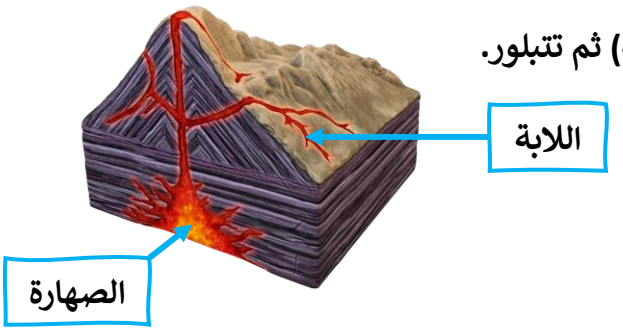
الفصل الرابع : الصخور

1-4 ما الصخور النارية

أهداف الدرس :

1- تلخص تكون الصخور النارية. 2- تصف مكونات الصهارة. 3- تتعرف العوامل التي تؤثر في كيفية انصهار الصخور وتبلورها

تكون الصخور النارية



تتكون الصخور النارية عندما تبرد المواد المنصهرة (الصهارة أو اللابة) ثم تتبلور.

اللابة : هي صهارة تتدفق على سطح الأرض.

الصهارة : هي صخور مصهورة توجد تحت سطح الأرض.

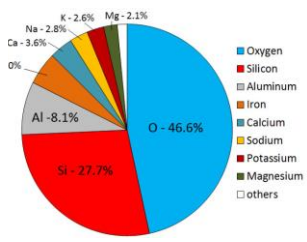
الصخور النارية: هي الصخور المتكونة من تبرّد الصهارة أو اللابة وتبلور معادنها.

- **تنصهر الصخور في درجات حرارة تتراوح بين 800 و 1200°م .**

- **هذا المستوى من الحرارة موجود في :**
  - **الجزء السفلي من القشرة الأرضية.**
  - **الجزء العلوي من الستار.**

- **مصدر هذه الحرارة :**
  - **الطاقة المتبقية من تكون الأرض من الصهير الأولي.**
  - **طاقة التحلل الإشعاعي للعناصر.**

مكونات الصهارة :



- يعتمد نوع الصخر الناري المتكون على : مكونات الصهارة.

- الصهارة خليط من : صخر مصهور + غازات مذابة + بلورات معدنية.

- العناصر الشائعة في الصهارة : هي نفسها الشائعة في القشرة الأرضية.

- أكثر المركبات شيوعاً وتأثيراً في خصائص الصهارة : هي السيليكا SiO_4 .

- تعد مركبات السيليكا أكثر المركبات شيوعاً في الصهارة وتأثيراً في خصائصها.

- تصنف الصهارة اعتماداً على محتواها من السيليكا.

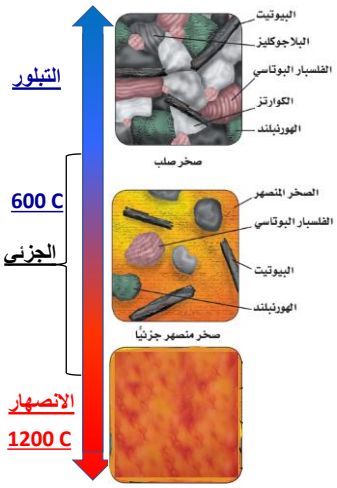
- يظهر تأثير المحتوى من السيليكا بشكل واضح على سرعة جريان اللابة ، فكلما كانت نسبة السيليكا عالية كلما كانت اللابة أكثر لزوجة.

الجدول 1 – 4 أنواع الصهارة

نوع الصهارة	المحتوى من السيليكا	مثال
بازلتية	42 – 52%	حرات المدينة المنورة
أنديزيتية	52 – 66%	جبال الأنديز
ريولايتية	أكثر من 66%	متنزه يلوستون – أمريكا

- تتكون الصهارة بانصهار قشرة الأرض أو مادة الستار.
- هناك أربعة عوامل رئيسية تؤثر في تكون الصهارة :

١	درجة الحرارة	تزداد الحرارة بزيادة العمق (الممال الحراري).
٢	الضغط	يزداد الضغط بزيادة العمق، وكلما زاد الضغط زادت درجة الانصهار.
٣	المحتوى المائي	كلما زاد المحتوى المائي قلت درجة الانصهار .
٤	المحتوى المعدني	درجة انصهار الجرانيت أقل من درجة انصهار البازلت لأنه : يحتوي على ماء أكثر، ولمعادنه درجات انصهار أقل.



التبلور الجزئي

هو عملية تصلب بلورات المعادن وانفصالها.

الانصهار الجزئي:

عملية انصهار بعض المعادن عند درجات حرارة منخفضة مع بقاء معادن أخرى صلبة.

آلية التبلور الجزئي :

- مع بدء تبريد الصهارة تتكون البلورات وتستقر في القاع وتسمى هذه الطبقية في توزيع البلورات التبلور الجزئي.

- باستمرار انفصال بلورات أخرى من المعادن تصبح الصهارة أغنى بالسيليكا وعناصر الألمنيوم والبوتاسيوم، وبذلك يكون الفلسبار والكوارتز آخر المعادن تشكلاً، فيتشكل الكوارتز بسبب اندفاع ما تبقى من صهارة داخل الشقوق الصخرية ويتكون على شكل عروق تسمى عروق الكوارتز.

2-4 تصنيف الصخور النارية

أهداف الدرس :

1- تصنف الصخور النارية وفق مكوناتها المعدنية وأنسجتها. 2- تتعرف أثر معدلات التبريد في حجم البلورات في الصخور النارية.
3- تصف بعض استخدامات الصخور النارية.

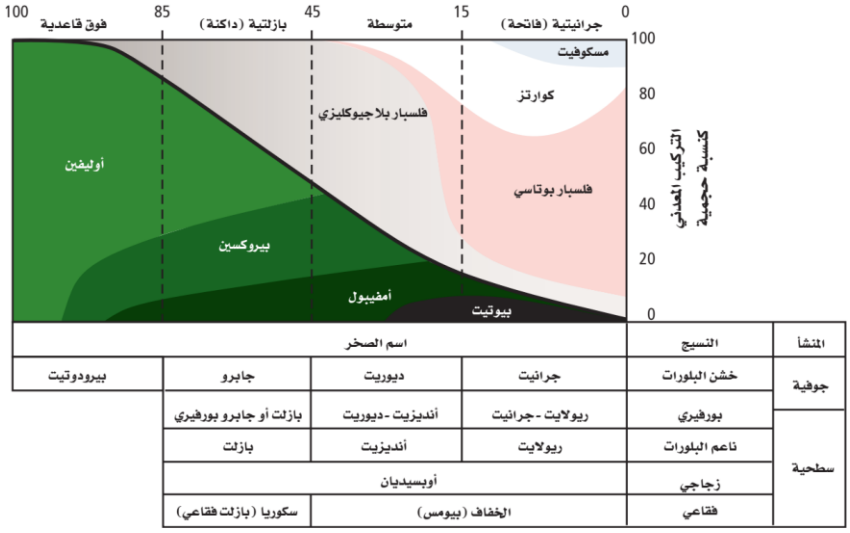
المكونات المعدنية للصخور النارية

تصنف الصخور النارية عموماً إلى :

المنشأ	النسيج (حجم الحبيبات)
جوفية	حبيبات كبيرة (يمكن رؤيتها بالعين المجردة)
سطحية	حبيبات صغيرة (يصعب رؤيتها بالعين المجردة)

تصنف الصخور النارية حسب مكوناتها المعدنية إلى :

الصخور	مثال	اللون	نسبة السيليكا	المعادن المكونة
الجرانيتية	الجرانيت	فاتحة	عالية	كوارتز - فلسبار بوتاسي - بلاجوكليز
المتوسطة	ديورايت	متوسطة	متوسطة	بلاجوكليز – هورنبلند
البازلتية	الجابرو	غامقة	منخفضة	بلاجوكليز – بيروكسين
فوق القاعدية	البيرودوتيت	داكنة		أوليفين – بيروكسين (الغنية بالحديد)

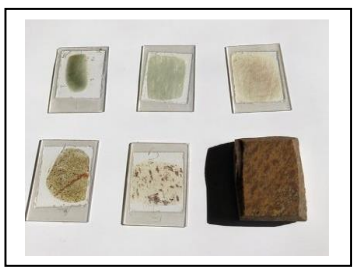


المنشأ	النسيج	اسم الصخر			
جوفية	خشن البلورات	جرانيت	ديوريت	جابرو	بيرودوتيت
سطحية	بورفيري	ريولايت - جرانيت	أنديزيت - ديوريت	بازلت أو جابرو بورفيري	
	ناعم البلورات	ريولايت	أنديزيت	بازلت	
	زجاجي	أوبسيديان			
	فقاعي	الخفاف (بيومس)		سكوريا (بازلت فقاعي)	

النسيج	النسيج : هو جم البلورات التي يتكون منها الصخر.	مثال
نسيج زجاجي	يحدث للصهارة تبريد بسرعة كبيرة جداً فيتكون زجاج بركاني يسمى أوبسيديان.	الأوبسيديان
نسيج فقاعي	تترك الغازات المحبوسة في الصهارة ثقوبًا في الصخر أثناء تكونه على شكل فقاعات.	الخفاف (بيومس)
نسيج دقيق الحبيبات	قريباً من السطح يتم تبريد الصهارة بشكل سريع فيتكون الصخر بحبيبات صغيرة.	ريولايت
نسيج بورفيري	توجد في الصخر حبيبات كبيرة وتحيط بها حبيبات صغيرة ويدل ذلك على أنه تم تبريد جزء من الصهارة ببطء ثم دُفعت لمكان آخر وتم تبريد ما تبقى منها بشكل أسرع .	أنديزيت بورفيري
نسيج كبير الحبيبات	في الأعماق يتم تبريد الصهارة ببطء فتتهيأ الفرصة لتشكل بلورات كبيرة.	الجرانيت

الشرائح الدقيقة :

هي قطعة من الصخر سمكها 0.03 ملم مثبتة على قطعة زجاجية بحيث تسمح بمرور الضوء من خلالها.



الصخور النارية موارد طبيعية

للصخور النارية أهمية اقتصادية كبيرة في حياتنا.

العروق :

تحتوي الموائع المتبقية من تبلور الصهارة على نسبة عالية من السيليكا والماء بالإضافة إلى شوائب أو عناصر غير شائعة في الصخور النارية مثل الذهب والفضة والنحاس، وتتحرر هذه العناصر (الاقتصادية) في نهاية تبلور الصهارة حيث تملأ السيليكا الغنية بهذه العناصر الشقوق والفراغات في الصخور المجاورة، وتتصلب على هيئة عروق غنية بمعادن اقتصادية.

مثل : عروق الكوارتز الحاملة للذهب.

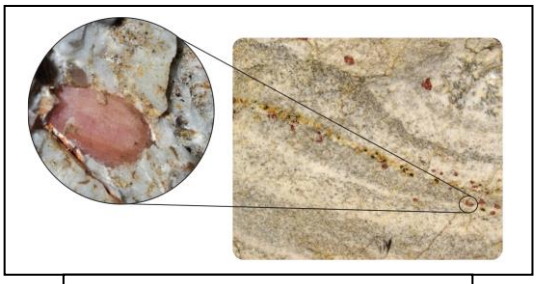
يستخرج الذهب والكوارتز معاً
من المناجم ثم يفصلان لاحقاً

البيجماتيت :

- هي الصخور التي تتكون من بلورات خشنة جداً .
- توجد على شكل عروق تحتوي على العديد من الفلزات والعناصر القيمة.
- قد تحتوي ايضاً على عناصر نادرة مثل الليثيوم والبيريليوم وكذلك أحجار كريمة.

الكمبرليت :

- هي صخور نارية جوفية فوق قاعدية.
- الألماس معدن ثمين نادر الوجود ويوجد في الكمبرليت (أحد أنواع صخور البيرودوتيت).
- عادة يتكون على أعماق تتراوح بين 150 – 300 كلم، لأنه لا يتكون الا تحت ضغط عالٍ جداً.
- سمي بهذا الاسم نسبة إلى مدينة كيمبرلي في جنوب إفريقيا.



عرق بيجماتيت في صخر الجرانيت

الألماس في صخور الكمبرليت

الصخور النارية في البناء :

- قوة الصخور النارية ومقاومتها للتجوية تجعلها مناسبة جداً للبناء.
- تستخدم في صناعة البلاط وفي أسطح المكاتب والمطابخ وتزيين واجهات المباني.
- تستخدم الصخور النارية (الجرانيت والجابرو) في المملكة كأحجار زينة.
- تستخرج من مناطق الدرع العربي غربي المملكة.

3-4 تشكل الصخور الرسوبية

أهداف الدرس :

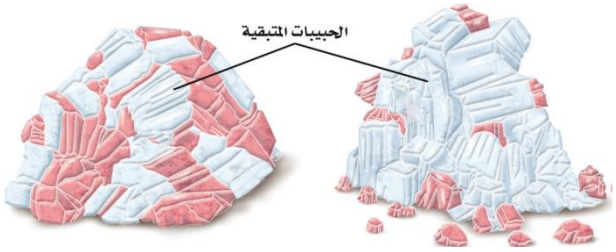
1- تتبع تشكّل الصخور الرسوبية. **2- توضح عملية التصخّر.** **3- تصف مظاهر الصخور الرسوبية.**

التجوية والتعرية :

- **تؤدي عمليات التجوية والتعرية إلى تكون الرسوبيات.**
- **الرسوبيات : قطع صغيرة من الصخر انتقلت وترسبت بفعل المياه والرياح والجليديات والجاذبية.**
- **تتجمع الرسوبيات وتتراكم وتلتحم معاً وتتصلب لتكون صخوراً رسوبية.**

التجوية :

تنتج التجوية فتات من الصخور والمعادن (رسوبيات)، أحجامها بين كتل ضخمة وحبيبات مجهرية.



تقسم التجوية إلى :

التجوية الفيزيائية

تتكسر الصخور إلى قطع وحبيبات أصغر، دون أن تتغير كيميائياً

التجوية الكيميائية

تذوب أو تتغير معادن الصخر الأقل استقراراً كيميائياً

التعرية :

هي عملية إزالة الرسوبيات ونقلها.

للتعرية أربعة عوامل :

الرياح والمياه الجارية والجاذبية والجليديات.

الترسيب :

- يحدث عندما تستقر الرسوبيات المنقولة على سطح الأرض، أو تهبط في قاع حوض مائي.
- تترسب الرسوبيات في الطبيعة عندما يتوقف عامل النقل أو تقل سرعته.

طاقة عوامل النقل :

فرز فتات الصخور يعتمد على عامل النقل المؤثر :

المياه الجارية إذا قلت سرعتها	تترسب الحبيبات حسب حجمها [الأكبر حجماً في الأسفل والأصغر حجماً في الأعلى]
الرياح	لا تحرك إلا الحبيبات الصغيرة ، لذلك نرى الكثبان الرملية مكونة من فتات ناعم
الثلاجات	تحمل جميع المواد على اختلاف حجومها بالقدر نفسه

التصخر :

عندما تستقر الرسوبيات في المناطق المنخفضة وتتراكم فوق بعضها البعض يزداد الضغط على الطبقات السفلى، فتزداد درجة حرارتها، مما يؤدي إلى تصخر الرسوبيات.

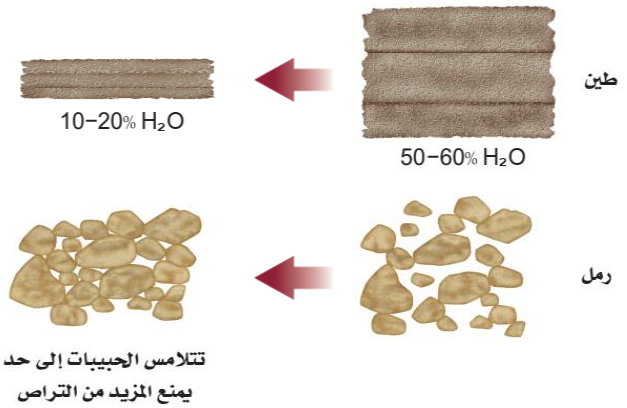
التصخر :

هو عمليات فيزيائية وكيميائية تؤدي إلى تماسك الرسوبيات وتكوّن صخر رسوبي.

التراص :

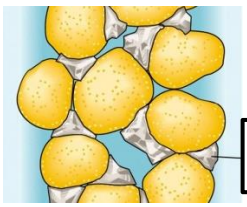
عملية التصخر تتم بعدة عمليات تبدأ بعملية التراص.

وهي تقارب حبيبات الرسوبيات بسبب الضغط الناتج عن وزن الرسوبيات التي تعلوها، ويترتب على ذلك تغيرات فيزيائية.



التراص :

- السمنتة هي : عملية يتم فيها ترسب معادن جديدة كانت مذابة ضمن المياه الجوفية بين الحبيبات الرسوبية.
- ترسب هذه المعادن يؤدي إلى التحام حبيبات الرسوبيات معاً مشكلةً صخراً صلباً.
- وقد تلتحم الحبيبات أيضاً بترسب مواد لاحمة مثل الكالسيت $CaCO_3$ وأكسيد الحديد Fe_2O_3.



معالم الصخور الرسوبية

تحتوي الصخور الرسوبية على معالم وخصائص تفسر نشأتها وتاريخ المنطقة التي تشكلت فيها.

التطبق :

- ترتّب الصخور على هيئة طبقات أفقية يسمى التطبق.
- التطبق الأفقي هو الغالب والشائع في الصخور الرسوبية. لماذا ؟
- يتراوح سمك الطبقة الواحدة بين مليمترات وعدة أمتار.

- هناك نوعان مختلفان من التطبق، يعتمد كل منهما على طريقة النقل.

التطبق المتدرج

تترسب الحبيبات متدرجة في الحجم والوزن، فكلما اتجهنا إلى الأسفل زاد حجم الحبيبات.

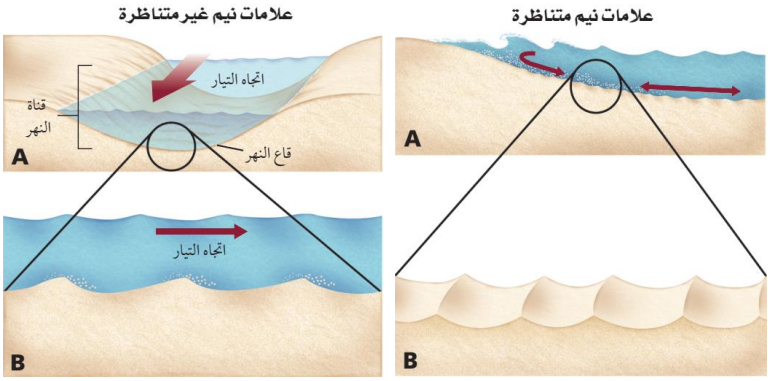
يحدث في البيئات البحرية بسبب انخفاض سرعة التيارات الحاملة للفتات الصخري.

التطبق المتقاطع

تترسب الطبقات مائلة نسبة إلى بعضها البعض

علامات النيم :

تتشكل عندما تترسب الرسوبيات في تموجات صغيرة بفعل الرياح أو الأمواج أو التيارات النهرية.



الفرز والاستدارة :

عند دراسة حواف حبيبات الرمل مثلاً نجد أن بعضها مدبب الحواف والبعض الآخر مستدير.

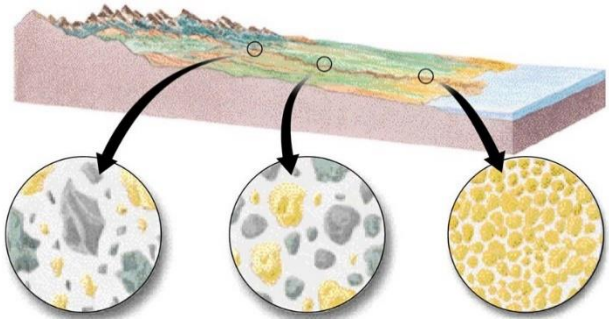
عندما تتكسر الصخور يكون لحواف القطع في بادئ الأمر زوايا حادة

بعد فترة من الزمن ومع ظروف انتقال القطع تستدير الحواف نوعاً ما

مع الزمن تصبح القطع الصخرية ذات حواف مستديرة

تتأثر درجة الاستدارة بعاملين :

1- مسافة نقل الرسوبيات.
2- قساوة معادن الصخر



أدلة من الماضي (الأحافير) :

- تتميز الصخور الرسوبية بوجود الأحافير أحياناً ضمن طبقاتها.

الأحافير : هي كل ما يحفظ من بقايا أو آثار لمخلوقات عاشت في الماضي.

س/ لماذا يهتم علماء الأرض بدراسة الأحافير ؟

ج/ لأنها تزودهم بأدلة على أنواع المخلوقات التي عاشت في الماضي البعيد والبيئات القديمة.

4-4 أنواع الصخور الرسوبية

أهداف الدرس : 1- تصف أنواع الصخور الرسوبية الفتاتية. 2- توضح كيفية تشكّل الصخور الرسوبية الكيميائية.
3- تصف الصخور الرسوبية الكيميائية الحيوية

تصنيف الصخور الرسوبية

تصنف الصخور الرسوبية إلى :

- ❑ الصخور الرسوبية الفتاتية.
- ❑ الصخور الرسوبية الكيميائية.
- ❑ الصخور الرسوبية الكيميائية الحيوية.

أولاً / الصخور الرسوبية الفتاتية :

- أكثر أنواع الصخور الرسوبية شيوعاً.
- تتشكل من تراكم الرسوبيات المفككة على سطح الأرض.
- كلمة فتاتي Clastic مأخوذة من الكلمة اليونانية [klastos] وتعني مكسرة.

- تصنف هذه الصخور بناءاً على حجم حبيباتها إلى :

خشنة الحبيبات
- مكونة من فتات بحجم الحصباء >2mm
- تحتاج عامل نقل ذو طاقة عالية.
- مثال : الكنجلوميريت – البريشيا.

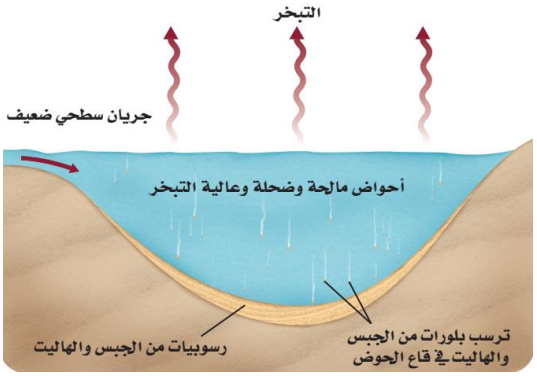
متوسطة الحبيبات
- مكونة من فتات بحجم حبيبات الرمل.
- الصخور الرملية تتميز بعدة معالم منها : [علامات النيم - التطبق المتقاطع - المياه الجوفية].
- مثال : الحجر الرملي.

ملاحظة :
الحجر الرملي يتميز بمسامية عالية تجعله طبقة مهمة لاختزان المياه الجوفية.
المسامية : النسبة المئوية للفراغات الموجودة بين الحبيبات.

ناعمة الحبيبات
- مكونة من فتات بحجم حبيبات الطين.
- تتكون في بيئات ساكنة : البرك والمستنقعات.
- مثال : الحجر الطيني(طبقة عازلة).

الصخور الرسوبية الكيميائية والكيميائية الحيوية

- يتطلب تشكل الصخور الكيميائية والكيميائية الحيوية اشتراك عمليتي التبخر و ترسيب المعادن.
- أثناء عملية التجوية تذوب المعادن في الماء وتُحمل إلى البحيرات والمحيطات.
- وعندما تتبخر المياه منها تبدأ المعادن المذابة بالترسب.
- في المناطق الجافة يزيد معدل التبخر فيزيد تركيز المعادن المترسبة [سبخة القصب غرب الرياض].



ثانيًا / الصخور الرسوبية الكيميائية :

عندما يزيد تركيز المعادن الذائبة في مسطح مائي عن حد الإشباع تترسب بلورات المعادن من المحلول، وتهبط إلى القاع ونتيجة لذلك تتشكل طبقات من الصخور الرسوبية الكيميائية تسمى المتبخرات.

مثل طبقات الجبس الموجودة في عدة مناطق من المملكة [مقنا - الخرج - بريدة].

ثالثًا / الصخور الرسوبية الكيميائية الحيوية :

تتكون من بقايا مخلوقات كانت تعيش في الماضي.
أكثرها شيوعاً هو الحجر الجيري [مكون من معدن الكالسيت].
تستعمل بعض المخلوقات التي تعيش في المحيط معدن الكالسيت [كربونات الكالسيوم] المذاب في الماء لبناء أصدافها.
إذا ماتت هذه المخلوقات ترسبت أصدافها في القاع لتدخل في تكوين طبقات الحجر الجيري.

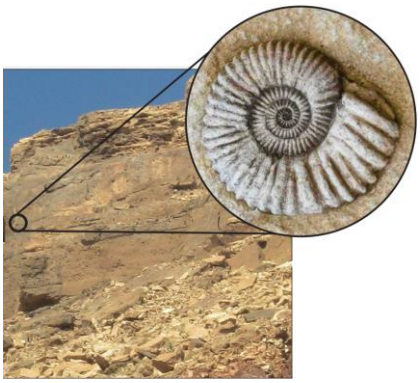
أمثلة :

- الحجر الجيري ويستخرج من :

[أم الغربان - سدوس - الدرعية - الشعب المرجانية في البحر الأحمر].

- صخور الفوسفات وتستخرج من :

[حزم الجلاميد].



راجع الجدول 4-2 في الكتاب ص 124

5-4 الصخور المتحولة

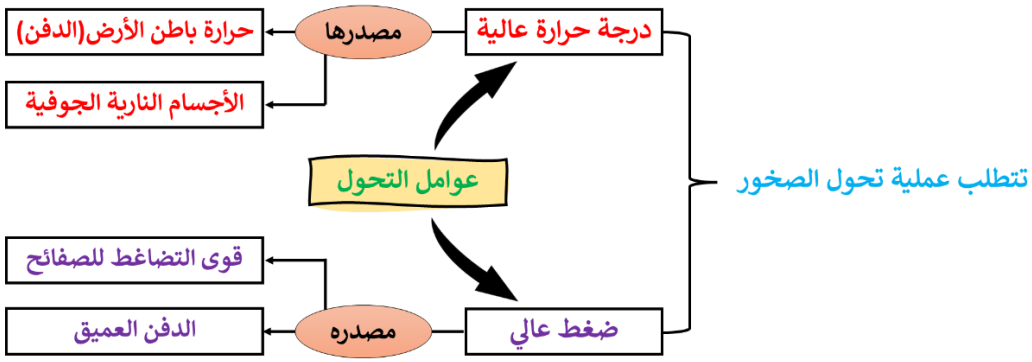
أهداف الدرس : 1- تقارن بين أنواع الصخور المتحولة وأسباب تشكلها. 2- تميز بين أنسجة التحول 3- تفسر كيفية حدوث التغيرات المعدنية والنسيجية في أثناء عملية التحول.

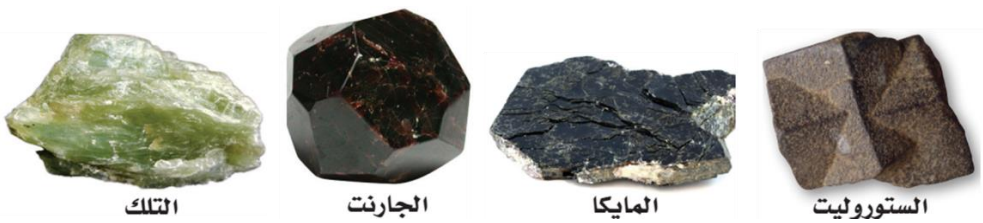
تعرُّف الصخور المتحولة

ترتفع درجة الحرارة ويزداد الضغط كلما تعمقنا في جوف الأرض وعندما ترتفع بالقدر الكافي فإن الصخور تنصهر.

س/ ماذا لو لم تنصهر الصخور تحت هذه الحرارة المرتفعة والضغط العالي؟

- **إذا تعرض الصخر الناري أو الرسوبي إلى حرارة وضغط عاليين دون أن ينصهر (مرحلة ما قبل الانصهار) فإن نسيجه يتغير ومكوناته المعدنية أو الكيميائية تتغير.**
- **هذه العملية تسمى تحول الصخر.**





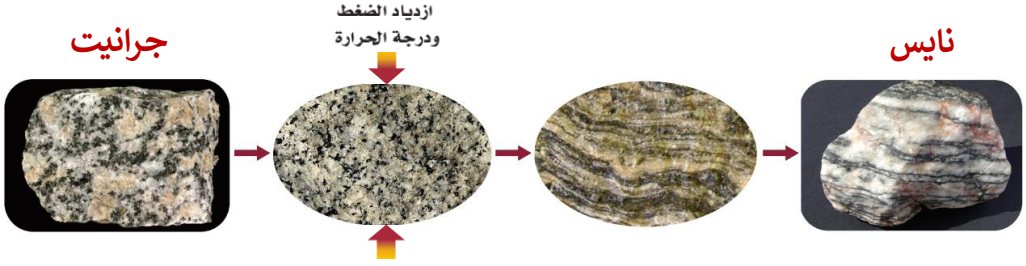
معادن متحولة توجد بلوراتها بألوان وأشكال وأحجام متعددة وألوانها بين القاتم والفاتح

أنسجة المعادن المتحولة :

تصنف الصخور المتحولة إلى مجموعتين اعتماداً على النسيج.

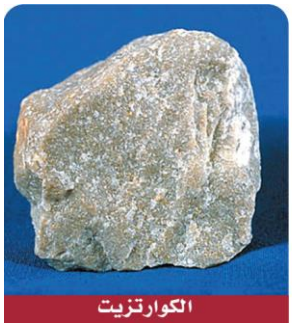
1- صخور متحولة متورقة (صفائحية) .

تتميز بوجود المعادن في صفائح وأحزمة (خطوط)، وهذا ناتج عن الضغط العالي الذي تعرضت له أثناء التحول. مثل الشيست والنايس.



2- صخور متحولة غير متورقة (غير صفائحية) .

تتميز الصخور المتحولة غير المتورقة بمعادن ذات بلورات كتلية الشكل. مثل الرخام والكوارتزيت.



- نادراً ما تُحفظ الأحافير في الصخور المتحولة. لماذا ؟
- الرخام من أهم الصخور المستخدمة في البناء [أرضيات المنازل] ويستخرج من عدة أماكن في المملكة، مثل :

- جبل خنوقة شمال شرق عفيف.
- جبل غرور ودمخ شمال غرب حلبان.

تزيد درجة التحول باتجاه السهم

درجة التحول :

تتفاوت درجة التحول من صخر إلى آخر اعتماداً على :

1- درجة الحرارة والضغط [مرتفعة - منخفضة]

2- نوع الصخر الأصلي [المعادن المكونة له + النسيج]

أنواع التحول

- من خلال دراسة المعادن التي تشكلت والتغيير الذي حدث في الصخر يمكننا معرفة نوع التحول ودرجته.
- للتحول ثلاثة أنواع رئيسية :

التحول التماسي

* عندما تكون الصهارة في تماس مع صخور صلبة يحدث تأثير محلي (محدود) بفعل حرارة عالية وضغط متوسط إلى منخفض.

* تنخفض درجة التحول كلما ابتعدنا من الجسم الناري.

التحول الإقليمي

* ينشأ عندما تتعرض مناطق واسعة من القشرة الأرضية لحرارة وضغط مرتفعين وينتج عنه :

- تغير معدني.
- تغير نوع الصخر.
- طي وتشويه للطبقات.

التحول الحراري المائي

* يحدث عندما تتفاعل مياه ساخنة جداً مع الصخور وينتج عنه :

- تغير معدني.
- تغير كيميائي.
- تغير النسيج.

▪ يصاحبه تكون الخامات الاقتصادية.
[الذهب والنحاس]

الأهمية الاقتصادية للصخور والمعادن المتحولة

موارد المعادن الفلزية :

ينتج الكثير من الموارد المعدنية الاقتصادية من عمليات التحول ومن بينها : الذهب والفضة والنحاس وغيرها.

- توجد الموارد الفلزية على شكل خامات بعضها نقي والكثير منها غير نقي.
- تترسب من المحاليل الحرارية المائية وتتركز على هيئة عروق وقد تكون منتشرة في الكتل الصخرية.

- الذهب والفضة والنحاس.
- خامات الكبريتيدات [الجالينا - البيريت]
- خامات الحديد [الهيماتيت - الماجنتيت]

الجالينا

الهيماتيت

موارد المعادن اللافلزية :

- هناك الكثير من المعادن غير الفلزية ناتجة عن تحول الصخور النارية وذات أهمية اقتصادية.

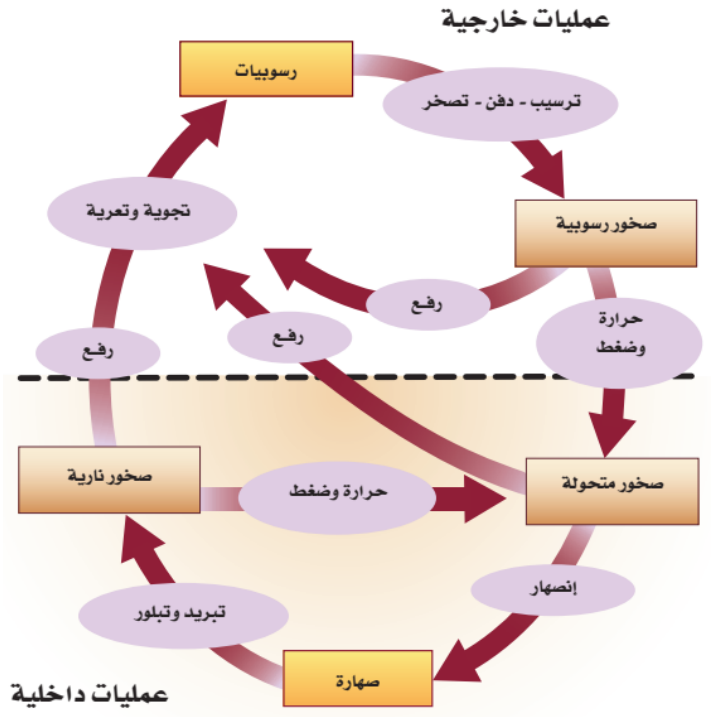
- التلك يستخدم في صناعة: [مساحيق - بودرة - مشحم - الدهانات].
- الأسبستوس يستخدم في صناعة: [مواد العزل - مضاد للحريق - البناء] مسبب للسرطان.
- الجرافيت يستخدم في صناعة: [أقلام الرصاص]

الأسبستوس

الجرافيت

دورة الصخور

قد يتغير أي صخر إلى صخر آخر، وتسمى عملية التغير وإعادة التشكل المستمرتان دورة الصخر



نهاية الفصل الرابع

أ. محمد عتيق