تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الكويتية

almanahj.com/kw

موقع المناهج الكويتية

عُلا

الملف مذكرة إثرائية محلولة من عُلا
موقع المناهج ⇦ المناهج الكويتية ⇦ الصف الحادي عشر العلمي ⇦ جيولوجيا ⇦ الفصل الأول

روابط مواقع التواصل الاجتماعي بحسب الصف الحادي عشر العلمي			
روابط مواد الصف الحادي عشر العلمي على تلغرام			
التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف الحادي عشر العلمي والمادة جيولوجيا في الفصل الأول	
1	بنك اسئلة في مادة الجيولوجيا كورس اول
2	تلخيص في مادة الجيولوجيا لعام 2018
3	انفوجرافيك لجميع الوحدات
4	وحدة الصخور النارية
5	أسئلة اختبارات وإجاباتها النموذجية

UULA.COM

الزبدة

11 الجيولوجيا

الكورس الأول

UULA

2025 - 2024

علم الأرض

علم الأرض (الجيولوجيا) علم يختص بدراسة الأرض من حيث نشأتها وتركيبها والعوامل التي تؤثر فيها

تقسم الجيولوجيا إلى مجالين كبيرين هما:

- **الجيولوجيا الفيزيائية:** تتناول المواد المكونة للأرض والعمليات التي تتم تحت أو فوق سطحها
- **الجيولوجيا التاريخية:** تسعى إلى وضع ترتيب زمني للتغيرات التي حدثت في الأزمنة الجيولوجية الماضية

منطقياً يجب دراسة الجيولوجيا الفيزيائية قبل الجيولوجيا التاريخية لأنه علينا إدراك كيف تعمل الأرض أولاً قبل أن نحاول حل لغز الماضي

النظريات التي وضعت لتفسير تشكل سطح الأرض

- **نظرية الكوارث:** تضمنت أن المظاهر التضاريسية (الجبال والوديان) تشكلت بعد وقوع كوارث هائلة
- **مبدأ الوتيرة الواحدة (الانتظام المستديم) :** يعتبر ركيزة الجيولوجيا الحديثة وينص على أن القوانين الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية القائمة الآن هي نفسها في الماضي الجيولوجي، أي أن ما نلاحظه من قوى وعمليات لتشكل كوكبنا الآن لم تتغير منذ زمن طويل ومن أجل فهم الماضي علينا أن نفهم العمليات الحالية ونتائجها (الحاضر مفتاح الماضي)

أول محاولة لتحديد عمر الأرض كانت باستخدام **الطاقة الإشعاعية** قدر بحوالي 4.5 مليار سنة

الأرض **دائمة** التغير ولكن التغير قد يكون سريع جداً (الانزلاقات الأرضية والبراكين والزلازل) أو بطئ جداً قد لا يمكن ملاحظته

نشأة المجموعة الشمسية

كيف تكونت المجموعة الشمسية؟ نظرية **سحابة الغبار** لتفسير نشأة المجموعة الشمسية كالتالي:

- تدور سحابة باردة غير منتظمة الشكل وهائلة الحجم من الغبار والغازات (الهيدروجين والهيليوم) في حركة عشوائية
- ضغط أشعة النجوم حول السحابة أدى إلى تحرك مكوناتها ببطء ودورانها في اتجاه واحد لتكون على شكل قرص مفلطح
- نتيجة قوة تجاذب الجزيئات واختلاف سرعتها داخل القرص تكونت دوامات صغيرة وانكمشت كل دوامة مكونة نواة كوكب مستقل
- الجزء الأكبر انجذب للمركز مكون الشمس الأولية
- أخذت أنوية الكواكب تنكمش بحيث أصبحت المواد الثقيلة تتجه نحو مركزها (حدث لها **تمايز**)
- نتيجة تصادم الجزيئات في نواة الشمس (بسبب قوة التجاذب والضغط) ارتفعت درجة حرارة الشمس تدريجياً، وبدأت التفاعلات النووية في نواة الشمس وبدأ الإشعاع في تنقية الأجواء المحيطة بأنوية الكواكب من الغازات

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

تطور الأرض المبكر:

تطورت الأرض من كتلة صخرية إلى كوكب فيه قارات ومحيطات وغلاف جوي نتيجة **عملية التمايز**

عملية التمايز تحول الأرض من كتلة مختلطة مع بعضها البعض (متجانسة) إلى جسم مقسم من الداخل إلى أغلفة متحدة المركز تختلف عن بعضها كيميائياً وفيزيائياً

الأرض في بدايتها كانت باردة وصلبة ولا يوجد حولها غلاف غازي أو مائي ثم بدأت الحرارة تزداد داخلها بسبب:

- تساقط الأجسام من سحابة الغبار وارتطامها بالأرض
- تحلل العناصر المشعة
- احتكاك مواد الأرض ببعضها أثناء دوران الأرض حول محورها
- التفاعلات الكيميائية داخل الأرض

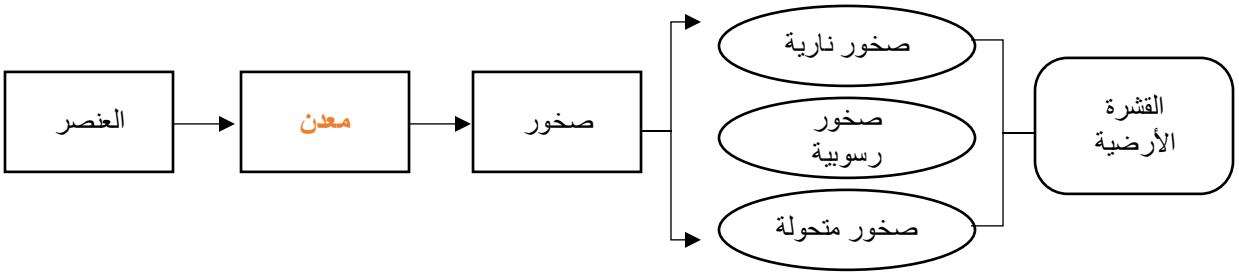
تمايز مكونات الأرض:

نتيجة الحرارة العالية تحولت الأرض إلى كتلة منصهرة وبدأت عملية التمايز حيث صعدت المواد الأقل كثافة ناحية السطح مكونة القشرة الأرضية وهذه المواد غنية بالسيليكا والألومنيوم والصوديوم والبوتاسيوم، بينما غاصت المواد الأكثر كثافة مثل الحديد إلى مركز الأرض مكونة لب الأرض، تفصلهما طبقة أكبر سمكاً متوسطة الكثافة هي طبقة الوشاح أي أن **كثافة مواد الأرض تزداد كلما اتجهنا نحو المركز**

تطور الغلاف الغازي والمائي

- تكون الغلاف الغازي الأولي للأرض نتيجة تصاعد الغازات والمواد الطيارة من **تصدعات القشرة الأرضية وثوران البراكين** وكانت الغازات تشمل أساساً بخار الماء وثاني أكسيد الكربون والميثان
- تكثف بخار الماء ليكون السحب، وبدأت الأمطار تملأ المناطق المنخفضة مكونة المحيطات الأولية التي كانت مياهها عذبة وبدأت ملوحتها تزداد بالتدريج نتيجة إذابة الماء الجاري للأملاح والمعادن الموجودة في القشرة الأرضية بعد تفككها وصبها في المحيطات (علل)
- ومنذ حوالي 3.5 مليار سنة بدأت البكتريا الخضراء المزرقة بالقيام بعمليات البناء الضوئي ومن ثم إطلاق الأكسجين، وبدأ الأكسجين بالتراكم في الغلاف الجوي

المعادن



المعدن هو مادة صلبة(1) تكونت بصورة طبيعية(2) غير عضوية(3) لها نظام بلوري مميز(4) وتركيب كيميائي محدد(5)

وبناءاً عليه (لا يعتبر الماس أو الياقوت الصناعيان من المعادن لأنهما صناعيان - الثلج معدن أما البرد لا يعتبر معدناً لأنه غير متبلور وسائل علل. الملح معدن بينما السكر لا يعتبر من المعادن لأن السكر مادة عضوية)

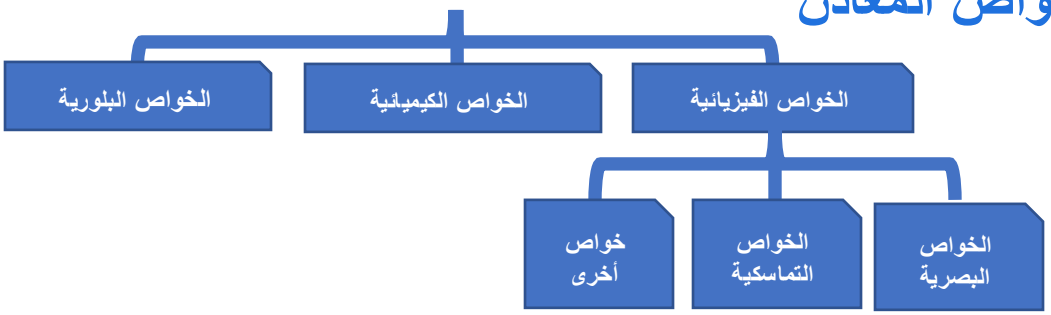
أشباه المعادن مركبات لا ينطبق عليها تعريف المعدن لأنها تفتقر إلى التركيب الكيميائي المحدد أو النظام البلوري المميز أو كليهما (علل. يعتبر الأوبال من اشباه المعادن لأنه غير متبلور)

الوحدة البنائية هي أصغر جزء في البلورة ولها صفات البلورة الكاملة

- بعض المعادن (الألماس والجرافيت) لها التركيب الكيميائي نفسه لكنها تختلف في باقي الخواص (علل. لا يمكن الاعتماد على الخواص الكيميائية فقط في التمييز بين المعادن)
- لكل معدن مجموعة من الخواص الفيزيائية والكيميائية المميزة بسبب أن له تركيب كيميائي محدد ونظام بلوري مميز

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

خواص المعادن



الخاصية	الخواص البصرية	
	المفهوم العلمي والملاحظات	أمثلة
اللون	الخاصية الأكثر وضوحاً لأي معدن مميز لبعض المعادن (الكبريت أصفر - الملاكيت أخضر) **علل**: لا يمكن الاعتماد على اللون دائماً في التمييز بين المعادن السبب وجود بعض **الشوائب** قد تغير لون المعدن لذلك استخدام اللون كوسيلة لتحديد المعادن عادة ما يكون غير دقيق	الكوارتز البنفسجي: يحتوي على أكاسيد المنجنيز الكوارتز الوردي: يحتوي على أكاسيد الحديد والتيتانيوم
المخدش	التعريف: هو لون مسحوق المعدن المخدش لا يتغير من عينة إلى أخرى للمعدن الواحد عكس اللون الذي يتغير كيف يمكن الحصول على مخدش المعدن؟ عن طريق : ▪ حك المعدن بلوح المخدش ▪ المعادن العالية الصلادة (أعلى صلادة من لوح المخدش) يمكن الحصول على المخدش عن طريق كسر قطعة صغيرة وطحنها طحن كامل	المعادن الفلزية: لها مخدش كثيف وداكن المعادن اللافلزية: لها مخدش باهت
البريق (اللمعان)	التعريف: شدة الضوء المنعكس أو نوعيته من على سطح المعدن أنواعه: ▪ بريق فلزي: يميز المعادن التي لها بريق يشبه بريق الفلزات ▪ بريق شبه فلزي: طبقة خارجية باهتة بسبب تعرض سطح المعدن للهواء الجوي (كونها لا تمتلك بريق الأسطح حديثة الكسر) ▪ بريق لا فلزي: يميز معظم المعادن	الجالينا: بريق فلزي الهيماتيت: بريق شبه فلزي الكوارتز والكالسيت: زجاجي الألماس: ماسي الكولينيت: ترابي أو أرضي التلك والميكا: لؤلؤي الجبس: حريري الكبريت: صمغي أو راتنجي
الشفافية	التعريف: القدرة على إنفاذ الضوء أنواعها: ▪ معادن شفافة: تنفذ الضوء وترى الأجسام أو الصور من خلاله ▪ معادن نصف شفافة: ينفذ الضوء ولا ترى الصورة من خلاله ▪ معادن معتمة: لا تنفذ أي ضوء	شفاف: الكوارتز والكالسيت النقي نصف شفاف: الجبس والميكا معتم: معدن التلك
التضوء	التعريف: قدرة المعدن على تحويل أشكال الطاقة (الحرارة – الأشعة السينية أو الفوق بنفسجية) إلى ضوء يختلف عن لونه الأصلي عادة ما تكون الوان التضوء مبهرة وساطعة التفلر: إنتاج ألوان التضوء أثناء التعرض للمؤثر فقط التفسفر: إنتاج ألوان التضوء بعد زوال المؤثر تساعد خاصية التفلر في الكشف عن المعادن في الكهوف أو المناجم	**الكالسيت**: يتضوء باللون الأحمر الباهر **الويليميت**: يتضوء باللون الأخضر

المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

الخواص التماسكية

الخاصية	الخواص التماسكية المفهوم العلمي والملاحظات
المتانة	التعريف: هي مقاومة المعدن للكسر أو التشوه معادن هشة ذات الروابط الأيونية وتتكسر لأجزاء متساوية مثل الهاليت والفلوريت معادن لينة ذات الروابط الفلزية وتطرق بسهولة مثل الذهب والنحاس الخام معادن قابلة للقطع تقطع إلى رقائق مثل الجبس والتلك معادن مرنة فينثني ثم يعود إلى شكلة الأصلي بعد زوال المؤثر مثل معدن الميكا
الصلادة	التعريف: هي مقياس مقاومة المعدن للتآكل أو الخدش تحدد الصلادة: ▪ بحك المعدن بمعدن آخر معلوم الصلادة ▪ يمكن الحصول على رقم الصلادة بواسطة مقياس موهس للصلادة (وهو عبارة عن ترتيب نسبي يتكون من عشر معادن مرتبة من 1 أقل صلادةإلى 10 أعلى صلادة) العوامل التي تتوقف عليها صلادة المعدن: ▪ نوع الرابطة ▪ وجود مجموعة الهيدوركسيل أو الماء
الانفصام أو التشقق	التعريف: هو قابلية المعدن للتشقق والانفصام إلى أجزاء محددة ومنتظمة عند تعرضه للضغط تختلف أنواع الانفصام وفقاً لقوة الرابطة بحيث تتناسب عكسياً مع قوة الرابطة الكوارتز لا يحتوي على انفصام بسبب قوة تماسك جزيئاته
المكسر	التعريف: هو شكل السطح الناتج عن كسر المعدن في إتجاه غير أسطح الانفصام الكوارتز: مكسر محاري – البيريت: مكسر غير مستوى – الأسبستوس: مكسر ليفي
الكثافة	التعريف: هي كتلة وحدة الحجم ويعبر عنها بالـ جم/سم^3 مكعب ويستخدم الوزن النوعي بديل للكثافة
الوزن النوعي	التعريف: هو النسبة بين وزن حجم من المعدن إلى وزن حجم مساوي له من الماء عند درجة حرارة 4 لمعظم المعادن وزن نوعي يتراوح بين 2 و 3 المعادن الفلزية (مثل الجالينا وزنها النوعي 7.5) وزنها النوعي يزيد عن ضعف الوزن النوعي للكوارتز (2.65)

المنهج الكويتية almanahj.com/kw

الخواص الأخرى (المميزة) للمعادن:

- **الملمس:** التلك ملمس صابوني - الجرافيت ملمس دهني
- **الطعم:** الهاليت مالح
- **الرائحة:** البيريت رائحة الكبريت – الأرسينوبيريت رائحة الثوم
- **الانجذاب للمغناطيس:** الماجنتيت ينجذب للمغناطيس بسبب محتواه العالي من الحديد
- **الانكسار المزدوج:** إظهار الحروف المطبوعة مرتين مميزة لمعدن الكالسيت
- **الخواص الكهربائية:** الكوارتز عندما تتعرض بلوراته للضغط تتولد شحنات كهربائية لذلك يستخدم في صناعة الساعات - التورمالين عندما تتعرض بلوراته لارتفاع في درجات الحرارة تتولد شحنات كهربائية لذلك يستخدم في صناعة أجهزة قياس درجات الحرارة العالية

الخواص الكيميائية للمعادن

المعادن المكونة للصخور هي المعادن التي تدخل في تركيب معظم الصخور

المعادن الاقتصادية هي المعادن التي تستخدم في تصنيع المنتجات

المعادن الاقتصادية والمعادن المكونة للصخور ليستا مجموعتين منفصلتين أي أنه من الممكن أن يكون نفس المعدن مكون للصخور وأيضا اقتصادي مثل الكالسيت مكون للصخور لأنه يدخل بتركيب صخور الحجر الجيري ومعدن اقتصادي لأنه يستخدم في صناعة الأسمنت

العناصر الكيميائية المكونة للقشرة الأرضية:

تتكون القشرة الأرضية من 8 عناصر بنسبة أكبر من 98% هي حسب الترتيب التنازلي الأكسجين – السيليكون – الألومنيوم – الحديد - الكالسيوم – الصوديوم – البوتاسيوم – المغنيسيوم

صنفت المعادن إلى مجموعتين كبيرتين هما:

- **المعادن اللاسيليكاتية:** تقسم وفق تركيبها الكيميائي إلي معادن عنصرية (الذهب – الفضة – الكبريت – الجرافيت) ومعادن مركبة (الأكاسيد - الكبريتات – الكبريتيدات – الكربونات - الهاليدات – الفوسفات)
- **المعادن السيليكاتية:** هي أهم المجموعات المعدنية وأكثرها انتشاراً في الطبيعة – تحتوي بشكل أساسي على الأكسجين والسيليكون والوحدة البنائية لها هي رباعي الأوجه السيليكاتية

الشكل البلوري للمعادن

مقارنة	المفهوم	تكون البلورات	المكسر	الانفصام
المادة المتبلورة	المادة التي تتميز بترتيب هندسي منتظم للذرات أو الأيونات	تتكون بلورات	يوجد	يوجد
المادة غير المتبلورة	لايوجد ترتيب هندسي منتظم للذرات أو الأيونات	لاتتكون بلورات	يوجد	لايوجد

عملية التبلور هي العملية التي تنتج من خلالها البلورات

البلورة عبارة عن جسم صلب متجانس تحده من الخارج أسطح مستوية تكونت بفعل عوامل طبيعية تحت ظروف مناسبة من الضغط والحرارة

البناء الداخلي للبلورات:

هو ما يعبر عنه بطريقة ترتيب الذرات أو الأيونات المكونة للمعدن ويتوقف على:

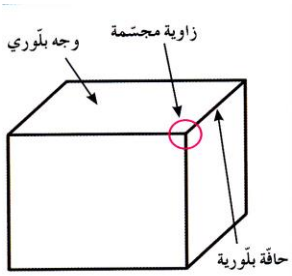
- **الترتيب الفراغي:** كل ذرة لها نفس الظروف المحيطة بالذرات الأخرى ويعبر عنه بالتركيب الشبكي الفراغي وهو يمثل تكرار للوحدات البنائية - استنتج العالم برافيه 14 نمط للوحدات البنائية
- **طبيعة الروابط الكيميائية بين الذرات:** تحدد الصفات الفيزيائية للمعدن

الخواص الخارجية للبلورات:

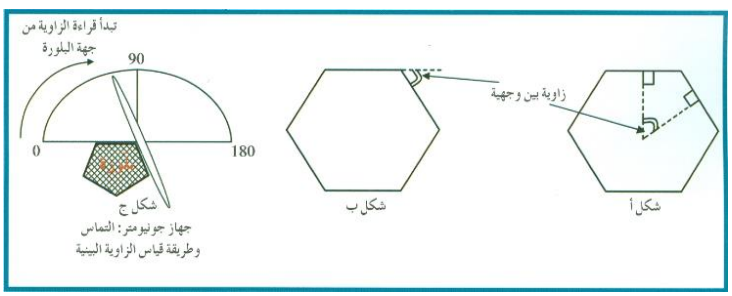
تختلف باختلاف المعادن وثابتة في المعدن الواحد بسبب البناء الذري الداخلي المنتظم والثابت

عناصر وصف الشكل الخارجي:

- **الأوجه البلورية:**
  - هي الأسطح التي تحد البلورة من الخارج وتعبر عن الترتيب الذري الداخلي للبلورة
  - الأوجه ثابتة ومميزه للمعدن الواحد بسبب الترتيب الذري الداخلي المنتظم والثابت في بلورة المعدن الواحد
  - تتوقف طبيعة الأوجه البلورية على الظروف الطبيعية والكيميائية السائدة أثناء نمو البلورة
  - قسمت البلورات اعتماداً على طبيعة الأوجه البلورية إلى كاملة الأوجه - ناقصة الأوجه - عديمة الأوجه



- **الحواف البلورية:** حواف تنتج عن تلاقي وجهين بلوريين متجاورين
- **الزاوية بين الوجهية:**
  - هي الزاوية المحصورة بين العمودين المقامين على وجهين بلوريين متجاورين
  - تقدر بقيمة الزاوية المكملة للزاوية المحصورة بين الوجهين المتجاورين
  - يستخدم جهاز جونيوميتر التماس في قياس الزاوية بين الوجهية
  - قياس الزاوية بين الوجهية ثابت في المعدن الواحد مهما اختلف حجم البلورات ويختلف من معدن إلى آخر



- **الزاوية المجسمة:** هي الزاوية الناتجة عن تلاقي أكثر من وجهين في البلورة

التماثل البلوري هو الترتيب المنتظم للأوجه والحواف والزوايا المجسمة في البلورة

أهميته: يستخدم لتصنيف المعادن إلى فصائل بلورية

تختلف درجة التماثل من معدن إلى آخر ولكنها ثابتة في المعدن الواحد

عناصر التماثل البلوري

مركز التماثل البلوري	محور التماثل الدوراني الرأسي	مستوى التماثل
نقطة وهمية في مركز البلورة تترتب حولها الحواف والزوايا المجسمة والأوجه في ازدواج في اتجاهين متضادين على مسافتين متساويتين منها	خط وهمي يمر بمركز البلورة تدور حوله البلورة بشرط أن يتكرر ظهور سطح أو حافة أو زاوية مجسمة مرتين أو أكثر في الدورة الكاملة أنواعه: ▪ **ثنائي:** تتكرر الأوضاع مرتين في الدورة الكاملة أى كل 180 درجة ▪ **ثلاثي:** تتكرر الأوضاع المتشابهة ثلاث مرات في الدورة الكاملة أى كل 120 درجة ▪ **رباعي:** تتكرر الأوضاع المتشابهة أربع مرات في الدورة الكاملة أى كل 90 درجة ▪ **سداسي:** تتكرر الأوضاع المتشابهة ست مرات في الدورة الكاملة أى كل 60 درجة	مستوى يقسم البلورة إلى نصفين متماثلين ▪ بلورات لها أكثر من مستوى تماثل مثل الهاليت 9 مستويات تماثل ▪ بلورات ليس لها مستوى تماثل مثل معدن الألبيت ومعدن الأوكسينيت

مظهر البلورة: علل. تختلف أحجام وأشكال البلورات بناءاً على مجموعة من العوامل منها:

- نوع المحلول
- مكان حدوث التبلر
- معدل التبريد
- درجة نقاوة المحلول

تكون الصخور النارية

توصف الأرض بأنها كتلة ضخمة من الصخور النارية تغطيها طبقة خارجية رقيقة من الصخور الرسوبية وبالتالي علينا أن نتعرف على الصخور النارية لكي نفهم الأرض

السبب: تشكل الصخور النارية والمتحولة المشتقة من أصل ناري 95% من حجم القشرة الأرضية، الوشاح الذي يكون الصخور النارية يمثل 82% من حجم الأرض
تتكون الصخور النارية عند تبريد الصهارة (الماجما) والتي تسمى المادة الأم للصخور النارية وتكونت عبر الانصهار الجزئي للصخور عند مستويات مختلفة داخل القشرة الأرضية

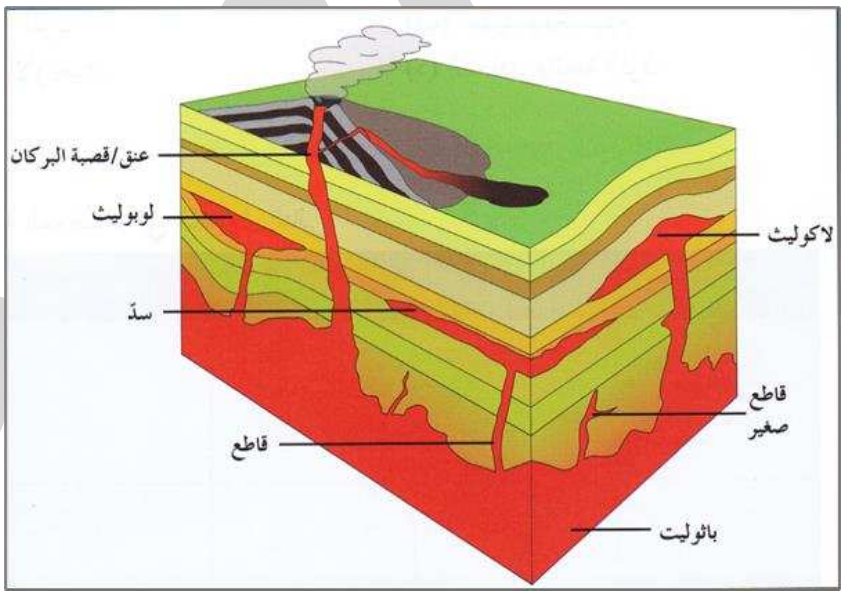
تتصاعد الصهارة إلى السطح لأنها أقل كثافة من الصخور المحيطة فتندفع مسببة براكين

الصهارة التي تصل إلى سطح الأرض تسمى **اللافا** أو **الحمم البركانية** قد يكون الثوران البركاني عنيف أو سيل من الحمم الهادئة

تصنف الصخور التي تتكون عندما تتصلب المادة المنصهرة عند سطح الأرض بالصخور السطحية أو البركانية أو الطفحية، والصخور التي تتبلور في الأعماق تسمى صخور متداخلة أو جوفية، والصخور الجوفية لا تظهر على سطح الأرض إلا عبر عمليات التعرية

almanahj.com/kw

الأشكال التي تتخذها الصخور النارية في الطبيعة



تركيب الصخور النارية

سلسلة باون التفاعلية

فسر العالم باون أن المعادن تميل إلى التبلور بحسب درجات تجمد المادة المنصهرة مبيناً إمكانية الحصول على صخور فلسية ومافية من نوع واحد من الصهير

تفاعلات باون تنقسم إلى جزئين:

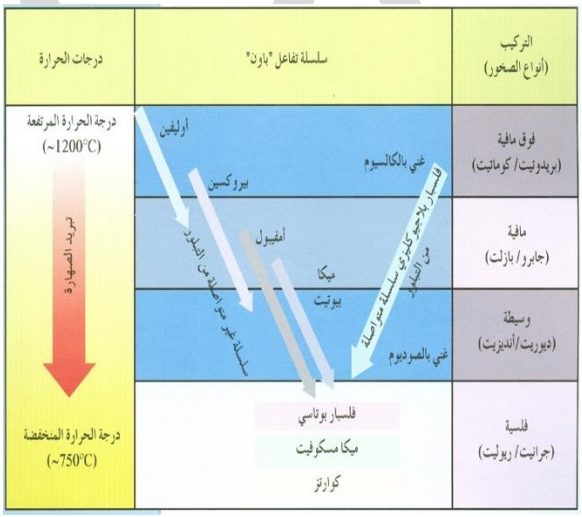
- **التتابع التفاعلي المتصل:** يظهر هذا التتابع طريقة تكون البلاجيوكليز حيث تتشكل معادن بلاجيوكليز غني بالكالسيوم في بداية السلسلة (البيتونيت) عند درجات الحرارة العالية ثم تتكون معادن بلاجيوكليز غني بالصوديوم (الألبيت) مع انخفاض درجات الحرارة
- **التتابع التفاعلي المنقطع (السلسلة غير المتواصلة):** تتضمن المعادن الغنية بعنصري الحديد والمغنسيوم يبدأ التفاعل بتبلور معادن الأوليفين ثم البيروكسين ثم الأمفيبول ثم البيوتيت
- تسمى التتابع المنقطع أو غير المتواصل بسبب اختلاف المعادن الناتجة في خواصها الكيميائية والفيزيائية والبلورية عكس سلسلة التتابع المتصل
- **ما تبقى من الصهير** بعد تبلور معدن الألبيت والبيوتيت فيكون غني بالسيليكا من الصهارة الأم مما يؤدي إلى تكون معادن الفلسبار البوتاسي ثم المسكوفيت وأخيراً الكوارتز

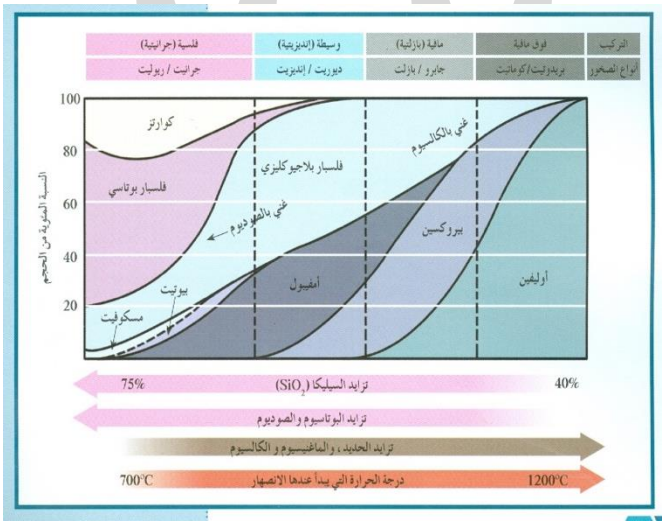
المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

بذلك تتدرج الصخور الناتجة عن تبلور الصهارة ما بين صخور فلسية إلى فوق مافية

أنواع السيليكات:

المقارنة	السيليكات الفاتحة	السيليكات الداكنة
التركيب الكيميائي	غنية بـ السيليكا – الصوديوم – البوتاسيوم - الكالسيوم خالية تقريباً من الحديد و/أو المغنيسيوم	غنية بـ الحديد و/أو المغنيسيوم محتوى قليل نسبياً من السيليكا
الوزن والكثافة	خفيف	ثقيل
اللون	فاتحة	داكنة
أمثلة من المعادن	الكوارتز – الميكا البيضاء (المسكوفيت) – الفلسبارات وهي الأكثر وفرة حيث تمثل 40% من معظم الصخور	الأوليفين – البيروكسين – الأمفيبول – الميكا السوداء (البيوتيت)





أنواع الصخور النارية:

المقارنة	الصخور الجرانيتية (الفلسية)	الصخور البازلتية (المافية)	الصخور الأنديزيتية (المتوسطة)	صخور البريدوتيت (الفوق مافية)
التركيب المعدني	يسود فيها الكوارتز والفلسبار (السيليكا 70 %) سيليكات داكنة وحوالي 10 % (البيوتيت والأمفيبول)	وفرة في السيليكات الداكنة والفلسبار البلاجيوكليزي الغني بالكالسيوم	وسطية بين الصخور الجرانيتية والبازلتية تحتوي على 25% من المعادن السيليكاتية الداكنة (الأمفيبول – البيروكسين – البيوتيت) مع غالبية من الفلسبارات البلاجيوكليزية	الأوليفين والبيروكسين (حديد ومغنسيوم) بصورة كاملة تقريباً
أماكن تواجد الصخور بالقشرة	القشرة الأرضية القارية	قاع المحيط – الجزر البركانية – حمم بركانية على القارات	ينحصر عند النشاط البركاني على حواف القارات	الوشاح العلوي
اللون	فاتحة	داكنة	متوسطة	داكنة
الكثافة	قليلة	عالية	متوسطة	عالية
أمثلة	الجرانيت - الريوليت	البازلت - الجابرو	الأنديزايت - الديوريت	البريدوتيت - الكوماتيت

النسيج الصخري المظهر العام للصخر بالاستناد إلى حجم وشكل وترتيب بلوراته
اهمية النسيج يكشف بيئة الصخر الناري ومصدره

العوامل المؤثرة في حجم البلورات وتكوين أنسجة الصخور النارية:

- **معدل التبريد:** هو العامل السائد، يعزز التبريد البطيء (في الصخور الجوفية) نمو بلورات أقل وبحجم أكبر (على العكس في الصخور السطحية (الحمم أو اللافا) يكون التبريد سريع لذا كلما فقدت الصهارة الحرارة فإن قدرة أيوناتها على الحركة تنخفض فتنمو بلورات كثيرة وبحجم أقل) عندما تكون سرعة التبريد سريعة جداً لا يكون هناك وقت كي تتنظم الأيونات في شبكة بلورية فيتكون نسيج زجاجي
- **كمية السيليكا**
- **كمية الغازات**

تقسم الصخور إلى مجموعتين **صخور الفلسبار** الخفيفة وفاتحة اللون وتحتوي على نسبة عالية من السيليكا ومجموعة **صخور الأوجيت** الثقيلة وداكنة اللون التي تحتوي على نسبة عالية الحديد والمغنيسيوم

أنسجة الصخور النارية				
النسيج	المفهوم	سرعة التبريد	مكان تكون الصخر	أمثلة
دقيق التبلور دقيق الحبيبات	نسيج حجم بلوراته دقيق، صغير جداً بحيث يمكن تمييز المعادن بالمجهر فحسب	سريع نسبياً	بالقشرة السطحية	البازلت
خشن التبلور (الحبيبات)	نسيج بلوراته كبيرة متساوية في الحجم تسمح بالتعرف على المعادن بدون مجهر	بطئ	في الأعماق بعيد عن سطح الأرض	الجابرو ، الجرانيت
بورفيري	بلورات كبيرة (بلورات بارزة) وسط بلورات صغيرة (الكتلة السفلية) يتكون إذا قامت الصهارة المحتوية على بعض البلورات الكبيرة بالثوران عند السطح فان اجزاء اللافا المتبقية ستبرد بسرعة مكون بلورات صغيرة	بطئ بلورات كبيرة ، سريع بلورات صغيرة	جوفي بلورات كبيرة ، سطحي بلورات صغيرة	الصخر الذي يتميز بهذا النسيج يسمى بورفيري
زجاجي	يتكون عندما تقذف الحمم إلى الغلاف الجوي حيث تبرد بسرعة، أو بالصهارة الغنية بالسيليكا نتيجة تكون سلاسل تعيق حركة الأيونات أو قشرة زجاجية رقيقة من الصهارة البازلتية	تبريد سريع	سطحي	الأوبسيديان
الإسفنجي أو الفقاعي	نسيج دقيق التبلور يحتوي على فجوات خلفتها الفقاعات الغازية التي تسربت أثناء تصلب الصهير	تبريد سريع	المنطقة العلوية للحمم البركانية	السكوريا، والبيومس
الفتاتي الناري	يتكون من دمج وتصلب الفتات الصخري الذي يقذفه البركان (رماد دقيق – نطاف منصهرة – كتل حجرية كبيرة ذات زوايا من جدران فوهة البركان)	سريع	سطحي	الطفة الملتحمة ذات نسيج شبيهاً بالصخور الرسوبية أكثر من النارية
البجماتيتي	بلورات كبيرة متشابكة ذات قطر يزيد عن 1 سم تتكون في مراحل متأخرة من تبلور الصهير عندما تكون البيئة السائلة عالية في الصهير أي عندما يكون الماء والمواد المتطايرة الأخرى مثل الكلور والفلور والكبريت نسبتها عالية غير عادية في الصهير تحتوي على بلورات كبيرة من الكوارتز والفلسبار والمسكوفيت مشابهة لتركيب الجرانيت وقد تحتوي على معادن نادرة	بطئ	عند حواف كتل الصخور الجوفية الكبيرة على شكل عروق أو كتل صغيرة	البجماتيت

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

صخر الأوبسيديان نوع من الزجاج الطبيعي يتميز بنسيج زجاجي، ومكسر محاري ذي حافة حادة قاطعة صلبة لذا كان يستخدم في صناعة الأسهم وأدوات القطع

النسيج الزجاجي لصخر الأوبسيديان يتكون بسبب:

- التبريد السريع جداً عندما تقذف الحمم البركانية في الهواء
- احتواء الصهارة على نسبة عالية من السيليكا: يؤدي إلى سلسلة من التراكيب الطويلة قبل أن يكتمل التبلور مما يعيق تكوين البلورات (الصهارة الجرانيتية غنية بالسيليكا لزجة جداً تتصلب في النهاية لتكون الأوبسيديان)
- عندما تبرد الصهارة البازلتية بسرعة عالية تكون قشرة رقيقة زجاجية
- عندما تقذف الحمم البركانية في الهواء قد يولد هذا النشاط جدائل من الزجاج البركاني تسمى **شعر بيلي**

منشأ الصخور الرسوبية

نشأتها: صخور سابقة (نارية - رسوبية - متحولة) تتعرض لعمليات تجوية ثم نقل بواسطة عمليات التعرية ثم ترسيب ينتج عنها رواسب ثم تتماسك هذه الرواسب وتتحول إلى صخور رسوبية

تجوية (تفتت فيزيائي وانحلال كيميائي)

تنقل الجسيمات بفعل عوامل التعرية

تترسب الجسيمات الصلبة عندما تنخفض سرعة الرياح والتيارات المائية, وتترسب المواد الذائبة عن طريق التبلور أو امتصاص الكائنات الحية لبناء أصدافها

تتماسك (تتراص بفعل ضغط الصخور التي تعلوها – أو السمنتة)

أنواع ومصادر تكوين الرواسب:

نوع الرواسب	وصفها	أنواع الصخور الناتجة
فتاتية	تنقل كجسيمات صلبة ناتجة من التجوية الميكانيكية والفيزيائية معاً	صخور رسوبية ميكانيكية أو فتاتية
كيميائية	مواد ذائبة ناتجة من التجوية الكيميائية وترسب بفعل عوامل غير عضوية	صخور رسوبية كيميائية
عضوية	تراكم بقايا الكائنات الحية	صخور رسوبية عضوية

almanahj.com/kw

أنواع الصخور الرسوبية:

أولاً: الصخور الرسوبية الفتاتية أو الميكانيكية

الصخور الرسوبية الميكانيكية (الفتاتية)		
المكونات	المكونان الرئيسان للصخور الرسوبية	المعادن الطينية: المكون الأكثر وفرة إثر التجوية الكيميائية لمعادن السيليكات
		الكوارتز: متوافر بكثرة لأنه متين ومقاوم للتجوية الكيميائية
	من المعادن الأخري الشائعة: الميكا والفلسبارات ووجودهما يدل على أن التعرية والترسيب كانا سريعين بدرجة كافية لحفظ المعادن الأولية قبل أن تتحلل	
حجم الحبيبات: هو المعيار الأولي للتمييز بين الصخور الرسوبية الميكانيكية كما أنه يعطى معلومات مفيدة عن نوع بيئة الترسيب		
التيارات المائية والهوائية تفرز الحبيبات حسب الحجم مثال: الحصى ينقل بفعل الأنهار الجارفة والانزلاقات الأرضية والأنهار الجليدية الرمال تنقل بفعل الرياح والأنهار والشواطئ		
أهم الصخور الرسوبية الشائعة بحسب حجم حبيباتها: الطين الصفحي – الحجر الرملي – الكونجلوميرات - البريشيا		

الصخور الرسوبية الكيميائية		
المفهوم	تتكون نتيجة ترسيب المعادن المذابة في المحاليل الكيميائية بواسطة عمليات كيميائية (التبخير والترسيب من المحاليل المشبعة) والمعدن الأقل ذوبان يترسب أولاً	
أهم أنواع الصخور الرسوبية الكيميائية		
الصخر		**مميزاته**
الصخور الكربوناتية	تتكون نتيجة ترسيب كربونات الكالسيوم من المحاليل (يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون فتترسب كربونات الكالسيوم على شكل أراجونيت لتتحول بعدها إلى الكالسيت الأكثر استقراراً) منها:	
	الترافرتين	حجر جيري ينتج من ترشيح المياه الغنية بالكالسيوم حول الفوارات والينابيع الحارة ويتميز بمسامية عالية
	الهوابط والصواعد	الهوابط أعمدة مخروطية تتدلى من سقف الكهوف، فيما ترتفع الصواعد على أرضيتها وتتكون نتيجة ترسيب كربونات الكالسيوم من محاليل بيكربونات الكالسيوم التي تفقد محتواها من الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون
	الحجر الجيري البطروخي	يتكون نتيجة ترسيب كربونات الكالسيوم على شكل طبقة رقيقة حول نواة دقيقة (حبيبة رمل أو فتات صدفة حيوان) تظهر على شكل كرات صغيرة يتماسك بعضها مع بعض بمادة لاحمة كلسية فيشبه بيض السمك (البطارخ)
	الدولوميت	يتكون من كربونات الكالسيوم والماغنيسيوم يشبه الحجر الجيري لكنه أثقل وأكثر صلادة ولا يتفاعل بسرعة مع حمض الهيدروكلوريك المخفف
المتبخرات	تتكون نتيجة تبخير مياة البحار والبحيرات المالحة فيزداد تركيز الأملاح فتترسب، كما هو الحال على شواطئ الخليج في الكويت، أمثلة:	
	الجبس	كبريتات الكالسيوم المائية وهي الصخور الأولى وتتكون من معادن الجبس
	الأنهيدرايت	يلي الجبس في التكوين (كبريتات الكالسيوم اللامائية لذلك هو أعلى صلادة من الجبس)
	الملح	يوجد على شكل طبقات سميكة وبلوراته واضحة ويلي الجبس والأنهيدرايت في التبلور
الصخور السليسية	صخور ناتجة عن ترسب السيليكا (شحيحة الذوبان) من المحاليل	
	الفلنت	يتكونان بصفة رئيسية من السيليكا عديمة التبلور، ويتواجدان على شكل عقد أو درنات أو طبقات
	الشيرت (الصوان)	

ثالثاً: الصخور الرسوبية العضوية

- صخور ناتجة عن تراكم بقايا الحيوانات والنباتات
- المثال الأساسي عنها هو الفحم الحجري وهو عبارة عن صخر أسود قابل للاشتعال يتكون من كربون عضوي ناتج من بقايا النباتات التي ماتت وتجمعت عند قعر المستنقعات

الصخر	مميزاته
الحجر الجيري العضوي	يتكون بفعل نشاط الكائنات الحية وتراكم بقاياها كالعظام والقواقع
الحجر الجيري المرجاني	ناتج عن تراكم هياكل المرجان
حجر الطباشير	صخر لين ناصع البياض قليل الصلادة يتكون من أجزاء دقيقة للغاية من هياكل حيوانات بحرية وحيدة الخلية
الكوكينا	يتكون من كسرات الأصداف التي تجمعت بواسطة مادة لاحمة
صخر الفوسفات	ينتج عن تراكم هياكل وعظام الحيوانات الفقارية
الجوانو	صخر فوسفاتي ناتج عن تراكم بقايا روث الطيور

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

اسم الوحدة: مواد الأرض - 2

التراكيب الأولية للصخور الرسوبية

- تعد دراسة التراكيب الجيولوجية ذات أهمية حيث أنها تعكس الظروف المختلفة التي ترسبت فيها كل طبقة ودراسة تاريخ الارض
- تتكون الصخور الرسوبية من طبقات أفقية متراكمة فوق بعض من الأقدم إلى الأحدث
- تعرف الطبقة بأنها سمك صخري متجانس تتميز بسطحين متوازيين تقريباً يتراوح سمكها ما بين مليمترات قليلة ومئات الأمتار

أهم التراكيب الجيولوجية:

أولاً: مستويات التطبق: هي عبارة عن المستويات الفاصلة بين الطبقات (نتيجة تغير في شكل أو حجم أو تركيب الحبيبات المترسبة أو نتيجة وقف في الترسيب) يمثل كل مستوى تطبق نهاية حقبة وبداية حقبة أخرى

- **التطبق الكاذب (المتقاطع):** تبدو الطبقات على شكل رقائق مائلة بالنسبة إلى مستويات التطبق الرئيسية (تظهر في الكثبان الرملية ومنحدرات الدلتا)
- **التطبق المتدرج:** يتغير حجم الحبيبات في الطبقة الواحدة تدريجياً من الخشن عند أسفل الطبقة إلى الدقيق الناعم في أعلاها (تميز الترسيب السريع من الماء المحتوي على رواسب ذات أحجام متنوعة عندما تقل سرعة الماء)

ثانياً: علامات النيم: هي عبارة عن تموجات صغيرة على سطح إحدى الطبقات الرسوبية - تتكون بفعل:

- **الهواء أو الماء المتحركين في اتجاه واحد فقط:** وينشأ عنها علامات نيم تيارية غير متماثلة ذات جوانب شديدة الانحدار باتجاة هبوط التيار ومنحدرة تدريجياً باتجاه مصدر التيار وتستخدم لتحديد اتجاه التيار (الرياح أو الماء)
- **الأمواج السطحية:** في بيئة ضحلة وينشأ عنها علامات النيم المتماثلة وتسمى علامات النيم التذبذبية

ثالثاً: التشققات الطينية: تدل على أن الرواسب التي تكونت فيها كانت مبتلة وجافة بصورة متناوبة، وبيئة ترسيب مثل البحيرات الضحلة والأحواض الصحراوية - رواسب طينية تتعرض للبلل فتتمدد ثم تتعرض للهواء وأشعة الشمس فتتكمش وينتج عن ذلك التشققات الطينية

رابعاً: الطغيان والانحسار البحري:

المقارنة	طغيان البحر أو التخطي	انحسار البحر أو التراجع
المفهوم	هو ارتفاع مستوى مياه البحر بحيث يغطى الشاطئ	هو انخفاض مستوى مياه البحر
سبب الحدوث	حركة أرضية هابطة	حركة أرضية رافعة
تأثيره على مساحة الأرض	تصبح المنطقة الشاطئية ضمن حوض الترسيب البحري (تقل مساحة القارة وتزيد مساحة المحيط)	بحيث يُكشف جزء من قاع الرف القاري الذي يضاف إلى المساحة الساحلية القارية (تزيد مساحة القارة وتقل مساحة المحيط)
ترتيب بيئات الترسيب	ترسيب رواسب بحرية فوق التتابع الأقدم والتي كانت شاطئية قارية	ترسيب رواسب قارية فوق التتابع الأقدم والتي كانت رواسب بحرية

خامساً: الجيودات أو العقيدات:

الجيودات عبارة عن تجاويف صخرية ذات تكوينات بلورية داخلية، الجزء الخارجي لمعظمها عبارة عن حجر جيري بينما يحتوي الجزء الداخلي على بلورات معدنية ـ تتشكل في بعض الصخور الرسوبية والبركانية

العقيدات عبارة عن جيودات ممتلئة بالكامل بالبلورات مما يجعلها صلبة كليا

مواقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

اسم الوحدة: مواد الأرض - 2

بيئات الصخور الرسوبية واستخداماتها

بيئة الترسيب أو البيئة الرسوبية هي مكان تتجمع وتتراكم فيه الرواسب

الصخور الرسوبية مهمة للغاية في تفسير تاريخ الأرض فمن خلال فهم الظروف التي تكونت فيها الصخور الرسوبية يستطيع العلماء استنتاج تاريخ صخر ما، بما في ذلك معلومات عن أصل الجسيمات التي تكونه، وطريقة نقل الرواسب وطبيعة المكان الذي استقرت فيه أي بيئة الترسيب

أنواع البيئات الترسيبية:

- قارية
- بحرية
- انتقالية (الخط الساحلي)

الرواسب والبيئات الترسيبية:

- **رواسب فحمية (الفحم الحجري):** تدل على بيئة مستنقعات
- **رواسب ملحية:** تدل على بيئة بحار مغلقة أو بيئة صحراوية أو بيئة حرارة شديدة وبخر شديد
- **الرواسب الكربوناتية:** تدل على بيئة بحرية عميقة
- **الرواسب الطمية:** تدل على بيئة قارية نهرية
- **رواسب الرمل والحصى (شاطئية):** تدل على بيئة ترسيب قارية شاطئية
- **رواسب المرجان:** تدل على بيئة بحرية ذات مياه ضحلة ودافئة

استخدامات الصخور الرسوبية:

- **الصخور الكلسية:** تستخدم في البناء (الأسمنت)
- **الصخور الطينية:** تستخدم في صناعة الفخار والقرميد وأحجار البناء والطابوق والسيراميك
- **الصخور الملحية:** تستخدم في استخراج الأملاح (الصوديوم - الكالسيوم - البوتاسيوم)
- **الصخور الرسوبية:** التي تتميز بالمسامية والنفاذية العالية تعتبر خزانات للنفط والغاز الطبيعي والمياه الجوفية

الصخور المتحولة

تنشأ الصخور المتحولة من صخور سابقة (نارية أو متحولة أو رسوبية يسمى الصخر الأصلي) التكوين (لذلك تعتبر صخور ثانوية) نتيجة تعرضها لعوامل التحول (الضغط أو حرارة أو محاليل كيميائية نشطة) تؤدى إلى إعادة بنائها على هيئة صخور جديدة في خواصها المعدنية والكيميائية والتركيبية. يستجيب الصخر للتغيرات الجديدة تدريجياً حتى بلوغ التوازن مع البيئة أو الظروف الجديدة

التحول هو تغير نوع من الصخور إلى نوع آخر يختلف في التركيب أو النسيج أو لونها

عوامل التحول:

- **الحرارة:** وهي العامل السائد، ومصدر الطاقة حيث تحفز التفاعلات وتؤدي إلى إعادة تبلور معادن الصخور أو تكوين معادن جديدة، مصدر الحرارة التحلل الإشعاعي أو الطاقة المخزنة في جوف الأرض
- **الضغط:** ينتج الضغط على الصخور من ثقل الرواسب أو الصخور التي تعلوها (هناك نوعان من الضغط تؤثر على الصخور:
الضغط المحيط (المنتظم) تتعرض له الصخور الموجودة في الأعماق يكون الضغط متساوي من جميع الاتجاهات
الضغط الموجه (الاتجاهي) غير متساوي في مختلف الاتجاهات ويسمي الإجهاد التفاضلي مما يؤدي إلى ترتيب حبيبات الصخر في اتجاه عمودي على اتجاه الضغط نتيجة لذلك غالباً ما تتعرض الصخور للطي أو التصدع والانبساط

- **المحاليل ذات النشاط الكيميائي:** (كالماء وثاني أكسيد الكربون والمواد المتطايرة) تعمل كمحفز لعمليات إعادة التبلور

أنسجة الصخور المتحولة

أولاً: نسيج غير متورق: يحتوي الصخر على معادن موزعة ومرتبة ترتيب عشوائي يظهر نسيج الصخر على شكل حبيبات متبلرة (الكوارتز والكالسيت) متساوية الحجم متراصة (كما في صخر الكوارتزيت والرخام) وينشأ هذا النسيج بفعل التحول الحراري

ثانياً: نسيج متورق: يحوي الصخر معادن مرتبة في صفوف متوازية أو شبة متوازية، أي ترتيب وفق مسطحات (مستو تقريباً) وتوجد أنواع مختلفة من التورق تعتمد على مستوى التحول والتكوين المعدني للصخر الأم نذكر منها:

- **الانشقاق الصخري أو الإردوازي:** يشير الانشقاق إلى الأسطح المستوية والمتقاربة جداً والتي ينشق الصخر على طولها عند طرقة بمطرقة، يظهر هذا النسيج في صخر الإردواز والذي يتكون نتيجة تحول صخور الطين الصفائحي

- **النسيج الشيستوزي (الصفائحي):** تحت تأثير الضغط والحرارة المرتفعة تنمو حبيبات الميكا والكلورايت الدقيقة في الإردواز إلى حجم أكبر بعدة مرات من الحجم الأصلي بحيث تستطيع تمييزها بالعين المجردة ويبدو الصخر متطبقا

- **النسيج النيسوزي:** تنفرز المعادن خلال عمليات التحول عالي المستوى إلى أحزمة داكنة (بلورات معدن البيوتيت) وأخرى فاتحة (كوارتز وفلسبار) على شكل أحزمة يسمى الصخر الذي يتميز بهذا النسيج بـ النيس

بيئات وأنواع التحول

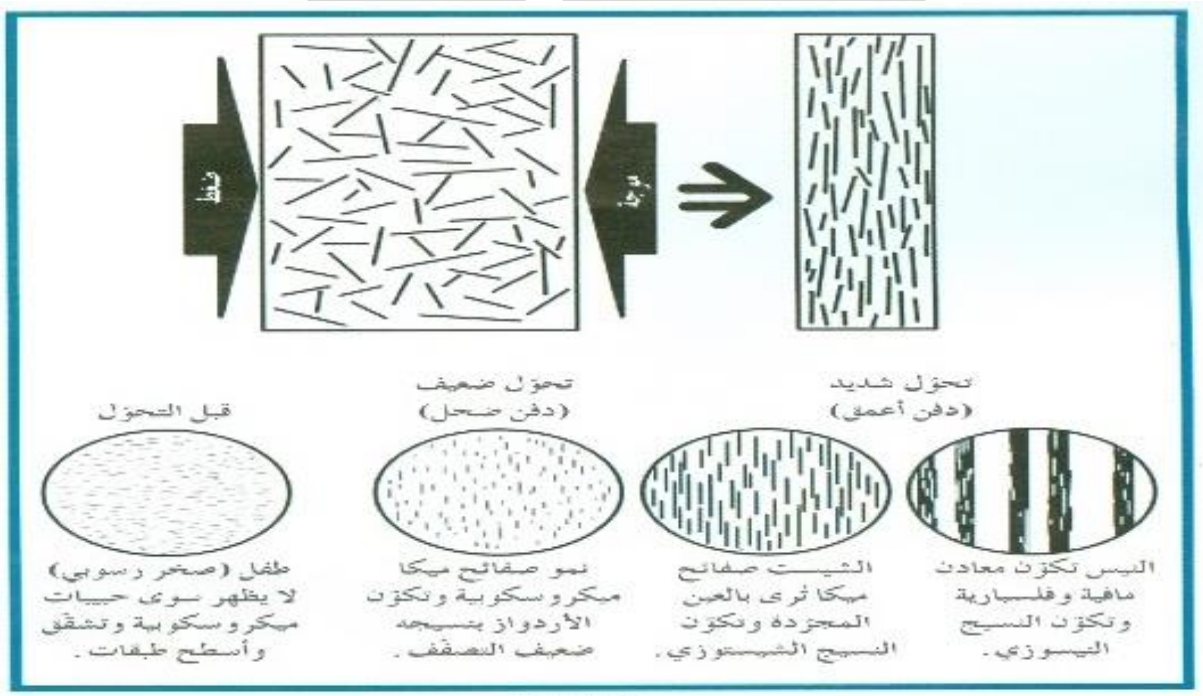
- **أولاً: التحول الحراري أو التلامسي:** يحدث التحول الحراري عندما يكون الصخر محاطاً أو ملاصقاً لجسم ناري منصهر تقع أجزاء الصخر التي تعرضت للتحول في نطاق يسمى بـ هالة التحول والتي يتوقف حجمها على عوامل عدة منها:

  - **كتلة الجسم الناري وحرارته:** التداخلات الصغيرة تحدث هالات تقاس بالسنتمترات بينما التداخلات الكبيرة (الباثوليث) تمتد هالاتها إلى كيلومترات
  - **التركيب المعدني للصخر المضيف:** مثل الحجر الجيري تصل سماكة نطاق التحول إلى 10 كم .بالقرب من التداخل الناري تتكون المعادن المميزة لدرجات الحرارة العالية مثل الجارنت بينما بعيداً عن التداخل الناري تتكون معادن مميزة لدرجات الحرارة المنخفضة مثل الكلورايت.

- **ثانياً: التحول بالمحاليل الحارة:** عندما تمر المحاليل الغنية بالأيونات عبر شقوق الصخور تحدث تغير كيميائي، يرتبط هذا النوع ارتباطاً وثيقاً بالأنشطة النارية، كونها توفر الحرارة الضرورية لدورة هذه المحاليل، لهذا غالباً ما يحدث التحول بالمحاليل بالتزامن مع التحول الحراري التلامسي

- **ثالثاً: التحول بالدفن:** يحدث نتيجة تراكم لطبقات الصخور الرسوبية في حوض ترسيب هابط، يتسبب ثقل الرواسب في الضغط على الصخور، ويصاحب الضغط ارتفاع في درجات الحرارة نتيجة العمق، مما يؤدي إلى إعادة تبلور المعادن مما يغير النسيج أو التركيب المعدني من دون حدوث تشوه ملحوظ

- **رابعاً: التحول الإقليمي:** يحدث هذا النوع من التحول على نطاقات شاسعة تحت تأثير الضغط المرتفع والحرارة العالية والذي ينتج عن حركات القشرة الأرضية البانية للجبال والقارات، مما يؤدي إلى ترتيب المعادن المكونة للصخر الأصلي على شكل رقائق أو شرائط متوازية ومتعامدة على اتجاه الضغط



شكل 118
التحول بالدفن

التحرك الكتلي

التحرك الكتلي هو تحرك الصخور والركام والتربة نحو أسفل المنحدر تحت تأثير الجاذبية الأرضية، تشكل الانزلاقات الأرضية خطراً طبيعياً على المستوى العالمي عندما تؤدي هذه المخاطر الطبيعية إلى فقدان الحياة أو الممتلكات فإنها تصبح كوارث طبيعية

دور التحرك الكتلي وتشكل التضاريس الأرضية: يعتبر الخطوة الثانية التي تلي عمليات التجوية حيث يحرك نواتج التجوية، عندما تكون الوديان أكثر اتساع من عمقها فإن ذلك دليل على قوة تأثير التحرك الكتلي على امتداد المجاري المائية

دور التحرك الكتلي في تغيير المنحدرات: يغير التحرك الكتلي المنحدرات مع الوقت حيث تقوم عمليات التحرك الكتلي بخفض ارتفاع الأرض بحيث تتحول المنحدرات الوعرة إلى أرض منخفضة أو قليلة الانحدار ثم تتراجع قوة التحرك الكتلي مع الوقت

موقع المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

العوامل والمحفزات المتحكمة بالتحرك الكتلي

الماء: نتيجة هطول الأمطار تتشبع المواد السطحية بالماء

الانحدارات بالغة الحدة: من أسباب الانحدارات الشديدة تعرية النهر لقاعدة جوانب الوادي، اصطدام الأمواج بالجرف الشاطئي

إزالة النباتات: تساعد جذور النباتات في ربط حبيبات التربة، كما يعمل كدرع يحمي التربة من التعرية الناتجة عن الأمطار، تسهم الحرائق في تسريع التحرك الكتلي حيث تجفف الطبقة العليا للتربة كما تزيد من المياه الجارية

الزلزال: حيث يسمح بخلخلة كميات كبيرة من الصخور، الاهتزازات العنيفة تجعل المواد السطحية المشبعة بالماء تفقد تماسكها فتنساب كالسوائل هذا ما يسمى **بالتسييل**

التحرك الكتلي بدون محفزات: يحدث بدون محفزات ظاهرة، حيث يضعف تماسك مواد المنحدر تدريجياً مع الوقت

تصنيف عمليات التحرك الكتلي

تصنيف عمليات التحرك الكتلي تصنف على أساس:

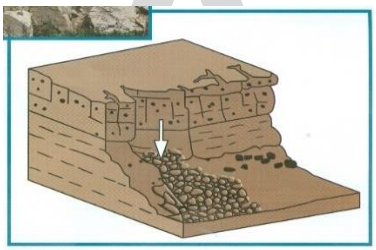
- **طبيعة المواد المتحركة:** مواد مفككة أو طبقة صخرية، والسائد هو التربة المفككة أو الغطاء الصخري المفكك
- **سرعة التحرك:** الانهيارات الصخرية سريعة، وهناك تحركات بطيئة
- **طريقة التحرك:** منها ما يلي:
  - **التساقط:** عبارة عن سقوط حر لقطع فردية مهما كان حجمها، والتساقط شائع في المنحدرات الشديدة
  - **الانزلاق:** يحدث مع وجود نطاق ضعيف يفصل بين الكتل المنزلقة وما تحتها من مواد مستقرة، هناك نوعان من الانزلاق:

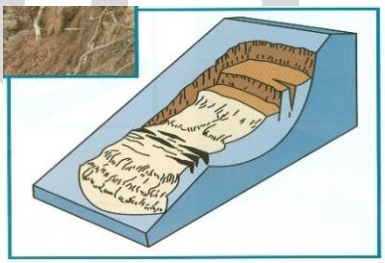
- **الانزلاق الدوراني:** يكون فيه السطح الفاصل على شكل منحنى إلى أعلى يشبه الملعقة، حيث يكون اتجاه حركة المواد إلى أسفل مع استدارة للكتل إلى الخارج
- **الانزلاق الانتقالي:** تكون فيه الحركة على سطح مستو كفاصل أو صدع أو سطح طبقة ولا يرافقها دوران

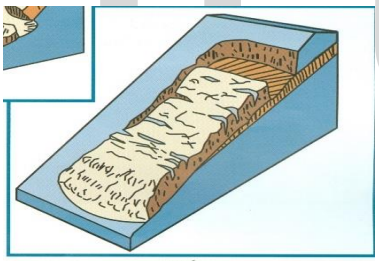
المناهج الكويتية
almanahj.com/kw

- **الانسياب:** يحدث عندما تتحرك الكتل على المنحدر كسائل كثيف، وتكون معظم الانسيابات مشبعة بالماء وتتحرك على شكل لسان أو فص، ومن أنواع الانسياب:
  - **الانسياب الركامي:** يدعى أيضاً الانسياب الطيني وهو نوع سريع نسبياً من التحرك الكتلي، والذي يتضمن انسياب التربة والغطاء الصخري مع كميات كبيرة من الماء، ينتشر في المناطق الجبلية المدارية وعلى منحدرات بعض البراكين يتجمع الركام في هذه الحالة كرواسب مروحية
  - **الانسياب الأرضي:** يحدث عند جوانب التلال في المناطق الرطبة أثناء المطر الغزير أو ذوبان الجليد، عندما تتشبع التربة والغطاء الصخري المفكك بالماء، قد تتكسر المواد وتقتلع مخلفة ندوباً على المنحدر، فتتولد كتل على شكل ألسنة أو قطرات دموع تندفع لأسفل المنحدر

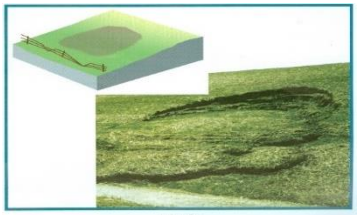
- **التحركات البطيئة:** الانزلاقات الأرضية والانهيار الصخري والتي تسبب الكوارث، التحركات الفجائية هي المسؤولة عن نقل مواد أقل من تلك التي تنتقل بفعل التحركات البطيئة كالزحف، والذي ينقل التربة والغطاء الصخري ببطء، أحد العوامل التي تتسبب بالزحف هي عملية تناوب التمدد والانكماش، ويصعب ملاحظة الزحف بسبب التحركات شديدة البطء


شكل 128
التساقط من المنحدرات الشديدة


شكل 129
الانزلاق الدوراني


شكل 130
الانزلاق الانتقالي

شكل 131
الانسياب الركامي عبارة عن لسان متحرك مكون من خليط من الطيني والتربة والصخور والماء . وهو يشبه التخليط الأسمنتي الطري .


شكل 132
ينتج هذا الانسياب الأرضي شكل لسان صغير على منحدر بطول طريق سريع تم تعبيده حديثاً . وهو يتكون من المواد الهشة بالطين بعد فترة من المطر الغزير . لاحظ التدهور الصغير عند مقدمة الانسياب الأرضي .