

المحاضرة الأولى

الجيولوجيا النظرية للمرحلة الأولى للدراسة الصباحية والمسائية

الجيولوجيا : كلمة معربة مكونة من مقطعين إغريقيين هما (جيو) المشتقة من كلمة **gea** وتعني الأرض و(لوجيا) المشتقة من كلمة **Logos** ومعناها علم أو منطق ، وعليه فإن كلمة جيولوجيا تعني علم الأرض

يهتم هذا العلم بدراسة أصل الأرض ، مكوناتها ، شكلها ، تاريخها ، والعمليات التي أثرت وتؤثر على شكلها السابق والحاضر ، وبمفهوم أدق فعلم الأرض يتناول القوى الطبيعية التي غيرت ولا تزال تغير كوكبنا ويدرس التركيب الكيميائي للمكونات الأرضية ويثبت السجل التاريخي لعمر الأرض وماضيها ويفسر بقايا الأشكال والبيئات المتباينة التي مرت على الأرض ، ويبحث عن دلائل أصل الأرض من دراسة الأجسام الساقطة من خارج الغلاف الجوي.

فروع علم الأرض

لقد تطور علم الجيولوجيا ليشمل فروع عديدة ولذلك اتفق العلماء في الآونة الأخيرة على إطلاق اسم علم الأرض (**Earth science**) على مجموعة العلوم الجيولوجية ، ويقسم إلى الفروع الأساسية التالية :

Geological science

1- العلوم الجيولوجية

وتتعلق بدراسة الجزء الصلب من الأرض وتشمل :

أ- الجيوفيزياء **Geophysics**

ب- الجيولوجيا **Geology**

ج- الجيوكيمياء **Geochemistry**

2- علم المحيطات Oceanography

ويتعلق بدراسة الغلاف المائي (السائل) للأرض

3- علم الأنواء الجوية Meteorology

ويتعلق بدراسة الغلاف الغازي (الجوي) للأرض

فروع علم الجيولوجيا

1- علم الصخور Petrology

2- علم المعادن Mineralogy

3- علم البلورات Crystallography

4- علم الطبقات Stratigraphy

5- علم المتحجرات Paleontology

6- علم الجيولوجيا التركيبية Structural geology

7- علم الجيولوجيا الاقتصادية Economic g.

8 - علم الجيولوجيا الهندسية Engineering g.

9- علم هيئة الأرض Geomorphology

10 - علم الجيولوجيا المائية Hydrology

11- علم جيولوجيا النفط Petroleum g.

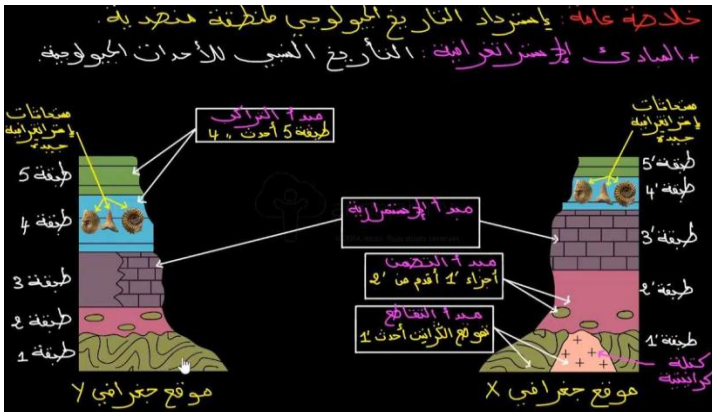
12- علم جيولوجيا المناجم Mining g.

13- علم الجيولوجيا البيئية Environmental g.

وهناك تفرعات أخرى منها علم الرسوبيات ، علم الجيولوجيا الزراعية ، علم الجيولوجيا العسكرية ، علم المعادن البصرية ، علم الجيولوجيا الطبية ، علم قياس عمر الأرض .

((نبذة تاريخية عن علم الجيولوجيا))

بدأ التفكير في الظواهر الطبيعية منذ إن خطى الإنسان بقدميه سطح الأرض ، فقد فطن إلى المغارات والكهوف لحماية من قسوة البيئة ومن الحيوانات الكاسرة ، فكانت نظرتة الأولى إلى الصخور والقطع الحجرية المترامية ، وبعد أن توصل إلى صلابتها هداه التفكير إلى استغلالها في صناعة الأدوات الزراعية أو بعض الأسلحة البدائية ، وأخيرا في توليد الشرارات النارية عن طريق احتكاك القطع الصخرية ، وبعد أن توصل إلى النار تطورت أساليبه في اكتشاف المعادن وصهرها لاستخدام الفلزات ، وهكذا قسم علماء التاريخ عصور الإنسان تبعا لمهارته وكيفية استغلالها فهناك العصر الحجري والعصر النحاسي والعصر البرونزي .



الجيولوجيا في القرن الثامن عشر الميلادي

ظهرت مدرستان لها الأثر الكبير في وضع علم الجيولوجيا في موقعه الصحيح هما :

أ- المدرسة النبتونية (المائية) سميت نسبة إلى اله البحر " نبتون " ، أسسها العالم الألماني "فيرنر " الذي عرَى الظواهر الطبيعية واصل الصخور والجبال إلى تأثير الماء فقط ، حيث افترض وجود محيط أولي كان يغلف الأرض كلها في بادئ الأمر ، وأدت ترسبات هذا المحيط إلى تكوين القشرة الأرضية ثم انحسر بعد ذلك إلى مواقعها الحالية وظهرت القارات .

ب- النظرية البلوتونية (الباطنية) أسسها العالم الاسكتلندي " جيمس هتن " والتي فسر فيها الجبال بواسطة البراكين والحركات النارية الجوفية ، وقد قام "هتن " بوضع نظرية (الوتيرة الواحدة) التي تنص على (إن الحاضر مفتاح الماضي) ، أي إن جميع القوى التي تعمل حالياً على سطح الأرض كانت كذلك تعمل دائماً وباستمرار خلال جزء كبير من التاريخ الجيولوجي .

الجيولوجيا في القرن العشرين

لقد وضع العلماء في القرن التاسع عشر مفهوم العمود الجيولوجي ، فلقد أدى التطور في القرن العشرين إلى تطور وسائل تحليل ووصف الصخور المختلفة ، فتطور الكيمياء التحليلية واكتشاف العالم الألماني "روننيجين" في (1895م) للأشعة السينية ساهم في التعرف على الترتيب الداخلي للذرات في البلورات المكونة للمعادن ، كما ساهم في زيادة فاعلية وسائل التنقيب عن المعادن الاقتصادية .

أما اكتشاف العالم " بيكريل " (1895) الإشعاع الذري لليورانيوم وهذا مما سلهم في تقدير العمر المطلق للصخور .

ظهور نظرية تكتونية الصفائح في الستينيات من القرن الماضي والتي تشير إلى إن الكرة الأرضية تتكون من ألواح مختلفة كبيرة الأحجام وفي حركة مستمرة تؤدي إلى تكوين معظم التضاريس العامه للكرة الأرضية ، ولها أهمية كبيرة بحيث لا تقل عن وضع العمود الجيولوجي في القرن التاسع عشر .

علاقة الجيولوجيا ببقية العلوم الأخرى

يعد علم الجيولوجيا من أكثر العلوم التي تربطها علاقات هامة مع العلوم الأخرى ، نتجت عن ذلك فروع جديدة في الجيولوجيا ، وتعد حلقة اتصال بين الجيولوجيا وبقية العلوم الأخرى :

1- هناك علاقة وثيقة بين علمي الجيولوجيا والفيزياء ، أدى إلى ظهور علم جديد يسمى علم فيزياء الأرض (الجيوفيزياء Geophysics) ونشأ هذا العلم عندما دعت الحاجة إلى معرفة الأسرار الموجودة تحت سطح الأرض من طبقات وتراكيب جيولوجية ورسم صورة مفصلة عنها ، ولهذا السبب تم الاستعانة بعلم الفيزياء وأساسياته المختلفة من صوت وكهرباء ومغناطيسية وهكذا جمع العلمان تحت علم واحد يهتم بكل ما هو تحت سطح الأرض .

2- وهناك ارتباط بين علم الجيولوجيا وعلم الكيمياء ، أدى إلى ظهور علم آخر يسمى علم كيمياء الأرض أو الجيوكيمياء Geochemistry ويختص بجميع التحليلات والاختبارات الكيمياوية التي تجرى على المعادن والصخور.

3- وهناك ارتباط بين الجيولوجيا والعلوم الحياتية عن طريق علم المتحجرات Paleontology الذي يهتم بدراسة بقايا الأحياء المختلفة من حيوانات فقارية ولا فقارية ونباتات.

الجيولوجيا النظرية للمرحلة الأولى - قسم العلوم - مدرس - المادة أ.م. د. بهاء الدين مكي فيروز - أ.م. رحيم جعفر عزيز
4- وهناك علاقة بين الجيولوجيا وعلم الفلك ويسمى هذا العلم الجيولوجيا الفلكية أو الكونية

Astronomic Geology الذي يختص بدراسة الأرض وعلاقتها بالنظام الشمسي .

5- أما علم الهندسة فيرتبط بعلم الجيولوجيا فيما يسمى الجيولوجيا الهندسية **Engineering Geology** وهو الذي يدرس الأعمال الهندسية ، والمشكلات الهندسية في الإنشاءات وحفر الأنفاق والسدود وإقامة المطارات .

6- يرتبط علم الجيولوجيا بعلم الجغرافية القديمة وذلك بدراسة الجيولوجيا التاريخية للقشرة الأرضية .

7- يرتبط علم الجيولوجيا مع العلوم الزراعية بما يسمى الجيولوجيا الزراعية.

كوكب الأرض ونشأته

يبحث هذا الفرع من علم الجيولوجيا والذي يسمى بالجيولوجيا الكونية في نشأة الأرض والنظريات الخاصة بها ، فالأرض أحد أعضاء المجموعة الشمسية ، فأن البحث في حالتها السابقة لتكوين الصخور الصلبة يعتمد على المعلومات التي توصل إليها علماء الفلك من دراستهم للكواكب والأجرام السماوية الأخرى .

المجموعة الشمسية Solar System

لم يعرف سكان الأرض أفراد المجموعة الشمسية إلا بعد جهود مضيئة من الأبحاث الفلكية ولا يزال الكثير

من خبايا الفضاء الكوني غير معروفة لحد الآن ، وحتى أيام العالم الفلكي غاليلو (1564 – 1642) لم يعرف من كواكب المجموعة الشمسية سوى تلك القريبة من الأرض أو العظيمة الحجم .

تعد المجموعة الشمسية جزءا صغيرا من مجموعة كوكبية أعظم حجما تعرف باسم مجموعة المجرة أو درب اللبانة **Milky Way Galaxy** وليس من السهولة معرفة العدد الحقيقي للكواكب لكن يمكن القول بان هناك أكثر من (100) مليون كوكب في مجموعة المجرة ، ويشمل الفضاء الكوني على أكثر من (بليون) مجموعة فلكية ، والذي يهمننا في دراستنا هو المجموعة الشمسية .

يبلغ قطر الشمس نحو (1.860.000) ميل وتقدر كتلتها بنحو (332.000) مرة بقدر كتلة الأرض وهي شديدة الحرارة جدا ولا تستمد الضوء من كوكب آخر ، تبلغ درجة حرارة الشمس حوالي (7000) م ، وتزيد في باطنها إلى أكثر من (20) مليون م ، تتكون من عنصرين أساسيين هما الهيدروجين ويكون بنسبة 82% والهيليوم بنسبة 18% من كتلتها ، أما بقية الغازات فتوجد بنسب ضئيلة . ترجع قوة الشمس إلى التفاعلات النووية في باطن الشمس بفعل اشتقاق الهيليوم من الهيدروجين ، وكل إشعاع يؤدي إلى تناقص في كتلة الجسم المشع ، فالتناقص التدريجي في كتلة الشمس يصل إلى (4) مليون طن من H_2 في الدقيقة ، وهذا لا يبدو حيث إن نسبة انكماش الشمس حتى الوقت الحاضر 10.000/1 ويمكن للشمس أن تحتفظ بصورتها الحالية لمدة تصل ((30)) بليون سنة.

يحيط بنجم الشمس (10) كواكب سيارة وهي كواكب المجموعة الشمسية وترتبط بجاذبية الشمس وتدور حول الشمس باتجاه واحد من الغرب إلى الشرق بسرعة (3 – 30) ميل/ثانية وتكون صغيرة الحجم قياسا إلى الشمس.

1- عطارد Mercury 2- الزهرة Venus 3- الأرض Earth

4- المريخ Mars 5- المشتري Jupiter 6- زحل Saturn

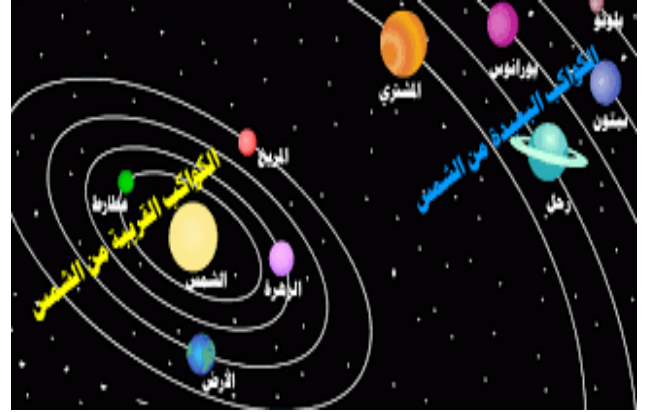
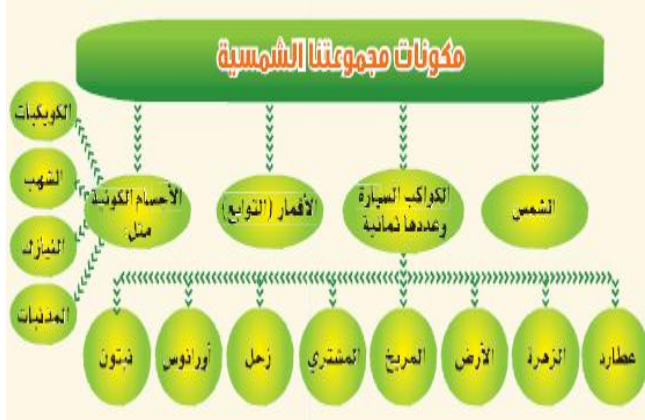
7- أورانوس Uranus 8- نبتون Neptune 9- بلوتو Pluto

وهناك كتل غازية متوهجة تقع بعيدا عن كوكب الأرض ، ويقدر حجم بعضها بآلاف أمثال حجم كتلة شمسنا الحالية ، وتعرف هذه الكتل بالسدم ومن أشهرها السديم اللولبي أو الحلزوني .

جدول يبين المعلومات الخاصة بكواكب المجموعة الشمسية

الكوكب	البعد الشمسلايين الأميال	طول فترة الدورة الواحدة حول الشمس	متوسط سرعة دوران كوكب ميل/ثا	كثافة الكوكب بالنسبة لكثافة الماء	كتلة الكوكب بالنسبة لكتلة الأرض	عدد الأقمار التابعة
عطارد	36	88 يوم	30	3.83	27/1	—
الزهرة	67	225 يوم	22	5.21	6/5	—
الأرض	93	سنة	18.5	5.52	1	1
المريخ	142	1.88 سنة	15	3.94	9/1	2
المشتري	484	11.86 سنة	8	1.34	318	12
زحل	887	29.46 سنة	6.5	0.69	95	9
اورانوس	1785	82.02 سنة	4	1.36	14 5/3	5
نبتون	2797	164.80 سنة	3.5	1.32	17 3/1	2
بلوتو	3670	247.70 سنة	3	—	—	—





الشهب والنيازك والمذنبات

يشتمل الفضاء الخارجي الكوني إضافة إلى النجوم والكواكب السيارة على أعداد لا حصر لها من الشهب والنيازك والمذنبات ويمكن رؤيتها ليلاً.

الشهب : يتراوح حجمها من حجم حبة الرمل إلى حبة الحصى وتكون شديدة التوهج وسريعة عند سقوطها صوب كوكب الأرض ، ونسبح في الفضاء الكوني بسرعة هائلة ، تؤدي هذه السرعة إلى تحويل هذه الأجسام إلى أبخرة

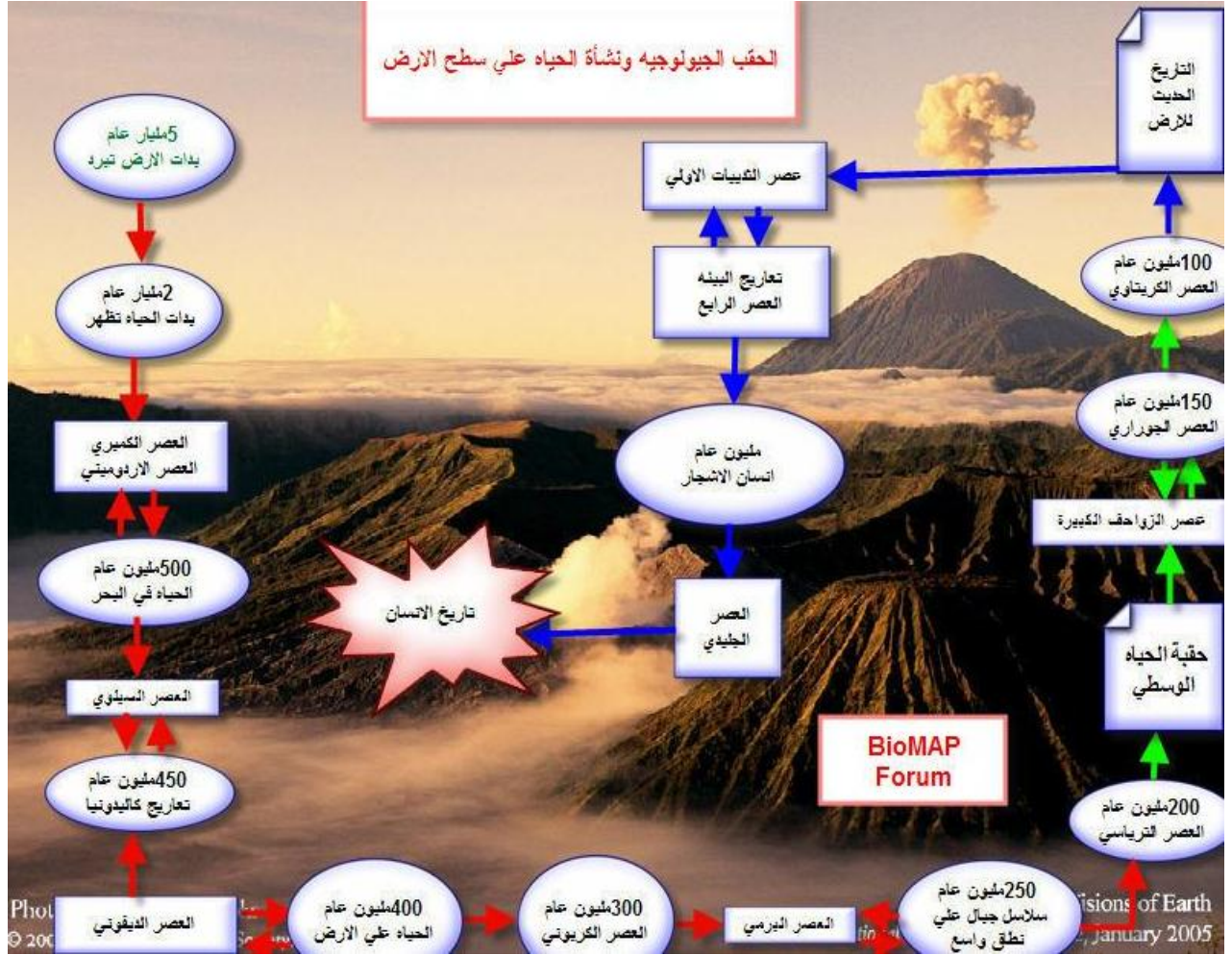
وغازات وعدم وصولها إلى سطح الأرض ، يرى البعض أن هذه الشهب تمثل بقايا صغيرة متناثرة من المجموعة الشمسية التي تتفتت وتتساقط على سطح الأرض ، بينما يرى البعض الآخر بأن الشهب تمثل بقايا مواد كونية مفتتة آتية من فضاء خارجي آخر .

أما النيازك : فهي أكبر حجماً من الشهب ولذلك فهي لا تحترق كلياً أثناء عبورها طبقات الغلاف الجوي وتصل بعض أجزاءها إلى سطح الأرض ، ويختلف وزنها من بضعة أرطال إلى بضعة أطنان ، وقد عثر على بقايا نيزك في جنوب أفريقيا يصل وزنه (60) طن .

المذنبات : تظهر على شكل بقع سديمية مضيئة وتعظم درجة توهجها في رؤوسها ، ويمتد من أجسامها السنة أو ذبول منيرة في الفضاء وتدور المذنبات حول الشمس في مدارات مختلفة وبسرعة هائلة ، مثل مذنبات مورهاوس 1908 ، ومذنب هالي ، يتألف رأس المذنب من أجسام كونية مختلفة الحجم وتتكون من غازات H_2 و CO وعندما تقترب من جسم الشمس ونتيجة لحرارتها تحترق المذنبات ، وينبثق منها ذبول ملتهبة تنير الفضاء الكوني ، ولا تنتمي إلى المجموعة الشمسية المعروفة لكون طبيعتها دورانها تختلف عن طبيعة دوران أفراد المجموعة الشمسية المعروفة ، لكون طبيعتها دورانها تختلف عن طبيعة دوران أفراد المجموعة الشمسية .

تعريف الكوكب Planet : هو ذلك الجسم البارد الصغير نسبياً الذي يدور حول جسم ساخن أكبر حجماً (النجم) تحت تأثير مجاله الجذبوي .

تتكون معظم النجوم من كميات متقاربة من المادة ولا تقل كتلتها عن عشر كتلة الشمس ولكنها تتفاوت في أحجامها وكثافتها عن الشمس . وهناك ثلاثة أنواع أساسية من النجوم وفقاً لحجومها ، فمنها الأقزام البيضاء ، والنجوم المتوسطة البيضاء اللون والصفراء ، ومنها الشمس والنجوم الضخمة الحمراء .



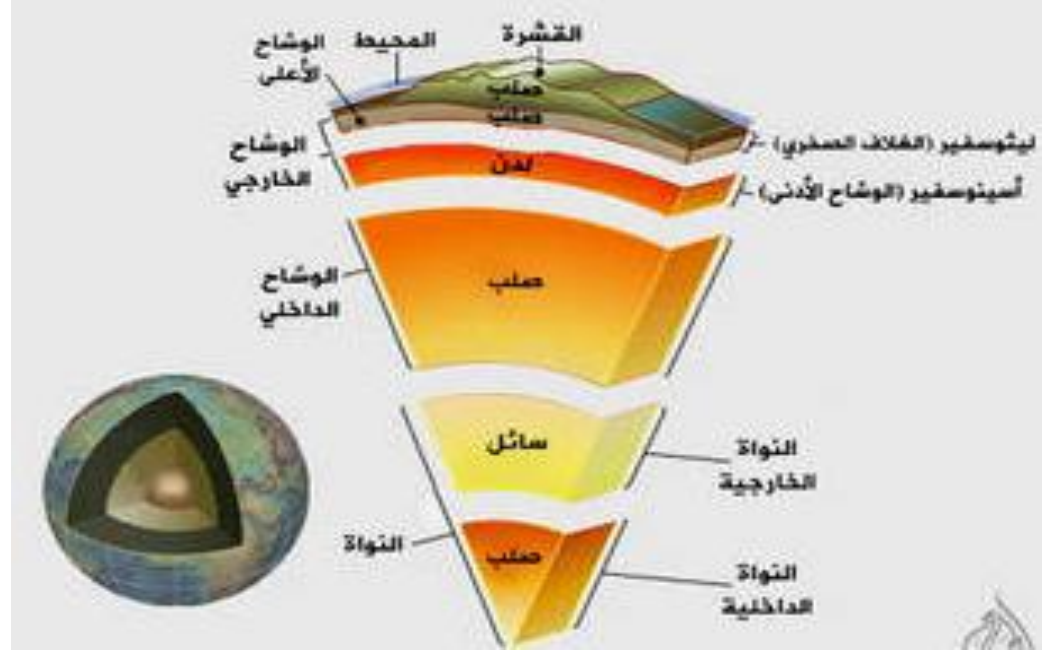
طبيعة الأرض

الأرض كوكب من المجموعة الشمسية يبلغ متوسط قطرها نحو (7927) ميل ويزيد طول قطرها الاستوائي على طول قطرها القطبي بنحو (27) ميل ، وتدور الأرض حول الشمس دورة كاملة في عام واحد مما ينجم عن ذلك تكوين الفصول الأربعة ، وان دوران الأرض حول محورها يتم خلال يوم واحد ينشأ عنه تعاقب الليل والنهار .

أغلفة الأرض

بعد انفصال الكرة الأرضية عن الشمس بدأت مكوناتها المختلفة بالبرودة التدريجية كما ساعدت عملية دوران كوكب الأرض حول محوره على ترتيب المواد المكونة لها في صورة نطاقات أو أغلفة ، وهكذا اتجهت المواد الثقيلة الوزن العظيمة الكثافة صوب مركز الأرض ، بينما احتلت المواد الخفيفة الوزن الثقيلة الكثافة الأجزاء العليا من الكرة الأرضية وهكذا ، إضافة إلى عمليات البرودة التدريجية والمؤثرات الخارجية إلى تشكيل الأرض في صورة أغلفة كبرى يتألف منها كوكب الأرض وهذه الأغلفة .

شكل يمثل أغلفة الكرة الأرضية



ومن أغلفة الكرة الأرضية

1- الغلاف الجوي Atmosphere

2- الغلاف المائي Hydrosphere

3- الغلاف الصخري Lithosphere

4- جوف الأرض Centro sphere

وهناك غلافاً آخر لا يمكن فصله في غلاف مستقر وهو الغلاف الحيوي Biosphere لأنه يلعب دوراً رئيساً في كل الأغلفة ويكون مشتركاً معها جميعاً .

الغلاف الجوي

وهو النطاق الخارجي للأرض ، يبلغ سمكه نحو (200) ميل ، ويتكون هذا الغلاف منذ نشأته بفعل الغازات والأبخرة التي تكونت حول كوكب الأرض أثناء البرودة التدريجية له ، ويتكون من الغازات الأولية التي بقيت فوق القشرة الأرضية في مراحل تكوينها ، علاوة على الغازات التي تندفع من باطن الأرض خلال البراكين والينابيع الحارة والغازات الناتجة عن تبخر المسطحات المائية .

يتكون الغلاف الجوي أساساً من غازات الأوكسجين والنيتروجين بنسبة 99% والغازات الأخرى بنسبة 1% وكما يلي :

النيتروجين 78.03% الأوكسجين 20.96% أركون 0.093%

ثاني اوكسيد الكربون 0.030% الهيدروجين 0.011%

فالمجموع الكلي 99.124% وهناك نسبة ضئيلة من الامونيا وبعض الغازات الكبريتية .

وقد قسم إلى ثلاث طبقات :

1- طبقة التروبوسفير (الغلاف الجوي السفلي)

تؤلف هذه الطبقة حوالي 70-75 % من الغلاف الجوي ، وتمتد الطبقة السفلى إلى ارتفاع (5 - 10) ميل من سطح الأرض ، تنخفض درجة الحرارة في هذه الطبقة بمعدل (6) درجة مئوية لكل كيلومتر إلى الأعلى ، ويتميز بتجانسه حيث يضم كل بخار الماء وجميع غاز CO₂ وتسمى الأجزاء العليا من التروبوسفير بـ (التروبوبوز) وتتميز بندرة بخار الماء و غاز CO₂ ، وتحتوي الطبقة السفلى على الغبار وحبوب اللقاح والبكتريا .

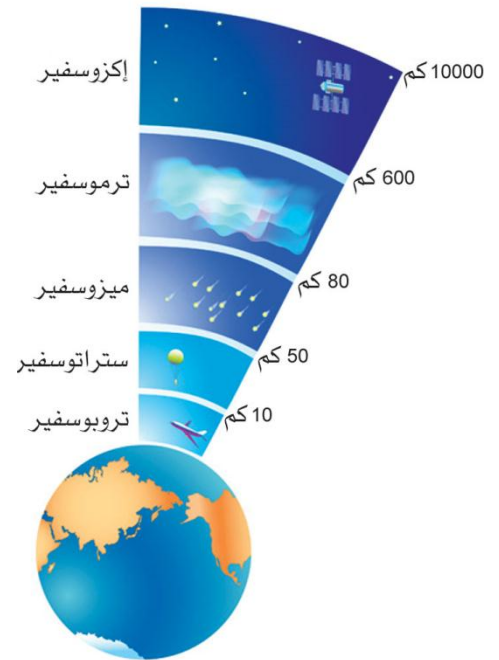
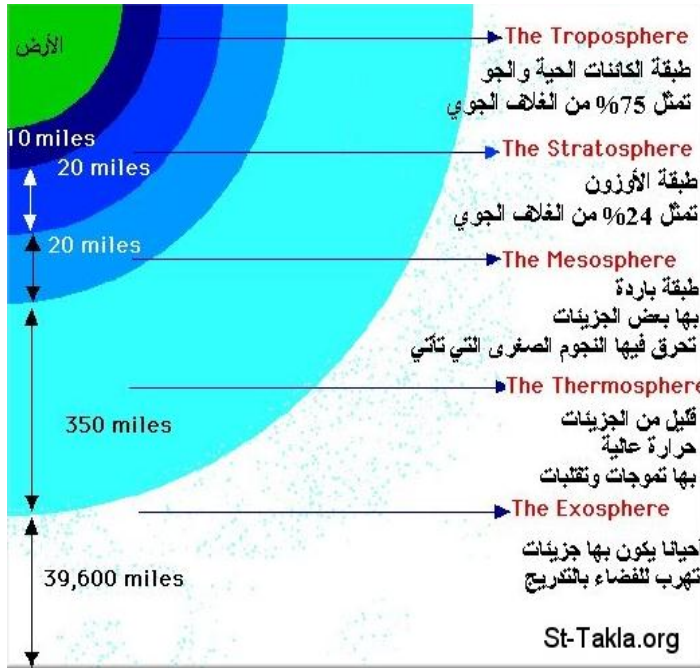
2- طبقة الستراتوسفير (الغلاف الجوي العلوي)

وتمتد هذه الطبقة من ارتفاع (10 - 50) ميل من سطح الأرض وترتفع درجة الحرارة حتى تصل إلى (35) م وتخلو من العواصف والأعاصير ، ويبلغ الضغط الجوي في أعلى هذه الطبقة 2/1 ملم بينما على سطح الأرض (670) ملم ، ويطلق على الجزء الأسفل من هذه الطبقة وعلى ارتفاع (50) ميل من سطح الأرض طبقة الأوزون .

3- طبقة الايونوسفير

وتبدأ من ارتفاع (50-200) ميل فوق سطح الأرض وتمثل الغطاء الخارجي الأعلى لطبقة الغلاف الجوي ، وهي طبقة متأينة بفعل الأشعة الكونية والأشعة تحت البنفسجية ولذلك فهي موصلة جيدة للكهرباء ، وهذه الطبقة مع طبقة الستراتوسفير لهما الأثر الكبير في المغناطيسية الأرضية والمجال الأرضي الكهربائي ، ويحدث في هذه الطبقة توهج الشهب والنيازك واحتراقها خلال عبورها منها .

ويعتبر الغلاف الجوي من أهم العوامل التي تؤثر في تشكيل مظاهر سطح الأرض . إذ إن الهواء يتفاعل كيميائياً مع صخور القشرة الأرضية أثناء التجوية ، إضافة إلى وجود بخار الماء الذي يسبب الأمطار وبالتالي تنتج المجاري المائية والسيول والبحيرات والتلججات .





الغلاف المائي Hydrosphere

ويتكون من مياه البحار والمحيطات والأنهار وكتل الجليد القارية ويشمل المياه الجوفية ، وقد دلت الدراسات على ان المسطحات المائية تشغل مساحة تقدر بـ (70.8%) من المساحة الإجمالية لسطح الكرة الأرضية ، ولا تزيد مساحة اليابس عن (29.2%) من مساحة الأرض والتي تقدر بـ (510) مليون كم². ويختلف نوع المياه من مكان لآخر ، وذلك تبعاً لكمية الأملاح المذابة ، فمياه الأنهار معظمها عذبة ، أما البحار المغلقة نزداد درجة ملوحتها عن البحار المفتوحة والأخيرة تزداد ملوحتها عن المحيطات ، وليس المحيط كله ماء بل إن (2%) من حجمه يتكون من غازي النيتروجين والأكسجين والغازات الأخرى الذائبة بالماء ، ويحتوي ماء المحيط كذلك على (3.5%) من وزنه أملاح ذائبة معظمها من كلوريد الصوديوم NaCl وكما يلي حسب نسب التركيز :

كلوريد الصوديوم	NaCl	77.75%	كلوريد المغنسيوم	MgCl ₂	10.87%
كبريتات المغنسيوم	MgSO ₄	4.73%	كبريتات الكالسيوم	CaSO ₄	3.6%
كبريتات البوتاسيوم	K ₂ SO ₄	2.46%	كربونات الكالسيوم	CaCO ₃	34%
بروميد المغنسيوم	MgBr ₂	21%			

وتحتوي مياه البحار والمحيطات على أنواع من الكائنات الحية والدقيقة والجسيمات غير العضوية عالقة بها. وعلى الرغم من تعدد العوامل التي تؤثر في تشكيل سطح الأرض ، إلا إن فعل الغلاف المائي المباشر وغير المباشر من أهم هذه العوامل جميعاً ، ويتمثل العمل الذي تقوم به الأمطار والثلوج والثلجات والأمواج والبحيرات والمياه الجوفية في نحت الصخور وتفتيتها من ناحية ، كما تقوم هذه المفتتات بالانتقال من مكان إلى آخر وإرسابها في صورة طبقات رسوبية مرة أخرى .

الغلاف الصخري

وهو القشرة الأرضية الصلدة التي يظهر جزء منها على سطح الأرض مكونة القارات وقيعان المحيطات ، ويسمى هذا الغلاف الصخري بالقشرة الأرضية ، ويتراوح سمكه بين (5 كم في المحيط الهادي - 60 كم في المناطق الجبلية العالية) ، ويتكون من أنواع مختلفة من الصخور الرسوبية والنارية والمتحولة وتغطيها طبقة سطحية رقيقة تسمى التربة ويختلف سمكها من مكان لآخر .

وفي أسفل التربة يمكن تقسيم الغلاف الصخري إلى طبقتين رئيسيتين تختلفان من حيث الكثافة وطبيعة تركيبها المعدني :

1- طبقة السيال (Sial) الطبقة السطحية للغلاف الصخري ، يتكون من صخور كرانائية فاتحة اللون وتتركب من سليكات الألمنيوم ويبلغ متوسط كثافتها (2.8 غم/سم³) ويتراوح سمكها (2 - 15) كم ، وتكون رقيقة أسفل البحار والمحيطات ومعدومة في المحيط الهادي .

2- طبقة السيماء (Sima) وتقع أسفل طبقة السيال ، وتكون أعظم كثافة من سابقتها لكونها تتركب من معادن ثقيلة حيث تزداد كثافتها عن (3.4 غم/سم³) وتتكون من سيليكات المغنسيوم ، وتسمى الطبقة البازلتية حيث يقترب تركيبها من التركيب المعدني لصخور البازلت ، يبلغ سمك طبقة السيماء

(20- 25) كم .

باطن الأرض

يعد للعالم (موهور فيتشك) اليوغسلافي الفضل في معرفة أسرار باطن الأرض باستخدام سرعة الموجة الطولية والعرضية الزلزالية ، فقد لوحظ إنهما تتخذان مسافات مباشرة خلال الأرض وتزداد سرعة سرياتها مع العمق حتى تصل عمق (35) كم ثم يتغير سلوك هذه الموجات عند هذا العمق ، وهذا يؤدي إلى إن هناك تغيراً في خصائص مادة الأرض في هذا العمق وهذا ما سمي (طفرة موهو) وهو السطح الذي يفصل بين القشرة الأرضية والجبة ، وإن عمق هذا السطح الفاصل ليس ثابتاً بل إنه يختلف من قارة إلى أخرى ويتراوح بين (35 - 48) كم .

وتم التوصل إلى وجود انقطاع مماثل على عمق (2900) كم اعتماداً على سرعة الأمواج الزلزالية ويسمى بطفرة (جوتنبرج) نسبة للعالم الأمريكي جوتنبرج عام 1920 وهذا الانقطاع يفصل بين الجبة ولب الأرض ، واعتماداً على هذه الدراسات الزلزالية يمكن تقسيم باطن الأرض إلى قسمين رئيسيين هما الجبة ولب الأرض

أ- الجبة Mantle

وتقع أسفل الغلاف الصخري أو القشرة الخارجية للأرض وهي صخرية وأعظم سمكاً ، تتكون من معادن وصخور أكثر كثافة وثقلاً من القشرة الخارجية ، ويقدر سمكها (1800) ميل ، وتتراوح كثافة المواد المكونة لها من (5 - 8) غم/سم³ ويوجد هذا النطاق على عمق (30 - 400) كم ، ويطلق على السطح الفاصل بين القشرة الخارجية للأرض وطبقة الجبة باسم (حد موهو) . وتشير الزيادة في سرعة الموجات الزلزالية إلى زيادة المعادن الحديدية والماغنيسية أي الصخور القاتمة اللون ، وقد تم التعرف على طبقتين مختلفتين من نطاق الجبة هما :

الجيولوجيا النظرية للمرحلة الأولى - قسم العلوم - مدرس - المادة أ.م. د. بهاء الدين مكي فيروز - أ.م. رحيم جعفر عزيز
أولاً : العلوية وتكون أكثر قتامة في اللون وأكثر كثافة وقاعدية وتسمى طبقة البريدوتيت

ثانياً : الداخلية أو السفلية فتكون من خليط من المعادن القاعدية وفلز الحديد وتعرف باسم بالاسايت .

ب- لب الأرض Core

يلي الجبة نحو الأسفل ويمتد من عمق (1800) ميل حتى مركز الأرض (3950) ميل ويتكون من مواد أعظم ثقلاً وكثافة ومتوسط كثافته (10 غم/سم³) ، تتكون كيميائياً من مركبات الحديد والنيكل مع بعض الفلزات كالكروم والكوبالت ويرى البعض إن لب الأرض يقسم إلى نطاقين :

أولاً : اللب الخارجي ويتكون من مادة سائلة تبلغ كثافة موادها حوالي (12 غم/سم³) حيث تتكون من خليط من فلزي الحديد والنيكل ، ويبلغ سمك هذه الطبقة (2267) كم .

ثانياً : اللب الداخلي ويتكون من مواد صلبة من الحديد والنيكل وذات كثافة عالية تصل (17 غم/سم³) تحت ضغط عالي يبلغ أكثر من (3) ملايين مرة بقدر الضغط الجوي على السطح .

