علم الارض (الجيولوجيا)
للمرحلة الاولى
المعهد التقني العمارة
المحاضرة الاولى

قسم تقنيات المساحة

د.محمد محيبس مطلك

دكتوراة جيوتكنيك

مفردات منهج علم سطح الارض

- مقدمة حول موضوع علم سطح الأرض وعلاقته بالعلوم الأخرى والمساحة.
- الملامح الرئيسية للقشرة الأرضية وباطن الأرض والأغلفة الجوية
- المعادن ، الخواص الطبيعية لها مع الأمثلة.
- الصخور ، تعريفها ، أنواعها ، دورتها في الطبيعة .
- الصخور النارية
- الصخور الرسوبية

مفردات منهج علم سطح الارض

الصخور المتحولة
التجوية الميكانيكية
التجوية الكيميائية
التربة مقطعها والعوامل المتحكمة بها
أنواع التربة ومثلث التربة
التعرية وأسبابها
الأنهار: الخواص الديناميكية لها وأنواعها
الظواهر الجيومرفولوجية للتعرية النهرية
الظواهر الطوبوغرافية للترسيب النهري

علم الارض

مقدمة

إن كلمة جيولوجي (Geology) كلمة لاتينية مكونة من مقطعين (Geo) أرض و (Logy) علم بذلك يضم علم الجيولوجيا أو علم دراسة الأرض كل الدراسات التي تخص الأرض ، بما فيها تركيب المواد المكونة للأرض وخواصها الكيمياوية والميكانيكية وعلاقتها ببعضها البعض إضافة الى القوى التي تحاول تغيير شكل الأرض والمواد المكونة لها . ويشمل أيضاً دراسة كيفية نشوء الحياة على سطح الارض وتطورها خلال العصور الجيولوجية .

ان موضوعاً واسعاً كعلم دراسة الارض له علاقة بعلوم كثيرة أُخرى كعلم الفلك والحيوان والفيزياء والكيمياء والجغرافيا والرياضيات والاقتصاد وقد أدى التوسع الكبير الذي حصل في علم الجيولوجي نتيجة البحث العلمي المتواصل الى ضرورة تقسيمه الى عدد كبير من الفروع المتشعبة نعرّف أهمها فيما يلي : —

علم المعادن (Mineralogy)

ويعنى هذا الفرع بدراسة المعادن وتركيبها الكيمياوي وخواصها الفيزياوية المختلفة وطرق تكونها وأماكن وجودها والمبادىء الأساسية لتصنيفها .

علم الصخور (Petrology)

وهو علم دراسة الصخور من حيث تركيبها الكيمياوي والمعدني وطرق تكونها وتغيرها .

الجيولوجيا الفيزياوية (Physical Geology)

ويشمل هذا الفرع دراسة العمليات الجيولوجية التي أثرت ولا زالت تؤثر على سطح الارض كعمليات التجوية (Weathering) والإزاحة (Erosion) بواسطة المياه والرياح واختلاف درجات الحرارة والكائنات الحية ، وكذلك عمليات ترسيب المواد الناتجة من عمليات التجوية والنحت في البحار والبحيرات والانهار وفي الصحارى .

الجيولوجيا الفيزياوية (Physical Geology)

ويشمل هذا الفرع دراسة العمليات الجيولوجية التي أثرت ولا زالت تؤثر على سطح الارض كعمليات التجوية (Weathering) والإزاحة (Erosion) بواسطة المياه والرياح واختلاف درجات الحرارة والكائنات الحية ، وكذلك عمليات ترسيب المواد الناتجة من عمليات التجوية والنحت في البحار والبحيرات والانهار وفي الصحارى .

علم الحفريات أو الاحافير (Palaeontology)

يبحث في دراسة بقايا الحيوانات والنباتات التي عاشت على سطح الارض ولفترات مختلفة بأنواعها الكبيرة منها والدقيقة والمحفوظة في الصخور كما ويشمل دراسة البيئة التي

(علم الارض وعلاقتهه بالعلوم الاخرى والمساحة)

د.محمد المياحي

geologyعلم الأرض

علم الأرض يبحث هذه العلم في تكوين الأرض وتركيبها وتاريخها وحياة نباتاتها وحيواناتها القديمة. وكلمة جيويوجيا " geology " كغيرها من اغلب الكلمات العلمية مشتقة في الأصل من اللغة اليونانية وهي من مقطعين الأول (الأرض= Geo والثاني علم logos.

معظم المختصين بدراسة الجيولوجيا يقسمون هذا العلم إلى قسمين اعتماداً على طبيعة المواد التي يحتويها وهي :

القسم الأول:- الجيولوجيا الطبيعية أو الفيزيائية

يعني بدراسة طبيعية وخواص وتوزيع المواد المكونة للأرض والطريقة التي تكونت بها تلك المواد وأسلوب تغايرها ونقلها وتشمل كذلك دراسة تكون سطح الأرض والعوامل المؤثرة فيه.

القسم الثاني:- الجيولوجيا التاريخية

يعني بدراسة التغايرات التي حدثت على سطح الأرض من ناحية توزيع المياه ومناطق اليابسة منذ نشوء الأرض قبل ما يقارب من ٤,٦ بليون سنة ولحد الآن ودراسة علاقة الأرض بالمجموعة الشمسية والكون وكما يعني هذا القسم بدراسة آثار وبقايا الحياة القديمة على الأرض منذ نشأة الحياة عليها قبل حوالي بليوني سنة والى الوقت الحاضر.

علاقة الجيولوجيا بالعلوم الأخرى

مع إن الجيولوجيا هو علم مستقل بذاته إلا إن فروعه المتعددة تعتمد على احد العلوم التالية أو بعضها وهي: الكيمياء ، الفيزياء ، الراضيات والإحصاء ، علوم الحياة ، الفلك ، كما إن له علاقة وثيقة بالعلوم التالية :

Geochemistryالجيوكيمياء أو كيمياء الأرض

ونعني هذا الفرع بدراسة الخواص الكيماوية للمعادن والصخور المكونة للأرض وكذلك التأثيرات الكيمياوية للمياه والغلاف الجوي والقوانين الكيماوية التي تتحكم في المادة وتأثيراتها الجيولوجية.

geophysics الجيوفيزياء أو فيزياء الأرض

وهو تطبيق مبادئ علم الفيزياء في دراسة الأرض أي بالامكان اعتباره جزءاً من الفيزياء التجريبية على الأرض وغلافها الجوي والمائي. ومن الأمثلة على هذه الدراسة هي فرع المغناطيسية الأرضية Geomagnetic والذي يهتم بدراسة مناطق تغير المغناطيسية في الأرض وكذلك فرع الزلازل seismic والذي يعتمد على قياس سرعة انتقال الموجات وتغرها كأساس في دراسة خواص وطبيعة المواد في باطن الأرض.

Mineralogy علم المعادن

هو دراسة طرق تكون المعادن في الطبيعة وتركيبها وخصائصها الكيميائية والطبيعية وتصنيفها وطرق وجودها وفوائدها.

Crystallographyعلم البلورات

علم دراسة التنظيم الذري الداخلي لبلورات المعادن وكذلك بلورات المواد غير المعدنية وبالإمكان اعتباره جزءاً من علم المعادن ايضاً.

Oceanographyعلم المحيطات

وتشمل الربط بين جميع الدراسات المتعلقة بالبحار والمحيطات دراسة حدودها وتضاريس قيعانها ودراسة فيزياء وكيمياء مياه البحر وأنواع تيارات وأحياء المحيطات.

paleontologyعلم الاحافير

عمل دراسة الإحياء القديمة في مختلف العصور الجيولوجية وتطورها بالاعتماد على بقاياها أو آثارها في الصخور وهو يشمل دراسة البيئة القديمة (paleoecology) والمناخ القديم (paleoclimatology) ويقسم هذا العلم إلى قسمين رئيسيين هما علم الاحافير النباتية (paleobotany) ومختص بالنباتات وعلم الاحافير الحيوانية (paleozoolgy) ويختص بالحيوانات.

Petrologyعلم الصخور

هي الدراسة المنظمة للصخور من حيث منشؤها وحالتها الحاضرة وتغايرها وتفتتها ويضم هذا العلم) وفرعاً آخر Petrogenesisفرعاً يختص بمنشأ الصخور يطلق عليه علم نشأة الصخور ( ).Petrographyيطلق علية وصف الصخور (

Stratigraphyعلم الطبقات

ويشمل دراسة تكوين وتركيب وتعاقب ومقارنة الصخور المطبقة التي تكون على شكل طبقات والتي تكون اجزاءاً من القشرة الأرضية.

Structural geologyالجيولوجيا التركيبة

وهي دراسة موضع الصخور في القشرة الأرضية الواحدة بالنسبة للأخرى والتوزيع الجغرافي لمظاهرها مع أسباب تكون تلك المظاهر والتراكيب.

Glacial geologyجيولوجية المثالج

دراسة المظاهر السطحية التي تنتج بفعل تعرية المثالج وترسباتها مقارنة بعلم جيولوجية المثالج والذي يختص بدراسة أشكال وفيزياء ونظام المثالج.Glaciology

Agrogeology Agricultural Geologyالجيولوجيا الزراعية

يختص هذا الفرع بدراسة التربة وخاصة استنزافها وتعريتها.

Engineering Geologyالجيولوجيا الهندسية

هو استخدام المعلومات الجيولوجية للأغراض الهندسية كبناء السدود والخزانات والطرق الرئيسة والجسور والأنفاق ومشاريع الري وأية عملية بناء هندسية ضخمة.

Mining Geology ١٥- جيولوجية التعدين

تطبيق المعلومات الجيولوجية لإيجاد مصادر خامات المعادن الفلزية واللافلزية.

Petroleum Geology١٦- جيولوجية النفط

دراسة طرق نشوء وحركة وتجمع النفط والغاز الطبيعي وتحديد مواقع وجودهما في الصخور وطرق الكشف عنها.

علم المساحة وعلاقته بعلم الجيولوجيا

علم المساحة من العلوم الهندسية التي عرفها الإنسان هو علم أو فن يدرس في الطرق المختلفة لتمثيل سطح الأرض وما تحتوية من معالم طبيعية كالجبال والبحار ومعالم صناعية كالطرق والجسور والمباني وغيرها ، سواء كان ذلك بأخذ معالم من الأرض وتوقيعها على الخريطة أو بتوقيعها من الخريطة على الأرض ، وللمساحة ثلاثة أقسام رئيسية تشمل :

١. المساحة الأرضية : وهي المساحة التي تتم على مناطق صغيرة من سطح الأرض .

٢GBS. المساحة الجوية : وهي المساحة التي تتم عن طريق الأقمار الصناعية وأجهزة ..

٣.المساحة المائية : وهي المساحة التي تهتم بالأعمال الهندسية التي تتم في أو قرب الموانى والشواطيء البحرية . وتساعد في إنتاج الخرط المائية .

الهندسة المساحية أو هندسة المساحة تهتم بتمثيل كافة تفاصيل الظواهر الطبيعية أو الاصطناعية لمنطقة ما موجودة على سطح الأرض، أي دراسة شكل وأبعاد الأرض وكافة التفاصيل من الناحية المكانية والتضاريسية. تهدف الدراسة الطبوغرافية إلى استغلال إمكانات مظهر السطح في كل التحليلات والاستنتاجات المتعلقة به أو بأحد العناصر المجسدة والقائمة، وتشكل الطبوغرافيا أساساً خرائطياً في جميع مشاريع التخطيط والبناء والأشغال واستعمالات الأرض في مختلف الاختصاصات.

وبذلك يحتاج مهندس المساحة كافة المعلومات الجيولوجية التي تخص المناطق التي يتم العمل عليها.

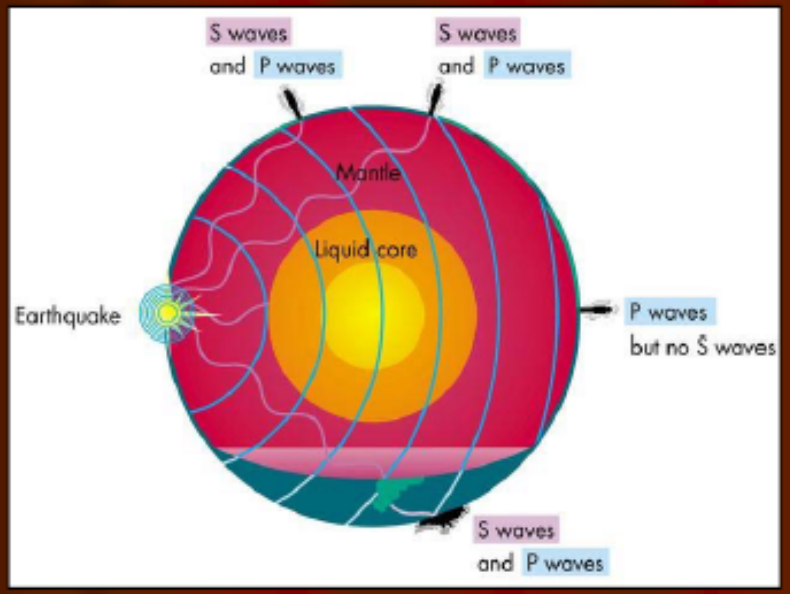
أغلفة الأرض

بلامكان تقسيم الأرض إلى مناطق تماثل حالات تواجد المادة الثلاثة (الصلبة ، السيولة ، الغازية) إضافة إلى الغلاف الحيوي هذه المناطق أو الأغلفة هي : الغلاف الصخري ، الغلاف المائي ، الغلاف الغازي أو الجوي ثم الغلاف الحيوي.

Rocksphere or Lithosphereالغلاف الصخري

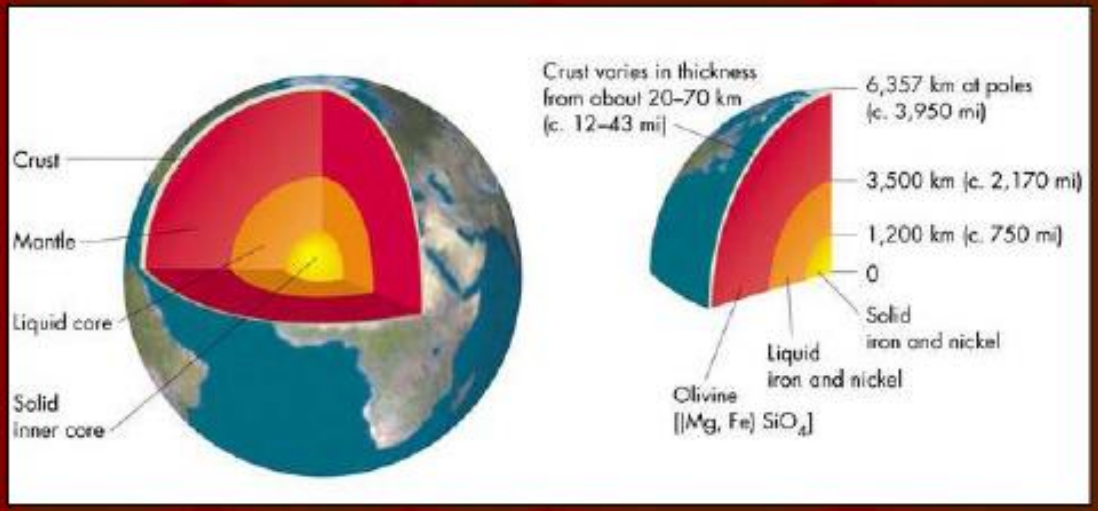
وجزء من باطن Crust ويقصد به الجزء الصلب من الأرض ويشمل القشرة الأرضية الأرض أسفل القشرة الأرضية. والغلاف الصخري سطح مستوي عموماً تتخلله الارتفاعات وتوجد فيه الانخفاضات ونعني بها Continentsالواسعة والتي نسميها القارات وتوجد وسط القارات كتلة من الصخور النارية Ocean Basinsقيعان البحار وتعود إلى القدم العصور الجيولوجية (ما قبل Shieldsوالمتحولة تسمى الدروع الكامبيري). وتنحدر حافات القارات بشكل تدريجي في معظم الحالات نحو قيعان البحار. ويطلق على ذلك الجزء من القارات والذي يقع تحت المياه والقريب من اليابسة اسم Continental Shelfالرصيف القاري.

أغلفة الأرض الرئيسية



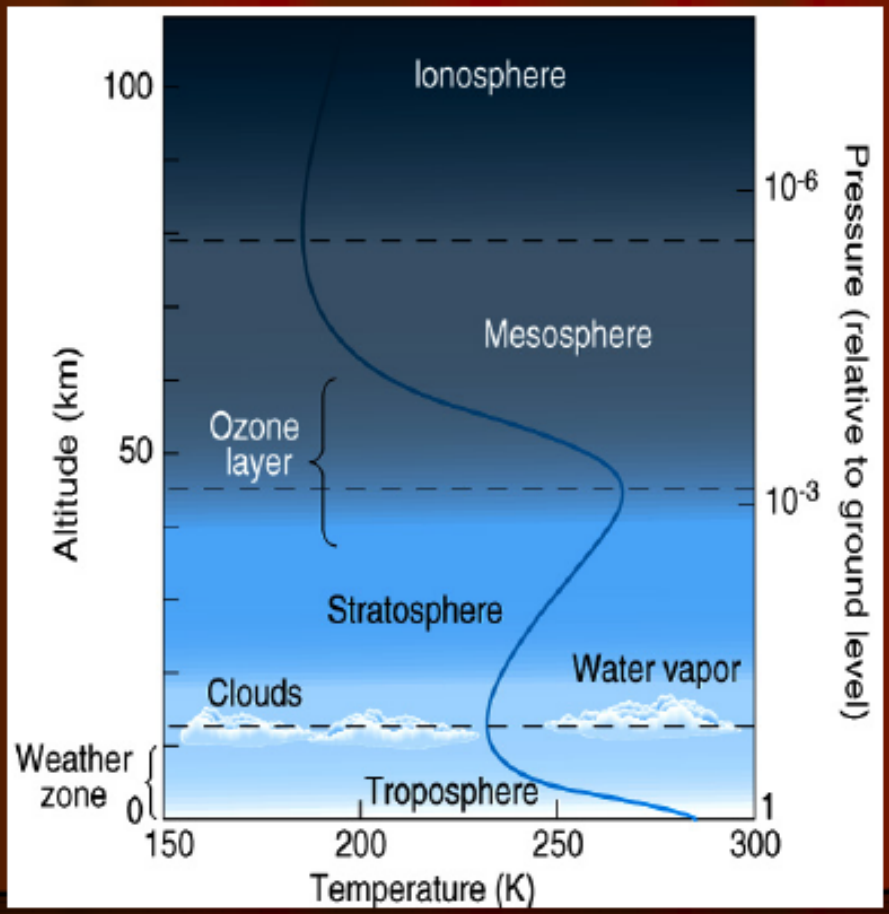
- ب) الوشاح Mantle
- تبلغ كثافة مادتها أربعة أمثال كثافة الماء ، ويبلغ سمكها حوالي ٢٨٠٠ كم تقريباً، وهي تتكون من عدة طبقات من الصخور منها البازلت والسيليكات والأكسيدات، و درجة حرارتها ما بين ٤٥٠٠-٧٠٠٠ درجة مطلقة.
- يمكن دراسة الطبقات الداخلية للأرض عن طريق قياس موجات الزلازل
- تتدرج الموجات الزلزالية في نموذجين أساسين: موجات S وموجات P، فموجاتP تتكون عندما تدفع المادة في مكان معين ما يجاورها من المادة – سواء أكانت صلبة أم سائلة – فتضغطها.
- وينتقل هذا النموذج من الموجات بسهولة عبر المواد الصلبة والسائلة كليهما، على حين تتكون موجات S عند ارتجاج المادة المجاورة إلى الأعلى وإلى الأسفل أو جانب إلى جانب ولا تنتقل إلا عبر المواد الصلبة فقط. وبناء على ذلك فإذا التقطت محطة لكشف الهزات الأرضية موجات P دون موجات S فلابد من أن تكون قد مرت بمنطقة وسط سائل في طريقها من مركز الزلزال إلى المحطة وفي ذلك إشارة إلى أن باطن الأرض سائل.

أغلفة الأرض الرئيسية



- ج) القشرة Crust: وهي الطبقة السطحية الصلبة ذات الكثافة المنخفضة ويبلغ سمكها ما بين ٢٠-٧٠ كم، وتتكون القشرة من صخور نارية ومتحولة ورسوبية. خواص المكونات الرئيسية للقشرة الأرضية، حيث يبلغ سمكها حوالي ٥ كم أسفل المحيطات وما بين ٣٠-٤٠كم أسفل القارات. كما أن درجة الحرارة تزداد بمعدل درجة مئوية واحدة كل مائة متر تقريباً بازدياد العمق

الغلاف الجوى للأرض:



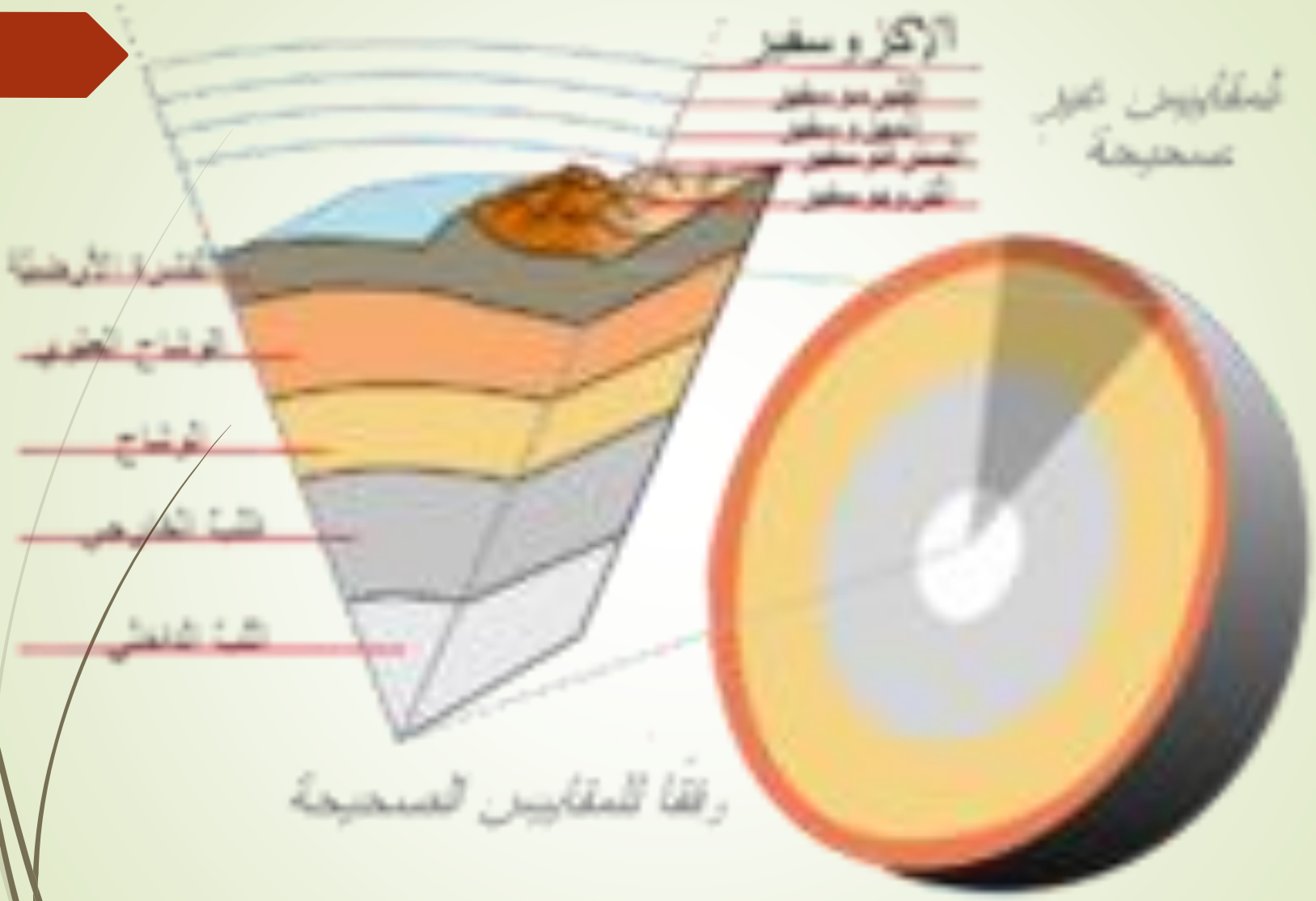
- يتكون الغلاف الجوي الحالي من جزيئات النتروجين بنسبة ٧٨%، الأكسجين بنسبة ٢١%، أما الـ ١% الباقية فتشمل ثاني أكسيد الكربون والأوزون وبخار الماء، وكلما ارتفعنا في الغلاف الجوي فإن الضغط الجوي وكثافة الغاز يقلان تدريجياً. يمكن تقسيم الغلاف الجوي إلى عدة طبقات أساسية وفقاً للتغير في درجة الحرارة،
- وهذه الطبقات هي:

Hydrosphere٢- الغلاف المائي

ويشمل هذا الغلام كتل المياه التي تغطي سطح الكرة الأرضية والتي يبلغ حوالي 4/3 من مساحة سطحها. ومعظم هذه الكتل تقع في قيعان البحار والمحيطات ، والبعض الآخر يكون الأنهار والبحيرات كما يملأ القسم الآخر المسامات بين الصخور ونسبة قليلة منه تكون بتجمعها تحت السطح المياه الجوفية ، ومع قلتها فإنها ذات أهمية كبرى للإنسان. والمياه من الناحية الجيولوجية تعتبر عنصراً مهماً من عناصر العمليات الجيولوجية مثل التعرية والترسيب. والمياه التي تملأ الأنهار وبعض البحيرات هي مياه عذبة ، أما المياه المالحة فتملأ البحار والمحيطات وبعض البحيرات إضافة إلى الأملاح فإن بعض الغازات توجد في الماء كالأوكسجين وثاني وكسيد الكاربون.

Atmosphere٣-الغلاف الغازي أو الجوي

هذا الغلاف يشمل جميع الغازات التي بامتزاجها تكون الهواء الذي يغلف الكرة الأرضية وهو يحوي على كميات من الماء وكمية قليلة من الغبار.


الأكز و سفير
المقاييس غير صحيحة
الوشاح
وفقًا للمقاييس الصحيحة

من نسبة المكونات 78%إن المكونات الرئيسية للهواء هي النيتروجين ويشكل بالإضافة إلى عناصر أخرى بنسب 21%الأخرى والأوكسجين الذي يشكل قليلة.

Biosphereالغلاف الحيوي

ويشمل هذا الغلاف الغلاف العدد الضخم من مجموعة الكائنات الحية من حيوانات ونباتات والتي تغطي مساحات من اليابسة كالغابات والمراعي والأعشاب ، كما توجد ايضاً داخل المياه كلاعشاب البحرية والأحياء الميكروسكوبية في الهواء ولهذا الغلاف أهمية كبرى في بعض العمليات الجيوكيميائية والكيميائية الحيوية كترسبات الحديد وتكون أنواع من الطين في قاع المحيط من أصداف بعض الحيوانات.

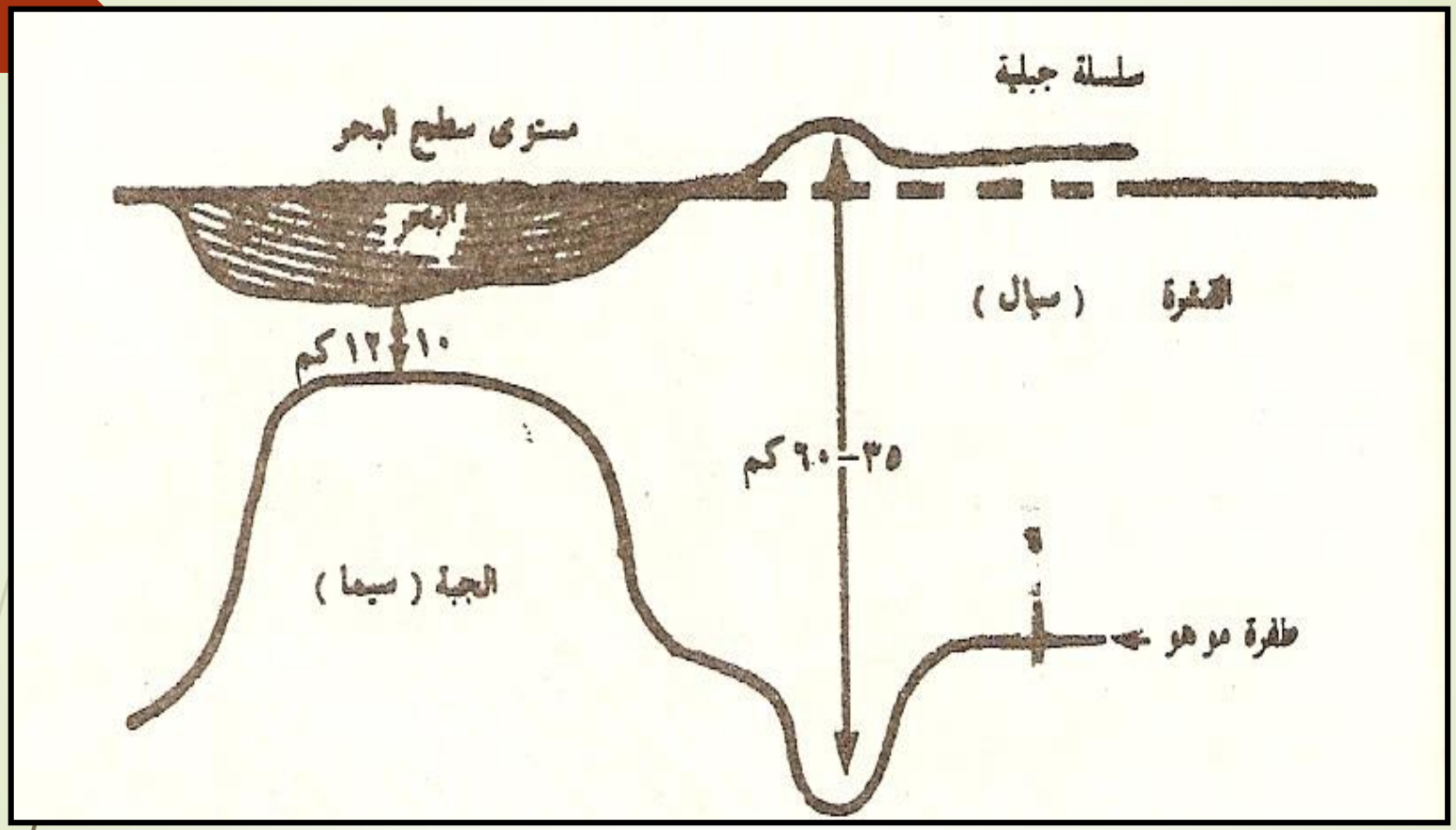
تقسيمات باطن الأرض

قسمت الأرض إلى ثلاث مناطق رئيسة ابتداءاً من سطحها وباتجاه المركز وهي:

Crustالقشرة

لقد أطلقت عبارة قشرة الأرض على الجزء الخارجي الصلب من غلافها بعد إن كان يعتقد قبل قرن من الزمن بأن الأرض مكونة من كرة ضخمة من مواد سائلة محاطة بقشرة رقيقة من الصخور الصلبة. والقشرة الأرضية في مفهوم الجيولوجيين حالياً تتمثل بالصخور كم وهي مكون من خصور تمثل الصخور المغرضة 25-45المتدة إلى عمق يتراوح بين كم 12على سطح الأرض فهي مكونة من صخور رسوبية يصل أقصى سمك لها إلى وتليها صخور نارية.

وهناك تركيبان مختلفان للقشرة متباينان في الصفات احدهما تحت القارات ويشار له والثاني تحت قاع المحيط ويشار له Continental Crustباسم القشرة القارية). 2 الشكل (Oceanic Crustباسم القشرة المحيطية



الشكل (2) القشرة الأرضية

Continental Crust القشرة القارية

إن الصخور الرئيسة السائدة في قشرة القارات والتي تلي الصخور الرسوبية هي صخور نارية حامضة تسمى الصخور الجرانيتية Granitic وتسمى ايضاً بطبقة السيال Sial وهي عبارة ملخصة تجمع الحرفين الأوليين من الرمزين الكيماويين المعدنيين الرئيسين المكونين لصخور الجرانيت وهما السيلكون والألمنيوم. ويتراوح عمق هذه الصخور بين 15-30 كم وه ذات وزن نوعي يساوي 10 2.65 غم/سم^3.

ويلي منطقة الصخور النارية الجرانيتية صخور نارية ولكنها من نوع آخر يطلق عليها اسم الصخور البازلت Basalt وهي صخور قاعدية لذا فإن المنطقة تسمى منطقة البازلت أو طبقة السيما Sima هي عبارة ملخصة تجمع الحرفي الأوليين من الرمزين الكيماويين للمعدنيين الرئيسيين الكونين لصخور البازلت وهما السيلكون المغنيسيوم. وتمتد منطقة البازلت إلى عمق يتراوح بين 30-40 كم من سطح الأرض وتصل إلى عمق يبلغ حوالي 60 كم تحت بعض المناطق الجبلية ، ويبلغ الوزن النوعي لهذه الصخور حوالي 3 غم/سم^3 . علماً إن المنطقتين السيال والسيما يفصلان بواسطة طفرة كونراد Conrad-Discontinuity.

Oceanic Crustقشرة قاع المحيطات

إن الخصور الجرانيتية التي اشرنا إلى وجودها في منطقة القارات معدومة في قاع المحيط وهي تكاد تكون معدمة كلياً أو جزئياً في قيعان المحيطات الأخرى لذا فقشرة المحيطات مكونة من طبقة رقيقة وحديثة نسبياً من الخصور الرسوبية إذا ما قورنت بالصخور الرسوبية في القارات ، تليها صخور بازلتية ذات انتشار واسع في قاع المحيطات. وتنتهي طبقة الصخور البازلتية كمثيلتها من الصخور في القشرة القارة وهي التي تفصلها عن الجبة.M-Discontinuityبطفرة موهو

Mantleالجبة

كم 2900 هوي الطبقة الرئيسية الثانية بعد القشرة الأرضية ويصل عمقها إلى وهي مكونة من منطقتين وربما ثلاث مناطق رئيسية ومكونة من صخور صلبة. وهناك سطح يمثل طفرة بين منطقة الجبة ومنطقة اللب يطلق عليها اسم طفرة فايشرت– كونتبرجWiechert-Guterberg Discontinuity.

Coreاللب

هو مركز الأرض وله قطر يبلغ حوالي 6900 كم (أي يزيد قليلاً عن نصف قطر الأرض)12 ، أما معدل الوزن النوعي فهو حوالي 15 أو أكثر ويقدرها آخرون إلى ، ويقسم لب الأرض إلى قسمين: $سم^3$/غم

Outer Core اللب الخارجي

يبلغ سمك هذه الطبقة حوالي 2267 كم ويتكون من مادة سائلة تحوي على مزيج الحديد والنيكل وتبلغ كثافة موادها حوالي 12سم/ غم3 وهذه الكثافة العالية هي نتيجة الضغط العالي والذي يبلغ 2-3 مليون ضغط جوي.

Inner Coreاللب الداخلي

متكون من مادة صلبة من الحديد والنيكل نصف قطره حوالي 1317 كم ويعتقد إن الكثافة تصلى في نقطة المركز إلى 17غم/ $سم^3$ والضغط يبلغ 3 ملايين من الضغط الجوي.

علم البلورات Crystallography

هوالعلم الذي يختص بدراسة كيفية تكوين البلورات ضمن المعدن ويبحث في تاثير الخواص الفيزيائية (الضغط والحرارة) على تكوين البلورات . اي تختص بدراسة البلورات من حيث شكلها الظاهري أو الخارجي,وتركيبها والتعرف عليها وعلى الصخور,والمعادن التي تحويها. وتوجد أنواع لهذه البلورات فالصلبة منها توجد في بعض المركبات مثل NaClومنها السائله كما في شاشات.LCD

البلورة Crystal

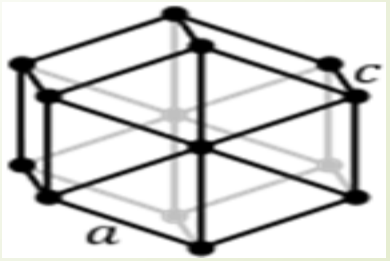
- عبارة عن جسم صلب، لها تركيب كيميائي محدد، تكونت بفعل عوامل طبيعية، تحت ظروف مناسبةمن الضغط و درجة الحرارة، يحدها خارجيا اسطح مستوية تسمى أوجه بلورية تعكس الترتيبالذري الداخلي المنتظم.

- امثلة على البلورات:

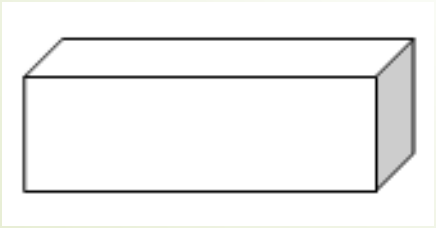
١. بلورة معدن الكرافيت (C) لها شكل بلوري يتكون من ستة اوجه مسنطيلة مع وجهين سداسيين

٢. بلورة معدن الهالايت (NaCl) تتكون من ستة اوجه بلورية مربعة

- بلورة الكرافيت (C)



بلورة الهالايتNaCl



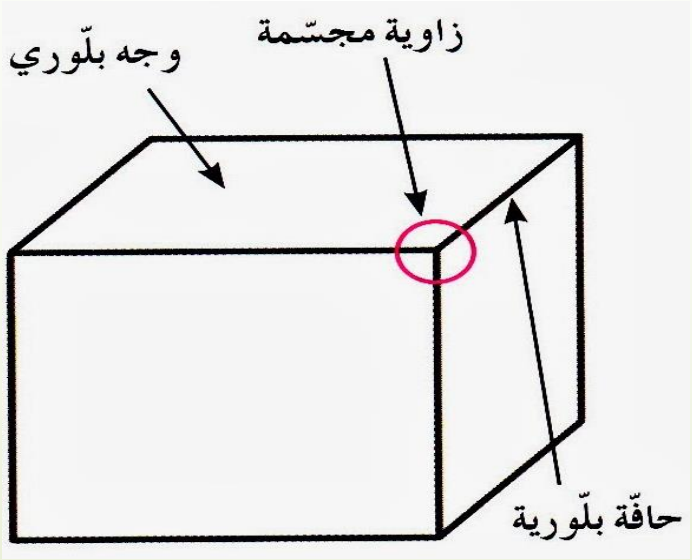
أشكال البلورات

و تنقسم البلورة من حيث تشكل الاوجه الى:

١ـ بلورة عديمة الأوجه.

٢ـ بلورة ناقصة الأوجه .

٣ـ بلورة مكتملة الأوجه



خواص البلورة (صفات البلورة)

- ١- الأوجه البلورية Crystal Eace : الاسطح الخارجيةالمستوية التي تحدد شكل البلورة.
- ٢- الأحرف البلوريةCrystal Edge: او الحافة البلورية التقاء وجهين بلورين متجاوريناو هو تقاطع اي وجهين متجاورين في البلورة.
- ٣-الزواياالمجسمةSolid Angle: التقاء اكثر من وجهين بلورين.
- ٤- الشكل البلوريCrystal form : ويمثل المظهر الخارجي للمعدن الذي يعكس الترتيب الذري الداخلي المنتظم للمعدن و مجموعة من الاوجه البلورية المتساوية و المتشابهة في الشكل و الوضع والمساحة.وقد تتكون بلورة المعدن من شكل بلوري واحد حينئذ تسمى بلورة بسيطة(Simple) وقد تتكون البلورة من عدة اشكال بلورية مجتمعة وتسمى عندئذ بلورة مركبة (Compound)

ويقسم الشكل البلوري الى:

١- **شكل بلوري مقفول**، حيث تتكون البلورة منشكل بلوري واحد يشغل بمفرده حيزا معينا من الفراغ.

٢- **شكل بلوري مفتوح**، حيث تتكون البلورة من عدة اشكال بلورية مركبةيسمي كل واحد منها شكل بلوري مفتوح لأنه لا يتم لأي واحد منها منفردا ان تشغل حيزمعين من الفراغ .

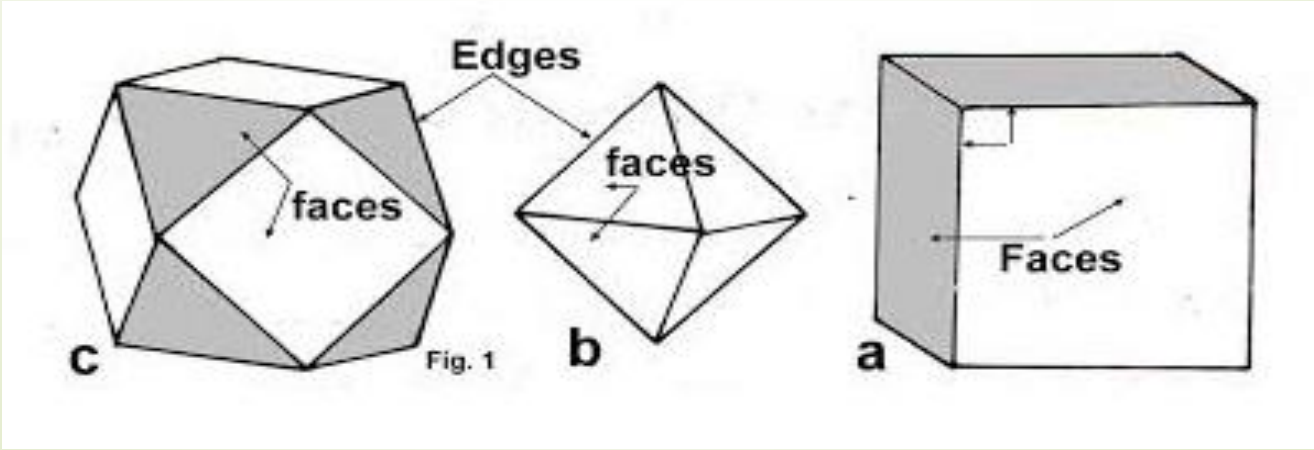


Fig. 1

التماثل

يعرف هي العمليةالتي ينتج عنها أن تأخذ مجموعة من الأوجه المتشابهة نفس المكان الذي تشغله إحداهاإذا أديرت البلورة دورة كاملة. ويحدث التكرار لأي ظاهرة موجودة على البلورة كالأحرف و الزوايا المجسمة.

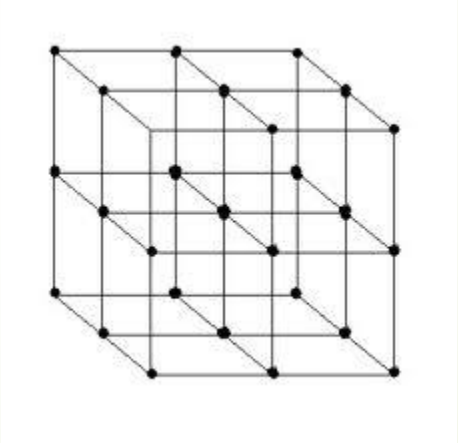
- **عناصر تماثل البلورة:**

١ - مستوى التماثل: المستوى الذي يمر بمركزالبلورة و يقسمها الى نصفين متساويين و متشابهين.

٢ - محور التماثل: هو الخط الذي لو دارت البلورة حوله دورة كاملة و بدون ازاحة لتكرروضع البلورة عددا من المرات متخذا في كل مرة نفس المكان و الوضع، ويحدد عدد تكرار الظاهرة درجة المحور(درجة التماثل)، و محاور التماثل هي: ثنائية او ثلاثية اورباعية او سداسية فقط و هي وحدها القادرة على التكرار في الفراغ دون ظهور الفراغات البينية.

- ٣ - مركز التماثل (مركز البلورة): نقطة داخل البلورة، تتميز بانه لو تم التحرك منها في اتجاهين متضادين متساويين لوجدنا نفس الظاهرة.او هي نقطة وهمية داخل جسم البلورة تتميز بان أي وجهيين او حافتين او زاويتين يتناظران حولها أي الوجه الموجود على جانب البلورة يبعد بمسافة معينة يقابله على الجاني الاخر وجه مماثل له وعلى نفس المسافة من مركز التماثل .

الشكل ادناه يمثل مستويات التماثل قي المكعب



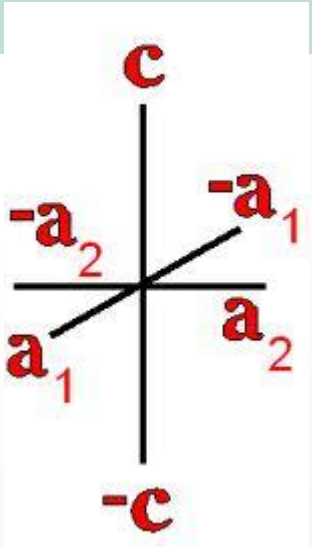
المحاور البلورية

- وهي الابعاد الداخلية للبلورة و يمكن ايجازها كم يلي :
١ـ المحور الرأسي: من اعلى الى اسفل و يرمز له (C)
٢ـ المحور الأفقي الجانبي: من اليمين الى اليسار و يرمز له a1
٣ـ المحور الأفقي الأمامي: من الخلف الى الامام و يلرمز له a2 . وبعض البلورات تحوي ثلاثة محاورأفقية نرمز لها a1 , a2 a3

الزوايا البلورية

يرمز للزاوية بين المحورين أ و ب α :و يرم زللزاوية بين المحورين ب و ج β : ، و يرمز للزاوية بين المحورين أ و ج. γ : (اذا كانت المحاور هي أ و ب و ج بدل C a1 , a2 ,

حيث a b c هي المحاور الأساسية لخليةالوحدة الفراغية في الشكل ادناه



الفصائل البلورية

او الانظمة البلورية وفقا لدرجة التماثل وللابعاد النسبية فان البلورات تقسم الى النظم اوالفصائل التالية:

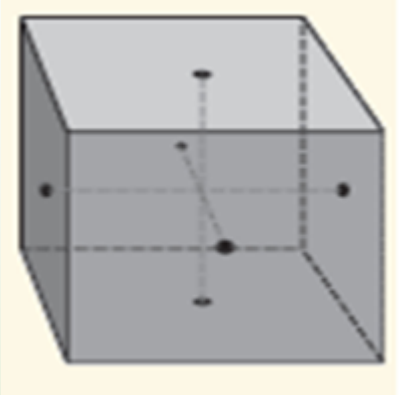
- المكعب، الرباعي، المعين القائم، آحادى الميل، ثلاثى الميل، سداسى.
يدرس هذا العلم وعلى وجه الخصوص البنية البلورية للمواد وتركيبها ، ويبحث في فيزيائية تشكلها ضمن المواد والمعادن التي تشكلها تلك البلورات.

الأنظمة البلورية :

- توجد المعادن في أشكال بلورية مختلفة والبلورة عبارة عن جسم صلب متجانس التركيب الكيميائي ويحدها أسطح ومستويات طبيعية تعرف باسم أوجه البلورة وتتميز بوجود علاقات تماثل معينة. ويمكن تقسيم البلورات عادة إلى نظم بلورية وذلك على أساس أطوال المحاور البلورية أ ، ب ، جـ ، والزوايا البلورية α ، β ، γ ، والنظم البلورية الستة هي:

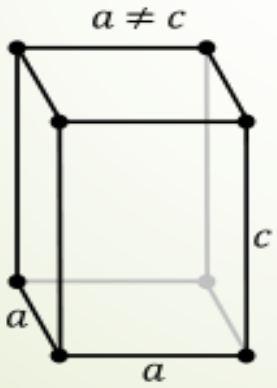
نظام المكعب: Cubic or Isometric System

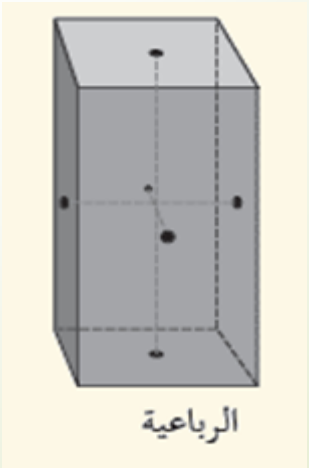
- ويمتاز هذا النظام بثلاثة محاور بلورية متساوية ومتعامدة.أي إن:
- أ = ب = جـ ، $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ أي تعامد $a \perp b \perp c$
- وتمثل هذا النظام بلورة الألماس (C) و الهالايت NaCl و الكالينا Pbs و النحاس Cu و البايرايت Fes و المغنتايت Fe_3O_4 .



- نظام الرباعي : Tetragonal System

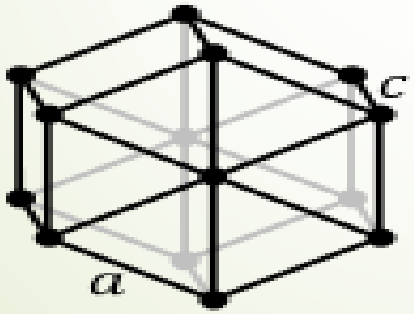
- ويمتاز هذا النظام بثلاثة محاور بلورية متعامدة، المحوران الأفقيان متساويان والمحور الثالث رأسي وهو أطول وأقصر منهما، أي إن:
- أ = ب ≠ ج ، α = β = γ = 90° و تعامد a⊥b ⊥c
- ويمثل هذا النظام الزيركون ZrSiO4 و جللكوبايرايتCuFeS2
- و كاسيترايتSnO2

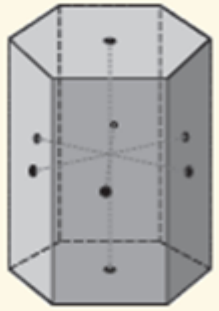




نظام السداسي : Hexagonal System

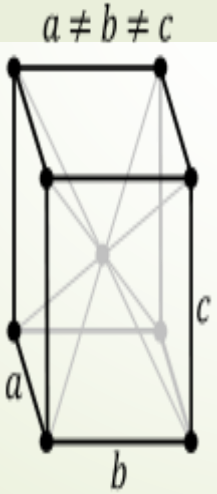
- ويمتاز هذا النظام بأربعة محاور بلورية ، ثلاثة منها أفقية ومتساوية ومتبادلة وتتقاطع في زوايا مقدارها 120° درجة والمحور الرابع رأسي أطول أو أقصر منها وعمودي على مستواها، أي إن:
- أ١ = أ ٢ = أ ٣ ≠90°، γ = 120°
- ويمثل هذا النظام بلورة الكوارتز SiO_2 و الكالسايت $CaCO_3$
- و الكرافيت C و دولومايت $CaMg(CO_3)$ و هيمتايت Fe_2O_3 .

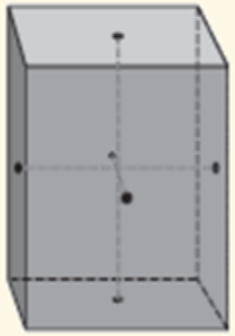



السداسية

نظام المعيني القائم : Orthorhombic system

- ويمتاز هذا النظام بثلاثة محاور بلورية غير متساوية ولكنها متعامدة، أي أن:
- أ ≠ ب ≠ جـ ، $\alpha = \beta = \gamma = 90°$
- وتمثل هذا النظام بلورة الكبريت المعين S و الاوليفين$SiO_4(Mg,Fe)$
- , و الانهايدرايت $CaSO_4$ و الاراكونايت $CaCO_3$ و
- جالكوسايتCuS

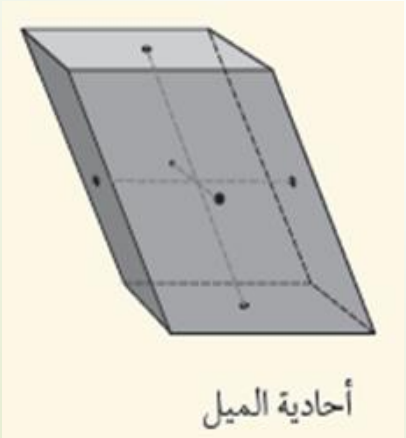


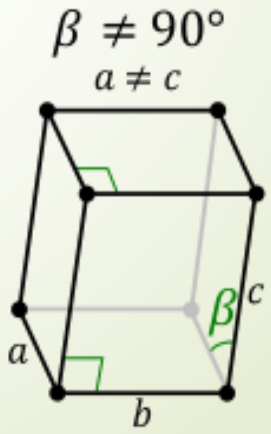


المعينية القائمة

- نظام احادي الميل: Monoclinic System

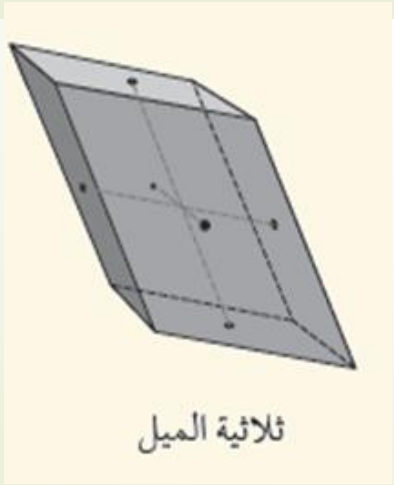
- ويمتاز هذا النظام بثلاثة محاور غير متساوي والمحور (ب) عمودي على مستوى أ ، جـ لكن المحور ميل على مستو المحورين ب ، جـ ، أي أن:
- أ ≠ ب ≠ جـ ، α = γ = 90° ≠ β ،
- وتمثل هذا النظام بلورة الأورثوكليز KAlSi3O8
- و الجبس CaSO4.2H2O و مايكا (سيلكات Al , K)
- سيلكاتCa , Mg . Fe , Al (اوجايت)

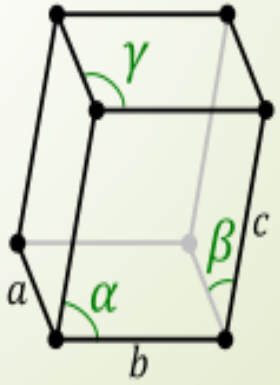




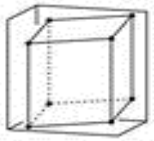
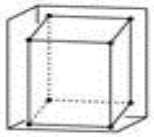
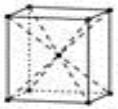
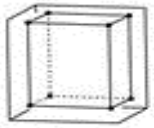
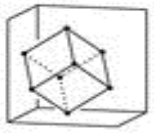
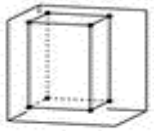
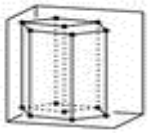
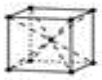
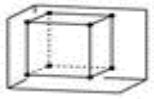
- نظام ثلاثي الميل: Triclinic System

- ويمتاز هذا النظام بثلاثة محاور بلورية غير متساوية وتتقاطع في زوايا غير متساوية أيضاً أي غير متعامدة ، أي إن :
- أ ≠ ب ≠ جـ ، $\alpha \neq \beta \neq \gamma = 90°$
- ويمثل هذا النظام بلورة الالبايت NaAlSi3O8 و كورانـدم Al2O3 و
- التركواز Al2(OH)3PO4.H2O +Cu .





الاشكال الهندسية

امثلة فلزية	شبكات ممركزة الوجوه Face-centred (F)	شبكات ممركزة الجسم Body-centred (I)	شبكات ممركزة القاعدتين Base-centred (C)	شبكات بسيطة Primitive (p)	النظام البلوري System
اكسنيت Axinite $Cu\ SO_4 . 5H_2O$					ثلاثي الميل Triclinic $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$
امفيبول Amphibale $Na_2 Co_3$					الوحيد الميل Monoclinic $a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$
اوليفين Olivine Barytes $AgNo_3$					المعيني القائم Orthorhombic $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
كالسيت Calcite As					الثلاثي Trigonal Rhombohedral $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$
زركون Zircon KH_3PO_4					الرباعي Tetragonal $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
اباتيت Apatite كوارتز Quartz Zn					السداسي Hexagonal $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$
غارنت Garnet ماغنتيت Magnetite					المكعبي Cubic $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

محاضره (٣)

المعادن

الخواص الطبيعيه لها

المعدن

عبارة عن مادة بلورية غير عضوية طبيعية التكوين تتكون من عنصر واحد او اكثر.

الخواص الطبيعية للمعادن

١. اللون

إن خاصية اللون تختلف بالأهمية بالنسبة للمعادن. حيث يعتبر لون المعدن من أهم الخواص الطبيعية للتعرف على بعض المعادن الثابتة اللون كالكبريت Sulphur ولونه اصفر فاقع ومعدن الماكنيتايت Magnetite ولونه أسود ومعدن البايرايت Pyrite ولونه اصفر برونزي. بينما يظهر قسم آخر من المعادن بألوان مختلفة بسبب احتوائها على شوائب ملونة Pigments أو دخيلة Inclusions فمثلاً الكوارتز النقي عديم اللون وقد يظهر أحياناً بالون مختلفة مثل الكوارتز الوردي Rose-Quartz الذي يحتوي على شوائب ملونة (أكاسيد الحديد الحمراء). وقد توجد الشوائب الملونة في طبقات او حلقات منتظمة تكسب المعدن جاذبية وجمالاً كما في معدن العقيق Agate. ولذلك لا يمكن استعمال خاصية اللون وحدها (في حالة تعدد الألوان) للتعرف على هذا النوع من المعادن.

٢- المخدش أو المحك Streak

محك أو مخدش المعدن هو اللون الذي يظهر به مسحوق أو دقيق ذلك المعدن. وقد يختلف هذا المسحوق في لونه عن لون المعدن نفسه.

وهذه الصفة تعتبر من أهم الصفات المميزة لبعض المعادن. فمثلاً الهيماتايت Hematite يمكن لونه اسود ولكن مخدشه احمر ويمكن أن نحصل على لون المخدش بواسطة حك المعدن على قطعة خاصة من الخزف البلوري Streak Plate ولذلك يظهر على سطحها المسحوق الناعم بشكل خط يمكن تمييز لونه بسهولة. كما يجدر الإشارة هنا بان معظم المعادن عديمة اللون تعطي مخدشاً لونه ابيض.

٣- البريق Luster

بريق المعدن يقاس بمقدار الضوء المنعكس من سطح المعدن وكذلك نوع هذا الضوء وشدة البريق تعتمد على الضوء المنعكس وهذه تعتمد على معامل الانكسار وكلما ازداد معامل الانكسار ازدادت شدة الانعكاس وشدة البريق. ونوع البريق ينقسم إلى قسمين هما البريق الفلزي والبرق اللافلزي.

Metallic Luster البريق الفلزي

وهو البريق الذي يشبه ذلك الذي تعطيه الفلزات المصقولة أو بريق المرآة وهو صفة مميزة للمعادن المعتمة التي لا يخترقها الضوء وتمتاز . وتتميز بهذا البريق سطوح المعادن 3بمعامل انكسار عالي تتجاوز قيمته العنصرية كالذهب والفضة وكذلك المعادن الكبريتيدية مثل البايرايت Chalcopyrite. والجالكوبايرايت Galena ومعدن الكالينا Pyrite

© Thomas Spann 2014

Non-metallic البريق اللافلزي Luster

وهو البريق الذي تمتاز به المعادن غير المعتمة ولها معامل انكسار اقل من 2.6 ويشمل هذا النوع من البريق الأنواع التالية :-

i. بريق زجاجي Vitreous مثل الكوارتز والكالسايت والهالايت.

ii. بريق ماسي Adamantine مثل بريق الماس Diamond والزركون Zircon.

iii. بريق صمغي Resnous مثل بريق الراتنج أو الكهرمان وكذلك الكبريت.

iv. بريق لؤلؤي Pearly يشبه بريق اللؤلؤ كمعدن التالك Talc والمايكا Meca.

v. بريق حريري Silky مثل الجبس الليفي Fibrous Gypsums .

vi. بريق ارضي Dull ويكون سطح المعدن غير براق كما في الكاؤلينايت Kaolinite وبقية المعادن الطينية.

CALCIT

٤.الشفافية Transparency

هي قدرة المعدن على تمرير الضوء خلاله. ويمكن تقسيم المعادن من حيث درجة الشفافية إلى ثلاثة أنواع هي:-

المعادن الشفافة Transparency مثل الكوارتز،

ومعادن نصف شفافة Translucent مثل الاوبل Opal،

ومعادن غير شفافة أو معتمة Opaque مثل الكالينا Galena.

٥. الصلادة Hardness

إن هذه الخاصية من أهم الصفات التي يمكن أن تساعد على معرفة وتمييز قسم كبير من المعادن والصلادة هي عبارة عن مقاومة سطح المعدن لعملية الخدش وصلابة المعدن لها علاقة مباشرة بتركيبه الداخلي الذري وبمكوناته.

فلقد وجد انه كلما كان التركيب الذري متراصاً وكانت الكثافة اكبر ازدادت الصلابة فإذا قارنا بين معدن الكالسايت Calcite والاركونايت Aragonite وكلاهما بنفس التركيب الكيميائي ($CaCo_3$) نجد إن معدن الاركونايت الذي كثافته أعلى من الكالسايت تكون صلابته أعلى.

وكذلك تتأثر الصلابة ايجابياً بازديادي تكافؤ الايونات لنفس التركيب البلوري. وتتأثر الصلابة سلباً (تكبر) كلما صغر حجم الايون لنفس التركيب البلوري مثل المغنسيات ($MgCo_3$) أكثر صلابة من صلابة الكالسايت ($CaCo_3$).

المعدن الذي يخدش الأخر إذا حك على سطحه يعتبر أصلد من المخدوش. ويمكن تعيين صلادة أي معدن باستخدام مقياس خاص يعرف بمقياس موهس للصلادة Mohs Scale ، وقد ثبتت بهذا المقياس عشر معادن ورتبت ترتيباً تصاعدياً حسب درجة Hardness صلادتها النسبية كما في الجدول أدناه (كل معدن من المعادن التي يحتويه مقياس موهس للصلادة يمكن أن يخدش المعدن الذي يقل عنه صلادة كما انه ينخدش بالمعدن الذي يفوقه صلادة).

مقياس موهس للصلادة Mohs Scale for Hardness

اسم المعدن	درجة الصلادة
تالك Talc	1
جبس Gypsum	2
كالسايت Calcite	3
فلورايت Fluorite	4
اباتايت Apatite	5
اورثوكليس Orthoclase	6
كوارتز Quartz	7
توباز Topaz	8
كورندوم Corundum	9
ماس Diamond	10

ويمكن تقدير صلادة المعدن أيضا باستخدام أدوات عادة ما تكون متوفرة لدى كل جيولوجي وهو في الحقل أو في المختبر وهذه المواد مدرجة في الجدول أدناه:

الأدوات	درجة الصلادة التقريبية
لب قلم الرصاص	1
ظفر الأصبع	2.5
قطعة نقود نحاس	3
سكين جيب أو قطعة من زجاج النوافذ	5.5
مبرد أو لوحة المخدش	6.5

٦.التشقق أو الانفصام Cleavage

هو قابلية المعدن للتشقق والانقسام إلى أجزاء في اتجاهات معينة ومنتظمة إذا ما طرقت طرقاً خفيفاً، بحيث تكون هذه الاتجاهات موازية أو على سطوح ملساء تمثل أوجه البلورات، وكذلك يطلق Cleavage Planesوتسمى مثل هذه السطوح مستويات الانفصام Planes of Weaknessعلى سطوح التشقق اسم مستويات الضعف في المعدن ويعتمد تكوين هذه السطوح على التركيب الداخلي لجزيئات المعدن.

ويمكن تمييز عدة أنواع من الانفصام في المعدن بناء على درجة كمالها فقد يوصف المعدن حينما يسهل شطر المعدن إلى رقائق ذات سطوح متوازية كما Perfectبأنه كامل الانفصام Medium أو المتوسط Good. وقد يوصف الانفصام بالجيد Micaفي معدن المايكا حينما يمكن كسر المعدن على طول مستويات انفصام تشبه سطوح المكسر غير المستوية كمعادن . وكذلك يوصف الانفصام في بعض المعادن بأنه غير كامل Felsparsالفلسبار وهناك معادن Sulphar والكبريت Apatite مثل معدن الأباتايت Imperfect ينعدم فيها الانفصام

مثل معدن الكوارتز.No-Cleavage

٧. المكسر أو التكسر Fracture

هو شكل السطح الذي ينكسر علية المعدن، إذا ما ضرب صناعياً بآلة حادة، وهو غير سطح التشقق، وتستخدم الصفات التالية في وصف الأنواع المختلفة من المكسر:

عندما يكون سطح المكسر أملس تقريباً. Even سطوح منتظمة أو مستوية

عندما يكون سطح المكسر خشناً. Uneven غير مستوية

عندما يكون السطح الناتج ذا بروزات أو نتوءات حادة مدببة Hackly مسنن مثل كسر قطعة من النحاس.

عندما يكون السطح الناتج غير منتظم ويوجد هذا النوع من Earthy ترابي المكسر في المعادن الترابية مثل الكاؤوليانات.

عندما يكون السطح الناتج يشبه الشكل Conchoidal محاري المكسر الداخلي لصدفة المحار، أي انه يكون في هيئة خطوط دائرية أو مقوسة مثل مكسر قطعة سميكة من الزجاج، ومعدن الكوارتز ينكسر على هذا الشكل.

٨.الوزن النوعي Specific Gravity

هو نسبة كثافة المعدن بالنسبة لكثافة الماء، ويوجد عدة طرق مختبرية لتعيين كثافة المعدن بدقة وسنذكر ابسطها والطريقة تتلخص بوزن المعدن في الهواء ثم وزنه في الماء ونشتق الكثافة بالمعادلة التالية:

كثافة المعدن /الكثافة = ((وزن المعدن في الهواء – وزن المعدن في الماء) في الهواء) * كثافة الماء

ولكن يمكن تقدير كثافة المعدن عن طريق وضعها براحة اليد. فالمعدن خفيف إذا كان ينتمي إلى مجموعة المعادن التي يبلغ وزنها النوعي 2.5، ومتوسط إذا انتمى إلى مجموعة المعادن التي يتراوح وزنها النوعي بين 2.5-4، وثقيل إذا ما انتمى إلى مجموعة المعادن التي يبلغ وزنها النوعي 4.5 فأكثر.

محاضره (٣)

المعادن

الخواص الطبيعيه لها

المعدن

عبارة عن مادة بلورية غير عضوية طبيعية التكوين تتكون من عنصر واحد او اكثر.

الخواص الطبيعية للمعادن

١. اللون

إن خاصية اللون تختلف بالأهمية بالنسبة للمعادن. حيث يعتبر لون المعدن من أهم الخواص الطبيعية للتعرف على بعض المعادن الثابتة اللون كالكبريت Sulphur ولونه اصفر فاقع ومعدن الماكنيتايت Magnetite ولونه أسود ومعدن البايرايت Pyrite ولونه اصفر برونزي. بينما يظهر قسم آخر من المعادن بألوان مختلفة بسبب احتوائها على شوائب ملونة Pigments أو دخيلة Inclusions فمثلاً الكوارتز النقي عديم اللون وقد يظهر أحياناً بالون مختلفة مثل الكوارتز الوردي Rose-Quartz الذي يحتوي على شوائب ملونة (أكاسيد الحديد الحمراء). وقد توجد الشوائب الملونة في طبقات او حلقات منتظمة تكسب المعدن جاذبية وجمالاً كما في معدن العقيق Agate. ولذلك لا يمكن استعمال خاصية اللون وحدها (في حالة تعدد الألوان) للتعرف على هذا النوع من المعادن.

٢- المخدش أو المحك Streak

محك أو مخدش المعدن هو اللون الذي يظهر به مسحوق أو دقيق ذلك المعدن. وقد يختلف هذا المسحوق في لونه عن لون المعدن نفسه.

وهذه الصفة تعتبر من أهم الصفات المميزة لبعض المعادن. فمثلاً الهيماتايت Hematite يمكن لونه اسود ولكن مخدشه احمر ويمكن أن نحصل على لون المخدش بواسطة حك المعدن على قطعة خاصة من الخزف البلوري Streak Plate ولذلك يظهر على سطحها المسحوق الناعم بشكل خط يمكن تمييز لونه بسهولة. كما يجدر الإشارة هنا بان معظم المعادن عديمة اللون تعطي مخدشاً لونه ابيض.

٣- البريق Luster

بريق المعدن يقاس بمقدار الضوء المنعكس من سطح المعدن وكذلك نوع هذا الضوء وشدة البريق تعتمد على الضوء المنعكس وهذه تعتمد على معامل الانكسار وكلما ازداد معامل الانكسار ازدادت شدة الانعكاس وشدة البريق. ونوع البريق ينقسم إلى قسمين هما البريق الفلزي والبرق اللافلزي.

Metallic Luster البريق الفلزي

وهو البريق الذي يشبه ذلك الذي تعطيه الفلزات المصقولة أو بريق المرآة وهو صفة مميزة للمعادن المعتمة التي لا يخترقها الضوء وتمتاز . وتتميز بهذا البريق سطوح المعادن 3بمعامل انكسار عالي تتجاوز قيمته العنصرية كالذهب والفضة وكذلك المعادن الكبريتيدية مثل البايرايت Chalcopyrite. والجالكوبايرايت Galena ومعدن الكالينا Pyrite

© Thomas Spann 2014

Non-metallic البريق اللافلزي Luster

وهو البريق الذي تمتاز به المعادن غير المعتمة ولها معامل انكسار اقل من 2.6 ويشمل هذا النوع من البريق الأنواع التالية :-

i. بريق زجاجي Vitreous مثل الكوارتز والكالسايت والهالايت.

ii. بريق ماسي Adamantine مثل بريق الماس Diamond والزركون Zircon.

iii. بريق صمغي Resnous مثل بريق الراتنج أو الكهرمان وكذلك الكبريت.

iv. بريق لؤلؤي Pearly يشبه بريق اللؤلؤ كمعدن التالك Talc والمايكا Meca.

v. بريق حريري Silky مثل الجبس الليفي Fibrous Gypsums .

vi. بريق ارضي Dull ويكون سطح المعدن غير براق كما في الكاؤلينايت Kaolinite وبقية المعادن الطينية.

CALCIT

٤.الشفافية Transparency

هي قدرة المعدن على تمرير الضوء خلاله. ويمكن تقسيم المعادن من حيث درجة الشفافية إلى ثلاثة أنواع هي:-

المعادن الشفافة Transparency مثل الكوارتز،

ومعادن نصف شفافة Translucent مثل الاوبل Opal،

ومعادن غير شفافة أو معتمة Opaque مثل الكالينا Galena.

٥. الصلادة Hardness

إن هذه الخاصية من أهم الصفات التي يمكن أن تساعد على معرفة وتمييز قسم كبير من المعادن والصلادة هي عبارة عن مقاومة سطح المعدن لعملية الخدش وصلابة المعدن لها علاقة مباشرة بتركيبه الداخلي الذري وبمكوناته.

فلقد وجد انه كلما كان التركيب الذري متراصاً وكانت الكثافة اكبر ازدادت الصلابة فإذا قارنا بين معدن الكالسايت Calcite والاركونايت Aragonite وكلاهما بنفس التركيب الكيميائي ($CaCo_3$) نجد إن معدن الاركونايت الذي كثافته أعلى من الكالسايت تكون صلابته أعلى.

وكذلك تتأثر الصلابة ايجابياً بازديادي تكافؤ الايونات لنفس التركيب البلوري. وتتأثر الصلابة سلباً (تكبر) كلما صغر حجم الايون لنفس التركيب البلوري مثل المغنسيات ($MgCo_3$) أكثر صلابة من صلابة الكالسايت ($CaCo_3$).

المعدن الذي يخدش الأخر إذا حك على سطحه يعتبر أصلد من المخدوش. ويمكن تعيين صلادة أي معدن باستخدام مقياس خاص يعرف بمقياس موهس للصلادة Mohs Scale ، وقد ثبتت بهذا المقياس عشر معادن ورتبت ترتيباً تصاعدياً حسب درجة Hardness صلادتها النسبية كما في الجدول أدناه (كل معدن من المعادن التي يحتويه مقياس موهس للصلادة يمكن أن يخدش المعدن الذي يقل عنه صلادة كما انه ينخدش بالمعدن الذي يفوقه صلادة).

مقياس موهس للصلادة Mohs Scale for Hardness

اسم المعدن	درجة الصلادة
تالك Talc	1
جبس Gypsum	2
كالسايت Calcite	3
فلورايت Fluorite	4
اباتايت Apatite	5
اورثوكليس Orthoclase	6
كوارتز Quartz	7
توباز Topaz	8
كورندوم Corundum	9
ماس Diamond	10

ويمكن تقدير صلادة المعدن أيضا باستخدام أدوات عادة ما تكون متوفرة لدى كل جيولوجي وهو في الحقل أو في المختبر وهذه المواد مدرجة في الجدول أدناه:

الأدوات	درجة الصلادة التقريبية
لب قلم الرصاص	1
ظفر الأصبع	2.5
قطعة نقود نحاس	3
سكين جيب أو قطعة من زجاج النوافذ	5.5
مبرد أو لوحة المخدش	6.5

٦.التشقق أو الانفصام Cleavage

هو قابلية المعدن للتشقق والانقسام إلى أجزاء في اتجاهات معينة ومنتظمة إذا ما طرقت طرقاً خفيفاً، بحيث تكون هذه الاتجاهات موازية أو على سطوح ملساء تمثل أوجه البلورات، وكذلك يطلق Cleavage Planesوتسمى مثل هذه السطوح مستويات الانفصام Planes of Weaknessعلى سطوح التشقق اسم مستويات الضعف في المعدن ويعتمد تكوين هذه السطوح على التركيب الداخلي لجزيئات المعدن.

ويمكن تمييز عدة أنواع من الانفصام في المعدن بناء على درجة كمالها فقد يوصف المعدن حينما يسهل شطر المعدن إلى رقائق ذات سطوح متوازية كما Perfectبأنه كامل الانفصام Medium أو المتوسط Good. وقد يوصف الانفصام بالجيد Micaفي معدن المايكا حينما يمكن كسر المعدن على طول مستويات انفصام تشبه سطوح المكسر غير المستوية كمعادن . وكذلك يوصف الانفصام في بعض المعادن بأنه غير كامل Felsparsالفلسبار وهناك معادن Sulphar والكبريت Apatite مثل معدن الأباتايت Imperfect ينعدم فيها الانفصام

مثل معدن الكوارتز.No-Cleavage

٧. المكسر أو التكسر Fracture

هو شكل السطح الذي ينكسر عليه المعدن، إذا ما ضرب صناعياً بآلة حادة، وهو غير سطح التشقق، وتستخدم الصفات التالية في وصف الأنواع المختلفة من المكسر:

i. عندما يكون سطح المكسر أملس تقريباً. Even سطوح منتظمة أو مستوية
ii. عندما يكون سطح المكسر خشناً. Uneven غير مستوية
iii. عندما يكون السطح الناتج ذا بروزات أو نتوءات حادة Hackly مسنن مدببة مثل كسر قطعة من النحاس.
iv. عندما يكون السطح الناتج غير منتظم ويوجد هذا النوع من Earthy ترابي المكسر في المعادن الترابية مثل الكاؤولينات.
v. عندما يكون السطح الناتج يشبه الشكل Conchoidal محاري المكسر الداخلي لصدفة المحار، أي انه يكون في هيئة خطوط دائرية أو مقوسة مثل مكسر قطعة سميكة من الزجاج، ومعدن الكوارتز ينكسر على هذا الشكل.

٨.الوزن النوعي Specific Gravity

هو نسبة كثافة المعدن بالنسبة لكثافة الماء، ويوجد عدة طرق مختبرية لتعيين كثافة المعدن بدقة وسنذكر ابسطها والطريقة تتلخص بوزن المعدن في الهواء ثم وزنه في الماء ونشتق الكثافة بالمعادلة التالية:

كثافة المعدن /الكثافة = ((وزن المعدن في الهواء – وزن المعدن في الماء) في الهواء) * كثافة الماء

ولكن يمكن تقدير كثافة المعدن عن طريق وضعها براحة اليد. فالمعدن خفيف إذا كان ينتمي إلى مجموعة المعادن التي يبلغ وزنها النوعي 2.5، ومتوسط إذا انتمى إلى مجموعة المعادن التي يتراوح وزنها النوعي بين 2.5-4، وثقيل إذا ما انتمى إلى مجموعة المعادن التي يبلغ وزنها النوعي 4.5 فأكثر.

علم سطح الارض
الصخور- تعريفها –انواعها-
دورتها في الطبيعة

محاضرة ٤

المرحلة الاولى

قسم ال

الصخور Rocks

الصخور هي الوحدات الأساسية المكونة للقشرة الأرضية (Crust or lithosphere) ويتكون الصخر إما من معدن واحد أو من خليط من معادن عديدة وعلى ذلك يمكن اعتبار الصخر الوحدة الأساسية في بناء القشرة الأرضية .

بعض الصخور تتكون من تكدس بقايا الهياكل العظمية للكائنات الحية. أما المعدن فكما بينا فهو وحدة بناء الصخر. وتختلف الصخور عن بعضها من حيث أنواع المعادن المكونة لها، وعلاقة بعض هذه المعادن ببعض في الصخر الواحد. كذلك تختلف من حيث موضع تكوينها في الكرة الأرضية حيث إن بعضها يتكون على سطح الأرض تحت حرارة وضغط واطئين بينما صخور أخرى تتكون في أعماق سحيقة وتتكون أخرى بين الاثنين وتنقسم الصخور إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي:

أولاً: الصخور النارية Igneous Rocks

تسمى أيضاً بالصخور الأولية (Primary Rocks) وتنشأ من تصلب المادة الصخرية المنصهرة الموجودة في أعماق باطن الأرض والتي تعرف بالماكما (Magma) أو بالصهارة.

عند خروج هذا المنصهر إلى سطح الأرض بواسطة البراكين يطلق عليها اسم الحمم البركانية أو اللافا (Lava). وعندما تتصلّب عند سطح الأرض فتُسمّى صخور ناريّة بركانيّة نتيجة تصلُّب المواد المنصهرة (الماجما).

وقد يحدث التّصلُّب في باطن الأرض لعدم وصولها الى سطح الارض فتُسمّى الصّخور النّاتجة "صخور ناريّة جوفية او صخور ناريّة تحت سطحيّة، ولكل من النوعين اعلاه تصانيف متعددة نتناولها بالتفصيل بالمحاضرات القادمه.

الصخور النارية

ثانياً: الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

يعبر عنها أحياناً بالصخور الثانوية (Secondary Rocks) وهي التي تكونت من تراكم مواد ناتجة من تفتيت الصخور النارية أو صخور متحولة أو رسوبية قديمة أخرى، أو من تراكم مواد عضوية نباتية أو حيوانية، أو من المصدرين معاً ثم تماسكت هذه المواد بالضغط والتجفيف أو برسوب مواد أخرى بين حبيباتها.

ومن خصائص الصّخور الرّسوبيّة انها تترتسب على شكل طبقات من المواد الطّينيّة أو الرّمليّة، لذلك تُسمى أيضاَالصّخور الطّبقيّة (stratified rocks) تتراوح ألوانها ما بين البني الفاتح إلى الرّمادي الفاتح.

كما و تحتوي على أحافير وآثار أقدام، وعلامات النّيم (علامات تظهر على الصّخور نتيجة ارتطام الأمواج بها).

ثالثاً: الصخور المتحولة
Metamorphic Rocks

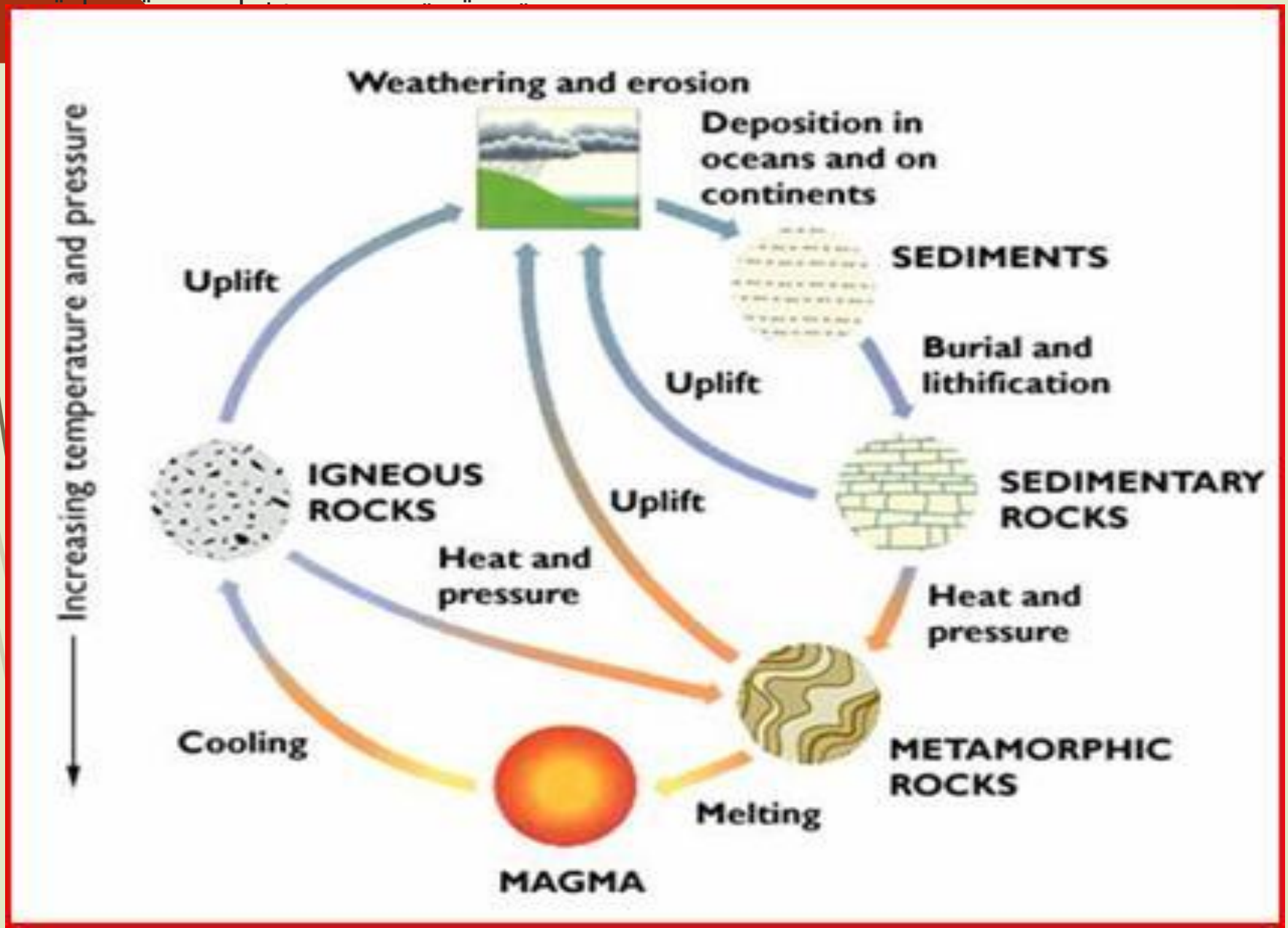
- وهي صخور كانت في أول تكوينها أما نارية أو رسوبية، ثم تأثرت أما بالحرارة المرتفعة جداً، أو بضغط عظيم أو بالاثنين معاً، فاكتسبت من جراء ذلك صفات جديدة ليست لأي من نوعي الصخر الأصليين. أي أنها تحولت من الحالة الأصلية (النارية أو الرسوبية) إلى حالة جديدة صلبة أيضاً (متحولة) وقد يصاحب هذه العملية تغيير الظروف الكيميائية مما يؤدي إلى اكتساب الصخر لصفات جديدة من حيث التركيب الكيميائي والمعدني.

دورة الصخور في الطبيعة ROCK CYCLE

من الملاحظ أن الأرض هي جسم متغير باستمرار، فالجبال تتكون وتزول، والبحار تتقدم وتتراجع فوق سطوح القارات. كما أن العمليات الخارجية والداخلية للأرض توثر بصورة ثابتة على الكوكب، والصخور هي واحدة من هذه المواد الأرضية التي تتعرض دائماً للتغيير، فنحن لا نملك نموذجاً صخرياً واحداً لم يتعرض إلى التغيير منذ تكون الأرض، وأقدم صخرة معروفة يبلغ عمرها حوالي (٣.٨) بليون سنة. كما أن العديد من الصخور تتعرض إلى التغيير باستمرار، وهذا التغيير المستمر للصخور يؤدي إلى تنقلها من نوع إلى آخر، فبالامكان أن تصبح الصخور النارية صخوراً متحولة أو رسوبية وبالعكس، وعملية التنقل هذه في الصخور من نوع إلى آخر تعرف بدورة الصخور.

- الشكل التالي يبين كيفية انتقال الصخور من نوع إلى آخر بفعل عمليات عديدة (داخلية وخارجية). فعند تصلب الصهير نتيجة لعملية التبريد تتكون الصخور النارية، والتي تتعرض لعمليات تعرية تؤدي إلى تفتيتها ونقلها وترسيبها مكونة الرواسب التي سرعان ما تدفن تحت رواسب جديدة فتتصلب مكونة الصخور الرسوبية. هذه الصخور الرسوبية إذا تعرضت لحرارة و/ أو ضغط فأنها تصبح صخوراً متحولة، أو ربما تتعرض لعمليات رفع ونشاط عمليات التعرية من جديد وبالتالي تكوين صخور رسوبية جديدة. الصخور المتحولة المتكونة إذا تعرضت لعملية الإذابة فأنها تكون الصهير الذي يتصلب مكوناً صخور نارية، أما إذا تعرضت إلى التعرية فأنها تكون صخور رسوبية. نلاحظ من الشكل أن الصخور الرسوبية لا يمكن أن تصبح صخوراً نارية بصورة مباشرة وذلك لأنها تتعرض إلى الحرارة أولاً التي تجعلها صخوراً متحولة ومن ثم تصبح صهيراً يتصلب ليكون صخور نارية.

الشكل يبين دورة الصخور في الطبيعة اعتماداً على طبيعة العوامل المؤثرة عليها من



ترسيب
الرواسب والصخور الرسوبية
تعرية
صخور نارية
تحول
صخور متحولة
تبلور
انصهار
صهارة

محاضرة ٤

المرحلة الاولى – قسم المساحة

الصخور النارية Igneous Rocks

الصخور النارية Igneous Rocks

تتكون غالبية القشرة الأرضية من الصخور النارية، والتي يرجع أصلها إلى أجماد الصهارة أو الماكما بداخل القشرة الأرضية أو قريباً من سطح الأرض وتوجد الصهارة أو الماكما التي تتكون أساساً من صخور تحتوي على معادن السيليكات وكمية صغيرة من الأبخرة والغازات تحت حرارة وضغوط كبيرة جداً وعلى أعماق تتفاوت بين عشرات الكيلومترات وبضع مئات من الكيلومترات تحت سطح القشرة الأرضية. ومن الظواهر المهمة بالنسبة للصخور النارية أنها توجد عادة في المناطق غيرالمستقرة المعروفة بالمناطق الحركية في القشرة الأرضية.

توجد الصخور النارية في الطبيعة إما على سطح الأرض وهي التي تعرف بالسطحية (Extrusive Rock)، ويطلق عليها أيضاً اسم الصخور البركانية (Volcanic Rocks) وذلك لان معظمها يتكون نتيجة تفاعلات بركانية. وأما داخل القشرة الأرضية فيسمى صخور متداخلة (Intrusive Rocks) لتداخلها بين الطبقات وفي الشقوق وفجوات الصخور الأخرى المكونة لهذه القشرة. وان القسمين المذكورين يرتبط أحدهما بالأخر ارتباطاً وثيقاً بحيث يمكن التدرج من نوع إلى أخر في سلسلة درجات غير محسوسة، ذلك لان المادة المصهورة في صعودها من جوف الأرض إلى السطح يتصلب جزء منها في أعماق كبيرة داخل الأرض وجزء قرب السطح، وجزء على السطح نفسه، وعلى ذلك تتدرج الصخور الناتجة في خواصها من نوع إلى آخر تدرجاً تاماً. وتبعاً للأعماق التي توجد عليها الصخور النارية بالنسبة لسطح الأرض فإنها تصنف إلى ثلاثة أقسام، ولكل قسم من هذه الأقسام صفات يتميز بها عن غيره وهذه الأقسام هي:

Types of Igneous Rocks

oughtCo.

أولاً: صخور الأعماق أو الجوفية Plutonic Rocks

وهذه الصخور توجد في أعماق كبيرة في جوف الأرض حيث تصلبت من الماكما تحت عوامل من الضغط والحرارة جعلت التبريد بطيئة جداً، وبذلك تمكنت جميع المعادن المكونة لها من التبلور ببلورات كبيرة (Holo crystalline) أي إنها ذات نسيج خشن (Coarse-grained) ومن أمثلتها صخور الكرانيبت (Granite) والديورايت (Diorite) والكابرو (Gabbro). وهذه الصخور تستعمل في كثير من أغراض البناء والزينة والتماثيل.

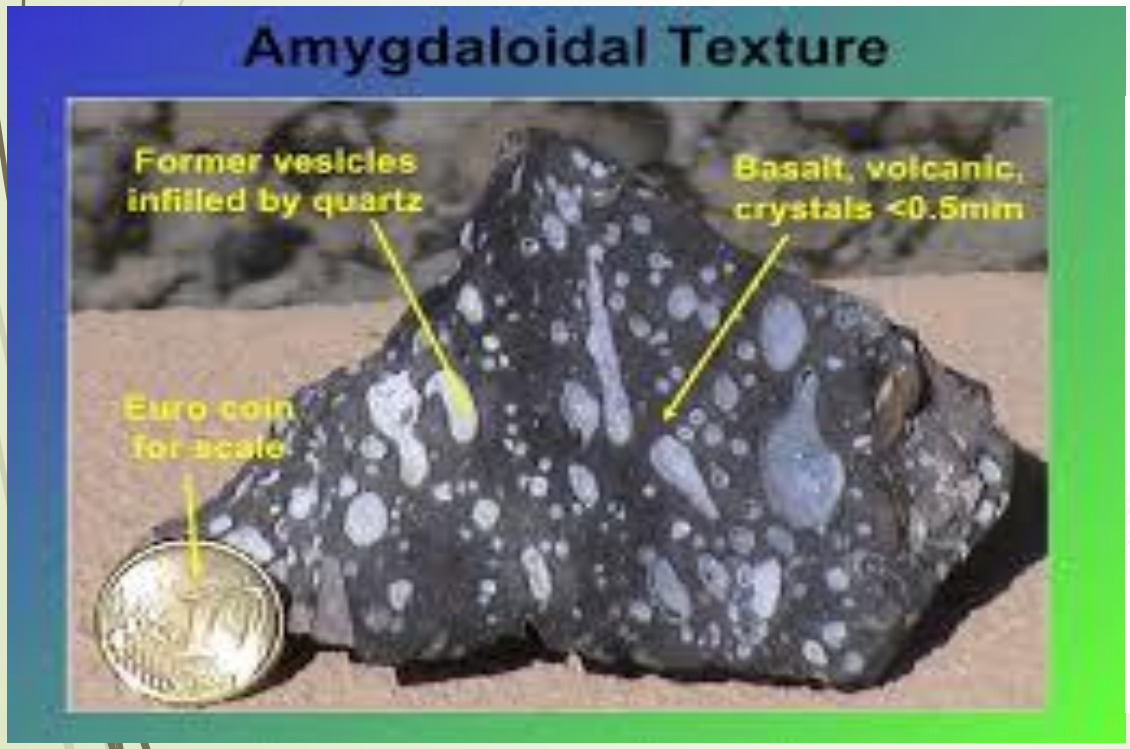
ثانياً: صخور الأغوار أو الصخور الوسطية Hypabyssal Rocks

وتوجد هذه الصخور على أعماق متوسطة تحت القشرة الأرضية. ويكون تصلب المواد المصهورة بسرعة أكثر من سرعة تصلب الصخور الجوفية مما يؤدي إلى تكوين بلورات دقيقة أو متوسطة الحجم. ويتميز الصخر بنسيج دقيق الحبيبات (Fine-grained) أو بعض الأحيان بورفيري (Porphyry) حيث نجد عدداً من البلورات الأكبر حجماً موزعة في قاعدة مكونة من بلورات دقيقة الشكل أدناه ومن أمثلة هذا النوع من الصخور الفلسايت (Felsite) وهو مرادف للكرانايت من حيث تركيبه الكيمائي والدولورايت (Dolerite) والبورفيت (Porphyry) هو صخر دقيق التبلور يعتبر مرادفاً للديورايت (Diorite) وله نفس التركيب الكيمائي.

ثالثاً: الصخور السطحية أو البركانية Volcanic Rocks

الصخور البركانية هي التي تصلبت بسرعة على سطح الأرض أو بالقرب منه والتي خرجت على شكل منصهر من فوهات البراكين والشقوق. وقد تتبلور المعادن المكونة لهذه الصخور ببلورات صغيرة جداً. وقد لا تتبلور وفي هذه الحالة تتصلب على شكل نسيج مجهري (Microcrystalline texture) أو نسيج زجاجي (Glassy texture) ومن أمثلة هذا النوع من الصخور البازلت (Basalt) والريولايت (Rhyolite) والانديزايت (Andesite). وقد يحدث أن بعض الحمم تبرد وتتصلب بصورة سريعة جداً بحيث لا تعطي الوقت الكافي لتبلور المعادن وانفصالها بشكلها البلوري المعين، ولهذا السبب تتجمد هذه الحمم على شكل زجاجي يطلق عليه اسم الزجاج الطبيعي أو الابسيديان (Obsidian)، وقد تتكون في اللاڤا فجوات

(Vesicles) أثناء تبريدها نتيجة لخروج فقاقيع الغازات المختلفة منها ويسمى نسيج الصخرة في هذه الحالة **بالنسيج الفقاعي** (Vesicular texture) كما هو الحال في صخرة **البيوميس** (Pumice) وصخرة البازلت (Basalt)، وقد تمتلئ هذه الفجوات فيما بعد براسب أو بمعادن أخرى، فيسمى **النسيج أللوزي** (Amygdaloidal texture).



Forms of Igneous Rocks أشكال الصخور النارية

تتصلب الماكما أو المادة المصهورة إما في جوف الأرض أو على سطحها أو بين الاثنين. وينتج في كل من هذه الحالات نوع من الصخور النارية يتميز بصفات خاصة من ناحية درجة التبلور وحجم البلورات الناتجة وشكلها وترتيبها وعلاقتها ببعضها (وكما اشرنا أعلاه). وعلى ذلك يمكن تقسم أشكال الصخور النارية على أساس مكان تكوينها إلى ثلاثة اقسم:

أولاً: أشكال الصخور البركانية أو السطحية Forms of Volcanic Rocks

توجد الصخور البركانية أما على شكل طفوح بركانية (Lava Flow) أو رماد بركاني (Volcanic Ash). وتوجد الطفوح البركانية أو الانسياب البركاني أحياناً على شكل طبقات من البازلت (Basalt) تغطي مساحات شاسعة من سطح القشرة الأرضية. وتتكون الطفوح البركانية نتيجة تصلب الحمم التي تتدفق من فوهات براكين مخروطية، وتتميز هذه الطفوح بأنها غير منتظمة الشكل، وبها تعرجات كما إن في وسطها ثقباً أو فجوات نتيجة لخروج الغازات المحبوسة في الحمم.

Lava Flow

كما إن الصخور النارية السطحية تتكون على أشكال عديدة أخرى نكتفي بذكر أسمائها وهي : التراكيب الفجوية وللوزية (Vesicular & Amygdaloidal Structure) والتركيب الانسيابي (Flow Structure) وتركيب الحمم الوسادية (Pillow lava Structure) والحمم الكتلية (Block lava) والحمم الحبلية (Ropy lava) وتركيب الفواصل المعدني والألواح أو الشرائح (Columnar Jointing sheet & Plate Structure) والتركيب الكالديري (المنخفضات البركانية) (Calderas Structure) والقصبات البركانية (Volcanic Necks)

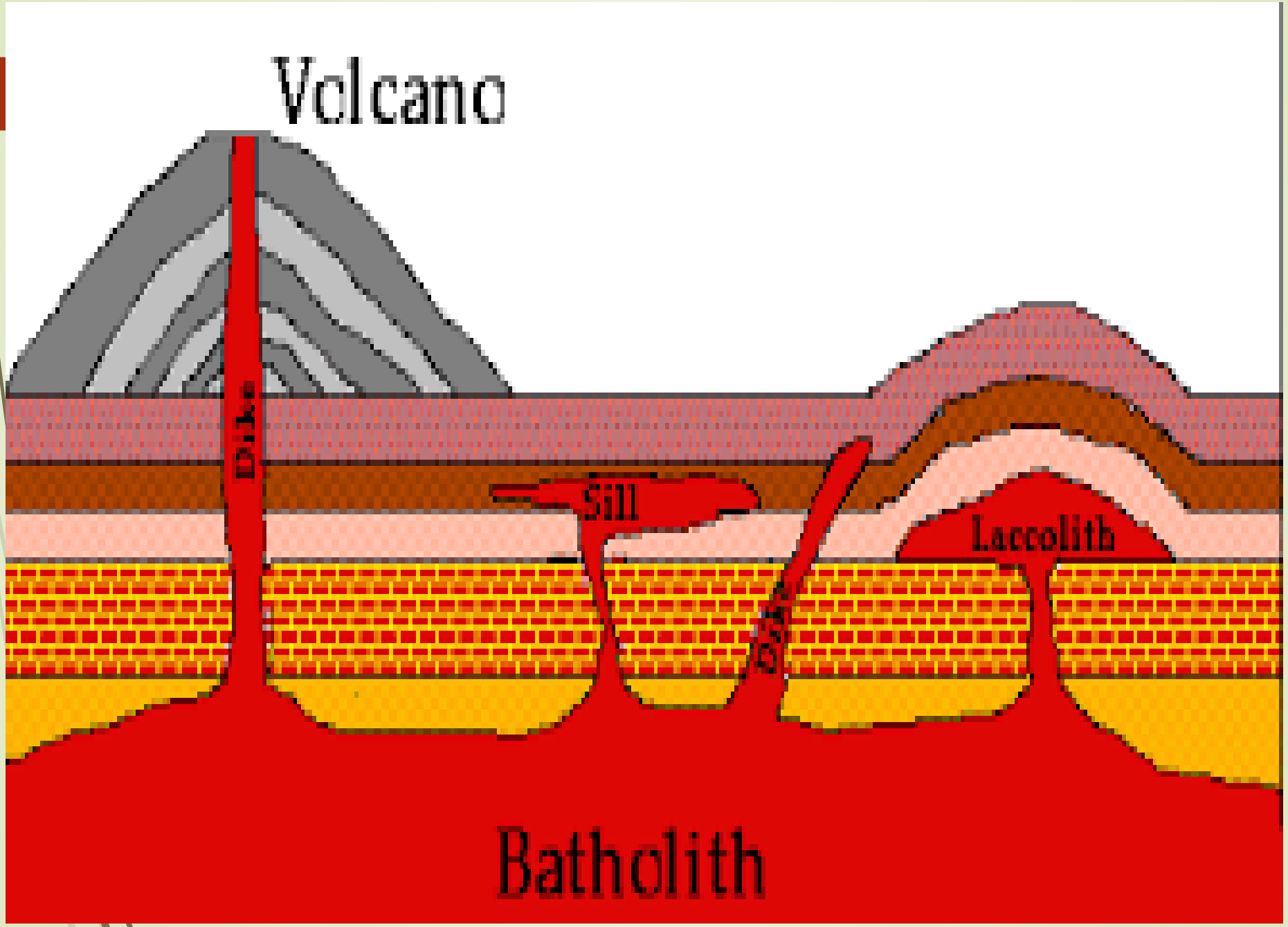
أما الرماد لبركاني فيطلق على الصخور التي تتكون من ذرات دقيقة قد تكون مفككة أو متماسكة وتكون مختلطة مع الأبخرة والغازات الخارجة من البراكين وتوجد منتشرة بالقرب من المناطق البركانية بعيدة عنها وذلك في حالة نقلها بالمياه الجارية والرياح من مصادرها الأصلية إلى الأماكن التي توجد فيها.

ثانياً: أشكال صخور الأغوار المتوسطة Forms of Hypabyssal Rocks

وهي التي تدخلت في صخور وبين طبقات القشرة الأرضية، وتصلبت قريباً من السطح مما أدى إلى برودتها بسرعة اقل من البركانية، ولذلك فإن بلوراتها دقيقة أو متوسطة ونسيجها دقيق التبلور (Fine grained texture) أو (Cryptocrystalline texture).

وتوجد هذه الصخور الوسطية في الطبيعة في هيئة سدود موازية تسمى الجدد (Sills) أو سدود قاطعة (Dykes)، والأولى عبارة عن كتل سطحية من الصخور النارية نتجت من تداخل الماكما وتجمدها بين طبقات الصخور وتكون موازية لها. أما السدود القاطعة فقد نتجت من تدخل الماكما في الشقوق والكسور القاطعة للطبقات حيث تجمدت. ويتراوح سمك هذه السدود القاطعة من سنتيمترات قليلة إلى مئات الأمتار وغالباً ما يكون نسيج هذه الأجسام دقيق وتشبه صخورها بالصخور البثقة.

وقد تكون الأجسام النارية الوسطية على شكل ناقوس فيعرف ب لاكوليث (Laccolith) وهو جسم صفائحي قاعدته مستوية وسطحه الأعلى محدب، أو قد تكون على شكل طبق وتعرف باسم لوبوليث (Lopolith) وهي أجسام صفائحية أو عدسية كبيرة نسبياً ويكون كلا سطحيها الأعلى والأسفل محدباً نحو الأعلى، أو قد تكون على شلك فاكولث (Phacolith) وهي أشكال عدسية الشكل ومنحنية بموازاة الطبقات والطيات.


Volcano
Dike
Sill
Laccolith
Dike
Batholith

ثالثاً: أشكال الصخور الجوفية Forms of Plutonic Rocks

من أهم صفات الصخور النارية الجوفية إنها خشنة الحبيبات وبلوراتها كبيرة أو متوسطة. وتوجد هذه الصخور على شكل كتل كبيرة جداً تسمى بالباثوليث (Batholith) كما في الشكل وقد يبلغ المساحة التي تغطيها بمئات الكيلومترات المربعة وتتسع قاعدتها كلما تعمقنا إلى الأسفل.

ويرجع ظهور هذه الصخور الجوفية على سطح الأرض حيث تكون سلاسل الجبال المختلفة، إلى عوامل التعرية التي فتتت وحللت ثم جرفت وأزالت طبقات سميكة من الصخور المختلفة التي كانت تعلوها وأظهرت بذلك هذه الصخور الجوفية على سطح الأرض.

الصخور الرسوبية
Sedimentary Rocks

المرحلة الاولى – قسم تقنيات المساحة

المعهد التقني / العمارة

د. محمد المياحي

الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

تغطي الصخور الرسوبية حوالي 75% من سطح الأرض إلا إنها تمثل 5% من حجم الصخور المكونة للقشرة الأرضية. وتتكون الصخور الرسوبية نتيجة ثلاثة عوامل رئيسة هي: التجويه (Weathering)، النقل (Transportation)، الترسيب (Deposition).

وعلى هذا الأساس فالصخور الرسوبية تتكون لتفتت الصخور التي سبق تكوينها ثم ترسب المواد الناتجة في مكان جديد بواسطة عوامل النقل كالأنهار والثلاجات أو الرياح تحت ظروف اعتيادية من ضغط وحرارة. ومن المعروف إن هذه الترسبات تتكون في هيئة طبقات متعاقبة (الأقدم تحت الأحدث). وتختلف هذه الطبقات في طريقة التكون وفي السمك وحجم الحبيبات المكونة لها وفي غير ذلك من الصفات، بحيث يمكن تمييز سطوح فاصلة لكل من هذه الطبقات.

وتطلق كلمة **راسب (Sediment)** عادة على إيه مادة صلبة كانت في الأصل معلقة أو ذائبة في سائل، ثم ترسبت وتراكمت في القاع بعد إعطائها الوقت الكافي لذلك فالأملاح التي تتركها المياه بعد تبخيرها يطلق عليها رواسب، والرمال التي تحملها الرياح إذا تراكمت على سطح الأرض تسمى رواسب والمواد التي تفرزها الحيوانات والنباتات إذا تراكمت على بعضها فيه أيضاً رواسب.

طرق تماسك الرواسب وتحولها إلى الصخور الرسوبية
Cementation or Lithifiction

هناك طرق عديدة تتماسك فيها الرواسب وتتحول إلى صخور رسوبية صلبة وقوية. وان قوة وصلابة الصخور المتكونة يعتمد على الطريقة التي تصلبت بها والعوامل الأخرى التي ساعدت على هذا التصلب.

وأهم هذه الطرق والعوامل هي:

ترسب بعض المواد بين حبيبات الرواسب (اللصق) Cementation

إن المياه الجوفية وكذلك السطحية منها تحوي على أملاح معدنية مذابة فيها. وأهم هذه الأملاح كربونات الكالسيوم وأكسيد السيلكون وبعض اكاسيد الحديد. وعند مرور هذه المياه بين المسامات الموجودة بين أجزاء هذه الأجسام المفككة تترسب بعض الأملاح من محاليلها وتستقر بين هذه الأجزاء فتعمل على تماسكها بحيث تكون كمادة السمنت الذي يعمل على تماسك ذرات الرمل والحصى.

التماسك والتجفيف بالضغط الواقع على الراسب (الإحكام) Compaction

إن الثقل الهائل الناتج من تراكم الرواسب التي قد يبلغ سمكها مئات الأمتار فوق الرواسب الموجودة أصلاً يسبب ضغط حبيبات هذه الرواسب الأخيرة وتقليل الفراغات بينها وطرد الماء الموجود من مساماتها فتجف وبعد مرور الزمن تتماسك وتتصلب وتصبح صخراً صلباً.

التأثير الحراري على الراسب Thermal effect

تزداد درجات الحرارة كلما زاد العمق حيث إن باطن الأرض مصدر حراري عظيم. كما إن صعود ألماكما إلى أعلى يؤدي ولاشك بالالتقاء مع رواسب معينة ونتيجة للتماس أو قرب هذا الجسم المنصهر من المواد المترسبة تتماسك هذه وبالتالي تتصلب لتكون صخراً.

إن النقاط الثلاثة التي بيناها أعلاه هي أهم العوامل التي تجعل المواد المترسبة تتماسك وتتصلب. وهنا يجب أن نضيف إن قوة الصلابة تتناسب مع العامل الزمني فكلما طالت فترة تعرض الرواسب إلى تلك العوامل المتقدمة كلما تماسك وصلابة الصخور أقسى واصلب.

خواص الصخور الرسوبية

تتميز الصخور الرسوبية بأهم الصخور التالية:

وجودها على شكل طبقات Stratification

إن خاصية تكوين الطبقات تتميز بها الصخور الرسوبية وقد تكون هذه الطبقات مختلفة عن بعضها البعض في اللون والسمك والنسيج وتكون هذه الطبقات أما أفقية أو مائلة أو مجعدة.

احتواء هذه الصخور على المتحجرات (الاحافير) Fossils

تعتبر ميزة احتواء الصخور الرسوبية على الاحافير من أهم صفاتها وقد تكون هذه الاحافير كبيرة واضحة بحيث يمكن جمعها بسهولة أو قد تكون دقيقة الحجم لا ترى إلا بالمجهر وللأحافير أهمية علمية كبيرة، إذ نستطيع بدراستها تحديد عمر الطبقات التي توجد فيها والعلاقة الزمنية بين بعضها البعض الأخر. وبعبارة أخرى نستدل على الطبقات الأقدم والطبقات الأحدث من الناحية الزمنية وذلك باحتواء هذه الطبقات على نوع معين من هذه المتحجرات.

شكل حبيبات الصخور الرسوبية Shape of Grains

تكون أشكال المواد المكونة للصخور الرسوبية أما اسطوانية أو كروية أو أجساماً غير معينة الشكل لها حافات ملساء نسبياً. والظاهرة الأخيرة حصلت كنتيجة لتدحرج هذه المواد واحتكاكها يبعضها في طريقها إلى مكان الترسيب.

احتواؤها على المعادن الخاصة

تحتوي معظم الصخور الرسوبية على مسام، ولهذه المسام أهمية كبرى في توزيع البترول والمياه الجوفية، وكذلك في تخزين الغازات الطبيعية التي توجد تحت سطح الأرض . والمعادن الاقتصادية الأخرى.

تصنيف الصخور الرسوبية
Classification of Sedimentary Rocks

يمكن تصنيف الصخور الرسوبية إلى ثلاثة أقسام تبعاً لطريقة نشأتها وهذه الأنواع هي:

الصخور الفتاتية أو الميكانيكية (Clastic) التي نشأت بالطرق ا لميكانيكية أو الفيزيائية

الصخور غير الفتاتية أو الكيميائية ((Non-Clastic Chemical)) التي نشأت بالطرق الكيميائية.

الصخور العضوية (Organic) التي هي من أصل عضوي.

الصخور الرسوبية الفتاتية أو الميكانيكية Clastic or Mechanical Sedimentary

يطلق على الرواسب الفتاتية اسم الرواسب الميكانيكية أو الفيزيائية والصخور الناتجة عنها تسمى بالصخور الفتاتية (Clastic). وتتدرج هذه الأجزاء والفتات بالحجم، فمنها الكبيرة المتمثلة بالحصى الخشن، ومنها الصغيرة التي لا ترى الأ بواسطة المجهر وهذه التدريج بحجم الذرات ونوعية الصخور الناتجة عن تجمع هذه الجزيئات يحملها على أن ندرجها وكما في الجدول أدناه:

اسم الصخرة	اسم الراسب	الحجم بالمليمترات	اسم الجزيئية
Conglomerate or Breccia	Gravel	< 256	Boulders
Conglomerate or Breccia	Gravel	256-64	Cobbles
Conglomerate or Breccia	Gravel	64-2	Pebbles
Sandstone	Sands	2-1/16	Sand
Siltstone	Silt	1/16-1/256	Silt
Claystone	**Clay**	**>1/256**	**Clay**

انواع الصّخور الفتاتيّة أو الميكانيكيّة

- وهي صخور مكونة من فتات صخور أخرى انفصلت عن بعضها بسبب عمليات التجوية الميكانيكيّة، ولم تتعرض لتغيرات كيميائيّة، ثم تحجّرت من جديد، والتصقت ببعضها بفعل الضغط، ومن أنواعها

- **الكونجلوميرات Conglomerate**

- وهي صخور تكونت من شظايا صخور تعرضت للتآكل، وانتقلت بعيداً عن مصدرها مما ساعد على استدارة حبيباتها التي تكون بحجم حبات البازيلاء، أو أكبر قليلاً.

- **صخور البريشيا Breccia**

- تختلف صخور البريشيا عن صخور الكونجلوميرات بأنّ حبيباتها حادة الزوايا مما يدل على أنّ الصخر ترسّب بالقرب من مصدره الأصلي، وحجم حبيباتها بحجم حبات البازيلاء، وتوجد عادةً في مناطق الصدع، وتظهر بألوان مختلفة.

صخور الغرين Siltstone

حبيباتها أنعم من حبيبات الرمل، وأخشن من الطين، وتظهر بألوان متعددة تظهر بألوان مختلفة مثل الأبيض، والأحمر، والرمادي، والوردي، والأسود، أو البني.

صخور الحجر الرّملي Sandstone

يتراوح حجم حبيباتها من الناعم إلى الخشن و يمكن رؤيته بالعين المجردّة، ويتكون بعض أنواع الحجر الرّملي بشكل أساسيّ من الكوارتز، وتكون حبيباتها مستديرة، وتكون ذات لون فاتح، وتُسمى حجراً رملياً ناضجاً، ويتكون بعضها من عدة أنواع من المعادن، وحبيباته ذات زوايا ويُسمى حجراً رملياً غير ناضج.

حجر الطّفل، أو حجر الطّين الصّفحي shale

(ظهر حجر الطّفل بألوان مختلفة كالرّمادي، والأحمر، والبني، أو الأسود، وذلك اعتماداً على مكوناتها من أكاسيد الحديد، والمواد العضويّة، ويميل هذا النوع للانقسام إلى قطع مسطحة نوعاً ما، وتكثر فيها الأحافير، وتوجد غالباً في قاع البحيرات، أو المحيطات.

Breccia

conglomerate

shale

Sand stone

الصخور غير الفتاتية أو الكيميائية

الصخور الجيرية Limestone

هي التي تترسب بالتبخر من مياه كانت مذابة فيها مادة كربونات الكالسيوم كالتي تترسب أحياناً من العيون الجيرية وهي المسماة بالترافرتين أو السنتر الجيري (Calcareous Sinter) ومثل الرواسب التي تتكون داخل الكهوف في بعض المناطق الجيرية وهي الرواسب المعروفة بالهوابط أو الاستلاكتايت (Stalactite) وهي الأعمدة المدلاة من سقوف هذه الكهوف ومثل الرواسب المعروفة بالصواعد أو الاستلاكمايت (Stalagmite) وتتكون على أرضية هذه الكهوف وهي مواد مكونة من كربونات الكالسيوم المتبلورة.

الرواسب الكيماوية السلكية Siliceous

وهي رواسب مكونه من ثاني اوكسيد السيلكون تتكون حول بعض أنواع الينابيع المعدنية الحارة المتفجرة المسماة بالنافورات (Geysers) التي تكثر في المناطق البركانية ومن هذه الصخور هي الصوان العقدي (Flint) ويكون ذا لون أسود أو رصاصي والصوان (Chert) ذا لون رصاصي.

الصخور الرسوبية الكيميائية

- وتتكون هذه الرواسب نتيجة لتبخر المحاليل الملحية وتراكم المواد المعدنية بعد رسوبها من المحاليل. والمعدن الذي يترسب أولاً هو المعدن الأقل ذوباناً. أما المعدن الأكثر ذوباناً فيترسب في النهاية. ومن أمثلة الصخور الرسوبية الكيميائية ملح الطعام، الجبس ، الانهايدرايت وكذلك الصخور الجيرية الكلسية والدولومايت.

الجبس Gypsum

- وهو أو معدن يترسب بكميات كبيرة عند تبخر مياه البحر وتحت ظروف معينة تتكون طبقات سميكة من الجبس ويوجد غالباً مع الملح والرواسب الملحية المختلفة وكذلك مع حجر الجير والطفل حيث تترسب هذه كلها من مياه البحر.

الانهايدرايت Anhydrite

- يلي الجبس في التكوين والترسيب من مياه البحر ويوجد على شكل طبقات مشابهة للجبس وغالباً يوجد الاثنان معاً بالإضافة إلى رواسب ملحية أخرى.

Evaporated stone

Calcareous stone

Chert stone

الصخور الرسوبية العضوية Organic

إن الرواسب العضوية تتكون من ترسبات أصداف وإفرازات بعض الحيوانات البحرية أو ترسبات نباتات واهم الصخور العضوية هي: الحجر الجيري العضوي (Organic limestone) وصخور الفوسفات (Phosphate Rock) والفحم الحجري والرواسب الفحمية والنباتية المختلفة.

الحجري الجيري العضوي Organic limestone

وهو من أهم أنواع الصخور الجيرية وأكثرها انتشاراً في الأرض حيث يرجع تكوينها إلى قدرة بعض أنواع الحيوانات والنباتات على استخلاص المادة الجيرية من مياه البحار التي تعيش فيها وتحويلها إلى محارات وأصداف لتسكنها ولتقي أجسامها الرخوة من التلف والهلاك. وبعد موت هذه الحيوانات والنباتات تسقط محارتها إلى قاع البحر وتكون رواسب جيرية تزداد بمرور الزمن الطويل لتتحول بالضغط ورسوب مواد أخرى بين ذراتها إلى الصخور الجيرية الصلبة المعروفة.

الطباشير Chalk هو نوع من الصخور الجيرية، ويمتاز ببياضه الناصع وقلة صلادته بحيث يترك أثراً أبيض على أي شيء يلامسه.

Organic rock

Organic rock

تراكيب الصخور الفتاتية

التطبق Stratification or Bedding

تدعى الصخور الرسوبية أحياناً بالصخور المتطبقة وذلك لأن من خصائص هذه الصخور التطبق، حيث إنها تترسب مكونه طبقات مختلفة في سمكها وقد يتراوح سمك الطبقة الواحدة سنتمتراً واحداً أو قد يصل إلى أمتار عديدة.

الشقوق الطينية Mud Cracks

عند ترسب المواد الدقيقة كالسلت والطين المشبعة بالماء نلاحظ بعدة فترة زمنية عندما تفقد هذه الرواسب المياه الموجودة فيها جزئياً أو كلياً يتقلص حجمها فتنكمش ونتيجة لانكماشها تتشقق على شكل مضلعات عادة ما تكون خماسية الاوجة.

التموج Ripple marks

تتكون هذه التموجات عادة نتيجة لحركة المياه ونلاحظ هذه الظاهرة قرب السواحل البحرية أو على جوانب الأنهار والتموجات المتكونة على سواحل البحر تكن متناظرة عادة وذلك لان الأمواج ترتطم بالسواحل فتتحرك المياه على الساحل إلى الأعلى ثم ترجع ثانية إلى البحر إما 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.

التطبق المتقطع Cross Bedding

- تكثر في قنوات الأنهار الحفر والتعرجات وبملاحظة تيار المياه الجاري في هذه القنوات نرى إن تيار المياه عند مروره بمثل هذه الحفر أو الانخفاضات تقل سرعته وتترسب الموادالتي يحملها أو 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.
- إن وجود التطبق المتقاطع تعطي فكرة عن اتجاه التيارات التي رسبت الحبيبات والتغيرات الحاصلة في هذه التيارات.

التدرج الطبقي Graded Bedding

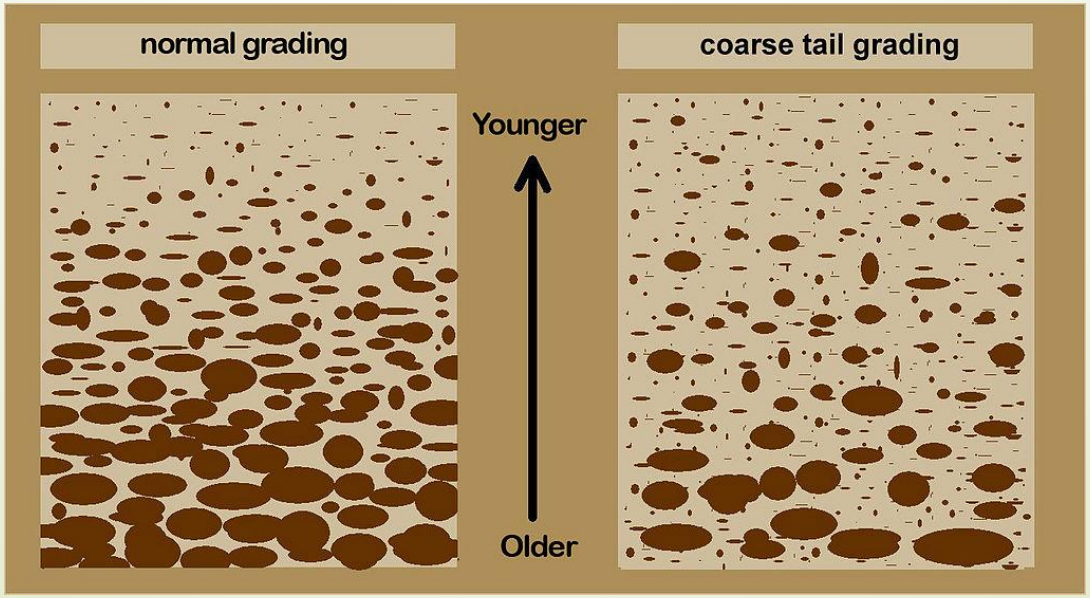
- تحمل المياه حجوماً مختلفة من الحبيبات الرسوبية وكلما كانت المياه سريعة كلما كان حجم الحبيبات التي تحملها اكبر حجماً وعندما تقل سرعة المياه تقل طاقتها على حمل المواد فتترسب المواد الكبيرة وتليها الأصغر حجماً وفي بعض الأحيان تقل سرعة المياه بصورة مفاجئة نسبياً فترسب المواد الكبيرة أولاً وتليها المواد الأصغر حجماً في نفس المكان بالتدرج.

Ripple marcks

bedding

Cross bedding

Mud cracks



التعرية Erosion

د.محمد المياحي

Erosion of Rocksتعرية الصخور

عند دراستنا للصخور رأينا أنها تحفظ لنا سجلاً متكاملاً عن معظم الحوادث والظواهر الطبيعية التي مرت بها الكرة الأرضية خلال فترة مئات الملايين من السنين من عمرها. ومن قراءتنا لتاريخ الظواهر والتغيرات الجيولوجية أمكننا أن نقارن بين تلك الحوادث والحوادث الطبيعية القائمة في الوقت الحاضر واستناداً إلى ذلك يمكننا تقسم الظواهر الطبيعية التي تعمل على التغييرات الجيولوجية في القشرة الأرضية إلى قسمين رئيسيين.

Internal Factorsأولاً: العوامل الداخلية

إن هذه العوامل تعتمد على التأثيرات الناتجة عن جوف الأرض كالضغط والحرارة وما لهذين العاملين من تأثيرات على القشرة الأرضية حيث أنها تتشقق وتتكسر وتتحدب طبقاتها نتيجة للزلازل والبراكين وحركات الصهير الصخري أو ألماكما (Magma.) الآتية من الأعماق

External Factors ثانياً: العوامل الخارجية

وهذه العوامل تعتمد على التأثيرات الناتجة عن الغلافين الجوي والمائي على السطح الخارجي للقشرة الأرضية ومن أمثلتها التغييرات بدرجات الحرارة والرياح والأمطار والثلوج والثلاجات والسيول والأنهار وغيرها من العوامل التي تؤثر وتعمل على تعرية وجه الأرض. وسوف نتطرق في هذه المحاضرة إلى دراسة العوامل الخارجية وتأثيراتها على سطح الكرة الأرضية وشرحها.

Erosion التعرية

(هي عملية تفتيت وتجويه Weathering) المواد الصلبة وتحليلها إلى أجزاء مفككة ونقلها من مكانها الى أماكن أخرى. ويمكن أن يتم هذا التفتيت إما بالتحليل الكيميائي Solutions) أو قد يكون التفتيت (وذلك باذبة تلك المواد مكونة المحاليل ميكانيكياً وذلك بتأثير المياه السطحية الجارية والثلاجات أو بفعل الرياح وغيرها من العوامل الفيزيائية. وعلية يمكن أن نعرف التعرية بأنها عملية تفتيت ونقل المواد المفتتة.

أولاً: التفتيت أو التجوية Disintegration or Weathering

تمثل عملية التجوية أهم عامل من عوامل التعرية. والتجوية نوعان أساسيان هما التجوية الطبيعية أو الميكانيكية (Physical or Mechanical) والتجوية الكيميائية (Chemical Weathering).

تم دراسة موضوع التجوية وانواعها في المحاضرة السابقة.

ثانياً: النقل Transportation

وهذه العملية هي عبارة عن نقل المواد المفتتة والمفككة الناتجة عن عملية التجوية من مكان تكوينها إلى محل ترسبها. وإن أهم عوامل النقل هي (أ) الجاذبية الأرضية، (ب) الرياح، (ج) الثلاجات، (د) الموجات والتيارات البحرية، (هـ) الأنهار. وسوف نوجز دور كل عامل من هذه العوامل كما في الجدول التالي.

جدول يبين عوامل النقل في الطبيعة

عامل النقل	مكان التأثير	نوع التأثير والنقل
أ- الجاذبية الأرضية	المنحدرات	نقل الصخور المفتتة والمفككة من الأماكن الجبلية والمرتفعات إلى الأماكن المنخفضة
أ- الرياح	على جميع سطوح الأرضي وخاصة في الصحاري	تقوم على نقل حبيبات الرمال والأتربة مكونة الكثبان الرملية
ج- الثلاجات	السلاسل الجبلية في المناطق القطبية وفي جميع الأماكن التي تتجمع فيها الثلوج	تكسير وتهشيم وقلع الكتل الصخرية الكبيرة من الطبقات الأرضية ونقلها من المرتفعات إلى الأماكن المخفضة
د-الموجات والتيارات البحرية	في السواحل المفتوحة وعلى قيعان المياه الضحلة	تعمل كالمنشار الأفقي فتقص السواحل الجدارية مكونة أشكالاً مختلفة
هـ- الأنهار	على جميع السطوح الأرضية	تكسير الصخور ونقلها أما بواسطة الجر(Traction) أو بواسطة التعلق(Sliding) أو بواسطة المحلول(Suspension) ثم ترسيبها.

تصنيف الأنهار:

كما هي الحالة في كثير من الظواهر الطبيعية الأخرى يمكن للأنهار أن تصنف إلى عدة تصانيف تبعا للمقياس المستخدم في ذلك، إذ تقسم الأنهار استنادا إلى:

أولا: طبيعة جريان الماء في الوديان النهرية إلى الأقسام التالية:

1- الأنهار الدائمة الجريان Permanent

نعني بهذه الأنهار تلك التي يستمر جريان الماء فيها طيلة العام وتسبب ظروف كثيرة حالة الجريان الدائمي للأنهار منها:

1- تكون كمية التساقط كبيرة وموزعة توزيعا منتظما طيلة العام. كما في انهار الأقاليم الاستوائية مثل الامازون والكونغو...الخ.

2- ينبع النهر من بحيرة أو من عدة بحيرات أو يمر مجراه خلالها كما في النيل ومكنزي.

3- ينبع النهر من نباثيات الغطاءات الجليدية أو الثلاجات كما في نهري الدانوب والراين في قارة أوربا ونهر مزوري في قارة أمريكا الشمالية.

4- يصبح النهر دائمي الجريان إذا قام بتعميق أقسام من واديه إلى ما دون مستوى الماء الباطني الدائمي الأمر الذي يجعله يتغذى بكميات ثابتة من المياه الباطنية.

2- الأنهار المتقطعة Intermittent

وهي الأنهار التي تنقطع عنها مصادر المياه في فترات. وتوجد هذه الأنهار على الأغلب في الأقاليم التي يكون التساقط فيها فصليا وتكون شائعة في الأقاليم شبه الجافة. تقسم هذه الأنهار بدورها إلى قسمين هما:

(أ) الأنهار المتقطعة التي تتغذى بوساطة الينابيع.

(ب) الأنهار المتقطعة التي تتغذى من الجريان السطحي للماء.

ينقطع الجريان بالنسبة للحالة الأولى من الانهار بسبب أنها لم تقم بتعميق واديها إلى دون المستوى الدائم للماء الجوفي خلال الفترة الجافة من السنة وينقطع الجريان في حالة النوع الثاني عندما يتوقف التساقط في منطقة تغذية النهر لكونه ذا تساقط فصلي. ويصبح النهر فصليا إذا لم ينبع من مناطق مرتفعة تغطيها الثلوج أو انه لا يمر في بحيرة أو ينبع منها.

3- الأنهار الوقتية Ephemeral

تظهر هذه الأنهار في المناطق الجافة وشبه الجافة، ولا يحدث أي جريان مائي فيها إلا عقب سقوط الأمطار على أحواض ووديان تلك الأنهار ويعتمد مقدار طول الفترة التي تجري فيها المياه في مثل هذه الأنهار على كمية الأمطار الساقطة وعلى الفترة التي استغرقتها عملية التساقط.

ثانيا – تصنيف الأنهار تبعا لنظمها:

نعني بنظام النهر الطريقة أو الأسلوب الذي تتصرف بموجبه مياه النهر، أي الفترات التي تكون فيها كمية التصريف عالية في النهر (الفيضان) والفترات التي تنخفض فيها كمية ذلك التصريف (الصبيهود).

تصنف الأنهار تبعا لذلك إلى:

1- الأنهار ذوات النظام البسيط:

ترتفع مناسيب المياه في النهر وتزداد كمية التصريف في هذا النوع من النظام مرة واحدة في السنة وترتبط مع فترة التساقط الكبيرة أو مع فترة زيادة التجهيز المائي من منطقة التغذية. وتنخفض

كمية التصريف وتهبط المناسيب للنهر في فترة معينة أخرى من السنة تتفق مع انقطاع التساقط أو تناقصه وقلة كمية التجهيز المائي من منطقة التغذية كما في نهري دجلة والفرات.

2- الأنهار ذوات النظام المزدوج:

يظهر على انهار هذا النظام فترتان يرتفع فيهما منسوب المياه في النهر تحصران بينهما فترتين للمناسيب الواطئة والتصريف المائي القليل. وتعتبر الأنهار الاستوائية مثالا جيدا على هذه الحالة حيث توجد في المناخ الاستوائي فصلان للمطر تتفقان مع فترتي تعامد الشمس على الأقاليم الاستوائية الأمر الذي يؤدي معه إلى رفع مناسيب المياه في الأنهار. وتنخفض تلك المناسيب المناسيب في فترتي قلة المطر النسبية المحصورة بين خاتين الفصلين. كما في نهري الامازون والكونغو. ويمكن لهذه الحالة أن تحصل أيضا للأنهار التي تتزود بالماء من الأمطار الغزيرة في الخريف والشتاء ثم تقل الأمطار بنهاية الشتاء ويقل معها التصريف النهري. وتحدث زيادة ثانية للتصريف عندما ترتفع درجات الحرارة في بداية الفصل الحار وتؤدي إلى إذابة الثلوج المتجمعة في منطقة التغذية وتعتبر انهار جنوب أوربا التي تنبع من جبال الألب خير الأمثلة على ذلك.

3- النظام المركب:

عندما تكون مساحة حوض النهر كبيرة جدا بحيث يمكن أن تضم أنواعا متباينة من الأقاليم المناخية أو تشمل تضاريس متنوعة فان من غير المعقول أن يكون نظام الجريان في كل أجزاء النهر الذي يصرف مياه ذلك الحوض متشابهه وتتبع نظاما واحدا ولذلك يصبح نظام الجريان مركبا فيها. وتعتبر انهار المسيسبي والدانوب أمثلة جيدة على ذلك. وتتصف هذه الأنهار بكثرة روافدها وتباعد المسافات بين تلك الروافد.

ثالثا – تصنيف الأنهار تبعا لمراتبها: River Orders

جرت محاولات عديدة لتصنيف الأنهار تبعا لمراتبها كان من بينها محاولة هورتن Horton في سنة 1945. ومحاولة سترالر عام 1952 وشريف Shreve سنة 1957 وشايدكر Scheidegger سنة 1965. تهدف كل تلك المحاولات إلى تصنيف الوديان النهرية تبعا لبدء تسلسلها في تكوين المجرى النهري. ولا تهدف عملية ترتيب المجاري النهرية إلى هذا فقط بل يمكن لها أن تعطي دليلا تقريبيا عن كمية الجريان الذي يمكن أن يكون في شبكة نهرية معينة حيث كلما زادت مرتبة النهر فان

من المتوقع أن تكون كمية المياه فيه كبيرة بسبب الروافد التي تغذيه. ويعتبر الدليل الذي وضعه هورتون اكثر تلك المحاولات بساطة حيث قام بتصنيف الانهار الى مراتب. وقبل ان تصنف الانهار حسب رتبتها لا بد من التعرف على الخصائص المورفومترية للاحواض المائية لان الرتبة واحدة من هذه الخصائص.

رابعا – تصنيف الأنهار تبعا لنمط التصريف Drainage Pattern

تأخذ شبكة التصريف النهري لأية منطقة شكلا خاصا يعرف بنمط التصريف وهو الذي تبدو فيه مجاري ووديان الأنهار عندما ترسم على خارطة تلك المنطقة. ومن الطبيعي أن لا يكون وضع

الشبكة النهرية هذا اعتباطيا بل انه يكون نتيجة للعلاقات بين نوعية المناخ السائد وطبيعة التضاريس وكذلك نوعية الصخور وبنيتها. وبذلك أمكن تقسيم أنماط التصريف النهرية إلى:

1- نمط التصريف النهري الشجري Dendritic

يرتبط وجود هذا النمط من التصريف بالمناطق التي تكون صخورها متجانسة وتكون على الأغلب ذات طبقات صخرية أفقية الامتداد أو تميل ميلا بسيطا. كما ويتصف السطح فيها بأنه ذو تضاريس واطئة كأن يكون سهلا أو سطح هضبة. وتبدو الأنهار في هذا النمط وكأنها تفرعات أغصان الأشجار. وتختلف كثافة التفرع النهري في هذا التصريف تبعا لدرجة صلابة الصخور ومسامياتها وكذلك لنوعية المناخ إذ تزداد كثافة التفرع كلما كانت الصخور ذات صلابة قليلة كما هي الحال في الصخور الرسوبية في حين يقل التفرع في مناطق الصخور النارية الصلبة المقاومة. وتزيد درجة التفرع أيضا مع زيادة كمية التساقط وتقل بقلته.

2- نمط التصريف المستطيل Reclangular

تعتبر الفواصل مناطق ضعف في التكوين الصخري لأية منطقة من المناطق حيث تحاول الوديان النهرية أن تثبت امتداداتها فوق مناطق الضعف تلك، ويحدث أن تأخذ الفواصل في المنطقة نظاما متعامدا ينعكس بدوره على شكل التصريف حيث تلتقي الأنهار مع بعضها بزاوية قائمة تقريبا.

3- نمط التصريف التكعيبي Trellis

يتطور نمط التصريف النهري التكعيبي فوق المناطق ذات البنيات الالتوائية التي تكون في مرحلة النضج من الدورة الجيومورفولوجية، حيث تثبت الوديان النهرية الرئيسية نفسها فوق المناطق الصخرية اللينة. وتتصل بهذه الوديان روافد عديدة بشكل متعامد تقريبا يكون بعضها موافقا في اتجاهه مع اتجاه الميل الأصلي للصخور ويكون البعض الأخر معاكسا لاتجاه ذلك الميل.

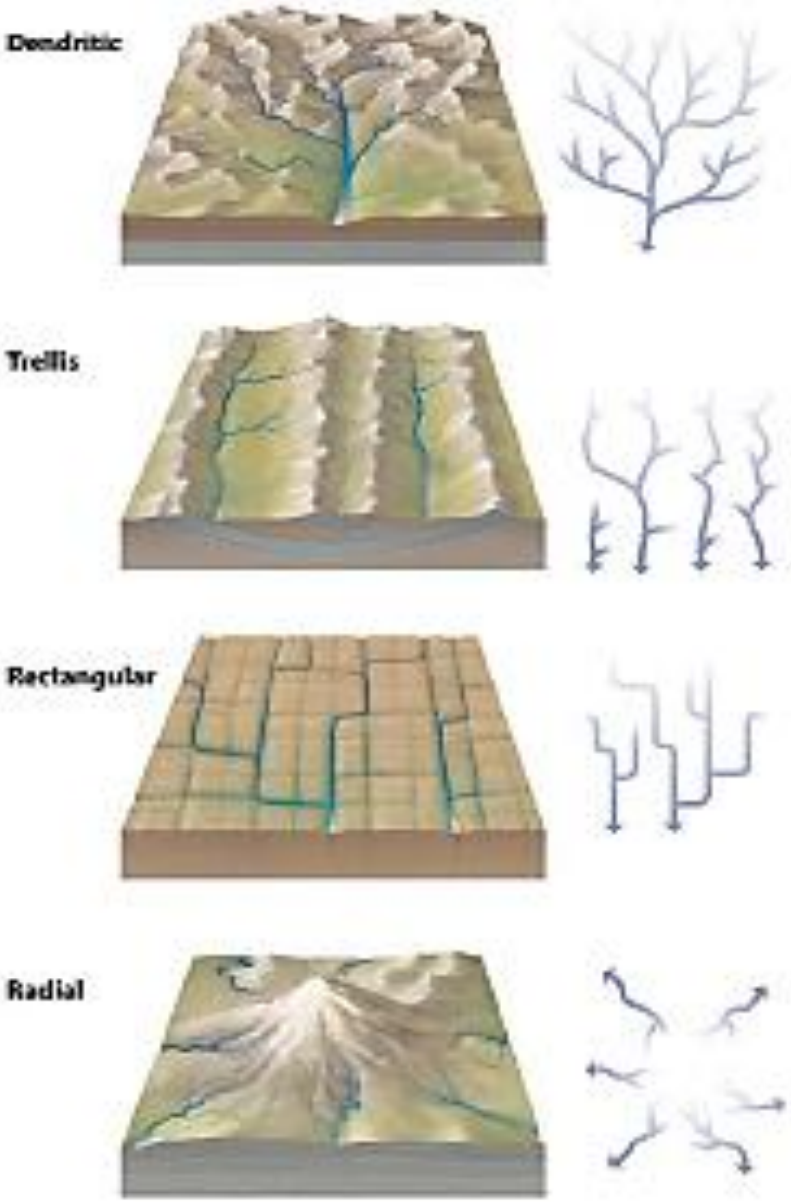
4- نمط التصريف المدور (الدائري) Annular

يرتبط وجود هذا النمط فوق الجبات التي تكون بنياتها قبابية وفي مرحلة النضج من الدورة الجيومورفية حيث تتعاقب الطبقات الصخرية المختلفة في درجة الصلابة وتحيط كلها بالمركز الذي يتكون من صخور نارية متبلورة. تثبت الأنهار الرئيسية وديانها فوق مناطق الصخور اللينة الدائرية الامتداد وتلتقي بها روافد تتبع من الحافات المرتفعة التي تمثل الصخور الأكثر صلابة.

5- نمط التصريف النهري الشعاعي Radial

يتكون هذا النمط من التصريف فوق أنواع مختلفة من التضاريس إذ يظهر فوق المخاريط البركانية وفوق القباب التي تكون في مرحلة الشباب وكذلك على التلال والمراوح الغرينية. وتتباعد خطوط التصريف عن بعضها كلما ابتعدنا عن نقطة مركزية مرتفعة.

وتوجد بالإضافة إلى ما تقدم من أنماط التصريف أنماط أخرى ذات صبغة محليه على الأغلب مثل التصريف المركزي حيث تلتقي خطوط التصريف مع بعضها في منخفض مركزي كما في مناطق الحفر البالوعيه والفوهات البركانيه و بقية الأشكال الحوضية، ونمط التصريف المتوازي الذي يوجد في العادة في المناطق التي تمتد فيها المجاري على شكل مسافات منتظمة أو بشكل متوازي كما في مناطق الركام الجليدي.


Dendritic
Trellis
Rectangular
Radial

شكرا لاستماعكم