7. التحكم فى تلوث الهواء

وفى مجال التلوث لا يوجد مشكلة تستعصى على الحل أو السيطرة، ولكن فى الغالب يغيب الوعى بخطورة القضية ويقل الاهتمام بمعالجتها. وفى نفس الوقت لا يوجد حل نهائى لمسألة التلوث، لكن يمكن التعامل مع المسألة بفهم وحسن تقدير للموازنة بين التكاليف والفوائد. وجدير بالذكر أن تلوث الهواء يحدث أشد الضرر بالعديد من المعدات كالتوربينات الغازية والسيارات والدبابات والمدرعات وغيرها. لذلك يلزم تنقية الهواء من الأتربة قبل السماح بدخوله لهذه المعدات. وفى هذا الكتاب نعرض - بإيجاز - للتحكم فى بعض ملوثات الهواء.

وبعد طول تفكر نخلص إلى أن مكافحة التلوث هى كالحرص على النظافة العامة، والنظافة من الإيمان، والنظافة درجات، ومن الصعب أن تُفرض، ومن العبث أن ندعو عديم الإيمان للإخلاص فى مكافحة التلوث، إذ لابد من إرغامه وفرض القيود الصارمة عليه. ورغم أهمية التشريعات البيئية إلا أن أساليب التحايل عليها ومراوغتها تفوق الحصر، لذلك يلزم الوعى أولا وقبل كل شىء، وبعد ذلك تأتى التشريعات.

برغم ما ذكرناه (قبلا) عن حدة مشكلة التلوث عموما وتلوث الهواء خصوصا، إلا أن مثل هذه المشاكل وغيرها يمكن معالجتها أو التخفيف من حدة آثارها إن خلصت النوايا وصدق العزم. والحل يمكن أن يسير فى عدة محاور متوازية، نذكر منها:

1. نشر الوعى البيئى.
2. سن التشريعات ومتابعة تطبيقها بحزم.

3. السيطرة على مصادر التلوث:

وفيما يلى نتناول هذه المحاور بشيء من التفصيل.

1.7. نشر الوعى البيئى

لا يتيسر الوعى العميق إلا للرواد أولى الأبصار وأصحاب العزائم، الذين يلمسون حذور المشاكل، وليس الذين يحلون المشكلة بمشاكل، كما يحدث كثيرا. ودور أولى الأمر هو أن يمكنوا العلماء (الذين يلمسون الحقائق) من نشر التفكير العقلى، وتحجيم التفكير الآلى، عند الناس؛ فمقاومة التلوث مسئولية جماعية يمكن لكل عاقل أن يتحمل نصيبه منها، وعندئذ سيدرك الناس أن تضخم المدن هو الذى عقد مسألة المواصلات - مثلا - فأصبحت جملة مشاكل، وهذا التضخم هو سبب الزحام الذى يعتبر أحد جذور المشاكل المزمنة، ومترو الأنفاق، رغم عملقته الفنية، ليس هو الحل النهائى ولا المثالى.

وحين ينتشر الوعى سيبدأ الصبية - فضلا عن الكبار - يسألون لماذا تصمم الغرف السكنية مظلمة فتحتاج للإضاءة الكهربية نهارا بينما الشمس ساطعة! ولماذا نضيء عشرات الأفدنة بكثافة لنلعب الكرة ليلا! وكم نحرق من الوقود سنويا (لنلوث البيئة) ونتكلف بنية أساسية ومصاريف تشغيل وصيانة، فى سبيل تحقيق أمثال تلك الأهداف العظيمة؟!!

حين خلق الله الأرض ﴿**قدر فيها أقواتها**﴾ وضمن للإنسان العاقل **ألا يجوع فيها ولا يعرى** ، والبيئة فيها من الموارد ما يكفى لتغطية احتياجات جميع الأحياء إن استخدمت بوعى واعتدال، ولكن من ضل عن وظيفته وتعامى عن دوره فى الحياة فقد توعده الله **بمعيشة ضنكا**. وجميع المشاكل التى تواجه البشرية سببها الجذرى عقلى. ورغم أن العقل نظام منطقى فى الأساس، إلا أن الكثير من سلوكياتنا هى فى حقيقتها لامنطقية، وأغلبها استجابة سريعة لمؤثرات وقتية، فنتصرف آليا ونحن فى شبه غفلة. وللأسف فهذه الحقائق

الأساسية تخفى على الكثيرين ممن احترفوا العلوم الفنية فقط، ولا يعرفون حقيقة الحياة ولا معناها ولا دورهم الذى خُلقوا من أجله، وقد تبعهم المقلدون، لذلك فهم لا يشعرون أنهم يناقضون العقل والمنطق السليم ، وأسس الهداية8. والسعادة لا يمكن أن تتحقق بالقوى الآلية وحدها ولا بجمع الأموال على حساب العقل والقيم السامية. ولذلك تعانى البشرية الآن ما تعانى، وستظل تعانى حتى يتم فهم حقيقة الإنسان والحياة.

بعد الحرب العالمية الثانية بدأ العلماء يلمسون خطورة التلوث وتتابعت صيحاتهم التى نتج عنها فرض بعض القيود المحلية والإقليمية على الانبعاثات التى تضر البيئة والأحياء. وبعد أن برزت مشاكل التلوث وتوحشت على المستوى العالمى، بدأت قضايا البيئة تصل لمسامع الناس منذ مؤتمر ستوكهلم عام 1972، وبدأ الوعى البيئى يتصاعد على المستوى الأكاديمى ثم السياسى، فالعالمى حتى عُقد مؤتمر قمة الأرض فى ريوديجانيرو عام 1992، وما زالت الصيحات متتابعة، رغم السلبية التى ظهرت فى مؤتمر قمة (نيويورك) 1997.

والمؤتمرات والندوات المحلية لا تكاد تنقطع، ويمكن بسهولة استشعار العلاقة أو الارتباط الطردى بين مستويات التعليم والثقافة وبين الوعى البيئى لدى الشعوب. وهنا يجب الانتباه إلى خطورة الأمية المتفشية بين شعوب الدول المتخلفة، وهذه الشعوب تعانى بالفعل من مضار التلوث وتعيش مآسيه وهى لا تدرى. وبدون الوعى بالمشكلة فلا يمكن مواجهتها فضلا عن حلها.

والتطوير الواعى أساسه الفهم والفكر الراقى، ومن المفاهيم التى أصبحت تحتاج إلى مراجعة - مثلا - أن كثرة استهلاك الخدمات والسلع كالكهرباء والمواصلات والأسمنت والبلاستيك وخلافه أصبح يعد من المؤشرات الحضارية، بمعنى أن الشخص الذى يستهلك كهرباء أو أسمنت أو معلبات أكثر يعد أكثر تحضرا، وأصبحت الدراسات تقارن بين متوسطات الاستهلاكات كمؤشرات تحضر!

إن الأمر ليحتاج إلى مراجعة، فى ضوء التصور الصحيح للحياة، ومن ثم أسس المفاهيم الاقتصادية وأنماط الاستهلاك. فعلى مدى القرن العشرين ظل الفكر الاقتصادى (المادى) البحت هو السائد، فما دامت العمليات أوالمشاريع ممكنة فنيا ومربحة (نقديا) يتم تنفيذها فورا، بغض النظر عن مدى الاحتياج الحقيقى إليها أو مدى تأثيرها على البيئة مستقبلا، وهذا دليل على مدى سيطرة التأثير المادى (العاجل)، والقيم الاستهلاكية، على النفوس، وهو ما أصبح سمة مميزة لعصرنا7.

ووسط الحديث عن النظريات الاقتصادية التى تقوم على أساس ندرة الموارد ترى انتشار الإسراف الذى يصل لدرجة السفه وإهلاك الموارد التى يقولون أنها نادرة وستنضب! فلماذا الإسراف إذن، ولماذ نلوث النعم وندمر مصادر تجددها!

فى سعينا فى الحياة يجب أن نميز بين الغاية والوسيلة، وهذا من أساسيات الفكر السوى، ومقومات التصور الصحيح، وعندئذ سندرك أن البناء - مثلا - هو وسيلة للحياة وليس غايتها، وعندما نعرف غايتنا فى الحياة، وما يلزمنا فيها، عندئذ ستتغير نظرتنا للعديد من الأمور والأنشطة، ونوقن بأن جولة التشجير أنفع للجسد وأسعد للنفس من حفلة الرقص، وسنجد أنه من الممكن تقليص أو إنهاء العديد من الأنشطة التى تلوث البيئة بلا ضرورة. ومن أمثلة مجالات التقليص الممكنة: تقليل استهلاك الكهرباء، الزخارف الزائدة، والمفروشات الاصطناعية المغالى فيها، والعديد من المنتجات البلاستيكية، والمبيدات الحشرية ..... وغيرها.

ومن أمثلة الأشياء التى يمكن الاستغناء عنها تماما، دون أن تتأثر نوعية الحياة ولا حتى درجة الرفاهية ، غازات الكلوروفلوروكربون، الدخان (السجائر)، الخمور، الأكواب والأطباق البلاستيك، ورق الحائط، الموكيت، بعض المثلجات والأغذية المحفوظة،

و"الديب فريزر" المنزلى، والكثير من مكسبات اللون والطعم وارائحة، بث البرامج التافهة، والألعاب الوضيعة، ونشر السلوكيات الساقطة.... وغيرها.

هذا ولا يخفى على المؤلف احتمال استغراب بعض القراء لبعض ما جاء فى الفقرات السابقة؛ بسبب الإلف والعادة، ولأنهم لا يحسبون أن لها ارتباطات قوية بقضايا ومشاكل التلوث.

2.7. التشريعات البيئية

التشريعات وسيلة ضرورية للتحكم فى أحوال المجتمعات الراقية، والحفاظ على حقوق الغير، ومنها حق العيش فى بيئة نظيفة. وفى مقدمة هذه التشريعات نجد شرع الله عز وجل، وفى ذلك يقول رسوله الكريم صلى الله عليه وسلم، فى الحديث الشريف: "لا ضرر ولا ضرار". ورغّب صلى الله عليه وسلم فى الرقى بالبيئة وتيسير سبلها فقرن بين الإيمان وإماطة الأذى عن الطريق، واعتبر النظافة من الإيمان، وحذرنا من الإسراف حتى فى المباح من الأشياء، ونهانا عن سوء استخدام النعم. ونهى صلى الله عليه وسلم عن التبول أو التبرز فى الماء أو الأماكن الرطبة المفتوحة (المكشوفة).

وفى العالم الصناعى بدأ أول حديث عن أهمية المحافظة على البيئة الطبيعية ، بتردد، على استحياء، مع بداية القرن العشرين[9] . وكان ذلك بخصوص الماء والهواء، بعد ملاحظة ما تنفثه المداخن من ملوثات، وما تسببه السفن والتلوث البترولى من مضار. وبعد ذلك بحوالى نصف قرن برزت المقننات والقياسات الخاصة بالملوثات والحدود القياسية التى يُحظر تجاوزها؛ وذلك بغرض حماية صحة الأفراد وضمان سلامة المجتمعات والأحياء. والآن أصبح فى معظم الدول تشريعات خاصة بالبيئة، ولكن كثيرا ما نلاحظ التراخى فى التطبيق لأسباب عديدة أبرزها فساد الأخلاق والذمم، وكما أوضحنا قبلا فأساس التلوث المادى هو التلوث العقلى.

3.7. السيطرة على مصادر التلوث

قديما قالوا: "الوقاية خير من العلاج"، وتلك حكمة وقاعدة رشيدة، وبناء عليها يجب السيطرة على مصادر التلوث (فى منبعها)؛ لتحجيم ما ينبعث منها، إن كان الإبقاء على هذه المصادر ضروريا إلى حين، وهذا الأسلوب الوقائى يتفرع إلى عدة أساليب نذكر منها:

أ. إبعاد مصادر التلوث عن المناطق السكنية والسياحية بمسافة كافية يحددها الخبراء؛ فمن المعلوم أن أشد حالات (درجات) التلوث تكون عند المصدر. فإن كانت الضرورة تستدعى وجود العامل بالقرب من الفرن أو تحت المدخنة، فما علاقة الطفل، أو الحامل أو المسن أو غيره، بهذه المصادر المؤذية؟ وكيف يقبل العاقل وجود مئات المصانع والمداخن الموزعة فى أحياء مدينة كالقاهرة، مهما كانت المبررات؟! هذه المدينة تحتضن حوالى 40٪ من صناعات مصر بجانب الورش، وحوالى 700 مسبك وما يقرب من مليون مركبة تسير فى شوارعها مما جعل ساكنيها يعيشون فيما يشبه "الصوبة"، تلفها غمامة من الغازات الضارة والأبخرة والأتربة العالقة بالجو لفترات طويلة.

ب. عزل الأفراد والأغذية والمشروبات والأدوات العلاجية والشخصية عن التعرض المباشر لمصادر التلوث، سواء أثناء الصنع أو التخزين أو العرض أو المناولة. ومن الناحية العلمية والصحية، فمن الخطأ صنع الخبز – مثلا – بتعريضه مباشرة لغازات الاحتراق لأنه يمتص نسبة منها. ومن الخطأ التعرض المباشر للغازات والأبخرة والأتربة الضارة بدون معدات وقاية، وكذلك تعريض اللثمار للرش المباشر بالمبيدات، أو زرع أشجارها بجوار الطرق السريعة.

ج. السيطرة على المصدر، بتطبيق التقنيات النظيفة والتى تعالج المخرجات بحيث تكون مطابقة للمواصفات البيئية. وذلك إن كان ولا بد من الإبقاء على مصدر التلوث فى موقعه مؤقتا؛ لأنه ينتج منتجات أو يؤدى خدمات يصعب الاستغناء عنها حاليا، فعندئذ يلزم تنقية الغازات المنبعثة من المصدر ، وحسن تصريف النفايات الصلبة والسائلة بطرق آمنة. وهنا نقصر حديثنا على كيفية السيطرة على ملوثات الهواء، ويمكن أن يتم ذلك بتخليص الغازات من الأتربة، ومعالجة غازاتها الضارة قبل إطلاقها فى الجو، ويجب أن نضع اقتصاديات التحكم فى الاعتبار . وفيما يلى نعرض بعض أساليب تنقية ومعالجة الغازات، ونبدأها بفصل الأتربة ثم معالجة الغازات.

4.7. أساليب فصل الأتربة

الجسيمات التى تعلق بالهواء الجوى قد تكون كبيرة لدرجة أنها تتساقط تلقائيا بسرعة، وقد تكون دقيقة لدرجة أنها تظل عالقة فى الجو حتى تزال منه بالمنظفات الجوية الطبيعية، كالمطر والرياح، أو بواسطة الرئتين أثناء التنفس، أو بواسطة المرشحات الصناعية.

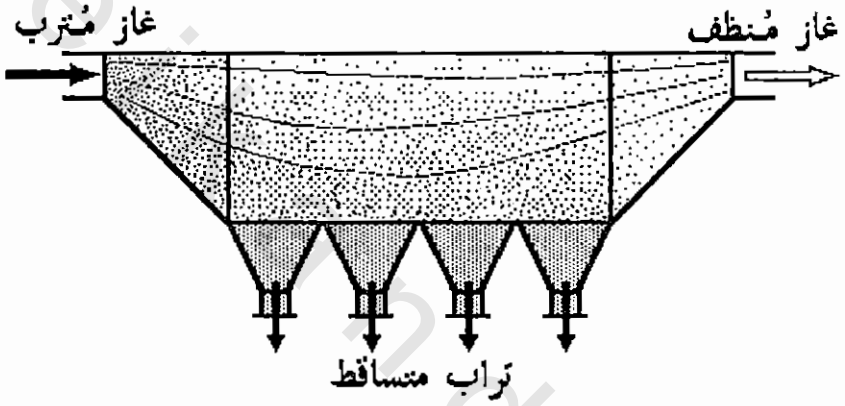
ويمكن فصل الأتربة والدقائق التى تحملها الغازات بأكثر من وسيلة تكنولوجية، وكل الوسائل تشترك فى أنها تلحق بوسيلة سحب الهواء أو الغازات التى تحمل الأتربة، من مصدر التلوث، لتمر على وسيلة الفصل التى تحجز العوالق، وتسمح للغازات المُنظفة بالمرور. وفيما يلى نتناول أبرز هذه الوسائل.

1.4.7.غرف ترسيب الأتربة

هى غرف استاتيكية محكمة الجدران، شدية الاتساع ، كما هو ممثل فى شكل (1.7)، ونظرية عملها أنها تستقبل غازات العادم السريعة المحملة بالأتربة، فتقل سرعة الغازات

بشدة فى الغرفة الواسعة، وبالتالى تقل قدرتها على حمل الأتربة، فتترسب الأتربة فى أسفل الغرفة، بتأثير الجاذبية الأرضية (Gravity separation)، حيث يتم سحبها بعد ذلك والتصرف فيها، بحيث تتحول إلى حالة لا يستطيع الهواء أن يحملها مرة أخرى. وتكلفة تشغيل هذه الغرف منخفضة ولذلك فهى تعتبر أرخص وسائل فصل الأتربة.

ومثل هذه الغرف مناسبة لفصل الجسيمات الأكبر من 50 ميكرون. وجدير بالذكر أن وجود ثقوب أو فتحات بالجدران يقلل من كفاءة هذه الغرف فى الترسيب، ويزيد استهلاك الطاقة اللازمة للتشغيل مراوح السحب.



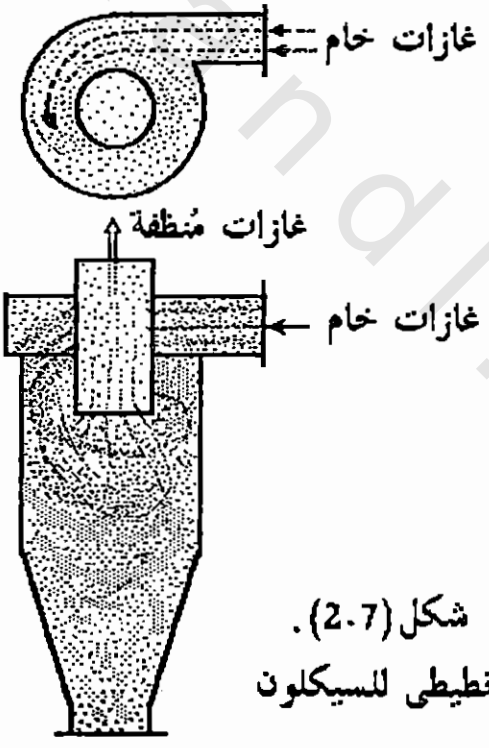
شكل (1.7). غرفة الترسيب.

2.4.7. سيكلونات الفصل

سيكلونات الفصل (Cyclone separators)، هى وسيلة ميكانيكية شائعة الاستخدام فى فصل الأتربة، وهى قليلة التكلفة من حيث التركيب والتشغيل، تدخل الغازات المتربة للسيكلون من على المحيط وتعمل بنظرية الدوامات (الطرد المركزى) التى تتفاوت فيها السرعات واتجاهات الحركة، ونتيجة لذلك تعجز الجسيمات العالقة (الخشنة) عن مواصلة السير مع الدوران الملتوى لحركة الغازات فتتساقط على محيط الحركة الدوامية بفعل الطرد المركزى والجاذبية الأرضية (كما هو ممثل فى شكل (2.7) ثم تُجمع من

أسفل المخروط ويتم التصرف فيها. أما الغازات المنظفة من فتحة علوية. والسيكلونات مناسبة لفصل الأتربة بكفاءة متوسطة، ولذلك فالسيكلون يعتبر غرفة ترسيب طاردة مركزيا.

قوة الطرد المركزى أثناء التشغيل تتراوح بين خمسة أضعاف الجاذبية الأرضية فى حالة الأقطار الكبيرة جدا (ذات المقاومة المنخفضة)، إلى خمسة وعشرين ضعفا فى الوحدات الصغيرة جدا (ذات المقاومة العالية) وقطر السيكلون المستخدم فى مجال صناعة الأسمنت يتراوح من 0.5 متر إلى 5 أمتار على حسب حجم الغازات المطلوب مرورها فيه. أما فى مجال الدبابات والمدرعات والتوربينات الغازية فأقطار السيكلونات تقل عن ذلك كثيرا.



شكل (2.7).
تخطيطى للسيكلون

obeikandl.com

والسيكلونات عديدة التصميمات وتستخدم عادة في الخفض المبدئى لنسبة الأتربة (فى حالة التركيزات الشديدة) فى الغازات قبل وصولها إلى مرحلة الفصل الدقيقة، وتركب السيكلونات قبل مراوح السحب، وهى مناسبة لفصل الجسيمات التى تزيد مقاساتها عن 60 ميكرون فى السيكلونات الضخمة. ويوجد سيكلونات دقيقة تفصل الجسيمات الأدق من ذلك كثيرا. وعموما فالسيكلونات تستخدم فى فصل الجسيمات فى المدى من 5 إلى 200 ميكرون. هذا وقد أمكن تصميم نظم سيكلونات تعمل بكفاءة فصل تصل إلى 98٪ حتى فى مقاسات الجسيمات التى تقل عن 2 ميكرون.

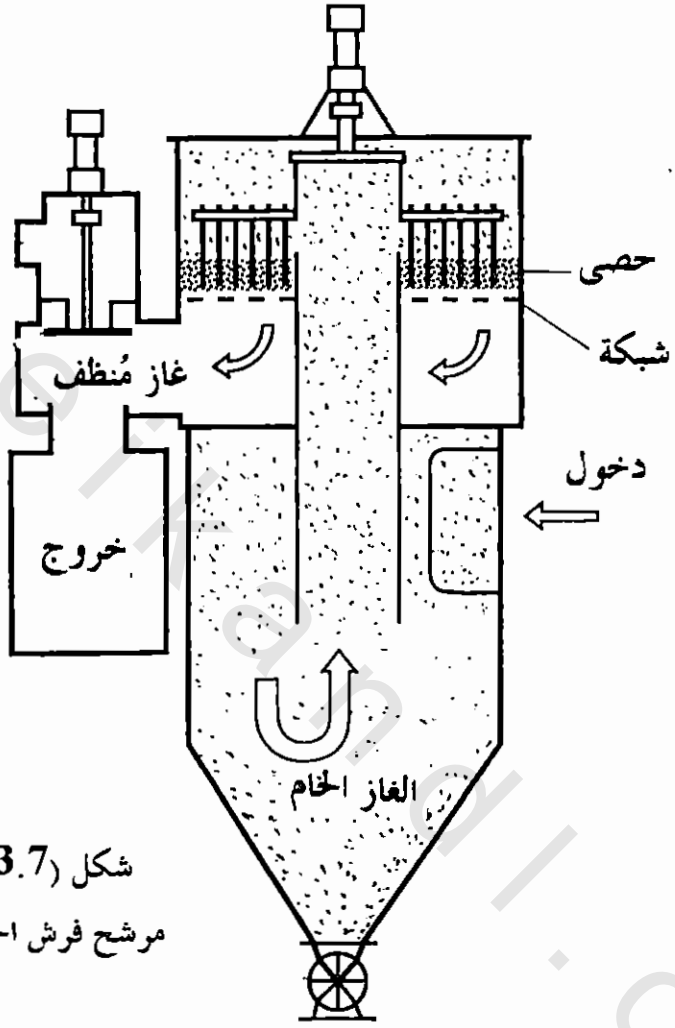
ويمكن تصميم سيكلونات تتحمل درجات حرارة حتى 1000 درجة مئوية.والأنابيب المتصلة بالسيكلونات عموما تكون دائرية المقطع ولكن أنبوبة الدخول عند التحامها بالسيكلون تأخذ الشكل المستطيل لتهيئة الدخول المماسى. ومجموعات السيكلونات تركب فى الغالب بالتوازى مع بعضها.

3.4.7. مرشح فرش الحصى

مرشح فرش الحصى (Gravel bed filter) من المرشحات الميكانيكية التى تستخدم كمرحلة ترشيح تالية للسيكلونات؛ بغرض حجز الأتربة الدقيقة، وذلك بتمرير الغازات من خلال طبقات (فرش) من الحصى الدقيق التى تسمح بمرور الغازات، وتحجز أتربتها بكفاءة يمكن أن تصل إلى 99.9٪.

وهذا الفرش يكون في العادة من حبيبات الكوارتز بمقاسات من 2 إلى 5 مم ، موضوعة على شبكة سلك دقيقة فى غلاف اسطوانى كما هو ممثل فى شكل (3.7). وهذا النوع

من المرشحات مناسب لفصل الأتربة الناحتة ويتحمل درجات حرارة حتى 450 درجة مئوية.

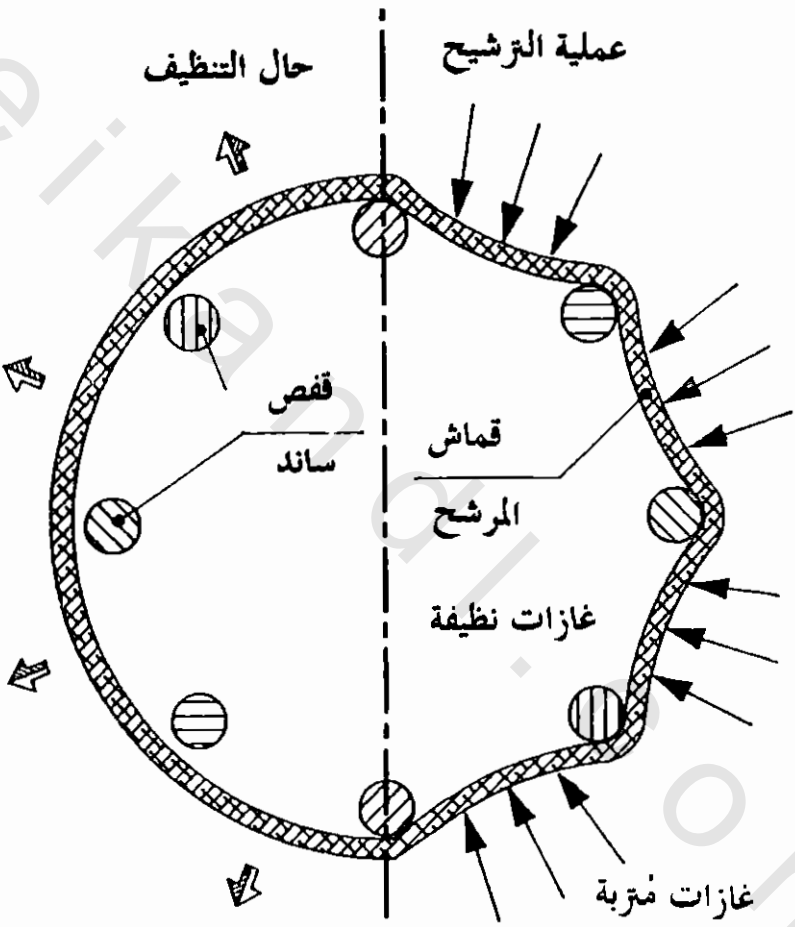


شكل (3.7).
مرشح فرش الحصى.

4.4.7. المرشح القماشى

المرشح القماشى (Bag filter) يستخدم لحجز الأتربة العالقة بالغازات ذات درجات الحرارة المعتدلة، ولا يناسب الغازات الشديدة السخونة، كتلك الخارجة من الأفران مباشرة، إلا بعد خفض درجة حرارتها؛ وذلك لأن نسيج المرشح (القماش) يتأثر

بدرجات الحرارة. ونظرية عمل هذا النوع من المرشحات هى أن القماش يعمل كمنخل دقيق جدا يمنع مرور الأتربة بحجزها على أحد وجهى القماش، وبالنفض المتتابع تتساقط الأتربة (المحتجزة) ويتم الحفاظ على نفاذية القماش لتسمح بمرور الغازات. والقماش المستخدم هو طبقات مسامية من الألياف. ولهذا المرشح تصميمات عديدة وأحيانا يسمى بشكل التصميم، كأن يقال مرشح الأكياس، أو "البنطلونات" (Bag filter).



شكل(4.7) . تشغيل وتنظيف المرشح القماشى.

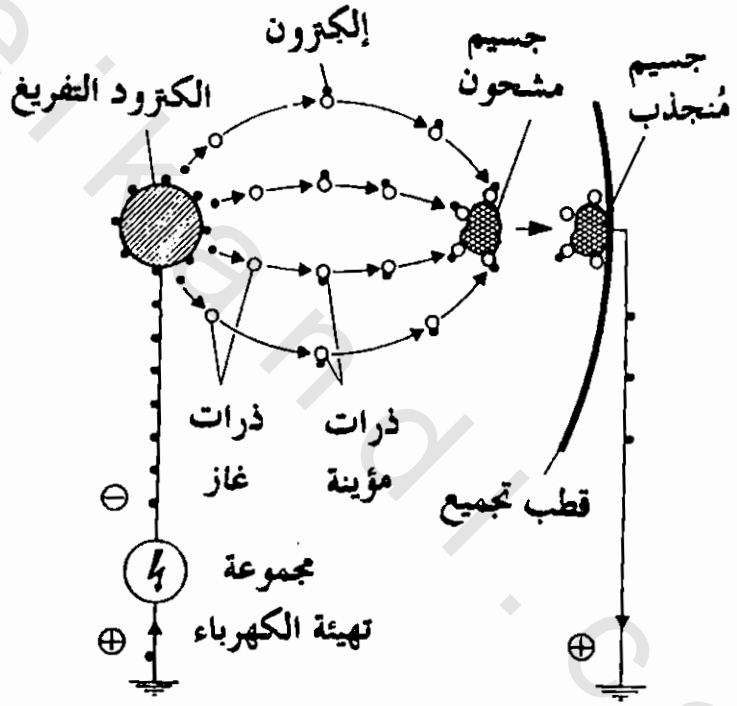
وشكل (4.7) يوضح نظرية العمل وعملية التنظيف للمرشح. وجدير بالذكر أن حدوث تقوب أو تمزقات فى قماش الفلتر، بسبب شدة الشفط، يهبط بكفاءة الترشيح إلى معدلات متدنية جدا؛ لأن الغازات المُترِبة تهرب بأتربتها من هذه الفتحات؛ لأن الفتحة هى الممر الأسهل.

5.4.7. المرسب الكهروستاتيكى

المرسب الكهروستاتيكى (Electrostatic precipitator, EP)، هو المرشح الأشهر حتى الآن فى مجال فصل الأتربة. والأساس الكهربى المطبق فى هذا النوع من المرشحات (المرسبات) مناسب لفصل أدق الجسيمات بكفاءة تصل إلى ما يقرب من 100٪ نظريا؛ فلا يوجد حد أدنى لمقاس الجسيمات التى يمكن فصلها بنظرية الترسيب الكهروستاتيكى. وكما هو ممثل فى شكل (5.7)، الجسيمات العالقة فى الغاز تُشحن كهربيا وتنزع (تهاجر) تحت تأثير المجال الكهربى القوى نحو قطب التجميع، فتتجمع عليه حيث يتم نفضها بالطرق الآلى على قضبان (أقطاب) التجميع فتتساقط لأسفل حيث يتم تصريفها إلى مرحلة المعالجة المحكومة؛ لحماية البيئة منها.

أقطاب التجميع تتصل مع الأرض فى صفوف عن طريق غلاف المرسب (المرشح)، بينما أقطاب التفريغ تعلق فى صفوف (بعوازل) وتكون سالبة القطبية. هذه الأقطاب تحمل فولت كهربى D.C يتراوح من 20 إلى 100 كيلو فولت، على حسب تصميم المرشح ومجال الاستخدام. فى ناحية أقطاب التفريغ تنشأ ظاهرة التفريغ "الهالى" التى تُنتج عددا كبيرا من أيونات الغاز. وبينما الغازات تمر بين الأقطاب، فالأيونات الموجبة تنجذب نحو أقطاب التفريغ، والأيونات السالبة تهاجر نحو أقطاب التجميع. الجسيمات التى تشحن بشحنات سالبة – نتيجة التفريغ – تنجذب ناحية أقطاب التجميع (يمين شكل 5.7).

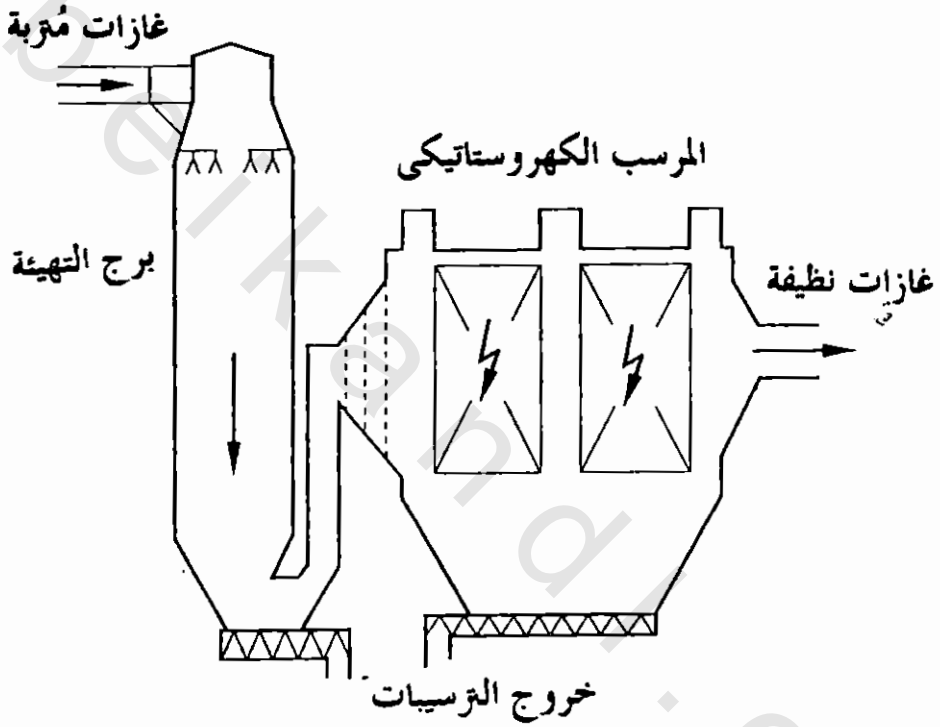
صيانة هذه النوعية من المرشحات، وحسن التحكم فى تشغيلها هو الذى يحدد كفاءة الترشيح، فالتشغيل فى هذه الحالة عملية دقيقة، وليس مجرد عملية On - Off، بل هى فى الأساس عملية تحقيق النتائج المثلى (Optimization)، ولذلك فكثيرا ما يفشل الأداء ويتعثر فى العديد من مصانع ومحطات الدول المتخلفة، فحسن التشغيل يستلزم توافق ما يزيد على العشرين معامل ومتغير.



شكل (5.7). أساس عمل المرشح الكهروستاتيكى.

ويلزم تهيئة الغازات قبل دخولها للمرشح، وذلك بخفض درجة حرارتها وترطيبها إن كانت تعمل فى المدى المنخفض، ولذلك فاهتزاز درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الغازات

يؤثر بشدة على كفاءة الترشيح. وشكل (6.7) يبين أن برج التبريد والتهيئة يجب أن يسبق المرشح الكهروستاتيكى. وتعطل هذا البرج يقصم كفاءة الترشيح. وجدير بالذكر أنه يوجد تصميمات حديثة من المرشحات الكهروستاتيكية تعمل فى المدى الساخن؛ لتناسب العمل فى المناطق الصحراوية.



شكل (6.7). المرشح والكهروستاتيكى، يسبقه برج التبريد.

5.7. معالجة الغازات الضارة

الغازات الضارة عديدة، وتركيزاتها تتوقف على نوعية مصدرها، وهذه الغازات فى الغالب لا ترى ولا يشعر بها الناس، وهى تؤذيهم فى الخفاء وبهدوء. ولذلك فإن فرضت

الظروف استخدام وحدات صناعية ينتج منهـا غـازات ضـارة فيجـب تركيـب وتشـغيل وحدات معالجة للتخلص من هذه الغازات بتحويلها إلى مركبات غير ضـارة. وفيمـا يلـى نعرض مثالين لكيفية السيطرة على هذه الغازات لحماية البيئة من مضارها:

أ. أكاسيد النيتروجين: ويمكن معالجتها بعدة طرق منها، على - سبيل المثـال الاختزال بالتحفيز، فأكاسيد النيتروجين (NO / NO_2) التى توجود مع الأمونيا-تتحول إلى نيتروجين (N_2) وهو غاز خامل ، وبخار ماء ، وذلـك عنـد درجة حرارة 300 - 400 درجة مئوية. والتفـاعل الرئيسـى يتـم وفقـا للمعادلات التالية:

$$4NO + 4NH_3 + O_2 \rightarrow 4N_2 + 6H_2O$$

$$2NO_2 + 4NH_3 + O_2 \rightarrow 3N_2 + 6H_2O$$

ب. نزع الكبريت Desulfurization: غـازات العـادم الناتجـة مـن حـرق الوقـود الحفرى (Fossil fuel) تحتوى على نسب من ثانى أكسيد الكبريت، صغرت أم كبرت، تتوقف على نسبة الكبريت فى الوقود. وثـانى أكسـيد الكـبريت غـاز ضار ، كما سبق أن أوضحنا، ويجب التخلص منه بقـدر الإمكـان. ومـن خـلال عدة عمليات يمكن إدخال أكاسيد الكبريت فى تفاعلات مع الحجـر الجـيرى، أو الجير المُطفأ، أو كربيد الكالسيوم أو الجير القياسى. وناتج مثل هذه التفـاعلات هو الجبس وهو مادة مفيدة تستخدم فى البناء، أو تستخدم كإضافات فى صناعة الأسمنت.

والعديد من مشاكل تلوث الهواء يمكن حلها بنقل الملوثات من الهواء إلى سائل غسيل مثل الماء، ويتم بعد ذلك معالجة مياه الغسيل هذه وصرفها بطريقة آمنة.

أسئلة للمراجعة

1. ما أهمية التوعية فى مكافحة التلوث؟
2. وضح الخطوط العريضة لخطة السيطرة على الملوثات.
3. إشرح بالرسم نظرية عمل كل من:

غرف الترسيب.

السيكلونات.

مرشح فرش الحصى

المرشح القماشى

المرسب الكهروستاتيكى.

4. أذكر كيف يمكن معالجة كل من:

أكاسيد النيتروجين

أكاسيد الكبريت.

obeikandl.com