِ
معادنُ:
(أ): الهاليتِ.
(ب): الفلوريتِ.

الهاليداتُ Halides

تتكوَّنُ معادنُ **الهاليداتِ Halides** منَ اتحادِ أحدِ أيوناتِ الهالوجيناتِ سالبةِ الشحنةِ كالكلورِ والفلورِ والبرومِ، معَ أيونِ آخرَ موجبِ الشحنةِ كالصوديومِ أوِ الكالسيومِ، ومنْ معادنِ الهاليداتِ الشائعةِ: الهاليتُ (NaCl) والفلوريتُ (CaF_2)، أنظرُ الشكلَ (23).

الكبريتاتُ Sulphates

تحتوي معادنُ مجموعةِ **الكبريتاتِ Sulphates** في تركيبِها الكيميائيِّ على أيونِ الكبريتاتِ (SO_4^{2-}) سالبِ الشحنةِ متّحدًا معَ أيونٍ آخرَ موجبِ الشحنةِ أَوْ أكثرَ، ومنْ أمثلتِها معادنُ الأنهيدريتِ ($CaSO_4$) والجبسِ ($CaSO_4.2(H_2O)$) والباريتِ ($BaSO_4$)، أنظرُ الشكلَ (24).

الشكلُ (24): منَ الأمثلةِ على معادنِ الكبريتاتِ معادنُ:
(أ): الجبسِ.
(ب): الباريتِ.

(أ)

(ب)

(أ)

(ب)

(ج)

الشكلُ (25): معادنُ تتبعُ مجموعةَ الكبريتيداتِ، وهيَ:
(أ): معدِنُ البيريت.
(ب): معدِنُ الغالينا.
(ج): معدِنُ الكالكوبيريتِ.

الكبريتيداتُ Sulfides

تحتوي معادنُ مجموعةِ **الكبريتيداتِ Sulfides** في تركيبِها الكيميائيِّ على أيونِ الكبريتِ سالبِ الشحنةِ (S^{2-}) متّحدًا معَ أيونٍ آخرَ موجبِ الشحنةِ أَوْ أكثرَ، وتتبلورُ معادنُ هذهِ المجموعةِ منَ المحاليلِ المائيةِ الحارةِ (الحرمائيةِ)، وتُعدُّ منْ أهمِّ خاماتِ الحديدِ والرصاصِ والنحاسِ وغيرِها. ومنْ أهمِّ المعادنِ التي تتبعُ هذهِ المجموعةَ: البيريتُ (FeS_2) والغالينا (PbS) والكالكوبيريتُ ($CuFeS_2$). أنظرُ الشكلَ (25).

الفوسفاتُ Phosphate

تحتوي معادنُ مجموعةِ **الفوسفاتِ Phosphate** على أيونِ الفوسفاتِ (PO_4^{3-}) سالبِ الشحنةِ متّحدًا معَ أيونٍ آخرَ موجبِ الشحنةِ أَوْ أكثرَ. ومنْ أشهرِ المعادنِ التابعةِ لهذهِ المجموعةِ الأباتيتُ ($Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$). أنظرُ الشكلَ (26).

الشكلُ (26): معدِنُ الأباتيتِ أحدُ معادنِ الفوسفاتِ.

الربطُ بالعلومِ الحياتيةِ

يتكوَّنُ النسيجُ العظميُّ في عظامِ الكائناتِ الحيةِ منْ خلايا العظمِ وبروتينِ الكولاجينِ ومعدِنِ الأباتيتِ، الذي يُسمّى معدِنَ العظامِ. ويتكوَّنُ معدِنُ الأباتيتِ منْ هياكلَ كرويةٍ أوْ هياكلَ مسطَّحةٍ تتخللُ بروتينَ الكولاجينِ داخلَ العظامِ. ولمعدِنِ الأباتيتِ دورٌ كبيرٌ في قوةِ العظامِ وكثافتِها.

أتحقَّقُ: أصنفُ معدنَ الكالسيتِ إلى المجموعةِ المعدنيةِ التي ينتمي إليْها.

المعادنُ أحاديةُ العنصرِ Native Elements

المعادنُ أحاديةُ العنصرِ Native Elements معادنُ تحتوي على عنصرٍ واحدٍ فقطْ، ومنَ الأمثلةِ عليْها: الذهبُ (Au)، والفضةُ (Ag)، والنحاسُ (Cu)، والكبريتُ (S). وتتميزُ معظمُ تلكَ المعادنِ بسهولةِ تفاعلِها معَ الأكسجينِ؛ ولذلكَ تتميزُ بندرةِ وجودِها في الطبيعةِ، ومنَ الأمثلةِ أيضًا معدِنا الغرافيتِ والماسِ اللَّذانِ يتكوّنانِ منْ عنصرِ الكربونِ، أنظرُ الشكلَ (27).

الشكلُ (27): معدِنُ الذهبِ أحدُ المعادنِ أحاديةِ العنصرِ.

الشكلُ (28): يتشكلُ صخرُ الدونيتِ بشكلٍ رئيسٍ منْ معدِنِ الأوليفينِ.

الصخورُ والمعادنُ Rocks and Minerals

تُعدُّ الصخورُ بأنواعِها الثلاثةِ: الناريةِ والرسوبيةِ والمتحولةِ، وحدةَ البناءِ الأساسيةَ للقشرةِ الأرضيةِ، وتتكوَّنُ معظمُ الصخورِ منْ معادنَ، وعلى الرغمِ منْ عددِ المعادنِ الكبيرِ في الطبيعةِ، إلّا أنَّ المعادنَ الأساسيةَ المكوِّنةَ لمعظمِ صخورِ القشرةِ الأرضيةِ قليلةٌ جدًّا، وهيَ: الكوارتزُ، والفلسبارُ، والمايكا، والبيروكسينُ، والأمفيبولُ، والأوليفينُ، والغارنتُ، والكالسيتُ.

قدْ تتكوَّنُ الصخورُ منْ معدِنٍ واحدٍ، مثلَ الصخرِ الجيريِّ الذي يتكوَّنُ منْ معدِنِ الكالسيتِ، وصخرِ الدونيتِ الذي يتكوَّنُ بشكلٍ رئيسٍ منْ معدِنِ الأوليفينِ، أنظرُ الشكلَ (28). وصخرِ الكوارتزيتِ الذي يتكوَّنُ منَ معدِنِ الكوارتزِ. في حينِ تتكوَّنُ بعضُ الصخورِ منْ أكثرَ منْ معدِنٍ مثلَ صخرِ الغرانيتِ الذي يتكوَّنُ منْ معادنِ الفلسبارِ والكوارتزِ والمايكا ومعادنَ أخرى، أنظرُ الشكلَ (29). وصخرِ البازلتِ الذي يتكوَّنُ منْ معادنِ: الفلسبارِ البلاجيوكليزيِّ، والبيروكسينِ، والأوليفينِ، والبيوتيتِ، والهورنبلندِ.

الشكلُ (29): يتكوَّنُ صخرُ الغرانيتِ منْ عددٍ منَ المعادنِ.
أحددُ: ما المعادنُ المكوِّنةُ لصخرِ الغرانيتِ؟

أبحثُ:

أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المختلفةِ ومنْها شبكةُ الإنترنتِ وأبحثُ عن صخورٍ مختلفةٍ، وأحددُ المعادنَ المكوِّنةَ لكلِّ صخرٍ. ثمَّ أكتبُ تقريرًا وأعرضُ نتائجَهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أفكّرُ

هلْ توجدُ صخورٌ لا تتكوّنُ مِنْ معادنَ؟ أفسّرُ إجابتي.

أعدُّ فيلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضِّحُ مجموعاتِ المعادنِ الرئيسةَ، وأمثلةً على كلِّ مجموعةٍ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيةً، وأعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الأهميةُ الاقتصاديةُ للمعادنِ

The Economic Importance of Minerals

للصخورِ وما تحويهِ منْ معادنَ قيمةٍ اقتصاديةٍ كبيرةٍ؛ فمثلًا تبلغُ قيمةُ ما يجري تداولُهُ في العالمِ منَ الذهبِ الذي يُقدَّرُ بحوالي 165000 tons أكثرَ منْ 5.6 تريليوناتِ دينارٍ أردنيٍّ. وليسَ الذهبُ المعدِنَ الوحيدَ ذا القيمةِ الاقتصاديةِ؛ فهناكَ كثيرٌ منَ المعادنِ تُعدُّ منَ السلعِ المهمةِ الضروريةِ المستخدَمةِ في حياتِنا في الوقتِ الحاضرِ.

تدخلُ المعادنُ في جميعِ مناحي الحياةِ، وكلَّما زادَ التقدمُ والتحضرُ في المجتمعاتِ زادتِ الحاجةُ إليْها. فالكهرباءُ التي تضيءُ بيوتَنا وتُشغِّلُ الأجهزةَ المختلفةَ تنتقلُ عبرَ أسلاكٍ نحاسيةٍ، ويُستخرَجُ النحاسُ منْ معادنَ مختلفةٍ منْها: الملاكيتُ، أنظرُ الشكلَ (30). والسياراتُ التي نستخدمُها يدخلُ في صناعتِها الفولاذُ المصنوعُ منَ الحديدِ. ويُستخرَجُ الحديدُ منْ معادنَ مختلفةٍ منْها: الماغنتيتُ. ويدخلُ عنصرُ الألمنيومِ في كثيرٍ منَ الصناعاتِ، منْها: صناعةُ الأثاثِ والطائراتِ. ويُستخرَجُ الألمنيومُ منْ صخرِ البوكسيتِ وهوَ بدورِهِ يتكوَّنُ منْ معادنَ منْها الغبسيتُ. أمّا الصناعاتُ التكنولوجيةُ الحديثةُ مثلَ: رقائقِ الحاسوبِ وشاشاتِ الهواتفِ والتلفازِ الحديثةِ، والألياف الضوئية؛ فيُستخدَمُ فيها عنصرُ السيليكونِ المستخرَجُ منِ المعادنِ السيليكاتيةِ، وبخاصةٍ معدِنُ الكوارتزِ.

ولأهميةِ المعادنِ في حياتِنا ولأنَّها تُعدُّ ذاتَ قيمةٍ اقتصاديةٍ كبيرةٍ؛ فإنَّ دولَ العالمَ ومنْها الأردنُّ، تبحثُ دائمًا عنِ المعادنِ في صخورِ القشرةِ الأرضيةِ وتستخدمُ الطرائقَ الجيولوجيةَ المختلفةَ في استكشافِها.

الشكلُ (30): معدِنُ الملاكيتِ أحدُ المعادنِ التي يُستخرَجُ منْها النحاسُ.

الربطُ بالتكنولوجيا

يحاولُ الإنسانُ تطويرَ أجهزتِهِ الإلكترونيةِ مثلِ الهاتفِ الذكيِّ والحاسوبِ المحمولِ والتلفازِ، وتقليلَ حجمِها ليتناسبَ معَ احتياجاتِهِ المختلفةِ، وتستخدمُ الشركاتُ في ذلكَ كثيرًا منَ العناصرِ التي تستخرَجُ مِنَ المعادنِ، منها: معدِنُ المونازيتِ Monazite، وهوَ أحدُ المعادنِ التابعةِ لمجموعةِ الفوسفاتِ.

أبحثُ:

أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المختلفةِ ومنْها شبكةُ الإنترنتِ، وأبحثُ عنْ أحدِ المعادنِ، وأكتبُ تقريرًا متضمنًا معلوماتٍ حولَ الصخورِ التي تحويهِ، والاستخداماتِ الرئيسةِ لهُ في حياتِنا، ثمَّ أعرضُ التقريرَ على زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

المعادنُ في الأردنِّ Minerals in Jordan

يحتوي الأردنُّ على كثيرٍ منَ المعادنِ ذاتِ القيمةِ الاقتصاديةِ الكبيرةِ، ومنْ تلكَ المعادنِ: الذهبُ والحديدُ والكوارتزُ والأباتيتُ والسيلفيتُ الذي يُستخرَجُ منْهُ البوتاسُ. أيضًا يُعدُّ الأردنُّ ثامنَ دولةٍ مُصدِّرةٍ للبوتاسِ على مستوى العالمِ، حيثُ تُقدَّرُ كميةُ ما تصدِّرُهُ شركةُ البوتاسِ العربيةِ منَ البوتاسِ بـ m.ton/y 2.35 تقريبًا. ويمثِّلُ الجدولُ (4) بعضَ المعادنِ الاقتصاديةِ في الأردنِّ، والصخورَ التي توجدُ فيها وأهمَّ استخداماتِها:

✓ **أتحقَّقُ:** أذكرُ ثلاثةَ معادنَ توجدُ في الأردنِّ، واستخداماتِ كلٍّ منْها.

***الجدولُ (4) : المعادنُ الاقتصاديةُ في الأردنِّ والصخورُ التي توجد فيها وبعضُ استخداماتِها.**

المعدِنُ	الصخرُ الذي يوجدُ فيهِ المعدِنُ	أهمُّ الاستخداماتِ
الأباتيتُ $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$	الفوسفاتُ	الزراعةُ، وصناعةُ حمضِ الفسفوريكِ.
الكالسيتُ $CaCO_3$	الصخرُ الجيريُّ، والترافرتينُ	الإسمنتُ، والدهاناتُ، والأدويةُ، والأسمدةُ، والورقُ، والبناءُ، والديكوراتُ.
الدولوميتُ $CaMg(CO_3)_2$	الدولوميتُ	الإسمنتُ، والزراعةُ.
الكوارتزُ SiO_2	الصخرُ الرمليُّ	السيراميكُ، والصناعاتُ الإلكترونيةُ، والموصِلاتُ فائقةُ التوصيلِ، وصناعةُ الزجاجِ.
الجبسُ $CaSO_4.2H_2O$	الجبسُ	الإسمنتُ، والأسمدةُ، والورقُ، وصناعةُ الطلاءِ، والديكوراتُ، والطبُّ، والسيراميكُ.
الفلسبارُ: مثلَ: الأورثوكليزِ $KAlSi_3O_8$	الغرانيتُ	الزجاجُ، والسيراميكُ.
الملاكيتُ $Cu_2CO_3(OH)_2$ الكوبريتُ Cu_2O	تصاحبُ صخرَ الدولوميتِ والصخرَ الرمليَّ	الأسلاكُ الكهربائيةُ، والديكوراتُ، والأدواتُ الصحيةُ، والأقفالُ.
الذهبُ Au	الصخورُ البركانيةُ الحمضيةُ ضمنَ صخرِ الكوارتزِ البورفيريِّ	الصناعاتُ الإلكترونيةُ، والحُلِيُّ، والموصِلاتُ فائقةُ التوصيلِ.
الهيماتيتُ Fe_2O_3	تصاحبُ الصخورَ الجيريةَ	صناعةُ السياراتِ، وصناعةُ الصُّلبِ.
الزركونُ $ZrSiO_4$	الصخرُ الرمليُّ	في قوالبِ الصبِّ؛ لزيادةِ مقاومةِ المعادنِ للاحتراقِ، وفي الطلاءِ الحراريِّ، وصقلِ العدساتِ الطبيةِ.
السيلفيتُ KCl	صخرُ السيلفينيتِ	الزراعةُ، والصابونُ، والدهاناتُ، والأدويةُ، والورقُ، ومعاجينُ الأسنانِ.

* الصيغُ الكيميائيةُ ليستْ للحفظِ.

نشاطٌ

إنتاجُ العالمِ منْ بعضِ المعادنِ

يمثِّلُ الجدولُ الآتي كمِّيّاتِ بعضِ المعادنِ المنتَجةِ في العالمِ بوحدةِ مليونِ طنٍّ (Million Tons) خلالَ المدةِ الزمنيةِ الواقعةِ بينَ (2015–2019) م. أدرسُ الجدولَ ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

المعدِنُ	2015	2016	2017	2018	2019
الملاكيتُ	19.3	20.4	20.0	20.6	20.7
الماسُ	0.00002497	0.00002457	0.00002966	0.00002941	0.00002673
الفلسبارُ	29.963	33.619	29.759	31.929	31.856
الذهبُ	0.00315	0.00325	0.00336	0.00347	0.00335
الهيماتيتُ والماغنتيتُ	3359	3319	3360	2945	3040
الغالينا	5.0	4.9	4.5	4.5	4.7
الأباتيتُ	264	271	255	230	226
الفضةُ	0.028144	0.028132	0.027146	0.027961	0.026261

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أستنتجُ** لماذا يُعدُّ الإنتاجُ العالميُّ منْ معادنِ الهيماتيتِ والماغنتيتِ أكبرَ ما يمكنُ بالنسبةِ إلى باقي المعادنِ.
2. أحددُ: ما مجموعةُ المعادنِ التي ينتمي إليْها معدِنُ الأباتيتِ؟
3. **أحسُبُ**: إذا علمتُ أنَّ سعرَ الطنِّ منَ الفوسفاتِ في عام 2019م كانَ يساوي 62 دينارًا أردنيًّا؛ فكمْ دينارًا ثمنُ إنتاجِ العالمِ في ذلكَ العامِ؟
4. **أقارنُ** أنواعَ المعادنِ المذكورةِ أعلاهُ بأنواعِ المعادنِ المكتشَفةِ في الأردنِّ.

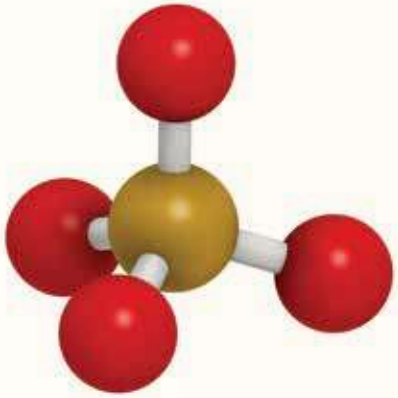
مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ**: أحددُ: ما الخصيصةُ التي اعتُمِدَتْ في تصنيفِ المعادنِ السيليكاتيةِ؟

2. **أفسرُ**: تحتوي معادنُ كلٍّ منْ مجموعتَيِ الكبريتاتِ والكبريتيداتِ في تركيبِها الكيميائيِّ على عنصرِ الكبريتِ، ومعَ ذلكَ تُصنَّفُ تلكَ المعادنُ ضمنَ مجموعتيْنِ مختلفتيْنِ، لماذا؟

3. **أصنفُ** المعادنَ الآتيةَ إلى مجموعاتِ المعادنِ التابعةِ لها: الكوارتزُ، الأوليفينُ، الكالسيتُ، البيريتُ، الذهبُ.

4. يمثِّلُ الشكلُ الآتي نموذجًا لسيليكا رباعيَّةِ الأوجهِ، أدرسُ الشكلَ ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:



أ- أحددُ على الرسمِ العناصرِ المكوِّنةِ لهُ.

ب- أوضِّحُ كيفَ تتكوَّنُ سلسلةٌ منفردةٌ منْ ترابطِ السيليكا رباعيَّةِ الأوجهِ.

ج- أذكرُ اسمَ معدنٍ يتكوّنُ منَ السيليكا رباعيةِ الأوجهِ مفردةٍ.

5. **أقارنُ** بينَ معدِنِ الأوليفينِ ومعدِنِ الكوارتزِ؛ منْ حيثُ كيفيةُ ترابطِ السيليكا رباعيةِ الأوجهِ.

6. **أستنتجُ**: يُعدُّ معدِنا الكالسيتِ والدولوميتِ منْ مجموعةِ الكربوناتِ، ما الخصيصةُ المشتركةُ التي تجمعُ كلا المعدِنَينِ؟

7. أذكرُ استخدامًا واحدًا لكلٍّ منَ المعادنِ الآتيةِ: الملاكيتِ، الكوارتزِ، الكالسيتِ، السيلفيتِ.

منهاجي
منصة التعليم الهادف

الأحجارُ الكريمةُ
Gemstones

كانَ الإنسانُ ومنذُ القدمِ يهتمُّ بالأحجارِ الكريمةِ فيقتنيها، ويستخدمُها بصفتِها حُلِيًّا. والأحجارُ الكريمةُ أنواعٌ منَ المعادنِ تتميزُ عندَ قصِّها وصقلِها بمظهرٍ جميلٍ لافتٍ للنظرِ، ويُعدُّ المعدِنُ حجرًا كريمًا نفيسًا Precious Gemstones إذا توافرَتْ فيهِ شروطٌ محددةٌ وهيَ: المظهرُ الجميلُ، والحجمُ الكبيرُ للبلَّورةِ، وأنْ يكونَ ذا تركيبٍ بلَّوريٍّ متينٍ، وأنْ يكونَ نادرَ الوجودِ. وعندَما يمتلكُ المعدِنُ خصيصةً واحدةً أوِ اثنتينِ منْ تلكَ الخصائصِ؛ فإنَّهُ يُعدُّ شبهَ نفيسٍ Semiprecious.

قدْ تتشابهُ أسماءُ الأحجارِ الكريمةِ معَ أسماءِ المعادنِ المكوِّنةِ لَها؛ مثلَ: أحجارِ الماسِ الكريمةِ التي تتكوَّنُ منْ معدِنِ الماسِ Diamond وهناكَ كثيرٌ منْ أسماءِ الأحجارِ الكريمةِ تختلفُ عنِ اسمِ المعدِنِ المكوِّنِ لها؛ فمثلًا الياقوتُ الأزرقُ Sapphire يتكوّنُ منْ معدِنِ الكورندومِ Corundum وهوَ أحدُ أكاسيدِ الألمنيومِ الذي يحتوي على كمياتٍ قليلةٍ منْ عنصرَيِ التيتانيومِ والحديدِ، في حينِ إذا احتوى معدِنُ الكورندومِ على كمياتٍ قليلةٍ منَ الكرومِ فإنَّهُ يعطي الياقوتَ الأحمرَ Rubies. أمّا الزمردُ Emerald ذو اللونِ الأخضرِ الجميلِ فهوَ يتكوّنُ منْ معدِنِ البيرلِ Beryl وهوَ أحدُ المعادنِ السيليكاتيةِ.

الكتابةُ في الجيولوجيا

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ، ومنْها شبكةُ الإنترنتِ؛ عنْ بعضِ الأحجارِ الكريمةِ المعروفةِ، وأحددُ المعادنَ المكوِّنةَ لها، ثم أكتبُ فقراتٍ متنوعةً حولَها أقدمُها على شكلِ عرضٍ تقديميٍّ أدعّمُهُ بصورٍ متنوعةٍ تمثِّلُها.

السؤالُ الأولُ:

أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ في ما يأتي:

1. يمتازُ معدِنُ الذهبِ بالبريقِ:

أ) اللؤلؤيِّ.

ب) الزجاجيِّ.

ج) الفلزيِّ.

د) الحريريِّ.

2. معدِنُ التوبازِ أقلُّ قساوةً منْ معدِنِ:

أ) الكوارتزِ.

ب) الكورندومِ.

ج) الجبسِ.

د) الكالسيتِ.

3. تعادلُ قساوةِ نصلِ السكينِ الفولاذيِّ حسبَ مقياسِ موس:

أ) (2.5). ب) (3.5).

ج) (5.5). د) (6.5).

4. المعدِنُ الذي يخدشُ معدِنَ الفلوريتِ هوَ:

أ) التلكُ.

ب) الكالسيتُ.

ج) الكوارتزُ.

د) الجبسُ.

5. خصيصةٌ فيزيائيةٌ يُستخدَمُ فيها مقياسُ موس، هيَ:

أ) اللونُ. ب) الانفصامُ.

ج) البريقُ. د) القساوةُ.

6. أكثرُ مجموعاتِ المعادنِ وفرةً في صخورِ القشرةِ الأرضيةِ:

أ) الكربوناتُ. ب) الكبريتاتُ.

ج) السيليكاتُ. د) الأكاسيدُ.

7. معدِنُ الملاكيتِ هوَ أحدُ معادنِ:

أ) السيليكاتِ.

ب) الكربوناتِ.

ج) الفوسفاتِ.

د) الأكاسيدِ.

8 . يختلفُ ترتيبُ السيليكا وترابطُ أهرامِها في معادنِ المايكا عنْها في معادنِ الأمفيبول في أنَّها تكونُ على شكلِ:

أ) سلسلةٍ منفردةٍ.

ب) سلسلةٍ مزدوجةٍ.

ج) صفائحَ.

د) مجسَّمٍ ثلاثيِّ الأبعادِ.

9 . الصيغةُ الكيميائيةُ لهرمِ السيليكا:

أ) SiO_4^{4-}. ب) $Si_2O_4^{4-}$.

ج) SiO_3^{2-}. د) $Si_4O_3^{3-}$.

10 . المعدِنُ الذي يُعدُّ أحدَ خاماتِ الحديدِ هوَ:

أ) الفلسبارُ. ب) الزركونُ.

ج) الهيماتيتُ. د) الدولوميتُ.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

السؤالُ الثاني:

أملأُ الفراغَ في ما يأتي بما هوَ مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

أ - ..... مادةٌ صُلبةٌ متجانسةُ التركيبِ تكوَّنَتْ طبيعيًّا منْ أصلٍ غيرِ عضويٍّ، ولهُ تركيبٌ كيميائيٌّ محددٌ، ونظامٌ ذرّيٌّ داخليٌّ منتظَمٌ، وخصائصُ فيزيائيةٌ مميزةٌ.

ب - .....مستوًى وهميٌّ يقسمُ البلَّورةَ إلى نصفيْنِ متساويْنِ ومتشابهيْنِ؛ بحيثُ يكونُ أحدُ النصفيْنِ صورةَ مرآةٍ للآخرِ.

ج - ..... قابليةُ المعدنِ للتشقُّقِ على امتدادِ المستوياتِ ضعيفةِ الترابطِ في البناءِ البلَّوريِّ.

د - ..... مجموعةٌ منَ المعادنِ تتكوَّنُ منْ أربعِ ذراتٍ منَ الأكسجينِ مرتبطةٍ بذرةٍ مركزيةٍ منَ السيليكونِ.

هـ - ..... مجموعةٌ منَ المعادنِ تتكوَّنُ منَ اتحادِ أحدِ عناصرِ الهالوجيناتِ معَ عنصرٍ آخرَ موجبِ الشحنةِ.

السؤالُ الثالثُ:

أفسرُ كلًّا ممّا يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ - سطوحُ الانفصامِ في المعادنِ هيَ سطوحٌ محددةٌ أصلًا في المعدنِ.

ب- جميعُ المعادنِ موادُّ متجانسةٌ.

ج -تتكوَّنُ جميعُ المعادنِ السيليكاتيةِ منْ أهرامِ السيليكا.

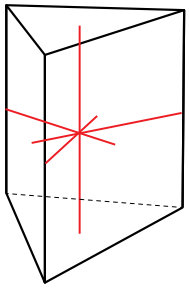
السؤالُ الرابعُ:

أبيِّنُ الخصائصَ التي يجبُ أنْ تتوافرَ في المادةِ؛ كيْ ينطبقَ عليْها مفهومُ المعدنِ.

السؤالُ الخامسُ:

أتتبَّعُ كيفَ يمكنُ تحديدُ قساوةِ معدنٍ ما؛ باستخدامِ مقياسِ موس.

السؤالُ السادسُ:



أدرسُ الشكلَ المجاورَ الذي يبيِّنُ أحدَ الأنظمةِ البلَّوريةِ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

أ - أحددُ عددَ الأوجهِ البلَّوريةِ.

ب- **أستنتجُ** عددَ الحافاتِ البلوريةِ.

ج- أبيِّنُ عددَ المحاورِ في المستوى الأفقيِّ.

السؤالُ السابعُ:

أوضِّحُ: ما المعيارُ الذي اعتُمِدَ في تصنيفِ المعادنِ؟

السؤالُ الثامنُ:

أصنِّفُ المعادنَ الآتيةَ؛ بناءً على تركيبِها الكيميائيِّ:

$(CaCO_3 \text{ ، } CaF_2 \text{ ، } MgSiO_4 \text{ ، } FeS_2)$

السؤالُ التاسعُ:

أفسرُ: عرضَ عليَّ زميلي قطعةً ذهبيّةَ اللونِ ذاتَ بريقٍ فلزِّيٍّ، وأخبَرني أنَّها قطعةٌ منَ الذهبِ؛ كيفَ يُمكنُني التحقُّقُ منْ ذلكَ؟

السؤالُ العاشرُ:

أحددُ: أيُّ المعادنِ تُستخدَمُ في الصناعاتِ الإلكترونيةِ؟ لماذا؟

السؤالُ الحادي عشرَ:

أقوِّمُ صحةَ ما وردَ في العباراتِ الآتيةِ معَ ذكرِ السببِ:

أ - لا أستطيعُ استخدامَ لوحِ الحكاكةِ لتحديدِ قساوةِ معدنِ الكورندومِ.

ب- يُستخدَمُ معدنُ التلكِ في صناعةِ ورقِ الصنفرةِ.

ج- تتكوَّنُ جميعُ الصخورِ منْ أكثرَ منْ معدنٍ.

د- يتوافرُ معدنُ الأباتيتِ بكمّياتٍ اقتصاديةٍ في الأردنِّ.

الوحدةُ 2

المياهُ
Water

قال تعالى:

﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾

(سورة الأنبياء : الآيةُ 30)

أتأمَّلُ الصورةَ

المياهُ سرُّ الحياةِ على سطحِ الأرضِ، وتُعدُّ مياهُ الأمطارِ المصدرَ الرئيسَ للمياهِ العذبةِ. فما الرحلةُ التي تسلكُها مياهُ الأمطارِ منذُ لحظةِ هطولِها على الأرضِ حتى تُشكِّلَ البحيراتِ والأنهارَ والمياهَ الجوفيةَ؟

الفكرةُ العامةُ:

ميـاهُ الأمطارِ هـيَ المصـدرُ الرئيسُ للميـاهِ العذبةِ في كوكـبِ الأرضِ.

الدرسُ الأولُ: المياهُ السطحيةُ

الفكرةُ الرئيسةُ:

يُشكِّلُ قياسُ كميةِ الأمطارِ الهاطلةِ، وتتبُّعُ مصيرِها منذُ لحظةِ سقوطِها على سطحِ الأرضِ أهميةً كبيرةً في الموازنةِ المائيةِ لأيِّ مسطحٍ مائيٍّ.

الدرسُ الثاني: المياهُ الجوفيةُ

الفكرةُ الرئيسةُ:

ترتشحُ المياهُ السطحيةُ (مثلُ مياهِ الأمطارِ) إلى باطنِ الأرضِ، مُشكِّلةً خزاناتٍ مائيةً جوفيةً تتميزُ بخصائصَ فيزيائيةٍ معينةٍ.

قياسُ كميةِ الأمطارِ الهاطلةِ

بدأَ الإغريقُ بقياسِ كميةِ الأمطارِ منذُ 500 عامٍ قبلَ الميلادِ، باستخدامِ أدواتٍ بسيطةٍ بغرضِ تحسينِ غلَّةِ المحاصيلِ الزراعيةِ، وفي الوقتِ الحاليِّ تعدَّدَتْ أشكالُ أجهزةِ مقياسِ المطرِ، وحجومِها؛ بغرضِ إنشاءِ سجلّاتٍ وبياناتٍ لتوضيحِ طبيعةِ المناخِ الذي يسودُ منطقةً ما، وليسَ فقطْ للحاجاتِ الزراعيةِ، ويُوضِّحُ الجدولُ الآتي بياناتٍ عنْ كميةِ الأمطارِ المَقيسةِ في مدينةِ عجلونَ بوساطةِ جهازِ مقياسِ المطرِ خلالَ عدةِ أيامٍ منْ شهرِ شباطَ لأحدِ الأعوامِ، أتأمَّلُهُ جيدًا، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ.

الأيامُ	السبتُ	الأحدُ	الإثنينُ	الثلاثاءُ	الأربعاءُ	الخميسُ	الجمعةُ
كميةُ الأمطارِ (mm)	85	62	101	94	60	5	0

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أرسمُ بيانيًّا** العلاقةَ بينَ كميةِ الأمطارِ وأيامِ الأسبوعِ؛ بحيثُ يمثِّلُ المحورُ السينيُّ أيامَ الأسبوعِ، والمحورُ الصاديُّ يمثِّلُ كميةَ الأمطارِ.
2. **أحسبُ** متوسطَ هطلِ الأمطارِ خلالَ هذهِ الأيامِ في مدينةِ عجلونَ.
3. **أفسّرُ:** يوضعُ مقياسُ المطرِ عادةً في مكانٍ مرتفعٍ ومكشوفٍ، لماذا؟
4. **أتوقعُ:** كمْ ستكونُ كمياتُ الأمطارِ المسجلةُ؛ لوِ استخدمتُ مقياسَ المطرِ في منطقةٍ استوائيةٍ؟
5. **أستنتجُ:** كيفَ يمكنُ أنْ أحسبَ المتوسطَ السنويَّ لسقوطِ الأمطارِ في مدينةِ عجلونَ؟

الدرسُ 1

المياهُ السطحيةُ
Surface Water

الفكرةُ الرئيسةُ:
يُشكِّلُ قياسُ كميةِ الأمطارِ الهاطلةِ وتتبّعُ مصيرِها منذُ لحظةِ سقوطِها على سطحِ الأرضِ أهميةً كبيرةً في الموازنةِ المائيةِ لأيِّ مسطَّحٍ مائيٍّ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أفسِّرُ أن مياهُ الأمطارِ هي المصدرَ الرئيسَ للمياهِ العذبةِ على الأرضِ.
- أتتبَّعُ مصيرَ الأمطارِ الهاطلةِ.
- أُوضِّحُ كيفيةَ قياسِ كميةِ مياهِ الأمطارِ الهاطلةِ.
- أحسبُ الموازنةَ المائيةَ لحوضٍ مائيٍّ سطحيٍّ.
- أتعرَّفُ الأشكالَ الأرضيةَ السطحيةَ التي تنتجُ من مياهِ الأمطارِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:
- مياهٌ سطحيةٌ Surface Water
- جريانٌ سطحيٌّ Surface Runoff
- مقياسُ المطرِ Rain Gauge
- الأحواضُ المائيةُ السطحيةُ Surface Water Basins

مياهُ الأمطارِ المصدرُ الرئيسُ للمياهِ العذبةِ
Rainwater is the Main Source of Freshwater

تعلَّمْتُ في صفوفٍ سابقةٍ أنَّ **المياهَ السطحيةَ Surface Water** تغطّي 71% منْ سطحِ الأرضِ، تُشكِّلُ المياهُ المالحةُ في البحارِ والمحيطاتِ نسبةَ 97.5% تقريبًا منها، في حينِ تُشكِّلُ المياهُ العذبةُ نسبةً أقلَّ لا تتجاوزُ الـ 2.5% تقريبًا، وتوجد أغلبُ المياهِ العذبةِ على شكلِ جليدياتٍ في الأقطابِ لا يمكنُ الوصولُ إليْها في الغالبِ بنسبة 68.7%، أنظرُ الشكلَ (1). في حينِ تُشكِّلُ المياهُ العذبةُ السائلةُ السطحيةُ التي تتجمّعُ في الجداولِ والأنهارِ والبحيراتِ نسبةَ 1.2 % تقريبًا منْ مجموعِ المياهِ العذبةِ على سطحِ الأرضِ. وتشكّل المياهُ العذبةُ الجوفيةُ ما نسبتُهُ 30.1% منها.

ولكنْ، ما مصدرُ المياهِ العذبةِ على سطحِ الأرضِ؟ وكيفَ تحرّكَتِ المياهُ العذبةُ على سطحِ الأرضِ مشكِّلةً الأحواضَ المائيةَ السطحيةَ؟

الشكلُ (1): كتلٌ جليديةٌ في القطبِ المتجمّدِ الجنوبيِّ الذي يحتوي على 68.7% تقريبًا منَ المياهِ العذبةِ الموجودةِ على كوكبِ الأرضِ.

أستنتجُ: هل يمكنُ الاستفادةُ منْ الكتلِ الجليديةِ في القطبِ المتجمدِ الجنوبيِّ؛ بوصفِها مصدرًا للمياهِ العذبةِ؟

تنتقلُ المياهُ منْ مكانٍ إلى آخرَ بينَ غُلُفِ الأرضِ المختلفةِ على شكلِ دورةٍ مغلقةٍ، تبدأُ بعمليةِ تبخرِ الماءِ منَ المسطحاتِ المائيةِ بفعلِ حرارةِ الشمسِ وعمليةِ النتحِ منَ النباتاتِ، ثمَّ تكاثُفِ بخارِ الماءِ في طبقاتِ الجوِّ العُليا، ثُمَّ يعودُ إلى سطحِ الأرضِ بعمليةٍ تسمّى الهطولَ على شكلِ ثلوجٍ أوْ بردٍ أوْ أمطارٍ، ويتسرّبُ جزءٌ منْهُ إلى داخلِ الأرضِ ويُخزَّنُ على شكلِ مياهٍ جوفيةٍ تنتقلُ على شكلِ جريانٍ جوفيٍّ، أمّا الجزءُ المتبقّي فإنَّهُ يتدفّقُ على سطحِ الأرضِ على شكلِ **جريانٍ سطحيٍّ Surface Runoff**، يدخلُ جزءٌ منْهُ إلى مجاري الأنهارِ والسيولِ والبحيراتِ والأنهارِ الجليديةِ، ويتحرّكُ بعضٌ منْهُ نحوَ المحيطاتِ، أنظرُ الشكلَ (2). وباستمرارِ الهطلِ تتجدّدُ المياهُ السطحيةُ، وتستمرُّ تغذيةُ مياهِ الأنهارِ والجداولِ العذبةِ، والمياهِ الجوفيةِ لتحلَّ محلَّ المياهِ التي استخدمَها الإنسانُ في نشاطاتِهِ المختلفةِ؛ لذلكَ تُعدُّ مياهُ الأمطارِ المصدرَ الرئيسَ للمياهِ العذبةِ على سطحِ الأرضِ.

الشكلُ (2): انتقالُ المياهِ بينَ غُلُفِ الأرضِ المختلفةِ بفعلِ العملياتِ المختلفةِ.

ألخِّصُ آليةَ انتقالِ المياهِ بينَ غُلفِ الأرضِ المختلفةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُفسّرُ لماذا تُعدُّ مياهُ الأمطارِ المصدرَ الرئيسَ للمياهِ العذبةِ على سطحِ الأرضِ.

أبحثُ:

على مدى القرنِ الماضي، ارتفعَ مستوى سطحِ البحرِ جزئيًّا بسببِ انصهارِ الجليدياتِ، ويرى العلماءُ أنَّهُ إذا استمرَّتْ درجةُ حرارةِ الأرضِ بالارتفاعِ، فإنَّ ذلكَ سيهدّدُ كثيرًا منَ المدنِ الساحليةِ بالغرقِ. أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ عنِ العلاقةِ بينَ ظاهرةِ الاحترارِ العالميِّ الناتجةِ من ارتفاعِ درجاتِ الحرارةِ، وكميةِ الماءِ وتوزيعِها في مناطقَ مختلفةٍ منَ العالمِ، وأُعدُّ عرضًا تقديميًّا بذلكَ، وأعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أفكّرُ

يؤدّي الإنسانُ دورًا مهمًّا في انتقالِ الماءِ بينَ غُلُفِ الأرضِ المختلفةِ. أفكّرُ: كيفَ يؤثّرُ الإنسانُ في انتقالِ الماءِ بينَ غُلُفِ الأرضِ المختلفةِ؟

قياسُ كميةِ مياهِ الأمطارِ الهاطلةِ Measuring Rainfall

تُقاسُ كميةُ الأمطارِ الهاطلةِ على منطقةٍ ما خلالَ زمنٍ معينٍ بوساطةِ جهازٍ يُسمّى **مقياسَ المطرِ Rain Gauge**، إذ يشيرُ التدريجُ داخلَ الأنبوبِ بالمليميترِ (mm) إلى كميةِ الأمطارِ الهاطلةِ في ذلكَ الوقتِ، أنظرُ الشكلَ (3). ويعتمدُ قياسُ كميةِ الأمطارِ الهاطلةِ في منطقةٍ ما إجراءِ قياساتٍ مطريةٍ في مواقعَ عدةٍ. ومنْ ثَمَّ إيجادِ متوسطِ كميةِ الأمطارِ الهاطلةِ في هذهِ المنطقةِ في ساعةٍ أوْ أكثرَ، وفي ضوءِ هذهِ القياساتِ يتمكنُ الراصدونَ منْ حسابِ كميةِ الأمطارِ الهاطلةِ يوميًّا وشهريًّا وفي أثناءِ سنةٍ كاملةٍ، كذلكَ يتمكَّنونَ منْ حسابِ كثافةِ الهطولِ المطريِّ بقسمةِ كميةِ الأمطارِ الهاطلةِ التي سُجِّلَتْ باستخدامِ جهازِ مقياسِ المطرِ على مدةِ الهطلِ ويُعبَّرُ عنْها بالعلاقةِ الرياضيةِ الآتيةِ:

$$P = T / n$$

حيثُ إنَّ:

P = كثافةَ الهطلِ (Precipitation)، وتُقاسُ بوحدةِ (mm /h).

T = كميةَ الأمطارِ الهاطلةِ (Total Amount of Precipitation)، وتُقاس بوحدةِ (mm).

n = عددَ ساعاتِ الهطلِ (Number of Hours of Precipitation)، وتُقاس بوحدةِ (h).

الشكلُ (3): جهازُ مقياسِ المطرِ.

أتحقَّقُ: أُسمّي الجهازَ المستخدمَ في قياسِ كميةِ الأمطارِ الهاطلةِ على منطقةٍ ما خلالَ زمنٍ معينٍ.

مثالٌ

سجَّلَ جهازُ مقياسِ المطرِ كميةَ أمطارٍ هاطلةٍ مقدارُها (50 mm) في منطقةٍ ما خلالَ (4 h)، أحسبُ كثافةَ هطلِ الأمطارِ في تلكَ المنطقةِ.

الحلُّ:

$$P = T / n$$
$$= 50/4$$
$$= 12.5 \text{ mm /h}$$

تمرين

أحسبُ كثافةَ هطلِ الأمطارِ في منطقةِ عمانَ خلالَ الأسبوعِ الأولِ منْ شهرِ شباطَ، معَ العلمِ أنَّ كميةَ الأمطارِ الهاطلةِ تساوي (2000 mm).

الموازنةُ المائيةُ لخزانٍ مائيٍّ سطحيٍّ

Water Budget for Surface Water Reservoir

تتغيرُ كميةُ المياهِ في المسطحاتِ المائيةِ كالأنهارِ والبحيراتِ في الأغلبِ بسببِ تدفقاتِ المياهِ الداخلةِ إليْها والخارجةِ منْها، حيثُ يُقاسُ مقدارُ التغيرِ في كميةِ المياهِ المخزَّنةِ في أيِّ جسمٍ مائيٍّ؛ بحسابِ الفرقِ بينَ كميةِ المياهِ الداخلةِ وكميةِ المياهِ الخارجةِ التي تُسمّى: الموازنةَ المائيةَ، أنظرُ الشكلَ (4)، ويُعبَّرُ عنْها رياضيًّا بالعلاقةِ الآتيةِ:

$$C = I - O$$

حيثُ إنَّ:

C = التغيرَ في كميةِ المياهِ المخزَّنةِ (Change in the Amount of Stored Water) وتُقاسُ بوحدةِ (m^3).

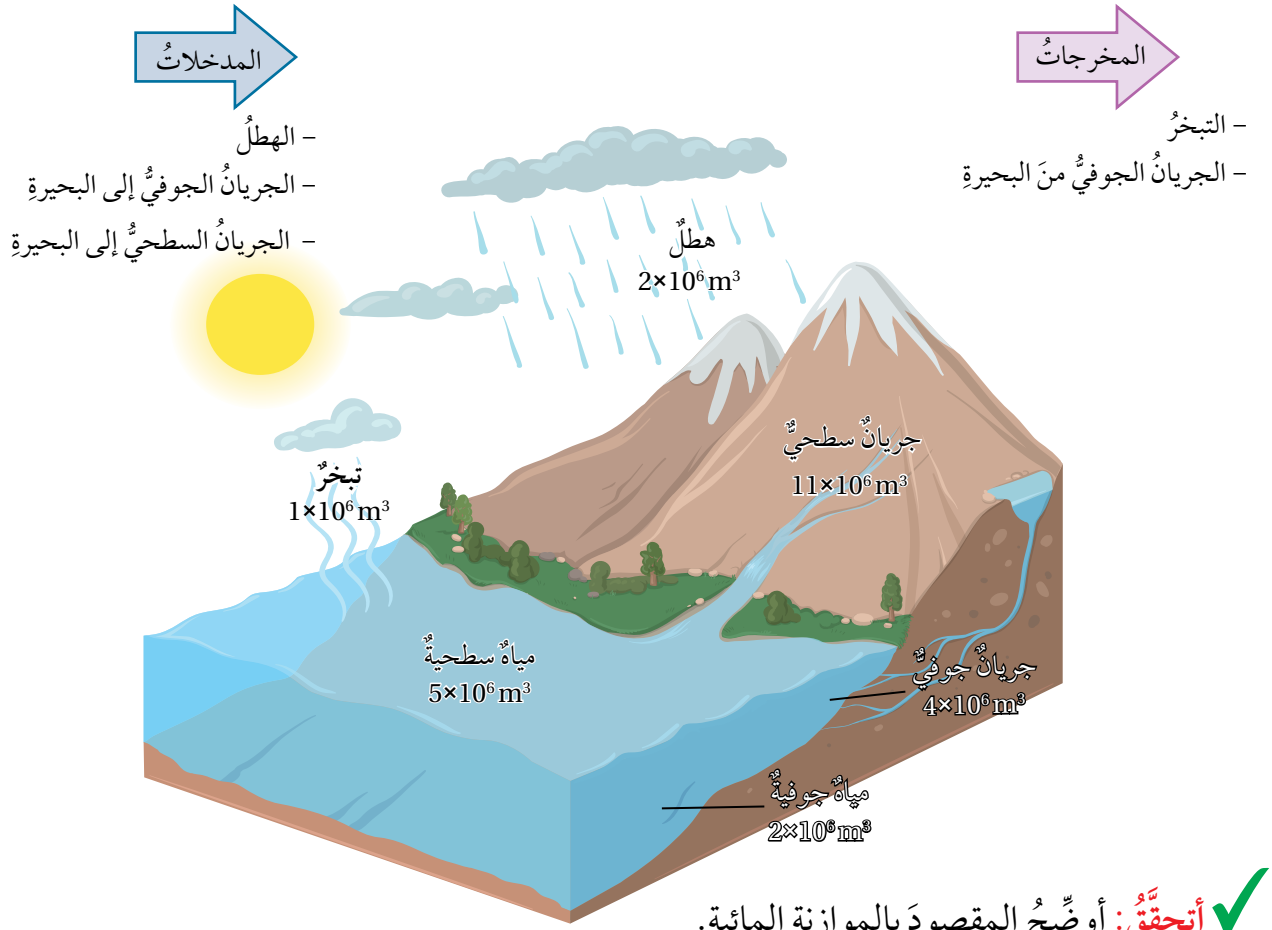
I = كميةَ المياهِ الداخلةِ (Input) وتُقاسُ بوحدةِ (m^3).

O = كميةَ المياهِ الخارجةِ (Output) وتُقاسُ بوحدةِ (m^3).

أفكّرُ

أسهمَ الإنسانُ عنْ طريقِ أنشطتِهِ المختلفةِ في التأثيرِ في قيمةِ الموازنةِ المائيةِ للمسطَّحاتِ المائيةِ المختلفةِ، وبخاصةٍ الأنهارُ والبحيراتُ. أفكِّرُ في مقدارِ التغيرِ الذي سيحدثُ في حجمِ مياهِ نهرٍ أُقيمَتْ عليْهِ مجموعةُ مصانعَ تُبرَّدُ آلاتُها باستخدامِ تلكَ المياهِ.

الشكلُ (4): سطحُ بحيرةٍ ما موضَّحٌ عليْهِ كميةُ المياهِ الداخلةِ إليْها والخارجةِ منْها. أحسبُ كميةَ المياهِ الداخلةِ إلى البحيرةِ.



✓ **أتحقَّقُ:** أوضِّحُ المقصودَ بالموازنةِ المائيةِ.

نشاطٌ

حسابُ الموازنةِ المائيةِ لمسطّحٍ مائيٍّ

تنبعُ أهميةُ حسابِ الموازنةِ المائيةِ للمسطّحاتِ المائيةِ منْ تقييمِ مواردِ المياهِ المتاحةِ للاحتياجاتِ البشريةِ والبيئيةِ، ويوضِّحُ الجدولُ الآتي بياناتٍ تتضمّنُ معلوماتٍ شهريةً لكمياتِ الهطلِ والتبخرِ لإحدى البحيراتِ، أتأمَّلُهُ جيدًا، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

الشهرُ	كانونُ الثاني	شباطُ	آذارُ	نيسانُ	أيارُ	حزيرانُ	تموزُ	آبُ	أيلولُ	تشرينُ الأولُ	تشرينُ الثاني	كانونُ الأولُ	المجموعُ
كميةُ الهطلِ (mm)	16.764	19.812	42.164	62.23	80.772	52.324	42.418	36.83	39.116	34.036	26.416	17.78	470.662
كميةُ التبخرِ (mm)	0	0	0	64.77	126.746	207.01	103.124	36.83	33.02	32.004	13.462	0	616.966

التحليلُ والاستنتاجُ:

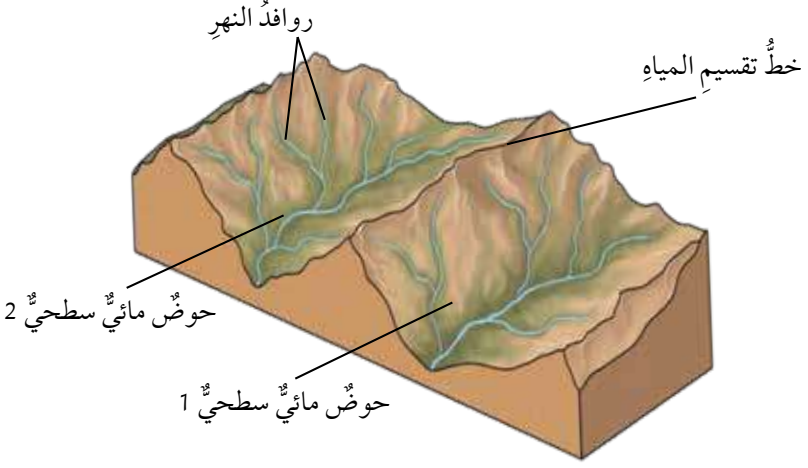
1. **أرسمُ بيانيًّا** العلاقةَ بينَ أشهرِ السنةِ وكلٍّ منْ: كميةِ الهطلِ، وكميةِ التبخرِ.
2. أوضِّحُ العواملَ المؤثِّرةَ في كميةِ المياهِ المخزَّنةِ في البحيرةِ خلالَ السنةِ.
3. **أحسبُ** مقدارَ التغيرِ في كميةِ مياهِ البحيرةِ المخزَّنةِ خلالَ سنةٍ كاملةٍ؛ بالاعتمادِ على المعلوماتِ الواردةِ في الجدولِ.
4. **أُقارنُ** بينَ شهرَيْ تشرينَ الثاني وشباطَ؛ منْ حيثُ مقدارُ التغيرِ في كميةِ مياهِ البحيرةِ المخزَّنةِ في كلا الشهريْنِ.
5. **أتوقعُ**: ماذا يمكنُ أنْ يحدثَ لمستوى الماءِ في البحيرةِ؛ لوْ كانَتْ كميةُ الهطلِ تساوي كميةَ التبخرِ خلالَ السنةِ؟

الأشكالُ المائيةُ السطحيةُ الناتجةُ منْ مياهِ الأمطارِ

Surface Water Forms Resulting from Rainwater

تجري مياهُ الأمطارِ على سطحِ الأرضِ بعدَ تساقطِها؛ فتعملُ على حتِّ الصخورِ وتعريتِها مكوِّنةً قنواتٍ ومنخفضاتٍ تتجمَّعُ فيها، وبتكرارِ هذهِ العملياتِ معَ الزمنِ ستتكوَّنُ الأنهارُ والجداولُ والسيولُ، وتُسمّى المِساحةُ منَ الأرضِ التي تتجمَّعُ فيها المياهُ السطحيةُ الناتجةُ عنْ تساقطِ الأمطارِ عندَ نقطةٍ واحدةٍ منخفضةِ الارتفاعِ **الأحواضَ المائيةَ السطحيةَ Surface Water Basins**، حيثُ تلتقي المياهُ المتجمِّعةُ معَ كتلةٍ مائيةٍ أخرى عندَ مخرجِ حوضِ الترسيبِ في جسمٍ مائيٍّ مثلِ النهرِ، أوِ البحيرةِ، أوْ أيِّ مسطَّحٍ مائيٍّ آخرَ، أنظرُ الشكلَ (5). ويفصلُ بينَ كلِّ حوضٍ مائيٍّ والحوضِ الذي يجاورُهُ فاصلٌ يُسمّى خطَّ تقسيمِ المياهِ، ويعتمدُ شكلُ الحوضِ على عواملَ عدّةٍ منْها: كميةُ الأمطارِ الساقطةِ، ونوعُ الصخورِ التي تمرُّ فوقَها المياهُ، والغطاءُ النباتيُّ المتوافرُ في المنطقةِ، ونوعُ التراكيبِ الجيولوجيةِ للمنطقةِ الموجودةِ مثلَ الصدوعِ والطيّاتِ.

الشكلُ (5): الأحواضُ المائيةُ السطحيةُ وخطُّ تقسيمِ المياهِ.
أصِفُ شكلَ الحوضِ المائيِّ السطحيِّ.



✓ **أتحقَّقُ:** أوضِّحُ المقصودَ بالحوضِ المائيِّ السطحيِّ.

الربطُ بالتكنولوجيا

تُعدُّ تقنيةُ النانو منَ التقنياتِ الحديثةِ المستخدَمةِ في مجالِ المياهِ؛ حيثُ تُستخدمُ طريقةُ الترشيحِ النانويِّ Nanofiltration في تحليةِ مياهِ البحرِ لإزالةِ الأملاحِ المذابةِ، كذلكَ تُستخدمُ المحفِّزاتُ النانويةُ Nanocatalysts في معالجةِ المياهِ شديدةِ التلوثِ.

أبحثُ:

يوجدُ في الأردنِّ (15) حوضًا مائيًّا سطحيًّا أكبرُها تصريفًا حوضُ اليرموكِ. أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ عنِ الأحواضِ المائيةِ في الأردنِّ، وأُصمِّمُ عرضًا تقديميًّا مدعمًا بالصورِ أوضِّحُ فيهِ كميةَ التصريفِ في كلِّ حوضٍ وموقعِهِ في الأردنِّ، وأعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الربطُ بالبيئةِ

تتعرَّضُ كثيرٌ منَ الأحواضِ المائيةِ السطحيةِ في الأردنِّ إلى التلوثِ، كحوضِ عمانَ – الزرقاءِ بفعلِ الأنشطةِ الصناعيةِ المختلفةِ. أبحثُ في الطرائقِ الواجبِ اتباعُها على مستوى الفردِ والمؤسساتِ للتقليلِ منْ أسبابِ التلوثِ، وأعرضُ نتائجَ بحثي أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

مراجعةُ الدرسِ

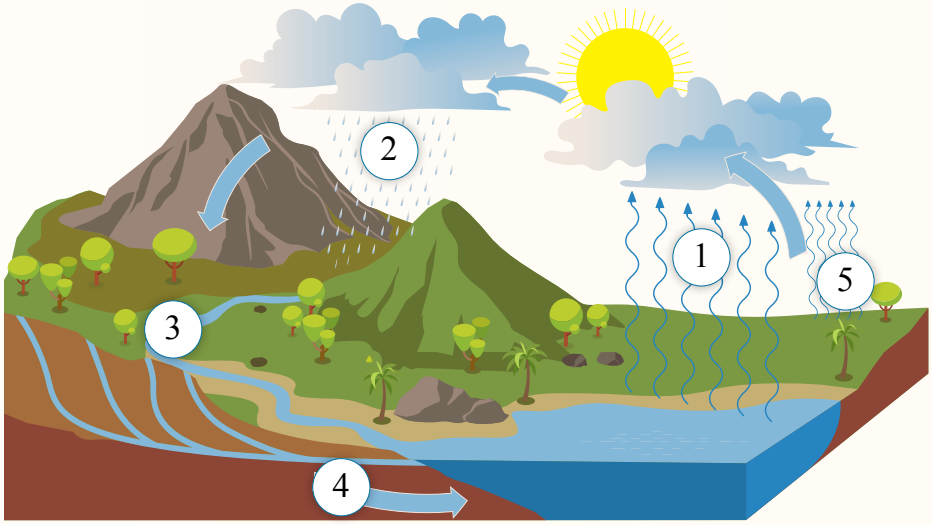
1. **الفكـرةُ الرئيسـةُ: أُقـوِّمُ** صحـةَ ما وردَ فـي العبـارةِ الآتيةِ: "تُعـدُّ مياهُ الأمطـارِ المصـدرَ الرئيسَ للميـاهِ العذبـةِ على سـطحِ الأرضِ".

2. **أقـارنُ** بيـنَ نسـبةِ الميـاهِ المالحـةِ علـى سـطحِ الأرضِ وبينَ نسـبةِ الميـاهِ العذبـةِ السـائلةِ التي تتجمَّـعُ فـي الجـداولِ والأنهـارِ والبحيراتِ.

3. **أحسُـبُ** كثافـةَ هطـلِ الأمطـارِ فـي منطقـةٍ مـا إذا كانَـتْ كميـةُ الأمطـارِ المَقيسـةِ خـلالَ (6 h) تسـاوي (23 mm).

4. أوضّحُ كيفَ يمكنُ تمييزُ الأحواضِ المائيةِ السطحيةِ عَنْ بعضِها البعضِ.

5. أتأمّـلُ الشـكلَ الـذي يوضِّـحُ كيفيـةَ انتقـالِ المـاءِ عبـرَ غُلُـفِ الأرضِ المختلفـةِ، وأُجيبُ عنِ السـؤاليْن بعدَهُ.



أ . أكتبُ أسماءَ العملياتِ (1، 2، 3، 4، 5).

ب. **أصنِّفُ** العملياتِ (1، 2، 3، 4، 5) في الشكلِ السابقِ إلى: مدخلاتٍ ومخرجاتٍ.

المياهُ الجوفيةُ
Underground Water

الدرسُ 2

الفكرةُ الرئيسةُ:

ترتشحُ المياهُ السطحيةُ إلى باطنِ الأرضِ، مُشكِّلةً خزاناتٍ مائيةً جوفيةً تتميزُ بخصائصَ فيزيائيةٍ معينةٍ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أصمّمُ نموذجًا يوضِّحُ علاقةَ مياهِ الأمطارِ بالمياهِ الجوفيةِ.
- أشرحُ كيفَ يمكنُ أنْ تُخزَّنَ المياهُ الجوفيةُ في مساماتِ الصخرِ وشقوقِهِ.
- أوضّحُ العلاقةَ بينَ مساميَّةِ الصخرِ ونفاذيَّتِهِ.
- أعطي أمثلةً على الأحواضِ المائيةِ الجوفيةِ في الأردنِّ.
- أتعرَّفُ الأشكالَ الأرضيةَ السطحيةَ والجوفيةَ التي تنتجُ منَ المياهِ الجوفيةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

الارتشاحُ	Infiltration
الخزانُ المائيُّ الجوفيُّ	Aquifer
المساميَّةُ	Porosity
النفاذيَّةُ	Permeability
منسوبُ المياهِ الجوفيةِ	Water Table

✓ **أتحقَّقُ:** أوضِّحُ المقصودَ بعمليةِ الارتشاحِ.

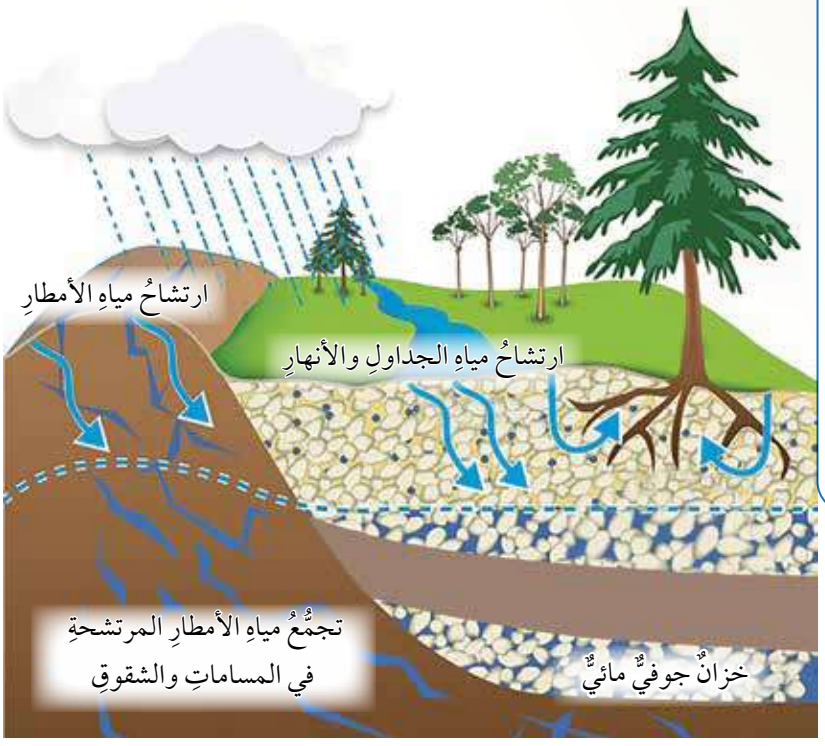
تشكُّلُ المياهِ الجوفيةِ
Formation of Underground Water

تعلَّمْتُ سابقًا أنَّ المياهَ تنتقلُ بينَ غُلُفِ الأرضِ المختلفةِ على شكلِ دورةٍ مغلقةٍ، وأنَّ المياهَ الجوفيةَ هيَ أحدُ أشكالِ المياهِ التي توجدُ في باطنِ الأرضِ، ويمكنُ أنْ يتبادرَ إلى الذهنِ السؤالانِ الآتيانِ: ما مصدرُ المياهِ الجوفيةِ؟ وما الخصائصُ التي يجبُ أنْ تتوافرَ في الصخورِ حتى تخزِّنَ المياهَ في داخلِها؟

تُعدُّ مياهُ الأمطارِ المصدرَ الرئيسَ للمياهِ الجوفيةِ؛ إذْ تتسربُ خلالَ الشقوقِ والمساماتِ الموجودةِ في الصخورِ إلى باطنِ الأرضِ بفعلِ الجاذبيةِ الأرضيةِ بعمليةٍ تُسمّى **الارتشاحَ Infiltration**. أنظرُ الشكلَ (6).

الشكلُ (6): ترتشحُ المياهُ السطحيةُ بفعلِ الجاذبيةِ الأرضيةِ إلى باطنِ الأرضِ، مشكِّلةً المياهَ الجوفيةَ.

أحددُ مصادرَ المياهِ الجوفيةِ التي تظهرُ في الشكلِ.



التجربةُ 1

علاقةُ مياهِ الأمطارِ بالمياهِ الجوفيةِ

عندَما تهطلُ مياهُ الأمطارِ على سطحِ الأرضِ يعودُ جزءٌ منْها مباشرةً إلى المسطَّحاتِ المائيةِ بفعلِ الجريانِ السطحيِّ، ويرتشحُ الجزءُ الآخرُ إلى باطنِها.

الموادُّ والأدواتُ: حصًى، رملٌ جافٌّ، كأسٌ زجاجيةٌ، مسطرةٌ مترية، مِرَشٌّ ماءٍ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- الحذرُ عندَ وضعِ الحصى في الكأسِ الزجاجيةِ؛ خشيةَ كسرِها، والإصابةِ بالجروحِ.
- غسلُ اليدينِ جيدًا بعدَ الانتهاءِ منْ تنفيذِ التجربةِ.
- التخلصُ منَ الموادِّ الناتجةِ بعدَ تنفيذِ التجربةِ بإشرافِ المعلِّمِ / المعلِّمةِ.

خُطُواتُ العملِ:

1. أضيفُ كميةً منَ الحصى إلى الكأسِ الزجاجيةِ، وأشكِّلُ طبقةً سُمكُها 5 cm.
2. أغطّي طبقةَ الحصى في الكأسِ الزجاجيةِ بطبقةٍ منَ الرملِ الجافِّ سُمكُها 3 cm.
3. أرشُّ الماءَ على الرملِ في الكأسِ الزجاجيةِ، وأحرصُ على أنْ يكونَ مرشُّ الماءِ على ارتفاعِ 10 cm منْها.
4. أتتبَّعُ حركةَ المياهِ في الكأسِ الزجاجيةِ خلالَ طبقتَي الرملِ والحصى بالنظرِ إليْها من أحدِ الجوانبِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أصِفُ حركةَ الماءِ في الكأسِ الزجاجيةِ.
2. **أربطُ** نموذجي بآليةِ تشكُّلِ المياهِ الجوفيةِ في باطنِ الأرضِ منْ مياهِ الأمطارِ.
3. **أتوقعُ:** إذا أُضيفَتْ طبقةٌ سميكةٌ منَ الطينِ فوقَ طبقةِ الرملِ؛ فهلْ تتسرَّبُ المياهُ منْ خلالِها؟

الخزانُ المائيُّ الجوفيُّ Aquifer

تُسمّى الطبقةُ الصخريةُ في باطنِ الأرضِ، التي تتجمّعُ فيها المياهُ المرتشحةُ منْ سطحِ الأرضِ **الخزانَ المائيَّ الجوفيَّ Aquifer**، وتتميزُ هذهِ الطبقةُ بمجموعةٍ منَ الخصائصِ الفيزيائيةِ تسمحُ بخزنِ الماءِ فيها وحركتِهِ خلالَها، وتشملُ هذهِ الخصائصُ: المساميَّةَ، والنفاذيَّةَ.

المساميَّةُ Porosity

تحتوي بعضُ الصخورِ على فراغاتٍ أوْ فجواتٍ أو شقوقٍ بينَ حبيباتها تُسمّى المساماتِ، ويُطلق على النسبةِ المئويةِ بينَ حجمِ المساماتِ في الصخرِ إلى حجمِهِ الكليِّ **المساميَّةُ Porosity**.

أنواعُ المساميَّةِ Types of Porosity

تكتسبُ بعضُ الصخورِ مساميَّتَها أثناءَ تشكُّلِها، فتُسمّى مساميتُها حينَها مساميَّةً أوليةً مثلَ المساميَّةِ في الصخرِ الرمليِّ والصخرِ الجيريِّ، إلّا أنَّ صخورًا أخرى قدْ تكتسبُ مساميتَها بعدَ تشكُّلِها بفعلِ عملياتِ التجويةِ المختلفةِ مثلَ بعضِ الصخورِ الناريةِ كصخرِ البازلتِ، وبعضِ الصخورِ الرسوبيةِ كالصخرِ الجيريِّ الذي تزدادُ مساماتُهُ بفعلِ عملياتِ الإذابةِ، وتُسمّى هذهِ المساميَّةُ حينَها المساميَّةَ الثانويةَ. أنظرُ الشكلَ (7/ أ، ب).

أبحثُ:

أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ، ومنْها شبكةُ الإنترنتِ، وأبحثُ عنْ أنواعِ الصخورِ التي توصَفُ بأنَّها ذاتُ مساميَّةٍ أوليةٍ، وأخرى ذاتُ مساميَّةٍ ثانويةٍ، وأعرضُ نتائجَ بحثي أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

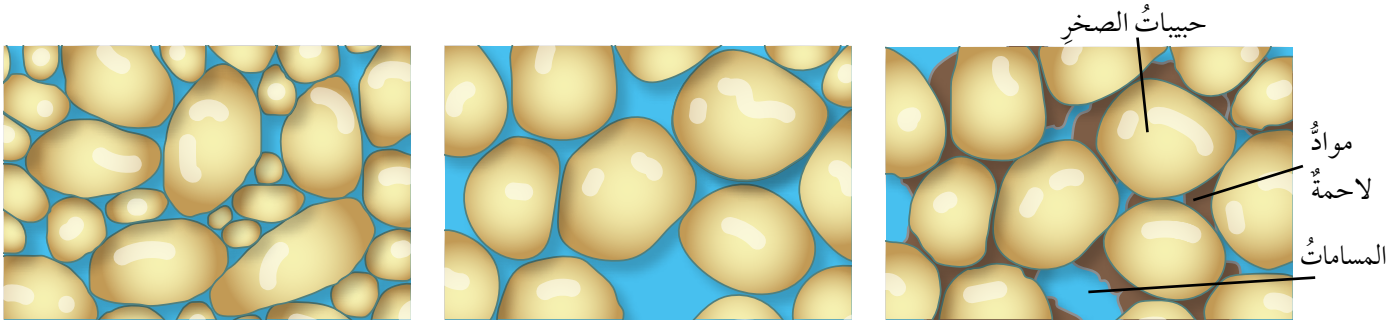
الشكلُ (7):

(أ): تتعرضُ صخورُ البازلتِ إلى عملياتٍ جيولوجيةٍ مختلفةٍ تعملُ على تصدُّعِها وتكسّرِها مشكّلةً مساميةً ثانويةً فيها.

(ب): تتعرّضُ الصخورُ الجيريةُ إلى عملياتٍ جيولوجيةٍ مختلفةٍ تعملُ على إذابتِها وتشكُّلِ مساميَّةٍ ثانويةٍ فيها.

(أ)

(ب)



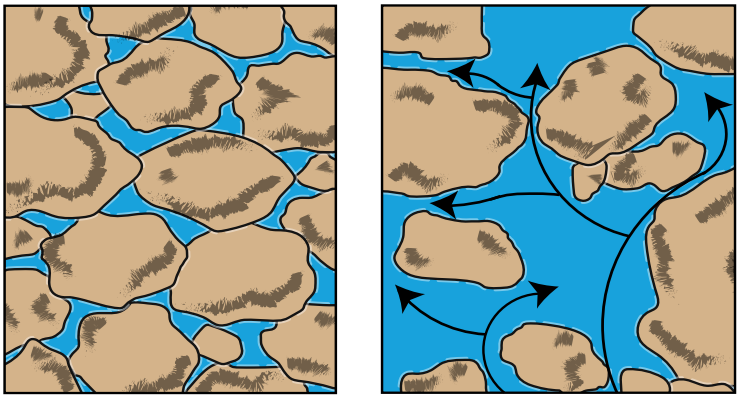
الشكلُ (8):
(أ): حجمُ المساماتِ بوجودِ الموادِّ اللاحمةِ بينَ حُبيباتِ الصخرِ.
(ب): حجمُ المساماتِ بتجانُسِ حبيباتِ الصخرِ منْ حيثُ الشكلُ والحجمُ.
(ج): حجمُ المساماتِ عندما لا تتجانسُ حبيباتِ الصخرِ في شكلِها وحجمِها.
أوضِّحُ كيفَ تؤثِّرُ الموادُّ اللاحمةُ في حجمِ المساماتِ في الصخورِ.

تعتمدُ المساميَّةُ الأوليةُ للصخورِ على مجموعةٍ منَ العواملِ، منْها: كميةُ الموادِّ اللاحمةِ بينَ حبيباتِها، وتجانسُ حبيباتِها منْ حيثُ الشكلُ والحجمُ، إذْ تنخفضُ مساميَّةُ الصخورِ بوجودِ الموادِّ اللاحمةِ بينَ حبيباتِها؛ لأنَّها تملأُ المساماتِ والشقوقَ فيها، كذلكَ فإنَّهُ كلَّما كانَتِ الحبيباتُ في الصخورِ غيرَ متجانسةٍ في شكلِها وحجمِها كانَ حجمُ المساماتِ فيها أقلَّ، إذْ تملأُ الحبيباتُ الصغيرةُ فيها المساماتِ المتشكِّلةَ بينَ الحبيباتِ الكبيرةِ؛ ما يؤدّي إلى انخفاضِ مساميَّتِها. أنظرُ الشكلَ (8).

أفكّرُ
بالرغمِ منْ أنَّ الصخورَ الطينيةَ ذاتُ مساميَّةٍ أوليةٍ أعلى منْ المساميَّةِ الأوليةِ للصخورِ الرمليةِ، إلّا أنَّ الصخورَ الطينيةَ صخورٌ كتيمةٌ غيرُ مُنفِذةٍ، والصخورُ الرمليةُ صخورٌ مُنفِذةٌ.

النفاذيةُ Permeability

تُعرَّفُ **النفاذيةُ Permeability** بأنَّها قابليةُ الصخرِ لتمريرِ المياهِ منْ خلالِهِ، وتعتمدُ نفاذيةُ الصخورِ على مساميَّتِها؛ فالصخورُ التي تكونُ فيها المساماتُ كبيرةً ومتصلةً تسمحُ للماءِ بالمرورِ منْ خلالِها بسهولةٍ مثلَ الحصى والرملِ، وتُسمّى صخورًا مُنْفِذةً Permeable Rocks، أمّا الصخورُ التي لا تمتلكُ مساماتٍ مثلَ صخورِ الغرانيتِ، أوْ تكونُ مساماتُها صغيرةَ الحجمِ وغيرَ متصلةٍ لا تسمحُ للماءِ بالمرورِ خلالَها مثلَ الصخورِ الطينيةِ، فتُسمّى صخورًا غيرَ مُنفِذةٍ Impermeable Rocks.أنظرُ الشكلَ (9) .



الشكلُ (9):
(أ): مساماتٌ كبيرةٌ ومتصلةٌ تسمحُ بمرورِ الماءِ منْ خلالِها.
(ب): مساماتٌ غيرُ متصلةٍ لا تسمحُ بمرورِ الماءِ منْ خلالِها.

التجربةُ 2

نمذجةُ المساميَّةِ والنفاذيةِ

تختلفُ الصخورُ في مساميَّتِها ونفاذيتِها، وتُعدُّ الصخورُ المُنفِذةُ صخورًا ذاتَ مساميَّةٍ عاليةٍ؛ لأنَّها استطاعَتْ تمريرَ الماءِ منْ خلالِها.

الموادُّ والأدواتُ: حصًى، رملٌ، طينٌ، أربطةٌ مطاطيةٌ، ساعةُ توقيتٍ، 3 دوارقَ زجاجيةٍ، 3 أقماعٍ، 3 قطعَ قماشٍ ويُفضَّلُ أنْ تكونَ قطنيةً، ماءٌ، مسطرةٌ مترية.

إرشاداتُ السلامةِ:

- الحذرُ منْ كسرِ الدورقِ الزجاجيِّ أثناءَ تنفيذِ خطواتِ التجربةِ.
- غسلُ اليدينِ جيدًا بعدَ الانتهاءِ منْ تنفيذِ التجربةِ.
- التخلُّصُ منَ الموادِّ الناتجةِ بعدَ تنفيذِ التجربةِ بإشرافِ المعلِّمِ/ المعلِّمةِ.

خُطُواتُ العملِ:

1. أغلِّفُ القمعَ منَ الداخلِ بقطعةِ القماشِ القطنيةِ، وأثبِّتُ أطرافَها منَ الخارجِ بالأربطةِ المطاطيةِ، ثمَّ أضعُ القمعَ فوقَ الدورقِ الزجاجيِّ.
2. أضعُ كميةً منَ الرملِ في كأسٍ زجاجيةٍ بمقدارِ 100 mL، ثمَّ أضعُها في القمعِ.
3. أسكبُ ببطءٍ 100 mL منَ الماءِ فوقَ الرملِ في القمعِ، أحرصُ على ألّا يتدفَّقَ الماءُ خارجَ القمعِ.
4. أستخدمُ ساعةَ التوقيتِ لتسجيلِ المدةِ الزمنيةِ التي بدأَ فيها الماءُ بالتدفُّقِ منَ القمعِ نحوَ الدورقِ، وكذلكَ لتسجيلِ المدةِ الزمنيةِ التي انتهى فيها تدفُّقُ الماءِ منَ القمعِ نحوَ الدورقِ.
5. أكرّرُ الخطواتِ (1-4)، ولكنْ باستخدامِ الحصى مرةً، والطينِ مرةً أخرى.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أرتّبُ** كلًّا منَ: الحصى والرملِ والطينِ تصاعديًّا؛ اعتمادًا على قدرتِها على تمريرِ الماءِ منْ خلالِها.
2. **أتوقعُ** سببَ اختلافِ قدرةِ كلٍّ منَ: الرملِ، والحصى، والطينِ، على تمريرِ الماءِ منْ خلالِها.
3. **أستنتجُ** العلاقةَ بينَ حجمِ الحبيباتِ والنفاذيةِ.
4. **أتوقعُ:** هل تتساوى المدةُ الزمنيةُ التي سيتدفَّقُ بِها الماءُ منَ القمعِ نحوَ الدورقِ؛ إذا استبدلْنا بالرملِ في الخطوةِ الثانيةِ صخرًا منَ الغرانيتِ؟

نُطُقُ الخزانِ المائيِّ الجوفيِّ Zones Aquifer

تعرَّفْتُ خصائصَ الخزانِ الجوفيِّ الفيزيائيةَ التي تتيحُ لهُ خزنَ الماءِ فيهِ، وإنتاجَ كميةٍ كبيرةٍ منْهُ، ولكنْ كيفَ يمكنُ للصخورِ أنْ تحتفظَ بالماءِ بداخلِها منْ دونِ أنْ يتسرّبَ منْها.

يتكوَّنُ الخزانُ المائيُّ الجوفيُّ منْ عدةِ نُطُقٍ هيَ:

- **نطاقُ التهويةِ** يمثِّلُ الصخورَ أوِ التربةَ التي ترتشحُ منْ خلالِها مياهُ الأمطارِ إلى باطنِ الأرضِ ولا تتجمعُ فيها؛ لذلكَ يُعدُّ نطاقًا غيرَ مشبعٍ بالمياهِ؛ إذْ تمتلئُ فيهِ الفراغاتُ بينَ الحبيباتِ بالهواءِ وكميةٍ قليلةٍ مِنَ الماءِ، ويمتدُّ نطاقُ التهويةِ منْ سطحِ الأرضِ حتى نطاقِ التشبعِ.
- **نطاقُ التشبعِ** يمثِّلُ مجموعةَ الصخورِ التي تتجمّعُ فيها المياهُ المرتشحةُ منْ نطاقِ التهويةِ، وتمتلئُ فيهِ الفراغاتُ كليًّا بالمياهِ مثلَ الصخورِ الرمليةِ، ويتميزُ نطاقُ التشبعِ بالمساميَّةِ والنفاذيةِ العاليتيْنِ، ويُطلَقُ على الحدِّ العلويِّ للمياهِ الجوفيةِ المتجمِّعةِ في نطاقِ التشبعِ **منسوبُ المياهِ الجوفيةِ Water Table**، وعندَ تقاطعِ منسوبِ المياهِ الجوفيةِ معَ سطحِ الأرضِ تتشكّلُ الينابيعُ.
- **الصخورُ الكتيمةُ** تمثِّلُ الصخورُ التي تقعُ أسفلَ نطاقِ التشبعِ، وتمنعُ تسرّبَ المياهِ الجوفيةَ إلى الأسفلِ، وتتميّزُ بأنَّها صخورٌ غيرُ مُنفِذَةٍ مثلَ الصخورِ الطينيةِ، أوِ الصخورِ الناريةِ، أنظرُ الشكلَ (10).

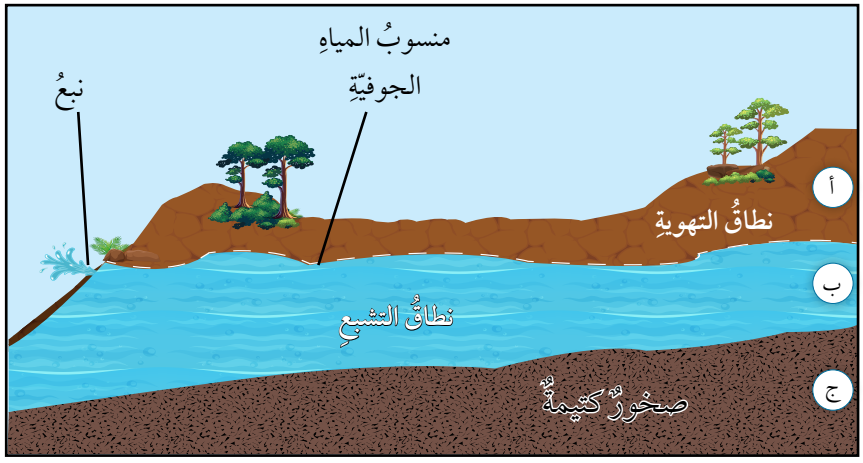
✓ **أتحقَّقُ:** أوضِّحُ العلاقةَ بينَ مساميَّةِ الصخرِ ونفاذيتِهِ.

أبحثُ:

أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ وأبحثُ عنْ أنواعِ الخزاناتِ المائيةِ الجوفيةِ، وأُعدُّ عرضًا تقديميًّا يبيِّنُ الفروقَ بينَها، وأعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الربطُ بالسياحةِ

يُعدُّ الأردنُّ منَ البلدانِ الغنيةِ في الينابيعِ الساخنةِ؛ إذْ يوجدُ فيهِ ما يقاربُ (300) نبعٍ منَ المياهِ الساخنةِ، أشهرُها ينابيعُ زرقاءِ ماعينَ التي يرفدُها كثيرٌ منَ السياحِ ويرتادونَها منْ أجلِ الاسترخاءِ والاستجمامِ، وعلاجِ كثيرٍ منَ الأمراضِ الجلديةِ.



الشكلُ (10): نُطُقُ الخزانِ الجوفيِّ المائيِّ.

الأحواضُ المائيةُ الجوفيةُ في الأردنِّ
Underground Water Basins in Jordan

يعتمدُ الأردنُّ على المياهِ الجوفيةِ بشكلٍ رئيسٍ لسدِّ حاجتِهِ منَ المياهِ؛ إذْ يوجدُ في الأردنِّ 12 حوضًا مائيًّا جوفيًّا منْها أحواضٌ مائيةٌ متجدّدةٌ، تتجدّدُ باستمرارٍ بفعلِ مياهِ الأمطارِ، مثلَ حوضِ عمانَ - الزرقاءِ، وأخرى أحواضٌ مائيةٌ غيرُ متجددةٍ تكوَّنَتْ مياهُها في عصورٍ قديمةٍ، ولا تتجددُ بفعلِ مياهِ الأمطارِ مثلَ: حوضِ الديسةِ، وحوضِ الجفرِ، أنظرُ الشكلَ (11)، ويحتوي الحوضُ المائيُّ الجوفيُّ الواحدُ على كثيرٍ منَ الخزاناتِ المائيةِ الجوفيةِ.

حوضُ عمانَ – الزرقاءِ Amman-Zarqa Basin

يقعُ حوضُ عمانَ- الزرقاءِ في شماليِّ الأردنِّ تقريبًا، ويمتدُّ جزءٌ قليلٌ منْهُ إلى سوريا، ويتكوَّنُ بشكلٍ رئيسٍ منَ الصخورِ الجيريةِ، ويُعدُّ هذا الحوضُ منْ أهمِّ الأحواضِ المائيةِ المتجددةِ في الأردنِّ، إلّا أنَّ المياهَ فيهِ مهدّدةٌ بالنضوبِ؛ بسببِ عملياتِ الضخِّ الجائرِ نتيجةَ المتطلباتِ الزراعيةِ والمنزليةِ، إضافةً إلى أنَّها تعاني التلوّثَ بفعلِ المياهِ العادمةِ القادمةِ منْ محطةِ الخربةِ السمراءِ.

حوضُ الديسةِ Disi Basin

يقعُ حوضُ الديسةِ في جنوبيِّ الأردنِّ، ويُعدُّ حوضًا مائيًّا مشتركًا بينَ الأردنِّ والسعوديةِ، يتكوَّنُ بشكلٍ رئيسٍ منَ الصخرِ الرمليِّ، وتُعدُّ المياهُ التي يحويها حوضُ الديسةِ مياهًا غيرَ متجددةٍ، عذبةً يصلُ عمرُها إلى أكثرَ منْ 10000 سنةٍ تقريبًا، تُستخدمُ لسدِّ احتياجاتِ العاصمةِ عمانَ والمناطقِ التي تعاني نقصًا في المياهِ بعدَ تنفيذِ مشروعِ جرِّ مياهِ الديسةِ عنْ طريقِ أنبوبٍ ضخمٍ ناقلٍ للمياهِ منذُ عامِ 2013م حتى الآنَ.

الربطُ بالزراعةِ

يستخدمُ المزارعونَ المبيداتِ الحشريةَ منْ أجلِ حمايةِ النباتاتِ منَ الآفاتِ والحشراتِ الضارةِ بِها، وقدْ ترشحُ المبيداتُ الحشريةُ إلى باطنِ الأرضِ معَ مياهِ الريِّ، أوْ مياهِ الأمطارِ، وتصلُ إلى الأحواضِ المائيةِ الجوفيةِ وتُلوِّثُها.

أتحقَّقُ: أقارنُ بينَ الأحواضِ المائيةِ المتجدّدةِ والأحواضِ المائيةِ غيرِ المتجدّدةِ؛ منْ حيثُ تغذيتُها.

الشكلُ (11): توزيعُ الأحواضِ المائيةِ الجوفيةِ في الأردنِّ.
أذكرُ الأحواضَ المائيةَ الجوفيةَ في الأردنِّ.

الأشكالُ الأرضيةُ التي تنشأُ بفعلِ المياهِ الجوفيةِ

The Landforms Created by Groundwater

تسهمُ المياهُ الجوفيةُ في تشكيلِ العديدِ منَ الأشكالِ الأرضيةِ؛ السطحيةِ والجوفيةِ، وخاصةً في الصخورِ الجيريةِ والملحيةِ نتيجةَ عملياتِ الإذابةِ لتلكَ الصخورِ أَوْ عملياتِ الترسيبِ. ومنَ الأشكالِ الأرضيةِ التي تتكونُ بفعلِ عملياتِ الإذابةِ: الكهوفُ، والحُفرُ، والأنفاقُ، في حينِ تنشأُ الصواعدُ والهوابطُ بفعلِ عملياتِ الترسيبِ. وتتشكّلُ الحُفرُ الخسفيةُ في الصخورِ الملحيةِ، ومنها الحُفرُ الخسفيةُ المتشكّلةُ في البحرِ الميتِ التي ستُعرضُ في بندِ الإثراءِ والتوسّعِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أذكرُ ثلاثةَ أشكالٍ أرضيةٍ تتشكّلُ بفعلِ المياهِ الجوفيةِ.

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أبيّنُ علاقةَ مياهِ الأمطارِ بالمياهِ الجوفيةِ.
2. **أفسّرُ:** لماذا تختلفُ الصخورُ في قدرتِها على الاحتفاظِ بالماءِ؟
3. **أقوّمُ** صحةَ العبارةِ الآتيةِ: كلُّ صخرٍ مساميٍّ هوَ صخرٌ مُنْفِذٌ للماءِ.
4. أصِفُ كيفَ تتكوَّنُ المياهُ الجوفيةُ في باطنِ الأرضِ.
5. **أتوقعُ:** تُقسَمُ الأحواضُ المائيةُ؛ اعتمادًا على تجدُّدِ المياهِ فيها إلى: أحواضٍ مائيةٍ متجددةٍ، وأحواضٍ مائيةٍ غيرِ متجددةٍ،كيفَ تتأثرُ نوعيةُ المياهِ في الحوضِ المائيِّ؛ اعتمادًا على ذلكَ؟

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الحُفرُ الخسفيةُ في البحرِ الميتِ
Sinkholes in the Dead Sea

يُعاني البحرُ الميتُ مشكلةَ الحُفرِ الخسفيةِ أوْ ما يُعرَفُ بالانهدامِ، أوِ الحفرِ الانهداميةِ، التي تكوَّنَتْ بسببِ إذابةِ المياهِ الجوفيةِ للطبقاتِ الملحيةِ الموجودةِ تحتَ سطحِ الأرضِ على جانبَي البحرِ الميتِ الشرقيِّ والغربيِّ، إضافةً إلى الهبوطِ المستمرِّ في مستوى البحرِ الميتِ الذي يُعدُّ أخفضَ بقعةٍ في العالمِ.

وتظهرُ هذهِ الحُفرُ بأقطارٍ وأعماقٍ متفاوتةٍ تصلُ إلى 20 m تقريبًا؛ ممّا يُفاقمُ هشاشةَ التراكيبِ الجيولوجيةِ في المنطقةِ، ويؤدي إلى حدوثِ انهياراتٍ بالاستثماراتِ القائمةِ والبنيةِ التحتيةِ للمنطقةِ؛ لذلكَ فهناكَ تخوُّفٌ كبيرٌ منْ أنْ تمتدَّ هذهِ الحُفرُ حتى تصلَ إلى مناطقِ الشمالِ التي تحتوي على قصرِ المؤتمراتِ والمناطقِ الاستثماريةِ والفنادقِ، أوْ إلى المناطقِ الزراعيةِ التي تُعدُّ مصدرَ الغذاءِ.

الكتابةُ في الجيولوجيا

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ عنِ الآثارِ التي يمكنُ أنْ تترتبَ على استمرارِ تشكُّلِ الحُفرِ الخسفيةِ في منطقةِ البحرِ الميتِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا وأعرضُهُ في ندوةٍ علميةٍ عنِ المخاطرِ الطبيعيةِ بإشرافِ معلِّمي/ معلِّمتي.

السؤالُ الأولُ:

أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ في ما يأتي:

1. يُسمّى الحدُّ العلويُّ للمياهِ الجوفيةِ:
   أ) صخورًا كتيمةً. ب) نطاقَ التهويةِ.
   ج) النطاقَ غيرَ المشبعِ. د) منسوبَ المياهِ الجوفيةِ.
2. أيُّ الصخورِ الآتيةِ تُعدُّ الفُضلى لتجميعِ المياهِ الجوفيةِ فيها:
   أ) الطينيةُ. ب) الغرانيتيةُ.
   ج) الرمليةُ. د) البازلتيةُ.
3. المصدرُ الرئيسُ للمياهِ العذبةِ على سطحِ الأرضِ هوَ:
   أ) المياهُ الجوفيةُ.
   ب) مياهُ الأنهارِ.
   ج) مياهُ الأمطارِ.
   د) مياهُ البحارِ والمحيطاتِ.
4. يقعَ نطاقُ التهويةِ في الخزانِ الجوفيِّ المائيِّ:
   أ) أعلى نطاقِ التشبعِ.
   ب) بينَ طبقتيْنِ منَ الصخورِ غيرِ المُنفذةِ.
   ج) أسفلَ نطاقِ التشبعِ.
   د) بينَ طبقتيْنِ منَ الصخورِ الطينيةِ.
5. تُقدَّرُ نسبةُ المياهِ العذبةِ في الطبيعةِ بـ:
   أ) 1 %
   ب) 2.5 %
   ج) 17 %
   د) 25 %
6. واحدةٌ من العباراتِ الآتيةِ صحيحةٌ:
   أ) تكونُ المساميةُ الأوليةُ للصخورِ أكبرَ عندَ وجودِ كميةٍ كبيرةٍ منَ الموادِّ اللاحمةِ بينَ حبيباتِها.
   ب) تكونُ المساميةُ الأوليةُ كبيرةً للصخورِ عندَما يختلفُ حجمُ الحبيباتِ فيها.
   ج) تتأثرُ المساميةُ الأوليةُ للصخورِ بشكلِ الحبيباتِ المكوِّنةِ لها وحجمِها.
   د) تتميزُ الخزاناتُ المائيةُ الجوفيةُ بانخفاضِ مساميَّتِها.
7. معظمُ المياهِ على سطحِ الأرضِ مياهٌ:
   أ) عذبةٌ سطحيةٌ.
   ب) مالحةٌ.
   ج) عذبةٌ جوفيةٌ.
   د) متجمّدةٌ.
8. تُعدُّ المياهُ المتجمّدةُ في القطبِ الشماليِّ مياهًا:
   أ) جوفيةً مالحةً.
   ب) جوفيةً عذبةً.
   ج) سطحيةً مالحةً.
   د) سطحيةً عذبةً.

السؤالُ الثاني:

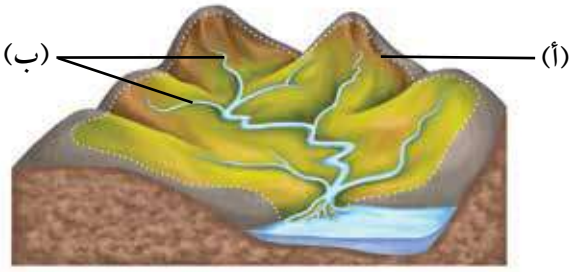
أملأُ الفراغَ في ما يأتي بما هوَ مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

1. تُقاسُ كميةُ الأمطارِ الهاطلةِ خلالَ وقتٍ معينٍ بوساطةِ جهازِ: ..... .
2. قابليةُ الصخرِ لتمريرِ المياهِ منْ خلالِهِ تُعرَفُ بـ: ..... .
3. يُقاسُ..... في الأنهارِ بحسابِ الفرقِ بينَ كميةِ المياهِ الداخلةِ إليْها، وكميةِ المياهِ الخارجةِ منْها.
4. تنتقلُ المياهُ منْ مكانٍ إلى آخرَ بينَ غُلُفِ الأرضِ المختلفةِ على شكلِ: .....
5. ..... يمثِّلُ مجموعةَ الصخورِ أوِ التربةِ التي ترتشحُ منْ خلالِها مياهُ الأمطارِ إلى باطنِ الأرضِ ولا تتجمَّعُ فيها.
6. نسبةُ المياهِ المالحةِ في الطبيعةِ تساوي : .....

منهاجي
متعة التعليم الهادف

السؤالُ الثالثُ:

أدرسُ الشكلَ الآتيَ الذي يوضِّحُ حوضًا مائيًّا سطحيًّا، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



1. أحدّدُ ماذا يمثّلُ الرمزانِ (أ، ب).
2. **أفسّرُ** كيفَ تتكوّنُ المجاري المائيةُ في الشكلِ.

السؤالُ الرابعُ:

أفسّرُ العباراتِ الآتيةَ تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ) حدوثُ الجريانِ السطحيِّ على سطحِ الأرضِ.

ب) معظمُ المياهِ العذبةِ على سطحِ الأرضِ غيرُ مُستفادٍ منْها.

السؤالُ الخامسُ:

أصمّمُ تجربةً تهدفُ إلى إثباتِ أنَّ مياهَ الأمطارِ هيَ مصدرُ المياهِ العذبةِ الرئيسُ على سطحِ الأرضِ.

السؤالُ السادسُ:

أنقدُ صحةَ ما تشيرُ إليْهِ العبارةَ الآتيةَ:" ظاهرةُ التغيرِ المناخيِّ قدْ تزيدُ منْ نسبةِ المياهِ العذبةِ في بعضِ المناطقِ على سطحِ الأرضِ."

السؤالُ السابعُ:

أرسمُ مخطّطًا يوضِّحُ كيفيةَ انتقالِ الماءِ بينَ غُلُفِ الأرضِ المختلفةِ باستخدامِ الأسهمِ، وأوضّحُ فيهِ العملياتَ الرئيسةِ.

السؤالُ الثامنُ:

أدرسُ الجدولَ الآتيَ الذي يوضِّحُ المدخلاتُ والمخرجاتُ منَ المياهِ لبحيرةٍ في أحدِ الأشهرِ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

المدخلاتُ والمخرجاتُ	حجمُ الماءِ (million m^3)
الهطلُ	2
التبخرُ	0.4
الجريانُ السطحيُّ إلى البحيرةِ	15
الجريانُ السطحيُّ منَ البحيرةِ	6
الجريانُ الجوفيُّ منَ البحيرةِ	1
الجريانُ الجوفيُّ إلى البحيرةِ	2

1. **أصنّفُ** المدخلاتِ والمخرجاتِ المائيةَ منَ البحيرةِ وإليْها.
2. **أحسبُ** الموازنةَ المائيةَ للبحيرةِ.
3. **أتوقعُ** ماذا سيحدثُ لمياهِ البحيرةِ معَ الزمنِ؛ إذا لمْ تتغيرْ كميةُ المدخلاتِ والمخرجاتِ الموضّحةُ في الجدولِ سنينَ عديدةً.

السؤالُ التاسعُ:

أحسبُ كميةَ الأمطارِ الهاطلةِ خلالَ (5 h) في منطقةٍ ما؛ إذا كانَتْ كثافةُ هطلِ الأمطارِ في تلكَ المنطقةِ تساوي (15 mm /h).

السؤالُ العاشرُ:

أوضّحُ كيفَ تمكّنَ الراصدونَ منْ حسابِ كميةِ الأمطارِ الهاطلةِ على منطقةٍ معينةٍ خلالَ سنةٍ.

السؤالُ الحادي عشرَ:

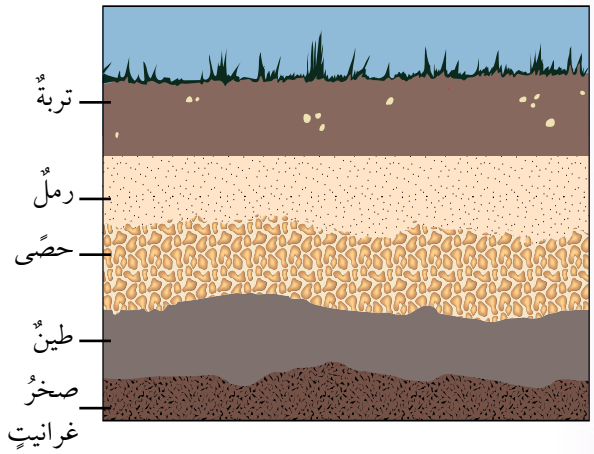
أصِفُ الخزانَ المائيَّ الجوفيَّ؛ منْ حيثُ: المساميَّةُ، والنفاذيةُ.

السؤال الثاني عشرَ:

أتوقعُ أيُّهما مساميَّتُهُ أكبرُ: الرملُ أمِ الصخرُ الرمليُّ؟

السؤالُ الثالثَ عشرَ:

أدرسُ الشكلَ الآتيَ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



أ) أحدِّدُ أيَّ الطبقاتَ الصخريةَ مُنفِذةٌ، وأيُّها غيرُ مُنفِذةٍ.

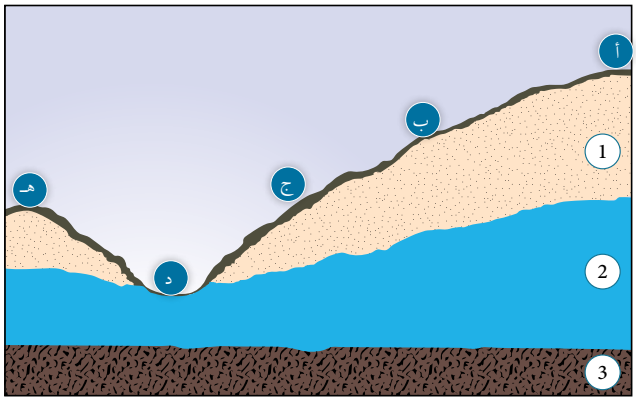
ب) **أتوقعُ** الموقعَ المحتملَ لوجودِ المياهِ الجوفيةِ، ثمَّ ألوِّنُهُ باللونِ الأزرقِ.

ج) أحدِّدُ منسوبَ المياهِ الجوفيةِ.

د) أحدِّدُ على الشكلِ النطاقَ غيرَ المشبعِ.

السؤالُ الرابع عشرَ:

أدرسُ الشكلَ الآتيَ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



أ . أحدِّدُ على الشكلِ نُطُقَ الخزانِ الجوفيِّ (1،2،3).

ب. **أتوقعُ**: أيُّ المواقعِ (أ، ب، ج، د، هـ) يمكنُ أنْ تتدفَّقَ منْها المياهُ على شكلِ نبعٍ؟

ج . **أتوقعُ** : ما الموقعُ المناسبُ لحفرِ بئرٍ لاستخراجِ المياهِ الجوفيةِ منَ المواقعِ الآتيةِ (أ، ب، هـ) ؟

د . **أقارنُ** بينَ الطبقتيْنِ (2،3)؛ منْ حيثُ الخصائصُ الفيزيائيةُ لكلٍّ منْها.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

(أ)

الأحواضُ المائيةُ السطحيةُ Surface Water Basins: المساحةُ منَ الأرضِ التي تتقاربُ وتتجمَّعُ فيها المياهُ السطحيةُ الناتجةُ عنْ هطلِ الأمطارِ عندَ نقطةٍ واحدةٍ منخفضةِ الارتفاعِ؛ حيثُ تندمجُ المياهُ المتجمِّعةُ معَ كتلةٍ مائيةٍ أخرى عندَ مخرجِ حوضِ الترسيبِ في جسمٍ مائيٍّ مثلَ النهرِ، أوِ البحيرةِ، أوْ أيِّ مسطَّحٍ مائيٍّ آخرَ.

الارتشاحُ Infiltration: عمليةُ تسرُّبِ المياهِ السطحيةِ، وبخاصةٍ مياهُ الأمطارِ، خلالَ الشقوقِ والمساماتِ الموجودةِ في الصخورِ إلى باطنِ الأرضِ بفعلِ الجاذبيةِ الأرضيةِ.

الأكاسيدُ Oxides: مجموعةٌ منَ المعادنِ تحتوي في تركيبِها الكيميائيِّ على أيونِ الأكسجينِ O^{-2} سالبِ الشحنةِ متّحدًا معَ أيونٍ آخرَ موجبِ الشحنةِ أَوْ أكثرَ، التي تكوِّنُ أحدَ الفلزاتِ عادةً.

الانفصامُ Cleavage: قابليةُ المعدِنِ للتشقُّقِ على امتدادِ المستوياتِ الضعيفةِ الترابطِ في البناءِ البلَّوريِّ، ويحدثُ الانفصامُ عادةً في اتجاهٍ واحدٍ أوِ اثنينِ أوْ ثلاثةٍ أوْ أكثرَ.

(ب)

البريقُ Luster : الكيفيةُ التي ينعكسُ بِها الضوءُ عنْ سطحِ المعدِنِ.

البلَّوراتُ Crystals: أجسامٌ صُلبةٌ ذاتُ تركيبٍ كيميائيٍّ محددٍ، محاطةٌ منَ الخارجِ بأسطحٍ ملساءَ ناعمةٍ.

(ت)

التبلورُ Crystallizations: عمليةٌ تُرتَّبُ عنْ طريقِها الذراتُ أوِ الجزيئاتُ في شبكةٍ ثلاثيةِ الأبعادِ منظَّمةٍ بدقةٍ، مُشكِّلةً البلَّورةَ الصُّلبةَ.

(ج)

الجريانُ السطحيُّ Surface Runoff: المياهُ المتجمِّعةُ على سطحِ الأرضِ بعدَ سقوطِ الأمطارِ، وتتحرّكُ بفعلِ الجاذبيةِ الأرضيةِ؛ بحيثُ يدخلُ جزءٌ منْها إلى مجاري الأنهارِ والسيولِ والبحيراتِ والأنهارِ الجليديةِ، ويتحرّكُ بعضٌ منْها نحوَ المحيطاتِ.

(ح)

الحكاكةُ Streak: لونُ مسحوقِ المعدِنِ.

(خ)

الخزانُ المائيُّ الجوفيُّ Aquifer : الطبقةُ الصخريةُ الموجودةُ في باطنِ الأرضِ، تتجمَّعُ فيها المياهُ المرتشحةُ منْ سطحِ الأرضِ، تتميّزُ بالمساميَّةِ والنفاذيةِ العاليتيْنِ؛ بحيثُ تسمحُ بخزنِ الماءِ فيها، وبحركتِهِ خلالَها.

(س)

السيليكاتُ Silicates: مجموعةٌ منَ المعادنِ تحتوي على عنصرَيِ الأكسجينِ والسيليكونِ، إضافةً إلى احتواءِ أغلبِها على عنصرٍ أوْ أكثرَ منَ العناصرِ الشائعةِ الأخرى مثلَ: الألمنيومِ والحديدِ.

سيليكا رباعيةُ الأوجهِ Silica Tetrahedron: شكلٌ هندسيٌّ هرميُّ الشكلِ يتكوّنُ منَ ارتباطِ أربعِ ذراتٍ منَ الأكسجينِ بذرةٍ مركزيةٍ منَ السيليكونِ بروابطَ تساهميةٍ (SiO_4^{4-}) وتتشكّلُ جميعُ المعادنِ السيليكاتيةِ منْ هرمِ السيليكا.

(ف)

الفوسفاتُ Phosphate: مجموعةٌ منَ المعادنِ تحتوي على أيونِ الفوسفاتِ (PO_4^{3-}) سالبِ الشحنةِ متحدًا معَ أيونٍ أوْ أكثرَ موجبِ الشحنةِ مثلِ Ca.

(ق)

القساوةُ Hardness: قدرةُ المعدِنِ على خدشِ معدِنٍ آخرَ، وهي خصيصةٌ نسبيةٌ يمكنُ تحديدُها بخدشِ معدنٍ معلومِ القساوةِ بآخرَ مجهولِ القساوةِ، أو العكسِ.

(ك)

الكبريتيداتُ Sulfides: مجموعةٌ منَ المعادنِ تحتوي في تركيبِها الكيميائيِّ على أيونِ الكبريتِ (S^{2-}) سالبِ الشحنةِ متّحدًا معَ أيونٍ آخَرَ موجبِ الشحنةِ أَوْ أكثرَ، وتتبلورُ معادنُ هذهِ المجموعةِ منَ المحاليلِ الحرمائيةِ، وتُعدُّ منْ أهمِّ خاماتِ الحديدِ والرصاصِ والنحاسِ وغيرِها منَ العناصرِ.

الكبريتاتُ Sulphates: مجموعةٌ منْ معادنَ تحتوي في تركيبِها الكيميائيِّ على أيونِ الكبريتاتِ (SO_4^{2-}) سالبِ الشحنةِ متحدًا معَ أيونٍ أوْ أكثرَ موجبِ الشحنةِ مثلَ Ca.

الكربوناتُ Carbonates: مجموعةٌ منَ المعادنِ تحتوي في تركيبِها الكيميائيِّ على أيونِ الكربوناتِ (CO_3^{-2}) سالبِ الشحنةِ متحدًا معَ أيونٍ أوْ أكثرَ موجبِ الشحنةِ مثلَ (Ca^{2+}، Fe^{3+}، Mg^{2+}).

(ل)

اللونُ Colour: خصيصةٌ فيزيائيةٌ يمكنُ ملاحظتُها في المعدِنِ، ويمكنُ أنْ تنفردَ بعضُ المعادنِ في الطبيعةِ بألوانٍ خاصةٍ تميِّزُها عنْ غيرِها منَ المعادنِ.

(م)

محورُ التناظرِ Axis of Symmetry: خطٌّ أوْ محورٌ وهميٌّ يمرُّ في مركزِ البلَّورةِ.

مركزُ التناظرِ Center of Symmetry: نقطةٌ وهميةٌ تقعُ في وسطِ البلَّورةِ (داخلَها) على أبعادٍ متساويةٍ مِنْ عناصرِ البلَّورةِ حولَها، فإذا تصوّرْنا أنَّ خطًّا وهميًّا يصلُ بينَ وجهَينِ بلَّوريَّينِ متقابلَينِ، فإنهُ يمرُّ بمركزِ التناظرِ الذي سيقعُ على بُعدَينِ متساويَينِ مِنْ منتصفَي الوجهَينِ البلَّوريَّينِ.

مستوى التناظرِ Plane of Symmetry: مستوًى وهميٌّ يقسمُ البلَّورةَ إلى نصفيْنِ متساوييْنِ ومتشابهيْنِ؛ بحيثُ يكونُ أحدُ النصفيْنِ صورةَ مرآةٍ للآخرِ.

مقياسُ المطرِ Rain Gauge: جهازٌ يُستخدمُ لقياسِ كميةِ الأمطارِ الهاطلةِ على منطقةٍ ما خلالَ زمنٍ معينٍ.

مقياسُ موس Mohs Scale: مقياسٌ يحتوي على عشرةِ معادنَ مرتبةٍ منَ الأقلِّ قساوةً (1) إلى الأكثرِ قساوةً (10).

منسوبُ المياهِ الجوفيةِ Water Table: الحدُّ العلويُّ للمياهِ الجوفيةِ المتجمّعةِ في نطاقِ التشبعِ.

المياهُ السطحيةُ Surface Water: المياهُ التي تتوزّعُ على سطحِ الأرضِ، وتشكِّلُ المياهُ المالحةُ في البحارِ والمحيطاتِ النسبةَ الكبرى منْها، بينَما تشكِّلُ المياهُ العذبةُ نسبةً أقلَّ لا تتعدّى % 2.5 تقريبًا.

المساميَّةُ Porosity: النسبةُ المئويةُ بينَ حجمِ المساماتِ في الصخرِ إلى حجمِهِ الكليِّ.

المعادنُ أحاديةُ العنصرِ Native Elements: مجموعةٌ منَ المعادنِ تحتوي على عنصرٍ واحدٍ فقطْ، ومنْها: الذهبُ (Au) ، والفضةُ (Ag) ، والنحاسُ (Cu) ، والكبريتُ (S). وتتميزُ معظمُ تلكَ المعادنُ بسهولةِ تفاعلِها معَ الأكسجينِ؛ لذلكَ تتميزُ بندرةِ وجودِها في الطبيعةِ.

المعدِنُ Mineral: مادةٌ صُلبةٌ متجانسةُ التركيبِ تكوَّنَتْ طبيعيًّا منْ أصلٍ غيرِ عضويٍّ، ولهُ تركيبٌ كيميائيٌّ محدّدٌ، ونظامٌ داخليٌّ منتظَمٌ، وخصائصُ فيزيائيةٌ مميزةٌ.

المَكسِرُ Fracture: السطحُ الناتجُ منْ كسرِ المعدِنِ ذي البنيةِ الذريةِ المُحكَمةِ صناعيًّا.

(ن)

النفاذيةُ Permeability: قابليةُ الصخرِ لتمريرِ المياهِ منْ خلالِهِ.

(هـ)

الهاليداتُ Halides: مجموعةٌ منَ المعادنِ تتكوَّنُ منَ اتحادِ أحدِ أيوناتِ الهالوجيناتِ سالبةِ الشحنةِ، ومنْها: الكلورُ والفلورُ والبرومُ معَ أيونٍ آخرَ موجبِ الشحنةِ مثلَ: الصوديومِ أوِ الكالسيومِ.

المراجعُ الأجنبيةُ

1. Weatherly, D., & Sheehan, N., (2017). **CAMBRIDGE IGCSE Environmental Management, Student Book**,Chapter 4: Water and its Management, HarperCollins Publishers, London.
2. Weatherly, D., & Sheehan, N., (2017). **CAMBRIDGE IGCSE Environmental Management, Student Book**, End of Topic Questions - Water and its management questions, HarperCollins Publishers, London,
3. Weatherly, D., & Sheehan, N., (2017). **CAMBRIDGE IGCSE Environmental Management, Teacher's Guide**, HarperCollins Publishers, London, 4: Water and its Management,
4. University of South Alabama, (1998). **The Water Sourcebook, A Series of Classroom Activity for Grades** Legacy, INC., Partners in Environmental Education in Cooperation with U.S. Environmental Protection Agency.
5. Public Schools of North Carolina, (2018). **Earth/Environmental Science, NC Final Exam, North Carolina Testing Program**, Department of Public Instruction, State Board of Education, Division of Accountability Services, North Carolina Testing Program.
6. Winter, T., Harvey, J., Franke, O., Alley, W., (1998).**Ground Water and Surface Water a Single Resource,** U.S. Geological Survey Circular 1139, Denver, Colorado.
7. Freeze, R., Cherry, J., (1979). **GROUNDWATER**, Prentice-Hall. Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632,United States of America.
8. Poeter, E., Fan, Y., Cheery, J., Wood, W. & Mackay, D., (2020). **Groundwater in Our Water Cycle, getting to Know Earth's Most Important Fresh Water Source**, The Groundwater Project, Ontario, Canada.
9. Woessner, W., (2020). **Groundwater –Surface Water Exchange**, The Groundwater Project, Ontario, Canada.
10. Holt, Rinehart & Winston, **Earth Science, Interactive Textbook**, Holt Science & Technology, Harcourt Education Company, Ontario, Austin, New York, San Diego, London.

11. California Department of Water Resources, (2020). **Handbook for Water Budget Development with or Without Models- Draft**, State of California, California Natural Resources Agency, Department of Water Resources.

12. Department Energy and Water Supply, (2013). **Water: Learn it for Life! Year 2 Science for the Australian Curriculum**, Waterwise Queensland, Great State, Great Opportunity, Queensland Government, Australia.

13. Khare, D., Jat, M., Mishra, P., (2017). **Groundwater Hydrology: An Overview**, Available on the following URL: https://cutt.ly/fOsRjUW .

14. Tarbuck, E., &Lutgen, F.,(2017). **Earth Science**, Pearson Prentice Hall, Pearson Education, Inc., USA.

15. Collins**, science, Stage7: Student´s Book,** HarperCollins Publisher Limited 2018.

16. Collins**, Rocks and Minerals and their Exploitation**, HarperCollins Publisher Limited 2018.

17. Lutgens, K. and Tarbuck, **Foundations of Earth Science,** Pearson; 7th Edition, 2014.

18. Earth´s **Structure** ,Interactive science, PEARSON

19. Earle, S. **Physical Geology** – 2nd Edition. Victoria, B.C.: BCcampus. Retrieved from, 2019. https://opentextbc.ca/physicalgeology2ed/

20. Francisco Borrero, etl. **Earth Science: Geology, the Environment**, and the Universe, New York Student Edition, McGraw-Hill presents, 2013.

21. Tarbuck and Lutgens, Earth Science, Pearson, 2017.

22. Dispezio, M.A. & Frank, M. **The Dynamic Earth**, Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company, 2012.

تمَّ بحمدِ اللّهِ تعالى

Collins