

المحاضرة الرابعة

علم الأرض

Geology (Earth Science)

علم المعادن Mineralogy

Mineral Groups

Mineral Groups مجموعة المعادن

من الجدير بالذكر أن ثمانية عناصر فقط هي التي تتكون منها الغالبية العظمى من المعادن المكونة للصخور وتمثل أكثر من 98 في المائة (بالوزن) من القشرة القارية. هذه العناصر هي الأوكسجين , السليكون , الألمنيوم , الحديد , الكالسيوم , الصوديوم , البوتاسيوم , المغنيسيوم , هذه العناصر الأكثر شيوعًا في قشرة كوكب الأرض. علاوة على ذلك فإن عنصري الأوكسجين و السليكون يتحدان بسهولة لتشكيل "اللبننة الأساسية" الأكثر شيوعًا بين معادن الصخور المكونة للقشرة الأرضية. وهناك 800 نوع من المعادن السيلكاتية المتوفرة بالطبيعة وهي تشكل بمجموعها 90% من معادن القشرة الأرضية.

O = 46.6 %

Si = 27.7 %

Al = 8.1 %

Fe = 5 %

Ca = 3.6 %

Na = 2.8 %

K = 2.6 %

Mg = 2.1 %

Others = 1.5 %

Total = 100%

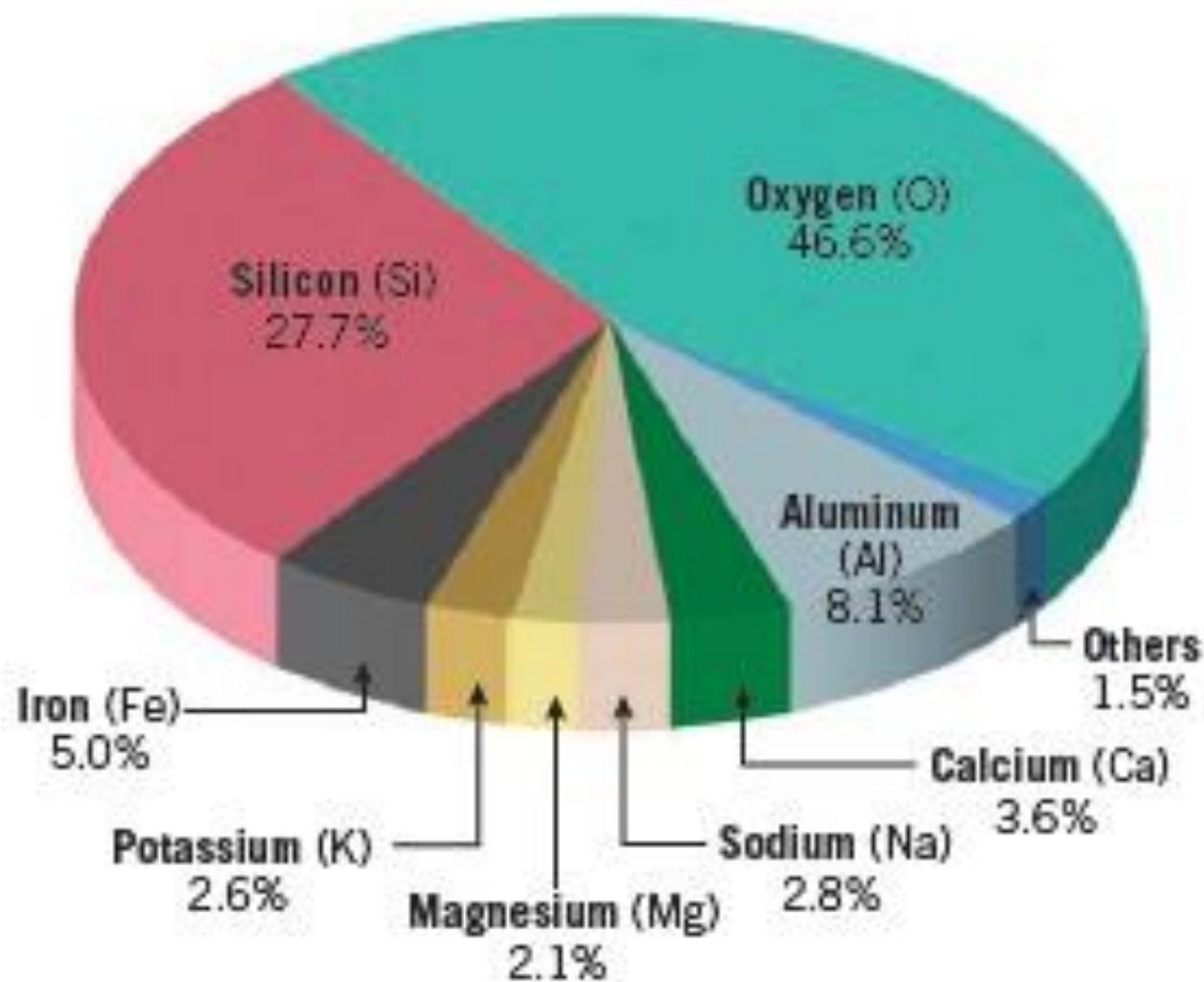


Figure 3.22 The eight most abundant elements in the continental crust

التصنيف الكيميائي للمعادن

• تصنف المعادن كيميائياً إلى الطوائف التالية:

- 1- المعادن العنصرية (Native elements): مثل الذهب (Au)، الكبريت (S)، الماس (C)، الكرافيت (C)، الحديد (Fe)، البلاتين (Pt)، الفضة (Ag).
- 2- الأكاسيد (Oxides): مثل الهيماتايت (Fe_2O_3)، المغنيتايت (Fe_3O_4)، الكورندم (Al_2O_3)، الروتايل (TiO_2)، الكرومايت ($FeCr_2O_4$)، الكاسيترايت.
- 3- الكبريتيدات (Sulfides): مثل الكالينا (PbS)، البايرايت (FeS_2)، الجالكوبيرايت ($CuFeS_2$)، السفاليرايت (ZnS).

4- الكبريتات (Sulfates): مثل الجبس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ،
الانهايدرايت (CaSO_4)

5- الهاليدات (Halides): مثل الهاليت (NaCl) ، الفلورايت
(CaF_2) .

6- الكربونات (Carbonates): مثل الكالساييت (CaCO_3) ،
الدولومايت ($\text{Ca, Mg} (\text{CO}_3)_2$) ، السيديرايت (FeCO_3) ،
المالاخيت ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$) .

7- الفوسفات (Phosphates): مثل الاباتايت
($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)(\text{F, Cl, OH})$) ، الفيروز (التركواز) [$\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)$
[$(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

8- المعادن السليكاتية (Silicates): مثل

الاوليفين ($\text{Mg, Fe}_2\text{SiO}_4$) ، الكوارتز SiO_2

Common Nonsilicate Mineral Groups

Mineral Group (key ion[s] or element[s])	Mineral Name	Chemical Formula	Economic Use
Carbonates (CO_3^{2-})	Calcite	CaCO_3	Portland cement, lime
	Dolomite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Portland cement, lime
Halides (Cl^- , F^- , Br^-)	Halite	NaCl	Common salt
	Fluorite	CaF_2	Steelmaking
	Sylvite	KCl	Fertilizer
Oxides (O^{2-})	Hematite	Fe_2O_3	Ore of iron, pigment
	Magnetite	Fe_3O_4	Ore of iron
	Corundum	Al_2O_3	Gemstone, abrasive
	Ice	H_2O	Solid form of water
Sulfides (S^{2-})	Galena	PbS	Ore of lead
	Sphalerite	ZnS	Ore of zinc
	Pyrite	FeS_2	Sulfuric acid production
	Chalcopyrite	CuFeS_2	Ore of copper
	Cinnabar	HgS	Ore of mercury
Sulfates (SO_4^{2-})	Gypsum	$\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	Plaster
	Anhydrite	CaSO_4	Plaster
	Barite	BaSO_4	Drilling mud
Native elements (single elements)	Gold	Au	Trade, jewelry
	Copper	Cu	Electrical conductor
	Diamond	C	Gemstone, abrasive
	Sulfur	S	Sulfa drugs, chemicals
	Graphite	C	Pencil lead, dry lubricant
	Silver	Ag	Jewelry, photography
	Platinum	Pt	Catalyst

• تصنيف طائفة المعادن السليكاتية:

• تعتبر المعادن السليكاتية هي الأكثر أهمية وشيوعا في القشرة الارضية حيث تصل نسبتها اكثر من (90%) من معادن القشرة الارضية، ويعود السبب في ذلك الى ان عنصري الاوكسجين والسليكون يكونان بحدود (75%) من وزن القشرة الارضية، وحوالي (95%) من حجمها، وتضم هذه الطائفة عددا من المجاميع تحتوي جميعها على السليكون والاكسجين في صيغها الكيميائية بالإضافة الى عناصر فلزية اخرى.

• وتقسم الى مجموعتين:

1/ معادن سليكاتية فيرومغنيسية (Ferromagnesian)

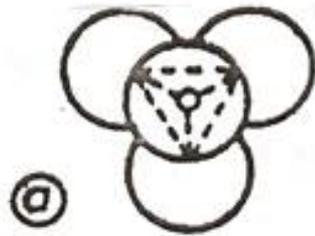
(Silicates) : وهي معادن سليكاتية يدخل في تكوينها كل

من عنصري الحديد والمغنيسيوم.

2/ معادن سليكاتية غير فيرومغنيسية (Non-

Ferromagnesian Silicates): وهي المعادن السليكاتية التي لا تحتوي على عنصري الحديد والمغنيسيوم.

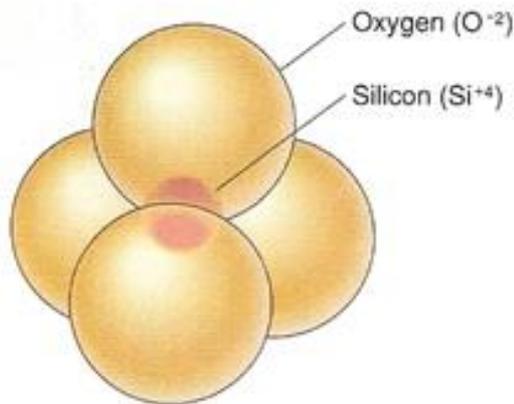
ان وحدة البناء الاساسية في المعادن السليكاتية هو شكل هرمي رباعي مكون من **ذرة سليكون واحدة واربع ذرات اوكسجين** مرتبة بشكل هندسي وبلوري يسمى رباعي الواجه المنتظم (**Silica Tetrahedron**) كما في الشكل التالي:



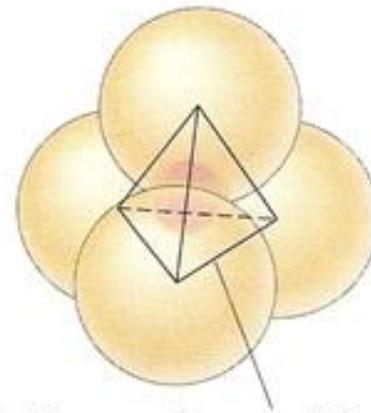
(a) ذرات الاوكسجين تحيط بذرة سيليكون



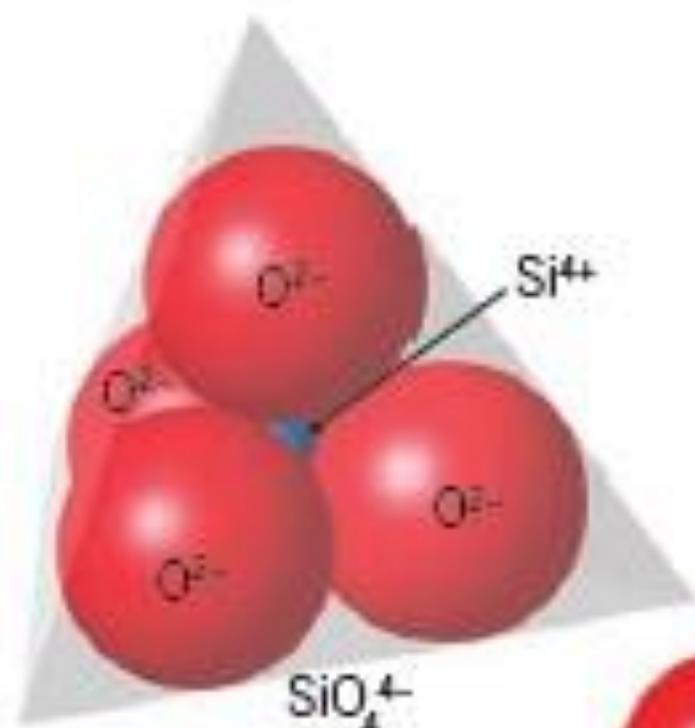
(b) وحدة رباعي السطوح



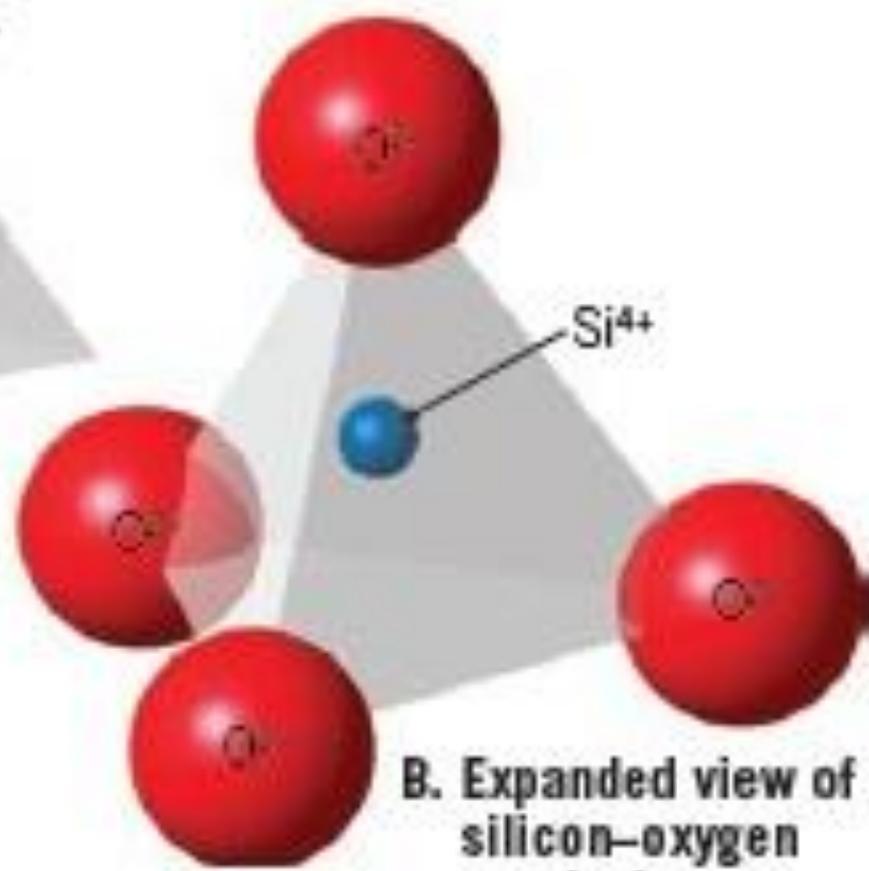
A Arrangement of atoms in silica tetrahedron



B Diagrammatic representation of a silica tetrahedron



A. Silicon–oxygen tetrahedron



B. Expanded view of silicon–oxygen tetrahedron

ان طريقة ترابط مجسمات رباعي الواجه مع بعضها البعض تكون بطرق مختلفة ومنها تتكون المجاميع المتنوعة من المعادن السليكاتية وهي ست مجاميع تركيبية وتشمل:

1/ النيسوسيليكات Nesosilicates: تتكون من رباعيات سطوح سليكاتية منفصلة ومنعزلة وترتبط ببعضها عن طريق ايونات موجبة مثل الحديد والمغنيسيوم.

2/ السوروسيليكات Sorosilicates: تتكون من ازواج من رباعيات السطوح السليكاتية تكونت من اقتسام ايون اوكسجين واحد بين كل زوجين، وترتبط ببعضها البعض عن طريق ايونات موجبة مثل المغنيسيوم والكالسيوم.

3/ السايكلوسيليكات Cyclosilicates: تتكون من حلقات مغلقة مؤلفة من ثلاث او اربع او ست رباعيات سطوح سليكاتية تتكون من اقتسام ايوني اوكسجين من كل رباعي سطوح وترتبط الحلقات ببعضها البعض عن طريق ايونات موجبة.

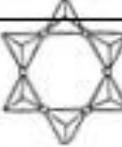
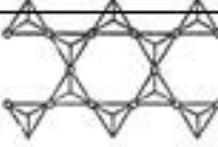
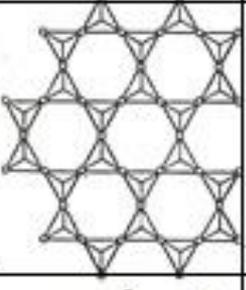
4/ الأينوسيليكات Inosilicates : تقسم الى :

• سلسلة واحدة متصلة Single chain structure: تتكون من اقتسام ايوني او كسجين من كل رباعي سطوح وترتبط السلاسل ببعضها عن طريق ايونات موجبة.

• سلسلة مزدوجة متصلة Double chain structure: تتكون من سلسلتين ويكون كل ايوني وثلاث ايونات من الاوكسجين بصورة متناوبة مقتسمة من رباعيات السطوح، ويكون الفراغ السداسي الناتج بين السلسلتين ملائماً لدخول ايونات الهيدوكسيل (OH-) او الفلور (F-).

5/ الفيلوسيليكات Phyllosilicates: صفيحة مستمرة من رباعيات السطوح السليكاتية تتكون من اقتسام ثلاث ايونات او كسجين في كل رباعي سطوح.

6/ التكتوسيليكات Tectosilicates: تتكون من بناء هيكل كامل في الاتجاهات الثلاث لرباعيات السطوح السليكاتية حيث تقسم فيه جميع ايونات الاوكسجين الاربع في كل رباعي سطوح.

شكل الترابط أرباعي المسطوح المنتظم	نسبة O : Si	الصيغة الكيميائية	أمثلة معتمدية	مجموعة السليكات
	4 : 1	فورسيفرايت Mg_2SiO_4 فالبايت Fe_2SiO_4	مجموعة الأرباعين	(1) السليكات المتفرقة
	7 : 2	الميلاتيت $Ca_2MgSi_2O_7$ الايوت $Ca_2(Al_2Fe_2)Al_2O_7(SiO_4)(Si_2O_7)OH$	الميلاتيت الايوت	(2) السليكات المتجمعة
	1 : 3	البيريل $Be_3Al_2Si_6O_{18}$	البيريل	(3) السليكات الحلقية
	3 : 1	الهائيرسطن $(Fe, Mg)SiO_3$ الدايوسايد $Ca(Mg, Fe)Si_2O_6$	مجموعة الهائيرسطن والدايوسايد	(4) أ- سليكات السلسلة المفردة
	11 : 4	تريمولايت $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$ الهورنبلند $NaCa_2(Mg, Fe, Al)_3(Si, Al)_3O_{22}(OH)_2$	مجموعة الامفيبول	(4) ب- سليكات السلسلة المزدوجة
	5 : 2	المسكوفاييت $KAl_2(AlSi_3)O_{10}(OH,F)_2$ الكائولينايت $Al_2Si_2O_7(OH)_4$	مجموعة السايكا ومجموعة المعادن الطينية	(5) السليكات المصفحة
	2 : 1	الكوارتز SiO_2 الأورثوكلايس $KAlSi_3O_8$ الانبات $Na(AlSi_3)O_8$ الكورنديت $Cr_2(Al_2Si_2)O_8$	السليكا ومجموعة الفلدسبار	(6) السليكات الهيكبية

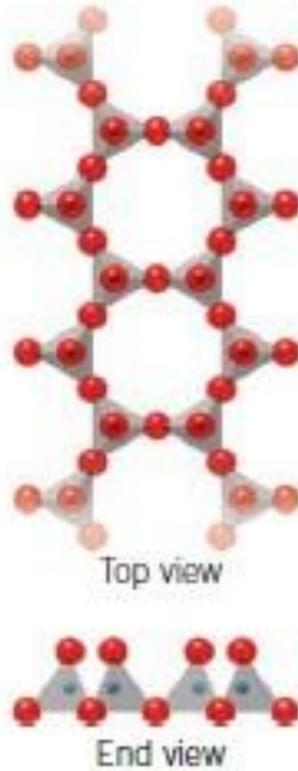
A. Independent tetrahedra



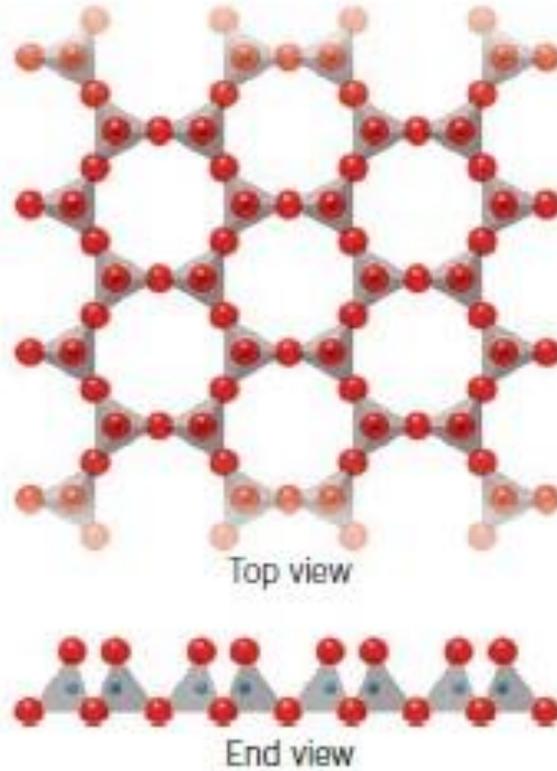
B. Single chain



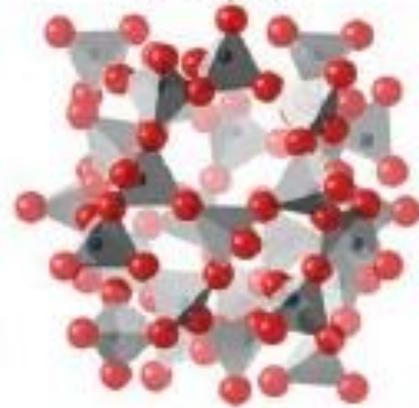
C. Double chain



D. Sheet structure



E. Three-dimensional framework



امثلة على المعادن غير السيليكاتيه



A. Calcite



B. Dolomite



C. Halite



D. Gypsum



E. Hematite



F. Magnetite



G. Galena



H. Chalcopyrite



I. Fluorite

امثلة على المعادن السيليكاتيه

