

الحلول

استرداد منظم للمعارف

حل التمرين 1

تعتبر السلاسل الجبلية بنيات ضخمة متراكبة تتميز بوجود تضاريس وبامتداد كبير وبتشوهات تكتونية مختلفة كالفوالق والطيات والتراكبات والسدائم...

وتتشكل السلاسل الجبلية نتيجة تجابه صفيحتين في مناطق التقارب بفعل قوى انضغاطية مصدرها حركية الصفائح، يمكن تصنيف هذه السلاسل الجبلية إلى ثلاث أنماط. يلخص الجدول التالي بعض مميزات كل نمط :

نمط السلسلة الجبلية	كيفية التشكل	مميزاتها
سلاسل الطمر	انغراز الصفيحة المحيطية (ذات الكثافة المرتفعة) تحت الصفيحة القارية.	- بركانية أنديزيتية. - بلوتونات من الكرانيتويدات. - تشوهات متوسطة.
سلاسل الطفو	حجز الطمر مع تواصل قوى انضغاطية. يؤدي ذلك إلى زحف الغلاف الصخري المحيطي فوق الغلاف الصخري القاري وحدوث تشوهات وتراكبات وسدائم.	- غياب الصهارية. - مركبات أوفيوليتية على سطح السلسلة.
سلاسل الاصطدام	اصطدام صفيحتين قارتين يسبقه إما طمر أو طفو أو هما معا. فعندما يكون الاصطدام مسبقا بطمر فإن الصفيحة المحيطية المنغرفة تختفي تماما، أما إذا كان الاصطدام مسبقا بطفو فإن بقايا القشرة المحيطية تبقى محصورة بين القارتين المصطدمتين.	- فوالق معكوسة - طيات معقدة - قطبية واضحة للتشوهات. - سدائم قارية كبيرة. - مركبات أوفيوليتية وسط السلسلة.

حل التمرين 2

تُكوّن الكرانيتات وعموما الكرانيتويدات الجزء الأكبر للقشرة القارية، وهي ترتبط بتشكيل السلاسل الجبلية.

توجد الكرانيتات في شكل كتل أو باتوليتات ذات أحجام مختلفة من عدة كيلومترات إلى مئات الكيلومترات وتُلاحظ في الأجزاء العميقة للمناطق المشوهة (الإنتهاضات). يمكن التمييز بين الكتل الكرانيتية الإندوساسية والكتل الكرانيتية الأناتيكيتية حسب علاقتها مع الصخور المجاورة في الاستسطاق.

يلخص الجدول التالي خاصيات كل نوع.

الكتلة الكرانيتية الأناتيكيتية	الكتل الكرانيتية الإندوسينية
■ كتل كرانيتية ذات رقعة جغرافية كبيرة تصل مئات الكيلومترات. ■ كتل بدون حدود واضحة مع الصخور المتحولة المجاورة. ■ كرانيت يبقى مستقرا في موضعه الأصلي. ■ انتقال تدريجي : شيبست ← ميكاشيست ← غنايس ← ميكمايت ← كرانيت. ■ وجود صخور الميكمايت مؤشر على حدوث الإنصهار الجزئي للغنايس	■ كتل كرانيتية ذات رقعة جغرافية ضيقة. ■ كتل بحدود واضحة تمثلها هالة التحول : تحول التماس. ■ كرانيت يخترق الصخور المجاورة أثناء صعوده. ■ وجود حبيسات تشهد على مكان تشكل الصهارة الكرانيتية (رداء، قشرة). ■ ظهور معادن جديدة بهالة التحول كالأندلسيت والكوردبيريت والبيجادي. ■ وجود عروق من المرو والبيكماتيت والأبلت (Aplite) نتيجة الغازات المتسربة من الصهارة.

استثمار المعارف وتوظيف القدرات

حل التمرين 1

(1) - الوثيقة 1 :

- وجود تراكب كل من البيروديتيت والغابرو ووسيدات وعروق بازالتية : تُشكّل هذه البنيات المركب الأوفيووليتي.
- وجود صخور متحولة (بيريدوتيت متحول).

- الوثيقة 2 :

- تبين الوثيقة 2 مكونات الغلاف الصخري المحيطي والتي تتشكل من توضعات محيطية ووسيدات لافية بازالتية وصخور الغابرو متماسكة ومنضدة وصخور البيريدوتيت.

استنتاج :

- هناك تطابق بين المكونات الجيولوجية لمنطقة Chenaillet ومكونات الغلاف الصخري المحيطي حيث تستطع صخور ذات أصل غلاف صخري محيطي على جبال الآلب مكونة المركب الأوفيووليتي.

- يصاحب تموضع هذا المركب الأوفيووليتي بنيات تكتونية مشوهة : فوالق معكوسة، رواسب محيطية مشوهة، التموضع غير العادي لمكونات الغلاف الصخري المحيطي «الأوفيووليت» ووجوده في علو جد مرتفع.

- تدل المعطيات السابقة عن وجود قوى تكتونية انضغاطية إثر تقارب الصفيحتين الأوروبية والألبية نتج عنه انسداد محيط قديم واصطدام الكتلتين القاريتين.

- (2) - الصخرة G1 : تحتوي على بلورات البيروكسين والبلاجيوكلاز والكلوريت والأمفيبول، فهي تنتمي لمجال استقرار التجمع المعدني A : ضغط ضعيف ودرجة حرارة منخفضة.

- الصخرة G2 : تحتوي على بلورات البيروكسين والبلاجيوكلاز والكلوكوفان والجدييت فهي تنتمي لمجال استقرار التجمع المعدني C : ضغط مرتفع ودرجة حرارة منخفضة.

- يلاحظ : • اختفاء الكلوريت من صخرة الكابرو وظهور كل من الكلوكوفان والجادييت بالصخرة G2.

• وجود حالة تفاعلية حول البيروكسين مكونة من الكلوكوفان بالصخرة G2.

• تم تحول الصخرة G1 إلى الصخرة G2 في درجة حرارة منخفضة وضغط مرتفع.

• انغراز داخل عمق يصل أكثر من 25 Km لصخرة باردة، إنها الظروف التي نجدها في مناطق الطمر.

• تكونت سلسلة جبال الآلب نتيجة تقارب بين الصفيحتين الأوروبية والألبية مع وجود منطقة طمر.

حل التمرين 2

1 - تبين الوثيقة 1 تموضع سلسلة جبال الهيمالايا في منطقة التراكب بين الهند وآسيا حيث وقع الاصطدام بين هاتين الكتلتين القاريتين.

من خلال تحليل الوثيقتين 2 و 3 :

• نميز عدة وحدات تكتونية مشوهة : الهيمالايا العليا والهيمالايا التيتيسية وهضبة التيب، وهذه الوحدات تضم بنيات

صخرية شاهدة على الانضغاطات التي عرفتتها منطقة التجابه بين القارتين.

• وجود صخور الأوفوليت التي تعتبر جزءا من الغلاف الصخري المحيطي القديم والتي تستسطح حاليا فوق السلسلة بعد

الاصطدام بين الصفيحتين الهندية والآسيوية وانغلاق المجال المحيطي التيتيسي.

• استسطح صخور كرانيتية مرتبطة بهضبة التيب.

• وجود انقلاعات ناتجة عن تشوهات تقاربية ناجمة عن الضغوط التكتونية بمناطق التجابه بين الصفيحتين.

• وجود صخور أنديزيتية وكرانيتية يدل على نشاط صهاري ناتج عن الطمر.

• تُفيد هذه المعطيات عن انغلاق محيط قديم (التيتيس).

2 - كيفية نشوء جبال الهيمالايا :

• تقارب بين الصفيحتين الهندية والآسيوية اللتان يفصلهما محيط التيتيس.

• انغراز الصفيحة الهندية تحت الصفيحة الآسيوية أدى إلى تكون صخور أنديزيتية وكرانوديوريت بمنطقة التيب (صخور

صهارية مميزة لمناطق الطمر) نتيجة نشاط صهاري مما أدى إلى طمر الغلاف الصخري لمحيط التيتيس وإغلاقه.

• اصطدام بين الصفيحتين بعد ظاهرة الطمر أدى إلى :

- تكون موشور تضخم بينهما ونشوء تراكبات كبيرة في اتجاه الهند.

- تزايد الانضغاطات التكتونية أدى إلى رفع الكتل الصخرية عاليا وتكون الهيمالايا العليا (8000 m).

- ظهور صخور الأوفوليت والصخور الرسوبية التيتيسية لتستسطح على السلسلة بعد الاصطدام.

استنتاج : سلسلة جبال الهيمالايا من سلاسل الاصطدام، نتجت عن انغلاق مجال محيطي (محيط التيتيس) الذي كان يفصل

الصفيحة الهندية عن الصفيحة الأوروآسيوية.

حل التمرين 3

1 - تحليل الوثيقة 1 :

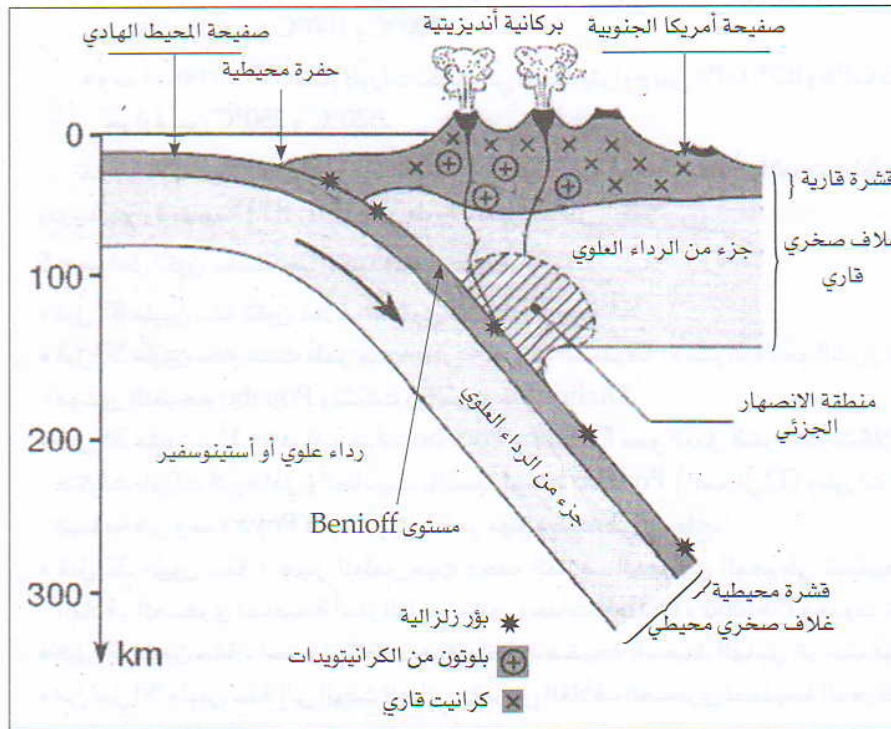
- وجود بؤر زلزالية يزداد عمقها كلما اتجهنا نحو صفيحة أمريكا الجنوبية (من 60Km إلى أكثر من 300Km) أي في اتجاه الشرق مروراً من الحفرة المحيطية إلى القارة (مستوى Benioff).
- وجود نشاط بركاني وزلزالي على طول تجابه الصفيحتين يشكل هامشاً نشيطاً، حيث يصبح أكثر حدة جنوب البيرو.
- وجود حفرة محيطية عميقة : 6000m - (حفرة البيرو - الشيلي)، موازية للهامش النشط.
- وجود سلسلة جبلية (جبال الأنديز) متموضعة في حدود تجابه الصفيحتين القارية والمحيطية.

2 - تحليل الوثيقة 2 :

- وجود تضاريس مرتفعة تصل إلى 7000m (السلسلة الشرقية لجبال الأنديز).
- وجود صهارية أنديزيتية تعطي صخرة الأنديزيت (صخرة قلائية ذات بنية ميكروليتية) و صخور بلوتونية «نرجفية» من الكرانيتويدات وصخور الريبوليت.
- حدوث تشوهات تكتونية مختلفة مصاحبة لنشوء السلسلة الجبلية : طيات ذات شكل مروحي وفوالق نتجت عن قوى انضغاطية وقوى تمديدية.

استنتاج :

- هناك مميزات مورفولوجية لمنطقة الطمر : تضاريس مرتفعة (سلسلة جبلية) وحفرة محيطية.
 - مميزات تكتونية لمنطقة الطمر : زلازل موزعة على مستوى مائل (مستوى Benioff) و طيات وفوالق.
 - صحارة أنديزيتية وبلوتونات من الكرانيتويدات.
- يُمكن تفسير هذه الظواهر بتحريك صفيحة أمريكا الجنوبية نحو الجنوب الغربي وصفيحة الهادي نحو الشمال الشرقي حيث انغرز الغلاف الصخري المحيطي (أكثر كثافة) تحت غلاف صخري قاري (أقل كثافة)، مما أدى إلى خضوع هذه الصخور لارتفاع في درجة الحرارة والضغط. يؤدي الانصهار الجزئي للرداء إلى تكون صحارة تصعد نحو السطح مؤدية إلى بركانية أنديزيتية وإلى تشكل بلوتونات الكرانيتويدات التي تستسطح بفعل التعرية. مع توالي الضغوطات التكتونية ترتفع حدة الطيات والفوالق المعكوسة وينتج عن هذا تقصير وارتفاع في الغلاف الصخري مشكلاً تضاريس عالية تمثل جبال الأنديز التي تميز مناطق الطمر.



كما يؤدي الضغط الناتج عن احتكاك الصفيحتين وثقل الصفيحة المنغرفة إلى حدوث زلازل سطحية قرب الحفرة المحيطية، وزلازل أكثر عمقا بعيداً نحو الشرق.

حل التمرين 4

- 1 - التشوهات التكتونية المصاحبة لتكون جبال كليدونيا الجديدة متنوعة :
 - سداثم أوفولييتية : تعرض جزء منها للاختفاء بفعل التعرية.
 - تراكبات : تعرض جزء منها للاختفاء بفعل التعرية.
 - طيات
 - فوالق معكوسة
- 2 - نمط سلسلة جبال كليدونيا الجديدة :

يلاحظ زحف وامتداد السديمة الأوفولييتية على مسافة كبيرة تقدر بحوالي 45 km نحو الغرب فوق وحدات Poya و Koumac و Diahot و Pouebo حدث الزحف بفعل قوى تكتونية ضاغطة كبيرة.

يلاحظ تطابق بين مكونات الغلاف الصخري المحيطي ومكونات السديمة الأوفولييتية لسلسلة جبال كليدونيا الجديدة.

نجد من الأعلى نحو الأسفل :

 - بازالت على شكل وسيدات ورواسب محيطية؛
 - مركبا من عروق الدوليريت؛
 - كابرو؛
 - بيريدوتيت.

فقط هناك اختلاف في سمك الطبقات.

يتضح إذا أن سلاسل جبال كليدونيا الجديدة هي من نمط سلاسل الطفو.
- 3 - مجال استقرار المجموعة المعدنية :
 - وحدة Pouebo : وجود بلورات البيجادي والجادييت، ومنه فهي تنتمي للمجال D.
 - وحدات Koumac + Diahot : وجود بلورات الكلوفان، ومنه فهي تنتمي للمجال C.
- 4 - وحدات Koumac + Diahot : تضم بلورات تكونت في ضغط يتراوح بين 0,6 GPa و 1,3 GPa (عمق 24 km و 40 km) ودرجة حرارة بين 100°C و 400°C.
- وحدات Pouebo : تضم بلورات تكونت في ضغط يتراوح بين 0,75 GPa و 1,75 GPa (عمق 35 km و 62 km) ودرجة حرارة بين 250°C و 520°C.

تدل مجالات استقرار المجموعات المعدنية المكونة لهذه الوحدات عل أنها تعرضت لظروف ضغط قوي (عمق يصل 62 Km) ودرجة حرارة ضعيفة (HP, BT) وهي ظروف تميز مناطق الطمر.

- 5 - مراحل تكون سلسلة جبال كليدونيا الجديدة :
 - قبل 87 مليون سنة تكون غلاف صخري محيطي شاسع.
 - قبل 50 مليون سنة حدث طمر ضمحيطي: انغمرت الصفيحة الأسترالية نحو الشرق تحت صفيحة المحيط الهادي فتكون موشور التضخم Pouebo وتشكلت رواسب وحدة Diahot.
 - قبل 35 مليون سنة : انغراز وحدات Pouebo و Diahot نحو العمق فتعرضت لتشكلاتها الصخرية للتحويل المميز للطمر فتكونت بلورات البيجادي والجادييت بالنسبة لوحدة Pouebo (المجال D) وبلورات الكلوفان بالنسبة لوحدة Diahot.
 - فيما يخص وحدة Poya فلم تتعرض لطمر مهم وبقيت في السطح.
 - قبل 32 مليون سنة : حجز للطمر حيث زحف الغلاف الصخري المحيطي لصفيحة المحيط الهادي نحو الغرب فوق الغلاف الصخري لصفيحة أستراليا مع صعود وحدات Diahot و Pouebo وحدوث تراكبات وسداثم: إنها ظاهرة الطفو.
 - قبل 30 مليون سنة : استمرار الطفو حيث واصلت صفيحة المحيط الهادي الزحف فوق صفيحة أستراليا نحو الغرب.
 - من قبل 30 مليون سنة إلى الوقت الحالي : تعرض الغلاف الصخري لصفيحة المحيط الهادي للخت والتعرية مما أدى إلى بروز واستسطاح وحدات Pouebo و Diahot و Koumac.