الفصل الثاني
تصنيف المعادن

تصنيف المعادن:

أولا: تصنيف المعادن من حيث نسبتها في الصخور[١]:

١ ـ **معادن أساسية Essential:** هي التي تكون النسبة الأكبر من حجم الصخر ومي أيضاً تتحكم في اسم الصخر، وتدل عليه.
٢ ـ **معادن إضافية Accessory:** هي التي توجد بنسبة ضئيلة أقل من ١٠% من حجم الصخر وليس لها أهمية في تسمية الصخر .

ثانيا: تصنيف المعادن من حيث حالتها التي تظهر في الصخر [٢]:

١ ـ **معادن أولية Primary:** هي التي توجد على هيئتها التي تكونت بها دون أن يطرأ عليها أي تغيير أو تحول .
٢ ـ **معادن ثانوية Secondary:** هي المعادن التي نتجت عن تحول أو تحلل المعدن إلى معدن آخر.

ثالثا: تصنيف المعادن من حيث التركيب الكيميائي :

قُسمت المعادن كيميائياً إلى معادن عنصرية ومعادن مركبة .وقُسمت المعادن المركبة علي أساس نوع الأنيون أو الشق الحمضي الداخل في تركيب المعادن إلى عدة مجموعات منها الأكاسيد والكبريتات وغيرها، ويعتبر هذا التقسيم مناسباً جداً كيميائياً وجيولوجياً حيث تتبع معظم الخواص الكيميائية والبلورية والفيزيائية للمعادن نوعية الأنيون (الشق الحمضي) في تركيب المعادن عن ارتباطها بالكاتيون[٣]. ويعد هذا التصنيف الأكثر شيوعاً، ويعرف باسم تصنيف دانا للمعادن Dana's Classification[٤]،ويمكن تصنيف المعادن من ناحية تركيبها الكيميائي إلى :

---

(1)http://www.kau.edu.sa/Files/0052737/Subjects/7.pdf.
(2) I bid.
(3)http://taif-un.com/vb/t74873.html.
(4)http://www.kau.edu.sa/Files/0052737/Subjects/7.pdf.op. cit.

١: مجموعة المعادن العنصرية الحرة Native Element Group: هي المعادن التي توجد كعناصر حرة غير متحدة مع غيرها في الطبيعة مثل: الذهب Au، والفضة Ag، والنحاس Cu، التي توجد عادة في الصخور البركانية. أما الألماس C فيتبلور من الصهارة تحت درجات عالية من الضغط والحرارة، وتتميز هذه المعادن بقيمتها الإقتصادية.

٢ ـ مجموعة معادن الأكاسيد Oxide Minerals Group: هناك أكاسيد كثيرة الانتشار في الطبيعة مثل أكاسيد الحديد مثل معدن الماجنيتيت Fe_3O_4 Magnetite ويكون أسود اللون، ومعدن الهيماتيت Fe_2O_3 Hematite الأحمر اللون، ومعدن الجيوثيت FeO.(OH) Goethite أصفر أو بنى اللون.

٣ ـ مجموعة معادن الكبريتات Sulphate Minerals Group: هي عبارة عن معادن تكونت غالباً فوق سطح الأرض بفعل المحاليل المائية التي تتحد عناصرها مع أيون الكبريتات ومن أهمها معدن الجبس Gypsum وهو عبارة عن كبريتات الكالسيوم المائية، بينما معدن الانهيدريت لا يحتوي على ماء.

٤ ـ مجموعة معادن الفوسفات Phosphate Minerals Group: هي معادن رسوبية عضوية ومن أشهرها معدن الأباتيت.

٥ ـ مجموعة معادن الكبريتيدات Sulfide Minerals Group: هي المعادن التي تتكون نتيجة لاتحاد الكبريت مع عناصر أخرى ومن أمثلتها السفاليريت، الجالينا، البيريت.

٦ ـ مجموعة معادن الهاليدات Halide Minerals Group: هي المعادن التي تتكون نتيجة لاتحاد الكلور أو الفلور أو البروم أو اليود مع العناصر الأخرى ومن أشهرها ملح الطعام والفلوريت.

٧ ـ مجموعة معادن الكربونات Carbonate Minerals Group: هي المعادن التي تتكون نتيجة لاتحاد أيون الكربونات مع العناصر الأخرى ومن أكثرها انتشاراً معدن الكالسيت والدولوميت.

٨: مجموعة معادن السيليكات Silicates Minerals Group: تتكون معادن هذه المجموعة من اتحاد عنصر أو أكثر مع مركب السليكون والأكسجين، ومعادن السليكات تعتبر أهم مجموعات المعادن وأكثرها انتشارا. إذ أن معظم المعادن المكونة للصخور النارية والمتحولة هي معادن سليكاتية، وهذه الصخور تكون أكثر من ٩٠ % من تركيب

القشرة الأرضية ومن أمثلة المعادن السليكاتية الفلسبار ، والميكا ، و الأوليفين ، والكوارتز. والجدير بالذكر أن التركيب الجزيئي للمعادن السليكاتية أكثر تعقيدا من التركيب الجزيئي للمعادن الأخرى[1].

رابعا: تصنيف المعادن من حيث الاستخدام:

تصنف المعادن إلى مجموعتين رئيستين وبداخل كل مجموعة مجموعات ثانوية يمكن توضيحها على النحو الآتي:

المجموعة الأولى: المعادن الفلزية Metallic minerals:

ترجع أول الدلائل على استخدام الإنسان للمعادن الفلزية إلى الفترة بين الألفية الخامسة والسادسة قبل الميلاد، حيث عثر على فأس نحاسية في بعض المواقع الأثرية في صربيا عام ٥٥٠٠ ق.م. كما تم العثور على دلائل أخرى من الألفية الثالثة قبل الميلاد في مواقع أخرى مثل دي بالميلا في البرتغال وكورتيس دي نافارا في إسبانيا وستونهنج في المملكة المتحدة. ونتيجة لتواجد الفضة، النحاس، القصدير، والحديد في صورة عناصر حرة لا مركبات، فان هذا سمح للحضارات القديمة باستخدامها في صنع الأدوات المعدنية بكميات محدودة. فصنع قدماء المصريين أسلحتهم من الحديد النيزكي حوالي عام ٣٠٠٠ ق.م، والتي كانت ذات قيمة مرتفعة على اعتبار أنها خناجر من السماء. إلا أن الإنسان استطاع أن يصنع سبيكة من النحاس والقصدير عن طريق تسخين الصخور التي تحتويها والتي تسمى البرونز، لذا يمكن القول بأن علم الفلزات بدأ حوالي عام ٣٥٠٠ ق.م مع بداية العصر البرونزي. أما صناعة الحديد من خاماته، فهي عملية أكثر صعوبة. ويعتقد أن صناعته بدأت عن طريق الحيثيين حوالي عام ١٢٠٠ ق.م، ليبدأ بذلك العصر الحديدي. وتطورت صناعة الحديد تاريخياً، في العديد من الثقافات والحضارات السابقة في ممالك وإمبراطوريات العصور القديمة والوسطى. حتى مجيء القرن السادس عشر، حيث ألف جورجيوس أغريكولا كتاب De re metallica ويعني طبيعة المعادن، ويصف فيه أكثر العمليات تطوراً وتعقيداً المستخدمة في استخراج وإنتاج المعادن من خاماتها في ذلك الوقت.

---

[1] http://taif-un.com/vb/t74873.html.op. cit.

لذا عد أغريكولا بـ أبو علم الفلزات[1]. وتتكون مجموعة الفلزات الرئيسة من أربع مجموعات ثانوية:

١: المعادن الفلزية الحديدية Iron minerals: وتشمل عدة معادن أهمها:

الحديد Iron:

الحديد عنصر كيميائي وفلز، وهو من أقدم المعادن المكتشفة، ويرمز له Fe من الكلمة اللاتينية Ferrum، وعدده الذري ٢٦. وحصل إنسان ما قبل التاريخ على الحديد من النيازك، ومن ثَمّ استخدمه في صناعة العُدَد والأسلحة ومكونات أخرى. وكلمة حديد تعني في العديد من اللغات القديمة فلز من السماء. ولقد استُخدم حديد النيازك في فترات قديمة جدًا يعتقد أنها تصل إلى أربعة آلاف عام قبل الميلاد. ولكن لا توجد أي أدلة مؤكدة تبين بداية استخدام الحديد المستخلص بالصهر والاختزال من الخامات الأرضية، أو تشير إلى المكان الذي بدأ استخلاص الحديد فيه لأول مرة. ويُعتقد أن الحيثيين هم أول من عرف الحديد بكميات ضخمة. وقد عاشوا فيما يعرف الآن باسم تركيا. وفي عام ١٤٠٠ ق.م. اكتشف الحيثيون كيفية تصنيع الحديد وأساليب تصليد العُدد والأسلحة الحديدية. وحول هذه الفترة نفسها تقريبًا طوّر سكان كل من الصين والهند طرقًا وأساليب لاستخلاص الحديد. وعندما وصل العالم إلى القرن العاشر قبل الميلاد كانت معظم الحضارات القديمة حينذاك قد توصلت إلى تقنيات تصنيع الحديد، وهكذا بدأ العصر الحديدي[2].

خام الحديد أو تراب الحديد هو ما يُصنع منه الحديد، إذ يستخرج من الصخور ويتم وضعه في فرن ذو درجة حرارة عالية كي يصهر، فيصفى المعدن من التراب. كذلك أيضًا يصفى كل معدن من ترابه ما عدا الألمنيوم. ويوجد الحديد في خاماته التي أهمها الهيماتيت hématite وهو عبارة عن أكسيديك ألحديديك Fe_2O_3 الذي يحتوي على نسبة ٧٠% من الحديد ويوجد في ألوان متعددة تتراوح ما بين الأحمر إلى اللون الرمادي أو الأسود ويوجد في أحجام مختلفة ما بين كتل ضخمة إلى مسحوق. والماجنيت magénite ورمزه الكيميائي Fe_3O_4 ويحتوي على نسبة ٧٢,٤%من الحديد ولونه اسود

---

[1] http://ar.wikipedia.org/wiki/علم_الفلزات.

[2] http://ar.wikipedia.org/wiki/حديد.

ذو بريق ولمعان كما يعد من أنقى خامات الحديد وهو ذو مغناطيسية عالية. والليمونيت ورمزه الكيميائي $2Fe_3O_3H_2O$ حيث يحتوي على نسبة تتراوح بين ٤٠% إلى ٥٠% من الحديد ونسبة ١٠% من الماء ويميل لونه إلى الأصفر البني أو يكون مخططا باللون الأحمر[1]. وتأتي دول الصين وأستراليا والبرازيل والهند وروسيا في مقدمة دول العالم المنتجة لخامات الحديد. يلاحظ جدول (١٦).

جدول(١٦) الدول المنتجة لتراب الحديد بحسب خدمة الجيولوجيا الأمريكية Us Geologic Survey لسنة ٢٠٠٦.

الدولة	الإنتاج/ مليون/طن متري	الدولة	الإنتاج/ مليون/طن متري
الصين	٥٢٠	إيران	٣٥
استراليا	٢٧٠	كندا	٣٣
البرازيل	٢٥٠	السودان	٢٤
الهند	١٥٠	فنزويلا	٢٠
روسيا	١٠٥	كازاخستان	١٥
أوكرانيا	٧٣	موريتانيا	١١
الولايات المتحدة	٥٤	دول أخرى	٤٣
جنوب أفريقيا	٤٠	المجموع	١٦٩٠

المصدر: http://ar.wikipedia.org/wiki/ خام_حديد

المنغنيز Manganese:

يوجد المنغنيز في الطبيعة على شكل عدة خامات كالبيرولوزايت والمنجنايت والبسيولومين. وتتكون خاماته بفعل العمليات الرسوبية أو نتيجة لبعض عمليات التحول. ويستعمل كمادة أساسية في صناعة الصلب، إذ يحتاج الطن من الصلب إلى ١٤ رطلا من المنغنيز، وبإضافة المنغنيز تتكون سبائك الفيرومنغنيز حيث يتصف بالصلابة وشدة المقاومة للحك، لذا يستخدم في عملية تحطيم الصخور وتكسيرها وآلات الحفر وإنشاءات الجسور كما

---

[1] http://ar.wikipedia.org/wiki/خام_حديد.

يستعمل في البطاريات الجافة وغيرها من الصناعات. وتحتل روسيا مركز الصدارة في الإنتاج ثم ساحل العاج والهند[١].

النيكل Nickel:

ألف الصينيون النيكل دون أن يكتشفوه قبل الميلاد كمكون أساس لمادة النحاس الأبيض، التي تتكون من ٤٠ % نحاس ، ٣٢ % نيكل ، ٢٥ % زنك ، ٣ % حديد، وتشبه الفضة في شكلها . ومنذ ذلك الحين لم تظهر مادة النحاس الأبيض في أوروبا إلا بعد النصف الأخير من القرن الثامن عشر الميلادي وبكميات قليلة. وقد كان الاعتقاد السائد في أوروبا آنذاك أن النيكل هو نفسه خام النحاس، بسبب التشابه الكبير بينهما في الشكل الخارجي والمظهر الطبيعي. وفي عام ١٧٧٥ م تمكن بيرجمان Bergmann من التعرف على النيكل كفلز منفصل يختلف عن النحاس. تلا ذلك عام ١٨٠٤ م استخلاص فلز النيكل بدرجة نقاوة عالية بواسطة الكيميائي ريشترRichter[٢].

يعتبر معدن النيكل العنصر الثاني والعشرين من حيث الوفرة في القشرة الأرضية. كما يعد المعدن السابع بالنسبة لوفرة العناصر الانتقالية. وبالرغم من وجود كثير من المعادن التي تحتوي على عنصر النيكل ، إلا أن معادن الكبريتيدات والأكاسيد تعد أهم المعادن الرئيسة اقتصادياً. إذ تشكل معادن الكبريتيدات حوالي ٢٠ % من خامات إنتاج النيكل في العالم، ويقدر إنتاجها من الفلز بأكثر من ٦٠ % حيث ينتج الباقي من خامات الأكاسيد التي تشكل الغالبية العظمى ٨٠ % من مصادر خام الفلز. ويستخدم النيكل بشكل رئيس في صناعة السبائك حيث يمكن خلطه مع كثير من الفلزات مثل النحاس ، والمنغنيز ، والحديد ، والكروم ، ويستخدم ٦٠ % من النيكل في صناعة الصلب المقاوم للصدأ و١٣ % منه لصناعة سبائك النيكل. وقد توسع استخدام النيكل في الصناعة بفضل الخصائص الجيدة لاسيما التي يكسبها للسبائك[٣] . وتحتل كندا الأولوية في الإنتاج العالمي ثم روسيا فجنوب أفريقيا [٤].

---

[١] خالص حسني الاشعب وأنور مهدي صالح، مصدر سابق، ص٢٦٢.

[2] http://www.bytocom.com/vb/showthread.php?t=10963.

[3] I bid.

[٤] خالص حسني الاشعب وأنور مهدي صالح، مصدر سابق، ص٢٦٢.

٢: **المعادن الفلزية غير الحديدية:** وتشمل معادن عدة أهمها:

النحاس Copper:

يعد النحاس من أول المعادن التي تم استخدامها واستعمالها من قبل الإنسان، وثاني المعادن من حيث تعدد المنافع بعد الحديد. وتم اكتشافه منذ أكثر من عشرة آلاف عام قبل الميلاد. وهو عبارة عن فلز محمر اللون يتغير لونه وخصائصه عندما يتحد مع عناصر أخرى مشكلاً مركبات مختلفة. ويرجع اسم أو اشتقاق اسم النحاس إلى الأصل من الاسم اللاتينى لجزيرة قبرصCyprus ويتواجد في الطبيعة في عدة صور أما منفردة أو متحدة، منها على سبيل المثال الاكاسيد، ويتم الحصول على جزءه النقي بواسطة التحليل الكهربائي. والنحاس مادة لينة قابلة للطرق تتفاعل كيميائيا أو فيزيائيا مع المصدر الخارجي وهو الجو، مكونة الصدأ ويعرف بأكسيد النحاس الذي يتميز أيضا بلون الأخضر إضافة إلى كونه مادة سامة. ويستخدم النحاس في الصناعات الكهربائية ولحام الآلات الموسيقية وصناعة السبائك، فهو يخلط مع عدد كبير من المعادن لإنتاج أكثر من ١٠٠٠ سبيكة لكل منها صفات صناعية مختلفة. وتعد شيلي اكبر دولة منتجة للنحاس بنسبة ٣٧% من الإنتاج العالمي تليها الولايات المتحدة الأمريكية بنسبة ١٠%، ثم اندونيسيا بنسبة ١٠%، فاستراليا بنسبة ٨%، وباقي الإنتاج يتوزع بين دول العالم الأخرى. أما النحاس النقي فتعد شيلي أهم الدول المنتجة ثم الولايات المتحدة فالصين[1].

الرصاص Lead:

الرصاص عنصر معدني لونه بين الأزرق والرمادي. وهو معدن ناعم الملمس قابل للسحب والطرق، ومقاومة شد الرصاص منخفضة، كما أنه موصل رديء للكهرباء. والرصاص لا يقبل الطرق إلى صفائح رقاق وأسلاك رفيعة جدا كما هو الحال في الذهب و الفضة، بل تتماسك خرائط الرصاص بعضها ببعض لتكون كتلة يتخللها قليل من الفراغ. استخدم الرومان قديما الرصاص في صناعة أنابيب المياه حيث كانت عبارة عن مزيج من الرصاص الملحوم مع القصدير. وقد كان العبيد الرومان يقومون

---

(1) http://ar.wikipedia.org/wiki/نحاس.

باستخلاص وتجهيز الرصاص، فأصيبوا بالتسمم بسببه. أما القدماء المصريين فقد استخدموا الرصاص في صناعة العملات ووحدات الموازين ومواد الزخرفة والأواني المنزلية وأسطح السيراميك وسبائك اللحام .وفي القرن الرابع الهجري (العاشر الميلادي) توصل الصناع المسلمون إلى طرق تخليص الرصاص من الشوائب. وأشار البيروني في ذلك إلى طريقة تعدين الرصاص، وهي الطريقة الحديثة المستخدمة في تحضير الرصاص. ويستخدم الرصاص بكميات كبيرة في ألواح بطاريات التخزين التي تعمل في السيارات، وفي تغليف الكابلات الكهربائية، كما تستخدم كميات كبيرة منه في تبطين الأنابيب والخزانات وأجهزة أشعة X وبسبب كثافته العالية ولخصائصه النووية، يستخدم الرصاص على نطاق واسع كعنصر واق من المواد المشعة، كما يستخدم أيضا في الخليط المعدني مثل سبيكة اللحام، كما تستهلك كميات كبيرة من الرصاص في شكل مركباته في الدهانات والأصباغ[١]. وتحتل الولايات المتحدة الأمريكية الصدارة في إنتاج الرصاص تليها كندا ثم المكسيك[٢].

الألمنيوم Aluminum:

الألمنيوم عنصر رمزه **Al** وعدده الذري ١٣، وهو فلز ذو لون أبيض فضي من مجموعة البورون من العناصر الكيميائية. وهو معدن قابل للسحب. وعنصر لايذوب في الماء في الشروط العادية. وهو ترتيبه الثالث من بين أكثر العناصر وفرة في الكرة الأرضية بعد الأوكسجين والسيلكون. ويشكل الألمونيوم ٨% من وزن سطح الأرض الصلب. ويعد الألمونيوم من أكثر المعادن فعالية كيميائية كمعدن حر، لذلك يوجد مرتبطا بأكثر من ٢٧٠ معدن مختلف. ويعد معدن خام البوكسايت المصدر الرئيس للألمونيوم. ويمتاز الألمونيوم بمقاومته للتآكل وبخفة وزنه لذا يدخل في صناعة الطائرات. وكان يعتبر الألمنيوم المعدن الثمين الأكثر قيمة من الذهب، فنابليون الثالث إمبراطور فرنسا، أقام مأدبة طعام وأعطى أكثر الضيوف شرفا أواني من الألمنيوم، في حين أعطى الآخرين الذهب. وقد تم إنتاج الألمنيوم بكميات تجارية قبل أكثر من ١٠٠ سنة بقليل. والألمنيوم يعد فلز ذات طبيعة تفاعليه قوية مكونا روابط كيميائيه ذات طاقة عالية مع الأوكسجين، مقارنة مع معظم

---

(1) http://www.bytocom.com/vb/showthread.php?t=8553.

(٢) خالص حسني الاشعب وانور مهدي صالح، مصدر سابق، ص٢٦٦.

المعادن الأخرى، لذا من الصعب استخراجه من خاماته كالبوكسايت، ويرجع ذلك إلى الطاقة اللازمة لتقليل أكسيد الألمنيوم[1].

يختلف التوزيع الجغرافي لإنتاج الألمنيوم عن التوزيع الجغرافي لإنتاج البوكسايت. فالكثير من الدول المنتجة للبوكسايت كأستراليا وغينيا وجمايكا وسورينام وغويانا، لا تنتج الألمنيوم لأن الإنتاج يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالطاقة الكهربائية الرخيصة، وهو ما لا يتوافر في معظم الدول المنتجة للبوكسايت. ولعل هذا الواقع يفسر لماذا يتركز نحو ٩٢ % من الإنتاج العالمي للألمنيوم في ست دول صناعية فقط هي: الولايات المتحدة الأمريكية ورابطة الدول المستقلة (الاتحاد السوفييتي سابقاً) وكندا واليابان وفرنسا وألمانيا، في حين يتركز ثلثا الإنتاج العالمي من البوكسايت في أربع دول هي أستراليا وغينيا وجمايكا وسورينام. ولم يعثر إلى اليوم على البوكسايت في أي من الدول العربية، ولكن هناك ثلاث دول عربية تنتج الألمنيوم من البوكسايت المستورد وهي: البحرين ودولة الإمارات العربية المتحدة وجمهورية مصر العربية[2].

٣: المعادن الفلزية النفيسة: تشمل المعادن الفلزية الثمينة عدة معادن أهمها الذهب والفضة والبلاتين:

الذهب Gold:

هو فلز أصفر براق على هيئة كتل بإمكانها عكس الضوء، أما صفائحه الرقاق فتبدو خضراء اللون أو زرقاء. ويتصهر الذهب في درجة حرارة قدرها (١٠٦٣) درجة مئوية ، ويغلي في ٢٥٠٠ درجة مئوية. والذهب موصل جيد للحرارة والكهرباء، ولا يفوقه في هذه الصفة سوى الفضة والنحاس، ويعد الذهب الخالص من أكثر أنواع المعادن القابلة للطرق والسحب، كما يمكن تشكيل سلكا ذهبيا طوله (١٠٠) كم من كمية قدرها (٢٩) جرام. والذهب واحد من أكثر المعادن ذات الملمس الناعم إذ تتراوح صلابته من ٢,٥ إلى ٣ على مقياس الصلادة . والذهب من المعادن الخاملة جدا وهو لا يتأثر بالهواء أو الحرارة أو الرطوبة. كما لا يذوب في الحوامض المركزة المعدنية المعروفة أمثال حامض الهيدروكلوريك، والكبريتيك،

---

[1] http://www.en.wikipedia.org/wiki/Aluminium.

[2] http://www.arab-ency.com ، المجلد الثالث ، العلوم القانونية والاقتصادية.

والفوسفوريك، والنتريك، لكنه يذوب في الماء الملكي الذي يعد مزيجا من حامضي الهيدروكلوريك والنتريك المركزين وبعض الحوامض الأخرى كحامض التلمريك. و لما كان الذهب يتواجد حرا في الطبيعة، ولغلو ثمنه، واستعماله كنقود في شتى أمصار العالم أصبحت معرفته أيسر من معرفة غيره من الفلزات. كما أن صفاته الطبيعية قد جعلت منه معدنا شائع الصيت فكثر ذكره في الكتب وكثر المنقبون عنه والمشتغلون به[١].

نظرا لندرة الذهب النسبية، استخدم الذهب كعملة وأساس للمعاملات المالية الدولية. وتعد الأونسة هي الوحدة المستخدمة في وزن الذهب وهي تعادل ٣١,١ جراما. ومن أهم استخدامات الذهب الآن هو استخدامه كاحتياطي للعملات. كما أصبح الطلب عليه متزايدا في عمليات التصنيع، لأن الذهب موصل جيد للكهرباء وذو مقاومة عالية للصدأ والتآكل، فأصبح ذا أهمية كبرى في صناعة الدوائر الكهربائية الدقيقة. وإذا أذيبت كميات صغيرة من الذهب ووضعت في الألواح الزجاجية أو البلاستيكية، فإنها تمنع مرور الأشعة دون الحمراء وتكون بمثابة واقي حراري فعال. ولأن الذهب يتميز بثباته الكيميائي، فإنه يستخدم في الآلات التي تعمل في غلاف جوي يؤدي إلى الصدأ. كما يستخدم الذهب أيضا على شكل رقائق في الطلاء بالذهب والكتابة بالذهب. وكذلك يستخدم الذهب في الطب لما ثبت من توافقه مع أجهزة الجسم الحية. فهو يستخدم في طب الأسنان، وفي تغليف الأدوية. كما تستخدم النظائر المشعة من الذهب في الأبحاث البيولوجية وفي علاج السرطان، كما يستخدم الكم الأكبر من الذهب المنتج في العملات والمجوهرات. وللوفاء بهذه الأغراض، يخلط الذهب بمعادن أخرى ليصل إلى الصلابة المطلوبة، ويعبر عن الذهب الموجود في هذا الخليط بالقيراط. ويحتوي الذهب المستخدم في صناعة المجوهرات على النحاس والفضة، بينما يحتوي الذهب الأبيض على الزنك والمعادن البلاتينية[٢]. وتعد دولة جنوب أفريقيا الدولة الاولى المنتجة للذهب في العالم تليها استراليا ثم الولايات المتحدة الامريكية فالصين وروسيا الاتحادية[٣].

---

[1] http://www.brooonzyah.net/vb/t25539.html.

[2] I bid.

[3] http://goldplacers.blogspot.com/2012/04/blogpost_07.html#.Ua2eadl0wt4.

الفضة Silver:

عرفت الفضة من قديم الزمان، وهي الفلز المفضل للزينة بعد الذهب، ولقد جاء على الإنسان حين من الدهر تساوت فيه الفضة مع الذهب في القيمة. وتعد الأغراض النقدية الاستعمال الرئيس للفضة حاليا. والفضة النقية مثل الذهب النقي شديدة الرخاوة لذلك تسبك عادة مع النحاس لتزداد صلابة. وللفضة القابلية على السحب لدرجة يمكن سحب غرام واحد من الفلز النقي على شكل سلك طوله ميل واحد. وتتعرض الفضة إلى الاسوداد في اللون إذا ما تعرضت إلى الغازات الكبريتية، إذ يتكون كبريتيد الفضة. وتدخل مركبات الفضة في الصناعات الطبية وصناعة الثلاجات والطائرات والمرايا الفضية وفي كثير من الأجهزة الكهربائية لأنها موصل جيد للحرارة والكهرباء[١].

توجد الفضة في الطبيعة على هيئة فلز أو بصورة متحدة مع عناصر أخرى، وتكون الفضة سبيكة مع الذهب تسمى بمعدن الالكترم أو الذهب الفضي، ويعد معدن الارجنتايت المركب الكيميائي من كبريتيد الفضة المصدر الرئيس لفضة العالم. وغالبية الفضة تنتج من خامات الرصاص والزنك والنحاس، كما توجد في خامات الكوبالت والنيكل[٢].

تعد الفضة أثقل من النحاس، لكن ثقلها يساوي نصف ثقل الذهب تقريباً. وتنصهر في درجة حرارة ٩٦١ درجة مئوية، وهي الدرجة التي يحمرّ فيها الحديد والفولاذ. وتوجد أكثر مناجم الفضة في القارتين الأمريكيتين الشمالية والجنوبية، كذلك توجد في بلدان أخرى، ومن أهم البلدان المنتجة لمعدن الفضة هي: المكسيك، الولايات المتحدة ، كندا، روسيا، وبيرو[٣].

البلاتين Platinum:

البلاتين عنصر كيميائي معروف عند بعض الناس بالذهب الأبيض، وهو معدن ثمين لونه رمادي إلى أبيض، ويعود أصل كلمة بلاتين إلى الكلمة الأسبانية بلاتا وتعني الفضة الصغيرة، والبلاتين أقوى من معدن الحديد

---

[١] محمد فتحي عوض الله، الإنسان والثروات المعدنية، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٩٠، ص١٧٤.

[٢] محمد فتحي عوض الله، مصدر سابق، ص١٧٤.

[3] http://al-fateh.net/hide/arch/fa-22/fida.htm.

ويمتلك مرونة الذهب. يرمز له بالرمز Pt ودرجة انصهاره ١٧٦٨,٣ درجة مئوية، بينما درجة غليانه ٣٨٢٥ درجة مئوية، ويعتبر البلاتين من أندر المعادن وأثمنها في العالم. واكتشف لأول مرة في العام ١٥٥٧م، وذلك على يد العالم الإيطالي جوليوس سكاليجر، وفي العام ١٧٥٠م تم اكتشاف كميات كبيرة من معدن البلاتين، وذلك عندما عثر الأسبان على ترسبات لخام البلاتين في أمريكا اللاتينية ولكنه كان رخيصاً لعدم معرفة الناس لقيمته، وبدأت قيمته في الارتفاع عندما انتشر وأصبح العالم على علم ودراية باستخداماته وفوائده[١].

لا يوجد البلاتين في الطبيعة بمفرده ولكنه يوجد مختلطاً بخمسة فلزات أخرى وهي البالاديوم، الأوزميوم، الإريديوم، الروثينيوم، والروديوم، وذلك بنسب مختلفة ويطلق على اسم هذه الفلزات الستة مجتمعاً اسم مجموعة فلزات البلاتين. وفي بعض الأحيان يعثر على كتل من البلاتين الطبيعي، ففي العام ١٨٤٣م عثر في روسيا على كتلة تزن ٩,٥ كغم من البلاتين الطبيعي[٢].

معدن البلاتين معدن قوي لا يصدأ ولا يفقد بريقه عند تعرضه للهواء، لأن البلاتين لا يتفاعل مع الأوكسجين أو مركبات الكبريت الموجودة بالهواء، كما أنه لا يتأثر بالحوامض التي تذيب معظم الفلزات الأخرى. وأفضل الطرق لإذابة البلاتين هي استخدام مخلوط من حمض النيتريك وحمض الهيدروكلوريك، ويشكل البلاتين سبائك مع معظم الفلزات. كما يعتبر البلاتين معدناً أغلى من الذهب، إذ قد تصل قيمته إلى حوالي ضعف قيمة الذهب. ويستخدم البلاتين في المختبرات الكيميائية لإذابة العينات بالأحماض المختلفة، وذلك لأنه يقاوم الحرارة والتآكل، كما يستخدم البلاتين أيضاً في عمل الألواح والأسلاك الرقيقة والتي تستخدم في العديد من الأغراض. كما يعمل البلاتين على تفكيك أجزاء النفط، ويدخل في صناعة المجوهرات في نطاق واسع لما يتمتع به من قوة وصلابة، بالإضافة إلى عدم تأثره بالمواد المزيلة للبريق، ويستخدم البلاتين في صناعة أفضل الأدوات الجراحية، والأدوات المختبرية، وفي طب الأسنان، كما تستخدم بعض المركبات الكيميائية الحاوية للبلاتين في

---

(1) http://ar.wikipedia.org/wiki/بلاتين.
(2) I bid.

علاج بعض حالات السرطان[١]. وتأتي دولة جنوب أفريقيا في مقدمة دول العالم المنتجة لمعدن البلاتين [٢].

٤: المعادن الفلزية النادرة: تشمل المعادن النادرة على الانتيمون والزرنيخ والبريليوم والمغنيسيوم والزئبق والراديوم واليورانيوم والزركونيوم والثوريوم[٣].

الزئبق Mercury:

الزئبق عنصر كيميائي رمزه Hg ، وهو سائل فضي، كان معروفا لدى القدماء من المصريين والصينيين والهندوس والإغريق والرومان. وللزئبق عشرة نظائر، سبعة منها مستقرة، ونظير غير مستقر، ونظيران ينتجان أشعة بيتا السالبة، وأحد هذين النظيرين صناعي. وحتى الآن لم يكتشف العلماء أن جسم الإنسان يحتاج لأي كمية من الزئبق، بل بالعكس فهو شديد السمية ويتراكم في الدماغ وقد يتسبب في تدمير الجهاز العصبي. لذلك ينصح بتجنب ملامسة الزئبق وحمله في اليد وتجنب الاقتراب منه لتفادي استنشاق بخار الزئبق فهو سريع التبخر. ويدخل الزئبق ومركباته في العديد من الاستخدامات، فهو يستعمل في المجالات الصناعية مثل إنتاج مواد غاز الكلور وصناعات الورق والصناعات الكهربائية مثل إنتاج المصابيح والبطاريات والصناعات الكيماوية وصناعات الأصباغ وغيرها، والاستعمالات الصيدلانية مثل صناعة بعض العقاقير الطبية، واستعماله في صنع حشوات الأسنان، والاستعمالات العلمية مثل إنتاج المحاليل وإنتاج مبيدات الفطريات الطبية والعلاجية. كما يستخدم لملغمة بعض المعادن مثل الذهب[٤].

---

[1] I bid.

[2] http://www.minerals.usgs.gov/minerals/.../platinum/mcs-2012-plati....

[٣] خالص حسني الاشعب وأنور مهدي صالح، مصدر سابق، ص٢٦٩.

[4] http://ar.wikipedia.org/wiki/الزئبق.

الراديوم Radium:

الراديوم عنصر كيميائي مشع لايوجد في الطبيعة بشكل حر وإنما مع عناصر أخرى. وتعد العالمة الفرنسية ماري كوري أول من اكتشف هذا العنصر سنة ١٨٩٨ مع زوجها، عندما لاحظت أن النشاط الإشعاعي للمعدن يورانينيت أكبر بخمس مرات من المفروض أن ينتج من عنصر اليورانيوم. ويستخدم الراديوم بالاعتماد على نشاطه الإشعاعي، فمن الناحية الطبية استعمل لعلاج السرطان عن طريق تعريض الأورام السرطانية لأشعة كاما التي تنبعث منه، كما يستخدم في الأبحاث العلمية بالاختلاط مع عنصر البيريليوم مكونا مصدرا للنيوترونات، كما استعمل هذا الخليط في التنقيب عن البترول، قبل أن تكتشف بدائل لذلك[١].

المغنيسيوم Magnesium:

يعد المغنيسيوم من أخف الفلزات وزنا، وسبيكته مع غيره من الفلزات تكون ذات نفع كبير في صناعة الطائرات والصواريخ، كذلك هي لازمة في الأغراض التي تتطلب القوة مع الخفة. وللمغنيسيوم دور كبير في الصناعات الحربية والالكترونية والتصوير، كما تستخدم شرائط وأسلاك المغنيسيوم في التخلص من الغازات غير المرغوب فيها في صمامات الأجهزة اللاسلكية. ويتم الحصول على فلز المغنيسيوم من معدن الماجنيزات الذي يتركب من كربونات المغنيسيوم، كما يستخدم خام الدولومايت في الحصول عليه على نطاق أضيق، كما أن هناك أكسيد مائي للمغنيسيوم يسمى بورسايت يعد من مصادر هذا الفلز[٢].

المجموعة الثانية: المعادن اللافلزية nonmetallic Minerals:

تقسم هذه المجموعة إلى أربعة مجاميع ثانوية:

١: مجموعة معادن الطاقة:

---

(1) http://ar.wikipedia.org/wiki/راديوم.

(٢) محمد فتحي عوض الله، مصدر سابق، ص١٩٣.

الفحم Coal:

غالبا ما يصنف الفحم مع الصخور الرسوبية العضوية، إذ أتضح من الفحص الدقيق لقطعة من الفحم تحت المجهر وجود تركيبات نباتية متعددة مثل الأوراق واللحاء والخشب، التي تبدو متغيرة كيميائيا لكنها يمكن التعرف عليها بسهولة، وهذا يعزز الاستنتاج القائل بان الفحم هو المرحلة النهائية لردم كميات كبيرة من المواد النباتية لفترات طويلة. ويضم الفحم إلى النفط والغاز الطبيعي باعتباره وقودا متحجرا، لأنه كلما احترق الفحم كلما كان استعمال الطاقة الشمسية المخزنة في النباتات منذ ملايين السنين. ويعد تراكم كميات كبيرة من المواد النباتية المرحلة الأساسية لتكون الفحم. وهذا يتطلب شروطا خاصة لان النباتات الميتة لاتلبث أن تتحلل عند تعرضها إلى الجو أو إلى بيئات محملة بالأوكسجين. وتعتبر المستنقعات واحدة من البيئات الهامة التي تسمح بتراكم المواد النباتية، لان مياه المستنقعات الراكدة فقيرة بالأوكسجين، والتحلل الكامل أو التأكسد للمواد النباتية غير ممكن، لذا أن أنواعا خاصة من البكتريا تهاجم النباتات وتحلل المواد العضوية تحللا جزئيا مما يسمح بتحرر الأوكسجين والهيدروجين، وبخروج هذه الغازات يزداد تركيز الكربون تدريجيا، ولاتستطيع البكتريا إتمام عملية التحلل، لان الأحماض الناتجة عن النباتات تعمل على قتل البكتريا[1].

يندرج تحت مفهوم الفخم الحجري عدة أنواع من الوقود تختلف في تركيبها العضوي وكمية الطاقة المتوفرة في وحدة الوزن منها[2]. لذا يمكن تقسيم الفحم الحجري إلى الأنواع الآتية:

أ: الخث: وهو الحلقة الأولى في سلسلة تكون الفحم، أي انه لم يتحول إلى فحم بصورة نهائية، بل يتميز بوجود بقايا نباتية فيه، والخث مادية طرية بالمقارنة بأنواع الفحم الأخرى، يحتوي على نسبة كبيرة من الماء تصل إلى ٩٠%، بينما يحتوي على نسبة قليلة من الكربون والمواد الطيارة. وتتركز استعمالات الخث حاليا على تزويد المنازل ببعض احتياجاتها من الطاقة الحرارية وفي

---

(١) أدوارد تاربوك وفريدريك لوتجينز، مصدر سابق، ص١٧٩.

(٢) سعود يوسف عياش، مصدر سابق، ص١٥.

محطات توليد الطاقة الكهربائية. وتمتلك روسيا وأوربا وأمريكا الشمالية معظم الخث الموجود في العالم نحو ٩٧%[١].

ب: الفحم البني: يقع الفحم البني في الحلقة الثانية من سلسلة تكون الفحم بعد الخث، وهو يحمل الكثير من خصائص الخث كاحتوائه على نسبة عالية من الماء والمواد الطيارة. ويستعمل في العديد من الأغراض الصناعية وفي محطات توليد الطاقة الكهربائية في وسط اوربا . ويوجد اكبر احتياطي لهذا النوع من الفحم في روسيا ثم الولايات المتحدة وكندا ودول أوربا[٢].

ج: اللجنايت: يسمى بالفحم الأسمر وهو من الأنواع الصلبة التي تقل فيه نسبة الكربون وترتفع نسبة الماء والشوائب، إذ تتراوح فيه نسبة الكربون بين ٦٠% – ٧٥%، بينما تصل نسبة الرطوبة فيه إلى ١٨%، لذا فانه يبث كمية عالية من الدخان والشوائب المتطايرة كالأنواع السابقة من الفحم، إلا أن حرارته أكثر منها رغم قلتها إذا ما قورنت بالأنواع الجيدة من الفحم. لذا تعد الأنواع الثلاثة الأولى من أنواع الفحم الرديئة، فلاتدخل التجارة الدولية كما لايدخل انتاجها غالبا ضمن الفحم، وكما أن أهميتها الصناعية ضئيلة جدا[٣].

د: البتيوميني: يعد من أكثر أنواع الفحم انتشارا في العالم، وعمره يقدر نحو ١٠٠ مليون سنة، ويعرف بالفحم اللين، ونسبة الكربون فيه تتراوح بين ٧٥% - ٩١%، أما نسبة الرطوبة فيه فتتراوح بين ٥% - ١٨%، ويكون سهل الاحتراق ذو لهب اصفر مع دخان، اسود اللون لايتشقق عند تعرضه للهواء، قيمته الحرارية مرتفعة. ويقسم هذا النوع من الفحم إلى أقسام ثانوية تبعا لنسبة الكربون الموجودة فيه. ويعد هذا النوع من الفحم عماد صناعة الحديد والصلب فهو يستخدم في صناعة فحم الكوك الذي يعتبر من أهم مصادر الطاقة الحرارية اللازمة لصهر المعادن. كما يدخل فحم البتيوميني في كثير من الصناعات كالأصباغ والمفرقعات والمطاط والأحماض والأسمدة وغيرها[٤].

---

(١) سعود يوسف عياش، مصدر سابق، ص١٥، ١٦.

(٢) نفس المصدر، ص١٦.

(٣) أزاد محمد أمين النقشبندي وتغلب جرجيس داود، مصدر سابق،ص٦٨٣.

(٤) نفس المصدر، ص٦٨٢، ٦٨٣.

ه: **الانثراسايت:** يعرف بالفحم الصلب، وهو أكثر أنواع الفحم صلابة، ومن صفاته أن نسبة الكربون فيه مرتفعة تصل إلى ٩٠% - ٩٥%، بينما تنخفض نسبة الشوائب والرطوبة إلى ٥% فقط، وان الحرارة المتولدة من احتراقه عالية جدا، ولايحتوي إلا على كميات صغيرة جدا من المواد المتطايرة، لذا فهو يكاد لايعطي دخانا، كما انه لايخلف إلا قليلا من الرماد، ولونه اسود غامق، لأنه تكون معظمه في زمن قديم قبل أكثر من ٢٥٠ مليون سنة في العصر الفحمي، وتأثر بالحركات الأرضية العنيفة التي سببت تصلبه الشديد وطرد الرطوبة والمواد الطيارة. رغم هذه الصفات التي يتصف بها فحم الانثراسايت فأنه يتميز بتوزيع جغرافي محدود ويوجد على عمق كبير وفي الطبقات كثيرة الالتواء والانكسارات، لذا إن تكاليف استخراجه عالية، فأصبح أغلى أنواع الفحم. وان إنتاجه لايتجاوز ٥% من إنتاج الفحم الكلي، وتعد منطقة بنسلفانيا الشرقية في الولايات المتحدة الأمريكية وجنوب ويلز في المملكة المتحدة أهم مناطق إنتاجه. وان زيادة تكاليف فحم الانثراسايت وقلته أدت إلى عدم استعماله في الصناعة إلا على نطاق محدود جدا[١].

و: **الجرافيت:** يتكون الجرافيت في حالة التحول الشديدة، أي عند حصول أعلى درجات التحول، وذلك بالتعرض إلى ضغط وحرارة اشد من الأنواع السابقة، لذا ترتفع نسبة الكربون فيه إلى ما بين ٩٥% – ١٠٠%، وفقا لذلك فهو لايشتعل في الظروف العادية[٢].

النفط Oil:

يوجد النفط والغاز الطبيعي في ظروف مشابهة وعادة ما يكونان متلازمين، وكلاهما خليط لمواد هيدروكاربونية، أي تتألف من الهيدروجين والكربون، كما قد تحتوي على كميات ضئيلة من عناصر أخرى مثل الكبريت والنيتروجين والأوكسجين. ويشبه كل من النفط والغاز الطبيعي الفحم في كونهما نواتج حياتية مستمدة من بقايا الكائنات الحية. ولكن الفحم يستمد أساسا من المواد النباتية المتراكمة في بيئة المستنقعات فوق مستوى سطح البحر،

---

[١] نفس المصدر، ص٦٨١، ٦٨٢.

[٢] عبد القادر عابد وآخرون، مصدر سابق، ص١٣٦.

بينما يستمد النفط والغاز الطبيعي من بقايا الحيوانات والنباتات التي لها أصل بحري[1].

لاحظ الجيولوجيون أن النفط يتكون في بيئة معينة من الرسوبيات، ويهاجر بعد فترة إلى نوع آخر منها، ومع مرور الوقت تبدأ قطرات الزيت والغاز بالتجمع إلى بعضها بعضا، ثم يجري عصرها بعيدا عن مكان تكونها. ولكي تتمكن القطرات المتولدة من الهجرة، لابد لها من أن تصادف طبقات صخرية تسمح لها بالارتحال إلى أعلى حيث الضغط الأقل. أي أن هجرة النفط تتطلب صخرا ذا مسامية ونفاذية عاليتين، ويسمى هذا التكوين ذو المسامية والنفاذية العاليتين والذي يمكن أن يتجمع فيه النفط باسم الخزان الصخري. وعندما يتم عصر الزيت والغاز من الغضار الذي جرى تكونهما فيه، ينتقلان بعد ذلك إلى الحجر الرملي أو الكربوناتي حيث تصبح حركتهما أكثر سهولة، وعادة لايلتصق النفط بحبيبات الصخر الذي يمر من خلاله كما يلتصق الماء، لذلك تجري في الطبيعة عملية فصل تلقائية للزيت عن الماء، أي أنهما لايمتزجان. ثم يصطدم الزيت المهاجر في كثير من الأحيان بطبقات صخرية اقل مسامية ونفاذية، ذات تراكيب معينة يجري حصرها فيها، فتشكل ما يسمى بالمصيدة النفطية، وأشهر الصخور التي لاتنفذ الزيت هي الطبقات الطينية والصلصالية[2].

إن أول دولة اكتشف فيها النفط وشاع استعماله فيها هي الولايات المتحدة الأمريكية، ومنها انتقلت تكنلوجية البحث عنه وإنتاجه واستعماله إلى مناطق العالم الأخرى. وتوسع استعمال النفط في العالم بعد الحرب العالمية الثانية بشكل كبير وتصاعدت معدلات إنتاجه واستهلاكه بحيث أصبح في مقدمة مصادر الطاقة، وتعود أسباب ذلك إلى الخصائص الفيزيائية التي يتمتع بها من حيث سهولة نقله وتخزينه، وارتفاع كمية الطاقة المخزونة في وحدة الوزن منه، وتعدد استعمالاته. وينتشر النفط في العديد من مناطق العالم ولاتخلو منه أية قارة من قارات العالم، رغم ذلك فهناك العديد من دول العالم تفتقر إلى النفط وتضطر إلى استيراده لسد حاجتها منه. وتعتبر منطقة الشرق الأوسط من أغنى مناطق العالم بالنفط لاحتوائها على أكثر من نصف احتياطي العالم منه، لاسيما في منطقة الخليج العربي والجزيرة العربية

---

(١) أدوارد تاربوك وفريدريك لوتجينز، مصدر سابق، ص١٨٠.

(٢) عبد القادر عابد وآخرون، مصدر سابق، ص١٣٢.

والعراق، كما يتوزع الاحتياطي النفطي في دول روسيا والولايات المتحدة وبعض دول أمريكا الجنوبية لاسيما فنزويلا وبعض دول أفريقيا كليبيا ونيجيريا وشرق وجنوب شرق أسيا واستراليا[1].

الغاز الطبيعي :

يقع الغاز في المرتبة الثالثة من حيث الأهمية في الاستهلاك العالمي من الطاقة، بعد كل من الفحم والنفط، إذ يشكل ١٨% من مجموع الاستهلاك العالمي. وكما في النفط ليس هناك نظرية متكاملة تفسر كيفية تكون الغاز تاريخيا، إذ يوجد الغاز المصاحب للنفط والذي تنحوا النظريات العلمية إلى ربط تكوته بالعوامل التي أدت إلى تكون النفط نفسه، وهناك حقول الغاز الطبيعي لوحده دون النفط، وهناك نوع آخر يعتقد أن تكونه كان بتأثير العوامل التي أدت إلى تكون الفحم. ويشكل الميثان الجزء الأساس من تركيب أنواع الغاز المختلفة، يليه الإيثان ثم تأتي نسب مختلفة من البروبان والبيوتان والنيتروجين وأكسيد الكربون ومركبات كبريتية. ويؤدي اختلاف التركيب إلى اختلاف قيمة الطاقة في الأنواع المختلفة من الغاز، فالغاز الذي يستخرج من المانيا يحتوي على نصف قيمة طاقة الغاز المستخرج من الكويت في ذات وحدة الحجم. ويتوزع الاحتياطي العالمي للغاز الطبيعي بين الاتحاد الروسي الذي يأتي في مقدمة دول العالم ثم تأتي الولايات المتحدة الأمريكية بعده، كما تمتلك الدول العربية ودول أوبك غير العربية كميات كبيرة أيضا[2].

٢: مجموعة المعادن الصناعية والكيميائية: وتشمل عدة معادن أهمها الفوسفات والبوتاس والكبريت .

الفوسفات Phosphate:

يعد الفوسفات من الثروات الباطنية ويستخرج لاستخدام الفسفور في عدة استعمالات زراعية وصناعية. والفوسفات مادة طبيعية، يتكون أساسا من فوسفات ثلاثي الكالسيوم وهو قليل الذوبان في الماء لذلك لا يستعمل مباشرة إلا بعد معالجته وتحسين جودته بتجفيفه وتنقيته بإزالة المواد العضوية وثنائي أكسيد الكربون وفصله عن الصلصال. وتقاس جودة الفوسفات بنسبة خماسي

---

[1] سعود يوسف عياش، مصدر سابق، ص١٦ - ١٨.

[2] نفس المصدر، ص١٨.

أكسيد الفسفور. وتوجد مناجم الفوسفات في المغرب وموريتانيا والأردن وتونس والصين والعراق وفلسطين وتم اكتشاف كميات كبيرة منها في شمال السعودية [1].

تتواجد معظم صخور الفوسفات في الطبيعة بأحد الصور التالية[2]:

أ: صخور فوسفات من أصل رسوبي: وهى أهم الرواسب من حيث الانتشار والحجم والاستغلال حيث تشكل حوالي ٨٠% من الرواسب العالمية. ويتراوح تركيز خامس أكسيد الفوسفور فيها ما بين ٢٠%-٣٠%، وهى رواسب بحرية حيبية مثل رواسب الفوسفات في مصر ودول شمال أفريقيا ورواسب الفوسفات في شمال المملكة العربية السعودية وفى العراق والأردن.

ب: صخور فوسفات من أصل ناري: وهى ناتجة من صخور نارية تحتوي على قدر كبير من المعادن الفوسفاتية من أهمها معدن الآباتيت، وهذه الرواسب غير شائعة ومن أمثلتها رواسب خنبي في روسيا.

ج: رواسب الجوانو: وهى ناتجة من تراكم مخلفات الطيور البحرية فوق الصخور الجيرية مثل رواسب جزيرة نيورا في المحيط الهادى.

يستخدم الفوسفات في العديد من الصناعات الكيميائية أهمها تحضير عنصر الفسفور وحامض الفسفور، المستعمل في الصناعات التعدينية والحربية والطبية والغذائية والخزفية والنسيج والتقاب. ويذهب معظم الفوسفات المستخرج لصناعة الأسمدة لزيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية بالإضافة إلى إمكانية استخراج بعض المعادن النادرة والعناصر المشعة. ومن بين هذه العناصر يوجد اليورانيوم كمنتج جانبي الذي يمكن الحصول عليه أثناء تحويل الفوسفات إلى أسمدة أو حمض الفسفور. وتحتوى خامات الفوسفات الصحراوية على ٢٠٠ جرام من اليورانيوم في الطن الواحد[3].

---

(1) http://www.ar.wikipedia.org/wiki/فوسفات.

(2) I bid.

(3) I bid.

الكبريت Sulphur:

يغلب وجود الكبريت على شكل مركبات عديدة مثل معدن البايرات. وأكثر ما ينتشر المعدن في الصخور النارية حول فوهات البراكين أو قريبا منها، كما يمكن أن يتواجد على هيئة رسوبية في الحجر الجيري والجبس أحيانا على هيئة عروق. وقد يكون الكبريت طبيعيا عندما يتواجد قرب فوهات البراكين، أو يكون على شكل خام البايرات المتكون من اتحاد الحديد والكبريت، أو يأخذ شكل غازات كبريتية، ويستخرج من الغاز الطبيعي. ويستعمل الكبريت بعد تحويله إلى حامض الكبريتيك في العديد من الصناعات الكيميائية مثل صناعة السوبر فوسفات والحرير الصناعي والأصباغ والورق والمفرقعات والمطاط. وتأتي دول الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد الروسي والمكسيك والعراق في مقدمة الدول المنتجة له[١].

البوتاس Potash:

البوتاس هو الاسم التجاري لمجموعة من الأملاح تحتوي على عنصر البوتاسيوم. ويعد كلوريد البوتاسيوم المستخدم الرئيس في صناعة الأسمدة، وهو أكثر أنواع البوتاس أهمية. ويكرر ما يقرب من ٩٥% من البوتاس المحضّر في أنحاء العالم لاستخدامه في صناعة الأسمدة. كما يستخدم البوتاس في صناعة الصّابون والمنظفات والزُجاج والخزفيّات والأنسجة والاصباغ والكيميائيات والعقاقير. ويُعد معدن السِلفيت خام البوتاس الرئيس. ويوجد معظم البوتاس الخام في الطبقات الملحية التي تشكلت تحت سطح الأرض عندما تبخرت البحار القديمة.كما يوجد البوتاس في البحيرات الملحيّة. ويصنّف البوتاس حسب مكافئه من أكسيد البوتاسيوم، وهو معيار لقياس محتوى البوتاس. وتأتي كندا في مقدمة الدول المنتجة للفوسفات لاسيما من مقاطعة سسكاتشوان التي تعد المنطقة الأكثر إنتاجا لهذه المادة، ثم تأتي بعدها روسيا فبلاروسيا والمانيا، وكذلك تتقدم هذه الدول بقية دول العالم في ما تمتلكه من احتياطي[٢].

٣: مجموعة الأحجار الكريمة: وتشمل عدة أنواع منها الألماس والفيروز والعقيق والزبرجد والياقوت وغيرها.

---

[١] خالص حسني الاشعب وأنور مهدي صالح، مصدر سابق، ص٢٨٦.

[2] http://www.marefa.org/index.php/بوتاس.

الألماس Diamond:

كلمة diamond مشتقة من الكلمة اليونانية القديمة Adamas وتعني الصلابة، والألماس عبارة عن عنصر ذو تركيب بلوري تكعيبي يتخذ أشكالا مضاعفة لذلك البناء التكعيبي ذو الثمانية أوجه وبخاصة الاثني عشر وجه، وتحدث طفرات في تكوينه أحيانا فيبدو كروي الشكل، والعوامل الخارجية تساعد على ذلك التشكيل. ويتكون الماس من عنصر الكربون فقط تحت الضغط والحرارة العاليتين جداً تحت طبقات الأرض حيث يبدأ التكوين وبحسب النظريات العلمية على عمق مائه وخمسين كيلومترا تحت طبقة القارات وهو الحجر الوحيد من بين الأحجار الكريمة جميعها المتكون في أعماق الكرة الأرضية. ومن الجدير بالذكر أن التشابه في التركيب الكيميائي بين الألماس والجرافيت (الفحم) هو ما دعى شركات عالمية إلى تجربة تحويل الكربون إلى ألماس وذلك ضمن عمليات كيميائية فيزيائية معقدة ومكلفة تحدث تحت درجات حرارة وضغط عالي ولفترات طويلة من الزمن لتحويل الكربون إلى شكله الكرستالي الألماس، وهناك أكثر من عشرة أنواع من الألماس الصناعي أشهرها (المازنيت) وهو أقسى من الألماس أو مقارب له في القساوة ولكنه ليس أحادي التركيب أي أنه ليس من الكربون الخالص فهو مركب من عنصري الكربون والسيلكون بما يعرف كربيد السليكون[1].

يبلغ عمر أقدم ألماسه موجودة من عمر تكوين الأرض، وأما أحدث ألماسة فعمرها حوالي ٥ ملايين سنة تقريبا. وقد عُرف الألماس منذ القدم كأحد الأحجار ذات القيمة التجارية. وازدادت أهمية الألماس في القرن التاسع عشر مع ازدياد الإنتاج العالمي وتحسن الطرق التجارية في أرجاء العالم ودخول الطرق العلمية في القطع والصقل والاحتكار العالمي لتلك السلعة من قبل بعض الشركات. وللألماس صفات فيزيائية كثيرة ولكن أشهرها الصلابة والقساوة فهو وحده من بين كل المواد على درجة قساوة ١٠\١٠ في سلم درجات موس العالمي للأحجار. إن الألماس حجر ذو قيمة مهمة في صناعة الحلي بالإضافة إلى استعمالات صناعية أخرى مثل استخدام الألماس على رأس أنابيب حفر الآبار العميقة كالماء والبترول والغاز الطبيعي

---

[1] http://www.ar.wikipedia.org/wiki/الماس.

بالإضافة إلى استخداماته في الأجهزة الإلكترونية والأجهزة الطبية والمعدات الصناعية وقص الزجاج وغيرها. ويستخرج معظم الألماس من الفوهات البركانية حيث تلقي به الحمم البركانية التي تحضره من أعماق الأرض. وتقع معظم مناجم الألماس في وسط وجنوب أفريقيا على الرغم من اكتشاف كميات لا بأس بها في كل من كندا وروسيا والبرازيل وأستراليا. ويستخرج من الماس ما يعادل ١٣٠ مليون قيراط، أو ٢٦,٠٠٠ كيلوغرام، من الألماس سنويًا، وهو ما يعادل قيمته ٩ مليار دولار أمريكي[١].

العقيق Agate:

العقيق رغم وجوده في أنواع مختلفة من الصخور، إلا أنه يرتبط تقليديا مع الصخور البركانية، كما يمكن أن يتواجد في بعض الصخور المتحولة. وأعطي الحجر اسمه من قبل ثيوفراستوس، الفيلسوف اليوناني الذي اكتشف الحجر على طول شاطئ نهر Achates قبل ثلاثة إلى أربعة قرون قبل الميلاد في منطقة تسمى الآن Dirillo في صقلية. والعقيق قد يكون ملونا أو يكون عقيقا ابيضا[٢].

يشير اسم العقيق إلى معدن صلب بلون الكوارتز خفي البلورات. وأكثر أنواعه شهرة العقيق ذو الألوان: الأسود، والأبيض، والأصفر، والبرتقالي، والبرتقالي المحمر التي ألوانها من اكاسيد الحديد، والخضراء الملونة من النحاس. وهناك أصناف من العقيق يتم تحديدها عادة في التجارة وهي تشمل العقيق العين الذي يشكل حلقة الأشكال مع نقطة في المركز، والعقيق الشجيري وأنماطه مثل الطحلب، والعقيق النار. وكان العقيق يستخدم كقاعدة للأحجار الكريمة من قبل المصريين قبل ٣٠٠٠ سنة على الأقل. أما في العصر الحديث، فالعقيق لديه ارتباط خاص مع منطقة ايدار-Oberstein في ألمانيا. حيث كانت ايدار-Oberstein مصدرا هاما من العقيق حتى

---

(1) I bid.

(2) http://en.wikipedia.org/wiki/Agate.

القرن التاسع عشر، وكان يفضل في المنطقة مع الحجر الرملي المحلي الجيد لإنتاج القطع وتلميع العجلات، ولعمل عجلات الطاقة المائية [١].

يتم استخراج العقيق من منطقة ايدار-Oberstein في ألمانيا وهو المكان الأكثر شهرة في العالم، فضلا عن ذلك هناك مواقع أخرى تم العثور فيها على العقيق هي: أوروغواي، البرازيل، الولايات المتحدة، المكسيك، مدغشقر، إيطاليا، مصر، الهند، الصين، اسكتلندا[٢].

الياقوت Corundum:

الياقوت حجر كريم أحمر اللون وهو ينتمي إلى معدن الكورونـدو الذي هو عبارة عن أكسيد الألومنيوم، وينتج اللون الأحمر بشكل أساسي من وجود مادة الكروم. وتم اشتقاق اسم الياقوت باللغة الإنجليزية Ruby من الكلمة اللاتينية ruber وتعني اللون الأحمر باللغة اللاتينية. والياقوتة الطبيعية نادرة الوجود، لكن الياقوت الاصطناعي يكون سعره رخيص نسبياً. والياقوت غالبا ما يوجد في ميانمار (بورما)، وسري لانكا، وكينيا، ومدغشقر، وفي الولايات المتحدة الامريكية في مونتانا وكارولينا الشمالية وكارولينا الجنوبيه. وأشهر مناطق انتاجه هي موغوك في أعلى الوادي في ميانمار حيث يستخرج أحسن أنواع الياقوت ولكن، في السنوات الأخيرة، شهد الإنتاج تراجعا، ولون الياقوت في ميانمار من النوع الفريد، فهو يوصف بدم الحمام، وهو معروف في التجارة بياقوت موغوك [٣]. ولايقتصر الياقوت على اللون الأحمر فهناك الياقوت الأصفر والياقوت الأزرق والياقوت الأبيض. ويستخدم الياقوت في علاج حالات كثيرة من الأمراض التي تصيب الإنسان.

٤: مجموعة مواد البناء:

توجد أنواع عديدة من مواد البناء التي مصدرها القشرة الأرضية منها الرخام والكرانيت والجبس والحجر الجيري.....الخ.

---

(3) http://www.gemselect.com/other-info/agate-stone.php

(2)http://crystal-cure.com/agate.html.

(3)http://ar.wikipedia.org/wiki/الياقوت.

الرخام Marble:

يعد الرخام من الصخور المتحولة عديمة التورق، فهو صخر خشن البلورات، مستمد من الحجر الجيري أو من حجر الدولومايت. ويحتوي الرخام النقي مثل الثلج على معدن واحد هو الكالسيت فقط. ونظرا لنقاء لونه وقلة صلابته إذ يحتل الدرجة الثالثة وفقا لمقياس موهو، فان الكثير يفضلون استعماله في البناء، ويحظى الرخام الأبيض باهتمام خاص لكونه الصخر المفضل الذي تنحت منه النصب التذكارية والتماثيل. ونظرا لاحتواء الصخور الأصلية منه على الشوائب، وجدت أنواع عديدة من الرخام، منها الوردي والرمادي والأخضر والأسود. وعندما ينشا الرخام من الحجر الجيري المتداخل مع الحجر الطيني فان مظهره يكون محزما[1].

الجرانيت Granite:

يعد الجرانيت من أكثر الصخور النارية شهرة، لجماله الطبيعي من جهة، الذي يزداد وضوحا مع تلميعه، والى وفرته من جهة ثانية، فقوالب الجرانيت الملمعة تستعمل لنصب المقابر والنصب التذكارية وأحجار البناء. والجرانيت صخر خشن النسيج مكون من نسبة تصل إلى ٢٥% من الكوارتز وأكثر من ٥٠% من فلسبار البوتاسيوم والفلسبار الغني بالصوديوم. فبلورات الكوارتز يكون شكلها مدورا ولونها شفافا أو رماديا، بينما بلورات الفلسبار تكون ليست زجاجية مستطيلة الشكل لونها قرنفلي فاتح إلى ابيض. وفي بعض صخور الجرانيت يكون فلسبار البوتاسيوم هو الغالب ولونه وردي غامق يعطي الصخور مظهرا محمرا، وهذا النوع من الحجارة شائع الاستعمال كمادة للبناء. وينتج الجرانيت عادة عن عمليات نشأة الجبال، ويتصف بشدة المقاومة للتجوية والتعرية، لذا فانه كثير ما يظهر وسط الجبال التي أكلتها التعرية، كما في أمريكا الشمالية التي تظهر فيها كميات هائلة من الجرانيت من بينها قمة بايكس في جبال روكي[2].

---

[1] ادوارد تاربوك وفريدريك لوتجينز، مصدر سابق، ص١٩٦.

[2] نفس المصدر، ص٨٥.

الحجر الجيري Calcareous stone:

الحجر الجيري نوع من الصخور الرسوبية مكوّن في معظمه من الكلسيت، وهو معدن مركب من كربونات الكالسيوم. ورغم أن معظم ألوان الأحجار الجيرية رمادية اللون، إلا أنه وجدت أحجار جيرية ذات ألوان تتفاوت من الأبيض إلى الأسود. ويفحص العلماء الصخور الطبيعية لمعرفة ما إذا كانت حجرًا جيريًا أم لا، بصب حمض الهيدروكلوريك المخفف البارد أو حمض الكبريتيك عليها. فإذا كان الحجر جيريًا تخرج منه فقاقيع متكونة من ثاني أكسيد الكربون[1].

يتألف الحجر الجيري بصورة رئيسة من الكالسيت الذي يترسب أما بطريقة غير عضوية أو نتيجة للطرق الكيميائية الحياتية، فاما الطريقة الحياتية فتتكوّن من الأحجار الجيرية بواسطة الكائنات الحية. إذ تقوم كثير من الحيوانات وبعض النباتات البحرية بامتصاص كربونات الكالسيوم من الماء، وتستعملها في بناء قواقعها وعظامها، كما تفعل الرخويات البحرية والسمك الصدفي والحلزون والحيوانات المرجانية. وعندما تموت الحيوانات، تتكسر القواقع والعظام بفعل الأمواج، ويتكون منها الصدف والطين والرمال المرجانية. ويظهر ذلك في كثير من شواطئ جزر المحيط الهادئ التي تكونت من ذلك الطين والرمال المرجانية. كما أن معظم الطبقات الجيرية في جميع أجزاء الأرض كانت يومًا ما أصدافًا أو طينًا ورمالاً مرجانية. ويوجد في بعض المياه الاستوائية حجر جيري يسمى الصديفي يتألف من الأصداف البحرية والمرجان، ويستعمل في بناء الطرق والمباني[2].

أما الحجر الجيري ذو الأصل غير العضوي فيتكون عندما يعمل التبخر بسبب ارتفاع درجات الحرارة على زيادة تركيز كربونات الكالسيوم إلى الدرجة التي تترسب عندها. الا أن معظم الحجر الجيري في الحقيقة ينتج بفعل العمليات الحياتية، ورغم ذلك فانه لايمكن التعرف دائما على أصله، بسبب أن الأصداف والهياكل قد تتعرض لتغيرات كثيرة قبل أن تكون صخرا، عدا صخر الكوكينا ذو الأصل الكيميائي الحياتي الذي يمكن التعرف عليه بسهولة، وهو صخر خشن مؤلف من أصداف وفتات صدفي قليل

---

(1) http://ency.kacemb.com/الجيري_الحجر .

(2) I bid.

التماسك، وكذلك الطباشير (الجص) الذي هو صخر مكون في معظمه من الأجزاء الصلبة للمنخريات، وهي كائنات مجهرية لايزيد حجمها عن رأس الدبوس.[١].

يعدُّ الحجر الجيري حجرًا ممتازًا للبناء لسهولة نحته، وإمكانية قطعه في أي اتجاه كالحجر الرملي دون أن يتشقق. ولهذا السبب كثيرًا ما يسمى كلٌّ من الحجر الجيري والحجر الرملي الحجرَ السلس. ويُعدُّ الحجر الجيري مناسبًا بصفة خاصة لبناء الأساسات والجدران إذا لم تكن هناك حاجة إلى طلاء عميق. وتستعمل بعض المصانع الحجر الجيري لتنقية الغازات الزائدة والمياه قبل التخلص منها في البيئة. ويستعمل الحجر الجيري أيضًا لإنتاج الجير وصهر خام الحديد[٢].

---

[١] ادوارد تاربوك وفريدريك لوتجينز، مصدر سابق، ص١٦٨.

[2] http://ency.kacemb.com/op. cit.