الجزء الأول

ماهية

الأحجار والمعادن

▫ الصخور Rocks

مادة صلبة طبيعية تتكون من واحد أو أكثر من المعادن ، والمعدن عبارة عن مادة طبيعية صلبة تتكون كيماويا من عنصر واحد أو من مركبات متجانسة ذات تركيب كيماوى محدد وتنتظم ذراتها في نظام ثابت

تنتشر الصخور في كل مكان في الأرض ، فهي تكون قاع المحيطات ، وتكون الطبقة الخارجية من الأرض (الغلاف الصخري) crust ، الأمر الذي يعني أن الأرض تتكون في معظمها من الصخور . ومن أشهر الصخور انتشارا على الأرض الجرانيت والبازلت .

▫ أنواع الصخور:

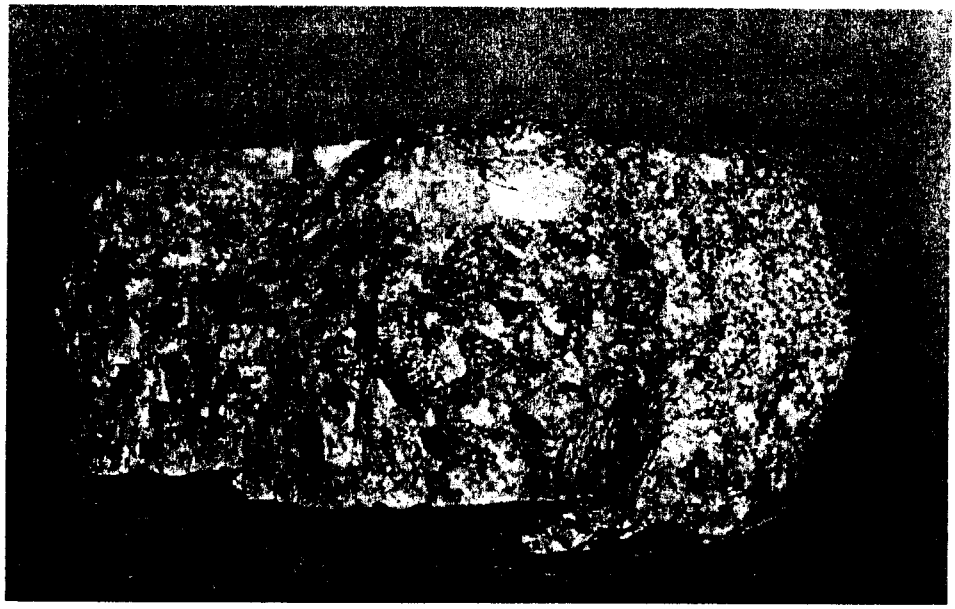
تنقسم الصخور إلى ثلاثة أقسام أساسية معتمدة على أساس تشكلها وهي الصخور النارية Igneous rocks، والصخور الرسوبية Sedimentary rocks، والصخور المتحولة Metamorphic rocks .

▫ الصخور النارية Igneous rocks

تكونت هذه الصخور نتيجة عملية التبريد والتصلد لمادة "الماجما" Magma السائلة .

وتعتبر الصخور النارية هي النوع الوحيد الذى تكون من مادة ذائبة منصهرة، وأشهر أنواع الصخور النارية هي البازلت والجرانيت .

الجرانيت صخر فاتح اللون يتكون من بلورات كبيرة crystals ومن عدد من المعادن مثل الكوارتز والفلسبار (سليكات الألومنيوم) والميكا . أما البازلت فهو صخر داكن اللون يتكون من بلورات دقيقة من معادن الزبرجد olivine ، وسليكات الماغنسيوم pyroxene وسليكات الألومنيوم feldspar.



في هذه الصورة نري نموذجا للصخور النارية لصخر يسمي البجماتيت Pegmatite ، وهو نوع من الصخور النارية ذي البلورات الكبيرة التي يعود السبب في كبر حجمها إلي أن هذا النوع من الصخور يبرد ببطء عند تكونه من الصهارة (الماجما) السائلة الملتهبة ، كما أن وجود نسبة كبيرة من الماء الذائب في الصهارة يعمل علي كبر حجم بلوراته .

▫ أنواع الصخور النارية :

يقسم الجيولوجيون الصخور النارية وفقا للعمق الذي تشكلت فيه هذه الصخور في القشرة الأرضية . وباستخدام هذا الأساس تقسم الصخور النارية إلي صنفين :

- الصخور النارية التي تكونت تحت سطح الأرض .
- الصخور النارية التي تكونت علي سطح الأرض .

يمكن أيضا تقسيم الصخور النارية وفقا لنوع المعادن التي تتكون منها .

أ - التقسيم على أساس عمق التشكل Depth of Formation

يطلق على الصخور التي تشكلت داخل الأرض اسم الصخور الاقتحامية intrusive أو الصخور البلوتونية plutonic لأن الصهارة magma التي تشكلت منها هذه الصخور تدخل عنوة إلى الصخور المجاورة لها أما الصخور التي تشكلت على سطح الأرض فتسمى الصخور النابطة extrusive ، وفي هذه الصخور تقذف الصهارة أو تنفجر من بركان volcano أو شق (صدع) fissure في سطح الأرض .

يمكن للجيولوجيين التفرقة بين الصخور الاقتحامية والصخور الخارجية (النابطة) extrusive عن طريق حجم البلورات :

- فبلورات الصخور الاقتحامية intrusive أكبر من بلورات الصخور الخارجية extrusive . وتكون بلورات الصخور الاقتحامية أكبر لأن الصهارة التي شكلتها تعزل الصخرة وتحيط بها وتأخذ في البرودة ببطء شديد ، وهذا البطء في التبريد يعطي البلورات فرصة لتزيد في الحجم . أما الصخور النابطة Extrusive فتبرد بسرعة كبيرة الأمر الذي يجعل بلوراتها صغيرة جدا .

في بعض الحالات تبرد الصهارة بسرعة كبيرة لا يتوافر فيها الوقت لتكوين البلورات وتتصلب الصهارة في هيئة زجاج غير متبلور amorphous glass يسمى السيج (obsidian) .

إن نوعا واحدا فقط يسمي "حجر السماق porphyry " يتشكل جزء منه بشكل اقتحامى ، وجزء آخر بشكل نابط (خارجى).

يتميز حجر السماق Porphyry بكون بلوراته الكبيرة مندمجة داخل كتلة من البلورات الصغيرة . وتتكون البلورات الكبيرة تحت الأرض وتنصهر فقط تحت درجات الحرارة العالية جدا ، فهذه البلورات حملت في اللافا lava عندما انفجرت ، تتشكل كتلة البلورات الصغيرة حول البلورات الكبيرة عندما تبرد اللافا بسرعة فوق سطح الأرض .

ب ـ التقسيم على أساس التركيب Composition :

قسم علماء الجيولوجيا الصخور النارية أيضا على أساس ما تحويه هذه الصخور من معادن . فإذا كانت حبيبات المعدن موجودة بكمية كافية ، أمكن للعلماء تمييز المعدن بمجرد النظر ، ويعتبر تصنيف الصخور على أساس التركيب المعدني من أسهل طرق التصنيف . على كل فالصخور الخارجية extrusive يكون تحببها دقيقا مما يمكن معه تصنيفها بالعين المجردة ، وعلى

العلماء في هذه الحالة تحديد التركيب الكيماوي لهذه الصخور عن طريق الاختبارات المعملية .

تكون أنواع الصهارة بشكل أولي من نفس العناصر التي تكون القشرة crust والغلاف الخارجى mantle للأرض والتي تشمل :

- الأكسيجين oxygen (O) .
- السيليكون Sisilicon .
- الماغنسيوم magnesium (Mg) .
- الكالسيوم calcium (Ca) .
- الصوديوم sodium (Na) .
- البوتاسيوم potassium (K) .

هذه العناصر تكون معادن الصخور مثل صخور الميكا وسليكات الألومنيوم (الفلسبار) والكوارتز والزبرجد وسليكات الماغنسيوم والأمفيبول . ويطلق على الصخور والمعادن الغنية بالسيليكون اسم silica-rich أو felsic (غنية بالفلسبار feldspar والسليكا silica) . أما الصخور والمعادن المنخفضة في نسبة السليكون silicon فتكون غنية في نسبة الماغنسيوم والحديد ، ويطلق عليها اسم mafic . أما الصخور المنخفضة جدا في نسبة السيليكون فتسمي ultramafic، ويطلق على الصخور التي تقع بين الـ felsic والـ mafic اسم الـ intermediate .

الصخور الغنية بالسيليكون Felsic

أغلب الصخور الغنية بالسيليكون felsic هي معادن مثل الكوارتز quartz وهو عبارة عن ثاني أكسيد السيليكون النقي ، وتخلو من معادن الألومنيوم والحديد والماغنسيوم والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم ومن الصخور الغنية بالسيليكون الأخرى صخر الفلسبار الذي استبدل فيه ربع أو نصف السيليكون

بالألومنيوم ، ويحتوى الفلسبار أيضا على البوتاسيوم والصوديوم أو الكالسيوم ، لكنه يخلو من الماغنسيوم والحديد . والصخور الغنية بالسيليكون Felsic هي من نوع الصخور الاقتحامية intrusive التي تصنف على أنها جرانيت أو جرانوديورايت ، متوقفا ذلك على مقدار محتواها من البوتاسيوم . إن كل الصخور فاتحة اللون light-colored تحوى بلورات كبيرة من الكوارتز والفلسبار . الصخور النابطة Extrusive لها نفس التركيب الكيماوي للجرانيت تسمي ريولايت rhyolite ، أما الصخور التي لها نفس التركيب الكيماوي للجرانوديورايت فتسمي dacite . إن كل من الـ rhyolite والـ dacite عبارة عن صخور دقيقة التحبب ، فاتحة اللون .

الصخور بينية التركيب Intermediate Rocks :

تركيب الصخور البينية وسط ما بين الصخور الغنية بالسيليكون felsic والصخور المنخفضة في نسبة السيليكون mafic ، ومن أمثلتها الصخر الأسوانى (syenite) والمونزونيت والمونزوديورايت إذا كانت اقتحامية. وأيضا التراكيت واللاتيت والآندسيت إذا كانت من النوع الخارجى . إن الصخر الأسوانى وصخر التراكيت يكونان غنيين بالبوتاسيوم بينما صخر المونزوديورايت والآندسيت يحويان قليلا من البوتاسيوم .

الصخور المنخفضة في نسبة السيليكون Mafic Rocks :

تتنوع الصخور التي تتشكل من نسبة منخفضة من السيليكون مثل الزبرجد والآمفيبول والبيروكسين اسليكات الماغنسيوم وهذه الأنواع الثلاثة من الصخور تحوى السيليكون وقليلا من الماغنسيوم والحديد، أو كليهما.

الصخور الثلاثة السابقة جميعها داكنة اللون . يطلق على الصخور الخارجية والمنخفضة في نسبة السليكون Mafic اسم ديورايت diorite و جابروgabbro و وكلاهما من الصخور الداكنة ذات البلورات الكبيرة الداكنة المنخفضة في نسبة السيليكون ، في حين أن الفلسبار فاتح اللون ولا يحتوي على الكوارتز.

يحتوي الديورايت على أمفيبول وعلى بيروكسين ، بينما الجابرو يحتوي على البيروكسين pyroxene والزبرجد olivine .

في حالة وجود صخر الفلسبار في صخر الديورايت تجد الفلسبار غنيا بالصوديوم بينما لو كان الفلسبار في الجابرو لكان غنيا بالكالسيوم .

الصخور النابطة التي لها نفس التركيب الكيماوي مثل الديورايت والجابرو يطلق عليها اسم " بازلت basalt " ، وهو صخر داكن اللون دقيق الحبيبات .

الصخور المنخفضة جدا في نسبة السيليكون Ultramafic rocks تتكون تقريبا من معادن منخفضة في نسبة السيليكون mafic minerals . يتكون الديونيت Dunite من أكثر من ٩٠ ٪ زبرجد ، والـ peridotites ما بين ٤٠ ٩٠ ٪ زبرجد مع بيروكسين pyroxene وأمفيبول amphibole كمعادن أساسية .

يتكون البيروكسينيت Pyroxenite من البيروكسين بشكل أساسي ، ويتكون الهورنبلانديت hornblendite من الهورنبلاند hornblende بشكل أساسي ، وهو نوع من الأمفيبول amphibole .

تشكيل الصخور النارية :

تحتوي المجما الحارة والتي تكون الصخور النارية على مخلوط معقد من عدة عناصر ، وعندما تبرد المجما تتشكل معادن متعددة ، وفي الحقيقة أن نوعين من المجما لهما تركيب متماثل يمكن أن يشكلا مجموعات متميزة من المعادن متوقفا ذلك على ظروف التبلور . وببرودة المجما نجد أن أول بلورة تتشكل تكون من المعادن التي تتحمل درجات حرارة عالية جدا (عادة ما تكون الأوليفين ونوعا من الفلسبار المعروف باسم الأنورثايت anorthite) .

إن تركيب هذه البلورة الأولية سيكون مختلفا عن التركيب الأولي للمجما ، هذه البلورات النامية تأخذ بعض العناصر الخارجة من المجما بنسب مختلفة الأمر الذي يؤدي إلى تغيير تركيب المجما السائلة المتبقية ، وتعرف هذه العملية باسم " التخليق المجماتي " magmatic differentiation .

أحيانا تنفصل البلورات التي تتشكل مبكرا عن المجما الباقية عن طريق بقائها في أرضية غرفة المجما أو يطرد السائل بالضغط للخارج ، تاركا البلورات خلفه . عندما تبرد المجما لدرجة حرارة أقل من النقطة التي تبدأ عندها المعادن

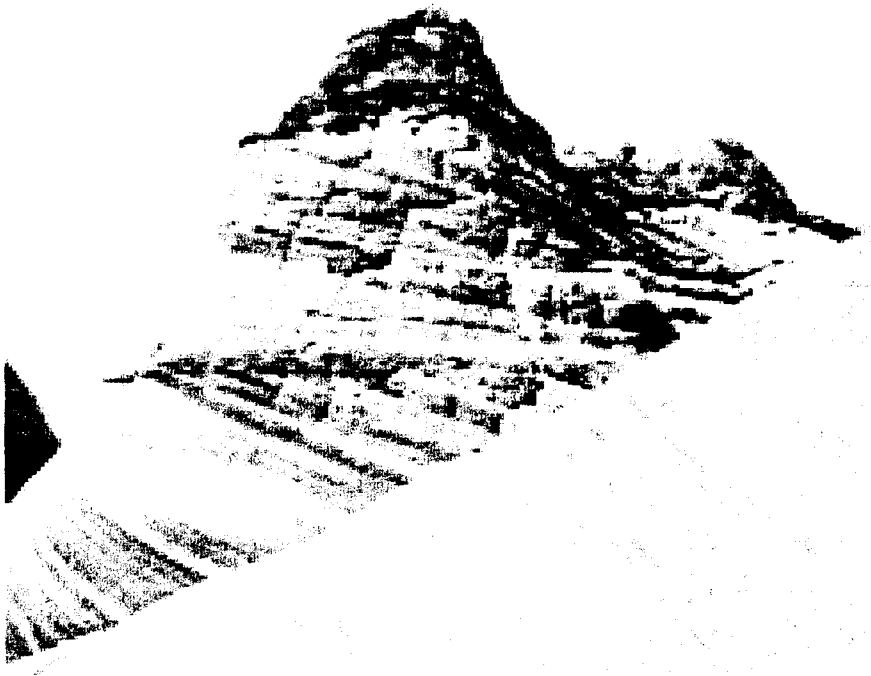
الأخرى في التبلور . (مثل الـ pyroxene والأنواع الأخرى feldspar الذي يعرف باسم bytownite) فإن هذه البلورات سوف تبدأ في التبلور بشكل جيد.

المعادن التي تتشكل مبكرا في الغالب لا تتعايش في المجما مع البلورات التي تتشكل متأخرة . وإذا لم تنفصل المعادن المشكلة مبكرا عن المجما فسوف تعود مرة أخرى إلى حالة الذوبان في المجما بمرور الوقت . هذه العملية تتكرر عبر عدة دورات باستمرار برودة المجما إلى النقطة التي تصبح فيها المعادن المتبقية صلبة .

المخلوط النهائي من المعادن الذي يتشكل من المجما المبردة يتوقف على ثلاثة عوامل هي :

- التركيب الأولي للمجما .
- درجة الحرارة التي تتشكل فيها البلورات وتنفصل عن المجما .
- السرعة التي تبرد بها المجما .

الصخور الرسوبية *Sedimentary Rock*



تحتوي الصخور الرسوبية على المواد التي كانت تشكل جزءا من الصخور القديمة أو النباتات أو الحيوانات ، هذه المواد تتجمع في طبقات strata من المادة الحرة . توجد أغلب ترسيبات هذه الصخور في قاع المحيط ، لكن بعضا منها يتكون على الأرض وفي الماء العذب . وبمرور الوقت تتصلب هذه المواد الحرة في صورة صخور صلبة . ويقسم الجيولوجيون هذه الصخور إلى ثلاث مجموعات وفقا لنوع المواد المشكلة لها وهي :

- رسوبيات متفتتة clastic sediments .
- رسوبيات كيماوية chemical sediments .
- رسوبيات عضوية organic sediments .

الرسوبيات المتفتتة *Clastic Sediments*

تتكون الرسوبيات المتفتتة من كسر الصخور التي يتراوح حجمها ما بين الجلمود الخشن coarse boulders والحصوات الكبيرة cobbles مرورا بالبلورات الصخرية pebbles والزلط gravels إلى الحبيبات الناعمة fine grains والرمل sand وجسيمات الطمى silt والطين clay .

تتحطم الصخور إلى كسرات بتأثير العوامل الجوية weathering، هذه الكسرات تحمل وترسب عن طريق المياه الجارية وأحيانا عن طريق الرياح والجليد ، وبمرور الوقت تبني الطبقات وتتشكل الصخور من خلال عملية تسمى lithification .

في بعض الأحيان وعن طريق الضغط تضغط المياه داخل هذه الرواسب مما يؤدى إلى قفل الجزيئات معا مكونة الصخور التي تسمي siltstone . و المكونة من الطمى والطين . تقوم مواد كيماوية طبيعية بلصق حبيبات الرمل معا مكونة الـ sandstone (الحجر الرملي) .

الرسوبيات الكيماوية *Chemical Sediments*

الرسوبيات الكيماوية عبارة عن ترسيبات من المعادن الذائبة في الماء . حيث يتسبب تبخير الماء في تكوين البلورات تاركا خلفه رواسب من الملح الصخري rock salt (sodium chloride) وصخور الفوسفات phosphate rocks (calcium phosphate)، والجبس gypsum (calcium sulfate) .

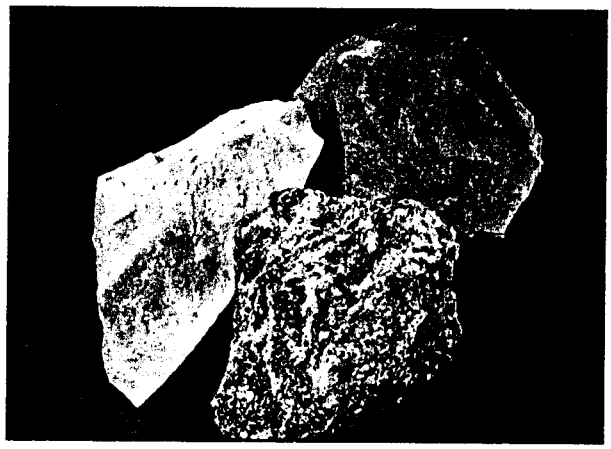
إن العديد من طبقات الحجر الجيري limestone تتشكل من بلورات الكالسيت calcite (كربونات الكالسيوم) ، و تتشكل بعض ترسيبات خام الحديد من تبلور أكسيد الحديد الذائب ، كما أن السليكا الذائبة تكون طبقات من الصخر الصوان flint rocks .

الرسوبيات العضوية *Organic Sediments*

تتكون الرسوبيات العضوية من أصداف وهياكل وأجزاء الكائنات العضوية الأخرى . تقوم الأسماك الصدفية Shellfish بأخذ الكالسيت calcite من مياه البحر وتستخدمها في بناء هياكلها الصدفية . وتقوم بعض الأنواع الأخرى التي تضم قنديل البحر والمرجان وشقائق البحر باستخدام نفس هذه المعادن في بناء الشعاب المرجانية coral reefs . وتتصلب الشعاب المرجانية وأكوام الأصداف لتكون حفريات الحجر الجيري وهو يتكون أساسا من حجر الكلس الطباشيري chalky limestone، مثل ذلك الموجود في الأجرف البيضاء white cliffs المشهورة في دوفر بإنجلترا .

يتشكل الفحم من السراخس ferns والنباتات الأخرى التي تدفن في المستنقعات وتتحلل . تتصلب هذه الترسيبات من المادة العضوية في طبقات من الخث peat (نسيج نباتى نصف متفحم) والفحم coal .

الصخور المتحولة *Metamorphic Rock*



الصخور المتحولة ، هي صخور تحولت في شكلها ومظهرها ، وفي كثير من الحالات في تركيبها المعدني . هذا التحول قد يحدث من المجما الساخنة أو من الضغط والحرارة الناتجين من الدفن العميق أو تحرك الجبال في القشرة الأرضية .

كل أنواع الصخور بما في ذلك الصخور النارية والرسوبية قد تمر بعملية التحول metamorphism لتصبح صخورا متحولة ، فالجرانيت مثلا عبارة عن صخر ناري يحتوي على الفلسبار والكوارتز والميكا بترتيب عشوائي ، وتتسبب عمليات التحول للجرانيت في تشكل طبقات من بلورات الفلسبار والكوارتز بين بلورات الميكا التي تقع غالبا في الأحزمة المتموجة ، ويطلق على هذه الصخور الجديدة اسم النايس gneiss .

تؤدي عملية التحول وإعادة التبلور Metamorphism recrystallizes في الكالسيت الموجود في الحجر الجيرى إلى تكوين الرخام marble . تنمو حبيبات الكوارتز في الحجر الرملي إلى حجم كبير لتشكل بلورات توصيل يتولد منها الـ الكوارتزيت .

وتتصلد الأصداف اللينة والطين لتكون الاردواز ، وهو صخر يمكن شطره بسهولة إلى شرائح ناعمة .

المعادن *Minerals*

هناك ٣٠٠٠ نوع من المعادن ، لكن ١٠٠ فقط منها هي التي يشيع وجودها في الأرض ، وأغلبها أكثر صلابة من الذهب . ويستعمل الناس المعادن لإنتاج عديد من المصنوعات مثل الجرافيت الذي يستخدم في صناعة أقلام الرصاص ، ومنتجات أخري تشمل الأسمنت ، والأسمدة ، والمواد الكيماوية .

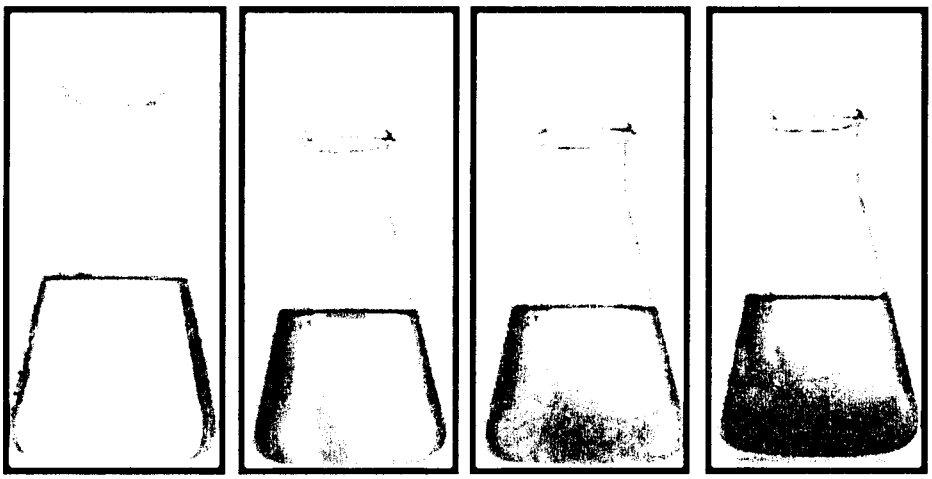
يستعمل كثير من الناس مصطلح " المعدن mineral " للتعبير عن أي مادة مأخوذة من الأرض مثل الفحم ، والبترول ، والغاز الطبيعي ، والرمل ، في حين أن أيا من هذه المواد لا يعتبر معدنا ، لكنها بشكل عام تعتبر مصدرا للمعادن .

توجد بعض المواد في الغذاء والماء مثل الكالسيوم والحديد والفوسفور ويطلق عليها أيضا اسم معدن . لكن المتخصصين في المعادن لا يعتبرون أيا من هذه معادن .

البلـــورات *Crystals*

البلورات قسم متجانس من المادة ذات تركيب ذري متجانس وشكل خـارجي ذي حدود ناعمة وأسطح مستوية مرتبة بشكل متماثل .

تتكون البلورات عندما تتشكل المادة في وسط سائل تدريجيا الأمر الذي ينتـج عنه تجمد السائل وترسيب المادة الذائبة أو التركيز المباشر للغاز إلى مادة صلبـة . إن الزوايا بين الأوجه المتساوية لبلورتين من نفـس الحجـم بغـض النظـر عـن الحجم أو الاختلافات السطحية في الشكل تكون دائما متماثلة .



مراحل تشكل البلورات من اليسار إلى اليمين

أغلب المواد الصلبة تبدو ذات ترتيب ذري منتظم وتركيب بلوري منتظـم ، أما المواد التي تخلو من الترتيب البلوري المنتظم مثل الزجـاج فـهى غـير متبلـرة amorphous .

الشكل البلوري :

لكل معدن شكل بلوري خاص به ، فإذا درست الأشكال البلورية فـإن ذلـك يساعد في عملية التعرف علـي المعـادن إذا وجـدت بلوراتـها كاملـة التكويـن .

والبلورة عبارة عن مادة صلبة مكونة من ذرات مرتبة في نظام خاص ، وفي بعض الأحيان تحيط المادة المتبلورة نفسها بسطوح مستوية تسمي أوجـه البلـورة ، وفي هذه الحالة تعرف باسم البلورة ، أما في حالة عدم وجود أوجه بلورية ، كأن يكون التبريد سريعا فلم تتمكن الأوجه من التكوين ، فإن المادة تعرف في هـذه الحالـة باسم المادة المتبلورة ولا تعتبر بلورة .

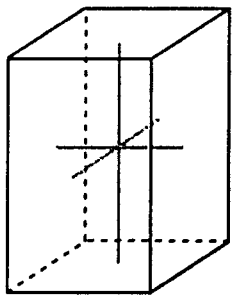
ولدراسة الأشكال المختلفة للبلورات يمكن تخيل ثلاثة محاور (أحيانا أربعة) متقاطعة لأن الذرات المكونة لها لا زالت مرتبة في الداخـل في مركـز البلـورة ، وتمثل الأبعاد الثلاثة للبلورة ، وعلى أساس أطوال هذه المحاور والزوايا التي تقـع بينها قسمت البلورات إلي مجموعات أو فصائل هي :

- **فصيلة المكعب** :

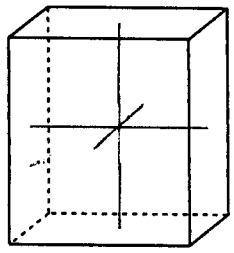
تتميز هذه الفصيلة بوجود ثلاثة محاور بلورية متساوية الطول ومتعامدة ، ومن أمثلة المعادن التي تتبع هذه الفصيلة معدن : الهاليت Halite، والبيريت Pyrite.

- **فصيلة الرباعي** Tetragonal :

تتميز بوجود ثلاثة محاور بلورية متعامدة ، اثنين في وضع أفقي ومتسـاويين في الطول والثالث يمتد رأسيا ومتعامدا علي مسـتوي الأفقيـين ومختلـف عنـهما في الطول ، ومن أمثلة المعادن التي تتبع هذه الفصيلة معادن : الزركـون Zircon ، الروتيل Rutile ، والكاستيرايت Cassiterite .



- **فصيلة المعين** Orthorhombic :

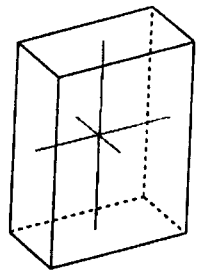


فصيلة المعين

تتميز هذه الفصيلة بوجود ثلاثة محاور بلورية متعامدة ومختلفة في أطوالها ، ومن أمثلة هذه المعادن التي تتبع هذه الفصيلة معدن :

الباريت Baryte ، اراجونايت Aragonite توباز Topaz ، وسلستايت Celestite .

- **فصيلة ذي الميل الواحد** Monoclinic :

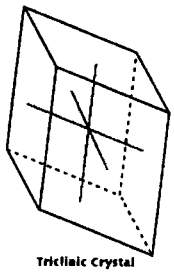


فصيلة ذى الميل الواحد

لهذه الفصيلة ثلاثة محاور مختلفة الطول منها اثنان متقاطعان في زاوية غير قائمة والثالث عمودي عليهما ، ومن أمثلة هذه المعادن التابعة لهذه الفصيلة :

معدن الأوجايت Aygite ، الهورنبلند Hornblende، ابيدوت Epidote، ارثوكليز Orthoclase والجبس Gypsum .

- **فصيلة ذي الميول الثلاثة** Triclinic :



فصيلة ذى الميول الثلاثة

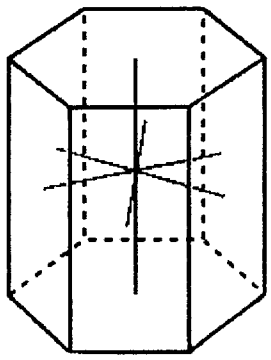
لهذه الفصيلة ثلاثة محاور مختلفة الطول وغير متعامدة ، ومن أمثلة المعادن التي تتبع هذه الفصيلة معدن: الالبايت Albite ، والانورثايت Anorthite .

ـ فصيلة السداسي Hexagonal :

لبلورة هذه الفصيلة أربعة محاور ، ثلاثة منها متساوية وفي مستوي أفقي وتتقاطع في زاوية مقدارها ٦٠ ° ، والمحور الرابع عمودي عليها ، وهو إما أن يكون طويلاً أو قصيراً عنها .

ومن أمثلة معادن هذه الفصيلة ما يلي :

البيريل Beryl، الكوارتز Quartz، الكالسيت calcite، سيديرايت Siderite، هيماتيت Hematite، والكوراندم Corandum :



Hexagonal Crystal

فصيلة السداسى

الخواص الفيزيقية للمعادن

نعلم أن المعدن هو مادة صلبة متجانسة ، غير عضوية تكونت بفعل عوامل طبيعية ، كما أنه يتميز ببناء ذري منظم في هيئة بلورة تحدها أوجه بلورية مرتبة حسب عناصر تماثلية مميزة ، ويميل بعضها على بعض بزوايا ثابتة ، وأن كل معدن يمكن التعرف عليه وتمييزه عن المعدن الآخر إذا وجد في هيئة بلورة كاملة الأوجه ، أو حتى وجود بعض الأوجه .

لكن نظرا لكون المعادن توجد في الطبيعة ـ في معظم الأحيان ـ في هيئة مجموعات بلورية متجانسة أو غير متجانسة ، وكذلك في هيئة مجموعات معدنية بلورية متبلورة ، مثل المجموعات غير المنتظمة ، والمجموعات الحبيبية والشجرية والعنقودية ، وفي هذه الأخيرة لا توجد أوجه بلورية على مادة المعدن مما يجعل التعرف على المعدن اعتمادا على خواص الأوجه البلورية وتوزيعها مستحيلا ، لذلك نلجأ لطريقة أخري للتعرف علي المعدن وتمييزه عن غيره ، وفي هذه الطريقة يتم الاستعانة بخواص المعدن الفيزيقية وهي خواص سهلة التعيين ، ولما كانت هذه الخواص تتوقف على كل من البناء الذري والتركيب الكيماوي فإنها في مجموعات مميزة لكل معدن .

الخواص البصرية *Optical properties*

البريق Luster

البريق عبارة عن المظهر الذي يبديه سطح المعدن في الضوء المنعكس أو في عبارة أخري ، هو مقدار ونوع الضوء المنعكس من سطح المعدن ، ويعتبر البريق من الخواص المهمة في تحقيق المعدن ، ويمكن تقسيم البريق المعدني إلى نوعين : بريق فلزي ، وبريق لا فلزي ، وهناك بريق وسط بين الاثنين .

**** البريق الفلزي :**

هو ذلك البريق الذي تصدره المعادن المعروفة بالفلزات ، مثل معدن البيريت Pyrite، ومعدن الجالينا Galena، وتتصف هذه المعادن بكونها معتمة اللون ، ثقيلة الوزن .

**** البريق اللافلزي :**

** توصف كل أنواع البريق الأخرى بأنها لا فلزية ، ونلاحظ في هذه المعادن ذات البريق اللافلزي علي العموم كونها فاتحة اللون ، تسمح بمرور الضوء من خلالها ، وخصوصا في الأحرف الرفيعة ، ويشمل البريق اللافلزي الأنواع التالية:

- بريق زجاجي: مثل بريق الزجاج ، ومن أمثلته معدن الكوارتز Quartz .

- بريق ماسي: مثل بريق النحاس الساطع ، ويعطي هذا البريق بواسطة المعادن ذات معاملات الانكسار العالية .

- بريق راتنجي: مثل بريق سطح ومظهر الراتنج أو الكهرمان ، ومن أمثلته بريق معدن الكبريت ، وبريق معدن السفاليريت Sphalerite

- بريق لؤلؤي: يشبه هذا البريق بريق اللؤلؤ ، ومن أمثلته معدن الطلق Talc (سليكات الماغنسيوم المائية) .

- بريق حريري : يشبه الحرير ، وينتج عن المعادن التي على هيئة ألياف مثل أحد أنواع الجبس المعروف باسم Apjohnite .

- بريق أرضي أو مطفي: عندما يكون السطح غير براق أي مطفي مثل معدن الكاولين (سليكات الألومونيوم المائية) ، وعلى حسب مقدار الضوء المنعكس من سطح المعدن (كثافة الضوء) يقال للبريق باهر Splendent أو لامع Shining أو براق Glimmering أو مطفي Dull .

اللون Color : ينتج لون المعدن من طول الموجة الضوئية أو الموجات الضوئية التي تنعكس من المعدن وتؤثر في شبكية العين لتعطي الإحساس

باللون . ويعتبر لون المعدن من الخواص الطبيعية التي تشاهد ، وهو وسيلة مهمة جداً في تحقيق المعدن بالرغم مما هو معروف من أن اللون لا يمثل صفة أساسية في هذا المعدن ، إذ كثيراً ما يكون اللون نتيجة لشوائب غريبة تصادف وجودها في المعدن .

إلا أن هناك معادن لها لون ثابت يستخدم في تعريفها مثل الكبريت الذي يتصف باللون الأصفر ، والملاكايت Malachite (كربونات النحاس المائية) التي تتصف باللون الأخضر ، والمجنتايت Magnetite الذي يتصف باللون الأسود ، والسنبار Cinnabar (كبريتيد الزئبق) الذي يتصف باللون الأحمر .

يجب ملاحظة أن لون المعدن على سطح خالٍ من التغيرات السطحية مثل الصدأ والتحلل الجوي (الأكسدة ، الكبرتة .... إلخ) التي تسبب تغير لون المعدن الأصلي ، ومن الأمثلة المهمة لتغير لون المعدن نتيجة وجود شوائب ، أنواع معدن الكوارتز الوردي ، والكوارتز البنفسجي ، والكوارتز الأحمر خفي التبلور Cryptocrstalline المعروف باسم " الجاسبار Jasper .

تنتج هذه الألوان من وجود شوائب مثل أكاسيد الحديد والمنجنيز (اللون البنفسجي) ذلك أن المعروف عن الكوارتز النقي كونه شفاف اللون .

عرض الألوان Play color : يقال للمعدن : إنه يظهر عرضاً أو تغييراً في اللون عندما يعطي ألواناً مختلفة في تتابع سريع نتيجة دوران المعدن ببطء ، أو عندما تتحرك العين في اتجاهات مختلفة بالنسبة للمعدن وهو ساكن ، ويعتبر الألماس من المعادن المهمة في عرضها للألوان نتيجة لقوة الانتشار الضوئي Dispersion .

خاصية التصدؤ Carnish : هو تغيير الألوان على السطح نتيجة لتحليل المعدن الأصلي وتكوين طبقة سطحية من نواتج التحلل ويكون لون السطح مختلفا عن لون سطح مكسور حديثاً من المعدن الأصلي .

- خاصية عين الهر Chateancy : هذه الخاصية عبارة عن بريق متموج على سطح المعادن ذات النسيج الليفي مثل معدن الجبس الليفي المسمي Satinspar

- خاصية الشفافية Transparency : هي قدرة المعدن على إمرار الضوء خلاله ، فالمعادن التي تسمح برؤية الأجسام خلالها بوضوح تعرف باسم المعادن الشفافة ، أما إذا بدت الأجسام غير واضحة فإن المعدن يعتبر نصف شفاف Translucent، وعندما لا يسمح المعدن للضوء بالمرور ولو حتى من الأحرف الرفيعة مثل البيرايت والجرافيت ، يسمي المعدن في هذه الحالة " معتما " Opaque .

- المخدش Streak : يقصد بمخدش المعدن ، لون مسحوق المعدن الناعم الناتج من حك المعدن بجسم صلب ، ويعرف لون المسحوق بحك المعدن على لوحة من الصيني المطفأ تسمي بلوحة المخدش ، وليس من الضروري أن يكون لون المعدن ومخدشه واحدا ، فمعدن البيرايت لونه أصفر كالنحاس ، في حين أن مخدشه أسود ، والهيماتيت لونه أسود فلزي ومخدشه أحمر دموي .

عندما يكون المعدن أكثر صلابة من لوحة الخدش ، نقوم بكسر قطعة من المعدن وتسحق سحقا ناعما جدا ويحدد لون المسحوق فيكون هو المخدش .

وهناك خواص بصرية أخري يتم تحديدها ولكن ليست بالسهولة السابقة حيث تحتاج إلى أجهزة معقدة مثل الميكروسكوب المستقطب Polarizing Microscope لتعيين الانكسار المزدوج ومعامل الانكسار ..... الخ .

الخواص التماسكية Cohesive properties

- **الصلابة** Hardness :

الصلابة هي مقاومة المعدن التي يبديها تجاه الخدش والتآكل ، ويمكن تعيينها باستعمال دبوس أو نصل مبراة وملاحظة السهولة أو الصعوبة التي يخدش بها المعدن ، وتتراوح درجة الصلابة بين صلابة معدن الطلق الذي يخدش بالظفر وبين صلابة الألماس المعروف بأنه أصلب مادة معروفة سواء كانت طبيعية أم صناعية ، ويمكن تحديد صلابة المعدن نسبيا بمقارنتها بصلابة المعادن المذكورة في مقياس " موهس Mohs " للصلابة Scale of Hardness Mohs .

يحتوي هذا المقياس على ١٠ معادن تتدرج في صلابتها من الطلق الذي تقدر صلابته بواحد = ١ ، إلى الألماس الذي تقدر صلابته بعشرة = ١٠ .

- الطلق Talc = ١ — الجبس Gypsum = ٢
- الكالسيت Calcite = ٣ — الفلوريت Fluorite = ٤
- الأباتيت Apatite = ٥ — الأورثوكليز Orthoclase =٦
- الكوارتز Quartz = ٧ — التوباز Topaz = ٨
- الكورانـدم Corundum = ٩ — الألماس Diamond = ١٠

كيف تجري اختبار الصلابة ؟

١ - حاول خدش المعدن بالظفر ، فإن خدش دل ذلك على أن صلابته تتراوح بين ١ ، ٢ .

٢- إذا لم يخدش المعدن بالظفر ، استعمل دبوسا صلبا أو نصل سكين صلبا (مبراة) ، فإذا خدش دل ذلك على أن صلابته بين ٣ ـ ٥ .

٣- إذا لم يخدش المعدن استعمل المعادن التي تلي المقياس ٥ في مقياس موهس لتحديد صلابة هذا المعدن .

على العموم ، يمكن تحديد صلابة المعدن بدون الأدوات السابقة باستخدام المعادن السابقة في مقياس موهس للصلابة . فإذا خدش المعدن المجهول أحد المعادن في مقياس موهس ثم انخدش هو من المعدن التالي في مقياس موهس دل ذلك على أن صلابة المعدن المجهول تساوي :

$$\text{صلابة المنخدش} = \frac{\text{صلابة المنخدش} + \text{صلابة الخادش}}{٢}$$

فمثلا معدن البيرايت يخدش معدن الأرثوكلاز الذي صلابته = ٦ ، وينخدش من معدن الكوارتز الذي صلابته = ٧ ، فتكون صلابة البيرايت كما يلي :

$$\text{صلابة البيرايت} = \frac{\text{صلابة الأرثوكلاز} + \text{صلابة الكوارتز}}{٢}$$

$$= (٦ + ٧) / ٢ = ٦,٥$$

عند إجراء تجربة قياس الصلابة يجب التمييز بين الخدش والانخداش ، فالكوارتز يخدش الأرثوكلاز ، وناتج هذه العملية تكون مسحوقا على الأرثوكلاز ، وعند إزالته نجد خطا محفورا على معدن الأورثوكليز ، أما لو حاولنا خدش معدن الكوارتز بالأرثوكليز فسوف يتكون مسحوق على معدن الكوارتز نتيجة عملية الاحتكاك ، وبإزالة المسحوق لا نجد أثرا على معدن الكوارتز ، وهذا ما يسمي بانخداش الأرثوكليز على الكوارتز .

يمكن القول أن المعادن الأكثر صلابة تخدش الأقل صلابة وتترك عليها أثرا للخدش ، أما المعادن الأقل صلابة فتُخدش على المعادن الأكثر صلابة ولا تترك فيها أثرا .

وجدير بالذكر أن مقياس موهس للصلابة ليس متماثلا تماما ، فالفرق بين كل معدن والذي يليه في الصلابة متساو ومنتظم ، فالفرق بين الكوراندم (٩) والألماس (١٠) أكبر من الفرق بين الطلق (١) والكوراندم (٩) .

- **التشقق** Cleavage

هو عبارة عن تشقق المعدن أو انفصاله بسهولة في اتجاهات معينة وينتج عنها سطوح جديدة تعرف باسم مستويات التشقق ، وتمثل هذه المستويات أوجها بلورية ممكنة على بلورة المعدن ، ذلك أن التركيب الذري الداخلي للبلورة هو الذي يتحكم في تكوين واتجاه هذه المستويات التشققية تماما ، كما يتحكم في تكوين الأوجه البلورية ، ويحدث التشقق دائما في المستويات التي تكون فيها الذرات مرتبطة برباط ضعيف .

يتشقق المعدن نتيجة لدفعه أو ضغطه في اتجاه معين بواسطة حرف نصل المبراة ، ويدل على وجود التشقق في المعدن أو عدم وجود شروخ أو خطوط منتظمة المسافات والبعد والاتجاهات على سطح ناعم للمعدن ، هذه الشروخ أو الخطوط هي الأثر الذي يظهره التشقق على السطح .

- **الانفصال** Parting :

هو عبارة عن مستويات ضعف في البلورة ويختلف عن التشقق في أنه لا يتكون نتيجة للتركيب الذري الداخلي للمعدن ولكن نتيجة لعوامل خارجية مثل الضغط والتكسير وغيرها من العوامل الخارجية التي تخل بكيان المعدن . ويختلف التشقق عن الانفصال فيما يلي :

التشقق	الانفصال
مرتبط بالبناء الذري الداخلي	غير مرتبط ويحدث نتيجة العوامل الخارجية
تقع مستويات التشقق على مسافات متساوية في الأبعاد الفراغية وتكون متوازية	تقع مستويات الانفصال على مسافات غير منتظمة وليست متوازية .
يوجد التشقق في جميع بلورات المعدن الواحد ويعتبر من الخواص المميزة للمعدن .	لا يشترط وجوده في جميع بلورات المعدن الواحد ، ويوجد فقط في بلورات المعادن التي تعرضت لعوامل خارجية تؤدي إليه ولذا لا يعتبر من الخواص المميزة للمعدن .

- **المكسر** Fracture :

المكسر هو نوع السطح الناتج من تكسر المعادن في مستوي مخالف لمستوي التشقق في المعدن وتعطي المعادن الخالية من التشقق مكسرا أسهل وذا شكل أوضح ، ويمكن وصف أشكال السطوح المختلفة الناتجة عن كسر المعدن (المكسر) كالآتي :

مكسر محاري Conchcidal :

يبدو هذا المكسر عندما يشبه السطح المكسور ، السطح الداخلي للمحارة بما فيه من تموجات متتالية مثل مكسر الزجاج السميك ، ومعدن الكوارتز .

مكسر خشن Uneven :

يبدو هذا المكسر عندما يكون السطح الناتج ذا أسنان حادة مدببة مثل مكسر قطعة من النحاس أو معدن البيريت .

خاصية الطرق والسحب Tonacity :

هي المقاومة التي يبديها المعدن تجاه الطرق والسحب والكسر والانثناء ، ويمكن القول بأنها مقدار تماسك المعدن ، ويمكن تقسيم المعادن من حيث قابليتها للطرق والسحب إلى ما يلي :

١- معادن هشة Brittle :

فيها يكسر المعدن إلى مسحوق بسهولة مثل الكبريت .

٢- معادن قابلة للطرق Malleable :

عندما يمكن طرق المعدن إلى صفائح رقيقة .

٣- معادن قابلة للانثناء Flexible :

هي المعادن التي يمكن ثنيها بالضغط ولا يستعيد المعدن شكله الأصلي بزوال المؤثر مثل شرائح الذهب .

٤- معادن مرنة Plastic :

هي المعادن التي يمكن ثنيها بالضغط ويستعيد المعدن شكله الأصلي بزوال المؤثر مثل صفائح الميكا .

٥- معادن قابلة للسحب Duetible :

هي المعادن التي يمكن ثنيها بالضغط ولا يستعيد المعدن شكله الأصلي بزوال المؤثر مثل شرائح الذهب .

- الخواص الكهربية والمغناطيسية Electeric and Magnetic Properties

الكهرباء الحرارية Pyroelectricity :

في هذه الصفة يتكون علي بلورة المعدن شحنات كهربائية نتيجة لتسخينها كما في معدن التورمالين .

- الكهرباء الضغطية Piezoelectricity :

في هذه الصفة يتكون علي أطراف بلورة المعدن شحنات كهربية نتيجة لضغطه مثل معدن الكوارتز الذي يستعمل في أجهزة الراديو والميكروفون للتحكم في الذبذبة .

- المغناطيسية Magnetion :

في هذه الخاصية تنجذب بعض المعادن للمغناطيس الكهربي ، وتعرف بالمعادن البارامغناطيسية Paramagnetic مثل المجناتيت والبعض الآخر يتنافر مع المغناطيس وتسمي معادن ديامغناطيسية Diamagnetic مثل الكوارتز والكالسيت والزركون وتتداخل هذه الخاصية في فصل خامات المعادن الاقتصادية.

الوزن النوعي Specific Gravity :

عبارة عن النسبة بين كثافة المعدن إلى كثافة الماء ، وهي من الخـواص المميزة للمعدن لكونها تتوقف على :

التركيب الكيماوي .

طريقة رص ذرات المعدن .

وجود شوائب أو فجوات هوائية .

خواص طبيعية أخرى :

- الملمس Feel : صابوني مثل معدن الطلق .

- المذاق Test : هو مذاق المعدن في الفم مثل المـذاق المـالح لمعـدن الهـاليت ، ويراعى أن معظم المعادن قد تسبب التسمم فيفضل عدم إجراء هذا الاختبار .

- الرائحـة Odour : تبـدي المعـادن رائحـة وهـي جافـة أو عنـد حكـها أو تسخينها مثل رائحة الكبريت لمعدن الكبريت ، ورائحة الثوم (رائحة الزرنيخ) الناتجـة مـن حـك معـدن ارسـينوبيرايت Arsenopyrity (كـبريتيد الحديـد والزرنيخ) .

- الإشعاع الذري Radioactivity : في هذه الخاصية يصدر المعدن إشعاعات يمكن تسـجيلها بأجـهزة القيـاس في حالـة احتـواء المعـدن علـى اليورانيـوم أو الثوريوم .