

الفصل الأول

السلالس الجبلية الحديثة وعلاقتها بتكتونية الصفائح

مقدمة : السلاسل الجبلية الحديثة تضاريس بارزة على سطح الأرض، ارتبطت تشكيلها بحركة الصفائح التكتونية خلال الأزمنة الجيولوجية القديمة.

ما علاقة السلاسل الجبلية الحديثة بتكتونية الصفائح ؟

ما هي أنواع السلاسل الجبلية الحديثة ؟ وما هي مميزاتها ؟

ما هي أبرز التشوّهات التكتونية المميزة للسلاسل الجبلية الحديثة ؟

I - أنواع السلاسل الجبلية الحديثة وعلاقتها بتكتونية الصفائح. انظر الوثيقة 1 لوحدة 1.

اللوحة 1

الوثيقة 1

الصفائح الصخرية هي قطع صلبة طافية على الأستينوسفير، تتكون من جزء من الرداء العلوي تعلوه قشرة قارية أو قشرة محيطية أو هما معاً. يشكل مجموع الصفائح الغلاف الصخري للكرة الأرضية. تمثل الخريطة 1 أهم الصفائح التكتونية وعلاقتها ببعضها البعض. وتمثل الخريطة 2 التوزيع الجغرافي للبراكين وبؤر الزلازل على مستوى الكره الأرضية.

(1) اعتماداً على الخريطة 1 و 2 وعلى مكتسباتك ذكر بمميزات حدود الصفائح ؟

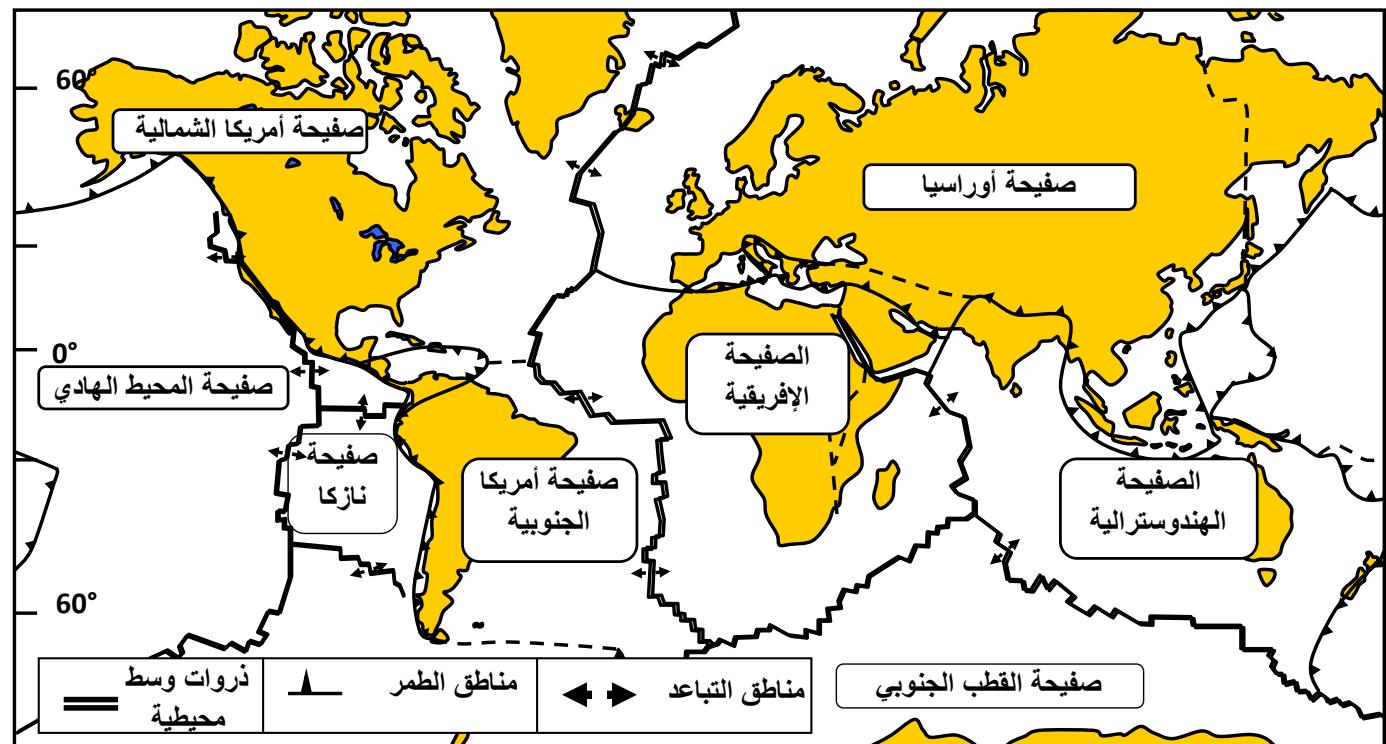
تمثل الخريطة 3 التوزيع الجغرافي للسلاسل الجبلية الحديثة على مستوى الكره الأرضية.

(2) بالاعتماد على هذه الخريطة والخرائط السابقة، حدد تموير السلاسل الجبلية الحديثة .

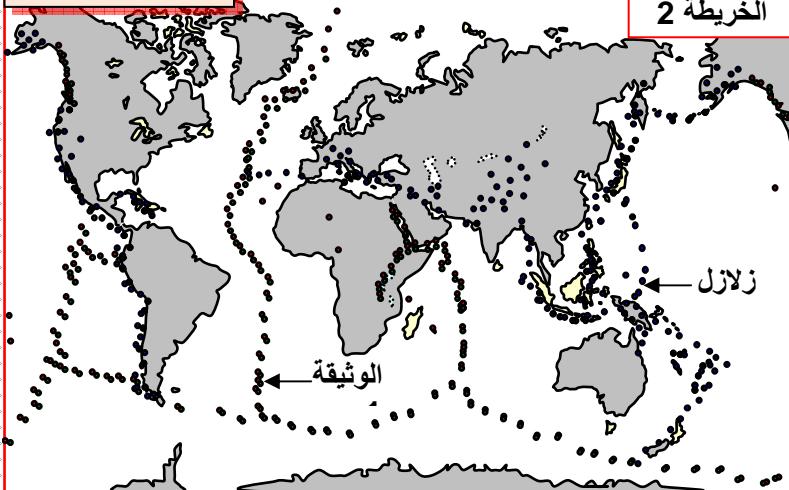
(3) صنف هذه السلاسل الجبلية حسب مواضع تواجدها.

اللوحة 1

الخريطة 1



لوحة 1



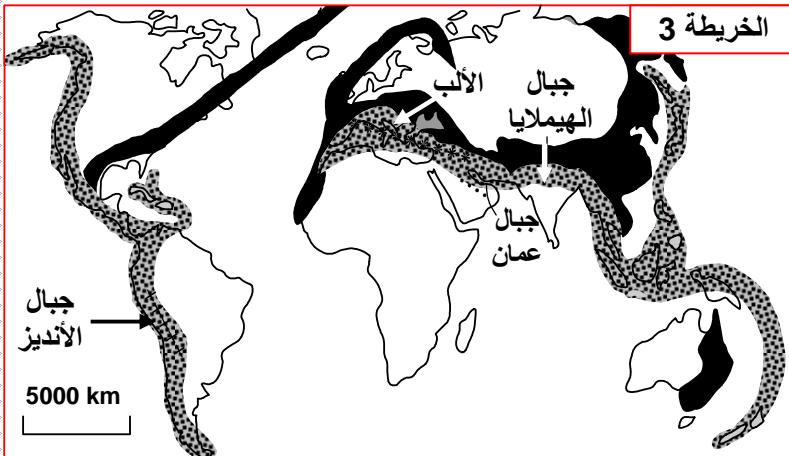
الخريطة 2

1) الصفيحة التكتونية هي قطعة من الغلاف الصخري شاسعة وهادئة، تحدوها مناطق ضيقية ذات نشاط بركاني وزلزالي كثيف. وتتميز حدود الصفائح بـ:

- مناطق التباعد: تتموضع وسط المحيط وتتمثل في الذروات الوسط محيطية.
- مناطق التقارب أو التجاhe وتكون من:

- مناطق الطمر Subduction حيث تغزو صفيحة تحت أخرى.
- مناطق الطفو Obduction حيث يزحف الغلاف الصخري المحيطي فوق الغلاف الصخري القاري.
- مناطق الاصطدام Collision حيث تصطدم كتلة قارية مع أخرى.
- مناطق الاحتكاك: تحدث صفيحة بأخرى مع حركة أفقية لصفيحتين.

الخريطة 3



2) تتموضع السلاسل الجبلية الحديثة على مستوى مناطق التقارب بين الصفائح التكتونية، مما يدل على وجود علاقة بين

حركة الصفائح وتشكل السلاسل الجبلية الحديثة.

3) يمكن تصنيف السلاسل الجبلية الحديثة إلى ثلاثة أنواع هي:

- سلاسل الطمر : تتشكل في مناطق الطمر بين صفيحة محيطية وصفيحة أخرى.
- سلاسل الاصطدام : تتشكل اثر اصطدام كتلتين قاريتين تنتهيان لصفيحتين مختلفتين.
- سلاسل الطفو : تنتج عن طفو أو تراكم غلاف صخري محيطي فوق غلاف صخري قاري ينتهيان لصفيحتين مختلفتين.

II - خصائص السلاسل الجبلية الحديثة.

① سلاسل الطمر

أ - الخصائص البنوية والجيوفيزائية لمناطق الطمر: مثال جبال الأنديز وثيقة 1 لوحة 2

1) تتموضع جبال الأنديز (سلاسل الطمر) في منطقة التجاhe بين صفيحة المحيط الهادئ وصفيحة أمريكا الجنوبية. ويتميز هذا الهاشم النشيط بظواهر جيولوجية خاصة أبرزها:

- وجود حفر محيطية عميقه.
- زلزالية شديدة تتنظم بؤرها على مستوى مائل يسمى مستوى Benioff.
- شذوذات حرارية، حيث أن خطوط ثوابت درجة الحرارة غير موازية لسطح الأرض، بل تنغرز نحو العمق حسب سطح مائل موافق لمستوى Benioff. يفسر الجيوفزيائين هذه الشذوذات بانغراز صفيحة باردة بالاستينوسفير الساخن.

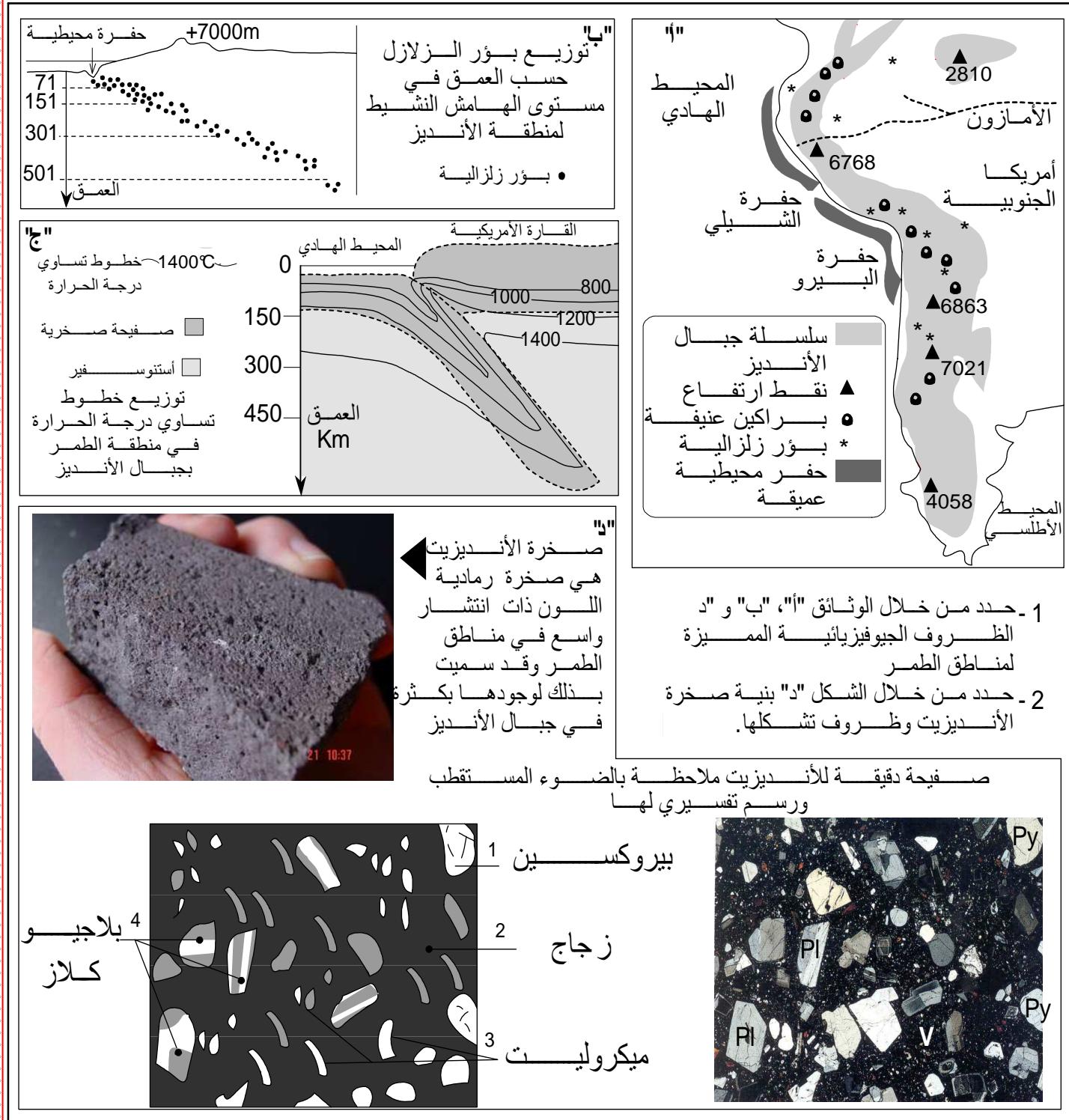
• بركانية عنيفة تؤدي إلى قذف صهارة أنديزيتية يسبب تبردتها المرحلي صخرة ذات بنية ميكرووليتية تسمى الأنديزيت .Andésite

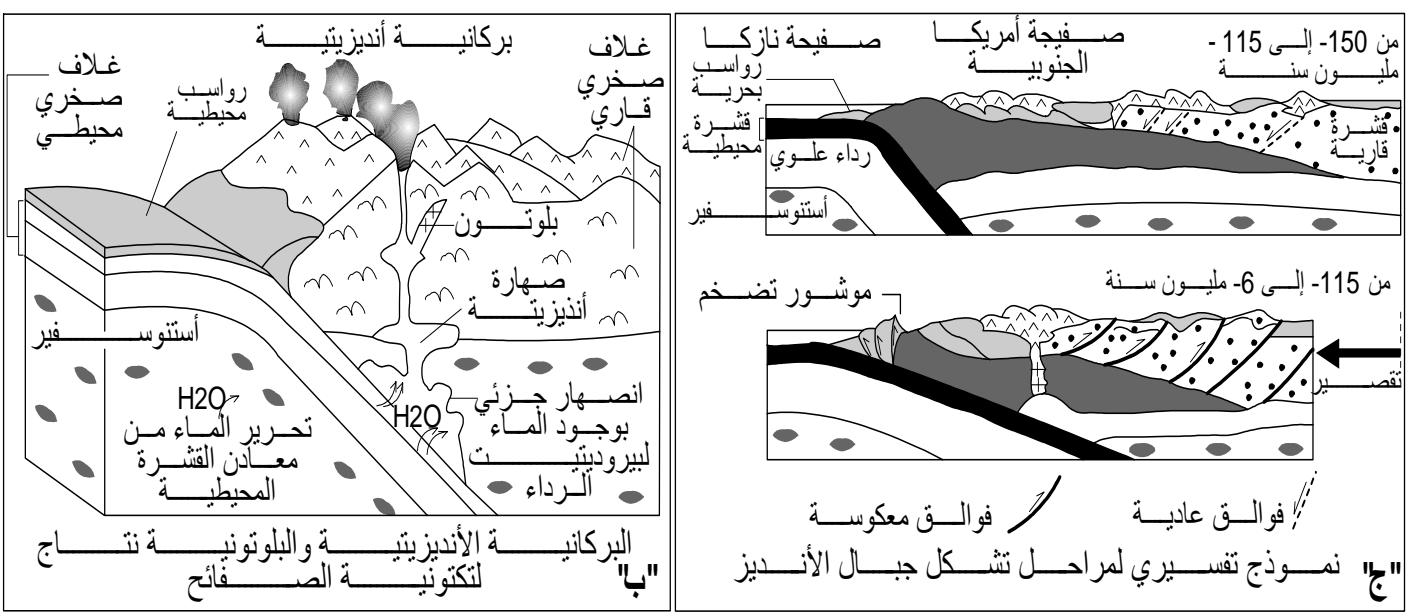
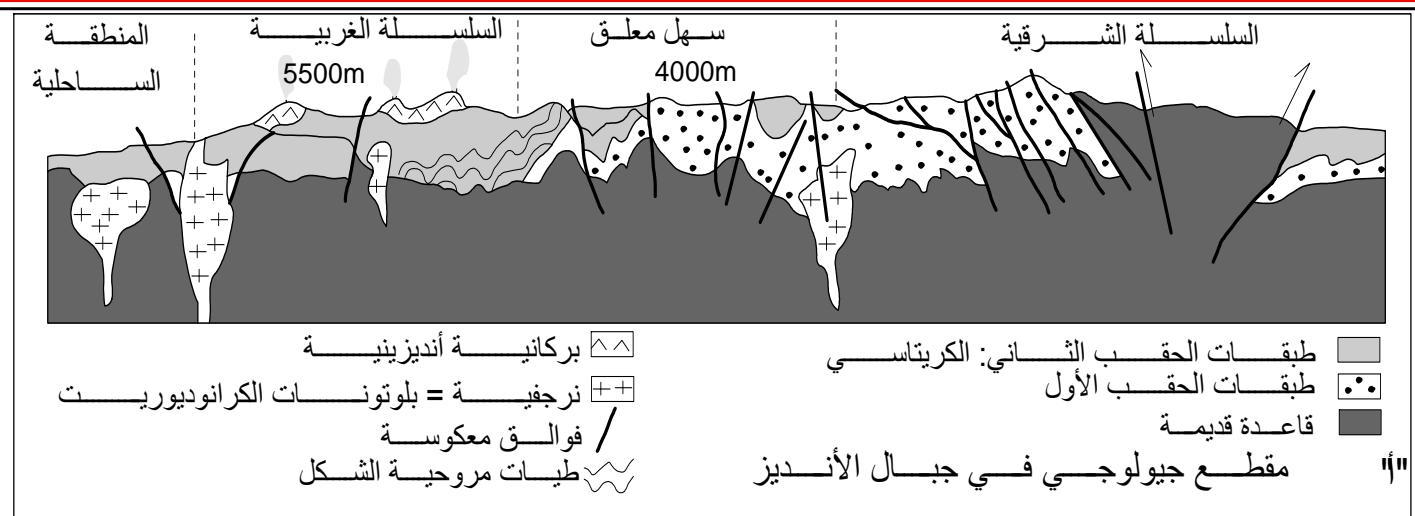
(2) تتكون صخرة الأنديزيت من مادة غير متبلورة تدعى عجين أو زجاج، وبلورات كبيرة الحجم (البلاجيوكلاز و البيروكسين)، وبلورات صغيرة الحجم تدعى ميكرووليتات. لدى نتكلم عن بنية ميكرووليتية، الشيء الذي يدل على أن صخرة الأنديزيت تشكلت عبر مراحل:

- تبريد بطيء في العمق مكن من تشكيل البلورات الكبيرة.
- تبريد سريع على السطح ترتب عنه تشكيل الزجاج والميكرووليتات.

اللوحة 2

الوثيقة 1: الخصائص البنوية والجيوفيزيانية لمناطق الطمر.





- 1- سترج من خلال وثيقة الشكل "أ" المميزات التكتونية لجبال الأنديز
- 2- من خلال قراءة وثيقة الشكل "ب"، يبين كيف تتشكل البركانية الأنديزيتية وبلوتونات الكراندبوريت واربطة هذين الحدين بتكتونية الصفائح.
- 3- حدد تسلسل الأحداث المؤدية إلى تشكيل جبال الأنديز من خلال تحليل وثيقة الشكل "ج".

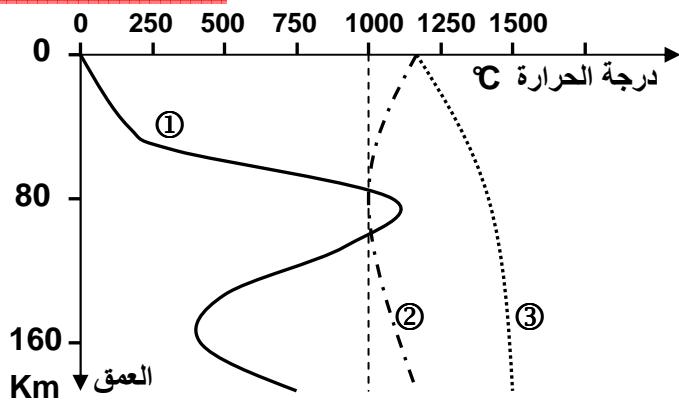
(1) انطلاقاً من الشكل أ من الوثيقة يمكن القول أن سلاسل الأنديز تتميز بـ:

- بركانية وأنديزيتية وبصخور بلوتونية (صخرة صهارية داخلية النشأة أي تبردت في العمق).
- تشوّهات تكتونية بسيطة: طيات على شكل مروحة وفالق معكوسة.

(2) انطلاقاً من معطيات الوثيقة 2 لوحه 2، والشكل ب من الوثيقة 1 لوحه 3، نفس البيانات التكتونية والصخرية لمناطق الطمر بما يلي:

يؤدي انغراز الغلاف الصخري المحيطي (أقل كثافة) تحت الغلاف الصخري القاري (أقل كثافة) إلى خضوع الصخور عند وصولها إلى الأستتوسفير لارتفاع في درجة الحرارة والضغط، وينتج عن هذا تحرير الماء الذي ينتشر عبر الرداء فيصبح هذا الأخير تحت شروط الانصهار الجزيئي. تتصعد الصهارة الناتجة عن هذا الانصهار الجزيئي نحو السطح مؤدية إلى بركانية وأنديزيتية. كما يتبرد جزء من هذه الصهارة في الأعماق فيعطي بلوتونات الكراندبوريت.

اللوحة 2



الوثيقة 2: تطور درجة الحرارة حسب العمق تحت القوس الصهاري لمنطقة الطرم ①.

على نفس المبيان مثلت المنحنيات التجريبية لبداية انصهار البيريودوتيت المكونة للرداء تحت ظروف الضغط والحرارة:
② = منحنى تصلب البيريودوتيت المميّة.
③ = منحنى تصلب البيريودوتيت غير المميّة.

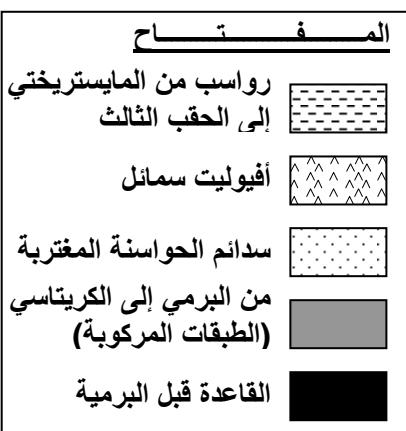
من خلال تحليل معطيات هذه الوثيقة، أربط العلاقة بين البلوتونية والبركانية الأنديزيتية وتكوينية الصفائح.

(3) تكون الصفيحة المنغزرة أثناء الطرم مكسوة بطبقات رسوبية، تعمل الصفيحة الراكبة على كشطها وفصلها عن القشرة المحيطية المركوبة ، فتشكل هذه الرواسب موشور التضخم. بتوالي الضغوط التكتونية، تزداد أهمية الطي والفالق المعكوس، فينتج عن هذا تقصير وارتفاع في الغلاف الصخري مشكلاً تضاريس عالية تمثل سلسلة الطرم.

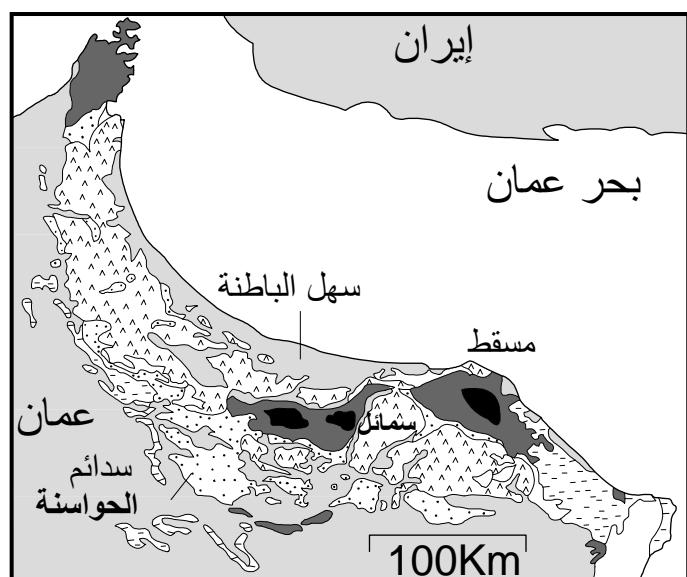
② سلسلة الطفو:

أ - الخصائص البنائية لسلسلة الطفو: مثال جبال عمان وثيقة 2 لوحة 3.

اللوحة 3



الوثيقة 2 : خريطة جيولوجية مبسطة لجبال الحجر شمال عمان.



(1) تتميز سلسلة جبال عمان ب:

- وجود سدائٌم، وهي تشكيلات صخرية مغتربة ذات امتداد كبير (مئات الكيلومترات)، زحفت من موقع نشأتها واستقرت في مكان آخر وغطت صخوراً أخرى تسمى بالصخور المركبة.

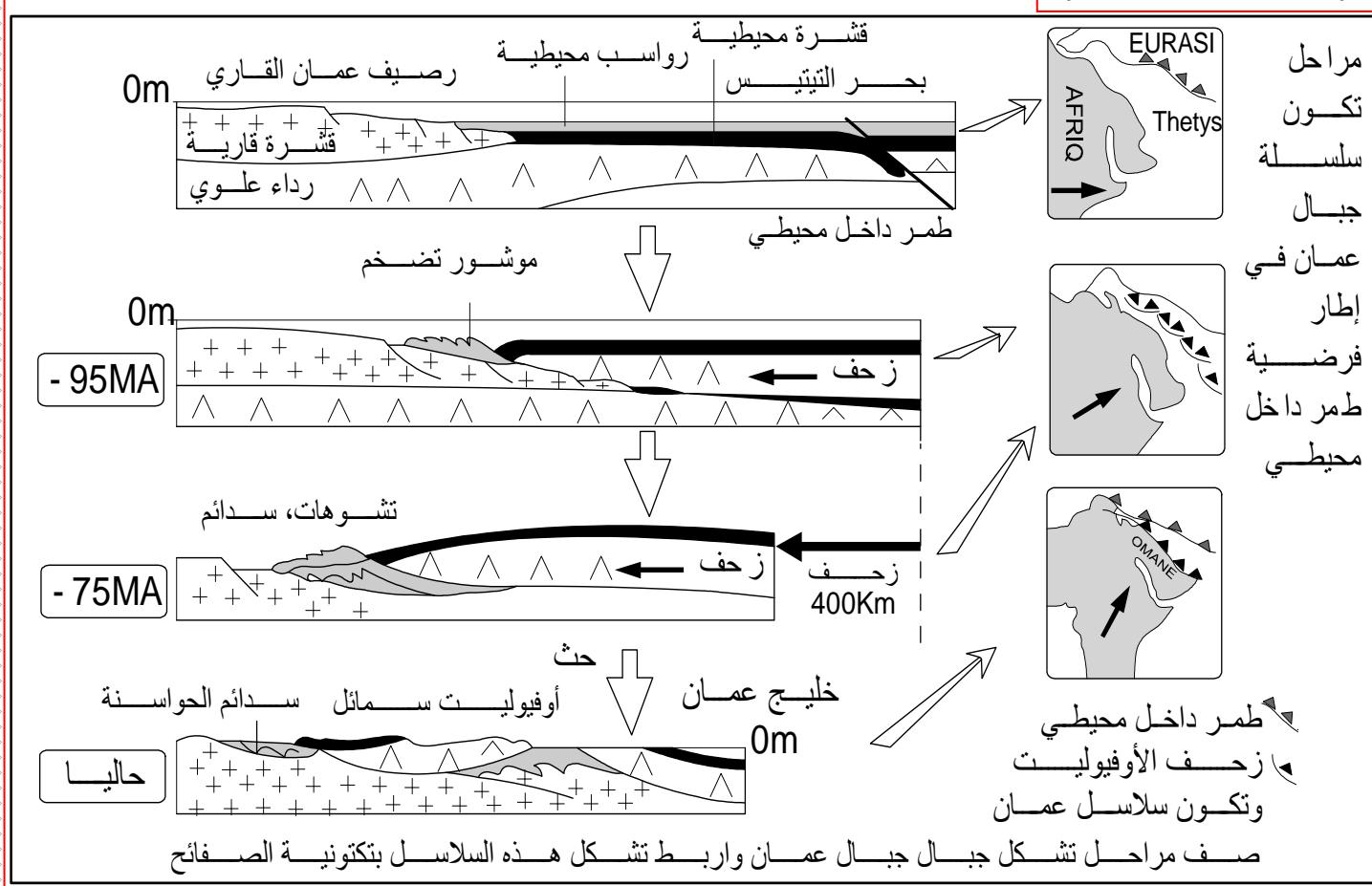
- وجود صخور المركب الأفيفوليتي Ophiolite له نفس تركيب الغلاف الصخري المحيطي.

(2) داخل المجال القاري لعمان، يعتبر وجود صخور المركب الأفيفوليتي شاهداً عن انغلاق مجال محيطي وزحف لصفيحة محيطية على صفيحة قارية، وهو ما يسمى بالطفو Obduction.

ب - تشكل سلاسل الطفو: وثيقة 1 لوحه 4.

اللوحة 4

الوثيقة 1: تشكل سلاسل الطفو:



باعتبار الخصائص البنوية والصخرية الحالية لجبال عمان، يمكن استعادة التاريخ الجيولوجي للمنطقة، والذي تتمثل أحداثه كالتالي:

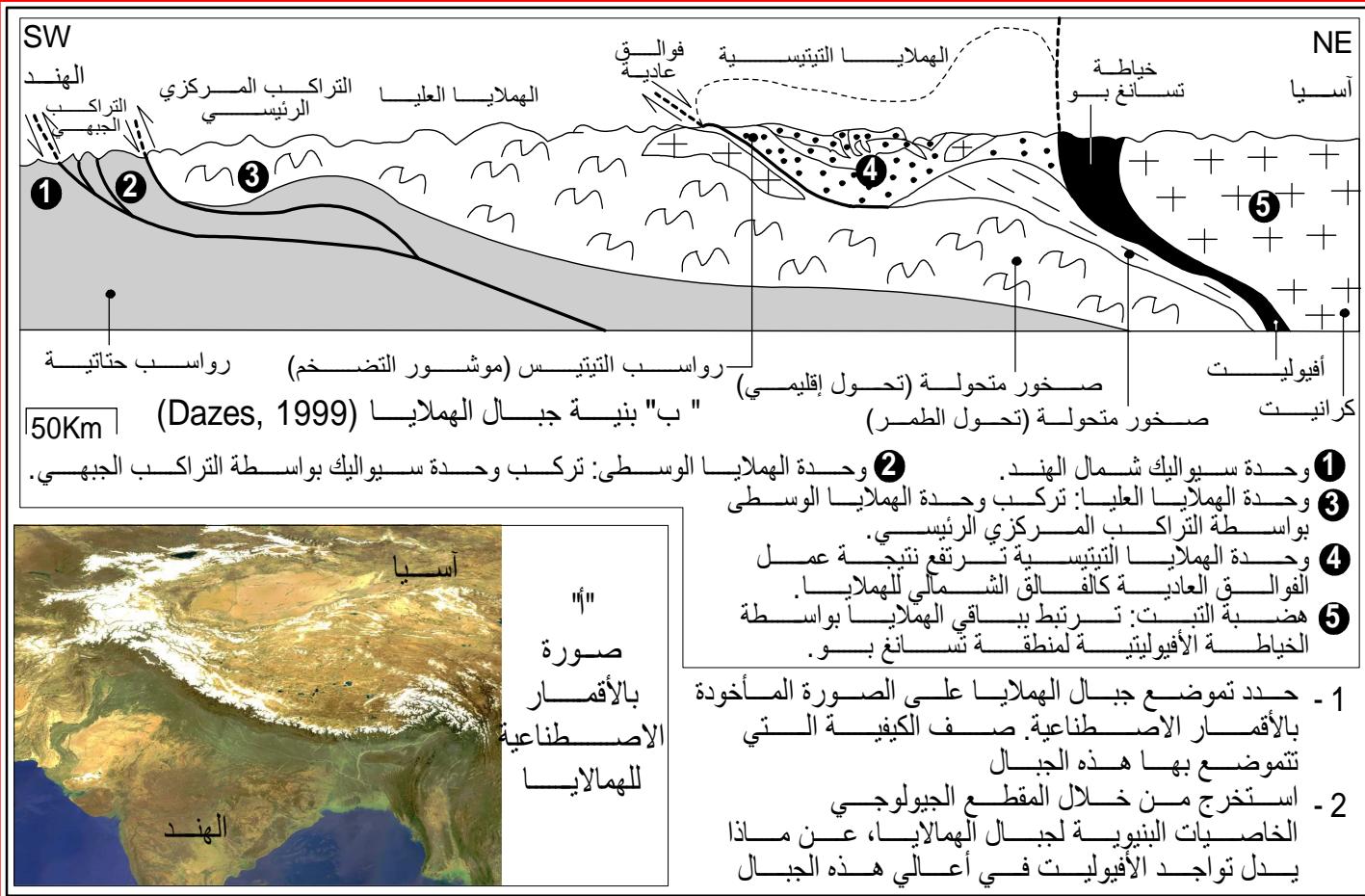
- بين الصفيحة الإفريقية والصفيحة الأوراسيوية كان هناك محيط قديم هو التيتيس (Téthys) (البحر الوحيد الذي كان يحيط باليابسة الوحيدة نظرية زحرة القارات)، حيث ظهرت منطقة طمر ضمحيطية تم فيها طمر الصفيحة الإفريقية تحت الصفيحة الأوراسيوية.
- عندما نفذت القشرة المحيطية المطمورة، ووصلت القارة (شبه الجزيرة العربية) إلى منطقة الطمر بدأ طمر الغلاف الصخري القاري، غير أن ضعف كثافة هذا الأخير تحول دون استمرار طمره، مما أدى إلى حجز الطمر.
- مع توالي القوى الانضغاطية، يزحف الغلاف الصخري والرواسب المحيطيين فوق الغلاف الصخري القاري. نتكلم عن ظاهرة الطفو.
- تؤدي هذه التراكبات من الصخور إلى تضخم الغلاف الصخري، فينتج عن ذلك نشوء سلاسل جبلية تسمى بسلاسل الطفو.

③ سلاسل الاصطدام:

أ - الخصائص البنوية والبتروغرافية لسلاسل الاصطدام: مثل جبال الهملايا وثيقة 2 لوحة 4.

لوحة 4

الوثيقة 2 : سلاسل الاصطدام (سلسلة جبال الهملايا)



(1) تحصر جبال الهملايا بين كتلتين قاريتين متصادمتين: الهند وآسيا.

(2) تتميز هذه السلاسل بـ :

- تراكبات Chevauchement وتشوهات ناتجة عن قوى انضغاطية عرفتها منطقة التجاhe بين الكتلتين القاريتين.

• وجود صخور أنديزيتية وكرانينيتية بالتبت، تدل على نشاط صهاري ناتج عن ظاهرة الطمر.

• وجود صخور الأفولييت وصخور رسوبية تيتيسية (موشور التضخم) تدل على حدوث طفو.

ب - تشكيل سلاسل الاصطدام: وثيقة 1 لوحة 5.

(1) حسب الشكل أ، قبل 70 مليون سنة كانت القارة الهندية والأسيوية متبعدين، ونتيجة لحركة الصفائح انتقلت القارة الهندية نحو الشمال، مع اختفاء المحيط الذي يفصلها عن القارة الأسيوية، إلى أن التصقت بالقارة الأسيوية وتشكلت بينهما سلاسل جبال الهملايا.

(2) تشكلت السلاسل الجبلية للهملايا نتيجة حركة الصفائح عبر المراحل التالية:

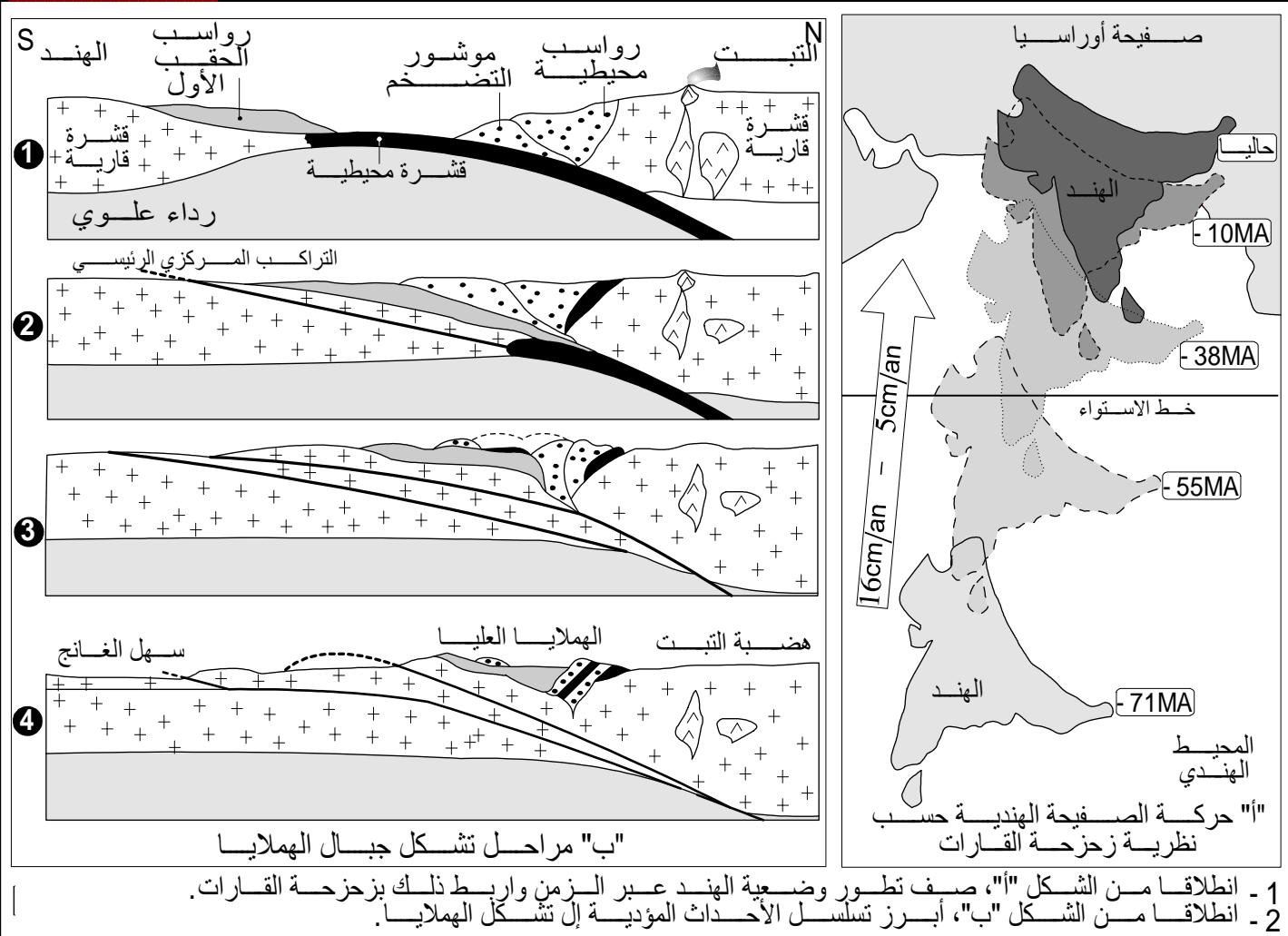
- قبل 100 مليون سنة كانت هناك منطقة طمر ضمحيطية بين الصفيحة التي تحمل القارة الهندية والصفيحة الأوروasiوية.

• طمر الغلاف الصخري المحيطي تحت الصفيحة الأوروasiوية أدى إلى نشوء الصهارة الأنديزيتية والبلوتونية.

- بعد استنفاد الغلاف الصخري المحيطي للصفيحة المطحورة يتم حجز الطمر، فينبع عن ذلك طفو جزء من الغلاف الصخري المحيطي للصفيحة الراكبة فوق القشرة القارية للهند الشيء الذي أعطى مركب الأفيفوليت.
- مع استمرار القوى الانضغاطية، اصطدم الهامشان القارييان للهند وآسيا، مع تكون موشور تضخم بينهما ونشوء تراكبات كبيرة في اتجاه الجنوب.
- بتزاييد الضغوطات التكتونية، نشأت تشوهات معقدة دفعت بموشور التضخم باتجاه آسيا مع رفع الكتل الصخرية عالياً وهذا ما أعطى الهimalaya العليا (حيث توجد أعلى قمة: Everest).

لوحة 5

الوثيقة 1: تشكل سلاسل الاصطدام:



ملحوظة: إن اصطدام قارتين يمكن أن يكون مسبواً بـ:

- طمر دون طفو: غياب المركب الأفيفوليت.
- طمر مع طفو: تواجد المركب الأفيفوليت.

III - التشوّهات التكتونيّة المميزة لسلسلة الطمر والاصطدام.

① العوامل المتدخلة في تشوّه الصخور. انظر الوثيقة 1 لوحة 7.

أ - ملاحظات:

(1) يرتبط نمط التشوّه التكتوني بمناطق التجاوب بين الصفائح، بعوامل خارجية أهمها: العمق الذي يحدد تغيرات الضغط ودرجة الحرارة والزمن والحركات التكتونية. وعوامل داخلية أهمها: خصائص المرونة والميوة.

(2) تختلف استجابة الصخور للضغط التكتوني حسب العمق:

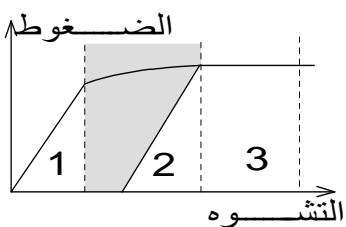
- على السطح تكون ظروف الضغط والحرارة منخفضة، فتكون الصخور هشة مما يجعل التشوّهات التكتونية من النوع الكسور. وتمثل أساساً في الفوّالق المعاكسة والسدائم المرتبطة بها.
 - في العمق يزداد الضغط والحرارة مما يجعل الصخور مرنة، فتصبح التشوّهات التكتونية على شكل طيات متساوية السمك، ثم متغيرة السمك مع ارتفاع العمق.

وتتطور التشوّهات حسب شدة الضغوط المسلطة عليها، وبذلك نحدد ثلاثة مجالات هي: المجال 1 = المجال المرن، المجال 2 = المجال اللدن، المجال 3 = مجال التدفق اللدن (Fluage).

اللوحة 7

الوثيقة 1: العوامل التكتونية المتدخلة في تشوه الصخور

**تخصيص تجريبياً عينيـة
صخريـة لضفـوطـات
ميـكانيـكيـة متزاـبـدة الشـدـة
بسـرـعة ثـابـتـة ، يـمـثـلـ
اليـانـاسـفـلـهـ النـتـائـجـ:**

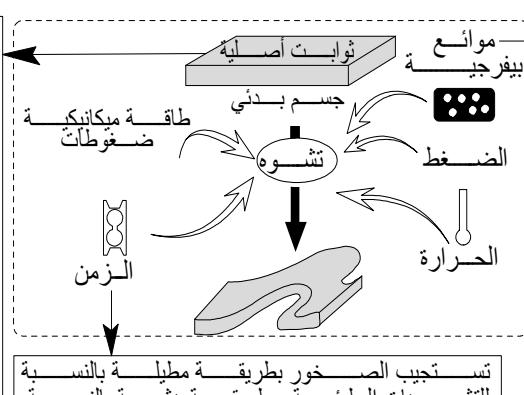


- المجال 1 = مجال مرن: عند حذف القوى المسلطة على الصخرة ترجع قيمة الضغط والتشوه إلى قيمتها الأصلية
- المجال 2 = مجال لدن: تختفي ظ الصخرة
- بالتشوه رغم رغم حذف القوى المطبقة عليها
- المجال 3 = مجال التدفق اللاردن: تؤدي التغيرات الطفيفة في الضغط إلى تغيرات مهمة في التشوه

فِي بَعْض الظَّرُوفِ يَمْكُن
أَنْ يَقْعُدَ كَسْرٌ إِذَا وَقَعَ هَذَا
الْكَسْرُ فِي الْمَجَالِ ١ نَقْوِلُ
أَنْ هُنَاكَ سُلُوكًا هَشًّا وَيَكُونُ
الْتَّشُوهُ مُتَوَاصِلًا. أَمَّا إِذَا
وَقَعَ الْكَسْرُ فِي الْمَجَالِ 2
وَ 3 سُتَّحَصَّلْ تَشُوهَاتٍ
مُتَصَلَّةً (طَبَات) مَصْحُوبَةً
بِتَشُوهَاتٍ غَيْرِ مُتَصَلَّةٍ
(فَوْلَقٌ)

تختلف استجابة الصخور للضغوطا حسب مجموعة من الثوابت:

- المرونة
- الميووعة
- نوع المعاند وطبيعة الصخرة
- قدر الحبيبات: تكون الصخرة مطليلة أكثر إذا كانت مشكلة من معاند دفقة



تسهل المwayne
التي تتخلل
الفراغات داخل
المصفرة (الماء)
التشوه المطيل
للمعدن وذلك عن
طريق الذوبان
وإعادة التبلور.
وتنشط هذه الظاهرة
تتابعياً مع
ارتفاع درجة
الحرارة، يؤدي
ارتفاع درجة
الحرارة إلى جعل
الصخور مalleable
كلما اقتربنا من
درجة الانصهار.

عوامل تشوہ الصور

- 5Km
- 10Km

**مجمع ترکیبی يوضح تشویه
صخور القشرة الأرضية
بدلالة العمقة**

**فوالق وطيات
ذات طبقات
ثابتة السmek**

"ج"

- 1 - استخرج من خلال الشكل "أ" أهم العوامل المؤثرة في تشوّه الصخور بالسلاسل الجبلية
 - 2 - اعتماد على الدراسة التجريبية المدرجة في الشكل "ب" فسر سلوك الصخور إزاء التشوّهات بدلالـة العمق (شكل ج).

② التشوهات التكتونية.

أ - الطيات: انظر الوثيقة 2 لوحة 5.

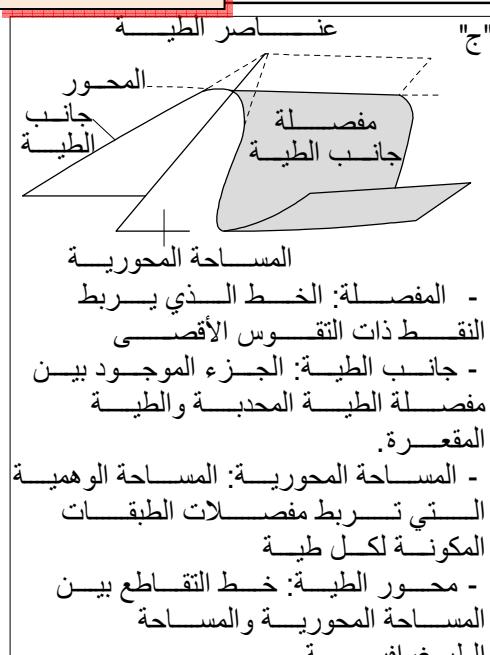
الطيات هي عبارة تشوّهات تكتونية متواصلة (تبقى الطبقات الصخرية متصلة على طول مساحة الطي)، تنتج عن قوى انضغاطية، مما يتربّع عنه تقصير في الطبقات الصخرية.

1) تتميز سلاسل الطمر والاصطدام بتشوهات تكتونية تتجلى في طيات محدبة، وطيات مقررة، وهي تشوهات تقاريبية ناجمة عن ضغوط تكتونية بمناطق التجا به بين الصفائح.

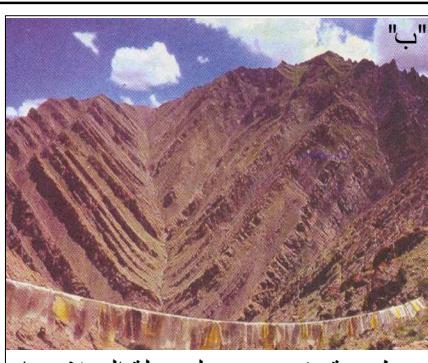
(2) (أنظر الشكل ج) عناصر الطية هي: المفصلة، جانب الطية، المساحة المحورية، محور الطية.

(3) (أنظر الشكل ت) أصناف الطيات هي: طية مستقيمة، طية منحرفة، طية مائلة، طية راقدة.

اللوحة 5

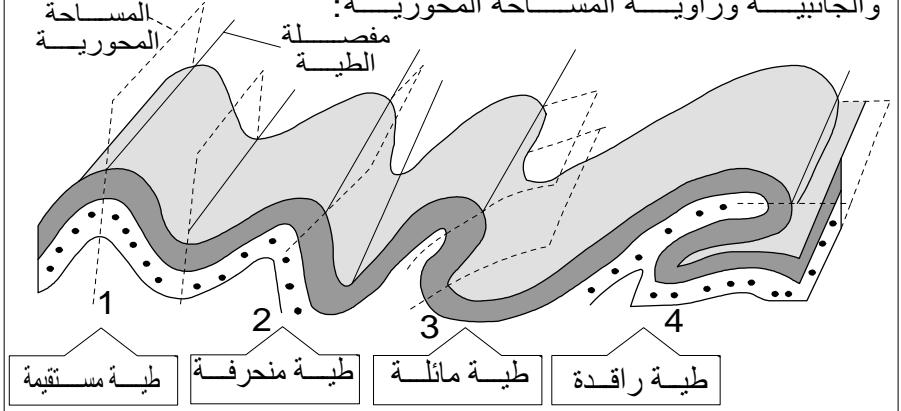


- 1 - تعرف أنواع الطيات المميزة لمناطق الطرمر والاصطدام (الشكل أ وب).
- 2 - تعرف عناصر الطية (الشكل ج).
- 3 -ميز بين مختلف أصناف الطيات (الشكل ت).



الوثيقة 2: الطيات

يعتمد في تصنيف الطيات على وضع المفصلة والجانبية وزاوية المساحة المحورية:



ب – الفوالق: أنظر الوثيقة 1 لوحة 6.

هي عبارة عن انكسارات للكتل الصخرية مصحوبة بتفاوت لكتلتين الناتجين عن الكسر.

(1) تتميز سلاسل الطرمر والاصطدام بفوالق معكوسه وعادية، وسدائم، وهي تشوهات تقاريبية ناجمة عن ضغوط تكتونية بمناطق التجاhe بين الصفائح.

(2) (أنظر الشكل ج) عناصر الفالق هي: سطح الفالق يكون مصحوباً بصفة يسمى مرآة الفالق. طرح الفالق مركب من طرح أفقي مستعرض (r)، وطرح عمودي (R).

(3) (أنظر الشكل ت) أنماط الفوالق هي: فالق عادي، فالق معكوس، فالق عمودي، انقلاب. الفوالق المركبة هي مجموعة من الفوالق المعكوسة، في مناطق تسود فيها القوى الانضغاطية فتؤدي إلى تشكيل درجات صاعدة (الأنشار) Horst.

ج – التشوهات الوسيطة: أنظر الوثيقة 2 لوحة 6.

أدلت الضغوطات التصريحية التي تعرضت لها القشرة الأرضية بمناطق الطرمر والاصطدام إلى تعقيد التشوهات التكتونية لتحول إلى تشوهات وسيطة: طيات-فوالق، تراكبات وسدائم.

a – الطيات – الفوالق pli-faille

نتيجة لنزول الضغوط المسلطة على الطية من أحد جانبيها، يتمدد الجانب المقابل لمنحي الضغوط ثم يترافق، فيؤدي ذلك إلى حدوث فالق، لتطور الطية إلى طية-فالق.

b - التراكب Chevauchement

بعد تشكّل الطيّة-الفالق، وإذا استمرت الضغوطات، يزحف الجزء الأعلى فوق الآخر مشكلاً تراكباً.

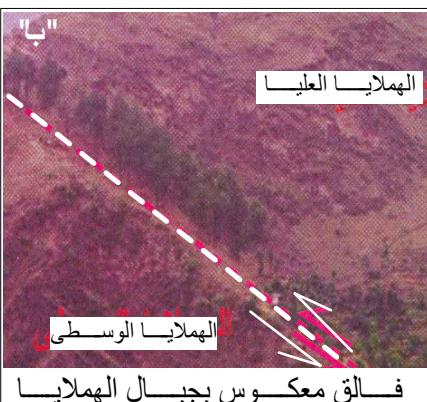
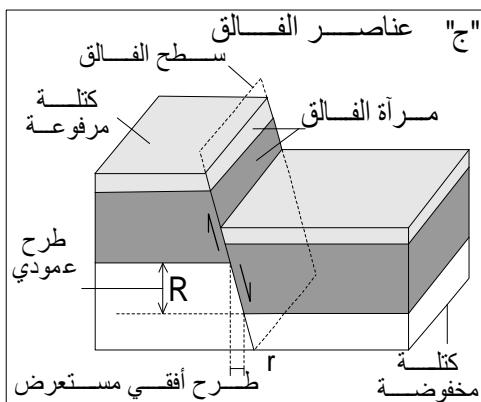
c - السديمة Nappe de charriage

بعد تشكّل التراكب، وإذا استمرت الضغوطات، تصبح مسافة زحف الجزء الأعلى كبيرة، فت تكون بذلك السديمة. يسمى الجزء المتنقل بالراكب، وتسمى القاعدة بالمركب.

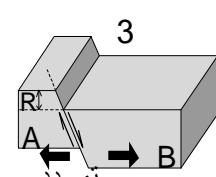
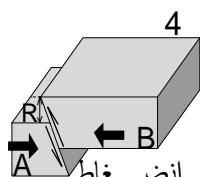
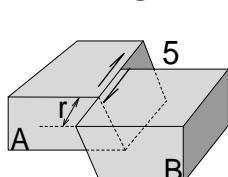
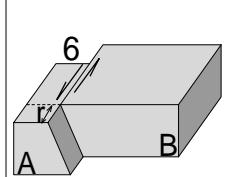
تتعرّض الصخور الراكيبة للحث فت تكون نافذة تسمح برؤية الطبقات المركبة. ويمثل الكليب Klippe الصخور الراكيبة التي لم تتعرّض للحث، وتبقي شاهدة على التراكبات.

اللوحة 6

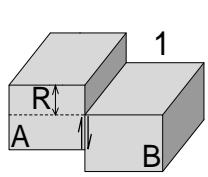
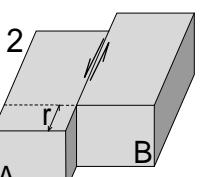
الوثيقة 1 : الفوالق



مساحة الفالق مائلة



مساحة الفالق عمودية



انقلاب ميسار

حركة في اتجاه
معاكس لعقارات
الساعة

انقلاب ميامن

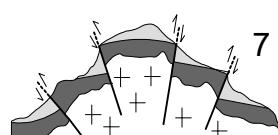
حركة في اتجاه
عقارات الساعة
تنقابيان

فالق معكوس

كتأة الفالق
تنبعادان

فالق عادي

كتأة الفالق
تنبعادان
اط الفالق
"ت" أنم



تجمع من مرتفع
تؤدي إلى مجرى
مدرجات صاعدة

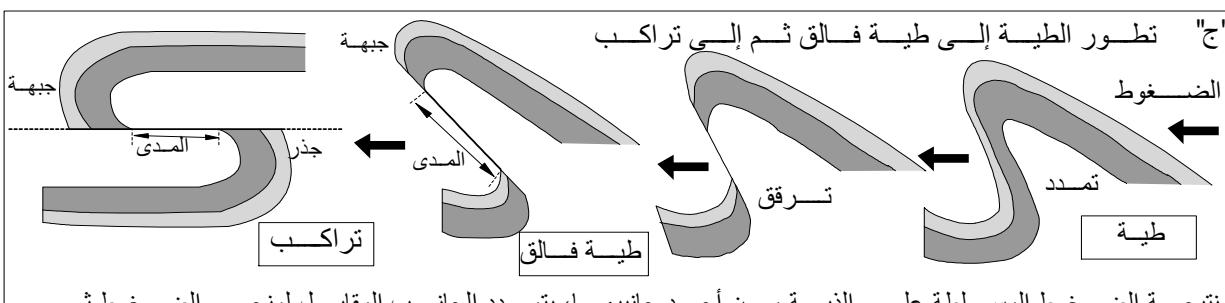
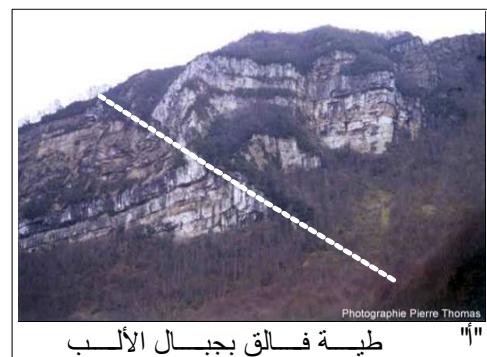
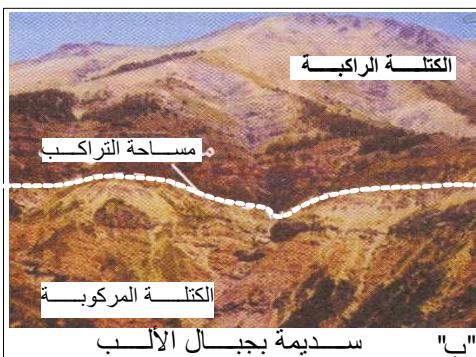
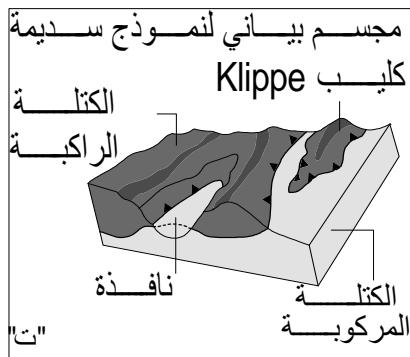
1 - تعرف أنواع الفوالق المميزة لمناطق الطمر والاصطدام (الشكل أ و ب).

2 - تعرف عناصر الفالق (الشكل ج).

3 - ميز بين مختلف أصناف الفوالق (الشكل ت).

اللوحة 6

الوثيقة 2 : التشوهات الوسيطة



"ج" تطور الطية إلى طية فالق ثم إلى تراكب
نتيجة الضغوط المسقطة على الزيمة من أحد جانبيها، يتمدد الجانب المقابل لمنحي الضغوط ثم يتررق. ويؤدي ذلك إلى حدوث فالق وابتعاد الجزأين المشطوريين أحدهما عن الآخر. يزحف الجانب الأعلى فوق الآخر مشكلاً تراكباً. إذا استمرت الضغوط، وعندما تصبح مسافة الزحف كبيرة يعطي التراكب سديمة

تعرف
مختلف
التشوهات
الواسطية
المميزة
لمناطق
التمر
والاصطدام