أي طبقة صخر الأقدم؟

يدرّس العلماء طبقات الصخور للتعرف على التاريخ الجيولوجي لمنطقة ما. كيف يحدد العلماء الترتيب الذي ترسبت به طبقات الصخور؟

الإجراء

1. اقرأ وأكمل نموذج السلامة بالمختبر.
2. اكسر **طبقًا من البوليستر معدًا للاستخدام مرة واحدة** إلى نصفين. ضع القطعتين على سطح مستوٍ بحيث تتلامس الحافتان المكسورتان.
3. اكسر **طبقًا آخر** إلى نصفين. ضع القطعتين فوق الطبق المكسور الآخر مباشرة.
4. ضع **طبقًا ثالثًا كاملاً** فوق الطبقين المكسورين.

فكّر في الآتي

1. إذا نظرت إلى طبقات صخور تبدو مثل نموذجك، فما الذي تعتقد أنه قد سبب كسر الطبقتين السفليتين وحدهما؟

2. بحسب رأيك، ما مدى تشابه نموذجك مع تشكيل الصخور؟ ما الطبقة الأحدث في نموذجك؟ ما الطبقة الأقدم؟

أسئلة مهمة

- ما معنى العمر النسبي؟
- كيف يمكن استخدام مواضع طبقات الصخور لتحديد الأعمار النسبية للصخور؟

المفردات

العمر النسبي (relative age)
التراكب (superposition)
القطعة الدخيلة (inclusion)
عدم التوافق (unconformity)
المضاهاة (correlation)
الأحفورة المرشدة (index fossil)

161

McGraw-Hill Education © حقوق الطبع والتأليف محفوظة لصالح مؤسسة

استقصاء

نبذة عن الصورة **كيف حدث هذا؟** ربما لم يحصل الطلاب على فرصة لملاحظة تكوينات جيولوجية ميدانيًا وقد يحتاجون إلى مساعدة في تفسير الصورة. على الرغم من أن التداخل البركاني – المعروف باسم السد الصخري – يتألف من صخور صلبة الآن، عندما تداخل في الصخور الرسوبية المحيطة به كان صخرًا ساخنًا سائلاً يُسمى الحمم.

أسئلة توجيهية

AL في رأيك، ما الذي وُجد أولاً، الصخور الرسوبية الحمراء أم التداخل الداكن؟ اشرح.
ينبغي على الطلاب أن يدركوا أن الصخور الرسوبية الحمراء لابد أن يوجد أولاً لكي تتداخل معه الحمم.

OL كيف تصف المواقع النسبية للتداخل الداكن والطبقات الرسوبية الحمراء في الصخور؟
ينبغي على الطلاب أن يفسروا اختراق الصخور المتداخلة الداكنة لطبقات الصخور الرسوبية الحمراء.

BL ما الذي لا بد أنه حدث لكي تتكشف الصخور المتداخلة الداكنة وطبقات الصخور الرسوبية على سطح الأرض؟
ينبغي أن يشرح الطلاب أن التكوينات الصخرية لابد أنها تآكلت وتعرضت للاختراق بفعل النهر الظاهر أسفل الصورة.

إدارة التجارب

جميع التجارب المخصصة لهذا الدرس مذكورة في نقطة الاستخدام. يمكن العثور على التجارب في *"كتيّب موارد الطالب وكتاب الأنشطة المختبرية"*.

أسئلة مهمة

بعد هذا الدرس، ينبغي أن يفهم التلاميذ الأسئلة المهمة ويتمكنوا من الإجابة عليها. اطلب من الطلاب كتابة كل سؤال في المفكرات التفاعلية الخاصة بهم. ثم عزّز على كل سؤال عندما تكشف محتواه ذا الصلة.

المفردات

تفسير الكلمات غير المألوفة

1. اكتب كلمة unconformity "عدم التوافق" على الورق المقوى أو على اللوح.
2. اطرح هذا السؤال: ما هو جذر كلمة unconformity، وما معناها؟ Conform والتي تعني "يتشابه"؛ اجعل الطلاب يبحثوا عن السابقة *un–* واللاحقة *–ity* في قاموس ثم يبتكروا تعريفاتهم الخاصة للمصطلح unconformity. ينبغي على الطلاب أن يدركوا أنه مع إضافات الأداتين السابقة واللاحقة، يصبح معنى الكلمة "شيء أو حالة غير متشابهة مع أشياء أو حالات أخرى".
3. اطرح هذا السؤال: ما الأمثلة على الأشياء التي تصفها باستخدام كلمة unconformity؟ شجّع الطلاب على أن يكونوا مبتكرين في إجاباتهم وشجّعهم على التفكير في طريقة يمكن بها استخدام هذا المصطلح مع طبقات الصخور.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol_1_TE_718249_Ch5.indb 160 8/18/2016 8:52:54 AM

ما طبقة الصخور الأقدم؟

التهيئة: *15* دقيقة الدرس: *15* دقيقة

الهدف
لتفسير العمر النسبي لنموذج طبقات الصخور.

المواد
3 أطباق نظيفة مستطيلة معدة للاستخدام مرة واحدة مصنوعة من البوليستر

قبل بدء الدرس
قد تجد أطباقًا معدة للاستخدام مرة واحدة غير مستخدمة في قسم اللحوم في محل بقالة. إذا كنت لا تستطيع أن تجد من تلك، يمكن استخدام قطع بوليستر للتغليف أو مادة سميكة أخرى بدلاً من ذلك. حجم الطبق لا يهم.

توجيه الاستقصاء
- اطلب من الطلاب أن يكسروا الأطباق بنفس الطريقة مرتين بحيث يكون الكسر متسقًا في الطبقات.
- ذكّر الطلاب بأن القوى داخل الأرض تستطيع أن تغير الصخور.
- أوضح للطلاب أنهم لا يحاولون حساب الأعمار الدقيقة لطبقات الصخور. بل إنهم يفسرون أعمار الطبقات بالمقارنة ببعضها البعض. هذا هو العمر النسبي، وسيتعرفون عليه في هذا الدرس.

فكّر في الآتي

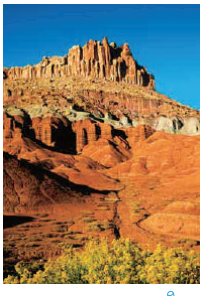
1. من المرجح أن الطبقات السفلى للصخور اهتزت بفعل قوى داخل الأرض، وربما حدث ذلك بسبب صدع. لم تنكسر الطبقة العلوية لأنها تكونت بعد وقوع الاهتزاز.
2. **المفهوم** الأساسي يمثل النموذج تشكيل صخور رسوبية لأنه مكون من طبقات. الطبقة السفلى هي الأقدم. الطبقة الأخيرة المسطحة هي الأصغر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol_1_TE_718249_Ch5.indb 161 8/18/2016 8:52:55 AM

ماذا أعرف	ماذا أريد أن أتعلم	ماذا تعلمت

الصورة 9 تمامًا كما أن هناك ترتيبًا في كومة الملابس، هناك ترتيب في تكوين تلك الصخور.



الأعمار النسبية للصخور

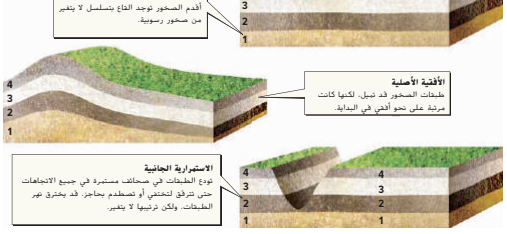
تذكرت للتو أين وضعت المال الذي كنت تبحث عنه. إنه في جيب البنطال الذي ارتديته عند الذهاب للسينما السبت الماضي. انظر إلى كومة الملابس المتسخة. كيف يمكنك أن تحدد مكان مالك؟ هناك بالفعل نوع من الترتيب في تلك الكومة من الملابس المتسخة. في كل مرة تضيف فيها ملابس إلى الكومة، تضعها بالأعلى، مثل الملابس التي ارتديتها الليلة الماضية. وفي حين أن ملابس يوم السبت الماضي توجد بالأسفل. وهنالك تجد نقودك.

تمامًا كما أن هناك ترتيبًا في كومة الملابس، هناك ترتيب في تكوين الصخور. في تكوين الصخور الظاهر في **الصورة 9**، توجد الصخور الأقدم في الطبقة السفلى والصخور الأحدث في الطبقة العليا.

ربما يكون لديك أشياء وشفيقات. وإذا كان الأمر كذلك، يمكنك أن تصف عمرك بالقول "أنا أكبر من شفيقتي وأصغر من شفيقي". بهذه الطريقة، أنت تقارن عمرك بالآخرين في أسرتك. ابتكر الجيولوجيون – وهم العلماء الذي يدرسون كوكب الأرض والصخور – مجموعة مبادئ لمقارنة أعمار طبقات الصخور. ويستخدمون هذه المبادئ في ترتيب الطبقات وفقًا لأعمارها النسبية. **العمر النسبي** هو *عمر الصخور والخصائص الجيولوجية مقارنة بالصخور والملامح الطبيعية الأخرى المجاورة.*

التأكد من المفاهيم الأساسية

1. كيف يمكن تعريف عمرك النسبي؟



التراكب

توضح كومة الملابس المتسخة المبدأ الأول للتأريخ بالعمر النسبي، ألا وهو التراكب. **التراكب هو** *مبدأ أن الصخور القديمة تكون في القاع في تتابع طبقات الصخور.* ما لم تغير قوة ما الطبقات بعد أن تكونت، فتعد كل طبقة صخور أحدث من الطبقة التي أسفلها كما يظهر في **الصورة 10**.

الأفقية الأصلية

يظهر أيضًا مثال على المبدأ الثاني للتأريخ بالعمر النسبي، الذي هو الأفقية الأصلية، كما يظهر أيضا **الصورة 10**. وفقًا لمبدأ الأفقية الأصلية، تتكون معظم المواد التي تكوّن الصخور على شكل طبقات أفقية. ويتغير شكل طبقات الصخور أو موقعها أحيانًا بعد أن تتشكل. وقد تكون الطبقات مائلة مثلاً أو منطوية. وعلى الرغم من أنها قد تكون مائلة، إلا أن كل الطبقات في الأصل تكونت أفقيًا.

الاستمرارية الجانبية

هناك مبدأ آخر للتأريخ بالعمر النسبي وهو أن الترسيبات تتكون على شكل طبقات كبيرة متواصلة في كل الاتجاهات **الجانبية**. تتواصل الصخات أو الطبقات إلى أن تضيق حتى الاختفاء أو تقابل عائقًا. يظهر هذا المبدأ البسيط مبدأ الاستمرارية الجانبية في الصورة السفلية في **الصورة 10**، وقد يعمل النهر على تآكل الطبقات لكن مواضعها لا تتغير.

المطويات

اصنع كراسة بخمس تبويبات واكتب عليها بالطريقة الموضحة. استخدمها في ترتيب المعلومات المتعلقة بمبادئ التأريخ بالعمر النسبي.

أصل الكلمة

كلمة lateral (جانبي) مأخوذة من كلمة *lateralis* اللاتينية. وتعني "الانتماء إلى الجانب"

الأعمار النسبية للصخور

العمر النسبي للتكوين الصخري هو عمره بالمقارنة بأعمار طبقات الصخور الموجودة بقربه. يحدد علماء الإحاثة العمر النسبي لتكوينات الصخور عن طريق فحص السياق الذي وُجدت فيه الطبقات. استخدم الأسئلة التفاعلية أدناه لتساعد الطلاب على فهم التأريخ النسبي.

أسئلة توجيهية

AL **ما معنى مصطلح نسبي عندما نتحدث عن التأريخ النسبي للصخور؟**

يشير مصطلح نسبي إلى معرفة الأعمار التقريبية للصخور المختلفة بالمقارنة بطبقات الصخور القريبة.

التأكد من المفاهيم الأساسية: كيف يمكن تعريف عمرك النسبي؟

قد يضع الطلاب عمرهم في سياق مع أفراد أسرتهم الآخرين.

BL **صف تسلسل الأحداث – التكوين والتآكل والتداخل – التي اجتمعت لتصنع التكوين الموجود في الصورة الافتتاحية في الدرس.**

أولاً، تكونت الصخور الرسوبية الحمراء ثم تداخلت الحمم في الصخور الرسوبية ثم تآكلت الصخور بسبب النهر.

اشرح

التراكب

ينص مبدأ التراكب على أنه إذا لم تتعرض طبقات الصخور لاختلال، تقع الطبقات الأقدم في القاع. لمساعدة الطلاب على الفهم، اطلب منهم أن يفكروا في هذه الأسئلة التفاعلية.

أسئلة توجيهية

OL **لماذا تقع الطبقة الأقدم في القاع عادة؟**

لقد تكونت أولاً. تقع الطبقات التي تكونت لاحقًا فوق الطبقة الأولى.

BL **أحيانًا تكون هناك استثناءات لمبدأ التراكب. كيف يمكن أن تكون الصخور الأقدم في أعلى تسلسل طبقات الصخور؟**

إذا انقلبت الصخور، ستقع الطبقات الأقدم بالأعلى والطبقات الأحدث بالأسفل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol_1_TE_718249_Ch5.indb 162 8/18/2016 8:52:57 AM

اطرح هذا السؤال: ما طبقة الصخور الأحدث؟ *ينبغي أن يذكر الطلاب أن الطبقة العليا هي الأحدث.*

اطرح هذا السؤال: ما طبقة الصخور الأقدم؟ *طبقة الصخور الموجودة بالأسفل هي الأقدم.*

اطرح هذا السؤال: رتب تسلسل الأحداث التي وقعت لتنتج الرسم التخطيطي الكتلي الموجود أسفل الصورة. *ينبغي على الطلاب أن يذكروا أن طبقات الصخور تكونت بالترتيب من 1 إلى 4 ثم عمل نهر ما على تآكل الطبقات الصخرية الثلاث العليا بالترتيب من 4 إلى 2.*

الأفقية الأصلية والاستمرارية الجانبية

تتكون معظم المواد الرسوبية على شكل طبقات أفقية تشكل صفحات متواصلة. حتى إذا تحركت تلك الطبقات أو مالت، تساعد استمرارية كل طبقة العلماء على تحديد العمر النسبي.

أسئلة توجيهية

AL **ماذا تعني كلمة *جانبي*؟**	*قد يعرّف الطلاب كلمة جانبي بأنها "أفقي".*
OL **اذكر بعض الطرق التي يمكن أن تؤدي إلى اختلال طبقات الصخور.**	*يمكن أن تميل طبقات الصخور أو تنقلب.*
BL **ما القوة الطبيعية التي تؤدي إلى تكون الرسوبيات؟**	*تؤدي الجاذبية إلى انتشار الترسيبات أفقيًا بدلًا من أن تتراكم في مكان واحد فقط.*

أصل الكلمة

جانبي (lateral)

اشرح للطلاب أن العلماء يستخدمون المصطلحات شائعة الاستخدام التي توضح الموضع لكي يتمكنوا من التواصل بفعالية.

اطرح هذا السؤال: هل كان بإمكان العلماء أن يستخدموا مصطلح *أفقي* لوصف الاستمرارية الجانبية؟ *نعم؛ إلا أنه يمكن أيضًا استخدام مصطلح أفقي ليعني أن اتجاه الجسم موازٍ لسطح الأرض.*

الأعمار النسبية للصخور. امنح طلاب AL ثلاثة ألوان مختلفة من الطمي. اجعلهم يصنعوا نماذج لتستخدمها المجموعات الأخرى في نشاطاتها.

AL **التراكب** اجعل طلاب AL يستخدموا الطمي لعمل نموذج لطبقات الصخور ويستخدموا النموذج لشرح مبدأ التراكب.

BL **السدود الصخرية والخنادق** اجعل الطلاب يستخدموا النموذج الطيني الذي صنعه طلاب AL (إلى جانب أية مواد وأدوات أخرى يحتاجونها) لشرح كيف أن السدود الصخرية والخنادق في الكتل يمكن أن تساعد في تحديد الأعمار النسبية للطبقات وللصدوع والخنادق.

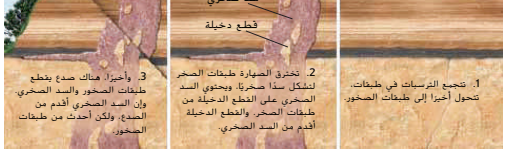
مجموعة أدوات المعلم

العرض التوضيحي للمعلم

التأريخ بالعمر النسبي اشرح كيفية عمل مبادئ التراكب وعلاقة القاطع والمقطوع.

1. استخدم عدة قطع إسفنج بألوان مختلفة واصنع نموذجًا للتراكب عن طريق رص قطع الإسفنج على شكل طبقات.
2. اصنع نموذجًا للقاطع والمقطوع عن طريق قطع الطبقات المرصوصة بطول مسار مائل. اعرض الحركة بطول خط الصدع.
3. **اطرح هذا السؤال: إذا كانت هذه طبقات صخور رسوبية، فما هي الأعمار النسبية لكل طبقة؟** *وفقًا للتراكب، الطبقة العلوية هي الأحدث والطبقة السفلية هي الأقدم.*
4. **اطرح هذا السؤال: ما الحدث الذي وقع أولاً – تصدع الرسوبيات أم تغير موقعها؟** *وفقًا لمبدأ علاقة القاطع والمقطوع، تغير موقع الترسيبات أولًا.*

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



الصورة 11 تساعد السدود الصخرية والتصدعات العلماء على تحديد ترتيب تكوين الطبقات الصخرية.

التأكد من المفاهيم الأساسية

2. ما المبادئ الجيولوجية المستخدمة في التأريخ بالعمر النسبي؟

القطع الدخيلة (المكتنفات)

أحيانًا عندما تتكون الصخور، تحتوي على قطع من الصخور الأخرى. يمكن أن يحدث هذا عندما ينفصل جزء من صخرة موجودة ويسقط في ترسيب لين أو حمم متدفقة. عندما يتحول الترسيب أو الحمم إلى صخر، تصبح القطعة المكسورة جزءًا منه. جزء الصخرة *الأقدم الذي يصبح جزءًا* من صخرة جديدة يُسمى **القطعة الدخيلة**؛ وفقًا لمبدأ القطع الدخيلة، إذا احتوت صخرة على قطع من صخرة أخرى، فإن الصخرة المحتوية على القطع أحدث من القطع الدخيلة فيها. التداخل الرأسي في **الصورة 11**، يسمى سدًا صخريًا وهو أحدث من قطع الصخر التي بداخله.

علاقة القاطع والمقطوع

أحيانًا تؤدي قوى داخل كوكب الأرض إلى كسر تكوينات الصخور أو تشققها، عندما تتحرك الصخور بطول خط تشقق، يُسمى التشقق تصدعًا. تقطع التصدعات والخنادق الصخر الموجود عرضيًا. وفقًا لمبدأ علاقة القاطع والمقطوع، إذا قطعت سمة جيولوجية (صدع أو قاطع ناري) سمة أخرى، فإن السمة التي تقوم بعملية القطع عرضيًا أقدم كما يظهر في **الصورة 11**. يظهر هذا المبدأ في الصورة الموجودة في بداية هذا الدرس. تكونت الطبقة الصخرية السوداء مع تدفق الحمم عرضيًا عبر طبقات صخرية حمراء موجودة مسبقًا ومتبلورة.

لبناء سجل لتاريخ كوكب الأرض الجيولوجي. في أحيان كثيرة يكون السجل الصخري غير كامل، كما يحدث في حالة وجود أسطح عدم التوافق.

يملأ الجيولوجيون الفجوات في السجل الزمني الصخري عن طريق مضاهاة الطبقات الصخرية أو الأحافير في مواقع متفرقة. تسمى *عملية ربط الصخور والأحافير المتطابقة* في مواقع متفرقة **بالمضاهاة**.

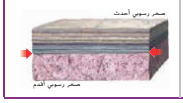
مطابقة طبقات الصخور

هناك كلمة أخرى بمعنى المضاهاة هي *الربط*. يمكن أحيانًا الربط بين الطبقات الصخرية بمجرد السير على تكوينات الصخور والبحث عن جوانب التشابه. في أوقات أخرى، قد تغطي التربة الصخور أو قد تختفي الصخور بفعل التآكل. في هذه الحالات، يربط الجيولوجيون بين الصخور عن طريق المطابقة بين الطبقات الصخرية المكشوفة في مواقع مختلفة. من خلال المضاهاة، وضع الجيولوجيون سجلاً زمنيًا تاريخيًا لجزء من جنوب غرب الولايات المتحدة كما يظهر في **الصورة 12**.

عالبًا ما تتكون الطبقات الصخرية الجديدة فوق الطبقات الصخرية القديمة المتآكلة. عندما يحدث هذا، يحدث سطح عدم توافق. **سطح عدم التوافق** هو *سطح تآكل عنده الصخر ونتج عن ذلك انقطاع أو فجوة في السجل الزمني لطبقات الصخور.*

عدم التوافق ليس فجوة مجوفة في الصخور. إنه سطح طبقة من الصخور المتآكلة حيث تكونت صخور أحدث. إلا أن عدم التوافق يمثل فجوة في الزمن. يمكن أن يمثل بضع مئات من الأعوام أو مليون عام أو حتى مليارات الأعوام. تظهر الأنواع الرئيسية الثلاثة لنقاط عدم التوافق في **الجدول 1**.

الجدول 1 أنواع عدم التوافق

عدم التوافق الانقطاعي تتكون الطبقات الرسوبية الأحدث فوق طبقات رسوبية أقدم تعرضت للتآكل.		
عدم التوافق الزاوي تتكون الطبقات الرسوبية فوق طبقات رسوبية مائلة أو مطوية تعرضت للتآكل.		
اللاتوافق تتكون الطبقات الرسوبية الأحدث فوق طبقات صخرية نارية أو تحوّلية تعرضت للتآكل.		

القطع الدخيلة

لا تظل طبقات الصخور دائمًا مرتبة بإحكام. أحيانًا، تنفصل قطع من الصخور الأقدم عندما تتداخل الحمم. عندما يحدث هذا، تصبح قطع الصخور الأقدم مدمجة في الصخرة الأحدث على شكل قطع دخيلة.

أسئلة توجيهية

AL **أي جزء من الصورة 11 يوضح الصخور البركانية المتداخلة وما الجزء الذي يعرض قطعًا دخيلة؟**

الخندق هو الصخور البركانية المتداخلة والقطع الدخيلة هي القطع الأصغر الأفتح لونًا من الصخور داخله.

OL **ألقِ نظرة على الصورة 11. من أين تأتي القطع الدخيلة في الخندق؟**

انفصلت القطع الدخيلة عن الصخور الرسوبية المحيطة على شكل حمم تشق طريقها لأعلى.

علاقات القاطع والمقطوع

تقطع التصدعات والسدود الصخرية أحيانًا في طبقات الصخور عرضيًا. عندما تظهر إحدى السمات الجيولوجية وهي تقطع سمة أخرى عرضيًا، يمكن استنتاج أن السمة التي تقطعها عرضيًا هي الأقدم.

أسئلة توجيهية

ما المبادئ الجيولوجية المستخدمة في التأريخ بالعمر النسبي؟

تُستخدم المبادئ الجيولوجية التالية في التأريخ بالعمر النسبي: التراكب والأفقية الأصلية والاستمرارية الجانبية والقطع الدخيلة وعلاقة القاطع والمقطوع.

BL **اشرح كيف أن اللوحة الثالثة في الصورة 11 كانت ستُرسم بطريقة مختلفة إذا كان السد الصخري أحدث من الصدع.**

لن يكون هناك كسر في الصورة. بل كان الصورة سيقطع الصدع عرضيًا.

عدم التوافق

قد يجد الطلاب صعوبة في استيعاب مفهوم أسطح عدم التوافق. اشرح للطلاب أنه على الرغم من أن تغيير موقع الترسيبات التي تشكل طبقات الصخور الرسوبية يعطي سجلاً للزمن الجيولوجي، هذا السجل ليس متواصلاً. تختفي الصخور الرسوبية أحيانًا بفعل التآكل قبل أن تتكون ترسيبات أخرى فوقه. عندما يكون جزء من سجل الصخور مفقودًا، ينتج عن ذلك سطح يُسمى عدم توافق. اطلب من الطلاب قراءة عبارة "أسطح عدم التوافق" (Unconformities)، ثم اطرح عليهم هذه الأسئلة التفاعلية.

أسئلة توجيهية

AL **هل توجد أسطح عدم التوافق بين كل طبقات الصخور الرسوبية؟ اشرح.**

لا؛ لا توجد أسطح عدم التوافق إلا بين طبقات الصخور التي تآكل بعضها.

OL **كيف يمثل عدم التوافق فجوة في الزمن؟**

توضح أسطح عدم التوافق أن التآكل قد حدث. يؤدي التآكل إلى اختفاء الصخرة ويدمر جزءًا من سجل الصخرة. يمثل سجل الصخور الذي ضاع بسبب التآكل فجوة في الزمن.

BL **ألقِ نظرة على الجدول 1. كيف يختلف عدم التماثل عن الأنواع الأخرى من أسطح عدم التوافق؟**

تقع أسطح عدم التماثل بين طبقة صخور بركانية أو مسخية والصخور الرسوبية التي تلامسها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

يمكن مقارنة العمل الذي يقوم به علماء الجيولوجيا لتجميع التاريخ الجيولوجي لمنطقة ما بحل لغز. في بعض الحالات، انقسمت طبقات الصخور التي كانت من قبل متصلة إلى قطع منفصلة بسبب التآكل. في حالات أخرى، تآكلت الطبقات في بعض المناطق وتكونت طبقات جديدة في مناطق أخرى. في عملية تُسمى المضاهاة، يدرس الجيولوجيون بعناية البروزات المنفصلة لصخرة لتجميع التاريخ الجيولوجي الكامل لمنطقة.

أسئلة توجيهية

AL **كيف يملأ الجيولوجيون الفجوات في سجل الصخرة والتي تمثلها أسطح عدم التوافق؟**

يبحث الجيولوجيون عن أدلة لمضاهاة طبقات الصخور المتشابهة من مواقع مختلفة.

OL **كيف يحاول الجيولوجيون ملء الفجوات في السجل الصخري عندما تكون الطبقات الصخرية مدفونة تحت طبقات أخرى من الصخور؟**

يستخدم الجيولوجيون المضاهاة لمطابقة طبقات الصخور المكشوفة في مواقع مختلفة.

BL **كانت أمريكا الشمالية ملتحمة مع أوروبا وتشكلان معًا قارة كبرى تُسمى لوراسيا. اشرح كيف استخدم الجيولوجيون المضاهاة للتوصل إلى هذا الاكتشاف؟**

وجد الجيولوجيون طبقات من الصخور في أمريكا الشمالية مطابقة لطبقات الصخور في أوروبا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

AL **قصة بشريط مصور لتقدم توافق** اطلب من الطلاب تصميم قصة مصورة تشرح تسلسلاً من الأحداث الجيولوجية. ينبغي أن يعرض كل إطار مقطعًا عرضيًا لسطح الأرض. تشمل الأحداث الجيولوجية تغير موقع الترسيبات أو المواد البركانية والتآكل والتداخل والتصدع والانقلاب والميل. ينبغي الإشارة إلى أسطح عدم التوافق بوضوح.

OL **رواية قصة جيولوجية** اطلب من الطلاب تصميم قصة مصورة قصيرة تركز على الأحداث الجيولوجية التي وقعت في موقع منفرد. شجّع الطلاب على إدراج كل نوع ناتج من عدم التوافق إلى جانب حدوث الأحافير المرشدة في قصتهم.

مجموعة أدوات المعلم

العلوم في الحياة اليومية

عمود جيولوجي أمريكي كما يظهر في **الصورة 12**، قام الجيولوجيون بعمل ميداني ضخم لمضاهاة تشكيلات الصخور في الأخدود العظيم وبريس كانيون ومتنزهات زيون الوطنية. لا يتم التوصل إلى سجل صخري كامل إلا عند المضاهاة بين التكوينات من المواقع الثلاثة جميعًا. الحقيقة أن الطبقة العليا في جراند كانيون هي الطبقة السفلى الموجودة في زيون والطبقة العليا في زيون هي الطبقة السفلى في بريس كانيون.

إستراتيجية القراءة

تحديد الفروق كوّن ثنائيّات من الطلاب واجعل كل طالب يكتب ثلاثة إدخالات تسجيل مختصرة قد يكتبها عالم جيولوجيا ليصف كل نوع من عدم التوافق وهو يلاحظها ميدانيًا. ثم اجعل الطلاب يتبادلوا الأدوار لقراءة إدخالات سجلاتهم أمام الطلاب الآخرين. بعد كل قراءة، ينبغي أن يطرح الطلاب السؤال "أي نوع من عدم التوافق أمثله أنا؟"

نشاط التكنولوجيا

المسح الجيولوجي للولايات المتحدة أبلغ الطلاب أن الكونجرس أنشأ المسح الجيولوجي للولايات المتحدة (USGS) عام 1879. وهو يقدم معلومات علمية عن كل الموضوعات المرتبطة بعلم الأرض. اجعل الطلاب يدخلوا تحت إشرافك إلى الموقع الإلكتروني ويبحثوا عن موضوعات ذات صلة قد يجدون صعوبة في فهمها، مثل الربط. الموقع الإلكتروني هو **www.usgs.gov**.

UAE_Science_Grade 8_Vol_1_TE_718249_Ch5.indb 165 8/18/2016 8:53:02 AM

الصورة 12 تمت المضاهاة بين طبقات صخرية مكشوفة في ثلاثة متنزهات وطنية لعمل سجل تاريخي.

الأحافير المرشدة

يتم الربط بين تكوينات الصخور في **الصورة 12** على أساس أوجه التشابه في نوع الصخور وهيكله والأدلة من الأحافير. وهي توجد في نطاق مئات قليلة من الكيلومترات عن بعضها البعض. وإذا كان العلماء يريدون معرفة الأعمار النسبية لتكوينات الصخور البعيدة جدًا أو التي تقع في قارات مختلفة، فغالبًا ما يستخدمون الأحافير. إذا احتوى تكوينان صخريان أو أكثر على أحافير في العمر نفسه تقريبًا، فعندها يستطيع للعلماء استنتاج أن التكوينات أيضًا في العمر نفسه تقريبًا.

ليست كل الأحافير مفيدة في تحديد الأعمار النسبية للطبقات الصخرية. فأحافير الأنواع التي عاشت على كوكب الأرض لمئات ملايين السنين ليست مفيدة. وهي تمثل فترات زمنية طويلة جدًا. الأحافير

الأكثر فائدة تمثل أنواعًا، مثل المفصليات ثلاثية الفصوص، وُجدت لفترة زمنية قصيرة فحسب في الكثير من المناطق المختلفة على كوكب الأرض. تُسمى هذه الأحافير بالأحافير المرشدة. **الأحافير المرشدة** *تمثل أنواعًا كانت موجودة على كوكب الأرض لفترة زمنية قصيرة بوفرة وكانت تسكن مواقع عديدة. وعند العثور على أحفورة مرشدة في طبقات صخرية في مواقع مختلفة، يستطيع الجيولوجيون استنتاج أن الطبقات من نفس العمر.*

لتأكد من فهم الصورة

3. ما المبادئ الجيولوجية التي يجب تحديدها لمضاهاة هذه الطبقات؟

التأكد من المفاهيم الأساسية

4. ما فائدة الأحفورة المرشدة في التأريخ بالعمر النسبي؟

تصوّر المفاهيم!

يملأ علماء الجيولوجيا الفجوات في السجل الصخري عن طريق الربط بين الطبقات الصخرية.

السجل الزمني الصخري غير كامل لأن بعضه اختفى بفعل التآكل.

تساعد المبادئ الجيولوجية علماء الجيولوجيا على تحديد الأعمار النسبية للطبقات الصخرية.

تلخيص المفاهيم!

1. ما معنى العمر النسبي؟

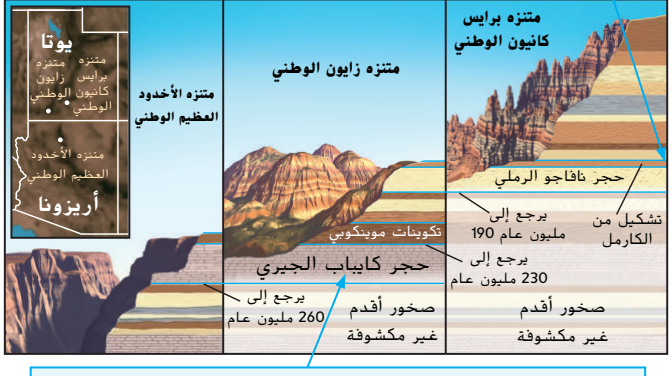
2. كيف يمكن استخدام مواضع طبقات الصخور لتحديد الأعمار النسبية للصخور؟

المعرفة المرئية: المضاهاة

قد يجد بعض الطلاب صعوبة في تفسير الرسم التخطيطي المعروض في **الصورة 12**. استخدم السؤال أدناه لتساعد الطلاب على فهم الرسم التخطيطي.

اطرح هذا السؤال: ما المبادئ الجيولوجية التي يجب تحديدها لمضاهاة هذه الطبقات؟ إجابة الفترة التاكد من فهم الصورة: *التراكب والأفقية الأصلية والاستمرارية الجانبية*

اطرح هذا السؤال: كيف يمكنكم استخدام المضاهاة لإثبات أن الطبقات الصخرية في متنزه زيون الوطني تكونت قبل الطبقات الصخرية في متنزه بريس كانيون الوطني؟ *ينبغي أن يلاحظ الطلاب أن الطبقات الدنيا المكشوفة في بريس كانيون ــ والتي تشمل تكوين كارمل وصخرة نافاجو الرملية ــ تطابق الطبقات المكشوفة عند السطح في متنزه زيون الوطني. بناء على مبدأ التراكب، تكونت الطبقات السفلى أولاً.*



اطرح هذا السؤال: استخدم المضاهاة لتحديد عمر صخرة كايباب الجيرية في متنزه زيون الوطني. *ينبغي أن ينتبه الطلاب إلى أن صخرة كايباب الجيرية ترتبط بإحدى الطبقات العليا في متنزه جراند كانيون الوطني، حيث تحدد عمر الطبقة الأدنى بأنه 260 مليون سنة. لذلك فإن عمر صخرة كايباب الجيرية أقل من 260 مليون سنة وأقدم من تكوين موينكوبي الذي يبلغ عمره 230 مليون سنة.*

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol_1_TE_718249_Ch5.indb 166 8/18/2016 8:53:04 AM

الصخرية التي بينها مسافات كبيرة. الأحافير المرشدة هي أحافير لكائنات حية كانت منتشرة وعاشت لفترة قصيرة نسبيًا في الزمن الجيولوجي. وبهذا يمكن مقارنتها بالعلامات الأرضية للزمن. إذا تم العثور على أثرين أحفوريين بروزين صخريين منفصلين، يدرك الجيولوجيون أن الصخرتين تكونتا في نفس الوقت وقد تكونان جزءًا من نفس التكوين الصخري.

أسئلة توجيهية

AL **لماذا تُعتبر أحافير الكائنات الحية التي عاشت لفترات زمنية جيولوجية طويلة غير مفيدة لتأريخ الطبقات الصخرية؟**

لا يعطي وجود هذه الأحافير في الطبقات الصخرية مؤشرًا على إطار زمني صغير بما يكفي للسماح بالمضاهاة.

OL **ما فائدة الأحافير المرشدة في التأريخ بالعمر النسبي؟**

تشير الأحافير المرشدة الخاصة بعصر معروف إلى عصر مشابه للصخور التي تحتوي عليها.

BL **إذا تم العثور على كائن مفصلي ثلاثي الفصوص في تكوينات صخرية في إفريقيا وفي أمريكا الشمالية، فما الذي يقوله وجودها للعلماء عن العمر النسبي للتكوينين؟**

بما أن أنواعًا معينة من المفصليات ثلاثية الفصوص معروفة بوجودها لفترات زمنية قصيرة نسبيًا، يشير وجودها في كلا التكوينين الصخريين إلى أن التكوينين الصخريين من عصر متشابه.

ملخص مرئي

يسهل تذكّر المفاهيم والمصطلحات عندما تكون مرتبطة بصورة. **اطرح هذا السؤال: ما المفهوم الأساسي الذي ترتبط به كل صورة؟**

تلخيص المفاهيم!

ستتنوع إجابات الطلاب. يمكن العثور على المعلومات اللازمة لاستكمال خريطة المفاهيم في الأجزاء التالية:

- الأعمار النسبية للصخور
- المضاهاة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

OL ضمن المستوى AL قريب من المستوى BL أعلى من المستوى

UAE_Science_Grade 8_Vol_1_TE_718249_Ch5.indb 167 8/18/2016 8:53:05 AM

1. الفجوة في السجل الزمني الصخري هي _____ _____ _____.

2. مبدأ أن الصخور الأقدم توجد عميقًا في الأسفل هو _____ _____.

3. **استخدم مصطلح** *المضاهاة والأحفورة المرشدة* في جملة تامة.

استيعاب المفاهيم الأساسية

4. ما الذي قد يكون مفيدًا في المضاهاة؟
   A. الكهرمان C. الكائن المفصلي ثلاثي الفصوص
   B. القطعة الدخيلة D. عدم التوافق

5. **ارسم** وبيّن تسلسلاً من الطبقات الصخرية يوضح كيف قد تتشكل مواضع عدم التوافق.

6. **اربط** بين مبدأ الوثيرة الواحدة ومبادئ التأريخ بالعمر النسبي.

استخدم الرسم التخطيطي أدناه للإجابة على السؤال 7.

7. **حدد** أيها أقدم – الطبقات الصخرية أم السد الصخري؟ اشرح المبدأ الجيولوجي الذي استخدمته لتتوصّل إلى إجابتك.

8. **لخّص** انسخ واملأ منظم البيانات أدناه لتحديد خمسة مبادئ جيولوجية مفيدة في التأريخ بالعمر النسبي.

التفكير الناقد

9. **قيّم** السبب في أن الأحافير أكثر فائدة من أنواع الصخور في المضاهاة بين الطبقات الصخرية في قارتين مختلفتين.

10. **ناقش** ما إذا كنت تعتقد أن البشر قد يكونوا مفيدين بتحولهم إلى أحافير مرشدة في المستقبل.

Macmillan/McGraw-Hill School Division ©

استخدام المفردات

1. عدم التوافق DOK 1

2. التراكب DOK 1

3. الإجابة النموذجية: استخدم عالم الجيولوجيا الكائن المفصلي ثلاثي الفصوص بوصفه أثرًا أحفوريًا لمضاهاة التكوينين الصخريين على الجانبين المتقابلين للولاية. DOK 1

استيعاب المفاهيم الأساسية

4. **ج.** الكائن المفصلي ثلاثي الفصوص DOK 1

5. ينبغي أن توضح الرسوم أن السطح الصخري تآكل قبل تكوين طبقات جديدة فوقه. DOK 1

6. الإجابات النموذجية: العمليات التي تحدث اليوم تشبه العمليات التي حدثت في ماضي الأرض. إذا تكونت الترسيبات مثلاً على شكل طبقات أفقية اليوم، فربما تكون قد تكونت على شكل طبقات أفقية في الماضي أيضًا. DOK 2

تفسير المخططات

7. الطبقات الصخرية؛ علاقة القاطع والمقطوع DOK 2

8. علاقات التراكب والأفقية الأصلية والاستمرارية الجانبية والقطع الدخيلة والقطع العرضي DOK 2

التفكير الناقد

9. تقبّل جميع الإجابات المعقولة. الإجابات النموذجية: مع أن الطبقات الصخرية في قارات مختلفة قد تكون من نفس العصر، فإنها تتكون في بيئات مختلفة مما يعطيها خواصًا مختلفة. ينطبق الأمر نفسه على الأحافير المرشدة حتى عندما تكون هناك أنواع في التكوينات الصخرية. DOK 3

10. تقبّل جميع الردود الوجيهة. الإجابات النموذجية: يتحقق في البشر شرطان ليكونوا الأحافير المرشدة جيدة – إنهم منتشرون وكثيرون. لكن الوقت مبكر على تحديد ما إذا كانوا سيوجدون لزمن قصير أم طويل. DOK 3

إدارة التجارب

هل بإمكانك الربط بين تكوّن أنواع الصخور؟ ترد الإجراءات المتعلقة بهذه التجربة في كتيّب موارد الطالب وكتاب الأنشطة المختبرية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol_1_TE_718249_Ch5.indb 168 8/18/2016 8:53:07 AM

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

UAE_Science_Grade 8_Vol_1_TE_718249_Ch5.indb 169 8/18/2016 8:53:07 AM