- تلوّث الهواء -

- تلوّث الهواء :

هو دخول أي عنصر جديد على تركيب الهواء أو زيادة في أحد عناصر الداخلة في تركيب الهواء من حيث الكم أو النوعية مما ينتج عنه أضرارعلى الصحّة العامّة أو الممتلكات .

- أنواع الملوّثات الهوائية :

1- الملوّثات الأولية :

وهي الملوّثات التي تبقى على حالها وذلك أثناء إنبعاثها وتدخل للغلاف الجوي دون التغيير في تركيبها الكيميائي

أو هي الإنبعاث الناجم عن مصدر إنتاجه إلى الغلاف الجوي .

- تشمل الملوثات الأولية على مايلي:

(أكاسيد الكربون Cox ، أكاسيد الكبريت Sox ، أكاسيد الآزوت Nox - الهيدروكربونات Hc - الهالوجينات - الدقائقيات - الفلزات) .

1- أكاسيد الكربون Cox:

- Co2: أهم مكوّنات الهواء ، وأهم مصادره طبيعية وإصطناعية ، حيث ينتج 90% منه من الطبيعة إلا أنّه يعاد إستخدامه بالطبيعة في عملية التمثيل الضوئي للنباتات.

إنّ حرق الوقود الأصفوري وحرق الغابات يؤدي إلى زيادة نسبة Co_2 في الجو والذي يلعب دور في إحداث الظاهرة الدفيئية ، أما إذاكان الإحتراق غير كامل ينتج عنه غاز Co الذي هو سام وخانق ، وأيضاً ينتج بسبب حرق الوقود الأصفوري من وسائل النقل المختلفة ، ووسائل التدفئة .

2- أكاسيد الكبريت Sox:

تنتج هذه الغازات من مصادر طبيعية ومصادر صناعية ، حيث تنتج من البراكين So_2 وحرق الوقود الأصفوري في شتّى المجالات وعمليات تكريرالنفط والغاز وبعض العمليات الصناعية المستخدمة الكبريت ، وينتج أيضاً من عمليات تحلل المواد العضوية لاهوائياً التي تنتج H_2S.

- يتحوّلSo_2 في الجو إلى So_3 والذي بدوره ينحل في الماء ويشكل حامض الكبريتيك كأحد أهم مكوّنات المطر الحامضي.

3- أكاسيد الآزوت Nox:

إنّ غاز N_2 هو خامل في الجو ولايمكن أن يتأكسد إلا في درجات حرارة عالية ، لذلك تعتبر ظاهرة الرعد والبرق أهم مصادر إنتاج أكاسيد الآزوت في الهواء كمصدر طبيعي لها .

بينما حجرات احتراق الوقود الأصفوري في الصناعة والنقل بشكل أساسي يؤمن شروط حرارة عالية للتأكسد في الجو وإنطلاق غاز No الذي بدوره يتأكسد ويتحوّل إلى No_2 والقابل للانحلال في الماء ممايساهم في المطر الحامضي وينتج هذا الغاز أيضاً عن أكسدة الأمونيا التي تنتج من تحلل المواد العضوية والأسمدة.

4- الفلزات :

تنبعث كميّات كبيرة من أنواع ضارة من الفلزات بشكل دائم في الغلاف الجوي ، وأهمها الرصاص والزرنيخ والزئبق والكادميوم وتنتج بشكل أساسي من حرق الوقود الأصفوري وبشكل خاص الفحم الحجري والبترول وبعض الصناعات الكيميائية وتوجد هذه الفلزات في الجو بشكل أبخرة وعوالق .

5- الهالوجينات:

بشكل خاص نذكر مركبات الفلور والكلور والتي تلعب دوراً أساسياً في تآكل طبقة الأوزون وتركيب الملوثات الثانوية الخطرة .

6- الدقائقيات أو العوالق(Porticulate Material):

هي عوالق في الهواء على شكل مادة صلبة أو سائلة وتنتج من مصادر طبيعية (البراكين - الغابات - الغبار) ، أو من مصادر صناعية نتيجة نشاط الإنسان بشكل أساسي (الصناعات المعدنية - مواد البناء).

7- الهيدروكربونات (Voletile Organic Compands):

هي مجموعة من المركبات العضوية على شكل غازات تنتج أغلبها من الطبيعة أو نتيجة نشاط الإنسان كالصناعات الكيميائية وتكرير النفط وحرق الوقود الأصفوري بالنقل والصناعة .

2- الملوّثات الثانوية :

وهي الملوّثات التي تنتج من التفاعلات بين الملوّثات الأولية والمواد الموجودة في الغلاف الجوي بما يسمّى تفاعلات الكيمياضوئية .

- تفاعلات الكيمياضوئية : وهي التفاعلات التي تتم بوجود أشعة الشمس .

- *تشمل الملوّثات الأولية على مايلي :*

(الأوزون O_3 - مركبات البيروكسي أسيل النترات PAN - المطر الحامضي).

1- الأوزون O_3:

إنّ الأوزون كمركب يشكل حماية للأرض من الأشعة الشمسية الضّارة ، من خلال إمتصاصها ، إلا أن وجوده بالقرب من سطح الأرض يعتبر عندئذٍ ملوّث خطير وذلك لسببين :

أ- يضر بشكل مباشر على بعض المواد المصنّعة مثل النسيج ، ويضر بالصحة العامة حيث بالجهاز التنفسي والعين.

ب- لايبقى في صيغته O_3 بل يتحلل إلى(O_2 و O) والذي يتفاعل مع مركبات ضّارة جداً وذلك عند وجود الأشعة الشمسية أي تفاعلات الكيمياضوئية.

- يتشكل الأوزون بالقرب من سطح الأرض من خلال تحرر الأوكسجين الذري (الأوكسجين الوليد O) والذي يتحد مع الأوكسجين O_2 الذي يعطي الأوزون :

أ-
$$O_2 \xrightarrow{UV} O + O$$
$$O + O_2 \rightarrow O_3$$

ب-
$$No_2 \xrightarrow{UV} No + O$$
$$O + O_2 \rightarrow O_3$$

2- بيروكسي أسيل النترات PAN:

هي مركبّات ضوئية ضّارة بالصحة العامة وغالباً تكون مسرطنة ، وتنتج من تفاعلات الكيمياضوئية لمركبات الأوزون وأكاسيد الآزوت مع المواد العضوية الطيّارة تنتج مركبّات عضوية جديدة في غاية الخطورة على الصحّة العامة.

3- الضباب الدخاني (photo chemical Smog):

يمكن تلخيص مجمل التفاعلات التي تحدث بالشكل التالي:

$$No_2 + UV + Voc + O_2 \rightarrow No_2 + O_2 + PAN + Aldehyolci$$

يحدث بشكل نشط في المدن الكبرى عندما يكون الجو والهواء ساكن ويساعد أكثر عندما يكون الجو حاراّ وجافاً حيث تتوفر الأشعة الشمسية اللازمة ، ممايسبب بالنتيجة طبقة ضباب دخاني تحيط بالمدينة بشكل كامل ممايسبب حجز نسبة كبيرة من أشعة الشمس تصل إلى 30%.

أهم مايساعد على التخلص من هذه الطبقة هي الأمطار وحركة الهواء .

إنّ في بعض المدن الكبرى الباردة والماطرة وبسب كثافة هذه الملوثات تشكل طبقة شبيهة بالضباب الدخاني إلا أنّها لاتخضع للتفاعلات الكيمياضوئية وبالتالي خطورتهاتكون أقل على الصحة العامة من خلال التنفس .

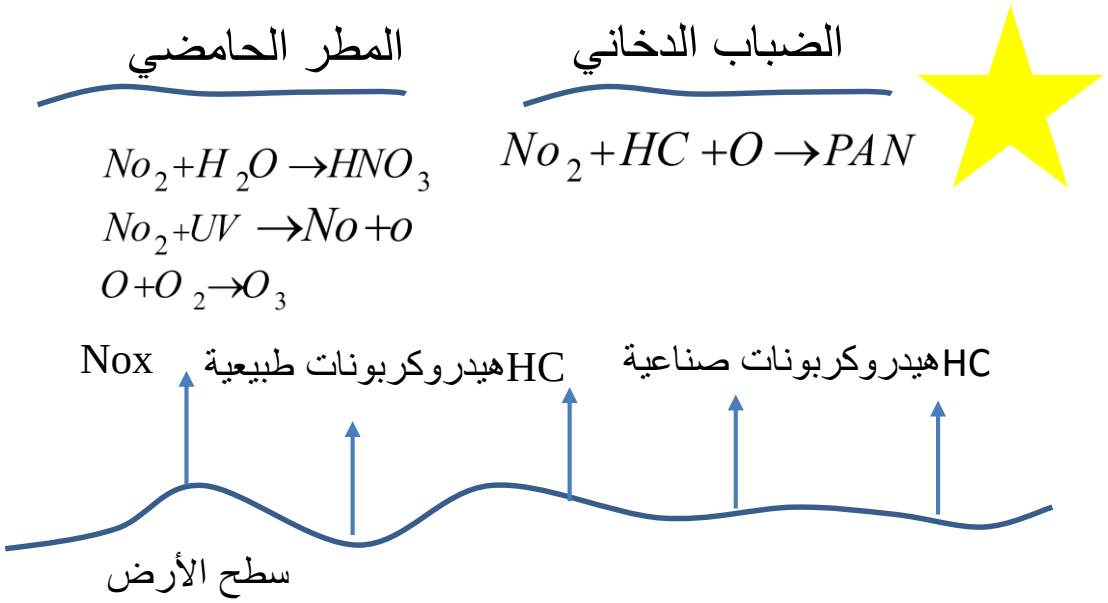
4- المطر الحامضي (Acid rain Pitation):

إنّ تواجد أكاسيد الكبريت والآزوت في الجو وتوفّر الظروف لتشكل الأكاسيد منحلّة بالماء حتى تتساقط مع الأمطار والثلوج ، أو أن تكون مع الغيوم الملامسة لقمم الجبال ، وفي كل الحالات تعتبر مطراً حامضياً.

- إنّ الأمطار بشكل عام تكون حامضية لكن بدرجة PH= 5.7 وذلك بسبب وجود CO_2 المنحل بالماء ، أما عند وجود أكاسيد الكبريت والآزوت تصبح الأمطار حامضية حيث يصل إلى PH=4.

ملاحظة : حسب الظروف الجويّة والظروف المناخية يكون لدينا إما ملوّثات أولية أو ملوّثات ثانوية ، حيث إذا كانت الظروف الجوية مناسبة مثل الطقس الحار والجاف ووجود الأشعة الشمسية يؤدي إلى تفاعلات تعطي الملوّثات الثانوية

أي:



- أهم الآثار الناتجة عن الأمطار الحامضية :

1- على البحيرات حيث تؤدي إلى رفع درجة الحموضة للمياه ممايؤدي لتأثير على الحياة بالبحيرات (التأثيرعلى الثروة السمكية).

2- على النباتات التي تتأثر بشكل كبير بحموضة الأمطار وذلك إما على الأوراق وبالتالي على عملية التركيب الضوئي أو على الجذور أي على الغذاء.

3- على الأبنية حيث الواجهات الحجرية التي تتأثر بحموضة الأمطار.

4- على الآثار القديمة والأبنية التراثية .

5- على المواد النسيجية .

ملاحظة : يتم التأثير بسبب أمطار الحامضية ليس فقط من المياه بل أيضاً من الأبخرة الموجودة في الجو .

- السيطرة والتحكّم بتلوث الهواء :

أنّ إستراتيجية التحكم بتلوث الهواء تقوم على المراحل التالية:

1ً- التراكيز الأمينة:

وهي الحدّ الأقصى المسموح به لتراكيز الملوّثات الموجودة ضمن النظام البيئي دون أن ينتج عنها أي أضرار على البيئة (الإنسان والنبات والحيوان ....).

تحدد التراكيز الأمينة للملوّثات من تعاون عدّة قطّاعات التي تكون مسؤولة عن المجتمع ومهتمة به وهي (المؤسسات الطبيّة والهندسية والعلمية)، ويتم تعديل قيم هذه التراكيز وفقاً للدراسات والتطور العلمي المتقدّم حيث بعضها يتم رفع التراكيز وبعضها يتم خفضه.

2ً- معايير الإنبعاث:

وهي وضع حدود مسموح بها لإنبعاث الملوّثات من أي نشاط ينتج عنه تلوّث للهواء من (المعامل والمحطّات الطاقة ووسائل النقل ،.....) ، إنّ تحديد معايير الإنبعاث أمر في غاية التعقيد حيث الملوّث المنبعث إلى الغلاف الجوي يؤثر على المنطقة المحيطة وعلى المنطقة التي ينتقل إليها بسبب الرياح ، لذلك تحديد معايير الإنبعاث هي محلّية وإقليمية وعالميّة .

وتحديد كميّات الإنبعاثات يعتمد على التراكيز الأمينة التي لاتؤدي زيادتها إلى التلوّث.

3ً- التدابير الهندسيّة والفنيّة:

إنّ أي نشاط منتج للملوثات يمكن تحديد الملوّثات المنبعثة مسبقاً بمعرفة آلية النشاط والمواد الأولية المستخدمة وطريقة الإنتاج والطاقة المستخدمة .....

تقارن هذه النتائج مع القيم الواردة في مرحلة معايير الإنبعاث وعلى الغالب تكون أكبر منها ممايؤدي إلى إتخاذ التدابير والحلول التي تؤدي للتقليل من الإنبعاثات .

من خلال المثال التالي :

إذا كان لدينا ملوّث X تركيزه بالغلاف الجوي 30000PPm ، والتركيز الأمين لهذا الملوّث 5000PPm.

من خلال ذلك يتم إتخاذ التدابير الهندسية والحلول الفنيّة لخفض هذا الملوّث إلى قيمة التركيز الأمين .

- تكون هذه التدابير إما في تغيير خطوط الإنتاج أو التكنلوجيا المستخدمة أو التعديل في مواد الطاقة المستخدمة أو تمرير الملوّثات على وحدة معالجة للتقليل من الإنبعاثات بالقدر المطلوب وهذا مايسمّى فصل الملوّثات .

- فصل الملوّثات:

وهي عملية للتقليل من خطر الملوّثات المنبعثة من المصادر المختلفة للتلوّث حيث إنّ الملوّثات تكون حسب التصنيف الأساسي لها إما صلبة أو غازية وعملية فصلها تختلف بشكل كامل حسب صفاتها .

- فصل الملوّثات الدقائقية من مصادر ثابتة :

إنّ الملوّثات الدقائقية الصلبة تكون في الهواء ضمن الحالات التالية :

1- أبخرة سائلة (رذاذ) تكون أبعادها تساوي (1 µm)ميكرون ويكون شكلها كروي وذلك بفعل التوتر السطحي .

2- أبخرة معدنية وجزيئات صلبة أبعادها صغيرة أقل من (1 µm)ميكرون ويكون شكلها أيضاً كروي.

3- دقائقيات كروية الشكل ومن مادة صلبة وتتراوح أبعادها من (100 - 1 µm) ويمكن أن تكون كرات مجوّفة أوليفية أو صفائحية أو إسفنجية .

4- دقائقيات مختلطة غير منتظمة الشكل والحجم وتكون أبعادها(1000 - 100 µm) وتكون مادتها بشكل أوليفي أو صفائحي أوإسفنجي.

- مبادئ فصل الملوّثات الدقائقية من الهواء:

1ً- الفصل الميكانيكي الجاف: هذا المبدأ يعتمدعلى استخدام القوى في فصل الملوّثات الصلبة الدقائقية مثل الترسيب حيث يمرر الهواء الملوّث في ظروف تؤدي إلى فصل المادة الصلبة .

2ً- الفصل الميكانيكي الرطب: هذا المبدأ يختلف عن الفصل الميكانيكي الجاف بأن الوسط يكون رطباً وذلك باستخدام رذاذ الماء كعامل مساعد في عملية الترسيب .

3ً- الترشيح : ويقوم هذا المبدأ على إمرار التيار الغازي الحامل للملوّثات الدقائقية على وسط ترشيح أو فلترة لإنجاز عملية الفصل للملوّثات عن التيار الغازي .

4ً- الترسيب الإلكتروستاتيكي(الكهرباء الساكنة): يقوم هذا المبدأ بالإعتماد على خواص الكهرباء الساكنة بالتجاذب والتنافر بين الشحنات المتماثلة والمختلفة وبالتالي فصل الملوّثات عن التيار الغازي.

5ً- الموجات الصوتية: وهو استخدام التذبذبات الصوتية في فصل الملوثات .

- الفصل الميكانيكي الجاف:

يتم خلق وسط تتوفر فيه ظروف تسمح بترسب الدقائقيات القابلة للترسيب والمحمولة مع التيّار الغازي المار ضمن هذا الوسط ، تتأمن الظروف المواتية لحصول الترسيب للدقائقيات من خلال تخفيف سرعة الجريان بالمقدار الذي يسمح بهبوط الدقائقيات ذات كثافة معينة ،وذلك وفق قانون ستوك :

$$w = \frac{1}{18}\left(\frac{\sigma - \rho}{m}\right) * d^{2} * g$$

حيث :

w: سرعة هبوط المادة الصلبة (الدقائقية).

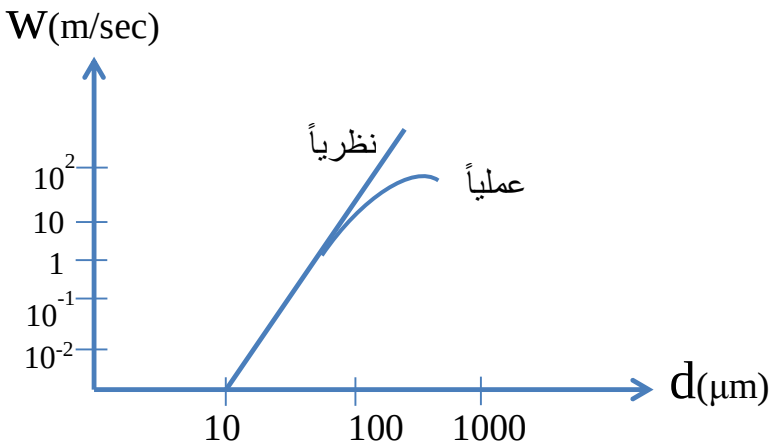
σ : كثافة الدقائقية .

ρ : كثافة الغاز .

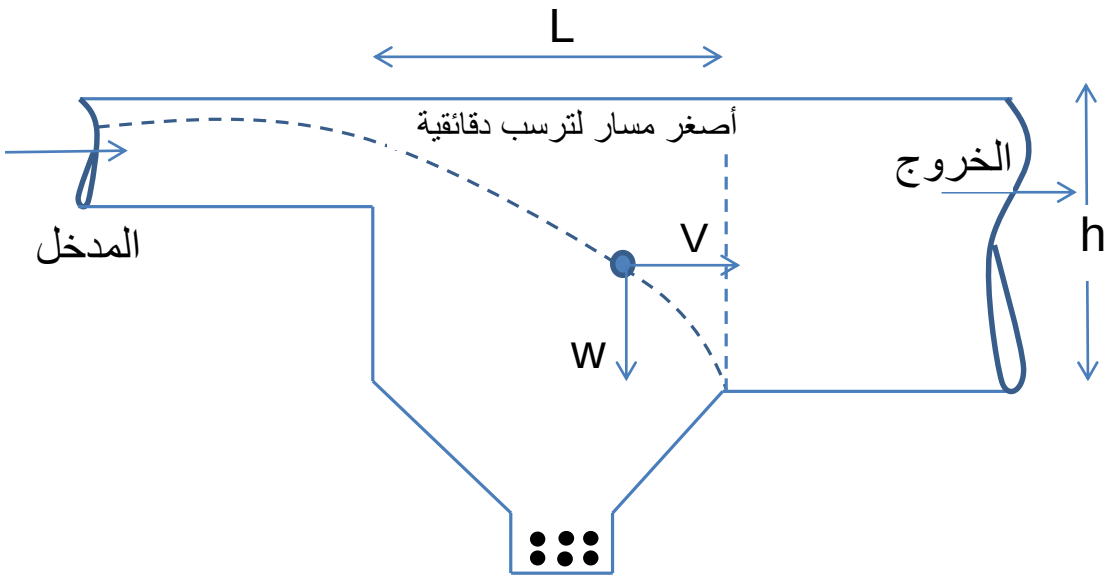
d: قطر الدقائقية .

m: لزوجة الغاز .

إنّ القانون السابق يصلح فقط للجزيئات التي تتراوح أبعادها (10 - 100 µm) ، أما الجزيئات التي تكون أبعادها أقل من 10µm تنطبق عليها قانون البرواتية وهي قوانين الحركة العشوائية (Zek- Zak) ، والجزيئات التي تكون أكبر من 100µm تخضع لقانون السقوط الحرّ.



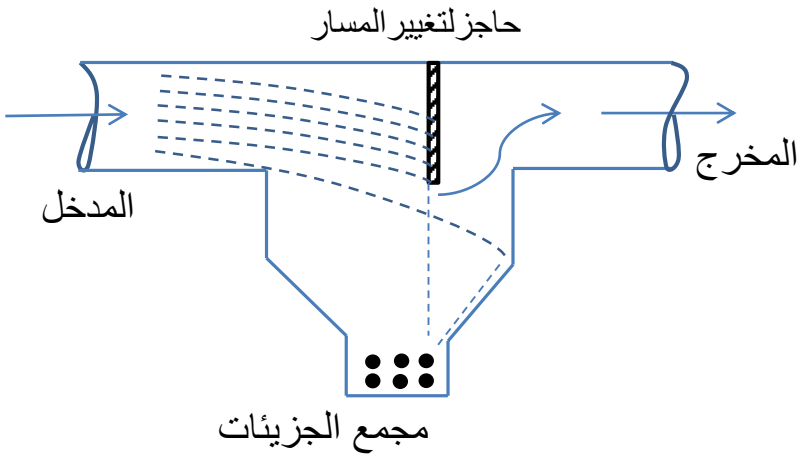
شكل يبين مبدأ الفصل الميكانيكي الجاف (الترسيب):



- أجهزة الطرد المركزي (السايكلون):

وتعمل هذه الأجهزة باستغلال الطاقة الحركية للدقائقيات في عملية فصلها عن التيّارالغازي الحامل لها وذلك بتغيير مسار جريانها ، أو بخلق جريان دوامي أو بالاعتماد على المبدئين معاً .

- أما تغيير مسار جريانها فيكون بوضع حاجز في مسار الجريان للتيّار الغازي ممايقلل من المسافة اللازمة للترسيب والحجرة اللازمة للترسيب أي كما في الشكل التالي:



- أما السايكلون (قوى الطرد المركزي):

يدخل الغاز بسرعة عالية إلى السايكلون ويتحرك على مسار حلزوني على السطح الداخلي للإسطوانة ويصعد الغاز بمسار حلزوني نحوإسطوانة الخروج التي يكون قطرها أصغر بكثير من قطر إسطوانة السايكلون والذي يؤمن فصل للمادة الصلبة المحمولة مع الغاز ، والتي تتجمع في قعرالإسطوانة .

- طريقة عمل السايكلون :

تؤثرعلى الدقائقيات القوى التالية:

أ- القوة النابذة : حيث من العلاقة $F=\frac{m*v^{2}}{R}$ تؤثر القوة F على الدقائقية بإعطائها قوة دفع للخارج.

ب- القوة الشاقولية: بفعل الثقالة تؤثر على الدقائقية القوة $F=m*g$.

بتأثير هاتين القوتين يتم فصل الدقائقيات عن التيّار الغازي وتترسب بالمجمع للسايكلون .

- كفاءة السايكلون :

تتعلق كفاءة السايكلون بالعوامل الرئيسية التالية:

1ً- الخصائص الفيزيائية للغاز الحامل للجزيئات .

2ً- أبعاد السايكلون.

3ً- أبعاد الدقائقيات.

- تحدد كفاءة السايكلون بالعلاقة التجريبية التالية :

$$E = f\ *(\frac{d^{2}*\sigma*v_{c}}{18*\eta*D})$$

حيث:

E : الكفاءة(المردود): هي النسبة المئوية المفصولة من الملوّثات ذات البعد d.

σ : كثافة الدقائقيات .

d : بعد الجزيئة .

η : اللزوجة.

D : قطر السايكلون.

v_{c} : سرعة دخول الغاز.

- إنّ الكفاءة تبقى ثابتة مادامت النسبة $\frac{d^{2}*\sigma*v_{c}}{18*\eta*D}$ ثابتة .

- العوامل المؤثرة على كفاءة السايكلون : حيث العوامل من النسبة $\frac{d^{2}*\sigma*v_{c}}{18*\eta*D}$

1- يؤثر على الكفاءة نعومة السطح الداخلي للسايكلون حيث كلما كان السطح أنعم كانت الكفاءة أعلى .

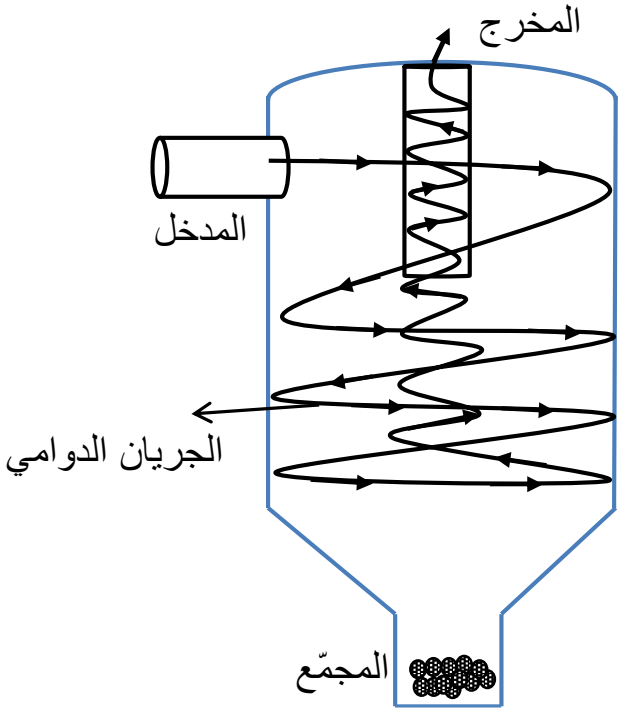
2- زيادة تركيز الجزيئات المحمولة في التيّار الغازي يزيد من الكفاءة .

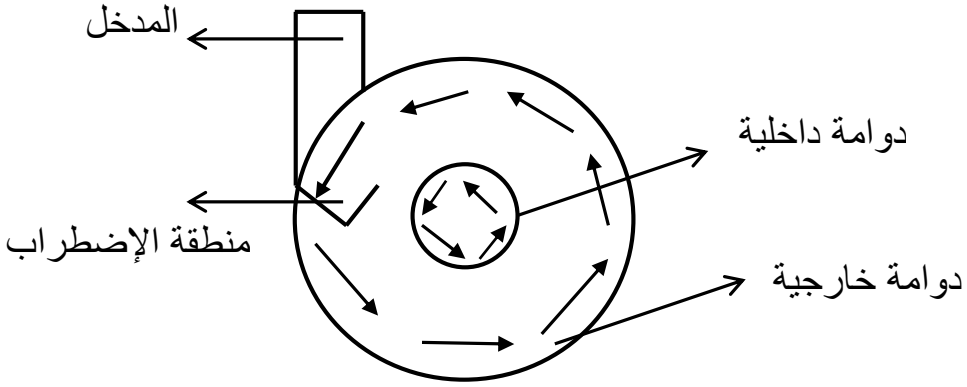
3- جودة التصنيع للسايكلون والمدخل والمخرج وظروف الجريان المثالي يؤدي إلى زيادة الكفاءة .

4- درجة حرارة الغاز حيث بازدياد درجة الحرارة تزداد اللزوجة وبالتالي تنخفض الكفاءة .

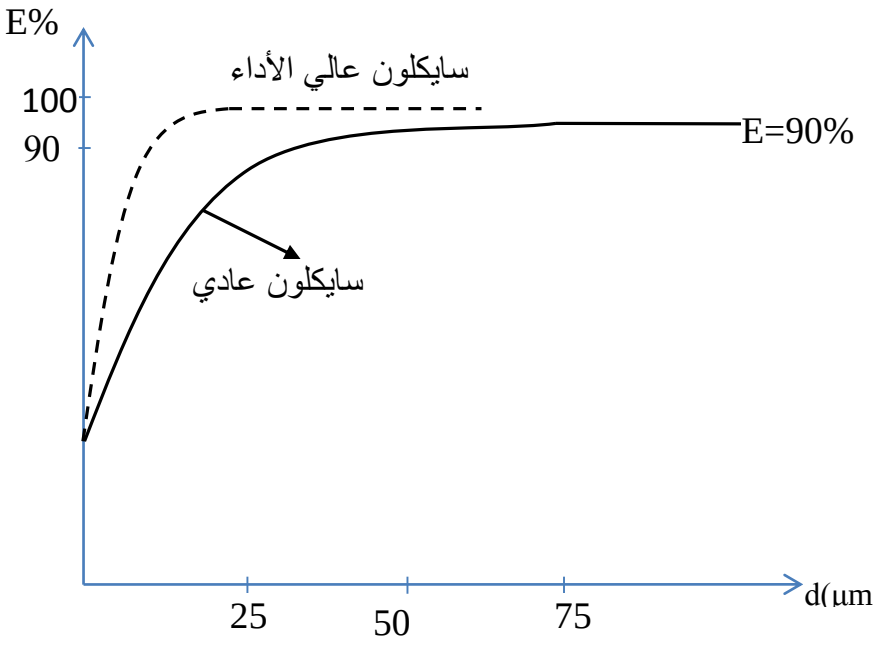
5- زيادة قطر السايكلون يؤدي إلى إنخفاض الكفاءة.

6- زيادة سرعة دخول الغاز يزيد من الكفاءة.





- المقارنة بين جهازين سايكلون لهما نفس الأبعاد وظروف التشغيل لكن الفرق في جودة التصنيع:



أنّ المخطط البياني يبين النتائج التجريبية للجهازي سايكلون حيث يعملان بكفاءة 90% لكن الجهاز عالي الأداء يزيل من الجزيئات الملوّثة (الدقائقيات) حتى 7µm ميكرون وبانخفاض الضغط الغاز بمايعادل 14 cm عمود ماء.

أم السايكلون العادي يزيل من الدقائقيات حتى 10µm ميكرون وبانخفاض الضغط 11 cm عمود ماء.

- تصنع أجهزة السايكلون من الحديد المطاوع بحيث يصلح لتحمّل درجات حرارة عالية حتى 450^0c ، وإذا طلبت مواصفات تشغيل لدرجات حرارة أعلى يتم تبطين السايكلون من الداخل بمواد مقاومة للحرارة .

- تعتبر أجهزة السايكلون من الأجهزة التي تستهلك طاقة عالية وتصنّف باستهلاك الطاقة بعد الأجهزة الألكتروستاتيكية وهي إحدى المميزات السلبية لهذه الأجهزة .

- إذا طلب التخلّص من الدقائقيات المحمولة مع الغاز إلى قطر 1µm ميكرون فيتم إستخدام السايكلونات صغيرة القطر وذلك للحصول على كفاءة 99% ، ولكن نعاني عندئذٍ من خطر الإنسداد لهذه الأجهزة .

لذلك إنّ الظروف التشغيل المثالية للسايكلونات تكون لفصل الدقائقيات حتى قطر 10µm ميكون وقطرها يكون D=30cm

والأقطار الشائعة لهذه الأجهزة هي بحدود 1m ، والفاقد في الضغط لايتجاوز cm (10-15) عمود ماء،

- ربط عدّة أجهزة من السايكلونات إما على التفرع أو على التسلسل وذلك حسب الحاجة التصميم ، حيث على التفرع عندما تكون كميّة الغاز كبيرة ، وعلى التسلسل عندما تكون الحاجة إلى فصل عدد كبير من الدقائقيات وبقطر 3µmميكرون بكفاءة 95%.

- إنتهت المحاضرة السابعة -

- تلوّث الهواء -

2- الفصل الميكانيكي الرطب:

هو عملية ميكانيكية لفصل الدقائقيات المحمولة مع التيّار الغازي الملوّث باستخدام رذاذ المياه .

- مبدأ الفصل الميكانيكي الرطب:

هو الإعتماد على الإلتماس والإلتصاق بين الدقائقيات وذرة المياه وبالتالي تشكل قوى إرتباط بين الدقائقيات وذرات المياه ممايؤدي لزيادة الكتلة وبالتالي الترسيب للدقائقيات بسهولة أكثر من الترسيب الجاف .

- حالات التماس الدقائقيات مع ذرات المياه :

1- السقوط الحرّ لكل من الدقائقيات وذرات المياه وبسبب السرعة النسبية بينهما تكون الفرصة كبيرة من أجل الإلتصاق بين الجزيئات وذرات المياه.

2- إنّ الدقائقيات تكون عادة مشحونة بشحنات كهربائية ساكنة ، وتكون شحنة المياه معتدلة ممايؤدي إلى إنجذابها وبالتالي تأمين الإلتصاق بينهما .

3- إنّ الدقائقيات الصغيرة جداً أقل من 10µm تكون خاضعة للحركة البراونية (zek-zak) تؤمن هذه الحركة الالتصاق مع ذرات المياه .

4- الغاز الحامل للدقائقيات غالباً مايكون بدرجات حرارة عالية وعند المرور بوسط رطب مشبع بالرطوبة أي حصول عملية التبريد للغاز يؤدي ذلك لحصول التكاثف وبالتالي تتشكل القطرات المياه التي تكون نواتها هي الدقائقيات ، وبالتالي يحصل التريسيب

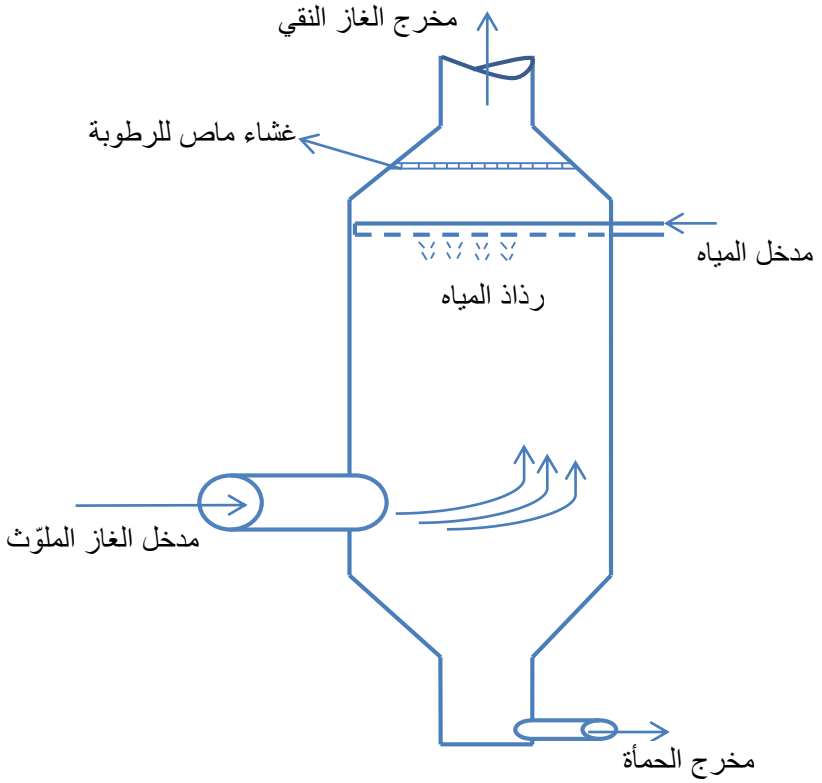
- مبادئ تنفيذ الفصل الميكانيكي الرطب :

يتم الفصل الميكانيكي الرطب بمحطات تنقية للهواء بعدّة تقنيات تختلف حسب الشركات المصممة لهذا المبدأ .

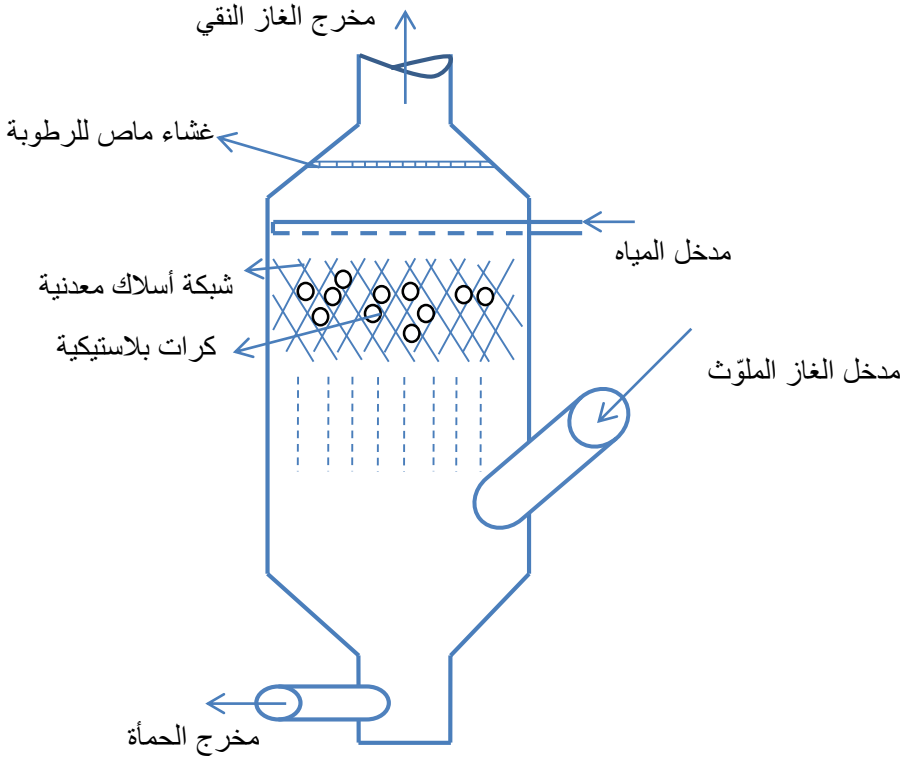
1- كمايبين الشكل التالي حيث : المبدأ هو دخول الغاز الحامل للملوّثات (الدقائقيات) إلى الجهاز وضخ المياه بضغط عالي ضمن فتحات صغيرة لتأمين السرعة العالية وخروجها على شكل رذاذ حيث يؤدي ذلك لإندماج الدقائقيات مع رذاذ المياه وبالتالي تأمين الترسيب

- كلما كانت الفتحات أصغر كانت كفاءة الجهاز أعلى لكن تزيد عندئذٍ كلفة تشغيل الجهاز .

- من أجل عدم خروج الغاز النقي حاملاً للرطوبة والذي يؤدي إلى مساهمة في تلوّث الهواء يتم وضع غشاء ماص للرطوبة

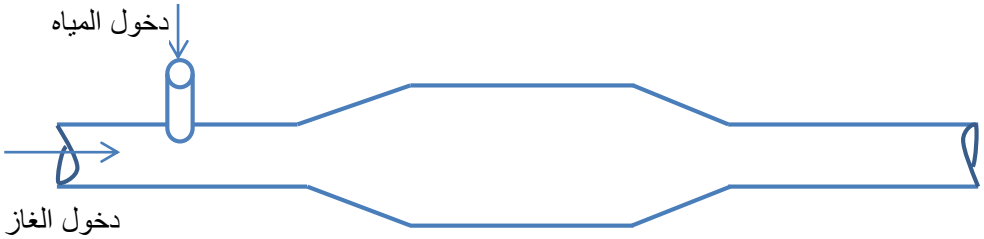


2- للتحكم برذاذ المياه في الجهاز يتم وضع شبكة من أسلاك المعدنية وحبيبات بلاستيكية داخل هذه الشبكة وهذا الجهاز يكون أكثر تطوراً وهو مبين بالشكل التالي:



3- يمكن إستخدام قناة فينتوري :

إن مبدأ قناة فينتوري هو التغير المفاجئ في المقطع والذي يؤدي إلى إندماج الغاز الذي يكون بسرعة عالية مع الماء الداخل للقناة ، كما في الشكل التالي:



- يمكن إستخدام قناة فينتوري في أجهزة السايكلون ممايعطي كفاءة عالية وأيضاً تطبيق المبدأين معاً .

- خصائص أجهزة التشغيل للترسيب الرطب:

1- كلفة التشغيل بسيطة .

2- المياه الناتجة (الحمأة) يجب معالجتها ممايزيد في كلفة التشغيل والإنشاء .

3- الضغط المطلوب والفواقد الحاصلة ترتبط بالطاقة وزيادة لكلفة التشغيل .

4- عندما يكون التيّار الغازي علي الحرارة يدخل إلى الجهاز الوسط المشبع بالرطوبة يخرج الغاز رطباً .

5- عند الرغبة بتأمين كفاءة فصل أعلى للأجهزة ينجم عن ذلك فواقد ضغط عالية ممايؤدي لزيادة في كلفة التشغيل .

6- عند ثبات فقدان الضغط بين دخول المياه وخروج الهواء(الغاز) فإنّ الكفاءة تتعلق بكميّة مياه الغسيل .

7- من السلبيات الأساسية لهذه الأجهزة أنّها حماية للهواء من التلوّث إنمّا ينجم عنها تلوّث عنصر آخر وهو المياه بسبب الكميّات الكبيرة من المياه المستخدمة في هذه الأجهزة .

3- الترشيح :

هوعملية الفصل للدقائقيات المحمولة مع الغاز الملوّث عبر وسط مسامي الذي هو (مادة الترشيح طبيعية أو صناعية)

فيتم حجز الدقائقيات على سطح المرشح ويسمح بعبور الغاز منه .

- أهم المواد المستخدمة في المرشحات:

أ- الألياف الليفية أو الحصيرة الليفية من القطن أو من الصوف (تسمّى اللبّاد) .

ب- النايلون أو النسيج الصناعي من الصوف الزجاجي أو الصوف المعدني .

- إنّ اختيار مادة المرشح تتعلق بالعوامل التالية :

1- حجم الدقائقيات المراد حجزها.

2- التركيب الكيميائي للغاز الحامل للدقائقيات.

3- التأثير الناجم على المادة (التأثير الكيميائي) ، وتحمّل درجات الحرارة .

4- ظروف التشغيل للمرشح .

- مبادئ وآليات فصل الدقائقيات ضمن الوسط المسامي (آلية عمل المرشّحات):

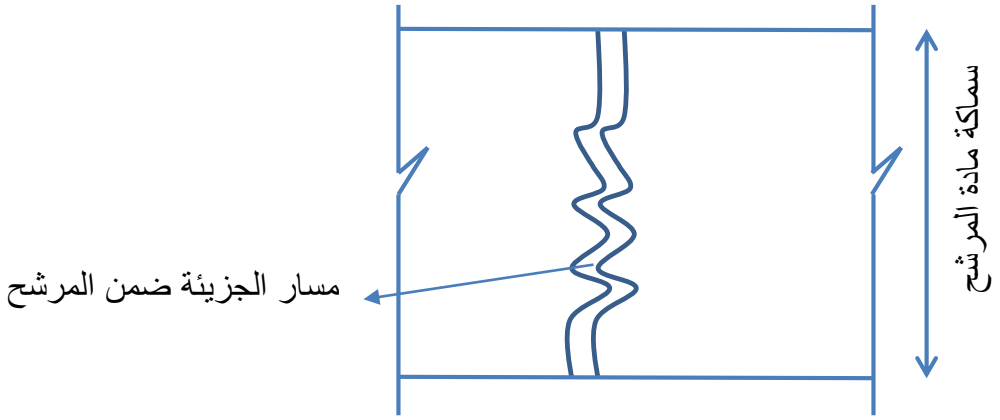
1ً- حجز الدقائقيات ذات الأقطار الأكبر من مسامات وسط الترشيح(مادة الترشيح) ، مثل عمل المنخل .

2ً- بسبب الطاقة الحركية للدقائقيات المحمولة مع التيار الغازي يؤمن ذلك التصاق مع مادة المرشح .

3ً- تغيير مسار الدقائقيات الصغيرة ضمن مادة المرشح يؤدي إلى إصطدام مع مادة المرشح وإلتصاقها .

4ً- الدقائقيات الصغيرة جداً التي تكون أبعادها أقل من 10µm التي تكون خاضعة للحركة البروانية (zek-zak) وهذه الحركة تسبب إصطدامها بمادة المرشح وبالتالي إلتصاقها .

- شكل يوضّح مسار الدقائقيات ضمن وسط المرشح :



- يختلف المرشح حسب سماكة طبقة الترشيح وإنضغاط مادة المرشح (أو مقداركبسها) .

- يكون المرشح إما على شكل أكياس قماشية حيث يمر الغاز فيه بسرعة 20-50m/min ، حيث يستخدم لفصل الدقائقيات الكبيرة ذات الأقطار الأكبر من 100µm ، وبفاقد للضغط لايزيدعن عدة ميليمرات عمود ماء .

أما إذا أردنا فصل الدقائقيات الصغيرة حتى 1µm وبكفاءة عالية فيجب إستخدام المرشحات المضغوطة (الحصيرة الليفية) وبسماكات مضغوطة (كثافة عالية) ، ويمكن أن تصل ضياعات الضغط إلى 15-20 cm عمود ماء .

- مزايا ومساوئ المرشحات :

1- عندما يكون التيار الغازي حامل للرطوبة تتشكل حمأة على سطح المرشح (عبارة عن طين) ممايؤدي لصعوبة الغسيل وخروج المرشح عن العمل .

2- للمرشحات ذات الكثافة العالية والمستخدمة لفصل الدقائقيات الصغيرة جداً لاتصلح للإستخدام عندما يكون التيار الغازي ذو تركيز عالي بالدقائقيات حيث يحتاج إلى فترات تنظيف قصيرة جداً(كل عدّة ساعات) وهذا يسبب كلف بالتشغيل عالية وخروج المرشح عن العمل بعد فترة قصيرة .

3- إمكانية الفصل للدقائقيات ذات الأقطار المختلفة من 1μm وحتى 100μm.

- خصائص المرشّحات :

1- المرشحات اللبادية (الحصيرة الليفية) عالية الكفاءة حيث يمكن فصل الدقائقيات حتى 1μm وبفاقد للضغط 10-15 cm عمود ماء .

2- الأكياس النسيجية (المرشحات ذات الأكياس) ذات كفاءة قليلة .

3- يصمم المرشح بحيث يمررغزارة بفاقد للضغط لايتجاوز الحدود 6-12 cm عمود ماء .

4- لاعلاقة بين غزارة الغاز وكفاءة المرشح وذلك إذا كان التركيز ثابت .

5- لاعلاقة للكفاءة بالتركيزالأولي .

- تنظيف المرشحات :

1- إمرار تيّار غازي (هواء) بشكل معاكس ممايؤدي إلى طرد الدقائقيات الموجودة على سطح المرشح وجمعها ثم إزالتها من المرشح .

2- الطرق الميكانيكية من الإهتزازأوالطرق فيؤدي لفصل الدقائقيات عن السطح .

3- تطبيق المبدأين معاً من حيث إمرارتيارغازي والإهتزاز وهو الأفضل .

- العوامل المحددة لنجاح تشغيل المرشّحات :

1ً- إمكانية إزالة الدقائقيات عن سطح المرشح بسهولة أي عملية التنظيف للمرشح سهلة .

2ً- الديمومة لمادة الترشيح أي أن تكون مادة المرشح مقاومة للظروف التشغيل المختلفة من التأثيرات الفيزيائية والكيميائية .

4- مبدأ الكهرباء الساكنة (الالكتروستاتيك) :

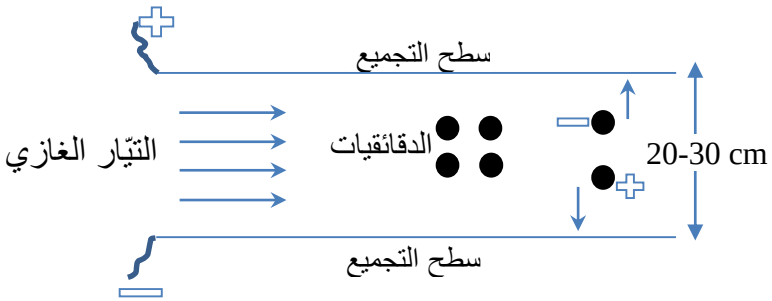
وهو من الطرق الحديثة المستخدمة لعملية تنظيف الهواء من الملوّثات حيث تتميّز بأنّها لها القدرة على فصل الملوّثات من التيّار الغازي بشكل كامل وبفواقد ضغط صغيرة .

- مبدأ الطريقة الالكتروستاتيكية:

تعتمد هذه الطريقة على إستخدام الطاقة الكهربائية بتيّارعالي الشدّة ممايسبب تأيين الذرات (الجزيئات المحمولة مع الغاز) فتنجذب الدقائقيات حسب شحنتها إلى القطب المعاكس وإلتصاقها به وبالتالي حصول عملية التنظيف للتيّار الغازي ، يكون فرق الكمون بين القطبين 25- 100 KV (كيلوفولت) .

وتفصل هذه الطريقة الدقائقيات حتى القطر 0.1µm.

- شكل يوّضح عملية الفصل للجزيئات :



يدخل التيّار الغازي الحامل للملوّثات إلى الجهاز وبسبب فرق الكمون العالي بين قطبي التجميع تتأيّن الذرات وتكتسب شحنات سالبة وموجبة وبالتالي تنجذب كل شحنة إلى القطب المعاكس لشحنتها (سطح التجميع) ويخرج التيّار الغازي بدون هذه الملوّثات .

يجب أنّ لايقل البعد بين القطبين عن 20 cm
وذلك لعدم حصول الشرارة الكهربائية بين القطبين وخروج الجهاز عن العمل أوحصول إنفجار .

إنّ الطريقة السابقة هي طريقة بدائية لكن يمكن أن تزيل الدقائقيات بنسبة 80% وحتى القطر 0.1µm .

- يجب تنظيف سطوح التجميع وذلك بالطرق الميكانيكية بالإهتزاز ، يمكن إذا كان التيّار الغازي رطباً يسبب حمأة طينية على سطوح التجميع ، وذلك لأنّ التصاق الدقائيقات بسطوح التجميع يسبب إنخفاض التوتر بين القطبين وبالتالي إنخفاض كفاءة الجهاز .

- العوامل المؤثرة على عملل الأجهزة الفصل الكهربائية :

1- غزارة الهواء ، 2- درجة حرارة الغاز الحامل للملوّثات ، 3- فرق الكمون بين القطبين .

- العوامل المؤثرة على كفاءة أجهزة الفصل الكهربائية :

1- خواص الدقائقيات المحمولة مع التيّار الغازي حيث حسب شكل الدقائقيات وناقليتها الكهربائية وشكل سطح الحبيبات.

2- كثافة الغاز وتركيبه ولزوجته ودرجة الحرارة وسرعة الدخول للجهاز وانتظام الجريان .

- إنّ أجهزة الفصل الكهربائية تعمل بوسط جاف مع العلم أنّ إمكانية عملها لفصل الدقائقيات السائلة ممكنة إلا أن ذلك يتطلب ألية عمل مختلفة لإزالة المواد المحجوزة على سطوح التجميع حيث إن الدقائقيات المحمولة مع الأبخرة الغازية تشكل طبقة طيبية الذي يعتبر أمر سيئاً بيئياً لهذه الحالة والتي تؤدي لتلوّث الماء المستخدم للغسيل ، وأيضاً العمل في الوسط الرطب يمكن أن يكون له أثر كيميائي بسبب المواد الكيميائية الموجودة ممايسبب تآكل سطوح التجميع وبالتالي لابد من التبطين للحماية السطوح .

- ميّزات الأجهزة الكهربائية :

1- القدرة على فصل الدقائقيات الصغيرة جداً حتى أبعاد أقل من 0.1µm.

2- تعمل بدرجات حرارة مختلفة يمكن أن تصل إلى $450^{o}c$ وذلك عند إستخدام مادة الجهاز الحديد المطاوع ، وإذا كانت ظروف التشغيل أكثر من ذلك يمكن التبطين لسطوح التجميع .

3- يمكن تصنيع هذه الأجهزة في ظروف التآكل والإهتراء . حيث يمكن تصنيع أقطاب إكساب الشحنة من المعدن أما سطوح التجميع يمكن أن تكون من المعدن أو الخشب أو البلاستيك وذلك حسب الحالة المدروسة .

4- تستخدم للوسط الجاف أو الرطب .

5- تصمم هذه الأجهزة بأي كفاءة مطلوبة مع الإشارة إلى أنّ زيادة الكفاءة ترتبط بشكل مباشر مع زيادة الكلفة بسبب زيادة مساحة سطوح التجميع .

- علاقة كفاءة الأجهزة الفصل الكهربائية :

تحسب الكفاءة : $E = 1 - \frac{1}{e^{K}}$ حيث :

E: كفاءة الجهاز %.

K: ثابت يحسب من العلاقة : $K = \frac{A * w}{Q}$ حيث :

A : مساحة سطح التجميع ، w : سرعة نتقال الجزيئة نحو قطب الجذب ، Q : غزارةا لغاز .

- مثال تطبيقي:

نريد تصميم جهاز بالكفاءات التالية 99.5% - 99% - 95% ، وذلك لفصل الدقائقيات من غاز غزارته $3.5m^3/sec$ وسرعة انتقال الجزيئة نحو سطح التجميع 0.08m/.sec ، وفرق الكمون المطبّق 75Kv.

الحلّ : التصميم أي تحديد المساحة للسطوح التجميع :

من العلاقة : $E=1-\frac{1}{e^K}$ نعوّض قيمة الكفاءة ونحسب الثابت K :

أ- $E=95\%$ نعوّض $\frac{95}{100}=1-\frac{1}{e^K} \Rightarrow e^K=20 \Rightarrow k=2.996$

من علاقة K نحسب المساحة : $A=\frac{K*Q}{w}=\frac{2.996*3.5}{0.08}=131.075\,m^2$

ب- $E=99\%$ نعوّض $\frac{99}{100}=1-\frac{1}{e^K} \Rightarrow e^K=100 \Rightarrow k=4.605$

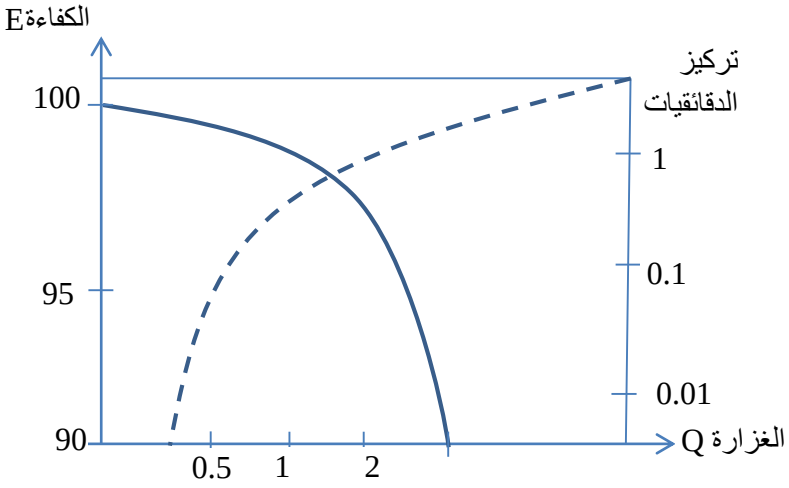
وتكون المساحة $A=\frac{4.605*3.5}{0.08}=201.47\,m^2$

ج- $E=99.5\%$ $\frac{99.5}{100}=1-\frac{1}{e^K} \Rightarrow e^K=200 \Rightarrow k=5.2988$

وتكون المساحة $A=\frac{5.2988*3.5}{0.08}=231.87\,m^2$

نلاحظ كيفية زيادة حجم سطوح التجميع عند زيادة الكفاءة.

- شكل يوّضح العلاقة بين الكفاءة وغزارة الغاز



من الشكل :

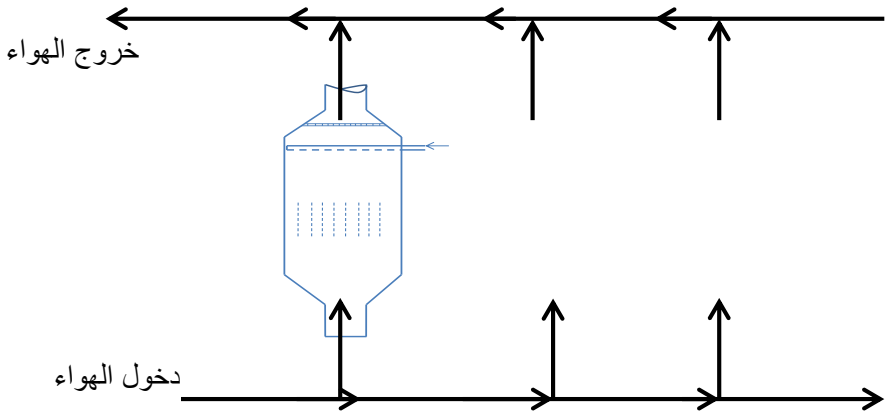
أ- رفع الكفاءة من 90% إلى 99% يرتبط بإنخفاض غزارة الغاز إلى النصف وزيادة حجم الجهاز .

ب- زيادة الكفاءة من 99% إلى 99.9% تؤدي إلى إنخفاض الغزارة إلى النصف أيضاً وزيادة الحجم إلى الضعف .

ملاحظة :

من المثال السابق ومن الشكل البياني نستنتج أنّ الحصول على كفاءة عالية يتطلّب مساحات كبيرة نسبياً ولذلك يمكن تقسيم الجهاز إلى مساحات متعددة توصل على التفرّع أو التسلسل .

- حيث كما في الشكل التالي:



- المقارنة بين الطرق المختلفة لأجهزة فصل الدقائقيات عن الهواء الملوّث :

حيث الترتيب بشكل تصاعدي :

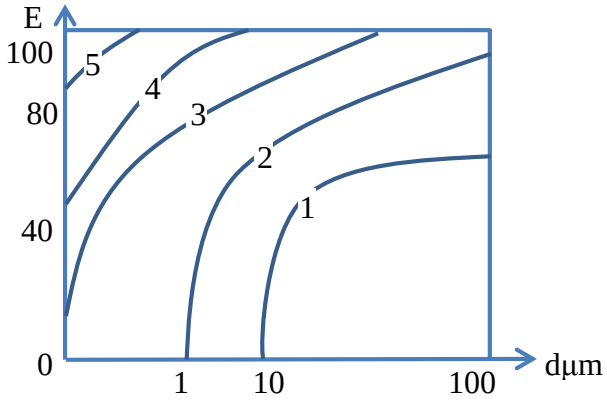
1- السايكلون التقليدي .

2- السايكلون عالي الكفاءة .

3- أجهزة الغسيل (الفصل الميكانيكي الرطب).

4- أجهزة الغسيل المرتبطة بقناة فينتوري.

5- الأجهزة الكهربائية .



- فصل الملوّثات الغازية من المصادر الثابتة :

- الطرق المتبعة في فصل الملوّثات الغازية :

1- جمع ونقل الملوّثات الغازية وإعادتها إلى المحرقة (مصافي النفط) ، حيث نجري عملية حرق كامل للموّثات الغازية.

2- المعالجة للإنبعاثات من مصادر الطاقة عندما تكون غير خاضعة للحرق الكامل بإجراء عملية الحرق الكامل للغازات ممايتطلب وجود الأكسجين بنسبة معينة وتحقيق فترة تماس ضرورية بدرجة حرارة مناسبة ولتحسين ظروف الإحتراق يتم إضافة مواد محسّنة للإحتراق مثل أكاسيد النحاس والكروم والمنغنيز والكوبالت .

3- إمتصاص الغاز بواسطة المحلول المناسب ، وأكثر المحاليل المستخدمة هو الماء مع إضافات كيميائية مناسبة تتبع لنوع الغازالمرادفصله .

4- إمتزاز الغازات وأكثر المواد المستخدمة هي الكربون المنشّط .

5- تكثيف الأبخرة .

– إنتهت المحاضرة الثامنة –

-الأرصاد الجوّية وعمليات في تنقية الهواء الطبيعية -

- إن إحتمال حدوث آثار خطيرة على عملية تلوّث الهواء لاتتعلق فقط بإنبعاث الملوّثات ولكن أيضاً بالظروف الجوّية التي تلعب دوراً هاماً وحاسماً في إنتشار الملوّثات أو تراكمها في منطقة ما ، أي إنّ الظروف الجوية إما أن تساهم في زيادة الخطورة لملوّثات الهواء أو أن تقلل من خطورة الملوّثات الهوائية .

- العوامل الي تؤثر على الظروف الجويّة :

ترتبط الظروف الجويّة بدرجة الحرارة ، والضغط السائد ، والرياح ، والرطوبة .

إن هذه العوامل ترتبط مع بعضها البعض وترتبط أيضاً بحركة الهواء ضمن الكرة الأرضية أو القّارة أو الإقليم أو بشكل محلي .

- حركة الهواء :

تُدرس حركة الهواء بثلاث مقاييس هي :

1ً- المقياس الكبير: إن إرتفاع درجة الحرارة عند خط الإستواء مقارنةً مع النقاط البعيدة عنه سيؤدي إلى إرتفاع الهواء الساخن عند خط الإستواء إلى الأعلى ، وبسبب الكتل الهوائية الباردة الآتية من القطبين تحل محل هذه الكتل الهوائية الساخنة أي المقياس الكبير هو الدراسة لحركة الهواء على كامل الكرة الأرضية من خط الإستواء وحتّى القطبين وعملية التبادل للكتل الهوائية .

2ً- المقياس المتوسط : يتم الإهتمام هنا بحركة الهواء فوق وحدات جغرافية أو إقليمية فقط ، وتتأثر حركة الهواء في هذا المقياس بتضاريس الأرض الطبيعية وسلاسل الجبال والحراج والغابات والتجمّعات العمرانية .

3ً- المقياس الصغير: يتم الإهتمام بحركة الهواء في المناطق التي تكون أطوالها أقل من 10Km ، حيث تتم فيها دراسة أعمدة الدخان الصاعدة من مداخن المصانع الموجودة في المنطقة المدروسة .

- إنّ دراسة حركة الهواء بالمقياسين الوسط والصغير هي التي تلعب الدور الأساسي في دراسة إنتشارملوّثات الهواء في الغلاف الجوّي .

- العوامل المؤثرة في درجة الحرارة ضمن طبقة التربوسفير:

1- ظاهرة البيت البلاستيكي: حيث تستقبل الأرض أشعة الشمس وتنعكس إلى الغلاف الجوي .

البيت البلاستيكي: تدخل إليه أشعة الشمس فتؤدي إلى رفع درجة حرارة الهواء ضمن البيت البلاستيكي ، وتنعكس الحرارة الواصلة للأرض وتسبب أيضاً رفع في درجة حرارة الهواء المحصور ضمن البيت البلاستيكي ، إنّ هذه الظاهرة تشبه الظاهرة التي تحدث في طبقة التربوسفير .

2- التكاثف والتبخر: حيث التبخر: يستهلك الحرارة (أي صرف الطاقة التي تأتي من الجو) وذلك من أجل تخزين بخار الماء ، وتحصل هذه العملية على سطح الأرض وسطوح المياه .

أم التكاثف: فيحررالحرارة (أي يحرر الطاقة المخزّنة) ، تحصل هذه العملية ضمن الغلاف الجوي .

إذاً من العمليتين السابقتين يكون لدينا إنتقال للحرارة من سطح الأرض إلى الطبقات العليا من الغلاف الجوي .

3- الناقلية: هي إنتقال لدرجة الحرارة ضمن طبقة التربوسفيرعن طريق الطبقات الهوائية حيث عندما ترتفع درجة حرارة الطبقة الهوائية يؤدي إلى نقصان كثافتها وبالتالي صعودها نحو الأعلى وعندما تنخفض درجة حرارتها تزداد كثافتها وتهبط نحو الأرض ، مسببة الناقلية الحرارية .

4- التصعّد: هو عملية لتبادل الطبقات الهوائية من الأعلى للأسفل ، حيث الكتل الهوائية ذات درجة الحرارة المرتفعة تصعد نحو الأعلى ، ويحل مكانها طبقة هوائية ذات درجة حرارة أخفض .

ملاحظة: 1- إن الفرق بين الناقلية والتصعّد هو أنّ الناقلية هي عبارة عن إنتقال لدرجة الحرارة بسبب لإنتقال الكتل الهوائية أما التصعّد هو حلول كتلة هوائية مكان الأخرى .

2- يجب التمييز بين إنخفاض حرارة كتلة هوائية بسبب تغير معدّل التفاوت المحيط ، وإنخفاض درجة الحرارة الداخلي لحزمة هوائية تتحرك نحو الأعلى .

- معدّل التفاوت الأديباتي :

هومعدّل التفاوت لكتلة هوائية صاعدة الذي يفترض نظرياً أن التبريد يتم دون أي تبادل حراري بين الكتل الهوائية المختلفة ، حيث إن الكتلة الهوائية الصاعدة تسلك نفس سلوك البالون الحراري حيث يتمدد الهواء وعند مصادفة هذه الكتلة كُتلاً أخرى أقل كثافة تصبح كثافة الكتلة الصاعدة مساوية لكتلة الهواء المحيطة دون أن يتم أي تبادل حراري .

إن تمدد الهواء يستلزم طاقة ، لذلك فإن تمدد الكتلة الصاعدة يستهلك الطاقة المخزّنة بها والتي حصلت عليها من سطح الأرض . وهذا مايسمى بالتبريد الأديباتي أي التبريد المحتفظ بالحرارة .

أما التناقص الحراري للهواء الذي يقدّر بـ 9.8 سينتغراد للكيلومتر، يسمّى بمعدل التفاوت الأديباتي الجاف .

ويختلف الأمر عندما تكون رطوبة بالجو حيث يدخل عامل آخر في التبريد وهو تكاثف بخار الماء ، ويسمّى عندئذٍ بمعدّل التفاوت الأديباتي الرطب المشبع والذي يساوي 6 سينتغراد للكيلو المتر الواحد .

- العوامل الأخرى التي تؤثر في حركة الهواء وإنتشار الملوّثات :

حيث تم مناقشة درجة الحرارة للكتل الهوائية ، أما العوامل الأخرى فهي :

2- الضغط الجوي : حيث تأثير الضغط الجوي المرتفع والضغط الجوي المنخفض .

3- إستقرارالجو وإضطرابه .

4- تشكل هبّات للهواء : وهي حركة الهواء في المنطقة الفاصلة بين كتلتين هوائيتين ساخنة وباردة غير متمازجتين .

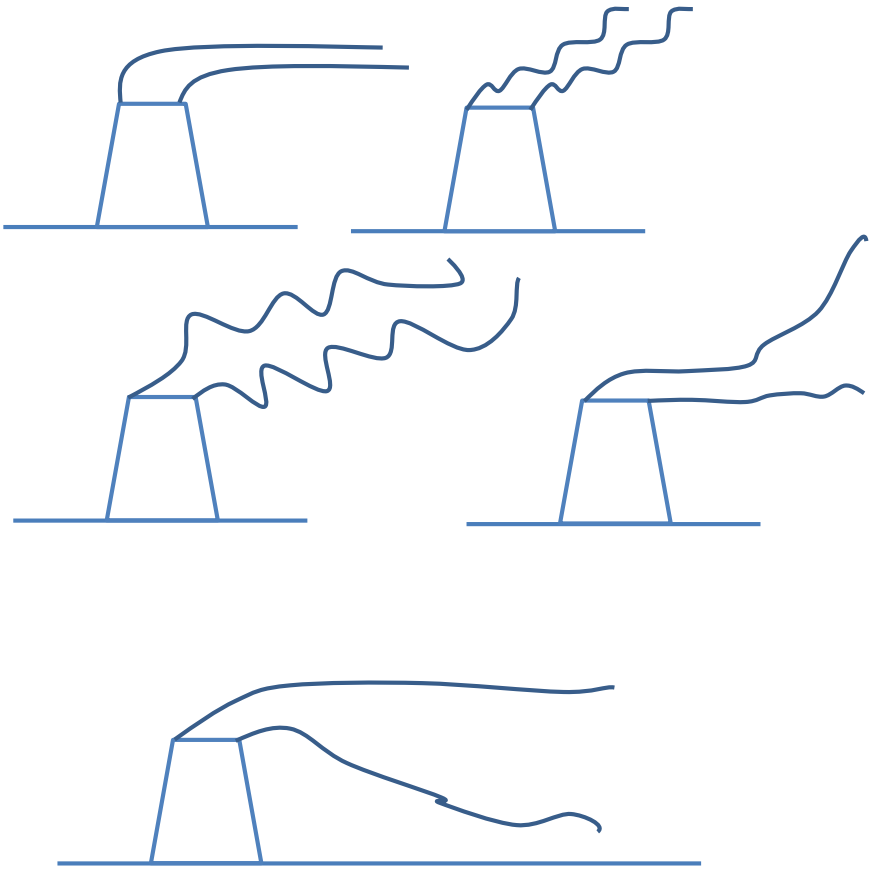
وتتحرك هذه الكتلة حول عمودها باتجاه معاكس لعقارب الساعة .

5- الرياح : حيث تأثير إتجاه الرياح وشدتها .

6- الرطوبة : إحتواء الجو على رطوبة عالية أو نسب منخفضة من الرطوبة .

- أشكال لإنتشارالملوّثات :

حسب الظروف الجوّية السائدة وحسب شكل المدخنة ومكانها والظروف المحيطة بها نميّز عدّة أشكال لإنتشارالملوّثات :



- نلاحظ من هذه النماذج لأشكال إنتشار الهواء أنّ أسوأ نموذج هو النموذج الأخير حيث الإنبعاثات التلوّثية تقترب من سطح الأرض ممايجعلها أكثرخطورة على الصحة العامة والممتلكات .

- إن هذه الأشكال لحركة وإنتقال السحب الدخانية المنبعثة من المنشآت الصناعية ، التي تتأثر بتغير درجة الحرارة مع الإرتفاع ومع إتجاه الرياح ، وتوجد عوامل أخرى تؤثر على حركة السحابة الدخانية ومنها :

أ - الدخان الخارج من المدخنة بسرعة يكتسب طاقة حركية تمكّنه من الإستمرار في الصعود فوق فوهة المدخنة .

ب- إضطراب الجو أو إستقراره .

ج- الأبنية المجاورة والتضاريس التي تؤثر في مسار السحابة الدخانية ، حيث لمنع تأثيرالأبنية والتضاريس المجاورة على مسار السحابة يجب أن لايقل إرتفاع المدخنة فوق أعلى مبنى مجاور عن 2.5 m .

- لذلك يجب قبل إنشاء أي منشأة لها تأثير تلوّثي على البيئة دراسة إنتشارالملوّثات وذلك من دراسة الظروف الجويّة السائدة على مدار العام التي تأتي من إحصائيات الأرصاد الجوية التي تكون دراسات على سنين طويلة ، ويجب دراسة المنطقة المحيطة بالمنشأة ، وذلك لإختيارالمكان الصحيح للمنشأة ، وهذا يكون بالاستطلاع عمق المزج الأقصى .

- إستطلاع عمق المزج الأقصى :

وهو رسم لمنحني بياني يُبين الإرتفاع الأدنى المسموح به للمدخنة حيث:

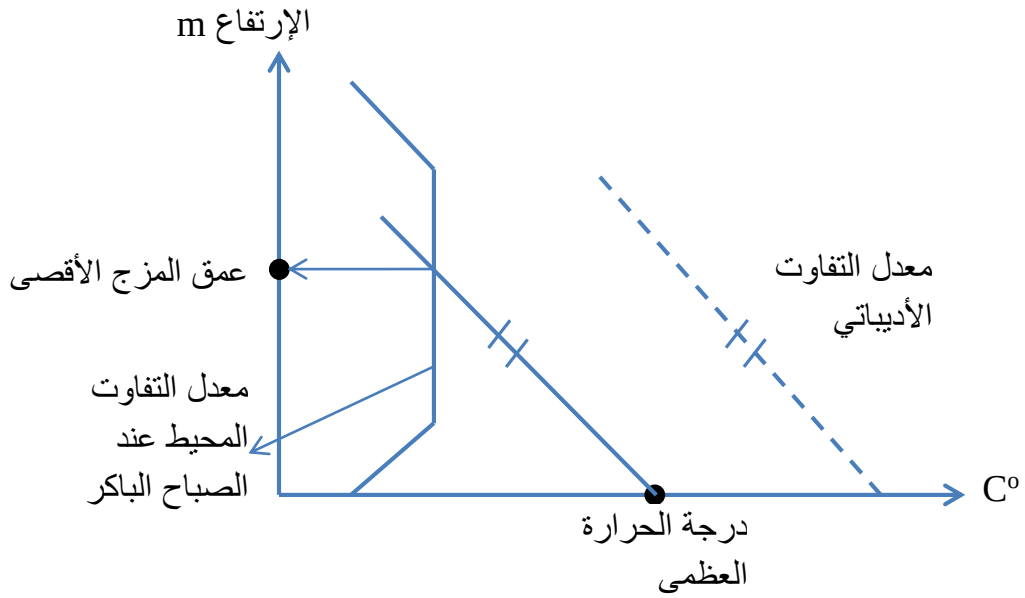
من الدراسات الإحصائية يكون لدينا:

1- درجة الحرارة العظمى وذلك على مدار العام وفي الصباح الباكر.

2- رسم منحني معدّل الأديباتي الجاف .

3- نرسم موازي من نقطة الحرارة العظمى السابقة لمنحني الأديباتي الجاف .

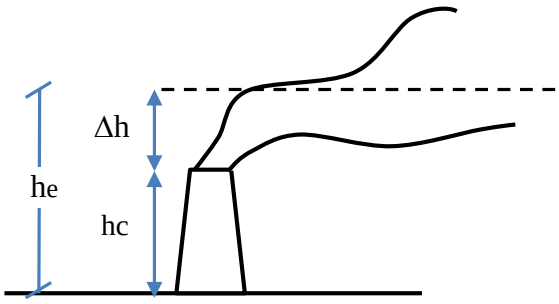
4- نرسم منحني معدّل التفاوت المحيط لدرجات الحرارة في الصباح الباكر .



5- نقطة تقاطع المنحني التفاوت مع المستقيم المرسوم من نقطة درجة الحرارة العظمى ، تمثّل نقطة العمق المزج الأقصى وذلك على المحور الشاقولي .

- إذا نتج لدينا العمق المزج الأقصى 20 m كمثال ، فيجب أن يكون إرتفاع المدخنة الأصغري أكبر من 20m .

- تحديد إرتفاع سحابة الدخان عندما يكون الوضع الأديباتي الجاف مصيطر:



من العلاقة : $\Delta h = \frac{\alpha * Q^{1/4}}{u}$ حيث:

Q: غزارة الدخان المنبعث من المدخنة .

Δh:الإرتفاع من نهاية المدخنة وحتى محور السحابة .

h_c:إرتفاع المدخنة الفعّال .

α: ثابت يتعلق بموقع المدخنة حيث تؤخذ من الأرصاد الجوية .

u: سرعة الرياح .

- تزيد قيمة Δh كلما زاد إرتفاع المدخنة حيث تقل الإضطرابات الجوية في الطبقات العليا ، والعلاقة السابقة لاتأخذ بعين الإعتبارإرتفاع المدخنة ، لذلك توجد علاقات تجريبية لحساب الإرتفاع:

$$\Delta h = \frac{(408 + 0.67 * hc)}{u} * Q^{1/4}$$

- علاقة Sutton التجريبية :

هي علاقة لحساب تركيز الملوّثات حيث تفترض هذه العلاقة سرعة ثابتة للرياح وحالة الجومستقرة (أي وضع أديباتي جاف) وفترة إنبعاث قصيرة .

$$C = \left(\frac{G}{\pi * \sigma_y * \sigma_z * u}\right)^{-\frac{1}{2}\left[\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^z + \left(\frac{h}{\sigma_z}\right)^z\right]}$$

G: وزن الملوّثات المنبعثة في وحدة الزمن g/sec.

u:سرعة الرياح m/sec.

h:إرتفاع المدخنة m.

y:المسافة العمودية على محور السحابة m.

σ_z:معامل الإنتشار العمودي .

σ_y: معامل الإنتشار الأفقي .

C: تركيز الملوّثات .

- علاقة حساب التركيز الأعظمي على سطح الأرض ولمدة 3 دقائق .

$$C_{max} = \frac{2*Q}{e*\pi*h^2*u} * \frac{\sigma_z}{\sigma_y}$$

سيحدث هذا الإنتشارعلى مسافة تكون فيها: $\sigma_z = \frac{h}{\sqrt{2}}$ ، والذي يساوي 15 ضعف من الإرتفاع الفعّال للمدخنة والذي يحسب من العلاقة : $h_e = \Delta h + h_c$.

- في حال تعدد مصادر الإنبعاث وتداخلها مع بعضها البعض يتم اللجوء إلى مفهوم التلوّث الحجمي ، وذلك لتقدير حالة التلوّث الموجودة في المنطقة المدروسة .

وهناك نماذج عديدة لوصف هذا النوع من إنتشار الملوّثات ، ومن أبسطها ذلك الذي يعتمد على توازن الكتلة بين مصادر الإنبعاث والملوّثات المنتشرة في المدينة ، أي نلجأ إلى النمذجة الرياضية لتحديد الإنبعاثات التلوّثية وإنتشارها .

- إنتهت المحاضرة التاسعة -