



علوم الأرض والبيئة

الصف التاسع - كتاب الطالب

الفصل الدراسي الأول

9

فريق التأليف

د. موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

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

لؤي أحمد منصور

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج والتقويم

يسرُّ المركز الوطني لتطوير المناهج والتقويم 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

قررت وزارة التربية والتعليم تدرّس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار المجلس الأعلى للمركز الوطني لتطوير المناهج والتقويم في جلسته رقم (2022/4)، تاريخ 2022/6/19 م، وقرار مجلس التربية والتعليم رقم (2022/52)، تاريخ 2022/7/6 م، بدءاً من العام الدراسي 2022 / 2023 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2022.

- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development and Evaluation. Amman - Jordan
- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development and Evaluation. Amman - Jordan

ISBN: 978 - 9923 - 41 - 484 - 2

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

بيانات الفهرسة الأولية للكتاب:

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

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر هذا المصنف 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.

1443هـ / 2022م

2023 - 2026م

الطبعة الأولى (التجريبية)

أعيدت طباعته

قائمة المحتويات

5	المقدمة
7	الوحدة الأولى: المعادن
9	تجربة استهلاكية: خصائص المعادن
10	الدرس الأول: المعادن وأنظمتها البلورية
25	الدرس الثاني: مجموعات المعادن
34	الإثراء والتوسع: الأحجار الكريمة
35	مراجعة الوحدة
37	الوحدة الثانية: المياه
39	تجربة استهلاكية: قياس كمية الأمطار الهاطلة
40	الدرس الأول: المياه السطحية
47	الدرس الثاني: المياه الجوفية
57	الإثراء والتوسع: الحفر الخسفية في البحر الميت
58	مراجعة الوحدة
61	مسرد المصطلحات

المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين.

انطلاقاً من إيمان المملكة الأردنية الهاشمية الراسخ بأهمية تنمية قدرات الإنسان الأردني، وتسليحه بالعلم والمعرفة؛ سعى المركز الوطني لتطوير المناهج والتقييم، بالتعاون مع وزارة التربية والتعليم، إلى تحديث المناهج الدراسية وتطويرها، لتكون معيماً للطلبة على الارتقاء بمستواهم المعرفي، ومجاراة أقرانهم في الدول المتقدمة. يعدُّ هذا الكتاب واحداً من سلسلة كتب المباحث العلمية التي تُعنى بتنمية المفاهيم العلمية، ومهارات التفكير وحلّ المشكلات، ودمج المفاهيم الحياتية والمفاهيم العابرة للمواد الدراسية، والإفادة من الخبرات الوطنية في عمليات الإعداد والتأليف وفق أفضل الطرائق المتبعة عالمياً؛ لضمان انسجامها مع القيم الوطنية الراسخة، وتلبيتها لحاجات طلبتنا والمعلّمين والمعلّمات. جاء هذا الكتاب محققاً مضامين الإطار العام والإطار الخاص للعلوم، ومعاييرها، ومؤشّرات أدائها المتمثلة في إعداد جيل محيط بمهارات القرن الواحد والعشرين، وقادر على مواجهة التحديات، ومعترّز - في الوقت نفسه - باتمائه الوطني. وتأسيساً على ذلك، فقد اعتمدت دورة التعلّم الخماسية المنبثقة من النظرية البنائية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعلّمية التعليمية، وتوفّر لهم فرصاً عديدة للاستقصاء، وحلّ المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا وعمليات العلم، فضلاً 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 المعادن، والمياه، وتحتوي كل وحدة منهما على تجربة استهلاكية، وتجارب وأنشطة استقصائية متضمّنة في الدروس، والموضوع الإثرائي في نهاية كل وحدة. يضاف إلى ذلك الأسئلة التقييمية، بدءاً بالتقويم التمهيدي المتمثّل في طرح سؤال في بداية كل وحدة ضمن بند (أتأمّل الصورة)، وانتهاءً بالأسئلة التكوينية المتنوعة في نهاية كل موضوع من موضوعات الدروس، فضلاً عن الأسئلة التقييمية في نهاية كل درس، والتقويم الختامي في نهاية كل وحدة، التي تتضمّن 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 فإننا نأمل أن يسهم في تحقيق الأهداف والغايات النهائية المنشودة لبناء شخصية المتعلم، وتنمية اتجاهات حب التعلّم ومهارات التعلّم المستمر، فضلاً عن تحسين الكتاب بإضافة الجديد إلى محتواه، وإثراء أنشطته المتنوعة، والأخذ بملاحظات المعلّمين والمعلّمات.

والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج والتقييم

المعادن

Minerals



أنامل الصورة

تتكوّن صخور القشرة الأرضية من المعادن، التي تمتازُ بخصائص فيزيائية وكيميائية متعددة تُمكننا من تعرّفها. فما المعادن؟ وما الخصائص الفيزيائية والكيميائية التي تميّزُ كلاً منها؟

الفكرة العامة:

تُصنَّفُ المعادنُ بناءً على خصائصها الفيزيائية والكيميائية، وللمعادن أهمية كبيرة في حياتنا.

الدرس الأول: المعادن وأنظمتها البلورية

الفكرة الرئيسة:

تمتاز المعادن بتركيب كيميائي محدد، وبناء ذري داخلي منتظم يظهر على شكل بلورات، وللمعادن خصائص فيزيائية متعددة تميزها عن بعضها.

الدرس الثاني: مجموعات المعادن

الفكرة الرئيسة:

تُصنَّفُ معادن القشرة الأرضية إلى مجموعات رئيسية؛ اعتماداً على خصائصها الكيميائية.

خصائص المعادن

تتكوّن صخورُ القشرة الأرضية من المعادن، وتشارك المعادن في خصائص متنوعة، وكذلك تختلف في خصائص أخرى. فما الخصائص العامة التي تتشابه فيها المعادن؟ وما الخصائص التي تختلف بها عن بعضها؟
المواد والأدوات: عينات معدنية مختلفة، عدسة مكبرة، مطرقة جيولوجية.

إرشادات السلامة:

- الحذر في أثناء التعامل مع العينات المعدنية ذات الحواف الحادة.
- الحذر في أثناء التعامل مع المطرقة الجيولوجية.

خطوات العمل:

- 1 أطلب إلى معلّمي / معلّمتي تزويدي بعينات معدنية وأدوات لأستخدمها في تنفيذ التجربة.
- 2 أتحقق العينات المعدنية، وأحدد خصائص يمكن أن تشارك فيها العينات المعدنية، وأسجلها في جدول.
- 3 أتحقق العينات المعدنية مرّة أخرى، وأحدد خصائص يمكن أن تختلف فيها تلك العينات المعدنية عن بعضها.
- 4 أعرض النتائج التي توصلت إليها أمام باقي المجموعات.

التحليل والاستنتاج:

1. أستنتج الخصائص التي تشارك فيها جميع المعادن.
2. أفسّر: هل يعدّ اللون من الخصائص المميزة للمعادن؟
3. أستنتج: ما الأدوات التي يمكن استخدامها لقياس مدى قساوة المعادن؟
4. أوضح: ما المقصود بالمعدن؟

مفهوم المعدن Mineral Concept

تتكوّن معظم الموادّ التي من حولنا من عناصرٍ بما في ذلك الصخور والمعادن المكوّنة للقشرة الأرضية، وتتميز المعادن عن غيرها من الموادّ بمجموعةٍ من الخصائص لا بدّ من توافرها في المادة حتى نسمّيها معدناً.

ويُعرّف المعدن **Mineral** بأنه مادةٌ صلبةٌ نقيّةٌ تكوّنت طبيعياً من أصلٍ غير عضويّ، وله تركيبٌ كيميائيّ محددٌ (متجانس التركيب)، وبناءٌ ذريّ داخليّ منتظمٌ. أنظر الشكل (1). والمعادن إما عناصرٌ منفردةٌ تُسمّى المعادن الحرة أو المعادن أحادية العنصر، مثل: الذهب والنحاس والكبريت والماس والغرافيت، وإما مركّباتٌ مثل: معدن الكوارتز الذي يتكوّن من اتحادٍ عنصريّ السيليكون والأكسجين، ومعدن الغالينا الذي يتكوّن من اتحادٍ عنصريّ الرصاص والكبريت.

ومن الموادّ الأرضية التي لا تُعدّ من المعادن الماء؛ لأنّه سائلٌ، والفحم الحجريّ؛ لأنّه تكوّن أصلاً من موادّ عضوية، والزجاج البركانيّ؛ لأنّه لا يمتلك ترتيباً ذريّاً داخليّاً منتظماً.

الشكل (1): معدن الفلسبار.



✓ **أتحقّق:** أوّضح: ما المقصود بالمعدن؟

الفكرة الرئيسيّة:

تمتاز المعادن بتركيبٍ كيميائيّ محددٍ، وبناءٍ ذريّ داخليّ منتظمٍ يظهر على شكل بلّورات، وللمعادن خصائصٌ فيزيائيةٌ متعددةٌ تميّزها عن بعضها.

نتائج التعلّم:

- أوّضح مفهوم المعدن.
- أشرح مفهوم التبلور.
- أتميّز البلّورات المعدنية؛ بناءً على أنظمتها البلورية.
- أذكر أمثلةً من المعادن على كلّ نظام بلّوريّ.
- أوّضح الخصائص الفيزيائية للمعادن.

المفاهيم والمصطلحات:

Mineral	المعدن
Crystals	البلّورات
Crystallization	التبلور
Plane of Symmetry	مستوى التناظر
Axis of Symmetry	محور التناظر
Colour	اللون
Streak	الحكاكة
Luster	البريق
Cleavage	الانقسام
Fracture	المكسر
Hardness	القساوة
Mohs Scale	مقياس موس

Crystal Structure of Minerals

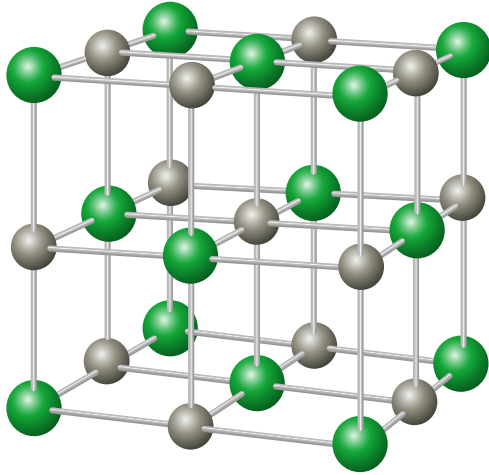
الرّبط بالكيمياء



هنالك خلطٌ بين مفهومَي الفلزِّ والمعدن؛ فبعضُ الفلزاتِ التي توجدُ في الطبيعةِ بصورةٍ منفردةٍ مثل: الذهب، والفضة، والنحاس، والماسِ هي معادنٌ أحادية العنصر. أمّا الفلزاتُ التي لا توجدُ في الطبيعةِ بصورةٍ منفردةٍ مثل: الصوديوم والكالسيوم فلا تُعدُّ معادن؛ لأنّها توجدُ متحدةً مع عناصرٍ أخرى.

يتكوّن المعدنُ من ذراتٍ أو أيوناتٍ مرتبةٍ في ثلاثة اتجاهاتٍ ترتيباً هندسياً منتظماً، مشكّلةً أجساماً صلبةً ذاتَ تركيبٍ كيميائيٍّ محددٍ، مُحاطةً من الخارجِ بسطوحٍ ملساءٍ ناعمةٍ تُسمّى **البلّورات Crystals**. وما يحدّدُ الشكلَ البلّوريَّ الذي سيتّخذُه المعدنُ عندَ تكوُّنِه هو حجمُ الأيوناتِ والذراتِ المكوّنةِ لهُ وكيفيةُ ارتباطها ببعضها؛ فمعدنُ الهاليتِ مثلاً الذي يتكوّنُ من عنصري الصوديوم (Na) والكلور (Cl)، ينشأُ من تبخُّرِ مياهِ البحرِ المالحة، ومع تبخُّرِ جزيئاتِ الماءِ ترتبطُ أيوناتُ الصوديومِ بأيوناتِ الكلوريد؛ إذ ترتبُ نفسها لتكوينِ بنيةِ معدنِ الهاليتِ البلّورية، وتُسمّى هذه العمليةُ **التبلور Crystallization**. أنظرُ الشكلَ (أ/2، ب).

✓ **أتحقّقُ:** أوضحُ المقصودَ بعمليةِ التبلور.



● أيونُ الكلوريد ● أيونُ الصوديوم
(ب/2)



(أ/2)

الشكلُ (2):

الشكلُ (أ/2): معدنُ الهاليتِ.

الشكلُ (ب/2): نموذجٌ يمثّلُ البنيةَ البلّوريةَ لمعدنِ الهاليتِ.

أستنتجُ: ما شكّلُ بلّورةَ معدنِ الهاليتِ؟

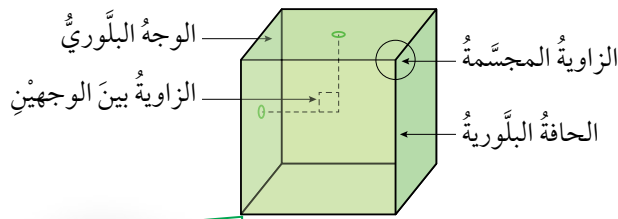


عناصرُ الشكلِ الخارجيِّ للبلّورة

Elements of the External Shape of the Crystal

يحددُ البناءُ الداخليُّ المنتظمُ للذراتِ والأيوناتِ الشكلَ الخارجيَّ للبلّورة، والناظرُ إلى بلّورة معدِنِ الهاليتِ يستطيعُ أن يميّزَ أنّها مكعّبةُ الشكلِ. أنظرُ الشكلَ (3)، ويوصفُ الشكلَ الخارجيَّ للبلّورة عن طريقِ مجموعةِ العناصرِ الآتية:

- الوجهُ البلّوريُّ: سطحٌ أمّلسٌ يُحيطُ البلّورةَ من الخارجِ، وقد تكونُ الأوجهُ البلّوريةُ متشابهةً في البلّورة الواحدة، وقد تختلفُ.
- الحافةُ البلّوريةُ: خطٌّ ينتجُ من تقاطعِ وجهينِ بلّوريينِ متجاورينِ.
- الزاويةُ المجسّمةُ: زاويةٌ تنتجُ من تقاطعِ ثلاثةِ أوجهِ بلّوريةٍ متجاورةٍ أو أكثرِ.
- الزاويةُ بينَ الوجهينِ: زاويةٌ محصورةٌ بينَ العمودينِ المُقامينِ على وجهينِ متجاورينِ في البلّورة.



تُعرَّفُ الرابطةُ الأيونيةُ بأنّها قوى تجاذبٍ بينَ أيوناتٍ موجبةٍ وأخرى سالبةٍ، وتُسمّى المركّباتُ التي تحتوي على روابطٍ أيونيةٍ بالمركّباتِ الأيونيةِ. تنتجُ الرابطةُ من تفاعلِ عنصرينِ، أحدهما: عنصرٌ فلزيٌّ له قابليّةٌ فقدِ الإلكتروناتِ؛ ليصبحَ أيوناً موجباً، والآخرُ: لافلزيٌّ، له قابليّةٌ كسبِ الإلكتروناتِ؛ ليصبحَ أيوناً سالباً.

أبحاثُ:



أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديّ، وأبحثُ عن بلّوراتِ معادنٍ مختلفةٍ، وأحدّدُ عناصرَ الشكلِ الخارجيِّ لها؛ وأصمّمُ عرضاً تقديمياً وأعرضه أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الشكلُ (3): عناصرُ الشكلِ الخارجيِّ للبلّورة.
أحدّدُ ما قيمةُ الزاويةِ بينَ الوجهينِ في الشكلِ؟

التجربة 1

تعرف عناصر الشكل الخارجي للبلورة

تعدُّ البلورة جسمًا صلبًا مُحاطًا بأوجهٍ مستوية، ولها أشكال هندسية منتظمة. فما عناصر الشكل الخارجي للبلورة؟

المواد والأدوات: عينات من مجسمات تمثل بلورات مختلفة الأشكال: (رباعية الشكل، مكعبة الشكل، وغيرها).

إرشادات السلامة:

- الحذر في أثناء التعامل مع مجسم البلورة؛ إذا كانت مصنوعة من الزجاج أو الخشب.

خطوات العمل:

1 أتوزع أنا وزملائي / زميلاتي إلى مجموعات؛ بحيث تأخذ كل مجموعة عينة من مجسمات تمثل بلورات مختلفة الأشكال.

2 أتفحص عناصر الشكل الخارجي للمجسمات التي تمثل بلورات مختلفة الأشكال.

3 أحدد عناصر الشكل الخارجي للمجسمات التي تمثل: الوجه البلوري، والحافة البلورية، والزوايا المجسمة، والزوايا بين الوجهين في جدول.

4 أعرض النتائج التي توصلت إليها عن عناصر الشكل الخارجي لمجسمات البلورات المختلفة أمام باقي المجموعات.

5 أدون ملاحظاتي عن النتائج التي تقدمها المجموعات الأخرى.

6 **أناقش** النتائج التي توصلت إليها مع المجموعات الأخرى؛ لتحديد عناصر الشكل الخارجي لمجسمات البلورات المختلفة.

التحليل والاستنتاج:

1. أحدد عدد الأوجه البلورية في المجسمات التي تمثل بلورات مختلفة الأشكال.

2. **أقارن** بين عدد الزوايا المجسمة وعدد الزوايا بين الوجهين باستخدام مجسمًا للبلورة مكعبة الشكل.

3. **أستنتج**: هل مقدار الزاوية الناتجة من تقاطع أوجه البلورة في المجسمات التي تمثل بلورات مختلفة الأشكال يكون متساويًا؟

4. **أقارن** بين عدد الحافات البلورية والزوايا المجسمة في المجسمات التي تمثل بلورات مختلفة الأشكال.

عناصرُ التناظرِ البلوريّ Elements of Crystal Symmetry

تُعدُّ عناصرُ التناظرِ البلوريّ انعكاسًا للبناءِ الذريّ الداخليّ المنتظمِ لبُورَةِ المعدنِ. وهناك ثلاثة أنواعٍ من عناصرِ التناظرِ، هي: **مستوى التناظرِ Plane of Symmetry**، هو مستوى وهمي يقسمُ البُورَةَ إلى نصفين متساويين ومتشابهين؛ بحيثُ يكونُ أحدُ النصفين صورةً مرآةً للآخر، أنظرُ الشكلَ (أ/4).

محورُ التناظرِ Axis of Symmetry، هو خطٌّ أو محورٌ وهمي يمرُّ في مركزِ البُورَةِ، وإذا ما أُديرَت حوله البُورَةُ دورةً كاملةً مقدارُها 360° تتكرَّرُ الأوجهُ المحيطةُ المتشابهةُ مرتين، أو ثلاث مراتٍ، أو أربع مراتٍ، أو ست مراتٍ في الدورة الواحدة، ويُسمَّى محورُ التناظرِ وفقًا لعددِ المراتِ التي تتكرَّرُ بها الأوجهُ البلوريَّةُ المتشابهةُ حوله، على سبيلِ المثال؛ عندما تتكرَّرُ الأوجهُ البلوريَّةُ مرتين حولَ محورِ التناظرِ يُسمَّى عندها محورُ تناظرٍ ثنائيٍّ، وعندما تتكرَّرُ الأوجهُ المتشابهةُ حولَ محورِ التناظرِ ثلاثَ مراتٍ يُسمَّى محورُ تناظرٍ ثلاثيٍّ، وهكذا. أنظرُ الشكلَ (ب/4) الذي يمثِّلُ محاورَ تناظرٍ رباعيةً.

أفكر

ماذا يُسمَّى محورُ التناظرِ الذي يؤدي عندَ دورانه دورةً كاملةً مقدارُها 360° إلى تكرارِ ظهورِ أوجهِ البُورَةِ كلَّ 60° ؟

أبحثُ:

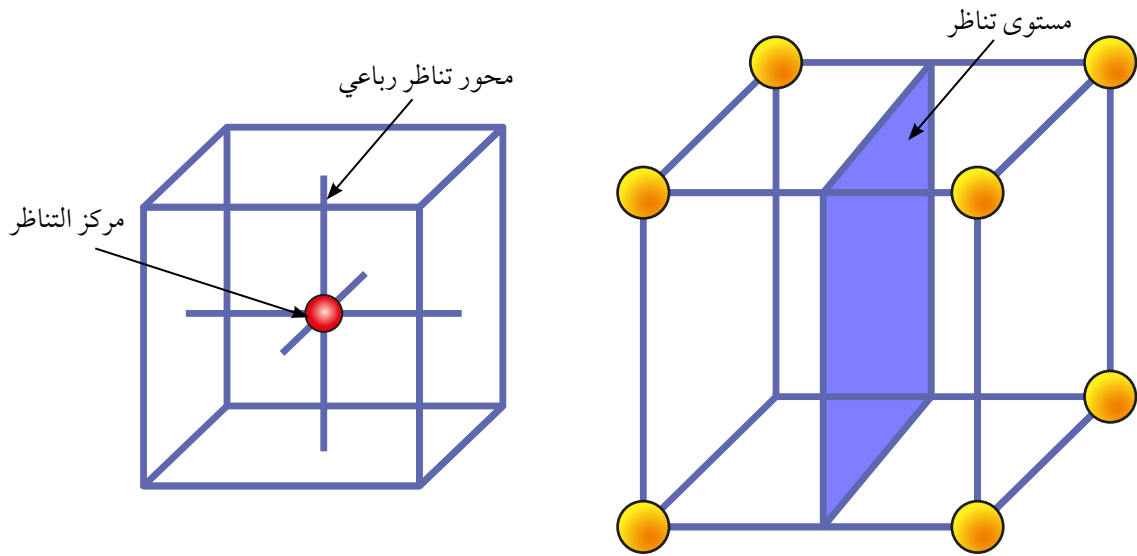


أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديّ، وأبحثُ عن أنواعِ محاورِ التناظرِ في بلوراتِ المعادنِ المختلفةِ؛ وأصمِّمُ عرضًا تقديميًا وأعرضُه أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الشكل (4): عناصرُ التناظرِ في بلورة مكعبة الشكلِ.

(أ): أحدُ مستوياتِ التناظرِ. (ب): محاورُ تناظرٍ رباعيةً ومركزُ التناظرِ.

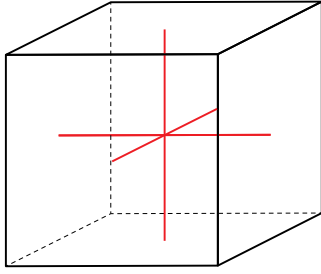
أستنتجُ أنواعًا أخرى لمحاورِ التناظرِ في بلورة المكعبِ.



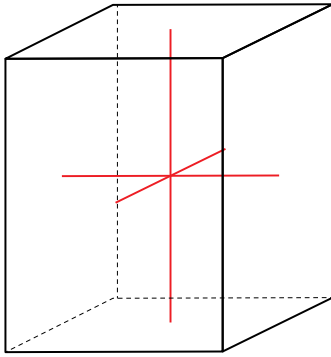
(ب): محاورُ تناظرٍ رباعيةً ومركزُ التناظرِ.

(أ): أحدُ مستوياتِ التناظرِ.

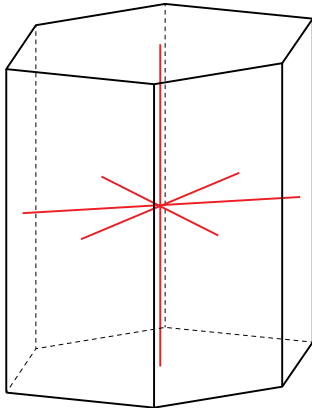
مركز التناظر Center of Symmetry، هو نقطة وهمية تقع في وسط البلورة (داخلها) على أبعاد متساوية من عناصر البلورة حولها، فإذا تصوّرنا أن خطأ وهمياً يصل بين وجهين بلوريين متقابلين فإنه يمرُّ بمركز التناظر الذي سيقع على بُعدين متساويين من منتصفَي الوجهين البلوريين، أنظر الشكل (4/ب).



الشكل (5): نظام المكعب.



الشكل (6): نظام الرباعي.



الشكل (7): نظام السداسي.

الأنظمة البلورية Crystal Systems

يمكن تصنيف البلورات بالاعتماد على عناصر التناظر البلوري في البلورة إلى سبعة أنظمة. وفي ما يأتي وصف لبعض من هذه الأنظمة البلورية:

نظام المكعب Cubic System يمتاز هذا النظام البلوري بوجود ثلاثة محاور متساوية ومتعامدة على بعضها. أنظر الشكل (5) الذي يمثله، ومن الأمثلة عليه معدنا الهاليت والماس.

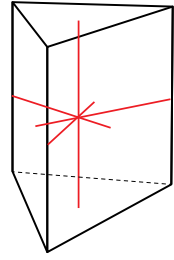
نظام الرباعي Tetragonal System يمتاز هذا النظام البلوري بوجود ثلاثة محاور اثنان متساويان في الطول. والثالث طوله مختلف عنهما، وجميعها متعامدة على بعضها. أنظر الشكل (6). ومن الأمثلة عليه معدن الكالكوبيريت.

نظام السداسي Hexagonal System يمتاز هذا النظام البلوري بوجود أربعة محاور منها ثلاثة أفقية متساوية الطول، والرابع في وضع رأسي (عمودي)، والزوايا بين المحاور الأفقية متساوية، وهي 120° ، وأما الزوايا بين المحاور الأفقية والمحور العمودي، فهي زاوية قائمة. أنظر الشكل (7)، ومن الأمثلة عليه معدن الغرافيت.



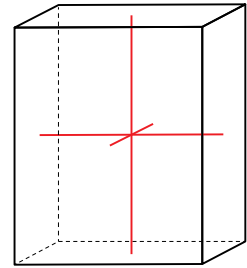
معدن الغرافيت

نظام الثلاثي **Trigonal System** يمتازُ هذا النظام البلوري بوجود أربعة محاور؛ ثلاثة منها متساوية الطول في المستوى الأفقي، الزاوية بينها 120° . أنظر الشكل (8)، ومن الأمثلة عليه معدن الكالسيت.



الشكل (8): نظام الثلاثي.

نظام المعين القائم **Orthorhombic System** يمتازُ هذا النظام البلوري بوجود ثلاثة محاور غير متساوية في الطول، ومتعامدة على بعضها. أنظر الشكل (9)، ومن الأمثلة عليه معدن الكبريت.



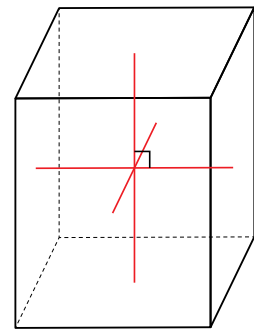
الشكل (9): نظام المعين القائم.

نظام أحادي الميل **Monoclinic System** يمتازُ هذا النظام البلوري بوجود ثلاثة محاور غير متساوية في الطول، زوجان منهما متعامدان. أنظر الشكل (10)، ومن الأمثلة عليه معدن الجبس.

✓ **أتحقّق:** أحدّد أوجه الشبه والاختلاف بين النظام البلوري الثلاثي والنظام البلوري السداسي.



معدن الجبس.



الشكل (10): نظام أحادي الميل.

لماذا تظهر بعض المعادن مثل معدن الكوارتز؛ بألوان متعددة؟



الشكل (11/ب): معدن الكبريت.



الشكل (11/أ): معدن الملاكييت.

الخصائص الفيزيائية للمعادن

Physical Properties of Minerals

تعد بعض خصائص المعادن، مثل البناء الذري الداخلي المنتظم للبلورات، والتركيب الكيميائي، خصائص يصعب تحديدها وتعرفها من دون الاستعانة بأجهزة حديثة؛ لذا، يستخدم الجيولوجيون كثيراً من الخصائص الفيزيائية لتعرف المعادن، ومنها:

اللون Colour

تعد خاصية اللون Colour من أسهل الخصائص التي يمكن ملاحظتها، وتنفرد بعض المعادن في الطبيعة بألوان خاصة تميزها عن غيرها من المعادن، مثل معدن الملاكييت الذي يتميز باللون الأخضر، أنظر الشكل (11/أ)، ومعدن الكبريت الذي يتميز بلونه الأصفر، أنظر الشكل (11/ب). ويمكن أن يكون للمعدن الواحد أكثر من لون، مثل معدن الكوارتز. أنظر الشكل (12).

وقد تشابه المعادن في ألوانها مثل معدني الماغنتيت والغرافيت، وكلاهما أسود اللون. أنظر الشكل (13/أ، ب). ويراعى عند فحص لون المعدن أن يكون سطحه حديث القطع؛ خشية أن تكون عوامل التجوية أثرت في تغيير لونه، أو أدت دورها في ذلك.



الشكل (12): عينات من معدن الكوارتز بألوان مختلفة. أذكر بعض الألوان التي يوجد عليها معدن الكوارتز.



الشكل (13/ب): معدن الغرافيت.



الشكل (13/أ): معدن الماغنتيت.

الحكاكة Streak

تُعرَّف الحُكاكَةُ Streak بأنَّها لونُ مسحوقِ المعدنِ، وتحدِّدُ هذه الخاصيةُ بحكِّ المعدنِ بقطعةٍ خزفيةٍ بيضاءٍ غيرِ مصقولةٍ تُسمَّى لوح الحُكاكَةِ (المخدشِ). وقد تشابهُ المعادنُ مختلفةً اللُّونِ في لونِ حكاكاتها. كذلك نلاحظُ أنَّ كثيرًا من المعادنِ تشابهُ في ألوانها إلا أنَّها تختلفُ في لونِ حكاكاتها. فمثلًا معدنُ الماغنيثيتِ والهيمايتِ متماثلانِ في اللونِ، ولكنَّهما يختلفانِ في لونِ حكاكتهما. أنظرُ الشكلَ (14).

الهيمايتُ

الماغنيثيتُ



الشكل (14): اختلاف لون حكاكة معدني الماغنيثيت والهيمايت.

أفكر

هَبْ أَنْ معدنينِ لهُما اللُّونُ نفسُهُ والحكاكةُ نفسُها؛ فكيفَ يمكنُ التمييزُ بينهما؟

الربط بالتاريخ



تناول العالمُ ابنُ سينا الفلزاتِ وطريقةَ تكوينها، ودرسَ كثيرًا من المعادنِ ومميزاتِ كلِّ منها، وبينَ أنَّ المعادنَ تحتفظُ بصفاتِها الطبيعيةِ. ويذكرُ لنا في كتابهِ: (الشفاء): (جزء الطبعيات): في بابِ الفنِّ الخامسِ: المعادنِ والآثارِ العلويةِ: "إنَّ كلَّ معدنٍ من المعادنِ يحتفظُ بصفاتِهِ الذاتيةِ التي تميِّزه عن غيره من المعادنِ".

أبحثُ:



أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديّ، وأبحثُ عن معادنَ تختلفُ في ألوانها لكنَّها تشابهُ في لونِ حكاكاتها؛ وأصمِّمُ عرضًا تقديميًا وأعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتِي في الصفِّ.

البريقُ Luster

يُعبَّرُ عن البريقُ Luster بالكيفية التي ينعكسُ بها الضوءُ عن سطحِ المعدنِ؛ فقد يكونُ بريقُ المعادنِ فلزيًّا مثلَ بريقِ معدنِ الغالينا. أنظرُ الشكلَ (15/أ)، أو يكونُ بريقها لافلزيًّا؛ فتوصفُ بأنَّ بريقها لؤلؤيُّ، أو حيريُّ، أو ترابيُّ، أو يوصفُ بأنَّه زجاجيُّ مثلَ معدنِ الكوارتزِ، أنظرُ الشكلَ (15/ب).



أعملُ فيلمًا قصيرًا

باستخدام برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضِّحُ لمعانَ معدنِ ذاتِ بريقِ فلزيِّ، وأخرى ذاتِ بريقِ لافلزيِّ، وأحرصُ على أن يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيَّةً، ثمَّ أشاركُهُ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.



الشكلُ (15/ أ): يمتازُ معدنُ الغالينا ببريقه الفلزيِّ.

أفكر

أفسرُ: لماذا أغلبُ المعادنِ المعتمةُ ذاتُ بريقِ فلزيِّ، أمَّا المعادنُ الفاتحةُ اللونِ فذاتُ بريقِ لافلزيِّ؟



الشكلُ (15/ ب): يمتازُ معدنُ الكوارتزِ ببريقه اللافلزيِّ (الزجاجيِّ).

الانقسام Cleavage

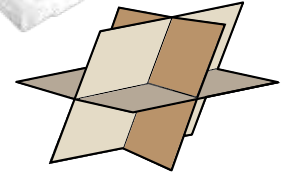
يُعرَّف الانقسام Cleavage بأنه قابلية المعدن للتشقق على امتداد المستويات ضعيفة الترابط في البناء البلوري، ويحدث عادةً الانقسام في اتجاه واحد أو اثنين أو ثلاثة أو أكثر؛ فبعض المعادن مثل المايكا ينقسم في اتجاه واحد منتجاً صفائح رقيقة ومستوية. أنظر الشكل (16/ أ). وبعضها الآخر له أكثر من سطح انقسام؛ مثل معدن الكالسيت الذي ينقسم في ثلاثة اتجاهات غير متعامدة. أنظر الشكل (16/ ب).



الشكل (16/ أ): معدن المايكا، انقسام في اتجاه واحد.

المكسر Fracture

يوصف المكسر Fracture بأنه السطح الناتج من كسر المعدن ذي البنية الذرية المحكمة صناعياً، وتظهر هذه الخاصية في المعادن التي لا يحدث لها انقسام في اتجاهات محددة، وإنما تنكسر عشوائياً حسب القوة المؤثرة فيها، ويكون سطح المكسر متعرجاً أو محارياً أو غير ذلك. أنظر الشكل (17)، الذي يوضح المكسر في معدن الكوارتز.



القساوة Hardness

تُعرَّف القساوة Hardness بأنها قدرة المعدن على خدش معدنٍ آخر، وهي خاصية نسبية يمكن تحديدها بخدش معدنٍ معلوم القساوة بآخر مجهول القساوة، أو بالعكس. وتعدُّ الخاصية الأكثر استخداماً في تعريف المعادن. وقد طُوِّرَ مقياس لتعريف قساوة المعادن بدقة سُمِّيَ مقياس موس Mohs Scale، ويحتوي على عشرة معادن مرتبة من الأقل قساوة (1) إلى الأكثر قساوة (10)، أنظر الجدول (1).

الشكل (16/ ب): معدن الكالسيت، ورسمٌ يمثّل انقسام المعدن في ثلاثة اتجاهات.

✓ **أتحقّق:** أفرّق بين المكسر والانقسام.



الشكل (17): مكسر في معدن الكوارتز.

الجدول (1) : مقياسُ موس.

المعدن	درجةُ قساوة المعدن	المعدن	درجةُ قساوة المعدن
 الأورثوكليزُ Orthoclase	6	 التلكُ Talc	1
 الكوارتزُ Quartz	7	 الجبسُ Gypsum	2
 التوبازُ Topaz	8	 الكالسييتُ Calcite	3
 الكورندومُ Corundum	9	 الفلوريتُ Flourite	4
 الماسُ Diamond	10	 الأباتيتُ Apatite	5

أما إذا لم تتوافر المعادن الستة الأولى من مقياس موس؛ فيمكن استخدام المواد المعلومة القساوة الآتية؛ لتحديد درجة قساوة بعض المعادن. أنظر الجدول (2).

الجدول (2): قساوة بعض المواد حسب مقياس موس.	
درجة القساوة	المادة
2.5	ظفر الأصبع 
3.5	العملة النحاسية 
5.5	اللوخ الزجاجي
6.5	نصل السكين الفولاذي
7-6.5	لوخ الحكاكة

أبحث:



أستعين بمصادر المعرفة المتوافرة لدي، وأبحث عن إسهامات العلماء العرب المسلمين في علم البلورات والمعادن، وأصمم عرضاً تقديمياً وأعرضه أمام زملائي / زميلاتي في الصف.

الرّبط بالتكنولوجيا



تُصنَّع معظم الأواني المنزلية، والأجهزة البصرية، وأدوات الزينة، والأدوات الطبية من المعادن، مثال ذلك بعض أجهزة قياس ضغط الدم المصنوعة من خامات الحديد والنيكل، والحليّ والمجوهرات المصنوعة من الذهب والماس.

التجربة 2

الخصائص الفيزيائية للمعادن

تشارك المعادن جميعها في خصائص فيزيائية؛ فهناك خصائص ضوئية مثل اللون والبريق والحكاكة، وأخرى تماسكية مثل القساوة والمكسر وسطوح الانفصام وغير ذلك. فكيف يمكنني تحديد خصائص المعادن الفيزيائية؟

المواد والأدوات: عينات معدنية من الغالينا والبيريت والكوارتز والبيوتيت والكالسيت والجبس والملاكيث والكبريت، لوح الحكاكة، مطرقة جيولوجية، عملة نحاسية، لوح زجاجي، نصل سكين فولاذي.

إرشادات السلامة: الحذر في أثناء التعامل مع اللوح الزجاجي، ونصل السكين الفولاذي، والمطرقة الجيولوجية.

خطوات العمل:

- 1 أتوزع أنا وزملائي / زميلاتي في مجموعات صغيرة؛ بحيث تأخذ كل مجموعة عينات معدنية.
- 2 أتفحص العينات المعدنية التي حصلت عليها.
- 3 أحدد الخصائص الفيزيائية للعينات المعدنية، مثل: اللون، والحكاكة، والبريق (فلزي / لافلزي)، وعدد سطوح الانفصام، والمكسر، والقساوة.
- 4 أدون الخصائص الفيزيائية التي لاحظتها في العينات المعدنية في جدول يتضمن: اسم المعدن، واللون، والحكاكة، والبريق، وعدد سطوح الانفصام، وشكل سطح المكسر، والقساوة.

التحليل والاستنتاج:

1. أحدد: أي المعادن يختلف لونه عن لون حكاكته؟
2. **أرتب** العينات المعدنية تنازلياً وفق قساوتها.
3. أصف: هل تتشابه أشكال المكسر في سطح العينات المعدنية؟
4. **أستنتج:** لماذا لا تظهر بعض المعادن سطوح انفصام؛ وتنكسر عشوائياً عند الطرق عليها باستخدام المطرقة الجيولوجية؟

مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسة: أحدد: بمَ تمتازُ المعادنُ عن بعضها بعضًا؟
2. أوضح خصائص نظام المكعب.
3. **أقوم** صححة العبارة الآتية مُبررًا إجابتي: «لا يُعدُّ النفطُ معدنًا».
4. أبين الفرق بين خاصيتي الحكاكة واللون في المعادن.
5. أذكر الخاصية الفيزيائية الأكثر استخدامًا في تعريف المعادن.
6. أحدد: إذا أُعطيت المعادن الثلاثة: الجبس، والكالسيت، والأورثوكليز من دون أن أعرفها؛ فكيف يمكن أن أحدد قساوة كلٍّ منها؟
7. **أستنتج**: لماذا يمكن أن يحدث الانفصام في اتجاه واحد أو اثنين أو ثلاثة أو أكثر في المعادن؟
8. أكمل المخطط الآتي:



9. **أفسر**: لماذا يمكن العثور على عينات من معدن الهيماتيت باللون الأسود تارةً وباللون البني الأحمر تارةً أخرى؟

تصنيف المعادن Minerals Classification

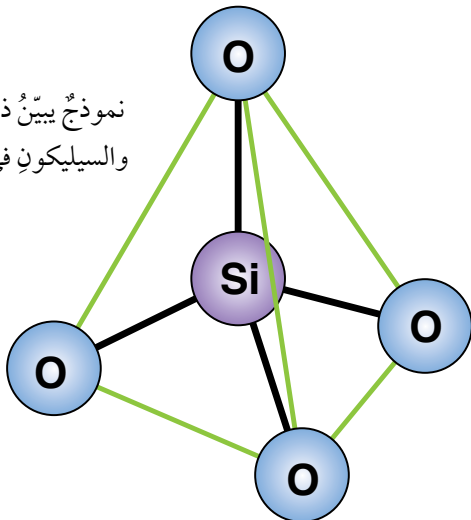
عُرِفَتْ آلافُ المعادن، ويكتشف كثيرٌ منها في كلِّ عام. ومع ذلك فإنَّ المعادنَ الشائعةَ التي تدخلُ في تركيبِ أغلبِ صخورِ القشرة الأرضية عددها قليلٌ نسبياً. ويصنّفُ العلماءُ المعادنَ المختلفةَ إلى مجموعاتٍ رئيسيةٍ بناءً على الأيونِ السالبِ الذي يحتويه المعدنُ، وهي: السيليكاتُ، والكاربوناتُ، والأكاسيدُ، والكبريتاتُ، والكبريتيداتُ، والهاليداتُ، والفوسفاتُ، والمعادنُ أحاديةُ العنصرِ.

السيليكاتُ Silicates

تُشكِّلُ مجموعةُ السيليكاتِ أكثرَ من 90% من معادنِ القشرة الأرضية. وتحتوي المعادنُ السيليكاتيةُ جميعها على عنصرِ الأكسجينِ والسيليكونِ، بالإضافة إلى احتواءِ أغلبها على عنصرٍ أو أكثرَ من العناصرِ الشائعةِ الأخرى مثل: الألمنيومِ والحديدِ، وينتجُ من ذلك المئاتُ من المعادنِ السيليكاتية. وتتكوَّنُ مجموعةُ **السيليكاتِ Silicates** من أربعِ ذراتٍ من الأكسجينِ مرتبطةٍ بذرةٍ مركزيةٍ من السيليكونِ بروابطٍ تساهميةٍ (SiO_4^{4-})، مشكِّلةً شكلاً هندسياً هرمياً يُسمَّى سيليكاً رباعية الأوجه (هرم السيليكاً) **Silica Tetrahedron**، أنظر الشكل (18).

تُقسَمُ المعادنُ السيليكاتيةُ إلى مجموعاتٍ مختلفةٍ؛ بناءً على الطريقةِ التي تترتبُ فيها السيليكاتُ رباعية الأوجه؛ فقد تتكوَّنُ

نموذجٌ يبيِّنُ ذراتِ الأكسجينِ والسيليكونِ في هرمِ السيليكاتِ.



الفكرةُ الرئيسةُ:

تُصنَّفُ معادنُ القشرة الأرضية إلى مجموعاتٍ رئيسيةٍ؛ اعتماداً على خصائصها الكيميائية.

نتائجُ التعلم:

- 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 وغيرها.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

Silicates	السيليكاتُ
Silica Tetrahedron	سيليكاً رباعية الأوجه (هرم السيليكات)
Carbonates	الكاربوناتُ
Oxides	الأكاسيدُ
Halides	الهاليداتُ
Sulphates	الكبريتاتُ
Sulfides	الكبريتيداتُ
Phosphate	الفوسفاتُ
Native Elements	المعادنُ أحاديةُ العنصرِ

الشكل (18): تتكوَّنُ جميعُ معادنِ السيليكاتِ من هرمِ السيليكاتِ. أحددُ: ما عددُ ذراتِ الأكسجينِ والسيليكونِ في هرمِ السيليكاتِ؟

هذه المعادن من سيليكات رباعية الأوجه مفردة (أحادية)، مثل معدن الأوليفين، وقد تترابط أكثر من سيليكات رباعية الأوجه على شكل سلاسل أو صفائح، أو على شكل مجسمات ثلاثية الأبعاد، مثل معدن الكوارتز، أنظر الشكل (19).



الشكل (19): معدن الكوارتز الذي تترابط فيه السيليكات رباعية الأوجه على شكل مجسم ثلاثي الأبعاد.

الكربونات Carbonates

تُعدُّ مجموعة الكربونات ثاني أكثر مجموعات المعادن شيوعاً بعد مجموعة السيليكات. وتحتوي معادن مجموعة **الكربونات Carbonates** في تركيبها الكيميائي على أيون الكربونات (CO_3^{2-}) سالب الشحنة متحداً مع أيون أو أكثر موجب الشحنة مثل: (Ca^{2+} ، Fe^{3+} ، Mg^{2+} ، Cu^{2+})، ومن أمثلتها معدن الدولوميت ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)، والملاكيت ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$)، والكالسيت (CaCO_3) الذي يُعدُّ أكثر معادن الكربونات شيوعاً، أنظر الشكل (20).



الشكل (20): معدن الكالسيت أحد معادن مجموعة الكربونات.

الأكاسيد Oxides

تحتوي معادن مجموعة **الأكاسيد Oxides** في تركيبها الكيميائي على أيون الأكسجين (O^{2-}) سالب الشحنة متحداً مع أيون موجب الشحنة أو أكثر من الأيونات الأخرى، التي تُكوِّن أحد الفلزات عادةً. ومن أكثر معادن الأكاسيد الشائعة أكاسيد الحديد ومنها معدن الهيماتيت (Fe_2O_3) ومعدن الماغنتيت (Fe_3O_4) وهما من خامات الحديد، أنظر الشكل (21).

الشكل (21): من الأمثلة على معادن مجموعة الأكاسيد التي تُعدُّ إحدى خامات الحديد:

(أ): الهيماتيت.

(ب): الماغنتيت.



(ب)



(أ)



الهاليدات Halides

تتكوّن معادن الهاليدات Halides من اتحادٍ أحدِ أيونات الهالوجينات سالبة الشحنة كالكلور والفلور، مع أيونٍ آخر موجب الشحنة كالصوديوم أو الكالسيوم، ومن معادن الهاليدات الشائعة: الهاليت (NaCl) والفلوريت (CaF₂)، أنظر الشكل (22).

الكبريتات Sulphates

تحتوي معادن مجموعة الكبريتات Sulphates في تركيبها الكيميائي على أيون الكبريتات (SO₄²⁻) سالب الشحنة متّحداً مع أيونٍ آخر موجب الشحنة أو أكثر، ومن أمثلتها معدن الجبس (CaSO₄·2(H₂O)) والباريت (BaSO₄)، أنظر الشكل (23).

الشكل (22): من أمثلة مجموعة الهاليدات معادن:
(أ): الهاليت.
(ب): الفلوريت.

الشكل (23): من الأمثلة على معادن الكبريتات معادن:
(أ): الجبس.
(ب): البارييت.





(ب)



(أ)

الشكل (24): معادن تتبع مجموعة الكبريتيدات، وهي:
(أ): معدن البيريت.
(ب): معدن الغالينا.

الكبريتيدات Sulfides

تحتوي معادن مجموعة الكبريتيدات Sulfides في تركيبها الكيميائي على أيون الكبريت سالب الشحنة (S^{2-}) متحدًا مع أيون آخر موجب الشحنة أو أكثر، وتعدُّ من أهم خامات الحديد والرصاص والنحاس وغيرها. ومن أهم المعادن التي تتبع هذه المجموعة: البيريت (FeS_2) والغالينا (PbS). أنظر الشكل (24).

الفوسفات Phosphate

تحتوي معادن مجموعة الفوسفات Phosphate على أيون الفوسفات (PO_4^{3-}) سالب الشحنة متحدًا مع أيون آخر موجب الشحنة أو أكثر. ومن أشهر المعادن التابعة لهذه المجموعة الأباتيت ($(Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH))$). أنظر الشكل (25).

المعادن أحادية العنصر Native Elements

المعادن أحادية العنصر Native Elements معادن تحتوي على عنصر واحد فقط، ومن الأمثلة عليها: الذهب (Au)، والفضة (Ag). وتتميز معظم تلك المعادن بسهولة تفاعلها مع الأكسجين؛ ولذلك تتميز معادنها بندرة وجودها في الطبيعة، أنظر الشكل (26).



الشكل (26): معدن الذهب أحد المعادن أحادية العنصر.



الشكل (25): معدن الأباتيت أحد معادن الفوسفات.

الربط بالعلوم الحياتية

يتكوّن النسيج العظمي في عظام الكائنات الحية من خلايا العظم وبروتين الكولاجين ومعدن الأباتيت، الذي يُسمّى معدن العظام. ولمعدن الأباتيت دورٌ كبيرٌ في قوة العظام وكثافتها.

أتحقّق: أصنف معدن

الكالسييت إلى المجموعة المعدنية التي ينتمي إليها.

أبحثُ:



أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المختلفةِ ومنها شبكةُ الإنترنتِ وأبحثُ عن صخورٍ مختلفةٍ، وأحدِّدُ المعادنَ المكوِّنةَ لكلِّ صخرٍ. ثمَّ أكتبُ تقريراً وأعرضُ نتائجهُ أمامَ زملائي/ زميلاتِي في الصفِّ.

أفكرُ

هلُ توجدُ صخورٌ لا تتكوَّنُ منُ معادنٍ؟ أفسِّرُ إجابتي.

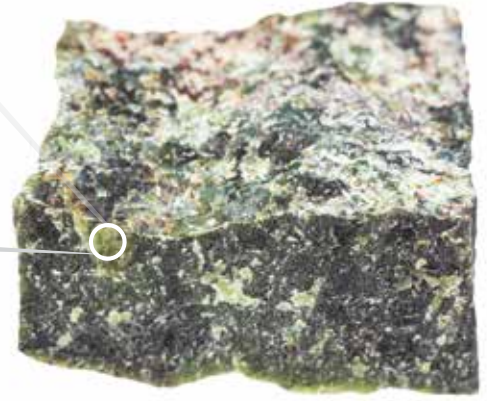


أعدُّ فيلمًا قصيرًا

باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضِّحُ مجموعاتِ المعادنِ الرئيِّسةَ، وأمثلةً على كلِّ مجموعةٍ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيةً، وأعرضُه أمامَ زملائي/ زميلاتِي في الصفِّ.



الشكلُ (27): يتشكَّلُ صخرُ الدونيتِ بشكلٍ رئيسٍ منُ معدنِ الأوليفينِ.



الصخورُ والمعادنُ Rocks and Minerals

تُعدُّ الصخورُ بأنواعها الثلاثة: الناريةِ والرسوبيةِ والمتحولةِ، وحدةَ البناءِ الأساسيةَ للقشرةِ الأرضيةِ، وتتكوَّنُ معظمُ الصخورِ منُ معادنٍ، وعلى الرغمِ منُ عددِ المعادنِ الكبيرِ في الطبيعةِ، إلا أنَّ المعادنَ الأساسيةَ المكوِّنةَ لمعظمِ صخورِ القشرةِ الأرضيةِ قليلةٌ جدًّا، وهي: الكوارتزُ، والفلسبارُ، والمايكا، والبيروكسينُ، والأمفيبولُ، والأوليفينُ، والغارنتُ، والكالسيتُ.

قد تتكوَّنُ الصخورُ منُ معدنٍ واحدٍ، مثلَ الصخرِ الجيريِّ الذي يتكوَّنُ منُ معدنِ الكالسيتِ، وصخرِ الدونيتِ الذي يتكوَّنُ بشكلٍ رئيسٍ منُ معدنِ الأوليفينِ، أنظرُ الشكلَ (27). في حينِ تتكوَّنُ بعضُ الصخورِ منُ أكثرَ منُ معدنٍ مثلَ صخرِ الغرانيتِ الذي يتكوَّنُ منُ معادنِ الفلسبارِ والكوارتزِ والمايكا ومعادنٍ أخرى، أنظرُ الشكلَ (28).

الشكلُ (28): يتكوَّنُ صخرُ الغرانيتِ منُ عددٍ منَ المعادنِ.

أحدُّ: ما المعادنُ المكوِّنةُ لصخرِ الغرانيتِ؟



The Economic Importance of Minerals

للصخور وما تحويه من معادن قيمة اقتصادية كبيرة؛ فمثلاً تبلغ قيمة ما يجري تداوله في العالم من الذهب الذي يُقدَّر بحوالي 165000 tons أكثر من 5.6 تريليونات دينار أردني. وليس الذهب المعدن الوحيد ذا القيمة الاقتصادية؛ فهناك كثير من المعادن تُعدُّ من السلع المهمة الضرورية المستخدمة في حياتنا في الوقت الحاضر.

تدخل المعادن في جميع مناحي الحياة، وكلما زاد التقدم والتحضُّر في المجتمعات زادت الحاجة إليها. فالكهرباء التي تضيء بيوتنا وتُشغِّل الأجهزة المختلفة تنتقل عبر أسلاك نحاسية، ويُستخرج النحاس من معادن مختلفة منها: الملاكيث، أنظر الشكل (29). والسيارات التي نستخدمها يدخل في صناعتها الفولاذ المصنوع من الحديد. ويدخل عنصر الألمنيوم في كثير من الصناعات، منها: صناعة الأثاث والطائرات. أما الصناعات التكنولوجية الحديثة مثل: رقائق الحاسوب وشاشات الهواتف والتلفاز الحديثة، والألياف الضوئية؛ فيستخدم فيها عنصر السيليكون المستخرج من المعادن السيليكاتية، وبخاصة معدن الكوارتز. ولأهمية المعادن في حياتنا ولأنها تُعدُّ ذات قيمة اقتصادية كبيرة؛ فإنَّ دول العالم ومنها الأردن، تبحث دائماً عن المعادن في صخور القشرة الأرضية وتستخدم الطرائق الجيولوجية المختلفة في استكشافها.



الشكل (29): معدن الملاكيث أحد المعادن التي يُستخرج منها النحاس.

الربط بالتكنولوجيا

يحاول الإنسان تطوير أجهزته الإلكترونية مثل الهاتف الذكي والحاسوب المحمول والتلفاز، وتقليل حجمها ليتناسب مع احتياجاته المختلفة، وتستخدم الشركات في ذلك كثيراً من العناصر التي تستخرج من المعادن، منها: معدن المونازيت Monazite، وهو أحد المعادن التابعة لمجموعة الفوسفات.

أبحاث:



أستعين بمصادر المعرفة المختلفة ومنها شبكة الإنترنت، وأبحث عن أحد المعادن، وأكتب تقريراً متضمناً معلومات حول الصخور التي تحويه، والاستخدامات الرئيسية له في حياتنا، ثم أعرض التقرير على زملائي/ زميلاتي في الصف.

المعادن في الأردن Minerals in Jordan

✓ **أتحقق:** أذكر ثلاثة معادن توجد في الأردن، واستخدامات كل منها.

يحتوي الأردن على كثير من المعادن ذات القيمة الاقتصادية الكبيرة، ومن تلك المعادن: الذهب والحديد والكوارتز والأباتيت والسيلفييت الذي يُستخرج منه البوتاس. أيضًا يعدُّ الأردن ثامن دولة مُصدِّرة للبوتاس على مستوى العالم، حيث تُقدَّر كمية ما تصدِّره شركة البوتاس العربية من البوتاس بـ 2.35 m.ton/y تقريبًا. ويمثِّل الجدول (3) بعض المعادن الاقتصادية في الأردن، والصخور التي توجد فيها وأهم استخداماتها:

* الجدول (3) : بعض المعادن الاقتصادية في الأردن والصخور التي توجد فيها وأمثلة على استخداماتها.		
المعدن	الصخر الذي يوجد فيه المعدن	أهم الاستخدامات
الأباتيت $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$	الفوسفات	الزراعة، وصناعة حمض الفسفوريك.
الكالسييت $CaCO_3$	الصخر الجيري، والترافرتين	الإسمنت، والدهانات، والأدوية، والورق، والبناء.
الدولوميت $CaMg(CO_3)_2$	الدولوميت	الإسمنت، والزراعة.
الكوارتز SiO_2	الصخر الرملي	السيراميك، والصناعات الإلكترونية، وصناعة الزجاج.
الجبس $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	الجبس	الإسمنت، والأسمدة، والورق، وصناعة الطلاء، والديكورات، والطب، والسيراميك.
الذهب Au	الصخور البركانية الحمضية	الصناعات الإلكترونية، والحلي.
الهيماتيت Fe_2O_3	تصاحب الصخور الجيرية	صناعة السيارات، وصناعة الصلب.
السيلفييت KCl	صخر السيلفيينيت	الزراعة، والصابون، والدهانات، والأدوية، والورق، ومعاين الأسنان.

* الصيغ الكيميائية ليست للحفظ.

إنتاج العالم من بعض المعادن

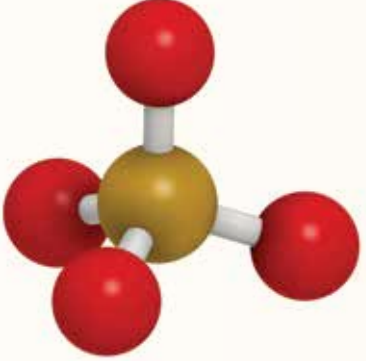
يمثل الجدول الآتي كميات بعض المعادن المنتجة في العالم بوحدة مليون طن (Million Tons) خلال المدة الزمنية الواقعة بين (2015 – 2019) م. أدرس الجدول ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

المعدن	2015	2016	2017	2018	2019
الملاكيث	19.3	20.4	20.0	20.6	20.7
الماس	0.00002497	0.00002457	0.00002966	0.00002941	0.00002673
الفلسبار	29.963	33.619	29.759	31.929	31.856
الذهب	0.00315	0.00325	0.00336	0.00347	0.00335
الهيمايت والماغنتيت	3359	3319	3360	2945	3040
الغالينا	5.0	4.9	4.5	4.5	4.7
الأباتيت	264	271	255	230	226
الفضة	0.028144	0.028132	0.027146	0.027961	0.026261

التحليل والاستنتاج:

1. **استنتج** لماذا يُعدُّ الإنتاج العالمي من معادن الهيمايت والماغنتيت أكبر ما يمكنُ بالنسبة إلى باقي المعادن.
2. **استنتج** الأسباب التي تؤدي إلى تفاوت كميات إنتاج المعدن ذاته خلال المدة الزمنية الواقعة بين (2015 – 2019) م.
3. **أحسب**: إذا علمتُ أنَّ سعرَ الطنِّ من الفوسفات في عام 2019 م كان يساوي 62 دينارًا أردنيًا؛ فكَمْ دينارًا ثمنُ إنتاج العالم في ذلك العام؟
4. **أقارن** أنواع المعادن المذكورة أعلاه بأنواع المعادن المكتشفة في الأردن.

مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسة: أحدد: ما الخصيصة التي اعتمدت في تصنيف معادن القشرة الأرضية؟
 2. **أفسر:** تحتوي معادن كل من مجموعتي الكبريتات والكبريتيدات في تركيبها الكيميائي على عنصر الكبريت، ومع ذلك تُصنّف تلك المعادن ضمن مجموعتين مختلفتين، لماذا؟
 3. **أصنّف** المعادن الآتية إلى مجموعات المعادن التابعة لها: الكوارتز، الأوليفين، الكالسيت، البيريت، الذهب.
 4. يمثل الشكل الآتي نموذجاً لسيليكا رباعية الأوجه، أدرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة الآتية:
 أ - أحدد على الرسم العناصر المكوّنة له.
 ب - أذكر اسم معدن يتكوّن من السيليكا رباعية الأوجه مفردة.
- 
5. **أقارن** بين الصخر الجيري وصخر الغرانيت؛ من حيث المعادن المكوّنة لكل منهما.
 6. **أستنتج:** يعدُّ معدنا الكالسيت والدولوميت من مجموعة الكربونات، ما الخصيصة المشتركة التي تجمع كلا المعدنين؟
 7. أذكر استخداماً واحداً لكل من المعادن الآتية: الأباتيت، الكوارتز، الكالسيت، السيلفيت.
 8. **أستنتج** سبب ندرة المعادن أحادية العنصر في الطبيعة.
 9. مجموعة معدنية تذوب بسهولة في الماء وتتميز بخصائص تجعلها مفيدة في الصناعات الغذائية والدوائية، وإنتاج الملح ومعجون الأسنان.
 أ . أحدد اسم المجموعة المعدنية.
 ب. أذكر مثالين على المعادن التي تنتمي إلى هذه المجموعة.
 10. **أطرح سؤالاً** إجابته: مجموعة السيليكات.

الأحجار الكريمة Gemstones

الإثراء والتوسع

كان الإنسان ومنذ القدم يهتمُّ بالأحجار الكريمة فيقتنيها، ويستخدمها بصفاتها حليًا. والأحجار الكريمة أنواعٌ من المعادن تتميز عند قصّها وصقلها بمظهرٍ جميلٍ لافتٍ للنظر، ويُعدُّ المعدنُ حجرًا كريمًا نفيسًا Precious Gemstones إذا توافرت فيه شروطٌ محددةٌ وهي: المظهر الجميل، والحجم الكبير للبلورة، وأن يكون ذا تركيب بلوريّ متين، وأن يكون نادر الوجود. وعندما يمتلك المعدنُ خصيصةً واحدةً أو اثنتين من تلك الخصائص؛ فإنه يُعدُّ شبه نفيسٍ Semiprecious.

قد تتشابه أسماء الأحجار الكريمة مع أسماء المعادن المكوّنة لها؛ مثل: أحجار الماس الكريمة التي تتكوّن من معدن الماس Diamond وهناك كثيرٌ من أسماء الأحجار الكريمة تختلف عن اسم المعدن المكوّن لها؛ فمثلًا الياقوت الأزرق Sapphire يتكوّن من معدن الكورندوم Corundum وهو أحد أكاسيد الألمنيوم الذي يحتوي على كميات قليلة من عنصري التيتانيوم والحديد، في حين إذا احتوى معدن الكورندوم على كميات قليلة من الكروم فإنه يعطي الياقوت الأحمر Rubies. أمّا الزمرد Emerald ذو اللون الأخضر الجميل فهو يتكوّن من معدن البيرل Beryl وهو أحد المعادن السيليكاتية.

أبحثُ في مصادر المعرفة المتوافرة لديّ، ومنها شبكة الإنترنت؛ عن بعض الأحجار الكريمة المعروفة، وأحدد المعادن المكوّنة لها، ثم أكتب فقراتٍ متنوعةً حولها أقدمها على شكلٍ عرضٍ تقديميٍّ أدعمه بصورٍ متنوعةٍ تمثّلها.



السؤال الأول:

أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. يمتاز معدن الذهب بالبريق:

(أ) اللؤلؤي.

(ب) الزجاجي.

(ج) الفلزي.

(د) الحريري.



2. معدن التوباز أقل قساوة من معدن:

(أ) الكوارتز.

(ب) الكورندوم.

(ج) الجبس.

(د) الكالسيت.



3. تعادل قساوة نصل السكين الفولاذي حسب مقياس موس:

(ب) (3.5).

(أ) (2.5).

(د) (6.5).

(ج) (5.5).

4. المعدن الذي يחדش معدن الفلوريت هو:

(أ) التلك.

(ب) الكالسيت.

(ج) الكوارتز.

(د) الجبس.



5. خصيصة فيزيائية يُستخدم فيها مقياس موس، هي:

(ب) الانقسام.

(أ) اللون.

(د) القساوة.

(ج) البريق.

6. أكثر مجموعات المعادن وفرة في صخور القشرة

الأرضية:

(ب) الكبريتات.

(أ) الكربونات.

(د) الأكاسيد.

(ج) السيليكات.

7. معدن الدولوميت هو أحد معادن:

(أ) السيليكات.

(ب) الكربونات.

(ج) الفوسفات.

(د) الأكاسيد.



8. يُعد معدن الفلوريت من معادن مجموعة:

(أ) الكبريتات.

(ب) الهاليدات.

(ج) الكبريتيدات.

(د) الفوسفات.

9. الصيغة الكيميائية لهرم السيليكات:

(ب) $\text{Si}_2\text{O}_4^{4-}$.

(أ) SiO_4^{4-} .

(د) $\text{Si}_4\text{O}_3^{3-}$.

(ج) SiO_3^{2-} .

10. المعدن الذي يُعد أحد خامات الحديد هو:

(ب) الزركون.

(أ) الفلسبار.

(د) الدولوميت.

(ج) الهيماتيت.

السؤال الثاني:

أملأ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسب من المصطلحات:

أ - مادة صلبة متجانسة التركيب تكوّنت طبيعياً من أصل غير عضوي، وله تركيب كيميائي محدد، ونظام ذري داخلي منتظم، وخصائص فيزيائية مميزة.

ب - مستوى وهمي يقسم البلورة إلى نصفين متساويين ومتشابهين؛ بحيث يكون أحد النصفين صورة مرآة للآخر.

ج - قابلية المعدن للتشقق على امتداد المستويات ضعيفة الترابط في البناء البلوري.

د - مجموعة من المعادن تتكوّن من أربع ذرات من الأكسجين مرتبطة بذرة مركزية من السيليكون بروابط تساهمية.

هـ - مجموعة من المعادن تتكوّن من اتحاد أحد أيونات الهالوجينات سالبة الشحنة مع أيون آخر موجب الشحنة.

السؤال الثالث:

أفسر كلاً مما يأتي تفسيراً علمياً دقيقاً:

أ - سطوح الانقسام في المعادن هي سطوح محددة أصلاً في المعدن.

ب- جميع المعادن مواد متجانسة.

ج - تتكوّن جميع المعادن السيليكاتية من أهرام السيليكا.

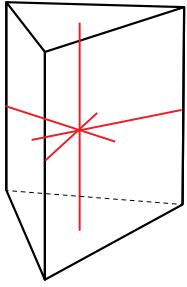
السؤال الرابع:

أبيّن الخصائص التي يجب أن تتوافر في المادة؛ كي ينطبق عليها مفهوم المعدن.

السؤال الخامس:

أنتبّع كيف يمكن تحديد قساوة معدن ما؛ باستخدام مقياس موس.

السؤال السادس:



أدرس الشكل المجاور الذي يبيّن أحد الأنظمة البلورية، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه:

أ - أعدد عدد الأوجه البلورية.

ب- **استنتج** عدد الحافات البلورية.

ج- أبيّن عدد المحاور في المستوى الأفقيّ.

السؤال السابع:

أوضّح: ما المعيار الذي اعتمد في تصنيف المعادن؟

السؤال الثامن:

أفسر: عرض عليّ زميلي قطعة ذهبية اللون ذات بريق فلزيّ، وأخبرني أنها قطعة من الذهب؛ كيف يمكنني التحقق من ذلك؟

السؤال التاسع:

أحدّد: أي المعادن تُستخدم في الصناعات الإلكترونية؛ لماذا؟

السؤال العاشر:

أقوم صحة ما ورد في العبارات الآتية مع ذكر السبب:

أ - لا أستطيع استخدام لوح الحكاكة لتحديد قساوة معدن الكورندوم.

ب- يُستخدم معدن التلك في صناعة ورق الصنفرة.

ج- تتكوّن جميع الصخور من أكثر من معدن.

د- يتوافر معدن الأباتيت بكميات اقتصادية في الأردنّ.

السؤال الحادي عشر:

أحدّد: ما مجموعة المعادن التي ينتمي إليها معدن الأباتيت؟

السؤال الثاني عشر:

اصنّف المعادن الآتية؛ بناءً على تركيبها الكيميائيّ:

(CaCO_3 ، CaF_2 ، MgSiO_4 ، FeS_2)

المياه

Water

قال تعالى:

﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾

(سورة الأنبياء: الآية 30)

أتأمل الصورة

المياه سرُّ الحياة على سطح الأرض، وتُعدُّ مياهُ الأمطارِ المصدرَ الرئيسَ للمياهِ العذبةِ. فما الرحلةُ التي تسلكها مياهُ الأمطارِ منذُ لحظةِ هطولها على سطحِ الأرضِ، حتى تُشكِّلَ البحيراتِ والأنهارَ والمياهِ الجوفيةَ؟

الفكرة العامة:

مياه الأمطار هي المصدر الرئيس للمياه العذبة في كوكب الأرض.

الدرس الأول: المياه السطحية

الفكرة الرئيسة:

يُشكل قياس كمية الأمطار الهاطلة، وتتبع مصيرها منذ لحظة سقوطها على سطح الأرض أهمية كبيرة في الموازنة المائية لأيّ سطح مائيّ.

الدرس الثاني: المياه الجوفية

الفكرة الرئيسة:

ترتفع المياه السطحية (مثل مياه الأمطار) إلى باطن الأرض، مُشكّلةً خزاناتٍ مائيةٍ جوفيةً تتميز بخصائص فيزيائية معينة.

قياس كمية الأمطار الهاطلة

بدأ الإغريق بقياس كمية الأمطار منذ 500 عام قبل الميلاد، باستخدام أدوات بسيطة بغرض تحسين غلة المحاصيل الزراعية، وفي الوقت الحالي تعددت أشكال أجهزة مقياس المطر، وحجومها؛ بغرض إنشاء سجلات وبيانات لتوضيح طبيعة المناخ الذي يسود منطقة ما، وليس فقط للحاجات الزراعية، ويوضح الجدول الآتي بيانات عن كمية الأمطار المقاسة في مدينة عجلون بوساطة جهاز مقياس المطر خلال عدة أيام من شهر شباط لأحد الأعوام، تأمله جيداً، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.

الأيام	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة
كمية الأمطار (mm)	85	62	101	94	60	5	0

التحليل والاستنتاج:

1. **أرسم بيانياً** العلاقة بين كمية الأمطار وأيام الأسبوع؛ بحيث يمثل المحور السيني أيام الأسبوع، والمحور الصادي يمثل كمية الأمطار.
2. **أحسب** متوسط هطل الأمطار خلال هذه الأيام في مدينة عجلون.
3. **أفسر:** يوضع مقياس المطر عادةً في مكان مرتفع ومكشوف، لماذا؟
4. **أتوقع:** كم ستكون كميات الأمطار المسجلة؛ لو استخدمت مقياس المطر في منطقة استوائية؟
5. **أستنتج:** كيف يمكن أن أحسب المتوسط السنوي لسقوط الأمطار في مدينة عجلون؟

مياه الأمطار المصدر الرئيس للمياه العذبة

Rainwater is the Main Source of Freshwater

تعلّمتُ في صفوفٍ سابقةٍ أنّ المياه السطحية Surface Water تغطّي 71% من سطح الأرض، تُشكّل المياه المالحة في البحار والمحيطات نسبةً 97.5% تقريباً منها، في حين تُشكّل المياه العذبة نسبةً أقلّ لا تتجاوز الـ 2.5% تقريباً، وتوجد أغلب المياه العذبة على شكل جليديات في الأقطاب لا يمكن الوصول إليها في الغالب بنسبة 68.7%، أنظر الشكل (1). في حين تُشكّل المياه العذبة السائلة السطحية التي تتجمّع في الجداول والأنهار والبحيرات نسبةً 1.2% تقريباً من مجموع المياه العذبة على سطح الأرض. وتشكّل المياه العذبة الجوفية ما نسبته 30.1% منها.

ولكن، ما مصدر المياه العذبة على سطح الأرض؟ وكيف تحركت المياه العذبة على سطح الأرض مشكّلةً الأحواض المائية السطحية؟

الشكل (1): كتل جليدية في القطب المتجمّد الجنوبي الذي يحتوي على 68.7% تقريباً من المياه العذبة الموجودة على كوكب الأرض.

أستنتج: هل يمكن الاستفادة من الكتل الجليدية في القطب المتجمّد الجنوبي؛ بوصفها مصدرًا للمياه العذبة؟

الفكرة الرئيسة:

يُشكّل قياس كمية الأمطار الهاطلة وتتبع مصيرها منذ لحظة سقوطها على سطح الأرض أهمية كبيرة في الموازنة المائية لأيّ مسطح مائي.

نتائج التعلم:

- أفسّر أن مياه الأمطار هي المصدر الرئيس للمياه العذبة على سطح الأرض.
- أتتبع مصير الأمطار الهاطلة.
- أوضح كيفية قياس كمية مياه الأمطار الهاطلة.
- أحسب الموازنة المائية لحوض مائي سطحي.
- أتعرف الأشكال الأرضية السطحية التي تنتج من مياه الأمطار.

المفاهيم والمصطلحات:

مياه سطحية	Surface Water
جريان سطحي	Surface Runoff
مقياس المطر	Rain Gauge
الأحواض المائية السطحية	Surface Water Basins

أبحث:



على مدى القرن الماضي، ارتفع مستوى سطح البحر جزئيًا بسبب انصهار الجليديات، ويرى العلماء أنه إذا استمرت درجة حرارة الأرض بالارتفاع، فإن ذلك سيهدد كثيرًا من المدن الساحلية بالغرق. أبحث في مصادر المعرفة المتوفرة لدي عن العلاقة بين ظاهرة الاحترار العالمي الناتجة من ارتفاع درجات الحرارة، وكمية الماء وتوزيعها في مناطق مختلفة من العالم، وأعد عرضًا تقديميًا بذلك، وأعرضه أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.

أفكر

يؤدي الإنسان دورًا مهمًا في انتقال الماء بين غُلف الأرض المختلفة. أفكر: كيف يؤثر الإنسان في انتقال الماء بين غُلف الأرض المختلفة؟

تنتقل المياه من مكانٍ إلى آخر بين غُلف الأرض المختلفة على شكل دورة مغلقة، تبدأ بعملية تبخر الماء من المسطحات المائية بفعل حرارة الشمس وعملية النتح من النباتات، ثم تكاثف بخار الماء في طبقات الجو العليا، ثم يعود إلى سطح الأرض بعملية تسمى الهطول على شكل ثلوج أو بردٍ أو أمطارٍ، ويتسرب جزء منه إلى داخل الأرض ويُخزن على شكل مياه جوفية تنتقل على شكل جريانٍ جوفيٍّ، أما الجزء المتبقي فإنه يتدفق على سطح الأرض على شكل **جريانٍ سطحيٍّ** Surface Runoff، يدخل جزء منه إلى مجاري الأنهار والسيول والبحيرات والأنهار الجليدية، ويتحرك بعض منه نحو المحيطات، أنظر الشكل (2). وباستمرار الهطل تتجدد المياه السطحية، وتستمر تغذية مياه الأنهار والجداول العذبة، والمياه الجوفية لتحل محل المياه التي استخدمها الإنسان في نشاطاته المختلفة؛ لذلك تُعد مياه الأمطار المصدر الرئيس للمياه العذبة على سطح الأرض.

الشكل (2): انتقال المياه بين غُلف الأرض المختلفة بفعل العمليات المختلفة. الخُص آلية انتقال المياه بين غُلف الأرض المختلفة.



✓ **أتحقق:** أفسر لماذا تُعد مياه الأمطار المصدر الرئيس للمياه العذبة على سطح الأرض.

قياس كمية مياه الأمطار الهاطلة Measuring Rainfall

تُقاس كمية الأمطار الهاطلة على منطقة ما خلال زمن معين بواسطة جهاز يُسمى مقياس المطر **Rain Gauge**، إذ يشير التدريج داخل الأنبوب بالمليمتر (mm) إلى كمية الأمطار الهاطلة في ذلك الوقت، أنظر الشكل (3). ويعتمد قياس كمية الأمطار الهاطلة في منطقة ما إجراء قياسات مطرية في مواقع عدة. ومن ثم إيجاد متوسط كمية الأمطار الهاطلة في هذه المنطقة في ساعة أو أكثر، وفي ضوء هذه القياسات يتمكن الراصدون من حساب كمية الأمطار الهاطلة يومياً وشهرياً وفي أثناء سنة كاملة، كذلك يتمكنون من حساب كثافة الهطول المطري بقسمة كمية الأمطار الهاطلة التي سُجّلت باستخدام جهاز مقياس المطر على مدة الهطل ويُعبّر عنها بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$P = T / n$$

حيث إن:

P = كثافة الهطل (Precipitation)، وتُقاس بوحدة (mm / h).

T = كمية الأمطار الهاطلة (Total Amount of Precipitation)، وتُقاس بوحدة (mm).

n = عدد ساعات الهطل (Number of Hours of Precipitation)، وتُقاس بوحدة (h).



الشكل (3): جهاز مقياس المطر.

✓ **أتحقّق:** أُسمي الجهاز

المستخدم في قياس كمية الأمطار الهاطلة على منطقة ما خلال زمن معين.

مثال

سجّل جهاز مقياس المطر كمية أمطار هاطلة مقدارها (50 mm) في منطقة ما خلال (4 h)، أحسب كثافة هطل الأمطار في تلك المنطقة.

الحل:

$$\begin{aligned} P &= T / n \\ &= 50 / 4 \\ &= 12.5 \text{ mm / h} \end{aligned}$$

تمرين ?

أحسب كثافة هطل الأمطار في منطقة عمان خلال الأسبوع الأول من شهر شباط، مع العلم أن كمية الأمطار الهاطلة تساوي (2000 mm).

الموازنة المائية لخزانٍ مائيٍّ سطحيٍّ

Water Budget for Surface Water Reservoir

تتغيرُ كميةُ المياهِ في المسطحاتِ المائيةِ كالأنهارِ والبحيراتِ في الأغلبِ بسببِ تدفقاتِ المياهِ الداخلةِ إليها والخارجةِ منها، حيثُ يُقاسُ مقدارُ التغيرِ في كميةِ المياهِ المخزّنة في أيِّ جسمٍ مائيٍّ؛ بحسابِ الفرقِ بينَ كميةِ المياهِ الداخلةِ وكميةِ المياهِ الخارجةِ التي تُسمّى: الموازنةُ المائيةُّ، أنظرُ الشكلَ (4)، ويُعبّرُ عنها رياضياً بالعلاقةِ الآتية:

$$C = I - O$$

حيثُ إنّ:

C = التغيرُ في كميةِ المياهِ المخزّنة (Change in the Amount of Stored Water) وتُقاسُ بوحدةٍ (m^3) .

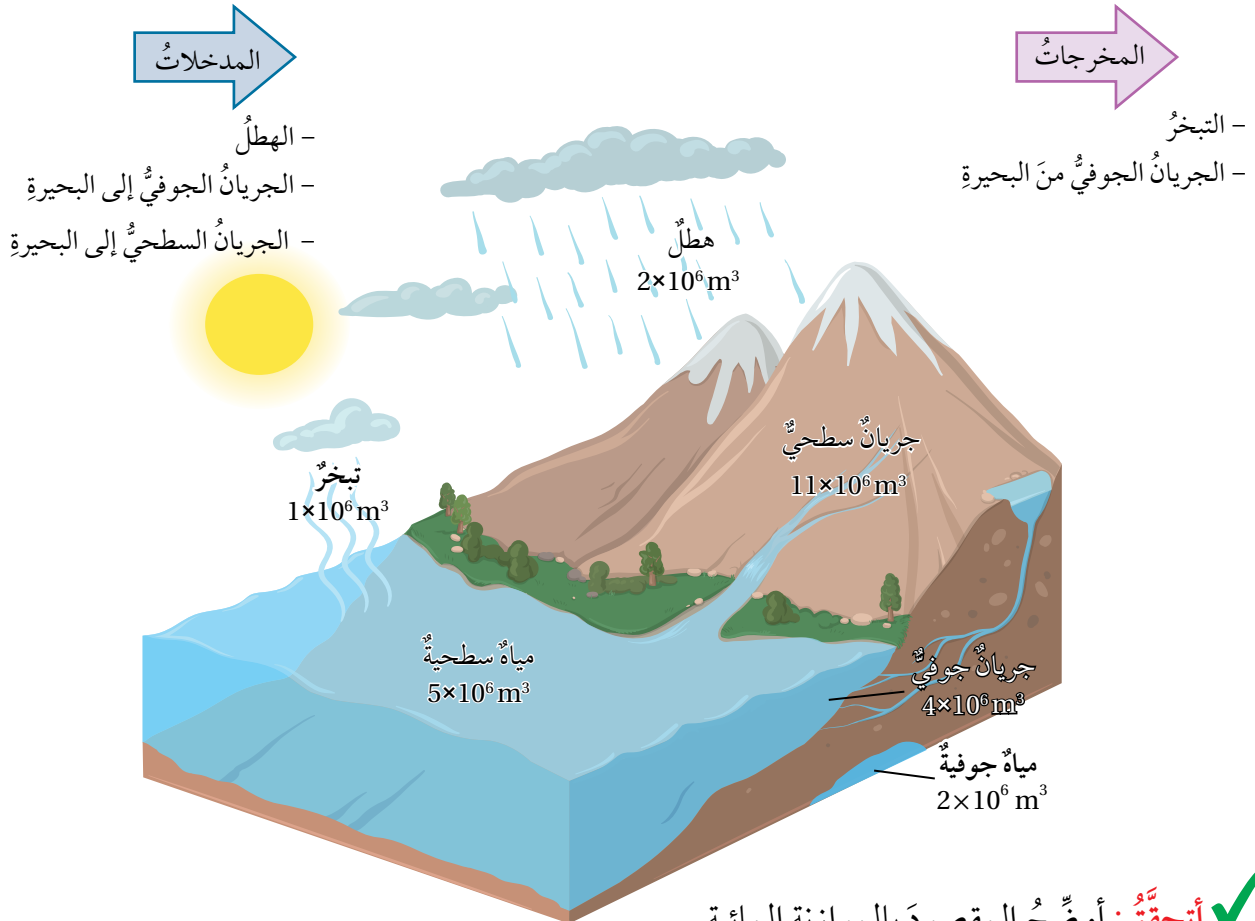
I = كميةُ المياهِ الداخلةِ (Input) وتُقاسُ بوحدةٍ (m^3) .

O = كميةُ المياهِ الخارجةِ (Output) وتُقاسُ بوحدةٍ (m^3) .

أفكّر

أسهم الإنسانُ عن طريقِ أنشطتهِ المختلفةِ في التأثيرِ في قيمةِ الموازنةِ المائيةِ للمسَطَّحاتِ المائيةِ المختلفةِ، وبخاصةِ الأنهارِ والبحيراتِ. أفكّرُ في مقدارِ التغيرِ الذي سيحدثُ في حجمِ مياهِ نهرٍ أُقيمتَ عليهِ مجموعةٌ من مصانعٍ تُبرِّدُ آلاتها باستخدامِ تلكِ المياهِ.

الشكلُ (4): سطحُ بحيرةٍ ما موضَّحٌ عليهِ كميةُ المياهِ الداخلةِ إليها والخارجةِ منها. أحسبُ كميةَ المياهِ الداخلةِ إلى البحيرةِ.



✓ **أتحقّق:** أوّضح المقصودَ بالموازنة المائيةِ.

حساب الموازنة المائية لمسطح مائي

تتبع أهمية حساب الموازنة المائية للمسطحات المائية من تقييم موارد المياه المتاحة للاحتياجات البشرية والبيئية، ويوضح الجدول الآتي بيانات تتضمن معلومات شهرية لكميات الهطل والتبخر لإحدى البحيرات، تأمله جيداً، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

الشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المجموع
كمية الهطل (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
كمية التبخر (mm)	0	0	0	64.77	126.746	207.01	103.124	36.83	33.02	32.004	13.462	0	616.966

التحليل والاستنتاج:

1. **أرسم بيانياً** العلاقة بين أشهر السنة وكل من: كمية الهطل، وكمية التبخر.
2. أوضح العوامل المؤثرة في كمية المياه المخزنة في البحيرة خلال السنة.
3. **أحسب** مقدار التغيير في كمية مياه البحيرة المخزنة خلال سنة كاملة؛ بالاعتماد على المعلومات الواردة في الجدول.
4. **أقارن** بين شهري تشرين الثاني وشباط؛ من حيث مقدار التغيير في كمية مياه البحيرة المخزنة في كلا الشهرين.
5. **أتوقع:** ماذا يمكن أن يحدث لمستوى الماء في البحيرة؛ لو كانت كمية الهطل تساوي كمية التبخر خلال السنة؟



تتعرّض كثيرٌ من الأحواض المائية السطحية في الأردن إلى التلوث، كحوض عمان - الزرقاء بفعل الأنشطة الصناعية المختلفة. أبحث في الطرائق الواجب اتباعها على مستوى الفرد والمؤسسات لتقليل من أسباب التلوث، وأعرض نتائج بحثي أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.

أبحث:



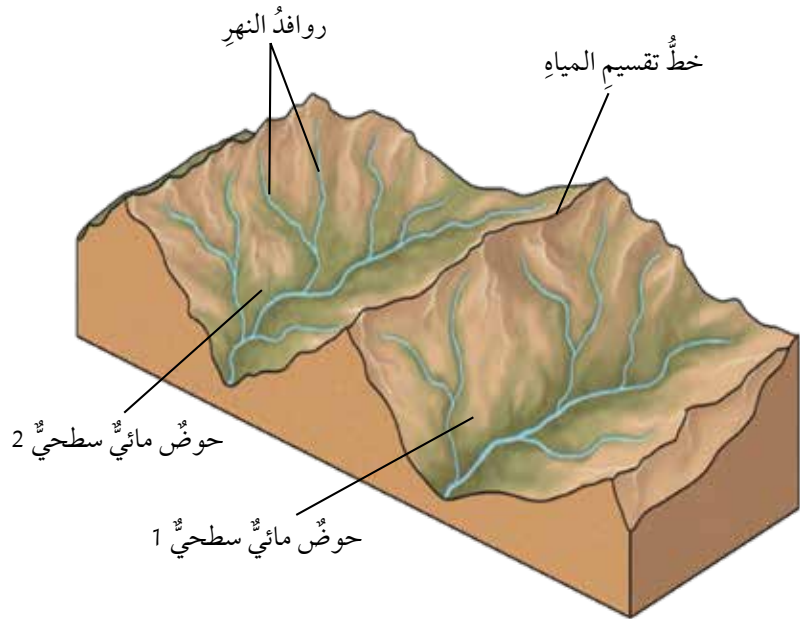
يوجد في الأردن (15) حوضاً مائياً سطحياً أكبرها تصريفاً حوض اليرموك. أبحث في مصادر المعرفة المتوفرة لدي عن الأحواض المائية السطحية في الأردن، وأصمم عرضاً تقديمياً مدعماً بالصور أوضح فيه كمية التصريف في كل حوض وموقعه في الأردن، وأعرضه أمام زملائي/ زميلاتي في الصف.

الأشكال المائية السطحية الناتجة عن مياه الأمطار

Surface Water Forms Resulting from Rainwater

تجري مياه الأمطار على سطح الأرض بعد تساقطها؛ فتعمل على حتّ الصخور وتعريتها مكونةً قنواتٍ ومنخفضاتٍ تتجمّع فيها، وبتكرار هذه العمليات مع الزمن ستكوّن الأنهار والجداول والسيول، وتُسمّى المساحة من الأرض التي تتجمّع فيها المياه السطحية الناتجة عن تساقط الأمطار عند نقطة واحدة منخفضة الارتفاع **الأحواض المائية السطحية Surface Water Basins**، حيثُ تلتقي المياه المتجمّعة مع كتلة مائية أخرى عند مخرج حوض الترسيب في جسم مائي مثل النهر، أو البحيرة، أو أيّ مسطح مائيّ آخر، أنظر الشكل (5). ويفصل بين كل حوض مائيّ والحوض الذي يجاوره فاصلٌ يُسمّى خطّ تقسيم المياه، ويعتمد شكل الحوض على عوامل عدّة منها: كمية الأمطار الساقطة، ونوع الصخور التي تمرّ فوقها المياه، والغطاء النباتي المتوافر في المنطقة، ونوع التراكيب الجيولوجية للمنطقة الموجودة مثل الصدوع والطيات.

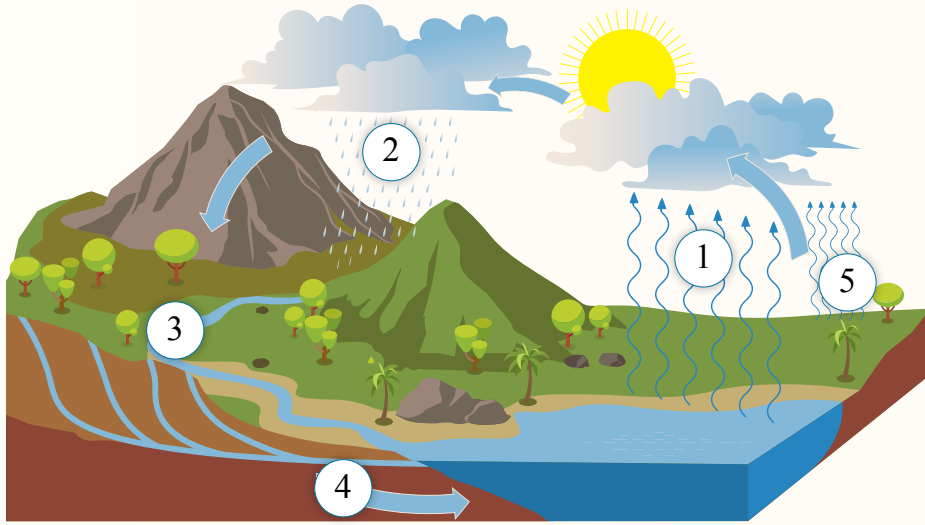
الشكل (5): الأحواض المائية السطحية وخطّ تقسيم المياه. أصف شكل الحوض المائي السطحيّ.



✓ **أتحقّق:** أوضح المقصود بالحوض المائي السطحيّ.

مراجعةُ الدرس

1. الفكرةُ الرئيسةُ: أقومُ صحةً ما وردَ في العبارةِ الآتيةِ: "تُعَدُّ مياهُ الأمطارِ المصدرَ الرئيسَ للمياهِ العذبةِ على سطحِ الأرضِ".
2. **أقارنُ** بينَ نسبةِ المياهِ المالحةِ على سطحِ الأرضِ وبينَ نسبةِ المياهِ العذبةِ السائلةِ التي تتجمَّعُ في الجداولِ والأنهارِ والبحيراتِ.
3. **أحسبُ** كثافةَ هطلِ الأمطارِ في منطقةٍ ما إذا كانتَ كميةُ الأمطارِ المقيسةِ خلالَ (6 h) تساوي (23mm).
4. أوضحُ كيفَ يمكنُ تمييزَ الأحواضِ المائيةِ السطحيةِ عنَ بعضها البعضِ.
5. **أتأملُ** الشكلَ الذي يوضِّحُ كيفيةَ انتقالِ الماءِ عبرَ غُلفِ الأرضِ المختلفةِ، وأجيبُ عنِ السؤالينِ بعدهُ.



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

تشكّل المياه الجوفية

Formation of Underground Water

تعلّمت سابقاً أنّ المياه تنتقل بين غُلف الأرض المختلفة على شكل دورة مغلقة، وأنّ المياه الجوفية هي أحد أشكال المياه التي توجد في باطن الأرض، ويمكن أن يتبادر إلى الذهن السؤال الآتيان: ما مصدر المياه الجوفية؟ وما الخصائص التي يجب أن تتوفر في الصخور حتى تخزن المياه في داخلها؟ تُعدّ مياه الأمطار المصدر الرئيس للمياه الجوفية؛ إذ تتسرب خلال الشقوق والمسامات الموجودة في الصخور إلى باطن الأرض بفعل الجاذبية الأرضية بعملية تُسمى **الارتشاح** Infiltration. أنظر الشكل (6).

الشكل (6): ترشح المياه السطحية بفعل الجاذبية الأرضية إلى باطن الأرض، مشكّلة المياه الجوفية. أحد مصادر المياه الجوفية التي تظهر في الشكل.



الفكرة الرئيسة:

ترشح المياه السطحية إلى باطن الأرض، مشكّلة خزانات مائية جوفية تتميز بخصائص فيزيائية معينة.

نتائج التعلم:

- أصمّم نموذجاً يوضّح علاقة مياه الأمطار بالمياه الجوفية.
- أشرح كيف يمكن أن تُخزن المياه الجوفية في مسامات الصخر وشقوقه.
- أوضّح العلاقة بين مسامية الصخر ونفاذيته.
- أعطي أمثلة على الأحواض المائية الجوفية في الأردن.
- أتعرف الأشكال الأرضية السطحية والجوفية التي تنتج من المياه الجوفية.
- أصف أثر التغير المناخي على قطاع المياه والزراعة في الأردن.
- أتعرف الإجراءات التي اتخذتها الحكومة الأردنية لتحسين إدارة الموارد المائية.

المفاهيم والمصطلحات:

Infiltration	الارتشاح
Aquifer	الخزان المائي الجوفي
Porosity	المسامية
Permeability	النفاذية
Water Table	منسوب المياه الجوفية

✓ **أتحقّق:** أوضّح المقصود بعملية

الارتشاح.

التجربة 1

علاقة مياه الأمطار بالمياه الجوفية

عندما تهطل مياه الأمطار على سطح الأرض يعود جزءٌ منها مباشرةً إلى المسطحات المائية بفعل الجريان السطحي، ويرتشح الجزء الآخر إلى باطنها.

أصوغُ فرضيتي: أصوغُ فرضيةً بالتعاون مع زملائي / زميلاتي توضِّحُ علاقةَ مياهِ الأمطارِ بالمياهِ الجوفيةِ. **الموادُّ والأدوات:** حصي، رملٌ جافٌ، كأسٌ زجاجيةٌ، مسطرةٌ متريةٌ، مرشٌّ ماءٌ.

إرشاداتُ السلامة:

- الحذرُ عندَ وضعِ الحصى في الكأسِ الزجاجيةِ؛ خشيةَ كسْرِها، والإصابةِ بالجروحِ.
- غسلُ اليدينِ جيدًا بعدَ الانتهاءِ منَ تنفيذِ التجربةِ.
- التخلصُ منَ الموادِّ الناتجةِ بعدَ تنفيذِ التجربةِ بإشرافِ المعلمِ / المعلمةِ.

أختبرُ فرضيتي:

- 1 أضيفُ كميةً منَ الحصى إلى الكأسِ الزجاجيةِ، وأشكِّلُ طبقةً سُمكُها 5 cm.
- 2 أغطيَّ طبقةَ الحصى في الكأسِ الزجاجيةِ بطبقةٍ منَ الرملِ الجافِّ سُمكُها 3 cm.
- 3 أرشُّ الماءَ على الرملِ في الكأسِ الزجاجيةِ، وأحرصُ على أن يكونَ مرشُّ الماءِ على ارتفاعِ 10 cm منها.
- 4 أتتبعُ حركةَ المياهِ في الكأسِ الزجاجيةِ خلالَ طبقتي الرملِ والحصى بالنظرِ إليها منَ أحدِ الجوانبِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أضبطُ المتغيرات:** أحددُ المتغيرَ المُستقلَّ والمتغيرَ التابعَ.
2. أصِفُ حركةَ الماءِ في الكأسِ الزجاجيةِ.
3. **أربطُ** نموذجي باليةٍ تشكِّلُ المياهِ الجوفيةِ في باطنِ الأرضِ منَ مياهِ الأمطارِ.
4. **أتوقعُ:** إذا أضيفتُ طبقةً سميكةً منَ الطينِ فوقَ طبقةِ الرملِ؛ فهل تتسرَّبُ المياهُ منَ خلالها؟

الخران المائي الجوفي Aquifer

أبحثُ: 

أستعينُ بمصادرِ المعرفة المتوافرة لديّ، ومنها شبكةُ الإنترنت، وأبحثُ عن أنواعِ الصخورِ التي توصفُ بأنها ذاتُ مساميةٍ أوليةٍ، وأخرى ذاتُ مساميةٍ ثانويةٍ، وأعرضُ نتائجَ بحثي أمامَ زملائي / زميلاتي في الصفِّ.

تُسمى الطبقةُ الصخريةُ في باطنِ الأرضِ، التي تتجمّعُ فيها المياهُ المرتشحةُ من سطحِ الأرضِ **الخران المائي الجوفي Aquifer**، وتتميزُ هذه الطبقةُ بمجموعةٍ من الخصائصِ الفيزيائيةِ تسمحُ بخزنِ الماءِ فيها وحركتهِ خلالها، وتشملُ هذه الخصائصُ: المساميةُ، والنفاذيةُ.

المساميةُ Porosity

تحتوي بعضُ الصخورِ على فراغاتٍ أو فجواتٍ أو شقوقٍ بين حبيباتها تُسمى المساماتِ، ويُطلق على النسبةِ المئويةِ بين حجمِ المساماتِ في الصخرِ إلى حجمه الكليِّ **المساميةُ Porosity**.

أنواعُ المساميةِ Types of Porosity

تكتسبُ بعضُ الصخورِ مساميتها أثناءَ تشكيلها، فتُسمى مساميتها حينها مساميةً أوليةً مثل المساميةِ في الصخرِ الرمليِّ والصخرِ الجيريِّ، إلا أن صخوراً أخرى قد تكتسبُ مساميتها بعدَ تشكيلها بفعلِ عملياتِ التجويةِ المختلفةِ مثل بعضِ الصخورِ الناريةِ كصخرِ البازلتِ، وبعضِ الصخورِ الرسوبيةِ كالصخرِ الجيريِّ الذي تزدادُ مساماتهُ بفعلِ عملياتِ الإذابةِ، وتُسمى هذه المساميةُ حينها المساميةُ الثانويةُ. أنظرُ الشكلَ (7/ أ، ب).

الشكلُ (7):

(أ): تتعرّضُ صخورُ البازلتِ إلى عملياتِ جيولوجيةٍ مختلفةٍ تعملُ على تصدُّعها وتكسّرِها مشكّلةً مساميةً ثانويةً فيها.

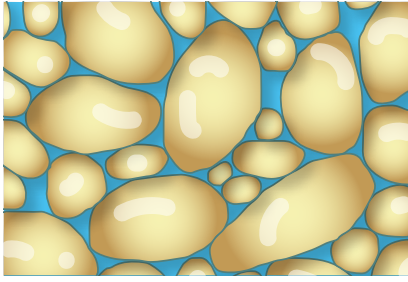
(ب): تتعرّضُ الصخورُ الجيريةُ إلى عملياتِ جيولوجيةٍ مختلفةٍ تعملُ على إذابتها وتشكّلِ مساميةً ثانويةً فيها.



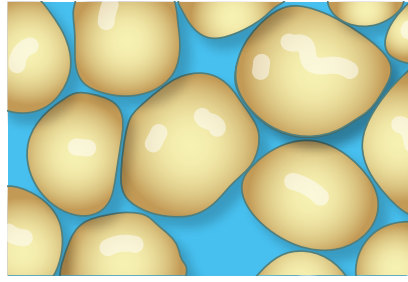
(ب)



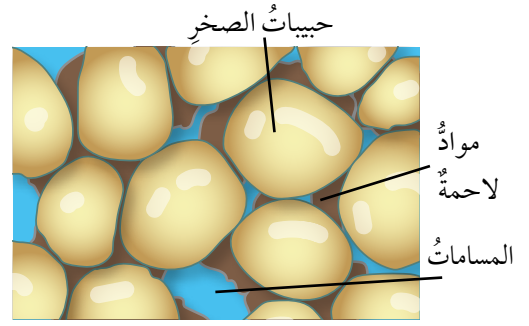
(أ)



(ج)



(ب)



(أ)

الشكل (8):

- (أ): حجم المسامات بوجود المواد اللاصقة بين حبيبات الصخر.
 (ب): حجم المسامات بتجانس حبيبات الصخر من حيث الشكل والحجم.
 (ج): حجم المسامات عندما لا تتجانس حبيبات الصخر في شكلها وحجمها.
 أوضح كيف تؤثر المواد اللاصقة في حجم المسامات في الصخور.

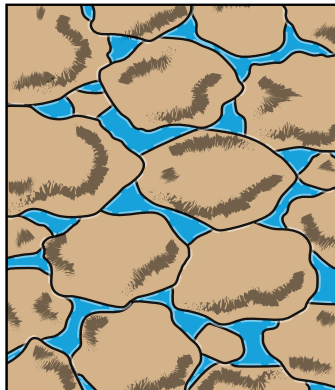
تعتمد المسامية الأولية للصخور على مجموعة من العوامل، منها: كمية المواد اللاصقة بين حبيباتها، وتجانس حبيباتها من حيث الشكل والحجم، إذ تنخفض مسامية الصخور بوجود المواد اللاصقة بين حبيباتها؛ لأنها تملأ المسامات والشقوق فيها، كذلك فإنه كلما كانت الحبيبات في الصخور غير متجانسة في شكلها وحجمها كان حجم المسامات فيها أقل، إذ تملأ الحبيبات الصغيرة فيها المسامات المتشكلة بين الحبيبات الكبيرة؛ ما يؤدي إلى انخفاض مساميتها. أنظر الشكل (8).

النفاذية Permeability

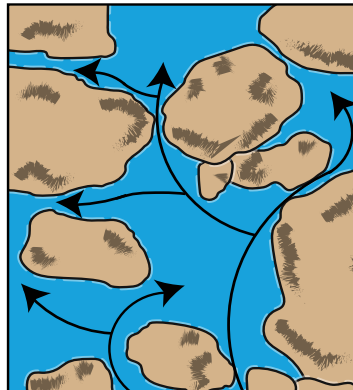
تُعرف **النفاذية Permeability** بأنها قابلية الصخر لتمرير المياه من خلاله، وتعتمد نفاذية الصخور على مساميتها؛ فالصخور التي تكون فيها المسامات كبيرة ومتصلة تسمح للماء بالمرور من خلالها بسهولة مثل الحصى والرمل، وتسمى صخوراً مُنفذة Permeable Rocks، أما الصخور التي لا تمتلك مسامات مثل صخور الغرانيت، أو تكون مساماتها صغيرة الحجم وغير متصلة لا تسمح للماء بالمرور خلالها مثل الصخور الطينية، فتسمى صخوراً غير مُنفذة Impermeable Rocks. أنظر الشكل (9).

افكر

بالرغم من أن الصخور الطينية ذات مسامية أولية أعلى من المسامية الأولية للصخور الرملية، إلا أن الصخور الطينية صخورٌ كتيمة غير مُنفذة، والصخور الرملية صخورٌ مُنفذة، أفسر سبب ذلك.



(ب)



(أ)

الشكل (9):

- (أ): مسامات كبيرة ومتصلة تسمح بمرور الماء من خلالها.
 (ب): مسامات غير متصلة لا تسمح بمرور الماء من خلالها.

التجربة 2

نمذجة المسامية والنفاذية

تختلف الصخور في مساميتها ونفاذيتها، وتعدُّ الصخورُ المُنفِذَةُ صخورًا ذاتَ مساميةٍ عاليةٍ؛ لأنَّها استطاعتَ تمريرَ الماءِ من خلالها.

الموادُّ والأدواتُ: حصي، رمل، طين، أربطة مطاطية، ساعة توقيت، 3 دوارق زجاجية، 3 أقماع، 3 قطع قماشٍ ويُفضَّلُ أن تكونَ قطنيةً، ماءً، مسطرةٌ متريَّةٌ.

إرشاداتُ السلامة:

- الحذرُ من كسرِ الدورقِ الزجاجيِّ أثناء تنفيذِ خطواتِ التجربة.
- غسلُ اليدينِ جيدًا بعدَ الانتهاءِ من تنفيذِ التجربة.
- التخلصُ من الموادِّ الناتجةِ بعدَ تنفيذِ التجربةِ بإشرافِ المعلمِّ/ المعلمَّةِ.

خطواتُ العمل:

- 1 أغلَّفُ القمعَ من الداخلِ بقطعةِ القماشِ القطنيةِ، وأثبَّتْ أطرافها من الخارجِ بالأربطةِ المطاطيةِ، ثمَّ أضعُ القمعَ فوقَ الدورقِ الزجاجيِّ.
- 2 أضعُ كميةً من الرملِ في كأسٍ زجاجيةٍ بمقدارِ 100 mL، ثمَّ أضعُها في القمعِ.
- 3 أسكبُ ببطءٍ 100 mL من الماءِ فوقَ الرملِ في القمعِ، أحرصُ على ألا يتدفَّقَ الماءُ خارجَ القمعِ.
- 4 أستخدمُ ساعةَ التوقيتِ لتسجيلِ المدةِ الزمنيةِ التي بدأ فيها الماءُ بالتدفُّقِ من القمعِ نحوَ الدورقِ، وكذلك لتسجيلِ المدةِ الزمنيةِ التي انتهى فيها تدفُّقُ الماءِ من القمعِ نحوَ الدورقِ.
- 5 أكرِّرُ الخطواتِ (1-4)، ولكنَّ باستخدامِ الحصى مرةً، والطينِ مرةً أخرى.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أرتَّبُ** كلاً من: الحصى والرمل والطين تصاعديًّا؛ اعتمادًا على قدرتها على تمريرِ الماءِ من خلالها.
2. **أتوقَّعُ** سببَ اختلافِ قدرةِ كلِّ من: الرملِ، والحصى، والطينِ، على تمريرِ الماءِ من خلالها.
3. **أستنتجُ** العلاقةَ بينَ حجمِ الحبيباتِ والنفاذيةِ.
4. **أتوقَّعُ:** هل تتساوى المدةُ الزمنيةُ التي سيتدفَّقُ بها الماءُ من القمعِ نحوَ الدورقِ؛ إذا استبدلنا بالرملِ في الخطوةِ الثانيةِ صخرًا من الغرانيتِ؟

نُطُقُ الخزانِ المائيِّ الجوفيِّ Zones Aquifer

تعرَّفَتْ خصائصُ الخزانِ المائيِّ الجوفيِّ الفيزيائيةَ التي تتيحُ لهُ خزنَ الماءِ فيه، وإنتاجَ كميةٍ كبيرةٍ منه، ولكنَّ كيفَ يمكنُ للصخورِ أن تحتفظَ بالماءِ بداخلها من دون أن يتسرَّبَ منها.

يتكوَّنُ الخزانُ المائيُّ الجوفيُّ من عدةِ نُطُقٍ هي:

- نطاقُ التهويةِ يمثلُ الصخورَ أو التربةَ التي ترتشحُ من خلالها مياهُ الأمطارِ إلى باطنِ الأرضِ ولا تتجمعُ فيها؛ لذلك يُعدُّ نطاقاً غيرَ مشبعٍ بالمياه؛ إذ تمتلئُ فيه الفراغاتُ بين الحبيباتِ بالهواءِ وكميةٌ قليلةٌ من الماءِ، ويمتدُّ نطاقُ التهويةِ من سطحِ الأرضِ حتى نطاقِ التشبعِ.

- نطاقُ التشبعِ يمثلُ مجموعةَ الصخورِ التي تتجمَّعُ فيها المياهُ المرتشحةُ من نطاقِ التهويةِ، وتمتلئُ فيه الفراغاتُ كلياً بالمياهِ مثلَ الصخورِ الرمليةِ، ويتميزُ نطاقُ التشبعِ بالمساميةِ والنفاذيةِ العاليتين، ويُطلقُ على الحدِّ العلويِّ للمياهِ الجوفيةِ المتجمَّعةِ في نطاقِ التشبعِ **منسوبُ المياهِ الجوفيةِ Water Table**، وعندَ تقاطعِ منسوبِ المياهِ الجوفيةِ معَ سطحِ الأرضِ تتشكَّلُ ينابيعُ.

- الصخورُ الكثيمةُ تمثلُ الصخورُ التي تقعُ أسفلَ نطاقِ التشبعِ، وتمنعُ تسرُّبَ المياهِ الجوفيةِ إلى الأسفلِ، وتتميزُ بأنها صخورٌ غيرُ مُنفذةٍ مثلَ الصخورِ الطينيةِ، أو الصخورِ الناريةِ، أنظرُ الشكلَ (10).

✓ **أنحَقِّقُ:** أوضحُ العلاقةَ بينَ مساميةِ الصخرِ ونفاذيتهِ.

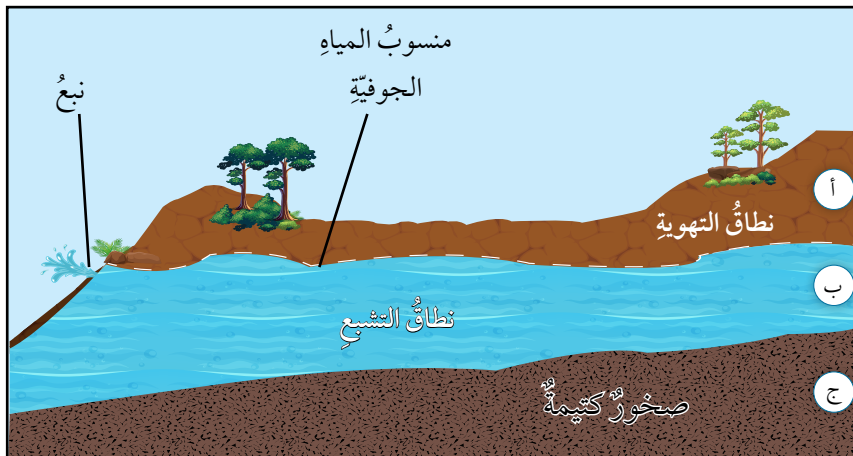
أبحُثُ:



أستعينُ بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ وأبحُثُ عن أنواعِ الخزاناتِ المائيةِ الجوفيةِ، وأعدُّ عرضاً تقديمياً يبيِّنُ الفروقَ بينها، وأعرضُه أمامَ زملائي/ زميلاتِي في الصفِّ.

طُوحُ الربطُ بالسياحةِ

يُعدُّ الأردنُّ منَ البلدانِ الغنيةِ في الينابيعِ الساخنةِ؛ إذ يوجدُ فيه ما يقاربُ (300) نبعٍ منَ المياهِ الساخنةِ، أشهرُها ينابيعُ زرقاءِ ماعينَ التي يرفدها كثيرٌ منَ السياحِ ويرتادونها من أجلِ الاسترخاءِ والاستجمامِ، وعلاجِ كثيرٍ منَ الأمراضِ الجلديةِ.



الشكل (10): نُطُقُ الخزانِ المائيِّ الجوفيِّ.

Underground Water Basins in Jordan

يعتمد الأردن على المياه الجوفية بشكل رئيس لسد حاجته من المياه؛ إذ يوجد في الأردن 12 حوضاً مائياً جوفياً منها أحواض مائية متجددة، تتجدد باستمرار بفعل مياه الأمطار، مثل حوض عمان - الزرقاء، وأخرى مائية غير متجددة تكوّنت مياهاً في عصور قديمة، ولا تتجدد بفعل مياه الأمطار مثل: حوض الديسة، وحوض الجفر، أنظر الشكل (11)، ويحتوي الحوض المائي الجوفي الواحد على كثير من الخزانات المائية الجوفية.

حوض عمان - الزرقاء Amman-Zarqa Basin

يقع حوض عمان - الزرقاء في شمالي الأردن تقريباً، ويمتد جزءاً قليلاً منه إلى سوريا، ويتكوّن بشكل رئيس من الصخور الجيرية، ويُعد هذا الحوض من أهم الأحواض المائية المتجددة في الأردن، إلا أن المياه فيه مهددة بالانحسار؛ بسبب عمليات الضخ الجائر نتيجة المتطلبات الزراعية والمنزلية، إضافة إلى أنها تعاني التلوث بفعل المياه العادمة القادمة من محطة الخربة السمراء لتنقية المياه العادمة.

حوض الديسة Disi Basin

يقع حوض الديسة في جنوبي الأردن، ويُعد حوضاً مائياً مشتركاً بين الأردن والسعودية، يتكوّن بشكل رئيس من الصخر الرملي، وتعد المياه التي يحويها حوض الديسة مياهاً غير متجددة، عذبة يصل عمرها إلى أكثر من 10000 سنة تقريباً، تُستخدم لسد احتياجات العاصمة عمان والمناطق التي تعاني نقصاً في المياه بعد تنفيذ مشروع جرّ مياه الديسة عن طريق أنبوب ضخّم ناقل للمياه منذ عام 2013م حتى الآن.



يستخدم المزارعون المبيدات الحشرية من أجل حماية النباتات من الآفات والحشرات الضارة بها، وقد ترشّح المبيدات الحشرية إلى باطن الأرض مع مياه الري، أو مياه الأمطار، وتصل إلى الأحواض المائية الجوفية وتلوثها.

✓ أتحقّق: أقرن بين الأحواض

المائية المتجددة والأحواض المائية غير المتجددة؛ من حيث تغذيتها بمياه الأمطار.

الشكل (11): توزيع الأحواض المائية الجوفية في الأردن. أذكر الأحواض المائية الجوفية في الأردن.



الأشكال الأرضية التي تنشأ بفعل المياه الجوفية

The Landforms Created by Groundwater

تسهم المياه الجوفية في تشكيل العديد من الأشكال الأرضية؛ السطحية والجوفية، مثل الكهوف، والحفر، والأنفاق التي تتج بفعول عمليات الإذابة للصخور الجيرية، في حين تنشأ الصواعد والهوابط بفعول عمليات الترسيب، أنظر الشكل (12). وتشكل الحفر الخسفية في الصخور الملحية، ومنها الحفر الخسفية المتشكلة في البحر الميت التي ستعرض في بند الإثراء والتوسع.



الشكل (12): أحد الكهوف المتكوّنة بفعل عمليات الإذابة وفيها مجموعة من الصواعد والهوابط الناتجة بفعل عمليات الترسيب.

أبحث:



أستعين بمصادر المعرفة المتوافرة لدي، وأبحث عن كيفية نشأة الصواعد والهوابط في الكهوف وأعد عرضاً تقديمياً مدعماً بالصور وأعرضه أمام زملائي / زميلاتي في الصف.

✓ **أتحقّق:** أذكر ثلاثة أشكال أرضية تتشكل بفعل المياه الجوفية.

أثر التغير المناخي على قطاع المياه والزراعة في الأردن

The Impact of Climate Change on the Water and Agriculture Sector in Jordan

تسبب التغير المناخي في حدوث تغيير معدلات هطول الأمطار في الأردن، ونقص في معدلات جريان المياه السطحي، وبالتالي نقص مخزون السدود، وشدة موجات الجفاف، وتسارع انخفاض مستويات المياه الجوفية بمعدل يبلغ 2m حالياً، وأدى هذا إلى تفاقم مشكلة شح المياه، وسبب تهديداً في القدرة على توفير مياه الشرب، وتوفير المياه لقطاع الزراعة على المدى الطويل.

ولمواجهة هذه التحديات؛ اتخذت الحكومة الأردنية مجموعة من الإجراءات لتحسين إدارة الموارد المائية، وذلك عن طريق إستراتيجيات التغير المناخي في قطاعي الزراعة والمياه، فما هذه الإستراتيجيات؟ وما أهميتها؟

National Water and Climate Change Strategy

أطلقت وزارة المياه والرّي الإستراتيجية الوطنية للمياه للأعوام 2023-2040، وتهدف إلى تحقيق الأمن المائي والتنمية المُستدامة لمواجهه التحديات في قطاع المياه، مثل سُحّ الموارد المائية الناجم عن زيادة عدد السكان والتغير المناخي، وترتكز الإستراتيجية على تحسين كفاءة إدارة المياه في الأردنّ عن طريق تطوير المشاريع المائية مثل مشروع الناقل الوطني، ومعالجة مياه الصرف الصحي لإعادة استخدامها في الزراعة، وتقليل استنزاف المياه الجوفية. كما تتضمن الإستراتيجية خفض المفقود المائي بنسبة 2% سنويًا؛ وذلك عبر تحديث الشبكات وتحسين كفاءة التزويد، فيُسهم ذلك في تقليل استهلاك الطاقة وتكاليف الصيانة، وحماية مصادر المياه الجوفية، والسطحية والحفاظ عليهما.

الإستراتيجية الوطنية للقطاع الزراعي والتغير المناخي

National Strategy for the Agricultural Sector and Climate Change

تركز الخطة الوطنية التي أطلقتها وزارة الزراعة الأردنية على مواجهة التحديات التي يواجهها القطاع الزراعي في الأردنّ، وأهمها تأثير التغير المناخي في محدودية الموارد المائية. وتعتمد الخطة على تحسين كفاءة نُظُم الرّي من خلال تطوير برامج مراقبة التربة والمياه والنباتات، وتعزيز تقنيات الحصاد المائي، والتوسع في إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة. وتهدف إلى تحسين تخزين مياه التربة والحد من تآكلها، وتشجيع المزارعين على الزراعة في البيوت البلاستيكية، والتحول إلى محاصيل ذات كفاءة عالية في استخدام المياه، خاصة المحاصيل المقاومة للجفاف والملوحة وموجات الحر.

وتدعم الخطة الزراعة الصديقة للبيئة، والتصاميم الزراعية المُستدامة، وتعزيز الزراعة المائية لضمان استدامة القطاع الزراعي.

أفكر

كيف يمكن أن يكون الفرد مسؤولاً عن تأثيره في الحد من التغير المناخي؟

الربط بالبيئة



يهدف الاقتصاد الأخضر إلى تحقيق نمو اقتصادي يحافظ على البيئة ويحسن حياة الإنسان. وفي مجال المياه يركز الاقتصاد الأخضر على ترشيد استهلاك المياه وحمايتها من التلوث، وإعادة استخدامها بطرق آمنة لضمان استدامتها للأجيال القادمة.

ويُسهم الاقتصاد الأخضر في مواجهة التغير المناخي من خلال تقليل التلوث، وتشجيع استخدام التقنيات الصديقة للبيئة.

وتسعى وزارة البيئة الأردنية إلى تطبيق مفهوم الاقتصاد الأخضر بالتعاون مع القطاعين العام والخاص ومؤسسات المجتمع المدني؛ لتحقيق التنمية المُستدامة ومواجهة التحديات البيئية والاقتصادية.

تعتمد الزراعة المائية على زراعة النباتات من دون تربة، حيث تُزرع النباتات في ماء غني بالعناصر الغذائية اللازمة لنموها، وتتميز هذه الطريقة بقدرتها على توفير المياه بنسبة تصل إلى 90% مقارنةً بالزراعة التقليدية؛ لأنها لا تعتمد على ربي التربة بالكامل، كما تتيح التحكم الدقيق في العناصر الغذائية وظروف النمو، ما يُنتج محاصيل عالية الجودة وخالية من المبيدات. وتستخدم الزراعة المائية في زراعة الخضروات الورقية، مثل: الخس والسبانخ، إضافةً إلى النباتات المثمرة مثل الطماطم والفراولة.

مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسة: أوضّح علاقة مياه الأمطار بالمياه الجوفية.
2. أفسّر: لماذا تختلف الصخور في قدرتها على الاحتفاظ بالماء؟
3. أقمّم صحة العبارة الآتية: كل صخر مسامي هو صخر مُنفذ للماء.
4. أصف كيف تتكوّن المياه الجوفية في باطن الأرض.
5. أتوقع: تُقسّم الأحواض المائية؛ اعتمادًا على تجدد المياه فيها إلى: أحواض مائية متجددة، وأحواض مائية غير متجددة، بناءً على ذلك؛ كيف يُمكن أن تتأثر نوعية المياه في الحوض المائي؟
6. أصوغ فرضية تصف احتمالية وجود خزانات مائية جوفية في منطقة تمتاز بغزارة هطول الأمطار فيها على مدار العام.
7. أطرّح سؤالاً إجابته: منسوب المياه الجوفية.
8. أستنتج التحديات الرئيسة التي يواجهها قطاع المياه في الأردن بسبب التغير المناخي.

الحُفْرُ الخسفيَّةُ في البحر الميت Sinkholes in the Dead Sea

الإثراء والتوسُّع

يُعاني البحر الميتُ مشكلةَ الحُفْرِ الخسفيَّةِ أو ما يُعرَفُ بالانهدام، أو الحفرِ الانهدامية، التي تكوَّنتُ بسببِ إذابةِ المياهِ الجوفيةِ للطبقاتِ الملحيةِ الموجودةِ تحتَ سطحِ الأرضِ على جانبيِ البحرِ الميتِ الشرقيِّ والغربيِّ، إضافةً إلى الهبوطِ المستمرِّ في مستوى البحرِ الميتِ الذي يُعدُّ أخفضَ بقعةٍ في العالمِ.

وتظهرُ هذه الحُفْرُ بأقطارٍ وأعماقٍ متفاوتةٍ تصلُ إلى 20 m تقريبًا؛ ممَّا يُفاقمُ هشاشةَ التراكيبِ الجيولوجيةِ في المنطقة، ويؤدي إلى حدوثِ انهياراتٍ بالاستثماراتِ القائمةِ والبنية التحتية للمنطقة؛ لذلك فهناك تخوُّفٌ كبيرٌ من أن تمتدَّ هذه الحُفْرُ حتى تصلَ إلى مناطقِ الشمالِ التي تحتوي على قصرِ المؤتمراتِ والمناطقِ الاستثماريةِ والفنادقِ، أو إلى المناطقِ الزراعيةِ التي تُعدُّ مصدرَ الغذاءِ.

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ عن الآثارِ التي يمكنُ أن تترتبَ على استمرارِ تشكُّلِ الحُفْرِ الخسفيَّةِ في منطقةِ البحرِ الميتِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا وأعرضُهُ في ندوةٍ علميةٍ عن المخاطرِ الطبيعيةِ بإشرافِ معلِّمي / معلِّمتي.

السؤال الأول:

أضغ دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:
1. يُسمّى الحدّ العلوي للمياه الجوفية:

(أ) صخوراً كثيفة. (ب) نطاق التهوية.

(ج) النطاق غير المشبع. (د) منسوب المياه الجوفية.

2. أيّ الصخور الآتية تُعدّ الفضلى لتجميع المياه الجوفية فيها:

(أ) الطينية. (ب) الغرانيتية. (ج) الرملية. (د) البازلتية.

3. المصدر الرئيس للمياه العذبة على سطح الأرض هو:

(أ) المياه الجوفية. (ب) مياه الأنهار.

(ج) مياه الأمطار. (د) مياه البحار والمحيطات.

4. يقع نطاق التهوية في الخزان الجوفي المائي:

(أ) أعلى نطاق التشبع.

(ب) بين طبقتين من الصخور غير المنفذة.

(ج) أسفل نطاق التشبع.

(د) بين طبقتين من الصخور الطينية.

5. تُقدّر نسبة المياه العذبة في الطبيعة بـ:

(أ) 1% (ب) 2.5% (ج) 17% (د) 25%

6. واحدة من العبارات الآتية صحيحة:

(أ) تكون المسامية الأولية للصخور أكبر عند

وجود كمية كبيرة من المواد اللاصقة بين حبيباتها.

(ب) تكون المسامية الأولية للصخور عندما يختلف حجم الحبيبات فيها.

(ج) تتأثر المسامية الأولية للصخور بشكل الحبيبات المكوّنة لها وحجمها.

(د) تتميز الخزانات المائية الجوفية بانخفاض مساميتها.

7. معظم المياه على سطح الأرض مياه:

(أ) عذبة سطحية. (ب) مالحة.

(ج) عذبة جوفية. (د) متجمّدة.

8. تُعدّ المياه المتجمّدة في القطب الشماليّ مياهًا:

(أ) جوفيةً مالحةً. (ب) جوفيةً عذبةً.

(ج) سطحيةً مالحةً. (د) سطحيةً عذبةً.

9. يُعدّ أحد الآثار المباشرة للتغيّر المناخيّ على قطاع

المياه في الأردنّ، وهو:

(أ) زيادة مخزون السدود.

(ب) نقص جريان المياه السطحيّ.

(ج) استقرار مُعدلات هطول الأمطار.

(د) انخفاض مُعدّل تبخّر المياه.

10. تهدف الإستراتيجية الوطنية للمياه والتغيّر المناخيّ

إلى خفض المفقود المائيّ سنويًا بنسبة:

(أ) 10% (ب) 2%

(ج) 5% (د) 15%.

11. أيّ الرموز الآتية لخصائص الصخر تُعدّ الأفضل

للخزان الجوفيّ:

(أ) مسامية قليلة، ونفاذية قليلة.

(ب) مسامية عالية، ونفاذية قليلة.

(ج) مسامية قليلة، ونفاذية عالية.

(د) مسامية عالية، ونفاذية عالية.

السؤال الثاني:

أملأ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسب من المصطلحات:

1. تُقاس كمية الأمطار الهاطلة خلال وقتٍ معينٍ

بواسطة جهاز:

2. قابلية الصخر لتمرير المياه من خلاله تُعرفُ

بـ:

3. يُقاسُ..... في الأنهار بحساب الفرق

بين كمية المياه الداخلة إليها، وكمية المياه

الخارجة منها.

4. تنتقل المياه من مكانٍ إلى آخر بين غُلف الأرض

المختلفة على شكل:

السؤال السابع:

أرسم مخططاً يوضح كيفية انتقال الماء بين غُفِّ الأرض المختلفة باستخدام الأسهم، وأوضِّح فيه العمليات الرئيسية.

السؤال الثامن:

أدرُس الجدول الآتي الذي يوضِّح المدخلات والمخرجات من المياه لبحيرة في أحد الأشهر، ثمَّ أجيب عن الأسئلة التي تليه:

المدخلات والمخرجات	حجم الماء (million m ³)
الهطل	2
التبخُّر	0.4
الجريان السطحي إلى البحيرة	15
الجريان السطحي من البحيرة	6
الجريان الجوفي من البحيرة	1
الجريان الجوفي إلى البحيرة	2

1. **أصنّف** المدخلات والمخرجات المائية من البحيرة وإليها.
2. **أحسب** الموازنة المائية للبحيرة.
3. **أتوقّع** ماذا سيحدث لمياه البحيرة مع الزمن؛ إذا لم تتغير كمية المدخلات والمخرجات الموضحة في الجدول سنين عديدة.

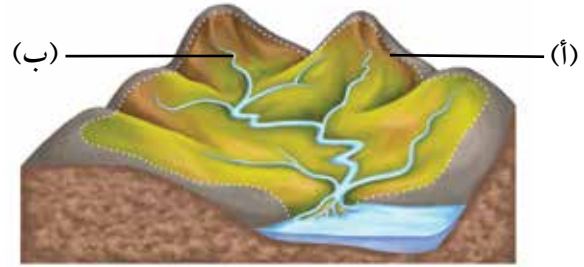
السؤال التاسع:

أحسب كمية الأمطار الهاطلة خلال (5 h) في منطقة ما؛ إذا كانت كثافة هطل الأمطار في تلك المنطقة تساوي (15 mm / h).

5. يمثل مجموعة الصخور أو التربة التي ترتشح من خلالها مياه الأمطار إلى باطن الأرض ولا تتجمّع فيها.
6. نسبة المياه المالحة في الطبيعة تساوي :
7. تعمل الإستراتيجية الوطنية للقطاع الزراعي والتغير المناخي على تحسين كفاءة نُظُم الري، وذلك عن طريق و

السؤال الثالث:

أدرُس الشكل الآتي الذي يوضِّح حوضاً مائياً سطحياً، ثمَّ أجيب عن الأسئلة التي تليه:



1. أحدّد ماذا يمثل الرمز (أ، ب).
2. **أفسّر** كيف تتكوّن المجاري المائية في الشكل.

السؤال الرابع:

أفسّر العبارات الآتية تفسيراً علمياً دقيقاً:

- أ) حدوث الجريان السطحي على سطح الأرض.
- ب) معظم المياه العذبة على سطح الأرض غير مُستفاد منها.

السؤال الخامس:

أصمّم تجربة تهدف إلى إثبات أنّ مياه الأمطار هي مصدر المياه العذبة الرئيس على سطح الأرض.

السؤال السادس:

أنقذ صحة ما تشير إليه العبارة الآتية: "ظاهرة التغير المناخي قد تزيد من نسبة المياه العذبة في بعض المناطق على سطح الأرض."

السؤال العاشر:

أوضح كيف تمكّن الراصدون من حساب كمية الأمطار الهاطلة على منطقة معينة خلال سنة.

السؤال الحادي عشر:

أصف الخزان المائي الجوفي؛ من حيث: المسامية، والنفاذية.

السؤال الثاني عشر:

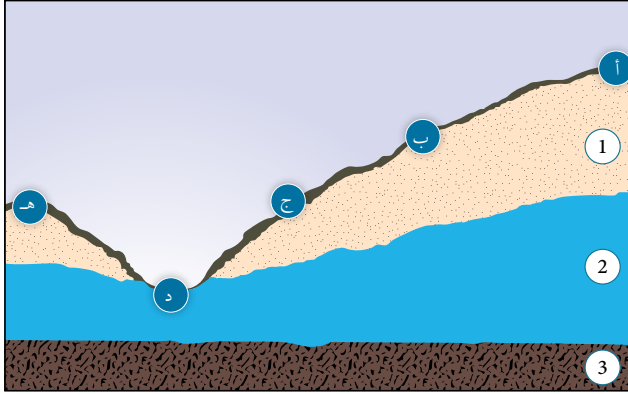
أتوقع أيهما مساميته أكبر: الرمل أم الصخر الرملي؟

السؤال الثالث عشر:

أدرس الشكل الآتي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

السؤال الرابع عشر:

أدرس الشكل الآتي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

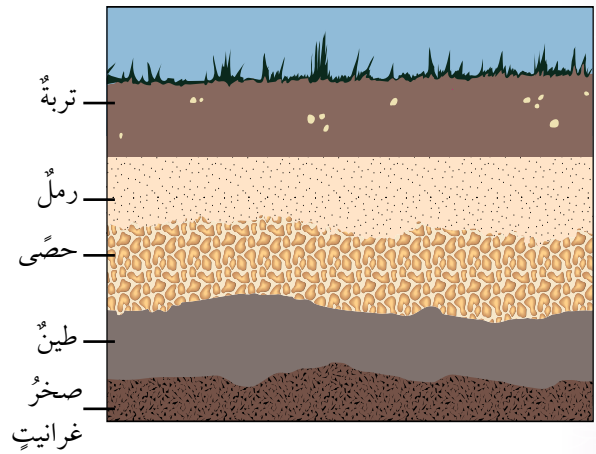


أ . أحدد على الشكل نُطق الخزان الجوفي (1،2،3).

ب. **أتوقع**: أيّ المواقع (أ، ب، ج، د، هـ) يمكن أن تتدفق منها المياه على شكل نبع؟

ج . **أتوقع**: ما الموقع المناسب لحفر بئر لاستخراج المياه الجوفية من المواقع الآتية (أ، ب، هـ)؟

د . **أفارن** بين الطبقتين (2،3)؛ من حيث الخصائص الفيزيائية لكلّ منها.



أ) أحدد أيّ الطبقات الصخرية مُنفذة، وأيها غير مُنفذة.

ب) **أتوقع** الموقع المحتمل لوجود المياه الجوفية، ثم ألونه باللون الأزرق.

ج) أحدد منسوب المياه الجوفية.

د) أحدد على الشكل النطاق غير المشبع.

مسرّدُ المصطلحات

(ب)

Luster: الكيفيّة التي ينعكسُ بها الضوءُ عن سطحِ المعدنِ.

Crystals: أجسامٌ صلبةٌ ذاتُ تركيبٍ كيميائيٍّ محددٍ، محاطةٌ من الخارجِ بأسطحٍ ملساءٍ ناعمةٍ.

(ت)

Crystallizations: عمليةٌ تُرتَّبُ عن طريقها الذراتُ أو الجزيئاتُ في شبكةٍ ثلاثية الأبعادٍ منظّمةٍ بدقّةٍ، مُشكّلةً البلورةَ الصّلبةَ.

(ج)

Surface Runoff: المياهُ المتجمّعةُ على سطحِ الأرضِ بعدَ سقوطِ الأمطارِ، وتتحركُ بفعلِ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ؛ بحيثُ يدخلُ جزءٌ منها إلى مجاري الأنهارِ والسيولِ والبحيراتِ والأنهارِ الجليديّةِ، ويتحرّكُ بعضُ منها نحوَ المحيطاتِ.

(ح)

Streak: لونٌ مسحوق المعدنِ.

(خ)

Aquifer: الطبقةُ الصخريةُ الموجودةُ في باطنِ الأرضِ، تتجمّعُ فيها المياهُ المرشحةُ من سطحِ الأرضِ، تتميزُ بالمساميّةِ والنفاذيّةِ العاليتينِ؛ بحيثُ تسمحُ بخزنِ الماءِ فيها، وبحركتهِ خلالها.

(س)

Silicates: مجموعةٌ من المعادنِ تحتوي على عنصرَي الأكسجينِ والسيليكونِ، إضافةً إلى احتواءِ أغلبها على عنصرٍ أو أكثرَ من العناصرِ الشائعةِ الأخرى مثل: الألمنيومِ والحديدِ.

سيليكارباعيةُ الأوجهِ **Silica Tetrahedron**: شكلٌ هندسيٌّ هرميُّ الشكلِ يتكوّنُ من ارتباطِ أربعِ ذراتٍ من الأكسجينِ بذرةٍ مركزيّةٍ من السيليكونِ بروابطٍ تساهميّةٍ (SiO_4^{4-}) وتشكّلُ جميعُ المعادنِ السيليكاتيةِ من هرمِ السيليكَا.

(ف)

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

(ق)

القساوة **Hardness**: قدرة المعدن على خدش معدن آخر، وهي خصيصة نسبية يمكن تحديدها بخدش معدن معلوم القساوة بآخر مجهول القساوة، أو العكس.

(ك)

الكبريتيدات **Sulfides**: مجموعة من المعادن تحتوي في تركيبها الكيميائي على أيون الكبريت (S^{2-}) سالب الشحنة متحداً مع أيون آخر موجب الشحنة أو أكثر.

الكبريتات **Sulphates**: مجموعة من معادن تحتوي في تركيبها الكيميائي على أيون الكبريتات (SO_4^{2-}) سالب الشحنة متحداً مع أيون أو أكثر موجب الشحنة مثل Ca .

الكربونات **Carbonates**: مجموعة من المعادن تحتوي في تركيبها الكيميائي على أيون الكربونات (CO_3^{2-}) سالب الشحنة متحداً مع أيون أو أكثر موجب الشحنة مثل (Mg^{2+} , Fe^{3+} , Ca^{2+}).

(ل)

اللون **Colour**: خصيصة فيزيائية يمكن ملاحظتها في المعدن، ويمكن أن تنفرد بعض المعادن في الطبيعة بألوان خاصة تميزها عن غيرها من المعادن.

(م)

محور التناظر **Axis of Symmetry**: خط أو محور وهمي يمر في مركز البلورة.

مستوى التناظر **Plane of Symmetry**: مستوى وهمي يقسم البلورة إلى نصفين متساويين ومتشابهين؛ بحيث يكون أحد النصفين صورة مرآة للآخر.

مقياس المطر **Rain Gauge**: جهاز يُستخدم لقياس كمية الأمطار الهاطلة على منطقة ما خلال زمن معين.

مقياس موس **Mohs Scale**: مقياس يحتوي على عشرة معادن مرتبة من الأقل قساوة (1) إلى الأكثر قساوة (10).

منسوب المياه الجوفية **Water Table**: الحد العلوي للمياه الجوفية المتجمعة في نطاق التشبع.

المياه السطحية **Surface Water**: المياه التي تتوزع على سطح الأرض، وتشكل المياه المالحة في البحار والمحيطات النسبة الكبرى منها، بينما تشكل المياه العذبة نسبة أقل لا تتعدى % 2.5 تقريباً.

المسامية **Porosity**: النسبة المئوية بين حجم المسامات في الصخر إلى حجمه الكلي.

المعادن أحادية العنصر **Native Elements**: مجموعة من المعادن تحتوي على عنصر واحد فقط، ومنها: الذهب (Au)، وتتميز معظم تلك المعادن بندرة وجودها في الطبيعة.

المعدن **Mineral**: مادة صلبة متجانسة التركيب تكوّنت طبيعياً من أصل غير عضوي، وله تركيب كيميائي محدد، ونظام داخلي منتظم، وخصائص فيزيائية مميزة.

المكسر **Fracture**: السطح الناتج من كسر المعدن ذي البنية الذرية المحكمة صناعياً.

(ن)

النفذية **Permeability**: قابلية الصخر لتمرير المياه من خلاله.

(هـ)

الهاليدات **Halides**: مجموعة من المعادن تتكوّن من اتحاد أحد أيونات الهالوجينات سالبة الشحنة، ومنها: الكلور والفلور والبروم مع أيون آخر موجب الشحنة مثل: الصوديوم أو الكالسيوم.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
تَعَالَى