المحاضرة الاولى

الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية

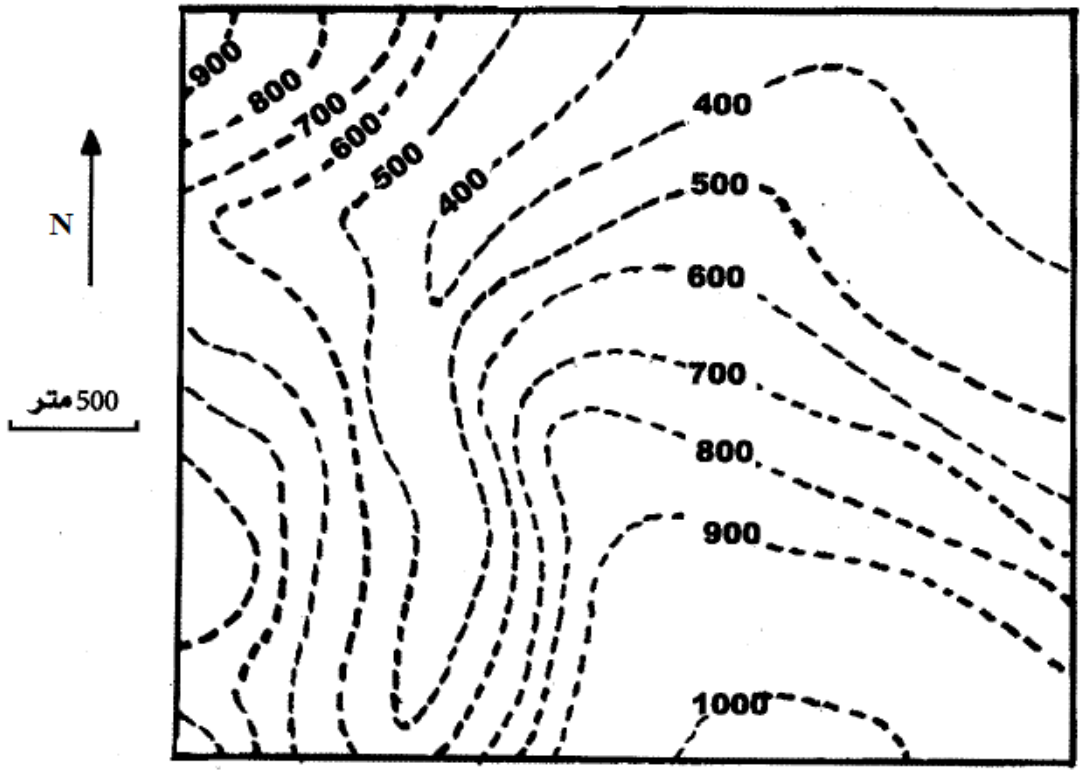
المقدمة :

تعتبر الخرائط الجيولوجية من اهم مجالات علوم الارض ، وتمثل الاساس في دراسة وتطبيقات علوم الارض مثل جيولوجيا النفط ، المياه الجوفية ، الجيولوجيا الهندسية وغيرها من العلوم الاخرى ذات العلاقة .

الخريطة : عبارة عن منظر فوقي مصغر لجزء من سطح الارض ذات بعدين تمثل فيه الابعاد والمسافات بمقياس رسم مناسب .ومنها يمكن التعرف على المسافات الفاصلة بين الاماكن المختلفة والاتجاهات .

الخرائط الطبوغرافية (الكنتورية):

الخارطة التي توضح الشكل الطبيعي لسطح الارض من تضاريس مختلفة على هئية مرتفعات ومنخفضات على شكل خطوط كنتورية توضح الارتفاع او الانخفاض بالنسبة الى مستوى معين وعادة يوخذ مستوى سطح البحر كمستوى مرجعي ويمثل ارتفاعة = صفر ، بالاضافة الى المظاهر الطبيعة الاخرى مثل الانهار البحيرات ، وكذلك تشمل وجود المظاهر المدنية (من عمل الانسان) مثل الطرق الرئسية وطرق السكك الحديدية ومواقع المدن والقرى الرئيسية ...الخ



الشكل (1) شكل يوضح الخارطة الكنتورية ،كل رقم يمثل ارتفاع معين مثلا 600 تعني انه في اي نقطة على هذا الخط يكون الارتفاع 600 م فوق مستوى سطح البحر وهكذا باقي الارقام .

العناصر المهمة للخرائط الكنتورية:

1- النقاط الطبوغرافية: وهي نقاط تمثل الارتفاعات المختلفة عن مستوى سطح البحر.

2- الخط الكنتوري: هو الخط الذي يصل بين النقاط الطبوغرافية المتساوية الارتفاع عن مستوى سطح البحر (Contour line) ولاتتقاطع الخطوط الكنتورية مع بعضها .

3- الفترة الكنتورية: هو الفرق العمودي في الارتفاع بين خطين متتاليين من خطوط الكنتور (Contour interval).

4- علو المنطقة (Relief): هو الفرق بين أعلى وأخفض نقطتين في المنطقة التي تمثلها الخريطة.

5- مقياس الرسم (scale): هو النسبة بين مسافة معينة على الخارطة وما يقابلها على الطبيعة حيث ترسم الخريطة وفقاً لمقياس معين معد مسبقاً.

6- تحديد اتجاه الشمال الجغرافي للخريطة الكنتورية وعادة يرمز له N من كلمة شمال north.

مميزات الخطوط الكنتورية:

1- لا تتقاطع مطلقاً لان كل خط يمثل منسوباً مختلفاً عن الآخر.

2- تتقارب فيما بينها عند المنحدرات الشديدة وتتباعد كلما قلت الانحدارات او الميل وذلك باعتماد فترة كنتورية ثابتة واذا كانت المسافات بين الخطوط متساوية يشير إلى وجود منحدر منتظم في المنطقة.

3- تظهر الخطوط الكنتورية على شكل الحرف V لتمثل الوديان حيث يشير رأس هذا الحرف إلى الجهة المرتفعة من الوادي (أعلى الوادي).

4- الخطوط تنغلق على شكل دوائر في المرتفعات التي تأخذ شكل القبب Doms حيث تكون أعلى قيمة للخط الكنتوري في أعلى القمة وتأخذ القيم بالانخفاض في حالة الابتعاد عن قمتها والعكس صحيح الذي يمثل المنخفضات Depression حيث تكون أقل قيمة للخط الكنتوري في أعلى القمة (وسط الرسم) وتأخذ القيم بالأرتفاع في حالة الابتعاد عن قمتها (او مركز) .

5- في حالة وجود تكرار في قيم بعض الخطوط فهذا يعني حدوث انعكاس في اتجاه الانحدار.

6- يجب ان تكون منحنيات خطوط الكنتور مقفلة أو منتهية عند حدود الخريطة.

طريقة رسم الخارطة الطوبوغرافية (الكنتورية):

يمكن عمل هذه الخارطة باتباع الخطوات الآتية:

1- تصّور أولي لاتجاهات الزيادة والنقصان في قيم النقاط الطوبوغرافية من حيث أعلى قيمة للارتفاع وأدنى قيمة له, فالاتجاه العام للارتفاعات والانخفاضات ومواقعها بشكل عام ضمن الخارطة المعطاة.

2- اختر مجموعة متقاربة من النقاط المتساوية الارتفاع موصلاً بينها بخط كنتوري له قيمة تلك النقاط مع مراعاة كون هذا الخط رشيقاً سلساً غير متكسر ولا ينحني انحناءات مفاجئة.

3- ابدأ بالرسم من اطراف الخارطة.

4- يجب رسم الخارطة بالفاصل الكنتوري المطلوب, وتقسم المسافة بين كل نقطتين معلومتين إلى مسافات متساوية وحسب الفاصل الكنتوري المطلوب.

5- نرسم جميع الخطوط بحالة توازي لاي خط مع الخطوط المجاورة مع مراعاة ان تكون الخطوط ملساء Smooth وغير منكسرة ولا ينحني انحناءات مفاجئة وكل خط كنتوري يحمل قيمة معنية تقل او تزيد عن الخط الكنتوري الذي يليه.

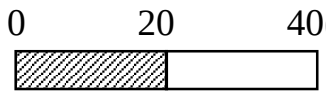
مقياس الرسم:

هو النسبة بين مسافة معينة على الخارطة وما يقابلها على الطبيعة ويكتب بإحدى الأشكال التالية: فمثلاً:

1- 1 سم لكل 100 متر أي كل سنتمتر على الخارطة تساوي مائة متر على الطبيعة.

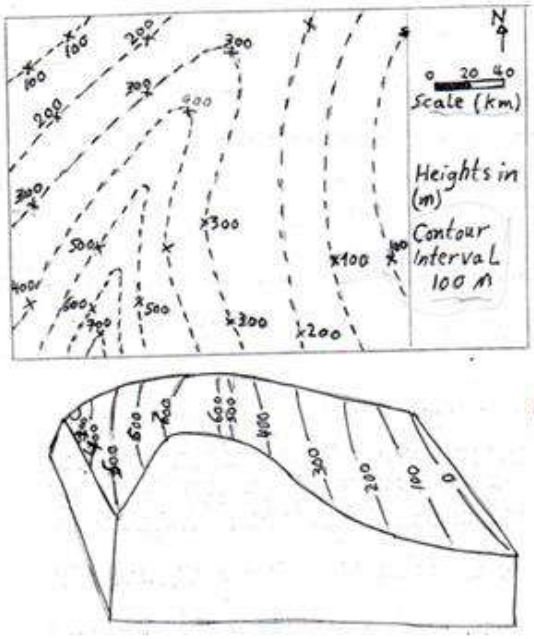
2- بشكل كسر (10000/1) كل وحدة واحدة على الخارطة يقابلها عشرة الاف وحدة مسافة على الطبيعة.

3- مقياس خطي في اسفل الخارطة مثبت عليه البعد الحقيقي لاي مسافة على الخارطة نسبة إلى مقياس الرسم المرسوم.



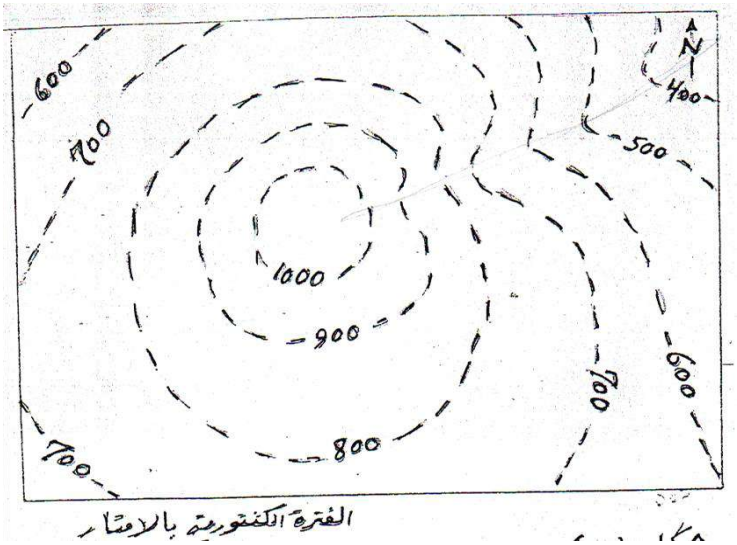
طريقة وصف طوبوغرافية المنطقة الممثلة بالخارطة:

يلاحظ في الشكل (2) ان قيم الارتفاع تتراوح بين الصفر (مستوى سطح البحر) و700م فوق مستوى سطح البحر وان أعلى الارتفاعات تقع في الجهة الجنوبية الغربية في الخارطة منحدرة إلى الشمال والغرب والشرق أي ان هنالك مرتفعاً في الجنوب الغربي ينحدر في الاتجاهات الأخرى ليصل إلى مستوى حوالي 0 م في الاجزاء الشرقية من الخريطة .



(الشكل ٣)

في الشكل (3) فيمثل خارطة كنتورية يوجد في مركزها مرتفع ارتفاعه بحدود 1000م ينحدر منه وادي باتجاه الشمال الشرقي حيث تتخذ خطوط الكنتور هيئة حرف V يشير رأسه إلى الجهة المرتفعة ، ويعتبر اتجاه الشمال الجغرافي دائماً لأعلى الخريطة ومثبت عليها الفاصل الكنتوري (Contour interval) ومقياس الرسم للخريطة.



المقطع الجانبي (Profile):

هو عملية تمثيل لسطح الأرض في المستوى العمودي على شكل رسم بياني يظهر فيه بوضوح شكل التضاريس الأرضية في المنطقة على امتداد خط مستقيم يخترق المنطقة في اتجاه معين. يرسم المقطع الجانبي على امتداد خط معين يحدد في الخارطة أو يتم اختياره لتوضيح الشكل الجانبي على امتداد ذلك الخط ويتم ذلك باتباع ما يأتي:

1- نأخذ ورق بياني لا يقل عن طول المقطع المراد رسمه وعرضها مناسب ويكفي لتدوين الارقام عليها.

2- نجعل احدى حافتي الورق البياني على امتداد المقطع المراد رسمه (ليكن AB مثلاً) ونحدد مواقع النقطتين A , B على الشريحة ثم نؤشر جميع مواقع تقاطعات الخطوط الكنتورية مع الشريحة مسجلاً قيمتها على الشريحة او الورق البياني.

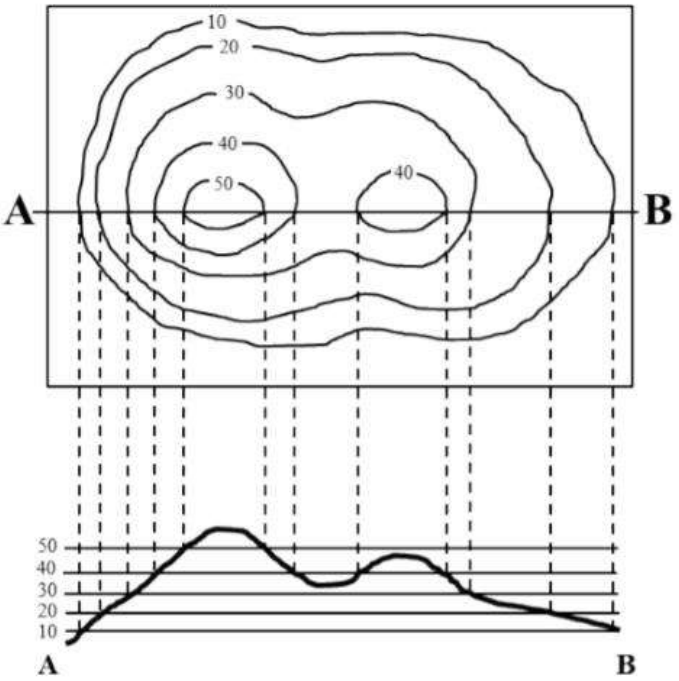
3- انقل الشريحة إلى الموقع الذي يراد رسم المقطع الجانبي عليه حيث يمثل المستقيم AB للمحور الافقي للمقطع.

4- نرسم عمودين على المستقيم AB وفي النقطتين A , B

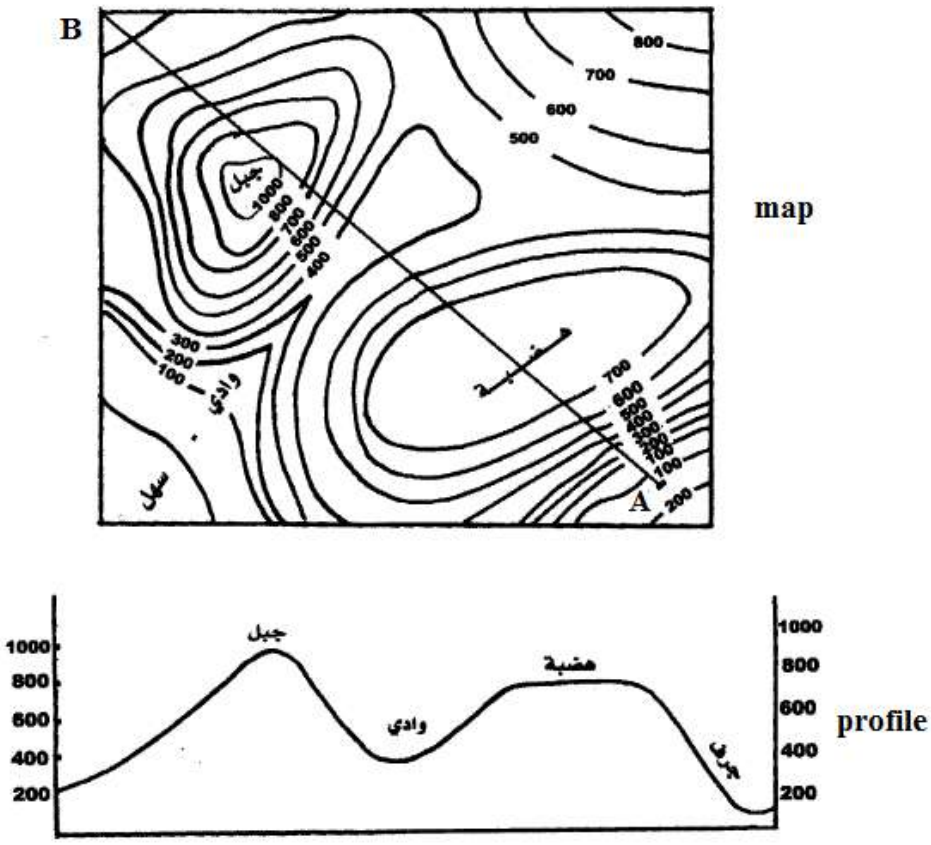
5- يقسم العمودين من جهتي اليمين واليسار إلى وحدات بموجب مقياس رسم مناسب.

6- تنقل قيم الارتفاعات من الشريحة او الورق البياني إلى ما يقابلها على العمودين.

7- توصل النقاط للحصول على المقطع الجانبي كما في الشكل رقم (4).



الشكل (4) يوضح خارطة كنتورية طبوغرافية ومقطع جانبي profile توضح وجود 2 من التلال ووادي بينهما .



الشكل (5) خريطة كنتورية ومقطع جانبي

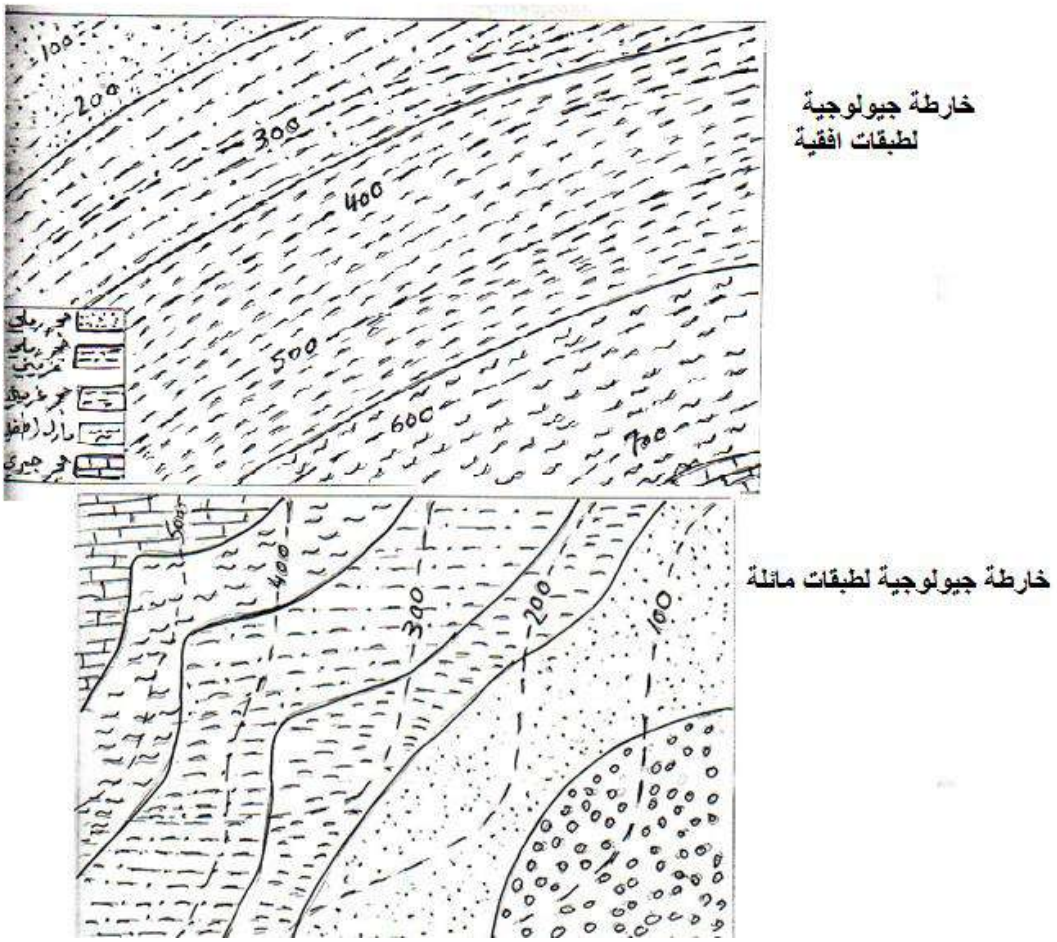
محاضرة الثانية

الخرائط الجيولوجية:

وهي تلك الخرائط التي تبين انواع الصخور في منطقة معينة واعمارها وعلاقتها ببعضها البعض بالاضافة إلى الخطوط الكنتورية فيها.

ان ابسط انواع الخرئط الجيولوجية هي الخرائط الجيولوجية للطبقات الصخرية الأفقية حيث يرسم مكان ظهور الطبقات الصخرية على الخارطة بحيث تكون الحدود الفاصلة فيما بينها منطبقة على الخطوط الكنتورية أو تقع بينها وموازية لها وبذلك يمكن تتبع مستوى هذا السطح ورسمه على الخارطة.

في حالة كون هذه الحدود لا تتقاطع مع الخطوط الكنتورية فإن هذا يعني ان الطبقات افقية. أما إذا كانت متقاطعة معها فتكون الطبقات مائلة. والشكل (6) يمثلان خارطتان جيولوجيتان لطبقات افقية ومائلة على التوالي.



الشكل (6)

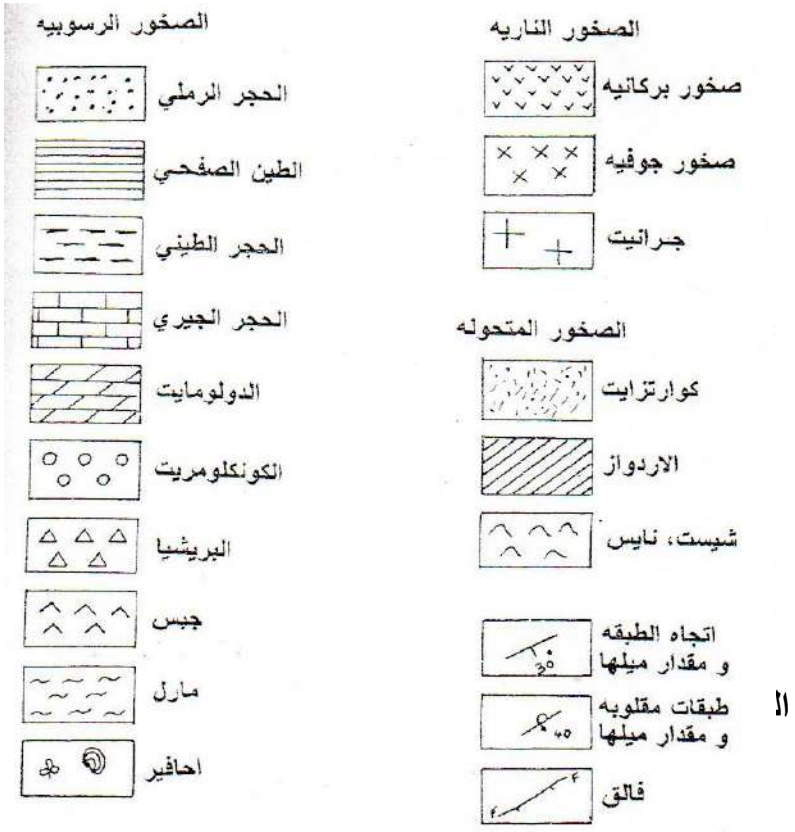
يرسم المقطع الجيولوجي الجانبي ليوضح تسلسل الطبقات على امتداد مستقيم معين ويوضح المقطع ايضاً سمك كل طبقة من الطبقات الموجودة على الخارطة الجيولوجية وميلها.

طريقة رسم المقطع الجيولوجي:

1- نرسم المقطع الجانبي (profile)
2- أشر الحدود الفاصلة بين الطبقات lithological contact على الخارطة.
3- أشر مساقط هذه الحدود على المنظر الجانبي (profile)
4- ضع العلامات الخاصة بكل نوع من انواع الصخور كما هو مثبت في مفتاح الخارطة.

دليل (مفتاح) الخريطة الجيولوجية Legend:

لكل خريطة دليل او يطلق عليه مفتاح الخريطة. وهو يمثل العمود الطبقي للصخور التي تتكون منها المنطقة التي تمثلها الخريطة الجيولوجية ومن الرموز او الاصطلاحات للتعبير عن انواع الصخور المتواجدة وخصائصها البنوية, كما في الشكل (7).



أهمية الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية

1- العلوم الجيولوجية: دراسة انواع الصخور وعلاقتها ببعضها البعض وظهورها واختفائها وسماكتها وميلها. وتحديد مواقع الحصول عليها واستكشافها .

2- العلوم الهندسية: تسهل عملية ايجاد مكان مناسب للمشاريع الهندسية كالسدود والخزانات والطرق والسكك الحديدية وخطوط الانابيب والري والقنوات والمشاريع الهندسية المختلفة.

3- العلوم الزراعية: تستخدم لايجاد الاماكن المناسبة للترب الزراعية ونوعها وطبيعة السطح الملائم للزراعة.

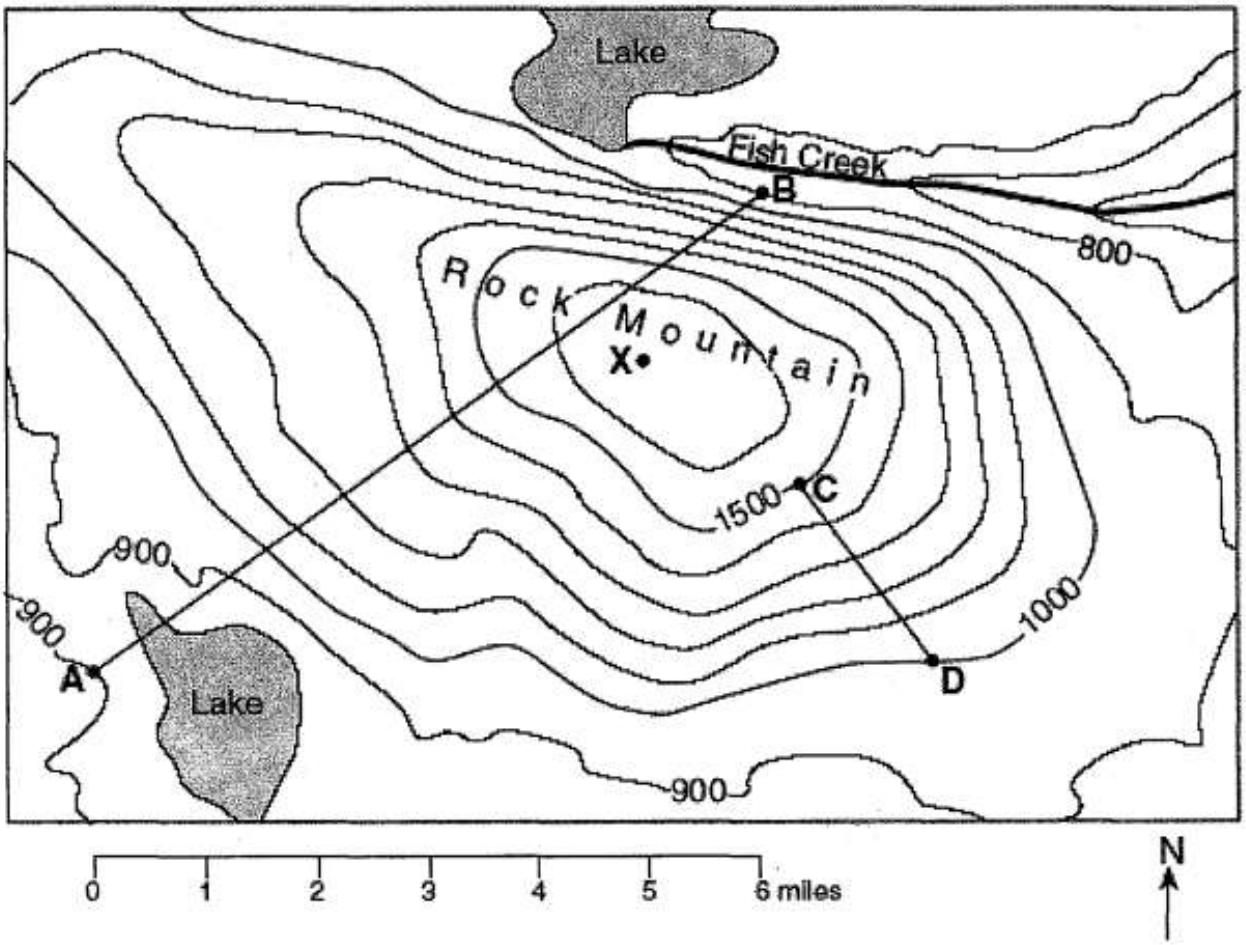
4- العلوم الجغرافية: توضح الطبيعة العامة لمنطقة من حيث التضاريس والظواهر الطبيعية وكذلك مواقع الطرق والمدن ونظم المعلومات الجغرافية GIS.

5- العلم الاقتصادية: عملية حساب كمية الاعمال الارضية وجدوتها الاقتصادية.

6- العلوم العسكرية: في بناء المعسكرات والمخابئ والانفاق وتحديد مسارات العجلات العسكرية .

المحاضرة الثالثة

مسائل وتطبيقات عن الخرائط الطبوغرافية



1- ماهي ارتفاعات النقاط A, B, C,D عن مستوى سطح البحر ؟

2- ماهي الفترة الكنتورية Control interval؟

3- احسب الميل بين A,C؟

4- ماهو اتجاه الجريان لنهر الصغير FISH Creek ؟

5- ماهو الارتفاع للنقطة X والنقطة Y في الخارطة ؟

6- ارسم المقطع profile للخط A B و الخط C D؟

7- في جبال Rocky mountain في اي اتجاه يكون الميل اكبر ولماذا ؟

محاضرة الرابعة

علم البلورات Crystallography

هو ذلك العلم الذي يختص بدراسة البلورات وأنواعها من حيث شكلها الخارجي وتركيبها الداخلي .

البلورة: هي جسم صلب على شكل هندسي محاط بأسطح مستوية منتظمة تسمى الأوجه البلورية Crystal Faces وتختلف حسب طبيعة لكل معدن, وتمثل البلورة انعكاساً للترتيب الذرات داخل للمعدن.

تتكون البلورات من تصلب المعادن في الحالة السائلة او حتى الغازية (اذ كان المعدن اصله ناري)، او نتيجة ترسيب كيمائي من المحاليل المائية (اذ كان المعدن اصله رسوبي). لكل معدن شكل بلوري خاص به ، يوجد معادن لها نفس التركيب الكيمائي مثل معدن الكالسايت والاركونايت وهو $CaCO_3$ ولكل لكل منها شكل بلوري مختلف ، والاختلاف في ترتيب المعدن يودي الى الاختلاف في صفاتة الخارجية ، الكالسايت النظام البلوري السداسي والاركونايت النظام البلوري المعيني .

عناصر البلورة أو صفات البلورة:

تمتلك البلورة العناصر أساسية التالية :

(1) **الوجه البلوري Crystal Face :** هو سطح مستو يحيط بالبلورة يحدد الشكل الخارجي للبلورة وله أشكال مختلفة حسب طبيعة كل بلورة. فقد تكون الأوجه مربعة أو مستطيلة أو مثلثة الشكل.

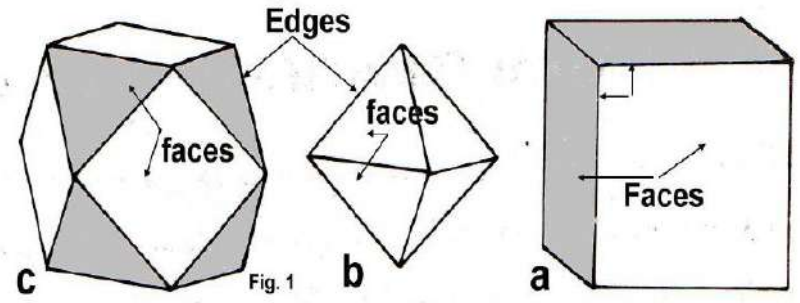


Fig. 1

(2) **الشكل البلوري Crystal Form :** وهو الشكل الناتج عن نمو أي معدن لتجمع ذراته بصورة طبيعية من الأشكال البلورية المكعب Cube والموشورPrism والابري وغيرها.

(3) **الحافة Edges** : هي الخطوط الناتجة من تقاطع وجهين بلوريين متجاورين في البلورة .

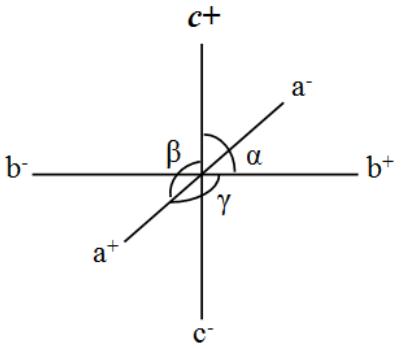
(4) الزاوية المجسمة Solid angle :هي الزاوية المتكونة من تقاطع ثلاثة أوجه أو أكثر من وجوه البلورة.

(5) **الزاوية بين الوجهيةInter Facial angle** : هي الزاوية المتكونة من التقاء وجهين متجاورين في البلورة .

(6) **المحاور البلورية:** وهي عبارة عن خطوط وهمية تتقاطع في مركز البلورة ، وتستعمل هذه المحاور لدراسة العلاقة بين الاوجة البلورية المختلفة، وعدد هذه المحاور ثلاثة في أغلب البلورات وأربعة في بعض الحالات ويرمز لها بحروف انكليزية (a, b, c) فالمحور (a) يمر بين منتصفات الوجهين الأمامي والخلفي, والمحور (b) يمر بين

منتصفات الوجهين الجانبيين, في حين يمر المحور الثالث (c) بين الوجهين العلوي والسفلي.

(7) **الزوايا البلورية axial angle :** هي الزوايا البلورية أو المحورية التي تتكون بين المحاور البلورية الثلاثة يطلق عليها الفا, بيتا, كاما (α, β, γ) .



المحاور البلورية والزوايا بين المحاور

(8) التماثل في البلورة Crystal Symmetry :

ان التركيب البلوري سيعكس نوعاً من التناظر (Symmetry) الذي يطلق عليها بعناصر التناظر (التماثل), وسيتم شرحها بعد التعرف على الأنظمة البلورية.

الأنظمة البلورية Crystal Systems :

استناداً إلى أطوال المحاور البلورية وعلاقة الزوايا المحصورة بينها تصنف البلورات إلى ستة أنظمة.

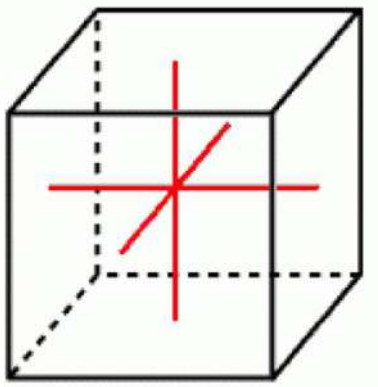
1- النظام المكعبي أو متساوي الأبعاد Cubic or Isometric System :

$$a = b = c$$

$$a \perp b \perp c$$

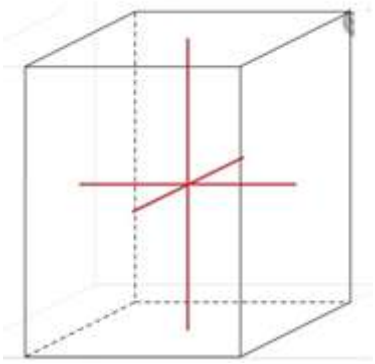
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^{\circ}$$

ومن الامثلة على هذا النظام معدن الهالايت NaCl (ملح الطعام)



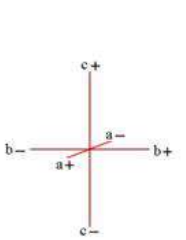
2- النظام الرباعي Tetragonal System :

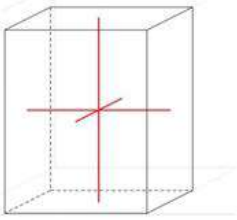
$$a = b \neq c$$
$$a \perp b \perp c$$
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^{o}$$

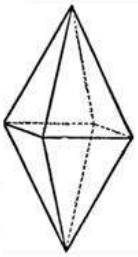


ومن الامثلة عليه معدن الزركون Zircon

3 - النظام المعيني القائم
Orthorhombic system :







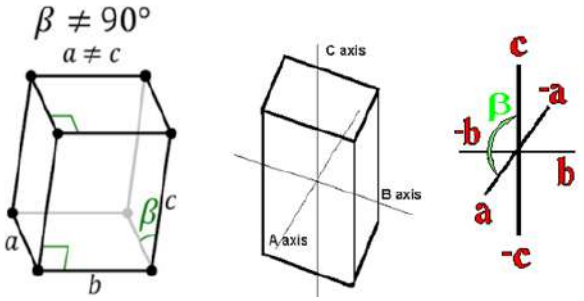
$$a \neq b \neq c$$
$$a \perp b \perp c$$
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^{o}$$

معدن الكبريت sulphur من الامثلة على هذا النظام

4- النظام أحادي الميل Monoclinic System :

$$a \neq b \neq c$$
$$a \perp b$$
$$b \perp c$$
$$a \not\perp c$$
$$\alpha = \gamma = 90^{o} \neq \beta > 90^{o}$$

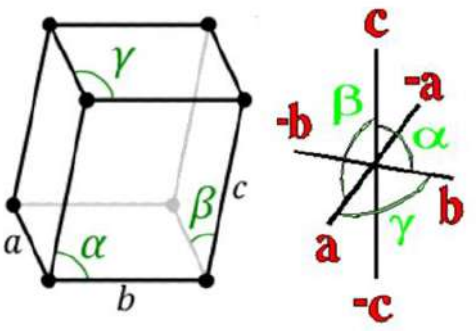
مثل معدن الجبس gypsum



5- النظام ثلاثي الميل Triclinic System :

$$a \neq b \neq c$$
$$a \not\perp b \not\perp c$$
$$\alpha \neq \beta \neq \gamma$$

معدن الالبايت Albite



6-النظام السداسي Hexagonal System :

يختلف هذا النظام عن بقية الأنظمة بامتلاكه أربعة محاور بلورية بدلاً من ثلاثة

$a_1 \wedge a_2 = 120^\circ$ $\quad a_1 = a_2 = a_3 \neq c$

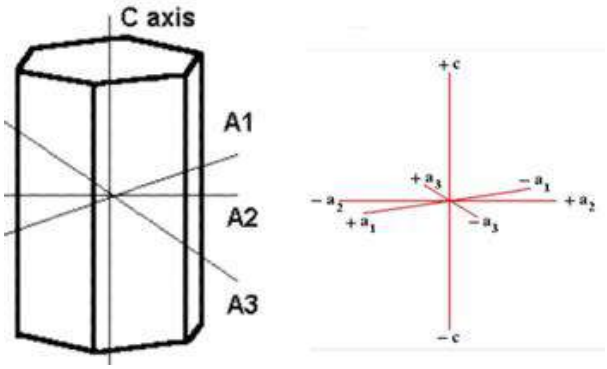
$a_2 \wedge a_3 = 120^\circ$ $\quad a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 \perp c$

$a_3 \wedge a_1 = 120^\circ$ 120° $\quad 120^\circ$

$c \perp (a_1, a_2, a_3)$ $\quad \alpha = \beta = 90^\circ \gamma = 120^\circ$

تقع (a_1, a_2, a_3) في مستوى افقي والمحور الرابع (c) عمودي عليها الزاوية بين المحاور $60^\circ =$.

ومن الامثلة عليه معدن الكوارتز quartz



❖ ذكرنا سابقاً بأن التركيب البلوري سواء الداخلي منه او الأوجه البلورية الخارجية تعكس نوعاً من التناظر ويطلق عليها بعناصر التماثل أو (التناظر) Crystal Symmetry وهي ثلاثة:

(1) محاور التماثل (التناظر): ويرمز له بحرف (L)
وهي تلك المحاور التي إذا دارت حوله البلورة دورة كاملة (360º) فإنها تعيد نفسها مرتين أو أكثر سواء كان ذلك للأوجه الخارجية او التركيب الذري الداخلي وهناك محاور تناظر ثنائية وثلاثية ورباعية وسداسية للبلورات وهذه المحاور قد تكون مطابقة (موازية) أو لا تكون مطابقة (موازية) للمحاور البلورية.

(2) مستويات التناظر (التماثل) Planes of Symmetry : ويرمز بحرف (P)
وهو عبارة عن المستوي الذي يقسم البلورة إلى قسمين متساويين بحيث ان احدهما هو صورة كصورة بالمرآة للآخر.

(3) مركز التناظر (Axes of symmetry) نقطة وهمية في داخل جسم البلورة (نقطة الأصل في المركز) بحيث ان أي خط مستقيم يمر بها سيقابل عناصر بلورية متشابهة على نفس المسافة من نقطة المركز ويرمز لها بحرف (c) ويمكن تمثيل عناصر التناظر (التماثل) في الأنظمة.

ملاحظة:

1- في جميع الأنظمة البلورية عدد مستويات التناظر يساوي عدد محاور التناظر ما عدا النظام المكعب.

2- جميع الأنظمة البلورية تحتوي على مركز تناظر واحد.

محاضرة الخامسة

علم المعادن Mineralogy

صفات المعادن Minerals Properties

فضلاً عن الصفة البلورية للمعادن فإن المعادن لها صفات كيميائية وفيزيائية

1- الصفات الكيميائية Chemical Properties

تتكون بعض المعادن من عنصر واحد من العناصر 92 الموجودة في الطبيعة. وهذا النوع إما ان يكون فلزياً metallic كالذهب Au والفضة Ag والنحاس Cu, أو لا فلزياً non-metallic كالكرافيتC والماس ومعدن الكبريت S.

والبعض الآخر من المعادن مكون من اتحاد عنصرين (2) مثل الكوارتز والكالينا PbS.
في حين تتكون معظم المعادن في الطبيعة من اتحاد 3 عناصر أو أكثر مثل الكالسايت $CaCO_3$.

2- الصفات الفيزيائية Physical Properties

هي مجموعة الخواص الطبيعية للمعادن التي يمكن دراستها بإستخدام اختبارات وأدوات بسيطة تعتمد أساساً على الضوء العادي الساقط عليه والمظهر الذي يبديه السطح الخارجي للمعدن إلى جانب قوة تماسك مكوناته وذلك بهدف التعرف على المعدن وتحديد هويته.

الخواص البصرية Optical Properties : وهي الخواص التي تختص بالعلاقة بين الضوء وسطح المعدن والعين ومن أمثلتها

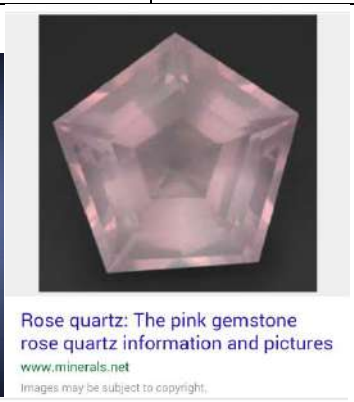
1) اللونColour: قابلية المعدن على امتصاص أو عكس أطوال موجية محددة من ألوان الطيف الشمسي أو (الطيف المرئي) أي ينتج عن طول الموجة أو الموجات الضوئية التي تنعكس من المعدن وتؤثر على شبكية العين لتعطي الاحساس باللون فمثلاً اللون الأسود ناجم عن قابلية المعدن على امتصاص جميع الأطوال الموجية للطيف المرئي. بينما اللون الأبيض ناجم عن قابلية المعدن على عكس جميع الأطوال الموجية للطيف المرئي.

وتنقسم المعادن بالنسبة للون إلى قسمين:

أ- معادن لها لون ثابت: يساعد في التعرف عليها مثل: الكبريت Sulphur (اصفر) الملاكيتMalachite (أخضر) والمغنتايتMagnetite (أسود)

ب- معادن ليس لها لون ثابت: نتيجة لاختلاف التركيب الكيميائي من عينه إلى أخرى مثل: انواع الكوارتز الوردي والبنفسجي والاحمر وتنتج هذه الألوان عن وجود شوائب مثل أكاسيد الحديد الحمراء (اللون الأحمر) أو اكاسيد المنغنيز البنفسجية (اللون البنفسجي) ، وقد يعزى التغير في اللون إلى البناء الذري للمعدن حيث توجد بعض الروابط بين الذرات مكسرة مثل الكوارتز المدخن (Smoky Quartz) او موزع على شكل حلقات أو نطاقات منتظمة حول بعضها البعض مثل العقيق (Agate) كوارتز خفي التبلور ومعدن كالسايت (أبيض, اصفر, أزرق) ومعدن فلورايت CaF_2 (ابيض, ازرق, بنفسجي, اخضر)

المعدن	التركيب الكيمياوي	الالوان المختلفة
كوارتز	SiO_2	شفاف / الوردي / البنفسجي / الأحمر / مدخن / رمادي
كالسايت	$CaCO_3$	ابيض / اخضر / اصفر
فلورايت	CaF_2	ابيض / ازرق / بنفسجي / اخضر



2) البريق Luster:

هي شدة انعكاس الضوء الساقط من على سطح المعدن, وتعتمد أساساً على معامل انكسار المعدن Refractive index والعلاقة طردية بين شدة البريق ومعامل الانكسار وبعبارة أخرى مقدار ونوع الضوء المنعكس من سطح المعدن وينقسم إلى:

أ- البريق فلزي Metallic luster: وهو البريق الذي تعطيه المعادن الفلزية التي لها معامل انكسار أكبر من (3) من أمثلتها معادن العناصر الحرة كالذهب والفضة كذلك البايرايت .

ب- البريق دون الفلزي Sub Metallic luster: للمعادن التي لها معاملات انكسار تساوي (3) تقريباً وهي معتمة إلى نصف معتمة من امثلتها الهيماتايتHematite.

ج- البريق اللافلزيnon Metallic luster: وتعطيه المعادن اللافلزية وهي عادة تكون فاتحة اللون وتسمح بمرور الضوء من خلالها المعادن الشفافة وكذلك المعادن ذات معاملات الانكسار اقل من (2.6) ويقسم إلى

[1] بريق زجاجي Glassy: مثل بريق الزجاج مثال الكوارتز.

[2] بريق ماسي Adamatine: مثل بريق الماس الساطع.

[3] بريق صمغي: مثل سطح ومظهر الصمغ مثل الكبريت.

[4] بريق لؤلؤي Pearly: ويشبه البريق بريق اللؤلؤ مثل معدن التلكTalc, والموسكوفايتMoscovite.

[5] بريق حريري Silky: وينتج عن المعادن التي على هيئة ألياف مثل بعض انواع الجبس ذو الألياف.

[6] بريق أرضي أو مطفىEarthy: عندما يكون السطح ليس له بريق أي (طفى (ترابي) مثل الكاوؤلينKaoline.

[7] بريق شمعي Waxy مثل Opal.

المعدن	البريق	
الجالينا المعادن الفلزية (الذهب, الفضة, النحاس, الحديد) الكرافيت ، بايرايت	فلزي	
الكوارتز	glassy (زجاجي)	لا فلزي
الماس	ماسي Adamatine	
الكبريت	صمغي Resinous	
الاوبال	شمعي Waxy	
التالك / الجبس / المسكوفيت	لؤلؤي pearly	
الجبس الليفي	حريري silky	
كاؤولين	ارضي او مطفي (ترابي) Earthy	

المخدش Streak:

وهو لون المسحوق الناعم الناتج من حك المعدن على سطح خشن او على لوح المخدش (Streak Plate) وليس من الضروري ان يكون لون المخدش مطابقاً للون المعدن مثلاً: البايرايتPyrite له لون كالنحاس الاصفر ومخدشه اسود والهيماتايت اسود ومخدشه احمر او بني والمخدش للمعدن الواحد خاصية ثابتة ولهذا يعتبر مهماً للمعادن ذات الألوان

المختلفة مثل معدن الكوارتز فالمخدش ثابت على رغم اختلاف الوانه. ومعدن الليمونايت لونه بني والى اصفر يعطي مخدشاً اسود والمغنيتايت لونه اسود ومخدشه اسود .
المخدش يعتبر صفة مساعدة في تشخيص وخاصة المعادن الفلزية ذات البريق الفلزي ، اكثر من المعادن غير الفلزية عادة، والتي تكون عديمة اللون او الوانها فاتحة والتي من الصعب تشخيصها بطريقة المخدش .

المعدن	لون المعدن	لون المخدش
مغنيتايت	اسود	اسود
هيماتايت	اسود	بني او احمر
ليمونايت	اصفر - بني	اسود
الكوارتز	ابيض (أو ذو الوان)	ابيض

محاضرة السادسة

تكملة صفات المعادن

الشفافية Transparency:
هي قدرة المعدن على تمرير الضوء من خلاله وتعرف المعادن التي تسمح برؤية الأجسام من خلالها بوضوح وبسهولة بأنها شفافة Transparent فإذا بدت الاجسام غير واضحة فإن المعدن يعتبر في هذه الحالة نصف شفاف Translacent اما المعدن المعتم opaque فهو لا يسمح بنفاذ الضوء من خلالها على الاطلاق مثال للمعدن الشفاف معدن الكوارتز والجبس النقي ومثال للمعدن نصف الشفاف الكوارتز المدخن smoky quartz او الكوارتز الوردي, ومثال للمعدن المعتم معدن الكرافيت.

المعدن	الشفافية
الكوارتز الجبس النقي	شفاف
الكوارتز المدخن ،Smoky Quartz	نصف شفاف
الكالينا البايرايت الكرافيت	معتم

Graphite mineral

الخواص التماسكيةCohesive Properties:

وهي الخواص التي تعتمد على قوة ترابط الجزيئات المكونة للمعدن ومن أهمها:

1- الصلابة Hardness:

وهي المقاومة التي يبديها المعدن للخدش: هنالك مقياس للصلابة للعالم موهسMohs مستخدماً عشرة معادن تبدأ بأقل المعادن صلابة وهو Talc وتنتهي بأكثر المعادن صلابة وهو الماس يتدرج من الرقم 1 إلى الرقم 10 وهي درجات نسبية ولعدم توفر هذه المعادن يمكن استخدام اشياء لتعيين الصلابة مثل الظفر (2.5) قطعة نقود نحاسية (3.5) وقطعة زجاج (5.5) لوح المخدش (6.5) وقطعة الحديد او المبرد من الصلب (6.7)

Mohs Scale		
	Talc	1
	Gypsum	2
	Calcite	3
	Fluorite	4
	Apatite	5

	Orthoclase	6
	Quartz	7
	Topaz	8
	Corundum	9
	Diamond	10

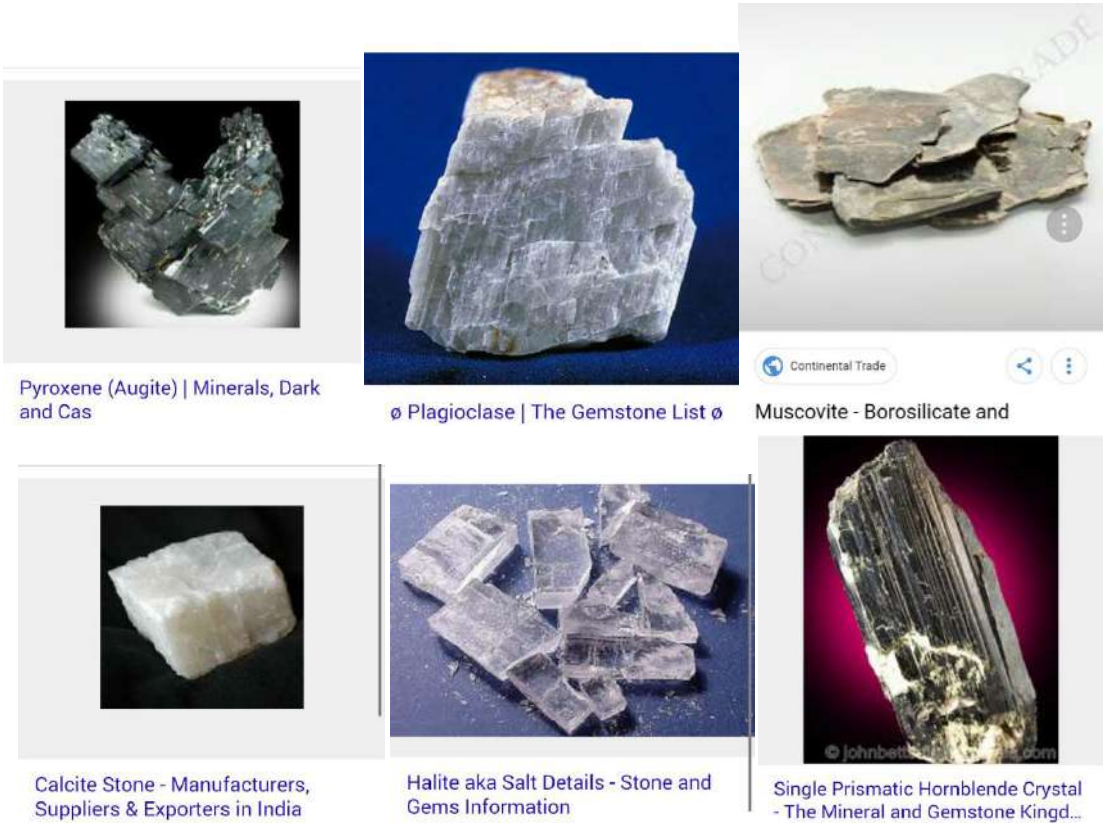
2)الانفصام (التشقق) Cleavage:

وهي قابلية المعدن للانفصام أو التشقق عند أسطح ومستويات معينة عند طرقها خفيفاً حيث ترتبط بالنظام البلوري وكذلك البناء الذري الداخلي للمعدن حيث ترتبط الذرات بالنظام البلوري وكذلك البناء الذري الداخلي للمعدن حيث ترتبط الذرات برباط ضعيف في هذه المستويات. ويوصف لسهولة حدوثه واكتماله بالصفات التالية: انفصام كامل Perfect, وانفصام واضح او جيد Distinct / good, انفصام غير كامل imperfect وانفصام ضعيف Poor.

أهم المعادن ذات الانفصام الكامل المايكاوالكالسيت, والجبس

ويقسم الانفصام (او التشقق) إلى:

1- تشقق بمستوى واحد: المايكا.
2- تشقق بمستويين: الفلدسباربايروكسين متعامد والامفيبول غير متعامد.
3- تشقق بثلاث مستويات: متعامدة على بعض مثل معدن الكالسيت والجبس.



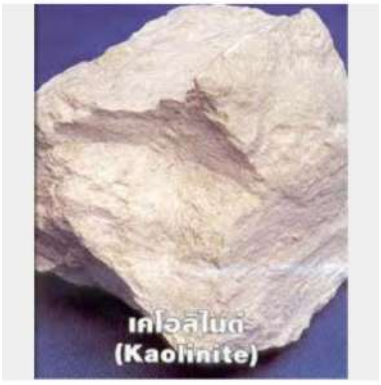
3) المكسر Fracture

وهي عبارة عن نوع وشكل السطح الناتج عند كسر المعدن ويستخدم الصفات التالية في وصف الأنواع المختلفة في المكسر

1- المحاري Conoidal مثل الكوارتز والابسيديانObsidian.
2- المسنن Hackly مثل النحاس.
3- المستوي المنتظم Even مثل الكالسيت والصوان Chert.
4- الترابي Earthy مثل الكاوؤلين والطباشير Chak.
5- الليفي Fibrous على هيئة الياف مثل الجبس الليفي.
6- الغير منتظم uneven سطوح غير ملساء او خشنة الملمس مثل البايرايتPyrite

المعدن	المكسر
الكوارتز	محاري Concoidal
النحاس Cupper	المسنن Hackly
الكالسايتCalcite	المستوي المنتظم Even
الكاوؤلين	الترابي Earthy
الجبس الليفي	الليفي Fibrous
البايرايتPyrite	الغير منتظم uneven

سطوح غير ملساء او خشنة الملمس	



I09-03-kaolinite.jpg

4) الوزن النوعي Specific gravity

عبارة عن وزن حجم معين من المعدن منسوباً إلى وزن نفس الحجم من الماء يحسب الوزن النوعي بالقانون الآتي (بدون وحدات)

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{\text{وزن المعدن في الهواء}}{\text{وزنه في الهواء} - \text{وزنه في الماء}}$$

من الناحية العملية يتم تقدير الوزن النوعي للمعدن بواسطة تقدير ثقله في اليد كأن نقول المعدن ثقيل جداً مثل Magnetite او ثقيل مثل الأوليفين والبايروكسين أو متوسط الثقل مثل الكوارتز و Talc وخفيف مثل الهالايت.

محاضرة السابعة

طريقة تقدير الوزن النوعي للمعادن

يوجد طريقتين لتقدير الوزن النوعي للمعادن

الطريقة الاولى : - 1- خذ نموذج من المعدن المراد معرفة وزنه النوعي وقم بوزنه جافا

2- اوزن وعاء فارغ الذي سوف تستخدمه لاحقا في تجميع الماء الزائد من تحت البيكر نتيجة غمر المعدن في الماء .

3- ضع المعدن في بيكر (beaker) مملوء بالماء ، المعدن سوف يزيح جزء من الماء من البيكر الى الوعاء الموضوع اسفل البيكر

4- اوزن الوعاء مع الماء ثم اطرح (وزن الوعاء + الماء - وزن الوعاء فارغ) ، الناتج يمثل وزن الماء في الوعاء والذي يمثل حجمه حجم المعدن .

5- يحسب الوزن النوعي للمعدن $= \frac{\text{وزن المعدن جافا}}{\text{الوزن الذي يكافي حجم الماء}}$

الطريقة الثانية : استخدام قاعدة ارخميدس Archimedes في حساب الوزن النوعي للمعادن .

$$SpG = \frac{Weight\ of\ mineral\ in\ Air}{weight\ in\ Air - Weight\ in\ water}$$

معظم المعادن المكونة للصخور يكون وزنها النوعي بين 3.4 -2.6 ، في حين معادن الخامات ore mineral يكون وزنها النوعي اكبر ويترواح بين 8-5

المعدن	الوزن النوعي	
الهالايت الجبس	2.16 2.32	خفيف
كوارتز الكالسايت	2.65 2.71	متوسط
بايروكسين الماس	3.2 – 3.6 3.52	ثقيل
بايرايت الهيماتايت الكالينا	5.02 5.26 7.4 – 7.6	ثقيل جداً

3- الخواص الكهربائية والمغناطيسية:

أ- خاصية التوصيلية الكهربائية:

الفلزات جيدة التوصيل للكهربائية واللافلزات رديئة التوصيل أو عديمة التوصيل. أما أشباه الفلزات فهي شبه موصلة مثل السليكون و التي احدث اكتشافها ثورة في الصناعات الالكترونية.

ب- الخاصية المغناطيسية:

المعادن التي تنجذب بالمغناطيس تسمى البارامغناطيسيةParamagnetic مثل المغناتايت وأكاسيد الحديد الأخرى بينما تسمى المعادن التي لا تنجذب بالمغناطيس بالدايامغناطيسيةDiamagnetic مثل الكوارتز.

ج- التفاعل مع حامض الهيدروكلوريك المخفف (15%):
المعادن الكاربونية مثل الكالسايتوالدولومايت تتفاعل مع هذا الحامض وتحدث ازيزاً عند وضع قطرات عليه بينما الجبسوم لا يتفاعل مع الحامض المتكور.
س / كيف تميز بين Calcite ومعدن Dolomite باستخدام الحامض ؟ اي معدن منهما تفاعلة اكثر مع الحامض ولماذا ؟

د- الخواص الحواسية:
تكون احياناً صفات مميزة تساعد في التعرف على بعض المعادن:
[1] الرائحة Odor: مثل المعادن الحاوية على الكبريت في تركيبها الكيمياوي تعطي رائحة تشبه البيض الفاسد الناتج عن ثنائي اوكسيد الكبريت والكبريت والحديد في تركيبه يعطي رائحة الثوم عند تسخينه والمعادن الطينية رائحة الطين عندما يبتل بالماء.
[2] المذاقTaste: مثل معدن الهالايت طعمة مالح لانه ملح الطعام NaCl
[3] الملمس Feel: مثل معدن Talc المميز بملمسه الصابوني وبعض المعادن الفلزية ذات ملمس بارد والطباشير Chalk ملمسه خشن

استخدامات المعادن في الحياة Minerals in everyday life

ان تطور الإنسان كان مرتبط بالمعادن والصخور ، على سبيل المثال كان هناك عصر يسمى العصر الحجري stone age (rocks) الذي يشير الى الصخور . العصر البرونزي Bronze age (الذي يمثل العصر) الذي استخدمت فيه (النحاس و معدن Tin وإذابتهم سوية وعمل البروز . والعصر الحديدي iron age الذي تم استخلاص واذابة الحديد من الصخور و المعادن الحاملة له واستخداماته المختلفة . ان خصائص المعدن الفيزيائية والكيمائية تحدد استخدام المعادن

تمرين

المعادن التالية تلعب دور مهم في حياة الانسان ، اعمل ربط بين اسم المعدن واستخدامه وفي اي غرض يستخدم ،بعض المعادن لها اكثر من استخدام واحد ، اعتمد على ملحق المعادن في الحل

1-garnet ,2-Halite , 3-Quartz , 4-Magnetite, 5-graphite ,6-Calcite , 7-Malachite ,8- Gypsum

الاستخدام *Economic use*	اسم المعدن *Mineral*	الفكرة والسبب من الاستخدام *why ideal for this use*
melt ice on roads اذابة الجليد من الشوارع		
very hard abrasive مواد حادة مدببة		
make wallboard عمل الجدران		
major component of glass *المكون الرئيسي للزجاج*		
decrease acidity of fields and gardens تقليل من حموضة تربة الحقول والحدائق		
sources of lead مصدر للرصاص		
مصدر للحديد *source for iron*		
مصدر للنحاس *source of copper*		
writing material مواد للكتابة		
Navigation with a compass *بوصلة تحديد الاتجاهات في الملاحة*		

محاضرة الثامنة

التحليل الكيميائي للمعادن وكيفية صياغة الرمز الكيميائي للمعادن
Chemical Analysis and formulas of the Minerals

يعرف المعدن بانه مادة صلبة غير عضوية متجانسة تكونت بشكل طبيعي ولها خواص فيزيائية معينة وتركيب كيميائي ثابت ونظام بلوري مميز .

توجد بعض العناصر كالذهب والخارصين والكبريت في حالة غير متحدة مع غيرها وتكون صيفتها Formulas كرمزها العنصري . لكن اغلب المعادن هي تتميز بوجود مركبات تتكون من عنصرين او اكثر وصيغة الكيميائية تدل على نسبة العناصر الداخلة في تركيب المعدن ، على سبيل المثال معدن الكالينا Galena PbS يتكون من ذرة واحدة من الكبريت لكل ذرة من الرصاص . اما معدن الجالكوبارايت Chalcopyrite $CuFeS_2$ يتكون من ذرتين كبريت لكل ذرة رصاص وحديد .

يمكن استنتاج الصيغ الكيمائية Chemical formulas للمعادن من التحاليل الكيمائية الكمية وهذه التحاليل تعطي النسبة المئوية الوزنية للعنصر التي تعطي من قبل المحلل الكيمائي ومجموعها يقل او يزيد بشكل ضئيل عن 100% .

الجدول التالي يعطي التحليل الكيميائي لمعدن الجالكوبارايت

العنصر	WT% Qualitative analysis (1)	Recalculated WT%(2)	Atomic weight (3)	Atomic proportion (4)	Atomic ratios (5)
Cu	33.957	34.4	63.54	0.54139	1
Fe	30.284	30.68	55.85	0.54932	1
S	34.473	34.92	32.07	1.0886	2

Sum	98.71	100			

النسب في العمود رقم 1 اعطيت من قبل الكيميائي باستخدام تحليل جهاز الامتصاص الذري ، عدلت واصبح مجموعها 100 في العمود 2 بعد تصحيح النسبة المئوية ، من خلال تقسيم الارقام على المجموع العمود الاول 98.71 ثم ضرب النتاج في 100 . وبما ان كل عنصر له وزن ذري مختلف لذلك فان النسبة المئوية لاتمثل النسبة بين الذرات المختلفة وللوصل الى العلاقة الجزيئية تقسم النسب المئوية لكل عنصر على وزنه الذري للحصول على سلسلة من الارقام العمود 4 التي تمثل الاجزاء الذرية والتي منها نستنتج النسب الذرية العمود رقم 5 . في معدن الجالكوبارايت تكون نسب العناصر Cu:Fe:S بشكل 1:1:2 ويكتب بالمعدن بالشكل التالي $CuFeS_2$ وهي الصيغة الكيمائية للمعدن . ان هذه الخطوات تطبق فقط على المعادن التي لاتحتوي على عنصر الاوكسجين في تركيبها الكيمائي .

محاضرة التاسعة

علم الصخور PETROLOGY

هو العلم الذي يهتم بدراسة الصخور الموجودة في الطبيعة من حيث تكوينها, تواجدها, انتشارها وأهميتها.

الصخرة Rock: عبارة عن تجمع المعادن بشكل متماسك وتكون صلبة. قد تكون الصخرة مكونة من معدن واحد Monomineralic أو من أكثر من معدن Polymineralic. من أمثلة الصخور أحادية المعدن: صخرة الديونايت Dunite النارية المكونة من معدن الأوليفين, صخرة الحجر الجيري Limestone الرسوبية المؤلف من معدن الكالسايت صخرة الجبس Gypsum الرسوبية وصخرة الكوارتزايت Quartizite المتحولة المؤلفة من معدن الكوارتز SiO_2.

تواجد المعادن في انواع الصخور المختلفة

بعض المعادن توجد فقط في نوع واحد من الصخور مثل معدن الهالايت Halite الذي يكون يوجد في صخور المتبخرات Evaporate rocks التي تتكون من تبخر الماء المالح والتي تعود الى الصخور الرسوبية ، في حين ان معدن الهالايت Halite لايوجد في الصخور النارية او الصخور المتحولة . في حين معدن الكوارتز quartz يمكن ان يتبلور من المنصهر magma ويوجد في الصخور النارية ، ويكمن ان يتكون خلال تفاعلات التحول ويوجد في الصخور المتحولة . ويمكن ان يترسب من خلال المياه ليشكل حبيبات ناعمة او حبيبات رابطة cement grain في الصخور الرسوبية الفتاتية clastic sedimentary rock ، اي ان معدن الكوارتز يوجد في الصخور النارية والرسوبية والمتحولة .

الجدول يوضح تواجد بعض المعادن الشائعة في الصخور الرسوبية والمتحولة والنارية

المعادن Mineral	النارية	الرسوبية	المتحولة
feldspar فلدسبار	▲	■ ♣	▲
quartz كوارتز	▲	■ ♣	▲
Muscovite مسكوفايت	▲	■	▲
Biotite بايوتايت			▲
Halite هالايت		■	
calcite كالسايت		■	▲
dolomite دولومايت		■	▲
gypsum جبسوم		■	
Talc تالك			▲

▲ شائعة التواجد في الصخور

■ نادرة التواجد في الصخور

♣ تتواجد شائع في الصخور بشكل فتات معدني

وصف نسيج الصخور Rock Texture

يكون نسيج الصخور اما نسيج زجاجي glass ولاماع والتي تكون صخورها نسيبا قليلية ، او نسيج حبيبي grain .

لوصف نسيج الصخور لابد من معرفة

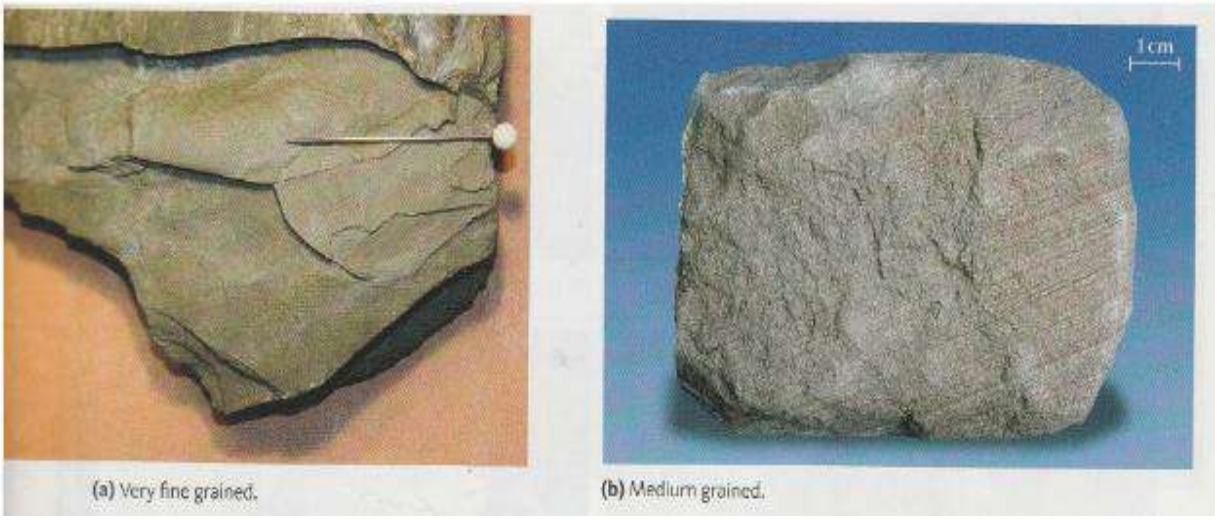
1- حجم الحبيبات grain size

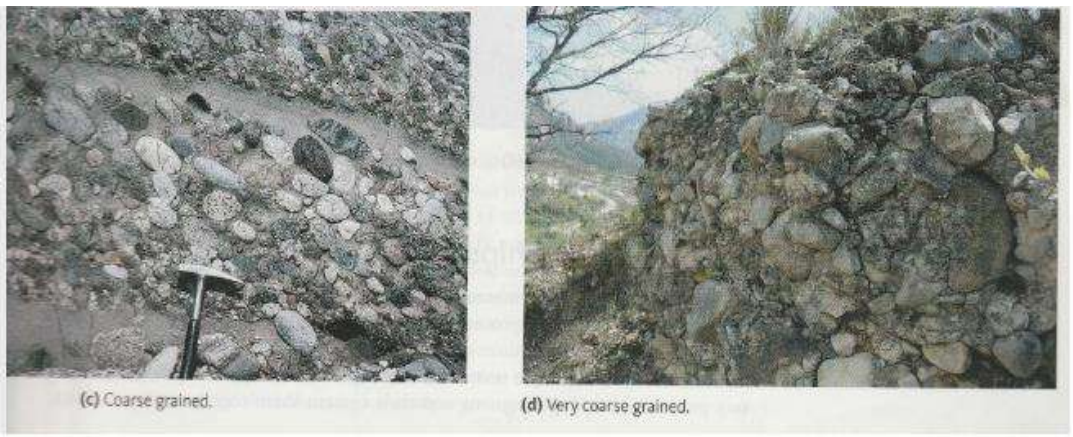
هل الحبيات هي خشنة coarse او متوسطة الحجم medium ام ناعمة fine او جدا ناعمة very fine

تصنيف الحجم الحبيبي للصخور grain size terminology of the rocks

حجم الحبيبات Grain size term	التعريف العملي practical definition	حجم الحبيبات Approximate size range
حبيبات خشنة Coarse grained	الحبيات كبيرة بشكل كافي حيث يمكن تميز المعادن الموجودة .	اكبر من 5 ملم
حبيبات متوسطة medium grained	حبيبات منفردة يمكن رويتها بالعين المجردة ،ولكن الحبيات نوعا ما صغيرة لايمكن تميزها	بين 0.1 - 4.9 ملم
حبيبات ناعمة fine grained	الحبيات المنفردة جدا صغيرة لا يمكن مشاهدتها بالعين المجردة او باستخدام العدسة المكبرة اليدوية .	اقل من 0.1 ملم
نسيج زجاجي Glassy	لايوجد اي حبيبات ،الضخرة متجانسة وتبدو كتلة من الزجاج	.....

صور توضح الحجم الحبيبي للصخور الرسوبية Grain size in sedimentary rocks





يوجد صخور تحتوي على حبيات مختلفة الحجوم different size كما في الشكل d اعلاه (جبيبات كبيرة الحجم) ،حيث توجد حبيبات خشنة محاطة بحبيبات ناعمة ،وهذا المزيج يعطينا معلومات مهمة عن تكون الصخور .

2- شكل الحبيات Grain shape

هل شكل الحبيبات له نفس الابعاد من جميع الاتجاهات ، او شكل الحبيبات مختلف من اتجاه الى اخر . هل الشكل الحبيات دائري ،بيضوي ،مكعب او شكل غير منتظم ، حيث ان هذه المعلومات تخبرنا عن ظروف وكيفية وتكون هذه الصخور.

الاشكال المثالية لحبيات الصخور Typical grain shapes

a) حبيات ذات زوايا حادة B Angular grains) حبيات مدورة كروية rounded grains

محاضرة العاشرة

الصخور النارية Igneous Rocks:

وهي الصخور المتكونة نتيجة تصلب المواد المنصهرة Magma بعملية التبلور نتيجة التبريد الحاصل للصهير اثناء اختراقه طبقات القشرة الارضية, هذا الصهير ذو درجات الحرارة العالية ينبثق للأعلى باتجاه سطح الأرض ليتصلب بفعل التبريد إما بسرعة كبيرة ليصل فجأةً للسطح ليعطي صخوراً نارية البركانية Volcanic rocks, أو يتصلب هذا الصهير في جوف الأرض خلال اقتحامه لطبقات الأرض ببطء ليعطي صخوراً اقتحامية Intrusive rocks وهي ما تسمى أيضاً الصخور الجوفية أو البلوتونية Plutonic rocks.

سيختلف نسيج هذين النوعين من الصخور النارية بسبب اختلاف سرعة التبريد, فالصخور البركانية ستكون ناعمة التبلور او ذات نسيج زجاجي (غير متبلور) بسبب التبريد السريع جداً Rapid cooling أو المفاجئ Sudden cooling على التوالي, أما الصخور الجوفية فستكون ذات نسيج

خشن أي ذات بلورات خشنة بسبب التبريد البطيئ Slow cooling للصهير, ففي الحالة الأولى لا يتوفر الوقت الكافي لتكوين البلورات بينما في الحالة الثانية سيكون هنالك وقت كافٍ للتبلور.
نسيج الصخور النارية بنوعيها البركانية والجوفية يدل على درجة تبلور المعادن المكونة لها أو ما يسمى (الحجم الحبيبي لتلك المعادن) كما ذكرنا سابقاً.

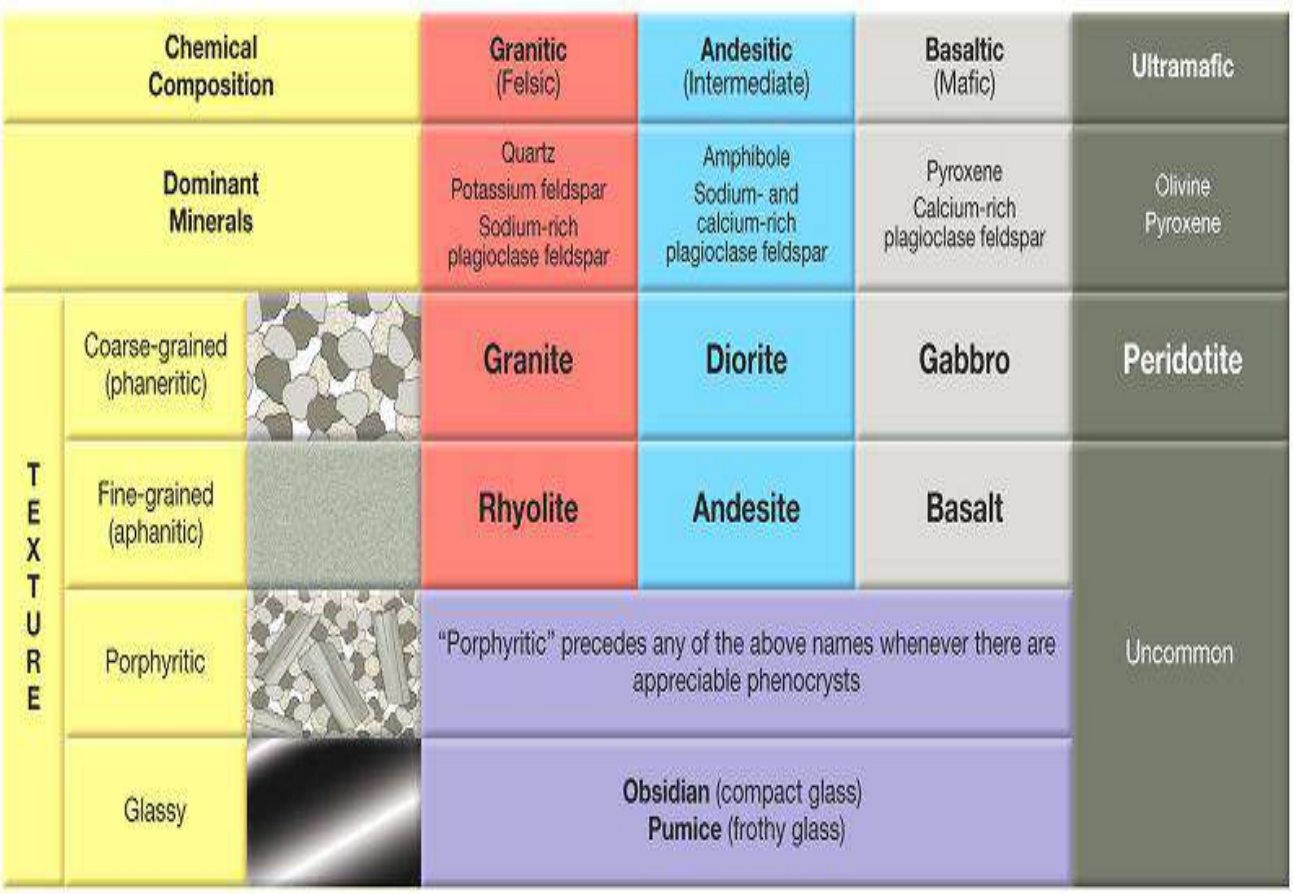
وتقسم الصخور النارية نسبة إلى لونها:

1- صخور نارية فاتحة اللون: هي صخور مكونة من الكوارتز الفلدسبار (الاورثوكليس والبلاجيوكليس) بشكل رئيسي. الفلدسبار البوتاسي (Orthoclase) والبلاجيوكيز الغني بالصوديوم (Na-Plagoclase) (البايت) (albite), مثل صخرة الكرانايت Granite الجوفية ومكافئها البركاني الريولايت وقد تحتوي أحياناً على نسبة قليلة من المعادن الغامقة اللون مثل الهوربنلند أو البايوتايت كمعادن ثانوية وهي الصخور الحامضية Acidic Rocks.
2- صخور نارية متوسطة اللون: هي صخور مكونة بشكل اساسي من الهورنبلند والبلاجيوكليس وقد تحتوي على نسبة قليلة من معادن المايكا أو البايروكسين او الكوارتز كمعادن ثانوية وهي الصخور المتوسطة (Intermediate Rocks) مثل صخرة السايانايت الجوفية والمكافئ لها التراخايت او صخرة الدايورايت الجوفية ومكافئها البركاني الانديسايت.
3- صخور نارية غامقة اللون: هي صخور مكونة بشكل رئيسي من البايروكسين والبلاجيوكليس الكلسي وتكون غنية بالحديد والمغنيسيوم, وقد تحتوي على الاوليفين او الهورنبلند او المايكا بشكل ثانوي وهي الصخور القاعدية تحتوي (Pyroxene) (Ca-plagoclase) مثل صخرة الكابرو الجوفية ومكافئها البركاني صخرة البازلت.
4- صخور نارية غامقة اللون: هي صخور مكونة من الأوليفين والبايروكسين بشكل رئيسي. وقد تحتوي على الهورنبلند او الانورثابت بنسبة قليلة كمعادن ثانوية وهي الصخور الفوق قاعدية (Ultrabasic. Rocks) مثل صخرة Dunite الديونايت البيريدوتايت والبايروكسينايت الجوفية ولا يوجد مكافئ بركاني لها.

وتقسم الصخور النارية من حيث النسيج Texture:

1- نسيج خشن الحبيبات (Phaneritic texture) بلورات معدنية كبيرة في الحجم ومتشابهة في النمو والترتيب بسبب تصلب الصهير بصورة بطيئة تتميز به الصخور النارية الجوفية مثل صخرة الكرانايت والكابرو والديورايت.
2- نسيج دقيق (ناعم) الحبيبات Aphanitic texture: بلورات معدنية دقيقة جداً تكونت نتيجة التبريدالسريع للصهير تتميز به الصخور النارية السطحية (البركانية) مثل صخرة: البازلت والريولايت الانديسايت.
3- النسيج البورفيري Porphyritic texture: هو ذلك النسيج الذي تكّون في الصخرة من بلورات كبيرة تحيطها حبيبات ناعمة من نفس المكونات المعدنية للصخرة. وهذا يعني ان الصخرة عانت مرحلتين من التبريد, الأولى تبريد بطيء اتاح الوقت الكافي فيه الفرصة لتكوين بلورات خشنة, أعقبها مرحلة ثانية من التبريد وهو تبريد سريع لم تتح فيه الفرصة لتكوين بلورات خشنة فتتكون بدلاً منها حبيبات ناعمة تحيط بالبلورات الخشنة. يتكون مثل هذا النسيج في الصخور القريبة من سطح الارض. أي على اعماق متوسطة بين الجوفية (في الأعماق) والبركانية (على السطح) مثل الكرانايت البورفيري وصخرة الدولورايت.
4- نسيج زجاجي glassy texture: يتكون هذا النسيج بسبب اندفاع الحمم البركانية lavaفي الهواء او في أي وسط ذو درجات حرارة منخفضة مثال عليه صخرة الاوبسيديان (Obsidian)

5- نسيج فقاعي Vesicular texture يتكون نتيجة هروب الغازات وبخار الماء من الصهير تاركة فراغات (holes) تسمى فقاعات وقد تمتلئ هذه الفقاعات أو الفراغات بمعادن ثانوية ومواد غريبة لاحقاً مثل صخرة البازلت المتفقع (Vesicular basalt) وصخرة البيومس (Pumice).



الصخور النارية	اسم الصخرة الجوفية	المكافئ البركاني لها	المكونات المعدنية
الحامضية	الكرانايت Granite	الرايولايت Rhyolite	كوارتز وأورثوكليس وبلاجيوكليس بنسب متساوية تقريبا مع نسب قليلة من الهورنبلند أو المايكا.
	الكرانودايورايت Granodiorite	الداسايت Dacite	كوارتز مع (بلاجيوكليس اكثر من أورثوكليس) ونسب قليلة من المايكا أو الهورنبلند.
المتوسطة	السايانايت Syenite	التراخايت Trachyte	أورثوكليس بشكل رئيسي مع نسب قليلة من البلاجيوكليس والكوارتز.
	الدايورايت Diorite	الانديسايت Andesite	بلاجيوكليس مع هورنبلند بشكل رئيسي مع نسب قليلة من البايروكسين أو الكوارتز.
القاعدية	الكابرو Gabbro	البازلت Basalt	بلاجيوكليس مع بايروكسين بشكل رئيسي مع نسب قليلة من الأوليفين أو المايكا.
	الدولرايت Dolerite	البازلت Basalt	نفس مكونات الكابرو إلا إنها ذات نسيج مختلف (بورفيري*).
فوق القاعدية	الديونايت Dunite	----------	أوليفين بشكل رئيسي مع نسبة قليلة جدا من البايروكسين.
	البيريدوتايت Peridotite	----------	أوليفين مع بايروكسين بشكل رئيسي مع نسبة قليلة أحيانا من الهورنبلند أو البلاجيوكليس (انورثايت).
	البايروكسينايت Pyroxenite	----------	بايروكسين بشكل رئيسي مع نسبة قليلة جدا أحيانا من الأوليفين.

* النسيج البورفيري Porphyritic هو ذلك النسيج الذي تتكون في الصخرة من بلورات كبيرة تحيطها حبيبات ناعمة من نفس المكونات المعدنية للصخرة. وهذا يعني ان الصخرة عانت مرحلتين من التبريد، الأولى تبريد بطئ أتاح الوقت الكافي فيه الفرصة لتكوين بلورات خشنة، أعقبتها مرحلة ثانية من التبريد وهو تبريد سريع لم تتح فيه الفرصة لتكوين

Granite: Igneous Rock - Pictures,

Rhyolite - Wikipedia, the free

Diorite: Coarse-Grained Intermediate

Andesite: Fine-Grained Intermediate

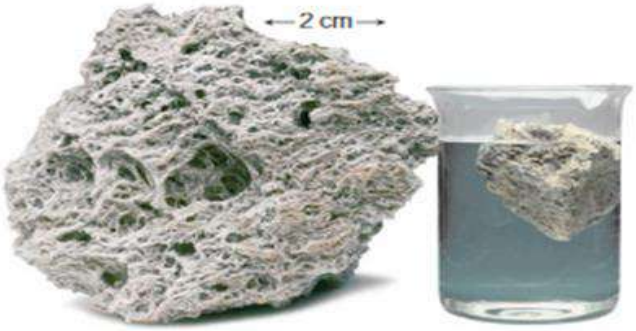
Gabbro - Igneous rocks

Basalt - Wikipedia, the free

Obsidian

Pumice

صور لانواع مختلفة من الصخور النارية



Pumica , a vesicular igneous rock .
Many samples of pumica float in water because they contain numerous vesicles.

محاضرة الحادية عشر

وصف الصخور النارية

حجم الحبيبات المتبلورة للصخور النارية تعتبر المفتاح لفهم تاريخ تبريد الصخور *cooling history* لمعظم الصخور النارية والتي تتصلب تحت سطح الارض او على السطح .

مختبريا او في الحقل يوجد 3 مظاهر يجب توضيحهم عند وصف نماذج الصخور النارية

1- حجم الحبيبات *grain size*

2- اللون *Color*

3- الوزن النوعي *specific gravity*

لاحظ الجدول ادناه

Grain size		Color		Specific gravity (heft)	
Coarse	Fine	Light colored	Dark colored	Relatively high	Relatively low

معدل التبريد *cooling rate* هو احد اهم العوامل المسيطرة على حجم الحبيبات ، التبريد البطي للمنصهر *magma* يسمح بالمزيد من الوقت لحركة الايونات وهجرتها الى مركز نمو البلورة وتتكون الحبيبات خشنة ، التبريد السريع سوف يكون الوقت اقل لحركة الايونات وبذلك تكون الحبيبات ناعمة .

عامل ايضا مهم هو لزوجة المنصهر *magma viscosity* او قدرة المنصهر على الجريان *flow* ، المنصهر الاقل لزوجة سوف يحصل له جريان اكثر وبذلك الايونات سوف تتحرك وتهاجر بشكل اسهل وسوف تكون بلورات كبيرة الحجم .

انواع انسجة الصخور النارية

1- النسيج الخشن *coarse texture*

2- النسيج الناعم *fine texture*

Grain size in light -colored igneous rocks

(a) Very coarse grained (pegmatitic).

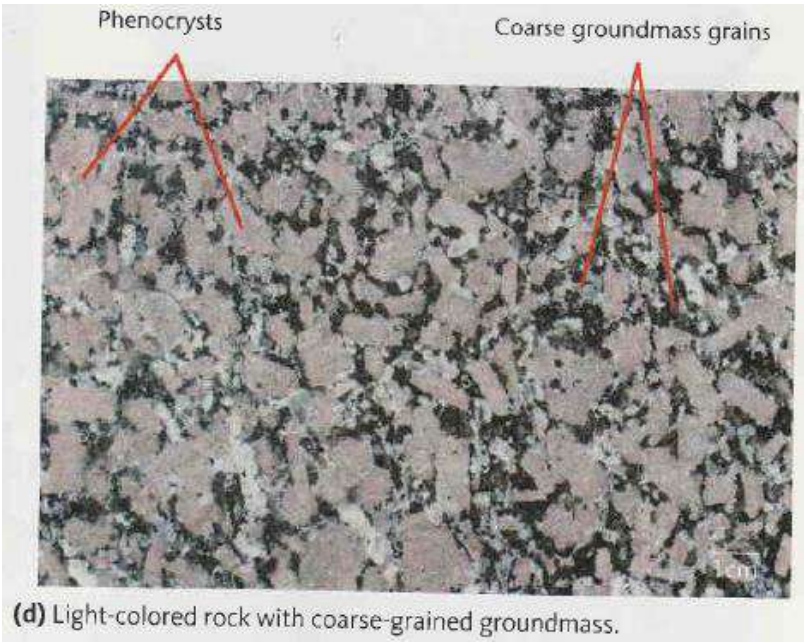
(b) Coarse grained (crystals approximately 1 cm across).

(c) Fine grained (most grains too small to see with the naked eye—less than 0.5 mm across).

3- النسيج البلولفيري حبيات خشنة مغمرة في نسيج ناعم

النسيج البولفيري *porphyritic texture (two different grain size)*

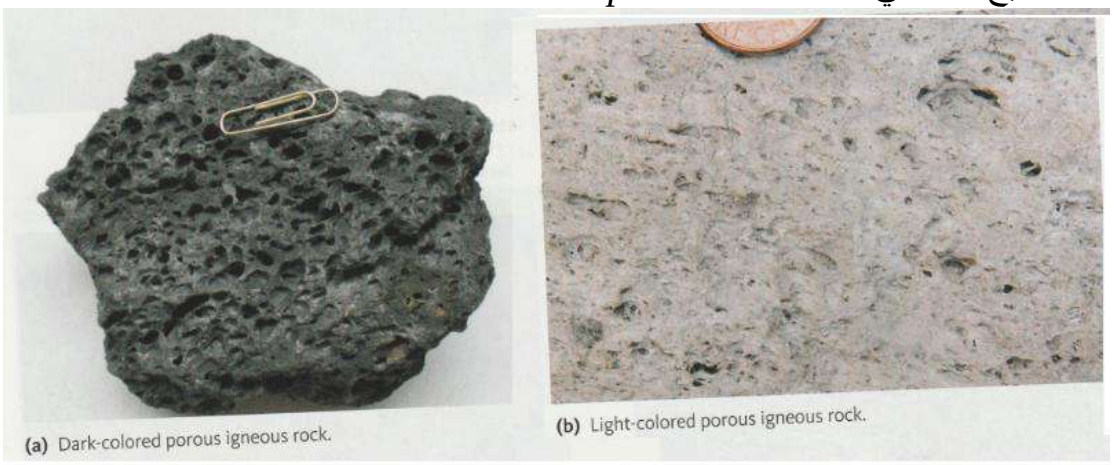
Hornblende crystal in very fine groundmass.



(d) Light-colored rock with coarse-grained groundmass.

4- النسيج الزجاجي *glassy texture (no mineral grains)*
معظم الصخور البركانية تبدو سوداء ،لكن عدم النقاوة يكون السبب في تغير لونها الى القهوائي المحمر او مخدشها *streaks*يكون بهذا اللون .

5- النسيج المسامي *porous textures*



porous (vesicular) textures
النسيج المسامي للصخور النارية ، عندما تصل المنصهر الى السطح يحصل انخفاض في الضغط ،وذلك سوف يسمح للغازات المذابة (H_2O, CO_2, SO_2) *للخروج خارج المحلول على شكل فقاعات* Bubbles *عند تصلب الـ* lava *مثل صخرة* pumica *والتي تستخدم في تنعيم الخشب وازالة الطبقة الميته من جلد الانسان في اسفل القدم*

تفسير نسيج الصخور النارية حسب النسيج وسرعة التبريد

TABLE 5.1 Interpreting igneous rock textures.

Texture	Pegmatitic	Coarse grained	Fine grained	Porphyritic	Glassy	Porous (vesicular)
Description	Very large grains (>2.5 cm)	Individual grains are visible with the naked eye	Individual grains cannot be seen without magnification	A few large grains (phenocrysts) set in a finer-grained groundmass	Smooth, shiny; looks like glass; no mineral grains present	Spongy; filled with large or small holes
Intepretation	Very slow cooling or cooling from an extremely fluid magma (*usually the latter*)	Slow cooling; generally *intrusive*	Rapid cooling; generally *extrusive*	Two cooling rates: slow at first, to form the phenocrysts; then more rapid to form the groundmass	Extremely rapid cooling; generally *extrusive*	Rapid cooling accompanied by the release of gases
Example						

Recognizing minerals in igneous rocks

اهم المعادن التي يمكن تميزها في الصخور النارية

محاضرة الثانية عشر

الصخور المتحولة Metamorphic Rocks

ان التغيير في تركيب المعادن وفي نسيج الصخور Texture *أو في الاثنين معاً والذي يحصل في الحالة الصلبة لصخور القشرة الأرضية كنتيجة لارتفاع درجات الحرارة والضغط العالي يسمى بعملية التحويل* Metamorphism *وهذه العملية تؤثر في الصخر وتعمل على اعادة تبلور* Recrystallization *الصخور الأصلية (الصخور الأم* Parent rocks) *وهي في حالة صلبة بشرط لا تنصهر,سواء كانت رسوبية او نارية او حتى متحولة. وتكون الصخور الناتجة عن عملية التحول جديدة في خواصها ومختلفة عن خواص الصخور الأصلية.*

ففي الصخور الرسوبية عادة توجد فراغات بين الحبيبات المكونة لها وتكون هذه الفراغات مملوءة بالماء وعندما تظهر عوامل التحول يقوم هذا السائل المائي بعملية الاسراع في التفاعلات الكيميائية. ويكون العكس بالصخور النارية حيث ان الفراغات بين الحبيبات المكونة لها صغيرة نسبياً وقد تحوي على قليل من الماء وبهذه الحالة تحتاج المعادن الموجودة في هذه الصخور إلى حرارة وضغط اعلى بكثير مما تحتاجه الصخور الرسوبية لتتحول من نوع إلى آخر.

تصنيف الصخور المتحولة Classification of Metamorphic rocks

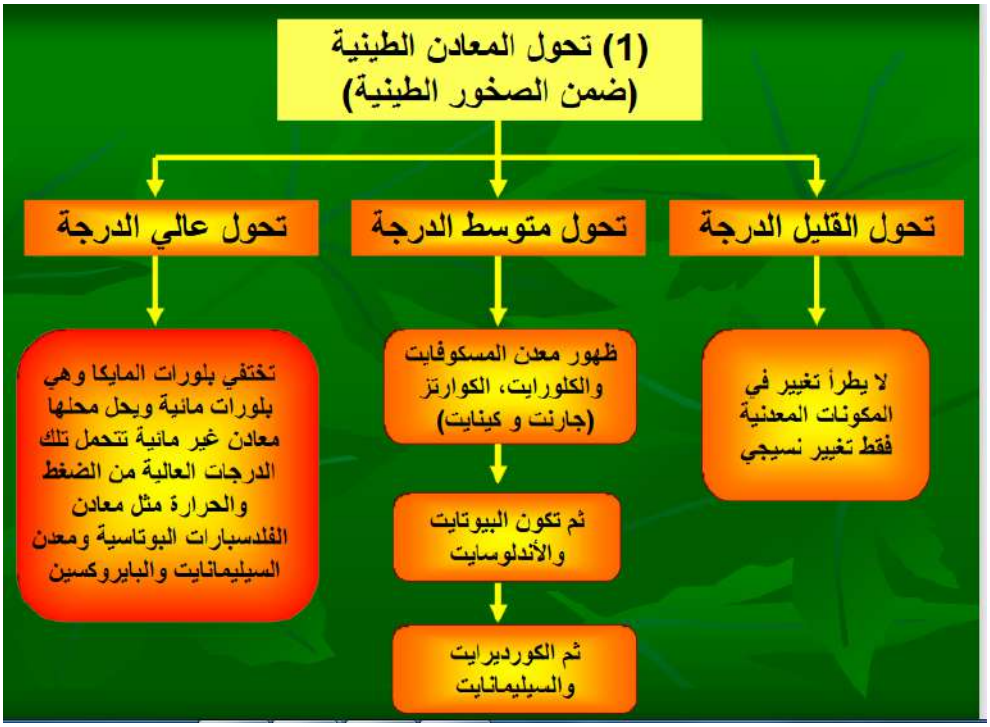
يتم وصف نسج الصخور المتحولة حسب

1- grain size *حجم الحبيبات في التحول التماسي الحراري الحجر الرملي يحصل اعادة تبلور لمعدن* quartz *وتصبح الحبيبات كبيرة الحجم .*

اما في التحول الديناميكي ينتج عنه حبيبات ناعمة جدا very small grain grains

2- grain shape *شكل الحبيبات قد تكون دائرية* rounded *او صفائحية* platy *مثل معادن* Mica *و طولانية* elongate *. او قد تكون عشوائية الاتجاه.*

3- grain orientation *توجه الحبيبات (الاتجاه) والذي يعتمد على طبيعة واتجاه الضغط المسلط على المعادن والصخور .*



تصنف الصخور المتحولة عادة حسب صفة التورق إلى نوعين اساسيين هما الصخور المتورقة وغير المتورقة.

*وصفة التورق*Foliation*: هي الصفة الناتجة عادة عن تجمع معادن بعض الصخور المتحولة بصورة متوازية إلى شبه متوازية مع بعضها هرباً من الضغط العمودي عليها لكي لاتتهشم او بفعل الحركات الارضية ذات الضغط الاتجاهي.*

***1- الصخور المتورقة* Foliated rocks** *:*

تمتاز بامتلاكها صفة التورق الناتج من الضغط الاتجاهي, وتتكون نتيجة التحول الاقليمي وكذلك من التحول الديناميكي المصحوب بالحرارة. وتضم الصخور المتورقة الأنواع التالية الاردواز slate *والفيلايت* phyllite *والنضيد* schist *والنايس* Gneiss *والامفيبولايت* Amphibolite *والكرانيولايت* Granulite.

***2- الصخور غير المتورقة* Non – Foliated rocks** *:*

هي صخور لا تحتوي على صفة التورق وتتكون بدرجة رئيسية نتيجة للتحول الحراري وكذلك للتحول الاقليمي المصحوب بضغط هيدروستاتيكي. وتضم الأنواع الهورنفلس hornfels *والرخام* marble *والكوارتزايت* Quartizite *والسربنتينايت* serpentinite .

محاضرة الثالثة عشر

***المعادن الدالة* Index Minerals** *:*

عبارة عن معدن او مجموعة من المعادن تعتبر دليل جيد لاعطاء فكرة عن ظروف التحول التي تكونت فيها الصخور المتحولة .

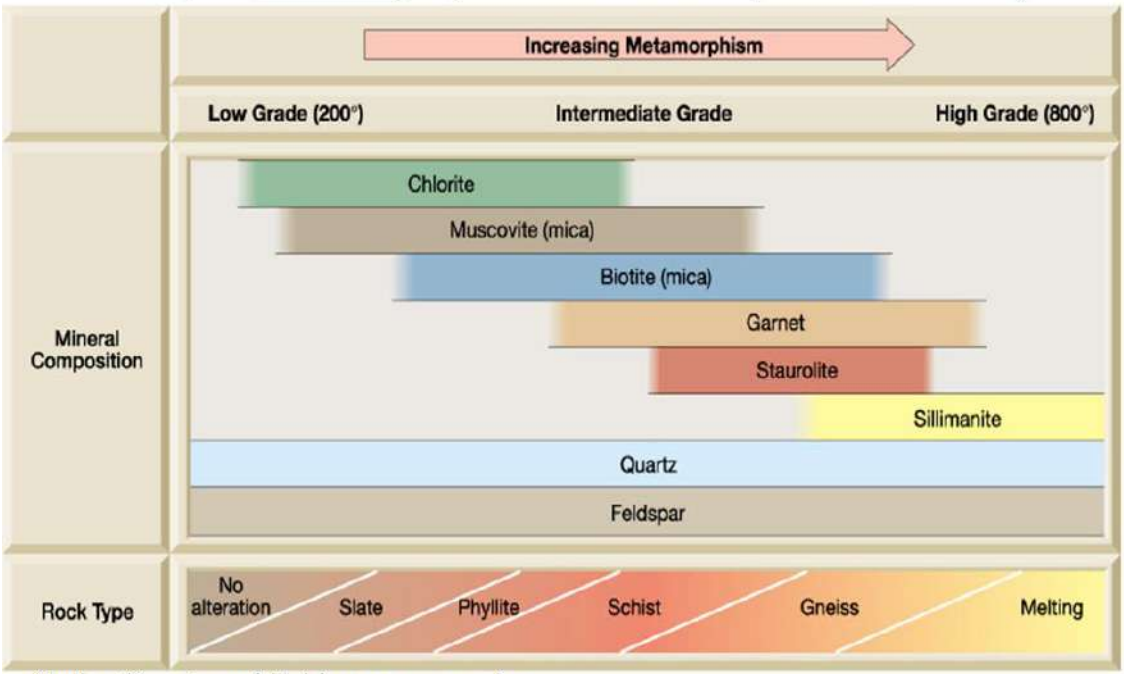
1- مثلا معدن Chlorite *يكون مستقر في درجات الحرارة المنخفضة اي في مرحلة التحول الواطي* low grade .

2- معدن Biotite *يكون مستقر في درجات الحرارة المتوسطة اي في مرحلة التحول المتوسط* medium grade .

3- معدن silliminate *يكون مستقر في درجات الحرارة العالية اي في مرحلة التحول العالي* high grade .

4- *معدن الكوارتز و* Feldspar *يكون مستقر في مديات واسعة من درجات الحرارة ولذلك لايمكن ان تستخدم كمعادن دالة في تحديد درجة التحول .*

المعادن الدالة Index Mineral *في الصخور المتحولة التي تعطي فكرة على درجة التحول*



Notice Quartz and Feldspars are useless

اهم الصخور المتحولة

[1] من أنواع الصخور المتورقة

1- الاردواز Slate: *وهي صخرة سوداء إلى رمادي غامقة ذات تورق دقيق (مجهري) بحيث يكون رقائق منتظمة بفعل الضغط الاتجاهي – يسهل فصلها عن بعضها البعض باليد بسب* Slaty cleavage *ناعمة الحبيبات وتتكون نتيجة التحول الواطئ* low grade *من انواع التحول الاقليمي ذي الضغط الاتجاهي.*

والصخور الأم هي الصخور الطينية مثل حجر الطين والطفل واهم المعادن المكونة لها هي المعادن الطينية والمايكا مثل المسكوفايت والبايوتايت بالاضافة إلى الكلورايت (وهي معادن رقائقية).

2- الفيلايت phyllite : *وهي شبيهة جداً بالاردواز* Slate *الا ان حبيباتها اكبر قليلاً وتتكون نتيجة التحول الواطئ ايضاً وهو تحول اقليمي.*

3- النضيد او الشست schist : *وهي صخرة متحولة نتيجة التحول الاقليمي المتوسط إلى العالي الشدة, فيها تورق شديد الوضوح يمكن بالعين المجردة ويسمى بالتورق الشستوزي* schistose

حيث تكون المعادن الرقائقية فيها مصطفة بشكل متواز او شبه متواز وبالتعاقب مع معادن فاتحة اللون.

الصخرة الأم هي صخور نارية حامضية مثل الكرانايت او صخور رسوبية فتاتية مثل الحجر الرملي غير النقي وكلاهما يحتويان على معادن الكوارتز والفلدسبارات والمايكا وهي نفس مكونات الشست مضافاً اليها معادن متحولة جديدة مثل (الكاياناية او السليمينايت او الكارنت) وتسمى حسب وفرة المعادن فيها مثل: الكاياناية– شست , المايكا شست السليمينايتشست والكارنت شست.

Schist - Metamorphic Rock Types

4- النايس Gneiss :

صخرة متحولة نتيجة التحول العالي من التحول الأقليمي. حجم حبيباتها خشن ويكون التورق فيها على شكل احزمة Banded عريضة قليلة الانتظام نسبياً, والمسافة بين كل حزمتين من المعادن الرقيقة اكبر مما في الشست بسبب الغلبة للمعادن غير الرقائقية وهي الكوارتز الفلدسبارات التي تكون نسبتها اقل في الشست.

صخرة النايس المتحولة تشبه صخرة الكرانايت النارية من حيث المكونات المعدنية إلى حد كبير إلا ان الأولى تمتلك صفة التورق على شكل حزم.

[2] من انواع الصخور غير المتورقة

1- **الرخام أو المرمر Marble :** صخرة متحولة غير متورقة نتيجة التحول التماسي لنوع محدد من الصخور الرسوبية الكيميائية وهو (Limestone) او الدولومايت تتكون صخرة الرخام في الانطقة الضيقة المحيطة بالأجسام النارية وتتكون من معدن الكالسايت كلياً والتي تتميز بكونها

ذات تبلور جيد وخشنة الحجم قياساً بالصخرة الأم الناعمة الحبيبات التي عانت من عملية أعادة تبلور التي تسبب انعدام المسافات البينية وتماسك البلورات بشكل جيد مما يجعلها صخرة صلبة ومناسبة جدا للبناء .

قد نجد معادن أخرى في صخرة الرخام اعتماداً على المعادن التي تعد كشوائب في الصخرة الأم مما يعطي لصخرة الرخام الناصعة البياض الواناً داكنة وملونة على هيئة عروق او بقع تعطي جمالية خاصة للرخام المستخدم في البناء.

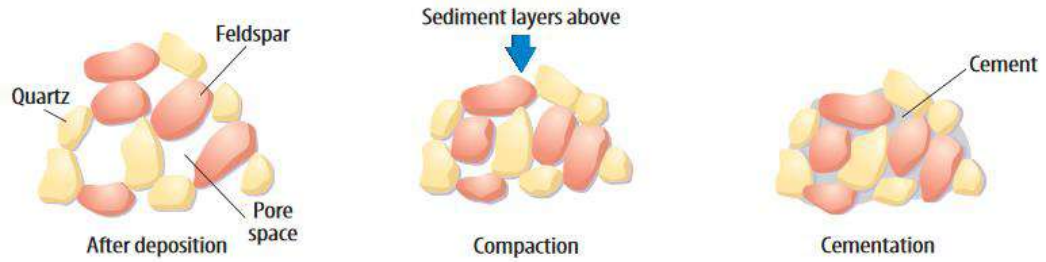
2- ***الكوارتزايت*** **Quartzite** *: صخرة متحولة غير متور*
(الحجر الرملي). نوع التحول حراري او احياناً اقليمي مع ضغط هيدروستاتيكي الصخور الأم هي رسوبية رملية نقية تكون عادة بيضاء اللون جيدة التبلور ومتماسكة بشكل كبير وصلبة جداً بسبب علمية اعادة التبلور Recrystalization .

Quartzite: Metamorphic Rock -

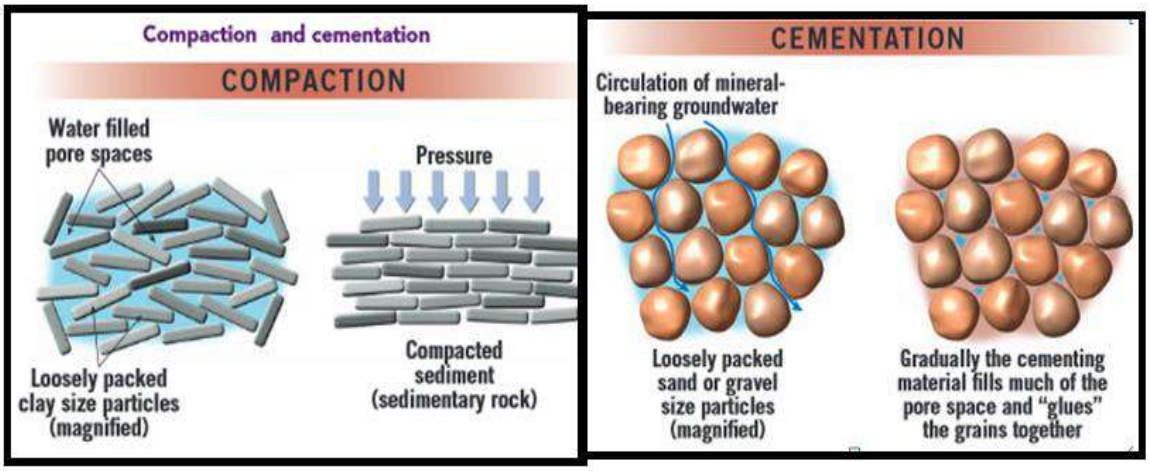
محاضرة الرابعة عشر

الصخور الرسوبية

تحول الرواسب الرملية الى حجر الرملي sandstone



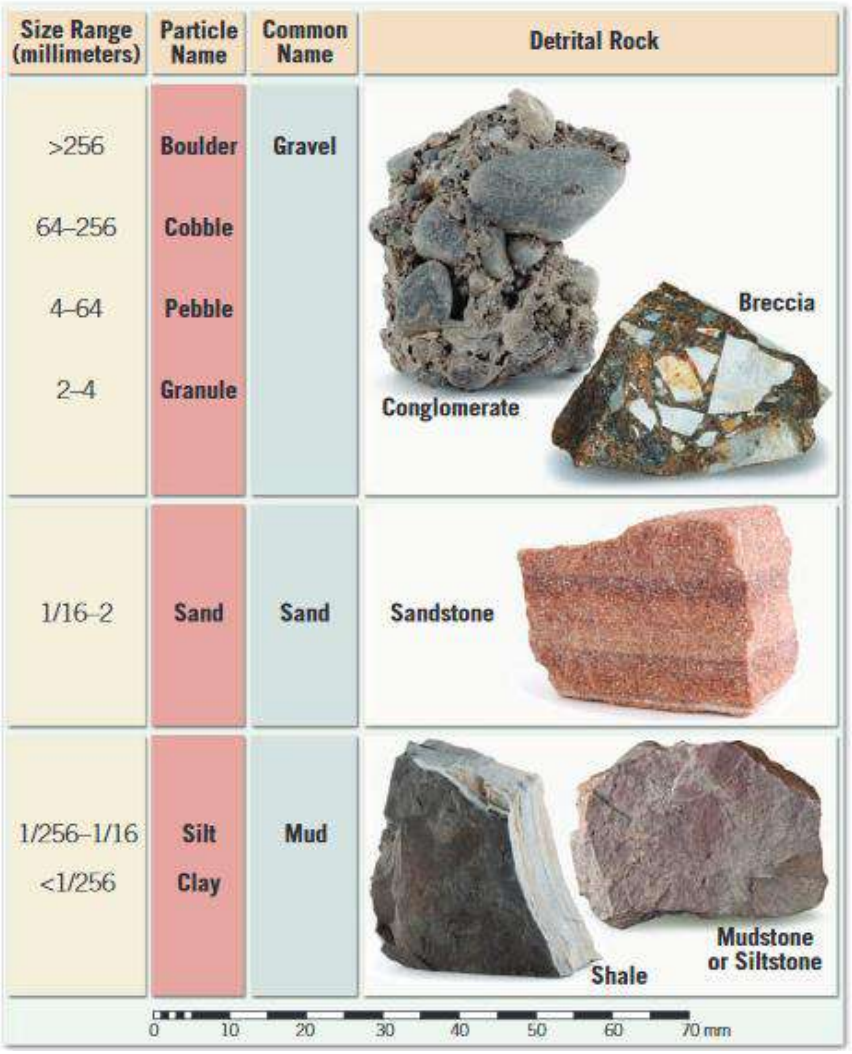
تكون الحجر الرملي sandstone عندما حبيبات الرمل sand grains تترسب ويحصل لها انضغاط وثم عملية السمنتة التي تربط الحبيبات مع بعضها .



الضحور الفتاتية والرواسب وتسميتها

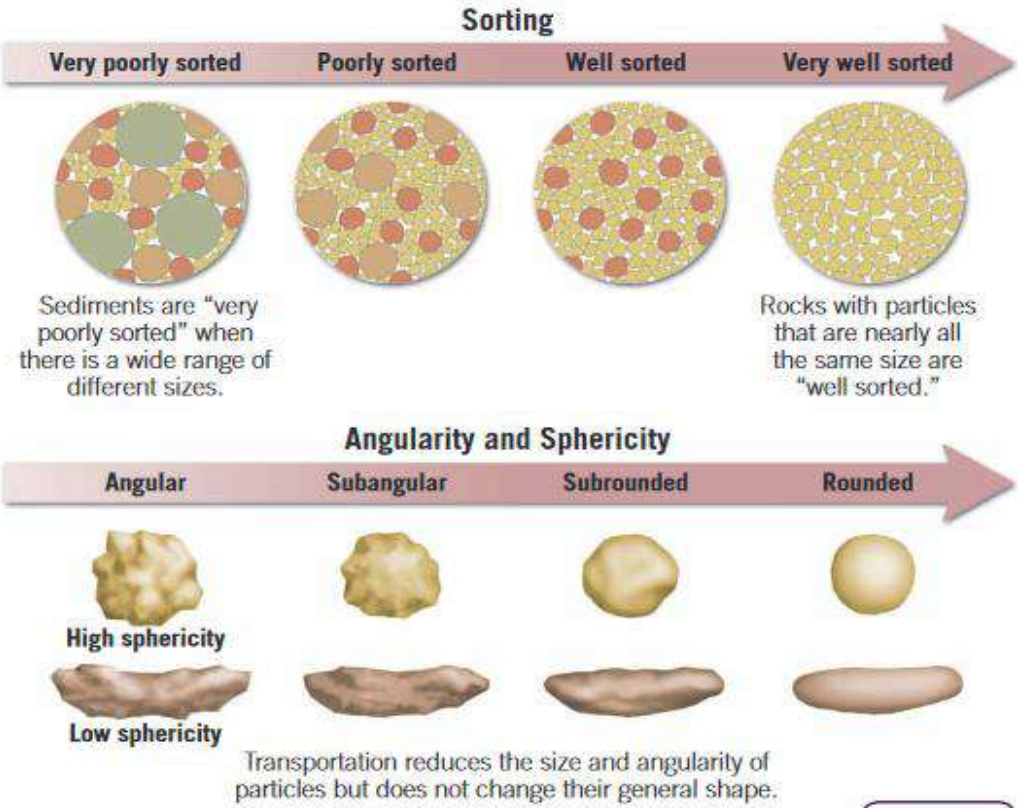
Common Clast Size	Rock Name
Gravel or larger	Conglomerate
Sand	Sandstone
Silt	Siltstone
Clay	Shale

تصنيف الصخور الرسوبية الفتاتية



تصنيف الصخور الرسوبية الفتاتية

***درجات الفرز للرواسب* Sorting:**



sorting and particle shape Sorting refers to the range of particle sizes present in a rock.

poorly sorted sediment , gravel deposits along Carbon Creek National park

تصنيف الصخور الرسوبية الى فتاتيه وكيمائية

Detrital Sedimentary Rocks

Clastic Texture (particle size)		Sediment Name	Rock Name
Coarse (over 2 mm)		Gravel (Rounded particles)	Conglomerate
		Gravel (Angular particles)	Breccia
Medium (1/16 to 2 mm)		Sand	Sandstone (Arkose)*
Fine (1/16 to 1/256 mm)		Mud	Siltstone
Very fine (less than 1/256 mm)		Mud	Shale or Mudstone

*If abundant feldspar is present the rock is called Arkose.

Chemical and Organic Sedimentary Rocks

Composition	Texture	Rock Name	
Calcite, $CaCO_3$	Nonclastic: Fine to coarse crystalline	Crystalline Limestone	
		Travertine	
	Clastic: Visible shells and shell fragments loosely cemented	Coquina	Biochemical Limestone
	Clastic: Various size shells and shell fragments cemented with calcite cement	Fossiliferous Limestone	
	Clastic: Microscopic shells and clay	Chalk	
Quartz, SiO_2	Nonclastic: Very fine crystalline	Chert (light colored) Flint (dark colored) Jasper (red) Agate (banded)	
Gypsum $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Nonclastic: Fine to coarse crystalline	Rock Gypsum	
Halite, NaCl	Nonclastic: Fine to coarse crystalline	Rock Salt	
Altered plant fragments	Nonclastic: Fine-grained organic matter	Bituminous Coal	

Figure 7.20 Identification of sedimentary rocks The main criterion for naming detrital rocks is particle size. The primary basis for naming chemical and organic sedimentary rocks is their composition.

Detrital Sedimentary Structure: *تراكيب الصخور الفتاتية*

١ - *التطبق* Stratification or bedding

تدعى الصخور الرسوبية بالصخور المتطبقة وذلك لأن من خصائص هذه الصخور التطبق.

٢ - *الشقوق الطينية* Mud Cracks :

عند ترسب المواد الدقيقة كالسلت Slit *والطين* Clay *والمشبعة بالماء نلاحظ بعد فترة زمنية عندما تفقد هذه الرواسب المياه الموجودة فيها جزئياً أو كلياً يتقلص حجمها فتنكمش ونتيجة لانكماشها تتشقق على شكل مضلعات عادة تكون خماسية الأوجه.*

(a) Mud cracks in modern sediment. The circular impressions were made by raindrops hitting the mud before it dried.

3- *التطبق المتقاطع* Cross – bedding :

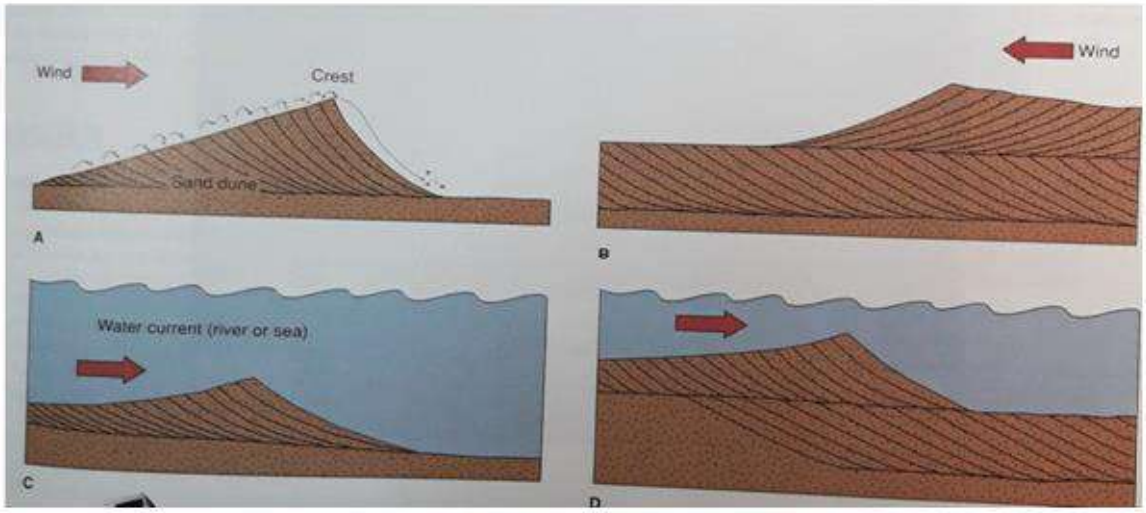
تكثر في قنوات الانهار الحفر والتعرجات وبملاحظة تيار المياه الجاري في هذه القنوات نرى ان تيار الماء عند مروره بمثل هذه الحفر أو الانخفاضات تقل سرعته وتترسب المواد التي يحملها او يسحبها

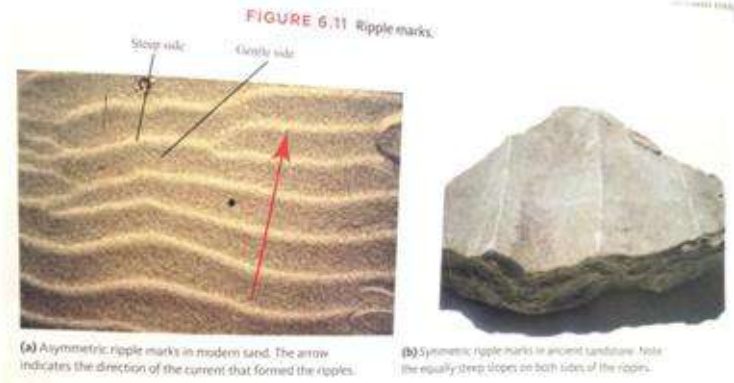
أعلى القاع على جدران هذه الانخفاضات وتستمر هذه العملية وتترسب الحبيبات بصورة متوازية فيما بينها وبزاوية مع سطح الماء وبعد مرور فترة من الزمن يتكون ما يشبه الطبقات الواحدة فوق الأخرى والمقطوعة بمستوى الطبقة الأصلي. ويمكن ملاحظتها أيضاً في بعض الترسبات البحرية وكذلك ترسبات الرياح خاصة في الكثبان الرملية حيث تتدحرج حبيبات الرمل في مقدمة الكثبان الرملية وتستمر هذه العملية وتكون هذه الظاهرة.

ان التطبق المتقاطع تعطي فكرة عن التيارات التي رسبت الحبيبات والتغيرات الحاصلة في هذه التيارات.

4 - التموجات: Ripple marks

تتكون هذه التموجات عادة نتيجة لحركة المياه تلاحظ هذه الظاهرة قرب السواحل البحرية أو على جوانب الأنهار والتموجات المتكونة على سواحل البحر تكون متناظرة عادة وذلك لأن الامواج ترتطم بالسواحل فتتحرك المياه على الساحل إلى الأعلى ثم ترجع ثانية إلى البحر. أما التموجات المتكونة من مياه الأنهار أو الهواء فتكون عادة غير متناظرة وذلك لان التيار في كلتا الحالتين يسير باتجاه واحد والنوع الأخير من التموجات يكون ذات فائدة في معرفة اتجاه التيار الذي كان سائداً عند ترسيب هذه المواد.

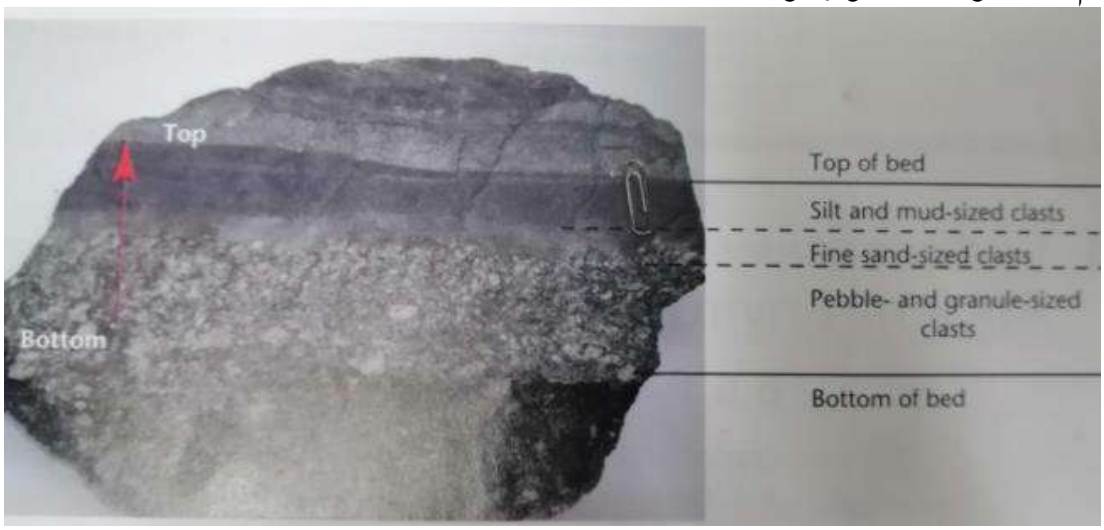


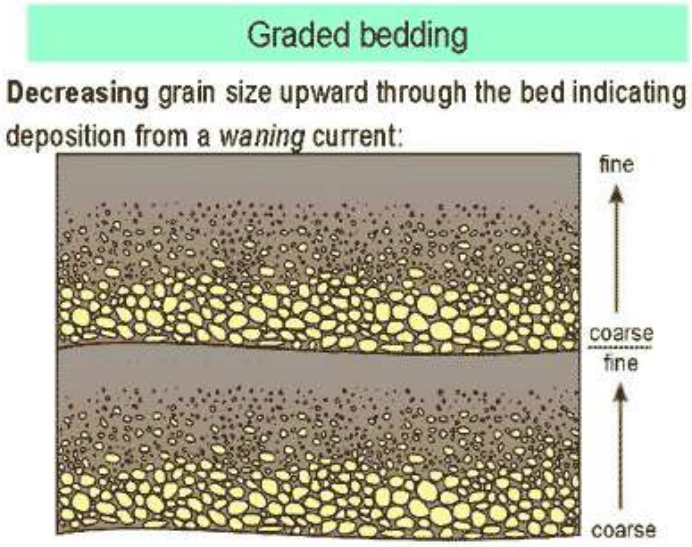


5- التدرج الطبقي : Graded bedding

تحمل المياه حجوماً مختلفة من الحبيبات الرسوبية وكلما كانت المياه سريعة كلما كان حجم الحبيبات التي تحملها أكبر حجماً وعندما تقل سرعة المياه تقل طاقتها على حمل المواد فتترسب المواد الكبيرة وتليها الاصغر حجماً. وفي بعض الاحيان تقل سرعة المياه بصورة مفاجئة نسبياً فترسب المواد الكبيرة أولاً وتليها المواد الاصغر حجماً في نفس المكان بالتدرج وها ما يعرف بالتدرج الطبقي.

الخابطة Turbidity current *في البحار او الرواسب الخابطة* Turbidities *حيث عندما تقل سرعة التيارات الكثافة يبدأ ترسب المواد التي تحملها في مختلف الحجوم مرسبة الاكبر حجماً اولاً ثم الاصغر حجماً فوقها وهكذا.*





في الأسفل الترسبات الخشنة مثل الحصى والترسبات الأنعم في الأعلى مثل الغرين والطين

تشخيص الصخور الرسوبية :

1- فحص الصلادة *Hardness test*

اذ كانت الصخرة اكثر صلابة من الزجاج ، تكون صخور رسوبية سليكاتية Siliceous *مثل الحجر الرملي* Sandstone *الغني بـ* Quartz *او صخرة* Conglomerate *او* chert . *اما اذ كانت الصلادة قليلة ربما تكون صخرة رسوبية كاربوناتية او* organic carbonate *او صخرة ملحية .*

2- التفاعل مع حامض *Reaction with Acid HCl*

لتحديد الصخور الكاربوناتية مثل Limestone and Dolostone *حيث تتفاعل مع الحامض يكون تفاعل الحجر الجيري اقوى من التفاعل مع* Dolostone *حيث يحتاج الى خدش الصخرة للحصول على التفاعل.*

3- تحليل نسيج الصخرة *Analysis of Texture*

تحديد فيما اذ نسيج الصخرة فتاتي Clastic *او متبلور* Crystalline ، *هل يوجد مادة رابطة تربط حبيبيات الصخرة سوية . نسيج الصخور المتبلورة يكون اصعب في الدراسة والتشخيص . من امثلة الانسجة الناعمة* very fine grained rocks *مثل الحجر الطيني* Mudstone and Micrite.

4- تحليل حجم الحبيبات *Analysis of grain size*

الحبيبات الناعمة والخشنة ، انظر الى جدول تشخيص الصخور .

5- تشخيص أنواع الحجر الجيري *Distinguishing among types of Limestone*

اذ حجم الحبيبات ناعمة ولايمكن مشاهدتها تكون الضخرة Micrite .

اذ وجود اصداف Shells *ومرتبطة بمادة سمنية ضعيفة تسمى* Coquina

اما اذ كانت الصخرة رمادية وحصل لها اعادة تبلور لحبيبات معادن Calcite *تكون* Limestone *او*

Fossiliferous Limestone *اذ كانت حاوية على المتحجرات* Fossils *بشكل يمكن مشاهدته بالعين.*

6- تميز Chert

عندما تكون اكثر صلادة من الزجاج ، ولاتتفاعل مع حامض HCl ومكسرها محاري Fracture Conchoidally ، كما يوجد بالوان مختلفة مثل الاسود الابيض الاحمر .

المواد السمنتية في الصخور الرسوبية الفتاتية

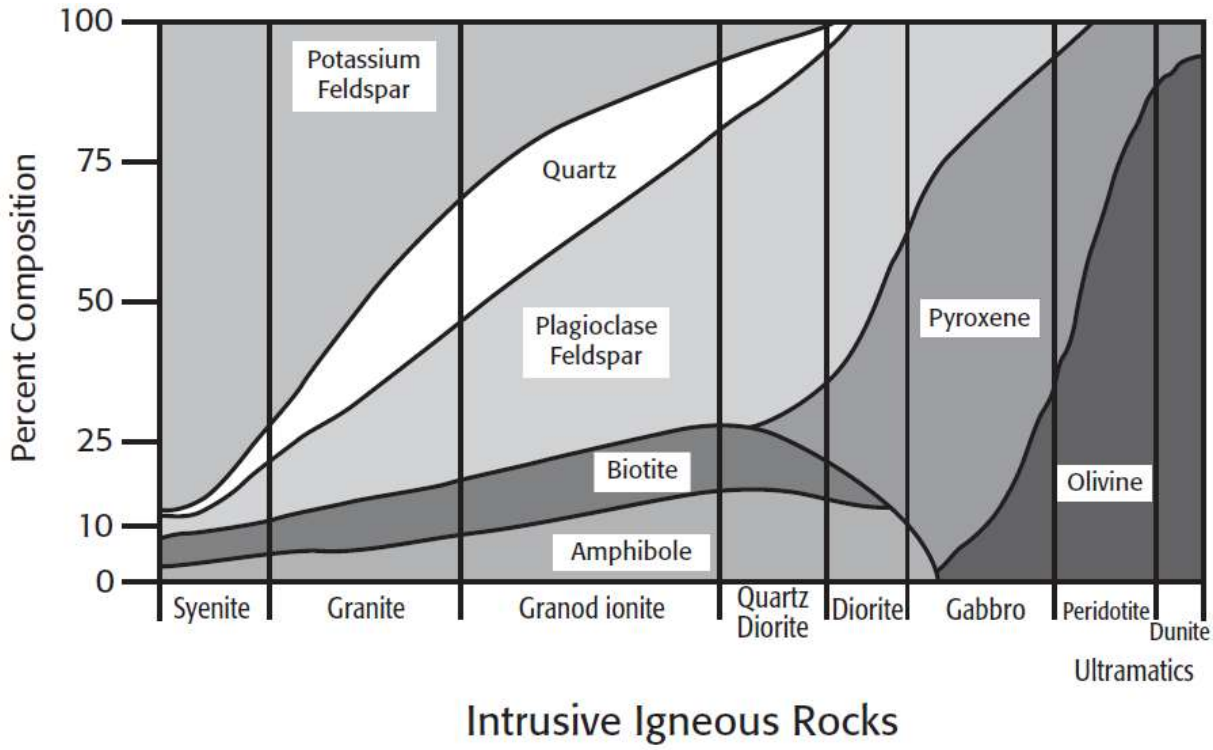
اهم المواد السمنية هي quartz و Calcite او اكساىد الحديد ، كما انها تعطي دليل على البيئة الترسيبية ، على سبيل المثال Hematite cement تنطلب بيئة يوجد فيها الاوكسجين وتكون الرواسب والصخور بلون احمر وقادمة من بيئة قارية غنية بـ الأوكسجين في حين . الصخور الرسوبية الحاوية على معدن Pyrite كمادة رابطة يدل على تكون في بيئة فقيرة بـ الأوكسجين Low in oxygen ، لان وجود الاوكسجين سوف يحصل اذابة pyrite . الصخور الرسوبية حمراء اللون تدل على بيئة وترسبات نهرية مثل الترسبات النهرية وترسبات المرواح النهرية Alluvial Fans.

محاضرة الخامسة عشر

استخدام التركيب المعدني لتحديد نوعية الصخور

Reading a Mineral Composition Table

في الجدول التالي توجد سبعة معادن شائعة موجودة في الصخور النارية ، استعمل الجدول التالي لتحديد نوعية المعادن ومقدرها في كل صخرة ، الصخور الموجودة ، المحور العمودي يمثل النسبة المئوية للمعادن في حين المحور الافقي يمثل تسمية الصخور النارية .



Intrusive Igneous Rocks

اجب عن الاسئلة التالية باستعمال الجدول اعلاه

لحل هذا النوع من المسائل استعمل ورق شفاف ومسطرة واعمل استنساخ للمحور من 0 الى 100% ، من اجل ايجاد النسبة المئوية للمعدن تحرك في هذه المقياس حسب النسبة المئوية للمعدن

1- اي صخرة تحتوي معظمها على معدن البايروكسين Pyroxene

2- عدد اسماء المعادن الموجودة في صخرة الكرنايت Granite؟

3- ماهي النسبة المئوية للكوراتز Quartz في صخرة الكرنايت Granite؟

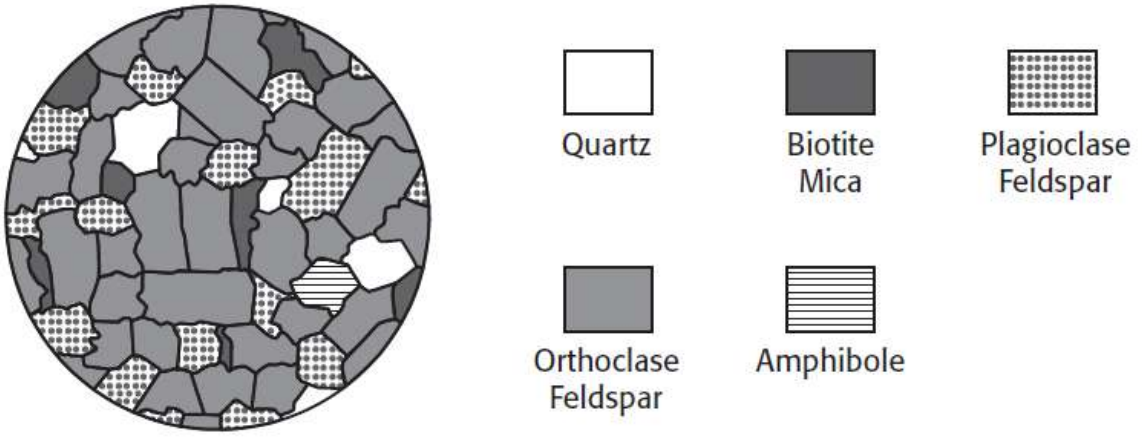
4- ماهي النسبة المئوية للبايوتايت Biotite في صخرة الكرنايت Granite؟

5- ماهي اسم الصخرة مكونة من معدن واحد فقط ؟

6- اي الصخرة تتكون تحتوي 55% من معدن plagioclase feldspar و 25% امفيبول و 5% بايوتايت و 15% بايروكسين ؟

دراسة المقاطع *Thin Section* للصخور

عادة العلماء يعملون شرائح دقيقة لدراسة الصخور ، حيث يتم دراسة الصخور باستعمال المجهر microscope.



1- ماهي اسماء المعادن الموجودة في مقطع الشرائح الدقيقة للنموذج ؟

2- أي معدن كون الجزء الاكبر للصخرة في مقطع الشرائح الدقيقة للنموذج؟

3- أي معدن كون الجزء الاقل للصخرة في مقطع الشرائح الدقيقة للنموذج؟

3- أي شكل بلوري والحجم يعطي دليل على نوعية الصخور ، عادة حبيبات الصخور الرسوبية تكون مدورة او شبة مدورة ، حبيبات الصخور النارية puzzle ، اما الصخور المتحولة عادة تكون بشكل خطوط Line من الشكل اعلاه ماهو توقعاتك لنوعية الصخور ؟

المحاضرة الخامسة عشر

المصادر العربية

الجيولوجيا العامة تاليف د.عبدالهادي الصائغ و د.فاروق العمري

المصادر الاجنبية

Ludman, A., & Marshak, S. (2010). Laboratory manual for introductory geology.

1- Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., Tasa, D., & Tasa, D. (2005). *Earth: an introduction to physical geology* (p. 744). Upper Saddle River: Pearson/Prentice Hall.

2-

Lutgens, F. K., Tarbuck, E. J., & Tasa, D. (2015). Essentials of geology. Boston, MA, USA: Pearson