تم تحميل الملف
من موقع حلول

hulul.online

حلول الكتب - اختبارات الكترونية ٠ مراجعات وتدريبات
والمزيد من الملفات التعليمية للمناهج السعودية

نشاطات تمهيدية

شيّد بقوة

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

١. شيّد مبنى من أربعة جدران مستخدمًا مكعبات خشبية، وضع قطعة من الكرتون المقوى فوق الجدران الأربعة لتمثّل سقف المبنى.

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

٣. أعد إنشاء المبنى، ولُفّ شريطًا مطاطيًّا كبيرًا حول كلّ جدار من المكعبات، ثم لفّ شريطًا مطاطيًّا آخر حول المبنى.

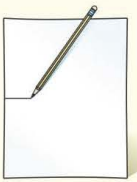
٤. هُزّ الطاولة بلطف مرة أخرى.

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

المطويات
منظمات الأفكار

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

الخطوة ١ ارسم علامة عند منتصف الورقة.



الخطوة ٢ لُفّ الورقة عرضيًّا، ثم اطوِ الحواف الخارجية، على أن تلامس العلامة المرسومة في منتصف الورقة.

الخطوة ٣ ارسم بركانًا على إحدى الطيات؛ وعنونه بكلمة براكين، ثم ارسم شكلًا 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

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 الاعتزاز الثاني ولذلك تحتاج المباني إلى المزيد من الدعم لمواجهة الزلازل

nafoul.com

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

الـزلازل

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.

المفردات الجديدة

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

لا شك أن الأرض بما فيها خلق من خلق الله، تأتمر بأمره وتخضع لتدبيره وتقديره، وقد أخبر الله عز وجل عن ظاهرة عظيمة تحدث في الطبيعة.

أسباب الزلازل

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

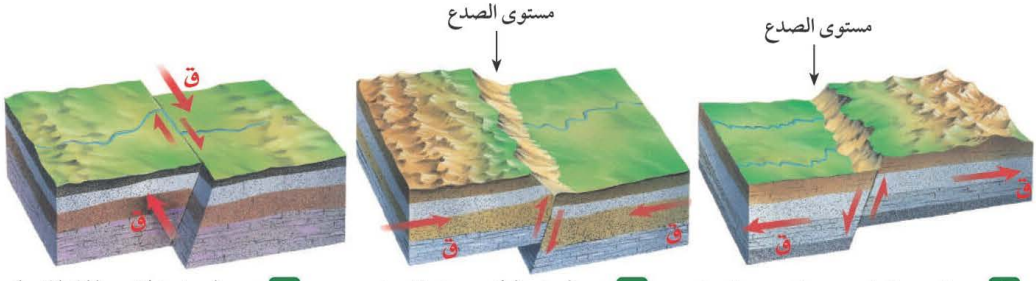
الارتداد المرن على الرغم من صلابة الصخور إلا أنه عندما تؤثر قوى السحب أو الدفع فيها فإن النتيجة تكون مماثلة لما يحدث لغصن الشجرة عند ثنيه. فعندما تتعرض الصخور بمشيئة الله وقدرته لقوة كافية يتغير شكلها، كما أنها قد تنكسر، ثم تعود حواف الأجزاء المكسورة سريعًا إلى مكانها الأصلي، وتُسمّى هذه العملية الارتداد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

ماذا قرأت؟ ماذا يقصد بالزلزال؟

الاهتزازات الناتجة عن التكسر وحركة الصخور

تُختزن طاقة وضع في الغصن الجاف عند ثنيه. تحرّرت الطاقة على صورة اهتزازات عندما انكسر الغصن الجاف.

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



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

ب ينتج الصدع العكسي عندما تتعرض الصخور لإجهادات ضغط.

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

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

أنواع الصدوع يقول الله عز وجل: ﴿وَٱلْأَرْضِ ذَاتِ ٱلصَّدْعِ ﴿١٢﴾ إِنَّهُۥ لَقَوْلٌ فَصْلٌ ﴿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 يُكسر مقطع من الصخر تتحرّك الصخور التي على جانبي الكسر نتيجة الارتداد المرن، ويُسمّى 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 ٢** أ. 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 ٢** ب. أمّا الصخور التي تتعرّض لقوى قصّ ـ كما في **الشكل ٢** جـ ـ فقد تنكسر ويتكوّن **صدع انزلاقي (جانبي)** تتحرّك فيه الصخور على جانبيه بعضها بجانب بعض في اتجاهين متعاكسين بفعل قوى القصّ.

من أين تأتي القوى التي تؤدي إلى تشويه الصخور أو كسرها؟ لماذا تتشكّل 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.

تجربة

ملاحظة التشوه

تحذير لا تتذوق أو تأكل أيّ مادّة في المختبر، واغسل يديك عند الانتهاء.

الخطوات

١. انزع أغلفة ثلاث قطع من حلوى التوفي.

قوى الشد: هي سحب طرفي قطعة الحلوى للخارج

قوى الضغط: هي دفع طرفي قطعة الحلوى في اتجاهين متعاكسين للداخل

١. أيّ الخطوات التي قمت بها تدلّ على قوى الشدّ، وأيّها تدل على قوى الضغط؟

٢. استنتج: كيف يمكن التأثير بقوى قصّ في قطعة حلوى التوفي الثالثة؟

أضغط طرفي قطعة الحلوى معاً ولكن ليس مباشرة من اتجاهين متعاكسين

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 موادّ 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. وتُسمّى النقطة داخل الأرض التي تبدأ الحركة عندها وتتحرر الطاقة **بؤرة الزلزال** Focus، كما في **الشكل ٣**. أمّا النقطة التي على سطح الأرض الواقعة فوق بؤرة الزلزال مباشرة فتسمى **المركز السطحي للزلزال** Epicenter.

ماذا قرأت؟ أين توجد بؤرة الزلزال؟

عند نقطة في باطن الأرض تحدث عندها الحركة أولاً وتتحرر الطاقة

الموجات الزلزالية [illegible] في جميع الاتجاهات بعيدًا عنها. حيث تتحرّك بعض هذه الموجات في باطن

الموجات السطحية

الشكل ٣ تتكوّن عدّة 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 أيّ أنواع الموجات الزلزالية أكثر تدميرًا؟

الحلول أونلاين Alhlool Online

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 ـ المعروفة باسم موجات "P" ـ 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، وأقلّها سرعة، وهي المسببة لمعظم الدمار أثناء حدوث الزلزال، كما أنّ حركة الموجات السطحية معقدة؛ فبعض الموجات السطحية تتحرّك على امتداد سطح الأرض بشكل يؤدي إلى تحريك الصخر والتربة حركة 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 أفقيًّا 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 استمريتما في السير ستزداد المسافة التي تفصلكما، وسوف تصل أنت أولاً. استخدم العلماء اختلاف سرعة الموجات الزلزالية واختلاف زمن الوصول في حساب البُعد عن المركز السطحي للزلزال.

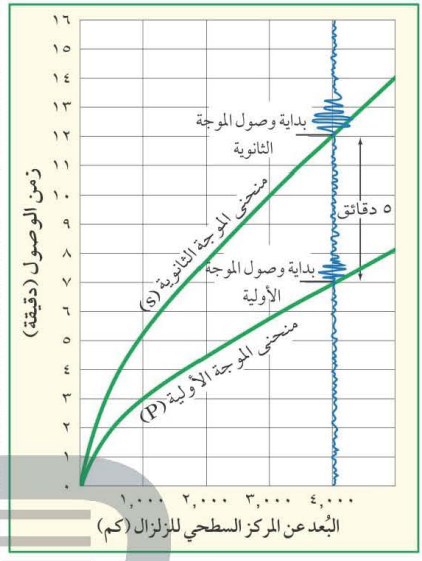
قياسات الزلزال علماء الزلازل هم العلماء الذين يدرسون الزلازل والموجات الزلزالية، ويُسمّى الجهاز الذي يستعملونه للحصول على تسجيل للموجات الزلزالية من أماكن العالم كافة بجهاز راسم الهزة "**السيزموجراف** Seismograph"، كما في **الشكل ٤**.

يحوي أحد أنواع الأجهزة أسطوانة ثُبّتت 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 الخطّ المسجل على الورقة يشير إلى الطاقة التي تحرّرت من الزلزال، والتي تعبر عن **قوة الزلزال** Magnitude.

يسجل جهاز السيزموجراف الموجات الزلزالية باستخدام كتلة ثابتة.

بعض الأجهزة تجمع البيانات وتخزنها على جهاز الحاسوب.

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



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

موقع المركز السطحي للزلزال يمكن حساب المسافة بين جهاز الرصد والمركز السطحي للزلزال عند تسجيل زمن وصول الموجات الزلزالية إلى محطة الرصد الزلزالي. فكلّما زاد الفرق في زمن الوصول بين نوعي الموجات "P و S" كانت المسافة بين المركز السطحي للزلزال 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 الزلزال عن محطة الرصد، ويكرّر هذا بالنسبة لثلاث محطات رصد زلزالي على الأقلّ، كما في **الشكل ٦**. وتحدد النقطة التي تلتقي عندها الدوائر الثلاث موقع المركز السطحي للزلزال. وتستخدم عادة بيانات من أكثر من ثلاث مراكز رصد لتحديد موقع المركز السطحي للزلزال.

مقدار قوة الزلازل

يبين **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، وخلّف أكثر من ٢٤٠٠ قتيل و٨٧٠٠ جريح، وترك ١٠٠٠٠٠ شخص بلا مأوى. وقد يسبِّب الزلزال دمارًا في أماكن تبعد مئات الكيلومترات عن مركزه السطحي، كما حدث في المكسيك عام ١٩٨٥م؛ فلقد كان المركز السطحي للزلزال على بعد ٤٠٠ كم من المدينة، لكن حركة الرسوبيات الطرية أسفل المدينة أدّت إلى تدميرها.

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

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

hulul.com

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

فالزلزال الذي شدته I يحس به قليل من الناس في الظروف العادية، بينما الزلزال الذي شدته VI (٦) يحس به الجميع. أمّا زلزال بشدة XII (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 زلزال في قاع المحيط فإنّ الحركة المفاجئة تدفع المياه وتولد موجات مائية هائلة تنتشر في جميع الاتجاهات بعيدًا عن مصدرها آلاف الكيلومترات.

وعندما تَكوُّن هذه الموجات الزلزالية المائية التي تعرف بالتسونامي Tsunami بعيدة عن الشاطئ فإنّ طاقتها تتبدّد على مساحات البحر الواسعة، وأعماقه الكبيرة؛ إذ يكون ارتفاع الموجة في التسونامي أقلّ 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، ممّا يؤدي إلى تكوّن موجات تسونامي بارتفاع يصل إلى ٣٠ مترًا. وقبل أن تضرب هذه الموجات الشاطئ يمكن أن تتحرّك المياه القريبة من الشاطئ فجأة نحو البحر وتنحسر عن الشاطئ. وهذه إشارة إلى خطر قريب، حيث ستضرب موجات التسونامي المنطقة قريبًا. ويوضّح **الشكل ٧** سلوك موجات التسونامي عند اقترابها من الشاطئ.

وأقرب مثال هو ما حدث في اليابان؛ فقد شهدت يوم الجمعة ١١/ ٣/ ٢٠١١م زلزالًا قوته ٨,٩ درجة على مقياس رختر، وهو الأعنف في تاريخ اليابان منذ ١٤٠ عامًا. وقد أدّى إلى حدوث موجات تسونامي وصل ارتفاعها إلى ١٠ أمتار اجتاحت مئات المنازل على الساحل الشمالي الشرقي لليابان. وخلّف الزلزال 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 رختر.

الجدول ١ : الزلازل القوية

السنة	المكان	القوة	القتلى
١٩٨٩م	كاليفورنيا	٧,١	٦٢
١٩٩٠	إيران	٧,٧	٥٠٠٠٠
١٩٩٣	جزر ماريانا	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

العلوم عبر المواقع الإلكترونية

قوة الزلزال

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

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

تجربة عملية الكشف عن الموجات

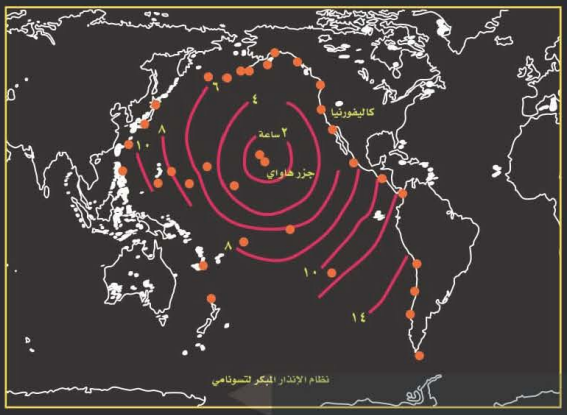
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

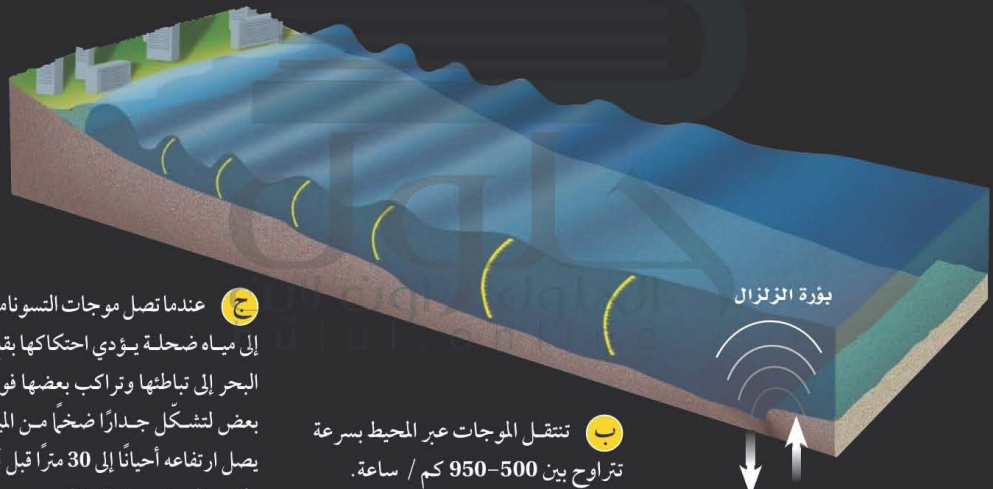
موجات التسونامي

الشكل ٧

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

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





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.

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

ج عندما تصل موجات التسونامي إلى مياه ضحلة يؤدي احتكاكها بقاع البحر إلى تباطئها وتراكب بعضها فوق بعض لتشكّل جدارًا ضخمًا من المياه يصل ارتفاعه أحيانًا إلى 30 مترًا قبل أن تتكسر الموجات على الشاطئ.

جهاز رصد التسونامي

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 حدثت زلازل في المنطقة سابقًا فذلك يعني أن فرصة حدوثها مجددًا ما زالت قائمة، ويجب أن تستعدّ لذلك.

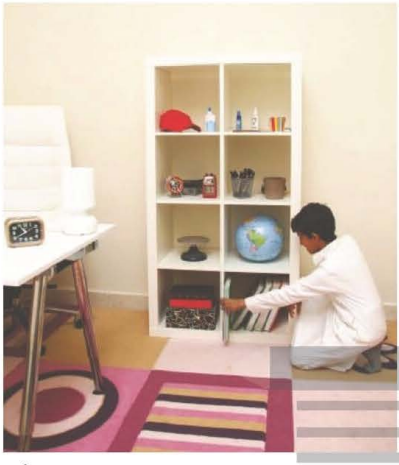
ابتعد أثناء حدوث الزلزال عن النوافذ أو أيّ شيء يمكن أن يتساقط عليك، وراقب كوابل الكهرباء التي على الأرض، التي قد تسبب اندلاع الحرائق، وكن حذرًا من الحوافّ الحادة التي تنشأ عن المباني المنهارة.

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

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، وشُيِّد 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 الزلزال، ممّا 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.

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



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

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

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

مخاطر النيران

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؛ لأنّه 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 إحصائيًّا، وقد شهدت المملكة العربية السعودية عدة زلازل بالقرب من المدينة المنورة منها زلزال العيص وزلزال حرة الشاقة الذي بلغت قوته (٥,٨) على مقياس ريختر، وهو أكبر زلزال سُجِّل رسميًّا

الشكل ٩ سبب زلزال العيص صدوع عميقة في الأرض.

شدة الزلزال على مقياس ميركالي هي مقدار التدمير الجيولوجي والبنائي الحادث في منطقة معينة بسبب الزلزال بعيداً عن المنطقة المأهولة أو كانت المباني مقاومة للزلزال فإن الدمار والشدة تكون أقل أما مقياس ريختر فيصف مقدار الطاقة المتحررة من الزلزال بالدرجات يصرف النظر عن أثر هذا الزلزال

الموجات السطحية

تنحني أو تنكسر

عن طريق تشييد العديد من المباني المرتفعة على دعائم مطاطية وفولاذية ضخمة تمكنها من الصعود أمام الزلازل إلى جانب استخدام أنابيب للمياه والغاز يمكن أن تنثني عند حدوث زلزال مما يمنع تكسرها

عن طريق الاختلاف في السرعة بين الموجات الأولية والثانوية لتحديد المسافة

المباني في كاليفورنيا مقاومة للزلزال مما قلل من الآثار السيئة للزلزال، أما في أندونيسيا وإيران فكانت المباني ينقصها التدعيم وأكثر قابلية للانهيار مما زاد من قوة أثر الزلزال وزيادة أعداد القتلى

١. **اشرح** ما يحدث للصخور عند تجاوز حدّ الم
٢. **حدّد** أيّ أنواع الموجات الزلزالية تسبب معظم الدمار؟
٣. **طبّق** كيف أمكن تحسين المباني لتكون آمنة من الزلازل؟
٤. **لخص** كيف تستخدم الموجات الزلزالية في تحديد موقع مركز الزلزال؟
٥. **التفكير الناقد.** اشرح كيف يمكن تصنيف زلزال بقوة ٨ على مقياس رختر بأنّه زلزال ذو شدة قليلة على مقياس ميركالي؟

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، مفسِّرًا سبب الفروق الكبيرة بين أعداد الضحايا.

- تولد الزلازل موجات زلزالية.

مقدار قوة الزلزال

- يقيس مقياس رختر قوة الزلزال.
- يقيس مقياس ميركالي شدة الزلزال.