الفصل الثالث

الكرانيتية وعلاقتها بظاهرة التحول

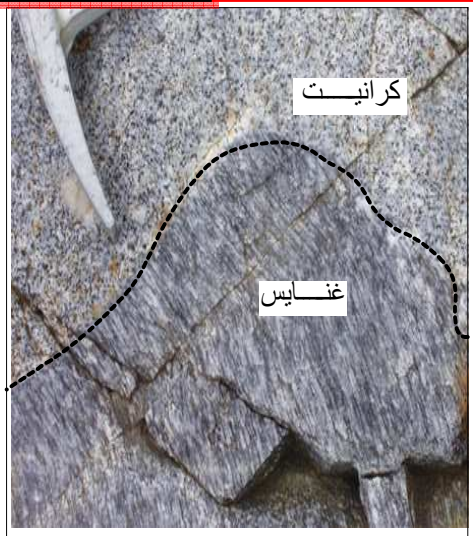
مقدمة: تعتبر الصخور الكرانيتية صخورا صهارية بلوتونية، ناتجة عن تبريد وتصلب صهارة في العمق. وهي المكون الأساسي للقشرة القارية.

فما هي ظروف تشكل الصخور الكرانيتية؟ وما هي علاقتها بظاهرة التحول؟

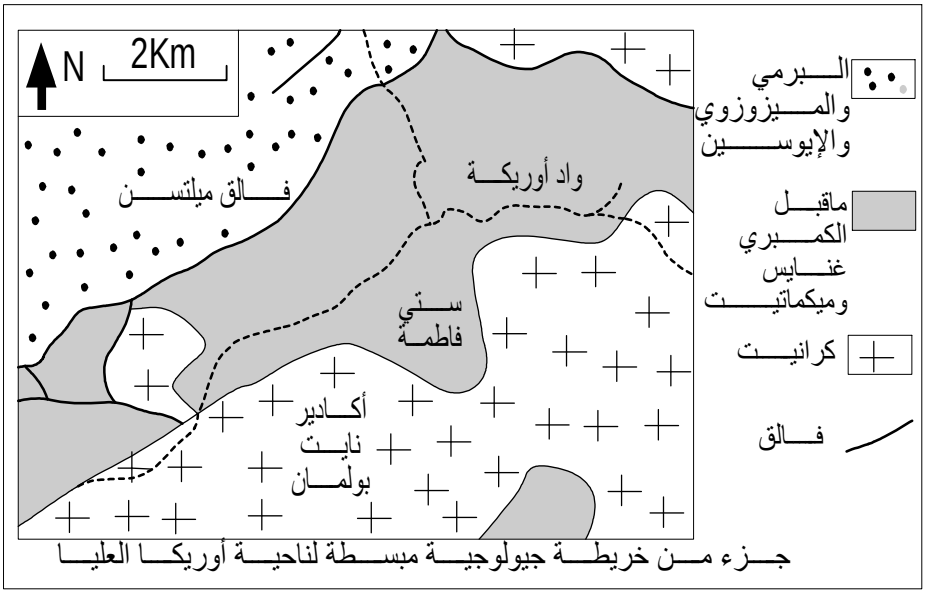
I – الكرانيت الاناتيكتي Le granite d'anatexie مثال كرانيت أوريكا العليا:

① ملاحظات ميدانية: وثيقة 1 لوحة 1.

الوثيقة 1 : ملاحظة ميدانية لاستسطاح الكرانيت الاناتيكتي والصخور المتحولة المجاورة له. — **اللوحـــــة 1**



منظـــر لاستســـطاح الميكماتيـــت بمنطقـــة ســـتي فاطمـــة يـــبرز تـــداخل الغنـــايس مـــع الكرانيـــت



جـــزء مـــن خريطـــة جيولوجيـــة مبســـطة لناحيـــة أوريكـــا العليـــا

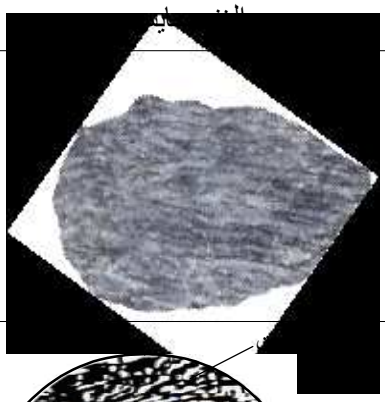
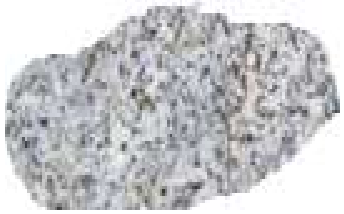
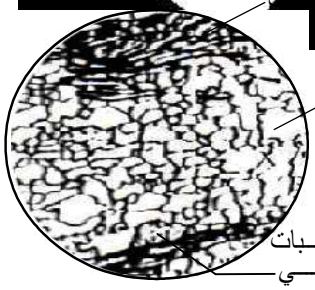
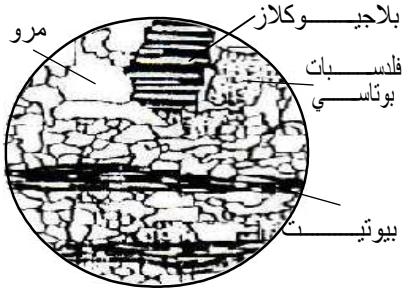
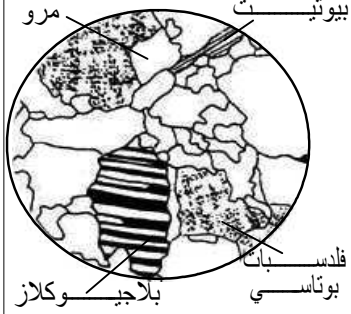
** لـون هـذه الخريطـة
** حـــدد خصـــائص الكرانيـــت المستســـطح فـــي هـــذه المنطقـــة وعلاقتـــه بالصـــخور المتحولـــة.

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

② بعض خصائص الصخور المستسطحة بمنطقة ستي فاطمة: وثيقة 2 لوحة 1.

تتميز الميكماتيت 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 المستسطحة بمنطقة ستي فاطمة (أوريكا العليا).

		الميكماتيـــــت	الكرانيـــــت
ملاحظة الصـــخرة بـــالعين المجـردة			
ملاحظة الصـــفيحة الدقيقـــة بـــالمجهر المســـتقطب			
وصـف حالـة المعـادن والبنيـــة	معادن موجهة بنيـــة مورقـــة	تـــداخل بيـــن أســـرة ذات بنيـــة مورقـــة وأســـرة ذات بنيـــة محببـــة	بنيـــة محببـــة
الحالـــة الفيزيائيـــة للصـــخرة أثنـــاء تشـــكلها	صـــلبة	صـــلبة + ســـائلة	ســـائلة

اجمـــع المعلومـــات الميدانيـــة لمنطقـــة أوريكـــا العليـــا والمعطيـــات البنيويـــة والعيدانيـــة واقـــترح فرضـــية حـــول العلاقـــة بيـــن هـــذه الصـــخور وتشـــكل كرانيـــت المنطقـــة

③ خلاصة:

★ إن المرور التدريجي من الصخور المتحولة (الغنايس) إلى الكرانيت ووجود صخرة وسيطة (الميكماتيت) 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 الأناتيكتي.

II – الأناتيكتية وعلاقتها بتشكل السلاسل الجبلية:

① ظروف تصلب الصهارة الكرانيتية: أنظر الوثيقة 1 لوحة 2.

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

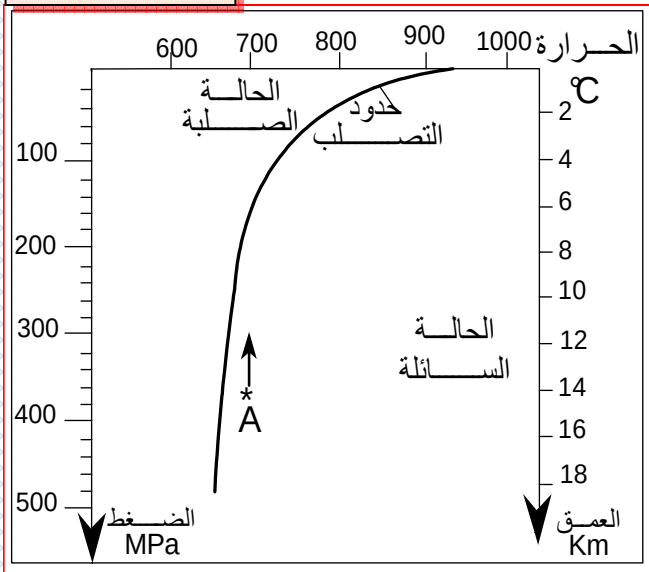
2) عند صعودها، تتبلور هذه الصهارة ولو لم تفقد بعضا من حرارتها ويحدث هذا التبلور في عمق = 6Km وضغط يقدر ب 160MPa.

3) تبلور الصهارة الكرانيتية في الأعماق قبل وصولها إلى السطح لذلك نقول أن الكرانيت صخرة صهارية بلوتونية أي صخرة داخلية النشأة.

4) لكي تصل الصهارة السطح سائلة يلزم أن تتوفر على حرارة تفوق 900℃، وهذا لا يتوفر إلا ناذرا فتعطي الصهارة حينئذ بعد تصلبها صخرة الريوليت.

اللوحـــــة 2

الوثيقة 1 : ظروف تبلور الصهارة الكرانيتية.



✷يمثل البيان جانبه 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℃.

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 .

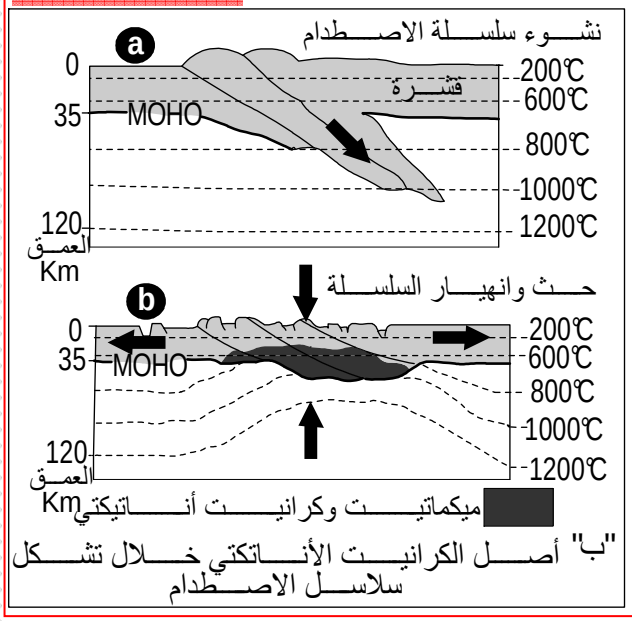
خلاصة:

عندما تبلغ درجة حرارة الصخور 700 °C وتحت الضغوط السائدة في أعماق المناطق غير المستقرة، تخضع لانصهار جزئي لتعطي سائلا ذا تركيب كرانيتي (الأناتيكتية).
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 الميكماتيت. وعندما تزداد نسبة السائل الناتج، يمكنه أن يتصلب في موقعه ليعطي الكرانيت الأناتيكتي.

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

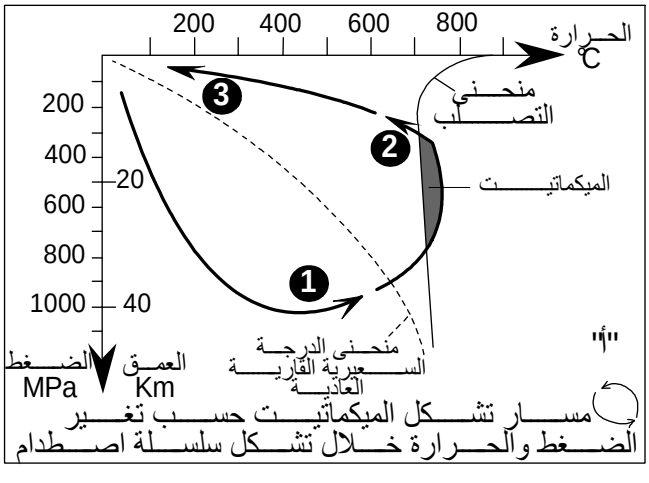
اللوحـــــة 2

الوثيقة 2 : علاقة الكرانيت الأناتيكتي بسلاسل الاصطدام.



✷ ناسب لشكلي الوثيقة "ب" المراحل المناسبة لها (1 و 2) من الوثيقة "أ"

✷ اربط بين الوثيقتين "أ" و "ب" وأعط تعليقا موجزا تبين من خلاله ظروف تشكل الكرانيت الأناتكتي وعلاقته بتشكل سلاسل الاصطدام.



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

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

★لا يستسطح الكرانيت إلا بعد حث الصخور التي كانت تعلوه وذلك بعد ملايين السنين من تشكله.

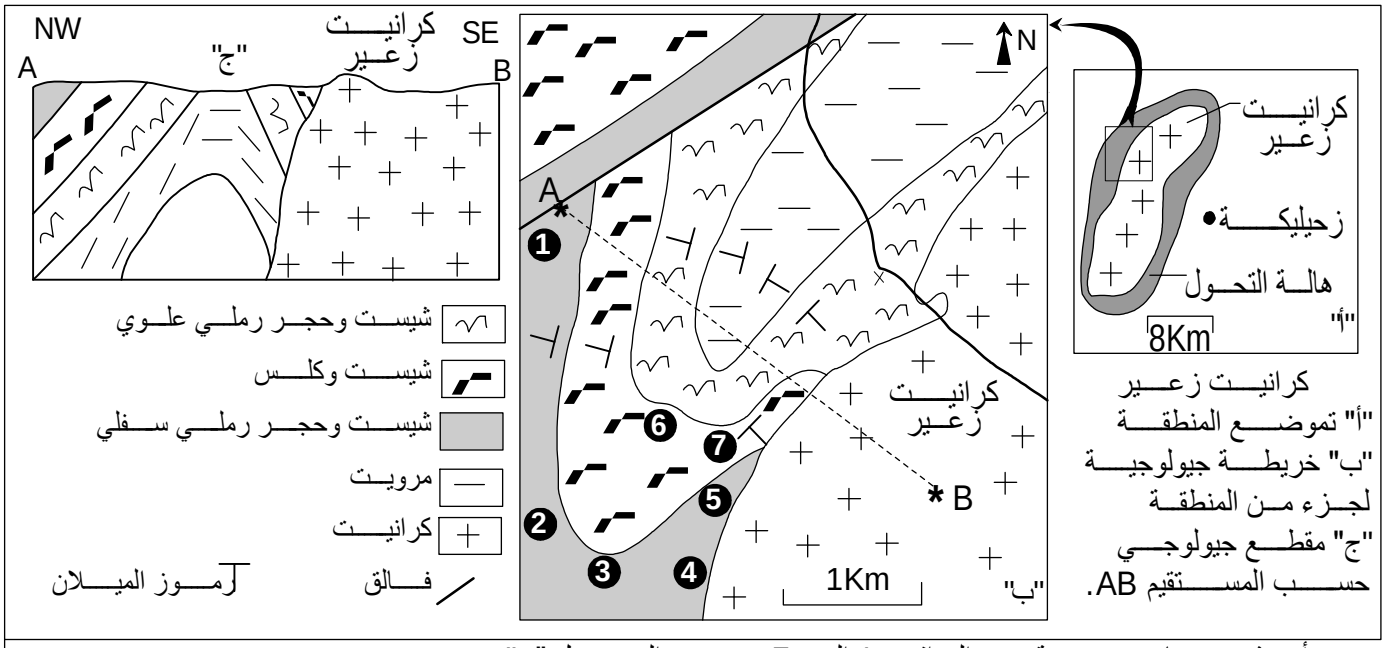
III – اندساس الصهارة الكرانيتية وتحول التماس:

① دراسة كتلة كرانيت زعير: أنظر الوثيقة 1 لوحة 3.

اللوحـــــة 3

الوثيقة 1 : العلاقة بين الكتلة الكرانيتية لزعير والصخور المحيطة.

لنتعـرف علـى ممـيزات كرانيـت منطقـة زعـير وأثـر هـذا الكرانيـت علـى الصـخور المجـاورة لـه:



كرانيت زعير
"أ" تموضع المنطقة
"ب" خريطة جيولوجية لجزء من المنطقة
"ج" مقطع جيولوجي حسب المستقيم AB.

أخذت عينات صخرية من المواقع 1 إلى 7 ، يبين الجدول "ت" والصور "ه" و "د" مميزات هذه الصخور :

"ت"	مجموعة الشيست والحجر الرملي السفلي	مجموعة الشيست والكلس
المجموعة الصخرية وموقعها في خريطة الشكل "ب"	❶ شيست طيني به كلوريت وسيريسيت. ❷ شيست به أندلوسيت ذو قد صغير. ❸ شيست به بيوتيت وأندلوسيت ذو قد كبير ❹ صخرة هالية بها فلدسبات بوتاسي (انظر الشكل "هـ"). ❺ حبيبات صخرة هالية في كتلة كرانيتية: (انظر الشكل "د").	❻ رخام (صخرة ناتجة عن تحول الكلس) تتضمن البيروكسين والبلاجيوكلاز. ❼ صخرة الفولاستونيت بها بلورات الفولاستونيت والبيجادي.
حالة المعادن	- ظهور شيستية في الصخرة ❶ - غياب أي أثر لتوجيه المعادن في الصخور ❷ إلى ❼	

الصخرة الهالية Cornéenne
صخرة متحولة تنتمي للمتتالية الطينية

حبيبة لصخرة هالية 'cor' داخل كتلة كرانيتية 'gra'.

1 - انطلاقا من تحليل الخريطة والمقطع الجيولوجيين، حدد خاصيات كرانيت زعير وعلاقته بالصخور المتحولة
2 - لنأخذ مجموعة الشيست والحجر الرملي السفلي "الشكل ت"، قارن بين مختلف العينات الصخرية كلما اقتربنا من الكتلة الكرانيتية
3 - اجمع كافة المعطيات المتوفرة، وحدد نمط التحول الذي خضعت له الصخور المجاورة لكتلة كرانيت زعير

1) على مستوى الخريطة والمقطع الجيولوجيين يظهر كرانيت زعير:

- بحدود واضحة حيث أن منطقة تماسه مع الصخور المجاورة صريحة.
- متجانس (منطقة المرور من الكرانيت إلى الصخور المجاورة لا تتضمن صخرة الميكماتيت).
- في وضع متنافر مع الصخور المجاورة حيث يقطعها ويتموضع وسطها كما لو أنه أزاح جزءا 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 واندست بين الصخور السابقة الوجود: فنقول كرانيت اندساسي (G 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

ملحوظة : قد نصادف داخل الكرانيت الاندساسي بعض الحبيسات، وهي بقايا الصخرة الأصلية التي لم تهضم من طرف الصهارة الكرانيتية.

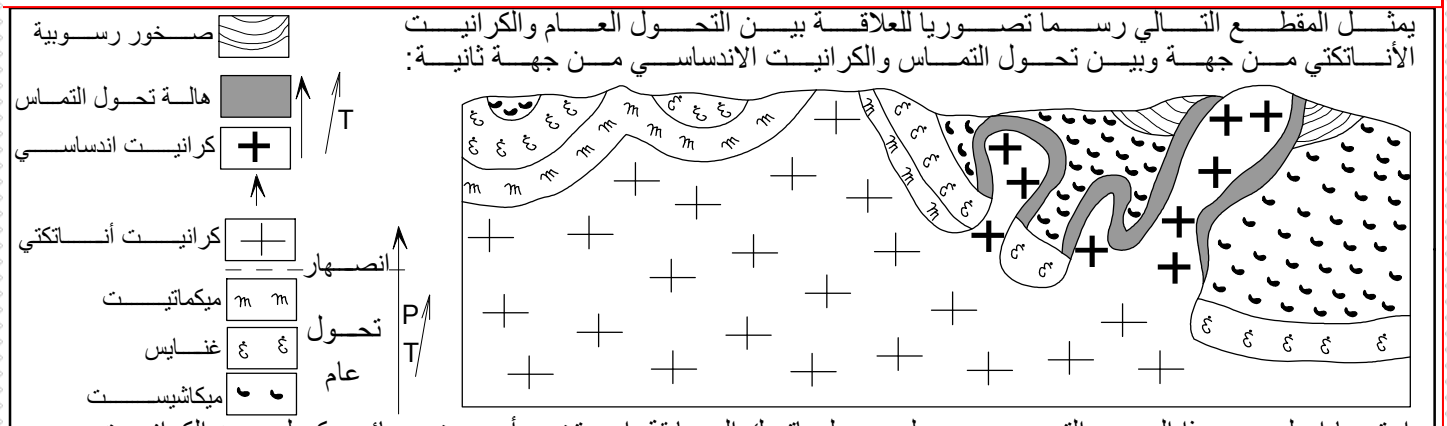
② خلاصة:

في بعض الحالات يمكن للصهارة الأناتيكتية 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 الأناتيكتي والكرانيت الاندساسي: أنظر الوثيق 3 لوحة 2.

الوثيقة 3 : العلاقة بين التحول الإقليمي والكرانيت الاناتيكتي من جهة وتحول التماس والكرانيت الاندساسي من جهة أخرى **اللوحـــــة 2**

يمثل المقطع التالي رسما تصوريا للعلاقة بين التحول العام والكرانيت الأناتكتي من جهة وبين تحول التماس والكرانيت الاندساسي من جهة ثانية:



اعتمادا على هذا الرسم التصوري، وعلى معلوماتك السابقة، استخرج أهم خصائص كل من الكرانيت الأناتكتيي والكرانيت الاندساسي وعلاقة كل منهما بظاهرة التحول.

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

	الكرانيت الأناتيكتي وعلاقته بالتحول الإقليمي	الكرانيت الاندساسي وعلاقته بتحول التماس
أصل الكرانيت	صهارة ناتجة عن ظاهرة الأناتيكتية تتبلور في موقع تشكلها.	صهارة ناتجة عن ظاهرة الأناتيكتية تغادر موقعها الأصلي، تصعد عبر الصخور التي تعلوها وتحل محلها.
العلاقة بين الكرانيت والتحول	يدخل الكرانيت الأناتيكتي ضمن متتالية التحول العام (يشكل حلقة قصوى من درجات "التحول").	الكرانيت الاندساسي هو المسؤول عن حدوث التحول الذي حوله (هالة التحول).
المميزات الميدانية للحدود بين الكرانيت والصخور المتحولة.	انتقال تدريجي من الصخور المتحولة إلى الكرانيت الأناتيكتي، الحدود غير صريحة تتميز بظهور صخرة الميكماتيت، الصخرة المزيج بين الكرانيت والغنايس.	حدود صريحة بين الكرانيت الاندساسي والصخور المتحولة التي تحيط به. تتميز الحدود بتواجد حبيسات مؤشرة على بقايا صخور أصلية لم تهضم بفعل الصهارة الكرانيتية المندسة.
مميزات الصخور المتحولة	● امتداد جغرافي شاسع (تحول إقليمي = عام) ● تضم الصخور المتحولة معادن موجهة مؤشرة على ضغط وحرارة مرتفعين. (تحول دينامي - حراري)	● امتداد جغرافي جد محدود. ● تضم هالة التحول معادن غير موجهة مؤشرة على حرارة مرتفعة وضغط منخفض.(تحول حراري)