



6-2

التورانات البركانية Volcanic Eruptions

الأهداف

توضح كيف يؤثر نوع الصهارة في النشاط البركاني.

تصف دور الضغط والغازات الذائبة في التورانات البركانية.

تتعرف المواد التي تقذفها التورانات البركانية.

الفكرة الرئيسية تحدد مكونات الصهارة خصائص التوران البركاني.

الربط مع الحياة لعلك رججت قنينة مشروب غازي يوماً، ثم فتحتها. هل لاحظت فوران المشروب الغازي بشدة خارج القنينة؟ هذه العملية تشبه ما يحدث في التورانات البركانية المتفجرة.

تشكل الصهارة Making Magma

ما الذي يجعل بعض التورانات البركانية هادئة أحياناً وشديدة الانفجار أحياناً أخرى؟ يعتمد النشاط البركاني وخصائص اللابة على مكونات الصهارة. ويوضح الشكل 10-6 نوعين من اللابة: لابة رقيقة ومنخفضة اللزوجة تتدفق بسرعة، ولابة سميكة ولزجة تتدفق ببطء. ويتطلب فهم سبب اختلاف التورانات البركانية معرفة كيف تنصهر الصخور لتشكيل الصهارة.

درجة الحرارة Temperature تنصهر معظم الصخور ضمن مدى من درجات الحرارة يتراوح بين 800°C و 1200°C ، ويعتمد ذلك على مكوناتها والضغط الواقع عليها ووجود الماء فيها.

الضغط Pressure يزداد الضغط بزيادة العمق بسبب زيادة وزن الصخور، إلا أن زيادة الضغط تؤدي إلى رفع درجة الانصهار، لاحظ أن درجة انصهار الألبيت على سطح الأرض في غياب الماء تساوي 1100°C ، وتزداد إلى 1150°C على عمق 6 km، ثم إلى 1440°C على عمق 100 km. ولاحظ أيضاً كيف يفسر عامل الضغط سبب انصهار معظم الصخور أسفل القشرة الأرضية وأعلى الستار.

مراجعة المفردات

البازلتية: ترتبط مع نوع من الصخور الغنية بالمعادن الداكنة التي تحتوي على الماغنسيوم والحديد.

المفردات الجديدة

اللزوجة

المقذوفات البركانية الصلبة

تدفق الفتات البركاني



جبل سانت هيلين



جبل إتنا



الشكل 10-6 تعتمد كيفية تدفق اللابة على مكونات الصهارة؛ فلزوجة لابة بركان جبل إتنا قليلة، وتدفق بسرعة مقارنة بلابة بركان جبل سانت هيلين ذات اللزوجة المرتفعة القليلة التدفق.

مكوّنات الصهارة Composition of Magma

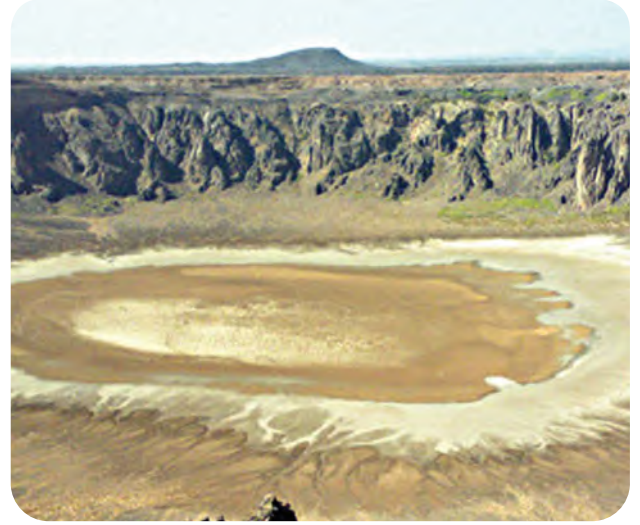
تُحدّد مكوّنات الصهارة شدة ثوران البركان، وكيفية تدفق اللابة على سطح الأرض. فما العوامل التي تحدّد هذه المكوّنات؟ استطاع العلماء تحديد العوامل التي تتحكم في مكوّنات الصهارة وهي: تفاعلها مع صخور القشرة الأرضية التي تعلوها، ودرجة حرارتها، والضغط الواقع عليها، وكميات الغازات الذائبة فيها، ومحتواها من السليكا. ويُعد العامل الأخير من أكثر العوامل تأثيرًا. ويرى العلماء أن هذه العوامل تساعدهم على معرفة سلوك الصهارة وتوقع شدة الثورات البركانية.

الغازات الذائبة Dissolved gases تزداد شدة الانفجار البركاني للصهارة بزيادة كمية الغازات الذائبة فيها، مثلما يحدث في المشروب الغازي عندما يزداد فورانه بزيادة الغازات الذائبة فيه. ومن الغازات المهمة في الصهارة بخار الماء، وثنائي أكسيد الكربون، وثنائي أكسيد الكبريت، وكبريتيد الهيدروجين، ويُعد بخار الماء من أكثر الغازات الذائبة أهمية؛ لأنه يحدّد أين يمكن أن تتكون الصهارة.

اللزوجة Viscosity تُسمى الخاصية الفيزيائية التي تصف مقاومة المواد للتدفق اللزوجة **Viscosity**. وتؤثر كل من درجة حرارة الصهارة ومحتواها من السليكا في لزوجتها. وعمومًا تزداد لزوجة الصهارة بانخفاض درجة حرارتها. أما زيادة محتوى الصهارة من السليكا فيجعلها كثيفة القوام ولزجة. وتؤدي زيادة لزوجة الصهارة إلى زيادة احتفاظها بالغازات الذائبة، فلا تسمح لها بالانفلات بسهولة، لذا تنتج ثورات بركانية متفجرة. وعمومًا، إذا كان محتوى الصهارة من السليكا منخفضًا انخفضت لزوجتها، وكانت خفيفة القوام، وتندفق بسرعة ويسر، كما في العسل الساخن، كما أنها تُنتج ثورات هادئة غير مصحوبة بانفجارات. وتتكون البراكين الناتجة من صخور بازلتية كما في حرة كشب غربي المملكة. انظر الشكل 11-6.

✓ **ماذا قرأت؟ أيهما أكثر لزوجة: الماء أم العسل؟**

العسل أكثر لزوجة



الشكل 11-6 بركان حرة كشب غربي المملكة العربية السعودية.



أنواع الصهارة Types of Magma

لا يحدد محتوى الصهارة من السليكا لزوجة الصهارة وشدة ثورانها فقط، بل يحدده أيضاً نوع الصخر البركاني الذي سيتشكل حينما تبرد الصهارة. ادرس الشكل 12-6 لتلخيص أنواع الصهارة.

صهارة بازلتية Basaltic magma تتكوّن الصهارة البازلتية عندما تنصهر صخور الستار العلوي عادة، وتتكون من كمية السليكا نفسها التي يحتويها صخر البازلت، وهي أقل من 50%. وعندما تصعد الصهارة من الستار العلوي إلى سطح الأرض تتفاعل مع قليل من صخور القشرة الأرضية والرسوبيات التي تعلوها، وتكون لزوجتها منخفضة لانخفاض محتواها من السليكا، لذا تخرج الغازات منها بسهولة، وتكون ثوراتها هادئة. ويوضح الشكل 13-6 كيف تحدث خصائص الصهارة نوع الثوران البركاني الذي سيحدث. ومن البراكين التي تكوّنت بفعل نشاط صهارة بازلتية حرّة كشب غربي المملكة.

صهارة أنديزيتية Andesitic magma تتكون الصهارة الأنديزيتية من الكمية نفسها من السليكا المكوّنة لصخر الأنديزيت التي تتراوح بين 50-60%، وتوجد على طول نطاق الطرح القاري-المحيطي، ومصدرها إما القشرة المحيطية وإما رواسب المحيطات، ولأنها تحتوي على كمية متوسطة من السليكا فإن لزوجتها متوسطة وثوراتها متوسطة الشدة، ومنها بركان تامبورا في إندونيسيا، الذي أنتج انفجارات أطلقت كميات ضخمة من الرماد والحطام البركاني في الغلاف الجوي، فلم تؤدّ فقط إلى تدمير المجتمعات المحلية، بل أثرت أيضاً في البيئة العالمية.

صهارة ريوليتية Rhyolitic magma تتكون الصهارة الريوليتية عندما تمتزج الصهارة الصاعدة إلى أعلى مع صخور القشرة القارية العلوية الغنية بالسليكا والماء، وتتكون من الكمية نفسها من السليكا المكوّنة لصخر الجرانيت التي تزيد على 60%، وتؤدي لزوجتها المرتفعة إلى جعلها تندفق ببطء، كما أن لزوجتها المرتفعة أيضاً مع وجود كمية كبيرة من الغازات المحصورة يجعل ثوراتها متفجرة جداً. ومن الأمثلة عليها الصخور الريوليتية في جبل حرّة شامة في المملكة العربية السعودية.

- تتفاعل بكميات قليلة مع صخور القشرة الأرضية العلوية.
- محتواها من السليكا قليل، لذا تتدفق بسهولة.
- تنور بصورة هادئة دون انفجارات.



أعلى درجة حرارة
أقل لزوجة

صهارة بازلتية: لزوجتها منخفضة

- مصدرها مواد القشرة المحيطية والرسوبيات.
- يتراوح محتواها من السليكا بين 50-60%.
- تنور في صورة انفجارات.



صهارة أنديزيتية: لزوجتها متوسطة

- مصدرها مواد القشرة القارية.
- نسبة محتواها من السليكا يزيد على 60%.
- تنور في صورة انفجارات عنيفة.



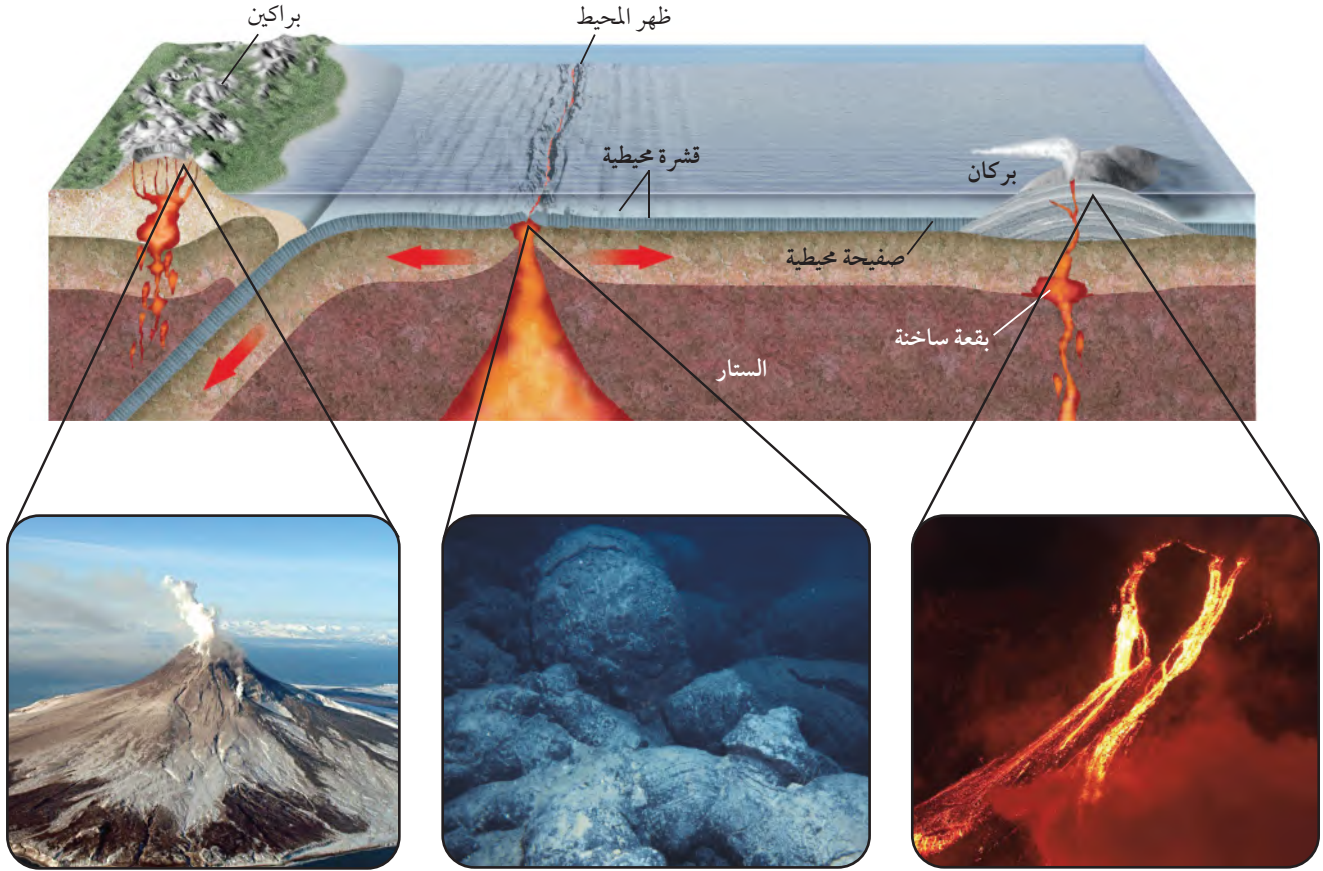
أقل درجة حرارة
أعلى لزوجة

صهارة ريوليتية: لزوجتها كبيرة

الشكل 12-6 إذا كانت الصهارة أو اللابة فقيرة إلى السليكا كانت لزوجتها منخفضة، وإذا كانتا غنيتين بالسليكا كانت لزوجتها مرتفعة.



الثورانات البركانية Volcanic Eruptions



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

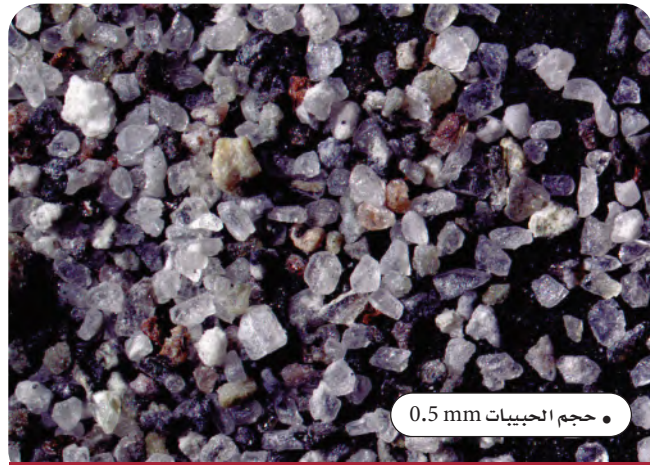
معظم براكين الأرض النشطة مصاحبة لبقع ساخنة تقع أسفل قشرة محيطية. ولأن الصهارة التي تعبر القشرة المحيطية في أثناء صعودها إلى أعلى تحتفظ بدرجة حرارة مرتفعة وبمحتويات قليلة من السليكا والغازات فإن اللابة الناتجة عنها تخرج من البراكين بسهولة في صورة ثورانات بركانية هادئة نسبياً.

الشكل 13-6 عندما تصعد الصهارة إلى أعلى بفعل حركات الصفائح الأرضية والبقع الساخنة، تختلط مع قشرة الأرض، ويؤدي هذا إلى الاختلاف في درجة حرارة الصهارة ومحتواها من السليكا والغازات. وتحدد خصائص الصهارة هذه كيفية ثوران البراكين.





كتلة بركانية



• حجم الحبيبات 0.5 mm

رماد بركاني

الشكل 14-6 يُعد الرماد البركاني أصغر المقذوفات البركانية الصلبة من حيث الحجم، في حين أن الكتلة البركانية هي مثال على أكبر صنف من المقذوفات البركانية الصلبة.

قارن بين هذين النوعين من المقذوفات البركانية الصلبة. ما الشيء المشترك بينهما؟

يعد الرماد البركاني والكتل البركانية من المقذوفات البركانية حيث أن كلاهما مواد مقذوفة من البركان وكلاهما مواد صلبة وتعتبر الكتلة البركانية أكبر صنف من المقذوفات والرماد البركاني أصغرهم.

الثورانات البركانية المتفجرة Explosive Eruptions

عندما تكون اللابة في القناة لزجة جداً فإنها لا تتدفق من فوهة البركان بحرية، بل تتراكم فيها الغازات إلى أن تخرج في صورة انفجارات عنيفة، حيث تُقذف اللابة مع الصخور في الهواء. وتسمى المواد التي تقذفها البراكين المقذوفات البركانية الصلبة **tephra**. وربما تكون المقذوفات البركانية الصلبة قطعاً من اللابة تصلبت في أثناء وجودها في الهواء، أو قطعاً من قشرة أرضية حملتها الصهارة معها قبل ثورانها. وتصنف المقذوفات البركانية الصلبة بحسب حجمها؛ فالقطع الصغيرة التي يقل قطرها عن 2 mm تُسمى رماداً بركانياً، وتُسمى المقذوفات البركانية الأكبر من ذلك كتلاً بركانية. انظر الشكل 14-6، وقد يبلغ ارتفاع بعض الكتل البركانية متراً، وقد يصل حجم بعضها إلى حجم سيارة. وتنتشر الثورانات البركانية المتفجرة الضخمة كميات هائلة من المقذوفات البركانية فوق معظم الأرض، وقد يصل الرماد البركاني إلى ارتفاع 40 km في الغلاف الجوي في أثناء الثوران البركاني، ويشكل خطراً على الطائرات، كما يمكن أن يُغيّر حالة الطقس. ويوضح الشكل 15-6 بركان جبل بيناتوبو في الفلبين الذي ثار عام 1991م، وشكّل غيمة بركانية من الرماد البركاني على ارتفاع 40 km، حيث بقيت حبيبات صلبة وقطيرات من حمض الكبريتيك في طبقة الستراتوسفير مدة سنتين تقريباً، مما أدى إلى حجب أشعة الشمس، ثم انخفاض درجة حرارة الأرض.



الشكل 15-6 ثار بركان جبل بيناتوبو في الفلبين عام 1991م فأطلق كميات هائلة من الرماد البركاني تراكمت في طبقة الستراتوسفير، مما أدى إلى انخفاض درجة حرارة الأرض لمدة سنتين.





تدفق الفتات البركاني



بركان بيبي عام 1902م

تدفق الفتات البركاني Pyroclastic Flow

تؤدي بعض المقذوفات البركانية الصلبة إلى دمار كبير في الممتلكات وقتل آلاف الناس، كما تقذف بعض البراكين العنيفة غيوماً من الرماد البركاني وغيرها من المقذوفات البركانية الصلبة نحو أسفل المنحدر بسرعة 200 km/h . وتسمى غيوم المقذوفات البركانية الصلبة الممزوجة مع الغازات الساخنة **تدفق الفتات البركاني pyroclastic flow**، وقد تزيد درجة حرارتها الداخلية على 700°C . ويوضح الشكل 16-6 آثار الدمار التي خلفها بركان بيبي في جزيرة مارتينيك في البحر الكاريبي عام 1902م، وتدفق فتات بركاني يتصاعد إلى أعلى عند ثوران بركان مايون في المكسيك في عام 2000 م.

الشكل 16-6 أدى التدفق الشديد للفتات البركاني من جبل بيبي إلى تدمير بلدة سانت بيير في جزر المارتينيك في البحر الكاريبي في دقائق معدودة.

التقويم 2-6

جواب 1: تحدد مكونات الصهارة (السليكا) لزوجة الصهارة وأيضاً تساعد كمية الغازات في تحديد شدة الانفجار العوامل التي تتحكم في مكونات الصهارة هي تفاعل الصهارة مع صخور القشرة الأرضية ودرجة حرارتها والضغط الواقع عليها وكمية الغازات الذائبة فيها وجميع العوامل تساعد العلماء في توقع شدة الثورات البركانية.

جواب 2: كلما زادت لزوجة الصهارة زادت شدة الثوران البركاني.

جواب 3: ستكون شدة الانفجار كبيرة وذات طاقة كبيرة.

جواب 4: تسمى الكتل الأكبر حجماً الكتل البركانية بينما حبات الرماد البركاني هي الأصغر حجماً.

جواب 5: تكونت من كميات كبيرة من السليكا والغازات الذائبة.

فهم الأفكار الرئيسية

1. ناقش كيف تحدد مكونات الصهارة خصائص ثورانها؟
2. أعد صياغة كيف ترتبط لزوجة الصهارة بشدة انفجارها؟
3. توقع شدة انفجار بركان ناتج عن صهارة غنية بالسليكا والغازات.
4. ميز بين المقذوفات البركانية الصلبة من حيث أحجامها.

التفكير الناقد

5. استنتج التركيب الكيميائي للصهارة الذي أدى إلى ثوران بركان جبل فيزوف عام 79 قبل الميلاد بهذه الطريقة.

الكتابة في الجيولوجيا

6. اكتب نشرة إخبارية تتناول فيها أحداث بركان ما.

جواب 6: ستتنوع إجابات الطلاب ولكن يجب أن تتضمن معلومات كافية عن البركان.