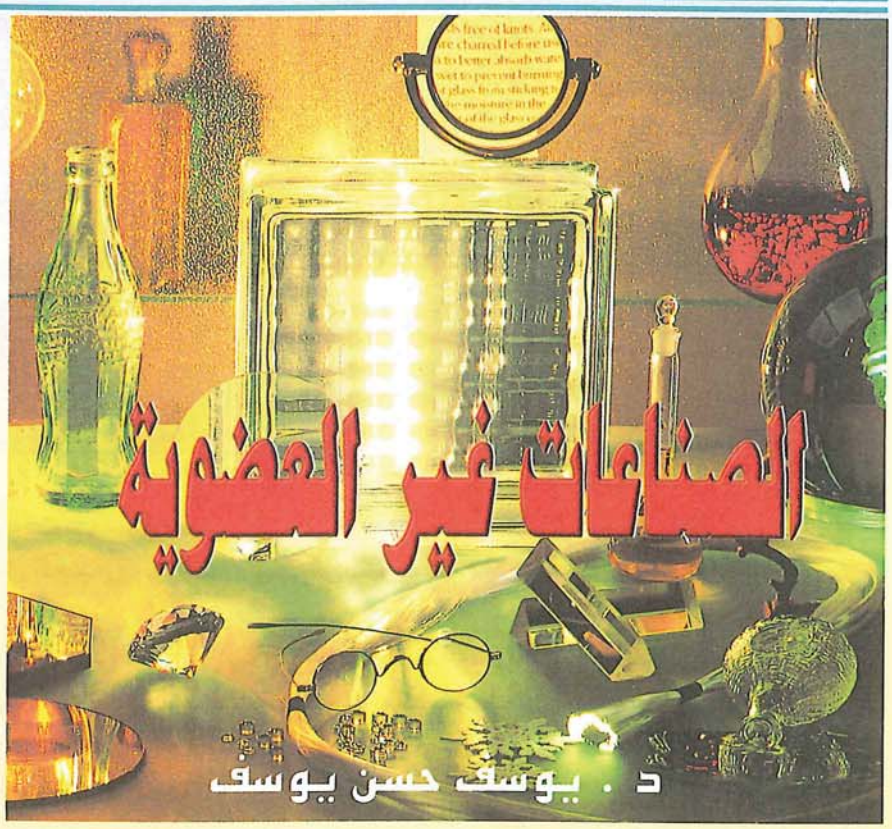


الصناعات غير العضوية هي الصناعات التي تعتمد على المواد غير العضوية (Inorganic Materials) كمواد خام في إنتاج مواد مصنعة ، ولذلك فهي تشمل كل الصناعات المعتمدة على فلزات الجدول الدوري الموجودة طبيعياً ـ ١٠٩ فلزات حتى الآن ـ ماعدا الصناعات المعتمدة على المركبات الهيدروكربونية ، وهي بذلك لا تشمل الصناعات ذات المصدر الحيوي مثل الصناعات البتروكيميائية والغذائية وغيرها .

تعتمد الصناعات غير العضوية بصفة أساس على المواد الموجودة في القشرة الأرضية حيث تشمل على سبيل المثال صناعة الأسمنت ،والزجاج ،والألياف غير العضوية ،والكبريت ،والأحماض ، والجبس، والغازات الصناعية .

يشكل عنصري الأكسجين والسيليكون أكثر من ٧٤٪ ـ من وزن العناصر الموجودة في القشرة الأرضية ، جدول (١) ، كما يمثل هذين العنصرين حوالي ٨٤٪ من الذرات الموجودة في تلك القشرة ، ويرتبط السيليكون مع الأكسجين لتكوين ما يعرف بمعدن السيليكا (SiO_2) في حالة السيليكون والأكسجين فقط أو السيليكات التي تختلف حسب نوع الفلز أو الفلزات الموجودة في التفاعل ، إضافة للمعادن السيليكونية توجد في القشرة الأرضية وبشكل طبيعي معادن أخرى على شكل فلزات حرة ، ومجموعة كربونات وهاليدات وأكاسيد وكبريتات وكبريتيدات .. الخ ، ويوضح جدول (٢) أمثلة تلك المجموعات

الفلز	الكمية في القشرة الأرضية (٪)	
	وزناً	جزئياً
أكسجين (O)	٤٦,٦	٦٢,٦
سيليكون (Si)	٢٧,٧	٢١,٢
ألمنيوم (Al)	٨,١	٦,٥
حديد (Fe)	٥,٠	١,٩
كالسيوم (Ca)	٣,٦	١,٩
صوديوم (Na)	٢,٨	٢,٦
بوتاسيوم (K)	٢,٦	١,٤
مغنسيوم (Mg)	٢,١	١,٨
أخرى	١,٥	٠,١

جدول (١) أهم محتويات القشرة الأرضية من الفلزات (٪) .

الموجودة طبيعاً في القشرة الأرضية .

مما سبق ذكره يمكن تقسيم الصناعات غير العضوية إلى صناعات تعتمد على خامات السيليكون ـ صناعات سيليكونية ـ وصناعات تعتمد على خامات غير سيليكونية والتي سيتم تناولها في أعداد أخرى من هذه المجلة .

الصناعات السيليكونية

تعتمد هذه الصناعات إما على مادة السيليكا (SiO_2) أو على مواد السيليكات ، وهي تختلف باختلاف المواد المتفاعلة مع عنصري السيليكون والاكسجين ، وتعد السيليكات من أكثر المواد انتشاراً في القشرة الأرضية ، حيث تضم حوالي ثلث العناصر الطبيعية ، كما أنها تشكل أكثر من ٩٥٪ من وزن المعادن الموجود في القشرة الأرضية . وعليه تعد المواد الخام اللازمة للصناعات السيليكونية الأكثر وفرة مقارنة بمواد الصناعات غير السيليكونية .

تتكون السيليكات من بنية أساسية يكون فيها السيليكون متصل بأربع ذرات أكسجين تقع على رؤوس منشور ثلاثي رباعي الأوجه توجد في مركزه ذرة السيليكون ، شكل (١) . ونظراً لقابلية ذرة الأكسجين للربط بين ذرتي سيليكون فإنه بالامكان تكوين سلسلة معقدة من ذرات الأكسجين والسيليكون يمكنها الارتباط بأيونات معادن مثل K^+ أو Na^+ أو Al^{3+} أو بسلسلة أخرى . ويوضح جدول (٣) الأشكال المختلفة لمجموعات معادن السيليكات .

تختلف الصناعات المعتمدة على مركبات السيليكون حسب المادة الخام المستخدمة لتصنيع المنتج النهائي ، ومن

● شكل (١) يوضح البنية الاساسية للسيليكات.

المجموعة	أمثلة
فلزات حرة	ذهب ، فضة ، ألماس ، جرافيت .
كربونات	كالسيت ، دولوميت .
هيليدات	هيلايت ، فلورايت .
أكاسيد	هيماتايت ، ماجنيتايت .
كبريتات	جبس .
كبريتدات	جالينا ، بايرايت .

جدول (٢) أشكال المعادن غير السيليكونية الموجودة في القشرة الأرضية .

أهم تلك الصناعات مايلي :

● الزجاج

يصنع الزجاج بشكل أساس بصهر وتشكيل مادة السيليكا (SiO_2) التي يمكن الحصول عليها إما من الكوارتز أو الرمل أو الحجر الرملي حيث يعد الزجاج المصنع من الكوارتز ـ زجاج الكريستال ـ الأكثر جودة نسبة لدرجة النقاوة العالية الخاصة بالكوارتز وتبلوره ، وتنخفض درجة جودة الزجاج بزيادة نسبة الشوائب الموجودة في الرمل .

وتختلف المضافات اللازمة ـ تضاف بنسب قليلة ـ لتصنيع الزجاج حسب المنتج النهائي وخواصه الفيزيائية ، ومن أهم المضافات الخاصة بصناعة الزجاج مساعدات الصهر ـ مخفضات درجة الانصهار ـ مثل كربونات الصوديوم وحامض البوريك ، ومواد تحسين الخواص الفيزيائية مثل كربونات الكالسيوم المستخدمة لاكساب الزجاج صلابة ومقاومة الكهرباء والتمدد ودرجات الحرارة العالية ، وفضلاً عن ذلك يمكن إضافة الملونات وبنسب قليلة جداً إلى عجينة الزجاج لاكسابها لوناً معيناً حسب المادة المضافة . ومن أمثلة هذه الملونات أكسيد الحديد لاضفاء اللون البني الداكن ، وأكسيد الكوبالت لاضفاء اللون الأزرق وأكسيد الكادميوم للّون الأحمر وأكسيد الكروم للّون الأخضر الفاتح . وهكذا ...

وتختلف قولبة الزجاج حسب نوع المنتج حيث أن هناك طرق قولبة معينة لصناعة الزجاج المسطح وأخرى لزجاج القوارير وأخرى للقضبان والأنابيب الزجاجية .

● الألياف غير العضوية

الألياف غير العضوية هي شعيرات ـ بمقطع أقل من ٠,٠٥ مم٢ ـ تصنع من الفلزات ، وتستخدم في مجالات صناعية عدة مثل التقوية والعزل الحراري حيث يمكن أن تكون ذات مرونة عالية لتحمل الشد ودرجات الحرارة العالية .

تصنع الألياف غير العضوية إما من المواد السيليكونية أو غير السيليكونية ، وهي تتنوع حسب المواد المستخدمة في تصنيعها وذلك كما يلي :

* **الألياف السيليكونية :** وهي ألياف تكون مادة السيليكا المكون الأساس من مواد تصنيعها ، وهي تشمل ألياف الأسبستوس ، والألياف الزجاجية النسيجية ، والألياف البصرية ، والألياف المعدنية العازلة وألياف كربيد السيليكون .

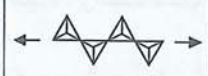
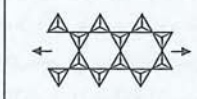
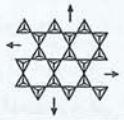
لم تعد ألياف الاسبستوس ذات أهمية اقتصادية بسبب مضارها الصحية ، حيث اكتشف في أواخر السبعينيات أنها من المواد المسرطنة ، وعليه تعد الألياف الأخرى الأكثر أهمية ، حيث تستخدم لأغراض عدة حسب النوع المنتج ، فعلى سبيل المثال تستخدم الألياف الزجاجية النسيجية بصفة أساس في تقسية المواد البلاستيكية بجانب تقسية الأسمنت فضلاً عن أهميتها كمرشحات للغبار وتغليف السجاد ، أما الألياف البصرية فيكثر استخدامها في مجالات الاتصالات ، إضافة لذلك تستخدم الألياف السيليكونية ـ الصوف الزجاجي ، والصوف الصخري ، وصوف الخبث المعدني وصوف الخزف ـ في مجالات العزل الحراري خاصة في الأماكن المعرضة للحريق بسبب مقاومتها لدرجات الحرارة العالية . من جانب آخر تستخدم ألياف كربيد السيليكون إما لطلاء ألياف الكربون والتنجستن أوكمواد عازلة للحرارة.

* **الألياف غير السيليكونية :** وتشمل ألياف الكربون ـ البلاد ، والصوف ، والنسيج ـ إضافة إلى ألياف أكسيد الألومنيوم ، والبورون والألياف المعدنية .

تستخدم ألياف الكربون في مجالات العزل الحراري ولمنع التآكل إضافة إلى أهميتها كمواد حاملة للمواد المحفزة ، أما ألياف أكسيد الألومنيوم فستخدم في مجال العزل الحراري وفي صناعة الحديد والفولاذ والتقسية . من جانب تستخدم ألياف البورون بشكل رئيسي في صناعة قطع الطائرات والمركبات الفضائية ، بينما تستخدم الألياف المعدنية ـ فولاذ ، وفولاذ مقسي وتنجستن ـ حسب نوع المعدن حيث تستخدم الألياف الفولاذية كمواد ترشيح ومخفضات للصوت ولتقسية المطاط والخرسانات بينما تستخدم ألياف التنجستن في مجال الإضاءة .

● الزيوليتات

الزيوليتات هي معادن ألمينوسيليكاتية متبلورة وذات مساحة سطحية عالية تقع بها مراكز فعّالة للتبادل الكاتيوني ، مما يكسبها نشاطاً أو فعالية عالية تؤهلها لأن تؤدي دوراً فاعلاً كمحفزات لعدد كبير من

الشكل		الصفة الكيميائية للجزيء	نسبة السيليكون للأكسجين	مثال
رباعي منفصل		$(SiO_4)^{-4}$	١ : ٤	أوليفين
سلاسل رباعية متصلة ـ سلسلة واحدة		$(SiO_3)^{-2}$	١ : ٣	مجموعة البايروكسين
ـ سلسلتين		$(Si_4O_{11})^{-6}$	٤ : ١١	مجموعة الأمفيبول
صفائح متصلة		$(Si_4O_{10})^{-4}$	٢ : ٥	المايكا
شبكة ثلاثية الأبعاد		(Si_2O)	١ : ٢	الكوارتز

جدول (٣) الأشكال المختلفة لمعادن السيليكات .

التفاعلات الكيميائية .

تتواجد الزيوليتات بشكل طبيعي كصخور رسوبية نتجت عن تفاعل الماء مع الرماد البركاني تحت ظروف جيولوجية مختلفة . إضافة لذلك يمكن تصنيع الزيوليتات التركيبية إما من مواد خام طبيعية أو تركيبية .

تستخدم الزيوليتات كمبادلات أيونية ، وعوامل ادمصاص وكمحفزات في مجال الصناعات البترولية والبتروكيميائية مثل : عمليات التكسير الحفزي ، والهيدروجيني ، والألكلة ، والتماكب ، وعمليات نزع الكبريت من المشتقات النفطية .

● الخزف

الخزف عبارة عن منتجات طينية تختلف أنواعها حسب نوع الطين المستخدم، فعلى سبيل المثال تنتج مواد البناء مثل الطوب والفخار والمواسير من الطين الثانوي ، بينما تنتج الحراريات مثل أواني الصهر والمواقد من طينة تحتوي على مواد تتحمل درجات الحرارة العالية مثل الكوارتز والزركون ، أما العوازل الكهربائية مثل المفاتيح الكهربائية فتنتج من طين الكاولين (البورسلان) ، من جانب آخر تنتج الأواني المنزلية والتحف من طينات البورسلان والخزف الحجري .

تشمل المواد الأولية لصناعة الخزف بجانب الطين كل من مساعدات الصهر مثل الفلسبار والسيليكا ، والمواد الجيرية مثل الطباشير والرخام ، ومواد إضافية تخلط

● أحد منتجات الخزف

لخلطة الطين إما لتحسين صفاته أو تلوينه .

● مركبات سيليكونية أولية

إضافة لأهمية السيليكون كمكون أساس في صناعة الزجاج والأسمنت .. وغيرها يمكن استخدام عدة مركبات سيليكونية أخرى ـ هيدرات وهاليدات وسلفيدات السيليكون ـ كمواد أولية في صناعات غير عضوية عديدة منها صناعة الألياف البصرية ، والموصلات الضوئية ، وطبقات السيليكون غير البلوري ، وشاشات الطباعة وغيرها .

● الأسمنت

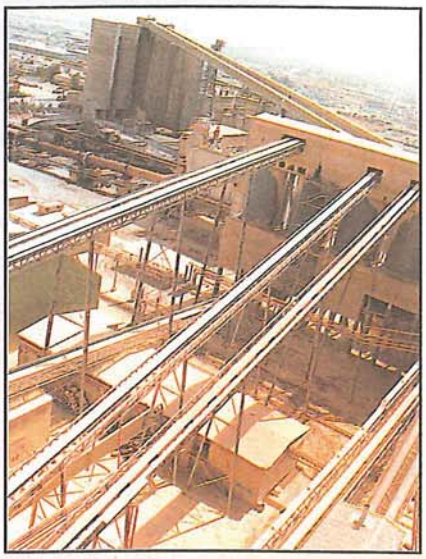
تطلق كلمة الأسمنت على كل مادة لها خاصية تماسك بعضها مع بعض أو مع مواد أخرى ، ويعد الأسمنت البورتلاندي من أهم أنواع الأسمنت حيث أنه الأكبر حجماً في مجال التصنيع ، إذ لا يمكن الإستغناء عنه حالياً في مجال المباني والمنشآت .

تعد خامات تصنيع الأسمنت البورتلاندي ـ الجير، والطين ،والحديد ـ من أكثر المواد وفرة في القشرة الأرضية ، ولذلك فان انتاجه لا تتحكم فيه مناطق أو دول بعينها رغم أنه قد ينشأ ـ في بعض الأحيان ـ شح في خامة معينة يتطلب استيرادها من منطقة أخرى .

يصنع الأسمنت بخلط نسب معينة من المواد الجيرية والطينية والحديد ثم طحنها وحرقها عند درجة حرارة ١٥٠٠ م لإنتاج مادة الكلنكر ـ تتكون من سيليكات ثلاثي الكالسيوم ، وسيليكات ثنائي الكالسيوم ، وألومينات ثلاثي الكالسيوم ، وألومينات حديد رباعي الكالسيوم ـ التي تمثل ٩٠٪ من مادة الأسمنت . تضاف لمادة الكلنكر مادة الجبس بنسبة ٣٪ ـ ٥٪ للتحكم في عملية تصلب الأسمنت بعد الإماهة . وتحدد صفات الأسمنت حسب النسب المئوية لمكونات الكلنكر مما ينتج عنه أنواع عدة من الأسمنت مثل : الأسمنت العادي ، والأسمنت المعدل ، والأسمنت سريع التصلد ، والأسمنت منخفض الحرارة ، والأسمنت المقاوم للكبريت وأنواع أخرى .

الصناعات اللاعضوية الأخرى

الصناعات اللاعضوية غير السيليكونية تشملُ الصناعات غير العضوية التي ينعدم



● أحد مصانع الأسمنت بالمملكة العربية السعودية

فيها عنصر السيليكون (Si) كمادة خاملة ، وهي بذلك تشمل الصناعات التي تأتي المواد الخام اللازمة لها من حوالي ٥٪ وزناً من مواد القشرة الأرضية رغم أن جزءاً من هذه المواد قد يأتي من الغلاف الجوي ـ النيتروجين والأكسجين وبعض الغازات الخاملة ـ أو الغلاف المائي . وتتمثل هذه الصناعات في العديد من مستلزمات الحياة العصرية سواء أكان في شكل مواد نهائية مصنعة أم مواد صنعية أولية لصناعات أخرى ، ومن أهم تلك الصناعات مايلي :

● الكبريت

تنبع أهمية الكبريت في الصناعة في أن ٩٠٪ منه يستخدم في صناعة حامض الكبريتيك الذي يدخل كمادة أساسية في العديد من الصناعات مثل الأسمدة ، وصناعة الحديد والصلب ، والبطاريات السائلة ، ومواد التنظيف ، وتكرير النفط ، ومعالجة المياه ، والصناعات الدوائية .. وغيرها .

يوجد الكبريت طبيعياً على شكل كبريت بركاني حر ، أو كبريت رسوبي مثل الجبس والبايرايت ، أو كبريت نفطي . ولذلك فإن الطرق المختلفة لتصنيعه تختلف باختلاف مصدره .

● الأحماض المعدنية

الأحماض المعدنية هي الأحماض التي تتكون من هيدروجين وشبه معدن أو معدن وأكسجين ، وهي إما أحماض أكسجينية مثل حامض الكبريتيك (H_2SO_4) ،

الفسفور (H_3PO_4) والنيتروجين(HNO_3)، أو هيدروجينية مثل حامض كلوريد الهيدروجين (HCl) ، وفلوريد الهيدروجين (HF) ، والكبريت (H_2S) .

تصنع الأحماض بطرق تختلف باختلاف أنواعها والمواد الخام لكل نوع ، وهي تستخدم للعديد من الأغراض الحياتية ، فمثلاً تعد صناعة الأسمدة وأحماض البطاريات من أهم صناعات حامض الكبريتيك ، بينما تعد صناعة الأسمدة من أهم الصناعات المعتمدة على حامض النيتروجين ، أما حامض الفسفور فيعتمد عليه في صناعة الأسمدة الفسفورية والمنظفات والأدوية ومعالجة المياه . من جانب آخر يستهلك حامض كلوريد الهيدروجين بصفة أساس في صناعة المواد الكيميائية والصيدلانية والصناعات الغذائية ، بينما يدخل حامض فلوريد الهيدوجين في الحفر على الزجاج ، صناعة الفريون وفلوريدات المعادن وغيرها .

● الفسفور

تعد مادة الفلور ابانايت [$3Ca_3(PO_4)_2$ Ca $(FCl)_2$] من أهم مصادر الفسفور في الطبيعة ، ومن أهم الصناعات المعتمدة على الفسفور صناعة الأسمدة الفوسفاتية ، والمنظفات ، صناعة الأغذية ، صباغة المنسوجات ، الصناعات البترولية ، صناعة الأخشاب ، ومستحضرات التجميل ، صناعة الخزف ، ومعاجين الأسنان .

● الأصباغ غير العضوية

الأصباغ غير العضوية عبارة عن حبيبات دقيقة من مركبات معدنية تستخدم كملونات ، وتصنف الأصباغ إلى أصباغ بيضاء مثل ثاني أكسيد التيانيوم (TiO_2) وكبريتيد الزنك (ZnS) ، وأكسيد الزنك (ZnO) ، وأصباغ ملونة مثل أكاسيد الحديد الطبيعية والصناعية وأكسيد الكروم (Cr_2O_3) ، ومركبات الكادميوم ومركبات البزموت ، ومركبات الكروميت وأسود الكربون .

● الجبس

الجبس عبارة عن كبريتات الكالسيوم المائية ($CaSO_4.2H_2O$) ، وهو مادة

● خط أنتاج وحدات زخرفية من الجبس للديكور

بيضاء تستخدم بصفة أساس في البناء سواء في الجدران والأسقف أو الديكور، وكذلك تدخل في صناعة الطباشير بأنواعه والدهانات والجبس الطبي الذي يستخدم في تجبير الكسور وكقوالب في طب الأسنان .

● الصناعات النووية

الصناعات النووية هي صناعات خاصة بانتاج الطاقة سواء كان للأعراض السلمية ـ مجالات الطاقة والطب والزراعة والصناعة ـ أو المجالات العسكرية لإنتاج الأسلحة النووية . تعتمد الصناعات النووية بصفة أساس على استخراج وإنتاج عنصر اليورانيوم من الصخور المحتوية له على هيئة كعكة صفراء ومن ثم معالجتها لتصبح وقود نووي .

● مركبات الصوديوم والكلور

يدخل عنصري الصوديوم (Na) والكلور (Cl) في كثير من المركبات الكيميائية ذات الأهمية الاقتصادية ، ومن أهم تلك المركبات كلوريد الصوديوم (NaCl) ملح الطعام المعروف ، وكربونات (Na_2CO_3) وبيكربونات ($NaHCO_3$) وهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) التي تستخدم في صناعات عديدة مثل : المنظفات والمواد الكيميائية والنسيج والورق والزجاج . من جانب آخر هناك مركبات أخرى لها أهمية صناعية أقل مثل كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) في صناعة الورق والمنظفات ومزيلات الألوان ومنتجات التصوير ، وهيبوكلوريت الصوديوم (Na OCl) المستخدمة كمطهر ومزيل للروائح الكريهة في مياه الصرف الصحي وكمزيل للألوان في الملابس ، و صناعة الورق .

● الغازات الصناعية

تشمل أهم الغازات الصناعية مايلي :

* **ثاني أكسيد الكربون (CO_2) :** ويكتسب أهميته الصناعية في المشروبات الغازية ، وصناعة الثلج والمثلجات ، وحفظ الأطعمة ، وفي إطفاء الحرائق وبعض الصناعات الكيميائية . ويصنع ثاني أكسيد الكربون إما بحرق المواد الكربونية مثل زيت الوقود ، الغاز ، الفحم الحجري ، كربونات الكالسيوم ، أو كمادة ثانوية في صناعة التخمير .

* **الهيدروجين (H_2) :** ويصنع بصفة أساس بوساطة التحليل الالكتروليتي للماء ، وهو يستخدم أساساً كوقود فضلاً عن استخدامه في صناعة غاز النشادر (الأمونيا) ولهدرجة الزيوت النباتية وصناعة الصواريخ .

* **الأكسجين :** وهو إضافة إلى أنه من نواتج التحليل الالكتروليتي للماء يمكن تصنيعه بواسطة تسييل الهواء الجوي حيث يمكن فصله من النيتروجين الذي يمثل حوالي أربعة أخماس الهواء الجوي من حيث الحجم بينما يمثل الأكسجين حوالي الخمس الباقي . يدخل الأكسجين في صناعة الحديد والصلب الخام ، الأستيلين ، وصناعة النشادر ، والميثانول ، وفضلاً عن ذلك يستخدم في مجالي الصناعات البترولية والبتروكيميائية وفي المجالات الطبية وصناعة الصواريخ وفي تزويد رواد الفضاء ومتسلقى الجبال بالهواء اللازم .

* **أكسيد النيتروجين :** ويستخدم عند خلطه بالأكسجين في تخدير مرضى العمليات الجراحية ، ويصنع بتسخين مادة نترات النشادر عند درجة حرارة ٢٠٠°م .

* **الهيليوم (He) :** وهو من الغازات الخاملة ، ويستخرج من الغاز الطبيعي عند درجة حرارة منخفضة . يستخدم غاز الهيليوم في استكشاف البترول ، السائل منه يستخدم لتبريد الأجهزة الالكترونية ، والصناعات الجوية ، والصناعات النووية فضلا عن أهميته في صناعة المصابيح الملونة .