

## بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله والصلاة والسلام على أشرف المرسلين محمد بن عبد الله وعلى آله وصحبه أجمعين .

### معالجة معرفية ومنهجية : التكوينية العامة :

البحث مُوجّه لأساتذة مادة علوم الطبيعة والحياة –

#### وبنية الكرة الأرضية.

#### الوحدة الثانية: نشاط التكتوني و الظواهر و البنيات الجيولوجية المرتبطة به.

تقدّم ونضع هذا الإٍ وهذا البحث بين أيدي زملائنا "أساتذة مادة علوم الطبيعة والحياة" تحضيراً للملتقى التكويني الذي سيجتمع أساتذة المادة خلال شهر 2019 . يُعتبر هذا الإنجاز ثمرة مجهود حضرت له "خلية التفكير والبحث" لمادة علوم الطبيعة والحياة بعد عدّة لقاءات وأيام دراسية، وهو ما دأبت عليه ضمن نشاطاتنا التكوينية على مستوى ولاية عين تموشنت في معالجة مجالات ووحدات تعليمية من منهاج السنة الثالثة علوم تجريبية . نهدف من وراء تنشيطنا لخلية التفكير والبحث إلى تحقيق جملة من الأهداف نذكر منها :

- تعميق المعارف وترسيخها وتحديثها .
- طرح المشكلات التعليمية والبحث عن حلولها، وابتكار أساليب توصيل فعّالة ومتلائمة مع الإمكانيات المادية المتوفرة .
- تنمية اتجاهات الإيجابية للمتكوّنين، وترقية العمل الجماعي ، وتطوير أساليب بين الفريق التربوي.
- تعميم المنهجيات السليمة في التنظيم والتحليل

أعنتم الفرصة هنا لأذكر بمنهجية عمل الخلية في إعداد مثل هذه البحوث . المواضيع المبرمجة في مخططنا التكويني يبحث فيها أعضاء من الخلية ويُعدّوا الأرضية ثم يلتقي كافة الأعضاء تحت إشراف السيد العرباوي (مفتش التربية الوطنية للمادة )، ليتم إثراء المحتوى ومناقشته من جميع الجوانب مع ضرورة مطابقته لما ورد في المنهاج الرسمي و تدرج التعلّيمات. لتحقيق ذلك برمجنا يومين دراسيين لخلية البحث:

#### اليوم الدراسي :

يوم 28 2018 ( 08 30 ) بثانوية مهاجي محمد الحبيب بعين الأربعاء  
خلية التفكير و البحث في مادة (ع ط ح) الآتية أسماؤهم :

- 1- نوية مهاجي محمد الحبيب ع الأربعاء (متقاعد ما زال ينشط معنا)
- 2- محمد بلحيرير : نوية ابن الهيثم –
- 3- ميلود : نوية براهيمى محمد – سيدى الصافى
- 4- شريف بلفضاوى : أستاذ من ثا نوية البشير الابراهيمى عين
- 5- حسين بوزادة: أستاذ من ثانوية مغنى صنديد ع. تموشنت.
- 6- بن ساحة نائلة: أستاذة من ثانوية مغنى صنديد ع. تموشنت.

#### اليوم الدراسي :

تم يوم 05 ديسمبر 2018 ( 8 30 ) معهد الوطني لتكوين إطارات وموظفي التربية" الشيخ البشير الإبراهيمي" حضر هذا اليوم الدراسي أعضاء خلية البحث والتفكير التي انضم إليها " كما شرفنا بالحضور زملاؤنا مفتشو التربية الوطنية السادة:

"لّوآج محمد" (تلمسان) / "حمزة بلوط" (تلمسان) / "محمد بن عبد الرّحمان هّني" (مازونة- غليزان-) . / " محمد" (سيدي بلعباس) / سكران عبد القادر (سيدي بلعباس) وساهموا بفعالية في إثراء مضمون " البحث والعرض" هذا البحث الى جميع أساتذة لقراءته ودراسته لتحضير الملتقى التكويني الخاص بهذا المجال بعد عطلة الشتاء . لا يفوتني في الأخير أن أثنى مجهود جميع الأساتذة و السادة المفتشين وكذا السيدة مديرة ثانوية المهاجي محمد الحبيب بعين الأربعاء و مدير معهد التكوين بعين تموشنت اللذي للجميع .

وتنسيق السيد العرباوي أحمد مفتش التربية الوطنية لمادة ( بولاية عين تموشنت )

# ملتقى تكويني لأساتذة علوم الطبيعة و الحياة

خلية التفكير والبحث لمادة علوم الطبيعة والحياة  
ولاية عين تموشنت

## (2): التكتونية

يظهر على سطح الأرض من براكين ونشاط زلزالي و ينابيع حارة.....ما هي الادلان على وجود نشاط مستمر في باطن الأرض ، يؤدي الى تسرب الطاقة الداخلية الكامنة للأرض نحو الخارج. تحدث الزلازل و البراكين في مناطق معينة من الكرة الأرضية تدعى بالمناطق النشطة و لا تظهر في المناطق الأخرى التي تبدو لنا هادئة , ان دراسة هذه المظاهر يسمح باقتراح نماذج توضيحية للحركة الداخلية للأرض ولبنية الكرة الأرضية.

بتحديد قليلة أو عديمة تحددها (الظواهر) تظهر مورفولوجية وبتضاريس محيطية الليتوسفيري الأستوسفيري  
وتركيب التكتونية هي هذه لظواهر والتضاريس البحرية بدورها



السنة الدراسية 2018/ 2019

## (2): التكتونية

ما يظهر على سطح الأرض من راكين و ينابيع حارة..... ما هي الا \_\_\_\_\_  
يؤدي الى تسرب الطاقة الداخلية \_\_\_\_\_  
تحدث الزلازل و البراكين في مناطق معينة من الكرة الأرضية تدعى \_\_\_\_\_ و لا تظهر في المناطق الأخرى  
هذه المظاهر يَسْمَح باقتراح نماذج توضيحية للحركة الداخلية للأرض ولبنية الكرة الأرضية هادئة ,

- 1- ما هي التضاريس المميزة \_\_\_\_\_ .
- 2- مظاهر حركة التباعد و عواقبها على مستوى الكرة الأرضية
- 3- ما عواقب التوسع المحيطي على مستوى الكرة الأرضية، بما أن الصفيحة تتوسع من جانب، فكيف نفسر عدم زيادة حجم الكرة الأرضية؟
- 4- \_\_\_\_\_
- 5- ما هي النماذج السيسمولوجية و المعدنية الكيميائية التي أعتد عليها لمعرفة البنية الداخلية للكرة الأرضية؟
- 6- كيف تفسر التضاريس الظواهر المرتبطة بالبناء على مستوى الظهات
- 7- ما النشاط التكتوني و البنات الجيولوجية المرتبطة به على مستوى مناطق الغوص

(2):

### وبنية الكرة الأرضية

- I- تحديد الصفائح التكتونية :
- II- حركات الصفائح التكتونية:
- III- الطاقة الداخلية للكرة الأرضية محرك لحركات الصفائح التكتونية
- IV- بنية الكرة الأرضية:

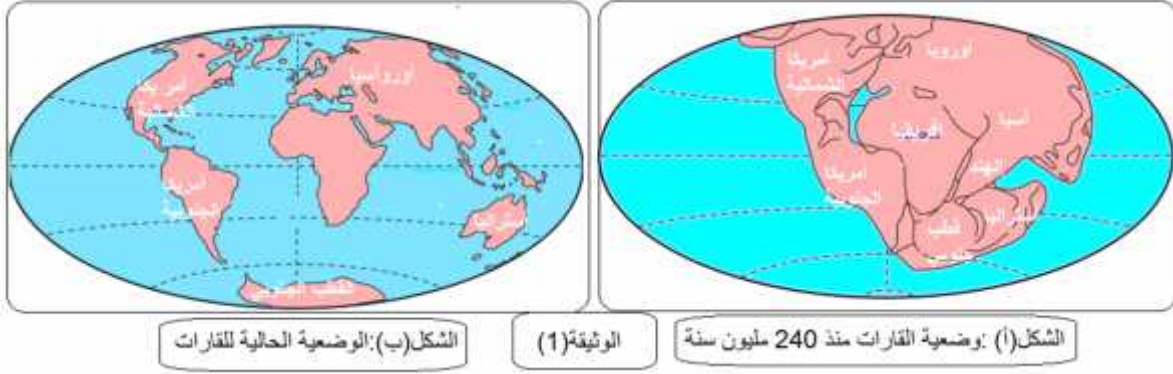
### الثانية: لنشاط التكتوني و الظواهر و البنات الجيولوجية المرتبطة به

- (I) - على مستوى مناطق البناء (الظهات)
  - 1- الظواهر و البنات المميزة للظهات وسط محيطية :
  - 2- بتروغرافية الليتوسفير المحيطي:
  - 3- نشاط غرفة تحت مغماتية تحت ظهرة وسط محيطية:
  - 4- الخسف الأفريقي
- (II) \_\_\_\_\_
  - 1- الظواهر المرتبطة بالغوص
  - 2- بنية جيولوجية مميزة لمنطقة الغوص: موشور الترسيب:
  - 3- اختفاء اللوح المحيطي و الظواهر المرتبطة بالغوص:
  - 4- المميزة لمناطق الغوص:
- 1-4 تغيرات الطارئة على معادن صخور \_\_\_\_\_ )
- 2-4 الصخور المميزة \_\_\_\_\_ :
- 5- ظروف انصهار بيريدوتيت برنس اللوح الطافي على مستوى مناطق الغوص:

## التذكير بالمكتسبات القبلية:

حسب نظرية نشأة الأرض، فإنها كانت عبارة عن كتلة منتهبة بعد انفصالها عن الشمس ثم بدأت \_\_\_\_\_ تدريجياً منذ 4,5 مليار سنة خلت و تشكلت أول قشرة تتمثل في \_\_\_\_\_ (القشرة الأولية) قارة البنجيا، ثم نتيجة حركة الصفائح بدأت تتصدع و \_\_\_\_\_ هذه القطع عن بعضها البعض حتى تشكلت القارات و أخذت الأرض شكلها الحالي:

تبين الوثيقة التالية 225م سنة وجود القارة العملاقة ( صفيحة واحدة ) ووضعها الحالي



1: -باستغلال معارفك المكتسبة والوثيقة المقدمة

قارن بين وضعية القارات بمرور الزمن، و ماذا تستنتج؟

2: -بينت الدراسات الجيولوجية أن القشرة الأرضية تتكون من عدة قطع تسمى الألواح أو الصفائح التكتونية لا يتعدى سمكها مائة كيلومتر، بالربط بين المعلومات المستخرجة من الوثائق السابقة ضع علاقة بين باطن الأرض و الصفائح التكتونية و ما يحدث لسطح الأرض منذ ملايين السنين

أقيم اجابتي:

1: \_\_\_\_\_ ثم تجزأت إلى كتل، تباعدت عن بعضها البعض و هذا ما جاء في نظرية ALFRED WEGNER (1912).

: ليست ثابتة بل تعرضت خلال ملايين السنين الى زحزحة مغيرة سطح الكرة الأرضية (نظرية زحزحة القارات)

2: \_\_\_\_\_ النشاط الزلزالي و البركاني الذي يحدث على سطح الأرض ما هو الا مظهر من مظاهر تسرب الطاقة الداخلية الكامنة في

يتسبب تسرب الطاقة الداخلية الكامنة في باطن الأرض نحو سطحها في حركة الصفائح التكتونية (نشاط تكتوني) منذ ملايين السنين و لا زالت حركتها مستمرة في وقتنا الحاضر مما أدى الى زحزحة القارات،

## الوحدة التعليمية: 1- النشاط التكتوني للصفائح وبنية الكرة الأرضية

. الصفائح التكتونية عبارة عن قطع من القشرة الارضية لا يتعدى سمكها مئة كيلومتر. تنتشر المراكز السطحية للزلازل والبراكين في مناطق خاصة من العالم، تتمثل في تضاريس قيعان المحيطات (كالظهات والخنادق) السلاسل الجبلية الحديثة

❖ (1): ما هي التضاريس المميزة لحدود الصفائح التكتونية.

### (I)-تحديد الصفائح التكتونية

#### 1- مفهوم الصفيحة التكتونية و حدودها

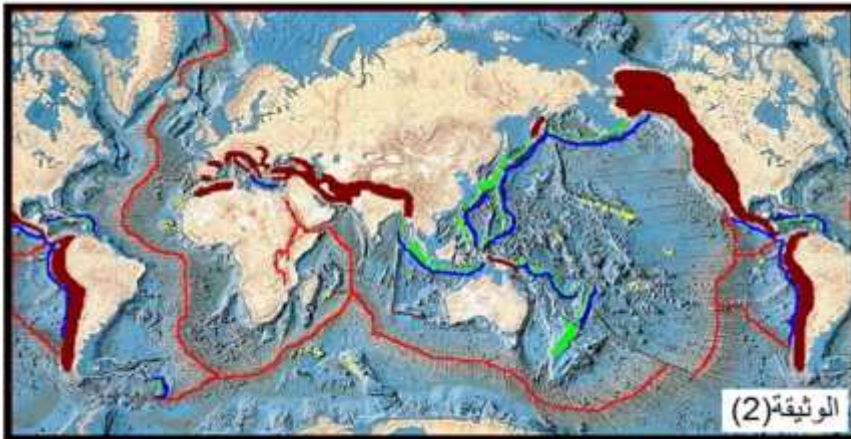
للتعرف على ذلك ننجز الدراسة التالية:

- توزيع الزلازل والبراكين في العالم: الوثيقة 1 238 خريطة توزيع الزلازل و البراكين في العالم .



الوثيقة (1) خريطة توزيع الزلازل و البراكين في العالم

- توزيع تضاريس قاع المحيطات الخنادق و السلاسل الجبلية الحديثة في العالم.  
تقسم مختلف المحيطات تراكيب جيولوجية مميزة ك ظهر وسط المحيطات ( عبارة عن تضاريس متطاولة تقسمها خطوط عمودية ) أو الخنادق تظهر السلاسل الجبلية الحديثة على شكل أحزمة ( اللون البني في الخريطة )
- الوثيقة (2) توزيع تضاريس قاع المحيطات ، الخنادق و السلاسل الجبلية الحديثة والجزر القوسية  
(الوثيقة 2 239)



الوثيقة (2)

**1:** حلي بينتوزيع كل من الزلازل والبراكين.

**2-** قارن بين توزيع تضاريس قاع المحيطات والسلاسل الجبلية الممثلة في الوثيقة(2) و توزيع الزلازل و البراكين ( الوثيقة 1) وماذا تستنتج من التطابق المتوصل إليه حول حدود الصفائح؟

**3:** تعريفا للصفحة

**4:** اعتمادا على المعلومات المستخرجة وخريطة حدود الصفائح التكتونية، قدم خلاصة حول الصفائح التكتونية، حدودها و مميزاتها وأنواعها

**أقبر:**

### **1:- التحليل المقارن:**

- تمثل الوثيقة(1) توزيع الزلازل و البراكين
- يوجد تطابق في توزيع الزلازل و البراكين في العالم .
- **يتبين المقارنة أن كلا من الزلازل والبراكين تتوزع وفق أحزمة متوافقة فيما بينها وغير متوافقة مع حدود**

### **2:**

- تمثل الوثيقة(1) توزيع الزلازل و البراكين، في حين تمثل الوثيقة(2) توزيع تضاريس قاع المحيطات ، الخنادق و السلاسل الجبلية الحديثة
- هناك تطابق بين توزيع الزلازل و البراكين من جهة و التضاريس المحيطية و المتمثلة في الظهات و الخنادق البحرية .
- ومن جهة ثانية هناك تطابق بين الزلازل القارية و السلاسل الجبلية الحديثة
- **أن أحزمة الزلازل و البراكين تمثل حدود الألواح التكتونية**

من القشرة الأرضية لا يتعدى سمكها مئات الكيلومترات ،

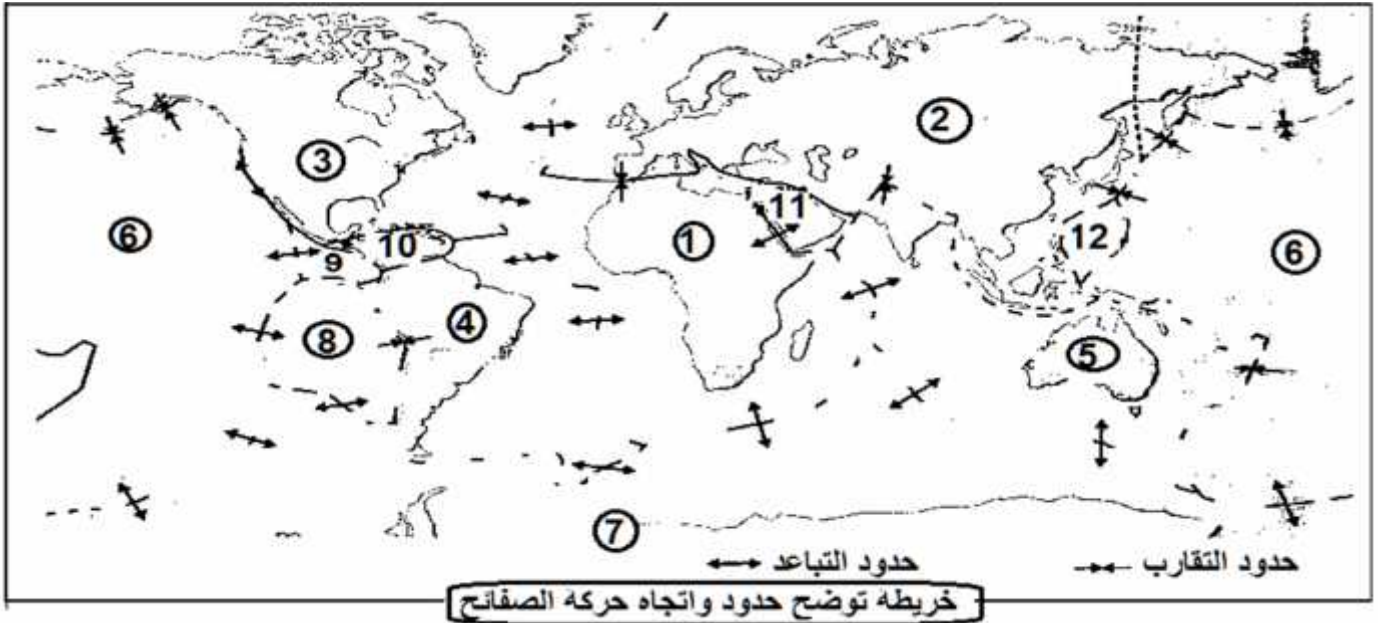
**3: مفهوم الصفحة التكتونية:** مناطق نشطة (الظهات) و ضيقة تحدث فيها

### **4:**

ينقسم الغلاف الصخري (الليتوسفير) إلى عدة صفائح صلبة.

- الصفحة التكتونية **منطقة غير نشطة**، يمكن أن تكون **محيطية** (بحرية) **قارية** ( ) .
- تفصل الصفحة التكتونية عن الصفائح المجاورة
- خاصة مثل : سلسلة جبلية لقيعان البحار ( **ظهات** ) **خندق محيطي** **سلسلة جبلية قارية** : **جبلية بركانية و هي محيطية**... وهي تمثل **الظواهر و التضاريس المميزة لحدود**

### **2- تقويم : لديك خريطة تبين حدود الصفائح:**



1- عين على الخريطة أعلاه حدود الصفائح المشكلة للقشرة الأرضية مع تحديد البيانات المرقمة وذلك بالاستعانة بأسهم حدود يد أنواعها انطلاقا من هذه خريطة.

## II-حركات الصفائح التكتونية

تتوسع القشرة الأرضية على مستوى الظهرات مما يؤدي إلى تشكل مساحات جيولوجية جديدة على جانبي الظهر ( مناطق ) ( ) و تنقلص على مستوى مناطق الهدم ( ) ( ) .  
اذن نميز نوعين من الحركات: 1 . 2 .

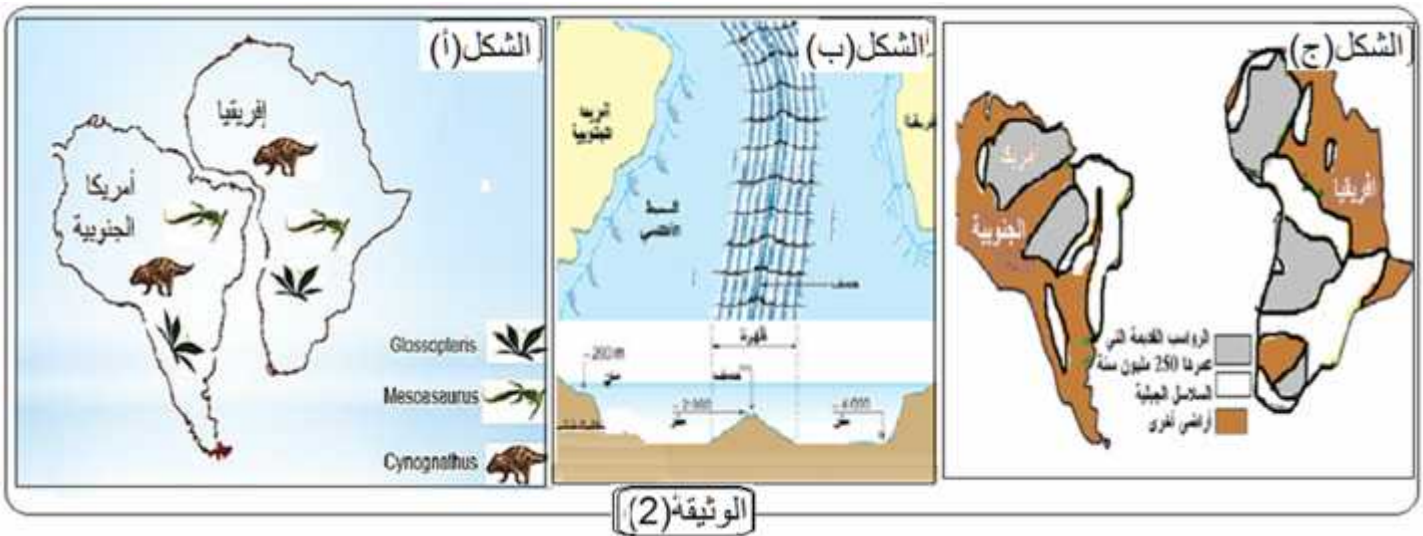
❖ (2): مظاهر حركة التباعد و عواقبها على مستوى الكرة الأرضية

1- (3):

1-1: التذكير بالموارد:

-الدليل الهندسي الدليل الجيولوجي (الصخري) و المستحاثي:

- تمثل الوثيقة ( ) من الوثيق(2) بعض الكائنات الحية التي وجدت في قارتي إفريقيا وأمريكا الجنوبية .
- ( ) تضاريس قاع المحيط الأطلسي و حواف القارتين .
- تمثل الوثيقة ( ) مضاهاة الصخور القديمة لقارتي أمريكا الجنوبية و أفريقيا



الوثيقة (2)

1: ما المعلومات المستخلصة من معاينة حواف قارتي أفريقيا وأمريكا الجنوبية ومضاهاة بين الصخور القديمة و المستحاثات للقارتين و ذلك بالاعتماد على أشكال الوثيقة (2)

2: باستغلال هذه المضاهاة و بالاعتماد على الوثيقة (2) ماذا يمكن استخلاصه ؟

- التذكير بمفهوم المضاهاة: المضاهاة الصخرية هي الربط بين طبقات الصخور المتماثلة في المقاطع الصخرية بناء على التشابه في تركيبها المعدني أو الكيميائي أو خواصها الفيزيائية مثل اللون أو النسيج أو درجة تماسكها.

أقيم اجابتي:

1:

انطلاقا من المعاينة و المضاهاة نستخلص ما يلي:

- يظهر تطابقا كبير بين الحدود الساحلية لكل من أمريكا الجنوبية و إفريقيا .
- التشابه المميز والكبير لكائنات القارتين .
- وجود نفس الصخور ( الرواسب ) القديمة ، صخور تزيد عمرها عن 240 سنة في المنطقتين ، و كذلك الجبال و

2:

أن القارات كانت كتلة واحدة و انشطرت عن بعضها البعض خلال الأزمنة الجيولوجية

## 2-1-: المحيطي :

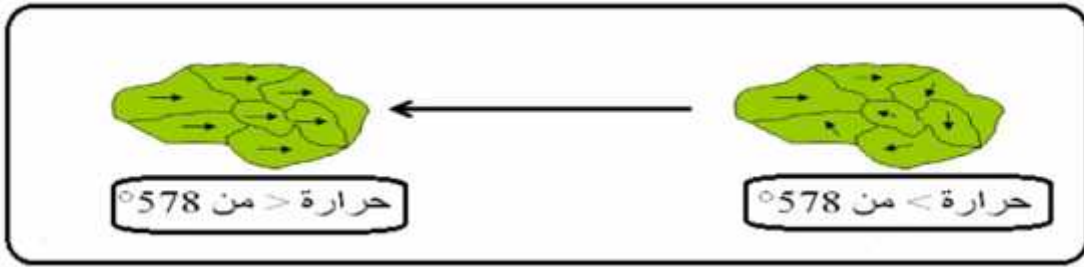
لتفسير توسع القشرة الأرضية على مستوى الظهات نستعرض الدراسة التالية :

### --دراسة المغنطة الأرضية:

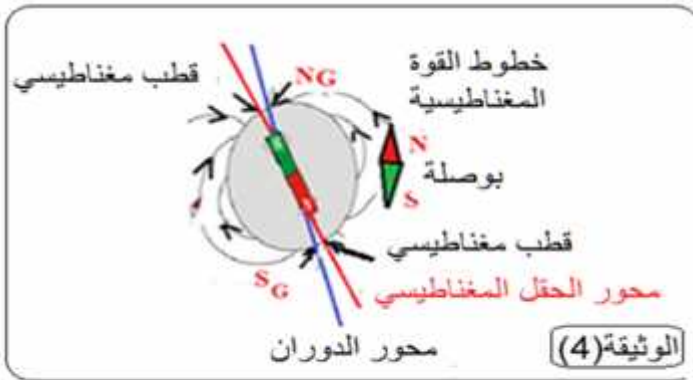
الهدف من هذا العنصر هو التعرف علىالمغناطيسية الأرضية وكيفية استخدامها كدليل على صحة نظرية زحزحة القارات  
تحتوي الحمم البازلتية على عدد كبير من المعادن الحديدية -المغنيزية مثلا **لمغنييت (Fe3O4)** والذي يأخذ شكل ابر تأخذ اتجاه الحقل المغناطيسي الأرضي، هذه المعادن خاصة المغنطة عندما تنخفض درجة حرارة تبردها الى  $578^{\circ}$  (Curie )،

يمكن للبازلت أن يحافظ على مغنطته (التي تدعى بـ **Aimantation thermoremanente**) إذا لم تتعرض لتسخين عال . و بالتالي يمكن استعماله كبوصلة مستحاثية لتحديد اتجاه الحقل المغناطيسي الأرضي القديم في الفترة التي تشكل فيها و ذلك باستعمال جهاز حساس يدعى **magnetometre**.

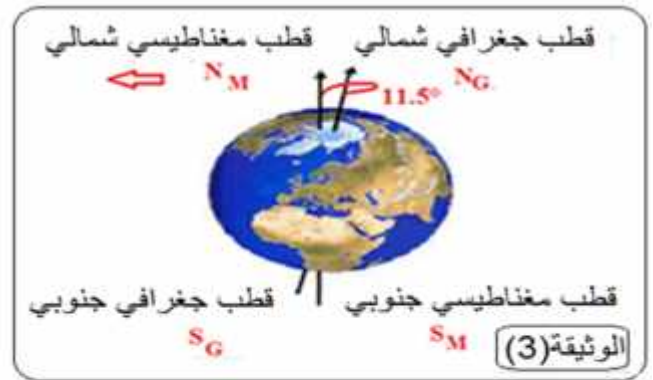
يتولد عن الكرة الأرضية حقل مغناطيسي ناتج عن دورانها حول نفسها و حركة مادة السائلة و الناقلة (اللب الخارجي للنواة الأرضية المكونة أساسا من النيكل و الحديد (**par le physicien anglais Sir Joseph Larmor en1919**) )  
( **effet dynamo** ) من جهة ثانية تأخذ الأرض حينئذ سلوك قضيب مغناطيسي كبير



يقع الشمال المغناطيسي الحالي (المتفق عليه) شمال كندا على بعد 1290 ش غ فرجة هودسون و يقع الجنوب المغناطيسي الحالي (المتفق عليه) على قارة أنتاركتيكا على مستوى أرض أديلي Adelie على بعد 1930 كلم ش غ أمريكا الصغيرة ،الشمال المغناطيسي متحرك ،حيث كان يقع منذ 500 مليون سنة على مستوى جزيرة هاواي، مثل الوثيقة (3) العلاقة بين القطب الجغرافي و المغناطيسي للأرض ،في حين مثل الوثيقة (4) كيفية تشكل الحقل المغناطيسي للأرض



كيفية تشكل الحقل المغناطيسي



العلاقة بين القطب الجغرافي والمغناطيسي

### 1-: باستغلال معطيات (3) :

• **لمغنييت (Fe3O4)** لتحديد المغناطيسية الأرضية.

• ظهور حقل مغناطيسي حول الأرض .

2: هل تتطابق الأقطاب المغناطيسية الأرضية مع الأقطاب الجغرافية الحالية ؟

3: انطلاقا من هذه المعطيات **مفهوم المغنطة**.

1: بيتيت لتحديد المغناطيسية الأرضية: لأنه معدن يدخل في تركيب البازلت ( صخر ناري ) و يتكون (Fe3O4) والذي يأخذ شكل ابر تأخذ اتجاه الحقل المغناطيسي الأرضي عندما تنخفض درجة حرارة 578 ° (curie) حيث يحافظ المعدن على اتجاه الحقل المغناطيسي تبريد الصخور المحتوية على هذا المعدن يحافظ هذا المعدن على اتجاه الحقل المغناطيسي مع الزمن .

2: لا تتطابق المغناطيسية الأرضية مع الأقطاب الجغرافية الحالية (يوجد انحراف بينهما).  
 • CURIE: درجة اكتساب مادة معينة لمغنتتها عند تبردها ، حيث تأخذ هذه المادة اتجاه المجال المغناطيسي عند تجاوز هذه الدرجة تكون ذرات المكونة للمادة غير منتظمة (عشوائية) و من ثم تفقد Tc تتغير قيمتها حسب نوع المعدن)

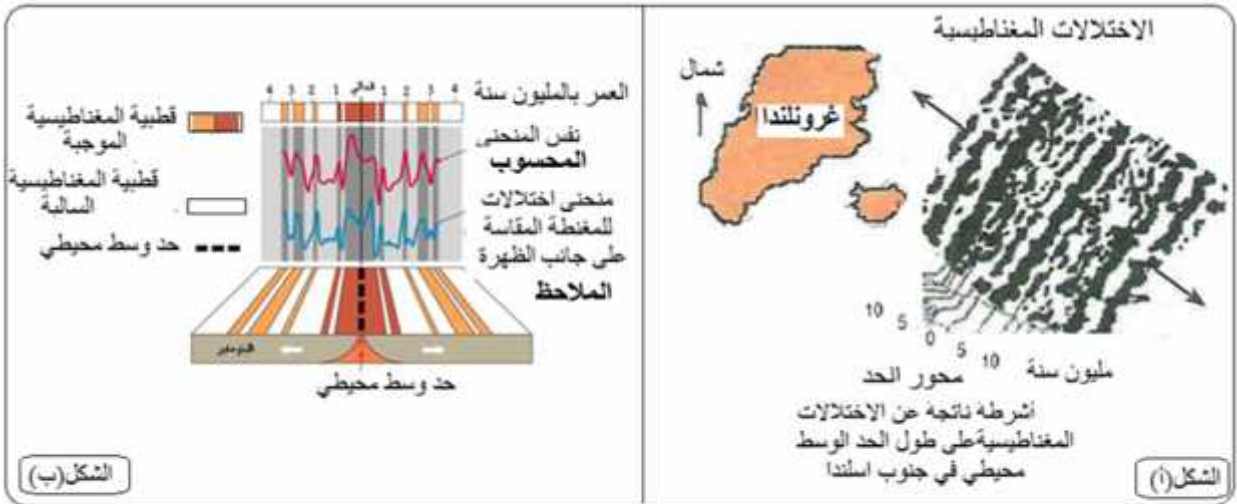
**مفهوم المغنطة الأرضية(الحقل المغناطيسي الأرضي)**

يتولد عن الكرة الأرضية حقل مغناطيسي ناتج عن دورانها حول نفسها (عكس حركة دوران عقارب الساعة) و حركة السوائل الناقلة (اللب الخارجي للنواة الأرضية المكونة أساسا من النيكل و الحديد) والتي تسيرها التيارات مشكلة ديناميكية تولد المجال المغناطيسي الأرضي

**-:مغنطة قاع المحيطات :**

تم قياس مغنطة منطقة من قاع المحيط الأطلسي الشمالي، الاختلالات المغناطيسية، وتوزع الأحزمة وظهره وسط محيطية إيسلندا حيث : الوثيقة(5)

- ( ): نتائج قياس مغنطة منطقة من قاع المحيط الأطلسي(الظهره ووسط محيطية)
- ( ): الاختلالات المغناطيسية (+ و -) لصخور القشرة الأرضية. باللون الأزرق المنحنى المحصل عليه ، ( ) .
- ( ): رسم تخطيطي لتوزيع الأحزمة المغنطة المقاسة على جانبي الظهره
- ( ): الاختلالات المغناطيسية التي تسمح بظهور هذه الأحزمة المغنطة



1: مقارنة منحنيي الشكل (ب) من الوثيقة (5) فيما يخص تغيرات المغنطة

الظهرة؟

2: الشكلين ( ) - ( ) بين انتشار المغنطة و عمر الصخور على جانبي الظهرة .

3: قدم تفسيرا لكيفية شكل قاع المحيط الأطلسي باستغلال معطيات الوثيقة (5)

أقيم اجابتي:

1:- من مقارنة منحنيي الوثيقة (5-ب) فيما يخص تغيرات المغنطة على جانبي الظهرة:

نلاحظ تناوب الأحزمة البيضاء والسوداء مما يدل على ان الحقل المغناطيسي الأرضي متغير مع الزمن

2: بين انتشار المغنطة وعمر الصخور على جانبي الظهرة:

من خلال الاختلالات المغناطيسية يتم تحديد العمر النسبي لقعر المحيط فمنطقة الظهرة هي \_\_\_\_\_ ويزداد عمر اللوح المحيطي بشكل تناظري كلما ابتعدنا عنها.

3: تفسير كيفية تشكل قاع المحيط الأطلسي:

إن تباعد الصفائح ونشأة القشرة المحيطية يبدأ من الظهرات تحديدا من الريفيت (منطقة تتوسط الظهرة تمتد فيها البراكين) . إن الصخور المأخوذة من منطقة الريفيت تكون مغناطيسيتها عادية (الشمال المغناطيسي) (المتفق عليه) قريب من الشمال الجغرافي) . و يفسر ذلك بأن أثناء تبردها انتظمت المركبات الحديدية (Ferromagnetique) لخطوط الحقل المغناطيسي من \_\_\_\_\_ وتحتفظ بهذا الانتظام مع الزمن. في بعض المناطق البعيدة عن الظهرة تكون المغناطيسية في صخورها \_\_\_\_\_ ويفسر ذلك بأنه أثناء تبرد هذه الصخور انتظمت المركبات الحديدية وفقا لخطوط الحقل المغناطيسي وهذا يدل على أن قعر المحيط نشأ على فترات مختلفة بعضها كانت فيه المغناطيسية عادية وبعضها كانت \_\_\_\_\_ و تنتظم هذه الاختلالات على جانبي الظهرة بشكل تناظري ، حيث يزداد عمر ابتعدنا عن الظهرة ، مما يدل على أن قاع المحيط في توسع

مصطلحات جديدة:

الحقل المغناطيسي الأرضي: يتغير بدلالة الزمن حيث:

• يكون موجبا (يتوافق مع الحقل المغناطيسي الأرضي الحالي ، و يكون اتجاهه من الجنوب

• يكون سالبا (معكوسا) (عكس الحقل المغناطيسي الأرضي الحالي يكون اتجاهه من الشمال

• مفهوم الحقل المغناطيسي: هو المنطقة التي تؤثر فيها القوة المغناطيسية على الأجسام المغنطة

• مفهوم الاختلال المغناطيسي: هو الفرق بين الحقل المغناطيسي المسجل و الحقل المغناطيسي المتوقع في مكان معين.

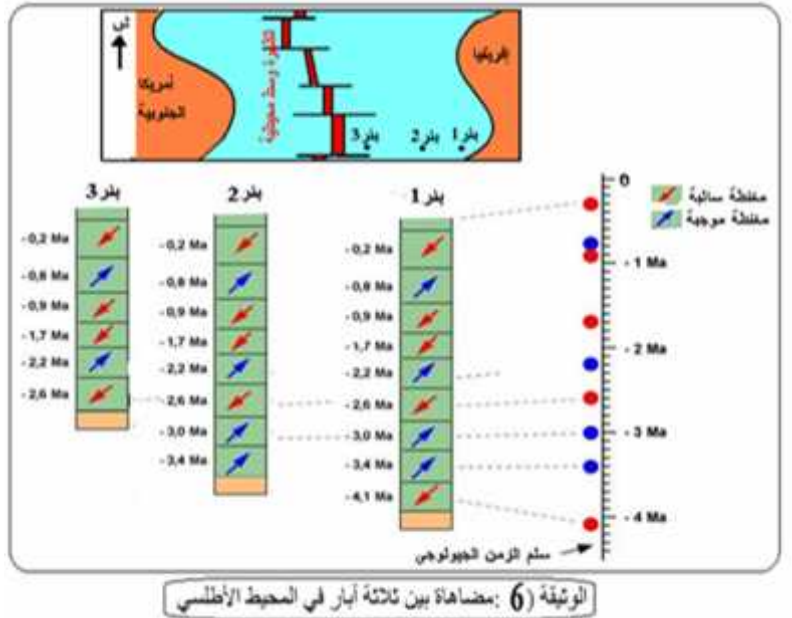
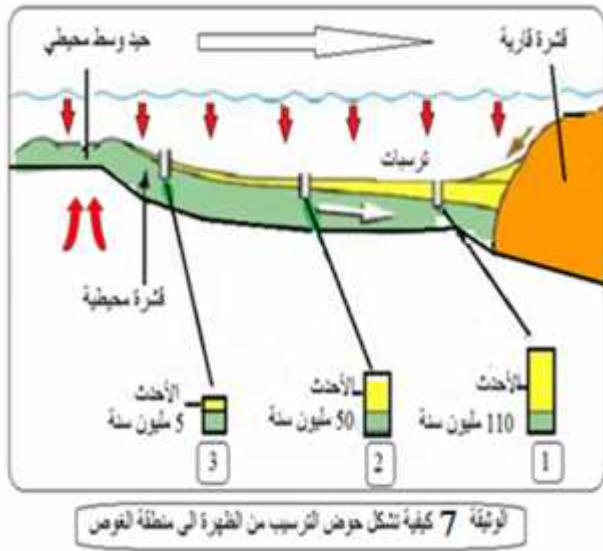
-: تحديد عمر الصخور الرسوبية المكونة لقاع المحيطات

مكن حفر ابار محيطية في مناطق مختلفة من المحيط الاطلسي، من تحديد عمر الصخور المكونة لقاع المحيطات وبدقة، ووضع خرائط توزيع هذه الصخور .

بين حفر ثلاث ابار في قاع المحيط الاطلسي أن هذه الاخيرة تتكون من طبقات رسوبية، قدر عمرها اعتمادا على المستحدثات المتواجدة بها، وعن طريق قياس اتجاه مغنطتها.

تتعرض الصخور النارية المكونة لقاع المحيط إلى تفكك و تعرية خلال الأزمنة الجيولوجية، ينتج عن هذه التعرية رسوبيات فتاتية ومنها إبر المغذيت. تتوضع الرسوبيات على شكل طبقات متوالية حيث تكون الطبقات السفلى قديمة والطبقات العليا حديثة وذلك وفق مبدأ التعاقب الطبقي.

تبيت المترسبة داخل الطبقات اتجاه الحقل المغناطيسي الأرضي للفترة التي تشكلت فيها الطبقة حيث ينتج عن هذه العملية طبقات ذات مغنطة موجبة و طبقات ذات مغنطة سالبة تدعى هذه المغنطة بالمغنطة الرسوبية .



1: ما المعلومات المستقاة من مضاهاة الآبار وذلك بالاعتماد على عمر الصخور، سمكها واتجاه المغطة؟ استنتج

2: ما العلاقة الموجودة بين تغير المغطة شاقوليا وعمر الرسوبيات؟

3: فسر غياب الطبقات السفلى في البئر (2) (3).

4: الأدلة والشواهد على

أقيم اجابتي:

1:

- يزداد عمر الرسوبيات وسمكها كلما ابتعدنا عن محور الظهرة.
- تتغير مغطة الصخور الرسوبية بزيادة العمر.
- 

الحوض الرسوبي يكون قديما الأفريقية حديثا بالقرب من الظهرة، أي أن الصخور الحديثة تتشكل على مستوى الظهرة، و كلما ابتعدنا زاد الترسيب باتجاه القارة.

2: تحديد العلاقة بين تغير المغطة شاقوليا وعمر الرسوبيات:

كلما اتجهنا الأسفل شاقوليا و تغيرت مغطتها، حيث تتميز الصخور الرسوبية ذات العمر الواحد

3: تفسير غياب الطبقات السفلى في البئر (2) (3): على عدم توضعها لأن تشكلها أقدم (من 3,4Ma 2,6Ma)

4:

• يمكن تبرير الأدلة التالية:

1- القارت و تماثلها المستحاثي و البتروغرافي (الصخري)

2- يا عمر اللوح المحيطي بشكل تناظري على جانبي الظهرة

3--تغير سمك التوضعات الرسوبية يطي كلما ابتعدنا عن محور الظهرة.

• يد عمر قاع المحيطات اعتمادا على الاختلالات المغنطيسية الرسوبية التي تغطي اللوح المحيطي

2-:

إن التجدد المستمر لقشرة الكرة الأرضية على مستوى الظهرات يطرح إشكالية وجود مواد إضافية على مستوى مناطق ( ) .

❖ (3): عواقب التوسع المحيطي على مستوى الكرة الأرضية ، علما أن الصفيحة تتوسع من جانب

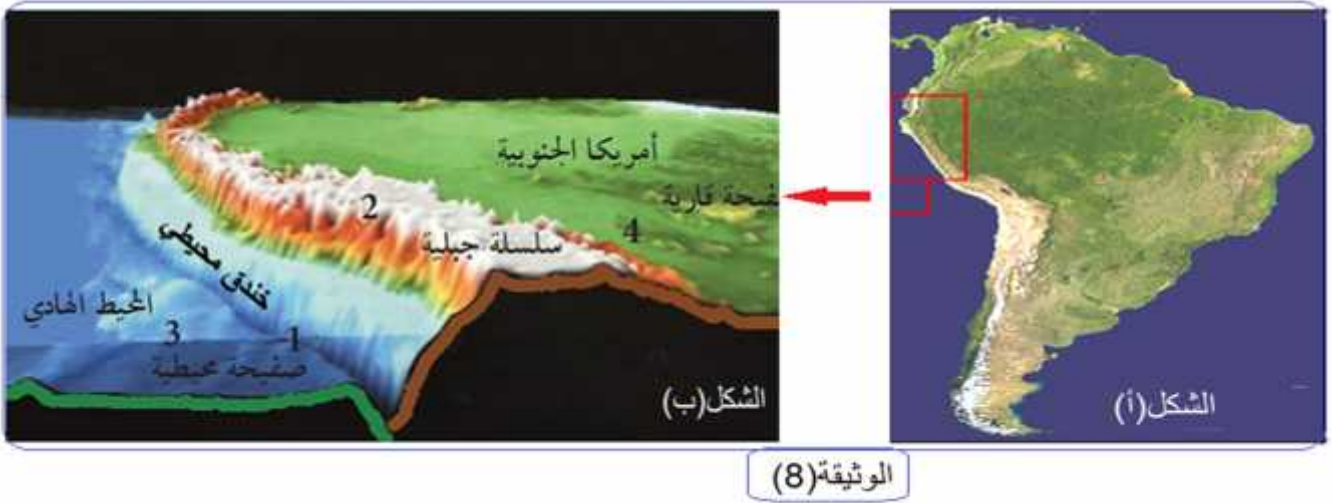
فكيف نفسر عدم زيادة حجم الكرة الأرضية

• فما هي الفرضية التي يمكن أن تقترحها لتفسير ثبات حجم الأرض؟

○ اقتراح فرضية: يقابل التباعد على مستوى الظهرات \_\_\_\_\_ على مستوى منطقة أخرى (منطقة تقارب بين محيطي و لوح قاري)

## 1-2: نمذجة الحواف النشطة للكرة الأرضية (الحواف الغربية لأمريكا الجنوبية) .

- عن طريق الأقمار الصناعية بوضع نموذج للحواف الغربية لقارة أمريكا الجنوبية و المحيط الهادي و ذلك باستعمال الحاسوب . حيث يمثل ( ) لوثيقة (8) الحواف الغربية لأمريكا الجنوبية ( ) ثلاثي الأبعاد للحواف الغربية لقارة أمريكا الجنوبية.



التعليم:

1: ( ) من الوثيقة (8)

2: هل يسمح لك هذا التحليل من التحقق من صحة الفرضية المقترحة سابقا؟ علل

أقيم اجابتي:

1: ( ) - - - يظهر الشكل (ب) من الوثيقة (8) غوص اللوحة المحيطية تحت اللوحة القارية مع تشكل خندق بحري ، حيث يتشكل خندق بحري عندما تغوص القشرة المحيطية تحت القشرة القارية (ظاهرة (ج ظاهرة الغوص نتيجة قوى الانضغاط بين القشرتين.

2: - التعليل: تظهر الوثيقة (8) وجود تفاوت بين مستوى الصفيحة القارية ومستوى الصفيحة المحيطية و هو ما يشكل خندق محيطي و يفسر ذلك بغوص اللوحة المحيطية تحت اللوحة القارية مع تشكل خندق بحري ، ينتج عن ذلك تشكل تضاريس خاصة مثل السلاسل الجبلية.

مصطلحات جديدة:

• الخدق المحيطي: هو منخفض ضيق و طويل يمتاز بالانحدار الشديد و شدة عمقه و يمتاز بنشاط زلزالي و بركاني كبير.

• يثبت حركة الغوص من خلال دراسة بنيوف

## 2-2: بنيوف (Plan de Benioff) في منطقتين مختلفتين:

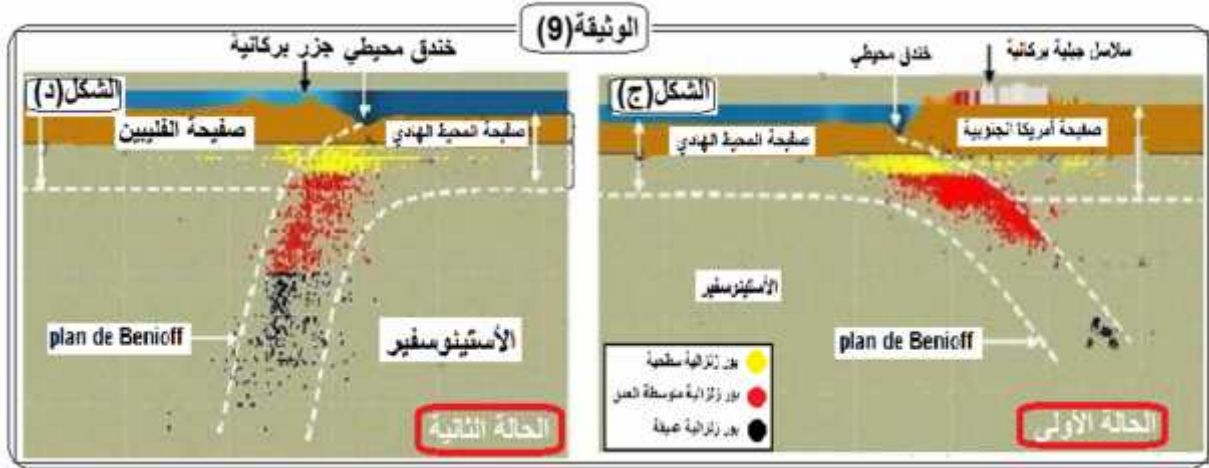
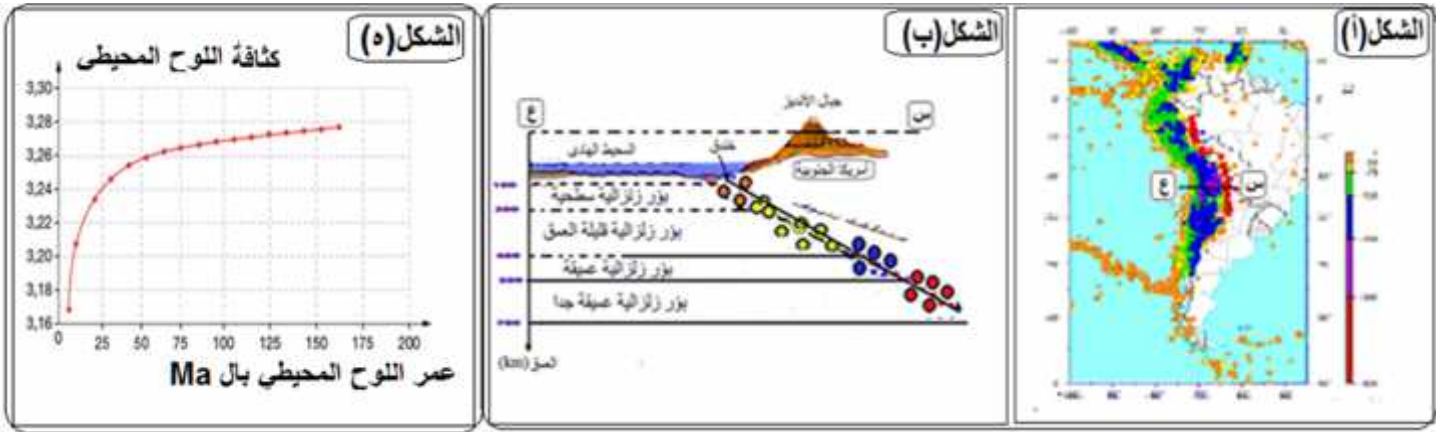
تتوزع البؤر الزلزالية على الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية و يختلف عمقها من منطقة إلى أخرى حيث ترتبط مع نوع الحركات التكتونية التي تتعرض لها الصفائح .

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (9) خريطة توزع الزلازل في أمريكا الجنوبية و المحيط الهادي . بينما يمثل ( ) من نفس الوثيقة مقطعا زلزاليا في الحافة الغربية لقارة أمريكا الجنوبية (مخطط بنيوف)، في حين يمثل ( ) حالة غوص صفيحة محيطية تحت صفيحة أمريكا الجنوبية

( ) حالة غوص صفيحة الفلبين تحت صفيحة المحيط الهادي

( ) يمثل تغير كثافة اللوح المحيطي بدلالة عمر اللوح المحيطي (بعد المسافة عن الظهرة)

أساتذة "خلية التفكير ولبحث" ، تحت إشراف (م. ب. ت. و) أحمد العرابوي



## التعليمات:

1- باستغلالك لخريطة توزع المراكز السطحية للزلازل و البؤر الزلزالية على الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية و لمعطيات (ع - ج) الشكلان (أ) و(ب) من الوثيقة (9) أستخلص ما يبرز ظاهرة الغوص مبينا الصفيحة الغائصة و الصفيحة الطافية.

2- حدد نوع الصفائح الغائصة و نوع الصفائح الطافية في كل حالة انطلاقا من الشكلين (ج) و(د) .

3- قارن بين زاوية منحني بنيوف في الحالتين و ماذا تستنتج؟

4- حدد العلاقة بين تطور كثافة اللوح المحيطي و البعد عن الظهرة

## أقيم اجابتي:

1: ابراز ظاهرة الغوص: ان توزع الزلازل الكبير على الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية ،دليل على

تنطبق مع حدود صفيحتين هي صفيحة نازكا(المحيط الهادي) و صفيحة أمريكا الجنوبية ،كما أن البؤر الزلزالية العميقة تتمركز داخل القارة بينما تكون البؤر الزلزالية السطحية قريبة من حدود القارة.

يظهر المقطع (س-ع) زيادة عمق البؤر الزلزالية كلما ابتعدنا عن حواف الصفيحة بحيث تشكل مستوى مائل يمتد من الحد الفاصل بين اللوح الطافي و اللوح الغائص باتجاه اللوح الطافي ،يدل مستوى بنيوف على وجود انكسارات

للانكسار(حدود هدامة) نتيجة غوص صفيحة تكتونية محيطية(المحيط الهادي) كثيفة تحت صفيحة تكتونية قارية(أمريكا الجنوبية) أقل كثافة ،ما يسمح بالتخلص من المواد التي تنشأ على مستوى مناطق البناء أثناء التوسع المحيطي.

## 2: تحديد نوع الصفيحة :

ان صفيحة المحيط الهادي و الفلبين هما صفيحتان محيطيتان بينما صفيحة أمريكا الجنوبية قارية محيطية (مختلطة)

3: تحديد زاوية الميل: ان زاوية منحني بنيوف في (1) المتمثلة في غوص صفيحة المحيط الهادي تحت صفيحة

أمريكا الجنوبية  $45^\circ$  ،في حين تقدر بـ  $90^\circ$  (2) المتمثلة في غوص صفيحة الفلبين تحت صفيحة المحيط الهادي

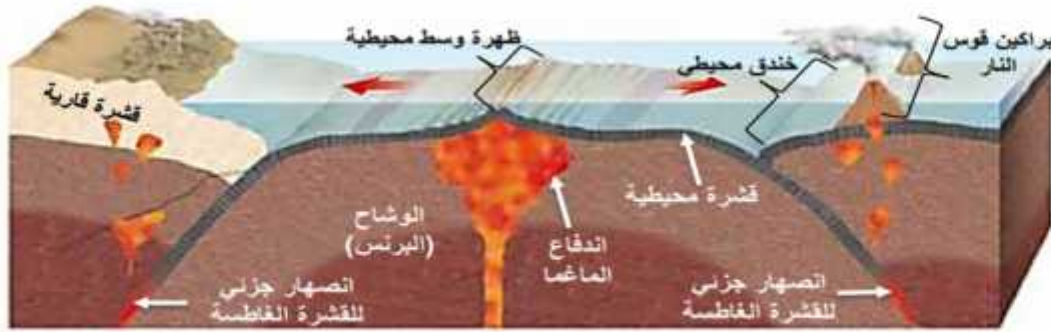
تكون الصفيحة الغائصة دائما محيطية حيث يكون ميل مستوى بنيوف بـ  $45^\circ$  اذا كانت الصفيحة الطافية قارية درجة ميل مستوى بنيوف بـ  $90^\circ$  في حالة ما اذا كانت الصفيحة الطافية محيطية.

4: تحديد العلاقة: كلما ابتعدنا عن محور الظهرة تزداد كثافة اللوح المحيطي مع الزيادة في عمره

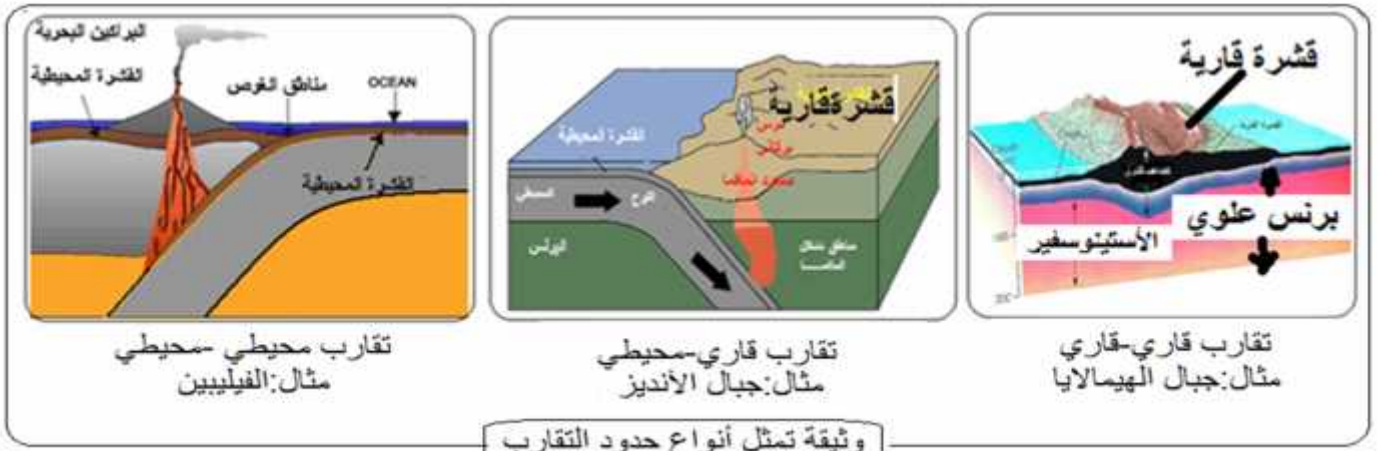
أساتذة "خلية التفكير ولبحث" ، تحت إشراف (م. ب. و) أحمد العرابوي



الدراسة السابقة، أنجز مخططا تحصيليا تبرز فيه حركات الصفائح و أنواعها.



مخطط تحصيلي حول حركات الصفائح



### اللوح المحيطي

صفيحة تضم قشرة قارية أو محيطية (يمكن أن تكون الصفيحة غير الغائصة قارية أو

محيطية، أما الصفيحة الغائصة فهي محيطية دائما) ويدعى هذا بالغوص (مثل غوص الصفيحة الإفريقية تحت الصفيحة الأوربية)

تتميز مناطق الغوص:

- بزلازل يتزايد عمق بؤرها من المحيط إلى القارة وتصحبا اندفاعات بركانية.
- مائل يدعى بنيوف الذي يفصل بين الصفيحة الغائصة والصفيحة الطافية.

سلاسل جبلية عالية بركانية عالية وخنادق بحرية عميقة.

بزلازل عنيفة.

تتميز البراكين المنتشرة على الحواف النشطة بأنه انفجارية

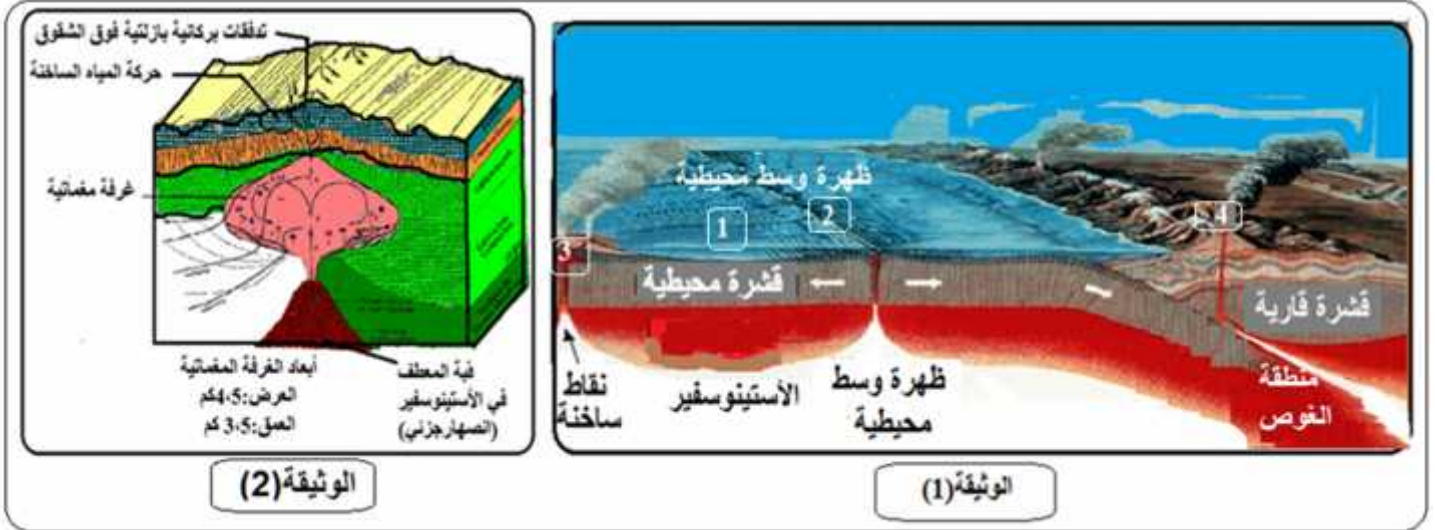
ينقسم الغلاف الصخري (الليثوسفير) إلى عدة صفائح متحركة عن بعضها البعض. وهذا ما يدعى بنظرية تكتونية الصفائح.

### III- الطاقة الداخلية للكرة الأرضية .

تتكون القشرة الارضية من صفائح صلبة تتحرك تباعديا او تقاربيا  
❖ (4): فما هو المحرك الدافع لزحزحة الصفائح التكتونية وما هو مصدر طاقته الحركية؟

#### 1 - مظاهر تسرب الطاقة :

الوثيقة (1) مجسما لأنواع الألواح التكتونية ، أما الوثيقة (2)



#### التعليمات:

1.2.3.4: من الوثيقة (1)

2: من الوثيقتين (1) (2) و معلوماتك حدد مظاهر تسرب الطاقة الداخلية للأرض وشكل تسربها.

#### أفيم

1:- تسمية الأرقام المبينة في الوثيقة (1) : 1- لوح تكتوني محيطي، 2- 3- 4-

#### 2:- تحديد طرق

- جزء كبير من الطاقة يخرج على شكل حرارة (تتمثل في البراكين + بقع ساخنة + مياه ساخنة).
  - جزء ضئيل يكون على شكل طاقة ميكانيكية (تتمثل في زلازل).
- 5: العلاقة بين العمق و الطاقة المنبثقة من باطن الأرض: علاقة طردية .

#### ❖ يطرح تساؤل حول مصدر الطاقة

#### 2:- مصادر الحرارة الارضية :

ان كمية الحرارة المنبثقة من باطن الارض عبر السطح كل ثانية بواسطة التدفق الحراري تعتبر جدا بحيث الجيوحراري الأرضي

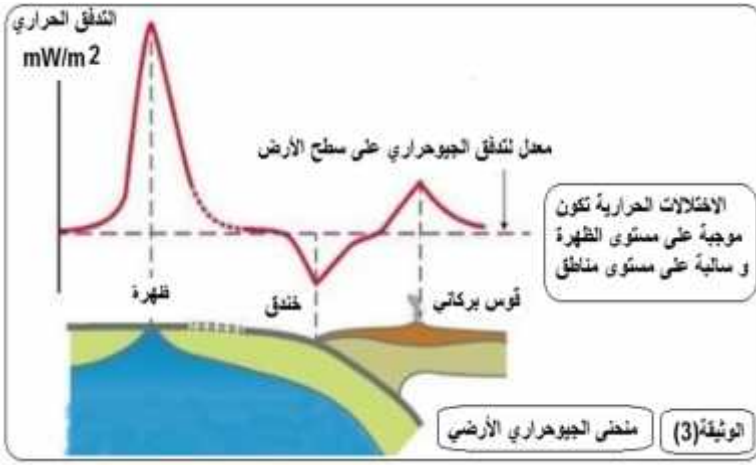
#### الوثيقة (3)

#### الوثيقة (4):

(1) : يمثل متوسط الحرارة المنبثقة من القشرة الأرضية

(2) : يمثل

يقدر العلماء معدل الحرارة الأرضية بـ 15°، يتحكم في استقرار هذه الحرارة ثلاثة أنواع من الطاقة وهي الطاقة الصادرة عن



(W)	( )	معدل كمية الحرارة (mW/m <sup>2</sup> )	(km <sup>2</sup> )	
11,38.10 <sup>12</sup>		56,5	201,5.10 <sup>6</sup>	القشرة القارية ( )
20,7.10 <sup>12</sup>		67,0	308,6.10 <sup>6</sup>	القشرة المحيطية (المحيط)
9,8.10 <sup>12</sup>		الطاقة الهيدروحرارية (circulation hydrothermale)		
(1) يمثل متوسط الحرارة المنبثقة من القشرة الأرضية				

(W/km <sup>3</sup> )	(km <sup>3</sup> )	أغلفة الكرة الأرضية
1700	4,5.10 <sup>9</sup>	القشرة القارية
340	4,0.10 <sup>9</sup>	القشرة المحيطية
30	920.10 <sup>9</sup>	
0	180.10 <sup>9</sup>	
(2) يبين متوسط الحرارة المنبثقة من الأرض بسبب الإشعاع الذري		

### التعليمات:

1- حدد المعلومات التي تقدمها كل من الوثيقتين (3) (منحنى الجيوحراري الأرضي) والوثيقة (4)

2- باستغلال معطيات الجدولين أحسب كمية الطاقة المنبثقة عن القشرة الأرضية و كمية الطاقة المنبثقة عن تفكك النظائر

3-

أقيم اجابتي:

1:

الوثيقة (3) (منحنى الجيوحراري): يكون التدفق الحراري غير متجانس على سطح الأرض حيث يكون عاليا على مستوى

الظهورات و تدفق حراري ضعيف على مستوى القارة ومنخفض جدا على مستوى مناطق الغوص

الوثيقة (4): زيادة الحرارة الباطنية للأرض بزيادة العمق، تكون هذه الزيادة غير متجانسة في

مختلف طبقات الأرض يقدر معدلها ب 3°C/km

2:

1- حساب الطاقة المنبثقة من القشرة الأرضية (قارية + محيطية) =  $41,88.10^{12} W = (11,38 + 20,7 + 9,8) 10^{12}$

2- كمية الطاقة المنبثقة عن تفكك النظائر :

• حساب الطاقة المنبثقة من القشرة القارية:  $7,6.10^{12} W = 4,5.10^9 \times 1700$

• حساب الطاقة المنبثقة من القشرة المحيطية:  $1,3.10^{12} W = 4.10^9 \times 340$  :

• :  $27,6.10^{12} W = 920.10^9 \times 30$  :

• :  $0 W = 0 \times 180.10^9$  :

الطاقة الكلية المنبعثة من الأرض بسبب تفتت العناصر المشعة:  $36,510^{12} \text{ W} = 10^{12} \times (7,6+1,3+27,6)$

( $36,510^{12} \text{ W}$ )

الطاقة المنبعثة من القشرة الأرضية ( $41,88.10^{12}$ )

$5,38.10^{12} = (41,88.10^{12} - 36,510^{12} \text{ W})$ :

( $\text{K}^{40} \text{Th}^{232} \text{U}^{235} \text{U}^{238}$ )

يضاف لها الطاقة المنبعثة من صخور القشرة الأرضية التي

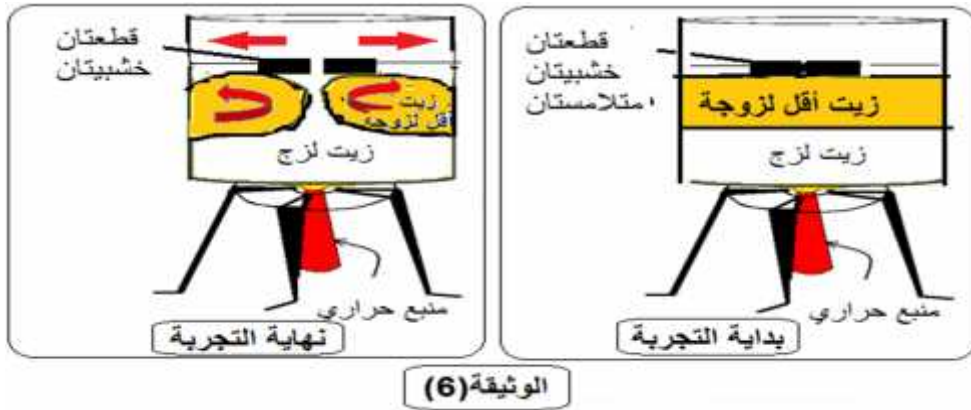
اذن ان مصدر الطاقة المنبعثة من باطن الأرض يعود أساسا من تفتت العناصر المشعة

**3: المحرك الأساسي لحركة الصفائح ( نمذجة الظاهرة ) :**

تبين من المستويات العليا للأرض تتميز \_\_\_\_\_ المستويات السفلى التي تتميز \_\_\_\_\_  
عالية ، تعمل تيارات تدعى بتيارات الحمل على \_\_\_\_\_ و الطاقة العلوية نحو الأسفل .

**(5): فمعلقة تيارات الحمل بحركة الصفائح التكتونية ؟**

- **نمذجة تيارات الحمل:** نضع في إناء نوعين من الزيت مختلفين من حيث الكثافة ثم نضعهما فوق منبع حراري ، حيث نضع على سطح السائل قطعتين من الخشب متلامستين . النتائج مبينة في **الوثيقة (6)**



• **مبدأ تيارات الحمل: دخل سائل قابل للتمدد عند تسخينه يدخل في حركة دورانية، إنها تيارات الحمل**

**1:** الملاحظات المسجلة بعد مدة زمنية من التسخين ؟

**2:** انجز رسما تخطيطيا يوضح المرحلة الأخيرة من التجربة .

**3:** قدم تفسيرا للملاحظات المسجلة .

**4:** إذا اعتبرنا أن قطعتي الخشب عبارة عن تمثيل **لصفيحتين تكتونيتين** فهل يمكن من خلالهما **تفسير**

**أقيم اجابتي:**

**1:** انتقال قطعتي الخشب في اتجاهين متعاكسين

**2:** إنجازا رسم تخطيطي للمرحلة الأخيرة.....

**3: تفسير الملاحظات المسجلة:** الزيت السفلي الثقيل تمدد بفعل الحرارة ثم صعد نحو الأعلى، وعند ملامسته الوسط

الخارجي ازداد كثافته فبدأ في الهبوط نحو أسفل الإناء.

السائل الذي يكون في الأسفل يسخن أولا و حالما يتمدد يصبح أقل كثافته فيصعد إلى الأعلى و نتيجة ل تماسه مع الهواء يبرد

فتزداد كثافته و منه يعود إلى الأسفل .

**4: تفسير حركة الص : تيارات الحمل الساخنة (الزيت الثقيل في التجربة) وتصطدم بالمستويات العليا**

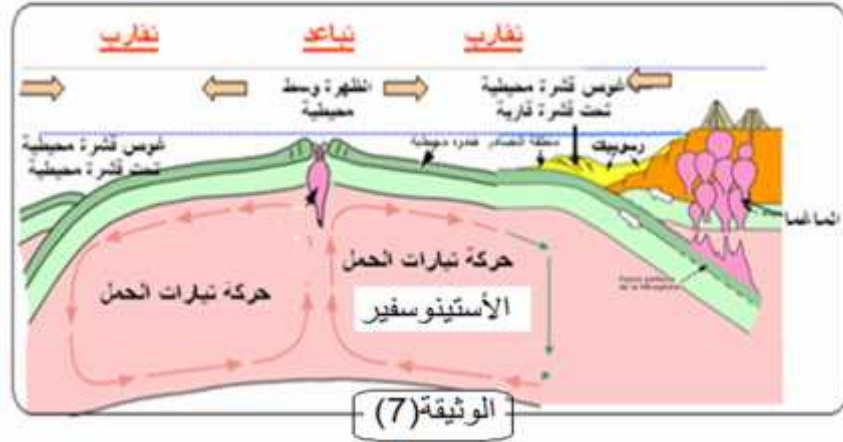
يبرد فتزداد كثافته و منه يعود إلى الأسفل . نلاحظ أن حركة المادة المنتظمة على شكل خلايا ( تيارات حمل حراري )

و ذلك نتيجة الاختلاف في درجة الحرارة ، **تيارات ساخنة** ، **تيارات باردة نازلة**

هذه العملية تنتقل الحرارة إلى أعلى بواسطة السائل الساخن فإنها تتحرك في اتجاهين متعاكسين و تنتقل معها الصفائح التكتونية.

## نمذجة تيارات الحمل على مستوى الكرة الأرضية :

• **الوثيقة (7):** تمثل مقطع في ظهرة محيطية و منطقة غوص يبين المقطع علاقة تيارات الحمل بحركة الصفائح التكتونية



1: ما سبب صعود و نزول تيارات الحمل في البرنس ؟ و ماذا ينتج عن ذلك ؟

### أقيم اجابتي:

1: **ونزولتيارات الحمل في** ما يؤدي الى **صعود تيارات الحمل** حركة الصفائح التكتونية  
 نعلم أن المستويات العليا و الدنيا للبرنس تختلفان في درجات الحرارة و هذا  
**الظهرات، نزولها** **ينتج**

### - مقارنة ناقلية الصخور وناقلية الحديد:

خذ صخرًا ناريًا أو متحولًا و قطعة حديد من نفس الحجم ثم صل أحد طرفيهما بمنبع حراري ثم نقيس درجة  
 30 ثانية ، بعد مرور 3

300	270	240	210	180	150	120	90	60	30	0	بالثانية
30	45	60	70	75	62	50	39	31	25	20	قضيب حديدي
28	30	32	34	35	31	28	25	22	21	20	

كل من الصخر و قطعة الحديد كل 30 ثانية

1: النتائج المحصل عليها في جدول :

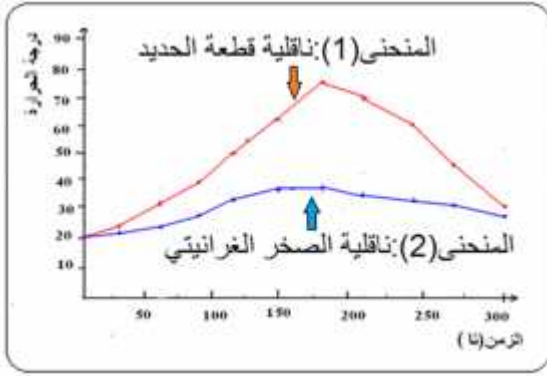
2: ارسم على نفس المعلم ناقلية كل من الصخر و القضيب الحديدي .

3: بين المنحنين

### أقيم اجابتي:

1- تدوين نتائج التجربة في الجدول التالي:

2: رسم المنحنيين البيانيين:



3:

• يمثل المنحنى (1) ناقلية الحرارة بالنسبة لقطعة حديدية في حين يمثل المنحنى (2) ناقلية الغرانيتي

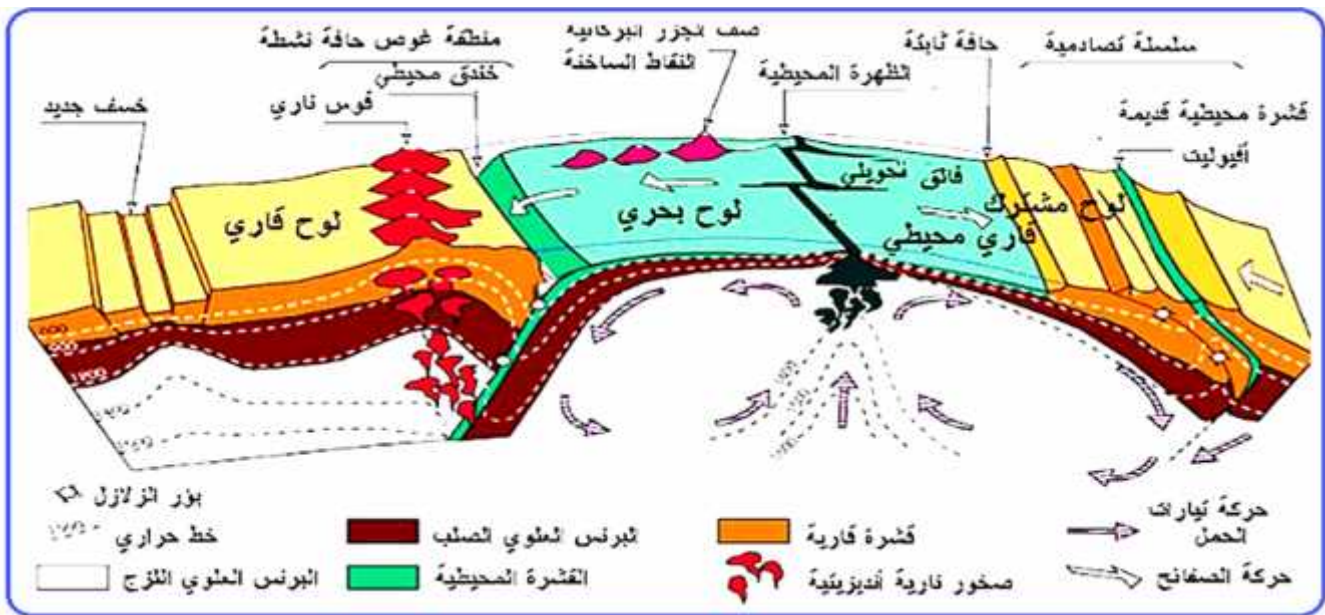
• قطعة الحديد تكتسب الحرارة بسرعة وتفقدتها بسرعة ، بينما الصخر يكتسب الحرارة ببطء ويفقدتها ببطء  
 ان الصخر ناقل سيء للحرارة، ولذلك تنسرب الطاقة الداخلية للأرض ببطء بواسطة تيارات الحمل (نقل الحرارة بفضل حركة المادة) وعليه فان حركات تيارات الحمل هي المحرك الأساسي لحركة الصفائح التكتونية.

• تعد الطاقة الداخلية للأرض محركا أساسيا لتتقل الصفائح التوسفيرية و يعود مصدرها \_\_\_\_\_

#### مظاهرها

- تنسرب الطاقة الداخلية للأرض \_\_\_\_\_ ظاهرة الحمل ( )
- هذا لكون الصخور ناقل سيء و عليه فإن حركات الحمل هي المحرك الأساسي للصفائح التكتونية
- تيارات صاعدة ساخنة على مستوى الظهورات المحيطية .
- تيارات نازلة تنبرد على مستوى مناطق \_\_\_\_\_ .
- يعود تباعد الصفائح لصعود مادة ساخنة في حالة صلابة على مستوى مناطق التباعد .
- يغوص الليتوسفير المحيطي تحت اليتوسفير المقابل و ذلك لكونه \_\_\_\_\_ كثيفا

### مخطط تحصيلي



## IV- بنية الكرة الأرضية

لدراسة بنية الكرة الأرضية و بطريقة غير مباشرة ،يعتمد العلماء على مجموعة من العلوم منها: الجيولوجيا ،الجيوفيزيائية و الجيوكيميائية ،حيث تسمح بوضع نماذج توضيحية لمعرفة البنية الداخلية للكرة الأرضية:

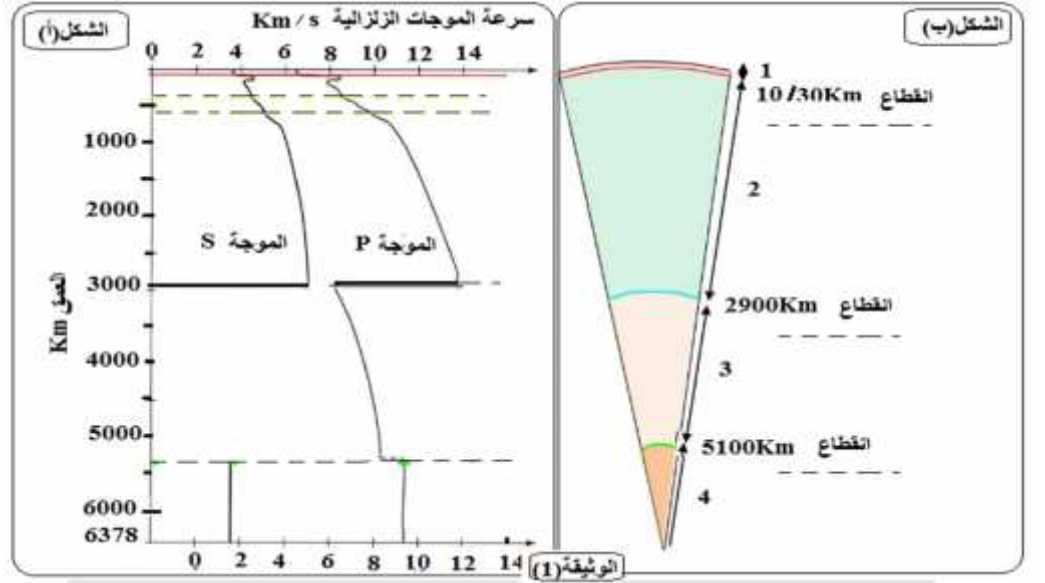
### 1-نمذجة البنية الداخلية للكرة الأرضية

- بينت مختلف الدراسات أن الكرة الأرضية متميزة، تتكون من عدة مستويات مختلفة، تختلف من الناحية الكيميائية و الفيزيائية.

### ❖ (6):فما هي الأغلفة و الانقطاعات المكونة لبنية الكرة الأرضية

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

- الشكل (أ) من الوثيقة(1)يبين سرعة انتشار الموجات (P) (S) ( )



التذكير بمفاهيم

يعود التغير المفاجيء في  
الزلزالية الى تغير الحالة  
الفيزيائية للوسط أو تغير  
التركيب المعدني للصخر  
يعود التغير التدريجي لسرعة  
انتشار الموجات الزلزالية الى  
تغير كثافة الوسط

S	P
ثانوية ( تصل بعد الموجة P ) P ( ما بين 3,8km/s 6,5km/s )	أولية ( أول ما يصل الى المحطة ) ذات سرعة كبيرة Vp ما بين 6,5km/s 13km/s تنتشر في المواد الصلبة و السائلة و الهواء
حركات الجزيئات عمودية على اتجاه الموجة	حركات الجزيئات موازية لاتجاه الموجة
بعض خصائص الموجات الزلزالية	

- 1: باستغلال الشكل (أ) من الوثيقة(1) حلل منحنى انتشار الموجات الزلزالية P S داخل الكرة الأرضية
- 2: بالاعتماد على مسار الموجات الزلزالية أعد رسم الشكل(ب) من الوثيقة(1) محددًا الطبقات المكونة للكرة الأرضية ( )
- 3: هل تسمح لك معطيات ( ) الوثيقة(1) بتحديد الطبقات المكونة للكرة الأرضية ؟ علل اجابتك

أقيم

### 1: التحليل:

- تمثل الوثيقة (1) تغيرات سرعة انتشار الموجات الزلزالية عبر طبقات الكرة الأرضية
- حيث يلاحظ وجود انقطاعين رئيسيين الأول في 2900 5100 كلم وكما يظهر اختفاء الموجات الزلزالية (S) بين عمق 2900 5100 .
- \* ة الموجات الزلزالية على الطبيعة الكيميائية و الحالة الفيزيائية للمادة المخترقة

2: تحديد البيانات: 1- 2- 3- النواة الخارجية ، 4- النواة الداخلية

(Mohorovicic)

(Gutenberg)

انقطاع ليمان (Lehman)

3: التعليق:

P حيث تقدر ب  $6\text{kms}^{-1}$  في القشرة القارية  
و بين 6,5  $7\text{kms}^{-1}$  في القشرة المحيطية ، كما أنها تتجاوز  $8\text{kms}^{-1}$   
منه يمكن التمييز بين الطبقات المكونة  
للكرة الأرضية

- S P داخل الكرة الأرضية، تتوقف سرعتها على الطبيعة الكيميائية و الحالة الفيزيائية  
، وهذا ما يؤدي الى ظهور مجموعة من الانقطاعات داخل الكرة الأرضية التي تفصل بين أغلفة  
الكرة الأرضية حيث يفصل :

(Mohorovicic): يفصل بين القشرة الأرضية (قارية أو محيطية)

( ) ( )

(Gutenberg) يفصل بين الرداء و النواة الخارجية

انقطاع ليمان (Lehman) يفصل بين النواة الخارجية و الداخلية

تنقسم القشرة الأرضية إلى قارية ومحيطية. ينقسم :

يشكل مع القشرة الليتوسفير

يشكل الأستينوسفير

( ) ( )

تكون سرعة انتشار الموجات في مادة ذات نفس التركيب الكيميائي، أكبر في الحالة الصلبة منه في الحالة

## 2- اظهر أن البرنس يتكون من بيريدوتيت:

تمثل الوثيقة (2) منحنيين يظهران العلاقة بين سرعة الموجات الزلزالية بدلالة العمق و

التعليق:

أستخرج من الوثيقة ما يدل على أن البرنس مكون من طبقات تتركب  
من بيريدوتيت

قيم اجابتي:

من خلال مقارنة سرعة انتشار الموجات الزلزالية (P)

و سرعة انتشارها في بعض المعادن و هي معادن تدخل في تركيب

صخور تنتمي لمجموعة البيريدوتيت حيث يتبين أن البرنس

غير متجانس يتكون من طبقتين :

برنس علوي الى غاية  $700\text{km}$

وبرنس سفلي الى غاية  $2900\text{km}$

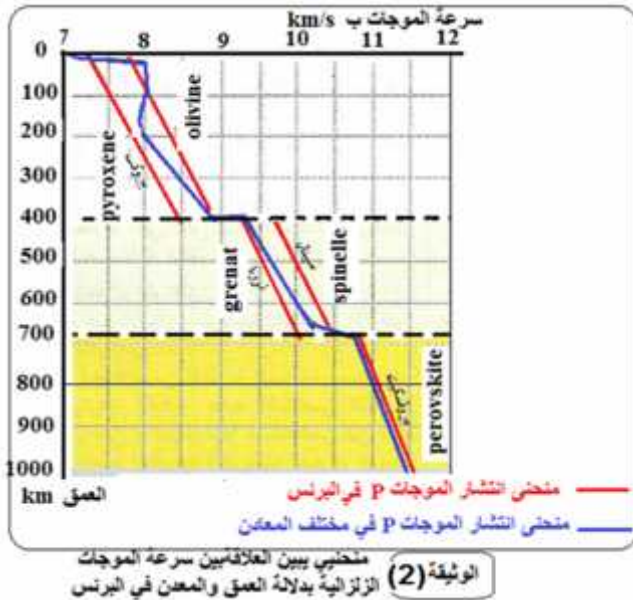
و تظهر الوثيقة أن البرنس العلوي ينقسم الى طبقتين :

$400\text{km}$

و عمق الثانية حوالي  $700\text{km}$

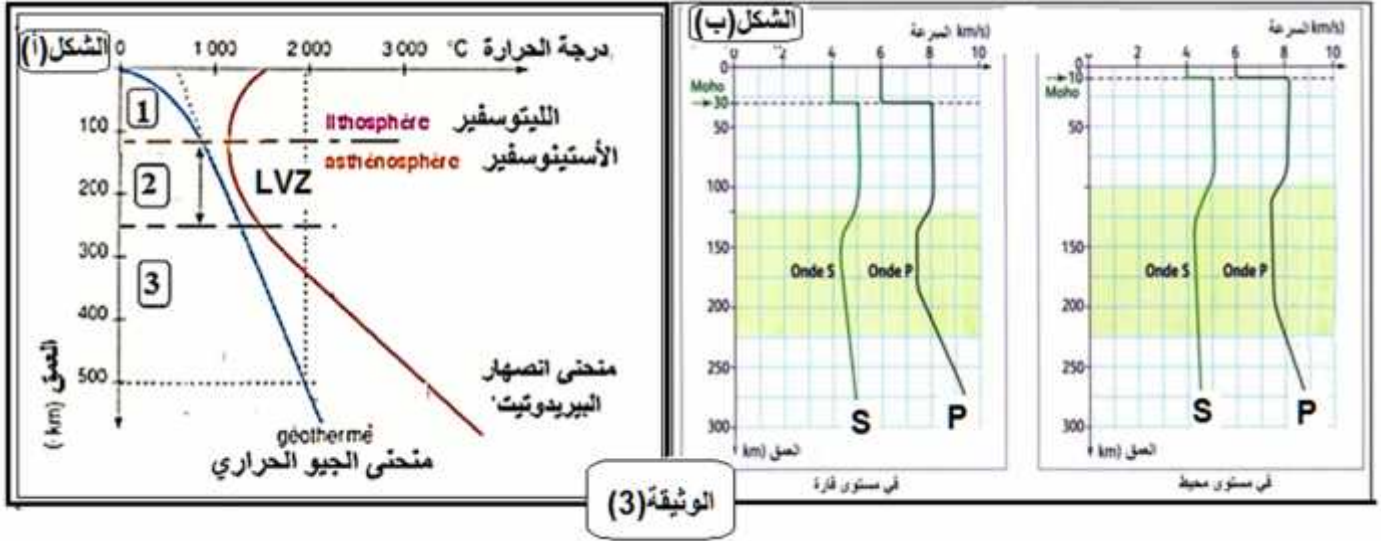
الاستنتاج: ان البرنس يتركب من صخر البيريدوتيت

عدم تجانس تركيبه المعدني



### 3- التمييز بين الليتوسفير والأستينوسفير (الحالة الفيزيائية لمكونات المعطف):

بينت الدراسات المخبرية التي أجريت على صخر البيريدوتيت في ظروف متغيرة من الحرارة و الضغط ، أنه يمر بثلاث مراحل أساسية و ذلك حسب حالته الفيزيائية (صلبة، مطاطية) (النتائج مبينة في (3) الوثيقة) يظهر ( ) تغيرات سرعة انتشار الموجات الزلزالية (S) (P) في مستوى القارة و المحيط بدلالة العمق.



### التعليمة:

باستغلالك للوثائق المقدمة ،قدم أدلة تسمح بتمييز الليتوسفير عن الأستينوسفير ،ثم حدد مختلف طبقات البرنس مبينا حالتها الفيزيائية ومختلف الانقطاعات في الكرة الأرضية.

### أقيم اجابتي:

الشكل (أ) من الوثيقة (3) و من مقارنة منحنى انصهار البيريدوتيت و منحنى التدرج الحراري الأرضي يتبين لنا أن تغير الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت تسمح بتحديد الحالة الفيزيائية لمختلف طبقات البرنس العلوي و بالتالي التمييز بين الأستينوسفير و الليتوسفير بحيث:

إلى غاية 100km نلاحظ أن منحنى التدرج الحراري بعيد عن منحنى انصهار البيريدوتيت وبالتالي ظروف الحرارة لا تسمح بانصهار البيريدوتيت فيكون الصخر في هذا \_\_\_\_\_ و يوافق البرنس الليتوسفيري.  
 إلى غاية 250km يقترب منحنى التدرج الحراري من منحنى انصهار البيريدوتيت هذا ما يسمح بتحقيق شروط الانصهار الجزئي للبيريدوتيت مما يجعل المادة في هذا الجزء انتقالية (الأكثر مطاطية) ،تمثل هذه المنطقة الأستينوسفير (LVZ) و هي المنطقة الفاصلة بين الليتوسفير و الأستينوسفير التي تتحرك فوقها الصفائح التكتونية.  
 إلى غاية 700km و فيه يبتعد منحنى التدرج عن منحنى انصهار البيريدوتيت ،و بذلك تكون المادة فيه مطاطية من LVZ وتشكل الجزء المتبقي من الأستينوسفير

تفسر هذه النتائج تغير انتشار الموجات الزلزالية المبينة في الشكل (ب) من الوثيقة (3) ،حيث في مستوى المحيط أو القارة :نسجل ثبات سرعة انتشار الموجات الزلزالية (P) (S) و هذا ما يوافق القشرة المحيطية أو القارية إلى غاية عمق 10km تحت المحيط و 30km تحت القارة ،بعدها ترتفع سرعة انتشار الموجات الزلزالية بشكل مفاجئ ،ما يدل وجود الانقطاع الأول (موهو) الذي يفصل بين القشرة الأرضية و البرنس الليتوسفيري.  
 تبقى سرعة انتشار الموجات الزلزالية ثابتة إلى غاية 150km و تتخفف بعد هذا العمق و إلى غاية حوالي 250km يدل هذا التغير على تغير الحالة الفيزيائية للطبقة و التي أصبحت أقل صلابة (انتقالية) (أكثر مطاطية) تشكل المنطقة الفاصلة بين الليتوسفير و الأستينوسفير (الجزء العلوي من الأستينوسفير أو ال LVZ).  
 ارتفاع سرعة الموجات الزلزالية بعد ذلك يدل على تغير الحالة الفيزيائية للطبقة و التي أصبحت مطاطية (أقل مطاطية من LVZ) و تمثل البرنس العلوي أو الأستينوسفير.

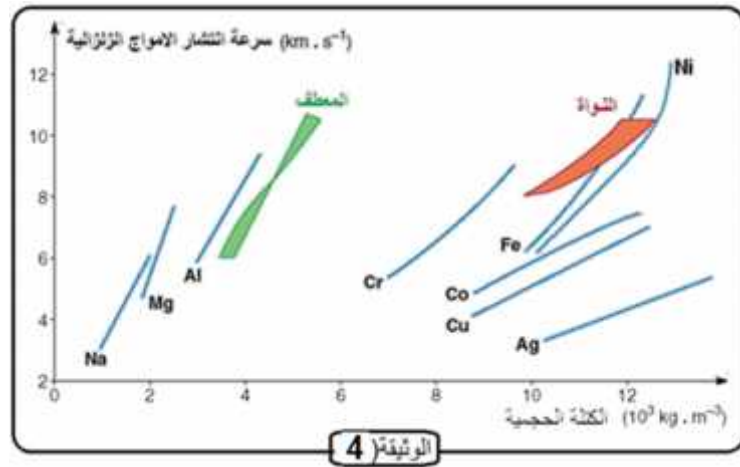
#### 4:تحديد الطبيعة الكيميائية للمواد المكونة للمعطف و النواة:

- بينت التحاليل الجيوكيميائية التي أجريت على النيازك (الكوندريت) أنها تبدي تركيب الكواكب الصخرية لكونها نفس المواد ولها نفس العمر. و تختلف النيازك عن الأرض في كونها غير متميزة ، تتوزع نسب المواد للكرة الأرضية على النحو التالي 2% 81% 17% .
- دراسة مقارنة بين العناصر الكيميائية المكونة للأرض و النيازك(الكوندريت).

الكوندريت	75% سيليكات(الأوليفين +البيروكسين) 20%+من الحديد+5%(Fe ,Ni,S,P)
	75% سيليكات(الأوليفين +البيروكسين) 25%+من العناصر الثقيلة غير المعروفة

#### Birch1963

أجريت قياسات سرعة موجات التصادم على عناصر كيميائية (**Fe ,Cr ,Al ,Mg ,Na , .....**) الحرارة المتغيرين و المماثلين لظروف البرنس و النواة. سمحت هذه القياسات بأنتشاء مجموعة من الخطوط التي تمثل سرعة انتشار الموجات الزلزالية بدلالة كثافة هذه العناصر. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة(4)



#### التعليمات:

**1:** قارن بين مكونات كل من الأرض و الكوندريت

**2:**

**3:** حدد الطبيعة الفيزيائية للنواة علما أن المواد المكونة للبرنس عازلة و المواد المكونة ناقلة للكهرباء

#### أقيم اجابتي:

**1:** نسجل تماثل بين الأرض و الكوندريت من حيث التركيب المعدني و يختلفان من حيث أن الأرض متميزة

(تحتوي على مجموعة من المستويات أو الأغلفة، أما الكوندريت فهي غير متميزة)

**2:** تحديد العناصر : البرنس يتكون من مادة عازلة ( سليكات، مغنيزيوم)

مواد ناقلة (حديد ونيكل)، ذلك من خلال توافق انتشار الموجات الزلزالية في النواة مع سرعة انتشارها في هذين العنصرين(الحديد و النيكل)

النيكل الحديد :  
نواة داخلية صلبة  
نواة خارجية سائلة

**4:تحديد الحالة الفيزيائية للنواة:** تنقسم الى نواة خارجية (الحديد السائل+ عناصر أخرى ) و داخلية صلبة (Fe,Ni)

- **القشرة الأرضية و الليتوسفير** الذي يمثل                      للكرة الأرضية. كما يشكل **الليتوسفير** وحدة فيزيائية منسجمة و هي طبقة صلبة التي تمثل **الألواح التكتونية**
- **( )** يتركب أساسا من سليكات الألومين (**البيريدوتيت**) ويشكل أكبر نسبة من حجم الكرة الأرضية 81 % وهو وينقسم إلى:
  - ✓                      ومتين . يتكون من البيريدوتيت الصلب قابل للانكسار
  - ✓ **معطف متوسط (أستينوسفير)**. يتكون من البيريدوتيت ( مرن أساسا ) مطاطي
  - ✓ **معطف سفلي صلب ومتين**. يتكون من البيريدوتيت
- 17 % من حجم الكرة الأرضية وهي غنية بالنيكل و الحديد،
  - ✓ **نواة داخلية صلبة**
  - ✓ **نواة خارجية سائلة**

#### **5- خصائص بعض الصخور المكونة للقشرة القارية و المحيطية و الأستينوسفير:**

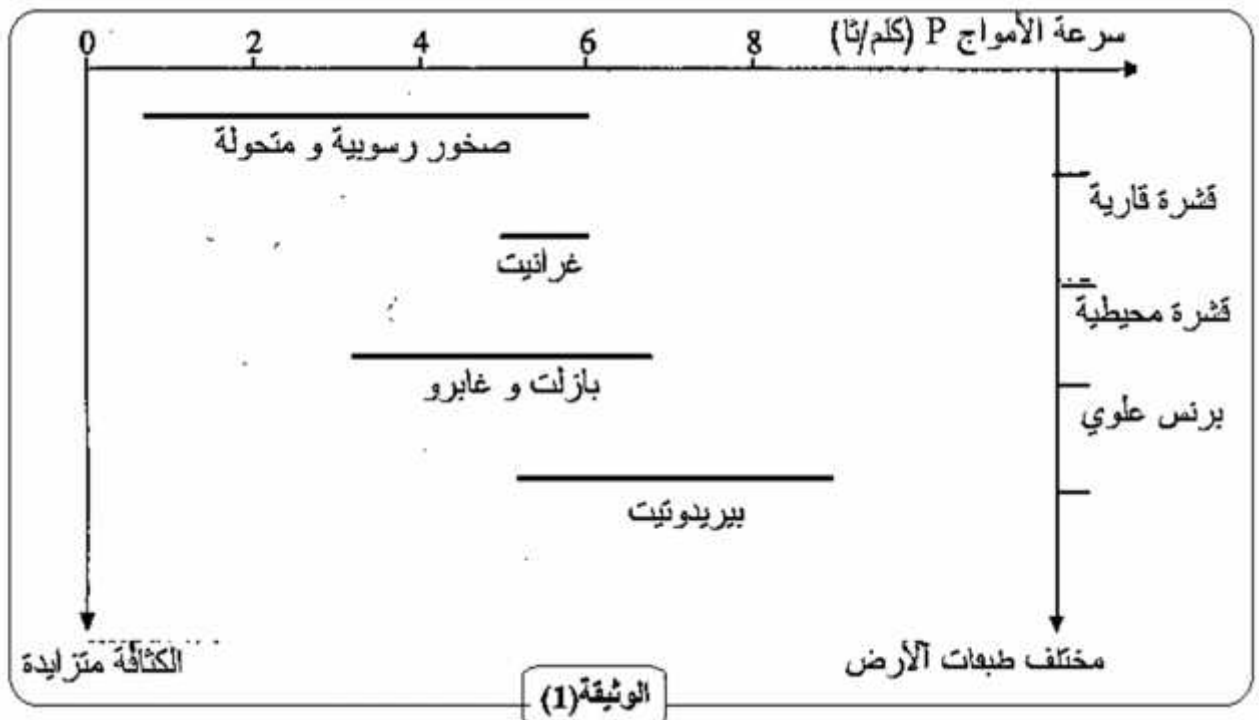
تنوع المناظر الطبيعية على سطح الكرة الأرضية يعكس اختلاف طبيعة الصخور المشكلة لها . يمكن الحصول على صخور كل من القشرة الأرضية و البرنس و بالتالي ملاحظتها.

#### **❖ (7): ما أنواع الصخور المكونة للقشرة الأرضية و البرنس و ما هو تركيبها المعدني و الكيميائي؟**

#### **1-5: تحديد الصخور المكونة للقشرة الأرضية و البرنس:**

:  
نقوم باختبار سرعة الموجات الزلزالية P مخبريا في الصخور المشكلة لكل من القشرة الأرضية

#### **بالوثيقة (1)**



**أقيم اجابتي:**

**1: P ( الممثلة بالوثيقة (1) )**

P. تمثل الوثيقة (1) تغيرات سرعة الموجات الزلزالية القارية والقشرة المحيطية

على الطبيعة الكيميائية و الحالة الفيزيائية للمادة المخترقة

**اذن نستخلص ما يلي:**

القارية  **Granite** الغرانيت.   
المحيطية  **Basalte et Gabro** يتكون من البيريدوتيت **(Péridotite)**

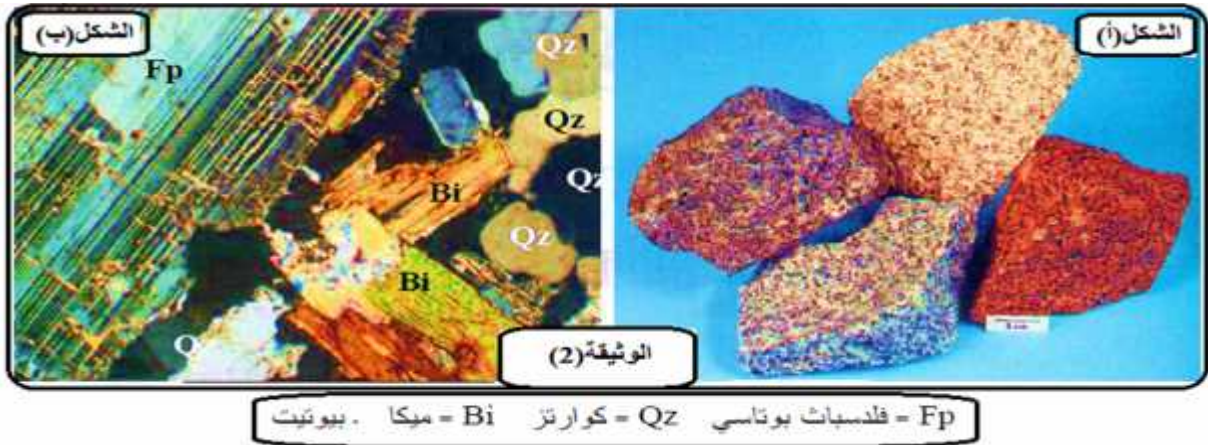
**2-5: التركيب الكيميائي و المعدني للصخور:**

تسمح الدراسة بالمجهر المستقطب لشرائح رقيقة من الصخر بتحديد بنيته النسيجية وتركيبه المعدني .

**الوثيقة (2)**

**( ) : عينات من صخر الغرانيت كما تبدو بالعين المجردة .**

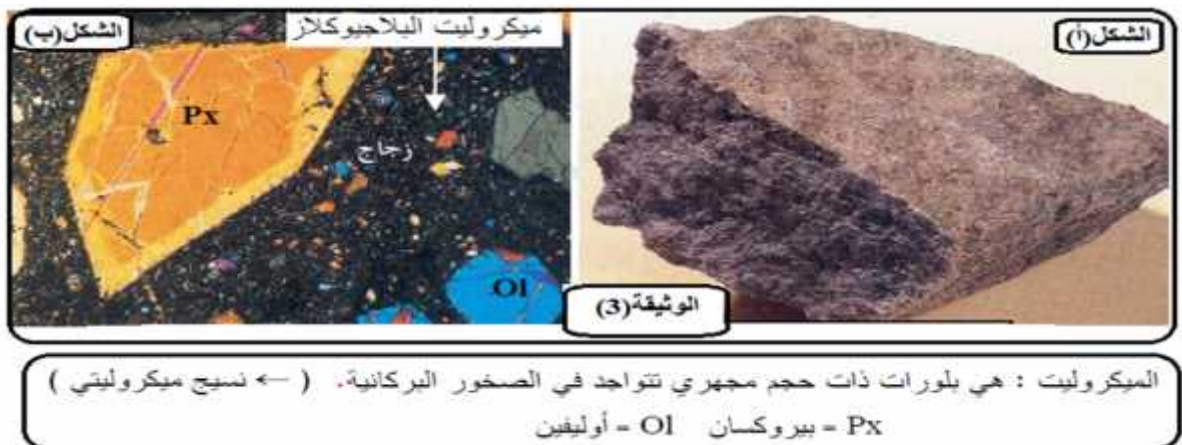
**( ) : شريحة صخرية دقيقة للغرانيت كما يبدو بالمجهر الضوئي المستقطب.**



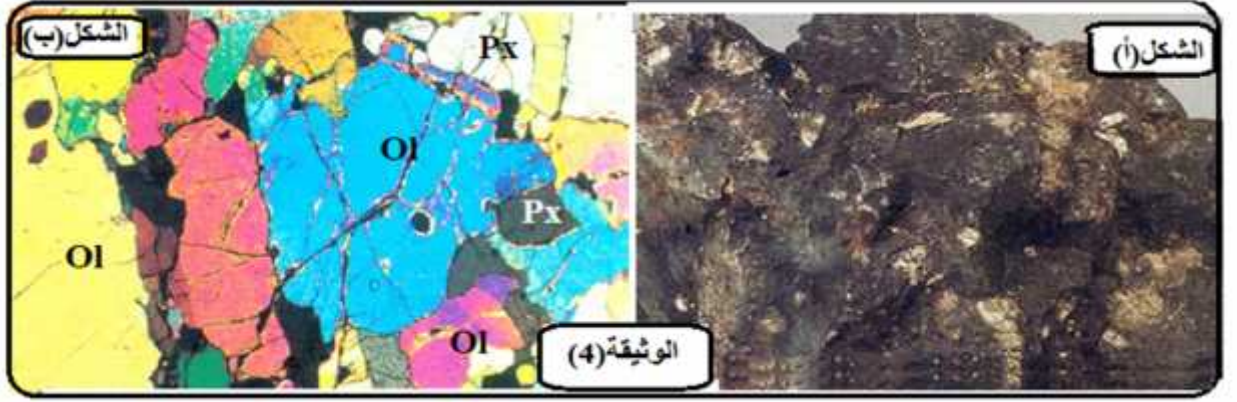
**الوثيقة (3)**

**( ) : عينة لصخر البازلت كما تبدو بالعين المجردة .**

**( ) : شريحة صخرية دقيقة للبازلت كما يبدو بالمجهر الضوئي المستقطب**



- **الوثيقة (4)**
- **الوثيقة (ا)**: عينة لصخر البيريدوتيت كما تبدو بالعين المجردة .
- **الوثيقة (ب)**: شريحة صخرية دقيقة للبيريدوتيت كما يبدو بالمجهر الضوئي المستقطب .



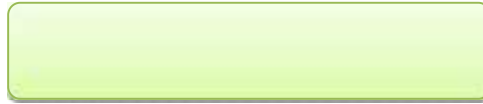
- **الشريحة الرقيقة**: هي عينة صخرية مسترقة إلى أن تصبح شفافة مما يسمح بملاحظتها مجهريا.
- 1:** باستغلال الوثائق السابقة قارن بين التركيب المعدني و النسيجي لصخور الصخر الغرانيت ، البازلت و البيريدوتيت، مقدما وصفا لهذه الصخور
- 2:** ما علاقة بين البنية النسيجية لهذه الصخور و مستويات التبريد على مستوى القشرة الأرضية و البرنس؟

### أقيم اجابتي:

- 1:** بين التركيب المعدني النسيجي لصخور أن:  
**الغرانيتويد (الغرانيت) والبيريدوتيت** هما صخران يتميزان ب**نسيج بلوري** بينما **البلوريت** هو **ذو نسيج ميكرويني** (معادن دقيقة + زجاج بركاني)

- **الغرانيت** يدخل في تركيب **القشرة القارية** وهو **اندساسى ناري حمضى ذو نسيج بلوري (حبيبي)** يتكون أساسا من ثلاث تراكيب معدنية و هي: **الميكال (بيوتيت)** ( ) ، حيث يدخل **عنصر السيليس** في تركيب الغرانيت بنسبة 70% ويدخل الألمنيوم 15% **القشرة القارية** غنية ب**السيليس** و الألمنيوم و تسمى بال**SIAl**
- **القشرة المحيطية**: وهو **أسود له بنية نسيجية ميكروليتية** يتكون من بلورات دقيقة **البلاجيوكلاز** و بلورات كبيرة من **البيروكسانا والأوليفين** حيث يدخل **عنصر السيليس** في تركيب البازلت بنسبة 49%، و الألمنيوم بنسبة 20% **القشرة المحيطية** فقيرة ب**السيليس** 15% **المعادن الحديدية المغنيزية (Mg,Fe)** غنية بعنصري الحديد و المغنيزيوم و تسمى بال**SIMa**
- **( )**: يتكون من **البيريدوتيت** و هو **نسيج بلوري** و هي صخور إندساسية مركبة من معدنين هما **البيروكسين و الأوليفين**.

- 2-:** أن الغرانيت و البيريدوتيت يبردان ببطيء في الأعماق وأن البازلت يبرد بسرعة على السطح

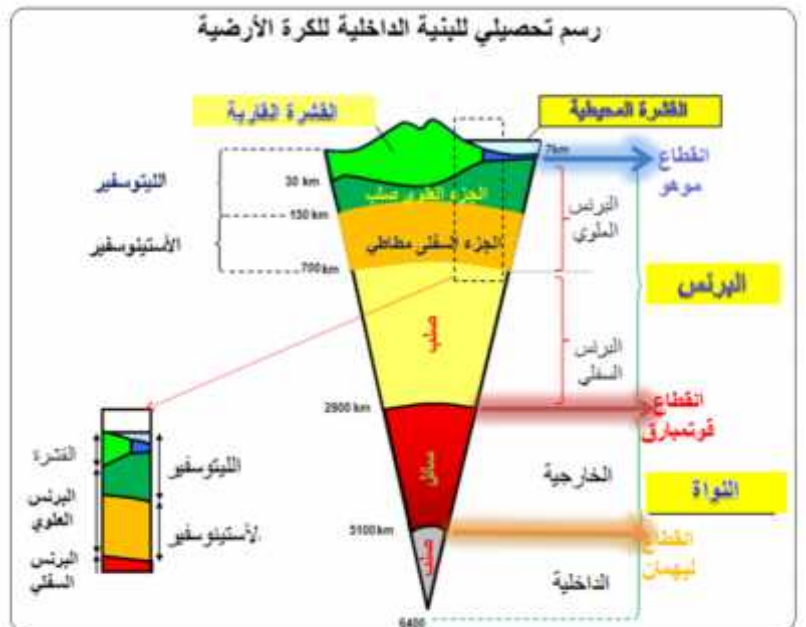
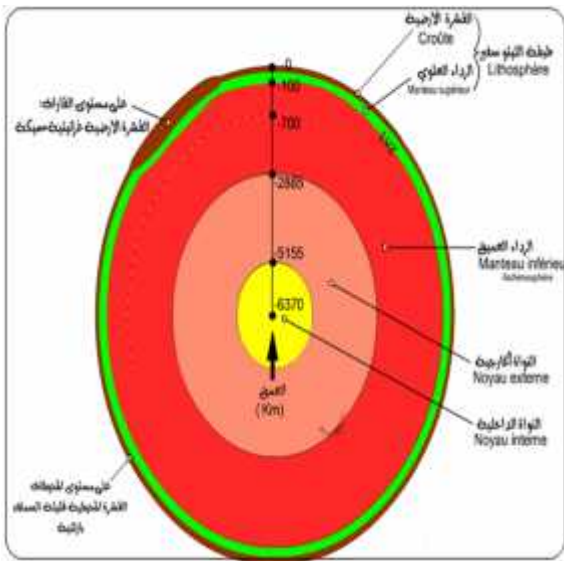
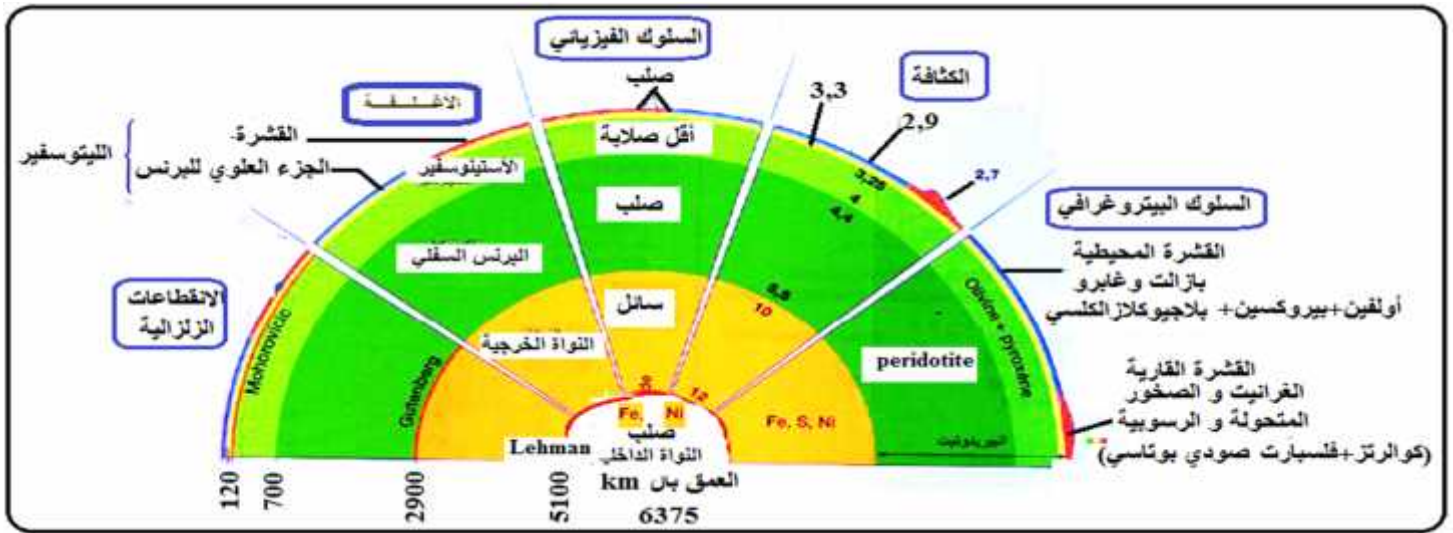


الوثيقة الممثلة في صفحة (279) من الكتاب المدرسي مخططا للبنية الداخلية للكرة الأرضية .  
 1: • ثم تعرف على أغلفة الأرض بوضع البيانات على الأرقام

(1 2 3 4 5 6).

2: • بالاعتماد على معلوماتك و الوثيقة المرفقة حدد على المخطط كل من الحالة الفيزيائية ،كثافة مختلف أغلفة الأرض ،مكان الانقطاعات ، و النوعية البينروغرافية لمختلف أغلفة الأرض.

أقيم اجابتي:



## وحدة التعليمية-2:- المناطق النشطة والظواهر الجيولوجية المرتبطة بها

تنطبق خرائط التوزيع العالمي للزلازل و البراكين وتسمح بتحديد مناطق واسعة قليلة أو عديمة النشاط تحدها ذات ظواهر وخصائص مورفولوجية محددة.

(الظواهر و مناطق الغوص) تتميز بظواهر جيولوجية

حدود الصفائح التكتونية هي عبارة عن

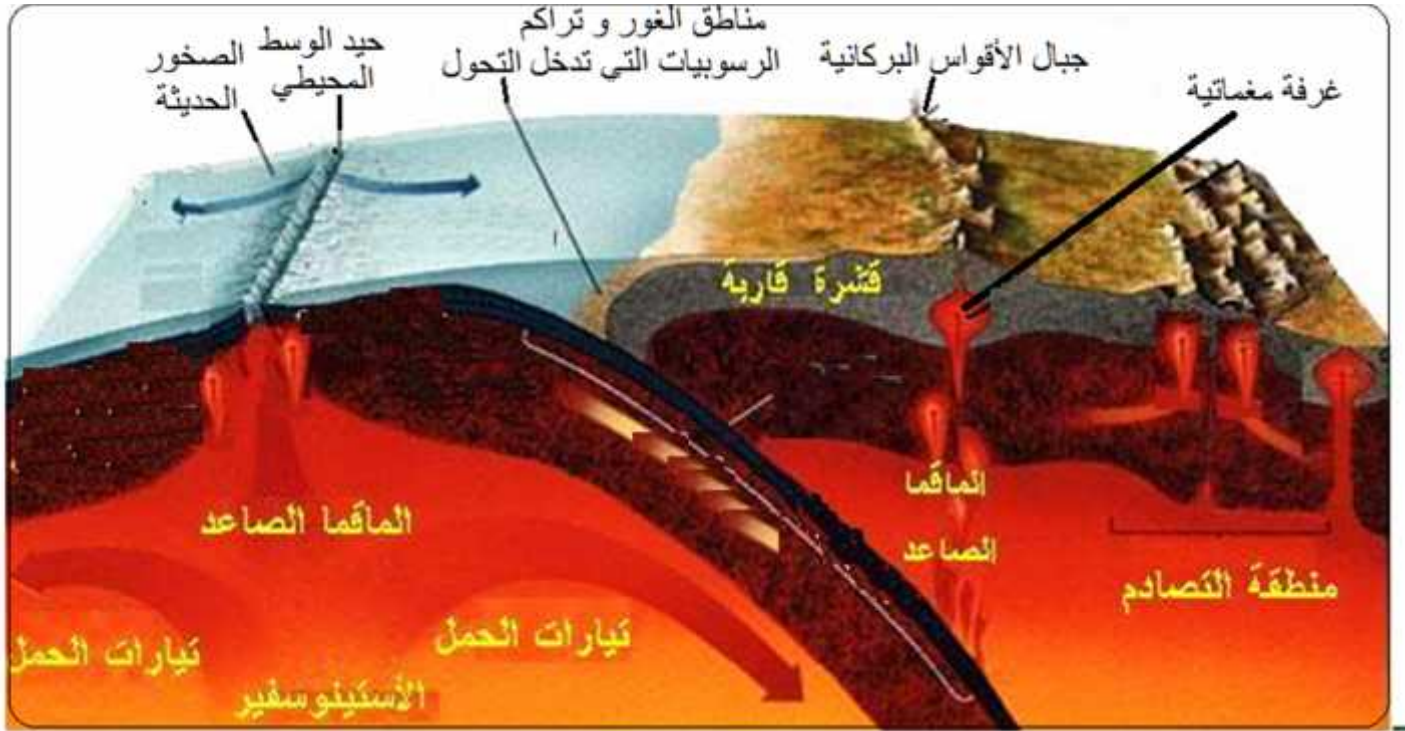
وبتضاريس خاصة وبتكوين بتروغرافي و معدني خاص، ترتبط هذه الظواهر والتضاريس

الظواهر وسط محيطية التي ترتبط بدورها

البرنس الليتوسفييري والبرنس الأستوسفييري

❖ كيف تفسر التضاريس والظواهر

الوثيقة التالية بعض الظواهر الجيولوجية المرتبطة بحركة الصفائح .



الوحدة الثانية: لنشاط التكتوني و الظواهر و البنيات الجيولوجية المرتبطة به

(I) - على مستوى مناطق البناء (الظواهر)

1-الظواهر و البنيات المميزة للظواهر وسط محيطية:

2-بتروغرافية الليتوسفيير المحيطي:

3-نشاط غرفة مغماتية تحت ظهرة وسط محيطية:

4-:- الخسف الأفريقي

(II)

1-الظواهر المرتبطة بالغوص

2-بنية جيولوجية مميزة لمنطقة الغوص: موشور الترسيب:

3-اختفاء اللوح المحيطي و الظواهر المرتبطة بالغوص:

4- المميزة لمناطق الغوص:

1-4: تغيرات الطارئة على معادن صخور ( ):

2-4: الصخور المميزة:

5- ظروف انصهار بيريدوتيت برنس اللوح الطافي على مستوى مناطق الغوص:

## ❖ التذكير بالموارد القبلية: حدد المناطق النشطة المختلفة بالنسبة للمحيطات والقارات و

### أشكال التضاريس المرتبطة بها.

تنطبق خرائط التوزيع العالمي للزلازل و البراكين وتسمح **بتحديد مناطق** واسعة قليلة أو عديمة النشاط تحدها ت ظواهر وخصائص مورفولوجية محددة، حيث في **نمير الظهورات المحيطية** **تميز** **الجزر البركانية** (سلاسل من الجزر مثل اليابان، الفيليبين، الأنتي،)، **سلسلة جبلية** مثل سلسلة الأنديز بأمريكا الجنوبية.

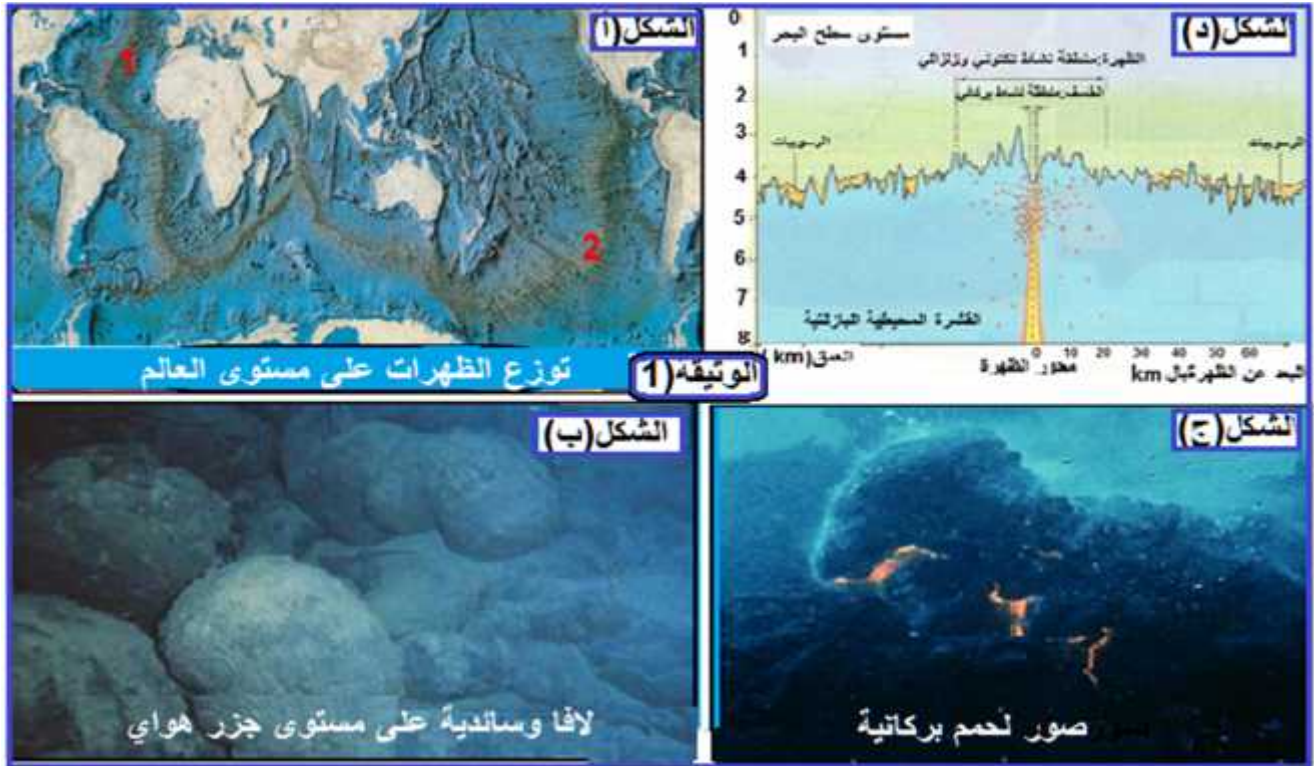
### (I)-:

الظهورات المحيطية هي سلاسل جبلية تحت مائية و توجد في كل الأحواض المحيطية و تشكل في مجموعها تضاريس تمتد في قاع المحيطات، إن تشكل القشرة المحيطية انطلاقا من المواد الناتجة من البرنس الأستينوسفيري تدعى " **المحيطي**

## ❖ (1) كيف تفسر التضاريس و الظواهر المرتبطة

### 1-الظواهر و البنيات المميزة للظهورات وسط محيطية: (accrétion)

- بين ( ) الوثيقة 1 288 خريطة توزيع الظهورات في العالم (1 2 تمثل ظهورات وسط محيطية)
- ( ): لافا و سائدية على مستوى جزر هواي.
- ( ): تمثل صور لحمم بركانية.
- ( ): تمثل طبوغرافية قاع المحيط



### التعليمات (1):

باستغلال أشكال الوثيقة (1) استخراج بعض البنيات و الظواهر المميزة للظهورات وسط محيطية

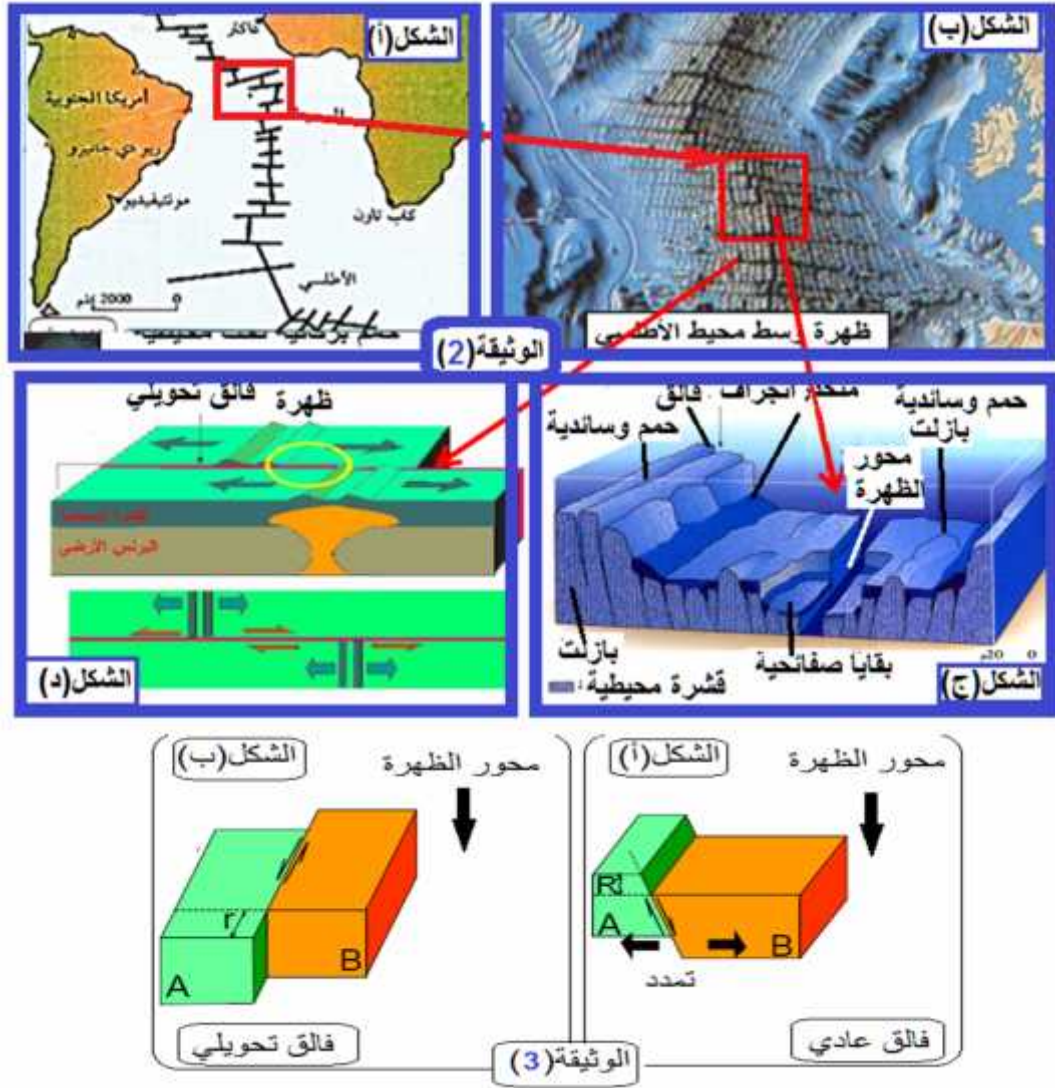
### أقيم:

ان الظهورات وسط محيطية تشكل أحزمة وسط محيطية و هي عبارة عن سلاسل جبلية بركانية تحت مائية (الشكل (أ)) تتميز الظهرة بنشاط بركاني من النمط الطفحي لأن اللافا المنبعثة جد مائعة تشكل و سائد صخرية (pillow lava نتيجة تبردها السريع عند ملامستها للماء، يمكن أن تصل الجبال البركانية الى السطح مشكلة جزر بركانية مثل جزيرة اسلندا (الشكلان (أ) و (ب)) يسمى الجزء المركزي من الظهرة بالخسف أو الريفت و الذي يتميز بنشاط زلزالي سطحي ضعيف .

### طبوغرافية قاع المحيط:

يؤدي مستوى الظهورات سلاسل جبلية بإمكانها أن تصل في بعض الأحيان الى بركانية كاسلندا تتميز الظهورات بوجود زلازل تنتشر على مستوى الريفت لا تفوق قوتها 5

تحويلية تقطع الظهر عموديا من جهة أخرى.  
 • تبين أشكال **لوثيقة (2)** موقع هذه الفوالق.



### التعليق (2):

باستغلال الوثيقة (2) أستخرج ظواهر جيولوجية أخرى تميز الظهر وسط محيطية وبين علاقتها بالزلازل.

### أقيم:

يتبين من الوثيقة أن الظهر تخترق بنوعين من الفوالق، فوالق عادية موازية لمحور الظهر و فوالق تحويلية يكون خط امتدادها عمودي على محور الظهر تعمل على تغيير مسار الظهر، قد تكون هذه الفوالق يمينية أو يسارية و تتسبب في حدوث الزلازل السطحية على مستوى الظهر.

**تميز** \_\_\_\_\_ : تضاريس تتمثل في جبليّة مائية (**الظهرات**)

**المحيطات** \_\_\_\_\_ **سطحية** \_\_\_\_\_ ( ) .

السلاسل الجبلية بها من الفوالق، التي تتسبب في الزلازل السطحية:

- **فوالق موازية** لمحور امتداد الظهر (**فوالق عادية**)
- على محور امتداد الظهر (**فوالق تحويلية**) تعمل على تغيير مسار الظهر ودورانها حول الصفائح التكتونية

## 2- بتروغرافية الليتوسفير المحيطي:

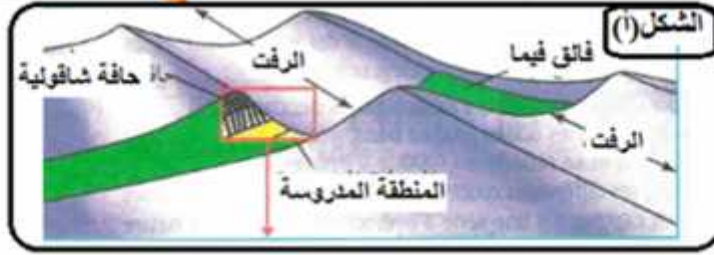
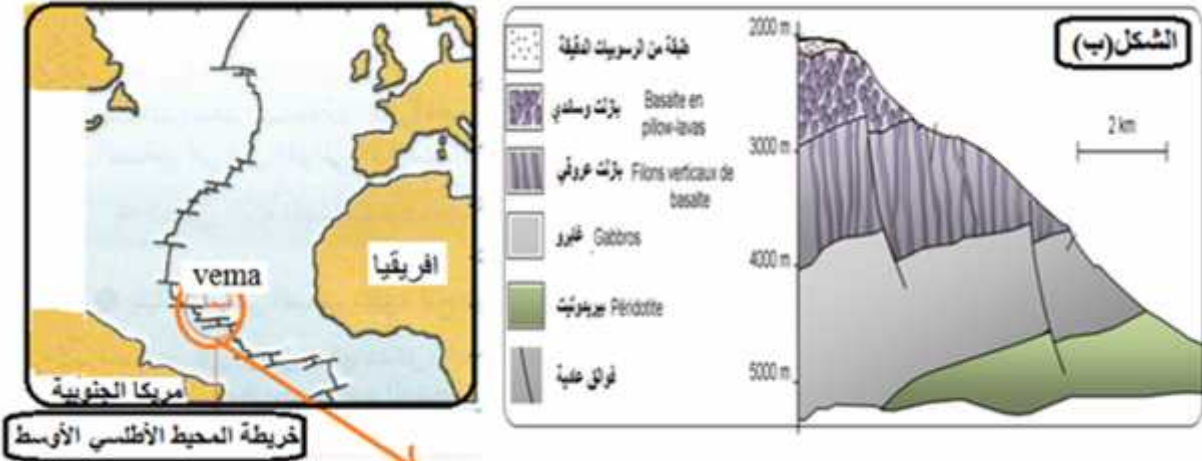
أجرى العلماء أبحاثا بتروغرافية من أجل تحديد تسلسل صخور الليتوسفير المحيطي:

- **1973 Famous** وهي بعثة علمية فرنسية أمريكية مشتركة نظمها معهد علوم البحار **Ifremer** كان هدفها اكتشاف أسفل المحيط وتم من خلالها البحث عن **العلاقة الموجودة بين نشاط الظهرة (الريفت) وتباعد القارات** (إفريقيا وأمريكا الجنوبية) واستعمل فيها غواصة **Cyana archimede**

- **نوتيل 1989 Nautil**: بعثة علمية أغلبها من الفرنسيين نظمها نفس المعهد السابق وشارك فيها \_\_\_\_\_

**التحويلي** **الوثيقة (6)** جيولوجي المحيط ان هذا **الفالق عمودي تحويلي** (أي أزاخي) يميني حيث جزأين

من القشرة المحيطية أفقيا على مسافة قدرت بـ 300 . هو يعرف **Vema**



الوثيقة (6)

1: **اختيار Vema** لهذه الدراسة .

2: الشكلين (أ) و (ب) من الوثيقة (6)

3: تخطيطي المحيطية

4: **حول طبيعة صخور القشرة المحيطية؟**

**أقيم اجابتي:**

1: **تعليل اختيار فالق بمناطق البناء لدراسة الصخور المرتبطة** لأنه فالق تحوي (عمودي على محور الظهرة) يسمح برؤية الصخور الداخلية دون انجاز \_\_\_\_\_ حيث يظهر الفالق

2: **تحليل الشكلين:**

- يمثل الشكل (أ) مظهر للمنطقة المدروسة التي يتواجد فيها فالق فيما ، في حين يمثل الشكل (ب) تسلسل الصخور المكونة لليتوسفير المحيطي . حيث:

• ( ) : **(Vema)** اليمين

توافقها

التحتية

:

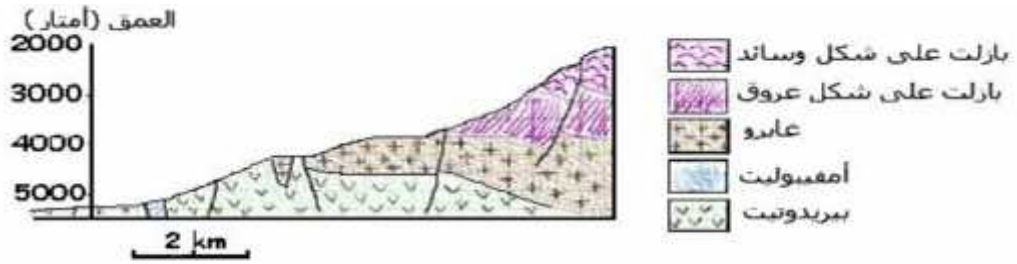
المحيطية

( ) ظهرت

• بيريدوتيت

• ظهرت الفوالق العادية الموازية لمحور الظهرة.

- المحيطية غير متجانسة التركيبية الصخرية : تتركب من صخور نارية مختلفة .
- 3: رسم تخطيطي يوضح المكونات الصخرية للقشرة المحيطية.



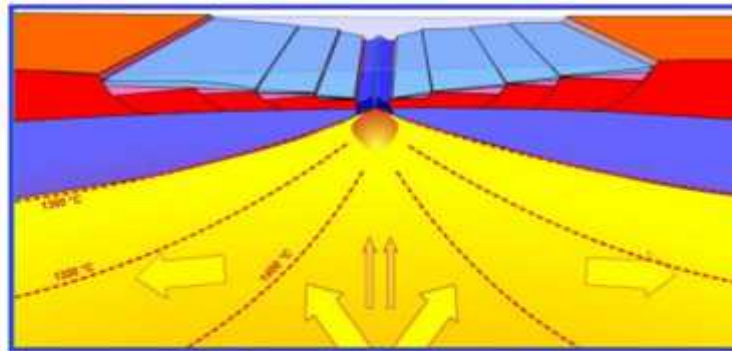
مكشوف صخور القشرة المحيطية على مستوى الفالق التحولي Vema

#### 4: طبيعة صخور القشرة المحيطية:

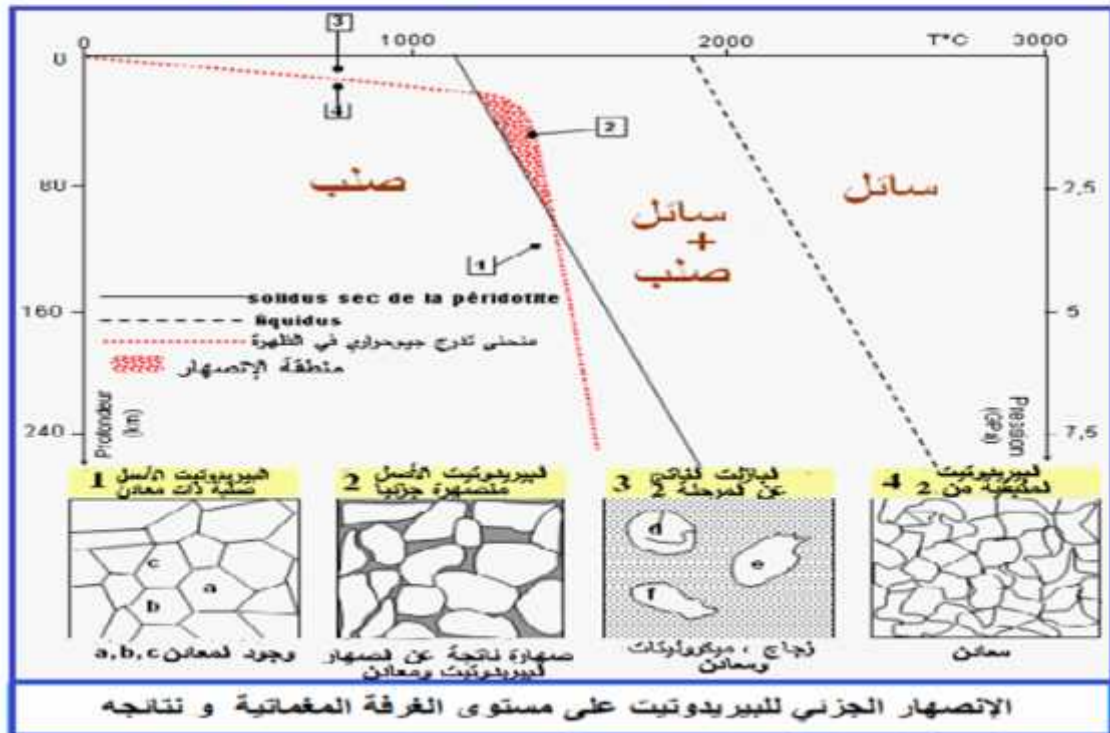
- المحيطية
- بيريدوتيت
- المحيطية
- التركيبية الصخرية : تتركب من صخور نارية مختلفة .

#### 3- مغماتية تحت ظهرة وسط محيطية:

- ترتبط مناطق التباعد القاري بمغماتية نشطة تعمل على تجديد القشرة المحيطية مع تشكل سلاسل جبلية تحت بحرية
- ❖ (2): ما مصدر الماغما على مستوى الظهرة؟



الوثيقة (5): منحنيات الحرارة المتساوية (isotherme) على مستوى الظهرة



## التعليقات (4):

- 1: انطلاقا من الوثيقة (5) الممثلة لمنحنيات متساوية الحرارة على مستوى الظهر ، حدد شروط الضغط و الحرارة أسفل الظهر وسط محيطية مغللا اجابتك.
- 2: باستغلال مخطط الحرارة و الضغط و منحني انصهار البيريدوتيت ،فسر مختلف التغيرات التي تطرأ على البيريدوتيت مبينا نتائجها.

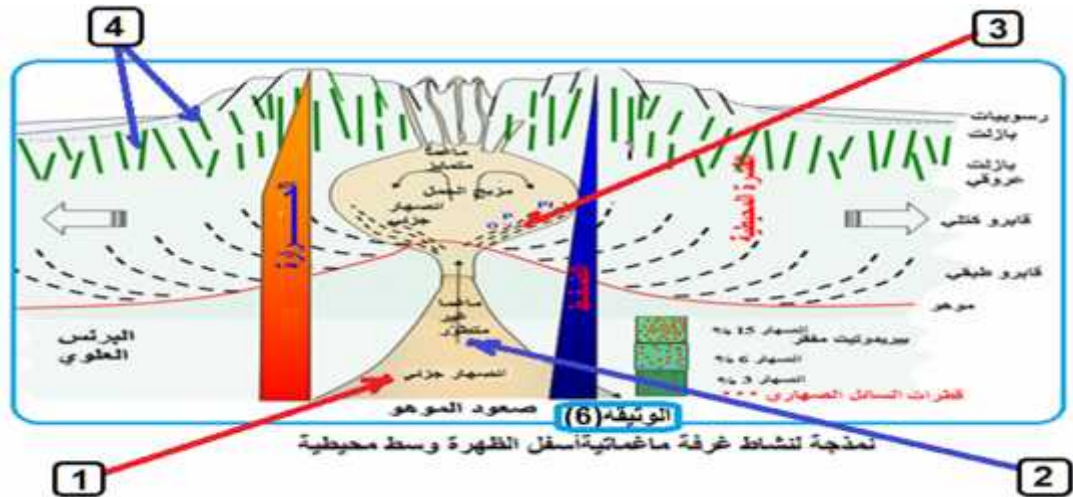
## أقيم

- **الوثيقة (5)** يتبين لنا أن ارتفاع منحنيات ذات الحرارة المتساوية على مستوى الظهر و هذا ما يجعل  $1300^{\circ}\text{C}$  قريبا من السطح (ارتفاع الموهو) (Moho)، فيكون بذلك العمق قليل و الضغط منخفضا ما يسمح بتشكيل غرفة مغماتية.
- انطلاقا من مخطط انصهار البيريدوتيت : يتبين ظهور تقاطع منحني التدرج الجيوحراري على مستوى الظهر مع منحني انصهار البيريدوتيت ، و هذا يدل على بداية انصهار هذا الصخر ، تظهر الأشكال أن البيريدوتيت في منطقة solidus صلب ذو بنية حبيبية حيث يتكون من معادن متمثلة في الأوليفين ، البيروكسين و البلاجيوكلاز **(1)** تمثل مصدر للبيريدوتيت .
- **(2)**: يتعرض البيريدوتيت الى انخفاض الضغط ودرجة حرارة عالية مما يؤدي الى انصهار جزئي للبيريدوتيت (péridotite)، فينتج عن ذلك سائل صهاري يحتوي على الألومنيوم و السيليس ذوي كثافة منخفضة و معادن غير منصهرة.
- **(3)**: و مع صعود السائل الصهاري الى المستويات الأعلى و السطح ، تنخفض درجة الحرارة ، مما يؤدي الى تبردها بشكل سريع وتشكيل بذلك صخر ذي بنية ميكرولتية يحتوي على زجاج ، ميكروليتات و معادن المتمثل في (basalte)، أما الجزء المتبقى من البيريدوتيت في الغرفة المغماتية يتبرد ببطء مشكلا صخرا ذي بنية حبيبية يتمثل في الغابرو (gabbro)

لديك **الوثيقة (6)** الممثلة لنموذج غرفة مغماتية أسفل الظهر وسط محيطية

4- المغماتية، بينما يصعد الجزء السائل نحو قمة الغرفة ، ثم الى السطح أين يتبرد بسرعة مشكلا صخور ميكرولتية (pillow lava) عندما يتم التبريد ضمن شقوق القشرة المحيطية يتشكل البازلت العروقي

3- المعادن المتواجدة في الغرفة المغماتية تضم الى جدران هذه الأخيرة لتشكيل صخر ذو بنية حبيبية (gabbro) في قاعدة الغرفة المغماتية و تحت الغابرو بقية البيريدوتيت و التي فقدت عناصرها الحامضية (الألمونيوم و السيليس)، لذا تصبح صخرا فوق قاعدي، يشكل البرنس الليتوسفيري



1- انصهار جزئي للبيريدوتيت نتيجة انخفاض الضغط في درجة حرارة عالية (صعود الموهو) (Moho) البيريدوتيت من أوليفين ، بيروكسين و هي معادن غنية بالحديد و المغنزيوم و من بلاجيوكلاز معدن غني بالسيليس و الألومنيوم

2- ينصهر البلاجيوكلاز أولا مشكلا سائل مغماتي غني بالسيليس و الألومنيوم ، يتجمع الماغما المشكل من هذا السائل و بعض المعادن التي لم تنصهر في الغرفة المغماتية تحت الريفيت على بعد كيلومترات من السطح أين يتبرد ليشكل جزء منه معدن الأوليفين ثم بعد ذلك البيروكسين وأخيرا بلورات البلاجيوكلاز.

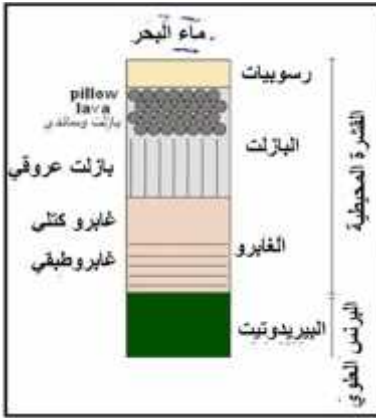
## التعليمية (5):

من خلال المعلومات المتوصل إليها من الوثيقتين (5) (6) اشرح نشاط الغرفة المغماتية.

## أقيم

### تقديم شرح لنشاط غرفة مغماتية:

- انخفاض الضغط مع بقاء الحرارة مرتفعة على مستوى الظهره نتيجة صعود الموهو يسمح بالانصهار الجزئي للبيريدوتيت و هذا ما يؤدي الى تشكيل غرفة ماغماتية .
- تتكون البيريدوتيت من أوليفين، بيروكسين و هي معادن غنية بالحديد و المغنيزيوم و من بلاجيوكلاز معدن غني بالسيليس و الألومنيوم.
- ينصهر البلاجيوكلاز أولا مشكلا سائل مغماتي غني بالسيليس و الألومنيوم ،يتجمع الماغما المشكل من هذا السائل و بعض المعادن التي لم تنصهر في الغرفة الماغماتية تحت الريفت على بعد كيلومترات من السطح أين يتبرد ليشكل جزء منه معدن الأوليفين ثم بعد ذلك البيروكسين وأخيرا بلورات البلاجيوكلاز .
- غرفة المغماتية، بينما يصعد الجزء السائل نحو قمة الغرفة، ثم الى السطح أين يتبرد بسرعة مشكلا صخور ميكروليتية (البازلت الوسائدي) أو pillow lava و عندما يتم التبريد ضمن شقوق القشرة المحيطية يتشكل البازلت العروقي .
- المعادن المتواجدة في الغرفة المغماتية تضم الى جدران هذه الأخيرة لتشكل صخر ذو بنية حبيبية (الغابرو) (gabbro) في قاعدة الغرفة الماغماتية و تحت الغابرو تبقة البيريدوتيت و التي فقدت عناصرها الحامضية(الألمونيوم و السيليس )،لذا تصبح صخرًا قاعدي، يشكل البرنس الليتوسفييري



## 4- الأفريقي

\* يعتبر واد الريفت الكبير (الشرق إفريقي)

جيولوجي هام ، فهو يمتد من \_\_\_\_\_ إلى غاية \_\_\_\_\_  
بعمق يتراوح ما بين عدة مئات إلى عدة آلاف من الأمتار. يتكون

950 كلم ، عرضه 40 60

فرعين : شرق و غرب متميزين تربطهما

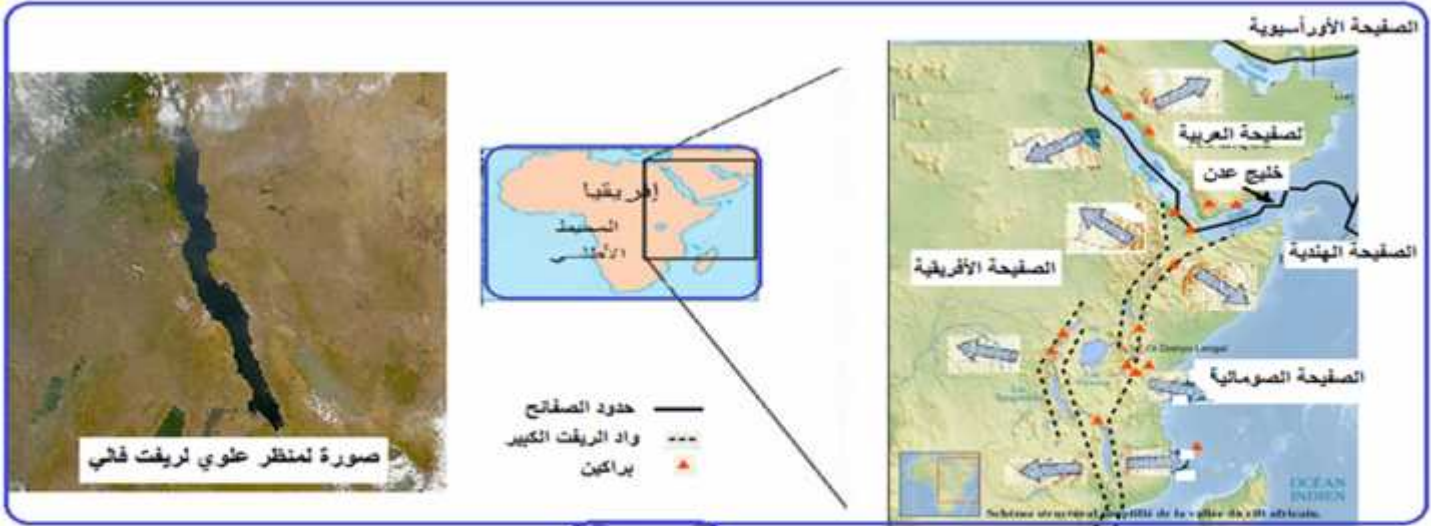
يعتبر هذا الريفت مجال الانهيار المسجلة في إفريقيا هي بداية

بطيء نسبيا ، في حدود 10 / يعتقد أن الخنادق الكبير

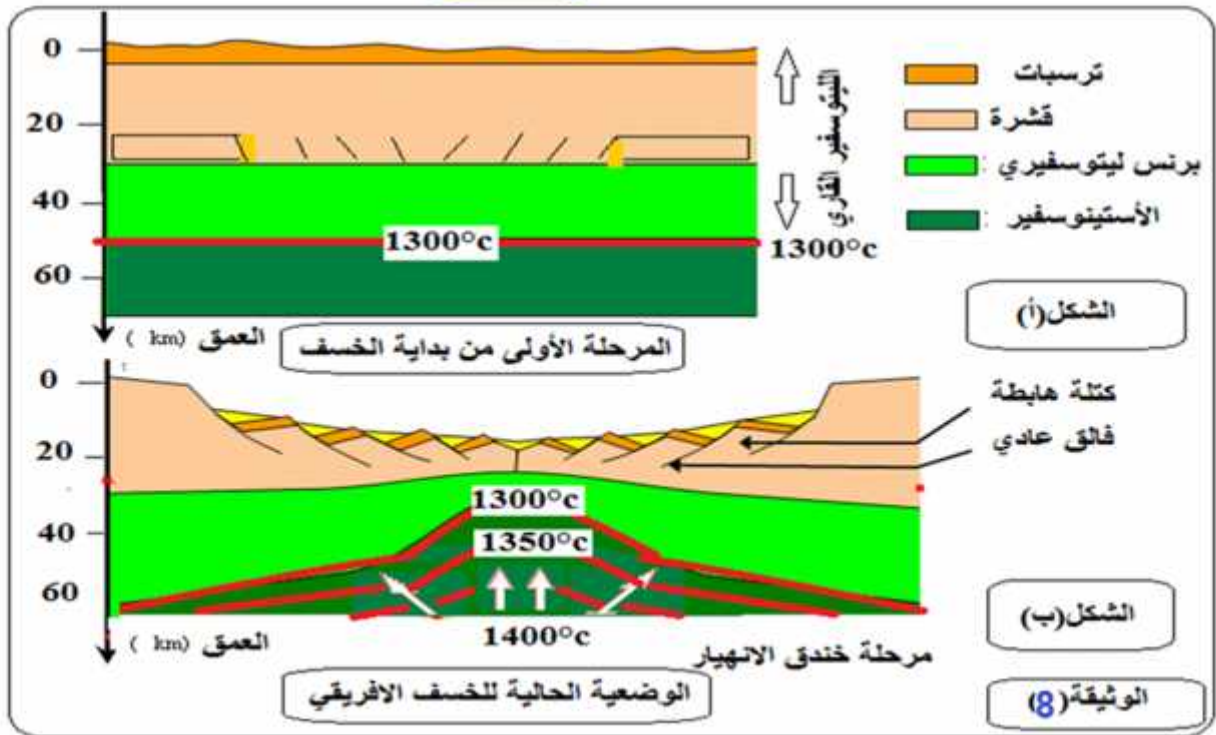
ظاهرة انفصال شرق إفريقيا عن باقى قارة إفريقيا.

## (3): كيف تفسر تشكل الخسف الافريقي؟ و بين الآثار الناتجة عنه.

- الوثيقة (7) خريطة ريفت الأفريقي.
- الشكل (أ) من الوثيقة (8) يمثل المرحلة الأولى من بداية تشكل الريفت (الخشف) ،
- ( ) يمثل الوضعية الحالية للريفت الأفريقي (الخشف)
- الوثيقة (9) تمثل مجمل مراحل تشكل الريفت الافريقي و الآثار الناتجة عنه



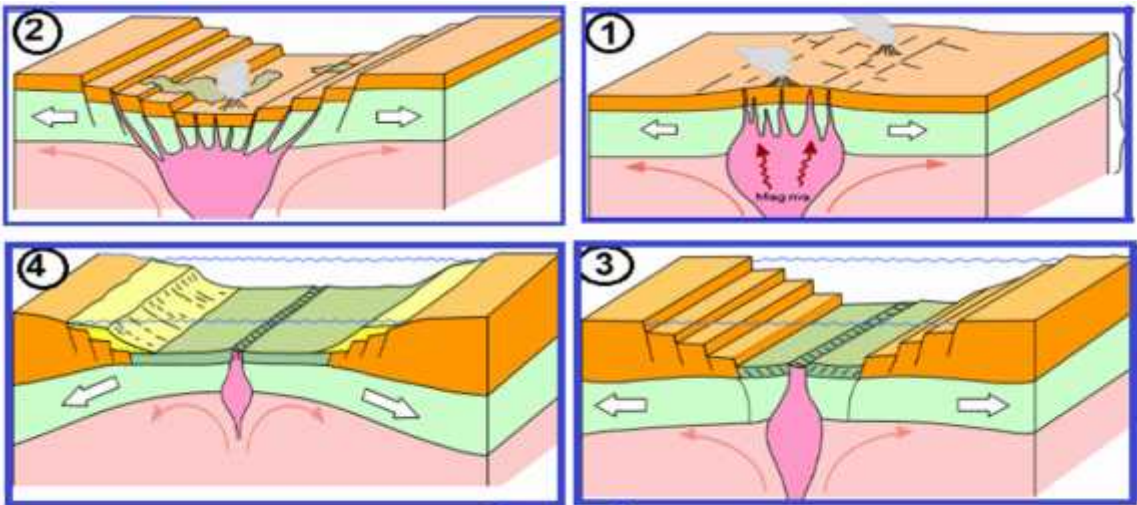
الوثيقة (7)



الشكل (أ)

الشكل (ب)

الوثيقة (8)



الوثيقة (9)

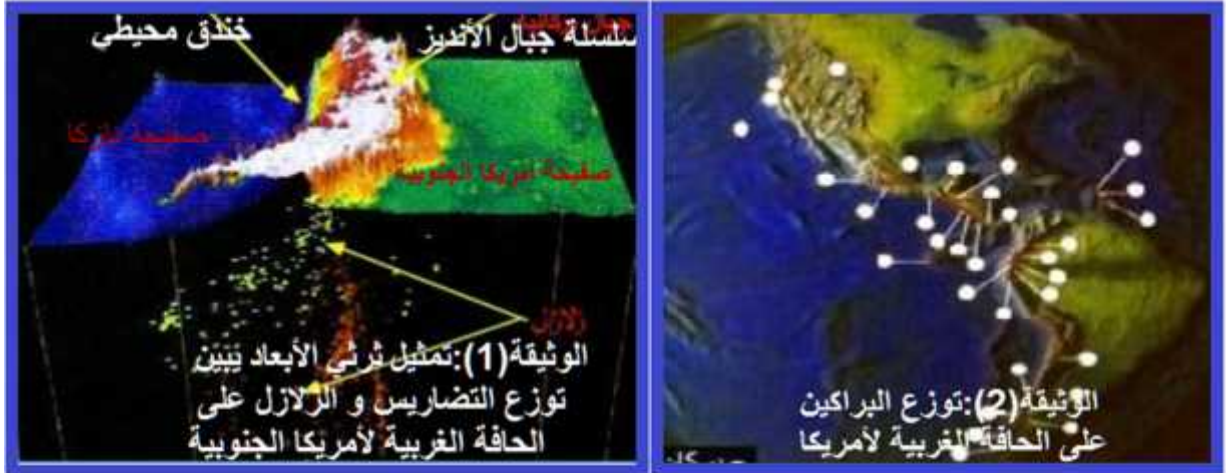


استرجاع المعارف المتعلقة بـمميزات مناطق الغوص في حالة الصفيحة الطافية أو محيطية أو قارية.

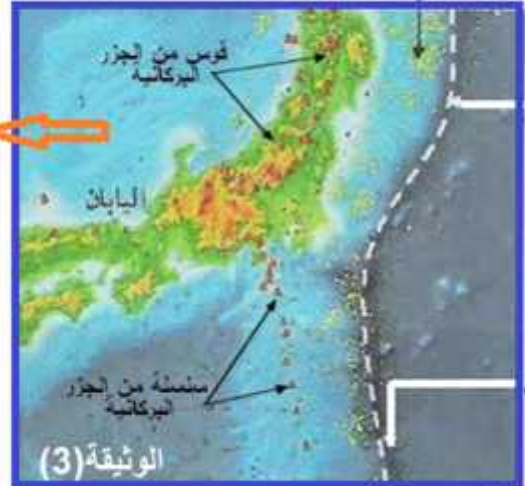
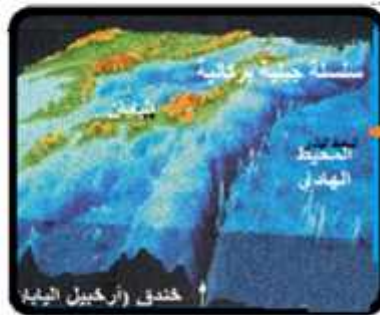
إن ازدياد قشرة الأرض بين حدود الصفائح التكتونية المتباعدة على مستوى الظهات يؤدي نظريا الى المحيطية فان هذه العملية تقابلها عملية نقص القشرة الأرضية تدعى بمناطق

❖ ما النشاط التكتوني و البنيات الجيولوجية

❖ 1- الظواهر المرتبطة بالغوص



المراكز السطحية للزلازل



حدود الصفائح التكتونية

صفيحة القليبين

صفيحة المحيط الهادي

## التعليق (7):

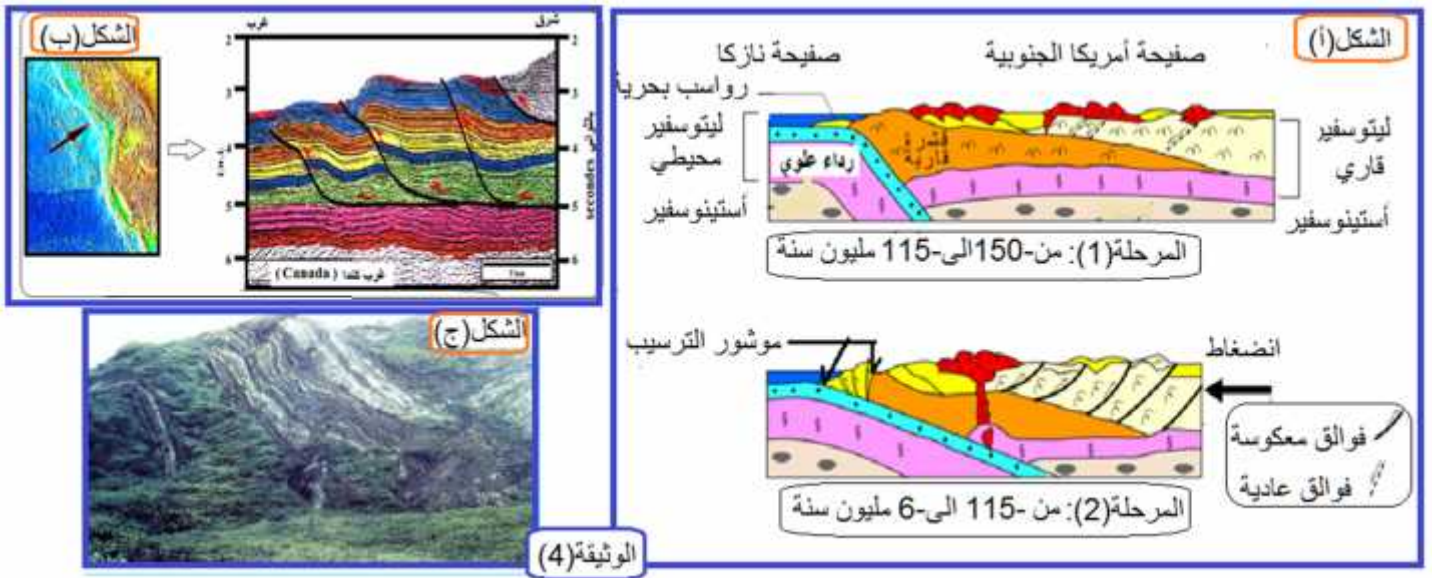
- 1: حدد توزع الزلازل على الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية.
- 2: أماكن توزع البراكين على مستوى قارة أمريكا الجنوبية، اليابان و الفليبين مبينا مميزات هذه البراكين
- 3: أستخرج أهم الظواهر المرتبطة بالغوص.

## قيم:

- 1: تحديد توزع الزلازل: من خلال الوثيقة (1) يتبين أن الزلازل تتمركز على الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية أين يوجد الخندق المحيط وتكون سطحية أو عميقة كما تتواجد في هذه المنطقة سلسلة جبلية بركانية.
- 2: من الوثيقة (2) (3) يتبين لنا أن البراكين تتمركز على الحواف الغربية لأمريكا الجنوبية و أما في اليابان و الفليبين فتتشكل أوسا من الجزر البركانية (arcs insulaires)، تتميز البراكين في هذه المناطق بأنها قوية ومن النمط
- 3: بالظواهر المرتبطة بالغوص: تبين مما سبق أن مناطق الغوص تتميز بخندق محيطي، زلازل عنيفة و عميقة، انفجارية، قوس من الجزر البركانية مثل سلسلة جزر اليابان، الفليبين أو سلاسل جبلية بركانية مثل جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية.

## 2-بنية جيولوجية مميزة لمنطقة الغوص: مؤشر الترسيب:

### الوثيقة (4) مراحل تشكل مؤشر الترسيب



( ) : مستوى الخندق المحيطي يؤدي الغوص الى انضغاط الطبقات الرسوبية التي تغطي اللوح المحيطي عند اصطدامها بحافة اللوح الطافي مشكلة مؤشر الترسيب .

( ) : تتطوي الرسوبيات البحرية المتوضعة على القشرة المحيطية (الطبقة الحمراء) و تحدث فيها فوالق تكون موازية طح الانفصال الذي تنفصل فيه الرسوبيات عن القشرة المحيطية.

( ) : جزيرة الباراد (ils de la barade) الموجودة في أرخبيل الكرايب، هي جزء من مؤشر ترسيب برز الى السطح حيث يلاحظ على سطحها طيات.

## التعليق (8):

بالاعتماد على أشكال الوثيقة (8) أشرح كيفية تشكل مؤشر الترسيب.

## قيم:

### كيفية تشكل مؤشر الترسيب:

- أثناء الغوص ، تكون الصفيحة المحيطية الغائصة مكسوة بطبقات رسوبية ، تعمل الصفيحة القارية الطافية على كشطها و فصلها عن القشرة المحيطية الغائصة و بذلك تتجمع هذه الرواسب مشكلة مؤشر الترسيب (مؤشر التضخم)
- الضغوط التكتونية تكثيف التشوهات (طيات و فوالق مقلوبة) مما يؤدي الى تقصير الغلاف الصخري القاري و الزيادة في سمكه ، كما تزداد التدفقات البركانية و مؤشر الترسيب من تضخم الغلاف الصخري ، فتتشكل تضاريس عالية تمثل سلاسل الغوص.

### تتميز مناطق الغوص :

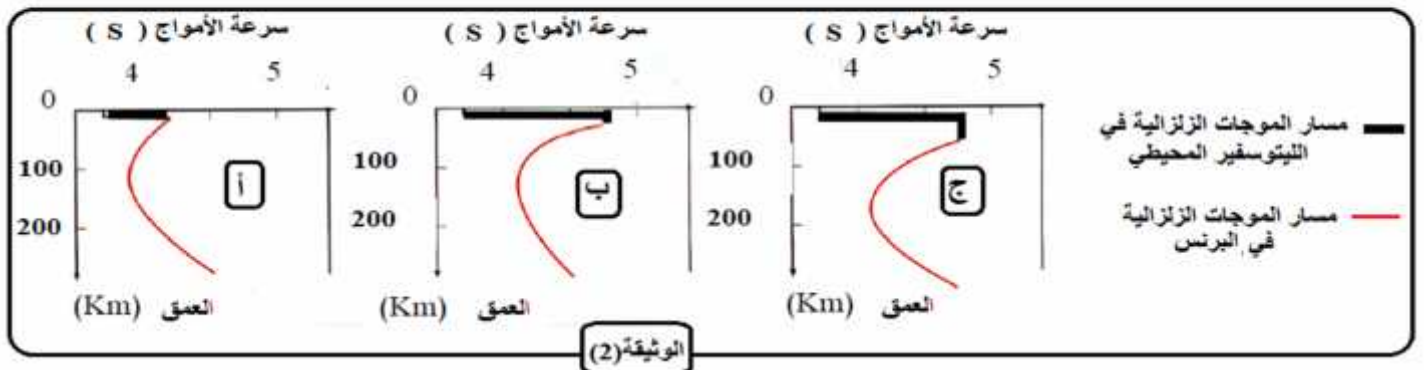
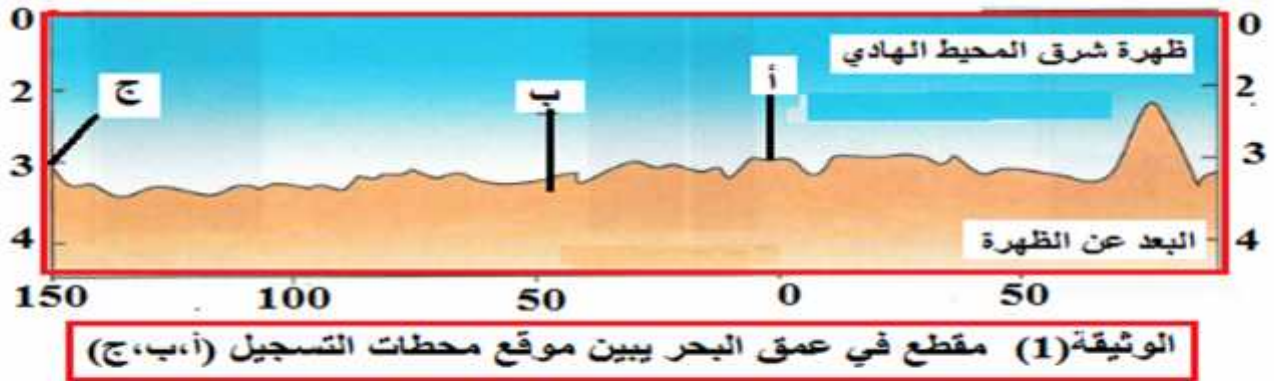
- بزلازل يتزايد عمق بؤرها من المحيط إلى القارة تصحبها اندفاعات بركانية انفجارية مائل يدعى بنيوف الذي يفصل بين الصفيحة الغائصة والصفيحة الطافية.
- التشوهات على مستوى بداية الغوص (طيات و فوالق مقلوبة) مما يؤدي الى تقصير الغلاف
- سلسلة جبلية قارية(جبال الأنديز) جبلية بركانية و هي محيطية(جزر بركانية مثل جزر اليابان قوس جزر الفيليبين) و خنادق محيطية.

### 3-اختفاء اللوح المحيطي و الظواهر المرتبطة بالغوص:

ان تقارب لوحين محيطيين أو لوح قاري يؤدي الى غوص اللوح المحيطي في البرنس .

❖ : فما المحرك الأساسي لظاهرة الغوص؟ ما هي الظواهر الماغماتية و التحويلية المرتبطة باختفاء اللوح المحيطي؟

تبيين الوثيقتان (1) (2) ( ) لتسجيل الموجات الزلزالية S، حيث تقع المحطة (أ) على مستوى محور الظهرة ،المحطة(ب) على بعد 50 كلم منها ،أما المحطة (ج) فتبعد عن محور الظهرة ب150



### التعليق (9):

- 1: حلل نتائج انتشار الموجات الزلزالية (S)
- 2: التغيرات التي طرأت على القشرة المحيطية عند ابتعادها ن الظهرة ، ماذا تستنتج حول سمك القشرة؟

**1: تحليل المنحنيات:**

- ❖ ( ) ان الموجات الزلزالية (S) على مستوى الظهر تمر عبر القشرة المحيطية على عمق أقل من 25km ، حيث تبلغ السرعة 4,5km/s
- ❖ ( ) :الزلزالية (S) عبر القشرة المحيطية 50km عن الظهر ، حيث تبلغ سرعة الموجات الزلزالية حوالي 4,7km/s ثم تبقى ثابتة الى غاية عمق 30km و هو عمق القشرة المحيطية.
- ❖ ( ) :الزلزالية (S) عبر القشرة المحيطية 150km عن الظهر ، حيث تبلغ سرعة الموجات الزلزالية حوالي 4,7km/s ثم تبقى ثابتة الى غاية عمق 50km

**2: تحديد التغيرات على القشرة المحيطية:**

المحيطية من الظهر زاد سمكها) حيث يزيد زمن انتشار الموجات الزلزالية

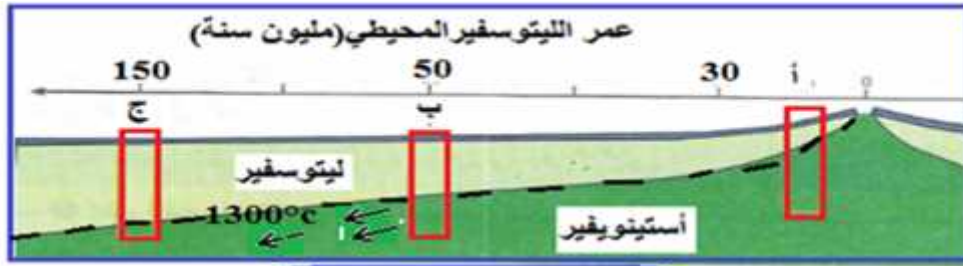
(الظهر).

**الوثيقة (3-)**

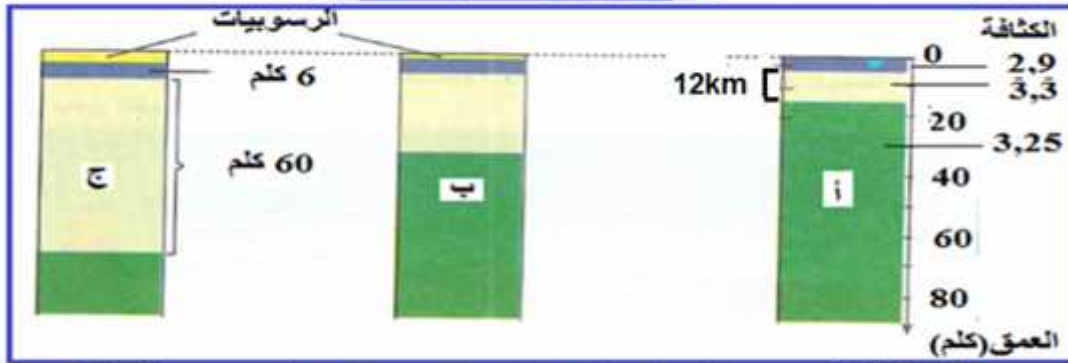
**(forages)**

، حيث تم الحصول على

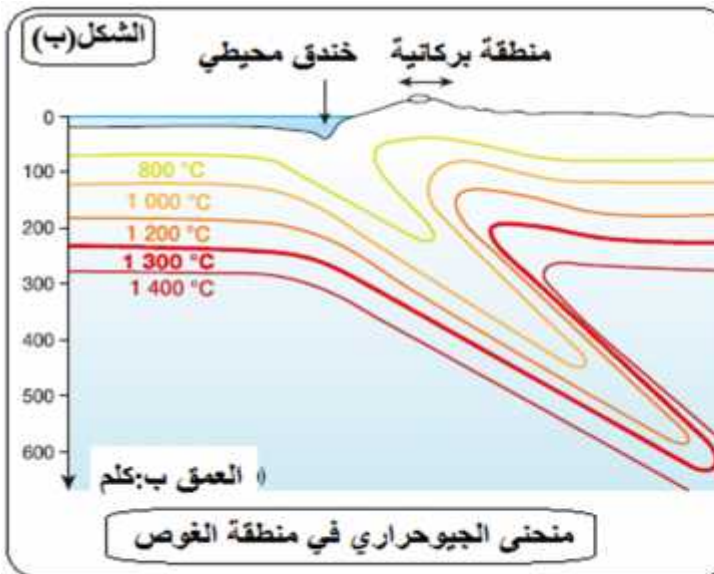
**صخرية**



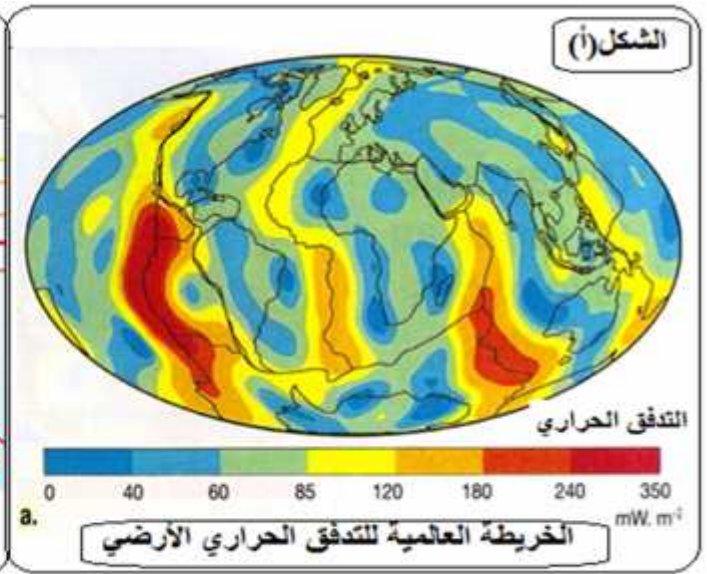
الوثيقة (3-أ.) موقع حفر الآبار



الوثيقة (3-ب.) أعمدة تمثل مختلف الصخور المكونة للمناطق الثلاثة



منحنى الجيوحراري في منطقة الغوص



الخريطة العالمية للتدفق الحراري الأرضي

الوثيقة (4)

## التعليقات:

**3:** معدل كثافة اللوح المحيطي في العمودين ( ) بينهما ، و ماذا تستنتج من الوثيقتين ( 3أ) و(ب) ) فيما يخص تطور الليتوسفير المحيطي؟

**4:** انطلاقا من الوثيقة (4) بين أن درجة حرارة البرنس محور الظه

**5:** انطلاقا من الوثيقة (2) (3) (4) بين كيف يتغير سمك و كثافة اللوح المحيطي كلما ابتعدنا عن الظهرة العامل المحرك لعملية الغوص

قيم :

**3:** حساب معدل كثافة اللوح المحيطي في العمودين أ و ج:

( ) :

تعطى العلاقة التالية:

$$( \text{سمك القشرة} ) + ( \text{كثافة البرنس الليتوسفيري} \times \text{سمك البرنس الليتوسفيري} ) / ( \text{سمك الليتوسفير} ) \\ (2,9 \times 6) + (3,3 \times 12) / (6 + 12) = 3,16$$

$$( ) : \\ (2,9 \times 6) + (3,3 \times 60) / (6 + 60) = 3,26$$

**4- التبيان:** تبين الوثيقة (4) أنه كلما ابتعدنا عن محور الظهرة نسجل زيادة في عمق الخط الحراري c 1300 ° (الحد الفاصل بين الليتوسفير و الأستينوسفير ) و بالتالي \_\_\_\_\_ .

**5: تبيان كيفية تغير سمك و كثافة اللوح المحيطي كلما ابتعدنا عن الظهرة :**

ان تبرد اللوح المحيطي كلما ابتعدنا عن الظهرة مع تشبعه بالماء و هذا ما يفسر ارتفاع كثافته و هذا ما يسمح بغوص اللوح المحيطي في الأستينوسفير .، اذن التباين في الكثافة بين الليتوسفير المحيطي و الأستينوسفير هو أحد المحركات الأساسية لعملية الغوص.

المحيطي

حيث

المحيطي

عملية

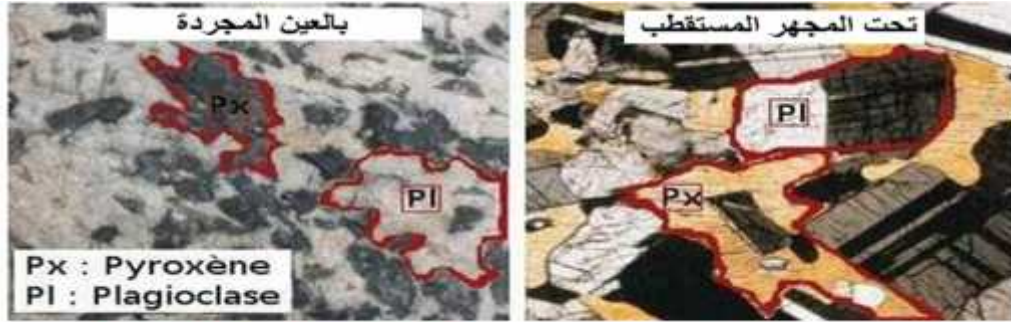
## تقديم وصف لظاهرة الغوص:

ان عملية \_\_\_\_\_ ه عملية \_\_\_\_\_ طرف إحدى الصفيحتين المتقاربتين تحت طرف الصفيحة الأخرى \_  
غوص اللوح المحيطي تحت الحافة النشطة لصفيحة تضم قشرة قارية أو قشرة محيطية  
الرداء العلوي المسمى الأستينوسفير و يحدث الغوص نتيجة الكثافة بين الصفيحتين المتقاربتين حيث  
يغوص الطرف الأكثر كثافة لذا يمكن القول أن ( الغوص يحدث غالبا عند تقارب صفيحة محيطية و أخرى قارية )  
على سبيل صفيحة المحيط الهادي و هي صفيحة محيطية تحت صفيحة أمريكا الجنوبية.  
تشمل قارة أمريكا الجنوبية )

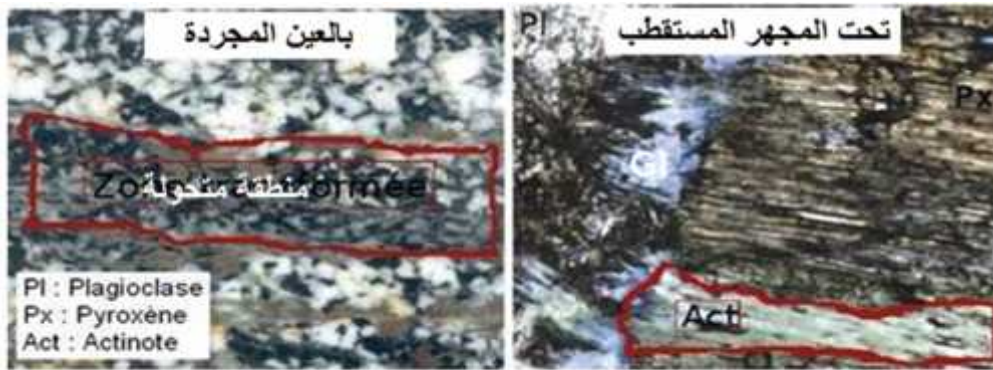
1-4: تغيرات الطارئة على معادن صخور ( )

ر المتحولة المميزة للحواف النشطة عن تحولات بازلت و الغابر و اللوح الغائص حيث تمثل أشكال

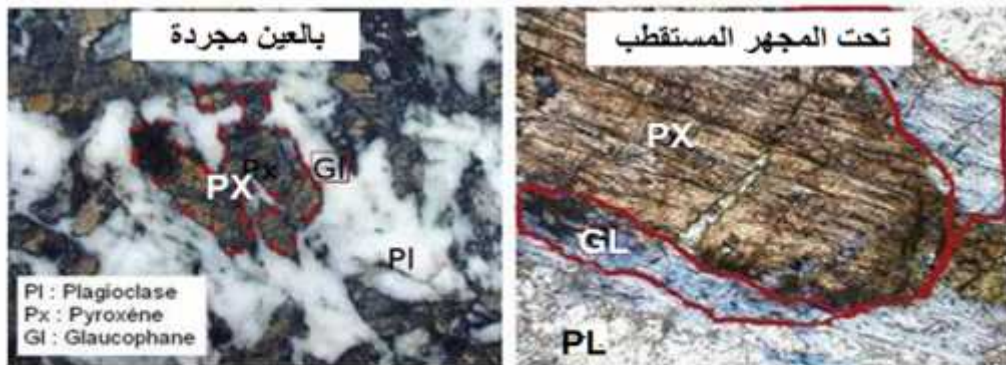
- الوثيقة (11) عينات أخذت (1 2 3) من الوثيقة (10) التغيرات المعدنية مستويات مختلفة من الصفيحة المحيطية الغائصة.



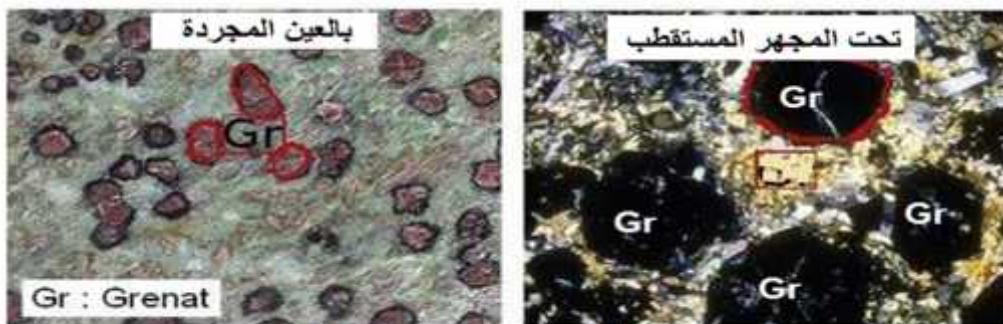
صورة لشريحة صخر الغابرو :  $Pyroxène + Plagioclase = Gabbro$



صورة شريحة لصخر الميتاغابرو métagabbro



شريحة لصخر الشيست الأزرق schiste bleu



صورة لشريحة صخر الاكلوجيت Eclogite

الوثيقة (11)

- 1: معادن الصخور المميزة لمناطق التباعد  
 قارن بين المعادن المكونة للغابرو و الميتاغابرو (ذي سحنة الشيست الأخضر)  
 2: قارن بين البنية النسيجية الميتاغابرو (ذي سحنة الشيست الأخضر) و الشست الأزرق من حيث تنظيم و شكل المعادن (GL PL)، ثم اقترح تفسير لهذا التنظيم.  
 3: قارن بين الشست الأزرق و الايكولوجيت من حيث التركيب المعدني و البنية النسيجية.

### أقيم اجابتي:

ج1: بين الميتاغابرو (ذي سحنة الشيست الأخضر) ظهور جديدة  
 الميتاغابرو ( الشيست الأخضر) الأكتينوت

2: بين الميتاغابرو (ذي سحنة الشيست الأخضر) و الميتاغابرو (ذي سحنة الشيست الأزرق) أنه يوجد ميتاغابرو (ذي سحنة الشيست الأخضر) أحجام صغيرة وكيفية توزيعها.

- ظهور جديدة الشيست
  - نسيج حيث الميتاغابرو بينما الشيست
- معين

### اقترح تفسير: يدل هذا

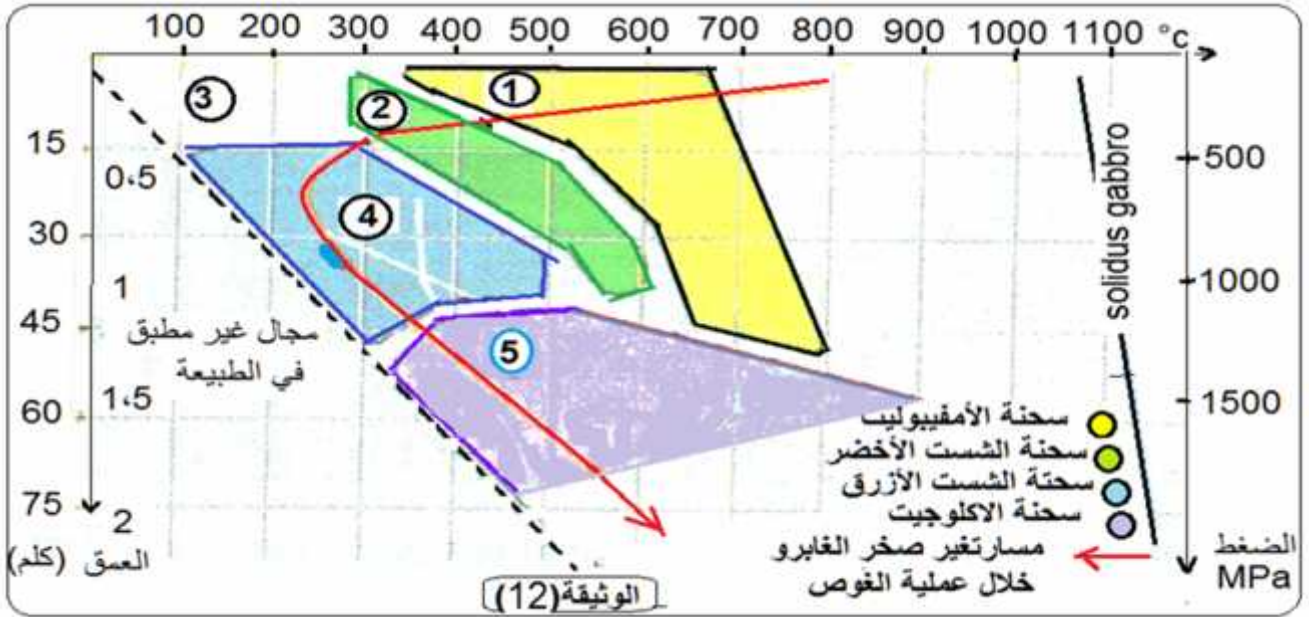
3: البنية النسيجية والتركيب :

- الإيكولوجيت كبيرة الشيست
- غياب وظهور الجاديت الإيكولوجي و هذا يدل هذا الإيكولوجيت عالية

- حرارة منخفضة وضغط متزايد يتعرض الغابرو لتبريد شديد وإماهة فيتحول إلى شيست أ مميز بمعدن هربلاند الأمفيبوليت (Amphibole)  
 ظاهرة الغوص تحول الغابرو إلى شيست أزرق يتميز بمعدن الجاديت والغرونا.  
 يشد الغوص فيتعرض الغابرو إلى تزايد الضغط و الحرارة فيتحول إلى أكلوجيت يميزها معدنا الانصهار البيريدوتيت الصفحية الملامسة (القارية) (chevauchante) .  
 - يعود هذا الانصهار لإماهة : يلعب مذيب ويخفف الانصهار.  
 - الانصهار هذا الانصهار يكون غير ( ) يفسر غنى بالسيليس يتطلب انصهاره عالية هو  
 - الحديد- مغنيزية تجفيف الصفيحة الانصهار لتغيرات وهذا ما يدعى

تتشكل الصخور المختلفة و المميزة لمناطق الغوص في ظروف معينة من الضغط والحرارة ،حيث تتغير المعادن وبالتالي يتغير نوع الصخر بتغير الظروف. تبين

• **الوثيقة(12)** خلال غوص الصفيحة المحيطية تحت الصفيحة أخرى سواء كانت محيطية أو قارية ،مما يؤدي الى ظهور معادن جديدة.



1: المبينة في الوثيقة(12).

2: المرحلتين (1 2) (3 4)

3: علمي أهم مراحل تشكل الصخور المميزة لمناطق الغوص .

أقيم اجابتي:

1: المعدنية

مرحلتين أساسيتين:

1: ظهور فيما بينها، حيث يتم

الأومفيبوليت

2: الجديدة الزيادة عملية الغوص حيث يتم

الإكلوجيت.

2: حيث ينتقل (1 2) متحول (ميتاغابرو)

تكون المعادن فيها مستقرة (domaine de stabilité) و نتحصل في هذه الحالة على

حيث تظهر تدريجيا معادن جديدة.

• يمثل الانتقال من (2) (4) الزيادة

بلاجيوكلاز + كلوريت + أكتينوت الشيبست

لاجيوكلاز + (أومفيبول) + البيروكسين.

• يمثل الانتقال من (4) (5) الزيادة المؤدية ظهور جديدة

والجاديت الإكلوجيت.

يمكن تلخيص مختلف التحولات المعدنية في المعادلات التالية:

1- بلاجيوكلاز + بيروكسان + أومفيبول (هورنبلاند)

2- بلاجيوكلاز + هورنبلاند + كلوريت + أكتينوت

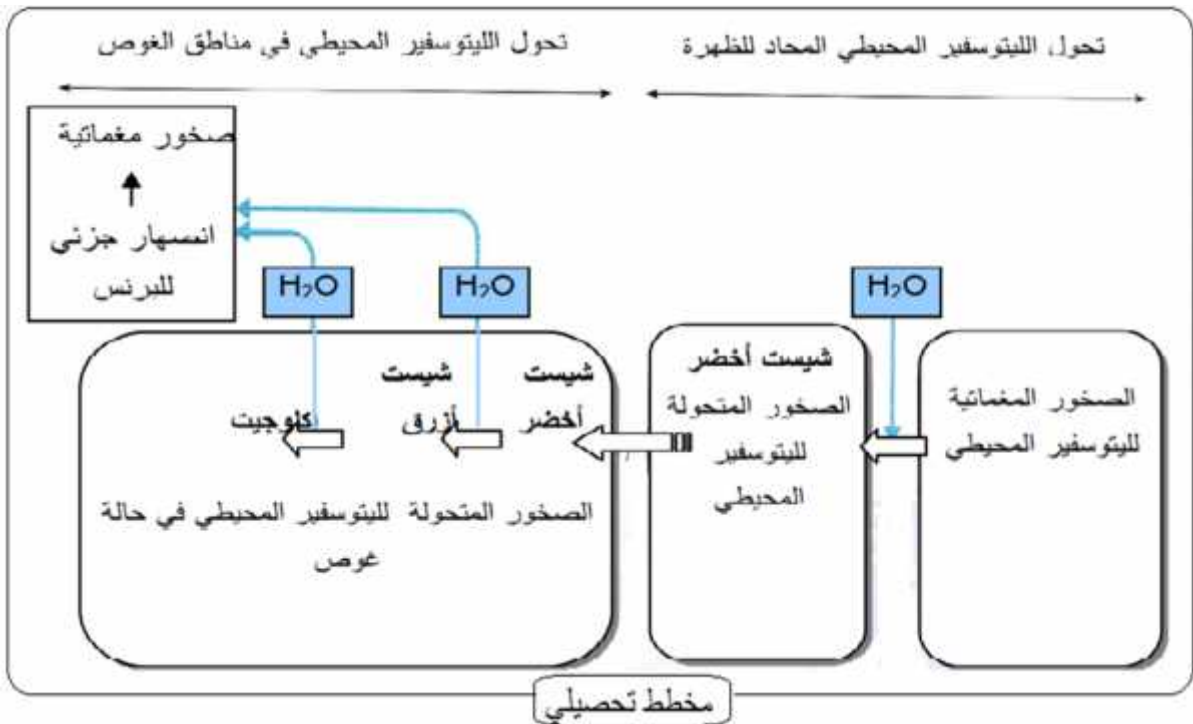
3- بلاجيوكلاز + كلوريت + أكتينوت + أومفيبول (غلوكوفان)

4- بلاجيوكلاز + جلوكوفان + غرونا + جاديت (بيروكسين)

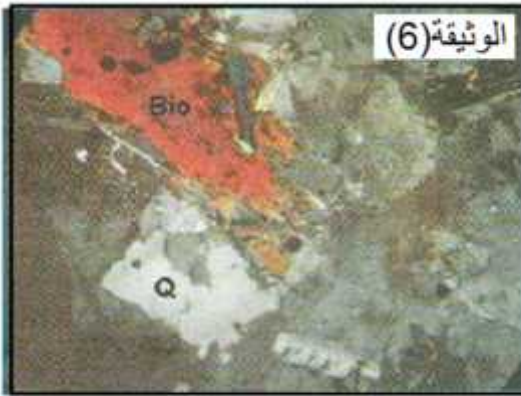
يبتعد الغابرو (بيروكسين، بلاجيوكلاز) الظهرة يتبرد ويتميه ويتحول إلى شيست أخضر (كلوريت، أكتينوت).  
يتعرض الليتوسفير المحيطي المميه لتزايد الضغط فيتشكل الشيست الأزرق (غلوكونان)  
الإكلوجيت (جاديت، غرونا).  
تظهر معادن مميزة لمناطق غوص الليتوسفير المحيطي تستقر في \_\_\_\_\_ :  
من جهة أخرى، يؤدي انصهار البيريدوتيت \_\_\_\_\_ يتغلغل نحو \_\_\_\_\_  
القفرة القارية .  
جيوب الماغما \_\_\_\_\_ تعطي بتبلورها التدريجي صخورا حبيبية اندساسية (ديوريت غرانوديوريت ،  
و الغرانيت )  
\_\_\_\_\_ الى السطح فيتسبب في احداث بركان انفجاري تتجم عنه صخور سطحية (الأنديزيت ، و الريوليت)

\_\_\_\_\_

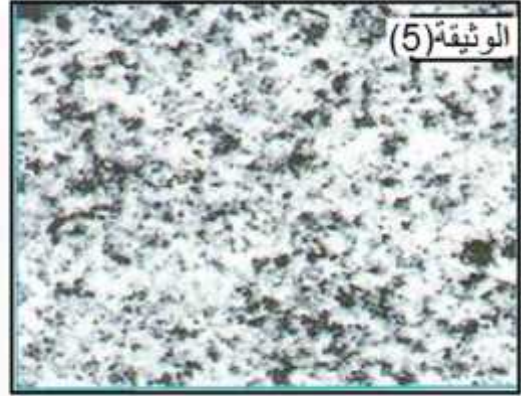
### حصيلة يبرز فيه



ينشأ تبين الوثائق التالية دراسة بتروغرافية بالعين المجردة وبالمجهر المستقطب لصخري الغرانوديوريت (الوثيقة (5) (6) الأنديزيت (الوثيقة (7) (8).



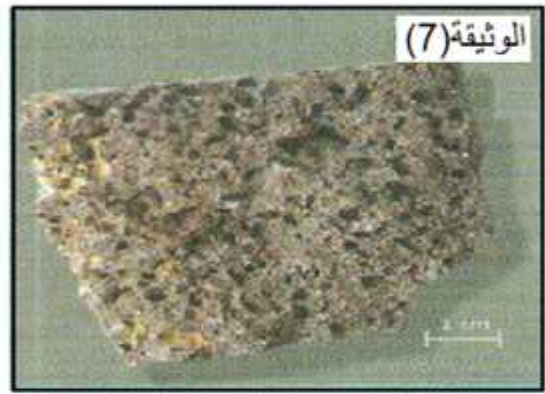
صورة لشريحة صخر الغرانوديوريت تحت المجهر المستقطب بالمحلل



صورة لعينة من صخر الغرانوديوريت بالعين المجردة



صورة لشريحة صخر الأنديزيت تحت المجهر المستقطب



صورة لعينة من صخر الأنديزيت بالعين المجردة

**1:** بالاعتماد على الوثيقتين (5) (7) قارن بين بنيتي عيني الغرانوديوريت و الأنديزيت .  
**2:** بالاعتماد على الوثيقتين (6) (8) و الملاحظة المجهرية ، قارن بين نسيج المعادن المكونة لصخري الغرانوديوريت و الأنديزيت و ماذا تستنتج حول طريقة تبلور الصخرين؟

**أقيم اجابتي:**

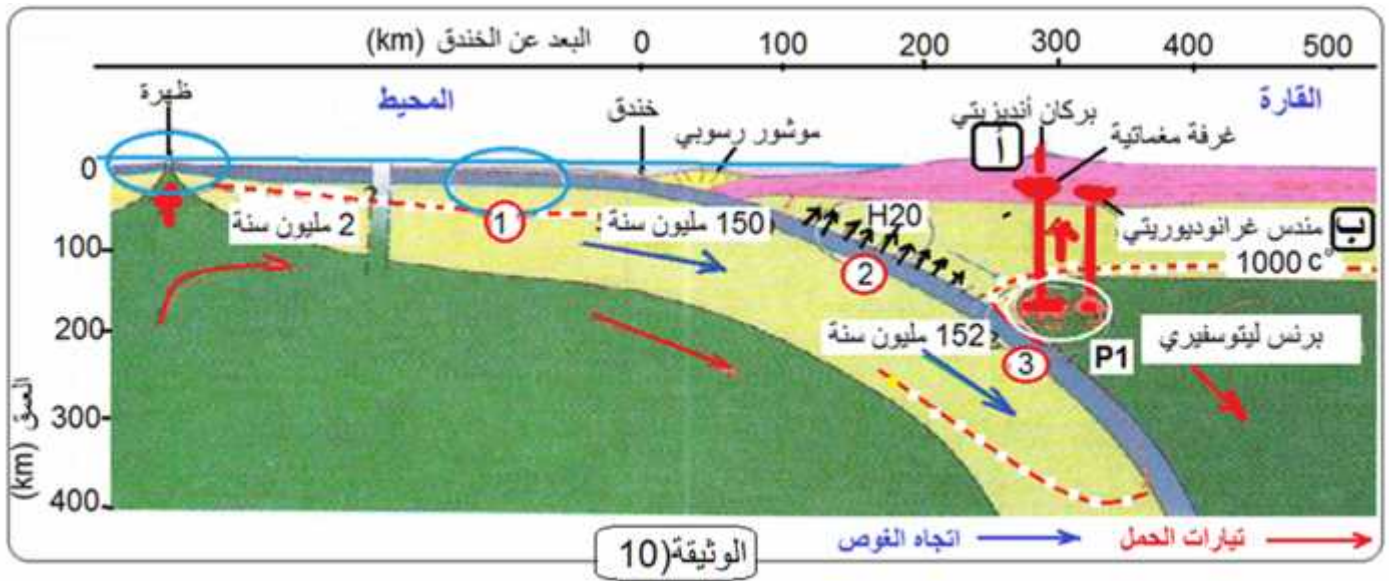
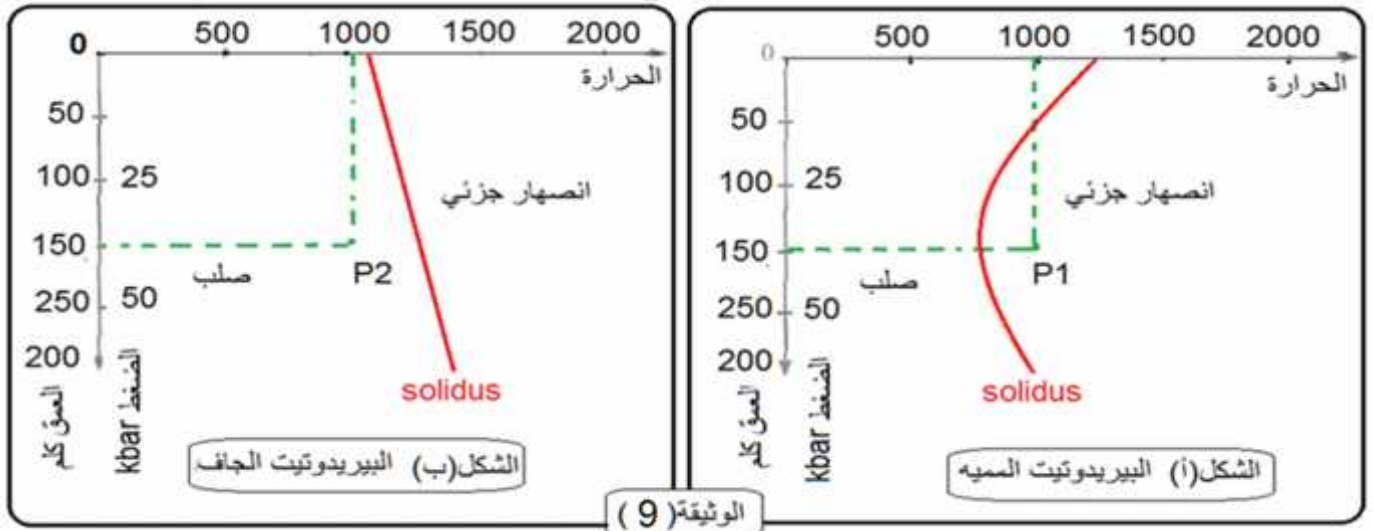
**1: المقارنة بين بنيتي الغرانوديوريت و الأنديزيت:**

<u>لغرانوديوريت</u>	الغرانوديوريت والأنديزيت تظهر	بين البنية البلورية	بالعين
	صخر الأنديزيت.	بينما	بلوراته بالعين
	<u>الغرانوديوريت والأنديزيت</u>	<u>نسيج</u>	<u>التدقيق</u>
	كبيرة	كبيرة ويتكون الأنديزيت	يتكون الغرانوديوريت
	<u>خليط</u>		صغيرة (ميكروليتية)

الغرانوديوريت يتم بينما الأنديزيت يتم .

5- ظروف انصهار بيريدوتيت برنس اللوح الطافي على :  
 ينتج انصهار لبيريدوتيت الطافي في ظروف فيزيائية وكيميائية مختلفة ،

❖ **(6):** هذا الانصهار للبيريدوتيت  
 لفهم هذه الظاهرة أجرينا الانصهار التجريبي للبيريدوتيت المميه  
 بين انصهار قطع من البيريدوتيت في حالة وجود الماء **(الشكل أ) من الوثيقة 9** و في حالة غياب الماء **( )**  
 • **الوثيقة (10)** تمثل رسما تخطيطيا .



- 1: حدد الظروف الفيزيائية التي تتواجد فيها النقطتين (P1) (P2).
- 2: أستخرج الحالة الفيزيائية للبيريدوتيت في الحالة (أ) (P1) ( ) (P2).
- 3: أستخرج من الوثيقة (10) الحالة الفيزيائية لبرنس اللوح الطافي في الموقع P1.
- 4: ماذا يحدث للقشرة المحيطية عندما تغوص تحت القشرة القارية؟
- 5: ماذا يحدث للبرنس الليتوسفيري
- 6: والعلاقة بين التركيب الكيميائي للماغما

والانصهار

**1: تحديد الظروف الفيزيائية:** ان تحليل الوثيقة يسمح باستنتاج أن النقطتين (P1) (P2)

حيث الضغط و الحرارة و تختلفان في موقعهما بالنسبة لخط الـsolidus.

**2: استخراج الحالة الفيزيائية للنقطتين P1 P2:** P1 البيريدوتيت الممي مجال الانصهار

P2 في حالة البيريدوتيت الجاف تقع في مجال البيريدوتيت الصلب

**3: استخراج الحالة الفيزيائية لبرنس اللوح الطافي:** يكون اللوح الطافي في النقطة P1 في حالة الانصهار الجزئي

التعليق: الانصهار يعد بيريدوتيت

**4: الملاحظة الدقيقة** تظهر أن الصفيحة الغائصة (القشرة المحيطية) تفقد ماءها تدريجيا خلال عملية الغوص.

**5: مصير البرنس الليتوسفيري:** الليتوسفيري يستعيد

**6:**

**6:** بالتركيب الكيميائي

يعمل انصهار الليتوسفيري ، حيث يلعب الماء دور مذيب

ويخفض من درجة الانصهار.

درجة الانصهار منخفضة فإن هذا الانصهار يكون غير كامل (جزئي) يفسر غنى

الماغما بالسيليس يتطلب انصهاره درجة حرارة عالية مثلما هو الأمر

الحديد- مغنيزية.