الباب الثالث : المعادن

♣ تتركب القشرة الأرضية من 3 أنواع من الصخور : نارية - رسوبية – متحولة .
♣ تتركب صخور القشرة الأرضية من ⟵ معادن والتى تتركب من ⟵ عناصر والتى تتركب من ⟵ ذرات .
♣ ليس من الضرورى أن يكون الصخر صلداً ومتحجراً فالرمل والحصى المفكك غير المتماسك نطلق عليه راسباً غير متحجر (صخور رسوبية) .

♣ **العلاقة بين الصخور والمعادن :** 1- المعدن هو الوحدة الأساسية التى يتكون منها الصخر .
2- بعض الصخور (فى أحيان قليلة) تتكون من معدن واحد مثل صخر الحجر الجيرى الذى يتكون من معدن الكالسيت .
3- غالبية الصخور تتكون من عدة معادن حيث تتماسك حبيبات هذه المعادن مع بعضها مع إحتفاظ كل معدن بخصائصه ، وعادة ماتشترك المعادن المكونة للصخر فى بعض الصفات أو الخواص كما يلى :
أ) الصخر النارى الذى تبلور من الصهير يتكون من مجموعة من المعادن التى تبلورت مع إنخفاض صغير نسبياً فى درجات الحرارة والضغط
ب) الصخور الرسوبية التى نقلت وترسبت تشترك فى خواص فى خواص متقاربة بالنسبة لحجم الحبيبات ووزنها النوعى ، مثال ذلك رواسب السهل الفيضى لنهر النيل التى تتكون من الغرين الذى يكون تربة مصر الزراعية .
4- المعادن المعروفة يزيد عددهاعن 2000 معدن يوجدأغلبها بكميات قليلة فى الطبيعة أما المعادن ذات القيمة الإقتصادية فلا تزيد عن 200 معدن
5- المعادن المكونة لصخور القشرة الأرضية تعد بالعشرات وتنقسم لعدة مجموعات معدنية ، وأكثر المجموعات المعدنية شيوعاً فى صخور القشرة الأرضية مجموعة السيليكات تليها من حيث الوفرة مجموعة الكربونات ثم المعادن الإقتصادية من أكاسيد وكبريتيدات ومعادن عنصرية منفردة

♣ **أهمية التعرف على مكونات القشرة الأرضية :** يعيش الإنسان على سطح الأرض فوق القشرة الأرضية يأكل من زراعة تربتها ويسكن فى منازل يبنيها من مواد يستخرجها من صخورها ومعادنها تصعب الحياة بدونها سواء فى السلم أو الحرب لأننا نعيش فى تلامس مباشر معها فلابد من التعرف على مكونات القشرة الأرضية حتى يمكن :
1- الإستفادة من خيراتها على أفضل وجه فى زراعة التربة وبناء المنازل من المواد المستخرجة من صخورها ومعادنها .
2- الوقاية من شرورها كالزلازل والبراكين والسيول التى تؤثر على سطحها .

♣ **عرف الإنسان المعادن والصخور منذ قديم الأزل** . ناقش هذه العبارة .
1- إستخدم إنسان العصر الحجرى صخر الصوان فى عمل سكاكين وحراب لصيد الحيوانات والدفاع عن نفسه .
2- إستعمل الأصباغ المعدنية ممثلة فى المغرة الحمراء والصفراء فى الرسم على جدران الكهوف التى يعيش فيها .
3- إزدهرت صناعة الفخار من معادن الطين بعد أن عرف الإنسان النار .
4- كان المصرى القديم أول من إستخدم الأحجار زاهية اللون مثل الفيروز والجمشت والمالاكيت والزمرد كأحجار للزينة .
5- واستخدم المصرى القديم أيضاً الفلزات مثل النحاس والذهب بعد تشكيلها فى أغراض متعددة فى حياته .

♣ **تعريف المعدن :** يتغير تعريف المعدن من شخص لآخر حسب تعامله معه كما يأتى :
1- الرجل العادى : المعدن مادة ذات قيمة إقتصادية تستخرج من باطن الأرض .
2- الجيولوجى المتخصص فى علم المعادن : المعدن مادة صلبة غير عضوية تتكون فى الطبيعة ولها تركيب كيميائى محدد (يمكن التعبير عنه) وشكل بلورى مميز ينتج عن ترتيب ذرات العناصر المكونة له فى الهيكل البنائى .
3- المشتغل بالجيولوجيا الإقتصادية : مواد الوقود من فحم وبترول سائل من أصل عضوى هى أيضاً مواد معدنية رغم أنها لاتتفق مع شقين من التعريف السابق للمعدن .
4- الشق الأساسى فى تعريف المعدن : هو كونه مادة متبلرة يتحكم النظام البلورى لها فى شكل المعدن وخصائصه الطبيعية (من لون وصلابة وإنفصام ومكسر) ويتحكم أيضاً فى خصائصه الكيميائية .

♣ **التركيب الكيميائى للمعدن :** أ) القليل من المعادن ذات تركيب كيميائى ثابت ومحدد مثل الكوارتز (المرو) الذى يتكون من ثانى أكسيد السيليكون .
ب) غالبية المعادن يتغير تركيبها الكيميائى بإحلال عنصر محل آخر لكن فى نطاق ضيق بحيث لايغير من الترتيب الذرى للهيكل البنائى للمعدن .

♣ **الشكل الخارجى للبلورة :** يتحدد الشكل الخارجى للبلورة تبعاً لدرجة نموها فى الإتجاهات الثلاثة للفضاء . اشرح هذه العبارة .
جـ : كما يلى :
1- بلورة متساوية الأبعاد: إذا نمت فى الإتجاهات الثلاثة بنفس الدرجة وتكون ذات درجة تكور عالية أى أقرب إلى شكل الكرة أو المكعب .
2- بلورة عمدانية : إذا نمت فى إتجاه واحد أكثر من الإثنين الآخرين .
3- بلورت إبرية : إذا نمت فى إتجاه واحد أكثر من الإثنين الآخرين مع زيادة الإستطالة فى هذا الإتجاه .
4- بلورة قرصية : إذا نمت فى إتجاهين أكثر من الإتجاه الثالث .
5- بلورة صفائحية : إذا نمت فى إتجاهين أكثر من الإتجاه الثالث مع زيادة نسبة التفلطح .

♣ أى أن هيئة البلورة (شكلها) ترتبط بالنظام البلورى لها والذى يعتمد على درجة نمو محاورها الثلاث فى الإتجاهات الثلاث وتعتمد أيضاً على زوايا ميل هذه المحاور .
♣ وكما يرتبط الشكل الخارجى للبلورة بدرجة نموها فى الإتجاهات الثلاث (مما ينتج عنه زيادة درجة تكورها أو إستطالتها أو تفلطحها) بطريقة تراص الذرات فى الهيكل الداخلى للمعدن ، فإن توزيع أسطحها الخارجية أو مايعرف بالأوجه يكون أيضاً مترابطاً بنظام تكرارى يبين أن البلورة تتمتع بقدر من التماثل يظهر من تواجد أوجه متشابهة أو حروف أو أركان البلورة .

MR.HASSAN

♣ **الهيكل البنائى للمعدن :** هو تراص ذرات العناصر المكونة له وترابطها فى صفوف متكررة منتظمة فى ترتيب هندسى ينتج عنه الأوجه الخارجية للبلورة التى ينتظم توزيعها بحيث يكون لها تماثل واضح .

♣ **الأوجه البلورية** : هى أسطح مستوية خارجية يتحدد وضعها تبعاً لطريقة ترتيب الذرات فى الهيكل البنائى للمعدن .
س : **بم تفسر** : **يكون وضع الأوجه البلورية ثابت رغم اختلاف حجمها تبعاً لدرجة النمو** .
جـ : لأن الأوجه البلورية تعبر عن ترتيب ووضع الذرات فى الهيكل الداخلى للمعدن وهذا البناء الداخلى ثابت فى المعدن الواحد .

♣ **التماثل البلورى** : هو وجود أوجه بلورية متشابهة على جوانب أو أحرف أو أركان البلورة .
البلورة المكعبة : تحتوى على أكبر عدد من عناصر التماثل البلورى لأنها تكون متساوية الأبعاد ومحاورها فى الإتجاهات الثلاث متعامدة .
♥ **وتقل درجة التماثل** فى البلورات الأخرى مع إختلاف أطوال المحاور وتغير الزوايا بينها .

♣ **تكوين المعادن** : المعادن كغيرها من المواد الطبيعية تتكون من العناصر المعروفة لنا حيث أن :
1- بعض المعادن تتكون من عنصر واحد وتسمى **معادن عنصرية** : مثل الذهب والكبريت والجرافيت .
2- غالبية المعادن تتكون من إتحاد عنصرين أو أكثر ترتبط لتكون مركب ثابت وتسمى **معادن مركبة** .
3- تعرف الإنسان على أكثر من 100 عنصر ولكن القليل منها يكون غالبية صخور القشرة الأرضية .
4- وبالتحديد فإن 8 عناصر تكون أكثر من 98% بالوزن من صخور القشرة الأرضية وهذه العنا صر تترتب تنازلياً كما يأتى :

العنصر	الأكسجين	السيليكون	الألومنيوم	الحديد	الكالسيوم	الصوديوم	البوتاسيوم	الماغنسيوم
النسبة المئوية للوزن	% 46,6	% 27,7	% 8,1	5	% 3,6	% 2,8	% 2,6	% 2,1

5- باقى العناصر تكون 1,5 % من وزن صخور القشرة الأرضية (وبالتالى تكون النسبة 100%) ، وهذه العناصر تشمل :
أ) العناصر المكونة للمعادن الإقتصادية : كالنحاس والرصاص والقصدير وغيرها .
ب) العناصر المكونة للمعادن النفيسة : كالذهب والبلاتين والماس . ج) العناصر المكونة لمواد الوقود : من فحم وبترول .
6- يرتبط تكوين المعدن إلى حد كبير بتركيب الصخر الذى يحتوى عليه سواء كان نارياً أو متحولاً أو رسوبياً مما يؤدى لإختلاف نشأة المعادن ، لكن المعادن كلها (ماعدا العنصرية التى تتكون من عنصر واحد) تشترك فى أنها تتكون نتيجة :
أ) إتحاد العناصر كيميائياً إما فى الصهير المجمائى السائل أو فى المحلول الذى ترسبت منه فى الصخر الرسوبى .
ب) ولكى يتحد عنصران أو أكثر لتكوين معدن مركب فإن ذرات هذه العناصر ترتبط مع بعضها تبعاً للقوانين الكيميائة الخاصة بالروابط .

♣ **الخواص الفيزيائية للمعادن** : من الأركان الأساسية فى تعريف المعدن أنه له عموماً تركيب كيميائى محدد وبناء ذرى ثابت والخواص المميزة للمعدن ماهى إلا تعبير عن طريقة ترابط عناصره ، ولما كان أحد أهم واجبات الجيولوجى هو التعرف على المعادن بداية من أماكن وجودها فى الحقل فإنه يستخدم :
أولاً : الخواص الظاهرة والتى تسهل ملاحظتها فى العينة اليدوية ليتعرف على المعدن مبدئياً
ثانياً : ثم يؤكد ذلك التعرف بالطرق المعملية التى تتطلب أجهزة وتحاليل معقدة .
♣ وتصنف الخواص الفيزيائية للمعادن إلى خواص بصرية وتماسكية ومغنطيسية وغيرها .

أولاً : الخواص البصرية فى المعادن (5 خواص)

الخواص البصرية : هى الخواص التى تعتمد على تفاعل المعدن مع الضوء الساقط عليه والمنعكس منه .

الخاصية	التعريف	الشرح والأمثلة
1- البريق	♣ هو قدرة المعدن على عكس الضوء الساقط عليه .	♣ أ) **بريق فلزى** : له مظهر الفلزات حيث يعكس المعدن الضوء الساقط عليه بدرجة كبيرة فيبدو ساطعاً ، مثال ذلك الذهب والنحاس . ♣ ب) **بريق لافلزى** : يكون زجاجى – لؤلؤى – ماسى – حريرى ، وأقلها بريقاً الترابى أو الأرضى (مطفى غير براق) .
2- الشفافية	♣ هى قدرة المعدن على إنفاذ الضوء الساقط عليه .	♣ أ) معادن شفافة : يمكن الرؤية من خلالها بوضوح . ♣ ب) معادن نصف شفافة : نرى صورة غير واضحة من خلالها . ♣ جـ) معادن معتمة : لاينفذ الضوء من خلالها .
3- خاصية عرض الألوان	♣ هى تغير لون المعدن عند تحريكه أمام عين الإنسان فى الإتجاهات المختلفة .	♣ تميز الأحجار الكريمة وشبه الكريمة والتى تستخدم فى الزينة ومن أمثلتها : أ) **معدن الماس** : يفرق شعاع الضوء الساقط عليه نتيجة إنكساره إلى اللونين الأحمر والبنفسجى بحيث تعطى أوجهه التى يتحدد وضعها بريقاً عالياً فى كل الإتجاهات . ب) **معدن الأوبال** الثمين : يتميز بخاصية اللألأة (خاصية عين الهر) وهى تموج بريق المعدن ذو النسيج الألياف بإختلاف إتجاه النظر إليه .

MR HASSAN

4- اللون	♣ هو طول الموجات الضوئية المنعكسة منه وتعطى الإحساس باللون . يعتبر اللون صفة قليلة الأهمية فى التعرف على المعادن رغم أنه أكثر الصفات وضوحاً لأن معظم المعادن لونها متغير نتيجة : 1- إحتوائها على نسبة من الشوائب . 2- تغير تركيبها الكيميائى دون تغير تركيبها الذرى .	♣ أ) معادن ثابتة اللون : يمثل اللون الحقيقى أو الأصلى مثل الكبريت أصفر اللون ، ومعدن المالاكيت أخضر اللون ويتركب من كربونات النحاس المائية (الجنزارة) ♣ ب) معادن متغيرة اللون مثل ♣ الكوارتز (ثانى أكسيد السيليكون) له ألوان متعددة : 1- وردى – أرجوانى (أميثست) لإحتوائه على شوائب من أكاسيد الحديد أو المنجنيز . 2- لبنى – أبيض بلون الحليب لإحتوائه على شوائب من فقاعات غازية كثيرة . 3- لون الدخان الرمادى نتيجة كسر بعض الروابط بين ذرات عناصره . 4- الكوارتز النقى يكون شفاف لا لون له ويسمى البللور الصخرى تشبيهاً له بالبللور ♣ معدن السفاليريت (كبريتيد الزنك) لونه أصفر شفاف ويتحول إلى بنى بزيادة عدد ذرات الحديد فيه بنسبة قليلة تحل محل بعض ذرات الزنك بحيث لايتغير الترتيب الذرى للمعدن .
5- المخدش	♣ هو لون مسحوق المعدن ونحصل عليه بحك المعدن فوق قطعة من الخزف غير المصقول .	♣ يتميز لون المخدش بأنه ثابت حتى فى المعادن المتغيرة اللون بتغير نوع أو كمية الشوائب فيها ، ولذلك فهو من الخواص الهامة فى التعرف على المعادن ، ويتفوق فى ذلك على اللون .

ثانياً : الخواص التماسكية فى المعادن (4 خواص)

1- الصلادة	♣ هى درجة مقاومة المعدن للخدش أو البرى .	♣ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند إحتكاكه به . ♣ مقياس موهس للصلادة : يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عددية تتراوح درجاته من 1 لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى 10 لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس . ♣ الفرق صلادة المعادن من 1 – 9 متساوى ، أما الفرق بين صلادة الكوراندم 9 والماس 10 فهو كبير جداً ، وعند حك معدنين ببعضهما فإن المعدن الأعلى صلادة يخدش الأقل صلادة .

تلك	جبس	كالسيت	فلورايت	أباتيت	أرثوكليز	كوارتز	توباز	كوراندم	ماس
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2- الإنفصام	♣ هو قابلية المعدن للتشقق على طول إمتداد مستويات ضعيفة الترابط نسبياً .	♣ ينتج عنه سطوح ملساء عند الضغط على المعدن أو كسره ، ونراها ممثلة بخطوط منتظمة البعد والإتجاه على سطح ناعم للمعدن . وينقسم الإنفصام إلى : أ) إنفصام جيد فى مستوى واحد : مثل الميكا صفائحى ، الجرافيت قاعدى ب) إنفصام فى أكثر من مستوى : مثل الهاليت مكعبى ، الكالسيت معينى ج) معادن لاتظهر فيها خاصية الإنفصام : مثل الكوارتز .
3- المكسر	♣ هو شكل السطح الناتج من كسر المعدن فى مستوى غير مستوى الإنفصام .	♣ الشكل الناتج من المكسر لايتبع مستويات الإنفصام ، وينقسم المكسر إلى : أ) المكسر المحارى مثل الكوارتز . ب) المكسر الخشن وهو غير منتظم السطح . ج) المكسر المسنن يميز غالبية المعادن وينتج منه أسنان أو شظايا . د) المكسر المستوى .
4- القابلية للطرق والسحب	♣ خاصية تعبر عن مدى سهولة أو إمكانية تشكيل المعدن بالطرق والسحب إلى رقائق أو أسلاك .	♣ مثل الذهب والفضة والنحاس . ♣ وفى المقابل فإن المعادن تعتبر قابلة للكسر إذا تفتت عند الطرق عليها .

س1 : اشرح كيف يمكن تعيين صلادة معدن فى الحقل أو المعمل ؟

جـ 1: يتم ذلك كما يأتى : أ) إستخدام أقلام الصلادة : وهى مصنوعة من سبائك ذات درجات صلادة محددة .

ب) إستخدام أدوات شائعة الإستعمال : فى حالة عدم توافر أقلام الصلادة ومن أمثلتها :

1- ظفر الإنسان : صلادته 2,5 أى يخدش التلك والجبس ولايخدش الكالسيت .
2- نصل السكين أو قطعة زجاج نافذة : صلادتها حوالى 5,5 .
3- لوح المخدش الخزفى : صلادته 6,5 .
4- مبرد صلب : صلادته 7 .

♣ ويلاحظ أن أغلب المعادن الشائعة صلادتها أقل من 6,5 مما يسهل التعرف عليها .

س 2: بم تفسر : يمكن إستخدام خاصية الصلادة فى التفريق بين الأحجار الكريمة الطبيعية والأخرى المقلدة صناعياً .

جـ 2: 1- الأحجار الكريمة الطبيعية (المعادن الثمينة) صلادتها مرتفعة أغلبها تزيد صلادته عن 7,5 فلاتنخدش بسهولة بالإضافة إلى ألوانها الجذابة

2- أحجار الزينة المقلدة صناعياً صلادتها منخفضة تقل غالباً عن 6 فتنخدش بسهولة لأنها مصنوعة من مواد زجاجية أو أكسيد ألومنيوم وتكون ألوانها زاهية .

خواص أخرى ذات قيمة فى التعرف على المعادن : مثل :

1- الوزن النوعى : حيث تتراوح المعادن بين الخفيفة والمتوسطة الثقل والثقيلة . 2- الخواص المغناطيسية : إنجذابها أو تنافرها مع المغناطيس .
3- الخواص الحرارية : مثل قابلية المعدن للإنصهار ودرجة إنصهاره .

♣ بالإضافة إلى خواص أخرى مساعدة : مثل مذاق المعدن (ملحى – مر) وملمسه ورائحته .

MR HASSAN