

مقدمة عن علم الجيولوجيا

علم الجيولوجيا geology او (علم الارض) هو ذلك العلم الذي يبحث في كل ما يختص بالكرة الارضية ، وكلمة الجيولوجيا مصلاح معرب من كلمة لاتينية (Geologus) حيث المقطع (Geo) يعني الارض ، بينما المقطع الاخر (Logus) يعني الكلام المنطقي او الدراسة او العلم . ومن ذلك يتضح ان كلمة جيولوجيا معناها علم الارض .

يمكن تعريف علم الارض (علم الجيولوجيا) هو العلم الذي يختص بدراسة الارض من حيث تركيبها الكيماوي والمعدني وكيفية تكوينها ، والحوادث التي تعاقبت عليها ، والعوامل الداخلية والخارجية التي اثرت فيها منذ نشأتها حتى وصلت بها الى ما هي عليه الان .

فروع علم الجيولوجيا

ادى التقدم علم الجيولوجيا والعلوم الاخرى في الوقت الحاضر الى تشعب وتطور مجالات الدراسة الجيولوجية واصبح علماء الجيولوجي في العصر الحديث كل منهم يختص بدراسة فرع معين تبعا لاحتياجات الانسان المختلفة . وقد ساعد في ذلك ايضا الاختراعات الحديثة لأجهزة البحث العلمي واجهزة التحري والاستكشاف التي تتزايد وتتطور بين فترة واخرى . ولذلك يمكن تقسيم فروع علم الجيولوجيا الى ثلاثة اقسام هي:-

اولا : الفروع الاساسية لعلم الجيولوجيا

1- علم البلورات (Crystallography)

يختص بدراسة البلورات من حيث شكلها الظاهري أو الخارجي وتركيبها والتعرف عليها وعلى الصخور والمعادن التي تحويها. وتوجد أنواع لهذه البلورات فالصلابة منها توجد في بعض المركبات .

2- علم المعادن (Minerlogy)

هو علم يتناول دراسة معادن في طبيعة من حيث نشأتها وتكونها ووجودها في الطبيعة وتصنيفها وتمييز بينها ودراسة خواصها البلورية والفيزيائية والكيميائية وفوائدها الاقتصادية .

3- علم الصخور (Petrology)

علم يدرس تجمعات المعدنية المكونة للصخور المختلفة وهي الصخور النارية والرسوبية والمتحولة من ناحية انواعها وتركيبها المعدني والكيميائي والنسيجي . ونشأتها وعلاقتها مع بعضها البعض .

4- علم المتحجرات (Paleontology)

هو علم يتناول دراسة بقايا الحيوانات والنباتية او اثارها الموجودة في الصخور سواء كانت متحجرات كبيرة (Macro) او مجهرية (Micro) من حيث وصفها وتقسيمها ودراسة تطورها وتوزيعها في العصور الجيولوجية المختلفة التي تساعد في معرفة تطور الحياة على الارض . وتقسم الى علم متحجرات نباتية وحيوانية .

5- علم الطبقات (Stratigraphy)

يختص بدراسة الصخور الموجودة على شكل طبقات صخرية وخاصة الصخور الرسوبية الموجودة على شكل طبقات تعلو الواحد منها الاخرى . ودراسة ما تحويها من بقايا الكائنات الحية التي عاشت في وقت ترسبها بعد موتها بحيث يمكن مقارنتها في المناطق والاقاليم المختلفة .

6- علم الجيولوجيا الفيزيائية او الميكانيكية (Physical or Dynamic Geology)

علم يدرس العمليات الجيولوجية التي تحدث على سطح الارض وتسمى بالعمليات الخارجية مثل عمليات التجوية للصخور المختلفة وترسيبها في البحار و البحيرات والانهار ، اما العمليات التي تتشا داخل الارض وتسمى العمليات الداخلية مثل لزلزل والبراكين والطيات والصدوع والكسور ونكون الجبال والبحار والمحيطات .

7- علم الجيولوجيا التاريخية (Historical Geology)

يتناول هذا علم دراسة تاريخ الارض من خلال نشأة الصخور المكونة للقشرة الارضية وتطور الكائنات الحية منذ نشأتها على سطح الارض وتعاقب الازمنة والاحقاب الجيولوجية .

ثانيا : الفروع المرتبطة بعلم الجيولوجيا

1- علم الجيوكيمياء (Geochemistry)

يدرس كيمياء الارض من حيث العناصر الكيميائية المختلفة في القشرة الارضية ونسبة وكيفية تكونها والتركيب الكيماوي للمعادن والخامات والصخور المكونة للقشرة الارضية ، وله تطبيقات مهمة في الكشف عن المعادن والنفط .

2- علم الجيوفيزياء (Geophysics)

يدرس فيزياء الارض وهو تطبيق اساسيات عم الفيزياء في دراسة الخواص الفيزيائية للقشرة الارضية ومن اهم الطرق المستخدمة هي طرق الجاذبي والمغناطيسية و الكهربائية و الزلزالية ، وقد اصبح لهذا العلم تطبيقات متعددة في الكشف عن النفط والمياه الجوفية وبعض الرواسب المعدنية الفلزية وفي مجال هندسة المدنية من خلال دراسة طبيعة تراكيب صخور تحت سطحية في مشاريع الهندسية مثل سدود والخزانات .

3- علم الجيومورفولوجي (Geomorphology)

يدرس بشكل عام شكل الارض من خلال مظاهر السطحية وتضاريسها والعوامل الخارجية والداخلية المكونة للجبال والبراكين والبحيرات .

4- علم الجيولوجيا التركيبية (Structural Geology)

يدرس اشكال التراكيب الثانوية (صخور اصابتها تشوهات الارضية واصبحت بشكل غير افقي) التي تكونت في صخور القشرة الارضية والقوى المختلفة التي سببت في تكونها .

5- علم الجيولوجيا التصويرية (photo geology)

هو علم حديث منذ سنوات قليل تم استخدام الصور الجوية في تفسير معالم المختلفة على سطح الكرة الارضية واعداد خراط المستوية الطبوغرافية لمعرفة الثروات الطبيعية للمنطقة المحصورة .

6- علم الجيولوجيا الحقلية (Field Geology)

هو علم يتناول الدراسات الجيولوجية المختلفة لمنطقة او اقليم في الطبيعة .

7- علم المحيطات (Oceangraphy)

يتناول دراسة الخواص الكيميائية والفيزيائية لمياه المحيطات وكذلك توزيع تيارات المائية وتضاريس قيعانها وماتحويه من معادن وخامات .

8- جيولوجيا المناخ والثلجات (Glacial Geology)

يتناول دراسة الجبال الجليدية وانهارها وانواعها ونشاتها وحركتها ويدرس انواع الرواسب المنقولة مع المياه المالحة .

9- علم البراكين (Volconology)

يتناول هذا العلم كل ما يختص بالبراكين من نشأتها وتكونها والواد البركانية المختلفة التي ترسبها والتوزيع الجغرافي ،وهناك محاولات من قبل العلماء للتنبؤ قل حدوث البركان واخذ احتياطات اللازمة لتقليل الخسار والدمار ،

10-الجيولوجيا الكونية (Cosmic Geology)

يتناول هذا العلم دراسة جيولوجية لنشأة الارض والنظام الشمسي والنظريات المختلفة التي تفسر تكوينها ويعتمد على المعلومات التي وصل اليها علماء الفلك من دراستهم للكواكب والاجرام السماوية الاخرى.

11-علم الحيوديسيا (Geodesy)

العلم الذي يبحث في القياسات المتعلقة بشكل الارض وحجمها وابعادها .

ثالثا :الفروع التطبيقية او الجيولوجيا التطبيقية (Applied Geology)

الجيولوجيا التطبيقية هي التي تخدم الانسانية في شتى المجالات وهي من العلوم الحديثة التي تطبق افرع علم الجيولوجيا في الحياة العصرية من حيث استغلال الارض الاستفادة منها .

1- الجيولوجيا الاقتصادية (Economic Geology)

يهتم بدراسة الموارد المعدنية من خامات فلزية ولافلزية الموجودة في القشرة الارضية وكيفية وجودها وطرق المختلفة للتحري عنها واستثمارها واستغلالها لفائدة الانسان وتقدمة الحضاري والصناعي .

2-الجيولوجيا الهندسية (Enginnering Geology) علم يدرس تطبيقات

علم الجيولوجيا في الاعمال الهندسية المدنية المتنوعة مثل دراسة جيولوجيا مواقع السدود والخزانات والانفاق وغيرها .

3-جيولوجيا النفط (Petroleum Geology)

هو فرع من افرع الجيولوجيا الاقتصادية والذي يهتم بدراسة كيفية نشأة النفط والغاز الطبيعي وحركتهما وتجمعهما وتحديد مواقع الخزانات الحاوية عليها كما يهتم بطرق الاستكشافية والانتاجية لهما مثل مراحل الحفر والانتاج .

4- الجيولوجيا المائية (Hydrogeology)

هو احد افرع الجيولوجيا الاقتصادية حيث يعتبر الجيولوجيا المائية ذات اهمية متزايدة بسبب استخدامه في الحياة اليومية والمشاريع العمرانية والزراعية ، حيث يهتم بدراسة مصادر المياه الجوفية من حيث حركتها والعوامل المؤثرة على ارتفاع وانخفاض مستواها وطرق تحري عنها وكيفية استخدامها .

5- جيولوجيا المناجم (Mining Geology)

يهتم في اعمال المناجم من تحديد موقعها وانسب طرق لاستغلال مصادر الخامات الفلزية واللافلزية كما يساهم في حل مشاكل الجيولوجية التي تقابل عملية التعدين مثل مشاكل المياه الجوفية والصدوع والفواصل .

6- الجيولوجيا الزراعية (Agrogeologist)

يهتم هذا العلم بدراسة تطبيقات علم الجيولوجي في النواحي الزراعية واستصلاح الاراضي ودراسة الخواص المعدنية والجيوكيميائية للتربة وتصنيفها .

7- الجيولوجيا العسكرية (Military Geology)

يدرس اهمية علم الجيولوجيا وتطبيقاته في الاعمال الحربية مثل دراسة مواقع المناسبة لإقامة المطارات والخنادق والمخابيء والقواعد العسكرية وقراءة ورسم الخراط المختلفة العسكرية .

اغلفة الكرة الارضية (Earth Spheres)

بعد انفصال الكرة الارضية عن الشمس ، بدأت مكوناتها المختلفة بالبرودة التدريجية كما ساعدت عملية دوران كوكب الارض حول محورة ، على ترتيب المواد المكونة لها في صورة نطاقات او اغلفة . وهكذا اتجهت المواد الثقيلة الوزن العظيمة الكثافة باتجاه مركز الارض ، بينما احتلت المواد الخفيفة الوزن القليلة الكثافة الاجزاء العليا من الكرة الارض وهكذا اضافة الى عمليات البرودة التدريجية والمؤثرات الخارجية التي ادت الى تشكيل الارض في صورة اغلفة كبرى يتألف منها كوكب الارض . وهذه الاغلفة هي :



1- الغلاف الجوي Atmosphere

2- الغلاف المائي Hydrosphere

3- الغلاف الصخري Lithosphere

4- الغلاف الحيوي Biosphere

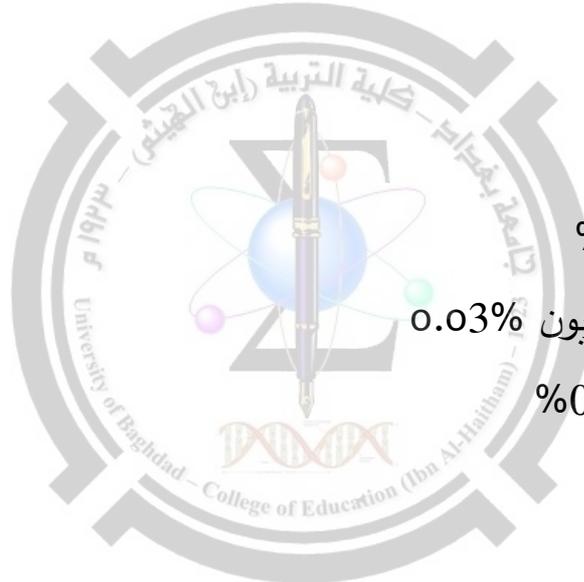
والشكل التالي عبارة مقطع عرضي موضحا عالية اغلفة الكرة الارضية مع التقسيمات الرئيسية والثانوية للغلاف الصخري .

1- الغلاف الجوي Atmosphere

هو النطاق الخارجي للأرض الذي يبلغ متوسط سمكة 200 ميل ، وقد تكون هذا الغلاف منذ نشاه بفعل الغازات والابخرة العظمى التي تكونت حول كوكب الارض اثناء البرودة التدريجية له . حيث يتكون الغلاف الجوي من الغازات الاولية التي بقيت فوق القشرة الارضية في مراحل تكوينها . بالإضافة الى الغازات التي قد تندفع من باطن الارض التي بقيت فوق القشرة الارضية خلال

البراكين والينابيع الحارة ، وكذلك الغازات الناجمة من تبخر المسطحات المائية ، ويوجد ايضا به بعض الاتربة والرمال الدقيقة الحجم التي تحملها الرياح والعواصف ، مع بعض الاتربة البركانية الدقيقة وبقايا الشهب والنيازك التي تحوي في طبقات الجو العليا .

يتكون الغلاف الجوي اساسا من غازات الاوكسجين والنيتروجين حيث نسبتها حوالي 99% من جميع الغازات الممثلة فيه . في حين تمثل بقية الغازات الاخرى بالغلاف الجوي حوالي 1% من حجمة . وقد اظهرت التحاليل الكيماوية للهواء الجاف انه يتكون من الغازات الاتية :-



1. نيتروجين 78%

2. اوكسجين 21%

3. اركون 0.092%

4. ثاني اوكسيد الكربون 0.03%

5. هيدروجين 0.011%

المجموع 99.124%

كما توجد في الجو نسبة من الغازات الخاملة بنحو 25 جزء من مليون في الجو ، ومن هذه الغازات النيون والهليوم والكربتون الاوزون . كما توجد اثار من غازات الامونيا واوكسيد النتروز وبعض الغازات الكبريتية . ولايوجد الهواء الطبيعي جافا تماما ولكن بخار الماء يكون مختلطا به في نسب متغيرة تتراوح بين الصفر تقريبا الى 2% .

تبعاً لاختلاف الخصائص العامة لأجزاء الغلاف الجوي وتنوع الغازات فيه من ارتفاع إلى آخر يمكن تصنيفه إلى ثلاث طبقات رئيسية هي :-

1- طبقة التروبوسفير (طبقة الغلاف الجوي السفلي) Troposphere

2- طبقة الستراتوسفير (طبقة الغلاف الجوي العليا) Stratosphere

3- طبقة الأيونوسفير (طبقة المتأينة) Ionosphere

يعتبر الغلاف الجوي من أهم العوامل التي تؤثر في تشكيل سطح الأرض المختلفة إذ أن الهواء يتفاعل كيميائياً مع صخور القشرة الأرضية أثناء عملية التجوية خاصة التجوية الكيميائية والتي تؤدي إلى تحلل وتفكك الصخور مثل على ذلك تكوين غطاء التربة التي تغطي معظم سطح الأرض بفعل التحلل والتفتت الصخري .

2- الغلاف المائي Hydrosphere

يتكون هذا الغلاف من ما موجود من مياه على سطح الأرض من محيطات وبحار وبحيرات وأنهار وجداول وعيون وكتل جليدية والمياه الجوفية . إن المساحة المسطحة المائية على سطح الأرض تبلغ حوالي 70.8% بينما مساحة اليابسة لا تزيد عن 29.2% من مساحة الكرة الأرضية التي تقدر بنحو 510 مليون كيلومتر مربع . وتمثل مياه البحار والمحيطات أكثر من 98% من جملة حجم الغلاف الجوي .

ويختلف نوع المياه من مكان لآخر تبعاً لكمية الأملاح المذابة به ، فمياه الأنهار معظمها عذبة ، أما البحار المقفولة فتزداد درجة ملوحتها عن البحار المفتوحة بسبب أن مياه البحار المقفولة لا يوجد لها مجرى مائي يغذيها بحيث يخفف من نسبة الملوحة فيها وكذلك بسبب التبخر المستمر لهذه المياه عن طريق أشعة

الشمس مما تؤدي بالنهاية الى ازدياد تراكيز ايونات العناصر الملحية الذائبة والتي تصل الى درجة الاشباع بحيث تتحد مع بعضها البعض مكونة معادن ملحية تترسب اما في اسفل البحار او على حافة البحار المقللة . اما البحار تزداد ملوحتها من مياه المحيطات وذلك لأنه ليس مياه المحيط كلة ماء بل ان 2% من حجمة يتكون من غازات النتروجين والاكسجين وغازات اخرى مذابة في الماء، كما ان مياه المحيط يحتوي على 3,5% من وزنة من الاملاح الذائبة معظمها كلوريد الصوديوم.

3- الغلاف الصخري Lithosphere

الغلاف الصخري هو تلك القشرة الارضية التي يظهر جزء منها على سطح الارض مكونة القارات وقيعان البحار والمحيطات ويسمى هذا الغلاف الصخري بالقشرة الارضية (Earth Crust).

يقسم الغلاف الصخري الى عدة اقسام رئيسية هي :-

- 1- القشرة الارضية تتكون من
- ا- القشرة الارضية الخارجية (Outer Earth Crust)

ب- السيال (Sial)

ج- السيمما (Sima)

2- الجبة (Mantle)

3- لب الارض (Core)

اولا : القشرة الارضية

ا = القشرة الارضية الخارجية (Outer Earth Crust)

تتكون من انواع مختلفة من الصخور الرسوبية والنايرية والمتحولة بحيث تغطي هذه الصخور بغلاف رقيق من التربة (Soil) وهي الجزء المفتت المتأكل والمختلط بالمواد العضوية المتعفنة وتختلف سمكها من مكان الى اخر .

ب - طبقة السيال (Sial)

هي عبارة عن طبقة سطحية للغلاف الصخري ، تتكون من صخور كرانيتية (Granitic) فاتحة اللون ، تتركب اساسا من سليكيات الالمنيوم ، ومن هنا جاءت التسمية سيال حيث تشمل الاحرف الاولى للسليكا والالمنيوم . يبلغ متوسط كثافة هذه الطبقة 2.8غم / سم³ .

. ويتراوح سمكها من 2-15 كم . ويلاحظ ان هذه الطبقة تكون رقيقة السمك اسفل البحار والمحيطات بل وتكاد تكون معدومة في قاع المحيط الهادئ في حين تزداد سمكها في القارات اليابسة .

ج - طبقة السيماء (Sima)

هي طبقة تقع تحت اسفل صخور السيال ، وتتكون من صخور اعظم كثافة من طبقة السيال حيث تتركب من معادن ثقيلة حيث تتكون من صخور البازلتية (Basaltic) . وتتركب اساسا من معادن سيليكات المغنسيوم ومن هنا جاءت التسمية حيث تشمل الاحرف الاولى من كل من عنصري السليكا والمغنسيوم اما كثافتها اذ تزيد عن 3.4 غم/سم³، ويتراوح سمكها ما بين 20 - 25 كم . وقد لوحظ ان طبقة السيماء تتكون من طبقتين مختلفتين من بعضهما من حيث تبلور صخورها ، حيث الطبقة العلوية تكون اكثر تبلورا وتعرف باسم طبقة

البازلت المتبلور او السيمتا المتبلورة وهذه بدورها تقع فوق طبقة اخرى بازلتية غير متبلورة او زجاجية تعرف باسم السيمتا الزجاجية ، ويفصل طبقة السيمتا وطبقة السيمتا طفرة تسمى طفرة كونراد.

تعتبر طرق التسجيلات الزلزالية الحديثة هي الطريقة الوحيدة المعروفة الان للكشف عن التركيب الداخلي للأرض . وقد كان العالم الزلزالي اليوغسلافي موهرفيتشك له الفضل الكبير لمعرفة اسرار باطن الارض عن طريق دراسة الامواج الزلزالية المنبعثة وسرعتها هناك ومسارها داخل الارض . هناك تعريف يسمى بطفرة موهو (Moho) هو السطح الذي يفصل بين القشرة الارضية وبين ما يسمى بالجبة حيث ان عمق هذا السطح ليس ثابتا بل انه يختلف من قارة الى قارة اخرى ويتراوح بين 35 - 48 كم من سطح الارض .

وهناك تعريف اخر يسمى بطفرة كوتبرغ الذي اكتشفه العالم الامريكي كوتبرغ عام 1920 هو السطح الفاصل ما بين الجبة ولب الارض على عمق 2900 كم من سطح الارض .

ثانيا - الجبة (Mantle)

الجبة تقع اسفل الغلاف الصخري تتكون من صخور اعظم سمكا وتتركب من معادن وصخور اكثر كثافة وثقلا من تلك التي تمثل الغلاف الصخري ، يقدر سمكها حوالي

اعتمادا على سرعة الموجات الزلزالية داخل الجبة امكن تقسيم هذه انطاق الى طبقتين مختلفتين وذلك تبعا للتركيب المعدني ، فالطبقة العلوية تكون اكثر قتامة في اللون واكثر كثافة وقاعدية وتسمى طبقة البريدوتايت (Peridoite) (البريدوتايت هو صخر ناري فوق القاعدي Ultrabasic) ، اما الطبقة السفلية

فتتكون من خليط من المعادن القاعدية وفلز الحديد وتعرف باسم البالاسايت (Pallasite) .

ثالثا - لب الارض Core او جوف الارض (Centrosphere)

وهو يلي الجبة نحو الاسفل ، يمتد على 1800 ميل وهو العمق الذي يشكل السطح السفلى للجبة حتى مركز الارض الذي يقع على بعد 3950 ميلا ويعرف ايضا بالنواة الداخلية يتألف من مواد عظم ثقلا وكثافة من تلك التي تتركب منها بقية نطاقات الارض، متوسط الكثافة 10غ/سم³.

لقد استطاع العلماء التعرف على الكثير من الحقائق عن جوف الارض عن طريق دراسة الموجات الزلزالية وكذلك تشير المغناطيسية الارضية الى وجود مواد حديدية داخل الارض . ويرجح ان لب الارض يتكون اساسا من فلزات الحديد والنيكل ولذلك اطلق عليه اسم (النيك) (NiFe) نسبتا الى هذين الفلزين ، ويعتقد ان الحديد يوجد بنسبة (90 %) ، اما النيكل فتتراوح نسبته بين (8-10 %) .

ويرى البعض تقسيم لب الارض الى نطاقين هما اللب الخارجي (Outer Core) يتكون من مادة سائلة تبلغ كثافتها حوالي 12، حيث تتكون من خليط فلز بالحديد والنيكل ، ويبلغ سمك هذه الطبقة الخارجية حوالي 2267 كم .

اما اللب الداخلي (Inner Core) فيعتقد انه يتكون من مواد صلبة تتكون من الحديد والنيكل وهي ذات كثافة عالية جدا تصل الى 12 ، وتحت ضغط عالي اكثر من 3 ملايين مرة من الضغط الجوي على السطح .

4- الغلاف الحيوي (Biosphere)

المقصود بهذا الغلاف هو مجموعة الكائنات الحية النباتية والحيوانية والتي تعيش على الارض ، ان هذا الغلاف العضوي لا يشكل غلافا مستقلا بذاته لأنه يتكون من مجموعة معقدة من المركبات العضوية تتفاعل مع اجزاء من الغلاف المائي والهوائي والجزء العلوي من الغلاف الصخري . لقد امكن الحصول على بعض الحشرات والكائنات الدقيقة وحبوب اللقاح لبعض النباتات من ارتفاعات عالية في الغلاف الهوائي ، كما توجد كائنات حية دقيقة مثل البكتريا في قيعان البحار والمحيطات وفي مياه بعض ابار البترول العميقة بالإضافة الى المساحات الشاسعة من اليابسة التي تغطيها الغابات والمراعي والاعشاب .



مكونات القشرة الارضية

تتميز القشرة الارضية بالاختلاف في التركيب المعدني والكيميائي لذلك اهتم الجيولوجيين بدراسة الصخور والمعادن وجيلوجية الخامات والرواسب المعدنية ، ان اساس مكونات القشرة الارضية هو ذرات العناصر الكيميائية ، امكن التعرف على ما يقرب من 112 عنصر منها ، وتختلف هذه العناصر في وجودها في القشرة الارضية فقسم منها يوجد بنسبة عالية بينما يوجد البعض الاخر بصورة نادرة .

نلاحظ من الجدول ان متوسط التركيب الكيميائي للقشرة الارضية معبرا عنها بالنسبة المئوية للعناصر الرئيسية المختلفة . ان هناك ثمانية عناصر فقط منها وهي الاوكسجين والسليكون والالمنيوم والحديد والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم تكون ما يقرب من 98% من العناصر المكونة للقشرة الارضية ، اما باقي العناصر المعروفة في الجدول الدوري .

جدول يوضح متوسط التركيب الكيميائي للقشرة الارضية

العنصر	النسبة المئوية	العنصر	النسبة المئوية
الايوكسجين	46.71	بوتاسيوم	2.58
سليكون	27.69	مغنسيوم	2.08
المنيوم	8.07	تيتانيوم	0.62
حديد	5.06	هيدروجين	0.14
كالسيوم	3.65	فوسفور	0.12
صوديوم	2.83	منغنيز	0.09

يتضح من الجدول ان الاوكسجين هو العنصر الاكثر انتشارا في القشرة الارضية حيث تصل نسبته تقريبا 50% من اجمالي العناصر ولا يوجد هذا العنصر في صورة حرة طليقة لكنة في الواقع يوجد متحدا كيميائيا مع غيره من العناصر الاخرى ، مكونا مركبات كيميائية هي اكاسيد العناصر ولما كان عنصر السليكون يلي الاوكسجين من ناحية نسبة وجوده في صخور القشرة الارضية حوالي 28% ولهذا ان يكون مركب ثاني

او كسيد السيلكون (SiO_2) وهو اكثر مركبات تواجد ا في القشرة الارضية . وفي العادة يتحد اكثر من او كسيد فلزي مع او كسيد السيلكون مكونا مواد سيلكاتية مثل سيلكات الالمنيوم مثل سيلكات الالمنيوم والبوتاسيوم ($KAlSi_3O_8$) وسيلكات المغنسيوم (Mg_2SiO_4) وهذه المواد السيلكاتية الطبيعية التي لا دخل للإنسان في تكوينها هي ما تسمية بالمعادن (Minerals) وهي التي تدخل في تكوين الصخور المختلفة للقشرة الارضية .

اما العناصر الباقية والتي تشمل الفلزات واللافلزات والتي لا تتعدى جمعها عن 0.2% من تركيب القشرة الارضية ، وتوجد في صورة معادن مختلفة في تركيبها الكيماوي مثل الكبريتيدات (Sulfides) او الاكاسيد (Oxides) او الكربونات (Carbonates) او في صورة عنصرية (Natives) مكونا ما يعرف بالرواسب المعدنية الاقتصادية .

تمتاز المعادن التي تتكون من مركبات كيميائية طبيعية التي تتكون في القشرة الارضية بان ذراتها المكونة لها توجد في ترتيب هندسي منتظم ، وهذا يعني ان المعدن الطبيعي يتميز بكونه متبلورا اي يوجد على هيئة بلورات (Crystal).

ونادرا ما توجد هذه المعادن في صورة منفردة ولكنها تتجمع في صورة متحدة مع بعضها وهذه التجمعات من المعادن المختلفة تسمى بالصخور (Rocks) وهناك قلة من الصخور تتكون اساسا من معدن واحد والغالبية العظمى من المعادن توجد في الطبيعة مكونة صخور محتفلة .

المعادن (Minerals)

يعرف المعدن بانه مادة طبيعية صلبة متجانسة التركيب يتميز بان لة بناء ذري داخلي منتظم وتركيب كيميائي محدد .

نشاه المعادن (طرق تكون المعادن في الطبيعة)

تختلف المعادن فيما بينها من ناحية طريقة تكوينها واصلاها ، فبعضها يتكون من محاليل عادية كمياء البحر والبعض الاخر قد ينشا من الغازات ، او قد تتكون من مادة صلبة قديمة تعرضت لعوامل طبيعية معينة كانت سببا في

تحولها ، ان دراسة نشاه المعادن واصلاها تعتبر من الدراسات ذات الالهية القصوى وذلك لان دراسة نشاه المعادن ما هي الا دراسة تاريخها الطبيعي وبالتالي قد تساعد الباحثين الى اماكن وجودها وتمركزها .

تتكون المعادن في الطبيعة بإحدى الطرق التالية :

1-تكون المعادن من الصهارة

2-تكون المعادن من المحاليل

3-تكون المعادن من الغازات والابخرة

4-تكون المعادن من مواد صلبة

1 - تكون المعادن من الصهارة

ذي درجة حرارة عالية جدا توجد اسفل القشرة الارضية على اعماق بعيدة وتحت ضغط كبير ، ويتميز هذا السائل الصخري بانه مادة ذات لزوجة ذات كثافة عالية لدرجة تسمح بتحريك العناصر المكونة له بحرية في درجات الحرارة العالية .وعندما تظهر الصهارة فوق سطح الارض من خلال الشقوق الصخرية او البراكين فأنها تسمى بالحمم البركانية او اللافا (Lava) .

ان الغالبية العظمى من المعادن المكونة للقشرة الارضية قد تكونت نتيجة تصلب الصهارة او اللافا المكونة للصخور النارية بنوعها الجوفية (الباطنية) او البركانية (السطحية) ، وتتوقف المعادن المتكونة على التركيب الكيماوي الاصيلي للصهارة .

وقد قدر ان العناصر الثمانية الرئيسية المكونة للقشرة الارضية المذكورة سابقا تكون في المتوسط التركيب الكيماوي حوالي 99% من مجموع العناصر الموجودة في الصهارة اما الباقية فتتكون من بقية العناصر وبعض المواد الطيارة مثل بخار الماء وغاز الكلور والفلور والمعادكبريت وثاني اوكسيد الكربون والخب .

2- تكون المعادن من المحاليل

هناك نوعين من المحاليل تعتبر مصدر لتكون المعادن وهما

ا- المحاليل الصهارية (Magmatic Solution)

هي عبارة عن محاليل المتبقية من تبلور الصهارة وفي العادة تكون هذه المحاليل ذات درجة حرارة عالية وتركيز عالي وتسمى ايضا بالمحاليل المائية الحارة (Hydrothermal.Solution) ، والمعادن المكونة بهذه الطريقة تعود للصخور النارية .

ب- المحاليل السطحية (Surface Solutions)

هي تلك المحاليل مثل البحار والمحيطات والانهار او المياه الجوفية تتعرض الى عملية التبخر بسبب حرارة الشمس او اي مصدر اخر مما تسبب في تكوين معادن ومعظم المعادن المكونة بهذه الطريقة هي معادن المتبخرات التي تعود للصخور الرسوبية مثل معدن ملح الطعام وغيرها .

3- تكون المعادن من الغازات

بعد ان يتبلور الجزء الاكبر من الصهارة في شكل معادن سيليكاتية مكونة الصخور المختلفة وكذلك بانفصال المعادن الفلزية الثقيلة ، وبعد ان تترسب المحاليل المائية الحرارية في صورة رواسب مختلفة الحرارة، يصبح السائل غنيا بالغازات والمواد الطيارة (Volatiles). وهذه الغازات تحاول الهروب من الصهارة تحت اي ظروف مناسبة مثل انخفاض الضغط نتيجة وجود فواصل او كسور او مسام في الصخور ، وبعد انفصالها وهروبها فأنها قد تتفاعل مع بعضها البعض او مع الصخور المحيطة مكونة معادن جديدة ومن هذه الغازات والمواد الطيارة بخار الماء والكلور والبورون والكبريت . ويسمى تفاعل هذه الغازات مع الصخور المحيطة باسم التحول الغازي ومن امثلة المعادن التي تتكون بهذه الطريقة معدن الكاسيترايت .

اما اذا كانت هذه الغازات قريبة من سطح الارض فأنها تحاول الهروب مع انفجارات البراكين ، ثم بعد ذلك تتجمد وتتبلور في صورة معادن تترسب حول فوهة البراكين مثل معدن الكبريت والهالايت وغيرها .

4 - تكون المعادن من المواد الصلبة

بعد تتكون الصخور المختلفة ، قد تتعرض لبعض العوامل المختلفة مثل ازدياد درجة الحرارة او الضغط او التفاعلات الكيماوية للمحالييل النشطة . وهذه العوامل تعمل على تحويل المعادن المكونة للصخور الاصلية في صورة معادن جديدة تكون ثابتة تحت هذه الظروف الجديدة ، وتسمى هذه التغيرات التي تحدث على المعادن والصخور باسم التحول (Metamorphism) ، والصخور الناتجة تعرف باسم الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks).

الصخور Rocks

ان الصخور والمعادن الموجودة هي من المكونات الرئيسية للغلاف الصخري الذي يحيط بالأرض . ويمكن تعريف الصخر بأنه مادة صلبة تتكون من معدن واحد او يتكون من خليط من عدة معادن . ويعتبر الصخر على انه الوحدة الاساسية في بناء الارض ، كما ان المعدن هو وحدة الصخر .

اذا استطعنا تصنيف المعادن الى مجموعات مختلفة وفقا لتباين تركيبها الكيماوي مثل مجموعة المعادن العنصرية والكبريتيدية ومعادن الكربونات الخ ، فانه من الصعب ان نتبع هذا التقسيم عند تصنيف الصخور ذلك انه قد يصادف وجود صخرين او اكثر بحيث تتشابه جميعها من حيث التركيب المعدني والكيماوي ، ولكن قد يكون لكل منها خصائصه المميزة ونشأته مختلفة . على ذلك اجمع الجيولوجيين على تصنيف صخور القشرة الارضية بحسب طرق نشأتها والظروف التي ساعدت على تكوينها . ويمكن حصر انواع صخور القشرة الارضية في ثلاثة انواع رئيسة حسب كيفية نشأتها :-

1-الصخور النارية (Igneous Rocks)

هي صخور اولية تكونت بفعل تجمد الصهارة (الماكما) اما في باطن الارض او بشكل مقذوفات بركانية سائلة تعرف بلحمم البركانية .

2 - الصخور الرسوبية (Sedimentary Rocks)

هي صخور ثانوية تكونت من صخور قديمة (نارية او متحولة او رسوبية قديمة) نتيجة العمليات الكيميائية والميكانيكية والعضوية التي تؤثر في القشرة الارضية حيث تعمل هذه العمليات على تكسير وتفطيت هذه الصخور القديمة ثم ترسيبها من جديد بواسطة عوامل طبيعية مثل المياه والرياح والثلج والنباتات والحيوانات .

2-الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks)

تشمل كل الصخور التي كانت في اول تكوينها اما نارية او رسوبية ، ثم تعرضت لظروف جديدة من الحرارة او الضغط او كليهما ادت الى اكتساب معالم وخواص جديدة ليست لاي نوع من نوعي الصخور الاصلية ، بحيث تلائم الظروف الجديدة .

الدورة الصخرية (دورة الصخور في الطبيعة)

ترتبط الانواع المختلفة من الصخور فيما بينها ارتباطا كبيرا ، فيتمثل اصل صخور القشرة الارضية من المنصهرات النارية ، وعندما تتعرض هذه الصهارة الى عملية التبريد سواء في باطن الارض او على سطح الارض ، ينجم عنها تكوين الصخور النارية المختلفة ، وعند ظهور هذه الصخور النارية الجوفية وكذلك الصخور النارية البركانية التي اصلا موجودة فوق سطح الارض عند تكونها تتعرض الى عمليات التجوية والتعرية والنقل ، ثم تحدث بعد ذلك عن طرق عمليات الترسيب تتجمع المواد المفتتة وحطام الصخور على شكل طبقات مترسبة تسمى بالصخور الرسوبية . وعند تعرض الصخور الرسوبية الثانوية

التكوين والصخور النارية الاولية لعمليات الضغط والحرارة الشديدين تتغير معالمها وتتحول الى الصخور المتحولة. وتكرر هذه الدورة عدة مرات الى ما لانهاية . وتعرف هذه العملية الطويلة البطيئة التي بدأت اولى دورتها منذ بداية تكون القشرة الارضية والتي لاتزال مستمرة حتى اليوم باسم الدورة الصخرية . الشكل التالي يوضح هذه الدورة .

1 - الصخور النارية (Iqneous Rocks)

يرجع اسم هذه المجموعة من الصخور الى كلمة اللاتينية (Iqnis) ومعناها نار ، وذلك انها تكونت عند بداية تكوين القشرة الارضية ، حيث كانت في بداية حالتها الاولى منصهرة ولزجة وشديدة الحرارة ثم اخذت تبرد بالتدريج وكونت الغلاف الصخري الاصلي للقشرة الارضية . ويطلق على هذه الصخور ايضا بالصخور الاولية (Primary Rocks) وذلك لانها اول صخور ظهرت على سطح الارض وانها اول الصخور التي تتصلب من الصهارة . وقد يطلق عليها ايضا اسم الصخور المتبلورة (Crystalline Rocks) ذلك لانها تتكون نتيجة تبلور الصهارة في هيئة معادن وبلورات كبيرة .

ان معظم الصهير (Magma) الموجود بالأعماق المختلفة في باطن الارض والذي يكون تجمعات صخرية نارية تتكون معظمها من مادة سيليكاتية عند تبلورها .

وقد وجد بصورة عامة ان التركيب الكيماوي للصخور النارية الشائعة يقع ضمن الحدود العامة التالية اذا ما عبرنا عن هذه التراكيب بصورة اكاسيد :

(SiO_2 % 75-40) و (MgO % 10 - 1) و (CaO % 10 - 1)
و (K_2O % 6 - 1) و (Na_2O % 6 - 1) .

انواع الصخور النارية

1 - الصخور الحامضية (Acidic Rocks)

ا - ان هذه الصخور تكون غنية بعناصر السيلكون والالمنيوم والصوديوم والبوتاسيوم ، وفقيرة بعناصر الكالسيوم والحديد والمغنيسيوم .

ب - ان الصخور النارية الحامضية تحتوي بصورة رئيسية على معادن الاورثوكليز (KAlSi3O8) والبلاجيوكليز الغني بالصوديوم (NaAlSi3O8) مع قليل من معدن البلاجيوكليز الغني بالكالسيوم (CaAl2Si2O8) ، وتبقى به سيليكات فائضة تكون معدن الكوارتز (SiO2) ، مع وجود كميات قليلة جدا من المعادن الغنية بالحديد والمغنيسيوم والتي تعرف باسم معادن الفيرومغنيسية مثل معادن البايوتايت والهورنبلاد .

ج - تتميز هذه الصخور باللون الفاتح وذات كثافة قليلة نسبيا نظرا لكون اغلب المعادن المكونة له ذات الوان فاتحة وكثافة قليلة نسبيا .

2 - الصخور القاعدية (Basic Rocks)

ا - ان هذه الصخور تكون غنية بعناصر الكالسيوم والمغنيسيوم والحديد والالمنيوم وفقيرة بعناصر السيلكا والبوتاسيوم والصوديوم .

ب - ان الصخور النارية القاعدية تحتوي على معادن بصورة رئيسية البلاجيوكليز الغني بالكالسيوم (CaAl2Si2O8) ومعادن الفيرومغنيسية مثل معدن الاولفين والبايروكسين وغيرها ، ويحتوي على معدن البلاجيوكليس الغني بالصوديوم (NaAlSi3O8) ، لوحظ ان هذه الصخور لا تحتوي على معادن الكوارتز والاورثوكليز بسبب قلة وجود عنصري البوتاسيوم والسيلكون في الصهير الصخري المكون لهذه الصخور بحيث لا تسمح كمياتهما بتكوين هذين المعدنين .

ج - تتميز هذه الصخور بالألوان الداكنة والكثافة العالية وذلك بسبب ان معظم المعادن المكونة لها ذات لون داكن وكثافتها نسبيا عالية .

3-الصخور المتوسطة (Intermediate Rocks)

وهي صخور تقع بين النوعين السابقين من الصخور وتكون متوسطة بينهما بحيث تشمل مزيج من المعادن المذكورة في الفقرات السابقة وفق للتركيب الكيميائي والظروف الأخرى.

4-الصخور فوق القاعدية (Ulterbasic Rocks)

وهي صخور تتكون بصورة تقريبية كلية من المعادن الفيرومغنيسية ومن خواصها انها تعتبر صخور اكثر كثافة من بقية الصخور الأخرى بسبب تركيبها المعدني .

2- الصخور الرسوبية (Sedimentary Rocks)

تغطي الصخور الرسوبية ما يقرب ثلاثة ارباع سطح الارض اما الربع الباقي فيغطى بالصخور النارية والمتحولة . وتسمى الصخور الرسوبية بالصخور الثانوية وذلك لنشأتها الثانوية حيث تتكون من تفتت وتحلل صخور سابقة بفعل العوامل الجوية المختلفة . والراسب (Sediment) هو تلك المادة المفككة التي تتكون تحت الظروف السطحية من الضغط ودرجة الحرارة . بواسطة العوامل السطحية مثل الرياح والانهار والثلاجات والكائنات الحية . ومن امثلتها مثل الرمال والحصى والاطيان ... الخ .

ويتحول هذا الراسب الى صخر رسوبي بواسطة تماسكه وضغطة في هيئة حجر رملي او طيني ... الخ .

وتتميز الصخور الرسوبية والرواسب عموما عن الصخور النارية والمتحولة في وجودها على هيئة طبقات نتيجة للترتيب المنتظم لها حيث تترسب بشكل طبقات افقية . وتتميز كل طبقة بلونها وسمكها ومعادنها . كما تحتوي هذه الصخور على بقايا الكائنات الحية والتي تسمى بالمتحجرات . والصخور

الرسوبية تتكون في بعض الاحيان من معادن لا توجد فى الانواع الاخرى من الصخور مثل الفوسفات والفحم والهالايت وغيرها .

العمليات الرسوبية (Sedimentary Process)

قبل ان يتكون الصخر الرسوبي ، يمر بأربعة مراحل رئيسية حيث تسمى بالعمليات الرسوبية وهي التجوية والنقل والترسيب وعمليات التغيير

1-التجوية (Weathering)

وتشمل جميع العمليات التي تؤدي الى نقتيت الصخر وتحلله ، حيث حميع الصخور معرضة لعمليات التجوية سواء كانت صخور نارية او متحولة او رسوبية قديمة . تتم عمليات التجوية بواسطة الرياح والمياه والثلاجات والكائنات الحية .

وتسبب هذه العمليات نقتيت الصخر او تحلله تبعا لنوع العمليات التي تقوم بها ، وقد ينتج عن تجوية الصخر الاصلي ان يتغير التركيب لبعض او كل مكونات وتسمى التجوية في هذه الحالة بالتجوية الكيميائية (Chemical Weathering) .. اما اذا تم تكسير الصخر دون المساس بتركيبه الكيميائي فتسمى بالتجوية الميكانيكية (Mechanical.Weathering) . وقد تلعب الكائنات الحية دورا كبيرا في عمليات نقتت الصخور وتحللها وتعفننها وتسمى هذه العملية بالتجوية الحياتية (Organic.Weathering).

2 - النقل (Transportation)

يتم نقل نواتج عمليات التجوية بعيدا عن مصدرها الى اماكن الترسيب، وتختلف طريقة نقل هذه المكونات باختلاف طبيعتها . فالمواد سريعة الذوبان تنقل بالمياه بصورة ذائبة او ايونية . انا المواد عديمة الذوبان فقد تنقل في صورة غروية (Colloidal) او معلقة (Suspended) .

اما المواد الصلبة فتتقل اما بدحرجتها (Traction) او قفزها (Saltation) في المياه . وتتقل هذه المواد جميعها بواسطة الماء والرياح والثلجات . ويتوقف طول فترة النقل على سرعة التيار الحامل وحجم الحبيبات المنقولة . فالماء مثلا ينقل المواد الذائبة والغروية والمواد الصلبة (معلق او دحرجة او قفز) . اما الرياح فتقوم بنقل المواد الصلبة (معلق او دحرجة او قفز) . اما الثلجات فعادتا تحمل المواد الصلبة داخل جسم الثلجة نفسها.

وتستمر عملية النقل مادامت سرعة عامل النقل ثابتة وحمولته من المواد ثابتة ايضا ، اما اذا تغيرت هذه الظروف مثل انخفاض سرعته او ازدياد حمولته او وجود عائق معين او تدخل عوامل طبيعية او عرضية تبدا عمليات ترسيب هذه المواد المفتتة .

3 - الترسيب (Deposition)

تترسب المواد المنقولة (ذائبة - غروية - صلبة) بإحدى العمليات التالية :-

ا - ترسيب ميكانيكي (Mechanical)

ويتم ترسيب المواد الصلبة نتيجة بعض التغيرات الميكانيكية في عامل النقل مثل انخفاض سرعة التيار او الرياح او وجود عائق او منعطفات ، او تغير مجرى الماء او ازدياد حمولة النهر وتسمى الرواسب التي تتكون بهذه الطريقة بالرواسب الميكانيكية (Mechanical.Deposits) او الرواسب الفتاتية (Clasctic) مثل حصى والطين .

ب - ترسيب كيميائي (Chemical)

تترسب المواد المنقولة في حالة سائلة او غروية بواسطة بعض الطرق الكيميائية المختلفة . وهذه العمليات الكيميائية قد تنتج من تفاعلات بين المحاليل المختلفة المنقولة . او من تفاعل بين محاليل المنقولة او بعض الغازات او المحاليل الخارجية المنقولة . او هروب بعض المكونات من هذه المحاليل .

والرواسب الناتجة تسمى الرواسب الكيماوية (Chemical Deposition) او الغير فتاتية (Non clastic) مثل الحجر الجيري والدولومايت وغيرها .

ج- ترسيب عضوي (Organic)

تقوم بعض الكائنات الحية بدور هام في عملية الترسيب . فالكائنات الحية تبني اجسامها وهياكلها من المواد المذابة والغروية الموجودة في المياه . وبعد موت هذه الكائنات تدفن هذه الهياكل وتتجمع على هيئة راسب عضوية كما ان بعض النباتات والاشجار تكون الفحم نتيجة لتحللها الكيماوي بعد الدفن .

المحاريات والمرجان تقوم باستغلال كربونات الكالسيوم في مياه البحر في تكوين اصدافها وهياكلها ، وهذه الهياكل تكون الصخور الجيرية بعد انتشار هذه الكائنات ، كما تقوم هياكل الاسماك بنفس الطريقة في تكوين صخور الفوسفات ، اما الكائنات الدقيقة فتكون راسب سميكة مثل الدايتومايت والراديلولاريا .

ومن ناحية اخرى تقوم البكتريا كعامل مساعد في ترسيب بعض الرواسب مثل راسب الحديد ورواسب الكبريت .

د - عمليات التغيير بعد الترسيب (العمليات التحويرية) (Diagenesis)

وهي تلك العمليات التي تؤثر في الرواسب اثناء وبعد ترسيبها ولكن قبل تصلبها،وتتم هذه العمليات تحت ظروف السطحية العادية ، حيث تقوم بتغيير نسيج الراسب او تركيبه او مكوناته المعدنية ، ومن اهم هذه العمليات

1-التسمنت او اللصق (Cementation) وهو ترسيب مادة لاصقة بين

الحبيبات المكونة للراسب . فيتحول راسب الرمل الى حجر رملي بواسطة التماس حبيباته كمواد غريبة مثل الكالسايت واكاسيد الحديد .

2-التضاغط (Compaction) وهو ضغط وتماسك الحبيبات وتقاربها جنبا

الى جنب ، مثل ضغط راسب الطمي فيصبح صخر الطفل .

3-اعادة تبلور (Recrystallization) ويتم تكوين بلورات معدنية جديدة

متماسكة لنفس الراسب بدون تغيير في التركيب الكيماوي مثل اعادة

تبلور الراسب الجيري الدقيق الحبيبات الى صخر جيري ذو حبيبات خشنة

4-الاحلال (Replacement) ويتم باحلال كيميائي للمادة المترسبة بمادة

اخرى جديدة ، مثل احلال الحجر الجيري وتحوله الى صخر الدولومايت

5- الذوبان (Solution) من الممكن اذابة الرواسب طبيعيا ، فعند تساقط

مياه الامطار المحملة بثاني اوكسيد الكربون يتكون حامض خفيف

وهذا الحامض يذيب بعض محتويات الصخر الجيري

3 - الصخور المتحولة Metamorphic Rocks

يقصد بالصخور المتحولة هي تلك الصخور التي تحولت عن حالتها الاولية الى حالة اخرى جديدة . وقد يكون هذا التغير الذي حدث على الصخر تغيرا في الخواص الكيميائية او الفيزيائية او المعدنية . ويطلق على العمليات التي تؤدي الى تغير الصخر الاصلي (نارية او رسوبية) واعادة بناؤه ليلائم الظروف الطبيعية .

عمليات التحول (Metamorphism) وهي تلك العمليات التي تتاثر بالحرارة الشديدة او بفعل الضغط الشديد او كليهما ، وغالبا ما يؤدي التحول الى تغير شكل الصخر المميز ونسجة الخاص وتركيبه المعدني مما يتناسب مع التغيرات الطارئة ليصبح اكثر استقرارا وثباتا تحت الظروف الجديدة .ويمكن تقسيم عمليات التحول الى ثلاثة انواع رئيسية هي

1 - التحول الحراري Thermal Metamorphism

تتم عملية التحول الصخري في هذه الحالة بفعل الحرارة الشديدة وقد يكون مصدر هذه الحرارة العالية المواد المنصهرة في باطن الارض وانسيابها الى اعلى ويسمى ايضا هذا النوع من تحول بالتحول التماسي (Contact Metamorphism) وداما ما تحدث في المنطقة الملاصقة او المجاورة للصهارة الساخنة المتداخلة بين طبقات الصخور ، وقد تعمل الصهارة الساخنة

بفعل مكوناتها الكيماوية على التفاعل مع الصخور المجاورة مكونة معادن ومركبات جديدة خاصة في منطقة التماس وكلما بعدنا عن هذه المنطقة كلما يقل تأثير التماس الصخري لذلك فان نتيجة تكون حصول تغير بشكل هالة مصدرها الصهارة الساخنة يطلق عليها هالة التحول .

2 - التحول الديناميكي (Dynamic Metamorphism)

تحدث عملية التحول الصخري بفعل الضغط الشديد الواقع فوق الصخور ، وينتج عن ذلك تتغير في النسيج الصخري مما يؤدي الى هذا التحول تحركات الارضية التي تسبب انشاء الصخور وتكسرها . وفي هذه الحالة يحدث التحول في الصخور بحيث يتكون لها نسيج جديد تأخذ فيه المعادن شكلا صفائحيا في مستويات متعامدة مع اتجاه الاجهادات الاكبر .

2- التحول الاقليمي (Regional Metamorphism)

ينتج هذا النوع من التحول من الحركات التكتونية والتقلصات الباطنية في باطن الارض ، وتعرض صخور القشرة الارضية لحرارة وضغط شديدين ويظهر تأثير التحول الاقليمي في صخور عظيمة السمك ومساحات واسعة تمتد الاف اميال .

” علم المتحجرات

المحاضرة الرابعة



علم المتحجرات : هو علم يبحث في حياة الحيوانات والنباتات منذ بدء تكونها على الارض لحد الان وما انقرض منها وما بقى .

ان الحياة بدأت على شكل احياء دقيقة ديدانية الشكل تثقب في الصخور (صخور ما قبل الحياة القديمة) .

ان السجل المؤكد لظهور الحياة وتنوع الاحياء ظهرت في حقبة الحياة القديمة في عصر الكامبري حيث قسم منها تطورت وكثرت وقسم الاخر انقرضت .

قسم علم المتحجرات الى علم الحيوانات القديمة وعلم النباتات القديمة . وقد ظهر أخير علم المتحجرات المجهرية

(Paleobotany) والذي يشمل علم حبوب اللقاح (Palynology) .

علم المتحجرات : هو علم يبحث في حياة الحيوانات والنباتات منذ بدء تكونها على الارض لحد الان وما انقرض منها وما بقى .
ان الحياة بدأت على شكل احياء دقيقة ديدانية الشكل تثقب في الصخور (صخور ما قبل الحياة القديمة) .

ان السجل المؤكد لظهور الحياة وتتنوع الاحياء ظهرت في حقبة الحياة القديمة في عصر الكامبري حيث قسم منها تطورت وكثرت وقسم الاخر انقرضت .

قسم علم المتحجرات الى علم الحيوانات القديمة وعلم النباتات القديمة . وقد ظهر أخير علم المتحجرات المجهرية (Paleobotany) والذي يشمل علم حبوب اللقاح (Palynology) .

شروط حفظ المتحجرات :

وجود اجزاء صلبة مثل العظام والاصداف والنسيج الصوفي

• سرعة الطمر مع انتقال بسيط للكائنات

من موقع موتها وليس مسافة طويلة .

• الدفن في الترسبات الناعمة مثل الطين والغرين والرمل

• حركة قليلة لفعالية البكتريا على بقايا الحيوانات والنباتات بعد موتها وعليه

عدم حصول التحلل السريع .

• مستوى ثابت من درجة الحرارة والرطوبة .

عملية دوران المياه الجوفية حاملاً معادن الذائبة لتثبيت المكونات الكيمياوية

انواع حفظ المتحجرات :

• حفظ الاجزاء الرخوة : وذلك عن طريق منع البكتريا من مهاجمة الكائنات بعد موتها فان اجزائها الطرية بالإضافة الى تراكيبيها هيكلية سوف تحفظ مثال على ذلك

- الحفظ بواسطة التخميد Freezing مثال على ذلك هو العثور على جثة كاملة لحيوان المأموت ووحيد القرن في سيبيريا .
- حفظ بواسطة الجفاف مثل حفظ المومياء في اجواء صحراوية جافة جداً وقد حفظت اجزائها الطرية بصورة جيدة .
- حفظ بواسطة الاصماغ Resins والكهرمان Amber وقد حفظت بعض الحشرات واجزاء من نباتات بهذه الطريقة .
- وقد حفظ Asphalt والاسفلت Petroleum السوائل النفطية ديناصور متكامل في مستنقع اسفلتي في امريكا الشمالية

• حفظ الأجزاء الصلبة : معظم اللافيقريات تملك
أجزاء صلبة مكونة من كاربونات الكالسيوم
وسليكات ومكونات عضوية معقدة أو خليط من تلك
المواد . يتواجد كاربونات الكالسيوم على شكل
معدني الكالسايت والاركونايت وبعض الأصداف
تمتلك كلا المعدنين . أما السيليكات تتواجد على شكل
غير متبلور متميا مثل معدن الأوبال Opal وهي
مادة غير نقية تدخل ضمنها عناصر S , Fe ,
Mn , Sr , Mg .

تقسم طرق حفظ الاجزاء الصلبة الى

•التكرينCarbonization :

هو عملية تكوين الانسجة النباتية مثل الكرامبتيولايت وبعض الحيوانات مثل المفصليات والاسماك ويحصل نتيجة تطاير مكوناتها من عناصر H, O, N وهي محتوياتها الاصلية وبالتالي سوف يتركز الكربون على شكل طبقة رقيقة تعكس الشكل العام المتحلل .

•التصخرPetrifaction :

عادة ما تحتوي الاهداف والعظام على مسامات والتي تكون مرصوفة بصورة كبيرة وبالتالي فسوف تترسب بعض المعادن القادمة من المياه الجوفية داخل المسام وبالتالي تعطي صورة مماثلة للكائن بعد تحلله

• اعادة تبلور Recrystallization :

يحدث احياناً تغيرات في تركيب الداخلي لبعض الاصداف بسبب المحاليل الكيميائية عن طريق اعادة تبلور وبشكل عام تترسب المواد الجزيئية على شكل بلورات متجمعة بحيث ان تركيب الدقيق الاصلي لأي صدفة يتغير وتتحول الصدفة الى بلورات موزائكية مرصوفة فمثلاً الفورامينفرا جدارها كلي ليفي يتحول الى جدار غير ليفي من حبيبات الكالسائيت وقد يتغير المعدن الواحد الى اخر ولكن مختلف في تركيب الجزيئي .

• ازالة الماء من المركب الكيميائي Dehydrated :

توجد طبيعة كميات كبيرة من الهياكل من مواد غير متبلورة تكون مغطاة بواسطة البدائيات والاسفنجيات . فمثلاً الاوبال غير مستقر يميل الى فقدان الماء بعد التبلور ويتحول الى معدن الكالسدونى او الكوارتز .

ان معظم المتحجرات السيليكاتية
المكتشفة فتكون من معدن
الكالسيدوني والكوارتز مثال على
ذلك بعض الاجسام المعقد
مجهرياً مثل الى ديولاريا
وغيرها فان تركيبها الاصلي
يتحطم جزئياً

نتائج التحجر :

• القالب Mold :

تترك الأجزاء الصلبة للكائنات الحية والهياكل والأصداف ،
أثارها في الترسبات التي حولها بعد تحلل الهياكل أو الجزء
الصلب فإن أثره المتكون بهذه الطريقة يسمى القالب ويطلق
على القالب الذي يعكس الشكل الخارجي للكائن الحي بالقالب
خارجي . ويسمى القالب الذي يعكس External mold الخارجي
Internal mold الشكل الداخلي للحيوان بالقالب الداخلي
ويتكون نتيجة امتلاء الأجزاء الداخلية للأقسام الصلبة من
جسم الحيوان بعد تفسخ الأجزاء الرخوة ومن ثم تحلل الأجزاء
الداخلية الصلبة تاركة قالب الأجزاء الداخلية

• مطابع Cost :

هو الشكل يعكس الصورة الاصلية للكائن الحي حيث يتكون نتيجة لامتلاء القوالب بالمواد الرسوبية او المعدنية فبعد ذوبان البقايا الصلبة للكائنات الحية والمطمورة في ترسبات فان الفراغ الذي يتخلف والمحصور بين قالب الخارجي والداخلي والذي يعرف ايضاً بالقالب الطبيعي Natural mold حيث يتملي بالمواد المعدني مكوناً الطابع وهو صورة اصلية لذلك الجزء الصلب من الكائن الحي . وفي هذه الحال فان الطابع يعكس الصورة الداخلية والخارجية لذلك الجزء من الحيوان .

المحاضرة الخامسة

أهمية دراسة المتحجرات :

تعتبر دراسة المتحجرات من الأساسيات المهمة في فهم تاريخ الحياة على سطح الأرض في العصور القديمة وتطورها .

هناك عدة اسس تطبيقية مهمة لدراسة المتحجرات هي :

تعيين العمر النسبي وتاريخ نتائج الصخور :

ان التتابع صخري مقصود به هي طبقات متعددة تعلو بعضها البعض بحيث تكون احداث الطبقات في الاعلى واقدم الطبقات في الاسفل وتبعاً لقانون التطور تكون الاحياء الموجودة في اسفل هذا التتابع عبارة عن احياء بسيطة بدائية تتدرج في الارتفاع حتى تصل الى احداث الطبقات .

المتحجرات الدالة (Index Fossils) :

هي متحجرات تتميز بكونها دالة لفترات زمنية معينة ويكون انتشارها الجغرافي واسع ومتشابه وعاشت في بيئات مختلفة .

• الطبقات : Correlation

هي عملية مقارنة بين الطبقات المتشابهة في التتابع الصخري المتباعدة جغرافياً وتعيين العمر النسبي للطبقات ولجميع الطبقات الأخرى المنسوبة لها عن طريق المتحجرات الدالة .

• تعيين البيئة القديمة Pale ecology :

يمكن الاستفادة من المتحجرات باستخلاص معلومات مهمة فيها يخص بيئة الصخور ودرجة الحرارة والملوحة وعمق المياه التي كانت تحيط بها خلال ترسيب تلك الصخور حيث ان لهذه المعلومات اهمية كبيرة في معرفة شكل الاحواض البحرية القديمة اتجاهها وعمقها وشوائبها .
مثلاً ان متحجرات المرجان تدل على كون البحار التي كانت تعين فيها دافئة وهادئة .

• **تعيين المناخ القديم Paleo climate :**

توجد بعض المتحجرات مقياس للتغيرات المناخية التي حدثت على الأرض في العصور الجيولوجية القديمة ، حيث انها تكون حساسة للتغيرات الحرارية والملوحة التي لها علاقة بمعدلات تساقط الأمطار .

• **اثبات نظرية التطور :**

ساهمت المتحجرات بصورة كبيرة من اثبات وتأكيـد

نظرية التطور بسبب تسلسل ظهورها في التتابعات

الصخرية . حيث تكون اقدمها وابعدها تتطور في اسفل

التتابع الصخري بينما تكون احدثها وارقاها في التطور

في اسفل التتابع الصخري

تصنيف المتحجرات :

تقسم الكائنات الحية اساساً الى المملكة الحيوانية والمملكة النباتية .
وتصنيف كل من المملكةين الى عدد من الشعب (Phylum) وينتمي
الى كل شعبة عدد من الصفوف (Class) وتنقسم بدورها الى عدة من
الرتب (Order) والرتب تنقسم الى عوائل (Family) ويتبع كل
عائلة عدد من الاجناس (genus) ويتكون كل جنس من عدد معين من
الانواع (Species) .

: بانه مجموعة من الاجزاء او نظام لتجمع (Species) يعرف النوع
افراد متشابهه في الصفات الشكلية والفسلجية والتي تكون متزاوجة
حقيقاً او بصورة محتملة وتكون معزولة تكاثريا عن أية تجمعات او
انظمة متشابهة تحت الظروف الطبيعية وقد ظهرت في فترة زمنية
معينة من العمود الجيولوجي .

" المملكة الحيوانية "

تقسم المملكة الحيوانية الى عشرة شعب رئيسية وهي كما يلي :

شعبة الاوليات (Phylum Protozoa)

هي ابسط الاحياء تركيباً اذا تكون احادية الخلية وتعيش داخل قشرة مكونة من حجرة واحدة او عدة حجيرات وبالرغم من تعدد اشكال احياء هذه الشعبة الا ان رتبتين فقط منها ذات اهمية جيولوجية كمتحجرات وهي :

• رتبة الفورامينيفرا (Order Foraminifera) :

• هي رتبة تعود لصنف جذرية القدم (Class

Sarcodina) وهي مهما جيولوجيا لاستخدامها في

مجالات متعددة اهمها النفط .

• لها (٣٥٠٠) جنس وتحتوي على اكثر من (٣٠٠٠٠)

نوع .

• الفورامينيفرا (المنخريات) احياء مجهرية وحيدة الخلية

(Unicellular) خليتها تحوي على مادة الساييتوبلازم

والنواة ولها ارجل وهمية تساعد في الحركة والتغذية

وتكون خليتها محاطة بقشرة او جدار .

• قسم جدار خلية الفورامنيفرا الى

• قشرة كايطينية (Chitineous)

• قشرة رملية خليطة (Arenoceous)

• قشرة كلية (Calcareous) شائعة الوجود تشمل

نوعان

• شفافة مثقبة (Hyaline Perforate)

• خزفية غير مثقبة – (Parcellaneous)

(Imperforate)

نادرة الوجود (Siliceois test) قشرة سيليكية

ان قشرة الفورامنيفرا قد تتكون الحجرة او متعددة الحجيرات ملتفة
بمنو واحد او عدة منويات او قد تكون بشكل طولي متسلسل .
وقد تكون شكل القشرة الخارجية مختلفة اما انبوبي او كروي او
دورقي او نجمي ... الخ

تعتبر الفورانيفرا مهمة من ناحية الجيولوجية لأسباب عديدة هي
• للكشف عن النفط حيث بعض اجناسها وانواعها تساعد على اكتشاف
وجود النفط

• تعيين اعمار الطبقات الصخرية
• تعيين التوزيع الجغرافي للبحار القديمة في مختلف العصور
الجيولوجية

تحديد البيئية البحرية القديمة وتشمل استنتاج اعماق البحار ودرجة
الحرارة والملوحة وبعدها وقربها عن السواحل .

•رتبة الراديولاريا (الشعاعيات) Order Radio Laria

•هي رتبة تعود ايضاً الى صنف جذرية القدم

- تكون ذات اهمية وذلك لتواجدها في صخور عمرها ما قبل دهر الحياة القديمة .
- هياكلها الخارجية متكونة من السيليكا او كبريتات السترونتيوم وهناك اجناس اخرى ليس لا هياكل خارجية ماعدا الكبسولة الوسطية .
- هياكلها سيليكية هي الاكثر تواجداً ولها اشكال شبكية متحددة المركز وبأحجام مختلفة منها شكل الكروي او القرصي او النجمي او المخروطي وقد تحوي على اشواك .

الشعاعيات احياء بحرية تعيش على سطح البحار والمحيطات المفتوحة قسم منها يجتمع بهيئة مستعمرات وهي واسعة الانتشار في البحار الدافئة حيث تتساقط هياكلها بعد موتها وتترسب في قاع البحر مكونة الاوخال

الراديولاريا . (Radiolarian ooze) وقد تشكل مكونات الرئيسية لترسبات العصر الديفوني والجوارسي والثلاثي

Foraminifera

- 1- She Lived in the Paleozoic Era .**
- 2- Consists of the outer shell are mainly of calcareous material**
- 3- Live in the waters of seas and oceans**
- 4- There are some genus and species of help in detection the presence of oil**

Radiolaria

- 1- She Lived in the Pre – Paleozoic Era**
- 2- Consists of the outer shell are mainly silicates**
- 3- Live on the surface of the warm waters of the seas and oceans .**
- 4- When Death the radio lavia falling structures on the sea bed is composed Radio Larian ooze .**

المملكة الحيوانية

المحاضرة السادسة

ثانياً / شعبة الاسفنجيات Phylum Porifera

ان هذه الشعبة تضم ابسط الحيوانات متعددة الخلايا (Metazoa) شكل الحيوان يشبه اناة الزهور وهو مثبت من الاسفل وله فتحة رئيسية في اعلى الجدار . يحتوي جسم الكائن الحي على ثقبوب دقيقة وظيفتها دخول تيار المار ويخرج الماء عن طريق الفتحة العليا . حيث يعتمد على غذائه من اي مواد غذائية عالقة اضافة الى غاز الاوكسجين . يتألف جدار الاسفنج من مادة رخوة واخرى صلبة على شكل ابر او اشواك وهي التي تحفظ كمتحجرات بعد موت الحيوان .

الاسفنجيات حيوانات بحرية قاعية ثابتة وتنتشر عاداتاً في المناطق الساحلية الضحلة

وتقسم الى الاقسام التالية :

• صنف الاسفنج الزجاجي او السيلكي Class

Hyalospongeu

• هيكلها تحتوي اشواك سيليكية ثلاثية المحاور متعامدة مع بعضها في نقطة مركزية مكونة وحدات سداسية المحاور .

• متحجراتها اكثر انتشارا خلال العصرين

الجوارسي والطباشيري وضمن اعماق بين

٢٠٠ - ٥٠٠ متر .

- صنف الاسفنج الكلسي Class calcic sponge
- هياكلها تحوي اشواكاً كلسية فقط وهي اما احادية او ثلاثية او رباعية المحاور و غالباً ما تكون الاشواك منفصلة .
- متحجراتها قليلة بسبب صعوبة حفظ هياكلها لسهولة ذوبانها هو تحللها او تغير هياكلها الكلسية الى سيليكية . تواجدها عادةً ضمن المناطق الساحلية ولحد عمق ٤٠٠ متر .

• صنف اسفنجيات غير المنتظمة (Class Demospongeu)

• هي اسفنجيات عديمة الهياكل او لها هياكل سيليكية او عضوية او كلاهما وتكون اشواكها احادية او رباعية او غير منتظمة ولا توجد ثلاثيات المحاور ابداً.

• اهم انتشار لمتحجراتها كان في عصور الجوارسي الاعلى والطباشيري وضمن الاعماق بين ١٠٠ - ٢٥٠ متر.

شعبة جوفيا المعى (Phylum Coelentrate)

- أبسط أنواع الأحياء التي لها أنسجة حقيقية ولها أفراد غير متجانسة في الشكل ذات تماثل شعاعي أو ثنائي شعاعي أو جانبي تتميز بوجود حلقة من اللوامس حول الفم أو الفتحة العليا . طبقات الجدار وتكون إما منفصلة أو ملتحمة في بعض الحالات تكون هيكلًا متماسكاً .
- هيكلها الخارجي فيتكون من مادة قرنية أو كلسية تفرز من قبل طبقة الخلايا الخارجية لجدار الجسم ويسمى ها الهيكل الخارجي للحيوان المنفرد بالمرجانة (Corallite) . وتسمى مجموعة هياكل المرجان بمستعمرات أو أفراد اما (Coral) .

• جوفية المعى حيوانات مائية معظمها
بحرية تعيش بهيئة مستعمرات او
افراد اما قاعية ثابتة او حرة السباحة
وهي مهمة اقتصادياً وبيولوجياً
لكونها تشكل الحيد المرجانية
الضخمة (Coral Reefs)

تقسم هذه الشعبة الى الاصناف التالية :

• صنف الهايدرات (Class Haydrazoa)

• معظم افراد هذا الصنف معيشتها بحرية عدا بعض الانواع ذو المعيشة في المياه العذبة .

• غالباً ما تكون بهيئة مستعمرات وافرادها لها شكل انبوبي او كيسي وتكون اما افرادا اعتيادية لوظائف التغذية او افراد متخصصة للتكاثر . يحوي هذا الصنف رتباً عديدة منها ما هو مهم في علم المتحجرات لتكوين الصخور المرجانية مثل رتبة (Mitteoporida) ذات عمر من عصر الطباشيري ولحد الان . ورتبة Stromatoporida التي تشمل احياء بحرية منقرضة كانت تعيش للفترة بين عصرين الكامبري والطباشيري .

• صنف الكأسيات (Class Scyphozoa)

• هي احياء بحرية عمرها يمتد من عصر الكامبري ولحد الان .

• تتكون بصورة عامة بهيئة ميدوزات سابحة

تسمى اليوم السمك الهلامي (Jelly - Fish)

وهي ذات شكل مدور ذات تناظر شعاعي

رباعي قد يصل قطرها الى المترين تكون ذات

حرارة السباحة وليس لها هيكل صلبة وحفظها

كمتحجرات قليل جداً

•صنف الزهريات (Class Anthozoa)

- هي احياء بحرية قاعية ثابتة بيئة مستعمرات او افراد مرتبة بنظام سداسي او ثماني او اكثر .
- بعض مجاميع الزهريات ليس لها اجزاء او هياكل صلبة بينما اكثرها يفرز هياكل خارجية متماسكة او هياكل داخلية مكونة من اشواك وهذه الهياكل تكون اما كلسية او قرنية وكثير ما تكون تجمعات هائلة بالقرب من الشواطئ وتسمى بالشعاب المرجانية
- يحتوي هذا التصنيف رتباً عديدة واهمها من الناحية الجيولوجية رتبتان مشهورتان بمتحجراتهما الهامة المفيدة في التاريخ الجيولوجي وهما :

• رتبة المرجان الرباعي (المجمد) (Order Tetracorallia)

تمتاز بانقسام فراغها الجوفي طولياً الى اربعة اقسام نتيجة لتوزيع حواجزها الاساسية والثانوية (شكل - أ -) . وهذه الرتبة منقرضة وكانت تعيش ضمن دهر الحياة القديمة فقط .

• رتبة المرجان السداسي (Order Hexacorallia)

تمتاز بانقسام فراغها طولياً الى ستة اقسام متساوية بواسطة الحواجز التي يتضاعف عددها من ٦ - ١٢ - ٢٤ - الخ ويكون توزيعها شعاعياً (شكل - ب -) وهذه الرتبة تشمل كل انواع المرجان الحديث سواء افراداً او مستعمرات حيث ان امتدادها يميز دهرى الحياة المتوسطة والحديثة .

شعبة الحيوانات الطحلبية / Phylum Bryozoa

• هي احياء مائية معظمها بحري في الاقسام الضحلة اضافة الى بعض الانواع الحديثة ذو المعيشة في المياه العذبة.

افراد هذه الشعبة صغيرة الحجم جداً (اقل من ١ ملم طولاً) وتعيش على شكل مستعمرات لها حجم ٣٠ - ٤٠ سم قطراً وتنمو على القيعان البحار ملتصقة

بالمواد الغريبة مثل اصداف بعض اللافقرات

بواسطة افرازات او لواحق صغيرة شبيهة بالجنود او قد تعيش معيشة حرة على قيعان البحار

• ان الحيوانات الطحلبية تشبه جوفيات المعى ولكنها ذات تركيب اعقد وارق منها تطوراً . حيث ان هيكل الحيوان (Zooecium) يتكون من عدة انابيب منفردة يسمى كل واحد منها (Zoocia) تركيبها الكيميائي كلسي (CaCO_3) وهي اصغر انابيب جوفي المعى وليس لها فواصل . في بعض الاحيان يكون الهيكل على شكل صفيحة من خيوط متشعبة تأخذ اشكالاً متعددة عمرها يمتد منذ العصر الاورد فيعيش لحد وقتنا الحاضر .

شعبة عضديات القدم (المسرجيات) Phylum

BrachioBoda

تعتبر احدى الشعب الرئيسية في متحجرات اللافقریات حيث لها اعلى اهمية في مضاهاة الطبقات وتعيين الاعمار وتتنوع الاشكال الفسلجية اضافة الى كثرة وجودها كمتحجرات لدراسة التطور حيث لها امتداد عمري من العصر الكامبري الى الحديث.

احياء هذه الشعبة متواجده بصورة ثابتة في قيعان البحار الضحلة وخصوصاً المناطق المؤدية الى ساحل البحر ولا توجد لها احياء تعيش في المياه العذبة .

ان حيوان عضديات القدم موجود داخل صدفتين ذي
تتاظر جانبي واحداهما اكبر من الاخرى الصدفة الكبيرة
تسمى الصدفة القديمة او العنقية (Pedical Valve) .

والصدفة الصغرى فتسمى الصدفة العضدية

(Brachial Valve) لوجود هيكل عضدي في هذه

الصدفة وترتبط هاتان الصدفتان معاً بواسطة العضلات

والاسنان التمهضية في حالة صنف العضديات

المعشقة Class Articulat أو بواسطة العضلات فقط

في حالة صنف العضديات غير المعشقة (Class

Inarticulate

ان شكل هذه الاصداف متغير فر بما تكون استطالته على طول المحور الطولي او بالعكس وقد تكون احدى الصدفتين محدبة او مقعرة وبدرجات مختلفة او قد تكون مستوية . والسطح الخارجي للصدفة قد يكون املس ومحدد بخطوط النمو الدائرية او قد يكون السطح مزخرف باشواك او عقد او حبيبات او طيات او اضلاع . اصداف عضديات القدم تصنف الى مجموعتين اعتماداً على التركيب الكيميائي لها اما كايثينية فوسفاتية وتشمل اكثر العضديات غير المعشقة او كلسية وتشمل جميع العضديات المعشقة والقليل من العضديات غير المعشقة .

سادساً / شعبة الرخويات (النواعم) **Phylum Mollusca**

- هي شعبة كبيرة تشمل احياء متعددة ومختلفة قسم منها لها صدفة واحدة مثل القواقع ومنها لها صدفتان مثل المحاريات .
- معيشتها مختلفة من مائية (بحرية ومياه عذبة) الى معيشة ارضية بعضها تسبح جيداً والبعض الآخر تطفو والبعض الآخر يحفر في الطين والرمل او الخشب او الصخور او تلتصق بها وتتحرك بواسطة اعضاء عضلية تسمى القدم .
- يعيش الحيوان داخل صدفة لها حجم وهي في الدور البالغ يتراوح بين ٠,٥ ملم - ١٦ م طولاً وقطراً .
- الصدفة تتألف بصورة رئيسية من كاربونات الكالسيوم جزئياً او كلياً على شكل معدن الكالسائيت او مخلوطاً مع معدن الاركونايت وهي تفرز خلايا الجبة .

تصنف متحجرات الرخويات الى خمسة اصناف استناداً الى شكلها العام وطبيعة القدم والصدفة

•الصنف امفينيور Class Amphineura

وهو أقل الاصناف تطوراً وأقلها حفظاً كمتحجرات حيث قد يكون جسم الحيوان بيضوي خالي من الصدفة او قد تكون له صدفة مركبة من ثمانية الواح في الجهة الظهرية فقط (الاشكال توضح ذلك) عمر المتحجرات هذا الصنف من الكامبري المتأخر الى الوقت الحاضر .

•صنف جوجويات القدم Class Scaphopoda

ويشمل متحجرات له صدفة اركونايتية انبوبية الشكل قليلة التقوس ذات نهايتين مفتوحتين غير متساويتين في المقطع تتمثل في جنس (كما في الشكل) . وهو شبيه بالسن ذو قشرة Denialium واحد فقط ملساء او مضلعة

طولياً او عرضياً طول الافراد ٢ – ٤ سم وتعيش مطمورة جزئياً في الترسبات البحرية الرملية او الطينية . المتحجرات قليلة الانتشار لها مدى عمري يمتد من العصر الاردوفيسي ولحد الوقت الحاضر .

•صنف المحاريات Class Pelecypoda

• تتميز متحجرات هذا الصنف عن الاصناف الاخرى بوجود الحيوان داخل قشرة مكونة من صدفتين كلسيتين متحدتين ظهريا بواسطة التمثيل الموازي للمحور الامامي – الخلفي لذلك تعتبر احدي الصدفتين يمينية والآخرى يسارية (كما في الشكل) .

• تعتبر المحاريات بدائية من ناحية تناظرها الثنائي وتركيبها الفسلجية الداخلية وهي لا فقريات مائية قاعية المعيشة اكثرها يعيش في البحار الضحلة او المياه العذبة . والبعض الاخر يكون زاحف في القاع او يعيش معيشة ثابتة او يحفر في ترسبات القاعية وتكون حركتها بواسطة امتداد القدم الى الخارج .

• اصداغ المحاريات لها طول وعرض يتراوح بين ١ ملم الى ١,٥ متر مكونة القدم الى الخارج . حيث تتكون اصداغها من مادة كاربونات الكالسيوم على شكل معدني الكالسيت أو الاركونايت او كلاهما معاً . تتميز المحاريات عن عضدياتالقدم يكون اصداغها متساوية الحجم ولها تناظر ثنائي يمر بمستوى التقاء الصدفتين ووجود التمثيل في كلتا الصدفتين ويعتبر التمثيل مهماً من الناحية التصنيفية اضافة الى موقع اثار العضلات العالقة للاصداغ .
عمر هذا الصنف يمتد منذ العصر الاردوفيسي ولحد وقتنا الحاضر

•صنف القواقع Class Castreпода

- يشمل هذا الصنف متحجرات ذي صدفة مفردة كلسية او اركونايتية او كلاهما وتكون ملتفة او غير ملتفة .
- اغلبها ذات معيشة بحرية والقليل منها تأقلمت وعاشت في المياه العذبة او اليابسة .
- معدل حجم لمجموعة من القواقع بحدود ٢٥ ملم طولاً او قطراً وبعضها قد يصل في دور البلوغ اقل من ٠,٥ ملم الى ٦٠ سم .
- الاصداف غير الملتفة تكون متناظرة شبيهة بالمخروط وسطحها مخطط بخطوط النمو الموازية لقاعدته البيضوية السفلية (الشكل ٩٢) .
- اما الاصداف الملتفة فتشمل قواقع ملتفة بمستوى واحد او مخروطي حيث يكون الحيوان في داخل القوقعة شبيهة بالدودة ملتفاً حول نفسه مما يجعل فتحتي الفم والمخرج في جهة واحدة (الامامية) .
- ان الاصداف الملتفة تختلف في شكلها الخارجي نتيجة الاختلاف في شدة الالتفاف ودرجة الميلان كل لفة وكذلك تختلف في شكل فتحة التي يخرج منها الحيوان حيث تكون مدورة في الاشكال القديمة البدائية حيث تصبح اكثر استطالة في الاشكال الحديثة المتطورة نتيجة نمو القناة الممصية للحيوان (شكل ٩٤) .
- عمر هذا الصنف يمتد منذ العصر الكامبري ولحد وقتنا الحاضر .

• صنف رأسيات القدم

• تعتبر حيوانات هذا الصنف الارقي تطوراً وتشريحياً ومورفولوجياً حيث انها مثل الاسماك لها تناظر جانبي مزودة بالعيون والاجهزة الحسية وجهاز حركة فعال يؤهلها لتعيش كمفترسات ولكنها تختلف عن الاسماك بوجود تراكيب المجسمات (الأذرع) مزودة بأقراص ماصة وقد تخرج مواد حبرية عند غضبها او فوقها وتغير لونها حسب حالتها النفسية كما في الاخطبوط .

• تتميز معيشة أفراد هذا الصنف بكونها بحرية حيث تكون الاحياء سباحة ونشطة الحركة في البيئة البحرية حيث تكون اصدافها مقسمة داخلياً بواسطة حواجز عرضية الى حجرات مليئة بالغاز تساعد على العوم .

• معظم افراد هذا الصنف لها صدفة (خارجية او داخلية) وغالباً تكون ملتفة في مستو واحد او حلزونية او منحنية او مستقيمة غير ملتفة (شكل ٩٥) .

ان المدى الجيولوجي لرأسيات القدم هو الكامبري المتأخر لحد وقتنا الحاضر .
ولهذه المتحجرات اهمية في علم المتحجرات لكثرة عددها وتنوعها ولكون انواعها واجناسها لها عمر قصير وانتشار واسع خلال حقبة المتوسط لذلك اصبحت متحجرات دالة مثل الامونويديا

سابعاً / شعبة المفصليات Phylum Athropoda

- تضم هذه الشعبة الحيوانات اللاقارية ذات الجسم المكون من قطع عديدة مستعرضة متمفصلة مع بعضها ويغطيها هيكل خارجي من مادة كايطينية او كلسية وينقسم الجسم الى ثلاثة اجزاء رئيسية وهي الراس والصدر والبطن او الذنب .
- توجد على جانبي الجسم عدد من اللواحق المفصلية والجسم ذو تماثل ثنائي جانبي .
- احياء هذه الشعبة من اكثر الشعب الحياتية عدداً في الوقت الحاضر لكونها تشمل الحشرات اضافة الى كونها تشمل اصناف عديدة اخرى اهمها من وجهة نظر المتحجرات .

• صنف القشريات Class Crustaceu

رتبة الاوستراكودا (Order Ostracoda)

• وهي رتبة مهمة جداً لها استخداماتها الطباقية والبيئية مثل الفورامينيفرا ولكنها ارقى كثيراً منها ولها معيشة مختلفة تمتد من البحار الى مياه المصبات (الخليطة) والمياه العذبة والمستنقعات والاهوار والاراضي الطينية الرطبة .

• اجسامها لها قشرة (Carapace) تتكون من صدفتين متمفصلة ظهريا ومفتوحة من الجهات الامامي والبطنية والخلفية ولهذا الخط التمفصلي اهمية تصنيفية اضافة الى اثار ندب العضلات الغالقة للأصداف والتي تنعكس اثارها على الجدار الداخلي للصدفة . وقد تكون هناك اثار على الجدار الخارجي ايضا على شكل اخاديد وفصوص لها اهمية تصنيفية ايضا اوستراكودا الحقب القديم (شكل ٩٦) .

ان التركيب البنائي لقشرة الاوستراكودا واشكال الزخارف الموجودة عليها له اهمية بيئية اسنثائية تميز الاوستراكودا عن باقي المتحجرات المجهرية .

• ان حجم قشرات الاوستراكودا البالغة يتراوح بين ٠,١٥ ملم ولحد ٥٨ ملم . ان المدى الجيولوجي للاوستراكودا يمتد من الحقب القديم ولحد الان وهناك عدد من الاجناس المنقرضة .

• صنف ثلاثيات الفصوص (Class Trilobita)

• هو صنف منقرض له دور واضح في الجزء المبكر من سجل المتحجرات حيث قد ظهرت كمتحجرات في صخور العصر الكامبري وانقرضت في العصر البرمي . ويعتقد ان اسلافها كانت في عصر ما قبل الكامبري ولكنها ذات هياكل رخوة فقط لذلك لم تحفظ كمتحجرات .

• اسم ثلاثيات الفصوص مشتق من التقسيم الطولي للحيوان الى ثلاثة اجزاء (فصوص والذي هو متميز في اكثر الانواع يوجد في الوسط فص محوري ويمتد على جانبيه فصين جانبيين . كذلك يقسم جسم ثلاثيات الفصوص الى ثلاثة اقسام عرضية بواسطة خطوط المفصل وهي الرأس والصدر والذنب (الشكل ٩٧) .

يتكون الهيكل الخارجي للحيوان من درع ظهري متكلس ودرع بطني غير متكلس وتعتبر المنطقة الرأسية من اجزاء ثلاثية الفصوص من اهم المناطق للوجود التحويرات الكثيرة في تراكيبها وبالذات مواقع الدروز الوجهية والعيون حيث تعتبر مهمة تصنيفاً وتطورياً .

ثامناً / شعبة شووكيات الجلد **Phylum**

Echinodermata

وهي شعبة تضم احياء لا فقرية متطورة جدا ذات جلد مغطى بالأشواك ويحيط بهيكل بلوري كلسي صلب على هيئة اوراق او صفائح مرتبة في بنية شبكية تشبه خلايا النحل بحيث يكون في داخل الهيكل فجوة كروية تمتلئ بترسبات بعد موت الحيوان وتحجره ، للهيكل تناظر خماسي شعاعي حيث يكون محاطاً في بعض الاصناف بخمسة اذرع لتصنيف شووكيات الجلد الى مجموعتين استناداً الى طريقة معيشتها

• تحت الشعبة شووكيات الجلد الجالسة **Pelmatozoa**

وهي مجموعة تضم الاشكال الساكنة او الثابتة ودائما وتشمل زنابق البحر الموجودة في بحار اليوم والتي تتكون من كاس يقبع فيه الحيوان وتلتصق بقاع البحر بواسطة ساق مكونة من عدة اقراص او قطع كلسية وتتفرع من اعلى الكاس (٥ - ١٠) أذرع مكونة من قطع كلسية ايضا وتشمل هذه الشعبة ايضا احياء منقرضة تعود لأصناف الزنابق البدائية والكيسات والبرعميات والتي تمثل الحقب القديم (الشكل ٩٨) .

تحت الشعبة شوكيات الجلد المتنقلة
Eleutherozoa
وهي مجموعة تضم عدة اشكال تتميز بعدم وجود
عضو للتثبيت في هيئة ساق او جذر حيث تكون
هذه الحيوانات نشطة في الحركة وتقسم الى ثلاثة
اصناف اهمها القنفذيات (Echinoidea) وهي
اجسام منتفخة كروية تقريبا او قرصية او على
شكل القلب تحمل على صفائحها اشواك (الشكل
٩٩).

تاسعاً / **شعبة الفقريات Vertebrata**

الشعبة السائدة على الأرض حالياً تراحماً شعبة المفصليات فقط ولكنها الأكثر سيادة لكونها الأقوى والأكثر ذكاءً وتنظيماً .

في الفقريات الدنيا تكون الهياكل الخارجية (Exoskeleton) هي الأجزاء الصلبة بينما تكون الهياكل الداخلية (Endoskeleton) أجزاء عضوية ويتطور الفقريات بحيث أصبح الهيكل الداخلي هو الأصلب لوجود الفوسفات الكالسيوم به وسميت بالفقريات لوجود عظام العمود الفقري ، ولكنها تشمل أيضاً الأسماك البدائية التي تحوي على حبل ظهري فقط يسمى (Notochord) وتقع تحت الحبل الشوكي لذلك يفضل الكثيرون استخدام تسمية الجوفوية (Carinata) على الفقريات لان علبة الدماغ حتى الاثرية تتواجد في الحيوانات التي لا تمتلك فقريات .

تقسم الفقريات الى نوعين

فقريات ذات تنفس مائي

وجدت في اعلى العصر البلوري مثل

حيوان فقري بدائي طوله عدة (Thelodus)

انجات ولا يوجد له فكوك للقطع وتطورت الى انواع

اكبر في الفترة الديفونية بحيث التحمت اسنانها

الجلدية مكونة صفائح متقرنة والاسماك البدائية لم

تحفظ كمتحجرات لاحتوائها على تركيب غضروفي

متعظم . والكواسج عرفت بدلالة اسنانها

• فقريات ذات تنفس هوائي

• صنف البرمائيات (Amphibia)

تمر بدور يرقي مائي ينتقل الى اليابسة عرف هذا الصنف بعد الفترة الجوارسية .

• الزواحف والطيور (Sauropside)

تمثل ثلاث رتب السحالي والافاعي والتماسيح والسلاحف والطيور (Aves) ويعتبر الحقب المتوسط هو عصر الزواحف . وفي العصر الحديث تنوعت الزواحف الى اكلة اللحوم والاعشاب وذو معيشة مائية او ارضية او هوائية .

• صنف اللبائن (Mammalia)

وجدت متحجراته في الحقب المتوسط على شكل فك اسفل او اسنان نادرة ولكنها سادت بعد انقراض الزواحف في نهاية الفترة الطباشيرية وبدا حجمها يكبر واصبح عملاقاً ولكنه انقرض في العصور الجليدية .