BAC 2019

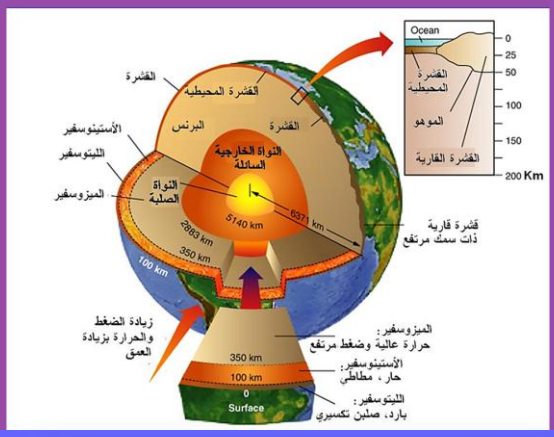
بكالوريا النجاح

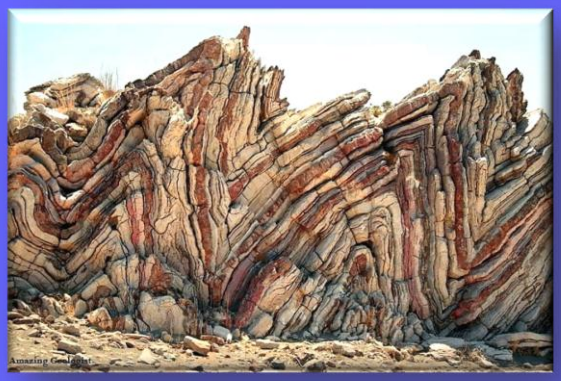
مجلة النجاح

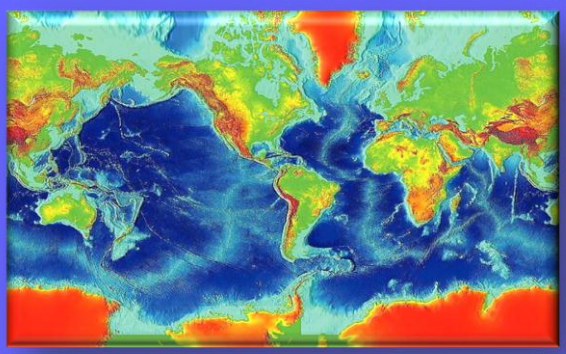
مادة علوم الطبيعة والحياة

العدد4

التحضير الجيد لبكالوريا 2019







الجزء الأول

الدرس

المجال2

التكتونية العامة

من إعداد الأستاذ بوالريش أحمد :

استاذ مكون (متقاعد)

المجال2

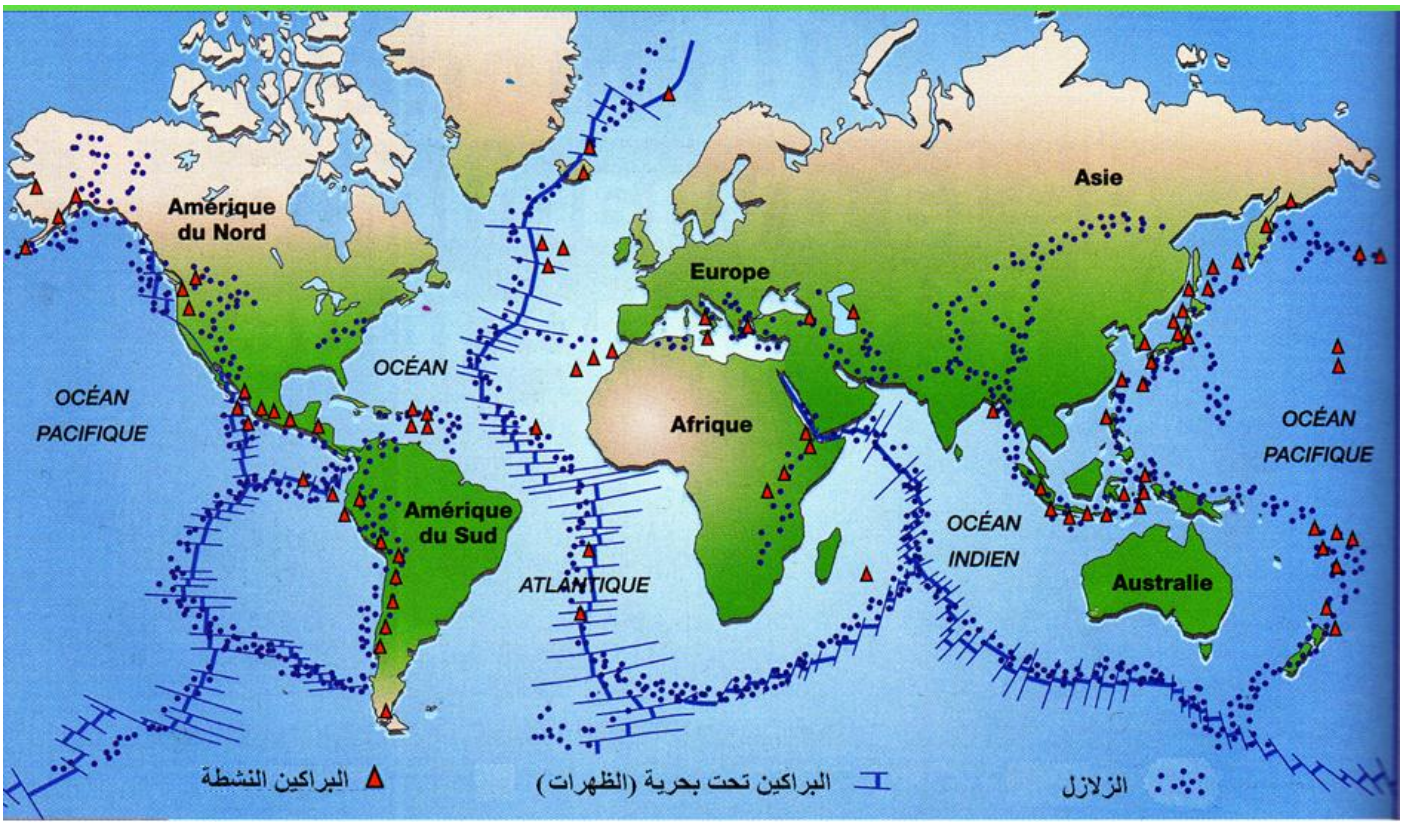
التكتونية العامة

تهتم تكتونية الصفائح بدراسة بناء مظاهر القشرة الأرضية، فهي لا تصف حركة القارات فحسب بل توضح كذلك حركة الصفائح و تفاعلها بالمظاهر الرئيسية للأرض مثل نشأة المحيطات و توسعها و بناء السلاسل الجبلية و حدوث الزلازل و البراكين و نشأة القارات و تطورها.

الوحدة1 : النشاط التكتوني للصفائح :

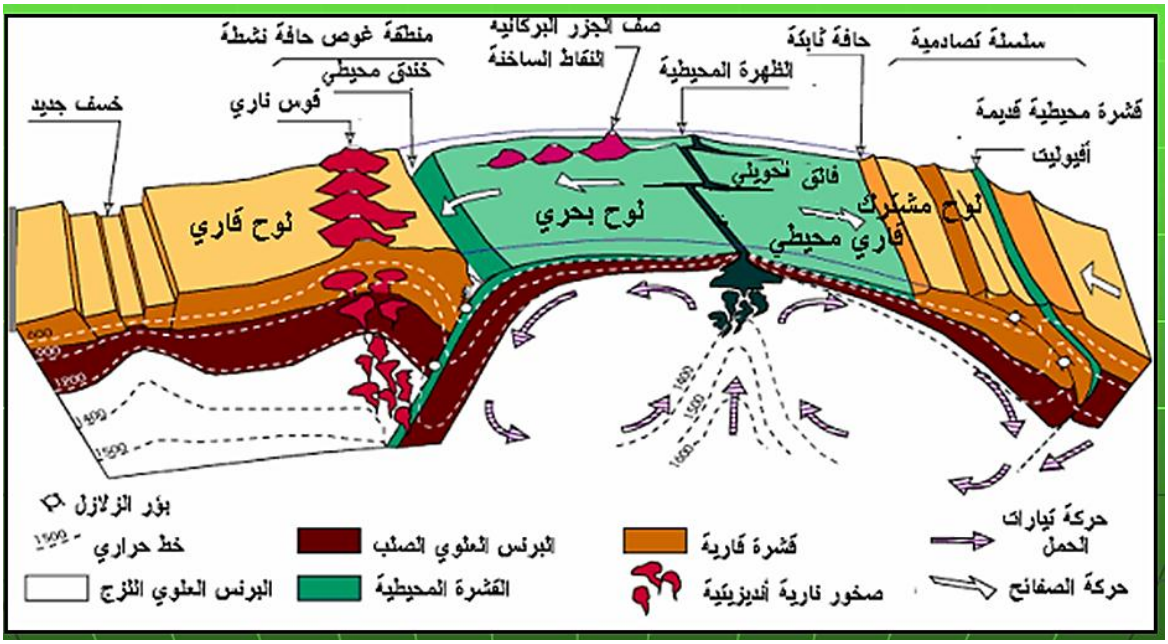
I – تحديد الصفائح التكتونية :

تعتبر الألواح التكتونية قطعا من القشرة الأرضية. تنقسم القشرة الأرضية إلى عشرات الصلبة التي تكون في حركة دائمة و إلي نادرا ما تنطبق حدودها مع حدود القارات و المحيطات تتحرك الألواح تباعديا مشكلة الظهرات وسط محيطية أو تقاربيا مشكلة مناطق الغوص أو السلاسل الجبلية.



- ينقسم االغلاف الصخري (الليتوسفير) إلى عدة صفائح صلبة.
- الصفيحة التكتونية منطقة غير نشطة،يمكن أن تكون محيطية،قارية أو مختلطة.
- تُفصل الصفيحة التكتونية عن الصفائح المجاورة بمناطق نشطة تميزها حركات زلزالية و بركنة قوية و تضاريس خاصة مثل : تضارس قيعان البحار (ظهرات) خندق محيطي، سلسلة جبلية قارية...

2 - حركة الصفائح التكتونية :



تتحرك الصفائح إما مبتعدة عن بعضها البعض مثل تباعد صفيحتي أمريكا الجنوبية و إفريقيا و يسمى هذا النوع من حركة الصفائح: الحركة التباعدية (Mouvement de divergence)، أو أنها تتحرك مقتربة من بعضها البعض مثل تقارب صفيحة نازكا من صفيحة أمريكا الجنوبية و هذا النوع من الحركة يسمى الحركة التقاربية (Mouvement de convergence) وهناك نوع ثالث من حركات الصفائح هو الحركة الجانبية(). وعلى هذا الأساس تم تحديد ثلاثة أنواع من حدود الصفائح المتميزة بحركات مختلفة:

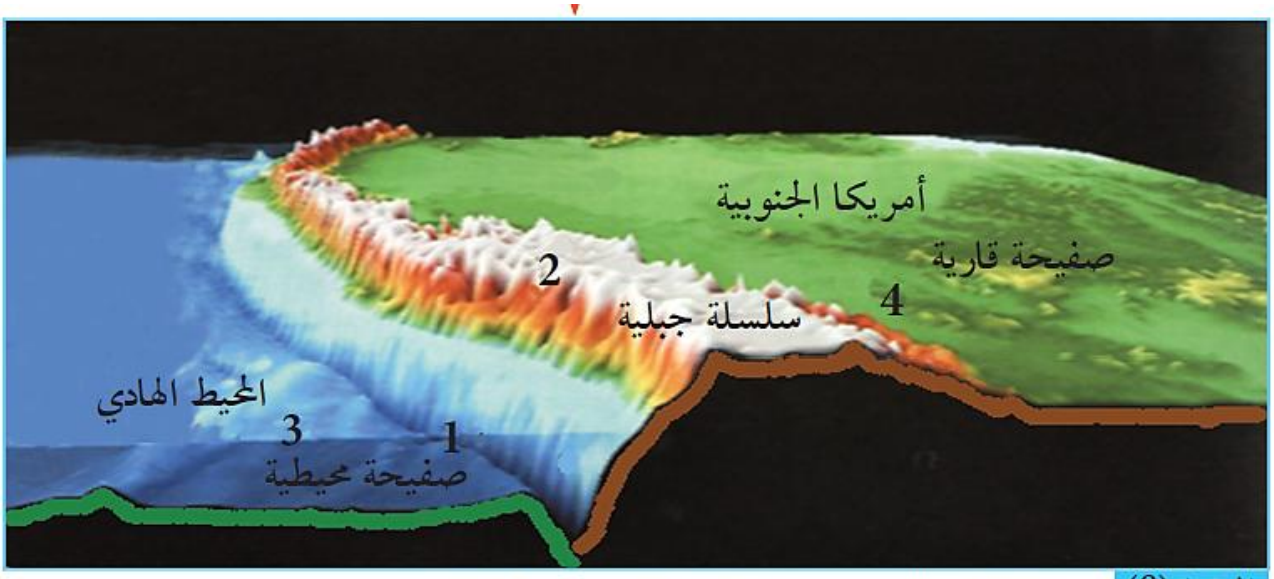
- حدود تباعدية.
- حدود تقاربية.
- حدود جانبية (تتحرك الصفائح بمحاذاة بعضها البعض).

أ – حركة التباعد :

- يمكن تبرير حركات التباعد من خلال : زحزحة القارات والتوسع المحيطي .
- يتحدد عمر قاع المحيطات اعتمادا على الاختلالات المغنطيسية أو التوضعات الرسوبية التي تغطي اللوح المحيطي.
- يزداد عمر اللوح المحيطي بشكل تناظري على جانبي الظهرة و هذا ما يدل على تباعد الصفائح التيكتونية عن بضعها البعض.

ب – حركة التقارب :

إذا كان اللوح يتوسع باستمرار من جهة، فما هي الفرضية أو الفرضيات التي يمكن أن تقترحها لتفسير ثبات حجم الكرة الأرضية ؟



الوثيقة (8) شكل ثلاثي الأبعاد للحواف الغربية لقارة أمريكا الجنوبية (عن Sismolog)

- تتجلى حركات التقارب على مستوى الحدود المقابلة لمناطق التباعد بغطس صفيحة ما تحت صفيحة أخرى ويدعى هذا *بالغوص* (مثل غوص الصفيحة الإفريقية تحت الصفيحة الأوربية).
- نظرا لكثافتها المرتفعة، مقارنة بالصفيحة القارية، تنزلق الصفيحة المحيطية و تغوص أسفل الصفيحة القارية في الغلاف الذائب نسبيا حيث تنصهر تدريجيا نتيجة ارتفاع درجة الحرارة. تحدث هذه الحركة للصفائح بمناطق الغوص (Zones de subduction). ما يحدث في مناطق الغوص هو أن ما يتشكل من طبقات محيطية عند الحدود التباعدية يستهلك في هذا النوع من الحدود التقاربية (حركة بناءة و حركة هدامة).

إذا اقتربت صفيحتان قاريتان من بعضهما البعض فيؤدي ذلك إلى تصادم الصفيحتين و لن يحصل استهلاك في هذه الحالة بل اصطدام بمعنى الكلمة ومع استمرار الحركة فإن الصخور حينئذ تتشوه و يزداد سمكها نتيجة الطيات و ينشأ من ذلك جبال مرتفعة. يسمى هذا النوع من حركة الصفائح بالتصادم (Collision).

تقارب صفيحة محيطية مع صفيحة قارية (الغوص)

تنزلق الصفيحة المحيطية تحت الصفيحة القارية فتنحني الصفيحة المحيطية نتيجة هذه الحركة وتتكون الأغوار (خنادق) المحيطية (Fosses océaniques) للإشارة، فإن الأغوار المحيطية المنتشرة في العالم لها علاقة مباشرة مع حركات الغوص.

تتكون كذلك سلاسل جبلية مع ظهور البراكين عند الحدود التقاربية بين الصفيحة المحيطية و الصفيحة القارية نتيجة التقاء أسفل الصفيحة القارية مع أعلى الصفيحة المحيطية الغائصة مما يؤدي إلى تشوه أطراف الصفيحة القارية مع تكون طيات بالإضافة إلى نشاط بركاني متعلق بانصهار الصفيحة المحيطية تحت الصفيحة القارية مما يؤدي إلى صهير متوسط إلى حامضي.

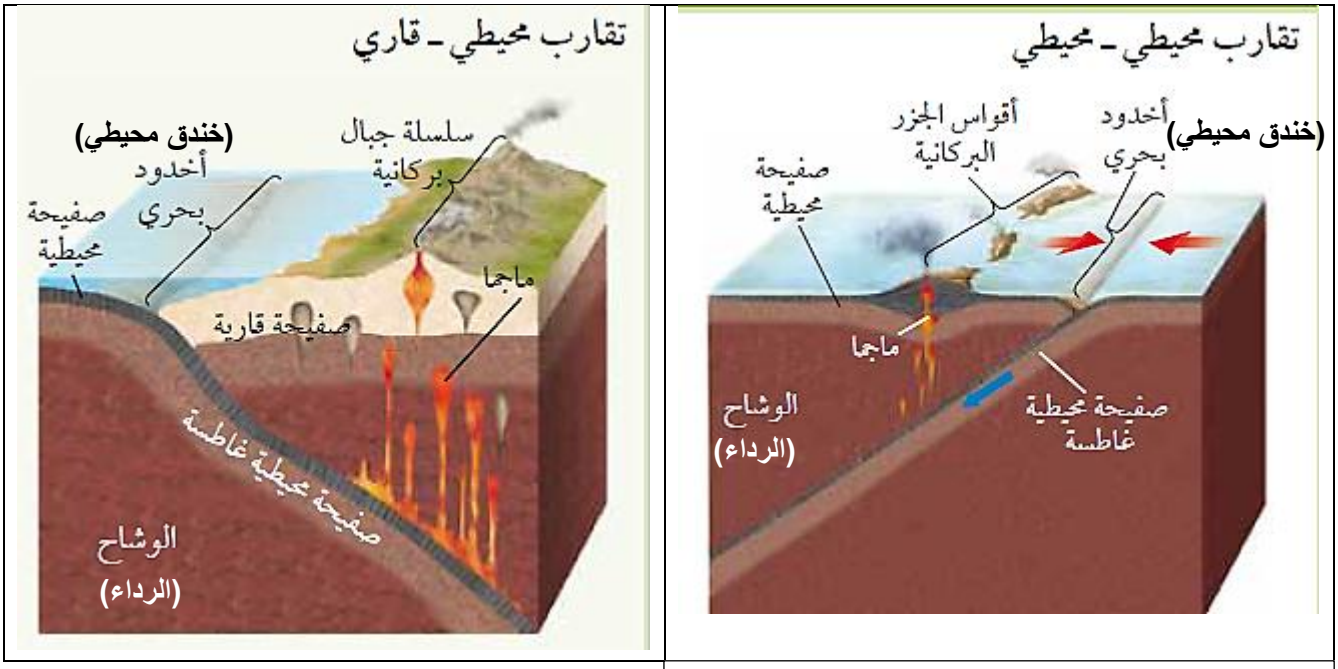
- تتميز مناطق الغوص بزلازل يتزايد عمق بؤرتها من المحيط إلى القارة وتصحبها اندفاعات بركانية.
- تتوزع بؤر الزلازل وفق مستوي مائل يدعى مستوى بنيوف الذي يفصل بين الصفيحة الغائصة والصفيحة الطافية.

الخندق المحيطي هو منخفض ضيق و طويل من قاع المحيط يمتاز بالانحدار الشديد و شدة عمقه و غالبا ما يكون موازيا لحافة القارة.

تقارب صفيحة محيطية مع أخرى محيطية

تكون الحدود التقاربية، في هذه الحالة، داخل المحيطات حيث تلتقي صفيحتان محيطيتان و تغوص إحداهما تحت الأخرى ويتكون نتيجة هذه الحركة أغوار محيطية مثل ما يحدث في الحالة السابقة و كذلك نكون جزر بركانية.

ملخص أنواع الحدود المتقاربة



الحدود التقاربية

3 أنواع من التقارب:

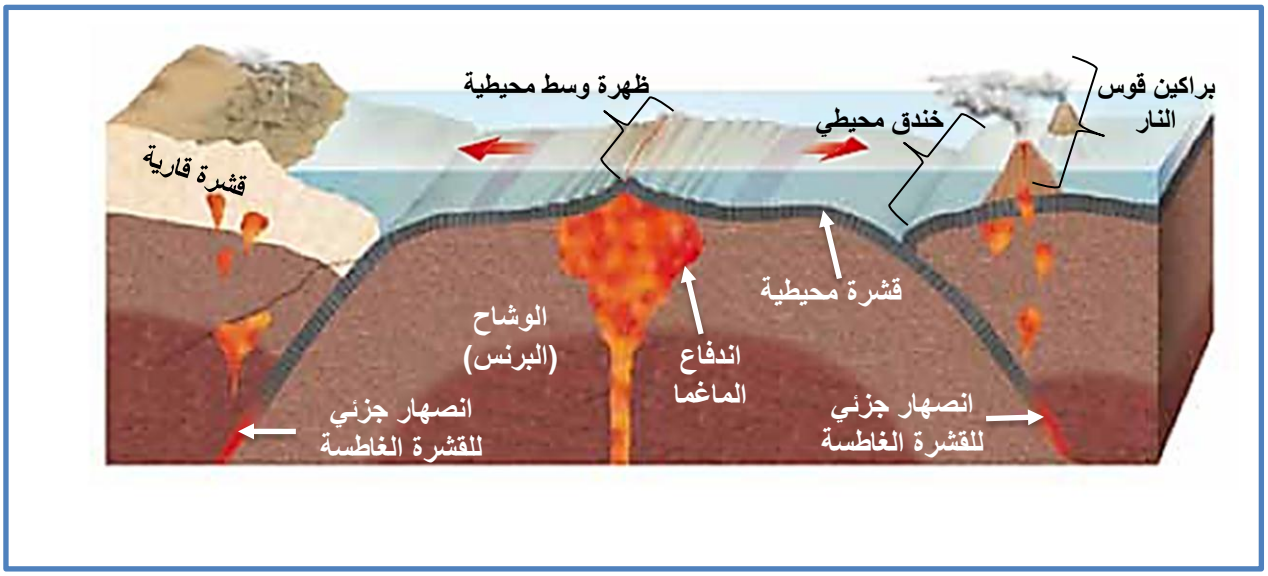
محيطي – محيطي :الفيليبين

محيطي – قاري : جبال الأنديز

قاري – قاري :جبال الهيمالايا

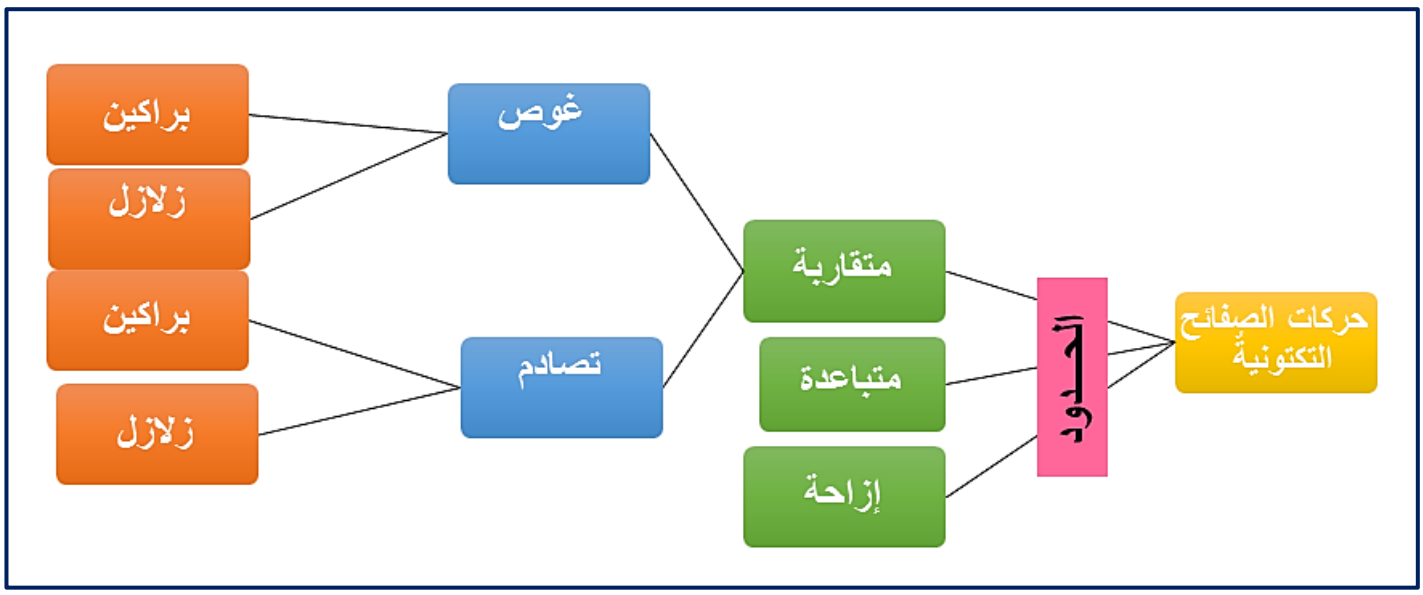
- ينقسم الغلاف الصخري(الليتوسفير) الى عدة صفائح متحركة عن بعضها البعض. و هذا ما يدعى بنظرية تكتونية الصفائح.

مخطط تحصيلي حول حركة الصفائح

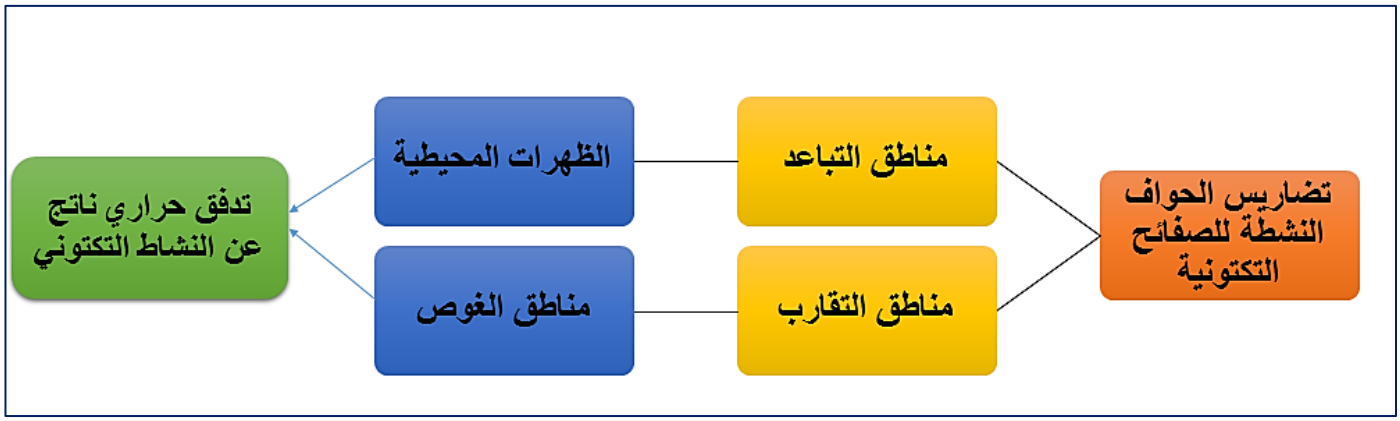


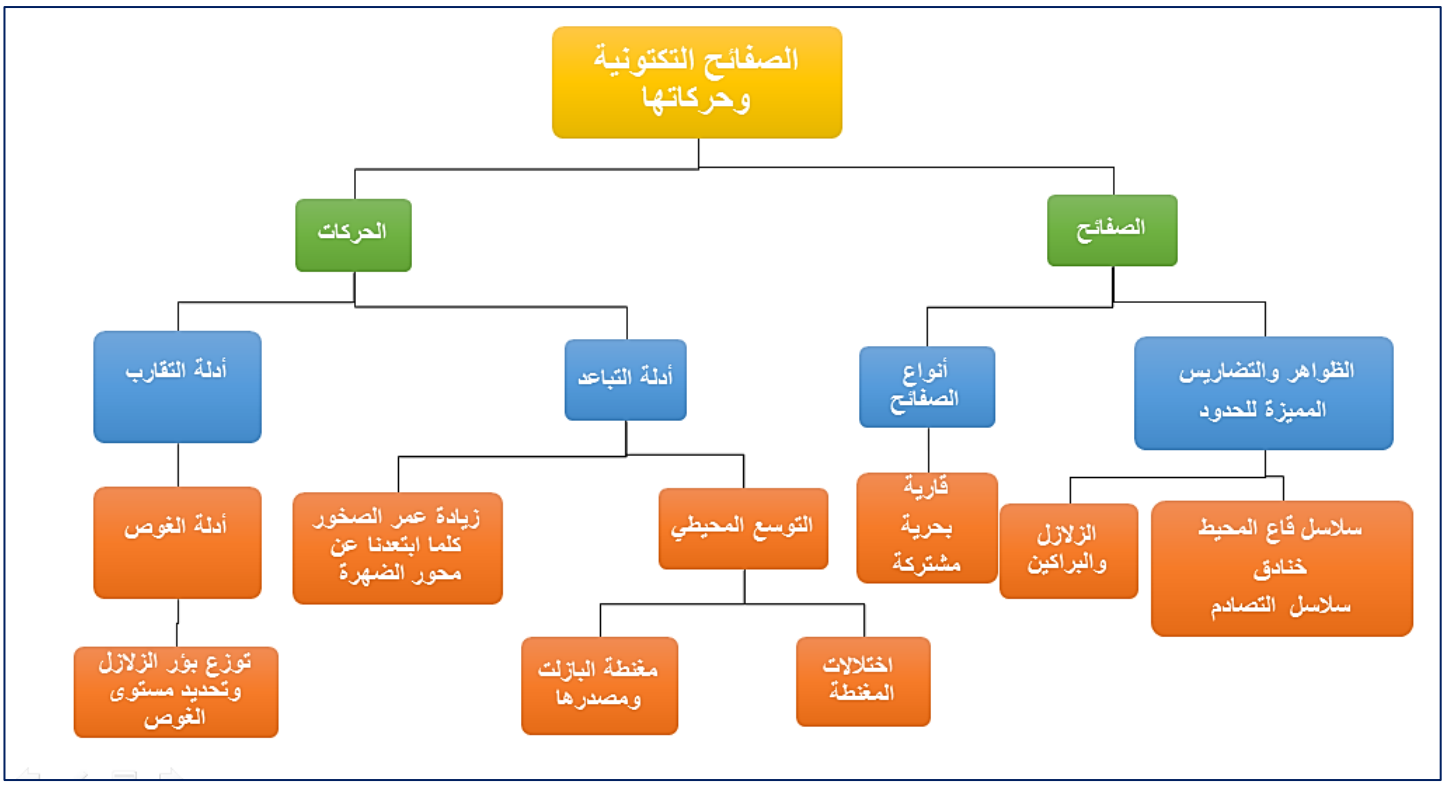
خرائط المفاهيم

ينقسم الغلاف الصخري أو الليثوسفيرُ إلى عدة **صفائح تكتونية** حركتها دائمة ترتبط أساسا بتسرب **الطاقة الداخليةٌ** وتتجسد مظاهرها في **حركات الصفائح التكتونيةٌ :** التباعد والتقارب تتميزُ مناطق حدوث هذه الحركات بظواهر جيوٌلوجيةٌ مثل زلازل وبركنة القويةٌ وتضاريسٌ خاصة

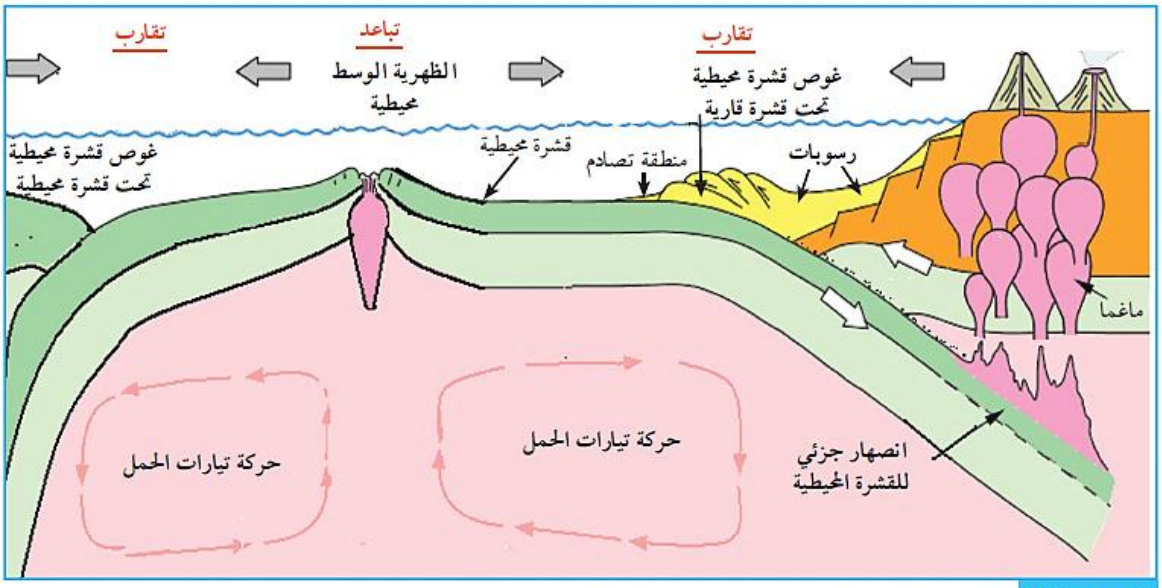


حدود الصفائح التكتونيةٌ **مناطق نشطة** تتميزُ **بظواهر جيوٌلوجيةٌ** خاصة و**بتضاريسٌ** خاصة و**بتركيبٌ بتروغرافي و معدني** خاص، ترتبط هذه الظواهر والتضاريسُ بحركات البناء على مستوى **الظهرات** وسط محيطيةٌ وبحركات الغوص على مستوى **الخنادق البحريةٌ** والتي ترتبط بدورها **بالنشاط المغماتي** على مستوى البرنس الليثوٌسفيرٌي والبرنس الأستنوسفيرٌي وبالتدفق الحراري في مناطق تماس الصفائح.

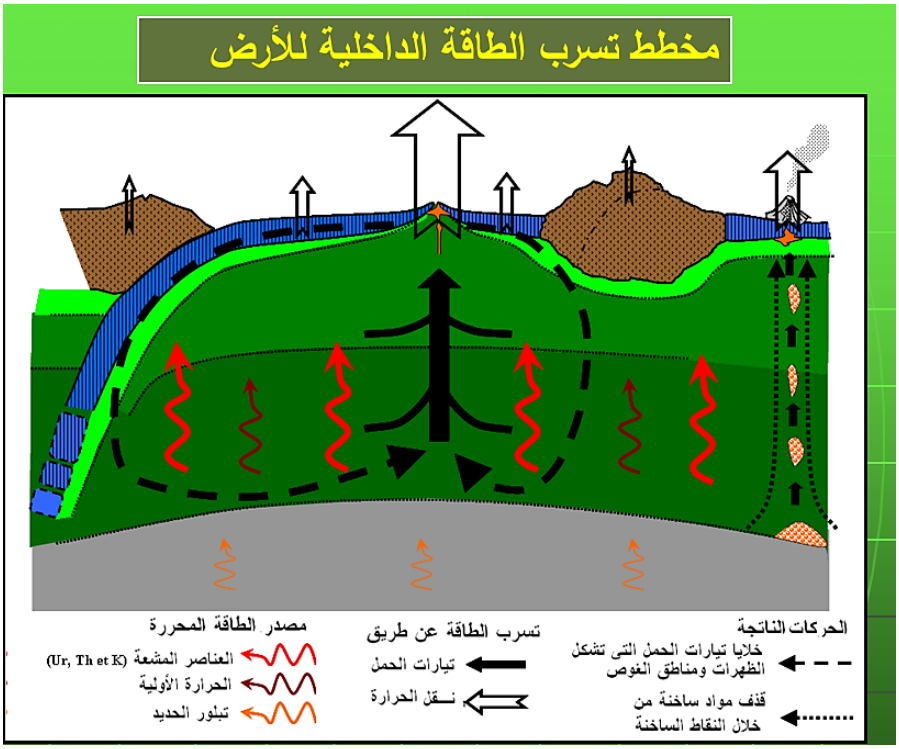

تضاريس الحواف النشطة للصفائح التكتونية
مناطق التباعد
مناطق التقارب
الظهرات المحيطية
مناطق الغوص
تدفق حراري ناتج عن النشاط التكتوني


الصفائح التكتونية وحركاتها
الصفائح
الحركات
الظواهر والتضاريس المميزة للحدود
أنواع الصفائح
أدلة التباعد
أدلة التقارب
سلاسل قاع المحيط خنادق سلاسل التصادم
الزلازل والبراكين
قارية بحرية مشتركة
التوسع المحيطي
زيادة عمر الصخور كلما ابتعدنا عن محور الضهرة
أدلة الغوص
اختلالات المغنطة
مغنطة البازلت ومصدرها
توزع بؤر الزلازل وتحديد مستوى الغوص

3 ـ الطاقة الداخلية للكرة الأرضية: محرك لحركات الصفائح



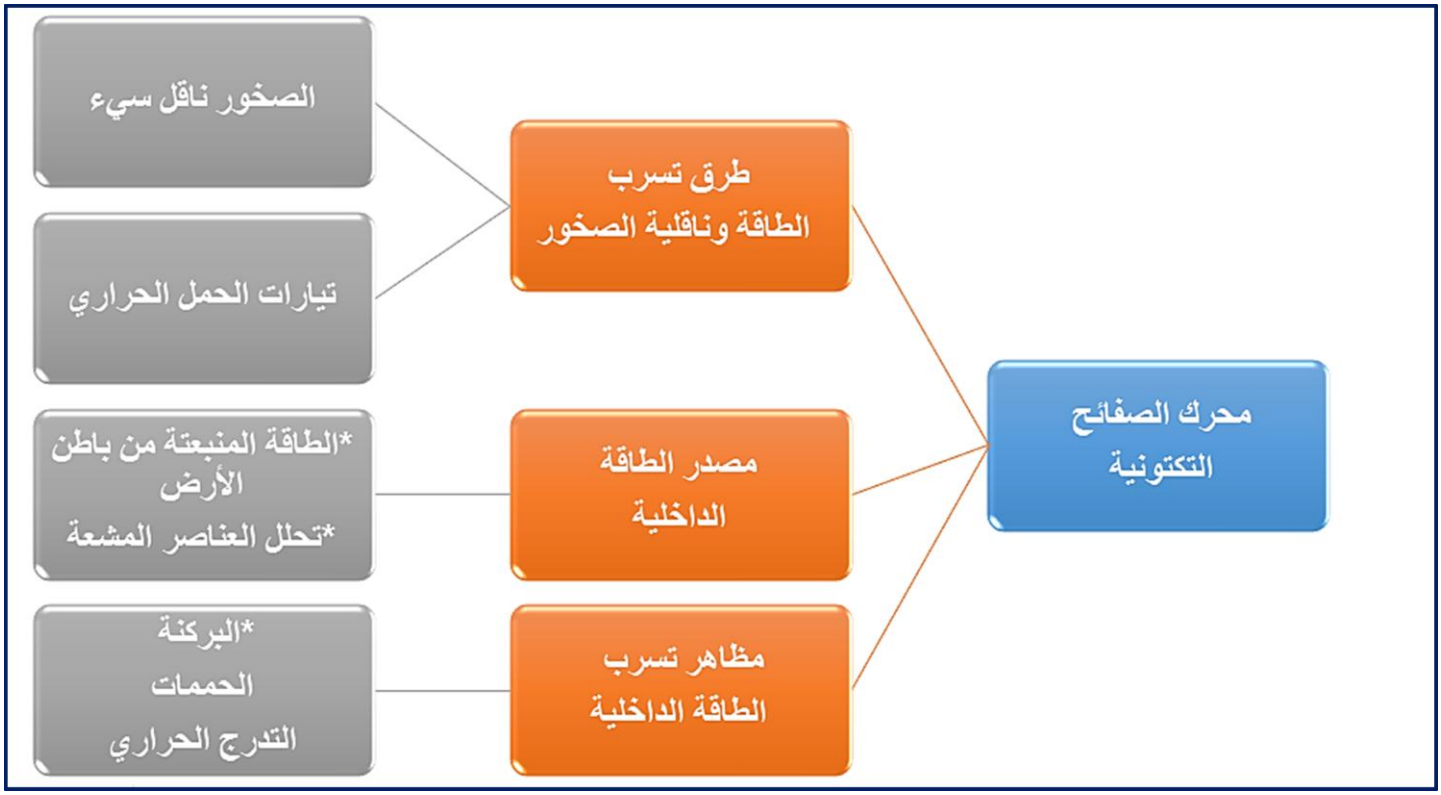
الوثيقة (10) مقطع في ظهرة ومنطقة غوص يبين حركة تيارات الحمل



- تعد الطاقة الداخلية للأرض محركا أساسيا لتنقل الصفائح الليتوسفيرية ،ويعود مصدرها أساسا لتفكك العناصر المشعة.
- تتسرب الطاقة الداخلية للأرض ببطء بواسطة ظاهرة الحمل (نقل الحرارة بفضل حركة المادة) وهذا لكون الصخور ناقل سيئ. وعليه فإن حركات الحمل هي المحرك الأساسي للصفائح التكتونية:
  - ✓ تيارات صاعدة ساخنة على مستوى الظهرات المحيطية.
  - ✓ تيارات نازلة تتبرد على مستوى مناطق الغوص .
- يعود تباعد الصفائح التكتونية إلى صعود طفوح بركانية آتية من البرنس على مستوى على مستوى مناطق التباعد (الظهرات).

- يغوص الليتوسفير المحيطي تحت الليتوسفير المقابل وذلك لكونه بارد ا وكثيفا وذلك على مستوى مناطق الغوص.

خريطة المفاهيم



- في مستوى الظهرات تتسرب الطاقة الداخلية للأرض نتيجة صعود الماغما بواسطة ظاهرة الحمل و أثناء تباعد الصفائح تتبرد القشرة و تزداد كثافة لتغوص تحت الصفيحة القارية و عند انصهارها تصعد من جديد مع الماغما إنها تيارات الحمل (نقل الحرارة بفضل حركة المادة) المسببة لحركة الصفائح. بواسطة ظاهرة الحمل.
- انتقال الطاقة على مستوى الليتوسفير يختلف عن انتقالها في مستوى البرنس

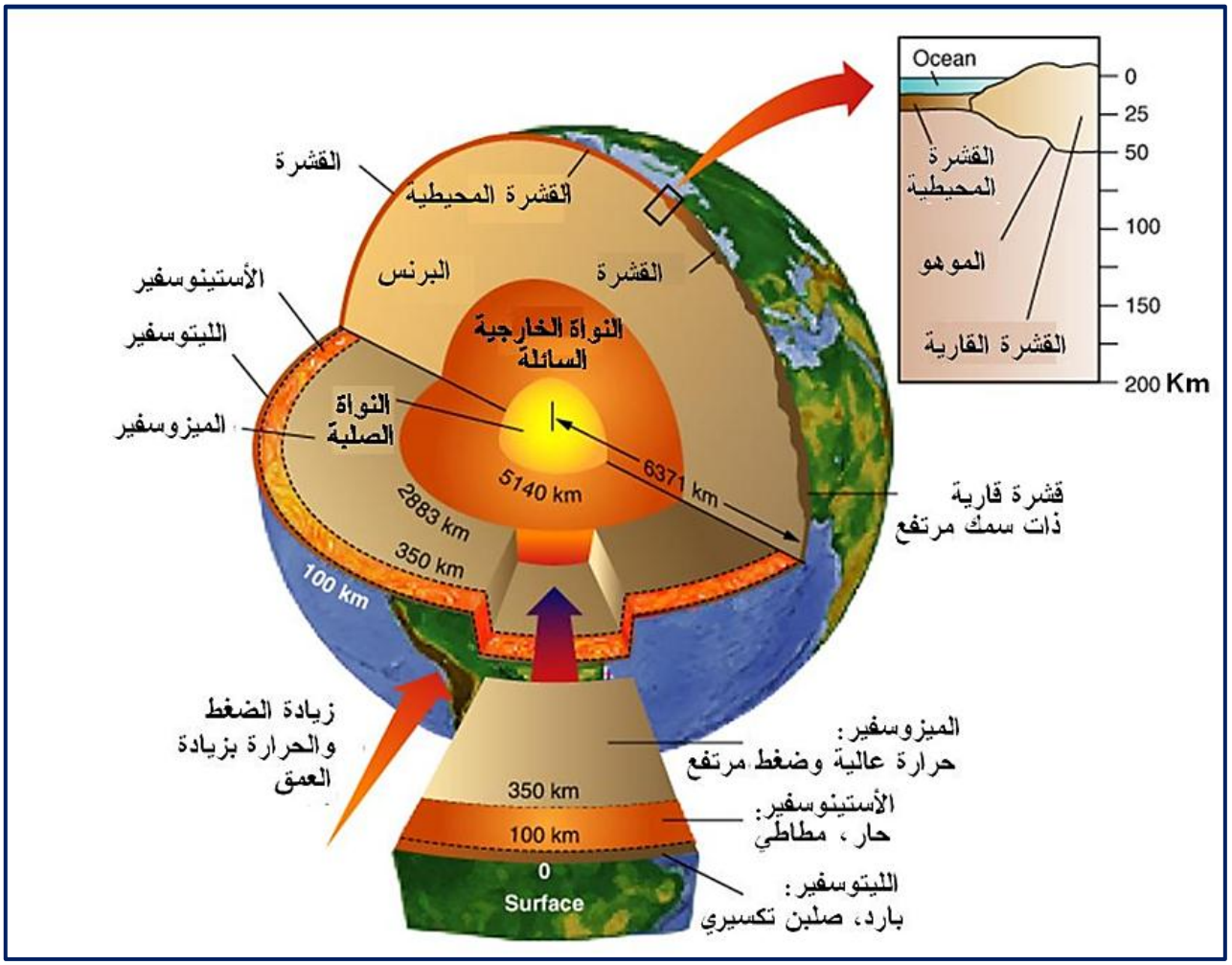
II – بنية الكرة الأرضية :

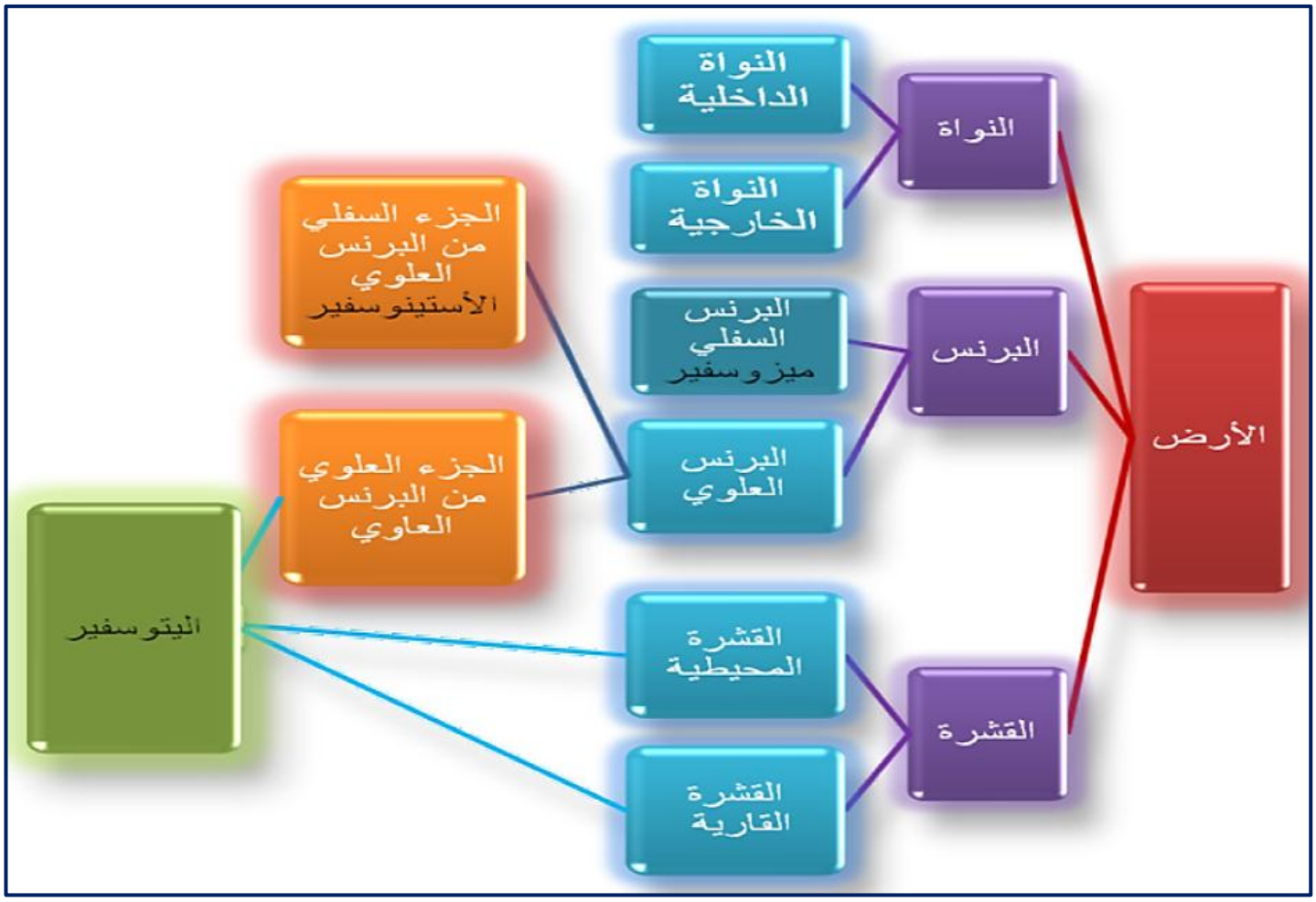
تذكير

الصفات الفيزيائية لأغلفة الأرض الباطنية

أغلفة الأرض الباطنية	الصفات الفيزيائية
ليتوسفير	غلاف خارجي صلب و ذو درجة حرارة منخفضة.
أستينوسفير	درجة حرارة مرتفعة، ذوبان نسبي و لزوجة متوسطة للمواد المشكلة لها.
الرداء ، البرنس...	أكبر كثافة و أكثر لزوجة من الأستينوسفير
النواة الخارجية	كثافة عالية، سائل لزج و درجة حرارة مرتفعة.
النواة الداخلية	كثافة عالية جدا، صلبة و درجة حرارة مرتفعة جدا.

- ✓ تطفو الليتوسفير الصلبة و الأقل كثافة فوق الأستينوسفير الذائبة نسبيا و الأكثر كثافة.
- ✓ تتجزء القشرة الليتوسفيرية إلى 12 صفيحة كبيرة رئيسية و مجموعة أخرى صغيرة ثانوية.
- ✓ تتحرك هذه الصفائح فوق الأستينوسفير المميزة بالذوبان النسبي.
- ✓ تدخل القارات في تركيب هذه الصفائح وتتحرك معها.

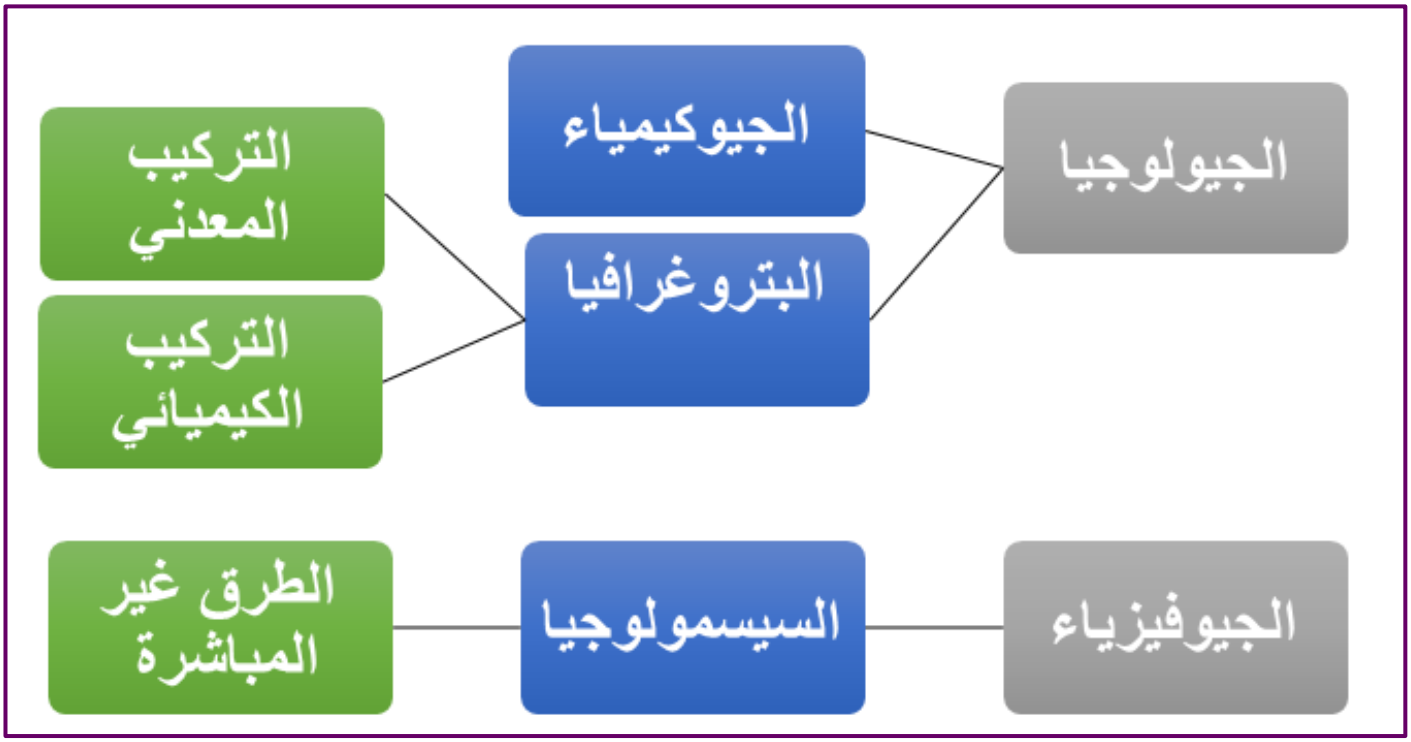



الأرض
النواة
البرنس
القشرة
النواة الداخلية
النواة الخارجية
البرنس السفلي ميزوسفير
البرنس العلوي
القشرة المحيطية
القشرة القارية
الجزء السفلي من البرنس العلوي الأستينوسفير
الجزء العلوي من البرنس العاوي
اليتوسفير

النشاط1: نموذج سيسمولوجي للكرة الأرضية

كيف نوظف خصائص الموجات الزلزالية من أجل معرفة الطبيعة الكيمائية والفيزيائية وبنية الأرض ؟

تسمح علوم **السيسّمولوجياً ،الجيوّلوجياً، الجيوّفيزّياّء والجيوّكيمّياّء** ، بدراسة **الظواهر الجيوّلوجية** المرافقة لحركات الصفائح التكتونيةّ **والتركيبّ المعدني والكيمّيأّئي** لكل من القشرة الأرض ةّ والبرنس الأرضي ما قّدم مؤشرات غيرّ مباشرة تسمح بالتعرف على المستوياّت السفلى للأرض أي بنيةّ الكرة الأرضيةّ من جهة وبتفسيرّ حركات الليتّوسفيرّ من جهة أخرى

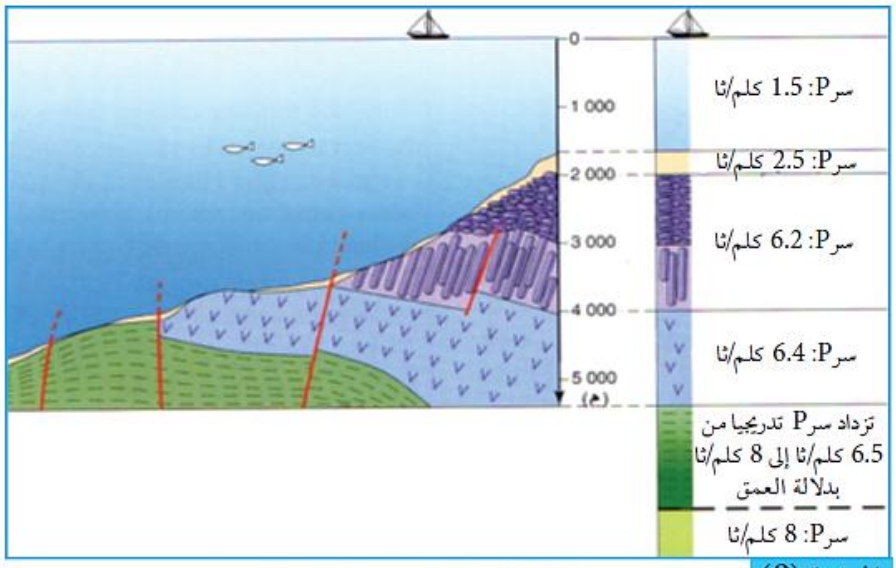


1- الموجات الزلزالية :

أ- العلاقة بين سرعة انتشار الموجات الزلزالية وطبيعة الصخور :

توصل العلماء إلى تحديد طبيعة الصخور انطلاقا من معاينة سرعة الموجات الزلزالية V_P في الخمسة عشرة كيلومتر الأولى من عمق الأرض تحت المحيط.

أجريت قياسات فيزيائية تجريبية لسرعة الموجات الزلزالية V_P في مختلف صخور القشرة الأرضية، والتي تعتبر منطلق لتحديد بعض الخصائص الفيزيائية للطبقات الأرضية بدلالة العمق وذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.



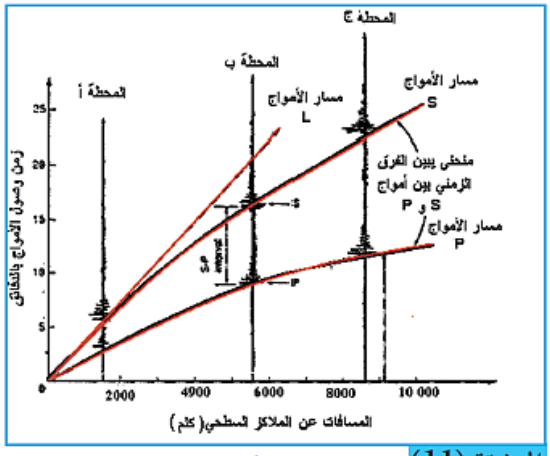
الوثيقة (9) قياس سرعة الموجات الزلزالية V_P في صخور قاع المحيط

بعض الخصائص الفيزيائية للطبقات الأرضية بدلالة العمق وذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

لتأكيد المعلومات المتوصل إليها سابقا نستعرض التجربة التالية: باستغلال منحنيات الموجات الزلزالية P, S, L المسجلة في ثلاث محطات مختلفة (أ، ب، ج) حيث تقع الأولى على بعد 1500 كلم، الثانية على بعد 6000 كلم والثالثة على بعد 9000 كلم من المركز السطحي للزلزال. والممثلة في معلم يتضمن زمن وصول مختلف الموجات الزلزالية بدلالة المسافة التي تفصل المركز السطحي للزلزال.

نوع الصخر	غرانيت	بازلت	غابرو	بيريدوتيت
السرعة V_P (كلم/ثا)	6,24	6,73	7,25	7,75
الكثافة	2,65	2,90	3	3,2

الوثيقة (10) قياس سرعة الموجات الزلزالية V_P في صخور القشرة الأرضية



الوثيقة (11) منحنيات مسار الأمواج الزلزالية بدلالة المسافة

استغلال الوثائق:

1. وافق بين الوثيقتين (8 و9). ماذا تستنتج ؟
2. اقترح تفسيرا لاختلاف سرعة الموجات الزلزالية في الصخور الموضحة في (الوثيقة 10)
3. بناءا على المعلومات حول نمط انتشار مختلف الموجات الزلزالية وباستغلال منحنيات الوثيقة (11): عين على كل منحنى نقطتين متباعدتين من اختيارك ثم أحسب سرعة انتشار الموجات الزلزالية P, S, L ماذا تستنتج؟

استغلال الوثائق :

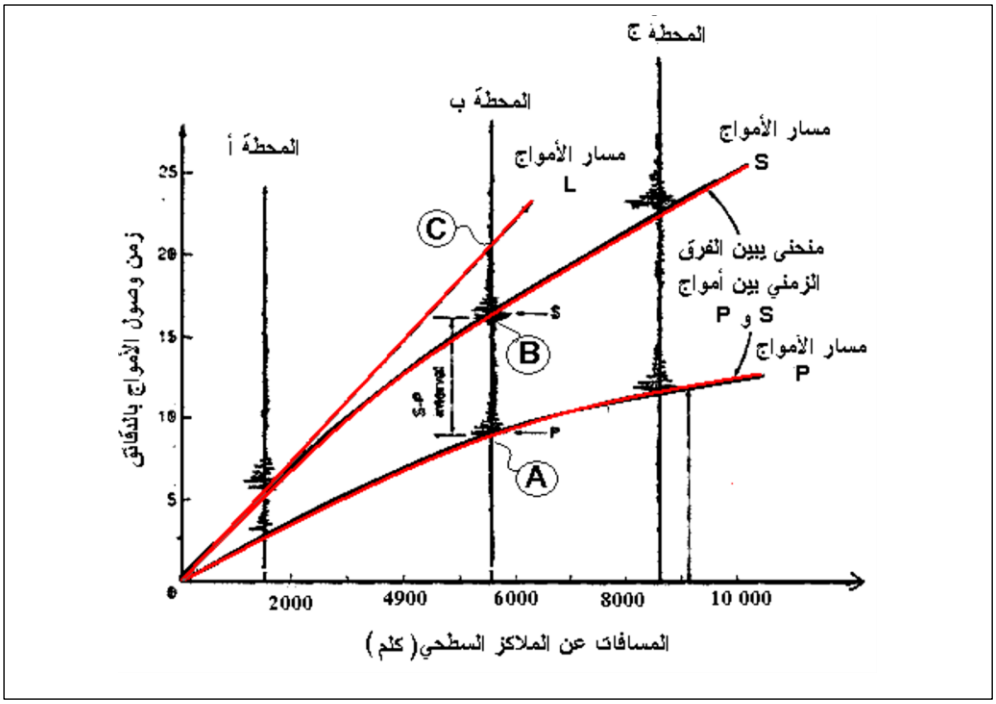
من الوثيقة9 :

سرعة الموجات الزلزالية (P) تختلف بإختلاف طبقة صخور القشرة المحيطية المبينة على مستوى فالق فيها (Vema) حيث تزيد سرعة الموجات بزيادة العمق.

من الوثيقة10 :

- تفسيرا لاختلاف سرعة الموجات P باختلاف الصخور حيث يلاحظ أن سرعة الموجات الزلزالية (P) مختلفة في صخور القشرة الأرضية والبرنس، ويلاحظ أن سرعة الموجات الزلزالية **مرتبطة بالكثافة و العمق** حيث أنه كلما زادت كثافة الصخور زادت سرعة الموجات الزلزالية.

من الوثيقة11 :



- تصل الموجات الزلزالية (P) إلى النقطة (A) التي تقع على بعد 5800 كلم في زمن قدره 540 ثا ومنه نستنتج سرعتها وتقدر بـ: 10.74 كلم /ثا.

وصلت الموجات الزلزالية (S) إلى النقطة (B) التي تقع على بعد 5800 كلم في زمن قدره 960 ثا ومنه نستنتج سرعتها وتقدر بـ:6.04 كلم /ثا.

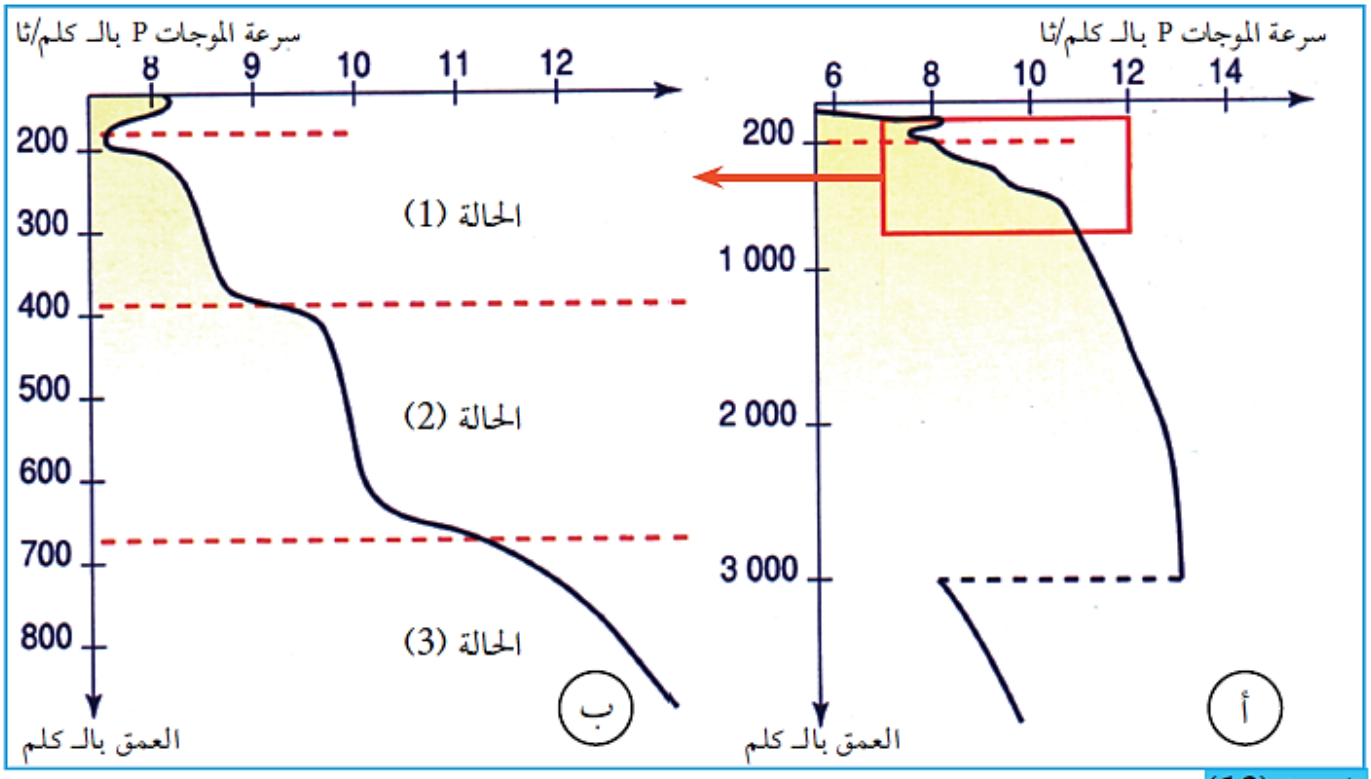
وصلت الموجات الزلزاليةL إلى النقطة (C) التي تقع على بعد 5800 كلم في زمن قدره 1260كلم/ ثا، ومنه نستنتج سرعتها وتقدر بـ:4.60كلم /ثا.

نستنتج أنه بالنسبة لنفس المسافة تكون الموجات (P) أسرع من الموجات (S) وتكون هذه الأخيرة أسرع من الموجات (L).

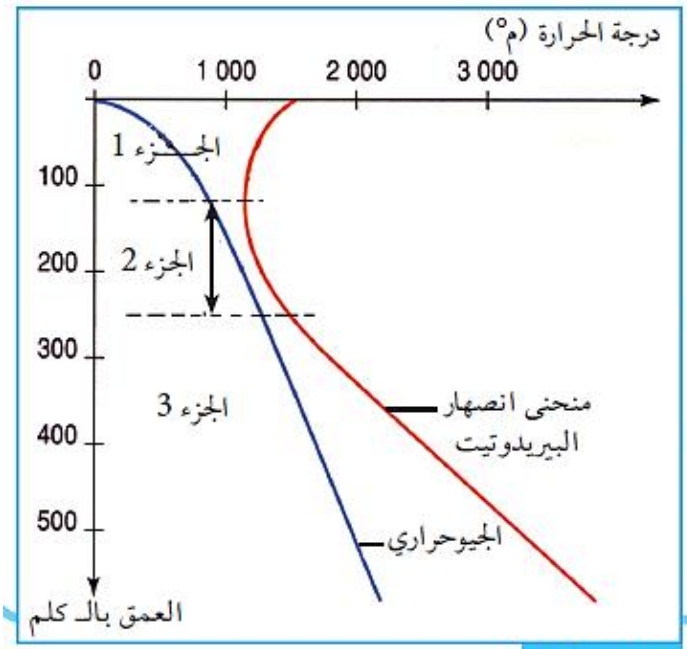
ب - العلاقة بين خصائص المواد وسرعة انتشار الموجات الزلزالية :

يرتبط انتشار الموجات الزلزالية بالحالة الفيزيائية والكيميائية لمختلف المواد المكونة للمستويات الأرضية التي تخترقها.

لتفسير تغيرات سرعة الموجات الزلزالية بين عمق 40 و2900 كلم نقترح دراسة منحنيات الوثائق التالية:



الوثيقة (12) منحنى تغيير سرعة انتشار مختلف الموجات الزلزالية بدلالة العمق



الوثيقة (13)

استغلال الوثائق:

1. حلل معطيات الوثيقة (12)، ماذا تستنتج حول: - سرعة الموجات بدلالة العمق.
   - اختلاف سرعة الموجات الزلزالية في والوثيقة (12-ب).
3. علل حالة الفيزيائية لمادة البريدوتيت في الأجزاء 1، 2 و3 من الوثيقة (13).
4. اعتمادا على الحالة الفيزيائية للبريدوتيت في الأجزاء السابقة، فسر تغيرات سرعة انتشار الموجات الزلزالية الموضحة في الوثيقة ؟
5. قارن بين الوثيقتين (12 و13)

* باستغلال نتائج المقارنة استخلص إذا العوامل المؤثرة في سرعة الموجات الزلزالية.

استغلال الوثائق :

الوثيقة12:

- يلاحظ تزايد مستمر لسرعة الموجات الزلزالية (P) بين عمق 200 كلم و2900 كلم، تم يحدث انقطاع مفاجئ لهذه السرعة في 2900 كلم لتبدأ في التزايد من جديد.
كما يبين تحليل منحنى انتشار الموجات الزلزالية (P) تذبذبات في سرعتها حيث نلاحظ انخفاض مفاجئ على عمق 150 م وتزايد مفاجئ على عمق 400 كلم و700كلم.
تعود كل هذه الإنقطاعات إلى تغيرات في خصائص المواد المكونة للمستويات السفلى للأرض.

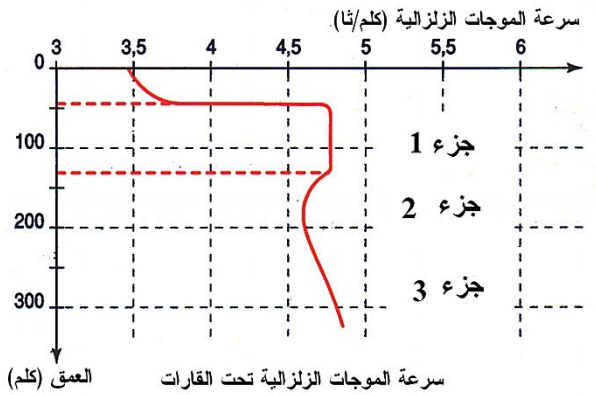
الوثيقة13 :

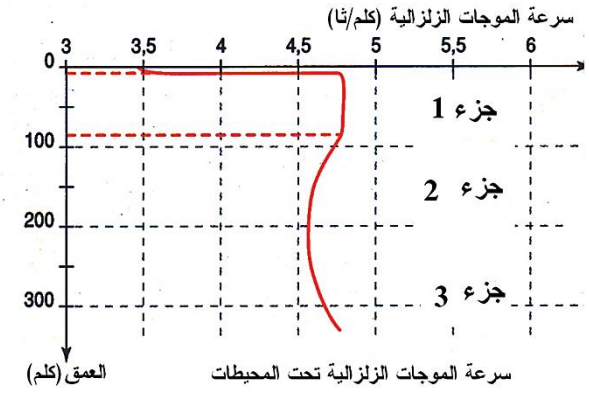
- معطيات الوثيقة (13) التي تبين منحنى انصهار صخر البيريدوتيت حيث يظهر انخفاض في درجة الحرارة بين عمق 100 و150 كلم تقريبا.
تتوافق هذا التذبذب مع التغيرات في سرعة انتشار الموجات الزلزالية الموضحة في الوثيقة (12 ب).

تفسير تغيرات سرعة انتشار الموجات الزلزالية الموضحة في الوثيقة 13:

- الحالة الفيزيائية للمادة في الجزء (1) تختلف عنها في الجزء (2) وتختلف عنها في الجزء (3)، حيث تكون المادة في الجزء (1) صلبة، وفي الجزء (2) انتقالية وفي الجزء (3) مطاطية.

باستغلال نتائج المقارنة السابقة نستخلص أن الحالة الفيزيائية للمواد تؤثر في سرعة الموجات الزلزالية



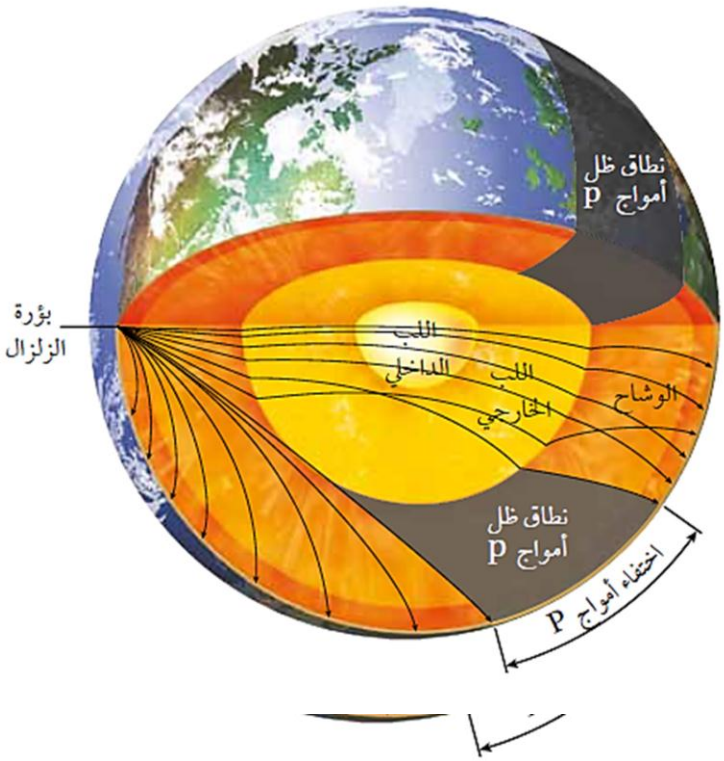


حيث تبين المنحنيات المقترحة ثبات في الجزء 1 وإنخفاض في الجزء (2) وتزايد في الجزء (3).

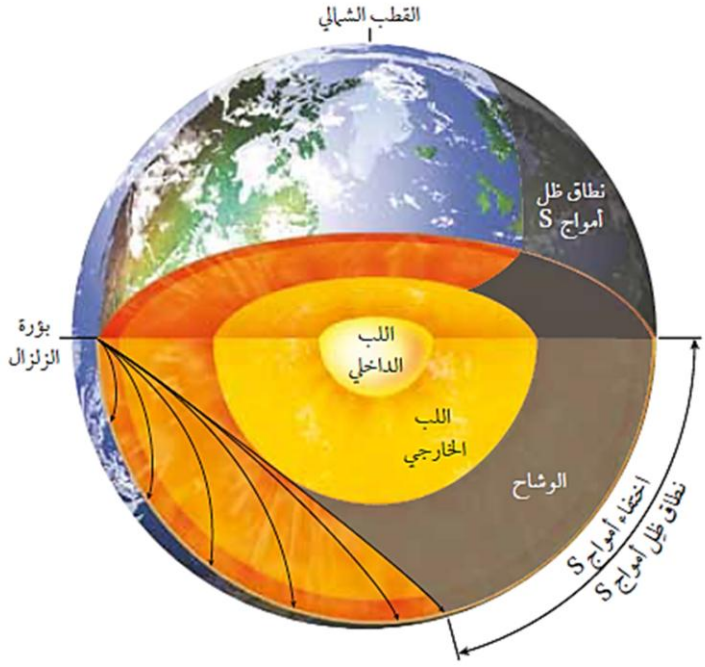
- من خلال هذه التغيرات أن سرعة الموجات الزلزالية تتغير بتغير الحالة الفيزيائية للمادة وهذا ما يؤدي إلى ظهور مجموعة من الإنقطاعات داخل الكرة الأرضية.
- يقع الإنقطاع الأول على عمق أقل من 100 كلم وهو ممثل في الوثيقة (12أ) حيث يفصل بين القشرة الأرضية الممثلة بالمستوى الأول والمستوى الثاني الممثل بالبرنس الأرضي.
- يقع الإنقطاع الثاني على عمق 150 كلم ويفصل بين الجزء الصلب والجزء المطاطي في المستوى الثاني (البرنس)، ويقع الإنقطاع الثالث على عمق 2900 كلم ويفصل بين البرنس والنواة الأرضية.
- تنقسم القشرة الأرضية إلى قارية ومحيطية.
- ينقسم البرنس إلى جزئين علوي وسفلي وينقسم الجزء العلوي إلى برنس ليتوسفيري وبرنس أستينوسفيري.
- وتنقسم النواة إلى جزء خارجي وجزء داخلي.

معلومات إضافية

يزودنا كل من زمن الوصول وسلوك الموجات الزلزالية بصورة تفصيلية لبنية الأرض الداخلية. كذلك تزودنا هذه الأمواج بأدلة على مكونات أجزاء الأرض المختلفة.



يؤدي انكسار أمواج P عند اللب الخارجي إلى تكوين نطاق ظل على سطح الأرض، بحيث لا تظهر أمواج P على المخطط الزلزالي (السيزموجرام) على بعد زاوي يتراوح بين $103^\circ - 143^\circ$ عن المركز السطحي للزلزال، بينما تظهر أمواج P على أجهزة السيزمومتر في الجانب المقابل للمركز السطحي للزلزال.



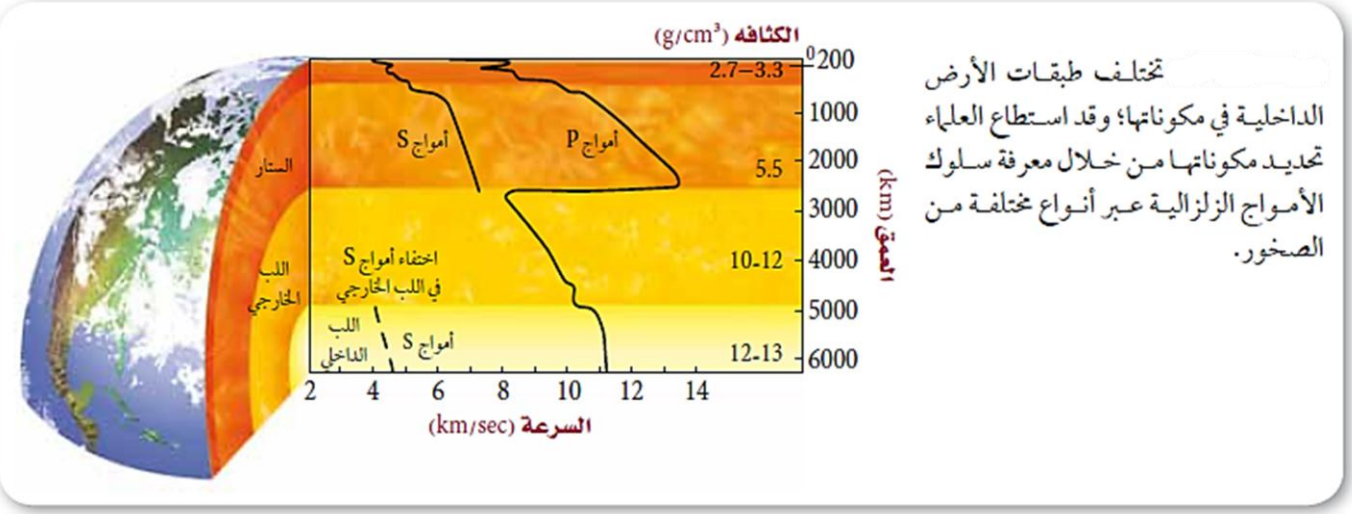
لأن أمواج S لا تمر من خلال اللب الخارجي للأرض السائل، لذلك فإنها لا تظهر ضمن نطاق يسمى ظل أمواج S على بعد زاوي يتراوح بين $103^\circ - 180^\circ$ عن المركز السطحي للزلزال.

الخلاصة

- من مقارنة سرعة انتشار الموجات الزلزالية P. S في الوسط الصلب أو السائل نجد أن الموجات الزلزالية P تنتشر في جميع الأوساط الصلب والسائل معا أم الموجة S تنتشر في الأوساط الصلبة فقط ومنه نستطيع تحديد الحالة الفيزيائية لكل طبقة.
- من دراسة سرعة انتشار الموجات الزلزالية في طبقة معينة ذات طبيعة كيميائية واحدة لكن تختلف في طبيعتها الفيزيائية وجد أن سرعة تكون كبيرة في المادة الصلبة و تنقص في المطاطة ثم في المادة المنصهرة(السائلة) ومنه يمكن تحديد الطبيعة الفيزيائية لكل طبقة و بزيادة الكثافة و الحرارة .
- و تتغير السرعة بتغيير المعادن المشكل للغلافة .
  - ويمكن معرفة نوع المعدن المشكلة للأرض من الموجات الزلزالية بتجريبها على معادن شاهدة ثم مقارنة هذه السرعة على الأرض .

الخواص الفزيائية المستنتجة من الموجات الزلزالية نصل الى :

- القشرة مع البرنس العلوي الجزء العلوي صلب و يكون الليتوسفير او الصفيحة
- البرنس العلوي الجزء السفلي منه مطاطي في جزء منه فقط و ليسى بالكامل
- سمك كل غلاف
- النواة الخارجية مائعة
- النواة الداخلية صلبة .
- تحديد اماكن الانقطاعات



تختلف طبقات الأرض الداخلية في مكوناتها؛ وقد استطاع العلماء تحديد مكوناتها من خلال معرفة سلوك الأمواج الزلزالية عبر أنواع مختلفة من الصخور.

النشاط2 – النمودج المعدني الكيميائي للكرة الارضية :

كيف تنتظم مكونات باطن الأرض بناء عمى مختلف المعطيات السيسمولوجية ؟

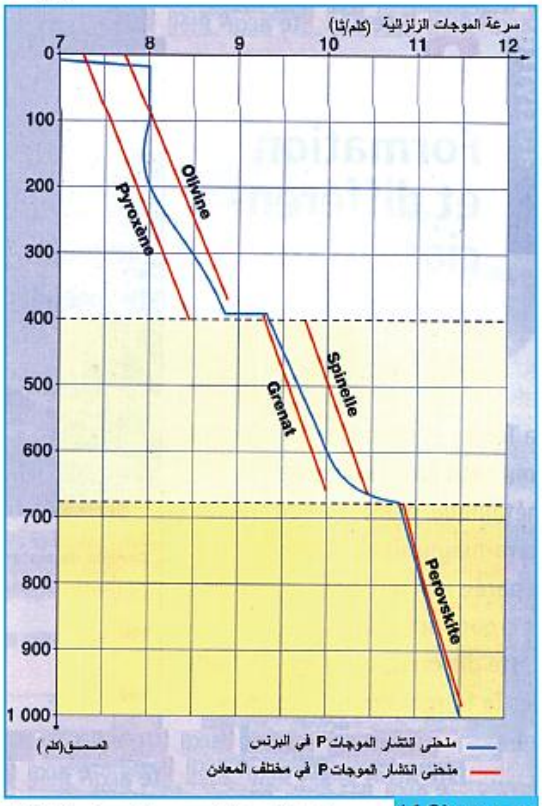
1- التركيب المعدني للبرنس

سرعة انتشار الموجات الزلزالية P و S :

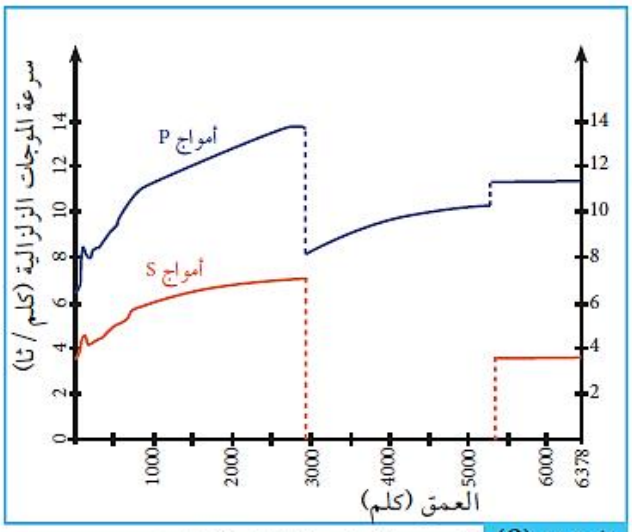
سرعة انتشار الموجات الزلزالية S،P بدلالة العمق

بينت تحاليل السيسموغراف المسجل في مختلف محطات الاستقبال تغيرات مفاجئة لسرعة انتشار الموجات الزلزالية.

تبين الوثيقتان (9 و10) سرعة انتشار الموجات الزلزالية بدلالة العمق في البرنس.



الوثيقة (10) منحنى العلاقة بين تغير سرعة الموجات الزلزالية مع تغير المعادن بدلالة العمق في البرنس.



الوثيقة (9) تغير سرعة الموجات الزلزالية بدلالة العمق

استغلال الوثائق:

1. باستغلال الوثيقة (9) حلل منحنى انتشار الموجات الزلزالية P وS داخل الكرة الأرضية ؟
2. باستغلال مسار الموجات الزلزالية S،P (الوثيقة (9)، حدد عدد وحدود الطبقات المكونة للكرة الأرضية.
3. اعتمادا على خصائص انتشار الموجات الزلزالية S في الأوساط، حدد الحالة الفيزيائية للطبقات التي توصلت إلى تحديدها
4. حلل منحنى الوثيقة (10)، ماذا تستنتج ؟

استغلال معطيات الوثيقتين :

ج 1 – تحليل منحنى انتشار الموجات الزلزالية P و S داخل الكرة الأرضية :

ج1 – التحليل :

✓ تبين الوثيقة9 تغير سرعة الموجات الزلزالية بدلالة العمق .

تزداد سرعات انتشار الموجات P وs على عمق يتراوح بين 0كلم و2800 كلم , انخفاض سرعة انتشار الموجات الزلزالية P على عمق 2900كلم و5800 كلم .

✓ اختفاء الموجات الزلزالية S بين عمقي 2900كلم و 5800 كلم .

ج2 – تحديد عدد وحدود الطبقات المكونة للكرة الارضية :

✓ الكرة الأرضية تتكون من ثلاث طبقات رئيسية: البرنس – النواة الداخلية والنواة الخارجية
وجود انقطاعين , الاول على عمق 2900 كلم يفصل البرنس عن النواة الخارجية (انقطاع غتنبرغ) والثاني على عمق 5800 كلم بفصل النواة الداخلية عن النواة الخارجية (انقطاع ليمان) .

ج3 - نستنتج أن :

✓ البرنس الأرضي له طبيعة فيزيائية صلبة والنواة الخارجية لها طبيعة فيزيائية سائلة والنواة الداخلية لها طبيعة فيزيائية صلبة.

ج4 – استغلال الوثيقة10 :

✓ من خلال مقارنة سرعة انتشار الموجات الزلزالية P في البرنس وسرعة انتشارها في بعض المعادن وهي معادن تدخل في تركيب صخور تنتمي إلى البيريدوتيت , حيث يظهر منحنى سرعة انتشار الموجات الزلزالية (P) تغير على عمق 400 كلم وتغير ثاني على عمق 680 كلم، ويرجع ذلك إلى تغيير المعادن المكونة لهذا المستوى.

الاستنتاج :

✓ البرنس غير متجانس يتكون من طبقتين : برنس علوي إلى غاية 700 كلم وبرنس سفلي إلى غاية 2900كلم .
✓ البرنس العلوي ينقسم إلى طبقتين عمق الاولى حوالي 400 كلم ويصل عمق الثانية إلى حوالي 700 كلم . تتميز كل طبقة بتركيب معدني خاص .
✓ البرنس يتركب من صخر البيريدوتيت الذي يتغير تركيبه المعدني حسب ظروف الحرارة والضغط .

2 – خصائص بعض معادن صخور القشرة الأرضية :

⇦ **البازلت:**

صخر ناري بركاني قاعدي، يتشكل على سطح الكرة الأرضية، يدخل في تكوين القشرة المحيطية يتكون من وزجاج بركاني تسبح فيه،معادن كبيرة من الأوليفين، البالجيوكلاز و معادن صغيرة تكون ما يسمى بالنسيج الميكروليتي

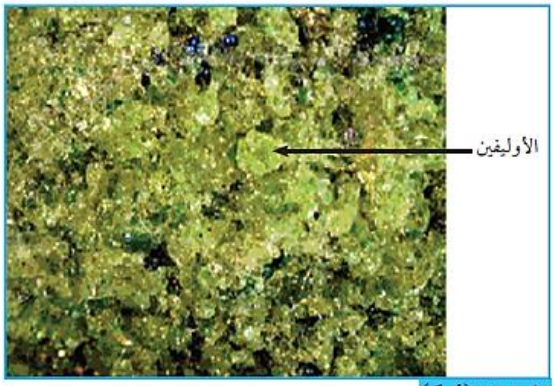
الوثيقة (12) صورة لعينة صخر البازلت بالعين المجردة

الوثيقة (13) شريحة صخر البازلت تحت المجهر المستقطب بالمحلل

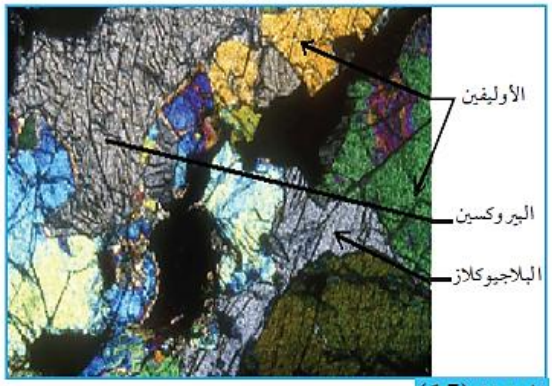
تظهر صخور البازلت عادة محتويات من صخور عائمة ترى معادنها بالعين المجردة تدعى البيريدوتيت.

⇦ البيريدوتيت:

صخر ناري فوق قاعدي، يتشكل داخل البرنس، يتكون أساسا من معدن الأوليفين وقليلا من البيروكسين.



الوثيقة (14) عينة من صخر البيريدوتيت



الوثيقة (15) شريحة صخر البيريدوتيت تحت المجهر

استغلال الوثائق:

1. باستغلال الوثائق السابقة قارن بين التركيب المعدني والنسيجي لصخور الغرانيتويد والبازلت والبيريدوتيت ؟
2. ما هي العلاقة بين نسيج هذه الصخور ومستويات التبرد على مستوى القشرة الأرضية والبرنس؟

استغلال الوثائق :

ج1 - نستنتج من خلال المقارنة بين التركيب المعدني النسيجي لصخور الغرانيتويد (الغرانيت) البازلت والبيريدوتيت أن الصخور ذات النسيج البلوري (غرانيت+ بيريدوتيت) بينما الصخور ذات النسيج الميكروليني (معادن دقيقة + زجاج بركاني).

ج2 - نستنتج أن الغرانيت والبيريدوتيت يبردان ببطئ في الأعماق وأن البازلت يبرد بسرعة على السطح.

ب – دراسة التكوين الكيميائي والمعدني للصخور :

التركيب الكيميائي: يمثل جدول الوثيقة (16) نسب الأكاسيد المكونة لصخر للغرانيتويد البازلت والبيريدوتيت.

نسب الأكاسيد	الغرانيتويد	البازلت	البيريدوتيت
SiO_2	70.37	49.81	44
Al_2O_3	14.70	16.17	2
Fe_2O,FeO	2.91	10.89	8.5
MgO	0.91	6.08	42
CaO	2.14	9.81	3
Na_2O	3.67	2.76	0.3
K_2O	4.10	0.90	0
	1.20	3.58	

الوثيقة (16)

يمثل جدول الوثيقة (17) نسب المعادن المكونة لصخور الغرانيتويد البازلت والبيريدوتيت:

نسبة المعدن في الصخر	الغرانيتويد (الغرانيت)	البازلت	البيريدوتيت
الكوارتز	21		
الفلسبار البوتاسي	41.8	9	
البلاجيكلاز	27.3	15	
الميكا	7		
الأوليفين		10	71.28
البيروكسين		10	28.71
الزجاج البركاني		55	

الوثيقة (17)

استغلال الوثائق:

1. حلل نسب التركيب الكيميائي والمعدني لكل من الغرانيتويد، البازلت والبيريدوتيت ؟ ماذا تستنتج ؟
2. ما هي العلاقة بين نسب العناصر الكيميائية وألوان الصخور ؟

* لخص في نص علمي الخصائص المعدنية والكيميائية لكل من الغرانيتويد، البازلت والبريدوتيت.

استغلال الوثائق :

ج1 – من تحليل مختلف أكاسيد الصخور المكونة لكل من الغرانيتويد (الغرانيت)، البازلت والبيريدوتيت يستنتج أن:

- الغرانيت غني بالسيليس والألمنيوم وفقير بالحديد والمغنيزيوم.
- البازلت فقير بالسيليس وغني بالألمنيوم، الحديد، المغنيزيوم والكالسيوم.
- البيريدوتيت: فقير بالسيليس والألمنيوم وغني بالحديد كما هوغني جدا بالمغنيزيوم.
- يشكل الغرانيوتيد المكون من سليكات الألمنيوم (Sial) القشرة القارية.
- ويشكل البازلت المكون من سليكات المغنيزيوم (SIMA) القشرة المحيطية.
- يشكل البيريدوتيت المكون من سليكلت المغنيزيوم والحديد في البرنس الأرضي.

ج2 – يستنتج من خلال استغلال نسب العناصر الكيميائية أن :

- الصخور الغنية بسليكات الألمنيوم فاتحة وأن الصخور الغنية بالمغنيزيوم والحديد عاتمة (البازلت + البيريدوتيت).

- نستنتج باستغلال الخصائص المعدنية أن المعادن الغنية بالسيليس والألومينيوم (كوارتز + الفلسبار + البلاجيوكلاز) تكون القشرة القارية وأن المعادن الغنية بالمغنيزيوم والحديد (الأوليفين + البيروكسين) تكون القشرة المحيطية والبرنس الأرضي.

3 – تحديد الطبيعة الكيميائية للمواد المكونة للبرنس والنواة

الوثيقة (11) عينات صخرية من النيازك

– بينت الدراسات الجيوفيزيائية وجود ثلاث مستويات أرضية تتمثل على التوالي في البرنس، النواة الخارجية والنواة الداخلية؛ ويمكن استعمال النيازك أو تجربة Birch لتحديد الطبيعة الكيميائية للمواد المكونة لهذه المستويات.

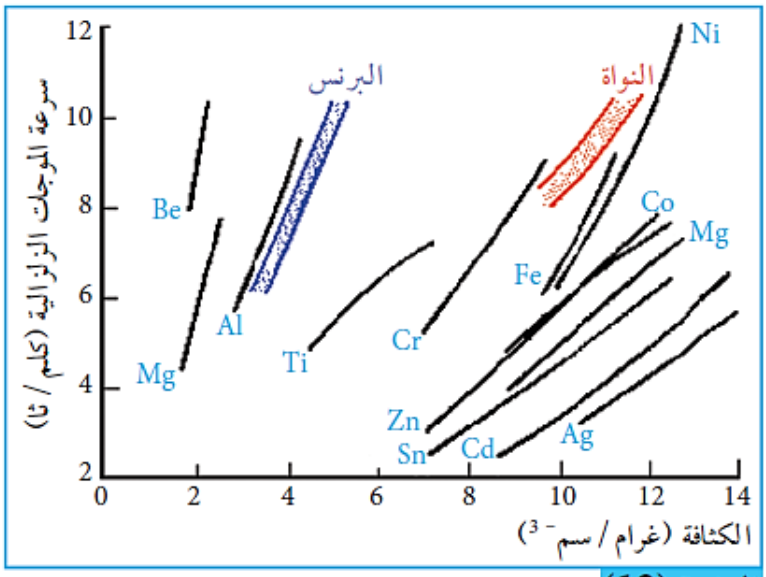
1) تصدر النيازك عن الحزام الذي يقع بين كوكبي المريخ وزحل وتمثل الكوندريت 85% منها.

– بينت التحاليل الجيوكيميائية التي أجريت على هذه الأجسام (الكوندريت) أن لها نفس تركيب الكواكب الصخرية (الأرض) لكونها تشكلت من نفس المواد ولها نفس العمر وتختلف النيازك عن الأرض في كونها غير متمايزة. تتوزع نسب المواد المكونة للكرة الأرضية على النحو التالي: قشرة: 1%، البرنس 74%، النواة: 25%، يحتوي باطن الأرض على سائل ناقل للكهرباء ونظرا لكون البرنس عازل لها فإن هذا الوسط لا يمكن أن يكون سوى فلزيا.

يبين الجدول المقابل دراسة مقارنة بين الأرض والنيازك (الكوندريت):

الأرض	السيليكات (الأوليفين + البيروكسين): 75% والعناصر الثقيلة غير المعروفة: 25%
الكوندريت	السيليكات (الأوليفين + البيروكسين): 75%، الباقي تحتوي على حديد: 20%، 5% (Fe. + Ni + S + P)

2) تجربة Birch: كما أجريت قياسات سرعة موجات التصادم على عناصر كيميائية (Fe, Cr;Al,Mg, Na) تحت عاملي الضغط والحرارة المتغيرين والمماثلين لظروف البرنس والنواة. سمحت هذه القياسات بإنشاء مجموعة من الخطوط تمثل سرعة انتشار الموجات الزلزالية بدلالة الكثافة يقع الخط الذي له خواص البرنس في مجال السيليسيوم والألومينيوم ويقع الخط الذي له خواص النواة في مجال الحديد والنيكل يمكن مقارنة هذه النتائج مع ظروف انتشار الموجات الزلزالية في البرنس والنواة.



الوثيقة (12) العلاقة بين سرعة انتشار الموجات الزلزالية في كل من البرنس والنواة وسرعة موجات التصادم في بعض الأجسام الكيميائية

استغلال الوثائق :

س1 – قارن بين مكونات كل من الأرض والكوندريت :

ج1 – المقارنة :

- العناصر الكيميائية للأرض والنيازك متماثلة وأنهما من نفس الأصل ولكنهما يختلفان في كون الأرض متمايزة إلى مجموعة من المستويات وأن الكوندريت (الممثل الأساسي للنيازك) غير متمايز.

س2 –انطلاقا من المقارنة السابقة ومعطيات الوثيقة12 , حدد العناصر المكونة للبرنس والنواة , ماذا تستخلص من ذلك ؟

ج2 –

- يستنتج من الوثيقة 12 أن منحنيي السيلكات والمغنيزيوم يقعان في مجال البرنس وأن منحيي الحديد والنيكل يقعان في مجال النواة الأرضية.

الاستخلاص :

- أن البرنس مكون من سيليكات الحديد والمغنيزيوم وأن النواة تتكون من النيكل والحديد

س3 – حدد الطبيعة الفيزيائية للنواة , علما أن المواد المكونة للبرنس عازلة والمواد المكونة للنواة ناقلة للكهرباء .

ج2 -

أن البرنس يتكون من مادة عازلة (سليكات، مغنيزيوم) وأن النواة تتكون من مواد ناقلة (حديد ونيكل)، يتوافق هذا الطرح مع كون النواة الأرضية مولدة للحقل المغناطيسي الأرضي كونها سائلة حيث تنتج عنها تيارات الحمل.

الخلاصة :

صخور القشرة و البرنس : 1 صخور القشرة :

أ- القارية

غرانوتوتيد (الغرانيت):

- وهي صخور جوفية إندساسية حمضية ذات بنية بلورية تامة لتبردها في الأعماق ببطء .أما إذا تبردت على السطح بسرعة فإنها تشكل صخر أندزيت . صهارتها جد لزجة لاحتوائها على السيليس. و تعتبر الصخور الجرانيتية أوسع الصخور انتشارا في القارة حيث أنها تكون سلاسل الجبال الممتدة آلاف الكيلومترات مكونة الكتل العميقة المعروفة بالباثوليت
- وبالإضافة لصخور النارية توجد صخور المتحولة نضرا لوجود الضغط أو تحول بعض الصخور نتيجة تماسها مع الصهارة المندسة ضمن صخور القشرة القارية .
- وتوجد صخور رسوبية نتيجة حدوث عمليات التجوية لصخور الأصلية المشكلة للقارات .

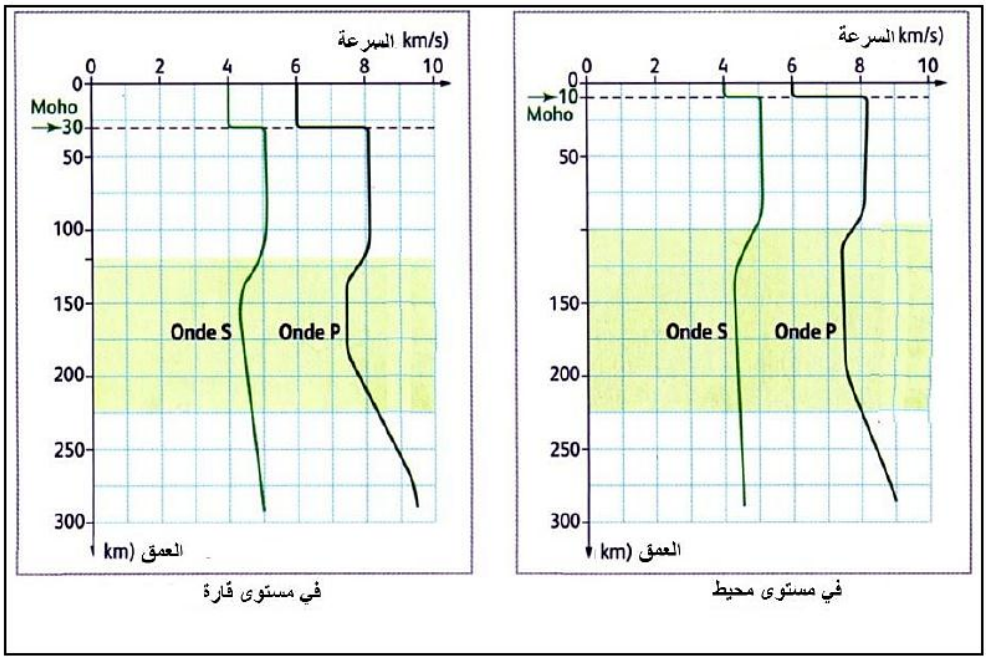
إنها تشكل القشرة القارية وتسمى Si Al لوفرة هذا المعدن فيها

ب- المحيطية

البازلت:

- صخور البازلت قاعدية ذات بلورات مكرولتية أو ذات بنية زجاجية نتيجة لتبلور السريع على سطح الأرض أم إذا تبردت في الأعماق وببطء تشكل صخور الجابرو
- إنها تشكل القشرة المحيطية وتسمى ب Si Ma نسبة لوفرت هذا المعدن

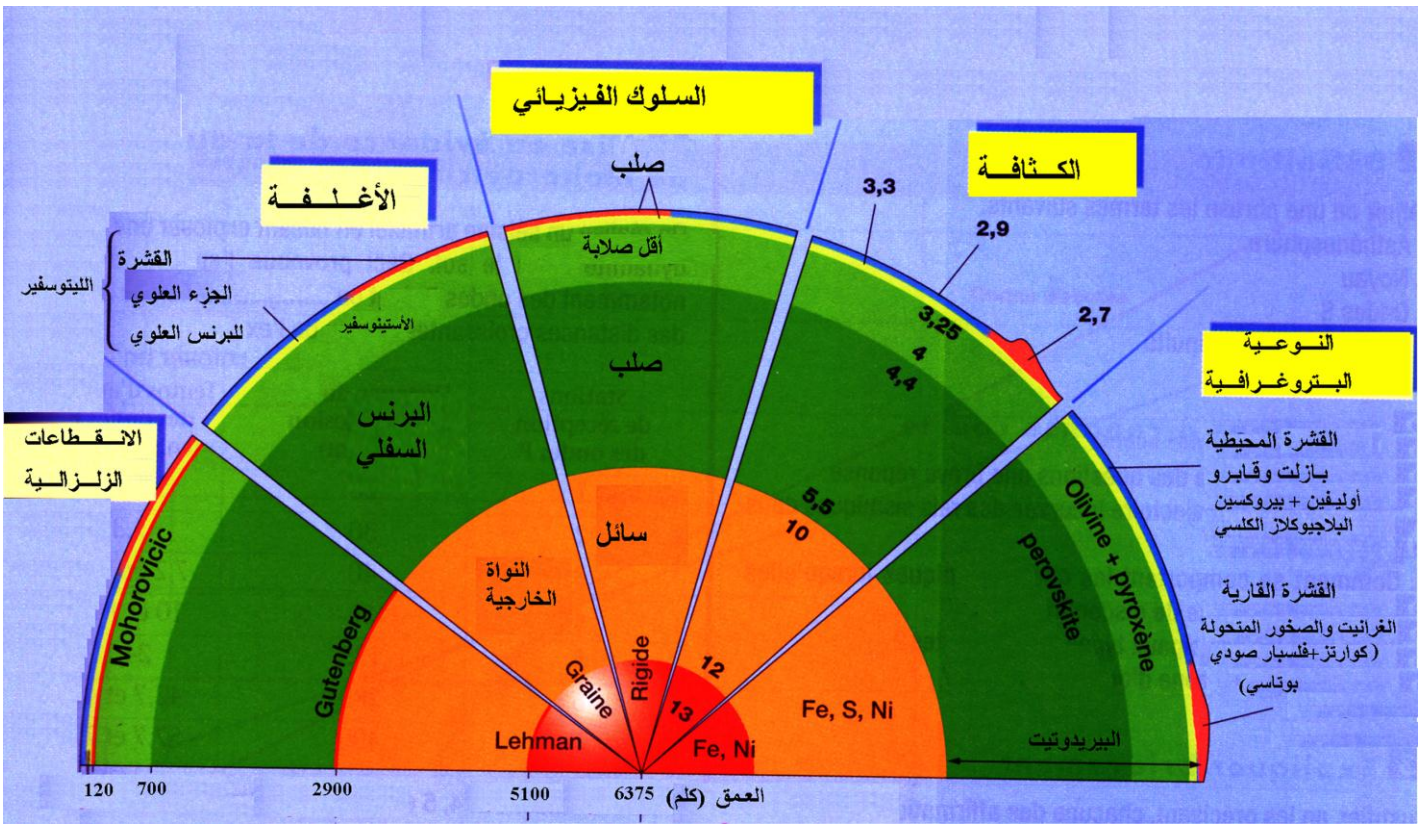
كيف يمكن التمييز بين القشرة القارية والقشرة المحيطية



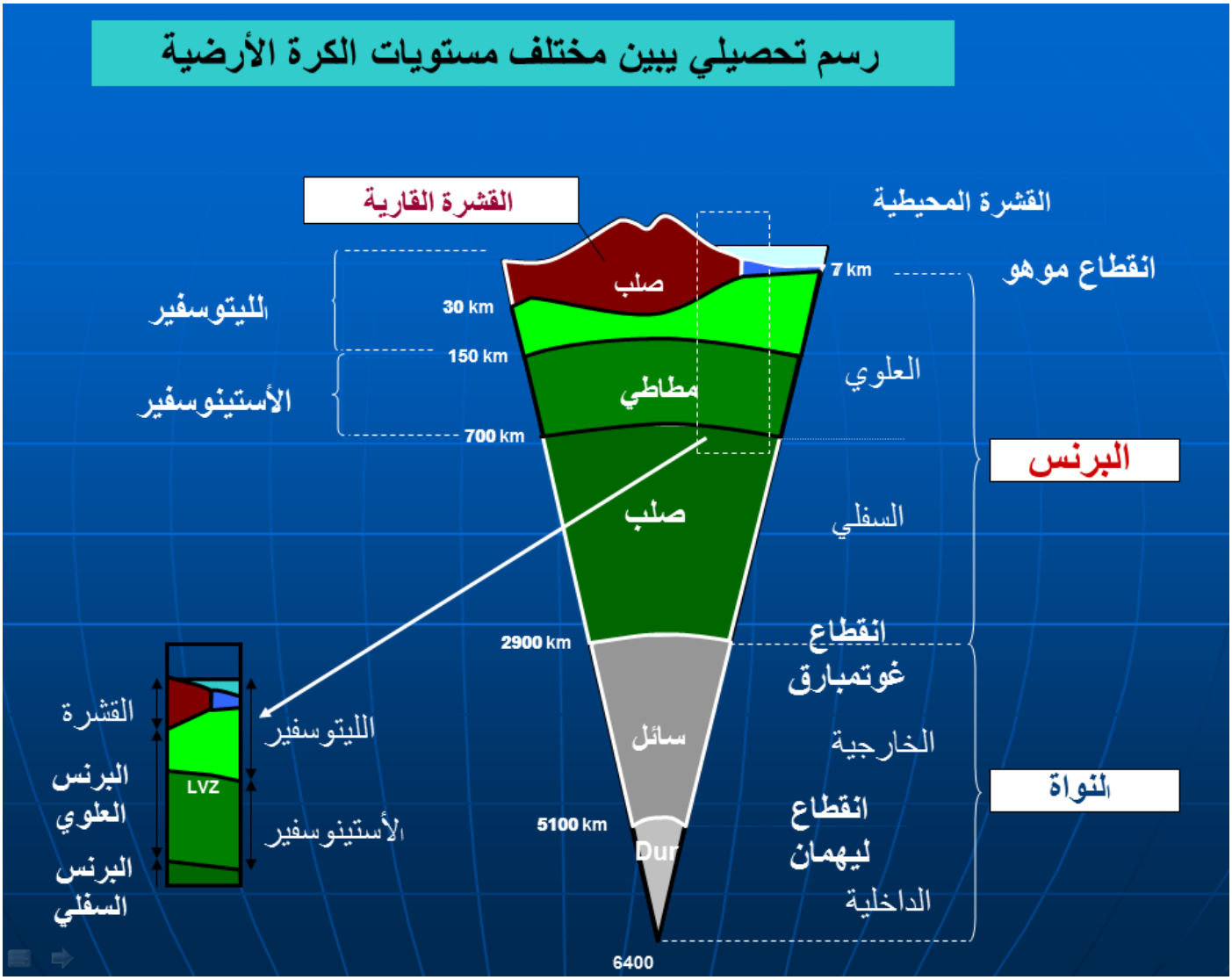
سرعة انتشار الموجات P و S في مستوى قارة و في مستوى المحيط بدلالة العمق

يقع خط موهو على مستوى القارة على بعد 30 كلم و على مستوى المحيط يقع على بعد 10كلم من السطح مما يدل على أن سمك القشرة القارية أكبر من سمك القشرة المحيطية .

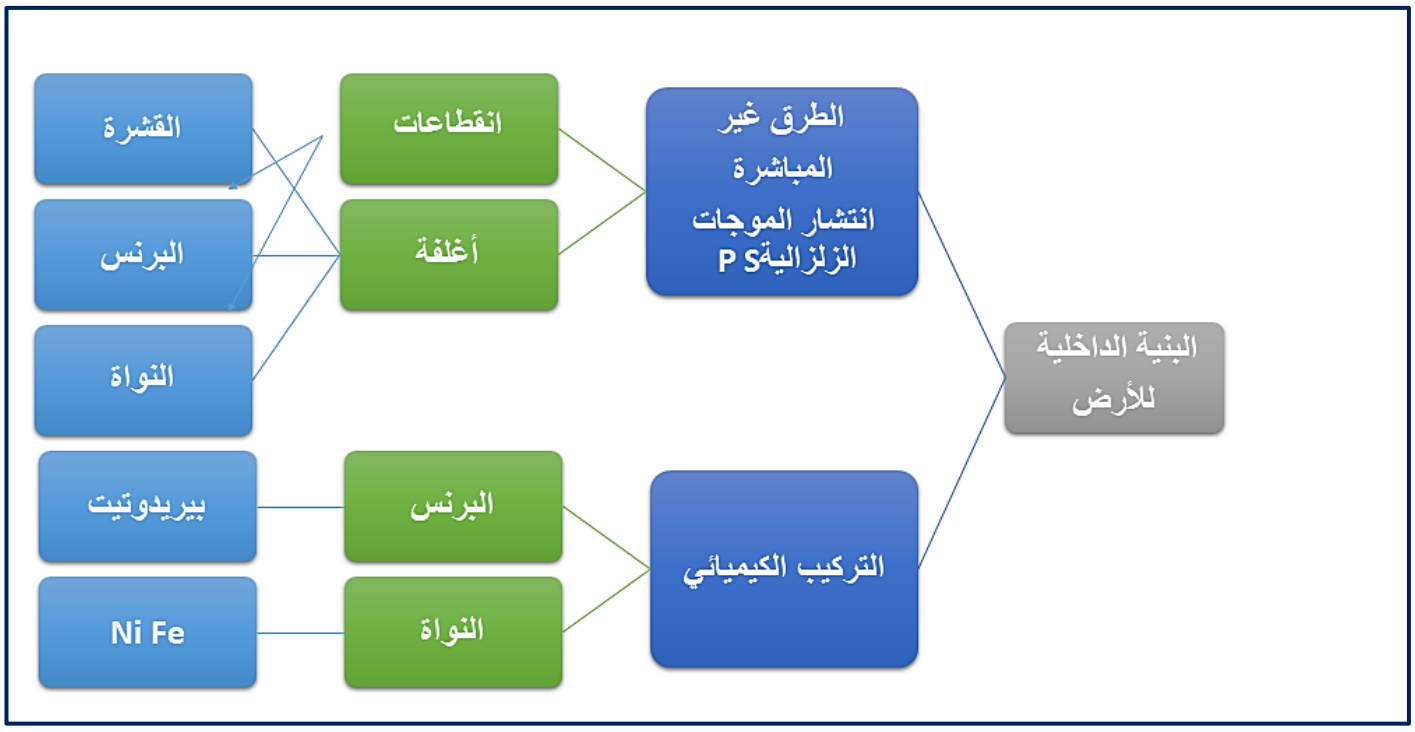
يبدا الحد الفاصل بين الليتوسفير القاري والاستينوسفير من العمق 125 كلم و يبدا الحد الفاصل بين الليتوسفير المحيطي و الاستينوسفير على عمق 100كلم مما يدل على أن القشرة القارية تنغرز في البرنس (وتد)



مخطط تحصيلي : مجسم لبنية الكرة الارضية على شكل طبقات



خريطة المفاهيم



الحصيلة :

النشاط ❶: الموجات الزلزالية

الزلازل عبارة عن حركات أرضية تحدث تحدث داخل القشرة الأرضية.
نسمي النقطة التي حدث فيها الكسر بالبؤرة والنقطة السطحية بالمركز السطحي.
ينتج الزلزال عن عدم مقاومة المواد الداخلية للكرة الأرضية لقوى الشد وتنبثق عنه موجات تسجل على أجهزة خاصة تدعى السيسمومتر.
تسمح أجهزة السيسمومتر من تسجيل الموجات الزلزالية وفق الأبعاد الثلاثة وتنقسم إلى نوعين:
- السيسمومتر الأفقي: يسجل الموجات الزلزالية وفق الاتجاهين: شمال–جنوب و شرق –غرب
- السيسمومتر العمودي: يسجل الموجات الزلزالية الشاقولية.

يدعى التسجيل الزلزالي بالسيسموغراف
يسمح السيسموغراف من تحديد أنواع الموجات الزلزالية وذلك من خلال زمن وصولها وسعتها.
- الموجات الأولية P: تصل الأولى وذات سعة صغيرة.
- الموجات الثانوية S: لها سرعة أقل من الأولى وسعتها أكبر.
- الوجات L وR لها سرعة أقل ولكن سعتها أكبر وبالتالي مدة وصولها أطول.

تنتشر الموجات P وS في جميع الاتجاهات ولذا تدعى بموجات الحجم.
الموجات P هي موجات طولية من النوع التضاغطي التمددي، تنتشر في كل من الأوساط الصلبة والسائلة تسجل بشكل جيد على السيسمومتر الشاقولي.
الموجات S: هي موجات عرضية (قصية) تنتشر في الأوساط الصلبة فقط، تسجل بشكل جيد على السيسمومتر الأفقي.

الموجات L وR: تنتشر فوق سطح الأرض، تسجل بشكل جيد على السيسمومتر الأفقي وتحدث أضرار كبيرة على المنشآت.
تنتشر الموجات P وS داخل الكرة الأرضية، تتوقف سرعتها على الطبيعة الكيميائية والحالة الفيزيائية للمادة المخترقة.
تتوقف سرعة الأمواج الزلزالية على:
- كثافة الوسط حيث أنها تزداد مع زيادة كثافة المواد التي تخترقها.
- ضغط الوسط حيث أنها تزداد مع زيادة ضغط الأوساط التي تخترقها.
- حرارة الوسط حيث أنها تزداد مع زيادة حرارة الأوساط التي تخترقها.

تكون سرعة الموجات الزلزالية في مادة ذات نفس التركيب الكيميائي، أكبر في الحالة السائلة منه في الحالة الصلبة.

النشاط ❷: التركيب الكيميائي لصخور القشرة الأرضية والمعطف

تكون صخور الغرانيتويد القشرة القارية، تتكون أساسا من صخور نارية حمضية ومتحولة، يمثل الصخور النارية الحمضية صخر الغرانيت الذي تشكل داخل القشرة الأرضية، له نسيج بلوري ويتكون من المعادن التالية: الكوارتز الفلسبار والميكا، فهو صخر اندساسي حمضي.

يدخل عنصر السيليس في تركيب الغرانيت ب 70 % ويدخل الألومين ب 15% ولذا تعتبر القشرة القارية غنية بالسيليس والألومين وتسمى سيال (Sial).

يكون صخر البازلت القشرة المحيطية له نسيج ميكروليتي (بلورات كبيرة من الأوليفين والبيروكسين ودقيقة من البلاجيوكلاز تسبح في زجاج بركاني)، لذا يعتبر صخر بركاني قاعدي.

يدخل عنصر السيليس في تركيب البازلت بـ 49 % والألومين بـ 15% المعدن الحديدية المغنيزية بـ 20%، ولذا تعتبر القشرة المحيطية فقيرة بالسيليس وغنية بعنصري الحديد والمغنيزيوم وتسمى سيال (Sima).

يكون صخر البيريدوتيت البرنس، له نسيج بلوري، لونه أخضر داكن يتكون أساسا من معدن الأوليفين $(Fe-Mg)_2 SiO_4$، لذا يعتبر صخر ناري فوق قاعدي.

يدخل عنصر السيليس في تركيب البيريدوتيت بنسبة 44% والمغنيزيوم بـ 42% والحديد بـ 8.5%، لذا تعتبر صخور البرنس فقيرة بالسيليس وغنية بالحديد والمغنيزيوم.

النشاط ❸:

يتشكل باطن الأرض من أغلفة دائرية ذات خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة تحدها انقطاعات.

يتكون الغلاف العلوي من قشرة صلبة حجمها أقل من 2% ، وتنقسم إلى قسمان:

- الفشرة القارية: تتكون من صخور رسوبية، نارية حمضية غرانيتية ومتحولة.
- القشرة المحيطية: تتكون أساسا من البازلت وهو صخر ناري قاعدي.

بين مسار الموجات الزلزالية (P) أن الغلاف الثاني يتكون من البرنس الذي ينقسم بدوره إلى برنس علوي وبرنس سفلي.

ينقسم البرنس العلوي بدوره إلى جزء علوي وجزء سفلي.

تكون القشرة القارية والجزء العلوي من البرنس العلوي الليتوسفير وهى طبقة صلبة قابلة للانكسار

تمثل الألواح التكتونية ويمثل الجزء السفلي الأستينوسفير.

بينت مقارنة المكونات الكيميائية لكل من الأرض والنيازك أن البرنس يتركب أساسا من البيريدوتيت وهو سيليكات الألومينيوم، الحديد والمغنيزيوم ويشكل أكبر نسبة من الكرة الأرضية 81%، وله سلوك جسم صلب.

وأن الغلاف الثالث يتكون من النواة حيث تشكل نسبة 17% من الحجم الكلي للكرة الأرضية وهي غنية بالحديد والنيكل.

تنقسم النواة إلى نواة خارجية سائلة ونواة داخلية صلبة.

الوحدة2 : النشاط التكتوني والظواهر والبنيات الجيولوجية المرتبطة به

تبين من الدراسة السابقة أن المناطق النشطة (الظهرات و مناطق الغوص) وهي مناطق ضيقة و ممتدة، تقسم الغلاف الخارجي للكرة الأرضية أو ما يعرف باسم الليتوسفير إلى مجموعة من القطع تشكل كل قطعة منطقة ثابتة و قليلة النشاط تدعى هذه القطع الليتوسفيرية الصلبة بالصفائح، هذه الصفائح هي في حالة حركة مستمرة بالنسبة لبعضها البعض و هو ما يفسر وجود زلازل على مستوى حدودهما، يمكن أن تكون هذه الحركات تباعدية أو تقاربية.

الإشكالية المطروحة:

- **كيف نفسر التضاريس و الظواهر المرتبطة بمختلف المناطق النشطة ؟**

I – الظواهر المرتبطة بالبناء (خصائص الظهرات وسط محيطية)

الظهرات المحيطية هي سلاسل جبلية تحت مائية وتوجد في كل الأحواض المحيطية وتشكل في مجموعها تضاريس تمتد في قاع المحيطات، وتعتبر أطول سلسلة جبلية على سطح الأرض : حوالي 60000 كلم و تعلو فوق قاع المحيط بمتوسط ارتفاع يصل إلى 4500

إن تشكل القشرة المحيطية انطلاقا من المواد الناتجة من البرنس الأستينو سفيري تدعى " البناء المحيطي .

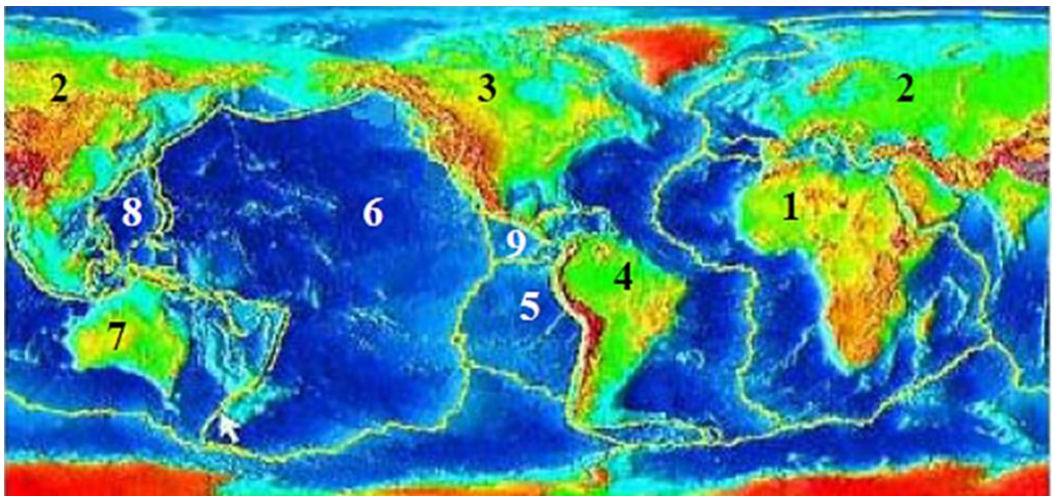
الإشكالية المطروحة:

- **ما هي خصائص منطقة البناء ؟**
- **ما هي الظواهر المرتبطة بالبناء ؟**

1 – خصائص مناطق البناء :

النشاط1 : التذكير بالمكتسبات :

تمثل الوثيقة 1 خريطة حدود الصفائح التكتونية في العالم.



الوثيقة1

س1 - باستعمال معلوماتك للسنة الثالثة متوسط ، عرف البركنة من النمط " السائلي" والبركنة من النمط "الإنفجاري".

ج1 – **التعاريف :**

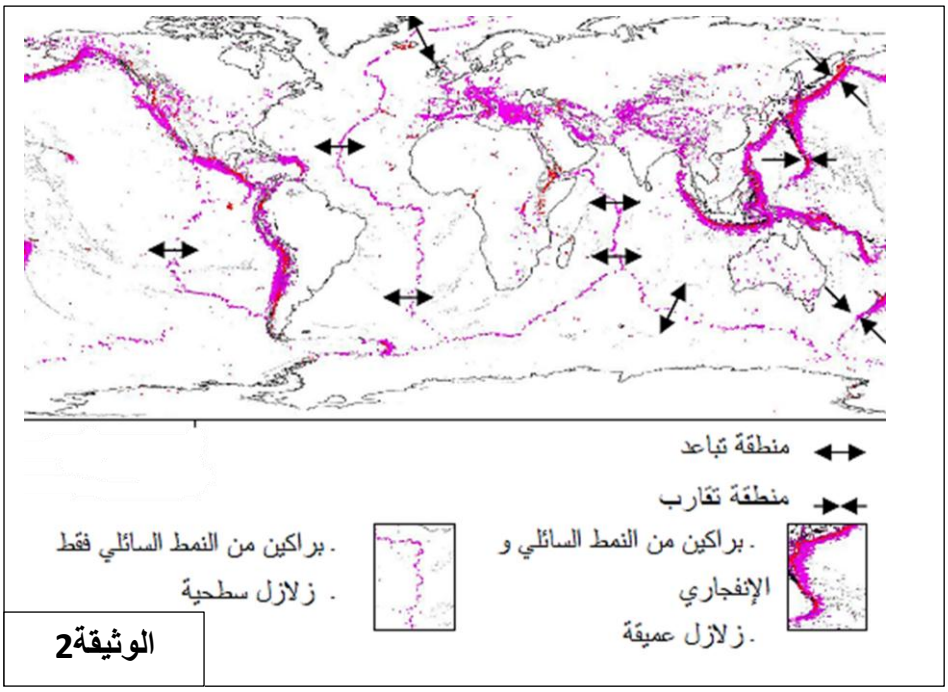
- **البركنة السائلة " البراكين من النمط " السائلي"** : هي براكين التي تنبعث منها ماغما مائعة، تسيل اللافا المائعة عبر فوهة البركان أوالشقوق تبعا لميل المخروط البركاني.
ترتبط ميوعة اللافا بالتركيب الكيميائي لها.
- **" الركنة الانفجارية" :** البراكين التي تنبعث منها ماغما لزجة، سيلان اللافا يكون قصير، وتتميز هذه البراكين بماغما عجينية أين يصعب انفصال الغازات.

س2 - بناء على المعارف المبنية في الدروس السابقة، سم الصفائح التكتونية الممثلة بالأرقام من 1 إلى 9 في الوثيقة1 :

ج2 – تسمية الصفائح المرقمة :

1	2	3	4	5	6	7	8	9
صفيحة افريقيا	صفيحة أوراسيا	صفيحة امريكا الشمالية	صفيحة امريكا الجنوبية	صفيحة نازكا	صفيحة المحيط الهادي	صفيحة استراليا	الصفيحة الفليبينية	صفيحة كوكس

تمثل الوثيقة2 خريطة توزع كل من الزلازل و البراكين قي العالم.



الوثيقة2

س3 - قارن بين توزع الزلازل و البراكين (الوثيقة2) بحدود الصفائح التكتونية (الوثيقة1) .

س4 - ماذا تستخلص من دراسة توزع الزلازل و البراكين على مستوى الظهرات (الوثيقة2) .

ج 3 - مقارنة توزع الزلازل و البراكين:

هناك تطابق شبه تام في توزع كل من الزلازل و البراكين مع حدود الصفائح .

ج4 – الاستخلاص :

- نسجل على مستوى مناطق التباعد بركنة من النمط السائلي والزلازل في هذه المنطقة أغلبها سطحية.
- أما مناطق التقارب تتميز ببركنة من النمط الانفجاري و زلازل عميقة.

تمثل الوثيقة3 صورة لنشاط بركاني على مستوى الظهرة المحيطية.

س5 - ما هو نمط النشاط البركاني التي تظهره الوثيقة 3.

ج5 - نمط النشاط البركاني الذي تظهره الوثيقة :

- سائلي

س6 – استنتج اذن خصائص منطقة البناء(الظهرات) :

ج6 – خصائص منطقة البناء :

- تتميز منطقة البناء بوجود سلاسل جبلية تحت مائية (ظهرات) وزلازل و بركنة من النمط السائلي.

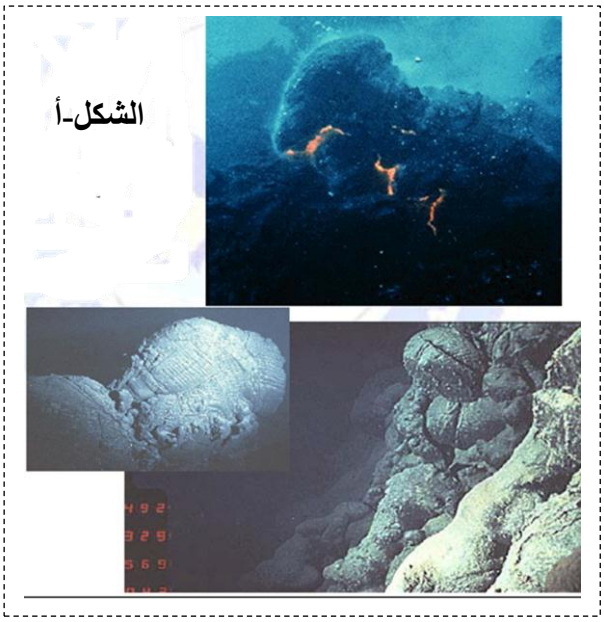
النشاط 2 – المغماتية و تشكل اللوح المحيطي

ترتبط مناطق التباعد بمغاتية نشطة تعمل على تجدد القشرة المحيطية وتشكل سلاسل جبلية تحث بحرية (الظهرات).
فكيف يحدث ذلك ؟

نشاط ظهرة وسط المحيط الأطلسي

أ – بركنة الظهرة وسط محيطية :

تمثل الوثيقة 1 مجموعة صور لحمم بركانية (لافا) ذات طبيعة بازلتية تأخذ أشكال وسادات سميت عندئذ بـ " وسادات بركانية" , اخذت هذه الصور في المحيط الاطلسي والمحيط الهادي .



الشكل-ب

الوثيقة1

س1 – باستغلالك للشكل (أ) من الوثيقة1 , قدم تفسيرا لطريقة تشكل وسائد اللافا (وسائد بركانية) في قاع المحيطات.

ج 1- طريقة تشكل وسائد اللافا:

- بمجرد ملامستها للماء تتبرد اللافا (الحمم البركانية) المنبعثة إلى السطح على مستوى الظهرة ، يؤدي هذا التبريد إلى تشكيل قشرة سطحية حول اللافا المائعة فتتوقف عن السيالان و تأخذ شكل وسادة ، داخل الوسادة يستمر وصول اللافا السائلة ينجم عنه توليد ضغط على القشرة السطحية المتشكلة مما ينبثق عنه تشقق هذه الأخيرة لتصب اللافا السائلة عبر هذا الشق هذا ما يسمح بتشكل وسادة أخرى وبتكرار هذه الظاهرة لعدة مرات تتشكل وسادات عديدة مرتبطة بعضها ببعض.

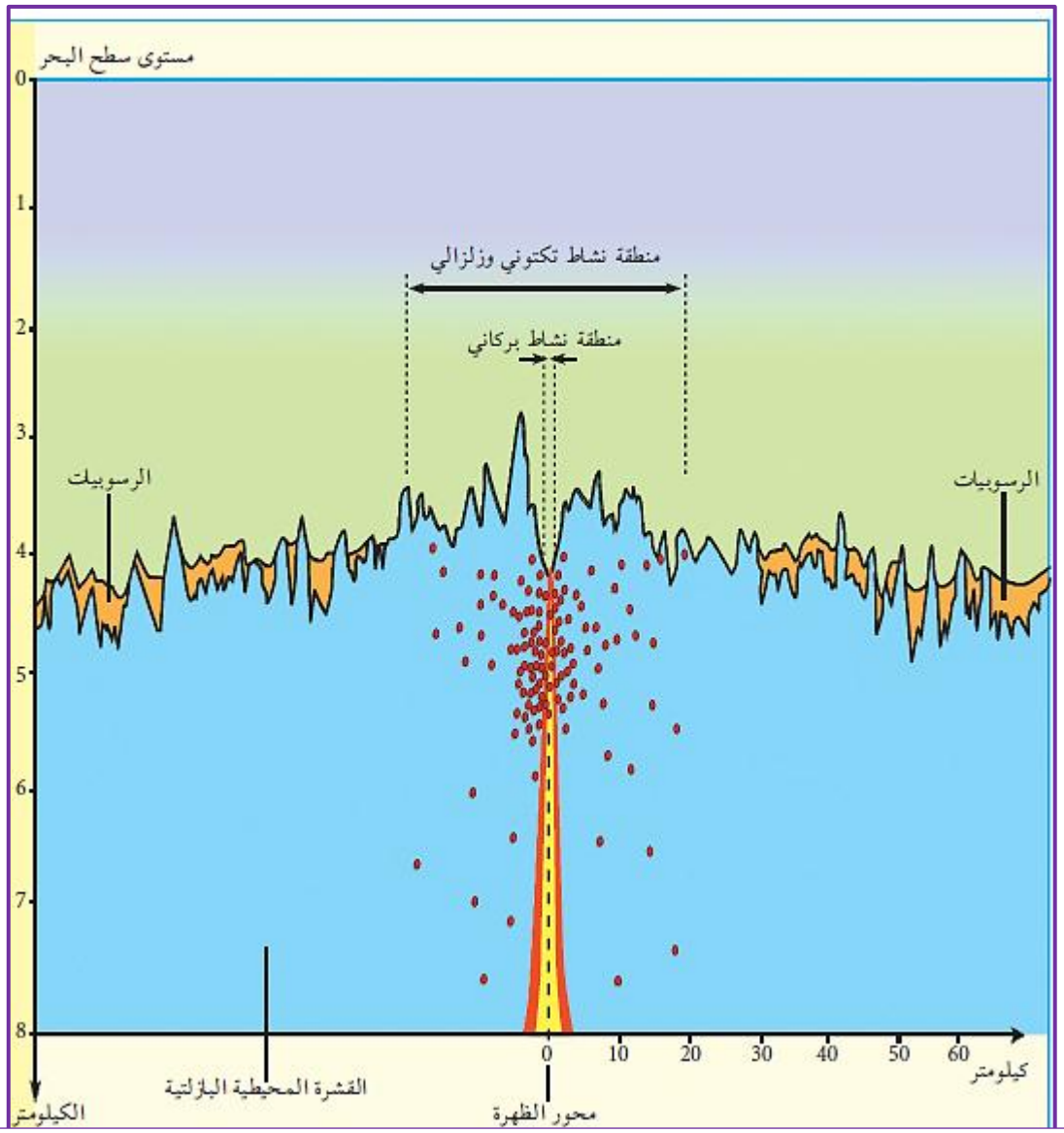
س2 – ماهو الشكل الذي تأخذه الحمم البركانية بعد التبريد ؟

ج2 - الشكل الذي تأخذه الحمم البركانية بعد التبريد:

- شكل الحمم البركانية بعد التصلب تكون على شكل وسائد صخرية (وسائد بركانية) .

ب – طبوغرافية قاع المحيط

يؤدي القدف المستمر للماغما على مستوى الظهرات إلى تشكل سلاسل جبلية بإمكانها أن تصل في بعض الأحيان إلى السطح مشكلة جزرا بركانية كإسلندا مثلا (الوثيقة2) , تتميز الظهرات بوجود زلازل تنتشر على مستوى الرفت لا تفوق 5 درجات على سلم رشتر.



الوثيقة2 : مقطع عرضي في ظهرة المحيط الأطلسي تبين موقع بؤرة الزلزال (باللون الأحمر)

س1 – حدد التضاريس المميزة لقاع المحيط.

ج1- التضاريس المميزة لقاع المحيط :

- يتميز قاع المحيط بوجود ظهرات متميزة بسلاسل جبلية تحت بحرية يمكنها أن تصل أحيانا إلى السطح مكونة جزر بركانية مثل جزيرة إسلندا.

س2 – ماهي العلاقة الموجودة بين الخسف والظهرة ؟

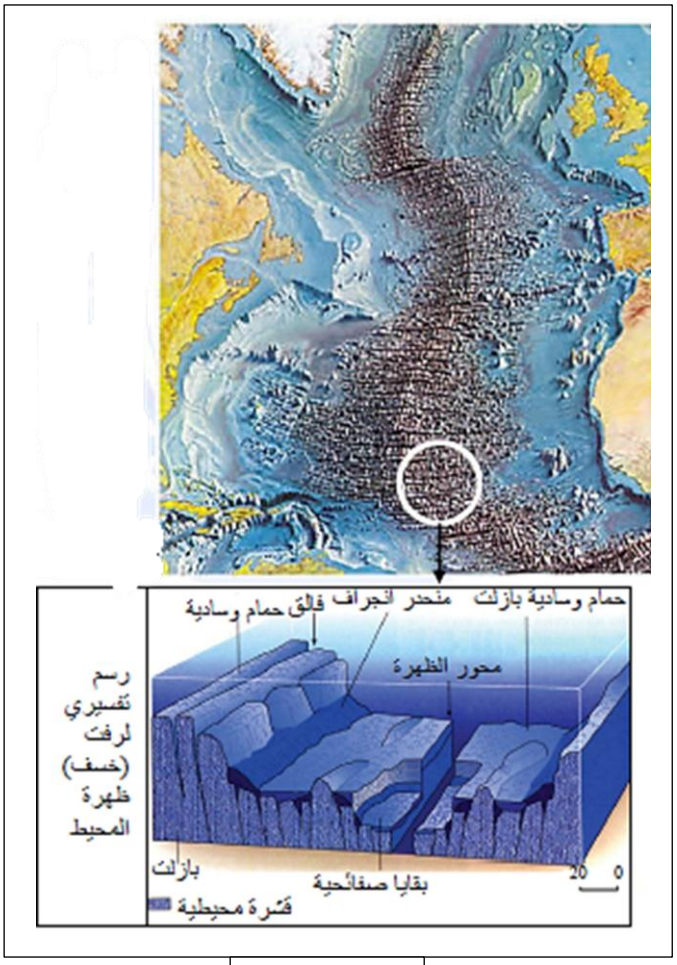
ج2 – العلاقة :

- يشكل محور الظهرة منطقة الخسف (الخسف يكون الجزء المركزي للظهرة) و هي منطقة ذات نشاط بركاني.

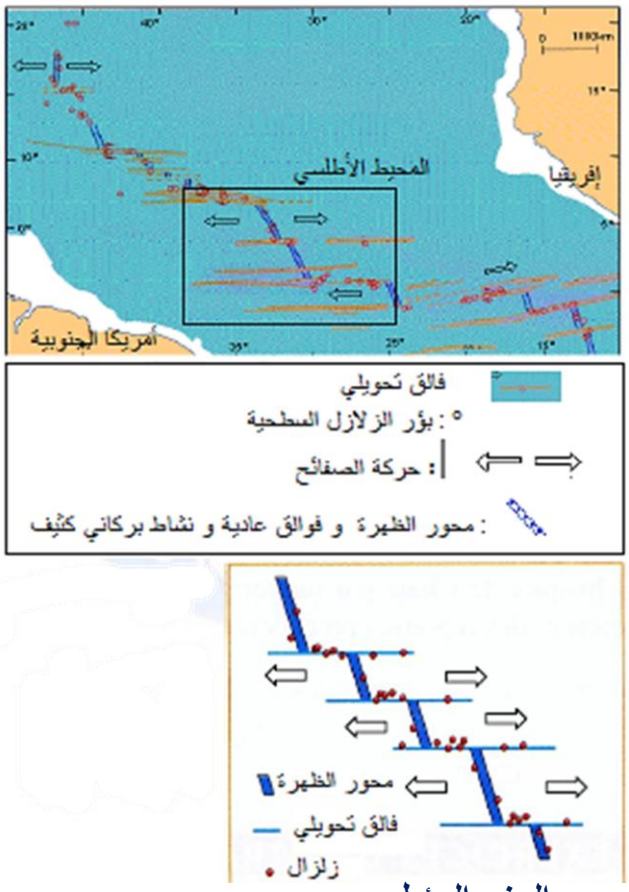
بنية الظهرة

تنتج الزلازل عن حركة الفوالق العادية التي تحد جانبي الرفت المركزي مشكلة خسفا من جهة وفوالق تحويلية تقطع الظهرة عموديا من جهة أخرى .

أ - تبين الوثائق التالية موقع هذه الفوالق , حيث تمثل الوثيقة3 جزء من ظهرة وسط المحيط الأطلسي بينما تمثل الوثيقة4 رسم تخطيطي للنشاط التكتوني (الزلزالي البركاني) على مستوى محور ظهرة وسط المحيط الاطلسي .



الوثيقة3



الوثيقة4

س1 - حدد تموقع النشاط الزلزالي من جهة و النشاط البركاني من جهة أخرى على مستوى الظهرة و الذي تظهره الوثيقة4.

س2 - استخرج أنواع الفوالق المبينة في الوثيقة4.

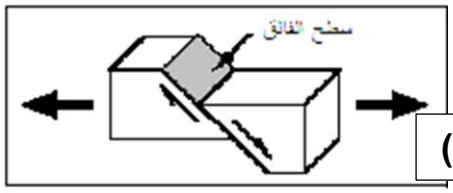
س3- ماهو دور الفوالق التحويلية.

س4 - أنجز رسم تخطيطي للفالق التحويلي , وحدد اتجاهه .

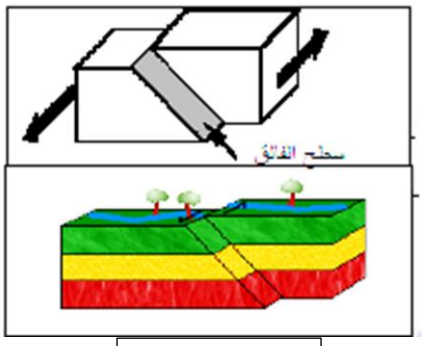
ب - الفالق عبارة عن كسر لطبقة صخرية في القشرة الأرضية مترافقة بانزلاق أو حركة نسبية للقسمين الذين يفصل بينهما.
تمثل الوثيقة5 رسوم تخطيطية لنوعين من الفوالق:

- الوثيقة (5-أ) : فالق عادي و الحركة الظاهرية المصاحبة له.
- الوثيقة (5-ب) : فالق تحويلي و الحركة الظاهرية المصاحبة له.

س - قارن بين النوعين من الفوالق وحدد لكل نوع العواقب المترتبة عنه على مستوى الظهرة المحيطية.



الوثيقة(5-أ)



الوثيقة(5-ب)

أ – ج1 - تموقع النشاط الزلزالي و النشاط البركاني:

- تحدث الزلازل على مستوى محور الظهرة وعلى امتداد الفوالق التحويلية ، بينما البركنة توجد فقط على مستوى محور الظهرة.

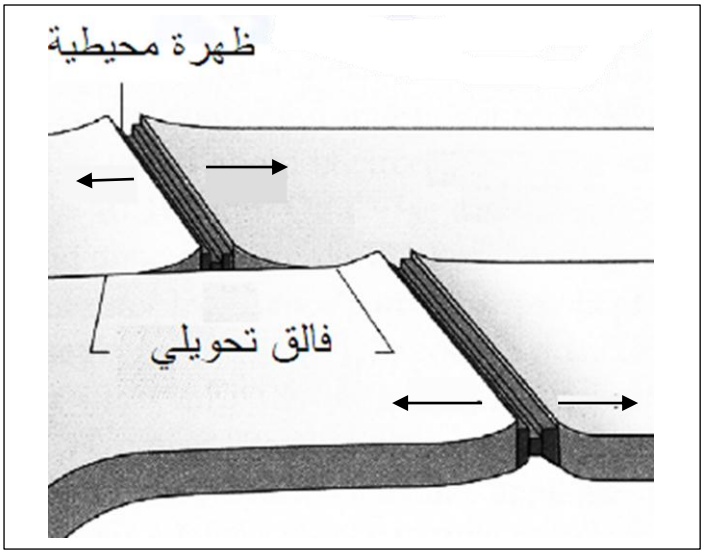
ج2 – أنواع الفوالق :

- فوالق عادية و فوالق تحويلية.

ج3 - دور الفوالق التحويلية :

- الفوالق التحويلية تعمل على تغيير مسار الظهرة ودورانها حول الألواح التكتونية والتي يمكن من خلالها معاينة الصخور العميقة.

ج4 - رسم تخطيطي للفالق التحويلي



ب –

ج - المقارنة بين النوعين من الفوالق و تحديد لكل نوع العواقب المترتبة عنه على مستوى الظهرة المحيطية :

- تنتج الفوالق العادية عن قوى شد أو ضغط جانبي شديد بين قسمي الفالق (حركة تباعد الصفائح)
- تنتج الفوالق التحويلية من انزلاق قسمي الفالق واحد بالنسبة للآخر و تكون الحركة أفقية مؤدية إلى حيد محور الظهرة المحيطية .يسمح حياد القطاع الصغيرة المشكلة للظهرة على عدة مستويات بتشكيل سلسلة متواصلة في أعماق المحيطات تحيط بالصفائح .

تعتبر الظهرات المحيطية مقر حركة بركانية كثيفة حيث يتم من خلالها تشكيل القشرة المحيطية.

مما يتشكل الليتوسفير المحيطي ؟

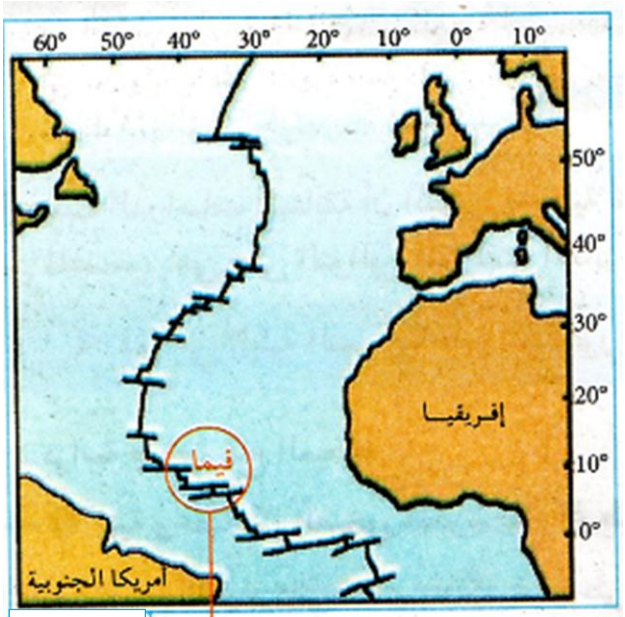
ب – تسلسل صخور الليتوسفير المحيطي : تشكل اللوح المحيطي

اجرى العلماء أبحاثا بتروغرافية حول فالق فيما "VEMA" على مستوى ظهرة وسط المحيط الأطلسي وذلك لتحديد تسلسل صخور الليتوسفير المحيطي.
ان هذا الفالق عمودي تحويلي (إزاحي يميني) حيث حول جزأين من القشرة المحيطية أفقيا مسافة قدرها 300 كلم.
تمثل الوثيقتين (6و7) موقع فالق فيما في المحيط الأطلسي , حركته وتسلسل الصخور على مستواه .

س1 - لماذا تم اختيار فالق فيما للدراسة ؟

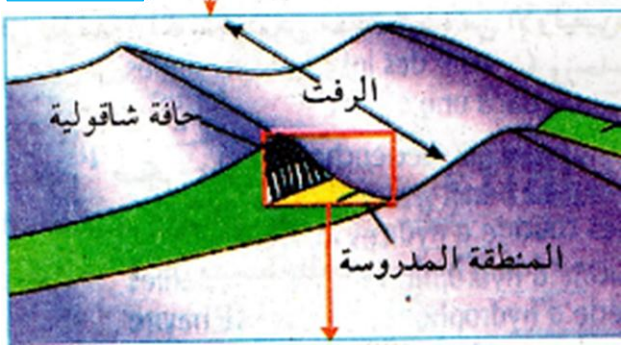
س2 - أنجز رسم تخطيطي يبين تتالي الطبقات المتواجدة على مستوى الليتوسفير المحيطي ، مستغلا مفتاح رسم الوثيقة (7) .

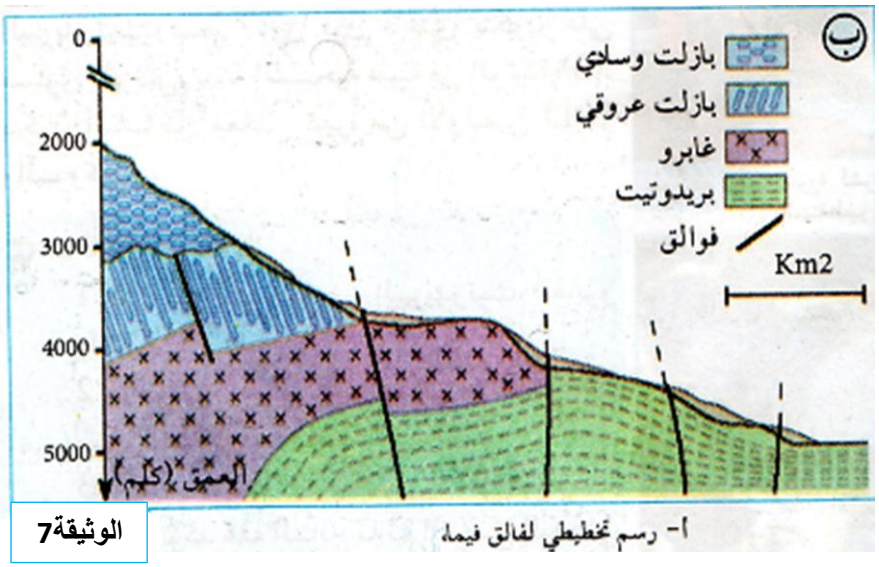
س3 - ناقش صحة هذا النموذج المقترح لتوضع هذه الطبقات، إذا علمت أن مساحة المحيطات تغطي 70 % من سطح الكرة الأرضية .



خريطة المحيط الأطلسي الأوسط

الوثيقة6



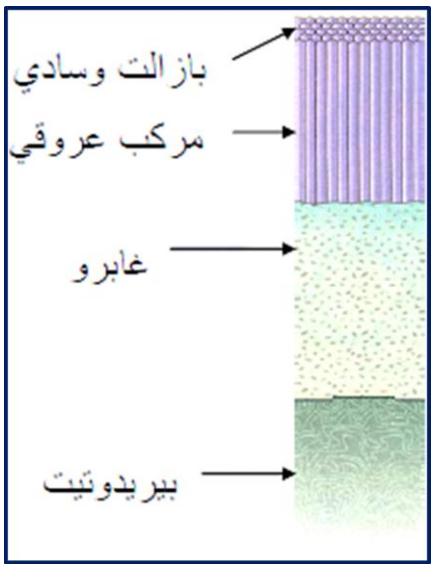


أ- رسم تخطيطي لفالق فيما

الوثيقة7

ج1 - اختيار فالق فيما:
- يسمح بالكشف على الصخور المكونة للقشرة المحيطية.

ج2 – الرسم :



القشرة المحيطية غير متجانسة , تتكون من الاسفل إلى الاعلى من :
- **بيردوتيت**
- **غابرو**
- **بازلت عروقي (على شكل عروق)**
- **بازلت وسادي (على شكل وسادي)**

ج3 –
نظرا لصغر المساحة المستكشفة فإنه لا يمكن الجزم أنها تمثل مجموع المجال المحيطي الرحب.

الحصيلة المعرفية للنشاط1 : الظواهر المرتبطة بالبناء (خصائص الظهرات وسط محيطية)

- تتميز مناطق البناء بانتشار زلازل سطحية وبراكين من النمط الطفحي .
- تشكل سلاسل جبلية تتوزع وفق أحزمة في وسط المحيطات.
- تنشأ الظهرات وسط محيطية نتيجة الحركات التباعدية التي تمر بها القشرة الارضية

الحصيلة المعرفية للنشاط2 : المغماتية وتشكل اللوح المحيطي

نشاط ظهرة وسط المحيط الأطلسي

- تنشأ على مستوى الظهرات وسط محيطية وبشكل مستمر قشرة جديدة بفضل بركنة نشطة.
- تكون الحمم المنبعثة جد مائعة مشكلة وسائد بركانية نتيجة التبرد السريع للماغما عند ملامستها الماء.
- يقطع الظهرة نوعين من الفوالق التي تتسبب في الزلازل السطحية :
  - فوالق عادية موازية لمحور الظهرة تعمل على توسعها.
  - فوالق تحويلية عمودية على محور الظهرة تعمل على تغيير مسار الظهرة ودورانها حول الألواح التكتونية , ويمكن من خلالها تحديد المكونات الصخرية للوح المحيطي

يتشكل الليتوسفير المحيطي من ثلاثة أنماط من الصخور و هي:
البازلت ، الغابرو (مكونات القشرة المحيطية و البيريدوتيت (البرنس) .
فما هي البنية النسيجية لهذه الصخور و ما هي العلاقة الموجودة بين صخري البازلت و الغابرو ؟

النشاط3 : تشكل التضاريس المميزة للظهرة وسط محيطية

دراسة صخور قاع المحيط

❶ بنية وخصائص الصخور المكونة لقاع المحيط.

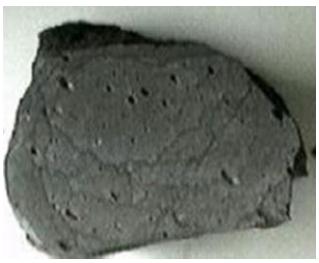
البازلت : صخر ناري قاعدي يتشكل غالبا على مستوى الظهرات وسط محيطية , يتكون من معادن كبيرة من الأوليفين ومعادن صغيرة من البلاجيوكلاز (ميكروليت) وزجاج بركاني.

الغابرو : صخر ناري قاعدي يتكون داخل القشرة المحيطية , يتكون من معادن متوسطة الحجم من الأوليفين (OL) والبلاجيوكلاز (PL) .

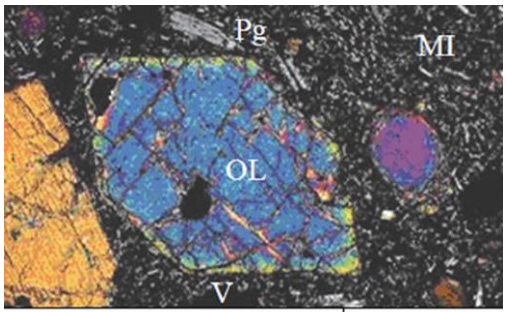
البيريدوتيت : صخر ناري فوق قاعدي يتكون على مستوى البرنس , يتكون أساسا من معادن كبيرة من الأوليفين (OL) والبيروكين

يسمح تحليل شرائح رقيقة من الصخور مأخوذة بالمجهر المستقطب من تحديد بنيتها النسيجية (كيفية تنظيم أو ترتيب مكوناته في الفراغ) وتركيبها المعدني وتسمح هذه الدراسة بالتطرق إلى مصدر هذه الصخور وطرق تشكلها .

الوثيقة1 :
تمثل الوثيقة (1-أ) : صورة لعينة من صخر البازلت
تمثل الوثيقة (1-ب) : صورة لشريحة رقيقة من البازلت ذو الأوليفين كما يبدو بالمجهر المستقطب.
تمثل الوثيقة (1-ج) : صورة لشريحة رقيقة من البازلت ذو البيروكسان كما يبدو بالمجهر المستقطب.

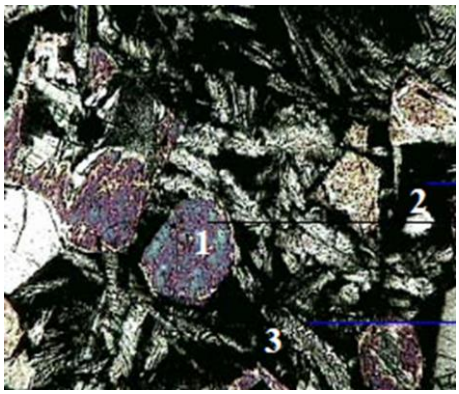


الشكل-أ



OL: أوليفين MI: ميكروليت V: زجاج
Pg : بلاجيوكلاز

الشكل-ب



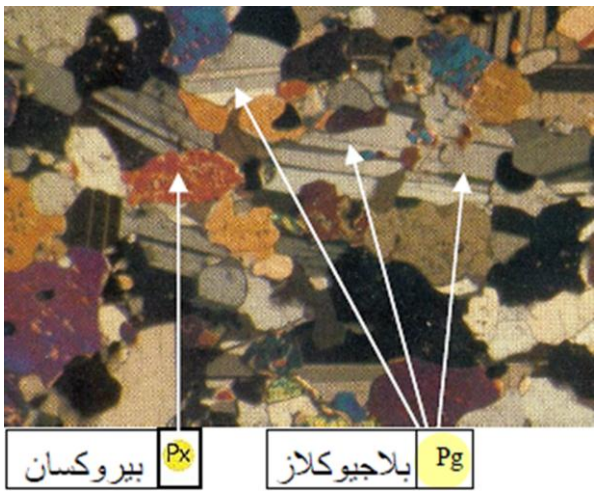
1 - بلورات كبيرة من البيروكسان
2 - زجاج بركاني
3 - ميكروليت من البلاجيوكلاز

الشكل-ج

الوثيقة1

الوثيقة2 :
تمثل الوثيقة (2-أ) : صورة لعينة من صخر الغابرو
تمثل الوثيقة (2-ب) : صورة لشريحة رقيقة من الغابرو ذو البيروكسان

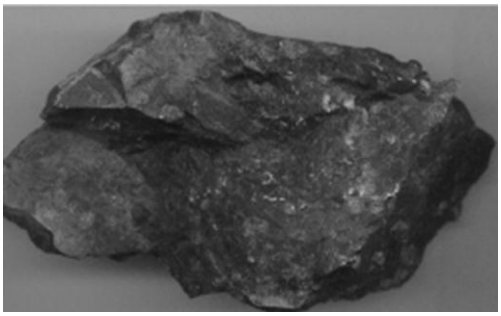
الشكل-أ



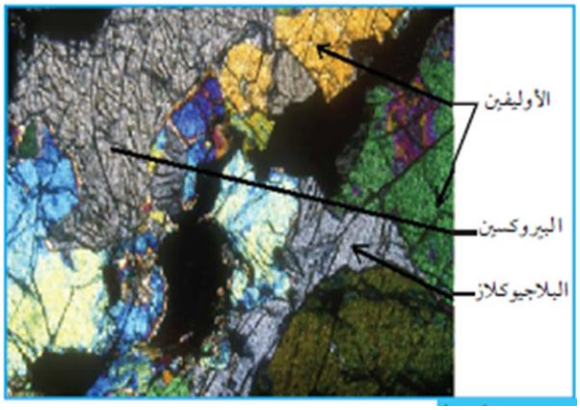
الشكل-ب

الوثيقة2

الوثيقة3 :
تمثل الوثيقة (3-أ) : صورة لصخر البيريدوتيت.
تمثل الوثيقة (3-ب) : صورة لشريحة رقيقة من البيريدوتيت.



الشكل-أ



الشكل-ب

الوثيقة3

س1 - قارن بين صخري البازلت و الغابرو من حيث البنية النسيجية و التركيب المعدني.
س2 - ماذا تستنتج ؟
س3 - صف البنية النسيجية و التركيب المعدني للبيريدوتيت.
س4 – حدد مستويات التبرد المميز لكل صخرة .

ج1 – المقارنة بين البازلت و الغابرو من حيث البنية النسيجية و التركيب المعدني:
- يتميز **البازلت** ببنية نسيجية ميكروليتية بينما الغابرو يتميز ببنية نسيجية بلورية .
- يتشكل البازلت من بلورات كبيرة من البيروكسان و معدن كبير مقارنة بالمعادن الأخرى هو الأوليفين و كذلك العديد من البلورات الصغيرة من البلاجيوكلاز، تسبح هذه البلورات جميعها ضمن قالب زجاجي ، يطلق على هذه البنية اسم النسيج ميكروليتي، وجود الزجاج في الصخر يدل على أن البازلت هو صخر غير تام التبلور.

- **الغابرو** هو صخر تام التبلور، يتكون من بلورات متراصة من البلاجيوكلاز و البروكسان و الأوليفين يطلق عليه اسم بنية حبيبية.

ج2 – الاستنتاج :
- تظهر الملاحظة المجهرية أن الصخران يتكونان من نفس المعادن و يختلفان من حيث البنية النسيجية حيث أن:
- يتكون البازلت من قالب مشكل من الزجاج، بلورات صغيرة (ميكروليت) من البلاجيوكلاز و بلورات كبيرة.

ج3 - و صف البنية النسيجية و التركيب المعدني للبيريدوتيت :
- البيريدوتيت هو صخر متشكل من بلورات متراصة ذات أحجام متماثلة (3 إلى 5 ملم) يتركب من معدنين أساسيين هما : الأوليفين (بلورات لامعة بالمجهر المستقطب) و البيروكسان (بلورات رمادية أو رمادية برتقالية في الضوء المستقطب) .

ج4 - مستويات التبرد المميز لكل صخرة :
- تبلوربطيء لليريدوتيت والغابرو في الأعماق وتبلور سريع للبازلت على السطح.

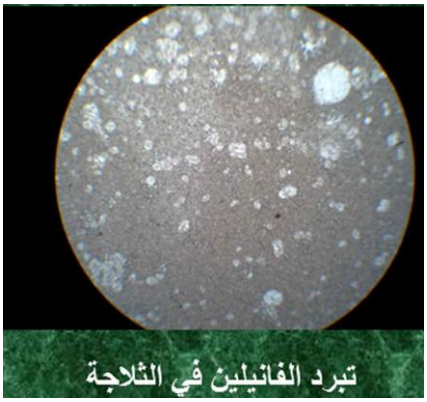
❷ نمدجة العلاقة بين سرعة التبرد ونسيج الصخر

بينت الدراسات البتروغرافية أن مصدر كل من البازلت والغابرو هو الانصهار الجزئي للبيريدوتيت.
فماهو سبب اختلاف البنية النسيجية لهما؟

تجربة (صفحة295 من الكتاب المدرسي)
أظهرت النتائج التجريبية الملاحظة بالمجهر المستقطب للنمدجة السابقة الصور التالية :

تبرد الفانيلين فوق حمام مائي

تبرد الفانيلين في الهواء الطلق


تبرد الفانيلين في الثلاجة

س1 - قارن بين النتائج المحصل عليها ,وماذا يمكنك استنتاجه ؟
س2- بين كيف تسمح لك هذه التجربة بتفسير البنية النسيجية للبازلت والغابرو.
س3- ما هي الفرضية التي يمكنك تقديمها فيما يخص طريقة تشكلهما ؟

ج1 – المقارنة :
- الشريحة التي تبردت في الثلاجة بلوراتها صغيرة.
- الشريحة التي تبردت في الهواء الطلق بلوراتها متوسطة.
- الشريحة التي تبردت فوق حمام مائي بلوراتها كبيرة.

ففي درجة الحرارة مرتفعة : أي عندما تكون سرعة التبريد بطيئة تتشكل بلورات كبيرة الحجم و تأخذ مظهر زهري.

اما في درجة حرارة منخفضة: أي عندما يكون التبريد سريعا تتشكل بلورات صغيرة الحجم.

الاستنتاج :

توقف حجم البلورات في الصخر على سرعة التبريد (تناسب عكسي) أي بمعنى ترتبط البنية النسيجية للصخور النارية بسرعة تبريد الماغما.

ج2 – تفسير البنية النسيجية للبازلت والغابرو :

يرتبط تبلور الصخرة بسرعة تبريد الماغما.

في حالة البازلت :تعود البنية النسيجية لهذا الصخر (التبلور غير التام) إلى التبريد السريع للافا الساخنة نتيجة تماسها المباشر مع الماء.

في حالة الغابرو :تعود البنية النسيجية لهذا الصخر (تبلور تام) إلى الصعود البطيء للماغما وبالتالي تبريد بطيء (تشكل في الأعماق) .

ج3 – الفرضية :

يتشكل البازلت و الغابرومن نفس التركيب المعدني و يختلفان في حجم البلورات، بينت دراسة الليتوسفير من جهة أخرى توضع الصخور على الترتيب التالي :بيريدوتيت، غابرو، وبازلت إذ يتوضع هذا الأخير فوق الغابرو و منه يمكن القول أن مصدر الصخران نفس الماغما حيث ينتج عن التبريد السريع صخر البازلت على السطح وعن التبريد البطيء صخر الغابرو في الأعماق. (ملاحظة : تبلور البيريدوتيت بطيء).

نتيجة :

- يتميز البازلت ببنية نسيجية ميكروليتية بينما الغابرو يتميز ببنية نسيجية بلورية.
- الغابرو هو صخر تام التبلور حيث يمكن ملاحظة بلوراته بالعين المجردة.
- يتكون البازلت من قالب مشكل من الزجاج، بلورات صغيرة (ميكروليت) من البلاجيوكلاز و بلورات كبيرة.
- البيريدوتيت هو صخر متشكل من بلورات متراصة ذات أحجام متماثلة (3 إلى 5ملم) يتركب من معدنين أساسيين هما : الأوليفين (بلورات لامعة بالمجهر المستقطب) و البيروكسان (بلورات رمادية أو رمادية برتقالية في الضوء المستقطب).

خصائص بعض الصخور المكونة للقشرة الأرضية والمحيطية وللأستينوسفير

الصخور	الكثافة	المعادن	البنية النسيجية
الغرانيت	2.4 إلى 2.9	كوارتز + ميكا + بلاجيوكلاز + فلدسبات	بنية حبيبية
البازلت	2.7 إلى 3.2	أوليفين (بلورات) ميكروليتات (بلاجيوكلاز) وزجاج بركاني	بنية ميكروليتية (microlitique)
الغابرو	2.9 إلى 3.2	معادن متوسطة الحجم (أوليفين+ بلاجيوكلاز	بنية حبيبية نصف بلورية
البيريدوتيت	3.2 إلى 3.4	معدان كبيرة (أوليفين + بيروكسين)	بنية حبيبية

التركيب المعدني لصخور القشرة الارضية :

- ✓ **المعادن الغنية بالسيليس والألومينيوم (كوارتز + الفلسبار + البلاجيوكلاز) تكون القشرة القارية .**
- ✓ **المعادن الغنية بالمغنيزيوم والحديد (الأوليفين + البيروكسين) تكون القشرة المحيطية والبرنس الارضي.**

فتكون صخور القشرة الارضية مثل الغرانيت فاتحة الألوان وصخور القشرة المحيطية كالبازلت وصخور البرنس ؛ البيريدوتيت داكنة اللون .

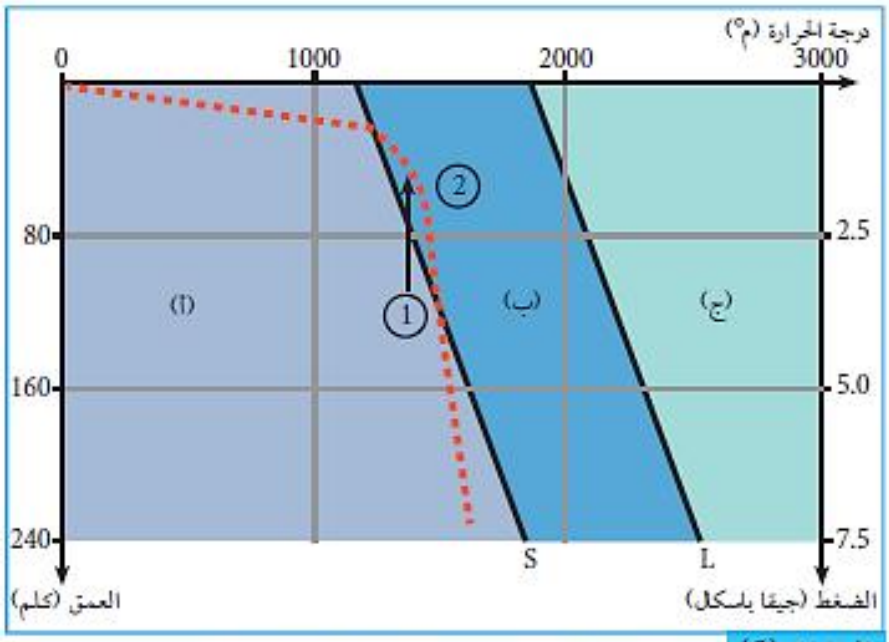
❸ العلاقة بين التركيب الكيميائي ودرجة انصهار البيريدوتيت :

أ – التركيب الكيميائي لصخور البازلت , الغابرو والبيريدوتيت :

الوثيقتان (7و8) صفحة296 :

- ✓ البيريدوتيت يحتوي على معدني الأوليفين والبيروكسين فقط وهذا ما يدعم فرضية غني الصخر بالمغنيزيوم (الأوليفين Mg2SiO4).
- ✓ يحتوي الغابرو على نسب عالية من الأوليفين والبلاجيوكلاز ويحتوي البازلت على نسب متساوية من الفلسبار، البلاجيوكلاز والأوليفين ونسبة معتبرة من الزجاج البركاني.
- ✓ البيريدوتيت صخر فوق قاعدي وأن كل من الغابرو والبازلت صخرين قاعديين.

ب – الانصهار التجريبي للبيريدوتيت :



الوثيقة (9) مجال انصهار البيريدوتيت تحت تأثير الضغط والحرارة

يتم تعريض عينات من البريدوتيت لضغوط وحرارة متغيرة، تجرى التجارب في ضغط متغير ودرجة حرارة متزايدة للحصول على ظروف انصهار البيريدوتيت.

ينتج عن ذلك تحديد ثلاثة مجالات (أ، ب، ج) يقسمها المستقيمان S, L (الوثيقة 9)

يفصل المستقيم S (Solidus) المجال (ا) الذي يكون فيه البيريدوتيت صلبا عن المجال (ب) الذي يكون فيه البيريدوتيت منصهرا جزئيا.

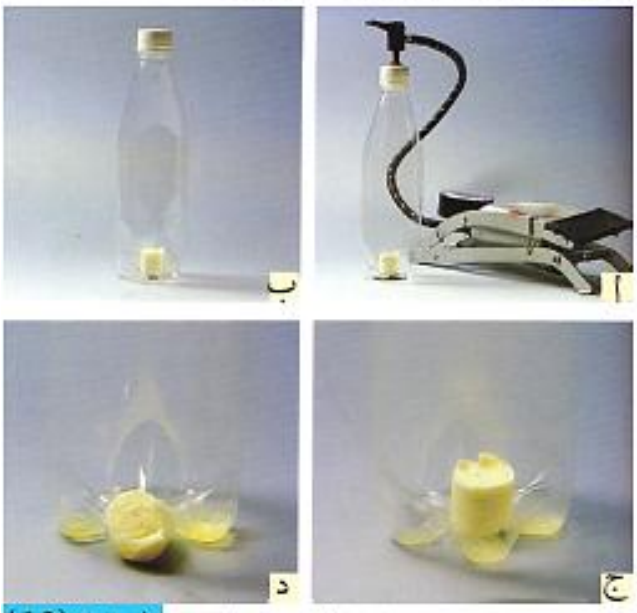
يفصل المستقيم L (Liquidus) المجال (ب) الذي يكون فيه البيريدوتيت منصهرا جزئيا عن المجال (ج) الذي يكون فيه البيريدوتيت منصهرا كليا الوثيقة (9).

ج) نمذجة تأثير الضغط على انصهار المواد الصلبة:

تجربة: نأخذ قارورتين ونضع فيهما مكعبات من الزبدة بنفس الحجم. نسلط على القارورتين نفس ضغط بواسطة نافخ قدره 5 نانومتر.

نبقي القارورة (ا) تحت نفس الضغط بينما نخفض ضغط القارورة (ب) ليصل إلى الضغط العادي.

نضع القارورتين في حمام مائي درجة حرارته 35°م، نتحصل على النتائج الممثلة في الوثيقة (10) (ج، د).



الوثيقة (10) تمثيل الانصهار التجريبي

استغلال الوثائق:

1. استنتج الحالة الفيزائية للبيريدوتيت في المجالات (أ، ب، ج).
2. اعتمادا على معطيات الوثيقة (9) قدم تفسيرا لاختلاف الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت عندما ننتقل من الوضعية (1) إلى الوضعية (2).
3. اعتمادا على جوابك في السؤال السابق، حدد العامل الأكثر تأثيرا على الانصهار الكلي للبيريدوتيت.
4. حلل نتائج الوثيقة (10) (ج، د) ماذا تستنتج ؟

1ج –

✓ البيريدوتيت في الحالة (أ) صلب وفي الحالة (ب) صلب +سائل وفي الحالة (جـ) سائل.

2ج –

✓ يفسر لحالة البيريدوتيت عندما ينتقل من الحالة (1) إلى الحالة (2) حيث أنه ينتقل من الحالة الصلبة إلى الحالة المنصهرة جزئيا وذلك لأنه يخترق المستقيم (Solidus).

3ج –

✓ العامل المؤثر على انتقال البيريدوتيت من الحالة الصلبة إلى الحالة المنصهرة جزئيا والمتمثل في انخفاض الضغط.

4ج –

✓ ذوبان مكعب الزبدة بسبب انخفاض الضغط الإنصهار الجزئي للبيريدوتيت تحت الظهرات وسط محيطية.

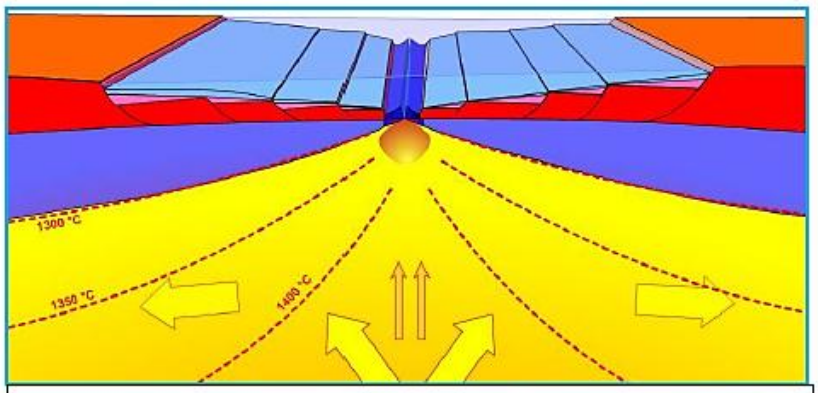
الاستنتاج :

✓ انخفاض الضغط في حرارة ثابتة على مستوى الظهرات يؤدي إلى انصهار الصخور.

➢ نشاط غرفة تحت مغماتية تحت ظهرة وسط محيطية.

(ظروف انصهار البيريدوتيت)

ما هو مصدر الماغما على مستوى الظهرة؟

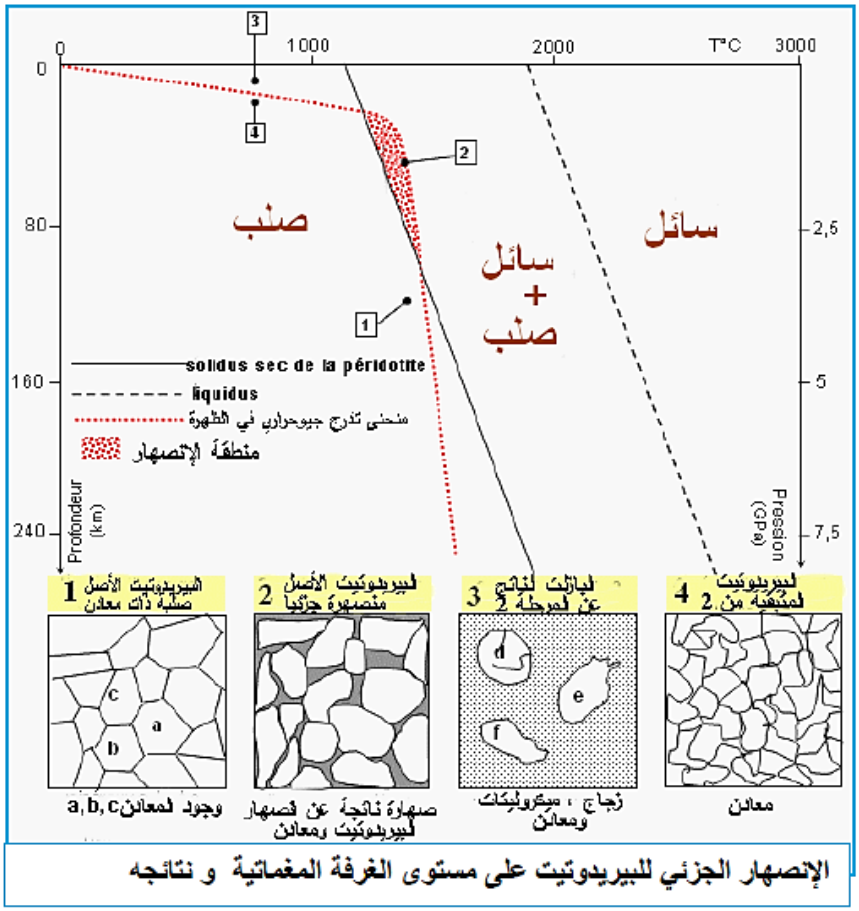


الوثيقة 1 الإضافية منحنيات الحرارة المتساوية (isotherme) على

التعليمات

1- حدد شروط الضغط والحرارة في الطبقة أسفل الظهرة وسط محيطية معللا إجابتك.

2- باستغلال مخطط الحرارة والضغط و منحنى انصهار البيريدوتيت فسر مختلف التغيرات التي تطرأ على البيريدوتيت مبينا نتائجها.



الإنصهار الجزئي للبيريدوتيت على مستوى الغرفة المغماتية و نتائجه

من ملاحظة الوثيقة 1 يتوصل التلميذ إلى ارتفاع منحنيات ذات الحرارة المتساوية على مستوى الظهرة ما يجعل منحنى ذو درجة الحرارة 1300 c° قريبا من السطح (ارتفاع الموهو) فيكون بذلك العمق قليل و الضغط منخفضا ما يسمح بتشكيل غرفة مغماتية .

من خلال مخطط انصهار البيريدوتيت يلاحظ التلميذ تقاطع منحنى التدرج الجيوحراري على مستوى الظهرة مع منحنى انصهار البيريدوتيت ما يدل على بداية انصهار هذا الصخر .تبين الأشكال أن البيريدوتيت في منطقة الـsolidus صلب ذو بنية حبيبية يتكون من معادن هي الأليفين، البروكسين والبلاجيوكلاز .

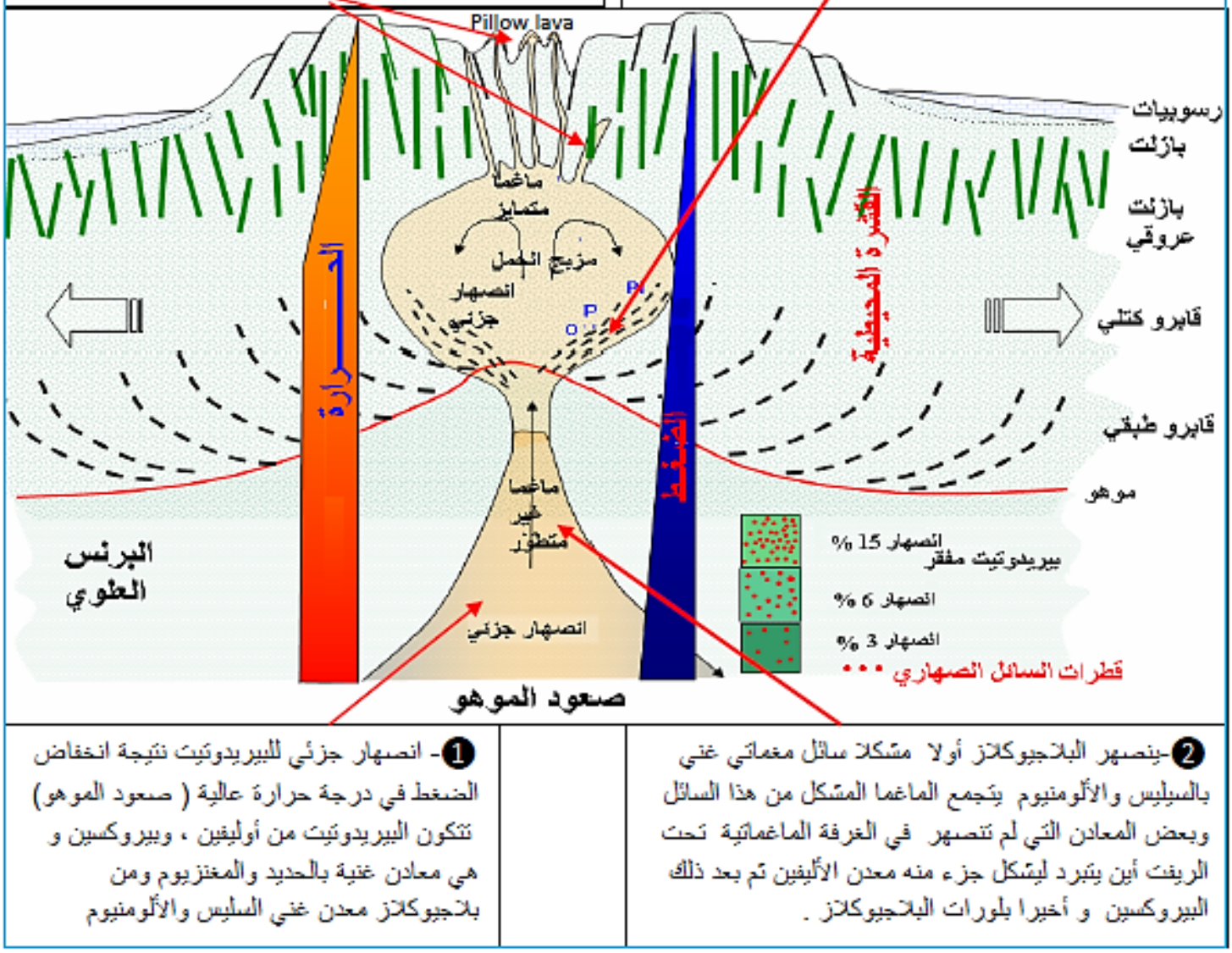
في المنطقة 2 مع انخفاض الضغط و في درجة حرارة عالية ينصهر البيريدوتيت جزئيا فينتج عن ذلك سائل صهاري يحتوي على الألومنيوم والسيليس ذوي الكثافة القليلة و معادن لم تنصهر .

في المنطقة 3 ومع صعود السائل الصهاري إلى المستويات الأعلى والسطح تنخفض درجة الحرارة ما يؤدي إلى تبردها سريع وتشكيل صخر ذو بنية ميكروليتية يحتوي على زجاج ، ميكروليتات و معادن هو صخر البازلت .
الجزء المتبقي من البيريدوتيت في الغرفة المغماتية يتبرد ببطئ مشكل صخرا ذو بنية حبيبية هو الغابرو

من خلال المعلومات المتوصل اليها من الوثيقتين السابقتين , اشرح نشاط الغرفة المغماتية

❸-المعادن المتواجدة في الغرفة المغماتية تُضم إلى جدران هذه الأخيرة لتشكل صخر ذو بنية حبيبية (الغابرو) في قاعدة الغرفة الماغماتية و تحت الغابرو تبقى البيريدوتيت والتي فقدت عناصرها الحامضية (الألومنيوم والسليس) لذا فهي صخر فوق قاعدي يشكل البرنس الليتوسفيري

❹-المعادن أثقل من الماغما تترسب في قاع الغرفة المغماتية بينما يصعد الجزء السائل نحو قمة الغرفة ثم إلى السطح أين يتبرد بسرعة مشكلا صخور ميكروليتية (البازلت الوسائدي) أو pillow lava وعندما يتم التبرد ضمن شقوق القشرة المحيطية يشكل البازلت العروقي



❷-ينصهر البلاجيوكلاز أولا مشكلا سائل مغماتي غني بالسيليس والألومنيوم يتجمع الماغما المشكل من هذا السائل وبعض المعادن التي لم تنصهر في الغرفة الماغماتية تحت الريفت أين يتبرد ليشكل جزء منه معدن الأليفين ثم بعد ذلك البيروكسين و أخيرا بلورات البلاجيوكلاز .

❶- انصهار جزئي للبيريدوتيت نتيجة انخفاض الضغط في درجة حرارة عالية (صعود الموهو) تتكون البيريدوتيت من أوليفين ، وبيروكسين و هي معادن غنية بالحديد والمغنزيوم ومن بلاجيوكلاز معدن غني السليس والألومنيوم

نشاط الغرفة الماغماتية :

- إنخفاض الضغط مع بقاء الحرارة مرتفعة على مستوى الظهرة نتيجة صعود الموهو يسمح بالانصهار الجزئي للبيريدوتيت ما يؤدي إلى تشكل غرفة ماغماتية.
- تتكون البيريدوتيت من أوليفين ، وبيروكسين و هي معادن غنية بالحديد والمغنزيوم و من بلاجيوكلازمعدن غني بالسليس والألومنيوم.
- ينصهر البلاجيوكلاز أولا مشكلا سائل مغماتي غني بالسيليس والالومنيوم , يتجمع الماغما المتشكل من هذا السائل وبعض المعادن في الغرفة المغماتية تحث الريفت على بعد كيلومترات من السطح أين يتبرد فيتبلور جزء من الماغما مشكلا معدن الأوليفين ثم يتشكل بعد ذلك البيروكسين وأخيرا تتشكل بلورات البلاجيوكلاز .

- المعادن الأثقل من الماغما تترسب في قاع الغرفة المغماتية بينما يصعد الجزء السائل نحو قمة الغرفة , ثم إلى السطح أيت تتبرد بسرعة عند ملامسة ماء البحر مشكلا صخور ميكروليتية البازلت الوسائدي أو pillow lava وعندما يتم التبرد ضمن شقوق القشرة المحيطية يشكل البازلت العروقي .
- المعادن المتواجدة في الغرفة المغماتية تضم إلى جدران هذه الأخيرة لتشكل صخور ذو بنية حبيبية (الغابرو).
- في قاعدة الغرفة المغماتية تحث الغابرو يبقى جزء البيريدوتيت والتي فقدت عناصرها الحامضية (الألومنيوم السيلس) لذا فهي صخر فوق قاعدي يشكل البرنس الليتوسفيري.

على مستوى الظهرات وسط محيطية أين يكون الماغما الناتج عن الإنصهار الجزئي للبيريدوتيت غنى بالألمنيوم وفقير بالمغنزيوم ويعود ذلك لكون الأول خفيف يتجمع في المستويات العليا للغرفة المغماتية والثاني ثقيل يتجمع في المستويات السفلى.

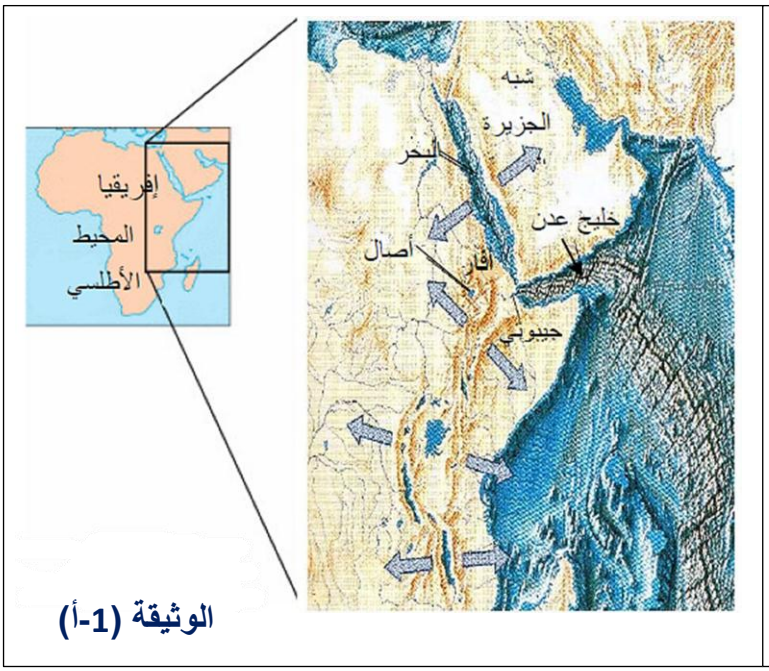
❺ تشكل الخسف (الريفت) الشرق افريقي

يعتبر واد الريفت الكبير الشرق إفريقي عنصر جيولوجي هام، فهو يمتد من البحر الأحمر شمالا إلى غاية زامباز جنوبا على مسافة9500كلم ,عرضه من 40 إلى 60 كلم و بعمق يتراوح ما بين عدة مئات إلى عدة ألاف من الأمتار .يتكون من فرعين : شرق وغرب متميزين تربطهما منطقة من الفوالق تسمى " أسوا" , يعتبر هذا الريفت مجال تباعد ضمن قاري بطيء نسبيا، في حدود 10 ملم/سنة .

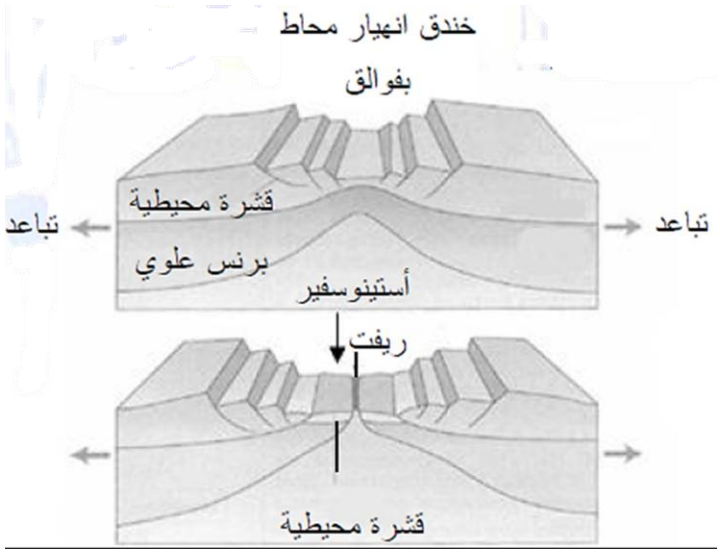
تمثل الوثيقة1 على الترتيب :
الوثيقة (1-أ) : خريطة تبرز ريفت الشرق إفريقي.
الوثيقة (1-ب) : رسمان تخطيطيان لتطور الليتوسفير على مستوى منطقة لريفت.

س1 - انطلاقا من الرسومات التخطيطية الممثلة بالوثيقة (1-ب) , صف بنية الريفت و استخرج نوع الفالق الملاحظ.
س2 - استخرج المعلومات التي تقدمها النمذجة السابقة فيما يخص عواقب التباعد.
س3 - ما هي الأدلة التي تسمح بالقول أن الظهرة هي منطقة تخضع إلى الدفع نحو الأعلى من جهة و السحب على الجانبين من جهة أخرى ؟
س4 - تتميز الظهرات بتدفق حراري مرتفع ، لذا يمكن اعتبارها مناطق صعود بيريدوتيت الأستينوسفير الساخن، إن صعود البرنس للبيريدوتيت، الصخور المشكلة لبرنس الكرة الأرضية.
ينتج الانصهار الجزئي لبيريدوتيت البرنس عن انخفاض الضغط.

- بالاستعانة بالوثيقة (1-ب) , اقترح تفسيرا لانخفاض الضغط على مستوى الظهرة المؤدي إلى الانصهار الجزئي لبيريدوتيت البرنس.



الوثيقة (1-أ)



الوثيقة (1-ب)

ج1 - وصف بنية الريفت :

- هو منطقة انخساف أرضي على مستوى المحور، يظهر بها خندق مركزي محفوف بشبكة من الفوالق، سطوح الفوالق (سطوح انزلاق قسمي القشرة الرضية التي يفصلهما الفالق) موجهة نحو مركز الخندق .وجود الفوالق يدل على نشاط زلزالي في هذه المنطقة.
- نوع الفوالق : عادية لأنها موازية لمحور الظهرة.

ج2 – المعلومات :

عند حدوث التباعد:

- يقل سمك الطبقات في الوسط
- تنشأ تراكيب تتمثل في فوالق عادية

ج3 – الأدلة :

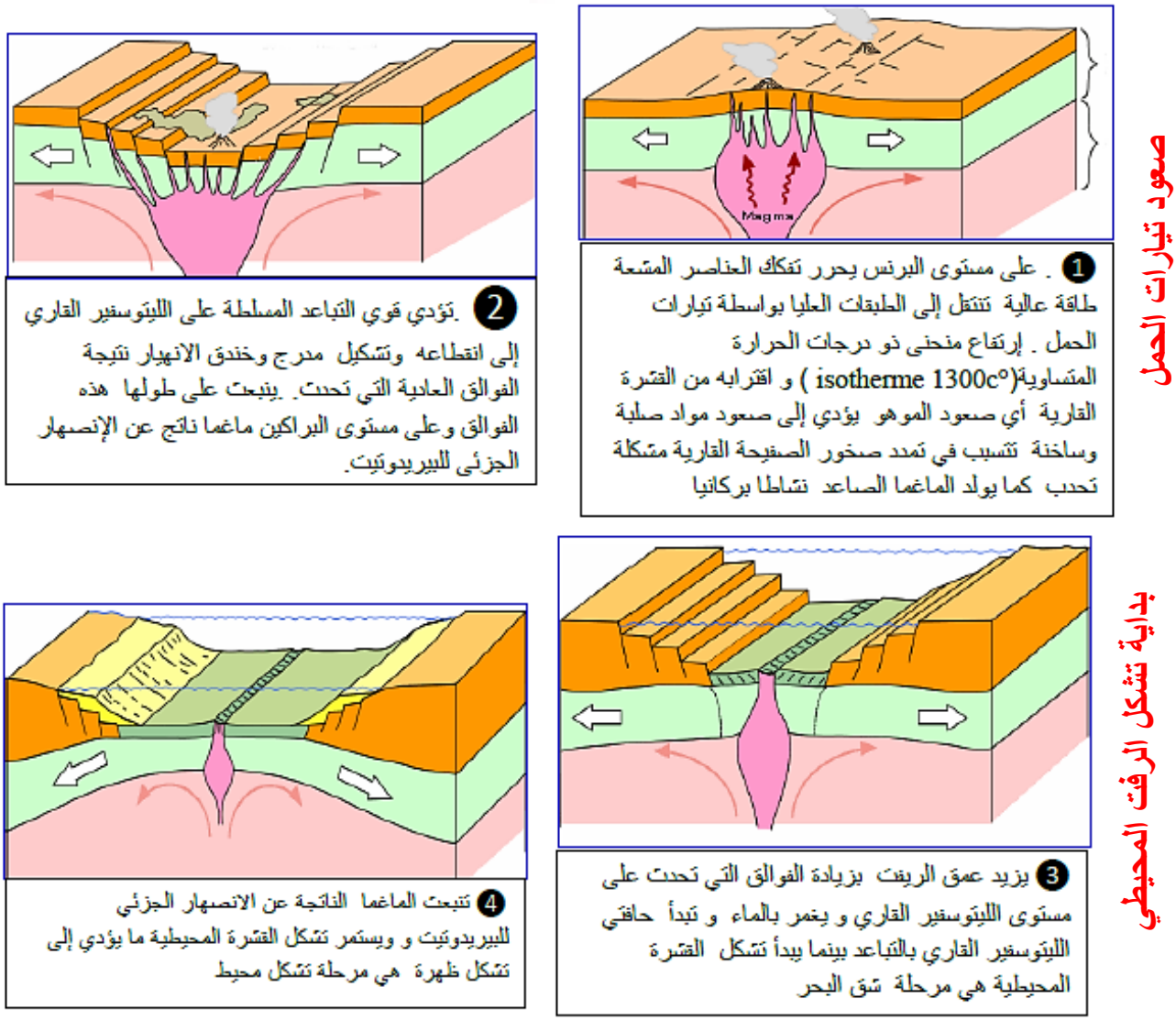
يتسبب صعود البرنس الساخن في دفع القشرة نحو الأعلى مما يسفر عنه رفع هذه المنطقة من القشرة.
حدوث الفوالق ينجم عنها بالضرورة انهيار قسم من القشرة الموجودة على الامتداد الشاقولي لمحور الفالق نحو الخندق، هذه الظاهرة ما هي إلا نتيجة عملية سحب.

ج4 – التفسير :

يصاحب التشكل التدريجي للريفت ترقق الليتوسفير بسبب الدفع الناجم عن صعود المواد الصلبة الساخنة، ينجم عن هذا الترقق انخفاض الضغط في هذه المنطقة مؤديا إلى انصهار جزئي لبيريدوتيت البرنس و تشكل غرفة ماغماتية.

❻ مراحل تشكل الظهرة وسط محيطية

نتجت القارات الحالية عن تجزأ قارة "بانجيا" تمت هذه التجزئة على مستوى الظهرات المحيطية الحالية بظاهرة الريفتينغ (rifting) .
تلخص الوثيقة2 المراحل الأساسية المتتالية لتشكيل ظهرة محيطية .



يمكن تلخيص مراحل تشكل الظهرة وسط محيطية بالمراحل التالية :

القارة الاصلية (الشكل1) :

- يتسبب صعود الأستينوسفير الساخن على الامتداد الشاقولي لتيارات الحمل في ارتفاع درجة حرارة سطح الكرة الأرضية مما يسفر عنه تشقق الليتوسفير القاري و تمدد القشرة، تخضع هذه المنطقة إلى حركة تباعد ترفق بظهور براكين و زلازل و هي شواهد على انصهار الرداء في العمق.

تشكل الريفت (الشكل2) : تتميز هذه المرحلة بـ:

- انهيار المنطقة المركزية مؤديا إلى ظهور بنية مكونة من خندق الانهيار ومدرجات محددة بفوالق عادية، هذا ما يشكل الريفت (الخسف) كما هو الحال في أفار (اثيوبيا)

صعود البرنس (الشكلان 3و4):

- يؤدي صعود البرنس إلى ترقق القشرة الأرضية التي تنتهي بالانهيار ينتج عن هذا الأخير انفجارات بركانية تعمل على توضع صخور البازلت التي تشكل في المستقبل قاع المحيط، تدعى هذه الظاهرة بالريفتينغ.
- الاتساع المحيطي: تتميز هذه المرحلة بـ:
  - تباعد القشرة الأرضية مما يسمح بتوضع البازلت نتيجة حدوث انفجارات بركانية متتالية.
  - تباعد تدريجي لحافتي المحيط.
  - تغمر منطقة الخسف بمياه البحر.
  - في الأخير يتشكل ليتوسفير محيطي نتيجة صعود الماغما.

الحصيلة المعرفية

النشاط التكتوني و البنيات الجيولوجية المرتبطة به

على مستوى مناطق البناء

1 – الظواهر المرتبطة بالبناء (accrétion):

- تتميز مناطق البناء ب: سلاسل جبلية تحت مائية (الظهرات) التي تشكل أحزمة في وسط المحيطات وزلازل سطحية و بركنة من النمط الطفحي.
- تنشأ على مستوى الظهرات وسط محيطية وبشكل مستمر قشرة جديدة بفضل بركنة نشطة،وتكون اللافا (الحمم) المنبعثة جد مائعة مشكلة وسائد صخرية نتيجة التبرد السريع للماغما عند ملامسة الماء.
- تخترق الظهرة بنمطين من الفوالق،التي تتسبب في الزلازل السطحية:
  - ✓ فوالق موازية لمحور امتداد الظهرة.
  - ✓ فوالق متعامدة على محور امتداد الظهرة (فوالق تحويلية).

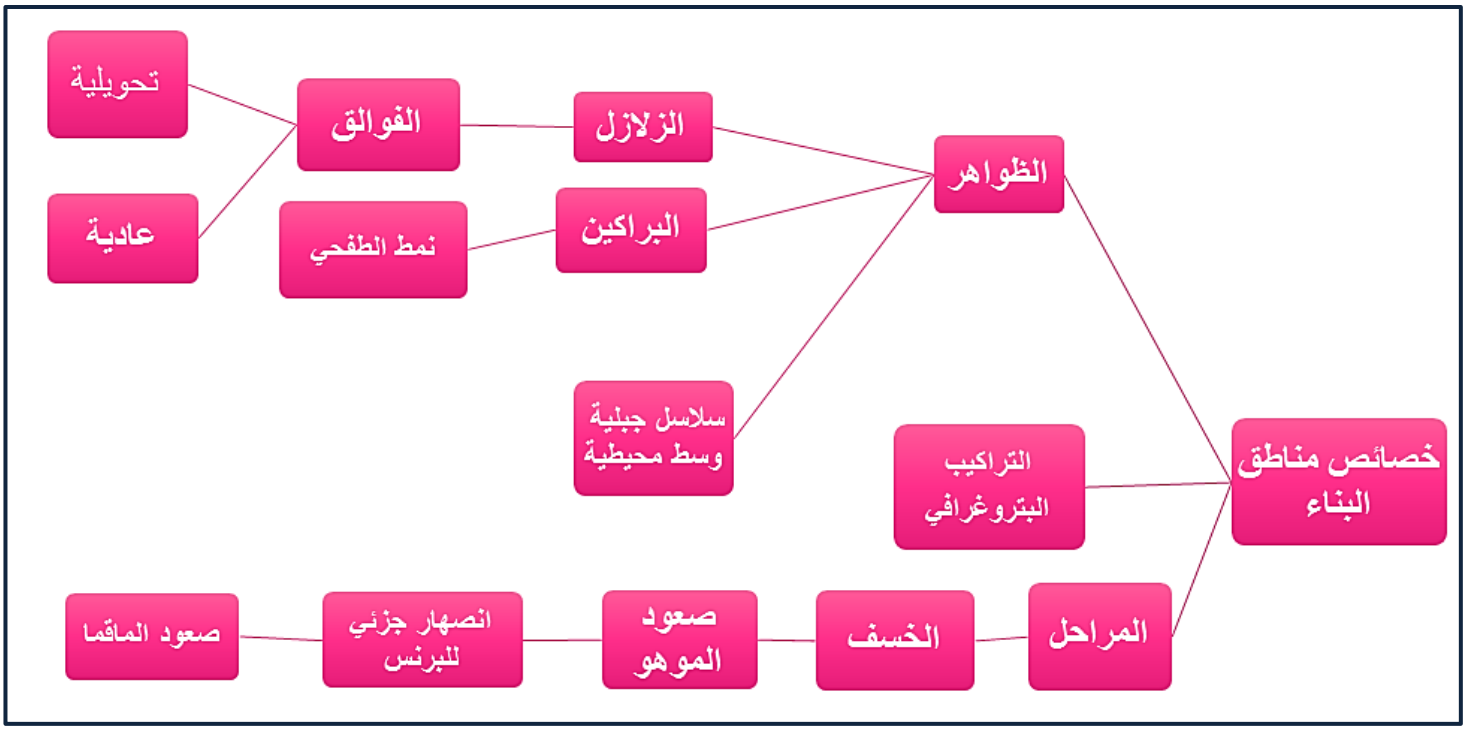
2 – تشكل اللوح المحيطي :

- يتكون الليتوسفير (اللوح) المحيطي بالتتالي من الأسفل نحو الأعلى من البيريدوتيت، الغابرو والبازلت. ينصهر الجزء العلوي من البرنس العلوي جزئيا مشكلا ماغما بازلتي يحتوي على معادن ذات عناصر كيميائية ثقيلة كالحديد والمغنزيوم.
- ينشأ البيريدوتيت من المعادن الثقيلة التي لم تنصهر , وينشأ انطلاقا من الماغما البازلتي صخر الغابرو ذو النسيج الحبيبي (تبرد بطيء للماغما في العمق) , وينشأ البازلت ذو النسيج الميكروليتي من تبرد سريع للماغما على مستوى السطح .
- تتوقف لزوجة الماغما على مدى غناه بالسيليس , حيث يكون الماغما البازلتي غني بالعناصر الحديدية المغنيزية وفقير بالسيليس وبالتالي يكون مائعا , حيث يتسبب في بركنة من النوع الطفحي .
- يعود الانصهار الجزئي لبيريدوتيت البرنس إلى انخفاض الضغط على مستوى الظهرات نتيجة صعود الموهو.

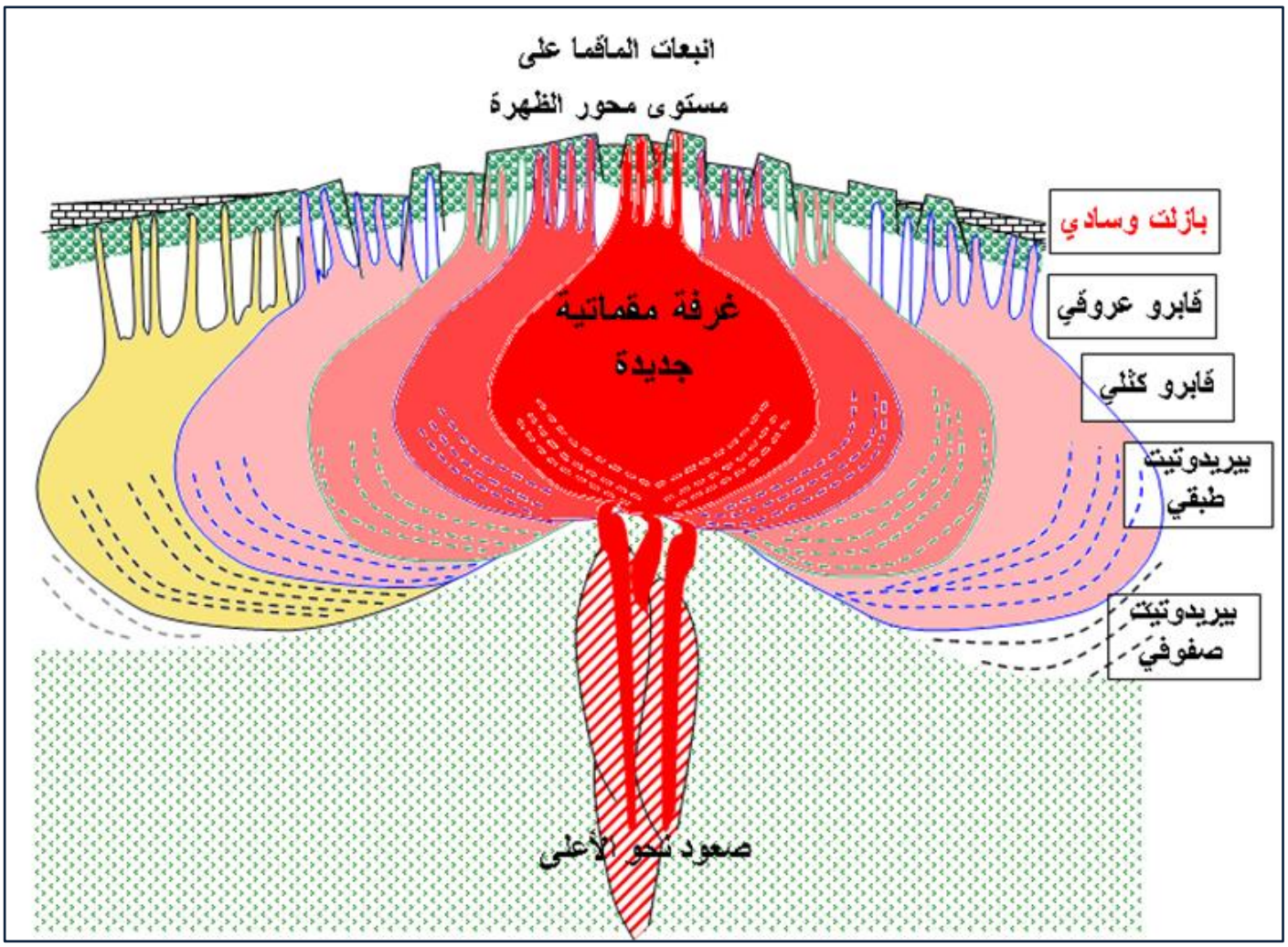
3 - تشكل التضاريس المميزة للظهرة وسط محيطية:

- في قمة الامتداد الشاقولي لتيارات الحمل الصاعدة و الساخنة يحدث انقطاع في الليتوسفير القاري الملامس وذلك بفعل الضغط الناجم عن صعود مواد صلبة ساخنة ، مما يؤدي لظهور بنية مكونة من خندق الانهيار ومدرجات محددة بفوالق عادية وهذا ما يشكل الخسف (الريفت) .
- يكون الليتوسفير أسفل خندق الانهيار رقيقا جدا وينشأ ذلك انخفاض في الضغط مما يسمح بالانصهار الجزئي لبيريدوتيت المعطف (الرداء) وتشكل غرفة ماغماتية.
- الظهرة منطقة يكون فيها الغلاف الصخري المحيطي محدبا ،رقيقا ومعرضا للتباعد.

مخطط تحصيلي



نشأة اللوح المحيطي



II – الظواهر المرتبطة بالغوص

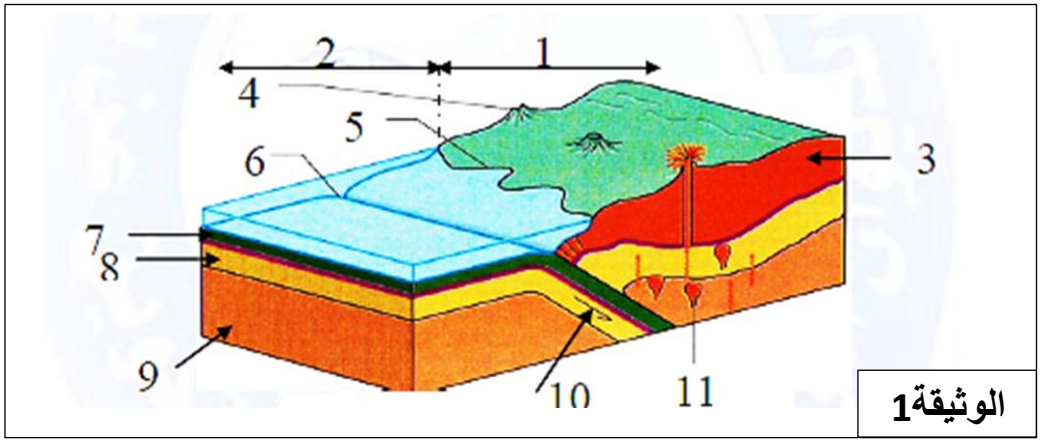
إن ازدياد قشرة الأرض بين حدود الصفائح التكتونية المتباعدة يقابله عملية نقص في مكان آخر من القشرة الأرضية تدعى بمناطق الحدود المتقاربة أو مناطق الغوص.

- **فما هي أهم المظاهر المرتبطة بظاهرة الغوص و ما هو المحرك الأساسي لهذه الظاهرة ؟**
- **ما هي الظواهر و التحويلية المرتبطة باختفاء اللوح المحيطي ؟**

الظواهر المرتبطة بالغوص

❶ - أوظف مكتسباتي

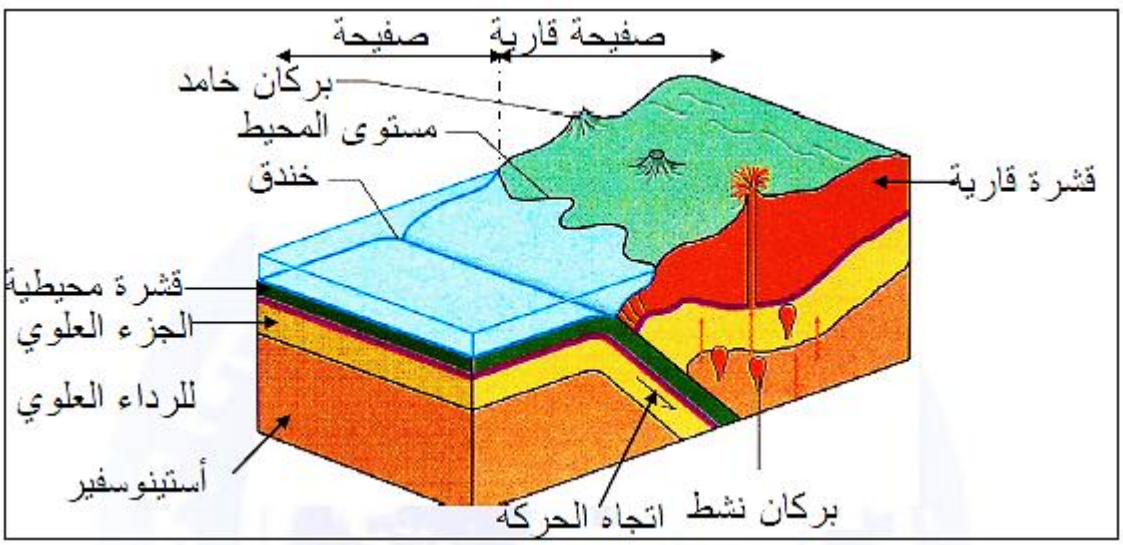
تمثل الوثيقة1 بروفيل جيولوجي لمنطقة غوص صفيحة محيطية تحت صفيحة قارية.



الوثيقة1

س - باستعمال معلوماتك المكتسبة ، اكتب البيانات المرقمة من 1 إلى 11 في الوثيقة1 بعد إعادة رسمها .

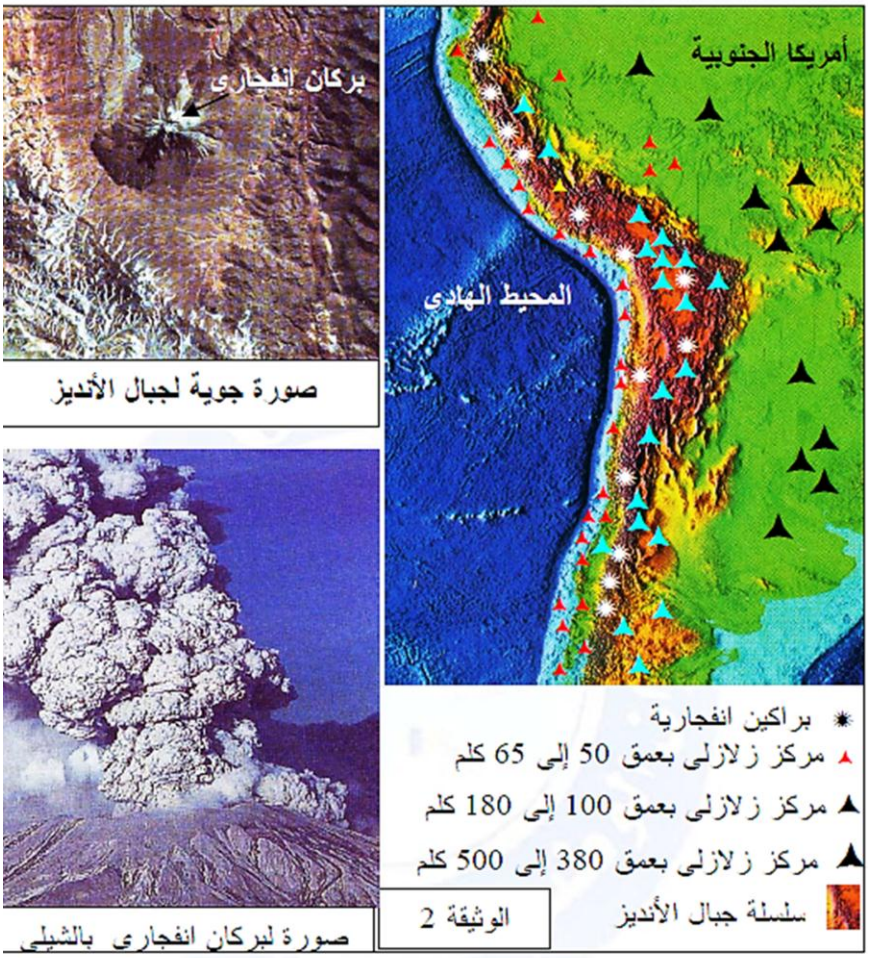
ج – البيانات :



❷ – خصائص مناطق الغوص

1 - توزع الزلازل و البراكين و التضاريس على مستوى جبال الأنديز:

تمثل الوثيقة2 الجزء الغربي من قارة أمريكا الجنوبية حيث تبرز سلاسل جبال الأنديز وتوزع الزلازل و البراكين الانفجارية بهذه المنطقة .



س - هل تتوافق توزع الزلازل المبين في الوثيقة2 مع مخطط بنيوف؟ . علل إجابتك .

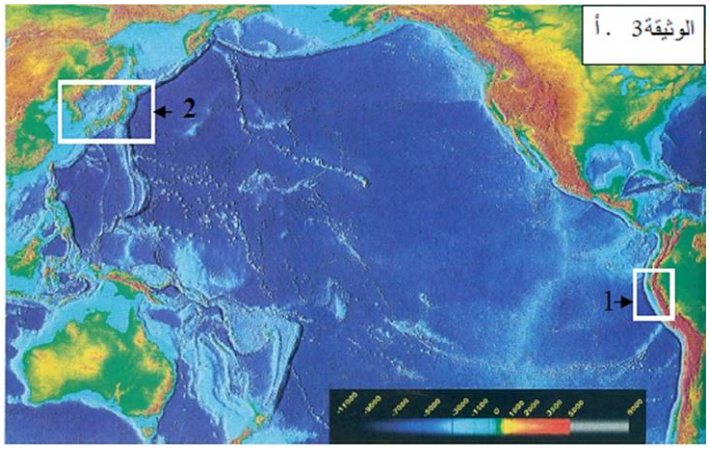
ج - نعم تتوافق مع مخطط بنيوف.

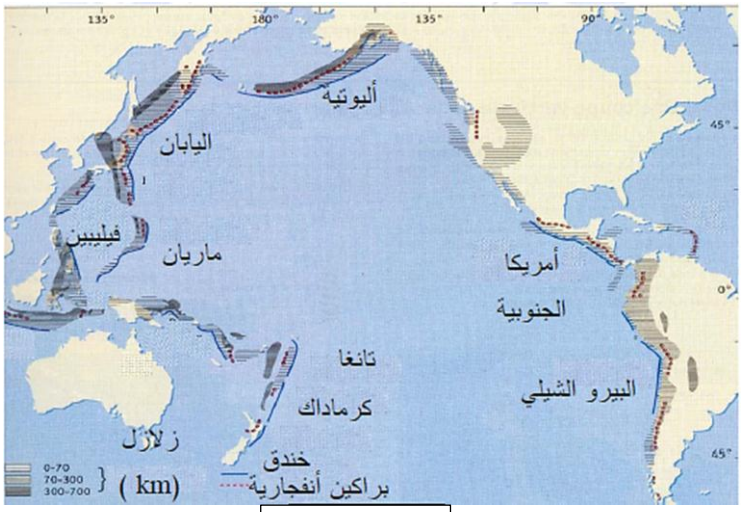
التعليل :

- المراكز السطحية قليلة العمق (50 إلى 65 كلم) تكون في المناطق الساحلية على حدود الصفيحة القارية و بينما المراكز متوسطة العمق (100 إلى 180 كلم) تكون مراكزها السطحية أبعد عن حدود الصفيحة القارية نحو داخل القارة (بعيدا عن الساحل) , تليها نحو اليابس مراكز الزلازل العميقة (380 إلى 500 كلم) . ومنه وجود عدد من الزلازل السطحية و المتوسطة و العميقة مما يبين أن أعماق مراكز الزلازل تزداد بالاتجاه نحو داخل القارة أو بمعنى آخر كلما ابتعادنا عن نقطة التقاء الصفيحتين القارية و المحيطية و هو ما يوافق مخطط بنيوف.

2 – تحديد مناطق الغوص

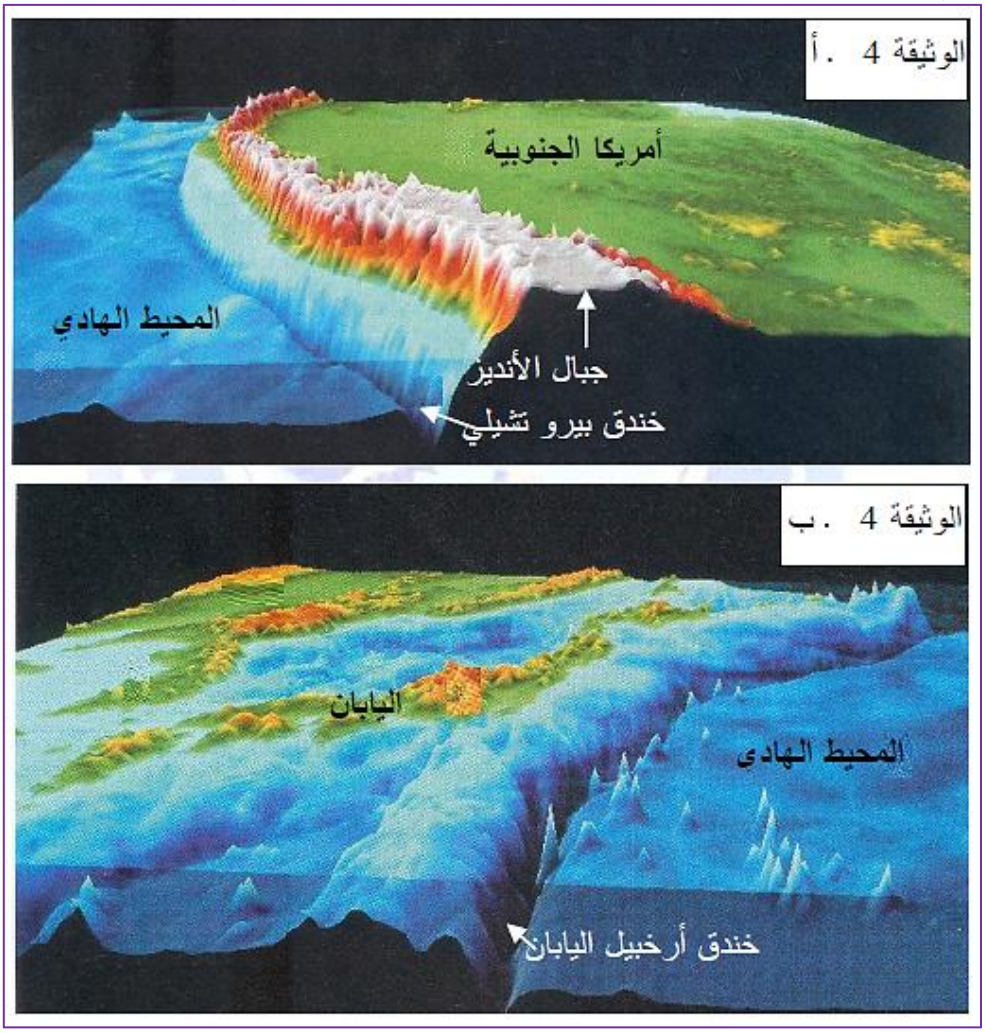
تمثل الوثيقة3 توزع كل من الزلازل والبراكين الانفجارية والخنادق المحيطية:
الوثيقة (3-أ) : صورة لحواف المحيط الهادي.
الوثيقة (3-ب) : رسم تخطيطي لهذا اللوح.





الوثيقة (3-ب)

تمثل الوثيقة(4-أ) مجسم لخندق البيرو التشيلي (الإطار1 من الوثيقة 3-أ)
تمثل الوثيقة (4-ب) مجسم لخندق أرخبيل اليابان الإطار2 من الوثيقة 3-أ)



س1 - حدد انطلاقا من الوثيقة3 مناطق تواجد الخنادق المحيطية.
س2 – عرف الخندق المحيطي.
س3 - بالاستعانة بالوثيقة(4) ، بين كيف تتشكل الخنادق.
س4 - بالاعتماد على الوثيقة (3-ب) صنف البراكين المرتبطة بعملية الغوص حسب توزعها.
س5 - بالاعتماد على المكتسبات المبنية، اكتب نصا علميا تصف به ظاهرة الغوص.
س6 - مما سبق، استخرج خصائص مناطق الغوص.

ج1 – تحديد مناطق تواجد الخنادق المحيطية:
- نلاحظ من خلال الخريطة الممثلة بالوثيقة3 وجود خنادق تمتد على طول التقاء الصفائح المتقابلة.

ج2 – تعريف الخندق المحيطي :
- الخنادق هي أعمق أجزاء قاع المحيط.

ج3 - كيفية تشكل الخنادق:
- تكونت الخنادق بفعل عملية الغوص، إذ تنتج من انحناء الصفيحة المحيطية إلى الأسفل عند طرف الصفيحة القارية.

ج4- تصنيف البراكين :
يمكن تصنيف البراكين حسب توزعها إلى:
- براكين قارية : و هي التي تحدث في السلاسل الجبلية غير المستقرة مثل براكين جبال الأنديز.
- براكين الأقواس الجزرية : وهي جبال بركانية تشكلت فوق قاع المحيط و تظهر فوق سطح الماء تاركة بينها و بين اليابس القاري حوضا ضيقا يملأه البحر مثل قوس جزر تونغا، قوس جزر الأليوتية، قوس جزر اليابان قوس جزر الفيليبين.

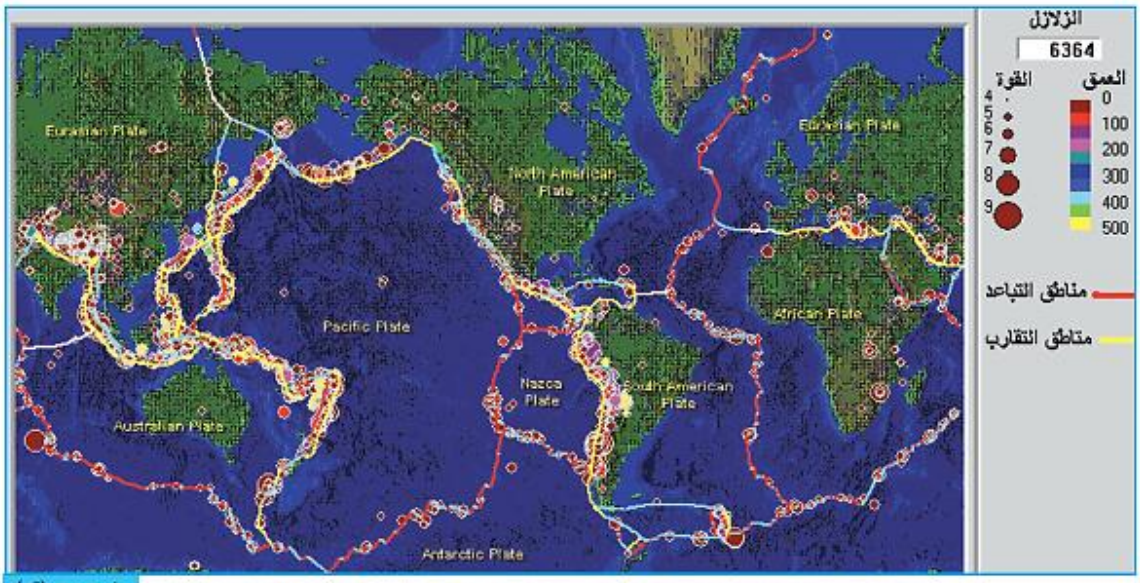
ج5 – النص العلمي :
- الغوص هو عملية إندساس طرف إحدى الصفيحتين المتقاربتين تحت طرف الصفيحة الأخرى و يغوص الطرف المندس في الجزء العلوي من الرداء العلوي المسمى الأستينوسفير ويحدث الغوص نتيجة إختلاف الكثافة بين الصفيحتين المتقاربتين حيث يغوص الطرف الأكثر كثافة لذا يمكن القول أن الغوص يحدث غالبا عند تقارب صفيحة محيطية و أخرى قارية (الوثيقة1).
على سبيل المثال أندساس صفيحة المحيط الهادي و هي صفيحة محيطية تحت صفيحة أمريكا الجنوبية التي تشمل قارة أمريكا الجنوبية وهي صفيحة قارية (الوثيقة2) .

ج6 – خصائص منطقة الغوص :
تتميز مناطق الغوص بـ :
- وجود خنادق محيطية.
- بركنة انفجارية.
- زلازل عنيفة.
- جزر بركانية.

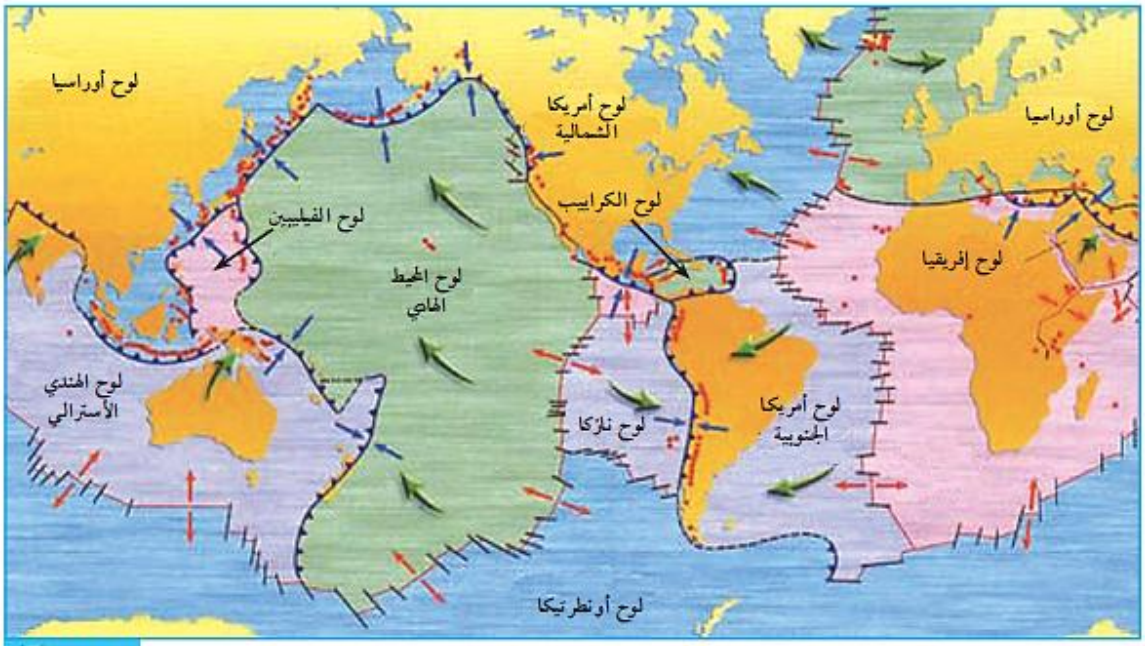
3 - توزيع مناطق الغوص في العالم

تتوزع مناطق الغوص في العالم بصفة عامة على مستوى حدود الألواح التكتونية المتقاربة حيث تدخل الصفيحة المحيطية تحت الصفيحة القارية.

تبين الوثيقة (6) خريطة توزع حدود الصفائح التكتونية.



الوثيقة (6) خريطة توزيع الزلازل في العالم بين 1960 و2007 عن Seismic eruption



الوثيقة (7) خريطة تبين العلاقة بين توزيع الزلازل في العالم وحدود الصفائح التكتونية

س1 - بالاعتماد على دليل الوثيقة6, حدد مناطق الغوص.

س2 - استخرج من الوثيقة7 أنواع الصفائح المتقاربة (قارية , محيطية) التي أدت إلى حدوث ظاهرة الغوص.

ج1- تحديد مناطق الغوص :

- مناطق الغوص مرتبطة بالحدود المتقاربة.

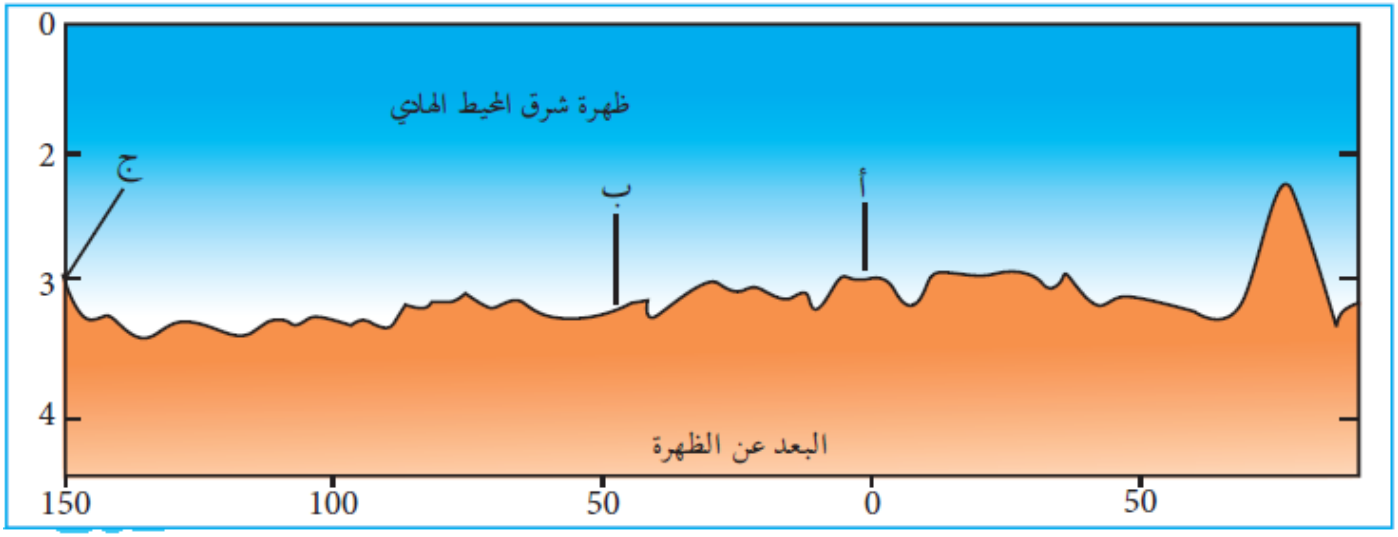
ج2 - أنواع الصفائح المتقاربة:

- محيطي-قارية ومحيطية – محيطية.

اختفاء اللوح المحيطي

❶ - تطور سمك الليتوسفير

يتغير سمك الليتوسفير المحيطي عند ابتعاده عن الظهرة وذلك تبعا لتبلور معادنه وتشبعه بالماء.
بينت الدراسات المحيطية لقشرة المحيط الهادي أن درجة حرارة اللوح المحيطي تتناقص كلما أبتعدنا عن الظهرة.
يلخص جدول الوثيقة(1-أ) كثافة و سمك كل من البرنس الليتوسفيري و القشرة المحيطية على مستوى المحطتين (أ) و (ب) و (ج) كما هو مبين في المقطع الموالي.

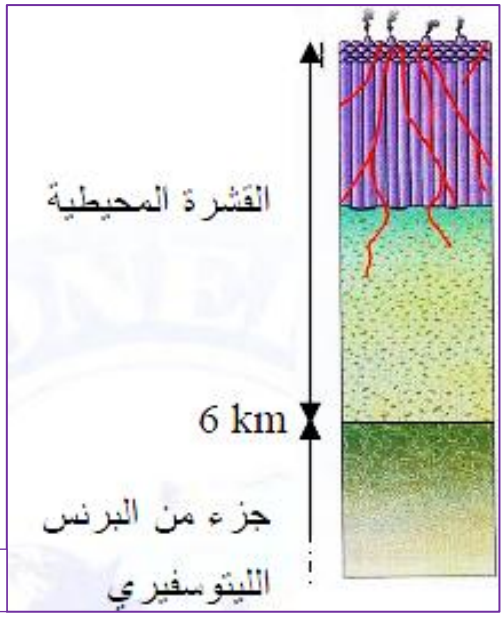


مقطع في عمق البحر مع تحديد مناطق محطات التسجيل

	الكثافة	السمك (km)	
		في المحطة (أ)	في المحطة (ج)
القشرة المحيطية	2.9	6	6
البرنس الليتوسفيري	3.3	9	60

الوثيقة(1-أ)

تمثل الوثيقة(1-ب) رسم تخطيطي لمقطع في الليتوسفير المحيطي



الوثيقة(1-ب)

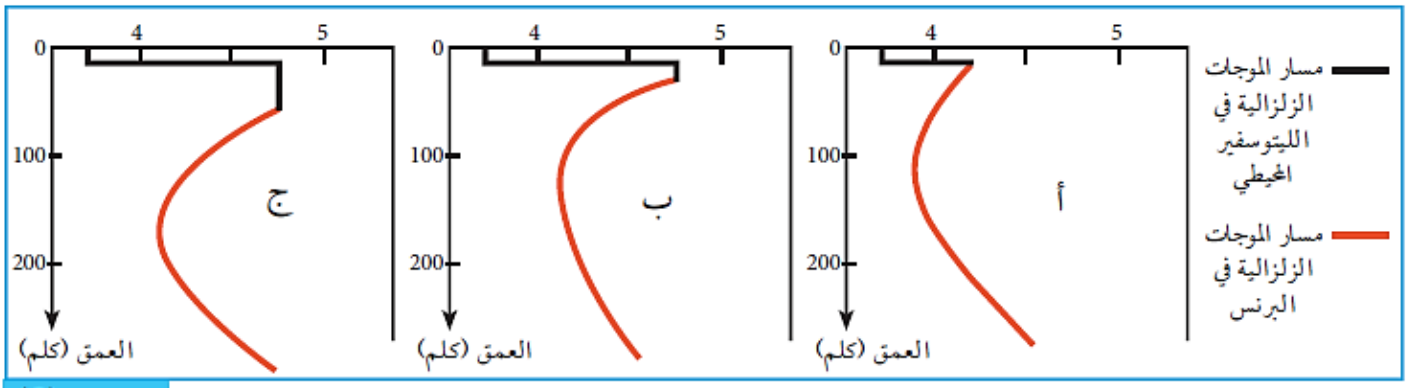
توجد 3 أنواع أنواع من الموجات الزلزالية حسب زمن وصولها و هي:

- الموجات P - الموجات S و الموجات L

و تختلف هذه الموجات عن بعضها البعض حسب السعة حيث تكون صغيرة في حالة الموجات P و متوسطة في حالة الموجات S و كبيرة في حالة الموجات L .

- تكون سرعة انتشار الموجات P أكبر من سرعة انتشار الموجات S وسرعة انتشار هذه الأخيرة أكبر من سرعة الأمواج L .
- كلما كانت سعة الأمواج صغيرة كلما كانت سرعة انتشارها كبيرة و العكس صحيح.

تظهر الوثيقة2 نتائج تسجيل الموجات الزلزالية (S) على مستوى المحطات (أ , ب , ج) .



الوثيقة (2) انتشار الموجات الزلزالية S في المناطق الثلاث

انطلاقا من الوثيقة (1-أ) و (1-ب) :

س1 - أحسب متوسط كثافة الليتوسفير المحيطي على مستوى كل من المحطة (أ) و المحطة (ج) .

س2 – قارن النتائج المحصل عليها وماذا تستخلص .

س3 - قدم تحليل مقارن للتسجيلات الثلاثة المحصل عليها في الوثيقة 2 . ماذا تستنتج ؟

ج1 – حساب متوسط كثافة الليتوسفير المحيطي على مستوى كل من المحطة (أ) و المحطة (ج):

- متوسط كثافة االليتوسفير المحيطي في المحطة (أ) = 3.14

كيفية حساب الكثافة في المحطة (أ) :
(6 كلم X 2.9) + (9 كلم X 3.3) = 47.1
تمثل 47.1 كثافة الليتوسفير المحيطي بسمك 15 كلم (6 كلم + 9 كلم).
اذن إذن متوسط كثافة الليتوسفير المحيطي هي 47.1 / 15 = 3.14

- متوسط كثافة االليتوسفير المحيطي في المحطة (ج) = 3.26

ج2 - مقارنة النتائج:

- كثافة االليتوسفير المحيطي في المحطة (ج) أكبر منها في المحطة (أ) .

الاستخلاص :

- كلما ابتعد االليتوسفير المحيطي من محور الظهرة كلما زادت كثافته.
- عملية غوص اللوح المحيطي تحت اللوح القاري ترجع إلى الفرق في الكثافة حيث أن كثافة اللوح المحيطي أكبر من كثافة اللوح القاري.

ج3 – التحليل المقارن : تبين الوثيقة (2)

- انتقال سريع للموجات (S) في البرنس بالمحطة (أ) أي على مستوى الظهرة.

- وصول متأخر نسبيا للأمواج على مستوى البرنس بالمحطة (ج) حيث تظهر على عمق 50كلم تقريبا .
- تباطؤ سرعة الأمواج الزلزالية على عمق 100كلم إلى 200كلم (في قمة الأستينوسفير)

الاستنتاج :

- الوصول المتأخر للموجات الزلزالية (S) في مستوى البرنس بالمحطة (ج) يدل على زيادة سمك الليتوسفير كلما ابتعدنا عن محور الظهرة .

نشاط مكمل : تطور كتلة كل من الليتوسفير المحيطي و الأستينوسفير

ترتبط كتلة عمود من الليتوسفير بمساحة 1م^2 (m^2) بعمرها و بالتالي ببعدها عن محور الظهرة ، يلخص جدول الوثيقة3 نتائج تطور:

- كتلة عمود ليتوسفير المحيطي (مساحة العمود 1م^2).
- البعد عن محور الظهرة (كلم) لظهرة تتباعد بسرعة متوسطة 8سم/سنة

عمر الليتوسفير المحيطي (10^6 سنة)	البعد عن محور الظهرة (Km)	سمك ليتوسفير محيطي (Km)		كتلة عمود من ليتوسفير محيطي لمساحة= 1م^2 (10^3 طن)	أستينوسفير بنفس المساحة و السمك (10^3 طن)
		القشرة	البرنس		
2	160	5	8	40.7	42.3
10	800	5	24	93.5	94.3
15	1200	5	31	116.6	117.0
25	2000	5	41	149.5	149.5
30	2400	5	45	162.8	162.5
40	3200	5	53	189.2	188.5
60	4800	5	66	232.1	230.7
80	6400	5	77	268.4	266.5
100	8000	5	87	301.4	299.0

س1 - ماذا يبين الجدول فيما يخص تطور كتلة كل من الليتوسفير المحيطي و الأستينوسفير ؟

س2 - ترجم نتائج تغيرات كتلة كل من الليتوسفير المحيطي و الأستينوسفير بدلالة العمر إلى منحنيين على معلم متعامد ومتجانس.

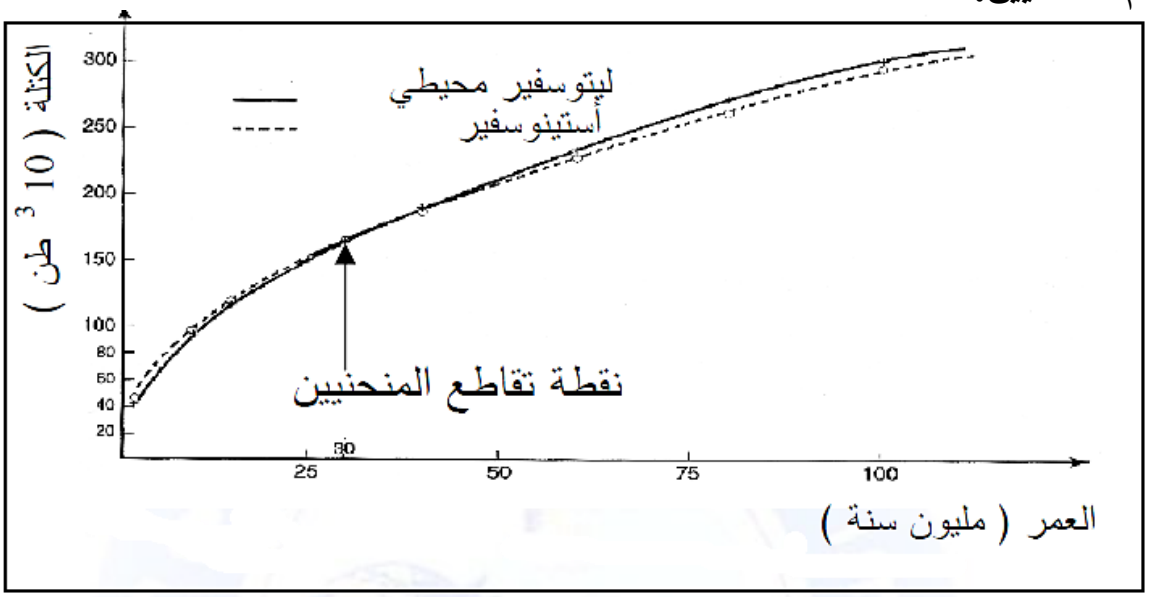
س3 - حدد على المنحنى نقطة تقاطع المنحنيين و ماذا تمثل هذه النقطة ؟

س4- هل تسمح هذه النتائج بتقديم اقتراح فيما يخص محرك الغوص ؟

ج1 - يبين الجدول فيما يخص تطور كتلة كل من الليتوسفير المحيطي و الأستينوسفير :

- يزداد سمك و كثافة كل من برنس الليتوسفير المحيطي و الأستينوسفير كلما ابتعد عن محور الظهرة.

ج2 - رسم المنحنيين:



ج3 - تحديد نقطة التقاطع :أنظر المنحنى.

- تمثل نقطة التقاطع عند عمر (حوالي 30 مليون سنة) النقطة التي تكون فيها كثافة الليتوسفير المحيطي مساوية تقريبا لكثافة الأستينوسفير التي توجد أسفلها.

ج4 - الاستخلاص:

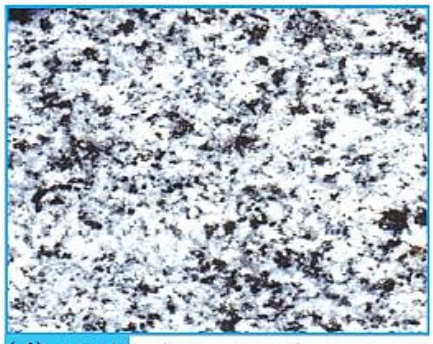
- تبين النتائج المحصل عليها أن المحرك الأساسي للغوص يكمن في زيادة كثافة الليتوسفير المحيطي مقارنة بكثافة الأستينوسفير الذي يوجد أسفله تعتبر إذن هذا الكثافة قوة نسبية تدفع بغوص الليتوسفير المحيطي في الأستينوسفير عند عمر 30 مليون سنة.

❷ ـ دراسة الصخور المميزة لمناطق الغوص

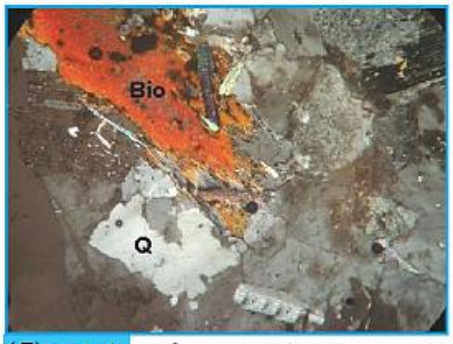
الغرانوديوريت والأنديزيت صخرين ناريين يتشكلان على مستوى مناطق الغوص.

استغلال الوثائق:

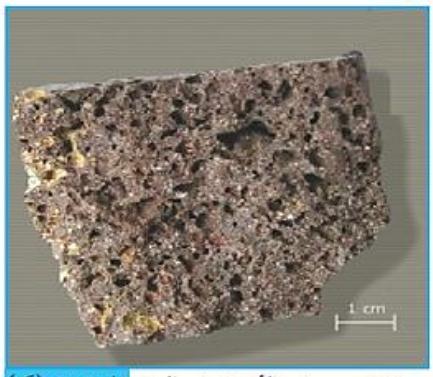
1. بالاعتماد على الوثيقتين (4، 6) قارن بالعين المجردة بين صخري الغرانوديوريت والأنديزيت
2. بالاعتماد على الوثيقتين (5 و7) اعتمادا على الملاحظة المجهرية قارن بين معادن صخري الغرانوديوريت والأنديزيت، ماذا تستنتج حول حجم البلورات ؟



الوثيقة (4) عينة من صخر الغرانوديوريت بالعين المجردة



الوثيقة (5) شريحة من صخر الغرانوديوريت تحت المجهر المستقطب



الوثيقة (6) عينة من صخر الأنديزيت بالعين المجردة

الوثيقة (7) شريحة من صخر الأنديزيت تحت المجهر المستقطب

ج1 ـ المقارنة بين البنية البلورية لصخري الغرنوديوريت والأنديزيت :

- صخر الغرانوديوريت ترى بلوراته بالعين المجردة بينما لا ترى بلورات صخر الأنديزيت.

ج2 – المقارنة :

- يتكون الغرنوديوريت من بلورات كبيرة ويتكون الأنديزيت من بلورات كبيرة تسبح في خليط من بلورات صغيرة (ميكروليتية وزجاج بركاني).

الاستنتاج :

- تبلور الغرانوديوريت ببطىء بينما تصلب الأنديزيت بسرعة.

❸ العلاقة بين منشأ صخور مناطق الغوص وبنيتها النسيجية

تؤدي ظاهرة الغوص إلى تشكل صخر الأنديزيت والغرانوديوريت في منطقتين مختلفتين من القشرة الأرضية.

الوثيقة (8) رسم تشكيلي لمنطقة الغوص

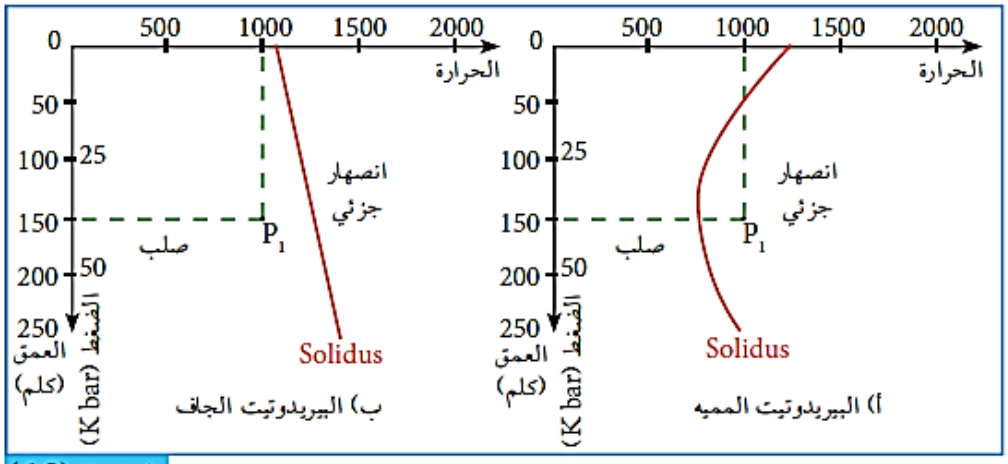
اطلاقا من المقارنة السابقة ومعارفك حول النمدجة :
س1 – استنتج ظروف تشكل صخر الأنديزيت والغرانوديوريت
س2 – انسب كل صخر إلى المنطقة التي أخذ منها (أ) أو (ب) من الوثيقة8

ج1 – استنتاج ظروف تشكل صخر الأنديزيت والغرانوديوريت :
- الصخرتين الأنديزيت والغرانوديوريت ناتجتين عن تصلب صهارة , فصخر الغرانوديوريت ذو معادن كبيرة وواضحة دليل على تبرده البطيء , أي في الأعماق , بينما صخر الأنديزيت ذو معادن صغيرة متواجدة ضمن خليط من الميكروليتات وزجاج بركاني مما يدل على تشكله على السطح نتيجة تبرد سريع للماغما.

ج2 – نسب كل صخر إلى المنطقة التي أخذ منها :
- الأنديزيت صخر بركاني ينشأ في السطح في المنطقة (أ) أما الغرانوديوريت فهو صخر مندس ينشأ في المنطقة (ب).

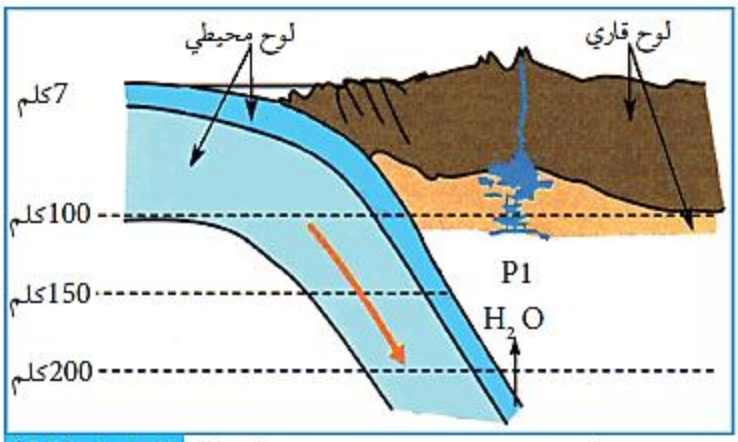
❹ ظروف انصهار بيريتيت برنس اللوح الطافي على مستوى مناطق الغوص :

تنتج الصخور الناشئة على مستوى مناطق الغوص عن الانصهار الجزئي للبيريدوتيت في ظروف فيزيائية وكيميائية مختلفة عن تلك التي نشأ فيها، ما هي هذه الظروف ؟



الوثيقة (10) منحنيات تبين بداية انصهار البيريدوتيت في ظروف فيزيائية وكيميائية مختلفة

بين انصهار قطع من صخر البريدوتيت مخبريا في حالة وجود وغياب الماء النتائج المبينة في الوثيقة (10)



الوثيقة (11)

س1 – حدد منشأ البريدوتيت المنصهر بالاستعانة بالوثيقة8.
س2 – حدد الظروف الفيزيائية التي تتواجد فيها النقطتين P1 و P2 .

س3 – استخرج الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت في الحالة (أ) P1 والحالة (ب) P2 , علل إجابتك .
س4 – استخرج من الوثيقة11 الحالة الفيزيائية لبرنس اللوح الطافي في الموقع P1 , علل إجابتك.

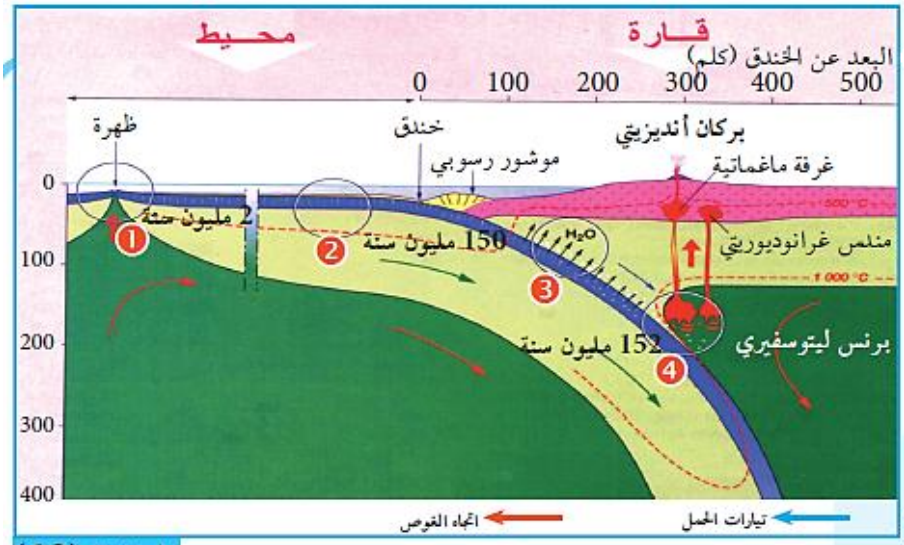
ج1 - منشأ البريدوتيت المنصهر:
- مصدر البيريدوتيت المنصهر على مستوى مناطق الغوص هو برنس اللوح الطافي.

ج2 - الظروف الفيزيائية التي تتواجد فيها النقطتين P1 و P2 :
- النقطتين (P_1) و(P_2) تقعان في نفس الظروف الفيزيائية (ضغط وحرارة) وتختلفان في موقعهما بالنسبة لخط Solidus.

ج3 - الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت في الحالة (أ) P1 والحالة (ب) P2 :
- النقطة (P_1) في حالة البيريدوتيت المميه تقع في مجال الإنصهار الجزئي وتقع النقطة (P_2) في حالة البيريدوتيت الجاف في مجال البيريدوتيت الصلب، نستنتج أن الماء يلعب دور مساعد للإنصهار الجزئي.

ج4 - الحالة الفيزيائية لبرنس اللوح الطافي في الموقع P1 مع التعليل:
- الماء يعد سببا في الإنصهار الجزئي لجزء من بيريدوتيت اللوح الطافي

❺ مصدر الماء في البيريدوتيت



الوثيقة (12) مقطع في منطقة غوص يبين مسار الماء

أمكن إظهار أن بيردوتيت برنس الصفيحة الطافية ينصهر بوجود الماء، ما هو مصدر الماء الموجود في الصخور ؟ وما هي تأثيراته ؟
أ) الوثيقة (12) توضح مسار الماء أثناء ظاهرة الغوص.

س1 - ماذا حدث للقشرة المحيطية عندما تغوص تحت القشرة القارية؟
س2 – ماذا يحدث للبرنس الليتوسفيري في منطقة الغوص؟
س3 – ماهو دور الماء في نشأة الصخور على مستوى مناطق الغوص.

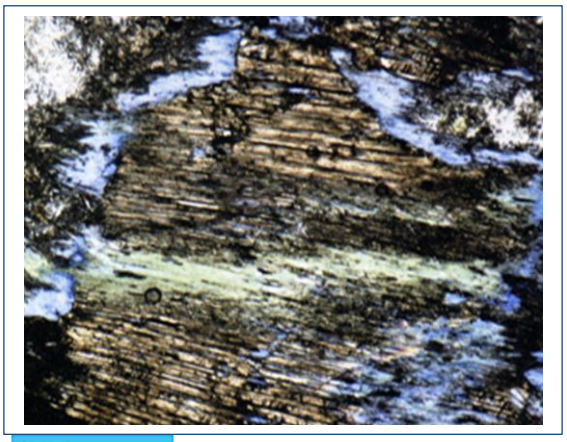
ج1 - يحدث للقشرة المحيطية عندما تغوص تحت القشرة القارية :
- الصفيحة الغائصة تفقد ماءها تدريجيا.

ج2 – يحدث للبرنس الليتوسفيري في منطقة الغوص :
- البرنس الليتوسفيري للوح الطافي يستعيد الماء المفقود من طرف اللوح الغائص.

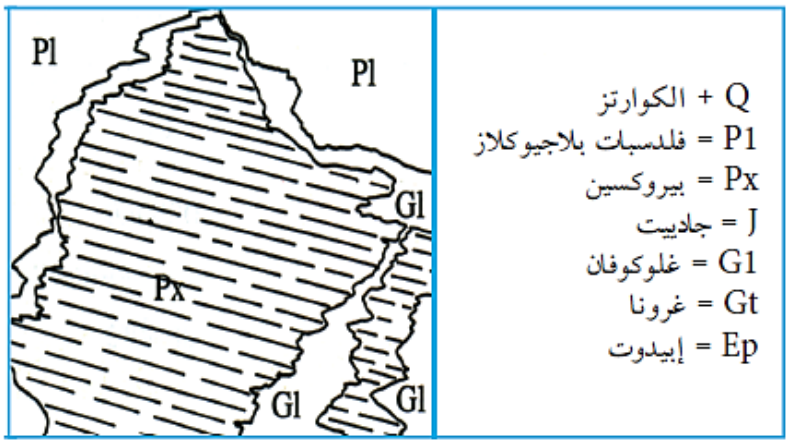
ج3 - **دور الماء في نشأة الصخور على مستوى مناطق الغوص** :
- يعمل الماء على إنصهار جزء من البرنس الليتوسفيري للوح الطافي.

❺ التغيرات التي تطرأ على معادن صخور لوح القشرة الغائصة (مراحل تحول الغابرو)

تنتج الصخور المتحولة المميزة للحواف النشطة عن تحولات بازلت و غابرو اللوح الغائص حيث تمثل الوثائق (13,14و 15) على التوالي عينات أخذت من المناطق (1 ,2 و3) من الوثيقة12 والتي توضح التغيرات المعدنية التي تحدث في مستويات مختلفة من الصفيحة المحيطية الغائصة.

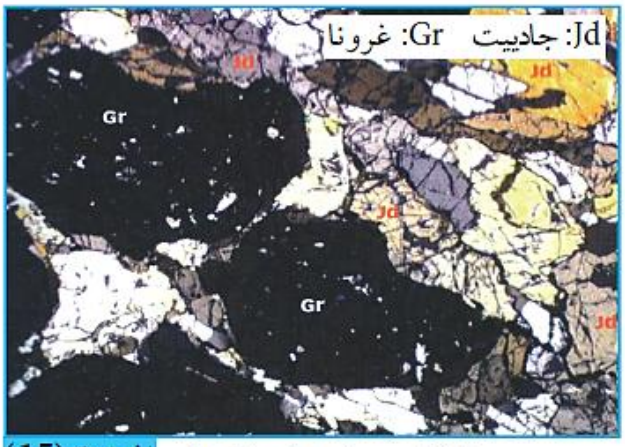


أ) شريحة الميتاقابرو تحت المجهر المستقطب **الوثيقة (13)**



ب) مخطط تفسيري لشريحة الميتاقابرو تحت المجهر المستقطب

شريحة الشست الأزرق تحت المجهرالمستقطب **الوثيقة (14)**



شريحة الإكلوجيت تحت المجهر المستقطب **الوثيقة (15)**

س1 – بالاعتماد على دراسة معادن الصخور المميزة لمناطق التباعد , قارن في جدول بين المعادن االمكونة لغابرو والميتاغابرو . ماذا تستنتج.
س2 – قارن البنية النسيجية الميتاغابرو والشيست الأزرق من حيث تنظيم وشكل المعادن (Pl وGl) , ثم اقترح تفسيرا لهذا التنظيم.
س3 – قارن بين الشيست الازرق والايكيلوجيت من حيث التركيب المعدني والبنية النسيجية.
س4 – انطلاق من الوثيقة (12) والمعلومات التي توصلت اليها سابقا , اكتب نص علمي تبرز من خلاله مراحل تطور القشرة المحيطية من الظهرة إلى منطقة الغوص.

معلومات مفيدة

غلوكوفان (glaucophane): معدن من عائلة الأومفيبول، لونه ازرق، يقطعه مستون الانفصام بينهما زاوية 120°، يميز الضغط العالي.

جاديت (Jadeite): معدن من عائلة البيروكسين، له لون بني فاتح، يميز الضغط العالي.

الغرونا(Grenat): معدن عاتم اللون في الضوء المستقطب، تضاريسه عالية، يبدي تشققات، يدل على الضغط المتوسط والعالي.

- من المقارنة بين الغابرو والميتاغابرو , نستنتج ظهور معادن جديدة في الميتاغابرو والمتمثلة في الغلوكوفان.

ج2 – مقارنة البنية النسيجية الميتاغابرو والشيست الأزرق من حيث تنظيم وشكل المعادن (Pl وGl) مع تفسير هذا التظيم :

من خلال المقارنة بين الميتاغابرو والشيست الأزرق : يوجد إختلاف في شكل المعادن (ميتاغابرو معادن كبيرة، الشيست الأزرق معادن ذات حجوم صغيرة) وكيفية توضعها.

- ظهور معادن جديدة في الشيست الأزرق كالغرونا.
- نسيج المعادن حيث تتوضع معادن الميتاغابرو بشكل عشوائي بينما تأخذ معادن الشيست الأزرق إتجاه معين يوحي بوجود صخور متحولة تشكلت على إثر تعرض الصخر لضغط عال.

ج3 – المقارنة قارن بين الشيست الازرق والايكيلوجيت من حيث التركيب المعدني والبنية النسيجية: خلال مقارنة البنية المعدنية (النسيج) والتركيب المعدني :

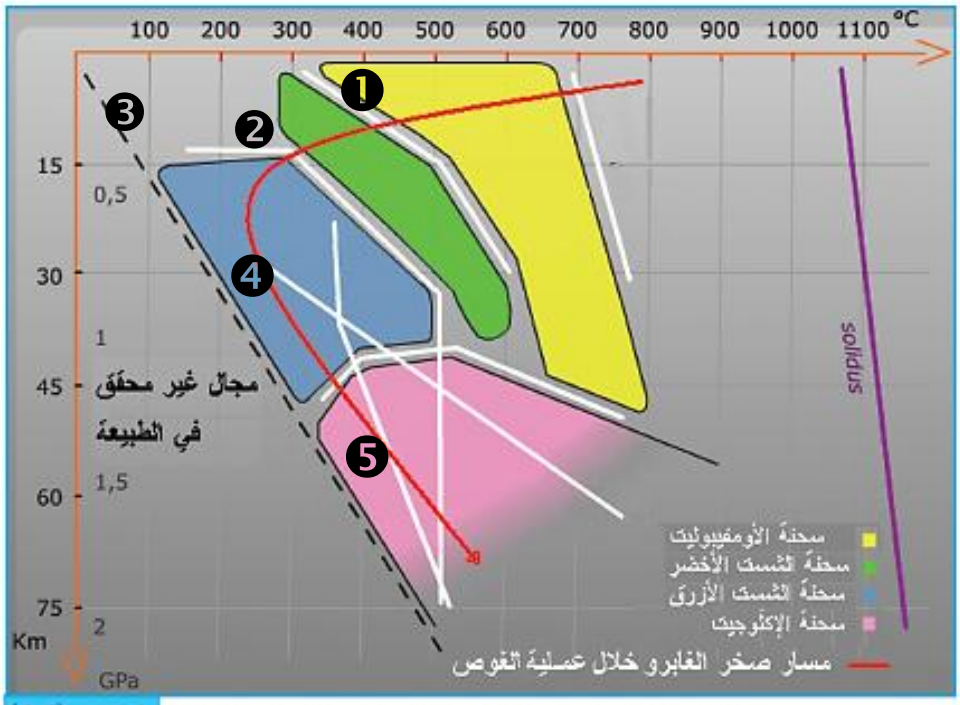
- معادن الإيكلوجيت كبيرة بالمقارنة مع معادن الشيست الأزرق، كما نلاحظ غياب الغلوكوفان وظهور الجادييت في الإيكلوجيت. يدل هذا على أن الإيكلوجيت تشكل في ظروف عالية من الضغط والحرارة.

ج4 - النص العلمي : مراحل تطور القشرة المحيطية من الظهرة إلى منطقة الغوص

تتشبع القشرة المحيطية بالماء خلال انتقالها من مكان تكونها وهو الظهرة إلى مناطق الغوص.
تتعرض القشرة المحيطية عندئذ إلى تحولات وتغيرات في السمك حيث يتبلور الزجاج البركاني المكون لصخر البازلت مؤديا إلى تحول هذا الاخير إلى ميتاغابرو (صخر كله متبلورا) ويزيد سمك اللوح المحيطي كلما ابتعدنا عن الظهرة المحيطية.
تفقد القشرة الناشئة جزء من حرارتها عندما تنتقل من الظهرة نحو منطقة الغوص ويدل ذلك أن القشرة المحيطية تتعرض إلى برودة كلما ابتعدت عن محور الظهرة.
تتشبع القشرة المحيطية بالماء على مستوى الظهرة وتنقله معها إلى منطقة الغوص أين تتخلص منه على إثر الضغط المسلط عليها من طرف اللوح الطافي ,فينظم الماء إلى برنس هذا الاخير.
تتميز الحواف النشطة بوجود صخور بركانية تشكلت على السطح كالأنديزيت وصخور اندساسية تشكلت في الاعماق كالغرانوديوريت.
وصلت هذه الصخور إلى السطح عن طريق عوامل جيولوجية معينة كالتعرية والحركات التكتونية .

❻ شبكات تشكل الصخور

استنتاج مختلف السحن إنطلاقا من التحولات المعدنية للصخور



مخطط يبين تطور صخر الغابرو خلال غوص الصفيحة المحيطية **الوثيقة (16)**

تتشكل الصخور المختلفة في ظروف معينة من الضغط والحرارة حيث أنه إذا تغيرت هذه الظروف تتغير المعادن ويتغير الصخر.

* الوثيقة (16) تبين تطور صخر الغابرو خلال غوص الصفيحة المحيطية ومختلف المعادن الناشئة خلال مرحلة الغوص.

* يمكن تلخيص مختلف التحولات الملاحظة في الوثيقة (16) في المعادلات التالية:

1) بلاجيوكلاز + بيروكسين + ماء ⟵ أومفيبول (هورنبلاند).
2) بالجيوكلاز + هورنبلاند + ماء ⟵ كلوريت + أكتينوت.
3) بلاجيوكلاز + كلوريت + أكتينوت ⟵ أومفيبول (غلوكوفان) + ماء.
4) بالجيوكلاز + غلوكوفان ⟵ غرونا + بيروكسين (جاديت) + ماء.

معلومات مفيدة

السحنة: تتمثل في مجموعة من المعادن تشكلت في نفس الظروف الفيزيائية (الحرارة والضغط) الكيميائية.
غلوكوفان(glaucophane): معدن من عائلة الأومفيبول، لونه ازرق، يقطعه مستويي انفصام بينهما زاوية 120°، يميز الضغط العالي.
جاديت(Jadeite): معدن من عائلة البيروكسين له لون بني فاتح،يميز الضغط العالي.
الغرونا(Grenat): معدن عاتم اللون في الضوء المستقطب، تضاريسه عالية، يبدي تشققات، يدل على الضغط المتوسط والعالي.

س1 – استنتج ظروف تشكل مختلف السحن المبينة في الوثيقة16.
س2 – ماذا تمثل كل من المرحلتين (1 و2) و (3 و4) ؟

ج1 - ظروف تشكل مختلف السحن :

يلاحظ أن الصخور اللوح الغائص تمر بتحولات تحدث على مستوى مرحلتين أساسيتين:

- المرحلة (1): أين تحدث تحولات لمعدن البازلت والغابرو وظهور معادن أخرى مستقرة فيما بينها، حيث يتم الانتقال من سحنة الأومفيبوليت إلى سحنة الشست الأخضر.
- المرحلة (2): أين تحدث تحولات للمعادن الجديدة وذلك بفعل الزيادة في الضغط والحرارة على إثر عملية الغوص حيث يتم الانتقال من سحنة الشست الأخضر إلى سحنة الشست الأزرق ثن إلى سحنة الإكلوجيت.

ج2 –

- تمثل المرحلتين 1و2 دخول الماء حيث ينتقل الصخر من صخر ناري (غابرو) إلى صخر متحول (ميتاغابرو) تكون فيه المعادن مستقرة فيما بينها (Domaine de stabilité) ونتحصل في هذه الحالة على سحنة الشيست الأخضر.
- تمثل المرحلتين 4 و5 طرد الماء بفعل الزيادة في الضغط ودرجة الحرارة حيث تظهر تدريجيا معادن جديدة.

يمثل الإنتقال من المرحلة 2 إلى المرحلة 4 تحول من سحنة الشيست الأخضر الممثلة بمعادن بلاجيوكلاز + كلوريت + أكتينوت إلى سحنة الشيست الأزرق الممثل بمعادن بلاجيوكلاز + غلوكوفان (أومفيبول) +البيروكسين.

ويدل الإنتقال من المجال 4، 5 على الزيادة في الضغط والحرارة المؤدية إلى ظهور معادن جديدة كالغرونا والجاديت التي تدل على سحنة الإكلوجيت.

السؤال التحصيلي: تلخيص في نص علمي لأهم مراحل تشكل الصخور المميزة لمناطق الغوص

المرحلة1:

انصهار جزء من الليتوسفير القاري نتيجة الضغط العالي الناتج عن الغوص وصعود الماغما وتشكل نوعين من الصخور وهي: **الصخور البركانية :** وهي الصخور التي تشكلت على السطح و تبردت بسرعة ومن أهمها الأنديزيت و الريوليت **الأنديزيت** : صخر بركاني يتكون من : البيروكسين ، الأمفيبول ، البلاجيوكلايز . له بنية ميكروليتية . **الريوليت :** صخر بركاني يتكون من : الكوارتز ، البيوتيت ، الفلدسبات . بنيته مكروليتية .

الصخور الأندساسية : وهي الصخور التي تشكلت في الأعماق (من 2كم إلى 6كم) و برزت إلى السطح بعدحدوث عملية التعرية ، ومن أهمها الغرانيت و غرنتوديوريت . **الغرانيت** : كامل التبلور ، يتكون من الكوارتز ، الميكا ، و فلدسبات **الغرانوديوريت** : كامل التبلور ، يتكون من كوارتز ، ميكا ، أمفيبول ، فلدسبات. أصل هذه الصخور ماغما غنية بالسليس كثيرة اللزوجة و هذا ما يتسبب في البركنة الانفجارية

المرحلة2: مرحلة الصخور المتحولة:

ـ إن الغابرو G1 المتشكل على مستوى الظهرة يتكون أساسا من البروكسين و البلاجيوكلايز ..درجة حرارته مازالت عالية (800 – 1000 درجة مئوية) .بعد تشكله يبدأ في الابتعاد عن الظهرة لأن الحمم الحديثة تدفع القديمة ، مما يتسبب في إحداث كسور وشقوق في هذه الطبقات فيتعرض بذلك الغابرو للتحول والتشوه بسبب انخفاض الحرارة من جهة وبتأثير المياه الساخنة من جهة أخرى ـ تعمل المياه الساخنة على إماهة الغابرو ـ مما يؤدي إلى ظهور معادن جديدة مميهة مثل الأمفيبول من نوع Hornblend فيتشكل G2 وهو غابرو متحول جديد يعرف بالميتاغابرو ينتمي إلى سحنة الأمفوبوليت . ويكون التحول وفقا للمعادلة التالية :

بروكسين + بلاجيوكلايز + الماء ⟵ أمفيبول (Hornblend) ـ باستمرار ابتعاد G2 عن الظهرة يتعرض من جديد إلى التحول (تحول هيدروترمال = إماهة + انخفاض في الحرارة) فتظهر معادن جديدة منها chlorite و actinote (أمفيبول) حيث يشكلا حويصلة أو حلقة aureole حول الأمفيبول من نوع hornblend . هذا الميتاغابرو G3 ينتمي إلى سحنة الشيست الأخضر . يمكن كتابة معادلة التحول بالشكل التالي :

أمفيبول Hornblend + الماء ⟵ chlorite + actinote

ـ خلال حدوث عملية الغوص يتعرض G3 إلى تحول جديد نظرا لزيادة الضغط مما يتسبب في تجفيفه Deshyratation. فتتشكل معادن جديدة منها الـ Glaucophane (أمفيبول أزرق)فينتج عن ذلك ميتاغابرو G4 ، ينتمي إلى سحنة الشيست الأزرق . يمكن كتابة معادلة التحول بالشكل التالي :

Chlorite +actinote ⟵ Glaucophane + الماء

ـ يستمر G4 في الغوص فيزداد الضغط والحرارة عليه ، فيحدث له تجفيف جديد و بشكل كبير فتنتج كمية كبيرة من الماء ،فيتحول G4 إلى G5 بعد ظهور معادن جديد منها ال Grenat (غرونا) و jadeite (الجاديييت = بيروكسين) .ينتمي G5 إلى سحنة الإيكوجيت . يمكن كتابة معادلة التحول كما يلي :

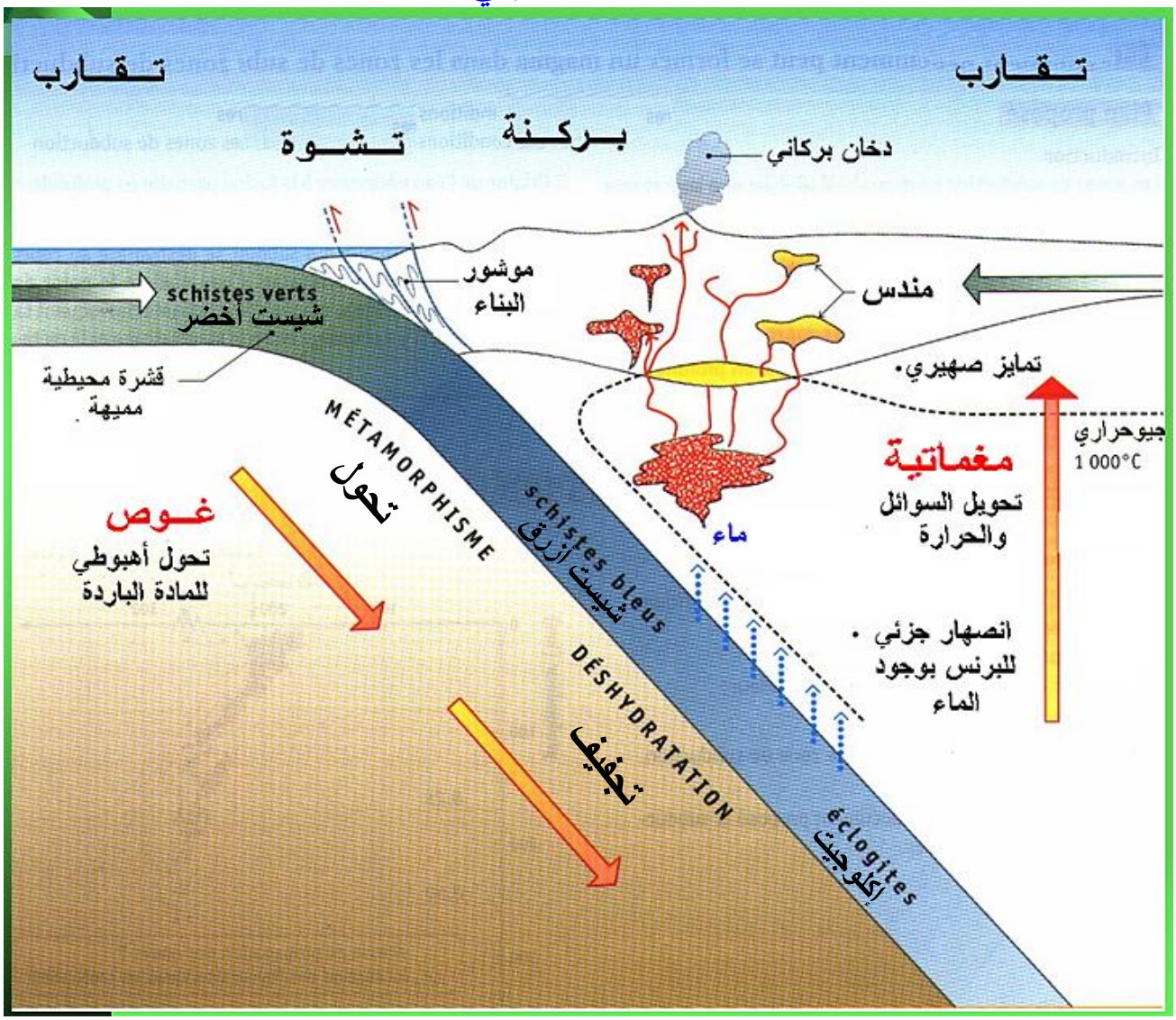
Glaucophane (غلوكافان) ⟵ jadeite + Grenat + الماء

ملاحظات : ـ الشيست الأزرق و الإيكوجيت هي صخور مميزة لمناطق الغوص . فالشيست الأزرق يتطلب تشكله حرارة منخفضة نوعا ما 350 درجة و ضغط مرتفع نوعا ما 38 كم (HP.BT) . بينما الإيكوجيت يتشكل في الظروف التالية : على عمق من 50 كم إلى 100 كم و في درجة حرارة بين 400 و 600 درجة مئوية (HP.HT) .

ـ إن تفاعل البروكسين مع البلاجيوكلايز من أجل الحصول على الأمفيبول مثلا هو تفاعل جزئي أي لا يشمل كامل البيروكسين و البلاجيوكلايز المكون للغابرو بل جزء منه ، فـ G2 يحوي الأمفيبول Hornblend و معه البيروكسين و البلاجيوكلايز..

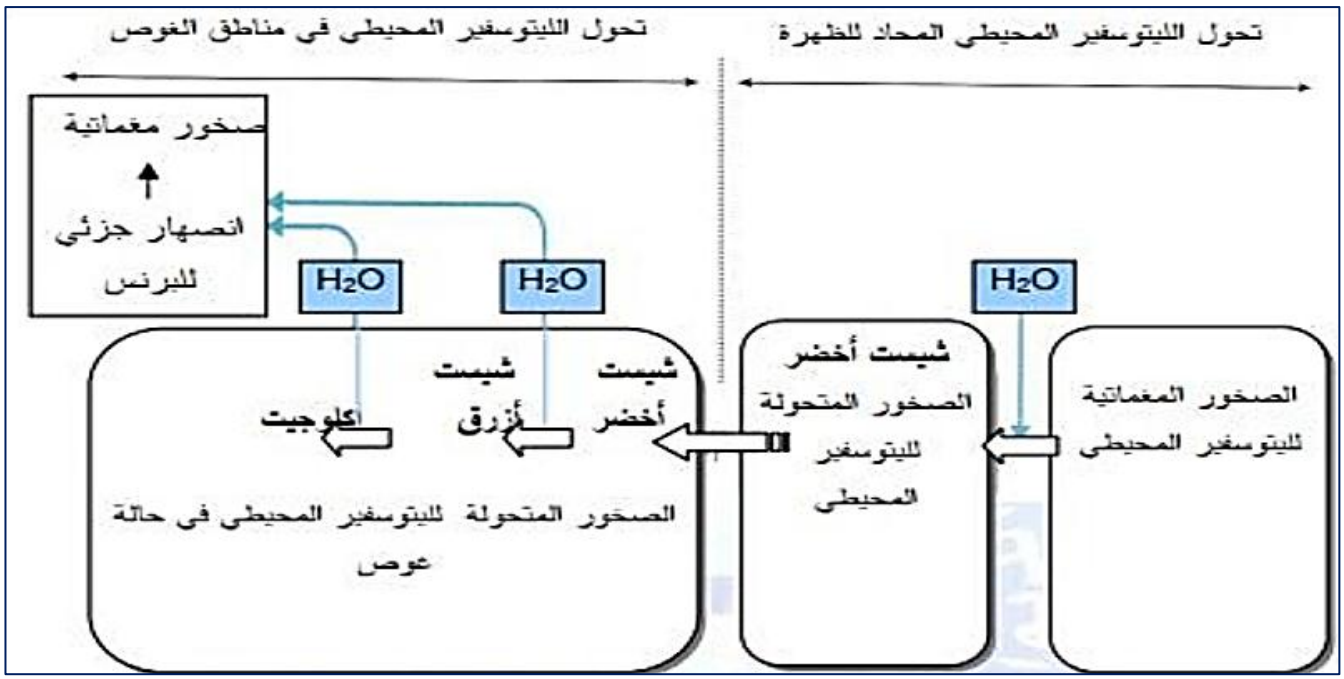
ـ معدن الـ jadeite هو عبارة عن بروكسين قاعدي نتج عن تفاعل البروكسين مع البلاجيوكلايز القاعدي

مخطط تحصيلي



التعليق على المخطط :

- في حرارة منخفضة وضغط متزايد يتعرض الغابرو (بيروكسان وبلاجيوكلاز) لتبرد شديد وتمييه فيتحول الى شيست أخضر (ميتاغابرو) .
- ظاهرة الغوص تحول الغابرو الى شيست أزرق يتميز بمعدن الغلوكوفان.
- يشتد الغوص فيتعرض الغابرو الى تزايد الضغط و الحرارة نسبيا فيتحول الى اكلوجيت يميزها معدنا الجاديييت والغرونا.



معلومات مفيدة :

1 – مفهوم سحنة التحول والسلسلة التحولية :

- تعبر السحنة عن تجمعات معدنية تتقارب في ظروف التشكل والتي تميز صخرة معينة , وهذا يعني أن كل سحنة تقابل مجال معين من الضغط والحرارة. تمكن هذه السحنات من تميز الصخور المتحولة و تحديد ظروف تشكلها.

مفهوم التحول :

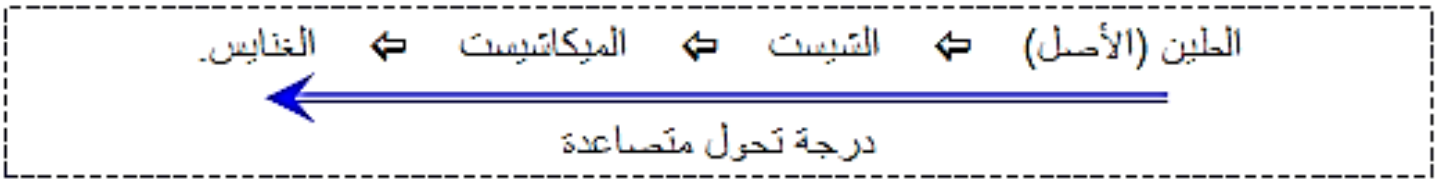
- هو مجموعة من التغيرات البنيوية والمعدنية التي تطرأ على صخرة سابقة الوجود (رسوبية , نارية أو متحولة) , في حالتها الصلبة , بفعل عاملي الضغط او الحرارة أو هما معا.

سحنة التحول :

- حسب ظروف الضغط ودرجة الحرارة , تتحدد مجالات استقرار مجموعة معدنية معينة تسمى سحنة التحول . وكل صخرة سابقة الوجود خضعت لظروف تحول سحنة أخرى , تظهر بنفس المجموعة المعدنية المميزة لهذه السحنة , رغم اختلاف تركيبها.

سلسلة (متتالية) السحنة :

- هي متتاليات السحنات المميزة لصخرة أصلية معينة , وذلك حسب تغير ظروف الضغط ودرجات الحرارة . وتمكن من معرفة تطورات الضغط والحرارة التي خضعت لها الصخرة الأصلية في العمق .



تحول الصخور مرتبط بتغير عاملي الضغط والحرارة , وهذه الأخيرة ترتبط بحركة (ديناميكية)الصفائح . وهكذا يمكن تحديد عدة مجالات (نطاقات) للتحول : التحول الديناميكي (Dynamique) والتحول الديناميكي-الحراري (Thermo-dynamique) والتحول الحراري (Thermique)

المعدن المؤشر :

- معدن يظهر في ظروف جد محددة لدرجة الضغط والحرارة , وبذلك فتواجده في صخرة متحولة يمثل ذاكرة لظروف القصوى للضغط والحرارة التي وصلتها الصخرة , فمثلا تواجد **البيجادي** في الصخور المتحولة لمناطق الغوص يعد شاهدا على تعرض هذا الاخيرلضغط عال.

الحصيلة المعرفية

النشاط التكتوني و البنيات الجيولوجية المرتبطة به
على مستوى مناطق الغوص

1 – الظواهر والخصائص المرتبطة بالغوص :

تتميز مناطق الغوص بـ :

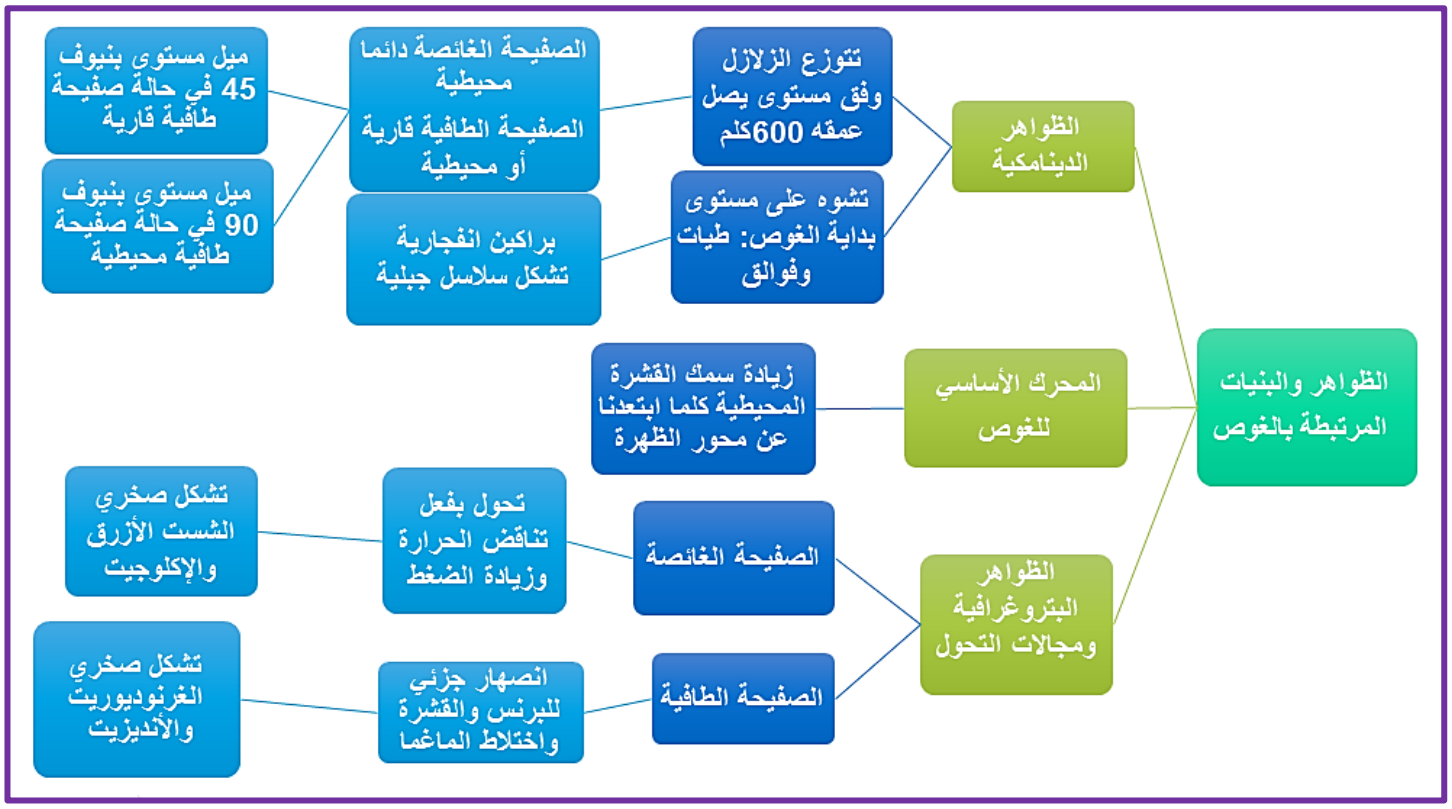
- وجود خنادق محيطية عميقة .
- زلازل عنيفة (تكون سطحية وكلما اتجهنا نحو القارة يزداد عمقها) , تنتظم بؤرها على مستوى مائل (**مستوى بينيوف**).
- اختلالات حرارية , حيث أن خطوط ثوابت درجة الحرارة غير موازية لسطح الأرض , بل تنغرز (تغوص) نحو العمق حسب سطح مائل موافق **لمستوى بينيوف** , يفسر هذه الاختلالات بانغراز صفيحة باردة بالاستينوسفير الساخن.
- بركنة انفجارية تؤدي إلى قذف صهارة انديزيتة.
- قوس من الجزر البركانية كسلسلة جزر اليابان والأنتيل وسلاسل جبلية كسلسلة الأنديز بأمريكا الجنوبية .

يغوص اللوح المحيطي تحت الحافة النشطة لصفيحة تضم قشرة قارية أو قشرة محيطية , تكون الصفيحة الغائصة محيطية , وتكون الصفيحة الطافية قارية أو محيطية .

2 – اختفاء اللوح المحيطي والظواهر المرتبط بالغوص

- تنخفض درجة حرارة الليتوسفير المحيطي ويزيد سمكه وكثافته كلما ابتعد عن الظهرة مما يؤدي إلى غوصه، يعد هذا الاختلاف في الكثافة أحد المحركات الأساسية في عملية الغوص.
- تنقسم الصخور المغماتية المرتبطة بالغوص إلى نوعين:
  - صخور بركانية من نمط أنديزيت (Andésite) : تتميز بتبرد سريع على السطح.
  - صخور اندساسية من تمط غرانوديوريت (غرانيت) : تتميز بتبرد بطيء في العمق.
- يكون أصل هذه الصخور ماغما غني بالسيليس، كثير اللزوجة، يتسبب في بركنة انفجارية.
- ينتج ماغما مناطق الغوص عن الانصهار الجزئي للبيريدوتيت المكون البرنس الصفيحة الطافية (Chevauchante) , يعود هذا الانصهار الى إماهة البرنس حيث يلعب هذا الأخير دور مذيب يخفض من درجة حرارة الانصهار .
- يصل الماء إلى البرنس من الصفيحة الغائصة بسبب الضغط المسلط عليها من طرف الصفيحة الطافية. نظرا لكون درجة حرارة الانصهار منخفضة فإن هذا الأخير يكون غير كاملا (جزئي) مما يفسر غني الصهير الناتج بالسيليس الذي لا يتطلب انصهاره درجة حرارة عالية مثلما هو الأمر بالنسبة للمعادن المكونة من عناصر حديدية مغنيزية التي تنصهر في درجة حرارة مرتفعة.
- يؤدي فقدان الماء من الصفيحة الغائصة بسبب الضغط المسلط عليها إلى تجففها وتعرض معادنها إلى تغيرات , تدعى هذه الظاهرة بالتحول.
- يؤدي التحول إلى ظهور معادن جديدة تدل على الضغط العالي والحرارة المنخفضة مميزة لمناطق الغوص كالغلوكوفان (Glaucophane)، غرونا (Grenat) وجاديت (Jadeite).
- ينتج عن ظاهرة الغوص مجالات ثبات المعادن في ظروف مميزة من الضغط والحرارة تدعى بالسحن تنتج عن ظاهرة الغوص سحن الشيست الأزرق والإكلوجيت .

خريطة المفاهيم :



III – النشاط التكتوني و البنيات الجيولوجية المرتبطة به على مستوى مناطق التصادم

هذا النشاط اجل للموسم الدراسي 2020/2019 فهو غير معني ببكالوريا 2019

عند حدوث الغوص فإن الصفيحة المحيطية الأعلى كثافة تندس أسفل الأستينوسفير،غالبا ما ينتهي الغوص بالتقاء الصفيحتان القاريتان الأقل كثافة من الأستينوسفير ، مما ينجر عنه عدم غوص الصفيحة القارية في الأستينوسفير .

فما هي الحوادث التي تعقب الغوص علما أن كثافة الليتوسفير القاري لا تسمح بالغوص ؟

التضاريس الناجمة عن التصادم

تشكل السلسلة المغاربية

❶ - تشكل المحيط الألبي و انغلاقه التدريجي

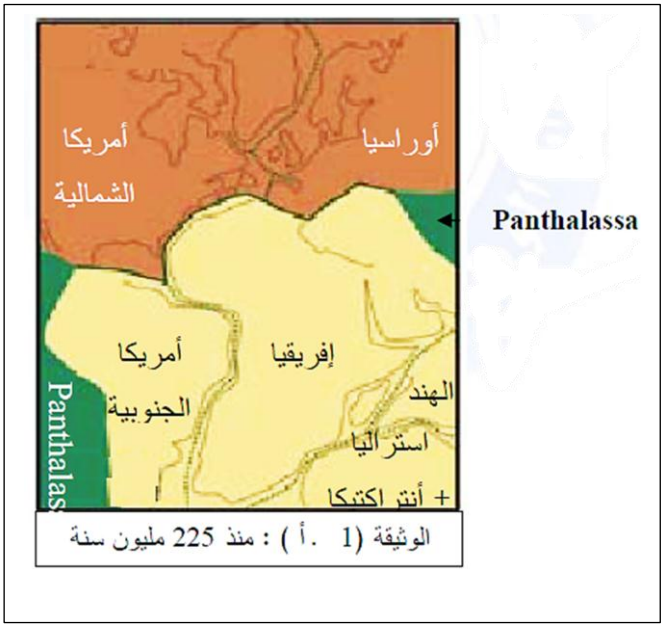
تقع سلسلة الجبال المغاربية ضمن سلسلة جبال الألب، فهي تعتبر جبال حديثة التكوين إذ تكونت في نهاية العصر الثاني و بداية العصر الثالثي.

ترتبط السلسلة المغاربية من الغرب بمجال الريف بالمغرب الأقصى و بسلسلة الباليار بإسبانيا مرور بقوس جبال طارق و بسلسلة الأبينان شرقا عبر جهاز سيسيليا كالابري.

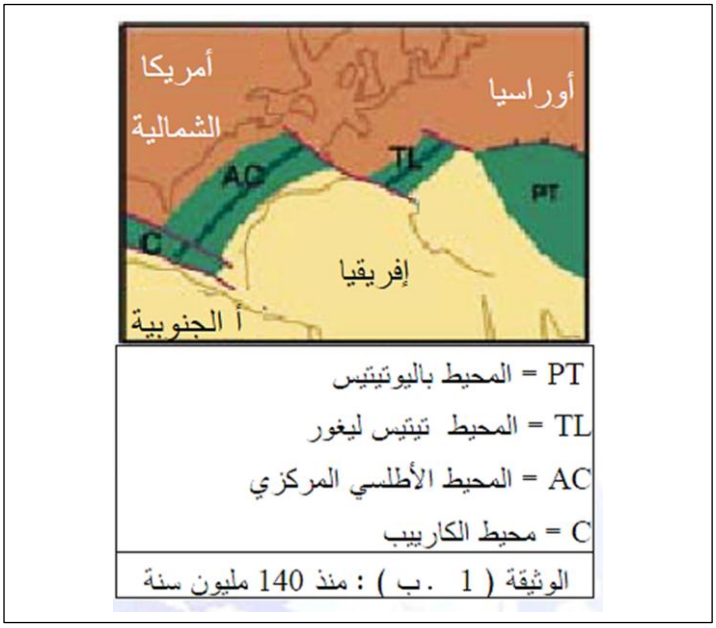
نشأت هذه الجبال من اختفاء محيط " التيتيس" " أو المحيط" الألبي" ومن تقارب الحواف القارية الشمالية و الجنوبية لهذا المحيط.

تواجد هذا المحيط بين قارتين : الشمالية منها تجمع أمريكا الشمالية و أوراسيا وأما الجنوبية فهي التي شكلت بعد ذلك كل من إفريقيا ، أمريكا الجنوبية، الهند، استراليا و الأنتراكتيك.

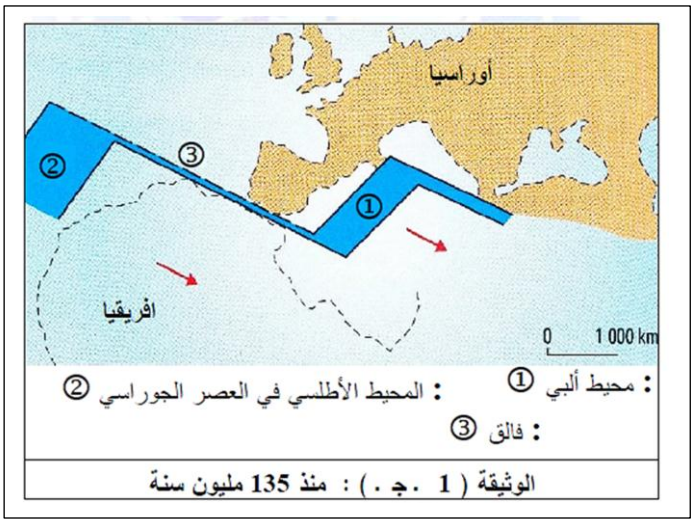
تظهر الوثائق (1-أ) , (1-ب) , (1-ج) , (1-د) , (1-هـ) المراحل المتعاقبة لحركة كل من قارة إفريقيا و قارة أوروبا منذ 255 مليون سنة إلى غاية العصر الحالي.

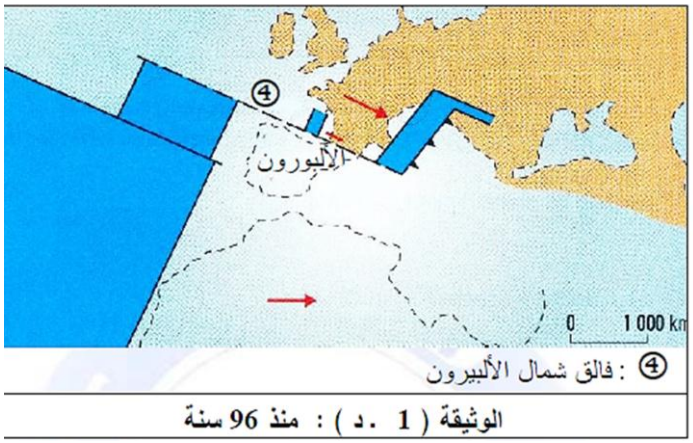


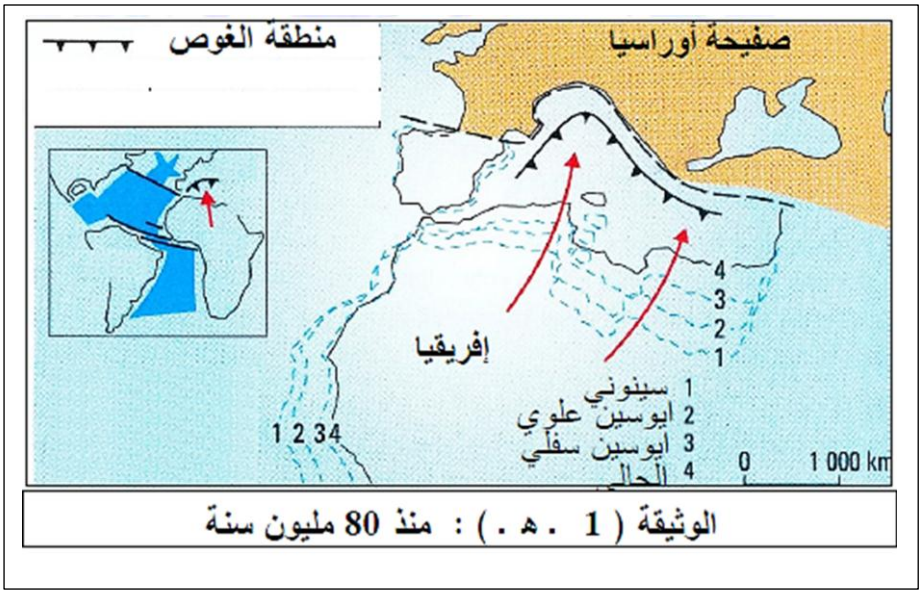
الوثيقة (1 . أ) : منذ 225 مليون سنة



الوثيقة (1 . ب) : منذ 140 مليون سنة







س1 - بالاعتماد على الوثيقة (1) و معارفك المكتسبة حول حركة التباعد، استخرج المراحل المتعاقبة التي أدت إلى تشكل المحيط الألبي وانغلاقه التدريجي.

س2 - ما هي الدلائل التي تبين اختفاء المحيط الألبي و حدوث تصادم بين القارتين الإفريقية و الأوروبية ؟

ج1 - المراحل المتعاقبة التي أدت إلى تشكل المحيط الألبي وانغلاقه التدريجي:

- الوثيقة (1-أ) : تتجلى مظاهر الكرة الأرضية منذ 255 مليون سنة في تجمع القارات الحالية في كتلة قارية عظمى تعرف باسم بانجيا Pangée التي تعنى كل العالم أو أم القارات ويحيط بها محيط كبير يسمى Panthalassa الذي يعنى أبو المحيطات.
- الوثيقتان (1-ب) و (1-ج) : ومنذ حوالي 140مليون سنة بدأت هذه الكتلة القارية العظمى (بانجيا) فى التشقق إلى كتلتين أحدهما شمالية وتشمل أمريكا الشمالية و أوراسيا والأخرى جنوبية وتشمل أمريكا الجنوبية وأفريقيا و يوافق ذلك انفتاح كل من المحيط الألبي " محطة التيتيس Tethys" و المحيط الأطلسي.
- الوثيقتان (1-د) و (1-هـ) : مند حوالي 90 مليون سنة بدأت كل من أمريكا الشمالية و أوراسيا في الانفصال والابتعاد عن بعضها البعض بفضل توسع المحيط الأطلسي .بينما إفريقيا في البداية انجرفت نحو الشرق ثم واصلت تقدمها نحو أوراسيا إلى أن أخذت وضعها الحالي أدت هذه الحركة إلى انغلاق تدريجي للمحيط الألبي.

ج2 - **الدلائل التي تبين اختفاء المحيط الألبي و حدوث تصادم بين القارتين الإفريقية و الأوروبية :**

- انفتاح وتوسع المحيط الأطلسي من الجنوب أدى إلى تغير اتجاه حركة الصفيحة الإفريقية باتجاه صفيحة أوراسيا أسفر عن اختفاء المحيط الألبي.
- وجود منطقة غوص بين الصفيحتين تسببت في تصادمهما.

❷ دراسة مقاطع جيولوجية في السلسلة المغربية :

ينتج عن تصادم الصفيحتين القاريتين تشكل سلسلة جبلية موازية لخط الالتحام.

كيف يمكن تفسير إذن أن التقاء الصفيحتين الليتوسفيريتين القاريتين ينتج عنه تشكل السلاسل الجبلية ؟

بدأت نشأة السلسلة المغاربية مند التریاسي ومازلت مستمرة إلى يومنا هذا , حيث مرت بأربعة مراحل أساسية تتمثل في :

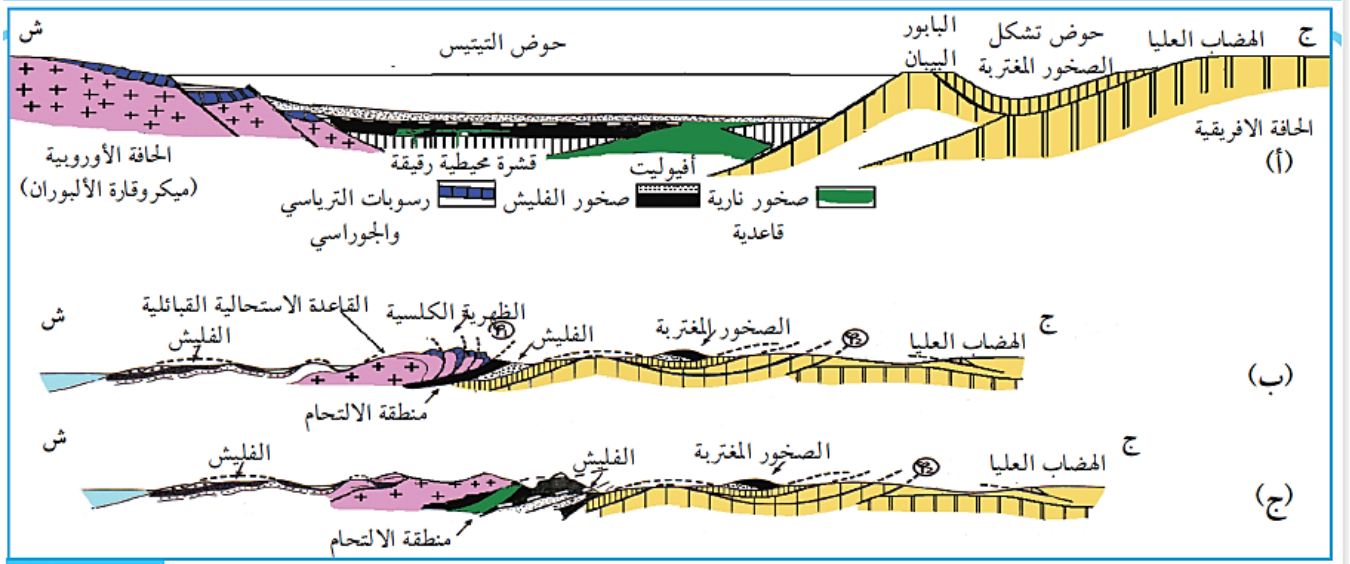
أ – مرحلة تباعدية : أدت إلى ظهور حوض التيتيس بين اللوح الإفريقي ولوح ميكروقارة الألبوران) الذي كان جزءا من اللوح الاوروبي).

ب – مرحلة تقاربية : أدت إلى غوص القشرة المحيطية الناشئة تحث لوح ميكروقارة الألبوران.

ج – مرحلة فتح البحر الابيض المتوسط : نتيجة تباعد اللوح الأوروبي عن اللوح الافريقي وتقسيم لوح ميكروقارة الالبوران .

تظهر الوثيقة (4-أ) مقطع أشمال جنوب بين ميكروقارة الألبوران (اللوح الأوروبي) واللوح الإفريقي في الطباشيري.

تبين أيضا الوثيقة (4-ب) مقطع في القبائل الكبرى بينما توضح الوثيقة (4-ج) مقطع في القبائل الصغرى (منطقة تاكسنة-جبجل) في الوضع الحالي.



الوثيقة (4) مقاطع بين ميكروقارة الألبوران (اللوح الأوروبي) واللوح الإفريقي مند الطباشيري إلى اليوم

الصخور المغتربة = الزحل (Nappe de charriage) : هي مجموعة صخور منقولة والتي تغطي مجموعة أخرى من الصخور (الصخور الأصلية) حيث كانت أصلا بعيدة جدا عنها.المجموعتان الصخريتان لهم خصائص مختلفة.

الفليش : هي تشكيلات صخرية التي تتشكل في آن واحد مع الجبال وتتكون من تناوب طبقات الغضار في الأسفل و الشيست في الأعلى و يتشكل الفليش من انحلال قطع صخرية اقتلعت من الجبال باتجاه البحار المحيطة.

1. انطلاقا من نتيجة المقارنة السابقة وبالاعتماد على الوثيقة (4-أ) حدد وضعية صفيحتي الألبوران والإفريقية.
2. باستغلال الوثيقة 4 (ب وج) اللتان تمثلان الوضع الحالي للوحي الأبوران وإفريقيا استنتج نوع حركة الصفائح التكتونية التي حدثت بعد نهاية الطباشيري حتى الوقت الحالي.
3. ماذا يحدث في المرحلة النهاية لحركة الصفيحتين.
4. اعتمادا على الوثيقة (5)، استنتج التضاريس الناشئة عن تقارب الصفيحتين في المرحلة النهائية.

ج1 – تحديد وضعية صفيحتي الالبوران والإفريقية :

- وضعية القارتين الإفريقية والأوروبية الممثلة بلوح الألبوران , يلاحظ أنهما كانتا متباعدتان.

ج2 – استنتاج نوع حركة الصفائح التكتونية :

- تقارب اللوحتان الألبوران والافريقية

ج3 – يحدث في المرحلة النهائية :

- حركة التصادم وطفو لوح الألبوران فوق اللوح الإفريقي.

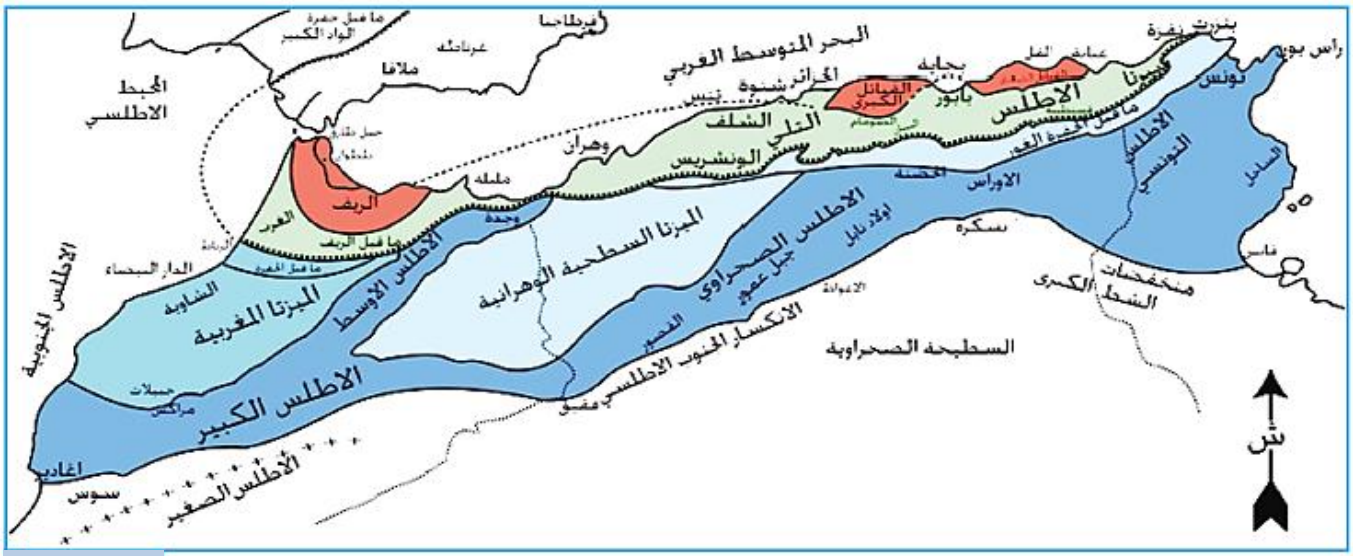
ج4 – استنتاج التضاريس الناشئة عن تقارب الصفيحتين في المرحلة النهائية :

- ينشأ على إثر هذا التصادم والطفو سلاسل جبلية موازية لخط الالتحام.

❸ دراسة بقايا لوح ميكرو قارة الألبوران في السلسلة المغاربية :

تظهر بقايا لوح ميكرو قارة الألبوران التي تدل على تصادم الألواح التكتونية في مناطق معينة من اللوح الإفريقي .

الوثيقة الموالية تمثل خريطة البنوية المبسطة للمغرب العربي الشمالي.



الوثيقة5 خريطة بنيوية للمغرب العربي

س1 – استنتج مصدر صخور الريف والقبائل الكبرى والصغرى (اللون الأحمر) باستغلال الوثائق السابقة.

س2 – حدد آثار اصطدام اللوح الاوروبي باللوح الافريقي وحدودها الجنوبية .

ج1- مصدر صخور الريف والقبائل الكبرى والصغرى:

- يستنتج أن هذه الصخور لها نفس المكونات ويدل ذلك على أن لها نفس المصدر والممثل في ميكرو قارة الألبوران .

ج2 - **تحديد آثار اصطدام اللوح الاوروبي باللوح الافريقي وحدودها الجنوبية**:

- تتمثل آثار الإصطدام على مستوى السلسلة المغاربية في وجود فالق يفصل بين بقايا لوح ميكرو قارة الألبوران والممثلة أساسا من القبائل الصغرى والقبائل الكبرى والريف المغربي واللوح الإفريقي، يدعى هذا الفالق بالفالق الجبهوي القبائلي والذي يمتد على شمال إفريقيا ويصل إلى جنوب أوروبا.

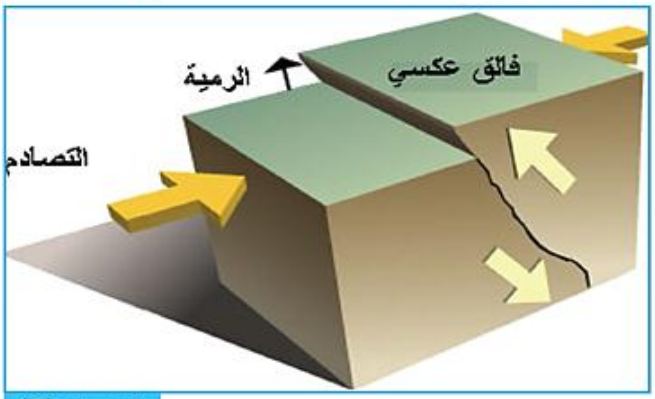
شواهد التقلص (Raccourcissement):

❶ البنيات الجيولوجية المميزة لمناطق التقلص

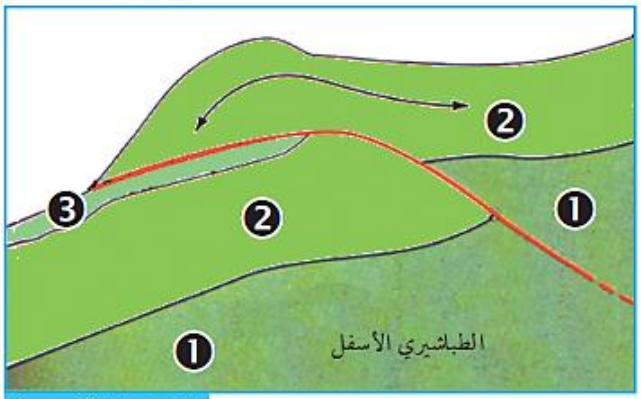
تظهر في الطبيعة مناظر تدل على مختلف الحركات التي تعرضت لها الحركات التكتونية كما تبينه الوثائق التالية :

الوثيقة (1) مكشف لقطع في سلسلة جبلية ناشئة

الوثيقة (2-أ) صورة لتضاريس مشوهة



الوثيقة (3) نمذجة للفالق العكسي



الوثيقة (2-ب) مخطط تفسيري لتضاريس الوثيقة (2-أ)

1. إذا علمت أن الطبقات الصخرية الموضحة في صورة الوثيقة (1) كانت في الأصل أفقية حدد نوع التشوهات التي تظهر في الصورة.
2. إذا علمت أن الطبقات الصخرية الموضحة في الرسم التفسيري لتضاريس الوثيقة (2) كانت في الأصل على نفس الامتداد، حدد التشوه الذي حدث لها.
3. باستغلال الوثيقة (3) حدد نوع التشوه الذي حدث في صورة الوثيقة (2-أ).
4. ما هي العلاقة بين الطبقة 2 والطبقة 3 في الوثيقة (2-ب) ؟
5. على ماذا يدل السهم الموضح في الطبقة 2 من الوثيقة (2-ب) ؟
6. تعتبر صخور الطبقة 2 صخورا مغتربة علل هذه التسمية.

ج1 – تحديد نوع التشوهات التي تظهر في الصورة :
- الإنطوءات والكسور التي تظهر على مستوى الطبقات الصخرية.

ج2 – التشوه الذي حدث :
- هناك قلب للطبقات الرسوبية حيث أن الطبقات القديمة تقع فوق الطبقات الحديثة.

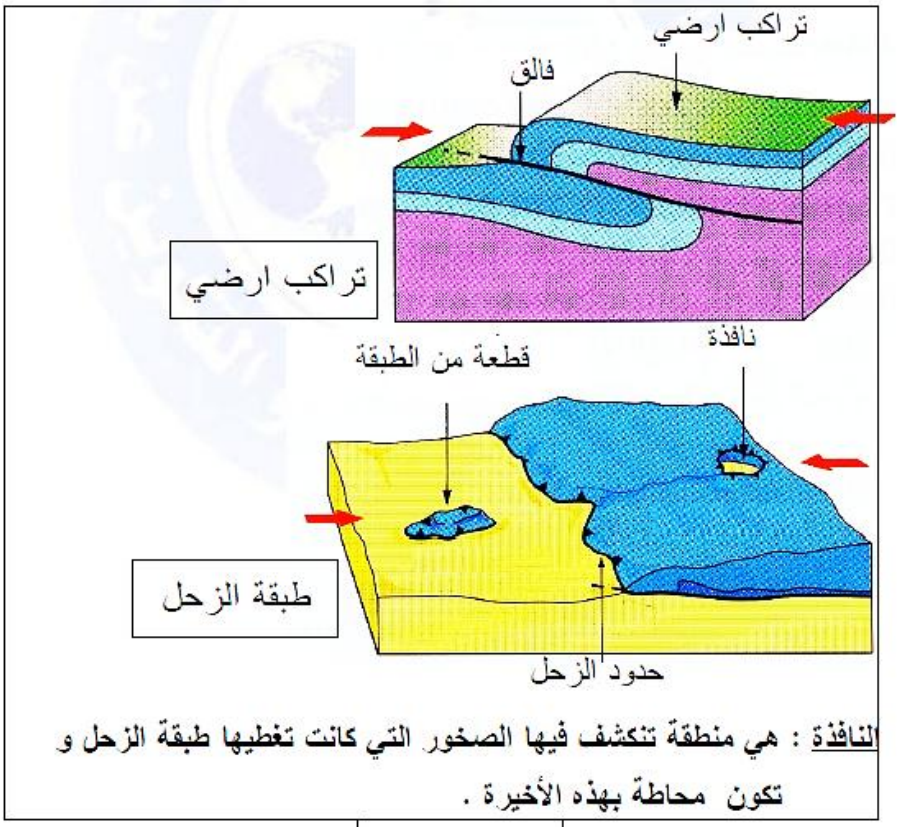
ج3 – نوع التشوه الذي حدث في صورة الوثيقة (2-أ) :
- يلاحظ أن هذه الطبقة قد صعدت فوق الطبقة (3) ومن هنا يستنتج أنه حدث فالق عكسي.

ج4 – العلاقة بين الطبقة2 والطبقة3 في الوثيقة (2-ب) :
- الطبقة (2) طفت فوق الطبقة (3) ومنه حدث تقلص للمنطقة.

ج5 - يمثل السهم المبين في الوثيقة (2 ب) :
- إنتقال الطبقات الصخرية بفعل الضغط الجانبي المسلط عليها والمتمثل في عملية التصادم.

ج6 – تعليل التسمية :
- تسمية الصخور المغتربة تنطبق على الجهة اليمنى من الوثيقة (2) لأنها إنتقلت من مكان توضعها إلى مكان آخر.

تمثل الوثيقة التالية رسم تخطيطي لتراكب ارضي و طبقة الزحل (المغتربة) :



س1 – قدم تعريفا لكل من الطية ، الفالق المعكوس و التراكب الأرضي.
س2 – حدد على الوثيقة بعد إعادة رسمها التقلص الناتج عن التراكب الأرضي.
س3 - بين أن هذه الأنماط المختلفة للتشوهات تترجم تقلص أرضي.

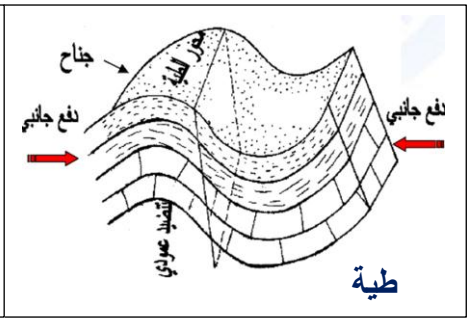
ج1 – تعريف الطية :
- الطيات هي انثناءات تموجية للطبقات الصخرية المرنة تنتج عن تأثير قوى ضاغطة جانبية على الطبقات الأفقية.

الفالق المعكوس :

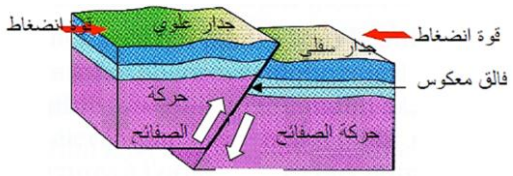
- عبارة عن كسر في القشرة الأرضية المؤدي إلى تنضيد جزئين كانا متلاصقين لنفس الطبقات الصخرية بحيث الجزء الصخري العلوي يطفو على الجزء الصخري السفلي.
يتشكل هذا النوع من الفوالق نتيجة ضغط جانبي مؤديا إلى تقلص أفقي للطبقات في مكان تواجد الفالق مع زيادة سمك هذه الطبقات.

التراكب الارضية :

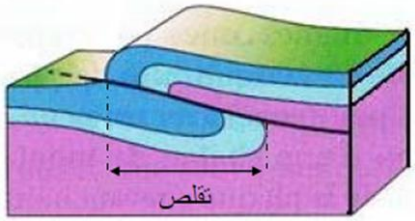
- هي حركة تكتونية ينجم عنها انتقال مجموعة من الصخور لتغطي مجموعة أخرى عن طريق تماس غير عادي.



طية



فالق معكوس



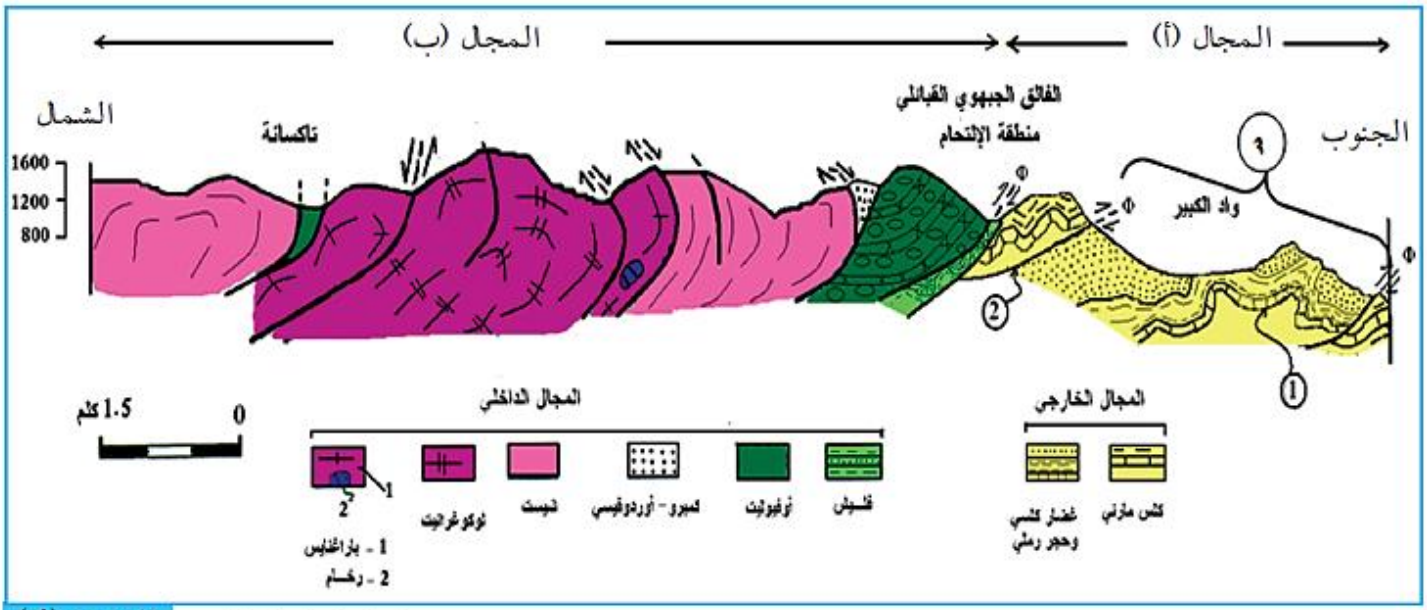
التراكب الارضي

ج3 - العلاقة بين حدوث التشوهات والتقلص الأرضي:

- تتجلى قوى الانضغاط في طيات وفوالق و تراكب ارضي وطبقة الصخور المغتربة.

❷ التصادم ونشأت التضاريس :

أدى التصادم الذي حصل بين اللوح الأوربي واللوح الإفريقي في بداية السينوزوي (منذ 65 مليون سنة) إلى نشأت التضاريس المبينة في الوثيقة التالية :



الوثيقة (4) مقطع في السلسلة المغاربية

س1 - حدد أنواع التشوهات المشار إليها بالأرقام (1, 2, 3) في المقطع.

س2 - ماذا يمثل المجالان (ا , ب) ؟

ج1 - أنواع التشوهات:

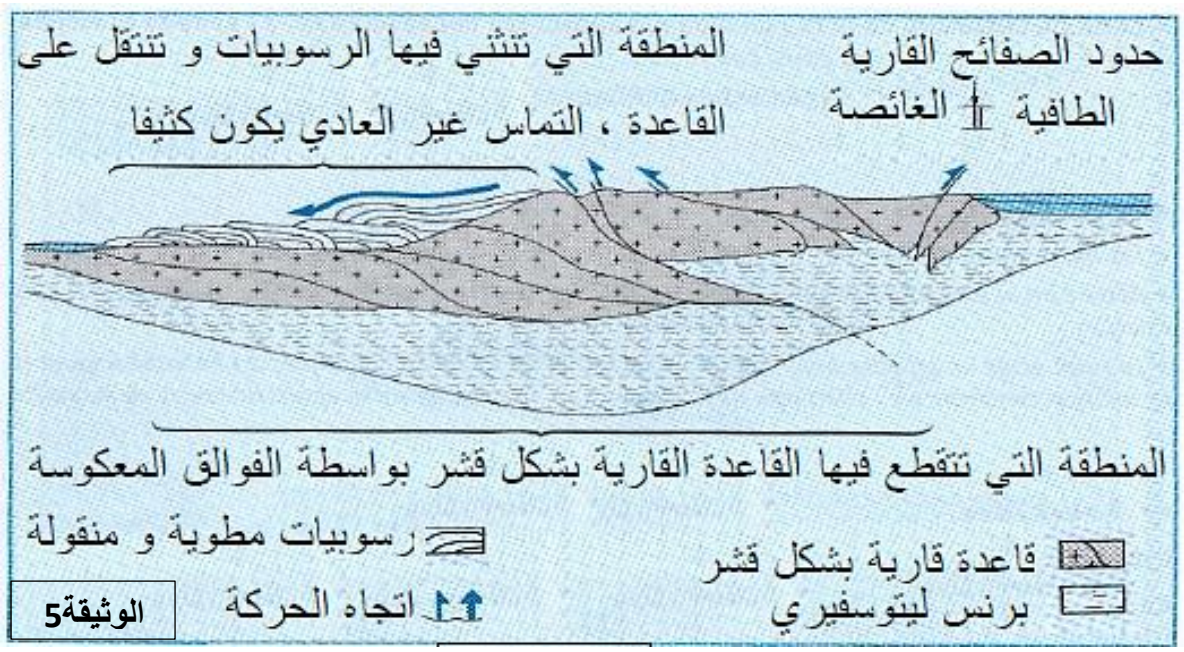
- الإنطوءات والكسور التي تظهر على مستوى الطبقات الصخرية.

ج2 – يمثل المجالان (ا , ب) :

- حسب مبادئ تطبق الصخور الرسوبية، نسجل قلب للطبقات الرسوبية حيث أن الطبقات القديمة تقع فوق الطبقات الحديثة.

❸ - خصائص منطقة التصادم

تمثل الوثيقة (5) رسم تخطيطي حصيلة لعواقب التصادم القاري على مستوى الليتوسفير.



س - بالاعتماد على الوثيقة 5 , والنشاطات السابقة، استخلص خصائص منطقة التصادم.

ج - خصائص منطقة التصادم :

تتميز منطقة التصادم بالخصائص التالية:

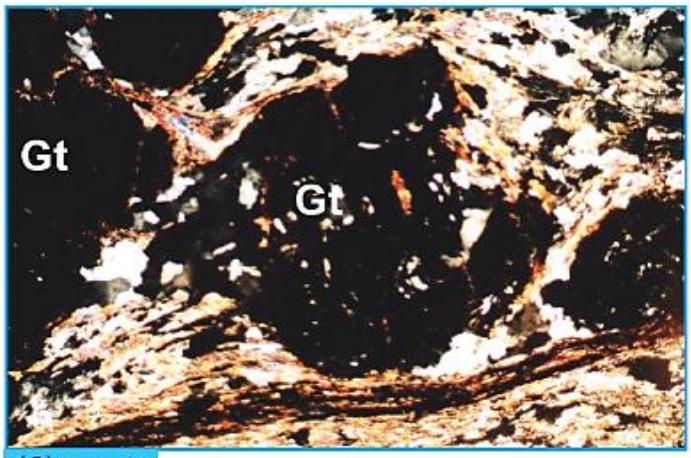
- المرتفعات – الطيات
- الفوالق المعكوسة - التراكب الأرضي - مناطق الزحل (الصخور المغتربة) .
- زيادة سمك القشرة القارية " أوتاد عميقة " أسفل السلسلة الجبلية و التي تعادل التقلص الناجم عن الانثناءات و التراكب الأرضي.

❹ - دراسة صخر الميغماتيت :

صخر الميغماتيت هو صخر مميز لمناطق تصادم القشرة الأرضية. توضيح مميزات هذا النوع من الصخور نقترح الوثائق الموالية:

الوثيقة (6) مكشف لصخور ناتجة عن التصادم القاري

الوثيقة (7) عينة لصخر المغماتيت



الوثيقة (8) صورة لشريحة بالمجهر الاستقطابي تبين أشكال المعادن لصخر المغماتيت

استغلال الوثائق:

1. باستغلال الوثيقة (6) حدد نوعي التراكيب الجيولوجية الناشئة المميزة لمنطقة التصادم ؟
2. باستغلال الوثيقة (7) حدد كيفية توضع المعادن المكونة لصخر المغماتيت.
3. تتميز هذه البنية الجيولوجية بنوعين من التوضعات، حدد الظروف المؤدية لظهور هذا التوضع.
4. الوثيقة (8) تبين ظهور معدن جديد Gt في صخر المغماتيت بسبب التصادم، باستغلال معلوماتك في النشاطات السابقة حدد العامل الفيزيائية المؤدي إلى ظهور مثل هذه المعادن.

ج1 – تحديد نوعي التراكيب الجيولوجية الناشئة المميزة لمنطقة التصادم :

- تظهر على مستوى الصخور تشوهات صخرية وممثلة في فوالق وطيات مجهرية (Microtectonique) وتناوبات وريقية (صفوف قاتمة وصفوف عاتمة).

ج2 – تحديد كيفية توضع المعادن المكونة لصخر المغماتيت :

- المعادن المكونة للصخر تتوضع على شكل صفوف متناوبة.

ج3 – الظروف المؤدية لظهور هذا التوضع :

- من خلال معاينة شكل المعادن المكونة للصفوف أن هذه الأخيرة تنتج عن فعل الضغط العال..

ج4 – العامل الفيزيائي المؤدي إلى ظهور مثل هذه العلامات :

- تنتظم معادن الصخور المتحولة وفق شبكات معينة تميز سحن، حيث يدل الغرونا على ظروف تكون في ضغط عال وحرارة متوسطة إلى عالية.

النتيجة : صخر الميغماتيت تشكل نتيجة اندساس صخور كانت في الأصل حمضية أو قاعدية وتكون درجة إنصهار المعادن مختلفة حيث أن البعض منها ينصهر والبعض الآخر يتشوه وينتج عن ذلك صخر الميغماتيت.

التصادم بين صفيحتين قاريتين هو نتيجة إنغلاق محيط قديم.

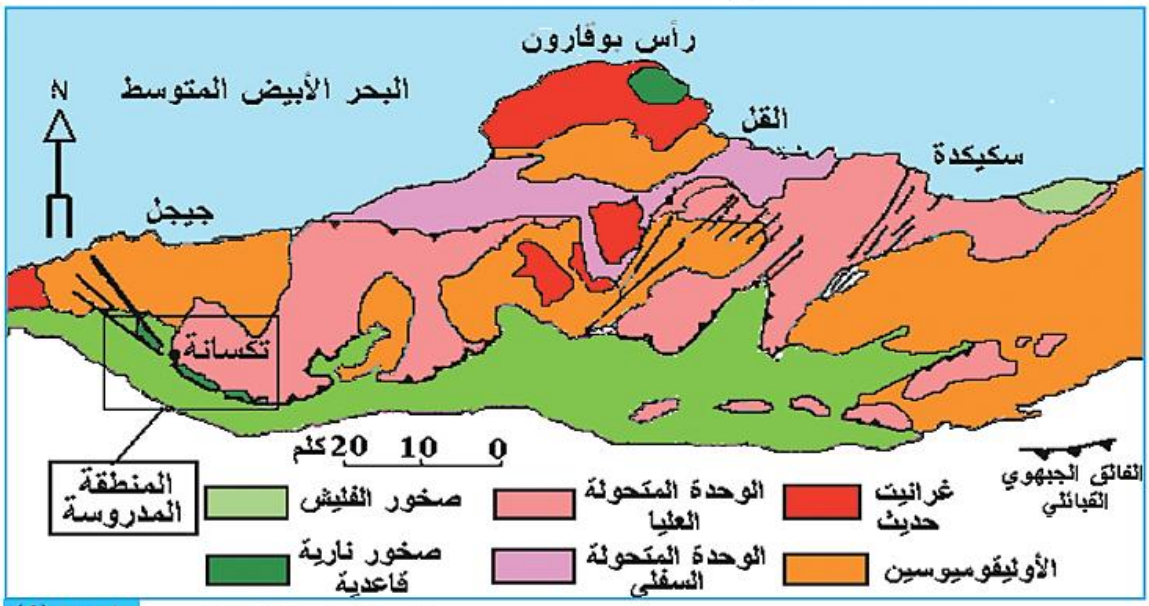
فما هي الشواهد على تواجد هذا المحيط على مستوى منطقة التصادم ؟

شواهد محيط قديم

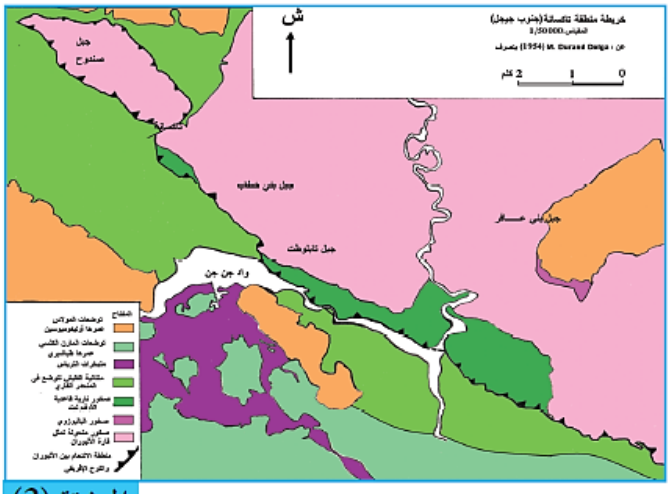
تنتهي عملية التصادم القاري بغلق المحيط خلال تقارب ألواح تكتونية حيث يختفي هذا الأخير على إثر عملية الغوص، وتصادم حواف الصفائح فتتشوه وتندس بقايا المحيط داخل السلسلة الجبلية على شكل صخور سميت سنة 1927 بالأفيوليت، وهي تجمع لمتتالية من ثلاثة أنواع من الصخور.

❶ موقع الأفيوليت في السلسلة المغاربية

للتعرف على هذه الشواهد نقترح الوثائق الموالية:



الوثيقة (1) الخريطة الجيولوجية للقبائل الصغرى

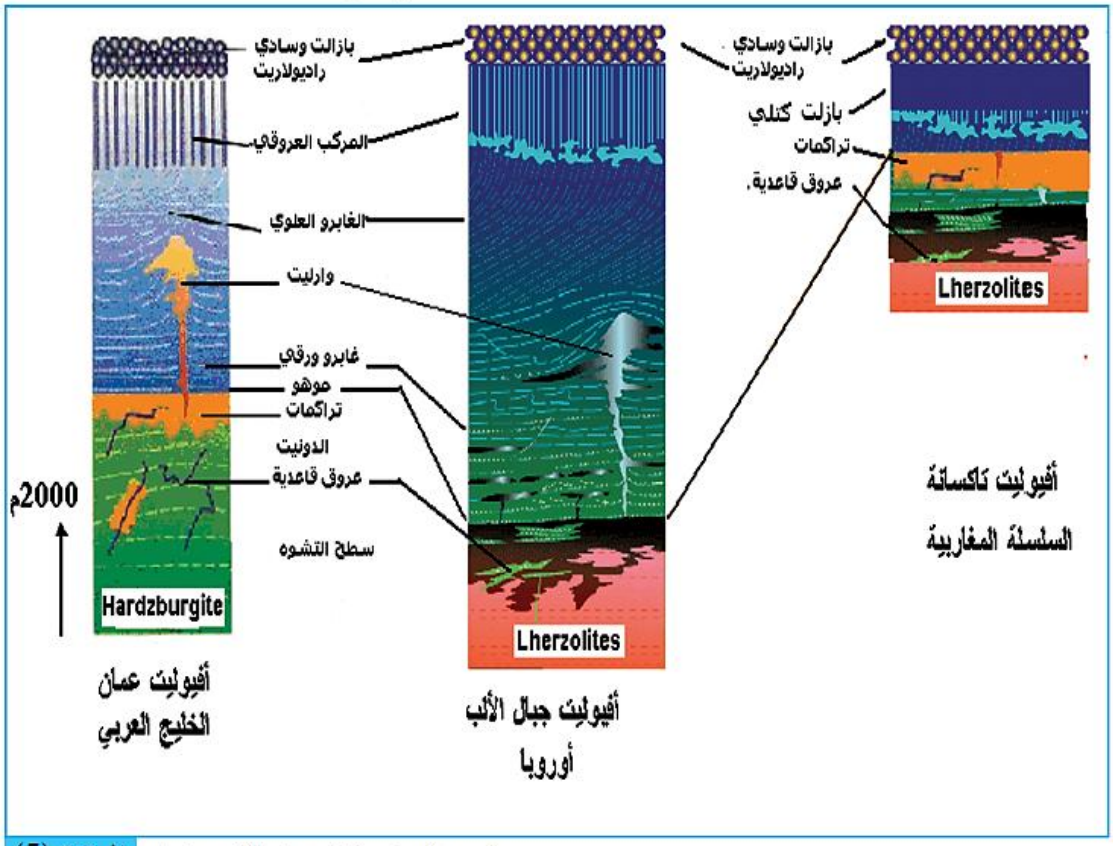


الوثيقة (2) خريطة جيولوجية مفصلة لمنطقة

- تمثل الوثيقة (1) خريطة جيولوجية لمنطقة القبائل الصغري.
- الوثيقة (2) خريطة جيولوجية لمنطقة تاكسانة.

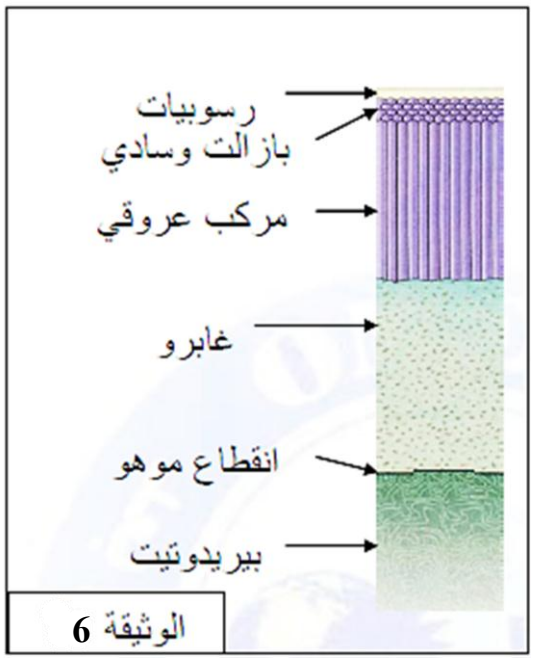
❷ - مقارنة بين مكونات الأفيوليت في كل من عمان الألب و تكسانة

تظهر السلاسل الأفيوليتية في مختلف السلاسل الجبلية الناشئة سواء كانت حديثة أو قديمة على شكل قطع متناثرة بسبب شدة عامل التصادم بين الألواح التكتونية ، تتكون هذه السلاسل من صخور نارية، قاعدية و فوق قاعدية.
بينت الدراسات البتروغرافية وجود اختلافات بين السلاسل الأفيوليتية رغم كزنها تشكلت في فترات زمنية متقاربة.
تبين الوثيقة الموالية أعمدة لمكاشف الافيوليت في كل من عمان , الألب وتكسانة)



الوثيقة (5) أعمدة الأفيوليت لمناطق عمان، الألب وتاكسانة

من جهة أخرى ، سمحت دراسة القشرة المحيطية بتقنيات مختلفة (عن طريق المسح، التنقيب، المخططات الجيولوجية), لجيولوجيون سنة 1970 بتبني نموذج للقشرة المحيطية الممثل بالعمود الستراتيغرافي المبين في الوثيقة6.



معلومات مفيدة

Harzburgites: عبارة عن بيريدوتيت يحتوي على الأوليفين و بروكسين معيني مستقيم (OPX) بكمية كبيرة، يمكن من خلاله تصنيف الأفيوليت (Harzburgite Ophiolite Types HOT).

Lherzolite: عبارة عن بيريدوتيت يحتوي على أوليفين و البروكسين أحادي الميل (CPX) بكمية كبيرة، يمكن من خلاله تصنيف الأفيوليت (Lherzolite Ophiolite Types LOT).

راديولاريت: صخور رسوبية تتشكل من قواقع الشعاعيات.

أوفيوليت (Ophiolite): كلمة من أصل إغريقي (Ophis) تدل على الثعبان، سلسلة من الصخور البعض منها له نسيج على شكل ثعبان (serpentine) مصدرها القشرة المحيطية.

س1 - قارن بين كل من أوفيوليت الليتوسفير المحيطي الحالي (الوثيقة6) وأوفيوليت جبال الألب بأوروبا و أوفيوليت سلطنة عمان (الوثيقة5).

س2 - قارن بين أوفيوليت تكسانة أوفيوليت جبال الألب.

س3 - باستعمال معلوماتك المبنية:

أ - ما هو الدليل الذي يسمح لك بتأكيد أن الأوفيوليت الموجود بجبال الألب مصدره محيط قديم ؟

ب- صف الظواهر الجيولوجية المتعاقبة و التي سمحت بتواجد الأوفيوليت في هذه المناطق الجبلية من السلسلة الألبية.

ج1 - المقارنة بين أوفيوليت الليتوسفير المحيطي الحالي و أوفيوليت جبال الألب:

- أوفيوليت جبال الألب بأوروبا و أوفيوليت سلطنة عمان وأوفيوليت الليتوسفير المحيطي المقترح متماثلة حيث تتكون من نفس الصخور و بنفس طريقة التوضع و تختلف في سمك الطبقات و وجود Harzburgite و Lherzolites التي تدخل في تركيب البيريدوتيت.

ج2 - المقارنة بين أوفيوليت تكسانة و أوفيوليت جبال الألب:

- متتالية تكسانة أقل سمكا بالمقارنة مع متتالية الألب وعمان
- تشابه في وجود الليرزوليت بين الألب و تكسانة

الاستنتاج :

- متتاليات تكسانة والألب تشكلتا في نفس الحوض.

ج3-أ – الادلة :

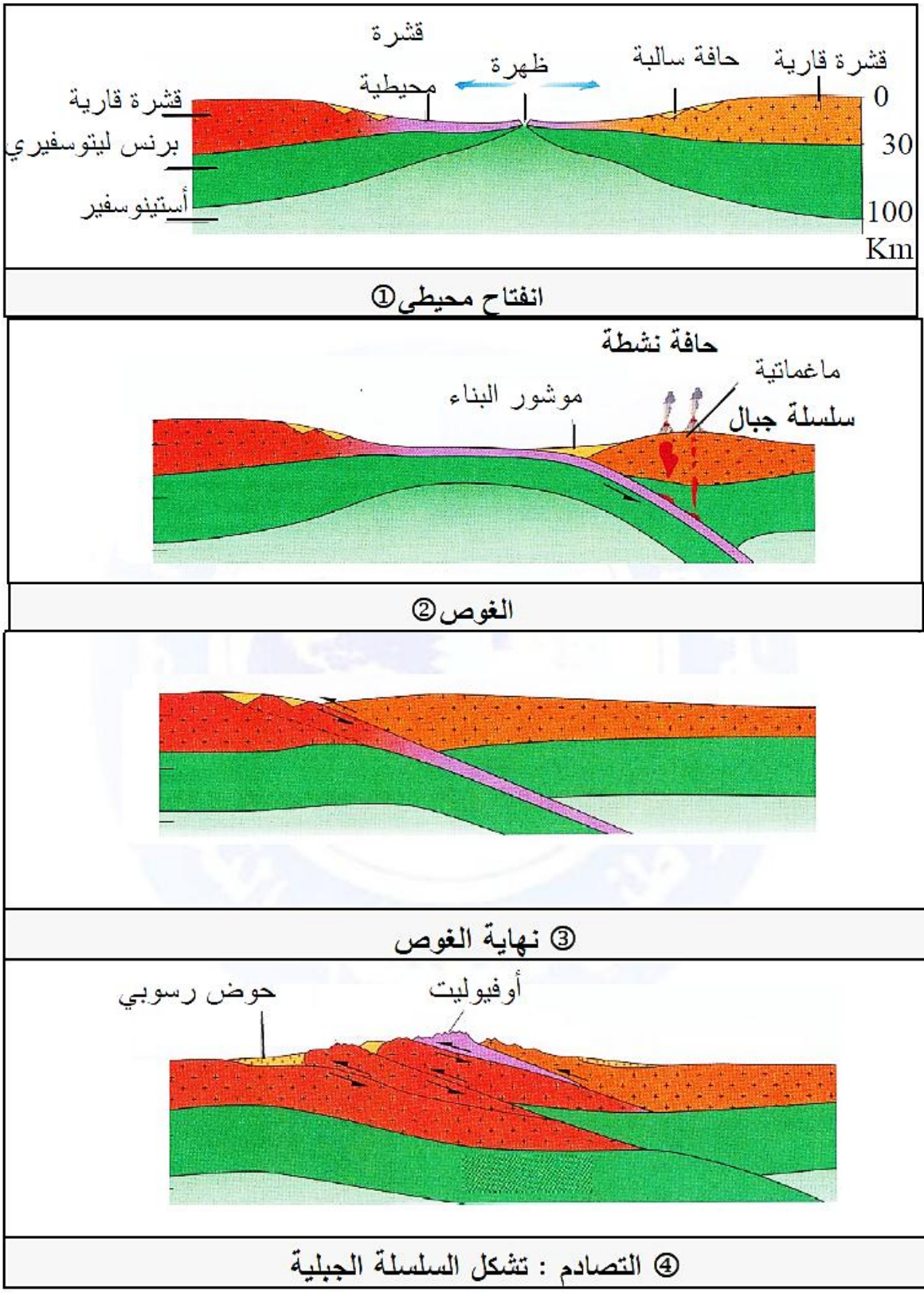
- يحتوي أوفيوليت جبال الألب على بازلت وسادي تشكل بفعل التبرد السريع للماغما الساخنة في الماء البارد مما يعطيه المظهر الوسادي المميز و هو دليل على أن مصدر هذه الصخور هو قاع المحيط.

ب - و صف الظواهر الجيولوجية المتعاقبة و التي سمحت بتواجد الأوفيوليت في هذه المناطق الجبلية من السلسلة الألبية :

- في البداية تشكل محيط ألبي نتيجة تباعد الصفيحتين الإفريقية والأوروبية وفي مرحلة ثانية حدث تقارب الصفيحتين نجم عنه غوص الليتوسفير المحيطي وفي الأخير حدث تصادم بين الصفيحتين القاريتين أسفر عنه صعود قطع من القشرة المحيطية لم يشملها الغوص فبرزت على مستوى السطح نتيجة عوامل التعرية.

و منه يمكن اعتبار تواجد الأفيوليت في كل من جبال السلسلة المغاربية (تكسانة) والسلسلة الألبية شاهدا على اختفاء محيط قديم هو المحيط الألبي.

مخطط تحصيلي يبين ديناميكية الليتوسفير من التباعد إلى غاية تشكل سلسلة جبلية



الحصيلة المعرفية

III – النشاط التكتوني و البنيات الجيولوجية المرتبطة به على مستوى مناطق التصادم

التضاريس الناجمة عن التصادم

ترتبط مجالات جيولوجية الجزائر مع ما يحدث في البلدان المجاورة على المستوى المغاربي وكذا السلسلة الألبية المحيطة بغرب البحر الأبيض المتوسط، من الناحية الباليوجغرافية.

– ينتج التصادم عن التقارب بين ليتوسفيرين قارين عقب الغوص ويؤدي ذلك لتشكل سلسلة جبلية. تدعى هذه العملية بالحركة البانية للجبال (Orogenèse).

تمر كل حركة بانية للجبال بمرحلتين أساسيتين وهما التباعد والتقارب.

شواهد التقلص

– تتجلى قوى الانضغاط في نشوء طيات، فوالق عكسية وهجرة الصخور المغتربة نحو المناطق الخلفية للسلاسل الجبلية.

– يؤدي التصادم القاري إلى التقلص الأفقي الذي يتسبب في زيادة سمك الليتوسفير نتيجة التضاعف القشري ونشوء سلاسل جبلية عالية ومتجذرة.

يدل صخر الميقماتيت الناتج عن تحول الغرانيت إلى غنايس على التضاعف القشري والزيادة في السمك والضغط ودرجة الحرارة.

ينتج عن التقلص القشري تحول الصخور العميقة تحت تأثير ارتفاع الحرارة والضغط ويمكن أن ينجم عنه أحيانا انصهار جزئي لغرانيت القشرة القارية.

شواهد محيط قديم

دراسة الصخور النارية القاعدية (الصخور الخضراء) لمنطقة تاكسانة (بجيجل الجزائر)

يعتبر الأفيوليت (قطع من الليتوسفير المحيطي) في السلاسل الجبلية الحديثة شاهدا على التصلم القاري وغلق الأحواض (المحيطات) الفاصلة بينها.

يعتبر تواجد الصخور النارية الفاعدية و فوق القاعدية ضمن السلسلة المغاربية من جهة والسلسلة الألبية من جهة ثانية شاهدا على اختفاء محيط قديم وهذا عقب غوص الليتوسفير المحيطي ثم تصادم اللوح الإفريقي مع ميكروقارة الألبوران واللوح الأوروبي.

– تتميز الأفيوليت بمتتالية تتشكل من الأسفل إلى الأعلى من المستويات التالية:

بيريدوتيت– غابرو–مركب بازلتي.

تعتبر الأفيوليت قطع من الليتوسفير المحيطي التي لم يشملها الغوص، اندست في منطقة التحام اللوحين وبرزت إلى السطح نتيجة عمليات التعرية عبر الزمن الجيولوجي.

تعتبر منطقة تاكسانة الشاهد الوحيد في الجزائر على تواجد مثل هذه الصخور.

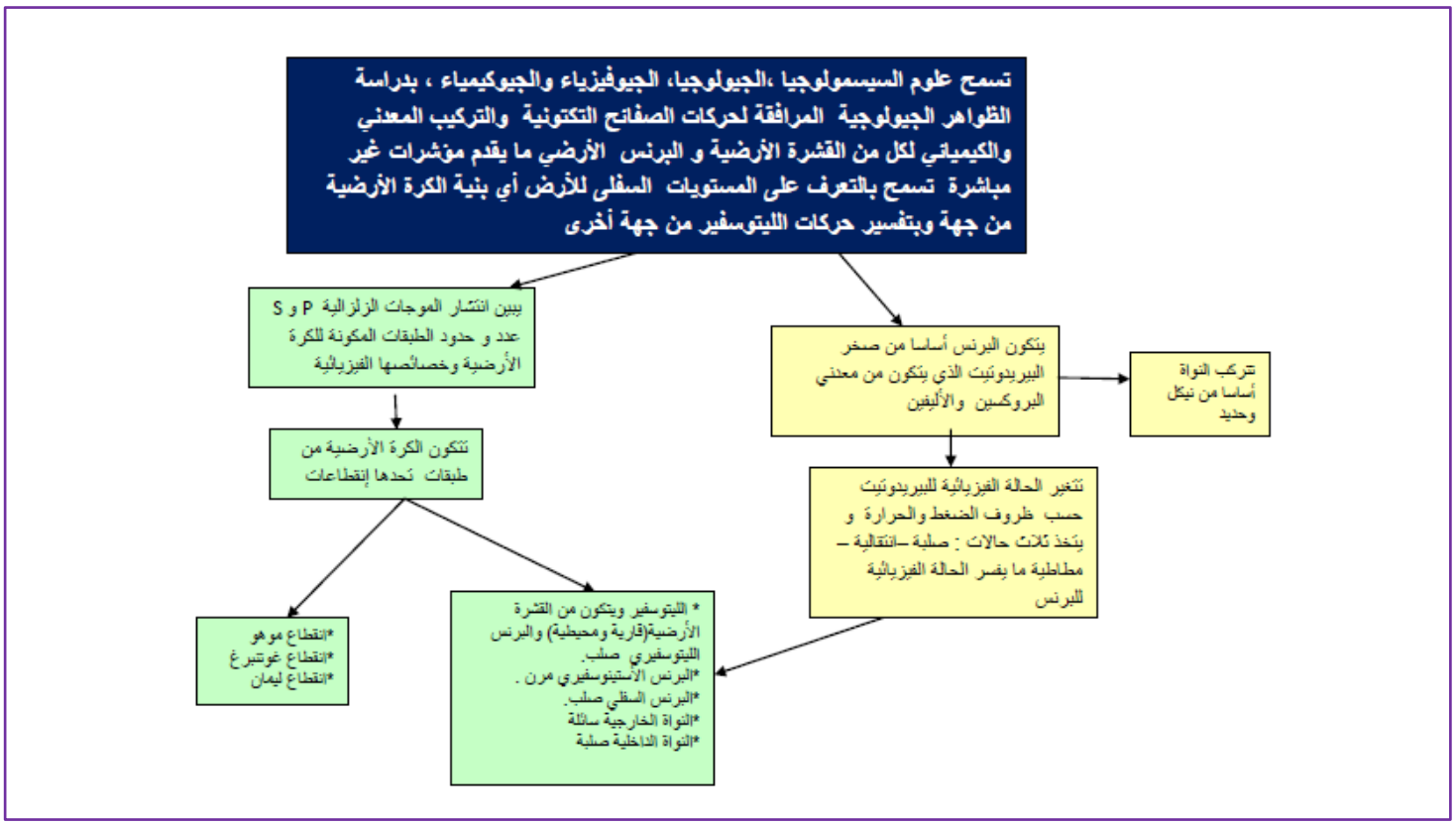
شبكة المفاهيم للمجال2 : التكتونية العامة

تعتبر الظواهر الطبيعية الملاحظة على سطح الكرة الأرضية(البراكين ، الزلازل ، الحمامات المعدنية ...) مظاهر خارجية للنشاط المستمر لباطن الأرض و لتسرب الطاقة الداخلية نحو الخارج، دراسة هذه المظاهر يسمح باقتراح **نماذج توضيحية للحركية الداخلية للأرض ولبنية الكرة الأرضية**

ينقسم الغلاف الصخري أو الليتوسفير إلى عدة **صفائح تكتونية** حركتها دائمة ترتبط أساسا بتسرب **الطاقة الداخلية** وتتجسد مظاهرها في **حركات الصفائح التكتونية :** التباعد و التقارب تتميز مناطق حدوث هذه الحركات بظواهر جيولوجية مثل زلازل وبركنة القوية و تضاريس خاصة

تسمح علوم السيسمولوجيا ،الجيولوجيا، الجيوفيزياء والجيوكيمياء ، بدراسة **الظواهر الجيولوجية** المرافقة لحركات الصفائح التكتونية **والتركيب المعدني والكيميائي** لكل من القشرة الأرضية و البرنس الأرضي ما يقدم مؤشرات غير مباشرة تسمح بالتعرف على المستويات السفلى للأرض أي **بنية الكرة الأرضية** من جهة وبتفسير حركات الليتوسفير من جهة أخرى

حدود الصفائح التكتونية **مناطق نشطة** تتميز **بظواهر جيولوجية** خاصة و **بتضاريس** خاصة و **بتركيب بتروغرافي و معدني** خاص ترتبط هذه الظواهر والتضاريس بحركات البناء على مستوى **الظهرات** وسط محيطية وبحركات الغوص على مستوى **الخنادق البحرية** و التي ترتبط بدورها **بالنشاط المغماتي** على مستوى البرنس الليتوسفيري والبرنس الأستنوسفيري **وبالتدفق الحراري** في مناطق تماس الصفائح.


تسمح علوم السيسمولوجيا ،الجيولوجيا، الجيوفيزياء والجيوكيمياء ، بدراسة الظواهر الجيولوجية المرافقة لحركات الصفائح التكتونية والتركيب المعدني والكيميائي لكل من القشرة الأرضية و البرنس الأرضي ما يقدم مؤشرات غير مباشرة تسمح بالتعرف على المستويات السفلى للأرض أي بنية الكرة الأرضية من جهة وبتفسير حركات الليتوسفير من جهة أخرى
يبين انتشار الموجات الزلزالية P و S عدد و حدود الطبقات المكونة للكرة الأرضية وخصائصها الفيزيائية
تتكون الكرة الأرضية من طبقات تحدها إنقطاعات
*انقطاع موهو
*انقطاع غوتنبرغ
*انقطاع ليمان
* الليتوسفير ويتكون من القشرة الأرضية(قارية ومحيطية) والبرنس الليتوسفيري صلب.
*البرنس الأستينوسفيري مرن .
*البرنس السفلي صلب.
*النواة الخارجية سائلة
*النواة الداخلية صلبة
يتكون البرنس أساسا من صخر البيريدوتيت الذي يتكون من معدني البروكسين والألبفين
تتركب النواة أساسا من نيكل وحديد
تتغير الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت حسب ظروف الضغط والحرارة و يتخذ ثلاث حالات : صلبة –انتقالية – مطاطية ما يفسر الحالة الفيزيائية للبرنس

حدود الصفائح التكتونية مناطق نشطة تتميز بظواهر جيولوجية خاصة و بتضاريس خاصة و بتركيب بتروغرافي و معدني خاص ترتبط هذه الظواهر والتضاريس بحركات البناء على مستوى الظهرات وسط محيطية وبحركات الغوص على مستوى الخنادق البحرية و التي ترتبط بدورها بالنشاط المغماتي على مستوى البرنس الليتوسفيري والبرنس الأستنوسفيري وبالتدفق الحراري في مناطق تماس الصفائح.
خصائص منطقة البناء في مستوى الظهرة
الظواهر و البنيات الجيولوجية المرتبطة بحركات التباعد
التركيب البتروغرافي لليتوسفير المحيطي على مستوى الظهرة
تشكل ظهرة وسط محيطية مثال الخسف القاري الشرق إفريقي
1- صعود ماغما ساخنة على الإمتداد الشاقولي لتيارات الحمل
2- انقطاع الليتوسفير المحيطي تحت تأثير الضغط الناتج عن صعود مواد صلبة ساخنة
3- ظهور بنيات مكونة من خندق الإنهيار و مدرجات محددة بفوالق عادية
4- انخفاض الضغط أسفل خندق الإنهيار يؤدي إلى الإنصهار الجزئي للبيريدوتيت وتشكيل غرفة حرارية
الليتوسفير المحيطي غير متجانس، يتكون من الأسفل نحو الأعلى من : بيريدوتيت - غابرو- وبازلت
الحمم المنبعثة على مستوى الظهرة جد مائعة تشكل وسائد بركاتية نتيجة التبرد السريع للماغما.
بركنة من النمط الطفحي.
سلاسل جبلية في وسط المحيطات (الظهرات)
زلازل سطحية تسببها
الفوالق على مستوى الظهرات
فوالق تحويلية عمودية على محور امتداد الظهرة تغير مسار الظهرة ودورانها حول الألواح التكتونية
فوالق عادية ، موازية لمحور امتداد الظهرة
الظواهر والبنيات الجيولوجية المرتبطة بالغوص
الظواهر البتروغرافية و مجالات التحول
المحرك الأساسي للغوص
الظواهر الديناميكية
يبتعد الغابرو عن الظهرة يتبرد ويتميه فيتحول إلى تيست أخضر يميزه معدني الكلوريت والأكتينوت
أثناء الغوص تجفف صخور الصفيحة الغائصة محررة ماء تميه برنس الصفيحة الطافية يؤدي إلى إنخفاض درجة الحرارة
انصهار جزئي للبيريدوتيت متكلة مغما ساخن قليل الكثافة غني بالسليس و فقير بالأكاسيد تصعد الماغما نحو القشرة الأرضية الطافية
تبلور تدريجي يشكل صخور اندساسية مثل الغرانيت ، الغوانوديوريت والديوريت
صعود إلى السطح تشكيل براكين انفجارية ، صخور سطحية مثل الأندزيت و الريوليت
يتعرض صخر الغابرو للصفيحة المحيطية الغائصة إلى تحولات تؤدي إلى ظهور مجالات التحول يميزها ضغط وحرارة تدعى بالسحن (سحنة التيست والإكلوجيت)يميز هذه الصخور تركيب معدني خاص
تزايد كثافة وسمك الليتوسفير المحيطي بالنسبة لكثافة اللوح القاري كلما زاد البعد عن الظهرة يعتبر أحد المحركات الأساسية للغوص
تتميز مناطق الغوص بتوزع للزلازل حسب مخطط بنيوف وحسب عمق لا يتعدى 100KM ما يحدد سمك اللوح الغائص
حطيات و تشوه القشرة الأرضية وفوالق:
- حطيات في الطبقات الرسوبية محاورها موازية للساحل
- انكسارات في قاعدة الطبقات الرسوبية .
براكين انفجارية تشكل سلاسل جبلية حديثة
الصفيحة الغائصة دائما محيطية أما الصفيحة الطافية فقد تكون محيطية أو قارية
تقدر زاوية الميل في مخطط بنيوف بـ45°م إذا كانت الصفيحة الطافية قارية و بـ 90° اذا كانت الصفيحة الطافية محيطية