كلية العلوم

القسم : **علم الحياة**

السنة : **الاولى**

المادة : جيولوجيا عامة

المحاضرة : الثالثة /نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

١٤

طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم TEL: 0931497960

البلورات والفلزات

1 – البلورات Crystals

أ –تعاريف

البلورات هي أجسام صلبة متبلورة مؤلفة من ذرات العناصر المكونة لها في ترتيب ذري معين، وهي تتشكل في الطبيعة أو ضمن شروط مخبريه خاصة، وتتمتع بأشكال هندسية منتظمة. ويسمى العلم الذي يعنى بدراسة شكل البلورات وبنيتها ومنشئها وخواصها بعلم البلورات، أو الكريستالوغرافيا (Crystallography).

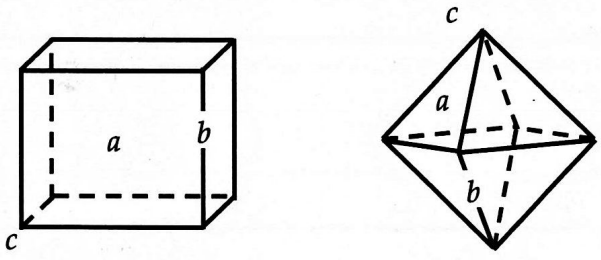
تتمتع أغلب الفلزات الموجودة في الطبيعة ببنيات بلورية حيث تشكل الفلزات المتبلورة 98% من مجموع الفلزات المعروفة، وهي تتصف بتوضع منتظم للأجزاء الصغيرة التي تؤلفها (الذرات، والشوارد، والجزيئات)، ويسمى هذا التوضع المنتظم الذي تأخذه البلورات الشبكة البلورية أو الفراغية، ، لذلك تسبق دائماً الدراسات المينيرالوجية بدراسة كريستالوغرافية.

أما الأجسام الصلبة التي تتميز بانتشار عشوائي للأجزاء الصغيرة التي تتألف منها هذه الأجسام، فتسمى أجساماً أمورفيةً (Amorphous)؛ أي عديمة التبلور، ومثالها الأوبال $SiO_2\ H_2O$ الذي يتصف بأنه مادة هلامية جافة، وكذلك البلاستيك والزجاج. وتتنوع مقاييس البلورات بدرجة كبيرة، **فقد تكون صغيرة جداً تشاهد فقط تحت المجهر، أو كبيرة يمكن أن يبلغ طولها متراً واحداً أو أكثر.**

تتحدد البلورات المثالية النمو بسطوح مستوية تسمى أوجه البلورة، وتتقاطع هذه الأوجه وفق خطوط مستقيمة تسمى أضلاع البلورة، وهذه الأضلاع تتقاطع فيما بينها مشكلةً زوايا تُمثّل رؤوس البلورة، شكل (1).

تسمى كل من الوجوه البلورية والأضلاع والرؤوس العناصر الخارجية للبلورة، وترتبط بعضها مع بعض بالعلاقة التالية:

عدد الأوجه + عدد الرؤوس = عدد الأضلاع + 2



شكل (1): بلورة ملح الطعام (1) والمغناتيت (2)

a- الوجوه، *b*- الأضلاع، *c*- الرؤوس

يُعدّ الشكل الخارجي للبلورات انعكاساً لبنيتها البلورية، وتعني البنية البلورية التوزع الفراغي للمكونات المادية (الذرات، والجزيئات، والأيونات أو الشوارد) التي تتكون منها البلورة. وتُمثَّل البنية البلورية بشبكة فراغية، وعندها تكافئ الرؤوس، والأضلاع، والأوجه، العقد، والخطوط، والشبكات المستوية على الترتيب في الشبكات الفراغية.

ب – التبلور Crystallization(تشكل البلورات)

تتشكل البلورات سواء في الطبيعة أو في المخابر بالطرائق التالية:

أولاً– التبلور من الغازات (التصعيد) كتشكل بلورات الكبريت، والنشادر، وأكاسيد البور، وغيرها عند تبرد الغازات في فوهات البراكين، وأكثر الأمثلة انتشاراً هو تشكل بلورات الجليد. تستخدم حادثة التصعيد للحصول على بلورات المغنيزيوم والكورندوم.

ثانياً– التبلور من الحالة السائلة: وهي أكثر حالات تشكل البلورات شيوعاً سواء في المختبرات أم في الطبيعة. وهنا يتم التمييز بين حالتين لتشكل البلورات:

تشكل البلورات بدءاً من المصاهر، ومثال ذلك تبلور الماغما حيث تُعدّ الصخور النارية المتبلورة (الغرانيت، والغابرو، والدونيت) أمثلة على ذلك، والبلورات المكونة لتلك الصخور تنشأ وتنمو ضمن المصهور الماغماتي.

تشكل البلورات من المحاليل السائلة، حيث تُمثّل المحاليل – هنا – خلائط متجانسة من مادتين: سائلة، وصلبة، ويتطلب تشكل البلورات من هذه المحاليل وصولها إلى درجة فوق الإشباع التي يبدأ التبلور اعتباراً منها، ومثال ذلك ملح الطعام NaCl والجص $CaSO_4H_2O$، ويساعد على حدوث التبلور وجود بقايا من مادة ما ضمن السائل تؤدي دور مراكز أو براعم للتبلور، وتبدأ البلورات بالنمو حولها بحرية وفي جميع الاتجاهات، وتستمر في ذلك إلى أن تتلاقى بعضها بعضاً، وتتداخل، وتشكل البنية البلورية.

ثالثاً– التبلور من الحالة الصلبة: عند الانتقال من حالة صلبة إلى حالة صلبة أخرى يمكن أن نلاحظ حالتين:

الحالة الأولى: يمكن أن تتشكل البلورات بدءاً من مواد غير متبلورة، فمثلاً الزجاج الذي هو مزيج من السيليكات غير المتبلورة (التي لم يسمح لها الوقت بأن تُرتِّب ذراتها في نموذج بلوري محدد بسبب تبرده السريع من حالة الانصهار أو كون صهارته الأصلية كانت لزجة جداً) يمكن أن تظهر فيه مع الزمن علامات مرئية من التبلور.

الحالة الثانية: عند بعض البلورات تحدث إعادة تبلور، فتتحطم بنية بعض المواد، وتتشكل بلورات جديدة ذات بنيات مختلفة عن سابقاتها.

جـ – صفات البلورات

تتصف الأجسام المتبلورة وبالتالي البلورات بالخصائص الآتية :

1 –الأنيزوتروبية (التناحي) Anisotropy: وتعني أن معظم الصفات الفيزيائية (كالقساوة، واللون، والمغناطيسية، والناقلية الكهربائية، وغيرها) تكون واحدة في الاتجاهات المتوازية، ومختلفة في الاتجاهات غير المتوازية، علما أنه هناك بعض الأجسام البلورية التي تتصف أحياناً بصفات ثابتة في كل الاتجاهات، أي تكون أيزوتروبية (متماثلة المناحي) (Isotropic)، ومثال ذلك انتشار الضوء في بلورات الفئة المكعبة، حيث يتم هذا الانتشار بالسرعة نفسها في كل الاتجاهات.

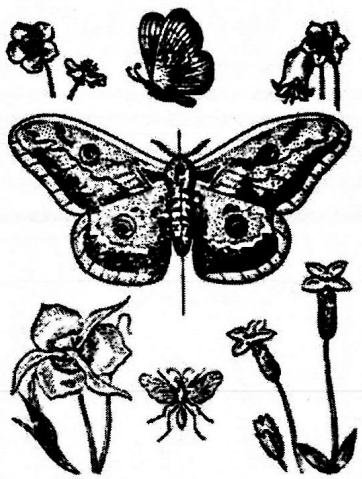
2 – تتصف جميع البلورات **بالتجانس** في توزع مكوناتها المادية في الفراغ .

3 –تتصف جميع البلورات **بقدرتها الذاتية على تشكيل الأوجه البلورية** .

4– خاصية التناظر: و هو التكرار المنتظم والصحيح للعناصر الخارجية لهذه البلورات (الأوجه، والأضلاع، والرؤوس)، وذلك بتطبيق عمليات التناظر باستعمال أشكال هندسية، هي عناصر تناظر (مستويات، ومحاور، ومراكز تناظر).

د – التناظر في البلورات Symmetry in Crystals:

لقد أثار موضوع التناظر اهتمام الإنسان منذ القدم، فظواهر الطبيعة الكثيرة التي تحيط به أقنعته بوجود التناظر في الطبيعة، شكل (2). كذلك أوضحت دراسة الأشكال البلورية للفلزات أن التناظر لا يقتصر على الطبيعة الحية، وإنما يوجد أيضاً في عالم البلورات، ويُعرف بالاختلاف عنه في الطبيعة الحية باسم التناظر البلوري الذي عرفناه سابقاً بأنه التكرار المنتظم لتوزع أو لتوضع المواد أو أجزائها في المستوي، أو في الفراغ الثلاثي الأبعاد.

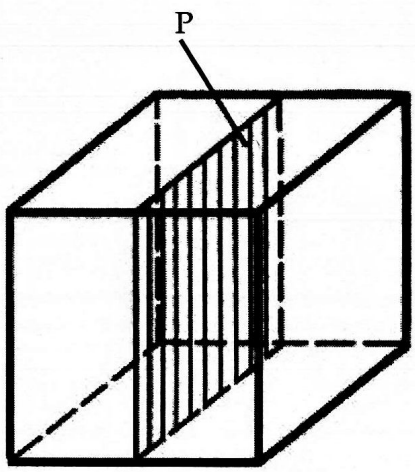


شكل (2): التناظر في الطبيعة الحية

*عناصر التناظر Symmetry Elements:

أولاً– مستوي التناظر Plan of Symmetry:

وهو مستوي وهمي يقسم الشكل (البلورة) إلى نصفين متساويين، يُعدّ كل منهما انعكاساً مرآتياً للآخر، وهو يمر من مركز الشكل، ويتعامد مع المحاور التناظرية المزدوجة المرتبة، شكل (3). ويمكن أن تتوافر في مختلف البلورات أعداد مختلفة من مستويات التناظر، فمثلاً في المنظومة المكعبة توجد تسعة مستويات تناظرية، وفي المنظومة السداسية توجد سبعة مستويات ، وواحد عمودي من منتصفه . وعموماً ترتبط مستويات التناظر مع محاور التناظر في البلورة الواحدة بالعلاقة التالية:



شكل (3): مستوي التناظر في بلورة الهاليت

عدد مستويات التناظر = عدد محاور التناظر مزدوجة المرتبة.

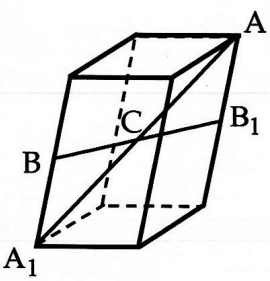
يرمز لمستوي التناظر بالرمز P، ويوضع أمامه رقم يدل على عدد مستويات التناظر الموجودة في المنظومة البلورية، ومن ثم يمكن كتابة مستويات التناظر في الفئة المكعبة 9P، وفي الفئة السداسية 7P.

ثانياً- محور التناظر Axis of Symmetry: وهو خط وهمي يخترق الشكل ماراً من مركزه، بحيث إذا دار الشكل حوله بزاوية معينة تتكرر الأجزاء المتكافئة من الشكل المتناظر، أي أن الشكل يأخذ وضعاً مكافئاً لوضعه السابق، ويُقال عند ذلك إن الشكل يتطابق مع نفسه.

وعند الدوران بمقدار 360 درجة (دورة كاملة)، يمكن أن يتحقق تكرار الأجزاء في مختلف البلورات مرتين، أو ثلاث أو أربع أو ست مرات ويرمز لمحور التناظر بالحرف L، ويدعى عدد المرات التي ينطبق فيها الشكل على ذاته في أثناء دورانه حول محور التناظر، بزاوية 360° بمرتبة محور التناظر ويرمز لها بالرمز (n)، وهي توضع في الأسفل وعلى يمين الحرف L. ويستخدم عادة للدلالة على محاور التناظر الدورانية، على رسوم الأشكال البلورية، المقطع العرضي للشكل الهندسي الذي عدد أضلاعه يدل على مرتبة محور التناظر .

ثالثاً- مركز التناظر Center of Symmetry:

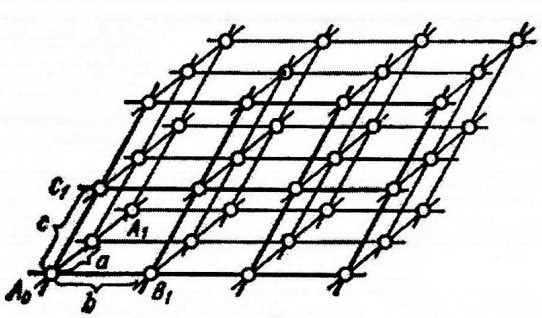
وهو نقطة محددة تقع داخل الشكل، وتمثل – عادة - نقطة تقاطع محاور ومستويات التناظر (Symmetric Plans)، ومن ثم فإن أي مستقيم يمر عبرها تتقابل على نهايتيه وبمسافات متساوية بالنسبة لهذه النقطة نقاط متكافئة (Equivalent Points) من هذا الشكل (أحرف، وزوايا، وأوجه)، ويرمز لمركز التناظر بالحرف (C)، شكل (4).



شكل (4): مركز تناظر متوازي المستطيلات

*** الخلايا البلورية وثوابتها الهندسية**

ذكرنا أعلاه أن المواد المتبلورة تتمتع بترتيب منتظم لذراتها في شبكة بلورية، ومن ثم فالبلورة هي بنيان متكامل مؤلف من وحدات منتظمة ومتكررة في الأبعاد الثلاثية تسمى الخلايا البلورية، أي بمعنى آخر يمكن تخيل الشبكة الفراغية بأنها مؤلفة من عدد لا نهائي من متوازيات السطوح الحجمية المتماثلة بالشكل، والمتساوية بالمقاييس، والمتوضعة بتراص فيما بينها، شاغلةً الفراغ الثلاثي الأبعاد بدون أية فواصل أو انقطاعات، شكل (5). وتسمى رؤوس متوازيات السطوح الحجمية التي تتوضع فيها المكونات المادية (الذرات، والجزيئات، والشوارد) عقد الشبكة البلورية، أما الخطوط المستقيمة التي تتوضع وفقها العقد فيطلق عليها اسم خطوط عقد الشبكة، وتسمى المستويات التي تمر عبر ثلاث عقد غير واقعة على استقامة واحدة الشبكات المستوية في الشبكة الفراغية. ويعرف متوازي السطوح الحجمي الأولي (الواحدي) الذي تتوضع في رؤوسه عقد الشبكة الفراغية، وتتكون من تكراره المتوازي في جميع



شكل (5): الشبكة الفراغية

الاتجاهات الشبكة الفراغية، **بالخلية البلورية الأولية** التي تمتاز بالثوابت التالية، شكل (5):

1- أطوال الأضلاع a، و b ، و c التي هي الوقت نفسه محاور بلورية.

2- الزاويا α، و β، و γ بين هذه الأضلاع أو المحاور حيث α– الزاوية المحصورة بين b و c أو المحورين التوجهيين Y و Z، و β– الزاوية المحصورة بين c و a أو المحورين التوجهيين Z و X، و γ– الزاوية المحصورة بين a و b أو المحورين التوجهيين X و Y.

واستناداً إلى هذه الثوابت الهندسية للخلايا البلورية أمكن تصنيف البلورات في سبع منظومات بلورية، تتوزع في ثلاث فئات تناظريةجدول (1) :

1 – فئة تناظرية عليا وتمتاز بوجود أكثر من محور مرتبته أعلى من الدرجة الثانية

وتضم النظام المكعبي الذي يملك الصغة التناظرية $(3L_4\ 4L_3 6L_2\ 9P\ C)$

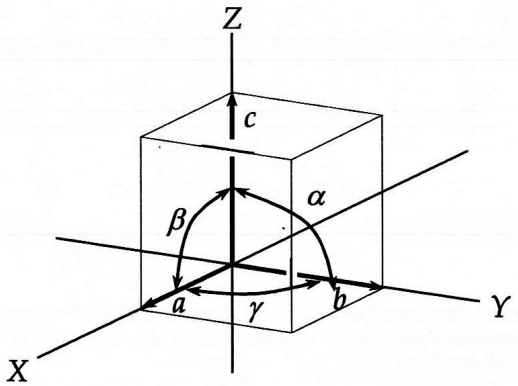
2 – فئة تناظرية وسطى تضم البلورات التي تحتوي على محور وحيد مرتبته أعلى من الدرجة الثانية

وتضم :النظام السداسي $L_6\ 6L_2\ 7P\ C$

النظام الرباعي $L_4\ 4L_2\ 5p\ C$

النظام الثلاثة $L_3\ 3L_2\ 3p\ C$

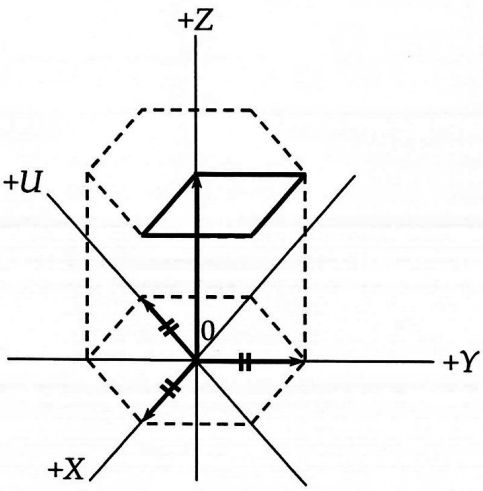
3 – فئة تناظرية دنيا تمتاز بلورات هذه الفئة بعدم وجود محاور تناظر مرآتية أعلى من الدرجة الثانية



(1)

وتضم : النظام المعيني القائم $3L_2\ 3p\ C$

النظام أحادي الميل $(L_2\ P\ C)$



(2)

النظام ثلاثي الميل C

شكل (5): الخلية البلورية الأولية.

1- الثوابت الهندسية والمحاور الإحداثية، 2- وضعية المحاور الإحداثية في المنظومتين الثلاثية والسداسية

الجدول (1): الخلايا البلورية الأساسية وثوابتها الهندسية

الفئة التناظرية	المنظومة البلورية	علاقة المقاييس المحورية فيما بينها	علاقة الزوايا المحورية فيما بينها
الدنيا	ثلاثية الميل Triclinic	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90°$
	أحادية الميل Monoclinic	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \gamma = 90^o, \beta \neq 90°$
	المعينية القائمة Orthorhombic	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90°$
الوسطى	الثلاثية المعينية الوجوه Trigonal	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90°$
	الرباعية Tetragonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90°$
	السداسية Hexagonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90°, \gamma = 120°$
العليا	المكعبية Cube	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90°$

*

2 -الفلـزاتMinerals

أ -مفاهيم أساسية Elementary Concepts:

الفلزات هي عناصر أو مركبات كيميائية لا عضوية تكونت بطريقة طبيعية في القشرة الأرضية، وهي متجانسة بتركيبها الكيميائي وبنيتها الداخلية، وتُعدّ المكونات الأساسية للصخور.

تتألف الفلزات من عنصر كيميائي وحيد، مثل الذهب (Au)والفضة (Ag) ، أو من عدة عناصر كيميائيـة (وهـو الشـائع)، مثـل الكالسيت (CaCO3)والكـوارتز (SiO2)، وتتصـف أغلـب الفلـزات بكونهـا موجودة في الحالة الصلبة، إلاّ أنه يمكن أن تصادف بعض الفلزات بالحالة السائلة، مثل الماء والزئبق، أو بالحالة الغازية مثل الميتان وأكسيد الكبريت.

ب -تشكل الفلزات Formation of Minerals:

يتم تشكل الفلزات في ظروف القشرة الأرضية بطرائق متعددة، تختلف عن بعضها بعضاً، تبعاً لبيئة التشكل الفلزي، فهي:

1- تتشـكل بطريقـة التبلـور مـن المصـاهير السـيليكاتية الطبيعيـة (الماغمـا أو المهـل) عنـد انخفـاض درجـة حرارتهـا، وبهـذه الطريقة تتشكل الفلزات المكونة للصخور المغماتية.

2- ويمكن أن تتشكل من المحاليل المائية. وعندما تكون هذه المحاليل حارة تسمى المحاليل الهيدروترمالية، ومنها يتشكل الكثير من الخامات الفلزية، كما يمكن أن تكون هذه المحاليل باردة كمحاليل البحيرات المالحة، ومنها تتشكل الأملاح.

3- ويمكـن أن تتشـكل الفلـزات مـن الحالـة الغازيـة (حادثـة التصـعيد في المنـاطق البركانيـة)، كتشـكل بلـورات الكبريـت والنشـادر وأكاسـيد البـور وغيرهـا، نتيجـة تبرد الغـازات في فوهـات البراكـين. إن هـذه الطرائـق المـذكورة أعـلاه لتشـكل الفلزات تتحقق بفعل عمليات جيولوجية تقسم بحسب مصادر طاقتها إلى مجموعتين كبيرتين، هما:

الأولى– عمليات جيولوجية داخلية (عميقة) تنشأ داخل الأرض، وتتعلق بالنشاط المغماتي الذي يتجلى في مراحل متسلسلة تبدأ بالمرحلة المغماتية، ثم البغماتية، فالبنوماتوليتية، وأخيراً الهيدروترمالية.

الثانية– عمليات جيولوجية خارجية تحدث على سطح الأرض (تجوية).

وإذا ما تعرضت النواتج الفلزية أو الجيولوجية التي تشكلت بالعمليتين السابقتين إلى درجات عالية من الحرارة والضغط، نتيجة للحركات التي تتعرض لها القشرة الأرضية، حيث يمكن أن تغير مواقعها، وتهبط إلى مناطق أعمق مبتعدة عن السطح أو أن تخترق من قبل الماغما ذات الحرارة المرتفعة، فإن ذلك سيؤدي إلى تغير بنية هذه التوضعات وتركيبها ونسيجها (حدوث تحول)، وتشكيل صخور متحولة مع تطور فلزات جديدة مميزة لهذه المرحلة كالغرانات، والكورديريت، والأسبستوس، والأندالوزيت، وغيرها.

جـ -الخواص الفيزيائية للفلزات Physical Properties of Minerals:

تتميز الفلزات بعضها عن بعض بمجموعة من الخواص الفيزيائية: بصرية، وتماسكية، وحسية، إضافة إلى بعض الخواص الأخرى التي يتم تحديدها من خلال القياسات المخبرية؛ كالكثافة، والمغناطيسية، والكهربائية، والحرارية.

1- الخواص البصرية Optical Properties:

وتشمل الخواص التي تعتمد على الضوء، وتضم:

*** اللون Color:**

ويُعدّ من أهم الخواص الفيزيائية المحددة للفلزات، وهو يظهر في الفلز نتيجة للأشعة المنعكسة عليه، تبعاً لأطوال موجاتها، فالفلز الذي يبدو بلون أزرق مثلاً هو فلز له القدرة على امتصاص جميع ألوان الطيف الضوئي ما عدا الأزرق، ويتعلق لون الفلزات **بالتركيب الكيميائي** للفلز نفسه، فهناك شوارد تلون الفلزات بالألوان الفاتحة، مثل (Na, Ca, K) أو تكون غير ملونة، بينما يؤدي وجود شوارد أخرى في تركيب الفلزات مثل (Mn, Cu, Cr, Ni, Fe) وغيرها إلى تلون الفلزات بألوان غامقة. وكذلك فإن **الوضعية التكافئية تؤثر في اللون**، وأكثر ما يظهر ذلك في شاردة الحديد، فوجود شاردة الحديد Fe^{2+} تعطي اللون الأخضر والبني، بينما يؤدي وجود شاردة الحديد Fe^{3+} إلى تلون الفلزات باللون الأصفر، ويعطي الوجود المشترك للشاردتين اللون الأسود.

كذلك يؤثر في لون الفلزات **البنية الداخلية البلورية**؛ مثل (الأورتوكلاز، والميكروكلين، والألماس، والغرافيت)، كما أن **وجود شوائب معينة** يؤدي إلى اختلاف لون الفلز الحقيقي (عندما يكون نقياً) عن لونه الحالي.

وهناك بعض الفلزات التي تظهر حالة خاصة من **التلون المتغير (الذي يُعرف بعرض الألوان) عند تحريكها**؛ مثل الألماس، واللابرادوريت، والأوبال، وهذه الظاهرة تفسر بقدرة هذه الفلزات على التبدد الضوئي (تشتت الضوء)، كحالة الألماس، أو بجملة الانعكاسات الضوئية التي تجري داخل بلورات الفلز.

***- البريق Luster:**

ويمثل مقدار الضوء المنعكس على سطح الفلز ونمطه، وهو لا يتعلق بلون الفلز، فيمكن أن يكون البريق ضعيفاً أو عاتماً إذا كان سطح الفلز يعكس الضوء الساقط عليه بشكل جزئي، بينما يكون قوياً ومتلألئاً إذا كان مقدار الضوء المنعكس على سطحه كبيراً. ويمكن أن نميز هنا بين نوعين من البريق:

- ❖ بريق معدني (Metallic Luster): يميز الفلزات العاتمة ذات الألوان الداكنة والكثافة العالية.
- ❖ بريق لامعدني (Nonmetallic Luster): يميز الفلزات الشفافة ذات الألوان الفاتحة التي تسمح بمرور الضوء جزئياً أو كلياً عبرها، ومن أنواعه: البريق الألماسي (كالألماس)، والزجاجي (كالكوارتز، والكالسيت، ومعظم الفلزات الكربوناتية والسولفاتية وغيرها)، والصمغي أو الدهني (كالكبريت)، واللؤلؤي (كالميكا والجص)، والحريري (كالأسبستوس)، والكامد (كالليمونيت).

تجدر الإشارة إلى أن نوعية البريق تتبع بشكل عام طبيعة السطح الذي يمر عليه الضوء المنعكس، فعلى سبيل المثال الكوارتز بريقه زجاجي على وجوه البلورات، بينما يكون دهنياً على سطوح المكسر.

***- لون المخدش Streak:**

ويُعدّ صفة أساسية يعتمد عليها في تحديد نوع الفلز، ويعرف بأنه لون الأثر الناعم الذي يتركه الفلز على لوح الخدش (لوح البورسلان غير المصقول) وليس بالضرورة أن يتطابق لون مخدش الفلز مع لونه الأصلي كالبيريت والمغناتيت.

الجدول (2): يُبيّن لون الفلز ولون المخدش لبعض الفلزات

اسم الفلز	الأزوريت	الملاخيت	البيريت	الهيماتيت
لون الفلز	أزرق	أخضر	أصفر	أسود فولاذي

لون المخدش	أزرق	أخضر	أسود	أحمر بني

*- الشفوفية The Transparency: وهي قابلية الفلز للسماح للضوء باختراقه والنفوذ عبره، وتقسم الفلزات حسب درجة شفافيتها إلى ثلاث مجموعات رئيسة:

- ❖ فلزات شفافة يمكن رؤية الأجسام من خلالها بوضوح؛ مثل الهاليت، والكوارتز، والتوباز.
- ❖ فلزات شافة (نصف شفافة) وهي تمرر الضوء بشكل جزئي، ومن ثم لا يمكن رؤية الأجسام خلالها بوضوح؛ مثل السفاليريت، والسينابار.
- ❖ فلزات عاتمة لا تسمح بنفوذ الضوء خلالها؛ مثل المغناتيت، والبيريت، والغرافيت.

وهناك خواص ضوئية أخرى تُستخدم في تحديد الفلزات، يتم تحديدها بوساطة المجهر الاستقطابي؛ مثل قرينة الانكسار، والانكسار المضاعف، وغيرها.

2- الخواص التماسكية The Tenacity Properties: وتضم:

* **القساوة Hardness**: وتُعدّ من أهم المؤشرات أو الدلائل التي تستخدم لتحديد الفلزات، ويقصد بها مقاومة سطح الفلز الناعم للخدش. تتعلق القساوة بالبنية البلورية، وبمتانة الروابط بين الوحدات البنائية في الشبكة البلورية، لذلك تختلف من فلز إلى آخر. ولتعيين القساوة يستخدم سلم موس للقساوة وفقاً للجدول (3).

الجدول (3): سلم موس للقساوة

اسم الفلز	الصيغة الكيميائية	القساوة
1- الطلق	$Mg_3(OH)_2(Si_4O_{10})$	1
2- الجص	$CaSO_4 2H_2O$	2
3- الكالسيت	$CaCo_3$	3
4- الفلوريت	CaF_2	4
5- الأباتيت	$Ca_5(F,Cl)(PO_4)_3$	5
6- الأورتوكلاز	$k(AlSi_3O_8)$	6
7- الكوارتز	SiO_2	7
8- التوباز	$Al_2(F,OH)_2(SiO_4)$	8
9- الكورندوم	Al_2O_3	9
10- الألماس	C	10

إن مجالات القساوة (الفواصل بين أرقام الفلزات المعطاة) نسبية ومتباينة، فالألماس أقسى من الطلق بعشر مرات، وأكثر بمئة مرة بالوحدات المطلقة للقساوة، كما أن الفروق بين عناصر سلم موس غير متساوية، وأكبر المجالات هو بين الكورندوم والألماس. ويستخدم في المختبر إلى جانب سلم موس القساوة أدوات بسيطة مرتبة في الجدول (4):

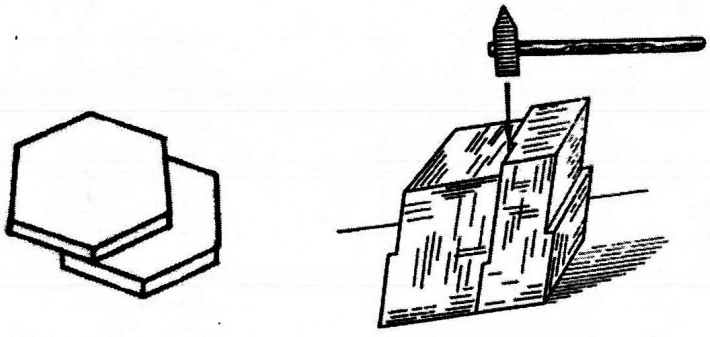
الجدول (4): بعض الأدوات المساعدة لسلم موس

المادة	ظفر الإصبع	عملة نحاسية	قطعة زجاج	نصل سكين	مبرد صلب

القساوة	2.5	3.5	5.5-5.0	6.0-5.5	7.0-6.5

وفي اختبار القساوة ينصح دائماً باستخدام المواد السهلة، حيث يتم البدء بظفر الإصبع، فإذا لم يخدش العينة الفلزية يستخدم حد سكين صغيرة، فإذا أحدثَ حد السكين خدشاً كان هذا دليلاً على أن قساوة العينة هي بين 2.5 و 6 (الجدول 9-4)، وبالنظر إلى سلم موس نرى أنه هناك ثلاثة فلزات تقع قساوتها ضمن هذا المجال؛ وهي الأباتيت وتساوي 5، والفلوريت 4، والكالسيت 3. فإذا لم يخدش الكالسيت العينة، في حين خدشها الفلوريت، فهذا يعني أن قساوتها تقع بين 3 و 4، ثم تتم محاولة خدش الفلوريت بالعينة، فإن حدث ذلك ولو بصعوبة، فإن ذلك يعني أن قساوة العينة 4، وإن لم تخدش الفلوريت فقساوتها بين 3 و 4.

* **الانفصام والانفصال Cleavage and Parting**: الانفصام هو قابلية الفلزات للتقسم وفق سطوح محددة تدعى مستويات الانفصام، وهي تُمثل بمستويات بلورية محددة ومميزة، وترتبط داخلياً بالبنية البلورية، وهي تتوزع على مسافات متساوية، وتتشكل مع تشكل الفلز، بينما سطوح الانفصال تُمثّل مستويات ضعف ليس لها علاقة بالبناء البلوري، وإنما تشكلت نتيجة تعرض الفلز لعوامل خارجية كالضغط والتكسير. ويتم وصف سطوح الانفصام وفقاً لدرجة اكتمالها وسهولة حدوثها (تقشرها) بالتعبير عنها كما يلي، شكل (6):



الشكل (6): a- الانفصام الجيد، b- الانفصام التام

- ❖ انفصام تام (ميكا، جص، هاليت، كالسيت وغيرها).
- ❖ انفصام واضح أو جيد (صفاح قلوي، هورنبلاند وغيرها).
- ❖ انفصام غير تام (ألبيت، أوليفين وغيرها).
- ❖ انفصام غير واضح (بلاتين، ذهب، كوارتز وغيرها).

ويمكن أن يظهر الانفصام باتجاه واحد؛ أي سطوح الانفصام تكون موازية لوجه بلوري محدد، أو قد تكون موازية لعدة أوجه بلورية؛ مثل الكالسيت التي لها انفصام معيني، والهاليت الذي انفصامه مكعبي.

3- المكسر Fracture: ويُعدّ من الخواص المميزة لبعض الفلزات، والتي تستخدم لتمييزها، ويعرف بأنه شكل السطح المتشكل عند تكسر الفلز وتحطيمه في اتجاهات مختلفة عن مستويات الانفصام. وأكثر ما يظهر المكسر بوضوح في الفلزات التي ليس لها انفصام، وحسب صفات السطح المتشكل عند تشقق الفلز نميز الأنواع التالية من المكسر، شكل (7).

1- مكسر محاري: يظهر بشكل أهلة متمركزة ومتداخلة (الكوارتز، والصوان، والأوبسيديان، ..... الخ).

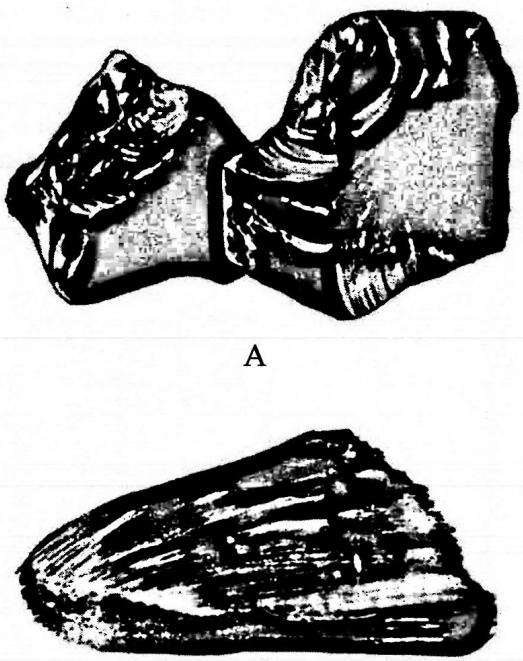
2- مكسر متشظٍ: يكون السطح مغطى بشظايا موجهة باتجاه واحد (الهورنبلاند وغيره).

3- مكسر ترابي: سطح المكسر ترابي (الكاولينيت والليمونيت، ..... الخ).

4- مكسر مسنن: يمتلك سطح المكسر أسناناً حادة (نحاس، وذهب، وفضة).

5- مكسر صمغي: يصادف في التجمعات الفلزية.

6- مكسر مستوٍ يكون السطح أملس تقريباً.



A

B

الشكل (7): بعض أنواع المكسر.

A- المكسر المحاري، B- المكسر المتشظي.

7- مكسر غير مستوٍ: يظهر سطح المكسر خشناً، وهو منتشر بكثرة في الفلزات؛ لذلك تكون فائدته في تحديد الفلزات قليلة.

3- الخواص الحسية للفلزات Feeling Properties of Minerals:

وهي الخواص التي يمكن التعرف عليها بالحواس؛ ومنها:

1- المذاق (الطعم): حيث تبدي بعض الفلزات مذاقاً يميزها من غيرها؛ مثل الهاليت NaCl (طعم مالح)، والسيلفين (طعم مر)، والطعم الخاص بالغضار وشراهته للماء.

2- الرائحة: البيريت يتمتع برائحة كبريتية، وخاصة عند حكه، أو ضربه على حجر الصوان، كما يتمتع الغضار برائحة طينية خاصة به.

3- الملمس: تظهر بعض الفلزات ملمساً خاصاً: صابونياً (الطلق)، ودهنياً (الغرافيت والسربنتين)، وحريرياً (ألياف الأسبستوس)، وناعماً (الصوان، والصفاح، والأوبال، والكوارتز، ..... الخ).

وهناك خواص فيزيائية أخرى؛ كالكثافة، والخواص المغناطيسية والكهربائية، وخاصة النشاط الإشعاعي، والخواص الحرارية، وغيرها، التي يمكن دراستها وتحديدها باستخدام أجهزة مختبرية خاصة، تساعد جميعها في تصنيف الفلزات وتحديد أنواعها.

هـ –تصنيف الفلزات والدراسة المينيرالوجية لها:

تبدأ دراسة الفلزات باعتماد أسس تصنيفية مناسبة. وضعت تصانيف كثيرة اعتمدت على قرائن فيزيائية، أو كيميائية، أو منشئية، أو كريستالوغرافية، أو غير ذلك. لكن التصنيف الحديث يقوم على أساس التركيب الكيميائي والبنية البلورية، ووفقاً له صنفت الفلزات في أحد عشر صنفاً هي: العناصر الحرة، والسلفيدات، والهاليدات، والأكاسيد والأكاسيد المائية، والسيليكات، والألومينوسيليكات، والكاربونات، والنترات، والبورات، والفوسفات، والسلفات، والموليبدات. وسنقوم بدراسة مينيرالوجية مختصرة لأهم الأنواع الفلزية، تشمل بعض صفاتها الفيزيائية، والكيميائية، والكريستالوكيمائية .

1- صف العناصر الحرة (العناصر الطبيعية) Nature Elements:

يعرف في الوقت الحاضر حوالي 40 فلزاً ينتمي إلى هذا الصف، وغالبيتها تصادف بشكل نادر. تتألف هذه الفلزات من ذرات عنصر كيميائي واحد، أو من ذرات عناصر أخرى قريبة منه، وهي تقسم إلى:

- **مجموعة الفلزات المعدنية**، وتضم فلزات الذهب، والفضة، والبلاتين.
- **مجموعة الفلزات أشباه المعدنية**، وتضم الزرنيخ، والبيزموت، والأنتموان.
- **مجموعة الفلزات اللامعدنية**؛ مثل الألماس، والغرافيت، والكبريت.

يكون تشكل هذه العناصر مرافقاً لتبلور الماغما، أو في أثناء التفاعلات الثانوية، كما يمكن أن تتشكل بعض فلزاتها بفعل العمليات التحولية. وندرس كمثال على هذا الصف الألماس :

الألماس Diamond (C): يتكون الألماس النقي من الكربون، وهو يتميز ببنية بلورية داخلية متينة جداً، ترتبط فيه كل ذرة كربون بأربع ذرات كربون أخرى محيطة، وقساوته مرتفعة جداً، ويتبلور بالنظام المكعبي، غير أن الشكل الغالب له هو شكل ثماني الوجوه، ووزنه النوعي 3.5. الألماس غير ملون وشفاف، وعندما يكون نقياً يكون بريقه ألماسياً صرفاً، ومكسره محاري. ويرتبط منشأ الألماس بالصخور الفوق أساسية (البيريدوتيت) ، ويُعدّ النوع النقي منه من الأحجار الثمينة، أما المشوب منه فيستخدم في آلات القطع والحفر نظراً لقساوته العالية.

صف الكباريت (السولفيدات) Sulfides:

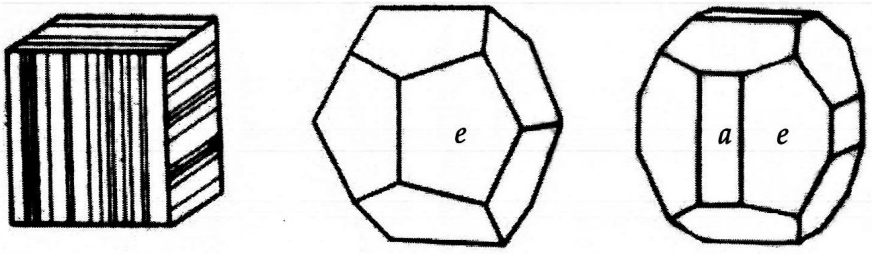
يحتوي هذا الصف على حوالي 200 فلز، لكن محتواها العام في القشرة الأرضية ليس كبيراً حيث لا يزيد عن 0.15% حسب العالم فيرنادسكي، وهي تضم الفلزات التي يدخل في تركيبها بشكل أساسي الكبريت، أو أشباه المعادن القريبة منه. وتتمتع الكباريت (ما عدا عدد قليل منها) ببريق معدني، وبكثافة عالية تتأرجح بين 4 و 7 غ/سم^3، وهي تزداد في الفلزات الحاوية رصاصاً أو فضة، ويقل في المركبات الحاوية على النحاس، وتصادف بشكل

بلورات، وغالباً بشكل تجمعات حبيبية. تتشكل السولفيدات بفعل العمليات الهيدروترمالية والمغماتية وعند أكسدتها تتفكك وتتحول إلى فلزات كربوناتية، أو سولفاتية، أو سيليكات ثابتة في الظروف السطحية. وتتمتع السولفيدات بأهمية كبيرة، فهي من أهم خامات الرصاص، والتوتياء، والنحاس، والفضة، والنيكل، والكوبالت، وغيرها من المعادن، وكأمثلة على هذا الصف نذكر الفلزات التالية:

- ❖ البيريت Pyrite ($Fe S_2$)
- ❖ الكالكوبيريت Chalcopyrite ($Cu\ Fe\ S_2$): الغالينا Galena (PbS): البنتلانديت Pentlandite $(Fe\ Ni)_9\ S_8$:

وندرس عليها كمثال البيريت :

❖ **البيريت Pyrite ($Fe S_2$)**: تبلغ نسبة الحديد في الفلز 46.3% والكبريت 53.4%، وهو من أكثر الفلزات انتشاراً في مختلف أنواع الصخور. يوجد البيريت في الغالب على هيئة بلورات مكعبة مخططة بخطوط ناعمة متوازية ومتعامدة في الوجوه المتجاورة، شكل (8). يتبلور في النظام المكعبي، وبريقه معدني ناصع، ولونه يميل إلى الصفرة، ومخدشه أسود، وليس له سطوح انفصام. تبلغ قساوة البيريت 6 - 6.5، ووزنه النوعي 5، ومكسره محاري أو غير مستوٍ. يتشكل البيريت بطرق مختلفة، فهو يمكن أن يتشكل بالترسيب من محاليل ذات درجات عالية من الحرارة (محاليل هيدروترمالية)، كما يمكن أن يتشكل بعمليات رسوبية أو تحولية. للفلز أهمية كبرى في الحصول على الحديد وحمض الكبريت.



الشكل (8): بلورات البيريت

صف الهاليدات Halides:

يضم هذا الصف حوالي 100 فلز هي أملاح للحموض التالية (HI, HBr, HCl, HF). إن دور هذه الفلزات في تشكيل الصخور ليس كبيراً، ولكنه هام في العلاقات الجيولوجية العامة والتطبيقية. ترتبط فلزات هذا الصف، وخاصة الفلوريدات منشئياً، بالنشاط المغماتي، وهي تتشكل بفعل العمليات الهيدروترمالية، كما أنها تتشكل – أحياناً – بفعل العمليات الرسوبية. أما الكلوريدات أو كلوريدات الصوديوم، والبوتاسيوم، والمغنيزيوم فتتشكل في المرحلة الرسوبية، في أثناء تشكل رواسب المتبخرات البحرية والبحيرية. وقد تتشكل بعض الهاليدات في منطقة أكسدة السولفيدات. تتميز فلزات هذا الصف ببريق زجاجي تام ووزن نوعي خفيف وألوان فاتحة. وسندرس – كأمثلة على هذا الصف – فلزي الهاليت، والفلوريت.

الهاليت Halite (Na Cl): الفلوريت Fluorite (Ca f2)

الهاليت (Na Cl) Halite: تبلغ نسبة مشاركة الصوديوم فيه 39.3% والكلور 60.6%، وهو فلز عديم اللون، شفافٌ عادة، وقد يميل إلى الاصفرار أو الاحمرار، وتغير اللون مرتبط بنوع الشوائب التي تخالطه. مخدشه أبيض أو أحمر وبريقه زجاجي. تبلغ قساوة الهاليت 2.5، ووزنه النوعي 2.2، وانفصامه تام، وله مكسر محاري.

يتبلور الهاليت في النظام المكعبي، ويتميز بهذا الانفصام، شكل (9)، وقد نجده كتلياً أو متبلوراً حيث يشكل الملح الصخري. يتشكل الهاليت بعمليات جيولوجية خارجية (من المياه المالحة تحت ظروف مناسبة من الحرارة المرتفعة والجفاف)، ومن ثم فإن المكامن الملحية الكبيرة تكونت نتيجة لتبخر مياه قديمة.

الشكل (9): بلورات الهاليت

صف الأكاسيد والأكاسيد المائية Oxides and Hydroxides:

يُمثّل صف فلزات الأكاسيد والأكاسيد المائية ارتباط الأكسجين بالعناصر الكيميائية الأخرى، ويسهم الماء في مثل هذه المركبات بشكل (OH^-) أو H_2O ليشكل صف الأكاسيد المائية. تشكل الأكاسيد 17% من كتلة القشرة الأرضية، ويبلغ عددها 200 فلز، وأكثرها انتشاراً أكسيد السيليسيوم، 12.6%، وأكاسيد الحديد وهيدروكسيداته 4%. أكثر فلزات هذا الصف انتشاراً هي الفلزات التي يسهم في تركيبها السيليكون، والحديد، والألمينيوم، والمنغنيز، والتيتانيوم.

تتميز فلزات هذا الصف بتنوع المنشأ، مغمائي (بغمائي وهيدروترمالي) ورسوبي (العمليات الجيولوجية الخارجية في الأجزاء العليا من الليتوسفير). وكأمثلة على هذا الصف نذكر الفلزات التالية: الكوارتز، والهيماتيت، والكروميت، والبيرولوزيت، والكورندوم، والبوكسيت.

- الكوارتز $(Si\,O_2)$ Quartz:
- الهيماتيت $(Fe_2\,O_3)$ Hematite: الكروميت $Fe\,Cr_2\,O_4$ Chromites: البيرولوزيت $(Mn\,O_2)$ Pyrolusite:
- الكورندوم $(Al_2\,O_3)$ Corundum:

الكوارتز $(Si\,O_2)$ Quartz: وهو من الفلزات الأساسية المكونة للقشرة الأرضية بنسبة حوالي 12%، ويصادف في مختلف أنواع الصخور النارية والرسوبية والمتحولة، وهناك تعددات شكلية (بوليمورفية) متعددة لفلز

الكوارتز تحت شروط فيزيائية – كيميائية متباينة من الضغط ودرجة الحرارة. يوجد الكوارتز مترافقاً مع فلزات أخرى، أو قد يكون الفلز الوحيد كما في حالة الحجر الرمل النقي والكوارتزيت. يتميز الكوارتز بقساوته العالية التي تبلغ 7، وبريقه الزجاجي وأحياناً الدهني، ومكسره المحاري، وهو لا يحوي سطوح انفصام، ووزنه النوعي 2.65. يتبلور الكوارتز في النظام السداسي، ويوجد بشكل مواشير سداسية ذات رؤوس هرمية، وخاصة في العروق والفجوات، شكل (10).

فلزات الكوارتز عديم اللون إذا كان نقياً، ولكن قد يتلون إذا دخلت فيه بعض الشوائب، فقد يكون أبيض (الكوارتز الحليبي)، أو بنفسجياً (الكوارتز البنفسجي أو الأميتيست)، أو دخانياً (الكوارتز الدخاني)، أو ورديا (الكوارتز الوردي)، أو بألوان أخرى. يتوافر الكوارتز في تجمعات بلورية نتوئية (دروزات) بشكل جمل، شكل -15) وهو مكون أساسي للصخور النارية الحامضية. وللكوارتز استخدامات تطبيقية كبيرة، فهو يُستخدم في صناعة الأجهزة الإلكترونية (راديو وأجهزة رادار)، وبعض أنواعه يستخدم في صناعة العدسات، وهناك أنواع منه تستخدم كأحجار كريمة أو مجوهرات، كما يُستخدم في مواد البناء وفي غيرها من الاستخدامات التطبيقية الأخرى.

الشكل (10): 1- كالسيدوان، 2- آغات
الشكل (9-15): بلورات الكوارتز

صف الكربونات Carbonates:

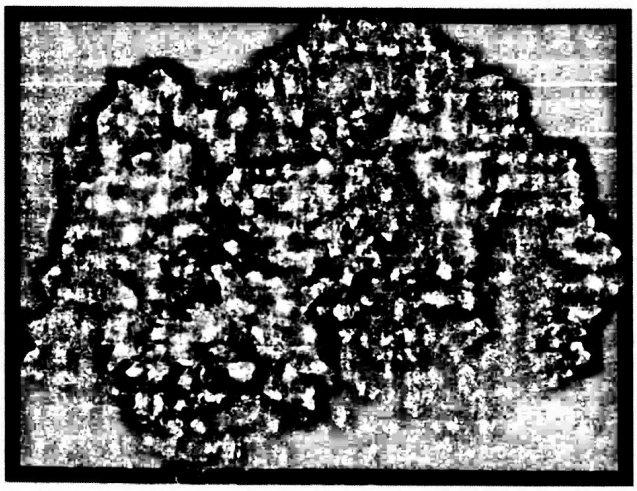
تنسب إلى هذا الصف أملاح حمض الكربون، وهي تشكل 2% من كتلة القشرة الأرضية، ومن هذه الكتلة تشكل كربونات الكالسيوم 1.5%، ويبلغ العدد الإجمالي لفلزات هذا الصف حوالي 80 فلزاً، إذ يُعدّ بعضها من أهم الفلزات المكونة للصخور الرسوبية وأحياناً المتحولة. تتصف جميع فلزات هذا الصف بتفاعلها مع حمض كلور الماء مطلقة غاز ثاني أوكسيد الكربون على النحو التالي:

$Ca\,Co_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + Co_2$. ومعظم الفلزات الكربوناتية بسيطة لامائية، تنتج من اتحاد Fe و Mg و Ca مع الأنيون المعقد $[CO_3]^{-2}$، أما الكربونات المعقدة فهي أقل انتشاراً، وتتميز بمساهمة أنيونات أخرى، مثل $(OH)^-$، و F^-، و Cl^-، في تركيبها.

كما تتصف فلزات هذا الصف بألوانها الفاتحة (ويستثنى من ذلك كربونات النحاس التي تتصف بألوان خضر)، وتبلغ قساوة فلزات هذا الصف حوالي 4-3.5، وكثافتها متوسطة باستثناء كربونات التوتياء، والرصاص، والباريوم.

تتشكل الكربونات بعمليات رسوبية كيميائية وقد يتشكل بيوكيميائياً، كما يمكن أن تتشكل على السطح، إذ تُعدّ من فلزات منطقة الأكسدة، وقد نجدها في مناطق التحول والتوضعات الهيدروترمالية ذات درجات الحرارة المنخفضة. تُعدّ الكربونات والفلزات اللامعدنية ذات أهمية كبرى، و كأمثلة عليها نذكر :

- الكالسيت $(Ca\,Co_3)$ Calcite،الأراغونيت $(Ca\,CO_3)$ Aragonite
- الملاكيت $Cu_2\,[CO_3]\,[OH]_2$ Malachite
- **الأراغونيت $(Ca\,CO_3)$ Aragonite**: يتمتع هذا الفلز بتركيب مماثل لتركيب الكالسيت، ويختلف عنه بأنه أقل منه ثباتاً، وهو يتبلور وفق النظام المعيني المستقيم، وبلوراته إبرية موشورية أو على شكل بلورات سداسية أو شعاعية، ويوجد بشكل تجمعات نتوئية (دروزات)،(شكل11). يتمتع الأراغونيت بألوان مختلفة: أبيض، ورمادي، وأصفر فاتح، وأحمر. وللفلز بريق زجاجي أو حريري، ويكون شفافاً، ومخدشه أبيض أو رمادي فاتح، وقساوته 3.5، ومكسره محاري. يتشكل الأراغونيت في ظروف قريبة من السطح، وهو أقل ثباتاً من الكالسيت، ونجده في الشقوق وفي فجوات الصخور الاندفاعية، كما يصادف في العروق الهيدروترمالية. ويوجد أيضاً بالقرب من الينابيع الحارة، ولذلك يعتقد بأنه يتشكل من المحاليل الكربوناتية عندما تكون ساخنة.



الشكل(11): دروزات لبلورات الأراغونيت

صف الكبريتات (السولفات) Sulfates:

تُمثّل فلزات هذا الصف أملاحاً لحمض الكبريت، ورغم تعدادها الكبير، 150 فلزاً، فإن مشاركتها في تركيب القشرة الأرضية ضئيلة (لا تزيد عن 0.5%) وتقسم فلزات هذا الصف إلى فلزات مائية ولامائية ومعقدة. وتتضمن إضافةً إلى الجذر العام $[SO_4]^{-2}$ الموجود في كل أنماطها (أيضاً شوارد $(OH)^-$). للسولفات مناشىء متنوعة، إلاّ أن القسم الأساسي منها ذو منشأ خارجي (في الرواسب البحرية والبحيرية)، وأحياناً تصادف كفلزات ثانوية في منطقة أكسدة السولفيدات، وقد يتشكل بعضها هيدروترمالياً (الباريت وأحياناً السيليستين).

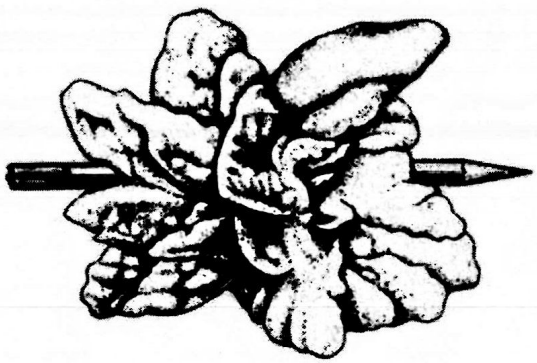
تتميز السولفات بلون فاتح، وقساوتها منخفضة (2 - 3.5)، وبريق زجاجي، والكثير منها قابل للانحلال بالماء، وسندرس – كمثال عليها – فلزي الجص، والانهيدريت.

❖ الجص $Ca\,SO_4\,H2O$

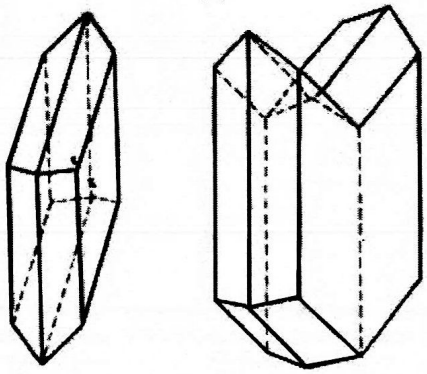
❖ الأنهيدريت $Anhydrite\ Ca\,SO_4$

❖ **الجص Gypsum $(CaSO_4\,2H_2O)$ (Gyps)**: هو فلز واسع الانتشار، يتبلور في النظام أحادي الميل، وبلوراته تكون غالباً موشورية، أو مسطحة سميكة، أو ورقية، أو حبيبية، أو ليفية، شكل (12).

لون الفلز أبيض أو مائل للاحمرار، وقد توجد فيه بلورات شفافة عديمة اللون، وبريقها زجاجي، وهو من الفلزات الشفافة، ومخدشه أبيض، وقساوته 2، وله مكسر محاري. يتميز الجص بانفصام تام في اتجاهين، المنشأ رسوبي كيميائي (ينشأ من البحار قليلة العمق). وهو فلز ذو أهمية اقتصادية كبيرة إذ يُستخدم في صناعة البلاط، كما يُستخدم في صناعة الإسمنت والخزف وأحجار الزينة، وغير ذلك.



(1)



(a-2) (b-2)

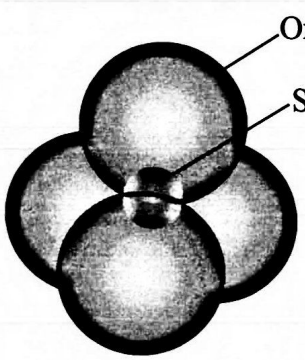
الشكل (12): 1- دروزات من بلورات الجص، 2-a- بلورة مفردة، 2-b- التوأمية في الجص

صف الفوسفات Phosphates:

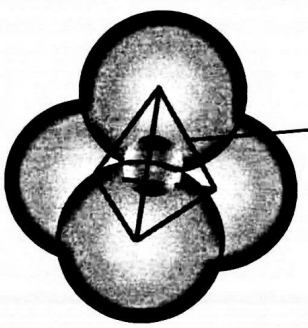
ينتسب إلى هذا الصف أكثر من 300 فلز وهي تسهم في تركيب القشرة الأرضية بنسبة 0.75% من حجم القشرة الأرضية، وهي ذات منشأ خارجي، ويمكن أن يتشكل بعضها مغماتياً. يحدد البنية البلورية لهذه الفلزات الأنيون المعقد ثلاثي التكافؤ $[PO_4]^{-3}$، ونذكر كمثال عليها فلز الأباتيت.

❖ **الأباتيت $Apatite\ Ca_5\,[PO_4]_3\,(F, Cl, OH)$**

صف السيليكات :تعد الفلزات السليكاتية من أهم الفلزات المكونة لصخور القشرة الأرضية ويبلغ عدد الفلزات التي تنتمي الى هذا الصف حوالي 800 فلز وهي تشكل حسب فيرزمان حوالي 75 % من مجموع فلزات الليتوسفير وهذا ما يفسر كون الفلزات السليكاتية من أهم الفلزات المشكلة للصخور كالصفاح البوتاسي والكوارتز والميكا والأمفيبول والبيروكسين والأوليفين والبلاجيوكلاز . ومن أهم الفلزات السيليكاتية والأكثر انتشارا في الصخور فلزات الصفائحيات والكوارتز الذي يشكل 12% من مجمل الفلزات. ولقد اقترح سابقاً أن السيليكات هي أملاح لمختلف الحموض السيليسية، إلاّ أن نجاح دراسة السيليكات بالأشعة السينية أتاح المجال من جديد لتصنيف السيليكات على أسس كريستالوكيميائية. فلقد تبيّن أن في أساس بنية السيليكات تستقر الرابطة المتينة لشوارد السيليسيوم والأوكسجين. ففي أية سيليكات تحاط كل شاردة سيليسيوم بأربع شوارد أوكسجين متوضعة في رؤوس رباعي وجوه سيليكوني أوكسجيني، شكل(13)، أي بمعنى آخر في كل سيليكات توجد الأنيونات المعقدة $(Si\,O_4)^{-4}$ ، والمسماة رباعيات وجوه أوكسجينية – سيليكونية (تيتراهيدرون – Tetrahedron)؛ أي لكل رباعي وجوه أربع شحنات سالبة، وقد تبيّن أنه في بعض الحالات يمكن أن يحل الألمينيوم محل السيليسيوم في مراكز بعض رباعيات الوجوه، مشكلاً ما سمي بالالمينو سيليكات كما في حالة الصفاح .



A- Arrangement of atoms in silica tetrahedron



B- Diagrammatic representation of a silica tetrahedron

الشكل (13): رباعي الأوجه SiO_4

A- ترتيب الذرات في رباعي الأوجه للسيليكا

B- التمثيل التخطيطي لرباعي الأوجه للسيليكا

الفلزات Minerales

الفلـزات: مركبـات كيميائيـة طبيعيـة تنشـأ نتيجـة عمليـات جيولوجيـة مختلفـة تـتم داخـل الأرض أو علـى سـطحها الخارجي , و تتميز الفلزات او المنرالات بتركيب كيميائي ثابت , وصفات فيزيائية محددة .

يعرف في الوقت الحاضر ما يزيد عن 2500 فلز . يدعى الفرع من الجيولوجيا الذي يدرس الفلزات علم المينرالوجيا Mineralogy .

هذا وتوجد معظم الفلزات في الطبيعة بحالة صلبة كالكالسيت , والكوارتز , ويصادف جزء يسير منها بحالة سائلة كالماء والزئبق , وغازية كغاز ثاني أكسيد الكربون وكبريت الهيدروجين .

تصنيف الفلزات :

تضم الفلزات مجموعتين : الأولى : الفلزات غير السيليكاتية والثانية الفلزات السيليكاتية

I- المجموعة الأولى الفلزات غير السيليكاتية :

وتضم الصفوف الآتية :

آ -**صف العناصر الوليدة أو الحرة** (Native elements): ينتمي إلى هذا الصفالعناصر الكيميائية الآتية :

1-البلاتين platinumرمزه pt :

يتبلور وفق النظام المكعبي , اللون أبيض فضي أو فولاذي . الوزن النوعي 22,6 المكسر غير مستو , البريق معدني . توجد مكامنه بشكل رئيس في الصخور الاندفاعية فوق الأساسية .

2-الذهب goldرمزهAu:

يتبلور وفق النظام المكعبي , اللون أصفر ذهبي . الوزن النوعي 19,3 , القساوة 2,5-3 البريق معدني , المخدش أصفر , المكسر غير مستو .

يحتوي الذهب عادة على نسب مختلفة من بعض المعادن الأخرى كالفضة والبالاديوم , ويصادف بشكل حبيبات في قاع المجاري المائية ,أو عروق معدنية في الصخور الجامضية والهيدروترمالية .

3-الكبريت SulfurرمزهS:

يتبلور وفق النظام المعيني القائم , اللون أصفر مميز (كبريتي) , وقد يميل إلى اللون البني أو الرمادي أو الأخضر . الوزن النوعي 2,1 , القساوة 1-2 , البريق دهني , المخدش أبيض , المكسر غير مستو . يحترق الكبريت بسهولة معطيا لهبا أزرق مطلقا غاز الكبريت ذا الرائحة المميزة , توجد مكامن الكبريت في المناطق البركانية , وفي المناطق القريبة من مكامن النفط . و يتشكل نتيجة تفكك الكبريتات .ويستخدم الكبريت بشكل رئيسي في الصناعات الكيميائية.

4-الماس DiamondرمزهC :

يتبلور وفق النظام المكعبي , وهو شفاف عادة, ويصادف أحيانا بلون أصفر أو أحمر أو أزرق أو أسود . الوزن النوعي 3,5 , القساوة 10 , البريق ماسي قوي , المكسر محاري , يوجد الماس بشكل خاص في القنوات الكمبرليتية (المداخن الانفجارية البركانية) . يستخدم في صناعة رؤوس آلات الحفر بسبب قساوته العالية.

5-الغرافيت Graphite رمزه C :

يتبلور الغرافيت في النظام السداسي , اللون رمادي أسود , الوزن النوعي 2,2 , القساوة 1 , البريق شبه معدني , الملمس دهني , المخدش رصاصي .

الانفصام تام في اتجاه واحد يصادف الغرافيت بشكل تجمعات ورقية وحرشفية , وتوجد مكامنه بشكل رئيسي في الصخور المتحولة , ويستخدم في صناعة أقلام الرصاص, وفي الصناعات الكهربائية .

ب-صف الكباريت Sulfides :

يحتوي صف الكباريت حوالي 250 فلزا مختلفا , وهي مركبات كيميائية تتألف من اتحاد عنصر أساسي هو الكبريت مع بعض العناصر الكيميائية , ومعظم الكباريت ذات أهمية اقتصادية .

1-البيريت Pyrite Fe S2:

التبلور وفق النظام المكعبي , اللون أصفر مخضر ,الوزن النوعي 4.9-5.2 , القساوة 6-6.5 , البريق معدني ,' المخدش أسود مخضر , المكسر غير مستو وأحيانا محاري . يوجد البيريت بشكل بلورات مكعبية سطوحها محززة أو بشكل كتل تاعمة الحبيبات , يتشكل البيريت في مختلف الشروط الجيولوجية , فقد يكون ذا منشأ بركاني أو تحولي أو هيدروترمالي أو رسوبي , يستخرج منه عنصر الكبريت, ويستعمل بشكل رئيسي لتصنيع حمض الكبريت .

2-الغالينا Galena PbS:

يتبلور وفق النظام المكعبي , اللون رمادي أو رصاصي , القساوة 2.5-2.7 , الوزن النوعي 7.6 ,المخدش رمادي – أسود , البريق معدني , الانفصام تام . تصادف الغالينا غالبا بشكل بلورات مكعبية أو ثمانية الأوجه .

توجد الغالينا بشكل رئيس في العروق الهيدروترمالية مع كثير من الكباريت الأخرى كالبيريت والسفاليريت والكالكوبيريت , ويعد الغالينا احد أهم الخامات الرئيسة لاستحصال عنصر الرصاص.

3-الكالكوبيريت $Cu.Fe.S_2 : (Chalcopyri\ te)$:

يتبلور وفق النظام الرباعي , اللون أصفر مائل إلى الخضرة , القساوة 3.5-4 , الوزن النوعي 4.1-4.2 , البريق معدني , المخدش أسود مخضر , الانفصام رديء , والمكسر غير مستو . يصادف غالبا الكالكوبيريت بشكل كتلي.

يوجد الكالكوبيريت في العروق الهيدروترمالية مع كثير من الكباريت الأخرى كالبيريت والسفاليريت والغالينا , كما يصادف في الصخور النارية وفي بعض الصخور الرسوبية , وهو من المصادر الهامة للحصول على النحاس .

ج- صف الهاليدات Halides :

يضم صف الهاليدات حوالي 100 فلز . من أهم هذه الفلزات كلوريدات الصوديوم والمغنزيوم والبوتاسيوم وفلوريدات الكالسيوم والصوديوم والألمنيوم, أما البرومات واليودات فتصادف في الطبيعة بشكل نادر .

1-الفلوريت $CaF_2\,(Fluorite)$:

يتبلور وفق النظام المكعبي , اللون متغير شفاف أو بنفسجي , أو زهري , القساوة 4 , الوزن النوعي 3-3.6 , البريق زجاجي , المخدش أبيض , الانفصام تام في أربعة اتجاهات . يصادف الفلوريت بشكل بلورات مكعبية أو ثمانية الوجوده . يوجد الفلوريت بشكل رئيس في العروق الهيدروترمالية , كما يصادف في بعض الصخور النارية كالغرانيت والبغماتيت . وتستخدم الأنواع الشفافة في الصناعات البصرية ويدخل الفلوريت في تحضير حمض الفلور.

2-الهاليت Na Cl Halite:

كلوريد الصوديوم . يتبلور فلز الهاليت وفق النظام المكعبي , وهو عديم اللون, اي غالبا شفاف, يتميز بطعمة المالح والمخدش الأبيض . يتشكل الهاليت في الأحواض المائية المغلقة في المناطق الحارة والجافة نتيجة البخر الشديد لمياهها. يوجد الهاليت على شكل طبقات مترافقا مع غيره من الأملاح الأخرى كالسيلفين,والجص .

د- صف الأكاسيد Oxides والأكاسيد المائية Hydroxides :

يضم صف الأكاسيد والأكاسيد المائية حوالي 150 فلزا مختلفا , ولا يدخل أكسيد السيليسيوم (SiO_2)في هذا الصف ,لأنه يصنف مع الفلزات السيليكاتية وذلك تبعا لبنيته البلوريةز و ندرس فيما يلي بعض فلزات هذا الصف.

1-الهيماتيت Fe_2O_3 : $(Hematite)$:

فلز الهيماتيت متعدد المنشأ . يتبلور وفق النظام الثلاثي , اللون أحمر بني أو أسود , الوزن النوعي 5.2 , القساوة 5-6, البريق معدني كامد أو ترابي , المخدش أحمر بني , المكسر محاري أو غير مستو . يصادف الهيماتيت بشكل بلورات ورقية أو حرشفية.. وأكثر ما يصادف في الصخور الرسوبية والصخور المتحولة .و يعد الهيماتيت أحد أهم خامات الحديد , ويستعمل بكثرة في صناعة الأصبغة .

2-الليمونيت $Fe_2O_{3.n}H_2O$: $(Limonite)$:

اللون أصفر برتقالي غالبا , الوزن النوعي 3.6- 4 , القساوة 4-5 , المكسر ترابي , المخدش أصفر. يصادف الليمونيت بكثرة في قشرة التجوية حيث يتشكل نتيجة أكسدة البيريت وغيره من الفلزات التي تحتوي على الحديد . كما يتشكل الليمونيت أيضا في الأحواض المائية الراكدة كالمستنقعات نتيجة نشاط البكتريا الحديدية . يعد الليمونيت احد الفلزات للحصول على الحديد .

3-الماغنيتيت Fe_3O_4 : $(Magnetite)$:

يتبلور وفق النظام المكعبي , وتأخذ بلوراته شكلاً ثماني الوجوه , اللون أسود , الوزن النوعي 4-5 , القساوة 5.5-6.5 , البريق معدني قاتم , المخدش أسود , المكسر غير مستو حبيبي , يتميز الماغنيتيت بمغناطيسيته القوية .

يصادف الماغنيتيت أيضاً بشكل كتل أو تجمعات حبيبية وذلك في الصخور النارية الأساسية , في الصخور المتحولة , وفي العروق الهيدروترمالية , ويعدّ هذا الفلز من أهم خامات الحديد وأجودها .

4-الكورندوم (*Corundum*) : Al_2O_3 :

يتبلور وفق النظام الثلاثي , اللون أبيض أو رمادي أو أزرق أو أصفر أو أحمر , القساوة 9 ,الوزن النوعي 4 , البريق زجاجي , المكسر غير مستو أو محاري .يصادف الكورندوم –عادة– بشكل بلورات هرمية مزدوجة أو موشورية سداسية , كما يصادف بشكل كتل حبيبية . يوجد بشكل رئيسي في الصخور المتحولة (الغنايس والميكا والشيست) والبغماتيت وفي بعض الصخور الاندفاعية الحمضية كالسيانيت .

تعد الأنواع النقية للكورندوم من الأحجار الكريمة , فالكورندوم الأحمر يدعى الياقوت الأحمر (Ruby) والأزرق الياقوت الأزرق (Sapphire) والأخضر الزمرد (Esmeralada) . تستعمل الأنواع العادية منه في أعمال الصقل وذلك لقساوته العالية.

هـ- صف الكربونات :

وهي فلزات واسعة الانتشار في الطبيعة ,وتصادف بشكل رئيس في الصخور الرسوبية, وتتميز بتفاعلها مع حمض كلور الماء , وينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون .

1-الكالسيت (*Calcite*) : $CaCO_3$:

يتبلور وفق النظام الثلاثي . اللون متغير رمادي أو أصفر أو بني أو أسود ,ويكون شفاف اي لا لون له عندما يكون نقياً. الوزن النوعي 2.72 , القساوة 3 , البريق زجاجي , المخدش أبيض أو رمادي , الانفصام تام معيني في ثلاثة أوجه , المكسر محاري .

تصادف بلورات الكالسيت بأشكال مختلفة موشورية أو قرصية أو معينية , يعد الكالسيت من أكثر الفلزات الكربوناتية انتشارا , وهو من الفلزات الرئيسة المكونة للصخور الكربوناتية (الصخر الكلسي والدولوميتي والمارن) , والمتحولة (الرخام)

2- الأراغونيت (*Aragonite*) : $CaCO_3$:

يتبلور في النظام المعيني القائم , اللون شفاف أوأبيض أو أصفر أو أخضر أو بنفسجي , الوزن النوعي 2.9–3 , القساوة 3.5–4 , البريق زجاجي أو حريري , المكسر شبه محاري , الانفصام جيد في ثلاثة اتجاهات.

تأخذ بلورات الأراغونيت الشكل الموشوري. يوجد –عادة– بشكل تجمعات إبرية أو شعاعية . يتميز عن الكالسيت بقساوته الأعلى, ويصادف بكثرة في التوضعات الهيدروترمالية , وكذلك بالقرب من الينابيع الحارة.

3- الدولوميت (*Dolomite*) : $CaMg\,(CO_3)_2$:

يشكل الفلز الرئيسي للصخورالدولوميتية. يتفاعل بصعوبة مع حمض كلور الماء. يتبلور في النظام الثلاثي , ويوجد في الغالب بشكل كتل حبيبية , اللون متغير رمادي أو أصفر أو بني أو أحمر أو أسود , الوزن النوعي 2.9. القساوة 3.5 – 4 , البريق زجاجي , المخدش رمادي , الانفصام تام في ثلاثة اتجاهات .

II- المجموعة الثانية الفلزات السيلكاتية :

صف السيليكات (Silicates) :

يضم صف السيليكات ما يزيد على500 فلز , وتشكل حوالي 90% من الفلزات المكونة لصخور القشرة الأرضية .
يعد السيليسيوم (Si)العنصر الأساسي في تركيب هذه الفلزات , وهو يتحد مع أربع ذرات أوكسجين , ويشكل ما يسمى رباعي الوجوه السيليسي $[SiO_4]^{-4}$الذي تشغل ذرة السيليسيوم (Si) فيه المركز, ورؤوسه ذرات الاوكسجين(O).

1-الأوليفين $(Olivine):(Mg,Fe)_2[SiO_4]$:

يتبلور وفق النظام المعيني المستقيم , اللون متغير : أخضر أو أصفر أو رمادي , الوزن النوعي 3.3-3.4 , القساوة 6.5-7 , المخدش أبيض أو أصفر , البريق زجاجي , المكسر غير مستو .
يصادف الأوليفين بشكل حبيبات ناعمة , ونادرا ما يصادف بشكل بلورات منتظمة , وهو يعدّ الفلز الرئيس المكون للصخور فوق الأساسية والأساسية (الدونيت والبيريدوتيت) .
يتحول الأوليفين بفعل عوامل التجوية إلى السربنتين , وتستعمل بعض أنواعه الجيدة (البيريدوت الكريزوليت) كأحجار كريمة .

2-البيروكسين (Pyroxene) :

وهي مجموعة من الفلزات الواسعة الانتشار التي تتميز بالانفصام الجيد في اتجاهين متعامدين تقريبا (بزاوية 87) .
تقسم هذه الفلزات إلى زمرتين رئيسيتن تبعا لنظام التبلور فيها .
تضم الزمرة الأولى الفلزات التي تتبلور وفق النظام المعيني القائم (الهيبرستين) , وتضم الثانية الفلزات التي تتبلور وفق النظام الوحيد الميل (الأوجيت) .

3-الأمفيبول (Amphibole) :

ينتمي إلى مجموعة من الفلزات المتشابهة فيما بينها, والتي تتميز بانفصام جيد في اتجاهين بزاوية 124 .
وأهم فلزات الأمفيبول : الهورنبلاند
Hornblande $(Al)_4O11\,|_2(OH)_2\,Na(Ca(Mg,Fe,Al)_3[Si,]$يتبلور وفق النظام أحادي الميل , اللون أخضر أو أسود ,الوزن النوعي 3.1-3.5 , القساوة 5.5-6 , البريق زجاجي أو حريري . المخدش أخضر بني , المكسر غير مستو .
تصادف بلورات الهورنبلاند بشكل مواشير سداسية , وهو يعد من الفلزات المكونة للصخور الاندفاعية الأساسية والمتوسطة .

4-الميكا (Mica) :

الميكا من الفلزات السيليكاتية , تتبلور وفق النظام الاحادي الميل , وتتميز بالانفصام التام في اتجاه واحد , ومن أهم هذه الفلزات : الموسكوفيت, والبيوتيت .

-الموسكوفيت $(Mus\ cov\ ite):KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$: سيليكات البوتاسيوم والألمنيوم.

وهو فلز شفاف , القساوة 2.3, الوزن النوعي 2.7–3.1 , البريق زجاجي أو لؤلؤي , يوجد في الصخور الاندفاعية الحامضية والمتوسطة كالغرانيت والسيانيت والبغماتيت وفي الصخور المتحولة كالغنايس والشيست .

–البيوتيت $(Biotite) : K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$:

وهو سيليكات البوتاسيوم والمغنزيوم والحديد : اللون أسود أو أخضر غامق أو بني , الوزن النوعي 2.8–3.2 , القساوة 2.5–3 , البريق زجاجي أو لؤلؤي , المخدش عديم اللون أو مائل للخضرة .

يوجد البيوتيت بكثرة في الصخور الاندفاعية كالغرانيت والسيانيت والبغماتيت , والصخور المتحولة كالغنايس والشيست .

5 . تالك $(Talc) : Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$:

وهو سيليكات المغنزيوم . يتبلور وفق النظام الوحيد الميل , اللون أخضر فاتح , الوزن النوعي 2.8 , القساوة 1 , البريق لؤلؤي , المخدش أبيض , الانفصام تام باتجاه واحد .

يوجد التالك بشكل تجمعات ورقية أو حرشفية أو كتل متماسكة , ويتميز بملمسه الدهني .

يتشكل هذا الفلز نتيجة تحول الصخور فوق الأساسية (البيريدوتيت والبيروكسينيت) .

يستعمل كمادة عازلة نارية ,كتبطين الأفران, وفي صناعة الورق والمطاط .

6 –**السربنتين** $(Serpentine) : Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$:

يتبلور وفق النظام الوحيد الميل , اللون أخضر أو أسود مائل إلى الاخضرار , الوزن النوعي 2.5–2.7 , القساوة 2.5–4 , البريق صمغي أو دهني أو حريري , المخدش أبيض أو أخضر , المكسر محاري .

يصادف السربنتين بشكل تجمعات حبيبية ناعمة أو تجمعات ليفية , يدعى في هذه الحالة الأسبيست (Asbestos) أو الحرير الصخري .

7 –الكاولينيت $(Kalol\ int\ e) : Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$:

يتبلور وفق النظام الوحيد الميل , اللون أبيض أو رمادي مائل إلى الأصفر أو الأحمر أو الأخضر .

الوزن النوعي 2.6– , القساوة2–2.5 , البريق دهني , المكسر ترابي .

يوجد الكاولينيت بشكل تجمعات ترابية دقيقة الحبيبات , وينتج من تجوية الصخور الاندفاعية الحامضية كالغرانيت , والصخور المتحولة كالغنايس , وهو يستعمل في عملية الحصول على الألمنيوم , وفي صناعة السيراميك .

8–الكلوريت (Chlorite):

يضم الكلوريت مجموعة كبيرة من العناصر الكيميائية,وصيغته هي :

$(Mg,Fe,Al,Cr,Ni,Mn)_3[Si,Al]_4O_{10}(OH)_2(Mg,Fe,Mn)_3(OH)_8$:

يتبلور وفق النظام ألاحادي الميل , اللون أخضر أو رمادي , الوزن النوعي 2.6–3.3 , القساوت 1.5–2.5 , البريق لؤلؤي أو زجاجي , المخدش أخضر شاحب ,الانفصام في اتجاه واحد , المكسر شوكي أو غير مستو.

يصادف هذه الفلزات بشكل أقراص أو صفائح سداسية , تتشكل نتيجة تفسخ الفلزات القاتمة كالبيوتيت والأمفيبول والبيروكسين , وتوجد بكثرة في الصخور المتحولة

9-الصفاح (Feldspar) :

وهي مجموعة من الفلزات تتبلور وفق النظام الوحيد الميل أو الثلاثي الميل , وتتميز بانفصام تام في اتجاهين متعامدين .

تقسم فلزات الصفاح بالاعتماد على تركيبها الكيميائي إلى الصفاح البوتاسي , والصفاح الصودي الكلسي والصفاح الحديث .

- زمرة الصفاح البوتاسي :

تضم عددا من الفلزات كالأورتوكلاز والميكروكلين والسانيدين .

-الميكروكلين (*Microcline*) : $K[AlSi_3O_8]$:

يتبلور وفق النظام الثلاثي الميل , اللون أبيض أو زهري أو أخضر (أمازونيت) , الوزن النوعي 2.6 – القساوة 6 , البريق زجاجي أو لؤلؤي , المخدش أبيض. الانفصام تام في اتجاهين , المكسر غير مستو.

يصادف الميكروكلين بشكل بلورات موشورية قصيرة أو بشكل تجمعات حبيبية ناعمة في الاندفاعية الحامضية والمتوسطة , وفي بعض الصخور المتوسطة والرسوبية

- زمرة الصفاح الصودي الكلسي :

ويطلق على هذه الفلزات أيضا اسم البلاجيوكلاز (Plagioclase) :

وهي عبارة عن مزيج من سيليكات الألمنيوم والصوديوم (الألبيت) ($Na[AlSi_3OP_8]$) وسيليكات الألمنيوم والكالسيوم ($Ca[Al_2Si_2O_8]$ الأنورتيت) , حيث تشكل سلسلة متوالية من فلزات الصفاح البلاجيوكلازي .

تتبلور زمرة فلزات البلاجيوكلاز في النظام الثلاثي الميل , وقد تكون هذه الفلزات عديمة اللون شفافة . أو قد تتلون بألوان عديدة نتيجة الشوائب التي تخالطها , فتصادف بلون أبيض أو أصفر أو أحمر أو أزرق أو أخضر . يتأرجح الوزن النوعي لها بين 2,61و2,76 , القساوة 6-6,5, البريق زجاجي أو لؤلؤي . المكسر غير مستو أو محاري , الانفصام جيد باتجاهين متعامدين تقريبا (بزاوية $87^\circ,93^\circ$)

تصادف هذه الفلزات بشكل بلورات قرصية أو موشورية قصيرة , وكثيرا ما تكون البلورات توأمية . وهي تقسم تبعا لنسبة السيليسن فيها [SiO_2] إلى بلاجيوكلاز الحامضي (البيت أو أوليغوكلاز) ومتوسطي (أنديزيت) وأساسي (لابرادور وبيتونيت وأنورتيت).

توجد فلزات البلاجيوكلاز بكثرة في مختلف أنواع الصخور النارية والمتحولة. تستعمل في الصناعات الخزفية , أما الأنواع الجيدة منها فتستخدم في أعمال الزينة .

- زمرة الصفاح الحديث (Feldspathoide) :

تشابه في تركيبها الكيميائي فلزات الصفاح , إلا أنها أفقر منها بالسيليس (SiO_2) , ومن أشهر هذه الفلزات النيفلين واللوسيت .

-زمرة السيليكا (Silica group):

تصادف هذه الفلزات في الطبيعة بثلاثة أشكال : الفلزات الظاهرة التبلور , والخفية التبلور , والعديمة التبلور .

فلزات السيليكا الظاهرة التبلور:

السيليكا وهي عبارة عن أكسيد السيليسيوم (SiO_2)أو الكوارتز (Quartz) وتتبلور عادة وفق النظام الثلاثي . تأخذ بلورات الكوارتز أشكالاً موشورية سداسية وهرمية ومزدوجة ,اللون متغير : شفاف أو أبيض أو أصفر أو بنفسجي أو أسود . الوزن النوعي 2,58-2,65 . القساوة 7 , البريق زجاجي أو صمغي أو دهني , المكسر محاري أو غير مستو, يكون الكوراتز النقي شفافا , ويستعمل في الصناعات البصرية والالكترونية

فلزات السيليكا الخفية التبلور SiO_2:

هي الفلزات التي تكون بلوراتها دقيقة جدا, بشكل يصعب تمييزها بالمجهر العادي .وأهم أنواعها الكالسيدون والصوان واليشب (Jasper) أما الكالسيدون (Calcedon) فلونه رمادي أو بني فاتح ,البريق دهني , المكسر محاري . قد يتكون الكالسيدون من حلقات مركزية متتالية ذوات ألوان زاهية بيض أو زرق أو صفر . يدعى في هذه الحالة الآغات (Agate) . ومن أنواع الآغات :الأونيكس (Onyx) وتتعاقب فيه حلقات بيض وأخرى سود , الساردونيكس (Sardonyx) (حلقات بيض وحمر) .

ويتميز الصوان (Flint) باللون الرمادي الغامق أو البني القاتم أو الأسود , ويوجد عادة بشكل عقد في الصخور الرسوبية . أما اليشب (Jasper) فهو عبارة عن كالسيدون مشوب بمواد غضارية , هو على الغالب ذو لون أحمر.

فلزات السيليكا العديمة التبلور :

وهي فلزات توجد على شكل تجمعات أو بشكل كتل وتنشأ نتيجة ترسبات مياه الينابيع المعدنية الحارة وخاصة الجزيرات . اللون متغير أبيض أو رمادي أو أحمر , البريق زجاجي أو دهني , المكسر محاري . وأهم أنواعها الأوبال (Opal)

يصادف الأوبال بشكل كتلي أو بشكل تجمعات مختلفة ,ويتشكل نتيجة تفسخ مختلف أنواع السيليكات, ومن ترسبات الينابيع الحارة وخاصة الجزيرات.

الصفات العامة للفلزات:

تتطلب عملية التمييز بين الفلزات في الطبيعة , وفي المختبر معرفة صفاتها المختلفة منها الفيزيائية , والضوئية , والمغناطيسية , والكهربائية . فكثيرا ما تصادف في الطبيعة عدة فلزات وتشترك في بعض الصفات الفيزيائية, كالتشابه في اللون, والقساوة , والوزن النوعي .

1-الصفات الفيزيائية :

تشمل عددا من الصفات,أهمها الوزن النوعي, والقساوة, والانفصام والمكسر.

مكتبة A to Z