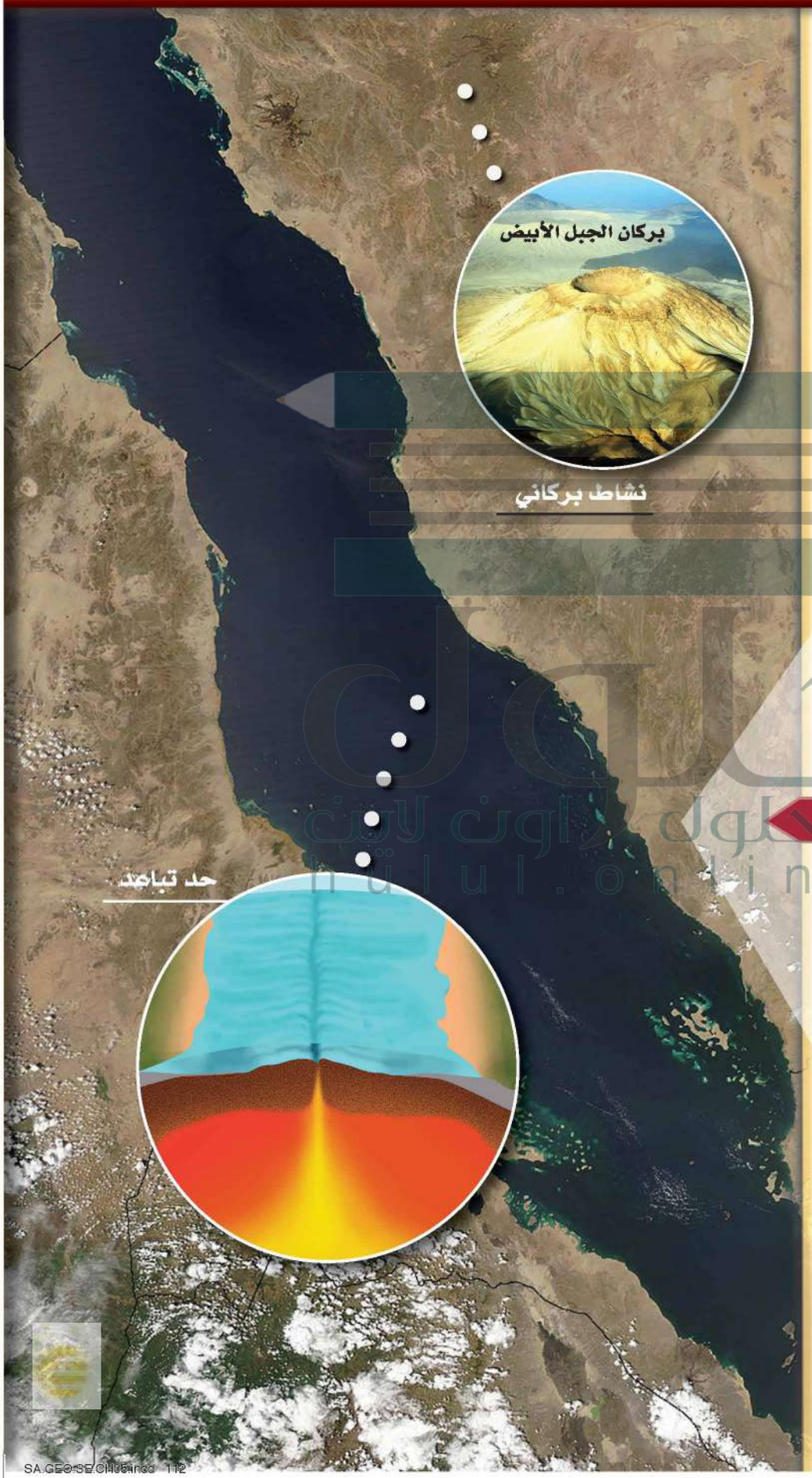
حلول
الحلول أون لاين
hulul.online

الفصل 5 الصفائح الأرضية Earth Plates



الفكرة العامة تحدث معظم الأنشطة الجيولوجية عند حدود الصفائح.

5–1 انجراف القارات

الفكرة الرئيسة تدل جيولوجية القارات وأشكالها على أنها كانت متصلة معًا يومًا ما.

5–2 توسع قاع المحيط

الفكرة الرئيسة تتكوّن القشرة المحيطية في مناطق التوسع (ظهور المحيطات) وتصبح جزءًا من قيعانها.

5–3 حدود الصفائح وأسباب حركتها

الفكرة الرئيسة تتكون كل من الجبال والبراكين والأخاديد البحرية بين حدود الصفائح، وتؤدي تيارات الحمل في الستار إلى حركة الصفائح الأرضية.

حقائق جيولوجية

- نشأ البحر الأحمر نتيجة انفصال الجزيرة العربية عن إفريقيا قبل 27 مليون سنة تقريبًا.
- أظهرت نتائج صور الأقمار الاصطناعية أن قاع البحر الأحمر يتوسع بمعدل 2 cm سنويًّا تقريبًا، لذا يطلق الجيولوجيون عليه المحيط الصغير، ويتوقع أن يصبح قاعه محيطًا حقيقيًّا في المستقبل.
- توجد الصفيحة العربية – وتظهر جزء منها في هذه الصورة – عن يمين البحر الأحمر، وصفيحة إفريقيا على يساره.

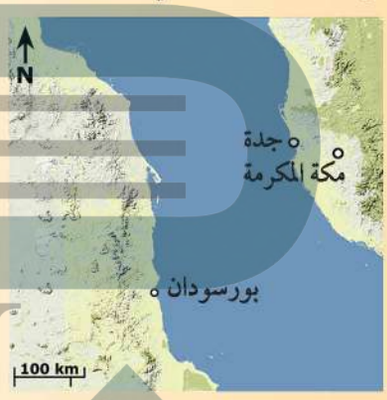
SA GEO SE CH05.indd 112 4/8/19 4:45 PM

حلول الحلول اون لاين hulul online

تجربة استهلالية

هل تتحرك مدينة جدة؟

كانت الجزيرة العربية جزءًا من قارة إفريقيا إلى أن حدث شق عظيم بينهما يُدعى حفرة الانهدام. وأخذ هذا الشق يتوسع ببطء، ثم اندفعت فيه المياه من خليج عدن حتى تكوّن البحر الأحمر وخليجَا العقبة والسويس، واستمر البحر في التوسع بمعدل 2 cm كل عام، وهذا يعني أن مدينة جدة تبتعد أكثر فأكثر عن شرق إفريقيا وتتحرك في اتجاه الشمال الشرقي.



الخطوات

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر في دليل التجارب العملية.
2. حدّد المسافة الفعلية بين مدينة جدة في المملكة العربية السعودية ومدينة بورسودان في جمهورية السودان، وكذلك بين مدينتي جدة ومكة المكرمة **باستعمال المسطرة المترية ومقياس رسم الخريطة.**
3. احسب تغير المسافة بين مدينتي جدة وبورسودان، وبين مدينتي جدة ومكة المكرمة بعد 50 مليون سنة، مع افتراض أن البحر الأحمر يتوسع بالمعدل نفسه على طول الخط الواصل بين مدينتي جدة وبورسودان.

التحليل

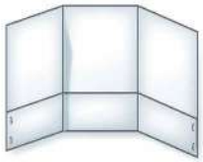
1. استنتج ما القوى التي أدت إلى ابتعاد شبه الجزيرة العربية عن قارة إفريقيا؟
2. احسب المدة الزمنية التي يستغرقها البحر الأحمر ليزداد عرضه 100 km عن عرضه الحالي، إذا كان معدل توسعه 2 cm في العام الواحد.

المطويات
منظمات الأفكار

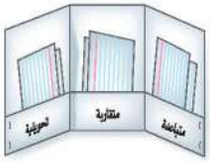
حدود الصفائح

اعمل المطوية الآتية للمقارنة بين أنواع حدود الصفائح والمعالم الجيولوجية المرتبطة معها.

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



الخطوة 2 اثن الورقة إلى ثلاثة أجزاء متساوية.



الخطوة 3 ألصق الجزء المثني من الورقة من الجوانب لعمل ثلاثة جيوب، وعنونها على النحو الآتي: متباعدة، متقاربة، تحويلية.

استخدم هذه المطوية في أثناء دراسة القسم 3–5، لخص الخصائص الجيولوجية لأنواع حدود الصفائح الثلاث والعمليات المرافقة لها على بطاقات معنونة، وضعها في الجيوب المناسبة لها.

حلول الحلول اون لاين hulul online

SA GEO SE CH05.indd 113 4/8/19 4:45 PM

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

5-1

الأهداف

- **تتعرّف** الأدلة التي جعلت العالم فاجنر يقترح أن القارات قد تحركت.
- **تناقش** كيف دعم دليل المناخ القديم فرضية انجراف القارات.
- **توضح** لماذا لم تحظ فرضية انجراف القارات بالقبول في البداية.

مراجعة المفردات

الفرضية: تفسير لموقفٍ ما قابل للاختبار.

المفردات الجديدة

الانجراف القاري

بانجيا

انجراف القارات
Drifting Continents

الفكرة الرئيسة تدل جيولوجية القارات وأشكالها على أنها كانت متصلة معًا يومًا ما.

الربط مع الحياة ما خصائص القطع التي تستعملها في لعبة تركيب القطع (البازل)؟ يستعمل العلماء خصائص - منها الشكل والموقع - لكي تساعدهم على معرفة لماذا تتشابه حواف القارات وتتطابق على الرغم من تباعدها.

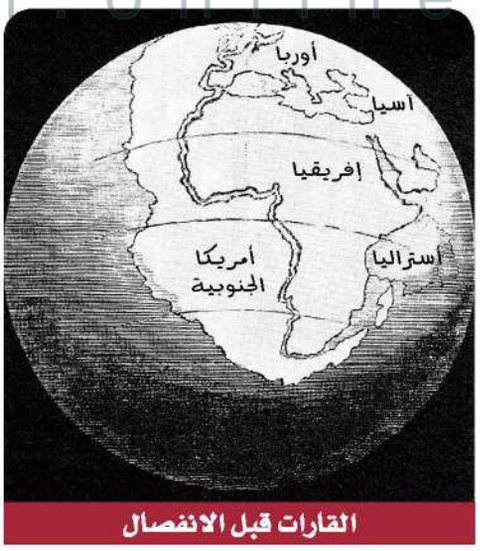
الملاحظات القديمة Early observation

باستثناء الأحداث المفاجئة كالزلازل والبراكين والانزلاقات الأرضية، فإن معظم معالم سطح الأرض لا تظهر تغيرًا نسبيًّا في أثناء حياة الإنسان. ومع ذلك فإن الأرض مرت بتغيرات كثيرة عبر تاريخها الطويل الموثق في سلم الزمن الجيولوجي. وأول من اقترح فكرة تغير المعالم الرئيسة للأرض هم رسامو الخرائط. ففي نهاية القرن الخامس عشر لاحظ رسام الخرائط الهولندي إبراهام أورتيليوس تطابقًا بين حافات القارات على جانبي المحيط الأطلسي، فاقترح أن القارتين الأمريكيتين الشمالية والجنوبية قد انفصلتا عن قارتي أوربا وإفريقيا بسبب الزلازل والفيضانات. وقد لاحظ العديد من العلماء وجود تطابق بين الحوافّ القارية. ويوضح **الشكل 1-5** خريطة أعدّها رسامو الخرائط في القرن التاسع عشر.

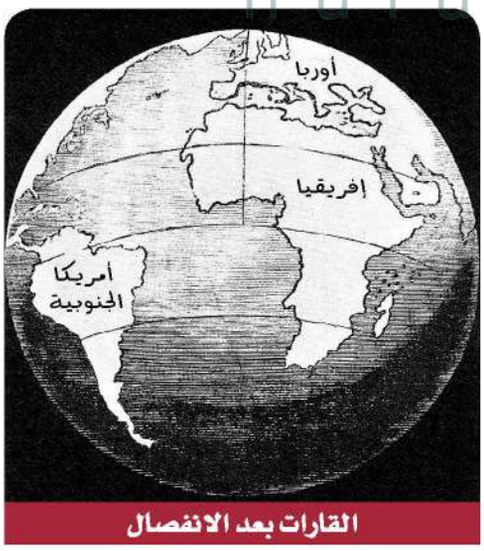
وكان أول من اقترح فكرة حركة القارات العالم الألماني ألفريد فاجنر Alfred Wegener في فرضيته العلمية التي قدمها عام 1912م إلى الأوساط العلمية آنذاك.

ماذا قرأت؟ استنتج ما الذي جعل رسامي الخرائط من أوائل الذين اقترحوا أن القارات كانت متصلة معًا يومًا ما؟

رسامو الخرائط كانوا على معرفة واسعة بأشكال القارات. وخصوصا عندما رسمت خرائط قارات النصف الغربي للأرض أول مرة؛ لذا فقد كانوا من أوائل الذين لاحظوا وجود تشابهات في أشكال القارات



القارات قبل الانفصال



القارات بعد الانفصال

الشكل 1-5 خريطتان تظهران التطابق الظاهري بين حوافّ القارات، أعدّهما رسامو الخرائط القدماء عام 1858م، بناءً على ملاحظاتهم.

SA.GEO.SE.CH05.indd 114 4/8/19 4:45 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الانجراف القاري Continental Drift

طـوّر العـالم فاجنـر فكـرة تُسـمى **الانجـراف القـاري Continental drift**، وفيها أن القارات كانت مجتمعة معًا في قـارة واحدة ضخمة (القارة الأم أو الأصل) أُطلق عليها **بانجيـا Pangaea**. وهـي كلمة من أصل إغريقـي تعني جميع اليابسـة، واقترح أن هذه القارة بدأت في الانقسـام قبل 200 مليون سـنة، وانفصل بعضها عن بعض إلى أجزاء، ثم انجرفت هذه الأجزاء، واستمرت في الحركة ببطء حتى وصلت إلى مواقعها الحالية، كما في الشكل 2–5.

أدلـة فاجنر على الانجراف القاري Wegener Evidences for Continental Drift

يُعـد ألفريـد فاجنر أول عالم قـدَّم أكثر من دليل على تطابق شـواطئ القارات على جانبي المحيط الأطلسي. وقد جمع أدلة، صخرية ومناخية وأحفورية تدعم فكرته.

الشـكل 2–5 تنـص فرضيـة فاجنـر عـلى أن القـارات كانت مجتمعـة معًا في قـارة واحدة قبل 200 مليون سـنة، ثم انجرفـت حتى وصلت إلى مواقعها الحالية.

حدّد أجـزاء بانجيا التي تشـكلت منهـا القارتان الأمريكيتـان الشـمالية والجنوبيـة. متـى كانتـا متحدتين؟ ومتى انفصلتا؟

كانت القارات متلاصقة معا قبل 200مليون سنة؛ وانفصل بعضها عن بعض في الفترة بين 180مليون سنة إلى 200مليون سنة

قبـل 200 مليون سـنة: كانت القارات مجتمعـة معًـا في قـارة واحـدة تُسـمى بانجيا.

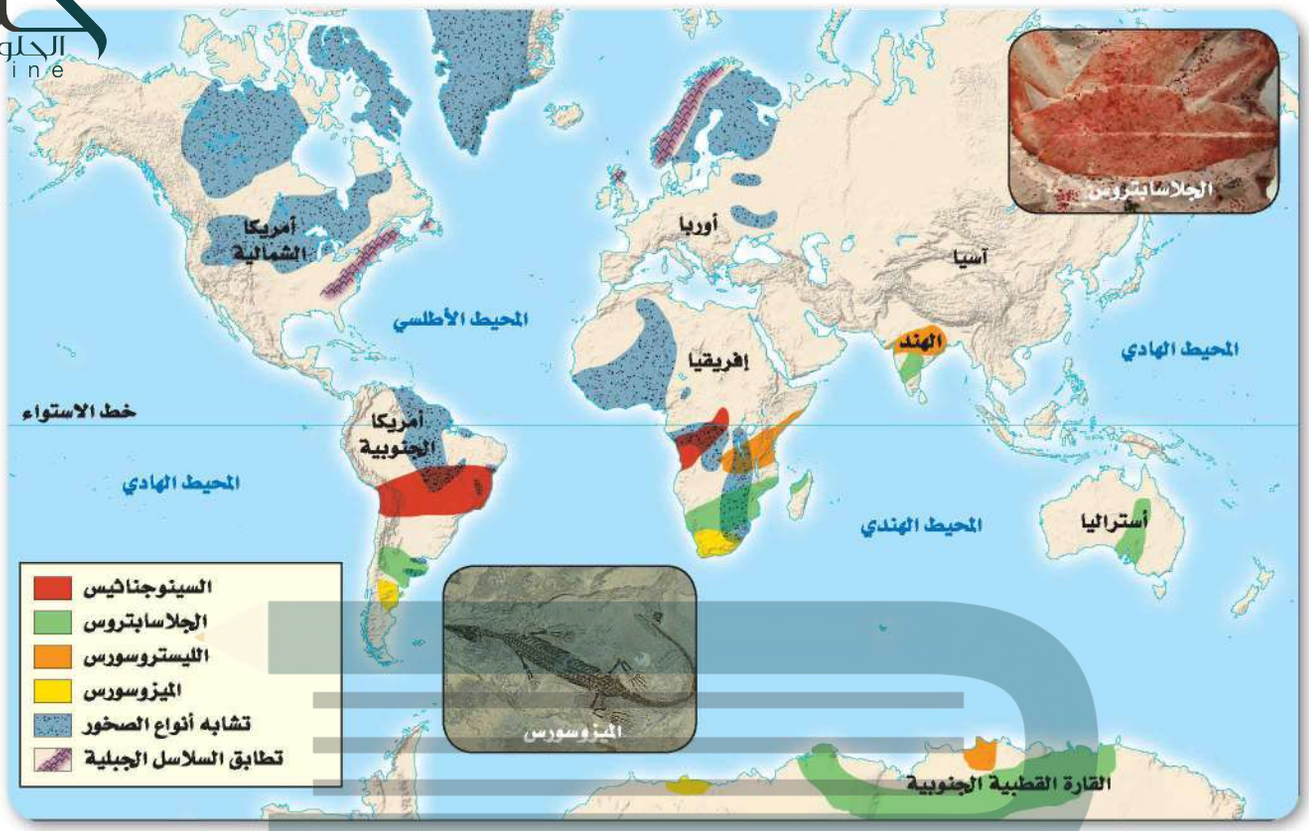
قبل 180 مليون سـنة: تشـققت بانجيا إلى كتل قاريـة أصغر، ثم انجرفت وبدأ تشكل المحيط الأطلسي.

قبـل 135 مليـون سـنة: بـدأت قارتـا إفريقيـا وأمريكا الجنوبيـة في الانفصال إحداهما عن الأخرى.

حاليًا: اصطدمت الهند بآسيا وكوّنت جبال الهملايا، وانفصلـت أسـتراليا عـن القـارة القطبيـة الجنوبيـة، وتشـكلت حفرة انهدام في شرقي إفريقيـا، وما زالت القارات تواصل حركتها.

قبل 65 مليون سنة: تحركت الهند شمالًا نحو قارة آسيا.

SA.GEO.SE.CH05.indd 115 4/8/19 4:45 PM



الشكل 3–5 استعمل ألفريد فاجنر التشابه بين أنواع الصخور والأحافير على جانبي المحيط الأطلسي دليلاً على أن القارات كانت مجتمعة معًا يومًا ما.

حدّد المجموعات التي تثبت أن القارات كانت تشكل قارة واحدة يومًا ما.

تطابق الصخور والسلاسل الجبلية والنباتات وأحافير الحيوانات في القارات

التكوينات الصخرية Rock formations بيّن فاجنر أنه عندما بدأت بانجيا في الانقسام إلى أجزاء أصغر، تكسرت تراكيب جيولوجية ضخمة، منها السلاسل الجبلية؛ بسبب انفصال القارات وتباعدها. وبناءً على ذلك اعتقد فاجنر أنه لابد من وجود تشابه في أنواع الصخور على جانبي المحيط الأطلسي. وقد لاحظ تشابهًا بين العديد من الطبقات الصخرية التي يزيد عمرها على 200 مليون سنة في جبال الأبلاش في أمريكا الشمالية مع الطبقات الصخرية للجبال في جرينلاند وأوروبا، مما يدعم فكرته أن القارات كانت مجتمعة معًا قبل 200 مليون سنة. ويوضح **الشكل 3–5** المواقع التي تتشابه عندها مجموعات الصخور المشار إليها.

الأحافير Fossils جمع فاجنر أدلة أحفورية يثبت فيها وجود قارة بانجيا في وقت ما؛ حيث عثر على أحافير لأنواع مختلفة من الحيوانات والنباتات كانت تعيش على اليابسة، وتنتشر انتشارًا واسعًا في القارات، كما في **الشكل 3–5**، واستطاع أن يبرهن على صحة فرضيته من خلال مجموعة من هذه الأحافير، منها أحفورة الميزوسورس؛ وهو نوع من الزواحف كان يعيش في المياه العذبة فقط، وغير قادر على السباحة مسافات طويلة في مياه المحيط المالحة، مما يؤكد أن القارات كانت متصلة معًا في زمن حياة هذه المخلوقات الحية التي عاشت على بانجيا قبل انقسامها انظر **الشكل 4–5**، ولذلك استطاع أن يبرهن على صحة فرضيته.

الشكل 4–5 كانت القارات متصلة مع بعضها البعض قبل 200 مليون سنة وقد سميت بانجيا.

SA.GEO.SE.CH05.indd 116 4/8/19 4:45 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

المناخ القديم Ancient climate استطاع فاجنر أن يحدد المناخات القديمة من خلال دراسة الأحافير، ومن الأحافير التي استعملت لدعم فرضية انجراف القارات أحفورة جلاسابتروس، وهي أحفورة لنبات سرخسي بذري يشبه الشجيرات الصغيرة؛ وقد عُثر عليها في أماكن متعددة، منها أمريكا الجنوبية والقارة القطبية الجنوبية والهند، انظر **الشكل 3–5**. وقد فسر فاجنر هذا الدليل على النحو الآتي: لأن هذه الأحفورة موجودة في الوقت الحاضر في أماكن منفصلة بعضها عن بعض ومتباعدة جدًّا يصعب أن يسود فيها مناخ واحد، ولأن نبات هذه الأحفورة يعيش في مناخ معتدل، والأماكن التي وجدت فيها أحافير هذا النبات قريبة من خط الاستواء، لذا استنتج فاجنر من ذلك كله أن صخور هذه الأماكن التي تحوي أحفورة هذا النبات لابد أنها كانت متصلة معًا يومًا ما، في مكان معتدل المناخ.

الشكل 5–5 يدل وجود توضعات الفحم الحجري في القارة القطبية المتجمدة على أن نباتات المستنقعات قد ازدهرت في هذه المنطقة يومًا ما.

وضح كيف أن الفحم الحجري الذي تكوَّن في المستنقعات القديمة قد وجد في القارة القطبية الجنوبية؟

ماذا قرأت؟ استنتج كيف ساعدت خلفية فاجنر العلمية في الأرصاد الجوية على دعم فكرته حول انجراف القارات؟

الخلفية العلمية للعالم فاجنر في الأرصاد الجوية جعلته واعيا على أدلة المناخات القديمة؛ ومعرفة دوائر العرض التي توجد عندها هذه المناخات

المناطق الاستوائية، لذا اعتبر فاجنر أن وجود طبقة من الفحم الحجري في القارة القطبية الجنوبية يدل دلالة قطعية على أن القارة القطبية الجنوبية كانت تقع على خط الاستواء أو قريبة منه في الزمن البعيد.

الترسبات الجليدية Glacial deposits تُعدُّ الترسبات الجليدية التي وُجدت في أجزاء من إفريقيا والهند وأستراليا وأمريكا الجنوبية، التي يعود عمرها إلى 290 مليون سنة دليلاً مناخيًّا آخر على انجراف القارات، مما جعل فاجنر يقترح أن هذه المناطق كانت ذات يوم مغطاة بغطاء سميك من الجليد، كما هو الحال في القطب الجنوبي اليوم؛ إذ لا يمكن لمناطق دافئة جدًّا أن تتشكل فيها أغطية جليدية، مما يؤكد أنها كانت في موقع قريب من القطب الجنوبي في ذلك الوقت، انظر **الشكل 6–5**. وقد اقترح فاجنر احتمالين لتفسير الترسبات الجليدية؛ الأول: أن القطب الجنوبي قد غيّر موقعه، والثاني: أن هذه القارات كانت في موقع القطب الجنوبي وغيّرت مواقعها. وقد رجَّح فاجنر الاحتمال الثاني، وهو أن القارات هي التي جرفت بعيدًا، لا أن محور الأرض هو الذي غيّر موقعه.

الشكل 6–5 إن وجود الترسبات الجليدية التي يعود عمرها إلى 290 مليون سنة في عدة قارات جعلت فاجنر يقترح أن هذه القارات كانت مجتمعة معًا ومغطاة بالجليد في ذلك الوقت. ويبين اللون الأبيض المنطقة المغطاة بالجليد.

SA.GEO.SE.CH05.indd 117 4/8/19 4:45 PM

ج2: لا تتشكل الرسوبيات الجليدية الموجودة في إفريقيا والهند وأستراليا ضمن دوائر العرض الحالية؛ فإما أن القطب الجنوبي قد تحرك، أو أن هذه القارات كانت مجتمعة معًا في موقع قريب من القطب الجنوبي

ج3: تتطابق طبقات الصيخور والسلاسل الجبلية في عدة قارات يمكن الربط بين أحافير اليابسة المتشابهة من حيوانات ونباتات وبين القارات أما دليل المناخ؛ حيث وجدت رسوبيات في مناطق لا يمكن أن تتشكل في دوائر العرض الحالية لهذه المناطق وأفضل تفسير لذلك هو أن القارات كانت مجتمعة في موقع يختلف كثيرًا عن موقعها الحالي

ج4:معظم أمريكا الشمالية القديمة كانت عند خط الاستواء أو قليلاً نحو الشمال حيث كان المناخ استوائيًا ودافئاً ورطبًا

ج5: في غرب إفريقيا

ج6: جملة غير صحيحة لأن دوائر العرض وخطوط الطول للمناطق قد تغيّرت عبر الزمن الجيولوجي عدة مرات بسبب حركة الصفائح

ج7: ينبغي أن تشير الرسالة إلى حقيقة أن العالم فاجنر ليس لديه تفسير مناسب لكيفية حركة القارات

التقويم 1–5

الخلاصة

- يوحي تطابق شواطئ القارات على جانبي المحيط الأطلسي بأن القارات كانت مجتمعة معًا يومًا ما.
- الانجراف القاري فكرة وُضعت في بداية القرن الماضي، تنص على أن القارات تتحرك فوق قيعان المحيطات.
- جمع فاجنر أدلة من الصخور والأحافير والمناخات القديمة لدعم فرضيته.
- لم تقبل فكرة الانجراف القاري لأنها لم تفسر كيفية حركة القارات، وما يسبب حركتها.

فهم الأفكار الرئيسة

1. **الفكرة الرئيسة** ارسم كيف كانت القارات مجتمعة معًا في قارة بانجيا.
2. وضّح كيف تدعم الرسوبيات الجليدية القديمة الموجودة في إفريقيا والهند وأستراليا والقارة القطبية الجنوبية فكرة الانجراف القاري.
3. لخص كيف تزودنا الصخور والأحافير والمناخ القديم بأدلة على الانجراف القاري؟
4. استنتج كيف كان مناخ أمريكا الشمالية عندما كانت جزءًا من قارة بانجيا.

التفكير الناقد

5. فسّر من خلال الشكل 6–5، اكتشفت ترسبات نفطية في البرازيل عمرها 200 مليون سنة تقريبًا. فأين يمكن أن يعثر الجيولوجيون على ترسبات نفطية لها العمر نفسه؟
6. قوّم الجملة الآتية: "موقع المدينة التي أسكنها ثابت لا يتغير".

الكتابة في الجيولوجيا

7. اكتب عن إحدى الرحلات الاستكشافية التي قام بها العالم فاجنر، مع توضيح رأيك العلمي حول ما توصل إليه خلالها.

SA.GEO.SE.CH05.indd 118 4/8/19 4:45 PM

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa

5-2

توسع قاع المحيط
Seafloor Spreading

الأهداف

- تلخص الأدلة التي أدت إلى اكتشاف توسع قاع المحيط.
- توضح أهمية الأنماط المغناطيسية في قاع المحيط.
- توضح عملية توسع قاع المحيط.

مراجعة المفردات

البازلت: صخر ناري سطحي ناعم الحبيبات لونه رمادي داكن إلى أسود.

المفردات الجديدة

جهاز قياس المغناطيسية
ظهر المحيط
الانقلاب المغناطيسي
المغناطيسية القديمة
تساوي العمر
توسع قاع المحيط
الأخاديد البحرية

الفكرة الرئيسة تتشكل القشرة المحيطية عند ظهر المحيط وتصبح جزءًا من قاعه.

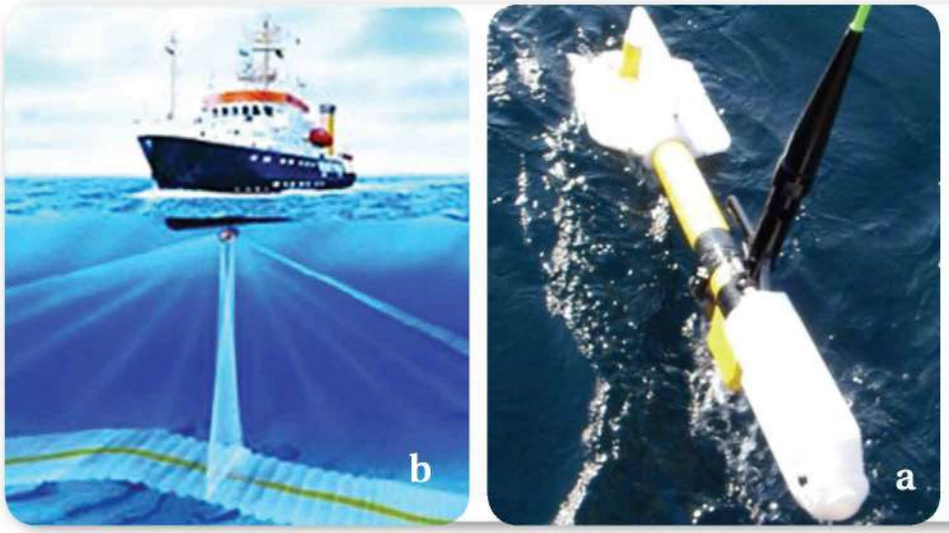
الربط مع الحياة هل قمت يومًا بعدّ الحلقات السنوية في جذع شجرة لمعرفة عمرها؟ يستطيع العلماء تقدير عمر قاع المحيط من خلال دراسة أنماط مشابهة.

رسم خرائط لقاع المحيط Mapping the Ocean Floor

اعتقد معظم الناس والعديد من العلماء حتى منتصف القرن الماضي أن سطح قاع المحيطات عمومًا مستو، كما كانت تسيطر عليهم مفاهيم خاطئة حول القشرة المحيطية بأنها لا تتغير، وهي أقدم عمرًا من القشرة القارية. بَيْدَ أن التقدم في التقنية في الأربعينات والخمسينات من القرن الماضي أظهر أن جميع هذه الأفكار التي كانت مقبولة على نطاق واسع غير صحيحة.

ويعد **جهاز قياس المغناطيسية Magnetometer** إحدى التقنيات المتقدمة؛ فقد استُعمل لدراسة قاع المحيط، انظر **الشكل 5–8a**، وهو جهاز صغير يُستعمل للكشف عن التغيرات الطفيفة في المجالات المغناطيسية، ويوصل خلف السفينة لتسجيل المجالات المغناطيسية لصخور قاع المحيط.

وهناك تطور آخر أتاح للعلماء دراسة قاع المحيط بقدر كبير من التفصيل، وهو تطوير طرائق السبر الصوتي. ومن الأدوات المستعملة في ذلك السونار؛ وهو جهاز يستعمل الموجات الصوتية لتحديد المسافات عن طريق قياس الزمن الذي تستغرقه هذه الموجات المرسلة من السفينة إلى قاع البحر حتى ارتدادها عنه وعودتها إلى السفينة انظر **الشكل 5–8b**، وقد مكّنت التطورات في مجال تقنية السونار العلماءَ من قياس عمق المياه، ثم رسم خريطة لتضاريس قاع المحيطات.



الشكل 5–8

a: يُستعمل جهاز قياس المغناطيسية للكشف عن التغيرات الطفيفة في المجالات المغناطيسية.

b: يستعمل جهاز السونار لتحديد عمق المياه وتضاريس قاع المحيط.

وقد عززت البيانات التي جُمعت بهذين الجهازين فهم العلماء للصخور والتضاريس الموجودة في قاع المحيط.

SA.GEO.SE.CH05.indd 119 4/8/19 4:45 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الشكل 9–5 كشفت البيانات المسجلة بالسونار وجود ظهور المحيطات والأخاديد البحرية العميقة. حيث يكثر على امتدادهما الزلازل والبراكين.

يوجد هذا الشكل مكبرًا في مرجعيات الطالب في نهاية الكتاب

تضاريس قاع المحيط Ocean-Floor Topography

أدهشت الخرائط التي رُسمت باستعمال بيانات جهازي قياس المغناطيسية والسونار العلماء، وساعدتهم على اكتشاف أن للمحيطات تضاريس، كما لليابسة. انظر **الشكل 9–5** الذي يبين تضاريس المحيطات الرئيسة. ومن أهم التضاريس التي أثارت فضول العلماء سلسلة جبلية ضخمة تحت الماء تمتد على طول قيعان المحيطات في جميع أنحاء الأرض؛ أطلقوا عليها اسم **ظهر المحيط Ocean ridge**، وهي أطول سلسلة جبلية على كوكب الأرض؛ إذ يصل طولها إلى 80000 km، وارتفاعها إلى 3 km فوق قاع المحيط، واكتشفوا فيما بعد أن الزلازل والبراكين تحدث على امتدادها بصورة مستمرة.

ماذا قرأت؟ صف أين توجد أطول سلسلة جبلية على الأرض؟

توجد على امتداد ظهور المحيطات

كما كشفت خرائط السونار تضاريس أخرى تحت سطح الماء، وهي عبارة عن أخاديد ضيقة عميقة تمتد طوليًا في قاع البحر آلاف الكيلومترات تسمى الأخاديد البحرية، انظر **الشكل 9–5**. ويعد أخدود ماريانا في المحيط الهادي أعمق أخدود بحري؛ إذ يزيد عمقه على 11 km. فلو وضعنا جبل إفرست –وهو أعلى جبل في العالم؛ حيث يبلغ ارتفاعه 9 km فوق مستوى سطح البحر– في هذا الأخدود، بالإضافة إلى ما يساوي ارتفاع برج المملكة سبع مرات تقريبًا، فسوف نصل إلى مستوى سطح البحر.

بعد اكتشاف علماء الجيولوجيا هذين المعلمين من تضاريس المحيطات، وهما: ظهور المحيطات، والأخاديد البحرية تحيروا مدة تزيد على عقدين من الزمان، وبرزت جملة من التساؤلات، منها: كيف تشكلت سلسلة الجبال تحت الماء التي تمتد حول الأرض؟ وما مصدر البراكين المرتبطة مع هذه الجبال؟ وما القوى المؤثرة التي جعلت قشرة الأرض تنخفض إلى عمق 11 km في بعض المناطق؟ سوف تجد الإجابة عن هذه الأسئلة لاحقًا في هذا الفصل.

المفردات

مفردة أكاديمية

الأخدود

منطقة منخفضة عند حدود الصفائح تنتج عن انزلاق صفيحة تحت صفيحة أخرى.

المعنى اللغوي: شق مستطيل في الأرض.

SA.GEO.SE.CH05.indd 120 4/8/19 4:45 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

صخور ورسوبيات المحيطات
Ocean Rocks and Sediments

لم يكتفِ العلماء برسم خرائط لقاع المحيط، بل قاموا بجمع عينات من صخور قاع المحيط ورسوبياته وحلّلوها، وتوصلوا إلى اكتشافات مهمة، منها: الاكتشاف الأول: أن اختلاف أعمار الصخور عبر قاع المحيط وفق نمط معين يمكن توقعه؛ حيث تزداد أعمار صخور القشرة المحيطية كلما ابتعدنا عن ظهر المحيط نحو القارات، وبصورة متناظرة على جانبيه، انظر **الشكل 10–5**. كما اكتشف العلماء أن أقدم صخور قاع المحيط لا يزيد عمرها على 180 مليون سنة تقريبًا، وهو عمر قصير مقارنة بعمر أقدم صخور القشرة القارية الذي لا يقل عن 3.5 مليارات سنة. فلماذا تعد صخور قشرة المحيط أقل عمرًا مقارنة بعمر صخور القشرة القارية؟ ولما كان الجيولوجيون يعرفون أن المحيطات كانت موجودة قبل 180 مليون سنة، فقد دفعهم هذا إلى التساؤل: لماذا لا يوجد أثر للقشرة المحيطية التي يزيد عمرها على 180 مليون سنة؟

أما الاكتشاف الثاني: فيتعلق برواسب قاع المحيط؛ إذ تشير القياسات إلى أن سُمك رسوبيات المحيطات يصل إلى بضع مئات من الأمتار عادة، بينما يصل سُمك الصخور الرسوبية التي تغطي مساحات واسعة من القارات إلى 20 كيلومترًا. وعلى الرغم من أن العلماء يعرفون أن المحيطات تتعرض لعمليتي الحت والترسيب، إلا أنهم لم يعرفوا لماذا يقل سمك رواسب قاع المحيط عن سمك نظيراتها القارية، فافترضوا أن سمك الرسوبيات مرتبط مع عمر القشرة المحيطية، وهذا ما أيّدته الملاحظات الميدانية؛ إذ يزداد سمك الرواسب مع زيادة البعد عن ظهر المحيط، وبصورة متناظرة على جانبيه، كما في **الشكل 10–5**.

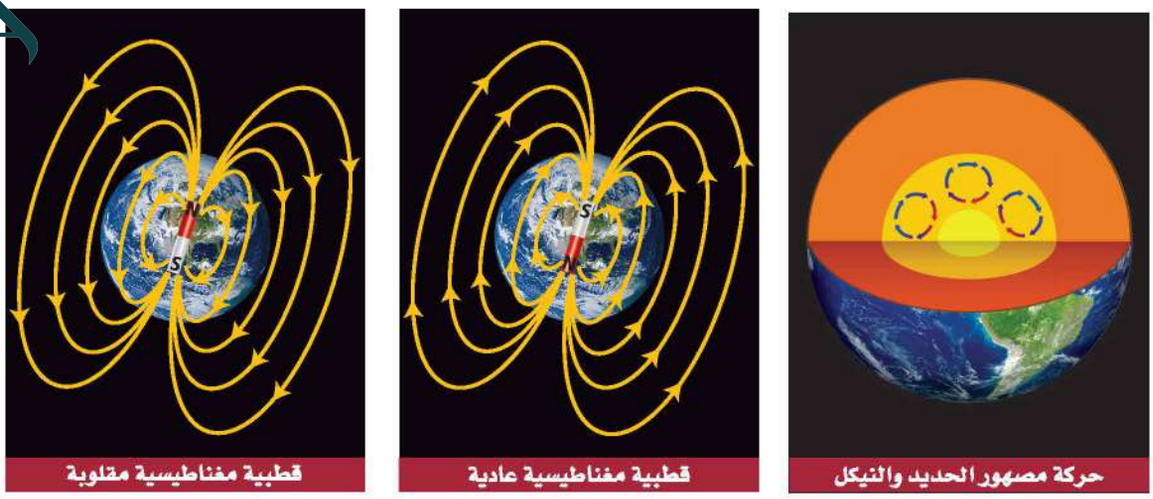
المهن في علم الأرض

الجيولوجي البحري

يطلق على علماء الجيولوجيا الذين يدرسون قاع المحيط لفهم العمليات الجيولوجية مثل حركة الصفائح الأرضية الجيولوجيون البحريون.

الشكل 10–5 كلما ابتعدنا عن ظهر المحيط ازداد كل من: عمر صخور قشرة المحيط، وسُمْك الرسوبيات.

SA.GEO.SE.CH05.indd 121 4/8/19 4:45 PM



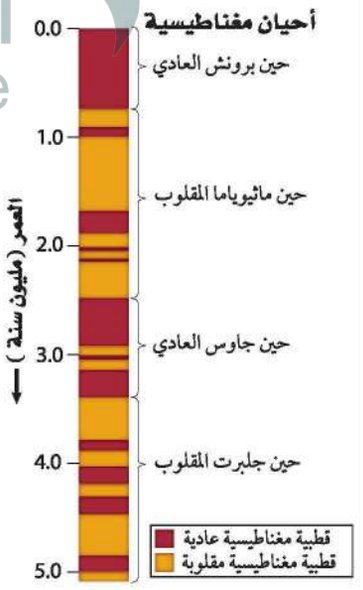
الشكل 11–5 يتولد المجال المغناطيسي للأرض بفعل جريان مصهور الحديد والنيكل في اللب الخارجي. وتتغير قطبية المجال المغناطيسي للأرض من قطبية مغناطيسية عادية إلى قطبية مغناطيسية مقلوبة نتيجة تغير اتجاه جريان المصهور.

المغناطيسية Magnetism

كما تعلم فإن الأرض تقسم إلى ثلاثة أجزاء رئيسة هي: القشرة والستار واللب. ويتكون اللب من جزأين: لب خارجي يوجد في الحالة السائلة، ويتكون معظمه من الحديد والنيكل. ولب داخلي يوجد في الحالة الصلبة. واللب الخارجي هو المسؤول عن المغناطيسية الأرضية. وتولد حركة مصهور الحديد والنيكل في اللب الخارجي للأرض تيارًا كهربائيًا، ينشأ عنه مجال مغناطيسي للأرض، انظر **الشكل 11–5**. ويؤدي ذلك إلى تكون قطبين مغناطيسيين: شمالي وجنوبي. ويسمى اتجاه قطبي المجال المغناطيسي القطبيةَ المغناطيسيةَ العاديةَ عندما يكون اتجاه القطبين في اتجاه قطبَي الأرض المغناطيسيين نفسه، كما هو في الوقت الحاضر.

وعندما يتغير اتجاه حركة مصهور الحديد والنيكل في اللب الخارجي يحدث تغير في اتجاه سريان التيار الكهربائي، ومن ثم التغير في اتجاه الأقطاب المغناطيسية الأرضية. ويطلق على هذا قطبيةً مغناطيسيةً مقلوبةً، انظر **الشكل 11–5**. ويسمى تغير قطبية المجال المغناطيسي للأرض من عادية إلى مقلوبة **الانقلاب المغناطيسي Magnetic reversal**. وقد حدث الانقلاب المغناطيسي عبر تاريخ الأرض مرات عديدة.

الشكل 12–5 تتعاقب فترات القطبية المغناطيسية العادية مع فترات القطبية المغناطيسية المقلوبة، وتسمى التغيرات الطويلة في المجال المغناطيسي الأرضي (أحيانًا)، ومفردها حين، والتغيرات القصيرة (أحداثًا).



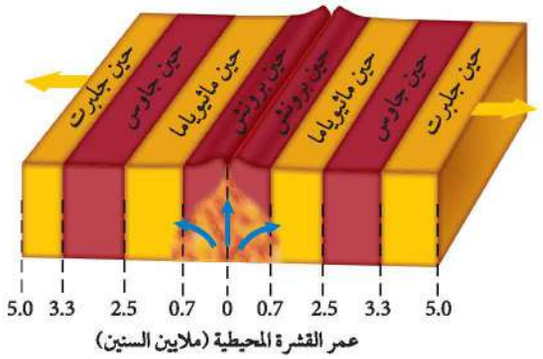
السلم الزمني للقطبية المغناطيسية Magnetic polarity time scale

المغناطيسية القديمة Paleomagnetism هي دراسة لتاريخ المجال المغناطيسي للأرض. فعندما تتبلور المعادن الحاملة للحديد في اللابة– مثل تبلور معدن الماجنتيت – فإنها تتصرف في أثناء تبلورها مثل البوصلات الصغيرة، فيتخذ مجالها المغناطيسي اتجاه المجال المغناطيسي للأرض. ومن خلال بيانات المغناطيسية القديمة التي جمعت من دراسات اللابة القارية استطاع العلماء بناء السلم الزمني المغناطيسي، كما في **الشكل 12–5**.

التماثل المغناطيسي Magnetic symmetry لأن معظم القشرة المحيطية تتكون من صخور بازلتية وتحتوي على كميات كبيرة من المعادن البركانية المنشأ الحاملة للحديد، فقد افترض العلماء أن صخور قاع المحيط لا بد أنها تحتفظ بسجلات للانقلابات المغناطيسية. لذا بدؤوا اختبار فرضيتهم باستعمال جهاز قياس المغناطيسية؛ لقياس اتجاهات المجالات المغناطيسية لصخور قاع المحيط، وحصلوا

SA.GEO.SE.CH05.indd 122 4/8/19 4:45 PM

حلول
الحلول أون لاين
hulul.online



الشكل 13–5 سجلات القطبية العادية والمقلوبة للمجال المغناطيسي الأرضي في صخور قاع المحيط.

حدّد قطبية البازلت المتكون حديثًا في ظهر المحيط.

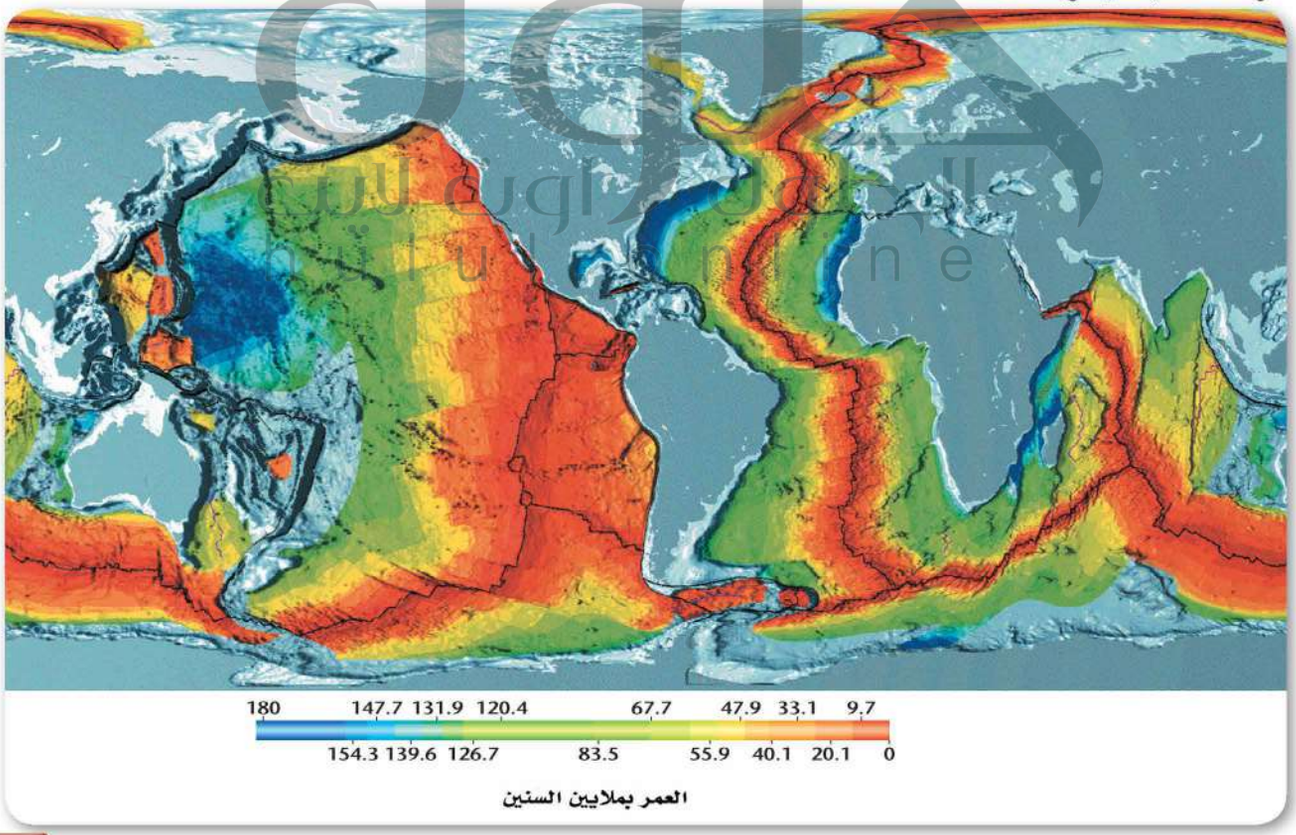
النمط متماثل أي متساو على جانبي ظهر محيط

على نتائج مذهلة، منها وجود سلسلة من أشرطة مغناطيسية موازية لظهر المحيط ذات قطبية مغناطيسية عادية ومقلوبة بصورة متعاقبة ومتوازية، ولكنهم اندهشوا أكثر عندما اكتشفوا أن أعمار الأشرطة المغناطيسية وعرضها متماثلة على جانبي ظهر المحيط. قارن النمط المغناطيسي على جانبي ظهر المحيط في **الشكل 13–5**.

استطاع العلماء تحديد عمر قاع المحيط من خلال مقارنة الأنماط المغناطيسية المقلوبة في قاع المحيط بمثيلاتها المعروفة على اليابسة. وقد مكّنتهم هذه الطريقة من إعداد خرائط **تساوي العمر Isochron** لجميع قيعان المحيطات بسرعة، كما في **الشكل 14–5**. وخط تساوي العمر خط وهمي على الخريطة يصل بين نقاط لها العمر نفسه. لاحظ أيضًا من الشكل أن القشرة المحيطية الحديثة توجد بالقرب من ظهور المحيطات، في حين أن القشرة المحيطية القديمة تكون على طول الأخاديد البحرية.

الشكل 14–5 تمثل كل حزمة لونية في خريطة تساوي أعمار قاع المحيط عمر قطاع من قشرة المحيط.

لاحظ. ما النمط الذي تلاحظه في خريطة تساوي العمر؟

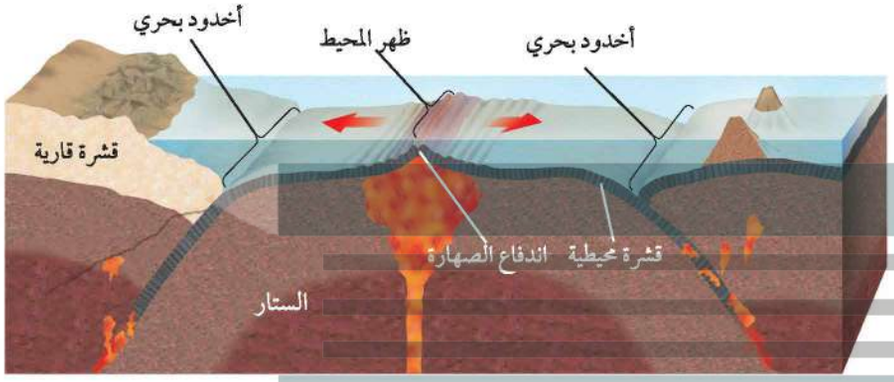


SA.GEO.SE.CH05.indd 123 4/8/19 4:46 PM

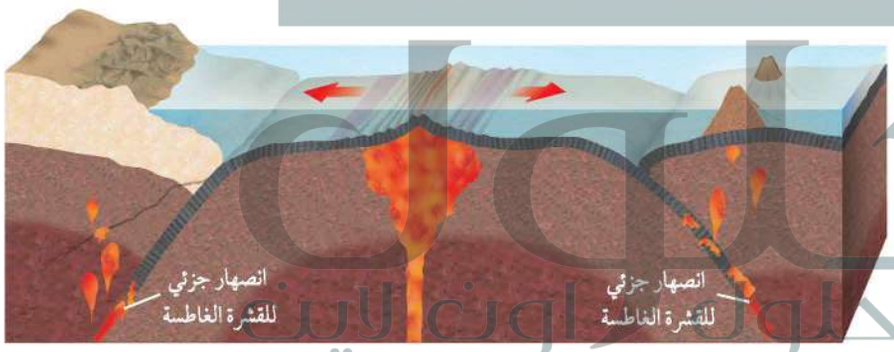
حلول
الحلول اون لاين
hülul.online

توسع قاع المحيط Seafloor Spreading

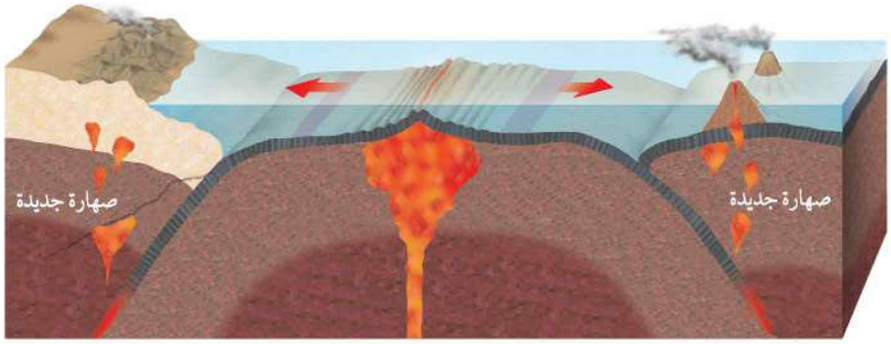
الشكل 15–5 بيانات تضاريس قاع المحيط ورسوبياته ومغناطيسيته القديمة قادت العلماء إلى اقتراح فرضية توسع قاع المحيط. وتوسُّع قاع المحيط عملية تتشكل من خلالها قشرة محيطية جديدة عند ظهور المحيطات، ثم تتحرك هذه القشرة ببطء بعيدًا عن مركز التوسع حتى تُطرح ويعاد تدويرها عند الأخاديد البحرية.



1. تندفع الصهارة إلى قاع المحيط من خلال الفراغات التي تشكلت على امتداد سلسلة ظهر المحيط، وتتصلّب مشكِّلةً قشرة محيطية جديدة.



2. يؤدي استمرار اندفاع الصهارة وتوسع قاع المحيط ببطء إلى تشكل قشرة محيطية جديدة وبشكل متساوٍ على جانبي ظهر المحيط.



3. تغطس الأطراف البعيدة للقشرة المحيطية التي تشكلت عند ظهر المحيط أسفل القشرة القارية في الستار، وبسبب وجود المياه داخل الصخور المكونة للصفيحة تقل درجة الانصهار وتنصهر الصفيحة الغاطسة مكونة صهارة جديدة، ثم ترتفع الصهارة وتتصلّب داخل القشرة أو على السطح وتصبح جزءًا من القشرة القارية.

SA.GEO.SE.CH05.indd 124 4/8/19 4:46 PM

ج1: لأنه في أثناء عملية توسع قاع المحيط عند ظهر المحيط تضاف قشرة محيطية جديدة، كما يؤدي استمرار خروج الصهارة إلى حركة قاع المحيط (القشرة المحيطية) نحو أطراف الصفيحة المحيطية التي تحب -في النهاية- لتعود إلى الصهارة في الأسفل

ج2: تعد صخور القشرة المحيطية حديثة من الناحية الجيولوجية إذ يتل عمرها في اتجاه ظهر المحيط بمايعني أن هناك آلية لنشأتها وإعادة تدويرها أما رسوبيات قاع المحيط فيزداد سمكها كلما ابتعدنا عن ظهر المحيط مما يدل على أن صخور ظهر المحيط ينبغي أن تكون أحدث عمرًا مقارنة بالصخور البعيدة عند الأطراف

ج3: اتجاه المجال المغناطيسي لصخور القطبية المغناطيسية العادية هو نفسه اتجاه المجال الحالي للأرض أما اتجاه المجال المغناطيسبى لصخور القطبية المغناطيسية المقلوبة فهو معاكس لاتجاه المجال المغناطيسى الحالي للأرض

ج4: تتميز بأخاديد عميقة وظهور مرتفعة؛ وتعد ظهور المحيطات أطول سلسلة جبلية على سطح الأرض، وبالابتعاد عن ظهور المحيطات 6 تكون معظم قيعان المحيطات مغطاة برسوبيات وقمم من الجبال البحرية التي قد جرى تعريتها

ج5: توضح خريطة خطوط تساوي العمر المغناطيسية التي سجلت في أثناء تبريد اللابة وجود أنماط متماثلة على جانبى ظهور المحيطات؛ تدل عل أن جانبى ظهر المحيط قد تكونا في فترة زمنية واحدة

ج6: لأن المحيط الما دي يتوسع بمعدل أكبر من توسع المحيط الأطلسي

- توفر الدراسات التي أجريت على قيعان المحيطات أدلة على أنها ليست مستوية، وأنها تتغير باستمرار.
- القشرة المحيطية صغيرة العمر من الناحية الجيولوجية.
- تتكون قشرة محيطية جديدة عند ظهر المحيط عندما ترتفع الصهارة وتتصلب.
- عندما تتشكل قشرة محيطية جديدة تتحرك القشرة المحيطية القديمة مبتعدةً عن ظهر المحيط.

1. **الفكرة الرئيسة** صف لماذا تشبه عملية توسع قاع المحيط حركةَ الحزام الناقل (المتحرك)؟
2. وضح كيف توفر كل من صخور قاع المحيط ورسوبياته أدلة على توسع قاع المحيط؟
3. ميّز بين مصطلحي: القطبية المغناطيسية العادية، والقطبية المغناطيسية المقلوبة.
4. صف تضاريس قاع المحيط.

التفكير الناقد

5. وضّح كيف تدعم خريطة تساوي العمر لقاع المحيط فرضية توسع قاع المحيط؟
6. حلّل لماذا يكون عرض الأشرطة المغناطيسية في شرق المحيط الهادي أكبر من نظائرها في المحيط الأطلسي؟

الرياضيات في الجيولوجيا

7. حلّل الشكل 12–5، ما نسبة فترات القطبية المغناطيسية المقلوبة في آخر خمسة ملايين سنة

70%

SA.GEO.SE.CH05.indd 125 4/8/19 4:46 PM

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

5-3

الأهداف

- تصف كيف تتشكل معالم الأرض بفعل حركة الصفائح الأرضية.
- تقارن بين حدود أنواع الصفائح الأرضية الثلاث والمعالم 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 للصفيحة.

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

الصفيحة الأرضية
الحدود المتباعدة
حفرة الانهدام
الحدود المتقاربة
الطرح
الحدود التحويلية
الدفع عند ظهر المحيط
سحب الصفيحة

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.**

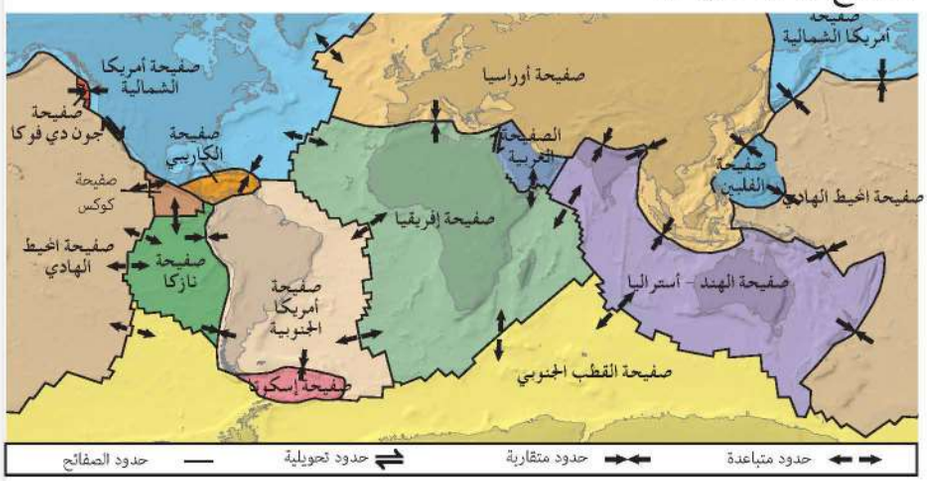
الربط مع الحياة لو وضعت إناء من الحساء في مجمد الثلاجة وتركته فترة من الزمن فستتجمد المواد الدهنية في الحساء مكونّة طبقة صلبة، ولو أملت الإناء إلى الأمام وإلى الخلف، فستنثني هذه الطبقة وتتشقق. هذا النموذج يشبه العلاقة بين الصفائح الأرضية المختلفة.

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 جدًّا (بضعة سنتمترات 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 معًا عند حدودها، مما يؤدي إلى تكوين معالم جيولوجية مختلفة بحسب نوع حدود الصفائح، فتقترب الصفائح الأرضية بعضها من بعض عند الحدود المتقاربة، ويبتعد بعضها عن بعض عند الحدود المتباعدة، وتتحرك أفقيًّا متحاذية عند الحدود التحويلية (الانزلاقية).

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

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



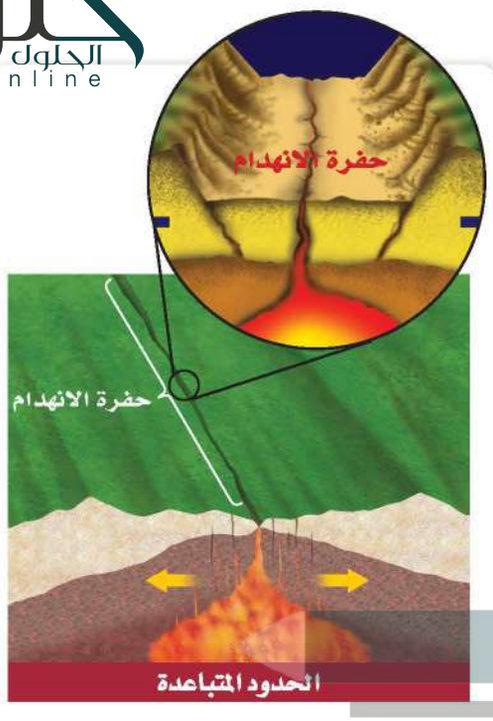
SA.GEO.SE.CH05.indd 126 4/8/19 4:46 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

حدود متباعدة Divergent boundaries تسمى المناطق التي تبتعد عندها الصفائح بعضها عن بعض **الحدود المتباعدة Divergent boundaries**. 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. وتتشكل القشرة المحيطية الجديدة في معظم الحالات عند الحدود المتباعدة، فضلاً عن ارتباط هذه الحدود بالبراكين والزلازل والتدفق الحراري الأرضي المرتفع نسبيًّا.

ماذا قرأت؟ حدّد 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 — مثالاً على حدود التباعد.

الانهدام، ويوضح **الشكل 18–5** حفرة الانهدام العظيم التي تتشكل حاليًّا في شرق إفريقيا، وقد تتطور في النهاية إلى حوض محيطي جديد.

تجربة

عمل نموذج لتشكُّل قاع المحيط

كيف أدت الحدود المتباعدة إلى تشكل جنوب المحيط الأطلسي؟ أدت حدود التباعد قبل 150 مليون سنة إلى انقسام قارة كانت موجودة سابقًا، 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 معًا على طول سواحلهما الأطلسية.
4. خطط بدقة حول النموذجين باستعمال **قلم الرصاص**، وارسم شكل القارتين، ثم أزل النموذجين واكتب تحتهما 150 مليون سنة.
5. ارسم خريطتين تبين إحداهما مرحلة تطور المحيط الأطلسي قبل 150 مليون سنة، والأخرى تمثله في الوقت الحالي. على أن يكون متوسط معدل التوسع 4 cm /y وبمقياس رسم 1 cm = 500 km.

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؟

SA.GEO.SE.CH05.indd 127 4/8/19 4:46 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

حدود متقاربة Convergent boundaries تقترب الصفائح بعضها من بعض عند الحدود المتقاربة **Convergent boundaries**. فعندما تصطدم صفيحتان معًا فإن الصفيحة الأكبر كثافة تغوص تحت الأقل كثافة. وتُسمى هذه العملية **الطرح Subduction**. وتتكون القشرة المحيطية من معادن غنية بالحديد والماغنسيوم تكوّن الصخور البازلتية، وهي صخور داكنة ذات كثافة كبيرة نسبيًّا، انظر **الشكل 19–5**. أما القشرة القارية فيتكون معظمها من الصخور الجرانيتية، وهي صخور فاتحة اللون وقليلة الكثافة نسبيًّا 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 أيضًا 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، فتنصهر الصفيحة انصهارًا جزئيًّا على أعماق قليلة، وتكون الصهارة الناتجة أقل كثافة من الصخور المحيطة بها، فترتفع إلى أعلى في اتجاه السطح، وتثور مشكِّلةً قوسًا من الجزر البركانية يوازي الأخاديد البحرية. ومن ذلك أخدود وأقواس جزر ماريانا في غرب المحيط الهادي، وأخدود وأقواس جزر ألوشيان في شمال المحيط الهادي.

تقارب محيطي-قاري Oceanic–continental تحدث عملية الطرح أيضًا 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. تذكّر 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 يجر وراءه القارة الملتصقة به إلى نطاق الطرح، فتصطدم الصفيحتان القاريتان معًا بدلاً من غوصهما في الستار بسبب انخفاض كثافتيهما، مما يؤدي إلى ارتفاع الصخور وطيها 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 نسبيًّا من الصخور الرسوبية، وكلتاهما أقل كثافة من البازلت.

المفردات

مفردة أكاديمية

المتوازي

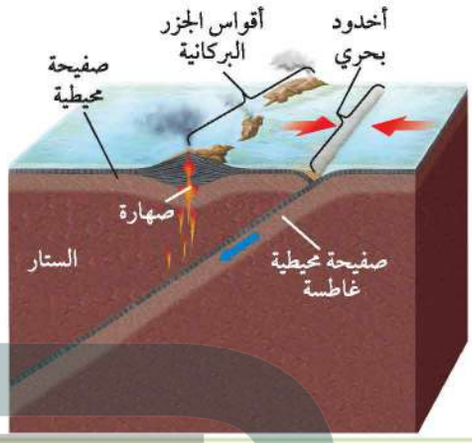
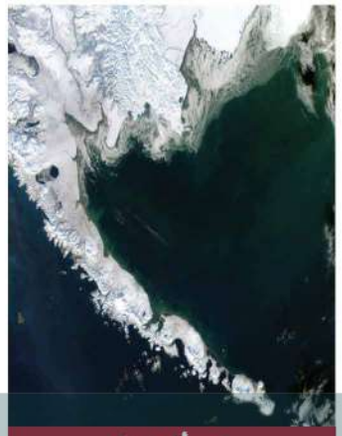
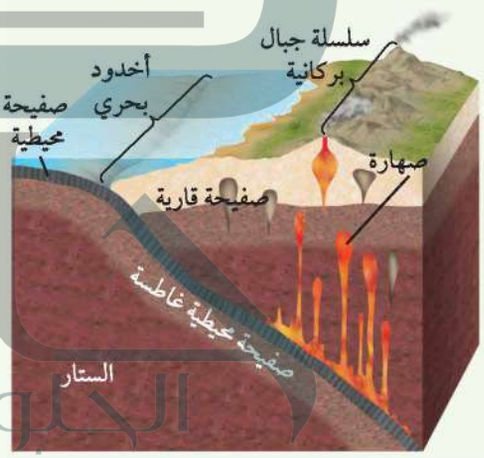
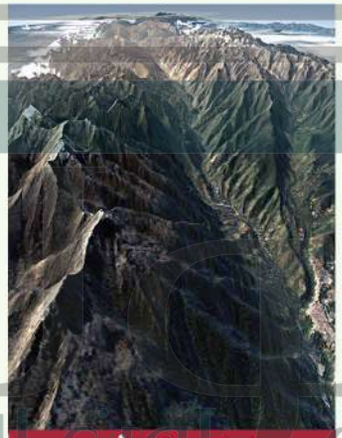
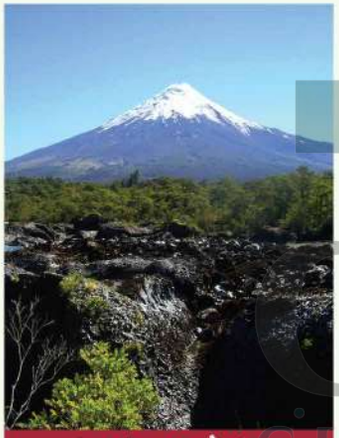
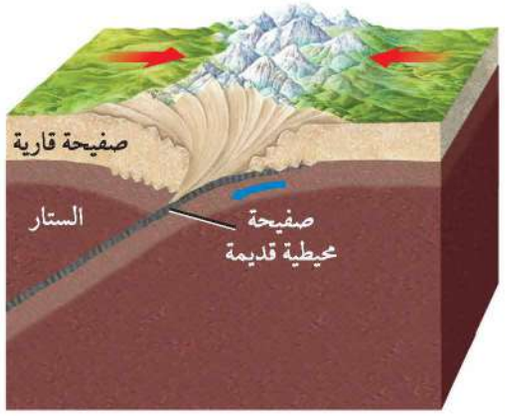
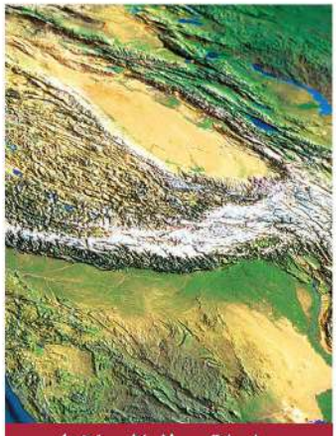
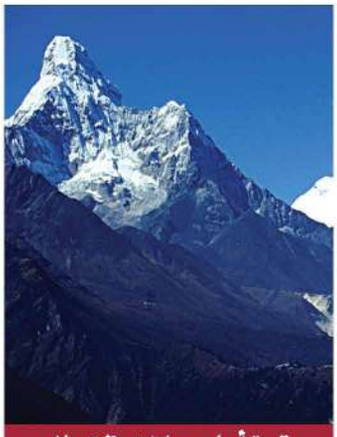
خطان يمتدان في اتجاه واحد ولا يلتقيان، والمسافة بينهما متساوية.

ومن الأمثلة على ذلك خطا سكة حديد.

SA.GEO.SE.CH05.indd 128 4/8/19 4:46 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الجدول 1–5 ملخص أنواع الحدود المتقاربة

نوع الحد التقاربي	مثال على منطقة تأثرت بالحدود المتقاربة	مثال على التضاريس
تقارب محيطي ـ محيطي 	 جزر ألوشيان	جزيرة شاجولاك في ألاسكا
تقارب محيطي ـ قاري 	 سلسلة جبال الأنديز	 بركان أزورنو في تشيلي
تقارب قاري ـ قاري 	 سلسلة جبال الهملايا	 قمة أما ـ دبلان في نيبال

SA.GEO.SE.CH05.indd 129 4/8/19 4:46 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

حدود تحويلية (جانبية) Transform boundaries تسمى المنطقة التي تتحرك عندها صفيحتان أفقيًّا 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 ضحلة 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 تتكسر على طولها إلى حد ما.

توجد معظم الحدود التحويلية في قاع المحيط؛ حيث تؤدي إلى إزاحة قِطع ظهور المحيطات جانبيًّا، 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. ويُحدث هذان الصدعان العديد من الزلازل الضحلة، 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.

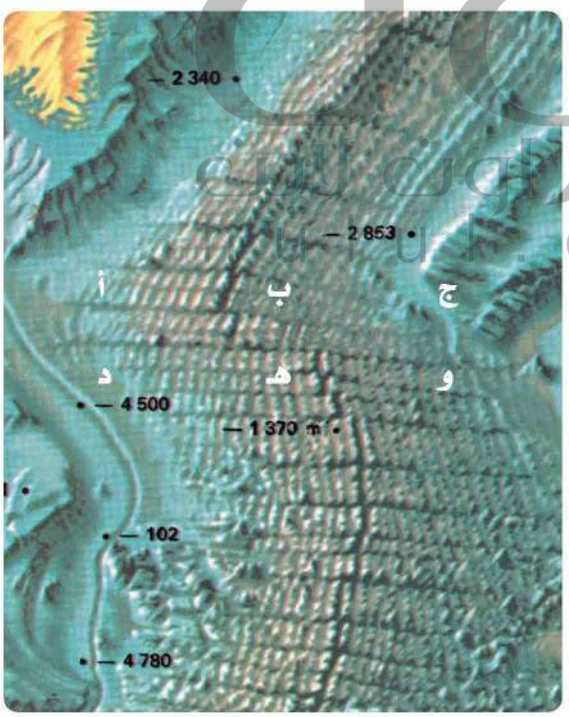
المطويات

ضَمّن 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 وأوربا. انسخ الشكل في دفترك، ثم نفذ الخطوات الآتية:



التحليل

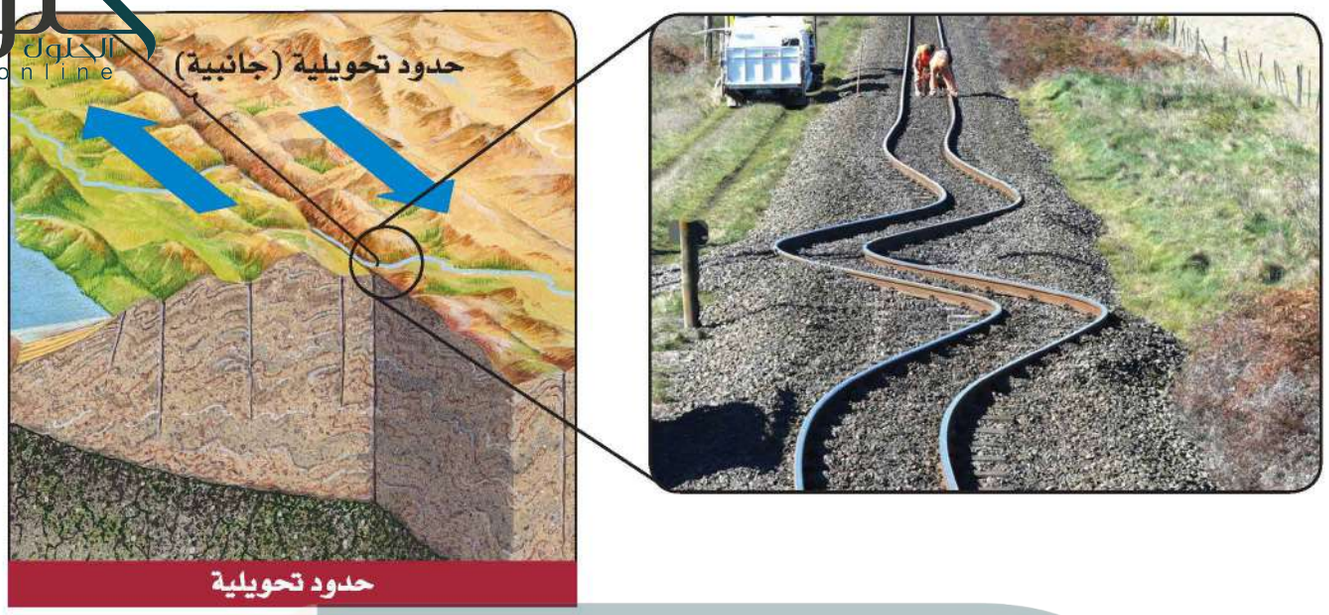
1. ارسم أسهمًا على نسختك، مبينًا الحركة النسبية لقشرة المحيط في المواقع: أ ب ج د هـ و.
2. قارن اتجاه الحركة في المواقع الآتية: أ مع د، ب مع هـ، ج مع و.

التفكير الناقد

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

SA.GEO.SE.CH05.indd 130 4/8/19 4:46 PM

حلول
الحلول أون لاين
hulul.online



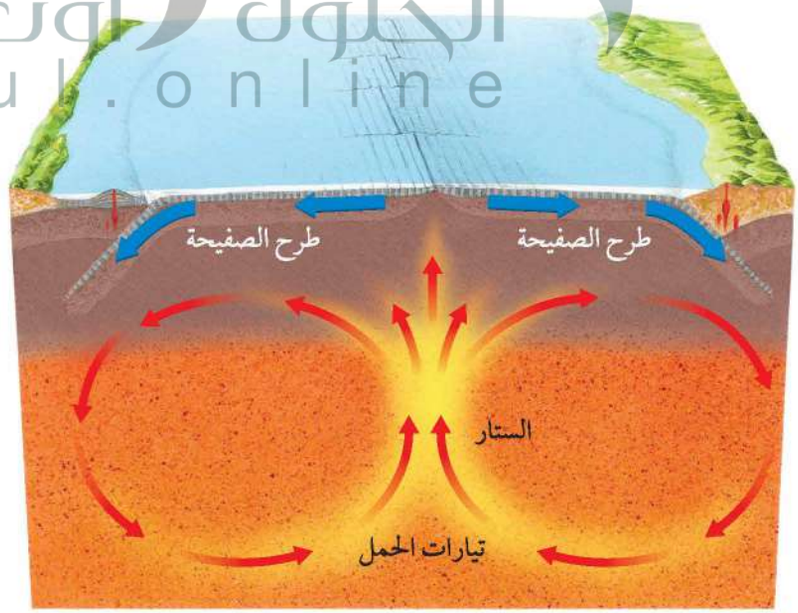
الشكل 20–5 تتحرك الصفيحتان أفقيًّا متحاذيتين على طول الحدود التحويلية. الانثناء في السكة الحديدية ناتج عن حركة الصدع التحويلي.

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 فترتفع إلى أعلى وتحل محلها مواد من الستار باردة نسبيًّا 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.

SA.GEO.SE.CH05.indd 131 4/8/19 4:47 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

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

ينتج الحمل الحراري بفعل غوص المادة الأكثر كثافة لتحل محل المادة الأقل كثافة غير أن الجيولوجيين غير متفقين تماما حول مصدر القوة الدافعة 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 الصفيحة الأرضية، لذا ينجم عنها قوى رأسية وجانبية، مما يؤدي إلى رفع الغلاف الصخري وتشققه عند الحدود المتباعدة، فترتفع المواد المصهورة من الستار لتملأ التشققات هناك، ثم تتصلب مكوّنة 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 نسبيًّا تبرد كلما ابتعدت عن الحدود المتباعدة في مناطق ظهر المحيط، وتصبح أكثر كثافة مقارنة بالقشرة المحيطية الحديثة الأقل كثافة، فتهبط مكونة الجوانب المنحدرة لظهر المحيط، ونتيجة لزيادة وزن الجزء المرتفع والمنحدر

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

SA.GEO.SE.CH05.indd 132 4/8/19 4:47 PM

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 أعل مكونة سلاسل جبلية ضخمة

ج3: تقارب محيطي - محيطي: أخاديد بحرية وأقواس جزر بركانية، تقارب محيطى-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 وقفرى السحب عند نطاقات الطرح

ج7: يترك للطالب

ج8: تتشوه القشرة وتتكسر عندما تتحرك أفقيًا على طول الصدع

ج9: هذه الجملة غير صحيحة؛ فتيارات الحمل تحرك جميع الصفائح على سطح الارض

ج10: لأن تيارات الحمل تحرك جميع الصفائح على سطح الأرض؛ فتسبب تغير المواقع النسبية للصفائح التى تتضمن قشرة قارية

ج11: يترك للطالب

حلول الحلول اون لاين hulul.online

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

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 سنويًا، كما يقدر طوله بحوالي 2000 km، وعرضه حوالي 300 km، وأعمق نقطة فيه حوالي 2000 m، وأعلى مد قد يصل تقريبا إلى 1m فقط، والمتوسط الإجمالي لدرجة حرارة مياه البحر الأحمر (22°C) والمتوسط الإجمالي لدرجة ملوحته 40 جزءًا في الألف.

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.

ونظرًا 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

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

الربط مع رؤية ٢٠٣٠
رؤية VISION 2030
المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA
مجتمع حيوي
• من أهداف الرؤية: حماية وتهيئة المناطق الطبيعية (مثل الشواطئ والجزر والمحميات الطبيعية)

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.

* كتيب مشروع «البحر الأحمر»

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

مختبر الجيولوجيا

نمذجة حدود الصفائح وتساوي أعمار الصخور

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
آلة حاسبة — مسطرة مترية

إجراءات السلامة

خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. يُظهر **الشكل 1** الحركة النسبية بين الصفيحة (A) والصفيحة (B). ارسم الصفائح على ورقة منفصلة وقصّها.
3. تدل الأسهم على حركة الصفيحة (B) بالنسبة للصفيحة (A)، حرِّك 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 إحداهما عن الأخرى بظهري محيط وصدع تحويلي. تتباعد الصفيحتان (A)، (B) إحداهما عن الأخرى بسرعة 2 cm/y. حوِّل السرعة من cm/y إلى km/y.
6. ارسم **الشكل 2** على ورقة منفصلة، وافترض أن شكل الحدود في **الشكل 2** لم يتغير مع الزمن، وبناءً على ذلك ارسم خطوط تساوي العمر لكل من: 10 و20 و30 و 40 مليون سنة.
7. لوِّن القشرة بناءً على عمرها على أن يكون اللون:

أحمر: 10–0 ملايين سنة

أصفر: 20–10 مليون سنة

أخضر: 30–20 مليون سنة

أزرق: 40–30 مليون سنة

التحليل والاستنتاج

1. حدّد حركة الصفيحة A (من جميع جوانبها) نسبة إلى حركة الصفيحة B.
2. طبّق ما أسهل الطرائق لتحديد موقع الحدود التحويلية باستعمال خريطة تساوي العمر؟
3. فسِّر انظر إلى **الشكل 3**، وحدّد مواقع حدود التباعد في المحيطين الأطلسي والهادي مستعينًا بنسق خطوط تساوي العمر لقاع المحيط.
4. ميِّز 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؟

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.

SA.GEO.SE.CH05.indd 135 4/8/19 4:47 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

مفتاح

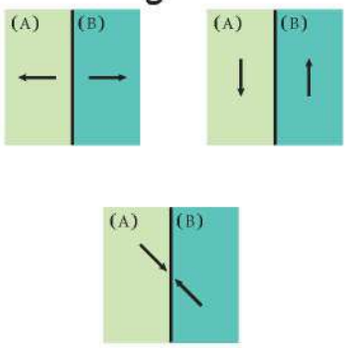
استعمل الرموز المجاورة لتحديد نوع حدود الصفائح التالية:

حدود متباعدة.

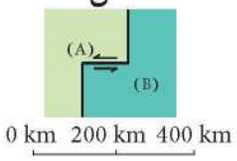
حدود متقاربة (تشير المثلثات إلى الصفيحة التي تبقى على السطح).

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

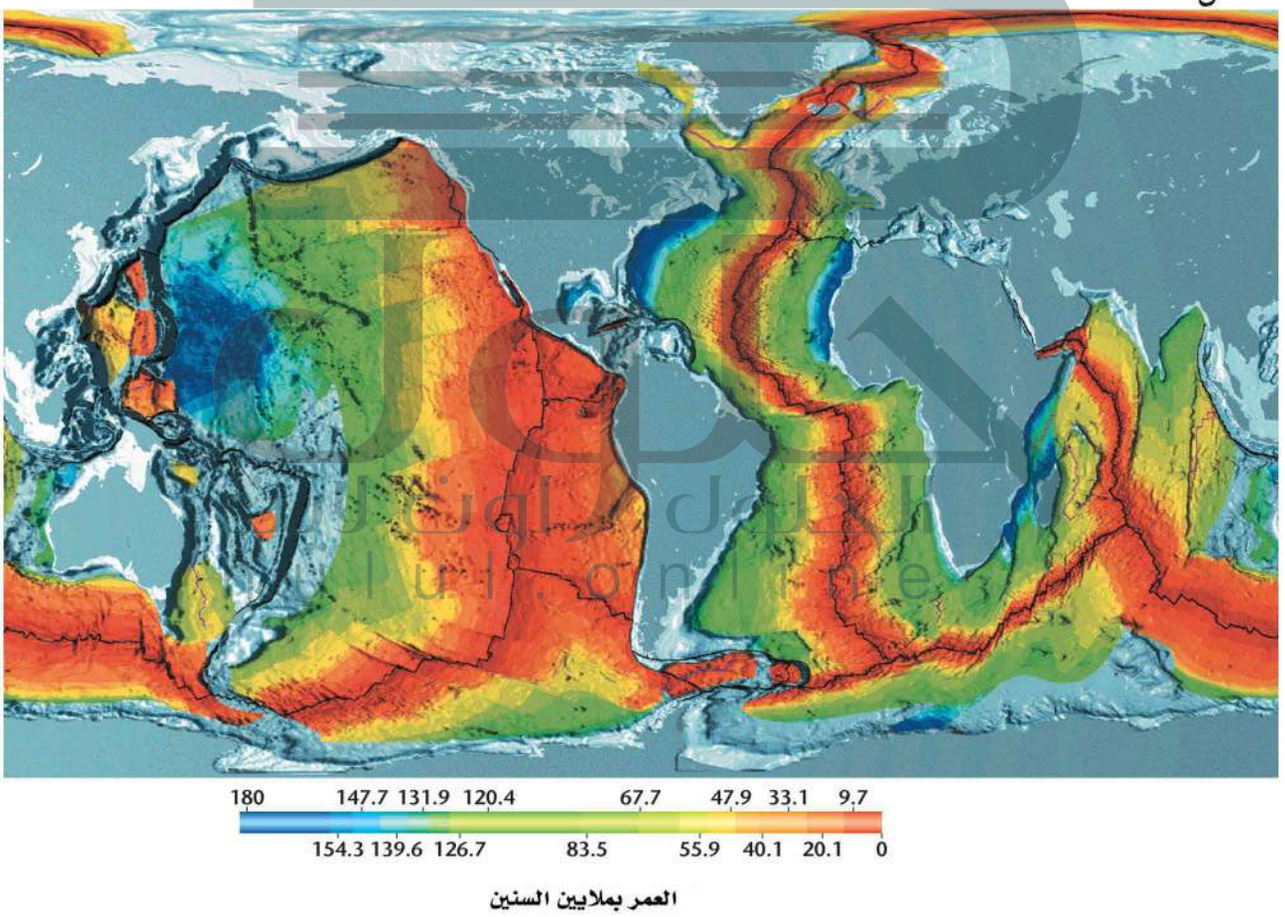
الشكل 1



الشكل 2



الشكل 3



SA.GEO.SE.CH05.indd 136 4/8/19 4:47 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الفصل 5 دليل مراجعة الفصل

الفكرة العامة تحدث معظم الأنشطة الجيولوجية عند حدود الصفائح.

المفردات	المفاهيم الرئيسة
5–1 انجراف القارات	
الانجراف القاري بانجيا	**الفكرة الرئيسة** تدل جيولوجية القارات وأشكالها على أنها كانت متصلة معًا يومًا ما. • يوحي تطابق شواطئ القارات على جانبي المحيط الأطلسي بأن القارات كانت مجتمعة معًا يومًا ما. • الانجراف القاري فكرة وضعت في بداية القرن الماضي، تنص على أن القارات تتحرك على قاع المحيط. • جمع العالم فاجنر أدلة من الصخور والأحافير والمناخات القديمة لدعم نظريته. • لم تقبل فكرة الانجراف القاري؛ لأنها لم تقدم تفسيرًا حول كيفية حركة القارات وما يسبب حركتها.
5–2 توسع قاع المحيط	
جهاز قياس المغناطيسية ظهر المحيط الانقلاب المغناطيسي المغناطيسية القديمة تساوي العمر توسع قاع المحيط الأخاديد البحرية	**الفكرة الرئيسة** تتكون القشرة المحيطية عند ظهور المحيطات، وتصبح جزءًا من القاع الجديد للمحيط. • توفر الدراسات التي أجريت لقياعان المحيطات أدلة على أنها ليست مستوية وأنها تتغير باستمرار. • القشرة المحيطية صغيرة العمر من الناحية الجيولوجية. • تتكون قشرة محيطية جديدة عند ظهر المحيط عندما ترتفع الصهارة وتتصلب. • عندما تتشكل قشرة محيطية جديدة تتحرك القشرة المحيطية القديمة مبتعدة عن ظهر المحيط.
5–3 حدود الصفائح وأسباب حركتها	
الصفيحة الأرضية الحدود التباعدية حفرة الانهدام الحدود المتقاربة الطرح الحدود التحويلية الدفع عند ظهر المحيط سحب الصفيحة	**الفكرة الرئيسة** تتشكل كل من البراكين والجبال والأخاديد البحرية عند حدود الصفائح، وتسبب تيارات الحمل المتكونة في الستار حركة الصفائح الأرضية. • تقسم القشرة الأرضية والجزء العلوي الصلب من الستار العلوي إلى قطع صخرية ضخمة تسمى الصفائح الأرضية. • تتحرك الصفائح الأرضية بسرعات واتجاهات مختلفة على سطح الأرض. • تبتعد الصفائح الأرضية بعضها عن بعض عند الحدود المتباعدة، ويقترب بعضها من بعض عند الحدود المتقاربة، ويتحرك بعضها بمحاذاة بعض عند الحدود التحويلية (الجانبية). • يتميز كل نوع من حدود الصفائح بمعالم جيولوجية محددة. • الحمل الحراري هو نقل الطاقة عبر حركة المواد الساخنة. • ينتج عن تيارات الحمل نقل الطاقة الحرارية في الستار من باطن الأرض الساخن إلى سطحها الخارجي البارد. • تنتج حركة الصفائح الأرضية بفعل عمليتي دفع ظهر المحيط وسحب الصفيحة.

SA.GEO.SE.CH05.indd 137 4/8/19 4:47 PM

ج10: الصفيحة الأرضية قطعة ضخمة تتكون من قشرة الأرض وأعلى الستار تكون بالحالة الصلبة تتحرك الصفائح معا عند حوافها

ج11: هو أحد الآليات المحتملة لحركة الصفائح؛ وينتج عن تشكل قشرة محيطية جديدة تكون ساخنه في البداية؛ ومرتفعة بسبب عملية الرفع هناك؛ ثم تزداد كثافتها عندما تبتعد عن ظهر المحيط، مما يؤدي إلى غطسها إلى أسفل في الستار

ج12: هو أحد الآليات المحتملة لحركة الصفائح؛ ويعمل على سحب طرف الصفيحة المحيطية إلى أسفل في الستار؛ مما يؤدي إلى سحب باقي الصفيحة المحيطية المرتبطة معها التي ما زالت فوقها

ج13: كلاهما ينتج عن حركة الصفائح ويوجدان في مناطق ظهور المحيطات

ضع المصطلح الصحيح بدلاً من الكلمات التي تحتها خط:

1. الصفائح الأرضية اسم يُطلق على القارة الأم (الأصل) التي كانت موجودة قبل 200 مليون سنة. **بانجيا**
2. التشقق القاري هو الفكرة القائلة إن القارات الحالية المفصولة بالمحيطات كانت متصلة معًا يومًا ما. **انجراف القارات**
3. تُسمى عملية غطس الصفائح الأرضية في الستار التباعد. **طرح**
4. تُسمى الحدود الناجمة عن تقارب صفيحتين إحداهما من الأخرى الحدود التحويلية. **حد تقارب**
5. يتشكّل الأخدود داخل القارات بفعل الحدود المتباعدة. **حفرة انهدام**

اختر المفردات المناسبة للتعبير عن الجمل الآتية:

6. خط على الخريطة يصل بين الأماكن في القشرة الأرضية التي تكوّنت في الوقت نفسه. **خط تساوي العمر**
7. العملية التي تتشكّل فيها قشرة محيطية جديدة من خلال اندفاع الصهارة عند ظهور المحيطات. **توسع قاع المحيط**
8. دراسة تاريخ المجال المغناطيسي الأرضي المحفوظ في الصخور. **المغناطيسية القديمة**
9. جهاز يُستخدم لقياس التغيرات في المجال المغناطيسي للأرض. **جهاز قياس المغناطيسية**

عرّف المصطلحات الآتية بجمل تامة:

10. الصفيحة الأرضية.
11. الدفع عند ظهر المحيط.
12. سحب الصفيحة.

حدّد ما هو مشترك بين كل مصطلحين في الجمل الآتية:

13. الحدود المتباعدة، الحدود التحويلية.
14. نطاق الطرح، الحدود المتقاربة.
15. الانجراف القاري، الصفائح الأرضية.

تثبيت المفاهيم الرئيسة

استعمل

ج14: نطاق الطرح أحد أنواع الحدود المتقاربة

ج15: تعد الأدلة على انحراف القارات أدلة تفسر حركة الصفائح الأرضية

ج16: تعد المغناطيسية المقلوبة أحد الأدلة على توسع قاع المحيط

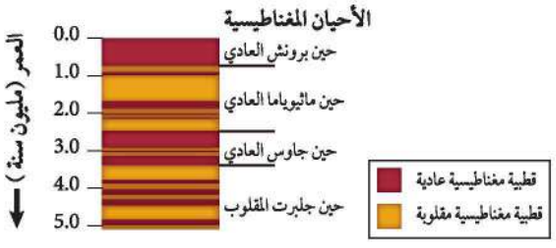
17. ما نوع حدود الصفائح في الشكل أعلاه؟

a. ظهر المحيط. c. حدود تحويلية.
b. حدود قارية–قارية. d. حدود قارية–محيطية.

18. ما المعلم الجيولوجي الذي يتكون على طول هذا النوع من حدود الصفائح؟

a. نطاقات الطرح. c. أقواس الجزر.
b. أخاديد بحرية. d. جبال مطوية.

استعمل الشكل الآتي في الإجابة عن السؤالين 19و20.



19. ما المدة الزمنية التي استغرقها حين جاوس تقريبًا؟

a. 5 ملايين سنة. c. مليون سنة.
b. 3 ملايين سنة. d. 100,000 سنة.

SA.GEO.SE.CH05.indd 138 4/8/19 6:12 PM

ج27: عند الحافة الشرقية لأمريكا الجنوبية
ج28: تكون كلتا القوتين بفعل الجاذبية؛ ووزن المواد المكونة للصفيحة فقوة الدفع تظهر المحيط تكونت بفعل وزن السطح الذي تم رفعه إلى أعلى عند ظهر المحيط أما قوة سحب الصفيحة فتكونت بفعل وزن الصفيحة المطروحة الأكثر كثافة؛ التي تؤدي إلى سحب القشرة المحيطية إلى نطاق الطرح
ج29: قياسات تحديد الموقع العالمي دقيقة ويمكن إجراؤها بصورة مستمرة في أي مكان
ج30: لا بل قد يزداد حجم الصفيحة الأرضية عندما يكون معدل التباعد أكبر من معدل التقارب أو يقل عندما يكون معدل التقارب أكبر من معدل التباعد كما قد تختفي الصفيحة تماما

20. ما الحين الذي حدثت في أثنائه معظم التذبذبات في القطبية المغناطيسية العادية والمقلوبة؟

a. جاوس. c. جلبرت.
b. ماثيوياما. d. برونش.

21. ما عمر القشرة المحيطية عمومًا؟

a. لها عمر القشرة القارية نفسه.
b. أحدث من القشرة القارية.
c. أقدم من القشرة القارية.
d. لم يحدد العلم عمرها.

ج22: الملاحظات التي أدت إلى وضع فرضية الانحراف القاري: التطابق في شكل سواحل القارات؛ وتشابه الأحافير بين قارات منفصلة وبعيدة عن بعض؛ ووجود رسوبيات جليدية في مناطق بعيدة عن القطبين؛ بالإضافة إلى وجود العديد من المعالم الجيولوجية التي تظهر التشابه؛ لو أعيد تجميع القارات بعضها مع بعض
ج23: تجلب الرسوبيات إلى المحيطات ببطء؛ ومن ثم ترسب في قاع المحيط؛ ويزداد سمك الرسوبيات بازدياد عمر قاع المحيط ولأن عمر قاع المحيط يزداد كلما ابتعدنا عن ظهر المحيط لذا يزداد سمك الرسوبيات
ج24: يتولد المجال المغناطيسي الأرضي بفعل حركة مصهور الحديد والنيكل في لب الأرض بينما تتكون المعادن مغناطيسي طيبسية في القشرة الأرضية ولد تتمغنط ويتخذ مجاله المغناطيسي اتجاه المجال المغناطيسي الأرضي وشدته؛ وتحتفظ بالمغناطيسية السائدة وقت تشكلها
ج25: الصخور المكونة للصفائح القارية كثافتها أقل من كثافة الستار وقابليتها للطفو كبيرة فلا تغطس لتعود إلى الستار بل تبقى على السطح وتتراكم لتشكل حزاما جبليا بينما الصخور المكونة للصفيحة المحيطية أكثر كثافة فتغطس في الستار وتكون أخاديد عند حدودها
ج26: افتقرت فرضية العالم فاجنر فيما يتعلق بتوسع قاع المحيط إلى توضيح آلية حركة القارات؛ إذ توضح الفرضية أن القارات لم تتحرك فوق قاع المحيط؛ بل قد تشكل القاع وتوسعه إلى إبعاد القارات بعضها عن بعض

31. انقد الجملة الآتية: "هناك نوعان من الصفائح الأرضية هما: الصفائح المحيطية والصفائح القارية".

يترك للطالب

خريطة مفاهيمية

32. استعمل المصطلحات الآتية لبناء خريطة مفاهيم: متقاربة، حفر انهدام، متباعدة، تحويلية، أقواس الجزر، زلازل ضحلة، سلاسل جبلية، حدود الصفيحة، أخاديد بحرية.

يترك للطالب

سؤال تحفيز

33. تنبأ ارسم المواقع النسبية للقارات في الكرة الأرضية بعد 60 مليون سنة، مع افتراض أن الصفائح الأرضية مستمرة في الحركة، وفي الاتجاهات نفسها، كما في الشكل (2–5).

يترك للطالب

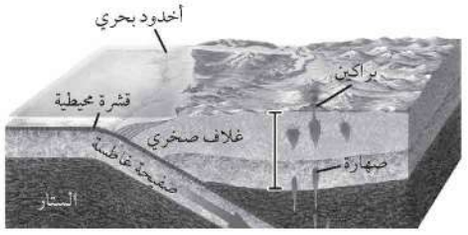
SA.GEO.SE.CH05.indd 139 4/8/19 4:47 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

اختبار مقنن

اختيار من متعدد

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن السؤال 1.

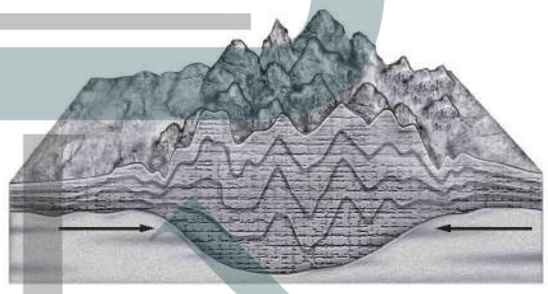


1. ما العملية التي يمثّلها الشكل أعلاه؟

a. تباعد قاري–قاري. c. تباعد محيطي–قاري.

b. طرح قاري–قاري. d. طرح محيطي–قاري.

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين 2 و 3.



2. ما نوع حد الصفيحة الذي يظهر في الشكل أعلاه:

a. ظهر محيط. c. حد قاري – قاري.

b. حد تحويلي. d. حد محيطي – قاري.

3. ما الخاصية التي تتشكل على امتداد هذا النوع من الحدود؟

a. نطق طرح. c. أخاديد محيطية.

b. أقواس الجزر. d. جبال تحتوي على طيات.

4. ما الدليل على انجراف القارات الذي لم يستعمله فاجنر في دعم فرضيته؟

a. طبقات الفحم في أمريكا.

b. أحافير الحيوانات التي تعيش على اليابسة.

c. رسوبيات جليدية.

d. بيانات المغناطيسية القديمة.

5. ما اسم العملية التي تُطلق على إنتاج قاع محيط جديد باستمرار؟

a. انجراف القارات. c. البقع الساخنة.

b. توسع قاع المحيط. d. الطرح.

6. يؤدي وزن الصفيحة الغاطسة إلى جرّ طرفها إلى نطاق الطرح. ما اسم هذه العملية؟

a. السحب عند ظهر المحيط.

b. الدفع عند ظهر المحيط.

c. سحب الصفيحة.

d. دفع الصفيحة.

7. من المعالم التي لا توجد عند الحدود المتقاربة:

a. ظهر المحيط. c. سلسلة جبال مطوية.

b. أخدود بحري عميق. d. قوس جزر بركاني.

8. تؤدي عملية طرح صفيحة محيطية تحت صفيحة أخرى إلى تكوّن:

a. أخدود بحري عميق c. حفرة انهدام.

b. انقلاب مغناطيسي. d. قشرة محيطية جديدة.

أسئلة الإجابات القصيرة

9. كيف تسبب تيارات الحمل حركة الصفائح؟

ج9: تتحرك تيارات الحمل على النحو الآتي: نتيجة لتسخين مناطق معينة في الستار تقل كثافة المواد المكونة لها فترتفع إلى أعلى وتحل محلها مواد من الستار باردة نسبيا وأكبر كثافة والتي تأتي من أسفل الصفائح الأرضية حيث تغوص ببطء إلى أسفل

ج10: تشير الأسهم في النموذج إلى حركة تيارات الحمل الدائرية في الستار التي يعتقد أنها المسؤولة عن حركة طبقات القشرة الأرضية

ج11: لا بل تحدث تيارات الحمل في الجزء من الستار ذي اللزوجة العالية الذي يقع أسفل الجزء الصلب حيث تتحرك الصهارة ببطء يشبه حركة الأسفلت الساخن

4/8/19 4:47 PM

ج12: تمتد تيارات الحمل عبر آلاف الكيلومترات؛ وتتحرك بضعة سنتيمترات في السنة؛ لذا لا يكون لها آثار ملحوظة على سطح الأرض في المد القصير

ج13: قبل 200 مليون سنة تقريبا كانت القارة الضخمة التي سماها العالم فجنر بانجيا كتلة أرضية ضخمة مكونة من قارات الأرض جميعها وفي ذلك الوقت كانت قارةّ أمريكا الشمالية الحالية قريبة من خط الاستواء؛ ازدهرت المستنقعات في مناخ استوائي بدليل وجود الفحم الحجري

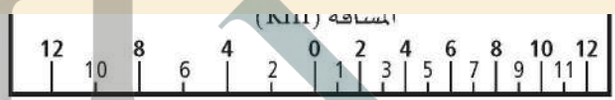
ما جنوب إفريقيا وجنوب شرق أمريكا الجنوبية وأجزاء كبيرة من الهند وأجزاء من أستراليا ومعظم القارة المتجمدة الجنوبية كانت قريبة من القطب الجنوبي؛ يؤكد على ذلك وجود الرسوبيات الجليدية المكتشفة في تلك القارات وعندما انجرفت القارات تغيرت مواقعها مع الزمن إلى أن وصلت إلى الوضع الحالي وتغيرت مناخاتها

ج14: يترك للطالب

ج15: تندفع المواد المكونة لقاع المحيط من باطن الأرض (الصهارة)؛ بحيث تتدفق على جانبي الظهر مسببة توسع قاع المحيط ومع استمرار خروج هذه المواد ووصولها إلى السطح يتم دفع المواد الأقدم بعيدا عن منطقة الظهر

ج16: لا يعرف إلا القليل عن قيعان المحيطات؛ وتحسين هذه المعرفة يعود بالنفع على كل من الإنسان والحيوانات

ج17: يترك للطالب



العمر (بملايين السنين)

14. يستعمل العلماء جهاز قياس المغناطيسية وأجهزة أخرى للحصول على مخطط يمثل شدة المجال المغناطيسي لجزء من قاع المحيط. ما المعلومات التي يمكن أن نحصل عليها عند دراسة المخطط؟

15. ماذا يمكن أن يستنتج العلماء حول كيفية تكوّن قاع المحيط بالقرب من ظهر المحيط الأطلسي؟

القراءة والاستيعاب

خرائط قاع المحيط

في عام 2005م تحطمت غواصة نووية نتيجة اصطدامها بأحد الجبال الموجودة تحت الماء في جنوب المحيط الهادي. وقد وضَّح هذا الحادث أن معلومات الإنسان عن القمر

معلومات أكثر تفصيلا عن 70% من سطح الأرض.

16. ماذا تستنتج من النص أعلاه؟

a. من الضروري تزويد السفن والغواصات بأجهزة السبر الصوتي حتى تسير بين الجبال البحرية.

b. رسم خرائط قاع المحيط مكلف وغير مهم بشكل كافٍ للإنسان.

c. لا يعرف إلا القليل عن قيعان المحيطات، وتحسين هذه المعرفة يعود بالنفع على كل من الإنسان والحيوانات.

d. العديد من الحيوانات البحرية التي تعيش في المحيطات ستتأثر إذا استمر العلماء في رسم خرائط لقاع المحيط.

17. كيف يساعد معرفة معالم قاع المحيط علماء المحيطات على تتبع التسونامي؟

SA.GEO.SE.CH05.indd 141 4/8/19 4:47 PM