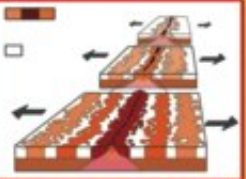
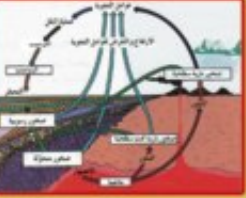




جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

الجيولوجيا وعلوم البيئة للسانوية العامة



غير مصرح بتداول هذا الكتاب
خارج وزارة التربية والتعليم

٢٠١٥ - ٢٠١٦م

"ينبغي أن تكثر اتهامك لنفسك ولا تحسن الظن بها وتعرض خواطرك على العلماء وعلى تصانيفهم وتثبت ولا تتعجل؛ فالعالم الحق من يضع لبنة في بناء العلم العظيم".

موفق الدين البغدادي

"كفى بالعلم شرفاً أن كلاً يدعيه، وكفى بالجهل ضيعة أن الكل يتبرأ منه. والإنسان إنسان بالخلقة إذا لم يعلم. فإذا علم كان إنساناً بالفعل، والإنسان يحترم الإنسان بقدر ما يملكه من معرفة وعلم. وتزداد قيمته إذا مارس مهنة التعليم والتأليف".

داود الأنطاكي

"وأما ما يجب للأستاذ على التلميذ فهو أن يكون التلميذ لبناً متقبلاً لجميع أقواله من جميع جوانبها. لا يعترض في أمر من الأمور فإن ذخائر الأستاذ العلم ولا يظهرها للتلميذ إلا عند السكون إليه. ولست أريد بطاعة التلميذ للأستاذ أن تكون طاعته في شئون الحياة الجارية، بل أريدها طاعة في قبول تعلم الدرس وترك الأشغال وعلى الأستاذ أن يمنح توجيه المتعلم ومقدار ما فيه من القبول والإصغاء وقدرته على القبول وممارسته. وكلما احتمل الزيادة زاده. ومع امتحانه فيما كان مقرراً تعلمه".

جابر بن حيان

"التلقين شر طرائق التعليم وخير طرائق التعليم أن أحرك تفكير تلميذي في قضية ما وأترك له حرية السؤال .. وأجهد فكره ليصل بنفسه إلى الجواب ومع كل جواب أوافقه على جوابه أو أعترض عليه إلى أن أميل به إلى الجواب المنشود بالعقل والمنطق وبالوقائع وبالحجة والبرهان".

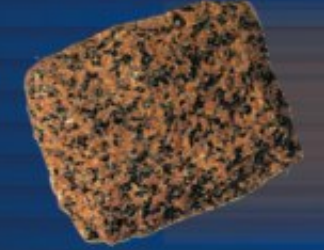
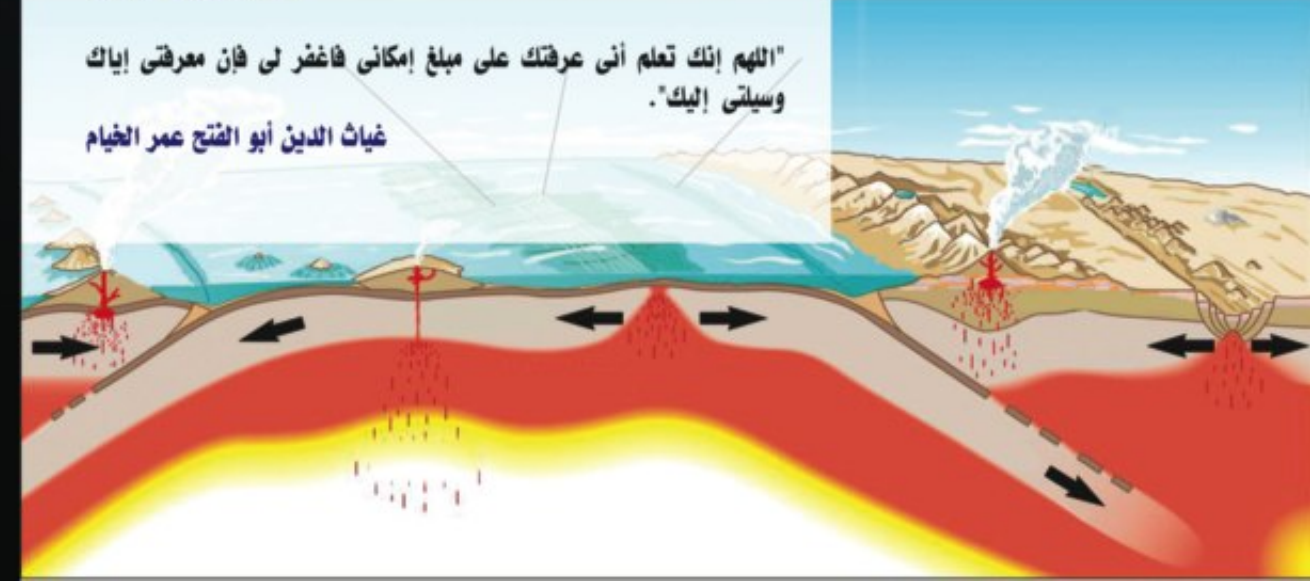
أبو يوسف يعقوب بن إسحق الكندي

"حياة قصيرة غنية بالعلم والسرة والعمل خير عندي من حياة طويلة خاوية من هذه المتع الثلاث ينحني في خاتمها الظهر ويسير صاحبها على ثلاث. ولا ينبغي لعالم أن يبقى شيئاً من العلم في نفسه ولا يدونه في كتاب قبل أن يلقي وجهه ربه".

أبو علي الحسين بن سينا

"اللهم إنك تعلم أني عرفتك على مبلغ إمكاني فأغفر لي فإن معرفتي إياك وسيلتي إليك".

غياث الدين أبو الفتح عمر الخيام



الجزء الأول

الجيولوجيا

الباب الأول : علم الجيولوجيا و مادة الأرض

الأهداف:

- بعد الانتهاء من دراسة هذا الباب يصبح الطالب قادراً على أن:
- ١ - يكتب تعريف محدد واضح لعلم الأرض (الجيولوجيا).
 - ٢ - يذكر أفرع علم الأرض.
 - ٣- يذكر علاقة الجيولوجيا بالعلوم الأخرى.
 - ٤ - يقارن بين المكونات المختلفة لكوكب الأرض.
 - ٥ - يذكر أهم مكونات الغلاف الجوى.
 - ٦ - يقارن بين التراكيب الجيولوجية التكتونية والتراكيب الجيولوجية الأولية.
 - ٧- يتعرف على الأنواع المختلفة للطيات والفوالق.
 - ٨ - يرسم تخطيط لأنواع الطيات والفوالق المختلفة : موضحاً عليهم المصطلحات المستخدمة فى وصفهما.
 - ٩ - يقارن بين الفوالق المختلفة.
 - ١٠ - يتعرف ميدانياً بعض التراكيب الجيولوجية الموجودة فى الطبيعة ، أو فى البيئة القريبة من مدرسته.
 - ١١ - يقارن بين الفواصل والفوالق مع ذكر أهمية كل منهما.
 - ١٢ - يتعرف على عدم التوافق.
 - ١٣- يقارن بين الأنواع المختلفة لعدم التوافق

علم الجيولوجيا و مادة الأرض

إذا تأملنا فى حياتنا الآن نستطيع أن نقول ماذا فى عالمنا ليس جيولوجيا ؟ وقبل أن نجيب على هذا السؤال يجب علينا أولاً أن نعرف ما الجيولوجيا ؟ وما الظواهر الطبيعية التى تفسرها وما الأفرع المختلفة لها ؟ وأخيراً ما علاقتها بالعلوم المختلفة ؟ **الجيولوجيا** : كلمة من مقطعين هما Geo ويعنى الأرض وLogus ومعناه علم أى أنها تعنى علم الأرض وهو العلم الذى يتناول كل ما له علاقة بالأرض ومكوناتها وحركاتها وتاريخها وظواهرها وثرواتها.

الظواهر الطبيعية التى يفسرها : أن سطح الأرض المكون من قارات ومحيطات وبحار ، تختلف القارات فى تضاريسها من مكان لآخر وفى بعض الأماكن نجد سلاسل جبال لها امتداد خاص وأماكن أخرى نجد فيها السهول والوديان. كذلك البحار فبعضها ضحل نسبياً والآخر عميق حيث يصل العمق أحياناً إلى ١١,٠٠٠ متر. كما نلاحظ أيضاً حدوث براكين فى نطاقات معينة بعضها يخمد لفترة ثم يبدأ نشاطه فجأة ، ويخرج الصهير منها أو صوت زلازل تدمر قرى ومدن بأكملها ، كما أن استخراج المعادن والخامات الاقتصادية والبتروك والمياه الجوفية بالقرب من سطح الأرض أو فى الأعماق ظاهرة معروفة ومستغلة منذ أمد بعيد.

ويتفرع علم الجيولوجيا إلى عدة أفرع كل منها يبحث فى ناحية معينة . كما يلى :

• **الجيولوجيا الطبيعية Physical Geology**: يختص أساساً بدراسة العوامل الخارجية والداخلية وتأثير كل منهما على صخور هذا الكوكب.

• **علم المعادن والبلورات Mineralogy and Crystallography** : الذى يبحث فى دراسة أشكال المعادن وخصائصها الفيزيائية والكيميائية وصور أنظمتها البلورية.

• **الجيولوجيا الاقتصادية Economic Geology**: فهى تهتم بدراسة الخامات المعدنية ذات القيمة الاقتصادية

• **جيولوجيا التعدين Mining Geology** : يهتم بدراسة الجوانب الجيولوجية للمناجم وكيفية استخراج الخامات المعدنية المختلفة منها

• **علم تضاريس الأرض Geomorphology**: الذى يبحث فى شكل الأرض ومعالمها الطبوغرافية المختلفة

• **جيولوجيا المياه الأرضية (الجوفية) Hydrogeology**: فرع يبحث عن كل ما يتعلق بالمياه الأرضية والكيفية التى يتم بها استخراج هذه المياه للاستفادة منها فى الزراعة و استصلاح الأراضي

• **الجيولوجيا التركيبية Structural Geology** : تختص بدراسة التراكيب والبنىات المختلفة التى تتواجد عليها الصخور الناتجة من تأثير كل من القوى الخارجية والداخلية التى تعمل باستمرار وبدرجات قوة متباينة على الأرض.

• **علم الطبقات Stratigraphy** : يختص بدراسة القوانين و الظروف المختلفة المتحكمه فى تكوين

الجيولوجيا

الطبقات الصخرية و أماكن ترسيبها بعد تفتيتها و نقلها بواسطة عوامل طبيعية مختلفة
• **علم الترسيب Sedimentology** : يختص بكل العمليات التى تتعلق بالترسيب وظروفها المختلفة.

• **علم الأحافير القديمة paleontology** : ويختص بدراسة بقايا الكائنات الفقارية واللافقارية والنباتية التى تتواجد فى الصخور الرسوبية ومنها نستطيع أن نحدد العمر الجيولوجى لهذه الصخور وظروف البيئة التى تكونت فيها.

• **الجيوكيمياء Geochemistry** : تختص بدراسة الجانب الكيميائى للمعادن والصخور وتوزيع العناصر فى القشرة الأرضية وتحديد نوع ونسبة الخامات المعدنية فى القشرة الأرضية
• **الجيولوجيا الهندسية Engineering Geology** : يختص بدراسة الخواص الميكانيكية والهندسية للصخور بهدف إقامة المنشآت الهندسية المختلفة مثل السدود والأنفاق والكبارى العملاقة وناطحات السحاب والأبراج

• **جيولوجيا البترول Petroleum Geology** : يختص بكل العمليات التى تتعلق بنشأة البترول أو الغاز وهجرته وتخزينه فى الصخور

• **وعلم الجيوفيزياء Geophysics** : الذى يبحث عن أماكن تواجد الثروات البترولية والخامات المعدنية وكل ما هو تحت سطح الأرض بعد الكشف عنها بالأجهزة الكاشفة الحساسة.
ومن دراسة الأفرع المختلفة لعلم الجيولوجيا نجد هناك ارتباط وثيق بينها وبين العديد من العلوم الأخرى مثل الأحياء والكيمياء والفيزياء والجغرافيا والفلك وكذلك يرتبط بالعلوم الهندسية
أهمية الجيولوجيا فى حياتنا : إن التطور الصناعى والاقتصادى قائم على الجيولوجيا حيث نعتد على ما يتم استخراجها من ثروات من باطن الأرض واستغلال هذه الثروات ومن أهم فوائد علم الأرض :

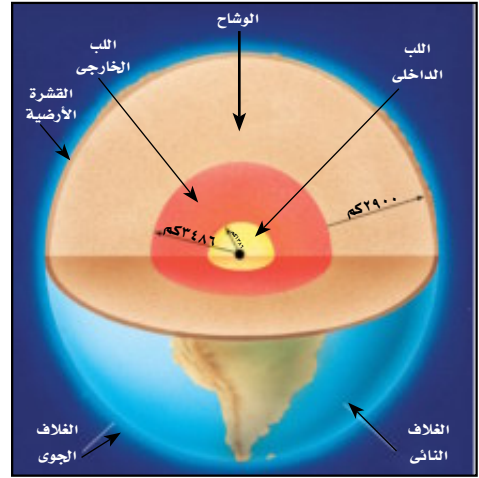
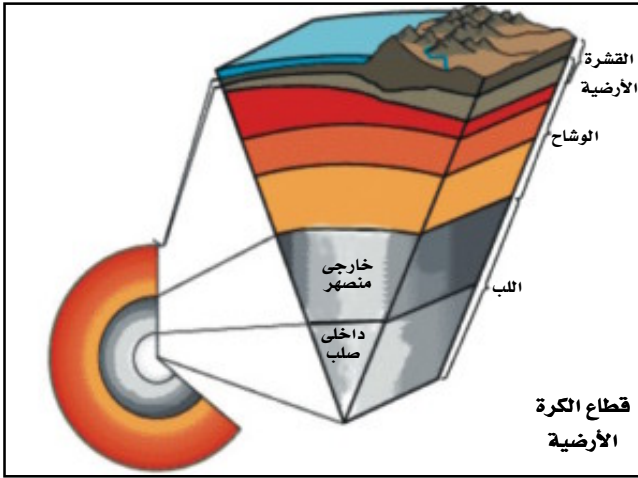
- ١- التنقيب عن الخامات المعدنية كالذهب والحديد والفضة وغيرها
- ٢- الكشف عن مصادر الطاقة المختلفة مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى والمعادن المشعة
- ٣- البحث عن مواد البناء المختلفة مثل الحجر الجيرى والطفل والرخام والجبس وغيرها.
- ٤- تساعد فى تخطيط المشاريع العمرانية كبناء مدن جديدة وسدود وأنفاق وشق طرق آمنة من الأخطار والكوارث
- ٥- البحث عن المواد الأولية المستخدمة فى الصناعات الكيميائية كالصوديوم والكبريت والكلور لتصنيع أسمدة ومبيدات حشرية وأدوية
- ٦- الكشف عن مصادر المياه الأرضية نعتد عليها فى استصلاح الأراضى كما تسهم فى الجاح العمليات العسكرية

مكونات كوكب الأرض

لكوكب الأرض ستة مكونات رئيسية هي:

١- القشرة الأرضية Crust:

غلاف رقيق السمك حيث يتراوح سمك صخوره ما بين ٨ الى ١٢ كيلومتر تحت البحار المفتوحة والمحيطات وتتكون من صخور البازلت والتي تسمى السيماء (سيلكون وماغنسيوم) وحوالى ٦٠ كيلومتر فى القارات وتتكون من صخور الجرانيت والتي تسمى السيلال (سيلكون وألمنيوم) وصخور القشرة الأرضية نارية ورسوبية ومتحولة ورغم اختلاف الكثافة بين صخور القشرتين إلا أنها فى حالة من التوازن الدائم.



قطاع الكرة الأرضية والأغلفة المختلفة

٢- الوشاح Mantle :

يكون أكثر من ٨٠٪ من حجم صخور الأرض ويمتد من أسفل القشرة ليصل إلى حوالى ٢٩٠٠ كيلومتر ويتكون من بعض أكاسيد الحديد والمغنسيوم والسليكون فى صورة صخور صلبة ما عدا الجزء العلوى منه (Asthenosphere) بسمك يصل الى حوالى ٣٥٠ كيلومترا فهو يتكون من صخور لدنه مائعة تتصرف تصرف السوائل تحت ظروف خاصة من الضغط ودرجة الحرارة وتسمح لانتشار دوامات تيارات الحمل فيها والتي تساعد على حركة القارات فوقها.

٣- النواة أو اللب Core :

يبلغ نصف قطره حوالى ٣٤٨٦ كيلومتر أى ما يوازي سدس حجم الأرض ولكونه

يتكون من مواد عالية الكثافة فهو يمثل ثلث كتلتها وعنده يكون الضغط كبير جداً إذ يصل إلى الملايين من الضغط الجوى كما تصل عنده درجة الحرارة لأكثر من ٥٠٠٠ درجة مئوية.

ولقد أثبتت النتائج التى حصل عليها العلماء من تحليلهم للموجات التى تنتشر فى جوف الأرض عند حدوث الزلازل أن النواة أو اللب يمكن تقسيمه إلى:

• لب خارجى Outer Core بسمك يساوى تقريباً ٢١٠٠ كيلومتر ويتألف من مصهور الحديد والنيكل ويقع تحت ضغط يوازى ٣ مليون ضغط جوى وكثافة تصل إلى حوالى ١٠ جم / سم^٣

• لب مركزى أو داخلى Inner Core يتكون من صخور صلبة عالية الكثافة تبلغ حوالى ١٤ جم / سم^٣ وبسمك يصل إلى حوالى ١٣٨٦ كيلومتر.

وبذلك تمكن العلماء من تفسير أصل المجال المغناطيسى للأرض بسبب وجود لب خارجى من مواد مصهورة تدور حول لب داخلى صخرى صلب.

٤ - الغلاف الجوى:

ومن المعتقد أيضاً أنه حدث أثناء تكون بنية كوكب الأرض إذ استطاعت بعضاً من العناصر والمركبات الكيميائية التى كانت تصاحب كتلة المواد المنصهرة أن تظل منفردة فى حالتها الغازية لتكون وعلى مر السنين ذلك الغلاف الجوى الذى يحيط بنا نحن سكان هذه الأرض إحاطة كاملة. فهو يرتفع عن سطح اليابسة مخترقاً الفضاء الكونى الى مسافة أكثر من ١٠٠٠ كيلومتراً. وتقل كثافته كما ينخفض الضغط الجوى إلى نصف قيمته لكل ارتفاع قدره ٥,٥ كيلو متر حتى ينعدم تقريباً فى الطبقات العليا من الغلاف. كما أن أساس تركيب الغلاف الجوى حالياً هو غازى النيتروجين الذى يكون ٧٨ ٪ من حجم الهواء والأكسجين الذى يكون ٢١ ٪ من حجمه تقريباً كما يشتمل على غازات أخرى بكمية ضئيلة تكاد لا تتعدى فى مجموعها ١٪ أهمها الهيدروجين والهليوم والأرجون والكربتون والزينون مع كميات متغيرة من بخار الماء وثنائى أكسيد الكربون والأوزون ويلاحظ أن نسبة الأكسجين تقل كلما ارتفعنا عن سطح البحر. لذلك يحدث للإنسان اختناق عند الارتفاعات الشاهقة.

٥- الغلاف المائى:

بعد وأثناء تكون كل من اليابسة والغلاف الهوائى أخذت كميات هائلة من بخار الماء الموجودة أصلا نتيجة الثورات البركانية القديمة فى التكثف الشديد محدثة أمطارا غزيرة أخذت تنهمر على اليابسة لتملأ الفجوات والثغرات والأحواض الضخمة التى كانت قد تشكلت على سطحها أثناء تصلبها وتحجرها ، مكونة الغلاف المائى الذى يتمثل حاليا فى مياه أحواض البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات التى تغطى حوالى ٧٢ ٪ من جملة مساحة سطح الارض بالإضافة الى المياه الارضية التى تملأ الفجوات البينية فى التربة والصخور الموجودة بباطن الأرض.

والغلاف المائى يحيط بالكرة الأرضية من جميع جهاتها مكونا ما يعرف بمستوى سطح البحر المتعارف عليه دوليا والذى تنسب إليه ارتفاعات الظواهر الطبوغرافية المختلفة كالجبال والسهول والهضاب والوديان وغيرها من هذه الظواهر التى تتشكل منها صخور القشرة الأرضية.

٦ - الغلاف الحيوى:

وسوف يتم دراسته بالتفصيل فى الجزء الثانى.

التركيب الجيولوجية



التشققات الطينية

إن صخور القشرة الأرضية خاصة الرسوبية منها لا يبقى على الحالة التى نشأت عليها عند تكونها. ولكنها تتعرض دائما ومن وقت لآخر لقوى داخلية وخارجية من نوع ما تجعلها تتخذ أوضاعا وأشكالا جديدة. وهذه الاشكال تسمى بالتركيب الجيولوجية :-

وللتركيب الجيولوجية أنواع منها:

١- التركيب الجيولوجية الأولية Primary Structures:

وهى الأشكال التى تتخلف بالصخور تحت تأثير عوامل مناخية وبيئية خاصة مثل الجفاف والحرارة وتأثير الرياح والتيارات المائية وغيرها وبدون أى تدخل يذكر من جانب القوى التكتونية والحركات الأرضية.



التطبيق المتقاطع

طية محدبة



علامات النيم

ومثال ذلك نراه فى تراكيب التطبق المتقاطع Cross-bedding وعلامات النيم Ripple Marks والتدرج الطبقي Grade bedding والتشققات الطينية Mud Cracks وغيرها من التراكيب التى تعتبر فى الحقيقة من أهم التراكيب الجيولوجية الأولية وأكثرها انتشاراً فى صخور القشرة الأرضية وخاصة الرسوبية منها.

٢- التراكيب الجيولوجية الثانوية Secondary Structures : والتى يسميها البعض تراكيب جيولوجية تكتونية نظراً لكونها بنيات تكونت بفعل القوى المنبعثة من باطن الأرض وهى التشققات والتصدعات الضخمة والإلتواءات العنيفة التى كثيراً ما نراها تشبه صخور القشرة الأرضية أثناء قيامنا برحلاتنا الجيولوجية للمناطق الجبلية والصحراوية . تلك القوى الداخلية التى يتعرض لها كوكبنا (الأرض) ويتسبب عنها حدوث الزلازل وهياج البحار والمحيطات وتقدم مياهها أو انحسارها عن اليابسة وزحزحة القارات وحركتها حول بعضها البعض. وسوف نتناول فى الصفحات التالية دراسة التراكيب التكوينية بالتفصيل نظراً لأهميتها الاقتصادية.

٣- تراكيب التبلور: والتحول وهذه تنفرد بها نوعية معينة من الصخور وهذه التراكيب قد تكون تكتونية الأصل أو أولية أو تداخل بين الاثنين معا وهذه تنحصر فى ترتيب المعادن فى الصخر بخصائص وأشكال معينة وفى اتجاهات محددة أثناء إعادة تبلر الصخر وتحوله.

أنواع التراكيب التكتونية

أولاً : الطيات أو الثنيات Folds

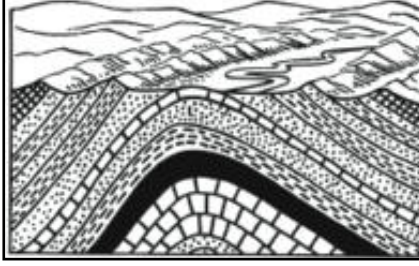
تعتبر الطيات من أهم أنواع التراكيب الجيولوجية تكتونية الأصل وهى تتواجد بصورة أكثر وضوحاً فى الصخور الرسوبية التى تظهر على شكل طبقات تختلف فى سمكها وامتدادها



الطيات

فى الطبيعة من مكان لآخر وتعرف الطية بأنها انثناء أو تجعد يحدث لصخور القشرة الأرضية وقد تكون بسيطة أى ثنية واحدة أو غالباً ما تكون مكونة من عدة ثنيات متصلة وهى تنشأ غالباً نتيجة تعرض سطح القشرة الأرضية لقوى ضغط ، وللطيات أهمية جيولوجية واقتصادية كبيرة تتمثل فى :-

١- تشكل المكامن أو المصائد التي يتجمع فيها زيت البترول الخام والخامات المعدنية والمياه الجوفية.



طية محدبة

٢- تحديد العلاقة الزمنية (من حيث الأقدم والأحدث) بين الصخور.

٢- يستدل منها على أحداث جيولوجية.

لذلك يجب علينا أن نذكرها بشئ من التفصيل.

رغم أن هذه الطيات لها أشكال عديدة إلا أن أكثرها

انتشاراً في صخور القشرة الأرضية هي الطيات المحدبة والمقعرة وهي جميعاً تشترك في خصائص جيولوجية واحدة أهمها ما يلي:

(أ) تشغل مساحات متباينة من القشرة الأرضية تتراوح بين بضعة أمتار وعشرات من الكيلومترات المربعة في المنطقة الواحدة

(ب) قلما أن تجد طية واحدة منفردة في الطبيعة ولكن غالباً ما تجد عدة طيات متصلة معاً.

(جـ) نادراً ما تتواجد الطيات أو تستمر في الطبيعة في نظم وأشكال ثابتة وذلك لأن الطيات غالباً ما تعاني من تكرار الطي فنجد أن الغالبية العظمى منها قد تعقد شكلها بالكسور والتشققات .

عناصر الطية : توصف الطيات على اختلاف أحجامها وأنواعها بعدة عناصر تركيبية أساسية منها :

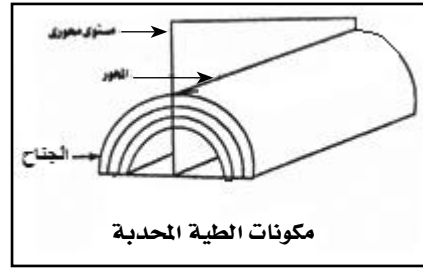
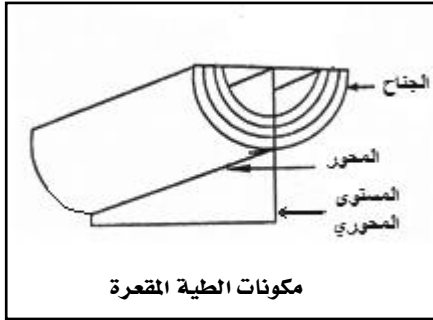
١- **المستوى المحوري** : ويعرف المستوى المحوري للطية بأنه ذلك المستوى الوهمي الذي يقسم الطية بكل طبقاتها المختلفة إلى نصفين متماثلين ومتشابهين تماماً من جميع الوجوه.

٢- **جناحي الطية** : أما جناحي الطية فيتمثل أساساً في كل من كتلتى الصخور الموجودتين على جانبي المستوى المحوري للطية.

٣- **محور الطية** : يعرف محور الطية بأنه الخط الوهمي الذي ينتج عند تقاطع المستوى المحوري للطية مع أى سطح من أسطح طبقاتها المختلفة. وحيث أن الطية تحتوى عادة على أكثر من طبقة مطوية واحدة لكل منها محورها الخاص بها فإن المستوى المحوري للطية لا بد وأن يكون شاملاً لهذه المحاور جميعها.

تصنيف الطيات ويتم على الأسس الآتية:

- أ - المظهر الذى تنكشف عليه الطيات فى الحقل .
 - ب - الأوضاع التى تتخذها العناصر التركيبية للطية فى الطبيعة.
 - ج - نوعية وطبيعة القوى التكتونية التى أثرت على الصخور أثناء عملية الطى الميكانيكية.
- وأكثر أنواع الطيات شيوعاً هى : **الطيات المحدبة** والتى تتميز بأن طبقاتها منحنية لأعلى وأقدم طبقاتها توجد فى المركز **والطيات المقعرة** والتى تتميز بأن طبقاتها منحنية لأسفل وأحدث طبقاتها توجد فى المركز.



ثانياً: الفوالق Faults

الفوالق واحدة من أهم التراكيب التكتونية الأصل وتعرف بأنها كسور وتشققات فى الكتل الصخرية التى يصاحبها حركة نسبية للصخور المتهدمة على جانبى مستوى الكسر.

عناصر الفالق :



الفوالق فى الطبيعة

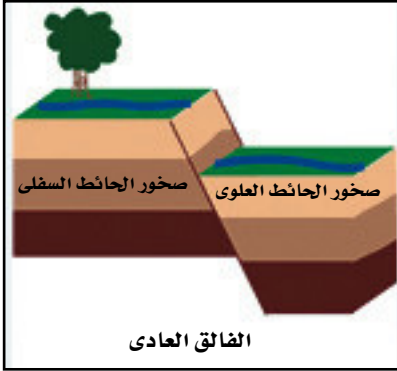
وللفوالق كما للطيات عناصرها التركيبية أهمها :

١- **مستوى الفالق** : هو المستوى الذى تتحرك على جانبيه الكتل الصخرية المتهدمة بحركة نسبية ينتج عنها إزاحة.

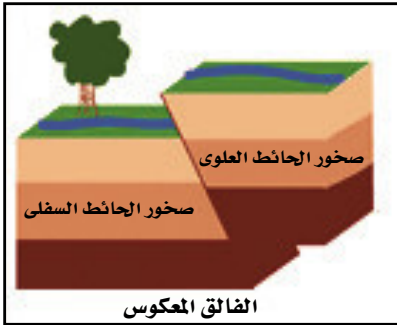
٢- **صخور الحائط العلوى** : وهى كتلة الصخور الموجودة أعلى مستوى الفالق (Hanging Wall).

٣- **صخور الحائط السفلى** : وهى كتلة الصخور الموجودة أسفل مستوى الفالق (Foot Wall).

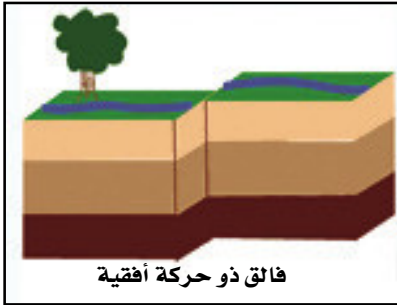
تحديد نوع الفالق :



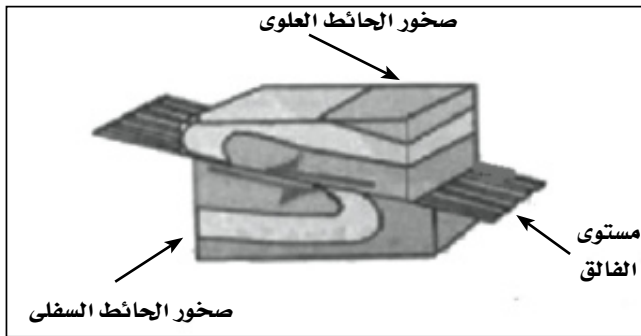
الفالق العادي



الفالق المعكوس



فالق ذو حركة أفقية



الفالق الدسر

ولمعرفة نوعية الفالق سواء كان فالقا عاديا أو فالقا معكوسا فإنه يجب أولا أن نحدد الاتجاه الذى تحركت فيه مجموعة من الصخور الموجودة على أحد جانبي مستوى الفالق بالنسبة لاتجاه حركة نفس هذه المجموعة الصخرية على الجانب الآخر.

وعلى هذا الأساس يمكن تصنيف الفوالق كما يلي :

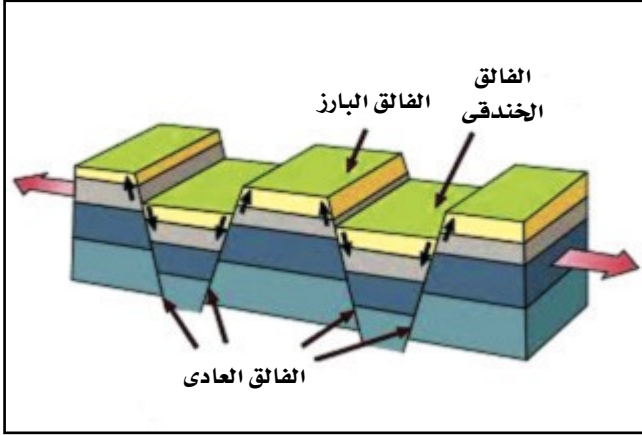
(أ) **الفالق العادي (Normal Fault)** : هو الكسر الناتج عن الشد والذى تتحرك على مستواه صخور الجائط العلوى إلى أسفل بالنسبة لصخور الجائط السفلى.

(ب) **الفالق المعكوس (Reverse Fault)** : هو الكسر الذى ينشأ من الضغط ويظهر فيه تحرك واضح لصخور الجائط العلوى إلى أعلى بالنسبة لصخور الجائط السفلى

(جـ) **فالق الدسر (Thrust Fault)** : وهو أحد أنواع الفوالق المعكوسة وتتميز عن الفالق المعكوس بأن مستوى الفالق أفقيا تقريبا (أى قليل الميل) ولذلك قد يسميه البعض فالق زحفى لأن صخوره المهشمة تزحف أفقيا تقريبا بمسافة ما على مستوى الفالق .

(د) **فالق ذو حركة أفقية (Strike-slip Fault)** : تتحرك صخوره المهشمة حركة أفقية فى نفس المستوى دون وجود إزاحة رأسية.

(هـ) **فالق بارز(ساتر) (Horst Faults)** : ويحدث عندما تتأثر الصخور بفالقين عاديين يتحدان معا فى صخور الجائط السفلى.



(و) فائق خندقى أو خسفى (Graben)

(Faults): يحدث عندما تتأثر الصخور بفالقين عاديين يتحدان فى صخور الحائط العلوى.

أهمية الفوالق :

- ١- تعتبر الفوالق مصائد للبترول والمعادن ذات القيمة الاقتصادية مثل المنجنيز والنحاس وخامات القصدير
- ٢- تساعد مياه ونافورات ساخنة على

الفالق كما فى منطقة عيون حلوان والعين السخنة على الساحل الغربى لخليج السويس وحمّام فرعون على الساحل الشرقى لخليج السويس تستخدم للسياسة والعلاج .

٣- ترسيب معادن الكالسيت نتيجة صعود مياه معدنية فى الشقوق على طول مستوى الفالق.

الظواهر التى تصاحب الفوالق والتى يمكن من خلالها تحديد مواقع الفوالق :

- ١ - انصقال جوانب الفالق مع وجود خطوط موازية لحركة الصخور على مستوى جانبى الفالق
 - ٢ - وجود بريشيا الفوالق وهى فتات من الصخور المهشمة ذات أشكال خاصة وذات زوايا حادة
- هذا بالإضافة للظواهر الأخرى مثل تصاعد نافورات المياه وترسيب المعادن على طول مستوى الفالق.

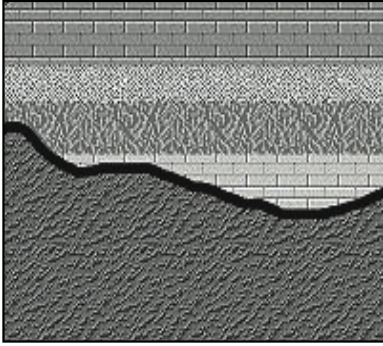
ويلاحظ : أن تراكيب الطيات والفوالق تظهر فى الصخور النارية والمتحولة ولكن بصورة أقل وضوحاً من ظهورها من الصخور الرسوبية وذلك الصخور الرسوبية ذات طابع طباقى التكوين نتيجة اختلاف الصخور الرسوبية عن بعضها البعض من حيث السمك، اللون، التركيب المعدنى والكيميائى، المادة اللاصقة، النسيج والمحتوى الحفرى.

ثالثاً : الفواصل Joints

تراكيب جيولوجية تكتونية الأصل وهى عبارة عن كسور متواجدة فى الصخور المختلفة النارية والرسوبية والمتحولة ولكن بدون اية إزاحة ولقد وجد أن المسافة بين كل فاصل وآخر تختلف من عدة سنتيمترات إلى عشرات الأمتار ويعتمد ذلك على نوع الصخر وسمك الصخر وطريقة استجابته للقوى المؤثرة عليه .

ويجدر الإشارة هنا الى أن قدماء المصريين استفادوا من وجود هذه الفواصل فى الصخور فى بناء معابدهم ومقابرهم وكذلك فى عمل المسلات .

تراكيب عدم التوافق " Unconformity "



عدم التوافق المتباين

سطح عدم التوافق هو سطح تعرية أو سطح عدم ترسيب واضح ويميز يفصل ما بين مجموعتين صخريتين ويدل على غياب الترسيب لفترات زمنية تصل إلى عشرات الملايين من السنين . ويستدل عليها بعدة شواهد :

الشواهد التي تدل على وجود عدم التوافق

١- وجود طبقة من الحصى المستدير (الكوجلوميرات) تقع تحت سطح عدم التوافق مباشرة

٢- تغير مفاجئ في تنابع المحتوى الحفري بين الطبقات

٣- اختلاف ميل الطبقات على جانبي سطح عدم التوافق

٤- وجود تراكيب جيولوجية أو العروق في إحدى الطبقات وعدم وجودها في الطبقات الأخرى

أنواع عدم التوافق

عدم التوافق المتباين (Nonconformity)

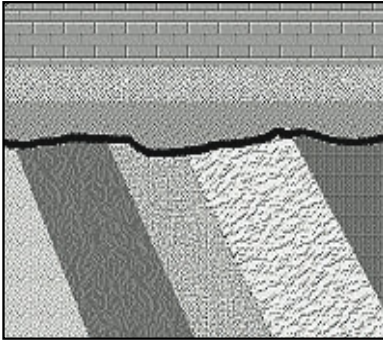
ويتكون هذا النوع بين الصخور الرسوبية والصخور النارية أو المتحولة من جهة أخرى وتكون الصخور الرسوبية هي الأحدث.

عدم التوافق الزاوي (Angular unconformity)

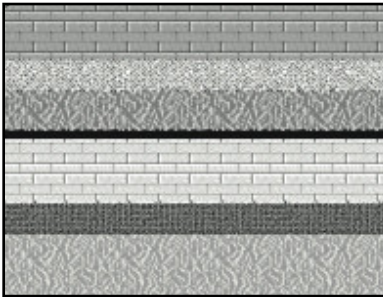
في هذا النوع تكون مجموعة الطبقات الأقدم مائلة أما مجموعة الطبقات الأحدث فهي افقية أو تكون المجموعتان مائلتين في اتجاهين مختلفين

عدم التوافق الانقطاعي (Disconformity)

وفيه يكون عدم التوافق بين مجموعتين من الصخور الرسوبية في وضع افقى تقريباً تحدث بسبب التعرية أو انقطاع الترسيب ويصعب على الجيولوجى تحديد سطح عدم التوافق ويمكن تمييز الطبقات من خلال المحتوى الحفري لها.



عدم التوافق الزاوى



عدم التوافق الانقطاعى

أسئلة

- ١- ماذا يقصد بعلم الجيولوجيا ؟
- ٢ - ما الفرق بين علم جيولوجيا التعدين والجيولوجيا الاقتصادية ؟
- ٣- ما أهم مكونات أغلفة كوكب الأرض ؟
- ٤- ماذا يقصد بعملية الطي وما هي الأنواع الناتجة عن هذه العمليات ؟
- ٥- ما هي خصائص الفالق العادي والفالق المعكوس ؟
- ٦- قل ما تعرفه عن السواتر (الفوالق البارزة) - الفوالق الخسفية - الفالق ذو الحركة الأفقية
- ٧ - علل :
- أ - وجد العلماء الإجابة المعقولة عن أصل المجال المغناطيسى
- ب - تختلف التراكيب الأولية عن التراكيب الثانوية
- ج - يسمى الفالق الدسر بالفالق الزحفى

الباب الثانى المعادن

الأهداف:

بعد الانتهاء من هذا الباب يصبح الطالب قادراً على أن:

- ١- يفسر مفهوم المعدن بالنسبة للجيولوجى المتخصص .
- ٢- يتعرف الظروف الخاصة بتكوين المعادن .
- ٣- يفسر أسباب إختلاف أشكال البلورات.
- ٤- يقارن بين الفصائل المختلفة للبلورات .
- ٥- يتعرف الخواص البصرية للمعادن .
- ٦- يتعرف الخواص التماسكية للمعادن .
- ٧- يكتسب مهارة التمييز بين المعادن من حيث صلابتها .
- ٨- يقارن بين اللون و الخدش .
- ٩- يقارن بين الأحجار الكريمة و أحجار الزينة الصناعية (الغير نفيسة) .
- ١٠- يقارن بين الانفصام و المكسر.

المعادن

يعيش الإنسان على سطح الأرض فوق القشرة الأرضية يأكل من زراعة تربتها ويسكن فى منازل يبنياها من مواد يستخرجها من صخورها و معادنها . و إذا نظرنا إلى طريقة معيشتنا نجد أن الحياه بكل متطلباتها ترتبط بصورة وثيقه – و إن كانت ليست دائما مباشرة – بما هو موجود على سطح الأرض أو بالقرب منه . لذلك يجب علينا التعرف على مكوناتها لتعلم كيف نستفيد من خيراتها على أفضل وجه و نتقى شرورها من الزلازل والبراكين و السيول التى تؤثر على سطحها . ولا يتم ذلك إلا بدراسة مواد القشرة الأرضية من الصخور و المعادن المكونه لها ، و التى نعيش فى تلامس مباشر معها بل و تصعب الحياه بدونها سواء فى السلم أو الحرب .

وقد عرف الإنسان المعادن والصخور منذ قديم الأزل . حيث استخدم إنسان العصر الحجري صخر الصوان فى عمل سكاكين وحراب كانت أسلحته لصيد الحيوان و الدفاع عن نفسه . ثم استعمل الأصباغ المعدنية الحمراء و الصفراء ممثلة فى الهيماتيت والليمونيت للرسم على جدران الكهوف التى كان يعيش فيها . ثم ازدهرت صناعة الفخار من معادن الطين بعد أن عرف الإنسان النار . وكان الإنسان المصرى القديم أول من استخدم الأحجار ذات الألوان الزاهية من فيروز وجمشت وما لا كيت وزمرد كأحجار للزينة والآن تستخدم المعادن فى الكثير من الصناعات و استخدامات الحياة المتعددة حيث يستخدم الكالسيوم فى صناعة الأسمنت والكوارتز (الرمل) فى المصنوعات الزجاجية أما أكاسيد الحديد (الماجنييت و الهيماتيت) فتدخل فى صناعة الحديد والصلب اللازمة فى البناء وصناعة السيارات وسكك الحديد. أما الفلسبار فيدخل فى صناعة الخزف. وكما تعامل مع الفلزات ممثلة فى النحاس والذهب بعد أن شكلها لتناسب استخدامات الحياة المتعددة .

تتركب القشرة الأرضية من ثلاثة أنواع من الصخور هى النارية والرسوبية والمتحولة . وتشترك الصخور فى أنها تتكون من مجموعة معادن و فى أحيان قليلة نجد أن الصخر يتكون من معدن واحد مثل معدن الكالسيوم الذى يكون صخور الحجر الجيرى . ولكن الغالبية العظمى من الصخور تتكون من حبيبات من المعادن متماسكة مع احتفاظ

كل منها بخصائصه مثل الجرانيت الذى يتكون من الكوارتز والفلسبار والميكا وعادة ما تشترك المعادن المكونة للصخر فى بعض الصفات أو الخواص . فالصخور النارية تكونت من تبلور صهير يتكون من مجموعة من المعادن تبلورت مع انخفاض صغير نسبيا من درجات الحرارة والضغط . أما الصخور الرسوبية التى نقلت وترسبت فإنها تشترك فى خواص متقاربة بالنسبة لحجم الحبيبات ووزنها النوعى . مثال فى ذلك رواسب السهل الفيضى لنهر النيل من الغرين الذى يكون التربة الزراعية فى مصر .

تعريف المعدن : مما سبق يتضح أن المعدن هو الوحدة الأساسية التى يتكون منها الصخر . والمعدن بالنسبة لجيولوجى متخصص فى علم المعادن هو مادة صلبة غير عضوية تتكون فى الطبيعة ولها تركيب كيميائى محدد (يمكن التعبير عنه) ولها شكل بلورى مميز. لذا فإن الفحم والبتروى ليست من المعادن لأن الفحم من أصل عضوى وليس له شكل بلورى مميز ويزيد البتروى بالإضافة لما سبق أنه مادة سائلة وليس له تركيب كيميائى محدد.

تكون المعادن:

العنصر	النسبة المئوية للوزن
الأكسجين	٤٦,٦ %
السليكون	٢٧,٧ %
الألومنيوم	٨,١ %
الحديد	٥,٠ %
الكالسيوم	٣,٦ %
الصوديوم	٢,٨ %
البوتاسيوم	٢,٦ %
المغنسيوم	٢,١ %
بقية العناصر	١,٥ %

المعادن - كغيرها من المواد الطبيعية تتكون من العناصر المعروفة لنا حيث تتكون بعض المعادن مثل الذهب والكبريت و الجرافيت والماس من عنصر واحد فقط بينما تتكون غالبية المعادن من اتحاد عنصرين أو أكثر كيميائيا حيث ترتبط لتكون مركبا ثابتا . حسب القوانين الكيميائية الخاصة بالروابط مثل الكوارتز (المرو) الذى يتكون من ثانى أكسيد السليكون والكالسيت الذى يتكون من كربونات

الكالسيوم و مع أن الانسان تعرف على أكثر من مائة عنصر، فإننا نجد أن عددا قليلا منها يكون غالبية صخور الأرض. و بالتحديد فإن ثمانية عناصر تكون حوالى ٩٨,٥ % بالوزن من صخور القشرة الأرضية. هذه العناصر الثمانية مرتبة تنازليا هى الأكسجين -

السيليكون-الألومنيوم - الحديد - الكالسيوم - الصوديوم - البوتاسيوم و الماغنسيوم. و من هنا يتضح أن باقى العناصر المعروفة مثل النحاس والذهب والكربون والرصاص والبلاتين لا تتعدى مساهمتها فى تكوين صخور الأرض أكثر من ١,٥ ٪.

وقد تمكن علماء المعادن من تعريف أكثر من ألفى معدن ، وإن كان أغلبها يوجد بكميات قليلة فى الطبيعة . وإذا أحصينا المعادن الشائعة وتلك ذات القيمة الاقتصادية نجد أنها لا تتجاوز المائتى معدن أما المعادن المكونة لصخور القشرة الأرضية ، فإنها تعد بالعشرات و تنقسم إلى عدة مجموعات معدنية أكثرها شيوعاً مجموعة السيليكات تليها من حيث الوفرة مجموعة الكربونات ثم المعادن الاقتصادية من أكاسيد وكبريتيدات وكبريتات ومعادن عنصرية منفردة وغيرها .

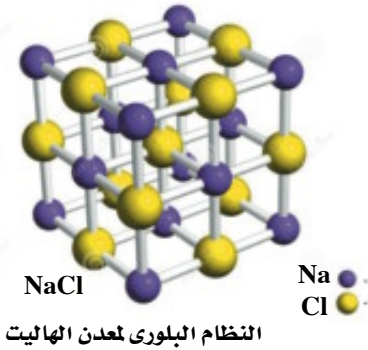
الكوارتز - الأرتوكليز - البلاجيوكليز - الميكا - الأمفيبول - البيروكسين - الأوليفين	السيليكات	الأكثر ↓ الأقل
الكالسيت - الدولوميت	الكربونات	
الهيماتيت - الماجنتيت	الأكاسيد	
البيريت - الجالينا - السفاليريت	الكبريتيدات	
الجبس - الأنهيدريت - الباريت	الكبريتات	
الذهب - النحاس	معادن عنصرية منفردة	

ومن الأركان الأساسية فى تعريف المعدن أن له تركيب كيميائى محدد وبناء ذرى ثابت، بالنسبة للتركيب الكيميائى للمعدن فإن القليل من المعادن هى ذات تركيب كيميائى ثابت ومحدد ، مثل الكوارتز (المرو) الذى يتكون من ثانى أكسيد السليكون. أما الغالبية العظمى من المعادن فإن تركيبها يتغير بإحلال عنصر محل آخر لكن فى نطاق ضيق بحيث لا يغير من الترتيب الذرى للهيكل البنائى للمعدن .وعلى ذلك فإننا نجد أن الشق الأساسى فى تعريف المعدن هو كونه مادة متبلرة يتحكم النظام البلورى لها فى شكل

المعدن وخصائصه الطبيعية من لون وصلابة وانقسام ومكسر ، بل وفى خصائصه الكيميائية أيضاً.

التركيب البلورى للمعادن

تبعاً لذلك فإنه يهمنا أن نتعرف على كيفية تكوين الهيكل البنائى للمعدن.

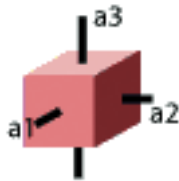


يتكون المعدن من ترتيب ذرات العناصر داخل المعدن الواحد ترتيباً منتظماً متناسقاً مكونة ما يعرف بالشكل البلورى. فالبلورة جسم هندسى مصمت لها أسطح خارجية مستوية تعرف بالأوجه البلورية. فمثلاً النظام البلورى لمعدن

الهاليت (كلوريد الصوديوم) والمعروف بالملح الصخرى الذى يتكون من إتحاد أيونات الصوديوم الموجبة مع أيونات الكلور السالبة فى نظام تكرارى ينتج عنه نظام بلورى ميز لمعدن الهاليت يكون على شكل مكعب.

الأنظمة البلورية:

ويمكن تقسيم بلورات المعادن إلى عدة فصائل (أنظمة) بلورية مختلفة ويعتمد التقسيم على أطوال المحاور البلورية والزوايا بين هذه المحاور كما يلى :

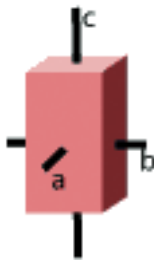


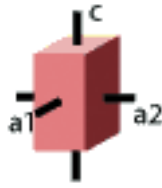
(١) **النظام المكعبى** : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية متساوية فى الطول ومتعامدة الزوايا ويتميز هذا النظام بأكبر قدر من النظام البلورى.

$$\gamma = \beta = \alpha . a_3 = a_2 = a_1$$

(٢) **النظام المعينى القائم** : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية مختلفة فى الطول ومتعامدة الزوايا.

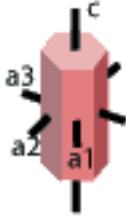
$$\alpha = \beta = \gamma . c \neq b \neq a$$





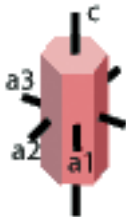
(٣) **النظام الرباعي** : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية متعامدة ، محوران متساويان والثالث يختلف عنهم فى الطول.

$$\gamma = \beta = \alpha , c \neq a_2 = a_1$$



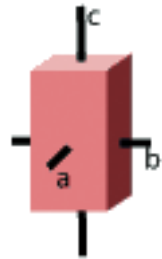
(٤) **النظام السداسى** : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية أفقية متساوية فى الطول وتتقاطع مع بعضها فى زوايا متساوية ويتعامد عليهم محور رابع يختلف عنهم فى الطول، ومحور رأسى سداسى التماثل مع وجود مستوى تماثل أفقى.

$$c \neq a_3 = a_2 = a_1$$



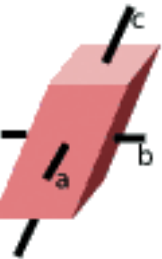
(٥) **النظام الثلاثى** : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية أفقية متساوية فى الطول وتتقاطع مع بعضها فى زوايا ويتعامد على مستواهم الأفقى محور بلورى رأسى ثلاثى التماثل ولا يوجد مستوى تماثل أفقى.

$$c \neq a_3 = a_2 = a_1$$



(٦) **النظام أحادى الميل** : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية مختلفة فى الطول ، محوران منهما متعامدان والثالث مائل عليهما ومعظم المعادن تنتمى إلى هذه الفصيلة.

$$\alpha = \gamma \neq \beta , c \neq b \neq a$$



(٧) **النظام ثلاثى الميل** : تشتمل البلورة على ثلاثة محاور بلورية مختلفة فى الطول وغير متعامدة.

$$\alpha \neq \gamma \neq \beta , c \neq b \neq a$$

حيث أن كل الأنظمة لديها ثلاث محاور ماعدا النظام البلورى السداسى والثلاثى فلهما أربعة محاور بلورية.

الخواص الفيزيائية للمعادن:

ولما كان أحد أهم واجبات الجيولوجى هو التعرف على المعادن بداية من أماكن وجودها فى الحقل فإنه يستخدم أولاً الخواص الظاهرة و التى تسهل ملاحظتها فى العينة اليدوية ليتوصل إلى تعريف المعدن مبدئياً ثم يؤكد ذلك التعرف بالطرق المعملية التى تتطلب أجهزة و تحاليل معقدة. و فيما يلى مناقشة سريعة لأهم الخواص الفيزيائية المميزة و التى يمكن تصنيفها إلى خواص بصرية و تماسكية و مغناطيسية و غيرها.

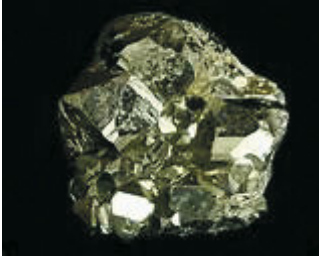
أولاً: الخواص البصرية Optical Properties

هى خواص تعتمد على تفاعل المعدن مع الضوء الساقط عليه والمنعكس منه وأهمها:

١ - البريق : Luster

هو قدرة المعدن على عكس الضوء.

(أ) **بريق فلزى** : بعض المعادن له بريق فلزى أى أن لها مظهر الفلزات التى تعكس الضوء بدرجة كبيرة بحيث يكون المعدن ساطعاً أو لامعاً مثل (البيريت - الجالينا - الذهب).



بريق فلزى

(ب) **بريق لا فلزى** : أما المعادن التى لها بريق لا يشبه بريق الفلزات فإن بريقها لا فلزى يوصف بما يشابهه من أمثلة مألوفة لنا مثل البريق الزجاجى مثل (الكوارتز والكالسيت) أو اللؤلؤى مثل (الفلسبار) أو الماسى مثل (الماس).



بريق لا فلزى

(ج) **بريق ترابى أو أرضى** : أقلها بريقاً فهو ما كان سطحه مطفياً أو غير براق مثل (الكاولينيت).

٢ - اللون : Colour

يعتمد لون المعدن على طول الموجات الضوئية التى تنعكس منه و تعطى الإحساس باللون. و مع أن لون المعدن هو أكثر صفاته وضوحاً إلا أنه صفة قليلة الأهمية نسبياً فى التعرف على المعادن ، حيث تتغير ألوان غالبية المعادن باختلاف تركيبها الكيميائى (فى الحدود المسموح بها و التى لا تغير من الترتيب الذرى المميز للمعدن) أو احتوائه على نسبة من الشوائب. من أمثلة ذلك:

(أ) معدن الكوارتز الذى يوجد فى ألوان متعددة منها الوردى لوجود شوائب من المنجنيز والبنفسجى (الأميثست) يحتوى شوائب من أكاسيد الحديد. و الكوارتز الأبيض فى لون الحليب الذى يحتوى شوائب من فقاعات غازية كثيرة. كذلك الكوارتز بلون الدخان الرمادى الذى ينتج لونه من كسر

بعض الروابط بين ذرات عناصره للتعرض لطاقة إشعاعية عالية. بينما يكون الكوارتز النقي شفافاً لا لون له ، و يعرف باسم البلور الصخري تشبيهاً له بالبلور.



الأميثست

(ب) معدن السفاليراييت (كبريتيد الزنك) ذو اللون الأصفر الشفاف والذي يتحول إلى اللون البنى بإحلال بعض ذرات الحديد بنسبة قليلة محل بعض ذرات الزنك.

ليست كل المعادن ذات ألوان مختلفة بل إن بعضها له لون ثابت يعرف باللون الحقيقي أو الأصلي للمعدن مثل لون الكبريت الأصفر و اللون الأخضر لمعدن المالاكيت (كربونات النحاس المائية).

٣- المخدش : Streak



المخدش

المخدش هو لون مسحوق المعدن الذي نحصل عليه بحك المعدن فوق قطعة من خزف غير مصقول. يتميز لون المخدش بأنه ثابت في المعادن التي يتغير لونها بتغير نوع أو كمية الشوائب بها. و بذلك فهو أحد

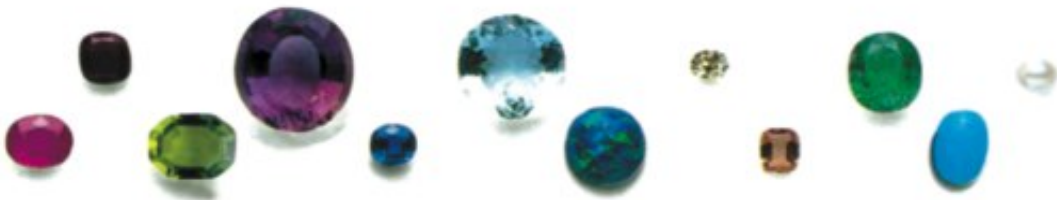
الخواص التي يمكن الاعتماد عليها في التعرف على المعادن. مثل معدن الهيماتيت ذو اللون الرمادي الغامق فله مخدش أحمر و البيريت الذي يتميز باللون الذهبي له مخدش أسود، والكوارتز ذو الألوان المتعددة له مخدش واحد هو الأبيض

٤- خاصية عرض الألوان : Play of Colours

تتميز بعض المعادن بخاصية عرض أو تلاعب الألوان حيث يتغير لون المعدن مع تحريك المعدن أمام عين الانسان في الاتجاهات المختلفة. وهى الخاصية التي توجد في الأحجار الكريمة التي تستغل للزينة.

(أ) الماس مثلاً يفرق شعاع الضوء الساقط عليه نتيجة انكساره إلى اللونين الأحمر والبنفسجي بحيث يعطى بريقاً عالياً في كل الاتجاهات.

(ب) معدن الأوبال الثمين يتميز كذلك بخاصية اللآلئة أو (عين الهر) حيث يتموج بريق المعدن ذو النسيج الألياف باختلاف اتجاه النظر إليه.



بعض الأحجار الكريمة

٥- الشفافية : Transparency

خاصية يعتمد عليها فى التعرف على درجة شفافية المعادن أو قدرتها على إنفاذ الضوء خلالها.

(أ) **المعدن الشفاف** : نقول إن المعدن شفاف إذ أمكننا الرؤية خلاله بوضوح.

(ب) **المعدن شبه الشفاف** : إذا كنا نرى خلاله صورة غير واضحة.

(ج) **المعادن المعتمة** : فلا ينفذ الضوء من خلالها.

ثانيا: الخواص التماسكية للمعادن Cohesive Properties

١- الصلادة: Hardness

صلادة المعدن هى درجة مقاومته للخدش أو البرى- و نحددها نسبيا حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به. الصلادة خاصية سهلة وسريعة التعيين بإستخدام القيم العددية التى حددها العالم موهس Mohs فى مقياسه للصلادة و الذى تتراوح درجاته بين "واحد" لأقل المعادن صلادة وهو التلك و ١٠ لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس. و مقياس موهس للصلادة هو كالتالى:

المعدن	تلک	جبس	كالسيت	فلوريت	أباتيت	أرثوكليز	كوارتز	توباز	كوراندوم	ماس
الصلادة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الشكل										

(شكل مقياس موهس للصلادة)

تعيين الصلادة فى الحقل أو المعمل :

يسهل تعيين الصلادة فى الحقول الجيولوجية أو المعمل بإستخدام أقلام الصلادة المصنوعة من سبائك ذات درجات الصلادة المحددة. أما فى حالة عدم تواجد هذه الأقلام فإننا نستعين بأشياء شائعة الاستعمال فى حياتنا اليومية معروفة الصلادة مثل ظفر الانسان و صلادته حوالى ٢,٥ أى أنه يخدش التلك والجبس لكنه لا يخدش الكالسيت.

ثم عملة نحاسية صلاقتها حوالى ٣,٥ ثم قطعة زجاج نافذة و صلاقتها حوالى ٥,٥ ثم لوح الخدش الخزفي و صلاقتها حوالى ٦,٥ تقريباً. و يلاحظ أن أغلب المعادن الشائعة ذات صلادة أقل من ٦,٥ مما يسهل التعرف عليها. كما تستخدم خاصية الصلادة فى التمييز بين الأحجار الكريمة الطبيعية عالية الثمن و بين أحجار الزينة المقلدة صناعياً من مواد زجاجية أو أكسيد الألومنيوم ومن أهم مميزات المعادن الكريمة و الثمينة بالإضافة إلى ألوانها الجذابة أنها لا تنخدش بسهولة و لذلك فإن أغلبها تزيد صلاقتها عن ٧,٥ بينما أحجار الزينة المقلدة تتميز بألوان جذابة لكن صلاقتها تقل غالباً عن ٦

٢- الانقسام : Cleavage



انقسام صفائحى (معدن الميكا)

الانقسام هو قابلية المعدن للتشقق على طول امتداد مستويات ضعيفة الترابط نسبياً تنتج عنها سطوح ملساء عند كسر المعدن أو الضغط عليه .

أنواع الانقسام:

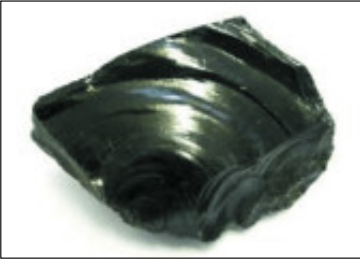
(أ) الانقسام فى اتجاه واحد : ومن أحسن أمثلة خاصية الانقسام ما نشاهده فى معدن الميكا الذى يتميز بانقسام جيد فى اتجاه واحد ، إذ ينكسر أو يتشقق مكوناً رقائق أو صفائح رفيعة كذلك معدن الجرافيت الذى يتميز بانقسام قاعدى جيد .



انقسام مكعبى (معدن الجالينا)

(ب) الانقسام فى أكثر من اتجاه : كما أن لبعض المعادن أكثر من مستوى انقسام يمكن وصفها بعدد المستويات والزوايا بينها ، كما فى معدن الهاليت والجالينا مثلاً الذى ينتج عنهما انقسام مكعبى أو معدن الكالسيت له انقسام معينى الأوجه كذلك فإن بعض المعادن مثل الكوارتز لا تظهر فيها خاصية الانقسام .

٣- المكسر : Fracture



مكسر محارى

المكسر عبارة عن شكل السطح الناتج من كسر المعدن فى مستوى غير مستوى الانقسام. و الشكل الناتج من الكسر لا يتبع أى مستويات ويوصف بالمقارنة بأشكال معروفة مثل المكسر المحارى الذى يميز معدن الكوارتز أو المكسر الخشن غير منتظم السطح والمكسر المسنن التى يميز غالبية المعادن فى الطبيعة .

القابلية للسحب والطرق : Malleability and Ductility

هى خاصية تعبر عن مدى سهولة أو إمكانية تشكيل المعدن بالطرق والسحب إلى رقائق أو أسلاك مثل الذهب والفضة والنحاس وفى المقابل فإن المعادن تعتبر قابلة للكسر إذا تفتت عند الطرق عليها .

ثالثا: خواص أخرى للمعادن

كما أن هناك خواص أخرى ذات قيمة فى التعرف على المعادن مثل :

١- **الوزن النوعى** : الوزن النوعى هو النسبة بين كتلة معدن الى كتلة نفس الحجم من الماء حيث تتراوح المعادن بين الخفيفة ومتوسطة الثقل و الثقيلة مثل الجالينا الى يصل وزنه النوعى ٧,٥ والذهب وزنه النوعى ١٩,٣ .

كذلك

٢- **الخواص المغناطيسية** من حيث إجذابها أو تنافرها مع المغناطيس مثل الماغنيتيت والهيمايتيت.

٣- **الخواص الحرارية** مثل قابلية المعدن للانصهار و درجة انصهاره.

٤- خواص أخرى : بالإضافة إلى خواص مساعدة أخرى مثل مذاق المعدن (ملحى مثل الهاليت - مر) و ملمسه و رائحته.

أسئلة

- ١- كيف ترتبط حياة الإنسان بالمكونات المعدنية للأرض ؟
- ٢- ” عرف الانسان المعادن منذ قديم الأزل ” اشرح هذه العبارة
- ٣- مما يتركب الصخر ؟ اذكر أمثلة لأنواع من الصخور الشائعة. هل هناك صخور من معدن واحد ؟ اذكر مثلاً
- ٤- هل بالضرورة أن تشترك المعادن المكونة للصخر فى صفات معينة ؟
- ٥- ما هى اكثر المجموعات المعدنية شيوعاً فى صخور القشرة الأرضية ؟ اذكر معدن واحد من كل مجموعة
- ٦- عرف المعدن مع ذكر مثال لمركبات طبيعية لا تعتبر معادن
- ٧- كيف يتحدد شكل البلورة تبعاً لدرجة نمو المحاور والزوايا بينها ؟
- ٨- اذكر العناصر الثمانية التى تكون غالبية معادن وصخور القشرة الأرضية ؟
- ٩- تكلم عن الخواص البصرية للمعادن وكيفية استخدامهم فى التعرف على المعادن
- ١٠- اذكر أمثلة للبريق حسب درجة انعكاس الضوء الساقط على سطح معدن ؟
- ١١- هل يعتبر لون المعدن من الخواص المميزة الأساسية للمعدن ؟ اذكر أسباب ما تتوصل إليه .
- ١٢- لماذا توصف بعض أحجار الزينة بأنها أحجار كريمة ؟ ما الفرق بين أحجار الزينة الطبيعية والصناعية ؟
- ١٣- اذكر بعض الخواص التماسكية للمعادن و اشرح اثنين منها ؟
- ١٤- ما هى صلادة المعدن ؟ اذكر بعض الأمثلة للمعادن ذات الصلادة العالية
- ١٥- اذكر مقياس موهس للصلادة .
- ١٦- ما هو الانفصام فى المعادن وكيف يوصف ؟

الباب الثالث الصخور

الأهداف

بعد الانتهاء من تدريس هذا الباب يصبح الطالب قادراً على أن :

- ١- يتعرف دورة الصخور .
- ٢- يرسم شكل تخطيطى لدورة الصخور .
- ٣- يتعرف الأقسام الرئيسية للصخور .
- ٤- يفسر أسباب تغير الصخور من نوع إلى آخر .
- ٥- يتنبأ بالتغيرات التى تحدث لأى نوع من الصخور عند تعرضه لظروف جديدة .
- ٦- يذكر مفهوم كل من التحجر والتحول والتبلور .
- ٧- يوضح العلاقة بين التبريد والتبلور .
- ٨- يشرح ظروف تكوين الصخور النارية .
- ٩- يحدد مكان تكوين الصخر النارى من دراسة نسيجه .
- ١٠- يحلل الأشكال البيانية الخاصة بالتركيب المعدنى للصخور النارية .
- ١١- يقارن بين الصخر الجوفية والصخور البركانية والصخور المتداخلة .
- ١٢- يتعرف على الأشكال التى تتواجد عليها الصخور النارية تحت سطح الأرض .
- ١٣- يوضح خطوات تكوين الصخور الرسوبية .
- ١٤- يشرح كيف تحدث عملية التحجر .
- ١٥- يذكر أنواع الصخور الرسوبية .
- ١٦- يصنف الصخور الرسوبية حسب حجم حبيباتها .
- ١٧- يذكر أمثلة للأنواع المختلفة للصخور الرسوبية .
- ١٨- يتعرف الصخور المتحولة .
- ١٩- يذكر أسباب التحول وأماكنه .
- ٢٠- يميز عملياً بين بعض الأنواع المختلفة من الصخور .
- ٢١- يتعرف على البراكين .
- ٢٢- يتعرف على اجزاء البركان .
- ٢٣- يتعرف على أشكال الصخور النارية السطحية
- ٢٤- يتعرف الفرق بين البريشيا البركانية والقنابل البركانية .

الصخور

درسنا فيما سبق أن القشرة الأرضية هي الجزء الخارجى الصلب من الكرة الأرضية وأنها تتكون من الصخور النارية والرسوبية والمتحولة . وسبق لنا دراسة أن المعدن هو الوحدة الأساسية البنائية للصخر ، فما الصخر؟

الصخر : جسم طبيعي صلب يتكون غالباً من عدة معادن مجتمعة معاً بنسب مختلفة وأحياناً يتكون من معدن واحد فقط.

كل صخر يتميز بتركيب كيميائي محدد وبالتالي يكون له خواص فيزيائية تميزه عن غيره.

أنواع الصخور : يمكن تقسيم الصخور حسب نشأتها إلى ثلاثة أقسام هي :

١ - الصخور النارية : Igneous Rocks

هي أول صخور تكونت من صخور القشرة الأرضية وجميع الصخور الأخرى ناجمة عنها بفعل العمليات الجيولوجية المختلفة وتسمى أم الصخور أو الصخور الأولية وتعرف بأنها صخور نتجت من تبريد وتبلور المادة المنصهرة عندما تنخفض درجة حرارتها سواء كان ذلك داخل الأرض أو على سطح الأرض ومن أشهرها الجرانيت والانديزيت والبازلت.

٢ - الصخور الرسوبية : Sedimentary Rocks

هي صخور تكونت نتيجة تفتت صخور قديمة نارية ورسوبية ومتحولة بعوامل التجوية ثم نقل الفتات بعوامل نقل طبيعية ثم ترسيبها وتماسكها. ومن أمثلتها الحجر الرملى والطينى والجيري.

٣ - الصخور المتحولة : Metamorphic Rocks

هي صخور نارية أو رسوبية تأثرت بحرارة شديدة أو ضغط كبير أو ضغط وحرارة معاً فتحوّلت إلى صخور ذات صفات جديدة لا تنتمى لأى من النوعين ومن أمثلتها الرخام والشيسست الميكائى.

أهم الفروق بين أنواع الصخور الثلاثة :

الصخور النارية كتلية الشكل متبلرة غير مسامية لا تحتوى على أحافير.

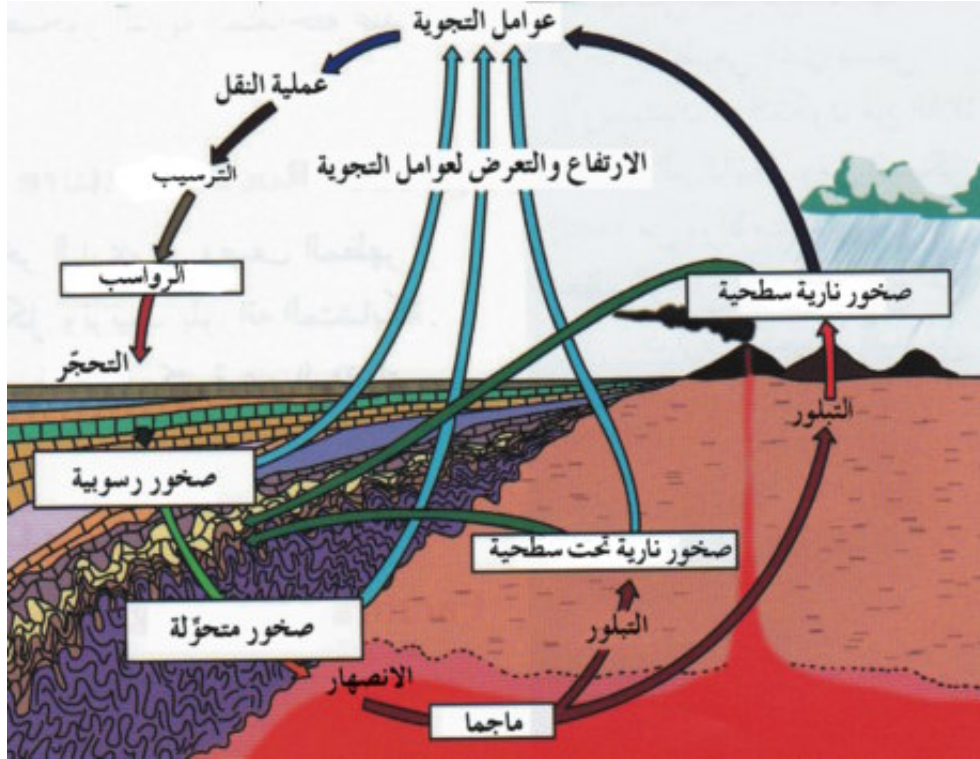
الصخور الرسوبية طباقية الشكل نادرة التبلر غالباً مسامية وتحتوى على أحافير.

الصخور المتحولة ورقية (صفائحية) أو كتلية متبلرة غير مسامية قد تحتوى على أحافير مشوهة.

دورة الصخور فى الطبيعة :

كان العالم الاستكلىندى جيمس هاتون فى عام ١٧٨٥ هو أول من ربط بين أنواع الصخور الثلاثة المعروفة على سطح الأرض وتأثير الغلافين الجوى والمائى وما يحدث بينها من عمليات جيولوجية

تؤدي إلى تغير نوع من الصخور إلى نوع آخر في دورة واحدة تسمى دورة الصخور وهي تمر بعدة خطوات أو مراحل كما يلي :-



دورة الصخور في الطبيعة

مراحل دورة الصخور :-

- **عملية التجوية :** هي أثر عوامل الجو من أمطار ورياح حيث يتم تفتيت وتحلل الصخور النارية وغيرها من الصخور إلى قطع صغيرة من فئات صخرية وتتم هذه العملية بفعل عوامل الجو لذلك تسمى بهذا الاسم وهي نوعان ميكانيكية وكيميائية.
- **عملية النقل :** يُنقل الفتات إلى أحواض الترسيب في المناطق المنخفضة بواسطة عوامل نقل طبيعية من أنهار أو ثلاجات تنحدر على سطوح الجبال بمساعدة الجاذبية الأرضية أو تيارات الهواء في الصحارى أو تيارات الماء في البحار فيتعرض سطح جديد لتنشط عملية التجوية.
- **عملية الترسيب :-** عندما تضعف قدرة عامل النقل بقلّة الانحدار أو ضعف سرعته يُرسب الفتات المنقول فيتراكم في المناطق المنخفضة من السطح (قاع البحر أو المحيط) في صورة طبقات أفقية تزداد سمكاً مع تتابع الترسيب.
- **عملية التحجر أو التصخر :-** تتأثر الطبقات السفلى بثقل ما يعلوها فتتضاغط حبيباتها وتتلصق كما تترسب بين حبيباته مادة لاحمة فتتحجر الصخور وتتغير من رواسب مفككة غير متماسكة إلى صخور رسوبية صلبة أو متحجرة .

● **عملية التحول :** - تهبط الصخور الرسوبية أو غيرها من الصخور إلى أعماق كبيرة في باطن الأرض في مناطق يكون فيها عدم استقرار الطبقة السطحية من الأرض محسوس فتتعرض لدرجات حرارة مرتفعة وضغط متزايد فتتحول تلك الصخور إلى صخور جديدة تسمى صخور متحولة وعادة يشمل التغير نوع المعادن ونسيج الصخر بحيث يحدث توازن وملائمة للصخر المتحول مع الظروف الجديدة من حرارة وضغط .

● **عملية الانصهار :** - عندما تتعرض الصخور المتحولة أو أية صخور أخرى إلى زيادة أكبر في درجات الحرارة والضغط في العمق تنصهر مكوناتها المعدنية عندما تصل إلى درجة انصهار .

● **عملية التبريد والتبلور :** - عندما يخرج الصهير من غرفة الماجما ويتعرض لانخفاض درجة الحرارة يتصلب مكوناً صخور نارية قد تكون جوفية في باطن الأرض مثل الجرانيت أو يندفع إلى السطح على شكل حمم في مناطق الثوران البركاني يبرد مكوناً صخوراً نارية بركانية مثل البازلت والأنديزيت.

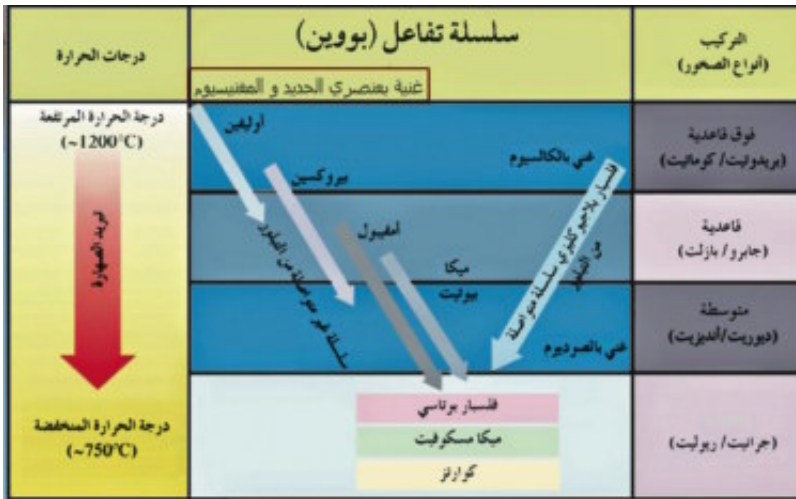
ثم تبدأ الدورة من جديد بتأثير عوامل الجو على أي من الصخور الثلاثة الموجودة على سطح القشرة الأرضية. نعرف في الصفحات التالية على الصخور الثلاثة النارية والرسوبية والمتحولة (تكوينها وأنواعها وخصائصها)

الصخور النارية Igneous Rocks

ذكرنا سابقاً أن الصخور النارية تتكون من تبلور الصهير (مصهور الصخر) الذي يطلق عليه الماجما أو اللافا ، وهذا الصهير هو سائل لزج يتكون أساساً من العناصر الثمانية الموجودة في معادن السليكات على صورة أيونات بالإضافة إلى بعض الغازات والتي من أهمها بخار الماء وتبقى هذه العناصر محبوسة داخل ذلك السائل اللزج تحت الضغط الواقع على الصهير في الجزء العلوي من الوشاح والذي يتميز بأن صخوره لدنة مائعة.

تكوين الصخور النارية :-

أوضحت التجارب التي قام بها العالم بووين على تفاعل الماجما أن الماجما عندما تنخفض درجة حرارتها وتبدأ عملية التبلر فإن أول المعادن تبلورا هي المعادن الغنية بعناصر الحديد والماغنيسيوم والكالسيوم وبذلك نجد أنه عند تبلور ٥٠ ٪ من الماجما يفقد الجزء المنصهر هذه العناصر الثلاثة تماماً ويصبح غني بعنصرى الصوديوم والبوتاسيوم كما يزداد محتواه من السليكون حيث يتبلور هذا الجزء في المراحل الأخيرة من التبلور وقد أوضح بووين هذا التفاعل في مخطط عرف باسم متسلسلة تفاعلات بووين كما هو موضح بالشكل التخطيطي.



ويتضح في هذا المخطط

فرعين اليمين منهما يوضح التفاعل المتصل حيث يتكون فلسبار غنى بالكالسيوم ثم فلسبار غنى بالصوديوم ثم فلسبار غنى بالصوديوم أما الفرع

اليسار فيبدأ بالأوليفين أول المعادن تبلورا ثم البيروكسين ثم الأمفيبول وأخيرا الميكا السوداء آخر الفرع وهكذا

وخلال المرحلة الأخيرة للتبلور وبعد أن يكون معظم الصهير قد تصلب يحدث تبلور للصهير على هيئة معادن فلسبار البوتاسيوم ثم الميكا البيضاء وأخيرا معدن الكوارتز آخر معادن الصهير تبلورا.

ونلاحظ أن الصهير عند تبلوره يتكون من ستة مجموعات أو فصائل معدنية مرتبة حسب سرعة تبريدها كما يلي :-

- ١- الأوليفين (أول المجموعات المعدنية تبلورا)
- ٢- البيروكسين
- ٣- الأمفيبول
- ٤- الفلسبارات
- ٥- الميكا
- ٦- الكوارتز وهو آخر المعادن تبلورا

أسس تقسيم الصخور النارية

ويمكن تقسيم الصخور النارية حسب الصفات الآتية :

- ١- مكان تبلور الصخور والذي يؤثر على سرعة تبريدها وشكل نسيجها
 - ٢- التركيب المعدني للصخور والذي يعتمد على التركيب الكيميائي
- كما تتخذ الصخور النارية أشكال وأوضاع في الطبيعة نتيجة تداخلها في الصخور المحيطة والموجودة حولها

أولا :- التقسيم حسب مكان التبلور وشكل النسيج :-

أ- صخور نارية جوفية (باطنية) :-

يؤدي التبريد البطيء الذي يتم في باطن الأرض أو جوفها بعيداً عن السطح إلى إعطاء الفرصة لكمية كبيرة من الأيونات لكي تتجمع على مركز التبلور الواحد فيتكون نسيج خشن بلوراته

كبيرة الحجم ترى بالعين المجردة وبها عدد قليل من البلورات كبيرة الحجم وهى خاصة تميز ذلك النوع من الصخور مثل الجرانيت والدايوريت والجابرو.

ب - صخور نارية متداخلة :-

وعندما يندفع الصهير فى اتجاه سطح الأرض لكن الظروف المحيطة لم تسمح له بمواصلة السير حتى السطح فيتداخل فى الصخور المحيطة به ثم يبرد ويتخذ أشكالاً متعددة ويتكون صخور نسيجها من بلورات كبيرة تكونت عندما كان الصهير فى باطن الأرض يبرد ببطء وبلورات أصغر حجماً تبلورت فى الموقع الجديد الأقرب إلى السطح حيث سرعة التبريد أكبر مكوناً الصخور النارية المتداخلة والتي يعرف نسيجها بالنسيج البورفيرى حيث توجد بلورات كبيرة الحجم وسط أرضية من بلورات أصغر حجماً لكنها غالباً من نفس التركيب المعدنى (دوليرايت وميكروديورايت وميكروجرانيت).

ج - صخور نارية بركانية (سطحية) :-

عندما تخرج الحمم البركانية (اللافا) أثناء الثورات البركانية فوق السطح أو بالقرب من سطح الأرض فإن الصهير يبرد بسرعة كبيرة حيث لم تأخذ فرصة كافية للتبلور فيكون النسيج زجاجياً أى عديم التبلور أو ذات بلورات مجهرية وتكون بلوراته كثيرة العدد لكنها صغيرة الحجم لا ترى بالعين المجردة وهى أهم خصائص صخور البازلت التى تمثل أشهر الصخور البركانية على الأرض والأنديزيت والرايوليت والأوبسيديان والحجر الخفاف الذى يستعمل فى المنازل.

ثانياً : التقسيم حسب التركيب المعدنى للصخور :

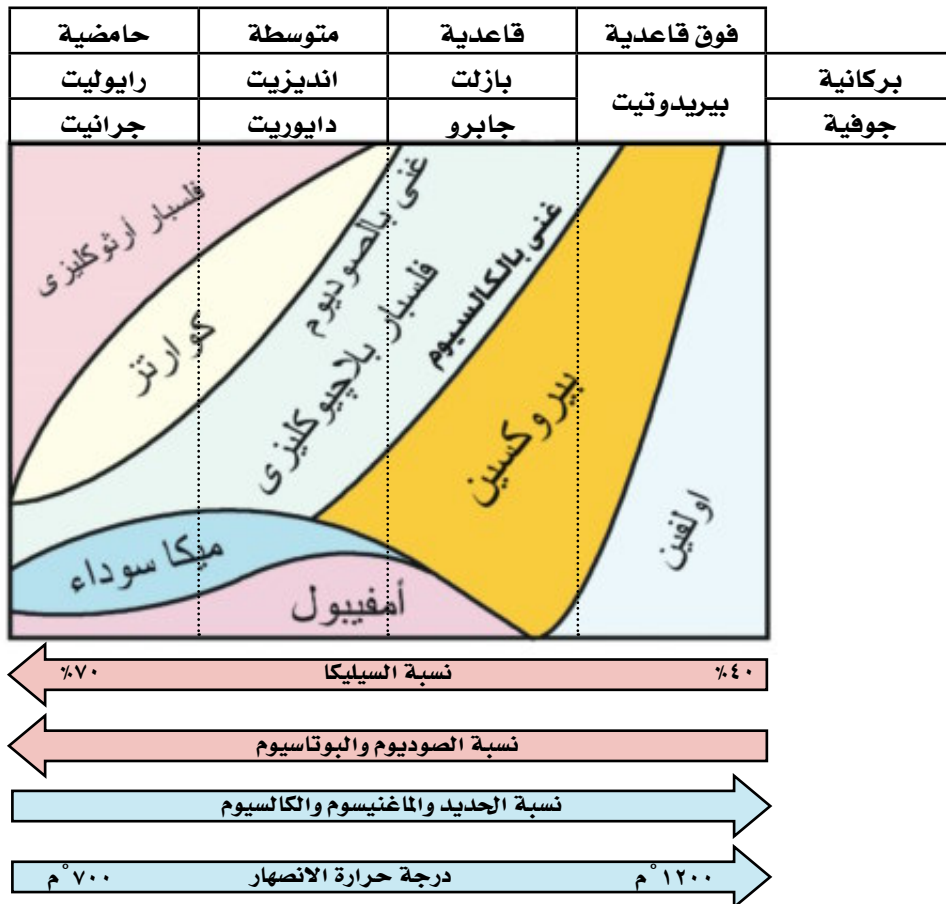
أ- صخور نارية حمضية :-

هى صخور تحوى نسبة من السيليكا أكثر من ٦٦ ٪ ، والفلسبار البوتاسى والصودى ، والميكا ، والكوارتز بنسبة ٢٥ ٪ ، والأمفيبول لونها وردي فاتح ، تتبلور فى درجة حرارة منخفضة أقل من ٨٠٠ درجة مئوية ، ومن أمثلتها وأشهرها الجرانيت ذو النسيج الخشن شائع الاستعمال فى عمليات البناء لجماله الطبيعى خاصة بعد تلميعه ، ومنها أيضاً الميكروجرانيت ذو النسيج البورفيرى وهو صخر متداخل ، الرايوليت وهو بركانى دقيق

التبلور، وكذلك الأوبسيديان زجاجي النسيج والحجر الخفاف الغنى بالفقايع الهوائية لذلك فإنه يتميز بوزن خفيف.

ب - صخور نارية متوسطة :-

هي صخور متوسطة التركيب الكيميائي والمعدني حيث تحتوى على السيليكا بنسبة تتراوح بين ٦٦٪ إلى ٥٥٪ ، والفلسبار البلاجيوكليز الغنى بالكالسيوم والصوديوم ، كما تحتوى على البيروكسين والأمفيبول والميكا والكوارتز ونسبة من الفلسبار البوتاسى ، تبلور فى درجة حرارة متوسطة ، لونها بين الفاتح والغامق ، ومن أمثلتها الدايوريت ذو النسيج الخشن ، والميكرودايوريت ذو النسيج البورفيرى ، وأشهرها الأنديزيت البركانى نسبة إلى جبال الأنديز.



شكل يوضح التركيب المعدني للصخور النارية الشائعة مع توضيح نسبة السيليكا والعناصر ودرجة الحرارة

ج - صخور نارية قاعدية :-

صخور فقيرة فى السيليكا تتراوح نسبة السيليكا من ٥٥٪ إلى ٤٥٪ ، تبلور فى درجات الحرارة المرتفعة أكثر من ١١٠٠ درجة مئوية فى المراحل الأولى لتبلور الصهير، لذلك تكون غنية بالمعادن التى تحتوى على نسبة كبيرة من الحديد والماغنيسيوم والكالسيوم مما يوضح سبب لونها الغامق (الأسود) مثل الأوليفين ، البيروكسين وفلسبار البلاجيوكليز الكلسى ، وبعض الأمفيبول ، ومن أمثلتها الجابرو الجوفى، الدوليرايت ذو النسيج البورفيرى ، والبازلت أشهر الصخور البركانية انتشارا على سطح الأرض والذى يستخدم فى أعمال الرصف.

د - صخور نارية فوق قاعدية :-

صخور فقيرة فى السيليكا حيث تقل فيها نسبة السيليكا عن ٤٥٪ ، أول الصخور تكونا عند تبلور الصهير ، لونها أسود غامق ، غنية بمعدنى الأوليفين والبيروكسين ومعادن غنية بالحديد والماغنيسيوم ومن أمثلتها صخر البيريدوتيت.

البراكين

البركان عبارة عن فتحة أو شق فى القشرة الأرضية تسمح الصخور المنصهرة والغازات المحبوسة معها بالخروج إلى سطح الأرض وتأتى الصخور المنصهرة من غرف مؤقتة أو تجاويف الماجما الموجودة على أعماق تحت سطح الأرض (خزان الماجما).

أسباب حدوث البراكين وثوراتها :

طاقة الغازات المحتسبة تعتبر القوة الرئيسية لتفجير البراكين ويتضح ذلك فى مناطق إبلج أو تداخل الألواح التكتونية حيث تؤدى إلى حدوث تشققات تنطلق منها هذه البراكين .

وتندفع صهارة الصخر خلال الشقوق فى صخور القشرة الأرضية لتصل إلى السطح وتعمل الجحما المتصاعدة على صهرها يصادفها من صخور وعندما تصل إلى سطح الأرض تسمى بالطفوح

البركانية أو اللافا - وعند تعرض اللافا للهواء والضغط الوى العادى تبرد وتتجمد لتكون الصخور البركانية وتكون جسم البركان وهو عادة على شكل مخروط .

والشكل المقابل يوضح أجزاء البركان الذى يتكون من :

• فوهة البركان

• القصبة والذى يندفع من خلالها المواد البركانية الى الفوهة.

• المخروط هو يمثل شكل البركان وتوجد به فتحه فوهة البركان.



- وتعتبر الثورانات البركانية من أكبر الظواهر المروعة والمفجعة في الطبيعة وتقسم البراكين إلى :-
- معظم البراكين تصبح خامدة نهائياً بعد ثوراتها ، حيث تخلو غرف الماجما من الصهير تماماً.
- بعض البراكين يمتد في ثوراته بصفة مستديمة مثل بركان " سترومبولي " في إيطاليا .
- بعضها الآخر يثور على فترات متقطعة مثل بركان فيزوف في إيطاليا وبركان آتنا في جزيرة صقلية .

نواجج البراكين :-

ويخرج من فوهات البراكين أثناء ثورانها مواد معدنية منصهرة " اللافا " وتقدر درجة حرارتها بحوالى ١٢٠٠ درجة مئوية ، وتكون المواد المنصهرة مصحوبة بكميات كبيرة من الغازات والأبخرة مثل غاز الأمونيا وكبريتيد الهيدروجين ، ثانى أكسيد الكربون ، بخار الماء وغيرها وتتطاير مع الغازات والأبخرة مواد معدنية دقيقة تسمى رماد بركانى تنتشر فى الجو ، وتندفع من فوهات البراكين المقذوفات أو القنابل البركانية والبريشيا البركانية

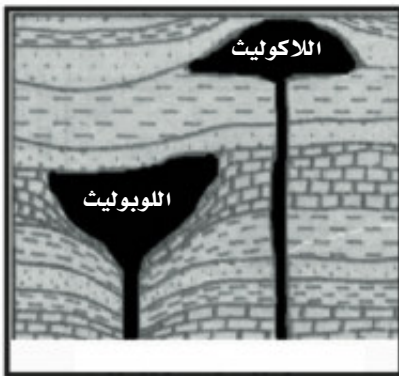
تأثيرات وفوائد البراكين : يظهر تأثيرها على سطح القشرة الأرضية حيث أنها

- تضيف إليها ملايين الأطنان سنوياً من الصخور البركانية التى تكون غطاءات كبيرة الامتداد أو تظهر على شكل هضاب أو جبال بركانية .
- ظهور جزر بركانية جديدة إذا حدث ثوراتها تحت سطح الماء فى البحار .
- تؤدى البراكين إلى تكوين تربة خصبة جداً من الرماد البركانى .
- قد ينتج عن البراكين تكوين بحيرات مستديرة من تجمع مياه الأمطار فى فوهات البراكين الخاملة ..

وبذلك تعتبر من عوامل البناء لصخور القشرة الأرضية .

الأشكال والأوضاع التى تتخذها الصخور النارية فى الطبيعة :-

أولاً: أشكال الصخور النارية تحت السطحية :



اللاكوليث و اللوبوليث

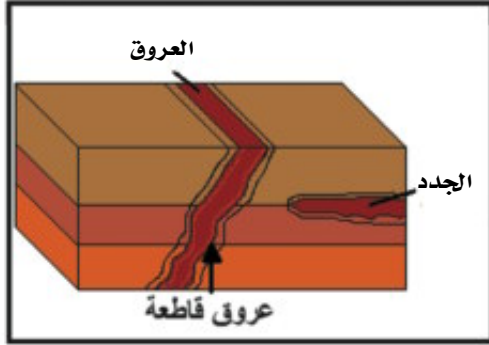
١- الباثوليث : أكبر الكتل النارية المعروفة وتمتد مئات

الكيلومترات وسمكها عدة كيلومترات

٢- القباب : وتنتج من صعود الماجما خلال فتحة ضيقة

ثم تتجمع بدلا من انتشارها أفقياً وقد تكون قبة عادية وتسمى اللاكوليث فى حالة الماجما عالية اللزوجة وضغطها على ما فوقها من صخر فتتثنى لأعلى مكونة ثنية محدبة ، أو تكون قبة مقلوبة أو طبق وتسمى لوبوليث

عندما يحدث عكس ذلك وتكون الماجما قليلة اللزوجة وتسبب من انثناء الصخور أسفلها مكونة طية مقعرة.



العروق والجدد

٣- **العروق** : تنتج من تداخل الماجما في الصخور المحيطة بها بحيث تكون قاطعة لها.

٤- **الجدد** : تنتج من تداخل الماجما في الصخور المحيطة بها بحيث تكون موازية لأسطح الطبقات وغير قاطعة لها.

وهذه أما أشكال الصخور السطحية فندرسها مع البراكين.

ثانياً: أشكال الصخور النارية البركانية السطحية :

١- **الطفوح البركانية**: اللافا المتصلدة على سطح الأرض تنتج من ثورات البراكين وتأخذ أشكال الحبال أو الوسائد.

٢- **المواد النارية الفتاتية**: تنتج من تكسير أعناق البراكين ومنها:

- **البريشيا البركانية** : قطع ذات زوايا حادة تتراكم حول البركان.
- **الرماد البركاني** : حبيبات دقيقة الحجم تحملها الرياح لمسافات كبيرة وقد تعبر بها البحار لتسقط في قارة أخرى

٣- **المقذوفات (القنابل) البركانية**: كتل صخرية بيضاوية الشكل تتألف من مواد اللافا عند تجمدها بالقرب من سطح الأرض.



أشكال الصخور النارية في الطبيعة

الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

تكوينها :-

تتكون الصخور الرسوبية من ترسيب نواتج عمليات التجوية صلبة كانت أو ذائبة والتي تنقلها عوامل النقل الطبيعية وتصل بها إلى أحواض الترسيب فترسبها فى طبقات متوازية الواحدة فوق الأخرى.

مميزاتها :-

١- تغطى حوالى ثلاثة أرباع سطح الأرض لكن فى طبقات رقيقة نسبياً حيث أنها لا تمثل أكثر من ٥٪ بالحجم من صخور القشرة الأرضية
٢- كثيراً منها مهم اقتصادياً مثل رواسب الحجر الجيري والفوسفات والفحم والحديد وكذلك الحجر الرملي.

٣- تضم صخوراً تخزن النفط والغاز والمياه الجوفية مثل الحجر الرملى والجيرى لمسامية هذه الصخور.
٤ - أنواع الصخور الرسوبية قليلة بالنسبة للنارية والمتحولة بل ويمكن تقسيمها إلى عدد محدود جداً تسود ثلاثة منها هى الصخور الطينية والصخور الرملية والصخور الجيرية التى تكون حوالى ٩٠٪ من الصخور الرسوبية

تصنيف وتقسيم الصخور الرسوبية :

التقسيم الشائع للصخور الرسوبية حسب طريقة تكونها كما يلى :

أولاً: الصخور الرسوبية الفتاتية: تقسم الصخور الرسوبية

الفتاتية حسب الحجم السائد لمكوناتها الصلبة إلى :

١- رواسب الزلط :

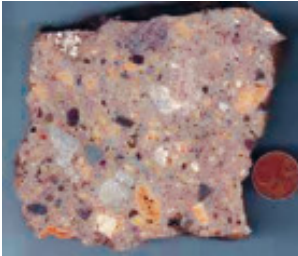
تتكون من فتات مستدير فى حجم الحصى والجلاميد يزيد قطر مكوناتها عن ٢ ملمتر وفى حالة تماسك الحبيبات بمادة لاحمة وتجرها فإن الصخور تعرف باسم الكونجلوميرات ، أما إذا كانت الحبيبات ذات حواف حادة فإن الصخر الناتج عن تجرها يسمى البريشيا وهو صخر شائع الاستعمال فى أعمال زينة الجدران

٢- رواسب الرمل :

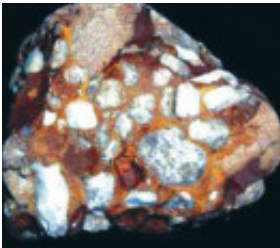
يتراوح قطر الحبيبات بين ٢ ملمتر و٦٢ ميكرون (الميكرون

١ / ١٠٠٠ من المليمتر) أغلبها من حبيبات الكوارتز ويعرف الصخر المتحجر باسم الحجر الرملى

ومن هذه الرواسب الكتبان الرملية فى الصحارى.



البريشيا



الكونجلوميرات

٣- الرواسب الطينية :



الحجر الرملى

تتكون فتات فى حجمى الغرين (٦٢ - ٤ ميكرون) والصلصال (أقل من ٤ ميكرون) عادة ما يكونا مختلطين ليكونا رواسب الطين مثل أغلب مكونات تربة مصر الزراعية ، وعند تماسك الصخور الطينية عادة ما تظهر بها صفه التورق أو التصفح نتيجة تضاضط مكوناتها وعندئذ تعرف باسم الطفل أو الطين الصفحى .



الطين الصفحى

ثانياً : الصخور الرسوبية كيميائية النشأة :

تتكون الصخور الرسوبية الكيميائية نتيجة ترسب الأملاح الذائبة فى الماء عند تبخر الماء وزيادة تركيز الأملاح أو نتيجة التفاعلات الكيميائية.

وتقسم الصخور الرسوبية الكيميائية إلى :

صخور جيرية مثل الحجر الجيرى والدولوميت ، صخور سيليكاتية مثل صخر الصوان الفاخ والغامق ، صخور متبخرات مثل الجبس (كبريتات الكالسيوم المائية) والأنهيدريت (كبريتات كالسيوم لا مائية) وملح الطعام الصخرى وهو معدن الهاليت (كلوريد الصوديوم) التى تترسب نتيجة تبخر المياه من بحيرات مقفولة أو شبه مقفولة أو فى السبخات الساحلية . وقد استغل الانسان هذه الظاهرة فى استخراج ملح الطعام من مياه البحر بتبخيرها صناعياً فى الملاحات (الملح الصخرى) ، كما أن هناك أنواع أخرى من الرواسب الكيميائية مثل بعض خامات الحديد الرسوبى ، ومن أشهر أمثلته فى مصر حديد أسوان البطروخى الذى يتكون من أكسيد الحديد الأحمر (الهيماتيت) .

ثالثاً : الصخور الرسوبية العضوية والبيوكيميائية :

كلنا نعرف أن الأحياء البحرية تبنى الأجزاء الصلبة من هيكلها الداخلى أو الخارجى من كربونات الكالسيوم التى تستخلصها من ماء البحر وبعد موتها تتراكم هذه الهياكل مكونة صخور عضوية مثل صخور الحجر الجيرى الغنية بالحفريات أى البقايا الصلبة للأحياء البحرية من فقاريات (أسماك وغيرها) ولا فقاريات من محاربات وشعاب مرجانية وأحياء دقيقة الحجم مثل الفورامنيفرا أو نباتات مثل الطحالب ذات الأصل العضوى . أيضاً صخور الفوسفات التى تحتوى على بقايا حفريات حيوانات بحرية فقارية تحتوى الفوسفات بالإضافة إلى مكونات معدنية فوسفاتية تزيد من تركيز نسبة الفوسفات فى الصخور البيوكيميائية .

نوع آخر من الرواسب العضوية ذو القيمة الاقتصادية هو الفحم الذى يتكون نتيجة دفن مواد نباتية فى باطن الأرض بعيداً عن الأوكسجين لمدة طويلة حتى تفقد الأنسجة النباتية المواد

الطيارة ويتركز الكربون مكونا الفحم يتم ذلك عادة في مناطق المستنقعات خلف دلتات الأنهار حيث الظروف ملائمة للطمر (الدفن) السريع للبقايا النباتية بمعزل عن الهواء ، وهو أحد مصادر الطاقة والتي تشمل أيضا كل من النفط والغاز والكيروجين.

مصادر الطاقة في الصخور الرسوبية :-

١- النفط والغاز :-

لا يعتبر كل من النفط والغاز رواسب لكنهما يتكونان ويختزانان في الصخور الرسوبية. وقد تكونت هذه المواد الهيدروكربونية أي التي تتكون من الكربون والهيدروجين من خلال البقايا الحيوانية والنباتية البحرية الدقيقة بمعزل عن الهواء بعد ترسيبها مع الصخور الطينية التي تعرف بصخور المصدر . حيث تنضج عند عمق ٢-٤ كيلو متر في باطن الأرض وفي درجات حرارة بين ٧٠ إلى ١٠٠ درجة مئوية وتتحول إلى الحالة السائلة والغازية للهيدروكربون . وبعد ذلك تتحرك أو تهاجر إلى صخور الخزان المسامية المكونة من الرمال والحجر الرملي والحجر الجيري أحيانا .

٢- الطفل النفطي :-

هو صخر طيني غني بالمواد الهيدروكربونية والتي أغلبها من أصل نباتي توجد في حاله شمعية صلبة تعرف باسم الكيروجين تتحول إلى مواد نفطية عند تسخين الصخر إلى درجة ٤٨٠ درجة مئوية تقريبا وهو مصدر مهم من مصادر الطاقة وإن كان لا يستغل حالياً لكنه يبقى كاحتياطي لحين نفاذ كميات البترول من الأرض . ولن يبدأ استغلاله كوقود قبل أن يصبح سعر إنتاجه منافسا لسعر النفط .

الصخور المتحولة : Metamorphic Rocks

تكوينها :-

يتحول الصخر أي يتغير إلى هيئة أخرى إذا تعرض لظروف ارتفاع في الحرارة والضغط بحيث يصبح في حاجة إلى إعادة توازنه وتبلوره ليتلاءم مع هذه الظروف وبالتالي فإن أي صخر سواء كان نارياً أو رسوبياً أو حتى متحولاً يكون عرضة للتحويل تحت ظروف ارتفاع الحرارة والضغط في باطن الأرض .

مظاهر التحويل :-

يظهر ذلك بتغيير معادنه إلى معادن جديدة . كذلك نسيجه الصخرى بحيث يصبح أكثر تبلوراً أو تترتب معادنه في اتجاهات عمودية على اتجاه تأثير الضغط الواقع عليها أثناء نموها .

أنواع الصخور المتحولة :-

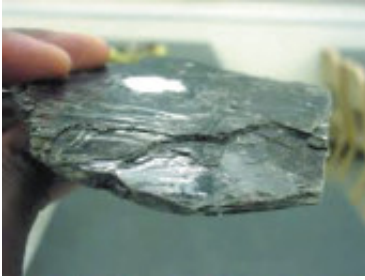
١- صخور متحولة كتلية :-



الرخام

وهى التى نشأت من تحول الصخور تحت تأثير الحرارة عند ملامسة أو ملاصقة الصخر لكتلة من الصهير ويقل تأثير التحول تدريجيا كلما ابتعدنا عن منطقة التلامس حيث يحدث زيادة فى حجم البلورات مكونة نسيج حبيبي كما يحدث مع صخر الكوارتزيت الناتج من تحول الكوارتز فى الصخور الرملية عند تعرضها للحرارة . وكذلك مع صخر الرخام الناتج من تعرض الحجر الجيري لحرارة شديدة فى باطن الأرض حيث تتلاحم بلورات الكالسيت وتتداخل مما يزيد من صلابة الرخام وقوة تماسكه . كثير من أنواع الرخام ذات ألوان وتغرق متغير بسبب أنواع من الشوائب مما يجعل استخدامه كواحد من أحجار الزينة أمراً مستحباً .

٢- صخور متحولة متورقة :-



الشيست الميكائى



النيس

وهى التى نشأت من تحول الصخور تحت تأثير الحرارة والضغط حيث تترتب البلورات التى نمت تحت تأثير الحرارة فى اتجاهات محددة وتكون على هيئة رقائق أو صفائح متعامدة على اتجاه الضغط مكونة نسيج متورق ومنها صخر الاردواز الناتج من تحول صخور الطفل تحت ضغط مرتفع وحرارة منخفضة ويستخدم فى أعمال البناء .

وصخور الشيست وهى أنواع أهمها الشيست الميكائى الذى تظهر فيه خاصة التورق نتيجة ترتيب بلورات الميكا فى الصخر الطينى بعد نمو البلورات بتأثير ارتفاع الحرارة ويكون فى اتجاه عمودى على اتجاه الضغط لتقليل تأثيره ، ويتكون من

صفائح رقيقة متشابهة فى تركيبها المعدنى متصلة غير متقطعة ، بينما النيس وهو متحول من تعرض الجرانيت للحرارة والضغط بلورات معادنه مرتبة فى صفوف متوازية ومتقطعة .

أسباب وأماكن التحول :-

ويحدث التحول عادة أثناء الحركات البانية للجبال أو عندما تكون الصخور ملامسة أو ملاصقة لكتلة من الصهير فى درجة حرارة عالية أو بدرجة أقل على مستويات الصدوع حيث تتحرك كتلتان من الصخور فيحدث الاحتكاك بينهما ارتفاعاً فى درجة الحرارة .

أهم مفاهيم الباب الرابع

الصخور النارية الشائعة		
الجرانيت	الأنديزيت	البازلت
أكثر من ٦٦٪ سيليكات وغنى بالبوتاسيوم والصوديوم	من ٦٦ - ٥٥٪ سيليكات - كميات متقاربة من الحديد والصوديوم والكالسيوم	من ٥٥ - ٤٥٪ سيليكات غنى بالحديد والماغنسيوم والكالسيوم
جوفية	بركانية	بركانية
خشنة	دقيق أو زجاجي	دقيق أو زجاجي

- ١- حركات تكتونية ترفعها إلى أعلى سطح الأرض .
٢- التجوية والتعرية .
٣- تكوين فتات الصخور .
٤- النقل والترسيب القاري أو البحري .
- ١- عندما تغوص في باطن الأرض أو تتعرض لدرجة حرارة أو ضغط أعلى
٢- تنصهر وتتحول إلى مصهور (مجما)
٣- عندما تصعد إلى أعلى وتبرد .

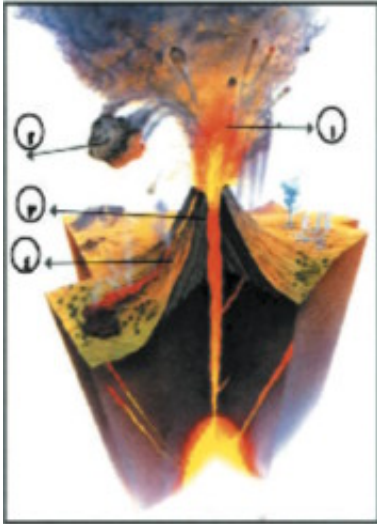
الصخور المتحولة		
اسم الصخر	نوع التحول	الصخر الأصلي
الرخام الكوارتزيت	بالحرارة	صخر جيري الحجر الرملي
الشست الميكائي	بالحرارة والضغط	صخر طيني يحتوي على بلورات الميكا
النيس	بالحرارة والضغط	الجرانيت
الإردواز	بالحرارة والضغط	صخر طيني

الصخور الرسوبية الشائعة		
الفتاتية	الكيميائية	العضوية والبيوكيميائية
رواسب الزلط الكونجلوميرات والبريشيا	نتيجة البخر أو تفاعلات كيميائية مثل رواسب الجبس	تشترك الكائنات الحية في تكوينها
رواسب الرمل الحجر الرملي الكتبان الرملية	وملح الطعام وحديد أسوان البطروخي والحجر الجيري	مثل الحجر الجيري الحفري الصخور الفوسفاتية
رواسب الطين الصخور الطينية والطفل		الرواسب العضوية مثل الفحم والطفل النفطي

عندما تغوص في باطن الأرض بتأثير ثقل الوزن تتعرض للحرارة والضغط العالين . عند ملاصقة الجما أو اللافا . يتغير تركيب ونسيج الصخر (حجم بلوراته) . أثناء الحركات البانية للجبال .

أسئلة

- ١ - اذكر أنواع الصخور الموجودة فى الطبيعة موضوحاً الفرق بينها؟
- ٢ - ما هى مراحل دورة الصخور؟ اشرح كل مرحلة منها.
- ٣ - ما العلاقة بين الأنواع الثلاثة من الصخور فى دورة الصخور؟
- ٤ - اذكر فرقاً واحداً بين كل من : الجرانيت والبازلت - الجرانيت والجابرو - الرايولايت والدايوريت.
- ٥ - وضح الفرق بين: أ- اللاكوليث واللوبوليث
ب- البريشيا البركانية والمقذوفات البركانية ج- البريشيا والكوجلوميرات
- ٦ - اذكر مثالاً للرواسب الكيميائية مع شرح كيفية تكونها؟
- ١٠ - ما هى أهم الرواسب العضوية النباتية؟ كيف تكونت؟
- ١١ - ما هى صخور المصدر بالنسبة للنفط؟ كيف وأين يتم نضجه حتى يتحول إلى نفط خام أو غاز؟
- ١٢ - اذكر ما تعرفه عن الطفل النفطى؟
- ١٣ - تكلم عن مستويات تبلر الصخور النارية. أشرح الفرق بين نسيج الصخور الجوفية والبركانية والمتداخلة؟
- ١٤ - اذكر أسس تقسيم الصخور النارية؟
- ١٥ - اذكر أكثر الصخور النارية الجوفية شيوعاً فى الأرض. أذكر مكوناتها المعدنية ونسيجها؟
- ١٦ - ما هى أكثر الصخور البركانية شيوعاً فى الطبيعة؟ تكلم عن نسيجها وعلاقتها بظروف تبلرها؟
- ١٧ - لماذا تتغير الصخور بالتحول؟ أين يتم ذلك؟
- ١٨ - اذكر أمثلة من الصخور المتحولة بالحرارة والضغط؟
- ١٩ - تكلم عن النسيج المميز للصخور المتحولة؟
- ٢٠ - انظر إلى الشكل السابق ثم أجب عن الأسئلة التالية:
أ- اكتب ما تدل عليه الأرقام؟
ب- ضع عنواناً مناسباً للشكل؟
ج - اكتب التعريف العلمى له؟
د- اشرح العوامل التى تؤدى إلى حدوث هذه الظاهرة الجيولوجية؟ وما الآثار المترتبة عليها؟
- ٢١ - اكتب المفهوم العلمى للعبارات الآتية:
أ- عبارة عن فتحة أو شق فى القشرة الأرضية تسمح للصخور المنصهرة والغازات المحبوسة بالخروج إلى سطح الأرض؟
ب- المجما عند خروجها إلى سطح الأرض؟



الباب الرابع

حركة الألواح التكتونية وتوازن قشرة الأرض

الأهداف

- بعد الانتهاء من تدريس هذا الباب يصبح الطالب قادرا على أن :-
- ١- يفسر أسباب اختلاف الظروف البيئية على مدار الزمن الجيولوجي
 - ٢- يذكر العلاقة بين المتغيرات البيئية والتغيرات الوراثية.
 - ٣- يشرح أسباب تكوين طبقات الفحم خلال العصر الكربوني.
 - ٤- يوضح كيفية تكوين رواسب الفوسفات في سفاجة والقصير.
 - ٥- يقارن بين آثار الفترات المطيرة والفترات الجافة خلال العصر الجليدي الأخير.
 - ٦- يعطى مثال تطبيقي على نظرية التوازن الاستاتيكي.
 - ٧- يذكر الأدلة على حدوث الحركات الأرضية.
 - ٨- يفسر سبب تواجد الصخور الرسوبية البحرية في قمة أفرست.
 - ٩- يقارن بين الحركات البانية للمقارات والحركات البانية للجبال.
 - ١٠- يذكر نظرية الانجراف القاري.
 - ١١- يقارن بين السيل والسيما.
 - ١٢- يفسر سبب زحف القارات.
 - ١٣- يذكر الأدلة على حدوث الانجراف القاري.
 - ١٤- يتعرف أسباب وضع بعض المعادن في صخور الأرض في نفس الاتجاه أو وضعها في اتجاهات مختلفة.
 - ١٥- يثبت حدوث الانجراف القاري ويبرهن على حدوثه.
 - ١٦- يفسر وجود حفريات النباتات البرية الأولية في قارات مختلفة.
 - ١٧- يفسر تشابه جبال جنوب افريقيا ونظيراتها في الأرجنتين على ضوء الانجراف القاري.
 - ١٨- يذكر النظرية (الفكرة) المعارضة لنظرية الانجراف القاري.

- ١٩- ينقد النظرية (الفكرة) المعارضة لنظرية الاجراف القارى.
- ٢٠- يذكر بنود نظرية الألواح التكتونية.
- ٢١- يفسر أسباب حركة الألواح التكتونية.
- ٢٢- يفسر زحزحة القارات ونشأة الزلازل والبراكين على ضوء نظرية الألواح التكتونية.
- ٢٣- يفسر نشأة المحيطات الأطلسى والهندي.
- ٢٤- يفسر نشأة البحر الأحمر.
- ٢٥ - يستخدم الأسلوب العلمى للتفكر فى تفسير ظواهر جيولوجية أخرى.
- ٢٦- يعرف الزلزال ويفسر سبب حدوثها.
- ٢٧- يذكر الأنواع المختلفة للزلازل.
- ٢٨- يذكر الأنواع المختلفة للموجات الزلزالية.
- ٢٩ - يوضح كيفية تحديد نقطة فوق مركز الزلزال.
- ٣٠ - يقارن بين شدة الزلزال وقدرة الزلزال.
- ٣١ - يقدر دور العلماء.

البيئة والتوازن بين الأنشطة الجيولوجية

حركة القارات وسلاسل الجبال

أولا : البيئة والتوازن بين الأنشطة الجيولوجية.

تباين الظروف البيئية على مدار الزمن الجيولوجي نتيجة لتفاوت مساحة اليابسة إلى المسطح المائي واختلاف التضاريس وانتقال المناطق المناخية من مداراتها نتيجة لزحزحة قطبي الأرض مما يؤثر على المجموعة الحياتية سواء أكانت حيوانية أو نباتية ، وما يترتب على ذلك من هجرات أو تكدس فى مناطق معينة من سطح الأرض وندرته فى مناطق أخرى وعادة يصاحب تغيير البيئة تغيرات وراثية تؤدي بعد فترة من الزمن إلى ظهور أنواع متطورة أكثر تكيفا للظروف الجديدة.

ومن أمثلة الملائمة البيئية للكائنات :

• كثافة الغطاء النباتي خلال العصر الكربوني (٣٠٠ مليون سنة) وما ترتب على ذلك من تراكم المواد العضوية النباتية بكميات كبيرة أدت إلى تكون طبقات الفحم الذي اشتهر بها ذلك العصر وكان ازدهار الغطاء النباتي نتيجة لظروف مناخية دافئة ورطبة وسهول منبسطة ذات تربة غنية بالعناصر اللازمة لغذاء النبات أن تهيأت الفرصة لتحول تلك البقايا النباتية إلى طبقات من الفحم تتفاوت جودتها باختلاف درجة تحولها. (من أمثلة ذلك طبقات الفحم المتواجدة بمنطقة بدعه وثورا جنوب غرب سيناء) .

• طبقات الملح الصخري التي تراكمت خلال العصر البرمي (٢٥٠ مليون سنة) فى وسط أوروبا تمثل ظروف بيئية مختلفة عن سابقتها تميزت بانتشار أحواض ترسيبية ذات امتداد كبير ، وعمق قليل تتصل بماء المحيط أحيانا ثم تنفصل عنه لمرات عديدة مما أتاح الفرصة لتركيز الأملاح وترسيبها فى صورة طبقات نتيجة عمليات البخر لارتفاع درجات الحرارة .

• ومن أمثلة تكدس الكائنات فى ظروف بيئية معينة تراكم رواسب الفوسفات التي تتكون من بقايا الحيوانات الفقارية البحرية التي عاشت أبان العصر الطباشيري العلوي (٩٠ مليون سنة) فى منطقة شمال أفريقيا حيث سادت حرارة معتدلة وظروف بحرية ضحلة ذات ملوحة عادية مما ترتب عليه انتشار تلك الرواسب ذات القيمة الاقتصادية ومن أمثلتها فى مصر صخور الفوسفات المتواجدة بالقرب من ساحل البحر الأحمر فى سفاجا والقصر وفى وادي النيل (السباعية) والوادي الجديد (أبو طرطور).

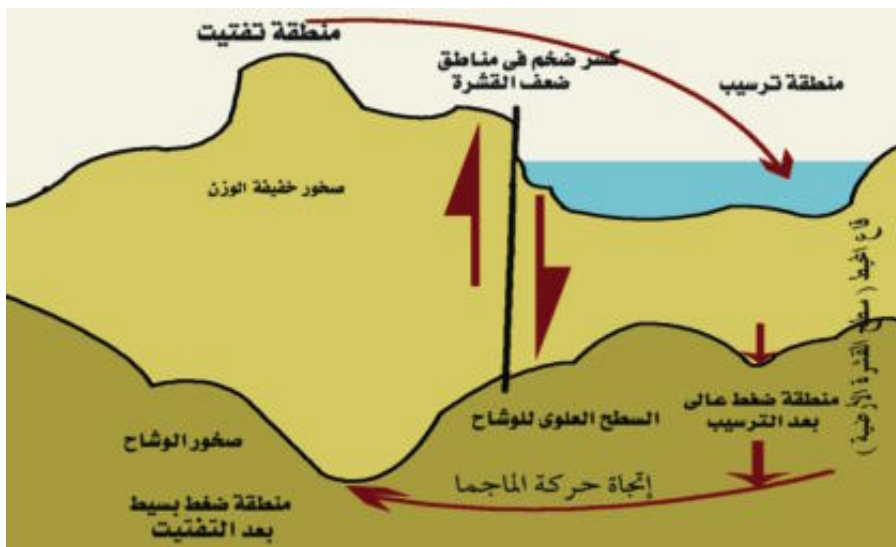
• ومن الأمثلة المألوفة لنا جميعا تغير الظروف البيئية خلال العصر الجليدي (منذ حوالي مليون سنة مضت) وما ترتب على ذلك من تقدم هذا الغطاء الجليدي جنوبا فى نصف الكرة الشمالي

مكونة الفترات الجليدية وما واكبها من فترات غزيرة الأمطار (الفترات المطيرة) بالمناطق الجنوبية من نصف الكرة الشمالى. وعند تراجع ذلك الغطاء شمالا خلال الفترات بين الجليدية، فإنها تسببت فى تواجد فترات جافة بنفس المناطق المشار إليها آنفا نشأ عنها ظروف بيئية نتيجة انخفاض وارتفاع البحر مما أثر على ازدهار وكثافة الغطاء النباتى خلال الفترات المطيرة وتكاثر المجموعة الحيوانية التى تتغذى عليه وتدهورت خلال الفترات الجافة مما سبب تضاؤل المجموعة الحيوانية تبعاً لذلك .

وقد استمرت تلك الدورات منذ بداية العصر الجليدى وانتهت منذ أكثر من عشرين ألف سنة مضت ربت ونمت التربة خلالها خاصة بالمناطق الشمالية من الصحراء الكبرى فى أفريقيا وكونت مزارع ذات إنتاج وفير لخير ورفاهية الجنس البشرى.

توازن قشرة الأرض وعلاقتها ببعض الكوارث الطبيعية

أثبتت الدراسات الجيوفيزيكية التى أجراها البروفيسور (إيرى) على سلاسل الجبال المنتشرة بالقشرة الأرضية وهى الحاوية على صخور خفيفة الوزن نسبياً بكثافة متوسطة تقدر بحوالى (٢,٨) جم / سم^٣ فى حالة توازن مع ما يجاورها من سهول ومنخفضات وذلك لوجود جذور (Root) لهذه الجبال تغوص فى صخور الوشاح العالية الكثافة تحتها لمسافة تصل إلى أربعة أمثال ارتفاع هذه الجبال. وهذه الحالة من التوازن تتفق تماما مع العديد من الظواهر الجيولوجية التى نشاهدها نتيجة لعوامل التعرية المختلفة وحدوث بعض الزلازل المدمرة بالنطاقات المحصورة بين السلاسل الجبلية والمنخفضات التى حولها.



توازن القشرة الأرضية

فنتيجة لعوامل التعرية المختلفة تفتتت صخور قمم الجبال والهضاب وتنقل بعيدا مما يترتب عليه خفة وزن الجبال ونقص ضغطها المؤثر على الطبقات الصخرية أسفلها فى حين يزداد الضغط بالمناطق التى نقلت إليها المواد المفتتة نتيجة عمليات الترسيب ، الأمر الذى ينشأ عنه سريان تدريجى للمواد الخفيفة من الصخور المائعة (الصهارة) والغنية بمعادن الفلسبار والكوارتز المكونة للجرانيت أعلى نطاق الوشاح من أسفل منطقة الترسيب إلى قاع منطقة التفتت وبذلك ترتفع الجبال والهضاب وتستعيد القشرة توازنها من جديد ، وخير مثال لذلك تدفق نهر النيل قبل عام ١٩٦٤ (آخر فيضان شهده النهر) حيث كان يجلب ما يزيد على ١٠٠ مليون طن سنويا من الرمال والغرين والطين أثناء فيضانه خلال شهري أغسطس وسبتمبر من كل عام وكون دلتاه عبر ملايين السنين من خلال سبعة أفرع له فى الماضى اختزلت إلى فرعيه الرئيسيين الحاليين وهما دمياط ورشيد ونتيجة لهذه الكميات الهائلة من الرواسب وثقلها الفائق وضغطها المتزايد بمنطقة الدلتا وشمالا فيما يسمى بمخروط الدلتا الذى يمتد لأكثر من عشرة كيلومترات داخل البحر المتوسط واستمرار ترسبها حاليا جنوب السد العالى بأسوان فإن الصخور المائعة (الصهارة) تنساب تدريجيا فى اتجاه الجنوب لتعوض ما نقل من الرواسب من هضاب الحبشة وأفريقيا الاستوائية لتبقى القشرة فى حالة اتزان واستقرار.

الحركات الأرضية وأثرها على الصخور :

تعرضت الأرض خلال تاريخها الطويل منذ نشأتها (٤٦٠٠ مليون سنة مضت) إلى العديد من الحركات المختلفة مما أدى إلى تغيير فى أشكال وأوضاع كتل اليابسة وكذلك فى مساحات البحار والمحيطات خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة ، كما أثرت على نمط الحياة التى سادت وازدهرت فيها.

الشواهد التى تعكس حدوث حركات أرضية :

- وجود صخور رسوبية من أصل بحرى تراكمت تحت سطح البحر ووجودها الآن فى أعلى قمم الجبال والهضاب الصخرية كما فى جبال الهيمالايا (قمة أفرست على ارتفاع ٨٨٤٠ متر من سطح البحر) أو قاع البحر الميت (٧١٢ متر تحت سطح البحر) .
- وجود طبقات الفحم على أعماق كبيرة تحت مستوى سطح البحر وهى فى الأصل بقايا نباتية نمت وازدهرت على سطح الأرض أعلى من منسوب سطح البحر .
- وجود طبقات الفوسفات فى بعض الأقاليم أعلى بكثير من مستوى سطح البحر وهى فى الأصل بقايا حيوانات فقارية كانت تعيش فى بيئة ضحلة من الوسط البحرى .

• وجود الشعاب المرجانية فى أماكن مرتفعة فوق سطح البحر وهى كانت ومازالت تنمو على هيئة مستعمرات على الرصيف القارى بالمنطقة الساحلية أى فى بيئة بحرية دافئة ذات طاقة عالية ومياه صافية وملوحة مرتفعة متأثرة بإضاءة شديدة وغنية بالمواد العضوية .

• ومن الأمثلة الحديثة لهبوط الأرض وجود بقايا بعض المعابد الرومانية غارقة بمياه الإسكندرية ، كذلك العديد من القرى ومراكز المراقبة الساحلية بشمال الدلتا وقد غمرتها مياه البحر.

وتنقسم الحركات الأرضية إلى قسمين رئيسيين هما :

١- الحركات البانية للقارات Eperiogenic Movements:

مشتقة من أصل لاتينى Epeiros = Continent وهى حركات بطيئة تستمر لأزمنة جيولوجية متعاقبة وتؤثر على أجزاء كبيرة من القارة أو قاع البحر وتؤدى إلى ارتفاع أو هبوط الصخور الرسوبية دون أن تشكلها بالطى العنيف أو التصدع إنما تظهر الطبقات أفقية أو فى صورة طيات منبسطة فوق سطح البحر.

وهذا النوع من الحركات الأرضية يلعب دوراً مهماً فى توزيع وعلاقة القارات والمحيطات فى الأزمنة الجيولوجية المختلفة .

ومن أمثلة ذلك النوع من الحركات نشأة الأخدود العظيم لنهر كلورادو بأمريكا الشمالية. حيث تظهر الرواسب البحرية على جدارى الأخدود على ارتفاع يبلغ (١٥٨٠ متراً) فوق سطح البحر أفقية كما كانت فى حالتها الأولى عند الترسيب. وهذا يعنى أن مساحة كبيرة من سطح الأرض ارتفعت بقدر كبير دون أن تتعرض لأى تشوه خلال عملية الرفع التى استمرت بشكل بطيء وتدرجى لفترة زمنية طويلة.

٢- الحركات البانية لسلاسل الجبال Orogenic Movements

وهذه أيضاً مشتقة من الأصل اللاتينى (Oros=Mountain) وهى حركات سريعة مقارنة بالحركات البانية للقارات ومؤثرة على شكل الطبقات حيث تتعرض لعمليات الطى العنيف والخصف الشديد وذلك بواسطة فوالق ذات ميل قليلة وإزاحة جانبية

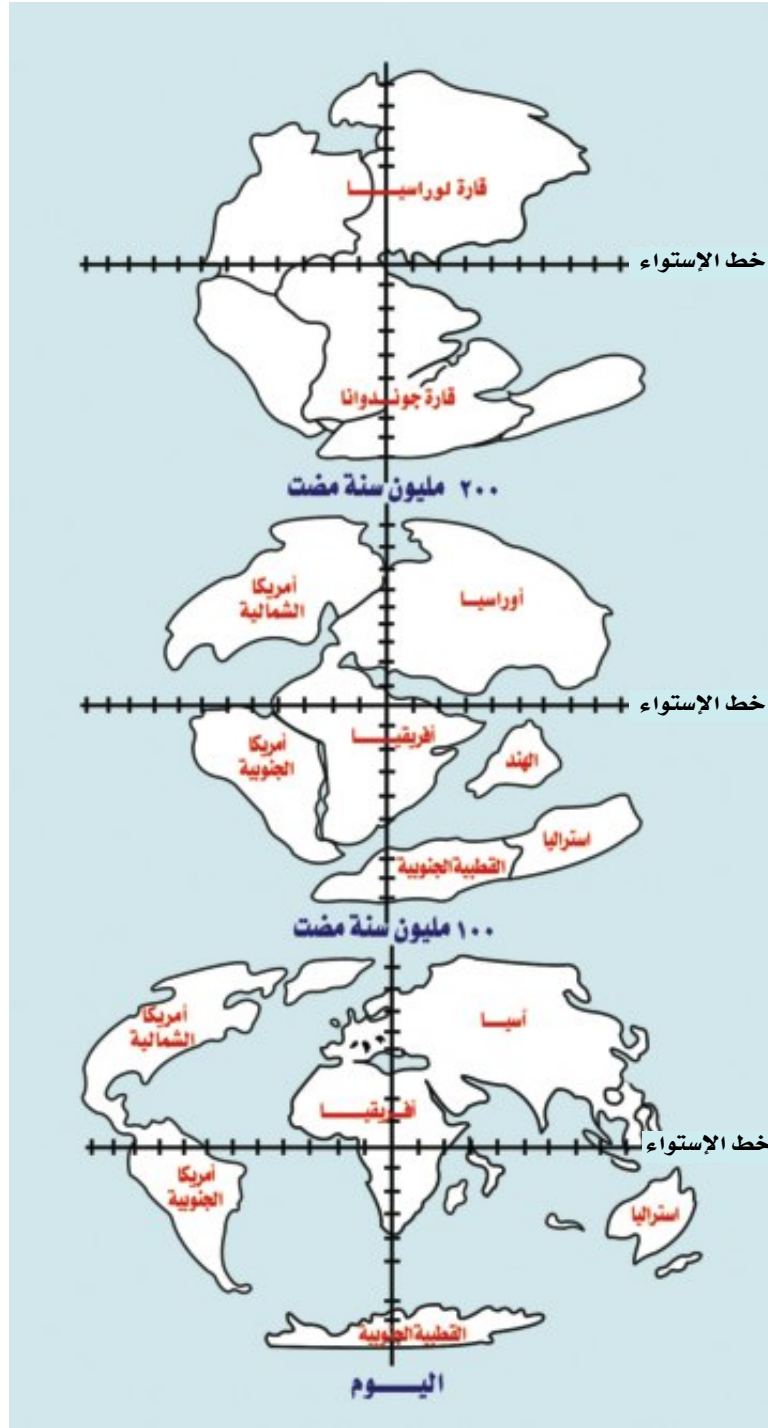
كبيرة وعادة ما يظهر أثر تلك الحركات على نطاق ضيقة تمتد لمسافات طويلة على صخور القشرة حيث تتراكم الرواسب فوق بعضها لتشغل حيزاً محدوداً بعد أن كانت منبسطة على مساحات شاسعة وتنتج عنها سلاسل من الجبال ذات امتداد اقليمي.

ومن أمثلتها سلاسل جبال أطلس بشمال أفريقيا (تشمل أقطار تونس والجزائر والمغرب) وسلاسل جبال الألب بوسط أوروبا (تشمل أقطار فرنسا ، سويسرا ، إيطاليا ، النمسا ، المجر) وسلاسل جبال الهيمالايا شمال الهند وسلاسل الجبال الممتدة بشمال مصر فى قبة المغارة بشمال سيناء إلى الواحات البحرية بالصحراء الغربية مروراً بمناطق شبراوييت وأبو رواش غرب القاهرة .

ومن الملاحظ أن الصحارة تنشط خلال تشوه صخور القشرة بتلك الحركات وتصد من الأعماق عبر الفوالق السحيقة الناجمة من عمليات الطى والتصدع حيث تبرد وتتجمد مكونة صخور نارية متداخلة بين طبقات الصخور السطحية أو قاطعة لها وربما تستمر فى الاندفاع والصعود إلى سطح الأرض وتظهر فى صورة براكين تقذف بحممها وغازاتها مكونة المخاريط البركانية دقيقة التبلور وقد تنساب الالاف حاملة معها ما يعترضها من كتل الصخر حتى تبرد وتستقر بالمناطق المنخفضة حول المخروط البركانى.

ثانياً : حركة القارات ونظرية الألواح التكتونية

إن التشابه الكبير بين تعرجات الشاطئ الشرقى لشمال وجنوب أمريكا وتعرجات الشاطئ الغربى لأوروبا وأفريقيا كما لو كانا قطعة واحدة وتمزقت وكذلك التشابه العجيب بين صخور القارات المختلفة وبقايا الحياة القديمة عليها قد لفت نظر العديد من العلماء مما أوعز لعالم الأرصاد الألمانى الفريد فيجنر عام ١٩٢٢ إلى أن يتقدم بنظريته القائلة أن القارات جميعها كانت منذ القدم كتلة واحدة عملاقة تسمى أم القارات (Pangaea) مكونة من صخور السيلال هو الوشاح الخارجى من القشرة وصخوره غنية



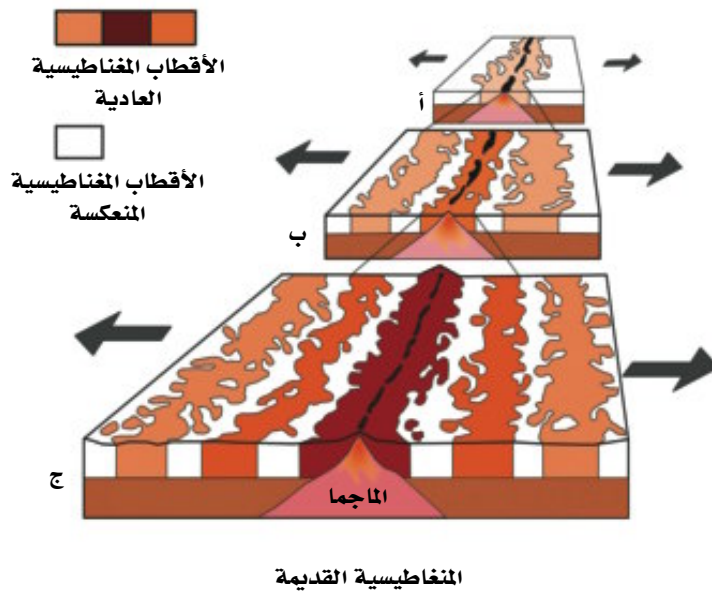
نظرية حركة القارات

بمادة السيليكا (حوالي ٧٠٪) والألومنيوم وهي السائدة في جسم القارات فوق صخور السيمما هي الوشاح أسفل السيلال وصخورها تقل فيها نسبة السيليكا (حوالي ٤٥٪) ولكنها هي السائدة ويليها الماغنسيوم هذه تكون قيعان المحيطات وتمتد تحت القارات إلى أعماق كبيرة خلال حقبة الحياة القديمة وبدأت أم القارات في الانفصال إلى أجزاء متباعدة عن بعضها منذ حقبة الحياة المتوسطة من حوالي ٢٢٠ مليون سنة إلى أن أخذت أوضاعها الحالية أثناء زمن البليستوسين . وفيما بعد نسب فيجنر هذا الزحف القاري إلى التيارات الناقلة للحرارة في السيمما وأشار إلى أن لهذه التيارات قدرة هائلة على تجعد القشرة وتصدعها مما سبب اختلافا كبيرا في تضاريس السطح خاصة على حواف القارات الكبيرة مثل أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية وأفريقيا وأستراليا حيث ارتفعت سلاسل الجبال بفعل الزحزحة أو الانجراف القاري .

الشواهد المؤيدة لنظرية الانجراف القاري :

عندما افصح فيجنر عن نظريته ثار جدل لما يزيد عن خمسين عاما إلا أن الأمثلة التي ساقها والحجج التي استشهد بها هدأت من عنف معارضييه نسبيا والبراهين التي قدمها فيجنر لتدعيم نظريته ما يلي :

(١) **المغناطيسية القديمة :** هي مغناطيسية الصخور التي تحتوى على معادن قابلة للمغنطة مثل أكاسيد الحديد والتي تتأثر بالمجال المغناطيسى للأرض أثناء تكون تلك الصخور. حيث أن بعض المعادن المغناطيسية في الصخور تظهر تشابها في اتجاه وشدة المجال المغناطيسى عند تكوينها



وتعطى شواهد على سلوك المجال المغناطيسى للأرض في العصور المختلفة. وبقياس اتجاه المجال المغناطيسى ودرجة ميله (انحرافه) يمكن تعيين موقع القطب المغناطيسى للأرض وقت تكون الصخر. وعند إجراء دراسة على بعض المعادن وآثارها المغناطيسية في مجموعة من الصخور الرسوبية أو النارية التي

تكونت أثناء فترات زمنية مختلفة أمكن تعيين الأقطاب المغناطيسية لكل قارة على حدة خلال العصور الجيولوجية المختلفة وظهر جلياً اختلاف وضع الأقطاب المغناطيسية وتغيرها خلال الزمن الجيولوجي كما يتضح ذلك أيضاً عند دراسة حيد وسط المحيط حيث تتماثل تغيرات المغناطيسية للأشرطة على جانبي الحيد كما يظهر في الشكل مما يدل على حدوث الجراف قاري.

(٢) المناخ القديم : تنتظم الأحزمة المناخية المختلفة في نطق متوازية تمتد من الشرق إلى الغرب وتدرج من المناخ الاستوائي الى المداري (الصحراوي) إلى المعتدل (منطقة المراعي أو الأعشاب) ثم منطقة الغابات متساقطة الأوراق ثم الغابات الصنوبرية ثم المناخ المتجمد القطبي. وبدراسة السجل الجيولوجي نستدل على الزحف القاري من خلال:

أ - دراسة المتبخرات القديمة وهي رواسب ملحية تراكمت على هيئة طبقات نتيجة تبخر المحاليل الحاوية على تلك الأملاح في مناطق مناخية جافة قاحلة حيث توجد حالياً في مناطق شديدة البرودة شمال أوربا وكندا

ب - ومن دراسة أحافير شعاب مرجانية وفحم وهي لا تتواجد إلا في بيئة مدارية و استوائية على الترتيب ووجودها حالياً قرب المنطقة القطبية مما يدل على أن هذه المناطق كانت في بيئة مختلفة عن وضعها الحالي.

(٣) مثال حقب الحياة القديمة المتأخر :

تظهر في نصف الكرة الجنوبي مجموعة من الصخور تؤرخ من نهاية حقب الحياة القديمة إلى العصر الطباشيري وتشابه فيما بينها بشكل مثير رغم انتشارها في قارات مختلفة مثل جنوب أمريكا جزر الفوكلاند جنوب أفريقيا الهند استراليا والقارة القطبية وقد فسرت الظاهرة إلى وجود قارة عظيمة في الماضي ذات مساحة هائلة اطلق عليها أرض جوندوانا ومع ملاحظة توزيع رواسب الثلجات على كتل اليابس بجنوب القارات سالفة الذكر يبدو جلياً ان حركة الجراف قاري لعبت دوراً في التوزيع الجغرافي لتلك الأقطار الجنوبية خاصة وان الغطاء الجليدي وما نتج عنه من رسوبيات بكل من أمريكا الجنوبية وإفريقيا متشابهة تماماً يؤكد ان القارتين كانتا كتلة واحدة في الماضي وانفصلت إلى جزئين وتحرك كل جزء بعيداً عن الآخر

(٤) الأحافير الحيوانية والنباتية : توجد أحافير بعض الزواحف من جنس واحد ولا تستطيع خوض المحيطات منحصرة في صخور القارات الجنوبية فقط ، كذلك أحافير أوراق وبذور نباتات أولية برية في القارات الجنوبية والهند ويدل ذلك على الاتصال بين هذه القارات بعضها البعض.

(٥) **البناء الجيولوجى للقارات :** التراكيب الجيولوجية يكمل بعضها البعض ويكون امتدادا متناسقا واستمرارا متكاملا مما يرجح أن تلك الجبال كانت متصلة وتباعدت عن بعضها البعض. ومن أمثلة ذلك التشابه والربط بين جبال جنوب افريقيا ونظيراتها فى الأرجنتين إلى الغرب وسلسلة جبال غرب استراليا إلى الشرق وكذلك الشاطئ الغربى لأفريقيا مع الشاطئ الشرقى لأمريكا الجنوبية

النظرية (الفكرة) المعارضة لنظرية الانجراف القارى :

يطرح المعارضون لنظرية زحزحة القارات فكرتهم القائلة ان القارة الجنوبية العظمى كانت كتلة واحدة ممتدة من أمريكا الجنوبية إلى استراليا متضمنة كل من جنوب افريقيا والهند وبنهاية حقبة الحياة القديمة غمرت مياه المحيطات أجزاء كبيرة من تلك القارة وأغرقتها تاركة خلفها قطعاً من اليابس مكونة القارات الحالية وشبه القارة الهندية ويرجحون أن تلك القارات كانت متصلة بواسطة ممرات ضيقة من اليابسة على هيئة كبرى تربط بعضها البعض وبعد غزو البحر لها وإغراقها أخذت وضعها وتوزيعها الجغرافى الحالى

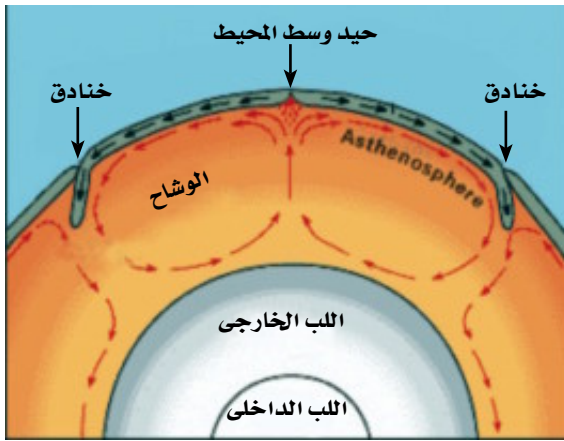
غير ان دراسة قاع المحيطات الجنوبية من خلال عمليات الحفر العميق نفت وجود أى أثر لطبقة السيل خفيفة الوزن المكونة للممرات الضيقة غارقة تحت الماء . واعتمادا على الدراسات الحديثة وخاصة قياسات المغناطيسية القديمة قدمت بيانات ومعلومات جديدة لدعم نظرية الزحزحة وأصبحت مقبولة بين الأوساط العلمية فى نصف الكرة الشمالى بعد أن كانت قاصرة على نصفها الجنوبى فقط ..

وسواء أكانت تلك النظرية صحيحة او مشكوك فيها فيبقى السؤال دائماً وملح هو :

ما سبب تلك الزحزحة القارية ؟

نظرية تكتونية الألواح:

تقدم بهذه النظرية العلماء إيزاكس - اوليفر - سايكس سنة ١٩٦٨ وأعقبها العديد من الدراسات وتعتمد أساساً على افتراض أن سطح الأرض مكون من عدة ألواح كبيرة إما محيطية أو قارية أو كلاهما معا تبلغ حوالى ١٠٠ كم فى السمك تقع حدود

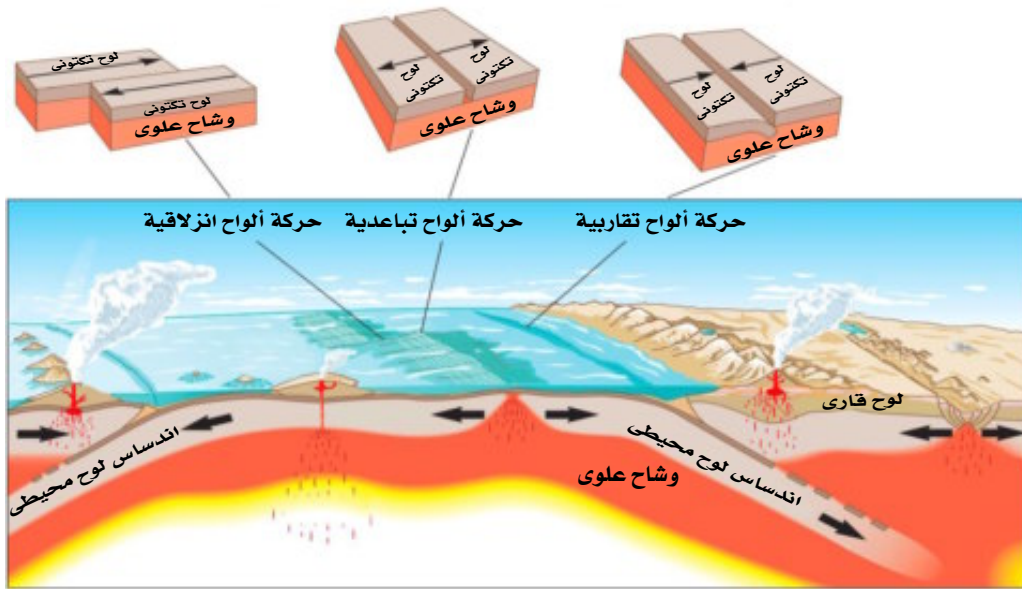


تكوين حيد وسط المحيط

هذه الألواح عند أغوار (شقوق) بحرية عميقة أو تشققات عميقة أو سلاسل جبال عالية وهذه الألواح تتحرك حركة دائبة بسرعة بطيئة غير محسوسة نتيجة وجود تيارات الحمل الدورانية فينتج عنها معظم الظواهر البنائية الضخمة بالقشرة الأرضية .

تتكون قيعان البحار والمحيطات من صخور بازلتية ثقيلة (أعلى كثافة) وتسمى السيمما بينما تتكون القارات من صخور جرانيتية خفيفة (أقل كثافة) وتسمى السيمال لذلك فإن الألواح المحيطية تنزلق أسفل القارية ثم تنصهر في الوشاح عندما تحركها تيارات الحمل وهناك ثلاثة أنواع من الحركة هي تباعديه وتقاريبه وانزلاقيه (تطاحنيه) وندرسها بالتفصيل :

١- الحركة التباعدية للألواح :- وتسمى الحركة البنائية وهي تنشأ من قوى شد حيث يتحرك لوح مبتعداً عن لوح آخر كما في حيد وسط المحيط الأطلنطي وكذلك في البحر الأحمر حيث يبتعد اللوح العربي عن اللوح الأفريقي وبذلك يتكون لوح محيطي جديد بين قارتين كما في البحر الأحمر أو بين عدة قارات كما في المحيطين الهندي والأطلنطي

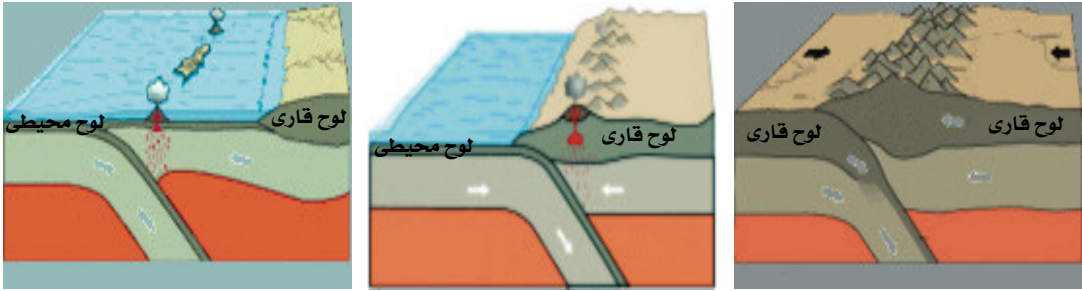


حركة الألواح التكتونية

٢- الحركة التقاربية للألواح :- وتسمى الحركة الهدامة وتنشأ عند تحرك لوحين باتجاه بعضهما فيلتقيان ويتصادمان معا وقد تكون الحركة بين لوحين قاريين حيث يؤدي هذا التصادم إلى تكوين سلاسل جبلية ضخمة مثل الهيمالايا أو تكون الحركة بين لوحين محيطيين ينزلق أحدهما تحت الآخر فيتكون أغوار بحرية عميقة كما تنشأ قوس جزر بركانية أما إذا كانت الحركة بين لوحين

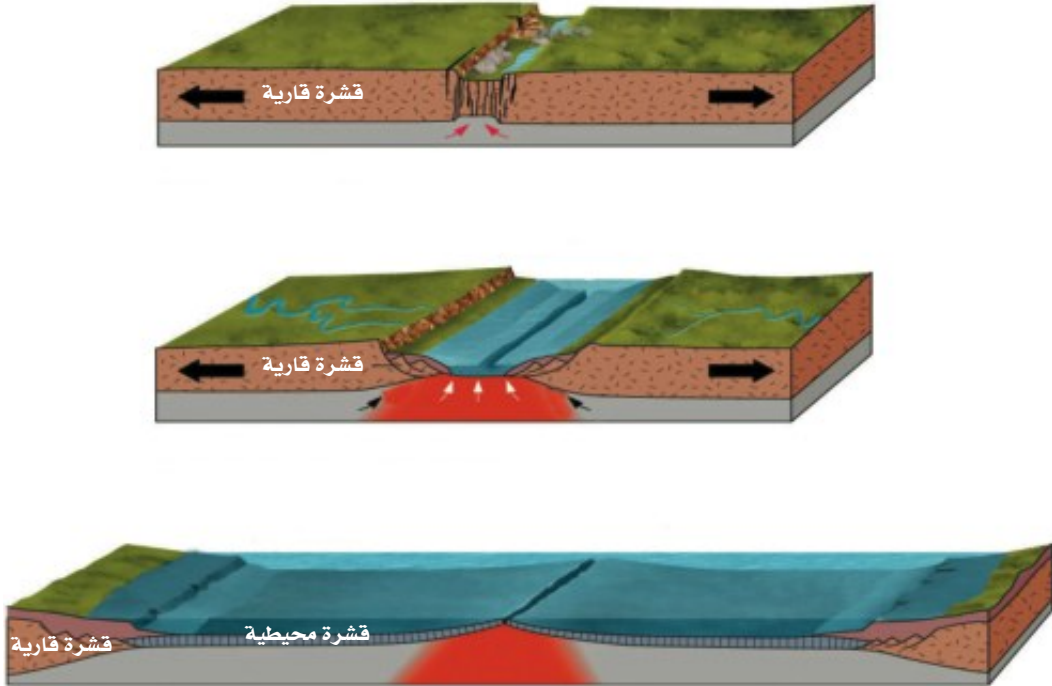
أحدهما قارى والآخر محيطى حيث الاختلاف بين كثافة اللوحين فيغوص اللوح المحيطى أسفل اللوح القارى فى طبقة الوشاح وينصهر كلياً وتكون سلاسل جبال مثل جبال الأنديز فى أمريكا الجنوبية كما يظهر ذلك أيضا فى البحر المتوسط

٣- الحركة الانزلاقية للألواح :- تنشأ من حركة حافة لوح على حافة لوح آخر مكونة صدوع انتقالية عمودية مسببة تكسيرا أو تشوها وقد ينتج عنها براكين وزلازل. مثل صدع سان أندرياس ويظهر أيضا فى خليج العقبة



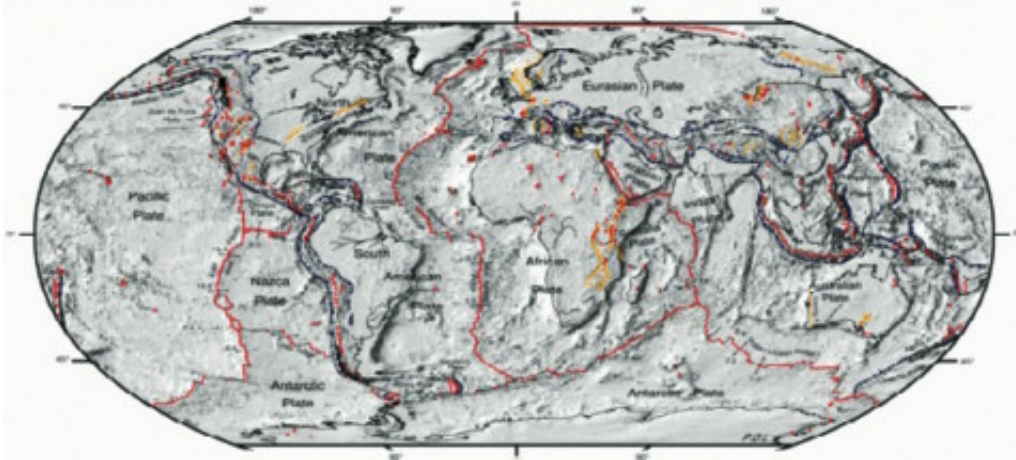
أنواع حركة الألواح التكتونية

أسباب حركة الألواح التكتونية : تحدث الحركة بسبب تباين توزيع الحرارة فى الوشاح فتتكون تيارات حمل دورانية فى الصهارة الموجودة فى الطبقة العليا من الوشاح وهى نوعان هابطة تسبب تكوين أغوار عميقة وصاعدة تسبب تكوين حيد وسط المحيط.



تكوين الأغوار وحيد وسط المحيط

من دراسة وتسجيل مراكز الزلازل على خريطة العالم أمكن تحديد سبعة ألواح تكتونية كبيرة هي اللوح الأفريقي ، اللوح الآسيو أوروبي ، اللوح الأمريكي الشمالي واللوح الأمريكي الجنوبي . اللوح الهادي ، اللوح الاسترالي ، القطبي الجنوبي بالإضافة إلى العديد من الألواح الصغيرة وجميعها في حركة بطيئة.



الألواح التكتونية

وقد تفتق القارة وينشأ حوض محيطي بالتدرج وببطء شديد كما يحدث حالياً بالقارة الأفريقية حيث نشأ البحر الأحمر وتستمر جوانبه في الإزاحة بمعدل بطيء يقدر بـ ٢,٥ سم كل سنة وكما حدث بقارة جندوانا في الماضي فنشأ عنها المحيط الأطلسي والمحيط الهندي مما سبق يتضح أن استعمال تعبير زحزحة القارة واتساع قاع البحر لا يكفي لاحتواء كافة المصطلحات المتعلقة بالتكتونية الأرضية الحديثة .

الزلازل

الزلازل : عبارة عن طاقة في باطن الأرض حبيسة تخرج على هيئة هزات أرضية سريعة متتالية تحدث الواحدة تلو الأخرى تنتاب القشرة الأرضية وقد تسبب دماراً شديداً أو تكون هذه الهزات على درجة من الضعف بحيث لا يشعر بها الإنسان .

ومن أمثلة الزلازل التي حدثت مؤخراً وكان لها تأثير واضح :

الزلازل الذي ضرب مصر في ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ وأدى إلى تدمير الآلاف من المباني وقتل حوالي ٦٠٠ إنسان. الزلازل البحرية (التسونامي) التي فوجئت بها أخيراً العديد من الدول الآسيوية المطلة على المحيط الهندي في ٢٦ ديسمبر سنة ٢٠٠٤ وقتلت عشرات الآلاف من البشر ودمرت القرى والمدن الساحلية في اندونيسيا والفلبين والهند ودول أخرى والزلازل الذي ضرب اليابان سنة ٢٠١١ وأدى إلى حدوث كوارث.

أنواع الزلازل :

١- **زلازل بركانية:** ويرتبط حدوثها بالنشاط البركانى وهى فى الواقع هزات محلية لا يمتد تأثيرها فى مساحات كبيرة .

٢- **زلازل تكتونية:** وتحدث فى المناطق التى تتعرض فيها الصخور للتصدع نتيجة لحركة الألواح التكتونية غالبا وهذا هو النوع الشائع كثير الحدوث .

٣- **زلازل بلوتونية :** ويوجد مركزها على عمق سحيق من الأرض يصل إلى أكثر من ٥٠٠ كم تحت سطح الأرض

أهم الأسباب فى حدوث الزلازل : هو انكسار الكتل الصخرية انكسارا مفاجئا نتيجة لتعرضها لضغط شديد أو عملية شد لا تقوى الصخور على تحملها فتتكسر وتحرر طاقة الوضع الهائلة التى كانت بها وتتحول إلى طاقة حركة .

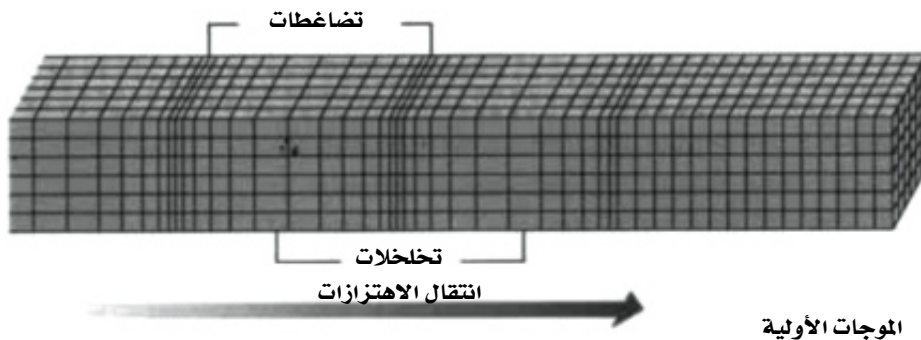
وتنتقل هذه الطاقة من مركز الزلزال على شكل موجات زلزالية تنتشر إلى مسافات شاسعة أثناء انتقالها تعمل على اهتزاز الصخور التى تمر بها حتى تصل إلى سطح الأرض فتعمل على اهتزاز كل ما عليها من منشآت مما يؤدي إلى تصدعها أو دمارها ويكون الاضطراب أقوى ما يمكن فى المنطقة التى تقع مباشرة فوق مركز الزلزال وتسمى هذه المنطقة بمنطقة فوق المركز أو فوق بؤرة الزلزال وتتناقص شدة الاضطراب الميكانيكى بسرعة خارج هذه المنطقة ويتم تسجيل الزلزال بجهاز يسمى السيزموجراف .

الموجات الزلزالية :

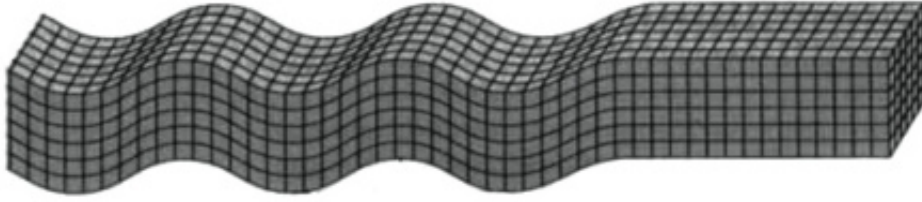
وهى نوعان موجات داخلية (تنقسم إلى أولية وثانوية) وموجات سطحية

أولا : الموجات الداخلية :

١- **الموجات الأولية :** وهى موجات طولية (ابتدائية) سريعة جدا وهى أول ما يصل إلى الآت الرصد الزلزالية وهى تنتشر خلال الأجسام الصلبة والسائلة والغازية.



٢- الموجات الثانوية : وهى موجات اهتزازية مستعرضة أبطأ فى السرعة من الموجات الأولية وهى لا تمر خلال السوائل أو الغازات أى أنها تنتقل خلال الأجسام الصلبة فقط.
بدراسة هذه الموجات الداخلية تعرف العلماء على التركيب الداخلى للأرض ويمكن تحديد مركز الزلزال.

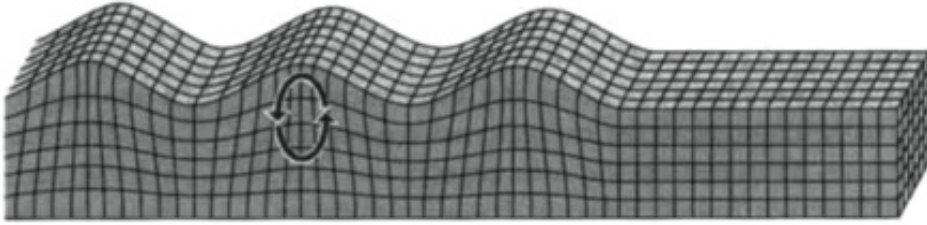


انتقال الاهتزازات

الموجات الثانوية

ثانياً : الموجات السطحية :

وتسمى بالموجات الطويلة وهى موجات معقدة ذات سعة كبيرة تنتقل قرب سطح الأرض وتولد من الطاقة الناتجة عن الموجات الأولية والثانوية وهى آخر الموجات وصولاً لأجهزة الرصد ويعزى إليها الدمار الشامل.

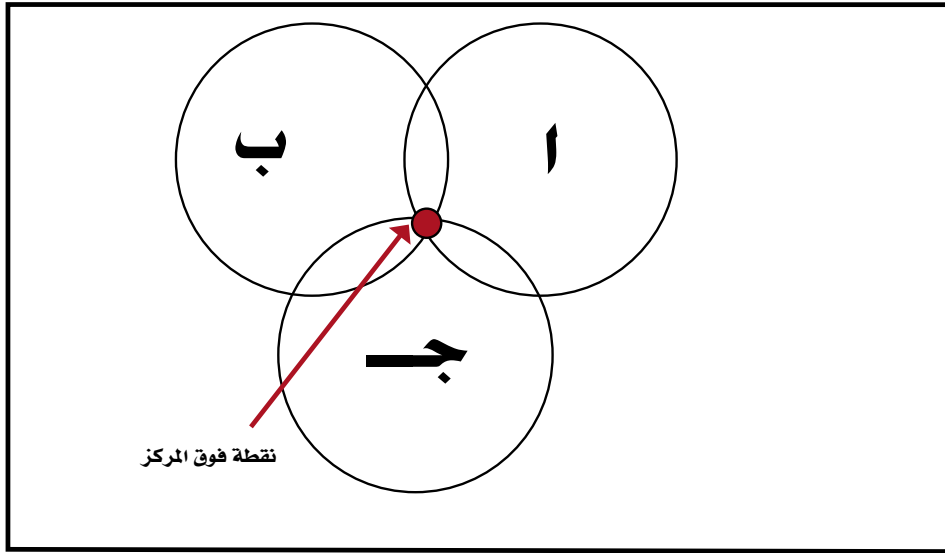


انتقال الاهتزازات

الموجات السطحية

تحديد نقطة فوق المركز

يتم ذلك بالتعاون بين ثلاث محطات لرصد الزلازل (أ ، ب ، ج) حيث تسجل كل محطة أزمته الوصول النسبية لأنواع الموجات الثلاث ومع معرفة سرعة الموجات وزمن وصولها نستطيع تحديد المسافة بين محطة الرصد والمركز السطحي للزلزال ثم ترسم ثلاث دوائر على خريطة على أن تكون كل محطة رصد من هذه المحطات الثلاث هى مركز الدائرة وتكون النقطة التى تتقاطع عندها الدوائر الثلاث هى نقطة فوق المركز.



تحديد نقطة فوق المركز

قياس شدة الزلازل :

شدة الزلزال (Earthquake Intensity) هي قياس نوعى لنوعية الدمار الناتج عن زلزال ما بالإضافة إلى طريقة رد فعل الناس به وأكثر مقاييس الشدة استخداما فى الولايات المتحدة والعالم هو مقياس ميركالى المعدل سنة ١٩٣١ وهو مقياس مقسم إلى إثني عشر قسم تتراوح فيه الزلازل بين تلك التى لا يشعر بها الناس والزلازل التى تسبب دمارا شاملا

مقياس ريختر لتقدير الزلازل :

عند مقارنة الزلازل كميا فإننا يجب أن نستخدم مقياسا أكثر دقة من مقياس ميركالى يعتمد على تقدير كمية الطاقة المنطلقة ولقد قام تشارلز ريختر عام ١٩٣٥ باستحداث هذا المقياس بقياس مقياس ريختر قدر الزلازل (Earthquake Magnitude) أى الكمية الكلية للطاقة المنطلقة عن مصدر هذا الزلزال هذا المقياس برقم (١) ولقد بلغ قدر أقوى زلزال حتى الآن حوالى ٨,٩ على مقياس ريختر .

أسئلة

- ١ - ماذا يقصد بخاصية التوازن الأيزوستاتيكي لصخور القشرة الأرضية؟
- ٢ - أذكر مثالا للحركات البانية للمقارات وآخر للحركات البانية للجبال وما تأثير كل منها على الصخور؟
- ٣ - ما هي الظروف البيئية التي تؤدي إلى ازدهار الغطاء النباتي وما هي الرواسب الاقتصادية المترتبة على ذلك؟
- ٤ - تكلم بإيجاز عن نشأة نظرية الزحزحة القارية والشواهد المؤيدة لها؟
- ٥ - ما المقصود بعبارة (لوح تكتوني) وكيف ينشأ وما تأثيره على شكل واستقرار القشرة الأرضية؟
- ٦ - ما هو الزلزال؟
- ٧ - اكتب باختصار عن: الزلازل البحرية - بؤرة الزلزل - مقياس ريختر؟
- ٨ - كيف يمكن تحديد نقطة فوق المركز للزلزال.
- ٩ - استبدل بالمفهوم العلمي:
 - أ - زلازل يتواجد مراكزها على عمق سحيق من الأرض.
 - ب - هزات أرضية سريعة متتالية تحدث الواحدة تلو الأخرى وقد تسبب دمارا شديدا.
 - ج - موجات سريعة جدا وهي أول من يصل إلى آلات الرصد الزلزالية.
- ١٠ - علل:
 - أ - وجود طبقات من الملح الصخري في وسط أوروبا في طبقات العصر البرمي.
 - ب - وجود طبقات فوسفاتية على اليابسة.
 - ج - نمو الشعب المرجانية في البحر الأحمر وعدم وجودها في البحر المتوسط.
 - د - تكوين الأخدود العظيم لنهر كلورادو وسلاسل جبال الألب.
- ١١ - قارن بين:
 - صخور السيلما وصخور السيلال.
 - الحركات البانية للجبال والحركات البانية للمقارات.
 - الموجات الزلزالية الأولية والموجات الزلزالية الثانوية.

الباب الخامس

التوازن فى الحركة بين الماء والهواء واليابس

الأهداف

- بعد الانتهاء من هذا الباب يصبح الطالب قادراً على أن:
- ١- يفسر عدم الثبات الظاهرى لتضاريس الأرض.
 - ٢- يقارن بين القوى الداخلية، والقوى الخارجية المؤثرة على الصخور.
 - ٣- يوضح مفهوم التعرية.
 - ٤- يشرح الخطوات التى تتضمنها عملية التعرية.
 - ٥- يوضح مفهوم التجوية.
 - ٦- يشرح العوامل التى تؤثر على التجوية الميكانيكية.
 - ٧- يقارن بين التجوية الميكانيكية والتجوية الكيميائية.
 - ٨- يشرح أثر التجوية الكيميائية على الجرانيت.
 - ٩- يقارن بين العمل الهدمى والعمل البنائى للرياح.
 - ١٠- يتعرف على النحت المتباين وتكوين المصاطب.
 - ١١- يوضح العمل الهدمى للأمطار.
 - ١٢- يشرح المقصود بالسيول. وأن يقارن بين العمل الهدمى والعمل البنائى للسيول.
 - ١٣- يذكر تعريف النهر والمراحل التى تمر بها الأنهار.
 - ١٤- يقارن بين العمل الهدمى والبنائى للنهر.
 - ١٥- يقارن بين حمولة الرياح وحمولة الأنهار.
 - ١٦- يفسر كيفية تكوين الدلتا.
 - ١٧- يذكر تعريف المياه الجوفية.
 - ١٨- يقارن بين العمل الهدمى و البنائى للمياه الجوفية.
 - ١٩- يشرح العمل الهدمى للبحار.
 - ٢٠- يتعرف على مناطق البحر المختلفة، ونوعية الرواسب فى كل منها.
 - ٢١- تذكر ماهو المقصود بالبحيرات مع شرح كيفية تكوينها.
 - ٢٢- يقارن بين رواسب البحيرات المالحة والعذبة.
 - ٢٣- يوضح كيفية تكوين التربة.
 - ٢٤- يقارن بين التربة الوضعية والتربة المنقولة.

التوازن فى الحركة بين الماء والهواء واليابس

قد تظن أن سطح الأرض بما فيها من تضاريس ثابت لا يتغير بمرور الزمن. وذلك لأن تأثير العوامل المختلفة عادة بطيء لا يمكن أن يلاحظ بسهولة فى وقت محدد. ولكن بمرور السنين والأزمنة يمكن لهذا التغير أن يصير واضحاً ولعل أقرب الأمثلة التى يمكن ذكرها هو تأثير الرياح. فمثلاً يلاحظ أن الرياح تحمل الرمال من مكان إلى آخر. فتجدها تغطى معالم ظاهرة. مثل المباني. والأشجار. وغيرها من الموجودات فى البيئة الصحراوية. كما أننا نلاحظ تراكم هذه الرمال فى صورة كثبان رملية. وهكذا يتغير شكل الأرض بفعل عامل الرياح كما أن الزلازل والبراكين تساهم ضمن العوامل التى تغير سطح الأرض حيث تسبب هبوطاً فى القشرة الأرضية فى بعض الأماكن وتبرز مرتفعات فى أماكن أخرى. وكذلك إضافة كميات من باطن الأرض إلى سطحها. كما فى الحمم والطفوح البركانية من ذلك نرى أن الثبات فى شكل سطح الأرض هو فى الحقيقة ثبات ظاهرى فقط. ولكن فى الحقيقة شكل الأرض فى تغير مستمر بفعل العوامل الطبيعية المختلفة. والتى يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين هما :

أولاً عوامل خارجية :

وهى كل ما يختص بتأثير الغلافين الجوى والمائى فى القشرة الأرضية. ومن أمثلة هذه العوامل التغير فى درجة الحرارة والأمطار والرياح وما ينتج عنها من سيول وأنهار وبحيرات وبحار ومحيطات وثلاجات وكذلك تأثير النباتات والحيوانات.

ثانياً عوامل داخلية :

وهى التى تنشأ نتيجة ما يحتويه جوف الأرض من حرارة كامنة. وضغوط داخلية مختلفة ويترتب عليها الزلازل والبراكين وحركات أرضية وقلصات.

تؤثر العوامل الخارجية والداخلية على شكل القشرة الأرضية وينتج عنها أشكال وتراكيب جيولوجية وهو ما يطلق عليها التضاريس. و سنتكلم بشئ من التفصيل عن العوامل الخارجية فقط.

العوامل الخارجية أو السطحية :

يلاحظ أن العوامل الخارجية. والتى تسبب تغيرات بسطح القشرة الأرضية تستمد نشاطها من طاقة الشمس. وهذه العوامل تعمل جاهدة فى تسوية سطح الأرض أى أن تأثيرها هدمى ولولا إعادة التوازن عن طريق العوامل الداخلية والتى تعيد ارتفاع أجزاء كثيرة من سطح الأرض نتيجة للحركات الأرضية والأنشطة البركانية لأصبحت الأرض مسطحة وتخلو من التضاريس منذ زمن بعيد ويسمى هذا المستوى المسطح والذي تعمل العوامل الخارجية على الوصول إليه

بالمستوى القاعدي للنحت Base Level Of Erosion والذي يجب أن يتساوى مع سطح البحر وهو أقل مستوى يمكن لعوامل الهدم أن تصل بسطح الأرض إليه.

هذه العوامل السطحية لها عامل هدمي Destructive وهو ما يسمى بالتعرية Denudation وعمل بنائي Constructive وهو ما يسمى بالترسيب وبذلك يتضح أن العوامل السطحية تتمثل فى عمليتين هما عملية الهدم وعملية البناء.

التعرية Denudation

يقصد بالتعرية أثر العوامل الخارجية فى تفتيت الصخور ثم إزاحة الفتات من مكانها معرضة سطحاً جديداً من الصخور لهذه العملية مرة أخرى وتنقل عوامل النقل كالرياح و مياه السيول والأنهار والبحار هذا الفتات و التى يكون لها أثر هدمي أيضاً وهو ما يسمى بالنحت (Erosion) وتحمل عوامل النقل هذه الفتات حيث تترسب فى صورة طبقات لتتكون الصخور الرسوبية . وتشتمل التعرية على ثلاث مراحل هى :

(أ) التجوية. (ب) النقل والترسيب بواسطة المياه و الرياح.

(جـ) تحرك الصخور و الرواسب بالجاذبية.

وسوف نتناول فى السطور القادمة هذه العمليات بشيء من التفصيل .

(أ) التجوية :

تتعرض كل المواد الموجودة على سطح الأرض لتأثير عوامل الجو وإن تفاوت هذا التأثير من صخر لآخر طبقاً لعوامل عديدة ، انظر إلى سطح قطعة من الرخام أو أى من أحجار الزينة الأخرى فى واجهة مبنى جديد فهو أملس ومصقول ولا مع قارن مظهر صخرة ماثلة فى واجهة مبنى قديم تجد السطح قد صار خشن الملمس وفقد لمعانه وبريقه مثال آخر تجد أن سطح جسم أبو الهول الذى كان أملساً ومصقولاً عند نحته ، انظر إلى سطحه الآن تجده خشن ومتشقق قد تأثر تحت



وطأة عوامل الجو لأكثر من ثلاثة آلاف سنة. والنتيجة النهائية للتجوية هى تفتت الصخور إلى قطع أصغر حجماً تحت تأثير التجوية الميكانيكية أو خلل المعادن المكونة للصخر وتكوين معادن جديدة تحت تأثير التجوية الكيميائية.

التجوية الميكانيكية :

التجوية الميكانيكية هي تكسير الصخور إلى قطع أصغر حجماً من نفس المعادن المكونة للصخر أو تفكك الصخر إلى المعادن المكونة له تحت تأثير العوامل الجوية الطبيعية دون تغير في تركيبها الكيميائي أو المعدني. فمثلاً إذا أخذنا قطعة من صخر الجرانيت الذي يتكون من ثلاثة معادن أساسية هي الفلسبار البوتاسي والميكا والكوارتز. إذا تفتت إلى قطع في حجم الحصى . فإن كل قطعة منها تتكون أيضاً من المعادن الثلاث لصخر الجرانيت . أما إذا فتتناها إلى قطع أصغر كل منها في حجم حبيبات الرمل ففي هذه الحالة نجد أن الحبيبة الواحدة غالباً هي أحد المعادن المكونة لصخر الجرانيت.

عوامل التجوية الميكانيكية :

تتم عملية التجوية الميكانيكية في الطبيعة بتأثير العوامل الفيزيائية من جمد المياه والاختلاف المتكرر في درجات الحرارة و اختلاف الأحمال على الصخور . كذلك يؤدي النشاط الحيائي للنبات والحيوان إلى نتائج فعالة في تفكيك الصخور.

(١) تكرار جمد وذوبان المياه في شقوق الصخور :

يعتبر تكرار جمد المياه في شقوق وفواصل الصخور وإنصهار الجليد ليلاً ونهاراً أو في مواسم متبادلة من أهم عوامل التجوية الميكانيكية في المناطق القطبية الباردة أو الجبلية المرتفعة . حيث يزداد حجم الماء عند جمده فيضغط على جوانب الشقوق والفواصل القريبة من السطح سواء كانت رأسية أو أفقية ويوسعها فتفصل قطعاً من الصخر عن الصخر الأم فيصبح مفككاً ثم يسقط ذلك الفتات مكوناً منحدرًا ركامياً عند قدم الجبل أو الهضبة.

(٢) اختلاف درجة الحرارة :

كما يمثل التمدد الحراري الذي ينتج من تمدد سطح الصخر (ومكوناته المعدنية) وانكماشه تبعاً للتغيرات اليومية في درجات الحرارة خاصة في المناطق الصحراوية الجافة حيث الفرق بين درجة حرارة النهار والليل كبير عاملاً يضاعف من قوة تماسك المكونات المعدنية للصخر ويؤدي إلى تفتته مع مرور الزمن بتكرار تلك العملية و يعزى تكسر الحصى في الصحراء إلى التغيرات المتكررة في درجات الحرارة.

(٣) تخفيف الحمل نتيجة للتعرية :

وهناك عامل آخر له تأثير واضح فى التجوية الميكانيكية ذلك هو التمدد الناتج عن تخفيف الحمل والذى يحدث نتيجة للتعرية ، عندما يزال سمك كبير من الصخور كان ثقل (وزن) طبقاته يضغط على ما تحته من صخور أو تظهر صخور نارية جوفيه على السطح كانت تحت ضغط كبير فى باطن الأرض على السطح ويظهر تأثير تخفيف الحمل بتمدد الصخور إلى أعلى حيث لا مقاومة. نرى ذلك بوضوح فى صخور الجرانيت حيث ينفصل سطحها المكشوف إلى قشور كروية الشكل ويساعد تحلل معدن الفلسبار بالتجوية الكيميائية للجرانيت على اتمام عملية انفصال القشور الكروية على سطح ذلك الصخر .

(٤) تأثير عوامل الحياة (النباتات والحيوانات) :

لا يخفى علينا تأثير عوامل الحياة فى تفتيت وتفكيك مكونات السطح الخارجى للأرض
أ- جذور النبات تضرب فى التربة أو فى فواصل الصخور عند بحثها عن الماء فتجعلها مفككة.
ب- الحيوانات والحشرات التى تعيش تحت السطح تساعد فى حفر التربة والمساهمة فى جعلها مفككة وقابلة للحركة مع عوامل النقل.

التجوية الكيميائية :

التجوية الكيميائية : هى تحلل المكونات المعدنية للصخور مكونة معادن جديدة نتيجة إضافة عنصر أو أكثر إلى تركيبها الكيميائى أو بفقدائها بعض العناصر مما يغير من تركيبها الكيميائى، ويحدث ذلك تحت تأثير الظروف الجوية السطحية أو القريبة من السطح خاصة فى وجود الماء الذى يعتبر العامل المؤثر فى التجوية الكيميائية حتى تصبح تلك المعادن فى اتزان مع الظروف الجديدة. فقد نحت القدماء المصريون الغالبية من تماثيلهم ومسلاتهم من صخر الجرانيت بعد أن تأكدت لهم قوته ومقاومته لعوامل التآكل بتأثير الجو خاصة فى صعيد مصر حيث الجو جاف وتندر سقوط الأمطار فظلت التماثيل والمسلات لمدة تقرب من أربعة آلاف عام مصقولة ملساء. لكن من تتاح لهم مشاهدة إحدى المسلات التى نقلت فى أواخر القرن التاسع عشر إلى أوروبا فى لندن وباريس أو إلى أمريكا فى نيويورك حيث تسقط الأمطار معظم العام، نجد أن سطح المسلة لم يعد أملساً وناعماً كما كان فى مصر بل تأثر تحت الظروف المناخية الجديدة وصار مطفياً متأكلاً.

عوامل التجوية الكيميائية :

١- الأمطار الحمضية :

تعتبر المياه خاصة تلك التي تحتوي على كميات قليلة من مواد حمضية مذابة التي تؤدي الى تكوين الأمطار الحمضية من أهم عوامل التجوية الكيميائية التي تؤدي إلى تآكل الصخور فمثلاً الحجر الجيري يذوب تماماً تحت تأثير الأمطار المحملة بثاني أكسيد الكربون وتعرف بالكربنة.

٢- عملية الأكسدة :

تتم عملية الأكسدة بواسطة الماء المذاب في الأكسجين وخاصة للمعادن التي يدخل الحديد والماغنسيوم في تركيبها والتي توجد في صخر البازلت.

٣- عملية التميؤ :

كما تمثل عملية التميؤ أو إضافة الماء إلى التركيب المعدني عملية أخرى تساعد على تآكل الصخور كيميائياً ومن أشهر أمثلتها تحول معدن الأنهيدرايت (كبريتات كالسيوم لا مائي) إلى معدن الجبس (كبريتات كالسيوم مائي).

٤- الاختلاف بين ظروف تكون المعادن وبين ظروف البيئة السطحية :

تعمل التجوية الكيميائية على تغير المكونات المعدنية للصخور حتى تصبح تلك المعادن في اتزان مع الظروف السطحية الجديدة ، وعلى ذلك فإننا نتوقع أنه كلما ازداد الاختلاف بين ظروف تكون المعادن وبين ظروف البيئة السطحية يكون احتمال التغير بالتجوية الكيميائية أكثر. ولذلك نجد أن المعادن التي تبلورت من الصهير في درجة الحرارة المرتفعة و تحت ضغط عالي في باطن الأرض تكون أكثر تعرضاً وقابلية للتجوية من تلك التي تكونت في درجة حرارة منخفضة و تحت ضغط أقل. ويتضح لنا ذلك إذا درسنا تآكل صخر الجرانيت أكثر الصخور النارية الجوفية شيوعاً في صخور القشرة الأرضية نجد أن مكونات الجرانيت المعدنية الأساسية هي الفلسبار البوتاسي والميكا والكوارتز تتفاوت في درجة تأثرها بالتجوية الكيميائية.

(أ) معدن الفلسبار ضعيف جداً تحت تأثير حمض الكربونيك الناتج من ذوبان ثاني أكسيد

الكربون فى مياه الأمطار و يتحلل المعدن ويتحول إلى معدن جديد هو الكاولينايت (سيليكات ألومنيوم مائية) ويظهر ذلك فى انطفاء بريقه وتحوله إلى الحالة الترابية. (ب) معدن الميكا خاصة الميكا السوداء تتحلل أيضاً إلى معادن من فصيلة الطين. (جـ) معدن الكوارتز هو آخر معادن الماجما تبلوراً حيث يتكون تحت درجات حرارة منخفضة نسبياً كذلك فإن تركيبه الكيميائى وصفاته الفيزيائية تجعله ثابتاً بحيث لا يتأثر بالتجوية الكيميائية.

الخلاصة: أن صخر الجرانيت عند تعرضه للتجوية الكيميائية يتحلل الفلسبار إلى كاولينايت والميكا إلى معادن من فصيلة الطين ويبقى الكوارتز بدون تحلل.

طبقاً للمعادلة التالية : (المعادلة للإطلاع فقط)



كاولينايت

حمض كربونيك

فلسبار بوتاسى

وبالتالى فأننا إذا نظرنا إلى سطح الجرانيت بعد التحلل نجد أن الكوارتز هو المعدن الوحيد الذى بقى دون تغير بينما تحولت المعادن المصاحبة له إلى مكونات معدنية جديدة اضعف واقل تماسكا من المعادن الأصلية مما يساعد بل ويسرع بظهور تأثير عمليات التجوية الميكانيكية التى تسير جنباً إلى جنب مع التجوية الكيميائية بحيث تتفكك و تنفتت الطبقة السطحية للصخر.

وإذا نظرنا إلى ناتج عملية التجوية الكيميائية للصخور النارية والمتحولة التى تتكون غالبيتها من معادن السيليكات تتمثل فى فلسبارات وميكا و معادن تحوى الحديد والمغنيسيوم يتكون أساساً من مجموعة من معادن الطين توجد فى التربة الزراعية مخلوطة بنواتج أخرى لعمليات التجوية.

(ب) النقل والترسيب :

تتم عملية النقل بواسطة عدد من العوامل منها الرياح والأمطار والسيول والأنهار والبحار والمياه الأرضية وغيرها ، و لكل هذه العوامل تأثير هدمى تفتيتى على الصخور كما أنها تعتبر ناقلة لهذه الفتات و مرسبة له أى لها تأثير بنائى.

النحت المتباين : Differential Erosion

يحدث النحت المتباين عندما يمر أو يصطدم أحد عوامل النقل المختلفة بصخور مختلفة الصلابة أى تتألف من صخور رخوة تعلوها أو تجاورها صخور صلبة فتتآكل الصخور الرخوة بمعدل أكبر من الصخور الصلبة ، كما فى حالة المصاطب بتأثير الرياح ، ومساقط المياه والمياندرز بتأثير الأنهار ، التعرجات الساحلية والمغارات الساحلية بتأثير الأمواج فى البحار.

(١) الرياح

تكون الرياح تأثيرها شديداً فى المناطق الصحراوية حيث يخلو سطح الأرض من النباتات وتكون صخور القشرة الأرضية فى حالة تفتت بفعل عوامل التجوية المختلفة.

(أ) العمل الهدمى للرياح :

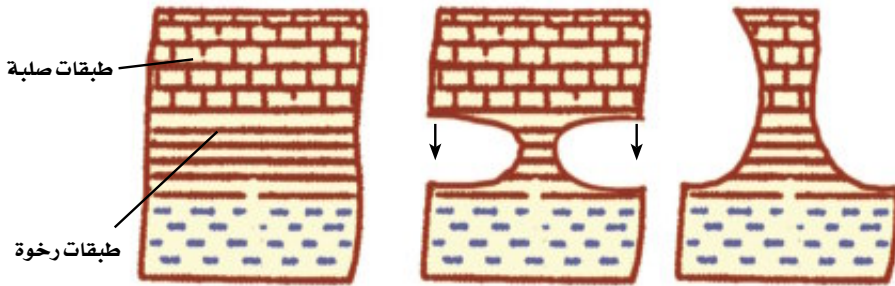


النحت المتباين للرياح

يظهر تأثير الرياح باختلاف ما تحملها الرياح من رمال وفتات الصخور أو الاتربة وتكون هذه الحمولة (الشحنة) إما معلقة أى محمولة فى الهواء أو متدحرجة على سطح الأرض. وتتوقف تأثير الرياح الهدمى على عدة عوامل منها شدة الرياح ، حجم و شكل وكثافة الحبيبات ، نوع الصخور ودرجة صلابتها وتأثيرها بعوامل المناخ الأخرى مثل الرطوبة ، وتأثير العامل الزمني.

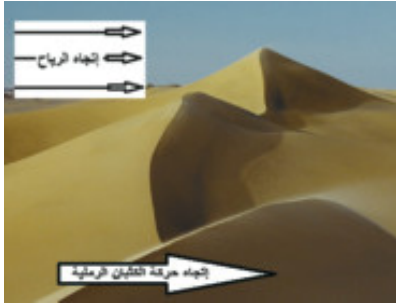
١- أثر الرياح عند مرورها على طبقات مختلفة الصلابة:

عندما تمر هذه الرياح المحملة بالرمال على صخور غير متجانسة أو مختلفة الصلابة أى تشمل على طبقات رخوة مثل الصخور الطينية تعلوها صخور صلبة من الحجر الجيري مما يعمل على تآكل الطبقات الرخوة وتبقى الصخور الصلبة بارزة وقد تسقط بفعل الجاذبية كما فى حالة المصاطب ويسمى هذا بالنحت المتباين.



النحت المتباين و تأثير الجاذبية

٢- أثر الرياح عند مرورها على حصوات غير منتظمة الشكل:



تؤثر الرياح المحملة بالرمال على شكل الحصى فيكون مثلث الأضلاع أو هرمي الشكل ويكون وجه الحصى المواجه (المقابل) للرياح عادة مصقولاً.

(ب) العمل البنائي للرياح :

عندما تصطدم الرياح المحملة بالرمال بنتوء أو عائق أو مرتفع يقلل من سرعتها أو يوقفها فإنها تلقى بما تحمله من رمال و أتربة لتترسب على هيئة كثبان رملية أو موجات رملية.

١- الكثبان الرملية :

تتكون الكثبان الرملية من حبيبات مستديرة من الرمل تختلف من حيث الارتفاع من بضعة أمتار إلى عشرات الأمتار أو تختلف من حيث الشكل الى :

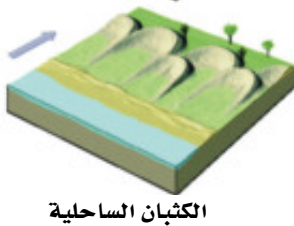
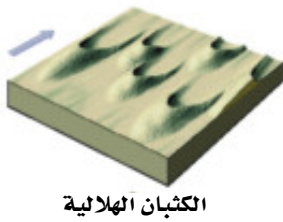
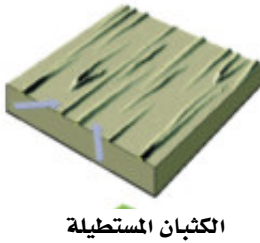
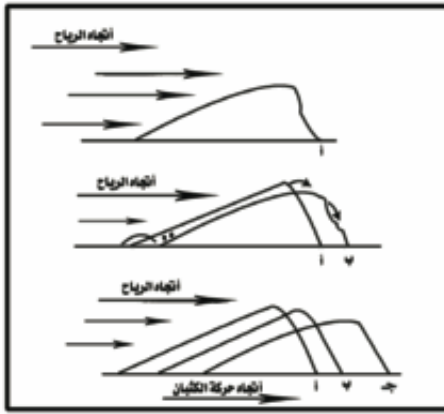
أ - **الكثبان المستطيلة Longitudinal Dunes**: فتكون مستطيلة الشكل ويكون اتجاهها هو اتجاه الرياح السائد تعرف بالغرود ومن أمثلتها غرد أبو المحاريق الذي يمتد حوالى

٣٠٠ كم من الشمال الغربى و إلى الجنوب الشرقى بين الواحات البحرية حتى الواحات الخارجة بالصحراء الغربية.

ب- **الكثبان الهلالية**: تكون الكثبان هلالية الشكل حيث يكون إنحدارها بسيطاً فى اتجاه الرياح شديداً فى الجهة المضادة وهى أكثر أنواع الكثبان انتشاراً.

ج - **الكثبان الساحلية Coastal Dunes**: تتكون الكثبان الساحلية من حبيبات جيرية متماسكة مثل الممتدة على الساحل بين الإسكندرية ومرسى مطروح.

كما يلاحظ أن الكثبان الرملية تنتقل بفعل الرياح وقد يصل تقدمها بين خمسة وثمانية أمتار فى المتوسط فى العام، ما يسبب التصحر وهى ذات أخطار كبيرة على المناطق المستصلحة والمجتمعات العمرانية الجديدة.



(٢) الأمطار

عند نزول الأمطار على الأرض فإن بعضاً منها يتبخر ثانية متصاعداً في الغلاف الجوى بينما ينفذ البعض الآخر في أعماق الأرض مكوناً المياه الجوفية أو الأرضية أما الجزء الثالث فيجرى على سطح الأرض مكوناً المياه الجارية كالأنهار. وللأمطار عمل هدمي فقط أما العمل البنائي أى الترسيب فسوف يشار إليه في موضوع الأنهار والمياه الأرضية. أما العمل الهدمي للأمطار فينقسم إلى :

(أ) **عمل هدمي ميكانيكي** : حيث يعتمد اصطحاب الأمطار برياح شديدة تساعد على نقل المواد المفككة أو تفتت أجزاء أخرى ومن امثلة ذلك ما يحدث أحيانا من نحت الأمطار الساقطة لأوجه الصخور الجيرية حيث يتكون في النهاية مجموعة من الأخاديد بينها جروف قليلة الارتفاع كما هو الحال في شبه جزيرة سيناء.

(ب) **عمل هدمي كيميائي** : حيث تعمل مياه الأمطار بما تحمله من أكسجين و ثاني أكسيد الكربون على تنشيط عمليتي الأكسدة و الكرىنة (التحلل).

(٣) السيول

السيول هي الأمطار الغزيرة عندما تهبط فوق المرتفعات والجبال وتنحدر مياهها في مجارى ضيقة تتصل مع بعضها مكونة ما يسمى بالآخوار (مجارى السيول) حيث يتنامى و يتزايد السيل



السيول

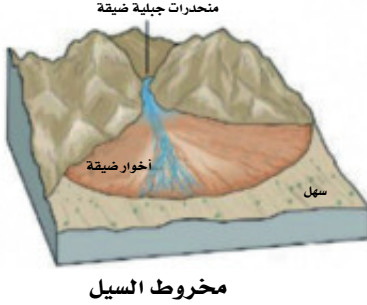
في حجمه و سرعته حتى يصل إلى نهر أو بحريصب فيه كما هو موجود في مصر حيث تنحدر السيول من أعلى جبال البحر الأحمر بالصحراء الشرقية لتصب في البحر الأحمر أو وادي النيل تاركة مجاريها جافة ظاهرة سواء على سفوح الجبال أو في الصحراء بعد تصريف مياهها وللسيول عمل هدمي وآخر بنائي (ترسيب).

(أ) **العمل الهدمي للسيول** : حيث تكتسح السيول ما يقابلها من طين ورمال وحصى أو حتى جلاميد كبيرة إذا كان السيل قوياً وهذه تساعد على نحت وتعميق مجرى السيل الذى يكون ضيقاً ولكن مع مرور الزمن يزداد عمقها ويظهر عمل السيول واضحاً في الصحراء لندرة ما بها من نباتات.

(ب) الترسيب : عندما تفقد السيول سرعتها عند خروجها من الاخوار و انتشارها على سطوح

السهول ترسب ما تحمله من مواد و يأخذ الترسيب عدة

أشكال :



• مخروط (مروحة) السيل Alluvial Cone : يأخذ

الترسيب شكل نصف دائرة مركزها مخرج الخور.

• أما إذا كان الترسيب يبدأ بالجلاميد و الحصى الكبير

عند مخرج الخور ويتناقص حجمه تدريجياً حتى ينتهي

بالطين والرمال عند نهاية الترسيب فيسمى بالـ Delta الجافة Dry Delta

(٤) الأنهار

تتكون معظم مياه الأنهار من المياه الجارية المستديرة كجداول Streams والنهيرات Rivulets.

والأنهار تنبع من مناطق كثيرة الأمطار أو مغطاة بالجليد ويكون النهر شديد الإنحدار عند المنبع

و قليلا قرب مصبه و للأنهار كسائر عوامل النحت عمل هدمي و آخر بنائي .

(أ) العمل الهدمي للأنهار :

تعتبر الأنهار من أهم عوامل التعرية على سطح القشرة الأرضية كما تعتبر أهم العوامل لنقل

الفتات الصخرية مختلفة الأحجام . ويتوقف العمل الهدمي للأنهار على سرعة التيار وعدة

عوامل أخرى منها :

١- سرعة التيار وحمولة النهر (الشحنة) : تتوقف كمية المواد التي ينقلها النهر على :-

• قدرة النهر على الحمل وتعتمد على إنحدار النهر الذي يتحكم في سرعة الماء وكمية المياه في

النهر مع ملاحظة أن سرعة المياه تقل على جانبي النهر وعند القاع نتيجة الاحتكاك.

• حجم وكمية الحبيبات وتتوقف على قدرة النهر على الحمل حيث يزداد الحجم كلما زادت قدرة

النهر على الحمل وتنقسم حمولة النهر إلى:

(أ) الحمل الذائب : الأملاح الذائبة التي يحملها الماء أثناء جريانه مثل كلوريد الصوديوم .

(ب) الحمل المعلق : الحبيبات صغيرة الحجم وخفيفة الوزن من الطين (الغرين والصلصال) تنتقل

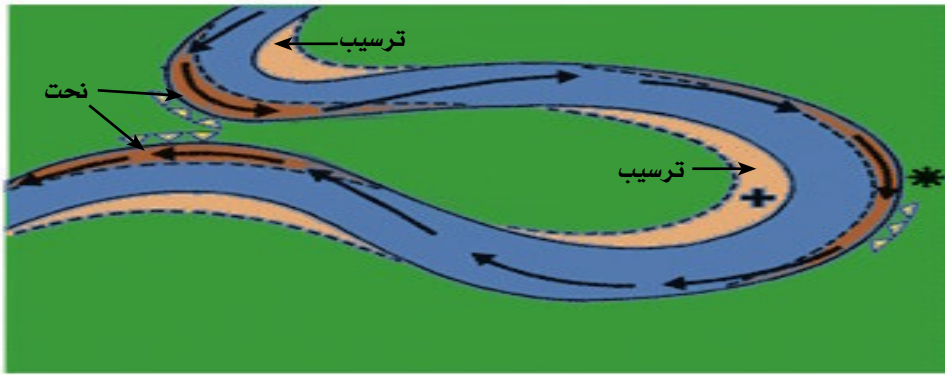
على هيئة مواد عالقة في الماء.

(ج) الأحجام المتوسطة من الرمال : تسير معلقة قرب القاع في اتجاه التيار ثم تتدحرج على

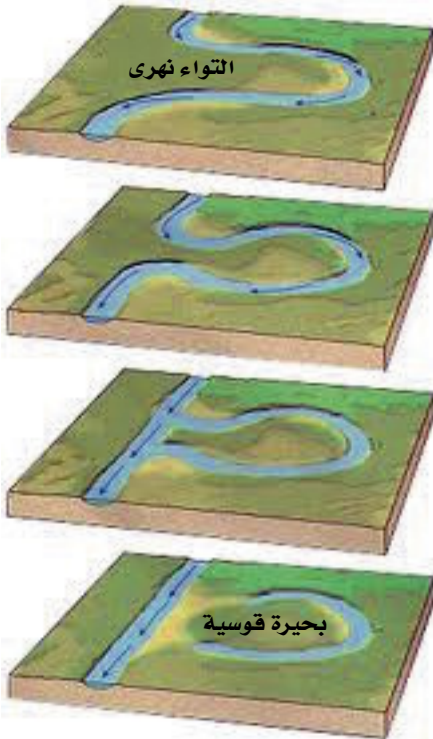
القاع عندما تقل قدرة النهر على حمل الحبيبات.

(د) حمل القاع : حبيبات الحصى تتدحرج على قاع النهر فى إجه التيارات وكذلك نرى أن هذه الكتل المتدحرجة تنبرى و تصقل و تصير مستديرة الأوجه نتيجة احتكاكها مع القاع.
• وتساعد الحمولة فى زيادة عمق واتساع مجرى النهر.

٢- اختلاف صلابة الصخور على جانبي النهر: تؤدي اختلاف صلابة طبقة الصخر الذى يتم فيها النحت أن ينحت النهر فى أحد جوانبه أكثر من الجانب الآخر مما يؤدي إلى تكوين التعاريج والالتواءات فى مجرى النهر والتي تسمى مياندروز النهر Meanders (مثال للنحت المتباين) بعدها تأتي مرحلة



تكوين مياندروز النهر



مراحل تكوين البحيرات القوسية

يزداد تقوس الالتواءات النهرية حيث يزداد النحت فى الجانب الخارجى لمسار الماء ويزداد الترسيب فى الجانب الداخلى ويقطع النهر مسار جديد تاركاً قوس على صورة بحيرة قوسية (هلالية) Oxbow Lake. وبذلك تعتبر تحول المياندروز إلى بحيرة قوسية عمل هدمى وعمل ترسيبى للأشهر.



تكوين مساقط المياه

٣- اختلاف صلابة الصخور في قاع النهر:

تنشأ مساقط المياه Water Falls عندما تمر المياه فوق طبقة صخرية صلبة تعلو طبقة رخوة ويحدث تآكل الطبقة الرخوة بفعل المياه وعوامل أخرى بالتالي تصبح الطبقة الصلبة

شديدة الانحدار ومرتفعة وبالتالي تكون مظهراً طبيعياً لمساقط المياه (مثال للنحت المتباين) مثل مساقط نياجرا بين كندا وأمريكا. (شكل مساقط المياه)

٤- المناخ : كما يتدخل المناخ في تحديد شكل المجرى :

(أ) إذا كان المناخ رطباً في المناطق غزيرة الأمطار فإنه يساعد عوامل التعرية الأخرى كالتحلل بعملياتها المختلفة وتعمل الجاذبية أيضاً على تآكل الأخدود فيتسع مجرى النهر.
(ب) أما في المناطق الجافة فإن النهر يكون قوياً محتفظاً بحمولته لذا ينحت النهر أخدوداً عميقاً كما هو الحال في نهر كلورادو بأمريكا .

(ب) عمل النهر في الترسيب :

يبدأ عمل النهر في الترسيب بسبب عدة عوامل :

١- سرعة التيار : عندما تقل سرعة النهر بسبب وجود عوائق تعترض مجرى الماء ، أو يقل انحدار المجرى كما هو الحال عند مصبات الأنهار ، حيث يفقد النهر القدرة على نقل حمولته فتترسب هذه الحمولة.

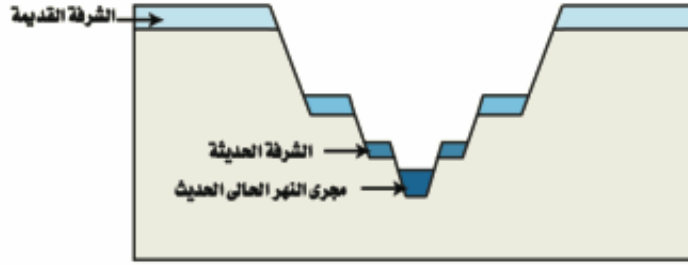
٢- حجم الماء : كما أن قلة حجم الماء في النهر نتيجة للبخار الشديد أو تسرب الماء في الصخور المسامية أو الشقوق داخل الأرض.

٣- يصب النهر في مياه ساكنة:

الشرفات النهرية (الأسرة النهرية) :

تتكون الشرفات النهرية مع تغير منسوب المياه عند الفيضان و يلاحظ أن الحصى و المواد الغليظة توجد في أعالي الوادي و في وسط مجراه بينما تترسب الرمال و الرواسب الدقيقة عند المصب وعلى جانبي الوادي وهكذا مع تغير منسوب المياه تتكون الشرفات النهرية علماً بأن الشرفات العليا هي الأقدم من التي أسفلها ويمكن رؤية هذه الشرفات أو الأسرة النهرية على

جانبى النيل فى الوجهة القبلى و كذلك وادى فيران فى الطريق إلى سانت كاترين فى سيناء.



تكوين الشرفات النهرية

الدلتا :



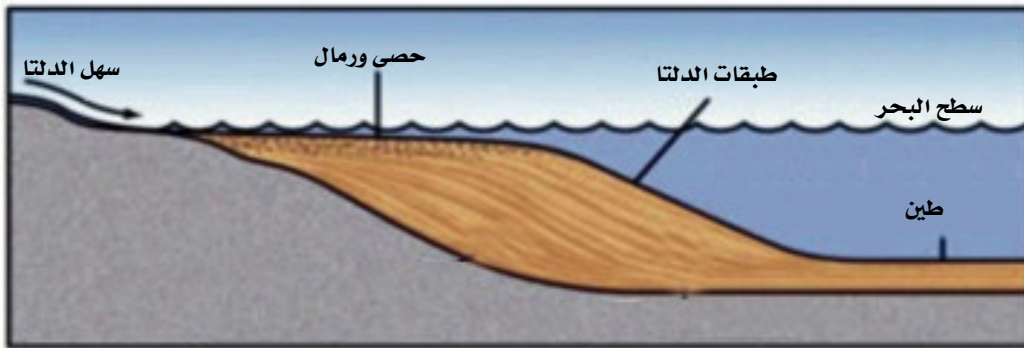
صورة فضائية للدلتا

تشبه الدلتا الحرف اللاتينى دلتا Δ وتتكون عند تلاقى مياه الأنهار بمياه البحار والبحيرات فيترسب ما تحمله مياه هذه الأنهار ولكى يتم تكون الدلتا يلزم خلو البحر من التيارات الشديدة وعندما يكون البحر كثيرالتيارات ويميل قاعه للهبوط لا تتكون دالات للأنهار ولكن يكون مصباً عادياً فقط حيث تكتسح التيارات ما يرسبه النهر.

وقد يتفرع النهر فى سهل الدلتا إلى فرعين أو أكثر كما كان فى دلتا النيل قديماً إذ كان النيل يتفرع إلى سبعة

أفرع تصب فى البحر ثم إندثرت هذه الفروع تدريجيا بما رسبه النهر فيها ولم يبق الآن إلا فرعى رشيد ودمياط.

وجدير بالذكر أن رواسب الدلتا الشاطئية هى الرواسب الدلتاوية بمنطقة الدلتا تمتد شمالاً لأكثر



مخروط الدلتا

من عشرة كيلومترات داخل البحر المتوسط فيها يسمى بمخروط دلتا النيل وهى رواسب مصنفة ومتدرجة مع زيادة العمق من رمل قرب الشاطئ ثم غرين ثم صلصال فى المناطق الأعمق تحوى رواسب معدنية ذات قيمة إقتصادية مثل الذهب و الماس و القصدير و الألميت يطلق عليها الرمال السوداء. وتظهر الرمال السوداء فى جمهورية مصر العربية فى منطقة شمال الدلتا وعلى الساحل فى المسافة من رشيد و حتى العريش شرقاً وتحوى معادن المونازيت (معدن يحتوى على اليورانيوم المشع) . والألميت و الزركون (معدن لعنصر الزركونيوم). ويستخدمان فى صناعة السيراميكات.


عمل النهر فى مراحله المختلفة :

لكل نهر دورة تشمل التغيرات المختلفة التى تطرأ عليه وتشمل عدة مراحل هى مرحلة الشباب ثم النضوج ثم الشيخوخة.


(١) مرحلة الشباب Youth Stage

يشتد فيها حفر الجداول والوديان والفروع ويمتاز النهر فيها بسرعة تياره وعدم إنتظام إنحداره ويزداد فيها النحت ويقل الترسيب مما يؤدى إلى تكون البحيرات و مساقط المياه (الشلالات) و تتسع الأخاديد إلى وديان ويكون قطاعه على شكل V ضيقة و تظهر فى هذه المرحلة ظاهرة أسر الأنهار River Capture والذى تنشأ من تفاوت الأفرع فى النحت و بذلك يكون مستوى ماء الفرع ذو النحت القوى اقل فى مستواه من الفرع الآخر و يعتبر مصبا له و هكذا يأسره فى نهاية هذه المرحلة يصبح مستوى إنحدار النهر كبيراً.

(٢) مرحلة النضوج Stage Of Maturity

يتسع الوادى إلى اقصى مدى و يصير قطاعه شكل  متسعة ويتساوى فيها معدل النحت و الترسيب تقريباً و تكثر فى هذه المرحلة التعرجات والالتواءات النهرية سالفة الذكر و كذلك البحيرات القوسية Oxbow و تختفى الشلالات (مساقط المياه).

(٣) مرحلة الشيخوخة Stage Of Old Age

يقل إنحدار النهر و بذلك تقل سرعة سريان الماء فيه مما يقلل قدرته على النحت و يزداد الترسيب وتسمى المنطقة التى يؤول إليها مجرى النهر بالسهل المنبسط و يسمى النهر شيخاً و يكون قطاع النهر على شكل قوس  ويقل التقوس كلما اقتربنا من المصب.

(٤) مرحلة تصابى الأنهار (إعادة الشباب)

هناك عوامل جيولوجية تعيد إلى الأنهار شبابها كما كانت بعد أن تبلغ مرحلة الشيخوخة ويحدث ذلك عندما تنشأ حركات ارضية رافعة قريباً من منطقة المنبع أو عند اعتراض مجرى النهر

طفوح بركانية فيزداد إنحدار مجرى النهر و بالتالى تزداد سرعة تيار الماء فيبدأ النهر فى النحت من جديد فى مجراه و يستأنف النهر تعميق مجراه بينما يقل التآكل الجانبي أو يتوقف نهائياً.

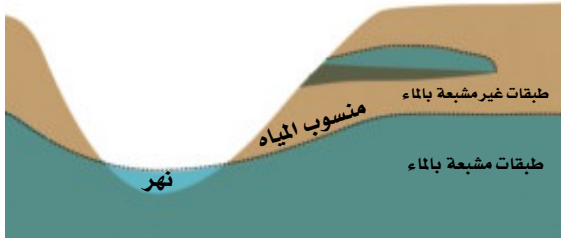
قطاع النهر أو البروفيل : ويلاحظ أن شكل القطاع أو البروفيل يتغير بتغير عمر النهر .

• النهر ينحت فى مجراه بشدة عند المنبع و يساعد ذلك عوامل التعرية فى هذه الأماكن الرطبة و يصبح قطاعه شكل V

• أما عند المصب يصبح مستوى القطاع قريباً من المستوى الأفقى أى فى مستوى سطح البحر يكون قطاع النهر على شكل قوس

Underground Water المياه الأرضية (٥)

وهى المياه الموجودة فى مسام الصخور الموجودة تحت سطح الأرض ومصدرها مياه الأمطار أو الجليد التى تتسرب إلى الأرض عن طريق مسام الصخور أو الشقوق والفجوات والفواصل التى بها وبعض هذه المياه يتصاعد إلى السطح بواسطة الخاصية الشعرية أو عن طريق الامتصاص بواسطة جذور النباتات.



منسوب المياه

ويسمى مستوى ماء التربة بمنسوب المياه Water Table وهو مستوى المياه الذى تتشبع

أسفله جميع المسام والشقوق والفراغات بالماء كما يختلف عمق هذا المستوى فيكون قريباً من السطح عند البحار والأنهار والأماكن كثيرة الأمطار و يبعد عن السطح فى المناطق الجافة.

حركة المياه الأرضية :

المياه الأرضية دائمة الحركة و يتحكم فى حركتها عدة عوامل أهمها :

- نوع الصخور من حيث حجم حبيباتها وشكلها وطريقة ترسيبها والمواد اللاحمة لها.
- مسامية الصخور Porosity (المسامية هى النسبة المئوية للمسام والشقوق والفراغات الموجودة داخل الصخر وبين الحبيبات) و النفاذية Permeability (النفاذية هى قدرة الصخر على الإ نفاذ أو مقدار سهولة حركة المياه خلال مسام الصخر) وتعتبر الصخور الرسوبية المسامية مثل الحجر الرملى والرمل والحجر الجيرى من أفضل الصخور لتخزين المياه الجوفية والبتترول والغاز الطبيعى.

• الميل العام للطبقات الحاوية عليها.

• التراكيب الجيولوجية المختلفة كالطيات والفوالق و الفواصل والسدود النارية.

العمل الجيولوجي للمياه الأرضية

ينقسم العمل الجيولوجي للمياه الأرضية إلى :

١- العمل الهدمي

(أ) العمل الهدمي الكيميائي :

• يكون العمل الهدمي للمياه الأرضية كيميائياً نظراً لما تحتويه هذه المياه من ثاني أكسيد الكربون و املاح حامضية مذابة حيث على تعمل على ذوبان الصخور الجيرية فتساعد على تكوين المغارات.

• كما تذيب المياه القلوية أو المختلطة بالاحماض العضوية كثيرا من المواد كالسيليكا والتي تملأ محل المواد الجيرية في كثير من الحفريات أو محل الألياف في الأشجار المتحجرة .

(ب) العمل الهدمي الميكانيكي :

قد يكون العمل الهدمي ميكانيكي حيث تتشبع كتل الصخور المسامية بالمياه الأرضية فتؤدي إلى إنهيارات كتل الصخور على جوانب السفوح الجبلية.

٢- العمل الترسيبي

(أ) نتيجة ذوبان المواد الجيرية بفعل المياه الأرضية الحملة ثاني أكسيد الكربون فترسب هذه المحاليل داخل المغارات والكهوف مكونة:

• **الهوابط Stalactites** : رواسب من مواد جيرية تتدلى من سقف المغارة.



شكل الصواعد و الهوابط

• **الصواعد Stalagmites** : رواسب من مواد جيرية تنمو من أرضية المغارة.

(ب) احلال السيليكا محل المواد الجيرية في تكوين الحفريات ومحل الألياف في تكوين الأشجار المتحجرة وبذلك تعتبر هذه العملية عمل هدمي وترسيبي.

(١) البحار Seas and Oceans

تؤثر البحار والمحيطات في كل ما يحيط بها من القشرة الأرضية بواسطة حركة مياهها المستمرة والمسببة للأمواج وكذلك حركة المد و الجزر والتيارات البحرية و تأثير البحار في عملية الهدم أقل من تأثيرها في عملية البناء و الترسيب.

(أ) العمل الهدمي للبحار

يتوقف العمل الهدمي للبحار أساساً على الحركة المستمرة للمياه ويتأثر بعدة عوامل وهي :

١- **حركة الأمواج** : تنشأ الأمواج نتيجة هبوب الرياح في اتجاه معين و تختلف تأثير الرياح الهدمي طبقاً لقوة الرياح وإجهاها حيث تكون قوة الأمواج في المحيطات والبحار المفتوحة أكبر من قوتها في البحار المغلقة كالبحر الأبيض المتوسط و يكون تأثير هذه الأمواج أشد عندما تكون محملة بفئات منقولة إليها ، و تعمل الأمواج على تآكل الشواطئ وتنقل الفتات إلى المياه العميقة في البحر أو موازية للساحل لترسب في مناطق أخرى وبذلك تعمل الأمواج كعامل تعرية وعامل ترسيب.

٢- **إختلاف صلابة الصخور** : كما تختلف درجة مقاومة الصخور بناء على نوعها حيث تتآكل الطبقات الرخوة و تظل الطبقات الصلبة بارزة و من هنا تنشأ التعرجات والخلجان و المغارات الساحلية.

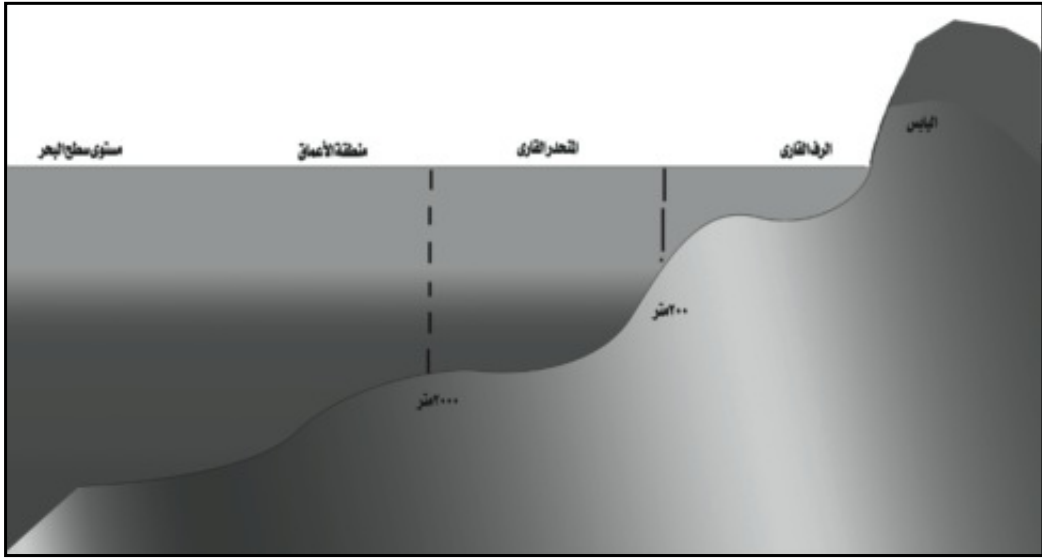
٣- **المد والجزر** : يساعد المد والجزر مثل الأمواج على حمل الفتات بعيداً عن الشاطئ ونتيجة لذلك تتكون عينات مدرجة على الشاطئ تدل كلا منها على منسوب المياه في وقت المد والجزر.

٤- **التيارات البحرية** : تتكون التيارات البحرية نتيجة تغير درجة كثافة الماء بتغير درجة الحرارة في المناطق الاستوائية عنها في المناطق القطبية وكذلك بتغير درجة الملوحة نتيجة اختلاف معدل البخر ويكون من نتيجة النحت البحري تكوين الجروف Cliffs على الساحل أو تكوين المغارات الساحلية والخلجان.

(ب) العمل البنائي للبحار (الترسيب) يترسب في البحار والمحيطات كل ما تنقله إليها الأنهار والرياح والعوامل المختلفة من فتات الصخور ويكون الترسيب بمواصفات معينة حيث تترسب الجلاميد والحصى على الشاطئ وترسب المواد الأصغر حجماً كلما بعدنا عن الشاطئ وبذلك نجد أن الترسيب يتم عند أعماق مختلفة لكل منها رواسب خاصة بها ، وهذه المناطق هي :

(١) المنطقة الشاطئية Littoral Zone

تتراكم فيها الجلاميد والحصى والرمال الخشنة وتتأثر بحركة المد والجزر كما تنشأ الألسنة Spits كبروز أرضي عند البحر نتيجة تقابل تيارين يسيران في الاتجاه المعاكس تقريباً فتترسب الرمال التي كان يحملانها عند خط احتكاكهما وقد يتكون هذا اللسان عند مصب النهر كالألسنة التي تمتد شمال بحيرة المنزلة أما الحواجز Barrier فهي ألسنة عند الخلجان وقد تسدها مكونة جزء مائي شبه مغلق على شكل بحيرة مثل بحيرة مريوط وإدكو.



مناطق الترسيب المختلفة في البحر أو المحيط. (فرز الرواسب تبعاً للحجم)

(٢) منطقة المياه الضحلة Shallow Water Zone

هي منطقة الرف القاري Continental Shelf وتمتد من المنطقة الشاطئية حتى عمق ٢٠٠ متر. الحياة مزدهرة في هذه المنطقة ومياهها تتأثر بحرارة الجو والضوء وتشتمل هذه المنطقة رواسب من الحصى والرمال قرب المنطقة الشاطئية ثم الرواسب الطينية كالتنمى والطين تجاه الداخل عدا الرواسب الجيرية الناتجة من تراكم محارات الحيوانات بعد موتها.

(٣) منطقة حافة الأعماق Bathyal Zone

هي منطقة المنحدر القاري Continental Slope ويتراوح عمقها من ٢٠٠ إلى ٢٠٠٠ متر تقريباً. وهي منطقة هادئة القاع، منخفضة الحرارة، لا ينفذ الضوء إلى القاع، رواسبها دقيقة الحبيبات وهي غالباً رواسب طينية حاوية على رواسب دقيقة عضوية جيرية وسليسية وهي بقايا الأوليات كالפורامنيفرا والدياتومات والراديوالاريا.

(١) منطقة الأعماق السحيقة Abyssal Zone

هي منطقة الأعماق السحيقة ويزيد عمقها عن ٢٠٠٠ مترو تكون حرارتها ثابتة تكاد تقترب من الصفر تملأ رواسبها من الفتات المنقولة بواسطة الرياح والأنهار، تحتوي على طين أحمر Red Clay وهو من رواسب بركانية، كما تحتوي على رواسب دقيقة عضوية جيرية وسليسية وهي بقايا كائنات دقيقة كالפורامنيفرا والدياتومات.

(٧) البحيرات Lakes

هى أحواض للماء العذب أو المالح و هى غالبا ما تندثر نتيجة لبخر الماء أو لكثرة الترسيب أو تسرب المياه فى مسام الصخور.

تنشأ البحيرات قرب شواطئ البحار نتيجة نمو الشعاب المرجانية أو ترسب حواجز تقفل الخلجان أو تنشأ على اليابسة نتيجة تراجع ماء البحر أو هبوطه ثم حُول مجارى الأنهار والسيول إليه أو تنشأ فى فوهات البراكين التى خمدت ثم امتلأت بمياه الأمطار والسيول. تنقسم رواسب البحيرات إلى :

١- **رواسب البحيرات الملحية :** تشمل الجبس و الهاليت (ملح الطعام) كما هو الحال فى بحيرة ادكو أو كربونات الصوديوم وكربونات الماغنسيوم كما هو فى بحيرات وادى النظرون .

٢- **رواسب البحيرات العذبة :** تشمل الحصى والرمال قرب شاطئ البحيرة و حبيبات الطين الدقيقة فى وسطها خلاف بقايا الحيوانات والنباتات و قواقع المياه العذبة .

(٨) التربة ومكوناتها

تتكون التربة عادة من خليط من مواد معدنية و بقايا مواد عضوية متحللة وبعض السوائل والغازات والكائنات الحية. وتنشأ هذه التربة من تفتت الصخور السطحية وتآكلها بفعل عوامل التجوية المختلفة وتأثير الكائنات ويتوقف سمك التربة على تأثرها بعدة عوامل هى :

• التركيب الكيميائى والخواص الطبيعية للصخور الأصلية.

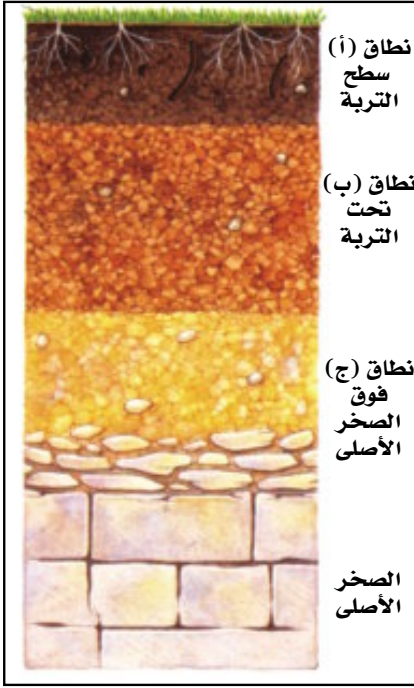
• شدة تأثير عوامل المناخ المختلفة.

• تأثير الكائنات الحية.

• العامل الزمنى.

وللتربة العديد من الفوائد فهى الطبقة المناسبة لنمو النباتات وتعمل على تخزين وتنقية المياه الجوفية ووسط مناسب لتحليل الكائنات الميتة وملائمة لمعيشة الكثير من الحشرات والحيوانات.

التربة الناضجة :



قطاع رأسى فى التربة الناضجة

وقد ثبت من الدراسات المستفيضة أن التربة الناضجة تتكون فى فترة زمنية طويلة وتتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية.

نطاق (أ) سطح التربة : و يمتاز بوفرة المواد العضوية الناتجة من تحلل الكائنات الحية.

نطاق (ب) تحت التربة : ويمتاز بكونه مؤكسدا وقد يحتوى على رواسب ثانوية من الرمل والطمي مختلطة ببعض الرواسب المعدنية التى تسربت من التربة أعلاها.

نطاق (ج) المنطقة فوق الصخر الأصلي مباشرة : وتطراً عليها تغيرات قليلة وتتكون من مواد صخرية متماسكة أو مفككة تكونت منها التربة وجذور النبات لا تخترق هذه الطبقة.

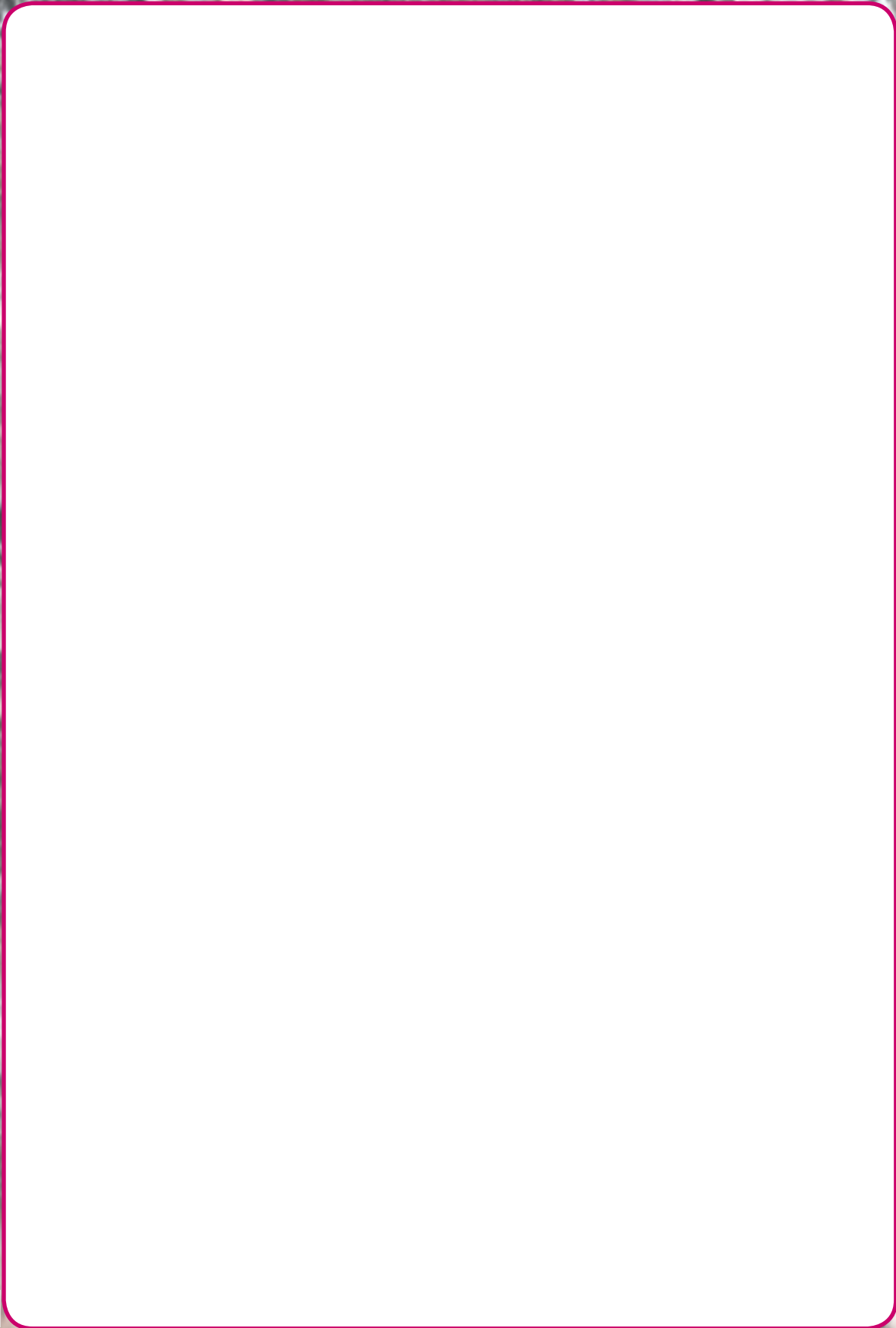
أنواع التربة

(١) التربة الوضعية : حيث تتكون فى مكانها من نفس الصخر الذى أسفلها و تمتاز بأنها تشبه الصخر الأصلي الذى تقع فوقه فى التركيب الكيميائى و تختلف درجة التشابه باختلاف نوع التأثير الجوى كما يلاحظ أن هذا النوع من التربة يمتاز بتدرج النسيج حتى تصل إلى الصخر الأصلي . مثلاً نجد الصخر الأصلي تعلوه منطقة تشقق ثم منطقة جلاميد حادة الحواف ثم حصى حاد الزوايا ثم تربة خشنة ثم التربة الناعمة السطحية .

(٢) التربة المنقولة : وهى التى تفككت فى مكان ثم نقلت إلى مكانها الحالى وهى بطبيعة الحال تختلف فى أغلب الأحوال عن الصخر الذى تعلوه من جهة التركيب الكيميائى والمعدنى لذلك نجد أحياناً تربة طينية تعلو صخر رملى أو تربة رملية فوق صخر جبرى وتختلف كذلك فى النسيج فلا يوجد النسيج المتدرج ويوجد الحصى مستدير الزوايا . وتتعرض التربة دائماً لعوامل التعرية والنقل المختلفة.

أسئلة

- ١- قل ما تعرفه عن : المصطبة – الغرود – مخروط السيل – مرحلة تصابى الأنهار
- ٢- اشرح تأثير الرياح الهدمى ؟
- ٣- ماذا يقصد بالهوابط و الصواعد وكيف تكونت؟
- ٤- ما الفرق بين عملية النقل فى كل من السيول و الأنهار ؟
- ٥- سطح الأرض يعتبر مسرحا لفعل العوامل المختلفة مثل الهدم و البناء والنقل. أذكر ذلك بالتفصيل .
- ٦- ما التربة و ما أنواعها ؟
- ٧- عرف التجوية؟ أذكر أنواع التجوية.
- ٨- ماهى التجوية الميكانيكية؟ اشرح العوامل المؤثرة عليها.
- ٩- الجرانيت صخر نارى جوفى.
- (أ) اذكر المعادن التى يتركب منها
- (ب) اشرح أثر التجوية الكيميائية على كل معدن من معادنه
- ١٠- اكتب عن النقل بالرياح. ماهى أهم رواسب الرياح؟
- ١١- قارن بين :
 - أ - التجوية الكيميائية والتجوية الميكانيكية.
 - ب - التميؤ والتحلل.
 - ج - العمل الهدمى للأمطار والعمل الهدمى للمياه الأرضية.
 - د - الحاجز واللسان.
 - هـ - مظاهر النهر الناضج ومظاهر النهر الشاب.
- ١٢- علل :
 - أ - بعض الأنهار لها دلتاوات والبعض ليس به دلتاوات.
 - ب - يجب عدم استخدام الفحم كوقود فى المناطق الرطبة و الموجودة بها آثار مصنوعة من الحجر الجيرى.
 - ج - الكوارتز يقاوم التجوية الكيميائية.
 - د - لرواسب الدلتا الشاطئية أهمية اقتصادية.



الجزء الثانى

العلوم البيئية

الباب الأول

مفاهيم بيئية

أهداف الباب الأول :-

على الطالب أن يتعرف بعد الانتهاء من تدريس هذا الباب على المفاهيم الآتية :

- ١- يعرف مفهوم البيئة
- ٢- يتعرف على جوانب البيئة التي يعيش فيها
- ٣- يقارن بين مفهوم الايكولوجي (Ecology) ومفهوم البيئة (Environment)
- ٤ - يذكر أهداف علم البيئة كما يقدر دور علماء البيئة.
- ٥ - يميل إلى حماية البيئة وترشييد الاستهلاك.
- ٦- يميز العلاقة بين الكائنات الحية والأغلفة الثلاث (اليابس ، المائي ، الهوائي) .
- ٧- يقارن بين النظام الايكولوجي والمنظومة الايكولوجية .
- ٨ - يذكر خصائص النظام الايكولوجي .
- ٩ - يفسر أسباب وأهمية تعقيد النظام الايكولوجي .
- ١٠- يقارن بين السلاسل الغذائية البحرية والسلاسل الغذائية الصحراوية .
- ١١ - يوضح تأثير الضوء في حياة الكائنات الحية .
- ١٢ - يوضح تأثير درجة الحرارة في حياة الكائنات الحية .
- ١٣ - يفسر اختلاف درجة الملوحة في البحار المختلفة .
- ١٤- يشرح الاستقرار الحراري للمناطق الساحلية .
- ١٥ - يفسر اللون الأزرق لمياه البحار .
- ١٦ - يفسر بعض المشكلات التي تواجه الكائنات الحية في بيئاتها .
- ١٧- يفسر العلاقة بين وفرة المغذيات ووفرة الإنتاج السمكي .
- ١٨- يفسر أسباب المشكلات البيئية في القرن الحادي والعشرون .
- ١٩- يتعرف مفهوم كلا من المصطلحات الآتية :
التجثرم - التحوصل - البيات الشتوي - الخمول الصيفي
- ٢٠- يشرح العلاقة بين مكونات النظام الايكولوجي وسريان الطاقة ودوران المواد .
- ٢١- يرسم مخطط لتوضيح كيفية دوران المادة وسريان الطاقة في النظام الايكولوجي .
- ٢٢ - يحلل بعض الرسوم مثل هرم الطاقة وشبكة الغذاء

مفهوم البيئة

يختلف مفهوم البيئة حسب طبيعة الشخص المتعامل معها فهناك بيئة زراعية وبيئة صناعية وبيئة ريفية وبيئة حضرية وبيئة تجارية إلى غير ذلك من البيئات ولكن ما البيئة علمياً ؟

هى كل ما يحيط بالإنسان من مكونات حية أو غير حية يؤثر فيها ويتأثر بها. ويضم مفهوم البيئة المكونات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والثقافية والاقتصادية والسياسية التى يتفاعل بعضها مع البعض وهى تشمل ثلاث جوانب رئيسية تتناول : -

- ١- **البيئة الطبيعية :** التى يشترك فيها الإنسان مع سائر الكائنات الحية.
 - ٢- **البيئة الاجتماعية :** التى يشترك الإنسان فيها مع أقرانه من بنى البشر. وتشمل مجموعة المؤسسات التى صنعها الإنسان لإدارة العلاقات بين أفراد المجتمع والمنشآت التى شيدها فيه.
 - ٣- **البيئة التكنولوجية :** التى صنعها الإنسان بعلمه وتقدمه ، مثل المصانع والمدارس والطرق وشبكات الرى والصرف والسدود والخزانات للحفاظ على الماء ومراكز انتاج الطاقة وغير ذلك.
- وقد اتسع مفهوم البيئة فلم يعد مقصورا على البيئة المحلية فقط وإنما امتد إلى الإقليمية ثم العالمية حتى شمل الكون كله.

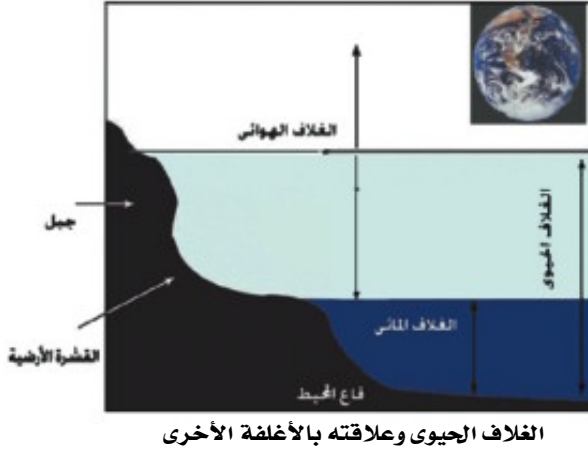
علوم البيئة :

- ١- **علم الايكولوجى Ecology :** يعنى دراسة ما يحدد الحياة وكيفية استخدام الكائن الحى لما هو متاح له حيث يعيش ، وكلمة إيكولوجى مكونة من مقطعين يونانيين (Oikos) وتعنى مكان المعيشة ، (Logos) وتعنى دراسة ، وقد أطلق هذه التسمية العالم الألمانى هيكل Haekel سنة ١٨٦٩م .

- ٢- **علم البيئة Environmental Science :** فيعنى بدراسة التفاعل بين الحياة ومكونات البيئة ، أى أنه يتناول تطبيق معلومات فى مجالات معرفية منها الفيزيائية والكيميائية

والبيولوجية والاجتماعية والاقتصادية ، وهى تتهم بالمحافظة على البيئة ، وحسن استثمارها وعدم إهدارها كما يعنى بوقاية المجتمعات من الآثار الضارة التى تحدث بفعل الطبيعة ، أو نتيجة لتعامل الإنسان غير السوى مع البيئة .

الغلاف الحيوى :



درسنا فيما سبق مكونات الكرة الأرضية من أغلفة مختلفة ولكن هناك غلاف يجمع بين الغلافين الجوى والمائى والقشرة الأرضية والكائنات الحية التى تعيش على سطح الأرض هو الغلاف الحيوى فما المقصود بالغلاف الحيوى ؟ هو الحيز الذى توجد فيه الحياة على سطح

الأرض ، وهو يمتد فى المسافة بين أكبر عمق فى البحار حتى أعلى ارتفاع فى الجبال بينهما حياة ، ولا يزيد أقصى سمك له عن ١٤ كم تقريبا ، ويشمل الغلاف الحيوى جميع الكائنات الحية وأجزاء من القشرة الأرضية والغلاف المائى والطبقات السفلى من الغلاف الهوائى ، وهى توفر الشروط والظروف الملائمة لحياة هذه الكائنات الحية على الأرض ، ولكى يستفيد منها الإنسان يجب أن يسير فى ثلاث خطوات وذلك باكتشاف فائدة لهذا المكون ، ثم يخترع وسيلة للحصول عليه ويطورها ثم يسعى لكى يجعله مورد دائم أو ثروة متصلة.

يتكون الغلاف الحيوى من عدة وحدات أو نظم كل منها يسمى نظام إيكولوجى أو بيئى ، لذلك فإن وحدة بناء الغلاف الحيوى هى النظام الإيكولوجى أو البيئى (Ecosystem) ومن أمثلة تلك النظم : الغابة والصحراء والواحة والنهر والبحر .. إلخ. ويطلق اسم " نظام إيكولوجى " لوصف كل ما يتعلق بالكائنات الحية والمكونات الغير حية من تفاعلات وتبادلات فى حيز محدود من الطبيعة .

وقد أصبحت النظم الإيكولوجية موضع اهتمام العلماء دون إغفال لدراسة الكائن الحى سواء كان نباتا أو حيواناً وأثره فى البيئة فما تسفر عنه دراسة أى كائن حى تزيد من فهمنا لدراسة النظام الإيكولوجى ، والتحدى الذى يواجهه الإيكولوجيون اليوم هو محاولة معرفة ما يدور فى النظم البيئية وكيف تتغير هذه النظم بمرور الزمن. والواقع انه تحد كبير ، فما يتم فى الطبيعة هو أمر على جانب كبير من التعقيد لأن الانسان جزء من النظام الإيكولوجى ، وله تأثير أخذ فى الازدياد

ودراسة النظم الإيكولوجية وعلاقتها بالإنسان شديدة الأهمية لأن حياتنا متوقفة على سلامة هذه النظم .

خصائص النظام البيئي (المنظومة البيئية)

بالرغم من اختلاف النظم الإيكولوجية إلا إنها جميعا تتميز بما يأتي :

أولا - تعدد المكونات :

يتكون النظام الإيكولوجي من مكونات غير حية تحدد نوع الحياة التي يمكن أن توجد في النظام ، وكائنات حية تؤثر في البيئة وتتأثر بها وتعتبر هذه المكونات جميعها عوامل مميزة للنظام الإيكولوجي ، ومعنى هذا أن هناك نوعين من العوامل :

١- عوامل غير حية Non-living Factors وتضم ما يلي :

(أ) عوامل فيزيائية Physical Factors : هي عوامل المناخ كالحرارة والضوء والرياح والموقع من سطح البحر وخط العرضالخ

(ب) عوامل كيميائية Chemical Factors: هي عوامل تتناول الجانب الكيميائي كأثر زيادة أو نقص بعض العناصر والمركبات الكيميائية ، الحامضية ، القاعدية وأملاح التربةالخ

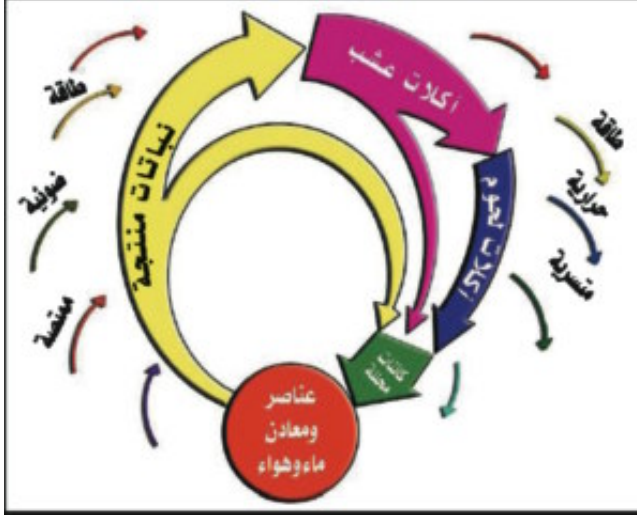
٢- عوامل أحيائية Living Factors :

تضم جميع الكائنات الحية الموجودة في النظام وتأثيراتها في بعضها البعض وفي البيئة بوجه عام ، يلاحظ أن الكائنات الحية في أي نظام إيكولوجي تضم ثلاث مجموعات من الكائنات (شكل ٢) وهي :

(أ) كائنات منتجة للغذاء Producers: هي النباتات الخضراء التي تحول طاقة الشمس الإشعاعية إلى طاقة كيميائية مدخرة في الغذاء عن طريق عملية البناء الضوئي . وتعتمد سائر الكائنات الحية على النباتات الخضراء بصورة مباشرة وغير مباشرة .

(ب) كائنات مستهلكة للغذاء Consumers : هي الكائنات التي تعتمد على النباتات الخضراء كغذاء لها ، وبعضها يتغذى مباشرة على النباتات (حيوانات عشبية) والبعض

الآخر يتغذى على حيوانات سبق أن تغذت على النبات (حيوانات مفترسة - آكلات اللحوم).
(ج) **كائنات محللة Decomposers**: هي كائنات مجهرية تتخذ من أجسام النباتات والحيوانات



نموذج لكائنات ومكونات النظام الإيكولوجي وعلاقتها بسريان الطاقة ودوران المواد

الميتة غذاء لها ، فتحلل هذه الأجسام مستمدة منها الطاقة ومخلفة أملاحا ومواد أخرى تعود إلى التربة .
من أمثلة الكائنات المحللة البكتيريا والفطريات الرمية وهي تمثل فى أى نظام بيئى حارس الطبيعة فبدونها لا يتم تحلل بقايا الحيوانات والنباتات كما أن الكائنات المحللة هي التي تطلق مركبات عناصر (الكربون ، الفوسفور ، النيتروجين وغيرها...) إلى التربة

حيث يعاد استخدامها لتؤمن بذلك استمرار النظام الإيكولوجي. وهذه العوامل جميعها - الحية وغير الحية - ليست منعزلة بعضها عن البعض الآخر إذ أن جميعها فى تفاعل مستمر ، وهى بذلك تشكل كيانا متوازنا وتعطى جانبا كبيرا من الاستقرار ، ونتناول بعد دراسة باقى الخصائص عاملين من هذه العوامل هما على سبيل المثال الضوء ودرجة الحرارة كلا على حده ، ولكن يجب أن نتذكر دائما أن أى كائن حى يعيش فى نظام بيئى معين يتأثر به ويؤثر فيه بدرجات مختلفة ويستجيب لجميع العوامل فى نفس الوقت كما يؤثر بدوره فى تلك العوامل بدرجات مختلفة

ثانياً - تشابك العلاقات :



شبكة غذائية

يكون أى نظام بيئى على جانب من التعقيد وذلك لما يحويه من عوامل فيزيائية وكيميائية وكائنات حية متنوعة ، وعلاقات متبادلة ومتشابكة بين هذه الكائنات الحية من جهة ، وبين العوامل غير الحية من جهة أخرى ، ومعنى هذا وجود شبكة من العلاقات الغذائية داخل النظام البيئى . وهذا التعقيد هو أحد العوامل الأساسية فى سلامة كل نظام بيئى . إذ أنه يحد من أثر التغيرات الإيكولوجية

، أما إذا تتابعت التغيرات البيئية فإنها تحدث خلخله فى توازن النظام البيئى واستقراره لفترة تطول أو تقصر حسب مسببات هذا التغير

ثالثا : الاستقرار مع القابلية للتغير:

يقصد باستقرار النظام البيئى قدرته على العودة إلى وضعه الأول بعد أى تغير يطرأ عليه ، وذلك دون حدوث أى تغير أساسى فى تكوينه ، وتتجه النظم البيئية إلى الاستقرار، وذلك لأن تعدد الأنواع المكونة للنظام البيئى يزيد من علاقاتها المتبادلة ، وبالتالي استقرار النظام البيئى وبالتالي التوازن الطبيعى البيولوجى داخله . فإذا حدث تغير بسيط فى بعض العوامل فإن النظام البيئى يتأثر بهذا التغير ولكن سرعان ما يعود إلى الاستقرار، أما إذا كان التغير كبيرا فإنه يؤدي إلى الإخلال بتوازن النظام البيئى القائم ثم حدوث توازن آخر جديد بعد التغير .

رابعا - استخدام الفضلات :

من خصائص النظام البيئى أنه يستخدم فضلاته ، فإذا أخذنا النظام البيئى البحرى كمثال فإننا نجد أن الأسماك تخرج فضلات عضوية تستعمل بعد تحليلها كغذاء للطحالب التى تتغذى عليها الأسماك وهكذا لا تبقى هذه الفضلات فى ماء البحر الذى يظل محتفظا بصفاته كما أن الكائنات الحية البحرية تخرج ثانى أكسيد الكربون فى عملية التنفس فتستخدمه النباتات البحرية فى عملية البناء الضوئى الذى ينتج عنها بالإضافة إلى المواد العضوية غاز الأكسجين اللازم لعملية التنفس ... وهكذا تظل نسبة الغازين ثابتة فى الماء .

الآن بعد أن درسنا خصائص النظم البيئية ندرس أثر عاملين من العوامل الفيزيائية غير الحية فى النظام البيئى

الشمس مصدر الضوء والحرارة ، وكلاهما من العوامل الفيزيائية غير الحية فى النظام البيئى ، فالضوء هو الجزء المرئى من طاقة الشمس ، أما الحرارة فهى الجزء المحسوس منها.

١ - الضوء وتأثيره البيئي

يعتبر الضوء من أهم العوامل المؤثرة فى النبات والحيوان كما يتضح فيما يلى :

(أ) الضوء وعملية البناء الضوئى :

لا تتم عملية البناء الضوئى فى النباتات الخضراء إلا فى وجود الضوء فإذا توفر الضوء فإن الكلوروفيل يمتص الموجات الضوئية التى تقع أطوالها بين (٣٩٠ - ٧٨٠ نانومتر) لتقوم البلاستيدات الخضراء بعملية صنع الغذاء ، وفى هذه العملية يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية وهى الأساس الذى تستمد منه الكائنات المستهلكة والمحللة ما تحتاج إليه من غذاء لتوليد الطاقة (النانومتر = 10^{-9} متر)

(ب) الضوء وعملية الانتحاء :

الانتحاء هو الحركة الموقعية للنبات دون انتقال الجسم من مكانه نتيجة للنمو فى اتجاه يحدد موقع المؤثر من النبات ، فإذا كان اتجاه النمو نحو المؤثر كان الانتحاء ايجابيا ، أما إذا كان النمو فى عكس اتجاه المؤثر ، أى بعيد عنه ، كان الانتحاء سلبيا .
وقد سبق لك أن درست أن ساق النبات منحنية ضوئية موجبة . وهذا الانتحاء يرجع إلى استطالة خلايا الساق البعيدة عن الضوء بدرجة أكبر من خلايا الساق المواجه للضوء ، نظرا لأن تركيز الأكسينات (المواد المحفزة للنمو) فى الجانب المظلم يكون أعلى من الجانب المضي فتستجيب خلايا الساق للنمو بصورة أكبر فى الظلام عنها فى الضوء.

(ج) الضوء والإزهار فى النبات :

يمر النبات أثناء نموه بمرحلتين متتاليتين هما :
مرحلة النمو الخضري : وفيها تنقسم خلايا الجنين عند إنبات البذور فيتكون الجذر والساق والأوراق .
ومرحلة الإزهار والإثمار : وفيها تتكون الأزهار ثم الثمار وتبدأ بعد فترة من النمو الخضري نتيجة حدوث تفاعلات داخلية عديدة، وهاتان المرحلتان تتأثران بعوامل النظام البيئى ، فقد تكون هذه العوامل ملائمة لحدوث المرحلتين، أو قد تكون ملائمة لحدوث النمو الخضري دون الإزهار.
ونذكر على سبيل المثال نبات القمح الذى يزرع عادة خلال شهري أكتوبر ونوفمبر فيزهرو يثمر فى شهري مارس وإبريل . فإذا زرع القمح خلال شهري فبراير ومارس فإنه ينمو خضريا فقط دون أن يزهروذلك لعدم ملائمة العوامل البيئية للتغيرات الداخلية اللازمة لكى يصل النبات إلى مرحلة الإزهار . ويتضح من هذا المثال أن التوافق الضوئى المناسب لزراعة النبات يعد عنصر أساسى للإزهار والإثمار بعد وقت مناسب ، ويقصد بالتوافق الضوئى للنبات العلاقة بين فترة الإضاءة التى

يحصل عليها النبات وفترة الإظلام التي يتعرض لها بعد ذلك بالتعاقب كل ٢٤ ساعة ، وتقسم النباتات من حيث علاقتها بالتواقت الضوئي إلى نباتات تحتاج إلى فترة إضاءة طويلة وفترة إظلام قصيرة ، وأخرى تحتاج إلى عكس ذلك ، وثالثة لا تتأثر كثيراً بطول أو قصر فترة الإضاءة أو الإظلام المتعاقبتين .

(د) الضوء وتوزيع الكائنات الحية :

الضوء من أهم العوامل المؤثرة في توزيع الكائنات الحية في الماء واليابسة.

١ - في الماء يحدد العمق الذي يصل إليه الضوء وجود نوعيات معينة من الكائنات حيث نجد أن الطحالب مثلا تختلف فيما بينها في حاجتها إلى نوعية وكمية الضوء اللازم للقيام بعملية البناء الضوئي ، فمثلا :

تحتاج الطحالب الحمراء مثلا إلى كمية ضوء قليلة نسبيا ولهذا تستطيع أن تكون غذائها حتى عمق ٢٥ مترا ، أما الطحالب البنية فإنها لا تستطيع أن تكون غذائها عند عمق أكثر من ١٥ مترا في حين أن الطحالب التي تثبت نفسها في القاع وطرفها الآخر سائب تستطيع أن تنمو عند عمق ١٢٠ مترا.

في الوقت الذي لا تستطيع فيه النباتات الوعائية في المياه العذبة أن تعيش عند عمق أكثر من عشرة أمتار. ومعنى هذا أن الضوء يتحكم في توزيع الكائنات الحية عند مختلف الأعماق .

٢ - على اليابسة يظهر أثر الضوء في توزيع الكائنات الحية بوضوح عند المقارنة بين منطقتين كما يلي :

• منطقة صحراوية : حيث تتميز بزيادة كمية الضوء ويصاحبها ارتفاع في درجة الحرارة وانخفاض في الرطوبة النسبية ، وندرة الكائنات الحية مع تكيفها مع ظروف بيئتها من حيث شدة الحرارة والجفاف .

• منطقة غابات استوائية : أما الغابات الاستوائية فتمتاز بقلّة الضوء أسفل الأشجار الضخمة نظراً لكثافة نباتاتها وارتفاع الرطوبة النسبية فيها ، وغنية بالكائنات الحية نباتية وحيوانية ومتكيفة مع هذه البيئة .

(هـ) الضوء ونشاط الحيوانات :

لضوء الشمس أثر ملموس فى نشاط الحيوانات ، ويمكن تقسيم هذا النشاط على أربع فترات ضوئية خلال اليوم هى :

- فترة الفجر : وفيها يقل نشاط الحيوانات الليلية بصورة تدريجية ثم تعود إلى ملاجئها.
- فترة النهار : وفيها تنشط الحيوانات النهارية.
- فترة الغسق : وفيها يقل نشاط الحيوانات النهارية بصورة تدريجية ثم تعود إلى ملاجئها.
- فترة الليل : وفيها تنشط الحيوانات الليلية.
- هذا وقد ثبت أن لضوء القمر أيضاً تأثيراً ملموساً فى أحياء الشواطئ البحرية التى تتعرض للمد والجزر ، فبعض الأحياء تنشط عندما تغمرها مياه المد وتبقى غير نشيطة عند تعرضها للجزر أثناء انحسار مياه المد.

(و) الضوء وهجرة الحيوانات :

الهجرة ظاهرة حيوية ذات طبيعة دورية تتم بانتقال جماعة معينة من الحيوانات خلال أوقات أو مواسم معينة وتتميز بصفات بيئية دورية تتكرر يومياً أو موسمياً أو سنوياً أو كل بضع سنوات ، كما تحدث الهجرة أيضاً بفعل عوامل فسيولوجية داخلية ، وهناك أنواع عدة من الهجرة نكتفى بذكر نوعين منها :

- الهجرة اليومية وندرس فيها صورة لهجرة برية وصورتين لهجرة مائية ، هجرة الحيوانات البرية التى تعيش مجتمعة كما فى العصفور الذى يهاجر يومياً إلى أماكن تغذيته ثم يعود إلى عشه ، هجرة الكائنات التى تعيش فى البحار والمحيطات حيث تتحرك الأحياء الهائمة فى الماء لتصعد إلى السطح أو تهبط إلى القاع يومياً ، فالقشريات الهائمة مثلاً تتأثر بالأشعة فوق البنفسجية فتظل طوال النهار على عمق يقدر بحوالى سبعة وعشرين متراً وتهاجر فى الليل إلى السطح ويرجع السبب فى هذه الهجرة إلى تأثير الضوء وقد يحدث العكس بالنسبة لأحياء أخرى ، وتخرج بعض الأسماك من المياه العميقة ليلاً إلى المياه الضحلة لوضع البيض ثم تعود إلى المياه العميقة فى النهار ،

وهكذا تتباين استجابات الحيوانات المائية، ويتوقف ذلك على الحالة الفسيولوجية والعمق والموسم والمرحلة التى يمر بها الكائن الحى من تاريخ حياته.

- الهجرة الموسمية التى تشاهد فى السلاحف الصحراوية التى تتجمع فى أنفاق طويلة تحت الأرض فى الشتاء ثم تخرج منها فى فصل الربيع لتعود إليها فى الشتاء التالى، كما تشاهد أيضاً

فى الطيور بشكل واضح ويعتبر طول فترة النهار (زيادته فى الربيع ونقصه فى الخريف) عاملاً هاماً فى إطلاق الهجرة بشكل منتظم ودورى ، فقد ثبت أن طول فترة النهار يؤثر فى نشاط الطيور الذى يؤثر بدوره فى حجم الغدد الجنسية الذى يزداد بزيادة طول فترة النهار ويقل بنقصانها.

٢ - درجة الحرارة وتأثيرها البيئى

يتجلى تأثير درجة الحرارة فى الأحياء بوضوح عندما نقارن بين أحياء تعيش عند أحد القطبين وأخرى تعيش فى المنطقة الحارة الاستوائية ، أو عندما نقارن بين فاعلية النمو والتكاثر فى فصل الصيف وفصل الشتاء .

وتتأثر هذه الفاعلية تأثيراً واضحاً إذا كانت درجة الحرارة أقل من الصفر المئوى أو أعلى من ٥٠°م غير أن هناك بعض الأحياء المجهرية التى تتحمل درجات حرارة تقل عن الصفر وأخرى تتحمل درجات حرارة أعلى من ٥٠°م ، وذلك أن فاعلية الكائن الحى يحددها المدى الذى يبقى فيه البروتوبلازم حياً

وعندما تصبح درجة الحرارة غير مناسبة قليلاً فى الوسط الذى يعيش فيه الكائن الحى هبوطاً أو صعوداً فإنه يلجأ إلى السكون ويبدو هذا واضحاً فى تكوين الجراثيم فى حالة البكتيريا أو تكوين الحويصلات فى حالة الحيوانات الأولية.

بينما تلجأ بعض الحيوانات الفقارية كالبرمائيات والزواحف إلى البيات الشتوى عندما تنخفض درجة حرارة الوسط الذى تعيش فيه ، فى حين تلجأ حيوانات أخرى لافقارية مثل الرخويات والحشرات إلى الخمول الصيفى عند تعرضها للحرارة المرتفعة نسبياً. وفى كلتا الحالتين يمر الحيوان بفترة سكون يكاد ينعدم فيها النشاط الحيوى لأجهزة الجسم باستثناء الأجهزة الضرورية لبقاء الحيوان حياً.

وتلجأ بعض الحيوانات الأخرى إلى الهجرة لمناطق تكون درجة حرارتها أكثر ملائمة لها.

ويلاحظ أن الماء يتميز بخصائص حرارية ينفرد بها يتم شرحها فى العوامل غير الحية فى النظام البحرى. والآن بعد دراستنا لآثر عاملين من عوامل النظام البيئى وهما الضوء

والحرارة نلمس مدى ما يمكن أن تحدثه العديد من العوامل البيئية الأخرى من أثار على النظام البيئي .

الآن بعد أن درسنا خصائص النظم البيئية ندرس مثالين لهما نظام بيئي بحري وآخر برى.

١- النظام البيئي البحري: Marine ecosystem

تغطى مياه البحار والمحيطات والخلجان والأنهار حوالى ٧٢٪ من سطح الأرض فيما يعرف بالغلاف المائى (Hydrosphere) ونظرا لاتصال مياه البحار والمحيطات بعضها ببعض فهي تشكل بيئة ثابتة نسبياً عن البيئات الأرضية التى تتفاوت فى ظروفها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية نظرا لانفصالها على شكل قارات وجزر متباعدة ، كما أنها تكون بيئات مناسبة لكثير من الأحياء النباتية والحيوانية والدقيقة.

ويمكن دراسة البحار كنظام بيئي متصل كما يمكن دراستها على شكل أنظمة أصغر كالبيئة الساحلية أو العميقة أو فى جزء معين من أى بحر أو محيط حسب الظروف فى كل منها ، ويحكم النظام البيئي البحري عامة عدد من العوامل الطبيعية والكيميائية من أهمها ما يلي:

(أ) المحتوى الملىح :

تتفاوت درجة تركيز الأملاح المذابة فى مياه البحار حسب كمية الأمطار أو المياه الساقطة من المصبات أو الثلجات القطبية كما تتأثر بدرجة تبخر المياه بفعل الحرارة السائدة ويبلغ متوسط الملوحة فى البحار حوالى ٣٥ جرام فى اللتر . وهناك بعض البحار أو الخلجان التى ترتفع درجة الملوحة فيها إلى ٤٠ جرام/لتر أو أكثر كما فى البحر الأحمر والخليج العربى بسبب زيادة التبخر ونقص الأمطار أو مصبات الأنهار ، وعلى العكس تقل كثيراً درجة الملوحة فى بعض البحار إلى ٢٠ جم/لتر أو أقل مثل بحر الشمال و بحر البلطيق بسبب نقص التبخر وزيادة السيول والأنهار ، وهكذا تتفاوت درجة ملوحة البحار تبعاً لظروف المناخ حولها .

ومن أهم الأملاح المذابة فى مياه البحار والمحيطات كلوريد الصوديوم وكلوريد الماغنسيوم وكلوريد البوتاسيوم وبيكربونات الكالسيوم وأملاح البروم واليود ، كما يحتوى ماء البحر على نسب قليلة جداً من أملاح الفوسفور والنيروجين والمنجنيز والحديد والنحاس والنيكل وبعض العناصر المشعة.

(ب) وفرة المغذيات :

تتوفر فى المياه السطحية أملاح الفوسفات والنترات مما يساعد فى تكوين البروتين فى خلايا النباتات البحرية ، ويعمل على نمو تلك النباتات وتكاثرها . وتدور هذه العناصر بين الأحياء والمياه

فى دورات منتظمة تبدأ بتحررها من أجسام الأحياء بعد موتها وترسبها نحو القاع . وكلما كانت المياه متحركة وبها تيارات صاعدة ، زاد توفر العناصر المغذية فيها مما يعمل على ازدهار الحياة النباتية فى طبقات المياه العليا وتزداد الحيوانات التى تتغذى عليها وتكثر الأسماك تبعاً لذلك. ولذا تعد وفرة المغذيات فى أى منطقة بحرية مؤشراً على وفرة الإنتاج السمكى فيها.

(جـ) درجات الحرارة :

يلاحظ أن الماء يتميز بخصائص حرارية ينفرد بها فإن مدى التغير فى درجات الحرارة صغيراً كما أن هذا التغير يحدث ببطء ويسيطر تباين درجات حرارة مياه المحيطات بين المناطق الاستوائية والقطبية على توزيع العديد من الكائنات الحية ، كما أن هناك تدرج حرارى فى الماء فلو أننا اتخذنا إحدى البحيرات مثلاً سنجد أن توزيع الحرارة فى مياهها يختلف باختلاف الموسم الواحد . وفى فصل الصيف ترتفع درجة حرارة المياه السطحية بينما تكون درجة حرارة مياه القاع منخفضة ، وفى فصل الشتاء يحدث العكس ، وما إن تنخفض درجة حرارة المياه السطحية فى المناطق القطبية إلى 3°C حتى يتمدد الماء (تمدد شاذ بعكس جميع السوائل) وتصبح كثافته أقل فيطفو على السطح ثم يتجمد مما يحافظ على الأحياء المائية أسفل من التجمد.

تتراوح درجة الحرارة حول 30°C فى مياه البحار الدافئة بقرب خط الاستواء وتقل تدريجياً كلما اتجهنا شمالاً أو جنوباً حتى تصل إلى درجة التجمد عند القطبين ، كما تتدرج الحرارة فى الهبوط من السطح إلى القاع ، بينما تتغير درجة الحرارة فى المياه السطحية حسب الفصول وتقلبات الجو وعوامل المناخ ، وتخزن مياه البحر كمية كبيرة من الحرارة التى تمتصها من أشعة الشمس نهاراً ثم تسريها ليلاً إلى الفضاء واليابسة المحيطة - مما يوفر الدفء للمناطق الساحلية التى تنعم بالاستقرار الحرارى عن المناطق القارية البعيدة عن البحار والتى تتقلب فيها الحرارة ليلاً ونهاراً وفى الفصول المختلفة .

(د) شدة الإضاءة :

تعتمد شدة الإضاءة فى البحار على كمية الضوء النافذ خلال ماء البحر والذى ينعكس جزء منه ويمتص جزء آخر ، وينفذ الجزء المتبقى حسب طول الموجة إلى عمق معين ، فالأشعة الحمراء طويلة الموجة تمتص فى الطبقات العليا للماء بينما تنفذ الأشعة الزرقاء والبنفسجية قصيرة الموجة إلى المياه الأكثر عمقاً (واليهما يعزى اللون الأزرق لمياه البحر) . ولذا تكون المياه السطحية جيدة الاستضاءة حتى حوالى ٢٠٠ متر فى العمق ، بينما تقل الإضاءة تدريجياً حتى عمق ٥٠٠ متر تقريباً ، ثم يتلاشى الضوء بعد ذلك حيث يسود الظلام التام باقى عمق الماء . ويلعب الضوء النافذ فى المياه السطحية للبحر دوراً مهماً فى حياة الكائنات النباتية فتنتشر حيث يوجد الضوء التى تعتمد عليه فى عملية البناء الضوئى ، وتغيب تماماً عن المياه المظلمة ، ويؤثر ذلك أيضاً فى توزيع الأحياء التى تعتمد على تلك الكائنات فى غذائها .

(هـ) عمق الماء :

يتراوح عمق مياه البحار من بضعة أمتار عند الشواطئ والخلجان إلى عشرة كيلومترات أو أكثر فى بعض المحيطات حيث توجد الخنادق السحيقة ولكن البحار كالبحر المتوسط يصل عمقها لحوالى ٤٠٠٠ م بينما البحر الأحمر لا يتجاوز عمقه عن ٢٥٠٠ م و الخليج العربى لا يتعدى عمق الماء فيه عن ٨٠ متراً .

(و) ضغط الماء :

يتزايد ضغط عمود الماء بمعدل ضغط جوى لكل عشرة أمتار تحت الماء بالإضافة للضغط الجوى على سطح البحر ، فإذا أراد الإنسان أن يغوص فى البحر إلى عمق ٢٠ متراً مثلاً فسوف يتحمل ضغطاً يساوى ٣ ضغط جوى ، وإذا هبط إلى عمق ١٠٠ متر فعليه تحمل ١١ ضغط جوى ، ويتعذر ذلك بدون جهاز الغطس المخصص لذلك . لكن الحيوانات التى تعيش عند الأعماق تتزود بقدرات جسمية وفسيولوجية تمكنها من تحمل الضغط الزائد بالإضافة إلى القدرة على الحياة فى ظروف الأعماق من برودة شديدة وظلام دامس .

(ز) حركة المياه :

تتأثر الحركة السطحية للمياه (الأمواج) باتجاه الرياح وحركة المد والجزر وموقع الشاطئ من المساقط والمصببات . أما التيارات المائية سطحية كانت أو رأسية والتى تتخذ مسارات معينة فتوجهها حركة دوران الأرض واختلاف درجة الحرارة التى تؤثر على كثافة الماء ، مما يؤثر على توزيع الأحياء البحرية وانتشارها .
وتعرف العوامل السابقة بالعوامل غير الحية .

سلاسل الغذاء البحرية

أما العوامل الحية فتتجلى فى سلاسل الغذاء البحرية التى تربط بين الأحياء البحرية المختلفة والتى تقطن هذا النظام وتتفاعل مع العوامل المختلفة وهى:

١- الهائمات البحرية أو العوالق (plankton) : كائنات نباتية أو حيوانية دقيقة الحجم



سلاسل الغذاء فى البحر

أو مجهرية غالباً تنتشر فى الطبقات السطحية للنظام البحرى وعلى امتداد المنطقة المضيفة من عمود الماء حيث تحملها الأمواج بلا مقاومة نظرا لصلابة أجسامها ، وتنقسم إلى مجموعتين هما :

• **هائمات نباتية :** وهى مجموعة كبيرة تحوى مادة الكلوروفيل ، تمتص الطاقة الضوئية النافذة لبناء المواد الغذائية . وتعتبر بذلك كائنات منتجة للغذاء وتمثل حجر الأساس فى تحضير الغذاء لباقى الأحياء البحرية ، وتعرف بالحلقة الأولى فى سلاسل الغذاء البحرية . وسواء كانت طحالب بحرية طافية أو مثبتة بالصخور الشاطئية فإنها تقوم بتحضير الغذاء وإمداد الحيوانات البحرية به كغذاء عشبي.

• **هائمات حيوانية :** مجموعة كبيرة من الأوليات والديدان والقشريات الدقيقة واليرقات المختلفة ، تتغذى جميعها بالهائمات النباتية وتوجد بالقرب منها فى المياه السطحية . وهى الحلقة الثانية من السلسلة البحرية

٢ - مجموعة آكلات اللحوم : وتتمثل فى عدة حلقات هي:

- **الحلقة الثالثة :** والتى تشمل العديد من الأسماك الصغيرة والقشريات والرخويات .
- **الحلقة الرابعة :** الأسماك الكبيرة التى تتغذى على القشريات والأسماك الصغيرة .
- **الحلقة الخامسة :** الأسماك الأكبر كسمك القرش والثدييات البحرية كسباع البحر والدلافين وتشاركها بعض الطيور البحرية كالنورس والعقاب والبطريق

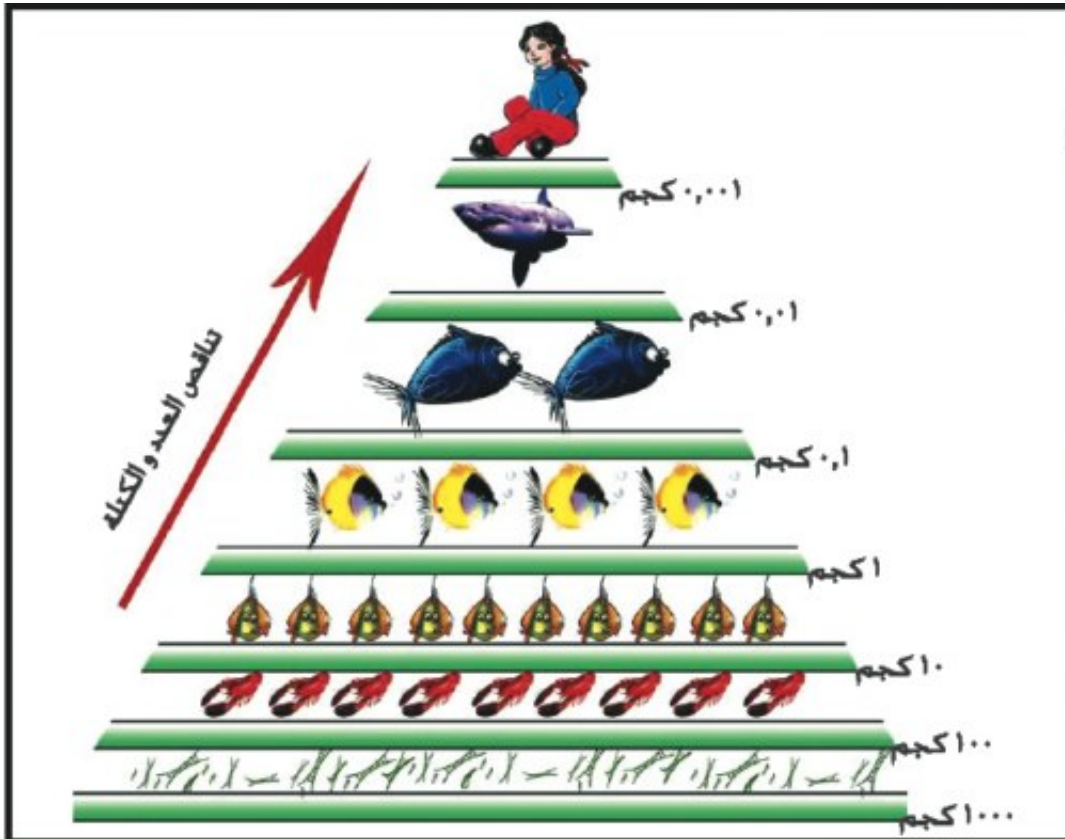
• **الحلقة السادسة :** تشمل الحيتان التى تفترس ما تطوله من تلك الحيوانات.

• ويأتى الانسان ليتربع على قمة هرم الغذاء البحرى فهو يصيد الأسماك المختلفة ويصيد القروش والحيتان

٣ - **مجموعة الكائنات الرمية :** توجد بين حلقات سلاسل الغذاء السابقة أشكال رمية تشمل:

• الديدان وأسمك القاع التى تتغذى على أشلاء الحيوانات الميتة وبقاياها المتساقطة من السطح.

• البكتريا والفطريات المحللة : تحلل أجسام وأشلاء الكائنات البحرية التى أدركها الموت إلى عناصرها البسيطة وتعود إلى البيئة فتدور بذلك المركبات الكيميائية مع التيارات البحرية وحركة الأمواج إلى المياه السطحية لتشارك فى بناء الهائمات النباتية من جديد ، وبذلك تكتمل حلقات السلسلة البحرية التى تبدأ بالكائنات المنتجة للغذاء تليها كائنات مستهلكة وأخيراً كائنات محللة، فتدور المركبات الكيميائية بين الأحياء والماء، أما الطاقة فإن نسبة منها تنتقل بين الحلقات وتحرر نسبة أخرى فى الفضاء خلال تنفس الأحياء ونشاطها اليومي .



هرم الطاقة فى البحر

النظام البيئي الصحراوي Desert Ecosystem

سبق أن علمت أن البيئات الأرضية أو البحرية أكثر تنوعاً من البيئات المائية . وتنقسم البيئات الأرضية إلى عدد من الوحدات أو النظم الايكولوجية الكبرى التي تتوزع على سطح الأرض كأحزمة عريضة تبدأ عند القطبين بمنطقة التندرا شديدة الرطوبة والبرودة قليلة الأحياء وتنتهى عند خط الاستواء بالغابات الاستوائية الكثيفة شديدة الرطوبة مزدهمة الأحياء وبين هذه وتلك توجد عدة مناطق تتدرج من الغابات الصنوبرية إلى متساقطة الأوراق إلى المراعى فالصحراء . ويمكن دراسة النظام الصحراوي كنموذج للنظم البرية.



المناطق الصحراوية فى العالم

تشغل الصحراء حوالى خمس مساحة اليابسة كلها وتنتشر حول خط عرض ٣٠ شمال وجنوب خط الاستواء فى شمال أفريقيا ووسط آسيا والجزيرة العربية وأمريكا الجنوبية وأستراليا وهى مناطق قاحلة شديدة الجفاف حيث يقل متوسط الأمطار فيها عن ٢٥ سم^٣ فى السنة. وتقدر مساحة الصحراء الكبرى التى تمتد من المحيط الأطلنطى غرباً إلى البحر الأحمر شرقاً بحوالى ٣,٥ مليون ميل مربع وتجمع أراضيها بين التراكيب الجبلية الصخرية والكثبان الرملية والمسطحات الرسوبية ورغم صعوبة الحياة فى البيئة الصحراوية ، حيث تكاد تنعدم فى بعض مناطقها لكن فى بعضها الآخر يوجد العديد من الأحياء النباتية والحيوانية ، التى تكيفت لتحمل الجفاف والحرارة نهاراً أو البرودة ليلاً وكثرة العواصف وشدة الضوء... إلخ.

السلسلة الغذائية فى النظام الصحراوي : تبدأ بكائنات منتجة ثم الكائنات المستهلكة ثم المحللة كما يلى :

١- كائنات منتجة : وهو غطاء نباتي متناثر يتميز إلى نوعين :-

(أ) كساء خضري مؤقت وهو نباتات حولية تظهر عقب الأمطار فى الشتاء فقط ولا تلبث أن تذوى بحلول الجفاف فى الصيف وتتلاشى بعد ترك بذورها فى التربة. وعلى ذلك فهى نباتات عادية ليست متخصصة تماماً لحياة الصحراء لكن بقاءها مرتبط بوفرة الماء فى التربة .

(ب) كساء خضري دائم يتكون من نباتات صحراوية حقيقية فى شكل أعشاب



نباتات صحراوية

وشجيرات وأشجار معمرة تنمو متباعدة وتتميز بزيادة نسبة المجموع الجذرى (سواء فى الطول أو الحجم أو الوزن) إلى نسبة المجموع الخضرى حيث وصلت فى بعض النباتات ٨٠ م مجموع جذرى إلى ٣,٥ م مجموع خضرى . كما تتميز الجذور إلى نوعين ، أحدهما يمتد



الصبار

رأسياً إلى أعماق التربة لامتصاص الماء الجوفى العميق والآخر يمتد أفقياً تحت سطح التربة لامتصاص قطرات الندى المتساقطة فى الصباح على سطح التربة وذلك للاستفادة القصوى من الماء النادر فى الصحراء وتتميز نباتات الصحراء أيضاً بسمك غطائها من الكيوتين للحماية من البخر واختزال الأوراق للاحتفاظ بالماء من عوامل النتح.

٢- كائنات مستهلكة للغذاء : وتنقسم إلى نوعين هما :

(أ) **أكلات عشب** : تتغذى على النباتات الصحراوية المتباعدة أنواع متعددة من الحشرات الصحراوية كالجراد والخنafs وبعض الزواحف وقد اكتسبت هذه الكائنات أغشية جافة محكمة



الغزال المصرى

حول أجسامها للاحتفاظ بالماء وكذلك الثدييات الصحراوية من القوارض والغزلان التى تكيفت للحياة فى تلك البيئة القاسية فمعظمها ينشط بالليل أو فى الصباح الباكر وتختبئ بالنهار فى حفر أو كهوف رطبة . كما يتركز بولها



اليربوع

ويشح عرقها جدا للاقتصاد فى الماء حيث إن بعضها لا يقرب الماء طيلة حياته مثل اليرابيع التى تستخلص الماء من البذور والنباتات العسارية التى تتغذى عليها.

(ب) **أكلات لحوم** : تتغذى على اليرابيع بعض الثعابين وثعالب الفنك وغيرها من الحيوانات والطيور الجارحة التى تعتمد على دم الفرائس كمصدر للماء فى بيئة الصحراء الجافة . وتكون أعداد الحيوانات المفترسة فى الصحراء قليلة للتوازن مع أعداد فرائسها غير المتوفرة فى تلك البيئة الفقيرة فى الإنتاج وتتسم تلك المفترسات وفرائسها أيضا بحس حاد فى السمع والشم والبصر من أجل التعايش فى هذه البيئة . فبعض هذه الحيوانات لها آذان



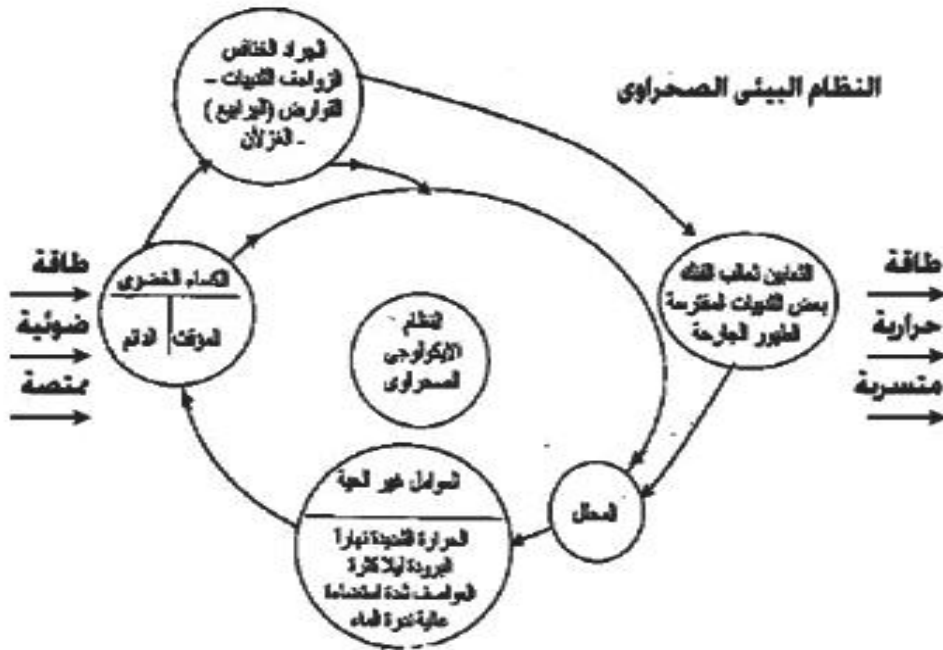
ثعلب الفنك

كبيرة كما فى ثعلب الفنك لتجميع الموجات الصوتية من مسافات بعيدة بالإضافة للمساهمة فى إشعاع الحرارة من الجسم.

وهكذا تصل حلقات السلسلة الغذائية فى النظام الصحراوى إلى ثلاث أو أربع حلقات تنتهى أيضاً بالكائنات المحللة التى تعيد للنظام عناصره لكى تدور بعد ذلك مرات ومرات ، ولكن الطاقة تنساب وتتبدد كما ذكر فى النظام البحرى .



جانب من النظام الإيكولوجى الصحراوى



نموذج لكائنات ومكونات النظام الإيكولوجى الصحراوى

أسئلة للمراجعة

- ١ - ارسم شكلاً تخطيطياً يوضح أغلفة الأرض وعلاقتها بالغلاف الحيوى.
- ٢ - "من خصائص النظام البيئى المميّزة تعدد المكونات " فسر هذه العبارة .
- ٣ - ارسم نموذج يوضح العلاقة بين مكونات النظام البيئى وكل من الطاقة والمادة.
- ٤ - حدد الدور الذى يلعبه الضوء فى حياة النباتات فى أى نظام بيئى.
- ٥ - كيف يؤثر الضوء فى توزيع ونشاط الحيوانات المختلفة وهجرتها الدورية ؟
- ٦ - صف كيفية استجابة الأحياء لدرجات الحرارة غير المناسبة.
- ٧ - اكتب نبذة عن كل مما يأتى :
تشابك العلاقات فى النظام البيئى - الاستقرار مع القابلية للتغيير - استخدام الفضلات

- ٨ - فسر كلا مما يأتى :
(أ) تنعم المناطق الساحلية بالاستقرار الحرارى عن المناطق القارية.
(ب) تتفاوت درجة ملوحة البحر تبعاً لظروف المناخ حوله.
(ج) تعد وفرة المغذيات فى أى منطقة بحرية مؤشراً على وفرة الأسماك فيها.
(د) الهائمات البحرية تحتل حلقتين فى سلسلة الغذاء البحرية.
- ٩ - علل لكل مما يأتى :
(أ) يتم إهدار نسبة كبيرة من الطاقة فى سلاسل الغذاء البحرية.
(ب) يتعذر على الإنسان الهبوط إلى المياه العميقة بدون جهاز الغطس.
(ج) تنتشر الهائمات البحرية فى طبقات المياه العليا فقط.
(د) للبيئة الصحراوية كائنات حية مميزة.
(هـ) بعض الحيوانات الصحراوية لا تقرب الماء طول حياتها.

الباب الثانى

استنزاف الموارد البيئية

أهداف الباب الثانى :

بعد الانتهاء من تدريس هذا الباب ينبغى أن يكون الطالب قادراً على :

- يقارن بين الموارد المتجددة والموارد غير المتجددة.
- يوضح جوانب استنزاف الموارد البيئية .
- يفسر أسباب استنزاف التربة الزراعية .
- يبين أثر الزراعة وحيدة المحصول على التربة الزراعية .
- يقارن بين تأثير كل من الأسمدة العضوية والأسمدة الكيميائية على التربة الزراعية.
- يوضح تأثير المبيدات المختلفة على الكائنات التى تعيش فى التربة .
- يفسر تدهور المراعى الطبيعية ونتائجه .
- يفسر تدهور الغابات الطبيعية ونتائجه .
- يقترح حلول مناسبة لمشكلة تناقص الماء العذب .
- يبين أثر الصيد الجائر على البيئة .
- يقترح حلول مناسبة لمشكلة استنزاف المعادن .
- يوضح مفهوم الوقود الحفرى كمورد غير متجدد .
- يقترح حلول مناسبة لمشكلة استنزاف الوقود الحفرى .
- يوضح مفهوم تجريف التربة وأضراره .
- يذكر الطرق المناسبة لعلاج مشكلة الزحف العمرانى .

استنزاف الموارد البيئية

لعلك تذكر من دراستك السابقة أن **المورد البيئي** هو كل ما يوجد في البيئة الطبيعية من مكونات لا دخل للإنسان في وجودها أو تكوينها ولكنه يعتمد عليها في شئون حياته من مأكّل ومسكن وملبس والموارد البيئية أنواع متعددة.

منها **الموارد المتجددة** وهي الموارد التي تظل متوافرة في البيئة الطبيعية لقدراتها على الإستمرار والتجديد ما لم يتسبب الإنسان في إنقراضها من البيئة أو استنزافها وتدهورها، مثال النبات والحيوان والماء والهواء والتربة.

والموارد غير المتجددة وهي موارد مؤقتة تختفي من البيئة إن عاجلاً أو آجلاً ويتوقف ذلك على حسن تعامل الإنسان معها أو سوء استغلاله لها، مثال البترول والفحم والغاز الطبيعي والمعادن سواء الفلزات أو اللافلزات.

أصبح استنزاف الموارد وإهدار مقومات البيئة مشكلة ملحة ينبغي التصدي لها لوقفها والعمل على علاج آثارها ، وجوانب الاستنزاف والإهدار متعددة كسوء استخدام الموارد ، والتجريف والزحف العمراني على الأراضي الزراعية وأثر ذلك على تناقص الموارد وانقراض الأنواع الحية ونتناول بالدراسة فيما يلي أهم هذه الجوانب .

مشكلة استنزاف الموارد الطبيعية :

التفاعل بين الإنسان والبيئة قديم قدم ظهور الجنس البشري على كوكب الأرض ، والبيئة منذ أن استوطنتها الإنسان تلبي مطالبه وتشبع الكثير من رغباته واحتياجاته ، وكان من نتائج السعي إلى إشباع مختلف الحاجات البشرية مع الزيادة السريعة في السكان أن تزايدت الضغوط على البيئة باستنزاف مواردها . وقد تنبه العلماء إلى الآثار الضارة وسوء استخدام مصادر البيئة فأوصوا بضرورة الاقتصاد في استهلاكها . والواقع أن الإنسان قد أسرف في استغلال موارد البيئة حتى أوشك الكثير منها على النضوب ، وبدأ الإنسان يعاني من الآثار المباشرة لسوء استخدام الموارد الطبيعية ، ونذكر فيما يلي الأمثلة على ذلك وآثارها عليه وعلى البيئة :

أولاً - استنزاف الموارد المتجددة الطبيعية

أ) استنزاف التربة الزراعية :

تكونت التربة الزراعية بوادى النيل خلال ملايين السنين بفعل النهر الخالد وما يجلبه من طمى من جبال الحبشة ، وقد كان المصريون القدماء من أوائل الشعوب التى تعلمت الزراعة وكانت الأرض حينذاك تزرع عقب فيضان النيل ، لمرة واحدة فى العام ، ونحن اليوم نرتكب العديد من الأخطاء التى تسبب استنزاف التربة الزراعية مثل.

١- تعميم الزراعات وحيدة المحصول :

لقد تعلم الإنسان من واقع خبرته ألا يزرع نفس النوع لعامين متتاليين فى نفس الحقل بل عليه أن ينوع ما يزرع . . ومن أكبر هذه الأخطاء تعميم الزراعات وحيدة المحصول التى تهدف إلى زراعة محصول واحد على التربة نفسها ويتكرر ذلك لسنوات متتالية ، وبالرغم من الحصول على بعض الفوائد الاقتصادية - إلا أنها فوائد مؤقتة، إذ أن هذا الأسلوب يتسبب فى إنهاك التربة وافتقارها إلى بعض العناصر الغذائية الضرورية للنبات.

٢- استخدام الأسمدة الكيميائية :

كثير من المزارعين اليوم يستخدمون الأسمدة الكيميائية بدلا من الأسمدة العضوية حتى أن الثانية قد انعدمت تماماً فى المزارع الكبيرة التى تعتمد على الزراعات الوحيدة المحصول ، ولما كان للأسمدة العضوية دورا رئيسا فى البيئة الطبيعية من حيث أنها تنشط عمل الكائنات الحية الموجودة بالتربة وتدخل فى سلاسل الغذاء فتكسب التربة خصائص طبيعية مرغوبة . وقد أدى استخدام الأسمدة الكيميائية المصنعة إلى تدهور التربة وجعلها أكثر تعرضاً للآجراف .

٣- الإفراط فى استخدام المبيدات الحشرية والفطرية :

أدى الإفراط فى استخدام هذه المبيدات إلى: القضاء على حشرات نافعة كانت تتغذى على أخرى ضارة مما جعل الأخيرة تتحول إلى آفات زراعية، سقوط المبيدات على التربة سبب تلوثها وموت ديدان الأرض التى كانت تعمل على تهوية التربة وتوفير النتروجين

فتقوم البكتريا العقدية بتثبيته وبذلك فقدت البكتريا العقدية مميزاتا الشكلية والوظيفية.

٤- تجريف التربة الزراعية :

تعرضت التربة الزراعية فى مصر إلى عملية تخريب واسعة بهدف الكسب السريع نتج عنه تجريف وتدمير للأراضى الزراعية ، ويقصد بالتجريف إزالة الطبقة العليا من سطح التربة لاستخدامها فى صناعة الطوب ، والتجريف يقضى على التربة التى تكونت خلال ملايين السنين فتصبح غير صالحة للزراعة فى الوقت التى تتركس فيه الدولة الجهود لزيادة الرقعة الزراعية . ولما كانت مساحة الأرض المزروعة فى مصر لا تفى بحاجات السكان من المحاصيل المختلفة فإن عملية التجريف تأخذ بعداً خطيراً ، فإذا أضفنا إلى ذلك بناء السد العالى وقد حجب ترسيب الطمى على التربة فى الوادى، كما كان يحدث كل عام أثناء الفيضان ، فإننا نلمس دون شك أثر هذا السلوك الخاطئ للإنسان نحو البيئة.

٥- الزحف العمرانى :

تزايد سكان مصر منذ بداية هذا القرن زيادة كبيرة ، حتى أصبح معدل النمو السكانى يفوق المليون وربع سنويا ، وبزيادة عدد السكان زادت الحاجة إلى المأكل والملبس والمسكن وكذلك إلى الخدمات كبناء المدارس والمستشفيات وغيرها . وعملاً على توفير الغذاء قامت الدولة بمشروعات الإصلاح الزراعى غير أن السكان زحفوا على الأرض الخضراء الخصبة لبناء المساكن وإقامة المشاريع، فما يتم استصلاحه من الأراضى يضيع فى مقابله مساحات من الأراضى الخصبة وفيرة الإنتاج على امتداد الوادى والدلتا ، وبذلك اتسع زمام المدن على حساب المساحات القابلة للزراعة حولها. ويمكن القول إن مساحة الأراضى الزراعية التى أضافها السد العالى قد أهدر الإنسان المصرى فى مقابلها أراضى خصبة كانت تنتج أضعاف ما تنتجه الأراضى المستصلحة ، ورغم ما تتكلفه عمليات الإصلاح من نفقات ، فقد تسبب هذا الزحف العمرانى على الأراضى الزراعية فى ضياع حوالى ٣٠,٠٠٠ فدان سنوياً من الرقعة الزراعية .

علاج مشكلة استنزاف التربة الزراعية :

- (١) عدم زراعة محصول واحد لسنوات متتالية وإتباع نظام الدورات الزراعية.
- (٢) تنظيم استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية.
- (٣) تحويل المخلفات الزراعية إلى سماد عضوى.
- (٤) تحويل المواد العضوية فى القمامة إلى سماد عضوى.
- (٥) صناعة الطوب من الطفلة والأسمنت والرمل وغيرها من المواد بدلاً من الطمى.
- (٦) إنشاء المدن الجديدة فى الأراضى الصحراوية غير المزروعة ، وإقامة المشروعات الصناعية بها.
- (٧) توفير المرافق والمساكن والمدارس ومختلف الخدمات بالمدن الجديدة.
- (٨) استخدام الألياف الصناعية بدلاً من القطن لتوفير الأراضى لزراعة بالحبوب.
- (٩) إصدار القوانين التى تحرم تجريف التربة.
- (١٠) أصدرت الدولة التشريعات التى تحرم البناء على الأراضى الزراعية.

ب) الإسراف فى قطع الأشجار :

تؤدى الأشجار خدمات عديدة للبيئة التى توجد بها فهى :
فى المناطق الصناعية تعمل كمصفاة طبيعية لثانى أكسيد الكربون كما تمدنا بالأكسجين.
فى المناطق الزراعية تقوم بالإضافة إلى ما سبق بالعمل كمصدات للرياح والسيول لحماية المزروعات كما توفر الظل والخشب.
فى الغابات تؤدى الأشجار خدمات أخرى مهمة للبيئة فهى تفقد أوراقها دورياً ، وهذه الأوراق المتساقطة تتحلل مكونة "دبال" يغذى التربة ويحافظ على خصوبتها وهى تؤمن درجة حرارة ثابتة تقريبا للحيوانات البرية التى تجد داخل الغابة ملجأ ومكاناً مناسباً لحياتها. والغابات موارد متجددة يقطع الإنسان الكثير من أشجارها للحصول على الأخشاب والسليلوز اللازمين لصناعة الورق والملابس .

وقد أدى القطع الجائر للأشجار وتدهور الغابات فى الشرق الأوسط وفى شمال أفريقيا إلى تدهور بيئة هذه المناطق وتوجهها نحو الجفاف، حيث يلاحظ أثر الجفاف بصورة أكثر وضوحاً على النبات الطبيعى والمحاصيل الزراعية وعلى حياة الإنسان .

الآثار السلبية التى تنعكس على الإنسان نتيجة للقطع الجائر لأشجار الغابات تتناول عدة جوانب نذكر منها ما يلى:

(أ) نقص كمية المواد الأولية اللازمة لكثير من الصناعات مثل الأخشاب والألياف الصناعية والورق.

(ب) تشتت الحيوانات التى تستوطن الغابات مما قد يؤدى لإنقراضها.

(جـ) تدهور التربة والنبات الطبيعى لتعرضهم لعوامل الجفاف .

(د) تعرض المناطق المحيطة بالغابات المستنزفة لأخطار الرياح والسيول.

(هـ) ارتفاع درجة الحرارة نتيجة زيادة ثانى أكسيد الكربون.

(و) القضاء على النظام الإيكولوجى.

ولكن هل معنى هذا ألا ننتفع بأشجار الغابة ونقطعها؟ من المفروض أن ننتفع بالغابة، ولكن دون إهدار .

علاج القطع الجائر للأشجار

١- قطع الأشجار بقدر ما فى مساحة معينة ثم نزرع أشجار جديدة مكانها ، وبذلك نحافظ على الغابة كنظام بيئى لأنه من أكثر النظم البيئية استقراراً.

٢- التوسع فى زراعة أشجار حول المدن إقامة حزام أخضر لكل مدينة.

٣- استخدام المخلفات الزراعية والصناعية بديلاً للأخشاب المستخرجة من الأشجار.

جـ) الرعى الجائر :

توفر المراعى الطبيعية الغذاء لقطعان الماشية التى يربىها الإنسان ويعتمد عليها كثروة حيوانية تمد بالغذاء البروتينى . وعندما يكون معدل نمو الحشائش أقل من معدل استهلاك الحيوانات لهذه الحشائش يكون الرعى جائراً ويؤدى الرعى الجائر إلى :
• زوال نباتات صالحة للرعى وبقاء نباتات أخرى تجتث الفرصة أمامها للنمو والانتشار.

- تدهور النبات الطبيعى الذى يرافقه دائماً تدهور التربة والمناخ المحلى.
- ظهور عوامل التعرية وتعرض التربة للانجراف الشديد بفعل مياه الأمطار والرياح.
- تصبح التربة أرض قاحلة جافة عاجزة عن امتصاص مياه الأمطار وبخاصة على المنحدرات.

• انتشار ظاهرة الزحف الصحراوى كما حدث فى منطقة الساحل الشمالى فى عصر الرومان.

الرعى فى مناطق الأعشاب يؤدى إلى تآكل الغطاء النباتى وسيادة الأنواع غير المستساغة أو التى تكمل دورة حياتها فى فترة وجيزة ، فلا تتمكن الحيوانات من القضاء عليها.

ويكون الرعى منظماً عندما يكون معدل نمو الحشائش أكثر من معدل استهلاك الحيوانات لهذه الحشائش و يفيد الرعى المنظم فى خفض نسبة النتج والبخر بإزالة أجزاء من المجموع الخضرى.

أما الرعى فى مناطق الشجيرات والأشجار فيسبب زيادة فى أعداد وأحجام تلك الشجيرات نتيجة ازالة الأعشاب التى تنافسها على الماء. ومن الأمثلة على تدهور المراعى الطبيعية:

• مراعى الساحل الشمالى المطل على البحر المتوسط التى كانت تستخدم فى رعى الأغنام فى الماضى ولكنها تدهورت وأجدبت اليوم نتيجة للرعى الجائر والزيادة السكانية

• البادية السعودية التى تحولت نتيجة للرعى الجائر ، خلال عدة قرون من منطقة مغطاة بالنبات الطبيعى القادر على تجديد نفسه باستمرار إلى منطقة متدهورة ، وبذلك خسرت البلاد مساحة كبيرة من المراعى .

علاج الرعى الجائر

- (١) إنشاء مزارع الأسماك والقشريات لتوفير البروتين.
- (٢) تحويل المخلفات الزراعية إلى علف.
- (٣) تحويل بعض النواتج الثانوية من بعض الصناعات إلى صناعة العلف.

(د) الصيد الجائر للحيوانات البرية والبحرية :

نسمع أحيانا أن بحيرة أو نهرا أصبح خالياً من الأسماك أو أن نوعاً من الأسماك قد اختفى من البحر ، فقد اختفى ٤٥ نوعاً من الطيور كما انقرض ٤٠ نوعاً من الثدييات فى القرنين التاسع عشر والعشرين نتيجة لملاحقتها بالشباك والأسلحة المتقدمة. وإنقراض الحيوان يكون نتيجة قتل أو صيد مجموعة منه إلى الحد الذى تصبح فيه أعدادها قليلة جداً غير قادرة على استمرار التكاثر وهو ما يعرف بالصيد الجائر. وترجع أسباب القتل والصيد الجائر للحيوانات فى البر والبحر أساساً إلى أهمية هذه الحيوانات كمصدر للغذاء يضاف إلى ذلك أسباب أخرى كما فى حالة الحيوانات البرية لتوفير الكساء والتي تناقصت أعدادها الى الحد الذى يهدد بانقراضها كما فى حالة حيوانات الفراء (المنك مثلاً) وكما فعل المستوطنون الأوائل فى أمريكا عندما قتلوا الملايين من قطعان الجاموس الأمريكى (البيسون).

علاج الصيد الجائر :

- (١) إنشاء المحميات الطبيعية للمحافظة على الأنواع النادرة المهددة بالإنقراض.
- (٢) إنشاء مزارع الأسماك والقشريات لتوفير البروتين.
- (٣) إصدار قوانين تجرم الصيد لأنواع ومواسم محددة وفى عمر محدد حتى تتكاثر هذه الأنواع.
- (٤) رفع الوعى بأهمية الأحياء وذلك لحمايتها والمشاركة فى كافة الاتفاقيات الدولية.
- (١) ترشيد قطع الأشجار وترشيد الصيد فى البر والبحر.

(هـ) إهدار الماء وتلوثه:

يشكل الماء العذب ١٪ من المياه على الأرض ، حيث تشكل مياه البحار والمحيطات ٩٧٪ والثلوج القطبية والثلجات ٢٪ ، ومعنى هذا أن الماء العذب يمثل نسبة محدودة للغاية ، وهى التى تقوم عليها حياة جميع الكائنات الحية فى النظم الإيكولوجية . ونعتمد فى مصر على الماء الذى يوفره لنا نهر النيل ، كما تعتمد عليه دول أفريقية أخرى ، ومن ثم فقد عقدت الاتفاقيات التى تسمح لكل دولة بأخذ نصيبها من ماء النهر.

وبالرغم من ذلك فإننا نسرف فى استخدام الماء عن طريق الري بالغمر والاستخدام الآدمى غير الرشيد، وخاصاً نهر النيل هذا الشريان الحيوى الذى يتعرض أيضاً للعديد من الملوثات المختلفة نتيجة إلقاء مياه الصرف الصحى والمخلفات الزراعية والصناعية السائلة والمنظفات الصناعية دون معالجة. فإذا أضفنا إلى كل ذلك الزيادة المستمرة فى أعداد المستهلكين للماء نتيجة للنمو السكانى

تعتبر الموارد المائية فى مصر من أهم عناصر المنظومة البيئية ونظراً لمحدودية الموارد المائية فكان لزاماً المحافظة عليها من الاهدار والتلوث بجميع صوره وتقوم الدولة بوضع القوانين لحماية النيل من التلوث مع توعية جميع أفراد الشعب لأهمية المحافظة على نهر النيل.

علاج إهدار الماء وتلوثه

- (١) ترشيد الاستهلاك عن طريق الري بالرش أو بالتنقيط و نستخدم ما نوفره من ماء النهر فى زراعة مساحات جديدة.
- (٢) تجنب الري بالغمر وإستخدام الري أو بالتنقيط لتوفير الماء.
- (٣) عدم إهدار الماء فى الإستخدام الشخصى واستخدام صنابير تعمل بالأشعة تحت الحمراء لتوفير الماء.
- (٤) معالجة الماء المستعمل فى المنازل لإستخدامه فى رى الأشجار الخشبية.
- (٥) البحث عن المياه الجوفية الصالحة للرى والإستخدام الشخصى وتخليه مياه البحر وجميع مياه الأمطار.

جهود الدولة لمكافحة تلوث نهر النيل

- (١) تحديد نسبة الملوثات المسموح صرفها على نهر النيل.
- (٢) اختيار المبيدات والأسمدة التى لا تلوث المجارى المائية.
- (٣) إلزام المصانع بمعالجة مياه الصرف الصناعى قبل صرفها فى النيل.
- (٤) التفتيش المستمر على المجارى المائية وإزالة أسباب التلوث.

ثانيا استنزاف الموارد غير المتجددة الطبيعية :

(أ) استنزاف المعادن:

المعادن موارد غير متجددة يستثمرها الإنسان فى شتى نشاطات حياته ، ونحن جميعا نعرف استخدام الحديد والنحاس والألومنيوم والقصدير والذهب والبلاتين وغيرها مما تحويه القشرة الأرضية من كنوز معدنية . ولكن مع زيادة السكان وتقدم الهائل فى التكنولوجيا أصبح نصيب الفرد من المعادن (سيارات ، آلات ، أدوات ، منشآت ، نقود معدنيةالخ) يزداد بسرعة هائلة تكاد تبلغ ثلاثة أمثال سرعة ازدياد السكان ، ولعل الدعوة لايجاد بدائل للمعادن لها ما يبررها بعد أن أكدت الدراسات أن كميات المعادن المتبقية فى الأرض تتراجع بسرعة . ويوصى العلماء بإعادة استخدام المعادن ، وذلك عن طريق صهر المصنوعات المعدنية التى أصبحت غير صالحة للاستعمال ثم إعادة تشكيلها .

علاج استنزاف المعادن

- ١) إستخدام اللدائن (البلاستيك) فى صناعة المواسير بدل المعادن الغير متجددة.
- ٢) إستخدام الطمى والفلسبار فى صناعة الفخار والسيراميك (أوانى الطهي) بدل المعادن الغير متجددة.
- ٣) إعادة إستخدام بطاريات السيارات بعد معالجتها.
- ٤) إعادة معالجة وتشكيل المصنوعات البلاستيك والمصنوعات الزجاجية وإستخدامها.
- ٥) إعادة صهر وتشكيل وإستخدام المعادن الخردة الغير صالحة للاستعمال.

(ب) استنزاف الوقود الحفري :

الفحم والبتروال والغاز الطبيعى موارد غير متجددة ، توجد فى البيئة بكميات محدودة قد تم تكوينهم فى باطن الأرض منذ ملايين السنين . ومعنى هذا أن ما يستهلك منها لا يمكن تعويضه . وقد كان الفحم صاحب الصدارة فى القرن الماضى ، باعتباره الوقود المستخدم فى الصناعة بعد اختراع الآلة البخارية ، ثم حل محله البتروال والغاز

الطبيعى وتزايد استخدامهما يوماً بعد يوم لعدة أسباب:

(١) ذلك لقيمتيهما الحرارية الأعلى من الفحم.

(٢) طبيعة البترول السائلة والغاز الطبيعى الغازية التى ميزتهما عن الفحم من حيث سهولة النقل والتخزين وتموين البواخر والقطارات والطائرات به.

(٣) لأن تكاليف استخراج الفحم أكثر من تكاليف استخراج البترول والغاز الطبيعى.

(٤) أصبح البترول والغاز الطبيعى عصب الحياة ، اليوم يستخدم البترول بكميات ضخمة يومياً فى آلات الاحتراق الداخلى كما يستخدم الغاز الطبيعى كوقود فى المنازل والمصانع.

(٥) وليس البترول مصدر للطاقة فحسب ولكن نشأت فى السنوات الأخيرة العديد من الصناعات الكيميائية التى أساسها مكونات ومشتقات البترول يطلق عليها البتروكيماويات والتى دخلت فى صناعة معظم ما يحتاج اليه الإنسان فى حياته والتى أنتجت الألياف الصناعية والمنظفات ومواد الطلاء والأصباغ وأكياس التعبئة والأدوية وغيرها من الصناعات التى أصبحت من مستلزمات الحياة فى هذا العصر والتى لها عائد إقتصادى أكبر وأقل تلويثاً للبيئة من استخدام البترول كوقود.

ويزداد استهلاك البترول والغاز الطبيعى عاماً بعد عام ، ويوضح أحد التقارير أن استهلاك الفرد للطاقة فى الدول المتقدمة يزداد بنسبة ٣٪ سنوياً ، وأن الدول النامية بدأت تأخذ بالتصنيع ، وقد خطى بعضها خطوات كبيرة فى هذا المجال ، ومن ثم يقدر أن الاستهلاك العالمى من الطاقة يتضاعف كل عشر سنوات.

ومن ثم وجب عدم استنزاف الفحم والبترول والغاز الطبيعى ، والإعداد علمياً وتقنياً لليوم الذى يشح فيه البترول قبل أن ينضب تماماً الأمر الذى سوف يسبب للإنسان الكثير من الضرر، ولما كان الأمر كذلك فقد لجأ العلماء إلى الحصول على الطاقة من مساقط المياه وطاقة الرياح وطاقة المد وغيرها . ولهذا تبذل الجهود نحو الاستفادة بهما.

علاج استنزاف الوقود الحفري

- (١) ترشيد استهلاك البترول والبحث عن بديل.
- (٢) إستخدام طاقة الشمس والرياح وهما أنسب مصادر الطاقة التي يمكن الانتفاع بها في مصر لتوافرها طوال العام بدل البترول والغاز الطبيعي لأنهما موارد غير متجددة.
- (٣) إستخدام الفحم بدل البترول لتوافره أكثر مع حل مشكلة التلوث.
- (٤) إقامة المفاعلات لتوليد الطاقة من الوقود النووي باستخدام اليورانيوم بدل البترول غير أن استخدامها مازال محدوداً بسبب التكاليف الكبيرة واحتياطات الأمان الكثيرة الواجب اتخاذها لحماية الإنسان والبيئة من خطورته.
- (٥) صناعة سيارات تعمل بالكهرباء بإستخدام الخلايا الشمسية لأنها توفر الوقود من البترول ولا تلوث البيئة.
- (٦) تحويل مخلفات الحيوان والمخلفات الزراعية إلى غاز الميثان (البيوغاز) يستخدم كوقود .
- (٧) إعادة إستخدام زيوت السيارات بعد معالجتها.

أسئلة المراجعة

- ١- ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة فى كل مما يأتى:
 - ٢- الاستنزاف هو:
 - (أ) إنقاص الموارد الطبيعية غير المتجددة باستمرار.
 - (ب) استخدام الموارد الطبيعية بين آن وآخر.
 - (جـ) استخراج المعادن والعمل على تصنيعها .
 - (د) استغلال الغابات وقطع أشجارها لتصنيعها.
 - ٣- للمحافظة على نسب العناصر المعدنية بالتربة ينبغى:
 - (أ) حرث الأرض وريها باستمرار.
 - (ب) استخدام المبيدات الحشرية.
 - (جـ) الابتعاد عن زراعة نوع واحد من المحاصيل.
 - (د) أ. ب معا.
 - ٤- لو كنت مسئولاً عن استهلاك البترول سوف تعمل على:
 - (أ) المزيد من استخدامه لتحقيق أرباح سريعة.
 - (ب) عدم استخراجه بكميات كبيرة وتصديره للخارج.
 - (جـ) استخراجه بكميات كبيرة وتصديره للخارج.
 - (د) استخراجه مع ترشيد استهلاكه لإطالة فترة الانتفاع.
 - ٥- ناقش العبارات التالية موضحاً وجه نظرك فى كل منها :
 - (أ) ”يرى البعض تحويل الغابات إلى أراضى زراعية لسد حاجة السكان المتزايدة إلى الطعام“
 - (ب) ”خير طريقة لجعل المواطن يقلل من استهلاكه للماء هى رفع أسعار المياه“.
 - (جـ) يفضل البعض استخدام سخانات تعمل بطاقة الشمس بدلا من السخانات التى تعمل بغاز الميثان (البیوجاز)“
 - (د) يرى البعض إيقاف استخدام البترول كوقود، وقصر استخدامه على إنتاج

البتروكيماويات“

٦- ما مدى صواب أو خطأ الأفعال التالية:

(أ) الزراعات وحيدة المحصول.

(ب) استخدام الأسمدة الكيميائية بدلا من الأسمدة العضوية

(ج) قطع أشجار الغابة لزراعة الأرض.

٧- كيف يمكن معالجة مشكلة استنزاف الموارد الآتية:

(أ) استنزاف التربة الزراعية.

(ب) استنزاف الوقود الحفري.

(ج) استنزاف الماء العذب.

(د) استنزاف المعادن.