الصخـــور The Rocks

A rock or stone is a natural substance a solid aggregate of one or more mineral or mineraloids.

Rocks are broadly classified into three groups based on their process of formation. The three major rock types are:

1. Igneous rocks
2. Sedimentary rocks
3. Metamorphic rocks

الصخرة Rock: عبارة عن تجمع طبيعي لواحد أو اكثر من المعادن أو أشباه المعادن بشكل متماسك لتكون صخرة صلبة. قد تكون الصخرة مكونة من معدن واحد Monomineralic أو من أكثر من معدن Polymineralic. من أمثلة الصخور أحادية المعدن: صخرة الحجر الجيري Limestone الرسوبية المكونة من معدن الكالسايت، صخرة الجبس Gypsum الرسوبية المكونة من معدن الجبسوم Gypsum وصخرة الكوارتزايت Quartzite المتحولة المكونة من معدن الكوارتز.

اما الصخور المتعددة المعادن فهي كثيرة مثل صخرة الكرا نايت Granite.

Rocks are formed in three main ways and are classified accordingly

1. Igneous rocks form from molten material called magma
2. Sedimentary rocks form from sediments deposited out of water or the air.
3. Metamorphic rocks form from the alteration of other rocks through temperature and pressure induced changes in the minerals

أنواع الصخور:

تقسم الصخور بالاعتماد على الأصل او المنشأ Genetic classification أو تسمى أيضا بيئات الترسيب Deposition environments، إلى ثلاثة أنواع:

1. الصخور النارية Igneous Rocks: الصخور التي تتكون من تبلور المواد الصخرية المذابة تحت سطح الأرض والتي تسمى بالصهارة **Magma** حيث تحدث هذه العملية نتيجة التبريد الحاصل للصهير أثناء اختراقه طبقات القشرة الأرضية.

2. الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

هي الصخور التي تكونت نتيجة عمليات متعاقبة من التجوية والنقل والترسيب في بيئات ترسيب مختلفة (بحرية ، قارية ، نهرية ...الخ) .

3. الصخور المتحولة Metamorphic Rocks:

هي صخور تكونت من تحول صخور هي بالأصل نارية أو رسوبية أو حتى متحولة قديمة بفعل عوامل التحول من ضغط وحرارة تعمل على إعادة تبلور تلك الصخور الاصلية المسماة بالصخور الام وهي في حالة صلبة بشرط ان لا تنصهر.

Igneous rocks

Igneous rocks form by the solidification of melts. Molten rock called **magma.**

Crystallization of magma
تبلور الصهير

What is a magma:

Magma is molten rock found below the earth's surface.

Magma forms and feeds volcanoes or cools and crystallizes into igneous rock.

الصهير (المهل أو الطفوح) Magma: هي الصخور المذابة التي توجد تحت سطح الأرض والصهير هو الذي يغذي البراكين وقد يبرد ويتبلور قبل ان وصوله إلى سطح الأرض ليكون البركان وبدلا عن ذلك يكون صخور نارية جوفية.

Lava is magma that reaches the surface of the earth through a volcano vent

الطفوح البركانية Lava هي الصهير الذي يصل إلى (فوق) سطح الأرض من خلال العنق البركاني.

Thy type of mineral creation from **magma depends** on two factors:

نوعية المعادن المتكونة من الصهير البركاني يعتمد على عاملين:

- Types of elements in the magma

  نوعية العناصر الكيميائية المكونة للصهير الصخري

- The melting point of each mineral

  درجة انصهار (درجة تبلور) كل معدن. حيث ان المعادن ذات درجات الانصهار الأعلى تتبلور قبل المعادن ذات درجات الانصهار الأقل.

Minerals with high melting point will crystallize first.

بينما حجم البلورات المتكونة Crystal size يعتمد على سرعة تبريد الصهير Rate of cooling حيث كلما كان سرعة تبريد الصهير بطيئة كانت حجم البلورات كبيرة وكلما كانت سرعة التبريد سريعة كانت حجم البلورات صغيرة أما اذا كانت سرعة التبريد سريعة جدا فقد لاتتكون بلورات نهائيا ويتكون بدلا عن ذلك زجاج بركاني.

Slow cooling promotes large crystals.

Fast cooling promotes small crystals..

.

Classification of Igneous Rocks

تصنيف الصخور النارية:

لا يوجد تصنيف محدد يحظى بإجماع علماء الصخور النارية ولكن يوجد أكثر من أساس من أسس التصنيف ويمكن إجمال تلك الأسس فيما يلي:

A: كيفية التواجد Mode of occurrence

ميز العلماء بين نوعين من الصخور النارية حسب موقع النشأة إلى صخور نارية جوفية وصخور نارية سطحية.

Plutonic (intrusive) rocks:

Plutonic or intrusive rocks result when magma cools and crystallizes slowly within the Earth's crust. A common example of this type is granite.

الصخور النارية الجوفية Plutonic Rocks

يتكون هذا النوع من الصخور النارية عندما يبرد الصهير على أعماق كبيرة في باطن الأرض ويحدث التصلب نتيجة التبريد البطيء والمستمر تحت الضغط المرتفع مع وجود المواد الطيارة Volatilesمما يتيح الفرصة لنمو بلورات المعادن المكونة للصخر الناري الجوفي , الأمر الذي ينعكس بالتالي على نسيج الصخر نفسه فيصبح ذا نسيج خشن Coarse grained يمكن تمييز محتواه المعدني بالعين المجردة مثل صخور الكرانيت التي تتميز بنسيجها المعدني الخشن.

Volcanic (extrusive) rocks:

Volcanic or extrusive rocks result from magma reaching the surface as either lava or fragmental ejecta forming rocks such as pumice or basalt

الصخور النارية السطحية (البركانية) Volcanic Rocks

تتكون هذه النوعية من الصخور النارية نتيجة لتصلب الحمم او الطفوح البركانية Lava المندفعة من فوهات البراكين عند السطح في ظروف عكس الظروف المكونة للصخور الجوفية تماما إذ يتم التبريد بسرعة مما لا يتيح الفرصة لنمو بلورات المعادن المكونة للصخر فيصبح النسيج فى هذه الحالة دقيق التحبب **Fine grained** وربما لا تتكون بلورات على الإطلاق إذا كان التبريد فجائيا فيصبح النسيج في هذه الحالة **نسيجاً زجاجيا Glassy**.

أنسجة الصخور النارية

Texture: refers to the relationship between the materials of which a rock composed.

النسيج Texture: يعرف النسيج الصخري بأنه العلاقة ما بين المواد المكونة للصخرة.
أو: هي دراسة الحجم الحبيبي للصخرة وعلاقة هذه الحجوم مع بعضها البعض.

B: تصنيف الصخور النارية بالاعتماد على النسيج Texture of Igneous Rocks

1 Phaneritic Texture

Phaneritic textured rocks are comprised of large crystals that are clearly visible to the eye with or without a hand lens or binocular microscope. This texture forms by slow cooling of magma deep underground in the plutonic environment.

1. النسيج الظاهري (الواضح) Phaneritic Texture

الصخرة مكونة من بلورات معادن كبيرة وواضحة بالعين المجردة ومن دون الحاجة لعدسة مكبرة لرؤية بلورات المعادن او مايكرسكوب ثنائي العدسة.
وهذا النسيج ينشأ نتيجة التبريد البطيء للصهير في أعماق كبيرة في باطن الأرض.

2 Aphanitic Texture

Aphanitic texture consists of small crystals that cannot be seen by the eye with or hand lens. This texture results from rapid cooling in volcanic or hypabyssal (shallow subsurface) environments.

2. النسيج الخفي Aphanitic Texture

الصخرة مكونة من بلورات معادن صغيرة لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ولكن بواسطة العدسة المكبرة.
هذا النسيج ينشأ عن التبريد السريع للصهير في مناطق القريبة من سطح الأرض.

3. Porphyritic Texture

Porphyritic rocks are composed of at least two minerals having a conspicuous (large) difference in grain size. The larger grains are termed phenocrysts and the finer grains either matrix or groundmass.

Porphyritic rocks are thought to have undergone two stages of cooling; one at depth where the larger phenocrysts formed and a second at or near the surface where the matrix grains crystallized.

3. النسيج البورفيري Porphyritic Texture

هذا النسيج هو مزيج ما بين معدنين على الأقل مختلفين في حجم الحبيبات الحبيبات (البلورات) كبيرة الحجم تسمى Phenocrysts والحبيبات الصغيرة تسمى أرضية Matrix.
النسيج البورفيري يتكون من خلال مرحلتين من التبريد الأولى في أعماق كبيرة حيث يكون التبريد بطيء وتتبلور بلورات كبيرة Phenocrysts ومرحلة تبريد أخرى قرب سطح الأرض حيث يكون التبريد سريع ليكون أرضية ناعمة التبلور.

4. Glassy Texture

Glassy textured igneous rocks are non-crystalline meaning the rock contains no mineral grains. Glass results from cooling that is so fast that minerals do not have a chance to crystallize. This may happen
when magma or lava comes into quick contact with much cooler materials near the Earth's surface. Pure volcanic glass known as obsidian.

4. النسيج الزجاجي Glassy Texture

هو نسيج غير متبلور أي ان الصخرة لاتحتوي على حبيبات وهو يتكون نتيجة التبريد السريع لدرجة لايعطي فرصة للمعادن لتكون بلورات. وهذه يحدث عندما يلامس الصهير الساخن الصخور الباردة بسرعة قرب سطح الأرض. الزجاج البركاني النقي يسمى اوبسيديان Obsidian

5. Vesicular Texture

This term refers to vesicles (cavities) within the igneous rock. Vesicles are the result of gas expansion (bubbles), which often occurs during volcanic eruptions. Pumice and scoria are common types of vesicular rocks.

5. نسيج الفجوات Vesicular Texture

هو النسيج الصخور النارية التي تحتوي على فجوات نتيجة لهروب الغازات والتي تكون بشكل فقاعات لتترك مكانها على شكل فراغات. وهذا يحدث خلال الانفجارات البركانية. مثل صخرة البمس Pumice

6. Fragmental (Pyroclastic) Texture

Pyroclastic are rocks blown out into the atmosphere during violent volcanic eruptions. These rocks are collectively termed fragmental. If you examine a fragmental volcanic rock closely you can see why.
You will note that it is comprised of numerous grains or fragments that have been welded together by the heat of volcanic eruption

6. النسيج الفتاتي الناري Pyroclastic Texture

يتكون عندما تقذف البراكين الحمم البركانية في الهواء وعند سقوطها على الأرض تبقى حارة لدرجة كافية تسطيع بها ربط قطع من الصخور مع بعضها ويشبه هذا النسيج نسيج الصخور الرسوبية .

C. التصنيف الكيميائي Chemical Classification

الصخور النارية إلى اربعة أقسام حسب محتواها من SiO_2 وهي:

1- **الصخور الحامضية Acidic:** وتحتوي على اكثر من 66% SiO_2.

مثل صخور الجرانيت Granite والجرانوديوريت . Granodiorite

2- **الصخور المتوسطة Intermediate:** فيها SiO_2 = 66-52%.

مثل صخورالسيانيت Syenite والديوريت . Diorite

3- **الصخور القاعدية Basic:** فيها SiO_2 = 52-45%.

مثل صخور الجابرو Gabbroوالبازلت Basalt

4- **الصخور فوق القاعدية Ultrabasic:** فيها SiO_2 أقل من 45%.

مثل صخور الدونيت Duniteوالبريدوتيت . Peridotite

D: تصنيف على أساس اشكال كتل الصخور النارية Forms of the Igneous Rocks

أشكال الصخور (الكتل) النارية Forms of the Igneous Rocks

A. أشكال الكتل البركانية أو السطحية Forms of Volcanic Rocks

1. **Lava flows**

Lava flow extruded on the earth's surface range from a few centimeters to a few hundred meters in thickness

1. الطفوح البركانية Lava Form

هو شكل إنسياب المنصهر الصخري على سطح الأرض وبسمك من عشرات السنتمترات إلى مئات الأمتار.

2. A **lava dome** is a mound that will form when lava piles up over a volcano's vent instead of moving away

2. **القبة البركانية Lava Dome**

هو عبارة عن تل أو هضبة تتكون عندما تتكدس الطفوح البركانية حول فوهة (عنق) البركان بسبب لزوجتها العالية التي تمنعها من الانسياب بعيدا.

3. **Pillow lavas** are lavas that contain characteristic pillow-shaped structures that are attributed to the extrusion of the lava under water, or subaqueous extrusion.

3. **الحمم الوسائدية Pillow lavas:**

هي اشكال الطفوح البركانية التي تتكون تحت سطح البحر بشكل انابيب او كرات من الحمم حيث تطفح ببطء على قاع المحيط وبينما تنز (تخرج ببطء) الحمم إلى الأعلى يعمل ماء البحر على تبريدها بسرعة لتشكل قشرة رقيقة مشابهة للوسائد

Textures of igneous rocks

B. أشكال الكتل الجوفية Forms of Plutonic Rocks

وتشمل هذه المجموعة كل من

1. **A batholith** is a large mass of intrusive igneous rock (also called plutonic rock) that forms from cooled magma deep in the Earth's crust

1.الباثوليت Batholith وهي أضخم كتل الصخور النارية الجوفية وأكثرها اتساعا وتتكون غالبا من صخور الجرانيت والجرانوديوريت وهي تشكل جذور وقلوب سلاسل الجبال الضخمة وتمتد إلى مئات الكيلومترات

2. **Stocks** These are similar in form and composition to batholiths but are smaller in size (with outcrops less than about 100 km^2.)

2. ستوك Stock هو جسم ناري مشابه للباثوليث من حيث المكونات والشكل ولكنه اصغر حجما ولا يتجاوز حجمه الـ 100 كم.

3. **Laccolith** A mass of igneous rock, typically lens-shaped, that has been intruded between rock strata causing uplift in the shape of a dome.

اللاكوليث Laccolith : كتلة من الصخور النارية الجوفية غالبا عدسية الشكل تكونت بشكل اقتحام ناري بين طبقات الصخور مسبب تقوس الطبقات التي فوقها بشكل قبة Dome
أي **الشكل ذو أرضية مستوية وسقف محدب**

4. A **lopolith**: A lens-shaped body of intrusive igneous rock, formed by the penetration of magma between the beds or layers of existing rock and subsequent subsidence beneath the intrusion Compare laccolith .

4 . اللابوليث Lopolith : كتلة من الصخور النارية الجوفية تشابه تكون **اللاكوليث Laccolith**

ولكن يكون الشكل التقوس نحو الأسفل وليس إلى الأعلى ليشكل ما يشبه الاناء .

5. A **dike** or **dyke**: is a sheet of rock that formed in a fracture in a pre-existing rock body. Dikes can be either magmatic or sedimentary in origin.

جدد قاطعة Dike or Dyke: هي عبارة عن طبقة من الصخور تكونت في كسر سابق التكوين في جسم صخري . والجد القاطعة يمكن ان تكون من صخور نارية رسوبية الأصل.

6. **Sill** also called **sheet**, flat intrusion of igneous rock that forms between preexisting layers of rock. Sills occur in parallel to the bedding of the other rocks that enclose them.

جدد موازية Sill: عبارة عن تداخل لصخور نارية تكونت بين طبقات سابقة التكوين وتكون الجدد الموازية Sill موازية لمستوى التطبق للصخور التي تحتويها.

وعموما فإن الجدد ـ سواء أكانت قاطعة dyke أو موازية Sill يتراوح سمكها بين عدة سنتيمترات إلى عدة أمتار

سلسلة باون التفاعلية Bowen's Reaction Series

هي سلسلة وضعها العالم باون Bown في بداية القرن التاسع عشر الميلادي ووضح فيها تسلسل المعادن من حيث تبلورها وانفصالها عن الصهير مع انخفاض درجة الحراة.

أساس النظرية

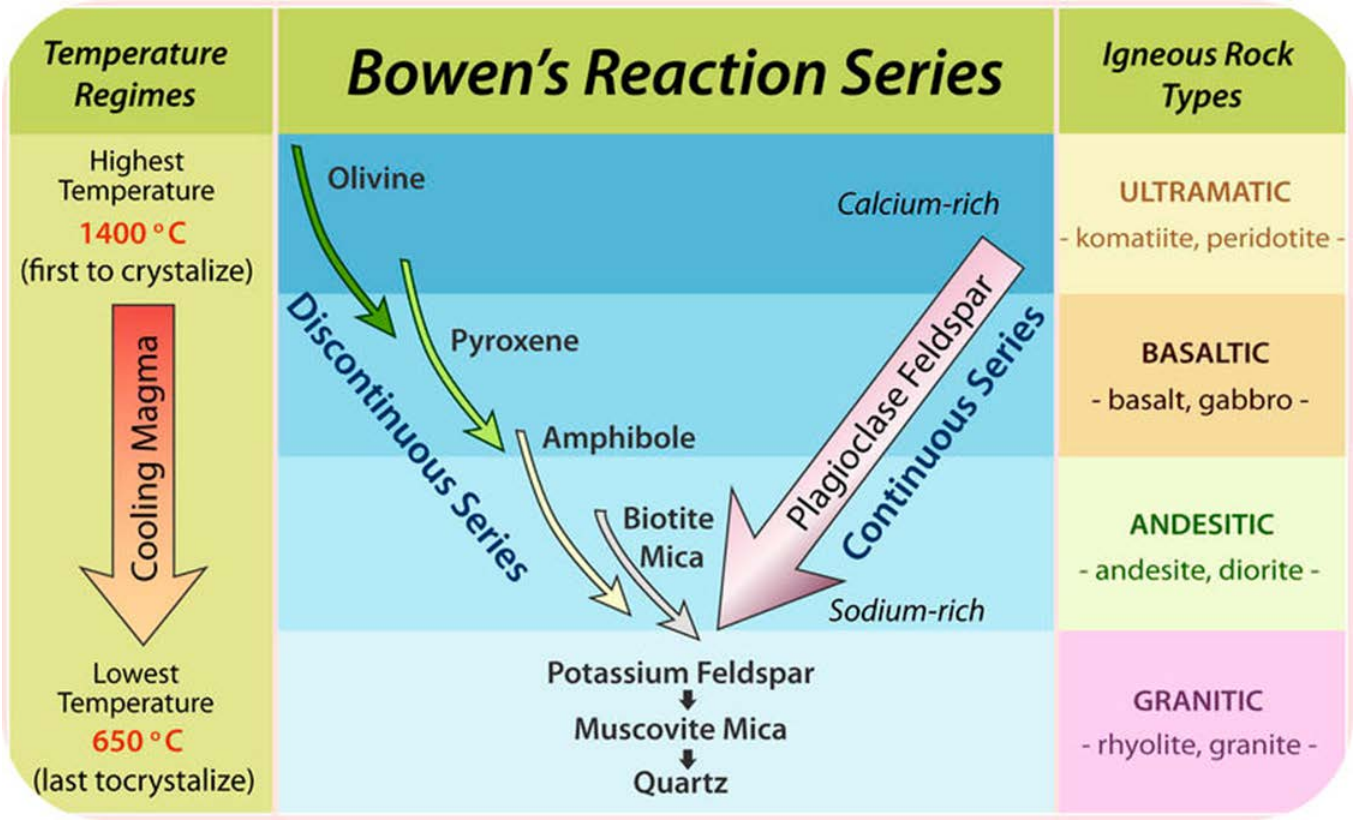
لو تخيلنا غرفة صهارية (magma chamber) مليئة بالصهارة المافية (mafic magma) فإنه ومع انخفاض درجة الحراة تبدأ المعادن في التبلور والانفصال عن الصهارة وتكون أول المعادن تبلورا بحسب السلسلة هي معادن الاولفين يليها معدن البيروكسين وهكذا.

تقسيم السلسلة لاحظ باون أن السلسة مقسمة إلى جزئين:

- **السلسلة المتصلة Continuous Series** وهي التي تضم مجموعة معادن البلاجيوكليز والتي تغير تدريجياً من تركيبها الكيميائي بإحلال أيونات الصوديوم محل أيونات الكالسيوم مع ما يرافقه من أحلال سليكون محل الالمنيوم ليتحول من بلاجوكليز غني بالكالسيوم إلى بلاجوكليز غني بالصوديوم مع انخفاض درجة الحرارة.

وقد سمي هذا الجزء بالسلسلة المتصلة لكون أن مجموعة المعادن الموجودة فيها تنتمي إلى مجموعة واحدة هي مجموعة البلاجوكليز.

- **السلسة غير المتصلة Discontinuous Series** وهي التي تضم مجموعات معادن الاوليفين والبيروكسين والامفيبول والبيوتايت ولاحظ أن كل مجموعة من **المجموعات تضم تحتها عدد من المعادن التي تشكل مجاميع مختلفة** بعكس السلسلة المتصلة حيث كانت معادنها من أول السلسلة إلى آخرها تنتمي إلى مجموعة واحدة هي مجموعة معادن البلاجيوكليز.



Bowen's Reaction Series helps **us understand** why **certain types** of minerals tend to be found **together** while others are almost **never found together.**

سلسلة تفاعلات باون تساعدنا على فهم لماذا أنواع من المعادن تتواجد مع بعضها (متصاحبة) بينما معادن أخرى ابدا لا تتواجد مع بعضها. ا

How Does It Work?ما هو مبدأ عمل السلسلة

- Different minerals form from magma at different temperatures.

انواع مختلفة من المعادن تتكون من الصهير الصخري عند درجات حرارة مختلفة.

- Some minerals crystallize when magma is at a higher temperature, while others only crystallize when magma is at a lower temperature.
- قسم من المعادن تتبلور من الصهير الصخري في درجات حرارة مرتفعة بينما قسم آخر يتبلور عند درجات حرارة منخفضة عندما تنخفض درجة حرارة الصهير.
- Minerals that form at high temperatures are listed at the top and minerals that form at lower temperatures are listed at the bottom.
- المعادن التي تتكون في درجات حرارة عالية وضعت في أعلى السلسلة بينما المعادن التي تتبلور ضمن درجات حرارة منخفضة تتبلور في أسفل السلسلة.
- Rocks that form from magma at high temperatures are called mafic and tend to be dominated by dark colored minerals such as olivine and pyroxene.
- الصخور التي تتكون من المنصهر الصخري في درجات حرارة عالية تسمى قاعدية Mafic ويغلب على معادنها الألوان الغامقة مثل معدن الاولفين والبايروكسين.
- Rocks that form from magma at lower temperatures are called felsic and tend to be dominated by light colored minerals such as potassium feldspar and quartz.
- الصخور التي تتكون من المنصهر الصخري في درجات حرارة منخفضة تسمى حامضية Felsic ويغلب على معادنها الألوان الفاتحة مثل الكوارتز والفلدسبار البوتاسي.