Geologyعلم الأرض

المحاضرة الثانية: **د. حازم جمعة محمود**

نشأة الارض:

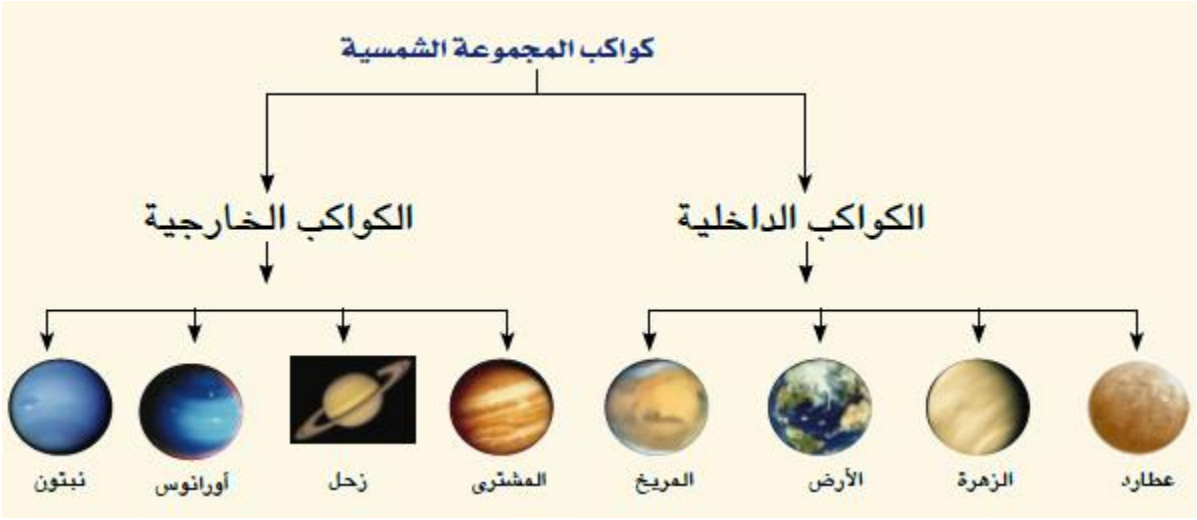
ترتبط نشأة الأرض بنشأة المجموعة الشمسية وتقسم الكواكب في مجموعتنا الشمسية الى مجموعتين اساسيتين حسب بعدها او قربها عن الشمس، وهي مجموعة الكواكب الداخلية ومجموعة الكواكب الخارجية:

اولا: الكواكب الداخلية (Inner Planets)

وهي الكواكب القريبة من الشمس، والتي تكون صغيرة وذات معدل كثافة عالية ومكونة غالباً من عنصري السليكا والحديد، أي أنها مكونة من مواد صخرية. تمتاز هذه الكواكب بوجود نشاط حراري داخلي والذي يؤدي بدوره إلى حدوث نشاط تكتوني (حركي) على سطحها يتمثل بتكون الجبال والبراكين والزلازل. وهي متمثلة بعطارد (Mercury) والزهرة (Venus) والمريخ (Mars) والأرض.(Earth)

ثانيا: الكواكب الخارجية (Outer Planets)

وهي الكواكب البعيدة عن الشمس، والتي تكون أما كبيرة وذات معدل كثافة واطئ ومكونة غالباً من غازات الهيدروجين والهليوم والأوكسجين بالاضافة الى مركبات متجمدة كالامونيا والميثان. تمتاز هذه الكواكب بعدم وجود نشاط حراري داخلي وبالتالي فان سطحها يكون خالياً من النشاطات الحركية. وهي متمثلة بالمشتري (Jupiter) وزحل(Saturn) اورانوس (Uranus) ونبتون (Neptune).



شكل يوضح تقسيمات كواكب المجموعة الشمسية حسب قربها وبعدها من الشمس

تشكل الارض والقمر

تكونت الأرض في بداية تشكل المجموعة الشمسية قبل 4.6 مليار سنة، وقد كانت الأرض عبارة عن حمم بركانية ملتهبة وكتل صخرية، ولم تكن تمتلك قمرا يدور في مجال جاذبيتها. وحسب نظريات تكون القمر فان جسما بحجم المريخ تقريبا اصطدم بالأرض قاذفا كتل صخرية بكميات كبيرة بعيدا عن الأرض منها ما خرج من مجال جذبها لتسبح في الفضاء ومنها ما بقي في مجال جذبها ليشكل القمر فيما بعد سابحا في مدار الأرض. هذا الاصطدام أدى كذلك إلى ميل محور دوران الأرض بزاوية قدرها 23.5 درجة. ومن اهم الادلة على ان القمر هو جزء من الارض هو أن نسبة نظائر الأكسجين على القمر مقاربة لنسب نظائر الأكسجين على الأرض

بشكل عام. بعد هذا الاصطدام مرت الارض وعلى مدى ملايين السنيين من تاريخها بسلسلة من التغيرات الداخلية والخارجية والتي ادت بالنهاية الى تشكل الارض بشكلها الحالي والمميز بأغلفتها الداخلية والخارجية.

اغلفة الارض الخارجية

بعد تشكل الارض بدأت مكوناتها المختلفة بالبرودة التدريجية كما ساعدت عملية دوران كوكب الأرض حول محورها على ترتيب المواد المكونة لها في صورة نطاقات أو أغلفة، وهكذا اتجهت المواد الثقيلة الوزن ذات الكثافة العالية نحو مركز الأرض، بينما تمركزت المواد الخفيفة الوزن ذات الكثافة المنخفضة نسبيا في الأجزاء العليا من الكرة الأرضية وهكذا، إضافة إلى عمليات البرودة التدريجية والمؤثرات الخارجية مما ادى إلى تشكيل الأرض في صورة أغلفة كبرى يتألف منها كوكب الأرض.

شكل يوضح اغلفة الارض الاساسية الغلاف الجوي والغلاف المائي والغلاف الصخري والغلاف الحيوي

اولا: الغلاف الصخري: Lithosphere

وهو الجزء الرقيق من طبقات الأرض، وتبلغ سماكتها تحت اليابسة من 35 إلى 40 كم تقريبا، وتحت قمم الجبال العالية مثل جبال الهملايا والألب والأنديز تصل سماكتها تقريبية حوالي 70 كم، وتحت المحيطات تبلغ سماكة القشرة الأرضية حوالي 5 – 12 كم على الاكثر، ويغطي القشرة المحيطية طبقة من ماء المحيط يبلغ متوسط عمقها حوالي 4 كم. وتنقسم القشرة إلى قسمين هما القشرة المحيطية والقشرة القارية .

ثانيا: الغلاف المائي: Hydrosphere

ويتكون من مياه البحار والانهار والمحيطات والكتل الجليدية والمياه الجوفية، ومن المعروف ان المسطحات المائية تمثل (70.8%) من المساحة الإجمالية لسطح الكرة الأرضية، في حين لا تزيد مساحة اليابسة عن

(29.2%) من مساحة الأرض والتي تقدر بـ (510) مليون كم^2. ويختلف نوع المياه من مكان لآخر، وذلك تبعاً لكمية الأملاح المذابة، فغالبية مياه الأنهار عذبة، بينما مياه البحار والمحيطات تكون مالحة.

ثالثا: الغلاف الحيوي Biosphere

يشمل هذا الغلاف العدد الهائل من مجموعة الكائنات الحية من حيوانات والنباتات التي تغطي مساحات من اليابسة كالغابا والمراعي والاعشاب التي توجد داخل المياه كالأعشاب البحرية والاحياء المجهرية في الهواء. وتلعب الاحياء دورا مهما في بعض العمليات الجيولوجية كدورها في تكوين بعض انواع الصخور الرسوبية بالاضافة لدورها في عملية التعرية.

رابعا: الغلاف الغازي او الجوي: Atmosphere

يتكون من خليط من غازات تحيط بالكرة الأرضية بفعل الجاذبية الأرضية. ويحتوي على 78.09% من غاز النيتروجين (N_2) و20.95% أوكسجين (O_2) و0.93% آرغون (Argon) و 0.04% من كل من ثنائي أكسيد الكربون (CO_2) والهيدروجين (H)، والهيليوم (Helium)، و الكربتون (Krypton) ونيون (Neon)، وزينون (Xenon). ويحمي الغلاف الجوي الأرض من الأشعة فوق البنفسجية ويعمل على اعتدال درجات الحرارة على سطح الكوكب.

يعتبر الغلاف الجوي مستودعاً كبيراً للمياه يستخدم لنقل الماء حول الأرض، إذ يصل حجم الماء الموجود في الغلاف الجوي إلى حوالي 12900 كيلومتر مكعب يتساقط معظمها على شكل أمطار في المحيطات والبحار حيث أنه إذا حدث وسقطت كل المياه الموجودة في الغلاف الجوي في آن واحد كأمطار فإنها ستغطي الكرة الأرضية بعمق يصل إلى 2.5 سم.

يتكون الغلاف الجوي للأرض من اربعة طبقات اساسية هي: التروبوسفير والستراتوسفير والميزوسفير والثيرموسفير.

باطن الارض Earth's Interior

درس العلماء التركيب الداخلي للأرض من السطح الى المركز وقاموا برسم نموذج لباطن الارض من خلال المعلومات التي حصلوا عليها من مشاريع الحفر العلمية، وحفر ابار النفط العميقة، الا ان هذه الابار لم تصل الى عمق مركز الارض البالغ حوالي 6371 كم، اذ ان أعمق الابار المحفورة لا يتجاوز عمقها الـ 12262 متر، لذا لجأ العلماء الى استخدام الطرق الزلزالية التي قام بها علماء الجيوفيزياء من خلال احداث هزات ارضية ينتج عنها امواجا صوتية زلزالية قد تصل الى داخل الارض. تتغير سرعة هذه الامواج واتجاه حركتها اثناء مرورها بمواد مختلفة في نوعها ومن خلال حساب الفرق في سرعة انعكاس هذه الامواج استدل العلماء على التقسيمات الباطنية للأرض و هي: **القشرة (Crust) والجبة او الوشاح (Mantle) واللب (Core).**

اولاً: القشرة Crust

تمتد من السطح الى خط انقطاع موهو او لا استمرارية موهو (Moho discontinuity) الفاصل بين القشرة والوشاح على عمق متفاوت بمعدلات 30 – 50 كم تحت المناطق القارية وحوالي 10 – 12 كم تحت المناطق المحيطية. لذلك تقسم القشرة الى نوعين: قارية ومحيطية.

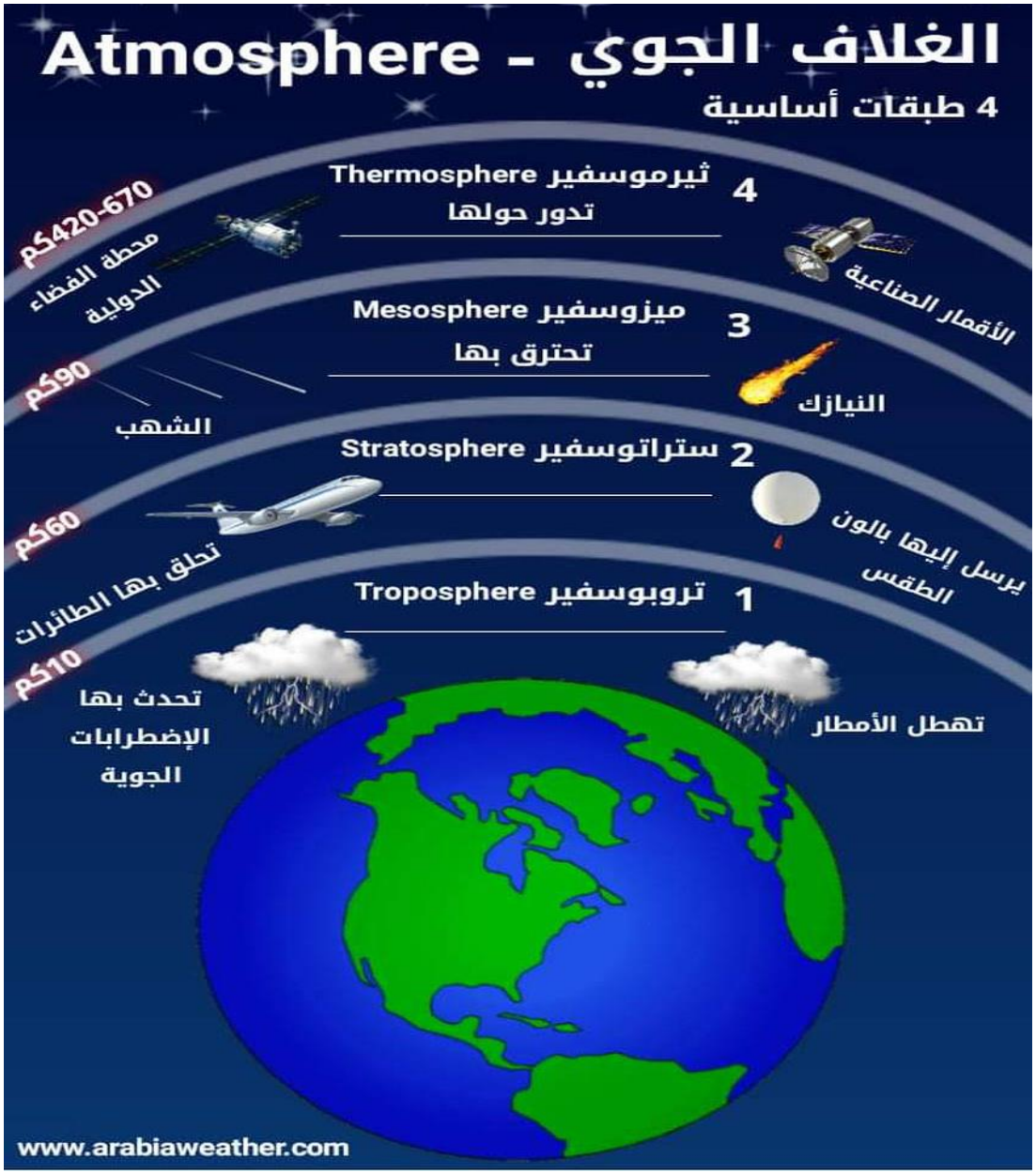
a. القشرة القارية Continental Crust

تتكون من طبقتين العليا تتألف من الصخور الكرانيتية الحامضية وتسمى بطبقة السيال (Sial) وهي مختصر للعنصرين الاساسين الذين يكونان صخور الكرانيت وهما السيليكون والالمنيوم، وتمتد الى عمق 10 – 15 كم،

تليها الطبقة السفلى المكونة من الصخور البازلتية القاعدية تسمى سيما (Sima) وهي مختصر للعنصرين الاساسين اللذين يكونان صخرة البازلت وهما السيليكون والمغنيسيوم، تمتد الى عمق 30 – 50 كم تحت سطح الارض. وهي ذات وزن نوعي اعلى من الطبقة الاولى، ويفصل بين طبقتي السيال والسيما خط انقطاع كونراد (Conrad discontinuity).

b. القشرة المحيطية Oceanic Crust

تتكون من طبقة رقيقة وحديثة من الصخور الرسوبية تليها طبقة من صخور البازلت اي انها تتكون من الطبقة السفلى فقط (طبقة السيما) وتنعدم فيها طبقة السيال.



شكل يوضح طبقات الغلاف الجوي الاساسية الاربعة

ثانياً: الجبة او الوشاح Mantle

تمتد من أسفل القشرة اي تحت خط انقطاع موهو والى خط انقطاع الجبة - اللب على عمق 2900 كم ويبلغ سمكا حولي 2850 كم. يتكون الوشاح بصورة رئيسية من سليكات الحديد والمغنيسيوم ويقسم الوشاح الى ثلاثة اقسام:

a. الوشاح العلوي Upper Mantle

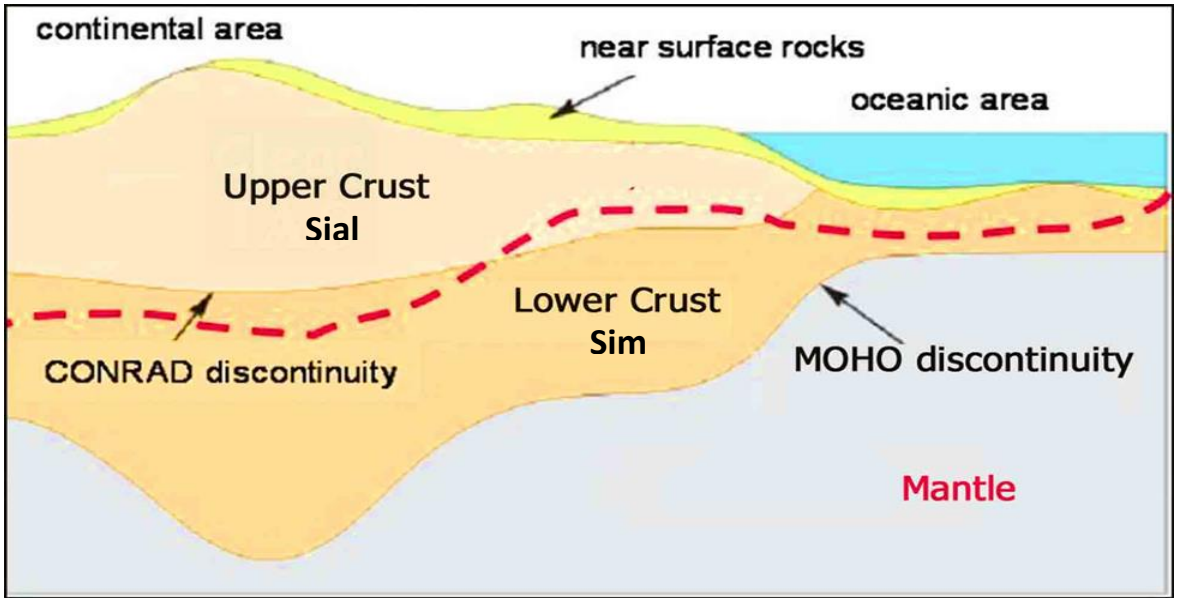
تقع تحت القشرة مباشرة وتمتد الى عمق 400 كم تحت سطح الارض

b. النطاق الانتقالي Transition Zone

يقع بين الوشاح الاعلى والوشاح الاسفل بين 400 – 660 كم.

c. الوشاح السفلي Lower Mantle

تمتد بين عمق 660 – 2900 كم، الى خط انقطاع الوشاح - اللب اي الحد الفاصل بين الوشاح واللب.



شكل يوضح القشرة الارضية بنوعيها القارية والمحيطية وخط انقطاع كونراد الفاصل بينهما علاوة عن خط انقطاع موهو الفاصل بين القشرة والوشاح

ثالثا: اللب Core

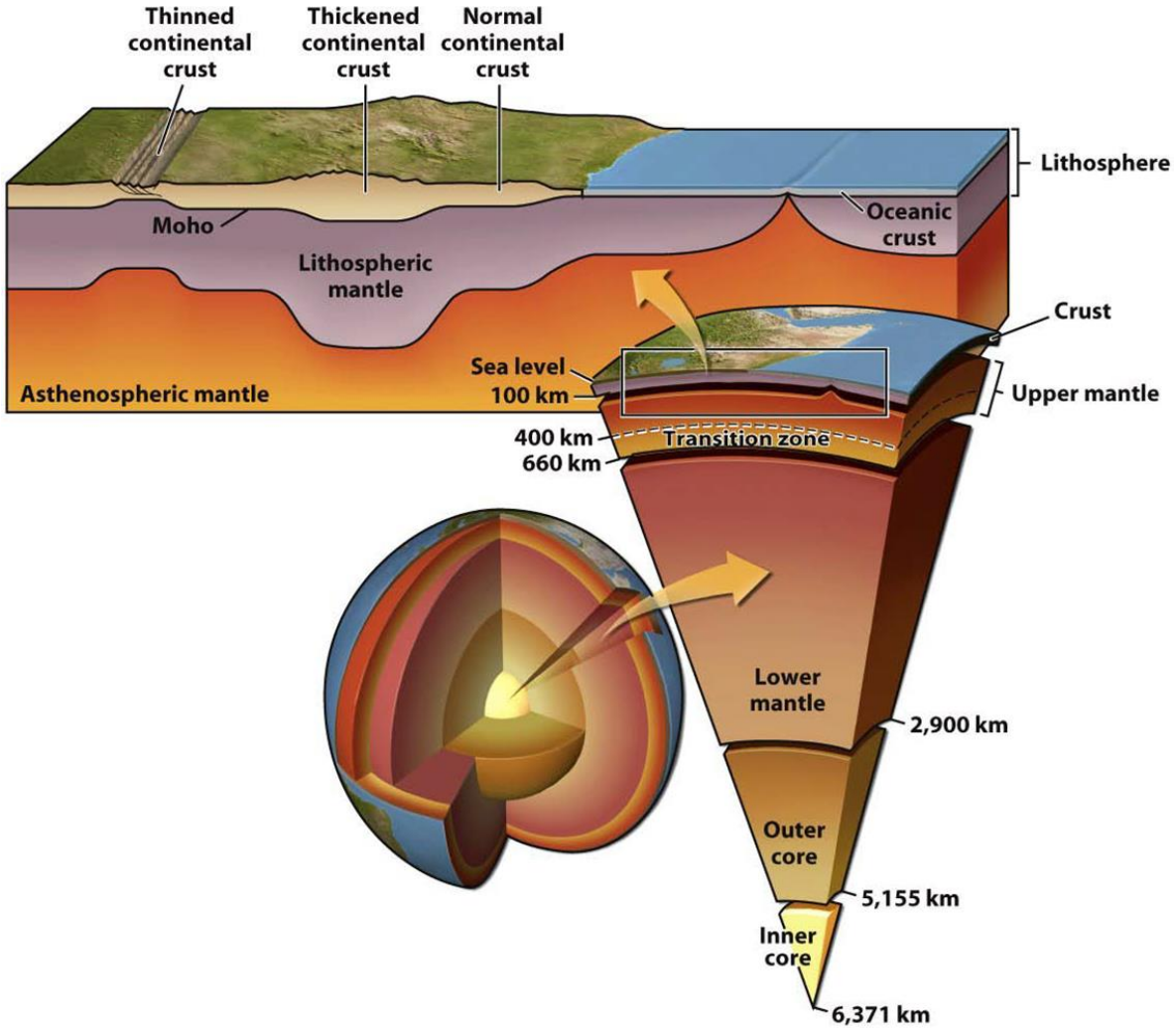
يمتد من أسفل الوشاح الى مركز الكرة الارضية عند عمق 6371 كم. ويبلغ نصف قطر الكرة التي تمثل اللب 3471 كم، وتقدر درجة حرارة اللب بحوالي 4000 درجة سيليزية. ويقسم اللب الى قسمين:

a. اللب الخارجي Outer Core

يمتاز بكونه في حالة سائلة ويتكون من فلزي الحديدي والنيكل مع الكبريت. ويمتد بين 2900 كم و5150 كم.

b. اللب الداخلي Inner Core

يمتاز بكونه في حالة صلبة ويتكون من فلزي الحديدي والنيكل، ويمتد بين 5150 كم و6371 كم.



شكل يوضح التركيب الداخلي لباطن الارض (طبقات الارض)

مكونات القشرة الارضية

القشرة عموما عبارة عن طبقة رقيقة خارجية تحيط بالكرة الارضية كغطاء من المواد الرسوبية مع طبقات صخرية اخرى تقع الى الاسفل منها، عند تفحص قشرة الارض التي نقف عليها فان أكثر المواد التي نجدها هي الصخور، اما التربة والرمال والحصى والنباتات وغيرها فإنها لا تشكل سوى غطاء رقيق قياسا بقطر الارض البالغ 12742 كم. يتكون الجزء الخارجي من الارض من صخور نارية ومتحولة بنسبة عالية جدا (95%) وغطاء رقيق من الصخور الرسوبية بنسبة (5%) تشكل الصخور الطينية من نوع الطفل (Shale) نسبة (4%)، وحجر الرمل (Sandstone) نسبة (0.75%) والباقي (0.25%) من الحجر الجيري (Limestone).

العناصر الكيميائية المكونة للقشرة الارضية

تتكون قشرة الارض من 8 عناصر كيميائية اساسية هي الاوكسجين والسيليكون والالمنيوم والحديد والكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم. وتشكل بمجموعها (98.5%) وزنا تقريبيا بينما العناصر الباقية الاقل تركيزا وهي عناصر ثانوية تشكل بمجموعها (1.5%) كما موضح بالجدول:

Element	Wt%	Element	Wt%
O	46.6	K	2.6
Si	27.7	Mg	2
Al	8.13	Sum	98.5
Fe	5		
Ca	3.6	Others	1.5
Na	2.8	Total	100

بسبب الخاصية الكهروسلبية (Electronegativity) العالية للاوكسجين فضلا عن نسبته العالية في مكونات القشرة لذا فان الاوكسجين هو العنصر السالب الاكثر ميلا او الفة للاتحاد مع بقية العناصر الموجبة المذكورة لتكوين الاكاسيد (Oxides) وعلى هذا الاساس نفضل كتابة مكونات المعادن والصخور عند تحليلها كيميائيا على شكل اكاسيد. وعند ذلك فان كتابة مكونات القشرة على شكل اكاسيد ستعطي صورة اوضح خاصة إذا ما علمنا ان الاكاسيد تمثل وحدة بناء المعادن كما سيتم توضيحه لاحقا في فصل المعادن والجدول التالي يبين نسب الاكاسيد الرئيسية المكونة للقشرة الارضية:

Oxides	Wt%	Oxides	Wt%
SiO_2	59.07	**H_2O**	1.30
Al_2O_3	15.22	**CO_2**	0.35
Fe_2O_3	3.10	**TiO_2**	1.03
FeO	3.71	**P_2O_5**	0.30
MgO	3.45	**MnO**	0.11
CaO	5.10	**Others**	0.44
Na_2O	3.71		
K_2O	3.11	**Total**	100