

الفصل السادس : البراكين والزلازل

1-6 ما البركان ؟

أهداف الدرس :

- 1- تصف كيف تؤثر حركة الصفائح في تشكل البراكين. 2- تحدد المناطق الرئيسية للنشاط البركاني. 3- تتعرف أجزاء المركان.
- 4- تميز بين التضاريس البركانية. 5- تقرر بين أنواع البراكين.

مناطق النشاط البركاني

الصهارة [Magma] :

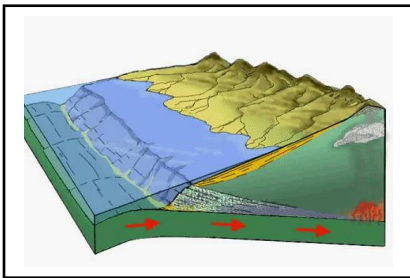
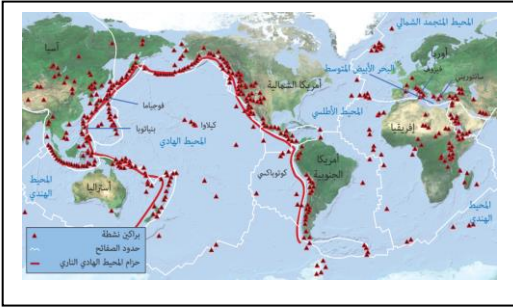
هي مخلوط من الصخور المصهورة والبلورات المعدنية والغازات.

- تعتبر مصدر البراكين إذ تصعد إلى أعلى نحو سطح الأرض بسبب انخفاض كثافتها مقارنة بصخور الستار والقشرة الأرضية.
- عندما تخرج الصهارة إلى سطح الأرض تسمى **اللاية [Lava]**.

النشاط البركاني :

هو جميع العمليات المصاحبة لخروج الصهارة والسوائل الساخنة والغازات من سطح الأرض.

- يثور 60 بركان تقريباً في مواقع مختلفة على الأرض في السنة الواحدة.
- تتجمع معظم البراكين في مناطق حدود الصفائح المتقاربة والمتباعدة.



* النشاط البركاني عند الحدود المتقاربة :

- عند التقاء صفيحة محيطية بصفيحة أخرى أقل منها كثافة فإن الصفيحة المحيطية تغوص تحت الأخرى.
- تتشكل الصهارة بفعل الانصهار الجزئي للصفيحة الغاطسة.
- تصعد الصهارة إلى الأعلى وتختلط بصخور ومعادن الصفيحة العلوية مكونة البراكين.

- معظم البراكين على اليابسة ناتجة عن تقارب صفيحة قارية مع أخرى محيطية، وتتميز هذه البراكين بشدة انفجاراتها.

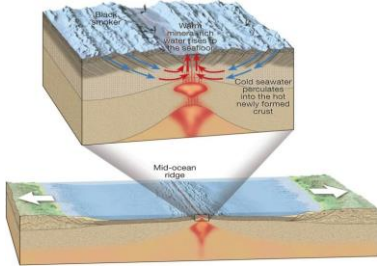
تتركز معظم البراكين عند الحدود المتقاربة في حزامين رئيسيين

حزام حوض البحر المتوسط

حزام المحيط الهادي

يمتد على حدود صفائح أوراسيا وإفريقيا والعربية
مثل : بركان فيزوف في إيطاليا.

يحيط بسواحل المحيط الهادي ويعرف بـ **حلقة النار**
مثل : بركان بيناتوبو في الفلبين.



* النشاط البركاني عند الحدود المتباعدة :

- عند تباعد صفيحتين تصعد الصهارة لتملأ الفراغ الناجم عن هذا التباعد مشكّلة قشرة محيطية جديدة.

- تأخذ اللابة عند ظهور المحيطات شكل وسائد ضخمة تسمى **وسائد اللابة**.

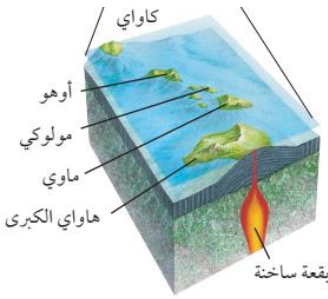
- تشكل **براكين التباعد** (تحت الماء) حوالي **ثلثي براكين العالم** وتمتاز بأنها هادئة وتنساب اللابة فيها دون انفجارات.

* البقع الساخنة :

- تتشكل بعض البراكين بعيداً عن حدود الصفائح فوق مناطق تسمى **البقع الساخنة**. وهي مناطق ساخنة بصورة غير عادية في ستار الأرض. حيث يصعد عمود من الصهارة العالية الحرارة إلى سطح الأرض.

براكين البقع الساخنة وعلاقتها بحركة الصفيحة

تشكلت جزر هاواي قبل ملايين السنين؛ نتيجة حركة صفيحة المحيط الهادي البطيئة فوق بقعة ساخنة ثابتة الموقع؛ حيث تقع حالياً أسفل جزيرة هاواي الكبرى.



طفوح البازلت (الحرث)

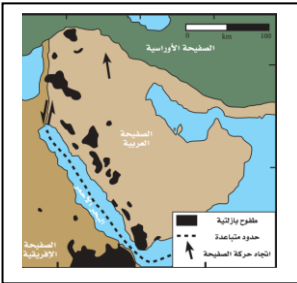
- تتكون **طفوح البازلت** من بقع ساخنة تحت القشرة القارية.

وهي عبارة عن لابة تتدفق من **كسور طويلة** في قشرة الأرض. هذه الكسور تسمى **الشقوق**.

- بعد مرور مئات أو آلاف السنين تؤدي ثورات هذه الشقوق إلى تكوين سهول منبسطة تسمى **الهضاب**.

طفوح البازلت في الجزيرة العربية

امتدادها : تغطي مساحة كبيرة من المنطقة الغربية للصفحة العربية تصل إلى 180 ألف كلم² على شكل حزام يمتد من اليمن جنوباً على طول ساحل البحر الأحمر مروراً بالأردن حتى يصل إلى سوريا شمالاً.

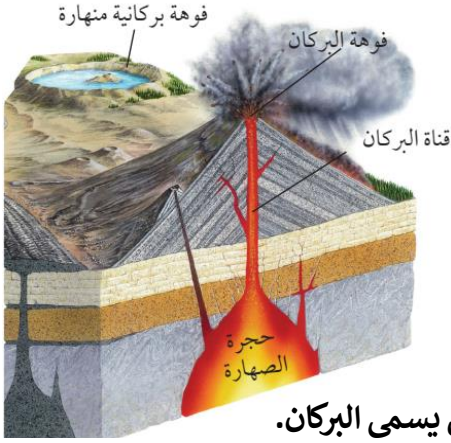


سبب تكونها : يعود تشكل هذا الحزام إلى الشقوق والصدوع المصاحبة لتكون البحر الأحمر.

آخر ثوران لها : أحدثت براكين الجزيرة العربية ثوراناً وتدفقاً هو بركان حليات اللابة (جبل الملساء). حدث ذلك عام 654 هـ .

يقع جنوب شرق المدينة المنورة على بعد 15 كلم تقريباً.

تركيب البركان



تندفع الصهارة من حجرة الصهارة باتجاه السطح مروراً بتركيب يشبه الأنبوب يسمى **قناة البركان**.

تخرج الصهارة إلى السطح من خلال **فوهة البركان**. هي المنخفض الذي يوجد في قمة البركان.

باستمرار انسياب اللابة وتراكمها مع الزمن يتكون جبل يسمى البركان.

قناة البركان

فوهة البركان

جبل البركان

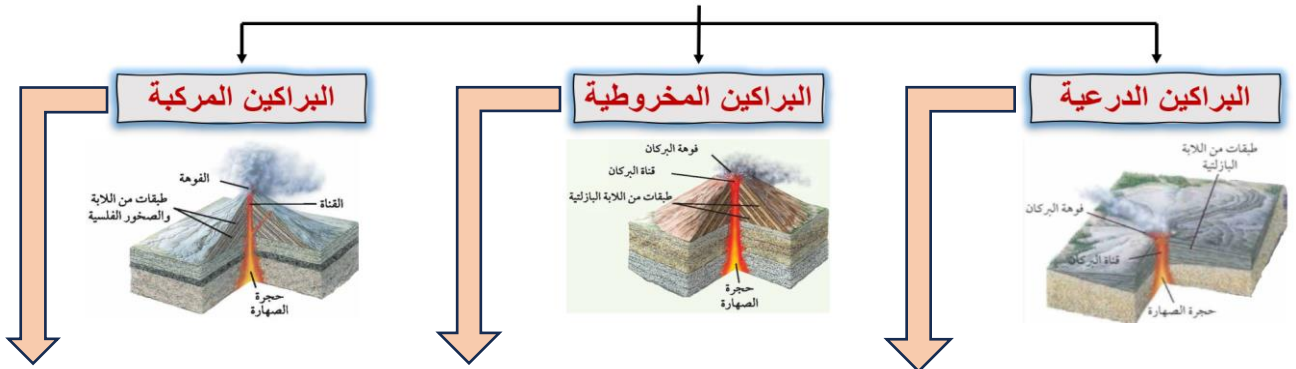
أجزاء البركان

- عند انهيار قمة البركان أو جوانبه - بعد إفراغ حجرة الصهارة من مكوناتها - تتكون فوهة بركانية جديدة تسمى **الفوهة البركانية المنهارة**. وفيما بعد قد تمتلئ هذه الفوهة بالمياه.
- قطر فوهة البركان : لا يتجاوز 1 كلم.
- قطر فوهة البركان المنهاره : قد يصل إلى 50 كلم.

أنواع البراكين

يعتمد مظهر البركان على عاملين : 1- نوع المواد المكونة للبركان. 2- نوع الثورات البركانية التي تحدث.

وبناءً عليها هناك ثلاثة أنواع من البراكين



الحجم	أضخم الأنواع الثلاثة	أصغر الأنواع الثلاثة	أكبر من البراكين المخروطية
شدة الثوران	هادئة	عنيفة	تعاقب بين العنيفة والهادئة
الشكل	قليلة الانحدار- تمتد مسافات طويلة	شديدة الانحدار وشكلها مخروطي	تشكل جبال طويلة شامخة
التركيب	طبقات متعاقبة من اللابة البازلتية	لابة بازلتية في العادة	طبقات متعاقبة من اللابة
مثال	جبل الملساء - حرة رهاط	حرة الشاقة - مدينة العيص	جبل القدر - حرة خيبر

أهداف الدرس :

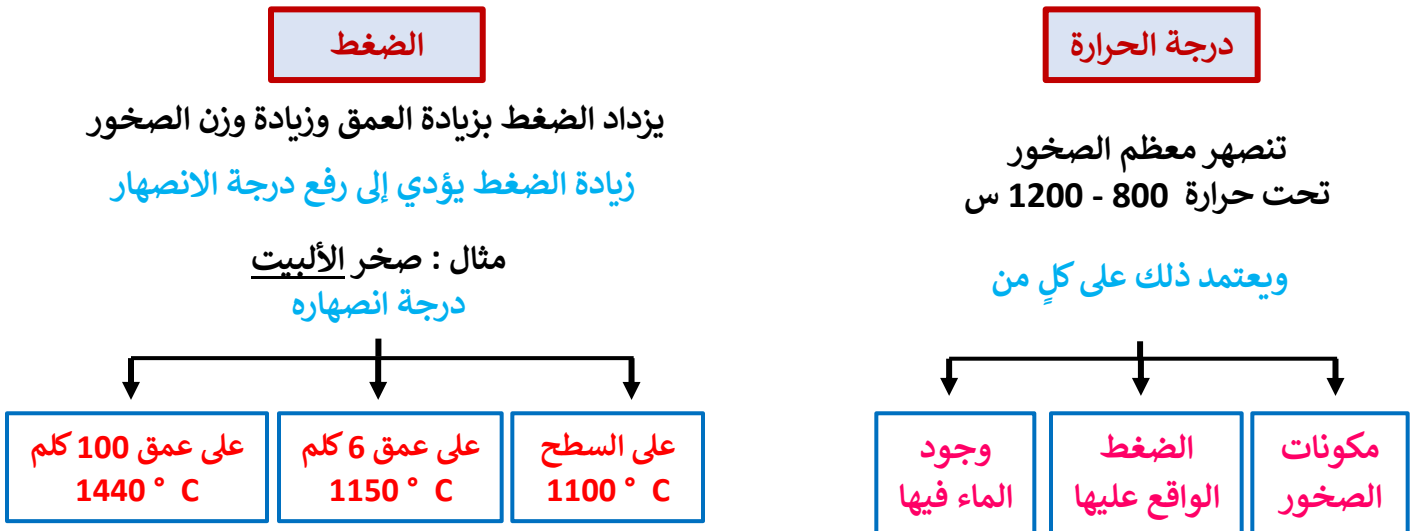
- 1- توضح كيف يؤثر نوع الصهارة في النشاط البركاني.
- 2- تصف دور الضغط والغازات الذائبة في الثورانات البركانية.
- 3- تعرف المواد التي تقذفها الثورانات البركانية.

تشكل الصهارة

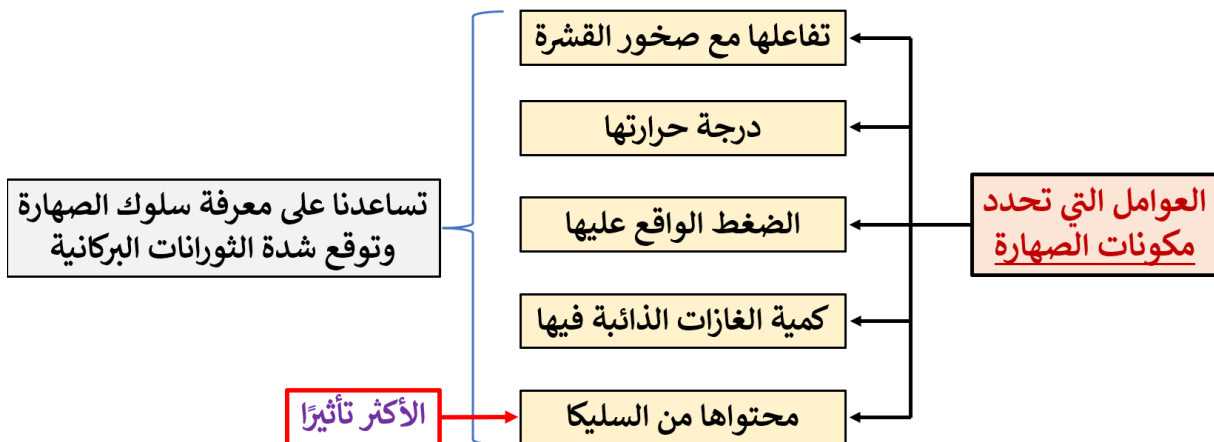
س / لماذا تختلف البراكين في قوة ثورانها (هادئة أحياناً وشديدة الانفجار أحياناً أخرى)؟
ج/يعتمد النشاط البركاني وخصائص اللابة على : **مكونات الصهارة**.

لفهم سبب اختلاف الثورانات البركانية، لابد من معرفة كيف تنصهر الصخور لتشكيل الصهارة.

هناك عاملين لهما تأثير كبير على انصهار الصخور



مكونات الصهارة



ملاحظة : محتوى الصهارة من السيليكا يحدد درجة اللزوجة.

الغازات الذائبة : تزداد شدة الانفجار البركاني بزيادة الغازات الذائبة في الصهارة.

أهم الغازات الذائبة في الصهارة :

- بخار الماء (أكثرها أهمية .. لماذا ؟ لأنه يحدد أين يمكن أن تتكون الصهارة).
- ثاني أكسيد الكربون.
- ثاني أكسيد الكبريت.
- كبريتيد الهيدروجين.

اللزوجة : اللزوجة هي خاصية فيزيائية تصف مقاومة المواد للتدفق.

- درجة حرارة الصهارة.

- محتوى الصهارة من السيليكا.

تتأثر اللزوجة بكلٍ من :

انخفاض نسبة السيليكا في الصهارة ينتج عنه :

- انخفاض اللزوجة (سائلة مثل الماء).
- ثورانات هادئة وسرعة في تدفق الصهارة.

زيادة نسبة السيليكا في الصهارة ينتج عنه :

- زيادة اللزوجة (كثافة القوام مثل العسل).
- احتفاظ الصهارة بالغازات الذائبة.

- **لزوجة الصهارة** وبالتالي كيفية تدفق اللابة.

- **شدة ثوران** البركان.

- **نوع الصخر** البركاني الذي سيتشكل حينما تبرد الصهارة.

محتوى الصهارة من السيليكا يحدد :

أنواع الصهارة

ريوليتية	أنديزيتية	بازلتية	الصهارة
أعلى من ٦٠%	٥٠ - ٦٠%	أقل من ٥٠%	نسبة السيليكا
مرتفعة	متوسطة	منخفضة	اللزوجة
بطيء (لزجة)	متوسط	سريع (سائلة)	التدفق
شديدة (متفجرة)	متوسطة	هادئة	شدة الثوران
كمية عالية	كمية متوسطة	كمية بسيطة	الغازات الذائبة المحصورة
جبل حرة شامة	تامبورا (اندونيسيا)	حرة كشب	مثال

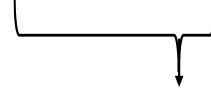
صهارة ريوليتية ، لزوجتها كبيرة	صهارة أنديزيتية ، لزوجتها متوسطة	صهارة بازلتية ، لزوجتها منخفضة	صورة
<ul style="list-style-type: none">• مصدرها مواد القشرة القارية.• نسبة محتواها من السيليكا يزيد على 60%.• تنور في صورة انفجارات عنيفة. 	<ul style="list-style-type: none">• مصدرها مواد القشرة المحيطية والرسوبيات.• يتراوح محتواها من السيليكا بين 50-60%.• تنور في صورة انفجارات. 	<ul style="list-style-type: none">• تتفاعل بكميات قليلة مع صخور القشرة الأرضية العلوية.• محتواها من السيليكا قليل، لذا لتدفق بسهولة.• تنور بصورة هادئة دون انفجارات. 	

الثورانات البركانية :

الثورانات البركانية المتفجرة

عندما تكون اللابة غنية بالسليكا (لزجة) فإنها :

لا تتدفق اللابة بحرية عبر فوهة البركان، بل تتراكم
وبسبب تجمع الغازات تخرج في صورة انفجارات عنيفة،
حيث تقذف اللابة والصخور في الهواء.

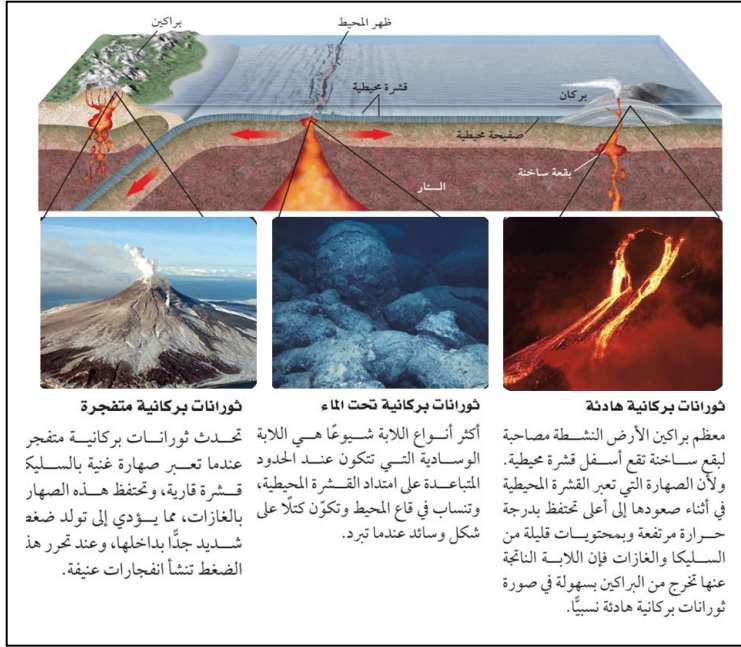


المقذوفات البركانية الصلبة

هي شظايا من الصخور قذفت في الهواء أثناء الثوران البركاني.

وتصنف بحسب حجمها إلى :

- رماد بركاني [حجمها أقل من 2 ملم].
- كتل بركانية [حجمها أكبر من 2 ملم].



ثورانات بركانية متفجرة

تحدث ثورانات بركانية متفجرة عندما تعبر صهارة غنية بالسليكا قشرة قارية، وتحتفظ هذه الصهارة بالغازات، مما يؤدي إلى تولد ضغط شديد جداً بداخلها، وعند تحرر هذا الضغط تنشأ انفجارات عنيفة.

ثورانات بركانية تحت الماء

أكثر أنواع اللابة شيوعاً هي اللابة الوسادية التي تتكون عند الحدود المتباعدة على امتداد القشرة المحيطية، وتنساب في قاع المحيط وتكوّن كتلاً على شكل وسائد عندما تبرد.

ثورانات بركانية هادئة

معظم براكين الأرض النشطة مصاحبة لبقع ساخنة تقع أسفل قشرة محيطية. ولأن الصهارة التي تعبر القشرة المحيطية في أثناء صعودها إلى أعلى تحتفظ بدرجة حرارة مرتفعة وبمحتويات قليلة من السليكا والغازات فإن اللابة الناتجة عنها تخرج من البراكين بسهولة في صورة ثورانات بركانية هادئة نسبياً.

- قد يصل الرماد البركاني إلى ارتفاع 40 كلم في الغلاف الجوي أثناء الثوران البركاني وهذا ما يشكل خطراً على الطائرات، كما يمكن أن يغير حالة الطقس.

- تسمى الغيوم المكونة من المقذوفات البركانية الصلبة الممزوجة بالغازات الساخنة تدفق الفتات البركاني.
- قد تقذف هذه المواد نحو المنحدر بسرعة 200 كلم/ ساعة، وقد تزيد درجة حرارتها الداخلية على 700 س.

أهداف الدرس :

- 1- تفرق بين أنواع الأمواج الزلزالية الثلاثة.
- 2- تصف كيف يعمل مقياس الزلازل (السيزمومتر).
- 3- تفسر كيف استعملت الأمواج الزلزالية في معرفة مكونات باطن الأرض وتكوينها.

الأمواج الزلزالية

تنتج معظم الزلازل نتيجة للصدوع التي تتعرض لها الصخور.

أنواع الأمواج الزلزالية :

عندما يحدث زلزال في منطقة ما فإنه يُطلق أمواج تنتشر في الأرض، تسمى **الأمواج الزلزالية**. ولها ثلاثة أنواع :

النوع	سبب التسمية	السرعة	طريقة الانتشار	ملاحظات
الموجات الأولية P	لأنها أول الموجات وصولاً لمركز الرصد	أسرعها ٦-١٤ كلم/ث	تضاغطات وتخلخلات	تسمى الموجات الجسمية .. لماذا ؟ تنشأ من بؤرة الزلزال
الموجات الثانوية S	لأنها ثاني الموجات وصولاً لمركز الرصد	أبطأ من الأولية ٣-٧ كلم/ث	أعلى وأسفل متعامدة مع اتجاه الحركة	الأكثر تدميراً لماذا ؟ تنشأ من المركز السطحي للزلزال
الموجات السطحية L	لأنها تنتقل على سطح الأرض	أبطأها متوسط ٤ كلم/ث	حركة جانبية إلى أعلى وإلى أسفل	

ملاحظة : سرعة الأمواج غير موجودة في الكتاب ذكرت لتتضح المعلومة

الموجات الأولية والثانوية تنتشر في داخل الأرض لذلك سميت بالموجات الجسمية.
الموجات السطحية تنتشر على سطح الأرض لذلك فهي تشكل الخطر الأكبر على المنشآت العمرانية.

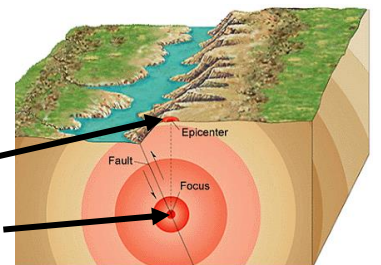
نشأة الأمواج الزلزالية :

تنشأ في نقطة الكسر في صخور القشرة الأرضية.
تنتشر في جميع الاتجاهات.
تنطلق من **بؤرة الزلزال** الموجودة غالباً على عمق عدة كيلومترات.

الأمواج الجسمية
[الأولية - الثانوية]

تنتشر قريباً من سطح الأرض.
تنطلق من **المركز السطحي للزلزال** الموجود فوق بؤرة الزلزال مباشرة.

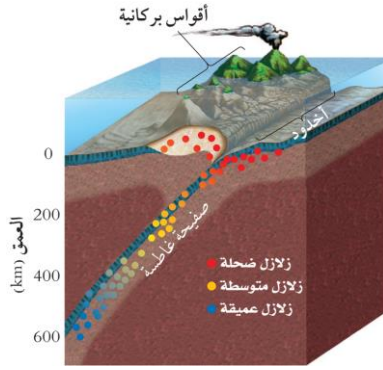
الأمواج السطحية



المركز السطحي للزلزال : هو نقطة على سطح الأرض تقع مباشرة فوق بؤرة الزلزال.

بؤرة الزلزال : نقطة الكسر في صخور القشرة الأرضية التي تنشأ منها الأمواج الزلزالية الجسمية.

تصنيف الزلازل حسب عمق البؤرة إلى :

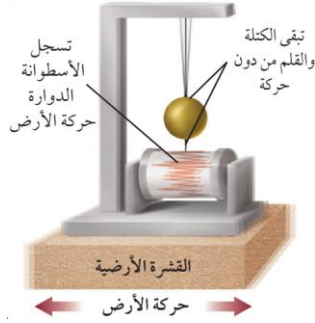


1- الزلازل الضحلة : تنشأ على عمق أقل من 70 كلم (الأكثر تدميراً).

2- الزلازل المتوسطة : تنشأ على عمق 70 - 300 كلم.

3- الزلازل العميقة : تنشأ على عمق 300 - 700 كلم.

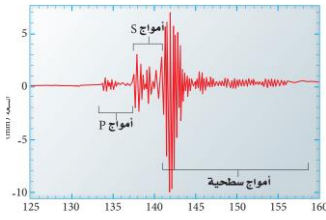
مقياس الزلازل ومخططه



- كلما ابتعدنا عن بؤرة الزلزال قلت قوة الأمواج الزلزالية.
- لا يمكن الإحساس بالاهتزازات الناتجة عن الأمواج الزلزالية على مسافات بعيدة عن المركز السطحي، ولكن يمكن اكتشافها عن طريق جهاز مقياس الزلازل (السيزمومتر).

- يتم تسجيل حركة الأرض على أداة للتسجيل كالورقة.

- يسمى السجل الناتج عن جهاز السيزمومتر : مخطط الزلازل (السيزموجرام).



البعد عن المركز السطحي للزلزال :

الفارق الزمني بين وصول الأمواج الزلزالية لمحطة الرصد :

◀ يزيد كلما زاد البعد عن مركز الزلزال السطحي.

◀ يكون أكبر في محطات الرصد البعيدة.

◀ يستعمل لحساب بُعد المركز السطحي عن محطة الرصد.

أدلة على بنية الأرض الداخلية

توفر الأمواج الزلزالية معلومات قيمة للعلماء تمكنهم من بناء نموذج عن بنية الأرض الداخلية.

* مكونات الأرض :

الأمواج الزلزالية تغير مسارها وسرعتها عندما تواجه حدوداً فاصلة بين طبقتين مختلفتين في مكوناتها.

من بذلك استطاع العلماء أن يستنتجوا معلومات هامة منها :

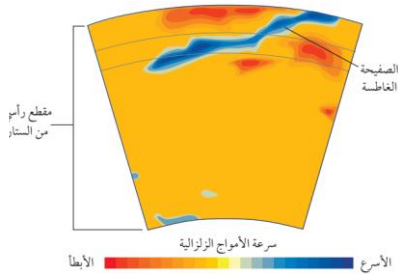
- تحديد سمك طبقات الأرض.

- الستار العلوي يتكون من صخر البيرودوتيت.

- اللب الخارجي يتكون من مصهور الحديد والنيكل.

- اللب الداخلي صلب ويتكون من الحديد والنيكل.

* تصور باطن الأرض :

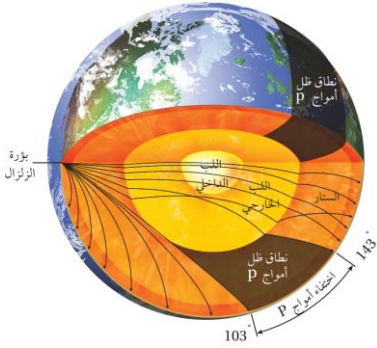


تتأثر سرعة الأمواج الزلزالية بعوامل أخرى غير العمق منها درجة الحرارة كما في الصورة المقابلة التي تُظهر زيادة في سرعة الأمواج أثناء عبورها الصفحة الغاطسة.

* بنية الأرض الداخلية :

تتغير سرعة الأمواج الزلزالية واتجاهها عندما تواجه مواد مختلفة في باطن الأرض.

انتشار الأمواج الأولية P :

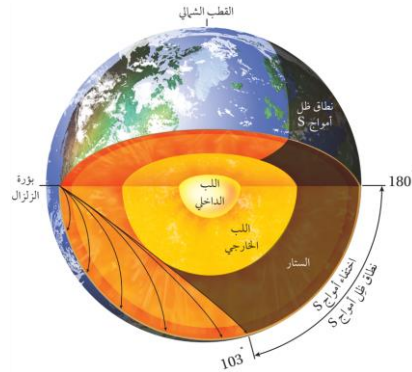


يؤدي انكسار أمواج P عند اللب الخارجي إلى تكوين نطاق ظل على سطح الأرض، بحيث لا تظهر أمواج P على السيزموجرام على البعد الزاوي بين 103 و 143 درجة عن المركز السطحي للزلزال، ثم تظهر مرة أخرى في الجانب المقابل بين 143 إلى 180 درجة.

انتشار الأمواج الثانوية S :

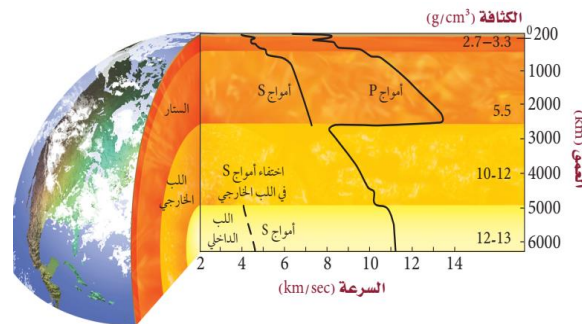
تميز الأمواج الثانوية S أنها لا تمر عبر الأوساط السائلة .

لا تظهر ضمن نطاق البعد الزاوي ما بين 103 - 180 درجة عن المركز السطحي للزلزال، لذلك استنتج العلماء أن جزء من باطن الأرض يوجد في الحالة السائلة القليلة اللزوجة.



من خلال دراسة سلوك الأمواج الزلزالية عند عبورها جوف الأرض توصل العلماء إلى أن :

- لب الأرض الخارجي سائل.
- اللب الداخلي صلب.



أهداف الدرس :

- 1- تقارن بين قوة الزلزال وشدته استنادًا إلى المقاييس المختلفة.
- 2- تصف أحزمة زلازل الأرض.
- 3- تفسر لماذا نحتاج إلى ثلاث محطات رصد لتحديد موقع المركز السطحي للزلزال.

قوة الزلزال وشدته

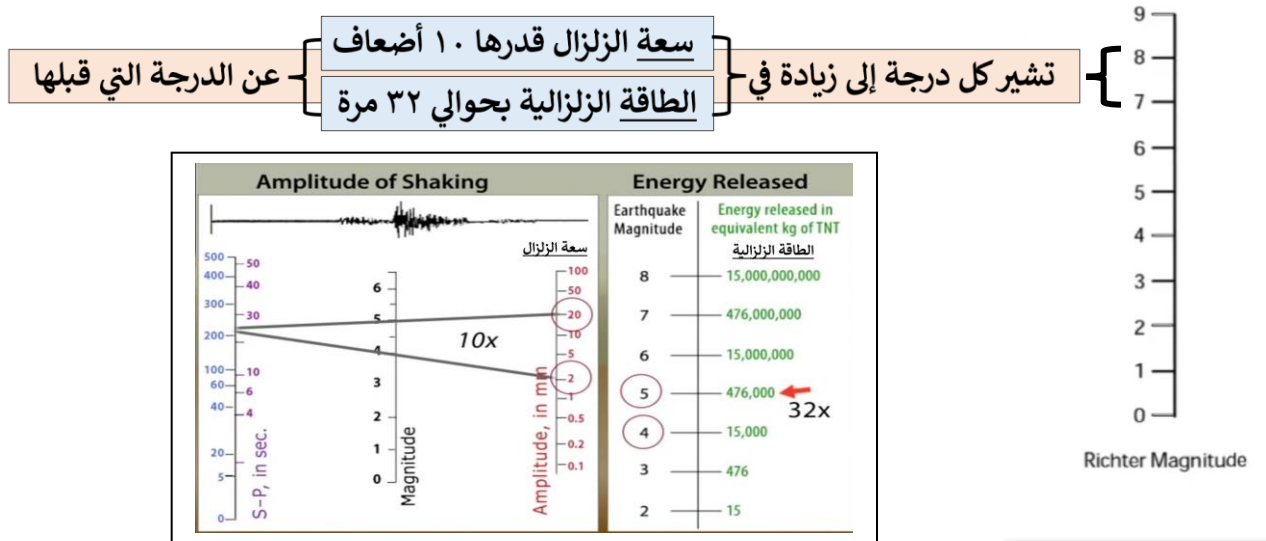
- يحدث سنويًا أكثر من مليون زلزال يُمكن الإحساس به. وقد طوّر العلماء عدة طرق لوصف قوة الزلزال، أهمها :

مقياس رختر

- **مقياس رختر** هو مقياس عددي يقيس طاقة أكبر الأمواج الزلزالية المنبعثة من الزلزال.
- مقدار هذه الطاقة يسمى **قوة الزلزال**.

س / كيف نقيس قوة الزلزال ؟

ج / نقيس قوة الزلزال بإيجاد **سعة الموجة الزلزالية**، وهي ارتفاع الموجة الزلزالية الأكبر.



مقياس العزم الزلزالي

- رغم أن مقياس رختر يُستعمل لوصف قوة الزلزال، إلا أن معظم العلماء يستعملون **مقياس العزم الزلزالي**. وهو مقياس رقمي يشير إلى **الطاقة المتحررة من الزلزال**.

ويأخذ في الاعتبار :

- 1- حجم الجزء المتمزق من الصدع.
- 2- مقدار الحركة على طول الصدع.
- 3- قساوة الصخر.

- يعتمد مقياس ميركالي المعدل على مقدار الضرر الذي يحدثه الزلزال، ومدى إحساس الناس به، ولا يعبر عن قوة الزلزال.
- شدة الزلزال فيه مقسمة إلى 12 درجة، باستعمال الأرقام الرومانية.
- كل درجة تصف آثار معينة .

الجدول 2-6	مقياس ميركالي المعدل
I	لا يمكن الإحساس به إلا تحت ظروف غير عادية.
II	يشعر به عدد قليل من الأشخاص، يمكن أن تهتز بعض الأجسام المعلقة.
III	يشعر به الناس داخل البيوت، ينتج عنه اهتزازات كانت تنتج عن حركة شاحنة ضخمة قريبة.
IV	يشعر به كثير من الناس داخل البيوت وقيل من خارجها، ويهتز زجاج النوافذ والأواني والسيارات الواقفة بصورة ملحوظة.
V	يشعر به معظم الناس، يتكسر بعض الزجاج والأواني.
VI	يشعر به جميع الناس، يتحرك الأثاث، قد تتضرر بعض المأذن.
VII	يهرب جميع الناس من المباني، وقد تتضرر المباني الضعيفة بصورة كبيرة ولكن المباني القوية قد تصاب بأضرار خفيفة.
VIII	تسقط المآذن، ينقلب الأثاث الثقيل داخل البيوت، قد تهدم المباني العادية بصورة جزئية.
IX	تدمر عام للمباني، تتحرك المباني عن أساساتها، تتشقق الأرض، تتكسر أنابيب المياه.
X	تدمر معظم المباني العادية، والطرق المعبدة، تحدث الانزلاقات أرضية، تنحني السكك الحديدية والأسوار.
XI	هزة من المباني تبقى قائمة، تهدم الجسور، تتشقق السكك الحديدية والأسوار، وتشكل شقوق كبيرة في الأرض.
XII	دمار شامل، تهتز الأجسام في الهواء.

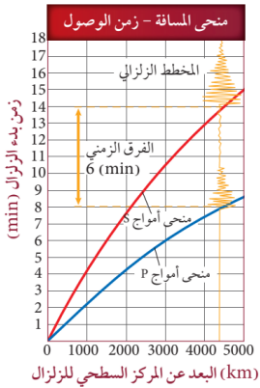
شدة الزلزال :

- تعتمد شدة الزلزال على :

- 1- سعة الأمواج الزلزالية.
- 2- البعد عن المركز السطحي للزلزال.
- 3- عمق بؤرة الزلزال.

- الزلازل التي تسبب الكوارث هي في الغالب زلازل ضحلة.

- يعتبر مقياس ميركالي المعدل أفضل لقياس تأثير الزلزال على الناس. لماذا؟ لأنه يعتمد على شدة الزلزال بدلاً من طاقته.
- زلزال ضحل قوته 6 درجات على مقياس رختر قد يولد شدة زلزالية أعلى من زلزال عميق قوته 8 .



تحديد موقع الزلزال

بعد الزلزال :

- أمواج P تصل محطات الرصد قبل أمواج S ، والفارق الزمني بين وصوليهما يزيد بزيادة المسافة المقطوعة.
- نستطيع معرفة بُعد مركز السطحي للزلزال بقياس الفرق بين زمن وصول الموجتين في السيزموجرام، ثم تحديده على منحنى [المسافة - زمن الوصول] ، ومن ثم استخراج بُعد الزلزال.

إذا عرفنا بُعد المركز السطحي للزلزال، فكيف نعرف اتجاهه ؟

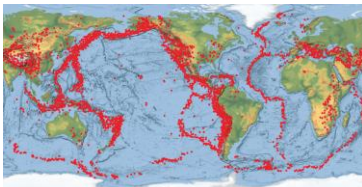
بُعد المركز السطحي للزلزال الذي تم تحديده يمكن التعبير عنه بدائرة مركزها محطة الرصد ونصف قطرها بُعد المركز السطحي عن المحطة.



ولكي نعرف اتجاه المركز السطحي للزلزال لا بد أن يكون لدينا ثلاث محطات لرصد الزلزال وبالتالي ثلاث دوائر تتقاطع في نقطة وتمثل موقع المركز السطحي للزلزال.

زمن حدوث الزلزال :

يتم تحديد زمن حدوث الزلزال من خلال السيزموجرام وذلك بمعرفة زمن وصول أمواج P والمسافة التي قطعها خلال هذا الزمن.



الأحزمة الزلزالية

- تنتشر الزلازل في مناطق معينة من العالم تسمى أحزمة الزلازل ، وهي كالتالي :

مناطق انزلاق صفيحة تحت الأخرى

مناطق تباعد الصفائح

1- حزام المحيط الهادي ويحدث فيه 80% من زلازل العالم.

2- حزام البحر الأبيض المتوسط ويحدث فيه 15% من زلازل العالم.

3- أحزمة ظهور المحيطات ويحدث فيها ما تبقى من زلازل.

أهداف الدرس :

- 1- تناقش العوامل التي تؤثر في حجم الدمار الذي يحدثه الزلزال.
- 2- تعرف كيف تتأثر المنشآت المختلفة بالزلازل.
- 3- توضح بعض العوامل التي تؤخذ في الاعتبار في دراسات احتمالية وقوع الزلازل.

الخطر الزلزالي

تعتمد حدة الأضرار الناجمة عن الزلزال على مجموعة من العوامل التي تسمى مخاطر الزلزال مثل : تصميم المباني.

*** انهيار المنشآت :**

تنهار المنشآت عند حدوث الزلزال بسبب اهتزاز الأرض من تحتها، ولهذا الانهيار عدة أشكال، منها :

1- تراص الألواح :

تنهار الجدران الداعمة في الطابق الأرضي فتسبب انهيار الطوابق العليا فوقها على شكل ألواح مترابطة.

2- انهيار المباني المرتفعة :

المباني التي يتراوح ارتفاعها بين 5 و 15 طابق وينتج عنه تدمير تام للمباني.

*** انهيار اليابسة والتربة :**

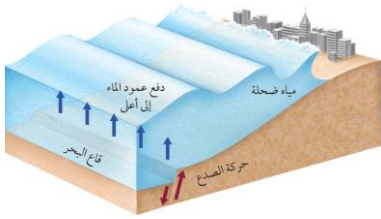
الاهتزازات الزلزالية تجعل المناطق الرملية المشبعة بالماء تسلك سلوك السائل عندما تسير فيها، وتسمى هذه الظاهرة **تسييل التربة**، وقد يسبب ذلك انهيارات أرضية ضخمة.

*** تسونامي :**

هي موجة محيطية كبيرة تتولد بفعل حركات رأسية لقاع البحر أثناء حدوث زلزال.

- تسبب هذه الحركة إزاحة المياه الواقعة فوق الصدع إلى أعلى، فتتكون قمم ومنخفضات على سطح الماء.

- تكون الأمواج في البداية في صورة موجة طويلة ارتفاعها أقل من متر، وعندما تصل للشاطئ قد يتجاوز ارتفاعها 30 متر بسرعة تتراوح بين 500 - 800 كم/ ساعة.

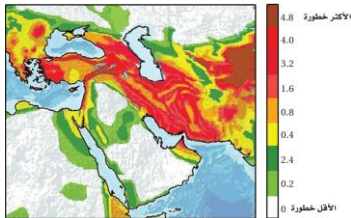
**توقع الزلزال**

لحد من الأضرار والوفيات الناتجة عن الزلازل يبحث العلماء عن عدة طرائق لتوقع حدوث الزلازل. ويعتمد هذا التوقع حالياً على حساب احتمال وقوع الزلزال والذي يعتمد على عاملين :

1. **تاريخ الزلازل في المنطقة.**
2. **معدل تراكم الجهود في صخور المنطقة.**

الخطر الزلزالي :

معظم الزلازل توجد في منطقة الأحزمة الزلزالية، لذا فإن احتمال وقوع زلازل في المستقبل يكون أكبر في هذه الأحزمة. ويمكن استعمال تاريخ النشاط الزلزالي لإعداد خرائط الخطر الزلزالي.

**معدلات التكرار :**

قد تشير معدلات تكرار الزلازل على طول الصدع إلى ما إذا كان الصدع يولد زلازل مماثلة على فترات منتظمة أم لا.

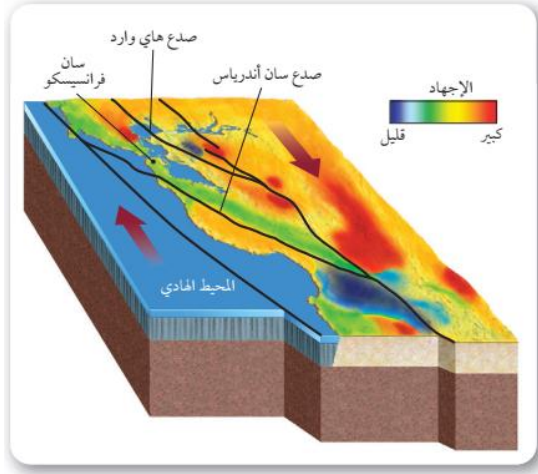
الفجوات الزلزالية :

يعتمد توقع احتمال وقوع الزلزال أيضًا على موقع **الفجوات الزلزالية** وهي أجزاء نشطة تقع على امتداد صدع، لم تتعرض لزلزال في فترة طويلة من الزمن.

تراكم الجهد :

- **تراكم الجهد** : هو أحد عوامل تحديد احتمال وقوع زلزال على طول مقطع الصدع، حيث تتراكم الإجهادات ثم تتحرر مسببة حدوث الزلزال.

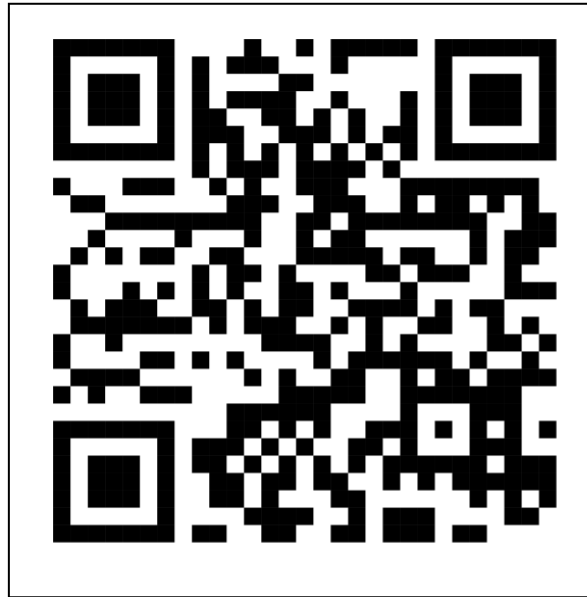
- يستخدم العلماء الأقمار الصناعية لتحديد مواقع تراكم الجهود وتوزيعها على طول الصدع، ويتم أيضًا رصد الجهود المتحررة ورسم خرائط للزلازل في المناطق المعنية بالدراسة.



نهاية الفصل السادس

أ. محمد عتيق

لمزيد من الملخصات وعروض البوربوينت امسح الرمز وتابع قناتي على التليجرام



نهاية الفصل الدراسي الثاني