الباب الأول

علم الجيولوجيا ومادة الأرض

علم الجيولوجيا (Geology) :

- كلمة من مقطعين هما Geo بمعني الأرض، و logy/logus وهي كلمة لاحقة معناها العلم – اى انها تعني علم الأرض.
- هو العلم الذي يتناول كل ما له علاقة بالأرض ومكوناتها وحركاتها وتاريخها وظواهرها وثرواتها.

الظواهر الطبيعية التى يفسرها علم الجيولوجيا:

١. أن سطح الأرض مكون من قارات ومحيطات وبحار.
٢. تختلف القارات فى تضاريسها من مكان لآخر، حيث توجد سلاسل جبال لها امتداد خاص وأماكن اخرى توجد فيها السهول والوديان.
٣. بعض البحار ضحل نسبيا والآخر عميق يصل عمقه الي ١١٠٠٠ متر.
٤. حدوث براكين فى نطاقات معينة، بعضها يخمد لفترة ثم يبدأ نشاطه فجأة ويخرج منها الصهير والزلازل التي تؤدى لتدمير قرى ومدن بأكملها.
٥. استخراج المعادن والخامات الاقتصادية والبترول والمياه الجوفية بالقرب من سطح الأرض او فى الاعماق.

أفرع علم الجيولوجيا

- **علم الجيولوجيا الطبيعية Physical Geology**
يختص بدراسة العوامل الخارجية والداخلية وتأثير كل منهما على صخور كوكب الأرض.
- **علم الجيولوجيا التاريخية Historical Geology**
يختص باستنتاج وتحديد تاريخ الأرض من خلال دراسة كل انواع الصخور عامة، والصخور الرسوبية خاصة وما تحتويه من حفريات.
- **علم المعادن والبلورات Mineralogy & Crystallography**
يختص بدراسة أشكال المعادن وخصائصها الفيزيائية والكيميائية وصور انظمتها البلورية.
- **علم الطبقات Stratigraphy**
يختص بدراسة القوانين والظروف المختلفة المتحكمة فى تكوين الطبقات الصخرية وأماكن ترسيبها بعد تفتيتها ونقلها بواسطة عوامل طبيعية مختلفة.
- **علم الأحافير القديمة Paleontology**
يختص بدراسة بقايا الكائنات الفقارية واللافقارية والنباتية التي توجد فى الصخور الرسوبية، ومنها نستطيع ان نحدد العمر الجيولوجي لهذه الصخور وظروف البيئة التي تكونت فيها.
- **علم الجيولوجيا التركيبية Structural Geology**
يختص بدراسة التراكيب والاشكال/البنيات المختلفة التي توجد عليها الصخور نتيجة تأثير القوى الخارجية والداخلية والتي تعمل باستمرار على الأرض.
- **علم الجيولوجيا الهندسية Engineering Geology**
يختص بدراسة الخواص الميكانيكية والهندسية للصخور بهدف إقامة المنشآت الهندسية المختلفة مثل السدود والانفاق والكباري العملاقة وناطحات السحاب والأبراج.
- **علم جيولوجيا البترول Petroleum Geology**
يختص بدراسة العمليات التي تتعلق بنشأة البترول (الزيت أو الغاز) وهجرته وتخزينه فى الصخور.

- **علم جيولوجيا المياه الأرضية/الجوفية Hydrology / Hydrogeology**

يختص بدراسة كل ما يتعلق بالمياه الأرضية/الجوفية وكيفية استخراجها والاستفادة منها فى الزراعة واستصلاح الأراضي.

- **علم الجيوكيمياء Geochemistry**

يختص بدراسة الجانب الكيميائي للمعادن والصخور وتوزيع العناصر فى القشرة الأرضية، وتحديد نوع ونسبة الخامات المعدنية فى القشرة الأرضية.

- **علم الجيوفيزياء Geophysics**

يختص بدراسة اماكن تواجد الثروات البترولية والخامات المعدنية وكل ما هو تحت سطح الأرض بعد الكشف عنها بالاجهزة الكاشفة الحساسة.

للاطلاع فقط

- **علم الجيولوجيا البيئية Environmental Geology**

يختص بدراسة المخاطر التي يشكلها التلوث الصادر من الطبيعة، او من الانسان على البيئة (تفاعله فى المحيط الحيوي، والغلاف الصخرى، والغلاف المائي، والغلاف الجوي).

- **علم الجيولوجيا الاقتصادية Economic Geology**

يختص بدراسة الخامات المعدنية ذات القيمة الاقتصادية.

- **علم جيولوجيا التعدين Mining Geology**

يختص بدراسة الجوانب الجيولوجية للمناجم وكيفية استخراج الخامات المعدنية المختلفة منها.

- **علم الترسيب Sedimentology**

يختص بدراسة العمليات التي تتعلق بالترسيب وظروفها المختلفة.

- **علم الجيولوجيا البنائية Tectonics**

يختص بدراسة الحركات البانية للجبال والحركات البانية للقارات والمحيطات وعلاقة كل منهم بالاخر.

- **علم تضاريس الأرض Geomorphology**

يختص بدراسة شكل الأرض ومعالمها الطوبوغرافية المختلفة.

ملحوظة

يرتبط علم الجيولوجيا بالعديد من العلوم الأخرى مثل الأحياء والكيمياء والفيزياء والجغرافيا والفلك والعلوم الهندسية.

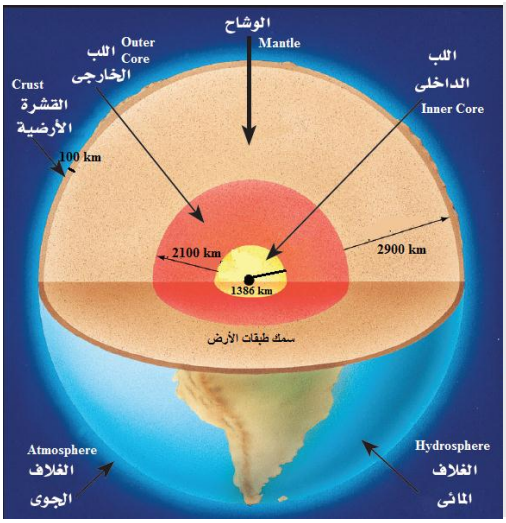
<u>أهمية الجيولوجيا فى حياتنا:</u>

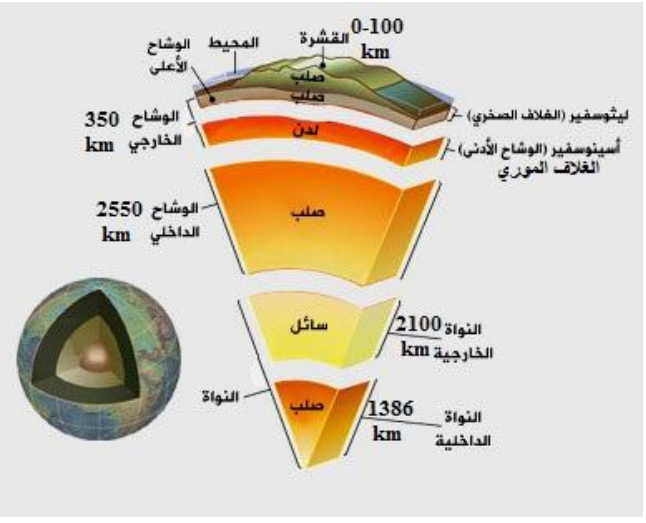
يقوم التطور الصناعي والاقتصادي على علم الجيولوجيا، حيث من أهم فوائدها:

١. التنقيب عن الخامات المعدنية كالذهب والحديد والفضة وغيرها.
٢. الكشف عن مصادر الطاقة المختلفة مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي والمعادن المشعة.
٣. البحث عن مواد البناء المختلفة مثل الحجر الجيري والطفل والرخام والجبس وغيرها.
٤. تساعد فى تخطيط المشاريع العمرانية كبناء مدن جديدة وسدود وأنفاق وشق طرق آمنة من الاخطار والكوارث.
٥. البحث عن المواد الأولية المستخدمة فى الصناعات الكيميائية كالصوديوم والكبريت والكلور، لتصنيع أسمدة ومبيدات حشرية وادوية.
٦. الكشف عن مصادر المياه الأرضية للاعتماد عليها فى استصلاح الأراضي.
٧. تسهم فى انجاح العمليات العسكرية.

مكونات كوكب الأرض

١- القشرة الأرضية ٢- الوشاح ٣- النواة / اللب ٤- الغلاف الجوي ٥- الغلاف المائي ٦- الغلاف الحيوي

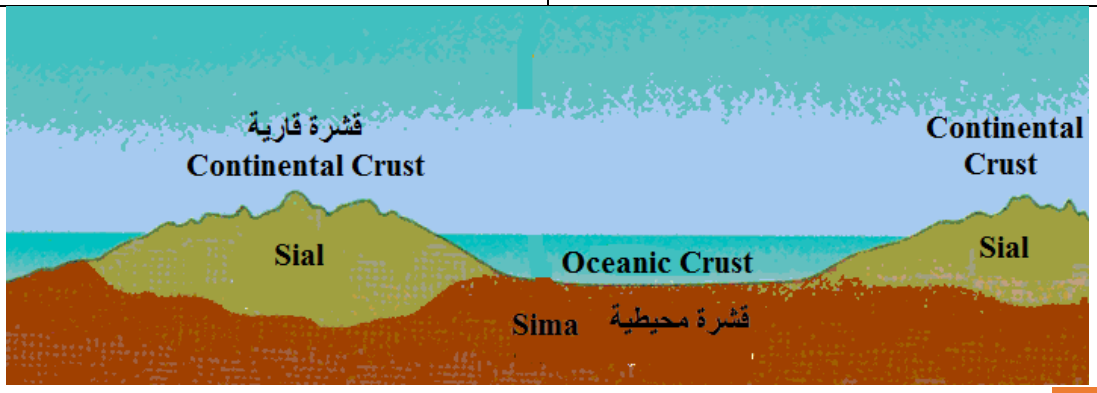




أولا: القشرة الأرضية Crust

- **السمك:** غلاف رقيق يختلف سمك صخوره حسب نوع القشرة الأرضية (قشرة قارية – قشرة محيطية).
- **التكوين:** يتكون من صخور رسوبية ونارية ومتحولة.
- **الطبيعة:** رغم اختلاف الكثافة بين صخور القشرتين (القارية والمحيطية) الا ان القشرة الأرضية فى حالة من التوازن الدائم.
- **أقسامها:** القشرة الأرضية تنقسم إلى:

القشرة القارية Continental Crust	القشرة المحيطية Oceanic Crust
١. سمكها حوالي ٦٠ كم.	١. سمكها حوالى (٨ – ١٢) كم.
٢. توجد في القارات.	٢. توجد تحت البحار المفتوحة والمحيطات.
٣. تتكون من صخور الجرانيت Granite.	٣. تتكون من صخور البازلت Basalt.
٤. تسمى صخور السيال SiAl (سليكون وألومنيوم).	٤. تسمى صخور السيما SiMa (سليكون وماغنسيوم).
للاطلاع فقط	***للاطلاع فقط***
○ كثافتها قليلة (٢,٧) جم/سم^{٣}.	○ كثافتها عالية (٢,٨ – ٣,٦) جم/سم^{٣}.
○ بلورات كبيرة الحجم.	○ بلورات صغيرة الحجم.
○ طبقة غير مستمرة والمحيطات تقسمها الى اجزاء.	○ طبقة كثيفة مستمرة وتوجد تحت المحيط واليابسة.



ثانيا: الوشاح Mantle

- **الحجم:** يكون أكثر من ٨٠ % من حجم صخور الأرض.
- **السمك:** يمتد من أسفل القشرة الأرضية بسمك حوالى ٢٩٠٠ كم.
- **التكوين:** يتكون من أكاسيد الحديد والماغنسيوم والسليكون.
- **أقسامه:** ينقسم الوشاح إلي:

الوشاح العلوي Upper Mantle	الوشاح السفلي Lower Mantle
١. سمكه حوالي ٣٥٠ كم. ٢. يتكون من صخور لدنة مائعة (تتصرف تصرف السوائل تحت ظروف خاصة من الضغط ودرجة الحرارة، وتسمح لانتشار دوامات تيارات الحمل فيها، والتي تساعد على حركة القارات فوقها). ٣. تسمي طبقة الاسينوسفير Asthenosphere.	١. سمكه حوالى ٢٥٥٠ كم. ٢. يتكون من صخور صلبة / صلدة.

للاطلاع فقط

- يوجد غلافين بالوشاح العلوي وهما :

١. **الغلاف الصخري Lithosphere:** يتكون من الجزء الخارجي من الوشاح العلوي بالإضافة الى القشرة الأرضية (قارية أو محيطية).

٢. **الغلاف المائع Asthenosphere:** وهو يلي الغلاف الصخري ويعتبر أضعف طبقة في غطاء الأرض ويحدث به الصهير بين الصخور.

- **سطح موهو (Moho):** هو سطح عدم توافق يفصل بين صخور القشرة الأرضية وصخور الوشاح وعنده يحدث اختلاف فى سرعات الموجات الزلزالية (نسبة للعالم Mohorovicic).

ثالثا: النواة أو اللب Core

- **الحجم:** يمثل حوالى سدس (٦/١) حجم الأرض.
- **السمك:** يبلغ نصف قطره حوالي ٣٤٨٦ كم.
- **الكتلة:** يمثل حوالي ثلث (٣/١) كتلة الأرض، لأنه يتكون من مواد عالية الكثافة.
- **الضغط:** كبير جدا ويعادل ملايين الضغط الجوي.
- **درجة الحرارة:** أعلى من ٥٠٠٠ درجة مئوية.
- **أقسامه:** بفعل تحلل الموجات الزلزالية التي تنتشر فى جوف الأرض عند حدوث الزلازل توصل العلماء إلى أن اللب (النواة) ينقسم إلى:

اللب الخارجي Outer Core	اللب الداخلي/ المركزي Inner Core
١. سمكه حوالي ٢١٠٠ كم. ٢. يتكون من مصهور الحديد والنيكل. ٣. كثافته تصل إلى ١٠ جم/ سم^{٣}. ٤. يقع تحت ضغط يوازي ٣ مليون ضغط جوي.	١. سمكه حوالى ١٣٨٦ كم. ٢. يتكون من صخور صلبة. ٣. كثافتة عالية ١٤ جم/ سم^{٣}.

ملحوظة

تمكن العلماء من تفسير سبب وجود (أصل) المجال المغناطيسي للأرض نظرا لوجود لب خارجي من مواد مصهورة تدور حول لب داخلى صخري صلب.

رابعا: الغلاف الجوي Atmosphere

- **نشأة الغلاف الجوي:**

أثناء تكون بنية كوكب الأرض استطاعت بعض العناصر والمركبات الكيميائية التي كانت تصاحب كتلة المواد المنصهرة أن تظل منفردة فى حالتها الغازية، لتكون على مر السنين الغلاف الجوي الذي يحيط بالأرض احاطة كاملة ويرتفع عن سطح اليابسة مسافة اكثر من ١٠٠٠ كم مخترقا الفضاء الكوني.

- **موقع الغلاف الجوي:**

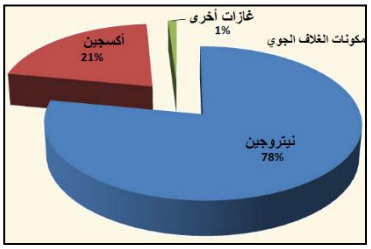
غلاف غازي يحيط بالكرة الأرضية من جميع الاتجاهات.

- **خصائص الغلاف الجوي:**

١. السمك: يرتفع عن سطح اليابسة مسافة اكثر من ١٠٠٠ كم مخترقا الفضاء الكوني.
٢. الكثافة: تقل كثافة الغلاف الجوي بالارتفاع الى أعلى.
٣. الضغط: ينخفض الضغط الجوي الى نصف قيمته لكل ارتفاع قدره ٥,٥ كم لأعلى حتي ينعدم فى الطبقات العليا.

- **مكونات الغلاف الجوي:**

١. غاز النيتروجين N: يشغل ٧٨ % من حجم الهواء.
٢. غاز الأكسجين O: يشغل ٢١ % من حجم الهواء – وتقل نسبته كلما ارتفعنا عن سطح البحر (لذلك يحدث للانسان اختناق عند الارتفاعات الشاهقة).
٣. غازات أخرى: لا تتعدى ١ % من حجم الهواء، واهمها (هيدروجين – هيليوم – أرجون – كريبتون – زينون).
٤. كميات متغيرة من بخار الماء وثاني أكسيد الكربون والأوزون.



خامسا: الغلاف المائي Hydrosphere

- **نشأة الغلاف المائي:**

أثناء وبعد تكون كل من اليابسة والغلاف الجوي، 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 التي كانت قد تشكلت على سطحها أثناء تصلبها وتحجرها، مكونة الغلاف المائي.

- **موقع الغلاف المائي:**

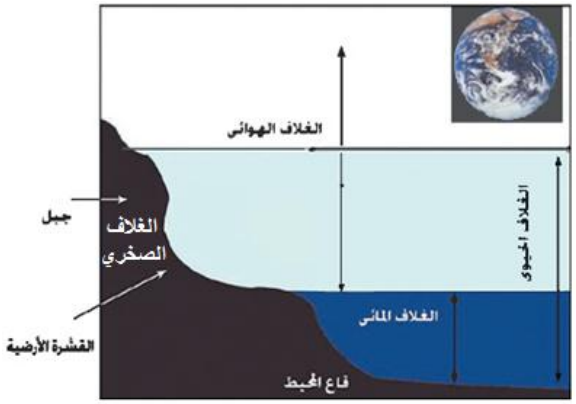
الغلاف المائي يحيط بالكرة الأرضية من جميع الاتجاهات، ولا يقتصر على مناطق احواض البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات ولكنه يتمد الي باطن الأرض ليملأ الفجوات البينية فى التربة والصخور (المياه الأرضية / الجوفية).

مستوى سطح البحر: هو مستوى سطح الماء الذي يحيط بالكرة الأرضية من جميع الاتجاهات وتنسب إليه ارتفاعات الظواهر الطوبوغرافية المختلفة كالجبال والسهول والهضاب والوديان وغيرها، وهو متعارف عليه دوليا.

- **مكونات الغلاف المائي:**

١. المسطحات المائية المتمثلة فى مياه احواض البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات، والتي تغطي ٧٢ % من مساحة الكرة الأرضية (نسبة اليابس ٢٨ % من مساحة الكرة الأرضية).
٢. المياة الأرضية /الجوفية التي تملأ الفجوات البينية فى التربة والصخور الموجودة بباطن الأرض.

سادسا: الغلاف الحيوي Biosphere



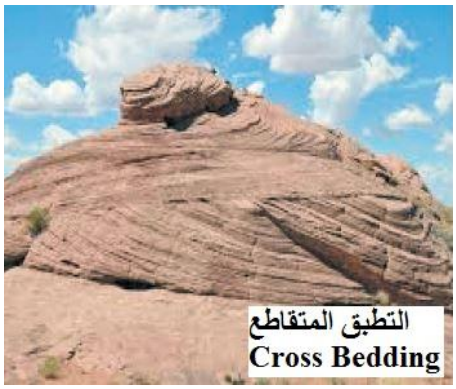
- **مفهوم الغلاف الحيوي:**
هو الحيز الذي توجد فيه الحياة على سطح الأرض.
- **حدود الغلاف الحيوي:**
يمتد فى المسافة بين أكبر عمق فى البحار حتي أعلى ارتفاع فى الجبال بينهما حياة، ولا يزيد أقصى سمك له عن ١٤ كم تقريبا.
- **مكونات الغلاف الحيوي:**
يشمل جميع الكائنات الحية واجزاء من القشرة الأرضية والغلاف المائي والطبقات السفلى من الغلاف الجوي، وهي توفر الشروط والظروف الملائمة لحياة هذه الكائنات الحية على كوكب الأرض.
- **كيفية الاستفادة من الغلاف الحيوي:**
لكي يستفيد الانسان من مكونات الغلاف الحيوي يجب ان يسير فى ثلاث خطوات، وهي:
١. اكتشاف فائدة هذا المكون.
٢. اختراع وسيلة للحصول عليه، وتطوير هذه الوسيلة.
٣. السعي لكي يجعله مورد دائم او تروة متصلة.
- **وحدة بناء الغلاف الحيوي:**
هي النظام الأيكولوجي (النظام البيئي) – Ecosystem – وبالتالي يتكون الغلاف الحيوي من مجموعة من النظم الأيكولوجية، ومن أمثلتها (الغابة – الصحراء – الواحة – النهر – البحر – إلخ).
النظام الأيكولوجي: نظام يصف كل ما يتعلق بالكائنات الحية والمكونات الغير حية من تفاعلات وتبادلات فى حيز محدود من الطبيعة.

التراكيب الجيولوجية فى صخور القشرة الأرضية

ان صخور القشرة الأرضية (خاصة الرسوبية منها) لا يبقى على الحالة التي نشأت عليها عند تكوينها، ولكنها تتعرض دائما ومن وقت لآخر لقوى داخلية وخارجية من نوع ما تجعلها تتخذ أوضاعا وأشكالا جديدة، والتي تعرف بالتراكيب الجيولوجية (Structure).

انواع التراكيب الجيولوجية Structure:

التراكيب الجيولوجية الأولية Primary Structures	التراكيب الجيولوجية الثانوية Secondary Structures
١. هي الأشكال التي تتخلف بالصخور تحت تأثير عوامل مناخية وبيئية خاصة، مثل الجفاف والحرارة وتأثير الرياح والتيارات المائية وغيرها – بدون أي تدخل يذكر من جانب القوى التكتونية والحركات الأرضية. ٢. أنواعها (فى الصخور الرسوبية): التطبق المتقاطع Cross Bedding – علامات النيم Ripple Marks – التدرج الطبقي Graded Bedding – التشققات الطينية Mud Cracks – وغيرها من التراكيب التي تعتبر من أهم التراكيب الجيولوجية الاولية واكثرها انتشارا فى صخور القشرة الأرضية	١. هي التشققات والتصدعات الضخمة والإلتواءات العنيفة التي تشوه صخور القشرة الأرضية. * تسمى أيضا التراكيب الجيولوجية التكتونية، نظرا لكونها بنيات تكونت بفعل القوى المنبعثة من باطن الأرض، والتي يتسبب عنها (حدوث زلازل – هياج البحار والمحيطات وتقدم مياهها وانحسارها عن اليابسة – زحزحة القارات وحركتها حول بعضها). ٢. أنواعها: الطيات أو الثنيات Folds – الفوالق أو الصدوع Faults – الفواصل Joints.



للاطلاع فقط

- تتكون التراكيب الجيولوجية الاولية Primary Structures أثناء او بعد تكون الصخر، وتتواجد فى الصخور الرسوبية والصخور النارية فقط، وذلك كالتالي:
  ١. عند تحول الفتات الصخري Sediments إلى صخر رسوبي Sedimentary Rock.
  ٢. عند تحول الصهير /الماجما Magma/Lava إلى صخر ناري Igneous Rock.
  ٣. غير متواجد فى الصخور المتحولة Metamorphic Rocks وذلك لانها ناتجة من تحول الصخور الرسوبية او الصخور النارية.
- فى الصخور الرسوبية يوجد سطح فاصل بين كل طبقة والاخرى (أعلى او أسفل) وبالتالي كل طبقة يوجد لها سطح علوي وسطح سفلي، وهذا السطح يكون متوافق Conformable او يكون غير متوافق Unconformable نتيجة حدوث اي ظروف خاصة (تراكيب جيولوجية ثانوية – تعرية – انقطاع فى الترسيب) وبالتالي يكون ما يسمى **بسطح عدم التوافق Unconformity Surface**.
- تتواجد التراكيب الجيولوجية الثانوية Secondary Structures فى كل انواع الصخور (الصخور الرسوبية – الصخور النارية – الصخور المتحولة).
- بعض مبادىء علم الطبقات الهامة جدا:

١. **مبدأ الوتيرة الواحدة Uniformitarianism:** الحاضر مفتاح الماضي – وبالتالي فان ملاحظتنا للعوالم الطبيعية كالرياح والزلازل وغيرها تساعدنا على فهم العديد من الظواهر القديمة من ملايين السنين.
٢. **مبدأ تعاقب الطبقات Superposition:** الطبقة الأقدم أسفل والطبقة الأحدث أعلى، مالم يحدث تراكيب جيولوجية ثانوية Secondary Structures.
٣. **مبدأ الأفقية الأصلية Original Horizontality:** الأصل فى ترسيب الطبقات ان يكون أفقيا وموازيا لسطح البحر، مالم يحدث تراكيب جيولوجية ثانوية.
٤. **مبدأ علاقة القواطع Cross Cutting:** القاطع أحدث من المقطوع.
٥. **مبدأ تعاقب الأحياء الحيوانية والنباتية Faunal & Floral Succession:** تتعاقب المتحجرات النباتية والحيوانية بشكل ثابت ونظام محدد وذلك نتيجة لعملية التطور العضوي (وهو أساس تقسيم تاريخ الأرض)، ويعد من أهم مباديء علم الجيولوجيا التاريخية Historical Geology ويستخدم لتحديد أعمار الوحدات الصخرية والعصور الجيولوجية.
٦. **مبدأ الاحتواء Inclusion:** الطبقات الصخرية التى تحتوي على قطع صخرية من طبقة ثانية مختلفة عنها، فان الطبقة الاولى تكون أحدث من الثانية (مثال: طبقة X ترسبت وتعرضت للتعرية ثم ترسب بعض القطع منها مع الطبقة الاحدث Y – وبالتالي الطبقة الاحدث Y ستحتوي على قطع صخرية من الطبقة X).

أنواع التراكيب التكتونية (التراكيب الجيولوجية الثانوية)

أولا: الطيات أو الثنيات Folds

- **تعريف الطية:**

هي انثناء أو تجعد يحدث لصخور القشرة الأرضية، وقد تكون بسيطة تتكون من ثنية واحدة أو غالبا ما تتكون من عدة ثنيات متصلة، وهي تنشأ غالبا نتيجة تعرض سطح القشرة الأرضية لقوى ضغط.

- **أماكن تواجد الطيات:**

تتواجد الطيات فى كل أنواع الصخور ولكنها تتواجد بصورة أكثر وضوحا فى الصخور الرسوبية لأنها تظهر على شكل طبقات تختلف فى سمكها وامتدادها فى الطبيعة من مكان لآخر.

- **أهمية الطيات:**

تعتبر الطيات من أهم التراكيب الجيولوجية الثانوية (التكتونية) حيث ان لها أهمية جيولوجية واهمية اقتصادية كبيرة، تتمثل فى الآتي:

١. تشكل المكامن Reservoirs أو المصايد Traps التي يتجمع فيها زيت البترول الخام والمياه الجوفية أو يترسب فيها الخامات المعدنية. (أهمية اقتصادية)
٢. تحديد العلاقة الزمنية بين الصخور من حيث الأقدم والأحدث. (أهمية جيولوجية)
٣. يستدل منها على أحداث جيولوجية. (أهمية جيولوجية)

- **الخصائص الجيولوجية للطيات:**

١- تشغل مساحات متباينة من القشرة الأرضية، تتراوح بين بضعة أمتار وعشرات الكيلومترات المربعة فى المنطقة الواحدة.
٢- نادرا أن تجد طية واحدة منفردة فى الطبيعة، ولكن غالبا ما تجد عدة طيات متصلة معا.
٣- نادرا ما تتواجد الطيات أو تستمر فى الطبيعة فى نظم وأشكال ثابتة، وذلك لأن الطيات غالبا ما تعاني من تكرار عملية الطي فنجد أن الغالبية العظمى منها قد تعقد شكلها بالكسور والتشققات.

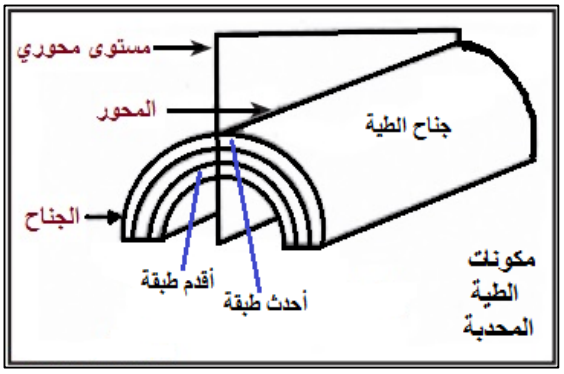
- **أسس تصنيف الطيات:**

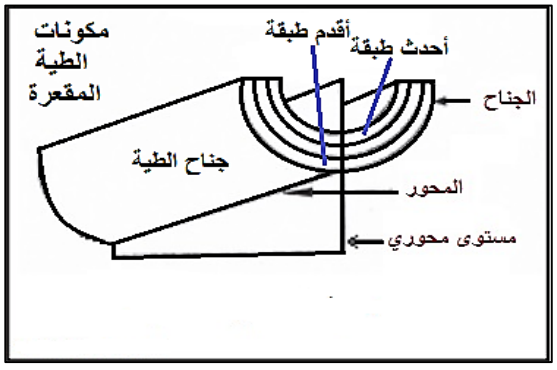
١) المظهر الذي تنكشف عليه الطيات فى الحقل.
٢) الأوضاع التي تتخذها العناصر التركيبية للطية فى الطبيعة.
٣) نوعية وطبيعة القوى التكتونية التي أثرت على الصخور أثناء عملية الطي الميكانيكية.

- **أنواع الطيات:**

رغم أن الطيات لها أشكال عديدة، الا ان أكثرها انتشارا فى صخور القشرة الأرضية هي التالي:

الطيات المحدبة Anticline Folds	الطيات المقعرة Syncline Folds
١. تتميز بأن طبقاتها منحنية لأعلى.	١. تتميز بأن طبقاتها منحنية لأسفل.
٢. أقدم طبقاتها توجد فى المركز.	٢. أحدث طبقاتها توجد فى المركز.





- **عناصر الطية:**

توصف الطيات على اختلاف أحجامها وانواعها بعدة عناصر تركيبية أساسية، منها:

١. المستوى المحوري: هو المستوى الوهمي الذي يقسم الطية بكل طبقاتها المختلفة الى نصفين متماثلين ومتشابهين تماما من جميع الوجوه.
٢. جناحي الطية: يتمثل فى كل من كتلتي الصخور الموجودتين على جانبي المستوى المحوري للطية.
٣. محور الطية: هو الخط الوهمي الذي ينتج عند تقاطع المستوى المحوري للطية مع أي سطح من أسطح طبقاتها المختلفة.

(وحيث أن الطية تحتوي عادة على اكثر من طبقة مطوية واحدة ولكل منها محورها الخاص بها، فإن المستوى المحوري للطية لابد وان يكون شاملا لهذه المحاور جميعها).

ثانيا: الفوالق أو الصدوع Faults

- **تعريف الفوالق:**

هي كسور وتشققات فى الكتل الصخرية التي يصاحبها حركة نسبية للصخور المتهشمة على جانبي مستوى الكسر.

- **عناصر الفالق:**

للفوالق كما للطيات عناصرها التركيبية، أهمها:

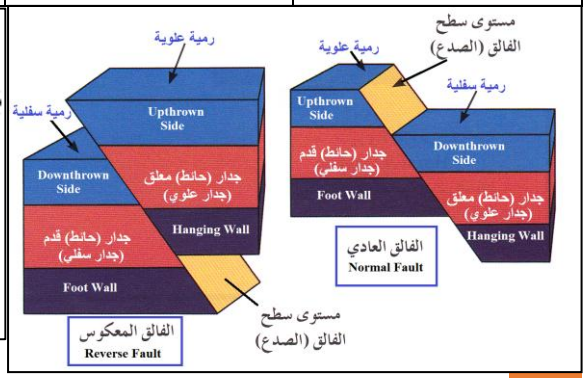
١) مستوى الفالق: هو المستوى الذي تتحرك على جانبيه الكتل الصخرية المتهشمة بحركة نسبية ينتج عنها إزاحة.
٢) صخور الحائط العلوي /المعلق (Hanging Wall): هي كتلة الصخور الموجودة أعلى مستوى الفالق.
٣) صخو الحائط السفلي /القدم (Foot Wall): هي كتلة الصخور الموجودة أسفل مستوى الفالق.

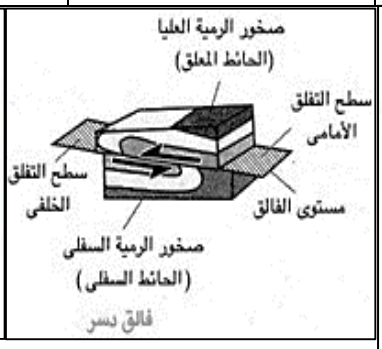
- **أنواع الفوالق:**

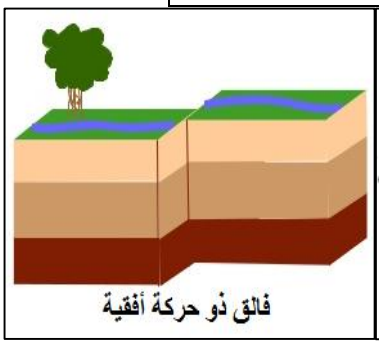
لتحديد نوع الفالق يجب أولا ان نحدد الاتجاه الذي تحركت فيه مجموعة من الصخور الموجودة على احد جانبي مستوى الفالق بالنسبة لاتجاه حركة نفس المجموعة الصخرية على الجانب الآخر.

وعلى هذا الأساس يمكن تصنيف الفوالق كما يلي:

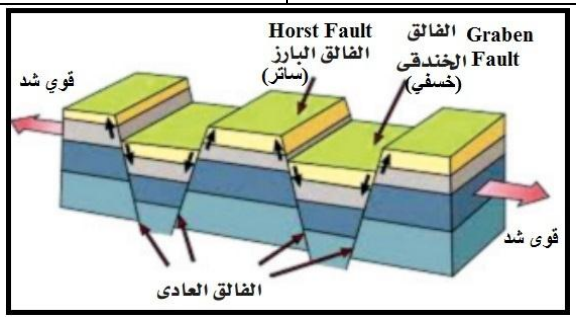
فالق عادي Normal Fault	فالق معكوس Reverse Fault	فالق الدسر / الزحفي Thrust Fault	فالق ذو حركة أفقية Strike-Slip Fault
١. الإزاحة رأسية. **٢. ينتج عن شد الطبقات.** **٣. تتحرك صخور الحائط العلوي (المعلق) إلى أسفل بالنسبة لصخور الحائط السفلي (القدم).**	**١. الإزاحة رأسية.** **٢. ينتج عن ضغط الطبقات.** **٣. تتحرك صخور الحائط العلوي (المعلق) إلى أعلى بالنسبة لصخور الحائط السفلي (القدم).**	**١. هو أحد انواع الفوالق المعكوسة.** **٢. يكون مستوى الفالق أفقيا تقريبا (قليل الميل)، ولذلك يسمى فالق زحفي لأن صخوره المتهشمة تزحف أفقيا تقريبا بمسافة ما على مستوى الفالق.**	**١. الإزاحة أفقية.** **٢. ينتج عن قوي أفقية.** **٣. تتحرك صخوره المهشمة حركة أفقية فى نفس المستوى دون وجود إزاحة رأسية.**







فالق بارز (ساتر) Horst Fault	فالق خندقي (خسفي) Graben Fault
١. الإزاحة رأسية – وينتج عن شد الطبقات. ٢. يحدث عندما تتأثر الصخور بفالقين عاديين يتحدان معا فى صخور الحائط السفلي/القدم (الرمية العلوية) Foot Wall.	١. الإزاحة رأسية – وينتج عن شد الطبقات. ٢. يحدث عندما تتأثر الصخور بفالقين عاديين يتحدان معا فى صخور الحائط العلوي/المعلق (الرمية السفلي)Hanging Wall.



- **أهمية الفوالق:**

تعتبر الفوالق من أهم التراكيب الجيولوجية الثانوية (التكتونية)، حيث ان لها أهمية كبيرة تتمثل فى الآتي:

١. تعتبر الفوالق مصايد للبترول والغاز الطبيعي والمياه الجوفية.
٢. أماكن تصاعد مياه ونافورات ساخنة على مستوى الفالق، كما فى منطقة عيون حلوان بحلوان – والعين السخنة على الساحل الغربي لخليج السويس – وحمام فرعون على الساحل الشرقي لخليج السويس، والتي تستخدم للسياحة والعلاج.
٣. ترسيب معادن الكالسيت والمنجنيز والنحاس وخامات القصدير ذات القيمة الاقتصادية نتيجة صعود مياه معدنية فى الشقوق على طول مستوى الفالق.

- **الظواهر التي تصاحب الفوالق والتي يمكن من خلالها تحديد موقع الفوالق:**

١) انصقال جوانب الفالق مع وجود خطوط موازية لحركة الصخور على مستوى جانبي الفالق.
٢) وجود بريشيا الفوالق وهى فتات من الصخور المهشمة ذات حواف حادة.
٣) وجود بعض الظواهر الأخرى مثل تصاعد نافورات المياه وترسيب المعادن على طول مستوى الفالق.

ملحوظة

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

ثالثا: الفواصل Joints

- **تعريف الفواصل:**

هي كسور متواجدة فى الصخور المختلفة النارية والرسوبية والمتحولة ولكن بدون اية إزاحة.

- **العوامل التي تتوقف عليها المسافة بين كل فاصل وآخر:**

المسافة بين كل فاصل وأخر تختلف من عدة سنتيمترات إلى عشرات الأمتار ويعتمد ذلك على:

١. نوع الصخر.
٢. سمك الصخر.
٣. طريقة استجابة الصخر للقوى المؤثرة عليه.

ملحوظة

قدماء المصريين استفادوا من وجود هذه الفواصل فى الصخور فى بناء معابدهم ومقابرهم وكذلك فى عمل المسلات.

تراكيب عدم التوافق Unconformity

- **سطح عدم التوافق Unconformity Surface:**

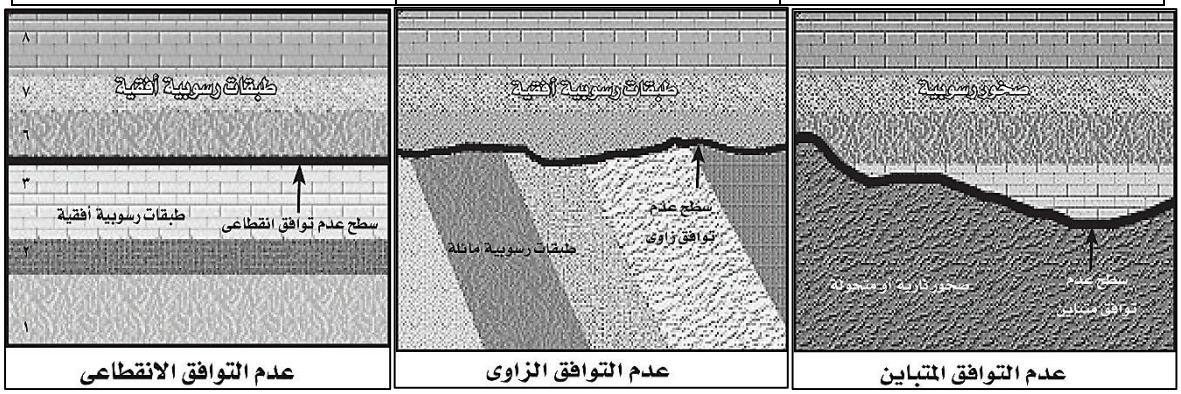
هو سطح تعرية أو سطح عدم ترسيب واضح ومميز يفصل ما بين مجموعتين صخريتين ويدل على غياب الترسيب لفترات زمنية تصل إلى عشرات الملايين من السنين.

- **الشواهد التي تدل على وجود عدم التوافق:**

١) وجود طبقة من الحصى المستدير (الكونجلوميرات) تقع فوق سطح عدم التوافق مباشرة.
٢) تغير مفاجئ فى تتابع المحتوى الحفري بين الطبقات.
٣) اختلاف ميل الطبقات على جانبى سطح عدم التوافق.
٤) وجود تراكيب جيولوجية أو العروق فى إحدى الطبقات وعدم وجودها فى الطبقات الأخرى.

- **أنواع عدم التوافق:**

عدم التوافق المتباين Nonconformity	عدم التوافق الزاوي Angular Unconformity	عدم التوافق الإنقطاعي Disconformity
- يتكون بين الصخور الرسوبية والصخور النارية (أو الصخور المتحولة)، وتكون الصخور الرسوبية هي الأحدث.	- تكون مجموعة الطبقات الأقدم مائلة، أما مجموعة الطبقات الأحدث تكون أفقية، أو تكون المجموعتان مائلتان فى اتجاهين مختلفين.	- يكون بين مجموعتان من الصخور الرسوبية فى وضع أفقي، ويحدث بسبب التعرية او انقطاع الترسيب، ويمكن تمييز الطبقات من خلال المحتوى الحفري لها.



الجيولوجيا التاريخية Historical Geology

الهدف الأساسي لعلم الجيولوجيا هو استنتاج تاريخ الأرض والذي يستطيع الجيولوجي تحديده من خلال دراسة الصخور عامة والرسوبية خاصة وما تحتويه من حفريات.

ورغم الانجازات الكبيرة التي حققها علم الجيولوجيا في العديد من المجالات إلا أن أهمها للمعرفة الإنسانية هو انجاز **التقويم الجيولوجي** المسمى **(بالسلم الجيولوجي أو التقويم الزمني Geologic Column)** حيث توضع الأحداث الجيولوجية في مكانها الصحيح وهذا السلم الجيولوجي لا يوجد في مكان واحد كاملاً وانما يوجد انقطاع حيث تختفي بعض الطبقات وذلك بسبب عمليات التعرية أو انقطاع الترسيب لفترة زمنية وهو ما يسمى **بأسطح عدم التوافق Unconformity.**

استخدمت وسائل متعددة لتقدير عمر الأرض ومنها تحلل المواد المشعة والتي قدرت عمر الأرض بحوالي 4.6 بليون سنة 4600 (مليون سنة) وتطور الحياة التى تعتمد على **حفرية ذات انتشار جغرافي واسع ومدى زمني محدود** وتسمى **(بالحفرية المرشدة Index Fossil)** ، ومن خلال ذلك يقسم تاريخ الأرض إلى دهرين كبيرين هما:

١) دهر الحياة غير المعلومة ويسمى الكريبتوزوي ويبدأ مع بداية تاريخ الأرض وحتى 542 مليون سنة مضت وينقسم إلى ثلاثة أحقاب هي الهاديان والأركي والبروتيروزوي.

٢) دهر الحياة المعلومة ويسمى الفانيروزوي ويمتد من 542 مليون سنة مضت وحتى الآن وينقسم إلى ثلاثة أحقاب هي الحياة القديمة والحياة المتوسطة والحياة الحديثة وكل حقب يقسم إلى عصور والعصر إلى أزمنة.

دهر Eon	حقب Era	عصر Period	زمن Epoch	تطور النباتات والحيوانات
دهر الحياة المعلومة Phanerozoic	حقبة الحياة الحديثة Cenozoic	العصر الرابع Quaternary	الهولوسين Holocene	* ظهور الانسان. * تطور كل من الثدييات والطيور وظهرت الحيوانات الرعوية. * ظهور النيموليت وسادت النباتات الزهرية، ويسمى عصر الثدييات. * حدث انقراض الديناصورات والعديد من الكائنات الأخرى.
			البلستوسين Pleistocene	
		العصر الثالث Tertiary	البليوسين Pliocene	
			الميوسين Miocene	
			الأوليجوسين Oligocene	
			الإيوسين Eocene	
			الباليوسين Paleocene	
	حقبة الحياة المتوسطة Mesozoic	الطباشيري Cretaceous	حقبة الزواحف Reptiles	* انتشرت النباتات الزهرية وظهرت أسماك عظمية حديثة، واختفت الديناصورات مع نهايته وتطورت الطيور وظهرت ثدييات مشيمية.
		الجوراسي Jurassic		* سادت زواحف عملاقة، وظهر أول الطيور وانتشرت ثدييات صغيرة الحجم.
		الترياسي Triassic		* انتشرت الزواحف البرية والمائية والهوائية والأمونيتات، وأول الثدييات.
	حقبة الحياة القديمة Paleozoic	البرمي Permian	حقبة اللافقاريات Invertebrates	* انتشرت نباتات بذرية حقيقية، وبداية الزواحف، وازدهرت الحياة البحرية.
		الكربوني Carboniferous		* ظهور أشجار حرشفية وسراخس كونت الفحم، وانتشار البرمائيات.
		الديفوني Devonian		* بداية النباتات معراة البذور والأشجار والحشرات، وسيادة الأسماك.
		السيلوري Silurian		* بداية النباتات الوعائية، وبداية الأسماك (أول الفقاريات).
		الأوردوفيشي Ordovician		* بداية النباتات الخضراء والفطريات على اليابس، وتنوعت اللافقاريات.
		الكمبري Cambrian		* سيادة ثلاثية الفصوص، وبداية الكائنات الهيكلية.
دهر الحياة غير المعلومة Precambrian or Cryptozoic	البروتيروزوي Proterozoic	يطلق عليه ما قبل الكمبري ويمثل 87 % من عمر الأرض.		* طحالب خضراء وبداية الكائنات عديدة الخلايا.
	الأركي Archean			* بداية الكائنات وحيدة الخلية مثل البكتريا اللاهوائية - أقدم الصخور.
	الهاديان Hadean			* نشأة الأرض وأغلفتها (الصخري والجوي والمائي).

وبدراسة السجل الجيولوجي ثبت وجود تقدم للبحر على اليابس وتراجع له فتكونت فترات ترسيب وفترات انقطاع ترسيب أو تعرية مما أدى إلى تكون تراكيب جيولوجية هى تراكيب عدم التوافق.