

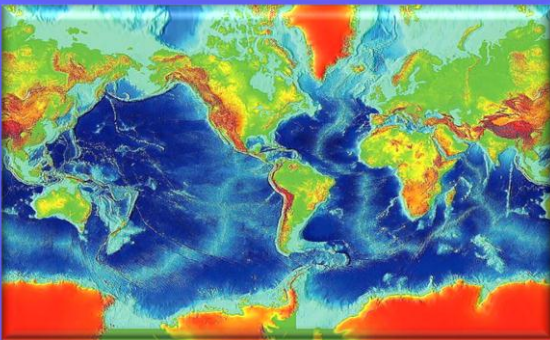
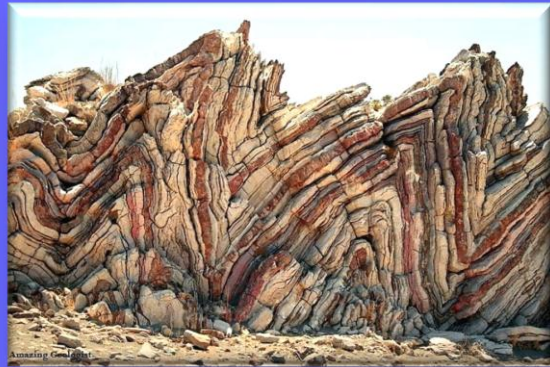
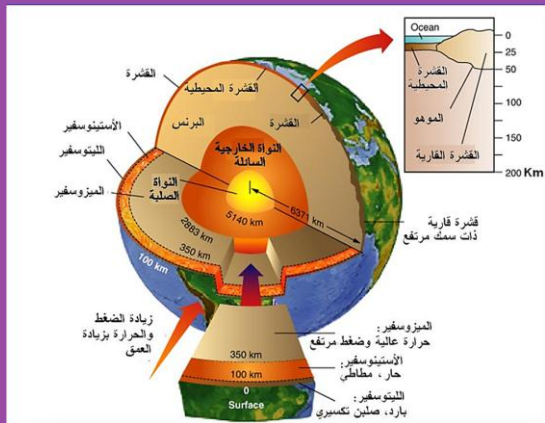
BAC  
2019

# مجلة النجاح

مادة علوم الطبيعة والحياة

العدد 4

## التحضير الجيد لبيكالوريا 2019



### الجزء الأول الدرس

المجال 2

التكتونية العامة

من إعداد الأستاذ بوالريش أحمد :  
استاذ مكون (متقاعد)



## المجال 2

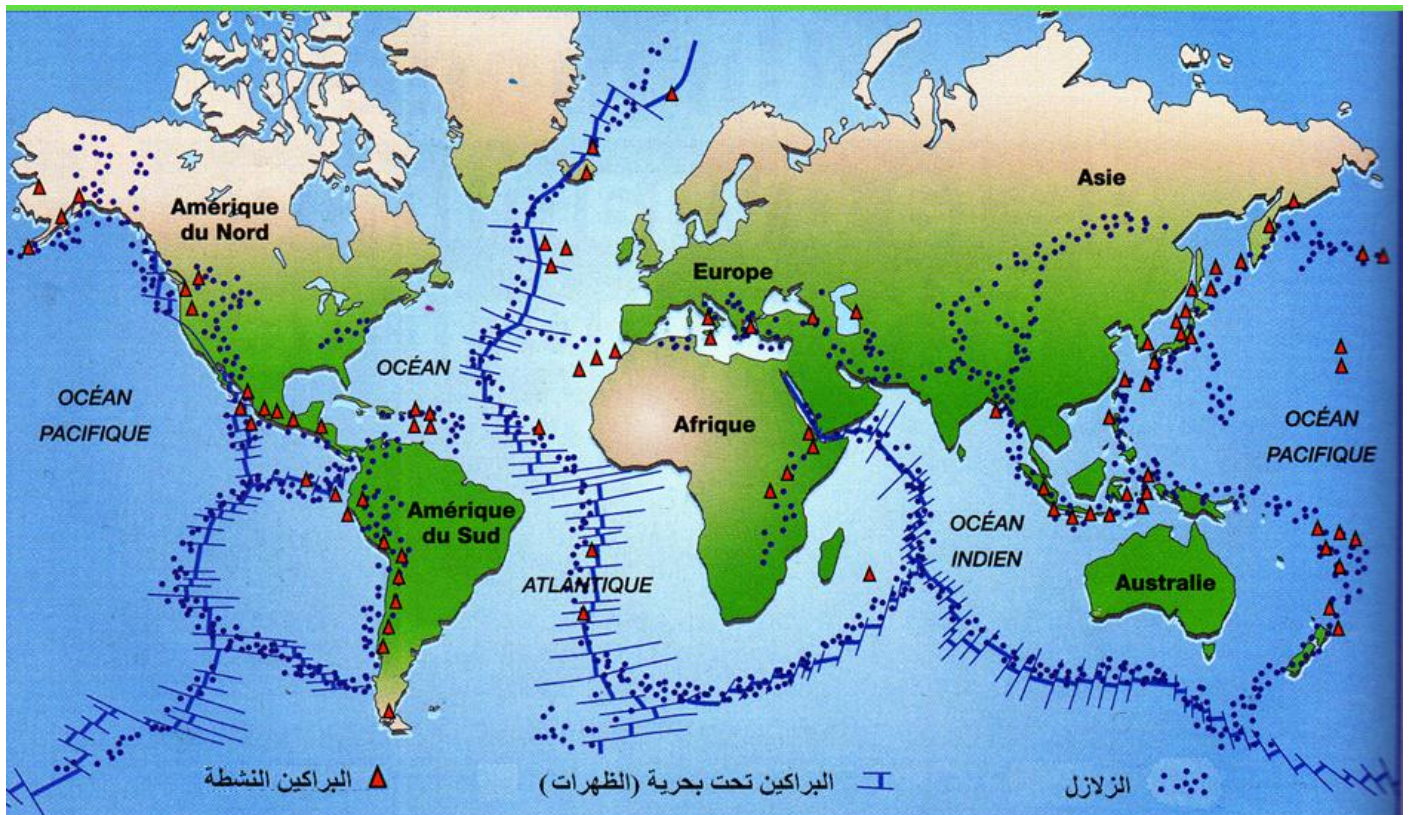
### التكتونية العامة

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.

#### الوحدة 1 : النشاط التكتوني للصفائح :

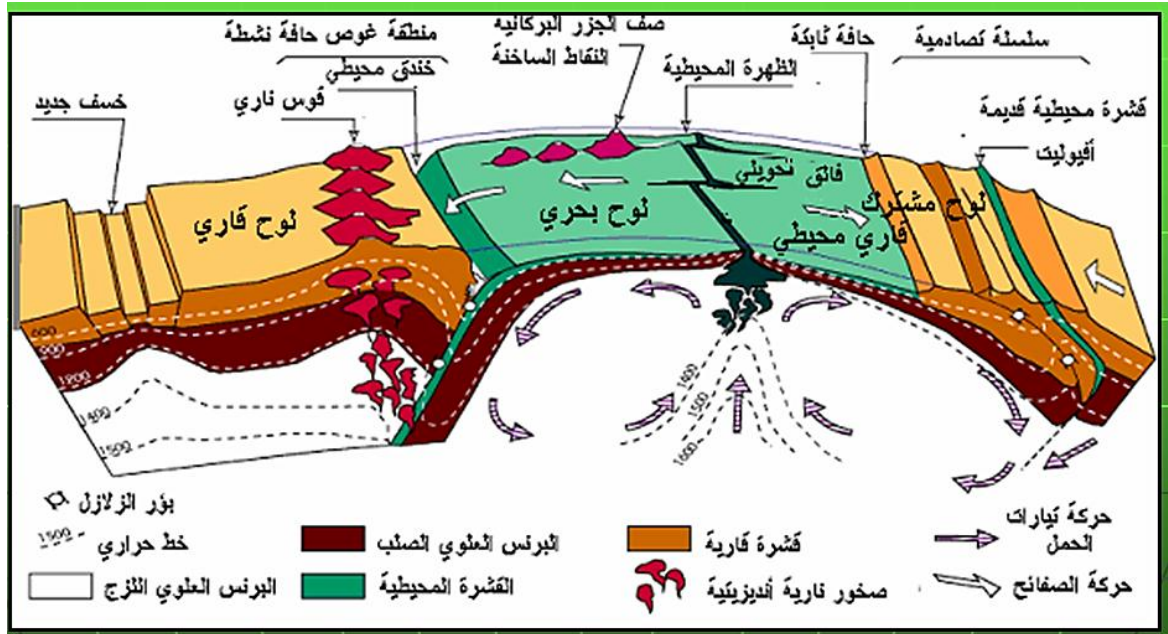
##### I – تحديد الصفائح التكتونية :

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 و وسط محيطية أو تقريبا مشكلة مناطق الغوص أو السلاسل الجبلية.



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

## 2 - حركة الصفائح التكتونية :



تتحرك الصفائح إما مبتعدة عن بعضها البعض مثل تباعد صفيحتي أمريكا الجنوبية وإفريقيا 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 التبعاد :

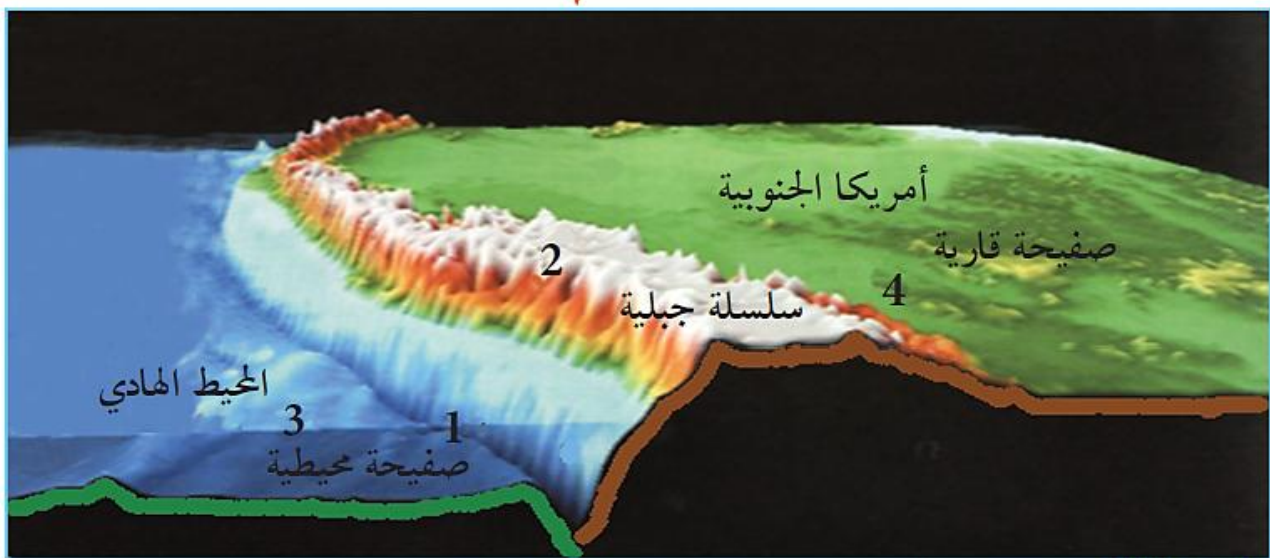


- ⊖ يمكن تبرير حركات التبعاد من خلال : زحزحة القارات والتوسع المحيطي .
- ⊖ يتحدد عمر قاع المحيطات اعتمادا على الاختلافات المغناطيسية أو التوضعات الرسوبية التي تغطي اللوح المحيطي.
- ⊖ يزداد عمر اللوح المحيطي بشكل تناظري على جانبي الظهرة و هذا ما يدل على تباعد الصفائح التكتونية عن بعضها البعض.



## 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 قاربتان 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 فتتحني 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 و تصحبها اندفاعات بركانية.
- تتوزع بؤر الزلازل وفق مستوي مائل يدعى مستوى بنيوف الذي يفصل بين الصفيحة الغائصة و الصفيحة الطافية.

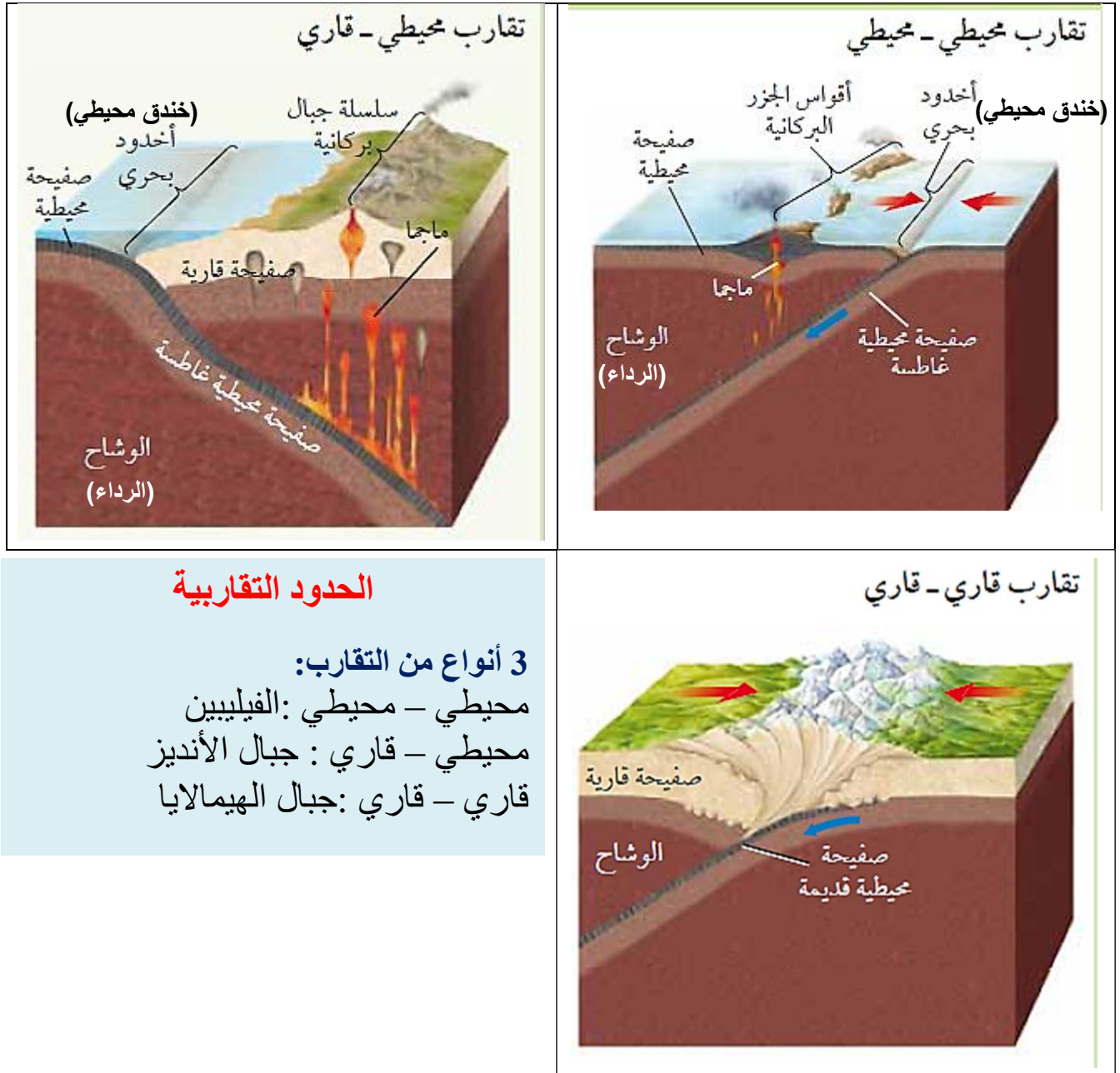
**الخندق المحيطي** هو منخفض ضيق و طويل من قاع المحيط يمتاز بالانحدار الشديد و شدة عمقه و غالبا ما يكون موازيا لحافة القارة.



## تقارب صفيحة محيطية مع أخرى محيطية

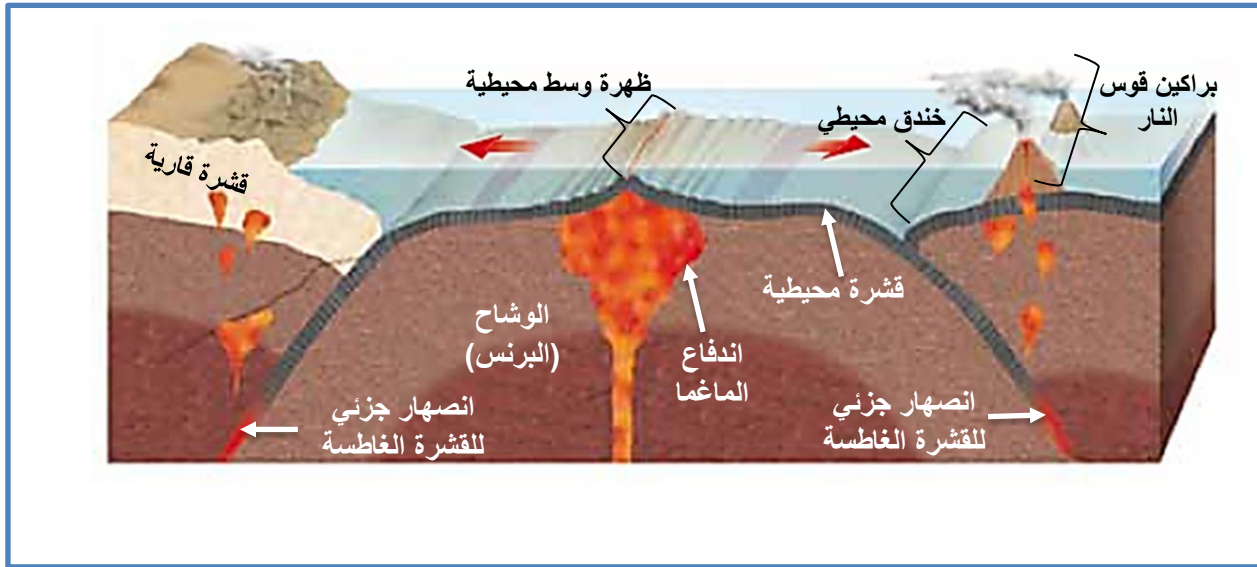
تكون الحدود التقاربية، في هذه الحالة، داخل المحيطات حيث تلتقي صفيحتان محيطيتان و تغوص إحداها تحت الأخرى ويتكون نتيجة هذه الحركة أغوار محيطية مثل ما يحدث في الحالة السابقة و كذلك نكون جزر بركانية.

## ملخص أنواع الحدود المتقاربة



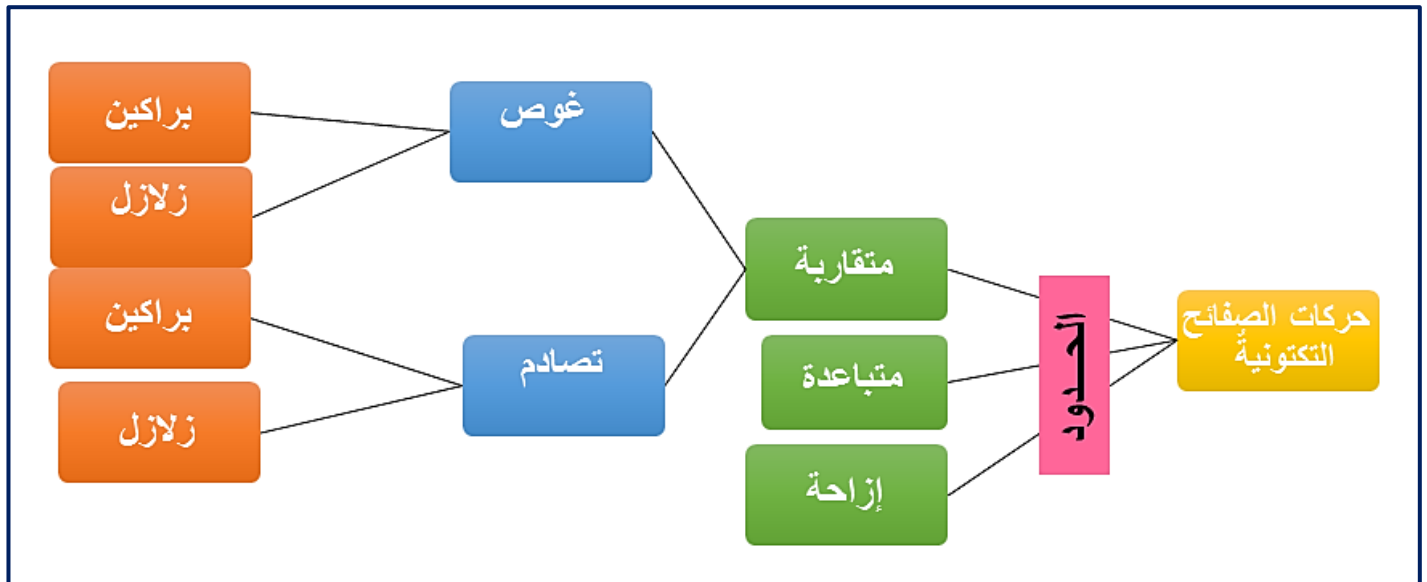
☉ ينقسم الغلاف الصخري (الليثوسفير) الى عدة صفائح متحركة عن بعضها البعض. و هذا ما يدعى بنظرية تكتونية الصفائح.

## مخطط تحصيلي حول حركة الصفائح



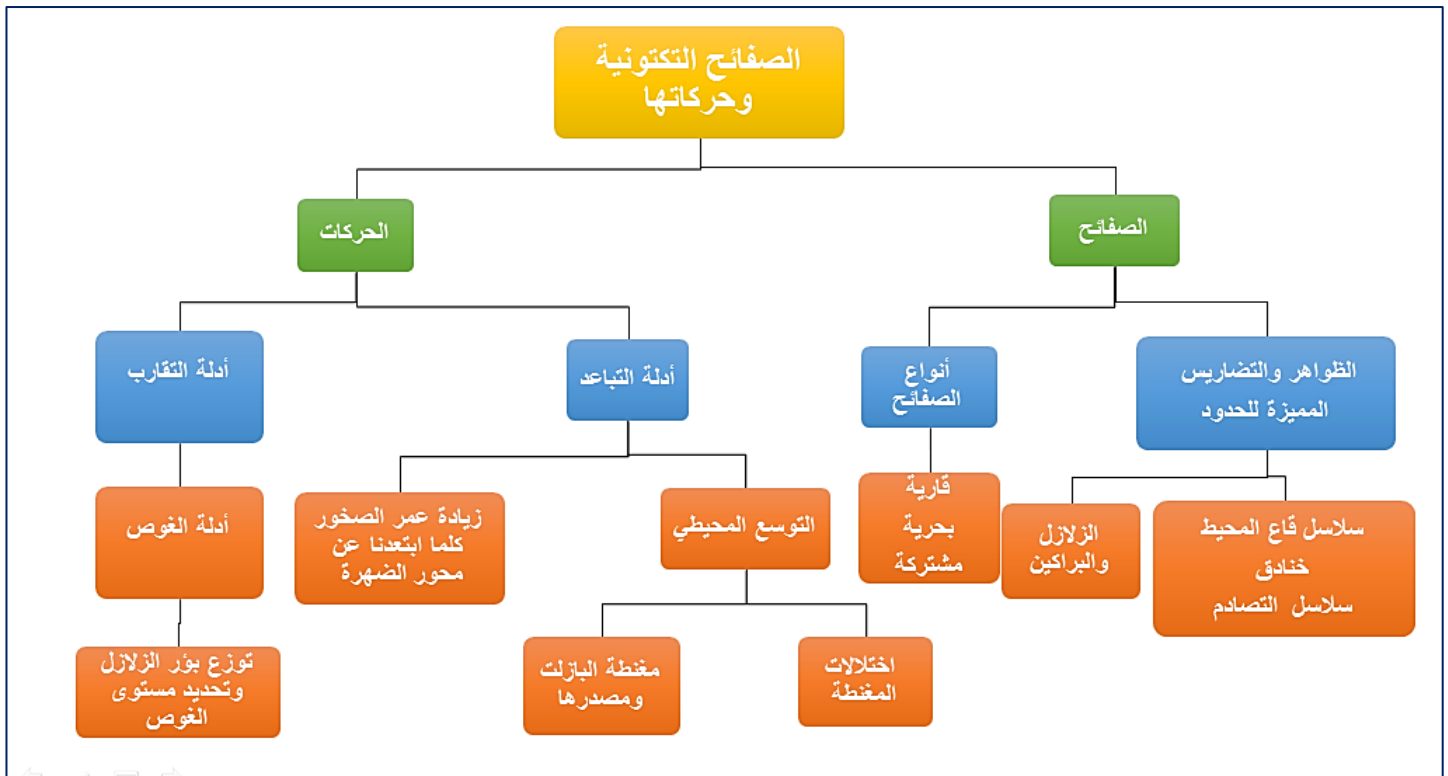
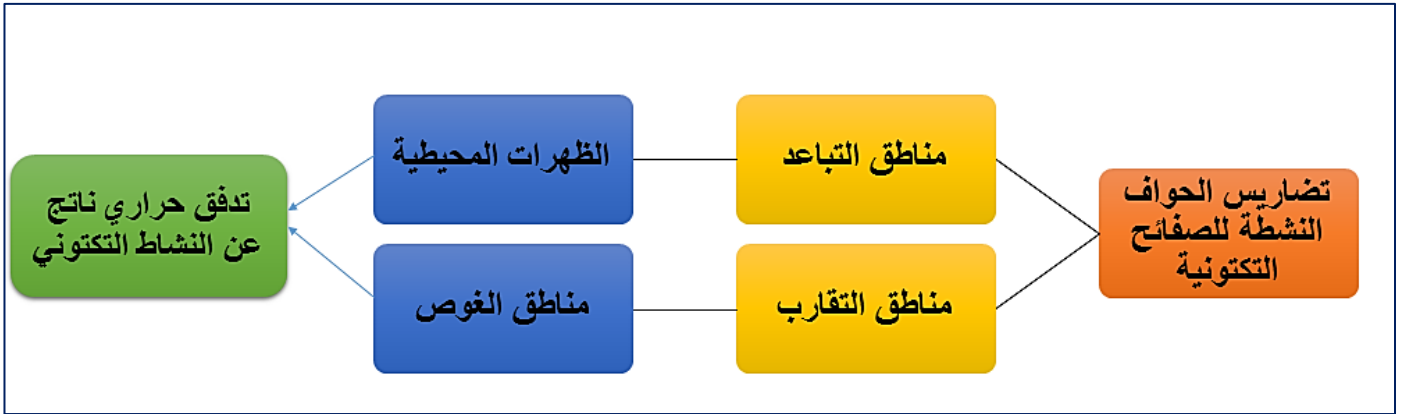
## خرائط المفاهيم

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

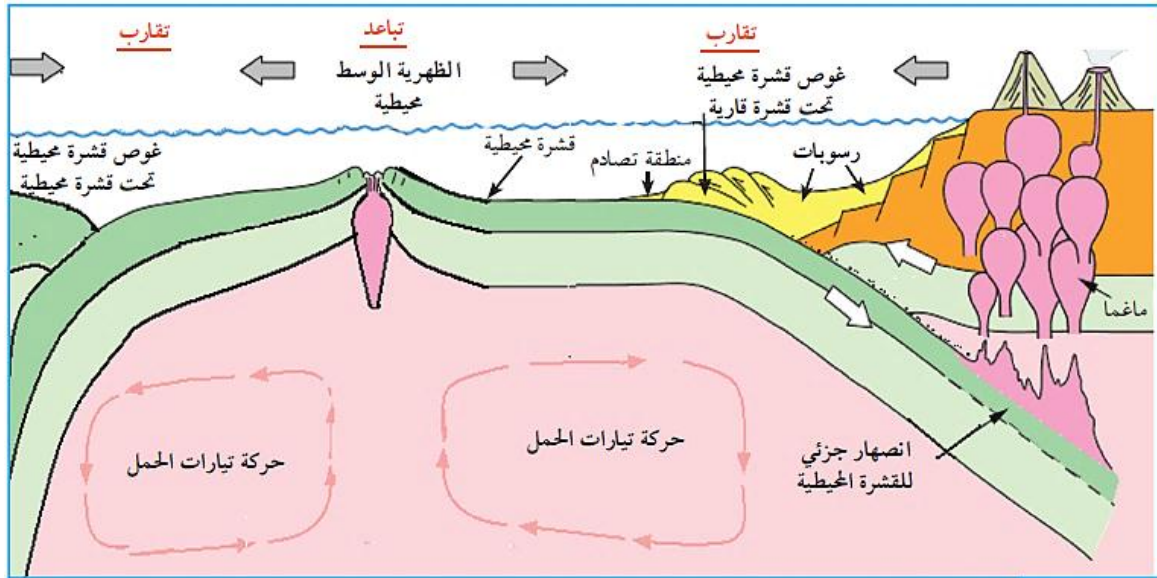


حدود الصفائح التكتونية **مناطق نشطة** تتميز **بظواهر جيولوجية خاصة** و**بتضاريس خاصة** و**بتركيب بتروغرافي و معدني خاص**، ترتبط هذه الظواهر وبتضاريس بحركات البناء على مستوى **الظهورات وسط محيطية** وبحركات الغوص على مستوى **الخنادق البحرية** والتي ترتبط بدورها **بالنشاط المغماتي** على مستوى البرنس الليثوسفيري والبرنس الأستوسفيري وبالتدفق الحراري في مناطق تماس الصفائح.

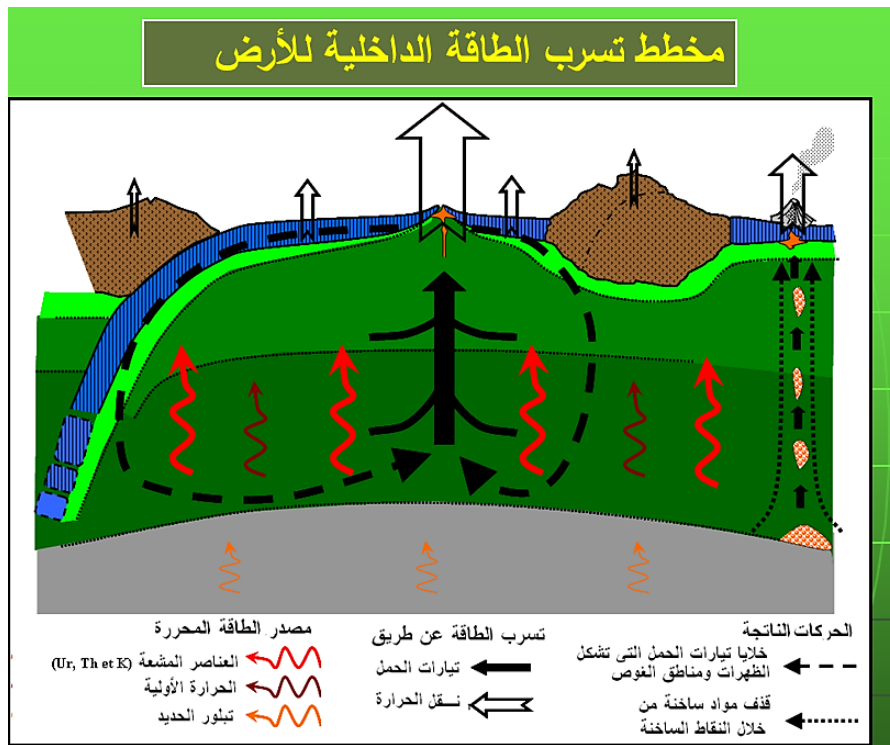




## 3 - الطاقة الداخلية للكرة الأرضية: محرك لحركات الصفائح



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

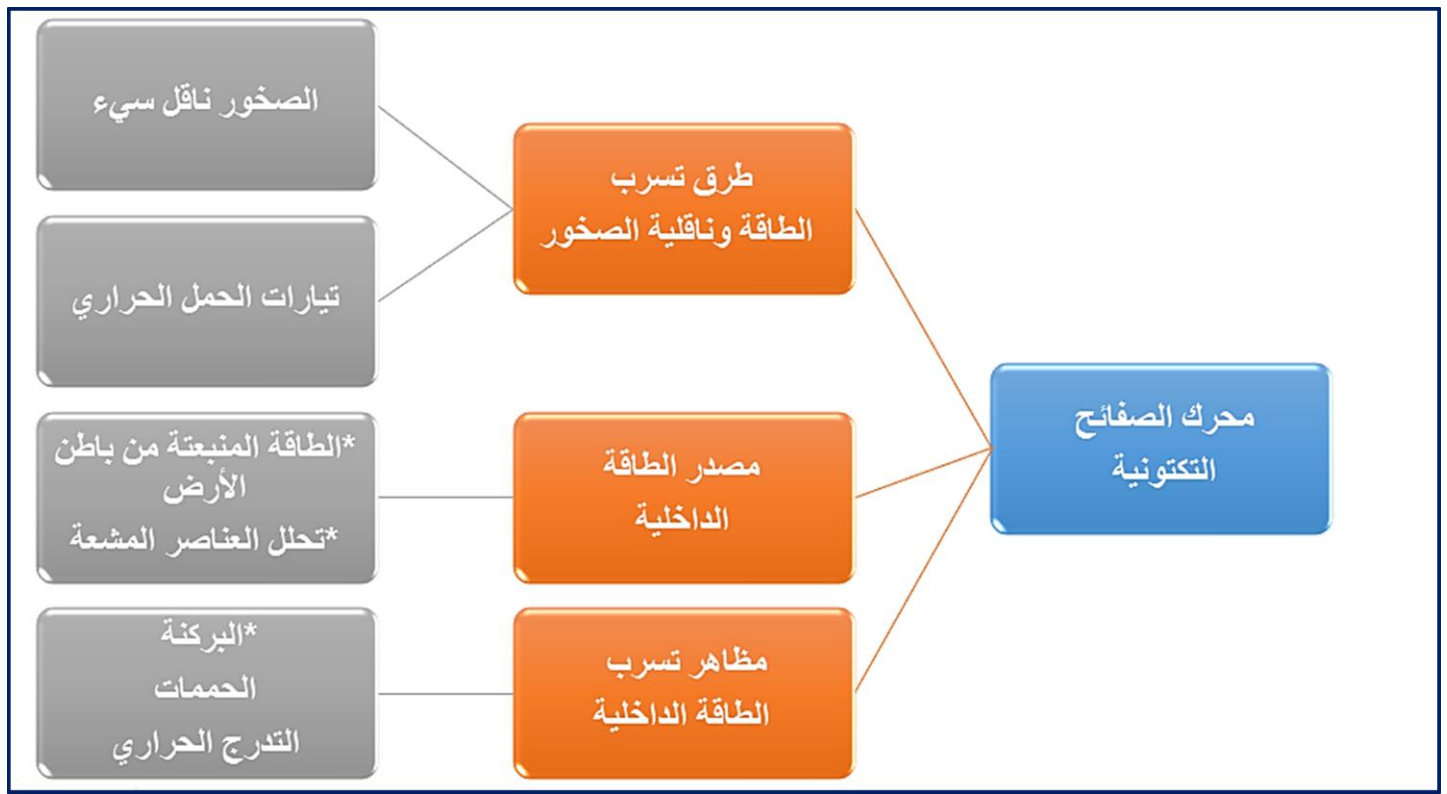


- ☉ تعد الطاقة الداخلية للأرض محركا أساسيا لتنتقل الصفائح الليتوسفيرية، ويعود مصدرها أساسا لتفكك العناصر المشعة.
- ☉ تنتسرب الطاقة الداخلية للأرض ببطء بواسطة ظاهرة الحمل (نقل الحرارة بفضل حركة المادة) وهذا لكون الصخور ناقل سيئ. وعليه فإن حركات الحمل هي المحرك الأساسي للصفائح التكتونية:
  - ✓ تيارات صاعدة ساخنة على مستوى الظهيرات 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 (الظهيرات).



● يغوص الليتوسفير المحيطي تحت الليتوسفير المقابل وذلك لكونه باردا 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

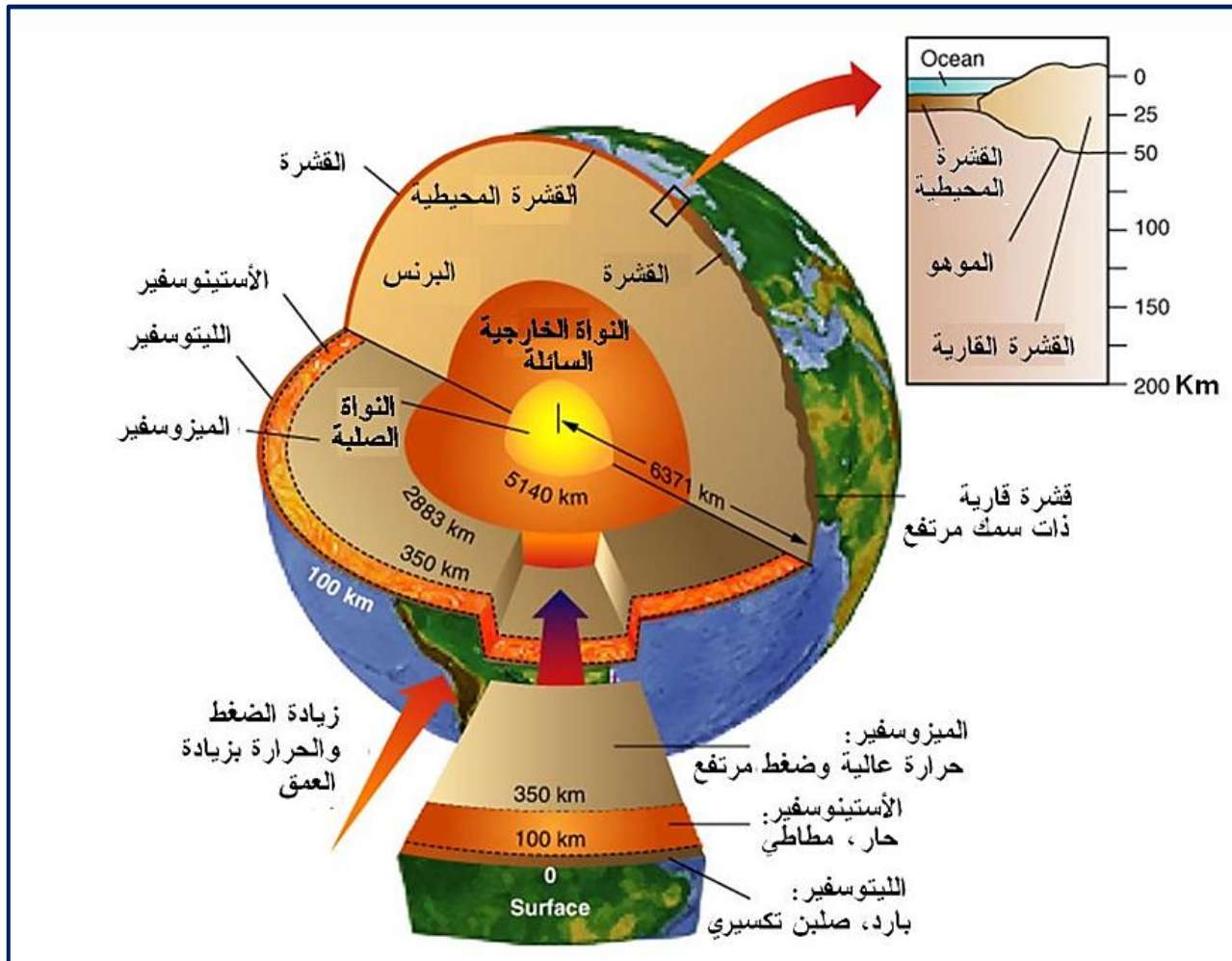
## II – بنية الكرة الأرضية :

## تذكير

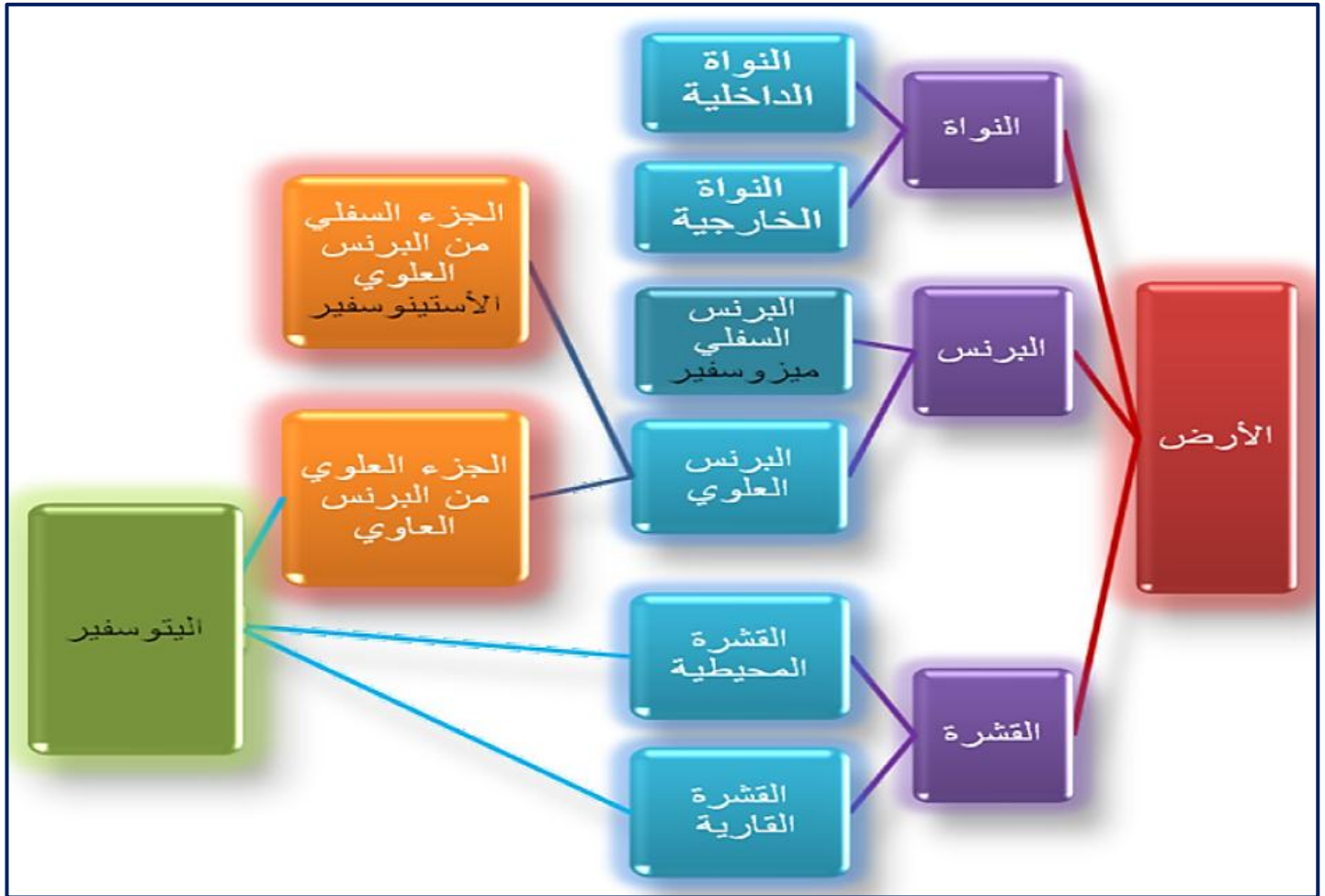
## الصفات الفيزيائية لأغلفة الأرض الباطنية

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

- ✓ 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 و تتحرك معها.



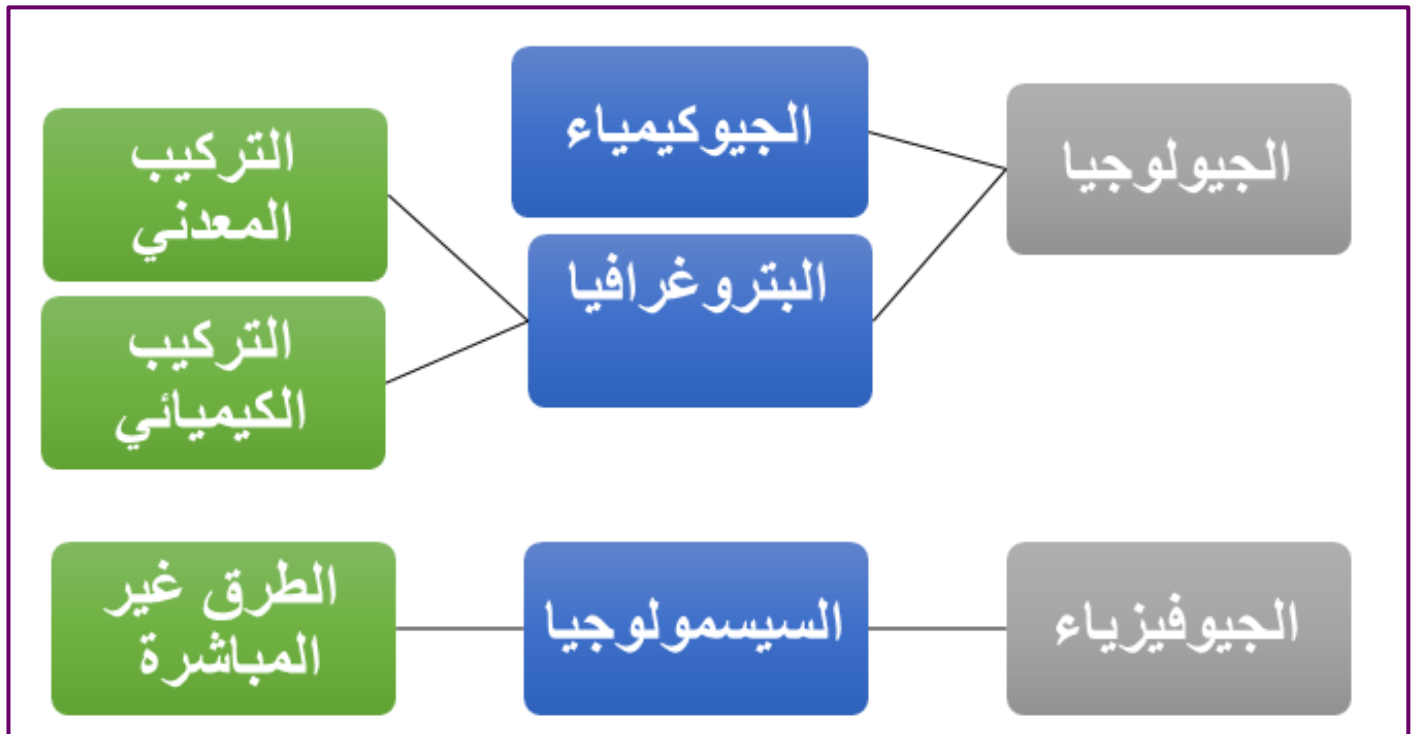




## النشاط 1: نموذج سيسمولوجي للكرة الأرضية

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

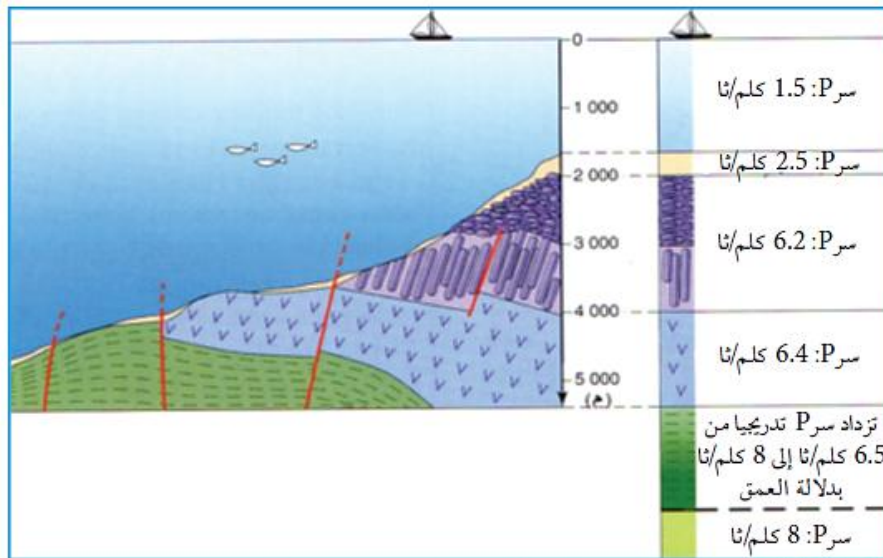
تسمح علوم **السيستمولوجيا، الجيولوجيا، الجيوفيزياء والجيوكيمياء** ، بدراسة الظواهر الجيولوجية المرافقة لحركات الصفائح التكتونية والتركيب المعدني والكيميائي لكل من القشرة الأرضية والبرنس الأرضي ما قدم مؤشرات غير مباشرة تسمح بالتعرف على المستويات السفلى للأرض أي بنية الكرة الأرضية من جهة وبتفسير حركات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

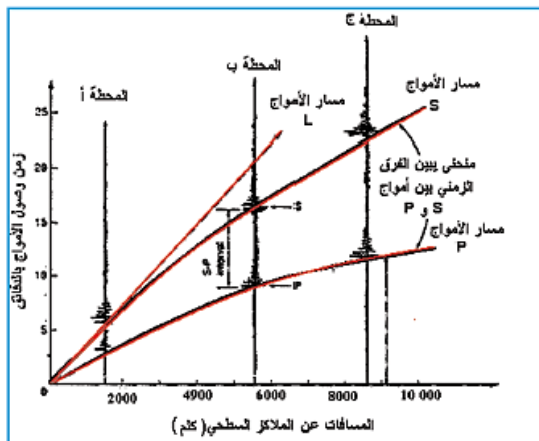
الوثيقة (9) قياس سرعة الموجات الزلزالية  $V_p$  في صخور قاع المحيط

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

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

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. والمثلة في معلم يتضمن زمن وصول مختلف الموجات الزلزالية بدلالة المسافة التي تفصل المركز السطحي للزلزال.

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



الوثيقة (11) منحنيات مسير الأمواج الزلزالية بدلالة المسافة

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:

1. وافق بين الوثيقتين (8 و9). ماذا تستنتج؟
2. اقترح تفسيرا لاختلاف سرعة الموجات الزلزالية في الصخور الموضحة في (الوثيقة 10)
3. بناء على المعلومات حول نمط انتشار مختلف

## استغلال الوثائق :

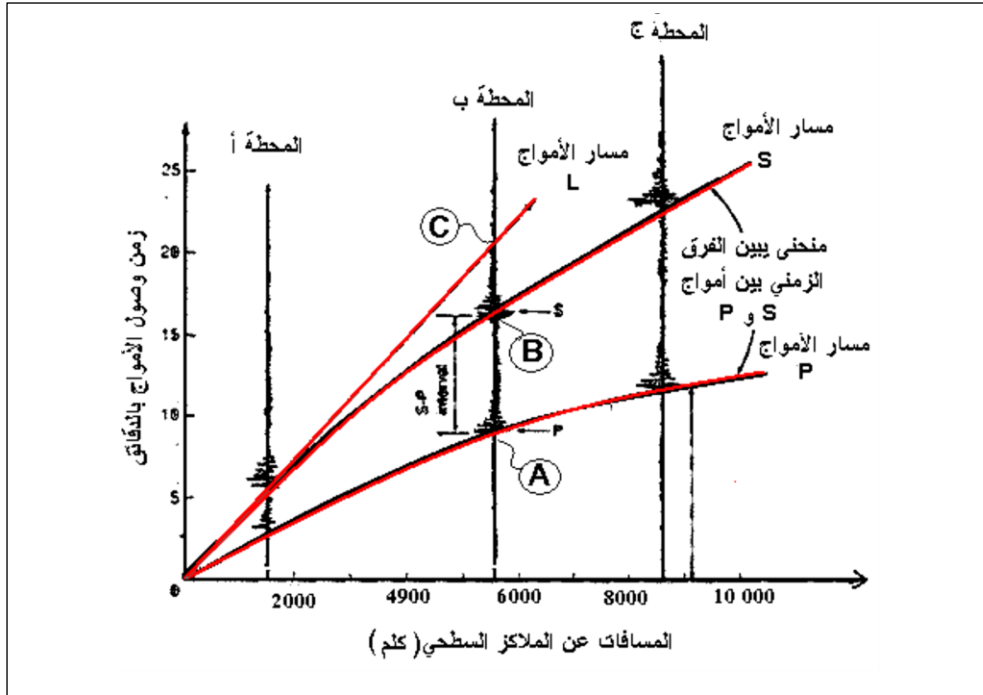
## من الوثيقة 9 :

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

## من الوثيقة 10 :

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 الوثيقة 11 :

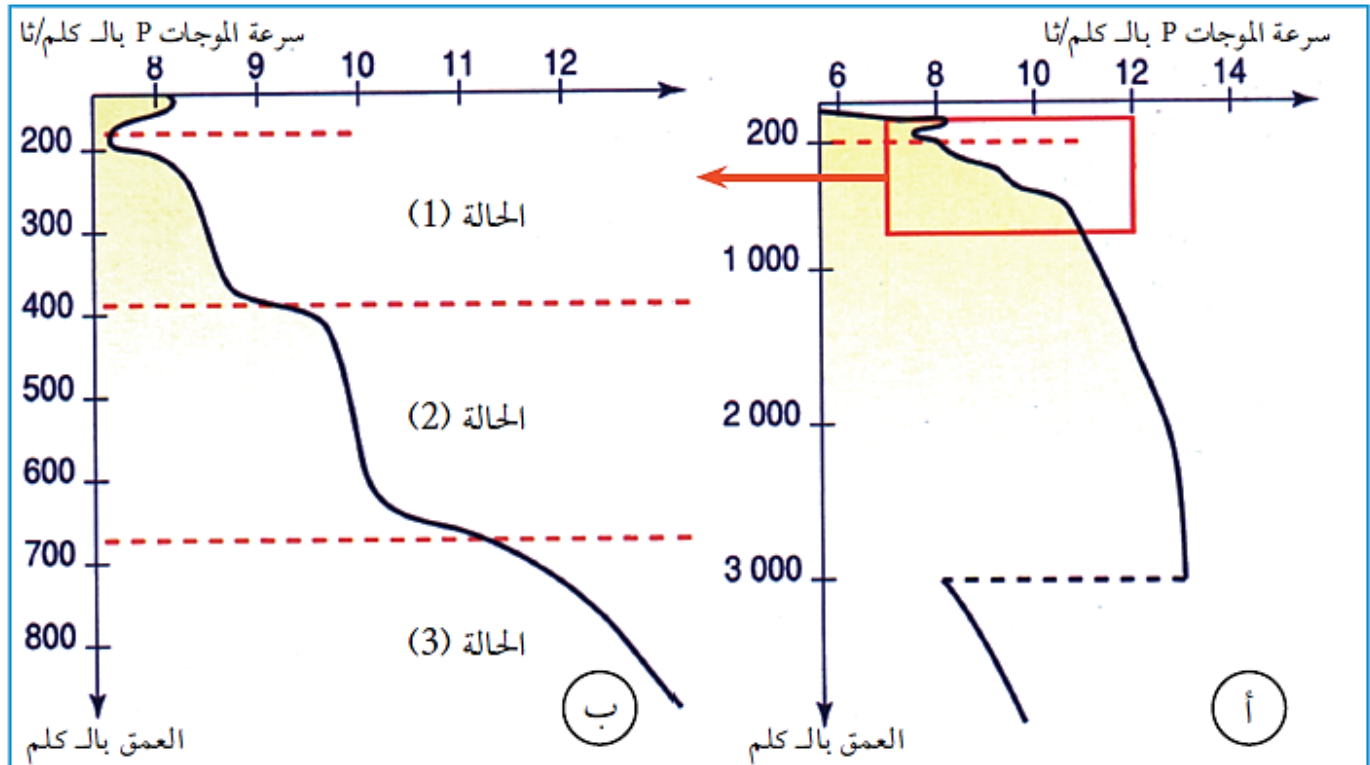


تصل الموجات الزلزالية (P) إلى النقطة (A) التي تقع على بعد 5800 كلم في زمن قدره 540 ثا ومنه نستنتج سرعتها وتقدر بـ: 10.74 كلم/ثا.  
وصلت الموجات الزلزالية (S) إلى النقطة (B) التي تقع على بعد 5800 كلم في زمن قدره 960 ثا ومنه نستنتج سرعتها وتقدر بـ: 6.04 كلم/ثا.  
وصلت الموجات الزلزالية L إلى النقطة (C) التي تقع على بعد 5800 كلم في زمن قدره 1260 كلم/ثا، ومنه نستنتج سرعتها وتقدر بـ: 4.60 كلم/ثا.  
نستنتج أنه بالنسبة لنفس المسافة تكون الموجات (P) أسرع من الموجات (S) وتكون هذه الأخيرة أسرع من الموجات (L).

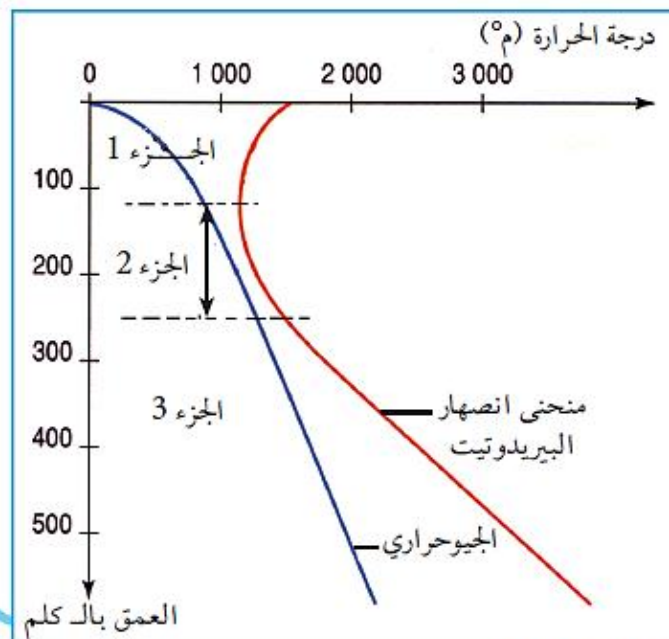


## ب - العلاقة بين خصائص المواد وسرعة انتشار الموجات الزلزالية :

يرتبط انتشار الموجات الزلزالية بالحالة الفيزيائية والكيميائية لمختلف المواد المكونة للمستويات الأرضية التي تخترقها.  
لتفسير تغيرات سرعة الموجات الزلزالية بين عمق 40 و 2900 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 و 3 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 و 13)

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

## استغلال الوثائق :

## الوثيقة 12:

- 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 و700 كلم.
- تعود كل هذه الإنقطاعات إلى تغيرات في خصائص المواد المكونة للمستويات السفلى للأرض.

## الوثيقة 13 :

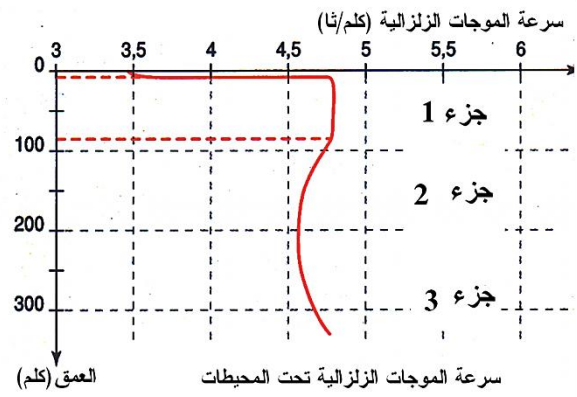
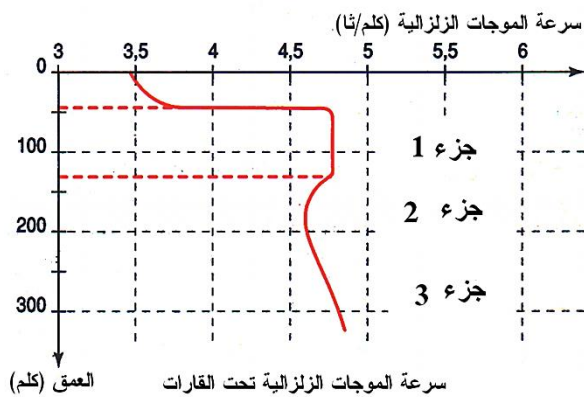
- معطيات الوثيقة (13) التي تبين منحنى انصهار صخر البيريدوتيت حيث يظهر انخفاض في درجة الحرارة بين عمق 100 و150 كلم تقريبا.

تتوافق هذه 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



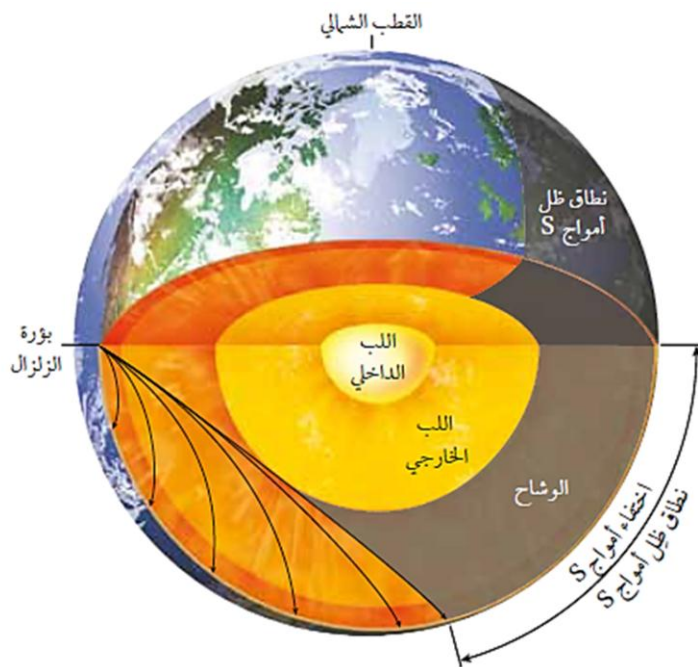
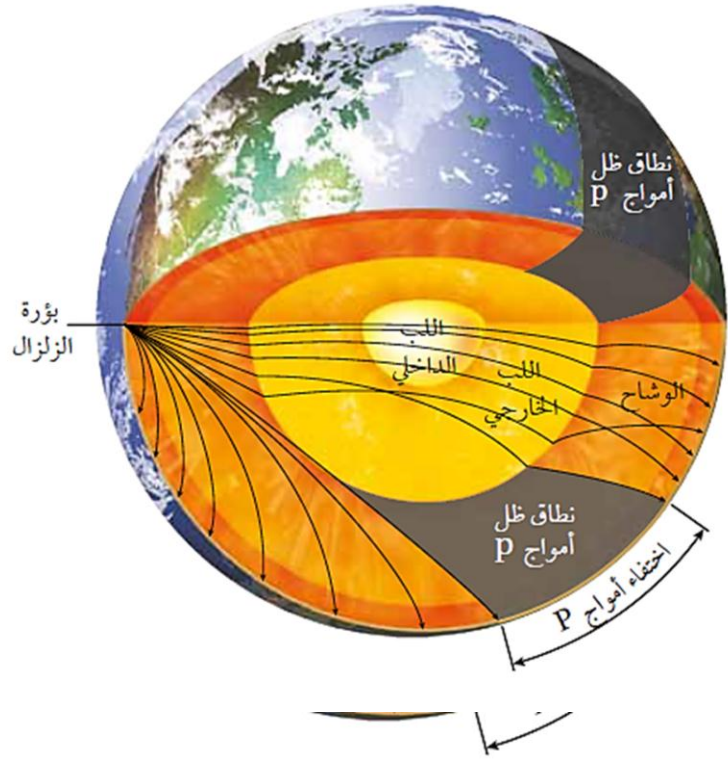
حيث تبين المنحنيات المقترحة ثبات في الجزء 1 وإنخفاض في الجزء (2) وتزايد في الجزء (3).

- 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 الممتلئة 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 للزلازل، بينما تظهر أمواج P على أجهزة السيزمومتر في الجانب المقابل للمركز السطحي للزلازل.



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 للزلازل.

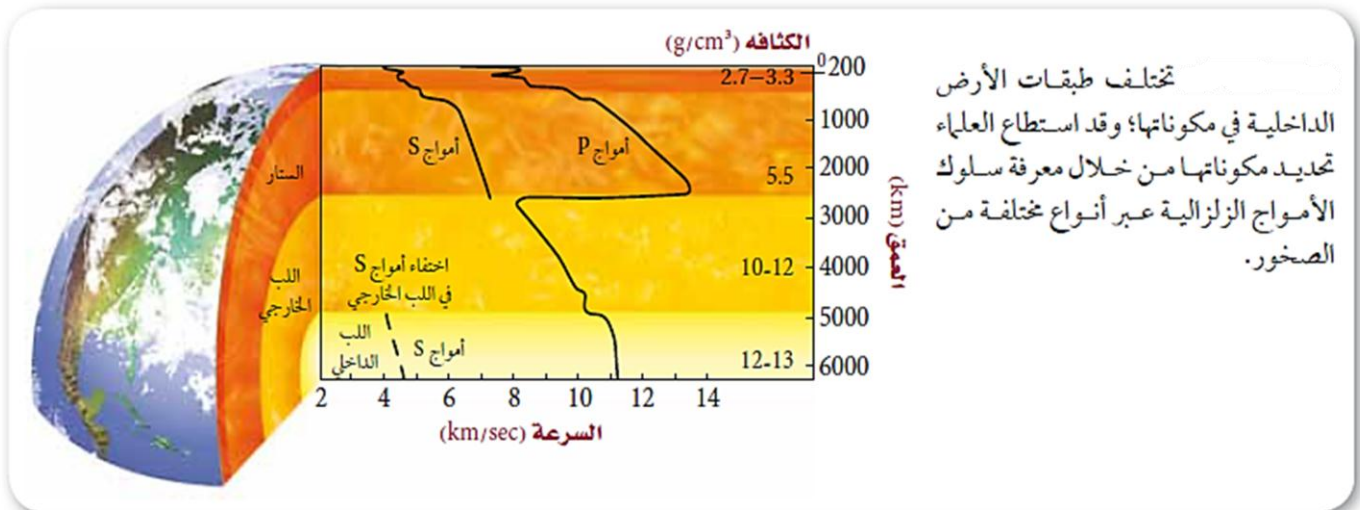


## الخلاصة

- ❖ 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 المشكل للأرض من الموجات الزلزالية بتجريبها على معادن شاهدة ثم مقارنة هذه السرعة على الأرض .

## الخواص الفيزيائية 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



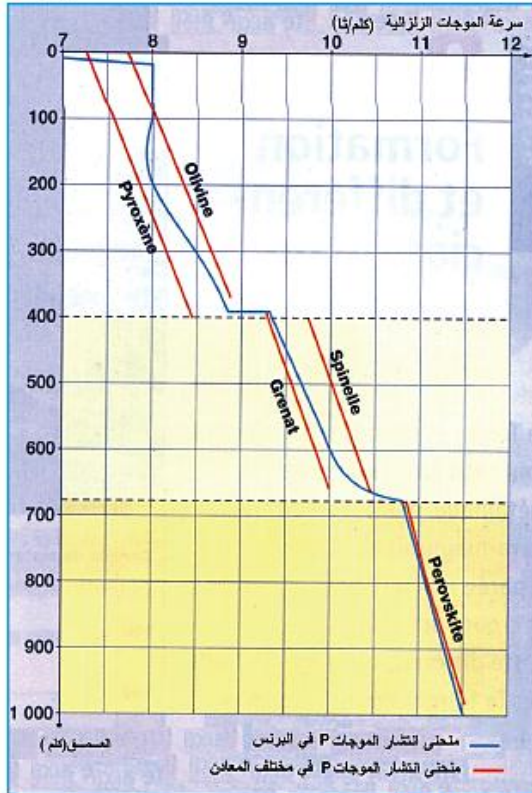
## النشاط 2 – النموذج المعدني الكيميائي للكرة الأرضية :

كيف تنتظم مكونات باطن الأرض بناء على مختلف المعطيات السيسمولوجية؟

## 1- التركيب المعدني للبرنس

## ⊖ سرعة انتشار الموجات الزلزالية P و S :

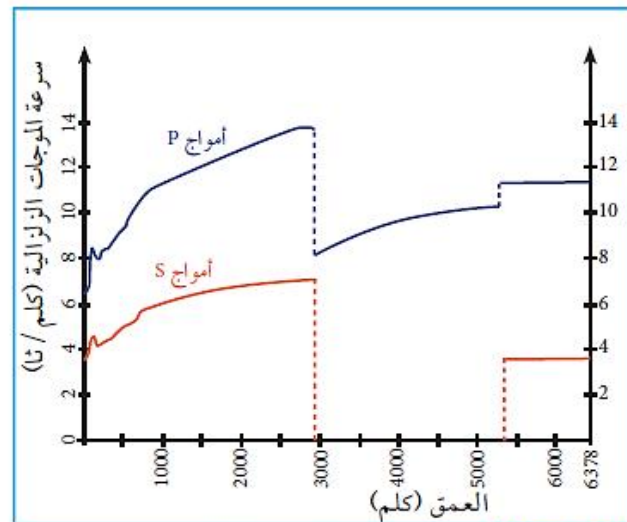
سرعة انتشار الموجات الزلزالية S,P بدلالة العمق



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

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

تبين الوثيقتان (9 و 10) سرعة انتشار الموجات الزلزالية بدلالة العمق في البرنس.



الوثيقة (9) تغير سرعة الموجات الزلزالية بدلالة العمق

## ⊖ استغلال الوثائق:

1. باستغلال الوثيقة (9) حلل منحنى انتشار الموجات الزلزالية P و S 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 :

## ج 1 – التحليل :

- ✓ تبين الوثيقة 9 تغير سرعة الموجات الزلزالية بدلالة العمق .
- تزداد سرعات انتشار الموجات P و S على عمق يتراوح بين 0 كلم و 2800 كلم , انخفاض سرعة انتشار الموجات الزلزالية P على عمق 2900 كلم و 5800 كلم .

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

ج2 - تحديد عدد وحدود الطبقات المكونة للكرة الأرضية :

✓ 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 يفصل 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 الوثيقة 10 :

✓ 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.

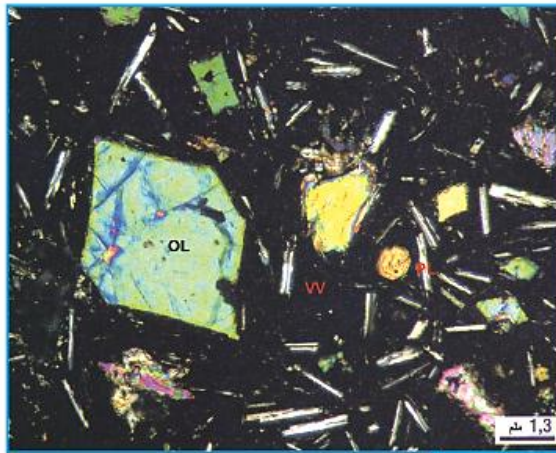
الاستنتاج :

✓ البرنس غير متجانس يتكون من طبقتين : برنس علوي إلى غاية 700 كلم وبرنس سفلي إلى غاية 2900 كلم .  
✓ البرنس العلوي ينقسم إلى طبقتين عمق الأولى 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 الميكرووليتي



الوثيقة (13) شريحة صخر البازلت تحت المجهر المستقطب بالخلل



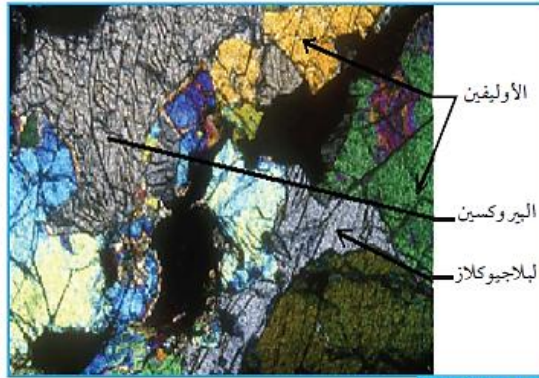
الوثيقة (12) صورة لعينة صخر البازلت بالعين المجردة

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

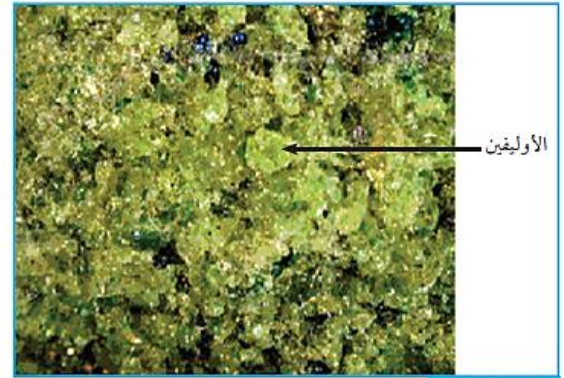


← البيريدوتيت:

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



الوثيقة (15) شريحة صخر البيريدوتيت تحت المجهر



الوثيقة (14) عينة من صخر البيريدوتيت

### استغلال الوثائق:

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

### استغلال الوثائق :

**ج 1 -** نستنتج من خلال المقارنة بين التركيب المعدني والنسيجي لصخور الغرانيتويد (الغرانيت) والبازلت والبيريدوتيت أن الصخور ذات النسيج البلوري (غرانيت + بيريدوتيت) بينما الصخور ذات النسيج الميكروليني (معادن دقيقة + زجاج بركاني).

**ج 2 -** نستنتج أن الغرانيت والبيريدوتيت يبردان ببطء 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.

البيريدوتيت	البازلت	الغرانيتويد	نسب الأكاسيد
44	49.81	70.37	SiO <sub>2</sub>
2	16.17	14.70	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
8.5	10.89	2.91	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO
42	6.08	0.91	MgO
3	9.81	2.14	CaO
0.3	2.76	3.67	Na <sub>2</sub> O
0	0.90	4.10	K <sub>2</sub> O
	3.58	1.20	

الوثيقة (16)

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

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

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؟

\* لنخص في نص علمي الخصائص المعدنية والكيميائية لكل من الغرانيتويد، البازلت والبيريدوتيت.

## استغلال الوثائق :

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

- ⊖ الغرانيت غني بالسيلييس والألمنيوم وفقير بالحديد والمغنيزيوم.
- ⊖ البازلت فقير بالسيلييس وغني بالألمنيوم، الحديد، المغنيزيوم والكالسيوم.
- ⊖ البيريدوتيت: فقير بالسيلييس والألمنيوم وغني بالحديد كما هو غني جدا بالمغنيزيوم.
- ⊖ يشكل الغرانيتويد المكون من سليكات الألمنيوم (Sial) القشرة القارية.
- ⊖ ويشكل البازلت المكون من سليكات المغنيزيوم (SIMA) القشرة المحيطية.
- ⊖ يشكل البيريدوتيت المكون من سليكات 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 بالسيلييس 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



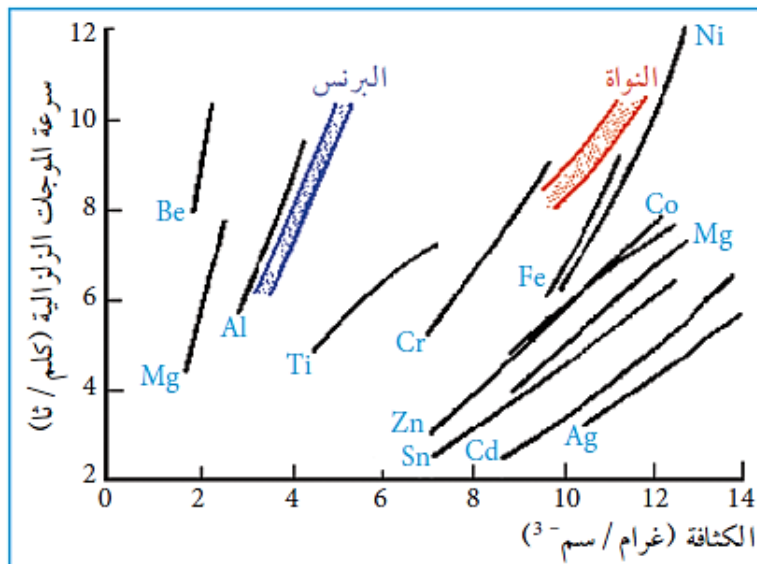
الوثيقة (11) عينات صخرية من النيازك

- 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. (I) تصدر النيازك عن الحزام الذي يقع بين كوكبي المريخ وزحل وتمثل الكوندرت 85% منها.

- بينت التحاليل الجيوكيميائية التي أجريت على هذه الأجسام (الكوندرت) أن لها نفس تركيب الكواكب الصخرية (الأرض) لكونها تشكلت من نفس المواد ولها نفس العمر وتختلف النيازك عن الأرض في كونها غير متميزة. 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.

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

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



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

(2) تجربة Birch: كما أجريت قياسات سرعة موجات التصادم على عناصر كيميائية (Fe, Cr; Al, Mg, Na) تحت عملي 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.

## استغلال الوثائق :

س1 - قارن بين مكونات كل من الأرض والكوندرت :

ج1 - المقارنة :

العناصر الكيميائية للأرض والنيازك متماثلة وأنها من نفس الأصل ولكنهما يختلفان في كون الأرض متميزة إلى مجموعة من المستويات وأن الكوندرت (الممثل الأساسي للنيازك) غير متميز.



س2 - انطلاقا من المقارنة السابقة ومعطيات الوثيقة 12 , حدد العناصر المكونة للبرنس والنواة , ماذا تستخلص من ذلك ؟

ج2 -

يستنتج من الوثيقة 12 أن منحني السيلكات والمغنيزيوم يقعان في مجال البرنس وأن منحني 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 ( سيليكات، 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

##### غرانوتويد ( 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 بالباتوليت

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

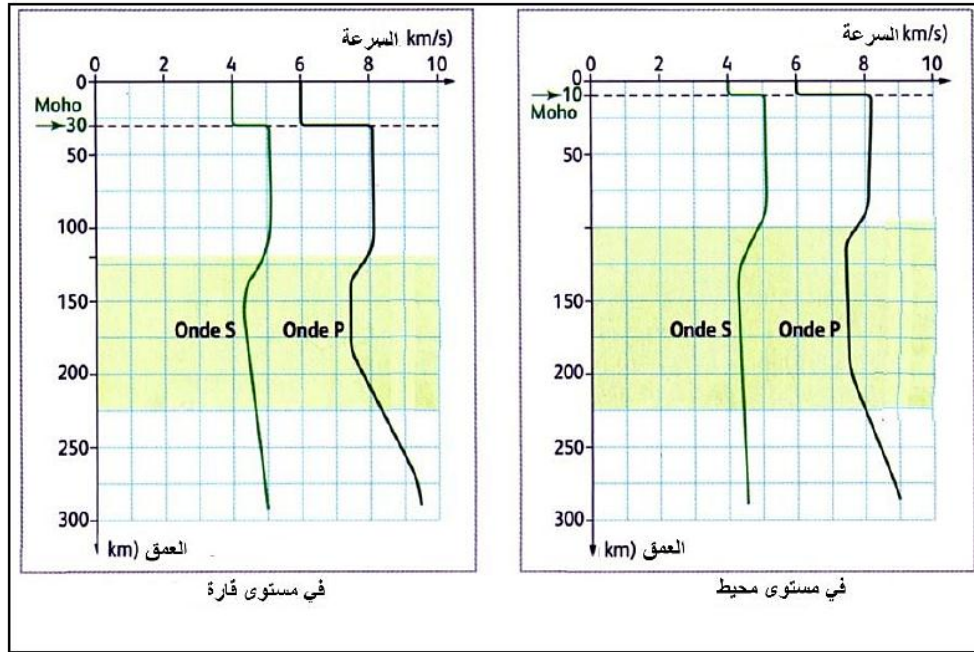
الأرض أم إذا تبردت في الأعماق و ببطء تشكل صخور الجابرو

إنها تشكل القشرة المحيطية وتسمى Si Ma نسبة لوفرة هذا المعدن



تربية أون لاين

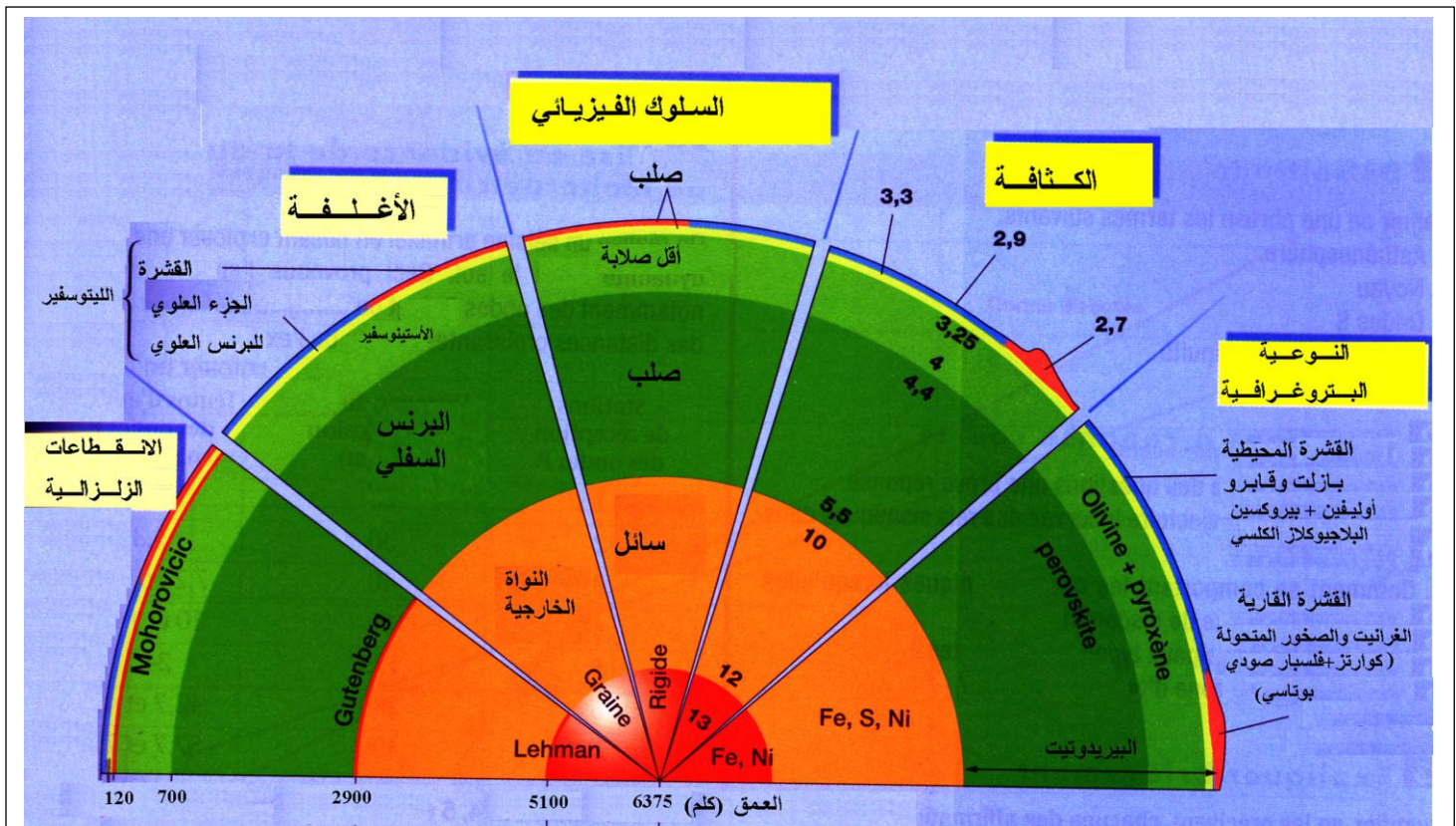
## كيف يمكن التمييز بين القشرة القارية والقشرة المحيطية



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

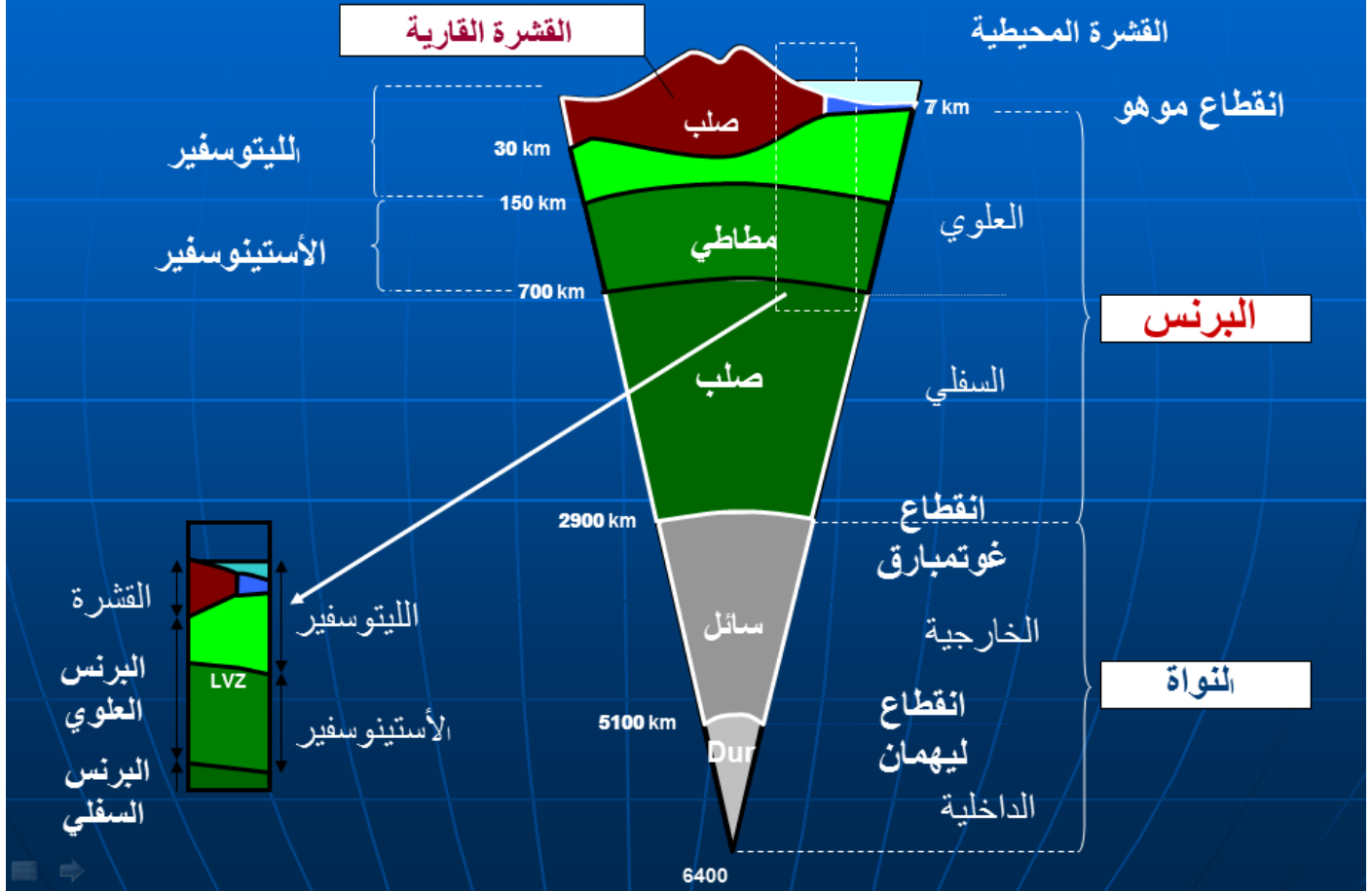
يقع خط مو هو على مستوى القارة على بعد 30 كلم و على مستوى المحيط يقع على بعد 10 كلم من السطح مما يدل على أن سمك القشرة القارية أكبر من سمك القشرة المحيطية .

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

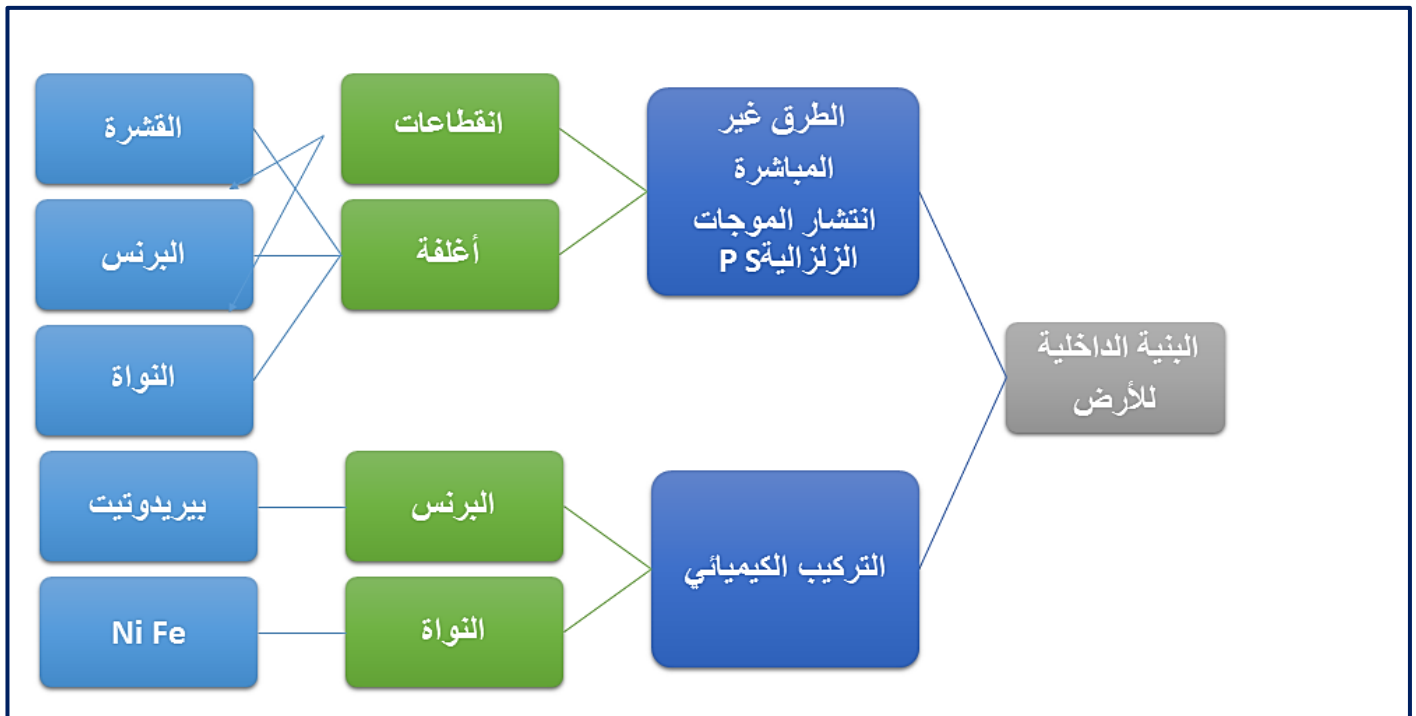


## مخطط تحصيلي : مجسم لبنية الكرة الارضية على شكل طبقات

## رسم تحصيلي يبين مختلف مستويات الكرة الأرضية



### خريطة المفاهيم





## الحصيلة :

## النشاط ①: الموجات الزلزالية

الزلازل عبارة عن حركات أرضية تحدث داخل القشرة الأرضية. نسمي النقطة التي حدث فيها الكسر بالبؤرة والنقطة السطحية بالمركز السطحي. ينتج الزلزال عن عدم مقاومة المواد الداخلية للكوة الأرضية لقوى الشد وتنبثق عنه موجات تسجل على أجهزة خاصة تدعى السيسمو متر. تسمح أجهزة السيسمو متر من تسجيل الموجات الزلزالية وفق الأبعاد الثلاثة وتنقسم إلى نوعين:

- السيسمو متر الأفقي: يسجل الموجات الزلزالية وفق الاتجاهين: شمال-جنوب و شرق-غرب
- السيسمو متر 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.
- الموجات L و R لها سرعة أقل ولكن سعتها أكبر وبالتالي ملة وصولها أطول.

تنتشر الموجات P و S في جميع الاتجاهات ولذا تدعى بموجات الحجم. الموجات P هي موجات طولية من النوع التضاعطي التمديدي، تنتشر في كل من الأوساط الصلبة والسائلة تسجل بشكل جيد على السيسمو متر الشاقولي. الموجات S: هي موجات عرضية (قصية) تنتشر في الأوساط الصلبة فقط، تسجل بشكل جيد على السيسمو متر الأفقي.

الموجات L و R: تنتشر فوق سطح الأرض، تسجل بشكل جيد على السيسمو متر الأفقي وتحدث أضرار كبيرة على المنشآت. تنتشر الموجات P و S داخل الكوة 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 ②: التركيب الكيميائي لصخور القشرة الأرضية والمعطف

تكون صخور الغرانيتويد 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 اندساسى حمضى.

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 ب 49 % والألومين ب 15% المعدن الحديدية المغنيزية ب 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 ب 42% والحديد ب 8.5%، لذا تعتبر صخور البرنس فقيرة بالسيليس وغنية بالحديد والمغنيزيوم.

### النشاط ③:

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:

- القشرة 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 وهي 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.

## الوحدة 2 : 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:

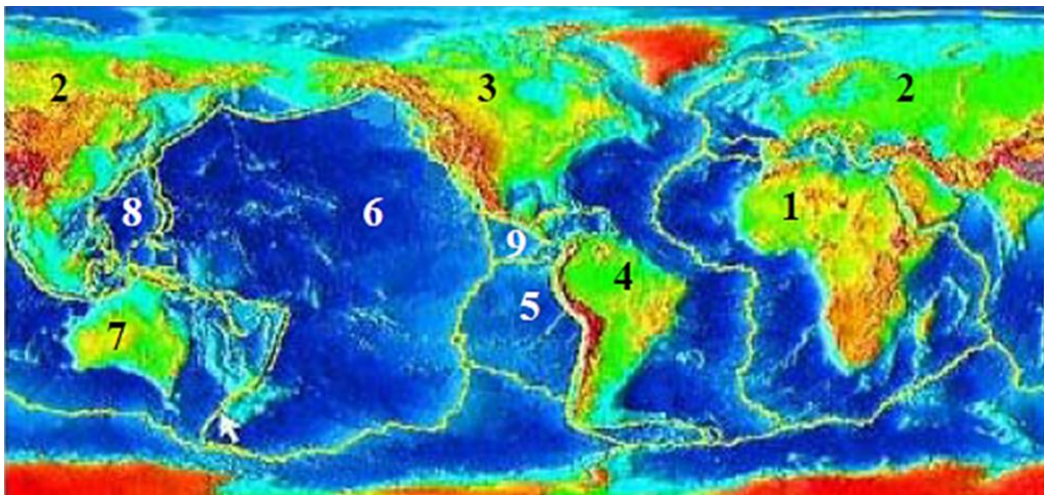
⊖ ما هي خصائص منطقة البناء ؟

⊖ ما هي الظواهر المرتبطة بالبناء ؟

### 1 – خصائص مناطق البناء :

#### النشاط 1 : التذكير بالمكتسبات :

تمثل الوثيقة 1 خريطة حدود الصفائح التكتونية في العالم.



الوثيقة 1

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



## ج1 - التعاريف :

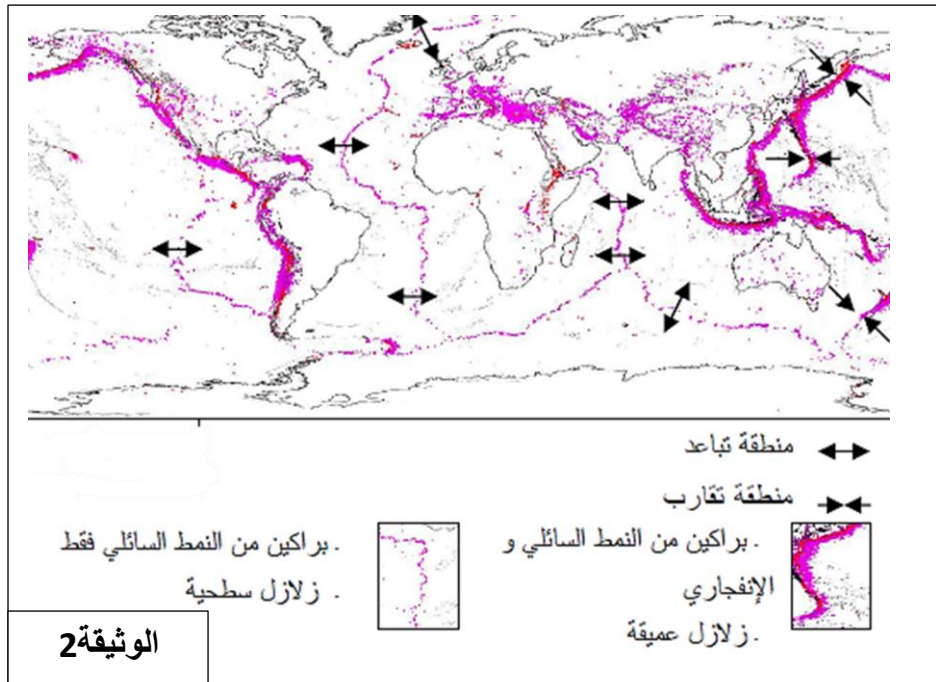
- ⊖ البركنة السائلة " البراكين من النمط " السائلي " : هي براكين التي تنبعث منها ماغما مائعة، تسيل اللافا المائعة عبر فوهة البركان أو الشقوق تبعا لميل المخروط البركاني. ترتبط ميوعة اللافا بالتركيب الكيميائي لها.
- ⊖ " الركنة الانفجارية " : البراكين التي تنبعث منها ماغما لزجة، سيلان اللافا يكون قصير، وتتميز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

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

ج2 - تسمية الصفائح المرقمة :

9	8	7	6	5	4	3	2	1
صفحة كوكس	الصفحة الفلبينية	صفحة استراليا	صفحة المحيط الهادي	صفحة نازكا	صفحة امريكا الجنوبية	صفحة امريكا الشمالية	صفحة أوراسيا	صفحة افريقيا

تمثل الوثيقة 2 خريطة توزع كل من الزلازل و البراكين في العالم.



س3 - قارن بين توزع الزلازل و البراكين (الوثيقة 2) بحدود الصفائح التكتونية (الوثيقة 1) .

س4 - ماذا تستخلص من دراسة توزع الزلازل و البراكين على مستوى الظهرات (الوثيقة 2) .

ج3 - 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 الوثيقة 3 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 بمغماية نشطة تعمل على تجدد القشرة المحيطية وتشكل سلاسل جبلية تحت 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 و سادات سميت عندئذ بـ " و سادات بركانية", اخذت هذه الصور في المحيط الاطلسي والمحيط الهادي .



الوثيقة 1

س1 – باستغلالك للشكل (أ) من الوثيقة 1 , قدم تفسيراً لطريقة تشكل و سائد اللافا (وسائد بركانية) في قاع المحيطات.

#### ج 1- طريقة تشكل و سائد 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 السيلان و تأخذ شكل و سادة ، 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 بتشكيل و سادة أخرى وبتكرار هذه الظاهرة لعدة مرات تتشكل و سادات عديدة مرتبطة بعضها ببعض.

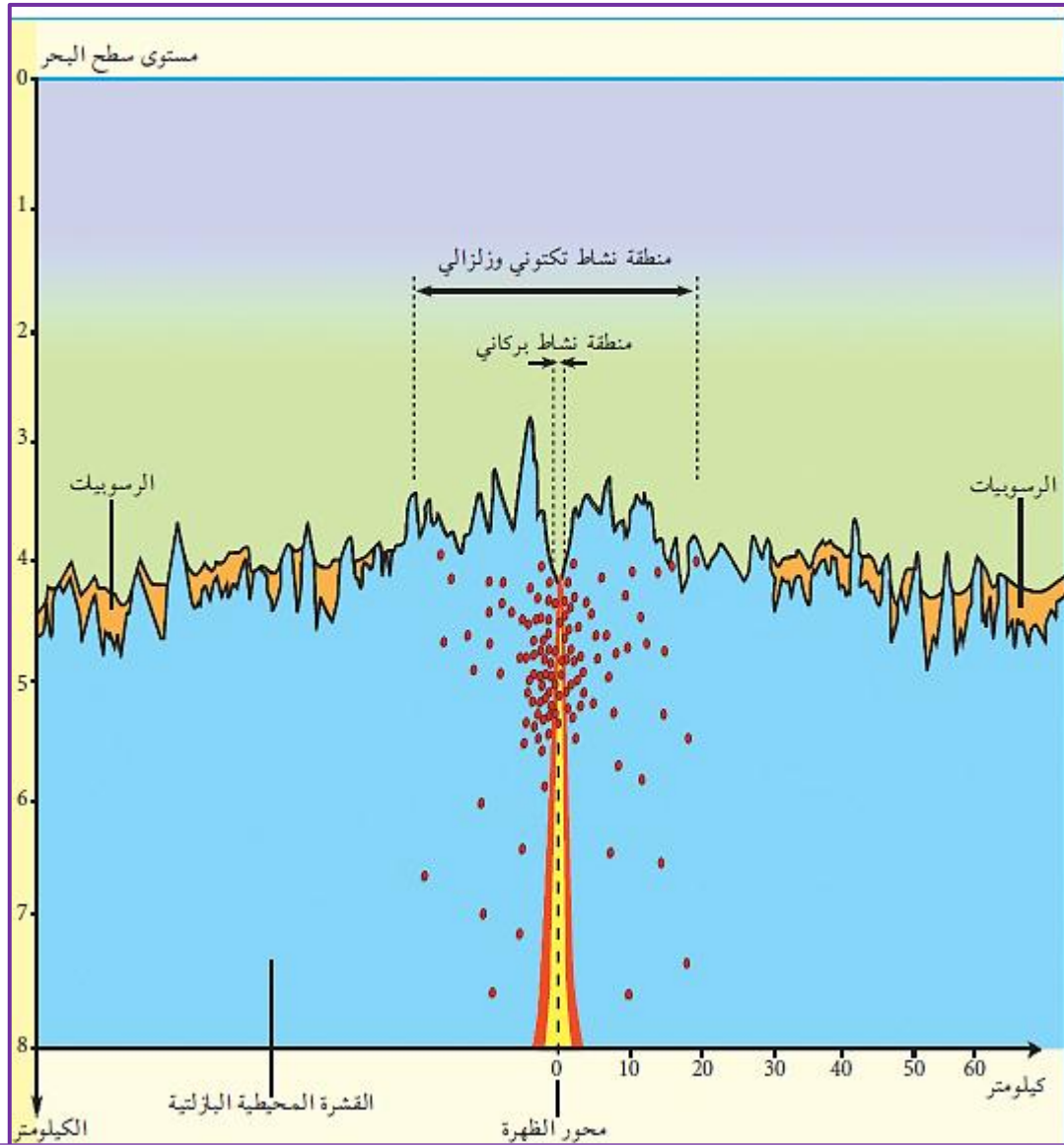
س2 – ماهو الشكل الذي تأخذه الحمم البركانية بعد التبريد ؟

ج2 - الشكل الذي تأخذه الحمم البركانية بعد التبريد:

بشكل الحمم البركانية بعد التصلب تكون على شكل و سائد صخرية (وسائد بركانية) .

### ب – طبوغرافية قاع المحيط

يؤدي القذف المستمر للمagma على مستوى الظهرات إلى تشكل سلاسل جبلية بإمكانها أن تصل في بعض الأحيان إلى السطح مشكلة جزراً بركانية كإسكلندا مثلاً (الوثيقة 2) , تتميز الظهرات بوجود زلازل تنتشر على مستوى الارتفاع لا تفوق 5 درجات على سلم رشتير.



الوثيقة 2 : 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 :

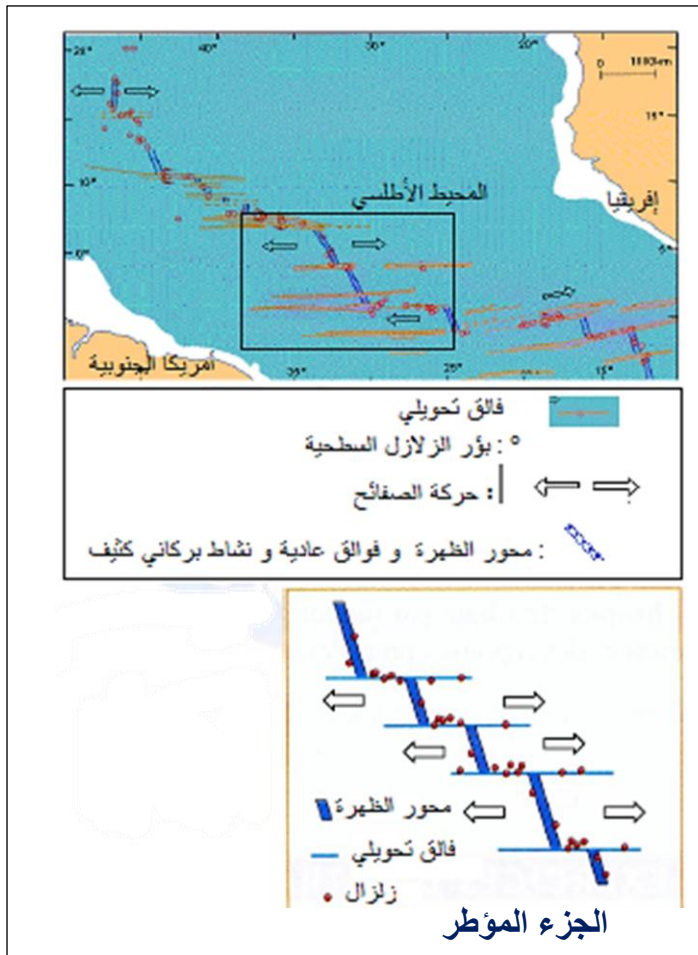
⊙ يشكل محور الظهرة منطقة الخسف (الخسف يكون الجزء المركزي للظهرة ) و هي منطقة ذات نشاط بركاني.

## بنية الظهرة

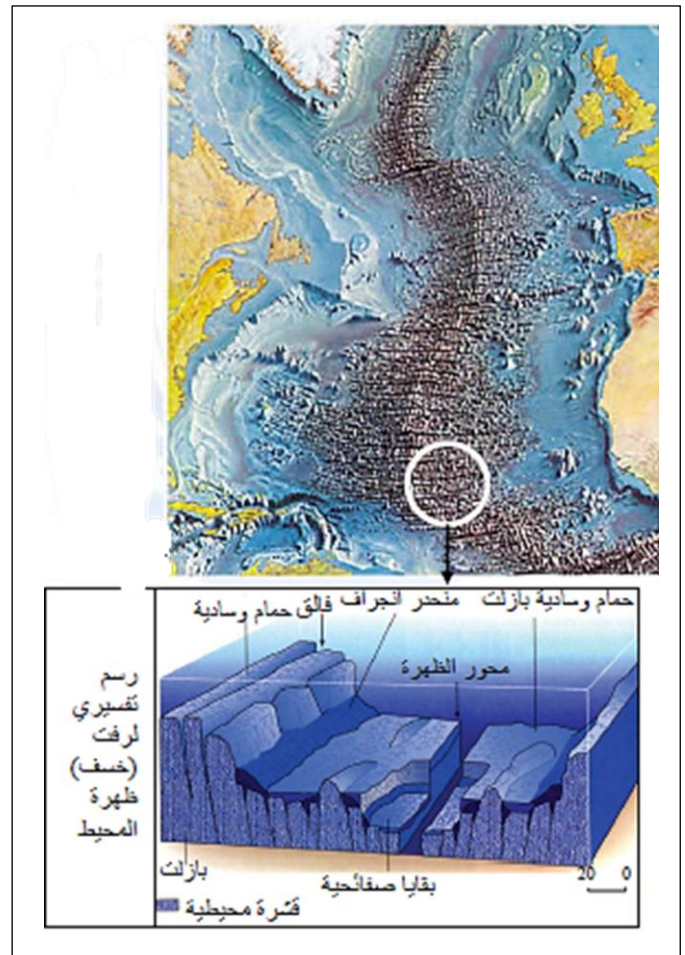
تنتج الزلازل عن حركة الفوالق العادية التي تحد جانبي الرفت المركزي مشكلة خسفا من جهة وفوالق تحويلية تقطع الظهرة عموديا من جهة أخرى .

أ - تبين الوثائق التالية موقع هذه الفوالق , حيث تمثل الوثيقة 3 جزء من ظهرة وسط المحيط الأطلسي بينما تمثل الوثيقة 4 رسم تخطيطي للنشاط التكتوني (الزلزالي البركاني ) على مستوى محور ظهرة وسط المحيط الاطلسي .





الوثيقة 4



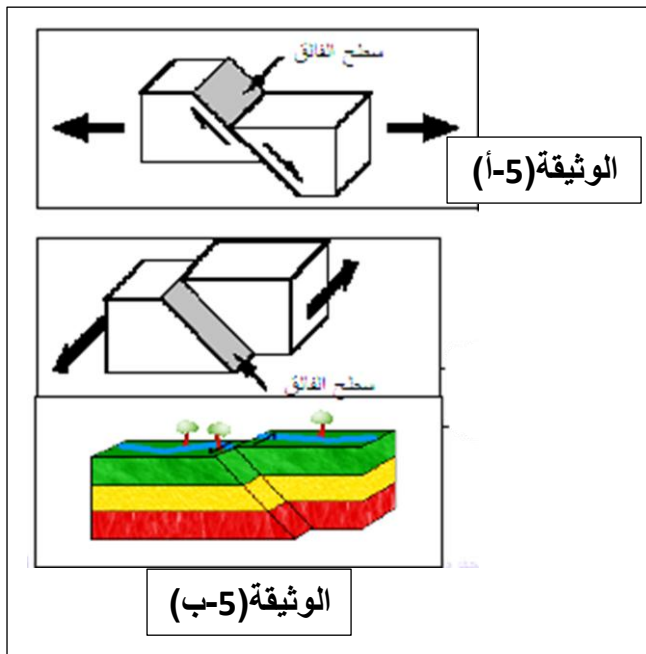
الوثيقة 3

س1 - حدد تموقع النشاط الزلزالي من جهة و النشاط البركاني من جهة أخرى على مستوى الظهرة و الذي تظهره الوثيقة 4.

س2 - استخرج أنواع الفوالق المبينة في الوثيقة 4.

س3- ماهو دور الفوالق التحويلية.

س4 - أنجز رسم تخطيطي للفالق التحويلي , و حدد اتجاهه .



ب - الفالق عبارة عن كسر لطبقة صخرية في القشرة الأرضية مترافقة بانزلاق أو حركة نسبية للقسمين الذين يفصل بينهما.

تمثل الوثيقة 5 رسوم تخطيطية لأنواع من الفوالق:

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

الوثيقة (5-ب) : فالق تحولي و الحركة الظاهرية المصاحبة له.

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

## أ - ج1 - تموقع النشاط الزلزالي و النشاط البركاني:

☑ تحدث الزلازل على مستوى محور الظهرة و على امتداد الفوالق التحويلية ، بينما البركنة توجد فقط على مستوى محور الظهرة.

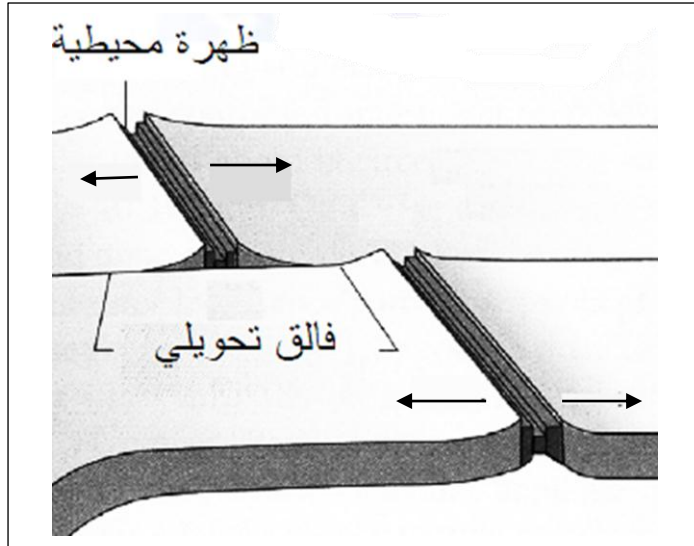
## ج2 - أنواع الفوالق :

☑ فوالق عادية و فوالق تحويلية.

## ج3 - دور الفوالق التحويلية :

☑ الفوالق التحويلية تعمل على تغيير مسار الظهرة و دورانها 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 حياذ القطاع الصغيرة المشكلة للظهرة على عدة مستويات بتشكيل سلسلة متواصلة في أعماق المحيطات تحيط بالصفائح .

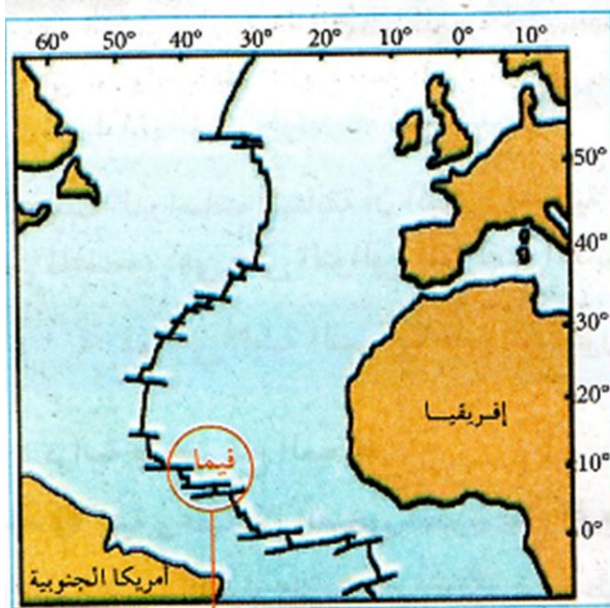
تعتبر الظهرات المحيطية مقر حركة بركانية كثيفة حيث يتم من خلالها تشكيل القشرة المحيطية.

مما يتشكل الليتوسفير المحيطي ؟

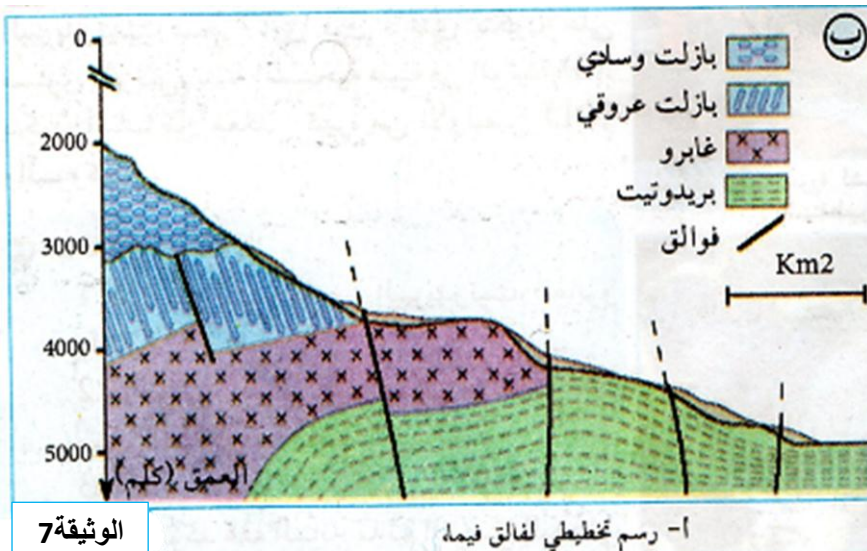
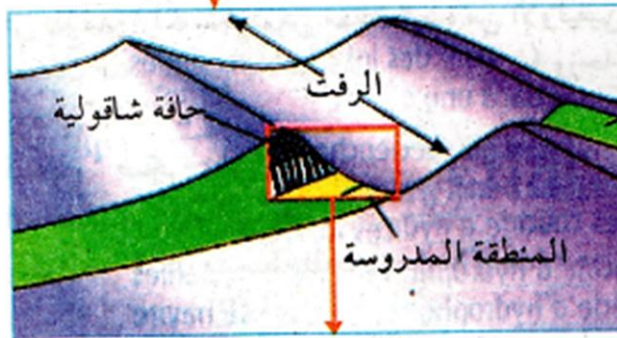


## ب - تسلسل صخور الليتوسفير المحيطي : تشكل اللوح المحيطي

اجرى العلماء أبحاثا بتروغرافية حول بفالق 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 (6 و7) موقع فالق فيما في المحيط الأطلسي , حركته وتسلسل الصخور على مستواه .



الوثيقة 6 خريطة المحيط الأطلسي الأوسط



س1 - لماذا تم اختيار فالق فيما للدراسة ؟

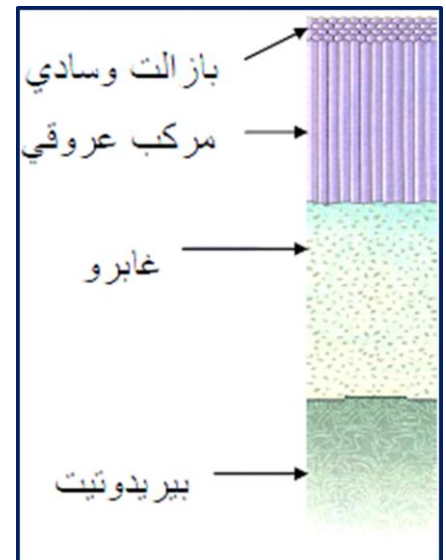
س2 - أنجز رسم تخطيطي يبين تتالي الطبقات المتواجدة على مستوى الليتوسفير المحيطي ، مستغلا مفتاح رسم الوثيقة (7) .

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

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
- بازالت عروقي (على شكل عروق)
- بازالت وسادي (على شكل وسادي)

ج3 -

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



## الحصيلة المعرفية للنشاط 1 : 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 للنشاط 2 : 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 التبريد 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 البيريديوتيت (البرنس) .  
فما هي البنية النسيجية لهذه الصخور و ما هي العلاقة الموجودة بين صخري البازلت و الغابرو ؟

### النشاط 3 : تشكل التضاريس المميزة للظهرة وسط محيطية

#### دراسة صخور قاع المحيط

#### 1 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) .

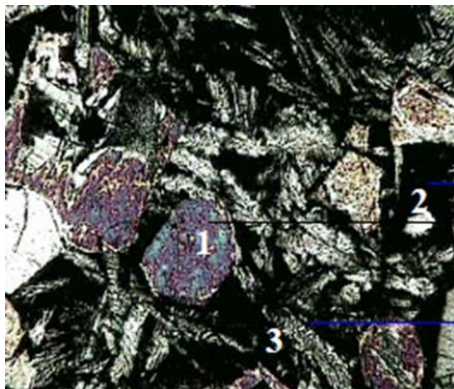
**البيريديوتيت :** صخر ناري فوق قاعدي يتكون على مستوى البرنس , يتكون أساسا من معادن كبيرة من الأوليفين (OL) والبيروكسان

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 .  
**الوثيقة 1 :**

تمثل الوثيقة (1-أ) : صورة لعينة من صخر البازلت

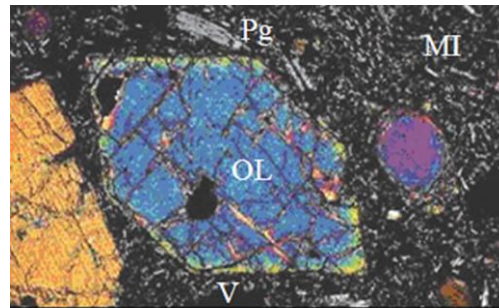
تمثل الوثيقة (1-ب) : صورة لشريحة رقيقة من البازلت ذو الأوليفين كما يبدو بالمجهر المستقطب.

تمثل الوثيقة (1-ج) : صورة لشريحة رقيقة من البازلت ذو البيروكسان كما يبدو بالمجهر المستقطب.



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

**الشكل-ج**



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

**الشكل-ب**

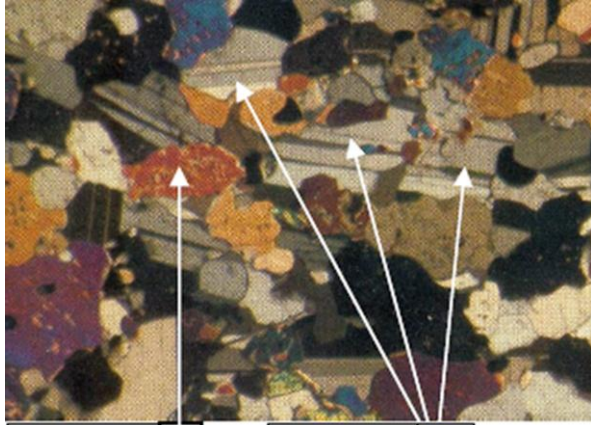


**الشكل-أ**

**الوثيقة 1**

## الوثيقة 2 :

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



بيروكسان Px بلاجيوكلاز Pg

الشكل-ب

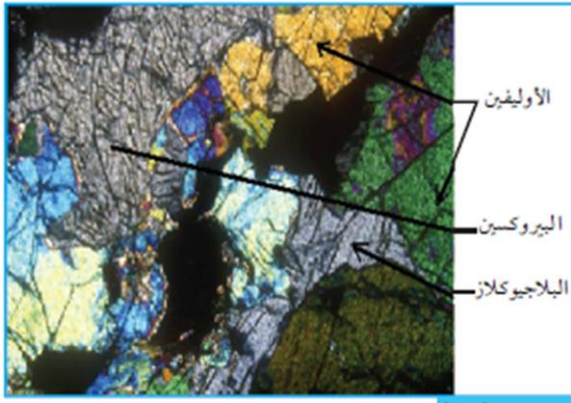


الشكل-أ

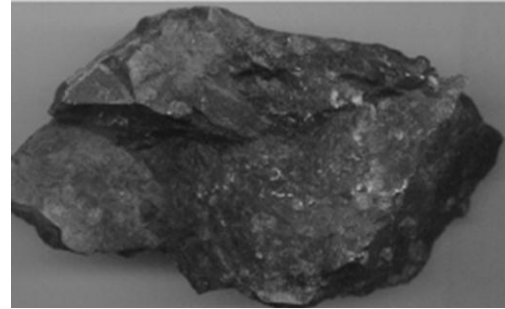
الوثيقة 2

## الوثيقة 3 :

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



الشكل-ب



الشكل-أ

الوثيقة 3

- س1 - قارن بين صخري البازلت و الغابرو من حيث البنية النسيجية و التركيب المعدني.
- س2 - ماذا تستنتج ؟
- س3 - صف البنية النسيجية و التركيب المعدني للبيريديوتيت.
- س4 - حدد مستويات التبريد 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 ميكروليتتي، وجود الزجاج في الصخر يدل على أن البازلت هو صخر غير تام التبلور.



⊖ الغابرو هو صخر تام التبلور، يتكون من بلورات متراسة 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 متراسة 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 التبريد المميز لكل صخرة :

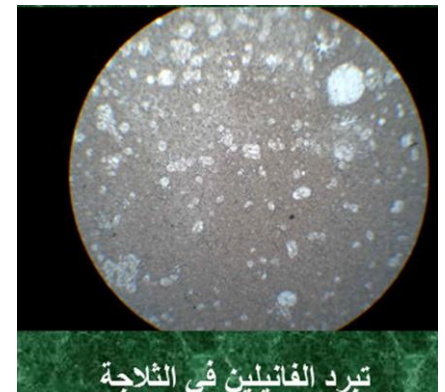
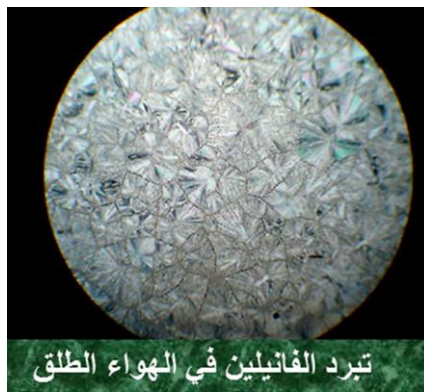
- ⊖ تبلور بطني للبيريدوتيت والغابرو في الأعماق وتبلور سريع للبازلت على السطح.

## ② نمذجة العلاقة بين سرعة التبريد ونسيج الصخر

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

تجربة (صفحة 295 من الكتاب المدرسي)

أظهرت النتائج التجريبية الملاحظة بالمجهر المستقطب للنمذجة السابقة الصور التالية :



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 تشكلها ؟

ج1 - المقارنة :

- ⊖ الشريحة التي تبردت في الثلجة 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 للاف 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 الغابرو من 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 متراسة 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).

### خصائص بعض الصخور المكونة للقشرة الأرضية والمحيطية ولأستينوسفير

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	معادن كبيرة (أوليفين) + بيروكسين	بنية حبيبية

### التركيب المعدني لصخور القشرة الأرضية :

- ✓ المعادن الغنية بالسيلييس والألومينيوم (كوارتز + الفلسبار + البلاجيوكلاز) تكون القشرة القارية .
  - ✓ المعادن الغنية بالمغنيزيوم والحديد ( الأوليفين + البيروكسين) تكون القشرة المحيطية والبرنس الأرضي.
- فتكون صخور القشرة الأرضية مثل الغرانيت فاتحة الألوان وصخور القشرة المحيطية كالبازلت وصخور البرنس ؛ البيريدوتيت داكنة اللون .

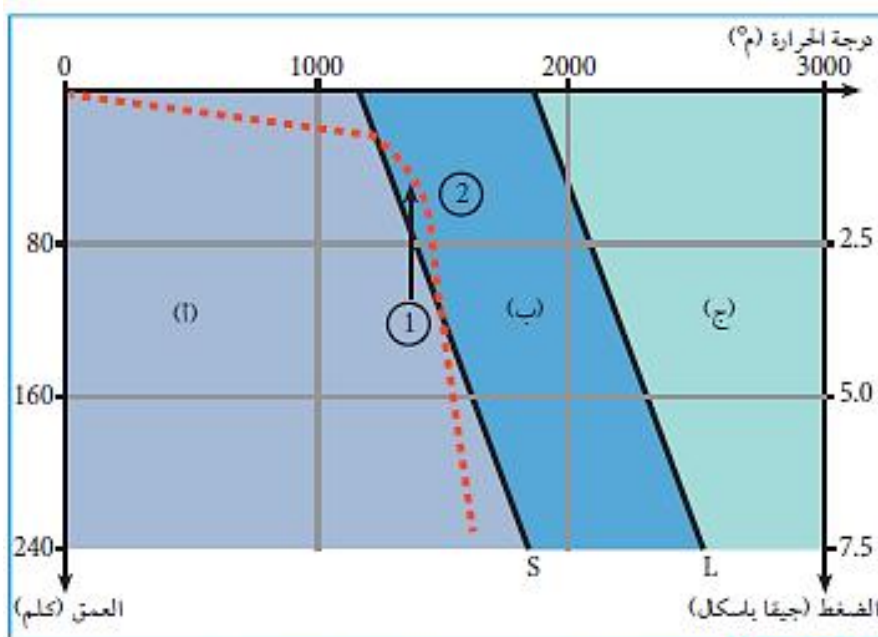
### ③ العلاقة بين التركيب الكيميائي ودرجة انصهار البيريدوتيت :

أ – التركيب الكيميائي لصخور البازلت , الغابرو والبيريدوتيت :

الوثيقتان (7و8) صفحة 296 :

- ✓ البيريدوتيت يحتوي على معدني الأوليفين والبيروكسين فقط وهذا ما يدعم فرضية غني الصخر بالمغنيزيوم (الأوليفين  $Mg_2SiO_4$ ).
- ✓ 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

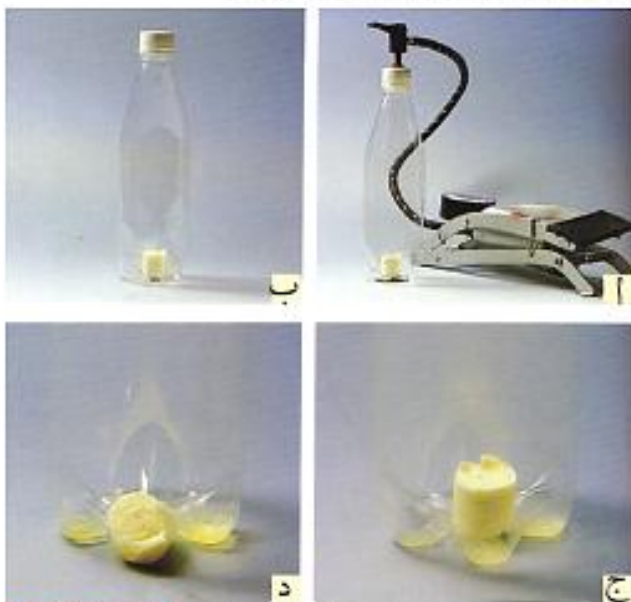
يتم تعريض عينات من البيريدوتيت لضغوط وحرارة متغيرة، تجرى التجارب في ضغط متغير ودرجة حرارة متزايدة للحصول على ظروف انصهار البيريدوتيت.

ينتج عن ذلك تحديد ثلاثة مجالات (أ، ب، ج) يقسمها المستقيمان S, L (الوثيقة 9) يفصل المستقيم S (Solidus) المجال (أ) 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.

نبقى القارورة (أ) تحت نفس الضغط بينما نحفض ضغط القارورة (ب) ليصل إلى الضغط العادي. نضع القارورتين في حمام مائي درجة حرارته  $35^{\circ}C$ ، نتحصل على النتائج الممثلة في الوثيقة (10) (ج، د).



تمثيل الانصهار التجريبي الوثيقة (10)



### استغلال الوثائق:

1. استنتج الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت في المجالات (أ، ب، ج).
2. اعتمادا على معطيات الوثيقة (9) قدم تفسيرا لاختلاف الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت عندما تنتقل 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 ؟

ج1 -

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

ج2 -

✓ 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).

ج3 -

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

ج4 -

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

الاستنتاج :

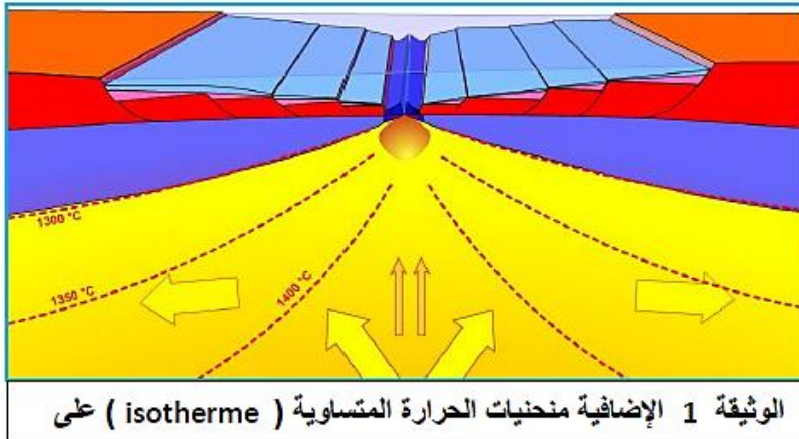
✓ انخفاض الضغط في حرارة ثابتة على مستوى الظهرات يؤدي إلى انصهار الصخور.



## ← نشاط غرفة تحت مغماتية تحت ظهرة وسط محيطية.

(ظروف انصهار البيريدوتيت)

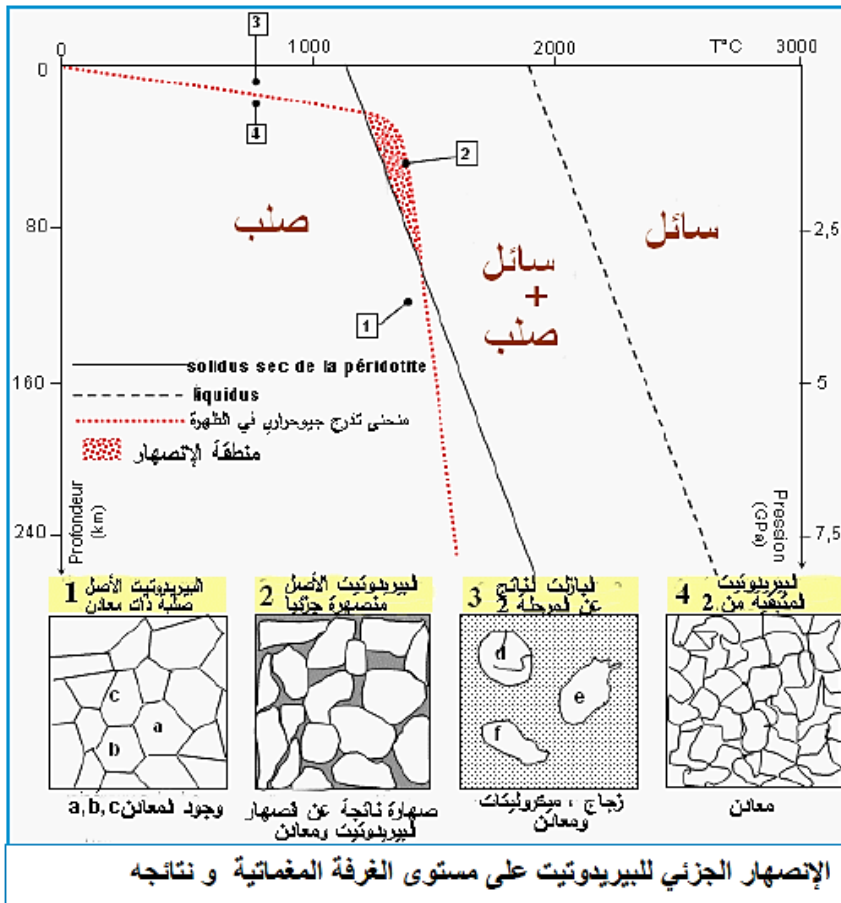
ما هو مصدر الماغما على مستوى الظهرة؟



### التعليمات

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

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



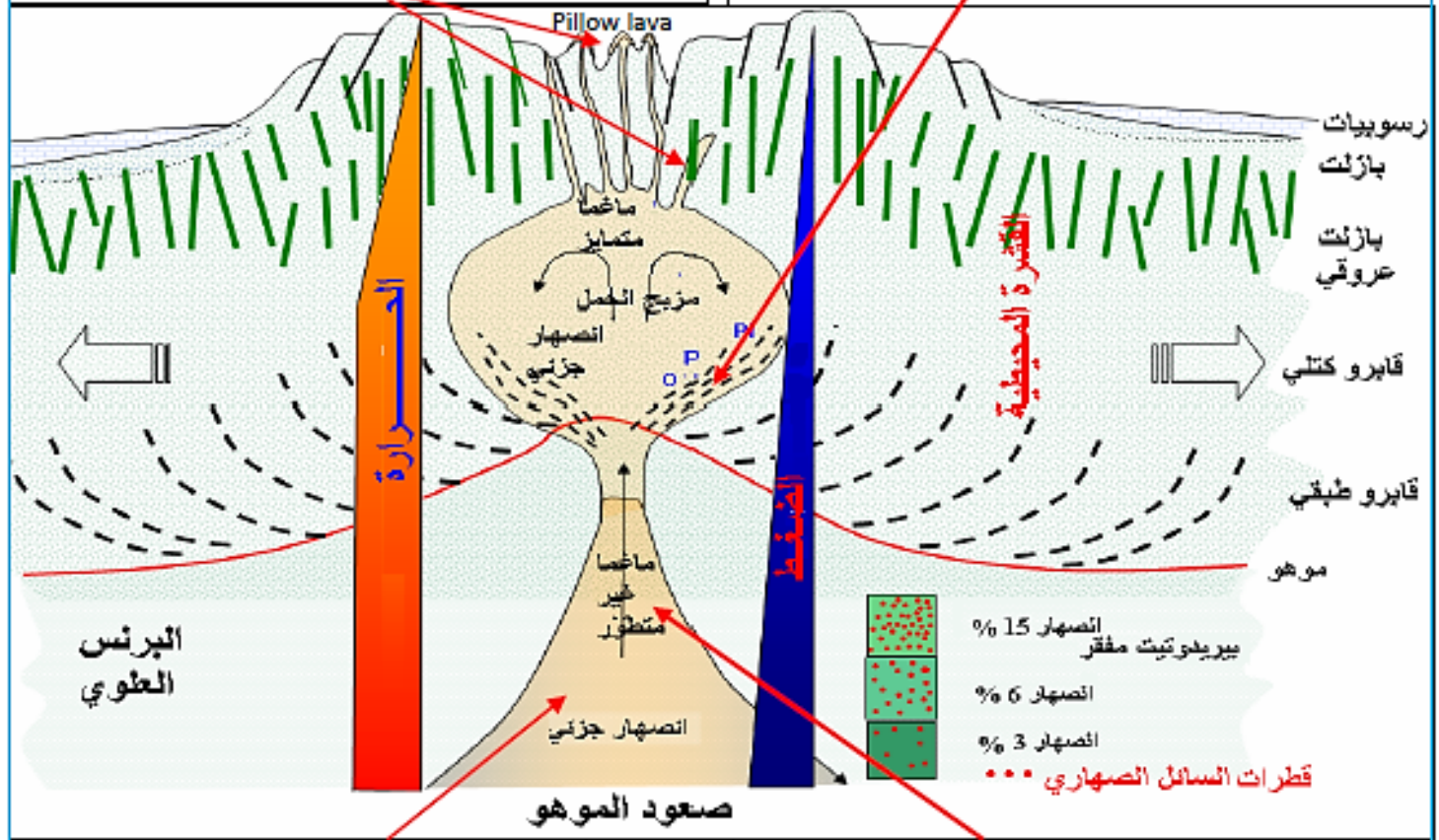
في المنطقة 2 مع انخفاض الضغط و في درجة حرارة عالية ينصهر البيريدوتيت جزئيا فينتج عن ذلك سائل صهاري يحتوي على الألومنيوم والسيليس ذوي الكثافة القليلة و معادن لم تنصهر .

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

③- المعادن المتواجدة في الغرفة المغماتية تُضخم إلى جدران هذه الأخيرة لتشكل صخر ذو بنية حبيبية (الغابرو) في قاعدة الغرفة الماغمية و تحت الغابرو تبقى البيريدوتيت والتي فقدت عناصرها الحامضية (الألمنيوم والسليس ) لذا فهي صخر فوق قاعدي. يشكل البرنس الليتوسيفيري

④- المعادن أثقل من الماغما تترسب في قاع الغرفة المغماتية بينما يصعد الجزء السائل نحو قمة الغرفة ثم إلى السطح أين يتبرد بسرعة مشكلا صخور ميكروليبينية ( البازلت الوسائدي ) أو pillow lava وعندما يتم التبرد ضمن سقوق القشرة المحيطية يشكل البازلت العروقي



①- 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 والألمنيوم

②- ينصهر البلاجيوكلاز أولا مشكلا سائل مغماتي غني بالسليس والألمنيوم. يتجمع الماغما المشكل من هذا السائل وبعض المعادن التي لم تنصهر في الغرفة الماغمية تحت الريفت أين يتبرد ليشكل جزء منه معدن الأوليفين ثم بعد ذلك البيروكسين وأخيرا بلورات البلاجيوكلاز .

## نشاط الغرفة الماغمية :

- ④ انخفاض الضغط مع بقاء الحرارة مرتفعة على مستوى الظهرة نتيجة صعود الموهو يسمح بالانصهار الجزئي للبيريدوتيت ما يؤدي إلى تشكل غرفة مغماتية.
- ④ تتكون البيريدوتيت من أوليفين ، وبيروكسين و هي معادن غنية بالحديد والمغنزيوم و من بلاجيوكلاز معدن غني بالسليس والألمنيوم.
- ④ ينصهر البلاجيوكلاز أولا مشكلا سائل مغماتي غني بالسليس والألمنيوم ، يتجمع الماغما المشكل من هذا السائل وبعض المعادن في الغرفة المغماتية تحت 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 ميكرواينيتية البازلت الوسائدي أو pillow lava وعندما يتم التبريد 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 تحت الغابرو يبقى جزء البيريديوتيت 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 للبيريديوتيت غنى بالألمنيوم وفقير بالمغنزيوم ويعود ذلك لكون الأول خفيف يتجمع في المستويات العليا للغرفة المغماتية والثاني ثقيل يتجمع في المستويات السفلى.

### 5 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 مسافة 9500 كلم , عرضه من 40 إلى 60 كلم و بعمق يتراوح ما بين عدة مئات إلى عدة آلاف 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 .



طرف شمال . غرب ريفت "أصال" . غوبي " (جيبوتي)

منظر لبحيرة "أصال" مع سيلان لافا بازلتية من انفجار بركاني  
1978 و المحصورة بين الفوالق النشطة للريفت.



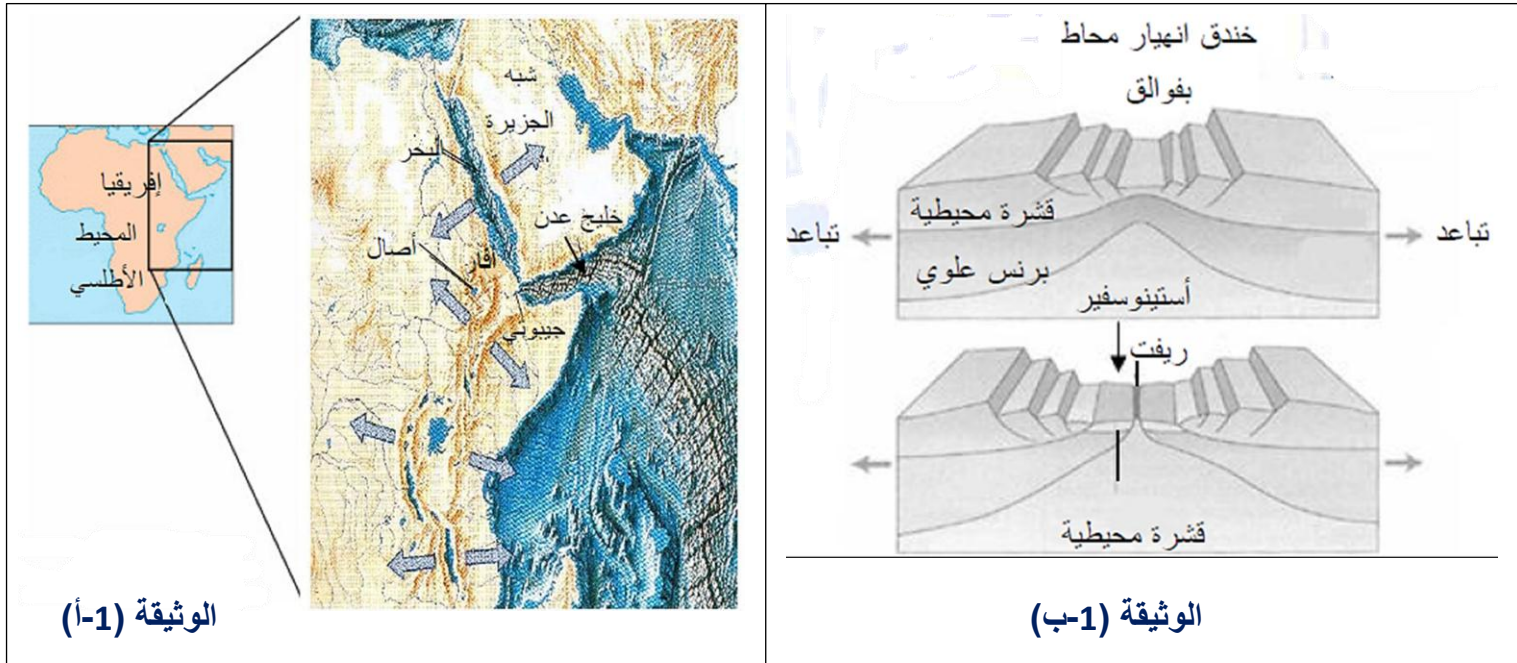
تمثل الوثيقة 1 على الترتيب :

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 استخراج نوع الفالق الملاحظ.
- س2 - استخراج 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 بيريديوتيت الأستينوسفير الساخن، إن صعود البرنس للبيريديوتيت، الصخور المشكلة لبرنس الكرة الأرضية. ينتج الانصهار الجزئي لبيريديوتيت البرنس عن انخفاض الضغط.

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



### ج1 - وصف بنية الريف:

⊖ هو منطقة انخساف أرضي على مستوى المحور، يظهر بها خندق مركزي محفوف بشبكة من الفوالق، سطوح الفوالق (سطوح انزلاق قسمة القشرة الرضية التي يفصلها 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 التباع:

⊖ 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.

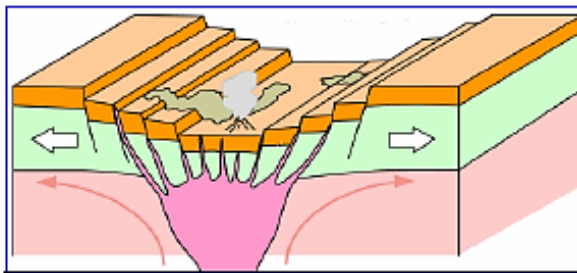
### ج4 - التفسير :

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

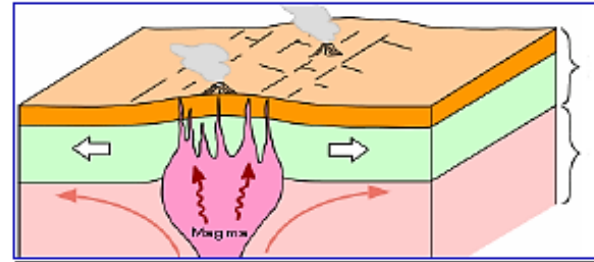
## 6 مراحل تشكل الظهرة وسط محيطية

نتجت القارات الحالية عن تجزأ قارة "بانجيا" تمت هذه التجزئة على مستوى الظهرات المحيطية الحالية بظاهرة الريفتينغ (rifting).  
تلخص الوثيقة 2 المراحل الأساسية المتتالية لتشكيل ظهرة محيطية .

تشكل المدرج و خندق الانهيار



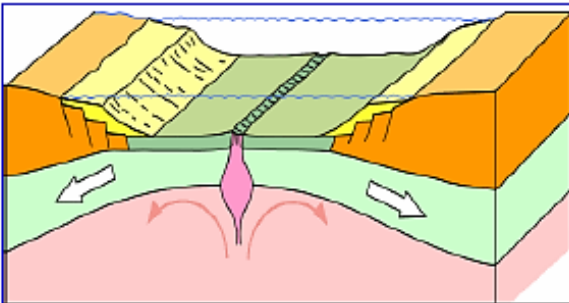
2 . تؤدي قوي التباعد المسلطة على الليتوسفير القاري إلى انقطاعه وتشكيل مدرج و خندق الانهيار نتيجة الفوالق العادية التي تحدث. ينجبت على طولها هذه الفوالق وعلى مستوى البراكين ماغما ناتج عن الانصهار الجزئي للبيريدوتيت.



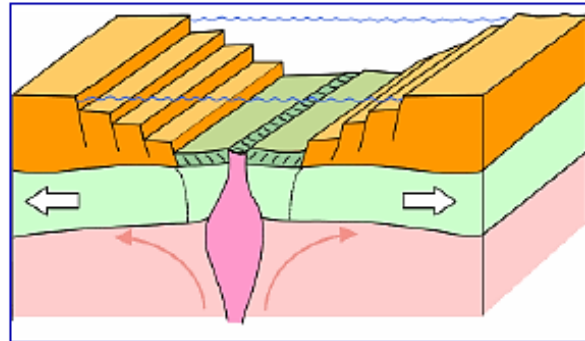
1 . على مستوى البرنس يحرق تفكك العناصر المشعة طاقة عالية تنتقل إلى الطبقات العليا بواسطة تيارات الحمل . إرتفاع منحنى ذو درجات الحرارة المتساوية ( isotherme 1300c° ) و اقترابه من القشرة القارية أي صعود الموهو يؤدي إلى صعود مواد صلبة وساخنة تتسبب في تمدد صخور الصفيحة القارية مشكلة تحدد كما يولد الماغما المساعد نشاطا بركانيا

صعود تيارات الحمل

اتساع اللوح المحيطي



4 . تتبعت الماغما الناتجة عن الانصهار الجزئي للبيريدوتيت و يستمر تشكل القشرة المحيطية ما يؤدي إلى تشكل ظهرة هي مرحلة تشكل محيط



3 . يزيد عمق الريفت بزيادة الفوالق التي تحدث على مستوى الليتوسفير القاري و يغمر بالماء و تبدأ لحافتي الليتوسفير القاري بالتباعد بينما يبدأ تشكل القشرة المحيطية هي مرحلة سق البحر

بداية تشكل الريفت المحيطي

يمكن تلخيص مراحل تشكل الظهرة وسط محيطية بالمراحل التالية :  
القارة الاصلية (الشكل 1) :

- 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 (الشكل 2) : 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 3 و 4) :
  - 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 التبريد 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).

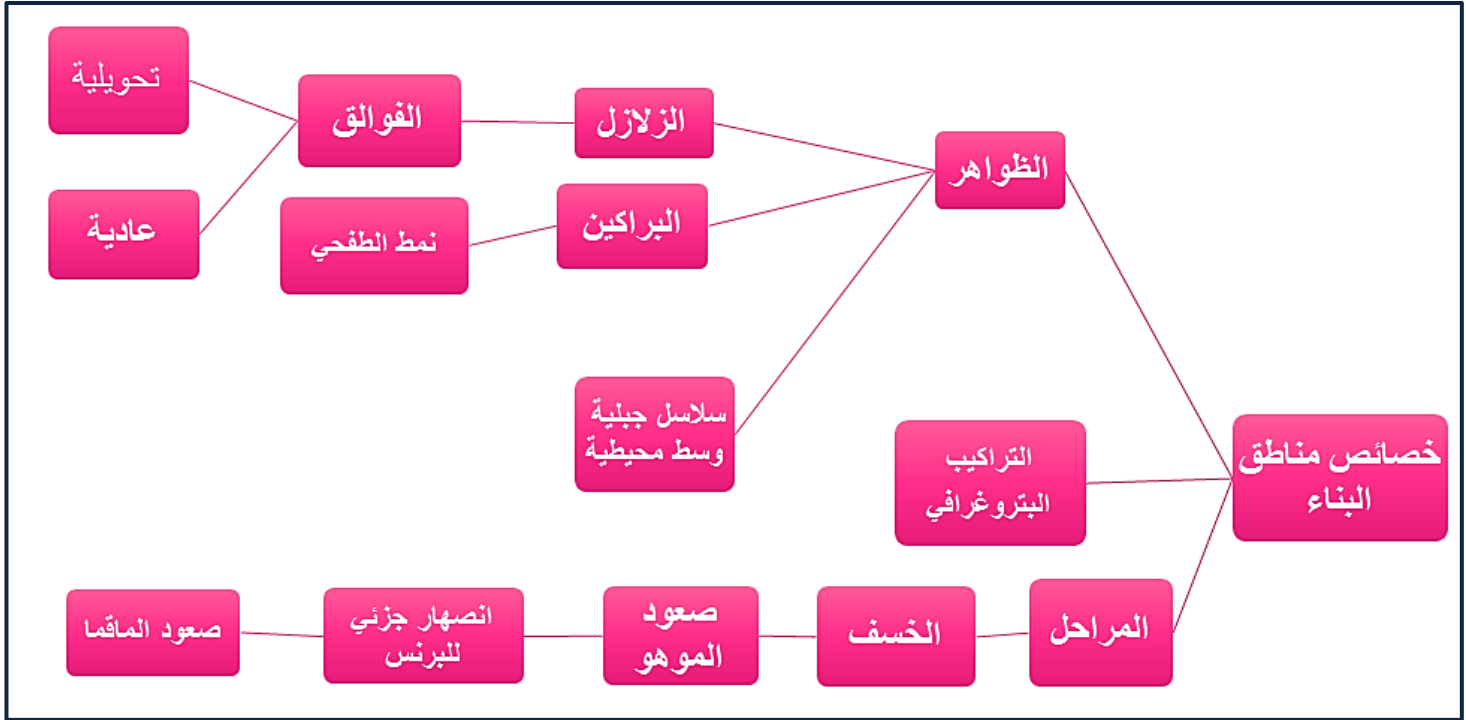
#### 2 - تشكل اللوح المحيطي :

- ⊖ يتكون الليتوسفير (اللوحة) المحيطي بالتتالي من الأسفل نحو الأعلى من البيريديوتيت، الغابرو والبازلت. ينصهر الجزء العلوي من البرنس العلوي جزئيا مشكلا ماغما بازلتي يحتوي على معادن ذات عناصر كيميائية ثقيلة كالحديد والمغنزيوم.
- ⊖ ينشأ البيريديوتيت 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 الميكرووليتي 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 لبيريديوتيت البرنس إلى انخفاض الضغط على مستوى الظهرات نتيجة صعود الموهو .

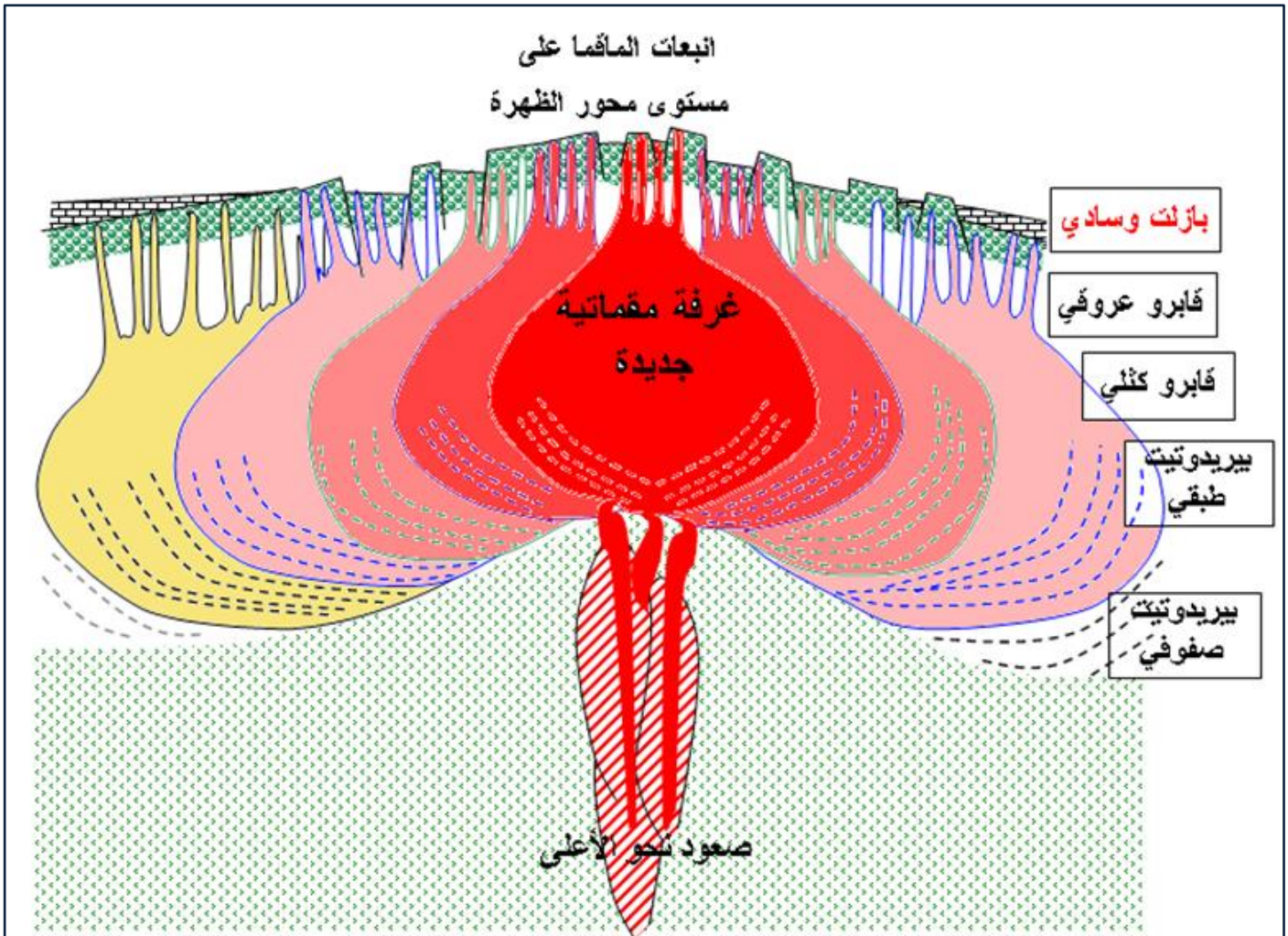
#### 3 - تشكل التضاريس المميزة للظهرة وسط محيطية:

- ⊖ 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 لبيريديوتيت المعطف (الرداء) وتشكل غرفة ماغما تية.
- ⊖ الظهرة منطقة يكون فيها الغلاف الصخري المحيطي محدبا ، رقيقا ومعرضا للتباعد.

### مخطط تحصيلي



### نشأة اللوح المحيطي



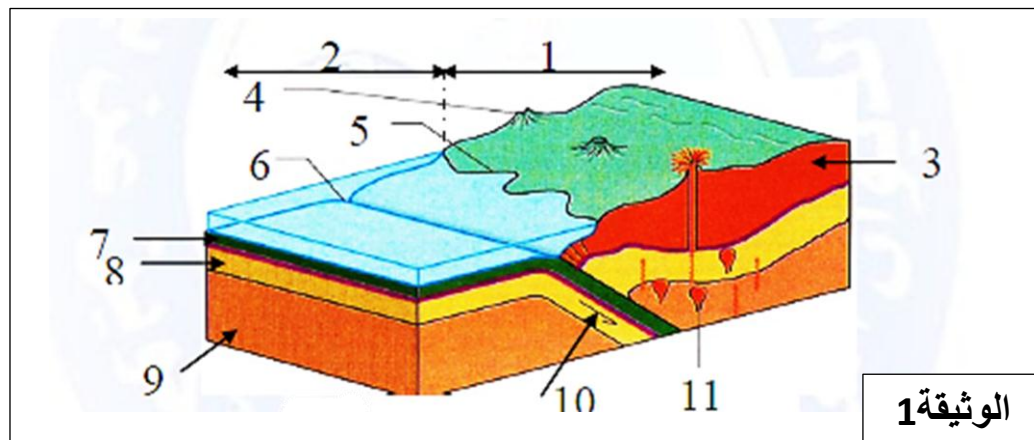
## II – الظواهر المرتبطة بالغوص

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

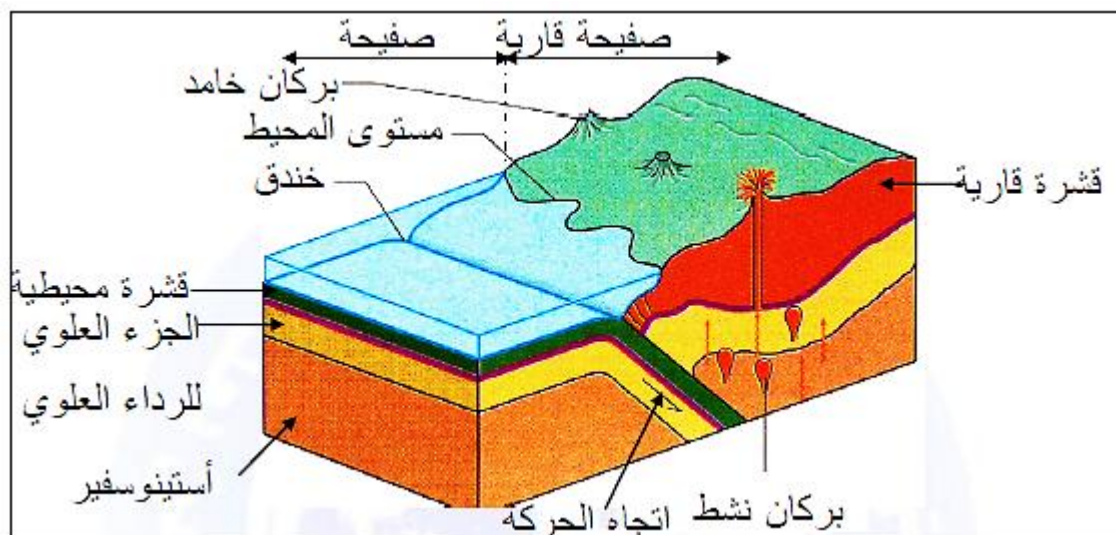
#### ① - أوظف مكتسباتي

تمثل الوثيقة 1 بروفيل جيولوجي لمنطقة غوص صفيحة محيطية تحت صفيحة قارية.



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

ج - البيانات :

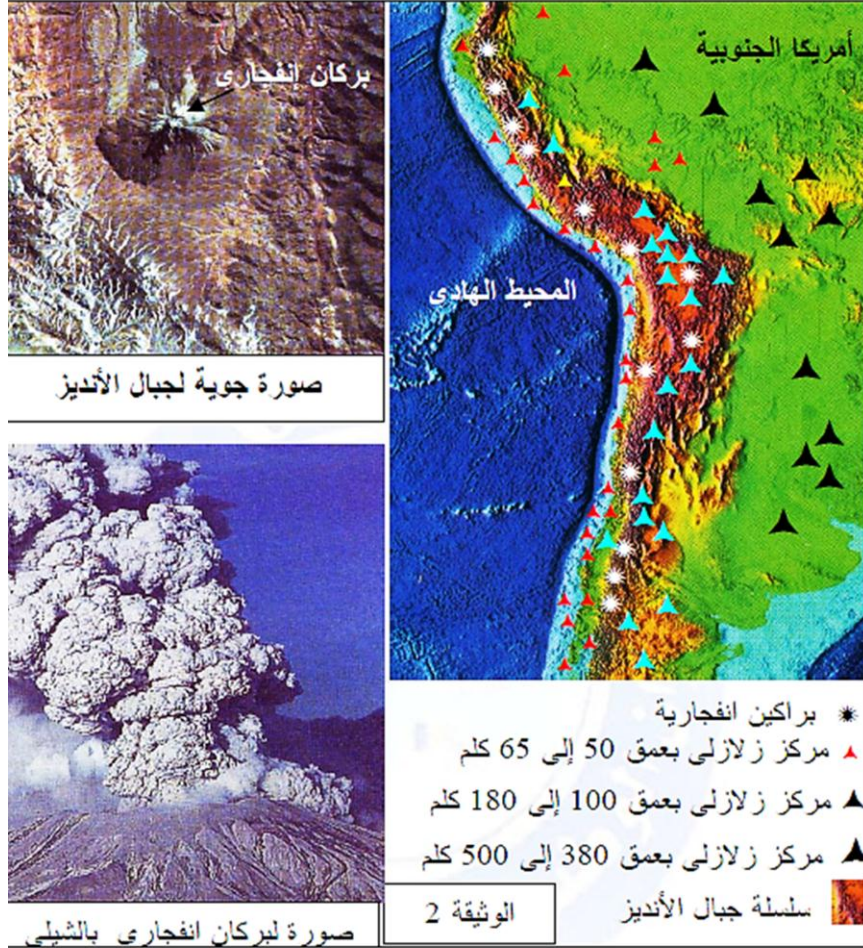




## ② - خصائص مناطق الغوص

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

تمثل الوثيقة 2 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 الوثيقة 2 مع مخطط بنيوف؟ . علل إجابتك .

ج - نعم تتوافق مع مخطط بنيوف.

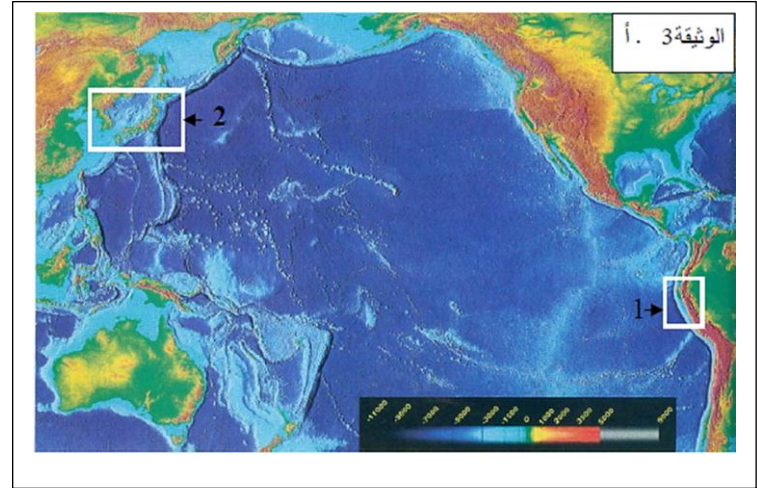
التعليل :

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 ابتعدنا عن نقطة التقاء الصفيحتين القارية و المحيطية و هو ما يوافق مخطط بنيوف.

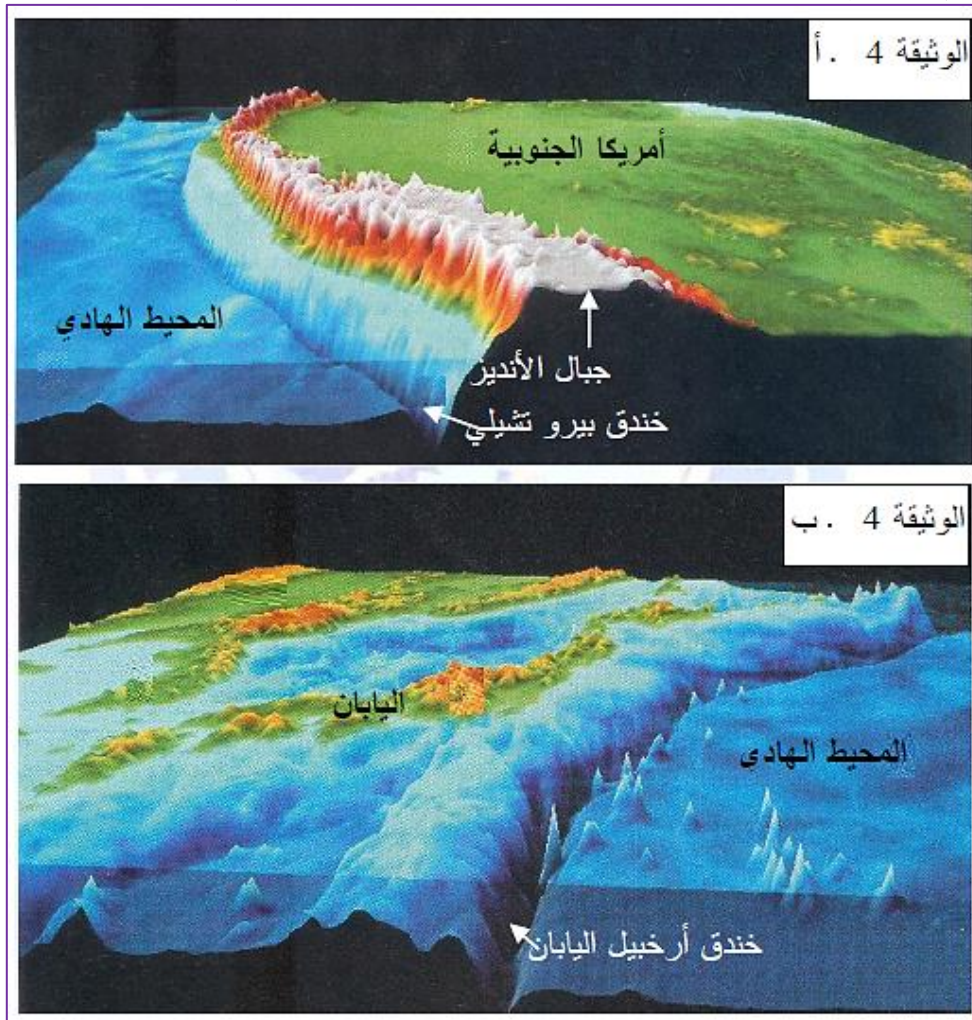


## 2 - تحديد مناطق الغوص

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



تمثل الوثيقة (4-أ) مجسم لخندق البريرو التشيلي (الإطار 1 من الوثيقة 3-أ)  
تمثل الوثيقة (4-ب) مجسم لخندق أرخبيل اليابان (الإطار 2 من الوثيقة 3-أ)



- س1 - حدد انطلاقا من الوثيقة 3 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، استخراج خصائص مناطق الغوص.

- ج1 - تحديد مناطق تواجد الخنادق المحيطية:  
 نلاحظ من خلال الخريطة الممثلة بالوثيقة 3 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 : وهي 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 وبين اليابس القاري حوضا ضيقا يملأه البحر مثل قوس جزر تونغغا، قوس جزر الأليوتية، قوس جزر اليابان قوس جزر الفيليبين.  
 ج5 - النص العلمي :  
 الغوص هو عملية إنديساس 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 (الوثيقة 1).  
 على سبيل المثال أندساس صفيحة المحيط الهادي و هي صفيحة محيطية تحت صفيحة أمريكا الجنوبية التي تشمل قارة أمريكا الجنوبية وهي صفيحة قارية (الوثيقة 2).  
 ج6 - خصائص منطقة الغوص :



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

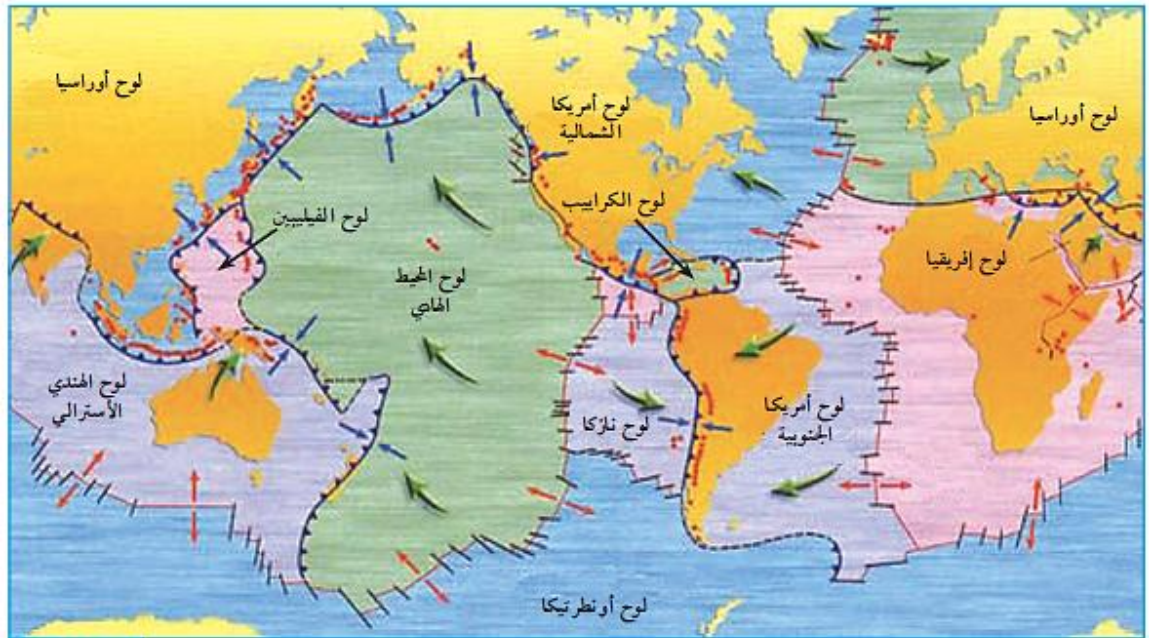


## 3 - توزيع مناطق الغوص في العالم

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.



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



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

- س1 - بالاعتماد على دليل الوثيقة 6, حدد مناطق الغوص.  
س2 - استخرج من الوثيقة 7 أنواع الصفائح المتقاربة (قارية , محيطية) التي أدت إلى حدوث ظاهرة الغوص.

## ج1- تحديد مناطق الغوص :

⊖ مناطق الغوص مرتبطة بالحدود المتقاربة.

## ج2 - أنواع الصفائح المتقاربة:

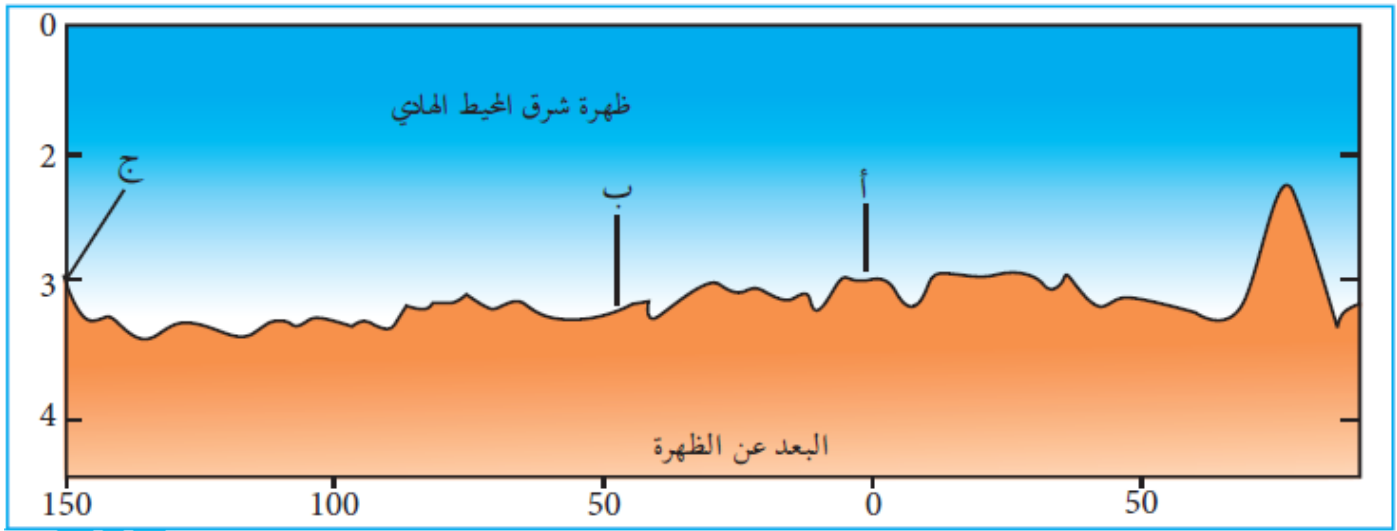
⊖ محيطي-قارية ومحيطية - محيطية.

## اختفاء اللوح المحيطي

### 1 - 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 الليتوسفييري و القشرة المحيطية على مستوى المحطتين (أ) و (ب) و (ج) كما هو مبين في المقطع الموالي.

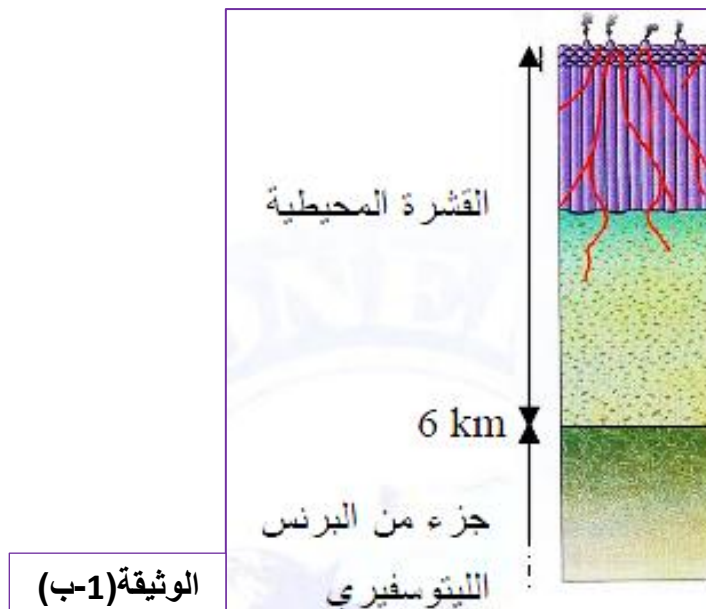


مقطع في عمق البحر مع تحديد مناطق محطات التسجيل

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

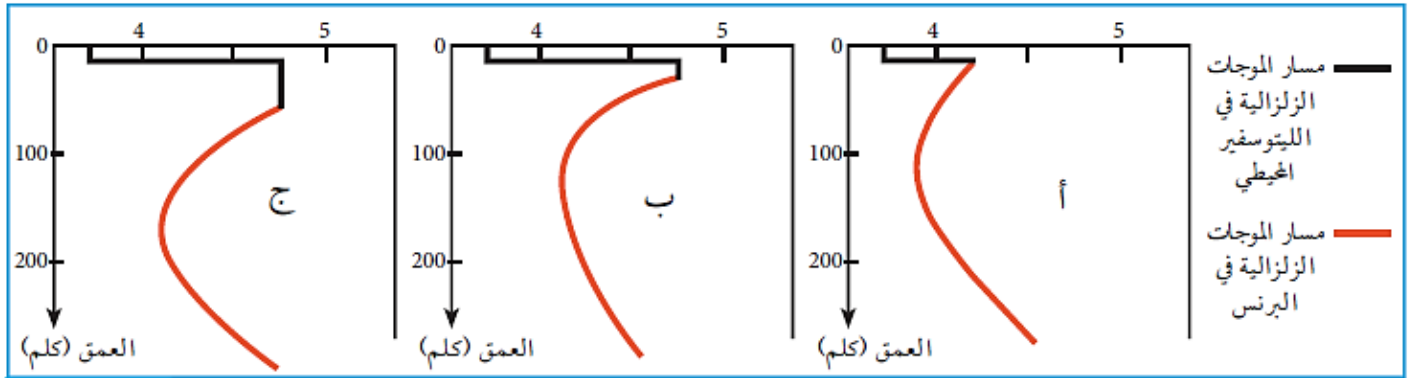
الوثيقة (1-أ)

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



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 الوثيقة 2 نتائج تسجيل الموجات الزلزالية (S) على مستوى المحطات (أ , ب , ج) .



انتشار الموجات الزلزالية S في المناطق الثلاث الوثيقة (2)

انطلاقاً 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 الليتوسفير المحيطي في المحطة (أ) = 3.14

كيفية حساب الكثافة في المحطة (أ) :

$$47.1 = (3.3 \times 9) + (2.9 \times 6)$$

تمثل 47.1 كثافة الليتوسفير المحيطي بسلك 15 كلم (6 كلم + 9 كلم) .

$$3.14 = 15 / 47.1$$

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

ج2 - مقارنة النتائج:

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

الاستخلاص :

- كلما ابتعد الليتوسفير 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 .

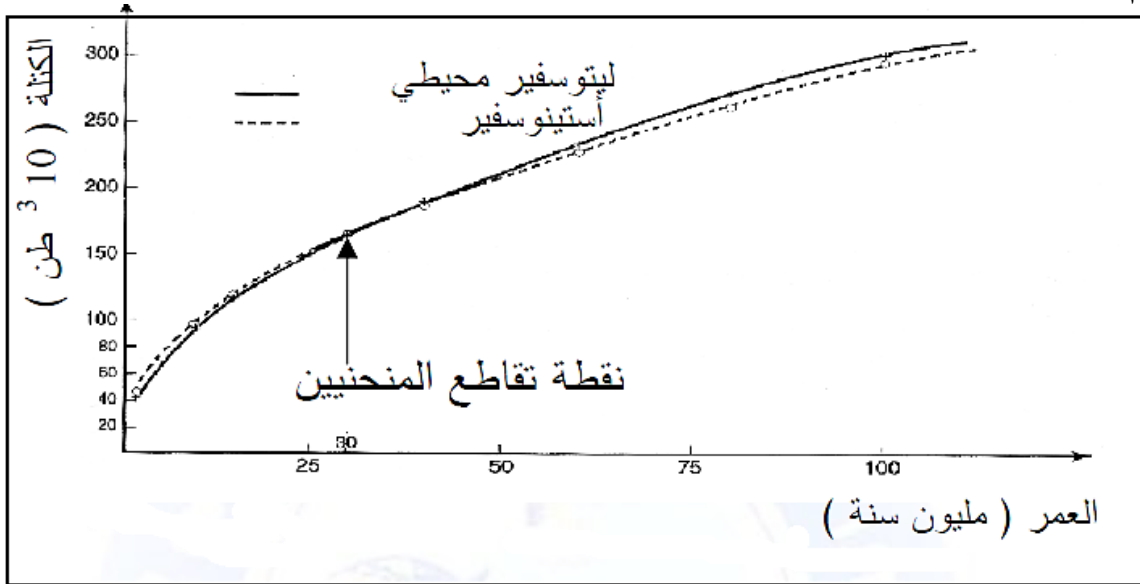
### نشاط مكمل : تطور كتلة كل من الليتوسفير المحيطي و الأستينوسفير

- ترتبط كتلة عمود من الليتوسفير بمساحة  $1\text{m}^2$  بعمرها و بالتالي ببعدها عن محور الظهرة ، يلخص جدول الوثيقة 3 نتائج تطور:
- كتلة عمود ليتوسفير المحيطي (مساحة العمود  $1\text{m}^2$ ).
  - البعد عن محور الظهرة (كلم) لظهرة تتباعد بسرعة متوسطة 8سم/سنة

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

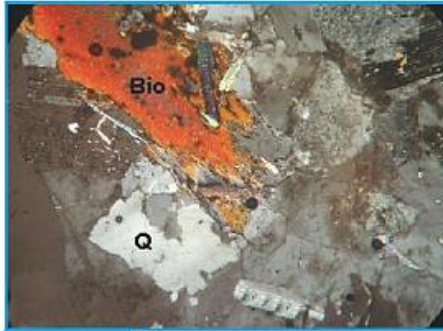
- س1 - ماذا يبين الجدول فيما يخص تطور كتلة كل من الليتوسفير المحيطي و الأستينوسفير ؟
- س2 - ترجم نتائج تغيرات كتلة كل من الليتوسفير المحيطي و الأستينوسفير بدلالة العمر إلى منحنين على معلم متعامد ومتجانس.
- س3 - حدد على المنحنى نقطة تقاطع المنحنين و ماذا تمثل هذه النقطة ؟
- س4- هل تسمح هذه النتائج بتقديم 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:

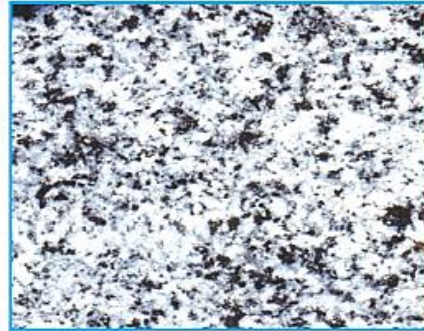


- ج3 - تحديد نقطة التقاطع: أنظر المنحنى.
- تمثل نقطة التقاطع عند عمر (حوالي 30 مليون سنة) النقطة التي تكون فيها كثافة الليتوسفير المحيطي مساوية تقريبا لكثافة الأستينوسفير التي توجد أسفلها.
- ج4 - الاستخلاص:
- تبين النتائج المحصل عليها أن المحرك الأساسي للغوص يكمن في زيادة كثافة الليتوسفير المحيطي مقارنة بكثافة الأستينوسفير الذي يوجد أسفله تعتبر إذن هذا الكثافة قوة نسبية تدفع بغوص الليتوسفير المحيطي في الأستينوسفير عند عمر 30 مليون سنة.

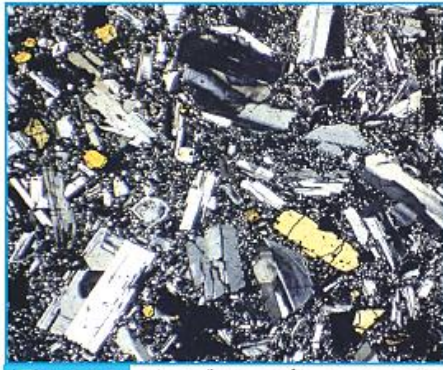
## 2 - دراسة الصخور المميزة لمناطق الغوص



شريحة من صخر الغرانوديوريت تحت المجهر المستقطب الوثيقة (5)



عينة من صخر الغرانوديوريت بالعين الوثيقة (4) المجردة



شريحة من صخر الأنديزيت تحت المجهر الوثيقة (7) المستقطب



عينة من صخر الأنديزيت بالعين الوثيقة (6) المجردة

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؟

### ج1 - المقارنة بين البنية البلورية لصخري الغرانوديوريت والأنديزيت :

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

### ج2 - المقارنة :

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

### الاستنتاج :

- تبلور الغرانوديوريت ببطء بينما تصلب الأنديزيت بسرعة.

### 3 العلاقة بين منشأ صخور مناطق الغوص وبنيتها النسيجية

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



رسم تشكيلي لمنطقة الغوص الوثيقة (8)



اطلاقا من المقارنة السابقة ومعارفك حول النمذجة :

س1 - استنتج ظروف تشكل صخر الأنديزيت والگرانوديوريت

س2 - انسب كل صخر إلى المنطقة التي أخذ منها (أ) أو (ب) من الوثيقة 8

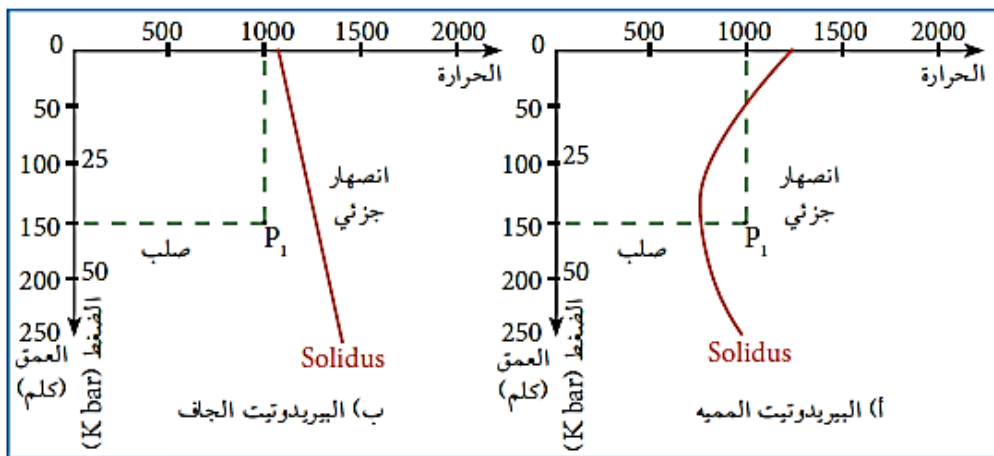
ج1 - استنتاج ظروف تشكل صخر الأنديزيت والگرانوديوريت :

الصخرتين الأنديزيت والگرانوديوريت 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 مندرس ينشأ في المنطقة (ب).

#### 4 ظروف انصهار بيريتيت برنس اللوح الطافي على مستوى مناطق الغوص :

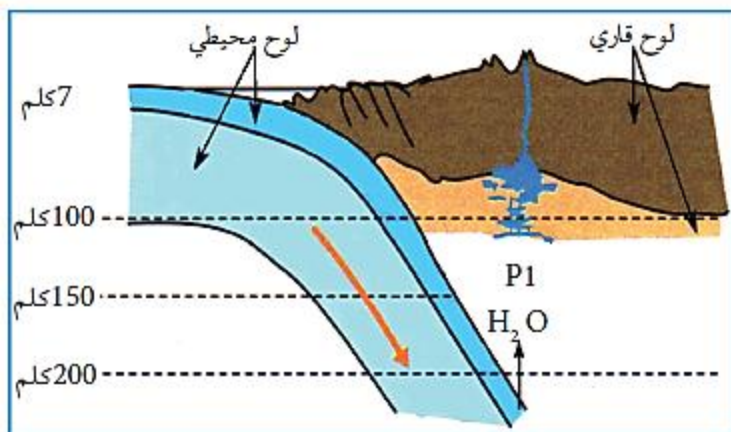


تنتج الصخور الناشئة على مستوى مناطق الغوص عن الانصهار الجزئي للبيريدوتيت في ظروف فيزيائية وكيميائية مختلفة عن تلك التي نشأ فيها، ما هي هذه الظروف؟

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

صخر البيريدوتيت مخبريا في حالة وجود وغياب الماء النتائج المبينة في الوثيقة (10)

بين انصهار قطع من



الوثيقة (11)

س1 - حدد منشأ البيريدوتيت المنصهر بالاستعانة بالوثيقة 8.

س2 - حدد الظروف الفيزيائية التي تتواجد فيها النقطتين P1 و P2 .

- س3 - استخراج الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت في الحالة (أ) P1 والحالة (ب) P2 , علل إجابتك .  
س4 - استخراج من الوثيقة 11 الحالة الفيزيائية لبرنس اللوح الطافي في الموقع P1 , علل إجابتك.

### ج1 - منشأ البريدوتيت المنصهر:

▪ مصدر البريدوتيت المنصهر على مستوى مناطق الغوص هو برنس اللوح الطافي.

### ج2 - الظروف الفيزيائية التي تتواجد فيها النقطتين P1 و P2 :

▪ النقطتين (P<sub>1</sub>) و (P<sub>2</sub>) تقعان في نفس الظروف الفيزيائية (ضغط وحرارة) وتختلفان في موقعهما بالنسبة لخط Solidus.

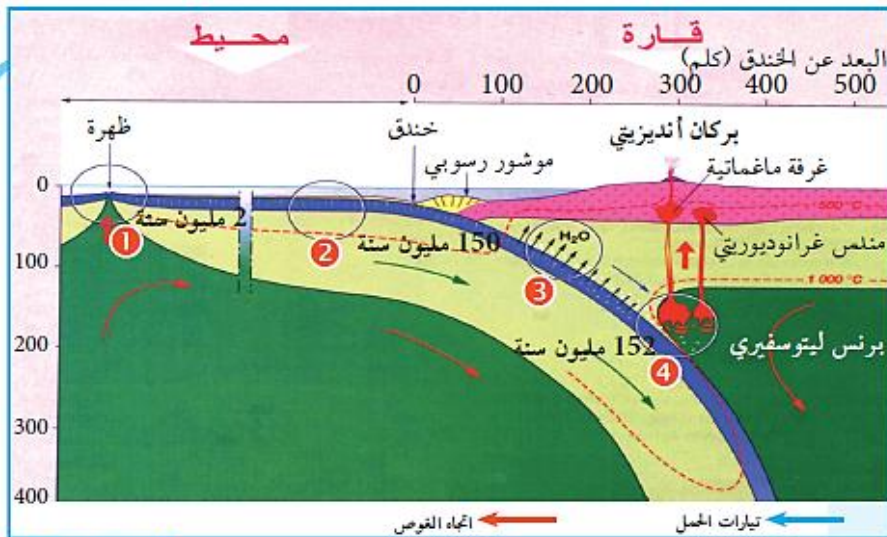
### ج3 - الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت في الحالة (أ) P1 والحالة (ب) P2 :

▪ النقطة (P<sub>1</sub>) في حالة البريدوتيت المميح تقع في مجال الإنصهار الجزئي وتقع النقطة (P<sub>2</sub>) في حالة البريدوتيت الجاف في مجال البريدوتيت 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

### 5 مصدر الماء في البريدوتيت



مقطع في منطقة غوص بين مسار الماء الوثيقة (12)

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 الليتوسفييري في منطقة الغوص؟

س3 - ما هو 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 الليتوسفييري في منطقة الغوص :

▪ البرنس الليتوسفييري للوح الطافي يستعيد الماء المفقود من طرف اللوح الغائص.

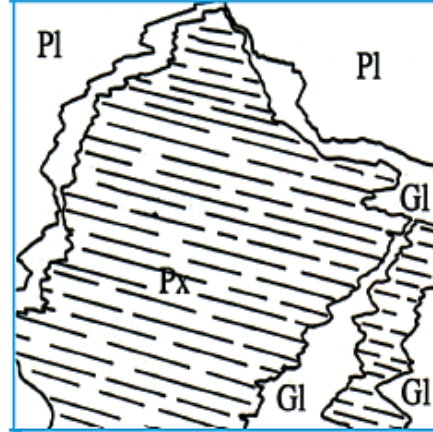
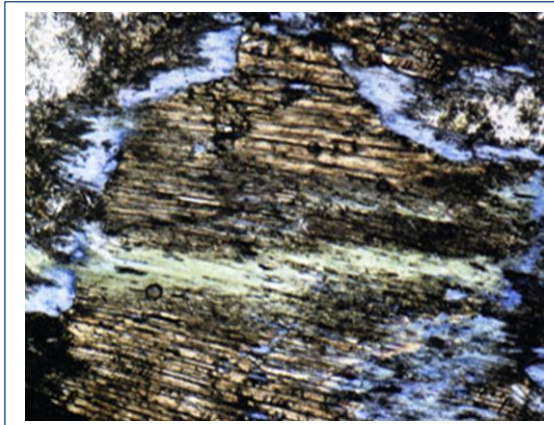
ج3 - دور الماء في نشأة الصخور على مستوى مناطق الغوص :

▪ يعمل الماء على إنصهار جزء من البرنس الليتوسفييري للوح الطافي.



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

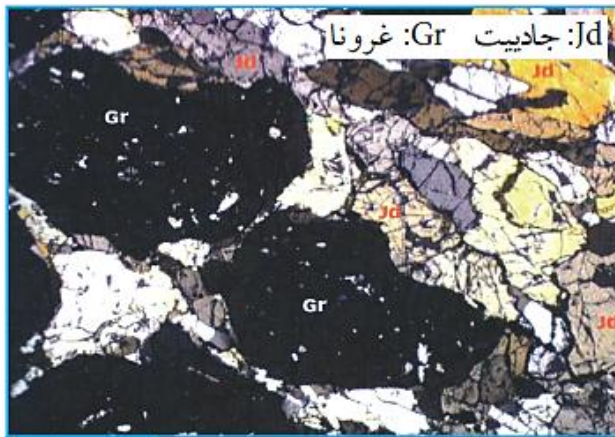
تنتج الصخور المتحولة المميزة للحواف النشطة عن تحولات بازلت و غابرو اللوح الغائص حيث تمثل الوثائق (13,14 و 15) على التوالي عينات أخذت من المناطق (1, 2, و 3) من الوثيقة 12 والتي توضح التغيرات المعدنية التي تحدث في مستويات مختلفة من الصفيحة المحيطية الغائصة.



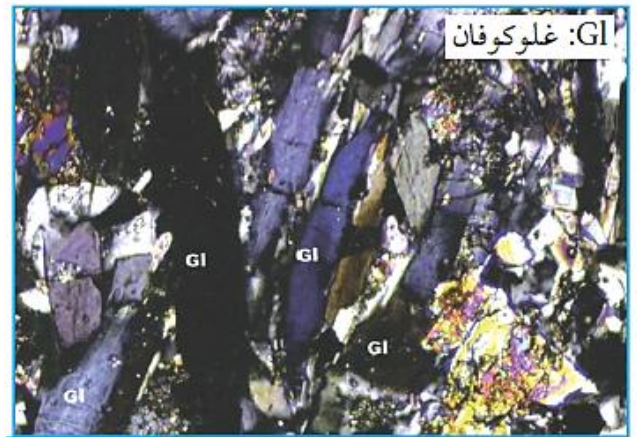
Q + الكوارتز  
 Pl = فلدسبات بلاجيوكلاز  
 Px = بيروكسين  
 J = جاديت  
 G1 = غلوكوفان  
 Gt = غرونا  
 Ep = إبيدوت

(أ) شريحة الميتاغابرو تحت المجهر المستقطب الوثيقة (13)

(ب) مخطط تفسيري لشريحة الميتاغابرو تحت المجهر المستقطب



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



(ب) شريحة الشست الأزرق تحت المجهر المستقطب الوثيقة (14)

### معلومات مفيدة

غلوكوفان (glaukophane): معدن من عائلة الأومفيبول، لونه أزرق، يقطعه مستوي الانقسام 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، يبني تشققات، يدل على الضغط المتوسط والعالي.

س1 – بالاعتماد على دراسة معادن الصخور المميزة لمناطق التباعد، قارن في جدول بين المعادن المكونة لغابرو والميتاغابرو. ماذا تستنتج.

س2 – قارن البنية النسيجية الميتاغابرو والشيست الأزرق من حيث تنظيم وشكل المعادن (Pl و G1)، ثم اقترح تفسيراً لهذا التنظيم.

س3 – قارن بين الشيست الأزرق والايكلوجيت من حيث التركيب المعدني والبنية النسيجية.

س4 – انطلاقاً من الوثيقة (12) والمعلومات التي توصلت إليها سابقاً، اكتب نص علمي تبرز من خلاله مراحل تطور القشرة المحيطية من الظهرة إلى منطقة الغوص.



• 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 (GI و PI) مع تفسير هذا التنظيم :**

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 كالأغرونا.
- 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 الأزرق والايكلوجيت من حيث التركيب المعدني والبنية النسيجية: خلال مقارنة البنية المعدنية (النسيج) والتركيب المعدني :**

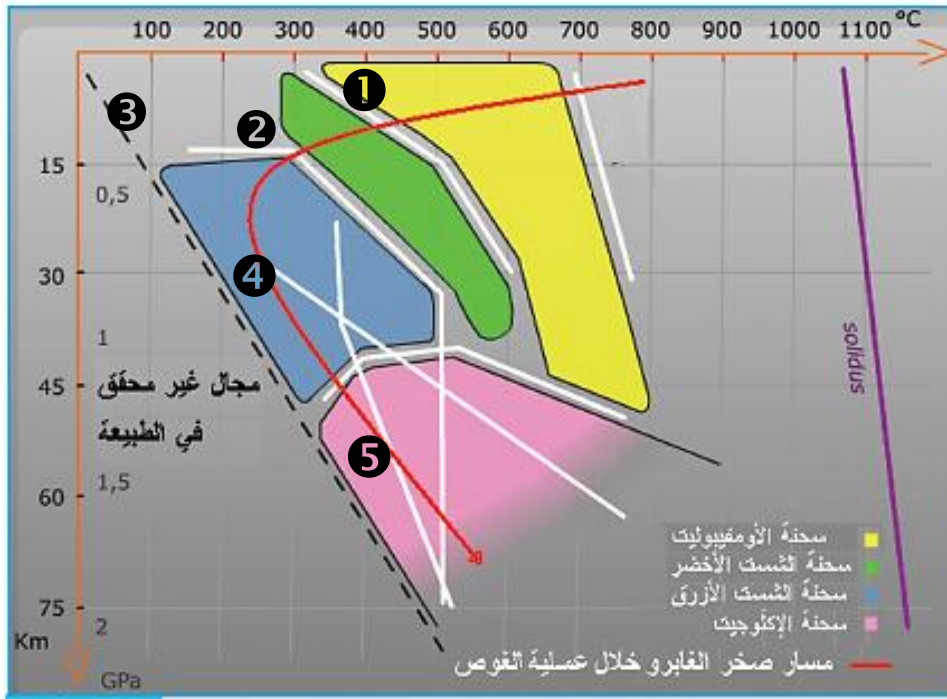
- معادن الإيكلوجيت كبيرة بالمقارنة مع معادن الشيست الأزرق، كما نلاحظ غياب الغلوكوفان وظهور الجادييت في الإيكلوجيت. يدل هذا على أن الإيكلوجيت تشكل في ظروف عالية من الضغط والحرارة.

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

تنشعب 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 الأخير 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. تنشعب 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 الأخير. 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 .

## ⑥ شبكات تشكل الصخور

## استنتاج مختلف السحن إنطلاقا من التحولات المعدنية للصخور



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

تشكل 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 (جلديت) + ماء.

## معلومات مفيدة

السحنة: تمثل في مجموعة من المعادن تشكلت في نفس الظروف الفيزيائية (الحرارة والضغط) الكيميائية. غلوكوفان (glaucofane): معدن من عائلة الأومفيبول، لونه أزرق، يقطعه مستوي انقسام بينهما زاوية 120°، يميز الضغط العالي. جلديت (Jadeite): معدن من عائلة البيروكسين، له لون بني فاتح، يميز الضغط العالي. الغرونا (Grona): معدن عاتم اللون في الضوء المستقطب، تضاريسه عالية، يبدي تشققات، يدل على الضغط المتوسط والعالي.

س1 - استنتاج ظروف تشكل مختلف السحن المبينة في الوثيقة 16.

س2 - ماذا تمثل كل من المرحلتين (1 و 2) و (3 و 4) ؟

## 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 ثم إلى سحنة الإكلوجيت.

ج2 -

- ← تمثل المرحلتين 1 و 2 دخول الماء حيث ينتقل الصخر من صخر ناري (غابرو) إلى صخر متحول (ميتاغابرو) تكون فيه المعادن مستقرة فيما بينها (Domaine de stabilité) وتتحصل في هذه الحالة على سحنة الشيست الأخضر.
- ← تمثل المرحلتين 4 و 5 طرد الماء بفعل الزيادة في الضغط ودرجة الحرارة حيث تظهر تدريجيا معادن جديدة.
- يمثل الانتقال 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 الانتقال من المجال 4، 5 على الزيادة في الضغط ودرجة الحرارة المؤدية إلى ظهور معادن جديدة كالغرونا والجادييت التي تدل على سحنة الإكلوجيت.

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

#### المرحلة 1:

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، البلاجيوكلاز. له بنية ميكروليتية. الريوليت: صخر بركاني يتكون من: الكوارتز، البيوتيت، الفلدسبات. بنيته مكروليتية.

الصخور الأنداسية: وهي الصخور التي تشكلت في الأعماق (من 2 كم إلى 6 كم) و برزت إلى السطح بعد حدوث عملية التعرية، ومن أهمها الغرانيت و غرنودايوريت. 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

#### المرحلة 2: مرحلة الصخور المتحولة:

- إن الغابرو G1 المتشكل على مستوى الظهر يتكون أساسا من البيروكسين و البلاجيوكلاز. درجة حرارته مازالت عالية (800 - 1000 درجة مئوية) بعد تشكله يبدأ في الابتعاد عن الظهر 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. تعمل المياه الساخنة على إماهة الغابرو. مما يؤدي إلى ظهور معادن جديدة مميحة مثل الأمفيبول من نوع Hornblend فيتشكل G2 وهو غابرو متحول جديد يعرف بالميتاغابرو ينتمي إلى سحنة الأمفوبوليت. ويكون التحول وفقا للمعادلة التالية:

**بروكسين + بلاجيوكلاز + الماء ← أمفيبول (Hornblend)** - باستمرار ابتعاد G2

عن الظهر يتعرض من جديد إلى التحول (تحول هيدرותרمال = إماهة + انخفاض في الحرارة) فتظهر معادن جديدة منها chlorite و actinote (أمفيبول) حيث يشكل 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**



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



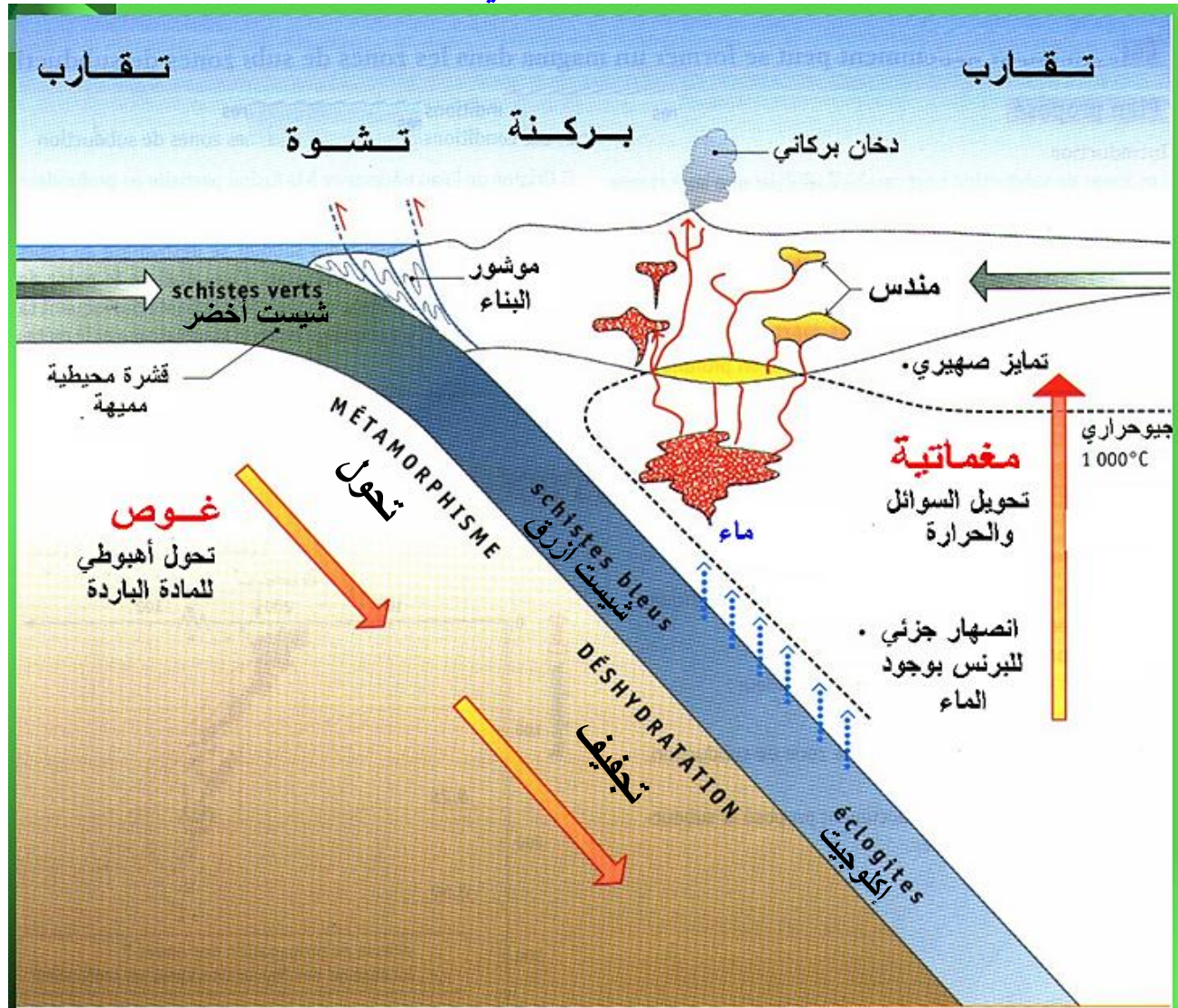
- يستمر G4 في الغوص فيزداد الضغط والحرارة عليه ، فيحدث له تجفيف جديد و بشكل كبير فنتج كمية كبيرة من الماء ، فيتحول G4 إلى G5 بعد ظهور معادن جديدة منها الـ Grenat ( غرونا ) و jadeite ( الجاديبيت = بيروكسين ) . ينتمي G5 إلى سحنة الإيكوجيت . يمكن كتابة معادلة التحول كما يلي :



**ملاحظات :** - الشيبست الأزرق و الإيكوجيت هي صخور مميزة لمناطق الغوص . فالشيبست 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 ) .

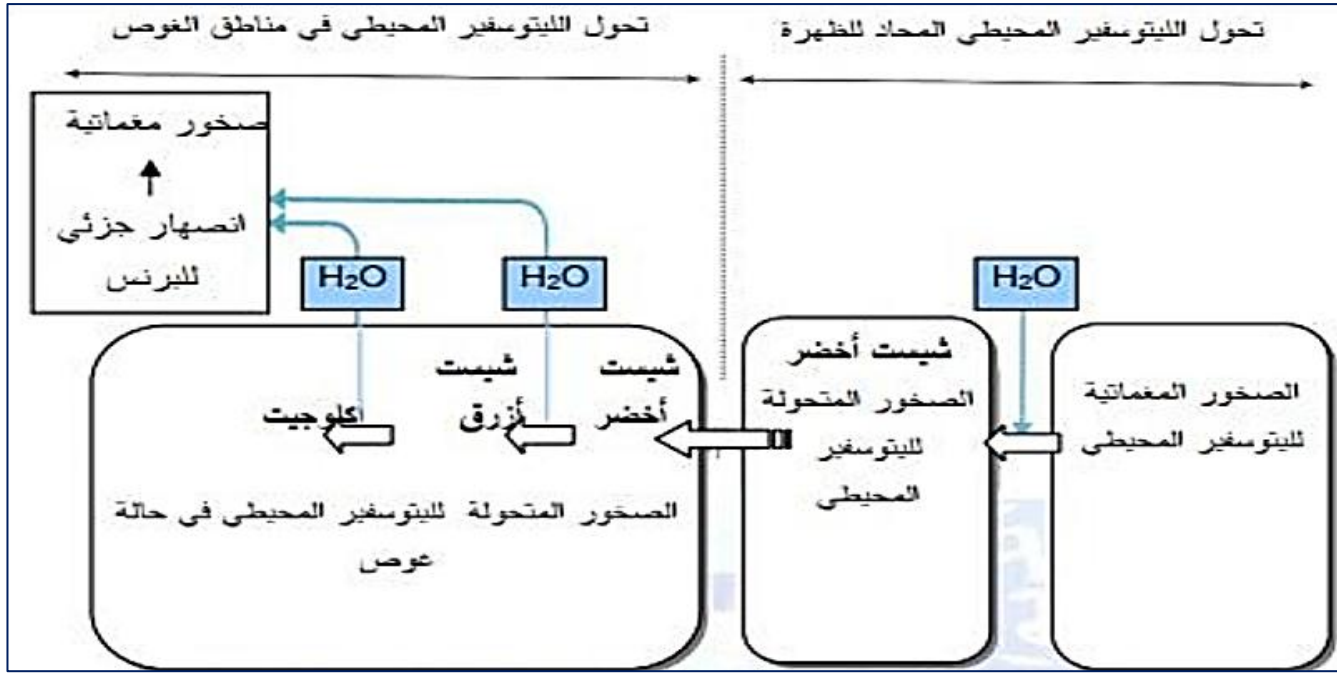
- إن تفاعل البروكسين مع البلاجيوكلايز من أجل الحصول على الأمفيبول مثلا هو تفاعل جزئي أي لا يشمل كامل البيروكسين و البلاجيوكلايز المكون للغابرو بل جزء منه ، ف G2 يحوي الأمفيبول Hornblend و معه البيروكسين و البلاجيوكلايز ..  
- معدن الـ jadeite هو عبارة عن بروكسين قاعدي نتج عن تفاعل البروكسين مع البلاجيوكلايز القاعدي

## مخطط تحصيلي



**التعليق على المخطط :**

- ◀ في حرارة منخفضة وضغط متزايد يتعرض الغابرو (بيروكسان وبلاجيوكلاز) لتبريد شديد وتمييه فيتحول الى شيبست أخضر (ميتاغابرو) .
- ◀ ظاهرة الغوص تحول الغابرو الى شيبست أزرق يتميز بمعدن الغلوكوفان.
- ◀ يشتد الغوص فيتعرض الغابرو الى تزايد الضغط و الحرارة نسبيا فيتحول الى اكلوجيت يميزها معدنا الجاديبيت 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 تمييز الصخور المتحولة و تحديد ظروف تشكلها.

**مفهوم التحول :**

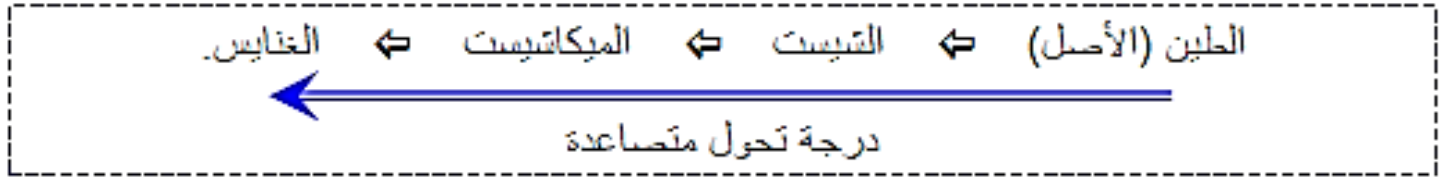
- ◀ هو مجموعة من التغيرات البنيوية والمعدنية التي تطرأ على صخرة سابقة الوجود (رسوبية , نارية أو متحولة) , في حالتها الصلبة , بفعل عاملي الضغط او الحرارة أو هما معا.

**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 فتواجهه 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 الأخير لضغط عال.





## الخصيلة المعرفية

### النشاط التكتوني و البنيات الجيولوجية المرتبطة به على مستوى مناطق الغوص

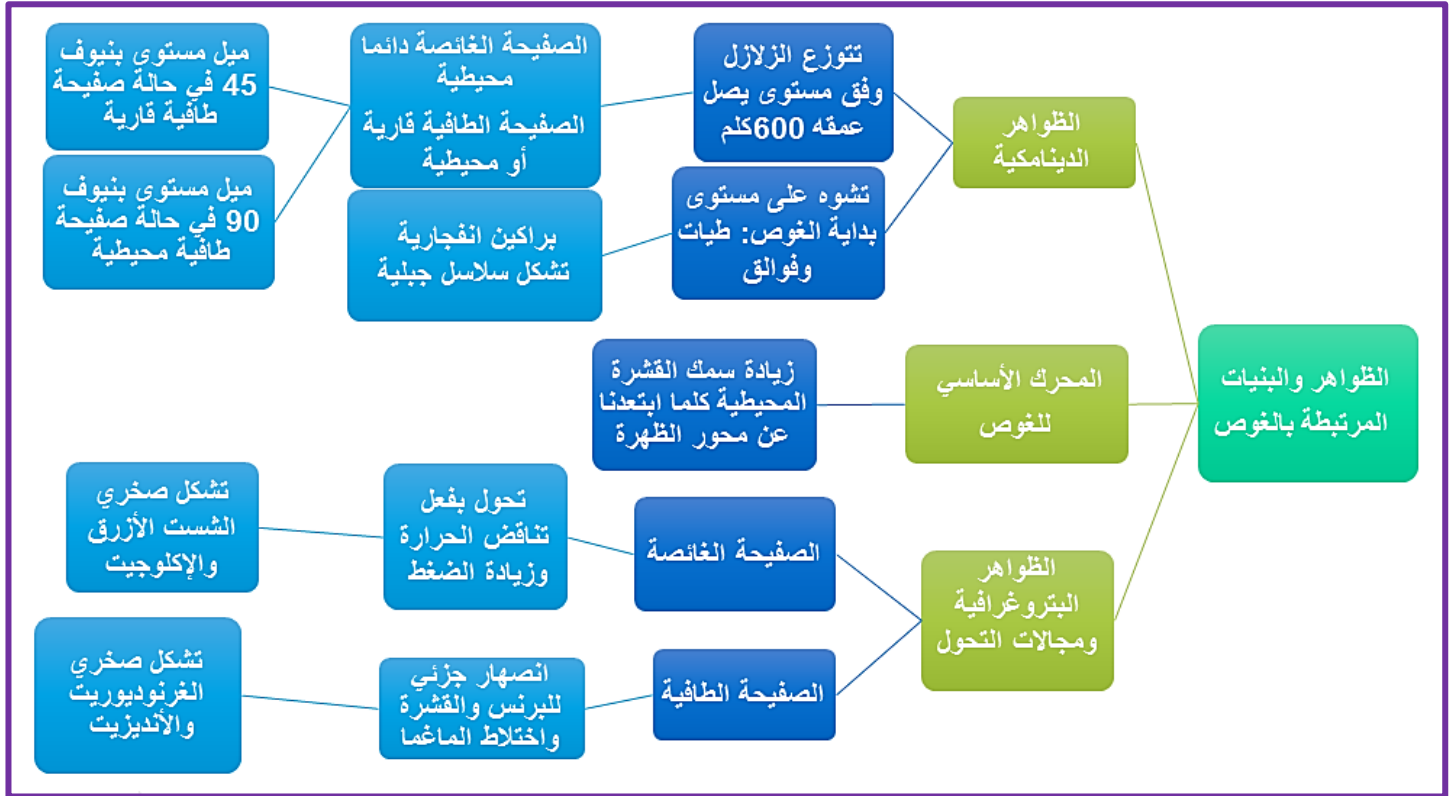
#### 1 – الظواهر والخصائص المرتبطة بالغوص :

- ◀ تتميز مناطق الغوص بـ :
  - ◀ وجود خنادق محيطية عميقة .
  - ◀ زلازل عنيفة (تكون سطحية وكما 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 تتعزز (تغوص) نحو العمق حسب سطح مائل موافق لمستوى بينيوف , يفسر هذه الاختلالات بانغراز صفيحة باردة بالاستينوسفير الساخن.
  - ◀ بركنة انفجارية تؤدي إلى قذف صهارة انديزيتية.
  - ◀ قوس من الجزر البركانية كسلسلة جزر اليابان والأنتيل وسلاسل جبلية كسلسلة الأنديز بأمريكا الجنوبية .
- ◀ يغوص اللوح المحيطي تحت الحافة النشطة لصفحة 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 الظهر 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 بتبريد سريع على السطح.
  - صخور اندساسية من نمط غرانوديوريت (غرانيت) : تتميز بتبريد 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 إلى 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 تجفها وتعرض معادنها إلى تغيرات , تدعى هذه الظاهرة بالتحول.
- ◉ يؤدي التحول إلى ظهور معادن جديدة تدل على الضغط العالي والحرارة المنخفضة مميزة لمناطق الغوص كالغلوكوفان (Glaucothane) ، غرونا (Grenat) وجادييت (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

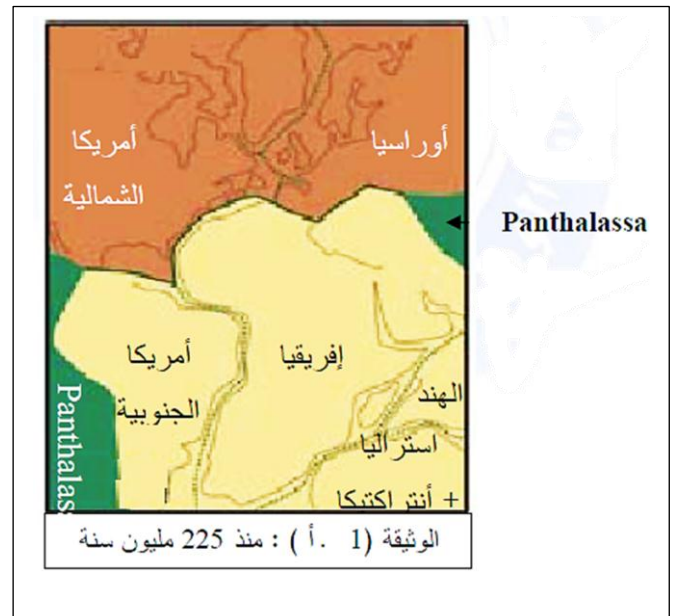
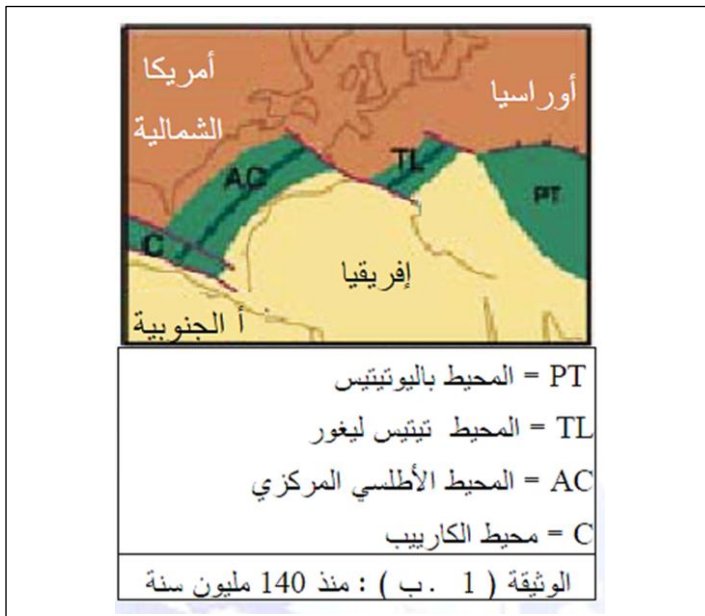
هذا النشاط اجل للموسم الدراسي 2020/2019 فهو غير معني ببكالوريا 2019

عند حدوث الغوص فإن الصفيحة المحيطية الأعلى كثافة تندس أسفل الأستينوسفير، غالبا ما ينتهي الغوص بالتقاء الصفيحتان القاربتان 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 ؟

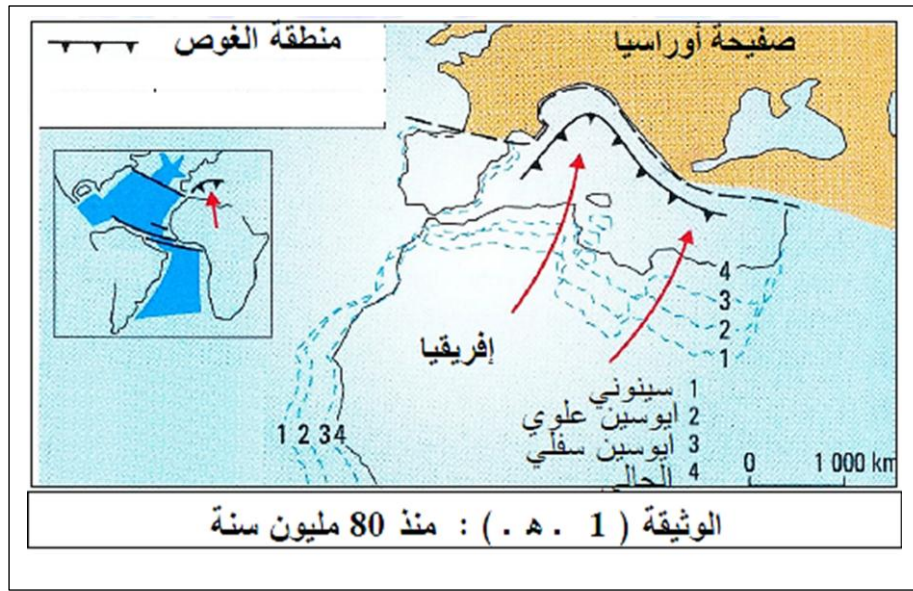
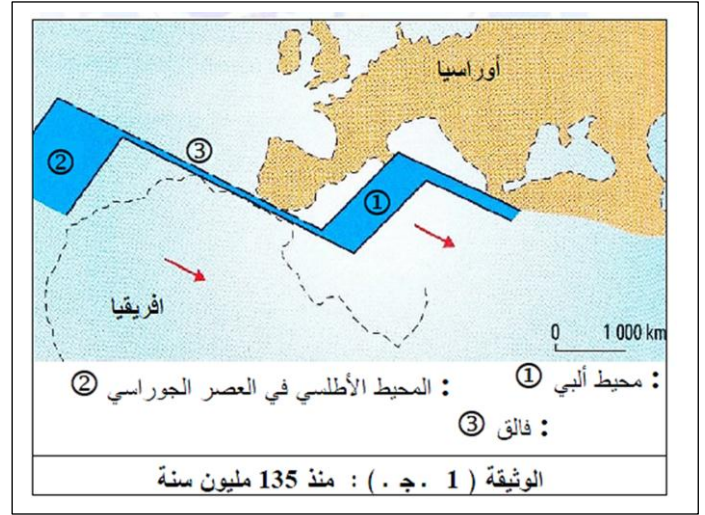
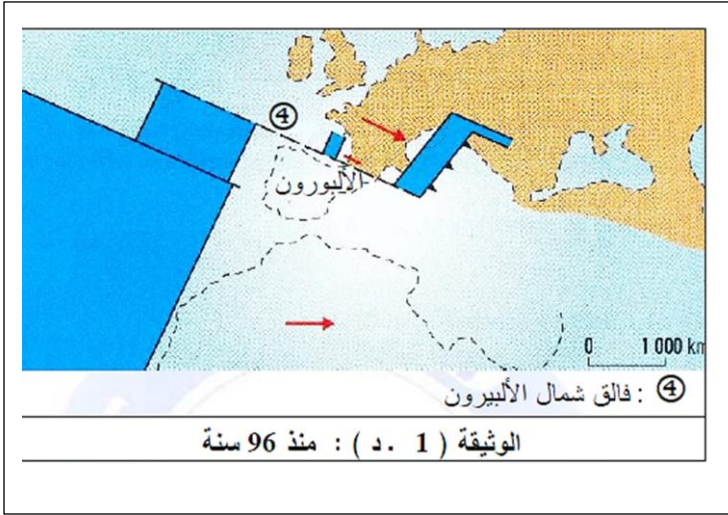
### التضاريس الناجمة عن التصادم تشكل السلسلة المغربية

#### 1 - تشكل المحيط الألبى و انغلاقه التدريجي

تقع سلسلة الجبال المغربية ضمن سلسلة جبال الألب، فهي تعتبر جبال حديثة التكوين إذ تكونت في نهاية العصر الثاني و بداية العصر الثالثي.  
ترتبط السلسلة المغربية 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 " الألبى " ومن تقارب الحواف القارية الشمالية و الجنوبية لهذا المحيط.  
تواجد هذا المحيط بين قارتين : الشمالية منها تجمع أمريكا الشمالية و أوراسيا و أما 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.







- س1 - بالاعتماد على الوثيقة ( 1 ) و معارفك المكتسبة حول حركة التبعاد، استخراج المراحل المتعاقبة التي أدت إلى تشكل المحيط الألي وانغلاقه التدريجي.
- س2 - ما هي الدلائل التي تبين اختفاء المحيط الألي و حدوث تصادم بين القارتين الإفريقية و الأوروبية ؟

### ج1 - المراحل المتعاقبة التي أدت إلى تشكل المحيط الألي 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 140 مليون سنة بدأت هذه الكتلة القارية العظمى (بانجيا) في التشقق إلى كتلتين أحدهما شمالية وتشمل أمريكا الشمالية و أوراسيا والأخرى جنوبية وتشمل أمريكا الجنوبية وأفريقيا و يوافق ذلك انفتاح كل من المحيط الألي " محطة التيتيس Tethys " و المحيط الأطلسي.
- ◀ الوثيقتان (1-د) و (1-هـ) : منذ 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 الألي.

ج2 - الدلائل التي تبين اختفاء المحيط الألبى 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 الألبى.
- ◀ وجود منطقة غوص بين الصفيحتين تسببت في تصادمهما.

## ② 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 المغربية منذ الترياسي ومازلت مستمرة إلى يومنا هذا , حيث مرت بأربعة مراحل أساسية تتمثل في :

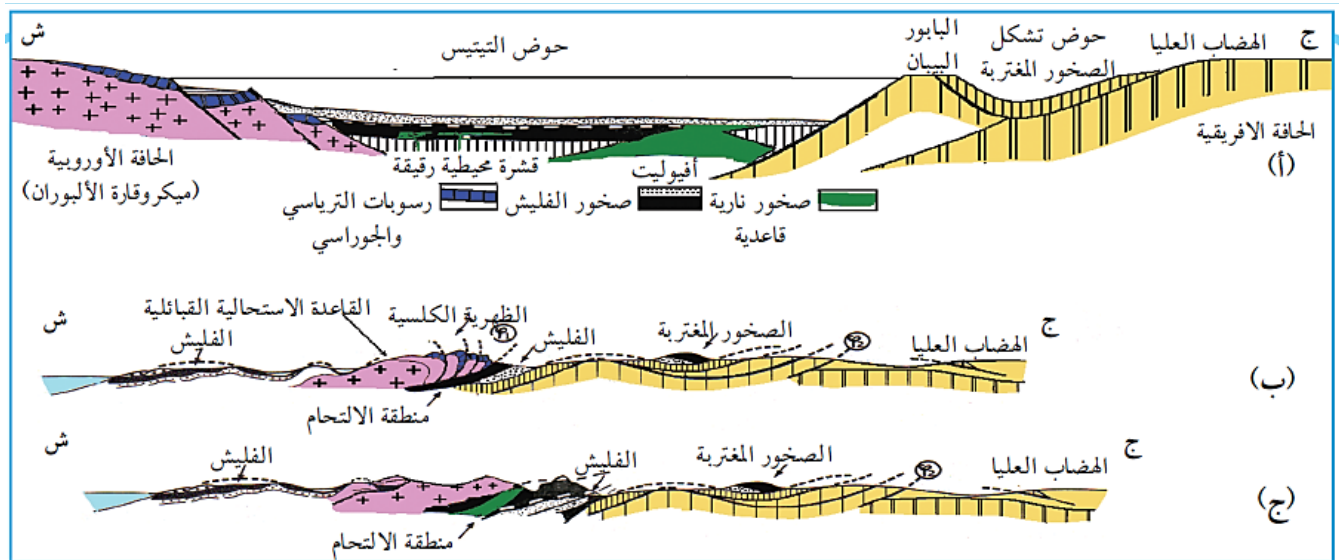
أ – مرحلة تباعدية : أدت إلى ظهور حوض التيتيس بين اللوح الإفريقي ولوح ميكروقارة الألبوران ( الذي كان جزءا من اللوح الأوروبي).

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

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

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-جبل) في الوضع الحالي.



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

**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 لهما خصائص مختلفة.

**الفلش :** هي تشكيلات صخرية التي تتشكل في آن واحد مع الجبال وتتكون من تناوب طبقات الغضار في الأسفل و الشيست في الأعلى و يتشكل الفلش 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 الألبوران وإفريقيا استنتج نوع حركة الصفائح التكتونية التي حدثت بعد نهاية الطباشيري حتى الوقت الحالي.
3. ماذا يحدث في المرحلة النهائية لحركة الصفيحتين.
4. اعتمادا على الوثيقة (5)، استنتج التضاريس الناشئة عن تقارب الصفيحتين في المرحلة النهائية.

### ج1 - تحديد وضعية صفيحتي الألبوران والإفريقية :

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

### ج2 - استنتاج نوع حركة الصفائح التكتونية :

◀ تقارب اللوحتان الألبوران والإفريقية

### ج3 - يحدث في المرحلة النهائية :

◀ حركة التصادم وطفو لوح الألبوران فوق اللوح الإفريقي.

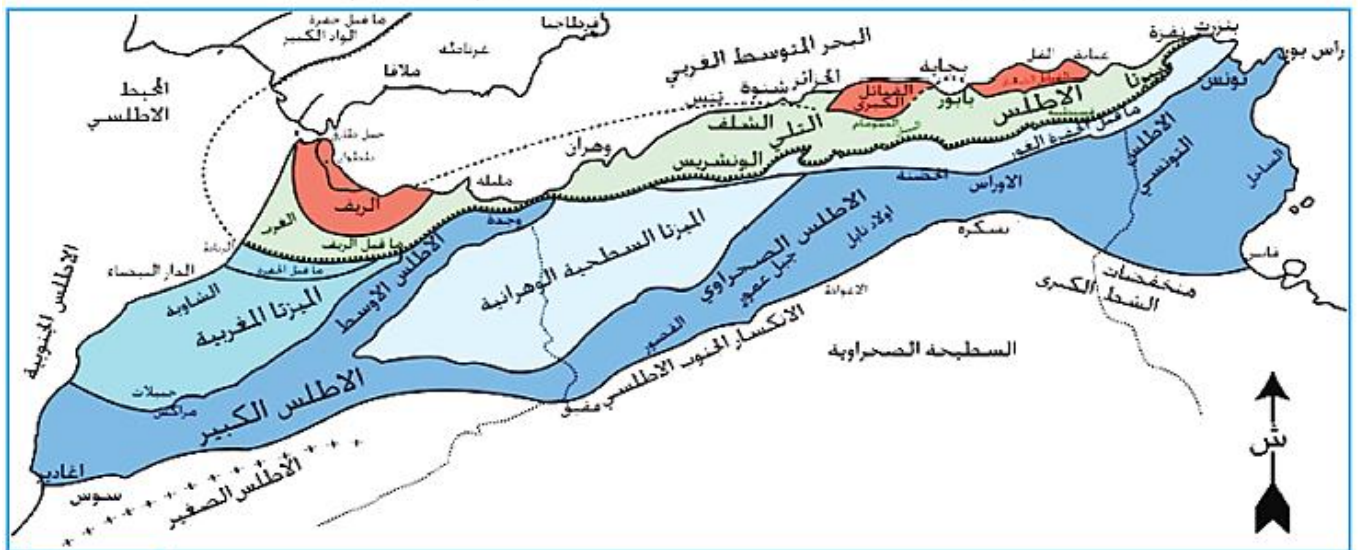
### ج4 - استنتاج التضاريس الناشئة عن تقارب الصفيحتين في المرحلة النهائية :

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

### ③ دراسة بقايا لوح ميكرو قارة الألبوران في السلسلة المغربية :

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

الوثيقة المرفقة تمثل خريطة البنية المبسطة للمغرب العربي الشمالي.



الوثيقة 5 خريطة بنيوية للمغرب العربي

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

س2 - حدد آثار اصطدام اللوح الأوروبي باللوح الإفريقي 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):

### 1 البنيات الجيولوجية المميزة لمناطق التقلص

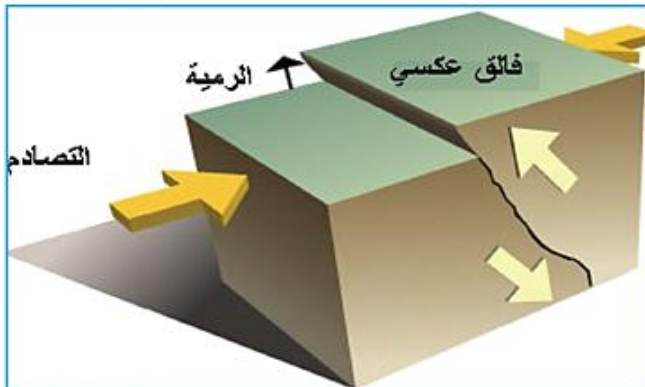
تظهر في الطبيعة مناظر تدل على مختلف الحركات التي تعرضت لها الحركات التكتونية كما تبينه الوثائق التالية :



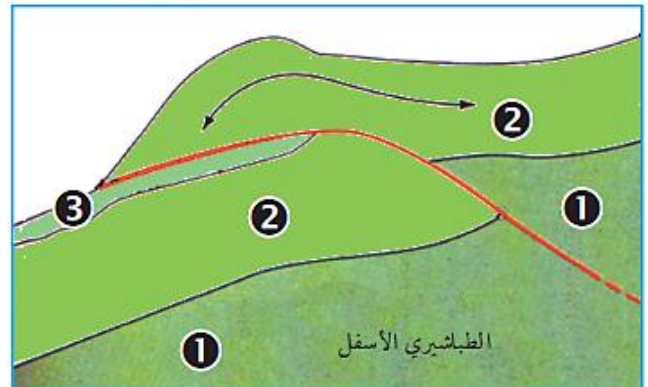
مكشفت لقطع في سلسلة جبلية ناشئة الوثيقة (1)



صورة لتضاريس مشوهة الوثيقة (2-أ)



نمجة للفالق العكسي الوثيقة (3)

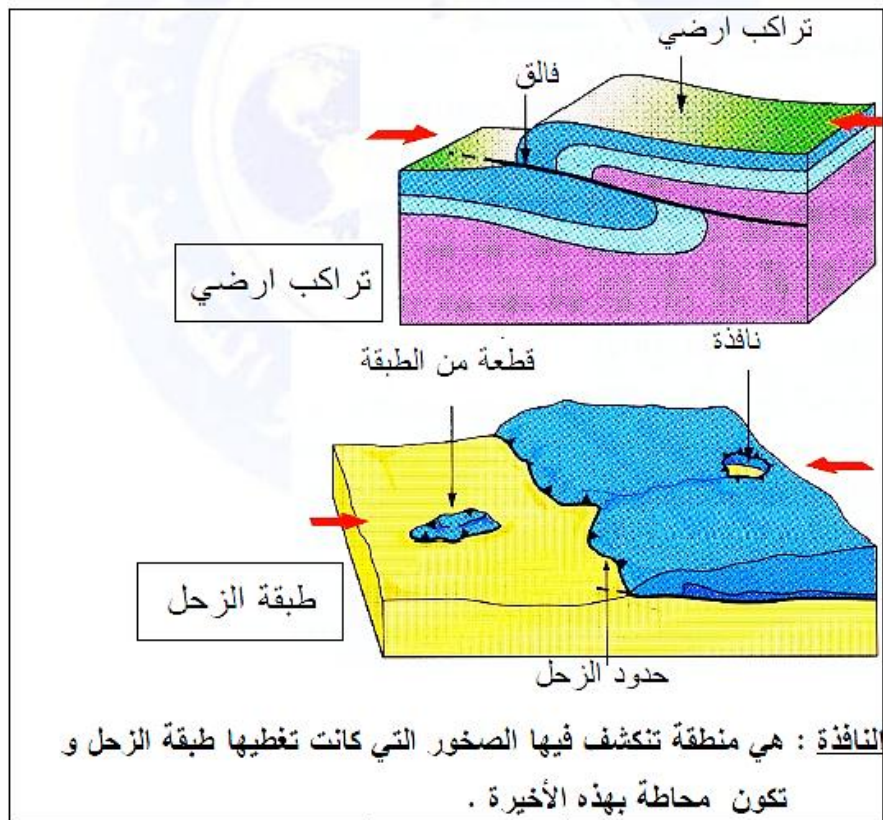


مخطط تفسيري لتضاريس الوثيقة (2-أ) الوثيقة (2-ب)

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 :
- ◀ الإنطواءات 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 الطبقة 2 والطبقة 3 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.

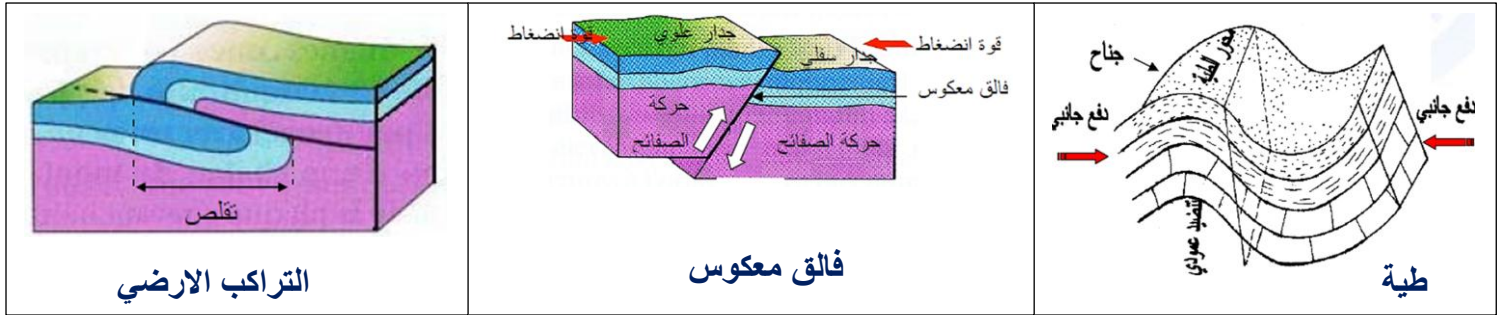


**الفالق المعكوس :**

عبرة 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.

**الترابك الارضية :**

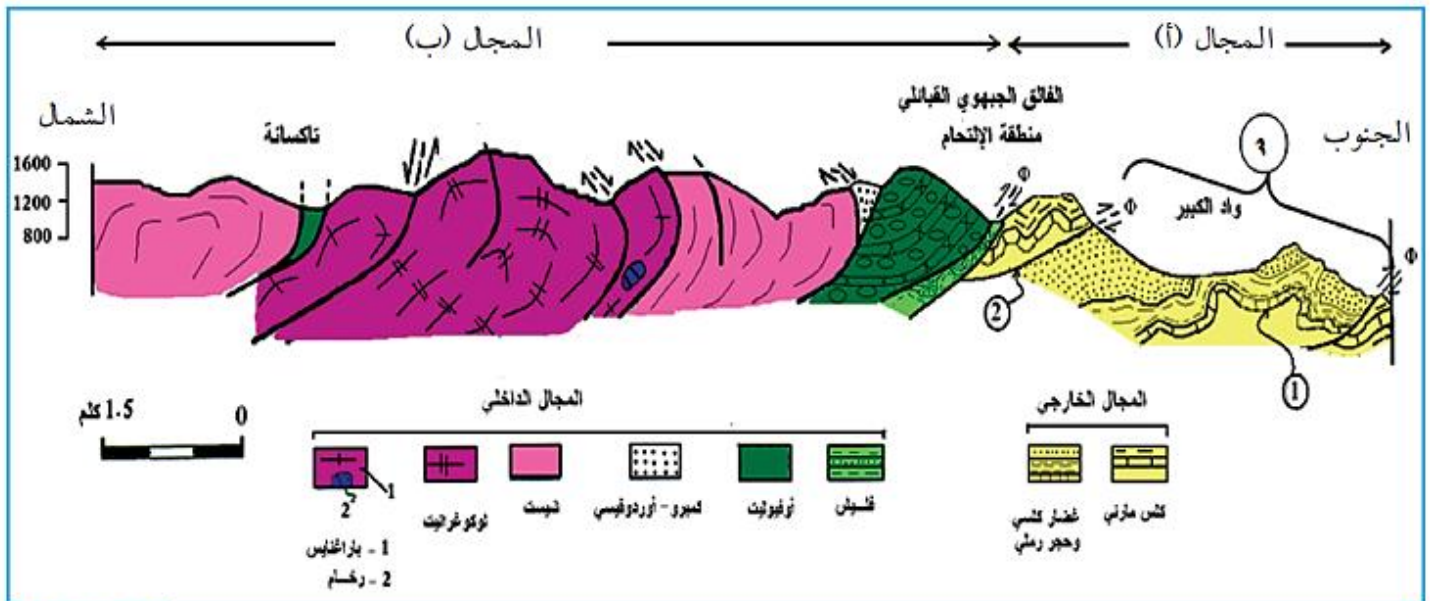
هي حركة تكتونية ينجم عنها انتقال مجموعة من الصخور لتغطي مجموعة أخرى عن طريق تماس غير عادي.

**ج3 - العلاقة بين حدوث التشوهات والتقلص الأرضي:**

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

**2 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 :



مقطع في السلسلة المغاربية الوثيقة (4)

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

س2 - ماذا يمثل المجالان (ا, ب) ؟



## ج1 - أنواع التشوهات:

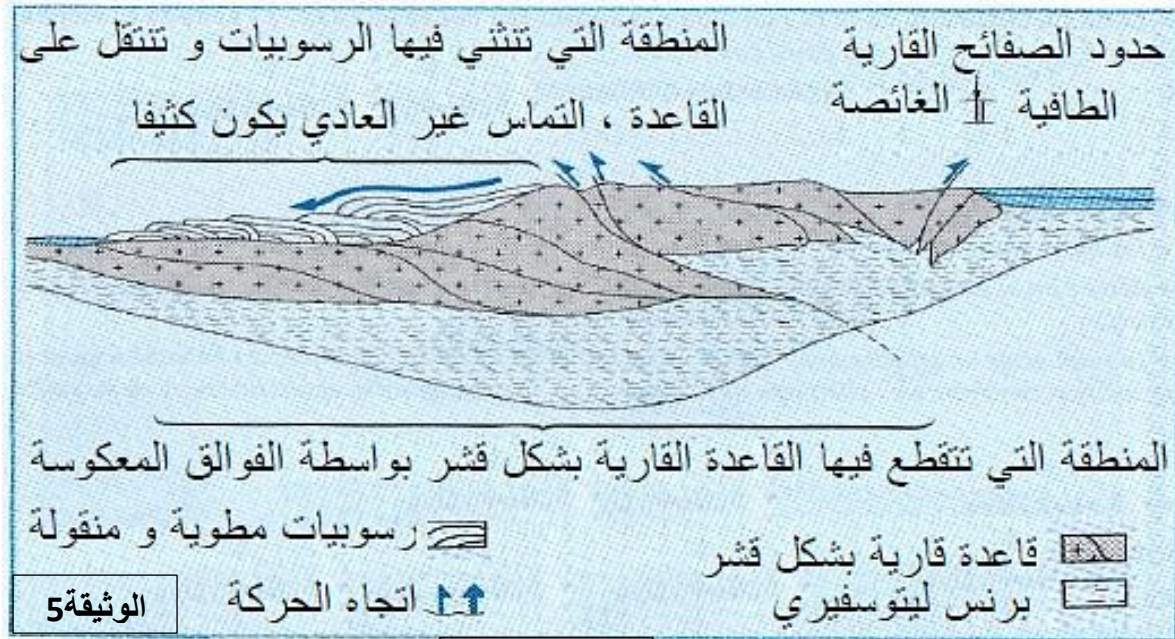
↳ الإنطواءات والكسور التي تظهر على مستوى الطبقات الصخرية.

## ج2 - يمثل المجالان (ا, ب) :

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

## 3 - 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:

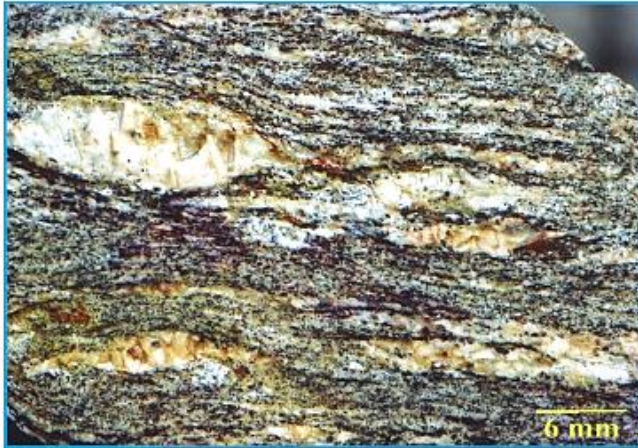
- ↳ المرتفعات - الطيات
- ↳ الفوالق المعكوسة - التراكب الأرضي - مناطق الزحل (الصخور المغتربة) .
- ↳ زيادة سمك القشرة القارية " أوتاد عميقة " أسفل السلسلة الجبلية و التي تعادل التقلص الناجم عن الانثناءات و التراكب الأرضي.





## 4 - دراسة صخر الميغماتيت :

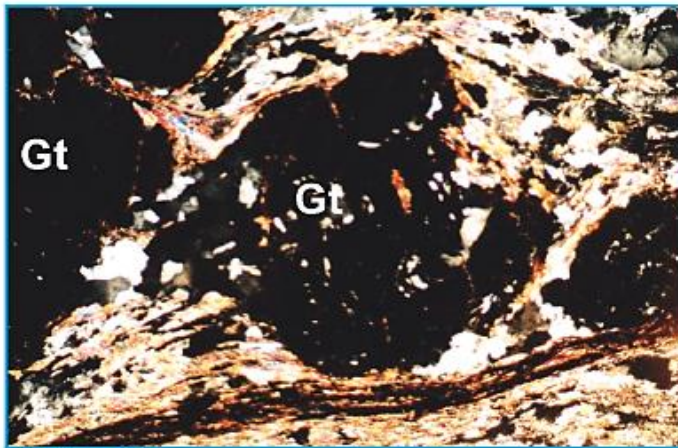
صخر الميغماتيت هو صخر مميز لمناطق تصادم القشرة الأرضية. توضيح مميزات هذا النوع من الصخور نقترح الوثائق الموالية:



عينة لصخر الميغماتيت الوثيقة (7)



مكشف لصخور ناتجة عن التصادم القاري الوثيقة (6)



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

## استغلال الوثائق:

1. باستغلال الوثيقة (6) حدد نوعي التراكيب الجيولوجية الناشئة المميزة لمنطقة التصادم؟
2. باستغلال الوثيقة (7) حدد كيفية توضع المعادن المكونة لصخر الميغماتيت.
3. تتميز هذه البنية الجيولوجية بنوعين من التوضعات، حدد الظروف المؤدية لظهور هذا التوضع.

4. الوثيقة (8) تبين ظهور معدن جديد Gt في صخر الميغماتيت 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 قائمة وصفوف عاتمة).

## ج2 - تحديد كيفية توضع المعادن المكونة لصخر الميغماتيت :

← 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.



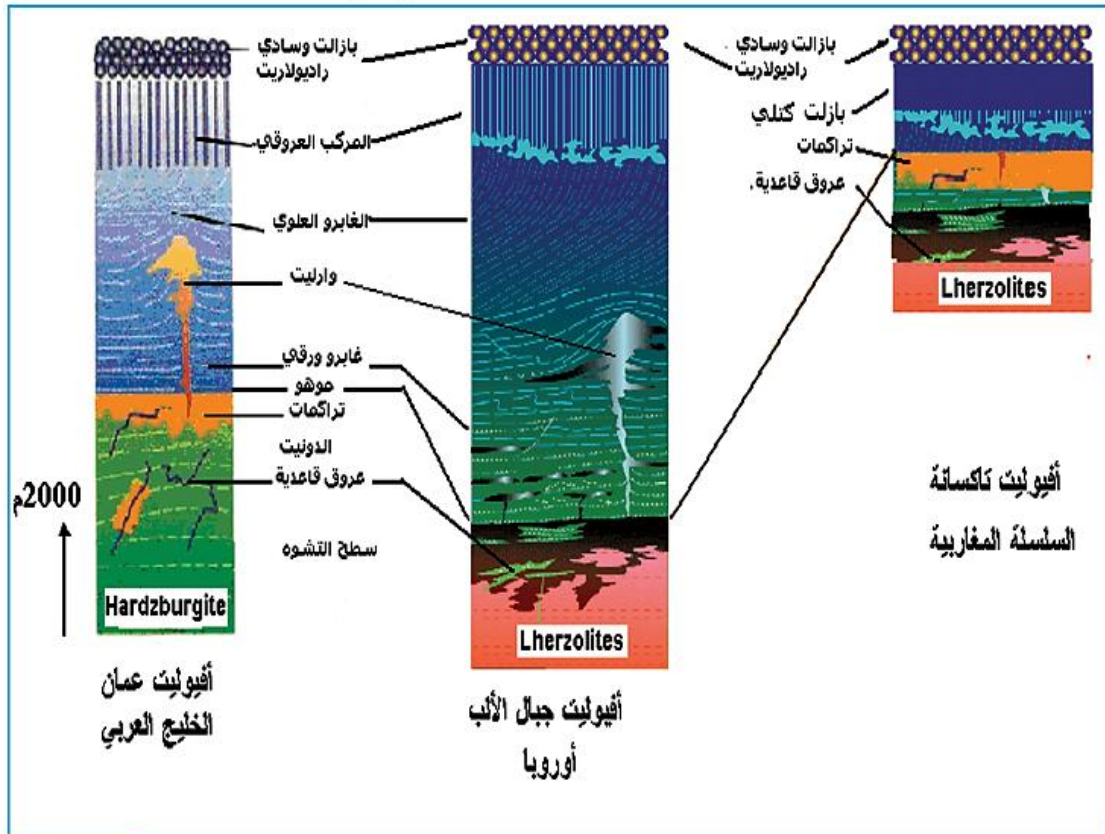


## 2 - مقارنة بين مكونات الأفيوليت في كل من عمان الألب و تكسانة

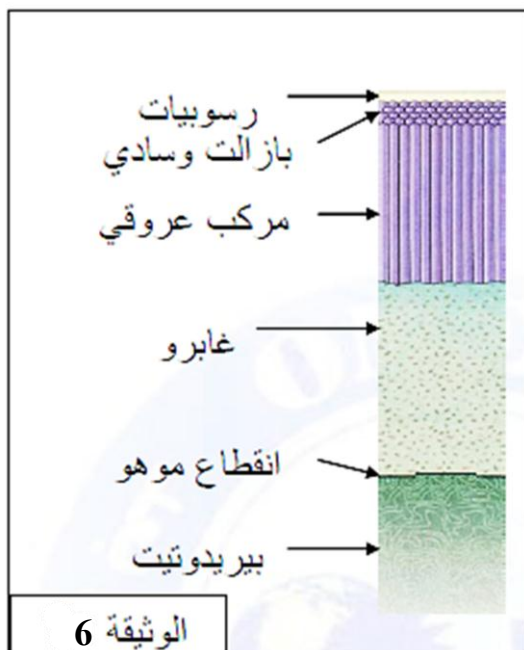
تظهر السلاسل الأفيوليتية في مختلف السلاسل الجبلية الناشئة سواء كانت حديثة أو قديمة على شكل قطع متناثرة بسبب شدة عامل التصادم بين الألواح التكتونية ، تتكون هذه السلاسل من صخور نارية، قاعدية و فوق قاعدية.

بينت الدراسات البتروغرافية وجود اختلافات بين السلاسل الأفيوليتية رغم كزنها تشكلت في فترات زمنية متقاربة.

تبين الوثيقة الموالية أعمدة لمكاشف الأفيوليت في كل من عمان , الألب و تكسانة



أعمدة الأفيوليت لمناطق عمان، الألب و تكسانة الوثيقة (5)



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 الوثيقة 6.

## 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).

رادبولاريت: صخور رسوبية تتشكل من قواقع الشعاعيات.

أفيوليت (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 أفيوليت الليتوسفير المحيطي الحالي (الوثيقة6) وأفيوليت جبال الألب بأوروبا و أفيوليت سلطنة عمان (الوثيقة5).
- س2 - قارن بين أفيوليت تكسانة أفيوليت جبال الألب.
- س3 - باستعمال معلوماتك المبنية:
- أ - ما هو الدليل الذي يسمح لك بتأكيد أن الأفيوليت الموجود بجبال الألب مصدره محيط قديم ؟
- ب- صف الظواهر الجيولوجية المتعاقبة و التي سمحت بتواجد الأفيوليت في هذه المناطق الجبلية من السلسلة الألبية.

## ج1 - المقارنة بين أفيوليت الليتوسفير المحيطي الحالي و أفيوليت جبال الألب:

أفيوليت جبال الألب بأوروبا و أفيوليت سلطنة عمان و أفيوليت 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 أفيوليت تكسانة و أفيوليت جبال الألب:

أفيوليت تكسانة أقل سمكا بالمقارنة مع متتالية الألب و عمان

تشابه في وجود الليرزوليت بين الألب و تكسانة

## الاستنتاج:

أفيوليت تكسانة و الألب تشكلتا في نفس الحوض.

## ج3-أ - الادلة:

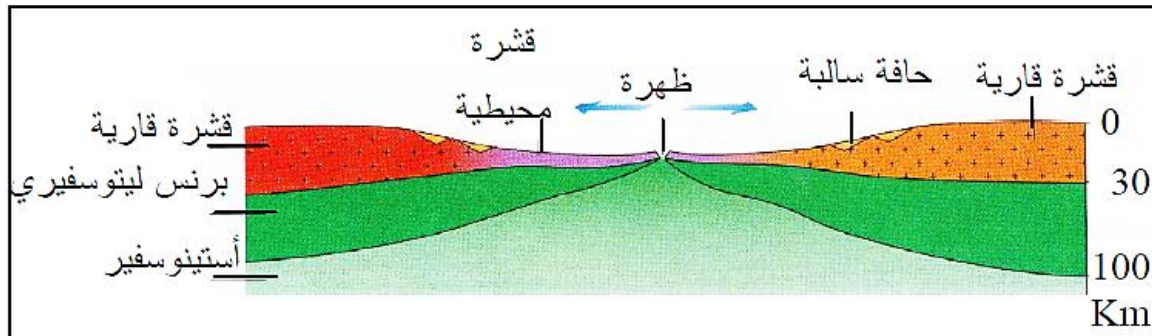
أفيوليت جبال الألب على بازلت و سادي تشكل بفعل التبريد السريع للماغما الساخنة في الماء البارد مما يعطيه المظهر الوسادي المميز و هو دليل على أن مصدر هذه الصخور هو قاع المحيط.

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

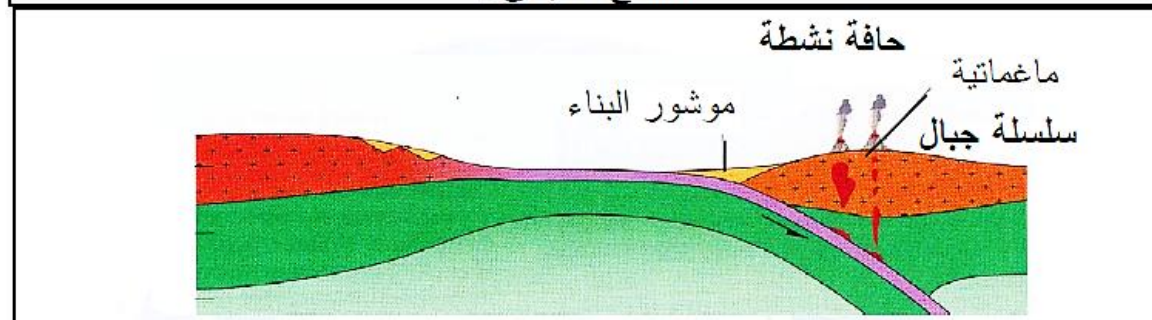
في البداية تشكل محيط ألب نتيجة تباعد الصفيحتين الإفريقية و الأوربية و في مرحلة ثانية حدث تقارب الصفيحتين نجم عنه غوص الليتوسفير المحيطي و في الأخير حدث تصادم بين الصفيحتين القاربتين أسفر عنه صعود قطع من القشرة المحيطية لم يشملها الغوص فبرزت على مستوى السطح نتيجة عوامل التعرية.

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

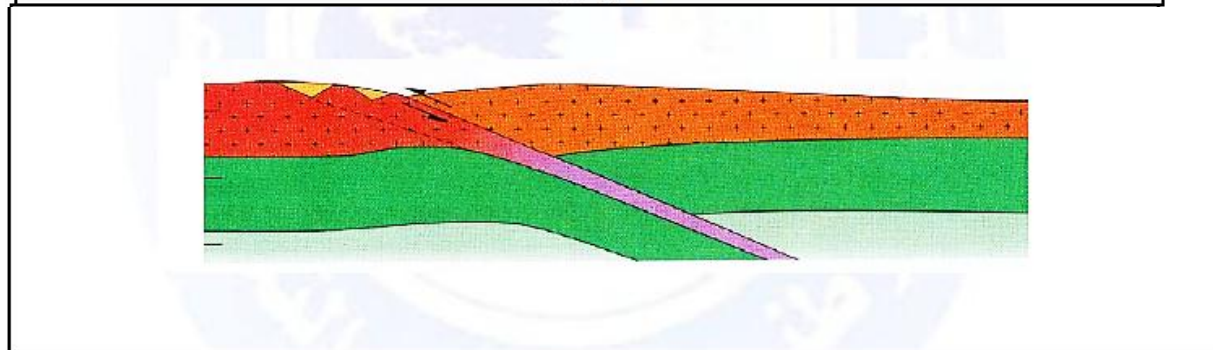
## مخطط تحصيلي يبين ديناميكية الليتوسفير من التباعد إلى غاية تشكل سلسلة جبلية



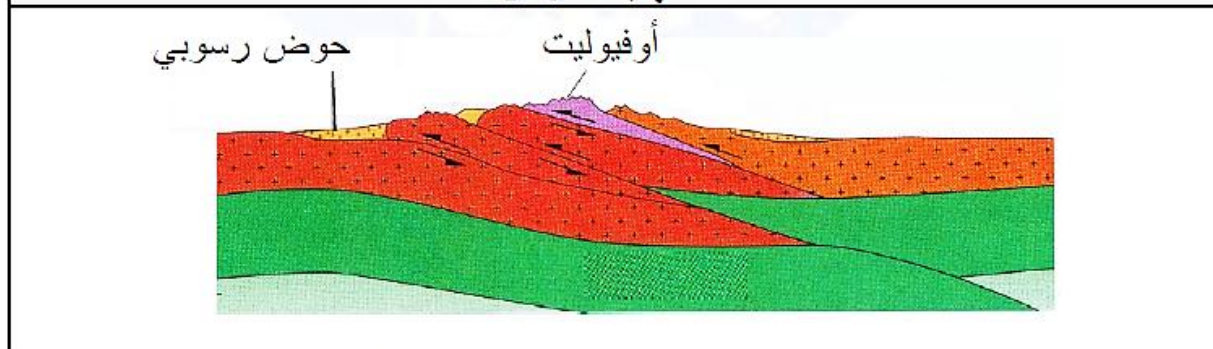
① انفتاح محيطي



② الغوص



③ نهاية الغوص



④ التصادم : تشكل السلسلة الجبلية



## 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 المغربي وكذا السلسلة الألبية المحيطة بغرب البحر الأبيض المتوسط، من الناحية الباليوجغرافية.

- ينتج التصادم عن التقارب بين ليتوسفيرين قارين عقب الغوص ويؤدي ذلك لتشكيل سلسلة جبلية. تدعى هذه العملية بالحركة البائية 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 الميجماتيت 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 التصادم القاري وغلق الأحواض (المحيطات) الفاصلة بينها.

يعتبر تواجد الصخور النارية القاعدية 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 بازليتي.

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 للمجال 2 : التكتونية العامة

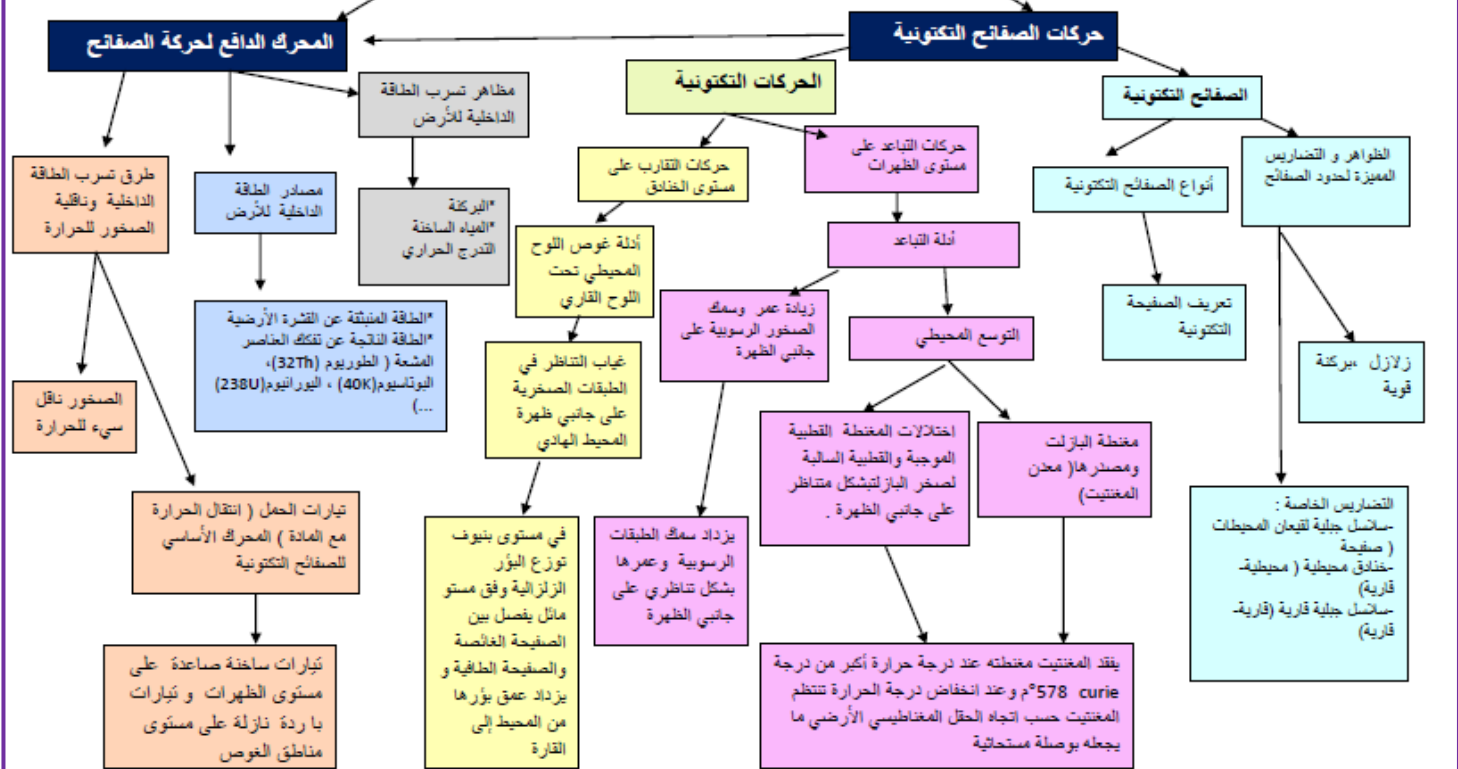
تعتبر الظواهر الطبيعية الملاحظة على سطح الكرة الأرضية ( البراكين ، الزلازل ، الحمائم المعدنية ... ) مظاهر خارجية للنشاط المستمر لباطن الأرض و لتسرب الطاقة الداخلية نحو الخارج، دراسة هذه المظاهر يسمح باقتراح نماذج توضيحية للحركة الداخلية للأرض ولبنية الكرة الأرضية

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

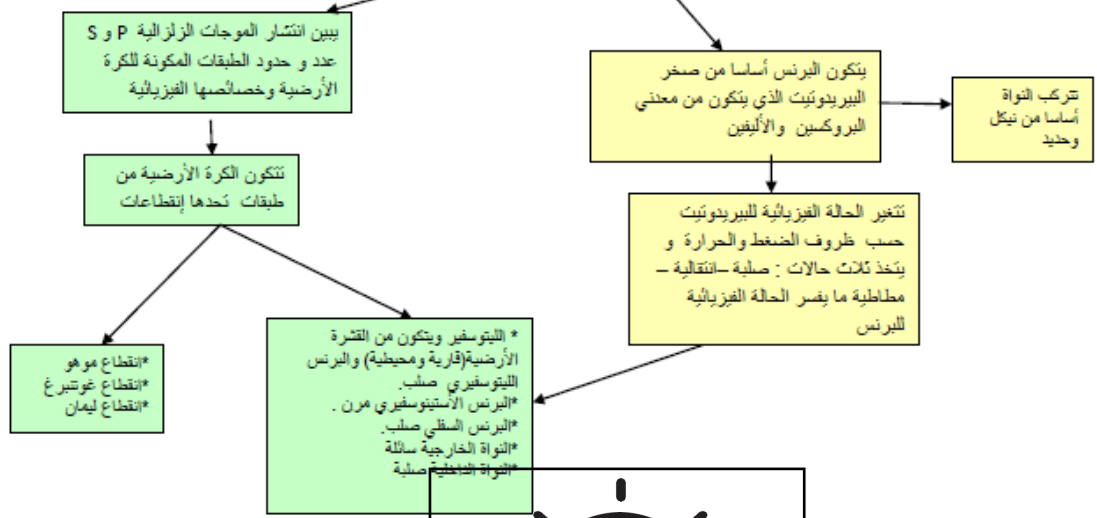
تسمح علوم السيسمولوجيا ، الجيولوجيا ، الجيوفيزياء والجيوكيمياء ، بدراسة الظواهر الجيولوجية المرافقة لحركات الصفائح التكتونية والتركيب المعدني والكيميائي لكل من القشرة الأرضية والبرنس الأرضي ما يقدم مؤشرات غير مباشرة تسمح بالتعرف على المستويات السفلى للأرض أي بنية الكرة الأرضية من جهة وبتفسير حركات الليتوسفير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

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

ينقسم الغلاف الصخري أو الليتوسفير إلى عدة صفائح تكتونية حركتها دائمة ترتبط بتسرب الطاقة الداخلية للأرض و تتجسد مظاهرها في حركات التباعد والتقارب.



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



تربية أون لاين

حدود الصفائح التكتونية مناطق نشطة تتميز بظواهر جيولوجية خاصة و بتضاريس خاصة و بتركيب بتروغرافي و معني خاص ترتبط هذه الظواهر والتضاريس بحركات البناء على مستوى الظهورات وسط محيطية وبحركات الغوص على مستوى الخنادق البحرية و التي ترتبط بدورها بالنشاط المعتماني على مستوى البرنس الليتوسفيري والبرنس الأستوسفيري وبالتنقق الحراري في مناطق تماس الصفائح.

