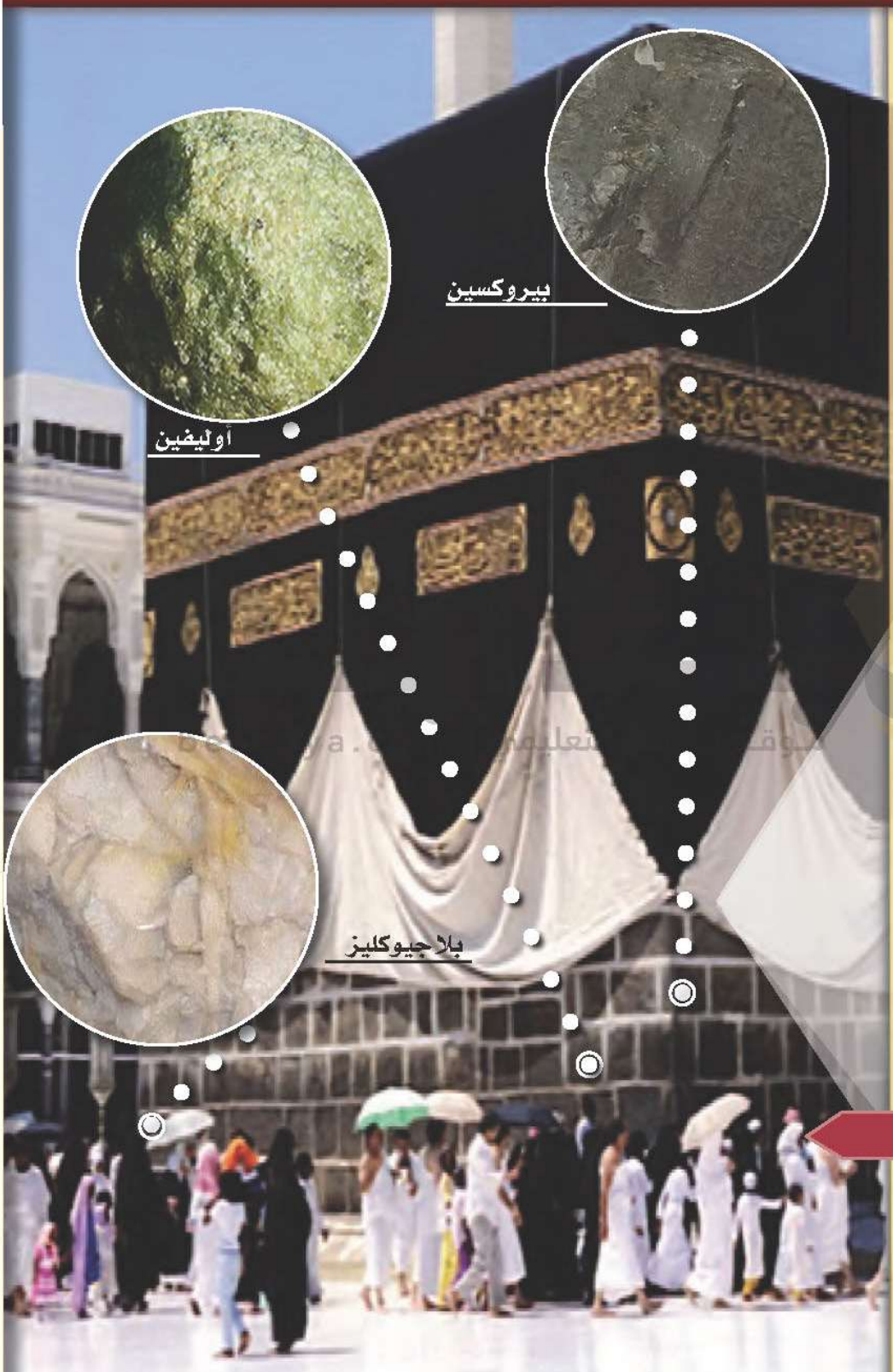
# الفصل 4 الصخور

# Rocks




**الفكرة العامة** تقسم الصخور الى ثلاثة أنواع؛ هي الصخور النارية، والصخور الرسوبية، والصخور المتحولة.

## 4–1 ما الصخور النارية؟

**الفكرة الرئيسة** الصخور النارية صخور تتكون عندما تبرد المواد المنصهرة في باطن الأرض أو على سطحها ثم تتبلور.

## 4–2 تصنيف الصخور النارية

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

## 4–3 تشكل الصخور الرسوبية

**الفكرة الرئيسة** تنشأ الصخور الرسوبية عن تصخر الرسوبيات الناتجة عن عمليتي التجوية والتعرية.

## 4–4 أنواع الصخور الرسوبية

**الفكرة الرئيسة** تصنف الصخور الرسوبية بناء على طرائق تشكلها.

## 4–5 الصخور المتحولة

**الفكرة الرئيسة** تنشأ الصخور المتحولة عندما تتعرض صخور سابقة لها لزيادة الضغط والحرارة والمحاليل الحرارية المائية.

### حقائق جيولوجية

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

# نشاطات تمهيدية

## تجربة استهلالية

### كيف نتعرف الصخور؟

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 عيّنة من الجرانيت بالعين المجردة، وسجّل ملاحظاتك من خلال المجهر المستقطب.
3. استعمل عدسة مكبرة أو مجهرًا مستقطب لمشاهدة عيّنة الجرانيت، وسجّل ملاحظاتك.
4. استعمل مجهراً مستقطباً لمشاهدة شرائح رقيقة من عينة الجرانيت وتعرف على المحتوى المعدني.

### التحليل

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

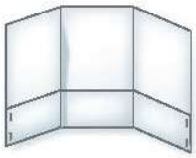
## المطويات منظمات الأفكار

### أنواع الصخور

اصنع المطوية الآتية للمقارنة بين أنواع الصخور الثلاثة.

**الخطوة 1** اثنِ الطرف السفلي للورقة طوليًّا بمقدار 3 cm، ثم اضغط على الجزء المطوي إلى أعلى.

**الخطوة 2** اثنِ الورقة إلى ثلاثة أجزاء متساوية.



**الخطوة 3** ألصق الجزء المثني من الورقة من الجوانب لعمل ثلاثة جيوب، وعنونها على النحو الآتي: الصخور النارية، والصخور الرسوبية، والصخور المتحولة.

استخدم هذه المطوية مستعملًا ثلث ورقة تكتب فيها ملخصًا عن كيفية تكوّن كل نوع من الصخور مع إعطاء أمثلة.

بداية
موقع بداية التعليمي
beadaya.com

**جواب 1:** ستتنوع إجابات الطلاب. يمكن أن تتضمن رسوماً من 3 الى 5 معادن مختلفة وبلورات متشابكة بعضها مع بعض.

**جواب 2:** المعادن التي يمكن وجودها في العينة تشمل الكوارتز والفلسبار البوتاسي(الأورثوكليز) والبلاجيوكليز والبيوتيت والهورنبلند.

**جواب 3:** ستختلف حجوم البلورات اعتماداً على العينات التي درست. يجب أن يلاحظ الطلاب تطابق حواف البلورات بعضها مع بعض كقطع لعبة القطع المتداخلة ويمكن أن تكون غير منتظمة الحواف، كما يمكن أن نشاهد أوجها بلورية منبسطة.

**جواب 4:** ستتنوع إجابات الطلاب، يمكن أن يتخذ الطلاب ملاحظاتهم حول تشابك البلورات دليلاً على أنها تكونت من تبريد الصهارة.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

# 4-1

# ما الصخور النارية؟
# What are Igneous Rocks?

**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
التبلور الجزئي

**الفكرة الرئيسة** **الصخور النارية صخور تتكوَّن عندما تبرد المواد المنصهرة في باطن الأرض أو على سطحها ثم تتبلور.**

**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 خصائصها.

بداية beadaya.com | موقع بداية التعليمي

| الجدول 1 – 4 | 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 |

وتصنف الصهارة اعتمادًا على محتواها من السيليكا – كما هو مبين في **الجدول 1 – 4** إلى بازلتية أو أنديزيتية أو ريولايتية. ويؤثر محتوى الصهارة من السيليكا في درجة انصهارها وسرعة تدفقها.

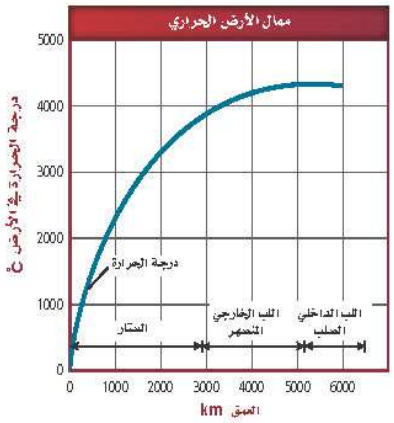
وعندما تتحرر الصهارة من الضغط الواقع عليها من الصخور المحيطة بها تتمكن الغازات الذائبة فيها من الانطلاق إلى الغلاف الجوي. لذا تختلف مكونات اللابة الكيميائية قليلًا عن المكونات الكيميائية للصهارة التي نتجت اللابة عنها.

**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 المماك الحراري، وهي ممثلة في **الشكل 1 – 4**. ولدى حفَّاري آبار النفط خبرة مباشرة في المماك الحراري الأرضي؛ فآلات الحفر –كتلك المبينة في **الشكل 2 – 4** 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.

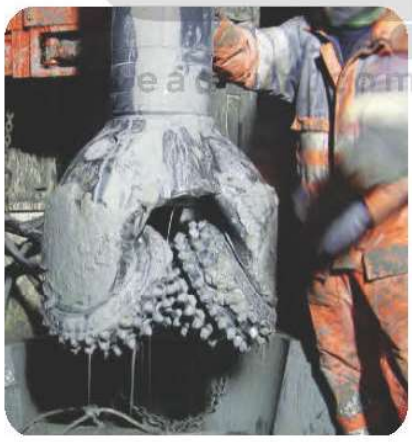
أما العامل الثالث الذي يؤثر في تكون الصهارة فهو المحتوى المائي الذي يغير من درجة انصهار الصخور التي تقل بازدياد المحتوى المائي.

**ماذا قرأت؟** عدِّد العوامل الرئيسة المؤثرة في تكون الصهارة.

العوامل الأربعة هي: درجة الحرارة والضغط والمحتوى المائي والمحتوى المعدني.




**الشكل 1 – 4** متوسط المماك الحراري في القشرة الأرضية 25°C/km تقريبًا، ويعتقد العلماء أنها تهبط بشدة إلى 1°C/km في الستار.



**الشكل 2 – 4** تصادف آلة الحفر عند عمق 3Km صخورا درجة حرارتها قريبة من درجة غليان الماء، وتزداد درجة حرارة الجزء العلوي من القشرة مع زيادة العمق 30°c/Km تقريبا.

**الشكل 3– 4** 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.

**المحتوى المعدني Mineral content** لكي نفهم كيف تعتمد الصهارة على عناصرها ومركباتها؛ من المفيد إلقاء الضوء على المحتوى المعدني للصهارة. المعادن المختلفة لها درجات انصهار مختلفة؛ فعلى سبيل المثال تنصهر صخور البازلت التي 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.

**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– 4**. 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؟

## 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.

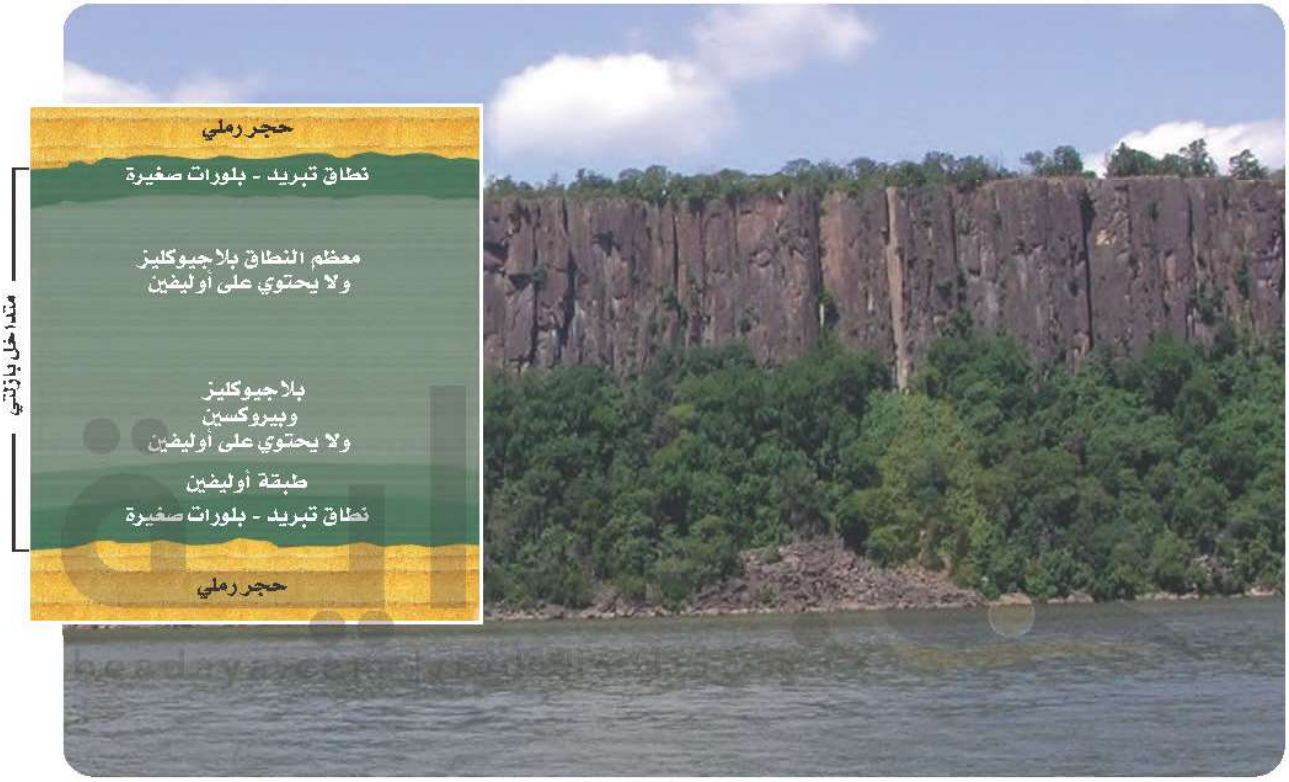
### التحليل

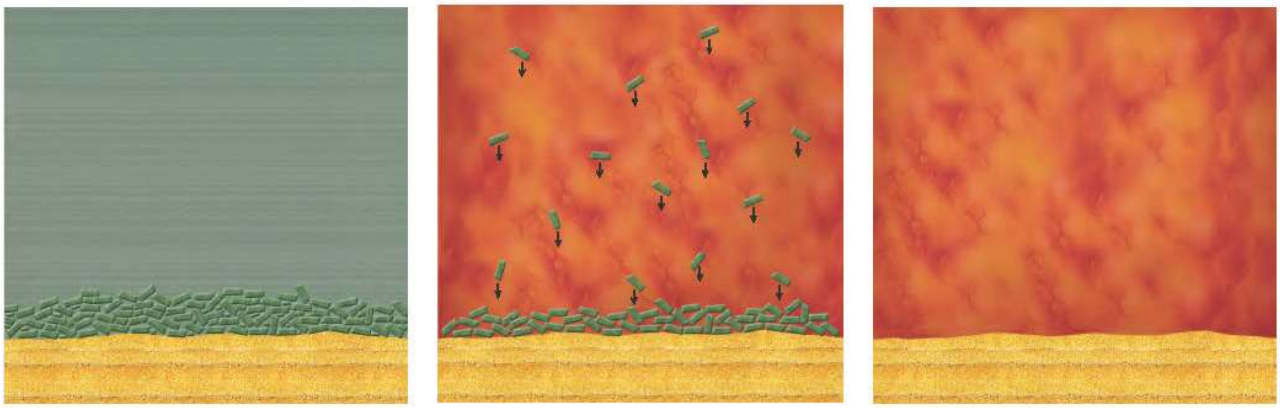
1. **صنّف** عيناتك إما بازلتية وإما أنديزيتية وإما ريوليتية. [تلميح: كلما زاد محتوى الصخر من السيليكا يصبح لونه فاتحًا].
2. **قارن** بين عيناتك باستخدام جدول البيانات. كيف تختلف؟ ما الخصائص التي تشترك فيها المجموعات؟
3. **خمّن** الترتيب الذي تبلورت به العينات.

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

# التبلـور الجـزئـي وتـرسـب البـلـورات
# Fractional Crystallization and Crystal Settling

**الشـكل 4– 4** تعد عتبة باليسيد (Palisade Sill) في وادي نهر هدسـون (Hudson) في نيويورك ونيوجيرسي مثالًا على عملية التبلور الجزئي وترسـيب 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.

### آلية التبلور الجزئي Mechanism of partial crystallizaion

إذا تحول الأوليفين إلى بيروكسين فلماذا نجد الأوليفين في الصخر؟ يفترض الجيولوجيون أنه في ظروف خاصة تنفصل البلورات المتكونة من الصهارة فيتوقف التفاعل بين الصهارة والمعدن، ويمكن أن يحدث هذا عندما تستقر البلورات في قاع الجسم الصهاري، وعندما ينفصل سائل الصهارة عن البلورات يتكون جسمان ناريّان مختلفان في مكوناتهما. ويوضح **الشكل 4–4** هذه العملية، كما يوضح مفهوم التبلور الجزئي من خلال عرض مثال عتبة باليسيد، وهذه إحدى الطرق التي تتكون بها الصهارة المشار إليها في **الجدول 1–4**.

وباستمرار التبلور الجزئي وانفصال بلورات أخرى من المعادن تصبح الصهارة أغنى بالسيليكا وعناصر الألومنيوم والبوتاسيوم. لذا، فإن آخر معدنين يتبلوران هما: الفلسبار البوتاسي والكوارتز. والفلسبار البوتاسي أكثر أنواع الفلسبار شيوعًا في القشرة الأرضية، بينما تحتوي العروق على الكوارتز غالبًا كما في **الشكل 5–4**؛ لأنه يتبلور في أثناء اندفاع الجزء السائل المتبقي من الصهارة في الشقوق الصخرية.

**الشكل 5–4** تمثل عروق الكوارتز هذه آخر ما برد وتبلور من الجسم الصهاري المتبقي.

## التقويم 1–4

### الخلاصة

- تتكون الصهارة من صخور منصهرة وغازات مذابة وبلورات معدنية.

### فهم الأفكار الرئيسة

1. **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.

**جواب 1:** سيكون للصخور بلورات صغيرة متساوية الحجم، لأن الصهارة بردت بسرعة فلم يتح لها وقت كاف لتكوّن بلورات كبيرة الحجم ومع مرور الوقت بدأت تبرد ببطء ولكن لم يكن هناك حيّز كاف لتكوين بلورات كبيرة.

**جواب 2:** الأوكسجين (O) السيليكون (51) الألومنيوم (Al) الحديد (Fe) الماغنسيوم (Mg) الكالسيوم (Ca) البوتاسيوم (K) الصوديوم (Na).

**جواب 3:** درجة الحرارة والضغط والمحتوى المائي والمعدني مجموعات مختلفة من هذه العوامل تنتج أنواعاً مختلفة من الصهارة.

**جواب 4:** تتكوّن الصهارة تحت سطح الأرض وتحت الضغط، أما اللابة تتكون من صهارة تراكمت فوق سطح الأرض وغير واقع تحت الضغط وتختلف في مكوناتها الكيميائية عن الصهارة التي تكونت منها فالغازات التي كانت ذائبة تحت الضغط قد تطايرت.

**جواب 5:** الضغط عالٍ جداً ودرجة الحرارة ليست عالية بما يكفي لصهر اللب أو إبقائه منصهراً.

**جواب 6:** سيكون محتوى الصهارة من السيليكا أعلى من الصخر نفسه لأن الكوارتز ينصهر أولاً، لذا فإن نسبة السيليكا في الصهارة ستكون أكثر عند بداية تكوّنها.

**جواب 7:** على الرغم من إمكان وجود المعدنين في الصخر نفسه، إلا أن التعليق المحتمل هو اعتماداً على سلاسل تفاعلات باون ودرجة تبلور المعدنيين، فإنه لا يحتمل وجودهما في الصخر نفسه، ولكن من المحتمل وجود الفلسبار البلاجيو كليزي مع البيروكسين.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

# 4-2

## 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.

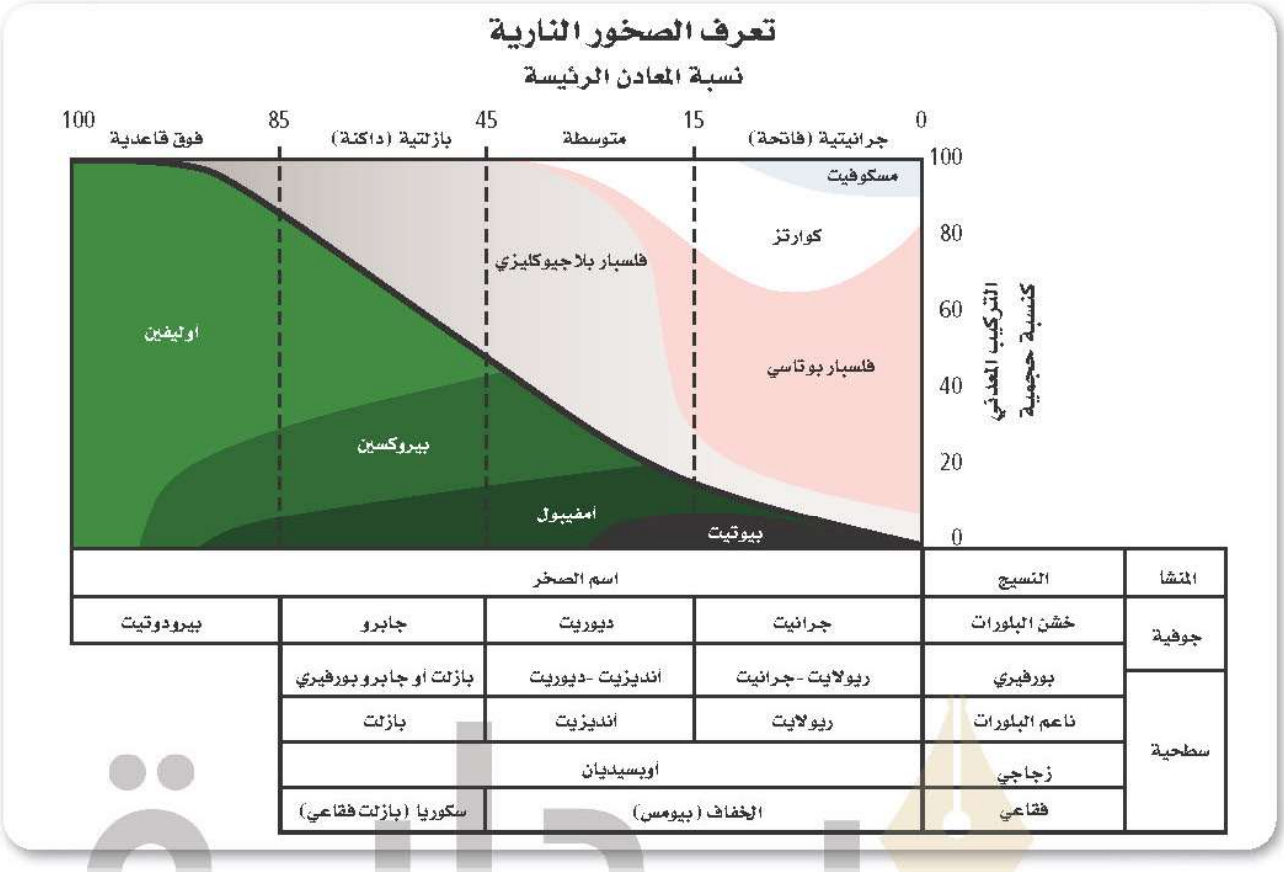
## المكونات المعدنية للصخور النارية
## Mineral Composition of Igneous Rocks

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 الطفوح البازلتية مثل حرة الحرة. 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 6– 4** أمثلة على الأنواع الثلاثة من الصخور النارية.

**الشكل 6– 4** يمكن ملاحظة الفروق في مكونات الصهارة في الصخور التي تتكون عندما تبرد الصهارة وتتبلور.
لاحظ. صف الفروق التي تشاهدها في هذه الصخور.


تحتوي الصخور على معادن مختلفة اللون




**الشكل 7– 4** 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 7– 4** آلية تعرُّف الصخور النارية.

**المطويات**

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

## النسيج Texture

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 8– 4** بأنه ناعم البلورات، أما الجرانيت فيوصف بأنه خشن البلورات، ويرجع الاختلاف في حجم البلورات إلى أن أحدهما صخر سطحي، والآخر صخر جوفي (متداخل).

الأوبسيديان

الجرانيت

الريولايت

**الشكل 8– 4** للريولايت والجرانيت والأوبسيديان أنسجة مختلفة لأنها تكونت بطرائق مختلفة.

أنديزيت (النسيج البورفيري)

بازلت فقاعي

الخفاف (بيومس)

**الشكل 9– 4** 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.

### حجم البلورة ومعدلات التبريد Crystal size and cooling rates

عندما تتدفق اللابة على سطح الأرض تبرد بسرعة، ولا تتهيأ الفرصة لتشكل بلورات كبيرة، فتُنتِجُ صخورًا نارية سطحية كالريولايت المبين في **الشكل 8– 4**. 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 8– 4**. 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 9– 4**. 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 Vesiculart Texture**. ويعد كل من الخفاف والبازلت الفقاعي أمثلة على ذلك. انظر **الشكل 9– 4**

**ماذا قرأت؟** فسّر سبب تكون الثقوب في الصخور النارية.

تتكون الثقوب عند اندفاع فقاقيع الغاز من اللابة أو عندما تنحصر داخلها.

موقع بداية التعليمي | bedaya.com

**الشكل 10– 4** 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 10– 4** 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 11– 4** ذهبًا متكونًا في عروق الكوارتز.

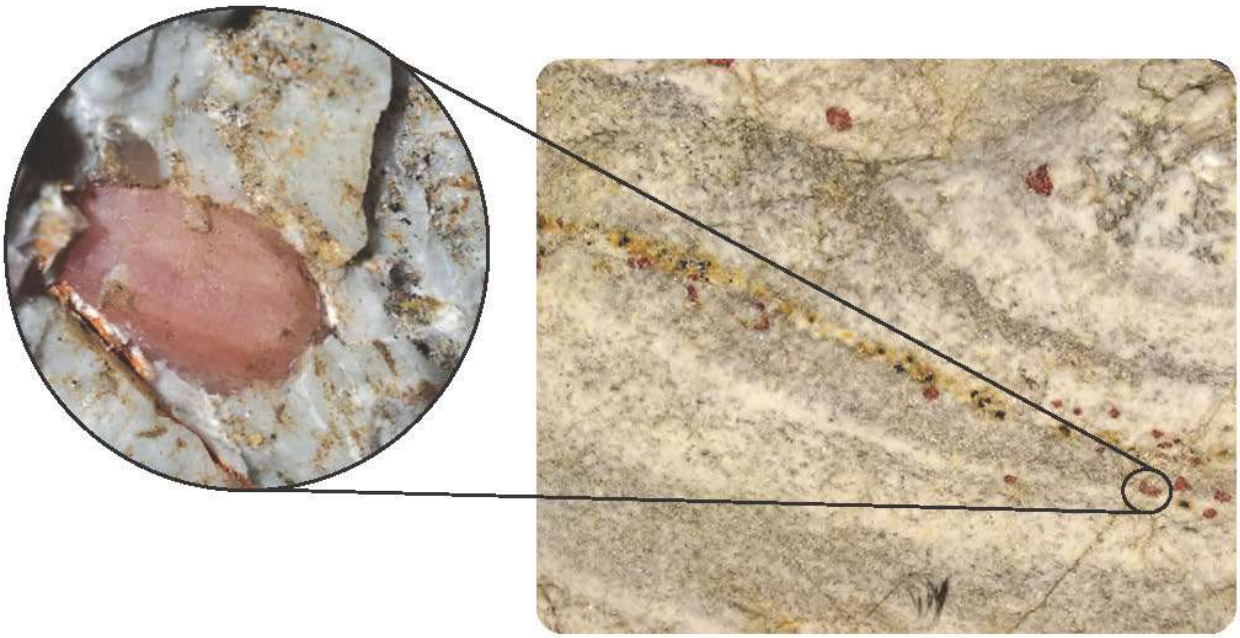
**الشكل 11– 4** يستخرج الذهب والكوارتز معًا من المناجم، ثم يفصلان لاحقًا.

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

تعادل درجة انصهار الكوارتز تقريباً

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

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



**الشكل 12– 4** عرق بيجماتيت يخترق صخور الجرانيت، وفيه بلورات جميلة.

**البيجماتيت Pegmatites** تسمى الصخور التي تتكون من بلورات خشنة جدًا **بيجماتيت Pegmatites**. وتوجد صخور البيجماتيت على شكل عروق تحتوي على العديد من الفلزات والعناصر الأخرى القيمة. ويمكن أن تحتوي صخور البيجماتيت على خامات العناصر النادرة، ومنها الليثيوم Li والبيريليوم Be، فضلًا عن احتوائها على بلورات جميلة كما يتضح في **الشكل 12– 4**. ولأن هذه العروق 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.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

**الكمبرليت Kimberlites** الألماس معدن قيِّم، نادر الوجود، يوجد في الصخور فوق القاعدية المسماة **كمبرليت Kimberlite**، نسبة إلى مدينة كيمبرلي في جنوب إفريقيا، وتُعد هذه الصخور غير العادية أحد أنواع البيرودوتيت. وتتكون هذه الصخور في أعماق القشرة الأرضية، أو في الستار على أعماق تتراوح بين 150 km و 300 km؛ لأن الألماس الذي تحويه هذه الصخور مع معادن أخرى لا يمكن أن يتكون إلَّا تحت ضغط عال جدًّا.

وقد وضع الجيولوجيون فرضية مفادها أن صهارة الكمبرليت قد حُقنت بسرعة إلى أعلى في اتجاه سطح الأرض، مشكِّلةً تراكيب طويلة ضيِّقة في صورة أنابيب، تمتد عدة كيلومترات في القشرة الأرضية، وتتراوح أقطارها بين 100 m و 300 m ومعظم ألماس العالم يأتي من مناجم جنوب إفريقيا. انظر **الشكل 13– 4**.

### الصخور النارية في البناء Igneous rocks in construction

للصخور النارية عدة خصائص تجعلها مناسبة للبناء؛ فنسيج بلوراتها المتداخل يجعلها قوية، بالإضافة إلى احتوائها على العديد من المعادن المقاومة للتجوية. والجرانيت من أكثر الصخور النارية ثباتًا ومقاومة للتجوية، ولعلك شاهدت الكثير منه يستخدم بلاطًا للأرضيات، وفي المطابخ والرفوف، وأسطح المكاتب، وفي تزيين أوجه البنايات.

وتستخدم الصخور النارية- ومنها الجرانيت والجابرو- في المملكة العربية السعودية بوصفها أحجار زينة، وتستخرج من مناطق الدرع العربي غربي المملكة العربية السعودية.

**جواب 1:** تشير التحاليل الكيميائية إلى أن الأوبسيديان يتكون بشكل رئيس من عناصر شائعة في المعادن الفاتحة 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.

**جواب 2:** المجموعة الجرانيتيّة غنية بالكوارتز والمعادن الأخرى فاتحة اللون والمجموعة البازلتية غنيّة بالحديد والماغنسيوم الموجودين في المعادن القاتمة اللون، أما المجموعة المتوسطة فهي خليط من معادن غامقة وفاتحة اللون.

**جواب 3:** ينتج عن التبريد البطيء بلورات كبيرة مكتملة النمو وينتج عن معدلات التبريد السريعة بلورات صغيرة قد تكون مكتملة النمو أو لا تكون.

**جواب 4:** - المكونات المعدنية: الأنديزيت والديوريت لهما المكونات المعدنية نفسها. - الحجم البلوري: الأنديزيت بلوراته صغيرة، أما الديوريت فبلوراته كبيرة.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

## التقويم 2-4

### 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. استنتج لماذا التركيب الكيميائي للأوبسيديان الأسود أو الأحمر تركيبًا جرانيتيًّا؟
2. صف مجموعات الصخور النارية الثلاث الرئيسة.
3. طبّق ما تعرفه عن معدلات التبريد في توضيح الاختلاف في حجوم البلورات.
4. ميّز 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.

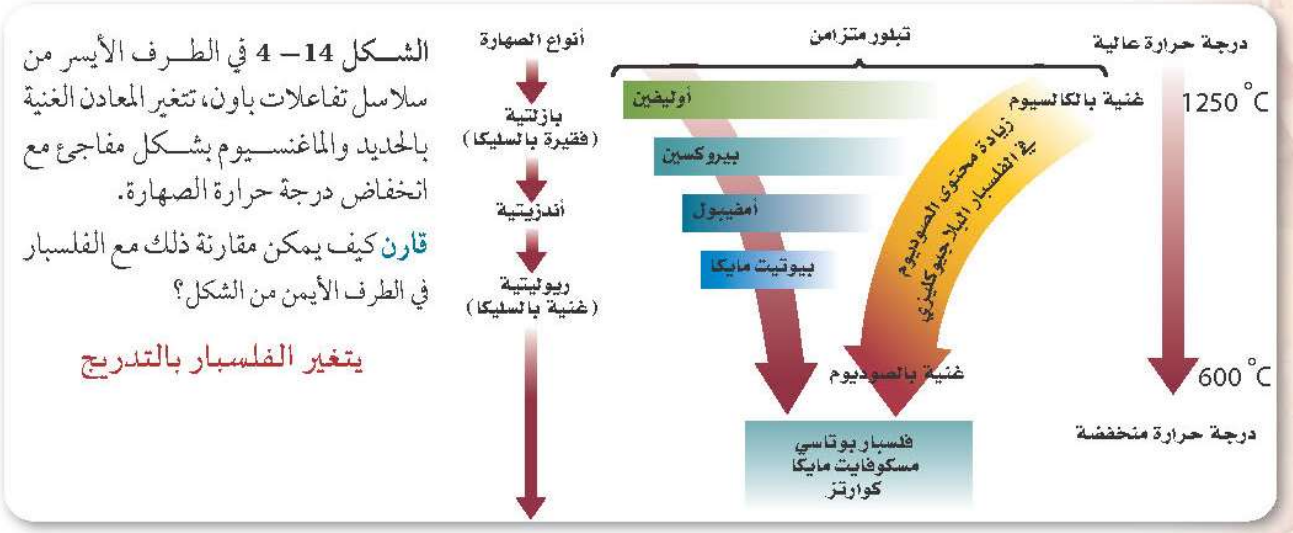
**جواب 5:** البلاجيوكليز يتكون في بداية عملية التبلور وهناك متّسع في الصهارة لنمو بلوراته، أما الكوارتز فيتبلور لاحقاً ويملأ الفراغات الموجودة بين المعادن التي سبق تبلورها.

قام الجيولوجي الكندي باون في مطلع القرن العشرين بتوضيح كيف تبرد الصهارة وتتبلور المعادن فيها، بترتيب منتظم في عملية تعرف الآن **بسلاسل تفاعلات باون Bowen's Reaction Series**. ويوضح **الشكل 14– 4** العلاقة بين درجة حرارة الصهارة في أثناء تبريدها والمعادن السيليكاتية التي تشكل الصخور النارية. وقد اكتشف باون نمطين للتبلور؛ الطرف الأيمن ويتميز بتغير متدرج ومستمر في مكونات المعدن في مجموعة الفلسبار، أما الطرف الأيسر الموازي فيتميز بتغير مفاجئ وغير مستمر في المعادن الغنية بالحديد والماغنسيوم.

**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 15– 4**.

**الشكل 15– 4** 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.



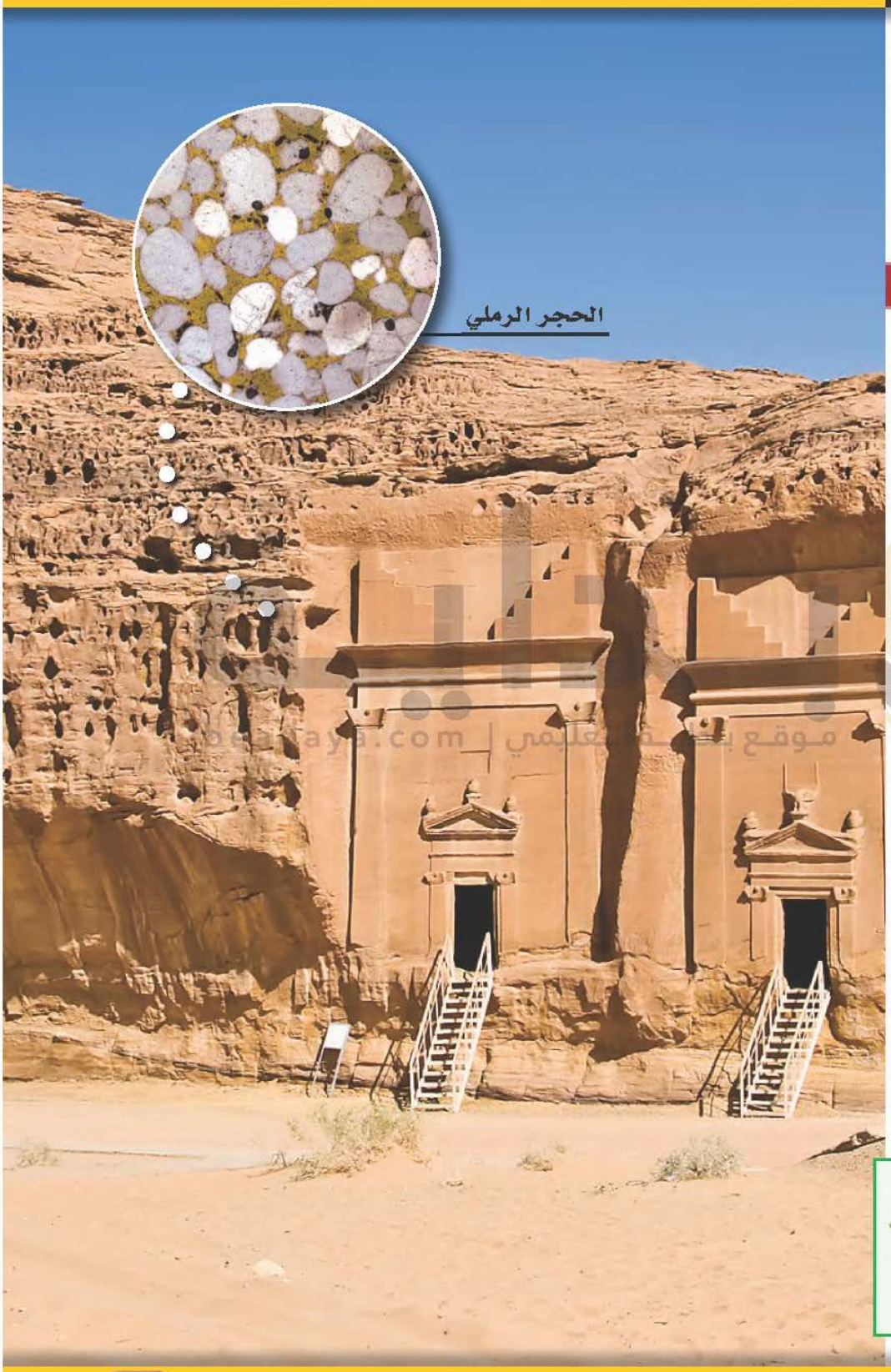

**الشكل 14– 4** في الطرف الأيسر من سلاسل تفاعلات باون، تتغير المعادن الغنية بالحديد والماغنسيوم بشكل مفاجئ مع انخفاض درجة حرارة الصهارة.

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

يتغير الفلسبار بالتدريج

موقع بداية التعليمي | bedaya.com

# مدائن صالح




## حقائق جيولوجية

**مدائن صالح**

- تقع مدائن صالح أوما يُعرف بالحِجْر على بعد 22 km شمال شرق مدينة العُلا التابعة لمنطقة المدينة المنورة.
- تتكون صخور مدائن صالح من الحجر الرملي.
- أعلنت منظمة الأمم المتحدة للعلوم والتربية والثقافة عام 2008 أن مدائن صالح موقع تراث عالمي.


الربط مع رؤية ٢٠٣٠
رؤية VISION 2030
المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA
مجتمع حيوي
• من أهداف الرؤية: المحافظة على تراث المملكة الإسلامي والعربي والوطني والتعريف به.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

# 4-3

# تشكّل الصخور الرسوبية

# Formation of Sedimentary Rocks

**الأهداف**

- تتبّع تشكُّل الصخور الرسوبية.
- توضح عملية التصخّر.
- تصف مظاهر الصخور الرسوبية.

**مراجعة المفردات**

**النسيج:** المظهر الفيزيائي للصخر أو ملمسه.

**المفردات الجديدة**

الرسوبيات
التصّخر
الترّاص
السمنتة
مادة لاحمة
التطّبق
التطّبق المتدّرج
التطّبق المتقاطع

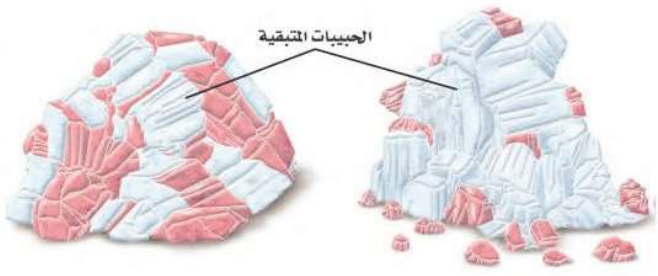
**الفكرة الرئيسة** تنشأ الصخور الرسوبية عن تصخر الرسوبيات الناتجة عن عمليتي التجوية والتعرية.

**الربط مع الحياة.** قد ترى كمية من الرمل والتربة أو قطعًا مكسرة من الصخر على الأرض. ما الذي حدث لهذه المواد؟ وماذا سيحدث لها مستقبلاً؟

## التجوية والتعرية Weathering and Erosion

**الرسوبيات Sediment** قطع صغيرة من الصخر انتقلت وترسّبت بفعل المياه والرياح والجليديات والجاذبية. وتتسبب مجموعة من العمليات الفيزيائية والكيميائية، إضافة إلى التجوية والتعرية، في تفتيت الصخور المتكشّفة فوق سطح الأرض إلى قطع أصغر فأصغر، تتحرك مع التيارات المائية، ومع مرور الوقت تتراكم وترسب وتلتحم معًا وتتصلّب فتكوّن صخورًا رسوبية.

**التجوية Weathering** تُنتج التجوية فتاتًا من الصخور والمعادن يعرف بالرسوبيات. ويتراوح حجم هذه الرسوبيات بين كتل ضخمة وحبيبات مجهرية. وتقسم التجوية إلى قسمين: تجوية كيميائية تحدث عندما تذوب أو تتغير معادن الصخر الأقل استقرارًا كيميائيًا. وتجوية فيزيائية تنفصل فيها الحبيبات أو البلورات الأكثر مقاومة عن الصخر على شكل حبيبات أصغر حجمًا، دون أن تتغير كيميائيًا. ويوضح الشكل 16–4 صخرًا تجوّى كيميائيًا وفيزيائيًا. ترى، ما الذي يحدث للمعادن الأكثر مقاومة للتجوية؟




**الشكل 16–4** عندما يتعرض الجرانيت لنوعي التجوية الكيميائية والفيزيائية يتفتت في النهاية، ويمكن أن يتحلل، كما تشاهده في الشكل المجاور.

فسّر أي المعادن أكثر مقاومة للتجوية: الكوارتز، أو الفلسبار، أو المايكا؟

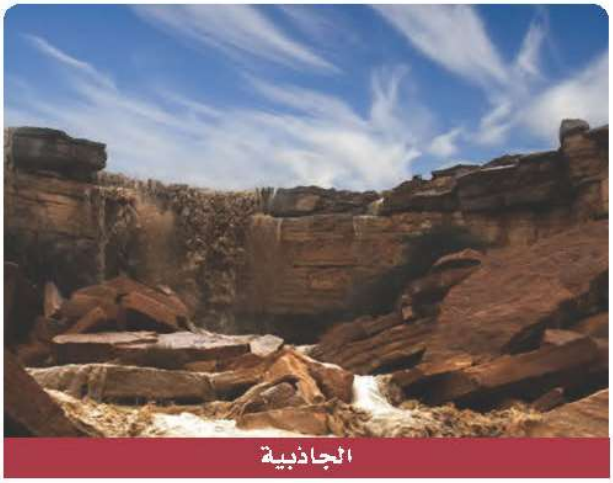
سيكون الكوارتز هو المعدن الأكثر مقاومة، لأنه ينصهر عند درجة حرارة منخفضة، ويتشكل تحت ظروف أقرب ما تكون إلى ظروف سطح الأرض.

**التعرية Erosion** تسمى عملية إزالة الرسوبيات ونقلها التعرية. ويوضح **الشكل 17–4** عوامل التعرية الأربعة: الرياح والمياه الجارية والجاذبية والجليديات. وتعد الرياح أكثر عوامل التعرية تأثيرًا في المملكة العربية السعودية؛ وذلك بسبب انتشار المناطق الصحراوية وقلة الغطاء النباتي فيها. وعندما تعصف الرياح على تلك المناطق تزيل الرمال والفتات الصخري وتحملها معها إلى أماكن أخرى ثم ترسبها على شكل كثبان رملية. وتؤثر المياه الجارية أيضًا على أراضي المملكة العربية السعودية، وعلى الرغم من قلة كميات الأمطار الساقطة عليها إلا أن مياه الأمطار تتجمع على شكل سيول وجداول بعد العواصف المطرية. ومن العلامات التي تدل بوضوح على حدوث التعرية تعكر مياه السيول بسبب اختلاط حبيبات الطين الناتجة عن التعرية مع المياه الجارية. وبعد تجوية الصخور تنتقل غالبًا إلى اماكن جديدة من خلال عملية التعرية، حيث تُحمل المواد وتنتقل دائمًا نحو المناطق المنخفضة أسفل المنحدر بتأثير الجاذبية الأرضية. وتعمل الجليديات أيضًا وهي كتل ضخمة من الجليد تتحرك عبر اليابسة على تعرية سطح الأرض. ولعلك لاحظت صورة مدائن صالح في بداية الفصل كيف أثرت التعرية على ارتفاع مستوى الأبواب عن سطح الأرض.

**ماذا قرأت؟** لخص ما يجري في أثناء عملية التعرية. هي عملية إزالة الرسوبيات بإحدى العوامل (الرياح، المياه الجارية، الجاذبية، الجليديات)، ثم تنقل هذه القطع من مكان إلى أخر.

الرياح

المياه الجارية


الجاذبية

الجليديات

**الشكل 17–4** تتعرض الصخور المجوّاة والرسوبيات للتعرية والنقل بتأثير عوامل التعرية الرئيسة: الرياح والمياه الجارية والجاذبية الأرضية والجليديات.

## تجربة

### نموذج لتطبّق الرسوبيات

**كيف تتشكّل الطبقات في الصخور الرسوبية؟**

توجد الصخور الرسوبية عادة على شكل طبقات. ستلاحظ في هذا النشاط كيف تتشكّل الطبقات من ترسب حبيبات في الماء.

**خطوات العمل**

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. احصل على $100\ cm^3$ من الرسوبيات من مكان يحدده معلمك.
3. ضع الرسوبيات في قنينة لها غطاء سعتها $200\ mL$.
4. ضع ماءً في القنينة إلى ثلاثة أرباعها.
5. أحكم إغلاق القنينة بالغطاء.
6. احمل القنينة بكلتا يديك واقلبها عدة مرات لخلط الماء والرسوبيات معًا، ودع القنينة مقلوبةً قبل أن تضعها معتدلةً على سطحٍ مستوٍ، ثم اتركها مدة 5 دقائق تقريبًا.
7. لاحظ عملية الترسيب.

**التحليل**

1. وضّح ما لاحظته على شكل مخطط.
2. صف نوع الحبيبات التي ترسبت أولًا في قاع القنينة.
3. صف نوع الحبيبات التي تكوّن الطبقات العليا.

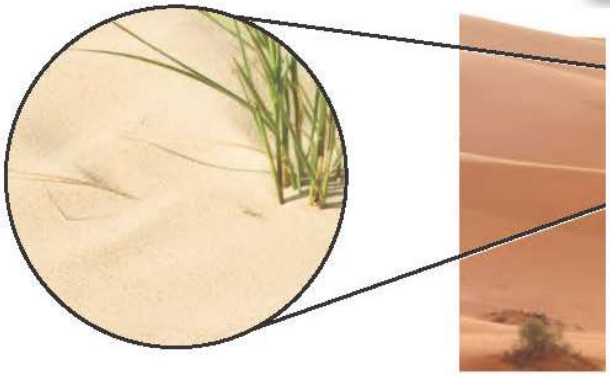
**الترسيب Deposition** يحدث الترسيب عندما تستقر الرسوبيات المنقولة على سطح الأرض، أو تهبط في قاع حوض مائي. ما الذي حدث في التجربة عندما توقفت عن قلب القنينة المليئة بالماء والرسوبيات؟ هبطت الرسوبيات إلى القاع وترسبت في طبقات، بحيث استقرت الحبيبات الكبرى في الأسفل والحبيبات الصغرى فوقها. وبالمثل، تترسب الرسوبيات في الطبيعة عندما يتوقف عامل النقل أو تقل سرعته.

**طاقة عوامل النقل Energy of transporting agents**

تستطيع المياه السريعة أن تنقل حبيبات كبيرة الحجم أفضل من المياه البطيئة الحركة؛ فعندما تقل سرعة المياه تترسب أولًا الحبيبات الكبرى، ثم الصغرى وهكذا، بحيث تُفرز الحبيبات المتساوية الحجوم في طبقات. أما الرياح فلا تحرك إلا الحبيبات الصغيرة. ولهذا تتكون الكثبان الرملية في العادة من رمل ناعم جيد الفرز، كما في **الشكل 18–4**. ولكن ليست جميع الرسوبيات مفروزة؛ فالجليديات مثلًا تحمل جميع المواد على اختلاف حجومها بالقدر نفسه؛ فتحمل الصخورَ الكبيرة والرمل والطين، وعندما تنصهر الجليديات فإنها تلقيها دفعة واحدة على هيئة كومة غير مفروزة.

## التصخّر Lithification

تستقر معظم الرسوبيات في النهاية في المناطق المنخفضة على سطح الأرض، ومنها الأودية والأحواض. ومع استقرار المزيد من الرسوبيات بعضها فوق بعض في المنطقة نفسها يزداد الضغط على الطبقات السفلى، فتزداد درجة حرارتها، مما يؤدي إلى تصخر الرسوبيات. و**التصخر Lithification** عمليات فيزيائية وكيميائية تؤدي إلى تماسك الرسوبيات وتكوُّن صخر رسوبي.

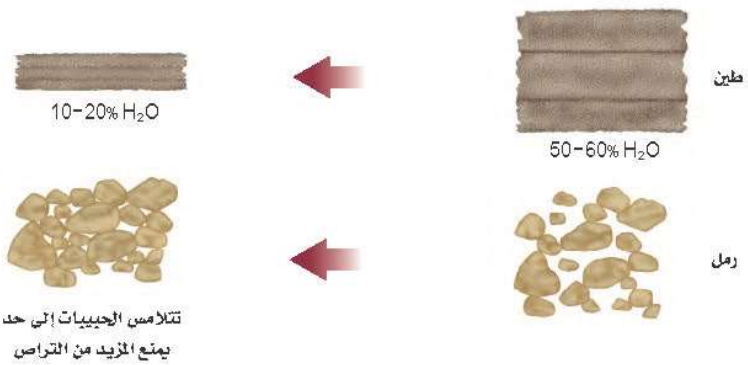


ت به الريح، فنقلته وأعادت ترسيبه. لاحظ أن حبيبات الرمل

**جواب 1:** يجب أن تظهر الرسوم المواد الخشنة في القاع تعلوها طبقات متتابعة متدرجة في الحجم أي أن الطبقات العلوية تتكون من المواد الناعمة.

**جواب 2:** رواسب خشنة.

**جواب 3:** الطين، ينبغي أن توضح إجابات الطلاب أن الحبيبات الصغيرة الخفيفة تهبط ببطء بسبب لزوجة الماء واحتكاكها به.




**الشكل 19–4** يؤدي محتوى رسوبيات الطين المرتفع من الماء وشكل حبيباتها الأفقي إلى تراص كبير عندما تخضع لثقل الرسوبيات التي فوقها.

**التراصّ Compaction** تشمل عملية التصخر مجموعة من العمليات تبدأ بعملية **التراص Compaction**؛ وهي تقارب حبيبات الرسوبيات بسبب الضغط الناتج عن وزن الرسوبيات التي تعلوها، ويترتب على ذلك تغيرات فيزيائية، كما في **الشكل 19–4**. فطبقات الطين تحتوي على 60% من حجمها ماء تقريبًا. لذا ينقص حجمها عندما يخرج الماء منها بتأثير الضغط. أما الرمل فلا ينضغط بقدر انضغاط الطين في أثناء عملية الدفن؛ وذلك لأن حبيبات الرمل تتكون في العادة من الكوارتز، وهي غير قابلة للتشوُّه تحت ظروف الدفن العادية.

يشكل تلامس حبيبات الرمل بعضها بعضًا هيكلًا داعمًا يعمل على بقاء الفراغات بين الحبيبات، حيث توجد المياه الجوفية والنفط والغاز الطبيعي في هذه الفراغات في الصخور الرسوبية.

**السمنتة Cementation** لا يشكل الضغط القوة الوحيدة التي ترتبط الحبيبات معًا. حيث تحدث **السمنتة Cementation** وهي عملية يتم فيها ترسب معادن جديدة كانت مذابة ضمن المياه الجوفية بين الحبيبات الرسوبية مما يؤدي إلى التحام حبيبات الرسوبيات معًا مشكلةً صخرًا صلبًا. ويحدث هذا عندما تترسب **مواد لاحمة Cementingmateril** ومنها: معدن الكالسيت $CaCO_3$ أو أكسيد الحديد $Fe_2O_3$ بين الحبيبات الرسوبية بالكيفية نفسها التي تترسب بها المعادن المذابة من المياه الجوفية. ويوضح **الشكل 20–4** كيف تحدث هذه العملية.

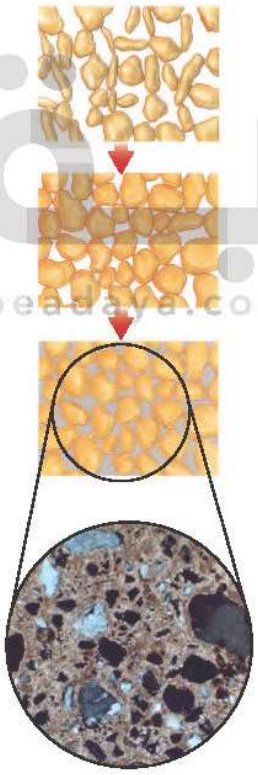
## معالم الصخور الرسوبية Sedimentary Features

كما تحتوي الصخور النارية على معلومات عن تاريخ نشأتها، فإن للصخور الرسوبية معالمها وخصائصها التي تساعد الجيولوجيين على تفسير نشأتها وتاريخ المنطقة التي تشكّلت فيها.

**التطبّق Bedding** يسمى ترتُّب الصخور على هيئة طبقات أفقية **التطبق Bedding**. ويعدّ التطبق الأفقي هو الغالب والشائع في الصخور الرسوبية، ويحدث نتيجة للطريقة التي تترسب بها الرسوبيات بتأثير المياه أو الرياح. ويتراوح سمك الطبقة الواحدة بين ملمترات وعدة أمتار. وهناك نوعان

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.



**الشكل 20–4** تترسب المعادن من المياه في أثناء تدفقها عبر مسامات الرسوبيات. تشكّل هذه المعادن مادة لاحمة تعمل على ربط الرسوبيات بعضها مع بعض.

beadaya.com

**الشكل 21–4** توضح الصورة كيف تم تسجيل التطبق المتدرج في أثناء انخفاض سرعة المياه وفقدان طاقتها الترسيبية.

مختلفان من التطبق، يعتمد كل منهما على طريقة النقل. أما حجم الحبيبات ونوع المادة المكوِّنة للطبقات فتعتمد على عوامل أخرى.

**التطبّق المتدرّج Graded bedding** يسمى نوع التطبق الذي تصبح فيه الحبيبات أثقل وأكبر حجمًا كلما اتجهنا إلى أسفل **التطبقَ المتدرج Graded bedding**. وغالبا ما يلاحظ التطبق المتدرج في الصخور الرسوبية البحرية فعندما تقل سرعة التيارات البحرية تفقد طاقتها على حمل الفتات الصخري، فترسب المواد الأثقل والأكبر حجمًا أولًا، ثم ترسب بعدها بالتدريج المواد الأصغر. ويوضح **الشكل 21–4** مثالًا على التطبق المتدرج.

**التطبق المتقاطع Cross – bedding** مظهر آخر مميز للصخور الرسوبية. ينشأ **التطبق المتقاطع Cross bedding**، كالذي يظهر في **الشكل 22–4**، عندما ترسب طبقات مائلة نسبة إلى بعضها البعض، وبعد تصخُّر هذه الرسوبيات، يحتفظ الصخر بالتطبق المتقاطع. ويوضح **الشكل 22–4** هذه العملية.

**علامات النيم Ripple marks** تتشكل علامات النيم - كما هو موضح في **الشكل 23–4** -عندما ترسب الرسوبيات في تموجات صغيرة تكونت بفعل الرياح أو الأمواج أو التيارات النهرية. وتحفظ هذه العلامات في الصخر الصلب إذا طُمرت بهدوء ودون اضطراب أو اختلاط برسوبيات أخرى.

## المهن في علم الأرض

**عالم الرسوبيات:** مهنة عالم الرسوبيات هي دراسة أصل الرسوبيات وترسيبها وتحولها إلى صخور رسوبية. وغالبا ما ينشغل علماء الرسوبيات في البحث عن البترول والغاز الطبيعي والمعادن المهمة اقتصاديًا والحصول عليها.

تسعى هيئة المساحة الجيولوجية السعودية لتأمين مصادر وطنية كافية من الثروات المعدنية والمياه، وكذلك على حماية بيئتنا، ومراقبة جميع المخاطر الطبيعية لتحقيق الحياة الأفضل التي يصبو إليها مجتمعنا.

**الشكل 22–4** تطبق متقاطع كبير الحجم في كثبان قديمة تشكّلت بالرياح.

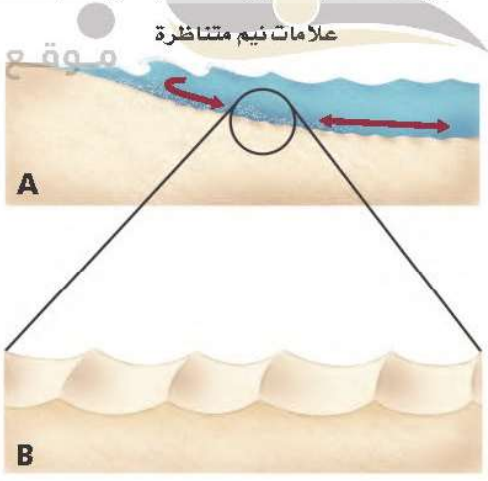
# التطبق المتقاطع وعلامات النيم
# Cross-Bedding and Ripple Marks

**الشكل 23–4** ينتج عن حركة المياه والرسوبيات المفككة تكوّن تراكيب رسوبية كالتطبق المتقاطع وعلامات النيم.

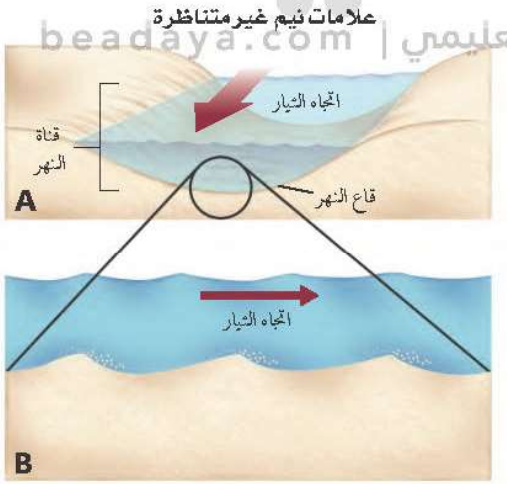
يستقر الرمل الذي تحمله الريح على جانب الكثيب البعيد عن اتجاه الريح، وعندما تغير الريح اتجاهها يتكون التطبق المتقاطع الذي يُظهر حادثة تغيير الاتجاه.

تُدفع رسوبيات قاع النهر بفعل حركة التيارات مشكلةً تلالًا صغيرة وتموجات، فإذا تلاها استقرار رسوبيات أخرى بزاوية معينة فوق الجانب المائل لهذه التلال في اتجاه التيار فعندئذ يتشكل التطبق المتقاطع. وفي النهاية تستوي المنطقة أو تتشكّل تلال جديدة، وتبدأ العملية من جديد.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

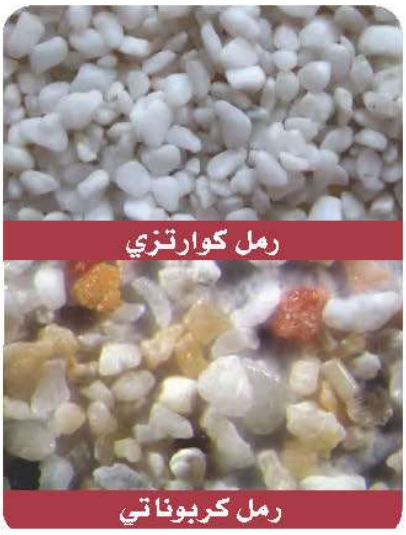



تؤدي حركة الأمواج على الشاطئ ذهابًا وإيابًا إلى دفع رمل القاع، فتشكل علامات نيم متناظرة؛ إذ تتوزع حبيبات الرمل على جانبي قمم التلال بانتظام.




تقوم التيارات التي تجري في اتجاه واحد – كتلك التي في الأنهار – بدفع رسوبيات القاع لتشكيل علامات نيم غير متناظرة؛ حيث يكون الجانب المعاكس لاتجاه التيار أكثر انحدارًا، ويحوي الرسوبيات الأخشن. لاحظ أن التيار المائي يسير من المنبع إلى المصب.

هيئة المساحة الجيولوجية السعودية
جيولوجيا




**الشكل 24–4** حبيبات الرمل الكربوناتي المنقولة من مسافات قريبة حادة، مدببة الحواف، وليس لها استدارة أو نعومة كحبيبات الرمل الكوارتزي المنقولة من مسافات بعيدة.

**الفرز والاستدارة Sorting and rounding** تعد درجة فرز واستدارة الحبيبات أحد معالم الصخور الرسوبية حيث يُظهر التفحص الدقيق لحواف حبيبات الرمل أن بعضها مدبب الحواف، والبعض الآخر مستدير. فعندما يتكسّر الصخر يكون لشكل حواف القطع في بادئ الأمر زوايا حادة. وفي أثناء عملية النقل تصطدم الحبيبات معًا، فتتكسر الحواف الحادة، ومع الزمن تستدير حوافّ القطع الصخرية. وتتأثر درجة الاستدارة بمسافة نقل الرسوبيات وقساوة معادن الصخر؛ فكلما كان المعدن أكثر قساوة زادت فرصة استدارته قبل أن يتكسّر ويصغر حجمه كما يوضح الشكل 24–4.

**أدلة من الماضي (الأحافير) Evidence of past life (Fossils)** قد يكون أفضل دليل على تحديد الصخور الرسوبية احتواؤها على الأحافير؛ وهي كل ما يحفظ من بقايا أو طبعات أو أي آثار لمخلوقات عاشت في الماضي. فعندما يموت مخلوق حي ويُدفن قبل أن يتحلل قد يحفظ على شكل أحفورة حفظًا كاملاً دون تغير في تركيبه الكيميائي، وقد تحلّ معادن ذائبة في أثناء تكون الأحفورة محل الهيكل الصلب، فتغيّر تركيبه الكيميائي دون تغيير شكله الأصلي، ومنها تغير الأصداف المكونة من الكالسيت إلى سيليكا. ويهتم علماء الأرض بالأحافير؛ لأنها تزودهم بأدلة على أنواع المخلوقات الحية التي عاشت في الماضي البعيد، وكيف تغيرت عبر الزمن، وكذلك عن البيئات القديمة وقتئذٍ.

## التقويم 3–4

### الخلاصة

- تتشكّل الصخور الرسوبية بعمليات التجوية والتعرية والترسيب والتصخّر.
- تصبح الرسوبيات - بعمليتي التراصّ والسمنتة - صخورًا.
- الأحافير بقايا أو آثار مخلوقات حية كانت تعيش في الزمن الماضي، وتكون محفوظة - في الغالب - في الصخور الرسوبية.
- قد تحوي الصخور الرسوبية معالم مميزة، ومنها التطبّق المتدرج، والتطبّق المتقاطع، وعلامات النيم، واستدارة الحبيبات، واحتواؤها على الأحافير.

حل التقويم في الصفحة التالية

### فهم الأفكار الرئيسة

1. صف كيف تُنتج الرسوبيات عن التجوية والتعرية؟
2. ارسم مخططًا. لتوضيح لماذا تستقر الرسوبيات في طبقات؟
3. وضح كيف يتشكّل التطبق المتدرج باستخدام الرسم؟
4. قارن علاقة درجة الحرارة والضغط على سطح الأرض وما تحته بعملية التصخر.

### التفكير الناقد

5. قوّم هذه العبارة: قد يكون هناك تطبق متقاطع وتطبق متدرج في طبقة واحدة.
6. حدد في أي اتجاه تسير: نحو أعلى جدول جبلي جاف، أم نحو أسفله، بحيث تلاحظ أن شكل حبيبات الرسوبيات يصبح مدببًا أكثر باستمرار السير؟ فسر ذلك.

**الكتابة في الجيولوجيا**

7. تخيل أنك تصمم عرضًا لمتحف يتضمن صخورًا رسوبية تحوي أحافير المرجان وحيوانات بحرية أخرى. ارسم صورة البيئة التي تتوقع أنها كانت تعيش فيها. ثم اكتب وصفًا مرافقًا للصورة.

beadaya

**فهم الأفكار الرئيسة:**

**1- صف كيف تنتج الرسوبيات عن التجوية والتعرية؟**

**الجواب:** تنتج الرسوبيات نتيجة تفتيت الصخر، تؤدي التجوية الفيزيائية والكيميائية إلى تفتيت الصخر، فتتحول هذه القطع إلى رسوبيات، تُنقل وتترسب بعيداً بفعل عوامل التعرية والنقل.

.

**2- ارسم مخططاً لتوضيح لماذا تستقر الرسوبيات في طبقات؟**

**الجواب:** يجب أن يظهر المخطط كلا من: عملية نقل الرسوبيات وأن الترسيب تحت تأثير الجاذبية ينتج طبقات أفقية وكذلك استمرارية الترسيب.

.

**3- وضح كيف يتشكل التطبق المتدرج باستخدام الرسم؟**

**الجواب:** يجب أن يحتوي المخطط على المعلومات الآتية: تناقص حجم الحبيبات نحو الأعلى وأن طاقة المياه تتناقص أيضاً نحو الأعلى.

.

**4- قارن علاقة درجة الحرارة والضغط على سطح الأرض وما تحته بعملية التصخر.**

**الجواب:** تزداد درجة الحرارة والضغط نحو الأسفل في باطن الأرض، وتسبب هذه الزيادة تراص الحبيبات وبدء التصخر.

.

**التفكير الناقد:**

**5- قوّم هذه العبارة: قد يكون هناك تطبق متقاطع وتطبق متدرج في طبقة واحدة.**

**الجواب:** هذه العبارة صحيحة، تمثل كل طبقة في التطبق المتقاطع حدثاً ترسيبياً؛ إذ يمكن أن تحتوي كل طبقة على تعاقب تتدرج فيه حجم الحبيبات من الأخشن إلى الأنعم نحو الأعلى، كما أنه إذا تكون التطبق المتقاطع في أثناء تناقص سرعة الماء فإن حجم الحبيبات يتناقص من تطبق متقاطع إلى آخر.

.

**6- حدد في أي اتجاه تسير: نحو أعلى جدول جبلي جاف، أم نحو أسفله، بحيث تلاحظ أن شكل حبيبات الرسوبيات يصبح مدبباً أكثر باستمرار السير؟ فسر ذلك.**

**الجواب:** اتجاه السير وهو في اتجاه أعلى المجرى، أي نحو مصدر الرسوبيات لأن الرسوبيات تصبح أكثر استدارة كلما نقلت مسافة أطول عن مصدرها.

الكتابة في الجيولوجيا

.

**7- تخيل أنك تصمم عرضاً لمتحف يتضمن صخوراً رسوبية تحوي أحافير المرجان وحيوانات بحرية أخرى، ارسم صورة البيئة التي تتوقع أنها كانت تعيش فيها، ثم اكتب وصفاً مرافقاً للصورة.**

**الجواب:** يجب أن تحوي الصورة على الشعاب المرجانية وحيوانات بحرية أخرى وأي وصف آخر.

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

# 4-4

## أنواع الصخور الرسوبية
# Types of Sedimentary Rocks

**الأهداف**

- تصف أنواع الصخور الرسوبية الفتاتية.
- توضح كيفية تشكّل الصخور الرسوبية الكيميائية.
- تصف الصخور الرسوبية الكيميائية الحيوية.

**مراجعة المفردات**

محلول مشبع: أعلى محتوى ممكن من المعادن الذائبة في محلول.

**المفردات الجديدة**

الصخور الرسوبية الفتاتية

الفتاتي

المسامية

الصخور الرسوبية الكيميائية (المتبخرات)

الصخور الرسوبية الكيميائية الحيوية

**الفكرة الرئيسة** تُصنّف الصخور الرسوبية بناء على طرائق تشكّلها.

**الربط مع الحياة.** إذا مشيت على طول شاطئ أو ضفة نهر فقد تلاحظ حجومًا مختلفة من الرسوبيات. يُحدد حجم حبيبات الرسوبيات نوع الصخر الرسوبي الذي يمكن أن يتشكّل منها.

## الصخور الرسوبية الفتاتية
## Clastic Sedimentary Rocks

أكثر أنواع الصخور الرسوبية شيوعًا **الصخور الرسوبية الفتاتية Clastic Sedimentary Rocks** التي تتشكّل من تراكم الرسوبيات المفككة على سطح الأرض. وكلمة **فتاتي Clastic** مأخوذة من كلمة klastos اليونانية بمعنى مكسّرة. وتُصنّف هذه الصخور بناء على حجم حبيباتها. انظر إلى الجدول 3 - 1 في الصفحة الآتية، الذي يلخص تصنيف الصخور الرسوبية بناء على حجم حبيباتها وطريقة تشكّلها ومكوناتها المعدنية.

### الصخور الرسوبية الخشنة الحبيبات Coarse – grained rocks

تصنف الصخور الرسوبية المكونة من فتات الصخر والمعادن التي بحجم الحصباء على أنها صخور خشنة الحبيبات، كما في **الشكل 25–4**. وبسبب كتلتها الكبيرة نسبيًّا تُنقل الحصباء بالتيارات المائية العالية الطاقة، كتلك التي تتولد في الجداول الجبلية، والأنهار الفائضة، ومياه الانصهار الجليدي. وفي أثناء عملية النقل تحتك الحبيبات بعضها ببعض، فتصبح مستديرة. وهذا هو سبب الاستدارة الجيدة لحصباء الشواطئ والأنهار وهذا يدل - كما ذكر سابقًا- على زيادة مسافة النقل. وتحوِّل عملية التصخُّر هذه الرسوبياتِ إلى صخر يسمى الكونجلوميرات.

وعلى نقيض الكونجلوميرات، تتكون البريشيا من حبيبات مدببة الحواف في حجم الحصباء. وتشير الحواف المدببة إلى أن الرسوبيات التي شكلت البريشيا لم تأخذ الوقت الكافي لتصبح مستديرة. ويدل هذا على أن هذه الحبيبات قد نقلت مسافة قصيرة واستقرت قريبًا من مصدرها. انظر **الجدول 2–4**.

الكونجلوميرات

البريشيا

**الشكل 25–4** تتكوّن صخور الكونجلوميرات والبريشيا من الرسوبيات الخشنة التي نقلت بمياه عالية الطاقة.

**استدل** على الظروف التي يمكن أن تسبب أنواع النقل اللازمة لتكوين هذين الصخرين.

مياه عالية الطاقة، ومياه فيضانات سريعة وقوية ... إلخ

**الجدول 2-4** تصنيف الصخور الرسوبية

| التصنيف | النسيج / حجم الحبيبات | المكونات | اسم الصخر |
|---|---|---|---|
| الفتاتية | خشن ( $> 2\ mm$ ) | قطع من أي صخر – كوارتز وصوّان وكوارتزيت هي الشائعة. | كونجلوميرات (مستديرة)<br>بريشيا (مدببة الحواف) |
| | متوسطة ( $\frac{1}{16}\ mm - 2mm$ ) | كوارتز وقطع صخرية<br>كوارتز وفلسبار بوتاسي وقطع صخر | حجر رملي<br>حجر رملي أركوزي |
| | ناعمة ( $\frac{1}{256}\ mm - \frac{1}{16}\ mm$ ) | كوارتز وطين | حجر الطمي |
| | ناعمة جدًّا ( $< \frac{1}{256}\ mm$ ) | كوارتز وطين | الطَّفَل |
| الكيميائية | ناعمة إلى خشنة التبلور | كالسيت $CaCO_3$ | حجر جيري متبلور |
| | ناعمة إلى خشنة التبلور | دولوميت $(Ca, Mg)\ CO_3$<br>(يتفاعل مع الحمض إذا كان مسحوقًا) | دولوميت |
| | ناعمة التبلور جدًّا | كوارتز $SiO_2$ بلونيه الفاتح والغامق | صوّان |
| | ناعمة إلى خشنة التبلور | جبس $CaSO_4 .2H_2O$ | الجبس الصخري |
| | ناعمة إلى خشنة التبلور | هاليت NaCl | الملح الصخري |
| الكيميائية الحيوية | بلورات دقيقة مع تشققات محارية | كالسيت $CaCO_3$ | مِكرايت |
| | أحافير كثيرة في أرضية من المِكرايت | كالسيت $CaCO_3$ | حجر جيري أحفوري |
| | أووليت (كرات صغيرة من كربونات الكالسيوم) | كالسيت $CaCO_3$ | حجر جيري أووليتي |
| | أصداف وأصداف مكسّرة مفككة | كالسيت $CaCO_3$ | كوكينا |
| | أصداف مجهرية وصلصال | كالسيت $CaCO_3$ | طباشير |
| | قطع مختلفة الحجوم | بقايا نبات متفحمة مع بعض الأحافير النباتية | فحم |

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

**المفردات**

**مفردات أكاديمية**

**خزّان جوفي**

هو طبقات من الصخور تحت السطحية، بها قدر كاف من المسامية تسمح بتراكم كمية من النفط أو الغاز الطبيعي أو الماء. ومن الامثلة على الخزانات الجوفية في السعودية خزان الساق الذي يتكون من الحجر الرملي.

## الصخور الرسوبية المتوسطة الحبيبات Medium– grained rocks

غالبًا ما تحوي قنوات الجداول المائية والأنهار والشواطئ والصحارى كميات وفيرة من الرسوبيات بحجم حبيبات الرمل. تصنف الصخور الرسوبية التي تتكوّن من قطع صخرية أو معدنية بحجم الرمل على أنها صخور فتاتية متوسطة الحبيبات. انظر إلى الجدول 2–4. وتحوي الصخور الرملية في الغالب مجموعة من المعالم التي تهم العلماء. فمثلاً تشير علامات النيم والتطبق المتقاطع إلى اتجاه تدفق التيار. لذا يستعمل الجيولوجيون طبقات الصخور الرملية لعمل خرائط للجداول المائية القديمة وقنوات الأنهار.

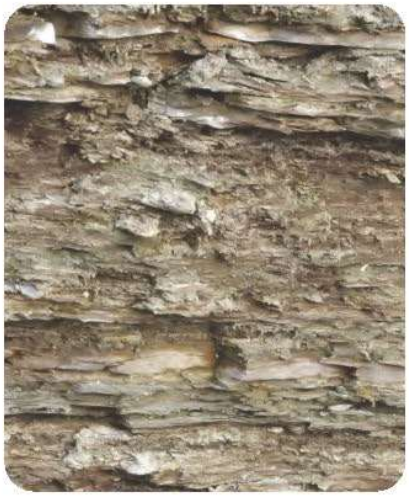
من خصائص الصخور الرملية المهمة أن مساميتها عالية نسبيًّا. والمسامية Porosiy هي النسبة المئوية للفراغات الموجودة بين الحبيبات المكونة للصخر. وقد تصل مسامية الرمل المفكك إلى 40%. ويمكن المحافظة على هذه الفراغات في أثناء تحول الرمل إلى حجر رملي، مما يؤدي غالبًا إلى وجود مسامية قد تصل نسبتها إلى 30%.

وعندما تكون المسام بعضها متصلًا ببعض تستطيع الموائع ومنها المياه أن تتحرك خلال الحجر الرملي بسهولة. وهذه الخاصية تجعل طبقات الصخور الرملية مهمة بوصفها خزانات تحت سطحية للنفط والغاز الطبيعي والمياه الجوفية.

### الصخور الرسوبية الناعمة الحبيبات Fine–grained rocks

تتكون هذه الصخور من حبيبات صغيرة بحجم حبيبات الطمي والطين. ومنها حجر الطمي والطَّفل. وتمثل هذه الصخور بيئات مياه ساكنة أو بطيئة الحركة كالمستنقعات والبرك. وفي غياب التيارات القوية وتأثير الأمواج تهبط هذه الرسوبيات إلى القاع، وتترسب في طبقات أفقية رقيقة. وعادة ما ينكسر الطَّفل على طول الطبقات الرقيقة، كما في **الشكل 26–4**. وعلى النقيض من الحجر الرملي، تعمل الصخور الرسوبية الناعمة الحبيبات ذات النفاذية المنخفضة بوصفها حواجز تعيق حركة المياه الجوفية والبترول.

**ماذا قرأت؟** وضح أنواع البيئات التي تتشكّل فيها الصخور الناعمة الحبيبات.



**الشكل 26–4** ترسبت الرسوبيات الناعمة جدًّا في مياه هادئة وشكلت طبقات رقيقة من الطين.

**تتشكل الصخور ناعمة الحبيبات في بيئات مياه هادئة أو بطيئة الحركة ومنها البرك والمستنقعات ومياه المحيط العميقة.**

## الصخور الرسوبية الكيميائية والكيميائية الحيوية
## Chemical and Biochemical Sedimentary Rocks

يتطلّب تشكّل الصخور الكيميائية والكيميائية الحيوية اشتراك عمليتي التبخّر وترسيب المعادن. ففي أثناء عملية التجوية تذوب المعادن وتُحمل إلى البحيرات والمحيطات. وعندما تتبخّر المياه من البحيرات والمحيطات تُترك المعادن الذائبة في المياه الباقية. وفي الأقاليم الجافة يمكن لمعدلات التبخر العالية أن تزيد تركيز المعادن الذائبة في المسطحات المائية. ويمثل **الشكل 27–4** سبخة القصب غرب الرياض.

**الشكل 27–4** يؤدي التبخر المستمر من مسطح مائي مالح إلى ترسيب كميات كبيرة من الملح. كما في سبخة القصب غرب الرياض.

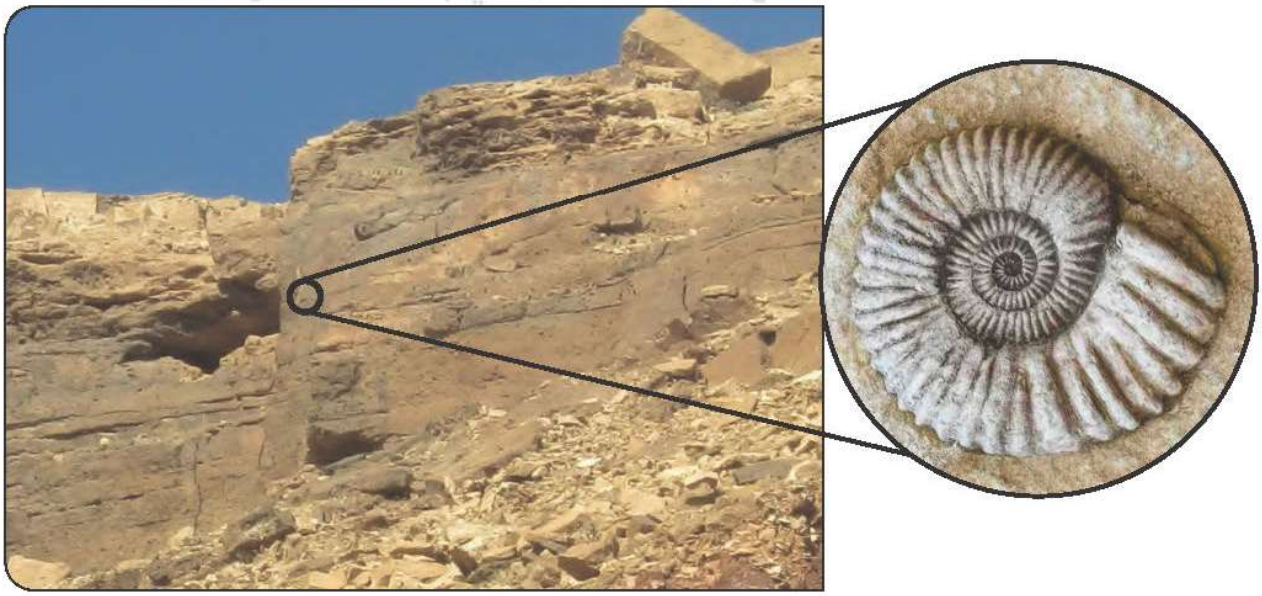
beadaya.com

**الصخور الرسوبية الكيميائية Chemical sedimentary rocks** عندما يزيد تركيز المعادن الذائبة في مسطح مائي عن حد الإشباع تترسب بلورات المعادن من المحلول، وتهبط إلى القاع. ونتيجة لذلك تتشكّل طبقات من **الصخور الرسوبية الكيميائية Chemical sedimentary rocks** تسمَّى **المتبخرات Evaporites**. تتشكّل المتبخرات في معظم الأحيان في الأقاليم الجافة، وفي أحواض التصريف المائي ذات التدفق المنخفض في القارات. وبسبب قلة المياه العذبة التي تتدفق إلى هذه المناطق يبقى تركيز المعادن المذابة مرتفعًا. وعلى الرغم من دخول المزيد من المعادن المذابة إلى هذه الأحواض يستمر تبخر المياه العذبة، مما يحافظ على تراكيز مرتفعة للمعادن. ومع مرور الزمن يمكن أن تتراكم طبقات سميكة من معادن المتبخرات على أرضية الحوض كما في **الشكل 28–4**. ومن الأمثلة على هذه المعادن الجبس، الذي يتوافر في مناطق متعددة من المملكة العربية السعودية، ومنها منطقة مقنا شمال غرب المملكة العربية السعودية، ومنطقة الخرج، وبالقرب من مدينة بريدة.

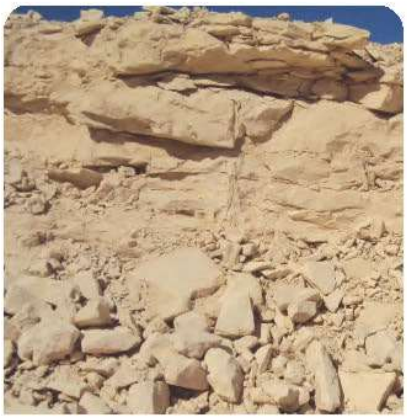
### الصخور الرسوبية الكيميائية الحيوية Biochemical sedimentary rocks

تتكون **الصخور الرسوبية الكيميائية الحيوية Biochemical sedimentary rocks** من بقايا مخلوقات حية كانت تعيش في الماضي. وأكثر هذه الصخور شيوعًا هو الحجر الجيري المكون أساسًا من معدن الكالسيت. وتَستعمل بعض المخلوقات الحية التي تعيش في المحيط كربونات الكالسيوم الذائبة في المياه لبناء أصدافها. وعندما تموت هذه المخلوقات الحية تهبط أصدافها إلى قاع المحيط فتشكّل طبقات سميكة من رواسب الكربونات. وفي أثناء عملية الدفن والتصخر تترسب كربونات الكالسيوم من المياه وتتبلور بين الأصداف وتشكّل الحجر الجيري.

بداية | موقع beadaya.com



**الشكل 28–4** يمكن لصخر الحجر الجيري أن يحوي أنواعًا كثيرة ومختلفة من الأحافير. ويستطيع الجيولوجيون أن يفسروا أين ومتى تشكّل الحجر الجيري من دراسة الأحافير الموجودة فيه.



ويستخرج الحجر الجيري من مناطق متعددة في المملكة العربية السعودية، ومنها منطقة أم الغربان شرق مدينة الخرج، ومنطقة سدوس، وشمال الدرعية بالقرب من الرياض. ومن الصخور الرسوبية الكيميائية الحيوية الأخرى في المملكة العربية السعودية الفوسفات الذي يوجد في حزم الجلاميد بالقرب من مدينة عرعر. انظر الشكل **الشكل 29–4**.

يكثر وجود الحجر الجيري في البيئات البحرية الضحلة، ومن ذلك الشعاب المرجانية التي تنتشر بطول البحر الأحمر في مياه عمقها بين 15 m– 20 غير بعيدة عن الشاطئ. و تتراكم هياكل وأصداف المخلوقات الميتة مكونة حجرًا جيريًّا. وتحتوي أنواع كثيرة من الحجر الجيري على أدلة على أصلها العضوي على هيئة أحافير وفيرة، كما في الشكل

**جواب 2:** لأنه يتشكل من أجزاء كانت تعيش في الزمن الماضي.

**جواب 3:** يعمل التبخر باستمرار على تقليل المياه العذبة في المسطحات المائية، فيزداد تركيز المعادن في المياه المتبقية، ثم تترسب هذه المعادن لتشكل الصخور الرسوبية الكيميائية.

**جواب 4:** تحل مياه بحر إضافية محل المياه المتبخرة في الحوض مع استمرار عملية التبخر، وتحوي هذه المياه معادن مذابة يؤدي تبخرها إلى ترسيب معادن إضافية، وتتكرر هذه العملية باستمرار.

**جواب 5:** يتكون الطين من حبيبات صفائحية من الطين، حيث تتجمع هذه الحبيبات على هيئة طبقة مسطحة، ولا يمكنها أن تتراكم بصورة مائلة بعضها على بعض (لا توجد زاوية بينها) لتشكيل التطبق المتقاطع أو علامات النيم.

## الخلاصة

- الصخور الرسوبية فتاتية أو كيميائية أو كيميائية حيوية.
- تتشكّل الصخور الفتاتية من الرسوبيات، وتصنف على أساس حجم الحبيبات وشكلها.
- تتكون الصخور الكيميائية أساسًا من المعادن التي تترسب من المياه في مناطق ذات معدلات تبخر مرتفعة.
- تتكون الصخور الكيميائية الحيوية من بقايا مخلوقات عاشت في الزمن الماضي.
- تزود الصخور الرسوبية الجيولوجيين بمعلومات عن ظروف سطح الأرض التي سادت في الزمن الماضي.

## فهم الأفكار الرئيسة

1. اذكر نوع الصخر الرسوبي الذي يتشكّل من تعرية ونقل الحبيبات والقطع الصخرية وترسيبها. صخور رسوبية فتاتية.
2. وضح لماذا يعد الحجر الجيري صخرًا رسوبيًّا كيميائيًّا حيويًّا؟
3. حلل الظروف البيئية التي تفسّر تشكّل معظم الصخور الرسوبية الكيميائية في مناطق ذات معدلات تبخر مرتفعة.

## التفكير الناقد

4. اقترح سيناريو يفسر إمكانية تشكّل طبقات متعددة من المتبخرات من مسطح مائي بحري، علمًا بأن الكمية الأصلية من المعادن المذابة فيه تكفي فقط لتكوين طبقة رقيقة من المتبخرات.
5. تفحص طبقات الطين في الشكل **28–4**، وفسر عدم احتوائها على التطبق المتقاطع أو علامات النيم.

**الرياضيات في الجيولوجيا**

6. افترض أن طبقة من الطين سينقص حجمها بمقدار 35% في أثناء الترسيب والتراصّ، فإذا كان السمك الأصلي للطبقة هو 30 cm، فكم يصبح سمكها بعد عملية التراص؟

**جواب 6:** يمكن إيجاد أي حد من حدود الفئات المختلفة للحجوم باستعمال القانون العام $a_n = 4 \times \frac{1}{2}^{n-1}$

حيث إن n = .... 3 ، 2 ، 1 علا بأن الفئات المستعملة هي جزء من مقياس ونت وورث لتصنيف الصخور الرسوبية الفتاتية (Went worth grain size scale) يكون السمك النهائي 65% من السمك الأصلي 30cm x 0.65 = 19.5 cm

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

# 4-5

# الصخور المتحولة

# Metamorphic Rocks

## الأهداف

- تقارن بين أنواع الصخور المتحولة وأسباب تشكلها.
- تميز بين أنسجة التحول.
- تفسر كيفية حدوث التغيرات المعدنية والنسيجية في أثناء عملية التحول.

## مراجعة المفردات

**الصخور النارية الجوفية:** صخور تشكّلت من صهارة بردت وتبلورت ببطء تحت سطح الأرض.

## المفردات الجديدة

متورقة (صفائحية)

غير متورقة (غير صفائحية)

التحول الإقليمي

التحول بالتماس

التحول الحراري المائي

دورة الصخر

**الفكرة الرئيسة** تنشأ الصخور المتحولة عندما تتعرض صخور سابقة لزيادة الضغط والحرارة والمحاليل الحرارية المائية.

**الربط مع الحياة.** عند صناعة وطبخ المخبوزات تتحول جميع مكوناتها الأولية إلى شيء جديد. وكذلك تتغير خصائص الصخور إلى شيء جديد عندما تتعرض لدرجات الحرارة المرتفعة، وينتج عن ذلك صخور مختلفة كليًّا.

## تعرُّف الصخور المتحوّلة

## Recognizing Metamorphic Rocks

يوضح الشكل **30–4** صخورًا تحوّلت. كيف عرف الجيولوجيون حدوث ذلك؟ تزداد درجة الحرارة والضغط كلما تعمقنا في باطن الأرض، وعندما ترتفعان بقدر كافٍ تنصهر الصخور لتشكّل الصهارة. ولكن ما الذي يحدث لو لم تصل الصخور إلى درجة الانصهار؟ عندما تجتمع الحرارة والضغط العاليان، ويغيران نسيج الصخر ومكوناته المعدنية أو مكوناته الكيميائية من دون انصهاره يتشكّل الصخر المتحوّل. وكلمة تحول بالإنجليزية metamorphism مشتقة من الكلمة اليونانية meta بمعنى تغيّر، وكلمة morphe ومعناها شكل؛ إذ يتغير شكل الصخر في أثناء التحول، لكنه يبقى صلبًا.

وتتطلب عملية التحول درجات حرارة عالية، مصدرها حرارة باطن الأرض؛ ويتم ذلك بالدفن العميق، أو من الأجسام النارية الجوفية القريبة. أما الضغط العالي الذي تتطلبه عملية التحول فيتوافر بالدفن العميق أيضًا، أو من التضاغط الناتج في أثناء عملية تكوّن الجبال.

**الشكل 30–4** يتطلب طي طبقات هذه الصخور أو ثنيها إلى الشكل الذي هي عليه اليوم وجود قوى كبيرة.

**كوِّن فرضية** للتغيرات التي حدثت للرسوبيات بعد استقرارها.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

المعادن المتحولة هي المعادن التي تتشكل في أثناء عملية التحول، وتكون مستقرة تحت ظروف مختلفة عن ظروف معادن أخرى.

**المعادن المتحولة Metamorphic minerals** كيف يمكن أن تتغير المعادن من دون أن تنصهر؟ كما درستَ سابقًا، تتبلور المعادن من صهارة، وتبقى مستقرة ضمن مدى من درجات الحرارة المختلفة، وينطبق هذا المدى أيضًا على المعادن المكونة للصخور المتحوّلة، التي خضعت لتغيرات وهي في الحالة الصلبة. ففي أثناء التحول تتغير المعادن في الصخر إلى معادن جديدة بفعل ظروف الضغط والحرارة الجديدة. وقد قام العلماء بتجارب لتعرّف الظروف التي تؤدّي إلى تكوّن معادن جديدة تكرر ظهورها في الصخور المتحولة؛ وذلك لتفسير ما الذي يؤدي إلى تحوّل هذه الصخورداخل القشرة الأرضية. ويوضح **الشكل 31–4** بعض المعادن المتحولة الشائعة.

**ماذا قرأت؟** وضح ما المعادن المتحولة؟ في الأعلى

**أنسجة الصخور المتحولة Metamorphic textures** تصنف الصخور المتحولة إلى مجموعتين على أساس النسيج: صفائحية (متورقة )، وغير صفائحية (غير متورقة). ويستعمل الجيولوجيون الأنسجة والمكونات المعدنية لتعرف الصخور المتحولة. ويوضح **الشكل 32–4** كيفية استعمال هاتين الخاصيتين في تصنيف الصخور المتحولة.

الستوروليت

المايكا

الجارنت

التلك

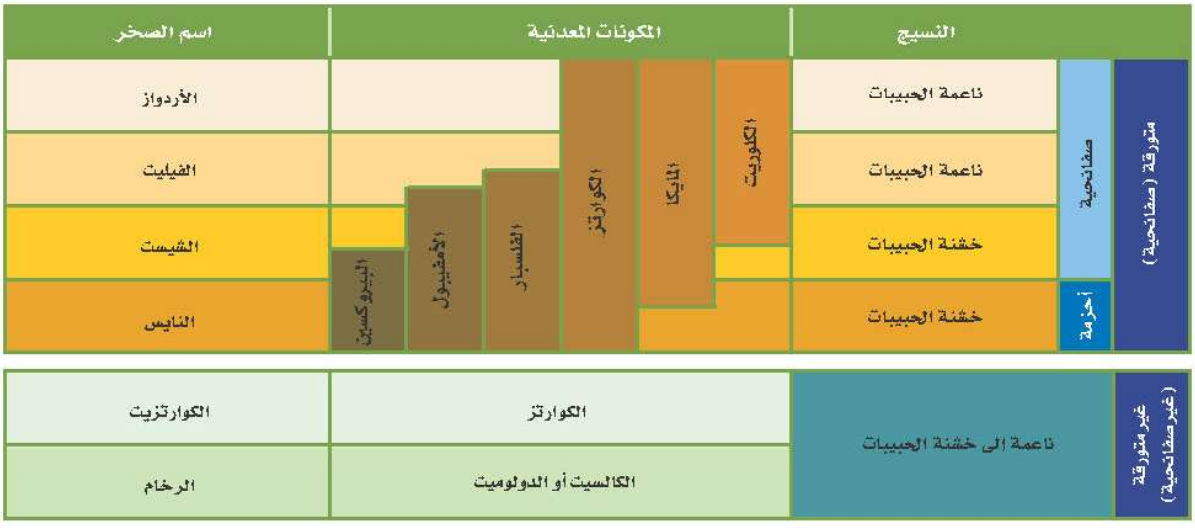
**الشكل 31–4** معادن متحولة، منها المايكا والستوروليت والجارنت والتلك وتوجد بلوراتها بألوان وأشكال وأحجام متعددة، قد يكون لونها بين القاتم والفاتح.

## الصخور المتورقة Foliated rocks

تتميز الصخور المتحولة المتورقة **Foliated** بوجود المعادن في صفائح وأحزمة (خطوط)؛ حيث يتسبب الضغط العالي في أثناء التحول في صفّ المعادن الصفائحية أو الإبرية الشكل، بحيث يكون محورها الطويل متعامدًا مع الضغط، كما في **الشكل 33–4** في الصفحة الآتية. وينتج عن هذا الاصطفاف المتوازي للمعادن التورق الذي تلاحظه في الصخور المتحولة المتورقة.

beadaya.com موقع بداية التعليمي

مخطط الصخور المتحولة




**الشكل 32–4** توازي الزيادة في حجم الحبيبات التغير في المكونات وتطور التورّق. ولا يعد حجم الحبيبات عاملًا في تصنيف الصخور غير المتورقة.

**الشكل 33–4** يتطور التورق عندما يؤثر الضغط في اتجاهين متضادين، ويكون التورق متعامدًا على اتجاه الضغط.

## الصخور المتحولة غير المتورقة

## Nonfoliated rocks

تختلف **الصخور المتحولة غير المتورقة Nonfoliated** عن الصخور المتورقة في أنها مكونة من معادن ذات بلورات كتلية الشكل. ويوضح **الشكل 34–4** مثالين شائعين على الصخور غير المتورقة، هما الرخام والكوارتزيت. والكوارتزيت صخر قاس، وغالبًا ما يكون فاتح اللون، وينشأ عن تحول الحجر الرملي الغني بالكوارتز، بينما ينشأ الرخام عن تحول الحجر الجيري. ونادرا ما تُحفظ الأحافير في الصخور المتحولة. وبعض أنسجة أنواع الرخام ملساء تشكّلت من تداخل حبيبات الكالسيت. وتستعمل أنواع الرخام هذه غالبًا في أرضيات المنازل. ويتم استخراج الرخام في المملكة العربية السعودية من عدة أماكن منها جبل خنوقة شمال شرقي عفيف، بينما يستخرج الرخام الأسود من جبل غرور ودمخ شمال غرب حلبان. ويمكن في ظروف معينة أن يكبر حجم المعادن المتحولة الجديدة، بينما تبقى المعادن المحيطة بها صغيرة الحجم. وعلى الرغم من أن هذه البلورات الكبيرة تشبه البلورات الكبيرة جدًّا في البيجماتيت الجرانيتي، إلا أنها تختلف عنها؛ فبدلًا من أن تتشكّل من الصهارة فإنها تتشكّل في الصخر الصلب من خلال إعادة ترتيب الذرات في أثناء التحول. ويوضح **الشكل 34–4** معدن الجارنت الذي تشكل بهذه الطريقة.

الرخام

الكوارتزيت

بلورات كبيرة من الجارنت

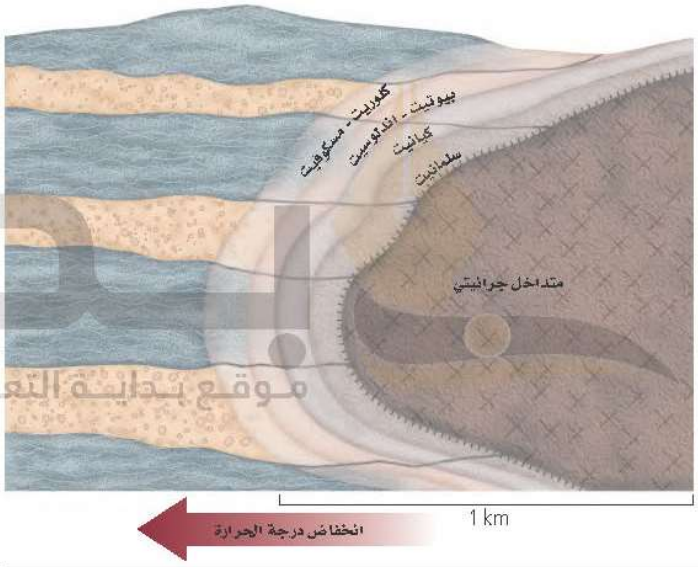
**الشكل 34–4** تختلف الصخور المتحولة الظاهرة في الشكل عن الصخور الرسوبية في أنها لا تُظهر وجود الأحافير فيها؛ لأن الحرارة الشديدة التي تعرضت لها أزالت تلك الأحافير. ومع ذلك، لا تؤدي عملية التحول دائمًا إلى تدمير التطبق المتقاطع وعلامات النيم التي يمكن مشاهدتها في بعض أنواع الكوارتزيت.

## درجات التحول Grades of Metamorphism

تــؤدي توافقات مختلفة من درجات الحرارة والضغــط إلى حدوث درجات تحول مختلفــة. يقترن التحول المنخفض الدرجة بدرجــات الحرارة والضغط المنخفضين وبمجموعــة محددة من المعادن والأنســجة، بينــما يقترن التحــول العالي الدرجة بدرجــات حرارة وضغط مرتفعين وبمجموعة مختلفة من المعادن والأنســجة. أما التحول المتوسط الدرجة فيقع بين التحولين منخفض الدرجة وعالي الدرجة.

## أنواع التحول Types of Metamorphism

يمكــن أن تنتج آثار التحول عــن التحول بالتماس والتحــول الإقليمي والتحول الحراري المائي، وتزودنا المعادن التي تشــكّلت ودرجة التغير التي حدثت للصخر بمعلومات عن نوع التحول ودرجته.




**الشكل 35–4** قد يسبب التحول بالتماس الناتج عن حقن (المتداخل الجرانيتي) تشكّلَ أحزمة (نطق) من المعادن المتحولة.

**وظّف** ما تعلمته عن التحول بالتماس لتحديد نوع الصخر الموجود الآن على حافة الجسم الناري الجوفي.

الصخر الموجود على حافة الجسم الناري الجوفي سيكون على الأرجح نوعًا من الصخور المتحولة، مثل الشست، النيس، أو الكوارتزايت، اعتمادًا على نوع الصخور الأصلية المتأثرة ودرجة التحول التي تعرضت لها.

**التحــول الإقليمــي Regional metamorphism** ينشــأ **التحــول الإقليمي regional metamorphism** عندما تتعرض مناطق واسعة من القشرة الأرضية لدرجة حرارة وضغط مرتفعين، وتــتراوح درجة التحول بين منخفض وعالٍ. أما نتائج التحول الإقليمي فتتضمن التغير المعدني ونوع الصخر، بالإضافة إلى طي وتشويه طبقات صخور المنطقة. ويوضح الشكل **35–4** طبقات صخور مطوية عانت من التحول الإقليمي.

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

**التحول بالتماس contact meramorphism** عندما تصبح مادة مصهورة كالأجسام النارية الجوفية، في تماس مع صخور صلبة، يحدث تأثير محلي نسميه **التحول بالتماس contact meramorphism** تتشكّل مجموعات المعادن المميزة للتحول بالتماس على درجات حرارة عالية وضغط متوسط إلى منخفض. ويوضح **الشكل 36–4** نطق معادن مختلفة تحيط بالجسم الناري الجوفي. ولأن درجة الحرارة تنخفض عند الابتعاد عن الجسم الناري الجوفي فإن تأثيرات التحول تنخفض أيضًا مع المسافة. لذا فإن تأثير التحول بالتماس الناتج عن الصخور النارية البركانية يكون محدودًا.

**التحول الحراري المائي hydrothermal metamorphism** يحدث **التحول الحراري المائي hydrothermal metamorphism** عندما تتفاعل مياه ساخنة جدًّا مع الصخر، فتغير مكوناته الكيميائية والمعدنية. وجملة الحراري المائي بالإنجليزية hydrothermal مشتقة من الكلمتين اليونانيتين hydro بمعنى الماء، و thermal بمعنى حرارة. ولما كانت الموائع في أثناء التحول تهاجر من الصخر وإليه، لذا فإن المكونات الكيميائية والنسيج الأصليين يمكن أن يتغيرا. وتكون التغيرات الكيميائية شائعة في التحول بالتماس بالقرب من الأجسام النارية الجوفية والبراكين النشطة. وغالبًا ما تتوضّع خامات اقتصادية بهذه الطريقة كالذهب والنحاس والخارصين والتنجستن والرصاص؛ فالذهب المتوضع في الكوارتز في **الشكل 36–4** ناتج عن التحول الحراري المائي.

## الأهمية الاقتصادية للصخور والمعادن المتحولة
## Economic Importance of Metamorphic Rocks and Minerals

أدّى نمط الحياة الحديث إلى ازدياد استخراج واستخدام موارد الأرض الطبيعية. فنحن مثلًا نحتاج إلى الملح للطهي، والذهب للتجارة، وفلزات أخرى للبناء والأغراض الصناعية، كما نحتاج إلى الوقود الأحفوري للطاقة، وإلى الصخور والعديد من المعادن في المستحضرات التجميلية، إلى غير ذلك من الاستعمالات. ويوضح **الشكل 37–4** مثالين لكيفية استعمال الصخور المتحوّلة في البناء. وينتج الكثير من هذه الموارد المعدنية الاقتصادية من عمليات التحوّل، ومن بينها: فلزات الذهب والفضة والنحاس والرصاص، بالإضافة إلى موارد غير فلزية مهمة وكثيرة.

**الشكل 36–4** تتكون عروق الذهب في الكوارتز عندما يبرد المحلول الحراري المائي.

موقع بداية التعليمي | bedaya.com

الربط مع رؤية ٢٠٣٠
رؤية VISION 2030
المملكة العربية السعودية KINGDOM OF SAUDI ARABIA
مجتمع حيوي
• من أهداف الرؤية: تعظيم القيمة المتحققة من قطاع التعدين والاستفادة منها.

**موارد المعادن الفلزية Metallic mineral resources** توجد الموارد الفلزية غالبًا على شكل خامات معدنية فلزية، وعلى الرغم من اكتشاف توضّعات فلزية نقية أحيانًا، فإن الكثير من التوضّعات غير النقية تترسّب من المحاليل الحرارية المائية، متركزة على هيئة عروق، أو منتشرة في كتلة الصخر. ويكثر وجود توضّعات الذهب والفضة والنحاس في العروق الحرارية المائية للكوارتز بالقرب من الأجسام النارية الجوفية. وتوجد معظم التوضّعات الفلزية الحرارية المائية على شكل كبريتيدات، ومنها: الجالينا (PbS)، والبيريت ($FeS_2$)، أو على شكل أكاسيد ومنها خاما الحديد (الماجنتيت والهيماتيت)؛ وهما معدنان تشكّلا بالتوضُّع من محاليل حرارية مائية حاملة للحديد. وفي المملكة العربية السعودية الكثير من المعادن التي توضّعت من المحاليل الحرارية المائية، ومنها: الذهب، والفضة، والنحاس.

**ماذا قرأت؟** اذكر الموارد الاقتصادية التي تنتجها المحاليل الحرارية المائية. ينشأ عن التحول الحراري المائي تشكل الخامات الفلزية ومنها الذهب والفضة والنحاس بالإضافة إلى الكبريتيدات الفلزية كالجالينا والبيريت.

**موارد المعادن غير الفلزية Nonmetallic mineral resources** يؤدي تحوّل الصخور النارية فوق القاعدية إلى إنتاج معدني التلك والإسبستوس، ولما كانت قساوة التلك تساوي 1 على مقياس موهس، فإنه يستعمل بوصفه مسحوق بودرة، ومُشحِّمًا، كما يدخل في صناعة الدهانات. أما الإسبستوس فلأنه غير قابل للانفجار، وموصليته الحرارية والكهربائية منخفضة، لذا فإنه يستعمل مضادًّا للحريق وفي مواد العزل. وقبل أن تُعرف خصائصه المسببة للسرطان، استُعمل بشكل واسع في صناعة البناء، ولا تزال كثير من البنايات القديمة تحتوي على الإسبستوس. ومن المعادن الأخرى غير الفلزية التي تَنتج عن التحوّل معدن الجرافيت، وهو المكوّن الرئيس في صناعة أقلام الرصاص.

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

**الشكل 4–73** الرخام والأردواز صخران متحولان استعملا في البناء منذ قرون.

**جواب 1:** يؤدي ارتفاع درجة حرارة الصخور إلى إعادة ترتيب ذرات العناصر التي تكون المعادن، مما يؤدي إلى تشكل معادن جديدة أو يؤدي إلى نمو بلورات المعادن أكثر.

**جواب 2:** يؤدي الضغط إلى نمو بلورات المعادن المسطحة أو الطولية في اتجاه واحد.

**جواب 3:** توضح دورة الصخر أن الصخور تتشكل في بيئات خاصة ومن خلال عمليات معينة، وتصنف الأنواع الصخرية الثلاثة: النارية والمتحولة والرسوبية وفق طريقة تشكلها.

**جواب 4:** التحول الإقليمي - يمتد تأثير درجة الحرارة والضغط إلى مناطق كبيرة من قشرة الأرض؛ التحول بالتماس - تأثيرات محلية ناتجة عن حرارة متداخل ناري مجاور؛ التحول الحراري المائي - تغيرات في الصخور نتيجة تفاعلها مع مياه حارة جداً.

**جواب 5:** يتعرض الحجر الجيري للحرارة أو الحرارة والضغط نتيجة ملامسته جسماً نارياً أو نتيجة الدفن في باطن الأرض حيث تبدأ بلورات الكالسيت في إعادة التبلور فتتداخل البلورات الجديدة ويزداد حجمها ويتغير نسيج الصخر ويتكون الرخام.

## دورة الصخر Rock Cycle

قد يتغير أي صخر إلى صخر آخر، وتسمى عملية التغير وإعادة التشكّل المستمرتان **دورة الصخر rock cycle**. ويلخص الشكل 38–4 دورة الصخر، حيث تمثل الأسهم العمليات المختلفة التي تغير صخرًا إلى نوع آخر. وتصنف أنواع الصخور الثلاثة– النارية والرسوبية والمتحولة – في مجموعات حسب طريقة تشكّلها. فالصخور النارية تتبلور من الصهارة، والصخور الرسوبية تتشكّل من رسوبيات ملتحمة أو مفككة، والصخور المتحولة تتكون عندما تتعرض الصخور الى حرارة وضغط.

وبعد أن يتشكّل الصخر، هل يحافظ على خصائصه ونوعه؟ قد يحدث ذلك، غير أن الاحتمال الأكبر هو ألا يحافظ على خصائصه ونوعه بعد التشكل؛ بل تغير الحرارة والضغط الصخور النارية إلى صخور متحولة، وقد يتغير صخر متحول إلى صخر متحول آخر أو ينصهر، ومن ثم يكوّن صخرًا ناريًّا. وبدلًا من ذلك قد يتجوّى الصخر المتحول وتصيبه التعرية، ويصبح رسوبيات، وتلتحم هذه الرسوبيات وتكون صخرًا رسوبيًّا.

## التقويم 5–4

### الخلاصة

- أنواع التحول الثلاثة الرئيسة هي التحول الإقليمي والتحول التماسي والتحول الحراري المائي.
- يمكن أن يكون نسيج الصخور المتحولة متورقًا أو غير متورق.
- في أثناء عملية التحول تتشكّل معادن جديدة تكون مستقرة تحت درجة الحرارة المرتفعة والضغط.
- مجموع العمليات التي تتغير خلالها الصخور بشكل مستمر من نوع إلى آخر تسمى دورة الصخر.

### فهم الأفكار الرئيسة

1. لخّص كيف يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى عملية التحوّل؟
2. لخص أسباب تشكّل النسيج المتحول المتورق.
3. طبق مفهوم دورة الصخر لتفسر كيفية تصنيف الأنواع الصخرية الرئيسة الثلاثة.
4. قارن بين العوامل التي تسبب أنواع التحول الرئيسة الثلاثة.

### التفكير الناقد

5. استنتج خطوات تكون صخر الرخام من الحجر الجيري.
6. توقع موقع جسم ناري جوفي بناء على المعلومات المعدنية الآتية: جُمع معدنا الكلوريت والمسكوفيت من الجزء الشمالي من منطقة الدراسة؛ وجُمع الجارنت والستورولیت من الجزء الجنوبي من المنطقة.

**الرياضيات في الجيولوجيا**

7. تتشكّل غالبًا الأحجار الكريمة في صورة بلورات معدنية كبيرة في الصخور المتحولة. وتوصف الأحجار الكريمة بوحدة القيراط. يساوي القيراط 0.2 g أو 200 mg. اكتشفت بلورة جارنت كبيرة في نيويورك عام 1885 كتلتها 4.4 kg وقطرها 15 cm. ما كتلة هذه الجوهرة بوحدة القيراط؟

**جواب 6:** يقع الجسم الناري غالباً جنوب معادن الجارنت والستورولیت، فهي تتشكل عند درجات حرارة أعلى من درجات حرارة تشكل المسكوفيت والكلوريت، مشيرة إلى أن درجة الحرارة كانت أسخن نحو الجنوب.

**جواب 7:** كتلة الجارنت تساوي $= \frac{4400\ g}{0.2\ g} =$ 22000 قيراط

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

# السياحة الجيولوجية

## في الميدان

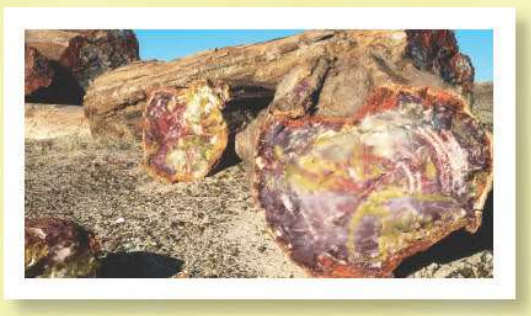
**الجزيرة العربية عبر العصور**

يسافر بعض الناس إلى أماكن قاصية من العالم ليروا أنواعًا مختلفة من الصخور. ولا شك أن جزيرتنا العربية تتمتع بموقع فريد، وطبيعة جيولوجية خلابة تفرض فيها التشكيلات الجيولوجية نفسها؛ وتتكشف فيها سجلات صخرية لمعظم العصور الجيولوجية.

### الرواسب الجليدية

رواسب الجليديات بالقرب من القوارة بمنطقة القصيم

هل تصدق أن جزيرة العرب مرت عليها عصور جليدية تركت وراءها رواسب جليدية موجودة في وديان جليدية قديمة تشبه تلك الموجودة حاليًّا في شمال كندا وشمال أوربا. وقد تكونت تلك الرواسب الجليدية في العصر الأردوفيشي في مناطق مختلفة من الجزيرة العربية، مثل تلك الموجودة في منطقة القصيم في المملكة العربية السعودية، والتي تكونت منذ 450 مليون سنة، وهي تعد من الأمثلة النادرة على العصور الجليدية القديمة.



### الأشجار المتحجرة

تزخر الجزيرة العربية بعدد من مناطق الأشجار المتحجرة، التي تدل على أنها كانت خضراء في العصور التي نمت فيها تلك الأشجار. ومن ذلك الأشجار المتحجرة المكتشفة في المملكة العربية السعودية، والتي تعود إلى العصر البيرمي، منذ 250 مليون سنة، وأخرى يعود عمرها إلى العصر الطباشيري منذ أكثر من 70 مليون سنة.

ومنها كذلك مجموعة من الأشجار المتحجرة لنوع من الصنوبر في بعض أجزاء صحراء الربع الخالي يرجع تاريخها إلى 50 مليون سنة.

وقد أشار رسول الله صلى الله عليه وسلم في حديثه الشريف عن أبي هريرة رضي الله عنه إلى أن أرض الجزيرة العربية كانت في السابق مليئة بالأشجار والمياه، فقال: **لن تقوم الساعة حتى تعود أرض العرب مروجًا وأنهارًا.**

**الكتابة في الجيولوجيا**

**مطوية تعزيزية:** ابحث عن مزيد من المعلومات عن أنواع الصخور الموجودة في منطقتك، والمستعملة في بناء المنشآت. اعمل مطوية تعزيزية تصف فيها رحلة تركز فيها على الجيولوجيا المحلية.

الربط مع رؤية ٢٠٣٠

رؤية VISION 2030 المملكة العربية السعودية KINGDOM OF SAUDI ARABIA

• من أهداف الرؤية ٢-٣-١ المحافظة على تراث المملكة الإسلامي والعربي والوطني والتعريف به

# مختبر الجيولوجيا (1)

## تفسير التغيرات في الصخور

**خلفية علمية:** مع استمرار دورة الصخور يتغير الصخر من نوع لآخر. بعض التغيرات يمكن ملاحظتها بالعين المجردة إلا أن بعضها الآخر لا يمكن ملاحظته. لون الصخر وحجم الحبيبات والنسيج والتركيب المعدني أشياء يمكن ملاحظتها ووصفها بسهولة. لكن مع تغير المعادن يتغير بناؤها البلوري وكثافتها. كيف يمكن تمثيل ووصف هذه التغيرات؟ ادرس زوجين من عينات الصخور ليتبين لك كيف يتم ذلك.

**سؤال:** كيف تقارن بين خصائص الصخور النارية والرسوبية وبين خصائص الصخور المتحولة؟

### الأدوات

عينات من: صخر رملي، الطَّفل، حجر جيري، جرانيت، كوارتزيت، أردواز، رخام، نايس.

عدسة يدوية

ورق

ميزان

مخبار مدرج حجم 100 mL أو كأس يتسع للعينة والماء.

### إجراءات السلامة

### خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. حضر جدولًا لتسجيل البيانات كالجدول المجاور.
3. لاحظ كل عينة وسجل ملاحظاتك في الجدول.
4. تذكر أن الكثافة = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$. ضع مخططًا لقياس كل من الحجم والكتلة لكل عينة.
5. احسب كثافة كل عينة، وسجلها في الجدول.

### التحليل والاستنتاج

1. **قارن** بين الحجر الرملي وبين الكوارتزيت.

**جواب 1:** الحجر الرملي أفتح لوناً وحجم حبيباته متوسط، وطبقاته سميكة أو كتلية، أما الكوارتزيت فمن المحتمل أن يشبه لونه لون الحجر الرملي، وحبيباته صلبة جداً وملتحمة بعضها مع بعض، وطبقاته سميكة أو كتلية.

**جواب 2:** تنمو الحبيبات بعضها مع بعض فتصبح أكبر حجماً ويختفي وجود حبيبات الرمل المفردة.

**جواب 3:** طبقات الأردواز المتورقة أرق وأنعم وبريقها أكثر لمعاناً لأنها تحتوي على معادن المايكا الناتجة عن التحول.

**جواب 4:** تتنوع حسابات الكثافة، يمكن أن تكون أسباب الخطأ المحتملة: أخطاء حسابية أو اختلاف كتل العينات الجافة والرطبة أو عدم الدقة في قياسات الحجم أو اختلافات محدودة بين العينات.

**جواب 5:** تكون معادن متحولة جديدة قد يؤدي إلى تغير اللون.

**جواب 6:** كل زوج من الصخور ازداد في كثافته وتتغير الكثافة بالطريقة نفسها إذا تكونت المعادن نفسها في كل مرة وإذا كانت كثافة المعادن المتحولة الجديدة أكبر من كثافة المعادن الأصلية المكونة للصخر فإن كثافة الصخر المتحول تكون أكبر أيضاً.

جدول ملاحظات العينات

| رقم العينة | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| اسم الصخر ونوعه | | | | | | |
| الخصائص المميزة | | | | | | |
| الكتلة | | | | | | |
| الحجم | | | | | | |
| الكثافة | | | | | | |

2. **صف** كيف تتغير حبيبات الكوارتز في الحجر الرملي في أثناء التحول. في الأعلى
3. **صف** اختلاف النسيج الذي تراه بين الطَّفل والأردواز. في الأعلى
4. **قارن** بين نتائج حساباتك وحسابات زملائك، واستنتج أسباب اختلاف النتائج. في الأعلى
5. **وضح** لماذا يمكن أن يختلف لون الصخور الرسوبية في أثناء عمليات التحول؟ في الأعلى
6. **قوِّم** التغير في الكثافة بين كل من الطَّفل والأردواز، الحجر الرملي والكوارتزيت، الحجر الجيري والرخام. هل حدث تغير في جميع العينات؟ فسر نتائجك. في الأعلى

### شارك بياناتك

**راجع مع أقرانك.** ناقش نتائجك مع المجموعات الأخرى في الصف مع التركيز على المتغيرات: الكتلة والحجم والكثافة.

ينبغي أن تكون البيانات من كل مختبر متشابهة، ويمكن ارجاع السبب للاختلافات في تركيب المعدن والمسامية والنفاذية والأخطاء البشرية.

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليم

# مختبر الجيولوجيا (2)

## 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 إضافة 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 حوالي 150 mL من محلول الشب فوق المشبع من معلمك. درجة حرارة المحلول دون درجة الغليان؛ أي حوالي 95°C – 98°C.

**جواب 1:** ستتنوع الإجابات اعتماداً على طريقة التبريد المستخدمة وتتضمن الطرائق المحتملة الغمر في الماء المثلّج والتبريد في الثلاجة والنفخ في الطبق.

**جواب 2:** بلورات الشب صفائحية سداسية الأوجه وهي تشبه المثلثات مع قطع للزوايا ويمكن أن تكون بلوراتها بحجوم مختلفة.

**جواب 3:** سوف يكون لغالبية البلورات الشكل نفسه إلى أن تبدأ في النمو بعضها مع بعض.

**جواب 4:** يؤثر معدل التبريد في حجم البلورة لذلك يكون حجم البلورات الموجودة في أطباق بتري حيث تم تبريد المحلول ببطء أكبر من حجم البلورات الموجودة في أطباق بتري التي حدث لها تبريد سريع.

**جواب 5:** تنمو البلورات أكثر لكنها تحافظ على الشكل نفسه حتى تبدأ في التداخل بعضها مع بعض وعند نموها بعضاً مع بعض يصبح شكلها مشوّهاً.

**جواب 6:** تختلف التجربة عن تبلور الصهارة في أن تبلور الصهارة يشمل تبريد عناصر المعدن، بينما التجربة تشمل تبريد محلول ساخن يحتوي على معادن ذائبة وتتشابه التجربة مع تبلور الصهارة في أن معدل التبريد فيهما هو المؤثر في حجم البلورة وكذلك تنمو البلورات بإضافة ذرات إلى سطحها.

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

**جواب 7:** يؤدي معدل التبريد السريع إلى نمو بلورات صغيرة، بينما ينتج معدل التبريد البطيء بلورات كبيرة الحجم.

موقع بداية التعليم | headaya.com

الفصل 4

# دليل مراجعة الفصل

**الفكرة العامة** تقسم الصخور إلى ثلاثة أنواع؛ هي الصخور النارية، والصخور الرسوبية، والصخور المتحولة.

| المفردات | المفاهيم الرئيسة |
|---|---|

## 4-1 ما الصخور النارية؟

اللابة
الصخور النارية
الانصهار الجزئي
التبلور الجزئي

**الفكرة الرئيسة** الصخور النارية هي الصخور التي تتكون عندما تبرد المواد المنصهرة الموجودة في باطن الأرض أو على سطحها ثم تتبلور.

- 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.

بداية
موقع بداية
beaday

## 4-2 تصنيف الصخور النارية

الصخور الجوفية
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.

الفصل 4

# دليل مراجعة الفصل

| المفردات | المفاهيم الرئيسة |
|---|---|
| **4-3 تشكل الصخور الرسوبية** | |
| الرسوبيات<br>التصّخر<br>التراص<br>السمنتة<br>مادة لاحمة<br>التطبق<br>التطبق المتدرج<br>التطبق المتقاطع | **الفكرة الرئيسة** تنشأ الصخور الرسوبية عن تصخر الرسوبيات الناتجة عن عمليتي التجوية والتعرية.<br>• تتظافر عمليات التجوية والتعرية والترسيب والتصخر لتكوين الصخور الرسوبية.<br>• تتصخر الرسوبيات بعمليتي التراص والسمنتة.<br>• الأحافير هي كل ما يحفظ من بقايا أو طبعات أو أي آثار لمخلوقات عاشت في الماضي.<br>• تحتوي الصخور الرسوبية على معالم مميزة كالتطبق المتدرج والتطبق المتقاطع وعلامات النيم. |
| **4-4 أنواع الصخور الرسوبية** | |
| الصخور الرسوبية الفتاتية<br>الفتاتي<br>المسامية<br>الصخور الرسوبية الكيميائية (المتبخرات)<br>الصخور الرسوبية الكيميائية الحيوية | **الفكرة الرئيسة** تصنف الصخور الرسوبية بناء على طرائق تشكلها.<br>• الصخور الرسوبية تكون فتاتية أو كيميائية أو كيميائية حيوية.<br>• الصخور الرسوبية الفتاتية تتكون من فتات صخري، وتصنف حسب حجوم حبيباتها وأشكالها.<br>• تتكون الصخور الرسوبية الكيميائية من ترسب معادن مذابة في الماء.<br>• تتكون الصخور الرسوبية الكيميائية الحيوية من بقايا مخلوقات كانت تعيش في الزمن الماضي.<br>• تفيد الصخور الرسوبية الجيولوجيين في معرفة الظروف التي سادت سطح الأرض في الزمن الماضي. |
| **4-5 الصخور المتحولة** | |
| متورقة (صفائحية)<br>غير المتورقة (غير صفائحية)<br>التحول الإقليمي<br>التحول بالتماس<br>التحول الحراري المائي<br>دورة الصخر | **الفكرة الرئيسة** تنشأ الصخور المتحولة عندما تتعرض صخور سابقة لزيادة الضغط والحرارة والمحاليل الحرارية المائية.<br>• الأنواع الرئيسة للتحول هي التحول الإقليمي والتحول التماسي والتحول الحراري المائي.<br>• نسيجا الصخور المتحولة هما المتورقة وغير المتورقة.<br>• في أثناء عملية التحول تتغير المعادن في صخر ما إلى معادن جديدة مستقرة تحت الظروف الجديدة من الحرارة والضغط.<br>• دورة الصخر هي مجموعة العمليات المستمرة التي تؤثر في الصخور وتغيرها من نوع لآخر. |

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

الفصل 4

# تقويم الفصل

## مراجعة المفردات

أكمل الجمل الآتية مستعملًا المفردات المناسبة:

1. يسمى النسيج الناري الذي يمتاز باحتوائه على بلورات كبيرة في أرضية من البلورات الصغيرة ..... بروفيري (سماقي)
2. يقال عن الصخور النارية التي تتكون في ظروف تبريد سريعة إنها ..... صخور سطحية
3. يقال عن الصخور الفاتحة اللون ذات البلورات كبيرة الحجم إنها ..... صخور جرانيتية
4. ينتج عن تراص الرسوبيات الفتاتية والتحامها ..... التصخر
5. تدعى طبقات الصخور الرسوبية التي تترسب مائلة على السطح الأفقي ..... التطبق المتقاطع

ضع المصطلح الصحيح بدلًا من الكلمة التي تحتها خط:

6. تتصاعد الغازات من الصهارة مع تدفقها على سطح الأرض. اللابة
7. يصف مقياس موهس للقساوة الترتيب الذي تتبلور على أساسه المعادن. سلاسل تفاعلات باون
8. تتميز الصخور الجرانيتية بلونها الغامق ومحتواها القليل من السيليكا. الصخور البازلتية
9. تتكون اللابة في الأعماق تحت القشرة الأرضية. الصهارة
10. تحدث السمنتة في أثناء استقرار الرسوبيات بتناقص طاقة المياه. التطبق المتدرج
11. تتكوّن الصخور المتحولة الصفائحية من بلورات كتلية الشكل. غير المتورقة

اكتب جملة تستعمل فيها زوج الكلمات في كل مما يأتي:

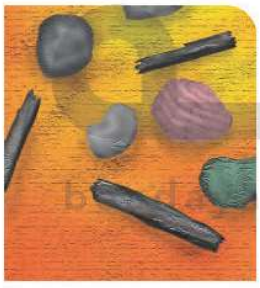
12. المسامية، الصخر الرسوبي الفتاتي
13. الراسب، التطبّق
14. فتاتي، المتبخرات

## تثبيت المفاهيم الرئيسة

15. ما أول المعادن التي تتكون عندما تبرد الصهارة؟

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

استعمل الصورتين أدناه في الإجابة عن السؤال 16.



16. ما العملية التي حدثت؟

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

17. أيُّ أنواع الصهارة تحتوي كمية أكبر من السيليكا؟

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

18. أيُّ العوامل الآتية لا يؤثر في تكون الصهارة؟

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

**جواب 12-** لبعض الصخور الرسوبية الفتاتية مسامية عالية.

**جواب 13-** عندما يترسب الراسب في طبقات أفقية يتشكل التطبق.

**جواب 14-** المتبخرات ليست من الصخور الفتاتية.

# 4 تقويم الفصل

**19.** أي الصخور السطحية الآتية لها مكونات الديوريت نفسها؟

a. الريولايت c. الأوبسيديان

b. البازلت **d. الأنديزيت**

**استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 20.**

**20.** أيُّ العمليات كوَّنت هذا الصخر؟

a. تبريد بطيء **c. تبريد سريع جدًّا**

b. تبريد سريع d. تبريد بطيء ثم سريع

**21.** أيُّ أنواع الصخور فوق القاعدية تحتوي أحيانًا على الألماس؟

a. البيجماتيت c. الجرانيت

**b. الكمبرليت** d. الريولايت

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

**a. بلورات صغيرة** c. بلورات فاتحة

b. بلورات كبيرة d. بلورات داكنة

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

a. الصهار c. اللابة

**b. الجوفية** d. السطحية

**24.** أيُّ المعدنين أكثر شيوعًا في الجرانيت؟

a. الكوارتز والفلسبار

b. الأوليفين والبيروكسين

c. الفلسبار البلاجيوكليزي وأمفيبول

**d. الكوارتز والأوليفين**

**25.** ما الراسب الفتاتي الذي حجم حبيباته أصغر فيما يأتي؟

a. الرمل c. الحصى

**b. الطين** d. حجر الطمي

**26.** ما الصخر الفتاتي الخشن الحبيبات الذي يحوي قطعًا مدببة؟

a. الحجر الجيري c. الحجر الرملي

b. الكونجلوميرات **d. البريشيا**

**27.** ما الصخر الحيوي الكيميائي الذي يحوي أحافير؟

a. الصوان c. الحجر الرملي

**b. الحجر الجيري** d. البريشيا

**28.** أيٌّ مما يأتي ليس من عوامل التحول ؟

**a. التصخر** c. الحرارة

b. المحاليل الحرارية المائية d. الضغط.

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

# الفصل 4 تقويم الفصل

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين؛ 29 و 30.

29. ما المصطلح الأفضل لوصف نسيج هذا الصخر؟

a. متبلور
c. متورق
b. غير متورق
d. فتاتي

30. أي صخر ناري يشكل تحوله العينة أعلاه عادة؟

a. الديورايت
c. الجرانيت
b. البازلت
d. الجابرو

31. أي مما يأتي تتوقع أن تكون مساميته أكبر؟

a. الحجر الرملي
c. الحجر الجيري
b. النايس
d. الكوارتزيت

32. أيّ عوامل التعرية ينقل عادة فتاتًا بحجم حبيبات الرمل أو أقل من ذلك فقط؟

a. الانزلاقات الأرضية
c. الماء
b. الجليديات
d. الرياح

33. أيّ العمليات مسؤولة عن إذابة ونقل المواد من مكان إلى آخر؟

a. التجوية
c. الترسيب
b. التعرية
d. السمنتة

## أسئلة بنائية في الصفحة التالية

34. اعمل قائمة ببعض استخدامات الصخور النارية في صناعة البناء.

35. فسّر كيف، ولماذا يختلف الفلسبار البلاجيوكليزي في الصخور البازلتية عنه في الصخور الجرانيتية؟

استعمل الصورتين الآتيتين للإجابة عن السؤالين 36 و 37.

36. ارسم مخططا انسيابيًّا لتوثيق عملية تكون الثقوب في عينّة البازلت الفقاعي.

37. فكر في الأسباب التي تجعل عيّنة الخفاف (البيومس) تطفو فوق سطح الماء.

38. وضّح بالرسم كيف يغير التبلور الجزئي مكونات الصهارة من خلال تكون الأوليفين الغني بالحديد.

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

**34- اعمل قائمة ببعض استخدامات الصخور النارية في صناعة البناء.**

**الجواب:** ستتنوع الاجابات. يمكن أن يدون الطلاب أرضيات ورفوف المطابخ والنصب التذكارية وتزيين واجهات المباني والمنازل.

.

**35- فسّر كيف ولماذا يختلف الفلسبار البلاجيوكليزي في الصخور البازلتية عنه في الصخور الجرانيتية؟**

**الجواب:** 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.

.

**36- ارسم مخططاً انسيابيّاً لتوثيق عملية تكون الثقوب في عينة البازلت الفقاعي.**

**الجواب:** إجابة محتملة: تذوب الغازات في الصهارة ثم تتدفق اللابة على السطح فيقل الضغط وتهرب الغازات وتتشكل فقاقيع في اللابة ثم تتصلب اللابة محتفظة بالفقاقيع.

.

**37- فكّر في الأسباب التي تجعل عينة الخفاف (البيومس) تطفو فوق سطح الماء.**

**الجواب:** يمكن أن يقترح الطالب أن كمية الفراغ الكبيرة في الصخر تساعد على بقائه طافياً.

.

**38- وضّح بالرسم كيف يغير التبلور الجزئي مكونات الصهارة من خلال تكون الأوليفين الغني بالحديد.**

**الجواب:** يجب أن يتضمن الرسم المعلومات التالية: عندما يتكون الأوليفين الغني بالحديد فإن بلورات الأوليفين النامية ستستهلك الحديد وتزيله من الصهارة فيقل بذلك محتوى الصهارة من الحديد.

.

39- طبّق مفاهيم درجة الحرارة والتبلور لتفسير لماذا في الغالب توصف الصهارة بأنها مزيج من بلورات وصهير صخري.

الجواب: تنصهر المعادن وتتبلور عند درجات حرارة مختلفة لذا يمكن أن تبقى بعض المعادن في الحالة الصلبة في حين تنصهر معادن أخرى.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

# 4 تقويم الفصل

في الصفحة التالية

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين 40 و 41.

| مكونات الصخر | | | | |
|---|---|---|---|---|
| المعدن | النسبة المئوية للمعدن في الصخر | | | |
| | الصخر 1 | الصخر 2 | الصخر 3 | الصخر 4 |
| كوارتز | 5 | 35 | 0 | 0 |
| فلسبار بوتاسي | 0 | 15 | 0 | 0 |
| فلسبار بلاجيوكليزي | 55 | 25 | 0 | 55 |
| بيوتيت | 15 | 15 | 0 | 10 |
| أمفيبول | 25 | 10 | 0 | 30 |
| بيروكسين | 0 | 0 | 40 | 5 |
| أوليفين | 0 | 0 | 60 | 0 |

**40.** حلل البيانات في الجدول وفسّر أيَّ الصخور أكثر شبهًا بالجرانيت؟

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

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤال **42**.

**42.** صف كيف تلتصق الحبيبات معًا في الشكل.

**43.** لخص الفرق الرئيس بين صخر الكوكينا والحجر الجيري الأحفوري.

**44.** **احسب** كتلة من الحجر الرملي حجمها $1m^3$، ومساميتها 30٪. كم لترًا من الماء يمكن أن تستوعب هذه الكتلة؟

**45.** **وضح** بالرسم الشرطين الضروريين لتشكّل الصخور المتحولة المتورقة.

**46.** قارن بين طرائق تصخر الرمل والطين.

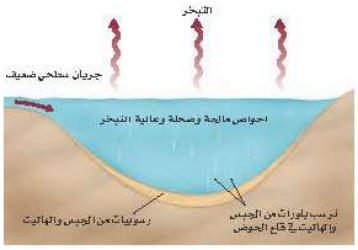
**47.** صنف أنواع الرسوبيات الآتية إلى سيئة الفرز أو جيدة الفرز: رمال الكثبان، مواد الانزلاقات الأرضية، رسوبيات جليدية، رمال الشواطئ.

**48.** **حلل** تأثير ترسب معادن الكالسيت أو أكسيد الحديد في الرسوبيات الفتاتية.

**49.** **قارن** بين الكونجلوميرات والبريشيا من حيث خصائصها وطرائق تشكّلها.

بداية
موقع بداية التعليمي | beadaya.com

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال **50**.




**50.** قوّم تأثير انفتاح هذه البيئة على المحيط.

**42- صف كيف تلتصق الحبيبات معاً في الشكل.**

**الجواب:** في أثناء حركة المياه الجوفية خلال الرسوبيات تترسب المعادن الذائبة في المياه على الحبيبات فتربط الحبيبات بعضها مع بعض.

.

**43- لخص الفرق الرئيس بين صخر الكوكينا والحجر الجيري الأحفوري.**

**الجواب:** تتكون الكوكينا من أصداف حديثة ملتحمة بعضها ببعض، في حين يتكون الحجر الجيري الأحفوري من أصداف أحافير ملتحمة بالطين الكربوناتي.

.

**44- احسب كتلة من الحجر الرملي حجمها $1m^3$ ومساميتها 30% كم لتراً من الماء يمكن أن تستوعب هذه الكتلة؟**

**الجواب:**

$$1 \text{ Liter } = 1000 \text{ cm}^3$$

.

$$1 \text{ m}^3 = 1000000 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ Liter (L)}$$

.

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ L} \times \frac{30}{100} = 300 \text{ L}$$

.

**45- وضح بالرسم الشرطين الضروريين لتشكل الصخور المتحولة المتورقة.**

**الجواب:** أن يظهر الرسم صخراً به معادن طولية أو مسطحة، وضغطاً يؤثر في اتجاهين متضادين عموديين في اتجاه المعادن الطولية في الصخر.

.

**46- قارن بين طرائق تصخر الرمل والطين.**

**الجواب:** يتصخر الرمل غالباً بعملية السمنتة، في حين يتصخر الطين بالتراص.

.

47- **صنف أنواع الرسوبيات الآتية إلى سيئة الفرز أو جيدة الفرز: رمال الكثبان، مواد الانزلاقات الأرضية، رسوبيات جليدية، رمال الشواطئ.**

**الجواب:** - سيئة الفرز: الرسوبيات الجليدية، مواد الانزلاقات الأرضية. - أما جيدة الفرز: فهي الكثبان الرملية ورمال الشواطئ.

.

**48- حلل تأثير ترسب معادن الكالسيت أو أكسيد الحديد في الرسوبيات الفتاتية.**

**الجواب:** يؤدي ترسب هذه المعادن إلى سمنتة الرسوبيات الفتاتية ثم تصخرها.

.

**49- قارن بين الكونجلوميرات والبريشيا من حيث خصائصها وطرائق تشكلها.**

**الجواب:** الكونجلوميرات: قطع صخرية مستديرة، نقلت من مسافات كبيرة؛ البريشيا: قطع صخرية ذات حواف مدببة تتشكل قريباً من مصدر الرسوبيات، ويتبعان الفئة الحجمية نفسها، وغالباً ما يحتويان على الكثير من الكوارتز والكوارتزيت.

.

**50- قوم تأثير انفتاح هذه البيئة على المحيط.**

**الجواب:** سوف لا تحوي مياه هذا الحوض هذا التركيز العالي من الملح، بسبب إضافة المياه إليه باستمرار مما يحول دون تشكل المتبخرات بسمك كبير.

الفصل 4

# تقويم الفصل

في الصفحة التالية

## التفكير الناقد

51. قارن بين الأوبسيديان والجرانيت لتوضيح سهولة نحت الجرانيت لعمل لوحات فنيَّة.

52. قوّم هذه العبارة: من الممكن أن يكون محتوى الصهارة من السيليكا كبيرًا، مقارنة بالصخر الذي تكون منها.

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

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

55. 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).

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

57. **كوِّن فرضية** كيف تبدو عتبة باليسيد إذا كان تركيب الصهارة جرانيتيًّا؟

58. **اربط** ما تعلمته عن أشكال البلورات لتفسير عدم تكون التورق في الرخام، رغم أنه تشكَّل تحت ضغط عالٍ.

59. **مهنة الجيولوجي** يعمل بعض علماء الرسوبيات في أماكن استخراج الرمل والحصباء، حيث يحللون هذه المواد لتقرير أفضل الأمكنة، وكيف يستعملونها. استدل على أهمية فهم علماء الرسوبيات لما يحدث لمسامية الرمل إذا اختلطت به رسوبيات ناعمة الحبيبات.

60. **وضح بالرسم** خزانًا بتروليًّا مكونًا من طبقات من الرمل والطَّفل. حدد مكان البترول في الصخور.

61. **قوّم** ما إذا كانت علامات النيم وآثار أقدام حيوان تعد من الأحافير. فسر إجابتك.

**استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 62 و 63.**

62. **قوّم** الرسوبيات المكونة للطبقات في الشكل السابق. ما نوع هذا التطبق، وهل هو جيد الفرز أم رديء؟ وضح إجابتك.

63. **استدل** ما عامل التعرية الذي يمكن أن يُنتج الطبقات الموضحة في الشكل؟ وضح ذلك.

64. **استنتج** لماذا تكون القطع الزجاجية الموجودة على الشاطئ المكون من الرمل الكوارتزي مستديرة، بينما تكون حادة إذا كانت على شاطئ مكون من الرمل الكربوناتي؟

**51- قارن بين الأوبسيديان والجرانيت لتوضيح سهولة نحت الجرانيت لعمل لوحات فنيّة.**

**الجواب:** الأوبسيديان زجاج بركاني ليس له بناء بلوري داخلي، لذا ينشطر عند طرقه بالمطرقة، أما الجرانيت فيتكون من معادن لها بناء بلوري داخلي منتظم، وعلى الرغم من قابلية هذه المعادن للكسر إلا أنها تكون بسهولة قطعاً صغيرة مطابقة للمعدن ولا تتحطم.

.

**52- قوّم هذه العبارة: من الممكن أن يكون محتوى الصهارة من السيليكا كبيراً مقارنة بالصخر الذي تكوّن منها.**

**الجواب:** يمكن حدوث ذلك من خلال عملية الانصهار الجزئي لأن محتوى المعادن التي تنصهر من السيليكا أولاً يكون مرتفعاً فينتج عن ذلك صهارة تحوي نسبة من السيليكا أعلى مما في الصخر الأم.

.

**53- طبّق ما تعرفه عن قساوة المعدن لتفسير عدم خدش سكاكين الفولاذ غير القابل للصدأ شفرة قطع الجرانيت.**

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

.

**54- استدل تُعد صخور الكيمبرليت مصدر معظم الألماس لماذا يدرس العلماء صخور الكيمبرليت ليتعرفوا المزيد عن ستار الأرض؟**

**الجواب:** يعتقد أن أنابيب الكيمبرليت تمتد إلى الستار لذا فإن مكوناتها يمكن أن تمثل مكونات الستار.

.

**55- قوّم تتكون الصخور عموما 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: تذكّر تعريف المعدن في الفصل الأول).**

**الجواب:** - لا يحتوي الصخر على المعادن. - لا يعد الزجاج معدناً لعدم وجود بناء بلوري له. .

.

**56- استدل لماذا تكون الصخور المكونة من المعادن التي تتبلور أولاً حسب سلاسل تفاعلات باون غير مستقرة وتتحلل بسرعة على سطح الأرض؟.**

**الجواب:** وتعد المعادن التي تتكون عند درجات حرارة عالية وضغط عال أقل ثباتاً على سطح الأرض لاختلاف ظروف تشكلها مع الظروف على سطح الأرض بصورة جوهرية.

.

**57- كوّن فرضية كيف تبدو عتبة باليسيد إذا كان ترتيب الصهارة جرانيتيّاً؟**

**الجواب:** يمكن أن يلاحظ الطلاب أن المعادن الموجودة في العتبة فاتحة اللون مثل الكوارتز والفلسبار البوتاسي والمسكزفيت . كذلك ممكن 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.

.

**58- اربط ما تعلمته عن أشكال البلورات لتفسير عدم تكون التورق في الرخام، رغم أنه تشكل تحت ضغط عال.**

**الجواب:** يتكون الرخام من بلورات كالسيت كتلية متساوية الأبعاد، هي ليست طولية أو مسطحة، لذلك لا تشكل تورقاً.

.

**59- مهنة الجيولوجي يعمل بعض علماء الرسوبيات في أماكن استخراج الرمل والحصباء حيث يحللون هذه المواد لتقرير أفضل الأمكنة وكيف يستعملونها استدل على أهمية فهم علماء الرسوبيات لما يحدث لمسامية الرمل إذا اختلطت به رسوبيات ناعمة الحبيبات.**

**الجواب:** علماء الرسوبيات بالرمل والحصى حسب الاستعمال المطلوب. فإذا برزت الحاجة إلى رمل عالي المسامية فإنهم لا يوصون بمخلوط الرمل والرسوبيات الناعمة الحبيبات.

beadaya.com | موقع بداية التعليمي

**60- وضح بالرسم خزاناً بترولياً مكوناً من طبقات من الرمل والطَّفل. حدد مكان البترول في الصخور.**

**الجواب:** يجب أن يوضّح الرسم وجود طبقات من الرمل تحت طبقات الغضار (الطين)، ويوجد البترول في طبقات الحجر الرملي.

.

**61- قوم ما إذا كانت علامات النيم وآثار أقدام حيوان من الأحافير، فسر إجابتك.**

**الجواب:** تعد الأحافير دليلاً على أشكال الحياة القديمة آثار أقدام الحيوانات دليل على ذلك، أما علامات النيم فلا تعد دليلاً على ذلك.

.

**62- قوم الرسوبيات المكونة للطبقات في الشكل السابق، ما نوع هذا التطبق وهل هو جيد الفرز أم رديء؟ وضح إجابتك.**

**الجواب:** هذا التطبق من نوع التطبق المتدرج وهو جيد الفرز لأن حجم حبيباته يزداد كلما اتجهنا إلى أسفل.

.

**63- استدل ما عامل التعرية الذي يمكن أن ينتج الطبقات الموضحة في الشكل؟ وضح ذلك.**

**الجواب:** يمكن لجميع عوامل الطقس أن تحمل حبات مختلفة الحجم غير أن الرياح والمياه هما فقط القادران على فرز الرسوبيات في أثناء النقل فعندما تنخفض سرعة المياه والرياح تفقد جزءاً من طاقتها فتترسب الحبيبات الكبيرة وتشكل التطبق المتدرج.

.

64- **استنتج لماذا تكون القطع الزجاجية الموجودة على الشاطئ المكون من الرمل الكوارتزي مستديرة، بينما تكون حادة إذا كانت على شاطئ مكون من الرمل الكربوناتي؟**

**الجواب:** قساوة الزجاج تساوي 5.5، وقساوة الرمل الكوارتزي تساوي 7 لذا من السهل إعادة تشكيل الزجاج وصقله، أما الرمل الكربوناتي فمكون من معدن الكالسيت الذي بلغ قساوته 2 لذا لا يمكن صقل الزجاج. ويبقى الزجاج حاداً على الشاطئ المكون منه.

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

# 4 تقويم الفصل

**جواب 65:** يجب ربط المصطلحات على النحو الآتي: الأبطأ، جوفي، صهارة، جرانيت، جابرو، بطيء، جوفي أم سطحي، لابة، ريوليت، بازلت، سريع، أوبسيديان، بيوميس.

## خريطة مفاهيمية

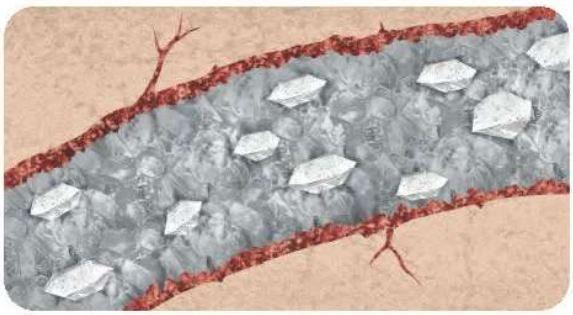
**65.** استعمل المصطلحات الآتية في عمل خريطة مفاهيم تبين العلاقات بين المواقع في القشرة الأرضية والستار وحجم البلورات ونوع الصخر: سريع، بطيء، الأبطأ، جوفي، سطحي، صهارة، لابة، جرانيت، ريولايت، بازلت، جابرو، أوبسيديان، خفاف.

**66.** استخدم المصطلحات الآتية لبناء خريطة مفاهيم تنظم معالم الصخور الرسوبية: علامات النيم، تطبق متدرج، تطبق أفقي، غير متماثل، متماثل، تيار نهري، حركة الأمواج، ترسيب الرياح، ترسيب المياه. يمكن أن تستعمل بعض المصطلحات أكثر من مرة.

**جواب 66-** يمكن ربط المصطلحات على النحو الآتي:
- تطبق أفقي، ترسيب مائي، ترسيب رياحي.
- تطبق متدرج، ترسيب المياه، علامات النيم، ترسيب المياه أو ترسيب الرياح، تيار نهري، غير متماثل، حركة الأمواج، متماثل

## سؤال تحفيز

استعمل الصورة الآتية في الإجابة عن السؤال 67.



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

**جواب 67:** يتألّف 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 وكوّنت هذه البلورات الصغيرة بمكونات محددة ومع تبريد ما تبقى من الصهارة تتكوّن بداية بلورات كبيرة مكتملة النمو من الفلسبار وفي النهاية يبرد ما تبقى من الصهارة بسرعة كبيرة مكوناً أرضية بازلتية ناعمة الحبيبات.

**68.** **كوِّن فرضية.** تُستنفد الكربونات على عمق 4000 m تقريبًا من سطح مياه المحيط. وتحت هذا العمق لا تترسب الكربونات، ولا تتراكم الأصداف على قاع المحيط. كوِّن فرضية تفسِّر فيها سبب وجود هذا الشرط في المحيط.

**جواب 68-** تنخفض درجة حرارة المياه بزيادة العمق. ثم تذوب كربونات الكالسيوم في المياه الباردة، لذا لا تترسب على هذا العمق وعند درجة الحرارة تلك.

# اختبار مقنن

## اختيار من متعدد

استعمل الجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 1 و2

| 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
c. البيردوتيت
b. البازلت
d. الديوريت

**2.** ما نوع الصخر B؟

a. الجرانيت
c. الجابرو
b. الديوريت
d. البيجماتيت

**3.** أيُّ المواد الآتية أكثر وفرة في الصهارة، ولها تأثير كبير في خصائصها؟

a. O
c. Al
b. Ca
d. $SiO_2$

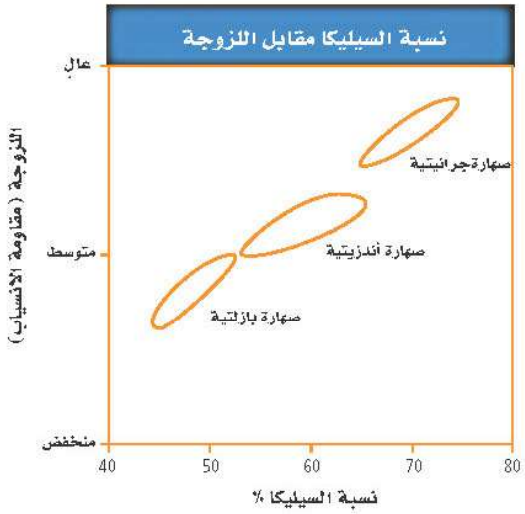
**4.** ما العملية التي تصف انتقال بلورات المعادن وانفصالها عن الصهارة؟

a. الانصهار الجزئي
c. المهال الحراري
b. التبلور الجزئي
d. الانفصال الجزئي

**5.** أيُّ الخصائص الآتية لا تُستعمل في تعرُّف المعادن؟

a. القساوة
c. الكثافة
b. اللون
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.

بداية
beadaya.com الموقع بداية التعليم

# اختبار مقنن

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 8 و9.

8. ما الصخور الأكثر احتمالًا أن تتحول بسبب انسيابات اللابة؟

a. الصخور التي في فوهة البركان؛ حيث تكون اللابة أسخن.

b. الصخور التي في الفوهة والصخور الواقعة على طول الجزء العلوي من الجبل.

c. جميع الصخور التي على الجبل.

d. جميع الصخور التي يصلها انسياب اللابة.

9. ما نوع الصخر الذي يتشكّل، بعد أن تبرد اللابة وتتبلور؟

a. الرسوبي
c. الناري السطحي
b. المتحول
d. الناري الجوفي

10. ما الاسم الشائع لـ NaCl؟

a. ملح الطعام
c. ماء
b. سكر
d. كلور طبيعي

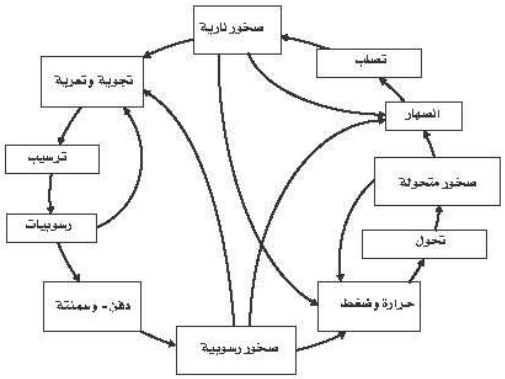
11. ما الخطوة الأولى التي تبدأ بها عملية تغير الرسوبيات إلى صخور رسوبية؟

a. التطبق
c. السمنتة
b. الدفن
d. التراصّ

12. ما الصخور المتحولة المكونة من معادن ذات بلورات كتلية الشكل؟

a. المتورقة
c. النايس
b. غير المتورقة
d. الشيست

استعمل الشكل الآتي في الإجابة عن السؤالين 13 و14.




13. بناء على المخطط أعلاه، كيف تتكون الصخور النارية؟

a. ارتفاع في درجات الحرارة والضغط لصخور موجودة، دون حدوث انصهار لها.

d. انصهار لصخور موجودة، ثم تصلبها.

c. دفن وسمنتة للرسوبيات، ثم تصلبها.

d. تجوية وتعرية للصخور، ثم تصلبها.

14. اعتمادا على دورة الصخر الموضحة أعلاه، ما الاحتمال الذي تتوقع حدوثه أكثر، بعد توضع الرسوبيات؟

a. تشكّل التجوية المزيد من الرسوبيات.

d. تبرُّد الصهارة وتشكّل صخورًا نارية.

c. تتسبب الحرارة والضغط في صهر الرسوبيات

d. تحدث السمنتة وتُشكّل الصخور الرسوبية.

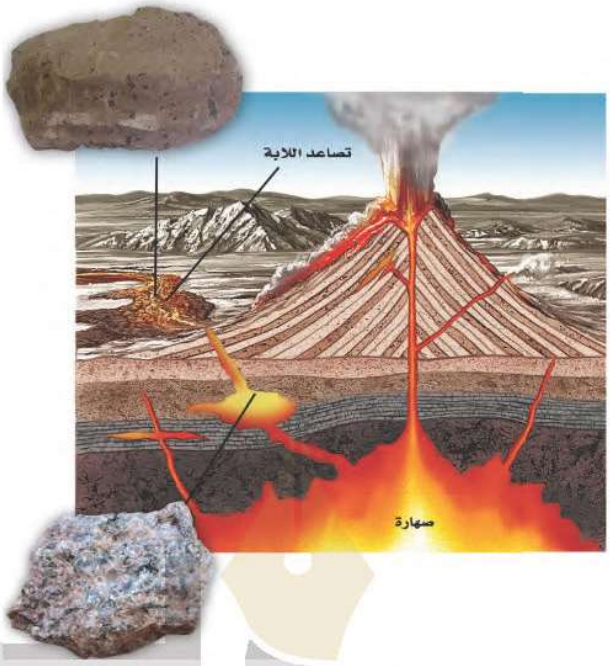
بداية
موقع بداية التعليمي
beadaya.com

# اختبار مقنن

في الصفحة التالية

## أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن الأسئلة 15 و 16




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

استخدم الشكل الآتي للإجابة عن السؤالين 20 و 21.

20. ما الذي تلاحظه في تشكّل الصخر الرسوبي أعلاه؟
21. هل تمثل هذه العملية التراصّ أم السمنتة؟ صف الفرق بين العمليتين.
22. كيف تُساعد دراسة طبقات الصخور الرسوبية وفهم كيفية تشكّلها علماءَ الأحافير في تعرُّف تاريخ الأرض؟

## القراءة و الاستيعاب

### 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.

بداية | موقع بداية التعليمي | beadaya.com

**15- ما نوع الصخر المبين أسفل الصورة؟ أعطي مثالاً على صخر شائع من هذا النوع ووضح كيف يتكون هذا النوع.**

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

.

**16- ما نوع الصخر المبيَّن أعلى الصورة؟ أعطي مثالاً لصخر شائع من هذا النوع ووضح كيف يتكون هذا النوع.**

**الجواب:** صخر ناري سطحي ومن الأمثلة عليه الريوليت تتدفق اللابة عبر القشرة الأرضية وتبرد بسرعة.

.

**17- ما الفرق بين طريقة تكون نوعي الصخور النارية؟**

**الجواب:** 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.

.

**18- ما المقصود بأن المعدن يتكون طبيعياً ومن أصل غير عضوي؟**

**الجواب:** يعني ذلك أن المعادن تتكون من خلال عمليات طبيعية وأن المعدن لم يكن في أي مرحلة من مراحل تكونه مكوناً من مادة حية.

.

**19- لماذا تصنف بعض المعادن على أنها معادن نفيسة؟**

**الجواب:** تصنف المعادن على أنها أحجار كريمة عندما تكون أكثر ندرة وأكثر جمالاً من باقي المعادن.

.

**20- ما الذي تلاحظه في تشكّل الصخر الرسوبي أعلاه؟**

**الجواب:** تصبح الرسوبيات أكثر تراصاً عندما تقل الفراغات بينها.

.

**21- هل تمثّل هذه العملية التراص أم السمنتة؟ صف الفرق بين العمليتين.**

**الجواب:** هذه هي عملية التراصّ، ففي التراص يصغر الفراغ بين الرسوبيات في حين تتماسك الرسوبيات في السمنتة عندما تتبلور المعادن بين حبيباتها.

.

**22- كيف تُساعد دراسة طبقات الصخور الرسوبية وفهم كيفية تشكلها علماء الأحافير في تعرف تاريخ الأرض؟**

**الجواب:** إجابة مقترحة تتشكل الصخور الرسوبية عندما تتراص الرسوبيات بعضها مع بعض وتترسب الرسوبيات بعضها فوق بعض، فتكون الرسوبيات الأقدم في الأسفل، والأحدث في الأعلى. ويدرس العلماء الأحافير الموجودة في طبقات الصخر ليتعرفوا من خلالها الأحداث والبيئات القديمة التي ترسبت فيها الطبقات الرسوبية، كما حدد علماء الأحافير أعمار الطبقات الرسوبية من خلال مقارنة عمر الأحافير بعمر الطبقات التي تحويها لذا استطاع العلماء من خلال ذلك أن يعرفوا التاريخ الجيولوجي في أي وقت كان.

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

# اختبار مقنن

بعد قراءتك للنص أجب عن الأسئلة الآتية:

**23.** 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.

**24.** ماذا تستنتج من النص؟

a. تستمر البراكين في الثوران بمستوى ثابت من الشدة.

b. تحدث البراكين عند ظهر المحيط فقط.

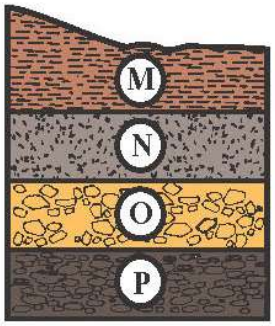
c. الروبيان يأكل الأسماك الميتة فقط.

d. هناك نشاط بركاني في مواقع مختلفة تحت سطح الماء.

**طبقات الصخور الرسوبية**

يرغب علماء الأحافير في دراسة طبقات الصخور الرسوبية ومكوناتها في منطقة معينة. ويوضح الشكل أدناه مقطعًا طوليًّا لطبقات صخور مدروسة. أما الجدول فيوضح المعلومات التي استطاع العلماء جمعها.

**استعن بالشكل والجدول الآتي للإجابة عن السؤالين 25 و26**




**عمر طبقات الصخور الرسوبية**

| الطبقة | المكونات | العمر المقدر (بالسنوات) | العمق (بالأمتار) |
|---|---|---|---|
| M | صخور رسوبية | 100,000 | 0 – 4.95 |
| N | صخور رسوبية | غير معروف | 5 – 7.95 |
| O | صخور رسوبية | 6 ملايين | 8 – 8.95 |
| P | صخور رسوبية | 6.1 مليون | 9 – 10 |

**25.** ما الذي كان ينبغي على علماء الأحافير تسجيله لتحسين نوعية المعلومات؟

a. الوقت من السنة.

b. عمر الطبقة N.

c. تحديد موقع العمل.

d. كتلة الصخور الرسوبية.

**26.** إذا وجدت نوعًا من الأحافير في الطبقتين P و O ولم تجده في الطبقتين M و N فماذا تستنتج؟

a. لا يعيش النوع في أي مكان من الأرض في الوقت الحاضر.

b. اختفى وساد نوع آخر بدلاً عنه

c. لقد انقرض النوع قبل أقل من 100,000 سنة مضت.

d. لقد اختفى النوع من المنطقة قبل 6 ملايين سنة تقريبًا.

بوابة الأحياء التعليمية
beadaya.com