

الفكرة العامة الزلازل هزات أرضية طبيعية، ينتج بعضها بفعل الحركة على طول الصدوع في القشرة الأرضية.

المفردات	المفاهيم الرئيسية
7-1 الأمواج الزلزالية وبنية الأرض	<p>الفكرة الرئيسية يتم استعمال الأمواج الزلزالية في تصورية بنية الأرض الداخلية.</p> <ul style="list-style-type: none"> • أنواع الأمواج الزلزالية ثلاثة: أولية وثنائية وسطحية. • مقياس الزلازل (السيزمومتر) جهاز يستقبل الأمواج الزلزالية، ويسجلها على المخطط الزلزالي (السيزموجرام). • استطاع العلماء أن يحددوا المركز السطحي للزلازل من الفرق الزمني بين زماني وصول أمواج P وأمواج S. • تتغير سرعة واتجاه كل من أمواج P وأمواج S عندما تواجه حدودًا فاصلة بين مواد مختلفة. • يمكن الحصول على صورة مفصلة عن مكونات الأرض الداخلية من خلال تحليل الأمواج الزلزالية التي تعبر باطن الأرض.
7-2 قياس الزلازل وتحديد أماكنها	<p>الفكرة الرئيسية يقيس العلماء قوة الزلازل ويحددون مكانها على الخريطة باستعمال الأمواج الزلزالية.</p> <ul style="list-style-type: none"> • قوة الزلزال هي مقياس للطاقة التي تتحرر في أثناء حدوث الزلزال، ويمكن قياسها بمقياس ريختر. • شدة الزلزال هي مقياس للدمار الذي يحدثه الزلزال. • لتحديد موقع المركز السطحي للزلازل نحتاج على الأقل إلى ثلاث محطات رصد للزلازل. • تحدث معظم الزلازل في أحزمة ضيقة تسمى أحزمة الزلازل؛ حيث تنطبق مع حدود الصفائح.
7-3 الزلازل والمجتمع	<p>الفكرة الرئيسية يمكن معرفة احتمال حدوث الزلزال من خلال دراسة التاريخ الزلازلي للمنطقة، ومعرفة أين تتراكم الجهود، وكيف تتراكم بسرعة.</p> <ul style="list-style-type: none"> • يعتمد توقع حدوث الزلازل على التاريخ الزلازلي وقياسات الجهود المتراكمة في الصخور. • تسبب الزلازل الدمار من خلال توليد اهتزازات يمكنها إحداث هزات في سطح الأرض. • يمكن أن تسبب الزلازل انهيار المنشآت والانزلاقات الأرضية، وتسبيل التربة والتسونامي. • الفجوات الزلزالية أجزاء من صدع نشط لم تتعرض لزلزال كبيرة منذ فترة طويلة من الزمن.

ج12: الأمواج الثانوية أبطأ من الأمواج الأولية وأسرع من الأمواج السطحية وتتحرك عمودياً على خط انتشار الموجة بينما تتحرك الأمواج السطحية في اتجاه معاكس، إذ تتحرك جانبياً أو إلى أعلى وإلى أسفل وتنتقل الأمواج الثانوية خلال جسم الأرض من الداخل بينما تنتقل الأمواج السطحية على سطح الأرض فقط

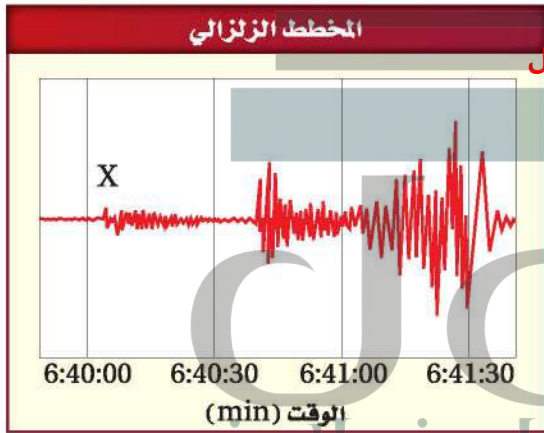
ج13: كلاهما مقياس يقيس كمية الطاقة المتحررة من الزلزال ويعتمد مقياس ريختر على سعة أكبر موجة زلزالية أما مقياس العزم الزلزالي فيؤخذ باعتبار حجم الكسر في الصدع؛ ومقدار الحركة على طول الصدع وقساوة الصخور

ج14: قوة الزلزال هي مقياس للطاقة المتحررة من الزلزال وهي تعتمد على سعة الموجة أما الشدة الزلزالية فتعتمد على وصف ما يحدثه الزلازل من دمار ضمن مقاييس معينة منها مقياس ميركالي المعدل

تنبيهات المفاهيم الرئيسة

15. أي المواد الجيولوجية الآتية لها قابلية للتسييل أكبر ما يمكن عند مرور أمواج زلزالية فيها؟
 a. الجرانيت. c. التربة والرسوبيات المفككة.
 b. الصخر المتحول. d. اللابة.

أجب عن الأسئلة 16-18 مستعيناً بالرسم أدناه.



16. ما نوع الموجة الزلزالية المشار إليها بالرمز x؟
 a. أمواج p. c. أمواج s.
 b. أمواج سطحية. d. أمواج قص.
 17. ما زمن وصول الأمواج السطحية؟
 a. 6:40:00. c. 6:40:33.
 b. 6:40:05. d. 6:41:10.
 18. يُستعمل الفرق الزمني بين وصول أمواج P وأمواج S في تحديد:
 a. بُعد المركز السطحي للزلزال عن محطة الرصد.
 b. نوع الصدع.
 c. عمق الزلزال.
 d. ما إذا كان اللب سائلاً.
 19. ما اسم العملية التي تنتج عن انهيار المنشآت بسبب

تقو

7

مراجعة المفردات

أكمل الجمل الآتية بالمفردات المناسبة.

1. يسمى المقياس الذي يقيس كلاً من كمية الطاقة المنبعثة من الزلزال وسعة الأمواج الزلزالية مقياس **ريختر**.

2. يحدث **تسييل التربة** عندما تسبب الاهتزازات الزلزالية تسييل المواد الأرضية تحت السطحية، وتجعلها تسلك سلوك الرمال المتحركة.

3. يوضح منحني المسافة - زمن الوصول العلاقة

بين زمن انتقال الأمواج الزلزالية و **بعد المركز السطحي للزلزال**. يُسمى نوع الأمواج الزلزالية الذي لا يمر خلال اللب الخارجي للأرض **أمواج س**.

4. **تسونامي** موجة تتولد بسبب الحركة الرأسية لقاع المحيط.

6. تسمى نقطة الكسر في صخور القشرة الأرضية، حيث تنشأ أولى الأمواج الزلزالية الجسمية فيها وتنتشر منها إلى جسم الأرض **بؤرة الزلزال**.

ضع المصطلح الصحيح بدلاً من الكلمة أو العبارة التي تحتها

ج7: فجوة زلزالية

ج8: مقياس ميركالي المعدل

ج9: تسونامي

ج10: سيزموجرام

ج11: بؤرة الزلزال هي النقطة التي تتولد

عندها الأمواج نتيجة حدوث كسر في الصخر.

المركز السطحي للزلزال هو نقطة على سطح

الأرض تقع فوق البؤرة مباشرة

وضح العلاقة بين المصطلحات الآتية في كل زوج مما يأتي:

11. البؤرة، المركز السطحي للزلزال.

12. الأمواج الثانوية، الأمواج السطحية.

ج25: التاريخ القديم للسجل الزلزالي وقوة هذه الزلازل ووجود فجوات زلزالية وقياسات درجات الحرارة
الإجهادات

ج26: ينبغي أن تتضمن الرسوم الإطار والكتلة المعلقة وجهاز التسجيل

ج27: الجملة غير صحيحة، إذا وقع زلزال في منطقة ما فمن المحتمل أن يحدث زلزال آخر في يوم ما
ج30: تكون الصخور القريبة من السطح أبرد وأكثر هشاشة؛ ومن ثم تكون أكثر قابلية للانبيهار مقارنة
بالصخور العميقة؛ حيث تسبب درجة الحرارة المرتفعة في الأعماق زيادة لدونة الصخر؛ فتقل قابليتها
للانهيار إذا تعرضت لإجهادات

التفسير الناقد

25. لخص العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار في
تقويم الخطر الزلزالي.
26. ارسم المكونات الرئيسة للـسيزمومتر.
27. انقد الجملة الآتية: "إذا لم تُعانِ منطقة ما من حدوث
زلزال أكثر من مائة سنة، فإنه لا يحتمل أن تحدث فيها
زلزال على الإطلاق".
28. صمّم منزلاً بحيث يبقى هيكله سليماً في حالة وقوع
زلزال. حدد معلمه ميئناً كيف ستحميه من دمار
الزلزال؟ **يترك للطالب**

خريطة مفاهيمية

29. استعمل المصطلحات والجمل الآتية لبناء خريطة
مفاهيم تتعلق بالزلازل والموجات الزلزالية: الموجات
السطحية، الموجات الثانوية، أسرع الموجات، تنتقل
على سطح الأرض، لا تنتقل في السوائل، الموجات
الأولية، أبطأ الموجات. **يترك للطالب**

سؤال تحفيز

30. فسّر لماذا تكون معظم الزلازل ضحلة وقرية من
سطح الأرض؟ استعن بمعلوماتك حول درجة
حرارة الأرض الداخلية وبالجمل الآتية: "تحدث
الزلازل في الصخور الهشة ولا تحدث في الصخور
اللينة"، "تتأثر لدونة الصخور بدرجة الحرارة؛
إذ تزداد بزيادة درجة الحرارة"، "الصخور اللينة
صخور تأثرت بحيث أصبحت قابلة للتشوهات
ومنها الطي دون حدوث كسر فيها".

سقوط جدران الطوابق السفلية ومن ثم انهيار
الطوابق العليا؟

c. تسهيل التربة.

d. فجوة زلزالية.

a. تسونامي.

b. تراصّ الألواح

ج20: تبلغ الطاقة المتحررة من زلزال
تشيل حوال 29 مرة من زلزال تايوان
ج21: سعة موجة زلزال اليابان أكبر
حوالي 13 مرة من سعة موجة زلزال
تايوان

ج22: زلازل كل من تشيل وألاسكا
واليابان وتايران مصاحبة لنطاقات
الطرح؛ أما زلازل كاليفورنيا فيوجد على
طول صدع تحويلي لكن جميع هذه
الزلازل تحدث نتيجة حركة الصفائح
الأرضية

ج23: كلاهما ينتقل على السطح وتنتقل
الأمواج السطحية خلال الصخور
(القشرة الأرضية والستار)، بينما تنتقل
أمواج تسونامي خلال مياه المحيط كما
أن أمواج تسونامي أبطأ كثيراً

ج24: إذا استعملت سيزمومتريين فإنك
ترسم دائرتين متقاطعتين في نقطتين؛
لذا هناك منطقتان يجتمعا أن الزلزال قد
حدث في واحدة منها، لكن لو استعملت
ثلاثة سيزمومتريات فستحصل على
ثلاث دوائر تتقاطع في نقطة واحدة تمثل
موقع المركز السطحي للزلزال

5. ماذا تسمى أجزاء الصدع النشط التي لم تتعرض
لزلازل كبيرة منذ فترة طويلة من الزمن؟

- a. الفجوات الزلزالية
b. الزلازل الكامنة.
c. تسيل التربة.
d. التسونامي.

6. لتحديد موقع الزلزال نحتاج إلى معرفة موقع:

- a. محطة زلزالية واحدة.
b. محطتين زلزالتين على الأقل.
c. محطات زلزالية على الأقل.
d. 5 محطات زلزالية على الأقل.

7. ما المقياس الذي يستعمل في قياس شدة الزلازل؟

- a. رختر
b. مقياس العزم الزلزالي
c. مقياس ميركالي المعدل
d. السيزموجرام

أسئلة الإجابات القصيرة

ج8: يقع المركز السطحي للزلزال في منتصف البحر الأحمر ويمكن تحديد ذلك عن طريق جمع بيانات محطات الزلازل الثلاثة ورسم ثلاث دوائر، والنقطة التي تتقاطع عندها الدوائر الثلاث تعد المركز السطحي للزلزال

ج9: عند رسم دائرة واحدة تبين المواقع المحتملة للزلزال وعند رسم دائرتين تبين مساحة التداخل ولكن لا شيء محدد، أما عند رسم ثلاث دوائر تظهر نقطة التقاء الدوائر الثلاثة التي تعد الموقع الدقيق للمركز السطحي للزلزال

8. طبقاً للخريطة أعلاه، أين يقع المركز السطحي للزلزال؟ وكيف يمكن تحديده؟

9. ما أهمية استعمال ثلاث محطات رصد لتحديد المركز السطحي للزلزال؟

اختيار من متعدد

1. ما نوع الموجات الزلزالية التي تخترق اللب الخارجي للأرض؟

- a. الموجات الثانوية.
b. الموجات السطحية.
c. الموجات الأولية.
d. الموجات الأولية والثانوية.

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين 2 و 3.

بعض الزلازل الحديثة		
الموقع	السنة	مقياس رختر
إندونيسيا	2005	7.6
جنوب سومطرة	2007	8.5
تشيلي	2010	7.0
اليابان	2011	9.0
شمال سومطرة	2012	8.6

2. احسب بشكل تقريبي كم مرة تزيد الطاقة المتحررة من زلزال شمال سومطرة على الطاقة المتحررة من زلزال إندونيسيا؟

- a. مرتين.
b. 10 مرات.
c. 32 مرة.
d. 1000 مرة.

3. قدر كم مرة تزيد سعة الموجة الزلزالية المتولدة عن زلزال اليابان على تلك المتولدة عن زلزال تشيلي؟

- a. مرتين.
b. 10 مرات.
c. 100 مرة.
d. 1000 مرة.

4. أبطأ الموجات الزلزالية وصولاً إلى محطات الرصد الزلزالي:

- a. الموجات الأولية.
b. الموجات السطحية.
c. الموجات الثانوية.
d. الموجات الجسمية.

الرغم من توثيق حالات لتصرفات غريبة لبعض الحيوانات قبل حدوث الزلازل؛ وذلك لعدم وجود صلة بين تكرار حدوث سلوك معين وحدث الزلزال.

13. ماذا يمكن أن نستنتج بعد قراءة النص السابق؟

a. تستطيع الحيوانات التنبؤ بالزلازل لأنها تشعر بهتزازات الأرض قبل الإنسان.

b. لا تستطيع الحيوانات التنبؤ بالزلازل.

c. هناك حاجة لدراسة إضافية وبحث قبل تأكيد أو نفي قدرة الحيوانات على التنبؤ بالزلازل.

d. الحيوانات تنبأ بالزلازل منذ قرون.

14. أي التصرفات الآتية لا تدل على تنبؤ الحيوانات بالزلازل؟

a. الحركة العنيفة للأسماك.

b. هجرة النحل لخلاياه.

c. وضع الدجاج للبيض.

d. هجرة الثعابين لجحورها.

ج10: نعم؛ لأن المركز السطحي للزلزال يقع على حواف شبه الجزيرة العربية
ج11: كلما اقتربت الأمواج من الشاطئ تصبح المياه ضحلة مما يؤدي إلى بطئها، ويزداد ارتفاعها (قممها)، فتتلاحق وتلتقي معاً مما يزيد في ارتفاعها حتى تنهار
ج12: عند تحرك الموجة المحيطية يتحرك الماء إلى أعلى وإلى أسفل هبوطاً وصعوداً ثم يعود إلى موضعه الأصلي أما طاقة موجة المحيط فتتحرك إلى الأمام

12. كيف تختلف حركة المياه والطاقة في الموجة المحيطية؟

القراءة والاستيعاب

التنبؤ بالزلازل

منذ عدة قرون ساد اعتقاد أن الحيوانات تستطيع التنبؤ بالزلازل. فقد سجل المؤرخون أن حيوانات - منها الفئران والثعابين وابن عرس - قد هجرت المدينة الإغريقية هيليس عام 373 م قبل أن يضرب الزلزال المدينة. وقد سجلت حوادث مماثلة على امتداد القرون عند حدوث الزلازل، منها الحركة العنيفة للأسماك، وتوقف الدجاج عن طرح البيض، وهجرة النحل لخلاياه. ولكن بقي السؤال: كيف تحس الحيوانات بالزلازل؟ ومن الفرضيات التي وضعت لتفسير ذلك أن الحيوانات البرية والأليفة تشعر بالاهتزازات الأرضية قبل الإنسان. وبعض الأفكار تفترض أن الحيوانات تستطيع اكتشاف تغيرات كهربائية في الهواء أو الغاز المتحرر من الأرض.

والزلازل ظاهرة فجائية لا يستطيع الجيوفيزيائيون معرفة متى وأين تحدث بالضبط. وتقدر الزلازل التي تسجل في محطات الرصد الزلزالي في العام الواحد بأكثر من مليون زلزال. يوجد منها 100000 زلزال فقط يستطيع أن يشعر به الإنسان. و100 زلزال تقريباً يسبب الدمار. ويجري الباحثون دراسات عميقة على الحيوانات لاكتشاف ماذا تسمع أو تشعر قبل أن يحدث الزلزال. واستعمال هذا الإحساس أداة للتنبؤ بالزلازل. وقد شكك العلماء في إمكانية تنبؤ الحيوانات بالزلازل، على