الدرس

4.1 الزلازل

استقصاء

لماذا انهار هذا المبنى؟

انهار هذا المبنى أثناء زلزال لوما بريتا الذي هز منطقة خليج سان فرانسيسكو بولاية كاليفورنيا عام 1989. وأدى هذا الزلزال الهائل بقوة 7.1 درجة إلى حدوث اهتزاز شديد ودمار. حيث انهارت الطرق السريعة والمباني ووقع عدد من الإصابات والوفيات. لماذا ينتشر وقوع الزلازل في كاليفورنيا؟

دوّن إجابتك في الكرّاسة التفاعلية.

إدارة التجارب

تجربة مصغّرة: هل يمكنك استخدام مقياس ميركالي لتحديد مركز الزلزال السطحي؟

تدريب المهارات: هل يمكنك تحديد مركز الزلزال السطحي؟

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة للطبع والتأليف

استقصاء

نبذة عن الصورة **لماذا ينهار هذا المبنى؟** كانت سان فرانسيسكو على بعد 100 km من المركز السطحي لزلزال لوما بريتا، ووصلت الموجات الزلزالية في المدينة 20 s من بداية الاهتزاز. كانت المدينة بدون سلطة لمدة ثلاثة أيام بعد الزلزال، وهبت العديد من الحرائق بسبب انهيار المباني. وحدث تابع زلزال قوته 5.2 لمدة 37 min بعد الزلزال الأولي. وكان إجمالي الدمار المقدر الذي تسبّب فيه الزلزال 6 مليارات دولار.

أسئلة توجيهية

AL **ما السبب برأيك وراء انهيار المباني والمنشآت الأخرى أثناء الزلازل؟**	*إذا تسبّبت الطاقة في تحرك الأرض، إذن ستتأثر المنشآت التي تدعمها الأرض.*
OL **لماذا تكون الزلازل شائعة في كاليفورنيا؟**	*قد يعلم الطلاب أن النشاط الزلزالي كثيرًا ما يكون مرتبطًا بالحركة على طول الحدود الصفائحية. إذا كانت إحدى المناطق فوق حد صفائحي أو بالقرب منه، فستعاني من الزلازل أكثر من المناطق الأخرى.*
BL **ما الذي يمكن أن يعرفه بدراسة الدمار الذي يسببه أحد الزلازل برأيك؟**	*يمكن أن يعرف العلماء الكثير عن كيفية بناء مباني مقاومة للزلازل أو كيفية تأثير الظروف الأرضية المختلفة، مثل الرواسب الرطبة اللينة، في كمية الدمار الذي يحدث.*

إدارة التجارب

جميع التجارب المخصصة لهذا الدرس مُشار إليها عند نقطة الاستخدام. يمكن العثور على التجارب في "كتيّب موارد الطالب وكتاب الأنشطة المختبرية".

أسئلة مهمة

بعد هذا الدرس، ينبغي أن يفهم الطلاب الأسئلة المهمة ويتمكنوا من الإجابة عليها. اطلب من الطلاب كتابة كل سؤال في الكرّاسة التفاعلية الخاصة بهم. ثم راجع كل سؤال عندما تتناول محتواه ذا الصلة.

المفردات

شبكة الكلمات

1. اكتب المصطلح *موجة اهتزازية* على ورقة رسم بياني أو اللوحة وضع دائرة حولها. ارسم ثلاثة أسهم تخرج من أسفل الدائرة ثم ارسم دائرة في نهاية كل سهم. املأ الدوائر بالمصطلحات *موجة أولية* و*موجة ثانوية* و *موجة سطحية* على التوالي.
2. **اطرح هذا السؤال: ما أمثلة الأنواع المختلفة للموجات؟** *موجات صوتية* و*موجات ضوئية* و*موجات في المياه* و*الموجات الدقيقة* **ما الموجة؟** تمثل الموجة اضطرابًا ينقل الطاقة عبر المادة أو الفراغ. اشرح أن الموجات الزلزالية تنتقل الصخر. تنقل الموجات الزلزالية الطاقة من نقطة إلى أخرى عبر الأرض وتؤدي إلى الحركة التي يصفها العلماء بالزلزال. وتُعد الموجات الأولية والموجات الثانوية والموجات السطحية كلها أنواعًا من الموجات الزلزالية.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة للطبع والتأليف

نشاط استكشافي

ما أسباب حدوث الزلازل؟

تحدث الزلازل كل يوم. يقع 35 زلزالاً تقريبًا في المتوسط على الكرة الأرضية كل يوم. وتختلف هذه الزلازل في شدتها. ما أسباب شدة اهتزاز الزلزال؟ في هذا النشاط، ستحاكي الطاقة الصادرة أثناء حدوث الزلزال وتلاحظ الاهتزاز الناتج عنه.

الإجراء

1. اقرأ وأكمل نموذج السلامة بالمختبر.
2. اربط اثنين من الأحزمة **المطاطية الكبيرة والسميكة** مع بعضهما البعض.
3. قم بلف أحد الحزامين المطاطين بشكل طولي حول **الكتاب**.
4. استخدم **شريطًا لاصقًا** لتثبيت ورقة من أوراق **الصنفرة متوسطة الخشونة** أعلى الطاولة.
5. ألصق ورقة صنفرة ثانية في غلاف الكتاب.
6. ضع الكتاب على الطاولة بحيث تتلامس ورقتي الصنفرة.
7. اسحب ببطء طرف الحزام المطاطي حتى يتحرك الكتاب.
8. لاحظ وسجل ماذا يحدث في كراسة اليوميات الخاصة بالعلوم.

فكّر في الآتي

1. كيف تمثل هذه التجربة تزايد الضغط على طول الصدع؟

2. لماذا تتسبب الحركة السريعة للصخور على طول الصدع في حدوث زلزال؟

أسئلة مهمة

- **ما المقصود بالزلزال؟**
- **أين تحدث الزلازل؟**
- **كيف يراقب العلماء نشاط الزلزال؟**

المفردات

الزلزال (earthquake)
الصدع (fault)
الموجة الزلزالية (seismic wave)
البؤرة (focus)
مركز الزلزال السطحي (epicenter)
الموجة الأولية (primary wave)
الموجة الثانوية (secondary wave)
الموجة السطحية (surface wave)
خبير الزلازل (seismologist)
مقياس الزلازل (seismometer)
سجل زلزالي (seismogram)

3. أخبر الطلاب أنهم سيتعلمون دور الموجات الأولية والثانوية والسطحية أثناء الزلزال أثناء قراءتهم الدرس 1. بينما تتقدم في الدرس، ضع تعريف كل نوع من الموجات الزلزالية أسفل دائرته.

نشاط استكشافي

ما أسباب حدوث الزلازل؟

التهيئة: *10 دقائق* **الدرس:** *15 دقيقة*

الهدف
استكشاف سبب النشاط الزلزالي على طول الصدوع.

المواد
ورق صنفرة ؛ أشرطة مطاطية كبيرة وسميكة؛ الكتاب المدرسي؛ شريط لاصق

قبل بدء الدرس
اشترِ ورق صنفرة من متجر معدات مقدمًا.

توجيه الاستقصاء
- شجّع الطلاب على توقع ما سيحدث عندما يسحبون الشريط المطاطي. اسأل الطلاب إذا كانوا يعتقدون أن الكتاب سيتحرك ببطء عندما يسحبون أو سيتحرك بهزة مفاجئة. *سيتحرك بهزة مفاجئة.*
- راجع مفهوم الصدع الجيولوجي مع الطلاب. اطلب من الطلاب التفكير في الكيفية التي يمثّل بها الاحتكاك بين ورقتي الصنفرة نموذجًا للاحتكاك بين الصخور على طول الصدوع. اسأل الطلاب عما يمثله سحب الشريط المطاطي. *زيادة الإجهاد على طول الصدع*

فكّر في الآتي
1. يسبب الاحتكاك بين الصفائح التكتونية حدوث الإجهاد وانبعاثه في نهاية الأمر في شكل زلازل.
2. تطلق الحركة السريعة للصخر على طول مدار الصدع الطاقة المخزنة التي نشعر بها على سطح الأرض في صورة زلزال.

ملاحظات المعلم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 115 8/18/2016 5:43:07 AM

ما المقصود بالزلازل؟

وزّع على الطلاب عصا خشبية، عصا خفض اللسان الطبية مثلاً، أو أي نوع آخر من أنواع العصا الخشبية. بينما يرتدي الطلاب النظارات الواقية لحماية العين، اطلب منهم ثني العصا بحذر حتى تنكسر. **اطرح هذا السؤال:** **بماذا شعرت عندما انكسرت العصا؟** *لقد اهتزت في يدي.* اشرح أن هذه الاهتزازات كانت عبارة عن الطاقة المنبعثة عند كسر العصا. وهذا يشبه ما يحدث أثناء الزلزال.

أسئلة توجيهية

AL	**لماذا تتحرك الصخور على طول الصدع؟**	*تتحرك الصخور لأنها تتعرض للدفع والجذب بواسطة القوى نفسها التي تُحرك صفائح الأرض.*
	التأكد من المفاهيم الأساسية: ما المقصود بالزلزال؟	*الزلزال عبارة عن اهتزازات في الأرض تنتج عن الحركة على طول الصدع.*
BL	**هل جميع الزلازل كبيرة ومدمرة؟**	*لا. يعتمد تدمير الزلزال بنسبة كبيرة على مقدار القوة التي يتعرض لها الصدع. كلما زادت القوة، كلما زادت الطاقة المتراكمة في الصدع. وكلما زادت الطاقة المنبعثة بسبب الحركة على طول الصدع، زادت احتمالية أن يكون الزلزال أكبر وأكثر تدميرًا.*

أين تحدث الزلازل؟

قد يكون الطلاب على علم أن الزلازل تحدث في بعض المناطق بصورة أكثر تكرارًا من غيرها، إلا أنهم ربما ليسوا على دراية بالسبب. **اطرح هذا السؤال:** **أين تحدث الزلازل في الغالب؟** *غالبًا ما تحدث الزلازل على طول حواف القارات أو في المحيطات.*

الزلازل وحدود الصفائح

ذكّر الطلاب بالفرق بين حدود الصفيحة المتقاربة والمتباعدة. ينشأ حد الصفيحة المتقارب عندما تتحرك كل من الصفيحتين باتجاه الأخرى. حيث تغرق إحدى الصفيحتين في الوشاح تحت الصفيحة الأخرى. بينما ينشأ حد الصفيحة المتباعد حيث عندما الصفائح وتتحرك متباعدة عن بعضها.

أسئلة توجيهية

AL	**ما العلاقة بين مراكز الزلزال وحدود الصفائح؟**	*تنتج معظم الزلازل عن تزايد الضغط وانبعاثه على طول حدود الصفائح النشطة.*
	التأكد من المفاهيم الأساسية: أين تحدث معظم الزلازل؟	*تحدث معظم الزلازل حيث يتزايد الضغط على طول حدود الصفيحة النشطة.*
BL	**لماذا يغلب على الزلازل التي على طول حدود الصفيحة المتقاربة أن تكون أعمق وأكثر كارثية بالمقارنة مع الزلازل التي تحدث على طول الحدود المتباعدة؟**	*يتراكم مزيد من الطاقة وتندفع تلك الطاقة عندما تتحرك الصفائح باتجاه بعضها البعض وعندما تهبط إحدى الصفيحتين وتندفع تحت الأخرى (الاندساس) عند الحدود المتقاربة.*

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

اكتشف

قبل قراءة هذا الدرس، اكتب ما تعرفه بالفعل في العمود الأول. وفي العمود الثاني، اكتب ما تريد أن تتعلمه. بعد الانتهاء من هذا الدرس، اكتب ما تعلمته في العمود الثالث.

ماذا أعرف	ماذا أريد أن أتعلم	ماذا تعلمت

ما المقصود بالزلازل؟

هل حاولت من قبل أن تثني عصا حتى تنكسر؟ عندما تنكسر العصا، تهتز وتنطلق منها طاقة. تحدث الزلازل بطريقة مشابهة. **الزلازل** *عبارة عن اهتزازات في الأرض تنتج عن حركة الفواصل الموجودة في طبقة الليثوسفير للأرض.* تُسمى هذه الفواصل بالصدوع.

لماذا تتحرك الصخور على طول الصدع؟ تدفع أيضًا القوى التي تحرك الصفائح التكتونية الصخور الموجودة على طول الصدع وتجذبها. إذا أصبحت هذه القوى كبيرة بما يكفي، فيمكن أن تحرك الكتل الصخرية الموجودة على أحد جانبي الصدع أفقيًا أو رأسيًا فوق بعضها البعض. كلما كانت القوى المؤثرة على الصدع كبيرة، زادت احتمالات وقوع زلزال كبير ومدمر. توضح **الصورة 1** الأضرار الناتجة عن زلزال نورث ريدج عام 1994.

التأكد من المفاهيم الأساسية

1. ما المقصود بالزلزال؟

الصورة 1 في عام 1994، بلغت تكلفة الأضرار الناجمة عن زلزال نورث ريدج على طول صدع سان أندرياس في كاليفورنيا 20 مليار دولار.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أين تحدث الزلازل؟

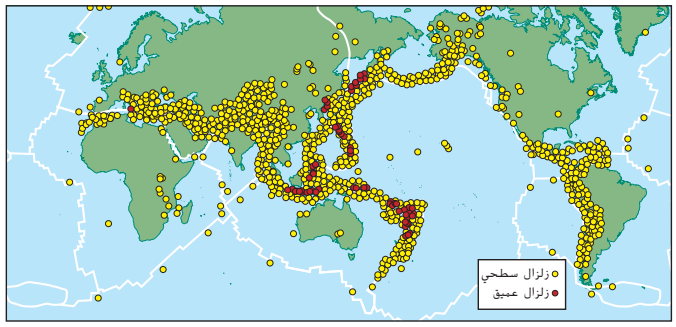
تظهر مواقع الزلازل الكبرى التي حدثت بين عامي 2000 و2008 في **الصورة 2**. لاحظ أنه لا يوجد سوى عدد قليل من الزلازل في وسط القارة. تشير السجلات إلى أن معظم الزلازل تحدث في المحيطات وعلى طول حدود القارات. هل توجد أي استثناءات؟

الزلازل وحدود الصفائح

قارن مواقع الزلازل الواردة في **الصورة 2** مع **حدود الصفائح** التكتونية. ما العلاقة بين الزلازل وحدود الصفائح؟ تنتج الزلازل من تزايد الضغط وانطلاقه على طول حدود الصفائح النشطة.

تحدث بعض الزلازل على عمق أكثر من 100 km تحت سطح الأرض، كما هو موضح في **الصورة 2**. ما حدود الصفائح المرتبطة بالزلازل العميقة؟ تحدث الزلازل العميقة عند تصادم الصفائح على طول حدود الصفائح المتقاربة. تندس هنا الصفائح المحيطية الأكثر كثافة في **الوشاح**. تطلق الزلازل التي تحدث على طول حدود الصفائح المتقاربة عادةً كميات هائلة من الطاقة. يمكن أن تكون أيضًا كارثية.

تحدث الزلازل السطحية عندما تنقسم الصفائح على طول حدود الصفائح المتباعدة، مثل نظام حيد وسط المحيط. يمكن أيضًا أن تقع الزلازل السطحية على طول حدود الصفائح الانتقالية مثل صدع سان أندرياس في كاليفورنيا. تحدث الزلازل متفاوتة الأعماق عند اصطدام القارات. تؤدي الاصطدامات القارية إلى تكوّن سلاسل جبال كبيرة ومشوهة مثل جبال الهيمالايا في آسيا.



الصورة 2 لاحظ أن معظم الزلازل تقع على طول حدود الصفائح.

مراجعة المفردات

حدود الصفائح عبارة عن منطقة تتحرك فيها صفائح الغلاف السطحي للأرض وتتفاعل مع بعضها. وهذا ما يتسبب في حدوث الزلازل والبراكين وتشكّل السلاسل الجبلية

التأكد من المفاهيم الأساسية

2. أين تحدث معظم الزلازل؟

UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 116 8/18/2016 5:43:11 AM

مراجعة المفردات

حد صفائحي (plate boundary)

اطرح هذا السؤال: ما الأحداث أو التضاريس الناتجة عن تفاعل صفائح الأرض؟ *الزلازل والبراكين والنطاقات الجبلية*

المعرفة المرئية: توزيع الزلزال

وجه انتباه الطلاب إلى **الصورة 2**. اشرح أن الخطوط البيضاء على الخريطة تمثل حدود صفائح الأرض. في بعض المناطق، يغطي الخط الأبيض بالنقاط التي تمثل نشاط الزلزال. اعرض خريطة موضحًا عليها حدود الصفيحة، إن أمكن، حتى يمكنهم رؤية الخطوط المغطاة في **الصورة 2**. وضح كيف تتجمع النقاط وتتطابق تمامًا مع موقع الخطوط. **اطرح هذا السؤال: ما مدى اعتقادك أن خريطة مثل هذه تساعد العلماء على معرفة المزيد عن الزلازل؟** *تساعد الخريطة العلماء على ملاحظة أنماط نشاط الزلزال.*

اطرح هذا السؤال: ما الذي تمثله النقاط الصفراء والحمراء؟ *تمثل النقاط الصفراء الزلازل السطحية بينما تمثل النقاط الحمراء الزلازل العميقة.*

اطرح هذا السؤال: هل تقع الزلازل في وسط القارات؟ كيف تعرف ذلك؟ نعم. يوجد *بعض النقاط الصفراء التي تمثل الزلازل السطحية في وسط قارة أمريكا الشمالية وبعض القارات الأخرى.*

التدريس المتمايز

AL **أين تحدث الزلازل؟** قدم للطلاب نسخة من **الصورة 2**. اطلب من الطلاب تكوين مجموعات ثنائية وإضافة مربعات حوار تساعد على توضيح ما يعرضه الشكل.

BL **في أي اتجاه تتحرك الصفائح؟** قدّم للطلاب خريطة تعرض حدود الصفيحة حول العالم. بعد ذلك، باستخدام **الصورة 2** للاطلاع على مزيد من المعلومات، اطلب من الطلاب العمل في مجموعات ثنائية لوضع أسهم على طول الحدود التي توضح الاتجاهات التي تتحرك فيها الصفائح: تجاه بعضها البعض، أم بعيدًا عن بعضها البعض أم تنزلق فوق بعضها البعض بصورة أفقية. اطلب من الطلاب مقارنة خريطتهم بتلك التي توضح اتجاه الحركة عند حدود الصفيحة.

مجموعة أدوات المعلم

نشاط

أنواع الصدوع زوّد مجموعات الطلاب بقطعتين من الطين مختلفتي اللون، حيث يمثل كل لون كتلة صخرية.

1. اطلب من الطلاب استخدام **الجدول 1** كمرجع لتمثيل أنواع الصدوع الثلاثة المختلفة.
2. ينبغي أن يستخدم الطلاب الطين لتوضيح مدى تحرك كتل الصخور مقارنة ببعضها البعض على طول أنواع الصدوع المختلفة.
3. اطلب من الطلاب تمثيل كل نوع من أنواع الصدوع على حدة حتى يمكنهم الاطلاع على أنواع الصدوع الثلاثة في الوقت نفسه عند الانتهاء.
4. اطلب من الطلاب عرض نماذجهم دون تسمية ثم استبدال الأماكن مع مجموعة أخرى. اطلب من كل مجموعة تسمية أنواع الصدوع التي صممتها المجموعة الأخرى وفقًا لما توضحه النماذج.

معلومة طريفة

صدع سان أندرياس يقع صدع سان أندرياس على امتداد الحد الذي بين صفيحة المحيط الهادي وصفيحة أمريكا الشمالية. يمر الصدع الذي يبلغ طوله 1,200 km عبر الصخور التي تقع على ساحل كاليفورنيا ويصل عمقه إلى 16 km على سطح الأرض. في عام 1906، نشأ أحد أكثر الزلازل تدميرًا في ولاية كاليفورنيا عندما تحركت كتل الصخور على طول الصدع. في بعض الأماكن، تحركت الأرض بصورة أفقية أكثر من 6 m أثناء الزلزال.

إستراتيجية القراءة

المخطط اطلب من الطلاب استخدام العناوين المعروضة في هذه الصفحات لإنشاء مخطط. اطلب منهم إكمال الأفكار الأساسية وتفاصيل أماكن وقوع الزلازل وأنواع الصدوع.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 117 8/18/2016 5:43:13 AM

تشوه الصخور

في بداية هذا الدرس، قرأت أن طاقة الزلازل تشبه الطاقة الناتجة عن ثني العصا وكسرها. تتحرك الصخور الموجودة تحت سطح الأرض بهذه الطريقة. عندما تؤثر قوة على جسم صخرة، حسب خصائص الصخرة والقوة المؤثرة، قد تتقوس الصخرة أو تنكسر.

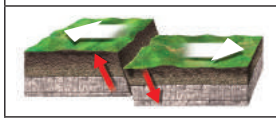
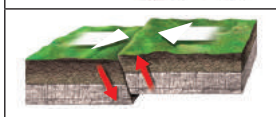
عندما تؤثر قوة مثل الضغط على صخرة على طول حدود الصفائح، يمكن أن يتغير شكل الصخرة. يُسمى هذا تشوه الصخور. يمكن أن تكون الصخور في نهاية الأمر مشوهة بدرجة كبيرة بحيث تنكسر وتتحرك. توضح **الصورة 3** كيف يمكن أن يؤدي تشوه الصخور إلى حدوث إزاحة في الأرض. لاحظ أن تشوه الصخور أدى إلى حدوث إزاحة في الأرض وتسبب في تغير اتجاه الجدول.

الصورة 3 غيّرت القوى النشطة على طول صدع سان أندرياس في كاليفورنيا أنماط التصريف ومسار هذا الجدول على طول الصدع.

الصدوع

عندما يتراكم الضغط في أماكن مثل حدود الصفائح، يمكن أن تكوّن الصخور صدوعًا. يُعد **الصدع** *فاصلاً في طبقة الليثوسفير للقشرة الأرضية يمكن أن تتحرك فيه كتلة من الصخور تجاه كتلة أخرى أو بعيدًا عنها أو خلفها.* عندما تتحرك الصخور في أي اتجاه على طول الصدع، يحدث زلزالٌ. يعتمد اتجاه حركة الصخور على أحد جانبي الصدع على القوى المؤثرة على هذا الصدع. يسجل **الجدول 1** ثلاثة أنواع من الصدوع تنتج عن الحركة على طول حدود الصفائح. وهذه الصدوع هي صدع الانزلاق الجانبي والصدع العادي والصدع المعكوس.

الجدول 1 حُدد أنواع الصدوع الثلاثة حسب الحركة النسبية على طول الصدع.

الجدول 1 أنواع الصدوع		
الانزلاق الجانبي	• تنزلق كتلتان من الصخور بصورة أفقية بمحاذاة بعضهما البعض في اتجاهات معاكسة. • الموقع: حدود الصفائح الانتقالية	
العادي	• تجذب القوى كتلتين من الصخور بعيدًا عن بعضهما. تتحرك كتلة الصخور الموجودة أعلى الصدع لأسفل مقارنة بكتلة الصخور الموجودة أسفل الصدع. • الموقع: حدود الصفائح المتباعدة	
المعكوس	• تدفع القوى كتلتين من الصخور معًا. تتحرك كتلة الصخور الموجودة أعلى الصدع لأعلى مقارنة بكتلة الصخور الموجودة أسفل الصدع. • الموقع: حدود الصفائح المتقاربة	

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أنواع الصدوع يمكن أن تتكون صدوع الانزلاق الجانبي على طول حدود الصفائح الانتقالية. وبالتالي، تتسبب القوى في انزلاق الصخور أفقيًا بمحاذاة بعضها في الاتجاه المعاكس. في المقابل، يمكن أن تتكون الصدوع العادية عندما تجذب القوى الصخور بعيدًا عن بعضها على طول حدود الصفائح المتباعدة. في الصدع العادي، تتحرك كتلة واحدة من الصخور لأسفل مقارنةً بكتلة أخرى. تدفع القوى الصخور في اتجاه بعضها على حدود الصفائح المتقاربة وبالتالي يمكن أن يتكون الصدع المعكوس. لذا، تتحرك كتلة واحدة لأعلى مقارنة بكتلة أخرى من الصخور.

بؤرة الزلزال ومركزه السطحي

عندما تتحرك الصخور على طول الصدع، تنبعث منها *طاقة تتحرك كاهتزازات تحت مستوى سطح الأرض وفوقه تُسمى* **الموجات الزلزالية**. *تنشأ هذه الموجات عندما تتحرك الصخور أولًا على طول الصدع، في موقع في باطن الأرض يُسمى* **البؤرة**. يمكن أن تحدث الزلازل في أي مكان بين سطح الأرض وأعماق على بُعد أكبر من 600 km. عندما تشاهد تقريرًا إخباريًا، سيحدد المراسل غالبًا مركز الزلزال السطحي. **مركز الزلزال السطحي** هو *مكان على سطح الأرض فوق بؤرة الزلزال مباشرةً*. توضح **الصورة 4** العلاقة بين بؤرة الزلزال ومركزه السطحي.

الموجات الزلزالية

أثناء الزلزال، يتسبب الانطلاق السريع للطاقة على طول الصدع في حدوث موجات زلزالية. تتحرك الموجات الزلزالية نحو الخارج في جميع الاتجاهات عبر الصخور. يشبه هذا الأمر ما يحدث عندما ترمي حجرًا في المياه. فعندما يصطدم الحجر بسطح المياه، تتحرك الموجات نحو الخارج في دوائر. تنقل الموجات الزلزالية الطاقة عبر الأرض وتتسبب في حدوث حركة تشعر بها أثناء الزلزال. تكون الطاقة المنطلقة أقوى بالقرب من مركز الزلزال السطحي. أثناء تحرك الموجات الزلزالية بعيدًا عن مركز الزلزال السطحي، تقل الطاقة والكثافة. كلما كنت بعيدًا عن مركز الزلزال السطحي، كانت حركة الأرض أقل.

المطويات

صمم كتابًا مطويًا ثلاثي الطيات من صفحة ورقية. ميّزها بالأسماء على النحو الموضح. استخدمه لتنظيم ملاحظاتك حول أنواع حركة الصفائح والأنشطة الناتجة التي تحدث على طول كل حد من حدود الصفائح.

التأكد من فهم النص

3. ما أنواع الصدوع الثلاثة؟

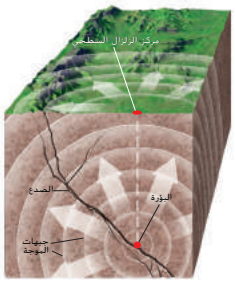
الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

البؤرة

الاستخدام العلمي مكان منشأ الزلزال

الاستخدام العام نقطة تجمّع

الصورة 4 يوجد مركز الزلزال السطحي أعلى البؤرة، في المنطقة التي تحدث فيها الحركة على طول الصدع أولًا.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تشوه الصخور

قد يواجه الطلاب صعوبة في استيعاب فكرة تقوس الصخور وانكسارها وتحركها. اطلب من الطلاب التفكير في مقدار القوة اللازمة لكسر الصخور وتحريكها في القشرة الأرضية. استخدم أسئلة الدعم التدريجي الواردة أدناه لتقييم استيعاب الطلاب لهذا المفهوم.

أسئلة توجيهية

AL **ما الذي يؤدي إلى تغير شكل الصخور؟** — *يمكن أن يتغير شكل الصخور عندما تؤثر قوة مثل الضغط على طول حدود الصفيحة.*

OL **ما المقصود بتشوه الصخور؟** — *يحدث تشوه الصخور عندما يتغير شكلها.*

BL **كيف يؤدي تشوه الصخور إلى انزياح الأرض؟** — *في نهاية الأمر، يمكن أن تصبح الصخور مشوهة بدرجة كبيرة حيث تنكسر وتتحرك. عندما تتحرك الصخور، قد يحدث انزياحٌ للأرض.*

الصدوع

ذكّر الطلاب أن كتل الصخور قد تتحرك على طول الصدع تجاه بعضها البعض أو بعيدًا عن بعضها البعض أو تنزلق بشكل أفقي فوق بعضها البعض، تمامًا مثل الحركة على طول حدود الصفيحة.

أسئلة توجيهية

AL **ماذا يقصد بالصدع؟** — *الصدع هو كسر في طبقة الليثوسفير للأرض حيث تتحرك كتل الصخور في اتجاهات معاكسة.*

OL **ماذا يحدث عندما تتحرك الصخور على طول الصدع؟** — *يحدث زلزالٌ.*

BL **ما الذي يحدد اتجاه الحركة التي تحدث على طول الصدع؟** — *يحدد نوع القوة المؤثرة على الصدع الاتجاه الذي تتحرك فيه الصخور على أي جانب من جانبي الصدع.*

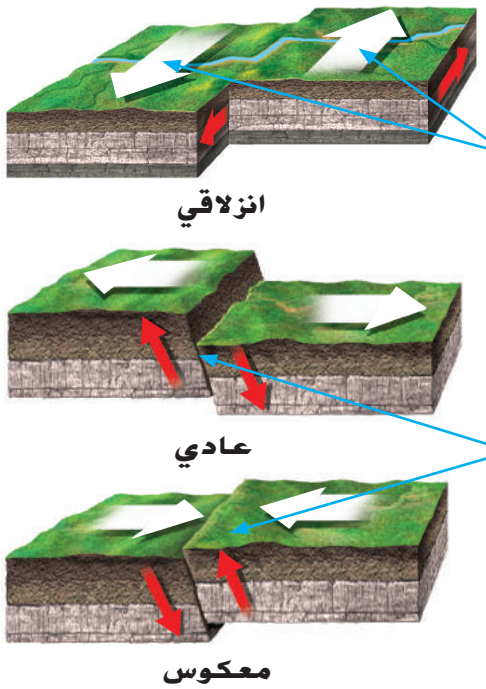
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 118 8/18/2016 5:43:15 AM

المعرفة المرئية: أنواع الصدوع

استخدم النص والأشكال الموجودة في **الجدول 1** للتمييز بين أنواع الصدوع الثلاثة: الصدوع الانزلاقية والعادية والمعكوسة.

اطلب من الطلاب استخدام المطوية لتنظيم ملاحظاتهم عن أنواع حركات الصفائح والأنشطة الناجمة عنها.



اطرح هذا السؤال: ما نوع الحركة التي تحدث على طول الصدوع الانزلاقية؟ *تتحرك الصخور أفقيًا حيث تنزلق تحت بعضها البعض في اتجاهات معاكسة.*

اطرح هذا السؤال: *قابل بين الصدوع العادية والصدوع المعكوسة. تحدث الصدوع العادية على طول حدود الصفائح المتباعدة؛ حيث تتحرك الصخور بعيدًا عن بعضها البعض وتتحرك الصخور التي على أحد جانبي الصدع لأسفل بالقرب من الجانب الآخر. تحدث الصدوع المعكوسة على طول حدود الصفائح المتقاربة. تتحرك الصخور باتجاه بعضها البعض وتندفع الصخور الموجودة على أحد جانبي الصدع إلى أعلى بالقرب من الجانب الآخر.*

أسئلة توجيهية

التأكد من فهم النص: ما أنواع الصدوع الثلاثة؟	*انزلاقية وعادية ومعكوسة*
OL **أين تحدث الصدوع الانزلاقية؟**	*تحدث الصدوع الانزلاقية عند حدود الصفائح الانتقالية.*

الموجات الزلزالية

اطلب من الطلاب قراءة النص الذي يتحدث عن الموجات الزلزالية. استخدم هذه الأسئلة الداعمة للتحقق من فهم الطلاب.

أسئلة توجيهية

AL **ما الذي يتسبب في حدوث الموجات الزلزالية؟**	*ينتج عن الانطلاق السريع للطاقة على طول الصدع موجات اهتزازية.*
OL **لماذا يُعد وجه التشابه بين التموجات الناتجة عن إلقاء حجر في *المياه* وحركة الموجات الزلزالية بعيدًا عن المركز السطحي للزلزال مناسبًا؟**	*عندما يصطدم حجر بسطح المياه، تتحرك التموجات في جميع الاتجاهات. فكلما تحركت التموجات أبعد، انخفضت طاقتها. تتحرك الموجات الزلزالية نحو الخارج في جميع الاتجاهات من المركز السطحي للزلزال. فكلما انتقلت أبعد، انخفضت طاقتها.*
BL **تقع المدينة "أ" على بعد 100 km من المركز السطحي للزلزال، وتقع المدينة "ب" على بعد 55 km وتقع المدينة "ج" على بعد 128 km. رتب المدن من الأكبر للأصغر من ناحية حركة الأرض الناتجة عن وصول الموجات الزلزالية إليها. اشرح استنتاجك.**	*من المحتمل أن تتعرض المدينة "ب" لأكبر حركة أرضية، يتلوها المدينة "أ" ثم المدينة "ج". لنفترض أنه لا يوجد اختلاف كبير بين أنواع صخور القاعدة، فكلما ابتعد الموقع عن المركز السطحي للزلزال، قلت حركة الأرض.*

OL ضمن المستوى AL قريب من المستوى BL أعلى من المستوى

التدريس المتمايز

AL **جسيمات الأرض** اطلب من الطلاب رسم شريط رسوم متحركة لجسيمات الأرض التي تتعرض لأنواع الموجات الزلزالية الثلاثة في الزلزال الواحد. انشر الرسوم المتحركة ليطلع عليها طلاب الصف.

BL **المسرحية** اطلب من الطلاب أداء مسرحية قصيرة حول جسيمات الأرض التي تتعرض لأنواع الموجات الزلزالية الثلاثة في الزلزال الواحد.

مجموعة أدوات المعلم

العرض التوضيحي للمعلم

تمثيل الموجات الزلزالية استخدم زنبركًا ملفوفًا لتمثيل حركة الجسيم الناتجة عن الموجات الأولية والموجات الثانوية. اطلب من أحد الطلاب التطوع بإمساك أحد أطراف الزنبرك الملفوف. مدد الزنبرك حتى يوجد توتر في الملفات. اطلب من متطوع آخر أن يضغط على عدة ملفات من أعلى الزنبرك وأسفله سويًا ثم يتركها مرة واحدة. اطلب من الطلاب ملاحظة طريقة حركة الملفات. **اطرح هذا السؤال: ما نوع الموجات الذي تمثلها هذه التجربة؟** موجة *أولية* ثم قم بهز الزنبرك بحيث يتحرك بطريقة تشبه حركة الثعبان. **اطرح هذا السؤال: ما نوع الموجات الذي تمثلها هذه التجربة؟** موجة *ثانوية*

إستراتيجية القراءة

أصل الكلمة تشتق كلمة seismic من الكلمة اللاتينية seiein، التي تعني "يهتز". **اطرح هذا السؤال: كيف يرتبط هذا بأحداث الزلزال؟** تهتز *الأرض أثناء الزلزال.*

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 119 8/18/2016 5:43:17 AM

أنواع الموجات الزلزالية

عند وقوع زلزال، يمكن أن تتحرك جسيمات الأرض ذهابًا وإيابًا أو صعودًا وهبوطًا أو في حركة بيضاوية موازية لاتجاه حركة الموجة الزلزالية. يستخدم العلماء حركة الموجة وسرعتها ونوع المواد التي تنتقل عبر الموجة لتصنيف الموجات الزلزالية. الأنواع الثلاثة للموجات الزلزالية هي الموجات **الأولية** والموجات الثانوية والموجات السطحية.

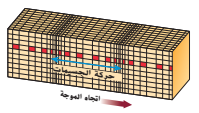
كما هو موضح في **الجدول 2**، تجعل **الموجات الأولية** ، *تُسمى أيضًا "موجات P". جسيمات الأرض تتحرك في شكل حركة دفع وسحب تشبه حركة الزنبرك الملفوف.* الموجات الأولية هي أسرع الموجات الزلزالية حركة. وهي الموجات الأولى التي تشعر بها عقب حدوث الزلزال. أما **الموجات الثانوية**، *تُسمى أيضًا "موجات S". فهي أبطأ من الموجات الأولية. وتجعل الجسيمات تتحرك صعودًا وهبوطًا في شكل قائمة مقارنة باتجاه حركة الموجة.* يمكن توضيح هذه الحركة باهتزاز زنبرك ملفوف جنبًا إلى جنب وصعودًا وهبوطًا في نفس الوقت. تجعل **الموجات السطحية** جسيمات *الأرض تتحرك صعودًا وهبوطًا في حركة دائرية تشبه موجات المحيط.* تتحرك الموجات السطحية على سطح الأرض فقط بالقرب من مركز الزلزال السطحي. يمكن أن تنتقل الموجات الأولية والموجات الثانوية عبر باطن الأرض. ومع ذلك، اكتشف العلماء أن الموجات الثانوية لا يمكن أن تتحرك عبر السوائل.

التأكد من فهم النص

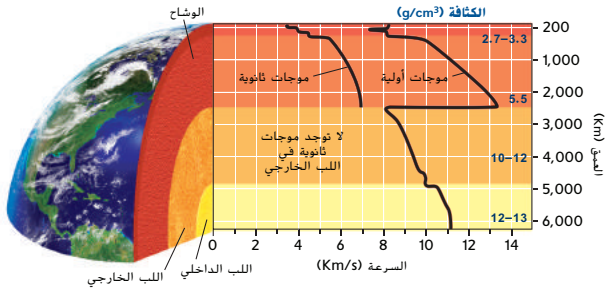
4. وضح أنواع الموجات الزلزالية الثلاثة.

الجدول 2 تُصنف الأنواع الثلاثة للموجات الزلزالية حسب حركة الموجة وسرعتها وأنواع المواد التي يمكن أن تنتقل عبرها.

الجدول 2 خصائص الموجات الزلزالية

	**الموجة الأولية (P-waves)** • تجعل جسيمات الصخور تهتز في نفس اتجاه حركة الموجات • أسرع الموجات الزلزالية • أول موجة تُكتشف وتُسجل • تنتقل عبر المواد الصلبة والسائلة
الموجة الثانوية (S-waves) • تجعل جسيمات الصخور تهتز بشكل عمودي على اتجاه حركة الموجات • أبطأ من الموجات الأولية وأسرع من الموجات السطحية • تُكتشف وتُسجل بعد الموجات الأولية • تنتقل فقط عبر المواد الصلبة	
الموجة السطحية • تجعل جسيمات الصخور تتحرك في شكل حركة دائرية أو بيضاوية في نفس اتجاه حركة الموجات • أبطأ الموجات الزلزالية • تتسبب بشكل عام في معظم الضرر الذي يلحق بسطح الأرض	

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



الصورة 5 تغير الموجات الزلزالية سرعتها واتجاهها أثناء حركتها في باطن الأرض. لا تتحرك الموجات الثانوية عبر لب الأرض الخارجي لأنه سائل.

رسم خريطة لباطن الأرض

يُسمى العلماء الذين يدرسون الزلازل **خبراء الزلازل**. ويستخدم هؤلاء الخبراء خصائص الموجات الزلزالية لرسم خريطة لباطن الأرض. تغير الموجات الأولية والموجات الثانوية سرعتها واتجاهها حسب المواد التي تنتقل عبرها. توضح **الصورة 5** سرعة الموجات الأولية والثانوية على أعماق مختلفة في باطن الأرض. من خلال مقارنة هذه القياسات بكثافات مواد الأرض، توصل العلماء إلى تركيبة طبقات الأرض.

اللب الداخلي والخارجي من خلال الدراسات المستفيضة عن الزلازل، اكتشف خبراء الزلازل أن الموجات الثانوية لا يمكن أن تنتقل عبر اللب الخارجي للأرض. أثبت هذا الاكتشاف أن اللب الخارجي لطبقة الأرض عبارة عن سائل بخلاف اللب الداخلي الصلب. من خلال تحليل سرعة الموجات الأولية التي تنتقل عبر اللب، اكتشف خبراء الزلازل أيضًا أن اللب الداخلي واللب الخارجي للأرض يتكونان في معظمهما من الحديد والنيكل.

الوشاح استخدم خبراء الزلازل أيضًا الموجات الزلزالية لوضع نموذج لتيارات الحمل الحراري في الوشاح. تعتمد سرعات الموجات الزلزالية على درجة حرارة الصخور التي تنتقل عبرها الموجات الزلزالية وضغطها وتركيبتها. تميل الموجات الزلزالية إلى أن تكون بطيئة أثناء حركتها عبر المواد الساخنة. على سبيل المثال، تصبح الموجات الزلزالية بطيئة في مناطق الوشاح أسفل مناطق حيد وسط المحيط أو بالقرب من المناطق الساخنة. تصبح الموجات الزلزالية سريعة في المناطق الباردة من الوشاح بالقرب من مناطق الاندساس.

التأكد من فهم الصورة

5. ماذا يحدث للموجات الأولية والموجات الثانوية على عمق 2500 km؟

التأكد من فهم النص

6. كيف اكتشف العلماء أن اللب الخارجي للأرض سائل؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أنواع الموجات الزلزالية

يوجد ثلاثة أنواع من الموجات الزلزالية وهي المسؤولة عن طريقة حركة جسيمات الأرض أثناء الزلزال.

أسئلة توجيهية

AL

ما الفرق بين الموجات السطحية والموجات الأولية والثانوية؟

تنتقل الموجات السطحية عبر سطح الأرض فحسب. كما تنتقل الموجات الأولية والثانوية أيضًا عبر باطن الأرض.

التأكد من فهم النص: وضح أنواع الموجات الزلزالية الثلاثة.

تؤدي الموجات الأولية إلى تحرك جسيمات الأرض في حركة الدفع والجذب. تؤدي الموجات الثانوية إلى تحرك جسيمات الأرض ناحية الزاوية اليمنى بالقرب من اتجاه الموجة. تؤدي الموجات السطحية إلى تحرك جسيمات الأرض في حركة دائرية.

BL

ما السمات التي يستخدمها العلماء لتصنيف الموجات الزلزالية؟

يصنف العلماء الموجات الزلزالية بناءً على حركة الموجة وسرعتها ونوع المادة التي يمكن أن تنتقل عبرها الموجات.

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

أولي

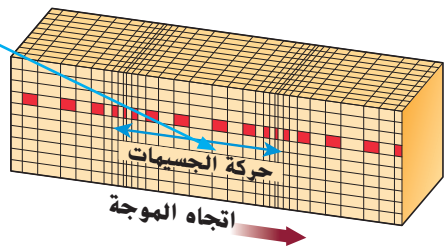
اطرح هذا السؤال: لماذا تعد صفة *أولي* مناسبة لاستخدامها لوصف الموجات الزلزالية الأولية؟ أولي تعني *"الأول"* تعد الموجات الأولية أسرع الموجات الزلزالية وهي أولى الموجات التي نشعر بها أثناء الزلزال.

المعرفة المرئية: خصائص الموجات الزلزالية

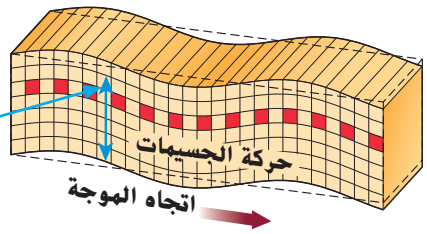
الجدول 2 يساعد الطلاب على تصوّر الاختلافات بين أنواع الموجات الزلزالية الثلاثة. استخدم الرسوم التخطيطية والأسئلة أدناه للتحقق من فهم الطلاب.

اطرح هذا السؤال: رتب أنواع الموجات الزلزالية الثلاثة من الأسرع إلى الأبطأ. *الموجات الأولية، الموجات الثانوية، الموجات السطحية*

اطرح هذا السؤال:
ما مدى تأثر جسيمات الأرض بالموجات الأولية؟ *تتحرك الجسيمات للخلف وللأمام في حركة سحب ودفع نتيجة انتقال الموجات الأولية عبر باطن الأرض.*



اطرح هذا السؤال:
قابل بين حركة الجسيم الناتجة عن الموجات الثانوية والحركة الناتجة عن الموجات السطحية. *تؤدي الموجات الثانوية إلى حركة الجسيم صعودًا وهبوطًا. أما الموجات السطحية فتؤدي إلى حركة الجسيمات في حركة بيضاوية تشبه ما يحدث عندما تنتقل الموجات عبر المياه.*



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 120 8/18/2016 5:43:20 AM

رسم خريطة لباطن الأرض

لم يدرس العلماء الموجات الزلزالية لمعرفة المزيد عن الزلازل فحسب بل أيضًا لمعرفة المزيد عن بنية باطن الأرض وسماته. تذكر من الصفحات السابقة أن الموجات الثانوية لا تنتقل عبر السوائل. ذكّر الطلاب أن الموجات الزلزالية، مثل موجات الصوت والضوء، عندما تنتقل عبر الوسائط ذات الكثافات ودرجات الحرارة المختلفة، فإنها تؤثر على سرعة الموجات.

أسئلة توجيهية

AL كيف يدرس العلماء باطن الأرض؟
يستخدم العلماء خصائص الموجات الزلزالية لرسم خريطة لطبقات باطن الأرض.

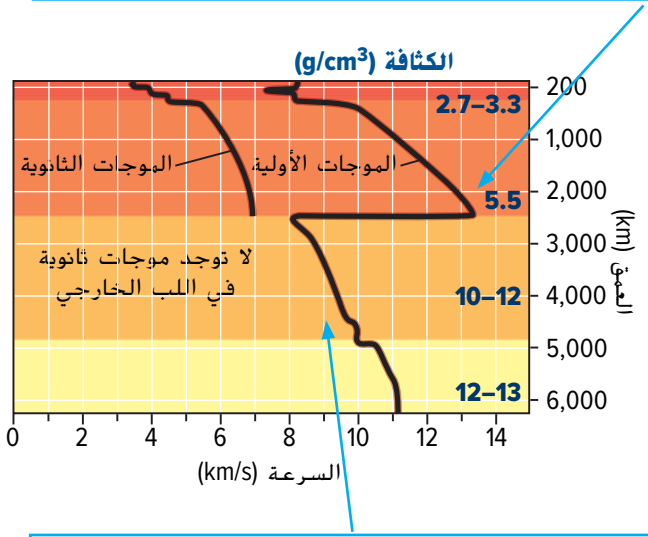
OL كيف اكتشف العلماء أن اللب الخارجي للأرض سائل؟
اكتشف العلماء أن اللب الخارجي للأرض سائل حيث إن الموجات الثانوية لا يمكن أن تنتقل عبره.

BL صف تركيب طبقات باطن الأرض.
اللب الداخلي صلب واللب الخارجي سائل. ويتكون كل منهما من الحديد والنيكل، بينما يتكون الوشاح من مادة صلبة.

المعرفة المرئية: باطن الأرض

يوضح التمثيل البياني في **الصورة 5** مدى تغير سرعة واتجاه الموجات الزلزالية أثناء انتقالها عبر طبقات الأرض المختلفة.

اطرح هذا السؤال: ماذا يحدث للموجات الأولية والموجات الثانوية على عمق 2,500 km؟ ***تتوقف الموجات الثانوية لأن أسفل 2,500 يوجد اللب الخارجي السائل للأرض. تقل سرعة الموجات الأولية بدرجة كبيرة من 13 km/s إلى 8 km/s.***



اطرح هذا السؤال: كيف يؤثر العمق على سرعة الموجات الأولية في اللب الخارجي للأرض واللب الداخلي لها؟ ***عندما يزيد العمق، تزيد سرعة الموجات الأولية من 8 km/s إلى 11 km/s.***

التدريس المتمايز

AL التسلسل اطلب من الطلاب إنشاء مخطط يوضح بالترتيب الخطوات المستخدمة في التثليث.

BL التثليث اطلب من الطلاب كتابة فقرة توضح طريقة عمل التثليث. يمكن للطلاب إكمال الشرح المكتوب بمزيد من التوضيح.

مجموعة أدوات المعلم

مهن مرتبطة بالعلوم

علماء الزلازل قد يتواجد العلماء الذين يدرسون الزلازل في الميدان وفي مكتب العمل كثيرًا. يقدم بعض علماء الزلازل المساعدة للمهندسين لإنشاء مبانٍ مقاومة للزلازل بينما يستخدم الآخرون أجهزة الكمبيوتر لتحليل البيانات التي تم تجميعها قبل الزلزال ووبعده وأثناءه. يمكن لعلماء الزلازل إجراء الأبحاث والتدريس في الجامعات والعمل لصالح الحكومة.

معلومة طريفة

على الرغم من أن زلازل كاليفورنيا تستخدم بوجه عام كمثال للزلازل في الولايات المتحدة، إلا أن ألاسكا تعد من أكبر الولايات عرضة للزلازل وفقًا للمسح الجيولوجي الأمريكي (USGS). يضرب ولاية ألاسكا، كل عام تقريبًا، زلزالٌ بقوة 7 على الأقل.

نشاط

أوجد المركز السطحي اطلب من الطلاب العمل في ثنائيات لتحديد مكان المركز السطحي للزلزال. وفّر للطلاب نسخًا من خريطة العالم ومسطرة وبوصلة. ينبغي أن تحتوي الخريطة على مقياس ونقاط تحدد موقع مدن ساو باولو في البرازيل ونيويورك في نيويورك وباريس في فرنسا. أعطِ الطلاب البيانات التالية. كانت المسافة بين هذه المدن على الخريطة وبين المركز السطحي كما يلي: ساو باولو 8,000 km، ونيويورك 5,400 km، وباريس 1,500 km. اطلب من الطلاب استخدام مقياس الخريطة والمسطرة والبوصلة لتحديد موقع المركز السطحي. *يقع المركز السطحي في لشبونة في البرتغال.*

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 121 8/18/2016 5:43:21 AM

تحديد موقع مركز الزلزال السطحي

تقيس أداة تُسمى **مقياس الزلازل** *حركة الأرض وتسجلها ويمكن استخدامها لتحديد المسافة التي تقطعها الموجات الزلزالية*. تُسجل حركة الأرض **كسجل زلزالي**، *موضح تمثيل بياني للموجات الزلزالية في* **الصورة 6**.

يستخدم خبراء الزلازل طريقة تسمى التثليث لتحديد موقع مركز الزلزال السطحي. تستخدم هذه الطريقة سرعات الموجات الزلزالية وأوقات حركتها لتحديد المسافة إلى مركز الزلزال السطحي من ثلاثة مقاييس للزلازل على الأقل.

1. أوجد الفرق في زمن الوصول.

أولاً، حدد عدد الثواني بين وصول الموجة الأولية الأولى والموجة الثانوية الأولى على سجل الزلازل. يُسمى فرق الوقت فترة التأخير. باستخدام المقياس الزمني الموجود في الجزء السفلي من سجل الزلزال، اطرح وقت وصول الموجة الأولية الأولى من وقت وصول الموجة الثانوية الأولى.

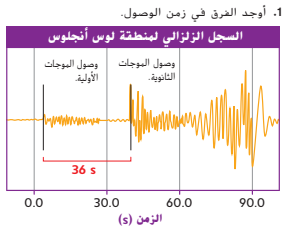
2. أوجد المسافة إلى مركز الزلزال السطحي.

بعد ذلك، استخدم تمثيلاً بيانيًا يوضح تمثيل فترة تأخير الموجة الأولية والموجة الثانوية مقابل المسافة. انظر إلى المحور y وحدد المكان على الخط الأزرق المتصل الذي يتقاطع مع فترة التأخير التي حسبتها من سجل الزلازل. ثم، اقرأ المسافة المقابلة من مركز الزلزال السطحي على المحور x.

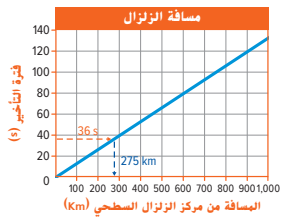
3. مثّل المسافة على خريطة.

بعد ذلك، استخدم مسطرة ومقياس خريطة لقياس المسافة بين مقياس الزلازل ومركز الزلزال السطحي. ارسم دائرة يساوي نصف قطرها هذه المسافة عن طريق وضع مؤشر الفرجار على موقع مقياس الزلازل. ضع القلم على المسافة التي تم قياسها على المقياس. ارسم دائرة كاملة حول موقع مقياس الزلازل. يوجد مركز الزلزال السطحي في مكان ما على الدائرة. عند تمثيل الدوائر للحصول على بيانات من ثلاث محطات لرصد الزلازل على الأقل، يمكن العثور على موقع مركز الزلزال السطحي. يُعد هذا المكان نقطة تقاطع الدوائر الثلاث.

1. أوجد الفرق في زمن الوصول.



2. أوجد المسافة إلى مركز الزلزال السطحي.



3. مثّل المسافة على الخريطة.

الصورة 6 توفر سجلات الزلازل المعلومات اللازمة لتحديد موقع مركز الزلزال السطحي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تحديد قوة الزلزال

يمكن أن يستخدم العلماء ثلاثة مقاييس مختلفة لقياس الزلازل ووصفها. يستخدم مقياس ريختر للقوة مقدار حركة الأرض على مسافة معينة من الزلزال لتحديد القوة. يُستخدم مقياس ريختر للقوة عند إبلاغ عموم الناس بوقوع نشاط زلزالي.

يبدأ مقياس ريختر للقوة بالصفر، ولكن لا يوجد حد أعلى للمقياس. تمثل كل زيادة قدرها وحدة واحدة على المقياس عشرة أضعاف مقدار حركة الأرض المسجلة في سجل الزلازل. على سبيل المثال، تزيد قوة اهتزاز زلزال بقوة 8 ريختر 10 أضعاف عن زلزال بقوة 7 ريختر و100 ضعف عن زلزال بقوة 6 ريختر. كان زلزال شيلي في عام 1960 أقوى زلزال تم تسجيله على الإطلاق، حيث بلغت قوته 9.5 درجة على مقياس ريختر. راح ضحية الزلزال وموجات تسونامي التي تلته حوالي 2,000 قتيل فضلاً عن تشريد مليوني شخص.

يستخدم خبراء الزلازل مقياس درجة العزم لقياس إجمالي الطاقة التي أطلقها الزلزال. تعتمد الطاقة المطلقة على حجم الصدع الذي انفصل والحركة التي تحدث على طول الصدع وقوة الصخور التي تنكسر أثناء الزلزال. الوحدات الموجودة على هذا المقياس أسية. لكل زيادة قدرها وحدة واحدة على المقياس، يطلق الزلزال طاقة أكبر بمقدار 31.5 ضعف. يعني هذا أن الزلزال الذي تبلغ قوته 8 يطلق طاقة أكبر من الزلزال الذي تبلغ قوته 6 بمقدار 992 ضعفًا.

التأكد من فهم النص

7. قارن بين مقياس ريختر ومقياس درجة العزم.

مهارات رياضية

استخدام الأرقام الرومانية

استخدم القواعد التالية لتقييم الأرقام الرومانية.

1. القيم: I = 1; V = 5; X = 10
2. اجمع قيمًا متشابهة تلي بعضها، مثل III (1 + 1 + 1 = 3)
3. اجمع قيمة أصغر تأتي بعد قيمة أكبر، مثل XV (10 + 5 = 15)
4. اطرح قيمة أصغر تسبق قيمة أكبر، مثل IX (10 − 1 = 9)
5. استخدم أقل عدد ممكن من الأرقام للتعبير عن قيمة (X بدلاً من VV)

تمرين

ما قيمة الرقم الروماني XIV؟

تحديد موقع مركز الزلزال السطحي

يستخدم العلماء المعلومات المستمدة من الأدوات التي تسمى *مقاييس الزلازل* والرسوم التخطيطية التي تقدمها *السجلات الزلزالية*، لتحديد موقع المركز السطحي. استخدم الأسئلة الداعمة لقياس فهم الطلاب.

أسئلة توجيهية

AL **ما الفرق بين مقياس الزلازل والسجل الزلزالي؟**

مقياس الزلزال هو أداة تقيس حركة الأرض وتوفر المعلومات عن الموجات الزالزالية. السجل الزلزالي هو توضيح رسومي للموجات الزلزالية.

OL **اشرح الخطوات المستخدمة في التثليث لإيجاد المركز السطحي للزلزال.**

أولاً، يحدد العلماء الفرق بين وقت وصول الموجة الأولية الأولى والموجة الثانوية الأولى. ثم يستخدمون هذه المعلومات لإيجاد المسافة بين مقياس الزلزال والمركز السطحي. بعد ذلك، يقيس العلماء المسافة من مقياس الزلزال على الخريطة. ويرسمون دائرة موضحًا عليها نصف قطر المسافة. تتكرر هاتان الخطوتان على مدى مقياسين آخرين على الأقل من مقاييس الزلازل. تمثل النقطة التي تتقاطع فيها الدوائر الثلاث المركز السطحي للزلزال.

BL **افترض أن موجات الزلزال الأولية تصل إلى موقع مقياس الزلزال في تمام الساعة 12:51 و31 ثانية. وتصل موجات الزلزال الثانوية إلى نفس مقياس الزلزال في تمام الساعة 12:52 و13 ثانية. كيف ستستخدم هذه المعلومات لتبدأ البحث عن المركز السطحي للزلزال؟**

أوجد فترة التأخير، التي تساوي 42 ثانية. يستخدم الإنسان وقت التأخير هذا لإيجاد المسافة من مقياس الزلازل إلى المركز السطحي.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

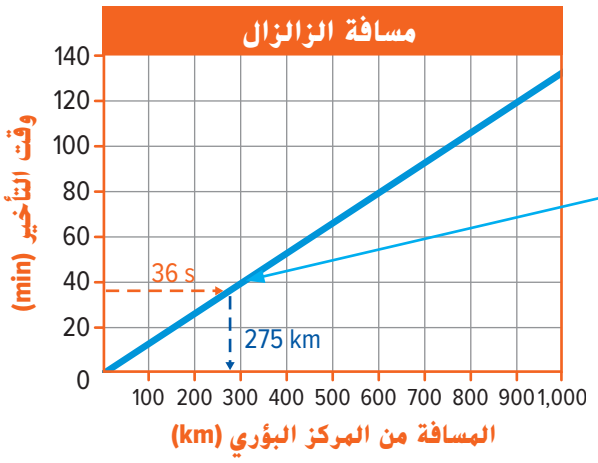
UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 122 8/18/2016 5:43:25 AM

المعرفة المرئية: التثليث

وجه انتباه الطلاب إلى **الصورة 6**. اشرح أن الشكل يوضح الخطوات المتضمنة في التثليث لإيجاد المركز السطحي للزلزال. استخدم هذه الأسئلة لمساعدة الطلاب في فهم المزيد عن كيفية سير العملية.

اطرح هذا السؤال: ما المعلومات التي يتضمنها السجل الزلزالي؟ *يوضح وصول الموجات الأولية الأولى وشدتها بالإضافة إلى وصول الموجات الثانوية الأولى وشدتها.* **ما فترة التأخير في محطة مقياس الزلازل في لوس أنجلوس لهذا الزلزال؟** *36 ثانية*

اطرح هذا السؤال: أي من الدوائر الثلاث الموضحة على الخريطة في أسفل الصورة



اطرح هذا السؤال: كم يبعد مقياس الزلازل في لوس أنجلوس عن المركز السطحي؟ *275 km* **كيف عرفت هذا؟** *تتقاطع فترة التأخير وهي 36 s مع الخط الأزرق المتواصل حيث تكون المسافة من المركز السطحي 275 km؟*

6 كان يمكنك أن ترسمها باستخدام المعلومات المتاحة لديك؟ *الدائرة حول مقياس الزلازل في لوس أنجلوس.* **حدّد المركز السطحي للزلزال على الخريطة.** *يكون المركز السطحي للزلزال في باركفيلد حيث تتقاطع الدوائر الثلاث.*

تحديد قوة الزلزال

يستخدم العلماء مقاييس عديدة ومختلفة لوصف الزلازل بما فيها مقياس ريختر ومقياس درجة العزم ومقياس ميركالي المعدل. استخدم هذه الأسئلة الداعمة لمساعدة الطلاب على فهم المزيد عن الفرق بين مقياس ريختر ومقياس درجة العزم.

أسئلة توجيهية

AL **ما المقياسان اللذان يستخدمهما العلماء في وصف قوة الزلازل؟** *المقياسان المستخدمان في وصف القوة هما مقياس ريختر ومقياس درجة العزم.*

التأكد من فهم النص: قارن بين مقياس ريختر ومقياس درجة العزم. *يقيس مقياس ريختر حركة الأرض لتحديد عزم الزلزال. يقيس مقياس درجة العزم إجمالي الطاقة التي انبعثت أثناء الزلزال.*

BL **باستخدام مقياس درجة العزم، ما كمية الفرق في الطاقة التي تنبعث من زلزال عزمه 4 والتي تنبعث من زلزال عزمه 1؟** *يطلق زلزال عزمه 4 طاقة أكبر بما يقرب من 31,000 مرة (31.5 × 31.5 = 31,255).*

مهارات رياضية

استخدام الأرقام الرومانية

إجابات التمرين: 14, 16

التدريس المتمايز

AL **توضيح الدمار** أعط الطلاب نسخة من مقياس ميركالي المعدل بدون صور للرسومات المصاحبة له. اطلب من الطلاب توضيح بعض المستويات المختلفة للدمار الموصوف في الجدول. ينبغي أن يستخدم الطلاب شعارًا لربط كل توضيح بتقدير الشدة الخاص به.

BL تقدير **دمار الزلازل** قدّم للطلاب أوصافًا للدمار الناتج عن زلازل عديدة أو صورًا له أو كليهما مثل زلزال 1906 في سان فرانسيسكو وكاليفورنيا وزلزال 1994 في نورثريدج في كاليفورنيا. اطلب من الطلاب استخدام المعلومات لتقدير شدة كل زلزال وفقًا لمقياس ميركالي المعدل. بعد دراسة الطلاب للمقياس، اطلب منهم إعداد قائمة أسئلة كانوا سيسألونها لو قاموا بدراسة مسحية للدمار وتحدثوا مع الناس بعد أحد الزلازل لتقدير شدته على المقياس.

مجموعة أدوات المعلم

العلوم في الحياة اليومية

الهزات يصنّف العلماء الزلازل التي تحدث في مجموعات سريعة إلى ثلاثة إطارات زمنية أساسية هي الهزات النذيرة والهزات الرئيسة وتوابع الزلزال. وتمثل الهزة الرئيسة الزلزال ذا القوة الأكبر في المجموعة. وتمثل الهزة النذيرة زلزالاً يحدث قبل الهزة الرئيسة. ويمثل تابع الزلزال أي زلزال يحدث بعد الهزة الرئيسة. ومن الممكن أن تحدث توابع الزلزال بسبب نفس الصدع الذي نشأت منه الهزة الرئيسة. ومن الممكن أيضًا أن تنشأ توابع الزلزال من الصدوع القريبة التي تمت إثارة اضطرابها عندما مرت بها الطاقة الناتجة من الهزة الرئيسة.

التنوع الثقافي

أول مقياس للزلزال يرجع الفضل إلى العالم الصيني تشانج هينج في اختراع أول أداة لقياس قوة الزلازل 132 بعد الميلاد. وكانت الأداة، التي تُسمى وعاء التنانين، تحتوي على ثمانية رؤوس منحوتة حول أعلى الوعاء. تمسك كل رأس تنين بكرة. وإذا حدث أحد الزلازل، تسقط واحدة أو أكثر من الكرات من فم التنين إلى فم الضفدعة الموجودة مباشرة أسفل التنين.

إستراتيجية القراءة

تنظيم المعلومات اطلب من الطلاب إعداد خريطة مفاهيم لتنظيم المعلومات عن أنواع المقاييس الثلاثة التي يستخدمها العلماء لوصف شدة الزلازل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

OL ضمن المستوى AL قريب من المستوى BL أعلى من المستوى

UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 123 8/18/2016 5:43:26 AM

وصف شدة الزلزال

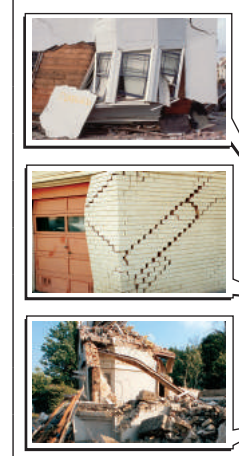
ثمة طريقة أخرى لقياس الزلزال ووصفه هي تقييم الضرر الذي ينتج عن الاهتزاز. يرتبط الاهتزاز مباشرةً بشدة الزلزال. يقيس مقياس ميركالي المعدل شدة الزلزال حسب أوصاف آثار الزلزال على الأشخاص والمنشآت. يتراوح مقياس ميركالي المعدل، الموضح في **الجدول 3**، ما بين I عند عدم ملاحظة الاهتزاز وXII عند تدمير كل شيء.

تسهم أيضًا الجيولوجيا المحلية في زيادة أضرار الزلزال. في منطقة ممتلئة بالرواسب المفككة، تزيد حركة الأرض بشكل مبالغ فيه. ستكون شدة الزلزال في هذه المنطقة أكبر من الأماكن المبنية من الأحجار الصلبة حتى لو كانتا على بُعد واحد من مركز الزلزال السطحي. راجع افتتاحية الدرس. تسبب زلزال لوما بريتا في عام 1989 هزة عنيفة في منطقة تُسمى حي مارينا في منطقة خليج سان فرانسيسكو. كانت هذه المنطقة مبنية على رواسب مفككة ومعرضة للاهتزاز.

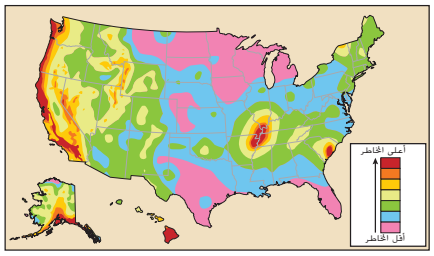
الجدول 3 يُستخدم مقياس ميركالي المعدل لتقييم شدة الزلزال حسب الأضرار الناجمة.

الجدول 3 مقياس ميركالي المعدل

I	لا يشعر به أحد إلا في ظل ظروف استثنائية.
II	يشعر به عدد قليل من الناس؛ ربما تتأرجح الأشياء المعلقة.
III	ملحوظ جدًا في الداخل؛ تشعر بالاهتزازات مثلما تشعر باهتزاز شاحنة تمر بالقرب منك.
IV	يشعر به كثير من الناس في الداخل وعدد قليل في الخارج؛ تهتز الأطباق والنوافذ؛ تهتز السيارات المتوقفة بشكل ملحوظ.
V	يشعر به جميع الناس تقريبًا؛ تنكسر بعض الأطباق والنوافذ وتتشقق بعض الجدران.
VI	يشعر به الجميع؛ يتحرك الأثاث؛ يسقط الجص من على الجدران ويلحق بعض المداخن ضرر.
VII	يهرب كل الناس إلى الخارج؛ تنكسر بعض المداخن؛ يلحق المباني المصممة جيدًا ضرر طفيف ولكن يلحق المباني العادية ضررًا بالغًا.
VIII	تسقط المداخن والجدران؛ ينقلب الأثاث الثقيل؛ يحدث انهيار جزئي للمباني العادية.
IX	يلحق ضرر عام بالغ؛ تنفصل المباني عن الأساسات الخاصة بها؛ تتصدع الأرض؛ تنكسر المواسير الموجودة تحت الأرض.
X	تدمر معظم المباني العادية؛ تنحني القضبان؛ تصبح الانهيارات الأرضية شائعة.
XI	تبقى بعض المباني واقفة؛ تدمر الكباري؛ تنحني القضبان بشكل كبير جدًا؛ تنكون شقوق واسعة في الأرض.
XII	دمار شامل؛ تطير الأجسام في الهواء.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



الصورة 7 من المحتمل أن تتعرض المناطق التي شهدت زلازل في الماضي إلى زلازل مرة أخرى. لاحظ أنه توجد بعض المناطق في وسط الولايات المتحدة وشرقها عُرضة لمخاطر الزلازل العالية بسبب النشاط الماضي.

مخاطر الزلازل

تذكّر أن معظم الزلازل تحدث بالقرب من حدود الصفائح التكتونية. تُعد حدود الصفائح الانتقالية في كاليفورنيا وحدود الصفائح **المتقاربة** في أوريجون وواشنطن وألاسكا أكثر عُرضة لمخاطر الزلازل في الولايات المتحدة. ومع ذلك، لا تحدث جميع الزلازل بالقرب من حدود الصفائح. وقعت بعض الزلازل الكبيرة في الولايات المتحدة بعيدًا عن حدود الصفائح.

مراجعة المفردات

المتقاربة تميل إلى التحرك نحو نقطة واحدة أو الاقتراب من بعضها

من 1811–1812، وقعت ثلاثة زلازل بقوة 7.8 و 8.1 على صدع مدريد الجديدة في ولاية ميسوري. وفي المقابل، كانت قوة زلزال لوما بريتا في عام 1989 تبلغ 7.1. توضح **الصورة 7** مخاطر الزلازل في الولايات المتحدة. لحسن الحظ، ليست الطاقة العالية والزلازل المدمرة شائعة جدًا. في المتوسط، تقع حوالي 10 زلازل فقط بقوة أكبر من 7.0 على مستوى العالم كل عام. أما الزلازل التي تزيد قوتها عن 9.0، مثل زلزال المحيط الهندي الذي تسبب في كارثة تسونامي الآسيوية عام 2004 فهي نادرة.

نظرًا لأن الزلازل تهدد حياة الناس وممتلكاتهم، يدرس خبراء الزلازل احتمالية وقوع الزلازل في أماكن معينة. تُعد الاحتمالية أحد العوامل المتعددة التي تسهم في تقييم مخاطر الزلازل. يدرس خبراء الزلازل أيضًا نشاط الزلازل الماضية والجيولوجيا حول الصدع والكثافة السكانية وتصميم المباني في المنطقة لتقييم المخاطر. يستخدم المهندسون تقييمات المخاطر هذه لتصميم مبانٍ آمنة من الزلازل وقادرة على تحمل الاهتزاز أثناء وقوع الزلزال. تستخدم حكومات الدول تقييمات المخاطر للمساعدة على التخطيط للزلازل المستقبلية والاستعداد لها.

التأكد من المفاهيم الأساسية

8. كيف يقيّم خبراء الزلازل المخاطر؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

وصف شدة الزلزال

تمثل الطريقة الثالثة التي يصف العلماء بها شدة أحد الزلازل استخدام مقياس ميركالي المعدل الذي يصف الدمار الذي سبّبه أحد الزلازل. ترتبط شدة الزلزال بمدى الدمار الذي سبّبه. اشرح للطلاب أن الأماكن المختلفة التي مرت بنفس الزلزال قد يكون لها تقديرات مختلفة على هذا المقياس كنتيجة لتكوين الأرض. مثلاً، قد يكون الدمار أكبر في منطقة مغطاة بالرواسب اللينة مقارنةً بمنطقة قريبة تستقر على صخور القاعدة.

أسئلة توجيهية

AL **ما مدى الدمار على مقياس ميركالي المعدل؟**

يتدرج من الدرجة واحد التي تعني اهتزازًا يكاد يكون ملاحظًا إلى سبعة التي تعني دمارًا شاملاً.

OL **كيف يتم استخدام مقياس ميركالي المعدل لوصف شدة أحد الزلازل؟**

يقيس المقياس شدة الزلزال حسب أوصاف آثار الزلزال على الأشخاص والمنشآت.

المعرفة المرئية: مقياس ميركالي المعدل

وجّه انتباه الطلاب إلى **الجدول 3** الذي يوضح كيف يمكن استخدام الدمار في تقدير شدة أحد الزلازل. استخدم الأسئلة لمساعدة الطلاب على فهم المزيد عن المقياس.

اطرح هذا السؤال: **أبلغ الناس أن الاهتزازات التي شعروا بها من أحد الزلازل كانت مثل تلك التي تسببها شاحنة تمر قريبًا. ما تقييم الشدة الذي ستعطيه لهذا الزلزال على مقياس ميركالي المعدل؟** ///

اطرح هذا السؤال: **ما نوع الدمار الذي يحدث في أحد الزلازل بشدة V؟** ***تنكسر بعض الأطباق والنوافذ وتتشقق بعض الجدران.***

الجدول 3 مقياس ميركالي المعدل

III	ملحوظ جدًا في الداخل؛ الاهتزازات مشابهة بمرور الشاحنة.
IV	يشعر به كثير من الناس في الداخل وعدد قليل في الخارج؛ تهتز الأطباق والنوافذ؛ تهتز السيارات المتوقفة بشكل ملحوظ.
V	يشعر به جميع الناس تقريبًا؛ تنكير بعض الأطباق والنوافذ وتتشقق بعض الجدران.
VI	يشعر به الجميع؛ يتحرك الأثاث؛ يسقط الجص من على الجدران ويلحق بعض المداخن ضررٌ.
VII	يهرب كل الناس إلى الخارج؛ تنكسر بعض المداخن؛ يلحق المباني المصممة جيدًا ضررٌ طفيفٌ ولكن يلحق المباني العادية ضررٌ بالغٌ.
VIII	تسقط المداخن والجدران؛ ينقلب الأثاث الثقيل؛ يحدث انهيار جزئي للمباني العادية.
IX	يلحق ضرر عام بالغ؛ تنفصل المباني عن الأساسات الخاصة بها؛ تتصدع الأرض؛ تنكسر المواسير الموجودة تحت الأرض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 124 8/18/2016 5:43:29 AM

ملاحظات المعلم

مخاطر الزلازل

يتباحث العلماء عوامل عديدة عند تقييم خطورة الزلزال في إحدى المناطق. يمثل أحد العوامل التاريخ الزلزالي في السابق.

أسئلة توجيهية

AL **أين حدثت بعض الزلازل الأكبر قوة في الولايات المتحدة؟**

حدثت بعض الزلازل الكبرى في الولايات المتحدة على طول صدع نيومدريد في ميسوري.

OL **كيف يتيم خبراء الزلازل الخطر؟**

لتقييم الخطر، يدرس علماء الزلازل علم الجيولوجيا والنشاط الزلزالي السابق والكثافة السكانية وتصميم المباني في إحدى المناطق.

BL **فيم تستخدم تقييمات مخاطر الزلزال؟**

يستخدم المهندسون تقييمات المخاطر في بناء مبانٍ آمنة من الزلازل. تستخدم الحكومات تقييمات المخاطر في المساعدة على الاستعداد للزلازل المستقبلية.

مراجعة المفردات

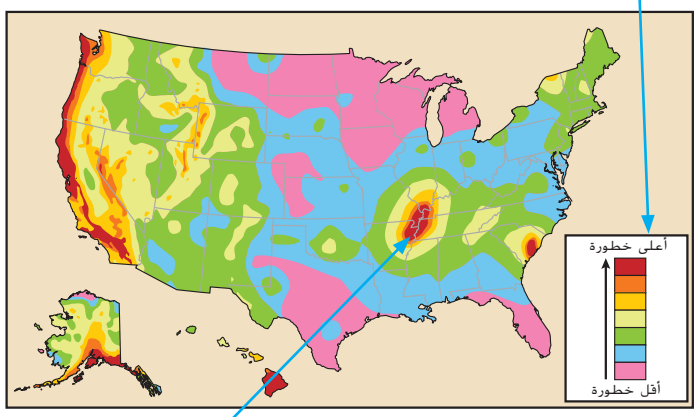
متقارب (convergent)

اطرح هذا السؤال: **ما مضاد كلمة *متقارب*؟** *متباعد* إذا كان الطلاب يحتاجون إلى تلميح. **فاسألهم السؤال التالي:** **بم نصف الصفائح التكتونية التي تبتعد عن بعضها البعض؟**

المعرفة المرئية: خريطة الأخطار الزلزالية

تحتوي الصورة 7 على معلومات عن خطر الزلازل عبر الولايات المتحدة الأمريكية. استخدم الرسم التخطيطي والأسئلة أدناه للتحقق من فهم الطلاب.

اطرح هذا السؤال: ***ما المعلومات المعطاة في الدليل؟ يكون الدليل ذا رموز ملونة ويمثل كل لون مستوى معينًا من خطورة الزلزال. يمثل اللون الزهري الخطورة الأقل. يمثل اللون الأحمر الخطورة الأعلى.***



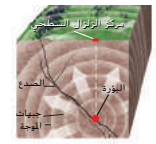
اطرح هذا السؤال: **ما خطورة الزلزال في المناطق الحمراء؟** ***عالية*** **أي المناطق فيها خطورة عالية للزلازل في الولايات المتحدة الأمريكية؟** ***الساحل الغربي وأجزاء ألاسكا وهاواي والمنطقة حول جنوب شرقي ميسوري وجنوب كارولينا***

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 125 8/18/2016 5:43:31 AM

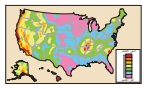
4.1 مراجعة

تصوّر المفاهيم!



البؤرة عبارة عن صدع يبدأ منه الزلزال

يمكن أن تحدث الزلازل بطول حدود الصفائح.



يقيم خبراء الزلزال خطورة الزلزال من خلال دراسة آخر نشاط للزلزال والجيولوجيا المحلية.

تلخيص المفاهيم!

1. ما المقصود بالزلزال؟

2. أين تحدث الزلازل؟

3. كيف يراقب العلماء نشاط الزلزال؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام المفردات

1. **اذكر أوجه التشابه والاختلاف** بين أنواع الصدوع الثلاثة.

2. **وضح** الفرق بين بؤرة الزلزال ومركز الزلزال السطحي.

3. **استخدم المصطلحين** *سجل زلزالي* و*مقياس الزلازل* في جملة.

استيعاب المفاهيم الأساسية

4. **حدّد** المناطق في الولايات المتحدة الأكثر عرضة لحدوث الزلازل.

5. **كم** الطاقة الصادرة تقريبًا عن حدوث زلزال بقوة 7 درجات مقارنة بزلزال بقوة 5 درجات؟

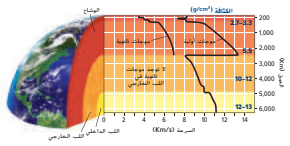
A. 30 **C.** 90

B. 60 **D.** 1000

تفسير المخططات

6. **اذكر أوجه التشابه والاختلاف** ارسم جدولاً يحتوي على أعمدة بعناوين نوع الموجة وحركة الموجة وخواص الموجة. استخدم الجدول لتوضيح أوجه التشابه والاختلاف بين أنواع الموجات الزلزالية الثلاثة.

7. **صف** استخدم الصورة أدناه لوصف باطن الأرض.



التفكير الناقد

8. **حدد** القياسات التي تقوم بها لتقييم خطورة الزلزال في مدينتك.

مهارات رياضية

9. ما قيمة الرقم الروماني XXVI؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

ملخص مرئي

من السهل تذكّر المفاهيم والمصطلحات عند ربطها بصورة. **اطرح هذا السؤال: ما المفهوم الأساسي الذي ترتبط به كل صورة؟**

تلخيص الدرس!

قد تتنوع إجابات الطلاب. يمكن العثور على المعلومات اللازمة لاستكمال منظّم البيانات في أقسام الفصول التالية:

- ما هي الزلازل؟
- أين تحدث الزلازل؟
- رسم خريطة لباطن الأرض

استخدام المفردات

1. في صدوع الانزلاق الجانبي، تنزلق كتل الصخور بصورة أفقية فوق بعضها البعض في اتجاهات معاكسة. في الصدوع العادية، تبتعد كتل الصخور عن بعضها البعض. تتحرك كتلة لأسفل بطول الصدع نسبيًا إلى الكتلة الأخرى. وفي الصدع العادي، يتم جذب كتل الصخور إلى بعضها البعض. تتحرك كتلة لأعلى بطول الصدع نسبيًا إلى الكتلة الأخرى. **DOK 2**

2. تعتبر بؤرة الزلزال المكان الذي تحدث فيه الحركة على طول الصدع. مركز الزلزال السطحي عبارة عن النقطة الموجودة على سطح الأرض مباشرة أعلى بؤرة الزلزال. **DOK 2**

3. تسجل مقاييس الزلازل الحركة أثناء حدوث الزلزال بتوضيح رسومي للأمواج الزلزالية يطلق عليه سجل زلزالي. **DOK 1**

استيعاب المفاهيم الأساسية

4. تتضمن المناطق في الولايات المتحدة الأكثر عرضة لخطر الزلازل كاليفورنيا والشمال الغربي للمحيط الهادئ وألاسكا وهاواي وميسوري. **DOK 2**

5. **D.** 1,000 **DOK 2**

تفسير المخططات

6.

نوع الموجة	الحركة	الخواص
الأولية	تتحرك الجسيمات الصخرية للخلف وللأمام بالتوازي مع الموجة.	• أسرع • تنتقل عبر المواد الصلبة والسائلة
الثانوية	تهتز الجسيمات الصخرية بشكل عمودي على اتجاه الموجة.	• أبطأ من الموجات العمودية وأسرع من الموجات السطحية • لا يمكن أن تنتقل عبر المواد السائلة
السطحية	تتحرك الجسيمات الصخرية في حركة دائرية بنفس اتجاه الموجة.	• أبطأ من الموجة الزلزالية • تنتقل على سطح الأرض

DOK 2

7. نظرًا لسلوك الموجات الزلزالية، عرفنا أن غلاف الأرض صلب واللب الخارجي سائل واللب الداخلي صلب. **DOK 3**

UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 126 8/18/2016 5:43:35 AM

التفكير الناقد

8. لتقييم خطورة الزلزال، يمكن أن يدرس الطلاب جيولوجية مدينتهم وآخر نشاط للزلزال لتقييم أي المناطق أكثر عرضة لخطر الزلازل. DOK 3

مهارات رياضية

9. 26 DOK 2

إدارة التجارب

هل بإمكانك تحديد مركز زلزال ما؟ ترد الإجراءات المتعلقة بهذه التجربة في كتيّب موارد الطالب وكتاب الأنشطة المختبرية.

ملاحظات المعلم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol 1_TE_718249_Ch4.indb 127 8/18/2016 5:43:37 AM