**خصائص البنية الصخرية**

**اولا – المعادن Minerals:**

****

يمكن تعريف المعدن بأنه عبارة عن مادة طبيعية ذات تركيب كيميائي مميز أو متغير في نطاق محدود وله تركيب بلوري داخلي ثابت ويظهر أحياناً على شكل بلورات ويوجد على شكل متبلور في أغلب الأحيان يتكون طبيعيا من خلال عمليات جيولوجية. ويلاحظ من التعريف السابق أن المعدن هو مادة توجد في الطبيعة وليس للإنسان أو الحيوان أو النبات دخل في تكوينها. كما نلاحظ أن التركيب الكيميائي ليس كافياً لتحديد المعدن حيث أنه لا بد أن نعرف التركيب البلوري الذي يتحكم في كثير من الصفات الطبيعية للمعدن مثل الصلابة والمخدش والوزن النوعي واللون. وتوجد المادة الكيميائية على صورة معدن أو أكثر يختلف كل منهما تمام الإختلاف عن الآخر فمثلاً يوجد الكربون في الطبيعة على صورة معدن الألماس وهو أصلب المعادن المعروفة كما يوجد على صورة معدن الجرافيت وهو من أقل المعادن صلابة. وقد تمكن العلماء حتى الآن من وصف أكثر من ألفين معدن مختلف إلا أن جميع المعادن الشائعة التي تدخل في تركيب الصخور وكذلك المعادن الاقتصادية لا تتجاوز مئتي معدن فقط.

**الخواص الطبيعية للمعادن:**

إن نوع الذرات وترتيبها الداخلي في أي معدن لا يحددان شكله البلوري فقط ولكنهما يحددان أيضاً خواصه الطبيعية والكيميائية والضوئية. ويمكن التعرف على المعادن اما بواسطة فحصها بالعين المجردة أو إختبارات طبيعية أو كيميائية أو ضوئية. وتعتبر الخواص الطبيعية مهمة جداً للتعرف على المعادن وتقسيمها إلى:

1. الخواص البصرية: وهي مجموعة من الخواص التي تعتمد على الضوء مثل اللون والمخدش والشفافية والبريق .
2. الخواص التماسكية: وهي مجموعة من الخواص التي تتوقف على مقدار تماسك المعدن مثل الصلابة والانفصام والانفصال والمكسر وكذلك قابلية المعدن للسحب والطرق والتشكيل.
3. الوزن النوعي: وتتوقف هذه الخاصية على كيفية رص وترابط جزيئات وذرات المعدن.
4. الخواص الحسية: وهي مجموعة من الخواص التي تعتمد على الحواس مثل الطعم والملمس والرائحة.
5. الخواص الحرارية: وهي الخواص التي تعتمد على الحرارة مثل قابلية المعدن للانصهار.
6. الخواص التي تعتمد على المغناطيسية والكهربائية والنشاط الإشعاعي للمعدن.
7. الخواص التي تعتمد على الشكل البلوري للمعدن.

**تصنيف المعادن:**

تصنف المعادن إلى المجموعات التالية :

1**. مجموعة المعادن العنصرية** :هي المعادن التي توجد كعناصر حرة غير متحدة مع أي عنصر آخر في الطبيعة ، وهي مؤلفة من عنصر كيميائي واحد ، وهذه الفئة نادرة برغم أهمية بعضها .ومن أمثلة هذه المجموعة : الذهب (Au) ، والكبريت (S) ، والفضة (Ag) ، والنحاس (Cu) ، والكربون (C) الذي يوجد على صورتين هما معدني الألماس والجرافيت .

2**. مجموعة معادن الكبريتيدات** :هي المعادن التي يتحد فيها عنصر الكبريت مع عناصر أخرى .

ومن أمثلة هذه المجموعة : (البيرايت، كبريتيد الحديد، الكالينا، كبريتيد الرصاص).

3. **مجموعة معادن الهاليدات:** هي المعادن التي تتحد عناصرها مع عناصر مجموعة الهالوجين (الفلور أو الكلور أو البروم أو اليود) ومن أمثلة هذه المجموعة : الملح الصخري، كلوريد الصوديوم، والفلورايت، فلوريد الكالسيوم.

4. **مجموعة معادن الأكاسيد والهيدروكسيدات** :الأكاسيد هي المعادن الناتجة عن اتحاد الأكسجين بالعناصر الأخرى ، ومن هذه المعادن : الهيماتايت، أكسيد الحديد، والكوروندوم، والماجنيتايت، والكرومايت.

5**. مجموعة معادن الكربونات**: هي المعادن التي تتحد عناصرها مع شق الكربونات .ومن أمثلة هذه المجموعة : الكلسايت، كربونات الكالسيوم، والدولومايت، والملاكايت.

6. **مجموعة معادن الفوسفات:** هي المعادن التي تتحد عناصرها مع شق الفوسفات وأهم هذه المعادن : الأباتايت و الفيروز.

7.**مجموعة معادن الكبريتات**: هي المعادن التي تتحد عناصرها مع شق الكبريتات. ومن أمثلة هذه المجموعة: الجبس ، كبريتات كالسيوم مائية، والأنهيدرايت، والبارايت ، كبريتات باريوم.

8.**مجموعة معادن السيليكات:** تكون معادن هذه المجموعة أكثر من 99 % من وزن قشرة الأرض ووشاحها. والسيليكات أكثر مجموعات المعادن تنوعا وتعقيدا في التركيب . وتتألف معادنها من فلز واحد على الأقل بالإضافة إلى السيليكون والأكسجين .مثل معدن المايكا، الكوارتز.

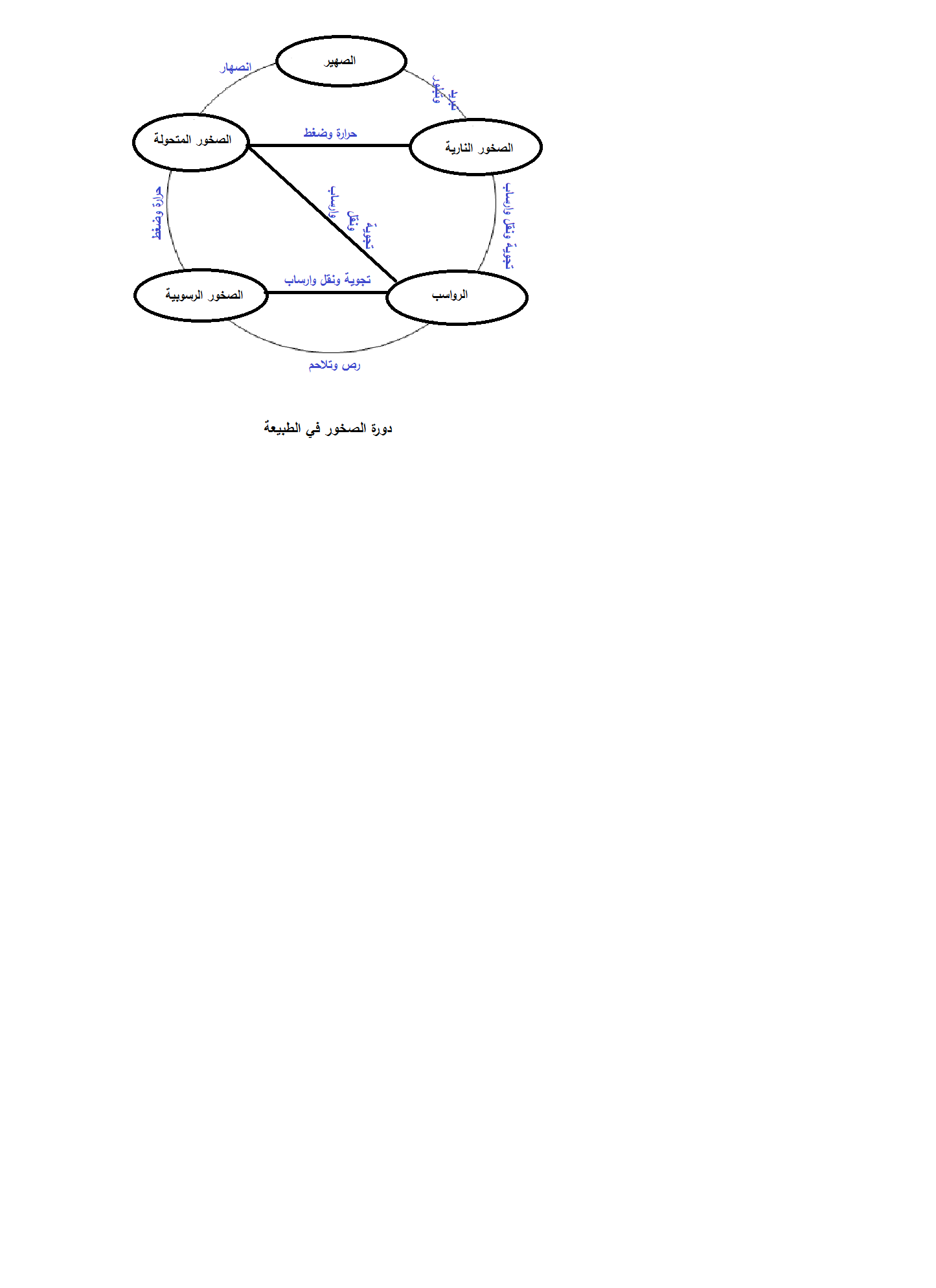
**ثانيا – الصخور Rocks:**

تعرف الصخور بأنّها تشكيلات تحتوي على عدّة معادن موجودة في الطبيعة، وهي جزء أساسي في تركيب القشرة الأرضيّة، وهناك عدّة أنواع للصخور، وكل منها تحتوي على خاصيّة تميّزها عن غيرها.

**دورة الصخور في الطبيعة Rock cycle:**

من الملاحظ أن الأرض هي جسم متغير باستمرار، فالجبال تتكون وتزول، والبحار تتقدم وتتراجع فوق سطوح القارات. كما أن العمليات الخارجية والداخلية للأرض توثر بصورة ثابتة على الكوكب، والصخور هي واحدة من هذه المواد الأرضية التي تتعرض دائماً للتغيير، فنحن لا نملك نموذجاً صخرياً واحداً لم يتعرض إلى التغيير منذ تكون الأرض، وأقدم صخرة معروفة يبلغ عمرها حوالي (3.8) بليون سنة. كما أن العديد من الصخور تتعرض إلى التغيير باستمرار، وهذا التغيير المستمر للصخور يؤدي إلى تنقلها من نوع إلى آخر، فبالمكان أن تصبح الصخور النارية صخوراً متحولة أو رسوبية وبالعكس، وعملية التنقل هذه في الصخور من نوع إلى آخر تعرف بدورة الصخور.

فعند تصلب الصهير نتيجة لعملية التبريد تتكون الصخور النارية، والتي تتعرض لعمليات تعرية تؤدي إلى تفتيتها ونقلها وترسيبها مكونة الرواسب التي سرعان ما تدفن تحت رواسب جديدة فتتصلب مكونة الصخور الرسوبية. هذه الصخور الرسوبية إذا تعرضت لحرارة أو ضغط فأنها تصبح صخوراً متحولة، أو ربما تتعرض لعمليات رفع ونشاط عمليات التعرية من جديد وبالتالي تكوين صخور رسوبية جديدة. الصخور المتحولة المتكونة إذا تعرضت لعملية الإذابة فأنها تكون الصهير الذي يتصلب مكوناً صخور نارية، أما إذا تعرضت إلى التعرية فأنها تكون صخور رسوبية. أن الصخور الرسوبية لا يمكن أن تصبح صخوراً نارية بصورة مباشرة وذلك لأنها تتعرض إلى الحرارة أولاً التي تجعلها صخوراً متحولة ومن ثم تصبح صهيراً يتصلب ليكون صخور نارية.



وتقسم الصخور الى ثلاثة انواع رئيسة وهي:   
**1. الصخور النارية Igneous rocks :**

تعد الصخور النارية أقدم أنواع الصخور لذا تسمى بالصخور الأصلية والتي قد نشأت نتيجة حدوث تصلب أو تجمّد المواد المنصهرة والموجودة في باطن الأرض؛ حيث إنّه يتم حدوثها إما في أعماق سحيقة جداً من الأرض لذا تسمى بالجوفية Plutonic اي تصلبت في أعماق القشرة الأرضية قبل أن تصل الى سطح الأرض وتبرد ببطيء لذا تكون واضحة التبلور وهي على إشكال في باطن الارض كالباثوليث واللكوليث واللبوليث والسدود والقواطع وغيرها أو أنها تتم مباشرةً فوق سطح الأرض مما تُسبّب وتؤدي إلى إحداث حمم بركانية نارية لذا تسمى بالصخور البركانية السطحية ونتجت عن الانبثاق البركاني القوي الذي دفعها إلى خارج سطح الأرض وتختلف عن الباطنية بدقة تبلورها لبرودتها بسرعة ، وقد اعتبرت الصخور النارية عاملاً مهمّاً وأساساً في تكوّن وتواجد جميع أنواع الصخور.

**خصائص الصخور النارية**:

1. الصخور النارية تكون دائمة الاختلاف عن الكتل النارية من ناحية حجمها وكتلتها.
2. الصخور النارية تخلو من الحفريات على خلاف باقي الصخور .
3. تكون الصخور النارية دائمة التصلب.
4. تتواجد الصخور النارية في شكل مواد زجاجية ومعدنية .
5. الصخور النارية غنية كثيراً بالمعادن .
6. لون الصخور النارية شديد السواد .
7. يعد سطح الصخور النارية من السطوح غير المستوية.

**أنواع الصخور النارية :**

1 ـ الكرانيت Granite :

2 ـ الكرانوديوريت Granodiorite :

3 ـ البجماتيت Pegmatite :

4 ـ السيانيت Syenite :

5 ـ الديوريت Diorite :

6 ـ الجابرو Gabbro :

7 ـ البريدوتيت Peridotite :

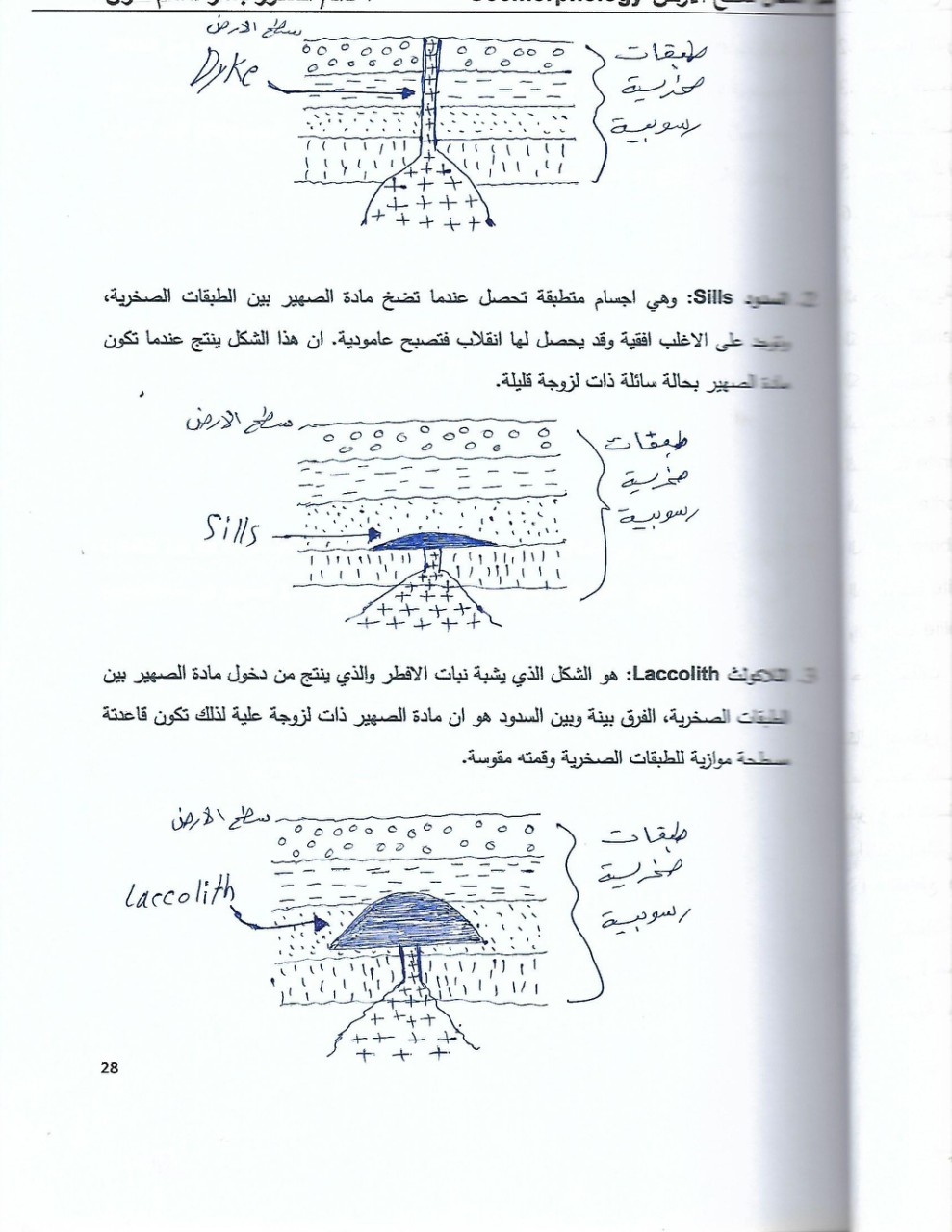
8. والرايولايت Rhyolite

9. حجر الخفاف Pumice .

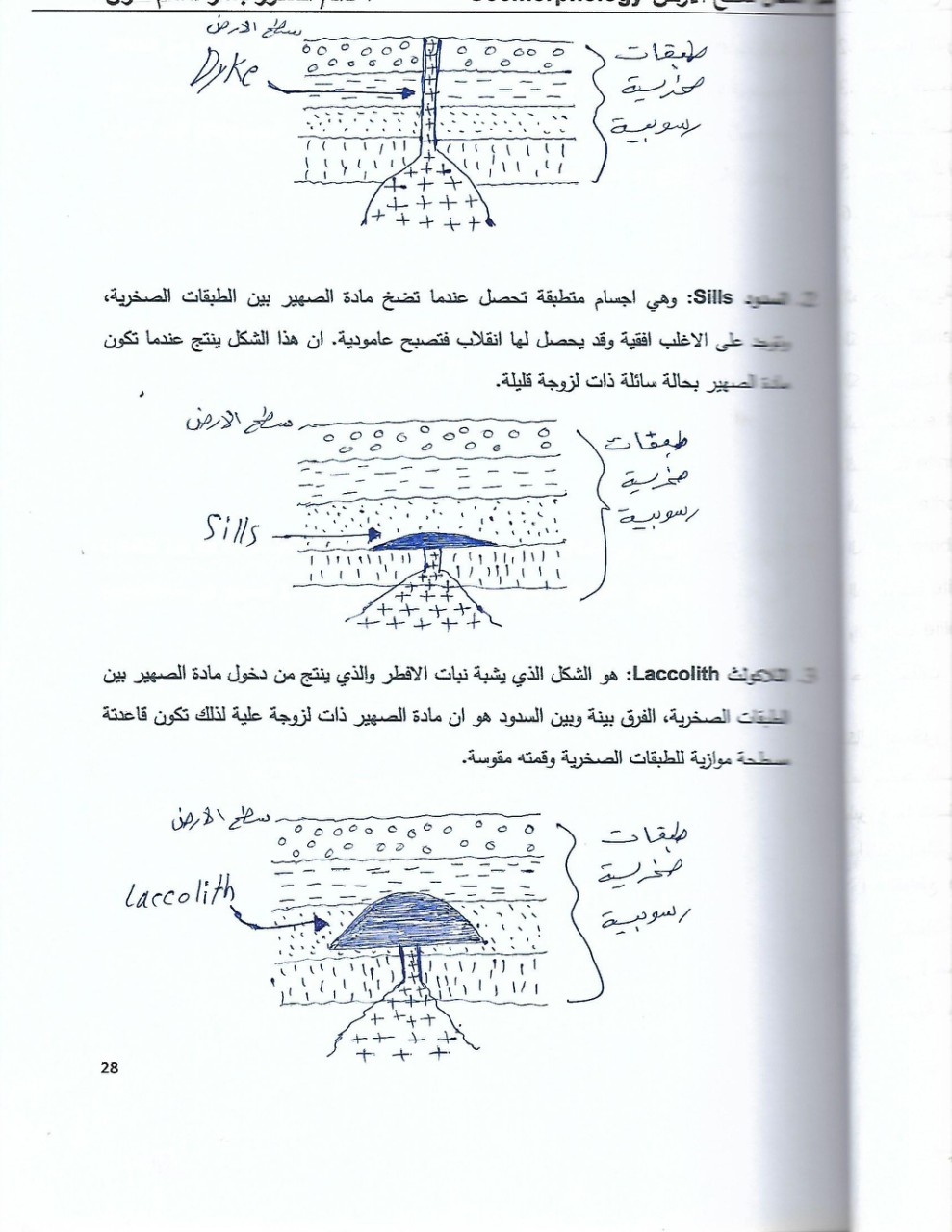
**تراكيب الصخور النارية الجوفية:**

عندما يصعد الصهير الى الاعلى مستقل مناطق الضعف الموجودة في الصخور كالتكسرات او سطوح التطبق فأنها تتصلب قبل خروجها الى السطح مكونة اشكال مختلفة معتمدة على نوع الفراغ الموجود، ومن هذه الاشكال مايلي:

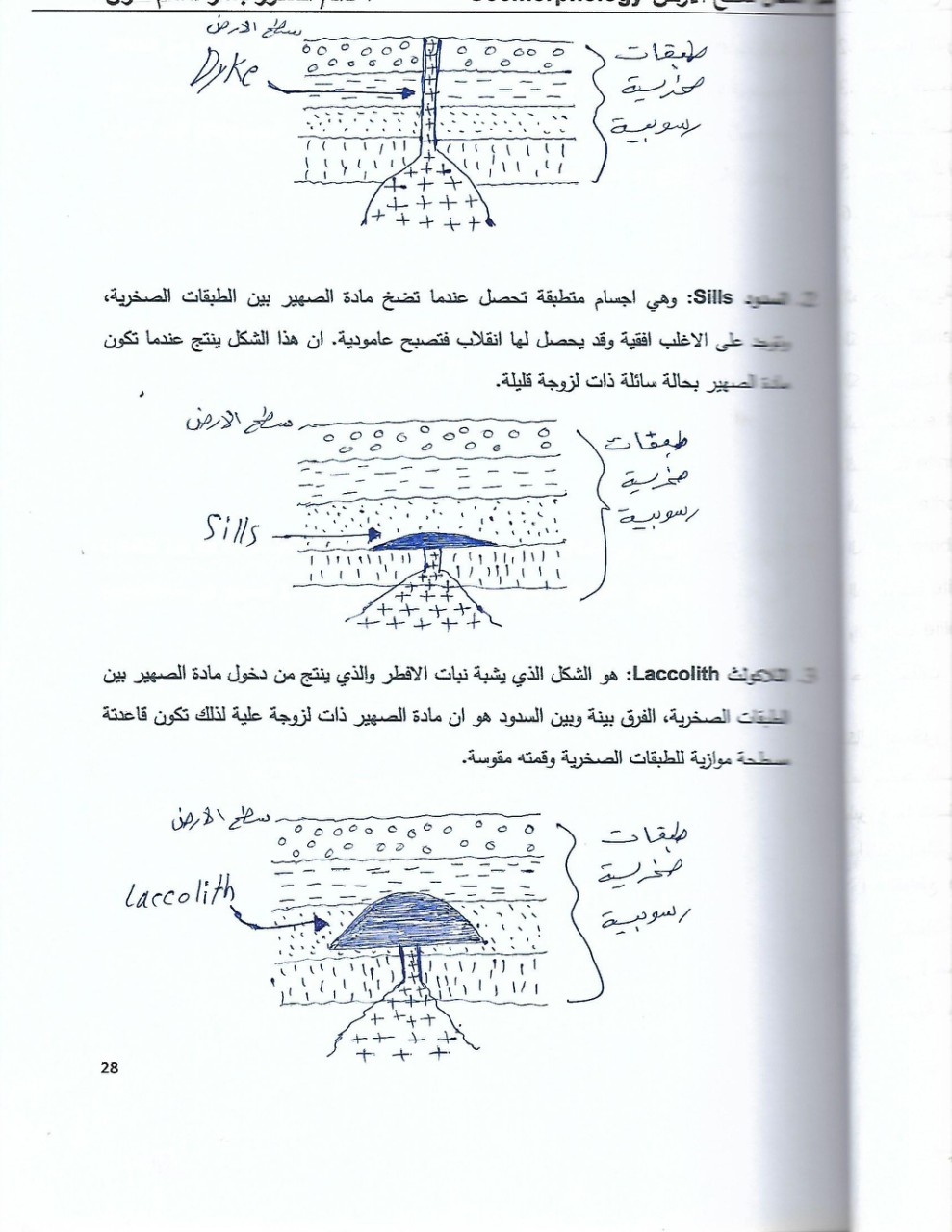
1. **القواطع Dyke:** وهي عبارة عن اجسام ذات اشكال مختلفة تنتج عندما يخترق الصهير بعض التكسرات العمودية على الطبقات فتتبلور مادة الصهير مكونة مايسمى بالقواطع الذي يختلف سمكه من 1 سم الى اكثر من كيلومتر ويصل امتددها الى اكثر من 100 كم وتكون على العموم مقاومه للتعرية مقارنه بالصخور المحيطة بها كالصخور الرسوبية.



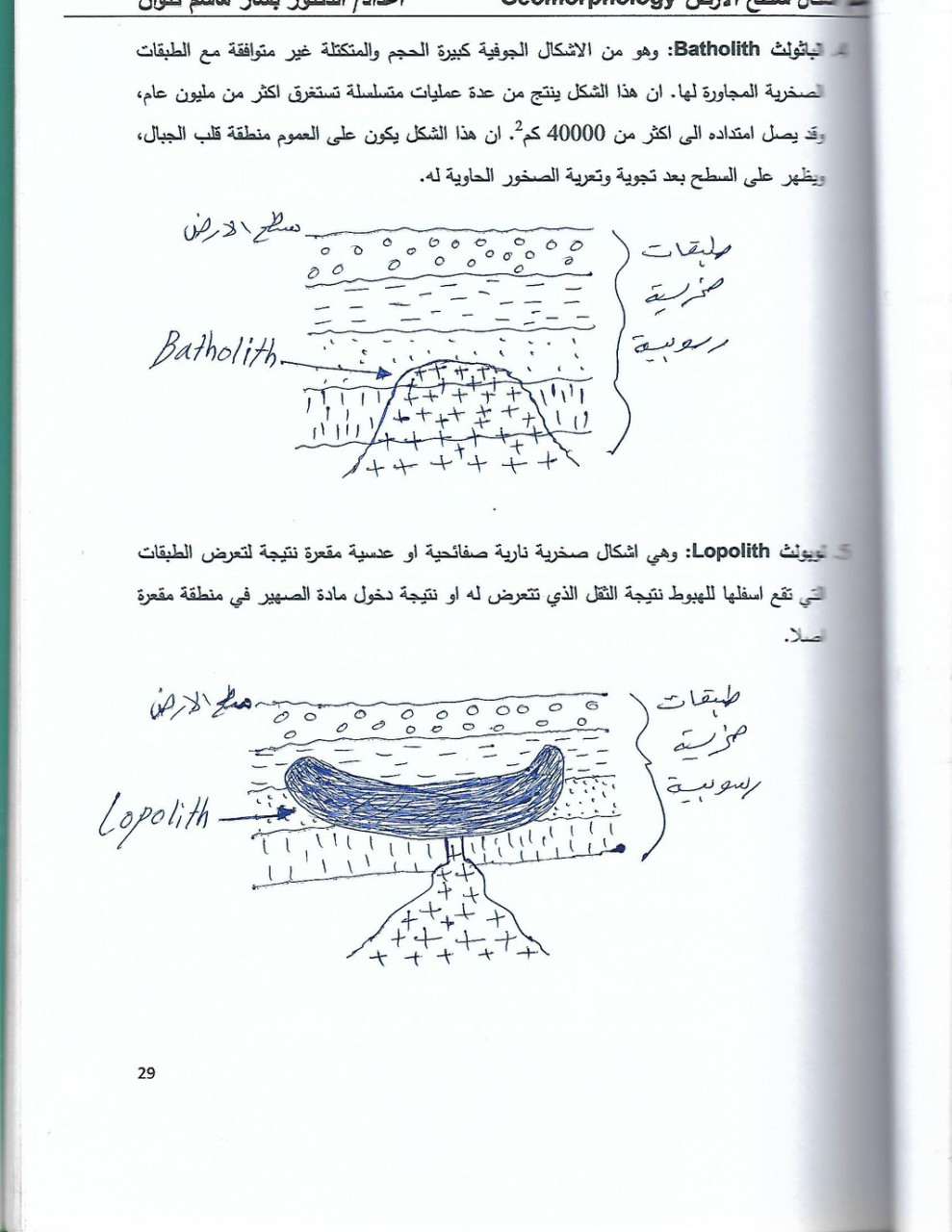
1. **السدود Sills:** وهي اجسام متطبقة تحصل عندما تضخ مادة الصهير بين الطبقات الصخرية، وتوجد على الاغلب افقية وقد يحصل لها انقلاب فتصبح عامودية. ان هذا الشكل ينتج عندما تكون مادة الصهير بحالة سائلة ذات لزوجة قليلة.



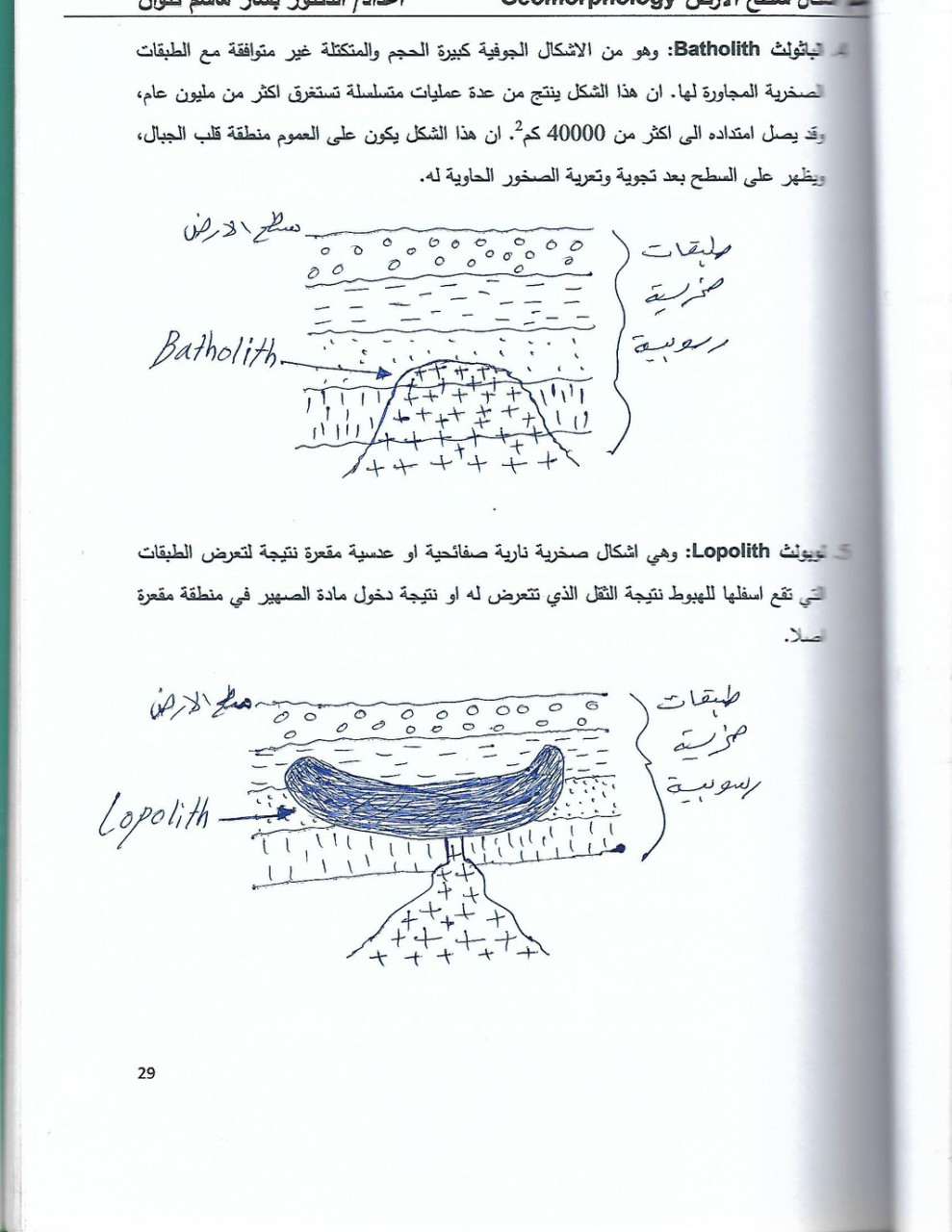
1. **الللاكولث Laccolith:** هو الشكل الذي يشبة نبات الافطر والذي ينتج من دخول مادة الصهير بين الطبقات الصخرية، الفرق بينة وبين السدود هو ان مادة الصهير ذات لزوجة علية لذلك تكون قاعدتة مسطحة موازية للطبقات الصخرية وقمته مقوسة.



1. **الباثولث Batholith:** وهو من الاشكال الجوفية كبيرة الحجم والمتكتلة غير متوافقة مع الطبقات الصخرية المجاورة لها. ان هذا الشكل ينتج من عدة عمليات متسلسلة تستغرق اكثر من مليون عام، وقد يصل امتداده الى اكثر من 40000 كم2. ان هذا الشكل يكون على العموم منطقة قلب الجبال، ويظهر على السطح بعد تجوية وتعرية الصخور الحاوية له.



1. **لوبولث Lopolith:** وهي اشكال صخرية نارية صفائحية او عدسية مقعرة نتيجة لتعرض الطبقات التي تقع اسفلها للهبوط نتيجة الثقل الذي تتعرض له او نتيجة دخول مادة الصهير في منطقة مقعرة اصلا.



**2. الصخور الرسوبية** **Sedimentary rocks :**

هي الصخور التي قد نشأت نتيجة تعرّض الصخور القديمة إلى التحطّم والتفتت والذوبان في الماء، وذلك نتيجة تعرّضها لعوامل طبيعيّة هي (الرياح والتعرية، عوامل كيميائية) تحتل المرتبة الثانية من حيث النشأة والأولى من حيث الانتشار إذ إن أكثر من 80 ٪ من صخور القشرة الأرضية العليا رسوبية.

**خصائص الصخور الرسوبية:**

1. توجد بعكس الصخور النارية حيث تكون هشّةً وضعيفة .
2. توجد دائماً على هيئة طبقات من الصخور.
3. تحوي العديد من الحفريات.
4. تتميز بـألوان فاتحة.
5. تتميّز بعلامات تركيبية خاصة بها مثل الحفر والشقوق.
6. غالباً ما تتواجد على شكل حبيبات أو مواد زجاجية معدنية.

من أهم معادن الصخور الرسوبية هي :

أ- المعادن الطينية Argillaceous : تحتل المعادن الطينية المرتبة الأولى في مكونات الصخور الرسوبية حيث تشكل حوالي 80٪من تلك المكونات والمتمثلة بسيليكات الألمنيوم المائية ( Al2sio2 ).

ب - الكوارتز: يعد من المعادن الأساسية للرمال والصخور الرملية وتشكل حوالي 10٪ من مكونات الصخور الرسوبية .

ج- الكالسايت : يوجد هذا المعدن على نطاق واسع في الصخور الجيرية والذي يعمل على تماسك حبيبات الصخور الخشنة .

د- أكاسيد الحديد : يعد الهيماتيات و الليمونايت من أهم تلك المعادن والتي توجد في الرمال السوداء كما تمثل احد المواد اللاحمة في الصخور الرملية .

هـ - الجبس Gypsum : كبريتات الكالسيوم المائية .

و- الهالايت Halite : كلوريد الصوديوم .

يوجد المعدنين الأخيرين في رواسب البحيرات المالحة بعد تبخر مياهها .

والصخور الرسوبية على أنواع مختلفة حسب طريقة تكوينها وتركيبها الكيميائي ومنها الاتي :

**أ- الصخور الرسوبية الميكانيكية (الفتاتية) Clastic Sedimentary Rocks :**

يتكون هذا النوع من مفتتات صخور مختلفة بعد تعرضها إلى عمليات تجوية وتعرية ونقلتها المياه والرياح ورسبتها في مناطق منخفضة دون أن يحدث أي تغيير في خصائصها الكيميائية وهي ذات مسامية عالية تسمح للمياه بالانتقال خلالها بسهولة من مكان إلى أخر وقد أدى ذلك إلى ترسيب ما تحمله تلك المياه من أملاح ومعادن في المسامات الواقعة بين المفتتات فعملت على التحامها وتماسكها وزيادة صلابتها ومن أهم تلك المواد اللاحمة الكالسايت و الدولومايت والكوارتز و اكاسيد الحديد . وقد تعمل المياه على إذابة بعض مكونات الرواسب ونقلها وترسيبها في مكان أخر كما تؤدي عمليات الترسيب بكميات كبيرة إلى زيادة الضغط المتولد عنها على الطبقات التي تحتها فتقل المسامات فيها ومن ثم طرد المياه التي كانت تشغل تلك الفراغات ومن أمثلة ذلك الطفل Shaleالذي يتضمن حوالي 45٪ مسامات تنخفض الى 5٪ بعد تعرضها إلى الضغط. والصخور الرسوبية الميكانيكية على انواع مختلفة منها الاتي :

1. صخور المكتلاتConglomerate : تتكون من التحام الحصى والجلاميد والرمال وقطع الصخور مع بعضها وتكون ذات صلابة عالية إذا تضمنت نسبة عالية من السليكات.
2. الصخور الرملية Sandstone : ناتجة عن تماسك ذرات الرمل بواسطة مواد مختلفة النوع واللون مثل أكاسيد الحديد وكربونات الكالسيوم و السيليكات وقد أسهمت تلك المواد في تغيير لون تلك الصخور فأكاسيد الحديد تجعلها مائلة إلى الاحمرار وكاربونات الكالسيوم تميل نحو البياض والسيليكات نحو الأزرق كما إن تلك المواد ذو صلابة عالية مثل السليكات في حين تكون كربونات الكالسيوم ضعيفة لانها سهلة الذوبان في الماء فتمهد لعمليات التجوية والتعرية وتوجد بعض الصخور الرملية مائلة إلى السواد لاحتوائها على بعض المعادن المشعة مثل اليورانيوم و الثر يوم وغيرها .
3. صخور البريشا Breccias : يشبه هذا النوع من الصخور المكتلات في نوع المكونات إلا إن الفرق بينهما في شكل تلك المكونات حيث تكون ذات أطراف حادة وإطراف مدببة .
4. الصخور الطينية Clay stone : وتتكون من مواد طينية مختلطة بمواد أخرى كلسيه أو عضوية التي تعمل على تنوع لونها حسب نوع الاكاسيد التي تتضمنها مثل أكاسيد الحديد و المنغنيز وتجعلها مائلة إلى اللون الأحمر أو الأصفر أو الأخضر في حين تميل إلى اللون الأسود إذا ارتفعت نسبة الجير (كربونات الكالسيوم) وتسمى طينية جيرية أوالMarl ويحتوي الطين على 15٪ من الماء وعندما يفقدها يتحول إلى حجر طيني Mudstone وقد يكون الحجر الطيني على شكل طبقات رقيقة نتيجة للضغط الذي تتعرض له قبل أن تجف وتتحول إلى حجر طيني صفائحي أو الطفلShale .

**ب- الصخور الرسوبية الكيميائية Chemical Sedimentary Rocks :**

وهي صخور ناتجة عن حدوث تفاعلات كيميائية بين محاليل متنوعة ينتج عنها كربونات و بيكاربونات تتحد مع بعضها مكونة عدة أنواع من الصخور الرسوبية الكيميائية المتباينة في تراكيبها المعدنية ومنها الآتي :

1. صخور الكلس : تتكون عندما تترسب كربونات الكالسيوم في المحاليل الجيرية الحاوية على كربونات الكالسيوم الهيدروجينية ومنها الصخور الجيرية المتكونة من معدن الكالسايت (Caco3) المترسب في مياه البحر ، الدولومايت Dolomite الذي يشبه حجر الكلس إلا انه يتكون من معدن الدولومايت (Camg(co3)2) و الترافترين .
2. صخور تبخيرية (ملحية) : ناتجة عن ترسبات ملحية ومنها الجبس الذي يسمى كبريتات الكالسيوم المائية و الانهيدرات وتسمى كبريتات الكالسيوم اللامائية والملح الصخري و كلوريد الصوديوم .
3. صخور سليكية : يوجد هذا النوع من الصخور قرب الينابيع الحارة مثل الصوان Chert الناتج عن ترسب السيليكا المذابة في المياه الحارة .

**ج- الصخور الرسوبية العضوية Organic Sedimentary Rocks .**

يوجد هذا النوع من الصخور على أنواع حسب تركيبها الكيميائي ومنها :

1. حجر الكلس العضوي : ويعد أكثر أنواع الصخور انتشارا وهو ناتج عن بقايا الحيوانات والنباتات المحتوية على كربونات الكالسيوم أو الجير.
2. صخور طباشيرية : وهي ناتجة عن تحلل نوع من الحيوانات التي تحوي على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم وتكون ناصعة البياض .
3. صخور فوسفاتية : وتشمل الصخور التي تحتوي على نسبة عالية من فوسفات الكالسيوم الناتجة عن تحلل بعض الحيوانات البحرية .
4. الفحم الحجري : وهو من أصل نباتي ينتشر في مناطق الغابات التي غمرتها المياه وطمرتها الرواسب بطبقات سميكة أدت إلى توليد ضغط وحرارة شديدين أسهما في تغيير خصائص تلك النباتات المطمورة وعلى مراحل أخرها الانثراسايت الذي يمثل الفحم الحجري .

**3. الصخور المتحولة**  **Metamorphic rocks**:

الصخور المتحولة عبارةً عن تحول الصخور الرسوبة والصخور النارية الى صخور جديدة تحمل صفات مختلفة عن الصخور الرسوبية والصخور النارية، وذلك نتيجة تعرّضها إلى عدّة عوامل، منها: الضغط الشديد، حرارة عالية، اجتماع الضغط والحرارة معاً على إحدى أنواع الصخور النارية أو الرسوبية، المحاليل النشطة كيميائيا كالماء.

**خصائص الصخور المتحولة** :

1. تشكّل مواد بأشكال وألوان كثيرة ومختلفة.
2. تكوّن مواد جديدة.
3. غالباً ما تحمل بعض صفات الصخور الرسوبية والنارية قبل التحول، لكن بعد التحوّل تتغير.
4. قد تتواجد هذه الصخور بكثرة في الأماكن الأكثر نشاطا.

ومن انواع الصخور المتحولة هي:

أ- صخور متورقة Foliated Rocks : ويتميز هذا النوع بأنها متورقة لتعرضها إلى ضغط كبير وحرارة منخفضة وتعد تلك الصخور سهلة التكسر باتجاه التورق ومن أنواعها الإردواز Slate والفيلات Phyllite و الشست و النايس و الامفيولايت .

ب- صخور غير متورقة Non-Foliated Rocks : ويعد هذا النوع صلبا لأنه غير متورق وتكونت بفعل الحرارة الشديدة ومن أنواعها الهورنفلس Hornfles والرخام Marble و الكـــــوارتزايت Quartzite و السربتينات .

ج- صخور كاتاكلاستيك Cataclastic Rocks : يتكون هذا النوع من الصخور نتيجة التحول الديناميكي الناتج عن الضغط دون التأثير الحراري ويكون بعضها متورق والبعض الأخر غير متورق ومن أنواعها المايلونيت Mylonite.