جامعة الموصل

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم الكيمياء

محاضرات الكيمياء الصناعية

التلوث و بعض الصناعات الكيميائية

المرحلة الثالثة

المدرس الدكتور : محمد حجي علي

ثنائي أكسيد الكبريت

وهو أحد أكاسيد الكبريت، وهو مركب كيميائي له الصيغة الكيميائية SO_2

ينتج طبيعياً من البراكين وصناعياً من العديد من العمليات الصناعية ومن حرق المشتقات النفطية التي تحوي على مركبات الكبريت. يعد ثنائي أكسيد الكبريت من الملوثات حيث يعد من أحد مسببات الأمطار الحامضية.

ما هي خصائص غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2؟

يذوب بسرعة
في الماء

لا لون له

غير قابل
للاشتعال

يبقى في الهواء
لمدة يومين إلى ثلاثة أيام

ينتقل بواسطة الهواء
لمسافات تصل إلى 1000 كم

الهيئة الملكية لمدينة الرياض
ROYAL COMMISSION FOR RIYADH CITY

بيئة الرياض
Riyadh Environment

ArRiyadhEnv

- **مصادر غاز ثانى أكسيد الكبريت**

- يتصاعد غاز ثاني أوكسيد الكبريت من حرق الكبريت او الكبريتيد او مركبات الكبريت بشكل عام. وتنطلق النسبة الكبرى من مركبات الوقود الاحفوري الذي يحتوي على كبريت مثل الفحم والبترول. حيث يحتوي النفط الخام على نسبة من الكبريت تتراوح
- بين ١ -٥%، كما يحتوي الفحم على نسبة ٠,٤ -٥,٠% من الكبريت. ويتصاعد هذا الغاز من الصناعات التي يدخل فيها عنصر الكبريت مثل صناعة حمض الكبريتيك. كما ينطلق من صناعات عديدة اخرى كصناعة الاسمدة وصناعة الطوب وصناعة النحاس والدباغة والورق والمطاط والزيوت والنسيج. كما ينتج هذا الغاز من مصادر طبيعية كالبراكين وينابيع المياه المكبرتة ومن تحلل المواد العضوية.

- ينتج ثنائي أوكسيد الكبريت من حرق فلز الكبريت:
- $S_8 + 8O_2 \rightarrow 8SO_2$
- إن ناتج حرق كبريتيد الهيدروجين ومركبات الكبريت العضوية تعطي نفس النتيجة.
- $2H_2S\ (g) + 3O_2g) \rightarrow 2H_2O\ (g) + 2SO_2\ (g)$
- إن تحميص معادن الكبريتيدات مثل البيريت، السالفيريت وغيرها تنتج SO_2 أيضاً:
- $4FeS_2\ (s) + 11O_2\ (g) \rightarrow 2Fe_2O_3\ (s) + 8SO_2\ (g)$
- $2ZnS\ (s) + 3O_2\ (g) \rightarrow 2ZnO\ (s) + 2SO_2\ (g)$
- $HgS\ (s) + O_2\ (g) \rightarrow Hg\ (g) + SO_2\ (g)$

- **تأثير ثاني أكسيد الكبريت على الإنسان**

- يدخل ثاني أكسيد الكبريت إلى جسم الإنسان من طريق الجهاز التنفسي، ويتم التخلص منه عن طريق الادرارعلى هيئة كبريتات. ويظهر أثر غاز ثاني أكسيد الكبريت على الإنسان على شكل تخريش شديد للأغشية المخاطية في الجهاز التنفسي، ما يسبب السعال الجاف، والألم الصدري، والتهاب القصبات الهوائية، وضيقاً في التنفس. أما إذا تعرض الإنسان لتركيز عال لثاني أكسيد الكبريت في الهواء، فأنه يصاب بتشنجات فجائية واختناق. أما التعرض لمدد طويلة ولو لتراكيز منخفضة من غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء، تسبب ظهور أعراض تدني في حاسة الذوق، وحاسة الشم، والتهاب القصبات المزمن، والتصلب الرئوي. وقد أظهرت الدراسات التي أجريت في مدينة نيويورك على الأطفال الذين تراوح أعمارهم بين ١ -١٢ سنة، أن الذين يعيشون في اوساط ملوث هوائها بغاز ثاني أكسيد الكبريت يعانون من التهاب القصبات الهوائية بنسبة تزيد بنحو ٢٠% عن الأطفال في الفئة العمرية نفسها، الذين يعيشون في اوساط هوائها غير ملوث بغاز ثاني أكسيد الكبريت. ويعتبر التركيز ١٥٠ جزء من المليون هو الجرعة القاتلة للإنسان من هذا الغاز.

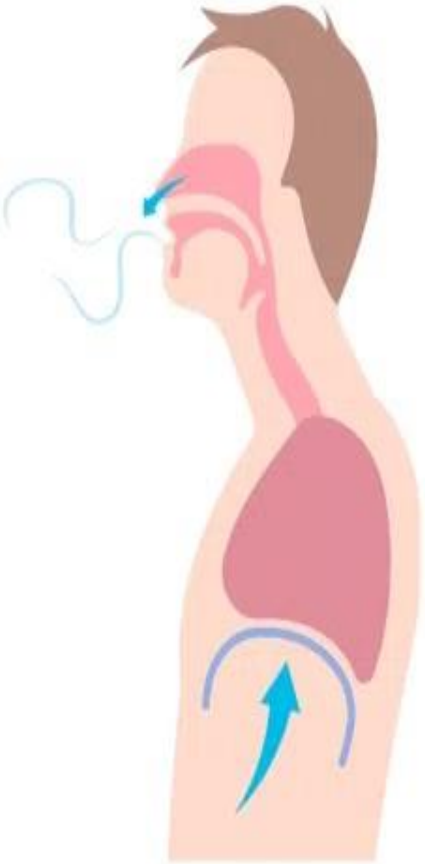
Sources

Sulfur dioxide (SO_2)

- Industry
- Shipping

PATHWAY

Exposure to SO_2 comes from the air we breathe



HEALTH EFFECTS

Impacts:

respiratory system

cardiovascular system

Groups most at risk:

elderly

those with lung disease

children

- وتنص مواصفات جودة الهواء ambient air quality standards من قبل وكالة حماية البيئة (environmentalprotection agency) الأمريكية، وتتبعها في ذلك الكثير من البلدان في العالم، على أنه يجب:
- (١) ألا يتعدى متوسط تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في الساعة الواحدة، خلال أي فترة طولها ثلاثون يوماً ٨٠٠ ميكروجرام لكل متر مكعب من الهواء (٠,٢٨ جزء في المليون)، أكثر من مرتين في أي موقع.
- (٢) ألا يتعدى متوسط تركيز ثاني أكسيد الكبريت في ٢٤ ساعة خلال أي فترة طولها ١٢ شهراً ٤٠٠ ميكروجرام لكل متر مكعب من الهواء (٠,١٤ جزء في المليون)، أكثر من مرة واحدة في أي موقع.
- (٣) ألا يتعدى متوسط تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت في العام ٨٥ ميكروجرام لكل متر مكعب من الهواء (٠,٠٣ جزء في المليون) في أي موقع. أما تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت على النبات فيتمثل بشكل أساسي في زوال اللون الأخضر بين عروق الاوراق، حيث يتحول بالتدريج إلى اللون الأصفر او البني. وكلما ازدادت كمية ثاني أكسيد الكبريت التي تنفذ عبر الثغور إلى داخل الاوراق، كلما ازداد الضرر الذي يلحق بالنبات،
- وقد وجد ان أكاسيد الكبريت تتأكسد إلى كبريتيت وكبريتات، وهذه مسؤولة عن تثبيط عملية التمثيل الضوئي

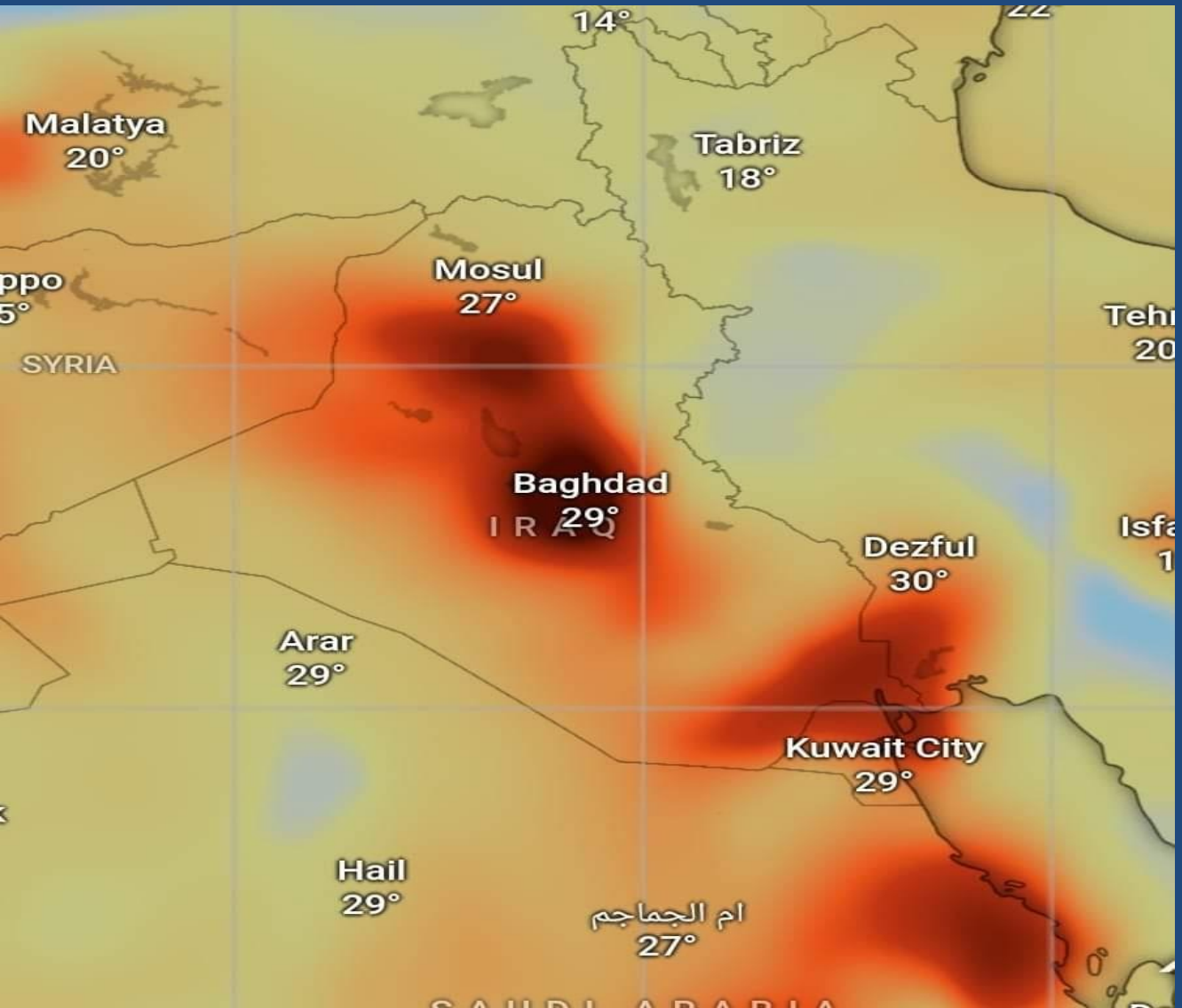
- أشار الدكتور صادق عطية في منشور على صفحته في فيسبوك: "الخارطة توضح كمية غاز ثاني اوكسيد الكبريت SO2 من مستوى سطح الارض لغاية أعلى الغلاف الجوي بوحدة كغم/ متر^2، وهي تبلغ مستويات عالية جدا في سماء العاصمة بغداد وبعض مدن الفرات الأوسط."
- ولفت الى، ان "الخارطة من المركز الاوروبي للتوقعات متوسطة المدى ECMWF مركز التنبؤات الرقمية."IFS
- وكان عطية قد أوضح في وقت سابق أن سبب إنتشار رائحة الكبريت في سماء بغداد وبعض المدن، وقال: "مع تحول الرياح جنوبية شرقية وسكونها، تنتشر على فترات رائحة كبريت كريهة في اجواء العاصمة وسببها الرئيس هو

تواجد معامل الطابوق جنوب وشرق بغداد وتلك المنتشرة في مناطق عشوائية في مدن الفرات الاوسط والجنوب، تستخدم الوسائل البدائية الضارة للبيئة في صناعاتها .

حرق النفايات

بصورة عشوائية

تواجد مصفى الدورة



- قد تنتقل أكاسيد الكبريت والكربون وأكاسيد النيتروجين الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري لمسافات طويلة قبل أن تتحول كيميائيًا إلى أحماض الكبريتيك والنيتريك،
- وتترسب على شكل أمطار أو ثلوج أو غبار. عندما تهطل الأمطار الحمضية فوق المناطق التي تفتقر فيها المياه إلى العازل، قد تتغير التركيبة الكيميائية والبيولوجية للمياه العذبة بشكل كبير. وقد حُمّضت العديد من بحيرات المياه العذبة (أي ذات التركيزات المنخفضة من المواد الكيميائية المذابة) في كل من أمريكا الشمالية وأوروبا، ولكن تراكمت الأدلة على حدوث الحموضة في الصين وروسيا وأمريكا الجنوبية أيضًا (، جون وساندوي، ٢٠٠٣ بيسكابورن وآخرون ، ٢٠٢١). على سبيل المثال تشير دراسات الرصد إلى إفتقار عام لعذوبة عدد من البحيرات حيث تصبح أكثر حمضية. يستمر هذا الاتجاه عبر المجموعات التصنيفية، مع حدوث عتبات للآثار السلبية (والتعافي) حول درجة الحموضة ~٦ (جون وساندوي، ٢٠٠٣). في العديد من المواقع، يتأخر تعافي التنوع البيولوجي عن التعافي الكيميائي، والذي يُعتقد أنه مرتبط بعوامل مثل التفاعلات الحيوية، ونوعية المياه

- بعض طرق المعالجة
- عدّ خفض انبعاثات أكاسيد الكبريت و النتروجين في الغلاف الجوي من أهمّ المهامّ لحماية البيئة الطبيعية في الوقت الحاضر. ويمكن تحقيق برامج إزالة الكبريت ونزع النتروجين بفعالية من خلال تنسيق الجهود في مجال إزالة الكبريت من الفحم، ونزع النتروجين، والتخلص من النفايات.
- من بين أكثر من ١٠٠ طريقة مُبتكرة لإزالة الكبريت من غازات المداخن حتى الآن، لم يُطبّق سوى القليل منها. تجدر الإشارة إلى أن طريقة الجير الرطب هي أولى هذه الطرق. في بعض الدول التي طُوّرت فيها عملية إزالة الكبريت مبكرًا (مثل الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وألمانيا)، تعمل أكثر من ٨٠% من منشآت إزالة الكبريت بهذه الطريقة، حيث تُنقى الغازات المُزال منها الغبار. يُمكن لاحقًا استخدام ثنائي هيدرات الجبس النقي، المُنتَج كمنتج لإزالة الكبريت، كبديلٍ لمادةالجبس الخام الطبيعية في إنتاج مواد البناء وفي تقنيات أخرى.

- التأثيرات السيئة المترافقة

- يزداد تأثير ملوثُ ما اضعافا عما كان عليه بوجود ملوث أخر
- إذاوجد الغبار لوحده في الجو وتنفسه الانسان فهذا يشكل مشكلة صحية للانسان لكنها تعد بسيطة ويمكن حلها لان الجهاز اتنفسي للانسان متطور جدا إذ تحوي الحويصلات الهوائية على شعيرات تتحرك بشكل موجي نحو الاعلى وتساعد ههذه الحركة على طرد دقائق الغبار خارج جسم الانسان عن طريق دفعها بواسطة تلك الشعيرات
- أما اذا تواجدت دقائق الغبار في الجو ورافقها وجود جزيئات غاز ثاني أوكسيد الكبريت فان تأثير المشكلة سيتضاعف عندما يتنفسه الانسان ربما يؤدي الى حالات الاغماء أو حتى الموت في بعض الحالات و السبب انه بوجود غاز ثاني أوسيد الكبريت الممتز على دقائق الغبار سيزداد تاثير تلك الدقائق لان جزيئات الغاز ستشل الحركة الموجية للشعيرات (الحويصلات الهوائية)
- وتكون غير قادرة على دفع جزيئات الغبار الى خارج الجسم وبالتالي ستدخل دقائق الغبار المحملة بغاز ثاني أوسيد الكبريت الى الرئتين فيحصل خلل في عملية التبادل الغازي

الأسمنت

تعد صناعة الإسمنت من الصناعات الاستراتيجية والتنموية؛ لارتباطها بشكل مباشر بأعمال التعمير والإنشاء، حيث يستخدم الإسمنت بشكل أساسي في مواد البناء والخرسانة كمادة رابطة هيدروليكية، كما تعتبر صناعة الإسمنت من الصناعات البسيطة مقارنةً مع الصناعات الأخرى، حيث تعتمد صناعته على توفر المواد الخام التي تدخل في تركيبه، وعادةً ما تنشأ مصانع الإسمنت بالقرب من مصادر المواد الخام، لتوفير تكلفة النقل .ويمكن تعريفه على انه مسحوق يتصلب عند خلطه مع الماء ويكون مايدعى بالخرسانة concrete عند خلطه مع الحصى والرمل. ويعتبر سمنت بورتلاند cement Portland اكثر انواع الاسمنت انتشارا. وسمي بهذا الاسم نسبة الى الصخور المستعملة في البناء المحصل عليه من جزيرة بورتلاند القريبة من انكلترا. واول من سجل صناعة السمنت الصناعي عام ١٨٢٤ هو Joseph Aspdin. وهي بداية صناعة السمنت المعروفة اليوم. وهناك انواع اخرى لها استخدامات لاسيما
مثل سمنت الالومينا وسمنت خبث الحديد والسمنت الطبيعي.

تعريف الاسمنت

هو المادة الناعمة الناتجة عن طحن وتنعيم ناتج حرق المواد الكلسية والطينية (او المواد الكلسية ومواد محتوية على سليكا والومينا واكسيد الحديد) على ان تكون هذه المواد مخلوطة خلطا تاما جيدا بنسب معينة قبل عملية الحرق ولايضاف اي مادة لناتج المواد المحروقة الا مادة الجبس (كبريتات الكالسيوم) والماء بنسب معينة ولاغراض خاصة.

- **المواد الاولية للاسمنت**
- **اولاً: حجر الكلس او الجير (كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$)**
- المواد الكلسية هي خامات طبيعية تحتوي على نسبة عالية جداً من كاربونات الكالسيوم (Limestone) والتي تتحول اثناء عملية تصنيع الاسمنت الى اوكسيد الكالسيوم وثاني اوكسيد الكاربون. يعد اوكسيد الكالسيوم CaO الاوكسيد الرئيسي والذي يمثل مايقارب ٦٧% من التركيب الكيميائي للاسمنت
-
-
-
- **ثانياً: المواد الطينية Clays**
- وهذه المواد تحتوي بصفة اساسية في تركيبها الكيميائي على اوكسيد السليكون (السليكا) SiO_2 واوكسيد الالمينوم Al_2O_3 نظراً لاحتوائها على نسب عالية من الكاؤلين الذي يمثل تركيبه الكيميائي في الصيغة الاتية ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) . وتمثل نسبة اوكسيد السليكون (السليكا) وأوكسيد الالمنيوم (الومينا) نسبة من ٢٠-٣٠ % من التركيب الكيميائي للاسمنت الخام، والمقصود هنا بالاسمنت الخام (الكلنكر) هو الاسمنت الخارج من الفرن الدوار بعد حرق المواد الخام عند درجة حرارة ١٤٥٠ م وقبل اضافة ٤ – ٦ % من الجبس $CaSO_4.2H_2O$.
-
- **ثالثاً: المواد المصححة Corrective Materials**
- وهذ مواد تضاف الى الخامتين الاساسيتين (المواد الكلسية والمواد الطينية) وذلك للوصول للتركيب الكيميائي للخط المطلوب لتصنيع الاسمنت Raw mix ومن اهم المصححات المستخدمة:
- الرمل Send: نظراً لاحتوائه على نسبة عالية جداً من اوكسيد السليكون (السليكا) SiO_2 .
- خامات الحديد Iron Ore : يحتوي نسبة عالية من اكاسيد الحديد.
- Bauxite مثل البوكسايت Al_2O_3خام الالمنيوم: يحتوي على نسبة عالية من اوكسيد الالمنيوم (الالومينا)

الكلنكر: هو ناتج خليط من الاكاسيد بعد خروجه من الفرن وقبل خلطه بالجبس اي (السمنت ناقص الجبس).

صناعة الاسمنت

خطوات صناعة الاسمنت

اولاً: طحن المواد الاولية

تفتت المواد الخام في الكسارات ثم تطحن في طواحين الكرات في حالتها الجافة او الرطبة.

ثانياً:خلط المواد

تاخذ المساحيق بعد الطحن وتخلط بنسب معينة لتشكل خليط ثم توضع في صهاريج تسمى صهاريج العجينة. ويتم اتأكد من النسب المئوية لخلط المواد الخام عن طريق التحليل الكيميائي.

ثالثاً: الحرق

تحرق العجينة في الافران الدواره الى درجة حرارة ١٤٥٠ م فتتحول الى كلنكر يكون بشكل حبيبات سوداء تتراوح ما بين ١-٥ مم.

التركيب المعدني للاسمنت الخام (الكلنكر) Mineralogical Composition of Clinker

نتيجة لحرق المواد الخام السابق ذكرها عند درجة حرارة ١٤٥٠ م ينتج لهذا التفاعل اربع مكونات رئيسية كالاتي:

		$3CaO.SiO_2$ (C_3S)	سليكات ثلاثي الكالسيوم
$CaO + SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$	1450 C	$2CaO.SiO_2$ (C_2S)	سليكات ثنائي الكالسيوم
		$3CaO.Al_2O_3$ (C_3A)	الومينات ثلاثي الكالسيوم
		$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ (C_4AF)	الومينوفريت رباعي الكالسيوم

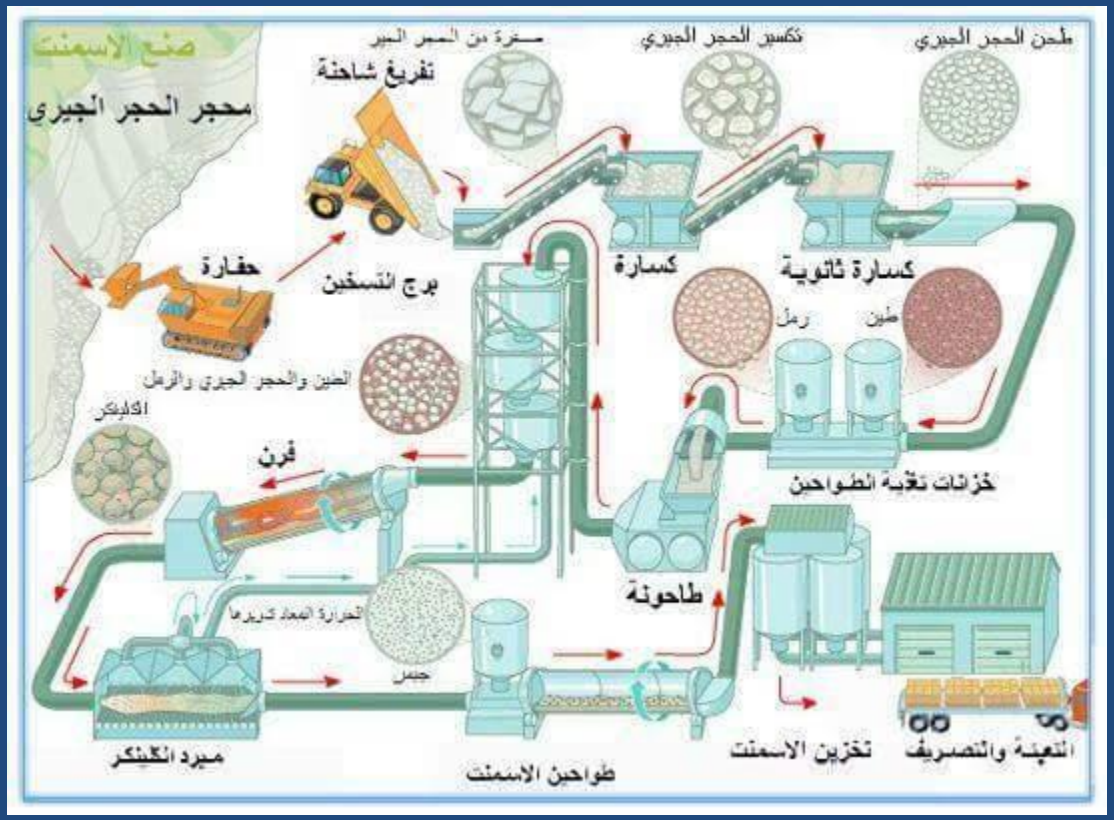
- تصلب السمنت
- هناك العديد من النظريات حول تصلب الاسمنت وجميعها اتفقت على ان التصلب يأخذ مجراه نتيجة التميؤ (ابعاث للحرارة) والتحلل المائي. وان اهتمام كبيراً اعطي للحرارة المنبعثة خلال تميؤ السمنت والمركبات المتنوعة التي تسهم بحرارة التصلب بعد ٢٨ يوم هي كما يأتي
  - C3A>C3S>C4AF>C2S
- يضاف الجبس كمعوق بسبب تكوين C3Aوالتخلص من حرارة التميؤ الناتجة من C3A. 3CaSO4.31H2O وكذلك يرش الماء على الاسمنت للتخلص من هذه الحرارة ومنع تشققه. ان معادلات تهدرت مركبات الاسمنت بالماء هي:
  - C3A + 6H2O → C3A . 6H2O
  - C3A + 3CaSO4. 2H2O + 25H2O → C3A. 3CaSO4. 31H2O
  - C2S + X H2O → C2S . X H2O
  - C3S + X H2O → C2S (X-1)H2O + Ca(OH)2
  - C4AF + X H2O → C3A . 6H2O + CaO.Fe2O3. (X-6) H2O
- وفي الظروف الباردة في فصل الشتاء تستعمل مواد مانعة لتجميد او تسخين الحصى والرمل او تسخين المواد مجتمعة في الخباطة او تسخين قالب الصب بالبخار او اضافة كلوريد الكالسيوم وكذلك ملح الطعام.

كيمياء الاسمنت البورتلاندي

ان التركيب الكيميائي للاسمنت البورتلاندي يتكون من المواد الاولية وبنسب وزنية معينة وكما مبين في الجدول الاتي:

المادة	%
الكلس	٦٧-٥٩
السليكا	٢٥-١٧
الالومينا	٩-٣
اوكسيد الحديد	٦-٥
اوكسيد المغنيسيوم	٤-١
القلويات	١.٣-٠.٥
ثالث اوكسيد الكبريت	٣-١

وان هذه المواد تتحد لتكون مركبات الاسمنت التي ذكرت سابقاً وهي مختصرة C_3S و C_3A و C_2S و C_4AF وان كل من C_2S و C_3S تمثل نسبة ٧٠-٨٠% ولهذا تتحكم هذه المواد في قوة وخواص الاسمنت . فاذا كانت نسبة C_3S اعلى من C_2S فان ذلك يؤدي الى زيادة القوة المبكرة للسمنت. اما اذ زادت نسبة C_3A فيؤدي الى حدوث تشقق في السمنت لان C_3A لها حرارة تميؤ عالية . اما كمية الكلس فيجب ان تحدد فاذا وجد اوكسيد الكالسيوم حر فانه يؤدي ايضا الى تشقق في الاسمنت نتيجة الى تمدد حجمه عند التصلب


صنع الاسمنت
محجر الحجر الجيري
صخرة من المحجر الكبير
تكسير الحجر الجيري
طحن الحجر الجيري
تفريغ شاحنة
حفارة
برج التسخين
كسارة
كسارة ثانوية
رمل
طين
الطين والحجر الجيري والرمل
الكلينكر
فرن
خزانات تغذية الطواحين
طاحونة
الحرارة المعاد تدويرها
جبس
ميرد الكلينكر
طواحين الاسمنت
تخزين الاسمنت
التعبئة والتصريف

- **الزجاج**

- الزجاج هو مادة صلبة غير عضوية، عادة ما تكون شفافة أو نصف شفافة، صلبة، سهلة الانكسار، غير نافذة للمواد الطبيعية. بالرغم من أنه استعمل منذ القدم إلا أنه لا يزال مهم جدا في استعمالات شتى، مثل المباني والأدوات والأواني المنزلية ومعدات الاتصالات السلكية. وتختلف أنواع الزجاج اختلافا شاسعا باختلاف مكوناتها وخصائصها الفيزيائية. وأما أكثر أنواع الزجاج شيوعاً عبر العصور، وخاصة في عصرنا هذا، هو ذاك المستخدم في صناعة النوافذ وأواني الشرب، وهو زجاج صودا الجير، والذي يتكون من ٧٥% من السليكا وأكسيد الصوديوم وأكسيد الكالسيوم؛ مع أو بدون مضافات الأخرى.
- يمكن تقسيم الزجاج إلى ونوعين هما؛ العادي أي زجاج الصودا والجير والسليكا، والزجاج النوعي، فالزجاج العادي هو الأكثر إنتاجا ويتكون من الرمل أو السليكا التي هي أكثر نقاوة من الرمل والجير والصودا.
- والسليكا المنصهرة وحدها تنتج زجاج ممتاز، لكنها تنصهر عند حوالي ١٧٠٠ م أي أن إنتاج الزجاج بهذه الطريقة مكلف، لذلك فهذه الطريقة تقتصر على إنتاج الزجاج له القدرة على تحمل الصدمات الحرارية أو في إنتاج أغراض البصريات و تستعمل الصخور الكريستالية بدل كوارتز الرمل لإنتاج هذا النوع.
- أما في حالة الزجاج العادي فان السليكا يضاف إليها مخفض درجة حرارة الصهر لتخفيض درجة الحرارة اللازمة لصهر المزيج، لهذا فإن الصودا (كاربونات الصوديوم) تستعمل لتخفيض درجة حرارة الصهر حيث أنه بإضافة ٢٥ بالمئة من الصودا إلى السليكا تكون درجة انصهار المزيج عند ٨٥٠ م بدل ١٧٠٠ م، لكن الزجاج الناتج منهما لا يصمد في الماء بل يذوب و لذلك يسمى زجاج الماء، وهنا يكمن دور إضافة الجير (هيدروكسيد الكالسيوم)، فبإضافة الجير إلى مزيج السليكا و الصودا نحصل على زجاج لا يذوب في الماء بينما تكون درجة حرارة صهر المزيج ليست عالية جدا، لكن إضافة كمية كبيرة من الجير تجعل الزجاج الناتج سهل التفتت.

من الناحية الكيميائية
ذلك الصلب الناتج من من اتحاد او تفاعل الاكاسيد المعدنية اللاعضوية غير المتطايرة الناتجة من تفكك بعض املاح العناصر القلوية وعناصر الاتربة القلوية وتفاعلها مع الرمل النقي لتكون نوعا من السليكات المعدنية بصورة غير منتظمة.

المكونات الكيميائية للزجاج المثالي

اسم المادة	النسبة المئوية
SiO_2	٦٧.٨
Na_2O	١٣.٧
CaO	٤
MgO	٢.٣
K_2O	٢.٣
Al_2O_3	٤.٤

- **المواد الاولية لصناعة الزجاج**

- الرمل ثاني اوكسيد السيليكون SiO_2
- تستخدم صناعة الزجاج كميات هائلة من الرمال النقية والتي تعرف برمال الكوارتز ويعد موقع ترسبات الرمال النقية من الامور المهمة في تحديد موقع مصنع الزجاج بسبب استخدام كميات كبيرة في صناعة الزجاج ويفضل في الرمال المستخدمة عدم احتوائها على كميات كبيرة من الاكاسيد المعدنية وبالاخص اكاسيد العناصر الانتقالية مثل الحديد والنيكل والكروم بحيث لاتتعدى ٠.٤٥% في زجاج الاعتيادي ويعود السبب في ذلك الى ظهور الوان في الزجاج تعتمد على نوعية وكمية المعدن الموجود في خليط المواد الاولية.
-
-
- الصودا (كاربونات الصوديوم) Na_2CO_3
- يتم تجهيز الصودا على هيئة رماد الصودا ومن المصادر الاخرى بيكاربونات الصوديوم ونترات الصوديوم والاخيرة تعمل على اكسدة الحديدوز Fe^{+2} الى الحديديك Fe^{+3} وتسهيل عملية الصهر وتقليل الطاقة اللازمة، ويستخدم الى جانب الصودا اللايم CaO ومن المصادر الرئيسة في صناعة الزجاج احجار الجير والنواتج حرق الدولومايت $CaCO_3.MgCO_3$ ومن فوائد الدولومايت اضافة اوكسيد الكالسيوم فانه يجهز الزجاج ومصهورة بكمية من اكاسيد المغنيسيوم MgO.

- الفيلدسبار Feldspars
- يعرف الفيلدسبار بصيغته الكيميائية $R_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ ويمثل R_2O كلا من Na_2O او K_2O او خليط منهما ويعد خام الفيلدسبار من الخامات الضرورية في صناعة الزجاج لانها تجهز مصهور الزجاج بكميات كبيرة من اوكسيد الالمنيوم Al_2O_3 ويفضل هذا النوع من الخامات على الخامات الاخرى لانه يمنح مصهور الزجاج بنوعين او ثلاثة انواع من الاكاسيد المعدنية Na_2O و K_2O و Al_2O_3 ويمكن الحصول على خام الفيلدسبار بصورة نقية وبأسعار مناسبة وله قابلية صهر جيدة.

$$R_2O.\ Al_2O_3.6SiO_2 \rightarrow K_2O + Na_2O + Al_2O_3 + 6SiO_2$$

- البوراكس Borax

- يعد خام البوراكس $Na_2[B_4O_5(OH)_4]\cdot 8H_2O$ من الخامات المضافة بكميات قليلة الى مصهور الزجاج والتي تجهز المصهور بالـ Na_2O واوكسيد البورون.
- أملاح الكيك Salt cake

- من خامات الزجاج القليلة الاهمية وذات النسبة المئوية الضئيلة التي تضاف الى مصهور الزجاج وهي عبارة من كبريتات معدنية لاملاح مركبات عضوية وعناصر لاعضوية مثل املاح الامونيوم واملاح كبريتات الباريوم وتكون موجودة في معظم انواع الزجاج ويعتقد ان ملاح الكيك تقلل من التفاعلات الجانبية اثناء عملية الصهر وداخل افران الصهر ويستخدم الكاربون دائما لتحويل كبريتات الصوديوم الى كبريتيت الصوديوم ويضاف اوكسيد الزرنيخ As_2O_3 لامتصاص الغازات المسببة للفقاعات SO_2 و CO_2 وتضاف نترات الصوديوم او البوتاسيوم الى الخليط لغرض اكسدة الحديدوز الى الحديديك وجعله ملحوظاً في النواتج النهائية للزجاج.
-
- ٦. المكاسير وفضلات تقطيع الزجاج
- مادة اولية متكاملة من حطام الزجاج والنواتج غير الطبيعية اثناء عمليات التصنيع والتي لاتكون صالحة الاستعمال ويمكن ان تكون نسبتها قليلة وبحدود ١٠% وبالامكان ان تصل الى ٨٠% من مصهور الزجاج.
- التفاعلات الكيميائية لصناعة الزجاج
- ان المبدأ الذي يصنع فيه كافة انواع الزجاج متشابها ويمكن اجمال التفاعلات الكيميائية المختلفة التي تتضمنها الصناعة لتحضير مصهور الزجاج وكما يأتي:

- انواع الزجاج
- زجاج الكوارتز السليكا النقية
- يعرف هذا النوع من الزجاج بزجاج الكوارتز ويتكون من ١٠٠ % من الرمال النقية SiO_2 يمتاز هذا الزجاج بمعامل تمدد واطئ ودرجة ليونة عالية جدا ويمتاز بشفافية عالية جدا للاشعة ويستخدم في صناعة الحاجيات باهضة الثمن.
- زجاج السليكا القاعدي او الزجاج المائي
- يمتاز هذا النوع بذوبانية عالية في الماء ويتم صناعته من خلط الرمل النقي SiO_2 مع رماد الصودا Na_2CO_3 وصهرهما لتكوين سليكات الصوديوم وله صيغة $Na_2O.SiO_2$ وتتدرج الى ان تصل الى $Na_2O.4SiO_2$ ويستخدم كمواد لاصقة في الصناعات الورقية.
- زجاج الصودا – لايم
- يستخدم في صناعة الحاجيات المنزلية ومختلف مرافق الحياة العامة ويتكون من ٧٠ – ٧٤ % من SiO_2 و ١٠ – ١٣ % من CaO و ١٣ – ١٦ % Na_2O ، يتم تحسين اللون باضافة السلنيوم وله صيغة $Na_2O.CaO.SiO_2$.
- زجاج الرصاص
- يستخدم بالاجهزة لنشاطه الضوئي العالي، لانه يمتاز بمعامل انكسار عالي جدا وقابلية انعكاس وتشتت عالية للضوء الساقط، ويتكون من السليكا والرصاص وتصل نسبة الرصاص الى ٩٢% ويستخدم في تصنيع المصابيح الضوئية لانه يمتاز بمعامل تمدد واطئ ومقاومة كهربائية عالية، كذلك يستخدم في مجال الوقاية من الاشعاعات المختلفة وصناعة الملاجئ الواقية من الحروب النووية.

- زجاج البوروسليكات (البايركس)
- يتكون من ٨٠-٨٧% من SiO_2و ١٣ – ١٨ % من B_2O_3، يمتاز هذا النوع من الزجاج بقابلية تمدد قليلة ودرجة ليونة عالية ومقاومة للصدمات وثبات كيميائي عالي ومقاومة للحرارة والكهربائية ونظراً لصفاته فيستخدم في المختبرات وصناعة العوازل.
- الزجاج الفوسفاتي
- يتكون من نسبة عالية من خامس اوكسيد الفسفور P_2O_5 ويستخدم في الوقاية من الاشعة النووية ويمتاز بمقاومة عالية جدا لحامض الهيدروفلوريك.
- الزجاج المعتم
- يتم اضافة عوالق (جزيئات بحجوم مختلفة) الى مصهور الزجاج والتي يؤدي الى تشتت الضوء الساقط على الزجاج.
- الزجاج الملون
- اضافة الاكاسيد المعدنية (وخاصة عناصر المجموعة الاولى) على الزجاج منها:
- الحديد يعطي لون اخضر مصفر
- الكوبلت يعطي لون ازرق
- النحاس يعطي لون اخضر مزرق
- الكروم يعطي لون اخضر
- المنغنيز يعطي لون ارجواني
-
- الزجاج البارد
- ان تصنيع الزجاج يستلزم درجات حرارة عالية جدا ولهذا فكرة العلماء بتصنيع زجاج بدون استخدام الحرارة، فقد تمكنت الباحثة الاميركية ليزاكلين من تحضير الزجاج بمعاملة رباعي ايثانات السليكون $Si(OC_2H_5)_2$ مع الماء بدرجة حرارة الغرفة ينتج ترسيب SiO_2 بشكل هلامي وبعدها تحدثعملية تكوين الزجاج.
- $Si(OC_2H_5)_4 + H_2O \rightarrow SiO_2 + 4C_2H_4OH$
- ويتبخر الايثانول الناتج ببطء من شب الصلب الهلامي مخلفا زجاج قاسي يدعة بالمنليث الهلامي، ان مساوئ هذه الطريقة الكلفة العالية لاغراض الانتاج التجاري مقارنة بالزجاج المنتج بالطريقة الحرارية.
-
- ١٠. الزجاج المقاوم للرصاص
- اختُرع الزجاج المضاد للرصاص لأول مرة من قبل عالم فرنسي يدعى (إدوارد بنديكتوس).
- هو زجاج يستخدم للحماية من طلقات الرصاص والتي تهدف الي الايذاء المباشر والتخريب ولذلك يتطلب حماية مضاعفة ضد هذا النوع من الهجوم المسلح ويكون اكثر من يطلب هذا المنتج البنوك وسيارات نقل النقود والسيارات المصفحة والمدرعات العسكرية اومحلات

- **المياه**
- مصادر المياه
- يعد الماء واحدا من الاساسيات التي تدعم جميع انواع الحياة النباتية والحيوانية. وفيما يخص كثيراً من الناس، تتحدد جودة البيئة بجودة المياه الذي من حولهم، أكثر من جودة اي شيء اخر. فالماء غير الصالح للشرب، والبحيرات والانهار الملوثة، والبرك المخضرة بالطحالب تمثل اشارات واضحة الى بيئة مائية متدنية. من ناحية اخرى، توجد مياه جبلية نقية وبحيرات نظيفة ممتلئة بالاسماك والتي تمثل مصدر ماء صافيا للاستخدامات المختلفة.
- يغطي الماء ٧٣% من سطح الارض، أي ما يعادل ثلاثة أمثال مساحات القارات مجتمعة تقريباً، وتشكل المياه المالحة ٩٧% والمياه العذبة ٣% والتي تنقسم الى كتل الجليدية ٢% والمياه الجوفية ٠.٧% والمياه السطحية ٠.٣% كما موضح في ادناه
-
- الاستخدامات الصناعية للماه
- الماء هو المادة الوحيدة، التي تستخدم في الصناعة بكميات كبيرة جداً إلى حد يتفوق فيه استهلاكه وزنا وحجما على استهلاك كافة المواد الاخرى . فنحن نحتاج إلى أكثر من ٢٥٠ طنا من الماء لصنع طن واحد من الفولاذ، والى اكثر من ٧٠٠ طناً لصنع طن واحد من الورق، والى أكثر من ١٢٠٠ طناً لصنع طن واحد

- من الالمنيوم، وتستمر القائمة على هذا النحو، لان الماء هو عملياً المادة الاكثر استخداماً في كل فرع من فروع الصناعة. ونبين ادناه بعض مواصفات المياه المستخدمة في الصناعة:
- **مصانع المشروبات والعصائر**
- ◄يجب ان لاتكون المياه قاعدية لانها تؤدي الى معادلة الحوامض الموجودة في الفاكهة وبالتالي الى تغيير طعم ونكهة العصير.
- **مصانع الحليب ومشتقاته**
- ◄يجب ان تكون عديم اللون والرائحة وخاليا من الاحياء المجهرية
- **مصانع الورق**
- ◄ان تكون المياه خالية من العسرة لان املاح الكالسيوم والمغنيسيوم تؤدي الى زيادة نسبة الرماد في الورق
- ◄ان تكون المياه غير قاعدية التي تعمل على زيادة استهلاك اللب مما يؤدي الى زيادة في كلفة الانتاج
- ◄ان تكون المياه خالية من التعكر واللون لانه يؤثر على لون الورق
- ◄ان تكون المياه خالية من السليكا لانها تعمل على تمزيق الورق بسهولة.
- **وحدات غسيل الملابس**
- ◄ان تكون المياه خالية من العسرة لانها تسبب هدر في كمية الصوابين والمنظفات
- ان تكون المياه خالية من الحديد والمنغنيز التي تسبب تلون الملابس في حالة وجودها.

فحوصات السيطرة على المياه

الدالة الحامضية pH

تعد الدالة الحامضية مؤشراً للتوازن بين حامضية وقاعدية المياه والعامل المسيطر على معظم التفاعلات والتحولات التي تحدث في المياه كالامتزاز وتفاعلات الأكسدة والاختزال وكافة أنواع التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الأنظمة البيئية المائية Aquatic Ecosystems، كذلك التأثير على تركيز أيونات الكاربونات والبيكاربونات المذابة في الماء.

$$CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{+2} + CO_3^{-2} \quad \text{.....(1)}$$

$$CO_{2(g)} + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \quad \text{.....(2)}$$

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \quad \text{.....(3)}$$

$$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{-2} \quad \text{.....(4)}$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^- \quad \text{.....(5)}$$

المتطلب الحيوي للأوكسجين Biochemical Oxygen Demand (BOD_5)

إن المتطلب الحيوي للأوكسجين يعطي دلالة على كمية الاوكسجين المستهلكة من قبل الأحياء المجهرية لهضم وتفكيك المواد العضوية في مياه الملوثة، إذ إن قيمة المتطلب الحيوي للاوكسجين تتناسب طردياً مع كمية الحمل العضوي للماء، وقد فرضت الكثير من دول العالم شروطاً صارمة على قذف المياه الملوثة بالفضلات عن ٢٠ ملغم. لتر$^{-1}$ BOD_5 العضوية من اي مصدر على ان لا تزيد مع مراعاة عامل التصريف للمجرى المائي لمنع حدوث الظروف اللاهوائية بسبب التفاعلات لأكسدة المواد العضوية إلى نواتج غير ضارة للبيئة المائية(Aerobic Bactria) الحيوية التي تحدث في المياه بوساطة البكتريا الهوائية

- العسرة الكلية وعسرتا الكالسيوم والمغنسيوم
- **Total Hardness, Ca. H., and Mg. H.**
- ان تركيز عسرة الماء تختلف من منطقة إلى أخرى باختلاف الطبيعة الجيولوجية (الصخور) التي تمر بها المياه، تعتمد عسرة المياه على تركيز الأيونات الموجبة المتعددة التكافؤ، ويعد الكالسيوم والمغنيسيوم من أكثر الأيونات المسببة للعسرة في المياه الطبيعية.
-
- أيونات الكبريتات **Sulfates Ions**
- تنتج الكبريتات من ذوبان صخور المتبخرات الحاوية على الجبس Gypsum $CaSO_4 . 2H_2O$ والانهيدرات Anhydrite $CaSO_4$ ، وتنتج أيضاً من تحلل المواد البروتينية ومياه الصرف الزراعي.
-
- أيونات الفوسفات **Phosphates Ions**
- إن الأشكال الشائعة للفسفور في مياه الصرف الصحي هي الاورثوفوسفات (PO_4) والبولي فوسفات (بوليمرات من حمض الفوسفوريك) والفوسفات المرتبطة عضوياً، ويتحلل البولي فوسفات Polyphosphate تدريجياً في الماء إلى أورثوفوسفات، أما المركبات العضوية للفوسفات فيتم تحللها من قبل الكائنات الدقيقة، يعد مركب ثلاثي متعدد فوسفات الصوديوم Sodium Tri Poly phosphate STPP المستخدم في صناعة المنظفات اكثرها شيوعاً في تصنيع المنظفات وصيغته الكيميائية $Na_5P_3O_{10}$

- ٤ أيونات النترات **Nitrate Ions**
- على الرغم أهمية ايونات النترات للنبات ولكن ارتفاع تراكيزها له تأثيرات سلبية على النظام البيئي Ecosystem؛ إذ تسبب حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي Eutrophication وبالتالي التأثير السلبي على النظام البيئي المائي كذلك فإن لارتفاع تركيزها في مياه الشرب يسبب تأثيرات خطيرة على صحة المستهلكين كمرض متلازمة زرقة الأطفال blue baby Syndrome، كذلك إصابة كبار السن بهذا المرض فضلا عن الإصابة بالعديد من الأمراض السرطانية كسرطان المعدة والبنكرياس والقولون والإسقاط للحوامل Pregnancy والموت المفاجئ للمواليد..الخ، والذي يعزى إلى احتمالية تكوين النيتروزامين (Nitrosamines) الناتجة عن تفاعلات الامينات مع أيونات النتريت التي تشكل خطراً حقيقياً على حياة الانسان.
-
- ٤ أيونات الصوديوم والبوتاسيوم **Sodium and Potassium Ions**
- تتواجد أيونات الصوديوم في المياه السطحية والجوفية نتيجة لارتفاع درجة انحلاله في الماء، فضلا عن المطروحات الزراعية والصناعية والمدنية المصرفة إلى المياه السطحية والحاوية على تراكيز مرتفعة نسبيا من أيونات الصوديوم على العكس من أيونات البوتاسيوم الذي يتميز غالبا بتراكيزه المنخفض في المياه بسبب قابليته على الامتزاز من قبل دقائق التربة.
- تؤدي التراكيز المرتفعة من أيونات الصوديوم في مياه الشرب إلى حدوث مشاكل صحية لمرضى القلب والكلى، أما بالنسبة للنباتات فتعد أيونات الصوديوم ضرورية لنمو النباتات، ولكن ارتفاع تركيزه في مياه الري يؤدي إلى تدهور نفاذية التربة وارتفاع كبير في قيمة الدالة الحامضية