

جامعة الفرات الاوسط التقنية
المعهد التقني – النجف



قسم التقنيات المدنية
فرع تقنيات المساحة
المرحلة الاولى

علم سطح الارض

م.د. رسل حسين علي

مقدمة حول موضوع علم سطح الارض وعلاقته بالعلوم الاخرى والمساحة

علم الجيولوجيا (Geology):

يعتبر علم الجيولوجيا من العلوم ذات التطبيقات المتعددة في مختلف جوانب الحياة الانسانية، ويعتبر هذا العلم احدى الوسائل المهمة في التعرف على بعض الامور التي تحدث في الطبيعة ويحاول ايجاد الحلول للسيطرة عليها مثل الظواهر الطبيعية الخطرة كالزلازل والبراكين، كما انه يوفر امكانيات هائلة لاستخراج المعادن والخامات التي تعتبر اساسية في حياة الفرد اليومية.

ان علم الجيولوجيا يعتبر من العلوم الحديثة نسبيا بالرغم من اهتمام الانسان لهذا العلم يرجع الى العصور القديمة وخاصة المتعلقة بالظواهر للكوارث الطبيعية (الزلازل، البراكين، الفيضانات،.....).

ان كلمة الجيولوجيا (Geology) مكونة من مقطعين (Geo) مأخوذة من الاغريقية و التي تعني الارض و المقطع (logy) المأخوذة من الاغريقية أيضا و التي تعني العلم أو النظرية، و بالتالي فأن الجيولوجيا يعني دراسة الارض أو علم دراسة الارض.

و لعلم الارض كباقي العلوم الاخرى له فروع مهمة اخرى و لها تطبيقاتها المختلفة المهمة، ومن هذه الفروع :

- ١- علم البلورات ، ٢- علم المعادن، ٣- علم الصخور، ٤- علم طبقات الارض، ٥- علم سطح (أوشكل) الارض Geomorphology ، ٦- علم المتحجرات، ٧- علم الجيوكيمياء، ٨- علم الجيوفيزياء، ٩- جيولوجيا النفط، ١٠- جيولوجيا المناجم، ١١- الجيولوجيا التركيبية، ١٢- الجيولوجيا الاقتصادية، ١٣- الجيولوجيا البيئية، ١٤- الجيولوجيا الهندسية، ١٥- الجيولوجيا المائية و ١٦- الجيولوجيا العسكرية.

اما بالنسبة الى تطبيقات العلوم الجيولوجية فهي كثيرة و متنوعة، ومنها:

- ١- استكشاف و استخراج وتقييم الخامات و الترسبات و المعادن الطبيعية المختلفة مثل النفط و الغاز والمعادن والمياه الخ.
- ٢- دراسة و تخطيط المشاريع الهندسية المختلفة و اختيار مواقع البناء و اقامة السدود و الانفاق، و تتضمن مثل هذه الدراسات معرفة الصفات الجيولوجية الهندسية للصخور و الترب المختلفة و مقدار التحمل. و هذا النوع من الدراسة (الجيولوجيا الهندسية) هو حقل وسط بين الجيولوجيا و الهندسة المدنية و هندسة المناجم والنفط.
- ٣- التنبؤ بالازلازل والبراكين والظواهر الطبيعية الاخرى كالفيضانات و محاولة السيطرة عليها و يعنى هذا الجانب علم الجيوفيزياء بفروعه و علم البراكين.
- ٤- مكافحة التلوث و الانخفاضات التي تحدث في التربة نتيجة اقامة المنشآت على سطح الارض و يسمى هذا العلم بالجيولوجيا البيئية.
- ٥- الدراسات المناخية و دراسة الاغلفة الجوية المختلفة للارض و يسمى بعلم الانواء الجوية.
- ٦- تحديد مواقع الترسبات بواسطة الاقمار الصناعية و التحسس النائي والاستشعار عن بعد.
- ٧- وهناك تطبيقات اقل شيوعا مثل تطبيقات الجيولوجيا في القضايا العسكرية و الجيولوجيا الطبية و علم الجيولوجيا الجئائية، و تطبيقات اخرى في مجال الزراعة و الري و في دراسة مصادر البحار و الثروات المعدنية الموجودة فيها.

علاقة العلوم الجيولوجية بالعلوم الاخرى :-

هناك جوانب تطبيقية مهمة في علم الجيولوجيا ولها علاقة واضحة بالعلوم الاخرى، مثل الجيوفيزياء أو فيزياء الارض وهو العلم الوسطى بين الفيزياء والجيولوجيا، وهناك الجيوكيمياء أو كيمياء الارض والذي نتج عن دمج الكيمياء بمختلف فروعها مع الجيولوجيا. كما وان علم المتحجرات يعتبر علم وسطى بين الجيولوجيا وعلوم الحياة، كذلك هناك علاقة واضحة بين الجيولوجيا بعلم الجغرافية، لأن أحد فروع الجيولوجيا الذي هو (علم الجيومورفولوجي) يدرس شكل الاض وتضاريسها ويتداخل بشكل قوي مع علم الجغرافية. وايضا ترتبط الجيولوجيا مع

العلوم الهندسية وبشكل خاص الهندسة المدنية مما أدى نشوء فرع هجين هو فرع (الجيولوجيا الهندسية) الذي يعني دراسة الصفات الجيولوجية والهندسية للصخور والترسبات وله تطبيقات مهمة في البناء وإنشاء الأنفاق والسدود والخزانات تحت السطحية وأعمال المناجم. كما وأن الجيولوجيا علاقة وثيقة بهندسة النفط بحيث يتعاون العلماء معا في تطوير التقنيات المستخدمة في استخراج النفط وعند حفر الآبار النفطية.

علاقة الجيولوجيا بعلم المساحة

ان الغرض من عملية المسح هو تحديد مواقع نقاط على أو بالقرب من سطح الارض و شمل ذلك قياس المسافات والزوايا (الاتجاهات) ورسم الخرائط المختلفة والمقاطع وتحديد ارتفاع نقاط معينة فوق وتحت مستوى معين أي على اعماق مختلفة كما في علم المساحة المنجمية ورسم شكل الارض والتضاريس والحدود. لذلك فان علم المساحة كما يدل من الاسم يعني مسح سطح الارض ويحتاج المساح الذي يقوم بأعمال المسوحات هذه الى معرفة انواع الترسبات والصخور وتميزها في الحقل واستخدام الرموز القياسية المختلفة للتعبير عنها وتنبيئها فوق الخارطة.

ان فروع الجيولوجيا الذي يهتم بدراسة شكل الارض وتضاريسها هو علم الجيومورفولوجيا ومن الواضح هنالك علاقة واضحة بين العلمين، كما ان المساح يحتاج الى معرفة لبعض التطبيقات حول فروع الجيولوجيا بشكل عام والجيولوجيا الهندسية بشكل خاص في بناء المنشآت والأنفاق والسدود وهي اعمال تحتاج الى مسوحات تفصيلية دقيقة قبل تنفيذ الاعمال.

(الملاح الرئيسية للقشرة الارضية و باطن الارض و القارات و المحيطات)

الغلاف الخارجى للارض:

ان الارض يمكن ان توصف من الناحية الفيزيائية على انها كتلة من الصخور المختلفة و ان الاغلفة الرئيسية لها هي :

الطبقة الاولى: القشرة أو الليتوسفير و تمثل الجزء الصلب او الغلاف الصلب.

الطبقة الثانية: الغلاف المائي او الهيدروسفير.

الطبقة الثالثة: طبقة الهواء الخارجية او الغلاف الغازي (اتموسفير).

الطبقة الرابعة: الغلاف الحيائي او الغلاف البايولوجي.

١-البايوسفير: فهو الغلاف الحيائي الموجود على الكرة الارضية من نباتات وكائنات اخرى كبيرة وصغيرة و كائنات مجهرية و فطريات و مرجانيات و حيوانات بحرية الخ، فهذا الغلاف مهم من الناحية الجيولوجية و خاصة من حيث نواتجها مثل النفط و الغاز.

٢-اتموسفير: هي طبقة من الغازات و البخار تغلف الرض، و هي بالاساس خليط من النتروجين و الاوكسجين مع كميات قليلة من بخار الماء و غاز ثاني اوكسيد الكربون، و غازات خاملة. و من الناحية الجيولوجية يعتبر طبقة مهمة من حيث الطقس و المناخ (الرياح و الامطار و الثلوج).

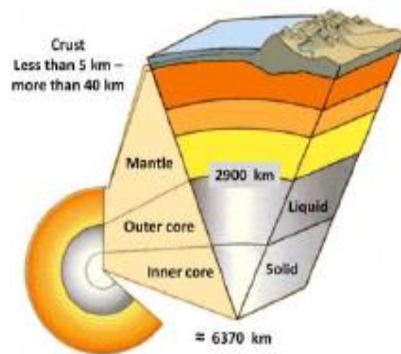
٣-الهيدروسفير: يشمل البحار و المحيطات و البحيرات و الانهار..... الخ. و تغطي $\frac{3}{4}$ من مساحة الكرة الارضية.

٤-الليثوسفير: و هي الصلابة الخارجية للارض الصلبة و تسمى ايضا (القشرة) و هي مكونة من الصخور و التربة و بعض الترسبات الرخوة.

2- الجبة (Mantle) : وهي الطبقة التي تقع أسفل القشرة حيث يفصل بينهما حد فاصل يسمى باسم انقطاع أو عدم استمرارية (موهو) أو انقطاع (M) وهي تسمية مختصرة لمكتشفه العالم موهورفيك سنة 1909 م , حيث تكون سرعة الموجات الزلزالية حوالي (7.2) كم /ثا خلال الصخور التي تقع فوق انقطاع موهو (أي في طبقة القشرة) في حين تزداد سرعة الموجات بشكل مفاجيء الى حوالي (8.1) كم /ثا تحت الانقطاع . وتدل معظم الدراسات ان صخور الجبة هي صخور نارية فوق قاعدية وكثافتها حوالي (3.4) غم/سم³ أي أكثر من (3) غم/سم³.

3 - القشرة (Crust) : سمك القشرة يكون متغير سواء في المناطق اليباسية او في القيعان البحار والمحيطات، كما وان القارات نفسها لها ارتفاعات مختلفة من السهول والهضاب والسهول الجبلية و التي ترتفع في بعض المناطق الى أكثر من ٨٠٠٠ م مثل جبال الهمالايا.

لذلك فان طبقة القشرة الارضية اما ان تكون سميكة قد تصل الى ٤٠ كم و هي عادة في مناطق القارات (اليباسية) في هذه الحالة تسمى بالقشرة القارية، او ان تتواجد أسفل البحار والمحيطات و تكون في هذه الحالة طبقة غير سميكة حوالي ٥ كم و تسمى بالقشرة المحيطية.

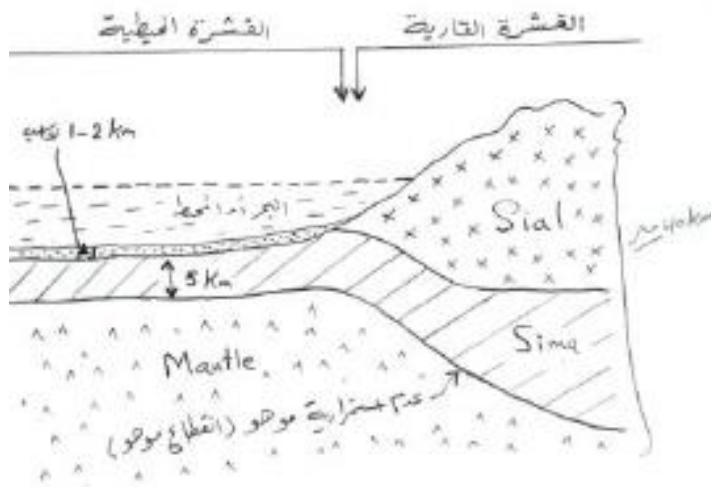


شكل يوضح المكونات الرئيسية للأرض

ونوعية الصخور السائدة في القشرة الأرضية تقع في مجموعتين رئيسيتين وهي :-

أ- طبقة السيل (Sial) : وهي مجموعة من الصخور الفاتحة اللون مثل صخرة الكرانيت والانواع المشابهة لها والترسبات مثل الحجر الرملي. وتتميز بوزن نوعي أو كثافة يبلغ حوالي (2.7) غم/سم³. ومن الناحية الكيميائية فإن الصخور كمعدل عام تكون غنية بالسليكا (SiO_2) أي بين (65-75%) بالإضافة الى الألومينا التي توجد بكثرة فيها.

ب- طبقة السيم (Sima) : وهي مجموعة الصخور الغامقة اللون و الثقيلة تتكون بشكل اساسي من صخور البازلت و الانواع المشابهة لها، و تتميز بوزن نوعي او كثافة تتراوح بين (2.8-3) غم/سم³ حيث تشمل مجموعة الصخور القاعدية و كذلك الصخور فوق القاعدية. و من الناحية الكيميائية فإن هذه الصخور كمعدل عام تكون نسبة السليكا فيها (50%) اي اقل من المجموعة اعلاه، بينما تكون نسبة اكاسيد الحديد و المغنيسيوم اكثر من السابقة.



شكل يوضح طبقات القشرة الأرضية

(الصخور . تعريفها . انواعها . دورتها في الطبيعة)

الصخرة : هي اي تجمع للمعادن سواء كانت لنفس المعدن أو لمعادن مختلفة. والعلم الذي يختص بدراستها يسمى بعلم الصخور (Petrology).

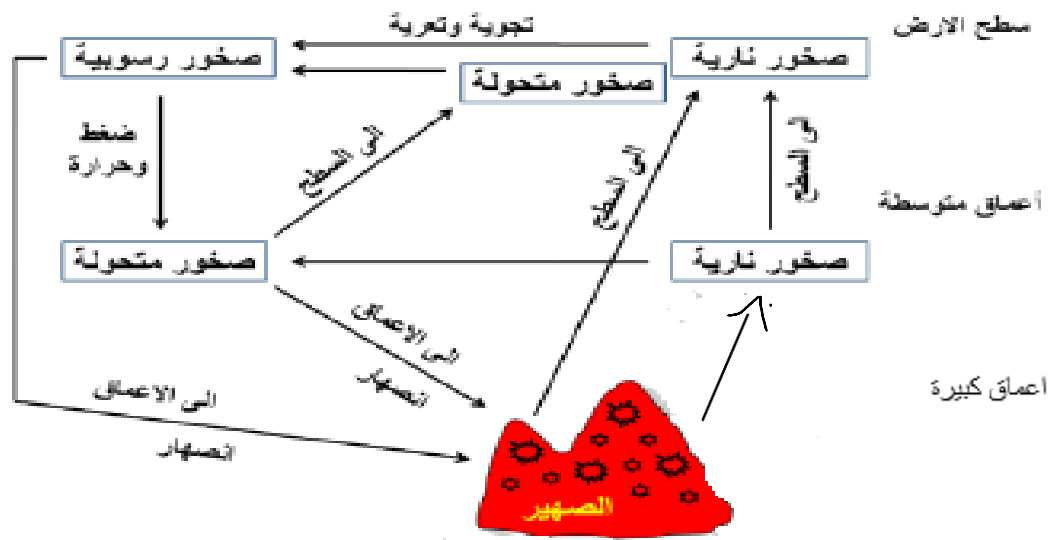
من خلال الدراسات العديدة للصخور وبالأعتماد على طريقة تكوينها امكن تقسيم الصخور الى ثلاثة مجاميع رئيسية وهي :-

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1 - الصخور النارية | Igneous Rocks |
| 2 - الصخور الرسوبية | Sedimentary Rocks |
| 3 - الصخور المتحولة | Metamorphic Rocks |

دورة الصخور في الطبيعة

أولا نبدأ من باطن الأرض ومن أعماق كبيرة حيث تتوفر ظروف الحرارة والضغط الى درجة بحيث تجعل الصخور فيه بحالة منصهرة نسميها الصهير (Magma), ومن هذه الاعماق الكبيرة اذا ما وجد هذا الصهير منفذا لخروجه الى السطح فانه يتدفق على شكل حمم بركانية (Lava) من فوهات البراكين, ونتيجة انخفاض درجة حرارته بعد وصوله الى السطح تتصلب معادنه ومكوناته ببيئة صخور صلبة نسميها بالصخور النارية البركانية أو السطحية (Volcanic Rocks). أما الصهير الذي لم يستطع الوصول الى السطح فيبقى في الاعماق فتتخفض درجة حرارته تدريجيا وتبلور مكونة صخور نسميها بالصخور الجوفية أو الباطنية (Plutonic Rocks). وفي كلتا الحالتين نظرا لتكون هذه الصخور من مادة منصهرة ذات درجة حرارة عالية جدا تتجاوز الالاف الدرجات المؤية لذلك نسميها بالصخور النارية (Igneous Rocks). بعد ذلك ونتيجة العوامل الجوية التي تتعرض لها هذه الصخور سواء التي تصلبت على السطح (الصخور البركانية) أو التي تكونت (تصلبت) في الاعماق (الصخور الجوفية) ثم خرجت الى السطح نتيجة قوى الحركات الأرضية, ففي كلتا الحالتين فان هذه الصخور تتعرض الى عمليات التعرية بواسطة الظروف الجوية والمناخية المختلفة مثل المياه والهواء والتلوج ... الخ , فالمواد الناتجة من التعرية تنتقل اما على شكل فتات عالقة بواسطة المياه الجارية أو الهواء أو العوامل الأخرى أو انها تنتقل على شكل مواد ذائبة بواسطة المياه وبعد ذلك وتحت ظروف ملائمة تترسب هذه المواد العالقة والذائبة وتتصلب على شكل صخور رسوبية (Sedimentary Rocks), وبعد تكون هذه الصخور فاما ان تتعرض الى عوامل التعرية مرة ثانية أو انها تنغمر (مع الانواع الأخرى من الصخور) وتدخل الى اعماق كبيرة نتيجة الحركات الأرضية. فإذا استقر على اعماق متوسطة بحيث تسود ظروف جديدة من حرارة وضغط فان هذه الصخور تتحول الى نوع آخر نتيجة هذه الظروف فباتالي نسميها بالصخور المتحولة (Metamorphic Rocks). أما اذا دخلت الى اعماق كبيرة جدا ذات درجات حرارة وضغط عاليين فانها ستصهر مكونة الصهير. نفس الشيء بالنسبة للصخور المتحولة ممكن ان تظهر الى السطح وتلاقي الظروف الجوية الموجودة على السطح وعمليات التعرية.

الشكل التالي يلخص دورة الصخور في الطبيعة



(المعادن، الخواص الطبيعية لها مع الامثلة)

المعدن :- مادة صلبة لاعضوية طبيعية الوجود تتميز بتركيب ذري داخلي معين (بلوري) وله تركيب كيميائي محدد وصفات طبيعية معينة ومميزة.

قسم من المعادن تكون على شكل معادن مستقلة (عناصر مستقلة) مثل الذهب أو الماس ولكن معظم المعادن تكون بصيغة مركبات من عنصرين أو أكثر. ويشكل عام تقسم المعادن حسب مكانها إلى المحاسن التالية :-

1- مجموعة المعادن العنصرية (التي تتكون من عنصر واحد) أو تسمى بالعناصر الحرة مثل :-

الذهب Gold Au ، الفضة Silver Ag ، الكبريت Sulfur S ، الماس Diamond C الخ.

2- مجموعة معادن الأكاسيد مثل :-

المغنيتيت Magnetite Fe_3O_4 ، الهيماتيت Hematite Fe_2O_3 ، الكورندوم Corundum Al_2O_3

3- مجموعة معادن الكبريتيدات مثل :-

بايرايت Pyrite FeS_2 ، كالينا Galena PbS

4- مجموعة معادن الكربونات مثل :-

الكالسيت Calcite $CaCO_3$ ، دولوميت Dolomite $CaMg(CO_3)_2$

5- مجموعة معادن الكبريتات مثل :-

الجبس Gypsum $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ، بارايت Barite $BaSO_4$

6- مجموعة معادن الهاليدات مثل :-

الهالايت (ملح الطعام) Halite (Rock Salt) $NaCl$ ، الفلورايت Fluorite CaF_2

7- مجموعة معادن الفوسفات مثل :-

ابتايت Apatite $Ca_5F(PO_4)_3$

8- مجموعة معادن السليكات (هذه المجموعة تتألف أكثر من 90% من مكونات القشرة

الارضية) مثل :- كوارتز Quartz SiO_2 ، أورثوكليس Orthoclase $KAlSi_3O_8$

الخواص الطبيعية (الفيزيائية) للمعادن :-

تستخدم هذه الخواص أو الصفات للتعرف أو تميز المعادن وأحيانا تكفي صفتين (خاصيتين) لتحديد أو تمييز معدن معين, ومن هذه الخواص أو الصفات :-

اللون , البريق , الشكل , الصلابة , التسقق , التكسر , الوزن النوعي , صفات اخرى مثل (الطعم, الملمس , المغناطيسية الخ).

1- **اللون** : لبعض المعادن ألوان مميزة مثلا الذهب لونه أصفر ذهبي , الكبريت لونه أصفر , وبعض المعادن يتغير لونها عندما تكون في غير حالتها النقية أي عند احتوائها على الشوائب الكيميائية , مثلا الكوارتز يظهر عديم اللون في حالته النقية ولكنه يظهر بالوان مختلفة عند احتوائه شوائب من مواد كيميائية اخرى.

2- **البريق** : هو مظهر سطح المعدن في الضوء المنعكس وهو يعتمد على مقدار الانعكاس الذي يحدث عند السطح . ويمكن ان يقسم الى :-

أ- بريق فلزي Metallic مثل الكالينا

ب- بريق لافلزي Non-metallic مثل (بريق زجاجي / الكوارتز , بريق لؤلؤي / التالك)

3- **الشكل** : وهو المظهر الخارجي للمعدن وأحيانا يكون له علاقة بالنظام البلوري للمعدن. مثلا شكل المظهر الكروي الذي يظهر على معدن الهيماتايت.

4- **الصلابة** : يقصد بها مقاومة المعدن للحك أو الخدش وتقاس بمقياس يشمل عشرة معادن قياسية هذا المقياس يسمى مقياس موه للصلابة ويتكون من المعادن التالية :

المعدن	الصلابة	المعدن	الصلابة
التالك	1	اورثوكليس	6
الجبس	2	الكوارتز	7
الكالسايت	3	التوباز	8
الفلورايت	4	الكوراندوم	9
الاباتايت	5	الماس	10

5- **التسقق** : وهي الصفة التي تظهره العديد من المعادن بحيث تنفصل بسهولة باتجاهات معينة أو مستويات عندما تتكسر. هذه المستويات تعتمد على الترتيب الذري الداخلي للمعدن فمنها تكون تام أو غير تام أو قد تكون التسقق في مستوى واحد أو مستويين وهكذا.

6- **التكسر** : هو طبيعة السطح المكسور للمعدن فقد يكون التكسر منتظما بحيث يكون سطح التكسر أملس ومستوي أو يكون غير منتظم وبشكل خشن.

7- الوزن النوعي : ولتحديد هذه الصفة بصورة سريعة وبسيطة يتم استعمال الميزان الحساس. وبشكل مبسط يمكن تصنيف المعادن الى ثلاثة اصناف (خفيف , متوسط , ثقيل) فهنا معدن الماكتنايت يعتبر ثقيل أي له وزن نوعي كبير.

8- صفات مميزة اخرى :

مثل الطعم / الهاليت طعمها مالح
الصفة المغناطيسية / الماكتنايت يجذب نحو المغناطيس
الرائحة / الكريت له رائحة مميزة.

الصخور النارية ، تصنيفها، تواجدها في الطبيعة



المادة السائلة التي تتصلب منها الصخور النارية تسمى الصهير

الصهير (Magma)

عبارة عن مادة ذائبة سيليكية لزجة و حارة ذات محتوى غازي انما العناصر الاساسية التي تحتويها هي السليكون و الاوكسجين و فلزات البوتاسيوم، الصوديوم، الكالسيوم، المغنيسيوم، الالمنيوم، و الحديد مع وجود عناصر و غازات اخرى قليلة مث غاز H_2O ، SO_2 ، CO_2 لذلك فان الصهير يمتلك تركيب معقد جدا و الصخور التي تشتق منه تكون تراكييها متغيرة بشكل كبير.

كيف تتصلب و تتكون الصخور النارية من الصهير؟

١- اما ان الصهير : يتصلب بسرعة نتيجة التبريد السريع وذلك بسبب خروجه على سطح الارض (بفعل البراكين مثلا) ففي هذه الحالة البلورات المكونة لهذه الصخور تكون صغيرة جدا (ناعمة او دقيقة) وبالنتيجة تمتلك الصخرة (نسيج دقيق الحبيبات)، هذه الحالة تظهر في الصخور البركانية السطحية.



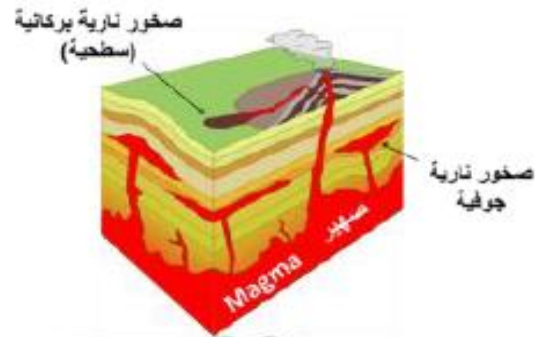
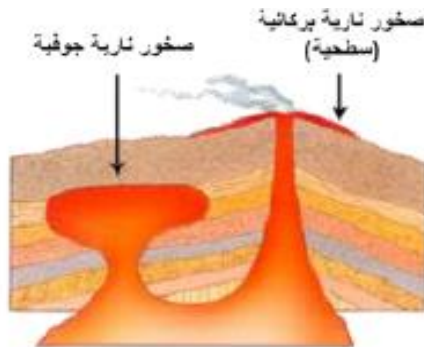
اوبسيديان

بازلت

رايولايت



٢- او ان الصهير: يتصلب ببطئ و تدريجيا في الاعماق ما تعطي فرصة لنمو البلورات المعدنية داخل الصخور و بالنتيجة النسيج الناتج يسمى (نسيج خشن الحبيبات)، في هذه الحالة تكون البلورات المعدنية داخل الصخرة سهلة الرؤيا بالعين لكبر حجمها. هذه الحالة تظهر في الصخور النارية الجوفية.



گرانيت (او جرانيت)
Granite



گابرو (او جابرو)
Gabbro



الشكل التالي يوضح التقسيم او التصنيف المبسط للصخور النارية اعتمادا على النسيج و التركيب المعدني لها مع امثلة لانواع الصخور النارية



الصخور الرسوبية



الصخور الموجودة على سطح الارض دائما تكون معرضة لعوامل التعرية والتجوية وان هذه العوامل تعمل وباستمرار على تآكل وتفتيت هذه الصخور وكذلك تعمل على نقل المواد الصخرية الناتجة (سواء كانت ذائبة أو غير ذائبة) من مكان الى اخر ومن ثم ترسيبها في احواض الترسيب. هذه المواد المترسبة في البداية تترك فراغات ومسامات كبيرة فيما بينها ولكن بمرور الزمن نتيجة تراكم المواد فوقها وبفعل ثقل هذه المواد المتراكمة فان المسامات بين المواد المترسبة سوف تقل وبالتالي ت تماسك أو أن تدخل بعض المواد اللاصقة في هذه الفراغات وتعمل على تماسك هذه المواد الصخرية , وفي كلتا الحالتين تنتج نوع جديد من الصخور تسمى (الصخور الرسوبية), ويشكل عام يتم تقسيم الصخور الرسوبية اعتمادا على طرق ترسيبها الى ثلاثة اصناف وهي:-

- ١- اما ان يكون ذلك بترسيب المواد المنقولة بحالتها الصلبة العالقة فتسمى بالترسيب الفتاتي.
- ٢- او ان يكون ذلك بترسيب المواد الذائبة ترسيبا كيميائيا.
- ٣- او تشترك بالترسيب الاحياء او اجزاء من الاحياء او نواتجها و تسمى بالترسيب العضوي او الحياتي (البيولوجي).

١- الترسبات الفتاتية (ميكانيكية المنشأ)

هذه المجموعة تقسم اعتمادا على حجم الحبيبات الى الاقسام التالية:

١- حصوي

٢- رملي

٣- طيني.

هنالك العديد من الدراسات حول تحديد حجوم الحبيبات المختلفة ومن بين هذه الدراسات والاكثر استعمالا هو مقياس (ونت ورث) و كذلك مقياس (اتربيرك). و المقياس التالي هو مقياس ونت ورث وتستخدم في الدراسات الجيولوجية.

الاسم	الحجم
حصى Pebble	$2 \text{ mm} >$ أكبر من
رمل Sand	$0.06 \text{ mm} \text{ --- } 2$ (خشن , متوسط , ناعم)
غرين Silt	$0.002 \text{ mm} \text{ --- } 0.06$
طين Mud	$0.002 \text{ mm} <$ أصغر من

أ- الترسبات الحصوية

وهي تتكون بشكل عام من قطع الصخور التي تكون حجمها اكبر من (2) ملم في القطر. ويتواجد الحصى اما بالقرب من السواحل وذلك بفعل الامواج التي تؤدي الى تكسر الصخور الموجودة على السواحل أو بفعل نقل رواسب قيعان الانهار بعد ان يتم نقله لمسافات مختلفة. عندما تلتصق الحبيبات الحصوية مع بعضها وتتصلب تتكون لدينا نوعين من الصخور وبالشكل التالي :-

١- اذا كانت الحبيبات الحصوية الملتصقة مع بعضها داخل الصخرة المتصلبة ذات اشكال

مدورة (زوايا غير حادة) فتسمى الصخرة المتصلبة في هذه الحالة بالحجر الحصوي .

٢- اذا كانت الحبيبات الحصوية المكونة للصخرة ذات زوايا حادة (غير مدورة) ففي هذه

لحالة تسمى الصخرة بريشيا.



الحبيبات المدورة تدل على نقل طويل.
الحبيبات الغير مدورة تدل على نقل سريع وقصير.

ب- الترسبات الرملية

1- المحتوى المعدني: - معظم حبيبات الرمل تتكون بشكل عام من معدن الكوارتز وهي قد تكون مدورة أو شبه مدورة اعتمادا على درجة نقلها وعمليات التآكل التي قد تعرضت لها ومن المعادن الاخرى التي توجد في الرمل بالاضافة الى الكوارتز هي الفلدسبار, المايكا ومعادن اخرى.

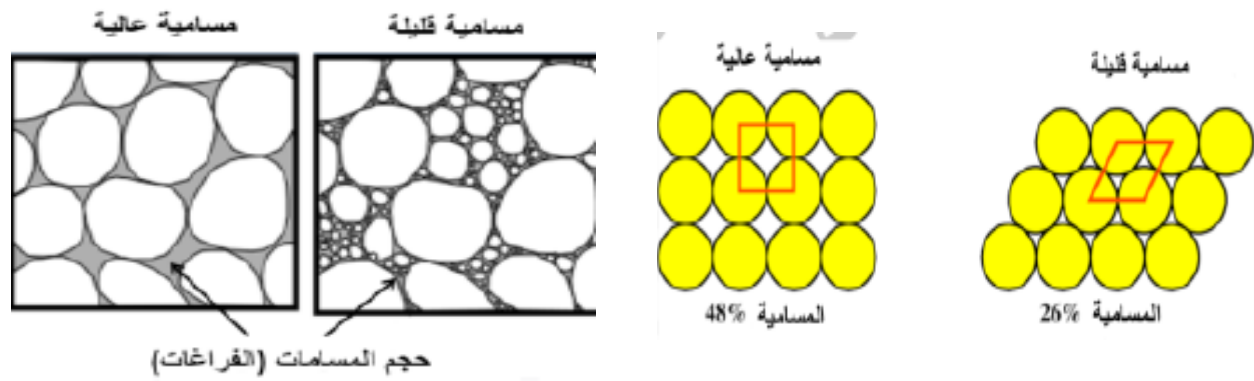
2- المسامية والحشو:-

المسامية :- هي النسبة المؤية للفراغات الموجودة في الترسبات أو في الصخرة الى الحجم الكلي لهذه الترسبات.

$$\text{المسامية} = \frac{\text{حجم الفراغات}}{\text{الحجم الكلي}} * 100$$

مسامية الترسبات تعتمد على عدة عوامل منها:-

- حجم الحبيبات / حبيبات ذات حجم واحد تمتلك مسامية عالية.
- حبيبات ذات حجم مختلف تمتلك مسامية قليلة.
- نوع الرص (طبيعة التراصف).
- مقدار المادة الرابطة (المادة السمنتية) في الفراغات.



أهم انواع المواد السمنتية الرابطة :-

- السليكا (متلا على شكل معدن الكوارتز أو أنواع اخرى).
- أكاسيد الحديد (مثل معدن الهيماتايت).
- كاربونات (مثل معدن الكالساييت).
- مواد طينية.

مثال على الترسبات الرملية

- الحجر الرملي Sandstone

يتكون من تماسك حبيبات الرمل (Sand) والتي تكون حجم حبيباتها تتراوح بين (0.06 - 2 mm) حيث تتماسك هذه الحبيبات بوجود المواد اللاصقة (المواد السمنتية الرابطة).

اللون الاحمر هنا ناتج
من أكاسيد الحديد
للمادة السمنتية الرابطة



ج- الترسبات الطينية

وتشمل الرواسب الناعمة و الصغيرة التي هي بحجم التراب. و من الامثلة لهذا الصنف:

- الحجر الطيني و السجيل Mudstone and Shale

السجيل (Shale) هو طين مضغوط له تركيب متطابق (صفائحي) يفصل الى وريقات قليلة السمك. ويتكون السجيل من ترسبات طينية في البداية ذات محتوى مائي عالي ولكن نتيجة الضغط بسبب ثقل الترسبات التي فوقها فان الماء يخرج من مساماتها الى الخارج الى ان تصبح كمية المياه فيها بين (10 - 15 %) ونتيجة هذا فانها تكتسب الشكل المميز والذي يكون على شكل وريقات متوازية , أما اذا كانت الصخرة خالية من هذه الظاهرة (صفة التطابق) فانها تسمى بالصخرة الطينية Mudstone.



السجيل



الحجر الطيني

2- الترسيب الكيميائي والصخور الرسوبية الكيميائية

نقسم الصخور الرسوبية الكيميائية استنادا الى تركيبها الى :-

أ- الصخور الرسوبية الجيرية . وتشمل :

• الحجر الجيري (حجر الكلس) Limestone



يتكون معظمها من معدن الكالسايت (CaCO_3 - Calcite) حيث يترسب في البحار و المحيطات او البحيرات بفعل تبخر المياه او في الكهوف و المغارات بعد فقدان غاز ثنائي اوكسيد الكربون (CO_2) و على شكل ستلكتايت و ستلكتمايت.

• الدولومايت (Dolomite) و ايضا تسمى (Dolostone)

تشبه الحجر الجيري (Limestone) الا ان معظمها تتكون من معدن الدولومايت اي يدخل في تركيبها كاربونات المغنيسيوم اضافة الى كاربونات الكالسيوم. $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. بشكل عام يمكن التعرف على هذه المجموعة (الصخور الرسوبية الجيرية) من خلال وضع قطرات من حامض هيدروكلوريك المخفف (HCl) على الصخرة حيث تتفاعل مع الكربونات.

ب- الصخور الرسوبية السليكية

من أهمها حجر الصوان (Chert) أو (Flint) والذي يترسب من ماء البحر الحاوي على السليكا (SiO_2).



ج- الصخور الرسوبية الملحية (المتبخرات)

تترسب صخور هذه المجموعة بفعل تبخر المياه السطحية أو الجوفية حيث تزداد تراكيزها نتيجة التبخر وتبدأ بالترسيب على شكل بلورات , وتشمل صخور الملح (Rock salt) والصخور الجبسية (Rock gypsum) والانهيدرايت (Anhydrite). ومن حيث التسلسل في الترسيب (بفعل تركيز ماء البحر بعملية التبخر) فان معدن الجبس والانهيدرايت تترسب أولا وبعدها يترسب معدن الهالايت (الملح) وفي الاخير تترسب املاح المغنيسيوم والبوتاسيوم.

وكقاعدة عامة وبالاعتماد على قابلية الذوبان للمعادن

المعدن الذي يذوب أولا (في البداية) —————> يترسب في الاخير (لانه يمتلك قابلية ذوبان عالية).



بحيرة ملحية



الملح الصخري
NaCl (Halite)

ب- الصخور الفوسفاتية



الانهدرايت CaSO_4



الجبس $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

3- الترسيب الحياتي (العضوي) والصخور الحياتية أو العضوية :-

بعض الكائنات وخاصة التي تعيش في المياه تمتص الايونات أو الاملاح المذابة والمتواجدة في المياه وتحولها الى مواد كلسية أو سليكية أو فوسفاتية لبناء هياكلها القوية اما على شكل أصداف أو أسنوك أو عظام , وبعد موت هذه الكائنات والاحياء تتجمع هذه الهياكل في قاع حوض الترسيب (قعر البحار والمحيطات مثلا) وتتراكم وتتماسك معا مع المواد الاخرى مكونة صخور رسوبية عضوية (حياتية).

أ- الحجر الجيري الصدفى (العضوي) Shelly Limestone

هو الحجر الجيري الذي يتكون من أصداف المتحجرات مثل الصدفيات أي ان هياكلها مكونة من كاربونات الكالسيوم المستخلص من ماء البحر.

ب- الصخور الفوسفاتية

وهي تتكون بالاساس من تجميع عظام الحيوانات وتتركب من فوسفات الكالسيوم . هذه الصخور لها فائدة اقتصادية كبيرة حيث تستخدم في صناعة الاسمدة الفوسفاتية .

ج- الفحم الحجري

وتتكون من تراكم نباتات المستنقعات تحت ظروف حرارية وضغط مع وجود عامل الزمن .



الحجر الجيري الصدفي (العضوي)
Shelly Limestone



الفحم الحجري Coal



الصخور الفوسفاتية
Phosphate rock

الصخور المتحولة



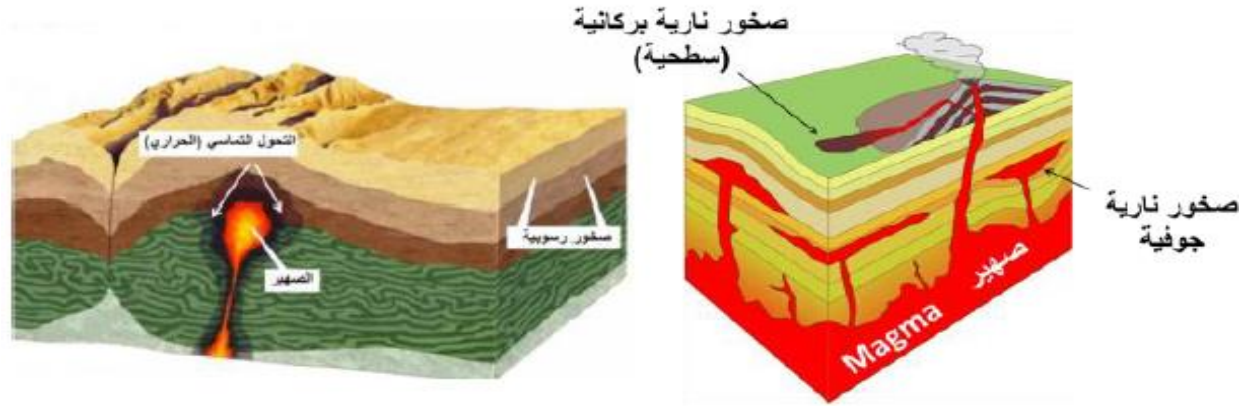
الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks)

ان مصطلح التحول (Metamorphism) عادة يستخدم للدلالة على تحول الصخور الى انواع جديدة وذلك باعادة تبلور مكوناتها بالاضافة الى التغير التركيبي والنسيجي الذي يطرا على الصخرة الصلبة كنتيجة الظروف الجديدة التي تتعرض اليها الصخرة , هذه الظروف الجديدة يمكن وصفها بنوعين من العوامل وهما الضغط والحرارة , فعلى سبيل المثال ان صخرة معينة تمتلك نسيج معدني خشن جدا (أي ان المعادن المكونة للصخرة هي كبيرة الحجم) ولكن في نفس الوقت ضمن تركيب الصخرة هنالك بقايا لبعض المتحجرات أي بقايا لاجزاء من الكائنات فهذا يدل على ان هذه الصخرة بالاساس هي كانت صخرة رسوبية من خلال وجود بقايا الكائنات (المتحجرات) ولكن نسيجها لا يشبه نسيج الصخور الرسوبية لذلك نقول ان الصخرة الاصلية قد تحولت الى صخرة جديدة فنسميها (صخرة متحولة) . ومن المعلوم انه يمكن تمييز الصخرة الاصلية (صخرة الام) عادة عندما تكون درجة التحول قليلة بينما تميز الصخرة الاصلية (الام) تكون صعبة في حالة كون درجة التحول كبيرة بسبب التغيير الكبير التي تطرا على الصخرة

أنواع التحول :-

1- التحول التماسي (الحراري) Contact (Thermal) Metamorphism

وهو التحول الذي ينتج بدرجة رئيسية بسبب الحرارة (دون الضغط) , هذا الشيء يحدث عندما تكون الصخور بالقرب أو يتماس مع جسم ناري (صهير) أو ما نسميه بالانتيقاقات النارية (Igneous intrusion) ولهذا السبب يسمى بالتحول التماسي الحراري .



أ- التحول الحراري أو التماسي لصخور السجيل (أو الطينية)

الصخور الطينية أو السجيل تتكون بشكل رئيسي من حبيبات دقيقة جدا من المعادن الطينية وهي سليكات الالومنيوم المائية فعندما تتعرض الصخرة الى حرارة أثناء التحول ولفترة طويلة فان معادنها تتبدل الى معادن اخرى أي ينمو محلها معادن جديدة وبذلك يعاد تبلورها من جديد , ففي هذه الحالة فان الصخرة المتحولة الناتجة تسمى (هورنفلز Hornfles).

ب- التحول الحراري أو التماسي للحجر الرملي Sandstone

الحجر الرملي هي صخرة سليكية مكونة أساسا من معدن الكوارتز (Quartz) فعند عملية التحول تتحول الصخرة الى نوع جديد تسمى (كوارتزيت Quartzite) , ويتضمن التحول هنا إعادة التبلور لمعدن الكوارتز الى حبيبات أكبر حجما بحيث تكون متشابهة مع بعضها .

ج- التحول الحراري أو التماسي للحجر الجيري Limestone

الصخور الجيرية تتكون بشكل رئيسي من كاربونات الكالسيوم مع وجود بعض من كاربونات المغنيسيوم أيضا فعند تسخين الصخرة بتأثير عامل التحول الحراري يحدث إعادة التبلور للحبيبات المعدنية الى حبيبات أكبر حجما بحيث لا يمكن تمييز الصخرة المتحولة من حيث مكوناتها مقارنة بالصخرة الأصلية (الام) , في هذه الحالة الصخرة المتحولة تسمى (رخام Marble) . وبالنسبة الى لونها فانها تظهر بالوان عديدة اعتمادا على الشوائب الموجودة فيها .

د- التحول التماسي للصخور النارية

بالنسبة لتحول الصخور النارية فانه لا يكون بنفس الوضوح مثل ما يحدث مع الصخور الرسوبية وذلك لان الصخور النارية هي بالاساس تكونت عند درجات حرارية عالية لذلك تكون أقل تأثرا بعملية إعادة التسخين أثناء التحول الحراري ولكن بالرغم من ذلك فان بعض معادنها ايضا تتأثر بعملية التسخين .

أمثلة على التحول الحراري للصخور :

الصخرة بعد التحول



(Hornfels هورنفلس)

← أ- التحول الحراري أو التماسي لصخور المسجيل (أو الطينية)



(Quartzite كوارتزيت)

← ب- التحول الحراري أو التماسي للحجر الرملي Sandstone

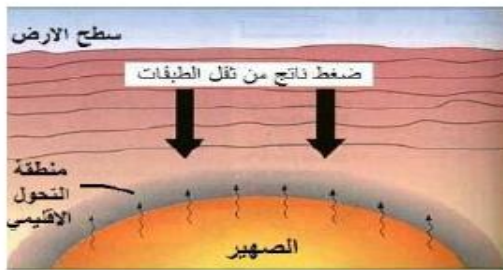


(Marble رخام)

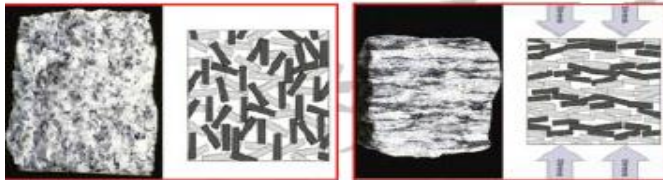
← ج- التحول الحراري أو التماسي للحجر الجيري Limestone

2- التحول الاقليمي Regional Metamorphism

في هذا النوع من التحول فان كلا من العاملين (درجة الحرارة والضغط) تؤثران في عملية التحول حيث تؤثران عادة على الصخور في مناطق كبيرة لذلك يسمى بالتحول الاقليمي .
وخلال عمليات التحول فان عامل الضغط والاجهاد (Pressure & Stress) يؤدي الى اعادة تبلور الصخرة المتأثرة مع تكون بلورات جديدة بحيث يكون وجهها المسطح بشكل زاوية قائمة مع اتجاه الاجهاد الانضغاطي . الدرجات الحرارية العالية والقوى الانضغاطية موجودة في المناطق العميقة من سطح الارض وكذلك موجودة في مناطق الطيات وضمن السلاسل الجبلية والناجمة من قوى حركة الصفائح التكتونية (Plate tectonics) , لذلك نتيجة الضغط فان المعادن المكونة للصخور تكتسب ترتيبا متوازيا وبالتالي فان الصخور تكون متطبقة (Banded) وموجها (Oriented) أي تمتلك تراكيب صفائحية ولها اتجاهية معينة . ان النسيج الموجه الناتج من المعادن الصفائحية الخشنة والذي يتميز به بعض انواع الصخور المتحولة يسمى بالشستوسى (Schistosity) , في حين تكرر لتبادل طبقات ذات نسيج متطبق وموجه مع طبقات اخرى ينتج عنه نسيج متطبق يسمى التورق (Foliaion) .

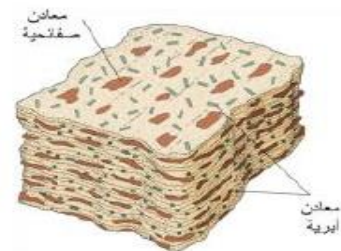


تحول اقليمي
نتج بفعل الحركات
الارضية البائية للجبال



نسيج غير متورق

نسيج متورق



نسيج شيستوسى

أمثلة لصخور التحول الإقليمي

1- الاردواز Slate :

تنتج من الصخور الطينية والسجيل التي تمتلك أساساً صفة أو قابلية على الانفصال إلى صفائح متوازية بحيث تزداد هذه الصفة (الانفصالية) بفعل التحول إلى أن تتشقق وهذا التشقق سببه النسيج الجديد الذي ينشأ في الصخور بفعل الإجهادات . إذ أن المعادن الصفائحية تنمو بحيث أوجهها المسطحة تكون باتجاه عمودي على اتجاه الضغط أو الإجهاد بالإضافة إلى نمو بلورات طولية أيضاً . كما أن المتحجرات الموجودة في الصخرة الأصلية قد تتشوه أو تتحطم كلياً في بعض الأحيان بفعل الإجهاد.

صخرة الاردواز ناتجة من تحول إقليمي ذات مستوى واطئ (Low-grade metamorphism) ولكن مع استمرار عملية التحول (الإجهادات مع الحرارة) يؤدي إلى استمرار نمو المعادن الطولية وبحجم أكبر الصخرة الناتجة تسمى الفيلليت (Phyllite) ، و أيضاً مع زيادة عملية التحول فإن المعادن داخل الصخرة تنمو أكثر أي درجة التحول تزداد ويكون نسيج الصخرة خشنة أكثر من السابق . هذه الصخرة تسمى شيبست (Schist) ، وهكذا تتغير درجة التحول تدريجياً من الواطئ إلى العالي :-

السجيل ← اردواز ← فيلايت ← شيبست .

2- الشيبست (Schist):

لها نسيج شيبستوسي ذات حبيبات متوسطة الخشونة بحيث أن المعادن الأساسية فيها يمكن تمييزها بالعين المجردة ، تتكون هذه الصخرة (صخرة الأم) من الصخور الرسوبية أو النارية وتتكون تحت تأثير حرارة وإجهاد متوسطتين وتكون معادنها صفائحية.

3- الناييس (Gneiss):

للصخرة ظاهرة التورق (Foliation) وفيها تتبادل الخطوط الفاتحة اللون مع الغامقة . الخطوط الفاتحة تتكون بشكل أساسي من معدن الكوارتز والفلسبار ، أما الخطوط الداكنة اللون تتكون من المعادن الفيرومغنيسية ، الصخرة تكون صلبة بشكل عام ولا تتكسر بسهولة مثل الشيبست والاردواز أي التورق قوي كما أن نسيج الصخرة يكون خشن أي أن بلورات المعادن تكون بحجم أكبر .

أمثلة على التحول الاقليمي للصخور :



الاردواز Slate

حبيباتها ناعمة , تنتج من الصخور الطينية التي تمتلك اساسا القابلية للانفصال الى صفائح متوازية



النيس (Gneiss)

تمتلك ظاهرة التورق (Foliation) ونسيج خشن , الخطوط الفاتحة تتكون بشكل اساسي من معدن الكوارتز والفلدسبار , والخطوط الداكنة تتكون من المعادن الفيرومغنيسية



الشيسيت (Schist)

لها نسيج شيسيتوسي ذات حبيبات متوسطة الخشونة , تتكون هذه الصخرة (صخرة الام) من الصخور الرسوبية او النارية

(لاحظ :- درجة التحول تتغير تدريجيا من الواطى الى العالى)



التجوية



عمليات التجوية في الطبيعة تنقسم الى نوعين رئيسيين هما :-

1- التجوية الميكانيكية Mechanical weathering

2- التجوية الكيميائية Chemical weathering

1- التجوية الميكانيكية

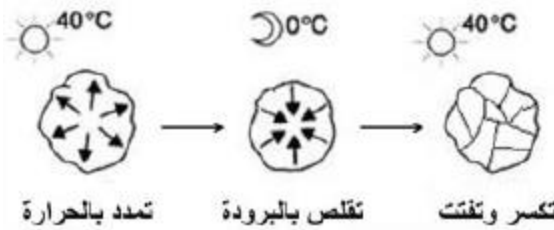
هي عملية تكسير أو تفكيت الصخور الى قطع صغيرة بدون أن يحصل أي تغيير في التركيب المعدني والكيميائي . حيث تشكل الحرارة والمياه العاملين المؤثرين الرئيسيين في هذه العملية مثل تكسير صخرة الكوارتزيت المتحولة الى قطع صغيرة من الكوارتز .

عمليات التجوية الميكانيكية :

1- التغيرات الحرارية (بدون الماء):

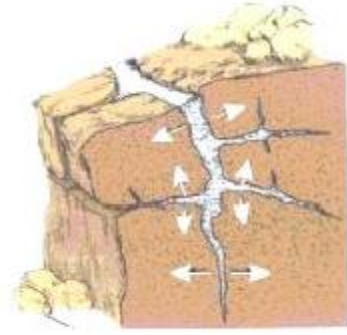
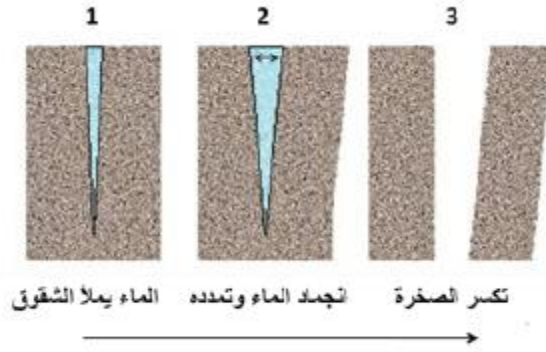
ان التغيرات الحرارية اليومية البسيطة ما بين الليل والنهار وما بين الفصول المختلفة كالصيف والشتاء يمكن ان تعتبر سببا لتكسر الصخور وتفتتها , حيث ان الصخور كبقية الاجسام الصلبة تتمدد بالحرارة وتنكمش بالبرودة على الرغم من التغير في الحجم هو قليل نسبيا . حيث ان معادن الصخرة سوف تتمدد وتنقلص بتأثير اختلاف الحرارة بمعدلات مختلفة وذلك :-

- بسبب اختلاف معاملات التمدد بين المعادن المختلفة .
 - اختلاف ألوان المعادن , حيث ان المعادن الداكنة اللون تمتص الحرارة أكثر وبذلك تتمدد بصورة أكبر من المعادن الفاتحة اللون التي تعكس الحرارة (أشعة الشمس) .
- ونتيجة الاسباب أعلاه سوف تحصل قوى شد مختلفة داخل الصخرة مما يؤدي الى تشققها وبالتالي الى تكسرها . وايضا هنا يأتي دور الزمن كعامل مهم ومؤثر في مختلف العمليات الجيولوجية .



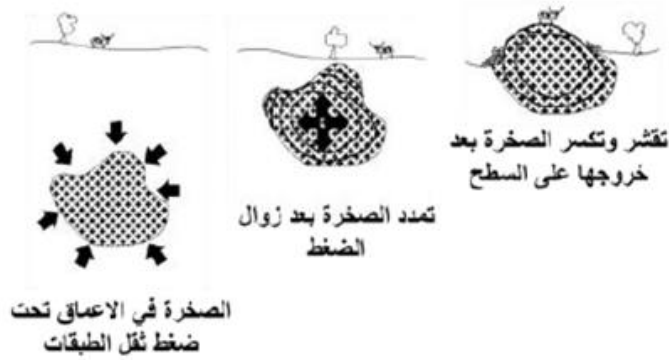
2- تأثير الانجماد:

يعتبر الانجماد والذوبان المتعاقب للماء بين مسامات الصخور الرطبة من أهم أشكال التجوية الميكانيكية في المناطق الباردة التي تتعرض للانجماد , حيث ان الماء عندما ينجمد يزداد حجمه بمقدار 9% , لذلك فان انجماده بين الشقوق والفواصل والفراغات الموجودة في الصخور سوف يؤدي الى زيادة في الحجم وبالتالي سوف تتولد قوة داخلية وضغط مما يسبب في تكسر الصخرة وتفتتها .



3- التقشر:

هي عملية انفصال صفائح أو طبقات رقيقة من الصخرة بصورة موازية لجسم الصخرة , وباستمرار انفصال هذه القشور سوف يصبح شكل الصخرة مدورا تقريبا كما نلاحظه في صخور الكرانيت النارية , وان سبب حدوث التقشر هو ان الصخور الموجودة في الاعماق تكون تحت تأثير الضغط الناتج بفعل وزن (ثقل) الطبقات التي فوقها فعند ظهور تلك الصخور الى السطح بفعل العمليات الطبيعية فان هذا الضغط المسلط تزال وتتلاقى وبذلك فان الصخرة تتمدد وتتكسر .



4- تأثير الاحياء:

بشكل عام يكون تأثير الاحياء واضح في عمليات التجوية , فمثلا تأثير دودة الارض في حفر وتفتيت التربة أو الكائنات الاكبر حجما مثل الفئران والارانب , كذلك جذور النباتات تسهم أيضا في تفتيت الترب والصخور اثناء تغلغلها نحور الاسفل خلال نموها .
من جهة اخرى فان النباتات تساهم في الاسراع من عمليات التجوية الكيميائية بسبب ما تولده من مياه تربة حامضية .



- بصورة عامة ان عمليات التجوية الميكانيكية مجتمعة تساهم في الاسراع من عمليات التجوية الكيميائية وذلك لان تكسير الصخور الى قطع صغيرة يؤدي الى زيادة في المساحة السطحية لها وبالتالي يزيد من احتمال تعرضها للجو الخارجي .

2- التجوية الكيميائية

هي التغير الذي يطرأ على الصخور بحيث يؤدي إلى تحويل وتبدل المعادن الموجودة فيها إلى معادن جديدة بحيث تكون أكثر ملائمة واستقراراً للظروف السائدة على سطح الأرض وعادة تكون المعادن الجديدة أقل صلابة ومتانة من المعادن الأصلية مثل تبدل معدن الفلدسبار إلى المعادن الطينية .

ان تأثير التجوية الكيميائية يكون أكثر للمعادن المكونة للصخور النارية والمتحولة والتي تكونت تحت ظروف عالية من الضغط والحرارة أي في ظروف تختلف عن الظروف السائدة والموجودة على سطح الأرض , لذلك فان معادن الموجودة في هذه الصخور تكون غير مستقرة على سطح الأرض وبالتالي فانها سوف تتفاعل ببطء مع الأوكسجين , ثاني أوكسيد الكربون , الماء والحوامض العضوية وغيرها من المحاليل وبالنتيجة سوف تتحول إلى معادن جديدة تكون أكثر استقراراً وملائمة مع الظروف الموجودة على سطح الأرض , وهنا تلعب الحرارة دور عامل مساعد في اتمام هذه التفاعلات المعقدة لذلك نلاحظ حدوث التجوية الكيميائية بنسبة عالية (أي بصورة اكبر) في المناطق الاستوائية الرطبة مقارنة بالمناطق المعتدلة والقطبية من الكرة الأرضية.

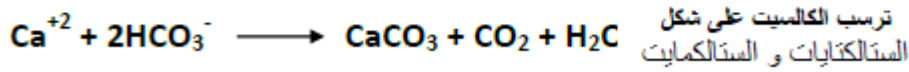
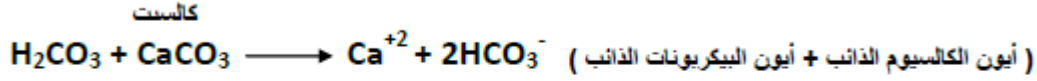
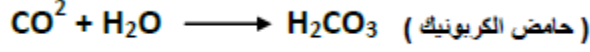
هنالك معادن لا تتأثر بعمليات التجوية الكيميائية (أي تكونت مستقرة بظروف الموجودة على سطح الأرض) مثل معادن الكوارتز , الذهب , البلاتين , الماس .

عمليات التجوية الكيميائية:

١- التحول إلى كاربونات

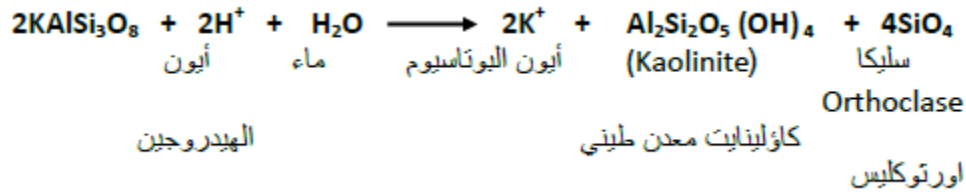
ان غاز ثاني اوكسيد الكربون هو احد العناصر الفعالة التي تلعب دورا مهما في عملية التجوية الكيميائية فقد يتحد غاز ثاني اوكسيد الكربون الموجود في الجو مع قطرات الماء الساقطة مكونة حامض الكربونيك الضعيف او يتحد غاز ثاني اوكسيد الكربون الموجود في التربة (الذي ينتج من تحلل المواد العضوية بفعل البكتيريا) مع الماء مكونة حامض الكربونيك الضعيف، و من الممكن ان يتفاعل هذا الحامض (H_2CO_3) الضعيف مع المعادن وخاصة الكلسية الموجودة في الصخور الجيرية مثل معدن الكلسايت، حيث يذوب معدن الكلسايت في الحامض مكونة بيكربونات الكالسيوم القلق و الذي ممكن ان يتفكك الى ايون الكالسيوم و ايون البيكربونات و نلاحظ من خلال التفاعل ينتج ايون الكالسيوم الذائب الذي تمتصه التربة او ان نلاحظ في بعض الكهوف و المغارات ان بيكربونات

الكالسيوم يتفكك مرة ثانية و يرجع الى كاربونات الكالسيوم مع الماء و غاز ثاني اوكسيد الكربون و بذلك تتكون ترسبات الستالكنايت السالكمايت في الكهوف.



٢- التحلل المائي:

يعتبر ايون الهيدروجين (H^+) من العناصر الفعالة في تحليل المعادن و قد تنتج هذا الايون اما بسبب تحلل حامض الكربونيك الضعيف (كما ذكرناه سابقا في التحول الى كربونات) او من تحلل الماء الذي يعطي ايوني (H^+) و (OH^+)، و بسبب صغر حجم ايون (H^+) فباستطاعته ان يدخل بين ذرات المعادن و يؤدي الى تغير في تركيبها البلوري و الكيماوي، مثل تحول معدن الارثوكليس الى معدن طيني (كاوليناييت) بواسطة ايون (H^+)، و حسب المعادلة التالية:



ويظهر في المعادلة ان أيون الهيدروجين (H^+) تدخل محل أيون البوتاسيوم (K^+) في معدن الارثوكليس وان أيون البوتاسيوم (K^+) يذهب الى المحلول أو يتم امتصاصه من قبل النباتات .



٣- الذوبان:

الماء فعال لاذابة بعض المعادن مثل ذوبان الصخور الملحية او الصخور الجبسية بواسطة الماء و بالشكل التالي:



الايونات المتحررة تكون
ذائبة في المحلول



ذوبان المعادن الملحية في
الصخور

٤- التأكسد:

التأكسد هو عبارة عن اتحاد الاوكسجين مع العناصر او المعادن، وتتم هذه العملية عادة مع المعادن على ايون الحديد، و هذه العملية عادة تبديل من لون المعدن و تحوله الى اللون البني او الاحمر. و ان سرعة هذه العملية تزداد بوجود الماء في الجو (الرطوبة).

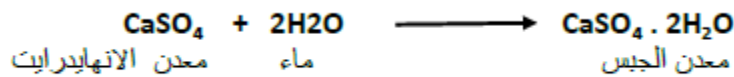


مثل تأكسد معدن الباييرايت الى ← معدن الجوتايث



٥- الاتحاد مع الماء:

تتضمن هذه العملية امتصاص المعادن لجزيئات الماء و دخولها في التركيب البلوري لهذه المعادن محولة تلك المعادن الى معادن جديدة. مثل تحول معدن الانهايدرايت الى معدن الجبس بعد امتصاص جزيئين ماء.



تأثير العوامل المناخية على عمليات التجوية

سرعة عملية التجوية تختلف باختلاف نوعية الصخور و حسب اختلاف المناطق المناخية. و بشكل عام يمكن تحديد نوعية التجوية (ميكانيكية او كيميائية) في المناطق المختلفة على سطح الكرة الارضية بالشكل التالي:

١ - **المناطق الاستوائية الرطبة:** تكون عملية التجوية الكيميائية هي السائدة (الغالبية) و ذلك بسبب ارتفاع درجات الحرارة و زيادة كمية الامطار مع وجود النباتات، لذلك فإن تربة هذه المناطق تكون غنية بالطين و ذلك لان صخور هذه المناطق تتعرض الى عملية التجوية بصورة مستمرة.

٢ - **المناطق المعتدلة الرطبة:** في هذه المناطق تكون عملية التجوية الكيميائية اكثر اهمية من التجوية الميكانيكية و لكن تكون بمعدلات اقل من السابق.

٣ - **المناطق القاحلة الصحراوية:** في هذه المناطق يكون تأثير التجوية الكيميائية معدوما او قليل جدا بسبب قلة المواد العضوية و البكتيريا كذلك انعدام او قلة المياه، مما يجعل التجوية الميكانيكية هي السائدة و الغالبة.

٤ - **المناطق القطبية:** تسود فيها عمليات التجوية الميكانيكية حيث تنكسر و تتفتت الصخور بتأثير الانجماد، او التجوية الكيميائية فتكاد تكون معدومة لعدم وجود المياه.

أسئلة حول مادة الكورس الأول

الأسئلة والأجوبة حول علم سطح الأرض والجيولوجيا

- س ١: ما هو تعريف علم الجيولوجيا (Geology)، وما هي أبرز فروعها؟
- س ٢: كيف ترتبط العلوم الجيولوجية بعلم المساحة؟
- س ٣: ما هي طبقات الكرة الأرضية الرئيسية من الناحية الفيزيائية والتركيبية؟
- س ٤: ما هي المجاميع الرئيسية للصخور في الطبيعة وفقاً لطريقة تكوينها؟
- س ٥: اذكر عوامل التحول الرئيسية التي تتعرض لها الصخور لتصبح صخوراً متحولة؟
- س ٦: ما هي الفروق الأساسية بين التجوية الميكانيكية والتجوية الكيميائية؟
- س ٧: كيف تؤثر العوامل المناخية على عمليات التجوية في مناطق الكرة الأرضية المختلفة؟
- س ٨: ما هو تعريف "المعدن"، وما هي أهم المجموعات المعدنية المكونة للقشرة الأرضية؟
- س ٩: كيف يتم قياس "صلابة المعادن"، وما هو ترتيب مقياس موه للصلابة (Mohs Scale)؟
- س ١٠: ما هي الفروق بين الصخور النارية البركانية (السطحية) والصخور النارية الجوفية من حيث مكان التكوين والنسيج؟
- س ١١: كيف تقسم الصخور الرسوبية الفتاتية (ميكانيكية المنشأ) اعتماداً على مقياس "ونت ورث" لحجم الحبيبات؟
- س ١٢: ما المقصود بـ "مسامية الصخور أو الترسبات"، وما هي العوامل التي تعتمد عليها؟

أسئلة الصح والخطأ

س ١: ضع علامة (صح) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (خطأ) أمام العبارة الخاطئة لكل مما يأتي مع تصحيح الخطأ:

١. الجيولوجيا تعني علم دراسة الأرض، وهي مكونة من مقطعين (Geo) وتعني الأرض و(logy) وتعني العلم أو النظرية.
٢. طبقة السيلال (Sial) في القشرة الأرضية تتميز بأنها غنية بالسيليكا والمغنيسيوم، وصخورها غامقة اللون وثقيلة.

٣. الحد الفاصل بين قشرة الأرض وطبقة الجبة (Mantle) يسمى انقطاع مو هو نسبةً إلى العالم موهورفيك (١٩٠٩م).
٤. الصخور النارية التي تتصلب ببطء شديد في الأعماق تكوّن نسيجاً دقيق الحبيبات (ناعماً)، وتسمى بالصخور البركانية السطحية.
٥. إذا كانت الحبيبات الحصوية المكونة للصخرة الرسوبية ذات زوايا حادة وغير مدورة، تسمى الصخرة في هذه الحالة بريشيا.
٦. مسامية الترسبات تزداد كلما كانت الحبيبات المكونة لها ذات أحجام مختلفة وليست بحجم واحد.
٧. السجيل (Shale) هو طين مضغوط له تركيب متطبق (صفائحي) ينفصل إلى وريقات قليلة السمك نتيجة خروج الماء بفعل الضغط.
٨. عند تسخين الحجر الجيري بعملية التحول الحراري (التماسي)، يتحول إلى صخرة متحولة جديدة تسمى رخام (Marble).
٩. معدن الكوارتز، والذهب، والماس تعتبر من المعادن التي تتأثر بسرعة كبيرة بعمليات التجوية الكيميائية وتتحوّل لمعادن أخرى.
١٠. تسود التجوية الميكانيكية بشكل رئيسي في المناطق القاحلة الصحراوية والمناطق القطبية، بينما تسود التجوية الكيميائية في المناطق الاستوائية الرطبة.

أسئلة الاختيارات

١. كلمة (Geology) مكونة من مقطعين، المقطع (Geo) يعني:

- (أ) النظرية
- (ب) الأرض
- (ج) العلم
- (د) الصخر

٢. الحد الفاصل الذي يقع بين قشرة الأرض وطبقة الجبة (Mantle) يسمى:

- (أ) انقطاع مو هو (Moho)

- (ب) انقطاع السيلال
- (ج) انقطاع السيمما
- (د) انقطاع اللب

٣. الصخور النارية التي تتصلب ببطء شديد في الأعماق تكون نسيجاً:

- (أ) دقيق الحبيبات
- (ب) زجاجي
- (ج) خشن الحبيبات
- (د) صفائحي

٤. إذا كانت الحبيبات الحصوية المكونة للصخرة الرسوبية ذات زوايا حادة وغير مدورة، تسمى الصخرة في هذه الحالة:

- (أ) حجر حصوي (Conglomerate)
- (ب) بريشيا (Breccia)
- (ج) حجر رملي
- (د) سجيل

٥. المجموعة المعدنية التي تألف أكثر من ٩٠٪ من مكونات القشرة الأرضية هي:

- (أ) مجموعة الأكاسيد
- (ب) مجموعة الكبريتيدات
- (ج) مجموعة السليكات
- (د) مجموعة الكربونات

٦. المعدن الذي يُعد الأقسى على الإطلاق ويحتل المرتبة (١٠) في مقياس موه للصلابة هو:

- (أ) الكوارتز

- (ب) التوباز
- (ج) الكوراندوم
- (د) الماس

٧. الصخرة المتحولة الناتجة عن التحول الحراري (التماسي) للحجر الجيري هي:

- (أ) الرخام (Marble)
- (ب) الكوارتزيت
- (ج) الهورنفلز
- (د) الأردواز

٨. العملية التي يتم فيها اتحاد الأكسجين مع العناصر أو المعادن (وخاصة الحديد) لتحويل لون المعدن إلى البني أو الأحمر تسمى:

- (أ) الذوبان
- (ب) التأكسد
- (ج) التحلل المائي
- (د) التحول إلى كربونات

٩. المناطق التي تسود فيها عمليات التجوية الكيميائية بشكل رئيسي بسبب ارتفاع الحرارة وزيادة الأمطار هي:

- (أ) المناطق القطبية
- (ب) المناطق القاحلة الصحراوية
- (ج) المناطق الاستوائية الرطبة
- (د) المناطق الجبلية الجافة

١٠. صخرة طينية مضغوطة لها تركيب متطبق (صفائحي) تنفصل إلى وريقات قليلة السمك تسمى:

- أ) الحجر الرملي
- ب) السجيل (Shale)
- ج) الكوارتزيت
- د) الحجر الجيري

أسئلة التعاريف (مع الإجابة النموذجية)
س ١: عرّف ما يأتي:

١. الجيولوجيا (Geology).
٢. علم الصخور (Petrology).
٣. الصهير (Magma).
٤. المسامية.
٥. البريشيا (Breccia).
٦. السجيل (Shale).
٧. التحول التماسي (الحراري) (Contact/Thermal Metamorphism).
٨. التحول الإقليمي (Regional Metamorphism).
٩. التجوية الميكانيكية (Mechanical Weathering).
١٠. التجوية الكيميائية (Chemical Weathering).

أسئلة التعاليل

س ١: فسر العبارات العلمية الآتية تعليلاً دقيقاً:

١. تسمية الصخور النارية بهذا الاسم.
٢. تتميز الصخور النارية البركانية (السطحية) بنسيج دقيق الحبيبات (ناعم).

٣. حبيبات الصخور الرسوبية الحصوية في صخرة "البريشيا" تكون ذات زوايا حادة وغير مدورة، بينما في "الحجر الحصوي" تكون مدورة.
٤. تملك الترسبات ذات الحجم الواحد مسامية عالية، بينما الترسبات ذات الأحجام المختلفة تملك مسامية قليلة.
٥. امتلاك صخرة "السجيل (Shale)" لتركيب متطبق (صفائحي) ينفصل إلى وريقات قليلة السمك.
٦. تسمية التحول الحاصل بالقرب من الجسيمات النارية بـ "التحول التماسي الحراري".
٧. تأثر الصخور النارية والمتحولة بالتجوية الكيميائية بشكل أكبر بكثير من الصخور الرسوبية.
٨. تعتبر معادن مثل (الكوارتز، الذهب، الماس) من المعادن التي لا تتأثر بعمليات التجوية الكيميائية.
٩. زيادة سرعة التجوية الكيميائية بشكل كبير في المناطق الاستوائية الرطبة مقارنة بالمناطق الأخرى.
١٠. تكسر وتفتت صخور الجرانيت عند وصولها إلى سطح الأرض (ظاهرة التقشر).

أسئلة التعداد

- س ١: اذكر فروع علم الجيولوجيا الأساسية (أو عدد بعضاً منها)؟
- س ٢: ما هي أبرز تطبيقات العلوم الجيولوجية في الحياة العملية؟
- س ٣: ما هي الأغلفة الرئيسية للكرة الأرضية من الناحية الفيزيائية؟
- س ٤: ما هي المجموعات الرئيسية للصخور في الطبيعة اعتماداً على طريقة تكوينها؟
- س ٥: اذكر أهم المجموعات المعدنية المكونة للقشرة الأرضية مع مثال لكل مجموعة؟
- س ٦: كيف تقسم الصخور الرسوبية اعتماداً على طرق ترسيبها؟

س٧: ما هي أهم أنواع المواد الأسمنتية (اللاصقة) الرابطة في الصخور الرسوبية؟

س٨: ما هي أنواع التحول التي تتعرض لها الصخور لتصبح صخوراً متحولة؟

س٩: اذكر أنواع العمليات الرئيسية للتجوية الكيميائية في الطبيعة؟

س١٠: كيف تتوزع وتختلف عمليات التجوية (ميكانيكية أو كيميائية) باختلاف المناطق المناخية على سطح الأرض؟

أسئلة املأ الفراغات

س١: املأ الفراغات الآتية بما يناسبها علمياً:

١. كلمة (Geology) مكونة من مقطعين؛ الأول ----- ومأخوذة من الاغريقية وتعني الأرض، والمقطع الثاني ----- وتعني -----.
٢. الحد الفاصل الذي يقع بين قشرة الأرض وطبقة الجبة (Mantle) يسمى -----.
٣. طبقة ----- في القشرة الأرضية تكون غنية بمعدن السيليكا والألومنيوم، بينما طبقة ----- تكون غنية بالسيليكون ومعدني الحديد والمغنيسيوم.
٤. الصخور النارية التي تتصلب ببطء شديد في الأعماق تكوّن نسيجاً -----، بينما التي تتصلب بسرعة على السطح تكوّن نسيجاً -----.
٥. إذا كانت الحبيبات الحصوية الملتصقة في الصخرة الرسوبية ذات أشكال مدورة تسمى الصخرة بالحجر الحصوي، وإذا كانت ذات زوايا حادة تسمى -----.
٦. الصخرة الرسوبية التي تتكون من تماسك حبيبات الرمل التي يتراوح حجمها بين (٠,٠٦ إلى ٢ مم) تسمى -----.
٧. طين مضغوط له تركيب متطبق (صفائحي) ينفصل إلى وريقات قليلة السمك نتيجة خروج الماء بفعل الضغط يسمى -----.
٨. عند تعرض الحجر الجيري لعملية التحول الحراري (التماسي)، فإنه يتبلور ليتحول إلى صخرة متحولة جديدة تسمى -----.

٩. التحول الذي تؤثر فيه عُملاً درجة الحرارة والضغط معاً على الصخور في مناطق واسعة ضمن السلاسل الجبلية يسمى -----.

١٠. عملية تكسير أو تقطعت الصخور إلى قطع صغيرة بدون أي تغيير في تركيبها المعدني والكيميائي تسمى -----.

جامعة الفرات الاوسط التقنية المعهد التقني – النجف



قسم التقنيات المدنية
فرع تقنيات المساحة

علم سطح الارض

م.د. رسل المحمودي

التربة

تُعتبر التربة هي "القشرة الخارجية" الرقيقة التي تغطي سطح الأرض، وهي الوسط الطبيعي الذي تنمو فيه النباتات. هي ليست مجرد "تراب" أو مادة ميتة، بل هي نظام بيئي معقد وحيوي يجمع بين المكونات المعدنية، العضوية، الماء، والهواء.

المكونات الأساسية للتربة

تتكون التربة المثالية عادةً من أربعة عناصر رئيسية:

- **المواد المعدنية (٤٥٪ تقريباً):** وهي جزيئات ناتجة عن تفتت الصخور (رمل، طمي، وطين).
- **المواد العضوية (٥٪ تقريباً):** وتعرف بـ الدبال، وهي بقايا النباتات والحيوانات المتحللة التي تمنح التربة خصوبتها.
- **الماء (٢٥٪ تقريباً):** ضروري لنقل العناصر الغذائية إلى جذور النباتات.
- **الهواء (٢٥٪ تقريباً):** يملأ الفراغات بين حبيبات التربة ويوفر الأكسجين للكائنات الدقيقة والجذور.

كيف تتكون التربة؟

التربة لا تظهر فجأة، بل تستغرق آلاف السنين لتتشكل عبر عملية تسمى **التجوية**، وتتأثر بعوامل عدة:

- **نوع الصخر الأصلي:** الذي يحدد المعادن الموجودة.
- **المناخ:** مثل الأمطار والحرارة التي تسرع أو تبطئ عملية التحلل.
- **الزمن:** كلما زاد العمر، زاد سمك التربة وتطورها.
- **الكائنات الحية:** مثل الديدان والبكتيريا التي تساهم في تهوية التربة وتحليل المواد.

وظائف التربة وأهميتها

لا تقتصر فائدة التربة على الزراعة فقط، بل تمتد لتشمل:

- **تثبيت النباتات وإمدادها بالغذاء والماء.**
- **تنقية المياه الجوفية من الشوائب.**
- **توفير موطن لمليارات الكائنات الدقيقة.**
- **تنظيم المناخ عبر تخزين الكربون.**

ملاحظة: تختلف أنواع التربة حسب حجم حبيباتها، فنجد (التربة الرملية) تصرف الماء بسرعة، (التربة الطينية) تحتفظ بالماء بقوة، و(التربة الطفالية) المزيج المثالي للزراعة.

المقطع العمودي للتربة

يُطلق على المقطع العمودي للتربة اسم "بروفيل التربة (Soil Profile)" ، وهو بمثابة "سجل تاريخي" يوضح كيف تشكلت التربة عبر آلاف السنين. إذا نظرت إلى هذا المقطع (كما في خنادق الحفر أو قصات الطرق الجبلية)، ستلاحظ أنه يتكون من طبقات أفقية متميزة تسمى الأفاق (Horizons) . إليك تفصيل دقيق لهذه الطبقات من السطح وصولاً إلى الصخر الأم:

١- الأفق العضوي (O - Organic)

- السمات : هو الطبقة السطحية التي تتراكم فيها البقايا النباتية (أوراق، أغصان) والحيوانية.
- الأهمية : يحتوي على الدبال (Humus) الناتج عن التحلل، وهو المسؤول عن إعطاء التربة لوناً داكناً وخصوبة عالية.

٢- أفق التربة السطحية (A - Topsoil)

- السمات : خليط من المواد العضوية المتحللة والمعادن.
- الأهمية : هو "مطبخ" النبات؛ حيث تتركز فيه معظم الجذور، والنشاط البيولوجي (بكتيريا، فطريات، ديدان). هذه الطبقة هي الأكثر تأثراً بالتعرية والحراثة.

٣- أفق الغسل أو النضح (E - Eluviation)

- السمات : طبقة فاتحة اللون (غالباً رمادية أو بيضاء) توجد في التربة القديمة أو الغابات.
- الأهمية : يمر الماء عبرها فيغسل الطين والمعادن (مثل الحديد والألومنيوم) ويأخذها للأسفل، تاركاً وراءه حبيبات الرمل والسيليكا المقاومة.

٤- أفق التربة التحتية (B - Subsoil)

- السمات : يُسمى أفق التراكم؛ لأنه يستقبل المعادن والطين القادم من الأفق (E) و (A).
- الأهمية : يكون أكثر دكاً وصلابة، وغالباً ما يتخذ ألواناً مائلة للبيج أو الأحمر بسبب أكاسيد الحديد.

٥- أفق المادة الأصلية (C - Parent Material)

- السمات : يتكون من صخور متفتتة جزئياً لم تتعرض لعمليات كيميائية أو حيوية كبيرة.
- الأهمية : هو "الجد" الذي نشأت منه التربة، ولا يحتوي على مادة عضوية، ولا تخترقه جذور النباتات إلا نادراً.

٦- أفق الصخر الأصلي (R - Bedrock)

- السمات : كتلة صخرية صلبة ومستمرة (مثل الجرانيت، البازلت، أو الحجر الجيري).

• **الأهمية:** يمثل القاعدة الأساسية التي تستند إليها كل الطبقات السابقة.

يؤثر المناخ بشكل مباشر وحاسم على شكل وتكوين مقطع التربة؛ فهو المحرك الأساسي لعمليات التحلل الكيميائي والفيزيائي. إليك كيف يغير المناخ "شخصية" التربة في بيئتين متناقضتين:

١- في المناطق ذات الأمطار الغزيرة (المناخ الرطب)

تتميز التربة في هذه المناطق بمقطع عميق ومعقد بسبب وفرة المياه:

- **أفق (A) عميق:** تنمو النباتات بكثافة، مما يوفر الكثير من المادة العضوية.
- **ظهور واضح لأفق الغسل (E):** تغسل المياه بكثرة يؤدي إلى غسل المعادن والمنجنيز والحديد من الطبقات العليا ونقلها للأسفل، مما يجعل هذه الطبقة باهتة اللون.
- **تراكم في أفق (B):** تصبح التربة التحتية غنية جداً بالطين والمعادن المترسبة، وغالباً ما تميل للون الأحمر أو الأصفر بسبب أكسدة الحديد (مثل الصدأ).

٢- في المناطق الجافة والصحراوية (المناخ الجاف)

هنا يكون مقطع التربة ضحلاً وغير متطور للأسباب التالية:

- **أفق (A) رقيق:** ندرة النباتات تعني قلة المادة العضوية، لذا يكون لون السطح فاتحاً وقليل الخصوبة.
- **غياب أفق (E):** لعدم وجود مياه كافية لغسل المعادن.
- **تراكم الأملاح والكالسيوم:** بدلاً من غسل المعادن للأسفل، يتبخر الماء من السطح تاركاً خلفه أملاحاً وكربونات كالسيوم تتصلب في أفق (B) لتشكل طبقة كلسية قاسية.

العوامل المتحكمة في تكوين التربة

تكوين التربة ليس حدثاً مفاجئاً، بل هو عملية مستمرة وديناميكية. يتحكم في هذه العملية خمسة عوامل رئيسية، وضعها العالم "هانس جيني" في معادلة شهيرة، وهي التي تحدد خصائص المقطع العمودي الذي تحدثنا عنه سابقاً. من أهم العوامل الخمسة الكبرى:

١- المادة الأصلية (Parent Material)

هي الخامة الأولى (الصخور أو الرواسب) التي اشتقت منها التربة.

- التأثير: تحدد المادة الأصلية القوام (رملية أو طينية)، والتركيب الكيميائي، ولون التربة الأولى. فمثلاً، الصخور الجيرية تنتج تربة غنية بالكالسيوم، بينما الصخور البركانية تنتج تربة غنية بالمعادن الدقيقة.

٢- المناخ (Climate)

يُعتبر العامل الأكثر تأثيراً على الإطلاق، خاصة عن طريق الحرارة والأمطار.

- الأمطار: تسبب "الغسل" (Leaching) "وتحلل المعادن".
- الحرارة: تسرع التفاعلات الكيميائية وتزيد من نشاط الكائنات الحية الدقيقة التي تحلل المادة العضوية.

٣- الكائنات الحية (Organisms/Biota)

تشمل النباتات، الحيوانات، البكتيريا، والإنسان.

- النباتات: جذورها تفتت الصخور، وأوراقها المتساقطة توفر المادة العضوية (الدبال).
- الكائنات الدقيقة: تحلل البقايا وتحولها إلى عناصر غذائية.
- الحيوانات (مثل الديدان): تقوم بتهوية التربة وخلط طبقاتها.

٤- التضاريس (Topography/Relief)

شكل الأرض يؤثر على توزيع الماء والمواد.

- المنحدرات الجبلية: تكون تربتها ضحلة (رفيقة) لأن الأمطار تجرف الحبيبات والطبقات السطحية باستمرار.
- الأودية والسهول: تكون تربتها عميقة وغنية بسبب ترسب المواد والمياه القادمة من المرتفعات.

٥- الزمن (Time)

التربة "كائن" يشيخ وينضج.

- التربة الشابة: تشبه المادة الأصلية جداً ولم تتكون فيها آفاق (طبقات) واضحة بعد.
- التربة الناضجة: هي التي تعرضت لعوامل التجوية لفترات طويلة (آلاف السنين)، مما أدى لظهور مقطع عرضي

مكتمل الطبقات (O, A, B, C)

مثلث تصنيف التربة

مثلث تصنيف التربة (أو مثلث قوام التربة - Soil Texture Triangle) هو أداة هندسية بيانية تستخدم لتحديد "رتبة" أو "نوع" التربة بناءً على نسب المكونات المعدنية الثلاثة الرئيسية فيها.

يعتمد هذا التصنيف على حجم الحبيبات، وهي:

١. الرمل (Sand): الحبيبات الأكبر حجماً (خشنة).
٢. الغرين/الطمي (Silt): الحبيبات متوسطة الحجم (ناعمة كالدقيق).
٣. الطين (Clay): الحبيبات الأصغر حجماً (مجهرية ولزجة).

كيف يعمل المثلث؟

المثلث مقسم إلى 12 فئة أساسية لقوام التربة (مثل: طينية، رملية، طفالية.. إلخ). لكل ضلع من أضلاع المثلث مقياس يبدأ من 0% إلى 100%:

- الجانب الأيسر: يمثل نسبة الطين.
- الجانب الأيمن: يمثل نسبة الغرين (الطمي).
- الجانب السفلي: يمثل نسبة الرمل.

طريقة القراءة (قاعدة التقاطع):

لتحديد نوع تربة معينة، نقوم بإسقاط خطوط من النسب المئوية لكل مكون:

١. خط الطين: يُرسم بشكل أفقي (موازٍ للقاعدة).
 ٢. خط الغرين: يُرسم بشكل مائل نحو الأسفل واليسار.
 ٣. خط الرمل: يُرسم بشكل مائل نحو الأعلى واليسار.
- نقطة التقاطع لهذه الخطوط الثلاثة داخل المثلث هي التي تحدد اسم "قوام التربة".

أهم أنواع التربة في المثلث:

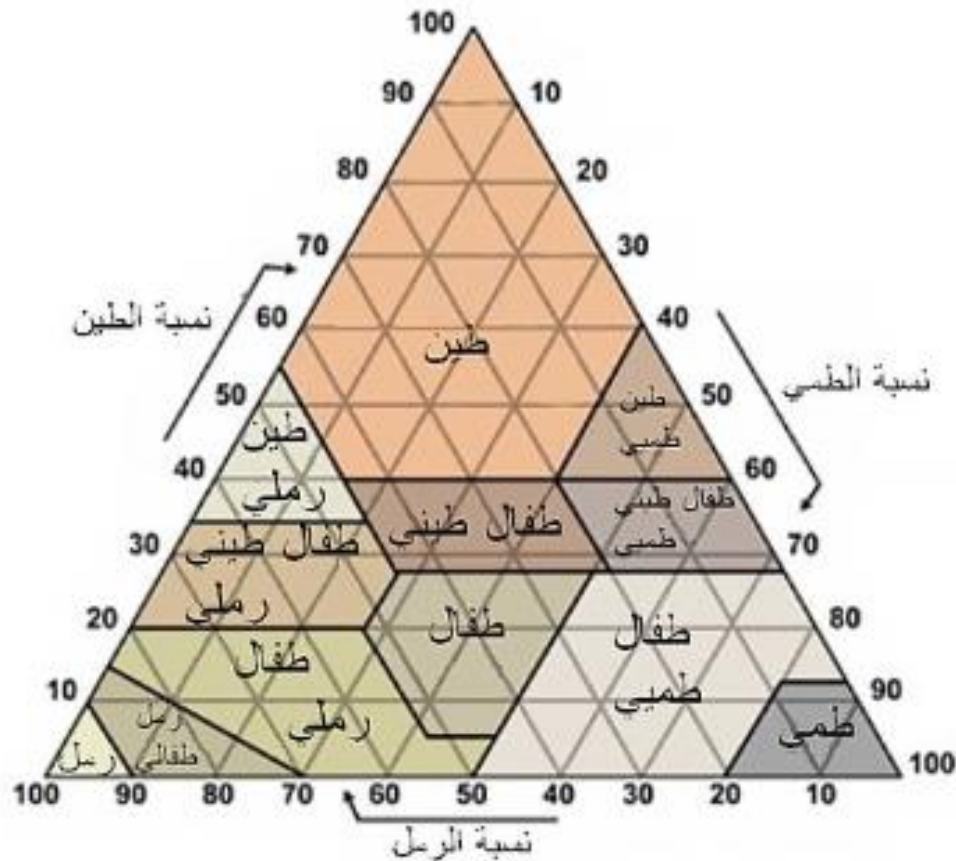
- التربة الطفالية (Loam): تقع في منتصف المثلث تقريباً، وتعتبر "التربة المثالية" للزراعة لأنها مزيج متوازن من الرمل والغرين والطين، مما يجمع بين التهوية الجيدة والقدرة على حبس الماء.
- التربة الطينية (Clay): تقع في قمة المثلث، وتتميز بقدرة عالية على الاحتفاظ بالماء لكن تهويتها ضعيفة.
- التربة الرملية (Sand): تقع في الزاوية اليسرى السفلية، وهي جيدة التهوية لكنها لا تحتفظ بالماء أو المغذيات.

لماذا هذا المثلث مهم؟

فهم قوام التربة عبر هذا المثلث يخبر المزارع والمهندس بـ:

- **نفاذية الماء:** سرعة تغلغل الماء في الأرض.
- **القدرة على الاحتفاظ بالمغذيات:** التربة الطينية تحتفظ بها أكثر من الرملية.
- **سهولة الحراثة:** التربة الرملية "خفيفة" بينما الطينية "ثقيلة" وصعبة العمل.

هذا هو الشكل التوضيحي لمثلث تصنيف قوام التربة، والذي يُظهر تقسيمات التربة بناءً على نسب الرمل والغرين والطين :



شرح مبسط لأضلاع المثلث:

١. الضلع الأيسر) الطين (Clay) - تبدأ النسبة من ٠٪ في الأسفل وتصل إلى ١٠٠٪ في القمة.
٢. الضلع الأيمن) الغرين/الطمي (Silt) - تبدأ النسبة من ٠٪ في الأعلى وتصل إلى ١٠٠٪ في الزاوية اليمنى السفلية.
٣. الضلع السفلي) الرمل (Sand) - تبدأ النسبة من ٠٪ في الزاوية اليمنى وتصل إلى ١٠٠٪ في الزاوية اليسرى السفلية.

كيف تستخدم هذا الشكل؟

إذا كان لديك عينة تربة تحتوي مثلاً على:

- 40% رمل
- 40% غرين
- 20% طين

ستقوم برسم خطوط من كل نسبة داخل المثلث، ونقطة التقاطع ستقع في منطقة "التربة الطفالية (Loam)"، وهي التربة المثالية للزراعة.

مثال حول مثلث تصنيف التربة

لنطبق مثلاً عملياً خطوة بخطوة لنعرف كيف نحدد نوع التربة باستخدام المثلث. لنفترض أننا أخذنا عينة من حديقة المنزل وأرسلناها للمختبر، وكانت النتيجة كالتالي:

- الرمل (Sand): ٤٠٪
- الغرين/الطمي (Silt): ٤٠٪
- الطين (Clay): ٢٠٪

خطوات تحديد النوع على المثلث:

١. تحديد نقطة الرمل: ابدأ من الضلع السفلي (الرمل) عند الرقم ٤٠٪. ارسم خطاً مائلاً يتجه نحو الأعلى واليسار (باتجاه ضلع الطين).
 ٢. تحديد نقطة الغرين: اذهب إلى الضلع الأيمن (الغرين) عند الرقم ٤٠٪. ارسم خطاً مائلاً يتجه نحو الأسفل واليسار (باتجاه ضلع الرمل).
 ٣. تحديد نقطة الطين: اذهب إلى الضلع الأيسر (الطين) عند الرقم ٢٠٪. ارسم خطاً أفقياً مستقيماً يتجه نحو اليمين.
- النتيجة:

ستجد أن الخطوط الثلاثة تقاطعت في منطقة تسمى "التربة الطفالية (Loam)".

مثال آخر للتوضيح (تربة ثقيلة):

إذا كانت النسب: ٦٠٪ طين، ٢٠٪ رمل، ٢٠٪ غرين. عند تقاطع هذه الخطوط، ستجد نفسك في أعلى المثلث تماماً في منطقة "الطين" (Clay). هذه التربة تكون لزجة جداً عند البلل، وتتشقق عند الجفاف، وتصريفها للماء بطيء جداً.

المثال: عينة تربة "رملية طميية"

افترض أننا حللنا عينة ووجدنا النسب التالية:

• الرمل 70% (Sand)

• الغرين 20% (Silt)

• الطين 10% (Clay)

كيف نتحرك على المثلث؟

١. من قاعدة المثلث (الرمل): نقف عند 70% ونتحرك بخط مائل للأعلى باتجاه اليسار.

٢. من الضلع الأيمن (الغرين): نقف عند 20% ونتحرك بخط مائل للأسفل باتجاه اليسار.

٣. من الضلع الأيسر (الطين): نقف عند 10% ونتحرك بخط أفقي تماماً لليمين.

النتيجة:

ستجد أن نقطة التقاطع تقع في منطقة تسمى "رمل طميي" (Loamy Sand)

خصائص هذه التربة:

- التصريف: سريع جداً، الماء يمر من خلالها كالمنخل.
- التهوية: ممتازة، الجذور تتنفس بسهولة.
- الزراعة: تحتاج لسماد عضوي وري متكرر لأنها لا تحتفظ بالماء لفترة طويلة.

واجب بيتي:

إذا كانت التربة تتكون من 33% رمل، 33% غرين، و 34% طين (تقريباً ثلث من كل نوع: (في أي منطقة من المثلث تتوقع أن تسقط هذه النقطة؟

التعرية

التعرية: هي ببساطة عملية نقل فتات الصخور والتربة من مكان إلى آخر فوق سطح الأرض. بينما تقوم "التجوية" بتكسير الصخور في مكانها، تأتي التعرية لتعمل كـ "وسيلة نقل" تأخذ هذا الحطام وتنقله بعيداً بواسطة عوامل طبيعية. أهم عوامل التعرية:

١. المياه: مثل الأمطار والأنهار والأمواج التي تجرف التربة وتحت الصخور.
٢. الرياح: التي تنقل الرمال والأتربة، خاصة في المناطق الصحراوية.
٣. الجليد: حيث تتحرك الأنهار الجليدية ببطء وتسحب معها الصخور والتربة.
٤. الجاذبية: التي تسبب انهيار الصخور والتربة من أعالي الجبال إلى الأسفل.

الأنهار وعلاقتها بالتعرية

الأنهار: هي مجارٍ مائية طبيعية واسعة تتدفق من المصادر المرتفعة (مثل الجبال أو الينابيع) لتصب في بحار، بحيرات، أو أنهار أخرى. **علاقة الأنهار بالتعرية:** وثيقة جداً، فهي تُصنف كـ أقوى عامل تعرية على كوكب الأرض، وتتم هذه العلاقة عبر ثلاث خطوات متصلة:

١. النحت (التعرية المائية): أثناء جريان الماء بسرعة، يقوم بقوة الدفع بنحت الصخور وتفتيت التربة في قاع المجرى وجوانبه. كما تستخدم الأنهار الحصى والرمل التي تحملها كـ "أدوات صنفرة" لزيادة تآكل الصخور.
٢. النقل: بمجرد تفتيت الصخور، يقوم النهر بحمل هذا الحطام (الرسوبيات) ونقله لمسافات طويلة جداً بعيداً عن مصدره الأصلي.
٣. تغيير التضاريس: هذه العملية المستمرة هي المسؤول الأول عن تشكيل معالم جغرافية شهيرة، مثل الأودية الضيقة، والدلتا عند مصبات الأنهار.

الظواهر الجيومرفولوجية لعملية التعرية

تُشكل عملية التعرية (بمراحلها: النحت، النقل، والترسيب) ملامح الأرض التي نراها اليوم. تختلف هذه الظواهر باختلاف العامل المسبب لها:

١. الظواهر الناتجة عن التعرية المائية (الأنهار والأمطار):

- الأودية والخانق: مثل الوديان العميقة ذات الشكل (V) التي تنحتها الأنهار في الصخور.
- الشلالات: تتكون عندما تمر مياه النهر فوق طبقات صخرية صلبة تليها طبقات لينية فتتآكل الأخيرة بسرعة.
- المتعرجات النهرية: التواءات في مجرى النهر ناتجة عن نحت الضفاف الخارجية وترسيب الحطام في الضفاف الداخلية.
- الدلتا: أراضي منبسطة تتشكل عند مصبات الأنهار نتيجة ترسيب الطمي والرمال.

٢. الظواهر الناتجة عن التعرية الريحية (الرياح):

- الموائد الصحراوية (الفطر الصخري): صخور تتآكل أجزاؤها السفلية بفعل الرياح المحملة بالرمال أكثر من أجزائها العلوية.
- الكثبان الرملية: تلال من الرمال تتشكل عندما تفقد الرياح سرعتها وتُلقى بحمولتها.
- المنخفضات الصحراوية: حفر واسعة ناتجة عن "نذرية" الرياح للتربة المفككة ونقلها بعيداً.

٣. الظواهر الناتجة عن التعرية البحرية (الأمواج):

- الجروف الساحلية: منحدرات صخرية حادة تطل على البحر ناتجة عن ضرب الأمواج المستمر لقاعدة الصخور.
- الأقواس والكهوف البحرية: فجوات تنحتها الأمواج في البروزات الصخرية الممتدة داخل البحر.
- الشواطئ الرملية: تراكم الرمال والحصى الذي تنقله الأمواج وتضعه على الساحل.

٤. الظواهر الناتجة عن التعرية الجليدية:

- الأودية الجليدية: تكون على شكل حرف (U) وتتميز بقاع مسطح وجوانب شديدة الانحدار.
- البحيرات الجليدية: فجوات حفرها الجليد أثناء حركته ثم امتلأت بالماء بعد انصهاره.

أنظمة التصريف النهري

أهم الأنظمة الأساسية التي تحدد كيفية تصرف مياه الأنهار (نظام الجريان) وتذبذب مستوياتها خلال العام، والتي ترتبط مباشرة بقدرة النهر على التعرية:

١. النظام البسيط (Single Regime)

يتميز بوجود فترة فيضان واحدة وفترة شح (جفاف) واحدة في السنة، ويتبع مصدراً واحداً للتغذية:

- النظام الجليدي: يفيض النهر في الصيف عند ذوبان الثلوج (مثل أنهار جبال الألب).
- النظام الثلجي: يفيض في الربيع مع بداية الدفء.
- النظام المطري: يفيض في مواسم الأمطار (مثل الأنهار الاستوائية أو البحر المتوسط).

٢. النظام المزدوج أو المركب (Complex Regime)

يحدث في الأنهار الطويلة التي تمر بأقاليم مناخية مختلفة أو تعتمد على أكثر من مصدر للتغذية:

- نظام مركب من الدرجة الأولى: مثل نهر النيل، حيث تختلف منابعه (أمطار صيفية في إثيوبيا وأمطار دائمة في البحيرات الاستوائية)، مما يجعل تصرفه السنوي مزيجاً من عدة مصادر.
- نظام مركب من الدرجة الثانية: الأنهار التي تمر بمناطق متنوعة جداً، مما يجعل لها فترات صعود وهبوط متعددة في السنة الواحدة.

علاقة أنظمة التصريف بالتعرية:

كلما كان نظام التصريف عنيفاً ومفاجئاً (مثل الفيضانات المطرية السريعة)، زادت قدرة النهر على التعرية والنحت. أما الأنظمة المستقرة (مثل الجليدية المنتظمة)، فتؤدي إلى تعرية تدريجية ومستمرة.

الخرائط الكنتورية

الخرائط الكنتورية هي نوع من الخرائط الطبوغرافية تُستخدم لإظهار تضاريس سطح الأرض (الارتفاعات والانخفاضات) على ورق مسطح ثنائي الأبعاد.

تعتمد هذه الخرائط بشكل أساسي على **خطوط الكنتور**، وهي خطوط وهمية تصل بين النقاط التي لها نفس الارتفاع عن مستوى سطح البحر

كيف تقرأ الخريطة الكنتورية؟

من خلال شكل وتوزيع هذه الخطوط، يمكنك معرفة طبيعة الأرض دون رؤيتها واقعياً:

- **الخطوط المتقاربة جداً:** تدل على وجود **منحدر شديد** (مثل جرف أو جبل حاد)
- **الخطوط المتباعدة:** تدل على أرض **سهلية أو منحدر خفيف**.
- **الدوائر المغلقة الصغيرة:** تمثل عادةً **قمة جبل أو تلة**.
- **الخطوط التي تشبه حرف "V":** إذا كانت تشير نحو الارتفاعات العالية، فهي تدل على وجود **وادي (مجرى نهر)**، وإذا كانت تشير للأسفل فهي تدل على **بروز جبلي**.

أهميتها في دراسة التعرية:

الخرائط الكنتورية ضرورية لفهم **التعرية النهرية**؛ فهي تساعد الجيولوجيين على تحديد "درجة انحدار المجرى"، مما يسمح لهم بالتنبؤ بمدى قوة النهر في نحت الصخور أو سرعة جرف التربة.

رسم الخرائط الكنتورية

تعتبر عملية رسم الخرائط الكنتورية عن تحويل الارتفاعات الحقيقية من الميدان إلى خطوط على الورق، وتتم عبر خطوات تقنية محددة تبدأ بجمع البيانات وتنتهي برسم المنحنيات.

اهم الخطوات الأساسية المتبعة في رسمها:

١. جمع البيانات المساحية (الرفع الطبوغرافي)

أول خطوة هي تحديد نقاط معلومة الإحداثيات والارتفاع في المنطقة المراد رسمها. يتم ذلك باستخدام أدوات مثل:

- **الميزان (Leveling)** لقياس فارق الارتفاع بين النقاط.
- **المحطة الشاملة (Total Station)** لتحديد موقع النقطة الأفقي ورأسي بدقة عالية.
- **GPS** أو الصور الجوية: للمساحات الواسعة جداً.

٢. تحديد الفاصل الكنتوري (Contour Interval)

يجب اختيار مسافة رأسية ثابتة بين كل خط وآخر (مثلاً كل ٥ أمتار أو ١٠ أمتار). يعتمد هذا القرار على:

- **طبيعة الأرض:** الأراضي المنبسطة تحتاج فاصل صغير (مثل ١ متر) لإظهار التفاصيل، أما الجبلية فتحتاج فاصل كبير (مثل ٢٠ متر).
- **مقياس رسم الخريطة.**

٣. توقيع النقاط (Plotting)

يتم وضع النقاط المرفوعة مساحياً على الخريطة في مواقعها الصحيحة وكتابة مقدار ارتفاع كل نقطة بجانبها.

٤. عملية الاستكمال - (Interpolation) الخطوة الأهم

بما أننا لا نستطيع قياس كل ملليمتر في الأرض، نقوم بالتنبؤ بمواقع خطوط الكنتور بين النقاط المعلومة.

- **مثال:** إذا كان لديك نقطة ارتفاعها ١٠٠م ونقطة أخرى ارتفاعها ١١٠م، فإن خط الكنتور رقم ١٠٥ سيمر حتماً في منتصف المسافة بينهما تقريباً.
- تتم هذه العملية حالياً عبر برامج الحاسب (مثل AutoCAD أو ArcGIS ، ولكنها قديماً كانت تتم يدوياً بالحسابات الرياضية).

٥. توصيل الخطوط (Sketching)

يتم توصيل النقاط التي لها نفس الارتفاع بخطوط منحنية انسيابية، مع مراعاة القواعد الجيومورفولوجية (مثل: خطوط الكنتور لا تتقاطع أبداً، ولا تتفرع).

٦. اللمسات النهائية

- **تسمية الخطوط:** كتابة قيمة الارتفاع فوق كل خط (عادة فوق الخطوط الرئيسية السمكية).
- **تظليل الوديان والقمم:** لتمييز التضاريس بصرياً.

تفسير الظواهر الطبوغرافية من الخرائط الكنتورية

تفسير الظواهر الطبوغرافية يعني "قراءة" شكل الأرض الحقيقي (ثلاثي الأبعاد) من خلال النظر إلى خطوط الكنتور (ثنائية الأبعاد). إليك كيف تترجم هذه الخطوط إلى واقع:

١. تفسير شكل المنحدر (Incline)

- **المنحدر المنتظم:** تكون المسافات بين خطوط الكنتور متساوية تقريباً.
- **المنحدر الشديد:** تكون الخطوط متقاربة جداً من بعضها (تدل على تغير كبير في الارتفاع ضمن مسافة أفقية قصيرة).
- **المنحدر السهل (اللطيف):** تكون الخطوط متباعدة (الأرض منبسطة أو شبه مستوية).
- **المنحدر المقعر:** تكون الخطوط متقاربة عند القمة ومتباعدة عند القاعدة.
- **المنحدر المحدب:** تكون الخطوط متباعدة عند القمة ومتقاربة عند القاعدة.

٢. تفسير المعالم التضاريسية الكبرى

- **القمة (Hill/Peak):** تظهر على شكل دوائر مغلقة متداخلة، حيث تزداد قيم الارتفاع كلما اتجهنا نحو المركز.
- **الحوض أو المنخفض (Depression):** تظهر أيضاً كدوائر مغلقة، لكن قيم الارتفاع تناقص نحو المركز (غالباً ما توضع عليها شربات صغيرة للداخل لتمييزها).
- **الوادي (Valley):** تظهر خطوط الكنتور على شكل حرف "V" أو "U"، ويكون رأس الحرف مشيراً نحو الأراضي المرتفعة (المنبع).
- **البروز الجبلي (Ridge):** عكس الوادي، حيث تشير رؤوس حرف "V" نحو الأراضي المنخفضة.

٣. تفسير التعرية النهرية على الخريطة

- عندما تجد خطوط كنتور شديدة التقارب وموازية لمجرى مائي، فهذا يفسر وجود **خائق صخري (Canyon)** ناتج عن تعرية رأسية قوية.
- تزامن الخطوط عند السواحل يفسر وجود **جروف بحرية (Cliffs)**.

٤. القواعد الذهبية للتفسير:

١. **خطوط الكنتور لا تتقاطع أبداً** (لأنه لا يمكن لنقطة واحدة أن يكون لها ارتفاعان، إلا في حالة "الكهف" أو "الجرف المعلق" وهي حالات نادرة جداً).
٢. **الخطوط لا تتفرع ولا تلتقي** إلا في المنحدرات الرأسية تماماً.
٣. كلما زاد تعرج الخطوط، دلّ ذلك على أرض وعرة وكثيرة التعرية.

رسم القطاع التضاريسي (Topographic Profile)

هو الطريقة التي نحول بها الخريطة المسطحة إلى "رسم جانبي" يظهر شكل الجبل أو الوادي الحقيقي كما لو كنت تنظر إليه من بعيد.

إليك الخطوات العملية والمبسطة للقيام بذلك:

الأدوات المطلوبة:

- الخريطة الكنتورية المراد دراستها.
- ورقة رسم بياني (Graph Paper).
- مسطرة وقلم رصاص.
- ورقة بيضاء ذات حافة مستقيمة.

خطوات الرسم:

١. اختيار خط القطاع (A - B):

ارسم خطاً مستقيماً على الخريطة الكنتورية يمر عبر المنطقة التي تريد رؤية شكلها الجانبي (مثلاً يمر بقمة تلة أو عبر مجرى نهر). سمّ بداية الخط (أ) ونهايته (ب).

٢. نقل نقاط التقاطع:

- ضع حافة الورقة البيضاء فوق الخط (أ - ب) تماماً.
- في كل مكان يتقاطع فيه "خط كنتور" مع حافة ورقتك، ضع علامة صغيرة (شرطة) واكتب تحتها قيمة الارتفاع لهذا الخط (مثلاً: ١٠٠، ٢٠٠، ٣٠٠...).

٣. إعداد شبكة الرسم البياني:

- على ورقة الرسم البياني، ارسم محورين:
 - المحور الأفقي: يمثل المسافة (طول الخط أ - ب).
 - المحور الرأسي: يمثل الارتفاعات (ابدأ من أقل قيمة عندك إلى أعلى قيمة).

٤. إسقاط النقاط:

- ضع حافة الورقة البيضاء (التي علّمت عليها النقاط) على المحور الأفقي لورقة الرسم البياني.
- من كل علامة (نقطة تقاطع)، اصعد عمودياً حتى تصل للارتفاع المقابل لها على المحور الرأسي وضع "نقطة".

صل بين النقاط التي رسمتها بخط منحنى انسيابي يدوي (لا تستخدم المسطرة هنا لتظهر الطبيعة الواقعية للأرض).

ماذا ستكتشف بعد الرسم؟

- إذا كان الخط الناتج يشبه حرف (V) أو (U)، فأنت أمام وادي نحت نهر.
 - إذا كان الخط يشبه القبة، فأنت أمام تلة أو جبل.
 - إذا كانت المسافات بين النقاط ضيقة جداً، سيظهر لك منحدر حاد في الرسم.
- بهذه الطريقة، تستطيع تحويل الأرقام الجامدة على الخريطة إلى مشهد تضاريسي حي.

الخرائط الجيولوجية وأهميتها

تعتبر **الخرائط الجيولوجية** السجل المرئي لما تحتويه الأرض في باطنها وعلى سطحها؛ فهي لا تكتفي بإظهار الارتفاعات (مثل الخرائط الكنتورية)، بل تركز على **نوعية الصخور** وعمرها الزمني.

تستخدم هذه الخرائط ألواناً ورموزاً خاصة لتمثيل الوحدات الصخرية المختلفة والتراكيب الجيولوجية.

ماذا تظهر الخريطة الجيولوجية؟

١. أنواع الصخور: (نارية، رسوبية، متحولة) وتوزيعها الجغرافي.
٢. الأعمار الزمنية: متى تشكلت هذه الطبقات (العصور الجيولوجية).
٣. التراكيب الجيولوجية: مثل الصدوع (الانكسارات) والطيات (التواء الطبقات)
٤. الموارد الطبيعية: مواقع خامات المعادن، النفط، والغاز.

أهمية الخرائط الجيولوجية:

تعد هذه الخرائط أداة لا غنى عنها في مجالات متعددة:

- **البحث عن الثروات:** هي المرشد الأول لشركات التعدين والنفط لتحديد أماكن تواجد الخام.
- **الهندسة والبناء:** لا يمكن بناء سد أو نفق أو ناطحة سحاب دون الرجوع للخريطة الجيولوجية للتأكد من قوة الصخور وعدم وجود صدوع قد تسبب انهيارات،
- **دراسة المياه الجوفية:** تساعد في تحديد الطبقات الصخرية القادرة على تخزين المياه (الخرانات الجوفية).
- **فهم التعرية:** من خلال معرفة "صلابة الصخور"؛ فالصخور اللينة تظهر عليها آثار التعرية بسرعة أكبر من الصخور الصلبة، مما يفسر تغير تضاريس المنطقة مع الزمن.
- **الحد من الكوارث:** التنبؤ بمناطق الزلازل والانزلاقات الأرضية من خلال رصد الصدوع النشطة.

الجيولوجيا التركيبية

الجيولوجيا التركيبية (Structural Geology) هي الفرع الذي يدرس كيفية تشوه الصخور والأشكال الناتجة عن القوى التي تؤثر في قشرة الأرض.

ببساطة، هي العلم الذي يبحث في "هندسة الأرض"؛ فبدلاً من التركيز على نوع الصخر فقط، تركز الجيولوجيا التركيبية على تغيير شكله وموقعه بفعل الضغط والحرارة. تدرس الجيولوجيا التركيبية ثلاثة مظاهر رئيسية:

١. **الطيات (Folds)** وهي انثناءات وتجاويف في طبقات الصخور الرسوبية (مثل طيات الجبال) وتحدث غالباً نتيجة قوى الضغط.
٢. **الصدوع أو الفوالق (Faults)** وهي انكسارات في الصخور يصاحبها حركة وإزاحة للطبقات، وهي المسبب الرئيسي للزلازل.
٣. **الفاصل (Joints)** شقوق في الصخور دون حدوث إزاحة واضحة، وهي تؤثر كثيراً في عمليات التعرية لأنها تسهل دخول المياه داخل الصخر.

الطيات

الطيات (Folds) من أهم المظاهر في الجيولوجيا التركيبية، وهي عبارة عن انثناءات أو تموجات تحدث في طبقات الصخور (خاصة الرسوبية) نتيجة تعرضها لقوى ضغط هائلة، وغالباً ما تحدث في أعماق الأرض حيث تكون الحرارة كافية لجعل الصخور "لدنة" بما يكفي لتتحني دون أن تتكسر.

١. أجزاء الطية الرئيسية:

لكي نصف طية بدقة، نستخدم المصطلحات التالية:

- **جناحا الطية (Folds Limbs)** هما جانبا الطية المائلان على جانبي محورها.
- **محور الطية (Fold Axis)** هو الخط الوهمي الذي يمر بقمة الانثناء.
- **المستوى المحوري (Axial Plane)** هو المستوى الذي يقسم الطية إلى نصفين متماثلين تقريباً ويمر بجميع محاور الطبقات المطوية.

٢. أنواع الطيات الأساسية:

• الطية المحدبة: (Anticline)

- الشكل: تتحني الطبقات للأعلى (مثل حرف N).
- العمر: توجد أقدم الطبقات في مركز (قلب) الطية.
- الأهمية: تعتبر من أهم مصائد النفط والغاز الطبيعي.

• الطية المقعرة: (Syncline)

- الشكل: تتحني الطبقات للأسفل (مثل حرف U).
- العمر: توجد أحدث الطبقات في مركز (قلب) الطية.
- الطية المتماثلة وغير المتماثلة: حسب زاوية ميل الجناحين بالنسبة للمستوى المحوري.

٣. كيف تظهر الطيات على الخريطة الجيولوجية؟

تستطيع تمييز الطية على الخريطة دون رؤيتها في الواقع من خلال:

١. تكرار الطبقات: ظهور الطبقات بترتيب معين (مثلاً: أ، ب، ج، ثم ج، ب، أ) يدل على وجود انثناء.
٢. أسهم الميل: في الطية المحدبة، تشير أسهم الميل بعيداً عن المركز، بينما في المقعرة تشير نحو المركز.
٤. علاقة الطيات بالتعرية: تؤدي التعرية أحياناً إلى ظواهر غريبة؛ فقد تقوم بتآكل قمة "طية محدبة" صلبة لتصنع وادياً في قمته، أو تترك "طية مقعرة" لتبدو كجبل مرتفع، وهو ما يسمى بـ التضاريس المعكوسة.

الفوالق

تُعرف الفوالق (Faults) أو الصدوع بأنها كسر في صخور القشرة الأرضية يصاحبه إزاحة (حركة) ملحوظة للكتل الصخرية المكسورة على جانبي مستوى الكسر. تحدث الفوالق عندما تتعرض الصخور لضغوط هائلة تتجاوز قدرتها على الانثناء (خاصة في المناطق السطحية حيث تكون الصخور صلبة وقابلة للكسر).

١. أجزاء الفالق الرئيسية:

لفهم الفالق، يجب تحديد موقع الكتل بالنسبة للمستوى المائل:

- مستوى الفالق: (Fault Plane) السطح الذي حدث عليه الكسر والمنزلق.
- الحائط العلوي: (Hanging Wall) كتلة الصخور التي تقع فوق مستوى الفالق المائل.
- الحائط السفلي: (Footwall) كتلة الصخور التي تقع تحت مستوى الفالق المائل.

٢. أنواع الفوالق حسب نوع الحركة:

يتم تصنيف الفوالق بناءً على اتجاه حركة الحائط العلوي بالنسبة للسفلي:

- الفالق العادي: (Normal Fault)
 - الحركة: يتحرك الحائط العلوي إلى الأسفل.
 - السبب: ناتج عن قوى شد (تمدد القشرة).
 - الأثر: يؤدي إلى زيادة في مساحة القشرة الأرضية.
- الفالق المعكوس: (Reverse Fault)
 - الحركة: يتحرك الحائط العلوي إلى الأعلى.
 - السبب: ناتج عن قوى ضغط شديدة.
 - الأثر: يؤدي إلى انكماش (نقص) في مساحة القشرة.
- الفالق الدسر: (Thrust Fault) هو نوع من الفوالق المعكوسة لكن مستوى الكسر يكون فيه أفقياً تقريباً (زاوية ميل صغيرة جداً)، مما يجعل الصخور القديمة "ترحف" فوق الصخور الأحدث لمسافات طويلة.
- الفالق الانتقالي/الإزاحي: (Strike-Slip Fault)
 - الحركة: حركة أفقية جانبية (لا يوجد صعود أو هبوط).
 - مثال شهير: صدع "سان أندرياس" في كاليفورنيا.

٣. أهمية الفوالق وعلاقتها بالتعرية:

١. نشأة التضاريس: الفوالق هي المسؤولة عن تكوين الجبال الانكسارية والمنخفضات الغورية (مثل الأخدود الأفريقي العظيم).
٢. تسهيل التعرية: يعتبر مستوى الفالق منطقة ضعف صخري، لذا تقوم الأنهار والرياح بنحتها بسرعة، وغالباً ما تتخذ الأنهار مجراها فوق خطوط الصدوع.
٣. تخزين المياه والنفط: قد يعمل الفالق كحاجز يمنع تسرب المياه الجوفية أو النفط، مما يؤدي لتراكمها، أو قد يعمل كقناة لخروج الينابيع المعدنية والساخنة.
٤. الزلازل: معظم الزلازل المدمرة تحدث نتيجة الحركة المفاجئة للكتل الصخرية على طول مستويات الفوالق.

الفواصل

تُعتبر الفواصل (Joints) أكثر التراكيب الجيولوجية انتشاراً في القشرة الأرضية، وهي عبارة عن شقوق أو كسور في الصخور بدون حدوث أي إزاحة ملموسة للكتل الصخرية.

هذا هو الفرق الجوهرى بينها وبين الفوالق؛ فالفالق كسر مع حركة، أما الفاصل فهو كسر مع بقاء كل طرف في مكانه.

١. أنواع الفواصل حسب نشأتها:

- فواصل تكتونية: تنتج عن قوى الضغط أو الشد التي تتعرض لها القشرة الأرضية (مثل التي تحدث أثناء طي الصخور).

- فواصل التقلص (التبريد): تحدث غالباً في الصخور النارية (البازلت) عندما تبرد الحمم وتنكمش، مشكلة أحياناً أعمدة سداسية رائعة تُعرف بـ "الأعمدة البازلتية".

- فواصل تخفيف الحمل: تحدث عندما تزال الطبقات العليا بفعل التعرية، مما يخفف الضغط عن الصخور السفلى فتتمدد وتنشقق (تظهر كثيراً في صخور الجرانيت).

٢. أهمية الفواصل في الجيولوجيا:

تؤثر الفواصل بشكل جذري على طبيعة الأرض لعدة أسباب:

- ممرات للمياه والنفط: تعمل الفواصل كشبكة أنابيب طبيعية تسمح بمرور المياه الجوفية والغازات والنفط داخل الصخور الصماء.
- تكوين المعادن: الكثير من العروق المعدنية (مثل الذهب والكوارتز) تتكون نتيجة ترسب المحاليل داخل هذه الفواصل.
- البناء والهندسة: هي "نقاط ضعف" خطيرة؛ فالمصممون للمباني والسدود يدرسون اتجاه الفواصل لتجنب انهيار المنشآت.

٣. علاقة الفواصل بالتعرية (رابط هام):

الفواصل هي المفتاح الأول لعمليات التعرية والتجوية:

١. التجوية الكيميائية: تتسرب مياه الأمطار داخل الفواصل وتتفاعل مع المعادن، مما يؤدي لتفتيت الصخر من الداخل.
٢. فعل الصقيع: عندما يتجمد الماء داخل الفواصل، يتمدد ويضغط على جوانب الصخر (قوة ميكانيكية) مما يؤدي لتحطيمه.
٣. تشكيل التضاريس: الرياح والأمطار تتحت المناطق "المفصلة" أسرع من الصخور الصلبة، مما يخلق أشكالاً صخرية غريبة ومميزة في الصحاري والجبال.

٤. كيف تظهر على الخريطة؟

على عكس الفوالق والطيات، نادراً ما تُرسم الفواصل الفردية على الخرائط لصغر حجمها، ولكن يُشار إلى "نظام الفواصل" السائد في المنطقة كرموز توضح اتجاهها العام.

حركة الكتلة الأرضية و أسبابها وكيفية الوقاية منها

حركة الكتل الأرضية (أو الانزلاقات الأرضية) هي تحرك الصخور أو التربة أو الحطام إلى أسفل المنحدرات تحت تأثير قوة الجاذبية بشكل مباشر. وتعتبر هذه العملية من أسرع وأخطر أشكال التعرية.

أولاً: أسباب حركة الكتل الأرضية

تحدث الحركة عندما تتغلب قوة الجاذبية على قوة الاحتكاك التي تثبت المكونات في مكانها، وأهم الأسباب هي:

١. **المياه (العامل الأهم):** الأمطار الغزيرة تزيد من وزن التربة وتعمل كـ "مزيّت" يقلل الاحتكاك بين الطبقات، مما يسهل انزلاقها.
٢. **الزلازل:** الهزات الأرضية تؤدي إلى تخلخل استقرار المنحدرات وانهيارها فجأة.
٣. **الأنشطة البشرية:** مثل قطع الأشجار (التي تمسك جذورها التربة)، أو البناء الثقيل فوق منحدرات غير مستقرة، أو شق الطرق بطريقة خاطئة.
٤. **درجة الانحدار:** كلما زاد ميل الأرض، زادت فرصة تحرك الكتلة للأسفل.
٥. **التجوية والتعرية:** تفتت الصخور بفعل العوامل الجوية يجعلها أكثر عرضة للانهييار.

ثانياً: أنواعها الشائعة

- **السقوط الصخري:** تساقط كتل صخرية من جروف حادة.
- **الانزلاق الطيني:** تدفق خليط من الماء والتربة كالنهر (يحدث بعد العواصف).
- **الزحف:** حركة بطيئة جداً لا تلاحظ إلا بميل الأشجار أو أعمدة الكهرباء بمرور السنين.

ثالثاً: كيفية الوقاية منها

للمحد من مخاطر هذه الانزلاقات وحماية الأرواح والمنشآت، تُتبع الوسائل التالية:

١. **التشجير:** زراعة الأشجار والنباتات على المنحدرات لأن الجذور تعمل كشبكة تثبيت طبيعية للتربة.
٢. **تصريف المياه:** إنشاء قنوات صرف لمنع تجمع مياه الأمطار داخل التربة على المنحدرات، مما يقلل من وزنها وضغطها.
٣. **الجدران الاستنادية:** بناء جدران قوية في قاعدة المنحدرات لسند الكتل الصخرية ومنعها من الحركة.

٤. **المصاطب (الترج):** تحويل المنحدر الحاد إلى درجات (مثل السلالم) لتقليل سرعة الجاذبية ومنع انجراف التربة.
٥. **تثبيت الصخور:** استخدام شبك معدنية أو مسامير صخرية طويلة لربط الطبقات الهشة بالصخور الصلبة المستقرة.
٦. **التخطيط العمراني:** تجنب البناء في المناطق المصنفة جغرافياً كـ "مناطق خطر انزلاق" من خلال دراسة الخرائط الجيولوجية.

حركة الكتل الأرضية (أو الانزلاقات الأرضية) هي تحرك الصخور أو التربة أو الحطام إلى أسفل المنحدرات تحت تأثير قوة الجاذبية بشكل مباشر. وتعتبر هذه العملية من أسرع وأخطر أشكال التعرية.

أولاً: أسباب حركة الكتل الأرضية

تحدث الحركة عندما تتغلب قوة الجاذبية على قوة الاحتكاك التي تثبت المكونات في مكانها، وأهم الأسباب هي:

١. **المياه (العامل الأهم):** الأمطار الغزيرة تزيد من وزن التربة وتعمل كـ "مزيت" يقلل الاحتكاك بين الطبقات، مما يسهل انزلاقها.
٢. **الزلازل:** الهزات الأرضية تؤدي إلى تخلخل استقرار المنحدرات وانهيارها فجأة.
٣. **الأنشطة البشرية:** مثل قطع الأشجار (التي تمسك جذورها التربة)، أو البناء الثقيل فوق منحدرات غير مستقرة، أو شق الطرق بطريقة خاطئة.
٤. **درجة الانحدار:** كلما زاد ميل الأرض، زادت فرصة تحرك الكتلة للأسفل.
٥. **التجوية والتعرية:** تفتت الصخور بفعل العوامل الجوية يجعلها أكثر عرضة للانهيار.

ثانياً: أنواعها الشائعة

- **السقوط الصخري:** تساقط كتل صخرية من جروف حادة.
- **الانزلاق الطيني:** تدفق خليط من الماء والتربة كالنهر (يحدث بعد العواصف).
- **الزحف:** حركة بطيئة جداً لا تلاحظ إلا بميل الأشجار أو أعمدة الكهرباء بمرور السنين.

ثالثاً: كيفية الوقاية منها

للمحد من مخاطر هذه الانزلاقات وحماية الأرواح والمنشآت، تُتبع الوسائل التالية:

١. **التشجير:** زراعة الأشجار والنباتات على المنحدرات لأن الجذور تعمل كشبكة تثبيت طبيعية للتربة.
٢. **تصريف المياه:** إنشاء قنوات صرف لمنع تجمع مياه الأمطار داخل التربة على المنحدرات، مما يقلل من وزنها وضغطها.
٣. **الجدران الاستنادية:** بناء جدران قوية في قاعدة المنحدرات لسند الكتل الصخرية ومنعها من الحركة.

٤. **المصاطب (الترج):** تحويل المنحدر الحاد إلى درجات (مثل السلالم) لتقليل سرعة الجاذبية ومنع انجراف التربة.
٥. **تثبيت الصخور:** استخدام شبك معدنية أو مسامير صخرية طويلة لربط الطبقات الهشة بالصخور الصلبة المستقرة.
٦. **التخطيط العمراني:** تجنب البناء في المناطق المصنفة جغرافياً كـ "مناطق خطر انزلاق" من خلال دراسة الخرائط الجيولوجية.

الانزلاقات والانخفاضات

في سياق حركة الكتل الأرضية والجيومرفولوجية، هناك فرق واضح بين **الانزلاقات** (التي تحدث على المنحدرات) و**الانخفاضات** (التي تحدث عمودياً نحو الأسفل). إليك التوضيح:

١. الانزلاقات الأرضية (Landslides)

هي حركة سريعة ومفاجئة لكتل من الصخور أو التربة **على طول منحدر**.

- **كيف تحدث؟** تنفصل الكتلة عن الجبل أو الهضبة وتتحرك للأسفل نتيجة الجاذبية، وغالباً ما يكون هناك "سطح انزلاق" (مثل طبقة طينية مبللة) يسهل الحركة.
- أشهر أنواعها:

- **الانزلاق الصخري:** سقوط كتل صخرية ضخمة.
- **الانزلاق الدوراني (Slump):** حيث تنزلق الكتلة وتدور للخلف وهي تهبط، مما يترك شكلاً يشبه الملاعقة في الجبل.
- **التدفقات الطينية:** خليط سائل من الماء والتربة يتحرك بسرعة هائلة.

٢. الانخفاضات الأرضية (Subsidence)

هي حركة هبوط مستوي سطح الأرض رأسياً **إلى الأسفل** (غوص الأرض) دون وجود منحدر بالضرورة.

- **كيف تحدث؟** تحدث نتيجة وجود فراغ أو خلخلة في الطبقات التحتية، مما يؤدي لانقيار السطح.
- أهم أسبابها:

- **طبيعية:** ذوبان الصخور الجيرية تحت الأرض بفعل المياه، مما يؤدي لتكون **الخصوفات** أو **البالوعات** (Sinkholes).

- **بشرية:** الإفراط في سحب المياه الجوفية أو النفط من باطن الأرض، أو انهيار المناجم القديمة تحت المدن.

- **جيولوجية:** تحركات تكتونية تؤدي لهبوط أجزاء من القشرة الأرضية (مثل الأغوار).

مقارنة سريعة:

وجه المقارنة	الانزلاقات (Landslides)	الانخفاضات (Subsidence)
اتجاه الحركة	مائل (مع منحدر)	عمودي (للأسفل مباشرة)
المكان	الجبال والهضاب	الأراضي المنبسطة أو المدن
العامل المحفز	الأمطار والزلازل والمنحدرات	سحب المياه، ذوبان الصخور، أو التعدين

الثروات الطبيعية في العراق

تتنوع هذه الثروات بين موارد هيدروكربونية ومعادن استراتيجية كالتالي:

١. النفط والغاز (الثروة الأساسية)

- **النفط الخام:** يمتلك العراق احتياطيات تبلغ **148 مليار برميل**، ويحتل المرتبة الثانية في إنتاج النفط ضمن منظمة "أوبك". بلغ متوسط إنتاجه في أوائل عام ٢٠٢٦ نحو **4.5 مليون برميل يومياً**.
- **الغاز الطبيعي:** تُقدر احتياطياته بنحو **132 تريليون قدم مكعب**. يسعى العراق حالياً لتقليل "حرق الغاز المصاحب" والوصول إلى إيقافه تماماً بحلول عام ٢٠٢٧ للاستفادة منه اقتصادياً وتوليد الطاقة +4 .

٢. الثروات المعدنية الكبرى

- يملك العراق احتياطيات عالمية من معادن غير نفطية تتركز أغلبها في المناطق الغربية والشمالية:
- **الفوسفات:** يحتل العراق المرتبة **الثانية عالمياً** باحتياطي يزيد عن **10 مليارات طن** (حوالي ٩٪ من الاحتياطي العالمي)، ويتركز معظمه في منطقة "عكاشات" بمحافظة الأنبار.
 - **الكبريت:** يعد العراق **الأول عالمياً** في احتياطيات الكبريت الرسوبي الحر، بوجود نحو **600 مليون طن** تتركز بشكل رئيسي في حقل "المشراق" بمحافظة نينوى.
 - **السيليكا (الرمال الزجاجية):** تتوفر بنقاوة عالية جداً في منطقة النجف والصحراء الغربية، وتستخدم في الصناعات الإلكترونية والزجاجية .

٣. معادن وعناصر نادرة

أشارت المسوحات والتقارير الأخيرة (٢٠٢٥-٢٠٢٦) إلى وجود إمكانات واعدة في:

- **المعادن الثمينة:** توجد مؤشرات قوية على وجود الذهب في الأنبار وغرب نينوى وكردستان.
- **العناصر الاستراتيجية:** اكتشاف كميات من **اليورانيوم والثوريوم** في جنوب وغرب البلاد، بالإضافة إلى العناصر الأرضية النادرة مثل النيوديميوم في مناطق عكاشات وتلال حميرين.
- **معادن أخرى:** الحديد (حوالي ٦٠ مليون طن في الأنبار)، النحاس، الزنك، والمنغنيز .

٤. الموارد المائية والزراعية

تتمثل في نهري دجلة والفرات وروافدهما، بالإضافة إلى مساحات شاسعة من الأراضي الصالحة للزراعة وإنتاج التمر، القمح، والشعير.

النفط

النفط (أو البترول) هو سائل طبيعي كثيف قابل للاشتعال، يتكون بشكل أساسي من مزيج معقد من المواد الهيدروكربونية (ذرات الكربون والهيدروجين). يُطلق عليه "الذهب الأسود" نظراً لقيمته الاقتصادية العالية وكونه المحرك الرئيسي للصناعة والنقل في العصر الحديث.

٢. كيف يتكون النفط؟ (النشأة الجيولوجية)

تتفق معظم النظريات العلمية على أن النفط ذو أصل عضوي؛ حيث تشكل عبر ملايين السنين وفق المراحل التالية:

- **الترسيب:** موت كائنات بحرية دقيقة (عوالق وطحالب) وتراكمها في قيعان البحار والمحيطات.
- **الطمر:** دُفنت هذه البقايا تحت طبقات سمكة من الرواسب الطينية والرملية بعيداً عن الأكسجين (بيئة لاهوائية).
- **الطبخ الطبيعي:** بفعل الضغط الهائل والحرارة المرتفعة في أعماق الأرض، تحولت المواد العضوية تدريجياً إلى مادة تسمى "الكيروجين" ثم إلى نفط وغاز طبيعي.
- **الهجرة والاحتجاز:** يهاجر النفط من "صخور المصدر" إلى "صخور خازنة" مسامية، حيث يُحتجز داخل "مصائد" جيولوجية (مثل الطيات أو الصدوع) تمنع تسربه.

٢. أنواع النفط الخام

يُصنف النفط عالمياً بناءً على معيارين أساسيين لتحديد جودته وسعره:

• حسب الكثافة (درجة API):

- **الخفيف:** الأسهل في التكرير والأعلى سعراً لأنه ينتج وقوداً أكثر جودة (مثل الجازولين).
- **المتوسط والثقيل:** يتطلب عمليات تكرير أكثر تعقيداً.

• حسب نسبة الكبريت:

- **الحلو (Sweet):** يحتوي على أقل من ٠,٥ ٪ كبريت، وهو الأفضل بيئياً.
- **الحامض (Sour):** يحتوي على نسب كبريت عالية ويحتاج معالجة إضافية.

٣. أهمية النفط واستخداماته

لا يقتصر دور النفط على كونه وقوداً، بل يدخل في تفاصيل الحياة اليومية كافة:

- **الطاقة والنقل:** وقود للسيارات والطائرات والسفن وتوليد الكهرباء.
- **الصناعات البتروكيمياوية:** يُعد المادة الأساسية لصناعة البلاستيك، الأسمدة الزراعية، المنظفات، والأدوية.
- **الاقتصاد العالمي:** يمثل العمود الفقري لاقتصاد الدول المنتجة (مثل العراق حيث يشكل أكثر من ٩٠ ٪ من موارنته) ويؤثر بشكل مباشر في التوازنات السياسية الدولية.

اهم الحقول النفطية في العراق

تتركز معظم الاحتياطيات النفطية في العراق في مناطق معينة، حيث يضم جنوب البلاد (خاصة البصرة) أضخم

الحقول العالمية، بينما تتركز حقول أخرى في الوسط والشمال.

إليك أهم الحقول النفطية موزعة حسب المناطق الجغرافية:

١. حقول جنوب العراق (الأكبر عالمياً)

تنتج هذه الحقول الجزء الأكبر من صادرات العراق النفطية:

- **حقل الرميلة (البصرة):** يُعد "عملاق" الحقول العراقية وثاني أكبر حقل نفط في العالم. ينتج وحده حوالي ١,٤ إلى ١,٥ مليون برميل يومياً.

- **حقل مجنون (البصرة):** من الحقول العملاقة القريبة من الحدود الإيرانية، ويمتاز باحتياطيات هائلة تزيد عن ٣٨ مليار برميل.

• **حقول غرب القرنة (البصرة):** ينقسم إلى (غرب القرنة ١) و(غرب القرنة ٢)، ويُصنف كواحد من أكبر الحقول المستغلة حالياً،

• **حقول الزبير (البصرة):** حقول قديم وعريق يخضع لعمليات تطوير مستمرة لزيادة إنتاجه.

• **حقول الحلفاية (ميسان):** يعد المحرك الرئيسي لإنتاج النفط في محافظة ميسان.

٢. حقول شمال العراق

• **حقول كركوك (بابا كركر):** أقدم حقول نفطي في العراق (اكتشف عام ١٩٢٧). لا يزال من الحقول الاستراتيجية التي تغذي الصادرات الشمالية ومصافي المنطقة.

• **حقول بابيب حسن وجمبور (كركوك):** حقول مكمل لإنتاج كركوك.

• **حقول إقليم كردستان:** مثل حقول "طاوكي" وحقول "خورمالة"، وتعتمد عليها الصادرات المستقلة للإقليم سابقاً.

٣. حقول وسط العراق

• **حقول الأحدب (واسط):** حقول مستثمر من قبل شركات صينية ويوفر الوقود لمحطات الكهرباء القريبة.

• **حقول بدرية (واسط):** حقول حدودي يتميز بظروف جيولوجية معقدة.

• **حقول شرق بغداد:** يمتد تحت مناطق سكنية في العاصمة، ويستخدم إنتاجه بشكل أساسي لتغذية مصفى الدورة ومحطات الطاقة.

٤. حقول الغاز الطبيعي (غير المصاحب)

بالإضافة للحقول النفطية، يمتلك العراق حقول غاز حرة هامة:

• **حقول عكاس (الأنبار):** أكبر حقول غاز في العراق.

• **حقول المنصورية (ديالى).**

أسئلة واجوبة حول مادة الكورس الثانى

أولاً: أسئلة التعاريف

س ١: عرّف المصطلحات العلمية الآتية:

١. بروفيل التربة (Soil Profile).
٢. الدبال (Humus).
٣. مثلث قوام التربة (Soil Texture Triangle).
٤. التعرية (Erosion).
٥. خطوط الكنتور.
٦. الجيولوجيا التركيبية (Structural Geology).
٧. الطيات (Folds).
٨. الفوالق أو الصدوع (Faults).
٩. الفواصل (Joints).
- النفط (البترول).

ثانياً: أسئلة التعاليل (فسر ما يأتي)

س ١: علل ما يأتي علمياً:

١. تسمية أفق التربة (B) بـ "أفق التراكم"
٢. التربة في المناطق ذات الأمطار الغزيرة تتميز بمقطع عميق ومظهر مغسول (أفق E واضح):
٣. تكون تربة المنحدرات الجبلية ضحلة ورقيقة
٤. تعتبر "التربة الطفالية (Loam)" التربة المثالية للزراعة
٥. تعتبر الأنهار أقوى عامل تعرية على كوكب الأرض.

٦. حدوث الفوالق (الصدوع) في الصخور السطحية بدلاً من الانثناءات.

٧. تعتبر الطيات المحدبة من أهم مصادد النفط والغاز.

٨. حدوث فواصل التقلص (التبريد) في الصخور النارية مثل البازلت.

ثالثاً: أسئلة التعداد والنقاط

س ١: ما هي المكونات الأساسية للتربة المثالية ونسبها التقريبية؟

س ٢: ما هي الآفاق الرئيسية التي يتكون منها المقطع العمودي للتربة (بروفيل التربة)؟

س ٣: ما هي العوامل الخمسة الكبرى المتحكممة في تكوين التربة؟

س ٤: ما هي أبرز الظواهر الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية البحرية (الأمواج)؟

س ٥: اذكر أجزاء الفالق الرئيسية:

رابعاً: أسئلة الصح والخطأ مع التصحيح الخطأ:

١. تُعرف المواد العضوية المتحللة في التربة بـ "الدبال"، وهي المسؤولة عن إعطاء التربة اللون الداكن والخصوبة.

٢. أفق الغسل (E) يتميز بتراكم المعادن والطين والثقيلة القادمة من الطبقات السفلية.

٣. المنحدرات الجبلية تتميز بتربة عميقة وغنية جداً بسبب سرعة ترسيب المواد عليها.

٤. في الطية المحدبة (Anticline)، تتحني الطبقات للأعلى وتوجد أقدم الطبقات في مركز الطية.

٥. الفالق العادي ينتج عادة عن قوى ضغط شديدة تؤدي إلى تحرك الحائط العلوي نحو الأعلى.

خامساً: أسئلة املأ الفراغات

١. المقطع العمودي للتربة الذي يوضح طبقاتها الأفقية المتميزة يُعرف بـ -----
٢. العامل الأكثر تأثيراً على الإطلاق في تكوين التربة وخصائص مقطعها هو -----
٣. التربة المثالية للزراعة والتي تمثل مزيجاً متوازناً من الرمل والغرين والطين تسمى -----
٤. خطوط الكنتور على الخرائط الطبوغرافية ----- إلا في حالات نادرة جداً مثل الكهوف أو الجروف المعلقة.
٥. الشقوق أو الكسور في الصخور التي لا يصابها أي حركة أو إزاحة للكتل الصخرية تسمى -----

أولاً: أسئلة الشرح والتوضيح

س ١: اشرح باختصار كيف تتم "دورة الصخور في الطبيعة" (Rock Cycle)؟

س ٢: اشرح باختصار أنواع "التحول الإقليمي" للصخور الناتجة عن زيادة درجة التحول (من الواطئ إلى العالي)؟

س ٣: اشرح العوامل الخمسة الكبرى التي تحكم في تكوين التربة وخصائصها؟

س ٤: اشرح خطوات قراءة واستخدام "مثلث قوام التربة" (Soil Texture Triangle) لتحديد نوع التربة؟

س٥: اشرح أهم المراحل التي تمر بها "نشأة وتكوين النفط" جيولوجياً؟