المعادن:Minerals

يمكن تعريف المعدن بأنه عبارة عن مادة طبيعية صلبة متجانسة التركيب ذات تركيب كيميائي مميز أو متغير في نطاق محدود وله تركيب بلوري داخلي منتظم و ثابت ويظهر أحياناً على شكل بلورات ويوجد على شكل متبلور في أغلب الأحيان. ويلاحظ من التعريف السابق أن المعدن هو مادة توجد في الطبيعة وليس للإنسان أو الحيوان أو النبات دخل في تكوينها. كما نلاحظ أن التركيب الكيميائي ليس كافياً لتحديد المعدن حيث أنه لا بد أن نعرف التركيب البلوري الذي يتحكم في كثير من الصفات الطبيعية للمعدن مثل الصلابة والمخدش والوزن النوعي واللون. وتوجد المادة الكيميائية على صورة معدن أو أكثر يختلف كل منهما تمام الإختلاف عن الآخر فمثلاً يوجد الكربون في الطبيعة على صورة معدن الألماس وهو أصلب المعادن المعروفة كما يوجد على صورة معدن الجرافيت وهو من أقل المعادن صلابة.

ويختص **علم المعادن mineralogy** بدراسة تلك المواد المتجانسة التي توجد في الطبيعة من جميع النواحي .مثل دراسة طرق تكونها ونشاتها وخواصها الفيزياوية والكيمياوية واماكن وجودها وطرق البحث عنها واستغلالها .

نشأة المعادن genesis

تتكون المعادن في الطبيعة باحدى الطرق التالية-:

١- تكوين المعادن من الصهارة .Crystallization from magma

٢- تكوين المعادن من المحاليل السطحية Sedimentation from Surface Solution

٣- تكوين المعادن من المواد الصلبةmetamorphism other minerals

وقد تمكن العلماء حتى الآن من وصف أكثر من ألفين معدن مختلف إلا أن جميع المعادن الشائعة التي تدخل في تركيب الصخور وكذلك المعادن الاقتصادية لا تتجاوز مئتي معدن فقط. إن نوع الذرات وترتيبها الداخلي في أي معدن لا يحددان شكله البلوري فقط ولكنهما يحددان أيضاً خواصه الطبيعية والكيميائية والضوئية. ويمكن التعرف على المعادن لإما بواسطة فحصها بالعين المجردة أو إختبارات طبيعية أو كيميائية أو ضوئية. وتعتبر الخواص الطبيعية مهمة جداً للتعرف على المعادن .

اشكال تواجد المعادن

ابرية

صفائحية

كروية

كلوية

بطروخية

شجيرية

شعاعية

الخ

الخواص الفيزيائية للمعادن Physical properties of minerals

ويمكن تقسيمها إلى التالي

١ –الخواص البصرية Optical properties :

وهي مجموعة من الخواص التي تعتمد على الضوء مثل اللون والمخدش والشفافية والبريق والتضوء (التفلور والتفسفر).

٢ – الخواص التماسكية Cohesive properties:

وهي مجموعة من الخواص التي تتوقف على مقدار تماسك المعدن مثل الصلابة والانفصام والانفصال والمكسر وكذلك قابلية المعدن للسحب والطرق والتشكيل.

٣ – الوزن النوعي Specific gravity :

وتتوقف هذه الخاصية على كيفية رص وترابط جزيئات وذرات المعدن.

٤ – الخواص الحسية Sense properties:

وهي مجموعة من الخواص التي تعتمد على الحواس مثل الطعم والملمس والرائحة.

٥ – الخواص الحرارية Thermal properties:

وهي الخواص التي تعتمد على الحرارة مثل قابلية المعدن للانصهار.

٦ –الخواص المغناطيسية والكهربائية والنشاط الإشعاعي للمعدن. Electrical and Magnetic properties

وفيما يلي استعراض موجز ومبسط للخواص الطبيعية :

الخواص البصرية Optical properties :

وأهمها ما يلي:

١ – اللون:Colour

يعد اللون من الصفات الطبيعية المهمة لتمييز المعادن خارجياً وخاصة في المعادن الفلزية

ولكن اللون لا يعد صفة ثابتة للمعادن في أغلب الأحيان ولذلك لا يمكن الاعتماد على اللون لمعرفة المعادن. ويمكن تقسيم المعادن من حيث اللون إلى قسمين:

-معادن ذات ألوان ثابتة مثل اللون الأزرق لمعدن الأزيورايت واللون الأصفر للذهب والبيريت واللون الأحمر للنحاس.

-معادن ذات ألوان غير ثابتة مثل معدن الفلوريت الذي يكون غالباً ذا لون أخضر أو أصفر أو لون أبيض أو بني أو قرمزي أو عديم اللون نتيجة لوجود مواد ملونة على هيئة شوائب أو مواد دخيلة، ويتوقف اللون على نوع الضوء الذي يمتصه أو يعكسه المعدن.

(معادن ذات الوان متغيرة : وذلك بسبب:

·حدوث تغير فى التركيب الكيميائى(دون تغير فى التركيب الذرى(

·وجود شوائب فى المعدن : وهذا يؤدى لحدوث تغير فى لون المعدن مثل:

#الكوارتزالمعدن النقى شفاف يسمى البلور الصخرى ولكنه يتغير الى :

- **وردى اوارجوانى :- بسبب وجود شوائب من اكسيد الحديد والمنجنيز**
- **ابيض :- بسبب وجود فقاعات غازية**
- **اسود :- بسبب تكسير بعض الروابط التساهمية**

#السفاليريت (كبريتيد الزنك (المعدن النقى اصفر شفاف ويتحول الون البالبنى لوجود نسبة قليلة من الحديد تحل محل بعض ذرات الزنك

٢- المخدش: Streak

وهو لون مسحوق المعدن الناعم. ويمكن الحصول عليه بواسطة حك المعدن المراد فحصه على السطح غير اللامع بقطعة من الخزف تعرف بلوح المخدشstreak plate . وتعطي معادن الحديد السوداء اللون مثل الماجناتيت والهيماتيت والألمناتيت مخدشاً مميزاً لكل واحد منهم، فالهيماتيت مخدشه أحمر بينما الماجناتيت أسود بينما الألمناتيت مخدشه محمر. وقد يتشابه لون المخدش مع لون المعدن كما هو الحال في كل من معدني الليمونايت والجرافايت ويلاحظ أن

معظم المعادن ذات البريق اللافلزي لها مخدش ذو لون أبيض أو فاتح ولهذا فإن خاصية المخدش ليست بالصفة التي يمكن الاعتماد عليها عند الرغبة في التفريق بين المعادن ذات البريق اللافلزي.

٣- الشفافية:Transparency

تعتمد هذه الخاصية على قدرة المعدن على إنفاذ الضوء خلاله وتنقسم المعادن من حيث الشفافية إلى ثلاثة أنواع:

أ- معادن الشفافية :Transparent

وهي المعادن التي تسمح بمرور معظم الضوء الساقط عليها ويمكن رؤية لأجسام من خلالها بسهولة مثل أنواع الكوارتز والكالسيت.

ب-معادن نصف شفافية:translucent

وهي معادن تنفذ الضوء بكمية أقل من المعادن الشفافة ولا تسمح برؤية الأجسام خلالها مثل معدن الأوبال.

ج- معادن معتمة:Opaque

وهي المعادن التي لا تسمح بمرور الضوء حتى من خلال شرائحها الرقيقة مثل معادن الماجنايت والبايرايت والجالينا.

٤ - **البريق**:Luster

وهو مظهر سطح المعدن عندما ينعكس عليه الضوء. ويمكن تقسيم المعادن تبعاً لهذه الخاصية لقسمين:

(أ) معادن ذات بريق فلزيMetallic Luster مثل بريق الذهب والبارايت.والجالينا والفضة.واغلب المعادن ذات البريق الفلزي تكون قاتمة اللون ومعتمة وثقيلة الوزن.

(ب) معادن ذات بريق لافلزي.Non-metallic Luster

ويمكن تقسيم البريق اللافلزي إلى أنواع مختلفة أهمها:

البريق الزجاجي glassy or vitreous: مثل بريق معدن الكوارتز.

البريق الؤلؤي pearly: مثل بريق معدن التلك.

البريق الحريريSilky : مثل بريق معدن الأسبستوس.

البريق الصمغيResinous : مثل بريق معدن السفاليرات والكبريت.

البريق الماسي Admantine: مثل بريق معدن الألماس.

البريق الترابيEarthy : مثل بريق معدن البوكسايت.

الخواص التماسكية Cohesive properties

وهي الخواص التي تعتمد على قوة ترابط جزيئات المعدن. وتشمل الصلابة والمكسر والانفصام والانفصال ةالتماسكية.

١ – **الصلابة:**Hardness

وهي مقدار المقاومة التي يبديها المعدن للخدش وقد اتفق على عشر درجات ثابتة للصلابة تميز كل درجة منها معدناً معيناً، ويشمل هذه الدرجات العشر مقياس عالمي يسمى مقياس قوة الصلابة.Moh's Scale of hardness ويمكن ترتيب المعادن حيب صلابتها كالتالي:

–١– التلك ؛ –٦– الأرثوكليز

–٢– الجبس & –٧–الكوارنز

–٣– الكالسيت &nbssp; 8–التوباز

–٤– الفلورايت &nbbsp; 9– الكوراندم

–٥– الأباتايت &nbbsp; 10– الألماس

٢ –**الانفصام:Cleavage**

وهو قابلية بعض المعادن للانفصام أو التشقق عند مستويات معينة منتظمة ومتوازية عند طرقها طرقاً خفيفاً بحيث تكون الأسطح الناتجة عن هذا الانفصام مستوية تقريباً، ويطلق على هذه الأسطح مستويات الانفصام.Cleavage planes وترتبط اتجاهات مستويات الانفصام ارتباطاً وثيقاً بالتركيب البلوري للمعدن فتكون هذه المستويات موازية لوجه بلوري معين أو عدة أوجه مميزة في المعدن القابل للانفصام.

يوصف الانفصام تبعا لعدد مستوياته

١– انفصام في اتجاه واحد مثل معدن الميكا

٢– انفصام في اتجاهين مثل معدن الفلورايت

٣– انفصام مكعبي مثل معدن الكالينا

٤– انفصام ثماني الاوجه مثل معدن الفلورايت

ويوصف الانفصام تبعا لسهولة حدوثه او اكتماله بالصفات التالية

كامل perfect /واضح او جيد Distinct / غير كامل Imperfect / صعب او ضعيف Poor

٣ – **الانفصال:Parting**

هي الخاصية التي لا ترتبط بالتركيب البلوري للمعدن عندما يتفتت أو يتكسر إلى أجزاء صغيرة. ذلك لأن تفتت المعدن يكون بسبب مستويات الضعف في المعدن وتنتج هذه المستويات عن عوامل خارجية حدثت للمعدن بعد تبلوره مثل الضغط والتكسير.

٤ – **المكسر**:Fracture

وهو عبارة عن الشكل الذي يكون عليه سطح المعدن عند كسره صناعياً في اتجاهات تختلف عن الاتجاهات التي ينفصم المعدن فيها، وهناك عدة أشكال للأسطح المعدنية التي تتعرض للكسر صناعياً مثل

المكسر المحاري Conchoidal (معدن الكوارتز)

المكسر الترابيEarthy (معدن الكاولين).والبوكسيت

المكسر المستوي even مثل معدن الشيرت

المكسرخشن Uneven مثل معدن البايرايت

المكسر المسنن Hackly

٥ – **التماسكية** :او خاصية الطرق والسحب Tenacity

وهي الصفة التي تعتمد على قوة الترابط بين ذرات المعدن وتعرف بأنها مقاومة المعدن للثني أو السحب أو الكسر أو الطحن. وتوصف المعادن حسب المصطلحات الآتية

قابلة للكسر Brittle /قابلة للطرق Molleable /قابلة للسحب Ductile /قابلة للقطع Sectile /

الوزن النوعي Specific gravity

وتعد هذه الصفة من أهم الصفات الطبيعية للمعدن. ويمثل الثقل النوعي النسبة بين كتلة المعدن زكتلة حجم مساو له من الماء. ويمكن تحديد الثقل النوعي لأي معدن بتطبيق المعادلة التالية:

الثقل النوعي للمعدن = هـ

هـ – هـ١

حيث إن هـ = وزن المعدن في الهواء

هـ١ = وزن المعدن في الماء

ويمكن تسيم المعادلة من ناحية الثقل النوعي إلى : خفيف مثل معدن الجرافيت (٢،٢). متوسط مثل معدن الكوارتز (٣،٦). وثقيل مثل معدن البارايت (٤،٥). وثقيل جداً مثل معدن الجالينا (٧،٦).

الاشعاع الذري:

تمتاز بعض المعادن بإطلاق إشعاعات نتيجة للتحلل الذاتي لذراتها ويمكن الكشف عن هذا الاشعاع بواسطة أجهزة خاصة مثل عداد جايجر ومن أهم المعادن المشعة اليورانينايت والثورايت والمونازايت والبتشلبلند.

المغناطيسية:

وهي الخاصية التي تجعل بعض المعادن تتأثر بالمغناطيس مثل معدن الماجنتايت والبيروهوتايت. بينما لا تتأثر بعض المعادن بذلك إطلاقاً مثل معدن الكوارتز وغيره من المعادن.

الخواص الكهربائية:

تتميز بعض المعادن مثل التوباز والكبريت بأن لها قابلية لأخذ شحنات كهربائية عندما تتعرض للاحتكاك أو دلكها بقطعة من الحرير حيث تلتقط قصاصات الورق أو قطع صغيرة من القش. ويتم فصل المعادن القابلة للتكهرب من المعادن العديمة القابلية بطريقة الفصل الكهروستاتيكي.

الانصهارية :

ويمكن أن تساعد هذه الخاصية في التعرف على المعادن حيث أن معظم المعادن لها درجات انصهار ثابتة إذا كانت نقية فالذهب ينصهر عند ١٠٦٢°م بينما تنصهر الفضة عند ٩٦٠°م .. إلخ.

الخواص الحسية:

١ – الرائحة:

تتميز بعض المعادن برائحة خاصة عندما تتعرض للاحتكاك أو التسخين أو التنفس عليها مثل:

أ– رائحة طينية: وهي الرائحة التي تنتج عند وضع الماء على معدن الكاولين.

ب– رائحة زنخة: عند تسخين بعض عينات حجر الجير القطراني.

ج– رائحة ثومية : وتصدر عن بعض المعادن الزرنيخية عند حكها أو تسخينها مثل معدن ارزنيوبايرايت.

د– رائحة كبريتية : عندما ينطلق غاز كبريتيد الهيدروجين بتسخين معدن البايرايت.

٢ – الملمس:

وهو التأثير الناتج عن لمس المعدن باليد، ويوصف المعدن بأنه ذو ملمس :

أ– بارد : وهو مميز للمعادن العنصرية مثل الذهب والنحاس.

ب– شحمي : وهو مميز لمعدن التلك.

ج- ناعم : وهو مميز لمعدن الأوبال.

٣- **الطعم :**

تتميز بعض المعادن بطعم معين، وقد أمكن معرفة الأنواع الآتية :

أ- طعم قلوي.

ب- طعم ملحي.

ج- طعم مر.

د- طعم رطب.

ويميز كل طعم معدن معين، وهي صفة لا ينصح بالاعتماد عليها.

ويمكن تلخيص هذه الخواص بإيجاز في ما يلي:-

أ- **معامل الانكسار**: إذا سقط شعاع ضوئي على سطح معدن ما، فإن هذا الشعاع ينكسر عند نفاذه من العينة. فإذا كانت زاوية السقوط هي ق ، وزاوية الانكسار هي ك ، فإن معامل الانكسار يمكن كتابته بالشكل التالي:-

معامل الانكسار (م) = جا ق

جا ك

وتسمى هذه المعادلة قانون سنل.

ومعمل الانكسار يكون ثابتاً للمعدن الواحد مهما اختلفت زاوية السقوط، ويختلف هذا المعامل باختلاف المعادن، فمعامل الانكسار لمعدن الزركون يساوي ١،٩٣ وتتراوح قيمة معامل الانكسار لمعدن الكوارتز من ١،٥٥٣ إلى ١،٥٤٤ أما معامل الانكسار لمعدن الفلورايت فيساوي ١،٤٣ .

ب- **الانكسار المزدوج:**

وهو أن ينكسر الشعاع الساقط عند نفاذه من المعدن إلى شعاعين لكل منهما زاوية انكسار تختلف عن الأخرى، والمعادن التي لها خاصية كسر الشعاع الساقط إلى شعاعين منكسرين تسمى المعادن ذات الانكسار المزدوج. ومن أمثلة هذه المعادن، معدن الكالسايت ومعاملا الانكسار لهذا المعدن هما ١،٦٥٨ و ١،٤٨٦ بفارق قدره ٠،١٧٢ .

وتسمى المعادن التي يكون لها معامل انكسار ثابت مهما اختلف اتجاه سقوط الضوء، تسمى هذه المعادن متجانسة ضوئياً، والمعادن المتجانسة ضوئياً لا تفصل الشعاع الساقط إلى شعاعين، وإنما ينكسر الشعاع الساقط إلى شعاع واحد فقط.

التصنيف الكيميائي للمعادن:

يوجد المعدن على شكل مركب كيميائي يمكن بواسطة التحليل الكيميائي تحديد العناصر المكونة له وأيضاً معرفة معادلته الكيميائية وتوجد عدة طرق لتقسيم المعادن، بيد أن التصنيف الكيميائي

يعد من أبسط وأشمل الطرق لتقسيم المعادن، وهو التصنيف المتبع في معظم جامعات ومتاحف الجيولوجيا في الوقت الحاضر. وتقسم المعادن من حيث تركيبها الكيميائي إلى عدة مجموعات كنا يلي:

١- مجموعة المعادن العنصرية : مثل الذهب والماس والكبريت.

٢- مجموعة معادن الكبريتيدات : وهي المعادن التي يتحد فيها الكبريت مع العناصر الأخرى، مثل الجالينا والبايرايت.

٣- مجموعة معادن الأكاسيد : وهي المعادن الناتجة عن اتحاد الكسجين بالعناصر الأخرى، مثل الكوارتز والهيماتايت والليمونايت.

٤- مجموعة الهاليدات : وهي المعادن التي تتحد عناصرها مع عناصر الهالوجين (فلور، كلور، بروم، يود) مثل معدن الهالايت والفلورايت.

٥- مجموعة معادن الفوسفات : وهي المعادن التي تتحد عناصرها مع مجموعة الفوسفات، مثل معدن الأباتايت.

٦- مجموعة معادن الكربونات : وهي المعادن التي تتحد عناصرها مع مجموعة الكربونات، مثل الكالسايت والدولومايت.

٧- مجموعة معادن لكبريتات : وهي المعادن التي تتحد عناصرها مع مجموعة الكبريتات مثل الانهيدرايت والجبس.

٨- مجموعة معادن السيليكات : وهي المعادن التي تتكون نتيجة اتحاد مجموعة السيليكا مع عنصر أو أكثر. وتعد السيليكات من أكبر مجموعات المعادن، وتنقسم بدورها إلى عدة مجموعات أخرى، أهمها ما يلي:-

أ- الفلسبارات : ومنها الفلسبارات البوتاسية مثل الأرثوكليز ومنها الفلسبارات الصودية مثل الألبايت وكذلك الفلسبارات الكلسية مثل الأنورثايت.

ب- الأوليفينات : مثل معدن الأوليفين.

ج- البيروكسينات : مثل الأوجايت.

د- الأمفيبولات : مثل الهورنبلند

الماس

معدن عنصرى لافلزى يتركب من الكربون وبلوراتة من فصيلة المكعب

يوجد الماس فى صخور فوق قاعدية تبلورت فى باطن الارض تحت ضغط وحرارة شديدة

تنتج افريقيا ٩٠ % من انتاج العالم من الماس (جنوب افريقيا – غانا – غينيا (

الخواص الفيزيائية لمعدن الماس - :

(1صلادتة مرتفعة (١٠) وبريقة الماسى بسبب بساطة تركيبة الداخلى حيث ترتبط ذرات الكربون مع بعضها بروابط تساهمية

(2بلورات الماس بريقها مطفى ويكتسب الماس بريقة الساطع بعد عملية صقلة (لزيادة عدد الاوجة (

ويستخدم الماس النقى الشفاف كاحجار كريمة للزينة : اما الالوان الاقل شفافية فتستخدم فى قطع المعادن .

الجالينا

الخام الاساسى للرصاص وبلوراتة من فصيلة المكعب .

والجالينا تتواجد عادة مصاحبة لمعدن السفاليريت (Z n s) لتشابة ظروف تكوينها

ويتواجد المعدنان فى مصر فى ام غيج جنوب القصير على ساحل البحر الاحمر

وتستخدم الجالينا فى استخراج فلز الرصاص – كحل للعين بعد طحنة .

الكالسيتCaCo3

اكثر المعادن شيوعا فى الصخور الرسوبية (صخور الحجر الجيرى (

بلورات المعدن من فصيلة الثلاثى وتكون على هيئة معينى الاوجة – صلادتة ٣ والانفصام كامل معينى الاوجة .

- **الكالسيت هو المكون الاساسى لصخور الرخام المتحولة عن الحجر الجيرى بالحرارة و الضغط**

الحيوانات البحرية وبعض الطحالب تستخدم الكالسيت فى بناء هياكلها الجيرية وترسبة بعد موتها فى قاع البحر ليكون صخر جيرى بة بقايا حفريات

<u>الذهب</u>

معدن عنصرى فلزى و يوجد الذهب فى عروق المرو (الكوارتز (على شكل قشور لا ترى بالعين (او كتل كبيرة نادرا) ويعتبر الخام اقتصاديا اذا احتوى الطن من المرو على اكثر من ٠٥ جرام من الذهب.

- **وتنتج افريقيا ٦٠ % من انتاج العالم من الذهب واغلبة فى جنوب افريقيا وغانا**
- **يوجد الذهب فى مصر فى عروق المرو فى الصحراء الشرقية**

الخواص الفزيائية لمعدن الذهب -:

- **صلادتة منخفضة ٥ ٢ – ٣**
- **قابل للطرق والسحب**
- **بلوراتة نادرة وهى تنتمى لفصيلة المكعب (ثمانى الاوجة (**
- **الوزن النوعى للذهب النقى٣ ١٩**
- **موصل جيد للحرارة و الكهرباء**