- 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 .

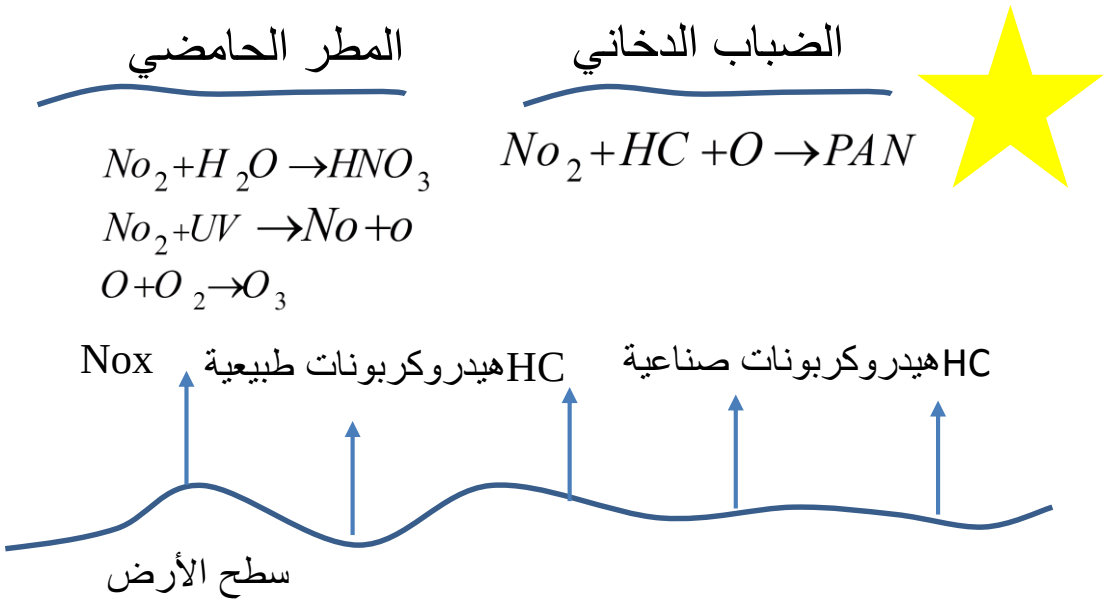
4- المطر الحامضي (Acid rain Pitation):

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).

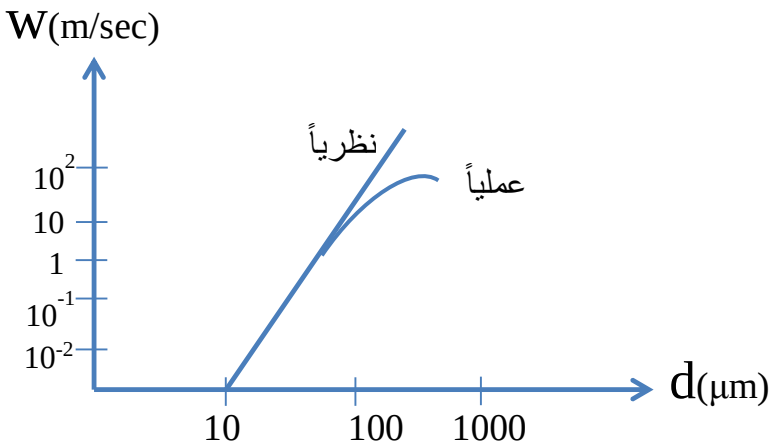
σ : كثافة الدقائقية .

ρ : كثافة الغاز .

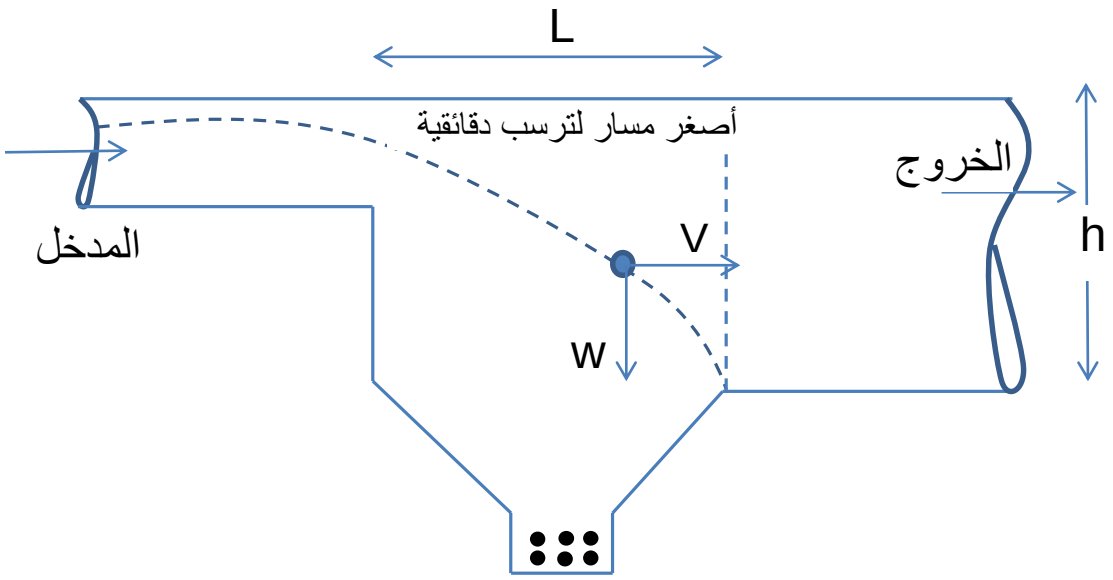
d: قطر الدقائقية .

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.



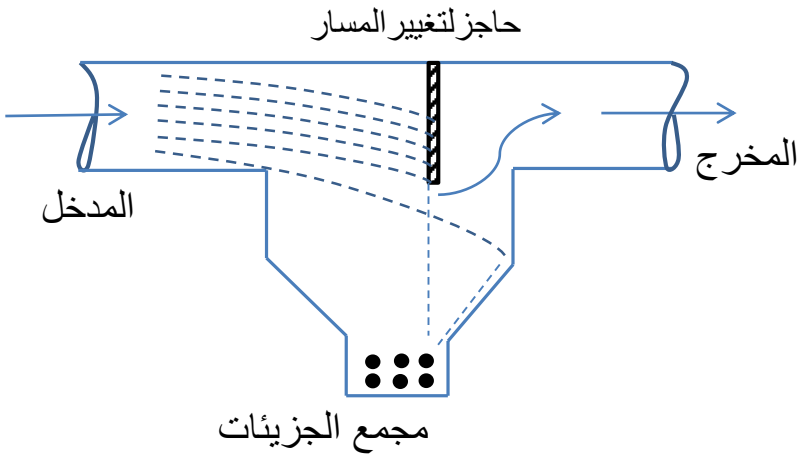
شكل يبين مبدأ الفصل الميكانيكي الجاف (الترسيب):



- 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 .

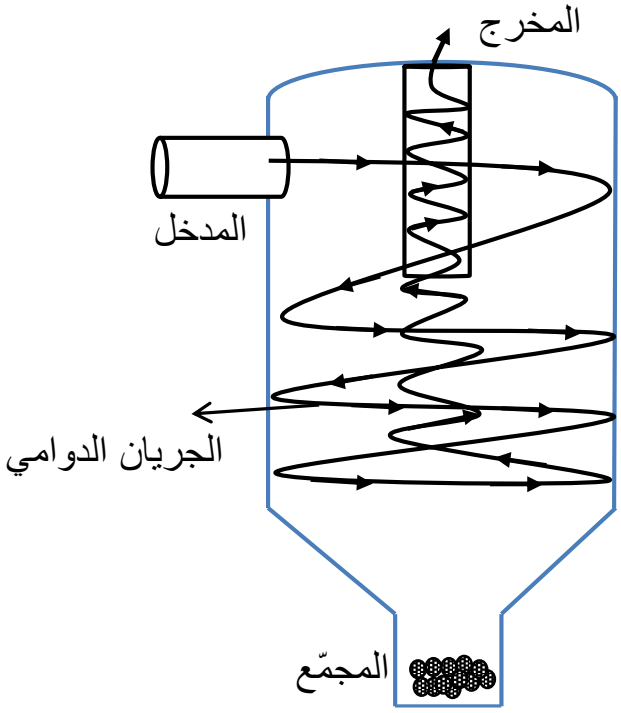
2- زيادة تركيز الجزيئات المحمولة في التيّار الغازي يزيد من الكفاءة .

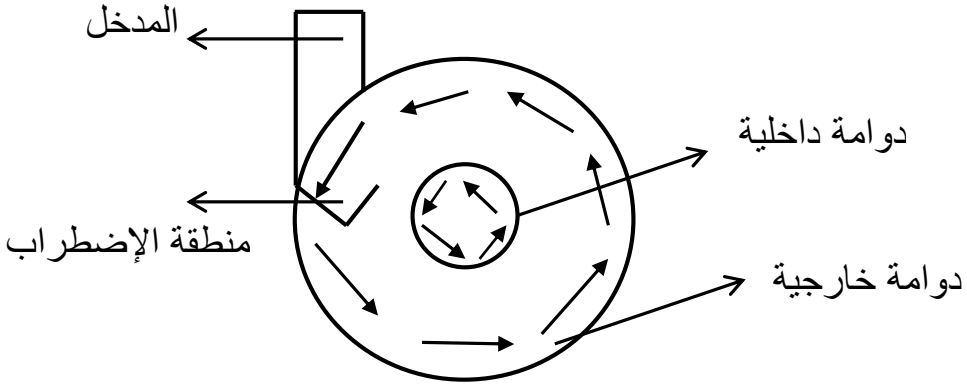
3- جودة التصنيع للسايكلون والمدخل والمخرج وظروف الجريان المثالي يؤدي إلى زيادة الكفاءة .

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

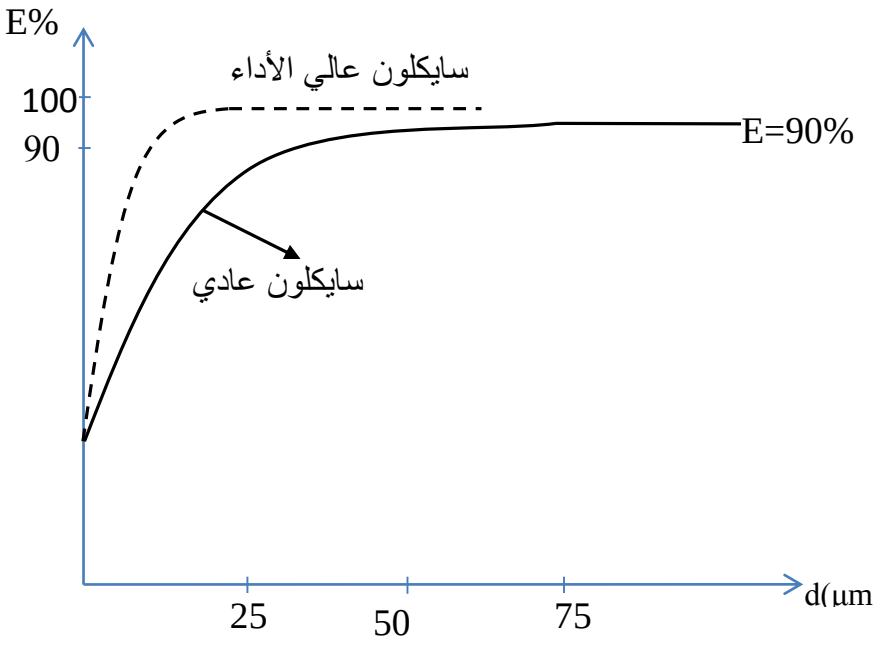
5- زيادة قطر السايكلون يؤدي إلى إنخفاض الكفاءة.

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

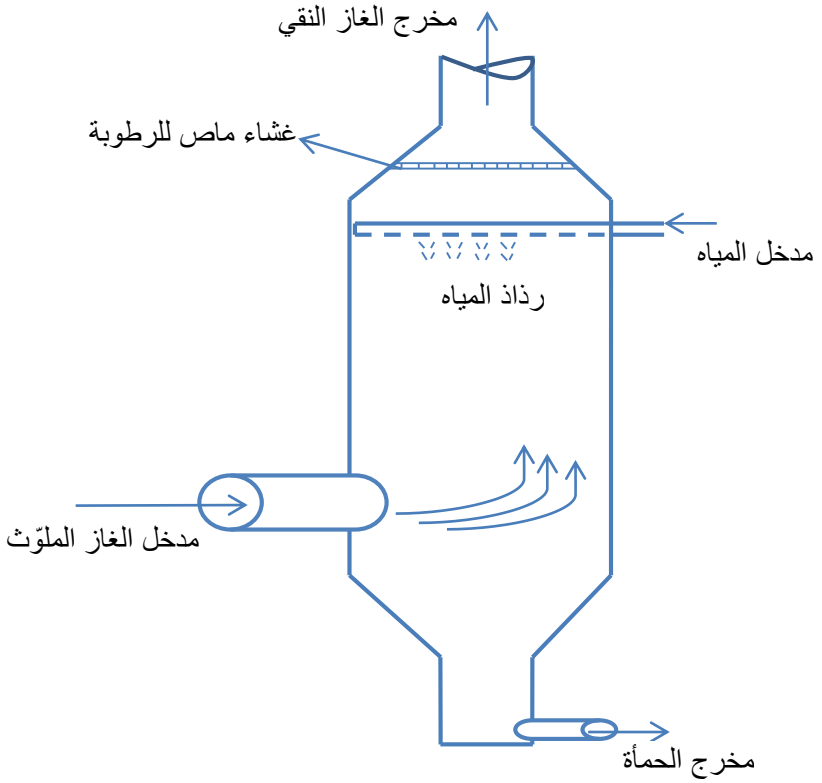
- مبادئ تنفيذ الفصل الميكانيكي الرطب :

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

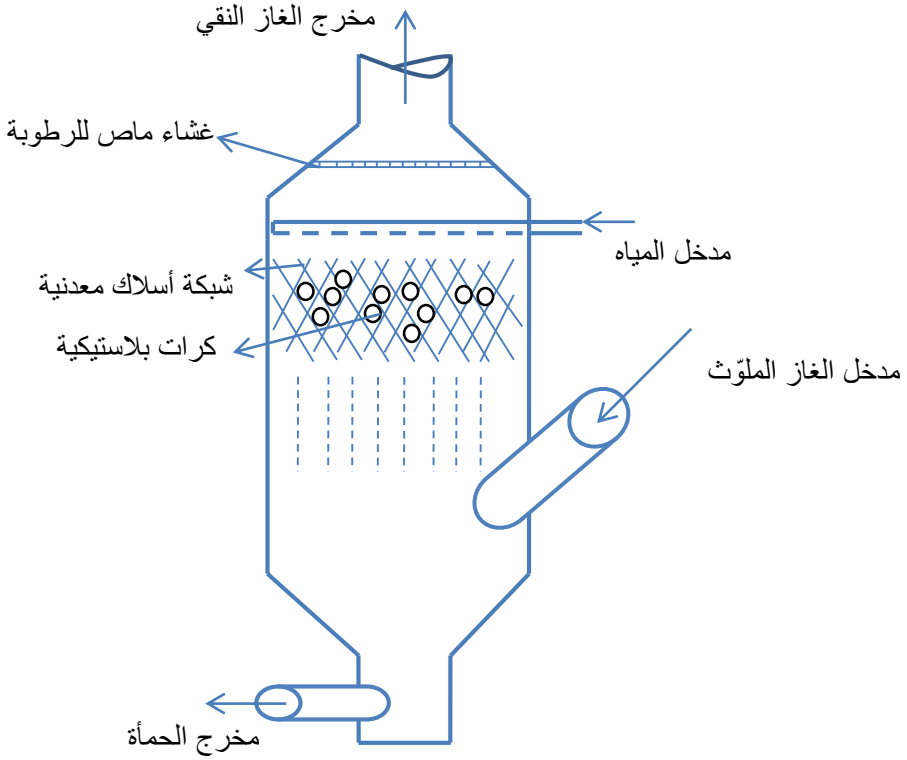
1- كمايبين الشكل التالي حيث : المبدأ هو دخول الغاز الحامل للملوّثات (الدقائقيات) إلى الجهاز وضخ المياه بضغط عالي ضمن فتحات صغيرة لتأمين السرعة العالية وخروجها على شكل رذاذ حيث يؤدي ذلك لإندماج الدقائقيات مع رذاذ المياه وبالتالي تأمين الترسيب

- 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

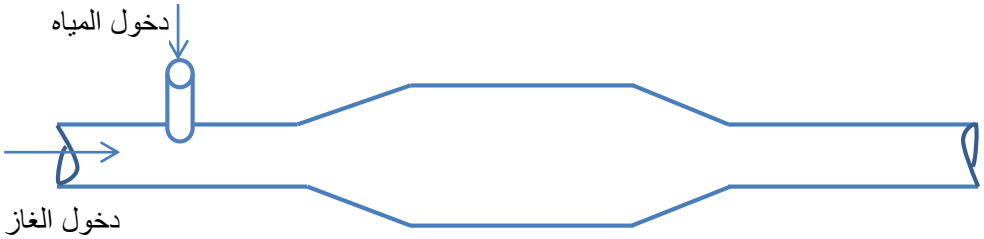


2- للتحكم برذاذ المياه في الجهاز يتم وضع شبكة من أسلاك المعدنية وحبيبات بلاستيكية داخل هذه الشبكة وهذا الجهاز يكون أكثر تطوراً وهو مبين بالشكل التالي:



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):

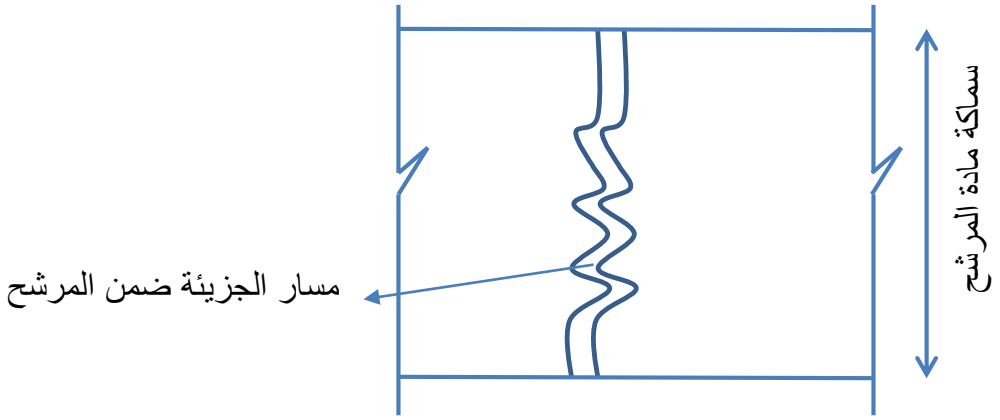
1ً- حجز الدقائقيات ذات الأقطار الأكبر من مسامات وسط الترشيح(مادة الترشيح) ، مثل عمل المنخل .

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) :

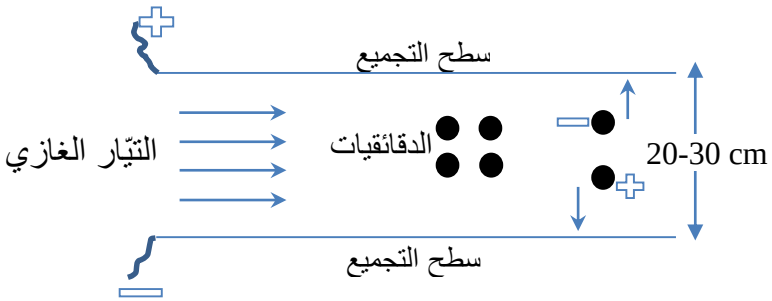
وهو من الطرق الحديثة المستخدمة لعملية تنظيف الهواء من الملوّثات حيث تتميّز بأنّها لها القدرة على فصل الملوّثات من التيّار الغازي بشكل كامل وبفواقد ضغط صغيرة .

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

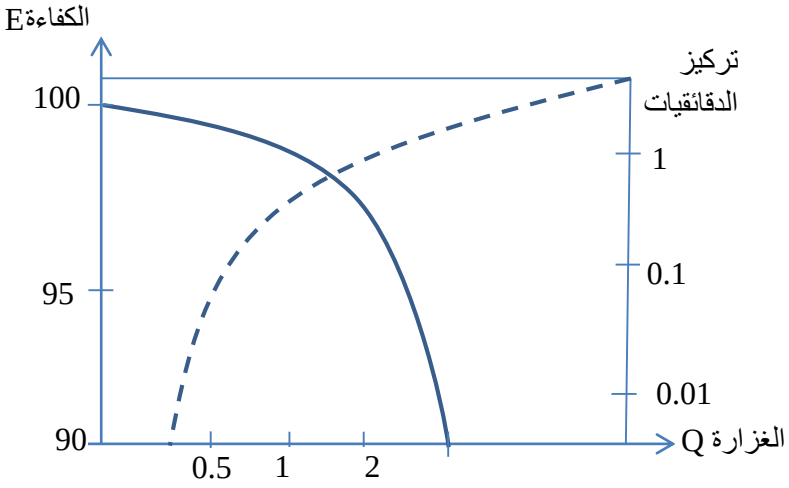
وتكون المساحة $A=\frac{4.605*3.5}{0.08}=201.47\,m^2$

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 :

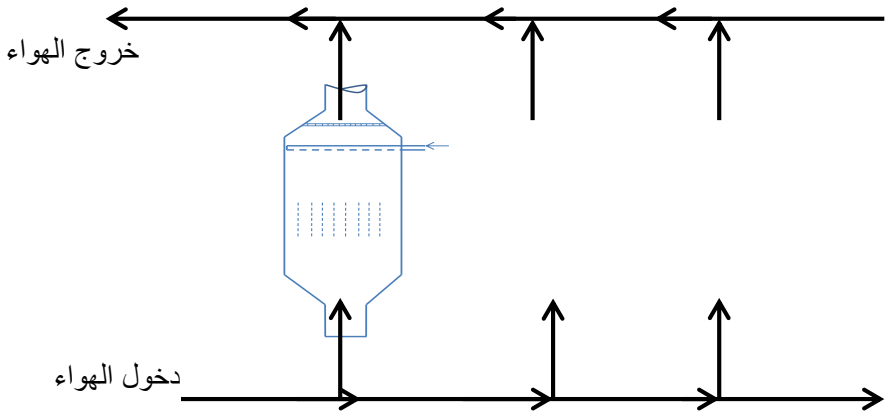
أ- رفع الكفاءة من 90% إلى 99% يرتبط بإنخفاض غزارة الغاز إلى النصف وزيادة حجم الجهاز .

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 :

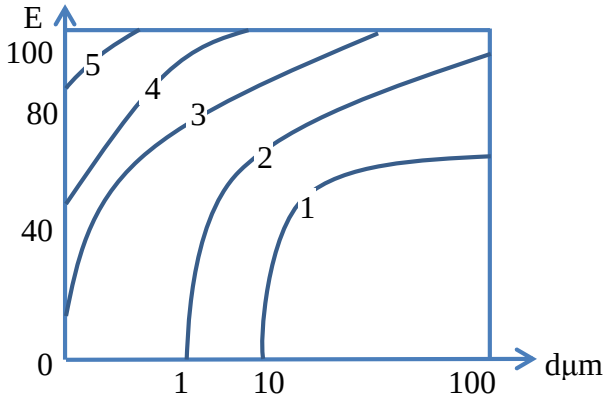
1- السايكلون التقليدي .

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 .

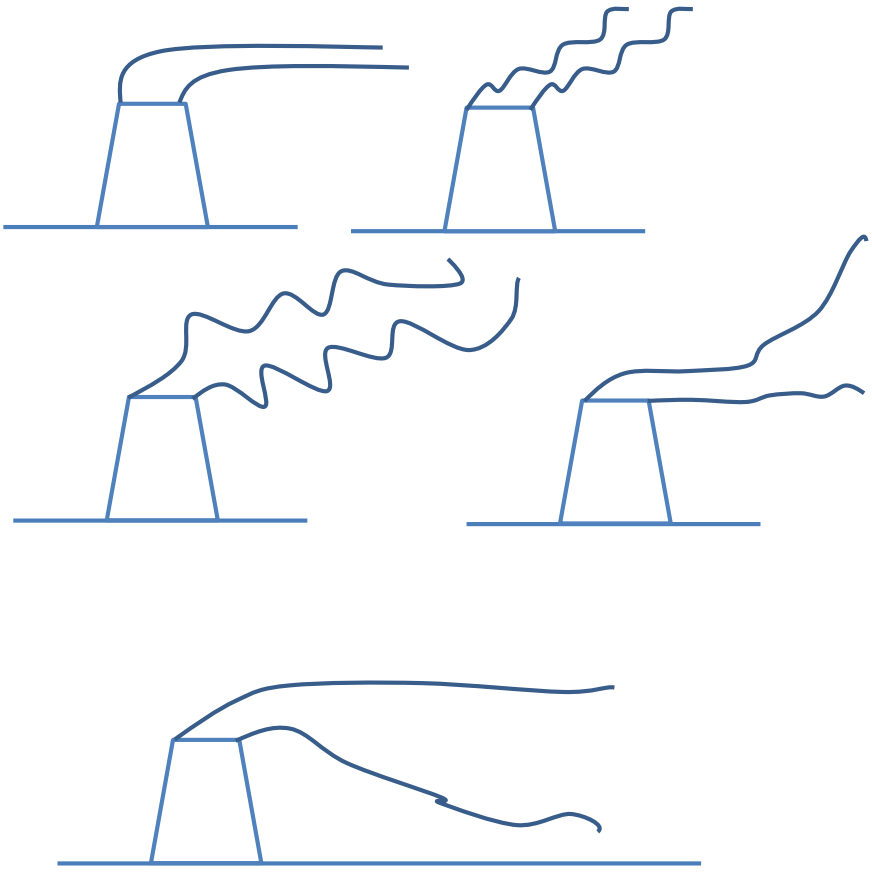
وتتحرك هذه الكتلة حول عمودها باتجاه معاكس لعقارب الساعة .

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:

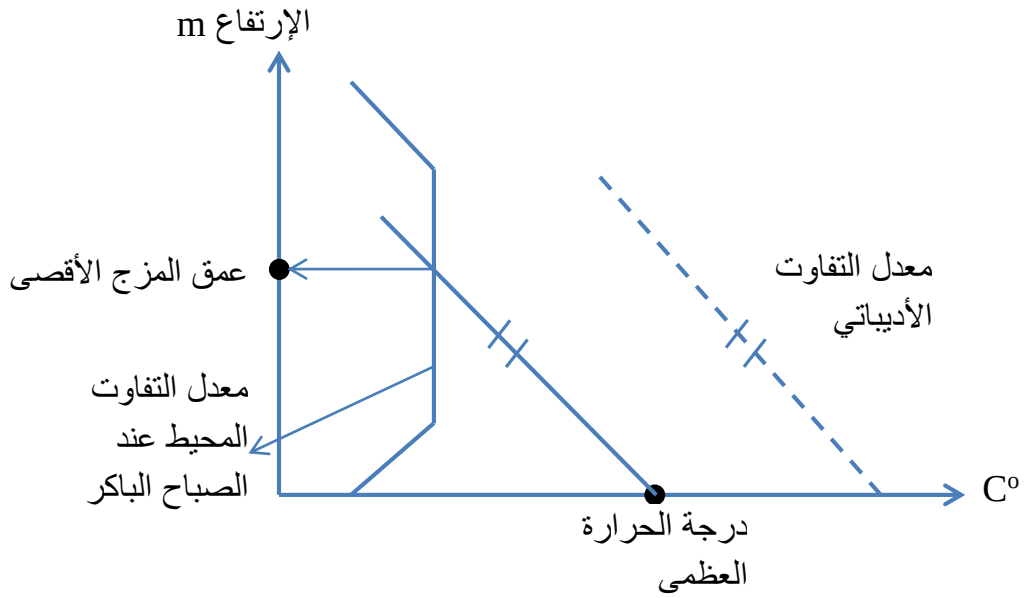
من الدراسات الإحصائية يكون لدينا:

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 .

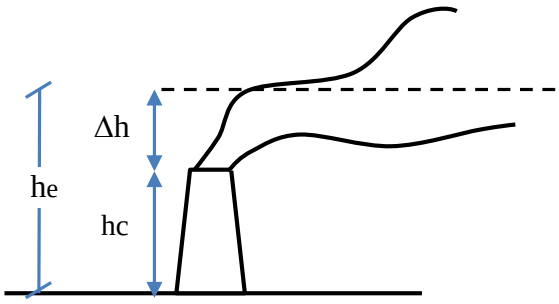
4- نرسم منحني معدّل التفاوت المحيط لدرجات الحرارة في الصباح الباكر .



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 .

- تلوّث المياه -

- أشكال تواجد المياه في النظام البيئي :

1- جليد القطبين : عبارة عن جبال جليدية تشكل في ذاتها مصادر مياه مهمّة وكبيرة .

2- مياه المحيطات والبحار: وهي مياه مالحة غير صالحة للإستخدام البشري إلا بعد معالجتها .

3- رطوبة الجو: حيث يلاحظ عند تشكّل الندى في الصباح الباكر .

4- المياه الجوفية بشكليها السطحي والعميق : الآبار والينابيع .

5- المياه العذبة : التي لاتشكل إلا 0.33% من المياه الكلية وأيضاً جزء من المياه العذبة يكون ملوّث بسبب التطورالتكنلوجي وإستخدامات المياه المختلفة .

6- مياه البحيرات والأنهار: سواء البحيرات الصناعية أو الطبيعية.

- الهيدروسفير :

وهو الماء الموجود ضمن النظام البيئي .

- مصادر المياه المتاحة للإستخدام :

1- مياه الأمطار: وذلك عند تجميعها ضمن مسطّحات مائية أو خزانات تجميع .

2- الأنهار والينابيع .

3- المياه الجوفية الصالحة للإستخدام : حيث بعض المياه الجوفية التي تكون على أعماق أكثر من 800m غالباً ماتكون مالحة .

4- مياه البحر: وذلك بعد إجراء عمليات التنقية لها.

5- مياه الصرف الصحي بعد المعالجة .

6- جليد القطبين

- إنتهت المحاضرة التاسعة -

الدكتور.م: محمود حديد

تلّوث المياه

إنّ الماءهو العنصر البيئي الأساسي لوجود وإستمرار الحياة على سطح الأرض ، وتغطي المياه 75% من الكرة الأرضية

تتوزع المياه على الكرة الأرضية بعدّة أشكال وهي:

1- مياه البحار والمحيطات وتشكل نسبة % 97.39

2- المياه العذبة المتبقية وتشكل نسبة 2.61% وتتوزع هذه المياه إلى :

أ- جليد القطبين 77.2% ، ب- المياه الجوفية 22.4% ، ج- البحيرات 0.34% ، ء- الأنهار 0.04%

هـ- رطوبة الجو 0.04%.

- الإستخدامات الأساسية للمياه:

1- الإستهلاك البشري (الشرب – للطعام – للغسيل -.....)

2- للزراعة .

3- للصناعة .

- **الماء الملوّث**: هو الماء الذي يحوي على عناصر تؤدي إلى تغيّر الصفات الفيزيائية أو الكيميائية للمياه بما يجعلها غير صالحة للإستخدام .

- غير صالحةالإستخدام: مصطلح عام عن عدم الصالحية المياه وذلك وفق شروط إستخدامها سواء البشرية أو الصناعية أو الزراعية ، لذلك لاتوجد مواصفات عامة تحدد تلوّث المياه ولكن توضع مواصفات حسب مجال إستخدام المياه.

- أنواع الملوّثات المائية:

1- الملوّثات الطبيعية: وهذا النوع من الملوّثات وجد في الماء منذ وجودها ، حيث الكائنات الحيّة النباتية والحيوانية على سطح الأرض تأخذ طريقها إلى الأنهار والبحيرات والبحار وذلك بشكل طبيعي لحاجتها إلى الماء ، وتزيد إحتمالية التلوّث عند نزول الأمطار وحصول الجرف المطري حاملاً معه المخلفات الناتجة عن الكائنات الحية .

ويساهم أيضاً الإنسان في زيادة هذا التلوّث نتيجة تعدّياته على الغابات .

2- التلوّث الحراري: ويحصل هذا التلوّث عند التخلص من مياه التبريد للمنشآت (محطّات التوليد الحرارية ، المفاعلات النووية وبعض الصناعات الأخرى.....) الواقعة على شواطئ البحيرات أو الأنهار أو البحار .

حيث إن مياه التبريد تكون ذات درجة حرارة عالية تُلقى في المسطحات المائية تُسبب رفع درجة الحرارة وبالتالي تؤثر سلباً على الحياة المائية وبشكل مباشر .

3- مياه الصرف الصحي: إن إلقاء مياه الصرف الصحي في المصادر المائية يؤدي إلى تلوّث جرثومي أوبكتيري (الأخطر منها المسببة للأمراض مثل الكوليرا والبلهارسيا وغيرها .....) ، وأيضاً تلوّث كيماوي بسبب زيادة تراكيز العناصر الكيميائية في المياه ممايجعلها غير صالحة للإستخدام ، وأخطرها العناصر الكيميائية المعدنية .

ملاحظة: إن التلوّث الكيماوي للمياه يكون إما بزيادة التراكيزالموجودة بالمياه ، أوبعناصرغريبة تدخل للمياه .

4- النفط: وذلك بسبب التنقيب والحفروالنقل وموانئ التفريغ والملئ وحوادث الناقلات في البحار ، ومصافي تكرير النفط .

5- المخلفات الصناعية: وهي المخلّفات السائلة والصلبة ووصولها إلى المصادر المائية تعتبر من أخطر الملوّثات على المصادرالمائية ومنها:

أ- الرصاص ، ب- الزئبق ، ج- الكاديوم ، ء- النحاس ، هـ- الزنك ، وغيرها من المواد السّامة .

6- المواد المشعّة :وتصل إلى المصادر المائية من المفاعلات النووية ومحطّات التوليد الطاقة النووية ، وعند التخلص من النفايات النووية في البحار والمحيطات ، ومن النشاطات العسكرية النووية .

7- المبيدات الحشرية والعشبية بجميع أنواعها:تشكل المبيدات تلوّثاً خطيراً على المصادر المائية سواء من خلال وجودها في الماء أو من خلال الدورة الغذائية (تراكمها في الأنسجة الحيوانية و النباتية في الوسط المائي) .

- كما يمكن أن تقسم الملوّثات بشكل أساسي إلى ملوّثات عضوية وملوّثات غيرعضوية

- أضرار تلوّث الماء على صحة الإنسان :

حيث نميّز آثار التلوّث الناجم عن التلوّث البكتيري والتأثير الناجم عن التلوّث الكيميائي .

1- التأثير الناجم عن التلوّث البكتيري: أهم الأضرارهي التأثيرالمباشرعلى صحة الإنسان من خلال مياه الشرب حيث الإصابة بأمراض الكوليرا والسالمونيك والإلتهاب الكبدي .

مياه الصرف الصحي التي تحوي على العوامل الممرضة (الكائنات الحيّة الدقيقة من بكتريا وفيروسات وطفيليات)

- أشكال التأثير على صحة الإنسان بسبب تلوّث المياه بالبكتريا:

1- أمراض منقولة بشكل مباشر بالماء: مثل أمراض الكوليرا والتفوئيد ، والعصيّات الزهار ، وإلتهاب الكبد المُعدي ، والجياروديا .

2- أمراض الجلدية: الناتجة عن قلّة المياه مثل: الجرب ، والتعفّن الجلدي ، النقرص ، والجذام والقمل ، والتراخويا .

3- أمراض أساسها الماء: البلهارسيا ، وداء الخيطيات ، والدودة الخيطية .

4- الحشرات الناقلة للجراثيم المرض المرتبطة بالماء مثل الحمّى الصفراء والملاريا .

5- إضافة إلى بعض الكائنات الحيّة الدقيقة العاملة في النشاط الحيوي مثل كائنات تحويل المياه والكبريت والفوسفور والنترات .

2- التأثير الناجم عن التلوّث الكيميائي:

1- المركبات الحمضية والقلوية : الأحماض تؤدي إلى تآكل الأنابيب والتجهيزات وتؤثر على الصحة العامة وذلك حسب نوع الحمض وتركيزه ، أما الملوّثات مثل الكربونات والبيكربونات والهيدروكسيدات فتسبب عسارة للمياه ، ومركبات الكلوريدات تسبب ملوحة للتربة .

2- المعادن الثقيلة : أكثر المعادن الثقيلة إنتشاراً في المياه الصرف الصحي هي الرصاص والزئبق والكاديوم والزرنيخ ، وأيضاً المخلفات السائلة الصناعية تحوي على كثيرمن المعادن الثقيلة وذلك حسب نوع الصناعة .

3- مركبات النترات والفوسفات : ومن أهم آثارها حصول الإنفجار الطحلوبي في المسطّحات المائية .

4- الحديد والمغنزيوم: يظهروجوده في المياه بسبب تغيير فيزيائي واضح (حيث تغيير في اللون إلى مايشبه الصدأ وأكثر حالات وجوده في المياه الجوفية).

5- المركبات العضوية: أشهر المركبات العضوية هي البترول والمبيدات الحشرية والزراعية والفطرية ومياه الصرف الصناعي حسب نوع الصناعة .

6- الكلور والفلور: يستخدمان بالأساس في تنقية وتعقيم المياه من الكائنات الحيّة الدقيقة (العوامل الممرضة) إلا أن تفاعل الكلور مع الهيدروكربونات يشكل مركبات هيدروكروبنية كلوريدية وهي تعتبر مواد مسرطنة لذلك فإن وجود الكلور في الماء ونسبة المتبيقة منه له تأثير حساس ومثير جداً .

7- الأشعة: مثل أشعة الراديوم تسبب سرطان العظام وكذلك أغلب الأشعة ودخولها للمياه كملوّث ينتج عنه أضرار صحيّة على الكائنات الحيّة .

- تلوّث المياه الجوفية :

تتلوّث المياه الجوفية إما من مصادر طبيعية أو من مصادر صناعية .

فالمصادر الطبيعية : هو إنحلال مكوّنات الصخور من الفلزّات المكوّنة لها .

المصادر الصناعية: هي النشاط الزراعي وماينتج عنه من إستخدام الأسمدة والمبيدات ، والنفايات السائلة والصلبة ومعالجتها ومايرشح عنها إلى المياه الجوفية ، وأيضاً أعمال الإستثمار وتكريرونقل النفط .

- أهم الموراد الملوّثة للمياه الجوفية :

1- السيانيد: (ينتج من صناعة الورق والتعدين) .

2- الزئبق : ينتج من صناعة الأجهزة الكهربائية والصناعات البتروكيمائية والدباغة .

3- الكبريتات والكلوريدات والفينولات: تنتج من مياه الصرف الصحي .

- إن خطورة تلوّث المياه الجوفية بالملوّثات العضوية وذلك بشكل خاص تعود لمحدودية المياه الجوفية على التنقية الذاتية إن إحتمال وصول الملوّثات إلى الخزان الجوفي ترجع إلى عدّة عوامل أهمها نفوذية الطبقات المشكلة لمسار التغذية للخزّان الجوفي.

- وأيضاً الإستخدام الجائر للمياه الجوفية يزيد من إحتمال تلوّثها بالأملاح ويزيد الأمر خطورة في المناطق الساحلية حيث يحدث تداخل للمياه المالحة من البحر إلى الخزّان الجوفي لذلك فإنّ إدارة إستثمارالمياه الجوفية يجب أن تكون مدروسة وبإشراف دقيق خوفاً وحرصاً على سلامة المياه الجوفية من التلوّث .

- التلوّث الإشعاعي في المياه الجوفية : بشكل أساسي يعود لإنحلال الراديوم من مكوّنات الصخور الحاوية والحاملة للمياه ، حيث الرادون 222 يعتبر شديد الذوبان بالماء ، كما أنّ تحلل اليورانيوم والصخور الغرانيتية والرسوبية الحاوية على مواد مشعّة تعتبر مصدراً للتلوّث الإشعاعي .

وأيضاً التخلّص من مخلفات الأنشطة النووية والوقود النووي بطرق غير مدروسة ودفنها في الأرض يعتبر أحد أهم المصادر لتلوّث المياه الجوفية بالأشعة .

- العوامل الأساسية والثانوية المؤثرة في تلوّث المياه الجوفية :

1- التغذية . 2- خصائص التربة والصخور . 3- ميزات النظام المشبع والغير مشبع

4- طبيعة الصخور المكوّنة للخزّان الجوفي . 5- شدّة الجفاف ومدته . 6- درجات الحرارة والرطوبة .

7- التلوّث العابر للحدود . 8- قرب أو بعد الخزّان الجوفي عن مصادر المياه السطحية أو البحار أو المحيطات .

9- درجة إستنزاف مياه الخزّان الجوفي .

- أهم العوامل المؤثرة على سرعة إنتقال الملوّثات إلى الخزّان الجوفي:

ً1- العمليات الجيوكيميائية: هي التحوّلات التي تطرأ على المياه والملوّثات المحتواة فيها حتى وصولها إلى الخزّان الجوفي ، وهي:

1- الإدمصاص:

من أهم خصائص التوازن بين المواد المتفاعلة مع المحلول من خلال عملية الإدمصاص فزيادة تركيز المحلول يزيد في عملية الإدمصاص والنقصان يسبب الإزالة ، فمكوّنات الصخور الفلزّات الغضارية والزيوليت والهيدروكسيد والهيدرات الحديد والمنغنيز وهيدروكسيد الألمنيوم، والمركبات العضوية تتأثر بشكل كبير بعملية الإدمصاص .

ويلعب تأثير الإدمصاصي للجذور النباتات العضوية الصغيرة المجهرية والبكتريا العنصر الأساسي في عملية الإدمصاص .

هذه العملية التبادلية بين المحلول والأيونات الإدمصاصية (التبادل الأيوني).

حيث تتأثر كمية وإتجاه وسرعة الإدمصاص بالعمليات التالية:

1- أنواع ومواصفات وخصائص الصخور.

2- نوعية الأيونات الإدمصاصية .

3- نوع وتركيز الأيونات المنحلة اوالمستبدلة .

4- التبادل الأيوني بين الأيونات الإدمصاصية والأيونات المنحلة .

هذه العملية تلعب دوراً كبيراً في إعاقة وصول الملوّثات إلى الخزان الجوفي .

2- الإنحلال والترسيب:

إن الملوّثات المنحلة في المياه المغذية ومياه الخزّان الجوفي تتفاوت صفات إنحلالها وحلمتها وتفككها .

فالنسبة لصفات الإنحلال تقسم إلى ملوّثات الكتروليتية ، أملاح أحماض وأسس وملوّثات غير إلكتروتية ومركبات إستقطابية وغير إستقطابية .

وتتحكم بعملية الإنحلال والترسيب قيم PH ، والأكسدة والإرجاع EH .

3- الأكسدة والإرجاع:

تسرب الأيونات القابلة للأكسدة والإرجاع عند قيم محدودة لـ PH .

ً2- العمليات البيوكيميائية الحيوية: وبواسطة هذه العمليات يتم تفكيك المركبات العضوية بواسطة البكتريا إلى مكوناتها الأساسية الكربون والهيدروجين .

ً3- العمليات الفيزيائية:

1- التشتت والتبعثر: الملوّثات المنحلة تنتشر أفقياً ومحورياً عند إختلاطها بالمياه الجوفية وبسبب هذا الإنتشار يحصل نقصاً في التراكيز الملوّثات تبعاً لمسار جريان المياه .

2- الإعاقة:ويحصل ذلك بفعل العمليات الفيزيائية والكيميائية ، وتنقسم الملوّثات إلى فئتين :

أ- مواد منحلة لاتتفاعل مع التربة أوالمياه الجوفية مثل الكلور وتكون حركتها سريعة .

ب- مواد فعّالة وتتفاعل كيميائياً وفيزيائياً وبيولوجياً مع التربة وغالباً تكون حركتها بطيئة .

وأهم عوامل الإعاقة: الإدمصاص ، والإمتزاز ، والترشيح ووالتفاعل الكيميائي

3- الترشيح: التفاعلات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث في مكوّنات التربة بفرض إزالة الجزيئات الكبيرة بالعمل الميكانيكي وإدمصاص الجزيئات الصغيرة المعلقة (بكتريا- هيدروكسيد الحديد .....)، والترشيح الميكانيكي في الطبقات المليئة الحصوية غير فعّالة نظراً لصغر حجم الجزيئات الهيدروكسيد الحديد 10µm ، وجزيئات البكتريا µm(0.25-5) ، والفيروسات µm(0.2-0.25) ، تضعف عملية الترشيح للجزيئات ذات الأبعاد µm(1-5) .

4- إنتقال الغازات: وتتأثر العملية بالنظامين المشبع والغير مشبع وبدرجات الحرارة والضغط الجوي .

4- العمليات البيوفيزيائية:

تتسرب الجراثيم الممرضة إلى المياه الجوفية عن طريق التغذية المائية للخزان الجوفي وسرعة التسرّب تتعلق بالمسافة الأفقية لفتحات التسرب ومصدر التلوّث والطبيعة الطبوغرافية للتربة أعلى الخزان الجوفي ، وتقدر الفترة الزمنية اللازمة لوصول هذه الكائنات إلى الخزان الجوفي بين (400-20) يوم .

<u>- بشكل عام نستنتج:</u>

1- إن التفاعل في النظام الغيرمشبع يتأثركثيراً بتركيزالأملاح خاصة في حال وجود المياه الصرف الزراعي(ملوحة عالية).

2- إرتفاع نسبة الأملاح في النظام الغير مشبع يؤدي إلى إرتفاع منسوب المياه الجوفية السطحية بفعل خاصة الرشح للمياه الأكثرعمقاً .

3- تؤدي حركة الماء والأملاح في التربة نحو الأعلى لتخفيض الملوحة في المياه الجوفية والحركة العمودية للأسفل تؤدي إلى زيادة الملوحة في المياه الجوفية .

4- قدرة المياه الجوفية على التنقية الذاتية المحدودة .

5- إزالة التلوّث من المياه الجوفية يحتاج لسنوات مضاعفة قياساً بإزالة الملوّثات من المياه السطحية .

6- صعوبة الكشف عن مصادر تلوّث المياه الجوفية وتزيد الأمور تعقيداّ في الخزانات الجوفية المشتركة بين الدوّل .

7- لايوجد تشريعات وقوانين دولية خاصة بتقاسم المياه الجوفية للأحواض المشتركة بين الدول .

- الصفات التي تتميز بها الأنهار والبحيرات المؤثرة على قدرتها على التنقية الذاتية .

1- الأنهار:

1- المزج كامل على مقطع الجريان في النهر: حيث بسبب حركة المياه المستمرة في النهر يتم مزج بين جميع الكتل المائية .

2- التهوية وإنحلال الأوكسجين المنحل في الماء يتم بشكل كبير.

3- سرعة الجريان العالية تمنع حصول ترسب لبعض العوالق في مياه النهر.

4- عدم ظهور تطبق حراري في مقطع مياه النهر وذلك كون المزج كامل .

5- المياه متجددة بشكل دائم لذلك لايحصل تراكم تلويثي عند نقاط مصب المياه الملوّثة .

ً2- البحيرات:

1- المزج في البحيرة محدود وخاصة عندما تكون الأعماق كبيرة : أي إن المزج في البحيرة يكون جزئي حيث كلما كانت البحيرة عميقة كان المزج أقل ، ويحصل المزج فقط بالطبقات السطحية .

2- البحيرة تشكل نوعاً ما نظاماً مغلقاً والتجديدي يتم فيها بنسبة منخفضة .

3- التهوية محدودة نتيجة ركود المياه وسكون سطحها الخارجي وعدم حصول مزج كامل: إن التهوية في البحيرات قليلة بسبب ركود مياها وتؤثر على التهوية عدّة عوامل منها الضغط الجوي واللزوجة والجريان المضطرب أو الهادئ .

4- حدوث تطبق حراري في مقطع البحيرة: التطبق الحراري هو أن لكل طبقة مياه من البحيرة يكون لها درجة حرارة مختلفة وبسبب هذا الإختلاف يكون لدينا التطبق الحراري ، ويكون التطبق أقل عندما يكون العمق قليل .

5- حصول المزج الكامل مرة أو مرتين في السنة وذلك حسب الموقع الجغرافي: يحصل المزج بشكل فصلي وذلك بالخريف والربيع أي إنتقال طبقة مائية من السطح نحو العمق وبالعكس ، وهذا يسبب عكارة للمياه .

6- تتأثر نوعية المياه في البحيرة بعدّة عوامل:

أ- أشعة الشمس النافذة إلى البحيرة .

ب- درجة الحرارة .

ج- عكارة المياه .

ء- مقدار الملوّثات المصروفة إلى البحيرة .

من أسباب تلوّث البحيرات هي المصروفات وهي عبارة عن مواد مغذية والكائنات الحيّة تقوم بهضم هذه المغذيات (الملوّثات العضوية)

أشعة الشمس ← تمثيل ضوئي ← تزيد التنقية الذاتية

درجة الحرارة ← سرعة تفاعلات ← تزيد التنقية الذاتية

- يكون الوسط المائي إما هوائي أو لاهوائي وذلك يتعلق بعدّة عوامل هي:

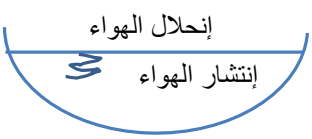
1- التهوية . 2- تحلل وتفكيك المواد العضوية بالمياه . 3- الأكسجين المنحل .

1- التهوية:

وهي إنحلال الأكسجين الجوّي في المياه وحصول الإنتشار حيث الإنحلال يحصل بالطبقات العليا للوسط المائي والإنتشار هو إنتقال الأكسجين المنحل إلى الطبقات السفلى للوسط المائي.

القانون الذي يحكم التهوية بالوسط المائي هو قانون الإنحلال وقانون الإنتشار :

- قانون الإنحلال: يتعلق إنحلال الأكسجين بالمياه بمقدار قيمة الإشباع وذلك وفق العلاقة : $D = C_s - C_t$



D : العجز في الأكسجين المنحل (قيمة الأكسجين اللازم للإشباع)

C_s : تركيز الأكسجين المنحل في حالة الإشباع.

C_t : تركيز الأكسجين المنحل اللحظي .(في الزمن المدروس) .

- يحصل الإنتشار بين نقطتين في وسط سائل حيث أن السرعة الإنتشارتتعلق بتركيزالغازبين هاتين النقطتين .

- علاقة تجريبية تحدد التهوية للوسط والمائي:

$$D = 100 - 81.06(0.779)^C + \frac{0.105^C}{9} + \frac{0.0019^C}{25}$$

حيث: $C = \frac{\alpha * t * \pi^2}{L^2}$

t: مدة التأثير ، L: عمق المياه ، α: معامل الإنتشار تبعاً لدرجة الحرارة ويحسب :

$$\alpha_t = 1.42 * 1.1^{(t-20)}$$

- العلاقة الأساسية لإنحلال غاز في سائل:

$$\frac{dD}{dt} = -K\,D \Rightarrow D = D_a e^{-k_2 * t}$$ حيث:

D: العجز في الأكسجين المنحل عند اللحظة الزمنية المدروسة .

D_a: العجز الأولي عند اللحظة الزمنية t=0.

k_2: ثابت التهوية . ويحسب من الجداول تبعاً لدرجة الحرارة 20º وإذا كانت درجة الحرارة مختلفة يتم التصحيح من العلاقة: $k_{25} = k_{20} * \alpha_t$ حيث α_t كما في العلاقة السابقة.

ويمكن أن نعبّر عن العلاقة السابقة بالعلاقة التالية :

$$(C_s - C_t) = (C_s - C_a) * e^{-k_2 * t}$$

ويكون بالشكل اللوغاريتمي: $Ln\frac{C_s - C_t}{C_s - C_a} = -k_2 * t$

2- تحلل المادة العضوية :

إن تحلل المادة العضوية بالمياه يتم وفق العلاقة التالية :

$$\frac{dL}{dt} = -K\,L \Rightarrow L = L_a e^{-k_1 * t}$$ حيث:

L: تركيز المادة العضوية المتبقية بالمياه.

K: ثابت التحلل .

بالتكامل للعلاقة: $\frac{L_t}{L} = e^{-k_1 * t}$

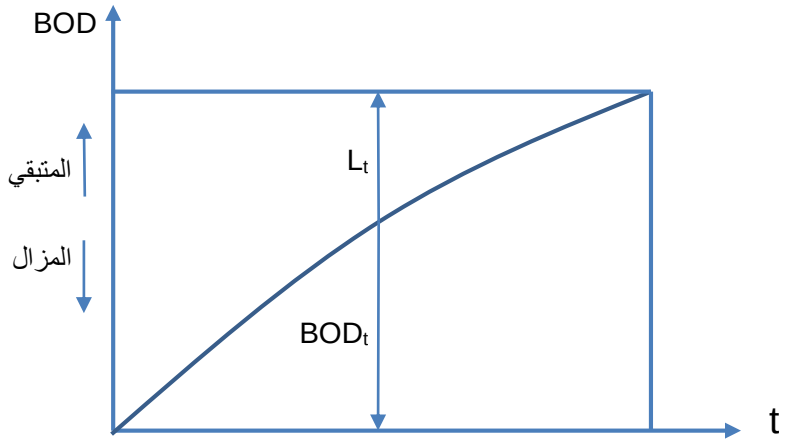
يعبر عن تحلل المادة العضوية بالأكسجين المستهلك أي BOD وبالتالي:

$$L_t = BOD_t = L - L_t = L(1 - \frac{L_t}{L}) = L\,(1 - e^{-k_1 * t})$$

ويحسب المعامل K من العلاقة :

$$K = K_{20} * 1.047^{(t-20)}$$

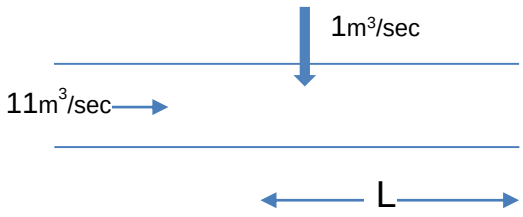
- مخطط بياني يبين العلاقة بين التحلل المادة العضوية وBOD :



- **مسألة 1**:

نهر غزارته: Q= 11m^3/sec وسرعة الجريان V= 30 km/day . تصب عليه مياه صرف صحي بغزارة 1m^3/sec حيث قيمة BOD للمياه الصرف الصحي 60mg/l . والمطلوب: أوجد الطول اللازم من النهر الذي لاتتجاوز فيه قيمة BOD 1mg/l. علماً أن مياه النهر الأساسية خالية من المواد العضوية وقيمة ثابت التحلل K_1=0.35/day .

الحلّ:



بعد صب مياه الصرف الصحي على النهر يحصل مزج وبالتالي الناتج بعد المزج له قيمة تلوّث نحسب تركيز المادة العضوية من العلاقة: $L = L_a e^{-k_1 * t}$

لحساب L_a تركيز المادة العضوية في النهر بعد المزج:

$$L_a = BOD = \frac{11*0+60*1}{11+1} = 5 mg/L$$

من العلاقة: $L = L_a e^{-k*t} \Rightarrow 1 = 5 * e^{-0.3*t}$ وبالتالي الزمن اللازم لكي تصبح قيمة BOD بالنهر 1mg/l

$t = 4.6\ day$ يكون الطول اللازم هو السرعة * الزمن

$$L = 4.6 * 30 = 138 km$$

3- الأكسجين المنحل:

يرتبط الأكسجين المنحل بالتهوية وتحلل المادة العضوية حيث التهوية تزيد من الأكسجين المنحل ، وتحلل المادة العضوية يستنزف الأكسجين المنحل .

- عند طرح مياه الصرف الصحي في المياه تحدث عمليتان متزامنتان هما:

أ- التهوية سطحية نتيجة العجز الأولي بالأكسجين المنحل D_a: $\frac{dD}{dt} = -K_2 D$.

ب- تحلل وتفكك المادة العضوية: $\frac{dD}{dt} = \frac{dL}{dt} = K_1 L$

بجمع العلاقتين : $\frac{dD}{dt} = K_1 L - K_2 D$ حيث:

D: العجز بالأكسجين ، L: كمية BOD ، K_1 : ثابت التحلل ، K_2: ثابت التهوية .

بحل المعادلتين يكون:

$$D_t = \frac{K_1 * L_a}{K_2 - K_1}(10^{-K_1 * t} - 10^{-K_2 * t})$$

وبالتالي يكون العجز الحرج :

$$D_{cri} = \frac{K_1}{K_2} * L_a * 10^{-K_1 * t_{cri}}$$

والزمن الحرج:

$$t_{cri} = \frac{1}{K_2 - K_1} \log\left(\frac{K_2}{K_1}\left[1 - \frac{D_a(k_2 - k_1)}{L_a * K_1}\right]\right)$$

- مسألة2:

نهر بتصريف $Q=4.5m^3/sec$ ، وقيمة $BOD=2mg/L$ ، ومشبع بالأكسجين تصب على النهر مياه بتصريف $1.5m^3/sec$ ، ومشبعة أيضاً بالأكسجين وبنفس درجة حرارة النهر التي تساوي 30^oc ، ولدى قياس الأكسجين المنحل بالنهر كان أدنى مستوى له يعادل $5.6mg/L$.

والمطلوب: إيجاد قيمة BOD لمياه الصرف الصحي المصروفة علماً : $K_1 = 0.15/day$ و $K_2 = 0.30/day$

الحلّ:

بمأنّ النهر والمياه المصروفة مشبعة بالأكسجين فيكون العجز مساوي للصفر .

نحسب الزمن الحرج: $$t_{cri}=\frac{1}{0.30-0.15}\log(\frac{0.30}{0.15}[1-0])=2day$$

من علاقة العجز الحرج D_{cr} نحسب قيمة L_a :

العجز الحرج = قيمة حد الإشباع - أقل قيمة للأكسجين المنحل

يتم فرض قيمة لحد الإشباع mg/L(6-12) ، ونفرض في هذه المسألة قيمة تساوي 7.6 وبالتالي:

$$D_{cri}=7.6-5.6=2mg/L$$

إذاً نعوّض بالعلاقة:

$$2=\frac{0.15}{0.30}*L_a*10^{-0.15*2}\Rightarrow L_a=7.98\approx 8mg/L$$

لحساب قيمة BOD:

$$L_a=\frac{Q*BOD+q*BOD}{Q+q}$$ حيث:

أ- Q: هي قيمة التصريف بالنهر.

ب- q: قيمة التصريف الصاب على النهر (الصرف الصحي).

ج- L_a: تركيز المادة العضوية بعد المزج.

إذاً: $$8=\frac{4.5*2+1.5*BOD}{4.5+1.5}\Rightarrow BOD=26mg/L$$.

- حالة نهر وعدّة مصبّات صرف صحي:

أ- إذا كانت المصبات متقاربة فيتم دمج هذه المصبّات وإعتبارها مصب واحد ويكون هوعبارة المتوسط الحسابي لهذه المصبّات .

ب- إذا كانت المصبّات متباعدة حيث المسافة أكثر من 10 km فيتم الحساب على أساس الإحتمالات حيث:

1- ندرس المصب الأول والتغير مواصفات المياه ، أي المسافة اللازمة لتحلل المواد العضوية وعودتها إلى الوضع الطبيعي للنهر.

2- إذا كانت النقطة الحرجة قبل المصب الثاني ، ندرس المصب الثاني لوحده كما للمصب الأول .

3- إذا كانت النقطة الحرجة بعد المصب الثاني ندرس المياه عند نقطة المصب الثاني مع إدخال تأثير المصب الأول

مسألة3:

نهر بتصريف $Q=10m^3/sec$ ، وقيمة $BOD=2mg/L$ ، وتصب على النهر النقاط التالية:

1- النقطة الأولى مياه صرف صحي بتصريف $Q=1m^3/sec$ ، وقيمة $BOD=150mg/L$.

2- النقطة الثانية مياه صرف صحي بتصريف $Q=1m^3/sec$ ، وقيمة $BOD=13mg/L$ ، تبعد مسار يومين عن النقطة الأولى .

والمطلوب: إيجاد أدنى مستوى للأكسجين المنحل في النهر مع إعتبار أن كامل المياه مشبعة بالأكسجين بما يعادل 9.2 mg/L ، علماً : $K_1=0.1/day$ ثابت التحلل ، وثابت التهوية $K_2=0.30/day$

الحلّ:

نحسب الزمن الحرج للنقطة الأولى ، فإذا كانت تقع بعد النقطة الثانية ندرس تأثير النقطة الأولى على النقطة الثانية وإذا كانت تقع قبل النقطة الأولى ندرس كل مسار نقطة على حدى .

1- حساب تركيز المادة العضوية للمصب الأول:

$$L_a=\frac{Q*BOD+q*BOD}{Q+q}=\frac{1*150+10*2}{10+1}=15.45mg/L$$

2- حساب الزمن الحرج: $t_{cri}=\frac{1}{0.30-0.1}\log(\frac{0.30}{0.1}[1-0])=2.39\,day$

3- نحسب العجز الحرج: $D_{cri}=\frac{0.1}{0.30}*15.45*10^{-0.1*2.39}\Rightarrow D_{cri}=2.97mg/L$

4- الزمن الحرج لكي تتحلل المادة العضوية وعودة صفات النهر الأصلية يستغرق 2.39 day وبالتالي النقطة الحرجة تقع بعد المصب الثاني لذلك نحدد صفات المياه بعد المصب الثاني بفعل وتأثير المصب الأول فقط أي:

4- حساب العجز بالأكسجين لمصبين من العلاقة: $D_t=\frac{K_1*L_a}{K_2-K_1}(10^{-K_1*t}-10^{-K_2*t})$

$$D_t=D_{2day}\ \frac{0.1*15.45}{0.30-0.1}(10^{-0.1*2}-10^{-0.30*2})=2.93mg/L$$

5- حساب العجز الحرج: العجز الحرج = قيمة حد الإشباع - أقل قيمة للأكسجين المنحل

$$D_{cri}=9.2-2.94=6.26\,mg/L$$

6- حساب تركيز المادة العضوية قبل الوصول إلى المصب الثاني من العلاقة: $L_{aday} = L_a * 10^{-k_1 * t}$

نعوّض: $L_{a2day} = 15.45 * 10^{-0.1*2} = 9.75\ mg/L$

7- حساب تركيز المادة العضوية بعد المزج مباشرةً:

$$L_a = \frac{Q*BOD + q*BOD}{Q+q} = \frac{9.75*11+13*1}{11+1} = 10\ mg/L$$

8- حساب قيمة إنحلال الأكسجين: $D = \frac{Q*BOD + q*BOD}{Q+q} = \frac{6.26*11+9.2*1}{11+1} = 6.5\ mg/L$

9- حساب العجز بالأكسجين: $D_a = 9.2 - 6.5 = 2.7\ mg/L$

10- حساب الزمن الحرج: $t_{cri} = \frac{1}{0.30-0.1}\log\left(\frac{0.30}{0.1}\left[1 - \frac{2.7(0.3-0.1)}{10*0.1}\right]\right) = 0.7\ day$

11- حساب العجز الحرج:

$$D_{cri} = \frac{0.1}{0.30} * 10 * 10^{-0.1*0.7} \Rightarrow D_{cri} = 2.84\ mg/L$$

12- حساب الأكسجين الأدنى:

$$D_a = 9.2 - 2.84 = 6.36\ mg/L$$

- أهم الإجراءات اللازمة لحماية المياه من التلوّث:

1- معالجة مياه الصرف الصحي إلى درجة إزالة الآثار التلوّثية لمياه المعالجة على المصادر المائية السطحية والجوفية.

2- المراقبة والإشراف العلمي الصحيح لإستخدام المبيدات والأسمدة .

3- المراقبة والإشراف الصحيح على إنشاء وإستثمار شبكات الصرف الصحي.

4- الإحتياطات والإجراءات لحماية مصادر المياه الجوفية ، وبشكل خاص إعداد دراسة علمية لكيفية إدارتها.

5- عدم دفن المواد السامة والمشعة في باطن البحار واليابسة بشكل غير مضمون من الآثار السلبية التلوّثية لها.

6- الشدّة في مراقبة النشاطات النقل البحري والنهري.

7- معالجة المخلّفات الصلبة دون التسبب بتلوّث المياه السطحية والجوفية .

8- إتخاذ الإجراءات للحدّ من التلوّث الهوائي لعدم حصول الأمطار الحامضية .

9- المراقبة الدائمة لحالة التلوّث المياه وبشكل دوري (أخذ عيّنات للفحص المخبري) .

10- إصدار التشريعات المائية الخاصة بإجراءات ضمان سلامة المصادر المائية من التلوّث .

11- إصدار القوانين والأنظمة التي تُكلّف مسبب التلوّث الحاصل.

12- خلق وعي لدى المواطنين بأهمية المحافظة على المياه من التلوّث سواء بالترشيد لإستخدام المياه ، أو عدم التسبب بتلوّث المياه وذلك من خلال عدّة مناحي: أ- الإعلام ، ب- مناهج تعليمية ، ج- نشاطات وتجمع مدني .

- إنتهت المحاضرة العاشرة -

حماية البيئة (نظري)
المحاضرة الحادية عشر(الأخيرة)
20/5/2013

الدكتور.م: محمود حديد

- الضجيج والتلوّث الحراري -

- الضجيج:

- مقدّمة عن الصوت والضجيج:

- إنّ أحد التعاريف الشاملة عن التلوّث نصت أن التلوّث هوكل مايؤدي إلى خلل بالتوازن البيئي ، ويشمل هذا التعريف كل مادخل على التراكيب الطبيعية للمواد (هواء وماء والتربة) من مواد جديدة ، إضافة إلى المؤثرات كالحرارة والإشعاع والصوت ...ألخ.

وأغلب هذه الملوّثات ظهرت وإنتشرت بعد الثورة الصناعية في العالم.

- تعريف الصوت أو الضجيج:

هوعبارة عن موجات ميكانيكية طولية تصدر عن إهتزاز الأجسام وتنتقل في الأوساط المادية فقط (لاتنتقل بالفراغ) .

- الفرق بين الضجيج والصوت :

1- الضجيج: هو كل صوت غير مرغوب فيه ولكن هذا التعريف مرن وليس دقيق حيث من خلاله لايمكن تحديد الضجيج ، فالأمريتعلق بالحالة الفيزيولوجية والنفسية للإنسان فالموسيقى الصاخبة ممتعة للشباب ومزعجة للكبار، أيضاً شلالات نياجارا لها صوت عالي جداً لكن تكون مبهجة للناس .

ممااضطر العلماء إلى إيجاد وحدات لقياس شدّة الصوت وسميّت الوحدة بـ Bel وهو شدّة الصوت التي تساوي 10 أمثال شدّة عتبة السمع ، ثم تم إختيار وحدة أصغر وهي dB ديسيبل وهي 1/10 من Bel.

- ليس كل إهتزاز صادر عن الأجسام وإنبعاث الموّجات الصوتية يمكن أن يسمع من أذن الإنسان إلا إذا كان محصوراً ضمن حدود تختلف من إنسان لآخر وتقدّر (16-20000) هرتز .

- سرعة الموجدات الصوتية تتعلق بالوسط الذي تنتقل خلاله وبطبيعة الموجة الصوتية حيث تبلغ سرعة الموجات الصوتية في الهواء 331m/sec ، وفي الماء 1450m/sec .

- أما التردد أو التواتر فهو عدد الموّجات الصوتية التي تنطلق من المصدرفي كل ثانية والواحدة المستخدمة هي الهرتز Hz .

- بعد كل نقطة من الموجة عن مركز الإستقرار هو مايعبّر عنه بالإزاحة ، وأكبر إزاحة هي سعة الموّجات الصوتية عندما تصطدم بسطح مصقول تنعكس بزاوية تساوي زاوية ورودها إلى السطح ، أما عندما تصطدم الموّجة بسطح عادي(عائق-إعتراض) فإنها تلتف حول العائق وهو مايعبّر عنه بالحيود ، وعندما تتلاقى (تنتشر) موجتان صوتيتان لهما نفس التردد في وسط واحد يحصل التداخل بالموّجات الصوتية .

- الصفات الفيزيولوجية للصوت:

1- الإرتفاع أو الطبقة أو الدرجة أو المقام: وهو مايدل على الفرق بين الصوت الناعم والصوت الخشن أو الغليظ (كالإختلاف بين صوت الرجل وصوت المرأة)، أي لكل صوت تردد مختلف ، حيث تنحصر الأصوات البشرية بين (75-1400) هرتز ، والأصوات المسموعة تنحصر بالمجال(16-20000) هرتز ، حيث الأصوات تحت 16Hz هي تحت عتبة السمع ، وفوق 20000Hz هي فوق عتبة السمع .

2- شدّة الصوت: وهي الصفة الفيزيولوجية التي تتميز بها الأصوات الشديدة عن الأصوات الضعيفة ، وتقدّر بكمية الطاقة المارة خلال المساحة العمودية على إتجاه إنتقال الموّجات الصوتية في الثانية .

فالقدرة الميكانيكية التي تحملها الأمواج تتناسب طرداً مع مربع السعة A^2 ومع مربع التواتر n^2 وترتبط القدرة الميكانيكية بالعوامل التالية:

أ- سعة إهتزاز المنبع ، ب- مساحة سطح منبع الصوت ، ج- طبيعة وسط الإنتشار ، ء- بعد السامع عن المصدر .

ومن الأبحاث وُجد أنّ أكبر شدّة للصوت يمكن للأذن أن تحس بها دون حصول ألم أوأذى هي بحدود $0.01 wat/cm^2$ ، وأصغر شدّة يمكن للأذن أن تحس بها (عتبة السمع) هي $10^{-10} micwat/cm^2$ ميكروواوات .

3- جهارة الصوت وعلوّه: يختلف صوتان في سمعهما من قبل الأذن ولو كانا متساويان في الشدّة ولكن مختلفان في التردد ولمعرفة أي الأصوات أعلى فيمكن المقارنة بصوت قياسي ويسمّى الصوت المرجع وهو الذي يساوي تردده 1000Hz وموافق لأصغر شدّة I_0 وعندما تكون زيادة الضغط 0.0002 رينة/سم^2 .

وهكذا فإن نسبة شدّة الصوت المسموع إلى شدّة الصوت المرجع تأخذ قيماً كبيرة لذلك إتُفق على أخذ لوغاريتم هذه النسبة كمقياس للجهارة والوحدة Bel .

- بيّنت الدراسات أن منسوب شدّة الصوت الملائم لأذن الإنسان بشكل عام كمايلي:

1- في غرف النوم والراحة dB(60-67) .

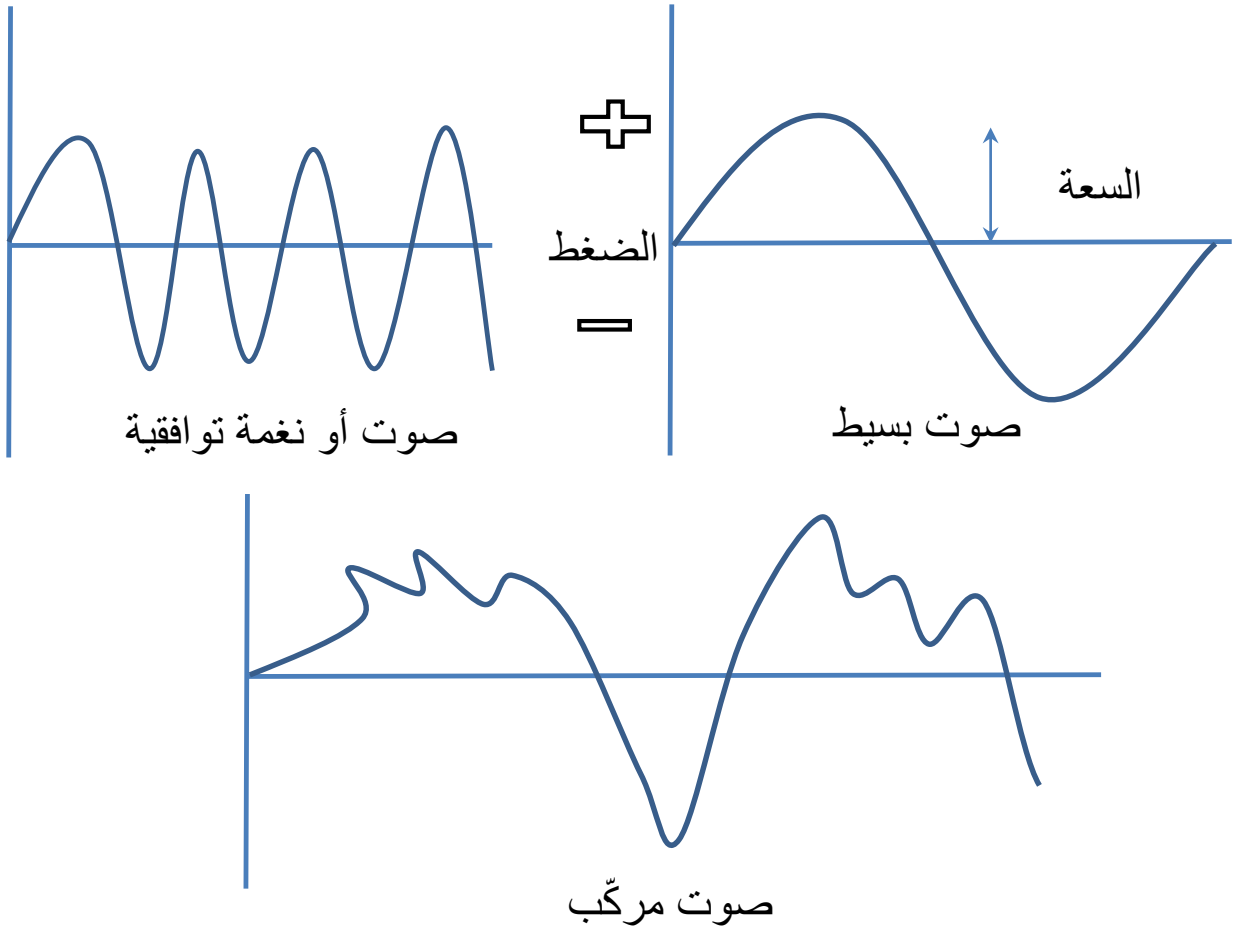
2- في مكاتب العمل dB(32-63) .

3- في مكاتب الطابعات وآلات الكتابة dB(52-76) .

4- الحدود القصوى في أماكن العمل dB(40-80) .

5- عتبة الألم أو الصداع 120 dB.

- مخططات بيانية لموجات الصوت :



- الضجيج أو الضوضاء:

هي الأصوات التي تزيد جهارتهاعن 80dB ومسألة تمييزالأصوات العادية والضجيج هي مسألة إدراك حسي وشخصي

فالصوت هوكل تغيُر في ضغط الهواء الملامس للأذن ، أما الضجيج فهو مجموعة الأصوات التي تبدوغير مرغوبة وتحرّض على الشعور بالإنزعاج حتى الألم .

ومن البديهي أن مصادر الضجيج تزداد كل يوم مع التطور الصناعي وبإرتفاع مستوى المعيشة ، وأصبحت وسائل أو مصادر الضجيج موجودة في كل مكان وزمان .

- أهم مصادر الضجيج:

1- وسائل النقل البري: من المحرك وإحتكاك العجلات بالأرض ومن إصطدام الهيكل بالهواء ، وعند تصميم الشوارع يجب أن تكون مسألة الضجيج مأخوذة بعين الإعتبار حيث تزداد أهميتها يوماً بعد يوم .

2- النقل الجوي (الطائرات) .

3- الصناعة .

4- آلات البناء المختلفة .

5- الأجهزة المستخدمة في المنزل ، 6- من الجوار .

- آثار الضجيج الصحية :

بيّنت الدراسات الإحصائية أن الضجيج له تأثير سلبي على صحة الإنسان بشكل عام وعلى أغلب أجهزة الإنسان وبالأخص الجهاز السمعي والعصبي والدوراني والقلبي .

- الإجراءات للتحكم بالضجيج تتم على ثلاثة مستويات:

1- التخفيف من منبع الصوت المسبب للضجيج .

2- إعاقة طريق الصوت.

3- حماية المتلقي .

1- وسائل وقائية عامة للضجيج :

1- إستخدام إعاقات الصوت في اماكن العمل ، وعدم وضع الأجهزة ذات التواتر المختلف ، إستخدام المخمدّات للأجهزة للقضاء على الإهتزازات والصدمات حيث تكون قواعد من المعادن أو من البيتون ، أو عزل الآلة أو إستبدالها بآلة أقل ضجيجاً .

مثال: مروحة هوائية يقل ضجيجها بزيادة الشفرات ودرجة إنحدار الشفرات نحو الأسفل .

2- إقامة الحواجز الممتصّة للصوت في المعامل وهندسة خاصة للهيكل المحيط بخط سير الضجيج ، ويجب أخذ بين الإعتبار موضوع الصدى.

2- وسائل وقائية فردية: إستخدام واقيات الأذن .

3- التحكم بالضجيج في المجتمع: يتم التحكم بالضجيج في المجتمع بسن قوانين وقواعد تنظيم عمل مصادر الضجيج ، مثل تحديد أمكنة المطارات ، وشروط تقنية لتنظيم لوسائل النقل ، وبالنسبة لوسائل النقل العامة والخاصة هناك عدّة إجراءات تصميمية من حيث تصنيع هذه الآليات أو للطرق والحواجز على جانبي الطريق .

- الحد المسموح لشدّة الضجيج داخل أماكن الأنشطة الإنتاجية :

نوع المكان والنشاط	الحد الأقصى المسموح به dB
مكان عمل بوردية حتى 8 ساعات	90
مكان بعمل يتطلب سماع إشارات صوتية وحسن سماع الكلام	80
حجرات عمل متاعة وقياس وضبط التشغيل بمتطلبات عالية	65
حجرات عمل لوحدات الحاسب أو الآلات الكاتبة	70
حجرات عمل للأنشطة التي تتطلب تركيز ذهني	60

بالإضافة لشروط شدّة الضجيج فإن عاملاً آخرمهم يجب أخذه بعين الإعتبار وهو الفترة القصوى للتعرض للضجيج المسوح بها في أماكن العمل المختلفة ، حيث يجب أن لاتزيد شدّة الضجيج المكافئة عن 90dB خلال وردية العمل 8 ساعات أما في حال الزيادة عن هذه القيمة فيجب تخفيض فترة التعرض كمافي الجدول التالي:

منسوب شدّالضجيج dB	95	100	105	110	115
فترة التعرّضh	4	2	1	0.5	0.25

وفي جميع الحلات يجب أن لاتتجاوز شدّة الضجيج اللحظي في فترة العمل عن135dB

- الحدّ الأقصى المسموح به في الأماكن المختلفة:

المكان	الحد المسموح dB		
	نهاراً	مساءً	ليلاً
المناطق التجارية والإدارية وسط المدينة	55-65	50-60	45-55
المناطق السكنية(المختلطة ببضع الورش والأعمال التجارية)	50-60	45-55	40-50
المناطق السكنية	45-55	40-50	35-45
الضواحي السكنية	40-50	35-45	30-40
المناطق الريفية- الحدائق المشافي	35-45	36-40	25-35
المناطق الصناعية	60-70	55-65	50-60

- التلوّث الحراري :

مقدّمة:

تقوم بعض الصناعات وخاصة محطّات التوليد للطاقة بطرح المياه إلى المصادر المائية بدرجات حرارة عالية كما يتم سحب مياه جديدة بشكل مستمر من المصدر المائي وذلك بغرض التبريد ، إنّ المياه الساخنة المصبوبة على المصدر المائي تسبب خللاً في نظام الحياة في الوسط المائي وذلك بتغيير الصفات الفيزيائية والكيميائية للوسط المائي ، رغم أن الطرح الحراري لايتضمن مواد غريبة تضاف إلى المياه إلا أنها شكلاً من أشكال التلوّث ، تزداد حدّة هذا التلوّث في البلدان ذات المناخ الحراري العالي .

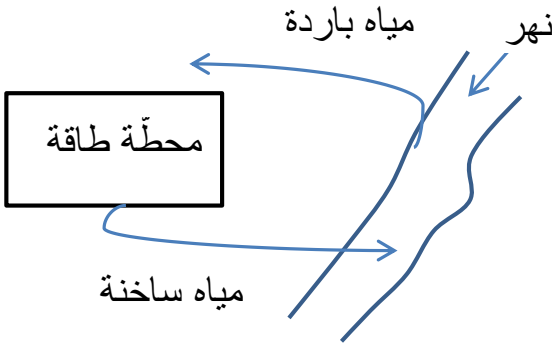
أهم مصادر هذا التلوّث الحراري هي محطّات توليد الطاقة الحرارية والنووية كما توجد مصادر أخرى كصناعة التعدين والنفط والورق ، إلا أنّ هذه المصادر تبقى ثانوية مقارنةً مع محطّات توليد الطاقة وذلك نظراً إلى الكميّات الكبيرةمن المياه التي تحتاجها هذه المحطّات بسبب التبريد وصعوبة تأمينها من المصادر المائية العادية ، تقام هذه المحطّات بالقرب من المصادر المائية (الأنهار - البحيرات - البحار) .

قد تصل إحتياجات هذه المحطّات من المياه في أغلب الأحيان إلى 0.75 من مجمل المياه الصناعية المستخدمة ثم تطرح مرةً أخرى في المصدر المائي بعد زيادة درجة حرارتها ^{o}(10-25) وذلك حسب نظام التبريد وكفاءته .

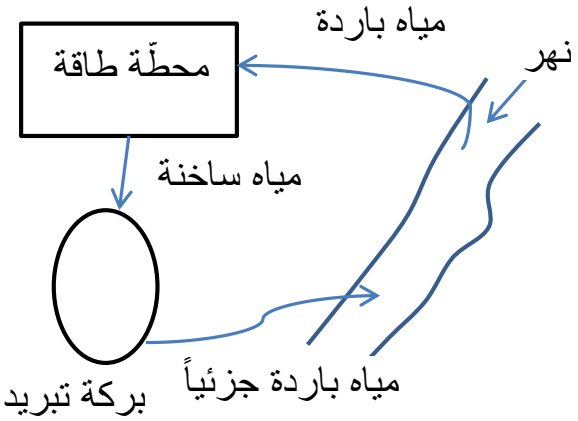
- أنظمة التبريد المستخدمة:

1- نظام التبريد المفتوح :

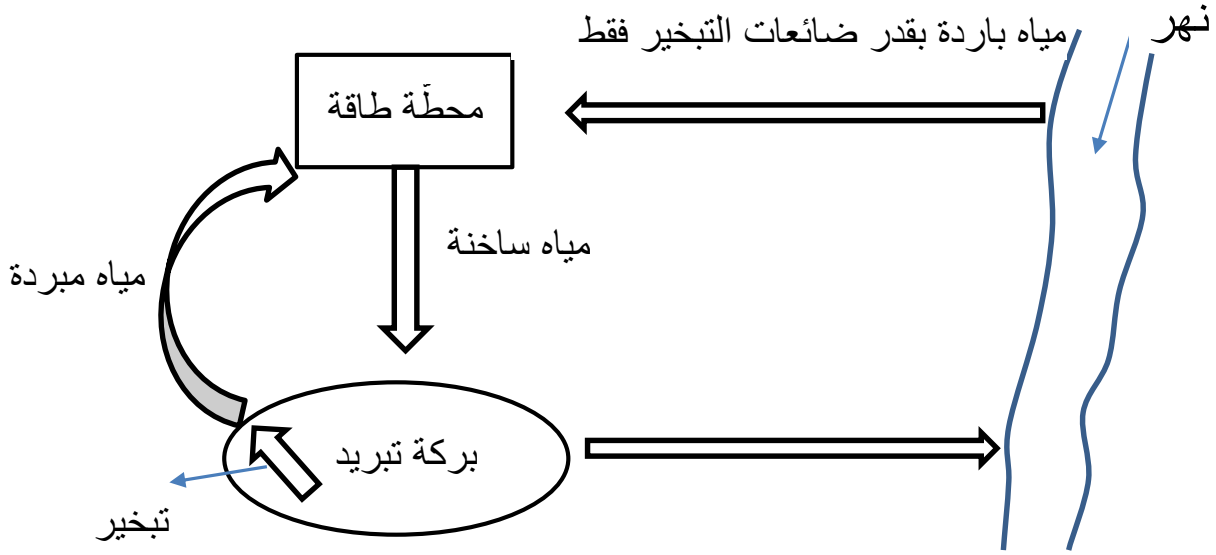
أ- إستخدام مياه التبريد لمرة واحدة:



ب- مياه التبريد تستخدم لمرة واحدة مع بحيرة تبريد



2- نظام التبريد المغلق أو التبخيري:



3- النظام الجاف : حيث يستخدم التبريد بواسطة تيارات هوائية وهذه الطريقة مكلفة ، إلا أنّها يمكن أن تكون ناجحة في المناطق البارد جداً ، ويمكن أن يتم إعتماد نظام مركب من الجاف والتبخيري .

- أشكال التغيير الذي يسببه التلوّث الحراري:

1ً- التغيير الفيزيائي: تتغير الصفات الفيزيائية للمياه بزيادة درجة حرارتها والكثافة والتوتر السطحي وذوبان وإنحلال الغازات فيها واللزوجة وغيرها من الصفات الفيزيائية للمياه.....

وأهم المخاطر الناتجة عن تغير درجة حرارة المصدر المائي هو إنخفاض حدالإشباع المياه بالأكسجين وبالتالي إنخفاض الأكسجين المنحل في المياه بشكل عام .

كماأنّ المطروحات الحرارية العالية قد تكون أعلى مماتتحمله الطحالب والإشنيات في المصدر المائي والتي تعد مصدراً لتوليد الأكسجين وبموتها يقل الأكسجين المنحل .

نتيجة: حدالإشباع يقل وبالتالي التهوية تقل وإنتشار الأكسجين يزداد وذلك بإرتفاع درجة الحرارة .

2ً- التغييرالكيميائي: تتضاعف التفاعلات البيوكيميائية بإزدياد درجة الحرارة كل عشرة درجات مئوية .

أي: $\frac{V_2}{V_1} = \theta^{(T_2 - T_1)}$ علاقة سرعة التفاعلات البيوكيميائية.

θ : ثابت الحرارة ويقدّر 1.047 ، وفيزيائياً تكون درجة حرارة مئوية واحدة تزيد من سرعة التفاعل 4.7% .

3- التغيير البيولوجي: تتأثر الكائنات الحيّة بالحرارة فيختل عمل الأنزيمات أو تتلف التراكيب البروتينية للكائنات الحيّة وبالتالي فإنّ معدّلات التكاثر والنمو تختل ، وبالتالي إستهلاك الأكسجين يزداد مع إرتفاع درجة الحرارة.

- يمكن إجمال تأثيرات الحرارية بالنقاط التالية:

1- أغلب المصادر المائية حرارتها أقل من الحرارة المثلى لنشاط البكتريا ^{o}(35-37) ، وهكذا فإن التلوّث الحراري يساعد على نشاط البكتيريا ويزيد من إستهلاك الأكسجين وتبعاً لحالة المصدر المائي بإحتوائه على المواد العضوية والأكسجين تنتج المضاعفات ، فإذا كانت العضويات قليلة تستهلك البكتريا الموجودات العضوية ثمّ تموت ، وإذا كانت العضويات بكميّات كبيرة فإن زيادة نشاط البكتيريا سيوصل إلى حدإستنزاف الأكسجين المنحل والوصول إلى الوسط اللاهوائي.

2- تأثرالأسماك من نمو وتكاثر وبأشكال وعوامل كثيرة .

3- بإزدياد حرارة المياه تزداد حساسية الكائنات الحيّة المائية لكل المواد الغريبة والسامة.

4- بإزدياد الحرارة يزداد إستهلاك الكائنات المائية للأكسجين وعند قلة رصيد الأكسجين تموت هذه الكائنات .

5- عند إرتفاع الحرارة فوق ^{o}32 تموت البيوض واليرقات للكائنات الحيّة .

6- تتبدل أنواع الإشنيات الموجودة في المصدر المائي بإرتفاع درجة الحرارة ، ففي الحرارة العادية يكون لونها أخضر وبإرتفاع درجة الحرارة يصبح اللون أخضر أزرق .

7- أحد إيجابيات التلوّث الحراري عدم حصول تجمّد في المواسم البرد القاسي.

- إنّ المياه الساخنة المطروحة إلى المصدر المائي تسبب أضراراً للمصدرالمائي وتشكل هدراً للطاقة ، فإذا أمكن الإستفادة من هذه الطاقة فبذلك نحافظ على المصدر المائي ونستعيد من الطاقة المهدورة .

ومن أهم إتجاهات إستخدام هذه الطاقة:

1- تدفئة البيوت الزجاجية .

2- الزراعة: وذلك بتسخين التربة أو السقاية بمياه دافئة بشكل مناسب ممايزيد من معدّل نمو الناتات .

3-الإستزراع المائي: إنتاج البروتين الحيواني (أسماك وسرطانات....) بتربيتها في ظروف مناسبة (برك خاصة) .

4- التدفئة المركزية للأبنية .

5- إستخدامات مختلفة: كزيادة درجة الحرارة وسط معالجة للنفايات ....إلخ .

- التلوّث االإشعاعي:

- يمر تاريخ الإشعاع بأربعة مراحل:

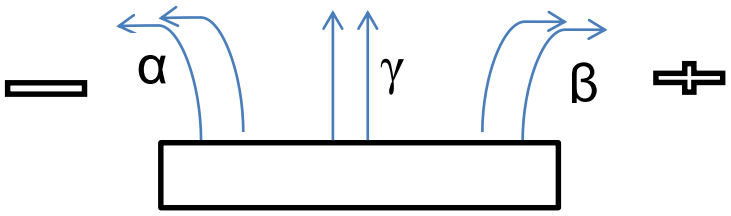
أ- البحوث الأساسية: 1895-1939.

2- القنبلة الذريّة: 1939-1952.

3- إستخدام الذرة والنواة لأغراض سلمية: 1952-1970.

4- إستخدام الطاقة النووية كبديل لمصادر الطاقة الأخرى ، ثمّ تراجع هذا الإتجاه بعد إنفجار مفاعل شرنوبيل .

- إعتقد الإنسان في البداية أنّ الإشعاع له شكل أو حالة واحدة تشبه أشعة X ، ثمّ تبين أن هناك ثلاثة أنواع من الأشعة وهي: α , β , γ ، ففي المجال المغناطيسي تأخذ إحدى الإشعاعات إنحناءً بإتجاه القطب السالب وهي أشعة جسيمات α ، وإشعاعات تأخذ إنحناءً بإتجاه القطب الموجب وهي أشعة β ، وإشعاعات لاتتأثر بالمجال المغناطيسي وهي أشعة γ .



- أشعة α: جسيمات مادية عبارة عن أيونات الهيليوم مزدوجة الشحنة كتلتها(4He) وسرعتها 200m/sec ، ورغم سرعتها العالية فهي عاجزة عن قطع أكثر من 10cm في الهواء بعد صدورها من المادة المشعّة ، هذه الأشعة تؤين الهواء عند مرورها فيه .

- أشعة β : هي جسيمات سالبة الشحنة تنطلق بسرعة تتراوح بين 30% و 99% من سرعة الضوء وهي الكترونات تنطلق بسرعات مختلفة حسب المادة الأم لها ، تستطيع إختراق الهواء لمسافة 200-300m ، يمكن لرقيقة ألمنيوم سمكها بضع mm حجب هذه الأشعة ، تأيين هذه الأشعة للهواء يكون محدود .

- أشعة γ : فهي أشعة كهرومغناطيسية (فوتونات) كأشعة X، أو كالأشعة الضوئية ، سرعتها بسرعة الضوء أمواجها بطول أقصر من أمواج X العادية ، نفوذيتها للأشياء كبيرة ، والمواد التي تحجب هذه الأشعة الرصاص بسماكة عدّة cm، وللبيتون بسماكة 2m.

- أهم وحدات قياس الأشعة هي كوري curie ويرمز له Ci وهو كميّة المادة المشعّة التي تحقق ($3.7*10^{10}$) إنحلالاً في الثانية ، فمثلاً إذا وجدت مادة مشعّة تطلق أشعة α فإن الكوري Ci هو الكميّة من المادة التي تعطي أوتطلق $3.7*10^{10}$ جسيمات في الثانية .

وهناك وحدات أصغر: هي الميليكوري وميكروكوري ونانوكوري والبيكوكوري ويعادل 10^{-12} كوري .

أما الواحدات الأخرى للقياس فهي تهم القطاع الصحي .

- أهم خواص المواد المشعة:خاصية الإنحلال ويمكن التعبير عن سرعة الإنحلال بنصف عمر المادة المشعة وهي الفترة الزمنية اللازمة لفقدان نصف كتلة المادة المشعّة .

- مصادر الإشعاع الطبيعي والصناعي:

1- المصادر الطبيعية: الأشعة الكونية - النظائر المشعّة في التكوينات الكونية والمائية .

ومن أهم الأشعّة الكونية هي التريتيوم H^3 ، والكاربون C^{14} ، والبريليوم Be^{10} ، والصوديوم Na^{22} ، والفوسفور (P^{32}-P^{33}) والكبريت S^{35} ، والكلور Cl^{39} .

تختلف كميّات الإشعاع الذي يتعرض له الإنسان حسب الموقع الجغرافي والإرتفاع عن سطح البحر .

2- صناعياً: تنتج عن نشاط الإنسان وتصنيع وتحويل وتنقية العناصر المشعّة ، ومنها :

أ- تصنيع اليورانيوم α.

ب- الفضلات المخبرية (النفايات النووية) .

3- فضلات المشافي المستخدمة للنظائر المشعّة (أكثرها اليود I^{32} ، والفوسفور P^{32}) .

4- فضلات معالجة الوقود النووي .

5- تسرّب المواد المشعّة إلى المياه المستخدمة لتبريد محطّات توليد الطاقة .

6- فضلات صناعية مشعّة (كثير من الصناعات التعدينية) .

- تأثير الإشعاع على الإنسان والبيئة :

لضمان ديمومة وإستمرار الإنسان على وجه الأرض لابدّ من المحافظة على البيئة وكل تأثير أو إخلال بتراكيب البيئة من هواء أوماء أوتربة أوغذاء سينعكس على الإنسان.

تعرّض الإنسان للإشعاع يتم إما داخلياً أو خارجياً أو كليهما .

- فخارجياً : عندما يكون مصدر الإشعاع خارج الجسم كالماء المجاور أوالأرض المجاورة أو السحابة المارة .

- داخلياً: عندما يكون مصدر الإشعاع داخل جسم الإنسان وذلك بتناول الغذاء أو الماء أوالهواء .

- أقسام التأثير:

1- التأثير الجسدي : حيث من أهم أعراضه سقوط الشعر ، والإرهاق والطفح الجلدي ، والسرطان ....

2- التأثير الوراثي: يشمل كل الخصائص الوراثية ومايُنتج عنها من إنتقال تأثير الإشعاع إلى الأجيال القادمة .

- دور المهندس في حل المشاكل البيئية:

التلوّث البيئي مشكلة المجتمع بكامله والكل يقع على عاتقه مسؤولية ، في عدم تعقيد وإزدياد مشكلة التلوّث بل وتجنبها إن أمكن بالطرق التخطيطية السليمة إضافة لوضع الحلول الهندسية وتصميم المعدّات والتجهيزات اللازمة لإزالة الملوّثات .

ومن هذه المسؤوليات يشترك المهندس مع بقية القطاعات وفاعليته يجب أن تكون أكبر في الإعلام بالمشاكل البيئية وكيفية تجنبها ويمكن حصر مسؤولية المهندس في علاج المشاكل التلوّث البيئي وذلك كمايلي:

ً1- المسؤولية الإعلامية: وهذه المسؤولية يشترك فيها المهندس مع كافة شرائح المجتمع المثقّفة والنوعية على المستوى الشعبي ، تتم بإعلام الناس بأخطار التلوّث ، وأخذ الحيطة عند إستخدام الملوّثات كالمبيدات والأسمدة وكل المواد الكيميائية الأخرى .

أما الإعلام بأخطار التلوّث على المستوى الرسمي فيؤدي إلى سنّ القوانين والتشريعات البيئية للحدّ من التلوّث أو إزالته والوصول إلى نهج تخطيطي بيئي ومراعاة سلامة البيئة للحدّ من التلوّث في كل خطوة تخطيطية صناعية أو زراعية أو عمرانية .

ً2- المسؤولية التخطيطية:وذلك بمراعاة عنصرالبيئة وإدخاله في الحسابات عند القيام بوضع دراسات تخطيطية وإختيار المشاريع ومواقعها وكل مايتعلق بها .

من الناحية التقليدية تدخل في تخطيط مشروع صناعي الأيدي العاملة والمادة الخام وحركة النقل ويضاف عنصر البيئة بحيث يكون له أهمية حتى لوكان ذلك على الجدوى الإقتصادية .

ً3- المسؤولية العلاجية: وهي بإتخاذ الإجراءات والحلول لواقع التلوّث ، كإنشاء شبكات المجاري ومحطّات المعالجة ومحطّات تنقية الهواء ، وأهم مايقع على عاتق المهندس عملية جمع المعلومات البيئية حيث تُشكل حجر الأساس في حلول المشاكل البيئية والتلوّث.

- السكن والشروط البيئية -

<u>الشروط الواجب أن تتوفر في السكن:</u>

ً1- التهوية: يجب أن تتوفر شروط تهوية مناسبة تتوافق مع متطلبات المعايير المعتمدة ، وذلك بدراسة النوافذ وأبعادها وإتجاهاتها والمناور المطلوبة أيضاً لهذه الغاية عند الضرورة ، كذلك ودراسة التهوية الإصطناعية عند الحاجة (سواء للتهوية أو التبريد) .

ً2- الإنارة: يجب تأمين مستوى المطلوب بالمعايير العلمية والصحيّة لكل جزء من المنزل وحسب طبيعة الإستخدام لكل جزء من المنزل ، والإنارة الطبيعية تُؤمن بالنوافذ والفتحات السماوية ومداخل الأبنية ، والإنارات الصناعية يجب أن تُدرس بشكل صحيح وتأمين مستوى الإنارة حسب طبيعة الإستخدام ويفضل إختيار أنظمة إصطناعية تؤمن ترشيد الطاقة .

ً3- العزل الحراري: تشترط أغلب الكودات للمباني السكنية تأمين عزل حراري سواء لفترات البرودة أو الحرارة العالية الأمر الذي ينتج عنه توفيراً في الطاقة المصروفة للتدفئة او التبريد ، وراحة قاطن السكن .

طرق العزل الحراري متعددة حسب المواد المستخدمة سواء للأرضيات أو الجدران أو الأسقف ، وكثير من الدول تلجأ إلى عزل الأسقف النهائية بالنباتات بمايسمى السطوح الخضراء .

ً4- العزل الصوتي: تلافياً لتأثير الضجيج الخارجي يتم عزل الأبنية السكنية سواء كان لواجهات البناء (جدران- نوافذ) أو بإجراءات مساعدة أخرى وخاصة من جهة الواجهات على جهة الشوارع وذلك بتنظيم رجوع إجباري للمباني عن جدود الشارع وزرع الأشجار وأسوار نباتية تعمل لمصد للأمواج الصوتية .

العزل الصوتي داخل المباني وطرق المعالجة لمصادر الضجيج:

أ- إنتقال الصوت بين الطبقات المتتالية وتعالج بإجراءات عزل الصوت في أرضيات الطوابق وإستخدام نوع البلاطة المناسب في الأبنية البيتونية .

ب- إنتقال الصوت من شبكطات التخديم وبشكل أساسي شبكات المياه والصرف الصحي لذلك يجب دراسة هذه الشبكات بشكل مناسب وإختيار المواقع المناسبة لتوضع النوازظل الشاقولية وعزلها لمنع إنتقال الصوت .

ج- دراسة وتنفيذ أسطح جدران الغرف بشكل يمنع تشكل الصدى ومنع إنتقال الصوت بين الغرف إلى الحدّ المطلوب.

ً5- السلامة والراحة النفسية: يجب تأمين شروط السلامة ضمن السكن وخاصة مايتعلق:

أ- شبكات الكهرباء الداخلية ، ب- النتوءات والحواف ، ج- نوع وشكل وتوضع الأثاث ، ء- الأدراج وسلالم النجاة هـ- توفر وسائل الحماية من الحريق ، و- شبكات الغاز الداخلية في حال وجودها ، ى- توفر شلكات الإنذار وربطها مع الجهات المعنية .

ً6- ترشيد إستهلاك الطاقة: وذلك بإستخدام أنظمة خاصة وأجهزة خاصة تؤمن ترشيداً قسرياً لإستهلاك الطاقة

كمايمكن تحقيق ذلك بإستخدام نظام التسخين بالطاقة الشمسية ، وإختير الإرتفاعات المناسبة لأرتفاعات فتحات الضوء للمبنى لتخحفيفي حجم الفرغ اللازم تدفئته أو تبريده .

ً7- ترشيد إستهلاك المياه: وهنا يمكن أن نتحدث عن شقين: أ0 نظام التغذية بمياه الشرب وتجهيزات تؤمن ترشيداً لإستهلاك المياه .ب- موضوع إستغلال مياه الأمطار وذلك بتجميعها وإستخدامها للغايات التي تتناسب مع نوعية المياه .

وويمكن أن يكون ترشيد المياه من خلال إستخدام نظام مياه الصرف الصحي وتجميع المياه الرمادية ومعالجتها وإعادة إستخدامها .

- العوامل الواجب إعتبارها عند التخطيط للمناطق السكنية المحدثة:

1- النظام العمراني (الإرتفاع - المساحات الأفقية(نسبة البناء من مساحة العقار) .

2- الإتجاهات 3- الشوارع والمرور (شوارع رئيسية وأخرى فرعية) ، 4- مرآب السيارات في الشوارع والأبنية

5- الواجهات والمؤشرات المعمارية 6- المساحات الخضراء والحدائق .

7- المياه ، 8- الكهرباء ، 9- نظام إدارة النفايات الصلبة ، 10- الإنارة العامة .

- إنتهت المحاضرة الحادية عشر -