الفصل الخامس : الصفائح الأرضية وآثارها

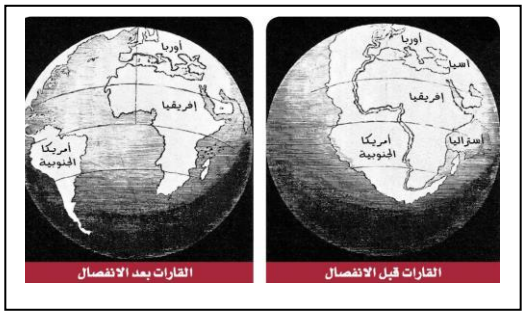
1-5 انجراف القارات

أهداف الدرس :

1- تتعرف الأدلة التي جعلت فاجنر يقترح أن القارات قد تحركت. 2- تناقش كيف دعم دليل المناخ القديم فرضية انجراف القارات.
3- توضح لماذا لم تحظ فرضية انجراف القارات بالقبول في البداية.

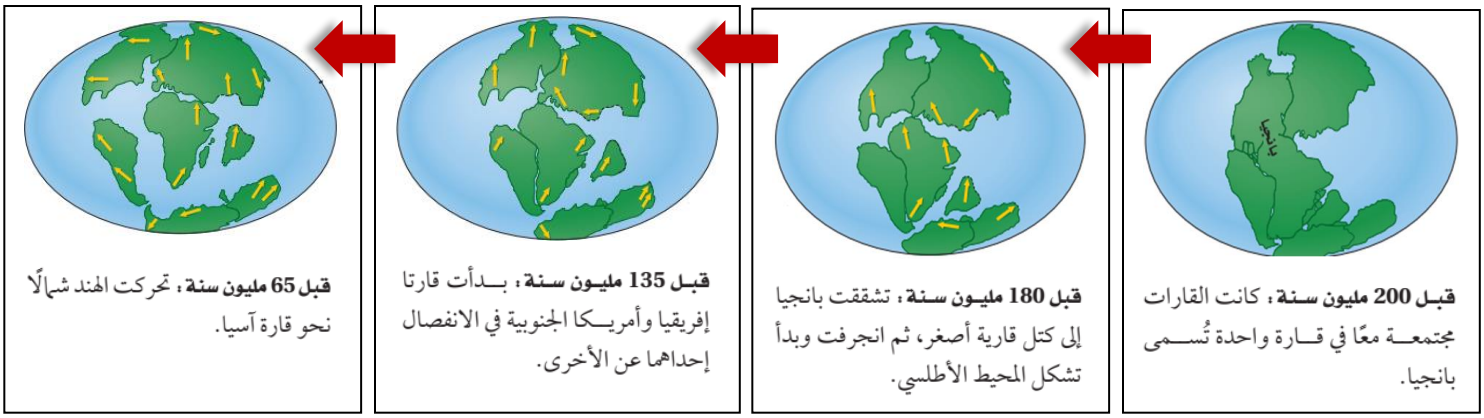
الملاحظات القديمة

في نهاية القرن الخامس عشر لاحظ الرسام الهولندي إبراهام أورتيليوس تطابقاً بين حافات القارات على جانبي المحيط الأطلسي، فاقترح أن القارتين الأمريكيتين الشمالية والجنوبية قد انفصلتا عن قارتي أوربا وإفريقيا بسبب الزلازل والفيضانات.



أول من اقترح فكرة حركة القارات هو العالم الألماني ألفريد فاجنر في فرضيته التي قدمها عام 1912م . حيث طور فكرة تسمى الانجراف القاري، وفيها :

- **القارات كانت مجتمعة معاً في قارة واحدة ضخمة أسماها بانجيا [كلمة من أصل إغريقي تعني جميع اليابسة].**
- **بدأت بانجيا بالانقسام قبل حوالي 200 مليون سنة.**
- **انفصل بعضها عن بعض إلى أجزاء ثم انجرفت واستمرت في الحركة ببطء حتى وصلت مواقعها الحالية.**



أدلة فاجنر على الانجراف القاري :

قدّم العالم فاجنر أدلة صخرية وأحفورية ومناخية على تطابق شواطئ القارات على جانبي المحيط الأطلسي.

التكوينات الصخرية	لاحظ فاجنر تشابه العديد من الطبقات الصخرية التي يزيد عمرها عن 200 مليون سنة في جبال الأبلاش في أمريكا الشمالية مع الطبقات التي في جرينلاند وأوروبا.
الأحافير	وجد فاجنر أدلة أحفورية كأحفورة الميزوسورس على جانبي شواطئ الأطلسي. الميزوسورس نوع من الزواحف التي تعيش في المياه العذبة.
المناخ القديم	وجد فاجنر أحفورة جلاسابتروس (نبات يعيش في مناخ معتدل) في أماكن متباعدة ذات مناخ مختلف أي أن هذه الأماكن المتباعدة كانت متقاربة وذات مناخ واحد.
الفحم الحجري	اعتبر فاجنر أن وجود طبقة من الفحم الحجري (بيئة مستنقعات) في القارة الجنوبية يدل قطعاً على أن القارة القطبية الجنوبية كانت تقع عند خط الاستواء أو قريباً منه.
الترسبات الجليدية	اقترح فاجنر احتمالين لتفسير ترسبات الجليد: 1- أن القطب الجنوبي قد غيّر موقعه. 2- أن هذه القارات كانت في موقع القطب الجنوبي وغيرت مواقعها.

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

وقد رجّح الاحتمال الثاني ←

قصور في فرضية الانجراف القاري :

كانت الفكرة السائدة في المجتمع العلمي في مطلع القرن العشرين أن القارات وقيعان المحيطات هي معالم ثابتة لا تتغير مع الزمن، ورغم أن فاجنر حصل على عدة أدلة لدعم فرضيته وتغيير تلك الفكرة السائدة إلّا أن فرضيته لم تُقبل في المجتمع العلمي آنذاك. وذلك لأنه لم يستطع تفسير ما يلي بشكل مقنع :

أولاً : لم توضح الفرضية على نحوٍ مقنع القوة التي يتطلبها دفع الكتل الكبيرة من القارات ونقلها مسافات بعيدة.

رد فاجنر : دوران الأرض حول نفسها قد يكون هو القوة المسؤولة عن ذلك.

ثانياً : تساءل العلماء عن آلية حركة القارات؟

رد فاجنر : اقترح أن القارات تحركت فوق قيعان المحيطات الثابتة (كان يعتقد أن طبقة الستار صلبة).

2-5 توسع قاع المحيط

أهداف الدرس :

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

رسم خرائط لقاع المحيط

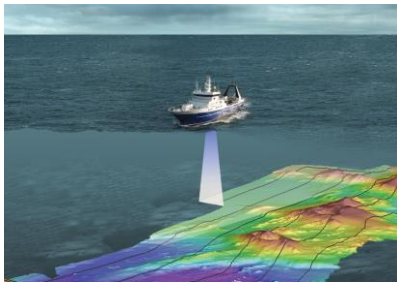
اعتقد معظم الناس والعلماء حتى منتصف القرن الماضي أن :
- سطح قاع المحيطات عمومًا مستوٍ.
- القشرة المحيطية لا تتغير وهي أقدم عمراً من القشرة القارية.
أظهر تقدم التقنية فيما بعد أن هذه الاعتقادات غير صحيحة.

س/ ما التقنيات التي استخدمها العلماء لدراسة قاع المحيط؟

❑ **جهاز قياس المغناطيسية :**

هو جهاز صغير يُستعمل للكشف عن التغيرات الطفيفة في المجالات المغناطيسية.
يوصل خلف السفينة لتسجيل المجالات المغناطيسية لصخور قاع المحيط.

❑ **السونار :**



أحد أدوات السبر الصوتي وهو جهاز يستعمل الموجات الصوتية لتحديد المسافات عن طريق قياس الزمن الذي تستغرقه الموجات المرسلة من السفينة إلى قاع البحر حتى ارتدادها وعودتها إلى السفينة.

وبذلك يتم : - قياس عمق المياه. - رسم خريطة لتضاريس قاع المحيط.

تضاريس قاع المحيط

س/ كيف تصف تضاريس قيعان البحار والمحيطات؟
ساعدت الخرائط التي رُسمت باستعمال بيانات جهازي المغناطيسية والسونار في اكتشاف أن :
للمحيطات تضاريس كما لليابسة، فهناك الجبال والمرتفعات والمناطق المستوية والأخاديد العميقة.

من أهم هذه التضاريس التي أثارت فضول العلماء

ظهر المحيط

تعريف : سلسلة جبلية ضخمة تمتد تحت الماء على طول قيعان المحيطات في جميع أنحاء الأرض. وتعتبر أطول سلسلة جبلية على كوكب الأرض.
- طولها : 80 ألف كلم . - ارتفاعها : 3 كلم فوق قاع المحيط.
- تحدث الزلازل والبراكين على امتدادها بصورة مستمرة.

الأخاديد البحرية

تعريف : أخاديد ضيقة عميقة تمتد طولياً في قاع البحر آلاف الكيلومترات.
مثل : أخدود ماريانا (المحيط الهادي) : هو أعمق أخدود بحري إذ يزيد عمقه على 11 كلم.

صخور ورسوبيات المحيطات

جمع العلماء عينات من صخور قاع المحيط ورسوبياته وحللوها وتوصلوا إلى اكتشافات مهمة، منها :

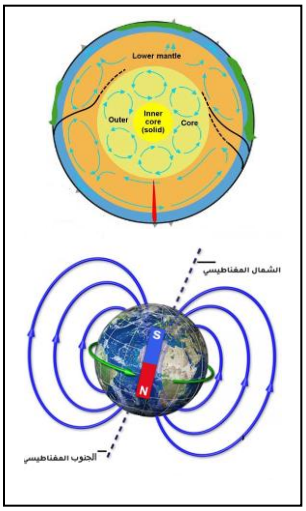
الاكتشاف الأول — مرتبط بـ أعمار الصخور

- اختلاف أعمار الصخور عبر قاع المحيط وفق نمط معين يمكن توقعه : تزداد أعمار صخور القشرة المحيطية كلما ابتعدنا عن ظهر المحيط نحو القارات، وبصورة متناظرة على جانبيه.
- أقدم صخور قاع المحيط لا يزيد عمرها على 180 مليون سنة تقريباً : وهو عمر قصير مقارنة بعمر أقدم صخور القشرة القارية الذي لا يقل عن 3.5 مليار سنة.

الاكتشاف الثاني — مرتبط بـ سمك الرسوبيات

- سُمك رسوبيات المحيطات يصل إلى بضع مئات من الأمتار عادة : وهذا قليل جداً مقارنة بسُمك الصخور الرسوبية على القارات الذي يصل إلى 20 كلم.
- سمك رسوبيات المحيطات يزداد مع زيادة البعد عن ظهر المحيط، وبصورة متناظرة على جانبيه : أي أن سمك الرسوبيات مرتبط مع عمر القشرة المحيطية.

المغناطيسية



- يتكون اللب الخارجي معظمه من مصهور الحديد والنيكل، ويتحرك هذا المصهور مولداً تياراً كهربائياً للأرض، ينشأ عنه مجال مغناطيسي، ويؤدي ذلك إلى تكون قطبين مغناطيسيين [شمالي وجنوبي].

- يسمى اتجاه قطبي المجال المغناطيسي القطبية المغناطيسية العادية عندما يكون اتجاه قطبي الأرض المغناطيسيين نفسه كما هو في الوقت الحاضر.

- عندما يتغير اتجاه حركة مصهور الحديد والنيكل في اللب الخارجي يتغير معه اتجاه سريان التيار الكهربائي، وبالتالي تتغير الأقطاب المغناطيسية الأرضية وتصبح قطبية مغناطيسية مقلوبة.

- تغير قطبية المجال المغناطيسي للأرض من عادية إلى مقلوبة يسمى: الانقلاب المغناطيسي.

- حدث الانقلاب المغناطيسي عبر تاريخ الأرض عدة مرات.

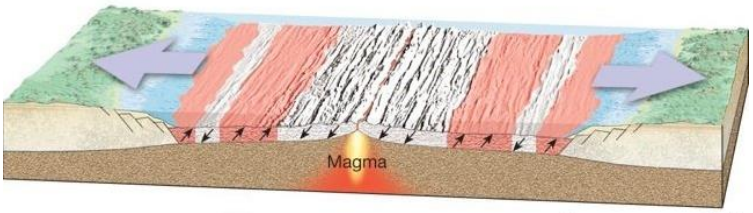
السلم الزمني للقطبية المغناطيسية :

- المغناطيسية القديمة : هي دراسة لتاريخ المجال المغناطيسي للأرض.
- عندما تتبلور المعادن الغنية بالحديد (الماجنيتيت) فإنها تتصرف أثناء تبلورها مثل البوصلة أي أنها تتخذ اتجاه المجال المغناطيسي للأرض.
- من خلال دراسة العديد من عينات الصخور حول العالم ومعرفة المغناطيسية القديمة استطاع العلماء بناء السلم الزمني المغناطيسي.

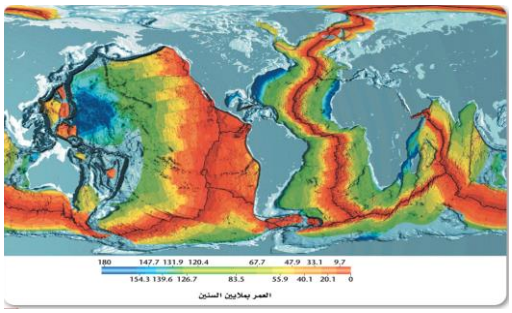
التماثل المغناطيسي :

معظم القشرة المحيطية مكونة من صخور بازلتية وتحتوي على كميات كبيرة من الحديد لذلك افترض العلماء أن هذه الصخور تحتفظ بسجلات للانقلابات المغناطيسية. وقاموا باستخدام جهاز قياس المغناطيسية وحصلوا على نتائج مذهلة :

- وجود سلسلة من أشرطة مغناطيسية موازية لظهر المحيط.
- هذه الأشرطة ذات قطبية مغناطيسية عادية ومقلوبة بصورة متعاقبة ومتوازية.
- أعمار هذه الأشرطة المغناطيسية وعرضها متماثلة على جانبي ظهر المحيط.



استطاع العلماء تحديد عمر قاع المحيط من خلال مقارنة الأنماط المغناطيسية المقلوبة في قاع المحيط بمثيلاتها المعروفة على اليابسة. وقد مكنتهم هذه الطريقة من إعداد خرائط تساوي العمر لجميع قيعان المحيطات.



خط تساوي العمر : خط وهمي على الخريطة يصل بين نقاط لها نفس العمر.

القشرة المحيطية الحديثة توجد قريباً من ظهور المحيطات والقديمة تكون على طول الأخاديد البحرية.

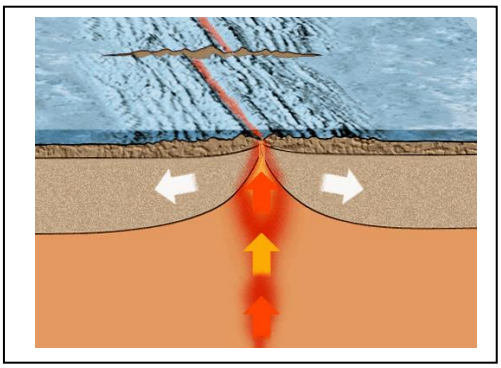
توسع قاع المحيط

وُضعت فرضية توسع قاع المحيط بناءًا على بيانات تضاريس قاع المحيط ورسوبياته ومغناطيسيته القديمة.
وتنص على أن : القشرة المحيطية الجديدة تتشكل عند ظهور المحيطات، وتُستهلك عند الأخاديد البحرية.

س/ كيف تحدث عملية توسع قاع المحيط؟

ج/ تندفع الصهارة إلى أعلى لأنها أسخن وأقل كثافة من الصخور التي حولها وتملأ الفراغات الناتجة عن ابتعاد جانبي ظهر المحيط، وعندما تتصلب الصهارة تتشكل قشرة محيطية جديدة تضاف إلى سطح الأرض. مع استمرار اندفاع الصهارة إلى الأعلى تستمر علمية تكوين قشرة جديدة وبالتالي اتساع قاع المحيط.

العالم ألفرد فاجنر لم يستطع تفسير كيف تحركت القارات وسبب حركتها.
والإجابة تكمن في فرضية توسع قاع المحيط وليس كما اقترح فاجنر عندما قال أن القارات تندفع فوق قشرة المحيط.



3-5 حدود الصفائح وأسباب حركتها

أهداف الدرس :

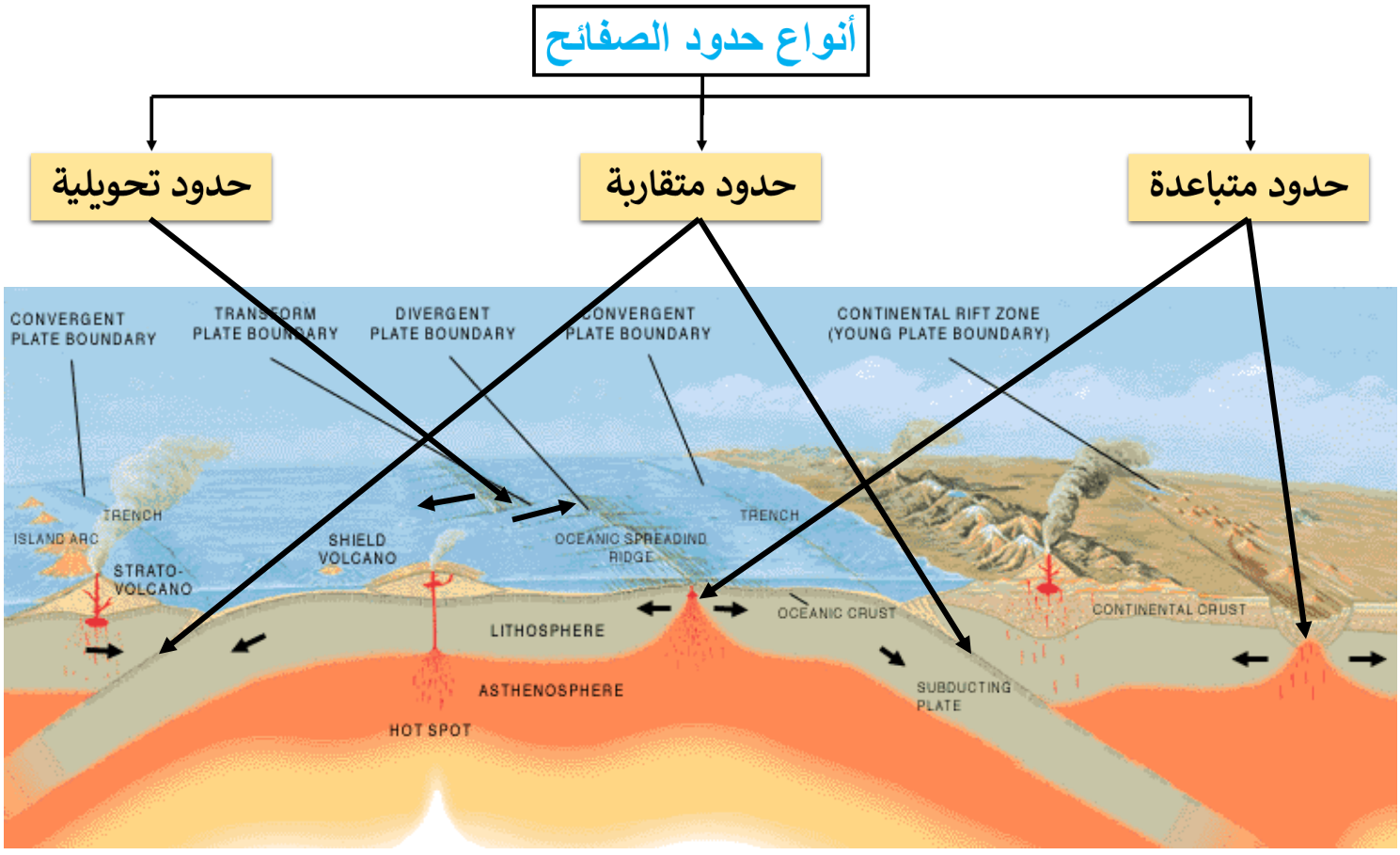
1- تصف كيف تتشكل معالم الأرض بفعل حركة الصفائح الأرضية. **2-** تقارن بين أنواع حدود أنواع الصفائح الأرضية الثلاث والمعالم المرتبطة بها. **3-** توضح العمليات الجيولوجية المصاحبة لنطاقات الطرح. **4-** تلخص كيف ترتبط حركة الصفائح مع تيارات الحمل. **5-** تقارن بين عمليتي الدفع عند ظهر المحيط والسحب للصفيحة.

نظرية حركية الصفائح

القشرة القارية والقشرة المحيطية مكونة من صفائح ضخمة تسمى : [الصفائح الأرضية]
هي قطع ضخمة من الغلاف الصخري الذي يتكون من القشرة الأرضية وأعلى الستار الصلب، تتطابق حوافها مع بعض لتغطي سطح الأرض.

- تتكون الصفائح الأرضية من عدد من الصفائح الرئيسة ومجموعة من الصفائح الصغيرة.
- تتحرك هذه الصفائح حركة بطيئة جداً (بضعة سنتيمترات في السنة).
- تتحرك في اتجاهات مختلفة وبمعدلات مختلفة.

س/ ما هي أنواع حدود الصفائح؟ وماذا ينتج عن حركة كل نوع؟



أنواع حدود الصفائح

حدود متباعدة

الحدود المتباعدة :

هي المناطق التي تبتعد عندها الصفائح بعضها عن بعض.

- توجد معظمها على امتداد قاع المحيط في حفر الانهدام.

هي منخفض طولي ضيق يتكون نتيجة تباعد الصفائح.

- عند هذه الحدود تبدأ عملية توسع المحيط.
- تحدث عندها البراكين والزلازل والتدفق الحراري.
- إذا حدثت في القارات نتج عنها حفر انهدام وتتطور فيما بعد لتشكل حوض محيط جديد.

حدود متقاربة

الحدود المتقاربة

هي المناطق التي تقترب عندها الصفائح من بعضها

عند اصطدام صفيحتان ذات كثافة مختلفة فإن الصفيحة الأعلى كثافةً تنزلق (تغوص) تحت الأقل كثافةً وهذه العملية تسمى الطرح .

محيطي - محيطي

ينتج عنها :

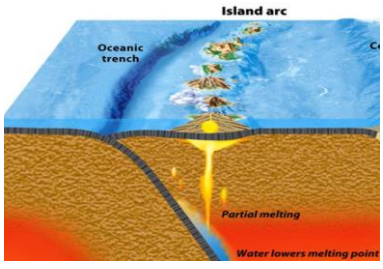
- أخاديد بحرية.
- جزر وكانية.

مثل :

أخدود وجزر ماريانا

أخدود وجزر ألوشيان

غرب وشمال المحيط الهادي



محيطي - قاري

ينتج عنها :

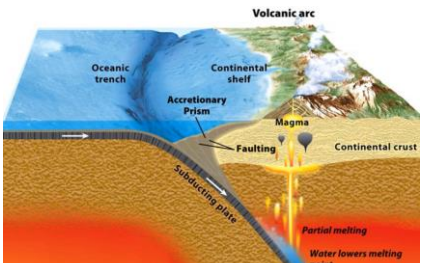
- أخاديد بحرية.
- سلسلة جبال وكانية.

مثل :

جبال الأنديز

أخدود بيرو - تشيلي

جانبي ساحل أمريكا الجنوبية



قاري - قاري

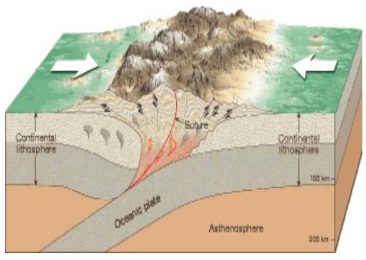
ينتج عنها :

ارتفاع الصخور وطيها في منطقة التصادم وبالتالي تتشكل سلسلة جبال ضخمة.

مثل :

جبال الهملايا

منطقة التبت شمال الهند



حدود تحويلية

الحدود التحويلية (جانبية) :

هي المناطق التي تتحرك عندها صفيحتان أفقياً إحداهما بجانب الأخرى.

- تحدث على صدوع طويلة قد تمتد لمئات الكيلومترات.
- ينتج عنها حدوث زلازل ضحلة على طول هذه الصدوع.

مثل : صدع البحر الميت - صدع سان أندرياس في أمريكا.

- تتشوه وتتكسر القشرة على طول هذه الحدود.

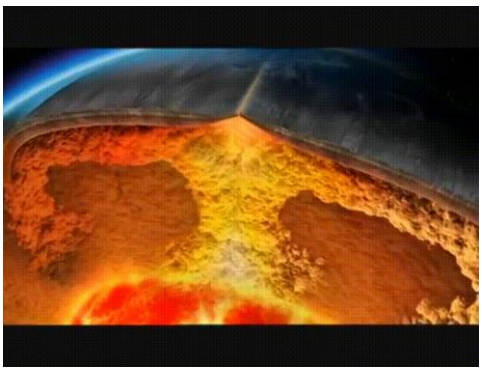
أسباب حركة الصفائح

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

تيارات الحمل :

يعتقد العلماء أن تيارات الحمل في الستار هي المسئولة عن تحريك الصفائح.

وتحدث بسبب اختلاف درجة الحرارة وبالتالي الكثافة بين مناطق معينة في الستار. فإذا ارتفعت درجة حرارة منطقة معينة تنخفض كثافة المواد المكونة لها فترتفع إلى أعلى وتحل محلها المواد الأقل حرارة والأعلى كثافة، وتأتي على شكل تيار يتحرك تحت الصفائح ثم يغوص ببطء إلى أسفل محركاً معه الصفائح التي تعلوه.

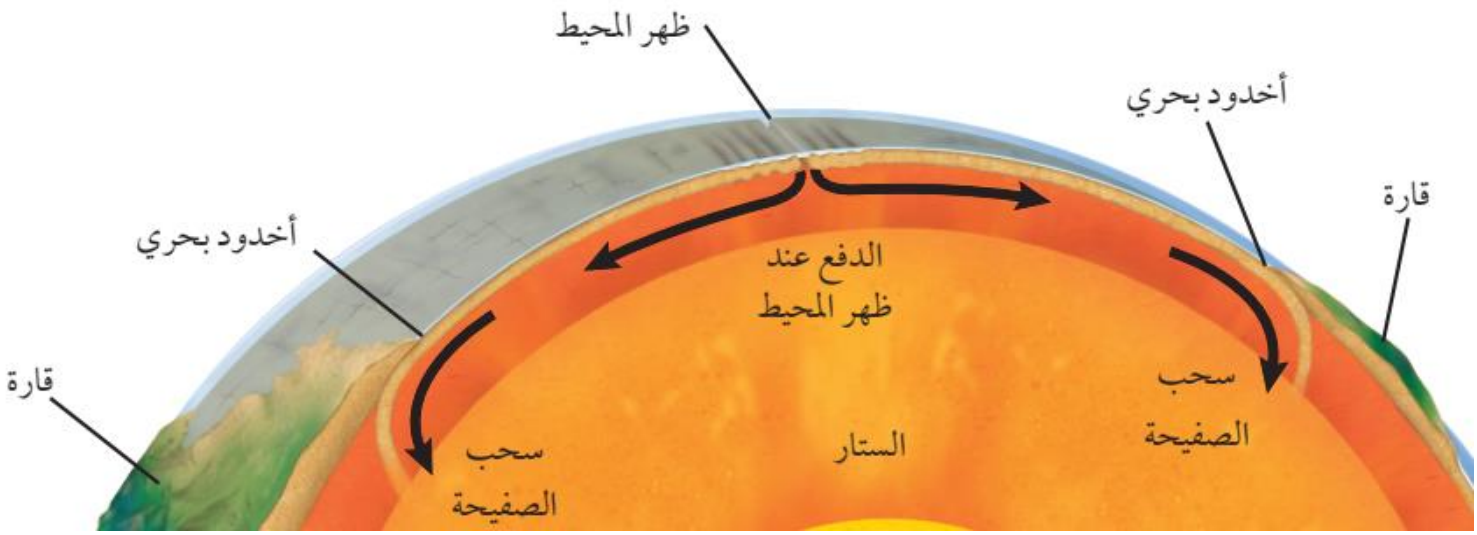


- تتدفق تيارات الحمل بمعدلات تصل إلى بضعة سنتيمترات في السنة.
ويعتقد العلماء أنها تبدأ الحركة بسحب الصفيحة الغاطسة إلى أسفل في الستار.

الدفع والسحب :

هناك عمليات تحدد كيف تؤثر تيارات الحمل في حركة الصفائح.

العملية الأولى	الدفع عند ظهر المحيط	نتيجة لزيادة وزن الجزء المرتفع والمنحدر لظهر المحيط تُدفع الصفيحة المحيطية نحو الأخدود عند نطاق الطرح.
العملية الثانية	سحب الصفيحة	يؤدي وزن الجزء الغاطس من الصفيحة إلى سحب الجزء المتبقي منها نحو نطاق الطرح.



نهاية الفصل الخامس

أ. محمد عتيق