



العلوم الطبيعية

شعبة العلوم التجريبية

6

المجال المعرفي الثالث

التكتونية العامة

تذكير بالمكتسبات

تمهيد

لقد درست في السنة الثالثة متوسط أن الصفائح في حركة مستمرة؛ فهي من جهة في تمدد دائم نتيجة نشاط الظهيرات ومن الجهة المقابلة في تقلص مستمر نتيجة الغوص.
ينتج عن نشاط الظهيرات تباعد القارات أو ما يعرف بزحزحة القارات، حيث كانت القارات قبل 240 مليون سنة عبارة عن قارة واحدة تسمى البانجيا (Pangée). وينتج عن الغوص تصادم القارات التي تؤدي إلى تشكل الجبال. يصحب ذلك في الحالتين زلازل وبراكين. تسمى النظرية التي تسمح بتفسير كل هذه الظواهر بالنظرية الجامعة (Théorie unificatrice) وهي نظرية حديثة في مجال التكتونية العامة Géotectonique.

فكيف يمكن تفسير هذه الظواهر الجيولوجية كنتيجة حتمية للنشاط التكتوني للصفائح؟ وما هي الأدلة العلمية التي تثبت ذلك؟

أولا- النشاطات التكتونية للصفائح

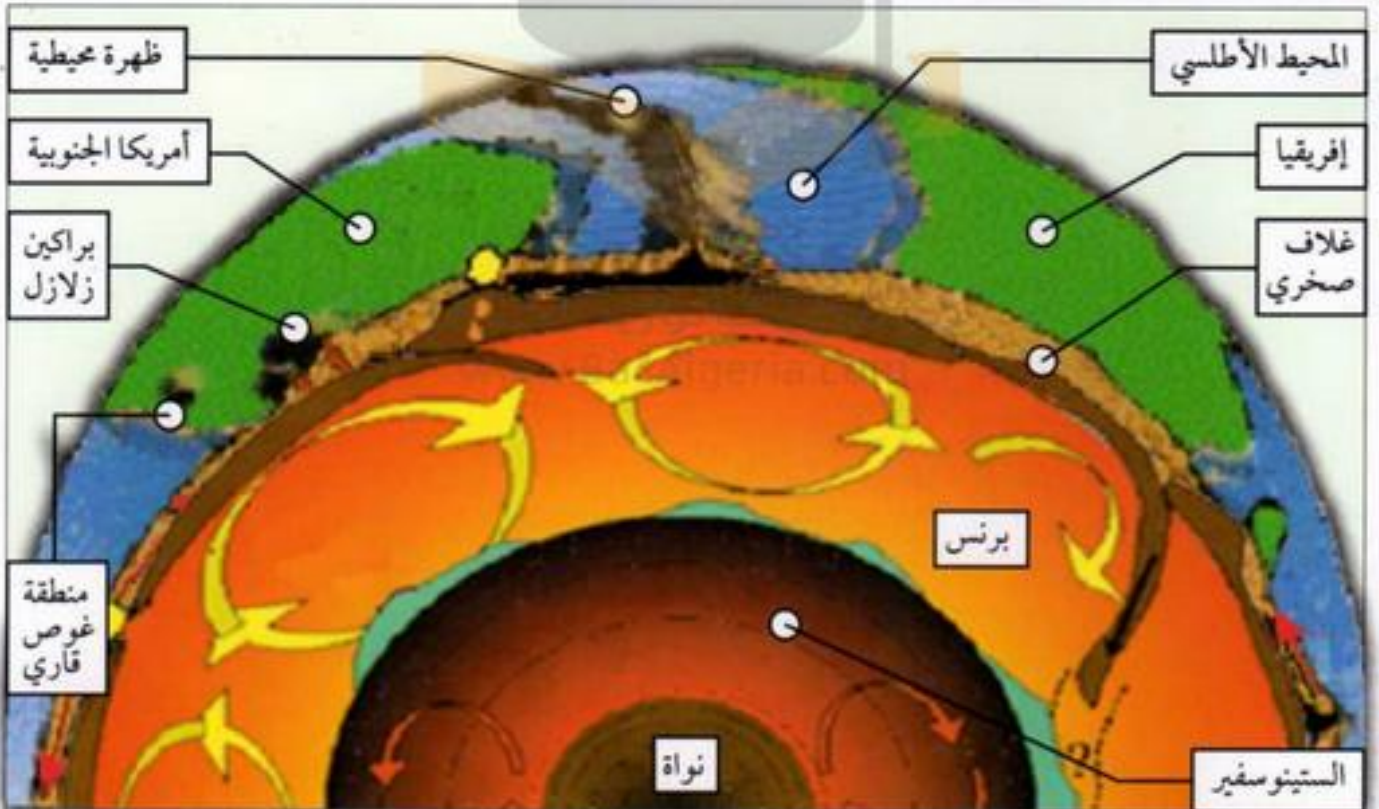
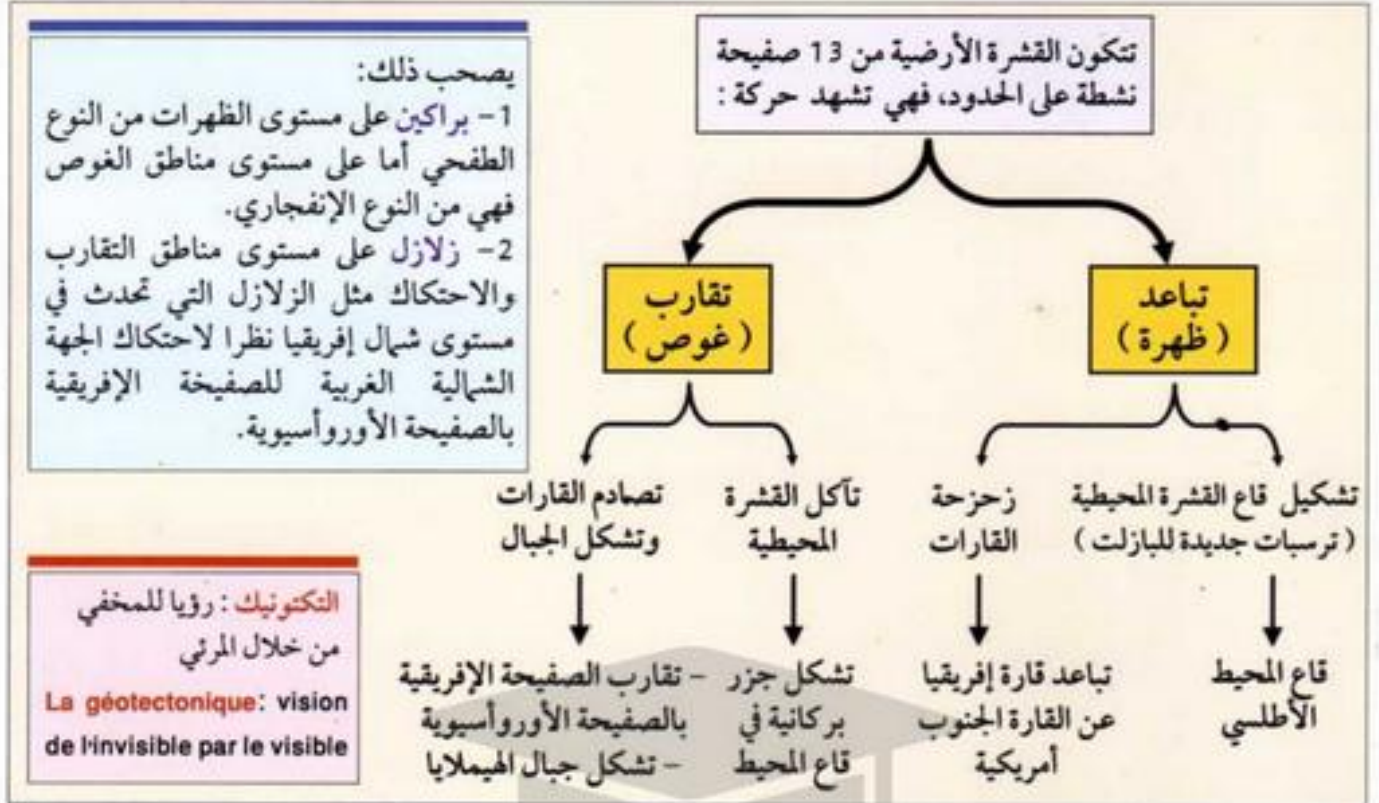


خريطة الصفائح التكتونية

1

لقد قسمت القشرة الأرضية إلى 13 لوحة أو صفيحة مختلفة المساحات يضم معظمها قشرة قارية وقشرة محيطية. والصفيحة هي قطعة من القشرة الصخرية تكون مستقرة لكن نشطة على الحدود. يوضح الشكل (1) توزيع هذه الصفائح ونشاطها على الحدود حيث تشهد من جهة تمدا (ظهيرات) وتقلصا من الجهة المقابلة (غوص). أما على الحواف الجانبية فتحدث حركات احتكاكية ما بين الصفائح. فمثلا الصفيحة الإفريقية تشهد تمدا من الجهة الغربية مقابل صفيحة أمريكا الجنوبية ومن الناحية الجنوبية مع صفيحة الأنتاركتيك ومن الناحية الشرقية مع صفيحة أستراليا مما يتولد عنه في الجهة المقابلة (جهة الشمال) تقلصا أي غوص تحت صفيحة أوراسيا.

يوضح الشكل (2) خريطة توزيع الزلازل والبراكين خلال العشر سنوات الأخيرة. عند نسخ هذا الشكل على ورق شفاف ثم وضعه على خريطة الصفائح نجد أن هناك تطابقا واضحا بين حدود الصفائح وتوزيع الزلازل والبراكين والتي هي نتيجة حتمية لنشاطات تكتونية على مستوى حدود هذه الصفائح والمتمثلة في تمدد من جهة وتقلص من الجهة المقابلة. ولقد ساعد رصد أماكن النشاطات الزلزالية والبركانية في تأكيد هذه الصفائح من حيث العدد والمساحة والحدود.



2010 - 124

كليك للنشر



ClickEdition

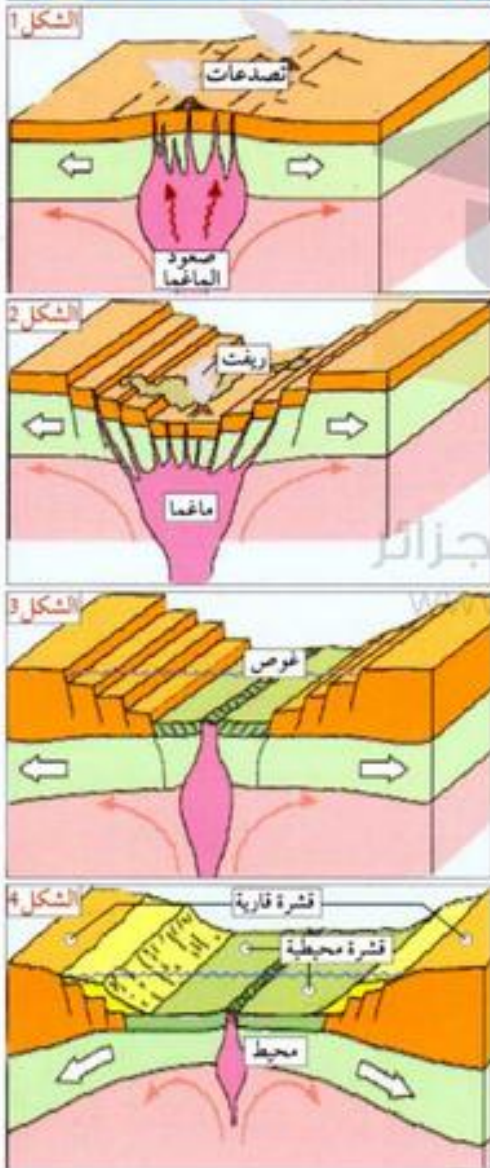
حي الكتبان، عمارة أ، مدخل 10 محل 23، المحمدية، الجزائر.
الهاتف: 021 82 00 15 / 021 82 96 37، الفاكس: 021 82 96 37.
البريد الإلكتروني: clicedition@gmail.com

أ - الظهرة وسط محيطية: نأخذ مثالا عن ذلك الجزء الفاصل بين الصفيحة الإفريقية وصفيحة أمريكا الجنوبية وهو جزء من



الظهرة وسط محيطية التي تفصل بين صفيحتي إفريقيا وأمريكا الجنوبية من جهة، وبين صفيحتي أوراسيا وأمريكا الشمالية من جهة أخرى. الصورة المقابلة هي جزء من الظهرة أخذت عن طريق القمر الصناعي حيث تبين بأن قاع المحيط عبارة عن تضاريس لسلاسل جبلية ممتدة. فالظهرة (Dorsale) هي عبارة عن سلسلة جبلية تتواجد تحت المحيط تمتد لآلاف الكيلومترات.

وحسب الصورة فإن هناك تناظرا جانبيا في هذه المنطقة مما يدل على أنها تشهد تمعدا بإضافة ترسيبات جديدة على الجانبين نتج عنه تباعد للقارتين الإفريقية وأمريكا الجنوبية. بمعنى أن القارتين كانتا قبل حوالي 240 مليون سنة قارة واحدة ضمن القارة الكبرى (البانجيا) وحدث بينها تباعد تدريجيا منذ تلك الحقبة إلى حد الآن.



ب - نشأة الظهرة وتطورها: تبين الأشكال التالية مراحل نشأة الظهرة وسط محيطية مثل ظهرة المحيط الأطلسي

الشكل (1): صعود الماغما من طبقة الأستينوسفير بسبب تمعدا وانتفاخا للقشرة الصخرية ثم تشققات وانكسارات تسمح بتسرب الماغما نحو السطح محدثة ما يعرف بالبراكين.

الشكل (2): صعود الماغما يذيب جزءا كبيرا من القشرة الصخرية فتتآكل لتتآكل في وسط الماغما ويقل سمكها مشكلة حوضا صغيرا في البداية ثم يكبر تدريجيا. تسمى هذه الظاهرة **الريفت** (Rift).

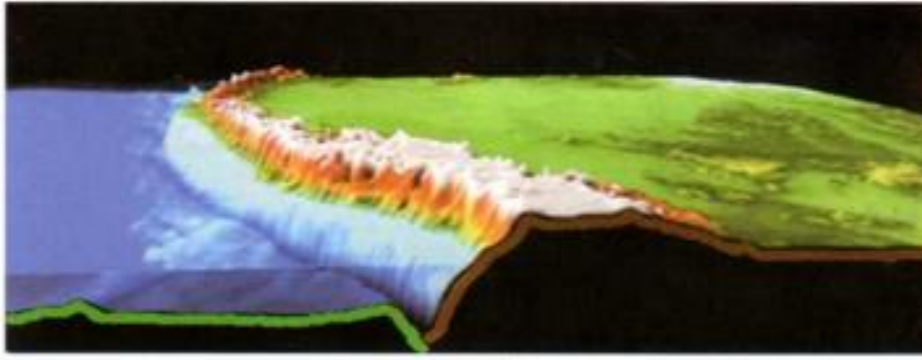
الشكل (3): إن استمرار صعود الماغما يضيف ترسيبات جديدة من الحمم البازلتية على جانبي الريفت مما يزيد من توسع الحوض أفقيا وتشكيل طبقة جديدة من البازلت على الجانبين وفي اتجاهين متعاكسين مكونة قاع القشرة المحيطية.

يتمتلك الحوض تدريجيا بمياه المحيط المجاور معلنا عن ميلاد المحيط الأطلسي ونشوء الظهرة وسط محيطية التي تمتد لآلاف الكيلومترات. نتيجة هذا التمدد في قاع المحيط يحدث تباعد سطحي للقشرة القارية على جانبي الظهرة أي تباعد جزئي للقارة على جانبي المحيط. ويتكون بذلك صفيحتان متجاورتان تتكون كل منهما من قشرة قارية وقشرة محيطية بازلتية (الشكل 4).

ج - نتائج حركات التمدد:

تباعد القارات:

وتسمى نظرية زحزحة القارات والتي تنسب إلى العالم الجيولوجي **WEGENER**. قبل حوالي 240 مليون سنة كانت القارات الحالية ملتصقة في قارة أم واحدة تسمى البانجيا (Pangée) والتي تجزأت إلى صفيحتين بفعل نشاط الظهورات نتج عنها غزو مياه المحيط داخل هذه القارة الأم مما أدى إلى تباعد قشرة قارية عن قشرة أخرى تدريجيا. يوضح الجدول الموالي مراحل هذه الظاهرة الجيوتكتونية عبر ملايين السنين.



يبين الشكل المقابل صورة عن طريق القمر الصناعي بعد معالجتها بالحاسوب ، وجود خندق للحواف الغربية لقارة أمريكا الجنوبية؛ أي مستوى هبوط للقشرة المحيطية تحت القشرة القارية مما يؤكد فرضية ظاهرة الغوص.

ما الفرق بين القشرة القارية والقشرة المحيطية؟

المواصفات	القشرة القارية	القشرة المحيطية
1- العناصر المعدنية	السيال (Sial) أي تتكون أساساً من السيليسيوم والألومونيوم.	سيما (Sima) أي تتكون أساساً من السيليسيوم والمغنيسيوم.
2- الصخور	تتكون أساساً من صخر الجرانيت وهو عبارة عن صخر ناري حمضي. بالإضافة إلى الصخور الرسوبية والصخور المتحولة.	تتكون أساساً من صخر البازلت وهو عبارة عن صخر ناري قاعدي.
3- الكثافة	أقل كثافة لذلك فهي تتواجد على السطح مشكلة القارات.	أكبر كثافة لذلك فهي تشكل قاع المحيطات.

ما الفرق بين الريفث والظهرة؟

الظهرة	الريفث
سلسلة جبلية تتواجد تحت المحيط تمتد لآلاف الكيلومترات. وهي نتيجة لتشكل الريفث بمعنى أن هذا الأخير هو أصل الظهيرات.	تناقص في سمك القشرة الصخرية في منطقة معينة نتيجة صعود ماغما من طبقة البرنس والتي تنتهي بإحداث تصدعات وخروج الماغما في شكل براكين.

ما الفرق بين الغوص المحيطي والغوص القاري؟

المواصفات	الغوص المحيطي	الغوص القاري
1- مستوى بنيوف	غوص قشرة محيطية تحت قشرة محيطية أخرى بمستوى ميل = 90 درجة.	غوص قشرة محيطية تحت قشرة قارية بمستوى ميل = 45 درجة.
2- النتائج	تشكل الجزر البركانية.	تشكل السلاسل الجبلية بعد غوص الجزء المحيطي من الصفيحة وتصادم القارات.

ثالثا- أدلة هذه النظرية

1- زحزحة القارات

أ- التوافق الشكلي في حدود القارات:

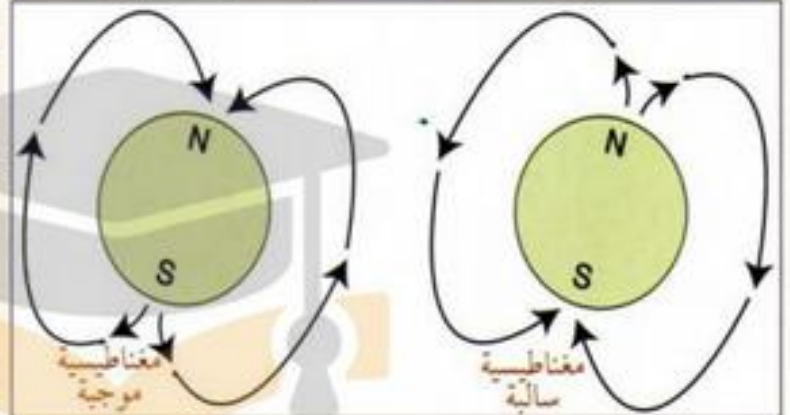
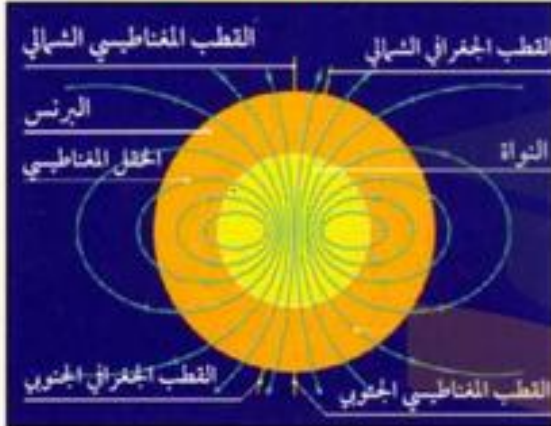
عند إجراء لعبة تركيبية (Puzzle) لهذه القارات فإننا نجد أنها تتوافق فيما بينها حسب الشكل التالي.



ب- مغنطة الصخور القشرة المحيطية:

تعد مغناطيسة الأرض أكبر دليل لنظرية زحزحة القارات؛ فمن المعروف أن الأرض عبارة عن قضيب ممغنط كما يوضحه الشكل (أ) نتيجة دوران الأرض حول نفسها. كما أن هذا الحقل المغناطيسي مقدار شعاعي يتجه من القطب الجنوبي نحو القطب الشمالي. إلا أن الأرض تشهد انعكاسا أو اختلالا في المغناطيسية من الشمال إلى الجنوب تسمى القطبية السالبة. ويحدث ذلك دوريا عبر ملايين السنين كما يبينه الشكل (ب). ومن الملاحظ أيضا أن القطب المغناطيسي لا ينطبق مع القطب الجغرافي الذي يكون مائلا عنه.

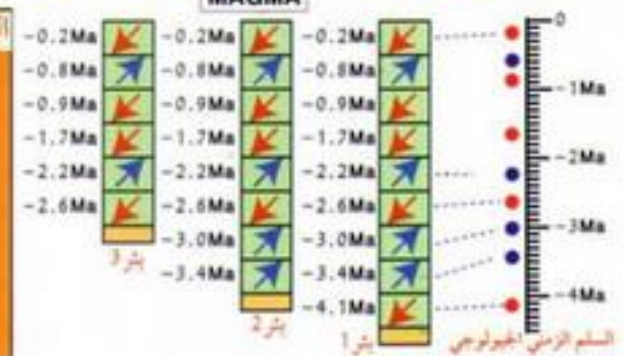
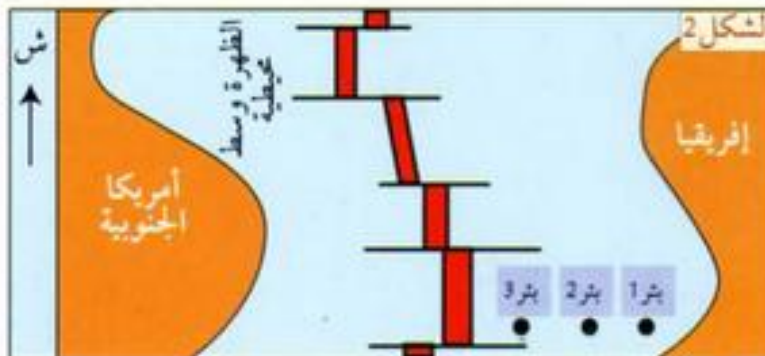
تحتوي الحمم البازلتية الناتجة عن نشاط الظهيرات على عدد من المعادن منها معدن الماغنتيت (Magnetite (Fe_3O_4) الذي يأخذ شكلا إبريا عند تبرده ويتميز هذا المعدن بخاصية المغنطة عندما تنخفض درجة حرارته إلى أقل من 578 م (وتسمى نقطة كوري)، يحتفظ هذا المعدن بذاكرة المغنطة لذلك الوقت الذي تشكل فيه. وبالتالي يمكن استعماله كبوصلة مستحاثية في تحديد اتجاه الحقل المغناطيسي الأرضي القديم عن طريق جهاز قياس المغناطيس (magnétomètre).

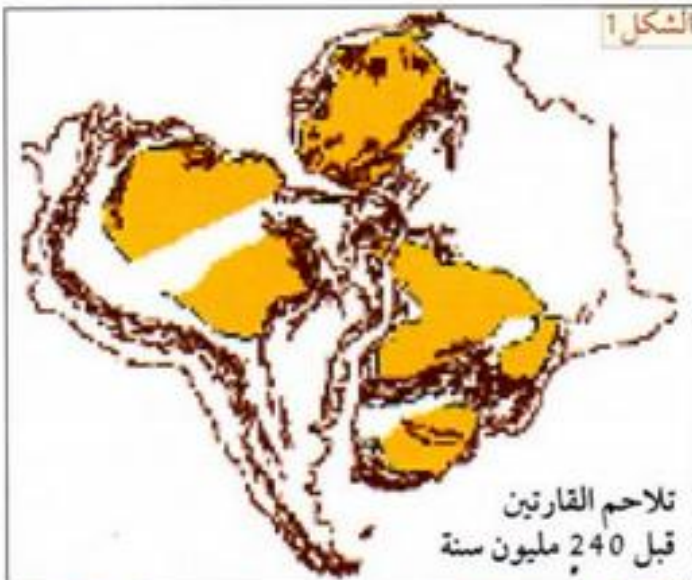


تم قياس مغنطة منطقة من قاع المحيط الأطلسي على جانبي الظهيرة وسط محيطية عن طريق المسح الجيوفيزيائي، فتم الحصول على أحزمة ممغنطة تعبر عن اختلالات المغناطيسية الأرضية. كما تم تحديد عمر الصخور الرسوبية المكونة لقاع المحيط عن طريق حفر آبار في مناطق مختلفة من هذا المحيط حيث قدرت أعمارها اعتمادا على الرسوبيات المتواجدة بها ومقارنة ذلك باتجاه مغنطتها من خلال دراسة المغناطيسية القديمة.

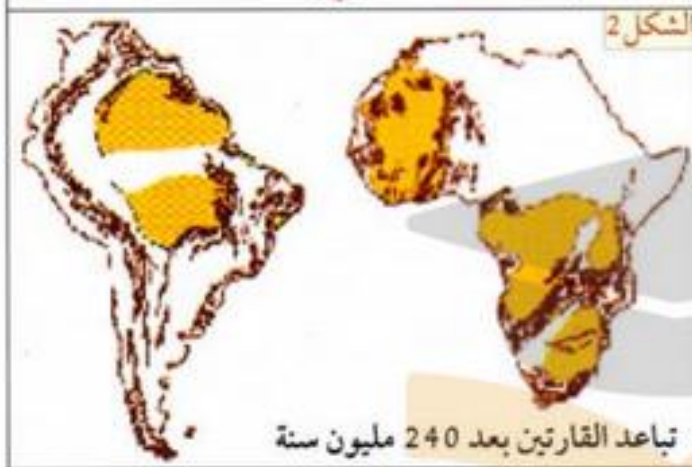
نلاحظ هنا أنه كلما ابتعدنا عن الظهيرة ازدادت الطبقات الرسوبية وازداد معها عدد المناطق السالبة الموجبة. مما يدل مرة أخرى على أن هناك ترسيبات لطبقات جديدة على جانبي الظهيرة تتمدد وتتحرك في اتجاهين متعاكسين كما يوضحه الشكل (2) من الوثيقة (10).

ج- الرسوبيات: وجود حفريات حيوانية ونباتية متشابهة على السواحل الغربية لقارة إفريقيا وأمريكا الجنوبية منذ 240 مليون سنة. الشكل (3)، مما يدل على أن القارتين كانتا ملتصقتين ضمن القارة الأم (البانجيا)، إذ لا يعقل أن تنتقل هذه الكائنات لآلاف الكيلومترات الفاصلة بين القارتين.





تلاحم القارتين
قبل 240 مليون سنة

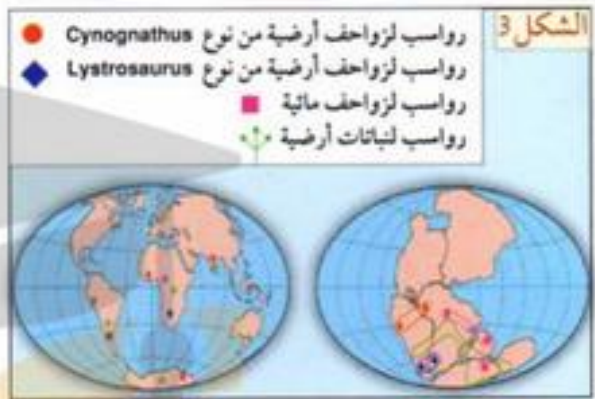


تباعد القارتين بعد 240 مليون سنة

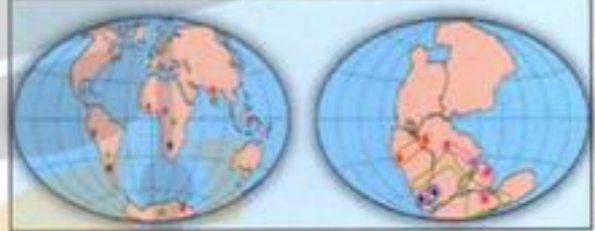
د- السلاسل الجبلية للسواحل الغربية لقارة إفريقيا والسواحل الشرقية لقارة أمريكا الجنوبية لها نفس العمر وعند إجراء تطابق بين الساحلين نجد هناك استمرارية بين هذه السلاسل الجبلية إلى جانب التوافق بينهما مما يدل على أن القارتين كانتا ملتصقتين. إذن:

- 1- الطبيعة البازيليتية المتجانسة لقيعان المحيطات والتي تتضارب مع التنوعات الصخرية للقارات.
- 2- عمر القاع المحيطي الذي يكون حديثا بالقرب من الظهرة وقديما كلما ابتعدنا عن جانبي الظهرة لكن لا يتجاوز 200 مليون سنة.
- 3- التناظر الجانبي للتقلبات في المغناطيسية على جانبي الظهرة.
- 4- عدم وجود ترسبات بمحاذاة الظهرة لكن يزداد سمكها على جانبي الظهرة كلما ابتعدنا عنها.

كلها أدلة ملموسة على حقيقة زحزحة القارات.



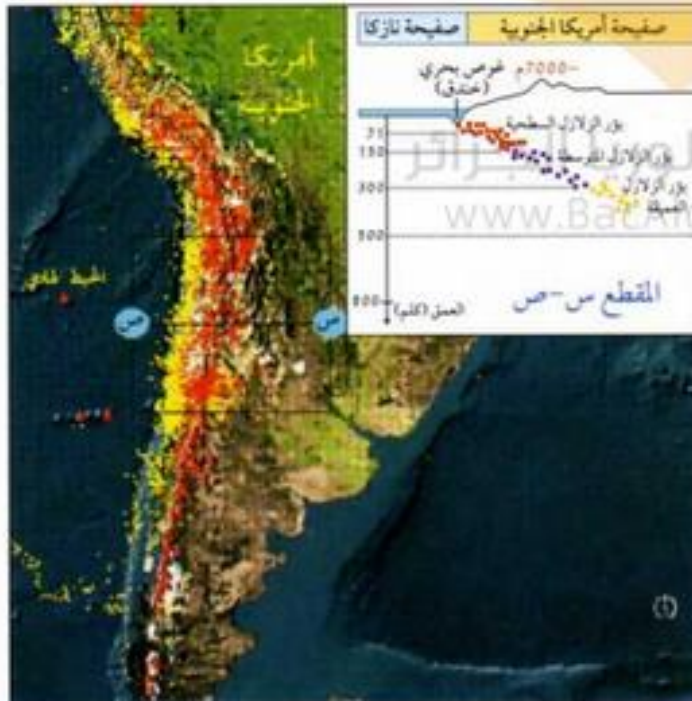
- Cynognathus رواسب لزواحف أرضية من نوع
- ◆ Lystrosaurus رواسب لزواحف أرضية من نوع
- رواسب لزواحف مائية
- رواسب لنباتات أرضية



2- الغوص:

صفحة نازكا هي جزء من المحيط الهادي. وحسب خريطة الصفائح فإن هناك غوص لصفيحة نازكا تحت القشرة القارية لأمريكا الجنوبية من الناحية الغربية. ولقد أمكن إثباتها كما يلي:

- 1- يبين الشكل أن البؤر الزلزالية تزداد عمقا كلما اتجهنا من الساحل نحو اليابسة، بحيث كلما اقتربنا من الساحل كانت البؤر الزلزالية قريبة من السطح وذلك وفق مستوى ميل يقدر بـ 45 درجة. يرافق بذلك نشاط بركنة (تصاعد الحمم البركانية) من النوع الانفجاري. وهذا لا يمكن تفسيره إلا بغوص القشرة المحيطية تحت القشرة القارية بمستوى ميل 45 درجة وفق مسار يعرف بمخطط بنيوف. حيث أن انزلاق القشرة المحيطية تحت القشرة القارية يجعلها تتآكل وتذوب في طبقة الأستينوسفير. ونتيجة هذا الذوبان والضغط وكثافة الطبقة السفلى فإنها تتصاعد في شكل حمم بركانية. كما أن قوة الاحتكاك بولد طاقة في البؤر العميقة تنتشر على السطح في شكل موجات زلزالية انطلاقا من المركز السطحي.



- بؤر زلازل تقع على عمق يتراوح بين 70 و 300 كلم
- بؤر زلازل تقع على عمق يتراوح بين 70 و 300 كلم
- بؤر زلازل تقع على عمق يتراوح بين 300 و 700 كلم

التوضيحات	زحزحة القارات
1- قبل 240 مليون سنة (العصر الباري)، كانت القارات عبارة عن كتلة واحدة تسمى القارة الأم أو البانجيا (Pangée)، عائمة على سطح محيط كبير من المياه يحيط بها من كل الجهات.	1
2- قبل 180 مليون سنة (العصر الجوراسي) بداية تشكل الظهرة وسط محيطية بين ما يعرف حاليا الصفائح الإفريقية والصفائح الأمريكية. وهي بداية لتشكل المحيط الأطلسي.	2
3- قبل 80 مليون سنة (العصر الطباشيري أو Crétacé): زيادة نشاط الظهرة وسط محيطية وتوسع المحيط الأطلسي طولا ليفصل تدريجيا بين القارة الإفريقية وقارة أمريكا الجنوبية.	3
4- في العصر القديم (Paléocène) أي قبل 60 مليون سنة: انفصال تام لقارتي إفريقيا وأمريكا الجنوبية. ومن ثم ظهور المحيط الأطلسي كاملا. إلى جانب ذلك هناك هجرة لشبه القارة الهندية نحو الشمال.	4
5- في العصر الحديث (Holocène): توسع المحيط الأطلسي وتباعد قارتي إفريقيا وجنوب أمريكا. وتقارب شبه القارة الهندية من القارة الأوروبية، لتشكل جبال الهمالايا نتيجة التصادم.	5

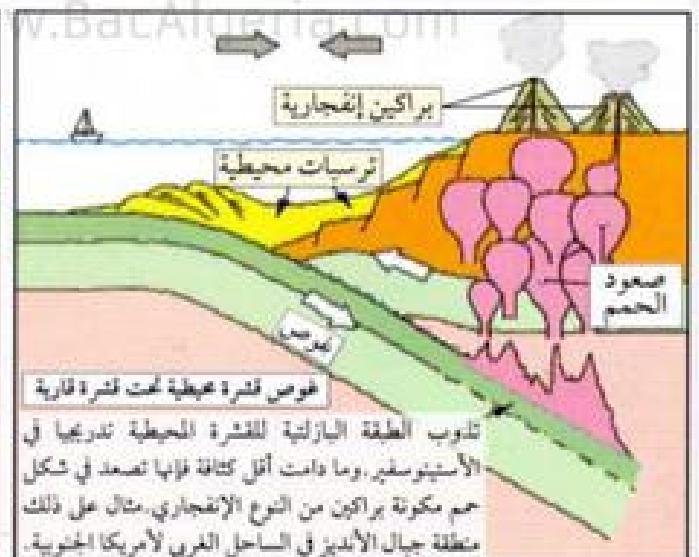
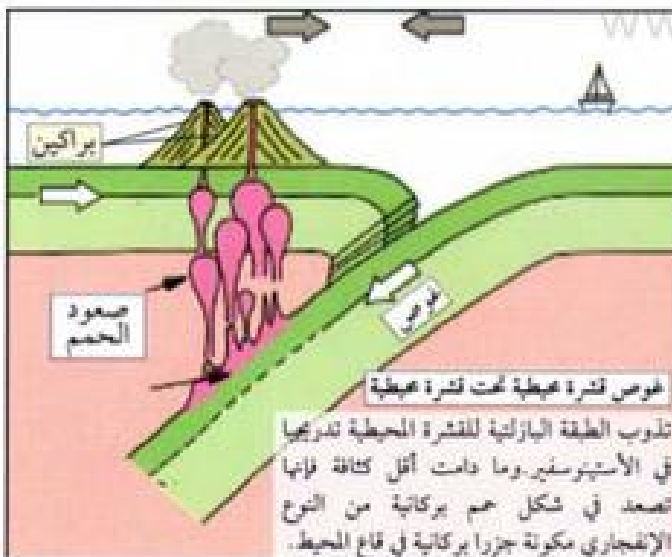
حركات التقارب

3

أ- مفهوم الغوص: إن تمدد الصفائح بزيادة ترسبات بازلتية جديدة في قاع المحيطات، يعني الزيادة في مساحة الصفائح وبالتالي الزيادة في مساحة سطح الكرة الأرضية ومنه الزيادة في حجمها لكن حجم الكرة الأرضية ثابت منذ ملايين السنين. إذن هذا لا يكون إلا بتقبل فكرة أن الزيادة من جهة يقابلها نقصان من جهة أخرى أي تآكل صفيحة بانزلاقها تحت صفيحة أخرى. يطلق على هذه الظاهرة **الغوص**.

يبين الشكلان التاليان ظاهرة الغوص والتي تتميز منها نوعين:

- غوص قشرة محيطية تحت قشرة محيطية أخرى.
 - غوص قشرة محيطية تحت قشرة قارية والتي تؤدي في النهاية إلى تقارب وتصادم قشرة قارية مع أخرى.
- مع ملاحظة أنه لا يوجد غوص قشرة قارية تحت قشرة محيطية لأن هذه الأخيرة دائما تكون أكثر كثافة من الأولى.



ب - نتائج حركات التقارب :

- في الحالة الأولى: تآكل وذوبان القشرة المحيطية في طبقة الأستينوسفير (البرنس)، وتشكل سلسلة من الجبال البركانية (الشكل 1).

- في الحالة الثانية: تصادم القارات وتشكل الجبال:

وتحدث نتيجة غوص قشرة محيطية تحت قشرة قارية وتستمر العملية بتقارب القارتين حتى زوال القشرة المحيطية (الشكل 1) وتصادم القشرة القارية لهذه الصفيحة مع القشرة القارية للصفيحة الأولى. تصعد الرواسب نتيجة ضغط التصادم لتشكل سلاسل جبلية (الشكل 2)، كما هو الحال مع سلاسل جبال الهيمالايا الناتجة عن تصادم شبه القارة الهندية التابعة لصفيحة أستراليا شمالا مع الصفيحة الأوروآسيوية. وكذلك سلسلة جبال الأطلسي شمال المغرب العربي الناشئة من تصادم بين الصفيحة الإفريقية ومكروقارة الألبوران بعد اختفاء حوض التيتيس.

ثانيا - أسباب نشاط حدود الصفائح

يتكون باطن الأرض من طبقات ذات صفات فيزيائية مختلفة وهي: الشكل (1)

- النواة: وتشكل 17% وتتكون من النواة الداخلية الصلبة والنواة الخارجية السائلة.
- البرنس أو المعطف: ويشكل 80% من طبقات الأرض والذي يتكون بدوره من طبقة سفلى صلبة وخارجية لينة.

- القشرة: وتشكل الطبقة الخارجية الصلبة للأرض (الليتوسفير 2%)، وهي تتكون بدورها من:

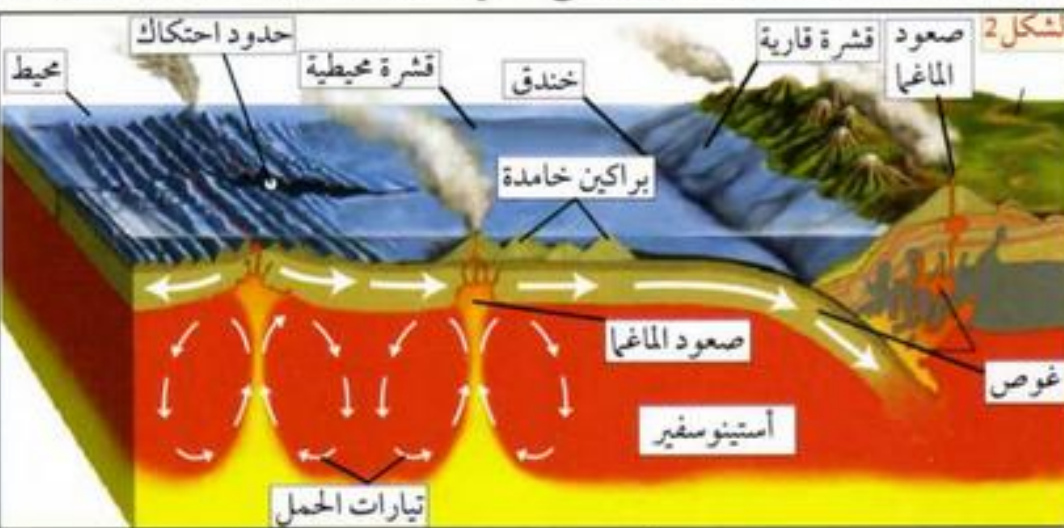
أ- القشرة القارية: وتتكون من صخور نارية جرانيتية و صخور رسوبية وصخور متحولة.

ب- القشرة المحيطية: وتتكون من صخر البازلت ورسوبيات بحرية.

ويتميز باطن الأرض بحرارة عالية تدرج في الزيادة كلما اتجهنا من السطح نحو العمق كما بينه المنحنى المقابل .



تعتبر الطاقة الداخلية للأرض السبب في حركة الصفائح الليتوسفيرية العائمة فوق الأستينوسفير؛ حيث تشهد هذه الطبقات تيارات حرارية صادرة عن النشاط الإشعاعي لبعض العناصر الكيميائية كالاليورانيوم والبوتاسيوم والثوريوم ... إلى جانب حرارة باطن الأرض. ويسبب الناقلية الرديئة للصخور تحدث تيارات حمل حراري تعمل على إذابة صخور السطح الداخلي للقشرة اليابسة (الطبقة الخارجية للأستينوسفير)



يتج عنها كتلة من الماغما تنجح إلى السطح محدثة ريفت، ثم الظهورات بالكيفية التي تم وصفها في نشاط الظهورات.

يلخص الشكل (2) ما ينتج عن تيارات الحمل الحراري من تمدد للصفائح التكتونية على جانبي الظهرة من جهة، وعملية غوص من الجهة المقابلة. مبرزا أنواع حدود الصفائح.