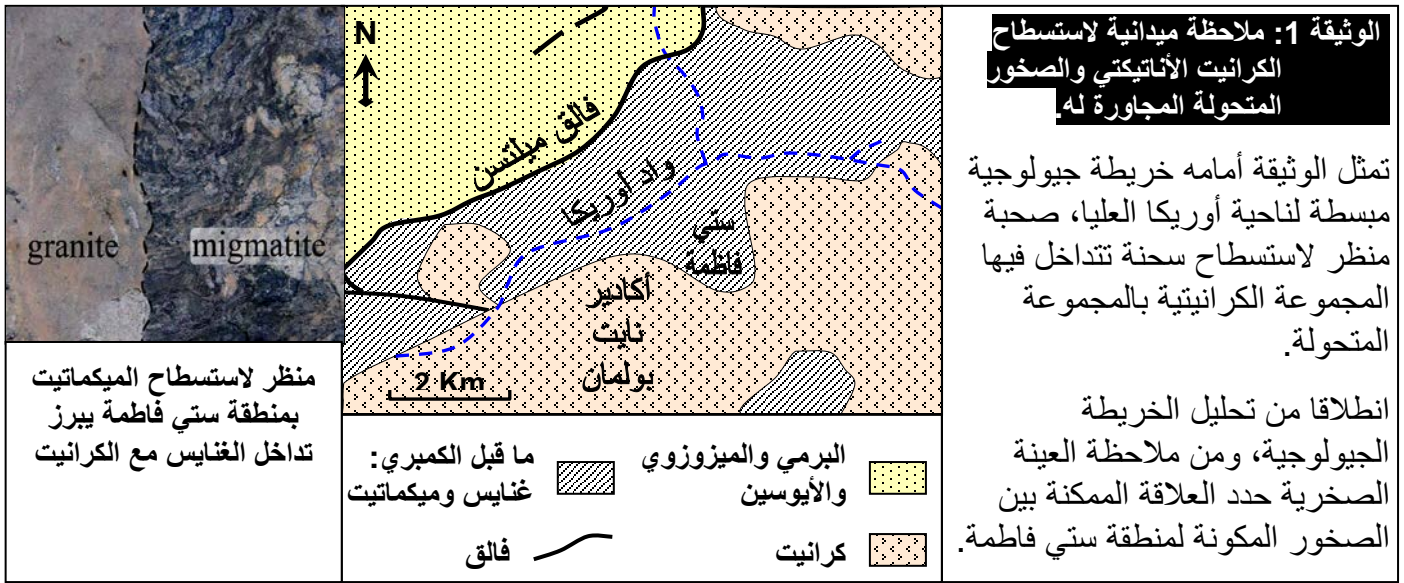


## الكرانيتية و علاقتها بظاهرة التحول

**مقدمة:** تعتبر الصخور الكرانيتية صخورا صهارية بلوتونية، ناتجة عن تبريد وتصلب صهارة في العمق. وهي المكون الأساسي للقشرة القارية. فما هي ظروف تشكل الصخور الكرانيتية؟ وما هي علاقتها بظاهرة التحول؟

### 1 - الكرانيت الاناتيكتي Le granite d'anatexis مثال كرانيت أوريكيا العليا:

#### ① ملاحظات ميدانية: وثيقة 1.




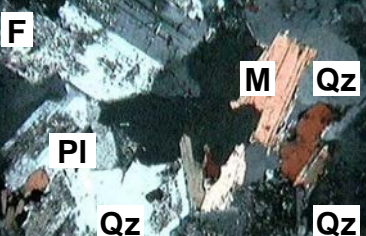
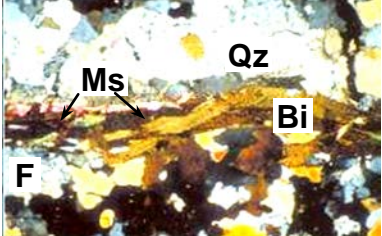
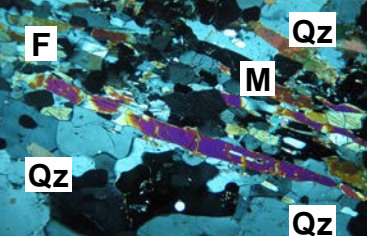
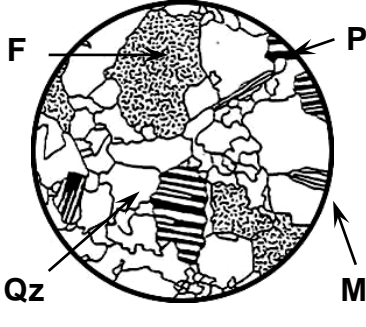
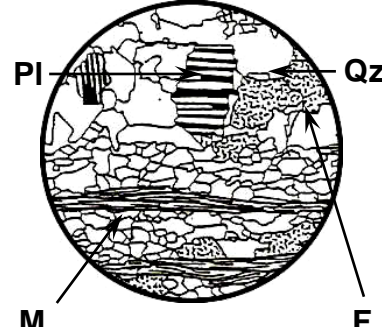
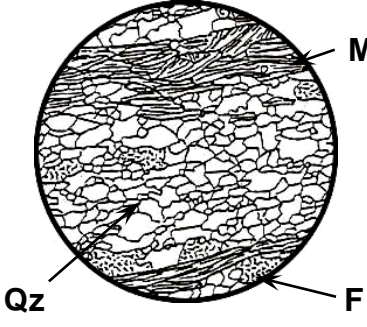


يرتبط كرانيت سني فاطمة بصخور شديدة التحول مثل الغنايس وبعده تشوهات على شكل فوالق أساسا. لا توجد حدود واضحة بين استسواح الكرانيت والصخور المتحولة المجاورة، حيث تتشكل منطقة المرور من الكرانيت إلى الصخور المجاورة (الغنايس) من تشكيلات وسيطة عبارة عن خليط من الكرانيت والغنايس تسمى بالميكمايت (خليط = migma = mélange). وهي تدل على نهاية المتتالية التحولية مرورا من ظروف التحول إلى ظروف الانصهار.

#### ② بعض خصائص الصخور المستسوحة بمنطقة سني فاطمة: وثيقة 2.

تتميز الميكمايت بتعاقب مناطق فاتحة (كرانيتية ذات بنية محببة) تتكون من المرو والفلدسبات، ومناطق داكنة (متحولة) عبارة عن مستويات مسطحة تتميز بوجود الميكا السوداء (البيوتيت). يتبين من الملاحظة المجهرية أنه كلما اقتربنا من الكتلة الكرانيتية، إلا وتم الانتقال من بنية مورقة مميزة للغنايس، نحو بنية محببة مميزة للكرانيت. إن للكرانيت والغنايس نفس التركيب العيداني، مع اختلاف في البنية وقد البلورات. ومن تم يمكن القول بأن هذه الصخور لها نفس الأصل.

الوثيقة 2: التعرف على بعض خصائص الصخور المستسطة بمنطقة ستي فاطمة (أوريكا العليا).

الكرانيت	الميكمايت	الغنايس	العينة الصخرية
			ملاحظة الصخرة بالعين المجردة
			ملاحظة الصفيحة الدقيقة بالمجهر المستقطب
			رسم تفسيري للملاحظة المجهرية
QZ = المرو. F = فيلدسبات بوتاسي. Pl = فيلدسبات بلاجيوكلاز. M = ميكا سوداء.	QZ = المرو. F = فيلدسبات بوتاسي. Pl = فيلدسبات بلاجيوكلاز. M = ميكا سوداء.	QZ = المرو. F = فيلدسبات بوتاسي. M = ميكا سوداء.	التركيب العيادي
محبية	مورقة - محبية	مورقة	البنية

قارن بين العينات الصخرية. تعبر هذه العينات عن مرور تدريجي نحو الكرانيت. أبرز ذلك معتمدا المعطيات الخاصة بالميكمايت.

③ خلاصة:

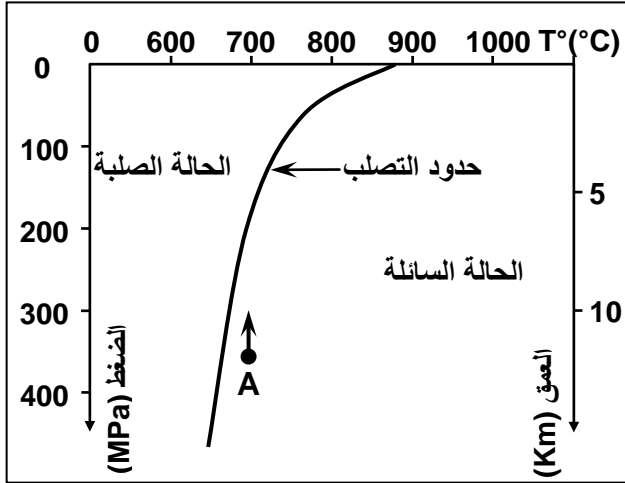
★ إن المرور التدريجي من الصخور المتحولة (الغنايس) إلى الكرانيت ووجود صخرة وسيطة (الميكمايت) يجعلنا نفترض أن الكرانيت يشكل حلقة قصوى من حلقات التحول: يعني نتج عن تحول صخرة سابقة الوجود بفعل ارتفاع عامل الضغط أو الحرارة أو هما معا.

★ بما أن توجيه المعادن يفقد في صخرة الكرانيت، فيمكن أن نفترض أن المرور من الغنايس إلى الكرانيت يتم بظهور حالة سائلة: يعني أن الصخرة الأصلية تنصهر بفعل الضغط والحرارة فتعطي عند تبردها الكرانيت. نسمي هذا النوع من الكرانيت بالكرانيت الأنايكتي.

II – الأنايكتية وعلاقتها بتشكيل السلاسل الجبلية:

① ظروف تصلب الصحارة الكرانيتية: أنظر الوثيقة 3.

**الوثيقة 3: ظروف تبلور الصهارة الكرانيتية.** يمثل البيان أسفله منحنى التصلب الذي يعبر عن الحد الفاصل بين الحالة السائلة والحالة الصلبة للصهارة الكرانيتية حسب الضغط ودرجة الحرارة.



(1) كيف تتغير درجة حرارة التصلب بدلالة الضغط؟

\* لنعتبر صهارة كرانيتية A تكونت تحت ضغط 370 MPa ودرجة حرارة 700°C.

(2) حدد الضغط والعمق اللذين تتصلب فيهما هذه الصهارة في حالة صعودها دون أن تغير من درجة حرارتها.

(3) كيف تفسر ظهور الكرانيت في السطح إذن؟

\* في حالات استثنائية تصل الصهارة الكرانيتية إلى السطح، لتعطي بعد تصلبها صخرة الريوليت **Rhyolite**.

(4) اعتمادا على المبيان جانبه، حدد درجة الحرارة الدنيا اللازمة لصهارة كرانيتية لكي تصل إلى السطح.

(1) كلما ازدادت درجة الضغط (كلما زاد العمق) كلما انخفضت درجة حرارة تصلب الصهارة الكرانيتية (لاحظ مثلا أن صهارة كرانيتية تتصلب في حرارة = 700°C عندما يكون عمقها 6Km، أما في عمق 2Km فهي تتبلور في حرارة 800°C).

(2) عند صعودها، تتبلور هذه الصهارة ولو لم تفقد بعضا من حرارتها ويحدث هذا التبلور في عمق = 6Km وضغط يقدر ب 160MPa.

(3) تتبلور الصهارة الكرانيتية في الأعماق قبل وصولها إلى السطح لذلك نقول أن الكرانيت صخرة صهارية بلوتونية أي صخرة داخلية النشأة، وتظهر في السطح بفعل عوامل التعرية.

(4) لكي تصل الصهارة السائلة يلزم أن تتوفر على حرارة تفوق 900°C، وهذا لا يتوفر إلا نادرا فتعطي الصهارة حينئذ بعد تصلبها صخرة الريوليت.

**خلاصة:** عندما تبلغ درجة حرارة الصخور 700 °C وتحت الضغوط السائدة في أعماق المناطق غير المستقرة، تخضع لانصهار جزئي لتعطي سائلا ذا تركيب كرانيتي ( الأنايتيكتية ). تتركز القطرات الأولى من السائل الناتج على شكل أكوام، وتعطي بتبلورها مادة كرانيتية حديثة التكون، تبقى مرتبطة بمادة لم تنصهر بعد، الشيء الذي يفسر تكون صخور الميكمايت. وعندما تزداد نسبة السائل الناتج، يمكنه أن يتصلب في موقعه ليعطي الكرانيت الأنايتيكتي.

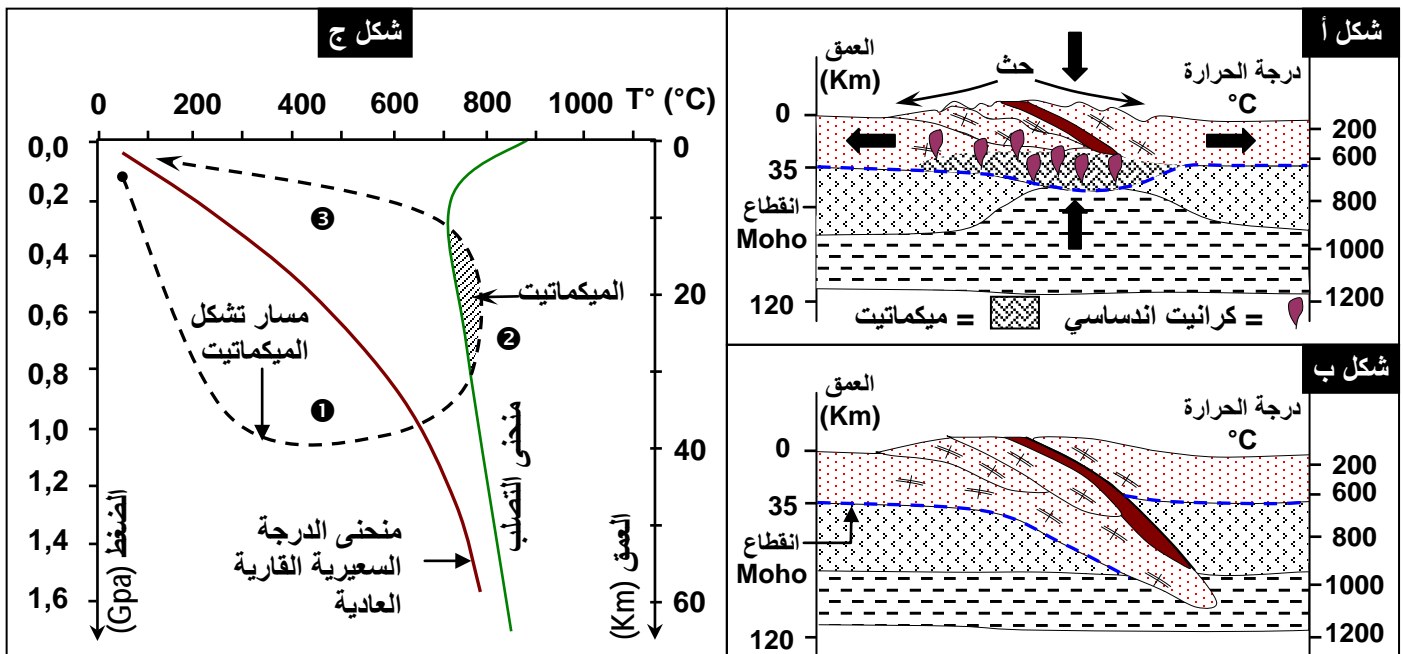
② **علاقة الكرانيتية بالسلاسل الجبلية:** أنظر الوثيقة 4.

**الوثيقة 4: علاقة الكرانيت الأنايتيكتي بسلاسل الاصطدام.**

في مناطق الاصطدام، يؤدي غور بعض الوحدات الصخرية للقشرة القارية إلى خضوعها لدرجات حرارة وضغط مرتفعين. أثناء صعود هذه الوحدات نتيجة الحركات التكتونية، ينخفض الضغط، بينما تظل الحرارة مرتفعة مما يؤدي إلى انصهار جزئي للصخور، وتشكل السائل الأنايتيكتي الذي يعطي صهارة كرانيتية أناتيكيتية تتبرد في مكانها. يعطي الشكل أ والشكل ب، رسوم تخطيطية لتوضيح أصل الكرانيت الأنايتيكتي خلال تشكل سلاسل الاصطدام. يعطي الشكل ج مسار تشكل الميكمايت حسب تغير كل من الضغط والحرارة خلال تشكل سلاسل الاصطدام.

★ وظف معطيات المبيان على الشكل ج لتفسير تشكل الكرانيت الأنايتيكتي في مناطق تشكل السلاسل الجبلية.

★ أبرز دور العوامل التكتونية في تشكل الكرانيت الأنايتيكتي المصاحب للسلاسل الجبلية.



★ في مناطق الاصطدام، تؤدي القوى الانضغاطية إلى طمر بعض الوحدات الصخرية للقشرة القارية مما يعرضها لدرجات حرارة وضغط مرتفعين (الجزء 1 من السهم الممثل في الشكل "أ" والمرحلة a في الشكل "ب").

★ في نهاية التقارب، تشهد السلسلة الجبلية قوى تكتونية تمديدية فتصعد الوحدات الصخرية، ينخفض ضغطها بينما تظل درجة حرارتها مرتفعة، مما يؤدي إلى انصهارها الجزئي وتشكل سائلا أناتيكتي يتبرد في موقع نشأته ليعطي ميكمايت وكرانيت اندساسي (الجزء 2 من السهم الممثل في الشكل "أ" والمرحلة b في الشكل "ب").

★ لا يستسحق تيار اركلا إلا بعد حث الصخور التي كانت تلوه وذلك بعد ملايين السنين من تشكله.

### III - اندساس الصحارة الكرانيتية وتحول التماس:

#### 1) دراسة كتلة كرانيت زعير: أنظر الوثيقة 5.

#### الوثيقة 5: علاقة الكرانيت الأناتيكتي بسلاسل الاصطدام.

تعطي الوثيقة أسفله خريطة جيولوجية مبسطة تظهر كرانيت زعير وتموضع هالة التحول مع مواقع أخذ العينات الصخرية المميزة لهذه الهالة.

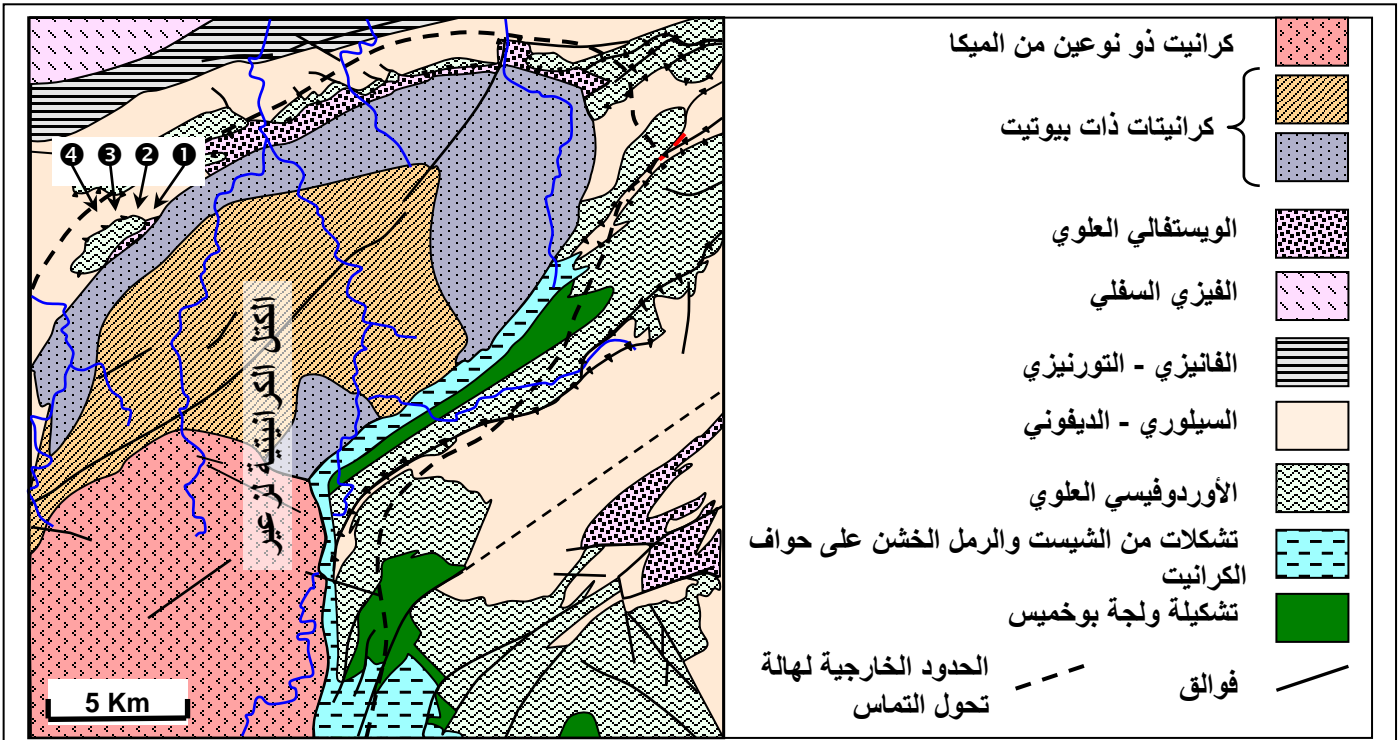
الصخرة	1	2	3	4
المميزات العيدانية	فلدسبات بوتاسي	كوردبيريت + أندلوسيت	أندلوسيت + بيوتيت	بيوتيت (كلوريت) + سيريسيت

نعطي كذلك بعض العينات الكرانيتية صحبة صفائح دقيقة ملاحظة بالضوء المستقطب.

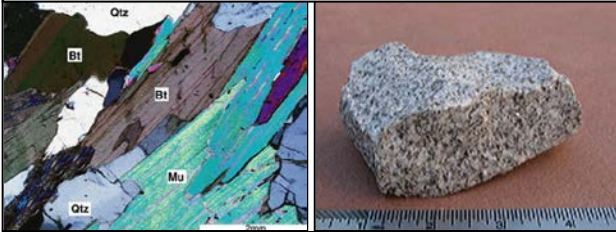
- 1) انطلاقا من تحليل الخريطة الجيولوجية حدد خاصيات كرانيت زعير وعلاقته بالصخور المتحولة.
- 2) قارن بين مختلف العينات الصخرية المقترحة. فسر اختفاء الشيسيتية عند الاقتراب من كتلة الكرانيت واختفاء وظهور معادن جديدة كالأندلوسيت (معدن مميز للضغط المنخفض والحرارة المرتفعة).
- 3) انطلاقا من مختلف المعطيات حدد نمط التحول الذي خضعت له الصخور المجاورة لكتلة الكرانيت.







كرانيت ذي نوعين من الميكا مع الملاحظة المجهرية



Mu = موسكوفيت

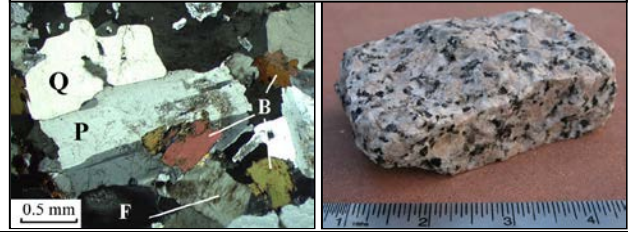
F = فيلدسبات بوتاسي

P = فيلدسبات بلاجيوكلاز

Q=Qtz = مرو

Bt = B = بيوتيت

كرانيت ذي بيوتيت مع الملاحظة المجهرية

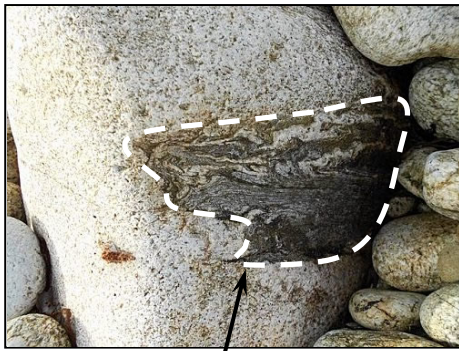


توجد في حدود الكتلة الكرانيتية لزعر حبيبات تختلف من حيث البنية والتركيب العيداني عن الكرانيت الذي يضمها (الصورة أمامه). ويمكن التعرف على أصليين أساسيين للحبيبات:

\* أصل عميق (حبيبات تحتوي على الكوراندون والسبينيل وهي معادن تتشكل في ظروف  $5Kb = 16Km$ ).

\* أصل من الصخور المحيطة بالكرانيت (حبيبات ذات أندلوسيت، سليمانيت وبيوتيت وهي معادن تتشكل في ظروف  $2.5Kb = 8Km$ ).

(4) فسر وجود الحبيبات على جوانب الكتل الكرانيتية محددًا أهميتها في تعرف أصل الصهارة الكرانيتية.



حبيسة من الميكاشيست داخل الكرانيت

## (1) انطلاقًا من الخريطة الجيولوجية يظهر كرانيت زعر:

- بحدود واضحة حيث أن منطقة تماسه مع الصخور المجاورة صريحة.
- متجانس (منطقة المرور من الكرانيت إلى الصخور المجاورة لا تتضمن صخرة الميكمايت).
- في وضع متناظر مع الصخور المجاورة حيث يقطعها ويتموضع وسطها كما لو أنه أراح جزءًا منها وحل محله.
- يحيط به حزام من صخور متحولة تسمى بهالة التحول، لها امتداد جغرافي ضيق (لا تتعدى  $2Km$ ). نستخلص من هذه المميزات أن الصهارة الكرانيتية التي أعطت هذا الكرانيت لم تنشأ في هذا الموضع، بل صعدت من الأعماق واندمجت بين الصخور السابقة الوجود: فنقول كرانيت اندساسي (Granite intrusif).



2) كلما اقتربنا من الكتلة الكرانيتية:

- يختفي توجيه المعادن.
- يزداد قطر البلورات.
- تختفي بعض المعادن المميزة لتحول ضعيف (مثل السيريسيت) وتظهر معادن دالة على تحول شديد (مثل الفلدسبات) وعلى حرارة مرتفعة (مثل الأندلوسيت).
- شدة التحول تزداد كلما اقتربنا من الكتلة الكرانيتية.

3) تشير الخاصيات المسجلة في الجواب السابق أن التحول تم بفعل الحرارة العالية التي تحررها الصهارة الكرانيتية الصاعدة أثناء تبريدها وفي غياب ضغوط موجهة، يعني يتعلق الأمر بتحول حراري = تحول التماس Métamorphisme de contact.

4) قد تصادف داخل الكرانيت الانداسي بعض الحبيسات، وهي بقايا الصخرة الأصلية التي لم تهضم من طرف الصهارة الكرانيتية.

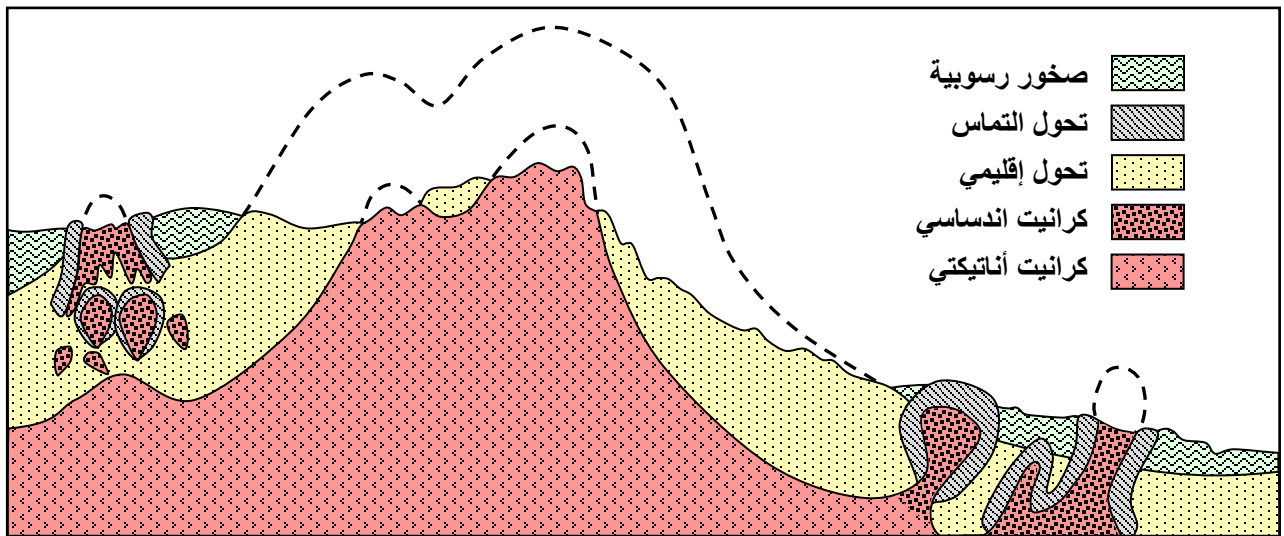
## ② خلاصة:

في بعض الحالات يمكن للصهارة الأنايتيكية الساخنة أن تصعد إلى الأعلى، فتخترق صخورا سابقة الوجود، وتتصلب وسطها. ونظرا للحرارة المرتفعة، تتعرض الصخور المجاورة لتغيرات بنيوية وعيدانية، يصطلح عليها تحول التماس أو التحول الحراري، لأن عامل الحرارة هو العامل الرئيسي في هذه الحالة.

## IV – مقارنة الكرانيت الأنايتيكي والكرانيت الانداسي: أنظر الوثيق 3 لوحة 2.

الوثيقة 4 : العلاقة بين التحول الإقليمي والكرانيت الأنايتيكي من جهة وتحول التماس والكرانيت الانداسي من جهة أخرى.

يمثل المقطع التالي رسما للتصور العام للعلاقة بين كل من الكرانيت الأنايتيكي والتحول الإقليمي من جهة، والكرانيت الانداسي وتحول التماس من جهة أخرى. انطلاقا من هذه المعطيات، استنتج العلاقة بين الكرانيت الانداسي والكرانيت الأنايتيكي. لخص ذلك في جدول موضحا العلاقة بين كل من الكرانيت الأنايتيكي والكرانيت الانداسي والتحول الإقليمي وتحول التماس.



يُدرج الجدول التالي العلاقة بين نوعي الكرانيت ونوعي التحول المرتبطين بهما:

الكرانيت الأندلسي وعلاقته بتحول التماس	الكرانيت الأنايكتي وعلاقته بالتحول الإقليمي	
صهارة ناتجة عن ظاهرة الأنايكتية تغادر موقعها الأصلي، تصعد عبر الصخور التي تعلوها وتحل محلها.	صهارة ناتجة عن ظاهرة الأنايكتية تتبلور في موقع تشكلها.	أصل الكرانيت
الكرانيت الأندلسي هو المسؤول عن حدوث التحول الذي حوله (هالة التحول).	يدخل الكرانيت الأنايكتي ضمن متتالية التحول العام (يشكل حلقة قصوى من درجات "التحول").	العلاقة بين الكرانيت والتحول
حدود صريحة بين الكرانيت الأندلسي والصخور المتحولة التي تحيط به. تتميز الحدود بتواجد حبيسات مؤشرة على بقايا صخور أصلية لم تهضم بفعل الصهارة الكرانيتية المندسة.	انتقال تدريجي من الصخور المتحولة إلى الكرانيت الأنايكتي، الحدود غير صريحة تتميز بظهور صخرة الميكمايت، الصخرة المزيج بين الكرانيت والغنايس.	المميزات الميدانية للحدود بين الكرانيت والصخور المتحولة.
<ul style="list-style-type: none"> <li>● امتداد جغرافي جد محدود.</li> <li>● تضم هالة التحول معادن غير موجهة مؤشرة على حرارة مرتفعة وضغط منخفض. (تحول حراري)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● امتداد جغرافي شاسع (تحول إقليمي = عام)</li> <li>● تضم الصخور المتحولة معادن موجهة مؤشرة على ضغط وحرارة مرتفعين. (تحول دينامي - حراري)</li> </ul>	مميزات الصخور المتحولة