

- تصف كيف تتشكل معالم الأرض بفعل حركة الصفائح الأرضية.
- تقارن بين حدود أنواع الصفائح الأرضية الثلاث والمعلم المرتبطة مع كل منها.
- توضح العمليات الجيولوجية المصاحبة لنطاقات الطرح.
- تلخص كيف ترتبط حركة الصفائح مع تيارات الحمل.
- تقارن بين عمليتي الدفع عند ظهر المحيط والسحب للصفائح.

مراجعة المفردات

ظهر المحيط: معلم رئيس يمتد على طول قاع المحيط ويرتفع عن القاع 3 km تقريباً، ويوجد في وسطه واد عميق.

المفردات الجديدة

الصفائح الأرضية
الحدود المتباعدة
حفرة الانهدام
الحدود المتقاربة

الطرح

الحدود التحويلية

الدفع عند ظهر المحيط

سحب الصفائح

حدود الصفائح وأسباب حركتها

Plate Boundaries and Causes For motion

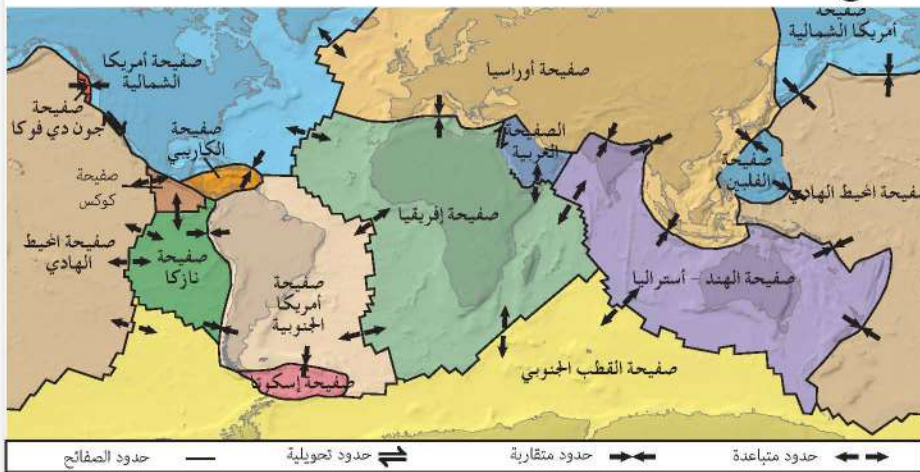
الفكرة الرئيسة تتشكل كل من البراكين والجبال والأخاديد البحرية وتحدث الزلازل بين حدود الصفائح، وتؤدي تيارات الحمل في الستار إلى حركة الصفائح الأرضية.

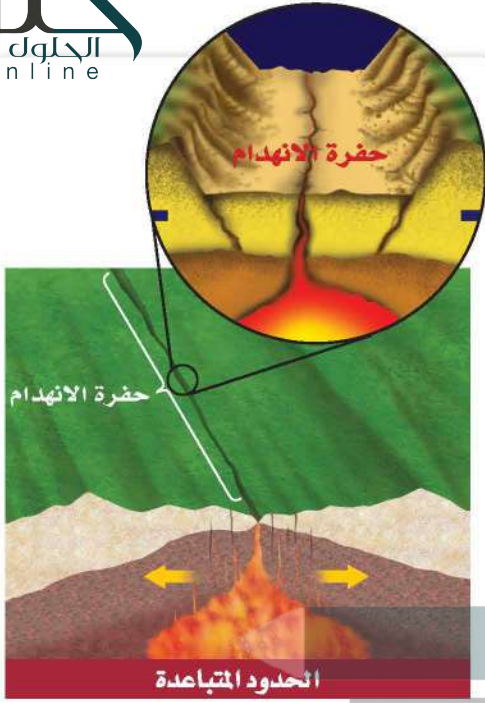
الربط مع الحياة لو وضعت إناء من الحساء في مجمد الثلاجة وتركته فترة من الزمن، فستتجمد المواد الدهنية في الحساء مكونة طبقة صلبة، ولو أملت الإناء إلى الأمام وإلى الخلف، فستشني هذه الطبقة وتتشقق. هذا النموذج يشبه العلاقة بين الصفائح الأرضية المختلفة.

نظرية حركية الصفائح Theory of Plate Tectonics

يشير الدليل على توسع قاع المحيط إلى أن القشرة القارية والقشرة المحيطية تتحركان بوصفها صفائح ضخمة، يطلق عليها الجيولوجيون الصفائح الأرضية **Tectonic Plates** وهي قطع ضخمة من الغلاف الصخري الذي يتكون من القشرة الأرضية وأعلى الستار الصلب، وتتطابق حواف بعضها مع بعض لتغطي سطح الأرض. ويوضح الشكل 17-5 الصفائح الأرضية الرئيسة ومجموعة من الصفائح الصغيرة. وتتحرك الصفائح الأرضية حركة بطيئة جداً (بضعة سنتيمترات في السنة). وتصف نظرية الصفائح الأرضية حركة الصفائح ومعالم سطح الأرض الناجمة عن هذه الحركة؛ حيث تتحرك الصفائح الأرضية في اتجاهات ومعدلات مختلفة بعضها بالنسبة إلى بعض، وتتفاعل معاً عند حدودها، مما يؤدي إلى تكوين معالم جيولوجية مختلفة بحسب نوع حدود الصفائح، فتقترب الصفائح الأرضية بعضها من بعض عند الحدود المتقاربة، ويتعد بعضها عن بعض عند الحدود المتباعدة، وتتحرك أفقياً متحاذاة عند الحدود التحويلية (الانزلاقية).

الشكل 17-5 تتكون الصفائح الأرضية من القشرة الأرضية وأعلى الستار الصلب، وتتفاعل هذه الصفائح معاً عند حدودها.





حدود متباعدة Divergent boundaries تسمى المناطق التي

تبتعد عن بعضها البعض. وتوجد معظم الحدود المتباعدة على امتداد قاع المحيط في حفر الانهدام Rift valleys التي تقع في وسط ظهر المحيط. وهي منخفض طولي ضيق يتكون نتيجة تباعد الصفائح بعضها عن بعض، وتبدأ في هذا المكان عملية توسع قاع المحيط. وتشكل القشرة المحيطية الجديدة في معظم الحالات عند الحدود المتباعدة، فضلاً عن ارتباط هذه الحدود بالبراكين والزلازل والتدفق الحراري الأرضي المرتفع نسبياً.

✓ **ماذا قرأت؟** حدد السبب الذي يجعل الزلازل والبراكين ترتبط مع ظهور المحيطات.

تكون الزلازل والبراكين بسبب عملية توسع قاع المحيط؛ وبسبب حركة الصهارة في موقع قريب في قشرة المحيط

الشكل 18-5 الحدود المتباعدة هي الأماكن التي يحدث عندها انفصال الصفائح؛ ويعد ظهور المحيطات في قاع المحيط وحفر الانهدام في القارات - ومنها حفرة الانهدام العظيم في شرق إفريقيا - مثلاً على حدود التباعد.

الانهدام، ويوضح الشكل 18-5 حفرة الانهدام العظيم التي تشكل حالياً في شرق إفريقيا، وقد تتطور في النهاية إلى حوض محيطي جديد.

تجربة

عمل نموذج لتشكّل قاع المحيط

كيف أدت الحدود المتباعدة إلى تشكّل جنوب المحيط الأطلسي؟ أدت حدود التباعد قبل 150 مليون سنة إلى انقسام قارة كانت موجودة سابقاً، ومع مرور الوقت أضيفت قشرة جديدة على طول الحدود المتباعدة، وزاد الاتساع بين إفريقيا وأمريكا الجنوبية.

خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. استعمل خريطة العالم لإنشاء نموذجين ورقيين لقارتي أمريكا الجنوبية وإفريقيا.
3. ضع نموذجي القارتين في وسط ورقة كبيرة، وطابقهما معاً على طول سواحلهما الأطلسية.

التحليل

1. قارن الخريطة التي رسمتها لتمثل المرحلة الأخيرة بخريطة العالم الحالية. هل عرض جنوب المحيط الأطلسي في الخريطتين هو نفسه؟
2. تأمل إلام تعود الفروق بين العرض الفعلي لجنوب المحيط الأطلسي الحالي وعرضه وفق نموذجك؟

حدود متقاربة Convergent boundaries تقترب الصفائح

من بعض عند الحدود المتقاربة Convergent boundaries. فعندما تصطدم صفيحتان معاً فإن الصفيحة الأكبر كثافة تغوص تحت الأقل كثافة. وتسمى هذه العملية الطرح Subduction. وتتكون القشرة المحيطية من معادن غنية بالحديد والماغنسيوم تكوّن الصخور البازلتية، وهي صخور داكنة ذات كثافة كبيرة نسبياً، انظر الشكل 19-5. أما القشرة القارية فيتكون معظمها من الصخور الجرانيتية، وهي صخور فاتحة اللون وقليلة الكثافة نسبياً وتتكون من معادن الفلسبار، انظر الشكل 19-5. ويؤثر اختلاف كثافة القشرة في كيفية حدوث عملية التقارب. وبناءً على ذلك، توجد ثلاثة أنواع من الحدود المتقاربة، انظر الجدول 1-5، ولاحظ أيضاً التضاريس المصاحبة لكل نوع منها.

تقارب محيطي-محيطي Oceanic-oceanic تحدث عملية الطرح في التقارب المحيطي-المحيطي، وعندما تقترب صفيحة محيطية من صفيحة محيطية أخرى، تغوص الصفيحة الأكبر كثافة؛ نتيجة للتبريد، تحت الصفيحة الأخرى، وتؤدي هذه العملية إلى تشكيل الأخدود البحري، وعندما تهبط الصفيحة الغاطسة في الستار يحدث لها انصهار جزئي؛ حيث يعمل الماء الموجود في الصفيحة على خفض درجة الانصهار، فتتصهر الصفيحة انصهاراً جزئياً على أعماق قليلة، وتكون الصهارة الناتجة أقل كثافة من الصخور المحيطة بها، فترفع إلى أعلى في اتجاه السطح، وتثور مشكّلة قوساً من الجزر البركانية يوازي الأخاديد البحرية. ومن ذلك أخدود وأقواس جزر مارينا في غرب المحيط الهادي، وأخدود وأقواس جزر ألوشيان في شمال المحيط الهادي.

تقارب محيطي-قاري Oceanic-continental تحدث عملية الطرح أيضاً في حالة تقارب محيطي-قاري. حيث تُطرح القشرة المحيطية؛ لأن كثافتها أكبر من الصفيحة القارية، كما ينجم عن هذا النوع من التقارب أخدود بحري وقوس بركاني يتشكل على شكل سلسلة من البراكين تمتد على طول حافة الصفيحة القارية. ومن المعالم المرتبطة مع هذا النوع من التقارب كل من سلسلة جبال الأنديز وأخدود بيرو-تشيلي اللذين يمتدان على جانبي ساحل أمريكا الجنوبية.

تقارب قاري-قاري Continental-continental يتشكل النوع الثالث من الحدود المتقاربة عندما تصطدم صفيحة قارية بصفيحة قارية أخرى، وتحدث بعد فترة طويلة من انتهاء مرحلة طرح صفيحة محيطية أسفل صفيحة قارية. تذكر أنه لا توجد في الغالب صفيحة قارية إلا ومعها جزء محيطي، لذا فإنه مع طرح هذا الجزء كاملاً في الستار، وبعد مرور فترة من الزمن، فإنه يجبر وراءه القارة الملتصقة به إلى نطاق الطرح، فتصطدم الصفيحتان القاريتان معاً بدلاً من غوصهما في الستار بسبب انخفاض كثافتهما، مما يؤدي إلى ارتفاع الصخور وطبها في منطقة التصادم، وتتشكل سلسلة جبلية ضخمة على طول منطقة التصادم، مثل جبال الهملايا.



البازلت



الجرانيت

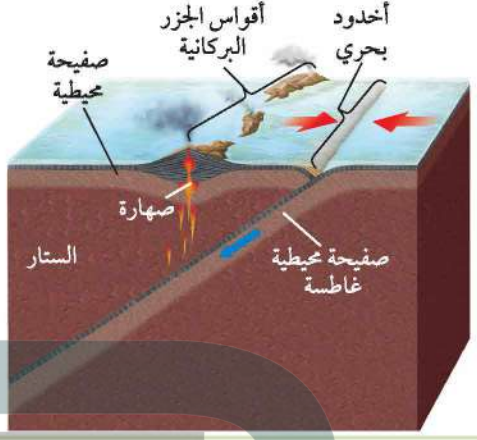


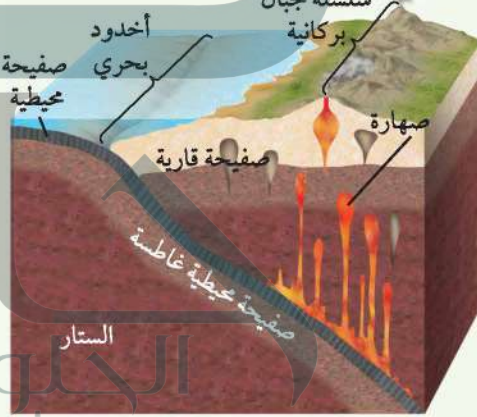
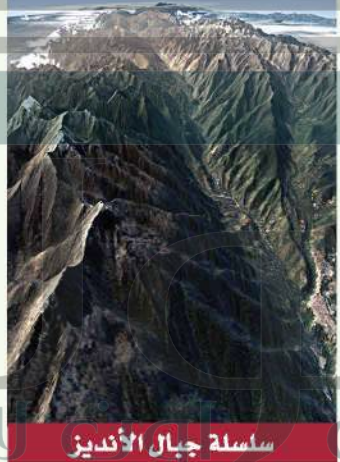

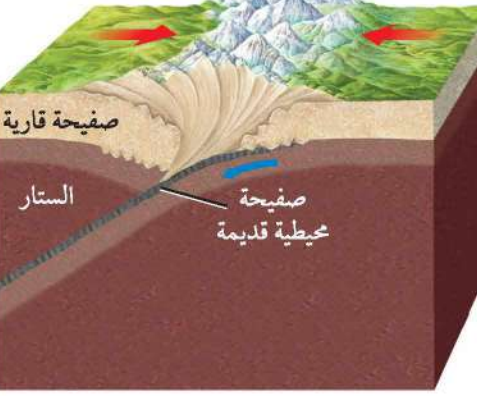
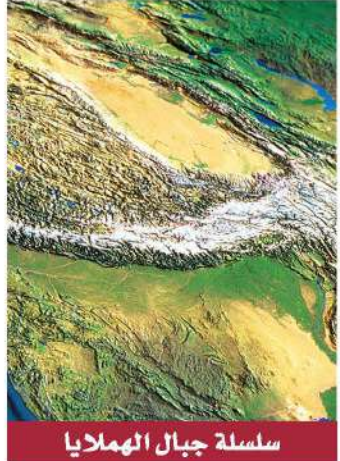

الشكل 19-5 تتكون معظم القشرة المحيطية من البازلت. وتتكون معظم القشرة القارية من الجرانيت مع وجود طبقة رقيقة نسبياً من الصخور الرسوبية، وكلتاها أقل كثافة من البازلت.

المفردات

مفردة أكاديمية

المتوازي

خطان يمتدان في اتجاه واحد ولا يلتقيان، والمسافة بينهما متساوية. ومن الأمثلة على ذلك خطا سكة حديد.

نوع الحد التقاربي	مثال على منطقة تأثرت بالحدود المتقاربة	مثال على التضاريس
<p>تقارب محيطي - محيطي</p> 	 <p>جزر ألوشيان</p>	 <p>جزيرة شاجولوك في ألاسكا</p>
<p>تقارب محيطي - قاري</p> 	 <p>سلسلة جبال الأنديز</p>	 <p>بركان أزورنو في تشيلي</p>
<p>تقارب قاري - قاري</p> 	 <p>سلسلة جبال الهملايا</p>	 <p>قمة أما - دبلان في نيبال</p>

حدود تحويلية (جانبية) Transform boundaries تسمى المنطقة

تتحرك عندها صفيحتان أفقياً إحداهما بجانب الأخرى الحدود التحويلية Transform boundaries، كما في الشكل 20-5، وتمتاز بأنها تحدث على صدوع طويلة قد يمتد بعضها مئات الكيلومترات، كما تمتاز بحدوث زلازل ضخمة على طولها، وسميت هذه الحدود التحويلية؛ لأن اتجاه الحركة النسبي والسرعة يختلفان على طولها من جانب إلى آخر. تذكر أن القشرة الجديدة تتشكل عند الحدود المتباعدة وتستهلك عند الحدود المتقاربة، أما عند الحدود التحويلية فلا تتكون قشرة جديدة ولا تستهلك، بل تتشوه أو تنكسر على طولها إلى حد ما.

توجد معظم الحدود التحويلية في قاع المحيط؛ حيث تؤدي إلى إزاحة قطع ظهور المحيطات جانبياً، كما ستلاحظ في مختبر حل المشكلات الآتي، ولكن في بعض الحالات تحدث الصدوع التحويلية على القارات.

ومن الأمثلة المعروفة صدع البحر الميت التحويلي، وصدع سان أندرياس في ولاية كاليفورنيا غرب الولايات المتحدة الأمريكية. ويحدث هذان الصدعان العديد من الزلازل الضخمة، فمعظم الزلازل التي تضرب كاليفورنيا في كل عام تُعزى إلى صدع سان أندرياس. كما يعد صدع البحر الميت التحويلي السبب الرئيس في نشوء الزلازل التي تحدث في الأردن وفلسطين.

المطويات

صمّم معلومات هذا الدرس في المطوية الخاصة بك.

مختبر حل المشكلات

تفسير الرسم



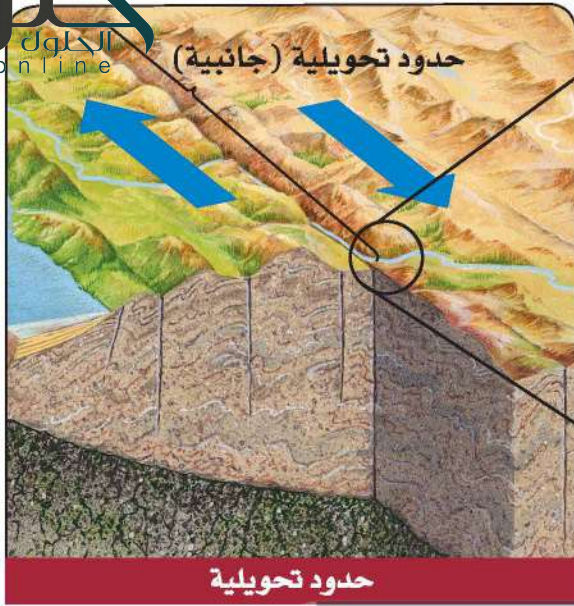
كيف تتحوّل حركة الصفيحة الأرضية على طول الحدود التحويلية؟ يوضح الشكل المجاور الجزء الشمالي من ظهر المحيط الأطلسي الذي يفصل بين قارتي أمريكا الشمالية وأوروبا. انسخ الشكل في دفترك، ثم نفذ الخطوات الآتية:

التحليل

1. ارسم أسهماً على نسختك، مبيناً الحركة النسبية لقشرة المحيط في المواقع: أ ب ج د هـ و.
2. قارن اتجاه الحركة في المواقع الآتية: أ مع د، ب مع هـ، ج مع و.

التفكير الناقد

3. مَيِّز أي المواقع الثلاثة يقع على صفيحة أمريكا الشمالية؟
4. استنتج الحد الفاصل بين أمريكا الشمالية وأوروبا الذي يقع في نطاق الكسر.
5. قوِّم حدّد أقدم موقعين في القشرة المحيطية من النقاط الست.



الشكل 20-5 تتحرك الصفائح
أفقياً متحاذيتين على طول الحدود
التحويلية. الانثناء في السكة الحديدية
نتج عن حركة الصدع التحويلي.

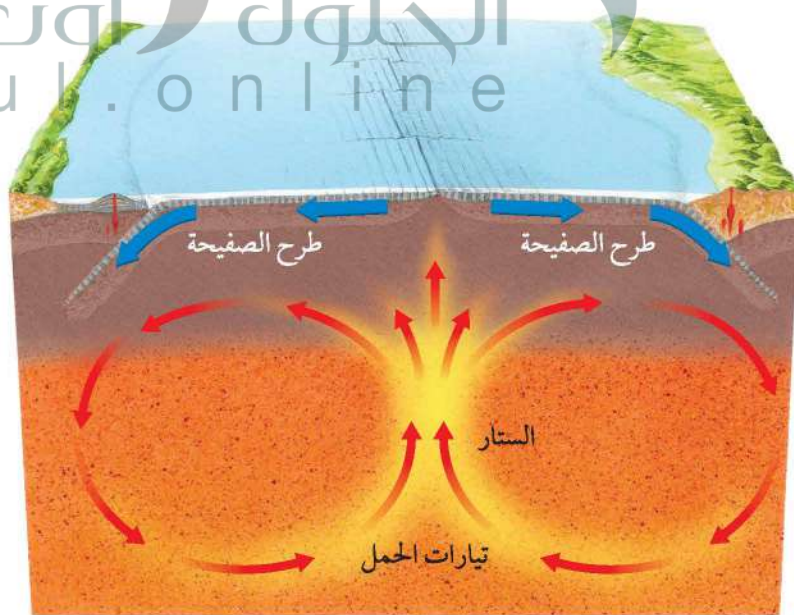
أسباب حركة الصفائح Causes of Plate Motions

وضع العلماء الكثير من الفرضيات لتفسير أسباب حركة الصفائح. ومن هذه الفرضيات:

تيارات الحمل Convection Currents يعتقد العلماء أن تيارات الحمل في الستار هي المسؤولة عن تحريك الصفائح. انظر الشكل 21-5، وتحدث تيارات الحمل على النحو الآتي: نتيجة لتسخين مناطق معينة في الستار تقل كثافة المواد المكونة لها وترتفع إلى أعلى وتحمل معها مواد من الستار باردة نسبياً وأكبر كثافة، وتأتي من أسفل الصفائح الأرضية، حيث تغوص ببطء إلى أسفل.

تؤدي تيارات الحمل المستمرة في الستار - من هبوط المادة الباردة وارتفاع المادة الساخنة - إلى نقل الطاقة الحرارية من المناطق الساخنة في باطن الأرض إلى المناطق الباردة في الأعلى.

الشكل 21-5 تؤدي تيارات الحمل التي تنشأ في الستار إلى حركة الغلاف الصخري (القشرة الأرضية وأعلى الستار الصلب)، وتنقل الطاقة الحرارية من باطن الأرض إلى سطحها الخارجي.



وعلى الرغم من أن تيارات الحمل في الستار تيارات ضخمة قد تمتد إلى آلاف الكيلومترات، إلا أنها تتدفق بمعدلات تصل إلى بضعة سنتيمترات في السنة، ويعتقد العلماء أن هذه التيارات تبدأ الحركة بسبب سحب الصفائح الغاطسة إلى أسفل في الستار.

✓ **ماذا قرأت؟ ناقش** ما الذي يؤدي إلى تدفق تيارات الحمل: ارتفاع المواد الساخنة إلى أعلى أم هبوط المواد الباردة إلى أسفل؟

كيف ترتبط حركات الصفائح الأرضية المتقاربة والمتباعدة مع تيارات الحمل في الستار؟ تنتشر المواد الصاعدة إلى أعلى في تيارات الحمل لدى وصولها إلى الصفائح الأرضية، لذا ينجم عنها قوى رأسية وجانبية، مما يؤدي إلى رفع الغلاف الصخري وتشققه عند الحدود المتباعدة، فترفع المواد المصهورة من الستار لتملأ التشققات هناك، ثم تتصلب مكونة قشرة محيطية جديدة.

أما الجزء الهابط من تيار الحمل فيحدث عند الحدود المتقاربة؛ إذ تؤثر هذه التيارات بقوة سحب تسبب غوص الصفائح الأرضية إلى أسفل في الستار.

الدفع والسحب Push and Pull يفترض العلماء وجود عمليات عدة تحدد كيف تؤثر تيارات الحمل في حركة الصفائح الأرضية. لاحظ الشكل 22-5، وأن القشرة المحيطية القديمة نسبياً تبرد كلما ابتعدت عن الحدود المتباعدة في مناطق ظهر المحيط، وتصبح أكثر كثافة مقارنة بالقشرة المحيطية الحديثة الأقل كثافة، فتتهبط مكونة الجوانب المنحدرة لظهر المحيط، ونتيجة لزيادة وزن الجزء المرتفع والمنحدر

**ينتج الحمل الحراري
بفعل غوص المادة الأكثر
كثافة لتحل محل المادة
الأقل كثافة غير أن
الجيولوجيين غير متفقين
تماماً حول مصدر القوة
الدافعة في الستار**

الشكل 22-5 الدفع عند ظهر المحيط وسحب الصفائح عمليتان تؤديان إلى تحريك الصفائح الأرضية.



التقويم 3 - 5

- ج1: عندما تصطدم الصفائح بعضها ببعض عند الحدود المتقاربة يتكون العديد من المعالم الجيولوجية، ومنها: الجبال، والبراكين وأقواس الجزر أما عندما ينفصل بعضها عن بعض عند الحدود المتباعدة فتتكون ظهور المحيطات وحفر الانهدام وقشرة محيطية جديدة
- ج2: قبل حدوث عملية تصادم صفيحتين قاريتين عادة ما تكون إحدى الصفيحتين القاريتين مرتبطة مع الصفيحة المحيطية وبعد طرح الصفيحة المحيطية كلها تصطدم الصفيحة القارية المرتبطة معها بصفيحة قارية أخرى. ولأن كلا الصفيحتين لا تطرحان فإن الطيات والتجعدات تتشكل في منطقة التصادم وترتفع إلى أعلى مكونة سلاسل جبلية ضخمة
- ج3: تقارب محيطي - محيطي: أخاديد بحرية وأقواس جزر بركانية، تقارب محيطي- قاري: أخاديد بحرية؛ سلسلة من الجبال البركانية على اليابسة، تقارب قاري- قاري: سلسلة من الجبال الضخمة شديدة الطي
- ج4: عند مناطق ظهور المحيطات
- ج5: تسبب تيارات الحمل حركة الصفيحة بعيداً عن ظهر المحيط ومع استمرار حركة هذه الصفيحة تلتقي بصفائح أخرى في الجانب الآخر فإما أن تطرح أسفل صفيحة قارية أو أسفل صفيحة محيطية أخرى، أو أن تطرح صفيحة محيطية أخرى أسفل منها
- ج6: ينبغي أن يبين النموذج أن قوى الدفع تكون عند ظهر المحيط وقوى السحب عند نطاقات الطرح
- ج7: يترك للطالب
- ج8: تتشوه القشرة وتتكرر عندما تتحرك أفقياً على طول الصدع
- ج9: هذه الجملة غير صحيحة؛ فتيارات الحمل تحرك جميع الصفائح على سطح الأرض
- ج10: لأن تيارات الحمل تحرك جميع الصفائح على سطح الأرض؛ فتسبب تغير المواقع النسبية للصفائح التي تتضمن قشرة قارية
- ج11: يترك للطالب



البحر الأحمر

سمي البحر الأحمر بهذا الاسم لوفرة الطحالب الخضراء المزرقة التي تطفو على سطحه، والتي تحتوي على صبغة حمراء يمكن مشاهدتها من ارتفاعات عالية. وقد بدأ تكون البحر الأحمر في حين الإيوسين بسبب تباعد الصفيحتين العربية والإفريقية، وهو محيط وليد يتميز بنشاط زلزالي عند حوافه القارية ونشاط بركاني عند المرتفعات المحيطية في وسطه، مما ينتج عنه إضافة قشرة محيطية جديدة تقوم بزيادة مسافة التباعد بين الصفيحتين بمقدار 2 cm سنوياً، كما يقدر طوله بحوالي 2000 km، وعرضه حوالي 300 km، وأعمق نقطة فيه حوالي 2000 m، وأعلى مد قد يصل تقريباً إلى 1m فقط، والمتوسط الإجمالي لدرجة حرارة مياه البحر الأحمر (22°C) والمتوسط الإجمالي لدرجة ملوحته 40 جزءاً في الألف.

مشروع «البحر الأحمر» هي «التخفيف من انبعاثات غاز أكسيد الكربون، والتلوث الضوئي والتفاريات حفاظاً على الموقع لجميع الأجيال، ليصبح مشروع «البحر الأحمر» ضمن أفضل 10 مدن خضراء حول العالم».



الكتابة في الجيولوجيا

ابحث في النشاط الجيولوجي والتنوع الأحيائي الفريد للبحر الأحمر، واكتب مقالاً يصف تنوع المخلوقات الحية، وطبيعة البيئة البحرية للبحر الأحمر، وأصل نشأته.

ويتم إجراء العديد من الدراسات على البيئة البحرية للبحر الأحمر، منها ما يتعلق بدراسة التغيرات التي تنتج على طول الساحل، ودراسة كل من الخواص الفيزيائية ومنها: اتجاه حركة التيارات وسرعتها، وحرارة مياه البحر وملوحتها، وخواصه الكيميائية ومنها: تحديد العناصر المغذية ومستوى الأحماض؛ لمعرفة جودة المياه، وتحديد مستوى التلوث ومصادره وتأثيره في صحة الشعاب المرجانية، ومعالجة القضايا البيئية والتلوث البحري، وتأثير الحياة البشرية والمنشآت في ظل النمو الاقتصادي والتجاري والسياحي على المدن الساحلية.

ونظراً لموقع البحر الأحمر الاستراتيجي، ومقدراته الغنية فقد اختير ليكون أحد مشاريع رؤية (2030) وهو مشروع «البحر الأحمر» الذي يستهدف الجزر الواقعة بين مدينتي الوجه وأملج، ويهتم هذا المشروع بسلامة النظام البيئي، وجماله في البحر الأحمر وعدم تأثره بأي شكل من الأشكال، وإحدى توصيات ميثاق



* كتيب مشروع «البحر الأحمر»

مختبر الجيولوجيا

نمذجة حدود الصفائح وتساوي أعمار الصخور

الحدود في الشكل 2 لم يتغير مع الزمن، وبناءً على ذلك ارسـم خطوط تساوي العمر لكل من: 10 و 20 و 30 و 40 مليون سنة.

7. لوّن القشرة بناءً على عمرها على أن يكون اللون:

أحمر: 0–10 ملايين سنة

أصفر: 10–20 مليون سنة

أخضر: 20–30 مليون سنة

أزرق: 30–40 مليون سنة

التحليل والاستنتاج

1. حدّد حركة الصفيحة A (من جميع جوانبها) نسبة إلى حركة الصفيحة B.

2. طبق ما أسهل الطرائق لتحديد موقع الحدود التحويلية باستعمال خريطة تساوي العمر؟

3. فسّر انظر إلى الشكل 3، وحدّد مواقع حدود التباعد في المحيطين الأطلسي والهادي مستعيناً بنسق خطوط تساوي العمر لقاع المحيط.

4. ميّز أي المحيطات تتميز بوجود أعرض نطاقات تساوي العمر (المسافات بين خطوط تساوي العمر كبيرة)؟ وأي حدود الصفائح تتباعد بمعدل أكبر، بناءً على مقدار القشرة المحيطية المتكونة في فترة زمنية معطاة؟

5. استنتج لا يوجد في وسط المحيط الهادي مركز للتوسع كما في المحيط الأطلسي، فكيف يعد ذلك دليلاً على وجود حدود صفائح متقاربة؟

خلفية علمية: طُوّرت خرائط تساوي العمر Isochrons لقاع المحيط للمرة الأولى بناءً على بيانات من صخور ورواسب المحيط نفسه. وهي عبارة عن خطوط وهمية افتراضية ترسم على الخريطة لتُظهر الأجزاء المتساوية في العمر على سطح الأرض. وقد اكتشف الجيولوجيون للمرة الأولى عند تحليل خرائط تساوي العمر لقاع المحيط أن القشرة الأرضية تتكون على امتداد ظهور المحيطات، وتُستهلك عند الأخاديد المحيطية. وقد أدى هذا الاكتشاف إلى وضع نظرية تُعرف باسم نظرية الصفائح الأرضية. ويواصل الجيولوجيون استعمال هذه الخرائط لدراسة حركة الصفائح الأرضية.

سؤال: هل يمكن تحديد عمر القشرة المحيطية، ومعرفة نوع حدود الصفائح؟

الأدوات

ورق
أقلام تلوين خشبية
مقص
مسطرة مترية
آلة حاسبة

إجراءات السلامة

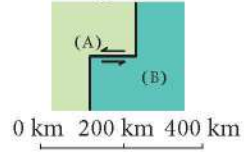
خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. يُظهر الشكل 1 الحركة النسبية بين الصفيحة (A) والصفيحة (B). ارسـم الصفائح على ورقة منفصلة وقصّها.
3. تدل الأسهم على حركة الصفيحة (B) بالنسبة للصفيحة (A)، حرّك الصفيحة (A) كما في الشكل 1.
4. استعمل الرموز الموجودة في المفتاح لتحديد أنواع حدود الصفائح والحركة النسبية على جانبي الحدود في كل جزء من أجزاء الشكل 1.
5. يُظهر الشكل 2 صفيحتين (A) و (B) مفصولتين إحداها عن الأخرى بظهري محيط وصدع تحويلي. تتباعد الصفيحتان (A)، (B) إحداها عن الأخرى بسرعة 2 cm/y. حوّل السرعة من cm/y إلى km/y.
6. ارسـم الشكل 2 على ورقة منفصلة، وافترض أن شكل

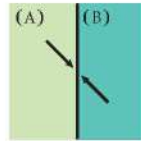
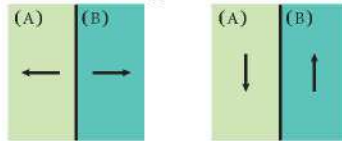
الكتابة في الجيولوجيا

اكتب رسالة. لم يستطع العالم ألفريد فاجنر إقناع الأوساط العلمية بفرضية الانجراف القاري؛ فقد توفي قبل فترة قصيرة من رسم خرائط لقيعان المحيطات. تخيل أنك تكتب رسالة في الماضي توضح فيها لفاجنر ما أظهرته خرائط قيعان المحيطات، وكيف أدى ذلك إلى اكتشاف نظرية الصفائح الأرضية.

الشكل 2



الشكل 1



مفتاح

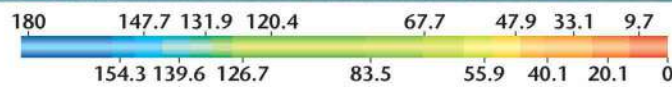
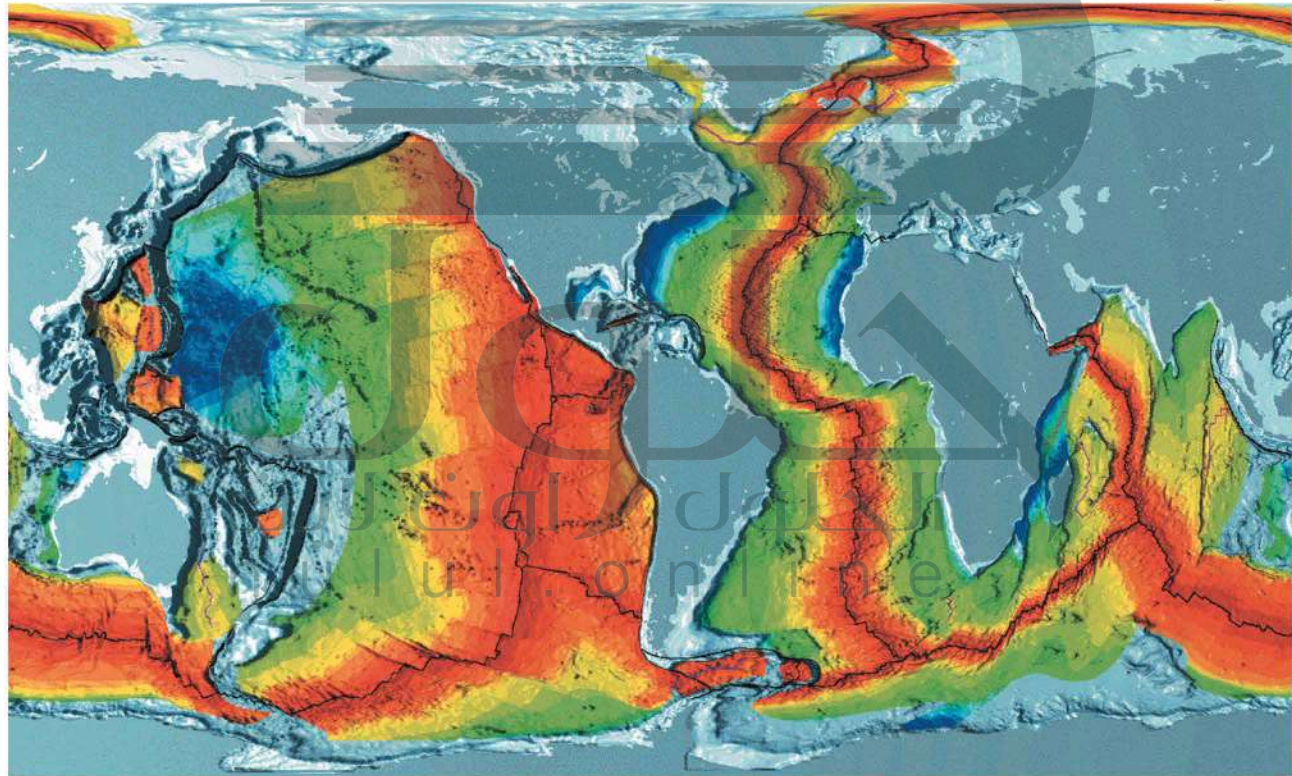
استعمل الرموز المجاورة لتحديد نوع حدود الصفائح التالية:

|| حدود متباعدة.

||| حدود متقاربة (تشير المثلثات إلى الصفائح التي تبقى على السطح).

||| حدود جانبية: تشير الأسهم إلى الحركة النسبية على حدود الصفائح.

الشكل 3



العمر بملايين السنين