

تغيرات الأرض

الفكرة العامة

تحدث معظم الزلازل والبراكين على حدود الصفائح؛ حيث تتحرك الصفائح الأرضية حركة نسبية بعضها إلى بعض.

الدرس الأول

الزلازل

الفكرة الرئيسية الزلازل اهتزازات أو موجات زلزالية تتولد بسبب حدوث كسر في الصخر والارتداد المرن على امتداد الصدع.

الدرس الثاني

البراكين

الفكرة الرئيسية تخرج الصهارة والغازات والمواد الصلبة إلى سطح الأرض من خلال الفوهات والشقوق مكونة التضاريس والمواد البركانية المتنوعة.

الدرس الثالث

الصفائح الأرضية وعلاقتها

بالزلازل والبراكين

الفكرة الرئيسية تؤدي تيارات الحمل في الستار إلى حركة الصفائح التي ينجم عنها الزلازل والبراكين.

جوف الأرض المضطرب

تدفقت أنهار من اللابة الحارة إلى أسفل الجبل، وغمرت المباني الصغيرة، وهذبت المنازل والأبنية بعد سلسلة من الزلازل. ما سبب ذلك؟

لأن الزلازل قد تكون أدت إلى وجود شقوق وفراغات في سطح الأرض أدت إلى صعود اللابة الحارة ذات الكثافة المنخفضة وتبقى الصخور ذات الكثافة المرتفعة أسفل في باطن الأرض.

دفتر العلوم

هل هناك علاقة بين الزلازل والبراكين، أم أن كلا منهما يحدث مستقلاً عن الآخر؟ اقترح أفكاراً تفسر أسباب هذه الأحداث.

ليس شرطاً أن تحدث الزلازل والبراكين في نفس الزمان والمكان.

ولكن إذا تفحص الطلاب خريطة العالم التي تبين تاريخ الزلازل والبراكين ومواقعهما، فإنهم قد يستكشفون أنماطاً تساعد على ربطهما بأسباب مشتركة.

نشاطات تمهيدية

المطويات

منظمات الأفكار

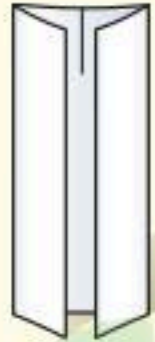
الزلازل والبراكين اعمل المطوية التالية لتساعدك على المقارنة بين خصائص الزلازل والبراكين.

الخطوة ١ ارسم علامة عند منتصف الورقة.



الخطوة ٢ لَفّ الورقة عرضياً،

ثم اَطو الحواف الخارجية، على أن تلامس العلامة المرسومة في منتصف الورقة.



الخطوة ٣ ارسم بركاناً على إحدى

الطيات؛ وعنونه بكلمة براكين، ثم ارسم شكلاً يوضح الزلزال على الطية الأخرى وعنونه بكلمة زلازل. يجب أن يحتوي الجزء الداخلي على خصائص يشترك فيها الحدثان.

حلّل وانقد اكتب - قبل قراءة الفصل - ما تعرفه عن الزلازل والبراكين خلف كل جهة. وأضف في أثناء قراءتك للفصل معلومات جديدة عن الزلازل والبراكين.

تجربة استهلالية

شيد بقوة

تحدث أعظم المخاطر المصاحبة للزلازل عندما يكون الناس داخل منازلهم أو مكاتبهم أثناء حدوث الزلزال. ستلاحظ في التجربة التالية كيف يمكن استخدام المواد الإنشائية في تقوية المبنى.

١. شيد مبنى من أربعة جدران مستخدماً مكعبات خشبية، وضع قطعة من الكرتون المقوى فوق الجدران الأربعة لتمثل سقف المبنى.

٢. هزّ الطاولة التي عليها المبنى بلطف، وصف ما حدث.

٣. أعد إنشاء المبنى، ولّف شريطاً مطاطياً كبيراً حول كلّ جدار من المكعبات، ثم لّف شريطاً مطاطياً آخر حول المبنى.

٤. هزّ الطاولة بلطف مرة أخرى.

٥. التفكير الناقد دوّن في دفتر العلوم أي اختلاف لاحظته في أثناء اهتزاز المبنى في الحالتين. ضع فرضية توضح عملياً كيف تستفيد من التحسينات التي أجريتها في تشييد المباني.

أضع فرضية توضح عملياً كيف تستخدم طرائق الإنشاء التي استعملتها في بنائي.

الحركة الأولى أثرت بشكل أكبر فعلى المبنى ، أما في الحالة الثانية فإن الأربطة المطاطية دعمت من المبنى وجعلته أقوى أثناء الاهتزاز الثاني ، ولذلك تحتاج المباني إلى المزيد من الدعم لمواجهة الزلازل.

أتهياً للقراءة

المراقبة الواعية

١ أتعلّم المراقبة الواعية أو تعرف نقاط الضعف والقوة لديك استراتيجية مهمة تساعدك على تحسين القراءة. فعندما تقرأ نصًا أسأل نفسك وتفكر؛ لتأكد أن ما تقرأه له معنى عندك. ويمكنك اكتشاف أساليب مختلفة في المراقبة الواعية قد تستخدم في أوقات مختلفة؛ بحسب الهدف من القراءة.

٢ أتدرب اقرأ الفقرة الآتية وأجب عن الأسئلة التي تليها. ناقش إجاباتك مع زملائك الطلاب؛ لتعرف كيف يراقبون قراءتهم.

فعندما تتعرض الصخور بمشيئة الله وقدرته لقوة كافية يتغير شكلها، كما أنها قد تنكسر، ثم تعود حواف الأجزاء المكسورة سريعًا إلى مكانها الأصلي، وتسمى هذه العملية الارتداد المرن. وتتغير أشكال الصخور عادة أو تتشوه ببطء خلال فترات زمنية طويلة. صفحة ٥٠.

- ماذا تكون لديك من أسئلة بعد القراءة؟
- هل فهمت كل الكلمات الموجودة في النص؟
- هل تحتاج إلى أن تتوقف مرارًا عن القراءة؟ هل مستوى مقروئية النص مناسب لك؟

٣ أطبق اختر إحدى الفقرات التي يصعب فهمها. وناقشها مع زميلك لتحسن مستوى فهمك.

إرشاد

راقب قراءتك من حيث البطء أو السرعة، اعتياداً على فهمك للنص.

توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءتك الفصل باتباعك ما يأتي:

١ قبل قراءة الفصل

• اكتب (م) إذا كنت موافقاً على العبارة.

• اكتب (غ) إذا كنت غير موافق على العبارة.

٢ بعد قراءة الفصل

• إذا غيرت إحدى الإجابات فيين السبب.

• صحّح العبارات غير الصحيحة.

• استرشد بالعبارات الصحيحة أثناء دراستك.

٢. غ: تنشأ الموجات الزلزالية الأولية في بؤرة الزلزال.

٣. غ:

التسونامي
عبارة عن
موجات
محيطية تنتج
بفعل الزلازل،
ولا تنتج بفعل
القوى المولدة
للمد والجزر.

بعد القراءة م أو غ	العبارة	قبل القراءة م أو غ
م	١. يمكن للجزء الصخري من الأرض أن يرتد ارتداداً مرناً، كما هو الحال في منصة القفز (الغطس).	
غ	٢. تتولد الموجات الزلزالية الأولية في المركز السطحي للزلزال.	
غ	٣. التسونامي موجات مدّ ضخمة.	
م	٤. يحرق الزلزال الذي قوته ٥, ٧ درجة على مقياس ريختر طاقة تُعادل ٣٢ مرة أكثر من الطاقة التي يحرقها زلزال قوته ٥, ٦ درجة على المقياس نفسه.	
غ	٥. اللابة مصهور الصخور الذي يتكوّن في باطن الأرض.	
م	٦. تؤثر مكّونات الصحارة في كيفية ثوران البركان، في هدوئه أو عنفه.	
غ	٧. معظم الإجهاد الناتج عن حركة الصفائح الأرضية يكون على الصخور التي في وسط الصفائح.	
م	٨. تحدث معظم الثورانات البركانية على حدود الصفائح أو بالقرب منها.	
غ	٩. تقع جزر هاواي البركانية بالقرب من حدود صفائح.	

٥. غ: تسمى

المواد
الصخرية
المصهورة
التي تتكون
في الأعماق
تحت سطح
الأرض
الصحارة.

٩. غ: تكونت جزر هاواي فوق بقعة ساخنة ثابتة، وتقع تحت الجزء المركزي من صفحة المحيط الهادي، حيث تتحرك الصفائح في اتجاه الشمال الغربي.



الزلازل

لا شك أن الأرض بما فيها خلق من خلق الله، تأتمر بأمره وتخضع لتدبيره وتقديره، وقد أخبر الله عز وجل في محكم آياته عن ظاهرة عظيمة تحدث في الطبيعة؛ وهي ظاهرة الزلازل. قال تعالى: ﴿إِذَا زُلْزِلَتِ الْأَرْضُ زِلْزَالَهَا﴾ الزلزلة.

أسباب الزلازل

لعلك حاولت يومًا ثني غصن شجرة جاف أو كسره، فإذا ثنيته بلطف وبيطء فسوف تلاحظ أن شكله قد تغير، ثم يعود إلى شكله الأصلي عند إفلاته. أما إذا استمرت في ثنيه فسوف ينكسر عند حد معين، كما في الشكل ١، وستشعر باهتزازات في الغصن.

الارتداد المرن على الرغم من صلابة الصخور إلا أنه عندما تؤثر قوى السحب أو الدفع فيها فإن النتيجة تكون مماثلة لما يحدث لغصن الشجرة عند ثنيه. فعندما تتعرض الصخور بمشيئة الله وقدرته لقوة كافية يتغير شكلها، كما أنها قد تنكسر، ثم تعود حواف الأجزاء المكسورة سريعًا إلى مكانها الأصلي، وتُسمى هذه العملية الارتداد المرن. وتتغير أشكال الصخور عادة أو تتشوه ببطء خلال فترات زمنية طويلة. فمع تعرض الصخور للإجهادات تتراكم طاقة داخلها، ثم تتحرر هذه الطاقة فجأة نتيجة تكسر الصخور وتحركها. وتؤدي هذه التكرسات والحركات إلى حدوث اهتزازات تنتقل خلال الصخر أو أي مادة في الأرض. وإذا كانت هذه الاهتزازات كبيرة لدرجة كافية فسوف نحس بها على هيئة **زلازل** Earthquake.



تُخزن طاقة وضع في الغصن الجاف عند ثنيه. تحررت الطاقة على صورة اهتزازات عندما انكسر الغصن الجاف.

في هذا الدرس

الأهداف

- توضّح كيف تحدث الزلازل نتيجة تراكم الإجهادات في صخور القشرة الأرضية.
- تقارن بين الموجات الأولية والثانوية والسطحية.
- تتعرّف مخاطر الزلازل، وكيف تستعد لها.

الأهمية

تساعدك دراسة الزلازل على معرفة أماكن حدوثها وكيفية الاستعداد لها.

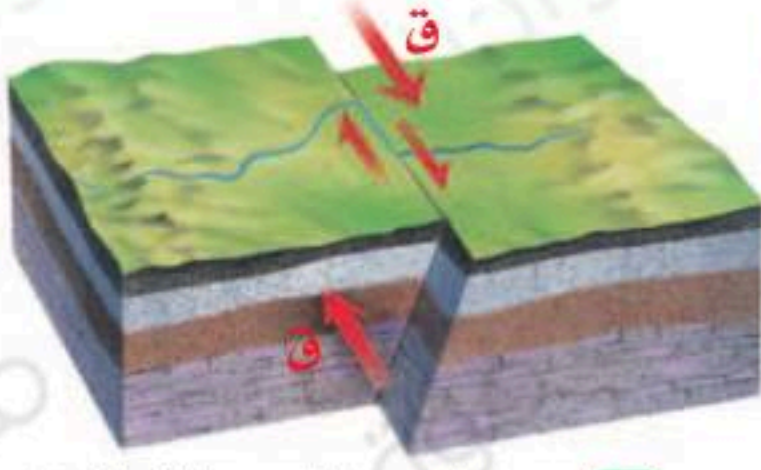
مراجعة المفردات

الطاقة القدرة على إحداث تغيير أو إنجاز شغل.

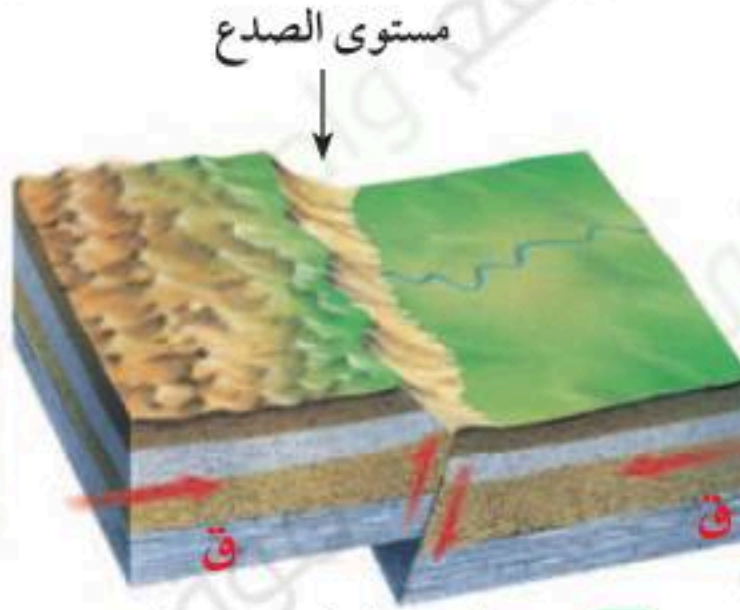
المفردات الجديدة

- الزلازل
- الصدع
- الموجة الزلزالية
- بؤرة الزلزال
- المركز السطحي للزلزال
- السيزموجراف
- قوة الزلزال
- موجات التسونامي
- آمن ضد الزلازل

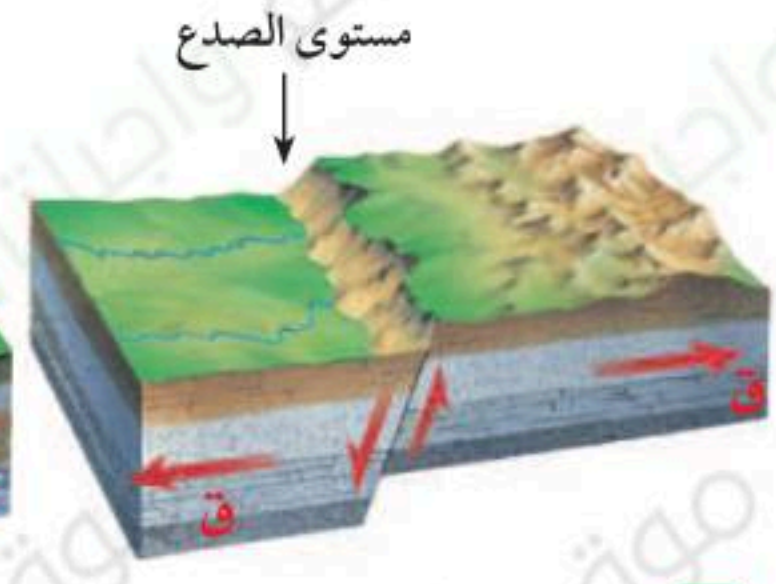
الشكل ١ يمكن ثني الغصن الجاف بمقدار محدود قبل أن ينكسر.



ج ينتج الصدع الجانبي (الانزلاقي) عندما تتعرض الصخور لإجهادات قص (تؤثر فيها بصورة جانبية).



ب ينتج الصدع العكسي عندما تتعرض الصخور لإجهادات ضغط.



ا ينتج الصدع العادي عندما تسحب الصخور من الجانبين تحت تأثير إجهادات الشد (قوى الشد).

الشكل ٢ تتكون الصدوع عندما تتعرض الصخور للكسر. ويعتمد نوع الصدع الناتج على نوع الإجهاد المؤثر في الصخر.

تجربة

ملاحظة التشوه

تحذير لا تتذوق أو تأكل أي مادة في المختبر، واغسل يديك عند الانتهاء.

الخطوات

١. انزع أغلفة ثلاث قطع من حلوى التوفي.
٢. أمسك إحدى القطع بشكل أفقي بين يديك، وادفع طرفيها بلطف في اتجاهين متعاكسين إلى الداخل.
٣. أمسك قطعة أخرى من حلوى التوفي، واسحب طرفيها نحو الخارج.

التحليل

١. أي الخطوات التي قمت بها تدل على قوى الشد، وأيها تدل على قوى الضغط؟
٢. استنتج: كيف يمكن التأثير بقوى قص في قطعة حلوى التوفي الثالثة؟

ماذا قرأت؟ ماذا يقصد بالزلازل؟

الاهتزازات الناتجة عن التكسر وحركة الصخور.

أنواع الصدوع يقول الله عز وجل: ﴿وَالْأَرْضُ ذَاتُ الصَّدْعِ ۚ إِنَّهُ لَفَوْضٌ ۖ فَصَلِّ ۝١٣﴾ الطارق أقسم الله تعالى في هذه الآيات بالأرض، وبهذه الظاهرة الجيولوجية العظيمة، وأرشدنا تبارك وتعالى إلى بعض الأسرار الخفية في خلقه، ومنها الصدع.

عندما يكسر مقطع من الصخر تتحرك الصخور التي على جانبي الكسر نتيجة الارتداد المرن، ويسمى الكسر الذي تتحرك على امتداده الصخور وتنزلق **صدعًا Fault**. وهناك العديد من أنواع الصدوع؛ بحسب نوع الإجهاد المؤثر؛ وهو القوة المؤثرة على وحدة المساحة من الصخر.

يحدث الصدع العادي بسبب قوى الشد حيث تتحرك كتل الصخور التي تقع فوق مستوى الصدع المائل إلى أسفل نسبة إلى الصخور التي تقع أسفل المستوى انظر. الشكل ٢أ. بينما يحدث الصدع العكسي بفعل قوى الضغط حيث تتحرك الصخور التي تقع فوق مستوى الصدع إلى أعلى نسبة إلى الصخور التي تقع أسفل منه انظر الشكل ٢ب. أما الصخور التي تتعرض لقوى قص - كما في الشكل ٢ج - فقد تنكسر ويتكوّن صدع انزلاقي (جانبي) تتحرك فيه الصخور على جانبيه بعضها بجانب بعض في اتجاهين متعاكسين بفعل قوى القص.

من أين تأتي القوى التي تؤدي إلى تشويه الصخور أو كسرها؟ لماذا تتشكل الصدوع؟ ولماذا تتكوّن الزلازل في أماكن محدّدة؟ وكيف تنتج القوى داخل الأرض؟ من خلال دراستك لهذا الفصل، ستدرك أن القوى الداخلية في باطن الأرض هي المسؤولة عن الحركة النسبية للصفائح الأرضية، والمسؤولة أيضًا عن حركة بعض أجزاء القشرة الأرضية فوق الستار.

التحليل

١. **الشد:** عندما تسحب التوفي في اتجاهين متعاكسين؛ الضغط: عندما تدفع التوفي في اتجاهين متقابلين.
٢. لتطبيق القص ادفع نهايتي حلوى التوفي بشكل أفقي في اتجاهين متعاكسين غير متقابلين مباشرة.
- انظر الشكل ٢ - ج في كتاب الطالب.



ما الموجات؟

لعلك تذكر آخر مرة ناديت فيها زميلك بصوت عالٍ. لقد تولدت الموجات الصوتية من اهتزاز الحبال الصوتية التي في حنجرتك، ثم انتقلت هذه الموجات إلى زميلك عبر الهواء. وبصورة مماثلة تنتقل الموجات التي تصدر عن الزلازل عبر مواد الأرض وعلى سطحها، وتسمى **الموجات الزلزالية** Seismic wave.

بؤرة الزلزال ومركزه السطحي تؤدي الحركة على طول الصدع إلى تحرير الطاقة الكامنة في الصخر. فعند تعرض الصخر للثني تتراكم الطاقة الكامنة فيه، وعندما تحرر هذه الطاقة تخرج من الصدع في صورة موجات زلزالية. وتُسمى النقطة داخل الأرض التي تبدأ الحركة عندها وتحرر الطاقة **بؤرة الزلزال** Focus، كما في الشكل ٣. أما النقطة التي على سطح الأرض الواقعة فوق بؤرة الزلزال مباشرة فتسمى **المركز السطحي للزلزال** Epicenter.

✓ **ماذا قرأت؟** أين توجد بؤرة الزلزال؟

عند نقطة في داخل الأرض تبدأ بالحركة وتحدث عندها الحركة أولاً وتحرر الطاقة.

الموجات الزلزالية تنتقل الموجات الزلزالية من بؤرة الزلزال، ثم تنتشر في جميع الاتجاهات بعيداً عنها. حيث تتحرك بعض هذه الموجات في باطن

الشكل ٣ تتكون عدة أنواع من الموجات الزلزالية أثناء حدوث الزلزال. تنتشر الموجات الأولية والثانوية في جميع الاتجاهات من بؤرة الزلزال، ويمكنها الانتقال عبر باطن الأرض، بينما تنتشر الموجات السطحية على سطح الأرض.

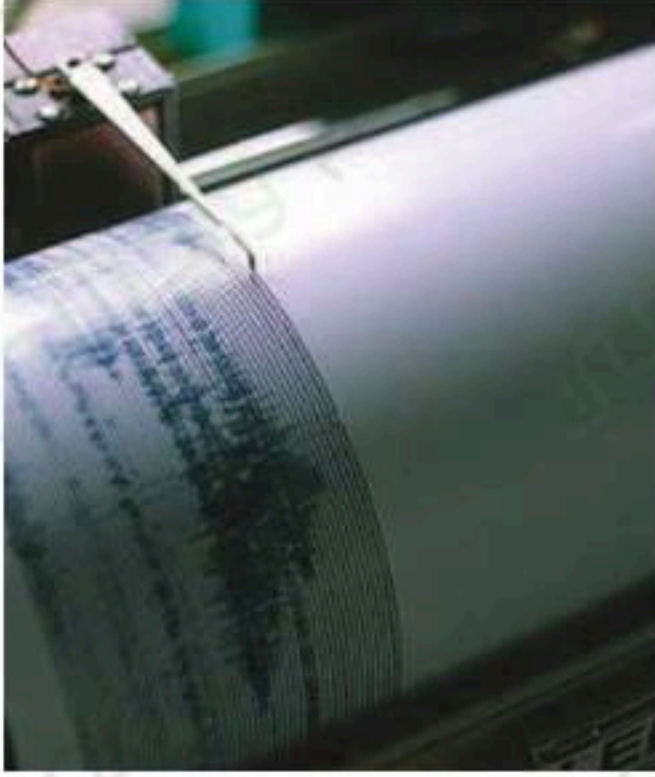
استنتج أي أنواع الموجات الزلزالية أكثر تدميراً؟

الموجات السطحية.





الشكل ٤ يدرس العلماء الموجات الزلزالية باستخدام جهاز السيزموجراف المنتشر في العالم.



يسجل جهاز السيزموجراف الموجات الزلزالية باستخدام كتلة ثابتة.



بعض الأجهزة تجمع البيانات وتخزنها على جهاز الحاسوب.

الأرض، بينما يتحرك بعضها الآخر على السطح. وتؤدي الموجات السطحية إلى حدوث معظم الدمار أثناء حدوث الزلزال.

تنتقل الموجات الأولية والثانوية في باطن الأرض. حيث تنتقل الموجات الأولية - المعروفة باسم موجات "P" - بأقصى سرعة داخل الصخر؛ وهي موجات طولية تتحرك جزيئات الصخر فيها إلى الأمام والخلف، أي أنها تهتز في الاتجاه نفسه الذي تسير فيه الموجات. وتنتقل الموجات الثانوية؛ وهي موجات مستعرضة - المعروفة باسم موجات "S" - خلال المواد الصخرية، مما يؤدي إلى اهتزاز جزيئات الصخر بشكل عمودي على اتجاه حركة الموجات. وقد تم التوصل من خلال دراسة هذه الموجات إلى معرفة الكثير عن باطن الأرض. أما الموجات السطحية فهي أطول الموجات الزلزالية، وأقلها سرعة، وهي المسببة لمعظم الدمار أثناء حدوث الزلزال، كما أنّ حركة الموجات السطحية معقدة؛ فبعض الموجات السطحية تتحرك على امتداد سطح الأرض بشكل يؤدي إلى تحريك الصخر والتربة حركةً جانبية وفي الوقت نفسه إلى أعلى وإلى أسفل. وعند مشاهدة حركتها على اليابسة نجدها مثل حركة موجات مياه البحر. وبعض الموجات السطحية تهتز من جانب إلى آخر أفقيًا وبصورة موازية لسطح الأرض. وهذه الحركة يمكن أن تكون هي المسؤولة عن تدمير المنشآت والأبنية.

التعلم من الزلازل

افترض أنك خرجت مع زميلك من الصف باتجاه ساحة المدرسة، وكانت سرعتك ضعف سرعته، ماذا سيحدث للمسافة التي بينكما؟ بمرور الوقت وكلما استمرّيتما في السير ستزداد المسافة التي تفصلكما، وسوف تصل أنت أولاً. استخدم العلماء اختلاف سرعة الموجات الزلزالية واختلاف زمن الوصول في حساب البعد عن المركز السطحي للزلزال.

قياسات الزلازل علماء الزلازل هم العلماء الذين يدرسون الزلازل والموجات الزلزالية، ويُسمّى الجهاز الذي يستعملونه للحصول على تسجيل للموجات الزلزالية من أماكن العالم كافة بجهاز راسم الهزة "السيزموجراف" Seismograph، كما في الشكل ٤.

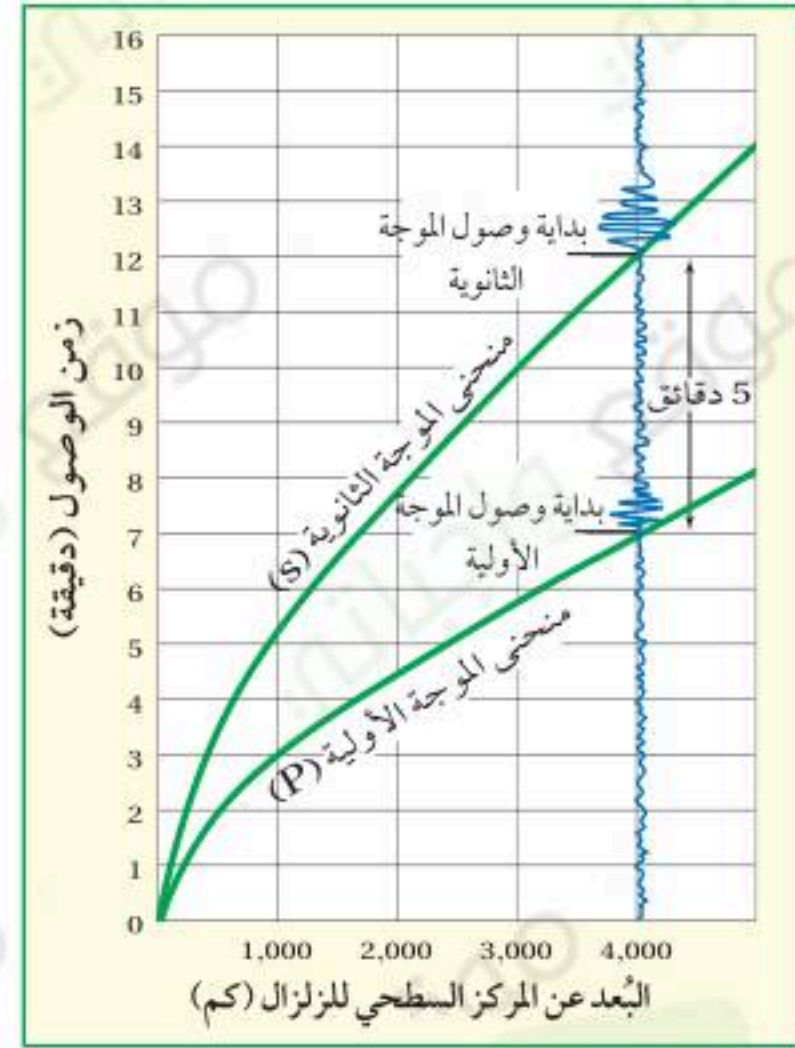
يحتوي أحد أنواع الأجهزة أسطوانة تُثبت عليها لفافة ورقية، داخل إطار ثابت. يعلّق بندول (رقاص) بالإطار، ويثبت قلم في نهاية البندول، وعند استقبال الموجات الزلزالية في المحطة تهتز الأسطوانة والورقة، بينما يبقى البندول والقلم في مكانهما. يقوم القلم المثبت على البندول برسم تسجيل للاهتزازات على الورقة. إن طول الخط المسجل على الورقة يشير إلى الطاقة التي تحرّرت من الزلزال، والتي تعبر عن **قوة الزلزال** Magnitude.

موقع المركز السطحي للزلازل يمكن حساب المسافة بين جهاز الرصد والمركز السطحي للزلازل عند تسجيل زمن وصول الموجات الزلزالية إلى محطة الرصد الزلزالي. فكلما زاد الفرق في زمن الوصول بين نوعي الموجات "P و S" كانت المسافة بين المركز السطحي للزلازل ومحطة الرصد أكبر. ويمكن رؤية الفرق في زمن الوصول في الشكل ٥. ويستخدم العلماء هذه المعلومات في رسم دائرة حول محطة الرصد بنصف قطر يساوي بُعد الزلازل عن محطة الرصد، ويكرر هذا بالنسبة لثلاث محطات رصد زلزالي على الأقل، كما في الشكل ٦. وتحدد النقطة التي تلتقي عندها الدوائر الثلاث موقع المركز السطحي للزلازل. وتستخدم عادة بيانات من أكثر من ثلاث مراكز رصد لتحديد موقع المركز السطحي للزلازل.

مقدار قوة الزلازل

تحدث الزلازل الكبرى في أماكن متفرقة، وتختلف في قوتها، وشدة تدميرها، فمثلاً في عام ٢٠٢٣ ضرب زلزال كبير جنوب شرق تركيا، وخلف عشرات الآلاف من القتلى وملايين المتضررين، كما يُبين الجدول ١ بعض الزلازل الكبرى وأماكن حدوثها وقوتها، وأعداد ما خلفته من ضحايا. فمثلاً في ٢٠ من سبتمبر عام ١٩٩٩م ضرب زلزال كبير منطقة في تايوان، وخلف أكثر من ٢٤٠٠ قتيل و ٨٧٠٠ جريح، وترك ١٠٠٠٠٠ شخص بلا مأوى. وقد يسبب الزلازل دماراً في أماكن تبعد مئات الكيلومترات عن مركزه السطحي، كما حدث في المكسيك عام ١٩٨٥م؛ فلقد كان المركز السطحي للزلازل على بعد ٤٠٠ كم من المدينة، لكن حركة الرسوبيات الطرية أسفل المدينة أدت إلى تدميرها.

مقياس ريختر يعتمد مقياس ريختر لقياس قوة الزلازل على قياسات سعة (أو ارتفاع) الموجة الزلزالية المسجلة على جهاز السيزموجراف. ويصف مقياس ريختر مقدار الطاقة التي تتحرر من الزلازل؛ إذ يقابل كل زيادة بمقدار درجة واحدة على مقياس ريختر زيادة في سعة أكبر موجة زلزالية مسجلة على جهاز الرصد مقدارها ١٠ مرات، كما أن زيادة درجة واحدة على مقياس ريختر تعني مضاعفة طاقة الزلازل إلى ٣٢ ضعفاً. فمثلاً إذا حدث زلزال بدرجة ٥، ٧ على مقياس ريختر فإنه يحرر طاقة أكبر ٣٢ مرة من الطاقة المتحررة من زلزال بدرجة ٥، ٦، وتكون سعة الموجة أكبر ١٠ مرات من سعة موجة الزلازل الذي درجته ٥، ٦ على مقياس ريختر.



الشكل ٥ تنتقل موجات P، S بسرعات مختلفة. ويُستخدم الفرق في السرعات لمعرفة مدى قرب محطة الرصد من موقع الزلازل.

الشكل ٦ بعد حساب المسافة من ثلاث محطات رصد على الأقل يتم رسمها على الخريطة في صورة دوائر ذات أنصاف أقطار تساوي بُعد الزلازل عن المحطة. يكون المركز السطحي للزلازل هو مكان التقاء الدوائر الثلاث.





الجدول ١ : الزلازل القوية

السنة	المكان	القوة	القتلى
١٩٨٩م	كاليفورنيا	٧,١	٦٢
١٩٩٠	إيران	٧,٧	٥٠٠٠
١٩٩٣	جزر مارياينا	٨,١	-
١٩٩٣	الهند	٦,٤	٣٠٠٠٠
١٩٩٤	كاليفورنيا	٦,٧	٦١
١٩٩٥	اليابان	٦,٨	٥٣٧٨
١٩٩٩	تايوان	٧,٧	٢٤٠٠
٢٠٠٠	إندونيسيا	٧,٩	١٠٣
٢٠٠١	الهند	٧,٧	٢٠٠٠٠
٢٠٠٣م	إيران	٦,٦	٣٠٠٠٠

تدمير الزلازل توجد مقاييس وطرق أخرى لقياس الزلازل، ومنها مقياس ميركالي لقياس شدة الزلازل. وشدة الزلازل هي قياس لمقدار التدمير الجيولوجي والبنائي الحادث في منطقة معينة بسبب الزلازل. وتتراوح الشدة بالأرقام الرومانية من رقم I (١) إلى رقم XII (١٢). ويعتمد مقدار الدمار على عدة عوامل، منها قوة الزلازل، ونوعية صخور سطح الأرض، وتصاميم المباني، وبُعد المنطقة المتضررة عن المركز السطحي للزلازل.

فالزلازل الذي شدته I يحس به قليل من الناس في الظروف العادية، بينما الزلازل الذي شدته VI (٦) يحس به الجميع. أما زلازل بشدة VII (٧) فيسبب تدميرًا كبيرًا في المباني وسطح الأرض.

التسونامي تحدث معظم الآثار التدميرية بفعل الموجات السطحية للزلازل؛ إذ تتصدع المباني أو تسقط، وتنخسف الجسور والطرق. من جهة أخرى يجب أن يحمي القاطنون بالقرب من الشواطئ أنفسهم من مخاطر أخرى؛ فعندما يحدث زلازل في قاع المحيط فإن الحركة المفاجئة تدفع المياه وتولد موجات مائية هائلة تنتشر في جميع الاتجاهات بعيدًا عن مصدرها آلاف الكيلومترات.

وعندما تكون هذه الموجات الزلزالية المائية التي تعرف بالتسونامي Tsunami بعيدة عن الشاطئ فإن طاقتها تتبدد على مساحات البحر الواسعة، وأعماقه الكبيرة؛ إذ يكون ارتفاع الموجة في التسونامي أقل من متر في المياه العميقة، وقد تتجاوزها السفن دون أن تحس بها. وتصل سرعة موجات التسونامي في المحيطات المفتوحة إلى ٩٥٠ كم/ ساعة، وعندما تقترب من الشاطئ فإنها تتباطأ ويزداد ارتفاعها بسبب احتكاكها بقاع البحر، مما يؤدي إلى تكون موجات تسونامي بارتفاع يصل إلى ٣٠ مترًا. وقبل أن تضرب هذه الموجات الشاطئ يمكن أن تتحرك المياه القريبة من الشاطئ فجأة نحو البحر وتنحسر عن الشاطئ. وهذه إشارة إلى خطر قريب، حيث ستضرب موجات التسونامي المنطقة قريبًا. ويوضح الشكل ٧ سلوك موجات التسونامي عند اقترابها من الشاطئ.

وأقرب مثال هو ما حدث في اليابان؛ فقد شهدت يوم الجمعة ١١/٣/٢٠١١م زلزالاً قوته ٩,٨ درجة على مقياس ريختر، وهو الأعنف في تاريخ اليابان منذ ١٤٠ عامًا. وقد أدى إلى حدوث موجات تسونامي وصل ارتفاعها إلى ١٠ أمتار اجتاحت مئات المنازل على الساحل الشمالي الشرقي لليابان. وخلف الزلازل وما تلاه من موجات تسونامي أضرارًا جسيمة مدمرة، فكان هناك آلاف القتلى والجرحى والمفقودين. الزلازل ظاهرة متكررة في اليابان؛ حيث تُعد أراضيها من أكثر مناطق العالم النشطة زلزاليًا؛ إذ يحدث فيها حوالي ٢٠% من زلازل العالم التي تزيد قوتها على ٦ درجات على مقياس ريختر.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

قوة الزلازل

ارجع إلى المواقع الإلكترونية الموثوقة عبر شبكة الإنترنت للحصول على روابط تحوي معلومات عن قوة الزلازل.

نشاط اعمل جدولاً يقارن بين ستة زلازل من حيث حجم الدمار الحادث وقوة الزلازل وموقعه.

الكشف عن الموجات

تجربة عملية

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين الإنزال

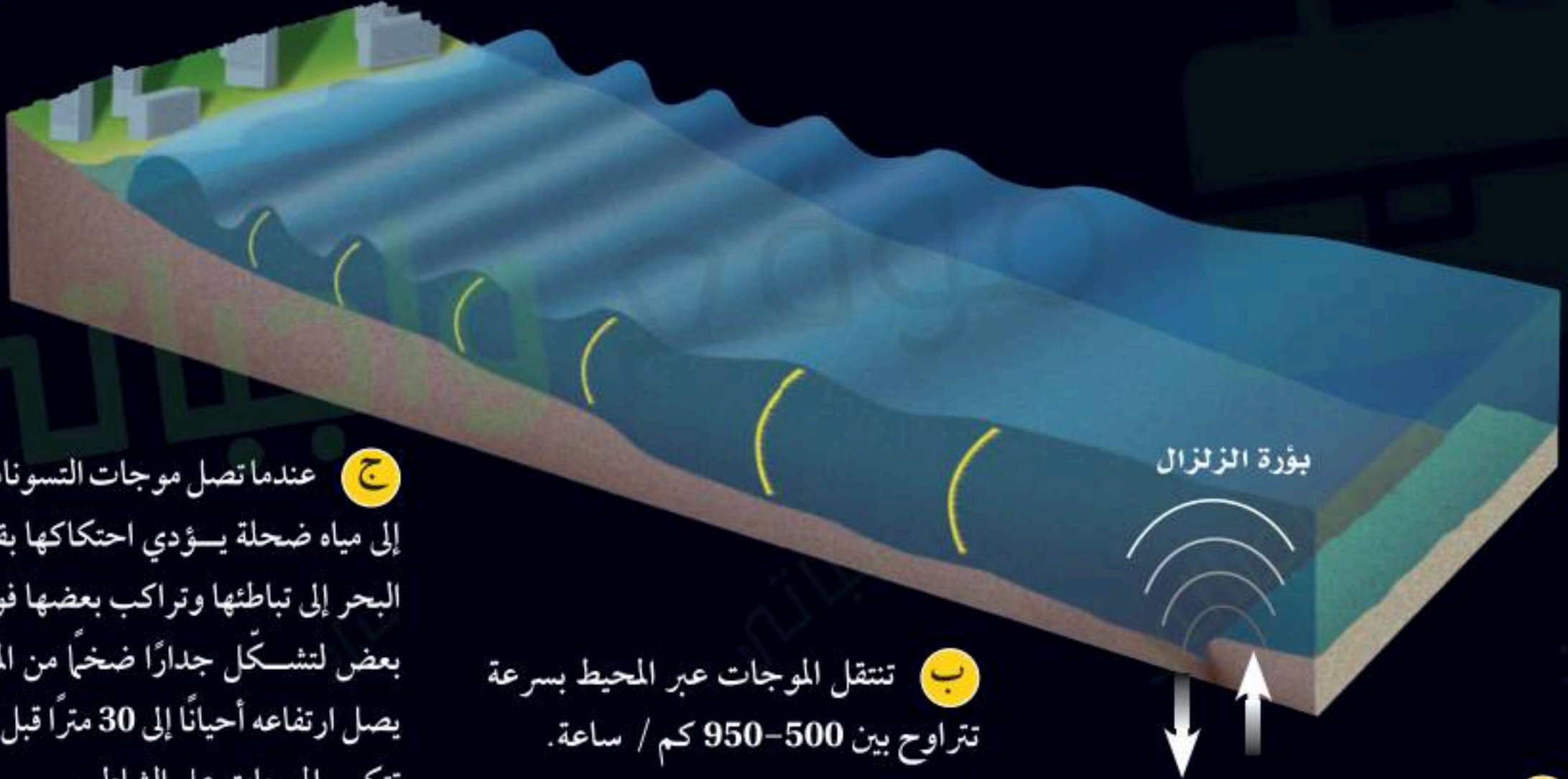
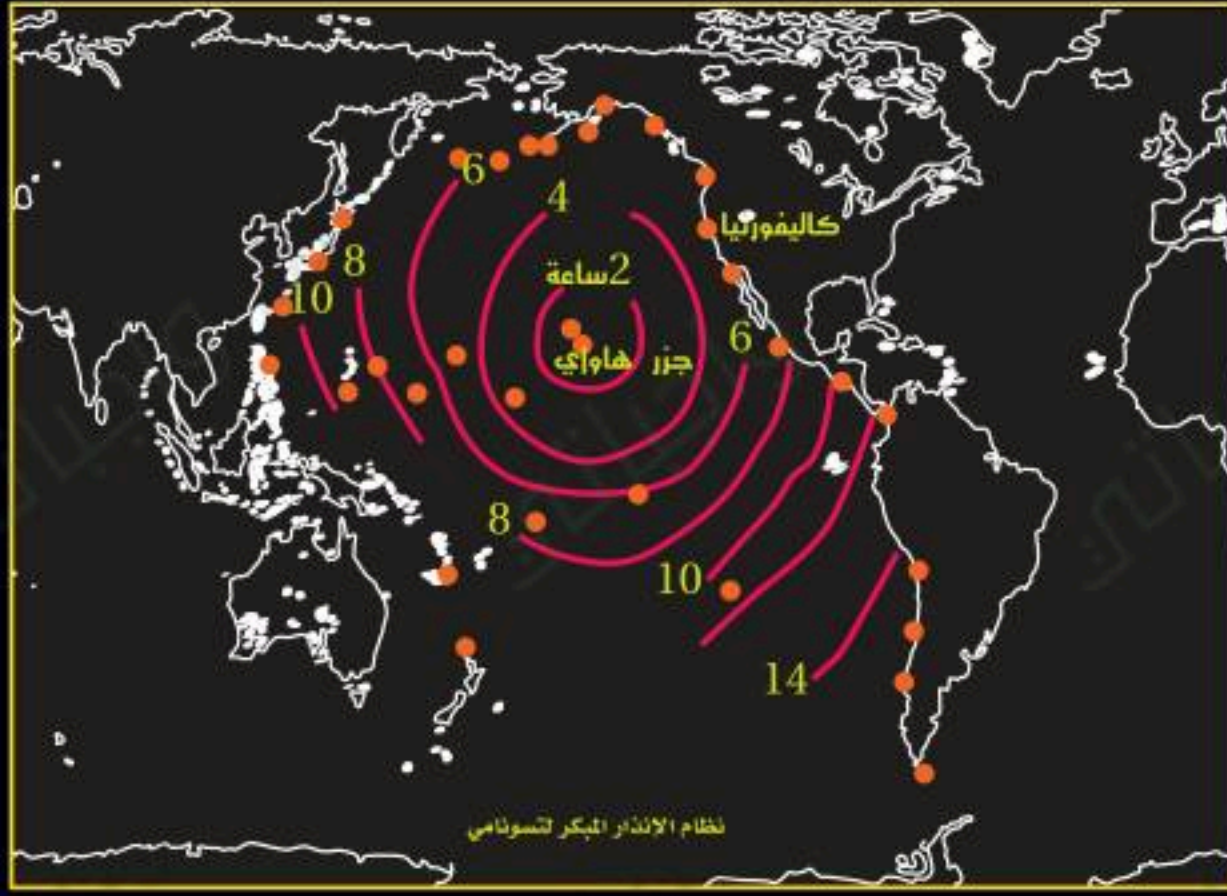


موجات التسونامي

الشكل ٧

التسونامي موجات بحرية تتولد من الزلزال، ولها قدرة على إحداث تدمير كبير.

◀ **نظام الإنذار المبكر لتسونامي** تدلّ النقاط البرتقالية الموضحة على الخريطة مواقع محطات مراقبة الموجات التي تشكل جزءاً من جهاز إنذار التسونامي في المحيط الهادي. وتوضح الخريطة الفترة الزمنية التي تحتاج إليها موجات التسونامي المتولدة في جزر هاواي، حتى تصل إلى أماكن مختلفة في المحيط الهادي، وتمثل كل دائرة فرقاً في زمن الوصول بمقدار ساعتين.



ج عندما تصل موجات التسونامي إلى مياه ضحلة يؤدي احتكاكها بقاع البحر إلى تباطؤها وتراكب بعضها فوق بعض لتشكل جداراً ضخماً من المياه يصل ارتفاعه أحياناً إلى 30 متراً قبل أن تنكسر الموجات على الشاطئ.

ب تنتقل الموجات عبر المحيط بسرعة تتراوح بين 500-950 كم / ساعة.

أ تتولد الاهتزازات من حركة مفاجئة على طول صدع في قشرة الأرض، والتي تنتقل إلى سطح الماء، وتنتقل عبر المحيط في صورة سلسلة من الموجات الطويلة.

جهاز رصد التسونامي





الشكل ٨-أ يمكن التقليل من مخاطر التعرض للإصابة عن طريق التحضير المسبق للزلازل.



وضع الأشياء القابلة للكسر والثقيلة في الرفوف الدنيا لكي لا تسقط من ارتفاع كبير أثناء حدوث الزلازل.



الشكل ٨-ب يستخدم حساس الاهتزاز على خطوط الغاز لكي يغلق جميع خطوط الغاز تلقائيًا أثناء حدوث الزلازل.

استنتج ما المخاطر التي يتم تفاديها عند إغلاق الغاز في حالة حدوث زلزال؟

مخاطر اندلاع النيران.

السلامة من الزلازل

درست فيما سبق عن الآثار المدمرة التي تحدثها الزلازل، والمخاطر التي قد تنتج عنها. وهناك إجراءات وأساليب يمكن اتباعها للتقليل من هذه الآثار والمخاطر. ومن الأمور التي يجب اتباعها لحماية نفسك الاطلاع على التاريخ الزلزالي للمنطقة. فإذا كان قد حدث زلزال في المنطقة سابقًا فذلك يعني أن فرصة حدوثها مجددًا ما زالت قائمة، ويجب أن تستعد لذلك.

ابتعد أثناء حدوث الزلزال عن النوافذ أو أي شيء يمكن أن يتساقط عليك، وراقب كوابل الكهرباء التي على الأرض، التي قد تسبب اندلاع الحرائق، وكن حذرًا من الحواف الحادة التي تنشأ عن المباني المنهارة.

هل بيتك آمن ضد الزلازل؟ ما الذي يمكنك فعله لتجعل بيتك آمنًا ضد الزلازل؟ تلاحظ في الشكل ٨-أ أن وضع الأجسام الثقيلة في الرفوف المنخفضة لكي لا تسقط هو أحد الأفكار الصحيحة، ويجب التأكد من أن الفرن الذي يعمل على الغاز آمن دائمًا، وذلك بوضع حساسات الغاز المبينة في الشكل ٨-ب والتي تقفل خطوط الغاز تلقائيًا في حالة حدوث اهتزاز ناتج عن الزلازل.

المباني الآمنة ضد الزلازل يعد المبنى آمنًا ضد الزلازل Seismic safe إذا كان قادرًا على مقاومة الاهتزازات الناتجة عن معظم الزلازل. لذلك يقوم القاطنون في المناطق الزلزالية على تحسين طريقة بنائهم. وقد وُضع الكثير من معايير البناء في الأماكن التي تكثر فيها الزلازل، وشيّد العديد من المباني المرتفعة على دعائم مطاطية وفولاذية ضخمة تمكنها من الصمود في وجه الاهتزازات الناتجة عن الزلازل، كما تم استخدام أنابيب للمياه والغاز يمكن أن تنثني عند حدوث الزلازل، مما يمنع تكسرها ويقلل من خطر اندلاع الحرائق.

توقع الزلازل تخيل عدد الأشخاص الذين قد يُنقذون إذا عُرف موقع زلزال ضخم وزمن حدوثه. إن ذلك يساعد الناس على إخلاء المباني؛ لأنّ معظم الإصابات تحدث بسبب سقوط الأسقف عليهم. ويحاول الباحثون توقع وقت حدوث الزلازل من خلال ملاحظة التغيرات التي تسبق حدوثها. ومن تلك التغيرات الحركة عند الصدوع، التي يمكن رصدها بأجهزة الليزر، والاختلاف في منسوب المياه الجوفية، وتغير الخصائص الكهربائية في بعض الصخور تحت قوى الإجهاد.



ويعكف البعض على دراسة طبقات الصخور المتأثرة بفعل زلازل قديمة. وعلى الرغم من كل هذه التغيرات التي يسعى العلماء لقياسها إلا أنهم لم يتوصلوا إلى توقع دقيق لوقت حدوث الزلزال؛ لأنه لا يوجد تغير واحد ثابت في الأرض لجميع الزلازل؛ فلكل زلزال حالته الخاصة به. لذلك لم يبق بأيدي العلماء إلا استخدام المعلومات المتعلقة بالتاريخ الزلزالي للمنطقة لحساب معدل حدوثه إحصائيًا، وقد شهدت المملكة العربية السعودية عدة زلازل بالقرب من المدينة المنورة منها زلزال العيص وزلزال حرة الشاقة الذي بلغت قوته (٨, ٥) على مقياس ريختر، وهو أكبر زلزال سُجِّل رسميًا على أجهزة الرصد الزلزالي في المملكة انظر الشكل ٩.



الشكل ٩ سبب زلزال العيص صدوع عميقة في الأرض.





اختبر نفسك

١. اشرح ما يحدث للصخور عند تجاوز حد المرونة.

تتكسر الصخور وتتحرك على طول الصدع، وتحرر الطاقة المختزنة فيها على شكل **موجات زلزالية**، ثم ترتد حوافها نحو شكلها الأصلي.

٢. حدّد أيّ أنواع الموجات الزلزالية تسبب معظم الدمار؟

الموجات السطحية؛ لأنها تتحرك على سطح الأرض وتحرك الصخور والترربة في اتجاهات مختلفة.

٣. طبق كيف أمكن تحسين المباني لتكون آمنة من الزلازل؟

بتشييدها وفق معايير مقاومة للزلازل ، ودعمها بدعامات **مطاطية** و**فولاذية**، واستخدام أنابيب مرنة للمياه والغاز ؛ لتقليل الانهيار والحرائق.

٤. لخص كيف تستخدم الموجات الزلزالية في تحديد موقع مركز الزلزال؟

يحسب الفرق بين زمن وصول الموجات الأولية **P** والثانوية **S** إلى ثلاث محطات رصد على الأقل، ثم تُرسم دائرة حول كل محطة. وتحدد نقطة تقاطع الدوائر موقع المركز السطحي للزلزال.

٥. التفكير الناقد اشرح كيف يمكن تصنيف زلزال

بقوة ٨ على مقياس ريختر بأنه زلزال ذو شدة قليلة على مقياس ميركالي؟

لأن **مقياس ريختر** يقيس الطاقة المتحررة، بينما يقيس **ميركالي** مقدار الدمار الذي يلاحظه الناس.

فإذا وقع الزلزال في منطقة قليلة السكان أو بعيدة عن المباني ، فقد تكون شدته على ميركالي قليلة رغم قوته الكبيرة.



تطبيق المهارات

٦. تكوين جدول واستخدامه استخدم الجدول ١ للبحث في الزلزال الذي حدث في إندونيسيا سنة ٢٠٠٠م، والزلزال الذي حدث في كاليفورنيا سنة ١٩٨٩م، والزلزال الذي حدث في إيران سنة ١٩٩٠م، مفسراً سبب الفروق الكبيرة بين أعداد الضحايا.

الزلزال	القوة حسب جدول الدرس	عدد القتلى	سبب اختلاف عدد الضحايا
إندونيسيا م ٢٠٠٠	٧,٩	١٠٣	تعرض عدد قليل نسبياً من السكان لأشد الاهتزازات.
كاليفورنيا م ١٩٨٩	٧,١	٦٢	وجود مبان أكثر مقاومة واستعداد أفضل لمواجهة الزلازل.
إيران ١٩٩٠م	٧,٧	٥٠,٠٠٠	كثرة المباني الضعيفة ووجود تجمعات سكانية قريبة من منطقة الزلزال.

إذن قوة الزلزال ليست العامل الوحيد الذي يحدد عدد الضحايا ؛ بل تؤثر أيضاً جودة المباني، وكثافة السكان، وموقع الزلزال، والاستعداد له. وتؤكد تقارير هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية أن المباني الهندسية في كاليفورنيا أدت أداءً جيداً ، بينما أسهم ضعف المباني في ارتفاع خسائر زلزال إيران.



البراكين

في هذا الدرس

الأهداف

- **شرح** كيف تؤثر البراكين في الناس.
- **تصف** كيف تُنتج البراكين موادَّ مختلفة.
- **تقارن** بين كيفية تكوُّن الأشكال الثلاثة من البراكين.

الأهمية

قد تعرّض الثورانات البركانية الإنسان والمخلوقات الحية لمخاطر كبيرة.

مراجعة المفردات

الصحارة صخور مصهورة في باطن الأرض.

المفردات الجديدة

- البركان
- اللابة
- البركان الدرعي
- البركان المخروطي
- البركان المركب

الشكل ١٠ تخرج المقذوفات الصلبة المتنوعة عند ثوران البركان.

كيف تتشكل البراكين؟

عند قلب زجاجة تحتوي على عصير كثيف (مركّز) تصعد فقائيع الهواء الموجودة فيه إلى أعلى. وهذا يشبه إلى حد كبير ما يحدث للصخور المنصهرة؛ حيث تجبر على الصعود إلى سطح الأرض من قبل الصخور المحيطة بها ذات الكثافة العالية. وتؤدي الصهارة الصاعدة إلى حدوث ثوران بركاني، لا يلبث أن يأخذ في التصلب، بينما تستمرّ الغازات في الخروج منه، ويتشكّل في النهاية جبل قمعي الشكل يُسمّى **البركان** Volcano. وعندما تتدفق الصهارة على سطح الأرض من فوهة البركان فإنّها تُسمّى **اللابة** Lava. تحتوي البراكين على فتحات دائرية عند قممها تُسمّى فوهة البركان. حيث يتم قذف اللابة والمواد البركانية الأخرى من خلالها.

تُلقي بعض الثورانات المتفجرة اللابة والصخور في الهواء آلاف الأمتار، وتُسمّى هذه القطع الصخرية أو اللابة المتصلبة المتساقطة من الهواء بالمقذوفات الصلبة. ويتراوح حجم المقذوفات الصلبة بين غبار ورماد بركاني، وصخور كبيرة تُسمّى قنابل بركانية، كما في الشكل ١٠.





(ب) تتعرض الأجسام التي تقع على طريق تدفق الفتات البركاني للدمار الكامل.



(أ) يؤدي الرماد البركاني الذي يغطي المنطقة إلى تدمير المنشآت، وقد يشكل تدفقًا طينيًا إذا امتزج بالأمطار.

أخطار البراكين اعتبر بركان جبل سوفريير الذي يقع في جزر الكاريبي بركانًا خامدًا، ولكنه في عام ١٩٩٥ م وبتقدير من الخالق عز وجل فاجأ السكّان بنشاط بركاني؛ فقد قذف الرماد إلى ارتفاع وصل أكثر من ١٠٠٠٠ متر في الهواء، فغطى الرماد مدينة "بلايموث" والعديد من القرى المجاورة، كما يظهر في الصورة (أ) من الشكل ١١.

ومن المخاطر التي تنتج عن ثوران البراكين تدمير المدن والقرى بسبب الانهيارات والتدفقات الطينية الملتهبة، وإغلاق الموانئ والمطارات. وقد يصل الرماد البركاني أثناء نشاط البركان إلى ارتفاعات تزيد على ١٤٠٠٠ م في الهواء، ثم يترسب هذا الرماد على سطح الأرض، وقد يتبعه حدوث تدفقات طينية عند هطول أمطار غزيرة.

ومن المخاطر الأخرى التي قد تتعرض لها المدن تدفق الفتات البركاني، الذي يمكن أن يحدث في أي وقت وعلى أي جانب من البركان. وتدفق الفتات البركاني عبارة عن انهيارات سريعة لصخور حارة متوهجة مصحوبة بغازات حارة، كما في الصورة (ب) من الشكل ١١، وقد تصل سرعة انتقال هذه التدفقات إلى ٢٠٠ كم/ ساعة. وقد تتحوّل مساحات شاسعة من الأراضي الخصبة إلى أراض قاحلة بسبب حدوث البراكين. وهذا يؤدي إلى هجرة العديد من السكان إلى أماكن مجاورة أكثر أمنًا.

أشكال البراكين

تعلمت سابقًا أنّ البراكين يمكن أن تسبب دمارًا كبيرًا. وعلى الرغم من ذلك فإنّ البراكين تضيف صخرًا جديدًا إلى قشرة الأرض مع كل ثوران. وتختلف البراكين بعضها عن بعض في طريقة إضافتها صخورًا جديدة إلى القشرة الأرضية؛ إذ يؤدي اختلاف أنواع الثوران إلى اختلاف أنواع البراكين.

١. الجيلاتين يمثل الحمم - الكيس البلاستيكي يمثل القشرة الأرضية - الثقب يمثل فوهة البركان.
٢. القوة الطبيعية التي قلّدتها هي نشأة الضغط في القشرة الأرضية.
٣. الغازات والأبخرة الحارة جدًا.

تجربة

عمل نموذج للثوران البركاني

الخطوات

١. املاً كيسًا بلاستيكيًا ذاتي الإغلاق إلى نصفه بجيلاتين أحمر.
٢. أغلق الكيس، واضغط على الجيلاتين حتى يصل إلى أسفل الكيس.
٣. اثقب الكيس من أسفل مستخدمًا قلمًا.

التحليل

١. أيّ أجزاء البركان يمثله كل من الجيلاتين، والكيس البلاستيكي، والثقب.
٢. ما القوة الطبيعية التي قلّدتها عندما دفعت الجيلاتين إلى أسفل الكيس البلاستيكي؟
٣. ما العوامل التي تؤدي إلى زيادة هذه القوى وحدوث الثوران البركاني في الطبيعة؟

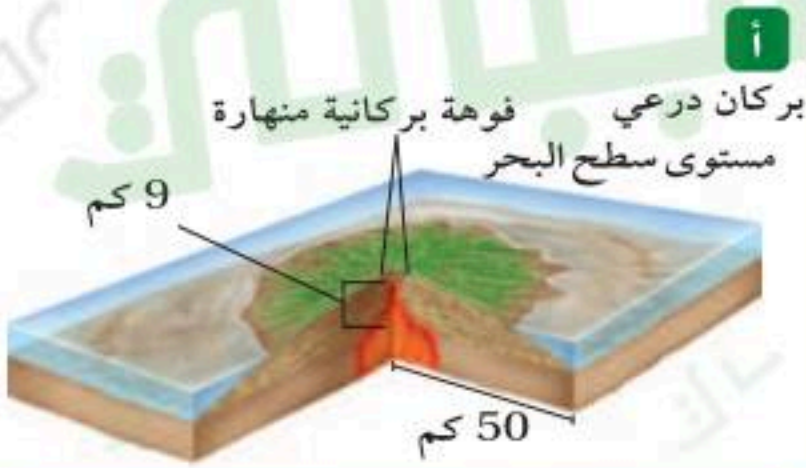
في المنزل

البراكين

ارجع إلى المواقع الإلكترونية الموثوقة عبر شبكة الإنترنت للحصول على معلومات حول البراكين النشطة في العالم.

نشاط قارن بين أي براكين نشطين، ونظم المعلومات التي حصلت عليها في جدول، ذاكرًا تاريخ ثوران كل منهما، ومساحة الأرض التي تم تدميرها، وشكليهما. ضمّن تقريرك المعلومات والجداول، ثم اعرضه على زملائك.

الشكل ١٢ تختلف التضاريس البركانية من حيث الشكل والحجم.



ب إن طبيعة السيولة في اللابة البازلتية تكون تدفقات واسعة تمتد على مساحات شاسعة من سطح الأرض، كما في جبل مار في حرة رهط في المملكة العربية السعودية.

ما الذي يحدّد طريقة ثوران البركان؟



تثور بعض البراكين بقوة، بينما يتدفق بعضها الآخر بهدوء؛ إذ يلعب تركيب الصهارة دورًا كبيرًا في تحديد طريقة تفريغ الطاقة أثناء ثوران البركان، فاللابة التي تحوي نسبة عالية من السليكا (مركّب يتكون من السليكون والأكسجين) تكون ذات كثافة (لزوجة) أكبر، ومن ثمّ تقاوم التدفق أكثر، ممّا يؤدي إلى ثوران البركان بعنف، بينما تتدفق اللابة المحتوية على الحديد والماغنسيوم وكميّات قليلة من السليكا بسهولة أكبر، ممّا يؤدي إلى ثوران البركان بهدوء، كما تلعب كمية بخار الماء والغازات الأخرى الموجودة في اللابة دورًا في كيفية ثوران اللابة.

عند رجّ زجاجة مشروبات غازية قبل فتحها يزداد ضغط الغاز الذي بداخلها، ويتحرّر الضغط فجأة عند فتحها. وبالمثل تزيد الغازات الضغط في الصهارة، ويبدأ ضغط هذه الغازات في التحرّر أثناء صعود الصهارة إلى سطح الأرض إلى أن يثور البركان في نهاية المطاف عند حدود الصفائح وعندما تغطس صفيحة أرضية أسفل صفيحة أخرى تنقل معها الماء من سطح الأرض إلى الستار ونتيجة ارتفاع الضغط والحرارة يتحول الماء إلى بخار ماء.

وتميل اللابة الغنية بالسليكا ذات اللزوجة العالية إلى حبس بخار الماء والغازات الأخرى فيها، ويؤدي تسخين البخار عند درجات حرارة عالية إلى توليد ضغط هائل على هذه الصهارة السميكة الغنية بالسليكا. وعند وصول الضغط إلى حدّ معين يحدث ثوران البركان. وتحدّد نوعية اللابة المتكونة والغازات الموجودة نوعية الثوران الناتج.

البراكين الدرعية تتدفق اللابة البازلتية الغنية بالحديد والماغنسيوم، التي تحوي نسبة قليلة من السليكا في صورة طبقات أفقية منبسطة. ويؤدي تراكم هذه الطبقات إلى تكوّن بركان واسع الامتداد، له جوانب قليلة الانحدار يُسمّى **البركان الدرعي** Shield volcano، الشكل ١٢-أ. تعدّ البراكين الدرعية أكبر أنواع البراكين، وتكوّن في المناطق التي تندفع فيها الصهارة من أعماق كبيرة إلى أعلى. ومن البراكين الدرعية بركان جبل مار في حرة رهط في المملكة العربية السعودية، انظر الشكل ١٢-ب.

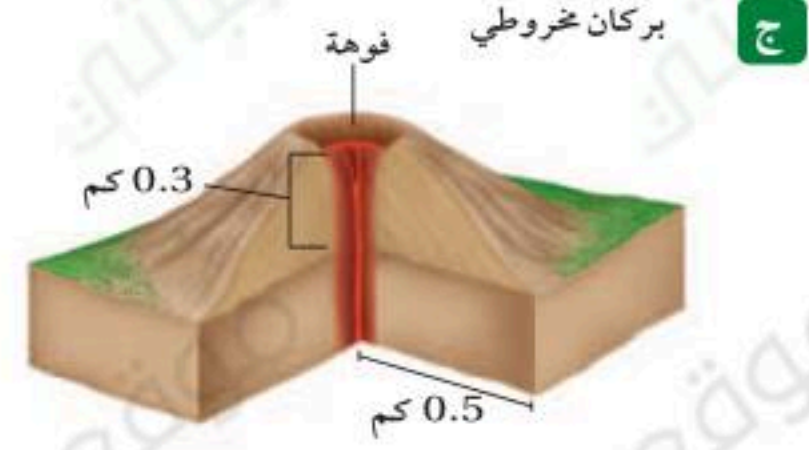
ماذا قرأت؟ ما المواد التي تتكوّن منها البراكين الدرعية؟

اللابة البازلتية الغنية بالحديد والماغنسيوم ونسبة ضئيلة من السليكا.

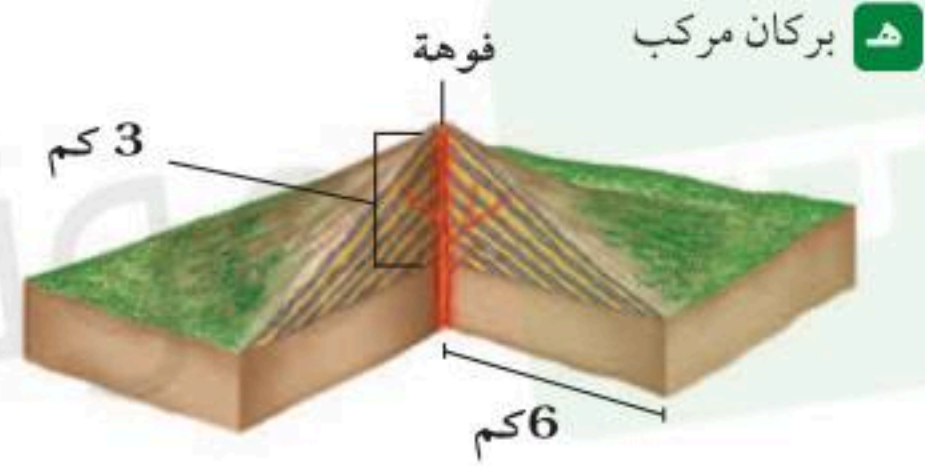
البراكين المخروطية تجمع الصهارة الغازات أثناء صعودها إلى سطح الأرض، وعندما تُحدث الغازات ضغطاً كافياً يحدث الثوران البركاني. ويقذف الثوران البركاني المتوسط الشدة والقوي الغبار والرماد البركاني واللابة في الهواء، لتصل إلى ارتفاعات كبيرة، ثم تتصلب المادة المقذوفة بسرعة في الهواء، وتعود إلى الأرض. وتشكل المقذوفات الصلبة عند سقوطها على الأرض مخروطاً صغيراً من المواد البركانية، يُسمى **البركان المخروطي** Cone volcano، الشكل ١٢-ج. وتوجد هذه البراكين على ارتفاعات أقل من ٣٠٠ م، وتشكل عادة على هيئة مجموعات بجانب براكين كبيرة. ولا يدوم ثوران هذه البراكين فترة طويلة؛ لأن الثوران يحدث بسبب المحتوى الغازي العالي؛ إذ يتوقف الثوران بعد تحرر الغازات. ومن البراكين المخروطية بركان حرة البرك، الشكل ١٢-د.

البراكين المركبة تتكوّن البراكين المركبة Composite volcano من تتابع طبقات اللابة والمقذوفات الصلبة، وتأخذ شكل جبال حادة الجوانب. إذ تثور هذه البراكين أحياناً بقوة، فتخرج منها كميات كبيرة من الرماد والغاز، تُشكل هذه المواد طبقة من المقذوفات الصلبة، يتبع ذلك ثوران هادئ للبركان مشكلاً طبقة من اللابة، الشكل ١٢-هـ. ومن البراكين المركبة في المملكة العربية السعودية بركان جبل القدر شمال شرق المدينة المنورة، انظر الشكل ١٢-و.

ثوران الشقوق تترشح الصهارة ذات السيولة العالية في هذا النوع من البراكين من شقوق في سطح الأرض. وتتميز اللابة في هذه البراكين بلزوجة قليلة، ممّا يعني أنها تنساب بسهولة فوق الأرض لتكوّن انسياباً بازليّاً. تشكل الانسيابات البازلتية التي تعرضت للتعرية منذ ملايين السنين مناطق منبسطة وواسعة تُسمى الهضاب البازلتية، انظر الشكل ١٢-ز. ومن أشهر الأمثلة على هذا النوع من البراكين في المملكة العربية السعودية ما يعرف بالحرّات، ومنها حرة رهط.



د فوهة أحد البراكين المخروطية



و البراكين المركبة متوسطة الحجم والشكل مقارنة بالبراكين الدرعية والبراكين المخروطية.



ز من الأمثلة على ثوران الشقوق حرة رهط.



الجدول ٢ سبعة ثورانات تم اختيارها عبر التاريخ

البركان (السنة)	النوع	قوة الثوران	محتوى السليكا	محتوى الغازات	نواتج الثوران
كراكاتوا، إندونيسيا ١٨٨٣م	مركب	مرتفعة	مرتفع	مرتفع	غاز، حمم، رماد
كاتماي، الأسكا ١٩١٢م	مركب	مرتفعة	مرتفع	مرتفع	لاية، رماد، غاز
باريكوتين، المكسيك ١٩٤٣م	مخروط	متوسطة	مرتفع	منخفض	غاز، حمم، رماد
هيلجافيل، آيسلندا ١٩٧٣م	مخروط	متوسطة	منخفض	مرتفع	غاز، رماد
هيلينز، واشنطن ١٩٨٠م	مركب	مرتفعة	مرتفع	مرتفع	غاز، رماد
كيلاوا، هاواي ١٩٨٩م	درع	منخفضة	منخفض	منخفض	غاز، لاية
سوفريير، مونتيرات ١٩٩٥م	مركب	مرتفعة	مرتفع	مرتفع	غاز، رماد، صخور

ثوران البركان

تجربة عملية

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين الإنشائية



لقد قرأت عن بعض المتغيرات التي تحدّد نوع الثوران البركاني. ادرس الجدول ٢ جيداً، حتى تتمكن من تلخيص تلك العوامل. وستتعلم في الدرس اللاحق العلاقة بين نوع الصهارة الناتجة وبين خصائص الصفائح الأرضية.



اختبر نفسك

١. حدّد أي أنواع ثورانات اللابة تغطي أكبر مساحة من سطح الأرض؟
ثوران الشقوق؛ لأن اللابة البازلتية قليلة اللزوجة تناسب بسهولة وتغطي مساحات واسعة.

٢. صف المخاطر الناتجة عن البراكين.
قد تؤدي إلى تدمير المدن والقرى، وتلوث الهواء، وإغلاق المطارات والموانئ، كما تسبب تدفقات طينية وانهيارات وتدفقات فتات بركاني شديدة الحرارة.

٣. اشرح لماذا تكون جوانب البركان المخروطي حادة؟
لأن المقذوفات الصلبة الخارجة من البركان تتساقط وتتراكم حول فوهته، فتكون جوانب شديدة الانحدار.

٤. اذكر أنواع المواد التي تتكوّن منها البراكين المركبة.
تتكون من طبقات متتابعة من اللابة المتصلبة والمقذوفات الصلبة، مثل الرماد والصخور البركانية.

٥. التفكير الناقد لماذا تتفجر الصحارة الغنية بالسليكا؟
لأنها لزجة وكثيفة فتحبس الغازات وبخار الماء داخلها، فيزداد الضغط حتى يحدث ثوران انفجاري.

تطبيق الرياضيات

٦. حلّ معادلة بسيطة يرتفع بركان حرة ثنان ١٦٥٠ م عن سطح البحر، ويرتفع بركان حرة البرك ٣٨١ م. كم مرة يساوي ارتفاع بركان حرة ثنان ارتفاع بركان حرة البرك؟

نفترض أن عدد المرات = س:

$$١٦٥٠ = ٣٨١ \times س$$

$$س = ١٦٥٠ \div ٣٨١ = ٤,٣٣$$

إذن ارتفاع بركان حرة ثنان يساوي نحو ٤,٣٣ مرة ارتفاع بركان حرة البرك.



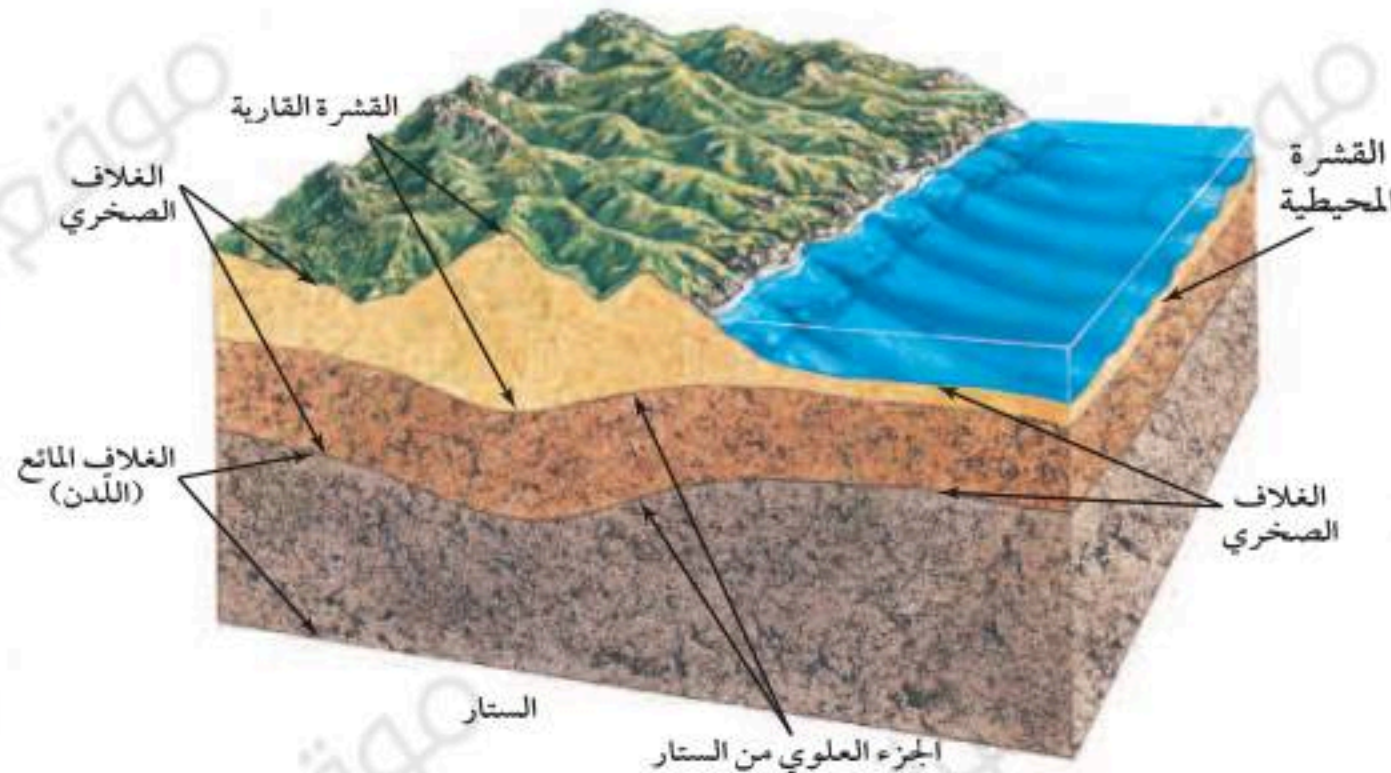
الصفائح الأرضية وعلاقتها بالزلازل والبراكين

الصفائح الأرضية

طور العلماء عام ١٩٦٠م نظرية الصفائح الأرضية اعتمادًا على فرضيات سابقة وضعت لتفسير المعالم والأحداث الجيولوجية على سطح الأرض. وتنص نظرية الصفائح الأرضية على أن **الغلاف الصخري** Lithosphere المكون من القشرة الأرضية وأعلى الستار مقسم إلى قطع يسمى كل منها **صفحة** Plate. تتحرك هذه القطع على طبقة لدنة من الستار تسمى **الغلاف المائع** Asthenosphere. وينتج عن هذه الحركة جميع المعالم والأحداث الجيولوجية، ومنها الزلازل والبراكين وتكوّن الجبال وتشكل المحيطات.

تركيب الصفائح الأرضية تتكون الصفائح الأرضية من القشرة الأرضية والجزء العلوي من الستار، كما يظهر في الشكل ١٣، وفي ما يعرف بالغلاف الصخري، وهو عبارة عن نطاق صلب سُمكه حوالي ١٠٠ كم. وكثافته غالبًا أقل من كثافة المواد التي تقع أسفل منه. وتطفو الصفائح الصلبة، وتتحرك فوق الغلاف المائع.

تقسم الصفائح الأرضية إلى صفائح محيطية تقع أسفل المحيط، وصفائح قارية تشكل القارات. وتتميز الصفائح المحيطية بأنها أكبر كثافة وأقل سمكًا من الصفائح القارية.



الشكل ١٣ تتكون صفائح الغلاف الصخري من القشرة المحيطية والقشرة القارية وأعلى الستار الصلب.

في هذا الدرس

الأهداف

- **توضح** علاقة مواقع البراكين ومراكز الزلازل السطحية بحدود الصفائح.
- **تشرح** كيف تسبب الحرارة في باطن الأرض حركة الصفائح.

الأهمية

توضح نظرية الصفائح التكتونية كيف تتشكل الكثير من المعالم الأرضية، وتنتج عن حركتها معظم الزلازل والبراكين.

مراجعة المفردات

اللابة (الحمم) الصهارة المتدفقة على سطح الأرض.

المفردات الجديدة

- الغلاف الصخري • الصفائح
- الغلاف المائع • حفرة الانهدام
- البقعة الساخنة



حدود الصفائح المتحركة

إذا حركت عددًا من الطااولات في غرفة الرياضة فقد تتصادم طاولتان أو ثلاث منها، كما في الشكل ١٤. ولكن ماذا يحدث لو استمرّ الطلاب في دفع الطااولات المتصادمة؟ قد تتسبب طاولة في إيقاف طاولة أخرى عن الحركة. لكن إذا دفع أحد الطلاب بقوة كافية فإن الطااولات سينزلق بعضها بجانب بعض، وقد تنزلق إحدى الطااولات فوق طاولة أخرى.

إنّ حركة الطااولات وإمكان تصادم بعضها ببعض تشبه حركة قطع الغلاف الصخري المكون من القشرة الأرضية وأعلى الستار، والتي تسمى الصفائح.

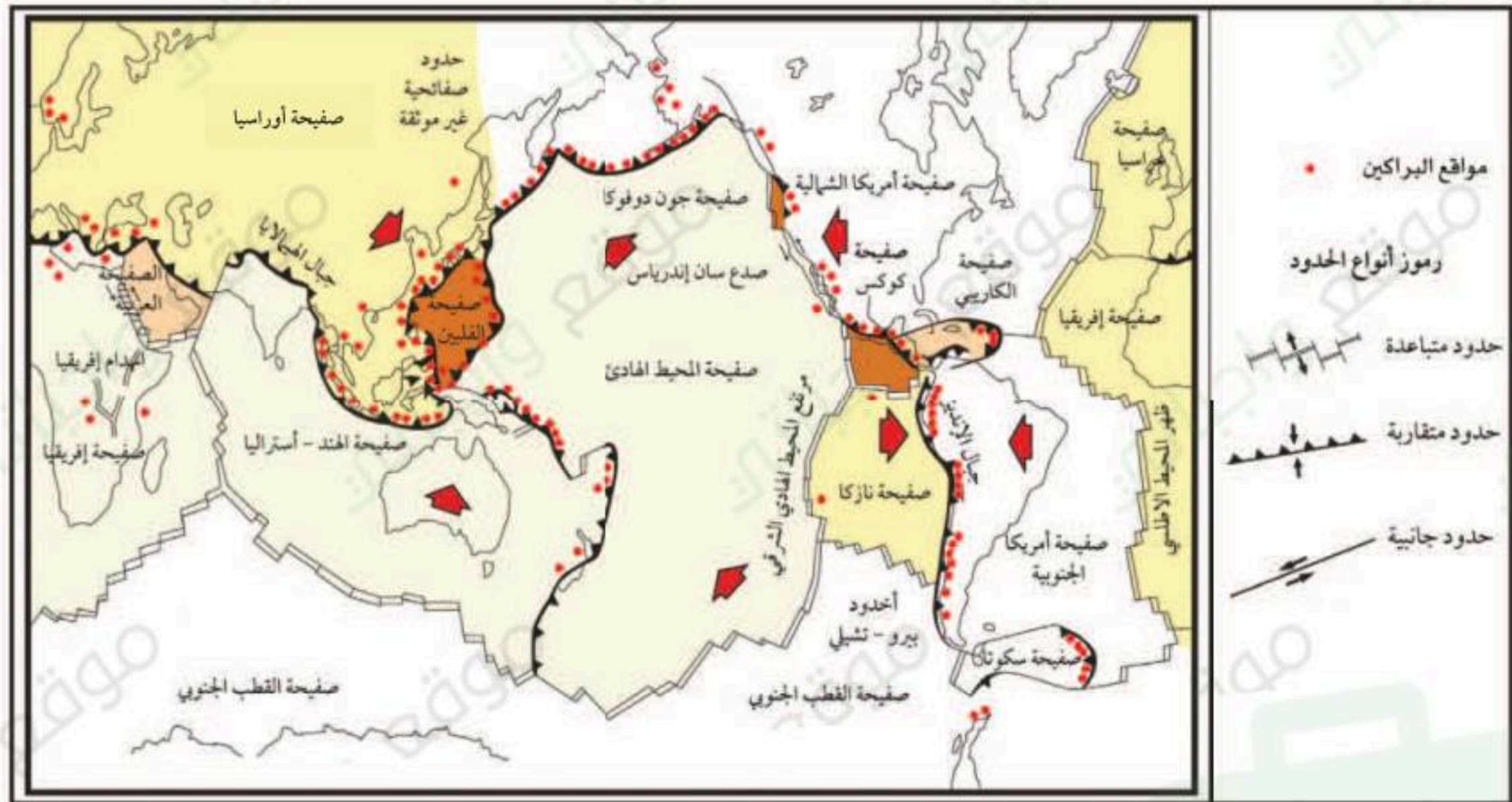
وتسمى الحدود الفاصلة بين هذه الصفائح حدود الصفائح وهي تصنف اعتمادًا على حركة الصفائح الأرضية إلى حدود تقارب، وحدود تباعد، وحدود جانبية (تحويلية). فإذا تحركت الصفائح بعضها نحو بعض فتقاربت أو تصادمت سميت حدودًا متقاربة. أما إذا ابتعد بعضها عن بعض فتسمى حدودًا متباعدة. وتسمى حدودًا جانبية إذا تحركت الصفائح أو انزلق بعضها بمحاذاة بعض. وينجم عن حركة الصفائح الزلازل والبراكين.

ما أنواع حدود الصفائح؟ 

حدود تقارب وحدود تباعد وحدود جانبية (تحويلية).

الشكل ١٤ تشبه حركة الصفائح الأرضية بعضها في اتجاه بعض حركة انزلاق الطااولتين التي تظهر في الصورة. ويُعدّ تفاعل الصفائح بعضها مع بعض عاملاً مهمًا في تحديد مواقع الزلازل والبراكين.





أين تتشكل البراكين؟

عند دراسة مواقع البراكين ومواقع حدود الصفائح على سطح الأرض نلاحظ أن معظم البراكين تتكوّن على حدود الصفائح. ادرس الشكل ١٥. هل يمكن ملاحظة العلاقة بين النشاطات البركانية والصفائح الأرضية؟ قد تكون الطاقة المخزنة في الصفائح الأرضية سبباً في تكوّن الصهارة في باطن الأرض. وتفسر حركة الصفائح عادةً سبب تكوّن البراكين في أماكن محدّدة.

الشكل ١٥ يتكوّن الغلاف الصخري للأرض من ١٣ صفيحة رئيسية. وتنتج نشاطات جيولوجية مهمة عن تقارب الصفائح وتباعدها وانزلاق بعضها بمحاذاة بعض عند حدود الصفائح.

حدود الصفائح المتباعدة تتحرّك الصفائح مبتعداً بعضها عن بعض في أماكن الحدود المتباعدة، ومع تباعد الصفائح تتكوّن شقوق طويلة بينها، تُسمّى **حفر الانهدام** (Rifts). تحوي حفر الانهدام شقوقاً تُمثّل ممرات تُسهّل خروج الصهارة التي نشأت في الستار. وتعدّ مناطق حفر الانهدام مثلاً على معظم المناطق التي تتدفق فيها اللابة على سطح الأرض. ويحدث ثوران الشقوق غالباً على امتداد مناطق حفر الانهدام، مثل حفرة الانهدام الإفريقي العظيم، حيث تبرد اللابة وتتصلب مكونة البازلت، وهو أكثر الصخور وفرة في القشرة المحيطية. ومن أشكال البراكين التي تتشكل في مناطق حدود الصفائح المتباعدة البراكين الدرعية الشكل ١٢-أ.

ماذا قرأت؟ من أين تنشأ الصهارة على امتداد الحدود المتباعدة؟

تنشأ في طبقة الستار في باطن الأرض.



درجة الانصهار

تعرف درجة انصهار المادة أنها درجة الحرارة التي تتحول عندها المادة من صلبة إلى سائلة. وتعتمد درجة حرارة انصهار المادة على الضغط؛ إذ يؤدي اختلاف الضغط إلى رفع درجة الانصهار أو خفضها حسب نوع المادة. ابحث في تأثير انخفاض الضغط في تكوّن الصهارة في مناطق التباعد.

درجة الانصهار عندما يدفع صخر حار جدًا، وهو ما زال في حالة الصلابة من الستار في اتجاه الأعلى فإن انخفاض الضغط يؤدي بالصخر إلى انصهاره.

الشكل ١٦ تشكّلت جزر هاواي وما زالت تتشكل نتيجة حركة صفيحة المحيط الهادئ فوق بقعة ساخنة. يوضح السهم أنّ صفيحة المحيط الهادئ تتحرك نحو الشمال والشمال الغربي.



حدود الصفائح المتقاربة من الأماكن الشائعة لتكوّن البراكين أماكن الحدود المتقاربة؛ إذ تغوص الصفيحة المحيطية التي كثافتها أكبر أسفل الصفيحة الأخرى، فتتشكّل البراكين تحت هذه الظروف. ومن أشكال البراكين التي تتكون عند هذه الحدود البراكين المركبة الشكل ١٢-و.

فعند غوص صفيحة محيطية أسفل صفيحة أخرى ينزل البازلت والرسوبيات التي تغطي قشرة المحيط إلى الستار، فتقلل كمية المياه الموجودة في الرسوبيات والبازلت درجة انصهار الصخور المحيطة، وتؤدي حرارة الستار عندها إلى صهر جزء من الصفيحة الغاطسة والصخور التي تعلوها، مكونة الصهارة. تصعد هذه الصهارة إلى أعلى مكونة براكين على السطح. وتتكون جميع البراكين التي تحيط بالمحيط الهادئ بهذه الطريقة، حيث تغوص صفيحة المحيط الهادئ أسفل الصفائح الأخرى. ويُسمّى حزام البراكين الذي يحيط بالمحيط الهادئ بالحزام الناري للمحيط الهادئ، كما هو موضح في الشكل ١٥.

البقع الساخنة تُعدّ جزر هاواي مثالاً على الجزر البركانية. ولم تتكوّن هذه الجزر على حدود الصفائح، وإنما في وسط صفيحة المحيط الهادئ. فما العمليات التي أدّت إلى تشكيلها؟ تُجبر كتل كبيرة من الصهارة - تُسمى **البقع الساخنة** Hot spots - على الصعود إلى أعلى، خلال الستار والقشرة، كما في الشكل ١٦. يعتقد العلماء أنّ ذلك ما يحدث للبقعة الساخنة الموجودة حاليًا أسفل جزيرة هاواي.

✓ **ماذا قرأت؟** ماذا يقصد بالبقعة الساخنة؟

مناطق تقع في وسط الصفيحة الأرضية تندفع منها الصهارة إلى أعلى خلال الستار والقشرة الأرضية.

تتكوّن البراكين على سطح الأرض عادة في مناطق الانهدام، وفوق البقع الساخنة وحيث تغوص الصفائح بعضها أسفل بعض (مناطق الطرح). وتصعد الصهارة من هذه المناطق من أعماق الأرض إلى السطح في كل مكان، فتتساب اللابة على السطح، وتتراكم مع الزمن على شكل طبقات، أو تكوّن مخروطًا بركانيًا.





حركة الصفائح تسبب الزلازل

ضع دفتريْن على طاولة، على أن تكون حواف الصفحات بعضها مقابل بعض، ثم ادفع الدفتريْن أحدهما نحو الآخر ببطء. ستلاحظ أن الأوراق بدأت تنثني نحو الأعلى بسبب الدفع. وإذا استمرت عملية الدفع فإنَّ أحد الدفتريْن سينزلق أسفل الآخر فجأة، وتحرر الطاقة وهذا يشبه ما يحدث عند حدوث الزلازل.

الآن، تخيل ما يحدث إذا تحركت الصفائح مثل حركة الدفتريْن. ماذا يحدث إذا تصادمت الصفائح بعضها ببعض، وتوقفت عن الحركة؟ إنَّ القوى المتولدة في الصفائح العالقة ستؤدي إلى تكوُّن إجهادات. قد تنشوه حواف الصفيحتين في أماكن التقائها، وعند تجاوز حدِّ المرونة ستنكسر الصخور، ويحدث ارتداد مرِن للصخر، فتتولد اهتزازات، هذه الاهتزازات هي الزلازل.

وتحدث الزلازل غالبًا عند حدود التقارب، أو عندما تبتعد الصفائح بعضها عن بعض عند حدود التباعد، أو عندما تتحرك الصفائح بعضها بمحاذاة بعض عند حدود التحول (الحدود الجانبية).

مواقع الزلازل إذا نظرت إلى خريطة زلزالية فستلاحظ أن معظم الزلازل تتركز في صورة أحزمة مميزة؛ حيث يتركز ٨٠% من الزلازل على طول حزام المحيط الهادي الناري، وهو حزام البراكين نفسه. وإذا قارنت بين الشكل ١٥ والشكل ١٧ فستلاحظ العلاقة بين المواقع السطحية للزلازل وحدود الصفائح. وتنتج عن حركة الصفائح قوى تعمل على توليد الطاقة المسببة للزلازل.

الربط مع

اللغة

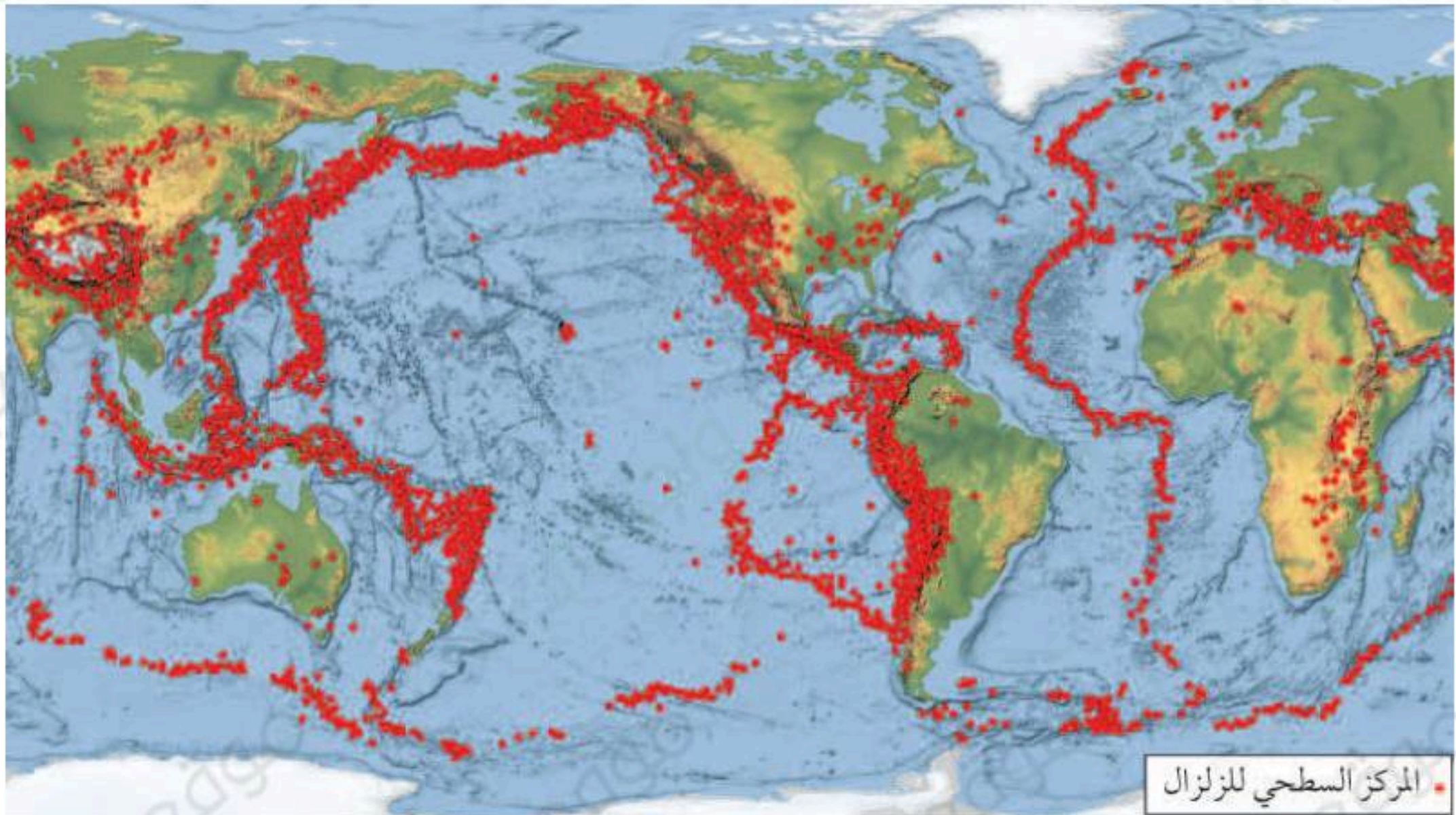


الاحتكاك قوة إعاقة تنشأ بين جسمين، وتؤثر في عكس اتجاه الحركة.

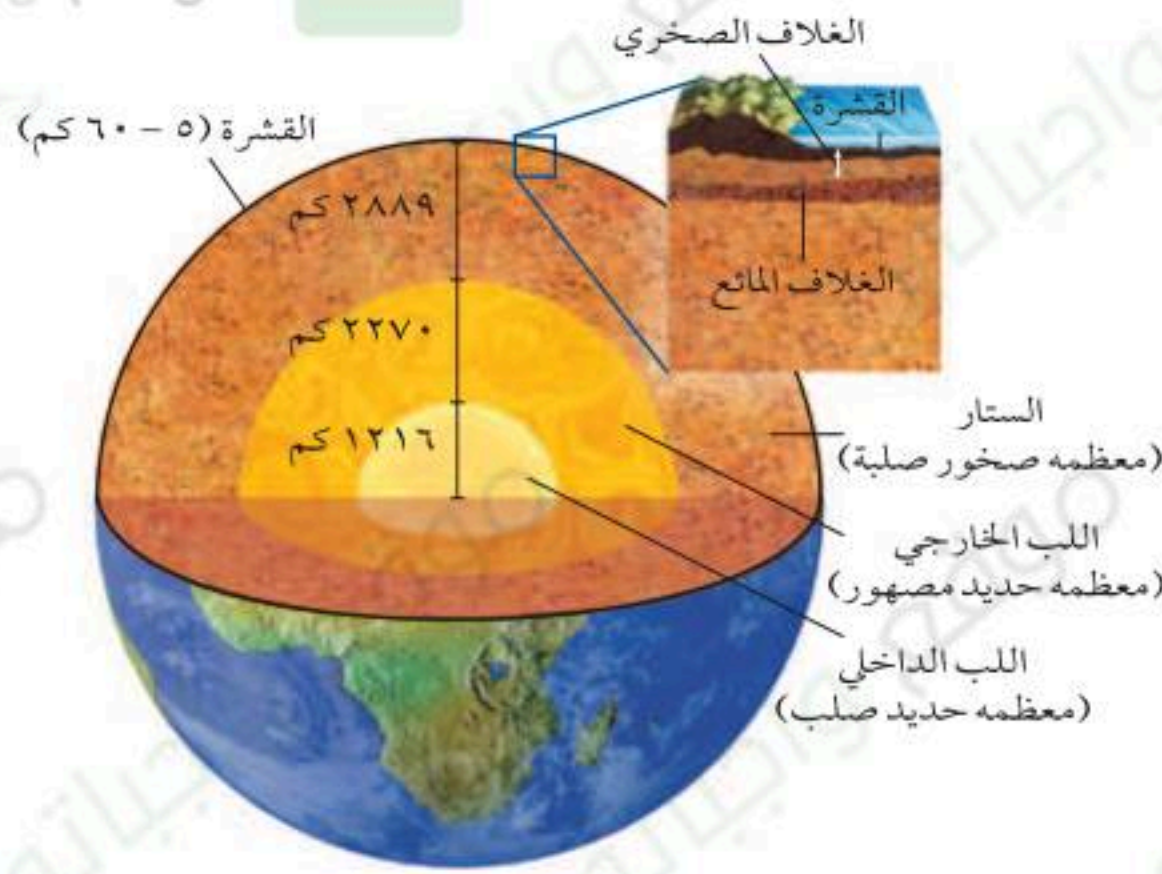
ابحث عن الاستخدامات المختلفة لكلمة "الاحتكاك" في اللغة.

الاحتكاك عندما تلتقي صفيحتان أرضيتان فإن الاحتكاك يمنعهما من الحركة بسهولة فتتحرك إحداهما بمحاذاة الأخرى. وفي الأدب، قد يحدث الاحتكاك بين شخصين غير منسجمين.

الشكل ١٧ خريطة تمثل مواقع الزلازل التي حدثت بين عامي ١٩٩٠-٢٠٠٠ م.



المركز السطحي للزلازل



الشكل ١٨ لقد مكّنت الموجات الزلزالية المتولدة من الزلازل العلماء من معرفة تركيب ومكونات باطن الأرض.

صفائح الأرض وباطنها لقد توصل العلماء إلى معرفة الكثير عن باطن الأرض والصفائح الأرضية من خلال دراسة الموجات الزلزالية. تعتمد الكيفية التي تنتقل بها الموجات الزلزالية خلال المواد على خصائص تلك المواد التي تمر من خلالها. إنّ دراسة الموجات الزلزالية ومعرفة سرعتها عبر المواد المختلفة، وكيفية انتقالها في طبقات الأرض مكّنت العلماء من رسم المناطق الرئيسة للأرض، كما في الشكل ١٨. فقد تم مثلاً اكتشاف الغلاف المائع (اللّدن) عندما لاحظ العلماء أنّ سرعة الموجات الزلزالية تنخفض عندما تتخطى قاع الغلاف الصخري، وتشكّل هذه الطبقة المنصهرة جزئياً طبقة أكثر سخونة وأقلّ صلابة، ممّا يُسهّل حركة الصفائح الصخرية الباردة فوقها.

احسب

تطبيق الرياضيات

الكثافة وسرعة الموجات		
الوسط	الكثافة	سرعة موجات P
القشرة	٢,٨ جم/سم ^٣	٦ كم/ث
الستار العلوي	٣,٣ جم/سم ^٣	٨ كم/ث

زمن وصول موجات P تختلف سرعة موجات P. تبعاً لكثافة الوسط الذي تنتقل خلاله في باطن الأرض. كيف يمكنك حساب الزمن الذي تستغرقه موجات P للانتقال عبر ١٠٠ كم من قشرة الأرض؟

الحل:

١ المعطيات

٢ المطلوب

٣ طريقة الحل

٤ التحقق من الحل

$$\begin{aligned} & \bullet \text{ السرعة} = ٦ \text{ كم/ث} \\ & \bullet \text{ المسافة} = ١٠٠ \text{ كم} \\ & \text{كم تستغرق موجات P حتى تعبر المسافة؟} \\ & \text{الزمن} = \frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}} = \frac{١٠٠ \text{ كم}}{٦ \text{ كم/ث}} = ١٦,٧ \text{ ثانية} \\ & \text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \frac{١٠٠ \text{ كم}}{١٦,٧ \text{ ث}} = ٦ \text{ كم/ث} \end{aligned}$$

مسائل تدريبية

١. احسب الزمن الذي تستغرقه موجات P للانتقال مسافة ٣٠٠ كم في الستار العلوي.

سرعة موجات P في الستار العلوي = ٨ كم/ث .

الزمن = ٣٠٠ ÷ ٨ = ٣٧,٥ ثانية

إذن تستغرق الموجات ٣٧,٥ ثانية.

٢. ما الزمن الذي تستغرقه موجات P للانتقال ٥٠٠ كم في القشرة؟

سرعة موجات P في القشرة = ٦ كم/ث .

الزمن = ٥٠٠ ÷ ٦ = ٨٣,٣ ثانية تقريباً

إذن تستغرق الموجات نحو ٨٣,٣ ثانية، أي دقيقة و ٢٣,٣ ثانية تقريباً.

حركة الصفائح والنشاط البركاني في المملكة العربية السعودية

يتركز تأثير حركة الصفائح الأرضية في المملكة العربية السعودية حول حواف الصفيحة العربية، الشكل ١٩؛ حيث تتحرك الصفيحة العربية بشكل دوراني في اتجاه الشمال الشرقي، لذا فإن حدوث الزلازل والبراكين مرتبط مع هذه الحواف.

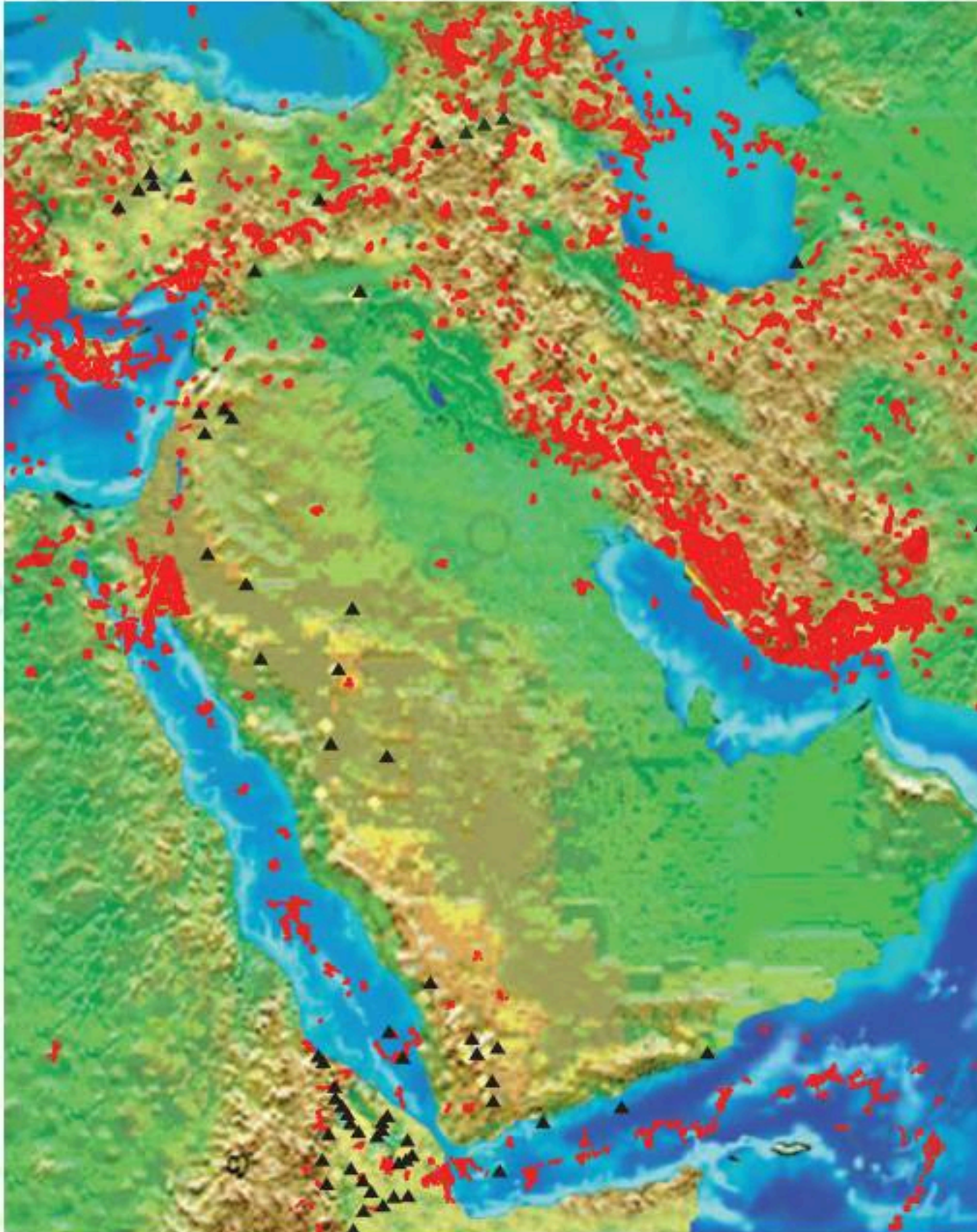
ويتركز النشاط الزلزالي في المملكة العربية السعودية على امتداد البحر الأحمر وحتى خليج العقبة، حيث تمثل هذه المناطق حدود تباعد بين الصفيحة العربية والصفيحة الإفريقية، كما أن هناك بعض النشاط الزلزالي حول بعض الحرات البركانية.

أما النشاط البركاني فيرتبط عادة مع حركة الصفيحة العربية. لذا فإن النشاط البركاني في المملكة يتركز في الجهة الغربية على امتداد ساحل البحر الأحمر؛ حيث تمثل حدود الصفيحة العربية مع الصفيحة الإفريقية. ويوجد في المملكة ١٢ حرة بركانية، من أهمها حرة رهط بالمدينة المنورة، وحرة الشاقة الشكل ١٢-ز.

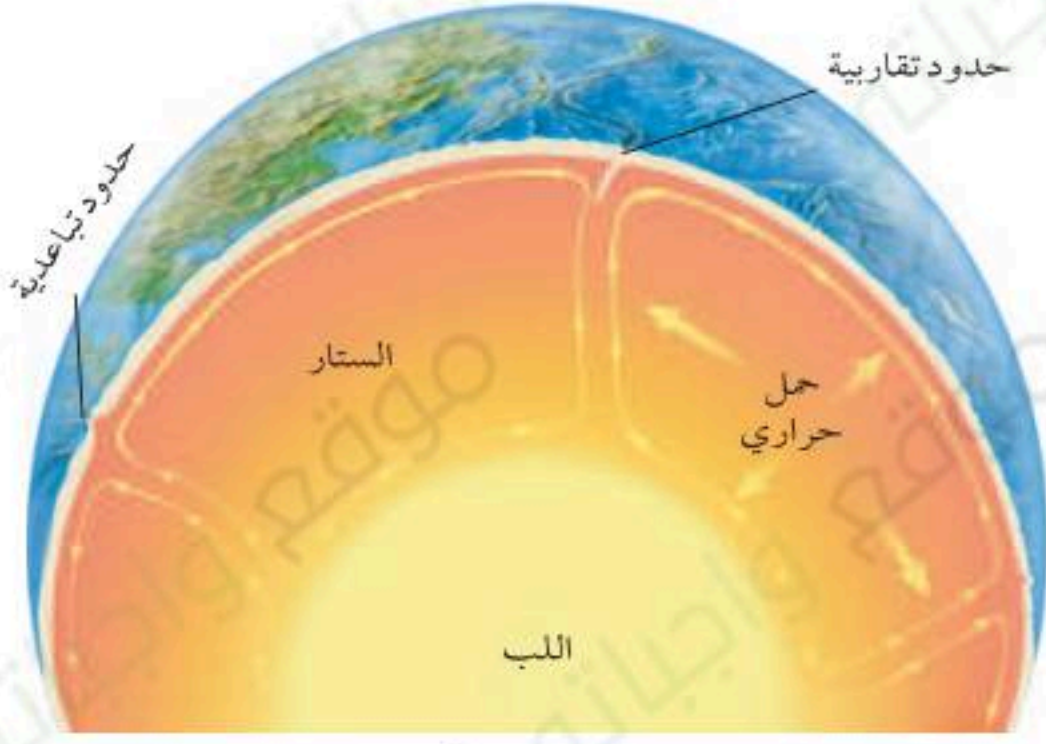
ماذا قرأت؟ ما حدود الصفائح المحيطة بالصفيحة العربية؟

تحيط بالصفيحة العربية حدود تباعد مع الصفيحة الإفريقية على امتداد البحر الأحمر، وحدود تصادم مع صفيحة أوراسيا شمالاً، وحدود جانبية (تحويلية) على امتداد حفرة الانهدام الأردنية السورية.

الشكل ١٩ توزيع الزلازل والبراكين على حدود الصفيحة العربية.



● المركز السطحي للزلازل ▲ البركان



الشكل ٢٠ تيارات الحمل في باطن الأرض تؤدي إلى تحريك الصفائح.

إشراء



يمكنك الرجوع للمتحف الوطني الافتراضي للاطلاع
على: فيلم عرض حركة القارات .

ما الذي يحرك الصفائح؟ هناك العديد من

الفرضيات حول مصدر الطاقة المحركة للصفائح. تنص إحداها على أن مادة الستار يتم تسخينها بواسطة لب الأرض، فتقل كثافتها، وتبعد إلى أعلى، ثم تبرد هذه المادة، فتتزل إلى أسفل في اتجاه اللب، مكونة تيارات الحمل. تقدم تيارات الحمل الحراري في باطن الأرض - كما هو موضح في الشكل ٢٠ - تفسيراً لحركة الصفائح الأرضية، والتي توفر ظروفاً لتشكل البراكين والزلازل حيث. تصعد الصهارة في بعض الأحيان في وسط الصفيحة؛ نتيجة وجود بقعة ساخنة في الستار. وقد تنتج البقع الساخنة عن تيارات حمل ضخمة في الستار.



اختبر نفسك

١. حدد ما نوع حدود الصفائح التي تشكّل عندها بركان حرة رهط؟
- حدود الصفائح المتباعدة بين الصفيحة العربية والصفيحة الإفريقية.**
٢. توقع على أي نوع من حدود الصفائح يحدث نشاط بركاني مصاحب لحفر الانهدام؟
- يحدث النشاط البركاني المصاحب لحفر الانهدام عند الحدود المتباعدة.**
٣. اشرح كيف تكوّنت براكين هاواي؟
- تكونت براكين هاواي نتيجة تحرك صفيحة المحيط الهادئ فوق بقعة ساخنة؛ فصعدت الصحارة عبر الستار والقشرة، وتكوّنت سلسلة الجزر البركانية.**
٤. السبب والنتيجة لماذا تكون الزلازل ذات البؤر العميقة مصاحبة للحدود المتقاربة؟
- لأن صفيحة تغوص أسفل أخرى عند الحدود المتقاربة إلى أعماق كبيرة، فتحدث الزلازل داخل الصفيحة الغاطسة؛ لذلك تكون بؤرها عميقة.**
٥. التفكير الناقد عندما تغطس صفيحة أسفل صفيحة أخرى عند حدود التقارب تنزل الرسوبيات الغنية بالماء والبالزلة إلى أعماق كبيرة في الستار. اشرح كيف تساعد المياه على تكون البراكين؟
- تعمل المياه الموجودة في الرسوبيات والبالزلة على خفض درجة انصهار الصخور المحيطة، فتكون الصحارة وتصلد إلى السطح مكونة البراكين.**

تطبيق المهارات

٦. تكوين فرضية. لاختبار نوع اللابة التي يمكن أن تشكّل بركان البقع الساخنة. اعتبر أن الصحارة في بركان البقع الساخنة تنتج عن مناطق عميقة داخل الستار الأرضي.

الفرضية: إذا كانت الصحارة ناتجة من مناطق عميقة داخل الستار، فإن اللابة المتكوّنة ستكون بازلتية قليلة السيليكا ومنخفضة اللزوجة؛ ولذلك تناسب بسهولة وتكون براكين درعية.

الموجات الزلزالية

سؤال من واقع الحياة

إذا أمسكت بطرف حبل وأمسك زميلك بالطرف الآخر، ثم بدأ أحدكما يهز طرف الحبل إلى الأمام والخلف فإنه بذلك يرسل موجة عبر الحبل على امتداد طوله. ضع مسطرة على حافة الطاولة، على أن يكون أقل من نصفها خارج الطاولة. إذا ثبتت المسطرة وثبتت طرفها الحر قليلاً ثم تركته فجأة فماذا تلاحظ؟ وما علاقة ما شاهدته في الحبل وما لاحظته على المسطرة بموجات الزلازل؟ وكيف تختلف موجات الزلازل؟



الأهداف

- توضّح حركة الموجات الأولية والثانوية والسطحية.
- تحدّد كيف تتحرك أجزاء النابض في أثناء كلّ موجة.

المواد والأدوات

- نابض حلزوني
- مسطرة مترية
- خيط قطن (أو صوف)

إجراءات السلامة



الخطوات

١. **انسخ** الجدول أدناه في دفتر العلوم.
٢. **اربط** خيطاً صغيراً عند كلّ ١٠ لفات من النابض.
٣. **ضع** النابض على سطح مستو ناعم، ثم شدّه حتى يصبح طوله مترين (إذا كان النابض صغيراً فشدّه حتى يصبح طوله متراً واحداً).
٤. **أمسك** نهاية النابض القريبة منك جيداً، ثم اطلب إلى زميلك أن يحدث موجة بهز الطرف الذي بيده بسرعة من جانب إلى آخر.
٥. **دوّن** ملاحظاتك في دفتر العلوم، وارسم في الجدول الموجة التي ولّدتها أنت وزميلك.
٦. **اطلب** إلى زميلك أن يثبت طرف النابض من جهته جيداً، ثم ولّد موجة بدفع الطرف الذي بيدك إلى الأمام والخلف على صورة نبضة.

مقارنة الموجات الزلزالية

نوع الموجة	الرسم	ملاحظة الخيط	ملاحظة الموجة

استخدام الطرائق العلمية

٧. **دَوِّن** ملاحظاتك عن الموجات والخيط والنابض، وارسم الموجة في الجدول.
٨. **دع** زميلك يثبت طرف النابض جيدًا، وحرك الطرف الثاني من اليمين إلى اليسار بحركة دورانية: أولاً إلى أعلى ومبتعداً عن زميلك، ثم إلى الأسفل ومقترباً من زميلك.
٩. **دَوِّن** ملاحظاتك، وارسم الموجة الناتجة في جدول البيانات.

الاستنتاج والتطبيق

١٠. في ضوء ما لاحظته، **حدد** أي الموجات التي ولدتها أنت وزميلك تمثل موجة أولية ودَوِّن ملاحظاتك في جدول البيانات، ثم وضح سبب اختيارك. **الحل في الصفحة التالية**
١١. **كرر** ما سبق بالنسبة إلى الموجات الثانوية، ثم وضح لماذا اخترت هذه الموجة؟
١٢. **وضح** معتمداً على ملاحظاتك حول حركة الموجات، أي الموجات التي قمت أنت وزميلك بتوليدها تسبب دماراً أكبر خلال الزلازل؟
١٣. **لاحظ** ما الغرض من استخدام الخيط؟
١٤. **قارن**. بيّن حركة الخيط في أثناء انتقال الموجة الأولية والموجة الثانوية خلال النابض. أيها تمثل موجات تضاعفية؟ وضح إجابتك.
١٥. **قارن**. أي موجة تشبه أكثر الموجات التي تتكون في الماء؟ وما الاختلاف بينهما؟ وضح إجابتك.

تواصل

بياناتك

قارن بين نتائجك ونتائج زملائك الآخرين في صفك.



استخدام الطرائق العلمية

الاستنتاج والتطبيق

١٠. في ضوء ما لاحظته، **حدد** أيّ الموجات التي ولّدتها أنت وزميلك تمثل موجة أولية ودون ملاحظاتك في جدول البيانات، ثم وضح سبب اختيارك.

الموجة الثانية؛ تتحرك أجزاء من النابض موازية للموجة.

١١. **كرر** ما سبق بالنسبة إلى الموجات الثانوية، ثم وضح لماذا اخترت هذه الموجة؟

كانت الموجة الأولى موجة ثانوية؛ تتحرك أجزاء النابض عمودياً على الموجة. أما الموجة الثالثة فكانت الموجة السطحية؛ وهي التي تسبب معظم الحركة.

١٢. **وضح** معتمداً على ملاحظاتك حول حركة الموجات، أيّ الموجات التي قمت أنت وزميلك بتوليدها تسبب دماراً أكبر خلال الزلازل؟

الموجة السطحية؛ معظم الحركة.

١٣. **لاحظ** ما الغرض من استخدام الخيط؟

لتمساعد الطلاب على رؤية كيفية حركة أجزاء النابض.

١٤. **قارن.** بين حركة الخيط في أثناء انتقال الموجة الأولية والموجة الثانوية خلال النابض. أيّها تمثل موجات تضاغية؟ وضح إجابتك.

سببت كلتا الموجتين الحركة في الحبل.

أعطت الموجات الثانوية الخيط حركته العمودية؛ أما الموجات الأولية فأعطته الحركة الموازية.

وتضغط الموجات الأولية النابض ولذلك هي موجات تضاغية.

١٥. **قارن.** أيّ موجة تشبه أكثر الموجات التي تتكون في الماء؟ وما الاختلاف بينهما؟ وضح إجابتك.

الموجات السطحية جعلت النابض يتحرك بشكل إهليلجي، كما تعمل الموجات في الماء.

وتتحرك الموجات السطحية أيضاً على شكل دحرجة.

تَعَلَّمُ النَّاسُ مِنْ زَلْزَالِ
سَانِ فَرَانْسِيْسْكَو عَامَ
١٩٠٦ مِ دَرَسًا لَا يَنْسَى.



إلى تطوير المباني ووضع معايير للبناء لضمان سلامة
الناس إذا حدث زلزال في المستقبل.

لقد حُلَّت الموجات الزلزالية باستخدام الحواسيب،
مما ساعد على تحديد موقع صدع سان إندياس
التحولي الذي تحدث عليه معظم الزلازل في
كاليفورنيا. وتساعد هذه المعلومات على معرفة
الوقت الذي سيضرب فيه الزلزال، والكيفية التي
يضرب بها. كما تم وضع قوانين تحدّد مواقع
المستشفيات، والمفاعلات النووية والمنازل، بعيدًا
عن الأراضي اللينة وصدع سان إندياس.

الزلازل

لَقُنْ زَلْزَالُ سَانِ فَرَانْسِيْسْكَو عَامَ ١٩٠٦ مِ النَّاسَ
دَرُوسًا قِيَمَةً؛ فَقَدْ ضَرَبَ الزَّلْزَالُ الْمُنْطَقَةَ دُونَ تَحْذِيرٍ.
وَصَفَ أَحَدُ النَّاجِينَ الزَّلْزَالُ بِقَوْلِهِ: "لَقَدْ أَخَذْنَا فِي
الْاهْتِزَازِ، وَأَصْبَحَتِ الْأَرْضُ تَنْزَلِقُ مِنْ تَحْتِ أَقْدَامِنَا
بِبَطْءٍ، ثُمَّ بَدَأَتِ الْاهْتِزَازَاتُ الْعَنِيفَةُ الَّتِي أَلْقَتْنَا عَلَى
وُجُوهِنَا، فَهَرَبْنَا إِلَى الشُّوَارِعِ، وَلَمْ نَسْتَطِعِ الْوُقُوفَ،
وَأَحْسَسْنَا أَنَّ رُؤُوسَنَا قَدْ انْقَسَمَتْ نِصْفَيْنِ بِسَبَبِ
صَوْتِ الْاهْتِزَازِ. لَقَدْ انْهَارَتِ الْمَبَانِي الْكَبِيرَةُ، وَكَأَنَّكَ
تَكْسِرُ قِطْعَةً مِنَ الْبَسْكَوَيْتِ". لَقَدْ وَقَعَ هَذَا الزَّلْزَالُ فِي
١٨/٤/١٩٠٦ مِ وَاسْتَمَرَّ مَدَّةَ دَقِيقَةٍ وَاحِدَةٍ، فَانْفَتَحَتْ
فِي الْأَرْضِ حَفْرَةٌ امْتَدَادُهَا ٤٣٠ كِمْ. وَكَانَتِ النَتِيجَةُ
كَارِثَةً مِنْ أَكْبَرِ الْكَوَارِثِ الطَّبِيعِيَّةِ فِي تَارِيخِ امْرِيْكََا.

لَقَدْ أَدَّى سَقُوطُ الْمَدَاخِنِ إِلَى إِشْعَالِ النَّيْرَانِ، الَّتِي
عَمِلَ عَلَى زِيَادَتِهَا الْغَازُ الْمَتَسَرِّبُ مِنَ الْأَنْبَابِ الرَّئِيسَةِ
مَدَّةَ ثَلَاثَةِ أَيَّامٍ، وَعَلَى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ الْكَارِثَةَ أَتَتْ إِلَى
قَتْلِ ٣٠٠٠ شَخْصٍ وَإِلْحَاقِ الدَّمَارِ بِمَدِينَةِ سَانِ
فَرَانْسِيْسْكَو إِلَّا أَنَّهُ كَانَ لِلزَّلْزَالِ أَثَرٌ إِيجَابِيٌّ؛ فَقَدْ أَدَّى

الحل في الصفحة التالية

مقابلة صمم مقابلة تجريها مع شخص ما عاصر أحد الزلازل، ضمن
مقابلتك الأسئلة التالية: ماذا كنت تفعل في أثناء حدوث الزلزال؟ ما الذي
بدأ يحدث حولك؟ ماذا سمعت؟ وماذا رأيت؟ لخص ما وجدته في المقابلة.

العلوم
عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية الموثوقة عبر
شبكة الإنترنت.

مقابلة صمم مقابلة تجريها مع شخص ما عاصر أحد الزلازل، ضمّن مقابلتك الأسئلة التالية: ماذا كنت تفعل في أثناء حدوث الزلزال؟ ما الذي بدأ يحدث حولك؟ ماذا سمعت؟ وماذا رأيت؟ لخص ما وجدته في المقابلة.

العلوم عبر المواقع الإلكترونية
ارجع إلى المواقع الإلكترونية الموثوقة عبر

الشخص الذي أجريت معه المقابلة: أحد أفراد الأسرة.

س: ماذا كنت تفعل أثناء حدوث الزلزال؟

ج: كنت جالسا في المنزل مع أسرتي.

س: ما الذي بدأ يحدث حولك؟

ج: بدأت الأرض تهتز، وتحرك الأثاث وتأرجحت المصابيح.

س: ماذا سمعت؟

ج: سمعت صوت اهتزاز الأبواب والنوافذ وصراخ بعض الناس.

س: ماذا رأيت؟

ج: رأيت بعض الأشياء تسقط من الرفوف، والناس يخرجون إلى الأماكن المفتوحة.

س: ماذا فعلت؟

ج: ابتعدت عن النوافذ، واحتमित تحت طاولة متينة، ثم خرجت بعد توقف الاهتزاز إلى مكان آمن.

ملخص المقابلة

أجريت مقابلة مع أحد أفراد أسرتي ممن عاصروا زلزالاً. ذكر أنه كان في المنزل عندما بدأت الأرض والأثاث يهتزان، وسمع أصوات الأبواب والنوافذ، ورأى بعض الأشياء تسقط شعر بالخوف، لكنه ابتعد عن النوافذ واحتمى تحت طاولة، ثم خرج بعد توقف الزلزال إلى مكان مفتوح وآمن.



دليل مراجعة الفصل

مراجعة الأفكار الرئيسة

٢. تعتمد طريقة ثوران البركان على تركيب اللابة، ومقدار بخار الماء والغازات فيها.
٣. هناك ثلاثة أنواع من البراكين، هي البراكين الدرعية، والبراكين المخروطية، والبراكين المركبة.

الدرس الأول الزلازل

١. تحدث الزلازل عندما تتجاوز الإجهادات التي تتعرض لها الصخور التي في باطن الأرض حد المرونة وتنكسر، ويحدث الارتداد المرن.

الدرس الثالث الصفائح الأرضية وعلاقتها

بالزلازل والبراكين

١. ترتبط مواقع البراكين ومراكز الزلازل بحدود الصفائح.
٢. تتكوّن البراكين على طول حفر الانهدام ومناطق الطرح والبقع الساخنة.
٣. معظم الزلازل تتكوّن عند حدود الصفائح المتقاربة والمتباعدة والجانبية.

٢. الموجات الزلزالية اهتزازات داخل الأرض. تنتشر الموجات S و P مبتعدة عن بؤرة الزلزال في جميع الاتجاهات، بينما تنتشر الموجات السطحية على امتداد السطح.
٣. يتم قياس الزلازل بقوتها (مقدار الطاقة المتحررة)، وشدتها (مقدار الدمار الذي تحدثه).

الدرس الثاني البراكين

١. جبل القدر بركان مركّب، تشكل شمال شرق المدينة المنورة.

تصور الأفكار الرئيسة



انقل الجدول الآتي إلى دفترك، ثم أكمله بالمقارنة بين أنواع البراكين الثلاثة.

البراكين			
الخصائص	البركان الدرعي	البركان المخروطي	البركان المركب
الحجم النسبي	كبير	صغير	متوسط
طبيعة الثوران	منخفض	مرتفع	متوسط إلى مرتفع
المواد المنبعثة	لابة، غاز	حمم، غاز	لابة - رماد - غاز
تركيب اللابة	حديد وكالسيوم سليكا منخفضة	متغير	سليكا مرتفعة
انسياب (لزوجة) اللابة	مرتفعة	منخفضة	متغيرة



مراجعة الفصل

استخدام المفردات

ما الفرق بين كل مصطلحين من المصطلحات الآتية:

١. الصدع والزلازل.

الصدع : كسر في الصخور تتحرك وتنزلق الصخور على امتداده.
الزلازل : اهتزاز يحدث بسبب تحرر الطاقة عند تكسر الصخور وتحركها.

٢. البراكين الدرعية والبراكين المركبة.

البركان الدرعي : بركان واسع ذو جوانب قليلة الانحدار، تكونه لابة بازلتية سائلة تنساب بسهولة.
البركان المركب : بركان شديد الانحدار، يتكون من طبقات متعاقبة من اللابة والرماد والمقذوفات الصلبة.

٣. بؤرة الزلازل ومركزه السطحي.

بؤرة الزلازل : النقطة داخل الأرض التي تبدأ عندها الحركة وتحرر الطاقة.
المركز السطحي : النقطة على سطح الأرض الواقعة فوق البؤرة مباشرة.

٤. الموجات الزلزالية وجهاز الرصد الزلزالي.

الموجات الزلزالية : اهتزازات تنتقل عبر الأرض وعلى سطحها نتيجة الزلازل.
جهاز الرصد الزلزالي : جهاز يستخدم لرصد الموجات الزلزالية وتسجيلها.

٥. موجات التسونامي والموجات الزلزالية.

موجات التسونامي : موجات مائية ضخمة تنتج غالباً عن الحركة المفاجئة لقاع المحيط بسبب زلازل.

الموجات الزلزالية : موجات طاقة تنتقل خلال مواد الأرض وعلى سطحها.

٦. البراكين المخروطية والبراكين الدرعية.

البركان المخروطي : بركان صغير يتكون من تراكم المقذوفات البركانية الصلبة حول الفوهة، ولا يزيد ارتفاعه غالباً على ٣٠٠ م.

البركان الدرعي : بركان كبير وواسع قليل الانحدار، يتكون من تدفقات اللابة البازلتية السائلة.

تثبيت المفاهيم

اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

٧. أي أنواع حركات حدود الصفائح الآتية كونت بركان جبل مار الدرعي؟

- أ. المتباعدة
ب. الانهدام
ج. الجانبية
د. المتقاربة

٨. أي مما يأتي يُعد من أكبر أنواع البراكين، وذو امتداد واسع، وجوانبه قليلة الانحدار.

- أ. البراكين الدرعية
ب. البراكين المركبة
ج. البراكين المخروطية
د. قبة اللابة

٩. ما سبب تكوّن براكين جزر هاواي؟

- أ. منطقة الانهدام
ب. البقعة الساخنة
ج. حدود الصفائح المتباعدة
د. حدود الصفائح المتقاربة

١٠. أي أنواع اللابة الآتية تنساب بسهولة:

- أ. الغنية بالسليكا
ب. البازلتية
ج. المركبة
د. الناعمة

١١. أي أنواع البراكين الآتية يتكوّن من تعاقب طفوح من اللابة والمقذوفات البركانية:

- أ. الدرعية
ب. قبة اللابة
ج. المخروطية
د. المركبة

١٢. أي أنواع البراكين الآتية صغير الحجم وحوافه شديدة الانحدار:

- أ. الدرعية
ب. قبة اللابة
ج. المخروطية
د. المركبة

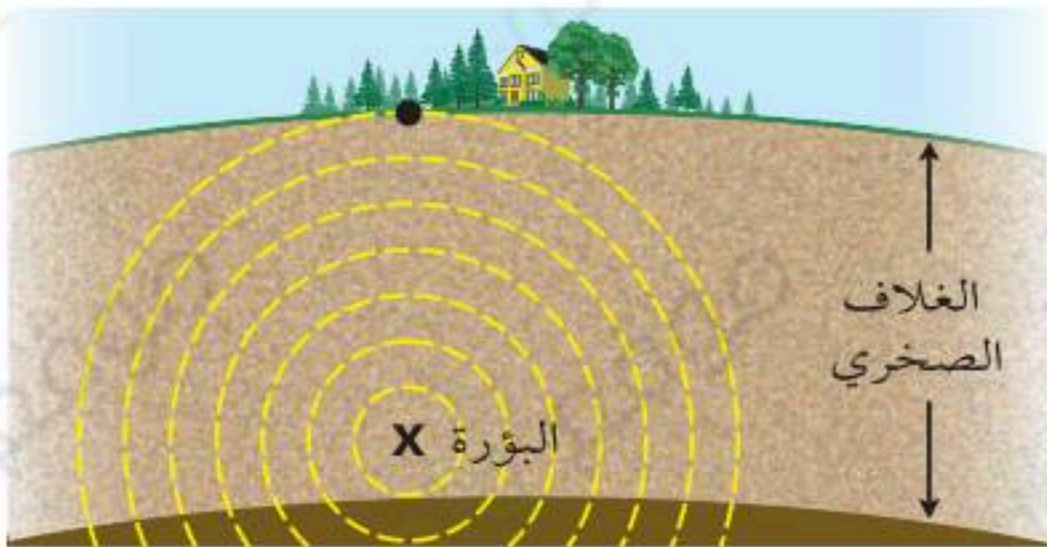
١٣. أي الموجات الزلزالية الآتية ينتقل في الأرض بسرعة أكبر؟

- أ. الموجات الأولية
ب. الموجات الثانوية
ج. الموجات السطحية
د. تسونامي

١٤. أي ممّا يأتي موجات مائية تكوّنت بفعل حدوث زلزال تحت المحيط؟

- أ. الموجات الأولية
ب. الموجات الثانوية
ج. الموجات السطحية
د. تسونامي

استعن بالشكل الآتي للإجابة عن السؤال ١٥



١٥. نقطة على سطح الأرض تقع مباشرة فوق بؤرة الزلزال، هذه النقطة تُسمى:

- أ. مركز الزلزال
ب. المركز السطحي
ج. الصدع
د. البؤرة



١٦. استنتج. لماذا تثور بعض أنواع البراكين بشكل متفجر؟

تثور بعض البراكين بشكل متفجر لأن الصهارة الغنية بالسيليكا تكون **عالية اللزوجة**، فتحبس الغازات داخلها ويرتفع الضغط حتى يحدث الثوران المتفجر.

١٧. قارن بين البراكين المركبة والبراكين المخروطية.

المقارنة :

- **البراكين المركبة :** تتكون من طبقات متعاقبة من اللابة والمقذوفات الصلبة ولها جوانب شديدة الانحدار، وقد تثور بعنف.
- **البراكين المخروطية :** صغيرة الحجم، وتتكون من تراكم المقذوفات الصلبة حول الفوهة، ولا يزيد ارتفاعها غالباً على ٣٠٠ م .

١٨. اشرح. كيف يؤثر تركيب الصهارة في كيفية ثوران البركان؟

يؤثر تركيب الصهارة في طريقة الثوران كما يأتي:

- الصهارة الغنية بالسيليكا لزجة وتحبس الغازات، فتسبب ثوراناً متفجراً.
- الصهارة القليلة السيليكا والغنية بالحديد والمغنيسيوم تنساب بسهولة وتسمح بخروج الغازات، فيكون ثورانها هادئاً.

١٩. قوّم. ما العوامل التي تحدد شدة الزلزال على مقياس ميركالي؟

تُحدد شدة الزلزال على مقياس ميركالي بحسب مقدار الدمار البنائي والجيولوجي. وتتأثر بقوة الزلزال، ونوعية صخور السطح، وتصميم المباني، وبعد المنطقة عن المركز السطحي.

٢٠. قارن بين قوة الزلزال وشدته.

قوة الزلزال تقيس مقدار الطاقة المتحررة منه، أما **شدته** فتقيس مقدار الدمار والتأثير في مكان معين. لذلك تكون قوة الزلزال واحدة، بينما قد تختلف شدته من مكان إلى آخر.

٢١. اصنع نموذجًا. اختر أحد أنواع البراكين، واعمل نموذجًا يحاكيه.

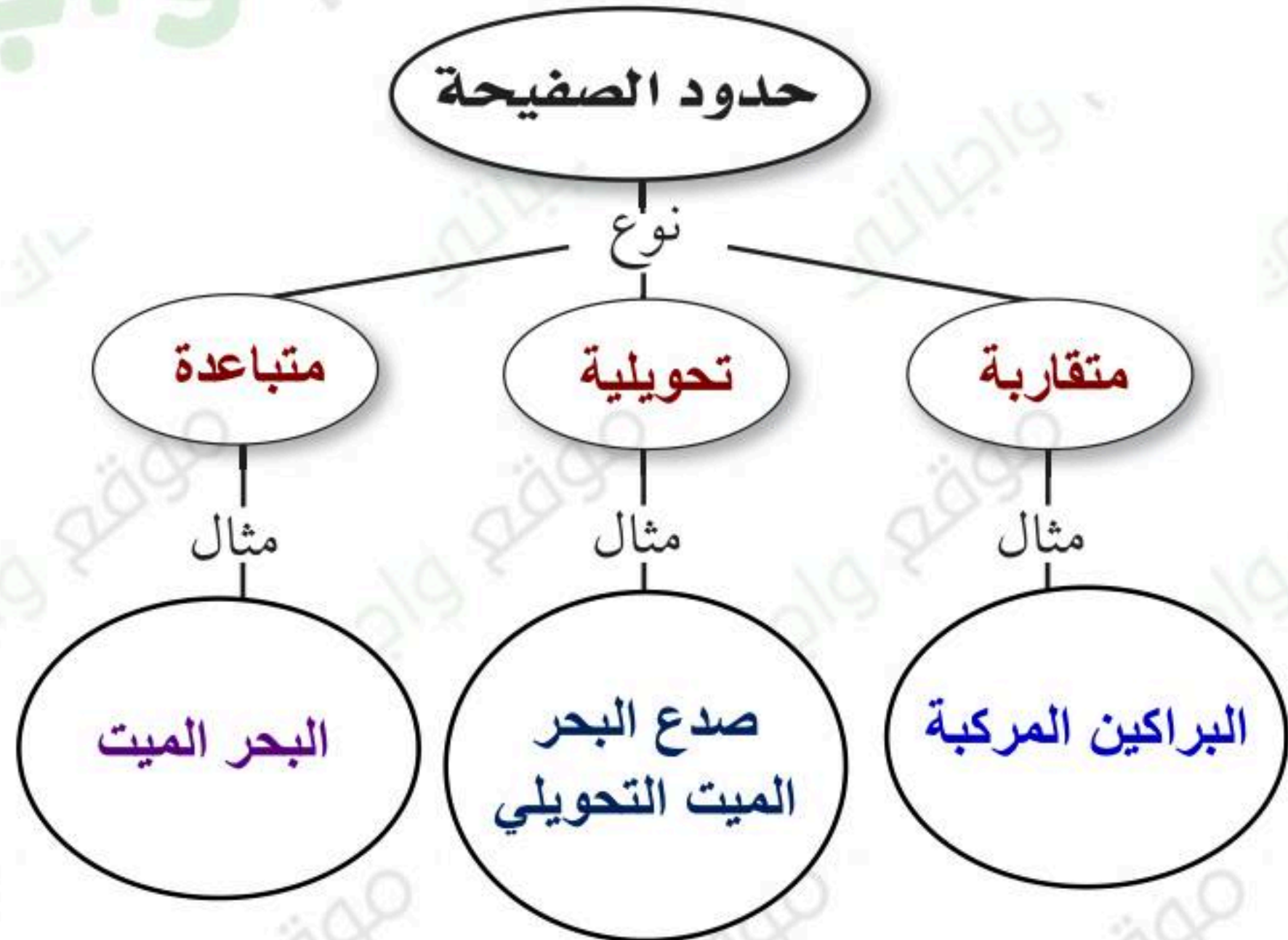
نموذج بركان درعي:

- توضع زجاجة صغيرة وسط قاعدة من الكرتون.
- يشكل حولها بالصلصال جبل واسع قليل الانحدار.
- توضع في الزجاجة بيكربونات الصوديوم مع لون أحمر.
- يُضاف الخل؛ فينسب السائل على الجوانب محاكي اللابة البازلتية.

٢٢. استخلص النتائج. افترض أنك تحلق فوق منطقة ضربها زلزال، فلاحظت أنّ معظم المباني مدمرة، وعدة أشياء مبعثرة، فما درجة الشدة التي تستتجها لهذا الزلزال؟

تدل هذه الأضرار الكبيرة على أن شدة الزلزال تتراوح تقريبًا بين IX و XII على مقياس ميركالي، أي من شدة مدمرة إلى شدة كارثية.

٢٣. الخريطة المفاهيمية. أعد رسم خريطة المفاهيم الآتية حول حدود الصفائح الأرضية، ثم أكملها.





أنشطة تقويم الأداء

٢٤. عرض تقديمي: ابحث عن زلازل أو براكين حدثت في منطقتك، أو في منطقة أخرى اعرف متى حدث آخر زلزال أو بركان فيها. اعرض ما توصلت إليه على زملائك.

الشريحة الأولى : العنوان

ثوران حرة رهط عام ١٢٥٦م

الشريحة الثانية : الموقع

تقع حرة رهط جنوب المدينة المنورة، وهي أكبر حقل للابة في المملكة؛ إذ تمتد نحو ٣٠٠ كم وتغطي قرابة ٢٠ ألف كم^٢.

الشريحة الثالثة : آخر ثوران

حدث آخر ثوران مؤكد عام ٦٥٤هـ الموافق ١٢٥٦م، وخرجت الابة من ستة مخاريط بركانية متجاورة.

الشريحة الرابعة : نتائج الثوران

تدفقت الابة البازلتية مسافة ٢٣ كم، واقتربت حتى أصبحت على بعد نحو ٤ كم من المدينة المنورة، وكونت مساحات واسعة من الصخور البركانية الداكنة.

الشريحة الخامسة : علاقته بحركة الصفائح

يرتبط النشاط البركاني في غرب المملكة بحركة الصفيحة العربية وتباعدها عن الصفيحة الإفريقية على امتداد البحر الأحمر، مما يساعد الصحارة على الصعود عبر شقوق القشرة.

الخاتمة

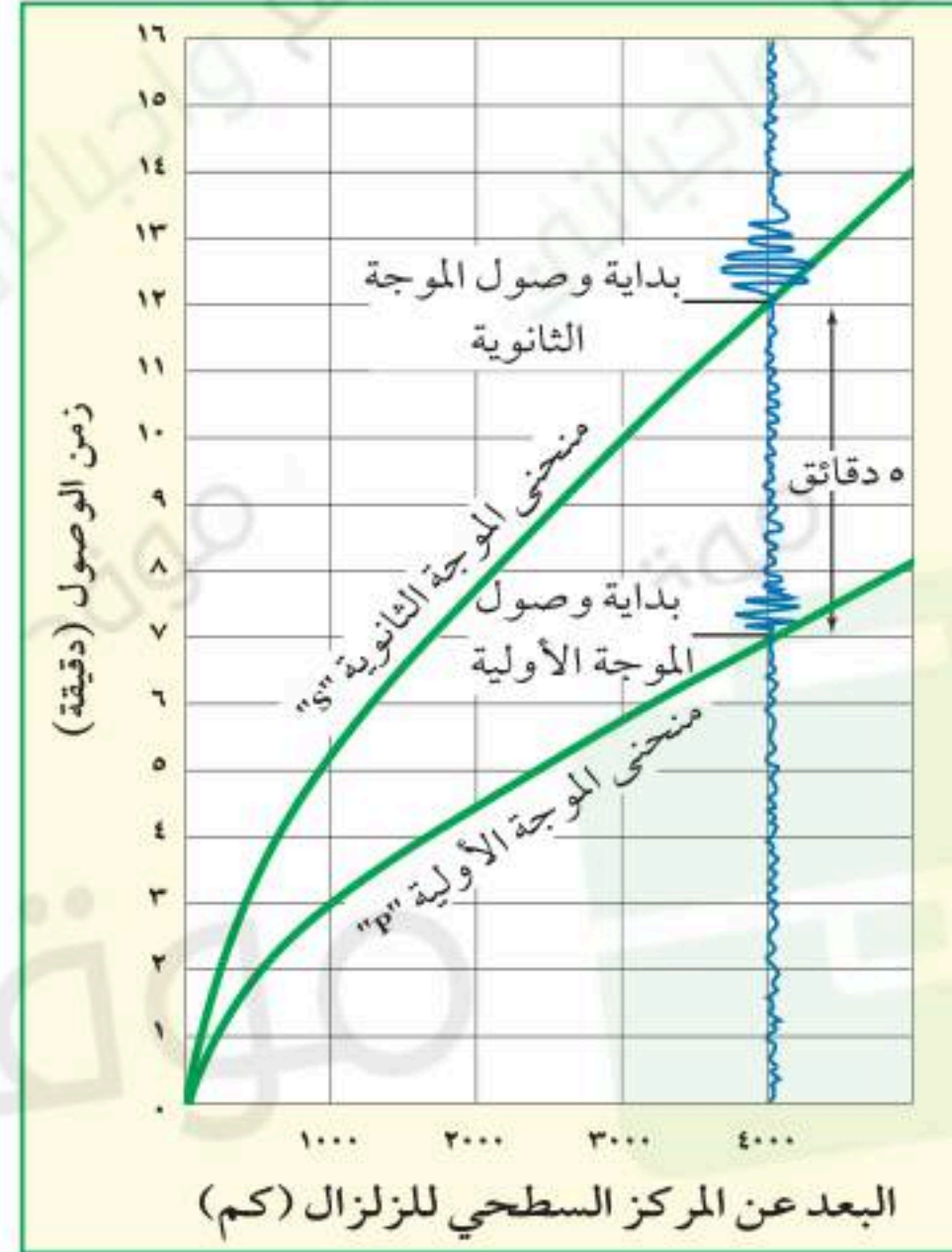
يعد ثوران حرة رهط عام ١٢٥٦م أحدث ثوران بركاني مؤكد في المملكة. ورغم خمود فوهاتة منذ قرون، يرى العلماء أن الحقل قد ينشط مستقبلاً؛ لذلك تعد مراقبته مهمة لحماية السكان.



مراجعة الفصل

تطبيق الرياضيات

استعن بالرسم الآتي للإجابة عن السؤالين ٢٥ و ٢٦.



٢٥. المركز السطحي للزلازل إذا وصلت الموجات

الأولية إلى جهاز الرصد الزلزالي عند الساعة ٩:٠٧

صباحاً، ووصلت الموجات الثانوية إلى الجهاز

نفسه عند الساعة ٩:٠٩ صباحاً، فما بُعد محطة

الرصد عن المركز السطحي للزلازل؟

١٠٠٠ كم.

٢٦. زمن الوصول إذا كان البعد بين محطة الرصد الزلزالي

والمركز السطحي للزلازل ٢٥٠٠ كم، فما الفرق في

الزمن بين وصول موجات "S"، ووصول موجات

"P" إليه؟

٣,٥ ثانية.



الجزء الأول: أسئلة الاختيار من متعدد

١. ما الخطوة الأولى التي يجب أن يقوم بها الباحث قبل البدء باستقصائه حول مشكلة ما؟

- أ. تحليل البيانات
ب. التحكم بالمتغيرات
ج. جمع المعلومات
د. التوصل إلى الاستنتاج

٢. أي مما يأتي يعد مصدرًا جيدًا للمعلومات عن مرض بكتيري حدث محليًا قبل مئات السنين؟

- أ. الصور
ب. التلفاز
ج. الإنترنت
د. الصحف

٣. العامل الذي يتم قياسه خلال التجربة هو:

- أ. الفرضية
ب. المتغير التابع
ج. المتغير المستقل
د. العينة الضابطة

٤. ما الاسم الذي يطلق على البحث العلمي والذي يعتمد الملاحظة للإجابة عن الأسئلة؟

- أ. البحث الوصفي
ب. البحث التقني
ج. البحث التجريبي
د. البحث التاريخي

٥. ما نوع البحث الذي يجيب عن الأسئلة العلمية باختبار الفرضية؟

- أ. البحث الوصفي
ب. البحث التحليلي
ج. البحث التجريبي
د. البحث التقني

٦. تتكون البراكين المركبة عند حدود التقارب. أي الصفائح الآتية يكون معظم البراكين التي تحيط بها براكين مركبة؟

- أ. الهادي
ب. أوراسيا
ج. المتجمد الجنوبي
د. الهند-أستراليا

٧. أي مما يأتي يصف الصدع؟

- أ. نقطة على سطح الأرض تقع مباشرة فوق بؤرة الزلزال.
ب. نقطة داخل الأرض بدأت عندها الإزاحة في أثناء حدوث الزلزال.
ج. سطح تنكسر عليه الصخور وتحدث على امتداده إزاحة.
د. عودة الصخر إلى وضعه الأصلي بعد تعرضه لإجهاد ما.

٨. تُسمى الموجات التي يولدها الزلزال وتمرّ بباطن الأرض وعلى السطح:

- أ. موجات الصوت
ب. موجات الضوء
ج. موجات الماء
د. موجات زلزالية

٩. ترافق البراكين جميع المناطق الآتية ما عدا:

- أ. منطقة الانهدام
ب. مناطق غطس الصفائح
ج. المراكز السطحية
د. البقع الساخنة

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين ١٠، ١١.



١٠. في أي اتجاه تتحرك صفيحة المحيط الهادي:

- أ. شمال - شمال غرب
ب. شمال - شمال شرق
ج. جنوب - جنوب غرب
د. جنوب - جنوب شرق

١١. أيّ الجزر التالية أقدم:

- ج. مولوكاي
د. هاواي

- أ. كايو
ب. مايو

الجزء الثاني: أسئلة الإجابات القصيرة

١٢. وضح الخطوات الأساسية التي تتبعها عند حلّ مشكلة علمية.

١. أحدد المشكلة.
٢. أضع الفرضية.
٣. أختبر الفرضية.
٤. أحلّ البيانات.
٥. أستخلص النتائج.

١٣. ما أهمية تكرار التجربة أكثر من مرة؟

يجب إعادة التجرب يجب إعادة التجربة نفسها لإثبات صحة النتائج.

١٤. ما العينة الضابطة؟

العينة الضابطة هي العينة التي تعامل مثل باقي مجموعات التجربة باستثناء المتغير المستقل حيث لا يطبق عليها.

١٥. ما أهمية الحواسيب في النشاط العلمي؟ صف ثلاثة استخدامات للحواسوب في العلم.

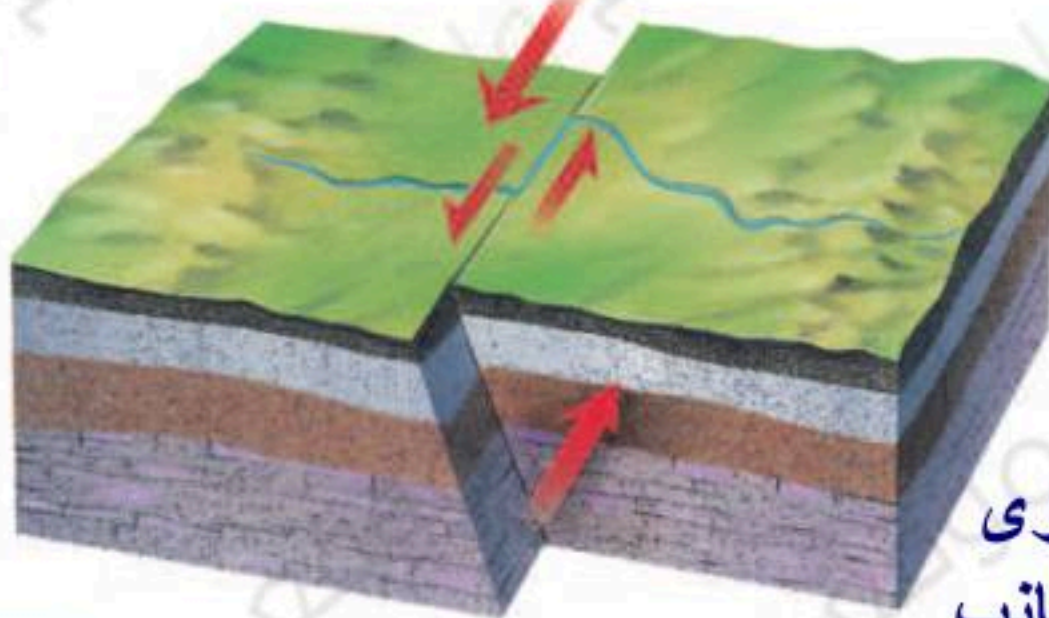
يمكن أن تستعمل الحواسيب لتخزين المعلومات وعرضها، والتواصل بين العلماء، وتحليل البيانات، ومراجعة البحوث الحالية، وكتابة التقارير من أجل النشر.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين ١٦ و ١٧.

١٦. حدّد نوع الصدع الذي يبينه الشكل أعلاه.

الصدع الانزلاقي.

١٧. اشرح كيف تكوّن هذا الصدع؟



يمكن أن تنكسر الصخور المعرضة لقوى القص مكونة صدوع انزلاقية وتتسبب القوى على جانبي الصدع إلى حركة الصخور بجانب بعضها وفي الاتجاهين المتعاكسين وعلى طول سطح الأرض.

١٨. ما التسونامي؟ وما الذي يحدث عندما يدخل التسونامي مياهًا ضحلة؟

التسونامي موجات محيطية تتولد من الزلازل وعندما تصل الموجات إلى الماء الضحل يبطيء الاحتكاك سرعتها مما يؤدي إلى دحرجتها إلى الأعلى على شكل حائط من الماء قبل أن تنكسر على الشاطئ.

١٩. ما المقصود بالارتداد المرن؟ وكيف يرتبط مع كل من الاجهادات والزلازل؟

الارتداد المرن هو: تعرض الصخور لقوة كافية لحدوث تغير في شكلها وقد تنكسر ثم تعود حوافها المكسورة سريعاً إلى مكانها الأصلي.
وعلاقته بالإجهاد: أنه عند حدوث الارتداد المرن وتنكسر الصخور تتحرر الطاقة التي داخل الصخور المتراكمة بسبب الإجهادات.
وعلاقته بالزلازل: أن تكسرات الارتداد المرن وحركاته تؤدي إلى حدوث اهتزازات وإذا كانت هذه الاهتزازات كبيرة بدرجة كافية نشعر بزلزال.

٢٠. صف فوهة البركان. وأين تقع؟ وما شكلها؟

فوهة البركان عبارة عن فتحة دائرية تقع بالقرب من قمة البركان.

٢١. ما السيزموجراف؟ وكيف يعمل؟

يسجل السيزموجراف الموجات الزلزالية.
يتكون أحد أشكال السيزموجراف من اسطوانة يحمل لفة من الورق في إطار مثبت في هيكل.
ويتدلى من الهيكل بندول مربوط به قلم حبر.
عند وصول موجة زلزالية إلى المحطة تهتز الاسطوانة ولكن يبقى البندول على حاله.
فيسجل القلم الاهتزازات على الورق.

الجزء الثالث: أسئلة الإجابات المفتوحة

٢٢. قتل مرض الطاعون الأسود آلاف الناس في القرون الوسطى. وضح كيف يمكنك الحصول على معلومات عن هذا المرض؟ وكيف انتشر؟ وهل ما زال موجوداً إلى الآن؟ وإذا كان كذلك فكيف يعالج؟

أستعمل الحاسوب لنبحث عن كتب ومجلات وفيديوهات ومواقع إلكترونية تحتوي على معلومات عن مرض الطاعون.

٢٣. كيف يمكنك أن تخبر العالم بملاحظات قمت بها حول دول فيها جفاف ومجاعات؟

يمكنك كتابة تقرير عن فرضيتك وملاحظاتك واستنتاجاتك ونشره في مجلة علمية، أو أعطه علماء آخرين، أو قدم عرضاً بشأنه للعلماء الآخرين أو للمؤسسات الحكومية أو المصانع الخاصة أو للناس أو اعمل مقابلة أو نسخة من تقريرك لمراسل صحفي أو إذاعي وبذلك يمكنهم الحصول على المعلومات وتقديمها للناس.

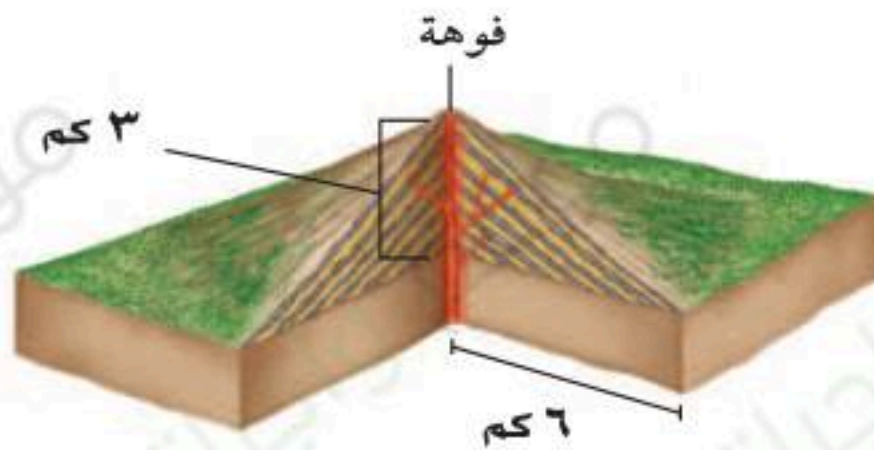
٢٤. وضح العلاقة بين تيارات الحمل والصفائح الأرضية.

يتم تسخين مواد الستار الموجودة في عمق الأرض من حرارة لب الأرض فهذه المواد الساخنة جداً وذات الكثافة المنخفضة تجبر على الصعود إلى سطح الأرض فتبدأ بالبرود وتزداد كثافتها وتبدأ بعدها بالنزول نحو لب الأرض لتشكل تيارات حمل وتوفر تيارات الحمل آلية حركة الصفائح الأرضية.

٢٥. قارن بين حدود الصفائح المتقاربة، وحدود الصفائح المتباعدة.

كلاهما ينتج من حركة الصفائح الأرضية.
الحدود التباعدية : تتكون الحدود التباعدية عندما تتحرك الصفائح متباعدة عن بعضها البعض مولدة الصدع.
الحدود التقاربية : تتكون عندما تغوص إحدى الصفائح تحت الأخرى.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال ٢٦.



٢٦. ما نوع البركان الظاهر في الشكل؟ وضح كيف عرفت ذلك؟ وأين يتكون هذا النوع من البراكين؟

البركان المبين هو البركان المركب له منحدرات حادة وتناوب من الحمم واللابة وتتكون البراكين المركبة عندما تهبط صفيحة تحت الأخرى.

٢٧. وضح العلاقة بين الصدوع والزلازل.

تتكون الصدوع عندما يتغير شكل الصخور بالتكسر.
وتحرر الحركة على طول الصدع طاقة الإجهاد.
وعندما تتحرر هذه الطاقة الكامنة فإنها تنتشر من الصدع على شكل موجات
زلزالية.
وتسمى النقطة داخل الأرض التي تحصل عندها الحركة وتحرر عندها الطاقة
بؤرة الزلزال.

٢٨. بعض الموجات السطحية تهتز من جانب إلى آخر، أو
تتمايل بحركة موازية لسطح الأرض. لماذا يكون هذا
النمط من الحركة هو الأكثر تدميرًا للمنشآت والمباني؟

تجمع الموجات السطحية آثار الموجات الأولية والثانوية مولدة حركة دحرجة
إلى الخلف وإلى الأمام.
وجانبياً كحركة الأرجوحة.
وسعة الموجات السطحية أكبر من سعة الموجات الأولية والثانوية بحيث
لا تستطيع المواد المكونة للمنشآت والمباني الصمود أمام هذه الحركة.