الجزء الثالث

الأزون :-

يوجد الأوزون في الغلاف الجوي بتركيز مرتفع إبتداء من إرتفاع ١٠ إلي ٥٠ كيلومتر فوق الأرض ويكون أقصي نسبة تركيزة علي إرتفاع ٢٢ إلي ٥٢ كيلومتر فوق سطح الأرض ٠ وتسمي هذة الطبقة التي يتكون فيها هذا الغاز بإسم طبقة الأزون Ozonosphere ٠ ومن خلال الملايين من السنين من تكوين أوكسجين الغلاف الجوي ونتج عن تفاعل الأشعة فوق البنفسجية O2 وتكون غازالازون O3 ومن خواصة إمتصاص جزء كبير من الأشعة فوق البنفسجية ويحمي الأرض من الأشعة البنفسجية ٠ ويوجد الأزون في الغلاف الجوي في حالة توازن ديناميكي ويستمر تولد هذا الغاز بإستمرار كلما حول ضوء الشمس الأكسجين الجزيئي O2 أكسجين ذري O يتفاعلان معا ويكونا الازون O3 , وفي نفس الوقت يستهلك الأزون بإستمرار من خلال الكثير من تفاعلات كيميائية تحولة مرة أخري إلي أكسجين جزيئي ٠

ويعد الأزون أحد الملوثات الناتجة بسبب الغازات الناتجة عن عوادم السيارات ويتطلب تكوين الأزون فترة زمنية كبيرة , ويتلوث جو المنطقة التي تتواجد فيها الأشعة فوق الأبنفسجية وأجهزة الترسيب الكهربائي بالأوزون٠ وينخفض تركيز الأزون في محيط جو المنازل بسبب تفاعلة مع أول أكسيد النتروجين الناتج عن النشاط المنزلي ٠ والأزون ذو رائحة واضحة عندما يزداد تركيزة , وتتراوح الحدود المسموحة لتركيزة بين ٠,٥ و ١,٥ جزء بالمليون٠ ومن خواصة قابليتة التفاعل مع مواد عضوية طبيعية وصناعية ٠ وفي مراكز المدن حيث تتزاحم بها حركة المرور وفي وضح النهار (في ضوء الشمس) فإن غاز الأزون يزداد نسبتة في الغلاف الجوي القريب من الغلاف الجوي القريب من سطح الأرض نتيجة تحلل غاز NO2 المنبعث عن السيارات ووسائل النقل كما يلي :-

$$NO2 \xrightarrow{\text{- - - - - - - - -}} NO + O$$
$$O + O2 \xrightarrow{\text{- - - - - - - - - - - - -}} O3$$

ويوجد خطر التلوث في زيادة الملوثات التي تعمل علي الإسراع من تفعلات إستهلاك الأزون في طبقة الأزون وإنخفاض نسبة تركيزة وإضعاف فاعليتة الواقية للمحيط الحيوي والتي تعمل علي الإقلال من أخطار الأشعة فوق البنفسجية ، وأن أخطر الملوثات التي تدمر الأزون هو أكسيد النتروجين المنبعث من الطائرات النفاثة في طبقة الأزون والتجارب النووية ومركبيات الفلوروكربون Fluorocarbon .

تتفاعل أكاسيد النتروجين الناتجة مع الغازات المنطلقة من عوادم الطائرات فوق الصوتية والتي تحلق علي إرتفاعات ١٠ — ٣٠ كيلو متر من سطح الأرض أن تتفاعل مع أكسجين جزيئي علي النحو التالي :

$$NO + O3 \xrightarrow{\text{- - - - -}} NO2 + O2$$
$$NO2 + O \longrightarrow NO + O2$$
$$O + O3 \longrightarrow 2O2$$

كما هو معروف فإن الكرة الأرضية يحيطها طبقة رقيقة من الأزون علي بعد يتراوح بين ٣٥ إلي ٤٠ كيلومتر عن سطح الأرض وهذة الطبقة تعمل علي حماية الأرض من تدفق الأشعة فوق البنفسجية وحتي لا تزيد مقدارها الأمن وأن أي خلل يصيب هذة الطبقة فإنة يؤدي إلي حدوث فجوة تسمح بنفاذ الأشعة بكميات كبيرة تأثر علي الحياة علي الأرض .

وتعمل أخطار أستهلاك الأزون في طبقة الأزون إلي زيادة نسبة الأشعة فوق البنفسجية(والتي يتراوح طولها بين ٢٨٠ و ٤٢٩ ميل ميكرون) التي تصل إلي سطح الأرض . والتي تعمل علي الإضرار مدمرة للإنسان والحيوان والنباتات ، ومن الأمراض التي تسببها نفاذ الأشعة الكونية هو سرطان الجلد و وإعتام عدسة العين والقرنيات Photokeratinis وحروق البشرة الشديدة .

طرق السيطرة علي الجسيمات في الهواء :-

إن إستبدال الطاقة الملوثة للبيئة بأخري غير ملوثة هي الأفضل الطرق للسيطرة علي تلوث الهواء ٠

ومن المعروف أن الطاقة الشمسية ومياة البحر ، ومياة الصخور الساخنة والرياح ، و مياة السدود ، و الشلالات هي طاقات آمنة وغير ملوثة للبيئة ٠

بينما يكون الفحم والبترول ومنتجاتة ، و الغازات هي مصدر التلوث ٠ ويعتبر البترول من المصادر الرئيسية للطاقة في عصرنا هذا حيث تصل نسبة الإستهلاك للطاقة ٤٢٪ من الإستهلاك العالمي بينما تصل نسبة إستهلاك الغاز إلي ١٠٪ وتقدر الإحصائيات العالمية لعام ٢٠٠٦ أن ينفذ البترول خلال ٣٥ سنة إذا إستمر الإستهلاك العالمي علي هذا المنوال ٠

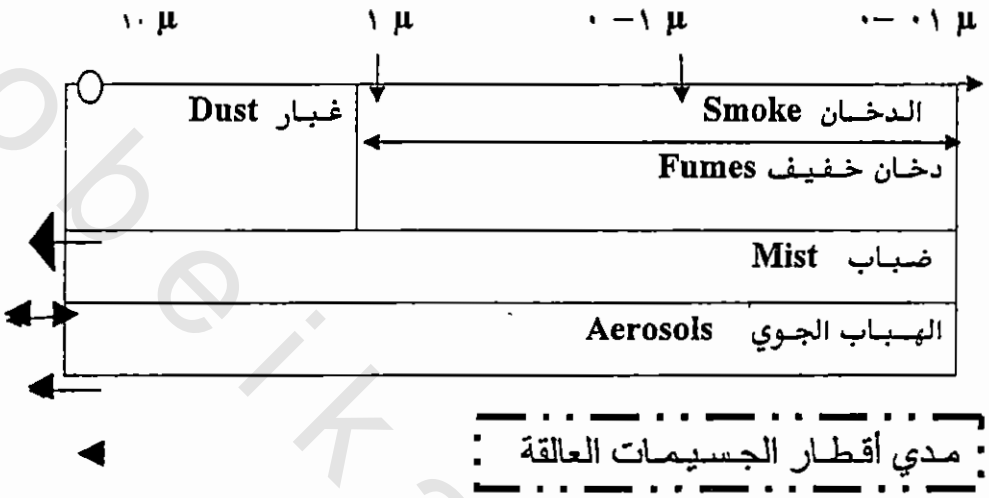
الجسيمات :-

هي الكتلة المكونة للجسيم والعالقة في حجم معين من الغاز ، وحدتها غم/ م٣ أو حبيبة **Grain** / م ٣ (كل حبيبة / قدم٣ تعادل ٢,٣ ملغم / م٣) وتتغير تركيز الجسيمات من ١٠ – ⑥ملغم نسبة تركيز في الهواء فوق سطح البحار إلي ١٠⑥ ملغم / م٣ ٣ مثل هواء العواصف الرملية ٠ ويعتبر تركيز الهواء الملوث الناتج عن المصانع أكثر تركيزا عن الهواء الإعتيادي بنسبة قد تصل إلي ٢٠ ألف مرة ٠

توزيع حجوم الجسيمات :-

الميكرون هو وحدة القياس للجصيمات (U) **Micron** وهو ١/١٠٠٠ ملم ويمكن رؤية المجسمات بالعين المجردة والتي يزيد حجمها عن ٥٠ ميكرون وهناك جسيمان لا تري إلا بالمجهرحيث

يصل حجمها إلتي ٠,٠٠٥ مكرون ٠ والشكل التالي يبين علاقه قطر الجسيم بمدي الرؤيا ٠



مدي أقطار الجسيمات العالقة

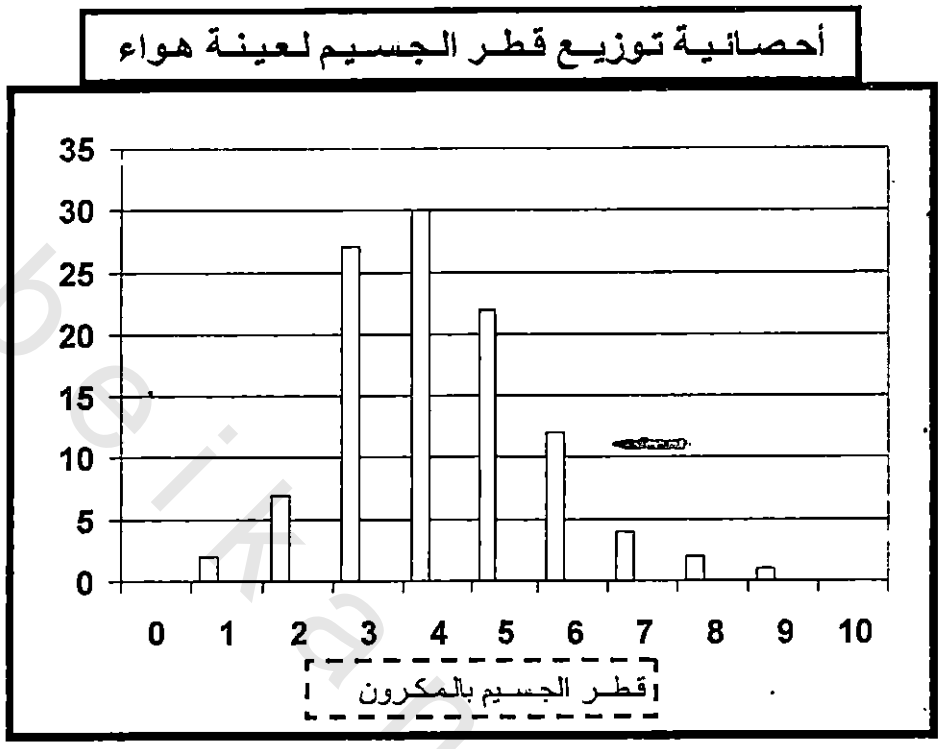
و يقاس قطر الجسيم للتعزف علي حجم الجسيم وفي حالة أخذ عينة تحتوي علي عدد من الجسمات (N) فإن :-

$$\frac{\sum n \cdot dp^4}{\sum dp^3}$$

حيث أن dp = قطر الجسيم

dn = معدل القطر بالمكرون

ويلاحظ أن الجسيمات الت ي يزيد قطرها عن ١٠ مكرون سيحدث لها بعد فترة بسيطة ترسيب نتجة الجازبية ٠ أما الجسيمات التي تبقي معلقة في الهواء لمدة طويلة هي التي يكون قطرها بين ٠,١ إلي ١٠ مكرون توزيع الجسيمات لهواء الجو الإعتيادي كما هو مبين في الجدول التالي :-



مقاس الجسيم	الحجم بالمكرون (٥٠٪من المجسمات)
ناعتم جدا	٠,٥ — ٢
ناعم	٢ — ٧
معتدل	٧ — ١٥
خشن	أكبر من ١٥

obeikandl.com

توزيع الهواء في الجو العادي

مقاس الجسيمات (مكرون)	٪ حجما
١٠ – ٣٠	٢٨
٥ – ١٠	٥٢
٣ – ٥	١١
١ – ٣	٦
٠,٥ – ١	٢
٠ – ٠.٥	١

حجم الجسيمات

١ – غرف الترسيب بالجازبية .

٢ – مجمعات القوي المركزية .

٣ – المجمعات النسيجية .

٤– المجمعات الرطبة .

ويعتبر إستخدام إحدي الطرق السالفة أو مجموعة الطرق علي عوامل عدة . ومن المشاكل المشاكل الكبري هي عملية طرح المواد المجمعة . هذا ويمكن إعادة تصنيفها مرة أخري .

١ – غرف الترسيب بالجازبية .

تعتمد غرفة الترسيب علي ما قد سبق أن سردناة في سرعة التساقط للأجسام (صفحة ٩) وتعرف قدرة بأنهاالغير في الناتج في تركيز الملوثات خلال مرورها من خلال المعدة المصممة لخفض نسبة تركيز الملوثات قبل مرورهل من خلال المعدة وتستخدم الطرق التالية :-

غرفة الترسيب بالجازبية **Settling Chamber** وهي أبسط الطأرق وأرخصها حيث أنها تعمل علي تبطيئ خروج الجسيمات كبيرة الحجم نسبيا مثل أستخدام الزيوت كوقود. وتعمل هذة الغرف علي إزالة الجسيمات التي يزيد قطرها عن ٥٠ مكرون بالترسيب بواسطة الجازبية الأرضية ،

أما الجسيمات التي يقل قطرها عن ١٠ مكرون فإنها لا تترسب بهذة الغرفة . وتعتبر الغرف من أبسط المرشحات لإزالة الملوثات بدون الإحتياج إلي فنين لتشغيلها . وتصنع هذة المرشحات من مواد بسيطة مثل مواد البناء ، وتقام علي شكل متوازي مستطيلات علي أن يكون قاعها منحدر في إتجاة خروج الهواء حتي يمكن تجميع الجسيمات المترسبة ، وهناك غرف تصمم علي تجميع الغبار علي ألواح معدنية تثبت داخل الغرفة في وضع أفقي حي يمكن إستطدم الهواء الملوث بها وترسيب الجسيمات علي أسطحها .

ومن مزايا هذة الغرف أنة يمكن جمع الغبار المترسب بسهولة وإعادة إستخدامة في مراحل صناعية أخري ،

ويعتمد تصمم غرفة الترسيب علي حساب القوي المؤثرة علي الجسيم ، وبالتالي فإن سرعة هبوط الجسيم بتأثير الجازبية

وبزيادة قطر وكثافة الجسيم وإنخفاض لزوجة الغاز الناقل للملوثات ، وبإهمال الوزن النوعي للغاز فإن سرعة الجسيم النهائية (Vt) خلال سريان الغاز ٠

$$Vt = \frac{D2 \ \gamma P}{18 \ \mu g}$$

حيث أن DP = قطر الجسيم ، م

γP = الوزن النوعي للجسيم ، كيلونيوتن / م٣

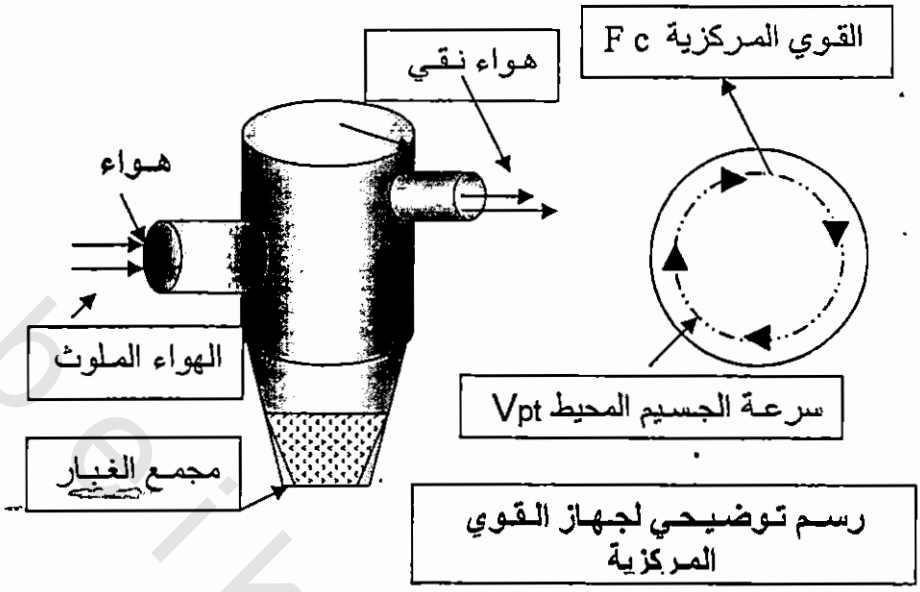
μg = لزوجة الغاز ، كيلونيوتن ثا / م ٢

Vt = سرعة الجسيم النهائية ، م / ثا .

مجمعات القوي المركزية Centrifugal :-

حيث يدور الغاز الملوث دافعا الأجزاء إلي الجدار الخارجي الجدار الخارجي للجهاز وتتجمع في القاع ويخرج الغاز من الجزء للجهاز بقوة الطرد المركزي ، حيث تترسب الجزيئات علي العلوي ، ويمتاز هذا الجهاز بكفائة قد تصل إلي ٩٥٪ للجزيئات الأكبر من ٤٠ مكرون و ٥٠ ٪ للجزيئات الأصغر من ٨ ميكرون ٠

وتعتمد قدرة الإزالة (Ew) علي القوي المركزية (Fc) والمقاومة الناتجة عن الإحتكاك ، والنسبة بين القوتين (R) علي قدرة



رسم توضيحي لجهاز القوي المركزية

حيث أن : Vpt = سرعة الجسيم المحيطة ، م / ثا

Dc = قطر مجمع القوي المركزية ، م

Rc = نصف قطر القوي المركزية ، م

Mp = كتلة الجسيم ، كغم / م ٣

Fc = القوي المركزية ، كيلو نيوتن

μg = لزوجة الغاز ، كيلو نيوتن ، ثا / م ٢

R = النسبة بين القوي المركزية والمقاومة الناتجة عن الإحتكاك ترتفع قدرة الإزالة بزيادة نسبة (R)

المرسبات الاكتروستاتيكية Electrostatic Precipitators

يستخدم الكهرباء لفصل الجسيمات العالقة في الغازات حيث تعمل الشحنة الكتروستاتيكية بإزالة الجزيئات من تيارالغاز حيث تتحرك الجزيئات المشحونة تحت تأثر المجال الكهربائي إلي سطح الوعاء المجمع ، ثم تزال من القطب الكهربائي Electrostatic electrode وذلك

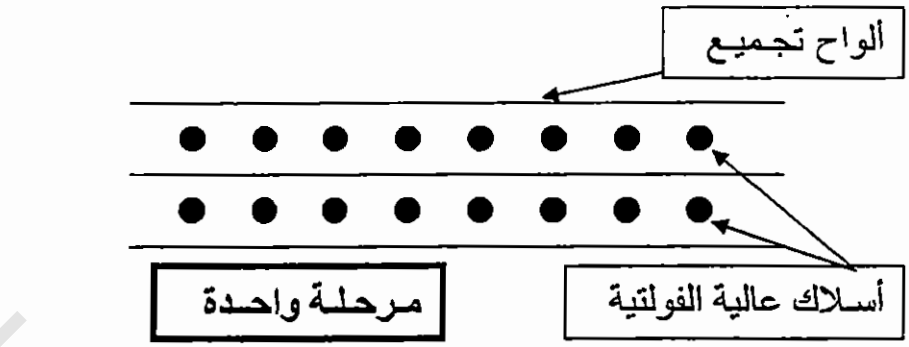
بواسطة الدق أو الغسيل أو القوي الجازبية ، وأن تأثرها الكهروستاتيكي يشمل كل الجسيمات بأقطارها المختلفة ولهذا تكون قدرتها علي تجمع الجسيمات علي كفائة عالية، ويعد هذا الأسلوب مناسبا للسيطرة علي الجسيمات الناتجة عن مصانع الأسمنت ومصانع المعادن وغيرها من المصانع الثقيلة٠ وتصل كفاءة هذة المرسبات أكثر من ٩٩,٥ ٪ .ولقد أظهرت التجارب الفعلية أن معظم الجسيمات الصناعية تكتسب شحنة كهربائية أثناء عملية تكوينها بواسطة تأين اللهب والحرارة وعمليات الطحن ولكن كمية الشحن المكتسبة للمجسمات في الحالة الطبيعية يكون منخفض أو معتدل ، لذلك تستخدم أسلاك عالية الفولتية لشحن الجسيمات وأقطاب كهربائية **Electrodes** مثل الألواح والأنابيب ٠

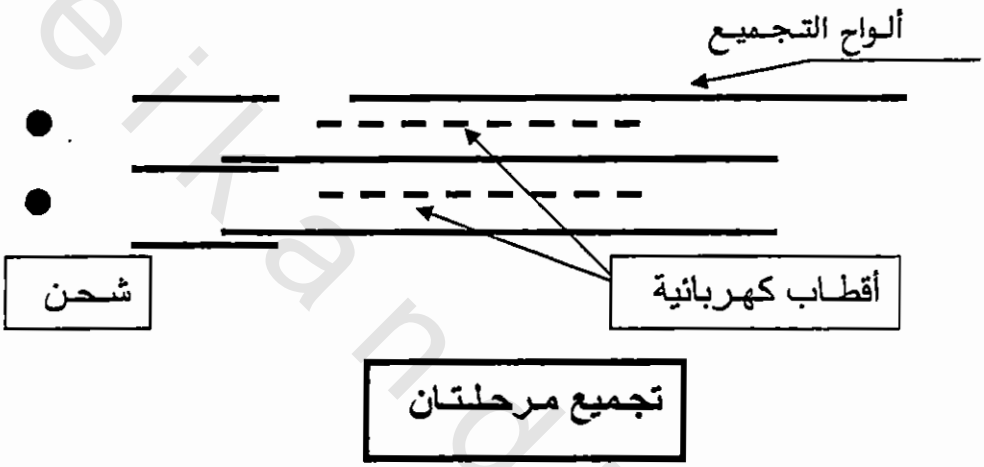
تعريف :-

إن مستوي الشحن لجسيم بقطر ١ مكرون يحتاج إلي ٣٠٠ شحنة كهربائية وأن جسيم بقطر ١٠ مكرون يحتاج إلي ٣٠٠٠ شحنة كهربائية ٠

"ويعرف بأسم المرسب ذي المرحلة واحد "، وبعرض الجسيمات المشحونة علي أسلاك عالية الفولتية(ضغط عالي) أو تمريرها من خلال مجال ألكتروستاتيكي بين قطبي كهرباء بينما النوع الثاني يشمل علي مرحلتين منفصلتين هما :-

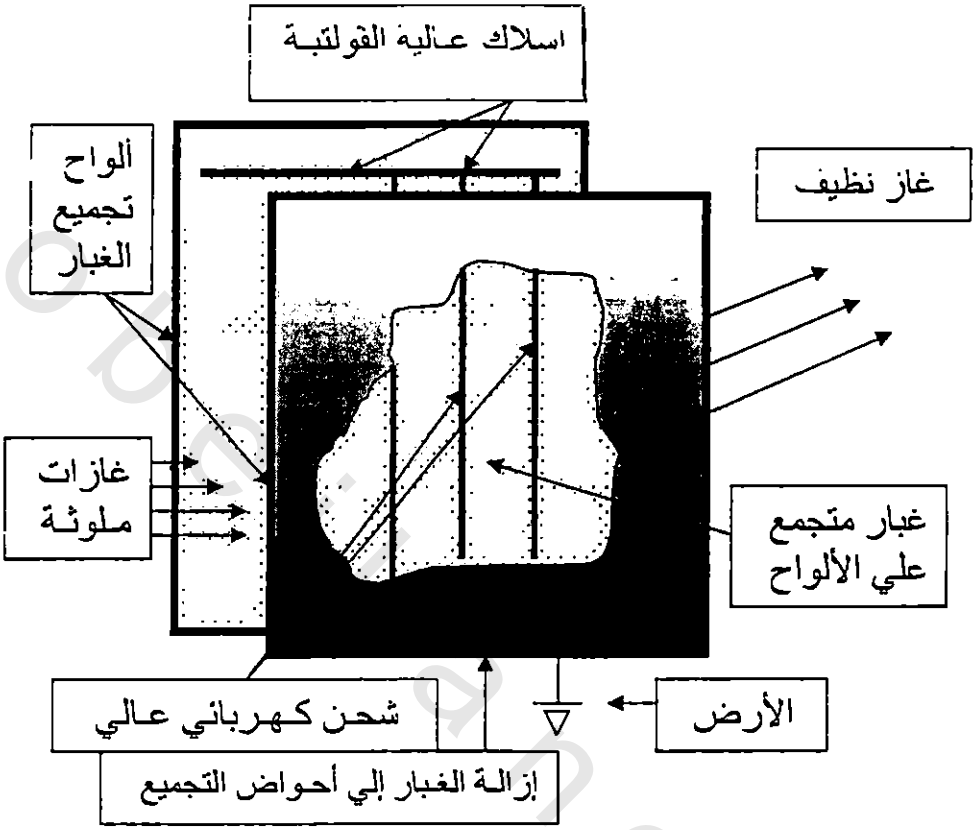
١- التجميع " كما هو موضح بالرسم " لنوعين من المرسبات





تجميع مرحلتان

obeikandl.com



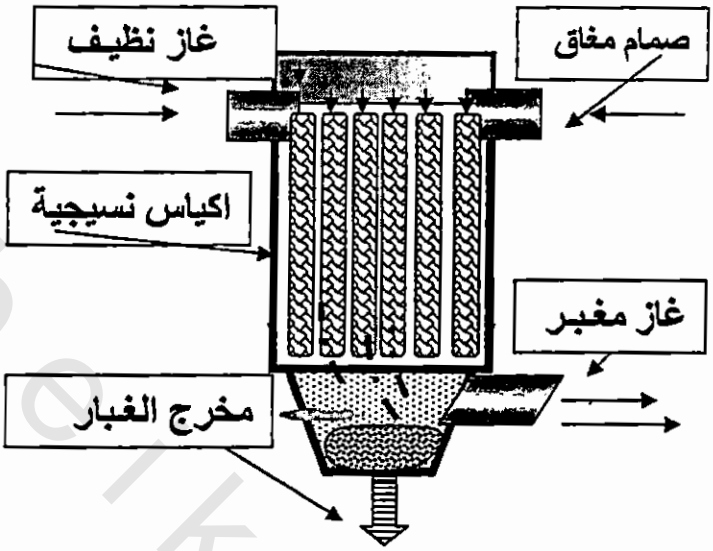
رسم توضيحى لمرسب برحلة

أما الغازات الملوثة فلا يمكن جمعها بطرق ميكانيكية كما يحدث مع الجزيئات وذلك لأن جزيئاتها لست أثقل أو أكبر من جزيئات الهواء . ولكن كثيرا من الغازات الملوثة لها القابلية للزوبان في المياة (السوائل) وعند إندفاع الهواء الملوث من أسفل الوعاء إلي اعلي من خلال سوائل معينة بينما يندفع الغاز الملوث يرش عليهاالسائل من عدة فتحات صغيرة وتزال الغازات وذلك لزوبانها في السائل ، وهناك سوائل تعمل علي ذوبان غازات ثاني أكسيد الكبريت ، وهناك سوائل أخري تعمل علي إزالة كبريت الهيدروجين " وتسمي هذة

الطريقة بفرك الهواء Scrubber ويكون فاعليتها عالية في الأمونيا (NH2) الي من خواصها الذوبان في الماء ٠ وهذة الطريقة فعالة حيث يمكن التخلص من ٩٦ ٪ من الجزيئات البي تراوح أقطارها بين ٢ و ٣ ميكرون ٠

٣ – المجمعات النسيجية ،

تمر الجسيمات من خلال المجمع النسيجي والمكون من ألياف بحجم كبير ٠ ويعتبر هذا المرشح ذو فاعلية عالية وكفائة هذة المرشحات عالية في إزالة الجسيمات الصغيرة والكبيرة ٠ وأهم المعايير معرفة نسبة حجم الهواء إلي مساحة النسيج ٠ ومعظم المرشحات النسيجية تكون علي شكل إسطوانة بحيث يسري الهواء من الداخل إلي خارج إلاسطوانة(أنظر الرسم١) ومن خواص المواد النسيجية إما أن تكون طبيعية أو ألياف صناعية ويراعي أن يكون نسيج هذة الإسطوانات من مواد تتحمل درجة حرارة قد تصل إلي ١٥٠ ↑م مع مقومتها للمواد الكيميائية وتصل كفائة الإزالة إلي ٩٩,٩ ٪ وفي حالة إرتفاع الحرارة إلي ٢٦٠م ↑ فإن نسيج الإسطوانة يتلف أو يقل عمرها وتقل كفائتها ، أما الغاز الذي يحوي علي جسيمات لزجة فإن تأثيرها يعمل علي غلق المسام النسيجية للإسطوانة



وعند مرور الجسيم من النسيج يحدث عدة طرق لإلتقاطة الجسام وهي : -

١- الإعتراض Interception

٢- التصادم Impaction

٣- الإنتشار Diffusion

٤- الترسيب الكهربائي

٥- الترسيب الحراري

٦- الترسيب بالجازبية

ويعتبر الصوف والقطن من المواد المستخدمة منذ القدم في مثل هذة المجمعات وكلما زادت مقاومة المواد المصنعة للمجمعات لدرجات الحرارة كلما زاد سعر كلفتيها ولكن وجد أن إستخدام الألياف الزجاجية كمرشح وذلك لرخص تكلفتها وقدرتها علي إلتقاط الجسيمات والغبار وذلك لكون

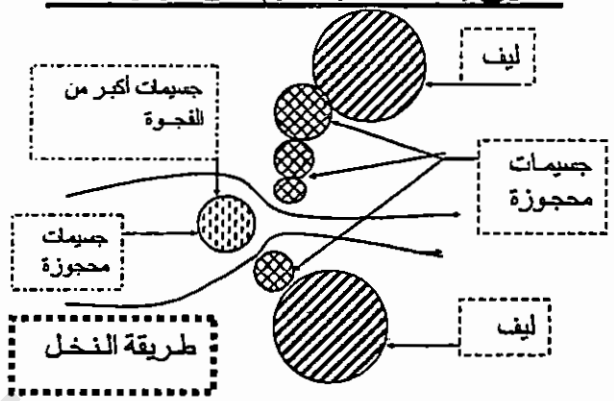
الألياف أكثر نعومة، مع الأخذ في الإعتبار مقاومتها للحوامض . وللحصول علي نتيجة للإلياف إذا كان نسبة المساحة السطحية للألياف إلي مساحة وجه المرشح أكبر كلما زادت كفاءة المرشح وتعتبر السرعة من خلال المرشح وحسب كثافة المرشح والي تصل إلي ٥٠ متر في الدقيقة .

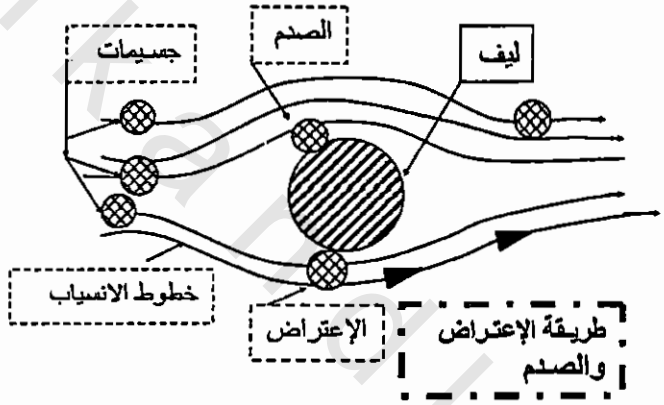
وتتم عملية التنظيف للمجمعات إما بالإهتزاز كما هو متبع في نظام المجمعات القديمة أو بإستعمال الهواء (الضغط النبضي) أو السريان المعاكس **Reverse Circulation** ، وإستعمال الهواء بنسب عالية أكبر من مساحة النسيج قد يؤدي إلي تقلص حجم المجمعات ، ويتم ذلك إما في الموقع بدون رفع المرشح أو رفعة وتنظيفة خارج الموقع .

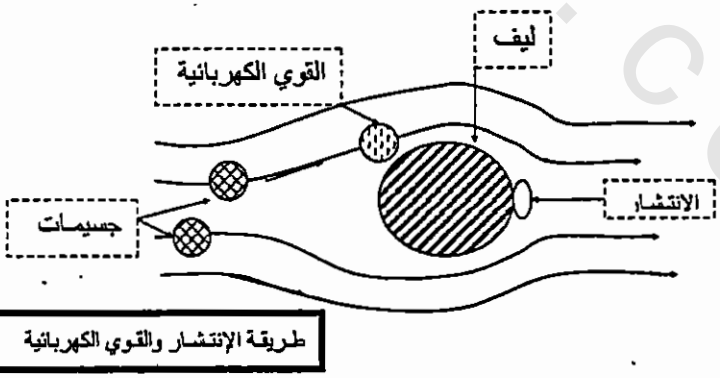
المرشحات الأخري :-

يوجد أنواع مختلفة من والمرشحات المجمعات النسيجية **Fabric Filters** ومرشحات حبيبية **Granular** والمرشحات ذات الحصائر **mats** ومرشحات التصادم الزوجة **Viscous Impingement** وتعتبر المرشحات الأنعم هي الأكثر كفاءة .

طرق إلتقاط الجسيم من قبل اليف







mats ومرشحات التصادم الزوجة Viscous

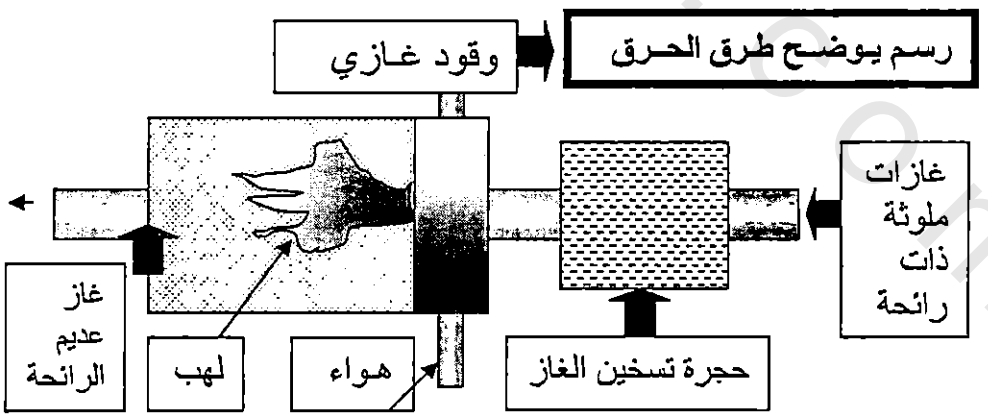
طرق الحرق :-

تعتبر طريقة الحرق هي الوسيلة الأفضل لتخلص من الملوثات ذات الرائحة مثل الهيدروكاربونات وكبريتيد الهدروجين والغازات السيانيدية ، وهنا تدخل القيمة الحرارية عاملا أساسيا في تحديد طريقة الحرق ٠

وينتج غازات غير سامة وعديمة الرائحة ، فعند حرق الهيدروكاربونات تتحول إلي CO2 وبخار ماء الأقل تلوثا ٠

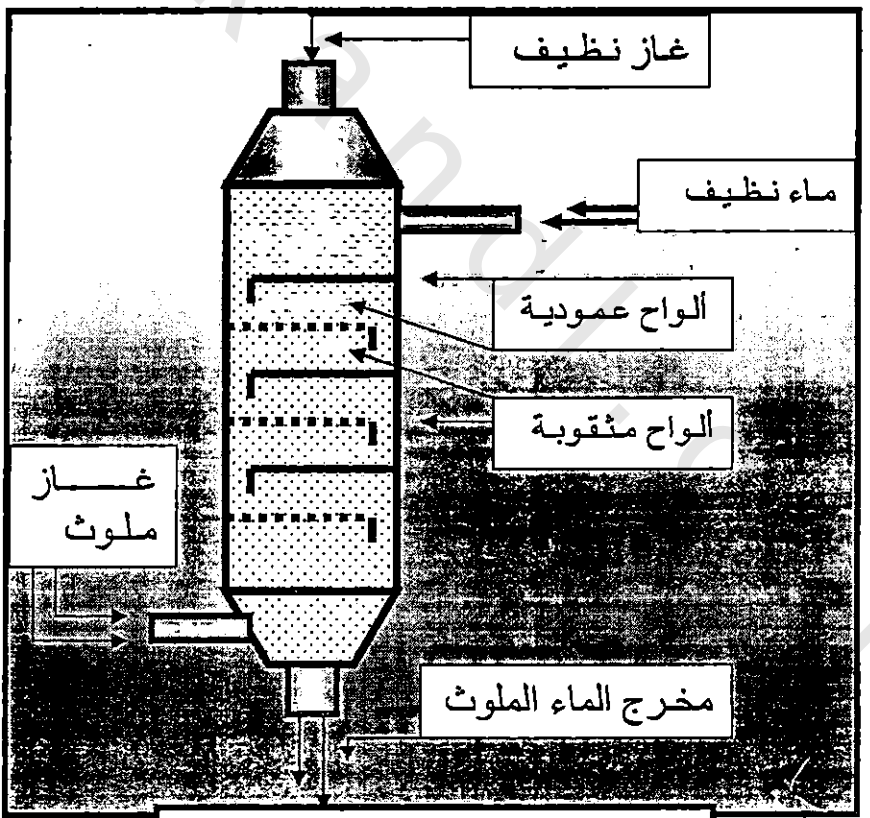
وتتم عمليات الحرق عن طريقة الحرق المباشر أو الحرق الجزئي وهما أكثر الطرق إستخداما ففي حالة الحرق باللهب حيث تمرالغازات الملوثة خلال حجرة الإشتعال المتخدم فيها فهب حراري (وقود غازي) مع الهواء حيث ترتفع درجة الحرارة أكثر من ١٣٥٠ م ، ويخرج هواء غير ملوث من الجانب الأخر من الغرفة (ومن الأفضل تسخين الهواء الملوث قبل دخولة إلي حجرة الإشتعال) أنظر الرسم ٠

رسم يوضح طرق الحرق



أبراج غسيل الهواء :-

أبراج الغسيل هي أبراج يرش فيها المياء من أعلي علي شكل رذاذ ليتخللها الغازات الملوثة الصاعد من أسفل والمدفوع إلي أعلي مارا من خلال ألواح إعتراضية (في وضع رأسي) داخل البرج ليلتصق الجسيمات الملوثة مع جسيمات الماء وتترسب مع الماء ويخرج الماء الملوث من أسفل البرج أما الهاء النقي نسبيا فيخرج من أعلي ٠ويمكن وضع ألواح في وضع أفقي داخل البرج حيث يسقط عليها الماء وهي ألواح مثقوبة ليدخل منها الغاز الملوث من أسفل ليخرج من أعلي أكثر إلتصاقا بالماء (أنظر الرسم)٠



رسم توضيحي لبرج ذي ألواح

المداخن وإنتشار الملوثات :-

تعمل المداخن علي إبعاد الملوثات لمسافات بعيدة عن مصدر التلوث ، ويعتمد درجة تركيز الملوثات علي المعدل الحجمي للملوثات المنبعثة وسرعة الرياح ويعتمد علي ارتفاع المدخنة كذلك حالة الجو مثل ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة ٠ وتصمم إرتفاع مداخن المصانع علي أن يكون إرتفاعها أعلي من أي مبني مجاور بمترين ونصف ولا تقل سرعة قذف الأبخرة الملوثة عن ٢٧م/ ثانية (أنظر الرسم يوضح الإرتفاع المؤثر للمدخنة) .

أما الداخن الصغرة والتي تستخدم لدفع الهواء الملوث بعيدا عن مصدرة، مثل المصانع الصغيرة والمحلات ، علي أن لا يقل إرتفاعها عن مترين من سقف المبني ٠ أما مداخن محطاط القوي ومصانع الأسمنت فتنشأ من الخرسانة المسلحة وبطول قد يصل إلب ٣٠٠ متر ٠

ويستفاد من المعادلة التالية في الحصول علي أعلب تركيز بمستوي الأرض (coax) ب ُد معرفة إنسياب الملوثات الخارجة من نهاية المدخنة (Q) وسرعة الرياح (Vw) و الإرتفاع (H) بالأمتار وهو الإرتفاع الحقيقي ونسبة إنتشار الجسيمات (Kp) إلي معامل الإنتشار للغازات ٠

$$C\ max = 2{,}15 \times 10^{5} \frac{(Q)(1)(kp)}{Vw \quad H \quad Kg}$$

وخلافا للظروف الإعتيادية فإن Kp = 0,05 و Kg = 0,08

حيث أن Cmax = أعلي تركيز للملوثات بمستوي الأرض ، جزء بالمليون .

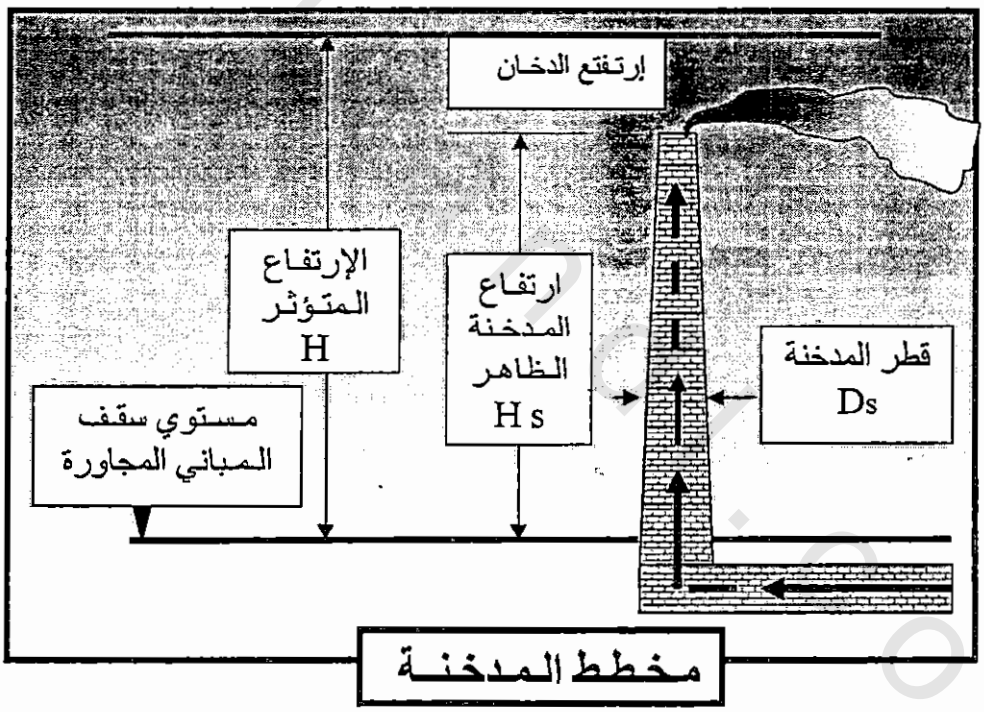
Q = إنسياب الملوثات الخارجة من قمة المدخنة ، م٣ / الدقيقة

Vw = سرعة الريح ، م / الدقيقة

H = الإرتفاع المؤثر للمدخنة ، م

Kp = معامل لإنتشار الجسيمات

Kg = معامل إنتشار الغازات



مخطط المدخنة

ملحوظة :-

لقد ذكرنا سلفا أن من وسائل تقليل آثار الدخان والجزيئات والغازات الملوثة هو إستخدام المداخن العالية ، وهي تنشر علي نطاق واسع موزعة هذا التلوث ، ولكن التكلفة

الكبيرة الازمة لإنشائها هذة المداخن (١٠٠- ٣٠٠ متر إرتفاع) وجد أن فاعليتها القليلة في تخفيض نسبة التلوث لا يمكن مقارنتها بالتجهيزات اللاقطة للملوثات ، (ذكر بعض الباحثين أن المداخن المرتفعة ما هي إلا نوع من الخداع ، وذلك لأنها لا تعمل علي تنظيف الهواء من الملوثات وإنما تعمل علي نشرها علي مساحات واسعة وقد تصل إلي عدة كيلو مترات بعيدا عن مصدرها وهذا يعني أن المداخن ليست هي بالحل الجذري وإنما حلا ضعيفا ٠

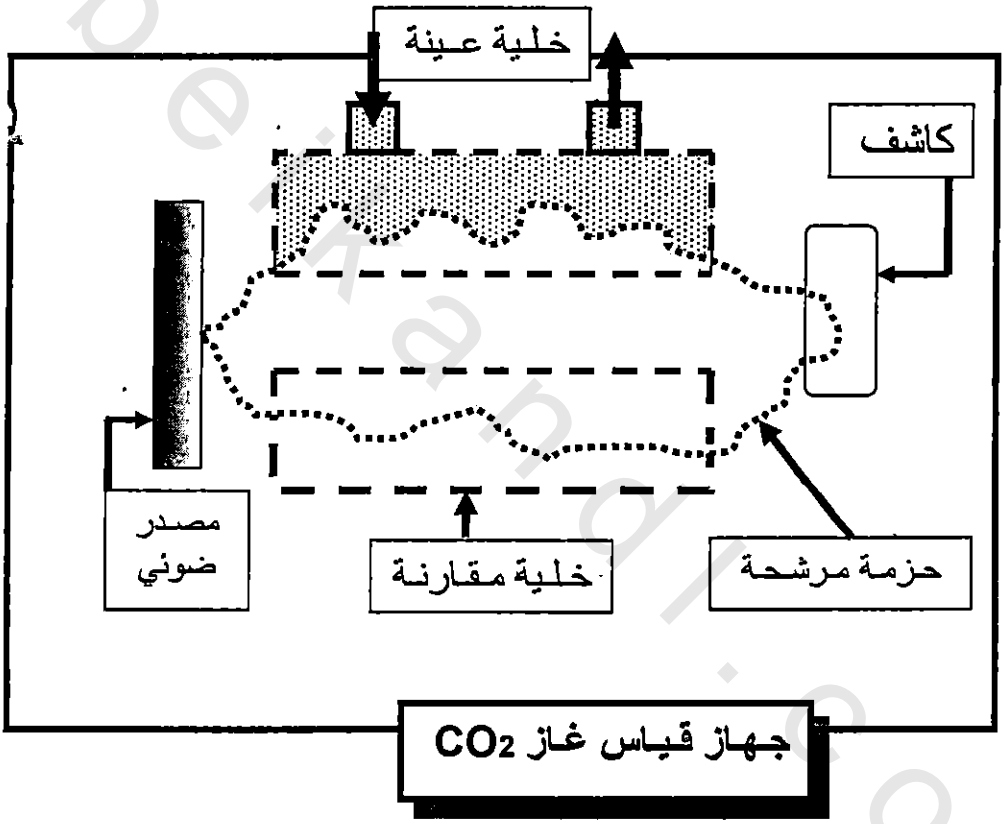
إن الصناعات التي تسهم في تواجد الغبار الجوي مثل صناعات الأسمنت(رغم وجود العديد من المدخن لهذة المصانع). وجد أن كمية فاقد الأسمنت المنبعث من مصانع أسمنت بورتلاند بحلوان بلغ ٢٠٠ طن أي بمعدل يصل إلي ٥,٥ ٪ من الطاقة الإنتاجية للأفران ، كذلك الفاقد من عملية تحضير الخام والتعيئة ٠ ولقد قدم المركز القومي دراساتة عن متوسط تساقط الأتربة في المنطقة بين المعادي وحلوان و التبين (ج م ع) ٣٧٧ طن / ميل٢ في الشهر (عام ١٩٦٧) هذا مثال عن مقدار التلوث في حالة إنخفاض كفائة المرشحات أو توقفها ٠

أجهزة قياس تلوث الهواء :-

إن إستخدام أجهزة قياس ومراقبة تلوث الهواء مفيدة في عملية القياس وإظهار درجة التلوث في الهواء ، ولكنها مكلفة وتحتاج إلي إلي فنين مهرة لتحديد مقدار التلوث في الهواء ، ويوجد أنواع كثيرة من هذة الأجهزة تعمل ذاتيا ولا تحتاج أكثر فني واحد للمراقبة وللتسجيل وهذة الأجهزة تعمل علي تسجيل وقياس تركيز الغازات التالية **CH4 , NO2, NO, CO , SO2**

المواد المؤكسدة والهيدروكاربونات والجسيمات ٠

وهناك أجهزة لقياس سرعة الرياح والحرارة والرطوبة والأشعة فوق البنفسجية والإشعاع الشمسي ٠ ان مجموعة الاليفينات هي من مصدر عضوي ومصدرها العمليات الصناعية مثل الكيماويات البترولية والجزء الاكبر من التلوث يكون مصدرة عادم السيارات ٠



- و قياس غاز أول أكسيد الكاربون يعتمد علي إمرار الأشعة تحت الحمراء في خلية بها تركيز من غاز أول أكسيد الكربون الموجود في الهواء الجوي مما يحول الضوء المار في الخلية إلي إشارات كهربائية ٠

- وقياس الغازات الهيدروكاربونية فتعمد علي إحداث تأين لها بوجود غاز الهيدروجين ٠ ويحدث تجزأ للمركبات الهيدروكاربونية إلي أيونات الكاربون والهيدروجين ، ويعمل الجهاز علي فصل الميثان عن بقية غازات الهيدروكاربونات ٠
- وجهاز قياس الأزون يعتمد علي تفاعل غاز الأزون مع غاز الأثيلين وينتج عن هذا التفاعل غاز (HCHO) ويطلق ضوء بنسبة تركيز غاز الأزون في الجو ، كما يعمل علي قياس نسبة تركيز مجموعة أكاسيد النتروجين ٠
- وتصنف أجهزة قياس تلوث الهواء إلي أجهزة تعتمد علي التحليل النوعي للهواء والأخري علي التحليل الكمي للهواء ، ومن نوعية أجهزة التحليل النوعي الكتلي Mass Spectroscope , وجهاز كروماتوغرافيا الغازات ويمكن أستخدام الجهازين معا ٠ في حالة المزيج المعقد من الغازات ولقد أمكن من تصنيف الكثير من غازات عادم السيارات والتي بلغت أكثر من ١٠٠ مركب ٠ أما لأجهزه التي تعمل علي النظام التحليل الكمي فهي تعمل علي كشف الألوان ٠ ولقد وجد أن أهمية وضع أجهزة القياس علي مخارج المداخن والتي تعمل بطريقة التحليل المستمرة للدخان، وأن هذة الأجهزة تعمل علي إنتقال الجسيمات و الأشعة فوق البنفسجية والإشعاع الكيميائي٠