

الوحدة 2 : النشاط التكتوني والظواهر والبنىات الجيولوجية المرتبطة به

تبين من الدراسة السابقة أن المناطق النشطة (الظهات 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 الظهات وسط محيطية)

الظهات 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:

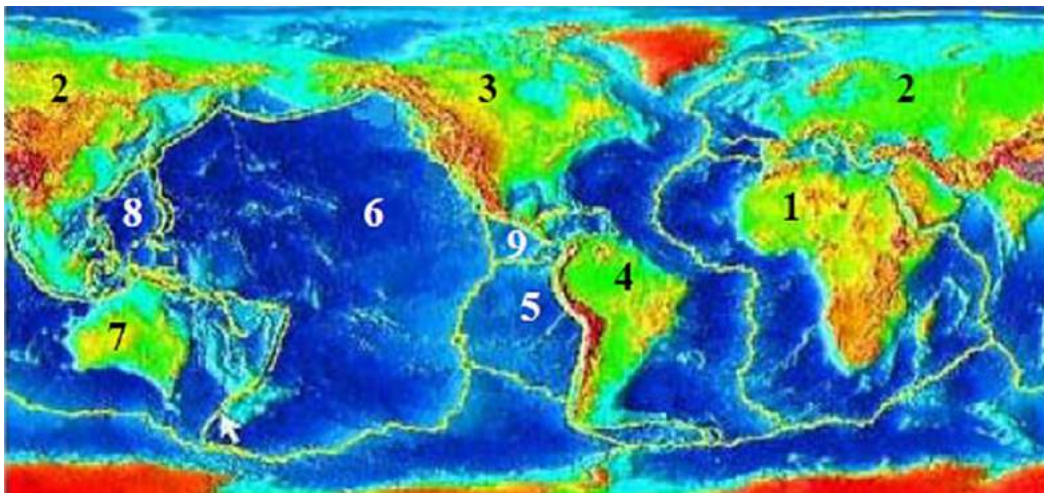
ما هي خصائص منطقة البناء ؟

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 :

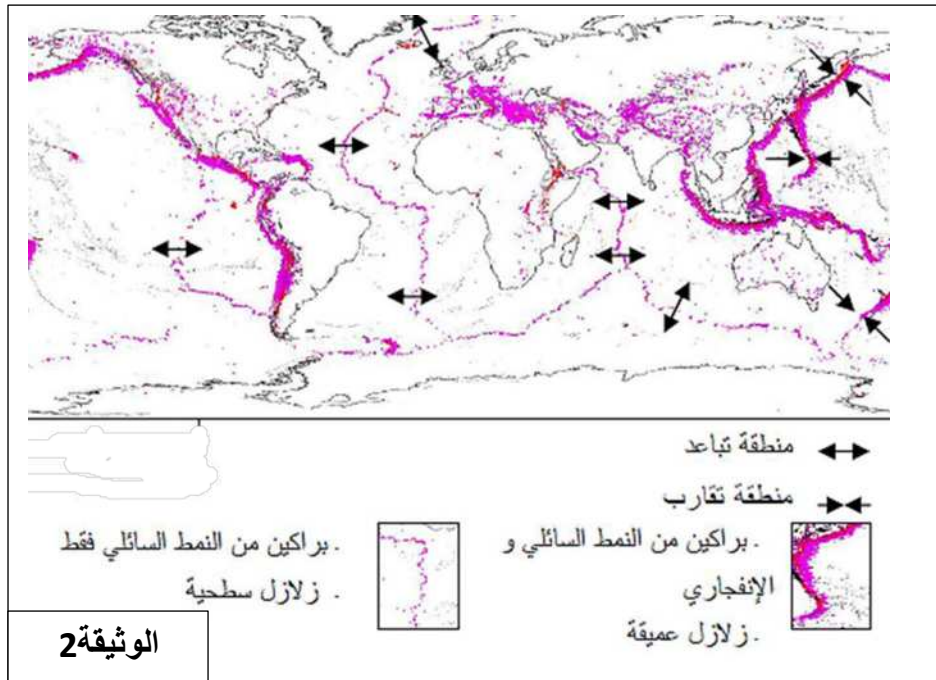
- البركة السائلة " البراكين من النمط " السائلي " : هي براكين التي تنبعث منها ماغما مائعة، تسيل الالفا المائعة عبر فوهة البركان أو الشقوق تبعا لميل المخروط البركاني.
- ترتبط ميوعة الالفا بالتركيب الكيميائي لها.
- الركنة الانفجارية " : البراكين التي تنبعث منها ماغما لزجة، سيلان الالفا يكون قصير، وتتميز هذه البراكين بماغما عجيبيية 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 الفليبيينية	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 قي 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 الظهات (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 و الزلازل في هذه المنطقة أغلبها سطحية.
- أما مناطق التقارب تتميز ببركة 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 (الظهات) :

ج6 - خصائص منطقة البناء :

تتميز منطقة البناء بوجود سلاسل جبلية تحت مائية

(ظهات) و زلازل و بركنة من النمط السائلي.



الوثيقة 3

النشاط 2 – المغماتية و تشكل اللوح المحيطي

ترتبط مناطق التباعد بمغماية نشطة تعمل على تجدد القشرة المحيطية وتشكل سلاسل جبلية تحت بحرية (الظهورات). فكيف يحدث ذلك ؟

نشاط ظهرة وسط المحيط الأطلسي

أ – بركنة الظهرة وسط محيطية :

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



الوثيقة 1

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

ج 1- طريقة تشكل وسائد اللافا:

بمجرد ملامستها للماء تنبرد 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 وسادة ، داخل الوسادة يستمر وصول اللافا السائلة ينجم عنه توليد ضغط على القشرة السطحية المتشكلة مما ينبثق عنه تشقق هذه الأخيرة لتصب اللافا السائلة عبر هذا الشق هذا ما يسمح بتشكيل وسادة أخرى وبتكرار هذه الظاهرة لعدة مرات تتشكل وسادات عديدة مرتبطة بعضها ببعض.

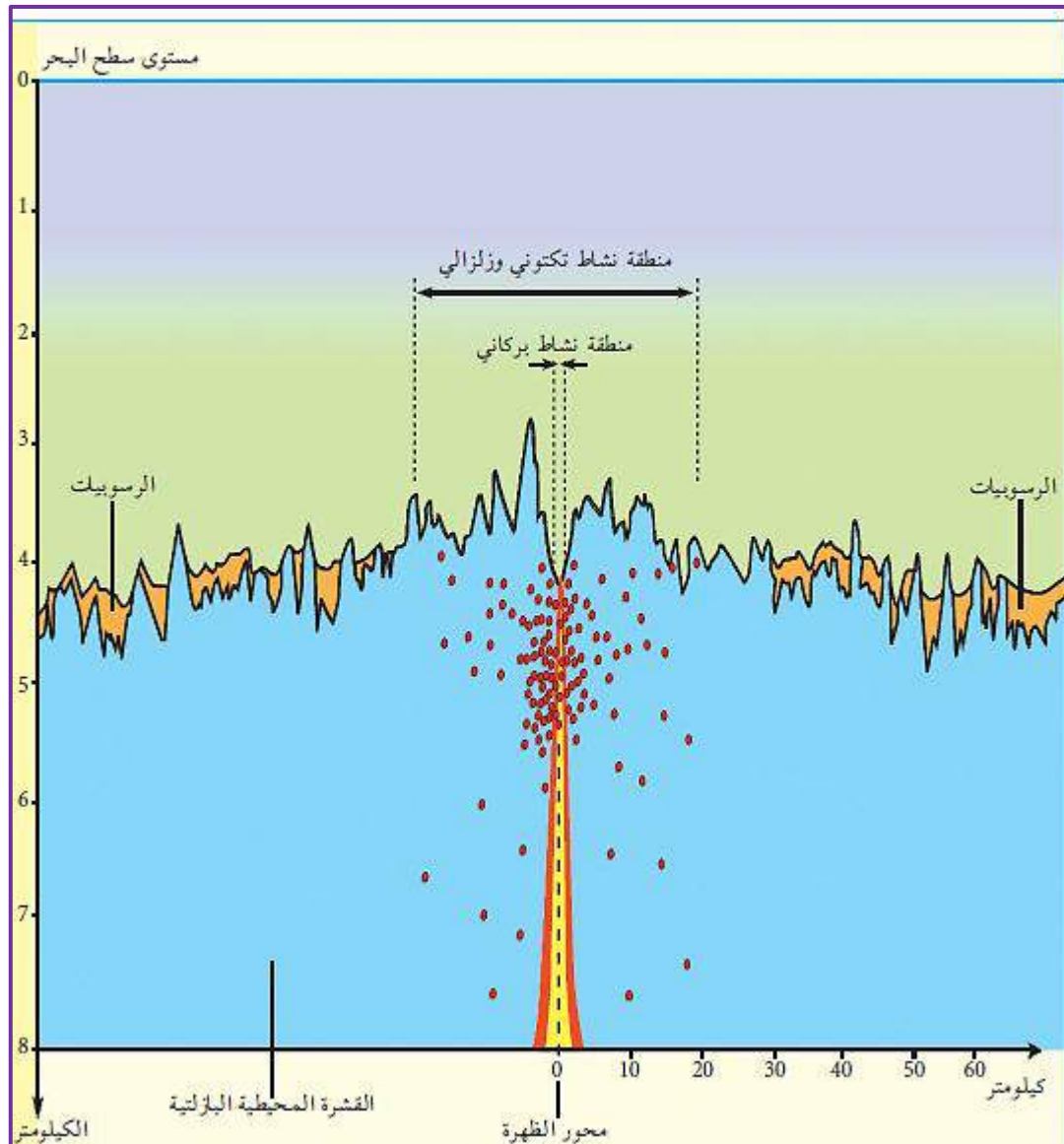
س2 – ماهو الشكل الذي تأخذه الحمم البركانية بعد التبريد ؟

ج2 - الشكل الذي تأخذه الحمم البركانية بعد التبريد:

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

ب – طبوغرافية قاع المحيط

يؤدي القذف المستمر للمagma على مستوى الظهورات إلى تشكل سلاسل جبلية بإمكانها أن تصل في بعض الأحيان إلى السطح مشكلة جزراً بركانية كإسلندا مثلاً (الوثيقة 2) , تتميز الظهورات 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 ؟

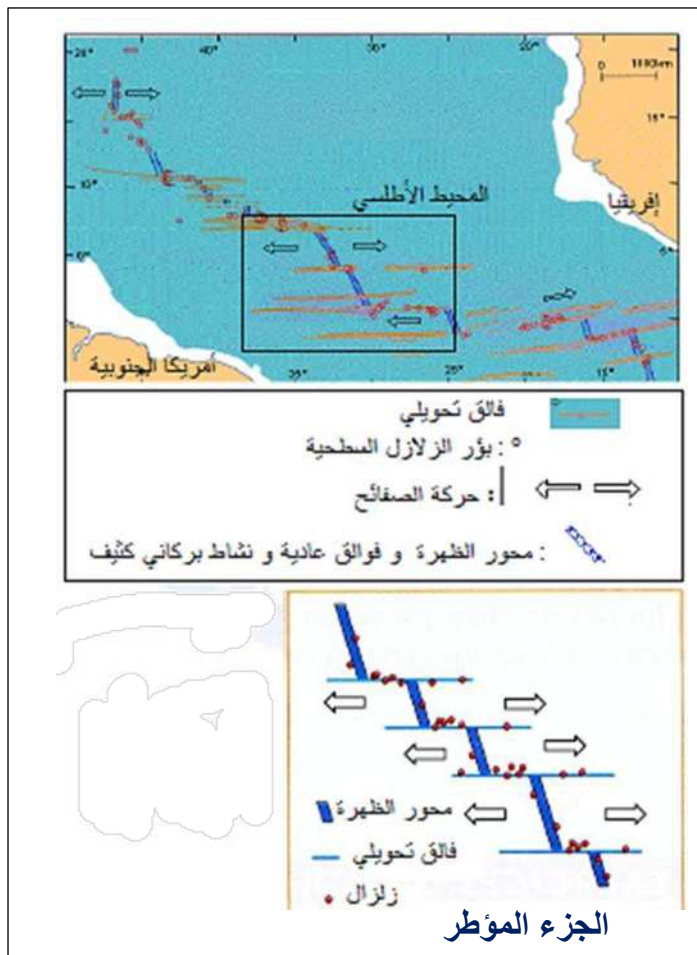
ج2 – العلاقة :

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

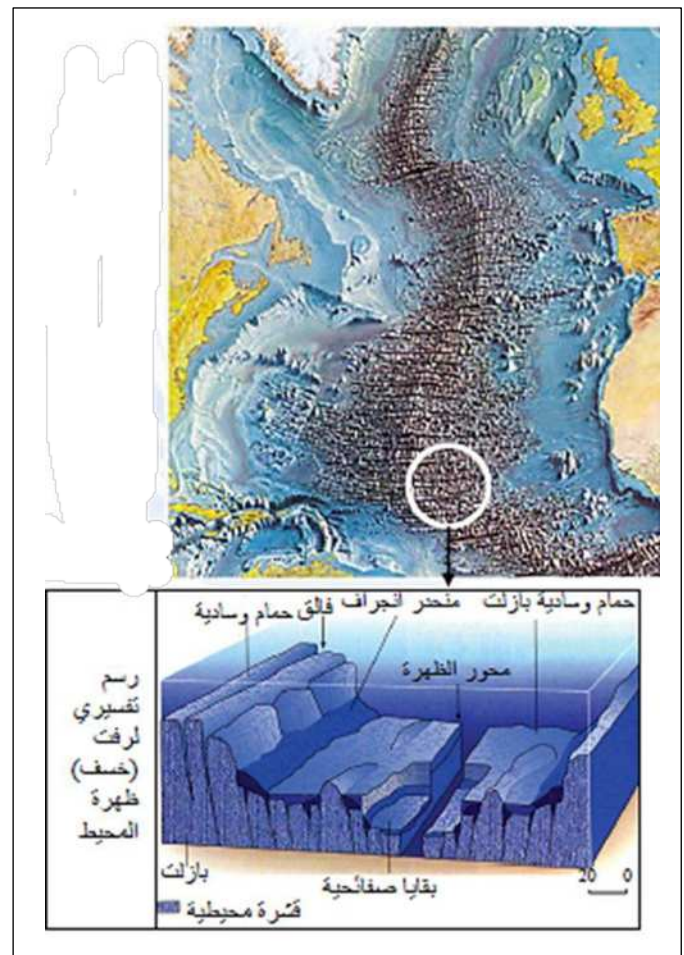
بنية الظهرة

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 (الزلازل البركاني) على مستوى محور ظهرة وسط المحيط الأطلسي .



الوثيقة 4



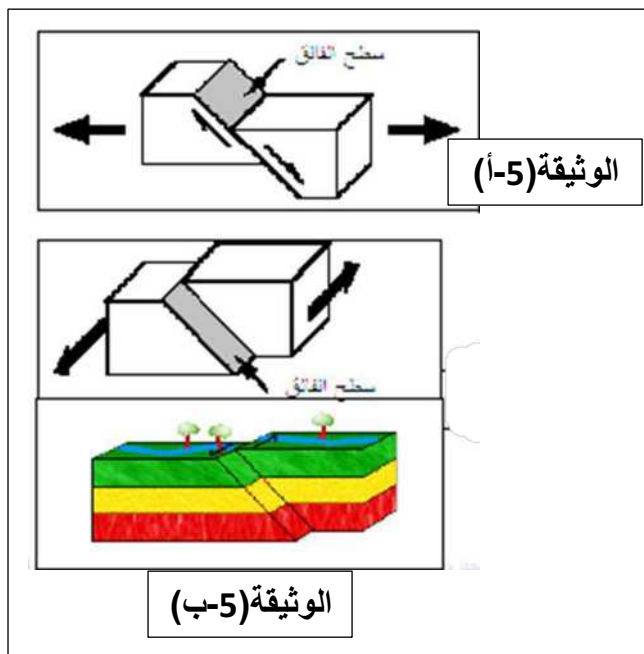
الوثيقة 3

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 , وحدد 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 لنوعين 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 وحدد 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.

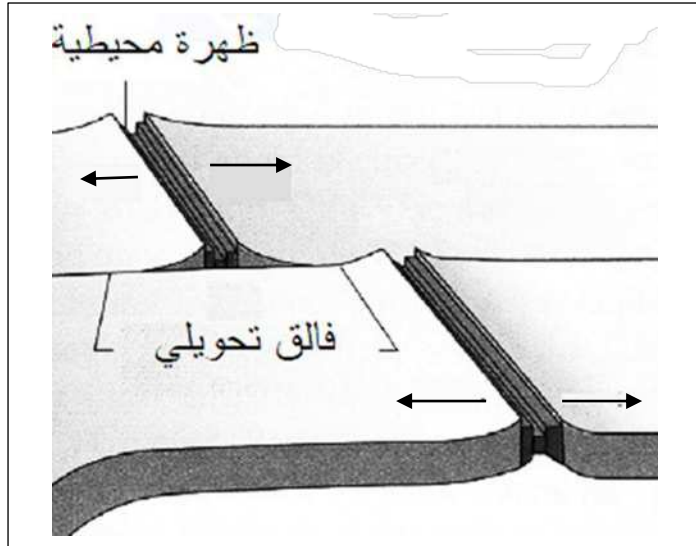
ج2 - أنواع الفوالق :

✍ فوالق عادية و فوالق تحويلية.

ج3 - دور الفوالق التحويلية :

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

ج4 - رسم تخطيطي للفالق التحويلي



ب -

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

➡ تنتج الفوالق العادية عن قوى شد

أو ضغط جانبي شديد بين قسمي الفالق (حركة تباعد الصفائح)

➡ تنتج الفوالق التحويلية من انزلاق

قسمي الفالق واحد بالنسبة للآخر و تكون الحركة أفقية مؤدية إلى حيد

محور الظهرة المحيطية يسمح

حياد القطاع الصغيرة المشكلة للظهرة على عدة مستويات بتشكيل سلسلة متواصلة في أعماق المحيطات تحيط بالصفائح .

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

مما يتشكل الليتوسفير المحيطي ؟

ب - تسلسل صخور الليتوسفير المحيطي : تشكل اللوح المحيطي

اجرى العلماء أبحاثا بتروغرافية حول فالق فيما "VEMA" على مستوى ظهرة وسط المحيط الأطلسي وذلك لتحديد تسلسل صخور الليتوسفير المحيطي.
ان هذا الفالق عمودي تحويلي (إزاحي يميني) حيث حول جزأين من القشرة المحيطية أفقيا مسافة قدرها 300 كلم.
تمثل الوثيقتين (6 و 7) موقع فالق فيما في المحيط الأطلسي , حركته وتسلسل الصخور على مستواه .

س1 - لماذا تم اختيار فالق فيما للدراسة ؟

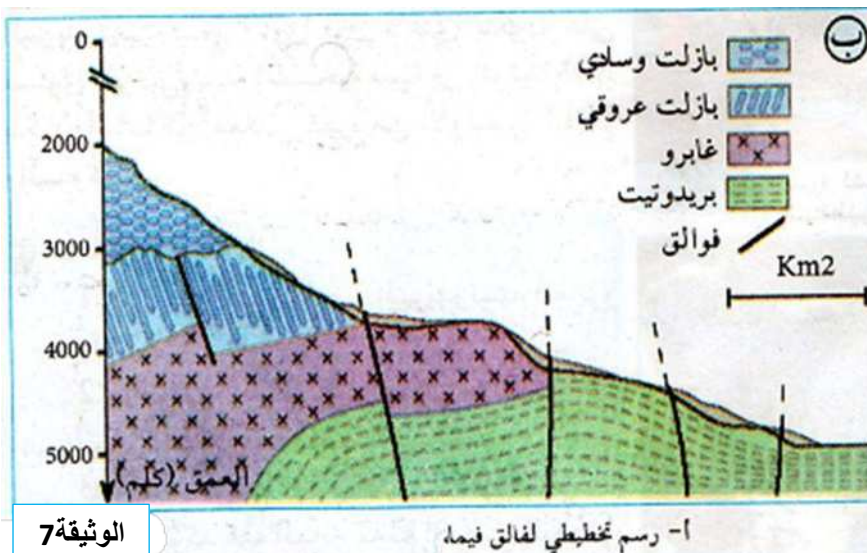
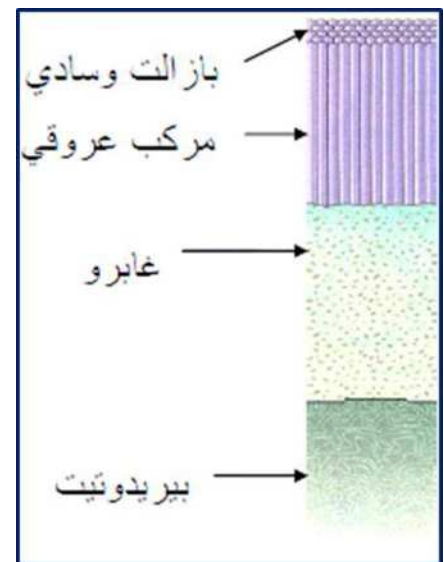
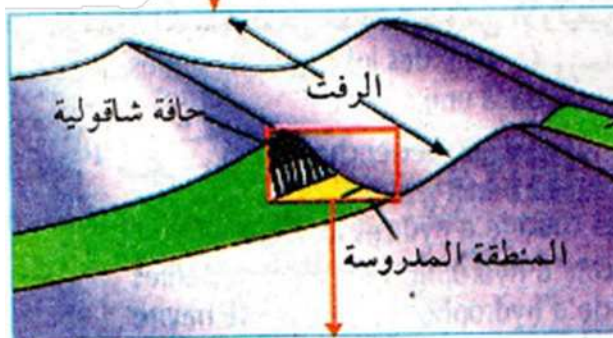
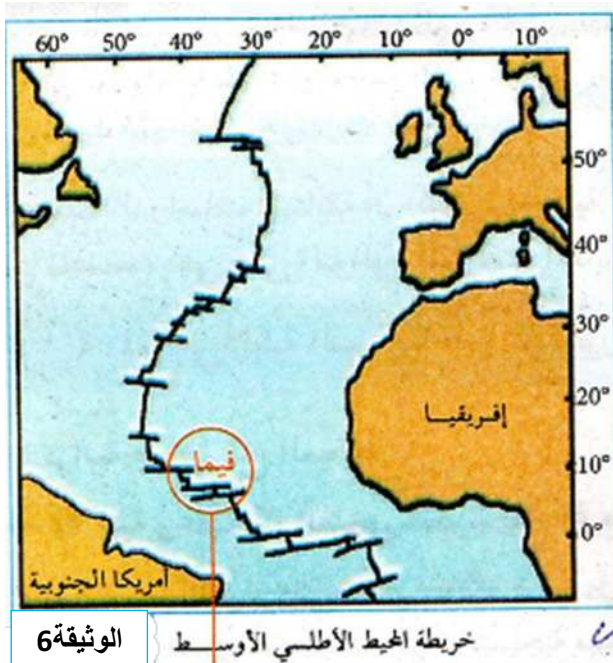
س2 - أنجز رسم تخطيطي يبين تتالي الطبقات المتواجدة على مستوى الليتوسفير المحيطي ، مستغلا مفتاح رسم الوثيقة (7) .

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

ج1 - اختيار فالق فيما:

يسمح بالكشف على الصخور المكونة للقشرة المحيطية.

ج2 - الرسم :



القشرة المحيطية غير متجانسة , تتكون من الاسفل إلى الأعلى من :

- بيريدوتيت
- 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.

الخصيلة المعرفية للنشاط 1 : الظواهر المرتبطة بالبناء (خصائص الظواهر وسط محيطية)

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

الخصيلة المعرفية للنشاط 2 : المغماتية وتشكل اللوح المحيطي

نشاط ظهرة وسط المحيط الأطلسي

- Ⓒ تنشأ على مستوى الظواهر 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 البيريدوتيت (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

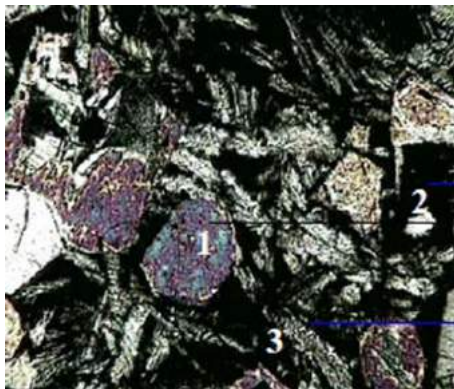
دراسة صخور قاع المحيط

1 بنية وخصائص الصخور المكونة لقاع المحيط.

البازلت : صخر ناري قاعدي يتشكل غالبا على مستوى الظهات وسط محيطية , يتكون من معادن كبيرة من الأوليفين ومعادن صغيرة من البلاجيوكلاز (ميكروليت) وزجاج بركاني.
الغابرو : صخر ناري قاعدي يتكون داخل القشرة المحيطية , يتكون من معادن متوسطة الحجم من الأوليفين (OL) والبلاجيوكلاز (PL) .
البيريدوتيت : صخر ناري فوق قاعدي يتكون على مستوى البرنس , يتكون أساسا من معادن كبيرة من الأوليفين (OL) والبيروكسين

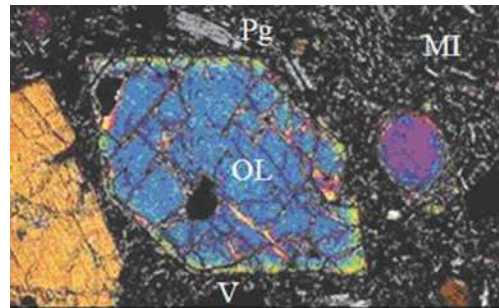
يسمح تحليل شرائح رقيقة من الصخور مأخوذة بالمجهر المستقطب من تحديد بنيتها النسيجية (كيفية تنظيم أو ترتيب مكوناته في الفراغ) وتركيبها المعدني وتسمح هذه الدراسة بالتطرق إلى مصدر هذه الصخور وطرق تشكلها .
الوثيقة 1 :

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.



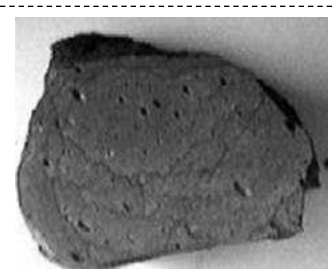
- 1 - بلورات كبيرة من البيروكسان
- 2 - زجاج بركاني
- 3 - ميكروليت من البلاجيوكلاز

الشكل-ج



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

الشكل-ب

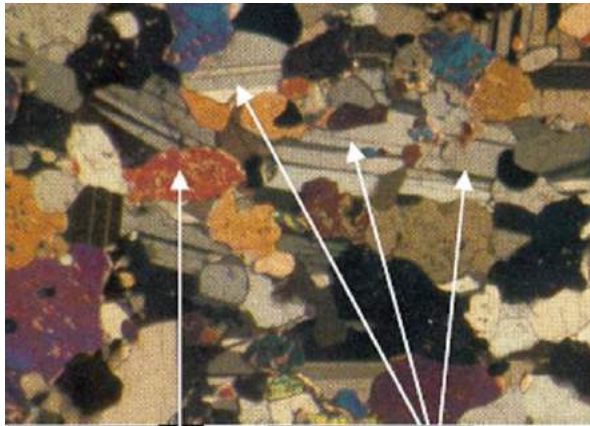


الشكل-أ

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

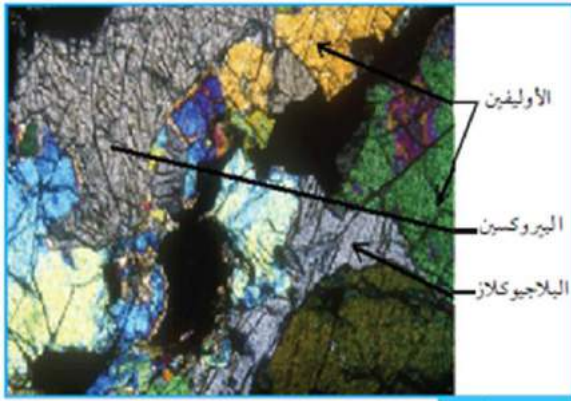


الشكل-أ

الوثيقة 2

الوثيقة 3 :

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



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 للبيريدوتيت.

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 بطيء 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 :



تبرد الفانيلين فوق حمام مائي



تبرد الفانيلين في الهواء الطلق



تبرد الفانيلين في الثلجة

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 للافلا 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 وللاستينوسفير

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 .

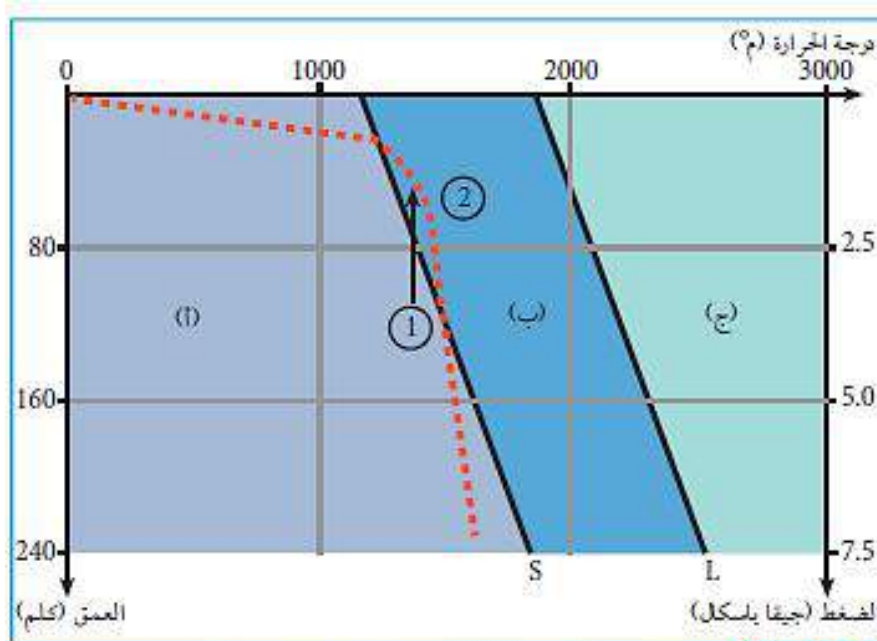
③ العلاقة بين التركيب الكيميائي ودرجة انصهار البيريدوتيت :

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 :



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

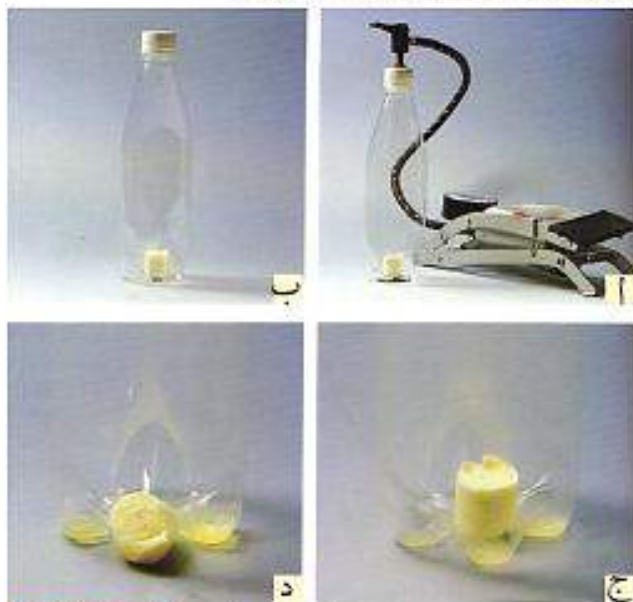
ينتج عن ذلك تحديد ثلاثة مجالات (أ، ب، ج) يقسمها المستقيمان S, L (الوثيقة 9) يفصل المستقيم S (Solidus) المجال (I) الذي يكون فيه البيريدوتيت صلبا عن المجال (ب) الذي يكون فيه البيريدوتيت منصهرا جزئيا .

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 (I) تحت نفس الضغط بينما نحفض ضغط القارورة (ب) ليصل إلى الضغط العادي.

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



تمثيل الانصهار التجريبي الوثيقة (10)

C 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 الظهات وسط محيطية.

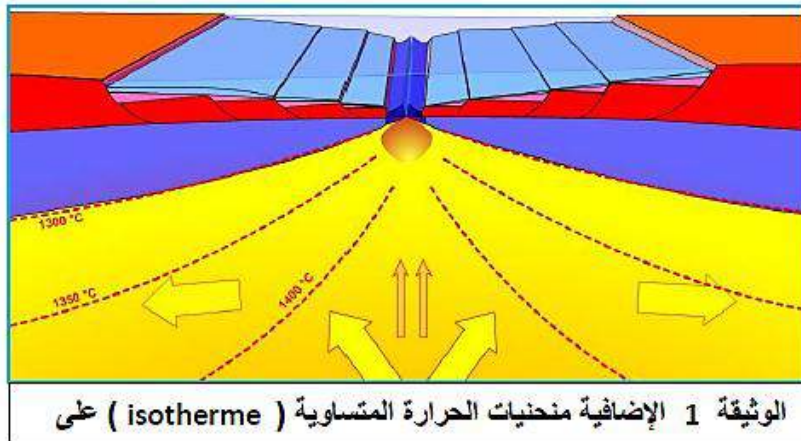
الاستنتاج :

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

◀ نشاط غرفة تحت مغماتية تحت ظهرة وسط محيطية.

(ظروف انصهار البيريدوتيت)

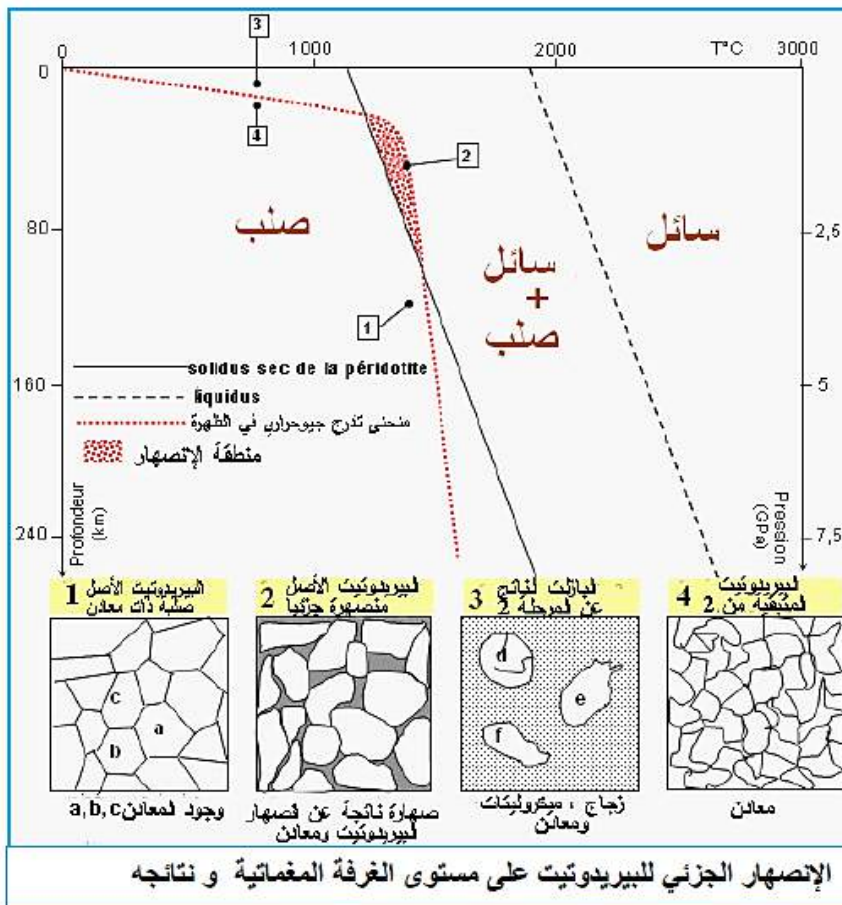
ما هو مصدر الماغما على مستوى الظهرة؟



التعليمات

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

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



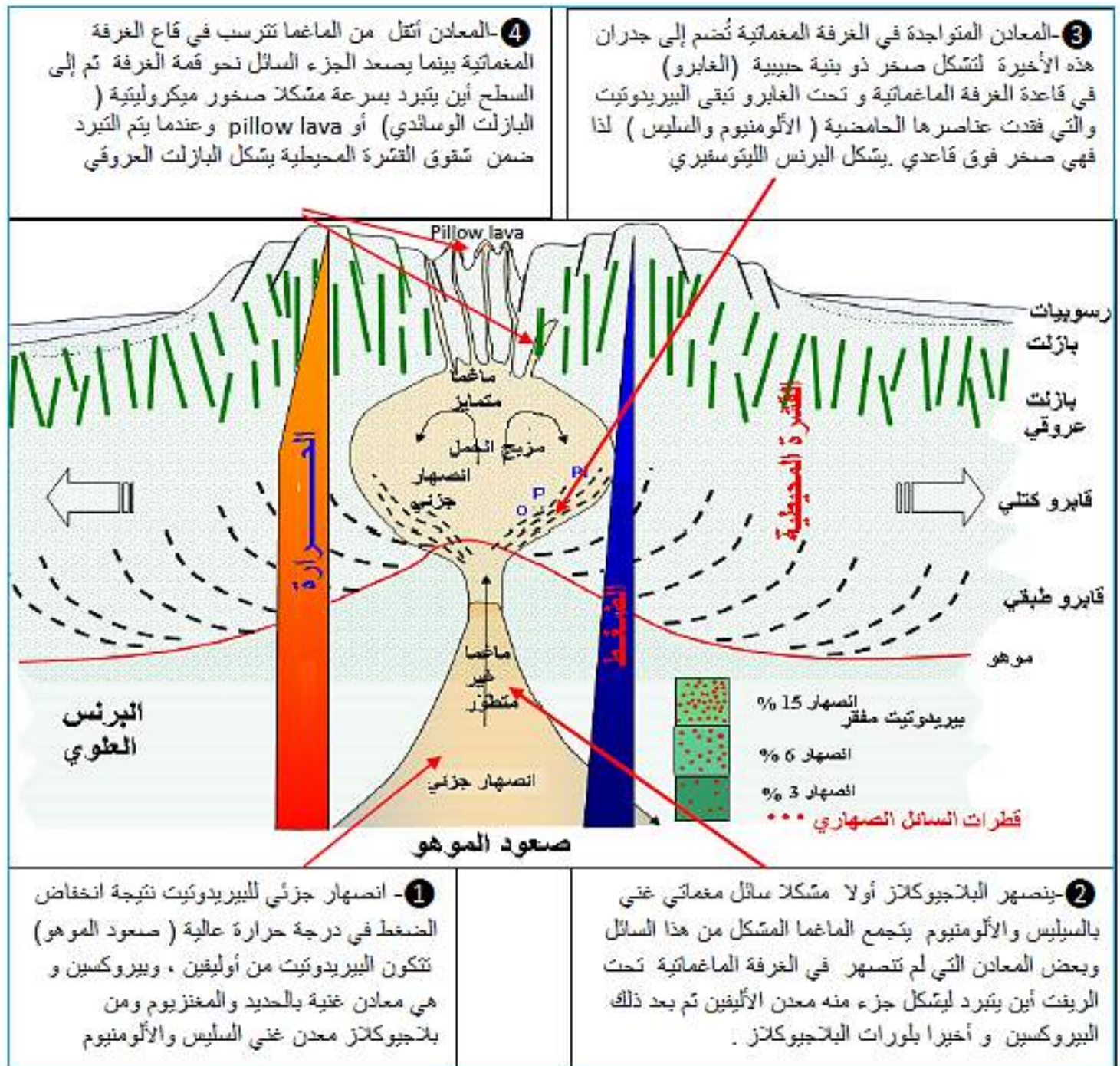
من ملاحظة الوثيقة 1 يتوصل التلميذ إلى ارتفاع منحنيات ذات الحرارة المتساوية على مستوى الظهرة ما يجعل منحنى ذو درجة الحرارة 1300 °C قريبا من السطح (ارتفاع الموهو) فيكون بذلك العمق قليل و الضغط منخفضا ما يسمح بتشكيل غرفة مغماتية .

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

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

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

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



نشاط الغرفة المغماتية :

- انخفاض الضغط مع بقاء الحرارة مرتفعة على مستوى الظهرة نتيجة صعود الموهو يسمح بالانصهار الجزئي للبيريديونيت ما يؤدي إلى تشكل غرفة مغماتية.
- تتكون البيريديونيت من أوليفين ، وبيروكسين و هي معادن غنية بالحديد والمغنسيوم و من بلاجيوكلاز معدن غني بالسليس والألمنيوم.
- ينصهر البلاجيوكلاز أولا مشكلا سائل مغماتي غني بالسليس والألمنيوم , يتجمع الماغما المتشكل من هذا السائل وبعض المعادن في الغرفة المغماتية تحت الريفيت على بعد كيلومترات من السطح أين يتبرد فيتبلور جزء من الماغما مشكلا معدن الأوليفين ثم يتشكل بعد ذلك البيروكسين وأخيرا تتشكل بلورات البلاجيوكلاز .

- ◀ المعادن الأثقل من الماغما تترسب في قاع الغرفة المغماتية بينما يصعد الجزء السائل نحو قمة الغرفة , ثم إلى السطح أيت تتبرد بسرعة عند ملامسة ماء البحر مشكلا صخور ميكروليتية البازلت الوسائدي أو pillow lava وعندما يتم 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 البيريدوتيت والتي فقدت عناصرها الحامضية (الألومنيوم السيلس) لذا فهي صخر فوق قاعدي يشكل البرنس الليتوسفييري.

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

5 تشكل الخسف (الريف) الشرق افريقي

يعتبر واد الريف 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 الريف 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 للريف.



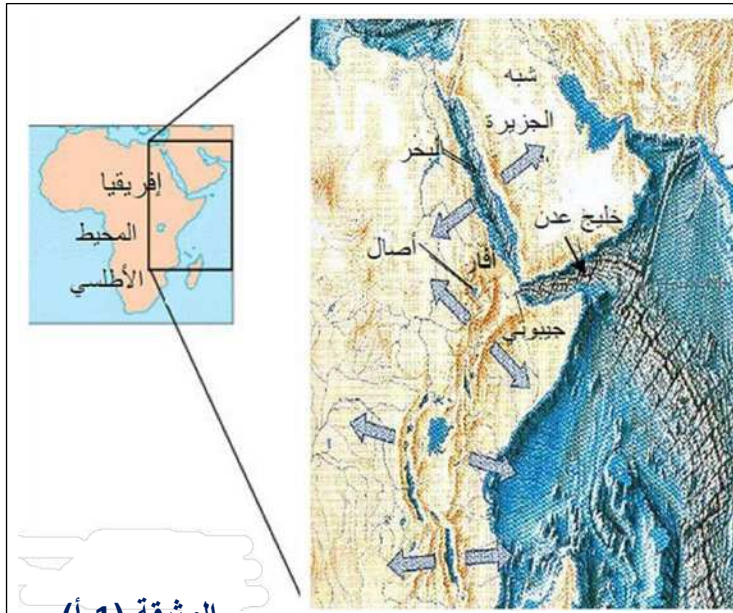
تمثل الوثيقة 1 على الترتيب :

الوثيقة (1-أ) : خريطة تبرز ريفت الشرق إفريقي.

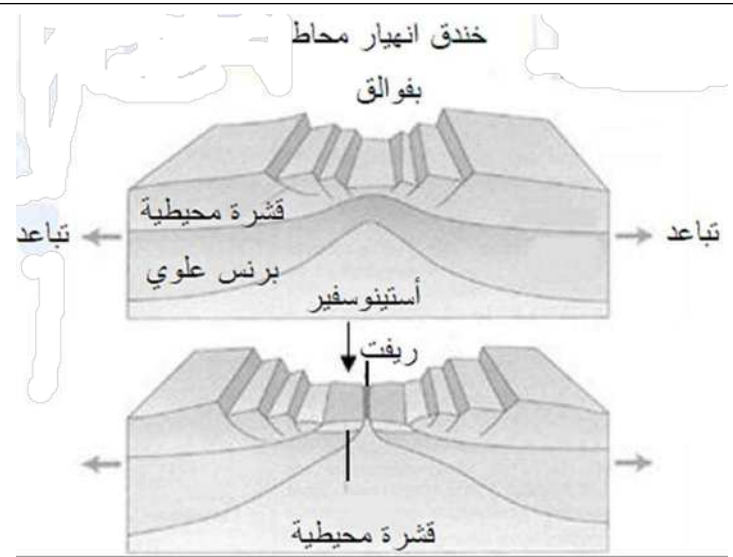
الوثيقة (1-ب) : رسمان تخطيطيان لتطور الليتوسفير على مستوى منطقة لريفت.

- 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 بيريدوتيت الأستينوسفير الساخن، إن صعود البرنس للبيريديوتيت، الصخور المشكلة لبرنس الكرة الأرضية. ينتج الانصهار الجزئي لبيريديوتيت البرنس عن انخفاض الضغط.

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



الوثيقة (1-أ)



الوثيقة (1-ب)

ج1 - وصف بنية الرفيفت :

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

جـ نوع الفوالق : عادية لأنها موازية لمحور الظهرة.

ج2 - المعلومات :

عند حدوث التباعد:

جـ يقل سمك الطبقات في الوسط

جـ 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.

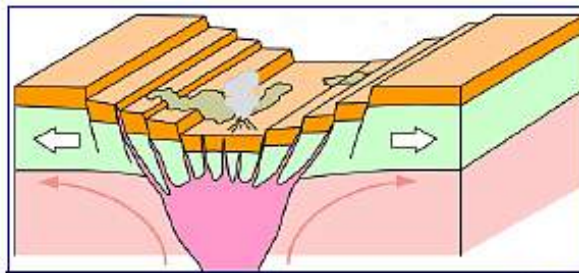
ج4 - التفسير :

يصاحب التشكل التدريجي للرفيفت 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 و تشكل غرفة ماغماتية.

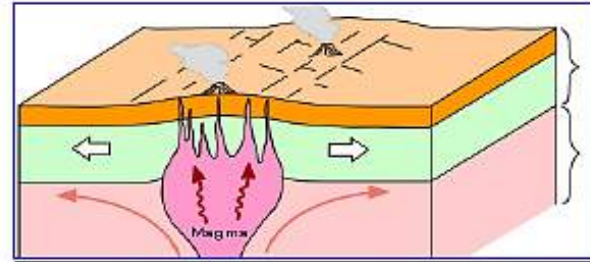
⑥ مراحل تشكل الظهرة وسط محيطية

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

تشكل المدرج و خندق الانهيار



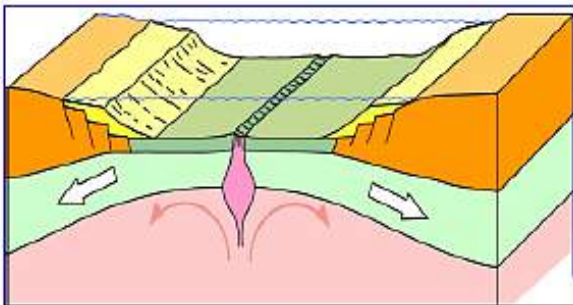
② يؤدي قوتي التباعد المسلطة على الليتوسفير القاري إلى انقطاعه وتشكيل مدرج وخندق الانهيار نتيجة الفوالق العادية التي تحدث. ينبعث على طولها هذه الفوالق وعلى مستوى البراكين ماغما ناتج عن الانصهار الجزئي للبيريدوتيت.



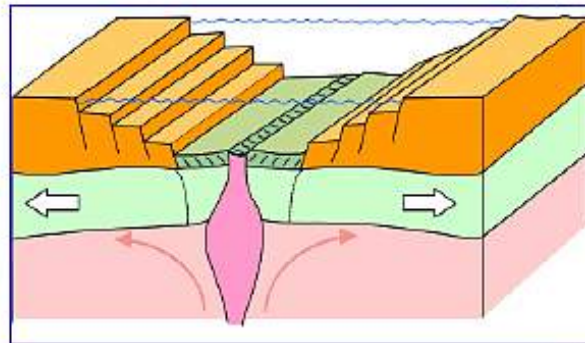
① على مستوى البرنس يحرق تفكك العناصر المشعة طاقة عالية تنتقل إلى الطبقات العليا بواسطة تيارات الحمل. إرتفاع منحني نو درجات الحرارة المتساوية (isotherme 1300°C) و اقترابه من القشرة القارية أي صعود الموهر يؤدي إلى صعود مواد صلبة وساخنة تتسبب في تمدد صخور الصقيحة القارية مشكلة تحذب كما يولد الماغما المساعد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

صعود تيارات الحمل

اتساع اللوح المحيطي



④ تثبت 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 شق 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 تفرق 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).

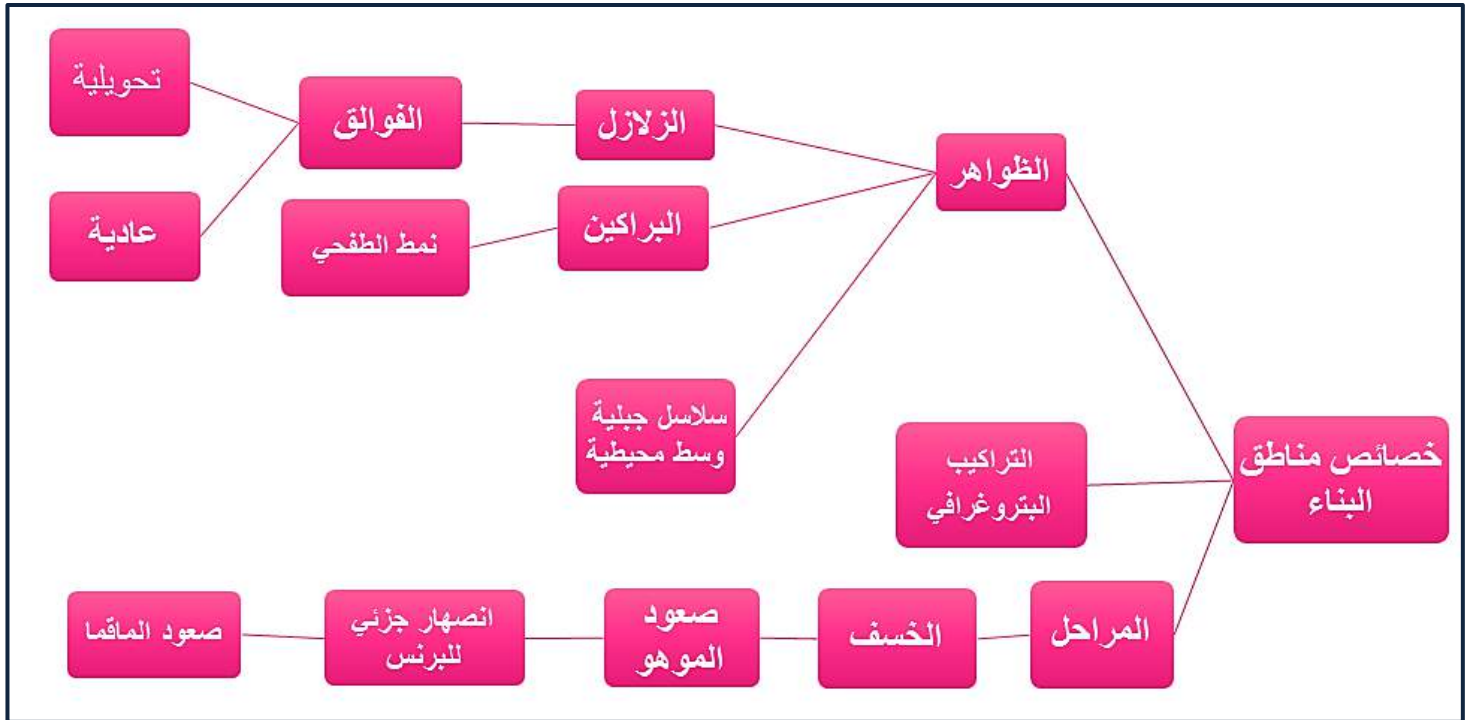
2 – تشكل اللوح المحيطي :

- ⊖ 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 الميكروليتي من تبرد سريع للماغما على مستوى السطح .
- ⊖ تتوقف لزوجة الماغما على مدى غناه بالسيليس ، حيث يكون الماغما البازلتي غني بالعناصر الحديدية المغنيزية وفقير بالسيليس وبالتالي يكون مائعا ، حيث يتسبب في بركنة من النوع الطفحي .
- ⊖ يعود الانصهار الجزئي لبيريديوتيت البرنس إلى انخفاض الضغط على مستوى الظهرات نتيجة صعود الموهو.

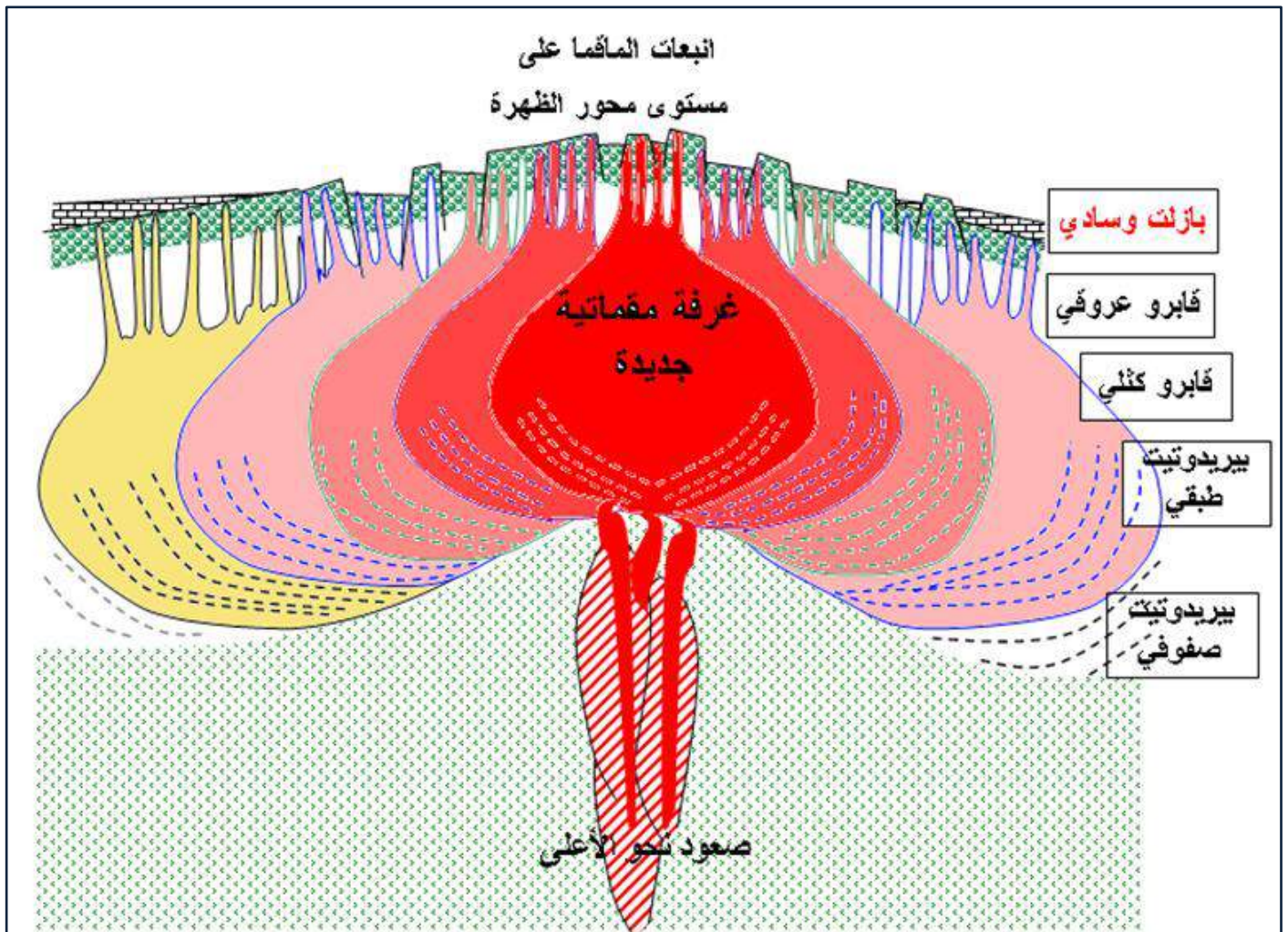
3 - تشكل التضاريس المميزة للظهرة وسط محيطية:

- ⊖ 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 ماغماتية.
- ⊖ الظهرة منطقة يكون فيها الغلاف الصخري المحيطي محدبا ، رقيقا ومعرضا للتباعد.

مخطط تحصيلي



نشأة اللوح المحيطي



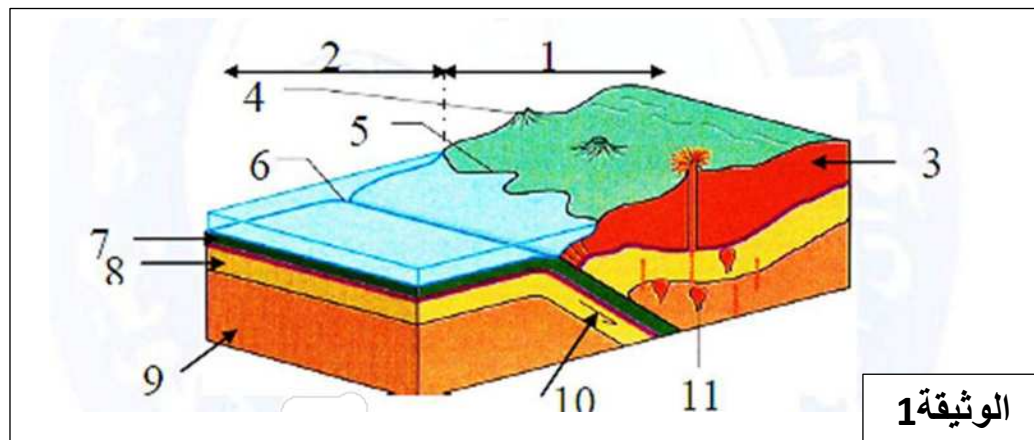
II – الظواهر المرتبطة بالغوص

إن ازدياد قشرة الأرض بين حدود الصفائح التكتونية المتباعدة يقابله عملية نقص في مكان آخر من القشرة الأرضية تدعى بمناطق الحدود المتقاربة أو مناطق الغوص.
 < فما هي أهم المظاهر المرتبطة بظاهرة الغوص و ما هو المحرك الأساسي لهذه الظاهرة ؟
 < ما هي الظواهر و التحويلية المرتبطة باختفاء اللوح المحيطي ؟

الظواهر المرتبطة بالغوص

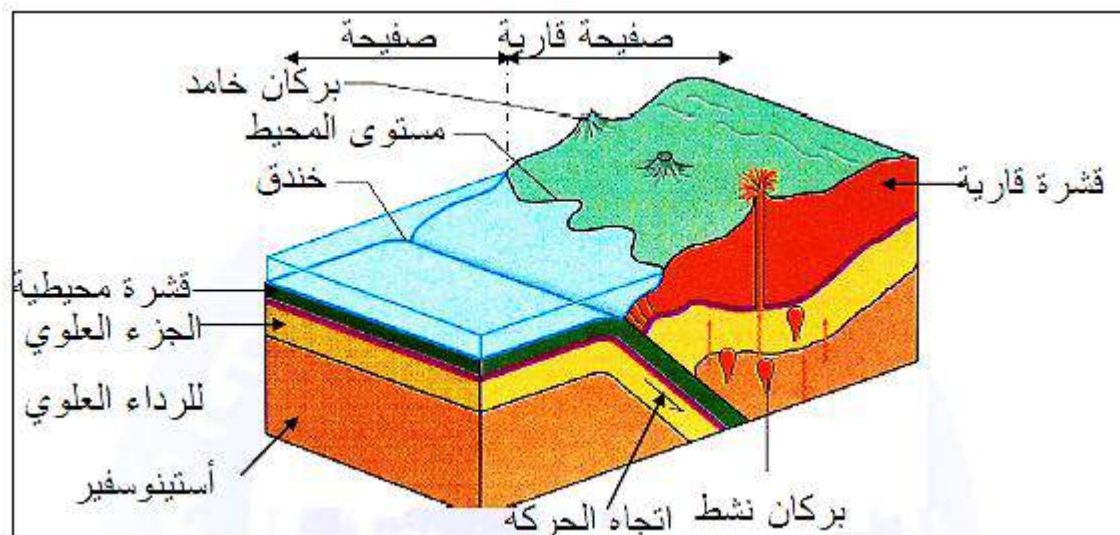
① - أوظف مكتسباتي

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 .

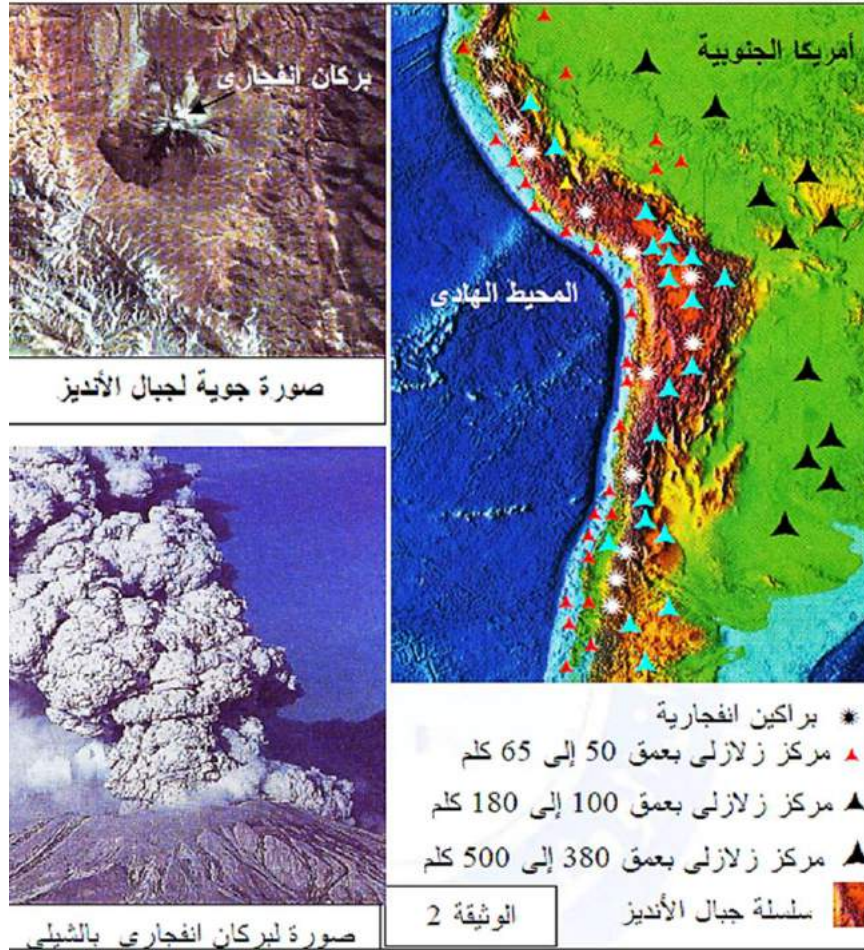
ج - البيانات :



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 .

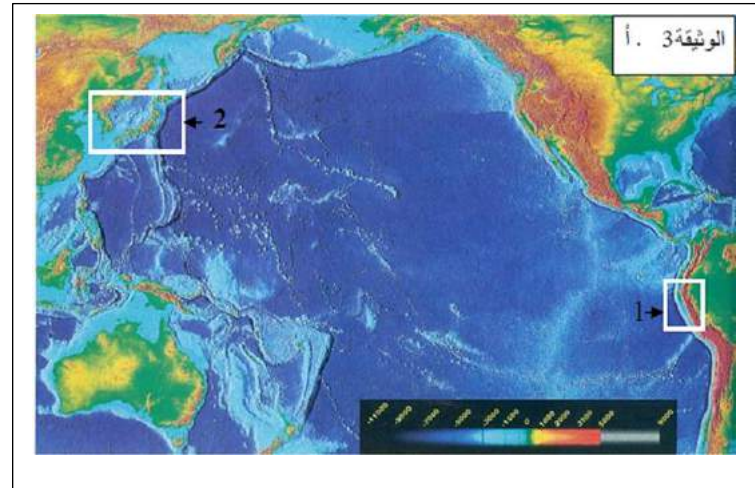
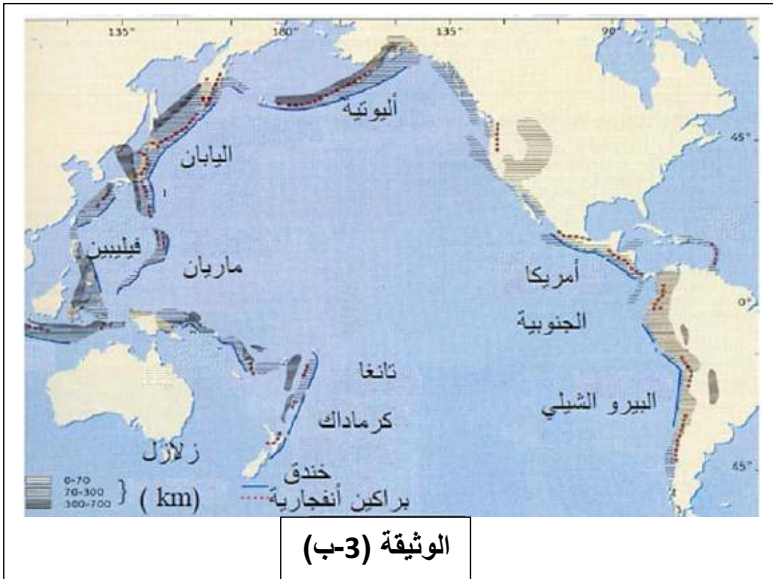
ج - نعم تتوافق مع مخطط بنيوف.

التعليل :

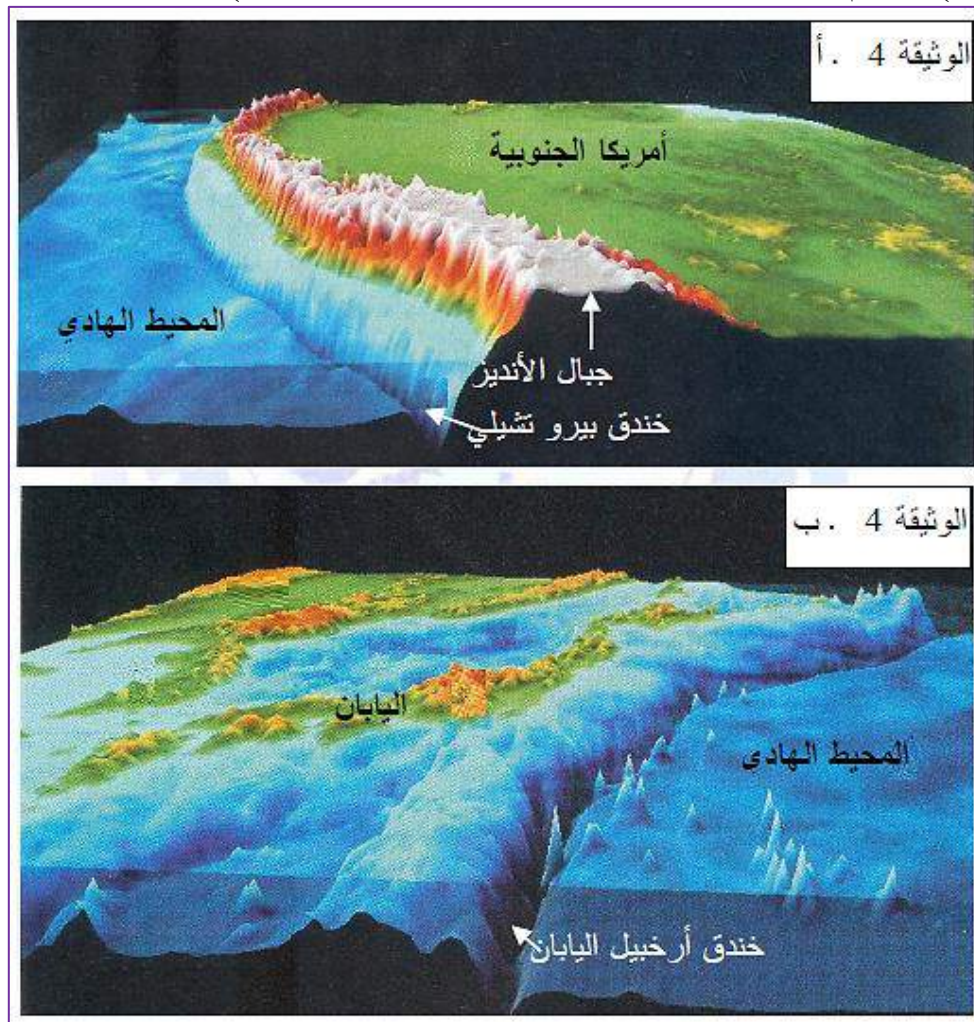
المراكز السطحية قليلة العمق (50 إلى 65 كلم) تكون في المناطق الساحلية على حدود الصفيحة القارية و بينما المراكز متوسطة العمق (100 إلى 180 كلم) تكون مراكزها السطحية أبعد عن حدود الصفيحة القارية نحو داخل القارة (بعيدا عن الساحل) , تليها نحو اليابس مراكز الزلازل العميقة (380 إلى 500 كلم) . ومنه وجود عدد من 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 والخطائق المحيطية:
 الوثيقة (3-أ) : صورة لحواف المحيط الهادي.
 الوثيقة (3-ب) : رسم تخطيطي لهذا اللوح.



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

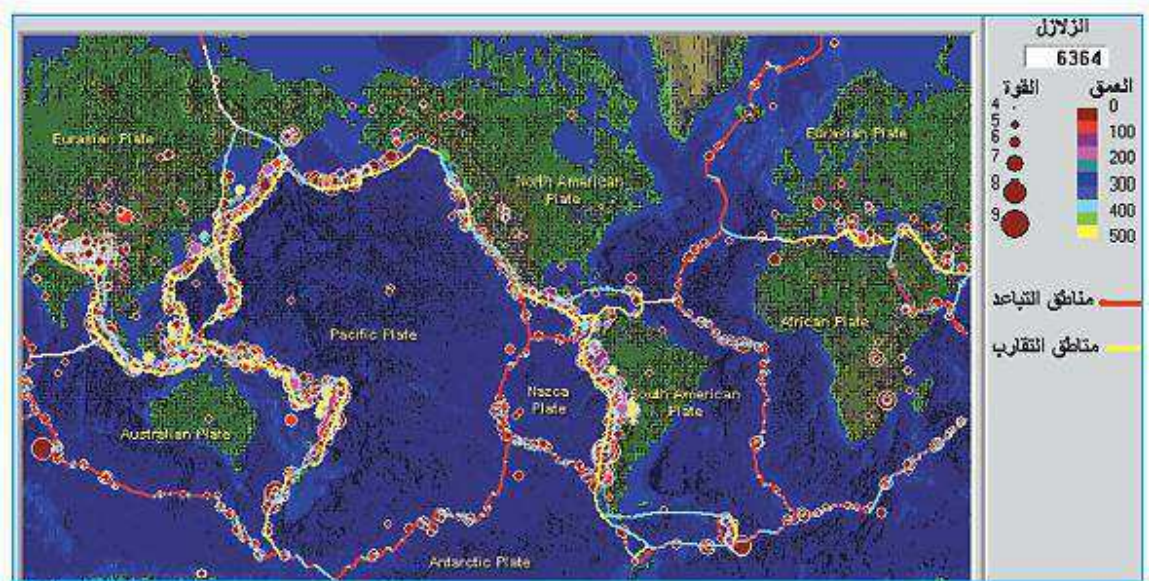


- س1 - حدد انطلاقا من الوثيقة3 مناطق تواجد الخنادق المحيطية.
 س2 - عرف الخندق المحيطي.
 س3 - بالاستعانة بالوثيقة(4) ، بين كيف تتشكل الخنادق.
 س4 - بالاعتماد على الوثيقة (3-ب) صنف البراكين المرتبطة بعملية الغوص حسب توزعها.
 س5 - بالاعتماد على المكتسبات المبنية، اكتب نصا علميا تصف به ظاهرة الغوص.
 س6 -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

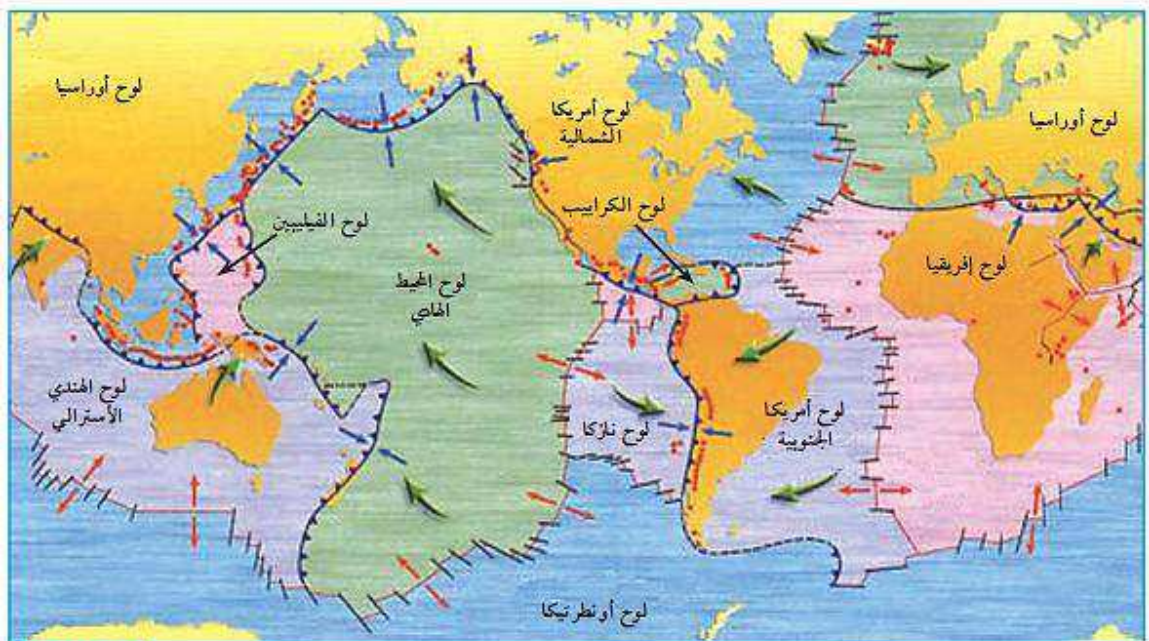
- ج1 - تحديد مناطق تواجد الخنادق المحيطية:
 نلاحظ من خلال الخريطة الممثلة بالوثيقة3 وجود خنادق تمتد على طول التقاء الصفائح المتقابلة.
 ج2 - تعريف الخندق المحيطي :
 الخنادق هي أعماق أجزاء قاع المحيط.
 ج3 - كيفية تشكل الخنادق:
 تكونت الخنادق بفعل عملية الغوص، إذ تنتج من انحناء الصفيحة المحيطية إلى الأسفل 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 الأفواس الجزرية : وهي جبال بركانية تشكلت فوق قاع المحيط و تظهر فوق سطح الماء تاركة بينها و بين اليابس القاري حوضا ضيقا يملأه البحر مثل قوس جزر تونغغا، قوس جزر الأليوتية، قوس جزر اليابان قوس جزر الفيليبين.
 ج5 - النص العلمي :
 الغوص هو عملية إندساس طرف إحدى الصفيحتين المتقاربتين تحت طرف الصفيحة الأخرى و يغوص الطرف المندس في الجزء العلوي من الرداء العلوي المسمى الأستينوسفير ويحدث الغوص نتيجة إختلاف الكثافة بين الصفيحتين المتقاربتين حيث يغوص الطرف الأكثر كثافة لذا يمكن القول أن الغوص يحدث غالبا عند تقارب صفيحة محيطية و أخرى قارية (الوثيقة1).
 على سبيل المثال أندساس صفيحة المحيط الهادي و هي صفيحة محيطية تحت صفيحة أمريكا الجنوبية التي تشمل قارة أمريكا الجنوبية وهي صفيحة قارية (الوثيقة2) .
 ج6 - خصائص منطقة الغوص :
 تتميز مناطق الغوص ب :
 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.



خريطة توزيع الزلازل في العالم بين 1960 و 2007 عن Seismic eruption الوثيقة (6)



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:

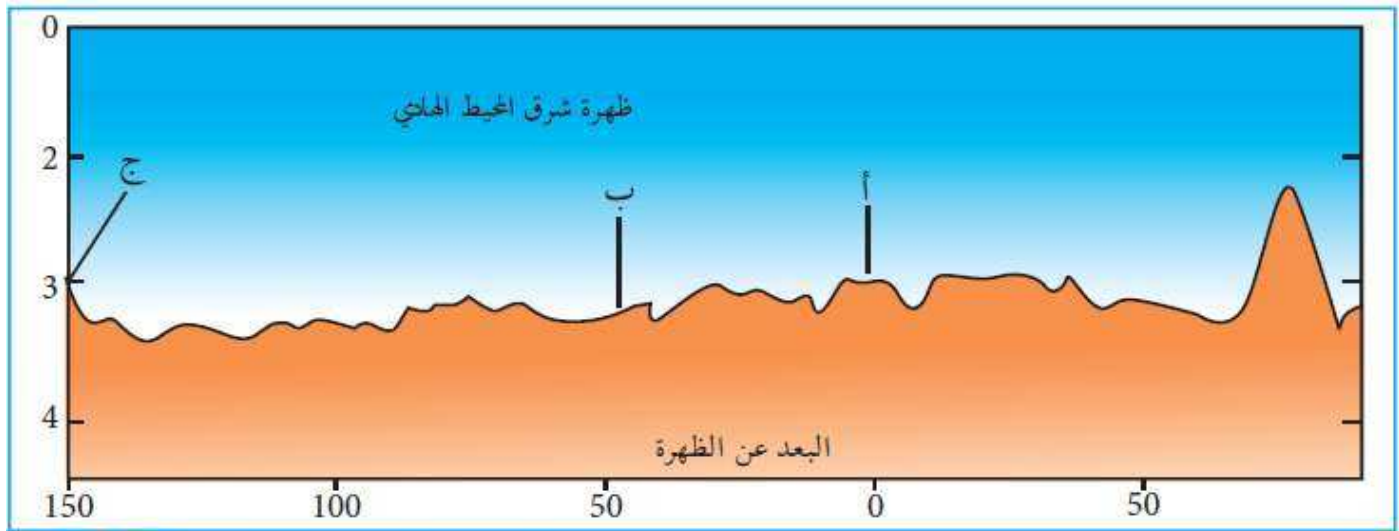
⊗ محيطي-قارية ومحيطية – محيطية.

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.



المقطع 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



الوثيقة (1-ب)

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

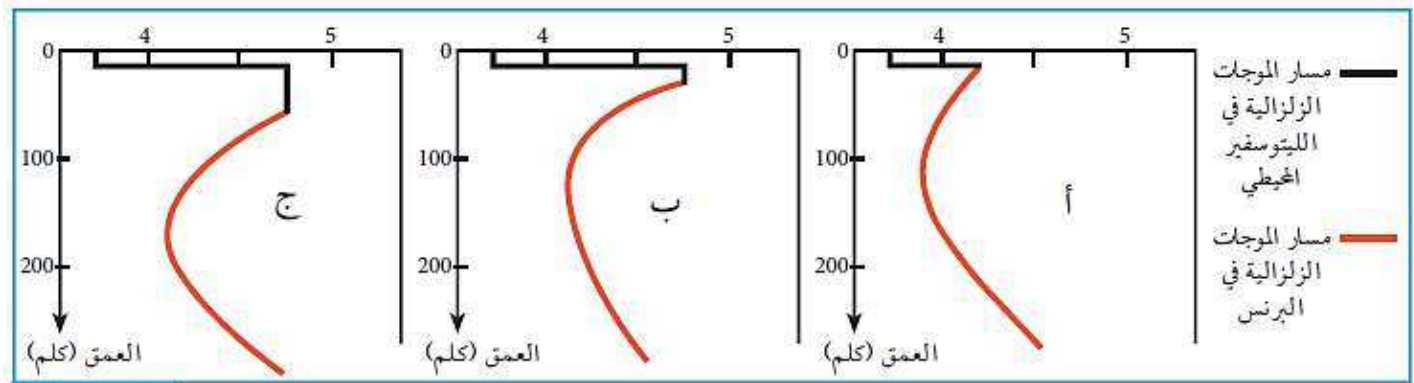
■ الموجات P - الموجات S و الموجات L

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 بسمك 15 كلم (6 كلم + 9 كلم) .

اذن إذن متوسط كثافة الليتوسفير المحيطي هي $3.14 = 15 / 47.1$

■ 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 50 كلم تقريبا .
- تباطؤ سرعة الأمواج الزلزالية على عمق 100 كلم إلى 200 كلم (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

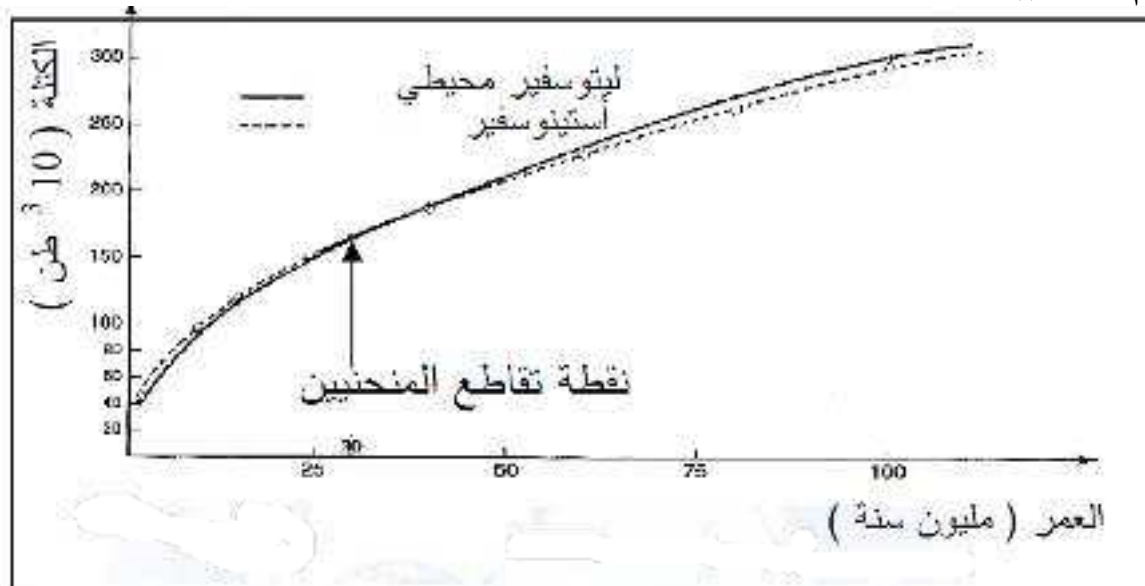
- ترتبط كتلة عمود من الليتوسفير بمساحة 1 م^2 بعمرها و بالتالي ببعداها عن محور الظهرة ، يلخص جدول الوثيقة 3 نتائج تطور:
- كتلة عمود ليتوسفير المحيطي (مساحة العمود 1 م^2).
 - البعد عن محور الظهرة (كلم) لظهرة تتباعد بسرعة متوسطة 8 سم/سنة

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

- س1 - ماذا يبين الجدول فيما يخص تطور كتلة كل من الليتوسفير المحيطي و الأستينوسفير ؟
- س2 - ترجم نتائج تغيرات كتلة كل من الليتوسفير المحيطي و الأستينوسفير بدلالة العمر إلى 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



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 الصخور مناطق الغوص وبنيتها النسيجية

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



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

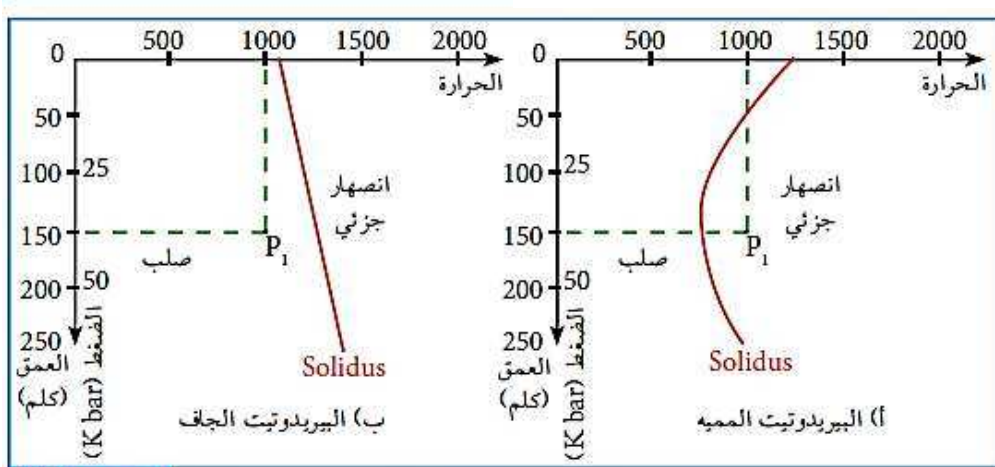
ج1 – استنتج ظروف تشكل صخر الأنديزيت والگرانوديوريت :

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 :

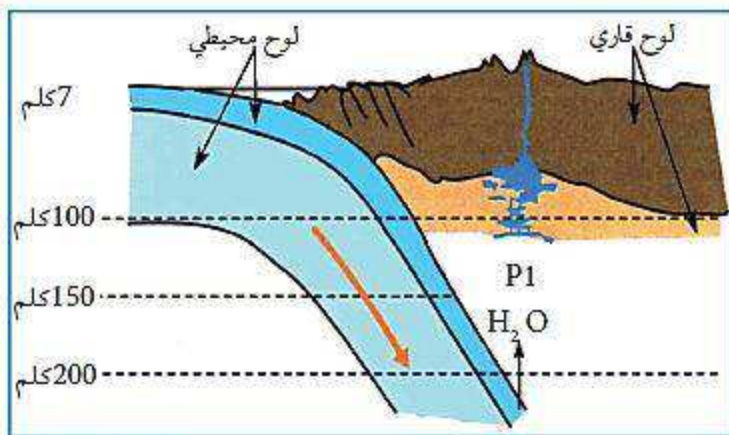
الأنديزيت صخر بركاني ينشأ في السطح في المنطقة (أ) أما الغرانوديوريت فهو صخر مندرس ينشأ في المنطقة (ب).

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



منحنيات تبين بداية انصهار البيرويتيت في ظروف فيزيائية وكيميائية مختلفة

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



الوثيقة (11)

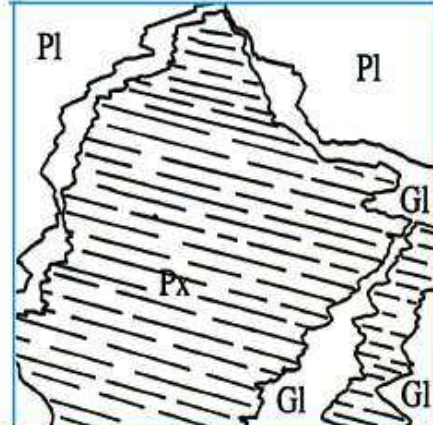
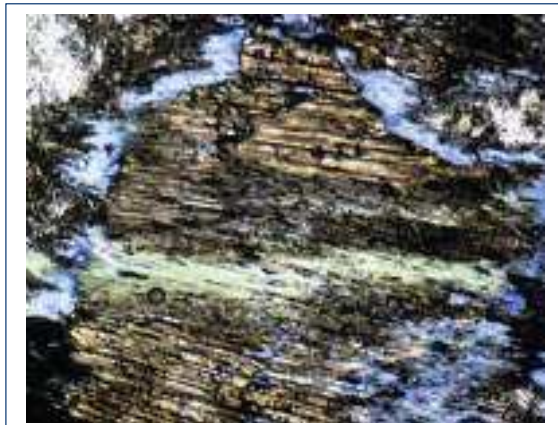
س1 – حدد منشأ البيرويتيت المنصهر بالاستعانة بالوثيقة 8.

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

<https://www.facebook.com/ostad.BOURRICH21/>

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
Gl = غلوكوفان
Gt = غرونا
Ep = إبيدوت

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

(ب) مخطط تفسيري لشريحة الميتاغابرو تحت المجهر المستقطب



شريحة الإكلوجيت تحت المجهر المستقطب الوثيقة (15)



شريحة الشست الأزرق تحت المجهر المستقطب الوثيقة (14)

معلومات مفيدة

غلوكوفان (glaucophane): معدن من عائلة الأومفيول، لونه أزرق، يقطعه مستوون 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، يملئ 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 Gl)، 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 توزيعها.
- ظهور معادن جديدة في الشيست الأزرق كالغرونا.
- نسيج المعادن حيث تتوضع معادن الميتاغابرو بشكل عشوائي بينما تأخذ معادن الشيست الأزرق إتجاه معين يوحي بوجود صخور متحولة تشكلت على إثر تعرض الصخر لضغط عال.

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

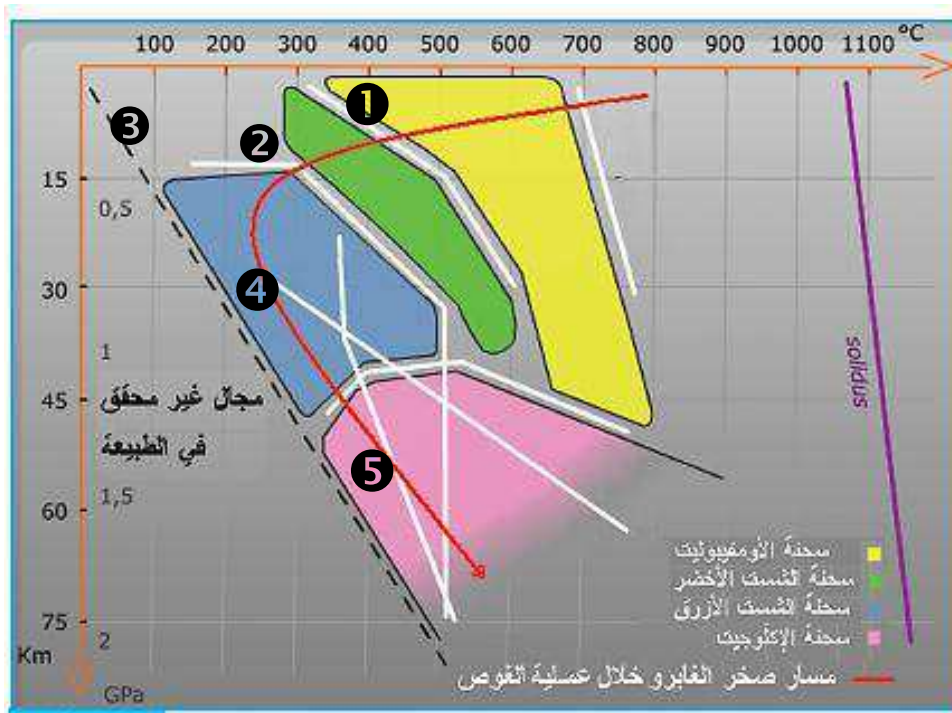
- معادن الإكلوجيت كبيرة بالمقارنة مع معادن الشيست الأزرق، كما نلاحظ غياب الغلوكوفان وظهور الجادييت في الإكلوجيت. يدل هذا على أن الإكلوجيت تشكل في ظروف عالية من الضغط والحرارة.

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

- تتشعب 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.
- تتشعب 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 انطلاقا من التحولات المعدنية للصخور



تخطيط يبين تطور صخر الغابرو خلال غوص الصفحة 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 الصفحة المحيطية ومختلف المعادن الناشئة خلال مرحلة الغوص. * يمكن تلخيص مختلف التحولات الملاحظة في الوثيقة (16) في المعدلات التالية:

- 1) بلاجيوكلاز + بيروكسين + ماء ← أومفيول (هورنبلاند).
- 2) بالجيوكلاز + هورنبلاند + ماء ← كلوريت + أكتينوت.
- 3) بلاجيوكلاز + كلوريت + أكتينوت ← أومفيول (غلوكون) + ماء.
- 4) بالجيوكلاز + غلوكون ← غرونا + بيروكسين (جلديت) + ماء.

معلومات مفيدة

السحنة: تمثل في مجموعة من المعادن تشكلت في نفس الظروف الفيزيائية (الحرارة والضغط) الكيميائية. غلوكون (glaucofan): معدن من عائلة الأومفيول، 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 (Grenat): معدن عاتم اللون في الضوء المستقطب، تضاريسه عالية، يبدى 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 الأومفيوليت 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) ونتحصل 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 والحرارة 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 غرنوديوريت. 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 البركة الانفجارية

المرحلة 2: مرحلة الصخور المتحولة:

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

بروكسين + بلاجيوكلاز + الماء ← أمفيبول (Hornblend) - باستمرار ابتعاد G2 عن الظهرة يتعرض من جديد إلى التحول (تحول هيدروترمال = إمالة + 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 ميتاغابرو G4 ، ينتمي إلى سحنة الشيبست الأزرق . يمكن كتابة معادلة التحول بالشكل التالي :



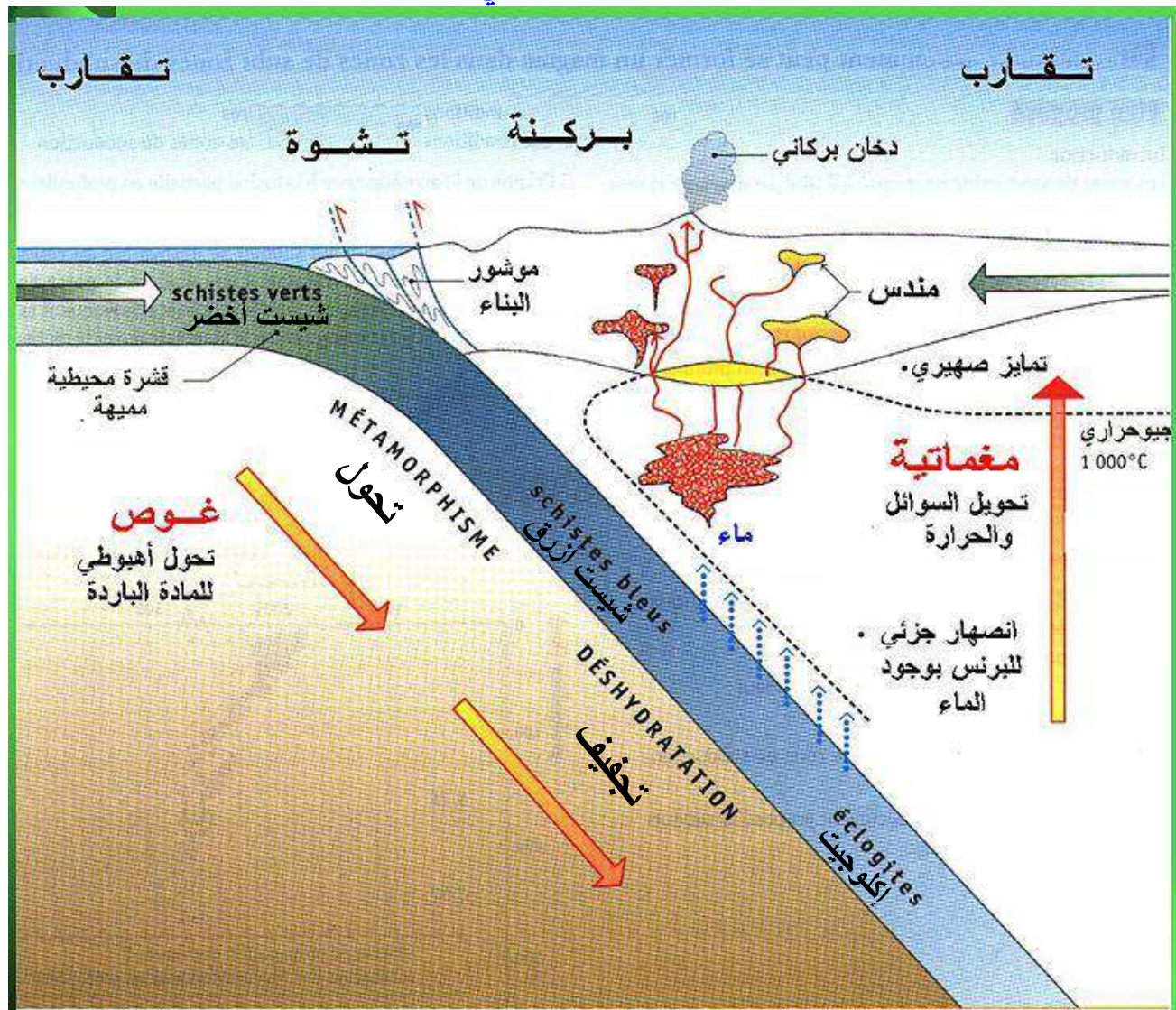
- يستمر G4 في الغوص فيزداد الضغط والحرارة عليه ، فيحدث له تجفيف جديد و بشكل كبير فتننتج كمية كبيرة من الماء ، فيتحول G4 إلى G5 بعد ظهور معادن جديدة منها الـ Grenat (غرونا) و jadeite (الجاديبيت = بيروكسين) . ينتمي G5 إلى سحنة الإيكوجيت . يمكن كتابة معادلة التحول كما يلي :



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) .

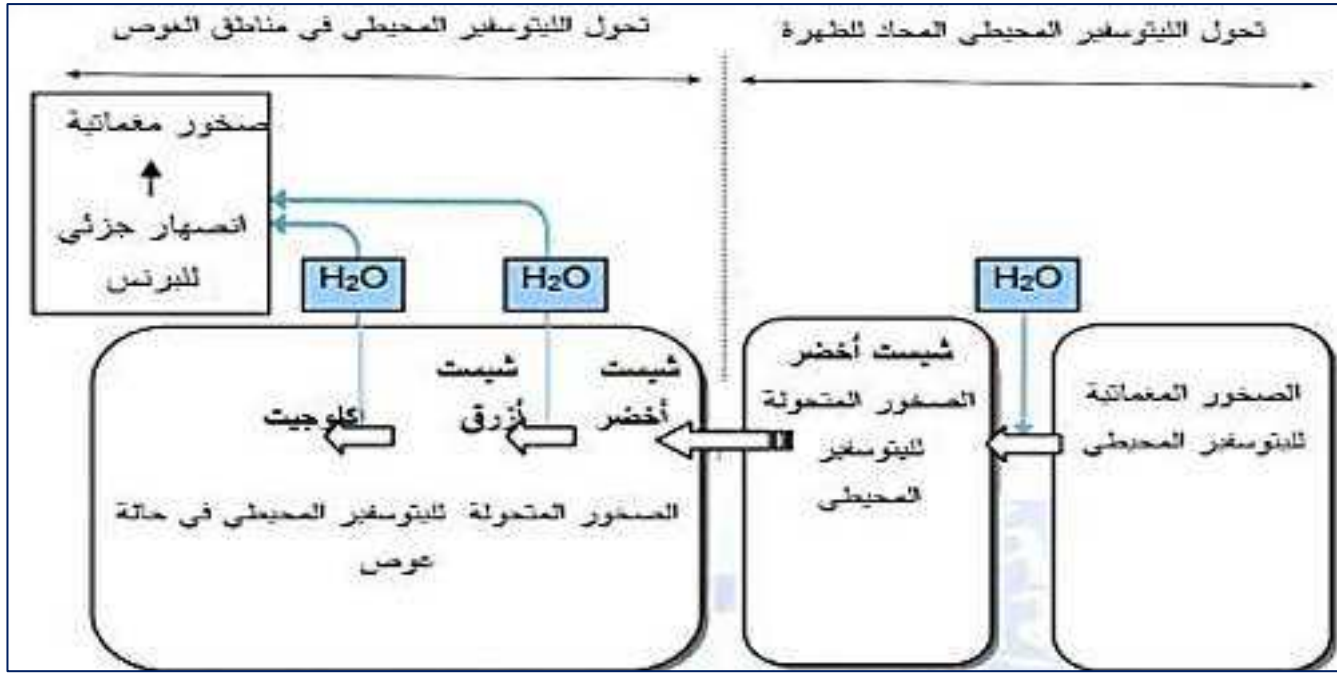
- إن تفاعل البروكسين مع البلاجيوكلايز من أجل الحصول على الأمفيبول مثلا هو تفاعل جزئي أي لا يشمل كامل البيروكسين و البلاجيوكلايز المكون للغابرو بل جزء منه ، فـ G2 يحوي الأمفيبول Hornblend و معه البيروكسين و البلاجيوكلايز ..
- معدن الـ jadeite هو عبارة عن بروكسين قاعدي نتج عن تفاعل البروكسين مع البلاجيوكلايز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

مخطط تحصيلي



التعليق على المخطط :

- في حرارة منخفضة وضغط متزايد يتعرض الغابرو (بيروكسان وبلاجيوكلاز) لتبريد شديد وتمييه فيتحول الى شبيست أخضر (ميتاغابرو) .
- ظاهرة الغوص تحول الغابرو الى شبيست أزرق يتميز بمعدن الغلوكوفان.
- يشد الغوص فيتعرض الغابرو الى تزايد الضغط و الحرارة نسبيا فيتحول الى اكلوجيت يميزها معدنا الجادييت 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 :

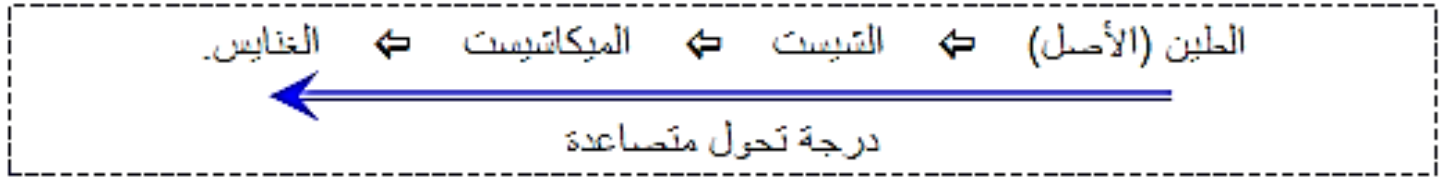
- هو مجموعة من التغيرات البنيوية والمعدنية التي تطرأ على صخرة سابقة الوجود (رسوبية , نارية أو متحولة) , في حالتها الصلبة , بفعل عاملي الضغط او الحرارة أو هما معا.

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.

الحصيلة المعرفية

النشاط التكتوني و البنيات الجيولوجية المرتبطة به على مستوى مناطق الغوص

1 – الظواهر والخصائص المرتبطة بالغوص :

تتميز مناطق الغوص بـ :

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

2 – اختفاء اللوح المحيطي والظواهر المرتبط بالغوص

- تنخفض درجة حرارة الليتوسفير المحيطي ويزيد سمكه وكثافته كلما ابتعد عن الظهرة مما يؤدي إلى غوصه , يعد هذا الاختلاف في الكثافة أحد المحركات الأساسية في عملية الغوص .
- تنقسم الصخور المغماتية المرتبطة بالغوص إلى نوعين :
 - صخور بركانية من نمط أنديزيت (Andésite) : تتميز 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 للبيريديوتيت المكون البرنس الصفيحة الطافية (Chevauchante) , يعود هذا الانصهار إلى إمالة 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 (Glaucophane) , 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 :

