بسم الله الرحمن الرحيم

# MINERALS 2ND LECTURE

## Crystal Structure Of Minerals

يعد البناء البلوري لأي معدن ميزة اساسية له تفرقه عن المعادن الاخرى ، حتى لو كان لها نفس التركيب الكيميائي . وان التكرار الذي يحصل في ترتيب ذرات العناصر المكونة للمعدن يؤدي الى تكوين شكل خارجي معين اذا كانت ظروف تكوين المعدن ( البلورة ) ملائمة لذلك .

وقبل الدخول في دراسة تفاصيل البناء البلوري للمعادن لابد من اعطاء فكرة مبسطة عن جسم البلورة وأجزائها المختلفة :

### البلورة CRYSTAL

هي جسم صلب متجانس ذو تركيب كيميائي محدد وترتيب ذري داخلي معين ، يحدها أسطح او مستويات ملساء وتربطها علاقة تماثل محددة . تقسم البلورة الى الاجزاء الرئيسية التالية :

- **الاوجه البلورية Crystal faces**

هي انعكاس للترتيب الذري الداخلي والتي تحد البلورة من الخارج ، والتي تعين شكلها الهندسي المنتظم ، وهي غالباً ما تكون مستوية وأحياناً مقوسة او منحنية .

- **الأحرف ( الحافات ) Edges**

هي الخطوط او الحواف الناتجة من تقابل وجهين متجاورين في البلورة .

- **الزوايا المجسمة Solid Angles**

وهي الزوايا التي تنشأ من تقابل اكثر من وجهين في البلورة .

- **الزوايا بين الوجهية Interfacial Angles**

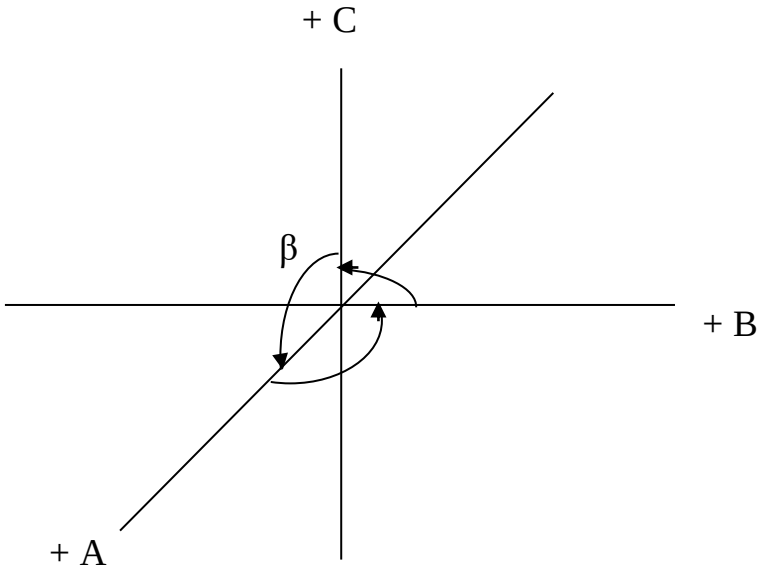
هي الزوايا المحصورة بين وجهين متجاورين في البلورة وفي علم البلورات ، تقدر هذه الزوايا نتيجة الزاوية المكملة للزاوية المحصورة بين العمودين الساقطين من مركز البلورة على الوجهين المراد قياس الزاوية التي بين الوجهين وان الزاوية بين الوجهين ثابتة في البلورات المختلفة للمعدن الواحد ، وتعرف هذه الحقيقة قانون ثبوت الزاوية بين الوجهين " Law Of Constancy Of interfacial " اذاً فأن الزاوية بين الوجهين ذات اهمية كبيرة في التعرف على البلورات المختلفة للمعدن الواحد وكذلك في تمييز المعادن المختلفة عن بعضها .

## المواد غير المتبلورة AMORPHOUS MATERIALS

هي عبارة عن مواد تفتقر الى الترتيب الذري الداخلي ، ومن ثم لا تكون لها أوجه بلورية فضلاً عن ذلك فهي تتميز بخاصية التجاهي " Isotropism " والتي يقصد بها تساوي الخواص الطبيعية في جميع الاتجاهات بالبلورة .

## المحاور البلورية CRYSTALLOGRAPHIC AXES

وهي عبارة عن خطوط وهمية تمر داخل البلورة وتتقاطع في مركزها لتعطي ما يسمى بالتقاطع المحوري " Axial Cross " ، وأن عدد هذه المحاور يكون ثلاثة في غالبية البلورات لكن يمكن ان يكون اربعة في حالة البلورات التابعة لنظامي السداسي والثلاثي . وتحدد اتجاهات هذه المحاور داخل البلورة على اساس محور رأسي يرمز له " C " والمحورين الآخرين ( أو الثلاثة في حالة البلورات التابعة لنظامي السداسي او الثلاثي ) تكون في مستوى أفقي حيث بحيث يمتد احدهما من اليمين الى اليسار ويرمز له " B " والثاني من الأمام الى الخلف ويرمز له " A " . وتفرق اطراف هذه المحاور باستعمال الإشارة الموجبة ( + ) بالنسبة للطرف الامامي للمحور " A " والطرف الأيمن للمحور " B " والطرف الأعلى للمحور " C " ، في حين تكون الاشارة سالبة ( - ) بالنسبة للأطراف العكسية لهذه المحاور .




وينتج من تقاطع المحاور البلورية زوايا تعرف باسم الزوايا المحورية " Axial Angles " وان الزاوية المحصورة بين المحور " B " والمحور " C " تعرف بزاوية ألفا ( ) والزاوية المحصورة بين المحور " C " والمحور " A " تسمى بيتا ( β ) والزاوية المحصورة بين المحور " A " والمحور " B " تسمى كاما ( ) على أساس اطوال المحاور البلورية والزوايا المحصورة بينها لكن تقسيم البلورات الة سبعة أنظمة تسمى بالأنظمة البلورية Crystal Systems .

## الأنظمة البلورية CRYSTAL SYSTEMS

لقد وجد من دراسة المحاور البلورية وعلاقاتها الزاوّية والطولية ممكن ان تتجمع في سبعة نظم بلورية ، وان كل هذه من هذه النظم تحتوي على عناصر تناظر معينة .

- **النظام المكعبي Cubic System**

وتتميز البلورات التابعة لهذا النظام بثلاثة محاور بلورية متساوية في الطول ومتعامدة أي ان :

$$C = B = A$$

$$= \beta = \quad = 90°$$

ونظراً لتساوي المحاور البلورية في الطول فيرمز لها أحياناً بالرموز ( $A_1$ , $A_2$ , $A_3$ ) .

- **النظام الرباعي Tetragonal System**

لهذا النظام ثلاثة محاور متعامدة والمحورين الافقين " A , B " متساويين في الطول ، لكن المحور الرأسي " C " مختلف عنهما ( أما أقصر او أطول ) أي ان :

$$A = B \neq C$$

$$= \beta = \quad = 90°$$

ويرمز للمحاور البلورية بالرمز ( $A_1$ , $A_2$ , C ) .

- **النظام السداسي Hexagonal System**

يشمل هذا النظام كل البلورات التي لها اربعة محاور بلورية ، ثلاثة منها افقية ومتساوية في الطول وتتقاطع في زاوية ( 120° ) ويرمز لها بالرموز ( $A_1$ , $A_2$ , $A_3$ ) والمحور " C " رأسي ومختلف عن المحاور الافقية في الطول ويتعامد على المستوي الذي يشمل المحاور الأفقي أي ان :

$$A_1 , A_2 , A_3 , C$$

$$= \beta = 90°$$

$$= 120°$$

ويتميز هذا النظام بالتماثل السداسي للمحور الرأسي ( C ) .

- **النظام الثلاثي Trigonal System**

ويتشابه هذا النظام مع النظام السداسي من حيث ان له أربعة محاور بلورية ، ثلاثة منها افقية متساوية في الطول أي ان ( $A_1$ , $A_2$ , $A_3$ ) وتتقاطع في الزاوية ( 120° ) والمحور الرابع " C " عمودي على مستوى المحاور الأفقية ومختلف عنها في الطول . وان الفرق بين بلورات هذا النظام وبلورات النظام السداسي هو ان المحور الرأسي " C " سداسي التماثل في حالة النظام السداسي ، وثلاثي التماثل في حالة النظام الثلاثي . كما ان بلورات النظام السداسي قد يكون فيها مستوى التماثل افقي اما بلورات النظام الثلاثي فليس لها مستوى تماثل افقي .

- **النظام المعيني الواحد Orthorhombic**

ان المحاور البلورية في هذا النظام تتميز بأنها متعامدة لكنها مختلفة الأطوال ، وغالباً ما تكون المحاور غير متساوية أي ان :

$$A \neq B \neq C$$

$$= \beta = \quad = 90°$$

- **نظام الميل الواحد Monoclinic System**

البلورات التابعة لهذا النظام تتميز بأن لها ثلاثة محاور مختلفة الطول وتتقاطع بحيث يكون المحور " B " عمودي على المحور الرأسي " C " لكن المحور " A " يكون مائل على المستوى الرأسي الذي يظم المحورين " B , C " بمعنى ان الزاوية المحورية

$$A \neq B \neq C$$

$$= \quad = 90° \ , \ \beta \neq 90°$$

- **نظام الميول الثلاثة Triclinic System**

في هذا النظام تكون المحاور البلورية الثلاث غير متساوية في الطول وغير متعامدة أي ان :

$$A \neq B \neq C$$

$$\neq \beta \neq \quad \neq 90°$$

## التركيب المعدني لدقائق الرمل والغرين :

كما هو معروف ان دقائق الرمل تتراوح احجامها بين ( 0.05 – 1 ) ملم ، في حين تتراوح احجام أقطار دقائق الغرين بين ( 0.002 – 0.05 ) ملم وتعتبر دقائق الرمل والغرين عبارة عن اجزاء صغيرة نتجت من تجوية صخور الأصل ، أي هي عبارة عن اجزاء صخرية صغيرة او يمكن ان تكون اجزاء من معادن موجودة في صخور الأصل . لذلك نتوقع ان دقائق الرمل والغرين تحتوي على معادن اولية " Primary Minerals " مثل معادن السليكا والفلدسبار الأمفيبولات ، والالوفينات . وهذه المعادن بصورة عامة لا تحتوي أي اهمية في تغذية النبات .

**وأهم المعادن الموجودة ضمن تركيبة دقائق الرمل والغرين هي :**

1. **معادن الكوارتز Quartz Minerals :**

وتعتبر هذه المعادن مقاومة للتجوية كونها تنتمي الى مجموعة المعادن ذات درجة حرارة التبلور الواطئة ، وان وحدات التتراهيدرا فيها تشترك مع بعضها بجميع ذرات الاوكسجين . وهي ذات اهمية محدودة في تغذية النبات ، لكنها تساهم في بناء الهيكل العام للتربة .

2. **معادن الفلدسبار Feldspar Minerals :**

تشكل معادن الفلدسبار نسبة كبيرة من المعادن المكونة للصخور ، لذا يعتبر انتشارها في القشرة الارضية امراً بديهياً . حيث تختلف الفلدسبارات في تركيبها حسب نوع الكاتيونات الموجودة في تركيبها ( الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ) وتقسم الى قسمين :

أ- **الأورثوكلاز Orthoclase** وتشمل :
- المايكروكلين - Microcline
- الساندين - Sanidine

وهذه المعادن تكون غنية بالبوتاسيوم ورمزها الكيميائي ( $KAlSi_3O_4$ ) .

ب- **البلاجيوكلاز Plagioclase** وتشمل :
- انورثايت - Anorthite ( $CaAl_2Si_2O_4$ ) غني بالكالسيوم .
- الالبايت - Albite ( $NaAlSi_3O_8$ ) غني بالصوديوم .

3. **الامفيبولات Amphiboles :**

مثل الهورنبلند - Hornblende $Ca_2Na\,(Mg, Fe, Al)_5\,Al_2Si_6O_{22}\,(OH)_2$

**4. البايروكسين Pyroxenes** :

مثل الأكايت - Augite $( Ca , Mg , Fe ) Si_2O_6$

**5. الأولوفينات Olivines** :

مثل الفورستراىت - Forsterite $Mg_2SiO_4$

**6. معادن اخرى غير سليكاتية :** وتشمل

**أ- الآباتايت - Apatite** مثل

- الفلور ابتايت - Fluorapatite $Ca_{10}F_2 ( PO_4 )_6$ .
- الكلور ابتايت - Chlorapatite $Ca_{10}Cl_2 ( PO_4 )_6$ .
- الهايدروكسي ابتايت - Hydroxyapatite $Ca_{10} ( OH )_2 ( PO_4 )_6$ .

**ب- أكاسيد الحديد - Iron Oxide** مثل

- الجيوثايت - Geothite $FeO.OH$ .
- الهميتايت - Hematite` $Fe_2O_3$ .
- المكنتايت - Magnetite $Fe_3O_4$ .

ج- **أكاسيد الألمنيوم - Aluminum Oxide** مثل **:**

- الجبسايت - Gibbsite $Al_2 ( OH )_6$ **.**

**د- معادن الكاربونات - Carbonates Minerals** مثل :

- الكالسايت - Calcite $CaCO_3$ .
- الدولمايت - Dolomite $CaCO_3 . MgCO_3$ .
- المكنسايت - Magnesite $MgCO_3$ .

**ها- معادن الكبريتات - Sulphates Minerals** مثل **:**

- الجبس - Gypsum $CaSO_4 . 2H_2O$ **.**

ويعتبر الكوارتز أكثر هذه المعادن شيوعاً بين حبيبات الرمل والغرين ، لأنه أكثر المعادن تحملاً لعمليات التجوية ، وتتوقف انواع المعادن التي توجد في التربة على :

- ✓ صخور الاصل التي نتجت منها التربة .
- ✓ عمليات التجوية وتكوين التربة السائدة .

وتحت الظروف التجوية الواطئة ( غير العالية ) كما في مناطق المناخ الجاف والحرارة المنخفضة يحدث تغير قليل في الانواع الرئيسية للمعادن التي توجد في صخور الأصل . أما في المناطق ذات التجوية الشديدة كما في المناطق الاستوائية فقد تتكون معادن جديدة ثانوية " Secondary Minerals " او تتراكم الانواع المقاومة للتجوية ، بينما تختفي الانواع الاخرى من المعادن غير المقاومة للتجوية .