# الجيولوجيا العامة

# General Geology

م/ المحاضرات الاربعة الاولى

**الجيولوجيا:** هي كلمة لاتينية مؤلفة من مقطعين Geo = Earth و تعني الارض و Logus = Logic و تعني علم = علم الارض.

يختص علم الجيولوجيا (علم الارض) بدراسة اصل كوكب الارض و موارده و تضاريسه و العمليات الطبيعية التي اثرت على الارض و انواع المعادن و الصخور و البيئات التي نشات فيها الكائنات الحية قديما و حفظت بشكل متحجرات (Fossils) في صخور القشرة الارضية.

- هناك بعض الملاحظات و الاحتياجات البشرية التي ادت الى ظهور و تطور علم الارض منها:

الملاحظات البشرية:

1- انفجار البراكين.
2- رعب الزلازل الارضية.
3- عمليات بناء الجبال.
4- تتابع الطبقات الارضية.

الاحتياجات البشرية:

1- تحديد مواقع الابار النفطية.
2- كميات المعادن المستخرجة من المناجم.
3- البحث عن المياه الجوفية.
4- تفسير الظواهر و العمليات الطبيعية.
5- كشف التكيف البيئي للكائنات.

**فروع علم الجيولوجيا وعلاقتها بالعلوم الاخرى**

لقد تطور علم الجيولوجيا ليشمل فروع عديدة ولذلك اتفق العلماء في الآونة الأخيرة على إطلاق اسم علم الأرض ( Earth science) على مجموعة العلوم الجيولوجية وتضم الأفرع الكلاسيكية لعلم الجيولوجيا أربع مجاميع من العلوم الاختصاصية، تعالج كل مجموعة منها جانباً خاصاً من الأرض:

**علوم خاصة بمكونات القشرة الأرضية-:**

**علم البلورات Crystallography** يختص هذا العلم بدراسة البلورات من حيث شكلها الظاهري وتركيبها والتعرف عليها وعلى الصخور والمعادن التي تحتويها.

**علم المعادن Mineralogy** يشمل علم المعادن دراسة المعادن من حيث صفاتها الطبيعية والكيميائية والتعرف عليها، كما يشمل دراسة وجودها كمواد خام وطرق استخلاصها.

**علم الصخور Petrology** يدرس علم الصخور تركيب الصخور وكيفيه تكوينها والمواد التي تنتج عن تفتتها وتحللها والتغيرات التي تطرا عليها والعوامل التي توثر فيها.

**علوم تختص بدراسة التراكيب الجيولوجية:**

**الجيولوجيا البنائية Structural geology** تختص الجيولوجبا التركيبيه بدراسه بناء الكتل الصخريه وتهتم بصفه خاصه بدراسه تصدع القشره الارضيه وتشققها والتواء طبقات صخورها نتيجه القوي التي تتعرض لها من ضغط وشد.

**علم الحركات الأرضية** (جيوتكتونيك.Geotectonics)

**علوم خاصة بتاريخ تطور القشرة الأرضية:**

**علم الحفريات Paleontology** والذي يبحث في دراسه بقايا الاحيا التي تحتوي عليها الطبقات الرسوبيه ويشمل ايظا دراسه البيئه القديمه ودراسه المناخ القديم.

**علم الطبقات (استراتجرافيا Stratigraphy)** والذي يبحث في تتابع طبقات الصخور وترتيبها في نظام زمني بالنسبه لبعضها V.

**علم البيئة القديمة Paleoecology** هو العلم الذي يدرس القوانين والظروف المختلفة التي تتحكم في تكوين البيءات.

**علم الجغرافيا القديمة Paleogeography**

**الجيولوجيا التاريخية Historical geology**

تختص المجموعة الرابعة من الأفرع الكلاسيكية لعلم الجيولوجيا بدراسة تضاريس سطح الأرض،

**علم الجيومورفولوجيا Geomorphology**

**علم المساحة Surveying** وتختص بتمثيل الاشكال التضاريسيه لطبقات الصخور وصفاتها الطبيعيه وتركيبها الجيولوجي والعصر الجيولوجي الذي تكونت فيه في خرائط تطابق الواقع باستعمال مقياس رسم مناسب.

**الجيولوجيا الفيزيائية Physical geology** . وتختص بدراسة العمليات الطبيعية التي أثرت وما زالت تؤثر على القشرة الأرضية، والتي شكلت ولا زالت تشكل تضاريس الكتلة الصلبة للأرض حتى أصبحت على ما هي عليه الآن ، وما يمكن أن تؤول إليه في المستقبل.

**ابعاد افرع الجيولوجيا**

**الجيوكيمياء Geochemistry**

يتناول هذا الفرع من علوم الأرض الخواص الكيميائية للمعادن والصخور المكونة للأرض وكذلك التأثيرات الكيميائية للمياه والغلاف الجوي والقوانين الكيميائية التي تتحكم في المادة وتأثيراتها الجيولوجية.

**الجيوفيزياء Geophysics**

يختص بدراسة بعض الخواص الفيزيقية للصخور المكونة للقشرة الأرضية ومن أهم الطرق المستخدمة لدراسة الصخور :طرق الجاذبية الأرضية السيزمية - المغنطيسية - الكهربائية . وهذه الطرق تستخدم لاستكشاف البترول والمياه الأرضية وبعض الرواسب المعدنية الفلزية. أما في مجال الهندسة المدنية فإنها تستخدم لدراسة طبيعة وتراكيب الصخور تحت السطحية في مواقع المنشآت مثل السدود والخزانات والأنفاق ومحطات توليد الكهرباء.

**الجيولوجيا الديناميكية Dynamic Geology**

يشمل هذا الفرع الدراسات المتعلقة بالعمليات الجيولوجية التي تحدث على سطح الأرض وتسمى بالعمليات الخارجية مثل التجوية الطبيعية والكيميائية للصخور والترسيب في البحار والبحيرات والأنهار ودراسة المياه السطحية. وكذلك العمليات الجيولوجية التي تنشأ داخل الأرض وتسمى العمليات الداخلية مثل دراسة الزلازل والبراكين والتراكيب الجيولوجية الناشئة عن الحركات الأرضية العنيفة.

**الجيولوجيا التاريخية Historical Geology**

وتشمل دراسة التغيرات التي حدثت على سطح الأرض من ناحية توزيع المياه ومناطق اليابسة منذ أول نشوء الأرض وحتى الآن.ويتناول هذا الفرع من علوم الأرض تاريخ ونشأة الصخور المكونة للقشرة الأرضية ودراسة آثار وبقايا الحياة الحيوانية والنباتية منذ نشأتها على سطح الأرض. وأهم أقسام الجيولوجيا التاريخية: علم الحفريات والجيولوجيا الطباقية وعلم الجغرافيا القديمة.

**الجيولوجيا التطبيقية Applied Geology**

ويشمل هذا الفرع الهام من علوم الأرض تطبيق الأسس والمعلومات الجيولوجية لاستغلال الموارد المعدنية من خامات وبترول وغيرها والتي توجد بالقشرة الأرضية استغلالا اقتصاديا لفائدة الإنسان وتقدم الحضارة.

ومن أهم أقسام الجيولوجيا التطبيقية: جيولوجيا التعدين وجيولوجيا البترول والمياه الأرضية وجيولوجيا النظائر المشعة والجيولوجيا الهندسية والجيولوجيا البيئية. .

بعد التطور الكبير في العلوم عامة، وفي الجيولوجيا بفروعها الكلاسيكية، ظهرت مجموعة من العلوم الجيولوجية التطبيقية، تعتمد على الأسس النظرية لفروع الجيولوجيا الكلاسيكية، وجيولوجيا النفطPetroleum geology ، جيولوجيا المياهHydrogeology ، جيولوجيا المناجمMining geology ، الجيولوجيا الهندسيةEngineering geology ،علم الزلازل Seismology،علم البراكينVolcanology ، علم المحيطاتOceanography ، جيولوجيا البحارMarine geology ،علم المناخClimatology ، علم التربةPedology ، الجيولوجيا الكونيةCosmic geology ،علم الكواكبPlanetology ،علم الفكAstronomy ، وجيولوجيا الفضاءSpace geology ، والاستشعار من البعدRemote sensing ، والجيولوجيا البيئية Environmental geology،الجيولوجيا الشرعيةForensic geology ،والجيولوجيا الطبي Medical geology.

## اغلفة الكرة الارضية

يتالف كوكب الارض من الاغلفة التالية:
تمثل الارض نظام مكونات متداخلة و تكون متفاعلة و مؤثرة في بعضها البعض، و هذه الانظمة او الاغلفة هي:

1- الغلاف الغازي Atmosphere:
و يمثل الطقس و المناخ الذين يعملان في تسيير الرياح و نحت الصخور و يحتوي على غازات النتروجين و الاوكسجين و غازات اخرى.

2- الغلاف المائي Hydrosphere:
و تمثل منظومة الكتلة الحركية السائلة التي تتحرك باستمرار بين البحار و المحيطات و الى الغلاف الجوي و الى الارض رجوعا الى المحيط البحري و تكون هذه الحركات مسؤولة عن تكون الظواهر الجيومورفولوجية و التجوية و على سطح الارض.

3- كتلة الارض:
ينقسم هذا الجزء الرئيس من نظام الارض الى عدة منظومات:

1- اللب Core و يقسم الى :
A- اللب الداخلي Inner core: و يكون غني بالحديد و النيكل و يبلغ نصف قطره تقريبا 1216 كم.
B- اللب الخارجي Outer core: تمثل طبقة المعادن شبه الذائبة و يبلغ سمكه تقريبا 2270 كم.

2- الجبة Mantle:
تمثل طبقة الصخور السائلة و يطلق عليها ايضا بالغلاف الانسيابي (Asthenosphere) الذي يكون متحركا بتيارات الحمل الصاعدة و النازلة التي تدفع القارات و تزحزحها عن مواقها و سمكها حوالي 2885 كم.

3- القشرة Crust:
و يطلق عليها ايضا بالغلاف الصخري (Lithosphere) الذي يكون صلبا و يقسم الى قسمين:

1- طبقة السيال Sial: تؤلف القشرة القارية و الجبال و تحتوي على السليكون و الالمنيوم بالدرجة الرئيسة و سمكها بين 20- 90 كم.
2- طبقة السيما Sima: و تؤلف القشرة تحت المحيطات و تحتوي على السليكون و المغنيسيوم بالدرجة الرئيسة و سمكها بين 5- 10 كم.

4- الغلاف الحياتي Biosphere:
و يمثل جميع مناطق الارض الملائمة لتواجد الكائنات الحية و تشمل اجزاءا من الغلاف الصخري و الغلاف المائي و الغلاف الغازي.

## محاولة تقدير عمر الارض:

1- العمر النسبي:
يتضمن عمل تاريخ او سلم زمني يربط تعاقب الاحداث الجيولوجية من خلال دراسة التطور الحيوي منذ نشاة الارض و هذا ما قاد الى تقسيم الزمن الجيولوجي الارضي الى احقاب و عصور بالاعتماد على المتحجرات، و يقدر عمر الارض بهذه الطريقة حوالي 600 مليون سنة.

2- العمر المطلق:
أ- حساب السمك الكلي للصخور: اساس هذه الطريقة هو استخدام سرعة او زمن الترسيب لتتابع كامل من الصخور الرسوبية و تعتمد على قياس السمك الكلي للطبقات الرسوبية في كل الازمنة الجيولوجية و بافتراض ان معدلات الترسيب لا تختلف في تلك الازمنة عن ما موجود في الازمنة الحالية و يمكن بذلك حساب زمن او عمر الارض بحساب السمك الكلي و قد اعطى عمرا للارض حوالي 100- 500 مليون سنة و من عيوبها هو افتراض ان معدلات الترسيب ثابتة و قد اهملت الطرقة فترات التعرية التي حصلت على الطبقات الصخرية.

ب- حساب معدل ازدياد ملوحة البحر: تعتمد على حساب الزمن الذي استغرقته البحار و المحيطات للوصول الى ملوحتها الحالية
بافتراض ان البحار عند نشاتها كانت مياهها عذبة و بالتالي فان عمر الارض بالاعتماد على هذه الطريقة هو كمية الاملاح في البحار و المحيطات مقسوما على كمية الاملاح التي تحملها الانهار الى البحار و المحيطات سنويا و قد اعطى عمرا للارض حوالي 300- 1500 مليون سنة. الماخذ على هذه الطريقة هو افتراض ان معدل زيادة الملوحة في الازمنة الماضية مشابه للازمنة الحالية و هذا الافتراض خاطئ كما و ان هذه الطريقة تعطي تقديرا لعمر المحيطات و ان عمر الارض اكثر من ذلك بكثير.

ج- حساب معدل تحلل العناصر المشعة: تعتمد على ظاهرة احتواء الصخور على كميات من العناصر المشعة التي تتحول مع الزمن الى نظير غير مشع و قد اوضح العلماءان هذا التحول يتم بمعدل ثابت لا يتاثر بالعوامل الخارجية و لا يتغير مع الزمن و يتم حساب سرعة تحلل العناصر المشعة بقياس ما يسمى نصف العمر و هي الفترة اللازمة لتحول نصف الكمية من العنصر المشع الى النظير الغير مشع و من العناصر المشعة اليورانيوم و الثوريوم و غيرها.

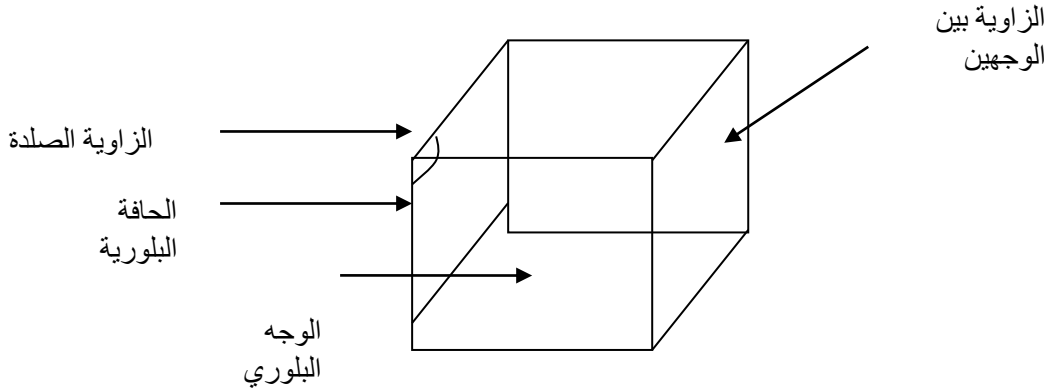
# علم وصف البلورات Crystallography

هو العلم الذي يختص بدراسة البلورات وتحديد انظمتها وانواعها واصنافها واشكالها البلورية , اما البلورة Crystal فهي جسم هندسي صلب ذات تركيب كيميائي محدد تتبلور وتنفصل من المحلول المشبع تحت ظروف حرارية وضغطية معينة ,مثل بلورة ملح الطعام (معدن الهالايت Halite ) NaCl يحد هذه البلورة اسطح مستوية تسمى اوجه البلورة Crystal faces تمثل انعكاسات للترتيب الذري الداخلي للذرات وتسمى عملية انفصال البلورة من المحلول المشبع بعملية التبلور Crystallization .

الاجزاء البلورية:

## 1-الوجه البلوري Crystal face

هي تلك السطوح التي تحيط بالبلورة من جوانبها المختلفة, مثال ذلك توجد ستة اوجه بلورية في البلورة المكعبة الموضحة بالشكل التالي:




## 2-الحافة البلورية Crystal edge

هي حافة مستقيمة تنشأ من التقاء وجهين بلوريين متجاورين , فمثلاً توجد (12) حافة بلورية في النظام المكعب.

## 3-الزاوية الصلدة Solid angle

هي تلك الزاوية التي تنشأ من التقاء اكثر من وجهين بلوريين فمثلاً توجد ( 8 ) زوايا صلدة في بلورة النظام المكعب.

## 4-الزاوية بين الوجهين Interfacial angle

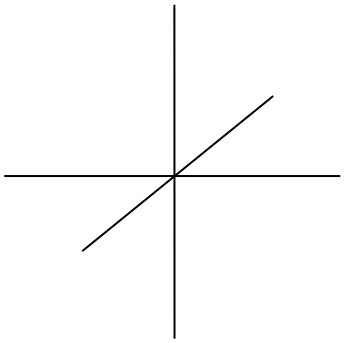
وتقاس هذه الزاوية بين مستقيمين عموديين على اي وجهين بلوريين متجاورين مشتركين بحافة بلورية كما في الشكل اعلاه.

## 5-الشكل البلوري Crystal form

وهو الهيئة التي تبدو بها البلورة والتي تحدد بعدد الاوجه البلورية المرتبة بصيغة معينة تعطي في النهاية شكلاً معيناً كالنظام المكعب الذي يحتوي على ستة اوجه بلورية.

## 6-المحور البلوري Crystallographic axis

هو خط وهمي يمر بمركز البلورة وتحوي جميع الانظمة البلورية على ثلاثة محاور بلورية عدا النظام السداسي الذي يتميز بأحتوائه على اربعة محاور بلورية , تتقاطع المحاور البلورية في نقطة تسمى نقطة التقاطع المحوري والتي تمثل مركز البلورة Crystal center ,تسمى المحاور البلورية المتساوية الاطوال ($a_1$ , $a_2$ , $a_3$ ) ,اما المحاور البلورية غير المتساوية الاطوال فتسمى ( a ,b , c ) والشكل التالي يمثل المحاور البلورية والزوايا بين هذه المحاور .



## الانظمة البلورية Crystal systems

بالاعتماد على طول المحاور البلورية a , b , c والزوايا بين هذه المحاور تقسم الانظمة البلورية الى ستة انظمة بلورية اساسية هي:

1-النظام المكعب Cubic system

2-النظام الرباعي Tetragonal System

3-النظام المعيني القائم Orthorhombic system

4-النظام السداسي Hexagonal system

5-النظام احادي الميل Monoclinic system

6-النظام ثلاثي الميل Triclinic system

# المعادن Minerals

**المعدن:** هو مادة صلبة متجانسة غير عضوية طبيعية التواجد ذو تركيب كيميائي ثابت ونظام بلوري معين. والمعدن اما يتكون من عنصر واحد غير متحد مع غيره من العناصر مثل الذهب والماس والكرافايت او على شكل مركب كيميائي مكون من عنصرين او اكثر والمركب هو الصيغة الشائعة لاغلب المعادن المتواجدة في الطبيعة مثلاً معدن الكالسايت Calcite وصيغته الكيميائية $CaCo_3$ .

## نشأة المعدن Mineral Genesis:

1- **تكوين المعدن من الصهارة (magma)**: بواسطة التبلور والانفصال من الصهارة عند التصلب مثل معدن الفلدسبار ($Ca,\ Na,\ AlSi_3,\ O_8$) او ($KAlSi_3O_8$) والاوليفين $(Fe,Mg)SiO_4$ والكوارتز ($SiO_2$) والماكنيتايت($Fe_2O_3$).

2- **تكوين المعادن من المحاليل (Solutions):** وخاصة من محاليل المياه الحارة بعد برودتها مثل الكالينا PbS والكالسايت $CaCO_3$ والسنابار HgS والاوبال $SiO_2$ ، وبواسطة التبخر مثل ملح الطعام NaCl او خروج الغاز من السائل مثل بيكربونات الصوديوم او الكالسيوم $Ca(HCO_3)_2$. ان هذه الحالات تتم لتركيز المادة في السائل ثم ترسيبها بشكل معدن، اما الطرق الاخرى التكوين فتكون بالاحلال مثل احلال $SiO_2$ في الخشب وتبادل المحاليل مثل تكوين حجر الكلس $CaCO_3$ من اتحاد محاليل كاربونات الصوديوم مع كلوريد الكالسيوم، وبفعل الكائنات الحية مثل استخلاص $CaCO_3$ لتكوين الصدفة واستخلاص SiO2 لبناء هيكل الر اديولاريا.

3- **تكوين المعادن من الغازات (gasses):** مثل تفاعل فلوريد الهيدروجين HF مع الصخور الجيرية $CaCO_3$ لتكوين معدن الفلورايد $CaF_2$.

## الخصائص الفيزيائية للمعادن Physical properties of minerals

***الخصائص البصرية:**

**1- اللون Color** : ويمثل الضوء المنعكس عن سطح المعدن والذي يكون بطول موجي معين.

هنالك بعض المعادن التي تمتاز بلون ثابت مثل معدن الكبريت Sulphur (اصفر اللون) والهيماتايت Hematite (احمر اللون) والبعض الاخر تتحكم في الوانه نوعية الشوائب وكميتها ومثال ذلك هو معدن الكوارتز Quartz حيث ان الكوارتز النقي هو عديم اللون لكن في بعض الاحيان نجده يمتلك اللون الوردي ويسمى Rose quartz او اسود اللون ويسمى Smoky quartz .

**2- المخدشٍ Streak** : هو لون مسحوق المعدن الذي قد يشابه لون المعدن الاصلي او يختلف عنه. ولغرض التعرف على لون مخدش المعدن يتم حك المعدن على لوح خاص مصنوع من البورسلين ابيض اللون يسمى لوح المخدش Streak plate ثم نلاحظ اللون المتخلف على هذا اللوح والذي يمثل لون مخدش المعدن مع الانتباه الى ان بعض المعادن تمتلك صلابة اعلى من لوح المخدش اي لا تترك اثراً على سطح اللوح مثل معدن التوباز Topaz والجدول التالي يبين بعض الامثلة على المخدش.

| Mineral | Color | Streak |
|---|---|---|
| Talc | Green | White |
| Gypsum | Colorless-brown | White |
| Hematite | Red | Red |
| Magnetite | Black | Black |
| Sphalerite | Brown | Yellow |

**3- البريق Luster** :هو شدة سطوع سطح المعدن والذي يعتمد على كمية الضوء المنعكسة عن سطح المعدن والواصلة الى العين. ويفضل دراسة البريق على سطوح المعدن الجديدة لتلافي حالة الصدأ التي تحصل على سطوح بعض المعادن وبالتالي لا تعكس البريق الاصلي للمعدن , ويقسم البريق الى نوعين :

*بريق فلزي Metallic luster

هو ذلك البريق المنعكس عن سطوح الفلزات كالذهب والفضة والبلاتين حيث ان اغلب المعادن المعتمة تمتلك بريقاً فلزياً.

*البريق اللافلزي Nonmetallic luster
هو البريق المنعكس عن سطوح المعادن الفاتحة اللون والمعادن الشفافة التي تسمح بنفاذ الضوء من خلالها ويقسم الى عدة انواع اهمها:

1- بريق زجاجي Vitreous luster
ويشبه بريق الزجاج ومثاله معدن الكوارتز $Sio_2$ .
2- بريق دهني Greasy luster
يشبه البريق المنعكس عن المواد الدهنية مثل معدن النفيلين Nepheline .
3- بريق صمغي Resinous luster
يشبه بريق المواد الصمغية ومن امثلته معدن الكبريت Sulphur .
4- بريق لؤلؤي Pearly luster
يشبه بريق سطح اللؤلؤ ومن امثلته معدن المايكا Mica .
5- بريق حريري Silky luster
يشبه بريق مادة الحرير ومن امثلته معدن الجبس الليفي Fibrous gypsum .
6- بريق ماسي Adamantine luster
وبريقه ساطعاً يشبه بريق الماس ومن امثلته معدن السروسايت Cerussite .
7- بريق ارضي او ترابي Earthy or Dull luster
تتميز به المعادن ذات المنظر الترابي او المعادن الطينية مثل معدن الكاؤلينايت Kaolinite .

**4- الشفافية Transparency**

هي قابلية المعدن على امرار الضوء من خلاله وتقسم المعادن على اساس هذه الخاصية الى ثلاثة اقسام هي:
- معادن شفافة Transparent: وهي المعادن التي تسمح للضوء بالمرور من خلالها مثل معدن الكوارتز.
- معادن شبه شفافة Translucent : وتسمح لنصف كمية الضوء بالمرور من خلالها مثل الكوارتز الداخن Smoky quartz
- معادن معتمة opaque : وتمتاز به المعادن الغامقة التي لا تسمح للضوء بالمرور من خلالها مثل معدن البايرايت Pyrite .

***الخصائص التماسكية**

وتعتمد على البناء الذري الداخلي للمعدن وتقسم الى:

**1- الصلابة Hardness**

هي مقدار المقاومة التي يبديها المعدن اذا ما تعرض لخدش او تفتت او تأكل وتقاس صلابة المعدن بواسطة مقياس خاص يسمى مقياس موهو للصلابة Moh s scale of hardness وهذا المقياس مكون من عشرة معادن مرتبة تصاعدياً من المعدن الاقل صلابة الى المعدن الاعلى صلابة وهذه المعادن هي:

| | |
|---|---|
| 1-Talc | تالك |
| 2-Gypsum | الجبس |
| 3-Calcite | كالسايت |
| 4-Flourite | فلورايت |
| 5-Apatite | اباتايت |

| | |
|---|---|
| 6-Orthoclase | اورثوكليس |
| 7-Quartz | كوارتز |
| 8-Topaz | توباز |
| 9-Corundum | كوراندم |
| 10-Diamond | ديامونند (الماس) |

ويتم التعرف على درجة صلابة المعدن بخدشه باحد معادن المقياس فالمعدن الخادش هو الاعلى صلابة والمعدن المخدوش هو الاقل صلابة .

مثال:

اذا اخذت معدناً معيناً واردت التعرف على صلابته ,قم بخدش المعدن بواسطة معادن جدول موهو بالتسلسل الى ان تخدش المعدن فمثلا اذا خدش المعدن الذي بين يديك بواسطة معدن الكوارتز فهذا يعني ان هذا المعدن يملك صلابة اقل من (7) لذلك نقوم بخدشه بمعدن اقل وهو الاوثوكليس فاذا لم يخدشه فهذا يعني ان صلابة المعدن هو (6) تقريباً.

وايضاً يمكن قياس صلابة المعدن بواسطة مواد اخرى متوفرة لديك او في المختبر فمثلاً يمكن استعمال ظفر الاصبع وصلابته (2.5) والعملة النحاسية (3.5) ونصل السكين (5.5) ولوح المخدش (6.5).

**2- التشقق (الانفصام) Cleavage**

هو عبارة عن اسطح متوازية ومتساوية المسافات عن بعضها تمثل مناطق ضعف في المعدن وهي تعتمد على البناء الذري الداخلي واذا ما طرق المعدن الحاوي على تشقق طرقاً خفيفاً فأن اسطح جديدة تظهر بوضوح وتعرف هذه الاسطح بمستويات الانفصام Cleavage planes . قد تكون هذه المستويات بأتجاه واحد One set of cleavage مثل معدن المسكوفايت او بأتجاهين Two set of cleavage مثل الفلدسبار او قد تكون بثلاثة اتجاهات Three set of cleavage مثل الهالايت وقد تخلو بعض المعادن من هذه الخاصية مثل الكوارتز.

**3- المكسر Fracture**

هو الشكل الذي يظهر به المعدن بعد تعرضه للكسر ويكون على عدة انواع :

- مكسر محاري Concoidal fracture: ويكون على شكل دوائر متحدة المركز(كما في خطوط النمو لصدفة المحار ) لذلك سمي بالمحاري ومثال صخرة الاوبسيدين Obsidian.
- مكسر شبه محاري Subconcoidal fracture: ويكون اقل انتظاماً من السابق ويظهر في معدن الكوارتز.
- مكسر مستوي Even: ويكون على شكل سطح مستوي ومثاله صخرة الحجرالجيري Limestone .
- مكسر خشن Hackly: ويكون السطح المكسور ذا نتوءات بارزة كما في النحاس.