

## مقرر تكنولوجيا المواد

مدرس المقرر

د.م. مهند سليم مهنا



ما هي المنيرالات؟ متى عرف الانسان المنيرالات وكيف استخدمها؟

ما هي الغاية من دراسة المنيرالات؟

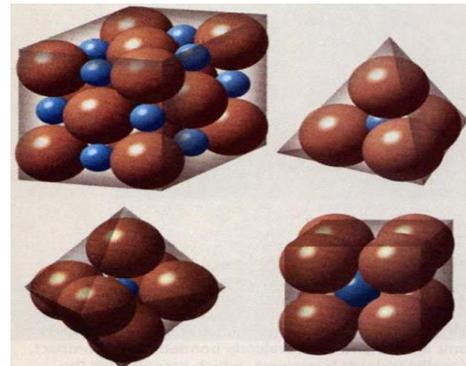
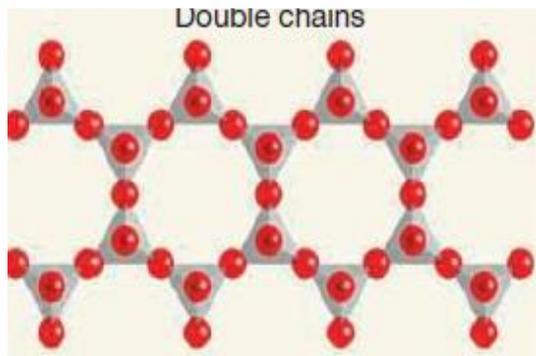
مم تتكون المنيرالات؟ ما البلورات وخواصها؟

ما أنواع الروابط الذرية ضمن البنية الداخلية المنيرالات؟

ما أهم العناصر والمنيرالات المشكلة للقشرة الأرضية؟

كيف تصنف المنيرالات وما هي المجموعات التي تقسم إليها؟

ما الخواص الفيزيائية للمنيرالات؟



## ما هي المنيرالات؟ ومتى عرفها الانسان وكيف استخدمها؟

كل انسان يستخدم يوميا منتجا صنع من المنيرالات:

ملح الطعام الذي نستخدمه يوميا في طعامنا ما هو إلا منيرال الهاليت (Halite)،

معجون الأسنان يدخل في تركيبه منيرال الفلوريت (Fluorite)،

الجزء الداخلي لقلم الرصاص مكون من منيرال الغرافيت (Graphite) ومنيرالات غضارية.



أول استخدام الانسان للمنيرالات كانت باكتشافه لحجر الصوان في العصر الحجري (Stone Age)، واستخدمه لصناعة الادوات والأسلحة (3.2My- 3200 BC)،

كما عرف الانسان الأصبغة بحل منيرالات أكاسيد الحديد في الماء ورسم بها على جدران الكهوف، وعرف أيضاً صنع الأواني الفخارية بحرق المنيرالات الغضارية، كما عرف الأحجار الكريمة واستخدمها كحلي.

ومنذ 3700 سنة قبل الميلاد استخراج المصريون القدماء المنيرالات الطرية مثل الذهب والفضة والنحاس.



أدوات صوانية من العصر الحجري





اكتشف الانسان حوالي 3000 قبل الميلاد  
النحاس والقصدير وعرف كيف يمزجها  
ليحصل على البرونز وسمي  
العصر البرونزي ( Bronze Age ).



أهم المنيرالات ذات التأثير الكبير في تطور الجنس البشري هو منيرال الهيماتيت (Hematite)  
لأن الهيماتيت أحد المنيرالات التي تعتبر خام للحديد، فمنذ اكتشاف الحديد (1400 BC)، بدأ  
عصر جديد العصر الحديدي (Iron Age)، فأخذ الإنسان بتشكيل أدواته التي ساعدته في  
شتى مجالات الحياة ولا تزال حتى اليوم وخلطوا الحديد مع الكربون فحصلوا على الفولاذ،  
وصنعوا منه أدواتهم الحربية كالسيوف والمعدات الزراعية

## تعريف المنيرال:

يعتبر المنيرال حسب الجيولوجيين المتخصصين في علم المنيرالوجيا بأنه المادة التي يجب أن تحقق المتطلبات أو الاشتراطات الخمسة التالية:

✓ مادة صلبة (Solid).

✓ غير عضوية (inorganic).

✓ تتواجد في الطبيعة (غير صناعية).

✓ لها تركيب كيميائي محدد (Chemical Formula).

✓ لها بنية داخلية بلورية ثابتة (مادة متبلورة) crystalline structure.

**Hematite**  
 $Fe_2O_3$



**Magnetite**  
 $Fe_3O_4$



**Limonite**  
 $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$



*Iron ore minerals*

Photos by R. Weller/ Cochise College

**Corundum**  
 $Al_2O_3$



*Abrasives and gemstones*



**Dolomite**  
 $CaMg(CO_3)_2$



## هل الزجاج أو الفحم الحجري أو البترول، الماء، الثلج ... من المنيرالات؟ ولماذا؟

تعتبر المنيرالات هي وحدة البناء الأساسية للصخور. رغم أن الجيولوجيون ينظرون نظرة أقل تشدداً للصخور من المنيرالات حيث يعتبرون أن الصخور تتكون من اتحاد مجموعة منيرالات مع مواد أخرى طبيعية حتى لو لم تحقق شروط المنيرالات، مثل المواد ذات الأصل العضوي، أو المواد غير المتبلورة.

فالفحم الحجري هو صخر وليس منيرال لأنه (ذو أصل عضوي) كذلك الزجاج البركاني/ الأوبسيديان (ليس له بنية بلورية محددة). البترول والماء سوائل وبالتالي هي ليست منيرالات ،



الأوبسيديان



الفحم الحجري

الزئبق يعتبر استثناء فهو لا يحقق الشرط الأول (المادة الصلبة)، و ذلك لأنه يتواجد بشكل سائل في الطبيعة. الزئبق حالة خاصة فعلى الرغم من كونه سائل يفقد للبنية البلورية فإنه يعتبر من المنيرالات.

## الغاية من دراسة المنيرالات

المنيرال هو المكون الأساسي للصخور. ولكن بالمقارنة بين الصخر و المنيرال نجد أن الصخر مكون من مجموعة منيرالات و ليس له تركيب كيميائي محدد في حين أن المنيرال له تركيب كيميائي محدد، كذلك يمكن أن يتضمن الصخر مواد عضوية غير منيرالية.

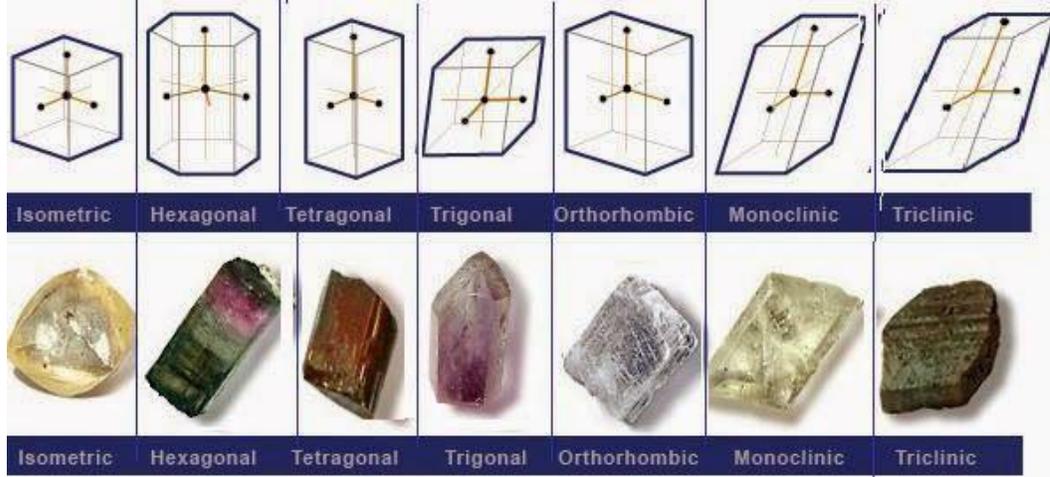
هناك اهتمام كبير بدراسة المنيرالات لأسباب اقتصادية تتعلق بتطبيقات المنيرالات في العديد من المجالات كالبناء، الصناعة، الزراعة ومصادر الطاقة



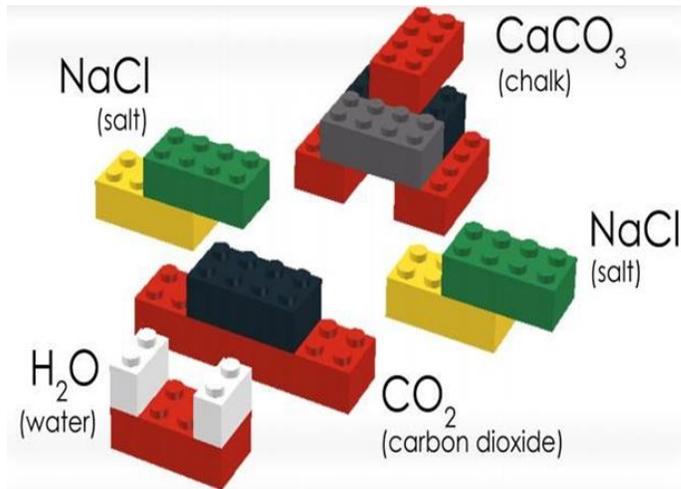
صخر الغرانيت مثلاً يتكون من ثلاث منيرالات أساسية هي:

- منيرال الأورتوكلاز (الفلدسبار البوتاسي) ذو اللون الزهري
- منيرال الهورنبند (أمفيبول) ذو اللون الأسود الغامق
- منيرال الكوارتز ذو اللون الفاتح: الأبيض أو الرمادي
- إضافةً لهذه المنيرالات الأساسية هناك عدد من المنيرالات الثانوية

## تتكون المنيرالات من بلورات. ما هي البلورة؟



تتكون المنيرالات من اتحاد مجموعة عناصر كيميائية وفق ترتيب هندسي محدد في الفراغ يعكس البنية الداخلية للمنيرال (الوحدات البنائية/ Unit-cells) وهي أبسط عنصر هندسي في البلورة والتي تتكرر بالانتقال لتشكيل الشبكة البلورية،



يمكن تشبيه وحدات البناء الأساسية بأحجار لعبة (Lego) التركيبية التي تتكرر لتعطي شكل البلورة، ويمكن أن تأخذ وحدة البناء أشكال مختلفة مثل (مكعب، رباعي وجوه، ثماني وجوه)، ...

تتكون الشبكة البلورية من تكرار محدد لما يسمى الوحدات البنائية



عدد العناصر في الطبيعة هي 100 عنصر تقريباً (عناصر الجدول الدوري) وحوالي 20 عنصر تم صنعه في المخبر.  
جميع هذه العناصر نشأت في مراحل لاحقة للانفجار العظيم (ما يسمى النجوم الضخمة SuperNova) باستثناء الهيدروجين والهيليوم التي نشأت قبل ذلك  
من الانفجار الكبير.

## ما هي أنواع الروابط الذرية للبلورات و المنيرالات Atomic bonds ؟

باستثناء مجموعة العناصر الخاملة (العمود اليميني من الجدول الدوري) تسعى ذرات العناصر للاتحاد مع بعضها بشروط محددة من الحرارة والضغط المتوفرة على الأرض. أثبتت التجارب أن هناك قوى كهربائية تجمع ذرات العناصر وتربط بينهما وأهم أنواع الروابط بين الذرات:



- الروابط الأيونية ionic bond

- الروابط التشاركية أو التساهمية covalent bonds

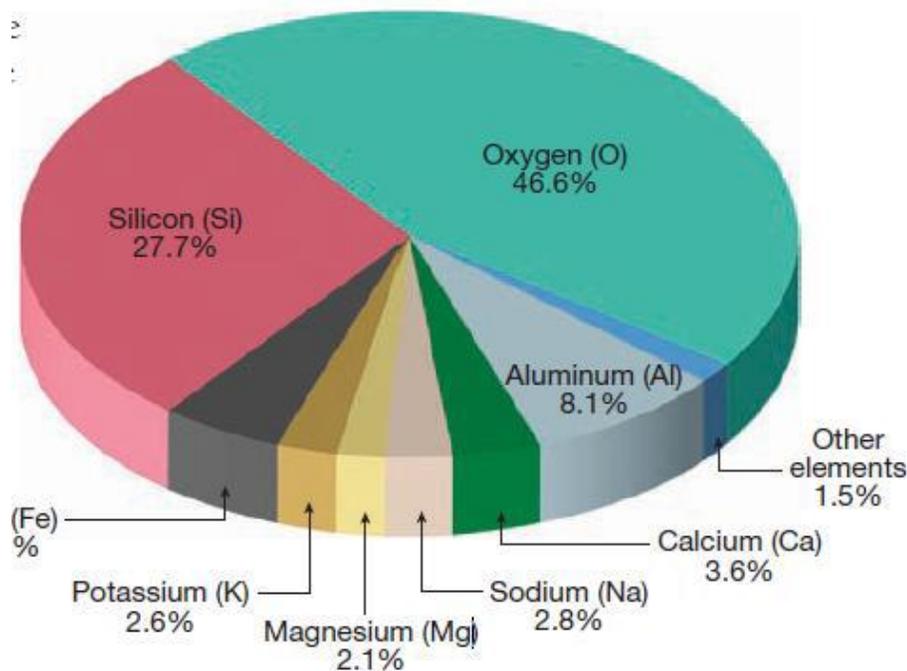
- الروابط المعدنية Metallic bonds

- روابط قوى فان دير فالس Van der Waals bonds

- الروابط الهيدروجينية H- bonds

## ما أهم العناصر المكونة للقشرة الأرضية؟

ثمانية عناصر تشكل حوالي 98.6% وزناً من صخور القشرة الأرضية. بينما بقية العناصر تشكل أقل من 2%، كما أن الأوكسجين هو أكثر العناصر تواجداً بنسبة 46.6% وزناً، و يليه السيليوم بنسبة 27.72% وزناً، وبالتالي فإن الأوكسجين و السيليوم يشكلان أكثر من 75% وزناً من القشرة الأرضية، و بالتالي هما العنصران الأكثر أهمية في تكوين المنيرالات المشكلة لصخور القشرة الأرضية، بينما بقية العناصر الأخرى مثل (Al, Fe, Ca, Na, k, Mg) تشكل حوالي 25% وزناً.



Vo.%	% وزناً	العناصر Elements
93.77	46.6	O الأوكسجين
0.86	27.72	Si السيليوم
0.47	8.13	Al الألمنيوم
0.43	5	Fe الحديد
0.29	2.09	Mg المغنيزيوم
1.03	3.63	Ca الكالسيوم
1.32	2.83	Na الصوديوم
1.83	2.59	K البوتاسيوم
%100	%98.59	المجموع

## ما أهم المنيرالات المكونة لطبقات القشرة الأرضية؟

	Vol. %	المجموعات المنيرالية	المنيرالات السيليكاتية 92%
الفلدسبار	39	البلاجيوكلاز	
	12	الأورتوكلاز	
	12	الكوارتز	
	11	البيروكسين	
	5	أمفيبول	
	5	الميكا	
	5	الفضار	
	3	المنيرالات السيليكاتية الأخرى	
	8	المنيرالات اللاسيليكاتية	
	100	المجموع	

يوجد عدد كبير من المنيرالات المشكلة لصخور القشرة الأرضية، ويعرف منها (أكثر من 4000 منيرال)، غير أن هناك 25 منيرال أساسي واسع الانتشار في صخور القشرة الأرضية. ومن هذه الـ 25 منيرال هناك 7 منيرالات أساسية وهي المنيرالات السيليكاتية التي تشكل حوالي 92 % حجماً من الصخور و 8 % للمنيرالات اللاسيليكاتية..

وهناك مجموعة من المنيرالات السيليكاتية تسمى الفلدسبار وتضم حوالي 51 % حجماً من الصخور تشمل مجموعتين جزئيتين:

- مجموعة الأورتوكلاز (الفلدسبار البوتاسي) وتشكل حوالي 12 %

- مجموعة البلاجيوكلاز (الفلدسبار الصودي والكلسي) وتشكل حوالي 39 %



4000 منيرال موجود في الطبيعة

منها 25 منيرال أساسي في تشكيل الصخور

25 منيرالاً واسع الانتشار في صخور القشرة الأرضية.

7 منيرالات أساسية وهي المنيرالات السيليكاتية تشكل حوالي 92 % حجماً من الصخور

تضم مجموعة من المنيرالات السيليكاتية تسمى الفلدسبار حوالي 51 % حجماً من الصخور

البلاجيوكلاز

الأورتوكلاز



## كيف تصنف المنيرالات؟

هناك عدة معايير لتصنيف المنيرالات منها:

- 1- حسب الشكل البلوري والأنظمة البلورية.
- 2 - حسب التركيب الكيميائي للمنيرالات.

تصنيف المنيرالات حسب التركيب الكيميائي:

جميع المنيرالات المعروفة يمكن تصنيفها حسب التركيب الكيميائي وانتشارها إلى مجموعتين أساسيتين:

- المنيرالات السيليكاتية: وتضم حوالي 92% من المنيرالات المكونة لصخور القشرة الأرضية
- المنيرالات اللاسيليكاتية وتضم حوالي 8% من المنيرالات المكونة لصخور القشرة الأرضية

## المنيرالات السيليكاتية:

منيرالات هذه الفصيلة عديدة جداً وتشكل حوالي أكثر من 90% من كتلة القشرة الأرضية. المنيرالات السيليكاتية معقدة التركيب الكيميائي ولا يمكن تصنيفها إلا من بنيتها البلورية، ويمكن تقسيم المنيرالات السيليكاتية إلى مجموعتين أساسيتين:

مجموعة المنيرالات السيليكاتية غير الغنية بالحديد والمغنيزيوم (Fe,Mg)	مجموعة المنيرالات السيليكاتية الغنية بالحديد والمغنيزيوم (Fe,Mg)
- كثافتها أقل	- كثافتها أعلى
- ألوانها فاتحة إلى شفافة	- ألوانها غامقة نسبياً
- غنية بالألومنيوم	- غنية بالحديد والمغنيزيوم
منيرال البلاجيوكلاز منيرال الأورتوكلاز منيرال الميكا منيرال الكوارتز	منيرال الأوليفين منيرال الهورنبلند منيرال البيروكسين منيرال الميكا (البيوتيت)

يمكن تصنيف المنيرالات غير السيليكاتية حسب مجموعات مختلفة في تركيبها الكيميائي والبنية البلورية وهي:

- المنيرالات العنصرية الحرة: (الذهب، النحاس، الفضة، الكبريت...)
- المنيرالات الكبريتيدية (Sulphide): (الغالينا، البيريت، الكالكوبيريت...)
- الأكاسيد: (الهيماتيت، الماغنتيت، الكورونندوم...)
- الهالوجينات (الهاليدات): (الهاليت، الفلوريت...)
- المنيرالات الكربوناتية: (الكالسيت، الدولوميت...)
- الكبريتات (Sulphate): (الجبس، الانهدريت...)
- الفوسفات



# استخدامات المنيرالات اللاسيكاتية:

## Common Nonsilicate Mineral Groups

اسم المجموعة والجذر الكيميائي	Mineral Groups [key ion(s) or element(s)]	Mineral Name	Chemical Formula	Economic Use	الاستخدام
المنيرالات الكربوناتية	Carbonates (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	Calcite	CaCO <sub>3</sub>	Portland cement, lime	صناعة الاسمنت
		Dolomite	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Portland cement, lime	صناعة الاسمنت
الهالوجينات (الهاليدات)	Halides (Cl <sup>1-</sup> , F <sup>1-</sup> , Br <sup>1-</sup> )	Halite	NaCl	Common salt	ملح طعام
		Fluorite	CaF <sub>2</sub>	Used in steelmaking	صناعة معجون الأسنان والفولاني
		Sylvite	KCl	Fertilizer	
الأكاسيد	Oxides (O <sup>2-</sup> )	Hematite	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ore of iron, pigment	خام الحديد
		Magnetite	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Ore of iron	خام الحديد
		Corundum	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gemstone, abrasive	حجر كريم وأدوات الجليخ والقطع
		Ice	H <sub>2</sub> O	Solid form of water	-
المنيرالات الكبريتية	Sulfides (S <sup>2-</sup> )	Galena	PbS	Ore of lead	خام الرصاص
		Sphalerite	ZnS	Ore of zinc	خام الزنك
		Pyrite	FeS <sub>2</sub>	Sulfuric acid production	صناعة حمض الكبريتيك
		Chalcopyrite	CuFeS <sub>2</sub>	Ore of copper	خام النحاس
		Cinnabar	HgS	Ore of mercury	خام الزئبق
الكبريتات	Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Gypsum	CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	Plaster	ديكورات معمارية
		Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	Plaster	ديكورات معمارية
		Barite	BaSO <sub>4</sub>	Drilling mud	سائل الحفر
المنيرالات العنصرية الحرة	Native elements (single elements)	Gold	Au	Trade, jewelry	مجوهرات
		Copper	Cu	Electrical conductor	اسلاك الكهرباء
		Diamond	C	Gemstone, abrasive	حجر كريم وأدوات الجليخ والقطع
		Sulfur	S	Sulfa drugs, chemicals	صناعات كيميائية
		Graphite	C	Pencil lead, dry lubricant	أقلام الرصاص
		Silver	Ag	Jewelry, photography	مجوهرات والتصوير
		Platinum	Pt	Catalyst	

## الخواص الفيزيائية للمعادن؟

هناك خواص للمعادن يمكن بواسطتها التعرف على المعدن وتحديد نوعيته، إلا أن العديد من المعادن قد تشترك فيما بينها في بعض الخواص لذلك كان لا بد من تحديد أكبر عدد ممكن من الخواص الفيزيائية لتسهيل عملية التحديد الدقيق لنوع المعدن والتعرف عليه مخبرياً وحقلياً وأهم هذه الخواص:

- الخواص الضوئية: اللون (Color)، البريق (Luster)، الشفافية، ...

- الخواص التماسكية: القساوة (Hardness)، المخدش (Streak)، المكسر (Fracture)، الانفصام والتشقق (Cleavage)، وترتبط بشكل مباشر بنوع الروابط الذرية للمعدن.

- الخواص الحسية: المذاق (Taste)، اللمس (Feel)

- الكثافة والوزن النوعي (Specific gravity)

- الخواص الحرارية والكهربائية والمغناطيسية والاشعاعية

## MOHS HARDNESS SCALE

I N C R E A S I N G  H A R D N E S S  ↓		Talc	1	
		Gypsum	2	
		Calcite	3	← Fingernail
		Fluorite	4	← Copper Coin
		Apatite	5	
		Feldspar	6	← Knife/Glass
		Quartz	7	← Steel Tool
		Topaz	8	
		Corundum	9	
		Diamond	10	
	*	(not included)		



مقياس موس (Mohs Scale) هو مقياس لصلادة المنيارات مرتب من (1-10) وضعه عالم المعادن الألماني فريدرش موس عام 1812م. يستخدم للدلالة على قدرة المواد المختلفة على مقاومة الخدش، وذلك باستخدام مادة معلومة القساوة مسبقاً مثل الظفر (2.5)، عملة نحاسية (3.5)، الزجاج (5.5) أو أداة معدنية (6.5).  
يعتبر مقياس موس مقياساً ترتيبياً، أي أنه يعطي المنيارات ترتيباً معيناً في قائمة المنيارات ولا يعطي القيمة المطلقة للصلابة.



فمثال ذلك الألماس يلي الكورندم حسب مقياس موس مع أن صلابته تقارب أربع أضعاف صلابة الكورندم.

1. أي من المنيرالات التالية أعلى قساوة من الكورونديم؟			
الأماس	كوارتز	أباتيت	التالك
2. أي المنيرالات التالية يخدم الزجاج؟			
كوارتز	تالك	كالسيت	الجبس
3. المنيرال المكون للجزء الداخلي من قلم الرصاص هو:			
الغرافيت	الميكا	الفحم الحجري	الهاليت
4. اكتشف الانسان معدن البرونز منذ أكثر من 4000 سنة وذلك بمزج معدنين هما ؟			
القصدير والكربون	النحاس والقصدير	القصدير والحديد	النحاس والزنك

5. يعتبر الفحم الحجري صخوراً وليس منيراً لأنه:

مادة صناعية	يتواجد بشكل سائل في الطبيعة	غير متبلور	ذو أصل عضوي
-------------	-----------------------------	------------	-------------

6. المنيرال المكون لملح الطعام:

الغرافيت	الميكا	الفحم الحجري	الهاليت
----------	--------	--------------	---------

7. من المنيرالات الكربوناتية الداخلة في صناعة الاسمنت

الميكا والنحاس	فلوريت وغرافيت	الاوليفين والتالك	الكالسيت والدولوميت
----------------	----------------	-------------------	---------------------

8. أي مما يلي لا يعتبر منيراً:

الكوارتز	البتروزل	الاورتوكلاز	الجبس
----------	----------	-------------	-------