# الباب الثالث

## المعادن

* يجب علينا التعرف على مكونات القشرة الأرضية وذلك لكي :

– نستفيد من خيراتها علي أفضل وجه .

– نتقى شرورها من الزلازل والبراكين والسيول التي تؤثر على سطحها .

* تتركب القشرة الأرضية من ثلاثة أنواع من الصخور النارية والرسوبية والمتحولة .

* ليس من الضروري أن يكون الصخر صلداً ومتحجراً ( علل ) فالرمل والحصى المفكك غير المتماسك يطلق عليه راسباً غير متحجر .

* يتكون الصخر من مجموعة معادن وفى أحيان قليلة يتكون الصخر من معدن واحد ( مثل الحجر الجيري يتكون من معدن واحد هو الكالسيت ) .

* تتكون غالبية الصخور من حبيبات متماسكة من المعادن مع احتفاظ كل معدن منها بخصائصه .

* **عادة ما تشترك المعادن المكونة للصخر فى بعض الصفات أو الخواص :**

**<u>أمثله</u> :**

– الصخر الناري الذي تبلور من صهير يتكون من مجموعة من المعادن تبلورت مع انخفاض صغير نسبياً فى درجات الحرارة والضغط .

– الصخور الرسوبية التي نقلت وترسبت تشترك فى خواص متقاربة بالنسبة لحجم الحبيبات ووزنها النوعي ( مثل رواسب السهل الفيضي لنهر النيل التي تتكون من الغرين الذي يكون التربة الزراعية ) .

* **المعدن هو الوحدة الأساسية التى يتكون منها الصخر .**

* تمكن العلماء من التعرف على أكثر من ٢٠٠٠ معدن أغلبها يوجد بكميات قليلة فى الطبيعة.

* المعادن الشائعة وذات القيمة الاقتصادية لا تتجاوز ٢٠٠ معدن .

* المعادن المكونة لصخور القشرة الأرضية تعد بالعشرات وتنقسم الى عدة مجموعات معدنية.

* **أكثر المجموعات المعدنية شيوعاً** هي مجموعة السليكات تليها من حيث الوفرة مجموعة الكربونات ثم المعادن الاقتصادية من أكاسيد وكبريتيدات ومعادن عنصرية منفردة .

حاتم أحمد حسين

* **عرف الإنسان المعادن والصخور منذ قديم الأزل** ( ناقش هذه العبارة )

١ – استخدم إنسان العصر الحجرى صخر الصوان فى عمل سكاكين وحراب كانت أسلحته لصيد الحيوان والدفاع عن نفسه .

٢ – استعمل الأصباغ المعدنية مثل المغرة الحمراء و الصفراء فى الرسم على جدران الكهوف .

٣ – استخدم معادن الطين فى صناعة الفخار وذلك بعد اكتشاف النار .

٤ – استخدم الأحجار زاهية الألوان مثل الفيروز والأميشت والملاكيت والزمرد كأحجار للزينة .

٥ – استخدم الفلزات مثل النحاس والذهب بعد أن شكلها لتناسب استخدامات الحياة المتعددة .

**تعريف المعدن**

* يختلف تعريف المعدن من شخص لآخر حسب تعامله معه ( علل )

– **بالنسبة للرجل العادي**

**المعدن** : هو مادة ذات قيمة اقتصادية تستخرج من الأرض .

– **بالنسبة لجيولوجى متخصص فى علم المعادن :**

**المعدن** : هو مادة صلبة غير عضوية تتكون فى الطبيعة ولها تركيب كيميائي محدد يمكن التعبير عنه وتترتب ذرات العناصر المكونة لها فى هيكل بنائي ينتج عنه شكل بلوري مميز .

– **بالنسبة للمشتغلين بالجيولوجيا الاقتصادية:**

مواد الوقود من فحم وبترول سائل من أصل عضوي هي مواد معدنية مع أنها لا تتفق مع شقين من التعريف السابق للمعدن .

**( علل ) لا يعتبر زيت البترول من الناحية الجيولوجية معدناً .**

لأنه يختلف عن تعريف المعدن في شقين كونه سائل و من أصل عضوي .

* القليل من المعادن ذات تركيب كيميائي ثابت ومحدد مثل الكوارتز ( المرو ) الذى يتكون من ثانى أكسيد السليكون .

* غالبية المعادن يتغير تركيبها الكيميائي بإحلال عنصر محل آخر لكن في نطاق ضيق بحيث لا يغير من الترتيب الذرى للهيكل البنائي للمعدن .

حاتم أحمد حسين

* بالتالي فإن الشق الأساسى فى تعريف المعدن هو كونه مادة متبلرة يتحكم النظام البلورى لها فى شكل المعدن وخصائصه الطبيعية ( اللون والصلابة والانفصام والمكسر ) وخصائصه الكيميائية .

* يتكون **الهيكل البنائى للمعدن** من تراص ذرات العناصر المكونة له وترابطها فى صفوف متكررة ومنتظمة فى ترتيب هندسى يعكس نفسه فى الأوجه البلورية التى ينتظم توزيعها بحيث يكون لها تماثل واضح .

**الشكل الخارجي للبلورة**

* ترتبط هيئة ( شكل ) البلورة بالنظام البلوري لها .

* يعتمد النظام البلوري للبلورة على :

– درجة نمو محاورها الثلاث فى الاتجاهات الثلاثة .

– زوايا ميل هذه المحاور .

* للبلورة أسطح مستوية خارجية تعرف بالأوجه البلورية .

**الأوجه البلورية** : الأسطح المستوية الخارجية للبلورة .

*** وضع الأوجه البلورية مع اختلاف حجم البلورة ( تبعاً لدرجة نموها ) ثابت** ( علل )

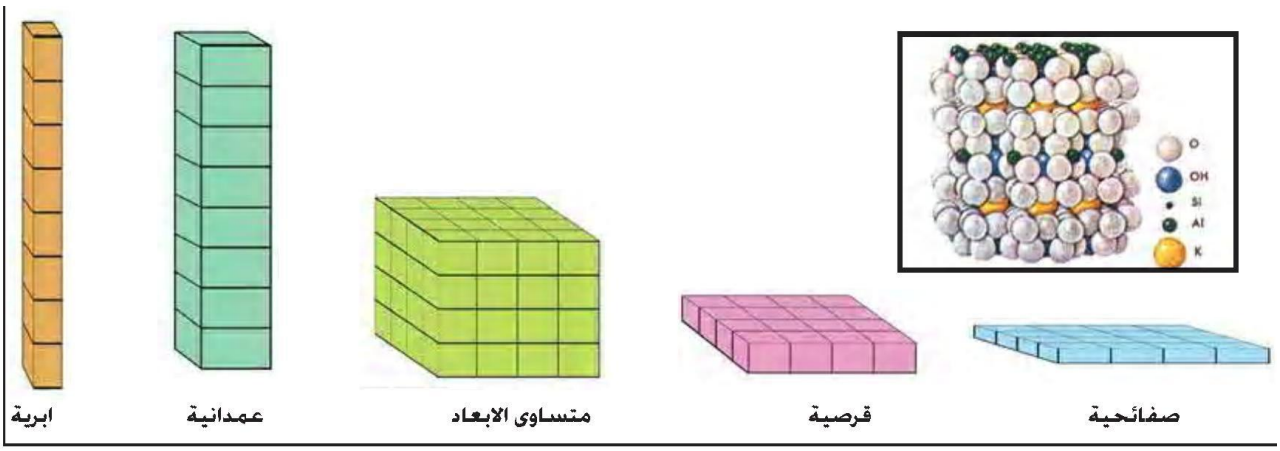
لأن البناء الداخلى للمعدن الواحد ثابت حيث أن وضع الأوجه البلورية ما هو إلا تعبير عن ترتيب ووضع الذرات فى الهيكل الداخلي للمعدن .

*** يتحدد الشكل الخارجي للبلورة تبعاً لدرجة نموها فى الاتجاهات الثلاثة** ( علل ) :

١ – إذا نمت البلورة فى كل الاتجاهات بنفس الدرجة تكون البلورة متساوية الأبعاد وتكون ذات درجة تكور عالية ( أقرب إلى شكل الكرة ) .

٢ – إذا نمت البلورة فى اتجاه واحد أكثر من الإثنين الآخرين فإنها تكون عمدانية الشكل ومع زيادة الاستطالة فى هذا الاتجاه تتحول إلى بلورة إبرية الشكل .

٣ – إذا نمت البلورة فى اتجاهين أكثر من الاتجاه الثالث فإنها تكون قرصية الشكل ومع زيادة نسبة التفلطح تصبح صفائحية الشكل .




**لاحظ :**

– يرتبط توزيع الأسطح الخارجية للبلورة ( أوجه البلورة ) بنظام تكرارى يبين أن البلـــورة تتمتـــع بقدر من التماثل .

( علل ) **تتمتع البلورة بقدر من التماثل** بسبب تواجد أوجه متشـــابهة أو حـــروف أو أركـــان للبلورة الواحدة .

– تقل درجة التماثل البلورى مع اختلاف أطوال المحاور وتغير الزوايا بينهم .

– بلورة المكعب تحتوى على أكبر عدد من عناصر التماثل ( علل ) حيث أنها متساوية الأبعاد ومحاورها فى الاتجاهات الثلاثة متعامدة .

**تكون المعادن**

* تتكون المعادن من العناصر المعروفة لنا .

* **أنواع المعادن :**

١ – معادن عنصرية : تتكون من عنصر واحد فقط مثل الذهب والكبريت والجرافيت .

٢ – معادن مركبة ( غالبية المعادن ) :

– تتكون من اتحاد عنصرين ( أو أكثر ) عن طريق ارتباط ذرات العنصر بذرات العنصر الآخـــر تبعاً للقوانين الكيميائية الخاصة بالروابط .

– تتحد العناصر المكونة لها كيميائياً إما فى الصهير المجمائى السائل أو فى المحلول الذى ترســـبت منه فى الصخر الرسوبى .

وهناك ٨ عناصر تكون أكثر من ٩٨% بالوزن من صخور القشرة الأرضية وهى مرتبة تنازلياً كالتالى :

| العنصر | الأكسجين | السليكون | الألومنيوم | الحديد | الكالسيوم | الصوديوم | البوتاسيوم | الماغنسيوم | المجموع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| النسبة المئوية للوزن | ٤٦.٦ | ٢٧.٧ | ٨.١ | ٥.٠ | ٣.٦ | ٢.٨ | ٢.٦ | ٢.١ | ٩٨.٥ |

حاتم أحمد حسين

* بقية العناصر لا تتعدى أكثر من ١.٥% من وزن صخور القشرة الأرضية وهى تدخل فى تركيب :

- المعادن الاقتصادية مثل النحاس والرصاص والقصدير .
- المعادن النفيسة مثل الذهب والبلاتين والماس .
- الوقود مثل الفحم والبترول .

## الخواص الفيزيائية للمعادن

* من الأركان الأساسية فى تعريف المعدن أن له تركيب كيميائى محدد وبناء ذرى ثابت .
* الخواص المميزة للمعدن ما هى إلا تعبير عن طريقة ترابط عناصره .
* لكى يتعرف الجيولوجى على المعادن فإنه :

- يستخدم أولاً الخواص الظاهرة والتى يسهل ملاحظتها فى العينة اليدوية ليتوصل إلى تعريف المعدن مبدئياً .
- يؤكد ذلك التعرف بالطرق المعملية التى تتطلب أجهزة وتحاليل معقدة .

**( علل ) لا يكتفى الجيولوجى بالخواص الظاهرة فقط حتى يتوصل إلى تعريف المعدن .**

لأن الاعتماد على الخواص الظاهرة للمعدن يوصل الجيولوجى إلى تعريف المعدن مبدئياً ولابد أن يؤكد ذلك بالطرق المعملية التى تتطلب أجهزة وتحاليل معقدة .

## أولاً : الخواص البصرية

* هى خواص تعتمد على تفاعل المعدن مع الضوء الساقط عليه والمنعكس منه .

### ١ - البريــق

* **البريق** : مقدار ما يعكسه المعدن من الضوء الساقط على سطحه .

* **أنواع بريق المعادن :**

١ - **بريق فلزى** : حيث يعكس المعدن الضوء الساقط عليه بدرجة كبيــرة فيبــدو ســاطعاً أو لامعاً .

٢ - **بريق لا فلزى** : ( معادن لها بريق لا يشبه بريق الفلزات ) ويوصف بريق المعدن بمــا يشابهه من أمثلة مألوفة لنا .

**أمثلة للبريق اللافلزى :** - البريق الزجاجى - البريق اللؤلؤى - البريق الماسى

٣ - **البريق الترابي أو الأرضي** ( مطفى وسطحه غير براق )

## ٢ – اللــون

* يتوقف لون المعدن على طول الموجات الضوئية التى تنعكس منه وتعطى الإحساس باللون .

* تقسم المعادن حسب درجة ثبات اللون إلى :

١ – معادن ذات لون ثابت يسمى **اللون الحقيقى أو الاصلى**

**مثل :** – معدن الكبريت الأصفر

– معدن المالاكيت ( كربونات النحاس المائية أو الجنزارة ) ذو اللون الأخضر .

٢ – معادن ذات ألوان متغيرة : حيث تتغير ألوان المعادن نتيجة :

– اختلاف تركيبها الكيميائي( فى الحدود المسموح بها والتى لا تغير من الترتيب الذرى المميز للمعدن ) .

– احتوائه على نسبة من الشوائب .

لذا فإن اللون صفة قليلة الاهمية نسبياً فى التعرف على المعادن ( علل )

**أمثلة :**

١ – **معدن الكوارتز** : الذى يوجد منه ألوان متعددة منها :

– اللون الوردى أو الارجوانى ( الأميثست ) اللذان يحتويان شوائب من أكاسيد الحديد أو المنجنيز .

– اللون اللبنى – الأبيض فى لون الحليب الذى يحتوى شوائب من فقاعات غازية كثيرة .

– لون الدخان الرمادى نتيجة كسر بعض الروابط بين ذرات عناصره .

– الكوارتز النقى شفاف لا لون له ويعرف باسم البلور الصخرى .

٢ – **معدن السفاليرايت** ( كبريتيد الزنك ) ذو اللون الأصفر الشفاف والذى يتحول إلى اللــون البنى بزيادة عدد ذرات الحديد فيه بنسبة قليلة تحل محل ذرات الزنك .

## ٣ – خاصية عرض الألوان ( تلاعب الألوان )

* **خاصية عرض الألوان ( تلاعب الألوان )** : تغير لون المعدن عند تحريكه أمام عين الإنسان في الاتجاهات المختلفة .

* توجد هذه الخاصية في الأحجار الكريمة وشبه الكريمة التي تستغل للزينة .

**مثل :**

١ – **معدن الماس** الذي يفرق شعاع الضوء الساقط عليه نتيجة انكساره إلى اللــونين الأحمــر والبنفسجي فيعطى بريقاً عالياً في كل الاتجاهات .

٢ – **معدن الأوبال الثمين** الذي يتميز بخاصية اللألأة ( خاصية عين الهر ) حيث يتموج بريــق المعدن ذو النسيج الأليافي باختلاف اتجاه النظر إليه .

## ٤ – الشفافية

* **الشفافية** : هي قدرة المعدن على إنفاذ الضوء خلاله .

* تقسم المعادن من حيث الشفافية إلى :

١ – معدن شفاف يمكن الرؤية خلاله بوضوح .

٢ – معدن نصف شفاف ترى الصورة من خلاله غير واضحة .

٣ – معدن معتم لا ينفذ الضوء من خلاله .

## ٥ – المخدش

* **المخدش** : هو لون مسحوق المعدن و نحصل عليه بحك المعدن فوق قطعة خزف غير مصقول .

* يتميز لون المخدش بأنه ثابت فى المعادن التى يتغير لونها بتغير نوع أو كمية الشوائب بها لذا فإن المخدش يعتمد عليه فى التعرف على المعادن ( علل ) .

**( علل ) يعتبر المخدش أهم من اللون الخارجى عند دراسة المعادن .**

## ثانياً : الخواص التماسكية

## ١ – الصلادة

* **الصلادة** : درجة مقاومة المعدن للخدش أو البرى .

* تحدد الصلابة نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به.

* يمكن تعيين الصلادة باستخدام القيم العددية التى حددها العالم موه فى مقياسه للصلادة .

* تتراوح درجات مقياس موه للصلادة بين ( ١ ) لأقل المعادن صلادة وهو التلك و ١٠ لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .

| المعدن | تلك | جبس | كالسيت | فلوريت | أباتيت | أرثوكليز | كوارتز | توباز | كوراندوم | ماس |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| درجة الصلادة | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ | ١٠ |

**لاحظ** :

–الفرق بين الصلادة المعادن من ١ : ٩ متساوى تقريباً فمثلاً المعدن رقم ٢ ( الجبس ) أصلد من المعدن رقم ١ ( التلك ) بنفس درجة زيادة صلادة الكوارتز( ٧ ) عن الأرثوكليز ( ٦ ) .

– الفرق بين صلادة الماس ( ١٠ ) والكوارندوم ( ٩ ) كبير جداً .

**( علل ) يشذ الفرق بين صلادة الماس و الكوراندوم عن الفرق بين صلادة باقى المعادن .**

**( علل ) يستخدم الرمل ( الكوارتز ) في صناعة ورق الصنفرة و لا يصلح الجبس في ذلك .**

لأن الكوارتز صلادته عالية حيث تبلغ ٧ على مقياس موه بينما الجبس ضعيف الصلادة حيث تبلغ صلادته ٢ على مقياس موه .

– المعادن الكريمة لها ألوان جذابة ولا تتخدش بسهولة لأن صلادة أغلبها تزيد عن ٧.٥ لذلك تستخدم خاصية الصلادة فى التمييز بين الأحجار الكريمة الطبيعية غالية الثمن وبين أحجار الزينة المقلدة صناعياً من مواد زجاجية أو أكسيد الألومنيوم والتى تتميز بألوان زاهية لكن صلادتها تقل غالباً عن ٦ .

**( علل ) تستخدم خاصية الصلادة فى تفريق الأحجار الكريمة الطبيعية عن أحجار الزينة المقلدة صناعياً .**

*** طرق تعيين الصلادة فى الحقل أو المعمل**

١ – استخدام أقلام الصلادة المصنوعة من سبائك ذات درجات الصلادة المحددة .

٢ – استخدام أشياء شائعة الاستعمال فى الحياة اليومية معروفة الصلادة ( فى حالة عدم وجود أقلام الصلادة ) مثل :

– ظفر الإنسان : صلادته حوالى ٢.٥ ( يخدش التلك والجبس ولا يخدش الكالسيت ) .

– نصل سكين أو قطعة زجاج نافذة : صلادتها حوالى ٥.٥ .

– لوح المخدش الخزفى : صلادته حوالى ٦.٥ .

– مبرد صلب : صلادته ٧ تقريباً .

**لاحظ** : أغلب المعادن الشائعة ذات صلادة أقل من ٦.٥ لذا يسهل التعرف عليها ( علل ) .

## ٢ – الانفصام

*** الانفصام** : قابلية المعدن للتشقق على طول امتداد مستويات ضعيفة الترابط نسبياً ينتج عنها سطوح ملساء عند كسر المعدن أو الضغط عليه نراها ممثلة بخطوط منتظمة البعد والاتجاه على سطح ناعم للمعدن .

*** أمثلة لانفصام بعض المعادن :**

**١ – معادن ذات انفصام جيد فى اتجاه واحد مثل :**

– معدن الميكا الذي ينكسر أو يتشقق مكوناً رقائق أو صفائح رقيقة .

– و معدن الجرافيت : يتميز بانفصام قاعدى جيد .

٢ – **معادن ذات انفصام فى اكثر مستوى :** وهى توصف بعدد المستويات والزوايا بينها :

– معدن الهاليت له انفصام مكعبى .

– معدن الكالسيت له انفصام معينى الأوجه .

٣ – **معادن ليس لها انفصام مثل الكوارتز .**

## ٣ – المكســـر

* **المكسر :** شكل السطح الناتج من كسر المعدن فى مستوى غير مستوى الانفصام .

* الشكل الناتج عن التكسر لا يتبع أى مستويات .

* يوصف المكسر بأشكال معروفة مثل :

– المكسر المحارى الذى يميز معدن الكوارتز

– المكسر الخشن وهو غير منتظم السطح .

– المكسر المستوى .

– المكسر المسنن الذى ينتج منه شظايا أو أسنان مدببة ويميز غالبية المعادن فى الطبيعة .

## ٤ – القابلية للسحب والطرق

* **القابلية للسحب والطرق:** خاصية تعبر عن مدى سهولة أو إمكانية تشكيل المعـــدن بـــالطرق والسحب إلى رقائق أو أسلاك .

* من أمثلة المعادن القابلة للسحب والطرق الذهب والفضة والنحاس .

* تعتبر المعادن قابلة للكسر إذا تفتتت عند الطرق عليها .

## ثالثاً : خواص أخرى

* هناك خواص أخرى ذات قيمة فى التعرف على المعادن مثل :

– **الوزن النوعى** حيث تتراوح المعادن بين الخفيفة ومتوسطة الثقل والثقيلة .

– **الخواص المغناطيسية** من حيث الانجذاب أو التنافر مع المغناطيس .

– **الخواص الحرارية** مثل قابلية المعدن للانصهار ودرجة انصهاره .

– **مذاق المعدن** ( ملحى – مر ) **وملمسه ورائحته .**

حاتم أحمد حسين