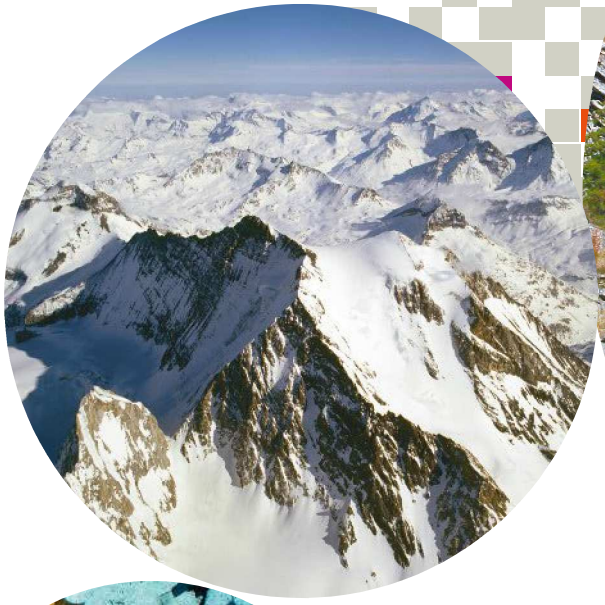
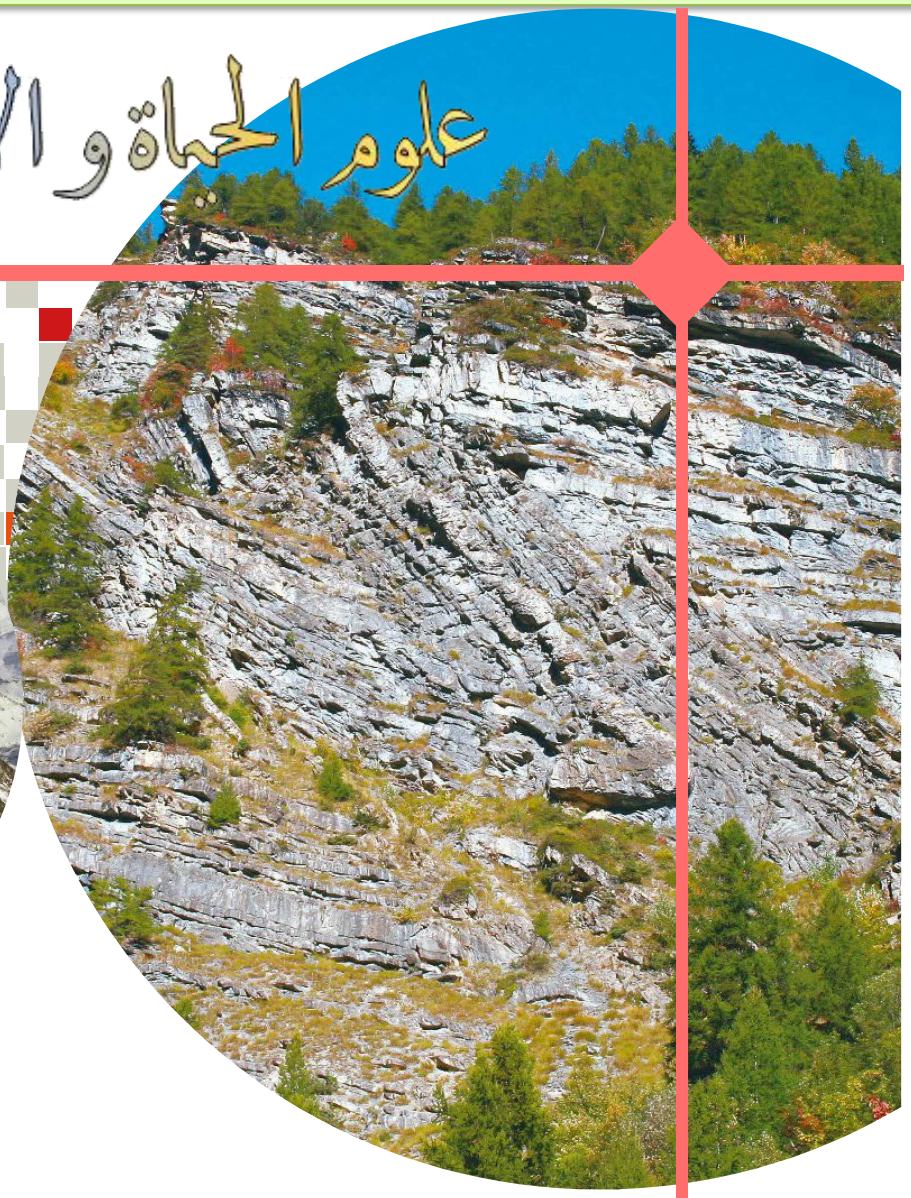
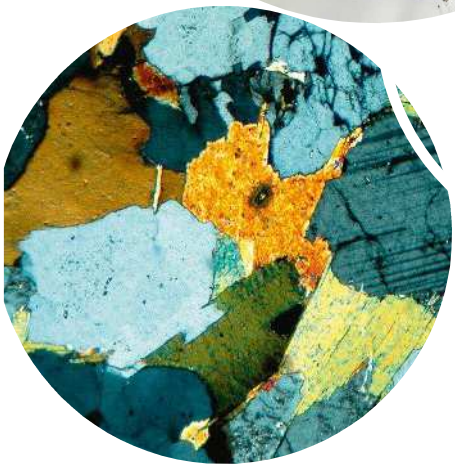
علوم الحياة و الأرض







الوحدة 6

الظواهر الجيولوجية المصاحبة لنشوء السلاسل الجبلية و علاقتها بتكتونية الصفائح

أسفر هشام

Lycée Mhamid 9

تقديم عام للوحدة

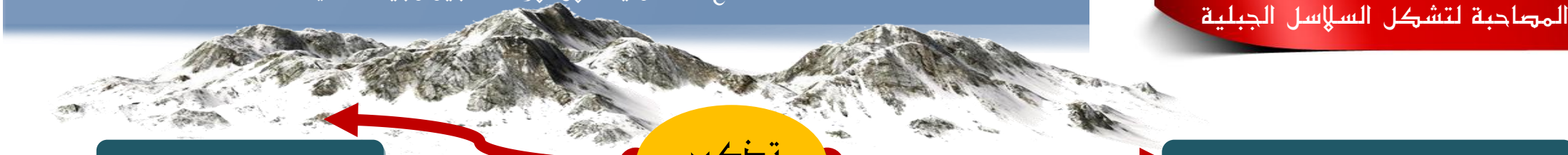
الظواهر الجيولوجية المصاحبة لنشوء السلاسل الجبلية و علاقتها بتكتونية الصفائح

وحدة مشتركة بين مسلك علوم الحياة و الأرض و العلوم الفيزيائية الغاية منه تعميق المعارف حول الظواهر الجيولوجية المصاحبة لنشوء السلاسل الجبلية (بركانية ، زلزالية ، تشوهات ، تحول و كرانيتية) و تموضعها في الزمان و المكان و ربطها بالظواهر الجيولوجية الأخرى التي تمت دراستها خلال السنة الثامنة من التعليم الإعدادي و أولى باكالوريا من اجل بناء نموذج تفسيري يسمح بفهم دينامية الكرة الأرضية ، في اطار تكتونية الصفائح

- السلاسل الجبلية الحديثة و علاقتها بتكتونية الصفائح
- طبيعة التشوهات التكتونية المميزة لسلاسل الطمر و سلاسل الإصطدام
- التحول و علاقته بدينامية الصفائح
- الكرانيتية و علاقتها بظاهرة التحول
- علاقة مختلف الظواهر الجيولوجية المدروسة بتكتونية الصفائح

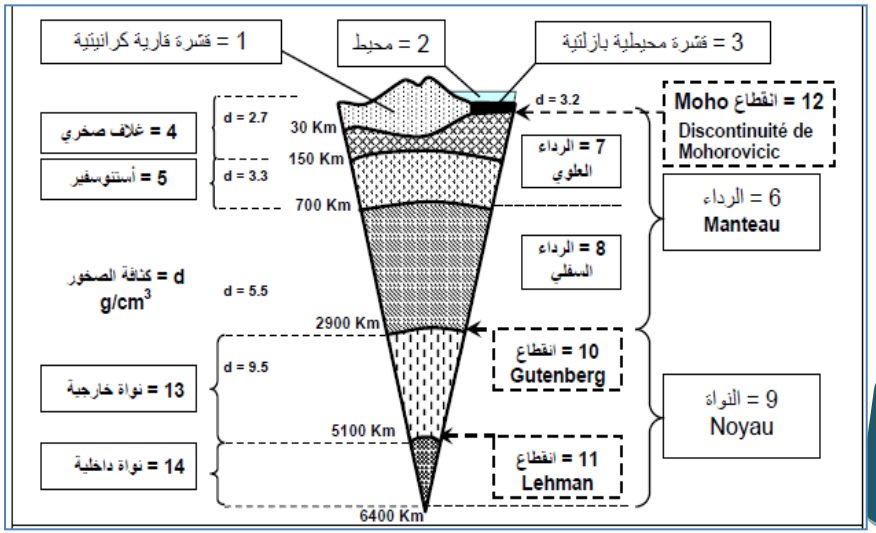
ملخص الظواهر الجيولوجية المصاحبة لتشكل السلاسل الجبلية

السلاسل الجبلية الحديثة هي عبارة عن تضاريس بارزة على سطح الأرض ارتبط تشكلها بحركية الصفائح التكتونية خلال الأزمنة الجيولوجية القديمة



تذكير

بنية الأرض



حدود الصفائح

يتشكل الغلاف الصخري من صفائح صلبة (الصفيحة: قطعة من الغلاف الصخري تحدها مناطق ذات نشاط بركاني وزلزالي)

الصفائح في حركة دائمة و نميز بين عدة أنواع من حدود الصفائح :

- حدود التقارب أو التجابه : يتم على مستواها تقارب الصفائح الصخرية وهي:
  - مناطق الطمر / مناطق الطفو / مناطق الإصطدام
- حدود التباعد : يتم على مستواها تباعد الصفائح الصخرية
  - الذروات المحيطية
- حدود الإحتكاك حيث تحتك صفيحة مع أخرى (الفوالق المحولة)

أصناف السلاسل الجبلية الحديثة

تتموضع السلاسل الجبلية الحديثة على مستوى مناطق التقارب بين الصفائح التكتونية مما يدل على وجود علاقة بين حركية الصفائح وتشكل السلاسل الجبلية الحديثة.يمكن تصنيف السلاسل الجبلية الحديثة إلى 3 أصناف:

سلاسل الطمر	• تتشكل في مناطق الطمر بين صفيحة محيطية وصفيحة أخرى	سلاسل جبال الأنديز
سلاسل الطفو	• تتشكل إثر طفو أو تراكب غلاف صخري محيطي فوق غلاف صخري قاري	سلاسل جبال عمان
سلاسل الإصطدام	• تتشكل إثر إصطدام كتلتين قاريتين	سلاسل جبال الهملايا

أسفر هشام

تتموضع جبال الأنديز 700m (سلاسل الطمر) في منطقة التجابه بين صفيحة المحيط الهادي وصفيحة أمريكا الجنوبية ، ويتميز هذا الهامش النشيط بظواهر جيولوجية خاصة أبرزها :

الظواهر الجيولوجية

الخصائص الجيوفيزيائية

- ✓ حفر محيطية
- ✓ زلزالية شديدة تنتظم بؤرها على مستوى مائل يسمى BENIOFF
- ✓ شذوذات حرارية، حيث أن خطوط درجة الحرارة غير موازية لسطح الأرض

الخصائص البنيوية

- ✓ موشور التضخم
- ✓ تشوهات (طيات و فوالق معكوسة)

الخصائص البركانية

- ✓ بركانية انفجارية عنيفة
- ✓ صهارة أنديزيتية بعد تبريدها تشكل صخرة بركانية تسمى الأنديزيت تتكون من مادة غير متبلورة تسمى عجين أو زجاج، وبلورات كبيرة الحجم (البلاجيوكلاز) وبلورات صغيرة القد تسمى ميكروليتات، لذلك تسمى بنية الصخرة ميكروليتية .
- ✓ صخور بلوتونية (كرانوديوريت)

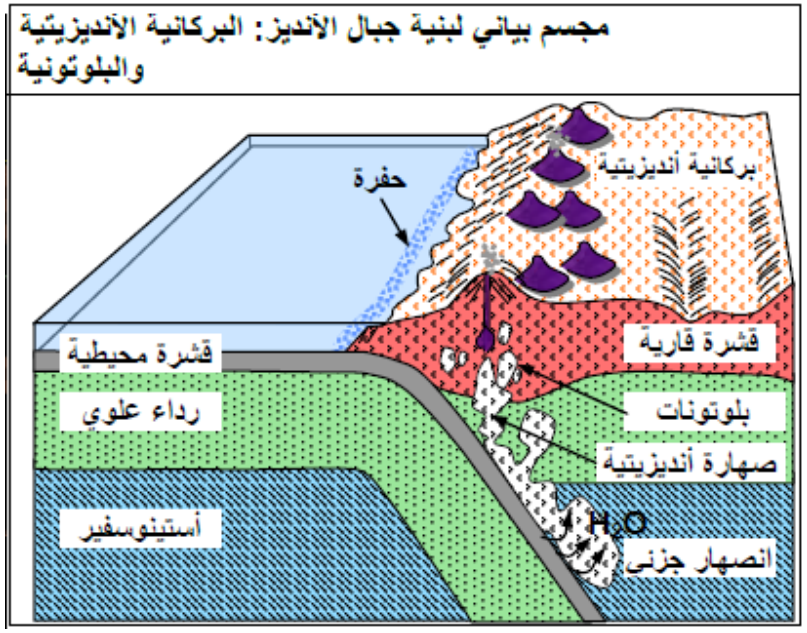
مراحل تشكل الصهارة الأنديزيتية

يؤدي انغراز الغلاف الصخري المحيطي (اكثر كثافة) تحت الغلاف الصخري القاري (اقل كثافة) إلى خضوع الصخور عند وصولها إلى الأستنوسفير لارتفاع في درجة الحرارة والضغط، وينتج عن هذا تحرير الماء الذي ينتشر عبر الرداء فيصبح هذا الأخير تحت شروط الانصهار الجزئي. تصعد الصهارة الناتجة عن هذا الانصهار الجزئي نحو السطح مؤدية إلى بركانية أنديزيتية. كما يتبرد جزء من هذه الصهارة في الأعماق فيعطي بلوتونات الكرانوديوريت.

مراحل تشكل جبال الإنديز

تكون الصفيحة المنغرزة أثناء الطمر مكسوة بطبقات رسوبية، تعمل الصفيحة الراكبة على كشطها وفصلها عن القشرة المحيطية المركوبة ، فتشكل هذه الرواسب موشور التضخم.
بتوالي الضغوط التكتونية، تزداد أهمية الطي والفوالق المعكوسة، فينتج عن هذا تقصير وارتفاع في الغلاف الصخري مشكلا تضاريس عالية تمثل سلاسل الطمر.

مجسم بياني لبنية جبال الأنديز: البركانية الأنديزيتية والبلوتونية



سلاسل الطفو

تتشكل سلاسل جبال عمان (3000m) إثر طفو أو تراكب غلاف صخري محيطي فوق غلاف صخري قاري ونتيجة لذلك يمكن التمييز بين عدة خصائص بنيوية أهمها:

الخصائص البنيوية و الصخرية

السديمة

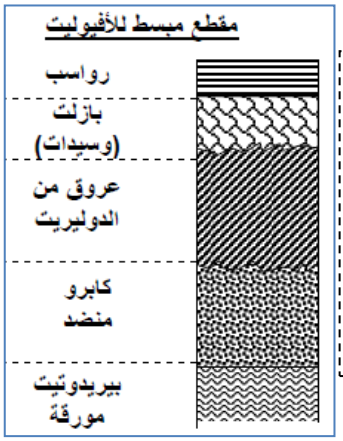
تشكلات صخرية (تشوه تكتوني) ذات إمتدادات كبيرة زحفت من مكان نشأتها واستقرت في مكان أخر وغطت صخور أخرى (المركوبة)

موشور التضخم+طيات +فوالق معكوسة

تشوهات تكتونية ناتجة عن قوى انضغاطية

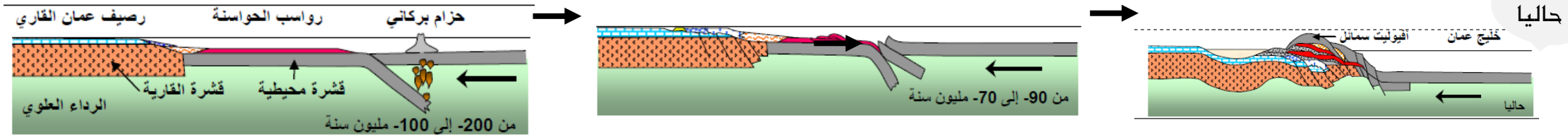
الأفيوليت

- مركب صخري له نفس تركيب الغلاف الصخري المحيطي.
- وجود الأفيوليت دليل على إنغلاق محيط قديم كان يفصل بين كتلتين قاريتين .



مراحل تشكل جبال عمان

- بين الصفيحة الإفريقية و الأوراسيوية كان هناك محيط قديم هو التيتيس حيث ظهرت منطقة طمر ضمحيطية تم فيها طمر الصفيحة الإفريقية تحت الصفيحة الأوراسيوية.
- نفدت القشرة المحيطية المطمورة، وصلت القارة (شبه الجزيرة العربية) إلى منطقة الطمر وبدأ طمر الغلاف الصخري القاري غير أن كثافته جد ضعيفة مما يؤدي إلى حجز الطمر.
- تواصل القوى الإنضغاطية وزحف الغلاف الصخري المحيطي فوق الغلاف القاري ، نتكل عن ظاهرة الطفو.
- تؤدي التراكبات الصخريةو التشوهات التكتونية الناتجة عن القوى الإنضغاطية إلى تضخم الغلاف الصخري ونشوء سلاسل جبلية تسمى بسلاسل الطفو



أسفر هشام

سلاسل الاصطدام

تتشكل سلاسل الإصطدام إثر إصطدام كتلتين قاريتين. مثال سلاسل جبال الهملايا التي هي نتيجة إصطدام كتلتين قاريتين هما: الهند و أسيا ,تتميز سلاسل الإصطدام بوجود:

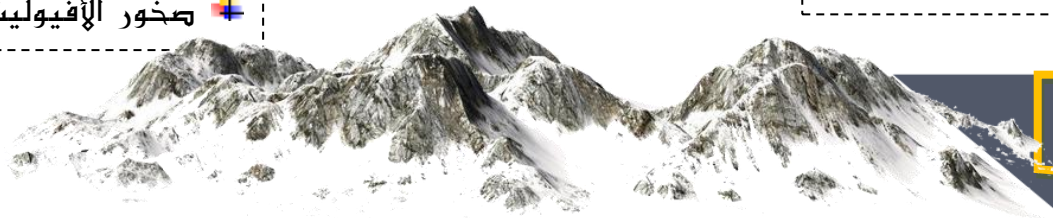
الخصائص

الخصائص البنيوية

- تشوهات تكتونية ناتجة عن قوى انضغاطية (موشور التضخم+طيات +فوالق معكوسة +تراكبات)

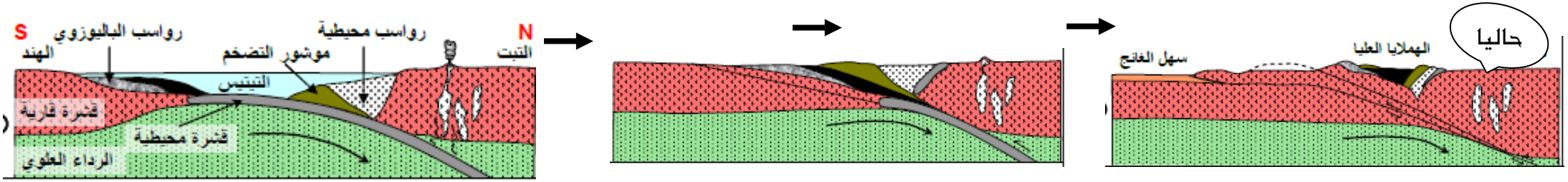
الخصائص الصخرية

- صخور أنديزيتية وكرانيتية دليل على نشاط صهاري ناتج عن ظاهرة الطمر
- صخور الأفيوليت دليل على حدوث ظاهرة الطفو



مراحل تشكل جبال الهملايا

- -100 مليون سنة كانت هناك منطقة طمر ضمحيطية بين الصفيحة التي تحمل الهند مع أوراسيا.
- طمر الغلاف الصخري المحيطي تحت الصفيحة الأوراسيوية مما أدى إلى نشؤ صهارة أنديزيتية وبلوتونية.
- استنفاد الغلاف الصخري المحيطي يتم حجز الطمر فينتج عن ذالك طفو جزء من الغلاف المحيطي فوق القشرة القارية للهند مما يؤدي إلى ظهور مركب الأفيوليت.
- إستمرار القوى الإنضغاطية يصطدم الهامش القاري للهند مع أسيا مع تكوّن موشور التضخم وعدة تراكبات.
- بتزايد القوى الإنضغاطية تنشأ تشوهات معقدة دفعت بموشور التضخم مع رفع كتل صخرية مما اعطى الهملايا العليا



ملخص التشوهات التكتونية

يرتبط نمط التشوه التكتوني بمانطق التجابه بن الصفائح بعدة عوامل أهمها : العمق ، درجة الحرارة، الضغط، الزمن ...تختلف إستجابة الصخور للضغوط التكتونية حسب العمق حيث أن:

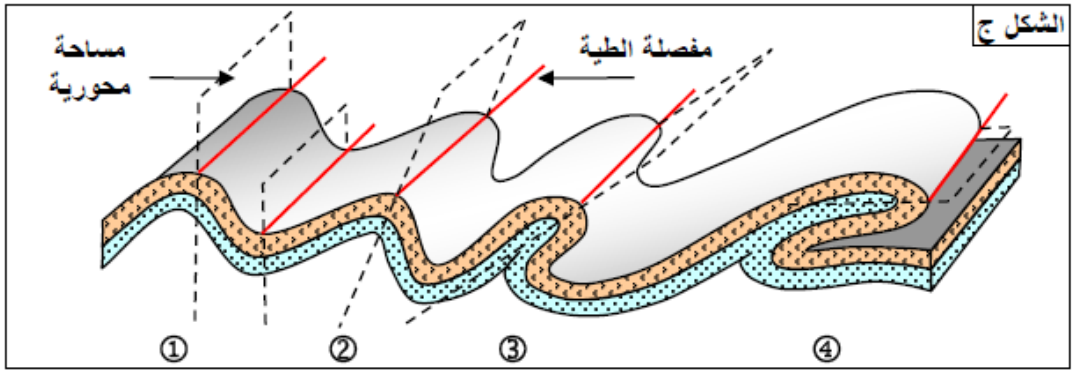
العوامل

- على السطح تكون درجة الحرارة والضغط منخفضين فتكون الصخور هشة فتصبح التشوهات على شكل (الفوالق)
- في العمق يزداد الضغط والحرارة مما يجعل الصخور مرنة فتصبح التشوهات على شكل طيات

الطيات

تشوهات تكتونية متواصلة تنتج عن قوى إنضغاطية مما يترتب عنه تقصير في الطبقات الصخرية . و تتميز سلاسل الطمر والإصطدام بوجود طيات مقعرة ومحدبة.

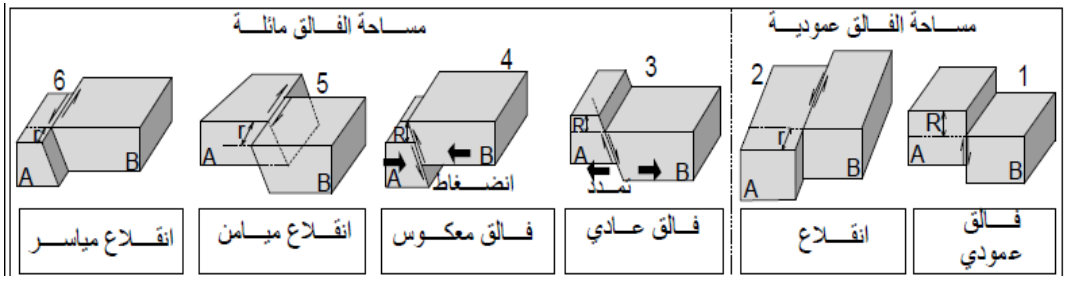
- أصناف الطيات : 1 مستقيمية ، 2 منحرفة ، 3 مائلة ، 4 راقدة



الفوالق

إنكسارات للكتل الصخرية مصحوبة بتفاوت الكتلتين الناتجتين عن الكسر، وتتميز سلاسل الطمر والإصطدام بوجود فوالق معكوسة

- أصناف الفوالق : عادي ، معكوس، عمودي ، إنقلاع ميامن، إنقلاع مياسر
- مجموع الفوالق المعكوسة تسمى الأنشاز ، ومجموع الفوالق العادية تسمى الأخفوض



التشوهات الوسيطة

الطيات-الفوالق : إزدياد الضغط على أحد جانبي الطية وتمدده يؤدي إلى حدوث كسر في الجانب الأخر نتحدث

التراكب : بعد تشكل الطية-الفالق وإذا استمر الضغط يزحف الجزء الأعلى فوق الأخر مشكلا تراكبا

السديمة : بعد تشكل التراكب و استمرار الضغط يزحف الجزء الأعلى فوق الأخر لمسافة كبيرة (الجزء المتنقل يسمى الراكب والقاعدة تسمى المركوب)
تتعرض الصخور الراكبة إلى الحث فتتكون فتحة تسمى (نافذة) أما الجزء الذي لم يتعرض للحث يسمى (الكليب)

أسفر هشام

Lycée Mhamid 9

الصخور المتحولة هي صخور ناتجة عن تحول في الحالة الصلبة لصخور سابقة الوجود، تحت تأثير عاملي الضغط و الحرارة خلال تشكل السلاسل الجبلية، يؤدي التحول إلى تغير بنية الصخور وتركيبها العيداني لكن لا يؤثر على التركيب الكيميائي لهذه الصخور

عوامل التحول	
الضغط يتدخل عامل الضغط في تغيير بنية الصخور المتحولة حيث تنتقل هذه الصخور من بنية شيستية الى بنية مورقة.	**درجة الحرارة** تتدخل درجة الحرارة في تغيير التركيب العيداني للصخور حيث يتحلى هذا التغير في ظهور معادن واختفاء معادن أخرى.

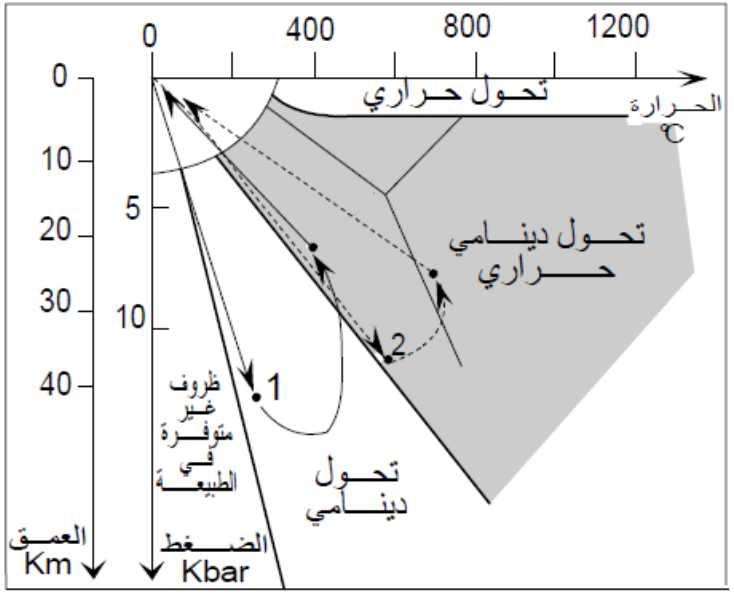
ملخص درس التحول و علاقته بديناميك الصفائح

أصناف التحول

1. **تحول دينامي - حراري:**
تحول تحت تأثير الحرارة والضغط ويسمى تحول إقليمي وهو مميز لمناطق الإصطدام

2. **تحول حراري:**
تحول تحت تأثير الحرار (تحول التماس)وهو مميز لمناطق تكون الكرانيت الإندساسي

3. **تحول دينامي:**
تحول تحت تأثير الضغط وهو مميز لمناطق الطمر والطفو



تعاريف

- **معدن مؤشر** : معدن يظهر في ظروف جد محددة لدرجة الحرارة والضغط وبذلك فتواجده في صخرة متحولة يعتبر مؤشر للظروف التي أدت إلى تحول الصخور
- **مجال إستقرار**: ظروف محددة من الحرارة والضغط تسمح بظهور معدن وإستقراره ، حيث يؤدي تغير هذه الظروف إلى تحول المعدن.
- **السلسلة التحولية**: مجموع سحنات التحول بالنسبة لصخرة معينة.
- **المتتالية التحولية**: مجموعة الصخور المتحولة المنحدرة من نفس الصخرة الأصلية (الطين ---- شيست---- ميكاشيست -----غنايس)
- **سحنة التحول** : حسب ظروف الحرارة والضغط تتحدد مجالات استقرار مجموعة معدنية محددة نتكلم عن السحنة ، وكل صخرة خضعت لظروف سحنة معينة تظهر فيها نفس المعادن المميزة لتلك السحنة

أسفر هشام
Lycée Mhamid 9

التحول في مناطق الاصطدام

يعود التحول في مناطق الإصطدام إلى إرتفاع متزامن لدرجة الحرارة والضغط لذلك ينعث بالتحول الديناميي الحراري ونتيجة لذلك نميز بين عدة أنواع من الصخور المتحولة وكذلك عدة خصائص بنيوية وعيدانية مميزة لها.

المتتالية التحولية:

شيست-- ميكاشيس-- غنايس

التشوهات التكتونية

طيات ،فوالق معكوسة

بنية الصخور

التنضد--- الشيستية-- التوريق

هذه الصخور لها نفس التركيب الكيميائي ولكن ليس لها نفس التركيب العيداني والبنية.

التحول في مناطق الطمر

عند حدوث الطمر ينغرز الغلاف الصخري المحيطي تحت الغلاف الصخري القاري، فتتغير الظروف التي تخضع لها الصخور المنغرزة كالإرتفاع الكبير في الضغط لذلك ينعث بالتحولا الديناميي مما ينتج عن ذلك تشكل صخور جديدة تختلف عن تلك التي انغرزت

المتتالية التحولية:

الشيست الأخضر- الشيست الأزرق-الإكلوجيت

التشوهات التكتونية (قوى إنضغاطية)

طيات ،فوالق معكوسة

بنية الصخور

التنضد--- الشيستية-- التوريق

- **العلاقة بين توزيع الصخور المتحولة و ظروف التحول**

هناك زيادة في شدة التحول كلما اتجهنا من الشيست الاخضر الى الشيست الازرق ثم الى الاكلوجيت

ان وجود الاكلوجيت المتميز بمعدني البجادي Grenat و الجاديت Jadeite (كلينوبيروكسين صودي)،و التي تتشكل في ظروف ضغط عالية ،لشاهد على حدوث طمر سابق لسلاسل الاصطدام

ملخص درس علاقة الكرانيت بالتحول

ينتج التحول الدينامي الحراري عن إرتفاع مهم في قيم الضغط والحرارة الذي تعرفه منطقة الإصطدام ، مما يؤدي الى تحول الطين الى شيست ثم ميكاشيست ثم الى غنايس ، إلا أن تجاوز قيم الضغط والحرارة لمجال التحول يخضع الغنايس لبداية الإنصهار الجزئي، يسمى مجالا الإنصهار هذا بمجال الأناتيكتية.

طين--------- شيست-------- ميكاشيست-------- غنايس------- (إنصهار جزئي)---------- صهارة كرانيتية

الكرانيت الإندساسي

الصخور الكرانيتية صخورا صهارية بلوتونية، ناتجة عن تبريد وتصلب صهارة في العمق،وهي المكون الأساسي للقشرة القارية.

الكرانيت الأناتيكتي

- ✓ يستغل جزء من الصهارة الكرانيتية الشقوق والفوالق الناتجة عن الإصطدام تصعد إلى مناطق أقل عمقا فتندس وسط الصخور وتتصلب لتعطي الكرانيت الإندساسي
- ✓ تتعرض الصخور المجاورة للكرانيت الإندساسي لإرتفاع كبير في درجة الحرارة وضغط منخفض فتتعرض لتحول حراري ، تشكل الصخور المتحولة المحيطة بالكرانيت الإندساسي ما يسمى بهالة التحول.
- ✓ يتميز الكرانيت الإندساسي بتصلبه بعيد عن مكان تشكله وبمساحته الصغيرة وكذا بابتعاده عن الغنايس كما يتميز بوجود هالة التحول.

- ✓ يعطي جزء الصهارة المختلط ببقايا الغنايس عند تبلوره صخرة يختلط فيها الغنايس بالكرانيت لتكون صخرة وسيطة تسمى (الميكماتيت) تعتبر شاهدة على الإنتقال من التحول إلى الكرانيتية.
- ✓ تعطي الصهارة المبتعدة عن الغنايس صخرة الكرانيت، ويسمى الكرانيت المرتبط بالميكماتيت بالكرانيت الأناتيكتي ذوالبنية المحببة .
- ✓ يتميز الكرانيت الأناتيكتي بتصلبه قرب مكان تشكله وبمساحته الهائلة وكذا بإرتباطه بالغنايس والميكماتيت.

علاقة الكرانيت بالتحول

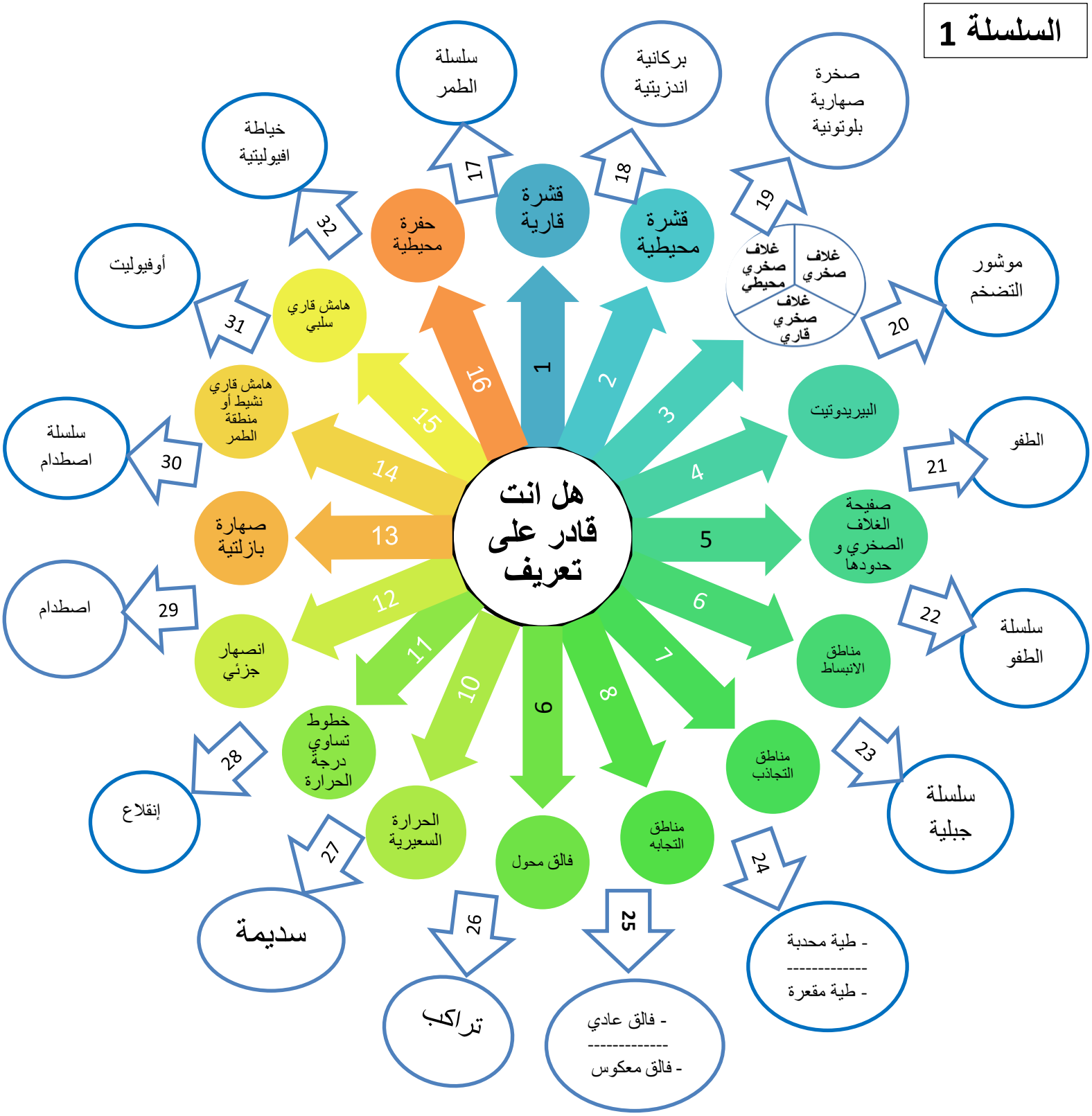
	الكرانيت الأناتيكتي وعلاقته بالتحول الإقليمي	الكرانيت الإندساسي وعلاقته بتحول التماس
أصل الكرانيت	صهارة ناتجة عن ظاهرة الأناتيكتية تتبلور في موقع تشكلها	صهارة ناتجة عن ظاهرة الأناتيكتية تغادر موقع تشكلها وتصعد عبر الصخور التي تعلوها وتحل محلها
العلاقة بين الكرانيت والتحول	يدخل الكرانيت الأناتيكتي ضمن متتالية التحول العام (أقصى درجات التحول)	الكرانيت الإندساسي هو المسؤول عن حدوث التحول الذي حوله (هالة التحول)
ميزات الحدود بين الكرانيت والصخور المتحولة	انتقال تدريجي من الصخور المتحولة إلى الكرانيت الأناتيكتي، الحدود غير واضحة تتميز بظهور صخرة الميكماتيت (صخرة وسيطة بين الكرانيت والغنايس)	حدود صريحة بين الكرانيت الإندساسي والصخور المتحولة التي تحيط به،وتتميز الحدود بتواجد حبيسات مؤشرة على بقايا صخور أصلية
ميزات الصخور المتحولة	• امتداد جغرافي شاسع • تضم الصخور المتحولة معادن موجهة مؤشرة على ضغط وحرارة مرتفعين (تحول دينامي حراري)	• امتداد جغرافي جد محدود • تضم هالة التحول معادن غير موجة مؤشرة على حرارة مرتفعة وضغط منخفض* (تحول حراري)

أسفر هشام

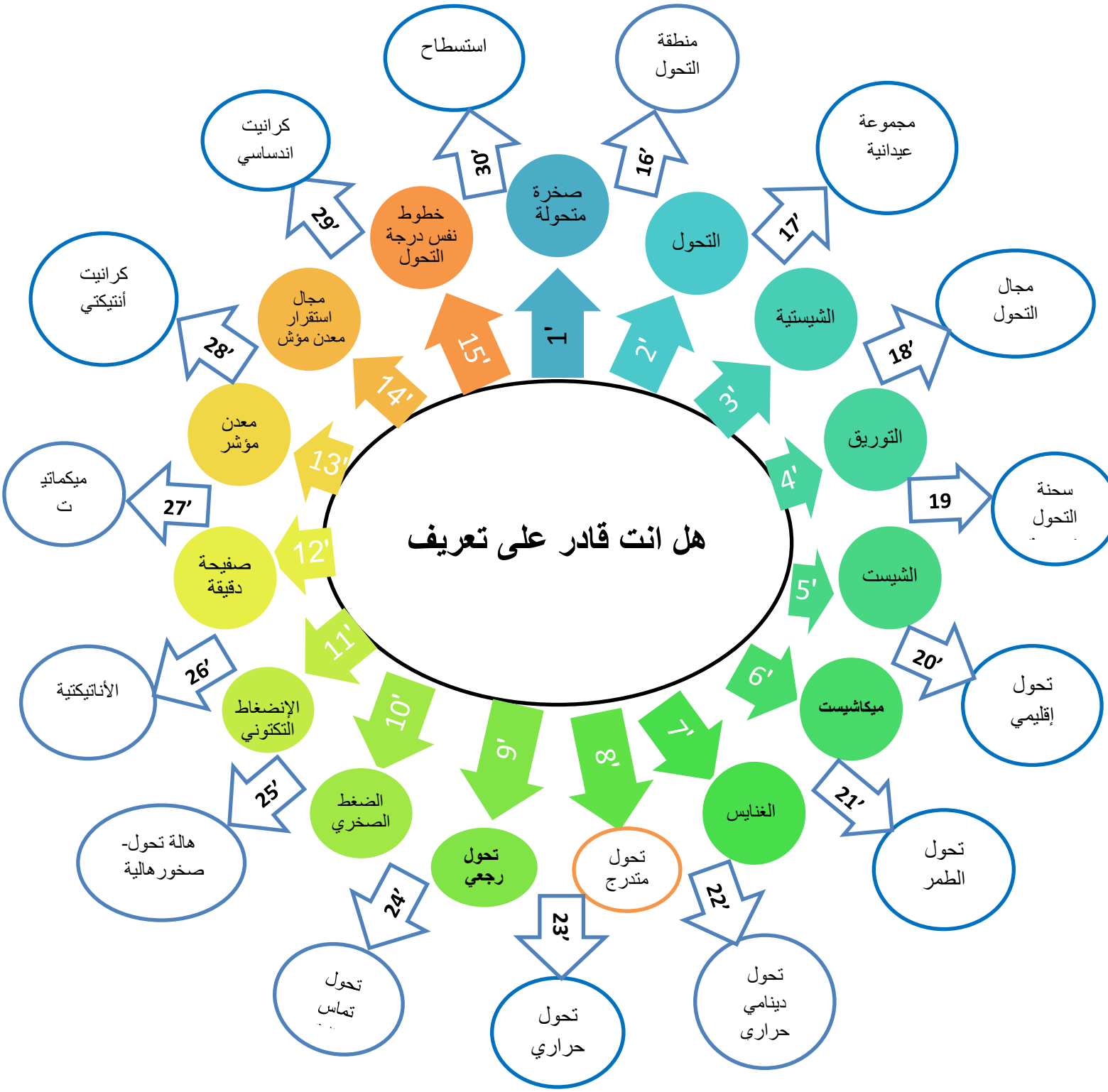
بطاقات التقويم الذاتي

بطاقة 1 : التعاريف

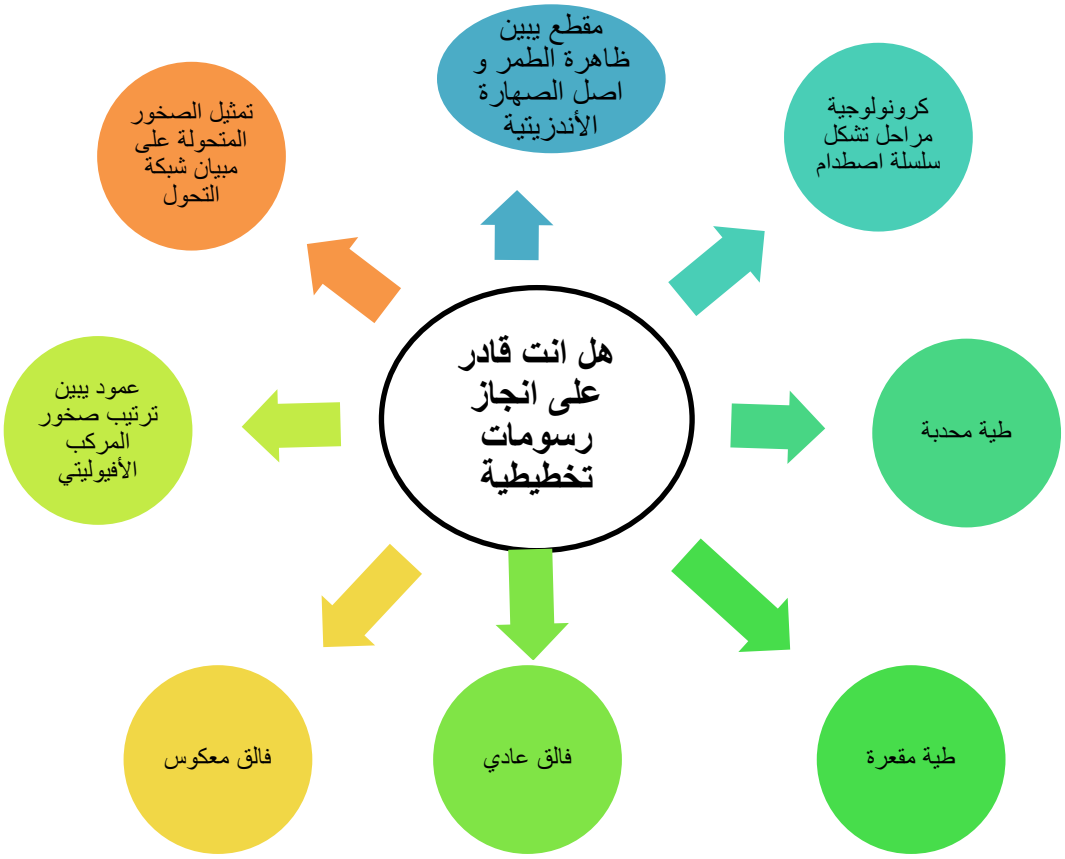
السلسلة 1



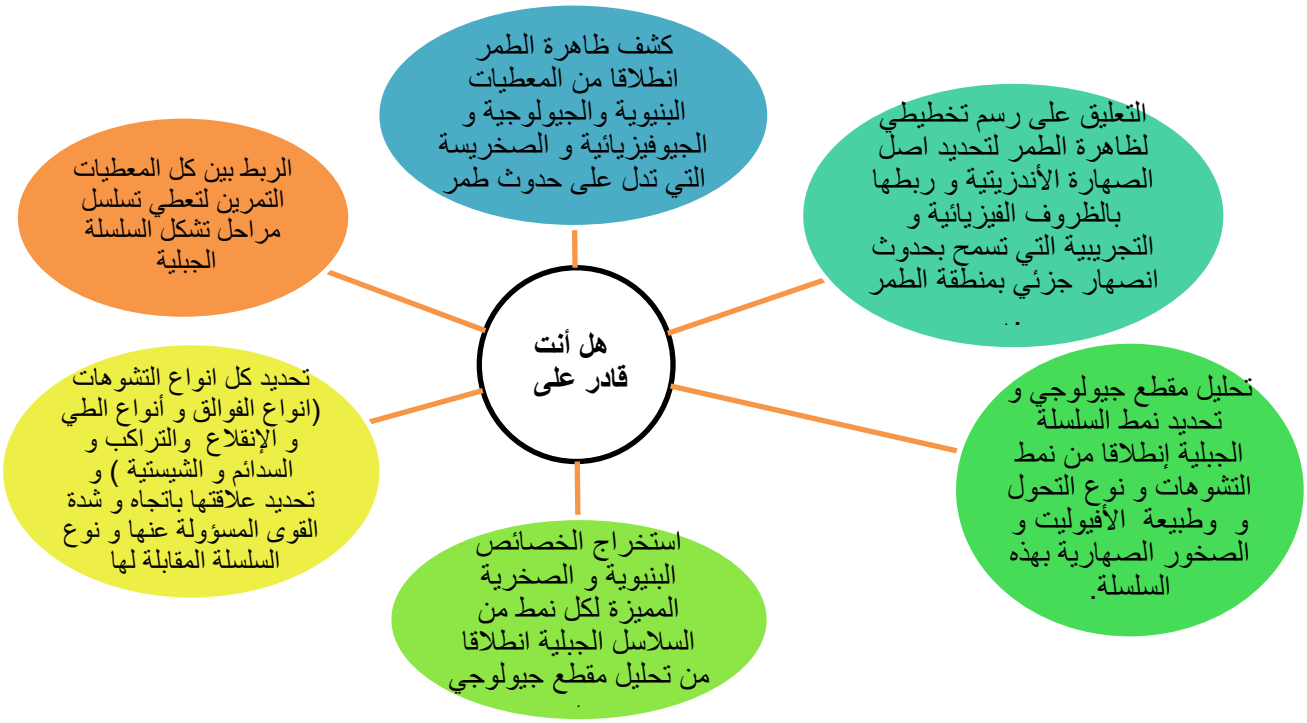
السلسلة 2


هل انت قادر على تعريف
1'
صخرة متحولة
2'
التحول
3'
الشيستية
4'
التوريق
5'
الشيست
6'
ميكاشيست
7'
الغنايس
8'
تحول متدرج
9'
تحول رجعي
10'
الضغط الصخري
11'
الإنضغاط التكتوني
12'
صفيحة دقيقة
13'
معدن مؤشر
14'
مجال استقرار معدن مؤش
15'
خطوط نفس درجة التحول
16'
منطقة التحول
17'
مجموعة عيدانية
18'
مجال التحول
19
سحنة التحول
20'
تحول إقليمي
21'
تحول الطمر
22'
تحول دينامي حرارى
23'
تحول حراري
24'
تحول تماس
25'
هالة تحول-صخور هالية
26'
الأناتيكتية
27'
ميكماتيت
28'
كرانيت أنتيكتي
29'
كرانيت اندساسي
30'
استسطاح

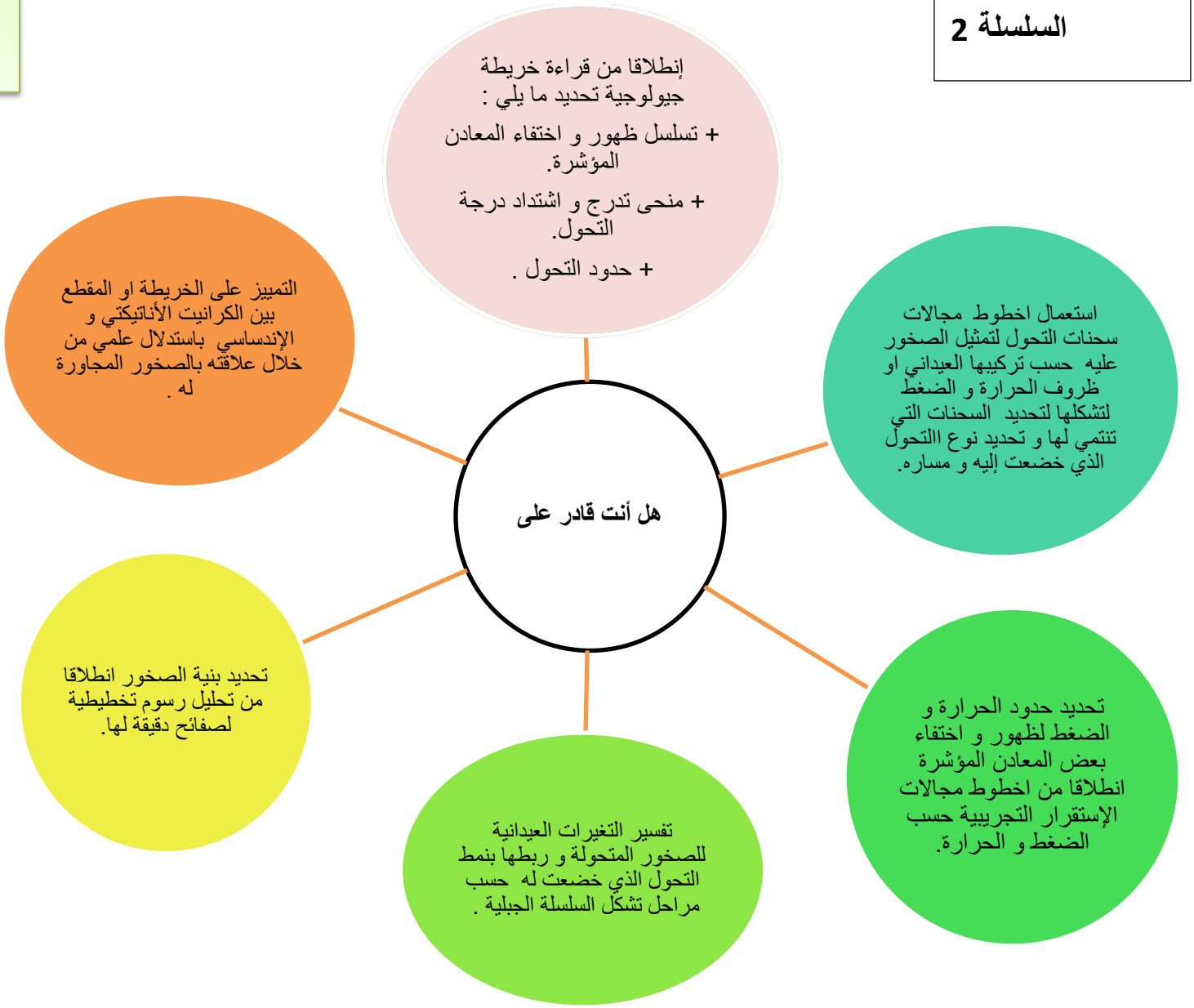
بطاقة 2 : الرسومات التخطيطية و البيانية.



بطاقة 3 : الاستدلال العلمي و التواصلي و البياني.



السلسلة 2


هل أنت قادر على
إنطلاقا من قراءة خريطة جيولوجية تحديد ما يلي :
+ تسلسل ظهور و اختفاء المعادن المؤشرة.
+ منحى تدرج و اشتداد درجة التحول.
+ حدود التحول .
التمييز على الخريطة او المقطع بين الكرانيت الأناتيكتي و الإندساسي باستدلال علمي من خلال علاقته بالصخور المجاورة له .
استعمال اخطوط مجالات سحنات التحول لتمثيل الصخور عليه حسب تركيبها العيداني او ظروف الحرارة و الضغط لتشكلها لتحديد السحنات التي تنتمي لها و تحديد نوع االتحول الذي خضعت إليه و مساره.
تحديد بنية الصخور انطلاقا من تحليل رسوم تخطيطية لصفائح دقيقة لها.
تفسير التغيرات العيدانية للصخور المتحولة و ربطها بنمط التحول الذي خضعت له حسب مراحل تشكل السلسلة الجبلية .
تحديد حدود الحرارة و الضغط لظهور و اختفاء بعض المعادن المؤشرة انطلاقا من اخطوط مجالات الإستقرار التجريبية حسب الضغط و الحرارة.

اقتراحات لتمارين من امتحانات وطنية

المكون الأول : استرداد المعارف

I. عين من بين المقترحات التالية الخاطئة و الصحيحة منها

1. تمركز النشاط الزلزالي للكرة الأرضية اساسا على حدود الصفائح.
2. البؤرة العميقة للزلزال هي المكان التي تم فيه كسر الطبقات الصخرية .
3. القشرة القارية دائما اكبر سمكا و اقل كثافة من القشرة المحيطية.
4. يتكون الغلاف الصخري من القشرة الأرضية و الرداء العلوي الصلب .
5. يتزايد سمك رواسب قعر المحيط كلما اتجهنا من هامش المحيط في اتجاه الدروة الوسط محيطية.
6. كلما ابتعدنا عن الذروة إلا زاد عمر القشرة المحيطية .
7. انطلاقا من صهارة الغرفة الصهارية الواقعة اسفل الذروة تتكون كل انواع صخور القشرة المحيطية.
8. يتميز موقع الحفرة المحيطية بشدود جيوحراري موجب.
9. على مستوى الهوامش النشيطة القارية تكون القشرة المنغرزة دائما ذات طبيعة محيطية.
10. توجد الزلازل ذات بؤر عميقة عموديا تحت الحفرة المحيطية
11. تتميز الصهارة الأندزيتية بكونها أكثر غنى من السيليس مقارنة مع الصهارة البازلتية.
12. تنتج صهارة مناطق الطمر فقط او حصريا عن انصهار القشرة المحيطية المنغرزة.
13. يميز موشور التضخم الهوامش الفارية النشيطة او مناطق الطمر .
14. تدل الفوالق المعكوسة المصادفة على مستوى السلاسل الجبلية على وقوع قوى انبساطية .
15. صخرة البازلت أقل غنى من السيليس مقارنة مع الكرانيت لذلك لا نجد فيها بلورات المرو.
16. الدروة الوسط محيطية هي منطقة تضخم ، حيث تتم نشأة غلاف صخري محيطي باستمرار .
17. دائما يتطلب انصهار صخرة من الرداء الارضي وجود الماء .
18. كلما بتعدنا عن الدروة كلما بردت القشرة المحيطية و زادت كثافتها .
19. تتشكل الصهارة الأنديزيتية نتيجة انصهار جزئي لصخرة الإكلوجيت .
20. تنتج سلاسل الإصطدام عن تجابه صفيحتين قاريتين بعد انغلاق محيط كان بينهما .
21. ينتج عن الانصهار الجزئي لصخرة البيريدوتيت المميهة في مناطق الطمر، بركانية اندزيتية و بلوتونات الكرانوديوريت.
22. من بين التشوهات التكتونية المؤشرة على القوى الإنضغاطية نجد : الفوالق المعكوسة و التراكبات و الطيات .
23. يدل وجود المركب الأفيوليتي في سلاسل الإصطدام عن اختفاء محيط قديم إثر بعد حجز الطمر و اصطدام صفيحتين قاريتين.

II. عين من بين المقترحات التالية الخاطئة و الصحيحة منها .

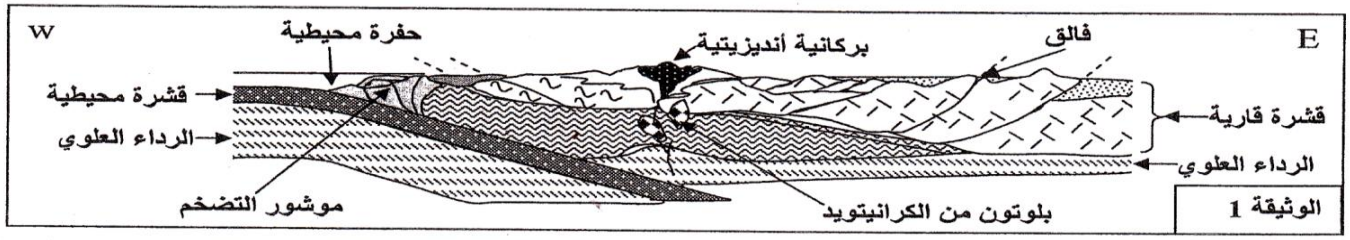
1. يتميز كل من الأندلوسيت و السيليمانين و الدستين بنفس التركيبة الكيميائية و اختلاف في البنية حسب ظروف التحول
2. تتميز أغلبية تفاعلات التحول بكونها مصحوبة بتحرير الماء.
3. تتم التحولات العيدانية و البنيوية للصخرة خلال التحول في حالة صلبة
4. لكل الصخور المنحدرة من نفس الصخرة الأم بعد التحول التدريجي لها نفس التركيب الكيميائي تقريبا.
5. تنتج الشيستية عن عدم تقايس القوى الانضغاطية من جميع الاتجاهات خلال تشكل الصخرة المتحولة.
6. تتكون الصخور المتحولة في مناطق تجابه صفائح الغلاف الصخري.
7. تنتج الأناتيكتية عن انصهار صخور من اصل قاري.
8. تؤدي الأناتيكتية بمناطق الاصطدام إلى تشكل صهارة كرانيتية ناتجة عن انصهار البريدوتيت .
9. المتتالية التحولية هي مجموعة من الصخور تعرضت لنفس درجة التحول .
10. السحنة التحولية هي مجموعة من الصخور تنحدر من نفس الصخرة الام و خضعت لدرجات تحول تصاعدية.
11. الميكماتيت تنتج عن انصهار جزئي للغنايس و تجمع بين البنية المورقة و المحببة .
12. الشيست صخرة تتنظم فيها المعادن في مستويات دقيقة جدا مما يجعلها سهلة الإنفصام .
13. الغنايس تتميز بتعاقب اسرة فاتحة و اسرة داكنة مما يعطيها طابعا مورقا .
14. الإكلوجيت صخرة متحولة مميهة تشكلت تحت ظروف الضغط المرتفع في مناطف الطمر .
15. نصادف الصخور الهالية حول الكرانيت الأناتيكتي..

المكون الثاني : الاستدلال العلمي و التواصلي و البياني

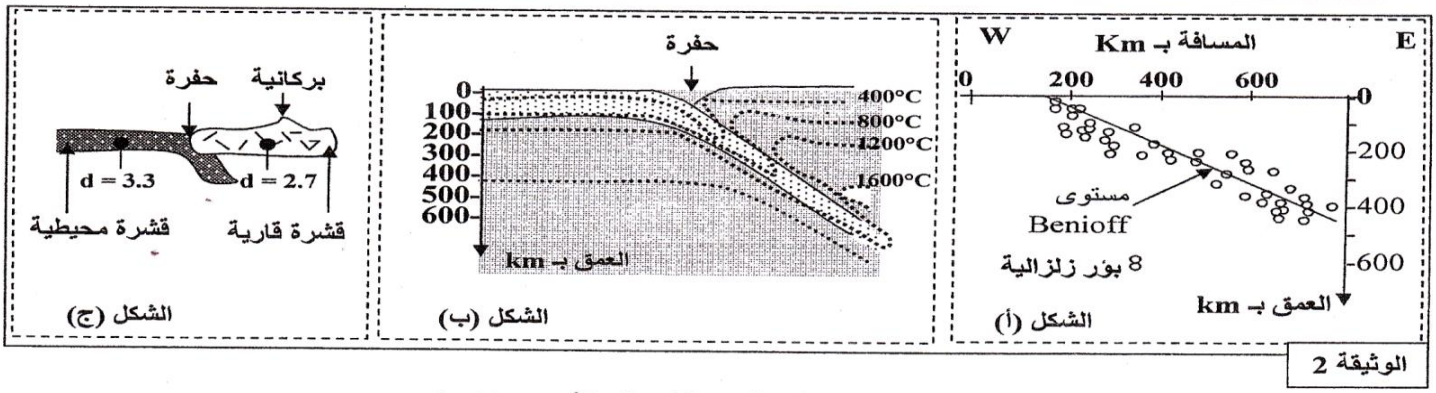
التمرين الأول: الامتحان الوطني الدورة الاستدراكية 2013مسلك علوم الحياة و الأرض

لتعرف بعض الخاصيات البنيوية والصخرية المميزة لسلاسل الطمر مع إبراز علاقة هذه السلاسل بدينامية الصفائح نقترح دراسة المعطيات الآتية:

تمثل **الوثيقة 1** نموذجا مبسطا يفسر بنية سلسلة جبلية من سلاسل الطمر (سلسلة جبال الأنديز)، وتبرز **الوثيقة 2** توزيع بؤر الزلازل حسب العمق (الشكل أ) وتوزيع خطوط تساوي درجة الحرارة في هذه المنطقة (الشكل ب) صحبة الكثافة الصخرية لكل من القشرة المحيطية والقشرة القارية (الشكل ج).



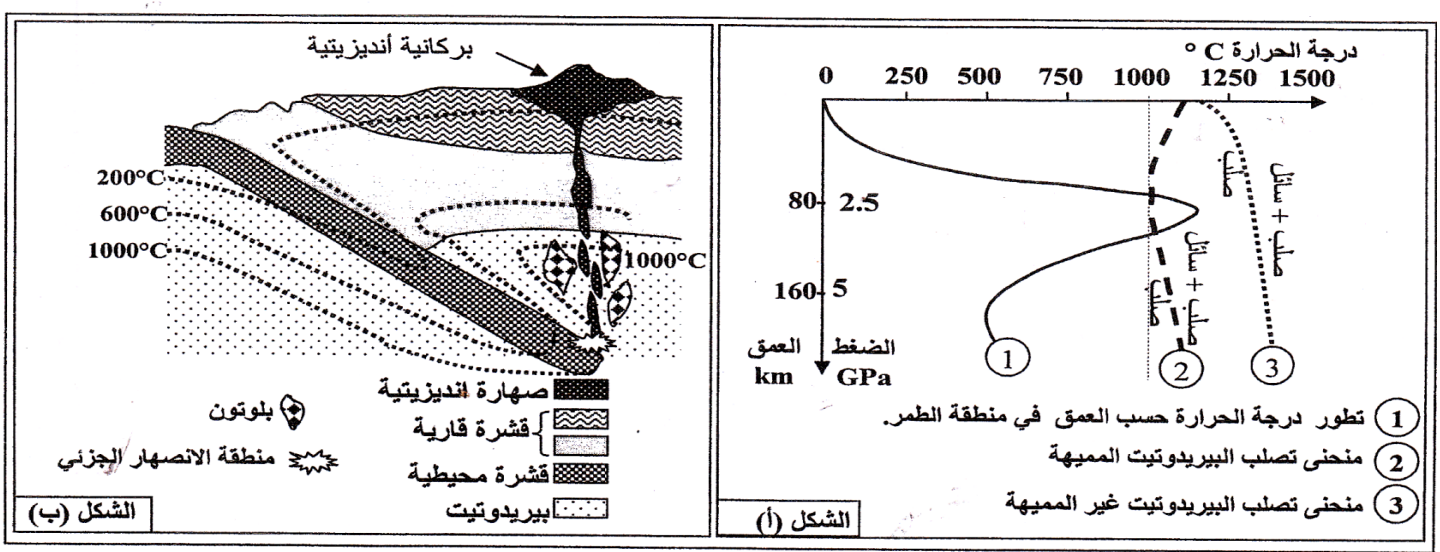
الوثيقة 1



الوثيقة 2

1. **استخرج** من مقطع الوثيقة 1 المميزات الصخرية والبنيوية لجبال الأنديز. (1 ن)
2. **بيّن** من خلال استغلال أشكال الوثيقة 2 (أ ، ب ، ج) أن هذه السلسلة الجبلية ناتجة عن ظاهرة الطمر. (1 ن)

لتعرف شروط تشكل الصخور الصهارية المميزة لمناطق الطمر (بلوتونات من الكرانيتويد والأندزيت) نقدم الوثيقة 3 التي توضح الظروف التجريبية لبداية انصهار صخرة البيريدوتيت المكونة للرداء العلوي (الشكل أ) صحبة مكان تشكل هذه الصخور الصهارية (الشكل ب) حسب العمق ودرجة الحرارة.



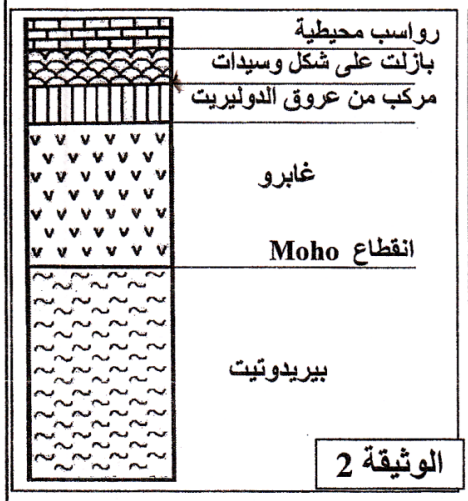
1 تطور درجة الحرارة حسب العمق في منطقة الطمر.
2 منحنى تصلب البيريدوتيت المميهة
3 منحنى تصلب البيريدوتيت غير المميهة

الوثيقة 3

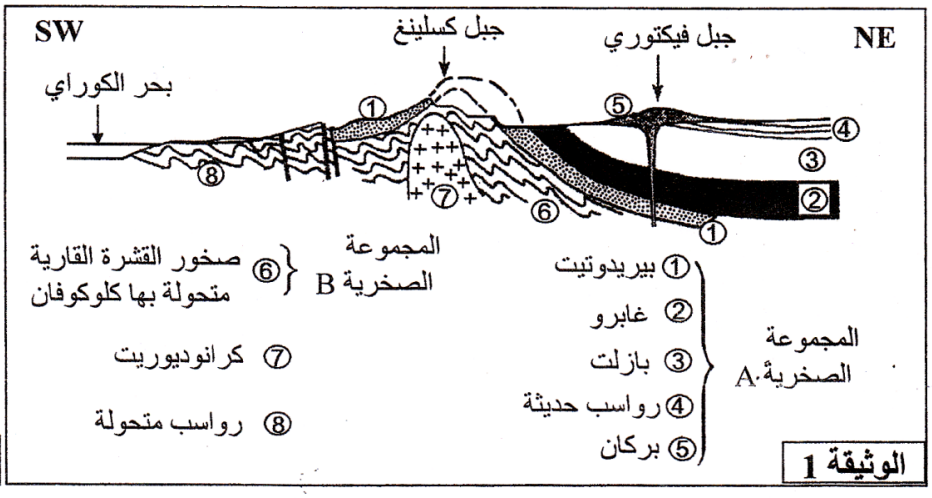
3. **بين** من خلال استغلال شكلي (أ و ب) **الوثيقة 3** ظروف تشكل الصخور الصهارية في مناطق الطمر. (1.5 ن)

في إطار دراسة تشكل السلاسل الجبلية الحديثة من نمط سلاسل الطفو وعلاقتها بتكتونية الصفائح، نقترح المعطيات الآتية المرتبطة بجبال غينيا الجديدة المتواجدة بالمحيط الهادي.

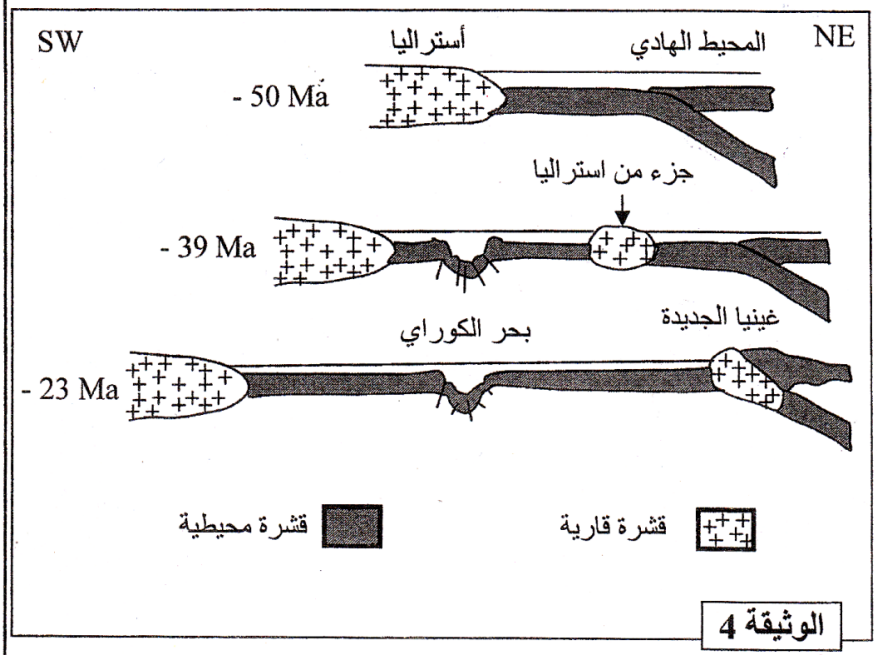
- تمثل الوثيقة 1 مقطعا جيولوجيا أنجز شرق جزيرة غينيا الجديدة، وتقدم الوثيقة 2 مقطعا طوليا تركيبيا للغلاف الصخري المحيطي، بينما تقدم الوثيقة 3 سحنات التحول وبعض المعادن المميزة لها.
- لتفسير مراحل تشكل جبال غينيا الجديدة، اقترح الباحث الجيولوجي **Auboin** النموذج الممثل في الوثيقة 4.



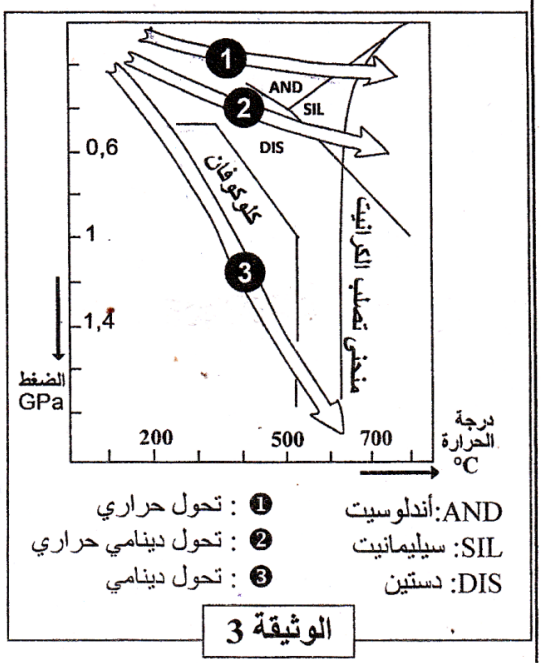
الوثيقة 2



الوثيقة 1



الوثيقة 4

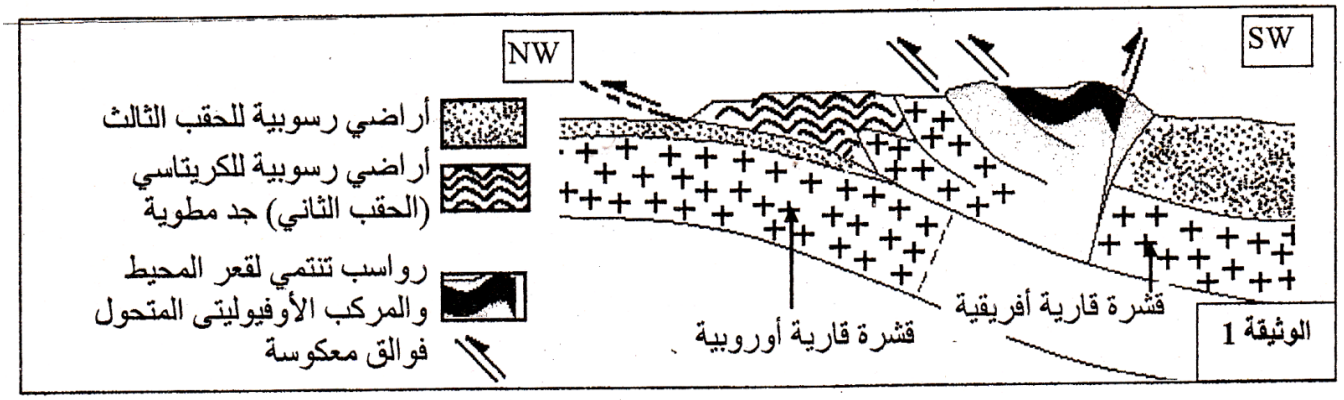


الوثيقة 3

1- قارن المجموعة الصخرية A الممثلة في الوثيقة 1 مع المجموعة الصخرية الممثلة في الوثيقة 2 ثم بين أن السلسلة الممثلة في مقطع الوثيقة 1 تنتمي لسلاسل الطفو. (1ن)

2- اعتمادا على الوثيقة 3، حدد معللا إجابتك نوع التحول الذي كان سائدا أثناء تشكل المجموعة الصخرية (B) الممثلة في الوثيقة 1، ثم فسر ظروف حدوث هذا التحول. (1 ن)

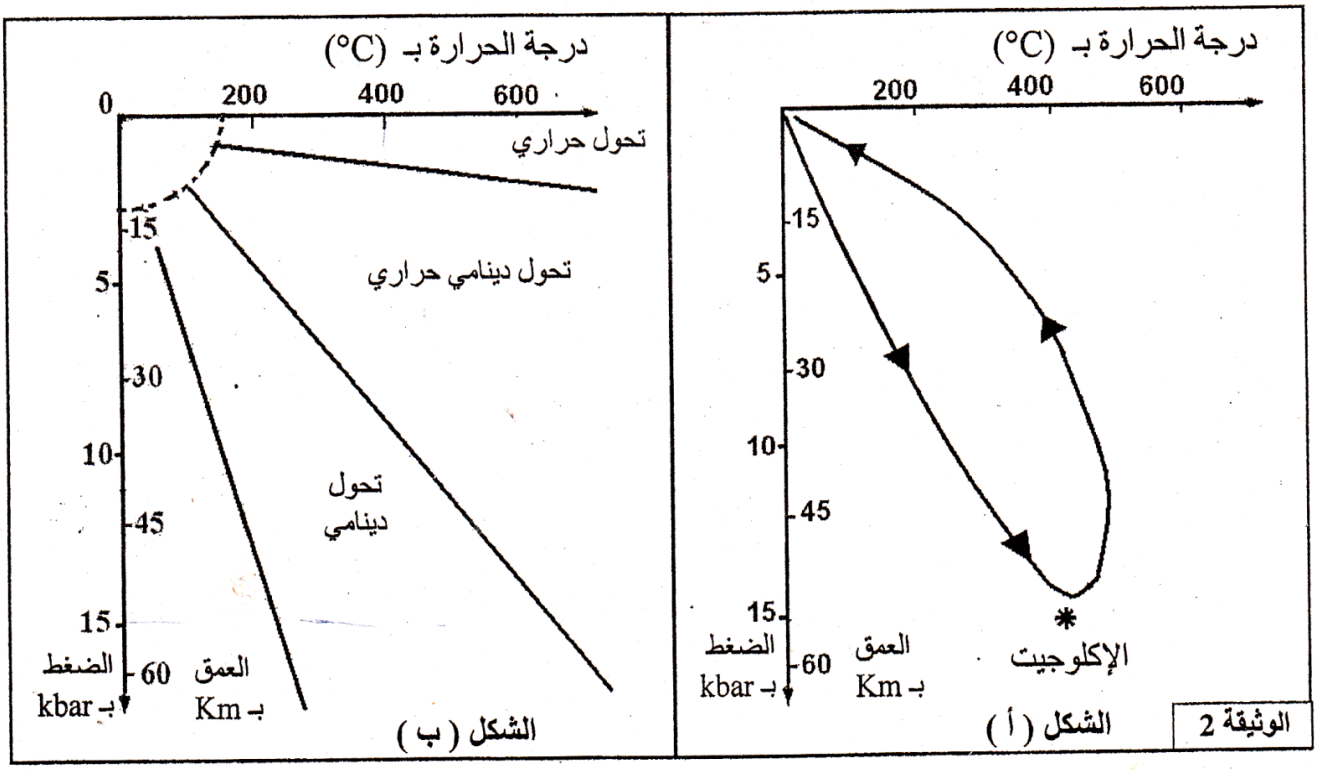
3- اعتماد على النموذج المقترح من طرف Auboin (الوثيقة 4)، بين كيف تشكلت سلسلة جبال غينيا الجديدة الممثلة في الوثيقة1. (1 ن)



1) استخرج من هذا المقطع كل ما يدل عن انغلاق محيط قديم وتجابه صفيحتين صخريتين. (1 ن)

• يحتوي المركب الأوفيوليتي المتحول على صخرة الإكلوجيت، وهي صخرة ناتجة عن تحول صخرة الغابرو.

يعطي مبيان الضغط / درجة الحرارة (P/T) الممثل بالشكل (أ) في الوثيقة 2 مسار تطور الصخور المنتمية للمركب الأوفيوليتي مع ظروف تكون الإكلوجيت. ويبين الشكل (ب) من نفس الوثيقة مجالات التحول في الطبيعة.



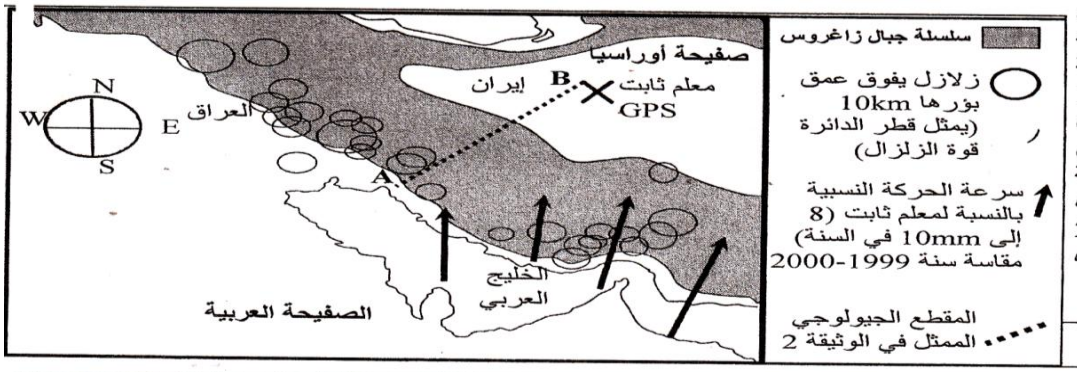
2) اعتمادا على الوثيقة 2، حدد ظروف الضغط ودرجة الحرارة ونمط التحول لتكون الإكلوجيت، وحدد المنطقة المناسبة لتكون هذه الصخرة. (1 ن)

3) بناء على معطيات الوثيقتين 1 و 2 وعلما أن الغابرو هو صخرة صهارية تكونت في مستوى الذروة المحيطية، أعط تسلسل الأحداث التي أدت إلى تشكل جبال الألب. (1 ن)

التمرين الرابع: الامتحان الوطني الدورة الاستدراكية 2010 مسلك العلوم الفيزيائية

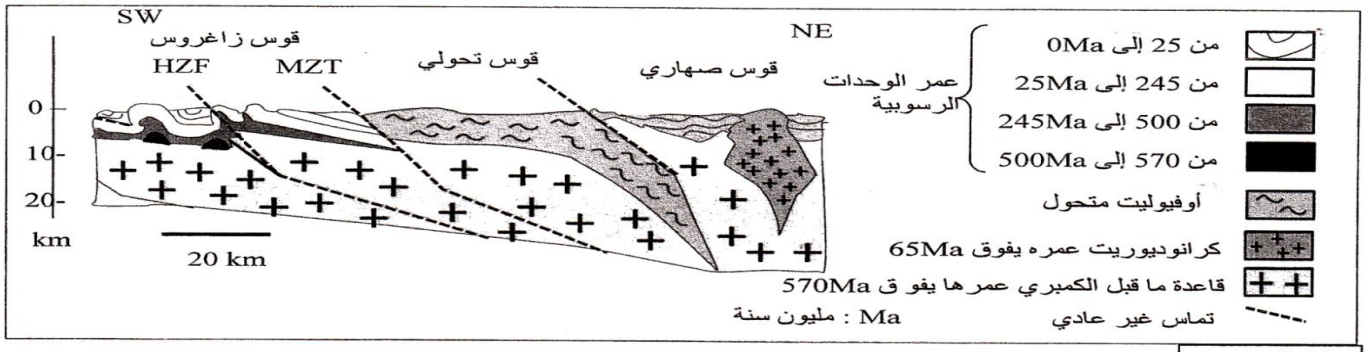
يفترض الجيولوجيون أن سلسلة جبال الأب ناتجة عن انغلاق محيط قديم إثر تجابه صفيحتين صخريتين . للتأكد من صحة هذه الفرضية نقترح المعطيات الآتية :

- تمثل الوثيقة 1 مقطعا تركيبيا مبسطا لجبال الألب الفرنسية الإيطالية .



تقع سلسلة جبال زاغروس Zagros في منطقة تجابه الصفيحة العربية وصفيحة أوراسيا. تمثل الوثيقة1 موقع سلسلة جبال زاغروس وبعض الخاصيات الجيوفيزيائية لمنطقة تواجد هذه السلسلة. وتبين الوثيقة 2 مقطعا جيولوجيا بهذه السلسلة حسب الخط A-B.

الوثيقة 1



الوثيقة 2

1- استخرج من الوثيقتين 1 و2 مختلف الخاصيات الجيوفيزيائية والبنيوية والصخرية التي تدل على أن هذه المنطقة عرفت ظاهرة اصطدام مسبوقة بظاهرة طمر. (1,5 ن)

تتوفر سلسلة جبال زاغروس على صخور متحولة، وتشهد التجمعات المعدنية الملاحظة فيها على تسلسل ظروف الضغط ودرجة الحرارة التي مرت منها. تبين الوثيقة 3 الشكل (أ) التركيب الكيميائي (بالنسبة المأوية %) لكل من صخرة الغابرو (صخرة تنتمي للقشرة المحيطية) وصخرة الميتاغابرو(صخرة متحولة تنتمي للأفيوليت المتحول)، وتقدم الوثيقة 3 الشكل (ب) التركيب العيداني لهاتين الصخرتين.

الشكل (أ)

SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O
47,1	2,3	14,2	11,0	12,7	9,9	2,2	0,4

الشكل (ب)

المعادن	الغابرو	الميتاغابرو
البلاجيوكلاز	+	-
أوجيت (بيروكسين)	+	-
الكلوكوفان	-	+
الجادييت	-	+

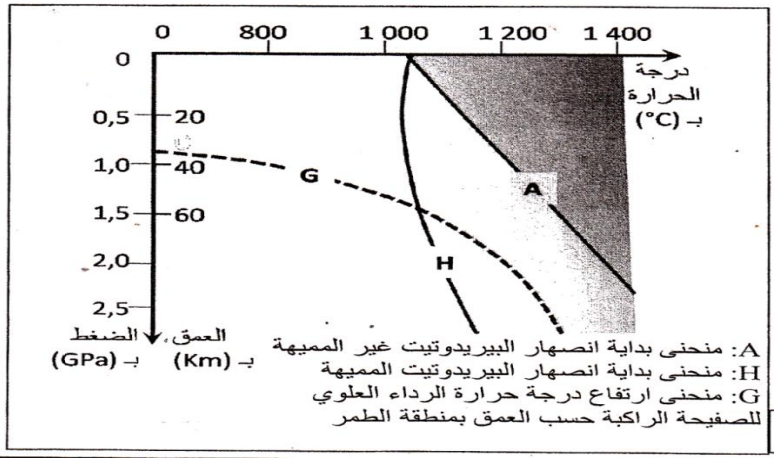
+ : وجود ، - : غياب

يكون كل من معدني الكلوكوفان والجادييت مستقرين في درجة حرارة منخفضة وضغط مرتفع.

الوثيقة 3

2- اعتمادا على استغلال معطيات الوثيقة 3 **استنتج** أصل وظروف تشكل صخرة الميتاغابرو. (1 ن)

تتميز مناطق الطمر بوجود صخور متحولة مصاحبة لصخور صهارية مثل الكرانوديوريت (الوثيقة 2). تبين الوثيقة 4 المنحنيات التجريبية لبداية انصهار البيريدوتيت المكونة للرداء العلوي تحت ظروف الضغط ودرجة الحرارة، ومنحنى ارتفاع درجة حرارة الرداء العلوي للصفيحة الراكبة حسب العمق بمنطقة الطمر.



A: منحنى بداية انصهار البيريدوتيت غير المميهة
H: منحنى بداية انصهار البيريدوتيت المميهة
G: منحنى ارتفاع درجة حرارة الرداء العلوي للصفيحة الراكبة حسب العمق بمنطقة الطمر

الوثيقة 4

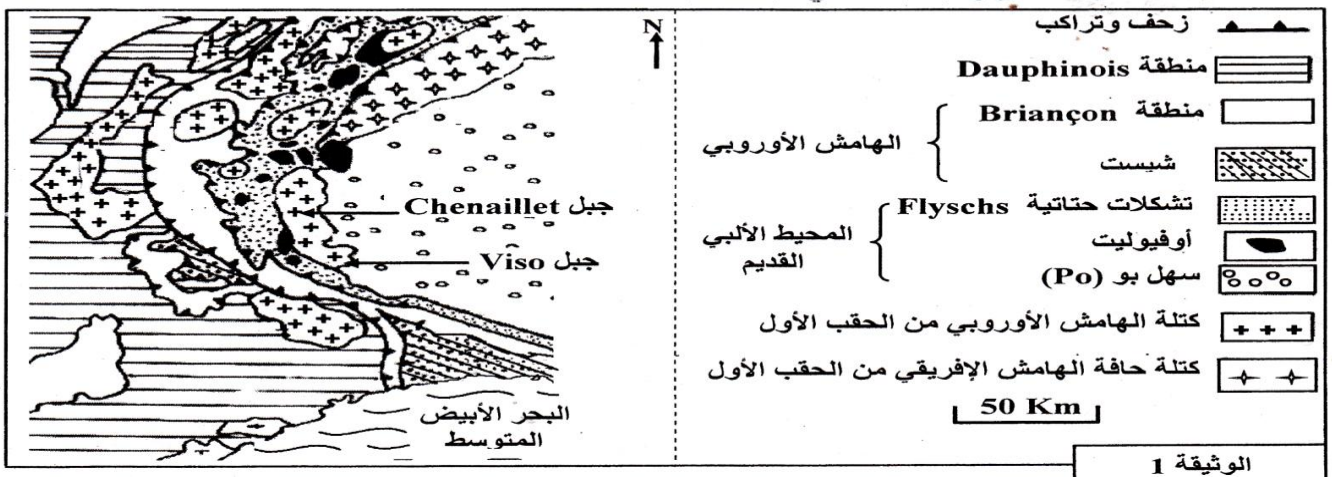
3- بتوظيف مكتسباتك ومعطيات الوثيقة 4، **اربط** العلاقة بين ظاهرة الطمر وتشكل صخرة الكرانوديوريت. (1 ن)

4- اعتمادا على ماسبق وعلى معارفك **أعط** تسلسل الأحداث التي أدت إلى تشكل سلسلة جبال زاغروس. (1,5 ن)

التمرين الخامس: الامتحان الوطني الدورة العادية 2011مسلك العلوم الفيزيائية.

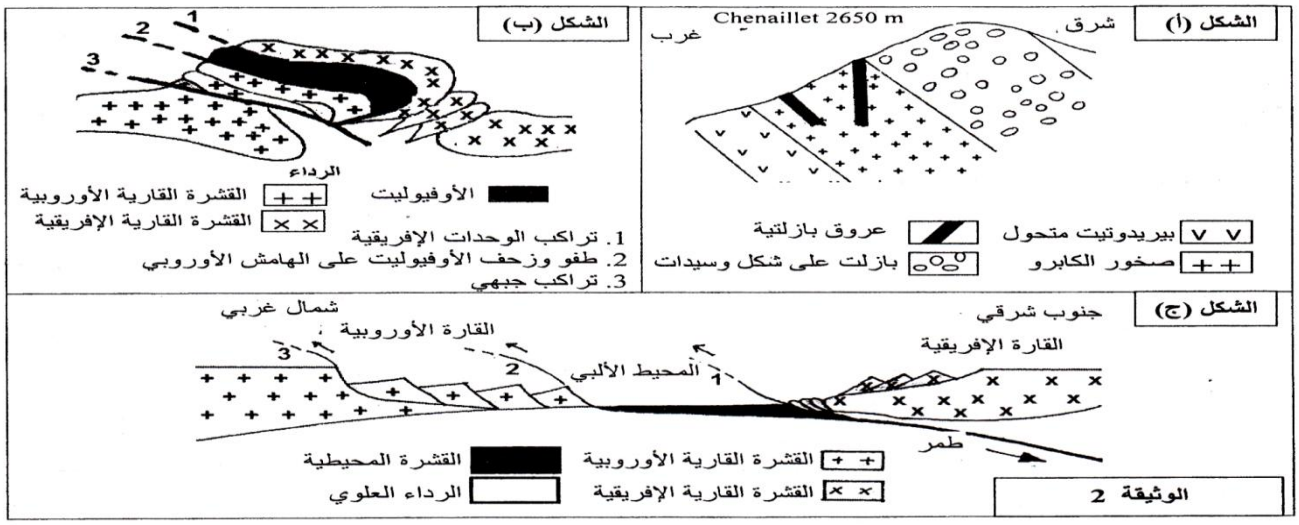
تمكن دراسة استسطاح البنيات التكتونية والصخرية للسلاسل الجبلية الحديثة من معرفة مراحل نشوء هذه السلاسل وعلاقتها بتكتونية الصفائح. لإبراز ذلك نقترح المعطيات الآتية:

- تمثل **الوثيقة 1** خريطة جيولوجية مبسطة في جبال الألب.



الوثيقة 1

- تمثل **الوثيقة 2** مقطعا جيولوجيا مبسطا في منطقة Chenaillet بجبال الألب (الشكل (أ)) ورسمين تخطيطين لمرحلتين من مراحل تشكل هذه المنطقة (الشكلان (ب) و(ج)).



الوثيقة 2

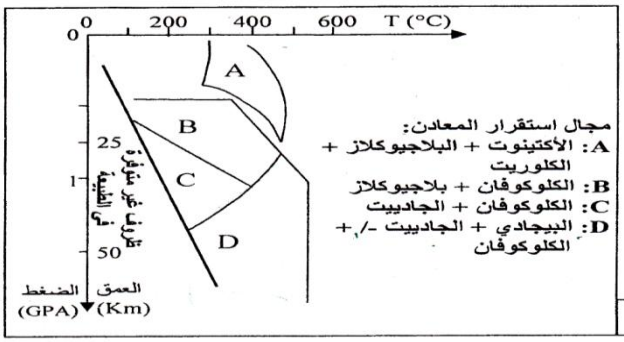
1. اعتمادا على الوثيقتين 1 و2 **بين** أن جبال الألب سلسلة اصطدام. **(1.5 ن)**

تتواجد بالمنطقة المدروسة من الغرب إلى الشرق صخور الكابرو والشيست الأزرق والإكلوجيت. تبين **الوثيقة 3** التركيب العيداني لهذه الصخور، و**الوثيقة 4** مجالات استقرار بعض معادن الصخور المتحولة حسب درجة الحرارة والضغط.

التركيب العيداني			
الصخور / بعض المعادن	الكابرو	الشيست الأزرق	الإكلوجيت
البلاجيوكلاز	+	نادر	-
البيروكسين	+	-	-
الكلوكوفان	-	+	+/-
الجاديت	-	-	+
البيجادي	-	-	+

الرموز: علامة (+) تعني موجود، علامة (–) تعني منعدم، علامة (-/+) تعني موجود إلى منعدم

الوثيقة 3



الوثيقة 4

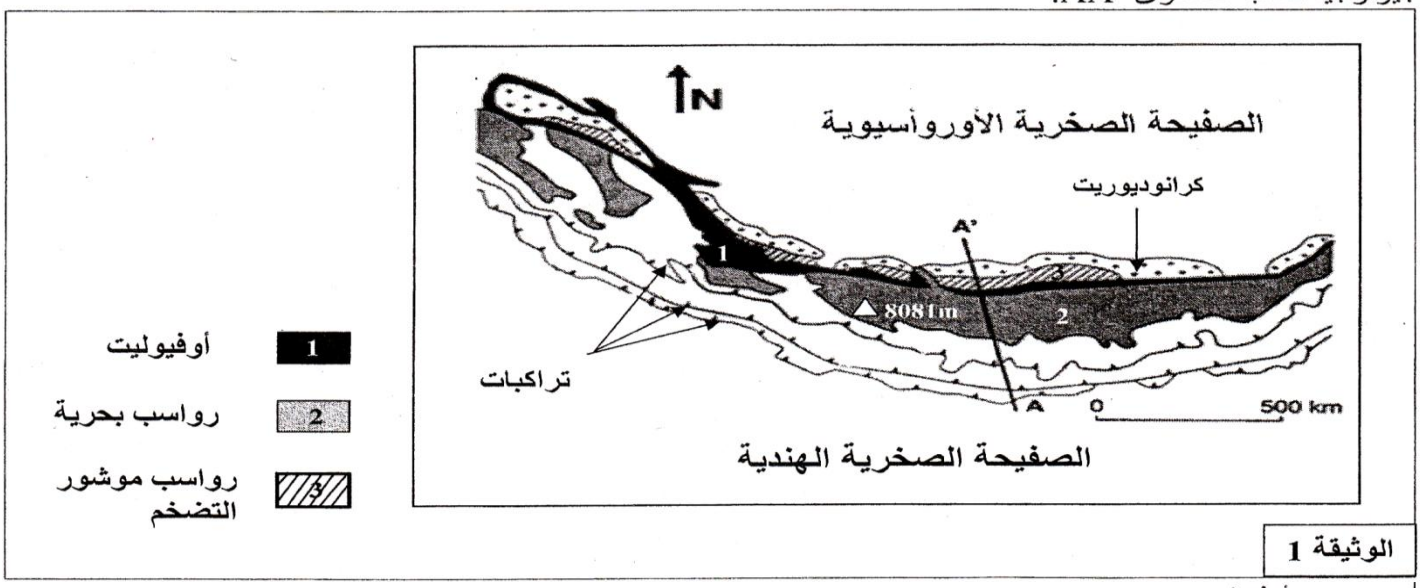
2. باستثمار معطيات الوثيقتين 3 و4 **استنتج** نمط التحول الذي شهدته المنطقة المدروسة (من الغرب إلى الشرق) والظاهرة الجيولوجية المسؤولة عن هذا التحول. **(1.5 ن)**

3. انطلاقا من المعطيات السابقة ومكتسباتك **لخص**، بواسطة نص، مراحل تشكل سلسلة جبال الألب. **(2 ن)**

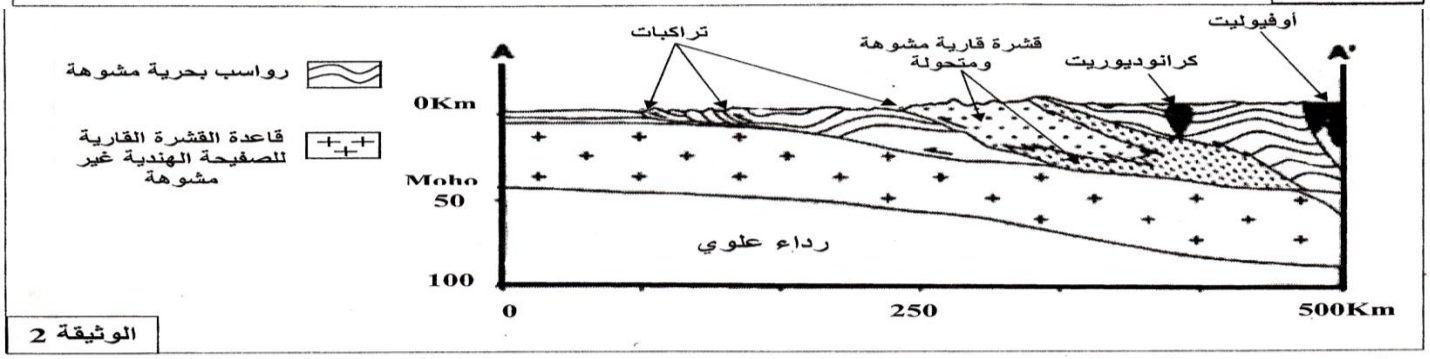
التمرين السادس: الإمتحان الوطني الدورة العادية 2012مسلك العلوم الفيزيائية.

لإبراز علاقة الظواهر الجيولوجية المصاحبة لنشوء السلاسل الجبلية بتكتونية الصفائح، نقترح المعطيات الآتية:

- بدأت الصفيحة الهندية تتحرك منذ 120-130 مليون سنة نحو الصفيحة الأوروأسيوية. نتج عن اصطدام القارة الهندية بالقارة الأوروأسيوية تكوُّن سلسلة جبال الهملايا. تُمثل الوثيقة 1 خريطة جيولوجية مبسَّطة لهذه السلسلة، والوثيقة 2 مقطعا جيولوجيا حسب المستوى AA'.



الوثيقة 1



الوثيقة 2

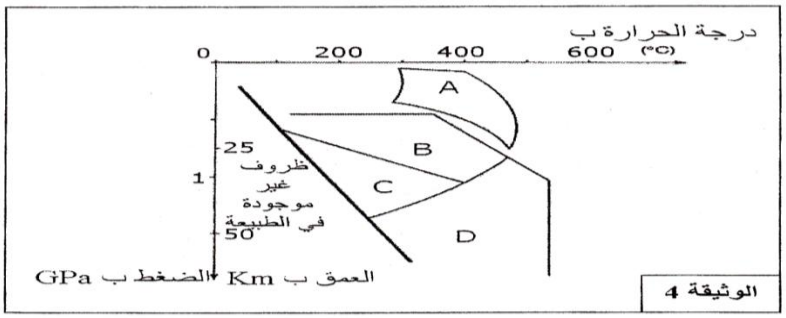
1- اعتمادا على معطيات الوثيقتين 1 و 2 ، **بيّـن** أن جبال الهملايا سلسلةُ اصطدام.(2ن)

- تُعتبر صخرة ميتاغابرو (métagabbro) صخرة **متحوّلة** تنتمي إلى المركب الأوفيوليتي. تُبيّن الوثيقة 3 التركيب العيداني لنوعين من الميتاغابرو (métagabbro) ، و تمثل الوثيقة 4 مجالات استقرار بعض المجموعات المعدنية بدلالة درجة الحرارة والعمق (الضغط).

التركيب العيداني	Métagabbro 1	Métagabbro 2
- بلاجيوكلاز	+	-
- كلوكوفان	+	+
- بيجادي	-	+
- جاديييت	-	+
الرموز: + تعني وجود المعدن، - تعني غيابه		

الوثيقة 3

مجال استقرار المعادن:
A: الأكتينوت + البلاجيوكلاز + الكلوريت
B: الكلوكوفان + بلاجيوكلاز
C: الكلوكوفان + الجاديييت
D: البيجادي + الجاديييت +/- الكلوكوفان

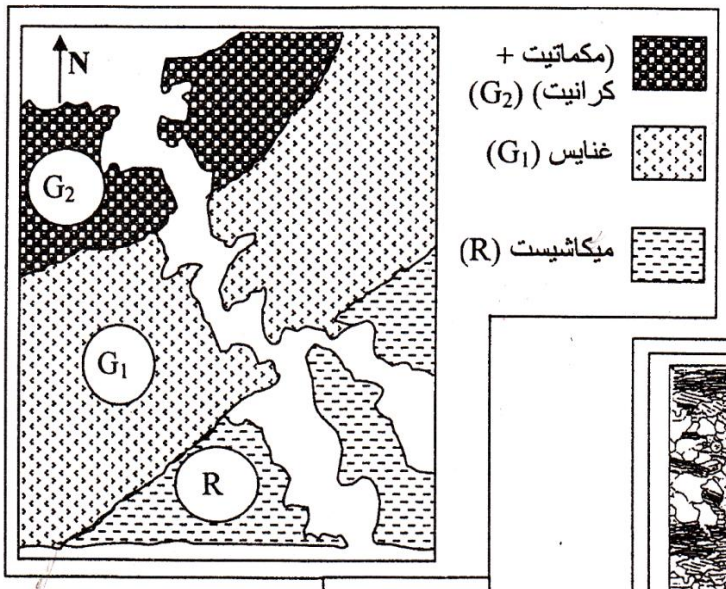


الوثيقة 4

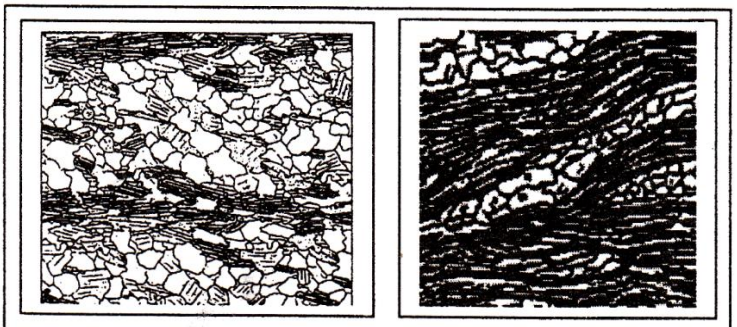
2- استنادا إلى الوثيقتين 3 و4، **حدّد** مجال استقرار كل من métagabbro 1 و métagabbro 2 ، ثمّ **استنتج** نمط التحول عند الانتقال من métagabbro1 إلى métagabbro2.(1 ن)

3- باستثمار كافة المعطيات السابقة ، **أذكر** مراحل تشكّل سلسلة جبال الهملايا (2 ن)

تُمثل **الوثيقة 1** خريطة جيولوجية مبسطة لوادي la Rance بفرنسا، وتُبيّن **الوثيقة 2** صفيحتين دقيقتين لكل من صخرة الميكاشيست (R) وصخرة الغنايس (G_1)، وتمثل **الوثيقة 3** التركيب العيداني لهاتين الصخرتين.



الوثيقة 1



الوثيقة 2

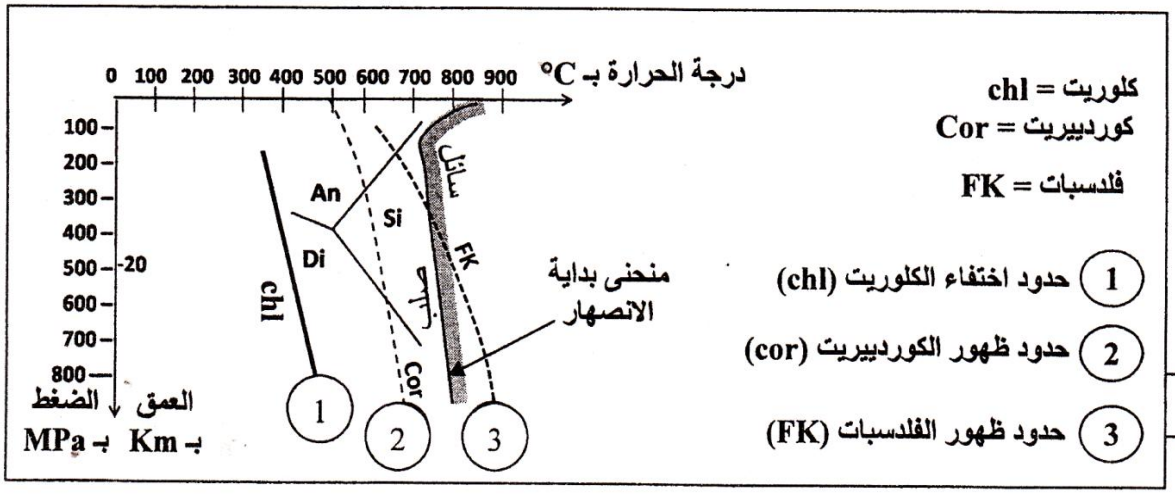
الصخور / بعض معادنها	R	G_1
- مرو	(+)	(+)
- بيوتيت	(+)	(+)
- كلوريت	(+)	(-)
- كورديريت	(-)	(+)
- فلدسبات	(-)	(+)
- سليمانت	(-)	(+)

(+) وجود ؛ (-) غياب

الوثيقة 3

1. اعتمادا على الوثيقتين 2 و 3، **قارن** البنية والتركيب العيداني للصخرة R والصخرة G_1، ثم **بيّن** أن صخور هذه المنطقة خضعت لظاهرة التحول. (1 ن)

تُقدّم **الوثيقة 4** مجالات الاستقرار التجريبية لبعض المعادن حسب ظروف الضغط ودرجة الحرارة.



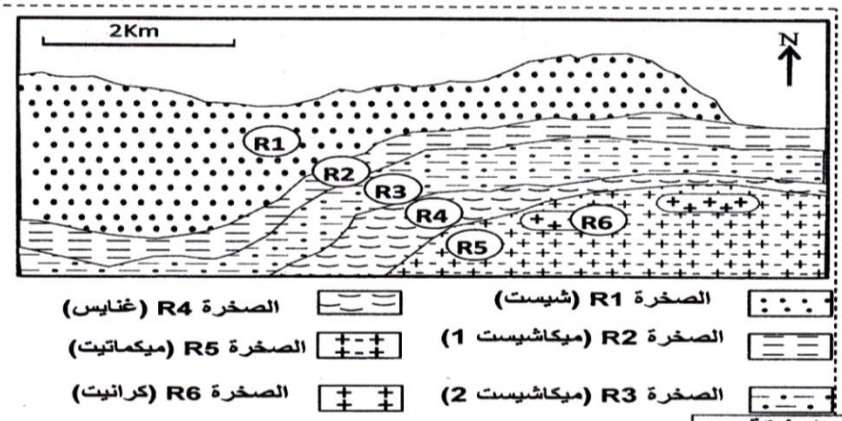
الوثيقة 4

2. انطلاقا من الوثيقة 4 ، **حدّد** حدود اختفاء معدن الكلوريت وحدود ظهور معدني الكورديريت والفلدسبات حسب درجة الحرارة. ماذا تستنتج فيما يخص الانتقال من الصخرة R إلى الصخرة G_1؟ (1ن)

3. انطلاقا مما سبق، واعتمادا على مكتسباتك، **فسّر** كيف تشكلت الميكماتيت الممثلة في الوثيقة1. (1ن)

من أجل استرداد التاريخ الجيولوجي لسلسلة جبلية يعتمد الباحث الجيولوجي على عدة تقنيات منها تحديد ظروف تشكل الصخور التي توجد بهذه السلسلة.

لوحظ استسطاح مجموعة من الصخور المتحولة في منطقة ARIZE (بفرنسا). وقد بينت دراسة هذه الصخور أنها تنحدر من صخور رسوبية قارية سابقة الوجود. تقدم الوثيقة 1 مستخلصا من الخريطة الجيولوجية لهذه المنطقة، ويبين جدول الوثيقة 2 بعض المعادن المؤشرة المميزة لصخور هذه المنطقة.



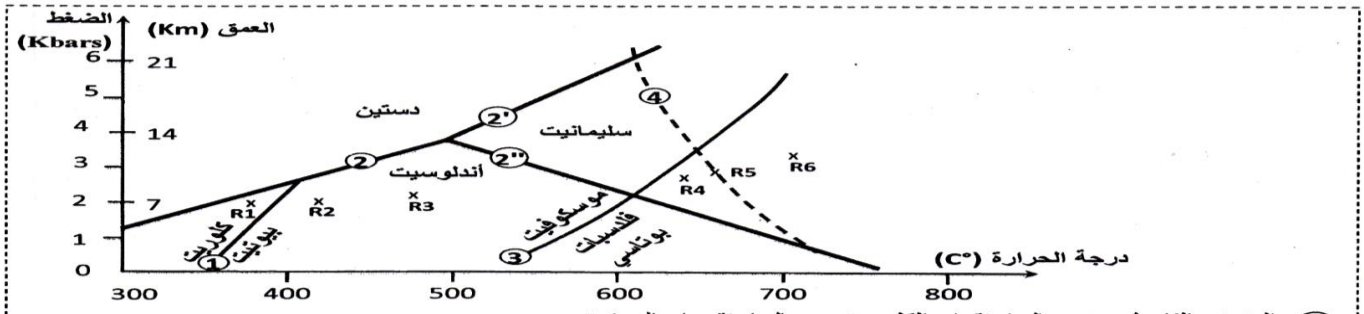
الوثيقة 1

بعض المعادن المؤشرة	الصخور					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6
كلوريت	+	-	-	-	-	-
بيوتيت	-	+	+	+	+	+
أندلوسيت	-	-	+	-	-	-
موسكوفيت	-	+	+	+	-	-
سليمانيت	-	-	-	+	+	-
فلدسبات بوتاسي	-	-	-	+	+	+

الوثيقة 2

1. اعتمادا على جدول الوثيقة 2، حدد التغيرات التي طرأت على التركيب العيداني للصخور عند الانتقال من R1 إلى R2 ومن R3 إلى R4. (0.5 ن)

تمكن باحثون من تحديد ظروف الضغط ودرجة الحرارة التي تكونت فيها هذه الصخور انطلاقا من تركيبها العيداني. يقدم مبيان الوثيقة 3 النتائج المحصلة.



① المنحنى الفاصل بين مجال استقرار الكلوريت ومجال استقرار البيوتيت.
② ②' ②'' المنحنيات الفاصلة بين مجالات استقرار معادن الأندلوسيت والسليمانيت والدستين.
③ المنحنى الفاصل بين مجال استقرار الموسكوفيت ومجال استقرار الفلدسبات البوتاسي.
④ المنحنى الفاصل بين الحالة الصلبة للمعادن وبداية انصهارها.
×: النقط الممثلة لظروف الضغط ودرجة الحرارة لتشكل الصخور R1 و R2 و R3 و R4 و R5 و R6 الممثلة في الوثيقة 1.

الوثيقة 3

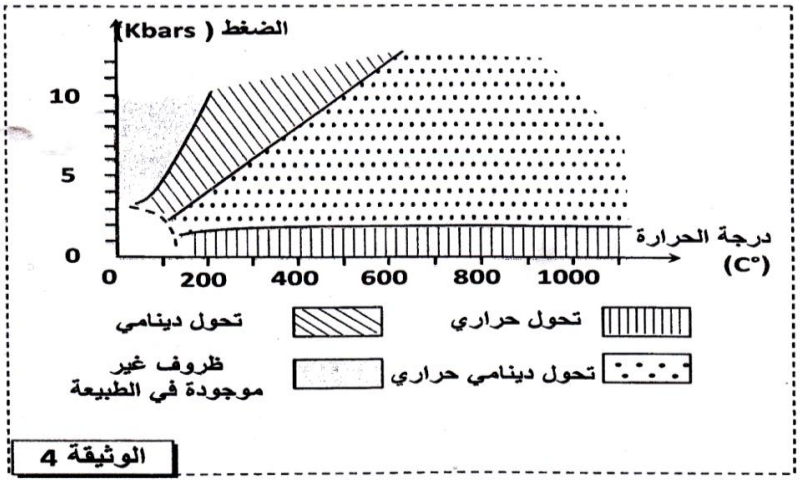
2. اعتمادا على معطيات الوثيقة 3، فسر التغيرات الملاحظة في التركيب العيداني عند الانتقال من R1 إلى R2، ثم من R3 إلى R4. (1 ن)

تتوفر صخرة الميكماتيت R5 على بنيتين متداخلتين، بنية مورقة تشبه الصخرة R4 وبنية حبيبية تشبه الصخرة R6.

3. اعتمادا على مبيان الوثيقة 3، فسر تشكل الصخرة R5. (0.5 ن)

تمثل الصخور المتحولة ذاكرة لظروف الضغط ودرجة الحرارة التي عرفتها المنطقة التي توجد بها هذه الصخور. تقدم الوثيقة 4 مجالات التحول التي تتعرض لها الصخور حسب ظروف الضغط ودرجة الحرارة.

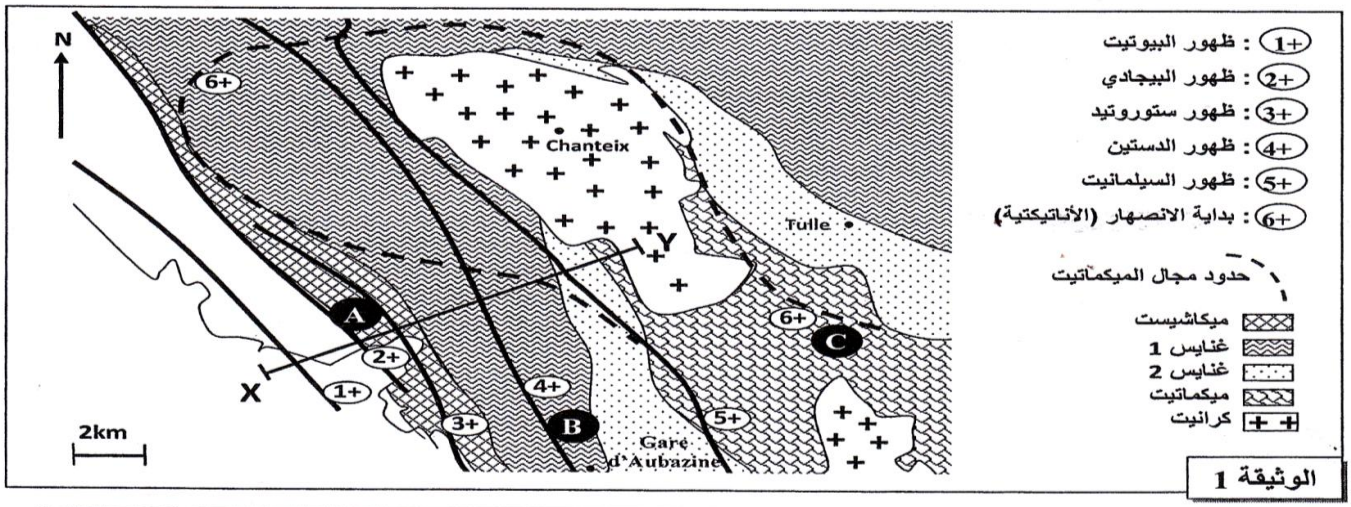
4. استخرج من مبيان الوثيقة 3 الظروف الدنيا والقصوى لكل من الضغط ودرجة الحرارة التي عرفتها صخور هذه المنطقة، ثم استنتج مستعينا بالوثيقة 4، نمط التحول الذي تعرضت له هذه المنطقة والظاهرة الجيولوجية المسؤولة عن هذا التحول. (1 ن)



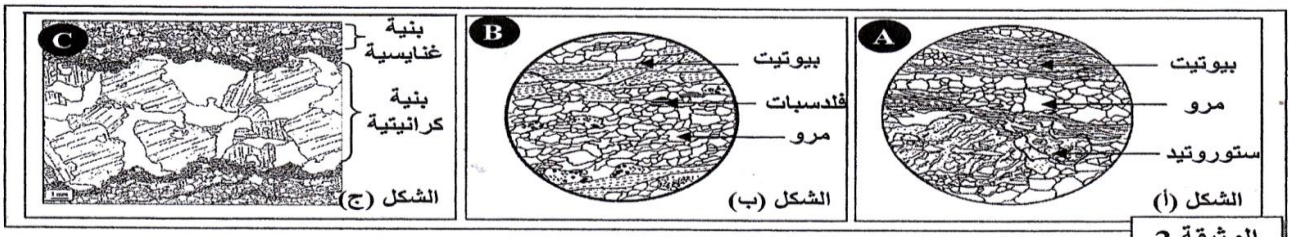
الوثيقة 4

قصد تحديد الخاصيات العيدانية والبنيوية للصخور المتحولة وعلاقتها بالكرانيتية، وربطها بالظروف الجيوفيزيائية السائدة في القشرة الأرضية أثناء تشكل هذه الصخور، نقترح المعطيات الآتية:

- تمثل الوثيقة 1 خريطة جيولوجية مبسطة لمنطقة Sud-Limousin بفرنسا توضح مجالات ظهور بعض المعادن المؤشرة في بعض صخور المنطقة.
- تمثل الأشكال (أ) و (ب) و (ج) من الوثيقة 2 رسوما تخطيطية لصفائح دقيقة لكل من الميكاشيست (العينة A) والغنايس (العينة B) والميكماتيت (العينة C).



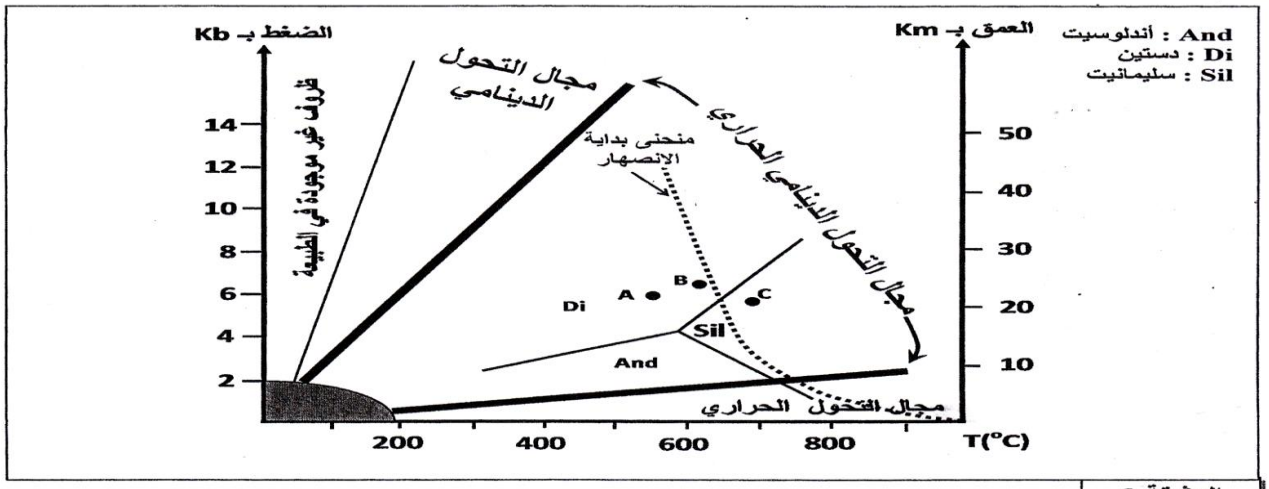
الوثيقة 1



الوثيقة 2

- يُمكّن التركيب العيداني للصخور المتحولة من تحديد ظروف الضغط ودرجة الحرارة التي تشكلت فيها هذه الصخور.

تمثل الوثيقة 3 تموضع الصخور A و B و C حسب ظروف الضغط ودرجة الحرارة.



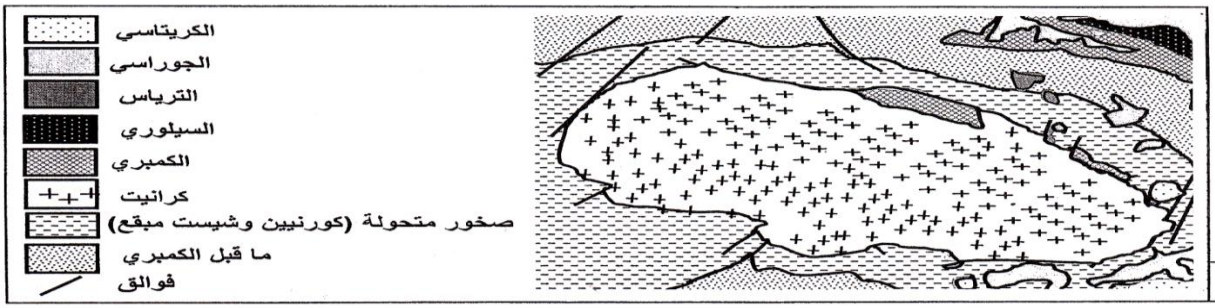
الوثيقة 3

1. أ- **حدد** التغيرات العيدانية للصخور عند الانتقال من X إلى Y حسب المقطع XY الممثل في الوثيقة 1. (0.5 ن)
   ب- **صف** بنية كل صخرة من الصخور A و B وC الممثلة في الوثيقة 2. (1.5 ن)
2. **انطلاقا من الوثيقة 3:**
   أ- **بيّن** كيف يتغير عاملا الضغط ودرجة الحرارة عند الانتقال من الصخرة A إلى الصخرة B ثم إلى الصخرة C. (0.5 ن)
   ب **بين** أن صخور هذه المنطقة خضعت لتحول تدريجي من الميكاشيست إلى الغنايس، **وحدد** نمط هذا التحول. (0.75 ن)
3. : اعتمادا على المعطيات السابقة وعلى مكتسباتك، **فسر** كيف تشكل كل من الميكماتيت والكرانيت في منطقة Sud Limousin. (1.75 ن)

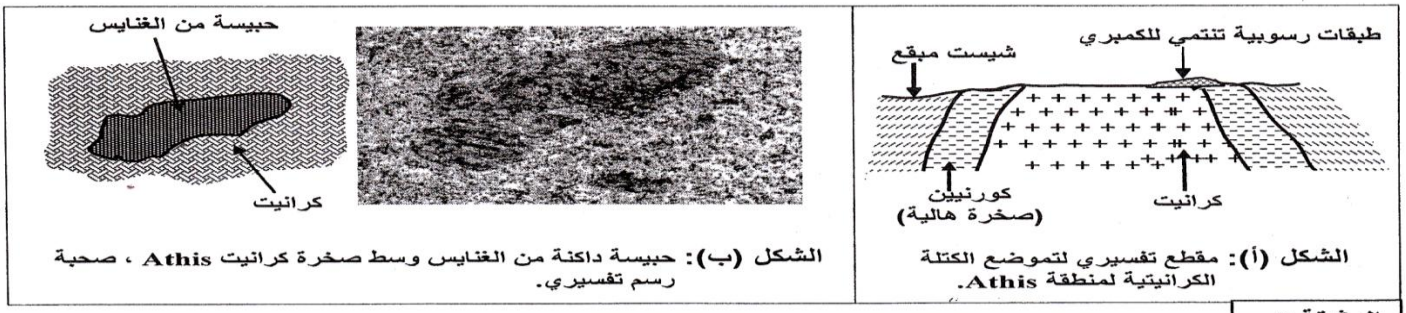
التمرين العاشر: الامتحان الوطني الدورة الاستدراكية 2014مسلك علوم الحياة والأرض.

ينتمي كرانيت Athis (منطقة بفرنسا) إلى مجموعة الكرانيتويدات. يتعلق الأمر بكتلة كرانيتية اندساسية (كرانيت اندساسي) تنتمي إلى بداية الحقب الأول. لتعرف ظروف تشكل هذا الكرانيت الاندساسي وعلاقته بالصخور المجاورة لـ نقترح المعطيات الآتية:

- تمثل الوثيقة 1 خريطة جيولوجية لكرانيت Athis والصخور المجاورة له، وتبرز الوثيقة 2 مقطعا جيولوجيا مبسطا لكرانيت Athis (الشكل أ) صحبة عينة صخرية (الشكل ب) من هذا الكرانيت الاندساسي.



الوثيقة 1



الشكل (ب): حبيسة داكنة من الغنايس وسط صخرة كرانيت Athis ، صحبة رسم تفسيري.

الشكل (أ): مقطع تفسيري لتموضع الكتلة الكرانيتية لمنطقة Athis.

الوثيقة 2

1. باستغلال الوثيقة 1 والشكل (أ) من الوثيقة 2، **صف** تموضع كل من الكرانيت الاندساسي والصخور المتحولة. ثم **اقترح تفسيرا** لعدم تعرض الطبقات الرسوبية المنتمية للكمبري للتحول. (0.75 ن)

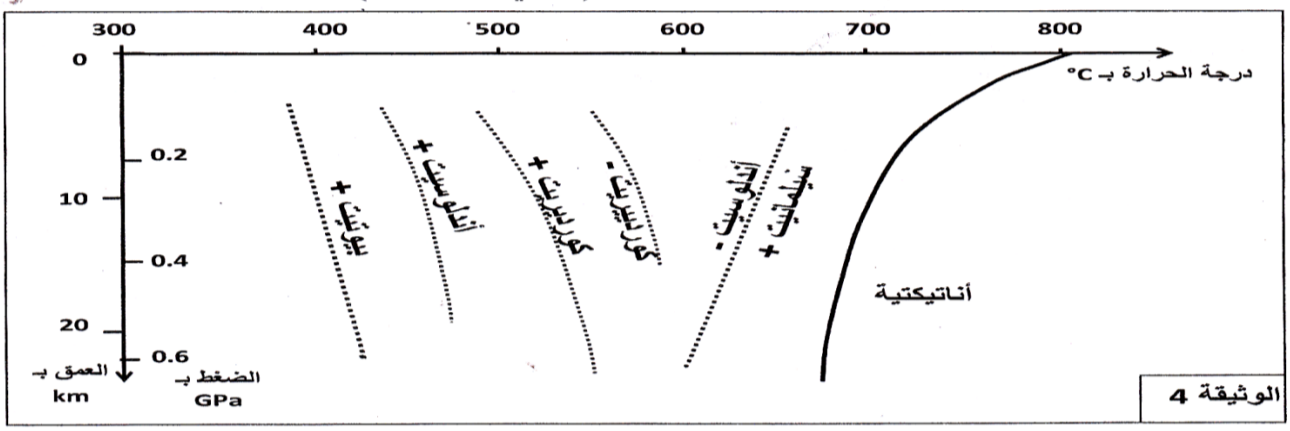
2. علما أن الغنايس (الحبيسة الممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة 2) صخرة متحولة ناتجة عن تحول دينامي حراري، وباستغلال مكتسباتك، **أعط** تفسيرا لأصل الكرانيت الاندساسي. (0.5 ن)

- تبرز الوثيقة 3 التركيب العيداني لبعض صخور هذه المنطقة (مُثّل تواجد المعادن بخطوط متقطعة) وذلك انطلاقا من الشيست نحو الكتلة الكرانيتية، وتعطي الوثيقة 4 مجالات استقرار هذه المعادن حسب الضغط ودرجة الحرارة.

الصخور / المعادن	شيست مبقع	كورنيين ذو أندلوسيت	كورنيين ذو سيليمانيت
• بيوتيت			
• كورديريت			
• أندلوسيت			
• سيلمانيت			

الوثيقة 3

ملحوظة: تشكلت معادن هذه المنطقة تحت ضغط منخفض (حوالي 0.2 GPa).



الوثيقة 4

3. باستعمال معطيات المبيان (الوثيقة 4)، **حدد** مجال استقرار كل معدن من المعادن الممثلة في الوثيقة 3 حسب درجة الحرارة. ماذا **تستنتج**؟ (1.25 ن)
4. يدعى التحول المجاور لكرانيت Athis بالتحول الحراري (أو تحول التماس)، **بين** كيف تشكلت الصخور المتحولة المتواجدة في هذه المنطقة. (0.5 ن)

عناصر الإجابة

المكون الأول : استرداد المعارف

I. تصحيح السلسلة الأولى :

1- صحيح 2- صحيح 3- صحيح 4- صحيح 5- خطأ 6- صحيح 7- صحيح 8- خطأ	9- صحيح 10- خطأ 11- صحيح 12- خطأ 13- صحيح 14- خطأ 15- صحيح 16- صحيح	17-خطأ 18- صحيح 19-خطأ 20- صحيح 21- صحيح 22- صحيح 23- صحيح 24-صحيح	25-صحيح 26- خطأ

II- تصحيح السلسلة الثانية :

1- صحيح 2- صحيح 3- صحيح 4- صحيح	5- صحيح . 6- صحيح 7-صحيح 8- خطأ	9- خطأ 10- خطأ 11- صحيح 12- صحيح	13- صحيح 14-خطأ 15- خطأ

المكون الثاني : الإستدلال العلمي و التواصل البياني.

التمرين الأول: الامتحان الوطني الدورة الاستدراكية 2013مسلك علوم الحياة و الأرض

رقم السؤال	عناصر الإجابة	سلم التنقيط
1	المميزات الصخرية و البنيوية: ▪ وجود حفر محيطية..... ▪ وجود بركانية أنديزيتية و صخور بلوتونية من الكرانتويدات..... ▪ وجود موشور التضخم..... ▪ وجود فوالق معكوسة.....	0,25 ن 0,25 ن 0,25 ن 0,25 ن
2	▪ توزيع بؤر الزلازل حسب العمق بشكل مائل في اتجاه القارة حسب مستوى Benioff..... ▪ وجود شذوذ في منحنيات تساوي درجة الحرارة بحيث تنغرز مائلة جسب مستوى Benioff.... ▪ كثافة القشرة المحيطية أكبر من كثافة القشرة القارية.....	0,25 ن 0,25 ن 0,25 ن
3	لا يمكن تفسير هذه الخاصيات إلا باعتبار أن الصفيحة المحيطية تنغرز تحت الصفيحة القارية أي حدوث ظاهرة الطمر..... الشكل أ : بوجود الماء ← تقاطع بين منحنى درجة الحرارة (1) لمنطقة الطمر و منحنى تصلب البيريدوتيت المميهة (2) ← انصهار جزئي للبريدوتيت..... ▪ توجد منطقة الانصهار الجزئي للبريدوتيت في عمق حوالي 100Km و درجة حرارة 1000°C الشكل ب : وجود منطقة الانصهار الجزئي للبريدوتيت بمحاذاة منحنى درجة الحرارة 1000°C مع وجود صهارة بركانية تعلو منطقة الانصهار الجزئي..... ظروف تشكل الصخور الصهارية في مناطق الطمر: ▪ انغراز الغلاف الصخري المحيطي ← ارتفاع كبير للضغط ← تحرير الماء من طرف القشرة المحيطية المنغرزة ← تحقق شروط الانصهار الجزئي للبيريدوتيت ← تكون صهارة ..... ▪ تبريد جزء من الصهارة في العمق ← تشكل الصخور البلوتونية..... ▪ صعود جزء من الصهارة إلى السطح ← البركانية الأنديزيتية.....	0,25 ن 0,25 ن 0,25 ن 0,25 ن 0,25 ن 0,25 ن 0,25 ن 0,25

التمرين الثاني: الامتحان الوطني الدورة الإستدراكية 2010مسلك علوم الحياة و الأرض

رقم السؤال	عناصر الإجابة	سلم التنقيط
1	▪ تتطابق صخور المجموعة A مع صخور الغلاف الصخري المحيطي (الممثلة في الوثيقة 2) ▪ تواجد صخور المجموعة A (جزء من الغلاف الصخري المحيطي) فوق صخور الغلاف الصخري القاري يدل على وجود طفو لغلاف صخري محيطي فوق غلاف صخري قاري: السلسلة المدروسة سلسلة طفو.....	1 ن
2	▪ وجود معدن الكلوكوفان في المجموعة الصخرية B مؤشر على خضوعها لتحول تحت ضغط مرتفع(تحول دينامي) ▪ طفو جز من الغلاف الصخري المحيطي فوق الغلاف الصخري القاري ← ارتفاع الضغط ← تحول دينامي.....	1 ن
3	▪ قبل 50Ma حدوث طمر ضمحيطي ▪ قبل 39Ma انفصال جزء من استراليا و تشكل مجال محيطي "بحر الكوراي" و استمرار الطمر الضمحيطي قبل 23Ma: طفو جزء من الغلاف الصخري المحيطي فوق الجزء القاري المنفصل من أستراليا، مما أدى إلى تشكل سلسلة جبال غينيا الجديدة التي تتميز بتشوهات تكتونية و تشكل صخور متحولة مع حث جزء من الغلاف الصخري المحيطي.....	1 ن

التمرين الثالث: الامتحان الوطني الدورة العادية 2008مسلك علوم الحياة و الأرض

رقم السؤال	عناصر الإجابة	سلم التنقيط
1	المعطيات التي تدل عن انغلاق محيط قديم و تجابه صفيحتن صخريتين: ▪ وجود رواسب تنتمي لقعر المحيط ▪ وجود الأوفيوليت و هو مركب ينتمي للقشرة المحيطية ▪ وجود فوالق معكوسة و طيات تدل عن قوى تقصيرية ▪ وجود أراضي قديمة (تنتمي للحقب الثاني) تركب أراضي حديثة(تنتمي للحقب الثالث) في اتجاه الشمال الغربي.....	1 ن
2	يتكون الإكلوجيت تحت درجة حرارة تناهز 400°C و ضغط يناهز 15Kbar. تتناسب هذه الظروف مع منطقة التحول الدينامي. المنطقة الملائمة لهذه الظروف هي منطقة الطمر.....	0,5 ن
3	تسلسل الأحداث: ▪ تكون الأوفيوليت المكون للقشرة المحيطية في مستوى الذروة و توضعت عليه الصخور الرسوبية ▪ تقارب القارة الإفريقية و القارة الأوروبية ▪ انغراز القشرة المحيطية للصفيحة الأوروبية تحت الصفيحة الإفريقية(أو ظاهرة الطمر) فتعرضت صخور المركب الأوفيوليتي لشدة تحول دينامي ترتب عنه تكون صخرة الإكلوجيت ▪ التقاء الهامشين القاريين لإفريقيا و اوروبا إثر الاصطدام مع تكون طيات و فوالق و تراكب في اتجاه الشمال الغربي ▪ رفع الصخور من الأعماق الكبيرة إلى الأعلى عبر الظواهر الجيولوجية المصاحبة لتكون سلاسل الاصطدام ▪ تعرض الصخور للحث مع استسطاح صخور الأوفيوليت.....	1,5 ن

التمرين الرابع: الامتحان الوطني الدورة الإستدراكية 2010 مسلك العلوم الفيزيائية

رقم السؤال	عناصر الإجابة	سلم التنقيط
1	الخاصيات التي تدل على طمر سابق هي : ▪ وجود المركب الأوفيوليتي ▪ وجود بلوتون من الكرانوديوؤيت ▪ بؤر زلزالية ذات أعماق كبيرة الخاصيات التي تدل على ظاهرة الاصطدام:	

	▪ تحرك الصفيحة العربية نحو الصفيحة الأوروآسيوية ▪ وجود تراكبات و فوالق معكوسة و طيات ▪ غلاف صخري سميك.....	1,5 ن
2	يبرزجدول الشكل (أ) أن الغابرو و الميتاغابرو لهما نفس التركيب الكيميائي. و يبين الشكل (ب) أنه ليس لهما نفس التركيب العيداني ▪ بما أن للصخرتين نفس التركيب الكيميائي، و صخرة الغابرو تنتمي للقشرة المحيطية ، و صخرة الميتاغابرو تكونت في ظروف ضغط مرتفع و درجة حرارة منخفظة تتناسب مع منطقة الطمر. إذن الميتاغابرو ناتج عن تحول الغابرو إثر ظاهرة الطمر.....	1 ن
3	تقاطع منحنى ارتفاع درجة حرارة الرداء العلوي، مع منحنى انصهار البيريدوتيت المميه ابتداء من عمق 60Km ▪ أثناء ظاهرة الطمر تحرر صخور القشرة المحيطية المنغرزة الماء إثر التحول، يؤدي هذا إلى تمييه بيريدوتيت الرداء العلوي، و بالتالي انصهارها جزئيا مع تكون صهارة تتبرد في العمق، تعطي صخرة الكرانوديوريت.....	1 ن
4	تسلسل الأحداث التي ادت إلى تشكل جبال زاغروس: زحف الصفيحة العربية نحو صفيحة أوروآسيا ← طمر الغلاف الصخري المحيطي للصفيحة العربية تحت صفيحة أوروآسيا ← تحول صخور القشرة المحيطية المطمورة نتيجة ارتفاع الضغط و درجة الحرارة ← انصهار جزئي لبيريدوتيت الرداء العلوي و تشكل صهارة أعطت صخرة الكرانوديوريت ← انغلاق المحيط القديم ← اصطدام الصفيحتين العربية و الأوروآسيوية، مما أدى إلى حدوث تراكبات و طيات.....	1,5 ن

التمرين الخامس: الامتحان الوطني الدورة العادية 2011مسلك العلوم الفيزيائية.

رقم السؤال	عناصر الإجابة	سلم التنقيط
1	الوثيقة 1: ▪ وجود تراكبات و زحف ▪ تجابه كتلة الهامش الإفريقي و كتلة الهامش الأوروبي (تجابه صفيحتين) ▪ استسطاح الأوفيوليت..... الوثيقة 2 (الشكل ا): ▪ ارتفاع كتلة Chenaillet ب 2650m عن سطح البحر..... الوثيقة 2(الشكل ب): ▪ تراكب وحدات الصفيحة الإفريقية ▪ طفو و زحف الوفيوليت و القشرة القارية الإفريقية فوق القشرة القارية الأوروبية.....	0,75 ن 0.25 ن 0.5 ن
2	الوثيقة 3: ▪ الانتقال من الغابرو إلى الشيست الأزرق فالإكلوجيت ▪ اختفاء معادن البلاجيوكلاز و البيروكسين و ظهور الكلوكوفان ثم الجاديييت و البجادي يعني تصاعد شدة التحول من الغرب إلى الشرق..... الوثيقة 4: الانتقال من المجال A(مجال استقرار البلاجيوكلاز) إلى المجال D(مجال استقرار البجادي + الجاديييت ± الكلوكوفان)يؤشر على تحول دينامي (ضغط مرتفع و حرارة متوسطة حوالي 500°C)..... الظاهرة: الطمر بانغراز القشرة المحيطية للصفيحة الأوروبية تحت القشرة القارية للصفيحة الإفريقية.....	0,5 ن 0.5 ن 0.5 ن
3	▪ تقارب الصفيحتين الأوروبية و الإفريقية ▪ طمر الصفيحة الأوروبية و اختفاء المحيط الألبي ▪ تحول دينامي لصخور القشرة المحيطية المنغرزة ▪ طفو و زحف الأوفيوليت و تراكب القشرة الإفريقية على القشرة الأوروبية.....	2 ن

التمرين السادس: الامتحان الوطني الدورة العادية 2012مسلك العلوم الفيزيائية

رقم السؤال	عناصر الإجابة	سلم التنقيط
1	**مؤشرات الاصطدام:** ▪ استسطاح الأوفيوليت ▪ استسطاح رواسب بحرية(على ارتفاع يفوق 8000m] مؤشر على اختفاء محيط ▪ وجود تراكبات ناتجة عن زحف الصفيحة الهندية ▪ وجود رواسب بحرية مشوهة و قشرة قارية مشوهة و متحولة (الصفيحة الأوروآسيوية) فوق قشرة قارية غير مشوهة (الصفيحة الهندية) ▪ قشرة قارية سميكة (سمك يفوق 70Km في اتجاه 'A)..... **ملحوظة**: تمنح 0,5 ن عن كل مؤشر و تمنح 2ن عن 4 مؤشرات فما فوق.	2 ن
2	▪ مجال استقرار الميتاغابرو 1 هو B..... ▪ مجال استقرار الميتاغابرو 2 هو D..... ▪ نمط التحول بالانتقال من الميتاغابرو & غلى الميتاغابرو 2: تحول دينامي.....	0.25 ن 0.25 ن 0.5 ن
3	مراحل تشكل سلسلة جبال الهملايا: ▪ انغراز(طمر) الغلاف الصخري المحيطي للصفيحة الهندية تحت الغلاف الصخري القاري للصفيحة الأوروآسيوية، تكون الكرانوديوريت..... ▪ انغلاق محيط..... ▪ طفو و استسطاح الأوفيوليت..... ▪ تجابه الكثلتين القاريتين: حدوث تشوهات و تحول و تراكبات و ارتفاع كتل صخرية أعطت جبال الهملايا..... ملحوظة : قبول 4 مراحل صحيحة	0,5 ن 0.5 ن 0.5 ن 0.5 ن

التمرين السابع: الامتحان الوطني الدورة العادية 2012 مسلك علوم الحياة و الأرض

رقم السؤال	عناصر الإجابة	سلم التنقيط
1	▪ بالنسبة للبنية: نمر من البنية الشيستسة بالنسبة للميكاشيست إلى البنية المورقة بالنسبة للغنايس (يمكن قبول بنية مورقة بالنسبة للميكاشيست)..... ▪ بالنسبة للتركيب العيداني: اختفاء معدن الكلوريت ظهور معادن جديدة كالكورديبريت و الفلدسبات و السليمانيت..... ▪ إ ذن عند المرور من الميكاشيست إلى الغنايس هناك تغيرات بنيوية و عيدانية و بالتالي المنطقة خضعت لظاهرة التحول.....	0,25 ن 0.5 ن 0.25 ن
2	▪ حدود اختفاء الكلوريت: درجة حرارة من 350°C إلى 450°C تقريبا..... ▪ حدود ظهور الكورديبريت: درجة الحرارة من 500°C إلى 680°C تقريبا..... ▪ حدود ظهور الفلدسبات: درجة حرارة من 620°C إلى880°C تقريبا ..... إذن كلما انتقلنا من الصخرة R إلى الصخرة G1 تزداد درجة الحرارة.....	0,25 ن 0.25 ن 0.25 ن 0.25 ن
3	كلما انتقلنا من الصخرة R إلى الصخرة G1 تزداد شدة التحول..... و في أقصى ظروف التحول تخضع الصخور المتحولة لانصهار جزئي لتعطي سائلا له تركيب غرانيتي... عند تصلبه يبقى مرتبطا مع مادة لم تنصهر بعد (الغنايس) مشكلة الميكماتيت.....	0.25 ن 0.25 ن 0.5 ن

التمرين الثامن: الامتحان الوطني الدورة العادية 2015مسلك علوم الحياة و الأرض

رقم السؤال	عناصر الإجابة	سلم التنقيط
1	التغيرات العيدانية: ▪ عند الانتقال من R1 إلى R2 نسجل: اختفاء الكلوريت و ظهور البيوتيت و الموسكوفيت..... ▪ عند الانتقال من R3 إلى R4 نسجل: اختفاء الندلوسيت و الموسكوفيت و ظهور السليمانيت و الفلدسبات البوتاسي.....	0.25 ن 0.25 ن
2	تفسير التغيرات العيدانية: ▪ عند الانتقال من R1 إلى R2: ارتفاع في درجة الحرارة المرور من مجال استقرار الكلوريت إلى مجال استقرار البيوتيت.....	0.5 ن

	▪ عند الانتقال من R3 إلى R4: ارتفاع كل من الضغط و درجة الحرارة ← المرور من مجال استقرار الأندلوسيت إلى مجال استقرار كل من السيليمانيت و الفلدسبات البوتاسي.....	0.5 ن
3	تفسير تشكل الصخرة R5: ارتفاع الضغط و درجة الحرارة ← انصهار جزئي للصخرة R4 ← جزء لم ينصهر له بنيثة شبيهة بصخرة الغنايس R4 و جزء سائل تصلب ببطئ في مكانه ليعطي بنية حبيبية تشبه صخرة الغرانيت R6.....	0.5 ن
4	▪ الظروف الدنيا للضغط و درجة الحرارة التي عرفتها المنطقة هي ظروف تشكل الصخرة R1: P= 2Kbars و T= 370°C.....	0.25 ن
	▪ الظروف القصوى للضغط و درجة الحرارة التي عرفتها المنطقة هي ظروف تشكل الصخرة R6: P= 3.3Kbars و T= 700°C (تقبل الأجوبة القريبة من هذه القيم).....	0.25 ن
	▪ نمط التحول الذي عرفته المنطقة هو تحول دينامي-حراري.....	0.25 ن
	▪ الظاهرة الجيولوجية المسؤولة عن هذا التحول هي ظاهرة الاصطدام.....	0.25 ن

التمرين التاسع: الامتحان الوطني الدورة العادية 2014 مسلك العلوم الفيزيائية

رقم السؤال	عناصر الإجابة	سلم التنقيط
1 – أ	التغيرات العيدانية: عند الانتقال من X إلى Y يلاحظ ظهور البيوتيت ثم البجادي ثم الستوروتيد ثم الدستين ثم السليمانيت.....	0.5 ن
ب	▪ الخاصيات البنيوية: **الصخرة A** (الميكاشيست): تتميز ببنيةالشيستسة (تقبل بداية التوريق) حيث تتشكل من اسرة داكنة من البيوتيت الموجهة و اسرة فاتحة مكونة من المرو فقط.....	0.5 ن
	الصخرة B (الغنايس): تتميز ببنية التوريق حيت تتشكل من اسرة فاتحة من الفلدسبات و المرة تتناوب مع أسرة داكنة من البيوتيت.....	0.5 ن
	الصخرة C (الميكماتيت): تتميز بتداخل بنيتين (بنية الغنايس و بنية الكرانيت).....	0.5 ن
2 - أ	▪ عند المرور من الصخرة A إلى الصخرة B: تزداد درجة الحرارة بشكل ملموس بينما يزداد الضغط بنسبة ضعيفة.....	0.25 ن
	▪ عند الانتقال من الصخرة Bإلى الصخرة C: تزداد درجة الحرارة و ينخفض الضغط.....	0.25 ن
ب	▪ يتغير التركيب العيداني و تتغير البنية عند الانتقال من الميكاشيست إلى الغنايس.....	0.25 ن
	▪ يصاحب التغيرات البنيوية و العيدانية ارتفاع الضغط و درجة الحرارة، إذن خضعت هذه الصخور للتحول.....	0.25 ن
3	▪ عند الانتقال من الصخرة A إلى الصخرة C تزداد شدة التحول، و في أقصى ظروف التحول تخضع صخرة الغنايس لانصهار جزئي يؤدي إلى ظهور سائل غرانيتي يتصلب و يبقى مرتبطا بالجزء الصلب من الغنايس فتتشكل صخرة الميكماتيت.....	1 ن
	▪ عندما يكون السائل الغرانيتي وافرا يتصلب ببطئ في عمق القشرة الأرضية ليعطي صخرة الغرانيت.....	0.75 ن

التمرين العاشر: الامتحان الوطني الدورة الاستدراكية 2014 مسلك علوم الحياة والأرض

رقم السؤال	عناصر الإجابة	سلم
1	▪ يتموضع الغرانيت الاندساسي في شكل كتلة محدودة جغرافيا تحيط بها صخور متحول في شكل هالة تتكون من الشيست المبقع و الكورنيين (الوثيقة 1). يظهر الشكل (أ) من الوثيقة 2 أن الغرانيت يخترق الصخور المحيطة به.....	0.5 ن
	▪ لم تتعرض الطبقات الرسوبية التي تنتمي إلى الكمبري للتحول لكونها ترسبت بعد تموضع الكتلة الغرانيتية.....	0.25 ن
2	يدل وجود حبيبة الغنايس أن الصهارة التي اعطت هذا الغرانيت قادمة من العمق الذي تكون في الغرانيت الناتيكتي بمحاذاة صخور الغنايس. انفصلت، هذه الصهارة، في شكل كتلة صعدت نحو الأعلى فاعطت الغرانيت الاندساسي.....	0.5 ن
3	▪ يستقر معدن البيوتيت في درجة حرارة اكبر من 400°C.....	0.25 ن
	▪ يستقر الكورديريت بين درجة حرارة 510°Cو 580°C.....	0.25 ن
	▪ يستقر معدن الأندلوسيت بين درجة حرارة 450°C و 650°C.....	0.25 ن
	▪ يستقر معدن السليمانيت في درجة حرارة أكبر من 650°C.....	0.25 ن
	(يمكن قبول أي قيم قريبة من القيم المذكورة أعلاه) **استنتاج**: تشير هذه المعادن أن درجة حرارة استقرار الصخور المكونة لهالة التحول ترتفع تدريجيا كلما اقتربنا من الكتلة الغرانيتية.....	0.25 ن
4	تتكون عند صعود الصهارة الغرانيتية كتل اندساسية تتبرد و تتصلب قبل الوصول إلى السطح فتتعرض الصخور المحيطة بها إلى ارتفاع في درجة الحرارة فتتشكل معادن جديدة مؤشرة على هذه الظروف مكونة صخور تحول التماس.....	0.5 ن

الملـــــحـــق

القشرة الأرضية Croute terrestre	هي الجز ء السطحي و الصلب للكرة الأرضية و تمثل المنطقة العليا للغلاف الصخري الصلب الذي يكون الصفائح التكتونية و يتمثل الحد بينها و الرداء العلوي للغلاف الصخري با نقطاع موهو . و نميز شكلان من القشرة الأرضية : االقشرة القارية و القشرة المحيطية .
القشرة قارية	القشرة القارية هي الجزء من القشرة الارَضية الصلبة (الجزء العلوي من الغلاف الصخري) الذي يشكل القارات و توجد أعلى الموهو و تتكون اساسا من صخور الكرانيتويد و صخور متحولة و في الأعلى صخور متنوعة خاصة رسوبية. متوسط كثافتها 2,7 إلى 2,8 و متوسط سمك القشرة القارية 35 km (تحت السهول) . لكنه يتراوح ما بين 15Km (خسف قاري)و حتى 70Km تحت السلاسل الجبلية .
القشرة المحيطية	القشرة المحيطية هي الجزء من القشرة الأرضية الذي يشكل قعر المحيط و توجد اعلى الموهو و تتكون أساسا من صخور ذات طبيعة قاعدية(بازلت ثم غابرو) اكثر كثافة من 2,9 g/cm³ إلى3,2 g/cm³متوسط سمكها 7Km يتراوح غالبا ما بين5 إلى 10 km .
3-الغلاف الصخري La **lithosphère**	الغلاف الصخري هو الغلاف الأرضي الصلب و السطحي للأرض و يضم طبقتين القشرة الأرضية و جزئ من الرداء العلوي المتمثل في الرداء العلوي للغلاف الصخري الصلب و و نميز غلاف صخري قاري و غلاف صخري محيطي كما ان الغلاف الصخري مقسم إلى صفائح تكتونية متحركة فوق الأستينوسفير اللدنة .
-الغلاف الصخري القاري	الغلاف الصخري القاري مكون من قشرة قارية (35Km أو 7Okm) متوسط كثافته 2,7 و رداء علوي للغلاف الصخري (بيريدوتيت) 3,3 و سمكه 90 Km . يقدر متوسط سمك الغلاف الصخري القاري ى من 120 Km إلى 150Km و قد يصل 200Km حسب المناطق و عمر الصخور عمق
-الغلاف الصخري المحيطي	لغلاف الصخري المحيطي مكون من قشرة محيطية (أقل من 10 Km) مكونة من بازلت و و غابرو و رداء علوي للغلاف الصخري (بيريدوتيت) 3,3 و قد يصل سمكه إلى 90 Km بعيدا عن الذروة . تتحرك صفائح الغلاف الصخري على سطح الأستينوسفير وهي المنطقة اللدنة partie ductile du manteau و توجد على عمق**100 km تقريبا تحت المحيط و بين** 150- **170 km تحت القارة و تمتد إلى عمق**-700 670 km **و بدورها مقسمة إلى مناطق أعلاها منطقة انخفاظ سرعة الموجات P و Sو تسمى**LVZ) المحصورة بين عمق**100** او **170 km إلى عمق** 200km او 250Km .
4-البريدوتيت	هي صخرة متبلورة تكون طبقات الرداء و تتكون اساسا من بلورات الأوليفين و البيروكسين كما تتميز بافتقارها من السيليس و تكون إما في حالة صلبة أو صلبة لدنة قابلة للأنصهار الجزئي لتعطي صهارة بازالتية او اندزيتية حسب الظروف .
5- صفيحة الغلاف الصخري Plaque tectonique	الصفيحة التكتونية او صفيحة الغلاف الصخري هي قطعة من الغلاف الصخري صلبة rigide تتحرك بالنسبة للصفائح الأخرى كوحدة متماسكة فوق طبقة الأستيتوسفير اللدنة . و نميز نوعان صفائح تشمل على جزء محيطي فقط من الغلاف الصخري (مثل صفيحة المحيط الهادي و نازكا) او على جزء قاري و آخر محيطي.(مثل صفيحة افريقيا و امريكا الجنوبية).
- حدود الصفائح	تتحرك الصفائح التكتونية بعضها البعض ببضع السنتيميترات في السنة في اتجاهات مختلفة و يتم ذلك على مستوى حدودا الصفائح و نميز : ♦ حدود انبساطية او مناطق الإنبساط المحيطية ♦ حدود او مناطق التجاذب :Zones de convergence ♦ مناطق التجابه . ♦ الفوالق محولة او المناطق الإنقلاعية .
6-مناطق الانبساط	حدود انبساطية او مناطق الإنبساط المحيطية : تتمثل في الذروات الوسط محيطية و هي مرتفعات جبلية تحت مائية تتوسط المحيطات حيت تتنافر صفيحتين مصحوب بنشاط صهاري و بركاني كثيف يسمح بتكون قشرة محيطة جديدة باستمرار و بالتالي اتساع قعر المحيط و تباعد القارات .
7- مناطق التجاذب Zones de convergence	مناطق التجاذب :هي المصدر الرئيس لشكل السلاسل الجبلية و نميز : + منطقة التجاذب على مستوى هامش نشيط قاري حيث يتم تماس بين قشرة قارية راكبة و قشرة محيطية منغرزة على مستوى حفرة طمر يؤدي هذا الطمر إلى تكون سلسلة طمر قارية ببركانية اندزيتية + منطقة التجادب بين غلافين صخريين محيطيين تقود إلى انغراز غلاف صخري محيطي تحت غلاف صخري محيطي أخر مشكلة حفرة طمر و يتكون على جوانب الصفيحة العليا الراكبة قوس بركاني اندزيتي إنفجاري .
8- مناطق التجابه	عندما يتم استهلاك كل القشرة المحيطية المنغرزة بفعل التجاذب ، يحجز الطمر فيبدأ التجابه بين القشرتين القاريتين نظرا لعدم قدرة القشرة القارية على انغراز في الأستينوسفير لضعف كثافتها فإن ذلك يؤدي إلى حدوث تشوهات كبيرة كالفوالق المعكوسة و التراكبات و السدائم مما يؤدي إلى التحام الصفيحتين في شكل سلسلة اصطدام .
9- فالق محول او المناطق الإنقلاعية	هي شكل من اشكال حدود صفائح الغلاف الصخري فوالق مقوسة توجد على جوانب الصفائح و تقطع الذروات بشكل متعامذ و تفاوت محور الذروات على مستواها تكون الحركة النسبية بين الصفائح في القطعة بين المحورين المتفاوتين جانبية أفقية و احتكاكية او انقلاعية .
10- الحرارة السعيرية	كلما زاد العمق كلما زادت درجة حرارة الأرض بمعدل 30°C/Km و تمثل بمنحنى الدرجة السعيرية
11- خطوط تساوي نفس درجة الحرارة .	هي خطوط تجمع بين المواقع ذات نفس درجة الحرارة و تكمن اهميتها في إبراز تغير دراجات الحرارة في العمق حسب المواقع الجيوديناميةَ : تحت الذروة و بعيدا عن الذروة و على مستوى مناطق الطمر .
12- انصهار جزئي	إن البيريدوتيت لا تنصهر دفعة واحدة بل يتم لإنصهار في الأول جزئي حيث يظهر سائل صهاري يتجمع ليشكل صارة و تبقى حتالة صلبة (تخثع للتشوه في حالة صلبة و تتمثل في البيردوتيت المورقة)
13- صهارة بازلتية	هي صهارة ناتجة عن انصهار جزئي للبيريدوتيت عموديا تحت الذروة بفعل تخفيف الضغط و تمثل مصدر صخور القشرة المحيطية (بازلت – دوليريت و غابرو) تبعا لدرجة التبريد .
14- الهامش القاري النشيط	الهامش القاري هي المنطقة تحت بحرية الواقعة على جانب القارات و تضم الهضبة القارية و الحافة القارية و يكون الهامش القاري نشيط إذا كان نشيط بركانيا و زلزاليا و تجانبه حفرة محيطية مع وجود موشور التضخم و بذلك يمثل منطقة الطمر .
15- الهامش القاري السلبي	نادر النشاط البركاني و الزلزالي فهو هامش مستقر حيث يتم الإنتقال من القارة إلى المحيط بشكل سلس عبرالهضبة القارية و الحافة القارية و أي ان الجزء القاري و المحيطي هادئان و ينتميان لنفس الصفيحة