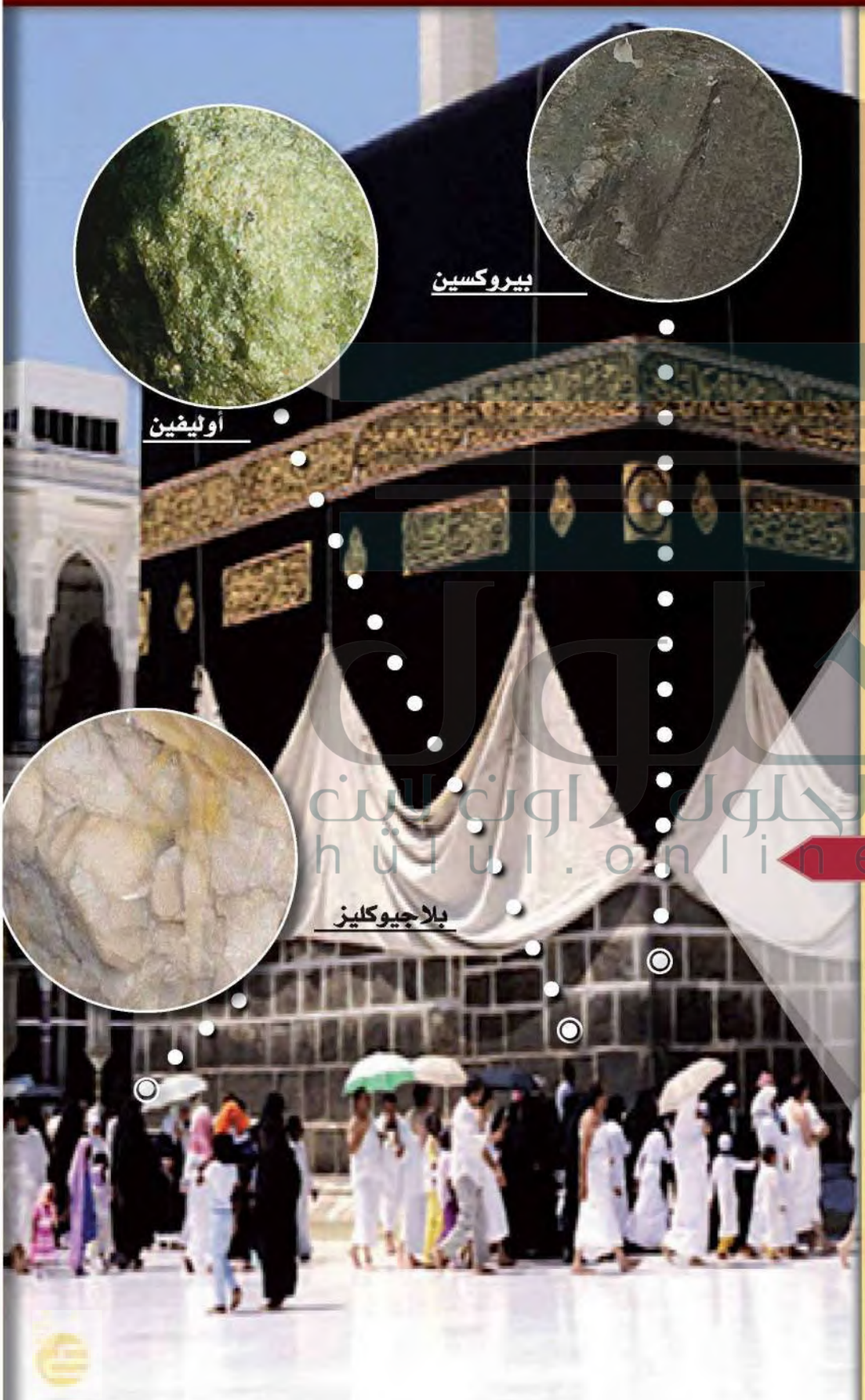
حلول
الحلول أون لاين
hulul.online

الفصل 2 الصخور النارية Igneous Rocks



الفكرة العامة الصخور النارية أول الصخور التي تشكلت عندما بردت الأرض، وتبلورت في القشرة الأرضية الأولية.

2–1 ما الصخور النارية؟

الفكرة الرئيسة الصخور النارية هي الصخور التي تتكون عندما تبرد المواد المنصهرة الموجودة في باطن الأرض، وتتبلور.

2–2 تصنيف الصخور النارية

الفكرة الرئيسة يعتمد تصنيف الصخور النارية على مكوناتها المعدنية وحجم بلوراتها ونسيجها.

حقائق جيولوجية

- بنيت الكعبة المشرفة في عهد نبي الله إبراهيم عليه السلام.
- تم بناؤها باستخدام الحجارة البازلتية المتوافرة في مكة المكرمة.
- تبلغ مساحة الكعبة المشرفة تقريبًا $145\ m^2$، وارتفاعها 14 m.

SA.GEO.SE.CH02.indd 40 4/8/19 4:34 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

تجربة استهلالية

كيف نتعرف المعادن؟

تتكون الصخور النارية من معادن مختلفة، ويمكن تمييز تلك المعادن في بعض أنواع الصخور النارية التي تتكون من بلورات معدنية كبيرة.

الخطوات

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. افحص عيِّنة من الجرانيت بالعين المجردة، وسجِّل ملاحظاتك.
3. استعمل عدسة مكبرة أو مجهرًا مستقطب لمشاهدة عيِّنة الجرانيت، وسجِّل ملاحظاتك.

التحليل

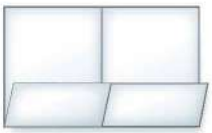
1. وضِّح ما شاهدته من خلال العدسة المكبرة أو المجهر المستقطب. ضمِّن رسمك مقياسًا للرسم توضّح من خلاله النسبة بين حجم البلورات في العينة وحجمها على الرسم.
2. عدِّد أنواع المعادن التي شاهدتها في عيِّنتك.
3. صف أشكال بلورات المعادن وحجومها.
4. اكتب أي دليل يفيد أن هذه البلورات تكوّنت من صخر مصهور.

المطويات
منظمات الأفكار

أنواع الصخور النارية

اعمل المطوية الآتية للمقارنة بين الصخور النارية السطحية والصخور النارية الجوفية.

الخطوة 1: اثن أسفل ورقة أفقية نحو الأعلى بمقدار 3 cm.



الخطوة 2: اثن الورقة من المنتصف.

الخطوة 3: افتحها وألصقها بصمغ أو دبابيس لعمل جيبين، وعنونهما كما في الشكل.

استخدم هذه المطوية في القسم 2–2 من الفصل الثاني مستعملًا ربع ورقة تكتب فيها ملخصًا عن كيفية تكوّن كل نوع من الصخور مع إعطاء أمثلة.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa
حلول
حلول اون لاين
hulul.online

2-1

الأهداف

- **تلخص** تكون الصخور النارية.
- **تصف** مكونات الصهارة.
- **تتعرف** العوامل التي تؤثر في كيفية انصهار الصخور وتبلورها.

مراجعة المفردات

السيليكات: معادن تحتوي على السيليكون والأكسجين، مع وجود واحد أو أكثر من عناصر أخرى غالبًا.

المفردات الجديدة

اللابة
الصخور النارية
الانصهار الجزئي
سلاسل تفاعلات باون
التبلور الجزئي

ما الصخور النارية؟
What are Igneous Rocks?

الفكرة الرئيسة **الصخور النارية صخور تتكوَّن عندما تبرد المواد المنصهرة في باطن الأرض وتتبلور.**

الربط مع الحياة. تستخدم الصخور النارية في العديد من المجالات ومنها: مجال البناء وفي المطابخ وواجهات المباني ورصف الشوارع.

تكوُّن الصخور النارية Igneous Rocks Formation

لو أنك تابعت فيلمًا عن بركان نشط لشاهدت كيف تتكون الصخور النارية. وكما درست سابقًا، فإن الصهارة صخور مصهورة توجد تحت سطح الأرض. أما **اللابة Lava** فهي صهارة تتدفق على سطح الأرض. تتكون **الصخور النارية Igneous Rock** عندما تبرد الصهارة أو اللابة وتتبلور المعادن. تمكَّن العلماء من صهر معظم أنواع الصخور في المختبر بتسخينها إلى درجات حرارة تتراوح بين 800° C و 1200° C. وتتوافر درجات الحرارة هذه في الطبيعة في الجزء السفلي من القشرة الأرضية، وفي الجزء العلوي من الستار. **ما هو مصدر هذه الحرارة؟** يعتقد العلماء أن مصدري الطاقة الحرارية الأرضية هما: الطاقة المتبقية من تكوّن الأرض من الصهير الأولي، وطاقة التحلل الإشعاعي للعناصر.

مكونات الصهارة Composition of magma يعتمد نوع الصخر الناري المتكوِّن على مكونات الصهارة، والصهارة خليط من صخر مصهور وغازات مذابة وبلورات معدنية، والعناصر الشائعة في الصهارة هي نفسها العناصر الرئيسة في القشرة الأرضية: الأكسجين O، والسيليكون Si، والألومنيوم Al، والحديد Fe، والكالسيوم Ca، والصوديوم Na، والبوتاسيوم K، والماغنيسيوم Mg. ومن بين جميع المركبات الموجودة في الصهارة، تعد السيليكا من أكثرها شيوعًا وتأثيرًا في

الجدول 1 – 2 أنواع الصهارة

نوع الصهارة	المحتوى من السيليكا	مثال
بازلتية	42 – 52٪	حرات المدينة المنورة
أنديزيتية	52 – 66٪	جبال الأنديز
ريولايتية	أكثر من 66٪	متنزه يلوستون – أمريكا

SA.GEO.SE.CH02.indd 42 4/8/19 4:34 PM

خصائصها. وتصنف الصهارة اعتمادًا على محتواها من السيليكا - كما هو مبين في الجدول 1– 2 إلى بازلتية أو أنديزيتية أو ريولايتية. ويؤثر محتوى الصهارة من السيليكا في درجة انصهارها وسرعة تدفقها.

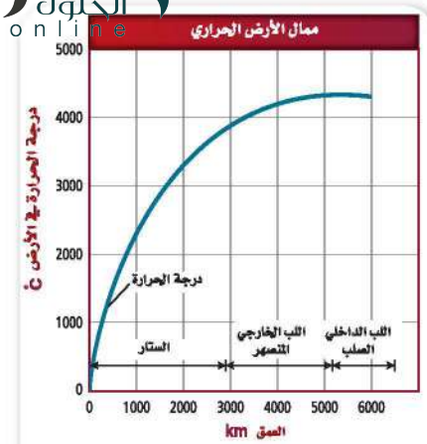
وعندما تتحرر الصهارة من الضغط الواقع عليها من الصخور المحيطة بها تتمكن الغازات الذائبة فيها من الانطلاق إلى الغلاف الجوي. لذا تختلف مكونات اللابة الكيميائية قليلًا عن المكونات الكيميائية للصهارة التي نتجت اللابة عنها.

تكوّن الصهارة Magma formation تتكون الصهارة بانصهار قشرة الأرض، أو مادة الستار. وهناك أربعة عوامل رئيسة تؤثر في تكوُّن الصهارة، هي: درجة الحرارة، الضغط، المحتوى المائي، المحتوى المعدني لمادة القشرة أو الستار. وتزداد درجة الحرارة عادة كلما تعمَّقنا في القشرة الأرضية، وتسمى هذه الزيادة في درجة الحرارة المال الحراري، وهي ممثلة في **الشكل 1– 2**. ولدى حفَّاري آبار النفط خبرة مباشرة في المال الحراري الأرضي؛ فآلات الحفر -كتلك المبينة في **الشكل 2– 2** يمكن أن تصادف درجات حرارة تزيد على 200°C في أثناء حفر آبار النفط العميقة.

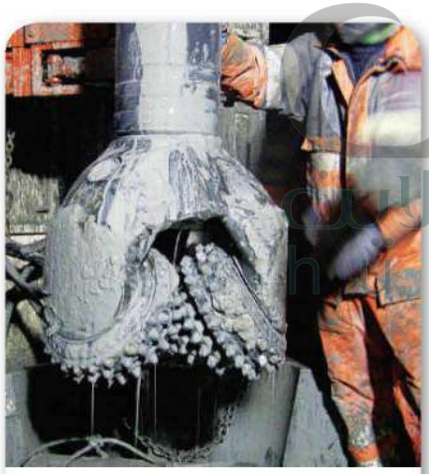
يزداد الضغط أيضًا مع زيادة العمق، وهذا ناجم عن وزن الصخور العلوية. وتفيد التجارب المختبرية أنه مع ازدياد الضغط الواقع على الصخور تزداد درجة الانصهار. لذلك فإن الصخر الذي ينصهر عند 1100°C على سطح الأرض ينصهر عند درجة 1400°C على عمق 100 km.

أما العامل الثالث الذي يؤثر في تكون الصهارة فهو المحتوى المائي الذي يغير من درجة انصهار الصخور التي تقل بازدياد المحتوى المائي.

ماذا قرأت؟ عدِّد العوامل الرئيسة المؤثرة في تكون الصهارة.



الشكل 1– 2 متوسط المال الحراري في القشرة الأرضية 25°C/km تقريبًا، ويعتقد العلماء أنها تهبط بشدة إلى 1°C/km في الستار.



الشكل 2– 2 تزداد درجة حرارة الجزء العلوي من القشرة مع زيادة العمق 30° C/km تقريبًا. وتصادف آلة الحفر عند عمق 3 km صخورًا درجة حرارتها قريبة من درجة غليان الماء.

العوامل الأربعة هي درجة الحرارة والضغط والمحتوى المائي والمحتوى المعدني

تتكون من معادن الأوليفين والفلسبار الكلسي والبيروكسين عند درجات حرارة أعلى، مقارنة بصخور الجرانيت أو الريولايت التي تتكون من الكوارتز والفلسبار البوتاسي.

إن درجة انصهار صخر الجرانيت أقل من درجة انصهار صخر البازلت؛ لأنه يحتوي على ماء أكثر، ولمعادنه درجات انصهار أقل.

وعمومًا تنصهر الصخور المحتوية على الحديد والماغنيسيوم -ومنها البازلت- عند درجات حرارة أعلى، مقارنة بالصخور المحتوية على نسب أعلى من السيليكون، ومنها الجرانيت.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

SA.GEO.SE.CH02.indd 43 4/8/19 4:34 PM

الانصهار الجزئي Partial melting افترض أنك جمدت شمعًا منصهرًا وماء في قالب مكعبات جليد، وأخذت هذا القالب خارج الثلاجة وتركته في درجة حرارة الغرفة؛ سوف ينصهر الجليد، ولكن الشمع لن ينصهر. والسبب في ذلك هو اختلاف درجتي انصهارهما. تنصهر الصخور بالطريقة نفسها لاختلاف درجات انصهار المعادن التي تحتويها. لذلك لا تنصهر جميع أجزاء الصخر عند درجة الحرارة نفسها. وهذا يفسر لماذا تُكوّن الصهارة غالبًا مزيجًا من بلورات ومصهور صخري. وتسمى عملية انصهار بعض المعادن عند درجات حرارة منخفضة مع بقاء معادن أخرى صلبة **الانصهار الجزئي Partial Melting**. انظر الشكل 3–2. ويضاف مع صهر كل مجموعة معدنية عناصر جديدة إلى خليط الصهارة، مما يؤدي إلى تغير في مكوناتها، وإذا لم تكن درجات الحرارة كافية لصهر الصخر بأكمله فإن مكونات الصهارة الناتجة ستختلف عن مكونات الصخر الذي تكونت منه، وهذه إحدى الطرائق التي تتكون بها الأنواع المختلفة من الصخور النارية.

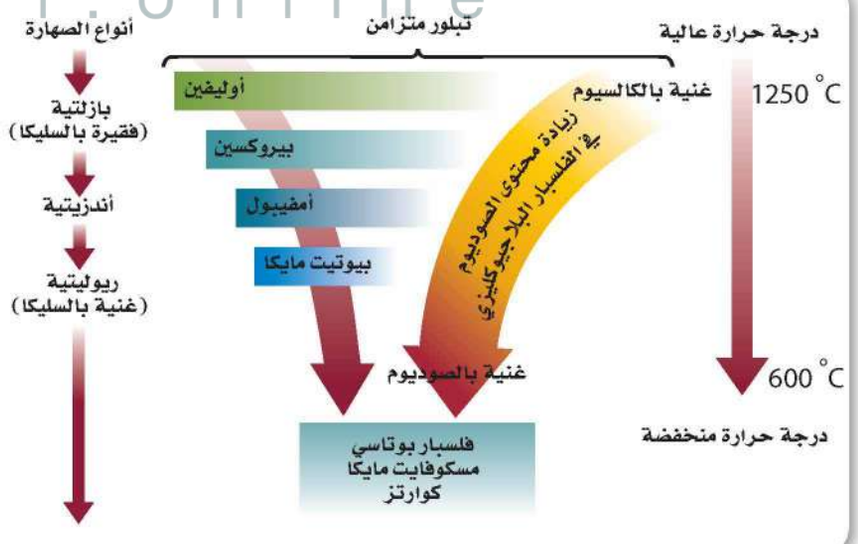
ماذا قرأت؟ لخِّص لماذا تختلف مكونات الصهارة الكيميائية عن المكونات الكيميائية للصخر الأصلي؟

الشكل 3–2 تبدأ المعادن في الانصهار في منطقة ما عندما تبدأ درجة الحرارة بالإرتفاع.

حدد ماذا تتوقع أن تكون درجة انصهار الكوارتز اعتمادًا على هذا الشكل؟

ينصهر الكوارتز عند درجة حرارة أقل من سائر المعادن

تتكون هذه الصهارة إذا كانت درجات الحرارة غير كافية لصهر الصخر كله؛ وفي هذه الحالة فإن الصهارة لن تحتوي على العناصر نفسها التي يحتويها الصخر الذي نشأت منه؛ لذا لن نحصل على المعادن نفسها ولا على الصخر نفسه عند تبلورها



الشكل 4–2 في الطرف الأيسر من سلاسل تفاعلات باون، تتغير المعادن الغنية بالحديد والماغنسيوم بشكل مفاجئ مع انخفاض درجة حرارة الصهارة.

قارن كيف يمكن مقارنة ذلك مع الفلسبار في الطرف الأيمن من الشكل؟

يتغير الفلسبار بالتدريج

الحلول اون لاين
hulul.online

SA.GEO.SE.CH02.indd 44 4/8/19 4:34 PM

المعادن الغنية بالحديد والماغنسيوم Iron –magnesium rich mineral يمثل الطرف الأيسر من سلسلة تفاعلات باون المعادن الغنية بالحديد والماغنسيوم، والتي تخضع لتغيرات مفاجئة مع تبريد الصهارة وتبلورها؛ ففي البداية يتبلور معدن الأوليفين من الصهارة، وعندما تبرد الصهارة بما يكفي لبدء تبلور معدن جديد يتشكل البيروكسين من تفاعل الأوليفين مع الصهارة، ومع استمرار انخفاض درجة الحرارة تحدث تفاعلات مشابهة منتجة الأمفيبول والبيوتيت وهي أقل المعادن احتواءً على الحديد والماغنسيوم.

الفلسبار Feldspar يمثل الطرف الأيمن من سلسلة تفاعلات باون معادن فلسبار البلاجيوكليز التي تخضع لتغير مستمر في مكوناتها، فمع تبريد الصهارة يتكون أكثر معادن البلاجيوكليز غنى بالكالسيوم. ويتفاعل هذا المعدن مع الصهارة، وتتغير مكوناته ليصبح غنيًّا بالصوديوم، وفي بعض الحالات عندما يتم التبريد سريعًا تصبح أنوية الفلسبار الغنيَّة بالكالسيوم غير قادرة على التفاعل تمامًا مع الصهارة، فتكون النتيجة هي تكون بلورة ذات نطاقات غنية بالكالسيوم وأخرى بالصوديوم كما في **الشكل 5– 2**.

الشكل 5– 2 عندما تبرد الصهارة بسرعة قد لا تجد بلورة الفلسبار الوقت الكافي للتفاعل تمامًا مع الصهارة فتبقى على أنوية غنية بالكالسيوم. والنتيجة تكون بلورات بنطاقات تتميز بغناها بالكالسيوم وأخرى بالصوديوم.

التبلور الجزئي Fractional Crystallization

عندما تبرد الصهارة تتبلور معادنها بترتيب عكس ترتيب انصهار بلورات المعادن في حالة الانصهار الجزئي، بمعنى أن آخر المعادن انصهارًا تكون أولها تبلورًا.

وتسمى عملية تصلب بلورات المعادن وانفصالها **التبلور الجزئي Fractional crystallization**. وتشبه هذه العملية عملية الانصهار الجزئي في أن تركيب الصهارة يتغير في كل منهما. وفي هذه الحالة تنفصل البلورات التي تتكون في البداية عن الصهارة، ولا تستطيع التفاعل معها، فتصبح الصهارة المتبقية غنيَّة بالسيليكا.

تجربة

مقارنة الصخور النارية

كيف تختلف الصخور النارية بعضها عن بعض؟ للصخور النارية خصائص كثيرة مختلفة. فاللون وحجم البلورات تعدّ من المعالم التي نستطيع من خلالها تمييز الصخور النارية بعضها عن بعض.

خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر الموجود في دليل التجارب العملية، واملأه.
2. احصل على مجموعة من عينات صخرية نارية من معلمك.
3. لاحظ الخصائص الآتية لكل صخر: مجمل اللون، حجم البلورات، والمكونات المعدنية (إن أمكن).
4. صمّم جدول بيانات لتدوين ملاحظاتك.

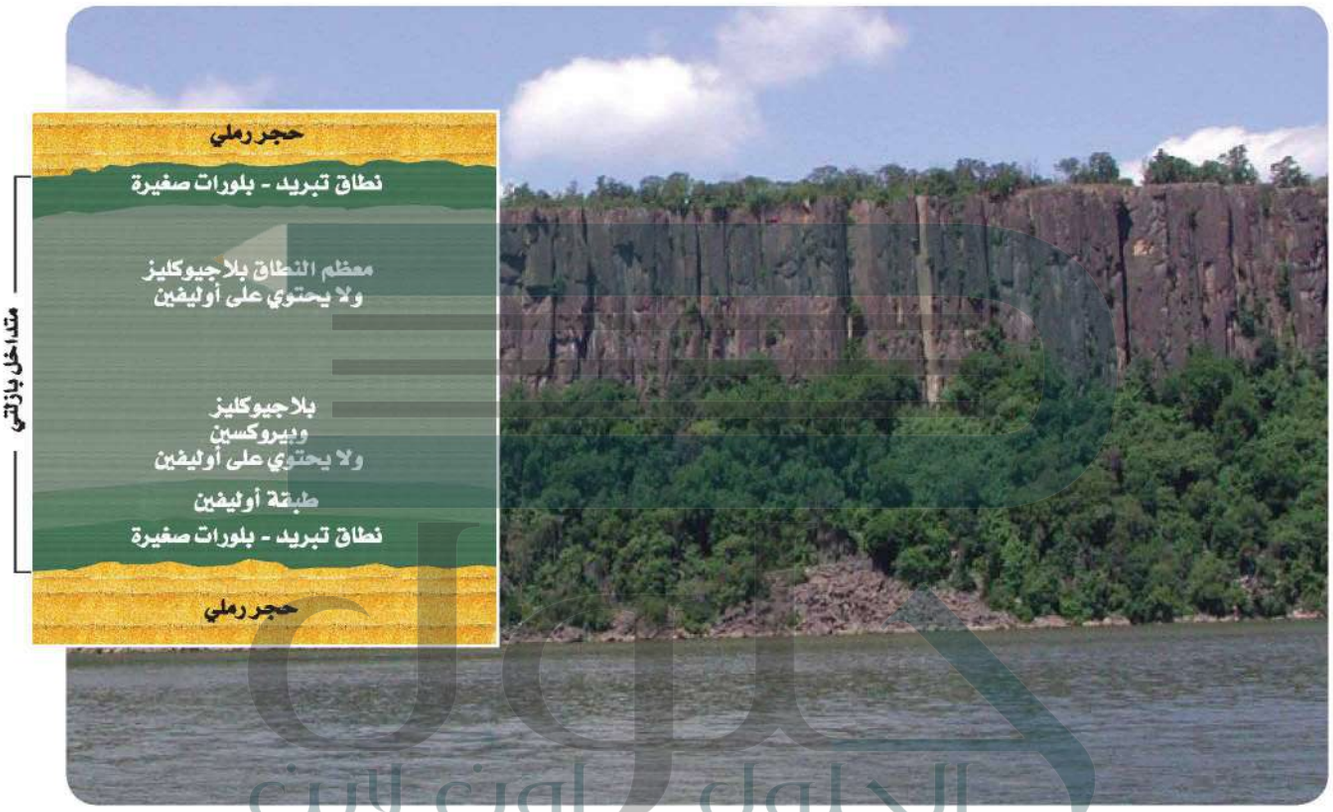
التحليل

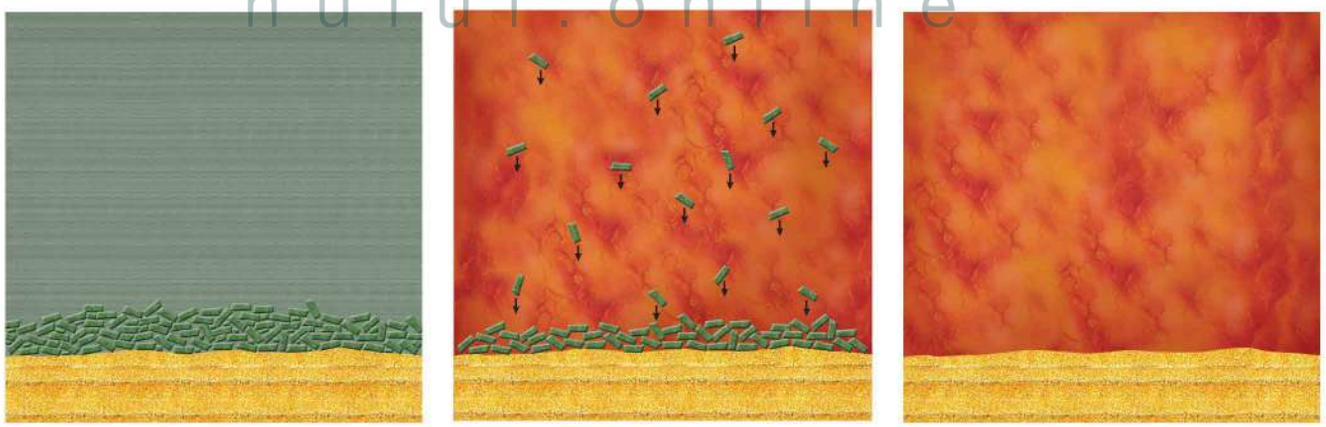
1. صنّف عيناتك إما بازلتية وإما أنديزيتية وإما ريوليتية. [تلميح: كلما زاد محتوى الصخر من السيليكا يصبح لونه فاتحًا].
2. قارن بين عيناتك باستخدام جدول البيانات. كيف تختلف؟ ما الخصائص التي تشترك فيها المجموعات؟
3. خمّن الترتيب الذي تبلورت به العينات. [تلميح: استخدم سلاسل تفاعلات باون دليلًا].

SA.GEO.SE.CH02.indd 45 4/8/19 5:53 PM

التبلور الجزئي وترسب البلورات
Fractional Crystallization and Crystal Settling

الشكل 6– 2 تعتبر عتبة باليسيد (Palisade Sill) في وادي نهر هدسون (Hudson) في نيويورك ونيوجيرسي مثالًا على عملية التبلور الجزئي وترسيب البلورات. ففي العتبة البازلتية تكونت بلورات صغيرة في نطاق التبريد؛ لأن الأجزاء الخارجية من هذا الجسم البازلتي بردت بسرعة أكبر من الأجزاء الداخلية.





مع بدء تبريد الصهارة التي اخترقت الطبقات الصخرية تتكون البلورات وتستقر في القاع، وتسمى هذه الطبقية في توزيع البلورات التبلور الجزئي.

حلول الحلول اون لاين hulul.online

SA.GEO.SE.CH02.indd 46 4/8/19 4:35 PM

ج1: سيكون للصخور بلورات صغيرة متساوية الحجم؛ لأن الصهارة بردت بسرعة فلم يتح لها وقت كاف لتكون بلورات كبيرة الحجم ومع مرور الوقت بدأت ترد ببطء ولكن هناك لم يكن هناك حيز كاف لتكوين بلورات كبيرة

ج2: الأكسجين - السيلكون - الألمنيوم - الحديد - الماغنسيوم - الكالسيوم - البوتاسيوم - الصوديوم

ج3: درجة الحرارة والضغط والمحتوى المائي والمعدني؛ مجموعات مختلفة من هذه العوامل تنتج أنواعًا مختامة من الصهارة

ج4: تتكون الصهارة تحت سطح الأرض وتحت الضغط أما اللابة فهي صهير يتراكم فوق سطح الأرض وغير واقع تحت الضغط
وتختلف مكوناتها الكيميائية عن الصهارة التى تكونت منها فالغازات التى كانت ذائبة تحت الضغط قد تطايرت

ج5: الضغط عال جدّاً ودرجة الحرارة ليست عالية با يكفى لصهر اللب أو إبقائه منصهرًا

ج6: سيكون محتوى الصهارة من السيليكا أعلى من الصخر نفسه لأن الكوارتز ينصهر أولاً لذا فإن نسبة السيليكا في الصهارة ستكون أكثر عند بداية تكونها

التقويم 1–2

الخلاصة

- تتكون الصهارة من صخور منصهرة وغازات مذابة وبلورات معدنية.
- تُصنّف الصهارة إلى بازلتية أو أنديزيتية أو ريوليتية اعتمادًا على كمية السيليكا التي تحتويها.
- تنصهر المعادن المختلفة وتتبلور عند درجات حرارة مختلفة.
- توضح سلاسل تفاعلات باون الترتيب الذي تتبلور حسبه المعادن من الصهارة.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** توقّع المظهر الذي سيبدو عليه صخر ناري تكون من صهارة خرجت إلى السطح فبدأت تبرد بسرعة، ثم قلّت سرعة تبريدها مع الوقت.
2. **اعمل قائمة** بالعناصر الثمانية الرئيسة الموجودة في معظم أنواع الصهارة. أضف الرمز الكيميائي لكل عنصر.
3. **لخّص** العوامل التي تؤثر في تكوين الصهارة.
4. **قارن** بين الصهارة واللابة.

التفكير الناقد

5. **توقّع** إذا كانت درجة الحرارة تزداد نحو مركز الأرض، فلماذا يصبح مركز الأرض صلبًا؟
6. **استدل** على محتوى السيليكا في صهارة مشتقة من الانصهار الجزئي لصخر ناري. هل سيكون أكثر، أم أقل، أم مساويًا لمحتوى الصخر نفسه؟ وضّح إجابتك.

الكتابة في الجيولوجيا

7. ادّعى أحد هواة جمع الصخور أنه وجد أول مثال على البيروكسين والفلسبار الغني بالصوديوم في الصخر نفسه. اكتب تعليقًا على هذا الادعاء.

ج7: على الرغم من إمكان وجود المعدنين في الصخر نفسه؛ إلا أن التعليق المحتمل هو اعتماداً على سلاسل تفاعلات باون ودرجة تبلور المعدنيين، فإنه لايحتمل وجودهما في الصخر نفسه؛ ولكن من المحتمل وجود الفلسبار البلاجيوكليزي مع البيروكسين

SA.GEO.SE.CH02.indd 47 4/8/19 4:35 PM

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

2-2

الأهداف

- تصنف الصخور النارية وفق مكوناتها المعدنية وأنسجتها.
- تتعرف أثر معدَّلات التبريد في حجوم البلورات في الصخور النارية.
- تصف بعض استخدامات الصخور النارية.

مراجعة المفردات

التبلور الجزئي

عملية متعاقبة يتم في أثنائها فصل أول البلورات المتكونة من الصهير، فلا تتفاعل مع الصهارة المتبقية.

المفردات الجديدة

الصخور الجوفية
الصخور السطحية
الصخر البازلتي
الصخر الجرانيتي
الصخور المتوسطة
الصخور فوق القاعدية
النسيج
النسيج البورفيري
النسيج الفقاعي
البيجماتيت
الكمبرليت

تصنيف الصخور النارية
Classification of Igneous Rocks

الفكرة الرئيسة **يعتمد تصنيف الصخور النارية على مكوناتها المعدنية وحجم بلوراتها ونسيجها.**

الربط مع الحياة. هناك شيء مشترك بين الأرضيات والمباني والجدران؛ فالعديد منها من النوع الصخري المعروف بالجرانيت، وهو صخر شائع في القشرة الأرضية.

المكونات المعدنية للصخور النارية
Mineral Composition of Igneous Rocks

تُصنف الصخور النارية عمومًا إلى صخور جوفية (متداخلة)، وأخرى سطحية (بركانية)؛ فعندما تبرد الصهارة وتتبلور تحت سطح الأرض تتكوَّن **الصخور الجوفية Intrusive Rocks**، وتكون بلورات الصخور الجوفية كبيرة عادة، بحيث يمكن رؤيتها بالعين المجردة. وتشكل الصهارة التي تبرد وتتبلور على سطح الأرض **صخورًا سطحية Extrusive Rocks**، ويشار إليها أحيانًا بالحرات أو طفوح اللابة أو الطفوح البازلتية. والبلورات التي تتكون في هذه الصخور صغيرة ويصعب رؤيتها بالعين المجردة، ويُصنِّف الجيولوجيون هذه الصخور حسب مكوناتها المعدنية، بالإضافة إلى الخصائص الفيزيائية ومنها حجم البلورات والنسيج وهذا يمثل مؤشرًا لتعرف أنواع الصخور النارية المتنوعة.

تُصنَّفُ الصخور النارية حسب مكوناتها المعدنية؛ **فالصخور البازلتية Basultic Rocks** ومنها الجابرو- لونها غامق، ومحتواها من السيليكا قليل، وتتكون في غالبيتها من البلاجيوكليز والبيروكسين. أما **الصخور الجرانيتية Granitic Rock** -ومنها الجرانيت- فهي فاتحة اللون ومحتواها من السيليكا كثير، ويتكون معظمها من الكوارتز والفلسبار البوتاسي والبلاجيوكليز. وتسمى الصخور ذات المكونات المتوسطة بين البازلت والجرانيت **الصخور المتوسطة Intermediate Rocks**، ويتكون معظمها من البلاجيوكليز والهورنبلند، ويعد الديوريت مثالًا جيدًا على هذا النوع. ويوضح **الشكل 8– 2** أمثلة على الأنواع الثلاثة من الصخور النارية.

الشكل 8– 2 يمكن ملاحظة الفروق في مكونات الصهارة في الصخور التي تتكون عندما تبرد الصهارة وتتبلور.

لاحظ. صف الفروق التي تشاهدها في هذه الصخور.

الديوريت

الجرانيت

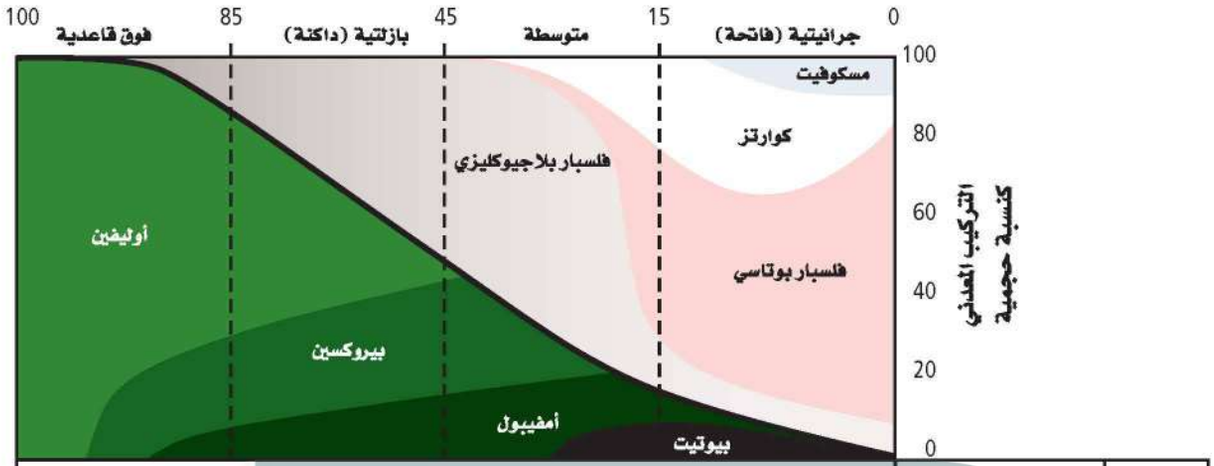
الجابرو

SA.GEO.SE.CH02.indd 48 4/8/19 4:35 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

تعرف الصخور النارية

نسبة المعادن الرئيسة



المنشأ	النسيج	اسم الصخر			
جوفية	خشن البلورات	جرانيت	ديوريت	جابرو	بيرودوتيت
سطحية	بورفيري	ريولايت - جرانيت	أنديزيت - ديوريت	بازلت أو جابرو بورفيري	
	ناعم البلورات	ريولايت	أنديزيت	بازلت	
	زجاجي	أوبسيديان			
	فقاعي	الخفاف (بيومس)		سكوريا (بازلت فقاعي)	

الشكل 9– 2 أنواع الصخور النارية يمكن تعرُّفها من خلال نسب المعادن فيها.

وهناك مجموعة رابعة من الصخور تدعى **فوق القاعدية Ultrabasic**، منها صخر البيرودوتيت، وتحتوي هذه الصخور فقط على معادن غنية بالحديد مثل الأوليفين والبيروكسين، وهي دائمًا داكنة اللون. ويلخص **الشكل 9– 2** آلية تعرُّف الصخور النارية.

النسيج Texture

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

كما تختلف الصخور النارية في مكوناتها المعدنية، وتختلف أيضًا في حجوم بلوراتها، ويشير **النسيج Texture** إلى حجم البلورات التي يتكون منها الصخر، وإلى شكلها وتوزيعها. فعلى سبيل المثال يمكن وصف نسيج الريولايت المبين في **الشكل 10– 2** بأنه ناعم البلورات، أما الجرانيت فيوصف بأنه خشن البلورات، ويرجع الاختلاف في حجم البلورات إلى أن أحدهما صخر سطحي، والآخر صخر جوفي (متداخل).

الشكل 10– 2 للريولايت والجرانيت والأوبسيديان أنسجة مختلفة لأنها تكونت بطرائق مختلفة.

الجرانيت

الأوبسيديان

الريولايت

SA.GEO.SE.CH02.indd 49 4/8/19 4:35 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

حجم البلورة ومعدلات التبريد Crystal size and cooling rates

عندما تتدفق اللابة على سطح الأرض تبرد بسرعة، ولا تتهيأ الفرصة لتشكل بلورات كبيرة، فَتُنتِجُ صخورًا نارية سطحية كالريولايت المبين في **الشكل 10– 2**. بلوراتها صغيرة لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، وأحيانًا يحدث التبريد بسرعة كبيرة جدًّا، بحيث لا تتهيأ الفرص لتكوُّن البلورات، وينتج زجاج بركاني يسمى أوبسيديان كما في **الشكل 10– 2**. وفي مقابل ذلك يمكن للصخور الجوفية –ومنها الجرانيت والديوريت والجابرو– التي تبرد ببطء أن تكون بلوراتها بحجم أكبر من 1 cm.

النسيج البورفيري Porphyritic texture انظر إلى أنسجة الصخور في **الشكل 11– 2**. توضح الصورة العلوية صخرًا يحتوي على بلورات بحجمين مختلفين، ويظهر هذا الصخر **نسيجًا بورفيريًّا Porphyritic Texture** يتميز بوجود بلورات كبيرة واضحة المعالم، محاطة ببلورات صغيرة من المعدن نفسه أو من معادن مختلفة. ما الذي جعلها تتكون في صورة بلورات صغيرة وأخرى كبيرة وكلتاهما في صخر واحد؟ تدل الأنسجة البورفيرية أن جزءًا من الصهارة مرّ في البداية بتبريد بطيء في باطن الأرض، حيث نمت عليه البلورات الكبيرة الحجم، ثم قذفت فجأة إلى مواقع أعلى في القشرة الأرضية أو على سطح الأرض، وبدأت الصهارة المتبقية تبرد بسرعة مكونة بلورات صغيرة الحجم تحيط بالبلورات الكبيرة التي تبلورت من قبل.

النسيج الفقاعي Vesicular texture تحتوي الصهارة على غازات ذائبة، تأخذ في التصاعد عندما ينحسر الضغط عنها، فتصبح عندئذ لابة؛ فإذا كانت اللابة شديدة القوام، فإنها تمنع تصاعد الفقاعات الغازية بسهولة، فتترك الغازات ثقوبًا في الصخر تسمى فقاعات، ويبدو الصخر إسفنجيًّا، ويسمى هذا المظهر الإسفنجي **نسيجًا فقاعيًّا Vesicular Texture**. ويعد كل من الخفاف والبازلت الفقاعي أمثلة على ذلك. انظر **الشكل 11– 2**

ماذا قرأت؟ فسّر سبب تكون الثقوب في الصخور النارية.

تكون الثقوب عند اندفاع فقاقيع الغاز من اللابة أو عندما تتنحصر داخلها

أنديزيت (النسيج البورفيري)

بازلت فقاعي

الخفاف (بيومس)

الشكل 11– 2 تعطي أنسجة الصخور معلومات عن كيفية تكون الصخر؛ حيث تحتفظ أنسجة هذه الصخور بأدلة عن معدلات التبريد، وكذلك تدلّ على وجود الغازات المذابة فيها أو عدم وجودها.

SA.GEO.SE.CH02.indd 50 4/8/19 4:35 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الشكل 12– 2 يمكن تعرُّف المعادن المكونة للجرانيت باستعمال شرائح رقيقة تحت المجهر المستقطب.

الشرائح الرقيقة Thin Sections

لتعرُّف الصخر يفحص الجيولوجيون بلورات المعادن في العيِّنات الصخرية في صورة شرائح رقيقة تحت أنواع خاصة من المجاهر (المجهر المستقطب). والشريحة الرقيقة قطعة من الصخر سمكها 0.03 mm تقريبًا، مثبتة على قطعة زجاجية بحيث تسمح بنفاذ الضوء خلالها. ويوضح الشكل 12– 2 مقطع من الجرانيت تحت المجهر المستقطب.

الصخور النارية موارد طبيعية
Igneous rocks as Resources

للصخور النارية أهمية اقتصادية كبيرة في حياتنا؛ فالعديد من المعادن التي تستخدم في المجوهرات تتبلور فيها، ويمكن أن يستخلص منها العديد من العناصر المفيدة ومنها الليثيوم وغيره مما يدخل في مجالات عديدة في حياتنا، وتستخدم الصخور النارية أيضًا في المباني. وتوضح الفقرات الآتية بعض هذه الاستخدامات:

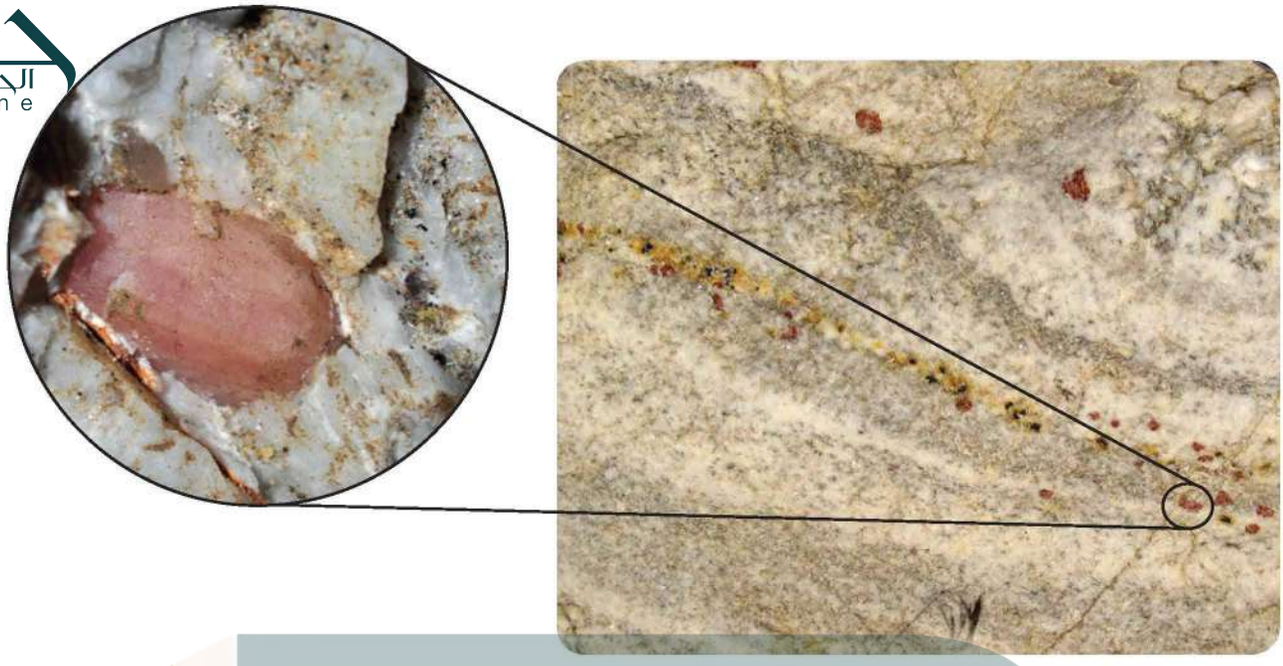
العروق Viens تحتوي الموائع المتبقيَّة من تبلور الصهارة على تراكيز عالية من السيليكا والماء، كما تحتوي على شوائب أو بقايا من عناصر لم تصنف ضمن الصخور النارية؛ فالذهب والفضة والرصاص والنحاس من الفلزات التي لم تتضمنها المعادن الشائعة. وتتحرر هذه العناصر من السيليكا المذابة في نهاية عملية تبلور الصهارة، على هيئة موائع ساخنة غنيَّة بالعناصر، تملأ الشقوق والفراغات في الصخور المجاورة. وتتصلب هذه الموائع مكوِّنة عروقًا غنيَّة بمعادن أو فلزات ذات قيمة اقتصادية، ومنها عروق الكوارتز الحاملة للذهب في مهد الذهب في المملكة العربية السعودية. ويبين الشكل 13– 2 ذهبًا متكونًا في عروق الكوارتز.

الشكل 13– 2 يستخرج الذهب والكوارتز معًا من المناجم، ثم يفصلان لاحقًا.

استدل ما الذي يمكنك تحديده من هذه الصورة عن درجة انصهار الذهب؟

الشكل 13-2 تعادل درجة انصهار الكوارتز تقريباً

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online



الشكل 14– 2 عرق بيجماتيت يخترق صخور الجرانيت، وفيه بلورات جميلة.

ماذا قرأت؟ وضِّح لماذا تحتوي العروق على كميات كبيرة من الكوارتز؟

تحتوي العروق على كميات كبيرة من الكوارتز لأن عنصري السيليكون والأكسجين يتبقيان عندما تتبلور الصهارة بالكامل ثم يحشر هذا السائل المتبقي في شقوق الصخور

تملأ الكهوف وشقوق الصخور فإن المعادن تنمو في الفراغات محتفظة بأشكالها؛ حيث وجدت معظم المعادن النفيسة في العالم في صخور البيجماتيت. ويوجد البيجماتيت في مناطق مختلفة جنوب المملكة العربية السعودية وغربها على هيئة قواطع في صخور جرانيتية.

مختبر حل المشكلات

تفسير الأشكال العلمية

كيف يمكنك تقدير المحتوى المعدني؟

تصنف الصخور النارية اعتمادًا على محتواها المعدني. ستستخدم في هذا النشاط الشريحة الرقيقة الموضحة في الشكل 12– 2؛ لتقدير نسب المعادن المختلفة في العيِّنة.

التحليل

1. صمّم طريقة لتقدير نسب المعادن في العيِّنة الصخرية في الشكل 12– 2.
2. اعمل جدول بيانات يضم المعادن ونسبها المقدرة.

التفكير الناقد

تشير وشرة الكوارتز والفلسبار البوتاسي إلى أن الصخر جرانيتي

3. حدد بإستخدام الشكل 9– 2، موقع العيِّنة التي تمثلها الشريحة الرقيقة على المخطط المبين في الشكل.
4. قارن تقديرك لنسب المعادن في الصخور بتقدير زملائك في الصف. لماذا تختلف تقديراتكم؟ ما مصادر الخطأ المحتملة؟ **يترك للطالب**
5. اقترح طريقة لتطوير دقة تقديرك.

كلما زاد عدد نقاط البيانات المأخوذة زادت دقة التقدير

SA.GEO.SE.CH02.indd 52 4/8/19 4:35 PM

ج1: تشير التحاليل الكيميائية إل أن الأوبسيديان يتكون بشكل رئيس من عناصر شائعة فِ المعادن الماتحة والمتوسطة اللون؛ وتوجد هذه المعادن في الجرانيت أما الأوبسيديان الأسود فينتج عن وجود كميات قليلة من الحديد منتشرة في الزجاج لقلة نمو معادن فيه أو انعدامها

ج2: المجموعة الجرانيتية بالكوارتز والمعادن الأخرى الفاتحة اللون والمجموعة البازلتيةغنية بالحديد والماغنسيوم الموجودين في المعادن القاتمة اللون، أما المجموعة المتوسطة فهى خليط من معادن غامقة وفاتحة اللون

ج3: ينتج عن لتبريد البطيء بلورات كبيرة مكتملة النمو وينتج عن معدلات التبريد السريعة بلورات صغيرة قد تكون مكتملة النمو أو لا تكون

ج4: المكونات المعدنية: الأنديزيت والديوريت لهما المكونات المعدنية نفسها، الحجم البلوري: الأنديزيت بلوراته صغيرة أما الديوريت فبلوراته كبيرة

ج5: البلاجيوكليز يتكون في بداية عملية التبلور وهناك متسع في الصهارة لنمو بلوراته، أما الكوارتز فيتبلور لاحقا ويملأ الفراغات الموجودة بين المعادن التي سبق تبلورها

التقويم 2-2

الخلاصة

- يعتمد تصنيف الصخور النارية على ثلاث خصائص رئيسة هي: التركيب المعدني والنسيج وحجم البلورات.
- يحدد معدل التبريد حجم البلورة.
- يكثر وجود الخامات في البيجماتيت. ويوجد الألماس في الكيمبرليت.
- تستخدم بعض الصخور النارية كمواد بناء؛ بسبب متانتها وجمالها.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** استنتج لماذا التركيب الكيميائي للأوبسيديان الأسود أو الأحمر تركيبًا جرانيتيًا؟
2. صف مجموعات الصخور النارية الثلاث الرئيسة.
3. طبِّق ما تعرفه عن معدلات التبريد في توضيح الاختلاف في حجوم البلورات.
4. ميِّز بين الأنديزيت والديوريت من خلال خاصيتين فيزيائيتين من خصائص الصخور النارية.

التفكير الناقد

5. حدِّد أيهما أكثر قابلية لتكوين بلورات مكتملة الأوجه في الصخور النارية: الكوارتز أم فلسبار البلاجيوكليز؟ وضح إجابتك.

الرياضيات في الجيولوجيا

6. قطعة جرانيت كثافتها $2.7 g/cm^3$، صنع منها طاولة مطبخ مستطيلة، سمكها 2 cm، وبُعداها $0.6 m \times 2.5 m$؟ ما كتلتها بالجرام؟

SA.GEO.SE.CH02.indd 53 4/8/19 4:35 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الجيولوجيا والبيئة
Geology and the Environment

صخور القمر Moon Rocks

قام رواد الفضاء بست رحلات فضائية بالسفينة أبوللو إلى القمر بين عامي 1969 و 1972م؛ للحصول على معلومات عن نشأة القمر وتاريخه وتركيبه. وجمعوا نحو 2415 عينة مختلفة الأحجام من صخور القمر تزن حوالي 380 kg.

أنواع صخور القمر بدراسة العينات وتحليلها تبين أن صخور القمر تتنوع في ألوانها بين الرمادي والأسود والأبيض والأخضر، كما تختلف في نسيجها بين الزجاجي والقاسي والهشّ. وقد كشفت تحاليل الصخور أن هناك ثلاثة أنواع من الصخور على سطح القمر؛ وهي الصخور البازلتية التي نتجت عن الرماد البركاني واللابة التي وصلت إلى سطح القمر من خلال الشقوق التي تكونت بسبب ارتطام النيازك بسطح القمر. وصخور البريشيا التي تكونت عندما حطمت النيازك الصخور، وصهرت القطع معًا بفعل الحرارة الناجمة عن الارتطام. أما النوع الثالث هو صخر البريستين فلم ينتج عن ارتطام النيازك، بل هو صخر شائع رمادي اللون، يتكون من الفلسبار البلاجيوكليزي الغني بالكالسيوم.

مكونات صخور القمر تتميز صخور القمر عن غيرها بأمرين؛ أولهما: أنها غير مؤكسدة، ولا تحتوي على الماء، مع الأخذ في الاعتبار كمية الحديد التي يحتويها الصخر، حيث تختلف صخور الأرض عن صخور القمر في كون الأولى صدئة ومجواة، وثانيهما أن بعض سطوح صخور القمر مغطى ببثور (كبثور الجدري) تسمى حفر زاب (Zappits) تنتج عن ارتطام النيازك الدقيقة بصخور سطح القمر، وهذه غير موجودة على سطوح صخور الأرض؛ إذ تحترق في الغلاف الجوي قبل وصولها إلى سطح الأرض.

تصنيف صخور القمر يستعمل العلماء في تصنيف صخور القمر الخصائص نفسها المستعملة في تصنيف صخور الأرض، وقد سمَّى العلماء فئة جديدة من صخور القمر "كريب" (KREEP)، اعتمادًا على المكونات المعدنية؛ لكونها تحتوي على كميات كبيرة من البوتاسيوم (K) والعناصر الأرضية النادرة (REE) والفوسفور (P)، وهي أكثر إشعاعًا من صخور الأرض؛ لأنها تحتوي على ثوريوم أكثر.

الشكل 16–2 قطعة من البازلت الذي جُمع من سطح القمر خلال رحلة أبوللو.

أبحاث صخور القمر ما زالت الأبحاث مستمرة على صخور القمر؛ حيث تمت حماية تلك العينات من التأكسد، بوضعها في أقبية من الفولاذ المضاد للصدأ في جو جاف من النيتروجين؛ لإبقائها بعيدة عن الرطوبة والصدأ. وما زال العلماء يواصلون بحوثهم حول هذه الصخور وهم يدرسون نشأة القمر وتاريخه.

الكتابة في الجيولوجيا

مقالة علمية ابحث باستخدام مصادر المعرفة المختلفة حول كيفية جمع العينات الصخرية من القمر، وطريقة تحليلها، وأهميتها العلمية. واكتب مقالة تلخّص فيها المعلومات الرئيسة حول ذلك، ثم تبادل المقالات مع زملائك.

يجب أن يكتسب الطلاب معرفة علمية جديدة عن القمر وتركيبه من خلال ممارسة الألعاب

SA.GEO.SE.CH02.indd 54 4/8/19 4:35 PM

مختبر الجيولوجيا

صمم بنفسك

نموذج تكون البلورات

خلفية علمية: يعتمد حجم بلورات الصخور النارية على معدل تبريد الصهارة، ومن الصعب مشاهدة تبلور الصهارة؛ لأنها ساخنة جدًّا، وكذلك بسبب بطء عملية التبلور. لكن هناك بعض المواد التي تتبلور عند درجات حرارة منخفضة، لذلك يمكن استعمالها لنمذجة عملية تبلور المعادن من الصهارة.

سؤال: كيف تتبلور المعادن من الصهارة؟

الأدوات

- أطباق بتري نظيفة
- محلول الشب المشبع
- كأس زجاجية سعة 200 mL
- عدسة مكبرة
- ورق مقوى أسود
- مقياس حرارة
- مناشف ورقية
- ماء
- مصدر حراري

إجراءات السلامة

احذر: عند صب محلول الشب في أطباق بتري لأول مرة لأنه ساخن، وقد يسبب تهيجًا للجلد. وإذا لامس المحلول الجلد فاغسله بماء بارد.

خطوات العمل

1. اقرأ احتياطات السلامة الخاصة بهذا النشاط.
2. خطِّط مع زملائك في المجموعة كيف تغيرون معدل تبريد محلول الشب الساخن في أطباق بتري، كل عضو في المجموعة سيختار طبق بتري في مكان محدَّد مسبقًا لمراقبته في أثناء الاستقصاء. تأكد من موافقة معلمك على الخطة المقترحة للعمل.
3. ضع ورقة مقواة سوداء على سطح مستوٍ، وتأكد أنك وضعتها في المكان المحدد مسبقًا، وضع أطباق بتري فوق الورقة.
4. استعمل كأسًا زجاجية للحصول على حوالى 150 mL من محلول الشب فوق المشبع من معلمك. درجة حرارة المحلول دون درجة الغليان؛ أي حوالي 95°C– 98°C.

5. املأ كل طبق من أطباق بتري إلى نصفه بالمحلول فوق المشبع مع اتباع إجراءات السلامة في أثناء صب المحلول.
6. راقب أطباق بتري كل 5 دقائق ولمدة 30 دقيقة، وسجِّل ملاحظاتك، وارسم البلورات التي بدأت تتكون.

التحليل والاستنتاج

1. **قارن** بين طريقة التبريد وبين الطرائق التي استعملتها المجموعات الأخرى. هل تظن أن هناك طريقة أفضل من الأخرى؟ وضح إجابتك.
2. **اختبر** بلوراتك. كيف تبدو؟ هل حجومها متساوية؟ وهل هي متشابهة في الشكل؟
3. **ارسم** شكل البلورات الأكثر شيوعًا، وقارن بين رسمك ورسوم المجموعات الأخرى. صف أيَّ نمط لاحظته في رسوم المجموعات الأخرى.
4. **استنتج** العوامل المؤثرة في حجم البلورات (الأطباق المختلفة). كيف عرفت ذلك؟
5. **فسِّر** لماذا يختلف شكل البلورات عند نموها؟
6. **قارن** بين هذه التجربة وتبلور الصهارة في الطبيعة.
7. **قوِّم** العلاقة بين معدل التبريد وتكون البلورات.

شارك بياناتك

راجع مع أقرانك. ضع ملخصًا لبيانتك، ثم قارنها مع الطلبة في الصف.

SA.GEO.SE.CH02.indd 55 4/8/19 4:35 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الفصل 2

دليل مراجعة الفصل

الفكرة العامة الصخور النارية أول الصخور التي تشكلت عندما بردت الأرض وتبلورت في القشرة الأرضية الأولية.

المفردات	المفاهيم الرئيسة

2-1 ما الصخور النارية؟

اللابة
الصخور النارية
الانصهار الجزئي
سلاسل تفاعلات باون
التبلور الجزئي

الفكرة الرئيسة الصخور النارية هي الصخور التي تتكون عندما تبرد المواد المنصهرة الموجودة في باطن الأرض، وتتبلور.

- تتكون الصهارة من صخور منصهرة وغازات مذابة وبلورات معادن.
- تصنف الصهارة إلى بازلتية وأندزيتية وريولايتية؛ اعتمادًا على نسبة السيليكا في كل نوع.
- المعادن المختلفة تنصهر وتتبلور عند درجات حرارة مختلفة.
- تبين سلسلة تفاعلات باون تسلسل تبلور المعادن من الصهارة.

2-2 تصنيف الصخور النارية

الصخور الجوفية (المتداخلة)
الصخور السطحية
الصخر البازلتي
الصخر الجرانيتي
الصخور المتوسطة
الصخور فوق القاعدية
النسيج
النسيج البورفيري
النسيج الفقاعي
البيجماتيت
الكمبرليت

الفكرة الرئيسة يعتمد تصنيف الصخور النارية على مكوناتها المعدنية وحجم بلوراتها ونسيجها.

- تصنف الصخور النارية اعتمادًا على خصائصها.
- يعتمد حجم البلورات على معدل التبريد.
- غالبًا توجد الخامات في البيجماتيت، والألماس في الكيمبرليت.
- تستخدم بعض أنواع الصخور النارية في البناء؛ لصلابتها، وتحملها الضغط، ولجمالها.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

SA.GEO.SE.CH02.indd 56 4/8/19 4:35 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الفصل 2 تقويم الفصل

مراجعة المفردات

ضع المصطلح الصحيح مكان الكلمات التي تحتها خط فيما يأتي:

1. تتصاعد الغازات من الصهارة مع تدفقها على سطح الأرض. **اللابة**
2. يصف مقياس موهس للقساوة الترتيب الذي تتبلور على أساسه المعادن. **سلاسل تفاعلات بأون**
3. تتميز الصخور الجرانيتية بلونها الغامق ومحتواها القليل من السيليكا. **الصخور البازلتية**
4. تتكون اللابة في الأعماق تحت القشرة الأرضية. **الصهارة**

املأ الفراغ في الجمل الآتية بالمفردات الصحيحة:

5. يسمى النسيج الناري الذي يمتاز باحتوائه على بلورات كبيرة في أرضية من البلورات الصغيرة **بورفيري ببباقي**
6. يقال عن الصخور النارية التي تتكون في ظروف تبريد سريعة إنها ..... **صبخور سطحية**
7. يقال عن الصخور الفاتحة اللون ذات البلورات كبيرة الحجم إنها ..... **صخور غرانيتية**

تثبيت المفاهيم الرئيسة

8. ما أول المعادن التي تتكون عندما تبرد الصهارة؟

a. الكوارتز
c. الفلسبار البوتاسي
b. المايكا
d. الأوليفين

استعمل الصورتين أدناه في الإجابة عن السؤال 9.

9. ما العملية التي حدثت؟

a. الانفصال الجزئي
c التبلور الجزئي
b. الفصل البلوري
d. الانصهار الجزئي

10. أيُّ المعادن مرتبط بالفرع الأيمن من سلاسل تفاعلات باون؟

a. أوليفين وبيروكسين
c. فلسبار
b. مايكا وفلسبار
d. كوارتز وبيوتيت

11. أيُّ أنواع الصهارة تحتوي كمية أكبر من السيليكا؟

a. البازلتية
c. الريولايتية
b. الأندزيتية
d. البيردويتية

12. أيُّ العوامل الآتية لا يؤثر في تكون الصهارة؟

a. الحجم
c. الضغط
b. درجة الحرارة
d. المكونات المعدنية

13. أي الصخور السطحية الآتية لها مكونات الديوريت نفسها؟

a. الريولايت
c. الأوبسيديان
b. البازلت
d. الأنديزيت

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 14.

14. أيُّ العمليات كوَّنت هذا الصخر؟

a. تبريد بطيء
c. تبريد سريع جدًّا
b. تبريد سريع
d. تبريد بطيء ثم سريع

SA.GEO.SE.CH02.indd 57 4/8/19 4:35 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

تقويم الفصل 2

15. أيُّ أنواع الصخور فوق القاعدية تحتوي أحيانًا على الألماس؟

a. البيجماتيت
c. الجرانيت
b. الكمبرليت
d. الريولايت

16. لمعدلات التبريد السريعة أثر في حجم البلورات في الصخور النارية، حيث تكوّن:

a. بلورات صغيرة
c. بلورات فاتحة
b. بلورات كبيرة
d. بلورات داكنة

17. ما المصطلح الذي يصف الصخور النارية التي تتبلور داخل الأرض؟

a. الصهارة
c. اللابة
b. الجوفية
d. السطحية

18. أيُّ المعدنين أكثر شيوعًا في الجرانيت؟

a. الكوارتز والفلسبار
b. الأوليفين والبيروكسين
c. الفلسبار البلاجيوكليزي وأمفيبول
d. الكوارتز والأوليفين

أسئلة بنائية

19. **اعمل قائمة** ببعض استخدامات الصخور النارية في صناعة البناء. **يترك للطالب**

20. فسِّر كيف، ولماذا يختلف الفلسبار البلاجيوكليزي في الصخور البازلتية عنه في الصخور الجرانيتية؟

يتكون الفلسبار البلاجيوكليزي في الصخور البازلتية عند درجات حرارة مرتفعة؛ ويحتوي على كميات أكثر من الكالسيوم مقارنة بمحتواه من الصوديوم أما البلاجيوكليز في الجرانيت فيحتوي على صوديوم أكثر من الكالسيوم

21. ارسم مخططا انسيابيًّا لتوثيق عملية تكون الثقوب في عينّة البازلت الفقاعي. **يترك للطالب**

22. **فكر** في الأسباب التي تجعل عيّنة الخفاف (البيومس) تطفو فوق سطح الماء. **يترك للطالب**

23. وضِّح بالرسم كيف يغير التبلور الجزئي مكونات الصهارة من خلال تكون الأوليفين الغني بالحديد. **يترك للطالب**

24. طبق مفاهيم درجة الحرارة والتبلور لتفسير لماذا –في الغالب– توصف الصهارة بأنها مزيج من بلورات وصهير صخري.

تنصهر المعادن وتتبلور عند درجات حرارة مختلفة؛ لذا يمكن أن تبقى بعض المعادن في الحالة الصلبة؛ في حين تنصهر معادن أخر

كوارتز	5	35	0	0
فلسبار بوتاسي	0	15	0	0

ج25: الصخر 2 على الأرجح جرانيت لأنه عندما نسقط نسب المعادن الآتية: الكوارتز والفلسبار والبيوتيت والأمفيبول، على مخطط تعرف الصخور النارية فإنها تقع في حقل الجرانيت

25. حلل البيانات في الجدول وفسِّر أيَّ الصخور أكثر شبهًا بالجرانيت؟

26. **ادمج**. استعمل بيانات الصخر 4 وحقيقة أن بلوراته صغيرة، في تحديد اسمه.

تشير نسب المعادن في الصخر 4 إلى أن حوالي نصف معادن الصخر ذات لون فاتح؛ مما يعني أنه من الصخور المتوسطة؛ وتوحي طبيعة حبيباته الناعمة بأن الصخر يمكن أن يكون أنديزيت

SA.GEO.SE.CH02.indd 58 4/8/19 4:36 PM

ج27: الأوبسيديان زجاج بركاني ليس له بناء بلوري داخلي؛ لذا ينشطر بسهولة بالمطرقة أما الجرانيت فيتكون من معادن لها بناء بلوري داخلي منتظم وعلى الرغم من قابلية هذه المعادن للكسر إلا أنها تكون بسهولة قطعا صغيرة مماثلة للمعدن ولا تتحطم

ج28: يمكن حدوث ذلك من خلال عملية الانصهار الجزئي؛ لأن محتوى المعادن التي تنصهر من أولا يكون مرتفعا فينتج عن ذلك صهارة تحوي نسبة من السيليكا أعلى مما في الصخر الأم

ج29: وذلك لأن قساوة المعادن الرئيسة في الجرانيت وهي الكوارتز والفلسبار أعلى من قساوة الفولاذ غير القابل للصدأ

29. طبق ما تعرفه عن قساوة المعادن لتفسير عدم خدش سكاكين الفولاذ غير القابل للصدأ شفرة قطع الجرانيت.

30. استدل تُعد صخور الكيمبيرليت مصدر معظم الألماس. لماذا يدرس العلماء صخور الكيمبيرليت ليتعرفوا المزيد عن ستار الأرض؟

31. قوّم تتكون الصخور عمومًا من المعادن، وعندما يبرد الصخر المنصهر بسرعة كبيرة يتحول إلى زجاج، والزجاج البركاني عبارة عن صخر ناري سطحي. قوّم إذا كان هذا الصخر يحتوي على المعادن أم لا. فسّر إجابتك (ملاحظة: تذكر تعريف المعدن في الفصل الأول).

32. استدل. لماذا تكون الصخور المكونة من المعادن التي تتبلور أولًا حسب سلاسل تفاعلات باون غير مستقرة وتتحلل بسرعة على سطح الأرض؟

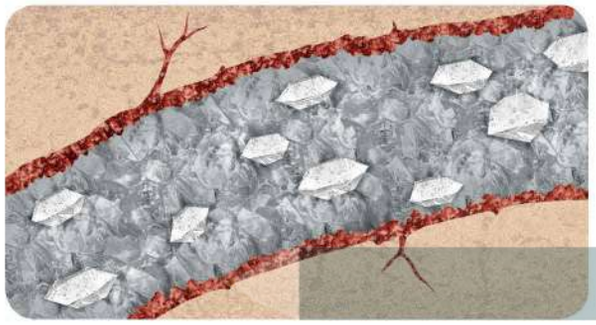
33. كوّن فرضية كيف تبدو عتبة باليسيد إذا كان تركيب الصهارة جرانيتيًّا؟

خريطة مفاهيمية

34. استعمل المصطلحات الآتية في عمل خريطة مفاهيم تبين العلاقات بين المواقع في القشرة الأرضية والستار وحجم البلورات ونوع الصخر: سريع، بطيء، الأبطأ، جوفي، سطحي، صهارة، لابة، جرانيت، ريولايت، بازلت، جابرو، أوبسيديان، خفاف.

ج34: يجب ربط المصطلحات على النحو الآتي: الأبطاء جوفي؛ صهارة؛ جرانيت؛ جابرو، بطيء؛ جوفي أم سطحي، لابة؛ ريوليت؛ بازلت. سريع؛ أوبسيديان، بيوميس

استعمل الصورة الآتية في الإجابة عن السؤال 35.



35. حدد. يوضح الشكل مقطعًا عرضيًّا لعرق في صخر ناري. ما مراحل تكوُّن هذا العرق الصخري؟

ج30: يعتقد أن أنابيب الكيمبرليت تمتد إلى الستار لذا فإن مكوناتها يمكن أن تمثل مكونات الستار

ج31: لايحتوي الصخر على المعادن لا يعد الزجاج معدناً لعدم وجود بناء بلوري له

ج32: وتعد المعادن التي تتكون عند درجات حرارة عالية وضغط عال أقل ثباتا على سطح الأرض؛ لاختلاف ظروف تشكلها مع الظروف على سطح الأرض بصورة جوهرية

ج33: يمكن أن يلاحظ الطلاب أن المعادن الموجودة في العتبة فاتحة اللون مثل الكوارتز والفلسبار البوتاسي والمسكوفيت كذلك يمكن أن يقترحوا أن نطاق التبريد يتكون من المكونات الأصلية؛ بحيث تتكون طبقة البلورات التي تكونت في البداية من الفلسبار الصودي؛ بينما الجزء الأوسط من العتبة يتكون من كوارتز ومايكا وفلسبار متبق

ج35: يتألف هذا الصخر البورفيري من ثلاثة أقسام منها: الحواف وتسمى نطاق التبريد السريع؛ بلوراتها صغيرة وألوانها مختلفة مقارنة بالصخر الذي خلفيته ناعمة الحبيبات. وقد تكونت هذه البلورات عندما أصبحت الصهارة في تماس مع الصخر البارد المحيط بها؛ فبردت بسرعة وكونت هذه البلورات الصغيرة بمكونات محددة ومع تبريد ما تبقى من الصهارة تتكون بداية بلورات كبيرة مكتملة النمو من الفلسبار؛ وفي النهاية يبرد ما تبقى من الصهارة بسرعة كبيرة مكونا أرضية بازلتية ناعمة الحبيبات

SA.GEO.SE.CH02.indd 59 4/8/19 4:36 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

اختبار مقنن

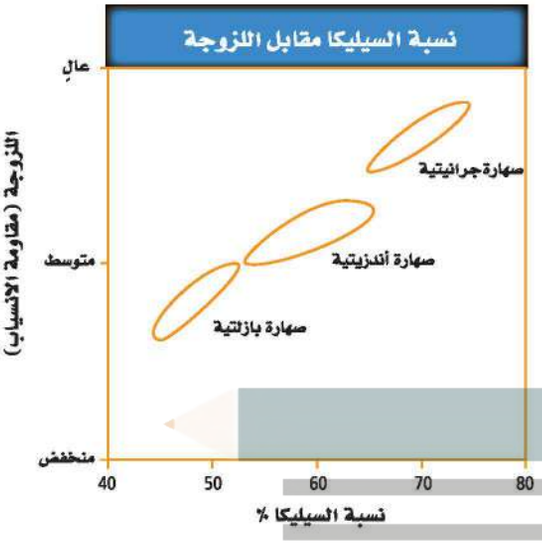
اختيار من متعدد

استعمل الجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 1 و 2

خصائص الصخور			
	اللون	محتوى السيليكا	المكونات
الصخر A	فاتح	مرتفع	كوارتز وفلسبار
الصخر B	غامق	منخفض	أوليفين وبلاجيوكليز

1. ما نوع الصخر الأكثر شبهًا بالصخر A؟
   a. الجرانيت
   b. البازلت
   c. البيردوتيت
   d. الديوريت
2. ما نوع الصخر B؟
   a. الجرانيت
   b. الديوريت
   c. الجابرو
   d. البيجماتيت
3. أيُّ المواد الآتية أكثر وفرة في الصهارة، ولها تأثير كبير في خصائصها؟
   a. O
   b. Ca
   c. Al
   d. SiO_2
4. ما العملية التي تصف انتقال بلورات المعادن وانفصالها عن الصهارة؟
   a. الانصهار الجزئي
   b. التبلور الجزئي
   c. المماك الحراري
   d. الانفصال الجزئي
5. أيُّ الخصائص الآتية لا تُستعمل في تعرُّف المعادن؟
   a. القساوة
   b. اللون
   c. الكثافة
   d. الحجم

استعمل الرسم البياني الآتي في الإجابة عن السؤالين 6 و7.



6. ما العلاقة التي يمكن استخلاصها من الرسم البياني؟
   a. الصهارة التي تحتوي على سيليكا أكثر تكون أعلى لزوجة.
   b. الصهارة التي تحتوي على سيليكا أقل تكون أعلى لزوجة.
   c. لزوجة الصهارة منخفضة دائمًا.
   d. لا توجد علاقة بين محتوى السيليكا واللزوجة.
7. ما العبارة الصحيحة حول الصهارة الجرانيتية؟
   a. أثقل من النوعين الآخرين من الصهارة.
   b. أخف من النوعين الآخرين من الصهارة.
   c. تنساب بسرعة أكبر من النوعين الآخرين من الصهارة.
   d. تنساب أبطأ من النوعين الآخرين من الصهارة.

SA.GEO.SE.CH02.indd 60 4/8/19 4:36 PM

ج8: صخر ناري جوفي ومن الأمثلة عليه الجرانيت ويتكون عند تدفق الصهارة في الشقوق والفراغات الموجودة في القشرة الأرضية؛ ثم تبرد ببطء وتتحول إلى صخر

ج9: صخر نار ي سطحي ومن الأمثلة عليه الريوليت؛ تتدفق اللابة عبر القشرة الأرضية وتبرد بسرعة

ج10: تتكون الصخور النارية الجوفية عندما تبرد الصهارة وتتبلور ببطء أسفل سطح الأرض بينما تتكون الصخور النارية السطحية عندما تبرد اللابة وتتبلور بسرعة على سطح الأرض

ج11: يعني ذلك أن المعادن تتكون من خلال عمليات طبيعية؛ وأن المعدن لم يكن في أي مرحلة من مراحل تكونه مكونا من مادة حية

ج12: تصنف المعادن على أنها أحجار كريمة عندما تكون أكثر ندرة؛ وأكثر جمالا من باقي المعادن

8. ما نوع الصخر المبيَّن أسفل الصورة؟ أعط مثالًا على صخر شائع من هذا النوع، ووضح كيف يتكون هذا النوع.
9. ما نوع الصخر المبيَّن أعلى الصورة؟ أعط مثالًا لصخر شائع من هذا النوع، ووضح كيف يتكون هذا النوع.
10. ما الفرق بين طريقة تكون نوعي الصخور النارية؟
11. ما المقصود بأن المعدن يتكون طبيعيًّا، ومن أصل غير عضوي؟
12. لماذا تصنف بعض المعادن على أنها معادن نفيسة؟

القراءة والاستيعاب

براكين قاع المحيط

تتصاعد أعمدة الرماد البركاني وقطرات الكبريت المنصهر، ويتجمع الروبيان على وليمة من الأسماك التي قتلتها اللابة المتدفقة من فوهة البركان. هذا وصف لمشهد من فيلم تمَّ تصويره مؤخرًا تحت سطح الماء غرب المحيط الهادي.

المناظر التي يعرضها هذا الفيلم حقيقية، التقطت لبركان نشط من البراكين التي شكلت أقواس الجزر البركانية.

تحدث هذه البراكين بمحاذاة الأخاديد البحرية؛ حيث تنزلق صفيحة أرضية تحت صفيحة أخرى، وفي مقابل البراكين التي تحدث عند ظهر المحيط، حيث تتباعد الصفائح عن بعضها، فإن المقذوفات البركانية عند الأخاديد تتراكم بعضها فوق بعض، حيث ترتفع الجبال البركانية تدريجيًّا حتى تصل فوق سطح الماء، وتشكل الجزر البركانية. لقد مكَّنت التقنيات الحديثة العلماءَ من دراسة النشاط البركاني عند أقواس الجزر البركانية عن قرب، مما مكَّنهم من الحصول على معلومات واقعية عن عمليات تكوّن بعض هذه الجزر، ومنها جزيرة ماريانا. حيث تم رصد النشاط البركاني لجزيرة ماريانا للمرة الأولى عام 2004، ورغم أن النشاط البركاني في الجزيرة يحدث بمعدل ثابت وضعيف إلَّا أن ذلك لا يعني أنه كان نشطًا خلال العصور الماضية. وهذا يساعد العلماء على تصور الآلية التي تتكون بها هذه الجزيرة.

بعد قراءتك للنص أجب عن الأسئلة الآتية:

13. ما أهمية الدراسات الحديثة لجزيرة ماريانا؟
   a. تعطي العلماء فرصة لإلقاء نظرة واقعية على العمليات التي تشكل الجزر البركانية.
   b. تكشف أن البراكين يمكن أن تستمر في الثوران عقودًا طويلة.
   c. تكشف عن أسرار الحياة قرب فوهات البراكين.
   d. تمثل أول ملاحظة مباشرة على البراكين النشطة عند أقواس الجزر البركانية.
14. ماذا تستنتج من النص؟
   a. تستمر البراكين في الثوران بمستوى ثابت من الشدة.
   b. تحدث البراكين عند ظهر المحيط فقط.
   c. الروبيان يأكل الأسماك الميتة فقط.
   d. هناك نشاط بركاني في مواقع مختلفة تحت سطح الماء.

SA.GEO.SE.CH02.indd 61 4/8/19 4:36 PM