نشأة المعادن

Dr.Mohamed adly soliman

نشأة وتكوين المعادن ومن ثم الخامات المعدنية في الطبيعة:

- تتواجد العناصر ف الطبيعه فى صورة اتحادات بين عنصرين او اكثر مكونه مركبات يطلق عليها المعادن اومخلوط هذه المعادن الذى يوجد فى الطبيعه يسمى الصخر.

- المعدن :هو حجم طبيعى غير عضوى له تركيب كميائى ثابت ومتجانس وله شكل بلورى محدد يعكس صفات فيزيائيه ثابته
- الصخر: هو جسم طبيعى غير عضوى مكون من معدن واحد متعددالشوائب وغير متجانس او مخلوط من معادن متقاربه فى ظروف نشأتها

ويرجع نشأة وتكوين المعادن فى الطبيعه:

- **1- التكوين من الصهير أو اللابة:**

- إن الكثير من المعادن المكونة للقشرة الأرضية تكونت نتيجة لتصلب السائل الصخري أو المادة الصخرية المصهورة المعروفة باسم الصهير أو المجما.

- وتتوقف المعادن الناتجة من تبلور الصهير والتي تكون الصخور النارية على التركيب الكيميائي للصهير. ولقد قدر أن ثمانية عناصر فقط (هي الأوكسجين *O2*، السيليكون *Si* والألمنيوم *Al*، والحديد *Fe*، والمغنسيوم *Mg*، والكالسيوم *Ca*، والصوديوم *Na*، والبوتاسيوم *K*) تكوّن 99% تقريباً من مجموع العناصر الموجودة في الصهير. أما 1% الباقية فتتمثل العناصر المختلفة، إضافة إلى الفلزات الاقتصادية مثل الفضة والذهب والنحاس والرصاص والقصدير.. الخ.

- وعند تبلور الصهير تتبلور السيليكات أولاً وعلى مراحل لتكون المعادن السيليكاتية الرئيسية المكونة للصخور: الفلسبارات البلاجيوكليزية والأوليفين والبيروكسين والأمفيبول والميكا والفلسبارات البوتاسية والكوارتز.
- وتتكون الصخور النارية أساساً من هذه المعادن. وبطبيعة الحال يقل تركيز العناصر المكونة لهذه المعادن، في حين يزيد تركيز العناصر الأخرى وبعض الفلزات في الصهير المتبقي.

- ويحتوي الصهير بعض المواد الطيارة والمواد الممعدنة ذائبة فيه. وهذه المواد لا تدخل بدرجة ملحوظة في التركيب الكيميائي للمعادن التي تبلورت في المراحل الأعلى من عملية التبلور، لذا فإنها تتجمع وتتركز في السائل المتبقي من الصهير لتكون المحاليل المائية الحارة (محاليل حرمائية *Hydrothermal solutions*) وهذه المحاليل تعتبر مصدراً رئيسياً لكثير من المعادن والخامات.

- وتتكون الصخور النارية أساساً من هذه المعادن. وبطبيعة الحال يقل تركيز العناصر المكونة لهذه المعادن، في حين يزيد تركيز العناصر الأخرى وبعض الفلزات في الصهير المتبقي.

- وفي بعض الأحيان يحدث تبلر للكثير من أكاسيد وكبريتيدات الفلزات ذات القيمة الاقتصادية مثل الحديد والنحاس والكروميوم.. الخ. مكونة بذلك رواسب الخامات (*Oredeposits*) وذلك من خلال انفصال المعادن المكونة لها مباشرة من الصهير، نتيجة عدم قابليتها للذوبان فيه.

- ويحتوي الصهير بعض المواد الطيارة والمواد الممعدنة ذائبة فيه. وهذه المواد لا تدخل بدرجة ملحوظة في التركيب الكيميائي للمعادن التي تبلورت في المراحل الأعلى من عملية التبلور، لذا فإنها تتجمع وتتركز في السائل المتبقي من الصهير لتكون المحاليل المائية الحارة (محاليل حرمائية *Hydrothermal solutions*) وهذه المحاليل تعتبر مصدراً رئيسياً لكثير من المعادن والخامات.

2- التكوين من المحاليل:

- للمحاليل المائية مصدران أساسيان هما:
- 1-المياه الصهيرية (المحاليل الحرمائية)، والمياه السطحية (مثل مياه الأمطار والأنهار) وتحدث عملية التبلور من المحاليل نتيجة الآتي:
- **أ- انخفاض درجة حرارة وضغط المحلول:** تحتوي المحاليل المائية الحارة على كميات من المواد المذابة نتيجة تكونها تحت ظروف ذات درجات حرارة عالية وضغط عال. وعندما تبر هذه المحاليل ويقل الضغط عليها يترسب منها معادن متنوعة تعرف باسم المعادن المائية الحارة.
- من هذه المعادن ما يترسب في درجات حرارة عالية تتراوح بين 500 - 300˚س وتحت ضغط عال. وهذه تسمى رواسب عالية الحرارة. وهي رواسب تتكون في أعماق بعيدة عن سطح الأرض مثل رواسب معادن الولفراميت والمولبدنيت. والأباتيت والتوباز والجارنت.
- وباستمرار انخفاض درجة الحرارة والضغط، وعلى أعماق متوسطة تتكون رواسب متوسطة الحرارة (*Mesothermal deposits*) مثل الرواسب المحتوية على معادن سفاليريت، كالكوبيريت، جالينا ، كالسيت، باريت.
- ومع استمرار الانخفاض من الحرارة والضغط (درجة الحرارة 200 - 50˚س) تتكون قريباً من سطح القشرة الأرضية رواسب منخفضة الحرارة مثل الرواسب المحتوية على معادن المركزيت، والكلسيت والاستبنيت.

ب- الترسيب من المياه الأرضية:

- يحدث أن تفقد بيكربونات الكالسيوم ما بها من غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب في الماء ليتحول إلى معدن الكلسيت
- حسب المعادلة التالية:

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca\,(HCO_3)_2$$

$$Ca\,(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{حرارة}} \underset{\text{كلسيت}}{CaCO_3} + CO_2 + H_2O$$

- وفي المناطق شديدة الأمطار والتي تكثر فيها الصخور الجيرية، فإن المياه الأرضية تذيب كميات من هذه الصخور ويؤدي ذلك إلى تكوين كهوف، وعند تبخر الماء يترسب معدن الكلسيت على هيئة أعمدة مخروطية تعرف باسم استلاكتيت (تتدلى من سقف الكهف) أو استلاجميت (يرتفع بعضها قائماً على أرضية الكهف).

- وقد يحدث أن تفقد مياه الينابيع (المذاب فيها غاز ثاني أكسيد الكربون وبيكربونات الكلسيوم) غاز ثاني أكسيد الكربون وتترسب الكربونات على هيئة مسحوق أبيض متماسك يسمى ترافرتين.

ج- بخر السائل المذيب:

- مثل بخر مياه البحار والمحيطات وترسيب العديد من المعادن. وتتبلور أولاً الأملاح الأقل ذوباناً وينتهي التبلر بالأملاح الأكثر ذوباناً في الماء.

د- تفاعل المحاليل مع المواد الصلبة التحوال السائلي (الإحلال الميتاسوماتي):

- مثل تكوين معدن سميثسونيت (كربونات الزنك) الذي يتكون حسب المعادلة:

- أ

$$Zn\,SO_4 + CaCO_3 \longrightarrow ZnCO_3 + CaSO_4$$

للمعدن القديم (كلسيت).

ه- فعل الكائنات الحية على المحاليل :

- توجد بعض أنواع البكتيريا التي تمتص أكاسيد الحديد من المياه التي تعيش فيها، وعند موت البكتريا تكون رواسب معدنية تحتوي على أكاسيد الحديد، كما أن بعض المحاريات تستخلص كربونات الكلسيوم من المياه وتفرزها كأجزاء صلبة (أصداف) ضمن أجسامها.

3- التكوين من الغازات:

- إن المواد الطيارة والغازية الموجودة في الصهير لا تدخل بدرجة كبيرة في التركيب الكيميائي للمعادن التي تتبلور في المراحل الأولى من عملية التبلور، وإنما يحدث أن تتركز هذه المواد الطيارة والغازات في المراحل الأخيرة من عملية التبلور.

- وتحت ظروف مواتيه تترك الصهير المتبقي، وتتفاعل بدرجة كبيرة مع بعضها أو مع الصخور المحيطة بها تشمل هذه المواد الطيارة والغازات بخار الماء والكلور والفلور والبورون وغير ذلك، وكذلك المركبات الطيارة لهذه العناصر. وقد تهرب الغازات بسبب قلة الضغط كما في الحمم وتبرد وتتجمد بسرعة لتترسب مباشرة على هيئة صلبة حول فوهة البركان.

- وإذا كان الصهير على أعماق كبيرة من سطح الأرض ولم تهرب الغازات؛ تحدث تفاعلات كثيرة على الصخور المحيطة وتتكون معادن جديدة نتيجة التفاعل بين الصخر الصلب والغازات؛ في عملية تعرف باسم التحول الغازي.

- ومن أمثلة هذا التكوين معدن الكاسيتريت ($SnO2$) الذي يوجد غالباً مع معدن الفلوريت ($CaF2$).

$$SnF_4 + 2H_2O \longrightarrow SnO_2 + 4HF$$

كاسيتريت

$$4HF + 2CaCO_3 \longrightarrow 2CaF_2 + 2H_2O + 2CO_2$$

4- التكوين من مواد صلبة:

- تتم هذه العملية بواسطة عملية التحول (*Metamorphism*) وبخاصة التحول الحراري، حيث ينتج عن هذا النوع من التحول، معادن جديدة أكثر من تلك التي تتكون نتيجة للتحول الحراري الضغطي.

- ومن أمثلة المعادن التي تتكون بفعل التحول الحراري الجارنت، والذي ينتج من اتحاد أكاسيد وسيليكات الحديد والألومينيوم ومعدن الولاستونيت، والذي ينتج من اتحاد ثاني أكسيد السبليكون مع كربونات الكلسيوم بفعل الحرارة.

تحلل المعادن

- وبعد تكون المعادن فإنها تكون معرضة لعوامل التجوية، سواء الفيزيائية (الميكانيكية) منها أو الكيميائية، ويؤدي التأثير الفيزيائي إلى تكسير المعادن وتفتيتها، أما عوامل التجوية الكيميائية فإنها تؤدي إلى تحلل المعادن وتكوين معادن جديدة وهي تشمل عمليات كيميائية قد يتداخل بعضها مع بعض كالأكسدة والتميؤ والتكربن.

- وفي الكثير من الأحيان تؤدي هذه العمليات دورها مشتركة، وينتج على أسطح المعادن المعرضة للتجوية معادن جديدة من الأكاسيد أو الكربونات أو مركبات مائية للفلزات المكونة للمعادن الأصلية. وقد يستدل على المعدن الأصلي من خلال هذه الأسطح.

- ومن أمثلة عمليات الأكسدة تكوين رواسب اللاتريت (أخلاط من معادن أكاسيد الحديد والألومينيوم المتميئة) والتي تكونت بأكسدة المعادن الحديد ومغنيسية الموجودة في الصخور النارية في المناطق الرطبة الحارة. كما تؤدي عملية التأكسد إلى تكوين تربة البوكسيت، التي تتكون بأكسدة الصخور المحتوية على معادن بها نسبة قليلة من الحديد، حيث يكون الراسب المتبقى من التحلل غنياً بأكاسيد الألومينيوم المائية.
- كما يتأكسد معدن البيريت إلى كبريتات الحديدوز حسب المعادلة:

$$FeS_2 + 2O_2 \longrightarrow FeSO_3 + S$$

ومن أمثلة التميؤ:

- حسب المعادلة التالية:

$$CaSO_4 + 2H_2O \longrightarrow CaSO_4.\ 2H_2O$$

انهيدريت الجبس