



# 5-1

## انجراف القارات

### الأهداف

• تتعرف 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 لموقف ما قابل للاختبار.

### المفردات الجديدة

الانجراف القاري  
بانجيا

## Drifting Continents

**الفكرة الرئيسية** تدل جيولوجية القارات وأشكالها على أنها كانت متصلة معاً يوماً 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 تغيراً نسبياً واضحاً 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 الرئيسية للأرض هم رسامو الخرائط. ففي نهاية القرن الخامس عشر لاحظ رسام الخرائط الهولندي إبراهيم أورتيلىوس تطابقاً بين حافات القارات على جانبي المحيط الأطلسي، فاقترح أن القارتين الأمريكيتين الشمالية والجنوبية قد انفصلتا عن قارتي أوروبا وإفريقيا بسبب الزلازل والفيضانات. وقد لاحظ العديد من العلماء وجود تطابق بين الحواف 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 معاً يوماً ما؟



القارات بعد الانفصال



القارات قبل الانفصال

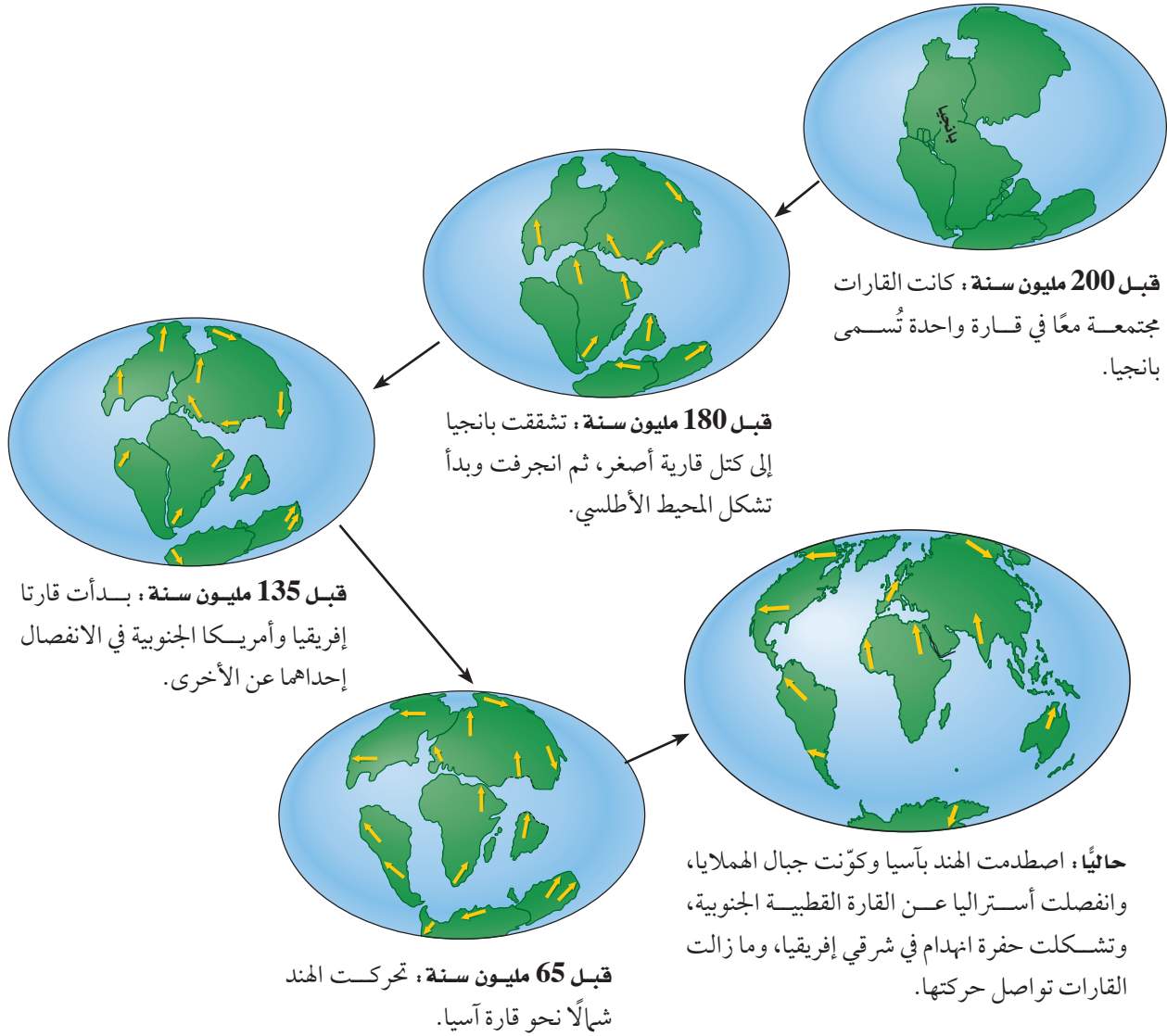
لاحظ العديد من العلماء وجود تطابق الحواف القارية، ومن بينهم رسام الخرائط إبراهيم أورتيلىوس الذي لاحظ تطابقاً بين حافات الغازات على جانبي المحيط الأطلسي فاقترح أن القارتين الأمريكيتين الشمالية والجنوبية قد انفصلتا عن قارتي أوروبا وإفريقيا بسبب الزلازل والفيضانات.

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

## الانجراف القاري Continental Drift

طوّر العالم فاجنر فكرة تُسمى **الانجراف القاري Continental drift**، وفيها أن القارات كانت مجتمعة معاً في قارة واحدة ضخمة (القارة الأم أو الأصل) أُطلق عليها **بانجيا Pangaea**. وهي كلمة من أصل إغريقي تعني جميع اليابسة، واقترح أن هذه القارة بدأت في الانقسام قبل 200 مليون سنة، وانفصل بعضها عن بعض إلى أجزاء، ثم انجرفت هذه الأجزاء، واستمرت في الحركة ببطء حتى وصلت إلى مواقعها الحالية، كما في الشكل 2-5.

**أدلة فاجنر على الانجراف القاري Wegener Evidences for Continental Drift** يُعد ألفريد فاجنر أول عالم قدّم أكثر من دليل على تطابق شواطئ القارات على جانبي المحيط الأطلسي. وقد جمع أدلة، صخرية ومناخية وأحفورية تدعم فكرته.



الشكل 2-5 تنص فرضية فاجنر على أن القارات كانت مجتمعة معاً في قارة واحدة قبل 200 مليون سنة، ثم انجرفت حتى وصلت إلى مواقعها الحالية.

**حدّد** أجزاء بانجيا التي تشكلت منها القارتان الأمريكيتان الشمالية والجنوبية. متى كانتا متحدتين؟ ومتى انفصلتا؟

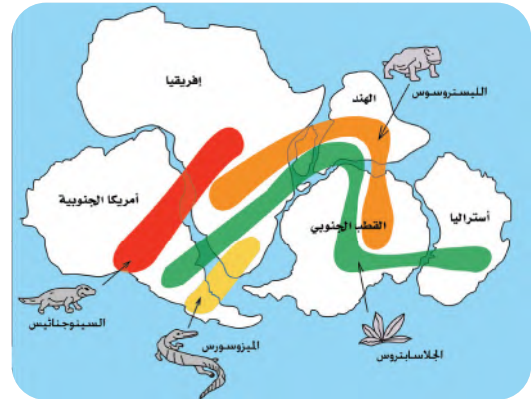


**التكوينات الصخرية Rock formations** يبين فاجنر أنه عندما بدأت بانجيا في الانقسام إلى أجزاء أصغر، تكسرت تراكيب جيولوجية ضخمة، منها السلاسل الجبلية؛ بسبب انفصال القارات وتباعدها. وبناءً على ذلك اعتقد فاجنر أنه لا بد من وجود تشابه في أنواع الصخور على جانبي المحيط الأطلسي. وقد لاحظ تشابهاً بين العديد من الطبقات الصخرية التي يزيد عمرها على 200 مليون سنة في جبال الأبلش في أمريكا الشمالية مع الطبقات الصخرية للجبال في جرينلاند وأوروبا، مما يدعم فكرته أن القارات كانت مجتمعة معاً قبل 200 مليون سنة. ويوضح الشكل 3-5 المواقع التي تشابه 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 انتشاراً واسعاً 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 معاً في زمن حياة هذه المخلوقات الحية التي عاشت على بانجيا قبل انقسامها انظر الشكل 4-5، ولذلك استطاع أن يبرهن على صحة فرضيته.

الشكل 3-5 استعمل ألفريد فاجنر التشابه بين أنواع الصخور والأحافير على جانبي المحيط الأطلسي دليلاً على أن القارات كانت مجتمعة معاً يوماً ما. حدّد المجموعات التي تثبت أن القارات كانت تشكل قارة واحدة يوماً ما.

### تطابق الصخور والسلاسل الجبلية والنباتات وأحافير الحيوانات في القارات



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



الشكل 5-5 يدل وجود توضعات الفحم الحجري في القارة القطبية المتجمدة على أن نباتات المستنقعات قد ازدهرت في هذه المنطقة يوماً ما.  
وضح كيف أن الفحم الحجري الذي تكوّن في المستنقعات القديمة قد وجد في القارة القطبية الجنوبية؟

**المناخ القديم Ancient climate** استطاع فاجنر أن يجدد المناخات القديمة من خلال دراسة الأحافير، ومن الأحافير التي استعملت لدعم فرضية انجراف القارات أحفورة جلاساتروس، وهي أحفورة لنبات سرخسي بذري يشبه الشجيرات الصغيرة؛ وقد عُثِر عليها في أماكن متعددة، منها أمريكا الجنوبية والقارة القطبية الجنوبية والهند، انظر الشكل 5-3. وقد فسّر فاجنر هذا الدليل على النحو الآتي: لأن هذه الأحفورة موجودة في الوقت الحاضر في أماكن منفصلة بعضها عن بعض ومتباعدة جداً 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 هذه الأماكن التي تحوي أحفورة هذا النبات لا بد أنها كانت متصلة معاً يوماً ما، في مكان معتدل المناخ.

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

## توضعات الفحم الحجري Coal deposits

توفر الصخور الرسوبية، أدلة على البيئة والمناخ القديمين. وقد وجد العالم فاجنر أدلة في بعض الصخور تثبت بوضوح أن المناخ قد تغير في بعض القارات؛ فقد وُجدت توضعات من الفحم الحجري في القارة القطبية الجنوبية، انظر الشكل 5-5. ولما كان الفحم الحجري قد تكوّن نتيجة تراكم نباتات ميتة قديمة في مستنقعات 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 مناخياً 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 جداً أن تتشكل فيها أغشية جليدية، مما يؤكد أنها كانت في موقع قريب من القطب الجنوبي في ذلك الوقت، انظر الشكل 5-6. وقد اقترح فاجنر احتمالين لتفسير الترسبات الجليدية؛ الأول: أن القطب الجنوبي قد غير موقعه، والثاني: أن هذه القارات كانت في موقع القطب الجنوبي وغيّرت مواقعها. وقد رجّح فاجنر الاحتمال الثاني، وهو أن القارات هي التي جُرّفت بعيداً.

لأن هذه الأحفورة موجودة في الوقت الحاضر في أماكن منفصلة عن بعضها البعض ومتباعدة جداً 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 كل هذا أن صخور هذه الأماكن تحوي أحفورة هذه النبات لا بد أنها كانت متصلة يوماً ما في مكان معتدل المناخ..



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

## قصور فرضية الانجراف القاري Failure Hypothesis of Continental Drift

كانت الفكرة السائدة في المجتمع العلمي في مطلع القرن العشرين أن قيعان المحيطات والقارات هي معالم ثابتة لا تتغير مع الزمن، مما جعل فاجنر يواصل رحلاته والسفر إلى مناطق نائية لجمع المزيد من الأدلة التي تدعم فكرته. وعلى الرغم من أنه حصل على مجموعة قيّمة من البيانات، إلا أن فكرة الانجراف القاري لم تُقبل في المجتمع العلمي آنذاك.

وقد واجهت فرضية الانجراف القاري مشكلتين رئيسيتين منعتا قبولها: أولاً: لم توضح على نحو مقنع القوة التي يتطلبها دفع الكتل الكبيرة من القارات ونقلها مسافات بعيدة. وقد أفاد فاجنر أن دوران الأرض حول نفسها قد يكون هو القوة المسؤولة عن ذلك بحسب اعتقاده، غير أن الفيزيائيين بينوا أن هذه القوة لا تكفي لتحريك القارات. ثانياً: تساءل العلماء عن آلية حركة القارات؛ حيث اقترح فاجنر أن القارات تحركت فوق قيعان المحيطات الثابتة، وكان يعتقد في ذلك الوقت أن ستار الأرض الذي يقع أسفل القشرة الأرضية صلب، فكيف تتحرك القارات عبر شيء صلب؟ وبسبب عجز فرضية انجراف القارات في الرد على هذين السببين تم رفضها في ذلك الوقت. غير أن التقنية الجديدة منذ مطلع الستينات كشفت عن المزيد من الأدلة حول كيفية حركة القارات، مما جعل العلماء يعيدون النظر في أفكار فاجنر؛ فقد أدى إعداد الخرائط المتطورة لقيعان المحيطات وفهم المجال المغناطيسي للأرض إلى تقديم أدلة جوهرية حول آلية حركة القارات ومصدر القوى المحركة لها.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. ارسم كيف كانت القارات مجتمعة معاً في قارة بانجيا.
2. وضح 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 جزءاً من قارة بانجيا.

### التفكير الناقد

5. فسّر من خلال الشكل 6-5، اكتشفت ترسبات نفطية في البرازيل عمرها 200 مليون سنة تقريباً. 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.

### جواب 1:

ينبغي أن يشبه رسم الطالب الجزء الأول في الشكل 1-2.

### جواب 2:

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 معاً في موقع قريب من القطب الجنوبي.

### جواب 3:

تتطابق طبقات الصخور 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 تفسير لذلك هو أن القارات كانت مجتمعة في موقع يختلف كثيراً عن موقعها الحالي.

### جواب 4:

معظم أمريكا الشمالية القديمة كانت عند خط الاستواء أو قليلاً نحو الشمال حيث كان المناخ استوائياً ودافئاً ورطباً.

### جواب 5:

في غرب إفريقيا.

### جواب 6:

جملة غير صحيحة لأن دوائر العرض وخطوط الطول للمناطق قد تغيرت عبر الزمن الجيولوجي عدة مرات بسبب حركة الصفائح.

### جواب 7:

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

