الباب الرابع : الصخور

♣ دورة الصخور : هى العمليات الجيولوجية التى تغير الصخور من نوع لآخر . وقد بدأت أول دورة بتفتت الصخور النارية لأنها أول صخور تكونت عندما كانت الأرض منصهرة فى المراحل الأخيرة من نشأتها .

♣ العالم جيمس هاتون : هو أول من ربط بين بين أنواع الصخور الثلاثة فى دورة واحدة . ويعتبر مؤسس علم الجيولوجيا الحديثة .

♣ العمليات التى تغير معالم سطح الأرض :1- التجوية 2- التعرية والنقل 3- الترسيب : توجد3 أنواع من الرواسب (قارية – بحرية – دلتاوية)

♣ الرواسب القارية : أشهرها رواسب السهل الفيضى الذى كونه نهر النيل فى موسم الفيضان قبل بناء السد العالى نتيجة طغيان الماء على الجسور أو كسرها وترسب الطمى على جانبى النهر بمعدل 1 مم كل عام . (قارن بين الرواسب القارية والرواسب الدلتاوية) .

♣ الرواسب الدلتاوية : تتكون عند إلتقاء النهر بالبحر مثل مخروط الدلتا فى مصر وهى رواسب مصنفة ومتدرجة من رمل قرب الشاطىء ثم غرين ثم صلصال فى المناطق الأكثر عمقاً أما حمل القاع (فتات الحصى) فينقل متدحرجاً ويترسب على جانبى الدلتا مكونا محاجر الزلط المستخدم فى المبانى

♥ أما محاجر الزلط فى منطقة طريق القاهرة – السويس الصحراوى فقد نقلت وترسبت بواسطة أفرع نهر النيل القديمة .

♣ عوامل النقل المختلفة ♣

الرياح	التيارات المائية فى الأنهار	الأمطار والمياه الجوفية	الثلاجات (المثالج)	الأمواج
التيارات الهوائية تنقل فتات الصخور من مختلف الأحجام	الإنحدار الذى يتحكم فى سرعة المياه وكلما زادت قدرة النهرعلى الحمل زاد حجم الفتات المنقول وكميته وينقل النهر: الحمل الذائب (ملح الطعام) يتحكم فى عذوبة الماء فنهر النيل عذب لقلة الأملاح فيه الحمل المعلق (السلت والطين) – الحمل المعلق قرب القاع (الرمل) – حمل القاع (الحصى) يتدحرج على القاع	الأمطار تتخلل الصخور وتعمل على إذابة الأملاح الموجودة فيها ونقلها للمياه الجوفية . Mr \ Hassan	الثلاجة كالنهر لكن تحمل الماء متجمداً فى المناطق القطبية الباردة والمناطق الجبلية المرتفعة وتنقل فتات الصخور من سفح الجبل إلى قاعدته	الأمواج تهاجم الشواطئ وتؤدى إلى تآكلها ونقل الفتات للبحر أو تنقله موازياً للساحل

♣ أولاً : الصخور الرسوبية : هى الصخور التى تكونت نتيجة ترسيب النواتج الصلبة والذائبة للتجوية والتعرية والتى تنقلها عوامل النقل الطبيعية لأحواض الترسيب وترسبها فى طبقات متوازية فوق بعضها .

♥ أهميتها : 1- تغطى($\frac{3}{4}$) سطح الأرض . 2- لاتمثل أكثر من 5%) من حجم صخور القشرة الأرضية لأن طبقاتها تكون رقيقة نسبياً .
3- لها أهمية إقتصادية مثل رواسب الحجر الجيرى والفوسفات والفحم والحديد وتضم صخور الخزان للنفط والغاز والمياه الجوفية .

♥ أنواعها : قليلة بالنسبة للصخور النارية والمتحولة حيث تمثل3 أنواع منها (90%) وهى الصخور الطينية والرملية والجيرية .

♥ تقسيمها : تنقسم حسب طريقة تكوينها إلى (3) أنواع : فتاتية – كيميائية – عضوية وبيوكيميائية .

أ) الصخور الرسوبية الفتاتية : تنقسم الصخور الفتاتية حسب الحجم السائد لمكوناتها الصلبة إلى (3) أقسام هى الزلط – الرمل – الطين :

1-رواسب الزلط : تتكون من فتات مستدير فى حجم الحصى والجلاميد التى يزيد حجم مكوناتها عن2 ملليمتر

♥ الكونجلوميرات : ينتج من تماسك حبيبات الزلط بمادة لاحمة وتحجرها (وهو الصخر المتحجر للزلط) .

2-رواسب الرمل : يتراوح حجم الحبيبات بين 2 ملليمتر و 62 ميكرون ويتكون أغلبها من حبيبات الكوارتز .(الميكرون = $\frac{1}{1000}$ من الملليمتر)

♥ الحجر الرملى : هو الصخر المتحجر للرمل ومنها رواسب الكثبان الرملية فى الصحارى .

3-الرواسب الطينية : تتكون من فتات فى حجمى : أ) الغرين (62 – 4) ميكرون .ب) الصلصال (أقل من 4 ميكرون)

♥ وتتكون رواسب الطين عادة من إختلاط الغرين والصلصال مثل أغلب مكونات تربة مصر الزراعية .

♥ الطفل (الطين الصفحى) : هوصخور طينية متماسكة تظهر به خاصية التورق أو التصفح نتيجة تضاغط مكوناته ويستخدم فى صناعة الطوب .

ب) الصخور الرسوبية الكيميائية : هى الصخور التى تتكون نتيجة ترسب الأملاح الذائبة فى الماء نتيجة تبخر الماء وزيادة تركيز الأملاح .

♥ ويحدث ذلك فى البحيرات المقفولة أوشبه المقفولة أو فى السبخات الساحلية♥ وقد إستغل الإنسان هذه الظاهرة فى إستخراج ملح الطعام من مياه البحر بتبخيرها صناعياً فى الملاحات (الملح الصخرى) أمثلتها :1-ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) 2-رواسب الجبس (كبريتات الكالسيوم المائية)

3-خامات الحديد الرسوبى مثل حديد أسوان البطروخى فى مصر الذى يتكون من أكسيد الحديد الأحمر (الهيماتيت) .

جـ) الصخور الرسوبية العضوية والبيوكيميائية : هى الصخور التى تكونت بفعل الكائنات الحية ومن أمثلتها :

1-صخور الحجر الجيرى : هى صخور عضوية تتكون نتيجة تراكم الهيكل الداخلى أو الخارجى الصلب للأحياء البحرية بعد موتها وهى تتكون من كربونات الكالسيوم التى تستخلصها من ماء البحر .♥ وهى غنية بالحفريات (البقايا الصلبة للكائنات) مثل :حفريات فقارية (أسماك) – حفريات لافقارية (محاريات وشعاب مرجانية) – أحياء دقيقة الحجم (فورامنيفرا) – نباتات (طحالب جيرية ذات أصل عضوى) .

2-صخور الفوسفات : تحتوى على بقايا حفرية غنية بالفوسفات ومكونات معدنية فوسفاتية تزيد من تركيز الفوسفات فى هذه الصخور البيوكيميائية

3-رواسب الفحم : هى رواسب عضوية ذو قيمة إقتصادية تتكون نتيجة دفن مواد نباتية فى باطن الأرض بعيداً عن الأكسجين لمدة طويلة حت تفقد الأنسجة النباتية المواد الطيارة ويتركز الكربون مكوناً الفحم ♥ يتم ذلك عادة فى مناطق المستنقعات خلف دلتاوات الأنهار حيث الظروف ملائمة للطمر (الدفن) السريع للبقايا النباتية بمعزل عن الهواء .

4-صخور المصدر : هى صخور طينية تحتوى على مواد هيدروكربونية (تتكون من هيدروجين وكربون) تكونت من تحلل بقايا النباتات والحيوانات البحرية الدقيقة بمعزل عن الهواء حيث يتم نضجها فى باطن الأرض عند حرارة بين (70– 100) $^{\circ}$ م وعمق (2 – 4) كم وتتحول إلى الحالة السائلة والغازية للهيدروكربون مكونة النفط والغاز ، ثم تهاجر إلى صخور الخزان .

♣ صخور الخزان : هى صخور مسامية مكونة من الرمال والحجر الرملى والحجر الجيرى احياناً ويختزن فيها النفط والغاز بعد هجرته من صخور المصدر ♣ لايعتبر النفط والغاز رواسب (لأن النفط سائل والغاز فى الحالة الغازية) لكنهما يتكونان ويختزنان فى الصخور الرسوبية

5-الطفل النفطى (الطين النفطى) : هو صخر طينى غنى بالمواد الهيدروكربونية أغلبها من أصل نباتى توجد فى حالة شمعية صلبة تسمى الكيروجين وتتحول لمواد نفطية عند تسخين الصخر إلى درجة (480) درجة مئوية تقريباً ،

♥ يعتبر الكيروجين مصدر هام للطاقة فى المستقبل : لأنه لايستغل حالياً ويبقى كإحتياطى لحين نفاذ كميات البترول من الأرض ولن يبدأ إستغلاله كوقود قبل أن يصبح سعر إنتاجه منافساً لسعر النفط .

♣ ثانياً : الصخور النارية : هى الصخور التى تكونت نتيجة تبلور الصهير (المجما) الذى يتكون من العناصر الثمانية لمعادن السليكات وبعض الغازات المحبوسة وأهمها بخار الماءوهذا الصهير يقع تحت ضغط كبير عند عمق يزيد عن 150 كم فى باطن الأرض وعند إنخفاض درجة حرارته لدرجة التبلور تتجمع أيونات العناصر المكونة له وتعطى بلورات المعدن .

♣ تقسيم الصخور النارية : تتبلور المعادن من الصهير فى ترتيب وتتابع يتوقف على التركيب الكيميائى والمعدنى للصهير وسرعة تبريده .

أ) تقسيم الصخور النارية تبعاً لمكان تكوينها (والذى يؤثر على سرعة التبريد ونوع النسيج) : تنقسم إلى 3 أنواع موضحة فى الجدول الآتى

وجه المقارنة	الصخور النارية الجوفية	الصخور النارية المتداخلة	النارية البركانية (السطحية)
1- الأمثلة	جرانيت – جابرو - دايورايت	الصخور المكونة للجدد – العروق – القباب (لاكوليث – لوبوليث)	بازلت – أنديزايت – رايوليت – الحجر الخفاف - الأبسيديان
2- مكان التكوين	باطن (جوف) الأرض	باطن الأرض ، وبالقرب من سطحها	قرب سطح الأرض ، وفوق سطحها
3-النسيج وسبب تكونه	النسيج خشن : ذات بلورات كبيرة الحجم ترى بالعين المجردة كما فى الجرانيت لأن التبريد بطىء فى باطن الأرض فيعطى الفرصة لتجمع كمية كبيرة من الأيونات حول مركز التبلور الواحد فيتكون عدد قليل من البلورات	النسيج بورفيرى : هو بلورات كبيرة الحجم وسط أرضية من بلورات أصغر حجماً من نفس التركيب المعدنى غالباً . وسبب تكونه هو أن التبريد يكون بطىء فى باطن الأرض فيكون البلورات كبيرة الحجم ثم سريع قرب سطح فتتكون البللورات الصغيرة الحجم .	النسيج زجاجى عديم التبلر أو دقيق التبلر بلوراته كثيرة العدد صغيرة الحجم لاترى بالعين المجردة كما فى البازلت حيث يبرد الصهير بسرعة قرب سطح الأرض وفوق سطحها بعد خروجه كحمم بركانية فلا تنموالبلورات

♣ التركيب المعدنى للصخور النارية الشائعة : تتركب من 6 مجموعات (فصائل) معدنية هى 1- أوليفين2- بيروكسين 3- أمفيبول4- كوارتز (مرو) 5- ميكا (بيضاء أو سوداء) 6- فلسبار بلاجيوكلازى (غنى بالكالسيوم والصوديوم) ، فلسبار أرثوكلازى (غنى بالبوتاسيوم) .

ب) تقسيم الصخور النارية تبعاً لتركيبها المعدنى والكيميائى (خاصة نسبة السليكا) والذى يؤثر على لون الصخر : تنقسم إلى 3 أنواع هى :

وجه المقارنة	الصخور الجرانيتية (الجرانيت) (الحامضية)	الصخور الأنديزايتية (الأنديزايت) (المتوسطة – المتعادلة)	الصخور البازلتية (البازلت) (القاعدية)
1- الأمثة	الجرانيت – الرايوليت – الأبسيديان – الحجر الخفاف	الأنديزايت - الدايورايت	البازلت - الجابرو
2- التركيب الكيميائى	♣ غنى بالبوتاسيوم والصوديوم والسيليكا ♣ نسبة السيليكا تزيد عن 70%	♣ كميات متقاربة من الحديد والكالسيوم والصوديوم ♣ نسبة السيليكا (55% -59%)	♣ غنى بسيليكات الحديد والماغنسيوم والكالسيوم ♣ فقير فى السيليكا (50%)
3- اللون	الجرانيت لونه وردى فاتح لإحتوائه على الكوارتزبنسبة (25%) بالإضافة إلى الفلسبارات البوتاسية والصودية	♣ الأنديزايت لونه رمادى متوسط	♣ البازلت لونه أسود غامق نتيجة لزيادة نسبة الحديد فيه
4- التركيب المعدنى	♣ فلسبار أرثوكليزى (بوتاسى) – كوارتز – فلسبار بلاجيوكلازى صودى – ميكا سوداء – أمفيبول .	فلسباربلاجيوكليزى كلسى وصودى – فلسبار أرثوكليزى – كوارتز – ميكا سوداء - أمفيبول - بيروكسين	♣ أوليفين – بيروكسين – فلسبار بلاجيوكليزى كلسى .
5- الإنتشار ومرحلة التبلور	♣ الجرانيت أكثر الصخور النارية الجوفية إنتشاراً ويتكون فى المراحل الأخيرة لتجمد الصهير .	♣ سميت كذلك نسبة لجبال الأنديز ، وتتكون فى المراحل الأولى لتجمد الصهير .	البازلت أكثر الصخور البركانية إنتشاراً يتكون فى المراحل الأولى لتجمدالصهير(حرارة أكثرمن 110 °)

♣ المكافىء الصخرى (البركانى والجوفى) : هما صخران لهما نفس التركيب الكيميائى والمعدنى ولكنهما يختلفان فى النسيج .

أمثلته : أ)المكافىء البركانى للجرانيت هو (3) صخور هى :

1 - الرايوليت خفى أو دقيق التبلر 2- الحجر الخفاف غنى بالفقاقيع الهوائية ويستخدم فى المنازل 3- الأبسيديان مكافىء زجاجى لم يتبلور بعد .

ب)المكافىء الجوفى للأنديزايت هو الدايورايت . جـ) المكافى الجوفى للبازلت هو الجابرو .

♣ ثالثاً : الصخور المتحولة : هى الصخور التى تكونت نتيجة تعرض الصخور النارية أو الرسوبية الأصل لعملية التحول بسبب إرتفاع الحرارة والضغط فتتغير هيئتها لإعادة التوازن حيث تتغير معادنها لمعادن جديدة ويصبح النسيج أكثر تبلراً .

مميزات النسيج فى الصخور المتحولة : 1-أكثر تبلوراً 2-كبر حجم بلورات معادنها بسبب تأثير زيادة الحرارة كعامل بناء فى الصخور المتحولة .

3- تترتب معادنه وتنمو بالحرارة فى إتجاه عمودى على إتجاه الضغط الواقع عليها لتقليل تأثيره .

♣ حدوث التحول : 1- يحدث التحول عادة أثناء الحركات البانية للجبال2- وعند ملامسة أو ملاصقة الصخور لكتلة من الصهير درجة حرارتها عالية

3- كما يحدث التحول بدرجة أقل عند إحتكاك كتل الصخور على مستويات الصدوع وإرتفاع درجة حرارتها .

♣ تقسيمها : أ) صخور متحولة بالحرارة (التحول بالتلامس كتحول الصخور المجاورة لقصبة البركان) : مثل الرخام : صخر متحول ينتج بتأثير الحرارة على صخور الحجر الجيرى حيث تتلاحم بللورات الكالسيت وتتداخل فتزداد صلابة الرخام وقوة تماسكه .

♣ قد يستخدم الرخام كأحد أحجار الزينة إذا إحتوى على أنواع من الشوائب تكسبه ألوان وتعرق متغير .

ب) صخور متحولة بالحرارة والضغط (التحول الإقليمى) : مثل : 1-صخر الاردواز : صخر متحول بالحرارة والضغط .

2-صخر الشست (خاصة الشست الميكائى) : الذى تظهر فيه خاصية التورق : هى ترتيب بللورات الميكا فى إتجاه واحد فى الصخر الطينى ، ونموها بتأثير إرتفاع الحرارة فى إتجاه عمودى على الضغط لتقليل تأثيره .

3-صخر النيس : الذى ينتج من تحول صخر الجرانيت بتأثير الحرارة والضغط ♣ البراكين يوجد شرحها فى ورقة الأدلة .

♣ لاحظ أن : رسم دورة الصخور ومفتاح الصخور النارية وخريطة التركيب المعدنى للصخور النارية توجد فى ورقة الرسومات .

سلسلة
الخبير
فى
الأحياء والجيولوجيا
للثانوية العامة
إعداد
أ/ حسن متولى