العلاقة بين تكوين السلاسل الجبلية والصفائح التكتونية

A- تذكير ببعض مفاهيم تكتونية الصفائح :

I- بنية الكرة الأرضية :

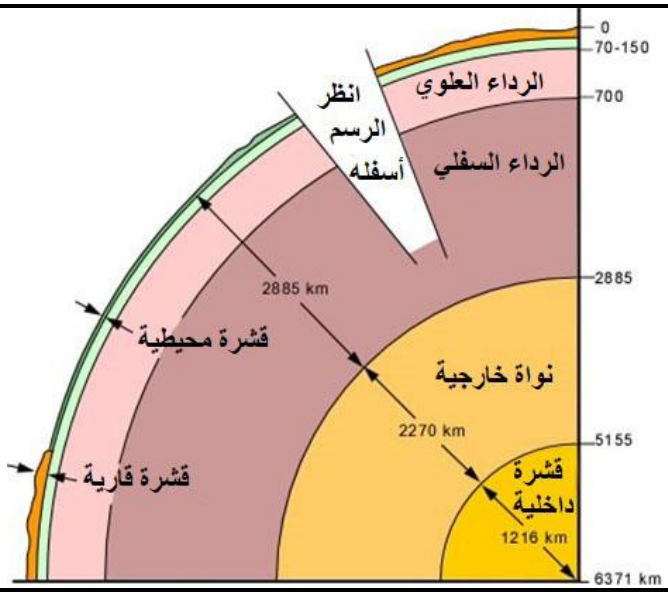
يتكون باطن الأرض من سلسلة من الطبقات ذات الخصائص الفيزيائية المختلفة (انظر الرسوم البيانية أدناه): في المركز، النواة (تشكل 17% من حجم الأرض) والذي تنقسم إلى نواة داخلية صلبة ونواة خارجية سائلة. ثم نجد الرداء (81% من حجم الأرض) الذي ينقسم إلى رداء سفلي صلب ورداء علوي لدن، ولكن الجزء العلوي من هذا الأخير صلب؛ أخيرًا، القشرة (أقل من 2% من حجم الأرض) والتي تكون صلبة.

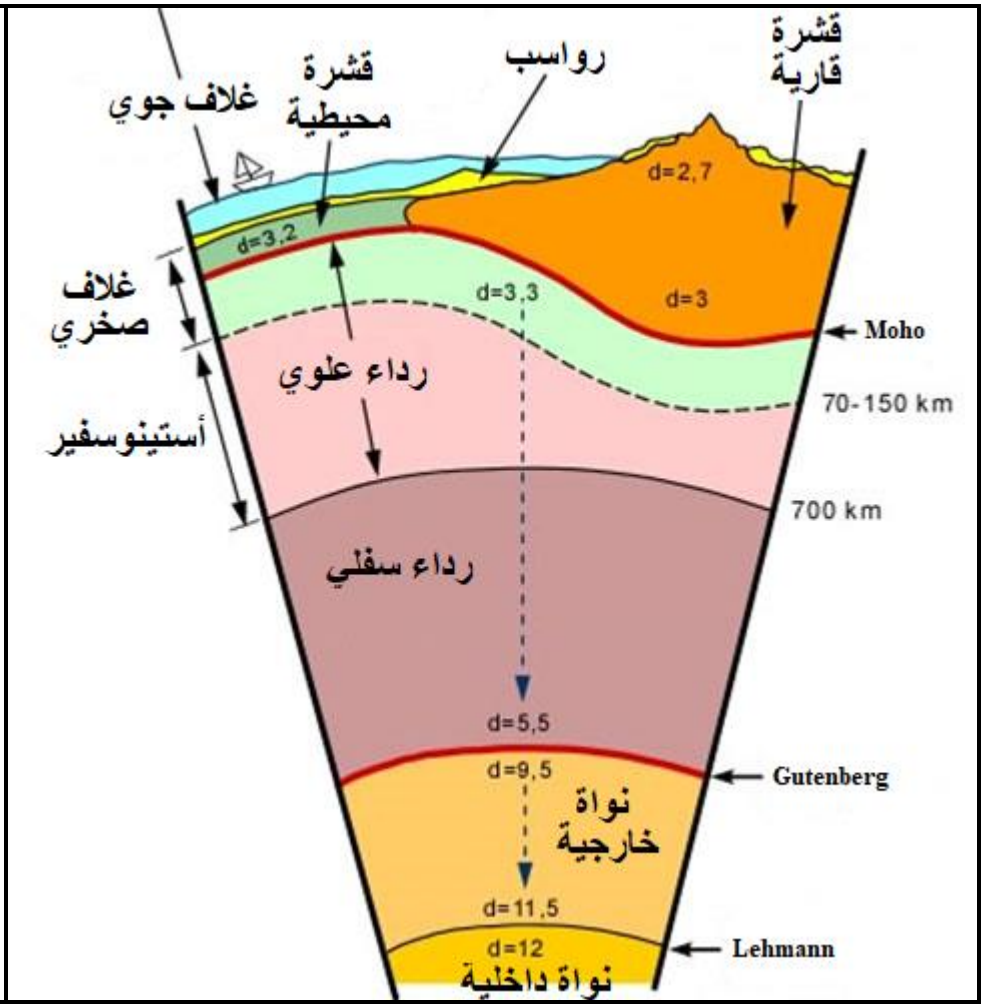
انقطاعان رئيسيان (تغييرات في خصائص الطبقات مثل سرعة انتشار الموجات الزلزالية) يفصلان القشرة والرداء والنواة: انقطاع Mohorovicic (أو Moho) الذي يشير إلى تباين الكثافة بين قشرة الأرض والرداء، وانقطاع Gutenberg الذي يمثل أيضًا تباينًا كبيرًا في الكثافة بين والرداء والنواة. يوجد انقطاع ثالث يفصل النواة الداخلية عن النواة الخارجية، إنه انقطاع Lehmann.

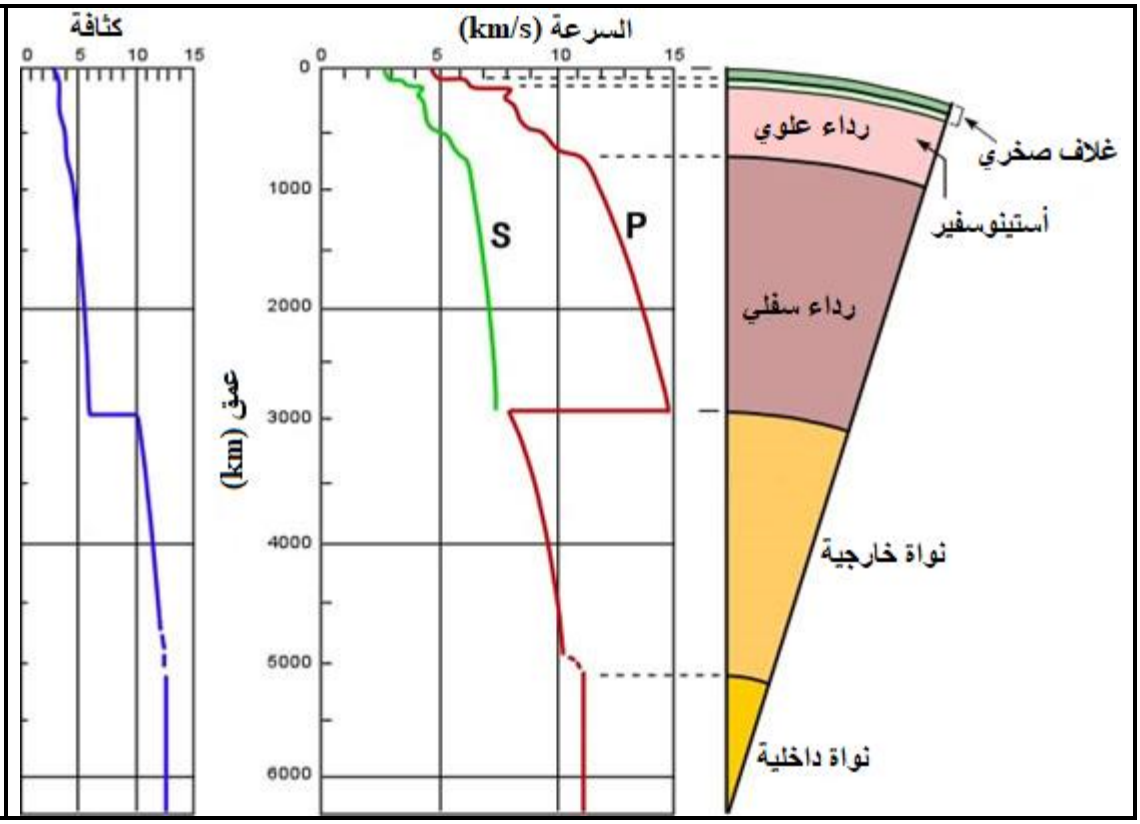
الطبقة اللدنة من الرداء العلوي تسمى بالأستنوسفير (asthénosphère)، بينما تشكل الطبقتان الصلبتان فوقها (الطبقة الصلبة للجزء العلوي من والرداء العلوي والقشرة الأرضية) الغلاف الصخري (lithosphère).
هناك نوعان من القشرة الأرضة:

- القشرة المحيطية: تقع عادة تحت المحيطات. تتكون بشكل أساسي من صخور بازلتية لها كثافة تساوي 3.2.
- القشرة القارية: وهي تقع على مستوى القارات. تتكون من صخور كرانيتية ومتحولة ورسوبية. تتراوح كثافتها بين 2.7 و 3. القشرة القارية أكثر سمكًا من القشرة المحيطية. الطبقات الرسوبية عبارة عن "غشاء رقيق" من الرواسب التي يتم إنتاجها وإعادة توزيعها على سطح القشرة بواسطة عوامل التعرية (الماء والرياح والجليد).

تم استنتاج البنية الداخلية للكرة الأرضية بفضل دراسة الموجات الزلزالية. تنتشر موجات P في المواد الصلبة والسوائل والغازات، بينما تنتشر موجات S فقط في المواد الصلبة. نعلم أيضًا أن سرعة انتشار الموجات الزلزالية تتناسب مع كثافة المادة التي تنتشر فيها.

	**بنية الكرة الأرضية**

بنية الكرة الأرضية	

تغير سرعة الموجات الزلزالية حسب العمق	

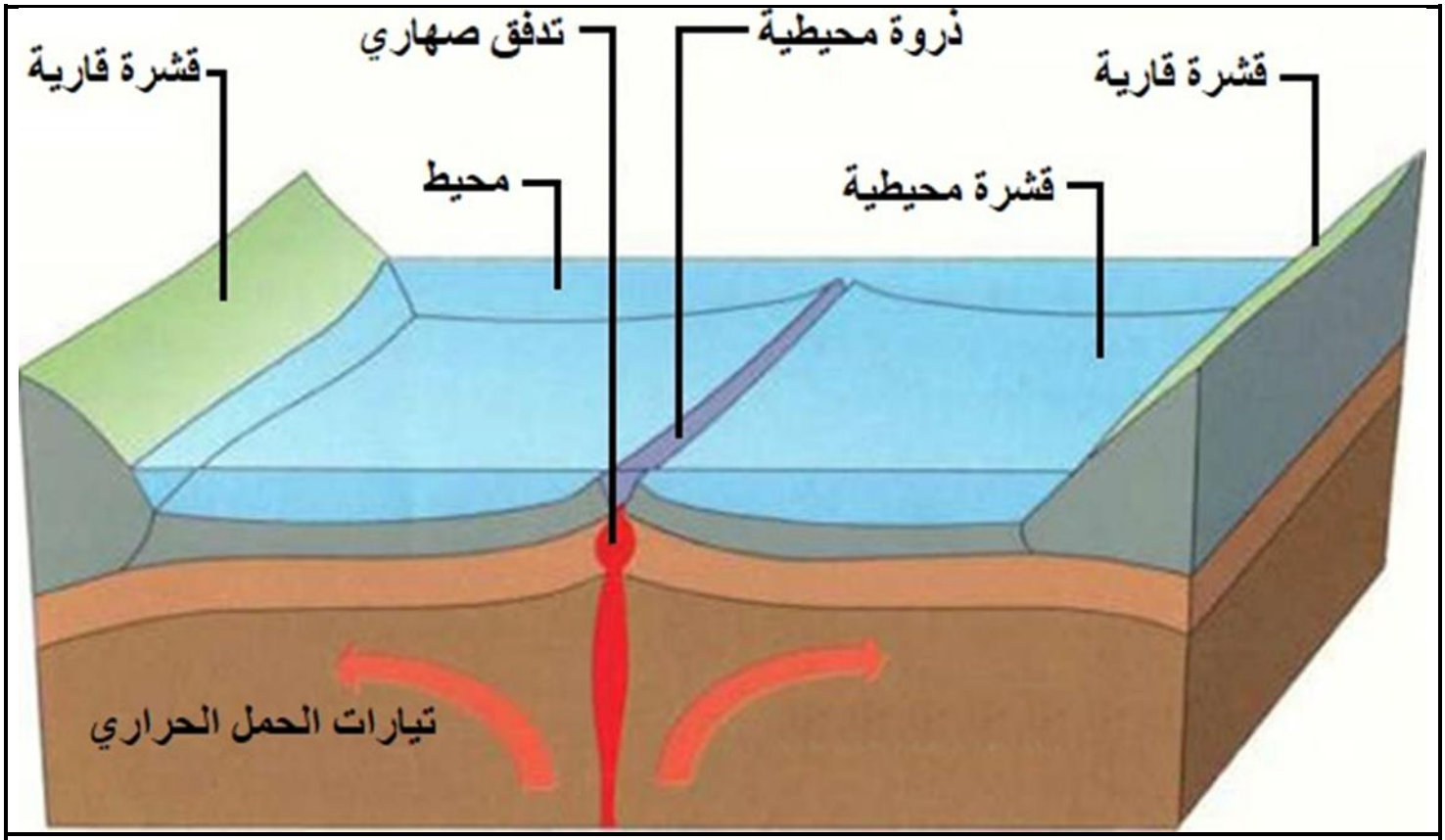
II- تكتونية الصفائح :

القشرة الأرضية ليست متجانسة، وهي تتكون من صفائح تتحرك على الرداء وتحتك ببعضها البعض. سبب هذه الحركات هو ظاهرة تيارات الحمل الحراري التي تحدث داخل الرداء.

تنتج تيارات الحمل الحراري البطيئة عن الاختلافات في درجة الحرارة والكثافة الموجودة على مستوى الرداء. المصدر الرئيسي لهذه الحرارة (حوالي 80%) يأتي من تحلل العناصر المشعة، مثل اليورانيوم (^{238}U) والثوريوم (^{232}Th) والبوتاسيوم (^{40}K) الموجودة في الرداء.

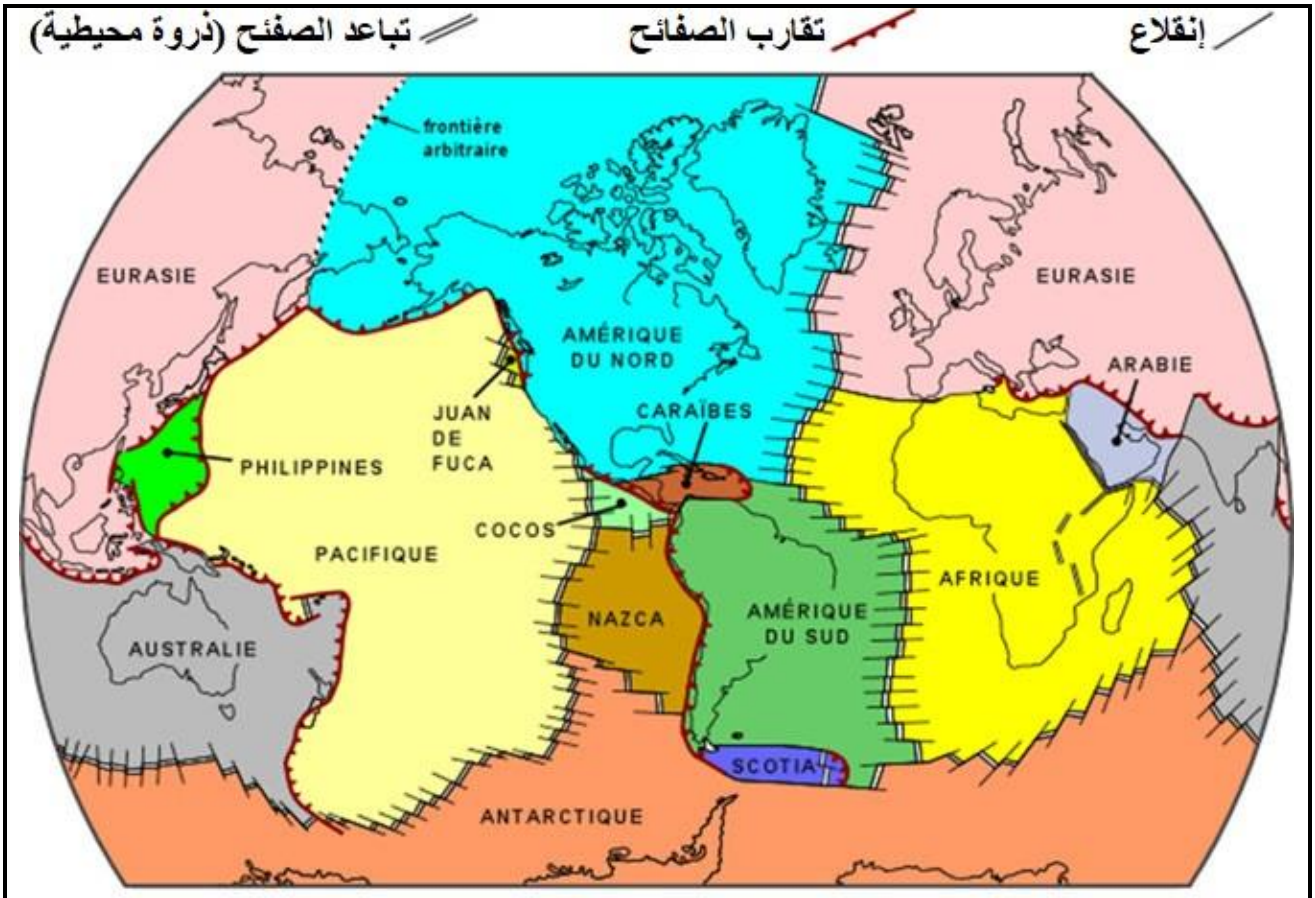
تنقسم القشرة الأرضية إلى 12 صفيحة تكتونية رئيسية. تتحرك هذه الصفائح بالنسبة لبعضها البعض: يمكن أن تبتعد أو تتقارب (تغطي إحدى الصفيحتين الأخرى) أو تنزلق الواحدة مع الأخرى. تسمى هذه الحركات بتكتونية الصفائح (tectonique des plaques).

يحدث صعود المواد الساخنة بشكل رئيسي في قاع المحيطات على مستوى الذروات المحيطة مما يؤدي إلى اتساع قعر المحيطات.

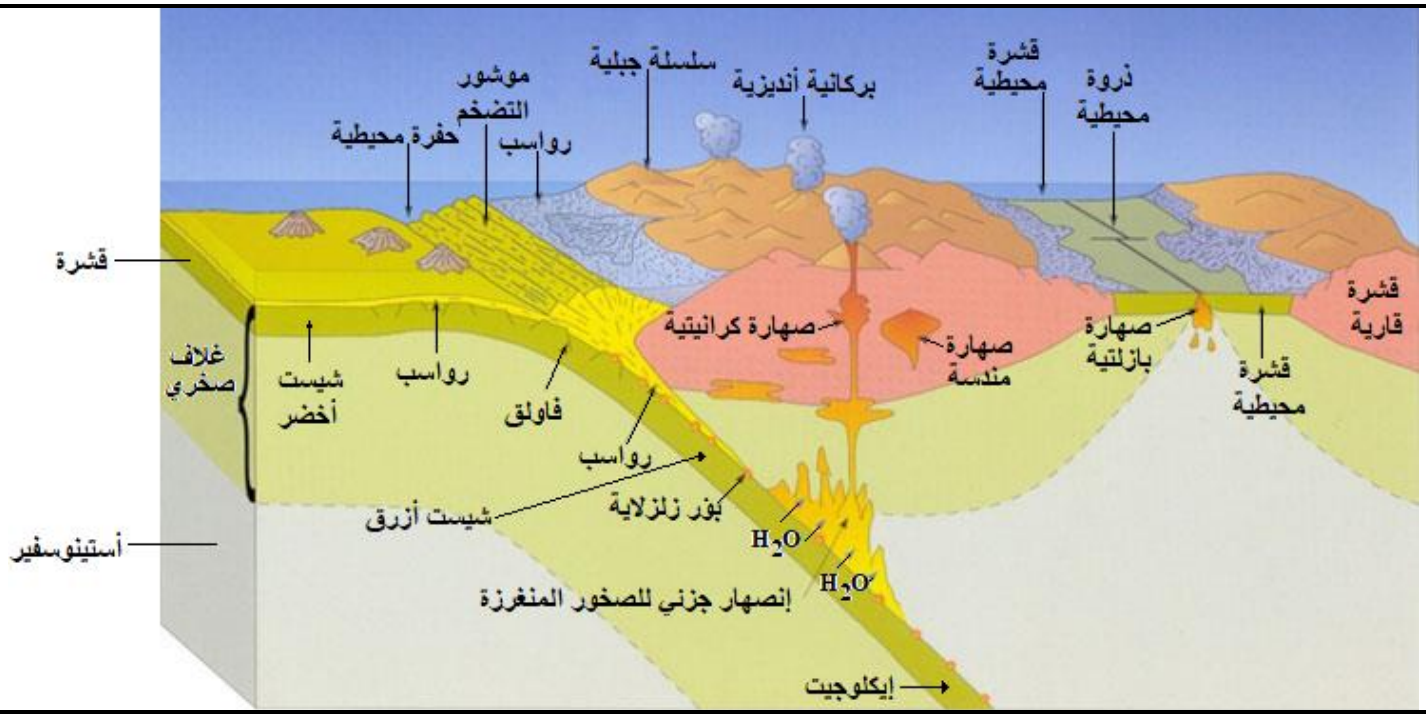


رسم تفسيري لظاهرة اتساع قعر المحيطات

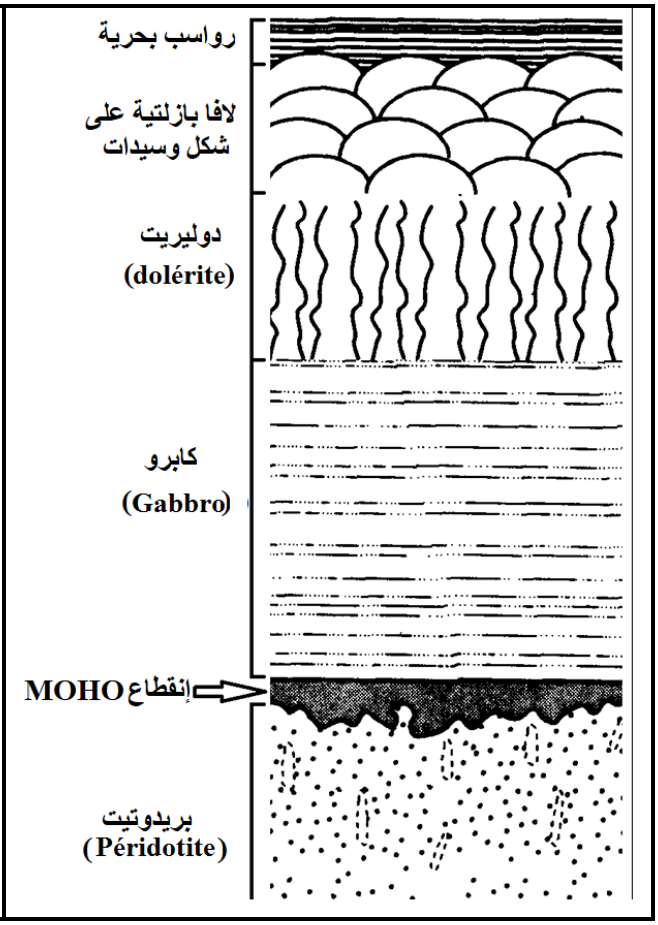
بما أن مساحة سطح الأرض تظل ثابتة، يجب ان نفترض وجود مناطق تختفي على مستواها القشرة المحيطية. هذه المناطق سميت بمناطق الطمر حيث تنغرز الصفائح المحيطية تحت صفائح أخرى (صفائح قارية أو محيطية).



خريطة لأهم الصفائح التكتونية

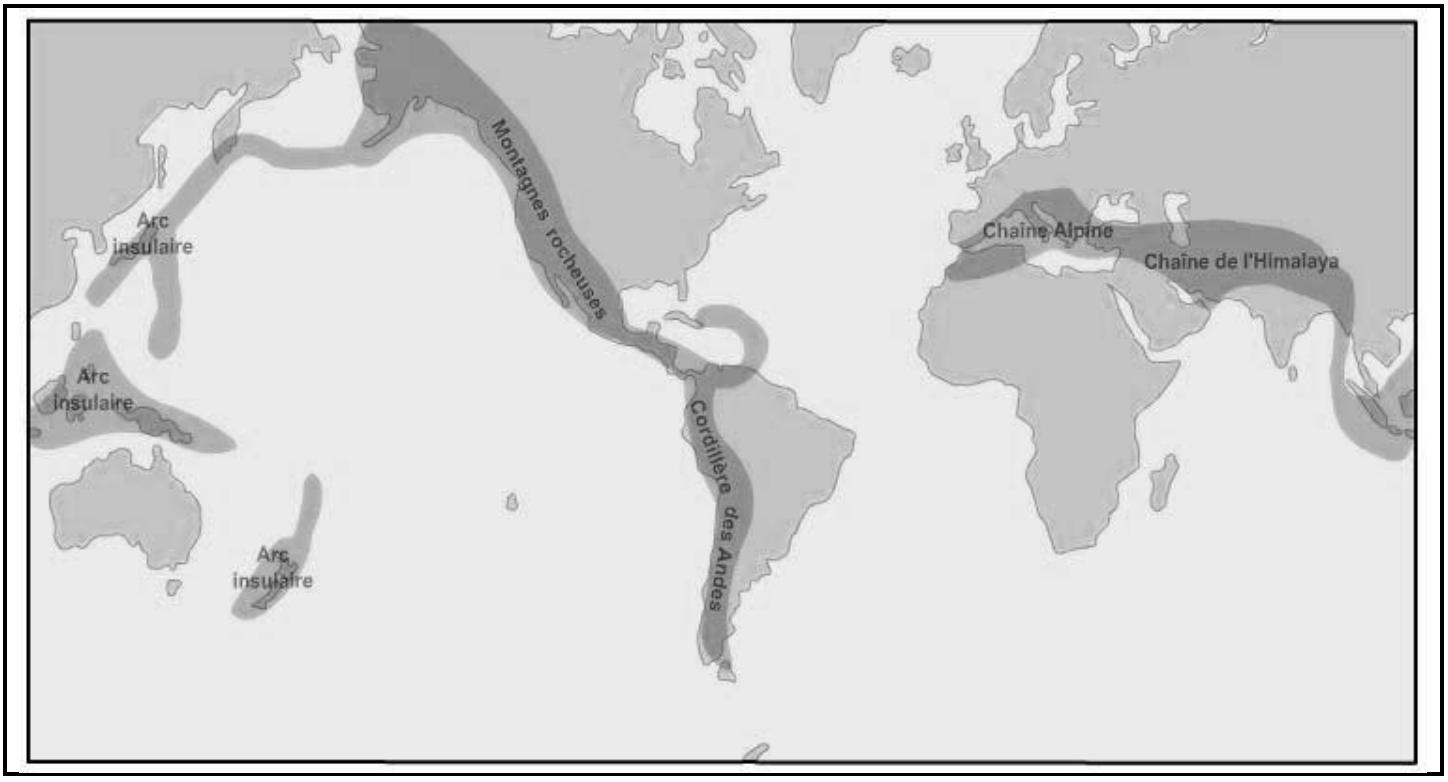


رسم تخطيطي لمناطق اتساع قعر المحيطات ومناطق الطمر

التركيب الصخري للقشرة المحيطية	

B- ملاحظة :

تمثل الوثيقة التالية خريطة لتموضع أهم السلاسل الجبلية الحديثة.



توجد جل السلاسل الجبلية الحديثة في حدود الصفائح وخاصة في أماكن تقارب هذه الصفائح.

C- أصناف السلاسل الجبلية :

حسب نوعية التجابه بين صفيحتين يمكننا تمييز ثلاثة أنواع من السلاسل الجبلية.

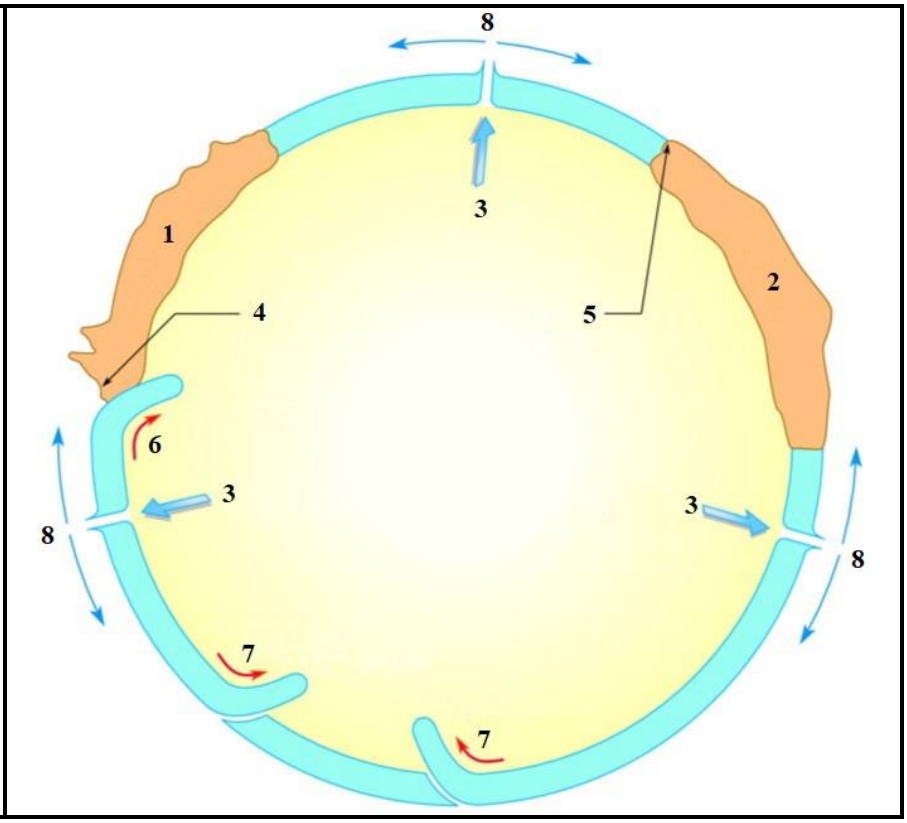
I- سلاسل الطمر (مثال جبال الأنديز) :

الطمر هو ظاهرة التي تنغرز فيها صفيحة تكتونية محيطية (أكثر كثافة) تحت صفيحة أخرى (محيطية أو قارية) قبل أن تختفي في الرداء (انظر الرسم البياني أدناه).

يسمى الحد الفاصل بين القشرة المحيطية والقشرة القارية الموجودة على نفس الصفيحة التكتونية الهامش غير النشيط (الخامل)، بينما يمثل الهامش النشيط الحد الفاصل بين القشرة المحيطية والقشرة القارية حيث تحدث ظاهرة الطمر.

تتميز الهوامش النشطة بالظواهر التالية:

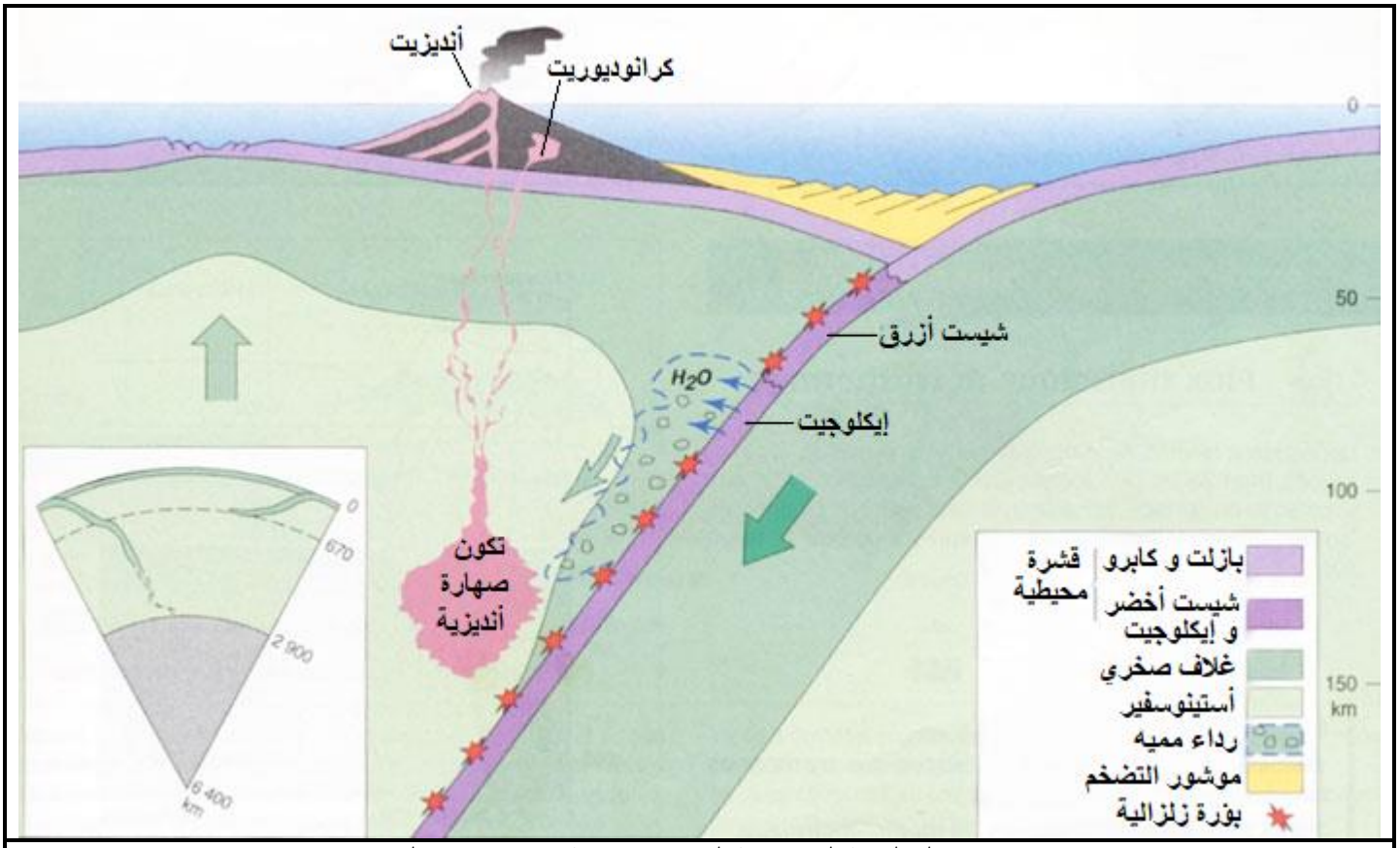
- حفرة محيطية (منخفض عميق تحت الماء، طويل وضيق إلى حد ما) ، غالبًا ما يرتبط بموشور التضخم.
- نشاط بركاني أنديزي (وجود الأنديزيت) مع ثوران بركاني انفجاري.
- نشاط زلزالي مكثف. تتوزع بؤره الزلازل على مستوى مائل ينخفض تحت الهامش القاري في اتجاه القارة: سطح Bénioff.
- سلاسل جبلية متوسطة الارتفاع.



1- أميركيا الجنوبية
2- إفريقيا
3- ذروة محيطية
4- هامش نشيط
5- هامش غير نشيط (خامل)
6- طمر الصفيحة المحيطية تحت الصفيحة القارية
7- طمر صفيحة محيطية تحت صفيحة محيطية
8- اتساع قعر المحيط

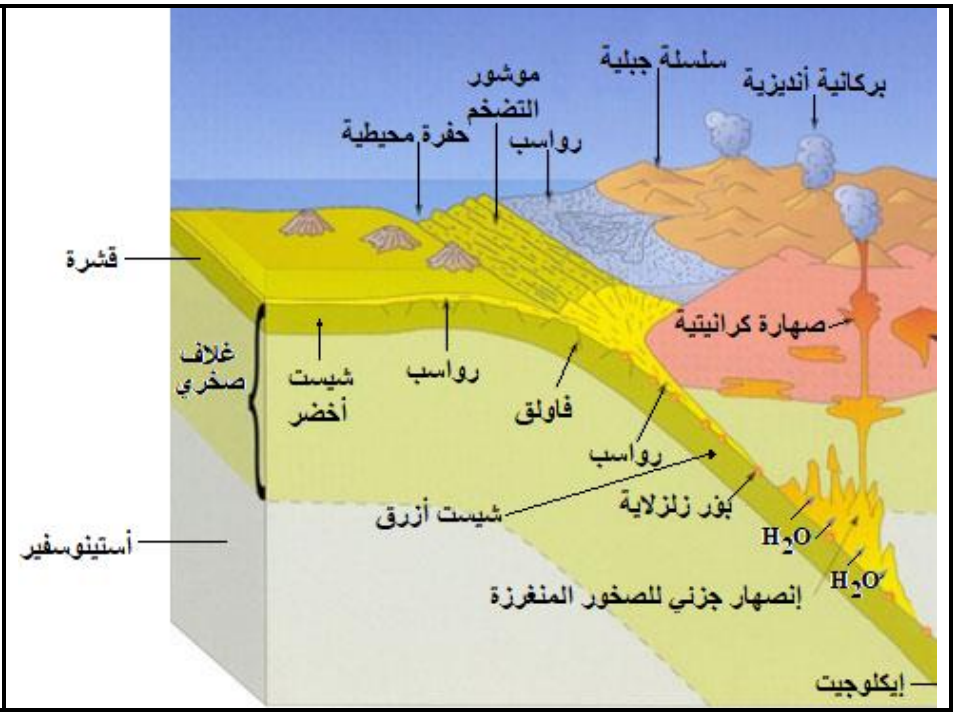
حسب نوعية التجابه بين صفيحتين يمكننا تمييز بين حالتين من الطمر:

- يمكن أن يتم التجابه بين صفيحتين محيطيتين. هذا هو الحال في غرب المحيط الهادئ على مستوى اليابان وإندونيسيا مثلا.

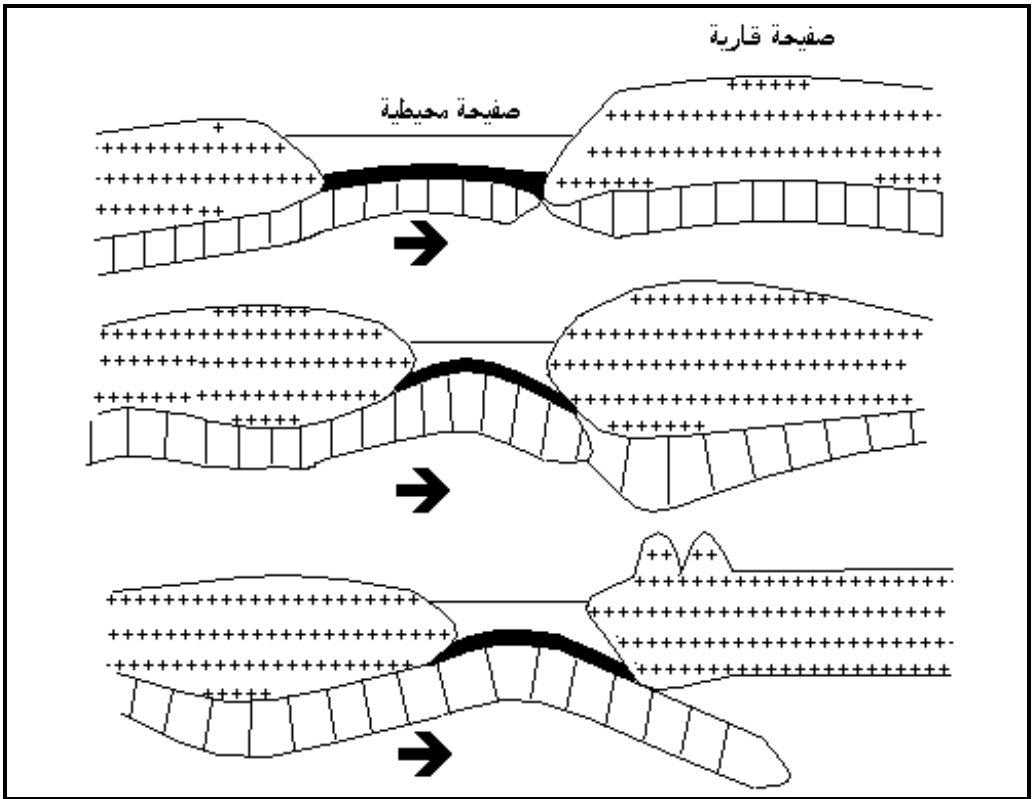


رسم تخطيطي لظاهرة الطمر بين صفيحتين محيطيتين

- يمكن أن تحدث المواجهة بين صفيحة محيطية وصفيحة قارية. هذا ما يحدث شرق المحيط الهادئ على مستوى الأنديز.



رسم تخطيطي لظاهرة طمر صفيحة محيطية تحت صفيحة قارية



رسم تخطيطي لمراحل طمر صفيحة محيطية تحت صفيحة قارية

تتميز سلاسل الاندساس بتشوهات متوسطة ناتجة عن قوى الضغط على الغلاف الصخري القاري. كما أنها تتميز بصهارة أنديزية كبيرة، ووجود خندق محيطي ، ومنشور انضمام ، ونشاط زلزالي مكثف (تتوزع بؤر الزلازل وفقًا لسطح Bénioff).

II- سلاسل الطفو :

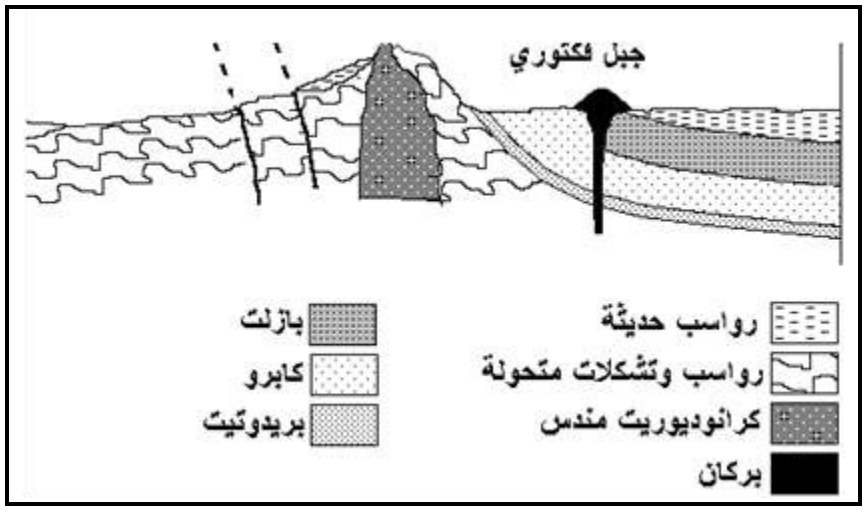
1- تمرين:

يمثل الشكل أسفله مقطع عبر سلسلة غينيا الجديدة.

أ- ما هي خاصيات هذه السلسلة؟

ب- كيف تكونت هذه السلسلة؟

ج- لأي نمط من السلاسل الجبلية تنتمي هذه السلسلة؟



2- أجوبة:

أ- نلاحظ أن البريدوتيت، الكابرو والبازلت هي نفس الصخور التي تكون القشرة المحيطية. ونلاحظ كذلك أن هذه الصخور تغطي تشكلات قارية (الكرانوديوريت). تسمى هذه التشكلات بالأفيوليت (ophiolite).

ب- تكونت هذه السلسلة بعد تراكب وزحف القشرة المحيطية فوق القشرة القارة التي طرأ عليها تشوه مهم.

ج- تسمى هذه السلاسل بسلاسل الطفو (obduction).

3- تعريف:

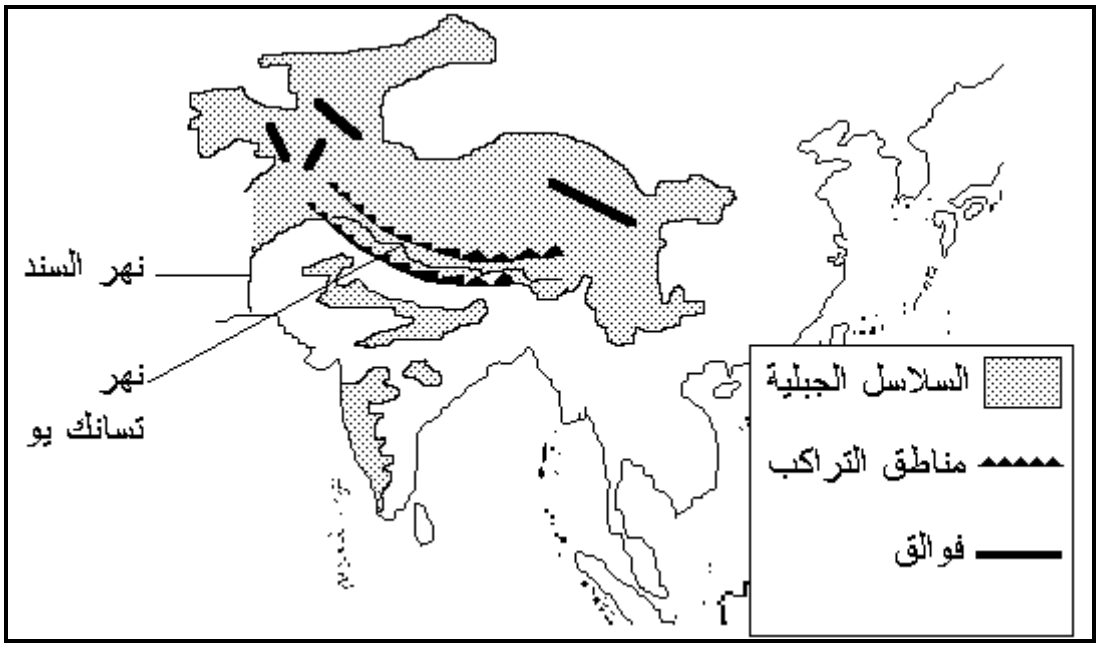
الطفو هو تراكب وزحف القشرة المحيطية فوق القشرة القارة. تؤدي هذه الظاهرة إلى تكون مركبات أفيوليتية (مجموعة من الصخور تنتمي إلى جزء من الغلاف الصخري المحيطي، تم حملها فوق الغلاف القاري).

III- سلاسل الاصطدام :

تمثل الوثيقة أسفله بعض السلاسل الجبلية في الجنوب الشرقي لأسيا.

تتسطح جنوب التبيت وشمال الهمالايا، أراضي أفيوليتية، خاصة بمنخفضات نهر السند ونهر تسانك يو.

توجد في شمال هذه التشكلات براكين أنديزية.



أ- على ماذا يمكن أن يدل وجود الحزام الأفيوليتي والبركانية الأنديزية؟

ب- اقترح فرضية لتفسير تشكل جبال الهمالايا.

ج- لأي نمط من السلاسل الجبلية تنتمي جبال الهمالايا؟

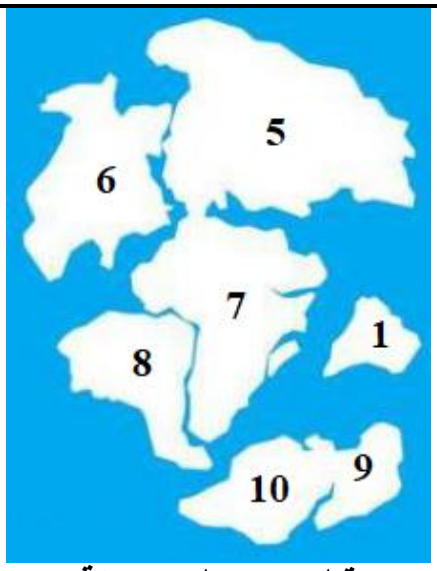
2- أجوبة:

أ- نظرا لكون الأفيوليت لها نفس بنية القشرة المحيطية، يمكن القول بأن الحزام الأفيوليتي دليل على وجود محيط قديم كان يفصل بين القارة الهندية والقارة الآسيوية. أما البركانية الأنديزية الموجودة شمال هذا الحزام فتدل على وجود منطقة طمر قديمة، كانت القشرة المحيطية تنغرز على مستواها نحو الشمال.

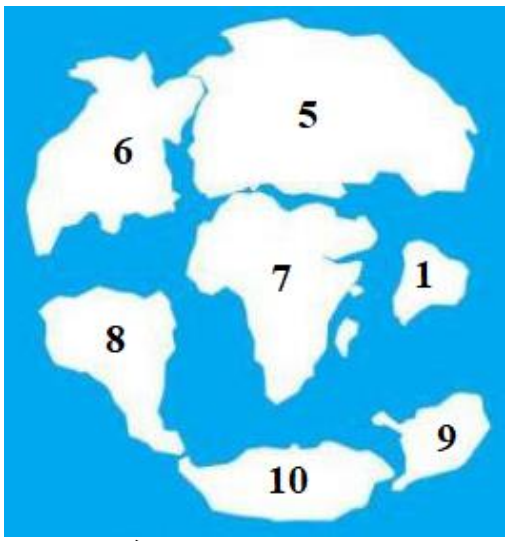
ب- ربما تشكلت جبال الهمالايا بتنقل الصفيحة الهندية نحو الشمال واصطدامها بالصفيحة الأورو-أسيوية.

قبل 225 مليون سنة

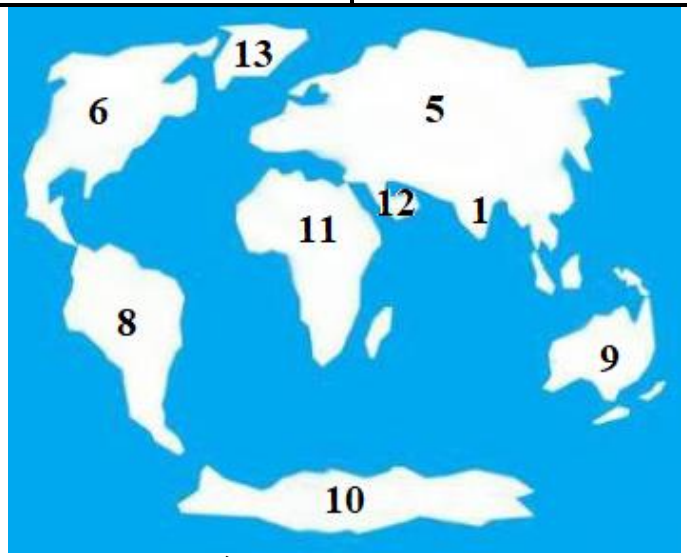
قبل 200 مليون سنة



قبل 150 مليون سنة



قبل 65 مليون سنة



قبل 30 مليون سنة

1- الهند
2- قارة البانجيا (Pangée)
3- قارة لوراسيا (Laurasie)
4- كُندوانا (Gondwana)
5- أوراسيا (Eurasie)
6- أمريكا الشمالية
7- إفريقيا وشبه الجزيرة العربية
8- أمريكا الجنوبية
9- أستراليا
10- القارة القطبية الجنوبية (Antarctique)
11- إفريقيا
12- شبه الجزيرة العربية
13- جرينلاند (Groenland)

تموقع القارة الهندية ما بين 225 مليون سنة و 20 مليون سنة

ج- تعد جبال الهمالايا من سلاسل الاصطدام أو السلاسل البيقارية.

رسم تخطيطي يوضح اصادم الصفيحة الهندية والصفيحة الأورو-أسيوية