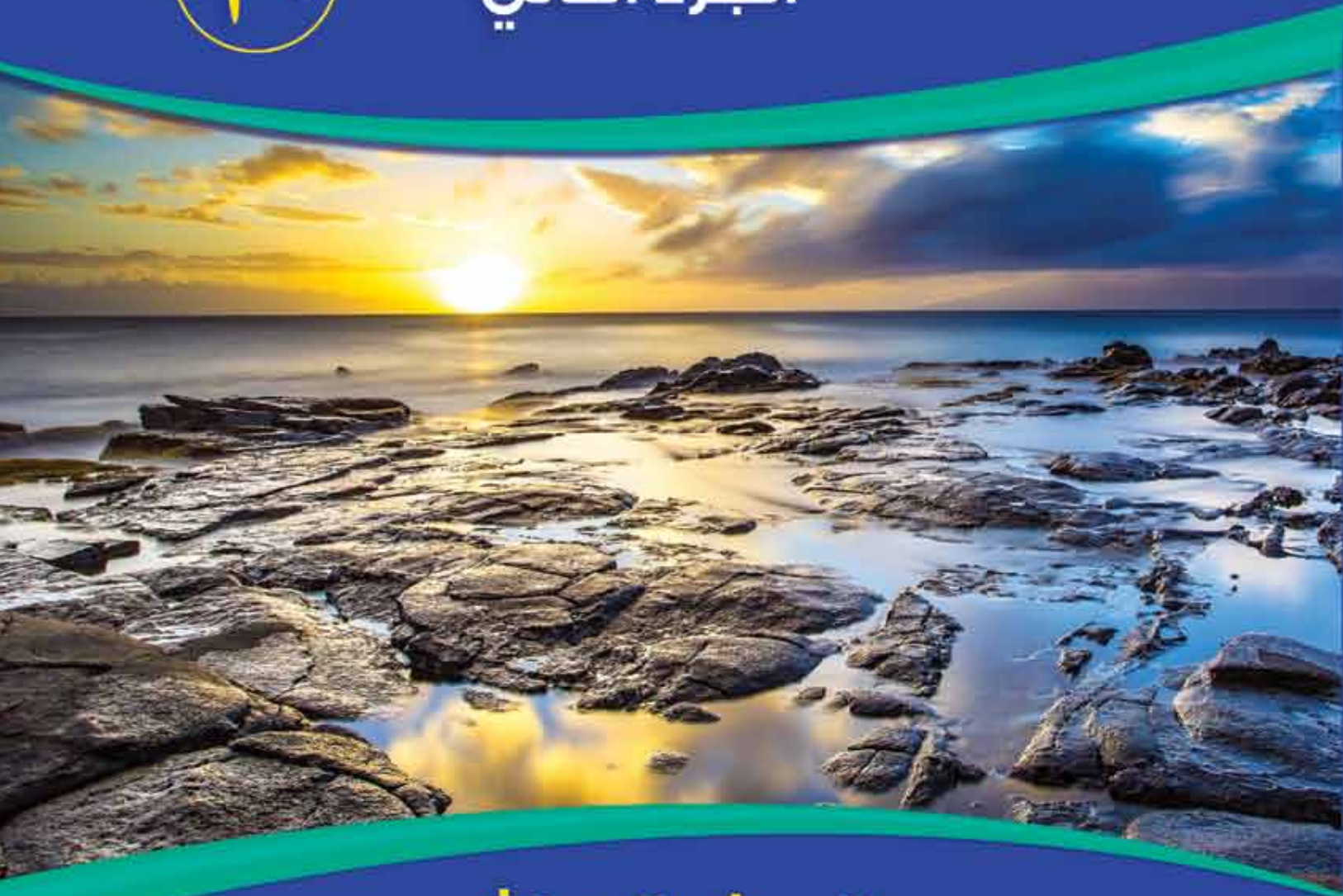




علوم الأرض والبيئة

١٠

الجزء الثاني



الصف العاشر

ISBN: 978-9957-84-722-7



9 789957 847227

مكتبة



إدارة المناهج والكتب المدرسية

علوم الأرض والبيئة



الجزء الثاني

الصف العاشر

الناشر
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

هاتف: ٨-٤/٥٦١٧٣٠ فاكس: ٤٦٣٧٥٦٩ ص.ب (١٩٣٠) الرمز البريدي: ١١١١٨

أو بواسطة البريد الإلكتروني: E-mail: Scientific.Division@moe.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (٢٠١٦/٥٣) تاريخ ٢٠١٦/٣/٦ م، بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٦/٢٠١٧ م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم عمّان - الأردن ص.ب (١٩٣٠)

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(٢٠١٦/٣/١٢٤٧)
ISBN: 978 - 9957 - 84 - 722 - 7

أشرف على تأليف هذا الكتاب كل من:
أ.د. عبد القادر محمد عابد (رئيساً)، أ.د. أحمد حامد أبو هلال، د. موفق إبراهيم فريوان،
د. خلدون عبد الكريم القضاة، د. مروة خميس عبد الفتاح (مقرراً)
وقام بتأليفه كل من:
علي سميح الخطيب، فتوح عبد الرحمن خريطة، د. نايف محمد الشرفات

التحرير العلمي: د. مروة خميس عبد الفتاح
التصميم: عائد فؤاد سمور
الرسوم: إبراهيم محمد شاكر
التصوير: أديب أحمد عطوان
التحرير الفني: نرمين داود العزة
الإنجاز: د. عبد الرحمن سليمان أبو صليلك

دقق الطباعة وراجعها: سكينه محي الدين جبر

١٤٣٧ هـ / ٢٠١٦ م

٢٠١٧ - ٢٠١٩ م

الطبعة الأولى

أعيدت طباعته

قائمة المحتويات

الصفحة

الموضوع

٤	الوحدة الثانية: العمليات الجيولوجية الداخلية
٥	الفصل الثاني ٢ البراكين
٦	أولاً: تشريح البركان
٩	ثانياً: خصائص الماغما والانفجارات البركانية
١٢	ثالثاً: الأشكال الأرضية للبراكين
١٧	رابعاً: توزع البراكين
٢١	خامساً: الآثار الناتجة من البراكين
٢٤	سادساً: أهمية البراكين الاقتصادية
٣٠	الوحدة الثالثة: المحيطات
٣٢	الفصل الأول ١ تضاريس قاع المحيط وخصائص مياهه
٣٣	أولاً: تضاريس قاع المحيط
٤٤	ثانياً: الخصائص الكيميائية والفيزيائية لمياه البحار والمحيطات
٥٤	الفصل الثاني ٢ الأمواج والتيارات البحرية
٥٥	أولاً: الأمواج البحرية
٦٠	ثانياً: التيارات البحرية
٦٢	ثالثاً: أهمية التيارات البحرية
٦٧	قائمة المصطلحات
٧٠	قائمة المراجع

الوحدة الثانية

العمليات الجيولوجية الداخلية

النتائج

يتوقع منك بعد دراستك هذا الفصل أن:

- توضّح مفهوم كلٍّ من: البركان، والماغما، واللابة، والزوجة، والمقذوفات الصُّلبة، والفتات البركاني، والبراكين المخروطية، والبراكين المركبة، وبراكين الدروع، وهضاب اللابة.
- تتعرّف أجزاء البركان الرئيسة.
- تصف المقذوفات البركانية من حيث: شكلها وحجمها وآلية تكوّنهما.
- تميّز أنواع البراكين المختلفة.
- تقارن بين نوعي اللابة الحمضية والقاعدية.
- تتعرّف توزع الزلازل والبراكين محليًا وعالميًا.
- تكتشف العلاقة بين توزع الزلازل والبراكين وحدود الصفائح التكتونية.
- تُقدّر القيمة الاقتصادية للبراكين في الزراعة والصناعة والسياحة.

البراكين

(Volcanoes)

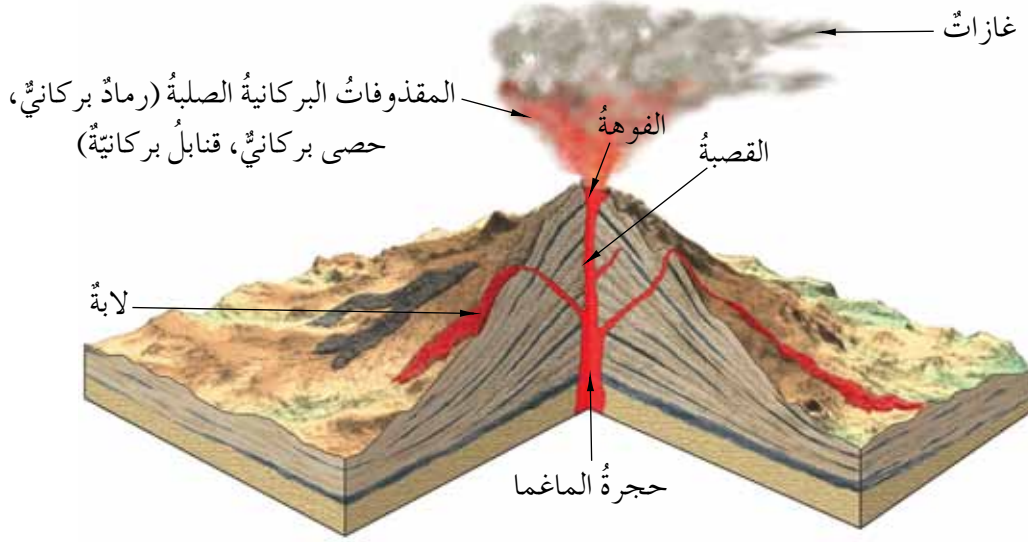
الفصل الثاني



تُعدُّ البراكينُ نتاجًا من العمليات الجيولوجية الداخلية الرئيسة التي تؤثر في سطح الأرض، فما البراكين؟ وكيف تُغيّر من ملامح سطح الأرض؟ وما المواقع الرئيسة للأنشطة البركانية؟ وهل للبراكين أهمية اقتصادية؟

أولاً: تشريح البركان (Anatomy of Volcano)

لو أُتيحت لك الفرصة لزيارة البادية الشمالية الشرقية في الأردن؛ لشاهدت سهولاً واسعة تغطيها صخور سوداء اللون يتخللها بعض الجبال البركانية. فما هذه الصخور؟ وكيف تكونت؟ للإجابة عن هذه الأسئلة تأمل الشكل (١١-٢)، وأجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (١١-٢): البركان: أجزاؤه والمواد البركانية المرافقة له.

- ◀ ما أجزاء البركان الرئيسية الموضحة في الشكل (١١-٢)؟
 - ◀ ماذا تُسمى الصخور المنصهرة في باطن الأرض؟ وما اسم المكان الذي تتجمّع فيه في باطن الأرض؟
 - ◀ ماذا تُسمى الماغما عندما تنساب على سطح الأرض؟
 - ◀ وضح مفهوم البركان بلغتك الخاصة.
- توصلت إلى أن **البركان** (Volcano) عبارة عن فتحة في صخور القشرة الأرضية تخرج منها اللابة المنصهرة والفتات البركاني والرماد البركاني والغازات. وتتصل فتحة البركان بحجرة الماغما في باطن الأرض من خلال قنطرة البركان. فما خصائص المواد التي تخرج من البراكين؟ وماذا يحدث لها عندما تصل سطح الأرض؟

يرافق حدوث البراكين اندفاع مجموعة من المواد، أهمها:

١- الصهير الصخري (الماغما) (Magma)

تُعدُّ **الماغما** خليطاً منصهراً من المواد السليكاتية التي تتكوّن أسفل القشرة الأرضية وأعلى الستار العلوي، وينحصر عمق الستار العلوي بين (٣٥-٦٦٠) كم، وإذا انسابت الماغما على سطح الأرض تُسمّى **اللابة** (Lava)، لاحظ الشكل (٢-١٢)، التي عندما تبرد تُكوّن صخور البازلت أو الأنديزيت أو الريولايت وفقاً لتركيبها الكيميائي.



الشكل (٢-١٢): لابة مُنسابة فوق سطح الأرض.

وتكوّن درجة الحرارة عند هذه الأعماق كافيةً لصهر الصخور وإنتاج الماغما التي تصل درجة حرارتها ما بين (٧٠٠-١٢٠٠) °س. وتتكوّن الصخور النارية من تبلور الصهير السليكاتي المُسمّى الماغما الذي يتكوّن من معادن سليكاتية منصهرة، وغازات أهمها بخار الماء.

٢- المقذوفات الصلبة (Pyroclastics)

يرافق حدوث البراكين اندفاع لأجزاء من اللابة في الهواء، فتفتت اللابة بفعل ضغط الغازات المصاحبة، وتبرد، وتبدأ تتصلّب، فيتكوّن منها الفتات البركاني الذي يتكوّن من الرماد البركاني،

والحصى البركانيّ، والقنابل البركانية أو الكتل الصخرية، لاحظ الشكل (٢-١٣).



(ب) قنبلة بركانية.



(أ) فتات بركانيّ.

الشكل (٢-١٣): أشكال مختلفة من المقذوفات البركانية.

٣- الغازات والأبخرة (Gases and Volatiles)

تشكّل الغازات والأبخرة ما يقارب (١-٥)٪ من المواد التي ينتجها البركان، ويبلغ تركيز بخار الماء النسبة الأعلى منها. وكما هو معلوم فقد كانت الأرض نشطة بركانيًا عند نشأتها، وكانت الغازات المنبعثة من البراكين هي: بخار الماء (H_2O)، وثاني أكسيد الكربون (CO_2)، وثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، وأول أكسيد الكربون (CO)، وكبريتيد الهيدروجين (H_2S) والميثان (CH_4)، وهي الغازات نفسها التي تنبعث من البراكين في الوقت الحاضر. وعندما برّد سطح الأرض تكاثف بخار الماء، وكوّن المحيطات البدائية على سطح الأرض. وتسهم هذه الغازات والأكاسيد الغازية في تلويث الغلاف الجويّ.

أنأمل .. أفكر .. ثم أجيب

- ١- تمتاز صخور التفّ البركانيّ الناتجة من الفتات البركانيّ بخفة وزنها، فسّر سبب ذلك.
- ٢- هل تعتقد أن تكون نسبة بخار الماء مرتفعة مقارنة بالغازات الأخرى في جميع براكين العالم؟ ولماذا؟

أطوّر معرفتي

- ابحث في دور الأنشطة البركانية القديمة في نشأة الغلاف الجوي، وأثرها في تغيير المناخ على سطح الأرض ثم تناقش ومعلمك وزملاءك في ما تتوصل إليه.

ثانيًا: خصائص الماغما والانفجارات البركانية (Properties of Magma and Volcanic Explosions)

تعتمد طبيعة الانفجارات البركانية على خصائص الماغما التي تندفع إلى سطح الأرض، فما خصائص الماغما التي تعتمد عليها طبيعة الانفجارات البركانية؟

١- اللزوجة (Viscosity)

تُعدُّ اللزوجة، وهي مدى مقاومة المائع للجريان، من الخصائص الفيزيائية المهمة التي تؤثر في طبيعة الانفجارات البركانية. ولكن، ما العوامل التي تعتمد عليها لزوجة الماغما؟ وما أثر ذلك في قوة الانفجارات البركانية؟ للإجابة عن هذين السؤالين نفّذ النشاط التحليلي الآتي:

نشاط تحليلي (٢-٦): الخصائص الفيزيائية للماغما والانفجارات البركانية

تأمّل الشكل (٢-١٤)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :

تركيب الماغما	ماغما حمضية	ماغما متوسطة	ماغما قاعدية
نسبة السليكا (%)	$65 \leq$	٥٥ - ٦٥	٤٥ - ٥٥
درجة الحرارة (°س)	٧٠٠	١٢٠٠	
نسبة الغازات	مرتفعة	متوسطة	منخفضة
اللزوجة	مرتفعة	متوسطة	منخفضة
تصنيف البركان	قباب بركانية	البراكين المركبة	براكين الدروع

الشكل (٢-١٤): الخصائص الفيزيائية للماغما وتصنيف البراكين.

- ما نسبة السليكا في كلٍّ من الماغما القاعدية والماغما الحمضية؟
- ما مقدار درجة حرارة كلٍّ من الماغما القاعدية والماغما الحمضية؟
- صف العلاقة بين لزوجة الماغما وكلٍّ من نسبة السليكا ودرجة الحرارة.
- لماذا تناسب اللابة المرافقة لبعض البراكين بعيدةً من فوهة البركان؟
- ماذا تتوقع أن تكون طبيعة الانفجارات البركانية المصاحبة لكلِّ نوعٍ من أنواع الماغما (الحمضية، والقاعدية، والمتوسطة)؟
- ما العلاقة بين لزوجة الماغما وطبيعة الانفجارات البركانية؟
- كيف تؤثر نسبة السليكا في طبيعة حركة الماغما؟

توصلت إلى أن **لزوجة الماغما تعتمد على نسبة السليكا ودرجة الحرارة**، فكلما زادت نسبة السليكا زادت اللزوجة، وكلما زادت درجة الحرارة قلت اللزوجة. وأن الماغما ذات اللزوجة والمحتوى السليكاتي القليلين ودرجة الحرارة المرتفعة تسمح بتسرّب الغازات منها، وتكون حركتها سريعة، وينتج منها **انفجارات بركانية غير عنيفة** (Non-Volent Eruptions) وتنساب اللابة مسافات كبيرة، كما هو موضح في الشكل (٢-١٥/أ).



(أ) انفجارٌ بركانيٌّ غيرٌ عنيفٍ (براكينُ جُزُرِ هاواي) .

بينما ينتج من الماغما ذات اللزوجة المرتفعة انفجارات بركانية عنيفة (Violent Eruptions)، كما هو موضح في الشكل (٢-١٥/ب). ويمكن أن تقطع المقذوفات البركانية المرافقة لهذه الانفجارات البركانية مسافات كبيرة.



(ب) انفجار بركاني عنيف رافق بركان (كراكاتو) حدث في أندونيسيا عام (٢٠١٠) م.

الشكل (٢-١٥): اختلاف الانفجارات البركانية في طبيعتها.

أتأمل .. أفكر .. ثم أجيب

- ١- ما الخصائص التي يعتمد عليها الجيولوجيون في وصف البركان بأنه عنيف أو غير عنيف؟
- ٢- قارن بين المقذوفات البركانية التي يمكن أن ترافق كل من الانفجارات البركانية العنيفة والنشاطات البركانية غير العنيفة، واعرَضْ ما تتوصل إليه على معلمك وزملائك.

٢- الغازات (Gases)

كيف تكون الغازات من القوى المحركة للانفجارات البركانية؟ وماذا يحدث للغازات الذائبة في الماغما في أثناء صعودها للأعلى؟ وما العلاقة بين نسبة الغازات في كل نوع من

أنواع الماغما وطبيعة الانفجارات البركانية الناتجة منها؟

عند زيادة الضغط على حجرة الماغما تزداد الغازات الذائبة في الماغما، وفي أثناء صعود الغازات للأعلى يقل الضغط الواقع عليها، ويزداد حجمها بسرعة، ويؤدي ذلك إلى حدوث انفجارات بركانية عنيفة تقذف الصهير الصخري وقطع الصخرية مسافات كبيرة من خلال فوهة البركان في الهواء.

أطور معرفتي

- تُشكل السليكا النسبة الكبيرة من مكونات الماغما، ما العناصر الكيميائية الرئيسة الأخرى التي تميز الماغما الحمضية من الماغما القاعدية؟
- باستخدام مصادر التعلم المتاحة لديك، ابحث عن البراكين النشطة حول العالم في وقتنا الحالي، وتعرف طبيعة الانفجارات البركانية المرافقة لها، وقارن بينها، ثم قدم عرضاً تقديمياً فيها لمعلمك وزملائك.

ثالثاً: الأشكال الأرضية للبراكين (Volcanoes Landforms)

هَبْ أَنْكَ تَلْقَيْتَ دَعْوَةً مِنْ أَحَدِ الْأَصْدِقَاءِ لزيارة بعض الأشكال الأرضية (الطبوغرافية) للبراكين في منطقتك، وذلك لإقامة مخيم علمي، وممارسة نشاطات ترفيهية كتسلق الجبال وركوب المنطاد، وقد زوّدك صديقك ببعض الصور للأشكال الأرضية المقترحة لزيارتها، وسألك عن بعض الأمور المتعلقة بهذه الصور، كتلك الموجودة في النشاط التحليلي الآتي:

نشاط تحليلي (٧-٢): الأشكال الأرضية للبراكين

أمعن النظر بالصور الواردة في الشكل (٢-١٦)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:



(أ)



(ب)



(ج)

الشكل (٢-١٦): أشكال أرضية مختلفة للبراكين.

- أعطِ وصفًا بلغتك الخاصة لكل شكلٍ من الأشكال الأرضية الموضحة في الصور الثلاث.
- أيّ الأشكال الأرضية الأصعب لممارسة رياضة التسلق؟ ولماذا؟
- لو طلب إليك جمع عينات لقنابل بركانية؛ فأيّ الأشكال الأرضية الثلاثة يمكن أن يحوي قنابل بركانية؟
- هل تتوقع أن تكون لزوجّة اللابة التي كوّنَت الشكل الأرضي الوارد في الصورة (ج) أعلى من لزوجّة اللابة التي كوّنَت الشكل الأرضي الوارد في الصورة (ب)؟ برّر إجابتك.
- لو طلب إليك أن تقوم بجولة ترفيهية بالمنطاد فوق الأشكال الأرضية المختلفة للبراكين، فما الشكل المناسب لقطع أكبر مسافة بالمنطاد فوق سطحه؟ ولماذا؟
- هل تتوقع أن تكون الانفجارات البركانية التي كوّنَت الشكل الأرضي الموضح في الصورة (أ) عنيفة أم غير عنيفة؟ كيف يمكنك الاستدلال على ذلك؟
- هل تتوقع أن يكون هناك اختلاف في لزوجّة الماغما المكوّنة لكل شكلٍ من الأشكال الأرضية الموضحة في الشكل (٢-١٦)؟ ولماذا؟
- مما سبق، استنتج العلاقة بين اللزوجة ودرجة الانحدار، والعلاقة بينهما وأنواع المواد البركانية المصاحبة لتلك البراكين حين حدوثها.

توصلت إلى أنّ البراكين يمكن أن تصنف اعتمادًا على شكلها والأنشطة المصاحبة لها إلى الأنواع الآتية:

١- البراكين المخروطية (Cinder Cone Volcanoes)

تنتج البراكين المخروطية، أو ما يُعرف ببراكين الفتات، من الفتات البركاني، وتمتاز بأنها براكين صغيرة نسبيًا، وشديدة الانحدار، تقذف المقذوفات الصلبة والرماد البركاني ليتجمع الفتات حول فوهة البركان، كما لاحظت في الشكل (٢-١٦/أ).

ويُعدُّ بركان باريكوتين (Paricutin) الذي حدث عام (١٩٤٣) م في المكسيك مثالًا على البراكين المخروطية، ويُعدُّ بركان تلّ الأرتين في البادية الشمالية الشرقية مثالًا على هذا النوع من البراكين في الأردن، لاحظ الشكل (٢-١٧).



الشكل (١٧-٢): بركان تلّ الأرتين بالقرب من بلدة البشرية في البادية الشمالية الشرقية في الأردن، ويبلغ أقصى ارتفاع له (٩٠٠) م، ويمتد أفقيًا حوالي (٦٠٠) م، وهو مثال على البراكين المخروطية.

٢- البراكين المركبة (Composite Volcanoes)

تنتج **البراكين المركبة** من تعاقب انسيابات اللابة مع الفتات البركاني، وعادةً ما تكون اللابة المناسبة من فوهة البركان متوسطة الحموضة وذات لزوجة متوسطة إلى مرتفعة، تعمل على إغلاق قناة البركان، وتتسبب بحدوث انفجار بركاني، وتتراكم نواتجه من الفتات البركانية فوق طبقة اللابة، ثم يعود خروج اللابة من فوهة البركان وانسيابها فوق طبقة الفتات البركاني، وهكذا يتكوّن جسم هذا البركان. وتمتاز هذه البراكين بأنها ذات شكل مخروطي متوسط الانحدار، كما لاحظت في الشكل (١٦-٢/ب). ويُعدّ بركان جبل فيزوف في إيطاليا، وبركان جبل فوجي، الموضح في الشكل (١٨-٢)، من أشهر الأمثلة على هذا النوع من البراكين.



الشكل (١٨-٢): بركان جبل فوجي في اليابان، ويبلغ أقصى ارتفاع له (٣٧٧٦) م.

٣- براكين الدروع (Shield Volcanoes)

تتكوّن براكين الدروع من لابة بازلتية قليلة اللزوجة وذات محتوًى قليل من الغازات ينتج منها براكين غير عنيفة، ذات امتداد جانبي واسع وانحدار خفيف، كما لاحظت في الشكل (٢-١٦ ج). ويُعدُّ بركان مونالوا (Mauna Loa) في جزيرة هاواي في المحيط الهادي مثالاً على هذا النوع من البراكين، انظر الشكل (٢-١٩).



الشكل (٢-١٩): صورة لجبل بركان مونالوا في جزيرة هاواي في المحيط الهادي، الذي يمتاز بامتداده الجانبي الواسع وانحداره الخفيف.

أتأمل .. أفكر .. ثم أجيب

- ما أوجه التشابه والاختلاف بين أشكال البراكين الثلاثة؟

٤- هضاب اللابة (Lava Plateaus)

تُعرف هضاب اللابة أو سهول اللابة بأنها مساحات واسعة ومرتفعة نسبياً من الصخور الناتجة من تدفق اللابة القاعدية ذات اللزوجة المنخفضة، حيث تُخرج الماغما من خلال الشقوق الصخرية؛ لذلك تُدعى اندفاعات الشقوق (Fissure Eruptions). وتنساب بعيداً قبل أن تبرد وتتصلب وتكوّن طبقة رقيقة من الصخور، ومرة بعد أخرى تندفع الماغما عبر الشقوق لتكوّن طبقة أخرى من الصخور تعلو الطبقة الأولى، وتكوّن هذه الطبقات المتراكمة بعد مدة زمنية كافية الهضاب المرتفعة، وتُعدُّ سهول اللابة في الحرة البازلتية الأردنية مثالاً على

هذا النوع من الهضاب، لاحظ الشكل (٢-٢٠).



الشكل (٢-٢٠): سهول الحرة البازلتية الأردنية مثالاً على هضاب اللابة.

أتأمل .. أفكر .. ثم أجيب

- من أي أنواع اللابة يمكن أن تنشأ هضاب اللابة؟
- ما الشكل البركاني الناتج من وجود لابة لزوجتها مرتفعة؟ فسّر ذلك.

زيارة علمية ميدانية

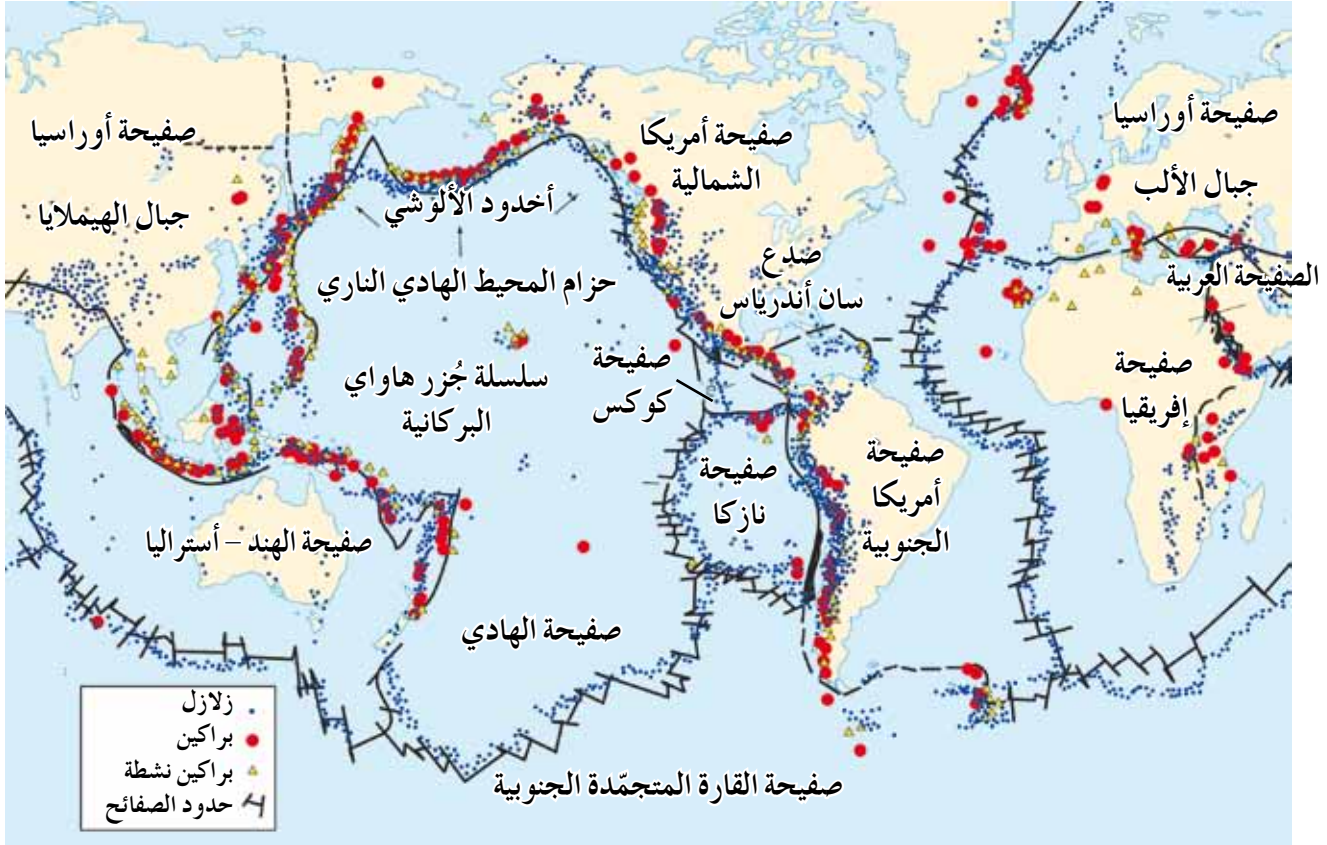
بالتعاون مع معلمك قم أنت وزملاؤك بزيارة علمية ميدانية إلى منطقة البادية الشمالية الشرقية من الأردن؛ لمشاهدة البراكين والطفوح البازلتية المتكشفة هناك، وقم بجمع عينات من المواد البركانية الصلبة، واعرضها في مختبر مدرستك.

رابعاً: توزع البراكين (Distribution of Volcanoes)

هل يمكن أن توجد البراكين في أي مكان على سطح الأرض؟ أم أن هناك مناطق يمكن أن تتركز فيها أكثر من غيرها؟ للإجابة عن هذا السؤال نفذ النشاط التحليلي الآتي:

نشاط تحليلي (٢-٨): توزُّع البراكين على سطح الأرض

تأمّل الشكل (٢-٢١)، ثمّ أجِبْ عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٢-٢١): توزُّع البراكين على سطح الأرض.

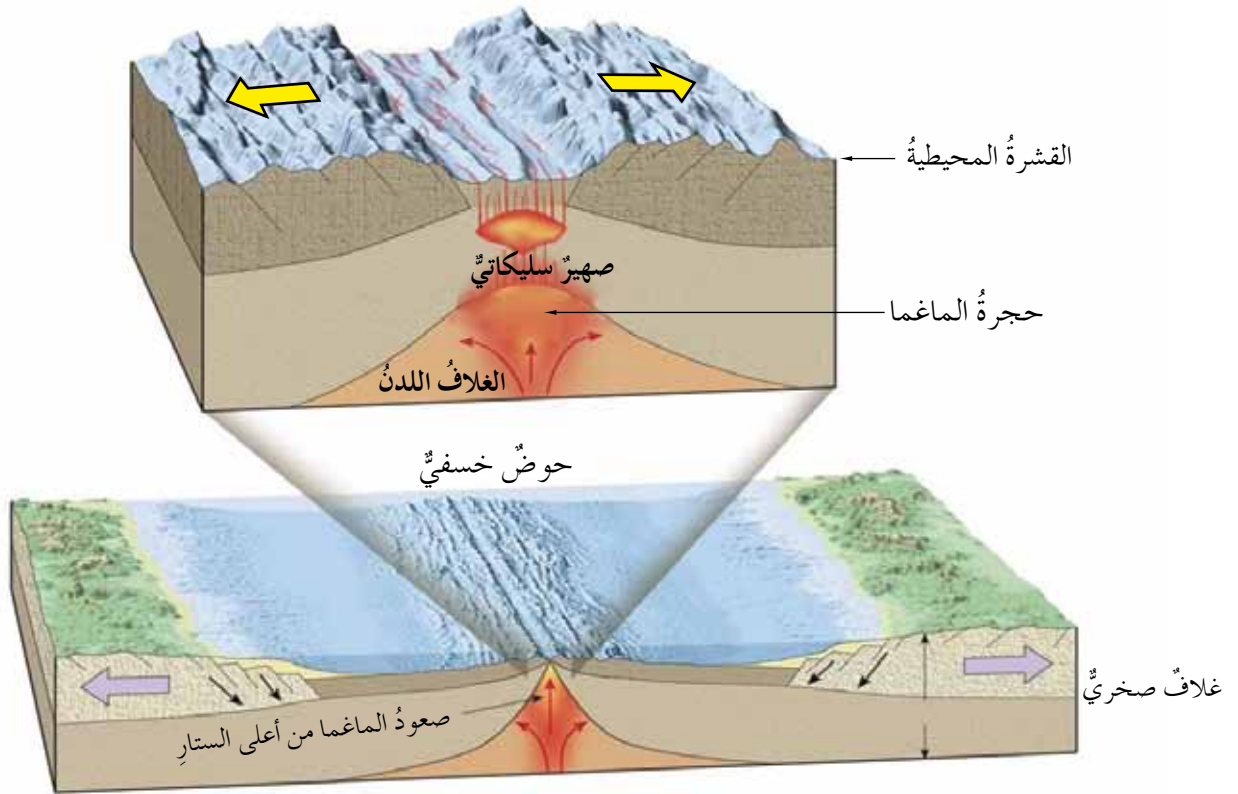
- ١- هل تلاحظ وجود علاقة بين حدود الصفائح وتوزُّع البراكين في العالم؟
- ٢- هل تلاحظ وجود علاقة بين توزُّع الزلازل والبراكين في العالم؟
- ٣- ماذا تمثل النقاط ذات اللون الأحمر في الشكل (٢-٢١)؟
- ٤- لماذا يُسمّى امتداد حدود صفائح المحيط الهادي بالحزام الناري؟

عرفت سابقاً أنّ الغلاف الخارجي للأرض مكوّن من عدّة صفائح، وأنّها تتحرّك ببطءٍ شديدٍ فوق الغلاف اللدن، وتختلف هذه الحركة من حدٍّ إلى آخر، فقد تتحرّك هذه الصفائح متباعدةً بعضها من بعض، أو قد تتحرّك متقاربةً بعضها من بعض أو قد تتحرّك بشكلٍ جانبيٍّ. ولعلك توصلت من خلال النشاط إلى أنّ معظم البراكين توجد على حدود الصفائح الأرضية.

يتركز حوالي (٨٠)٪ من الأنشطة البركانية في العالم، بالإضافة إلى حوالي (٩٠)٪ من الأنشطة الزلزالية على امتداد حدود صفيحة المحيط الهادي، وقد أُطلق على هذه المناطق اسم **حزام المحيط الهادي الناري** (Pacific Ring of Fire)، وتوزع الأنشطة البركانية على النحو الآتي :

١- براكين ظهر المحيط (Ridge Volcanoes)

تمتد هذه البراكين على طول حدود الصفائح المتباعدة، كما يحدث عند تباعد الصفائح المحيطية في منطقة ظهر المحيط، حيث تؤدي حركة تباعد الصفائح إلى سهولة حركة الماغما إلى قاع المحيط فتبرد وتتصلب وتكون سلسلة من الجبال البركانية البازلتية، لاحظ الشكل (٢-٢٢).



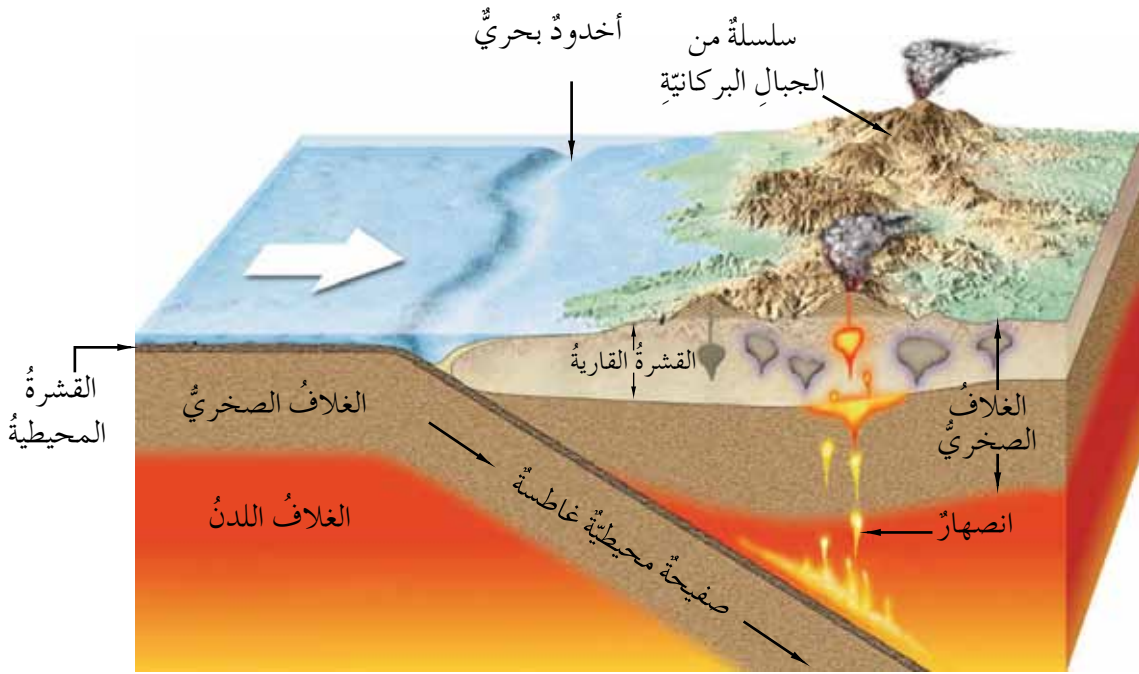
الشكل (٢-٢٢): براكين ظهر المحيط الناتجة من تباعد الصفائح المحيطية.

أتأمل .. أفكر .. ثم أجيب

- لماذا توجد البراكين في منطقة ظهر المحيط؟

٢- براكين الطرح (Subduction Volcanoes)

تمتدُّ هذه البراكين على طولِ حدودِ الصفائحِ المتقاربةِ (وهي الحدودُ التي تقتربُ فيها الصفائحُ بعضها من بعضٍ؛ وتُصنَّفُ الحدودُ المتقاربةُ إلى نوعين، اعتمادًا على أنواعِ الصفائحِ المتقاربةِ والمظاهرِ الجيولوجيةِ الناتجةِ من هذا التقاربِ، وهما: حدودُ التصادمِ وحدودُ الغوصِ)، حيثُ تتكوَّنُ سلسلةُ من الجبالِ البركانيةِ عندَ تقاربِ الصفيحةِ المحيطيةِ من الصفيحةِ القاريةِ، كسلسلةِ جبالِ الأنديزِ في أمريكا الجنوبية، أو تقاربِ صفيحةٍ محيطيةٍ مع صفيحةٍ محيطيةٍ أخرى، وبذا تتكوَّنُ الجُزُرُ البركانيةِ مثلُ جُزُرِ اليابانِ، لاحظِ الشكلَ (٢-٢٣).



الشكل (٢-٢٣): سلسلة من الجبال البركانية الناتجة من تقارب صفيحة محيطية من صفيحة قارية (حدود الغوص).

أنأمل .. أفكر .. ثم أجيب

١- ما الفروق التي يمكن أن نجدها في خصائص كل من براكين الحدود المتباعدة وبراكين الحدود المتقاربة؟

٢- يمكن تصنيف البراكين اعتمادًا على نشاطها إلى: براكين نشطة (Active Volcanoes)، وبراكين خاملة (Inactive or Dormant Volcanoes)، وبراكين خامدة (Extinct Volcanoes)، وبحث عن الفروق بين هذه البراكين، وتناقش ومعلمك وزملائك في ذلك.

خامسًا: الآثار الناتجة من البراكين (Volcanoes Effects)

يؤثر ثوران البراكين في كل من متوسط درجة حرارة كوكب الأرض ومعالم سطحها وغلافها الجوي، فيسبب الإضرار بالبيئة، ويشكل خطرًا على حياة الإنسان، ويعتمد مقدار هذه الآثار على كمية المواد التي ينتجها البركان ونوعها، فما الأخطار الناتجة من الأنشطة البركانية؟

١- الخطر الناتج من اللابة المتدفقة (Lava Flows)

تُغطي اللابة المتدفقة من البراكين في أثناء حركتها مساحات واسعة من سطح الأرض، وقد تدمر أي شيء في طريقها، وتحرقه، كالأراضي الزراعية والمناطق السكنية، لاحظ الشكل (٢-٢٤).



الشكل (٢-٢٤) : لابة بركانية تغطي الطرق، وتحرق الأشجار، رافقت بركانًا حدث في جزيرة هاواي عام (٢٠١٤) م.

٢- الخطر الناتج من الرماد البركاني (Volcanic Ash)

يؤدي الرماد البركاني عند تراكمه إلى انهيار أسقف المنازل القريبة من البراكين، وعند انتقاله إلى مناطق أخرى يُعطل حركة المركبات والطائرات، وقد يُسبب حالات اختناق للكائنات الحية ودمارًا للمزروعات، ففي عام (٢٠١٠) م غطى الرماد البركاني الناتج من بركان جنوب أيسلندا مساحات واسعة من فضاء شمال أوروبا، حيث أغلقت (٢٠) دولة مجالها الجوي عدة أيام، وترتب على ذلك خسائر اقتصادية قُدرت بنحو ملايين الدولارات لهذه الدول، لاحظ الشكل (٢-٢٥).



الشكل (٢-٢٥): رمادُ بركانِ أيسلندا الذي حدثَ في عام (٢٠١٠) م.

٣ - الخطرُ الناتجُ منَ التدفقِ الطينيِّ (Mudflows)

يؤدي ثورانُ البراكينِ في المناطقِ التي تُغطّيها الثلوجُ إلى انصهارِ الثلوجِ بسرعةٍ منَ أعالي الجبالِ البركانية، وهذا يُسبّبُ اختلاطَ الماءِ بالرمادِ البركانيِّ والموادِّ الأخرى فينتقلُ إلى المناطقِ المجاورةِ على شكلٍ وحلٍ يُغطّي ما في طريقه، ويُطلقُ عليه اسمُ **اللاهَار** (Lahar)، لاحظِ الشكلَ (٢-٢٦).



الشكل (٢-٢٦): تدفقٌ طينيٌّ ناتجٌ منَ بركانِ (جبل سانت هيلين) الذي حدثَ شمالَ غربِ الولاياتِ المتحدةِ الأمريكيةِ في ولايةِ واشنطن عامَ (١٩٨٠) م.

٤ - الخطر الناتج من الغيمة المتوهجة (Nuee Ardente)

تُعدُّ الغيمة المتوهجة من أكثر الظواهر المُدمِّرة التي ترافقُ البراكين المركبة التي تتكوَّن من غازاتٍ ساخنة جدًا مختلطة برمادٍ بركانيٍّ وفتاتٍ أكبر من حجم الرماد التي تُدعى الغيمة المتوهجة. وتتحرك هذه الغيمة من قمة البركان نحو الأسفل بسرعة كبيرة تبلغ حوالي (٢٠٠) كم/ساعة، وتدمر كل شيء في طريقها، ومن الأمثلة على هذه التدفقات ما حصل في جزيرة (سانت بيير) في جزيرة (مارتينيك) الكاريبية عام (١٩٠٢) م، حيث تسببت هذه الغيمة المتوهجة في قتل جميع سكان المدينة البالغ عددهم (٢٨) ألف نسمة في أثناء دقائق معدودة، ولتعرف شكل الغيمة المتوهجة، لاحظ الشكل (٢-٢٧).



الشكل (٢-٢٧) : غيمة متوهجة نتجت من بركان بيناتوبو (Pinatubo) الذي حدث في الفلبين عام (١٩٩١) م.

أتأمل .. أفكر .. ثم أجيب

- ١- لماذا تبقى خطورة الرماد البركانيّ عدّة سنواتٍ بعد ثوران البركان؟
- ٢- هب أن تدفقا طينيا كبيرا تحرك بمعدل (٢٢) كم/ساعة، وغطى الأرض بمعدل عمق (٦) م. ماذا تتوقع أن يحدث للمناطق التي يصلها؟ بالتعاون مع زملائك اقترح خطة لحماية السكان الذين يقيمون في هذه المنطقة من أخطار هذا التدفق.

سادسًا: أهمية البراكين الاقتصادية (Economic Importance of Volcanoes)

يمكنُ الاستفادة من البراكين من خلال استغلال الآتي:

١ - طاقة الحرارة الجوفية (Geothermal Energy)

تُعرَّف طاقة الحرارة الجوفية بأنها شكلٌ من أشكال الطاقة المستمدة من حرارة الماغما في باطن الأرض، وأحيانًا تصعد الماغما للأعلى باتجاه القشرة الأرضية، وتكون قريبةً نسبيًا من سطح الأرض، وعند تسرُّب المياه من خلال الصدوع والشقوق إلى الماغما، فإن درجة حرارتها تزداد، ويرتفع جزء من هذه المياه للأعلى ثم يصل إلى سطح الأرض فيكوّن الينابيع الحارة، ويحجز بعض المياه الآخر في خزانات جوفية ساخنة.

تستخدم الكثير من دول العالم، مثل الفلبين وأندونيسيا وإيطاليا، الحرارة الجوفية في إنتاج الطاقة الكهربائية وتسخين المياه والتدفئة. ويتم استغلال هذه الطاقة عن طريق حفر بئر للوصول إلى الخزانات الجوفية الساخنة التي تحوي المياه، فيخرج الماء عبر أنابيب على شكل بخار، يُستخدم هذا البخار لتحريك توربينات مرتبطة بمولدات تُنتج طاقة كهربائية. ومن الدول التي تميّزت باستخدام طاقة الحرارة الجوفية أيسلندا التي ينشط فيها الكثير من البراكين، بسبب موقعها بالقرب من صفائح نشطة تكتونيًا، لاحظ الشكل (٢-٢٨).



الشكل (٢-٢٨): محطة إنتاج طاقة حرارية جوفية في أيسلندا.

وقد جرى بناء العديد من محطات توليد الطاقة الجوفية فيها، وبلغ مجموع الطاقة الكهربائية التي أُنتجت بواسطة المياه الجارية والمياه الجوفية الحارة حوالي (٧٤)٪. وتزود هذه المياه الجوفية الساخنة حوالي (٩٠)٪ من المباني والمؤسسات بالمياه الساخنة والتدفئة. ويُعدُّ الأردنُّ أحدَ البلدان الغنية بالمياه الساخنة؛ إذ يوجد فيه العديد من ينابيع المياه المعدنية الساخنة، وتوزع معظم الينابيع الساخنة في الأردن على طول حفرة الانهدام. ومن أشهر الينابيع الساخنة في الأردن حمامات زرقاء - ماعين التي تبلغ درجة حرارتها (٦٤)°س، وتُستخدم للسياحة العلاجية، غير أنَّها غيرُ ساخنة بما يكفي لاستخدامها في توليد الطاقة الجوفية.

أتأمل .. أفكر .. ثم أجيب

- ما مزايا استخدام طاقة الحرارة الجوفية؟

٢ - الصخور النارية (Igneous Rocks)

تفيد الصخور البازلتية في صناعة الصوف الصخري، وتفيد الفتاتيات البركانية في صناعة الأسمت، وتنقية المياه الملوثة، وفي الزراعة، حيث تُخلط حبيبات التف البركاني الصغيرة مع مكونات ترب الحدائق لزيادة خصوبتها. ومن استخدامات الصخور البركانية الأخرى بناء المنازل ورصف الطرق، لاحظ الشكل (٢-٢٩).



الشكل (٢-٢٩): بناء مشيّد من الصخور البازلتية في البادية الشمالية الشرقية الأردنية.

٣ - السياحة (Tourism)

تُعدُّ البراكينُ النشطةُ من مناطق الجذب السياحيِّ، إذ تُكوِّنُ ألوانُ اللهبِ المتصاعدِ من البراكين والشرارات الكهربائية التي تنشأ من احتكاك حبيبات الرماد البركانيِّ بعضها ببعض مناظرَ جميلةً تجذبُ السياحَ لمشاهدتها، لاحظِ الشكلَ (٢-٣٠/أ).



(أ) مجموعة من الأفراد يُشاهدون بركاناً نشطاً.

كما تُعدُّ الأنفاقُ البركانيةُ من المناطقِ البركانيةِ التي تستهوي السائحَ لزيارتها، حيثُ تزخرُ الباديةُ الشماليَّةُ الشرقيَّةُ بأنفاقٍ بركانيةٍ بحاجةٍ إلى استغلالها، وإدراجها ضمنَ الخريطةِ السياحيةِ في الأردنِّ، لاحظِ الشكلَ (٢-٣٠/ب).



(ب) نفقُ بركانيّ في الباديةِ الشماليّةِ الشرقيّةِ الأردنيّةِ.

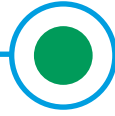
الشكلُ (٢-٣٠): أهميّةُ البراكينِ السياحيّةِ.

أتأمّل .. أفكر .. ثمّ أجيبُ

- على الرغمِ منْ أخطارِ البراكينِ إلا أنّ كثيراً منَ المجتمعاتِ تعيشُ بالقربِ منها، ابحثْ في الأسبابِ التي شجّعتِ السكانَ للعيشِ في تلكَ المناطقِ، وتناقشْ ومعلمك وزملاءك في ذلكَ.

أطوّر معرفتي

- صمّمْ خريطةً سياحيّةً تتضمّنُ أهمّ مواقعَ الجبالِ البركانيّةِ والأنفاقِ البركانيّةِ الرئيسيّةِ في الأردنّ، واعرضها على معلمك لعلّها تُعتمدُ لدى وزارةِ السياحةِ الأردنيّةِ.



١- اختر رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(١) توصف الماغما الغنية بالسليكا بأنها:

- أ - شديدة السيولة.
 ب- شديدة اللزوجة.
 ج- قليلة اللزوجة.
 د - غير عنيفة الانفجار.
 (٢) يُسمى تكون الوحل في أثناء اختلاط مياه الثلوج بالرماد البركاني والمواد الأخرى:
 أ - غيمة متوهجة.
 ب- لابة.
 ج- لاهار.
 د - تقا.

(٣) يُعدُّ بركان باريكوتين في المكسيك مثالاً على:

- أ - براكين الدروع.
 ب- البراكين المخروطية.
 ج- البراكين المركبة.
 د - براكين الشقوق.

(٤) تُسمى البراكين المركبة بهذا الاسم لأنها:

- أ - تتكوّن من طبقات متعاقبة من الصخور الرسوبية الفتاتية.
 ب- تقذف اللابة والفتات الصخري على دفعات تفصل بينهما فترات زمنية متساوية.
 ج- تتكوّن من طبقات متعاقبة من الفتات البركاني وانسيابات اللابة.
 د - تتكوّن من طبقات متعاقبة من انسيابات اللابة البازلتية.

٢- فسّر ما يأتي تفسيراً علمياً دقيقاً:

- أ - تُعدُّ البراكين المركبة من أخطر أنواع البراكين.
 ب- اختلاف الأشكال الطبوغرافية الناتجة من البراكين.
 ج- تتجه بعض الدول لاستخدام الحرارة الجوفية في إنتاج الطاقة الكهربائية.
 د - تناسب اللابة القاعدية بعيدة من مكان ثوران البركان.
 هـ - تزداد قوة الانفجارات البركانية بازدياد لزوجة الماغما.

٣- قارن بين براكين الدروع والبراكين المركبة وفق الجدول الآتي:

وجه المقارنة	نوع البركان	براكين الدروع	البراكين المركبة
نوع اللابة			
نوع الانفجار			
اللزوجة			

٤- تأمل الشكل (٢-٣١) الذي يمثل أحد الأخطار المرافقة لبعض البراكين، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



الشكل (٢-٣١): السؤال الرابع.

- أ - ماذا يُسمّى هذا النوع من الأخطار؟ وما مكوناته؟
- ب- ماذا تتوقع أن يحصل لسكان قرية يعيشون في منطقة تقع على بعد (١٠٠) كم من مصدر هذه الغيمة وباتجاه حركتها؟ ولماذا؟
- ٥- هب أنك خبير في مجال الطاقة في الأردن، وطلب إليك تقديم حلول واقتراحات لتشجيع استخدام بدائل الوقود الأحفوري، فماذا يمكن أن تُقدّم من حلول مستفيداً مما درست سابقاً عن طاقة الحرارة الجوفية؟

الوحدة الثالثة

المحيطات (Oceans)

النتائج

يُتَوَقَّعُ مِنْكَ بَعْدَ دِرَاسَتِكَ هَذِهِ الْوَحْدَةِ أَنْ:

- تَتَعَرَّفَ الطَّرَاقِقَ وَالتَّقْنِيَّاتِ الْمُسْتَخْدَمَةَ فِي دِرَاسَةِ قَاعِ الْمَحِيطِ.
- تَصِفَ تَضَارِيْسَ قَاعِ الْمَحِيطِ مِثْلَ: ظَهْرِ الْمَحِيطِ، وَسَهُولِ اللَّجِّ، وَالرَّصِيفِ الْقَارِيّ، وَالْمُنْحَدِرِ الْقَارِيّ، وَالْأَخَادِيدِ الْبَحْرِيَّةِ.
- تَتَعَرَّفَ الظُّوَاهِرَ الطَّبِيعِيَّةَ الْمُرْتَبِطَةَ بِحَرَكَةِ مِيَاهِ الْبَحَارِ وَالْمَحِيطَاتِ: كَالْأَمْوَاجِ الْبَحْرِيَّةِ، وَالتِّيَارَاتِ الْبَحْرِيَّةِ وَتَفْسِّرَهَا.
- تَسْتَنْتِجَ تَأْثِيرَ الْمَحِيطَاتِ فِي الْمَنَاحِ.
- تَعَمِّقَ الْإِيْمَانَ بِاللَّهِ تَعَالَى، وَتَسْتَدِلَّ عَلَى عَظَمَةِ الْخَالِقِ عَنْ طَرِيقِ فَهْمِ مَكْنُونَاتِ الْبَحَارِ وَالْمَحِيطَاتِ.

قال الله تعالى:

﴿أَوَكُذِّبْتُ فِي بَحْرِ لُجِّي يَغْشَاهُ
مَوْجٌ مِّنْ فَوْقِهِ مَوْجٌ مِّنْ فَوْقِهِ سَحَابٌ ظَلَمْتُ بَعْضُهَا فَوْقَ
بَعْضٍ إِذَا أَخْرَجَ يَدَهُ لَمْ يَكْدِرْ لَهَا وَمَنْ لَّمْ يَجْعَلِ اللَّهُ
لَهُ نُورًا فَمَا لَهُ مِن نُّورٍ﴾

(سورة النور، الآية ٤٠).

● تخفي ظلماتُ البحرِ تحتَ مياهِها الكثيرَ منَ الأسرارِ، فهلَ فكرتَ يوماً كيفَ تبدو أشكالُ تضاريسِ
قيعانِ البحارِ والمحيطاتِ؟ وكيفَ كانتَ قبلَ ذلكَ؟ وهلَ تتحرَّكُ مياهُها؟ وما أشكالُ هذهِ الحركةِ؟
وما أهميَّتها؟ وما سببُ ملوحةِ هذهِ المياهِ؟

تضاريسُ قاعِ المحيطِ وخصائصُ مياهه

(Ocean-Floor Topography and its Water Characteristics)

الفصل
الأول



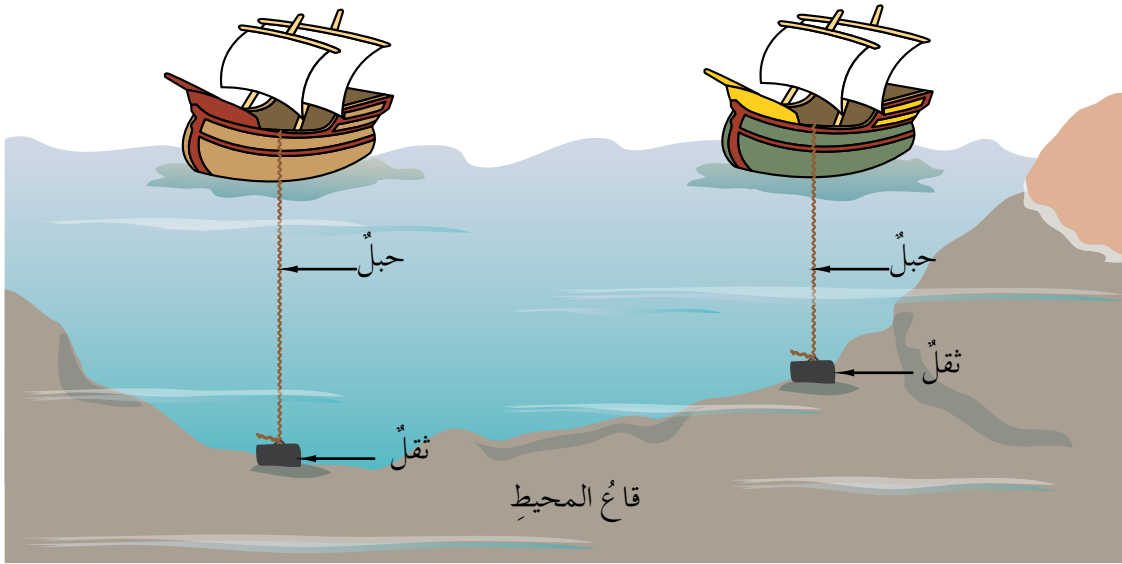
1

هل يحتوي قاعُ المحيطِ تضاريسَ كتضاريسِ اليابسة؟ وما خصائصُ
مياهه الفيزيائية والكيميائية؟

١ - دراسة تضاريس قاع المحيط

غالبًا ما يُشار إلى كوكب الأرض بالكوكب الأزرق، حيث تُمثّل المحيطات (٧١) ٪ من مساحة سطح الأرض، أما اليابسة فتكوّن (٢٩) ٪ منها. ومن المؤكّد أنّك لاحظتَ مختلف أنواع التضاريس على سطح الأرض، فهل يتبادرُ لذهنك أنّ قيعان المحيطات لها تضاريس تشبه تضاريس اليابسة؟ وكيف يمكنُ التعرفُ عليها؟

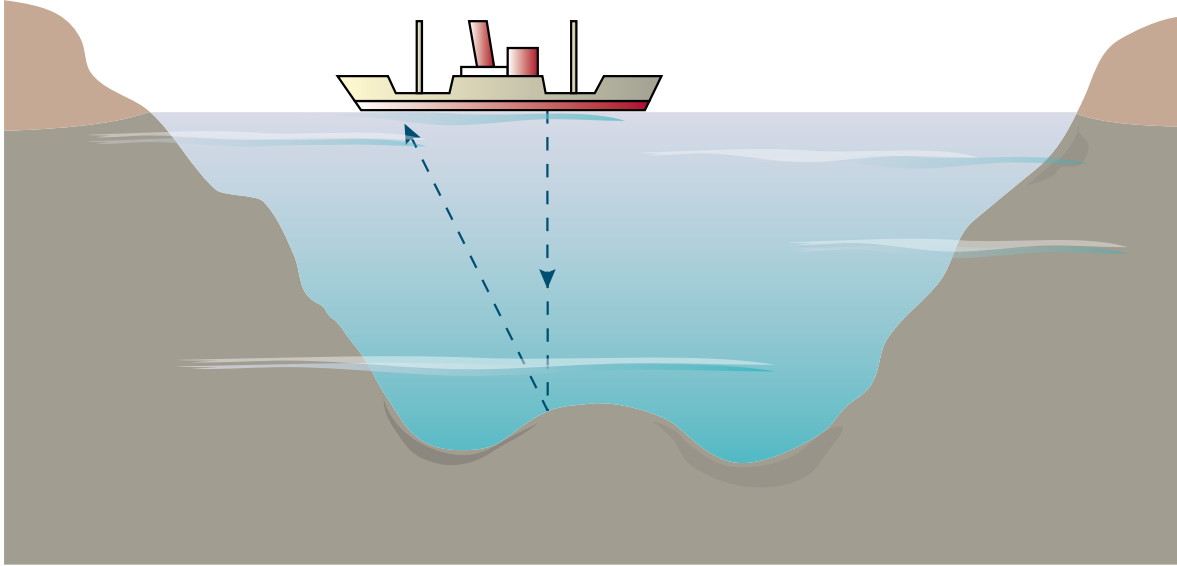
مرّت دراسة قاع المحيط بالعديد من المراحل بدءاً من الطرائق التي تستغرق وقتاً وجهداً إلى الطرائق التي تختصر الوقت والجهد والمال. فقد استُخدمت في البداية طريقة **الحبال والأثقال** (Ropes and Weights) وهي طريقة تعتمد على إلقاء حبل طويل مربوطٍ بنهايته ثقل معيّن حتى يصل إلى قاع المحيط، ثم يُقاس طول الحبل لمعرفة العمق على أبعادٍ مختلفة من الشاطئ كما هو موضّح في الشكل (٣-١).



الشكل (٣-١): استخدام طريقة الحبال والأثقال لمعرفة أعماق المحيط.

ومع تقدّم العلم والتكنولوجيا استُخدمت طريقة **السير الصوتي** (Echo Sounding)، وهي طريقة تعتمد على مبدأ الصوت والصدى؛ حيث يُثبت جهاز في قاع السفينة يُسمّى جهاز (المسبار) أو (السير الصوتي) (Echo Sounder)، ويقوم الجهاز بإصدار موجات صوتية نحو قاع البحر أو المحيط، ويُسجل زمن وصول الصدى الناتج منها بعد انعكاسه من

القاع. وبعملية حسابية بسيطة يتم حساب عمق البحر أو المحيط عند تلك النقطة، كما هو موضح في الشكل (٣-٢).



الشكل (٣-٢): طريقة السبر الصوتي لمعرفة عمق المحيط.

وحديثاً بدأ استخدام الأقمار الصناعية (Satellites) في دراسة المحيطات، حيثُ يستخدم القمر الصناعي أجهزة خاصة تقوم بإرسال نبضات موجهة نحو قاع المحيط، وتنعكس هذه النبضات حاملة بيانات إلى القمر الصناعي، ثم يقوم العلماء بتحليلها وتفسيرها ورسم صور توضح شكل قاع المحيط.

وقد تبين من استخدام تلك الطرائق أن قاع المحيط ليس سطحاً مستوياً، وأنه يحتوي الكثير من التضاريس الجغرافية المهمة التي تشبه إلى حد ما تضاريس سطح الأرض، ستعرف عليها في أثناء دراستك لهذا الفصل.

أتأمل .. أفكر .. ثم أجيب

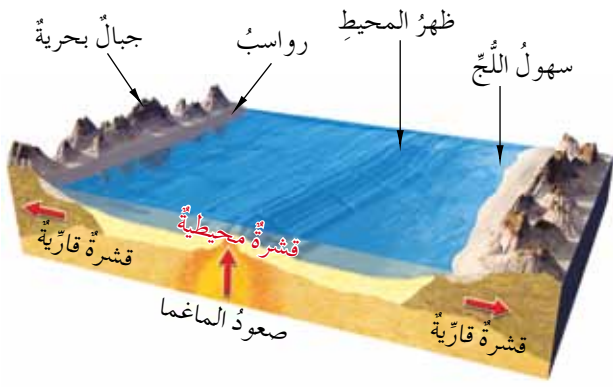
- ١- احسب عمق نقطة في قاع البحر وصل إليها صدى الصوت المرسل إلى جهاز السبر الصوتي بعد (١,٤) ثانية من إرسال الموجة الصوتية، [علماً بأن سرعة الصوت في الماء تساوي (١٥٠٠) م/ث].
- ٢- قارن بين الطرائق المستخدمة في دراسة تضاريس قاع المحيط من حيث الدقة.

٢ - تضاريس قاع المحيط الطبيعية (Natural Topography of the Ocean)

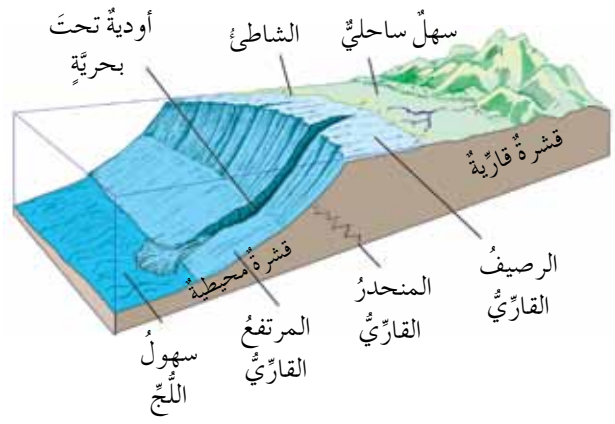
نشرت جريدة الغد (يوم الأربعاء الموافق ٢٨/٣/٢٠١٢ م) مقالاً ذكرت فيه ما يلي:

في رحلة تاريخية هي الأولى عالمياً تمكّن المخرج والمستكشف (جيمس كامبيرون) من الوصول لأعمق بقعة تحت سطح البحر، فقد وصل فيها إلى عمق (١٠,٨٩٨) م مستخدماً الخواصة "تشالنجر" بالتعاون مع مؤسسة (ناشونال جيوغرافيك)، وهي على شكل كبسولة "أبولو" مزودة بكاميرات للمراقبة ثلاثية الأبعاد، وأضواء متطورة، وأيد خارجية تساعد على التقاط العينات والتحكم بها مثل نظام الروبوت، وهي مزودة أيضاً بنظام تحكم آلي إلى جانب آخر يدوي ليساعده على الصعود نحو سطح البحر بخفة، وقادرة على التخلص من أي وزن إضافي في حال فشل الصعود الآلي، وصممت من معدن يتحمل الضغط والقوة في الوقت نفسه، وهي قادرة على التجول بهدوء، والرؤية بنظام خاص يخفي الأضواء، حتى لا يخيف الكائنات الحية التي تعيش في الظلمة في عمق المحيط.

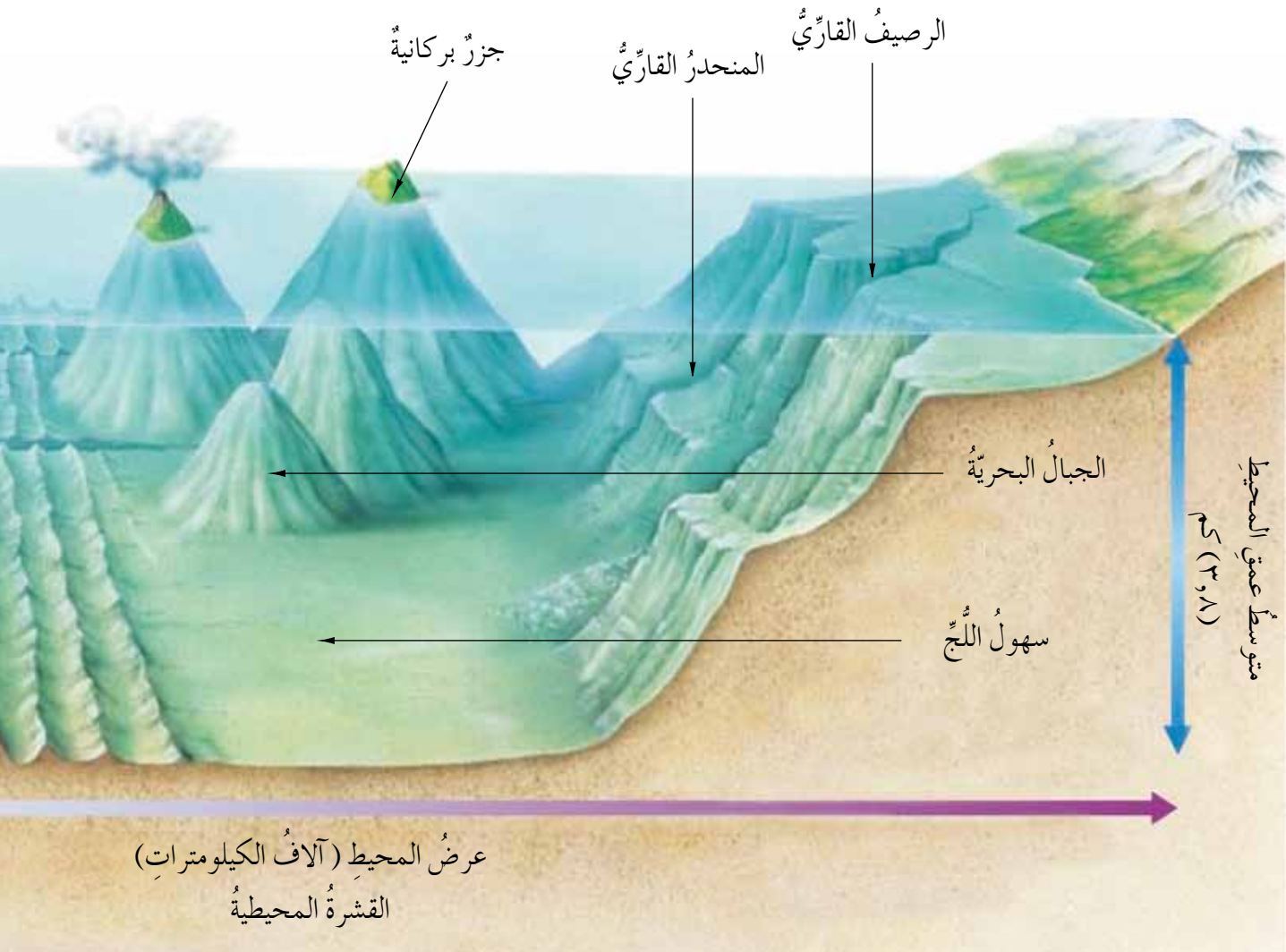
هَبْ أَنْكَ تَمَكَّنْتَ مِنَ الْغَوْصِ إِلَى أَعْمَاقِ الْمَحِيطَاتِ فِي رَحْلَةٍ اسْتِكْشَافِيَةٍ، فَمَا الْمَعَالِمُ الْجِيُولُوجِيَّةُ الَّتِي تَتَوَقَّعُ أَنْ تَجِدَهَا فِي قَاعِ الْمَحِيطِ؟ تَأَمَّلِ الشَّكْلَ (٣-٣)، وَأَجِبْ عَنِ الْأَسْئَلَةِ الَّتِي تَلِيهِ:



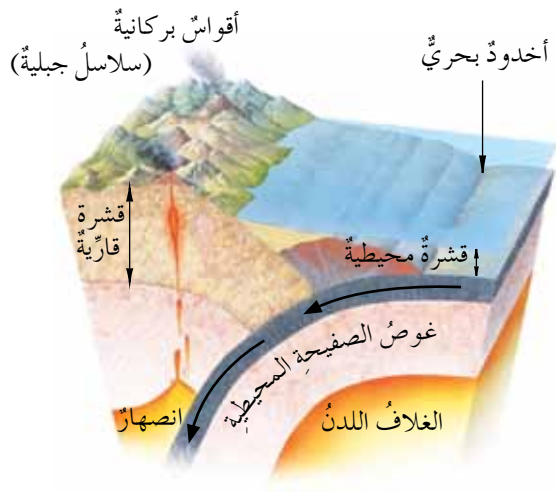
(ب) قعر المحيط



(أ) الحافة القارية



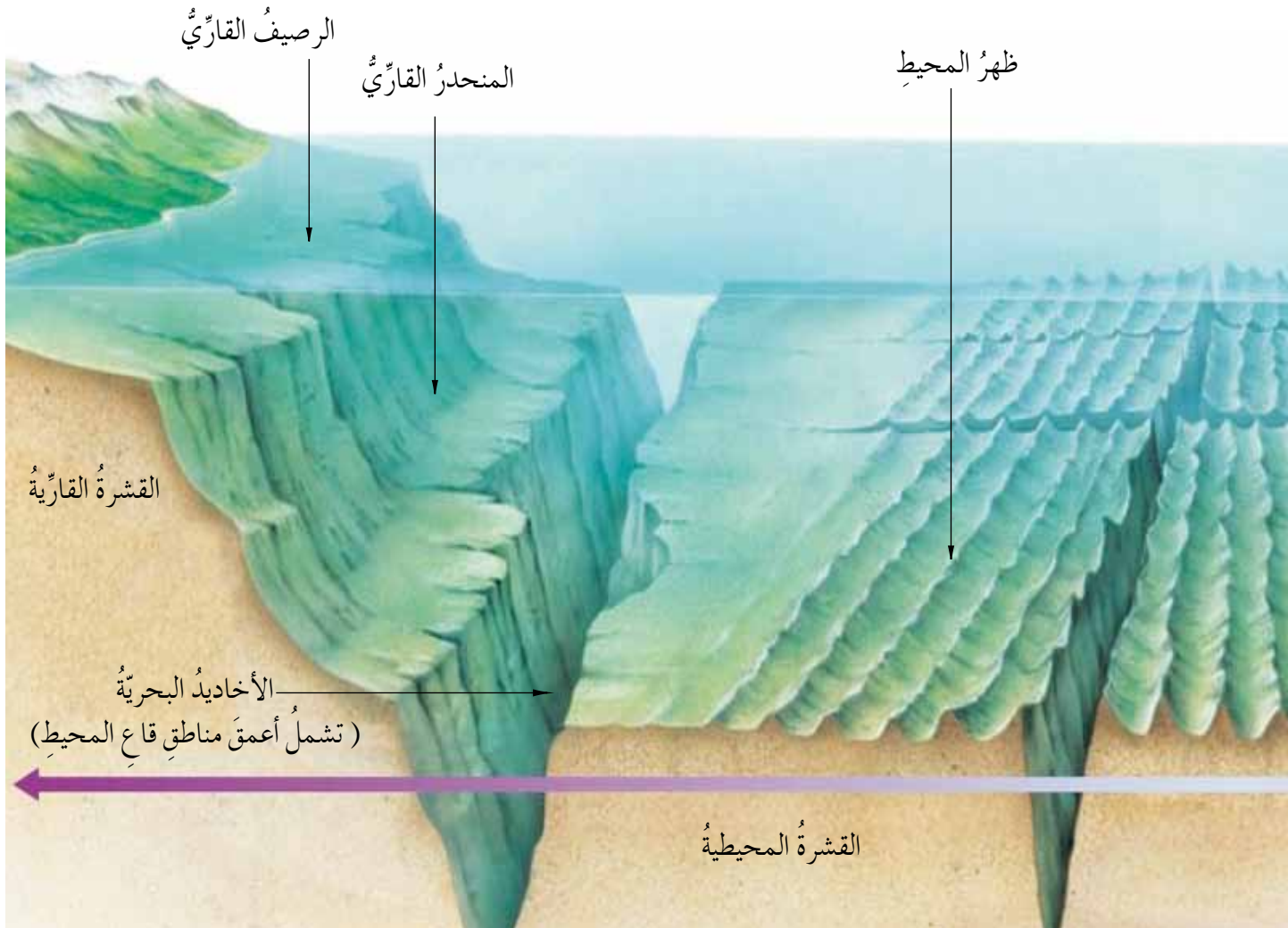
الشكل (٣-٣): الأجزاء الرئيسة لتضاريس قاع المحيط.



(د) الأخاديد البحرية



(ج) ظهر المحيط (ظهر وسط المحيط الأطلسي)



- ◀ حدّد الأجزاء الرئيسة التي تلاحظها في الشكل بدءاً من النقطة (أ) يساراً إلى النقطة (د) يميناً.
- ◀ ما الأسس التي استُخدمت لتقسيم قاع المحيط إلى هذه الأجزاء؟
- ◀ لماذا سُميت الحافات القاريّة بهذا الاسم؟
- ◀ بماذا يختلف ظهر المحيط عن قعره؟
- ◀ بماذا يميّز الأخدود البحريّ؟

توصلت إلى أنّ تضاريس قاع المحيط تتكوّن من أربعة أجزاء رئيسة تختلف في عمقها وخصائصها، وهي الحافات القاريّة، وظهر المحيط، وقعر المحيط، والأخاديد البحرية، وسوف تتعرّف خصائص كلّ منها بشيء من التفصيل في هذا الفصل.

أ – الحافات القاريّة (Continental Margins): وهي الجزء الأول من تضاريس قاع

المحيط الذي يلي القارّات (اليابسة). تأمّل الشكل (٣-٣/أ) الذي يمثل الحافات القاريّة، ثمّ أجب عن الأسئلة الآتية:

◀ أين تبدأ الحافات القاريّة؟ وأين تنتهي؟

◀ ما أجزاؤها الرئيسة؟

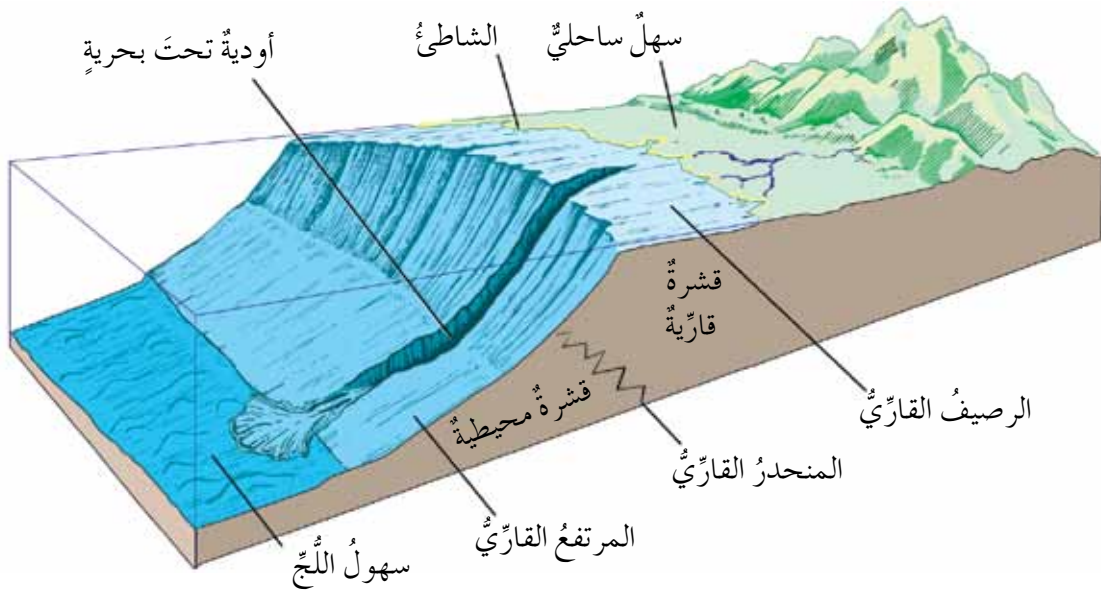
◀ هل للحافات القاريّة أهميّة؟ وضّح إجابتك.

لاحظت أنّ **الحافات القاريّة** هي ذلك الجزء من المحيط الذي يفصل بين القارة وقعر المحيط، وتعاذل نحو (٢٠)٪ من مساحة المحيطات. وللحافات القاريّة أهميّة كبيرة، فهي المدخل الرئيس للرسوبيات والأملاح، والمصدر الرئيس للغذاء والموادّ الخام. وحسب تقسيم العلماء؛ فإنّ الحافات القاريّة تبدأ بالرّصيف القاريّ، فالمنحدر القاريّ فالأودية تحت البحرية، وتنتهي بالمرتفع القاريّ.

١ . الرّصيف القاريّ (Continental Shelf): يبدأ الرّصيف القاريّ من خطّ الشاطئ وحتى

بداية المنحدر القاريّ، وميله (١, ٠°) وهو عبارة عن الجزء من القارة المغمور تحت الماء، ويُطلق عليه أيضاً اسم (الرّف القاريّ)، وهو مكوّن في العادة من

مناطق منبسطة ميل سطحها أقل من درجة واحدة، ويتكوّن من رسوبيات تراكت فوق القشرة القاريّة، ويشمل كلّ المناطق الضحلة المجاورة لليابسة مباشرة، ويصل عمقه نحو (٢٠٠) م. تتميز هذه المنطقة بوفرة الأكسجين وأشعة الشمس الضرورية لعملية البناء الضوئي نتيجة الأمواج البحرية المستمرة، وارتفاع درجة الحرارة، ووفرة الغذاء، ووجود الكائنات الحية. وتعدّ من أغنى مناطق البحر لأنها تحتوي ما يقارب (٧٠-٨٠)٪ من الكائنات البحرية، بالإضافة إلى الثروات المعدنية والنفطية وغيرها، انظر الشكل (٣-٤).



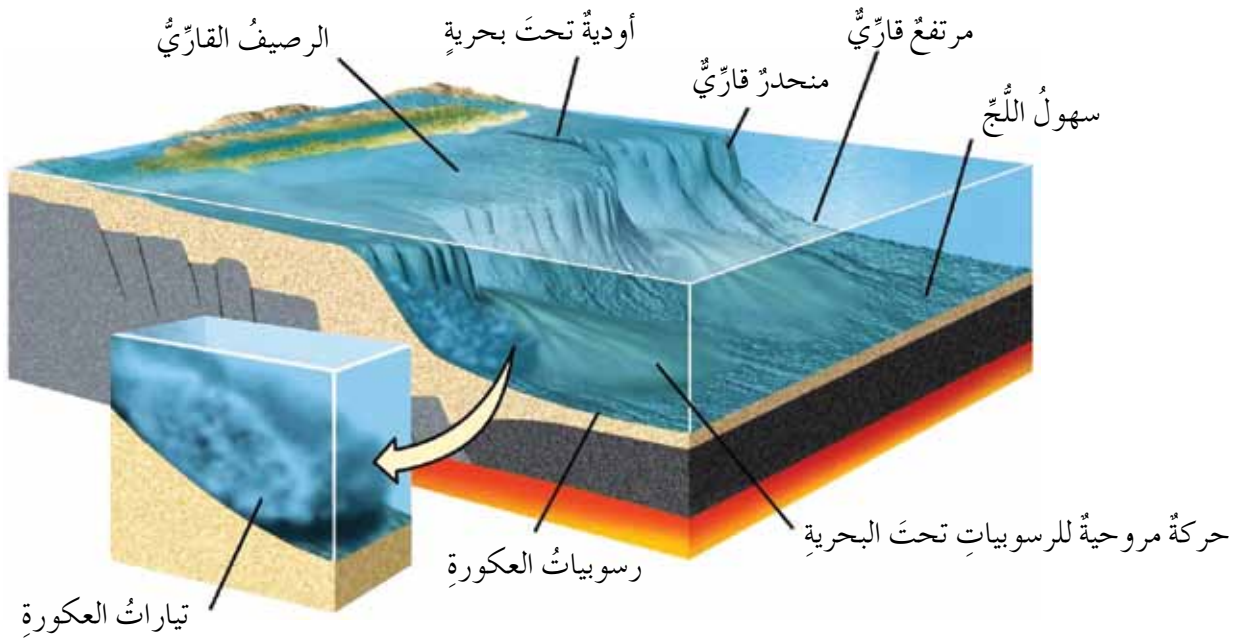
الشكل (٣-٤): الرصيف القاري، والمنحدر القاري، والقشرة القاريّة، والقشرة المحيطيّة.

٢. **المنحدر القاريّ (Continental Slope):** يبدأ المنحدر القاريّ من الحافة الداخلية للرصيف القاريّ وحتى المرتفع القاريّ، وفيه يبدأ العمق بالزيادة السريعة، ويبدأ السطح بالانحدار السريع نحو المحيط، ويصل ميله إلى (٤°). وفي المنحدر القاريّ تبدأ القشرة الأرضيّة بالتغيّر من قشرة قارية إلى قشرة محيطيّة. ويحتوي المنحدر القاريّ الأودية تحت البحرية التي تبدأ من الرصيف القاريّ. ويصل عمق المنحدر القاريّ حتى (٢٥٠٠) م، كما هو موضح في الشكل (٣-٤).

أضف إلى معلوماتك

القشرة الأرضية نوعان: قشرة قارية، توجد عادةً تحت القارات، وتتكوّن بشكلٍ رئيسٍ من الغرانيت، وكثافتها (٢,٧ غ/سم^٣). وقشرة محيطية توجد عادةً تحت المحيطات وتبلغ كثافتها (٣ غ/سم^٣) وتتميّز بأنّها قاعدية التركيب.

٣. **المرتفع القاري (Continental Rise):** وهي المنطقة الواقعة بين المنحدر القاري وقعر المحيط، وهي منطقة مرتفعة نسبةً لما يجاورها بسبب تراكم الرسوبيات القادمة من المنحدر القاري ورسوبيات الأودية تحت البحرية. ويتراوح عمق المرتفع القاري بين (٢٥٠٠-٤٠٠٠) م، وميله أقل من (١°). وهو منطقة مكوّنة أساساً من الرسوبيات التي تحملها التيارات المائية المحمّلة بالرواسب الكثيفة، التي تتحرّك تحت تأثير الجاذبية متجهةً إلى الأسفل باتجاه القاع العميق. ويُطلق على هذه التيارات اسم **تيارات العكورة (Turbidity Currents)**، لاحظ الشكل (٣-٥).



الشكل (٣-٥): المرتفع القاري وتيارات العكورة.

٤. **الأودية تحت البحرية (Submarine Canyons):** لاحظت في الشكل (٣-٤) وجود أودية في منطقة المنحدر القاري. كيف تُفسّر وجود مثل هذه الأودية التي تشبه الأنهار العظيمة تحت سطح المحيطات؟

تحتوي الحافات القارية على أودية ضخمة تبدأ من الرصيف القاري، وتنتهي مع نهاية المنحدر القاري. وتعدّ بعض هذه الأودية امتداداً لأنهار موجودة على اليابسة مثل: وادي هدرسون البحري في المحيط الأطلسي الذي يعدّ امتداداً لنهر هدرسون في كندا. ومن أهم الأمثلة على هذه الأودية في العالم العربي، وادي أغادير البحري (Agadir Canyon) في جنوب المغرب قبالة شمال غرب الساحل الأطلسي المغربي الذي اكتشف عام (٢٠١٣) م من قبل سفينة الأبحاث الألمانية (ماريا مريان) وهو أكبر وأعمق أخدود تحت بحري في العالم بعمق (١٠٠٠) م وطول (٤٥٠) كم.

أتأمل .. أفكر .. ثم أجيب

- عرفت أن الحافات القارية هي ذلك الجزء الذي يفصل بين القارة وقعر المحيط. والحافات القارية تعادل نحو (٢٠)٪ من مساحة المحيطات، ولها أهمية اقتصادية كبيرة، فهي تمثل المدخل الرئيس للرسوبيات والأملاح، والمصدر الرئيس لغذاء الكائنات الحية البحرية والمواد الخام. تناقش ومعلمك زملاءك في التأثيرات التي يمكن أن تحدث لو أنه لم تكن هناك حافات قارية.

ب- ظهر المحيط (Ocean Ridge): انظر الشكل (٣-٣/ ج) وتأمل ذلك المعلم البارز في وسط المحيط، الذي يمثل شقاً طويلاً يمتد على طول ظهر المحيط موازياً للحافات القارية وخاصة في المحيط الأطلسي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

◀ لماذا سُمي هذا المعلم بظهر المحيط؟

◀ لماذا يظهر بهذا الشكل؟

يُعدّ **ظهر المحيط** حداً من حدود الصفائح المتباعدة في وسط المحيط، حيث تخرج المواد المنصهرة وتبرد وتتصلّب مكونة منطقة وسط ظهر المحيط. ويتكوّن ظهر المحيط من سلسلة جبال يصل مجموع أطوالها إلى (٦٥٠٠٠) كم، ويتراوح عرضها بين (٢٥٠-٤٥٠) كم، ويصل عرضها في بعض المناطق مثل ظهر المحيط الأطلسي إلى (١٦٠٠) كم، أما ارتفاعها فيتراوح ما بين (١-٤) كم. وتتكوّن هذه السلسلة بسبب اندفاع الماغما من منطقة تباعد الصفائح على شكل اندفاعات بازلتية. ومن أهم هذه السلاسل سلسلة جبال ظهر المحيط الأطلسي.

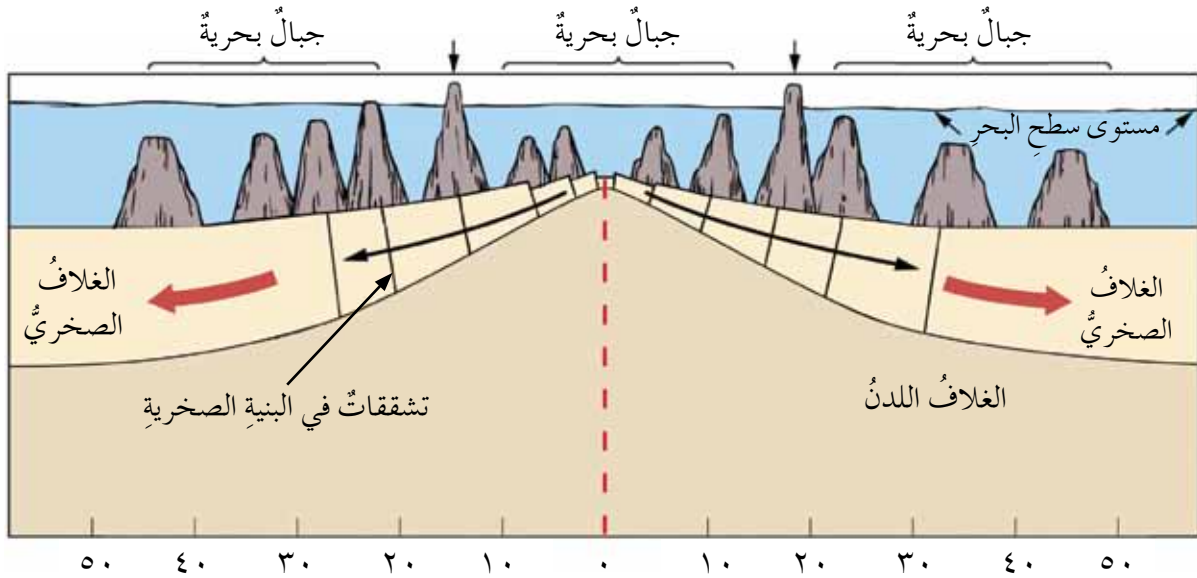
ج- قعر المحيط (Deep Ocean Floor): بعد أن درستَ خصائص الحافات القاريّة وظهر المحيط، ماذا تتوقع أن تكون خصائص الجزء الواقع بينهما؟ انظر الشكل (٣-٣/ ب) وأجب عن الأسئلة الآتية:

- ◀ ماذا تُسمّى المنطقة الواقعة بين ظهر المحيط والحافة القاريّة؟
- ◀ ما الأجزاء الرئيسة التي تصادفها في قاع المحيط؟
- ◀ صف انحدار قاع المحيط وعمقه.

لقد توصلت إلى أن **قعر المحيط** هو تلك المنطقة المحصورة بين الحافات القاريّة وظهر المحيط، وتشمل كلاً من سهول اللّج والجبال البحرية.

١. **سهول اللّج (Abyssal Plains):** وهي سهول شاسعة متفاوتة العمق يترأخ عمقها بين (٦-٣) كم، وتعدّ سهول اللّج أكثر مناطق قعر المحيط انبساطاً. ولكن، ما سبب تسمية سهول اللّج بهذا الاسم؟

٢. **الجبال البحرية (Seamounts):** وهي الجبال التي يزيد ارتفاعها عن (١) كم عن مستوى قاع المحيط، وتوجد منفردة أو على شكل سلاسل جبلية. لاحظ الشكل (٣-٦) ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه:



أعمار صخور قاع المحيط (مليون سنة)
الشكل (٣-٦): مراحل تكوّن الجبال البحرية.

◀ أين تتكوّن الجبال البحرية؟

◀ ما سبب تكوّنهما؟

◀ لماذا يتغيّر مكان الجبل البحريّ؟

◀ صف العلاقة بين بُعد الجبال البحرية عن ظهر المحيط، وعمرها؟

توصلت إلى أنّ تدفق الماغما البازلتية الكثيفة نتيجة تباعد الصفائح يؤدي إلى تكوّن الجبال البحرية في منطقة ظهر المحيط. ثم يحدث لهذه الجبال حركة وانتقال بسبب حركة الصفيحة الحاملة لها، وهذا يؤدي إلى ابتعادها عن منطقة ظهر المحيط كما في الشكل (٣-٦). وتمتاز هذه الجبال بحركتها المستمرة بسبب استمرار تباعد الصفائح في منطقة وسط ظهر المحيط. ويبلغ معدل سرعة التباعد في البحر الأحمر مثلاً (٢) سم/سنة، وفي المحيط الأطلسي (٨) سم/سنة. ويمكن أن تتكوّن الجبال البحرية بطرائق أخرى، ابحث عنها وتناقش ومعلمك وزملائك فيها.

أطوّر معرفتي

- إذا كان ارتفاع قمم الجبال البحرية أعلى من سطح المياه، فماذا تُسمّى الجبال البحرية في هذه الحالة؟ وما سبب حتّ هذه الأجزاء التي تعلو سطح الماء؟ وما الخطر الذي يمكن أن ينتج من حتّها، وعدم رؤية البحارة لها، وتمييزهم إيّاها؟

د - الأخاديد البحرية (Trenches) : لا شك أنّك سمعت بالأخاديد البحرية، فما المقصود

بالأخدود؟ انظر الشكل (٣-٣/د)، وأجب عن السؤالين الآتيين:

◀ أين تمتد الأخاديد البحرية؟

◀ أعط وصفاً للأخاديد البحرية من حيث طولها وعرضها وعمقها.

تعدّ **الأخاديد البحرية** من المعالم المهمة في قاع المحيط. وتتميّز بطولها الكبير، وعرضها الضيق، وهي أعمق مناطق قاع المحيط. وتكوّن هذه الأخاديد عند الحافات القارية غير المستقرة.

تكوّن الأخاديد البحرية بسبب التقاء صفيحتين مختلفتين في الكثافة، إذ تغوص

الصفحة الأكثر كثافة تحت الصفحة الأقل كثافة مكونة منخفضاً عميقاً يصل عمقه في بعض المناطق (١١) كم، كأخدود (ماريانا) في الفلبين، ويمكن أن يصل طوله (٣٧٠٠) كم، ومثالها أخدود (الاسكا) في شمال المحيط الهادي، أما عرضه فقد يصل إلى (١٠٠) كم، ومنها أخدود (بيروتشيلي). ويبيّن الشكل (٣-٧) خريطة العالم، وعليها أهم الأخاديد البحرية.



الشكل (٣-٧): توزع الأخاديد البحرية في العالم.

أتأمل .. أفكر .. ثم أجيب

- ١- قارن بين أجزاء الحافات القارية؛ الرصيف القاري، والمنحدر القاري، والمرتفع القاري، من حيث الانحدار والعمق.
- ٢- ارسم مخططاً بسيطاً لحافة قارية موضحاً فيه الأجزاء الرئيسة للحافات القارية.
- ٣- يمكن أن تكون الحافات القارية مستقرة أو غير مستقرة. ابحث في سبب تسمية كل منها بهذا الاسم، والفروقات بينها، وتناقش ومعلمك زملائك في ذلك.

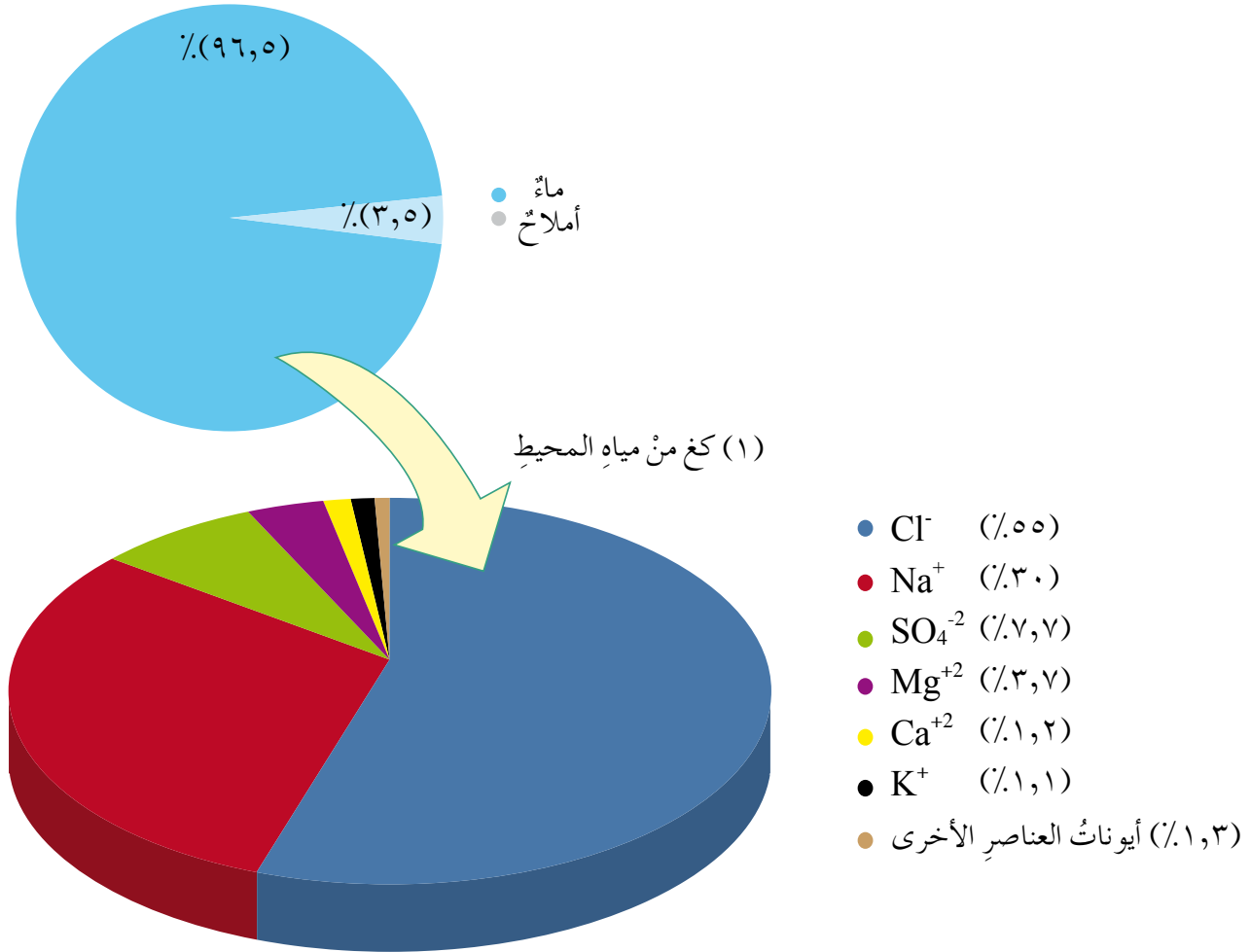
ثانياً: الخصائص الكيميائية والفيزيائية لمياه البحار والمحيطات

الملوحة (Salinity)

هل سألت يوماً عن أسباب ملوحة مياه البحار والمحيطات، ومن أين جاءت هذه الأملاح؟ وما المقصود بالملوحة؟ للإجابة عن ذلك، نفذ النشاط التحليلي الآتي:

نشاط تحليلي (٣-١): الأيونات الرئيسة الذائبة في مياه المحيط

ادرس الشكل (٣-٨) الذي يمثل نتائج تحليل (١) كغ من مياه أحد المحيطات، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



نسب الأيونات الذائبة في (١) كغ من مياه المحيط.

الشكل (٣-٨): نتائج تحليل (١) كغ من مياه أحد المحيطات ونسب الأيونات الذائبة فيها.

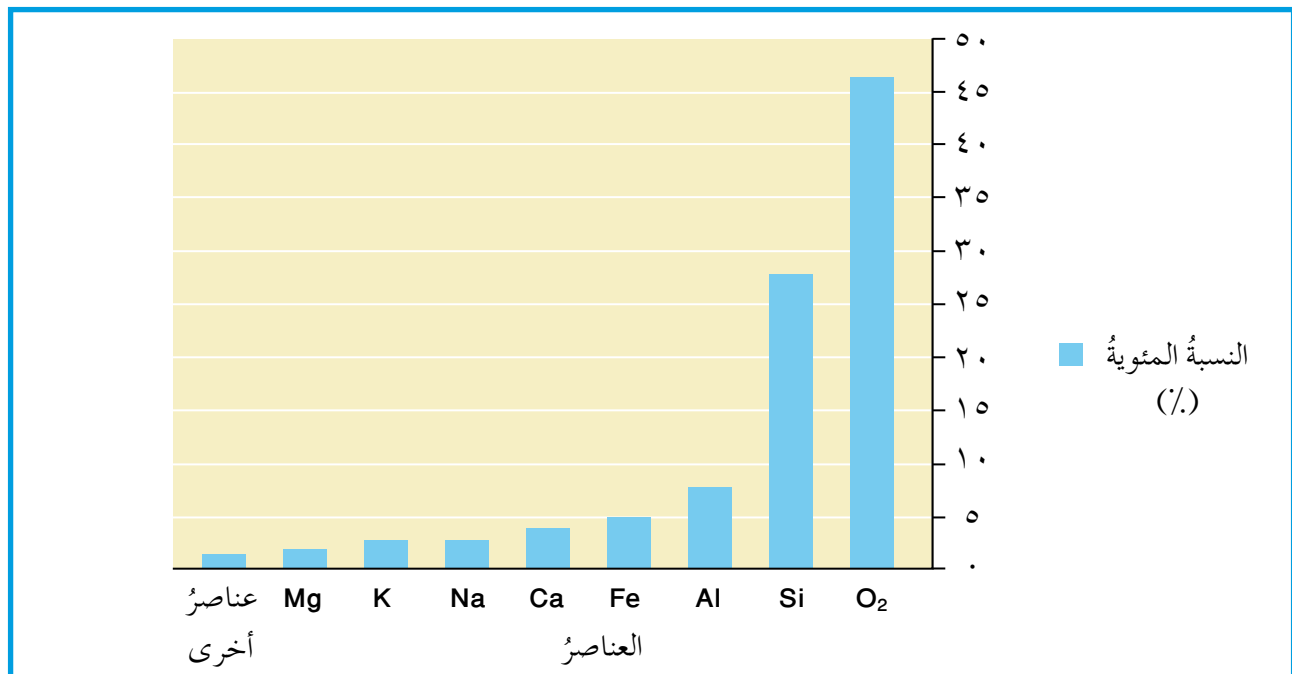
- اذكر أهم الأيونات الموجودة في مياه المحيط.
- أي الأيونات نسبة وجودها في مياه المحيط هي الأعلى؟ ولماذا؟
- ما العوامل التي أدت إلى اختلاف نسبها؟
- ما التسمية التي تقترحها لمجموع الأيونات الذائبة في (١) كغ من مياه المحيط؟

توصلت من النشاط السابق إلى أن أعلى نسبة للأيونات الذائبة في مياه المحيطات هي نسبة أيونات الكلور والصوديوم التي تكون ملح الطعام، ثم أيونات الكبريتات والمغنيسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم، إضافة لأيونات أخرى.

وقد أطلق مصطلح **الملوحة** (Salinity) للتعبير عن كمية المواد الذائبة في الماء. ويُعبّر عنها بطرائق مختلفة وأكثرها شيوعاً: **جزء لكل ألف جزء (‰)** أو **(غ/كغ)**، ويمكن أن يُعبّر عنها **كنسبة مئوية (٪)** إذا كانت الملوحة قليلة كملوحة مياه الأنهار والبحيرات. ويبلغ متوسط الملوحة لمياه البحار والمحيطات (٣٥) ‰. فملوحة مياه المحيط الأطلسي مثلاً (٣٤,٨) ‰، بينما تصل ملوحة البحر الأحمر إلى (٣٨) ‰، إلا أنها تصل في الجزء الشمالي منه في خليج العقبة إلى (٤٠,٥-٤٠,٩) ‰، وتتراوح ملوحة مياه خليج السويس بين (٣٩-٤٣) ‰. ولكن، كيف وصلت هذه الأيونات إلى مياه المحيط؟ للإجابة عن هذا السؤال نفذ النشاط التحليلي الآتي:

نشاط تحليلي (٣-٢): العناصر الرئيسية المكونة للقشرة الأرضية

ادرس الشكل (٣-٩) الذي يوضح نسب توزع العناصر الرئيسية المكونة للقشرة الأرضية، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٣-٩): العناصر المكونة للقشرة الأرضية ونسبها المئوية.

- ما العناصرُ الرئيسةُ التي تتكوّن منها القشرةُ الأرضيةُ؟
- هل يوجدُ مكوّناتٌ مشتركةٌ بينَ القشرةِ الأرضيةِ ومياهِ المحيطِ؟ فسّر ذلك.
- ما العملياتُ التي تؤدي إلى انتقالِ بعضِ مكوّناتِ القشرةِ الأرضيةِ إلى مياهِ المحيطِ؟ وهل تُسهّمُ الأنشطةُ البشريةُ في ذلك؟ وضّح إجابتك من خلال الأمثلة.
- هل كانت مياهُ المحيطاتِ القديمةِ عذبةً أم مالحةً؟ ولماذا؟

مما سبق، يمكنُ التوصلُ إلى أنّ بعضَ هذهِ العناصرِ تنتقلُ إلى مياهِ البحارِ والمحيطاتِ من خلالِ انتقالِ نواتجِ التجويةِ عبرَ الأنهارِ والسيولِ والرياح. كذلك من خلالِ ما تحمله مياهُ الأمطارِ من موادٍّ وغازاتٍ ذائبةٍ في أثناء هطولها، وما ينتجُ في قاعِ المحيطاتِ في أثناء اندفاعِ البراكين البحريةِ وفي منطقةِ ظهرِ المحيطِ، كما أنّ للتلوّثِ الناجمِ عن الأنشطة البشرية دورًا في إضافةِ بعضِ المكوناتِ الذائبةِ في مياهِ المحيطاتِ.

أتأمّل .. أفكر .. ثم أجيب

- ١- يكون تركيزُ عنصرِ الكلورِ قليلًا جدًّا في القشرةِ الأرضيةِ، في حين يكون تركيزُهُ هو الأعلى في مياهِ المحيطاتِ، فسّر ذلك.
- ٢- ما دورُ البراكين التي تحدثُ في قيعانِ البحارِ والمحيطاتِ، وخاصةً في منطقةِ ظهرِ المحيطِ، في ملوحةِ مياهها؟

أطوّر معرفتي

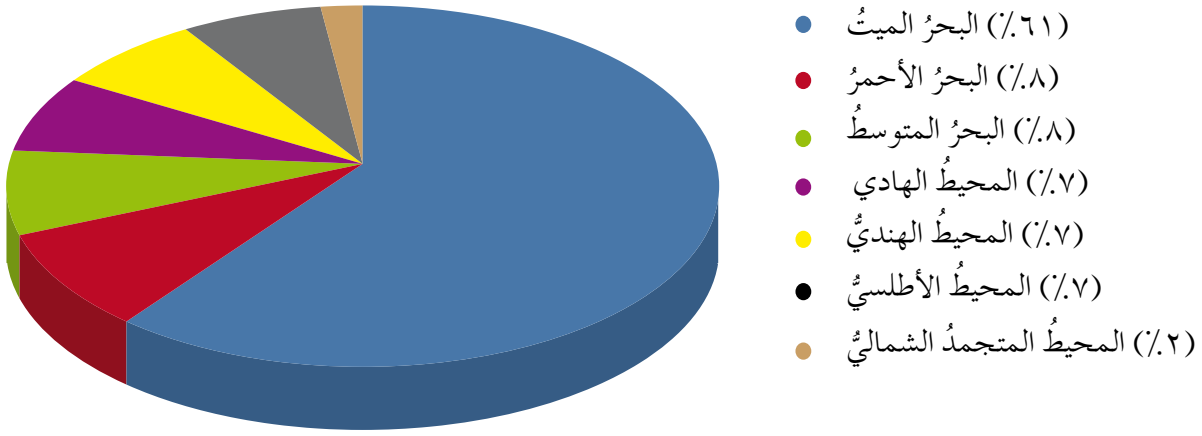
- تمتصُ المحيطاتُ ما يقاربُ ربعَ كميةِ غازِ ثاني أكسيدِ الكربونِ المنبعثِ إلى الغلافِ الجويّ بسببِ حرقِ الوقودِ الأحفوريّ، وقطعِ مساحاتٍ كبيرةٍ من الغاباتِ وحرقها، وغيرها من الأنشطة البشرية؛ ونظرًا لوجودِ كمياتٍ متزايدةٍ من ثاني أكسيدِ الكربونِ تنبعثُ في الغلافِ الجويّ نتيجةَ الأنشطة البشرية؛ فإنَّ المحيطاتِ تمتصُ كمياتٍ أكبرَ بمعدلاتٍ متزايدةٍ باستمرارٍ، ابحث في أثر ذلك في كيميائيةِ مياهِ المحيطاتِ، وتأثيره في بعضِ الكائناتِ الحيةِ كالمرجانِ مثلاً، واكتب ما توصلتَ إليه على شكلِ مقالةٍ، ثم تناقشْ ومعلّمك وزملاءك فيها.

أ - العوامل المؤثرة في الملوحة (Factors Influencing Salinity): لعلك تسأل الآن؛ هل

لجميع البحار والمحيطات درجة الملوحة نفسها؟ وهل تؤثر الملوحة في خصائص أخرى لمياه البحار والمحيطات؟ للإجابة عن هذه الأسئلة نفذ النشاط التحليلي الآتي:

نشاط تحليلي (٣-٣): العوامل المؤثرة في ملوحة مياه المحيطات

تأمل الشكل (٣ - ١٠)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٣ - ١٠) : النسبة المئوية (%) لملوحة بعض المسطحات المائية.

- ملوحة جميع المحيطات متقاربة جدًا كما في الشكل (٣ - ١٠). فما هو معدلها؟
- أي المسطحات المائية السابقة نسبة ملوحتها أعلى؟ وأيها أقل؟
- هل للمناخ السائد (من درجة حرارة وكمية هطل) أثر في تغير الملوحة؟ فسّر إجابتك.

توصلت من إجابتك عن الأسئلة السابقة إلى أن الملوحة متغيرة، وأنها تتغير باختلاف الموقع الجغرافي، وأن للمناخ دورًا مهمًا في التأثير فيها. فالهطل الغزير في المناطق الاستوائية يقلل من نسبة الملوحة، ويعمل ارتفاع درجة الحرارة على زيادة التبخر وزيادة الملوحة في المناطق ذات درجات الحرارة المرتفعة خاصة في البحار المغلقة.

أتأمل .. أفكر .. ثم أجيب

- ١- يصل متوسط ملوحة مياه خليج العقبة إلى (٤٠,٥ - ٤٠,٩) ‰، ومتوسط ملوحة مياه البحر الأبيض المتوسط إلى (٣٩,٠) ‰، فسّر سبب ارتفاع ملوحة مياه خليج العقبة مقارنةً بملوحة مياه البحر الأبيض المتوسط وملوحة مياه المحيطات الأخرى.
- ٢- لماذا تُعدّ ملوحة مياه البحر الميت هي الأعلى في جميع المسطحات المائية؟

ب - كثافة المياه البحرية (Seawater Density): هل سألت يوماً كيف تستطيع الغواصات النزول إلى أعماق كبيرة في المحيطات، ومن ثمّ الصعود إلى السطح من دون استخدام أي نوع من الطاقة؟ إذا علمت أنّ عمل الغواصة يعتمد على التحكم بكثافتها بالنسبة لكثافة مياه المحيط، فكيف تتغيّر الكثافة؟ وهل كثافة مياه المحيطات واحدة في كلّ مكان؟ للإجابة عن هذه الأسئلة، ادرس النشاط التحليلي الآتي:

نشاط تحليلي (٣-٤): العوامل المؤثرة في كثافة مياه المحيطات

تعلمت سابقاً أنّ **الكثافة = الكتلة / الحجم**، وعليه فإنّ التغيّر في الكتلة أو الحجم سيؤدي إلى تغيّر قيم الكثافة. اعتماداً على ذلك، املاً الفراغات في الجدول الآتي بالإجابة المناسبة، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه:

رقم العينة	كتلة الماء (غ)	كتلة الملح الذائبة في الماء (غ)	الكتلة الكلية (غ)	درجة حرارة الماء (°س)	حجم الماء (سم³)	كثافة العينة (غ/سم³)
١	١٠٠٠	٣٤		٢٥	١٠٠٢,٩٤	
٢	١٠٠٠	٣٩		٢٥	١٠٠٢,٩٤	

- أيّ العينتين كثافتها أكبر؟ ولماذا؟
- صف تأثير تغيّر الملوحة في كثافة المياه عند ثبات درجة الحرارة. ماذا تستنتج؟

والآن، لو تمّ تثبيت قيمة الملوحة للعينتين السابقتين، وتغيير درجة الحرارة لهما كما يلي:

رقم العينة	كتلة الماء (غ)	كتلة الملح الذائبة في الماء (غ)	الكتلة الكلية (غ)	درجة حرارة الماء (°س)	حجم الماء (سم³)	كثافة العينة (غ/سم³)
١	١٠٠٠	٣٤		١٠	١٠٠٠,٣٠	
٢	١٠٠٠	٣٤		٢٠	١٠٠٢,٩٤	

- أيّ العينتين كثافتها أكبر؟ ولماذا؟
- صفّ تأثير تغيير درجة الحرارة في كثافة المياه عند ثبات الملوحة.
- مما سبق، ما العوامل التي يمكن أن تؤثر في كثافة مياه المحيطات؟

توصلت من تنفيذك للجزء الأول من النشاط إلى أنّ كثافة مياه المحيطات تعتمد على كتلة الأملاح الذائبة فيها (الملوحة). وبما أنّ العينتين درجة الحرارة نفسها؛ أي الحجم نفسه، فإنّ العينة ذات الكتلة الأكبر؛ أي ذات الملوحة الأكبر، هي ذات الكثافة الأكبر. ولعلك توصلت أيضًا من تنفيذك للجزء الثاني من النشاط إلى أنّ هناك عاملًا آخر يؤثر في الكثافة وهو درجة الحرارة. إذ يكون للعينة ذات درجة الحرارة الأعلى الحجم الأكبر، وعليه ستكون كثافتها أقل.

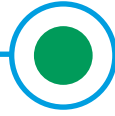
أي أنّ كثافة مياه المحيطات تعتمد على عاملين أساسيين؛ كتلة الأملاح الذائبة في المياه ودرجة الحرارة. وأنّ الكثافة تزداد بازدياد الملوحة، وتقلّ بارتفاع درجة الحرارة. وبما أنّ ملوحة المياه ودرجة حرارتها تختلفان من مكانٍ لآخر فإنّ كثافة مياه المحيط تختلف أيضًا باختلاف المكان على سطح الأرض.

أتأمل .. أفكر .. ثم أجيب

- ١- هل نزيد كمية المياه في مستودع الغواصة عند النزول أو الصعود إلى أعلى في البحر؟ ولماذا؟
- ٢- هل تتوقع أن تتغير قيمة الكثافة باختلاف العمق؟ وما تأثيرها في الملوحة؟

أطوّر معرفتي

- أيهما يكون تأثيره أكبر في كثافة المياه في البحار المغلقة؛ الملوحة أم درجة الحرارة؟
فسّر إجابتك.
- أيهما يكون تأثيره أكبر في كثافة المياه في البحار المفتوحة؛ الملوحة أم درجة الحرارة؟
فسّر إجابتك.



١- اختر رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(١) المنطقة الأكثر عمقاً في قاع المحيط هي:

أ - ظهر المحيط. ب - الأخاديد البحرية.

ج - الأودية تحت البحرية. د - قعر المحيط.

(٢) تتجمع الرسوبيات التي تحملها تيارات العكورة لتكوّن:

أ - الرصيف القاري. ب - الحافات القارية.

ج - المرتفع القاري. د - المنحدر القاري.

(٣) تزداد ملوحة المياه في المناطق القطبية بسبب:

أ - قلة التبخر. ب - تجمد الماء.

ج - سقوط الثلوج السنوي. د - التيارات البحرية.

(٤) الأيون الأعلى تركيزاً في مياه المحيطات هو:

أ - (Na^+) . ب - (Cl^-) . ج - (Ca^{+2}) . د - (K^+) .

(٥) الأودية تحت البحرية هي أودية ضخمة تقطع:

أ - الرصيف القاري والمنحدر القاري.

ب - المنحدر القاري والمرتفع القاري.

ج - سهول اللج وظهر المحيط.

د - ظهر المحيط طولياً.

٢- فسّر ما يأتي تفسيراً علمياً دقيقاً:

أ - كثافة المياه الدافئة أقل من كثافة المياه الباردة.

ب - كثافة المياه المالحة أكبر من كثافة المياه العذبة.

٣- ما تأثير اختلاف زائبية بعض العناصر والأيونات على وفرتها في مياه المحيطات؟
وضّح إجابتك من خلال الأمثلة.

٤- ادرس الجدول (١-٣) جيداً، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه:

الجدول (١-٣) أبعاد بعض الجبال البحرية عن منطقة وسط ظهر المحيط.

الجبُل	البعد (كم)	الاتجاه من ظهر المحيط
أ	٦٠	شرق
ب	١٠٠	غرب
ج	١٢٠	غرب
د	١٠٠	شرق

أ - ما رمز الجبل الأحدث؟ وما رمز الجبل الأقدم؟

ب- ما سبب حركة الجبال البحرية؟

ج- كيف يتم تحديد عمر الجبل البحريّ الأقدم؟

٥- أ - هل يؤثر انصهار الجليد في المحيطات الشمالية القطبية والجنوبية القطبية في التقليل من ملوحة المحيطات؟ فسّر إجابتك.

ب- عند التقاء كميتين من المياه إحداهما كانت عند دائرة عرض (٣٠°) جنوب دائرة الاستواء، والأخرى عند دائرة الاستواء، فإنّ العينة الأولى تغوص تحت الأخرى. فسّر سبب ذلك.

الأمواج والتيارات البحرية

(Waves and Sea Currents)

الفصل
الثاني



ما الأمواج البحرية؟ وكيف تتشكّل؟ وما أثرها في المناطق الشاطئية؟
وبماذا تختلف التيارات البحرية عن الأمواج البحرية؟ وما أهميتها؟

الأمواج والتيارات البحرية

تتميز مياه البحار بالحركة الدائمة، ولا يُعرف لها هدوء أو سكون، بل يُعرف عنها تنوع حركة مياهها وتباين شدتها. ويمكن تصنيف الحركات التي تسود مياه البحار إلى نوعين هما: الأمواج والتيارات البحرية.

أولاً: الأمواج البحرية (Sea Waves)

١ - طبيعة الأمواج البحرية (Nature of Sea Waves)

لا بد أنك رميت حجراً في الماء يوماً ولاحظت انتشار الدوائر حوله على سطح الماء. ولعلك رأيت قارباً صغيراً يقف في عرض البحر متأرجحاً ارتفاعاً وهبوطاً من دون أن يتجه نحو الشاطئ، فما تفسير ذلك؟
لنتمكن من تفسير ذلك؛ نفذ النشاط التجريبي الآتي:

نشاط تجريبي (٣-٥): محاكاة حركة الأمواج البحرية

* الماء نعمة من الله، فلنحافظ عليها:

يمكنك الاستفادة من الماء المستخدم في النشاط في ريّ المزروعات.

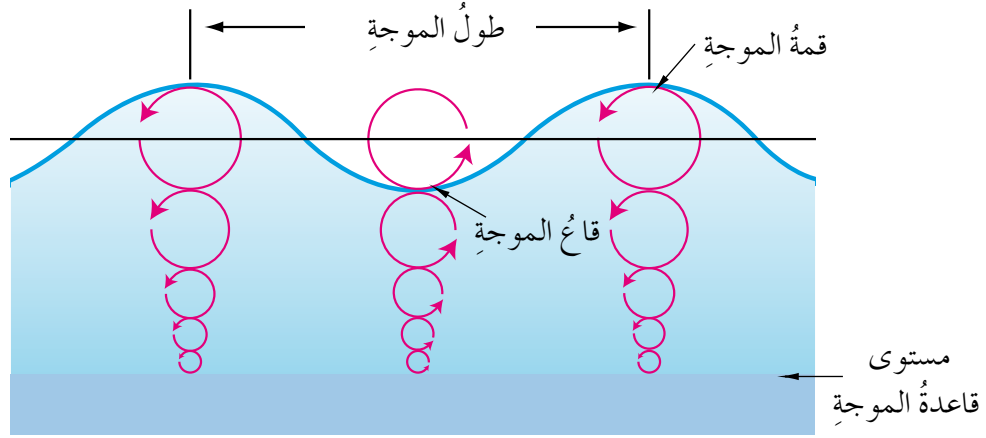
الأدوات: وعاء ماء واسع، وزورق ورقي (أو قطعة من الفلين).

الإجراءات

- ١- املأ الوعاء بالماء، ثم ضع الزورق الورقي في عرضه، ثم حرّك المياه عند طرف الوعاء بيدك بحركة تشبه حركة المجذاف، صف حركة الزورق، هل تستطيع تحريكه باتجاهك؟
- ٢- زد من سرعة تحريك الماء، ثم صف ما يحدث للزورق.
- ٣- ماذا تُسمّى حركة المياه الناتجة من اضطراب الماء؟

تُسمّى حركة المياه الناتجة **الأمواج** (Waves)، وتُعرف **الموجة** بأنها اضطراب تتحرك فيه المياه نحو الأعلى والأسفل في حركة تذبذبية دائرية. وينتشر هذا الاضطراب أفقياً ليحدد اتجاه الموجة. ويُطلق على المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليتين للموجة اسم **طول الموجة**. أما المسافة الرأسية بين قمة الموجة وقاع الموجة فتُعرف **بارتفاع الموجة**.

ولكن، هل يمتد هذا الاضطراب إلى قاع المسطح المائي؟ وماذا يُسمى العمق الذي تتلاشى عنده حركة المياه؟ وما علاقته بطول الموجة؟ للإجابة عن هذه الأسئلة، ادرس الشكل (١١-٣).



الشكل (١١-٣): يوضح العمق الذي يتلاشى عنده تأثير الموجة (مستوى قاعدة الموجة).

لاحظت من الشكل (١١-٣) أن حركة المياه تقل تدريجيًا إلى أن تتلاشى عند عمق يُطلق عليه اسم **مستوى قاعدة الموجة** (Wave Base Level)، وهذا العمق يعادل نصف طول الموجة البحرية. والآن، هل تتوقع أن يكون للأمواج البحرية جميعها الطول نفسه؟ وما العوامل التي تؤثر فيها؟

٢- العوامل المؤثرة في الأمواج البحرية (Factors Influencing Sea Waves)

يمكنك أن ترى الأمواج قوية عاتية في المحيطات، لكن لا يمكنك رؤيتها هكذا في معظم البحار والبحيرات، فما السبب في ذلك؟ لاحظ الصور الواردة في الشكل (١٢-٣)، ثم أجب عن السؤالين بعده:



(أ) حركة المياه في المحيط.



(ب) حركة المياه في البحر المغلق (البحر الميت).
الشكل (٣-١٢): حركة المياه في المحيطات والبحار المغلقة.

- ◀ قارن بين المحيط والبحر بوصفهما مسطحات مائية من حيث المساحة والعمق.
 - ◀ صف العلاقة بين العوامل السابقة وارتفاع الأمواج وسرعتها في كل من المحيط والبحر.
- توصلت إلى أن حركة الأمواج البحرية تزيد بزيادة مساحة سطح المسطح المائي وزيادة عمق المياه فيه. وتنشأ أكبر الأمواج في المحيطات لانتساع مساحة سطحها وكبر عمقها، ولا يمكن أن تنشأ أمواج كبيرة في بحر ضيق أو خليج.
- والآن، هل يمكن أن تكون سرعة الأمواج البحرية وارتفاعها هما نفسيهما من وقت لآخر؟ للإجابة عن هذا السؤال، لاحظ الصور الواردة في الشكل (٣-١٣)، ثم أجب عن السؤالين بعده:



(ب) صورة تظهر أمواجاً عادية.



(أ) صورة تظهر أمواجاً عاتية.

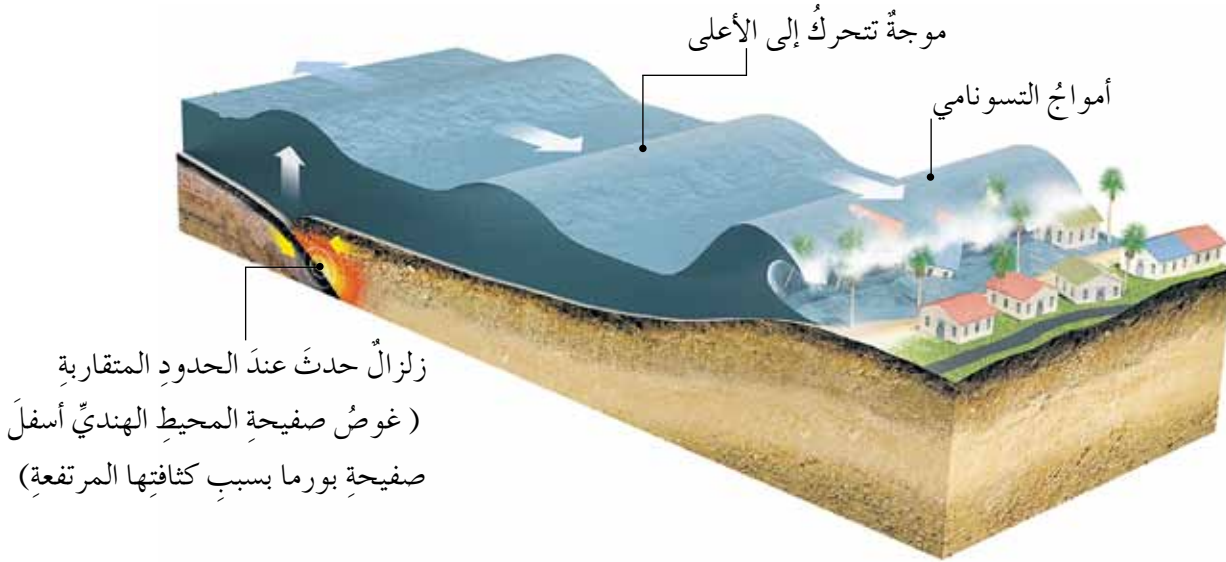
الشكل (٣-١٣): ارتفاع الأمواج البحرية في مسطحين مائين مختلفين.

- ◀ قارن بين ارتفاع الأمواج البحرية في الصورة الأولى والثانية. ماذا تستنتج؟
- ◀ ما السبب الرئيس الذي أدى إلى اختلاف ارتفاع الأمواج في الشكل؟ فسّر ما توصلت إليه.

إنَّ سرعةَ الموجةِ وارتفاعها يزيدانِ بازديادِ سرعةِ الرياحِ. وإذا شاهدتَ حركةَ الأمواجِ عدَّةَ دقائقَ فإنك ستلاحظُ أنَّ ارتفاعَ الموجةِ وطولها في مكانٍ المشاهدةِ غيرُ ثابتينِ بحيثُ يتغيَّرُ متوسطُ ارتفاعِ الموجةِ. وفي الغالبِ يكونُ متوسطُ طولِ الموجةِ (٥٠) م، وقد يصلُ إلى (٢٥٠) م، ويتراوحُ متوسطُ ارتفاعها من (٣) إلى (٦) م، وقد يصلُ إلى (٨) م وأكثرَ، وتحدثُ الأمواجُ البحريةُ غالبًا بفعلِ الرياحِ. ولكن، يوجدُ أنواعُ أخرى من الأمواجِ تنشأُ بسببِ الزلازلِ تُسمَّى **أمواجُ التسونامي**.

• أمواجُ التسونامي (Tsunami Waves)

تمتازُ **أمواجُ التسونامي** عن الأمواجِ التي تنشأُ بفعلِ الرياحِ، بطولها الكبيرِ الذي قد يصلُ إلى (١٠٠) كم، بينما يكونُ ارتفاعُها قليلاً حوالي (١,٥) م. ويتجلَّى خطرُها الكبيرُ عندَ اقترابها من الشواطئِ، عندما يقلُّ طولُها ويزدادُ ارتفاعُها بشكلٍ كبيرٍ ليصلَ إلى (٤٠) م. والآن، انظرِ الشكلَ (٣-١٤)، وأجبْ عن السؤالينِ بعدهُ:



الشكلُ (٣-١٤): آليةُ حدوثِ أمواجِ التسونامي التي رافقتْ زلزالَ سومطرة الذي حدثَ عامَ (٢٠٠٤) م بالقربِ من شواطئِ جزيرةِ سومطرة (أندونيسيا) في المحيطِ الهنديِّ، حيثُ يقلُّ طولُها ويزدادُ ارتفاعُها كلما اقتربتْ من الشاطئِ.

- ◀ لخصْ بلغتكِ الخاصةِ مراحلَ تكوُّنِ أمواجِ التسونامي.
- ◀ ناقشِ الآثارَ الناتجةَ من وصولِ هذه الأمواجِ إلى المناطقِ الشاطئيةِ.

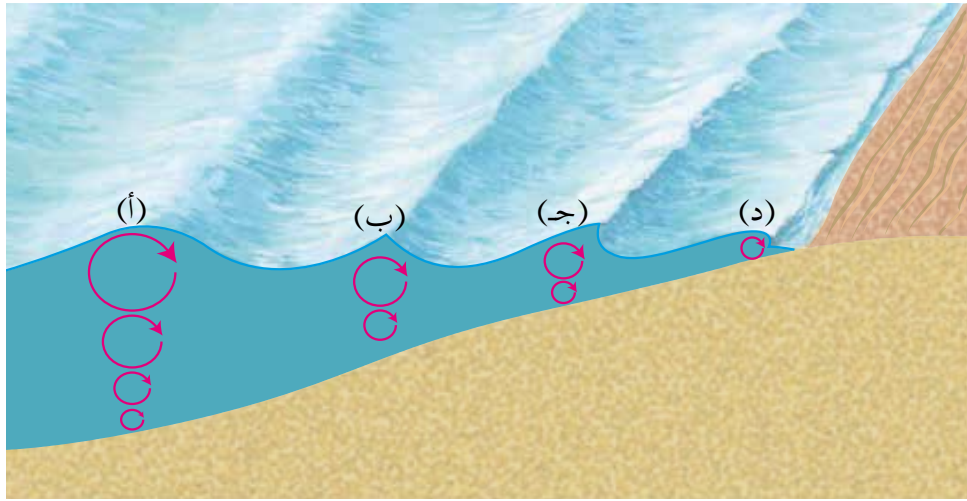
توصلت إلى أن الأمواج الزلزالية التي صدرت عن بؤرة الزلزال المتكوّن في قعر المحيط، قد أحدثت اضطراباً في مياه المحيط، وأدّت إلى تكوّن أمواج التسونامي التي ازداد ارتفاعها كثيراً عند اقترابها من الشاطئ، الأمر الذي أدّى إلى دمار هائل في البنية التحتية للمدن الشاطئية التي ضربتها هذه الأمواج. ويمكن تلخيص مراحل تكوّن أمواج التسونامي في ثلاث مراحل: التولّد فالانتشار فالإغراق.

أنأمّل .. أفكر .. ثم أجيب

- هل لطول المدة الزمنية التي تهبّ في أنائها الرياح أثر في سرعة الأمواج وقوتها؟ صف أثرها إن وجد.

٣- تغيّر خصائص الموجة بالاقتراب من الشاطئ

هل تتوقع تغيّر طول الموجة وارتفاعها عند تقدّمها نحو الشاطئ؟ للإجابة عن هذا السؤال، ادرس الشكل (٣-١٥)، وأجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (٣-١٥): التغيرات التي تحدث للموجة عند اقترابها من الشاطئ.

- ▶ تتبّع ما يحدث لطول الموجة وارتفاعها عند اقترابها من الشاطئ، ثم قدّم وصفاً لما تتوصّل إليه.
- ▶ ماذا يحدث لقمة الموجة عند اقترابها من الشاطئ؟
- ▶ عند أي عمق يبدأ ارتطام الموجة بصخور الشاطئ؟
- ▶ ما الأخطار التي قد تنتج من هذا الارتطام؟

توصلت إلى أنه عند اقتراب الموجة من الشاطئ يزداد ارتفاعها ويقل طولها، وتبدأ الأمواج بضرب الشاطئ عندما يلامس مستوى قاعدة الموجة قاع البحر القريب من الشاطئ. وينتج من ذلك تكسّر الأمواج فوق صخور الشاطئ مسببًا تفتيت هذه الصخور. وفي حال كانت الأمواج كبيرة مثل أمواج التسونامي، فسوف يكون خطرُها كبيرًا على المناطق الساحلية؛ لأنها ستبلغ ارتفاعات كبيرة، وتكون طاقتها هائلة وقدرتها التدميرية كبيرة.

ثانيًا: التيارات البحرية (Ocean Currents)

عرفت سابقًا أن الطبقة السطحية من مياه المحيطات تمتاز بأنها طبقة ضوئية يكون فيها الضوء والحرارة أعلى ما يمكن، وبذلك تستطيع الكائنات الحية التي تعيش فيها الحصول على مستلزماتها الضرورية للحياة، ثم يتلاشى هذا الضوء مع العمق، فماذا بشأن الكائنات الحية التي تعيش في الأعماق؟ وكيف يصلها الدفء؟ وكيف تحصل على الأكسجين؟ وكيف تتخلص مما تنتجه من ثاني أكسيد الكربون؟ وإذا علمت أن ذلك يتم عن طريق التيارات البحرية، فما التيارات البحرية؟ وكيف تتكوّن؟ وما أهميتها؟

تُعرّف **التيارات البحرية** بأنها حركة مستمرة وموجهة للمياه البحرية تحت تأثير قوى متعددة مثل الرياح، والأمواج المتكسرة، وقوة (كوريوليس)، وجاذبية القمر، والاختلاف في قيم ملوحة المياه البحرية ودرجة حرارتها بحيث تتحرك المياه من مكان إلى آخر. وتحدث هذه التيارات نتيجة لعدة عوامل أهمها:

١- الدفء الناتج من الرياح السطحية

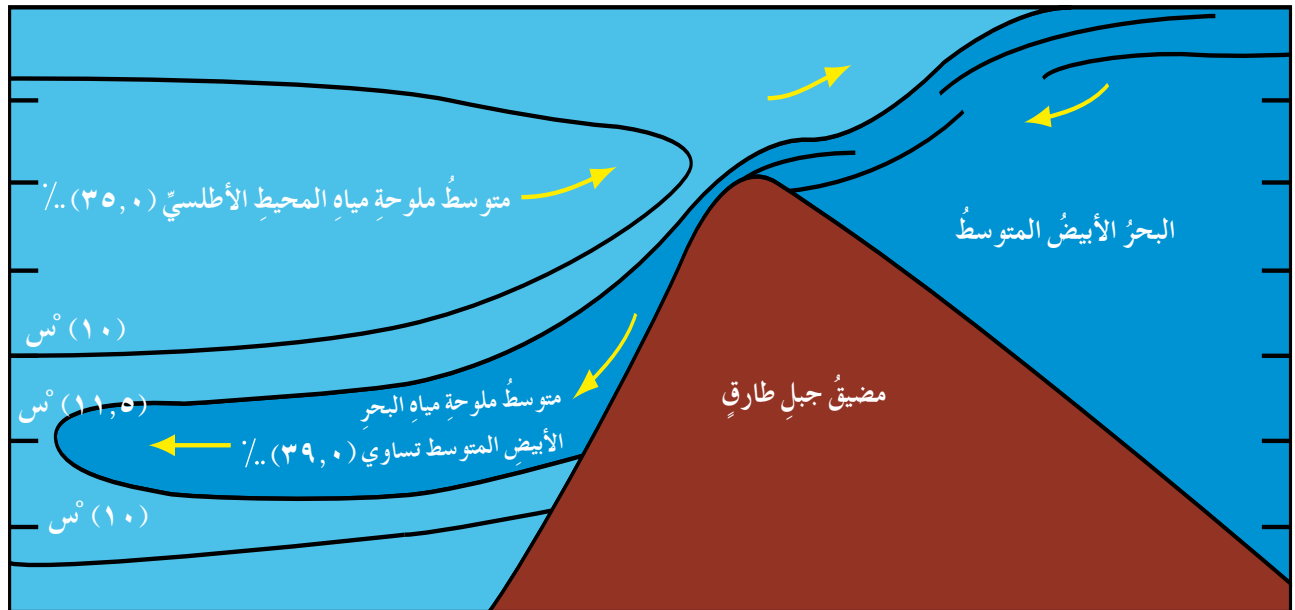
تُسهم الرياح في تحريك المياه على صورة تيارات بحرية. وتتحرك التيارات السطحية بشكل يتوافق مع حركة نُطق الرياح، التي تتوزع فوق سطح الكرة الأرضية. ويوجد مركز التيارات البحرية في المنطقة شبه المدارية حول دائرة عرض (٣٠°) شمالًا و(٣٠°) جنوبًا. وتتحرك التيارات مع اتجاه حركة عقارب الساعة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، وبعكس اتجاه حركة عقارب الساعة في نصفها الجنوبي، فسّر ذلك.

ويعودُ الاختلافُ في اتجاهِ حركةِ التياراتِ إلى وجودِ قوىٍ أخرى تؤثرُ في حركةِ التياراتِ البحريةِ إضافةً إلى الرياحِ التي تولّدُ حركةَ التياراتِ السطحيةِ. ومن أهمّ هذهِ القوى هي قوةُ (كوروليس) التي تؤدي إلى انحرافِ حركةِ الرياحِ إلى اليمينِ في نصفِ الكرةِ الأرضيةِ الشماليِّ، وإلى اليسارِ في نصفِها الجنوبيِّ بسببِ دورانِ الأرضِ حولَ نفسها.

وتُسهّمُ حركةُ التياراتِ البحريةِ السطحيةِ الناتجةِ بفعلِ الرياحِ في تسهيلِ حركةِ السفنِ، واختصارِ المدةِ الزمنيةِ التي تستغرقُها في رحلاتها البحريةِ عندما يكون اتجاهُ حركةِ السفنِ في اتجاهِ حركةِ التياراتِ البحريةِ نفسه. وتُقسمُ التياراتُ البحريةُ إلى نوعينِ هما؛ **التياراتُ البحريةُ الباردةُ** وهي القادمةُ من المناطقِ القطبيةِ، و**التياراتُ البحريةُ الدافئةُ** وهي التي تتحرّكُ من المناطقِ الاستوائيةِ. وتعملُ التياراتُ الدافئةُ على تدفئةِ السواحلِ التي تمرُّ بها، وعلى العكسِ من ذلكَ تعملُ التياراتُ الباردةُ على تبريدها.

٢- اختلافُ كثافةِ المياهِ

هلُ تتوقعُ أن تكونَ هناكَ مسبباتُ أخرى لحركةِ المياهِ وانتقالها بينَ البحارِ والمحيطاتِ؟ وكيف يؤثرُ اختلافُ كلِّ من درجتَي الحرارةِ والملوحةِ في هذهِ الحركةِ؟ للإجابةِ عن هذين السؤالين ادرسِ الشكلَ (٣- ١٦)، وأجبْ عن الأسئلةِ التي تليهِ:



الشكل (٣- ١٦): حركة المياه بين البحر الأبيض المتوسط والمحيط الأطلسي.

◀ إذا علمت أن متوسط ملوحة مياه المحيط الأطلسي تساوي (٣٥,٠) ‰، ومتوسط ملوحة مياه البحر الأبيض المتوسط تساوي (٣٩,٠) ‰. فوضّح كيف يكون اتجاه التيار المائي السفلي؟ ولماذا؟

◀ أين يصبح مستوى المياه أعلى؛ عند البحر الأبيض المتوسط أم عند المحيط الأطلسي؟
◀ وضح، لماذا تدخل مياه المحيط الأطلسي إلى البحر الأبيض المتوسط مكونة تياراً علوياً؟

توصلت إلى أن تيارات الكثافة تحدث نتيجة اختلاف درجة الملوحة والكثافة من مكان لآخر في البحار والمحيطات، وهذا يؤثر في خصائص المياه، وفي عملية الاتزان الحراري للشواطئ وغير ذلك من الفوائد.

أطوّر معرفتي

- بالرجوع إلى مصادر التعلم المتاحة لديك، ارسم تيارات الكثافة، وحدد اتجاه حركتها عبر مضيق باب المندب الذي يقع بين خليج عدن الذي تبلغ ملوحيته مياهه (٣٥,٠) ‰ والبحر الأحمر الذي تبلغ ملوحيته مياهه (٣٨,٠) ‰.

والآن، ما الأهمية المتوقعة لمختلف أنواع التيارات البحرية التي درستها سواء على بيئة البحار والمحيطات أو على الكائنات الحية التي تعيش فيها؟ وما الذي يسمح بديمومة حياة الكائنات الحية في قاع البحار؟ وكيف يصلها الأكسجين والدفء؟

ثالثاً: أهمية التيارات البحرية

١- تقوم التيارات البحرية الباردة الغنية بالأكسجين المذاب بتزويد قاع المحيط بالأكسجين الضروري للكائنات الحية التي تعيش في الأعماق، وتسهم التيارات البحرية في التوزيع الجيد للحرارة ونقل الدفء من السطح إلى الأعماق. وتقوم التيارات الصاعدة بحمل الفسفور والسليكون من الأعماق إلى السطح، كما تحمل كميات من ثاني أكسيد الكربون، وهي ضرورية لحياة العوالق البحرية النباتية التي تعيش على السطح أو قريبة منه، وهذا يساعدها على صنع الغذاء، وهي بهذا تشكل غذاء أساسياً للعوالق الأخرى وما يتغذى عليها من أسماك؛ لذلك تعدّ أماكن التيارات الصاعدة من أهم مناطق الثروة السمكية.

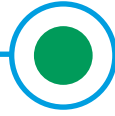
٢- تعمل التيارات البحرية الدافئة على تدفئة السواحل التي تمرُّ بها، بينما تعمل التيارات الباردة على تبريدها، ويترتب على ذلك اختلاف درجات الحرارة على السواحل التي تقع عند دوائر العرض نفسها. فالسواحل الغربية لأوروبا الشمالية، وبسبب تيار الخليج الدافئ، تكون أدفأ بكثير من السواحل الشرقية لكندا وشمال الولايات المتحدة، التي تتأثر بتيار (لابرادور) البارد؛ ولذلك فإن مياه الساحل الغربي لأوروبا لا تتجمد في أي شهر من شهور السنة، ولا تتوقف حركة الموانئ فيها، في حين تتوقف الملاحة شتاءً في المناطق الكندية المقابلة.

٣- تسهم التيارات البحرية في اعتدال درجة حرارة سطح الأرض بنقلها الحرارة من أماكن الفائض الحراري (الاستوائي) إلى أماكن العجز الحراري (الباردة). وتؤثر التيارات البحرية كذلك في رطوبة الهواء، فالرياح التي تمرُّ على تيارات دافئة أقدر على حمل بخار الماء من الرياح التي تمرُّ على تيارات باردة. وبذلك تسبب في سقوط الأمطار الغزيرة على السواحل التي تهبُّ عليها. لذلك يُعدُّ تيار الخليج مصدرًا لمياه المطر الغزير أينما مرَّ.

٤- إن التقاء التيارات البحرية الباردة بالدافئة يؤدي إلى حدوث الضباب وانصهار الثلوج التي تدفعها التيارات الباردة، وترسب المواد العالقة بها، وهذا يؤدي إلى تكوّن الشواطئ البحرية التي تتجمّع الأسماك عندها. ولذلك تُعدُّ مناطق التقاء التيارات البحرية الدافئة بالباردة أغنى مصائد الأسماك في العالم.

أطور معرفتي

- تشتهر بعض الدول بغنى شواطئها بالثروة البحرية والأسماك؛ ابحث عن بعضها، وتناقش ومعلمك وزملائك في الخصائص التي تميّز بها مياه هذه الشواطئ، وسبب غناها بالثروة البحرية والأسماك.
- كيف يؤثر تلوث هذه الشواطئ، في الثروة البحرية والأسماك؟



١- اختر رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

(١) إذا علمت أن متوسط درجة الحرارة والملوحة لمياه المحيط الأطلسي (٣,٧° س و ٣٥,٠٪)، وللبحر الأبيض المتوسط (١٢° س و ٣٩,٠٪) على الترتيب، وعند دخول مياه المحيط الأطلسي إلى البحر المتوسط فإن:

أ - مياه المحيط الأطلسي تنخفض تحت مياه البحر المتوسط.

ب - مياه المحيط الأطلسي ترتفع فوق مياه البحر المتوسط.

ج - مياه المحيط الأطلسي تختلط بمياه البحر المتوسط مباشرة لتكوّن خليطاً متجانساً.

د - مياه المحيط الأطلسي تندفع بين مياه البحر المتوسط، وتنحصر فيها من أعلى ومن أسفل.

(٢) من أهمية التيارات البحرية الصاعدة أنها:

أ - تقوم بتزويد المياه العميقة بغاز ثاني أكسيد الكربون الضروري لعملية البناء الضوئي.

ب - تعمل دائماً على رفع درجة حرارة المناطق الشاطئية.

ج - تقوم بحمل الفسفور والسليكون من الأعماق إلى السطح.

د - تنقل الدفء إلى السطح من الأعماق.

(٣) تكون حركة جزئ الماء في أثناء حركة الأمواج البحرية:

أ - أفقية. ب - ثابتة. ج - رأسية. د - دائرية.

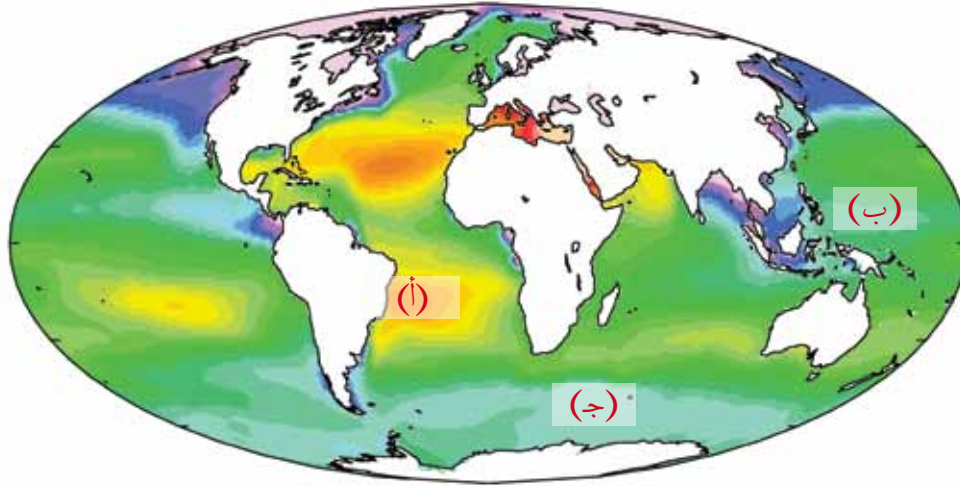
(٤) يبين الجدول (٣-٢) الطول الموجي لأربع موجات بحرية رمز إليها بالرموز

(ع، ص، س، ك). يكون ارتطام الأمواج البحرية الأربعة بالشاطئ على الترتيب كما يلي:

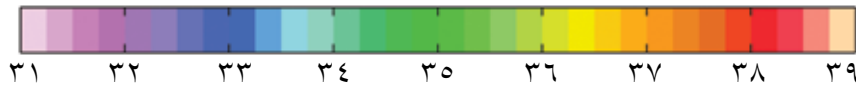
الجدول (٣-٢): السؤال الأول، الفرع (٤).	
رمز الموجه	طول الموجه (م)
ع	١٨
ص	١٦
س	٢٨
ك	٢٠

- أ - (ك، ص، ع، س).
 ب - (ص، ع، ك، س).
 ج - (س، ك، ع، ص).
 د - (ك، ع، ص، س).

٢- يمثل الشكل (٣-١٧) تغيير الملوحة بتغيير المسطح المائي؛ إذ يمثل كل لون قيمة الملوحة. ادرس الشكل جيداً، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



ملوحة مياه المسطحات المائية (‰)



الشكل (٣-١٧): تغيير ملوحة المسطحات المائية على سطح الأرض.

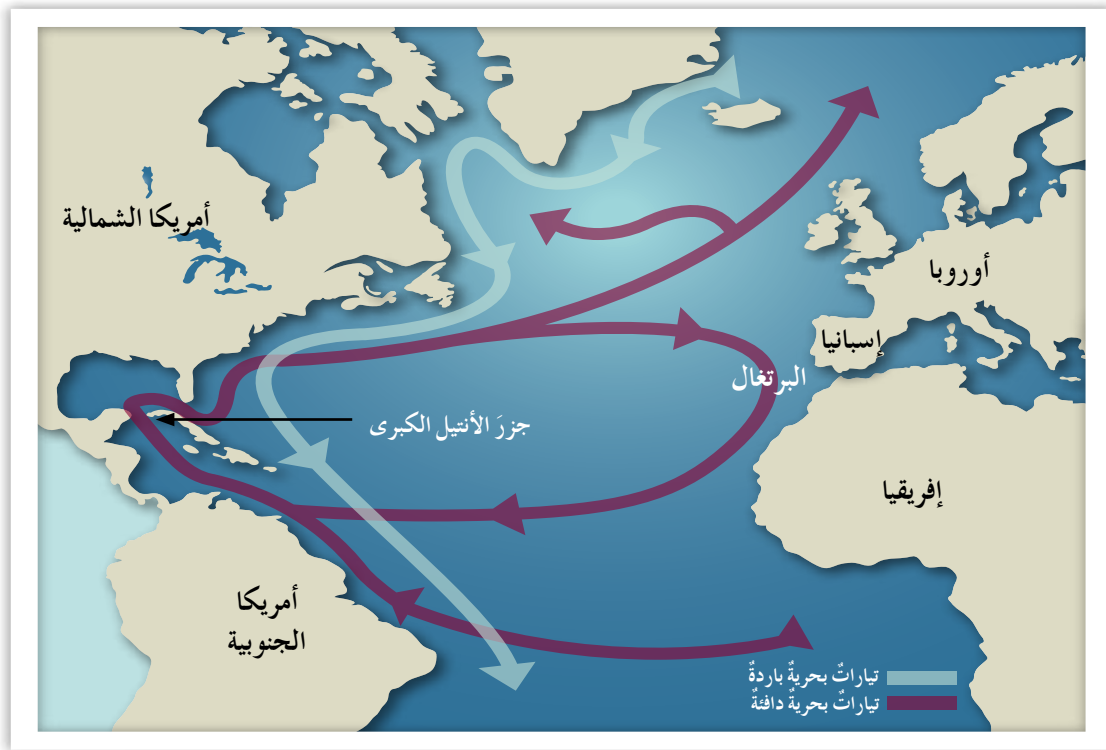
- أ - أي المسطحات المائية أقل ملوحة، (أ) أم (ب) أم (ج)؟
 ب - ما العامل الرئيس المؤثر في تغيير درجة ملوحة هذه المناطق؟
 ج - صف علاقة تغيير الملوحة بتغيير درجة الحرارة؟

٣- أ - تؤثر درجة الحرارة في تغيير الكثافة، بناءً على دراستك لخصائص مياه البحار والمحيطات، ما أنواع تيارات الكثافة التي يكون اختلاف درجة الحرارة هو العامل المسبب لها؟

ب - بين دور تيار الكثافة في تزويد البحر الأحمر بما يحتاجه من مياه على الرغم من التبخر المرتفع نسبياً وعدم وجود أنهار تصب فيه.

٤- أ - إذا كانت جزيئات الماء لا تتحرك باتجاه حركة الموجة، فكيف تفسر ركوب الرياضيين الأمواج؟

ب - عندما أبحر (كولومبوس) من البرتغال متجهاً نحو الغرب لم يصل إلى أمريكا، بل وصل جزر الأنتيل الكبرى الواقعة جنوباً، لماذا؟ انظر الشكل (٣-١٨).



الشكل (٣-١٨): السؤال الرابع، فرع (ب).

قائمة المصطلحات

(Trenches)

● الأخاديد البحرية

من المعالم البارزة في قاع المحيط، تتميز بطولها الكبير، وعرضها الضيق، وهي أعمق مناطق قاع المحيط. وتكوّن عند الحافات القارية غير المستقرة، نتيجة التقاء صفيحتين مختلفتين في الكثافة حيث تغوص الصفيحة الأكثر كثافة تحت الصفيحة الأقل كثافة مكونة منخفضاً عميقاً.

(Submarine Canyons)

● الأودية تحت البحرية

أودية ضخمة تبدأ من الرصيف القاري وتنتهي مع نهاية المنحدر القاري. وتعدّ بعض هذه الأودية امتداداً لأنهار موجودة على اليابسة، مثل: وادي (هدسون) البحري في المحيط الأطلسي الذي يعدّ امتداداً لنهر (هدسون) في كندا.

(Shield Volcanoes)

● براكين الدروع

براكين غير عنيفة، تتكوّن من لابة بازلتية قليلة اللزوجة وذات محتوًى منخفض من الغازات، وذات امتداد جانبي واسع وانحدار خفيف.

(Subduction Volcanoes)

● براكين الطرح

سلسلة من الجبال البركانية أو الجزر البركانية تمتد على طول حدود الصفائح المتقاربة (حدود الطرح)، ناتجة من تقارب صفيحة محيطية من صفيحة قارية، أو تقارب صفيحة محيطية من صفيحة محيطية أخرى.

(Ridges Volcanoes)

● براكين ظهر المحيط

سلسلة من الجبال البركانية البازلتية تمتد على طول حدود الصفائح المتباعدة في منطقة ظهر المحيط، وتكوّن نتيجة لتباعد الصفائح المحيطية في منطقة ظهر المحيط، الأمر الذي ينجّم عنه حركة الماغما إلى السطح.

(Cinder Cone Volcanoes)

● البراكين المخروطية

براكين تتكوّن من الفتات البركاني، تمتاز بأنّها براكين صغيرة نسبياً وأنّها براكين شديدة الانحدار. تقذف المقذوفات الصلبة والرماد البركاني ليتجمّع الفتات البركاني حول فوهة البركان.

(Composite Volcanoes)

● البراكين المركبة

براكين تتّجّع عند تناوب انسيابات اللابة مع الفتات البركاني، وتكوّن ذات شكل مخروطي متوسط الانحدار.

- **تيارات الكثافة (Density Currents)**
تيارات ناتجة من التفاوت في كثافة مياه المحيط. ومن أهمها التيارات الناتجة من التبخر، والتيارات الباردة.
- **الحافات القارية (Continental Margins)**
الجزء الأول من تضاريس قاع المحيط الذي يلي القارات (اليابسة)، وهي ذلك الجزء من المحيط الذي يفصل بين القارة وقعر المحيط، وتعاذل نحو (٢٠)٪ من مساحة المحيطات.
- **الرصيف القاري (Continental Shelf)**
الجزء من القارة المغمورة تحت الماء، ويُطلق عليه أيضًا اسم الرف القاري، وهو مكوّن في العادة من مناطق منبسطة ميل سطحها أقل من درجة واحدة، ويتكوّن من رسوبيات تراكمت فوق القشرة القارية، ويشمل كل المناطق الضحلة المجاورة لليابسة مباشرة، ويصل عمقه نحو (٢٠٠) م.
- **سهول اللج (Abyssal Plains)**
سهول شاسعة متفاوتة العمق يصل عمقها في بعض الأماكن، مثل المحيط الأطلسي (٤) كم، وتعد أكثر مناطق قعر المحيط انبساطًا.
- **ظهر المحيط (Ocean Ridge)**
معلم بارز في وسط المحيط، يمثل شقًا طويلًا يمتد على طول ظهر المحيط موازيًا للحافات القارية، وخاصة في المحيط الأطلسي. وظهر المحيط هو حد من حدود الصفائح المتباعدة في وسط المحيط حيث تخرج المواد المنصهرة وتبرد وتتصلب مكونة منطقة وسط ظهر المحيط.
- **الغيمة المتوهجة (Nuee Ardente)**
ظاهرة ترافق البراكين المركبة، تتكوّن من غازات ساخنة جدًا ممزوجة مع الرماد البركاني وفتات أكبر من حجم الرماد، وتحرك من قمة البركان نحو الأسفل بسرعة كبيرة تبلغ حوالي (٢٠٠) كم/ساعة، وتدمر كل شيء في طريقها.
- **قعر المحيط (Deep Ocean Floor)**
المنطقة المحصورة بين الحافة القارية وظهر المحيط، وتشمل كلاً من سهول اللج والجبال البحرية.
- **القنابل البركانية (Volcanic Bombs)**
مادة يقذفها البركان تبرد وتتصلب في الهواء، ذات وزن خفيف نتيجة خروج الغازات منها، ويزيد متوسط حجم حبيباتها عن (٦٤) مم.

(Continental Rise)

● المرتفعُ القاريُّ

المنطقة الواقعة بين المنحدرِ القاريِّ وقاعِ المحيطِ التي يخفُّ فيها الانحدارُ، ويمتدُّ في العادة إلى نحو (٦٠٠) كم في البحر، ويتكوَّن المرتفعُ القاريُّ من تراكم الرسوبيات التي تحملها تيارات العكورة.

(Pyroclastics)

● المقذوفات الصُّلبة

الموادُّ الصُّلبة التي يقذفُها البركانُ، وتُقسمُ حسب حجمها إلى الرماد والغبار البركاني والحصى البركانية والقنابل البركانية والكتل الصخرية.

(Salinity)

● الملوحة

طريقة للتعبير عن كمية المواد الذائبة في الماء. ويُعبَّر عنها بطرائق مختلفة، وأكثرها شيوعاً: جزء لكل ألف جزء (‰) أو (غ/كغ) ويمكن أن يُعبَّر عنها كنسبة مئوية (٪) إذا كانت الملوحة قليلة كملوحة مياه الأنهار والبحيرات.

(Continental Slope)

● المنحدرُ القاريُّ

يبدأ المنحدرُ القاريُّ من الحافة الداخلية للرصيفِ القاريِّ حتى المرتفعِ القاريِّ، وفيه يبدأ العمقُ بالزيادة السريعة، ويبدأ السطحُ بالانحدار السريع نحو المحيط، ويصلُ ميلُه إلى (٣٠°) وتتغيَّر القشرة الأرضية عنده من قشرة قارية إلى قشرة محيطية.

(Plate- Tectonic Theory)

● نظريةُ تكتونية الصفائح

تنصُّ هذه النظرية على أنَّ الغلاف الصخري بنوعيه؛ القاري والمحيطي مقسَّم إلى صفائح تُعرف باسم الصفائح الأرضية، تتحرك كلُّ واحدة منها مستقلة عن الأخرى فوق الغلاف اللدن، ويرافق ذلك تغيُّر في أشكالها وحجومها، وتنقسم الصفائح الأرضية إلى صفائح محيطية وأخرى قارية - محيطية؛ إذ لا توجد صفيحة تتكوَّن كلها من قارة من دون وجود جزء محيطي فيها، وهذا يعني أنَّ الحركة تكون على مستوى الصفيحة التي تشمل القارة وأجزاء من المحيط لا على مستوى القارة. ومن ناحية أخرى، فإنَّ الحركة تشمل الغلاف الصخري لا القشرة فقط.

(Lava Plateaus)

● هضابُ اللابة

مساحات واسعة ومرتفعة نسبياً من الصخور الناتجة من تدفق اللابة البازلتية، من خلال الشقوق الصخرية ولذلك تُدعى باسم اندفاعات الشقوق.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية

- ١- إبراهيم خوري، حياة أحمد بن ماجد، ط(٢)، مركز الدراسات والوثائق، رأس الخيمة، الإمارات، ٢٠٠١م.
- ٢- أحمد خليل موسى، موسوعة المحيطات والبحار والأنهار، عمان، دار أسامة، ٢٠٠٥م.
- ٣- إدوارد جي تاربوك، وفريدريك كي لوتجينس، ودينيس تازا، الأرض: مقدمة في الجيولوجيا الفيزيائية، شركة العبيكان للتعليم، المملكة العربية السعودية، ٢٠١٤م.
- ٤- جودة حسنين جودة، جغرافية البحار والمحيطات، لبنان، دار النهضة العربية، ٢٠٠٩م.
- ٥- دائرة الأرصاد الجوية، المعلومات المناخية للأردن ٢٠٠٠م، من منشورات دائرة الأرصاد الجوية، عمان، الأردن، ٢٠٠٢م.
- ٦- علي أحمد غانم، مبادئ التنبؤات الجوية، عمان، دار المسيرة، ٢٠١٢م.
- ٧- علي سالم الشواورة، جغرافية علم المناخ والطقس، عمان، دار المسيرة، ٢٠١٢م.
- ٨- غازي عبد الفتاح السفاريني، مبادئ الجيولوجيا البيئية، عمان، دار الفكر، ٢٠١٢م.
- ٩- لميس مسالمة، علم الجيومورفولوجيا، منشورات جامعة دمشق، سوريا، ١٩٨٢م.
- ١٠- محمد إبراهيم حسن، دراسة في جغرافية بنية القارات والأحواض المحيطية جيومورفولوجياً وإقليمياً، منشأ المعارف، الإسكندرية، مصر، ٢٠٠٥م.
- ١١- ميشيل كامل عطا الله، أساسيات الجيولوجيا، ط(٣)، عمان، دار المسيرة، ٢٠٠٩م.

1. Berry, K., Frouk, R., Hemenway, M., Kaska, K., Malin, P., Meech, K. & Others, **Earth Science**, Holt Rinehart Winston, Harcourt Education Company, USA., 2007.
2. Boston, M., & Shoreview, G., **Earth Science**, Pearson Education, USA., 2009.
3. Chernicoff, S., **Earth: An Introduction to Physical Geology**, 4th ed., Pearson Prentice Hall, 2007.
4. Edward, J., Tarbouk, F., Frederick, K., & Lutgens, D., **Earth Science**, USA., 2011.
5. Jennew, J., Kemp, A., Pasachoff, J., Simons, B., Wellnitz, T. & Wyssession, M., **Earth Science**, Science Explorer, Prentice Hall, USA., 2009.
6. Mcdougal, H., **Science Fusion: The Dynamic Earth**, Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company, USA., 2012.
7. Mcdougal, L., **The Changing Earth**, Houghton Mifflin Company, USA., 2007.
8. Stevens, W., **The Change in the Weather: People, Weather, and the Science of Climate Paperback**, Random House, Texas, 2001.
9. Tarbuck, E., Lutgens, F., & Tasa, D., **Foundations of Earth Science**, Prentice Hall, USA., 2004.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ