نظرة تأريخية

1- بدأت مشكلة التلوث بالبروز بشكل لافت مع بداية الثورة الصناعية The industrial revolution قبل 300 سنة تقريبا (1750 -1790م) ، حيث بدأت هذه الثورة باختراع وابتكار التقنية التي تمكن من استخدام مصادر جديدة للطاقة وعلى وجه التحديد الفحم والبترول والغاز والذي مكن من تطور الصناعة على نطاق واسع وكبير.

2- في القرن التاسع عشر أدى الاعتماد الكبير على الفحم للتدفئة المنزلية الى زيادة تلوث الهواء ومنها الضباب الدخاني (الضبخان) Smog ، في لندن أدى الضبخان لوفاة 500 و 2000شخص في عامي 1870 و 1880 بالترتيب.

3- في منتصف القرن العشرين ، أدى النمو الهائل في استخدام مشتقات البترول في مختلف الصناعات وخصوصا في العربات المستخدمة على الطرق جعل من التلوث مشكلة يصعب تفاديها كما ان انبعاث أكاسيد النتروجين، اول اوكسيد الكاربون، الهيدروكربونات والرصاص اصبحت تقلل وبشكل كبير من جودة الحياة في البيئة المتحضرة.

4- في عامي 1940 و1950 حدثت سلسلة من حوادث التلوث الكبيرة في كل من اوروبا وامريكا الشمالية والتي جذبت انتباه نطاق واسع من الشعوب نحو هذه المشكلة ولقد كانت هذه الاعوام تمثل نقطة التحول في الاداء الشعبي والحكومي .

5- في كانون الاول من عام 1952 أدى الضبخان الهائل الذي غطى مدينة لندن الى وفاة 4000شخص فوراً ،و8000 شخص في الاسابيع والاشهر التالية مع توقف في حركة القطارات والسيارات واقامة المنتسبات العامة ، الامر الذي ادى الى صدور قانون الهواء النظيف (The 1956 Clean Air Act) عام 1956 والذي يمثل نموذجا لتشريعات مشابهة في دول اخرى وبقي ساري المفعول حتى 1964 , حيث استبدل بإجراءات اكثر صرامة . شمل هذا القانون تحويل مصادر الوقود المنزلي من الفحم الى الغاز والكهرباء، زيادة ارتفاع المداخن ، نقل مصادر توليد الطاقة بعيدا عن المدن.

أهم الأسباب التي أدت الى تفاقم المشكلات البيئية في العالم:

1- الزيادة الهائلة في عدد السكان خاصة في الدول النامية وزيادة الفجوة الغذائية (الفرق بين انتاج المواد الغذائية والطلب عليها من اجل استهلاكها في قطر او اقليم معين).
2- استنزاف مصادر الثروة الطبيعية من قبل الدول الصناعية مع بداية الاستعمار.
3- التقدم الصناعي وانتاج مواد عديدة وغريبة عن البيئة لا تتحلل بسهولة .
4- اتباع اساليب الزراعة المكثفة (نظام انتاج زراعي يسمح بإنتاج كمية اكبر من الغذاء مستخدما نف المساحة من الارض) ويتم ذلك بالتوسع في استعمال الاسمدة الكيميائية والمبيدات, والمكننة الزراعية.
5- قلة او عدم معالجة المخلفات الناتجة عن نشاطات الانسان المختلفة.
6- حوادث نقل المواد السامة ثل تدفق البترول في البحار والمحيطات بسبب حوادث ناقلات النفط.
7- النقص في التخطيط او سيادة التخطيط العشوائي بشكل عام.

أهم أهداف المحافظة على البيئة وصيانتها:

1- تقليل استنزاف الموارد الطبيعية عن طريق ايجاد وسائل تقنية حديثة **واعادة الاستفادة من الموارد** والبحث عن موارد بديلة.
2- معالجة التلوث الناتج عن انشطة الانسان المختلفة الى درجة تمكن البيئة من التخلص من التلوث عن طريق التنقية الذاتية.
3- المحافظة على ارتفاع انتاجية الاراضي الزراعية والاراضي الرعوية وذلك بالحد من التوسع العمراني وانشاء الطرق في الاراضي الزراعية.
4- المحافظة على التنوع الاحيائي من نباتات وحيوانات برية وخاصة المهددة ب**الانقراض**.
5- تحميل مسببي التلوث مسؤولية معالجة التلوث الناتج.
6- توعية المواطن بأهمية حماية البيئة واقناعه بانها مسؤولية مشتركة بين جميع قطاعات الشعب والدولة.
7- اعتماد اساليب التخطيط البيئي في جميع الانشطة البشرية.
8- تبادل المعلومات والخبرات مع جميع دول العالم في مجال البيئة.
9- استعمال مصادر بديلة للطاقة للحد من استنزاف البترول والفحم الحجري والطاقة الذرية.
10- استعمال المواد الكيمياوية التي تتحلل بسهولة في البيئة ولا تتراكم فيها.

البيئة

البيئة Environment

هي الوسط او المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي او غيره من المخلوقات وهي تشكل بلفظها مجموعة الظروف والعوامل التي تساعد الكائن الحي على بقائه ودوام حياته.

Environment: the sum total of all surroundings of a living organisms, including natural forces and other living things, which provide conditions for development and growth as well as of danger and damage.

علم البيئة Environmental science

هو علم يبحث في المحيط الذي تعيش فيه الكائنات الحية والذي يتضمن بمعناه الواسع العوامل الطبيعية والاجتماعية والثقافية والانسانية التي تؤثر على افراد وجماعات الكائنات الحية وتحدد شكلها وعلاقاتها وبقائها.

Environmental science: is a multidisciplinary academic science field that integrates physical and biological sciences, including but not limited to(ecology, physics, chemistry, biology, soil science, geology, atmospheric science, and geography) to the study of the environment, and the solution of environmental problems.

Environmental engineering: is the integration of science and engineering principles to improve the natural environment, to provide healthy water, air, and land for human habitation and for other organisms, and to remediate pollution sites.

علم التبيؤ Ecology science

هو فرع من فروع علم الاحياء عرفه العالم الالماني Ernst Hegel علم 1866 بانه ذلك العلم الذي يبحث علاقات الكائنات الحية مع بعضها ومع المحيط او الوسط الذي تعيش فيه .

Ecology science: is the defined as the branch of science which deals with interrelationship between the biotic and abiotic components of an ecosystem as well as the relationship of the individual of biotic components.

النظام البيئي The ecosystem

يعرف النظام البيئي بأنه وحدة تنظيمية في حيز معين تضم عناصر حية وغير حية **تتفاعل معا وتؤدي الى** تبادل المواد بين العناصر الحية وغير الحية، ويمثل الموطن البيئي Habitat وحدة النظام البيئي حيث يمثل الملجأ أو السكن للكائن الحي ليشمل جميع معالم البيئة الحيوية والكيميائية والطبيعية. ويتكون النظام البيئي من مكونات حية Biotic factors **و**مكونات غير حية Abiotic factors تكون معا نظام ديناميكي متزن.

التلوث Pollution

هو اي خلل في انظمة الماء اوالهواء او التربة او الغذاء ينتج عنه ضرر مباشر او غير مباشر بالانسان او الكائنات الحية او يلحق ضررا بالممتلكات الاقتصادية. **وتعرف الملوثات** Pollutants على انها المواد او الميكروبات او الطاقة التي تلحق الاذى بالانسان وتسبب له الامراض او تؤدي به الى الهلاك.

نظرة تأريخية

1- بدأت مشكلة التلوث بالبروز بشكل لافت مع بداية الثورة الصناعية The industrial revolution قبل 300 سنة تقريبا (1750 -1790م) ، حيث بدأت هذه الثورة باختراع وابتكار التقنية التي تمكن من استخدام مصادر جديدة للطاقة وعلى وجه التحديد الفحم والبترول والغاز والذي مكن من تطور الصناعة على نطاق واسع وكبير.

2- في القرن التاسع عشر أدى الاعتماد الكبير على الفحم للتدفئة المنزلية الى زيادة تلوث الهواء ومنها الضباب الدخاني (الضبخان) Smog ، في لندن أدى الضبخان لوفاة 500 و 2000شخص في عامي 1870 و 1880 بالترتيب.

3- في منتصف القرن العشرين ، أدى النمو الهائل في استخدام مشتقات البترول في مختلف الصناعات وخصوصا في العربات المستخدمة على الطرق جعل من التلوث مشكلة يصعب تفاديها كما ان انبعاث أكاسيد النتروجين، اول اوكسيد الكاربون، الهيدروكربونات والرصاص اصبحت تقلل وبشكل كبير من جودة الحياة في البيئة المتحضرة.

4- في عامي 1940 و1950 حدثت سلسلة من حوادث التلوث الكبيرة في كل من اوروبا وامريكا الشمالية والتي جذبت انتباه نطاق واسع من الشعوب نحو هذه المشكلة ولقد كانت هذه الاعوام تمثل نقطة التحول في الاداء الشعبي والحكومي .

5- في كانون الاول من عام 1952 أدى الضبخان الهائل الذي غطى مدينة لندن الى وفاة 4000شخص فوراً ،و8000 شخص في الاسابيع والاشهر التالية مع توقف في حركة القطارات والسيارات واقامة المنتسبات العامة ، الامر الذي ادى الى صدور قانون الهواء النظيف (The 1956 Clean Air Act) عام 1956 والذي يمثل نموذجا لتشريعات مشابهة في دول اخرى وبقي ساري المفعول حتى 1964 , حيث استبدل بإجراءات اكثر صرامة . شمل هذا القانون تحويل مصادر الوقود المنزلي من الفحم الى الغاز والكهرباء، زيادة ارتفاع المداخن ، نقل مصادر توليد الطاقة بعيدا عن المدن.

أهم الأسباب التي أدت الى تفاقم المشكلات البيئية في العالم:

1- الزيادة الهائلة في عدد السكان خاصة في الدول النامية وزيادة الفجوة الغذائية (الفرق بين انتاج المواد الغذائية والطلب عليها من اجل استهلاكها في قطر او اقليم معين).
2- استنزاف مصادر الثروة الطبيعية من قبل الدول الصناعية مع بداية الاستعمار.
3- التقدم الصناعي وانتاج مواد عديدة وغريبة عن البيئة لا تتحلل بسهولة .
4- اتباع اساليب الزراعة المكثفة (نظام انتاج زراعي يسمح بإنتاج كمية اكبر من الغذاء مستخدما نف المساحة من الارض) ويتم ذلك بالتوسع في استعمال الاسمدة الكيميائية والمبيدات, والمكننة الزراعية.
5- قلة او عدم معالجة المخلفات الناتجة عن نشاطات الانسان المختلفة.
6- حوادث نقل المواد السامة ثل تدفق البترول في البحار والمحيطات بسبب حوادث ناقلات النفط.
7- النقص في التخطيط او سيادة التخطيط العشوائي بشكل عام.

أهم أهداف المحافظة على البيئة وصيانتها:

1- تقليل استنزاف الموارد الطبيعية عن طريق ايجاد وسائل تقنية حديثة **واعادة الاستفادة من الموارد** والبحث عن موارد بديلة.
2- معالجة التلوث الناتج عن انشطة الانسان المختلفة الى درجة تمكن البيئة من التخلص من التلوث عن طريق التنقية الذاتية.
3- المحافظة على ارتفاع انتاجية الاراضي الزراعية والاراضي الرعوية وذلك بالحد من التوسع العمراني وانشاء الطرق في الاراضي الزراعية.
4- المحافظة على التنوع الاحيائي من نباتات وحيوانات برية وخاصة المهددة ب**الانقراض**.
5- تحميل مسببي التلوث مسؤولية معالجة التلوث الناتج.
6- توعية المواطن بأهمية حماية البيئة واقناعه بانها مسؤولية مشتركة بين جميع قطاعات الشعب والدولة.
7- اعتماد اساليب التخطيط البيئي في جميع الانشطة البشرية.
8- تبادل المعلومات والخبرات مع جميع دول العالم في مجال البيئة.
9- استعمال مصادر بديلة للطاقة للحد من استنزاف البترول والفحم الحجري والطاقة الذرية.
10- استعمال المواد الكيمياوية التي تتحلل بسهولة في البيئة ولا تتراكم فيها.

البيئة

البيئة Environment

هي الوسط او المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي او غيره من المخلوقات وهي تشكل بلفظها مجموعة الظروف والعوامل التي تساعد الكائن الحي على بقائه ودوام حياته.

Environment: the sum total of all surroundings of a living organisms, including natural forces and other living things, which provide conditions for development and growth as well as of danger and damage.

علم البيئة Environmental science

هو علم يبحث في المحيط الذي تعيش فيه الكائنات الحية والذي يتضمن بمعناه الواسع العوامل الطبيعية والاجتماعية والثقافية والانسانية التي تؤثر على افراد وجماعات الكائنات الحية وتحدد شكلها وعلاقاتها وبقائها.

Environmental science: is a multidisciplinary academic science field that integrates physical and biological sciences, including but not limited to(ecology, physics, chemistry, biology, soil science, geology, atmospheric science, and geography) to the study of the environment, and the solution of environmental problems.

Environmental engineering: is the integration of science and engineering principles to improve the natural environment, to provide healthy water, air, and land for human habitation and for other organisms, and to remediate pollution sites.

علم التبيؤ Ecology science

هو فرع من فروع علم الاحياء عرفه العالم الالماني Ernst Hegel علم 1866 بانه ذلك العلم الذي يبحث علاقات الكائنات الحية مع بعضها ومع المحيط او الوسط الذي تعيش فيه .

Ecology science: is the defined as the branch of science which deals with interrelationship between the biotic and abiotic components of an ecosystem as well as the relationship of the individual of biotic components.

النظام البيئي The ecosystem

يعرف النظام البيئي بأنه وحدة تنظيمية في حيز معين تضم عناصر حية وغير حية **تتفاعل معا وتؤدي الى** تبادل المواد بين العناصر الحية وغير الحية، ويمثل الموطن البيئي Habitat وحدة النظام البيئي حيث يمثل الملجأ أو السكن للكائن الحي ليشمل جميع معالم البيئة الحيوية والكيميائية والطبيعية. ويتكون النظام البيئي من مكونات حية Biotic factors **و**مكونات غير حية Abiotic factors تكون معا نظام ديناميكي متزن.

التلوث Pollution

هو اي خلل في انظمة الماء اوالهواء او التربة او الغذاء ينتج عنه ضرر مباشر او غير مباشر بالانسان او الكائنات الحية او يلحق ضررا بالممتلكات الاقتصادية. **وتعرف الملوثات** Pollutants على انها المواد او الميكروبات او الطاقة التي تلحق الاذى بالانسان وتسبب له الامراض او تؤدي به الى الهلاك.

تلوث المياه

مقدمة

يعتبر الماء احد المكونات الضرورية لحياة كل من الانسان والحيوان والنبات. وتغطي المياه حوالي 71% من مساحة الكرة الارضية، الجدول 1 يبين أنواع المياه وحجم المياه المتوفر بالملايين كيلومتر مكعب ، حيث يقدر حجم المياه الصالحة للاستهلاك البشري (مياه جوفية، بحيرات عذبة والأنهار) بحوالي 9,5 مليون كم^3 .

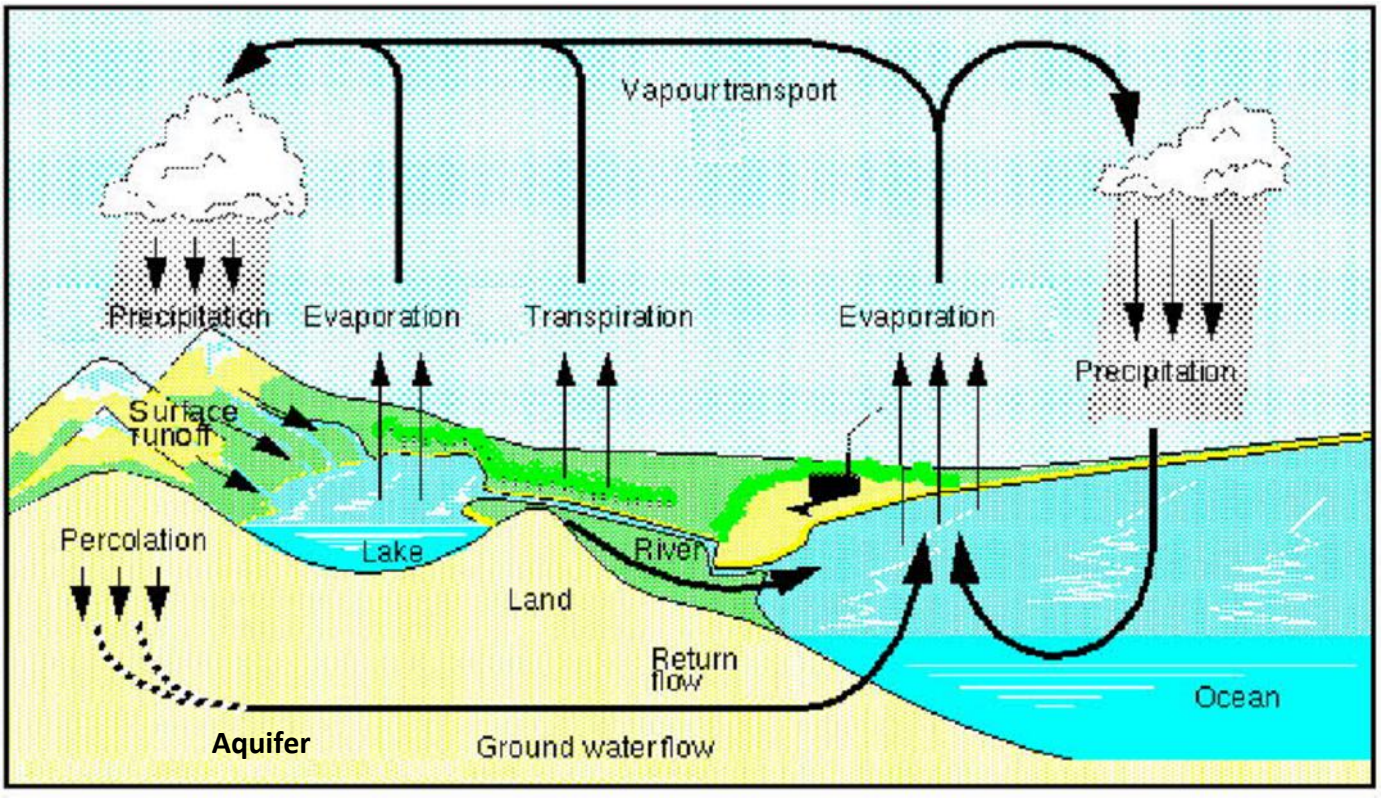
جدول 1 : توزيع المياه في الكرة الارضية

الخزان الطبيعي للماء	الحجم بالملايين كم^3	النسبة المئوية من المجموع %
المحيطات والبحار والبحيرات المالحة	1370	97,25
المياه المتجمدة	29	2,05
المياه الجوفية	9,5	0,68
البحيرات العذبة	0,125	0,01
ماء التربة	0,065	0,005
ماء الغلاف الجوي	0,013	0,001
الانهار	0,0017	0,0001
المجموع	**1408,7**	**100**

الهيدرولوجي Hydrology

علم المياه، هو علم يهتم بدراسة المياه من ناحية خصائصها وتوزيعها وتأثير المياه على المناخ الارضي وتربتها وصخورها الباطنية.

الدورة الهيدرولوجية Hydrological cycle



دورة المياه في الطبيعة تمثل حالة مستمرة من الحركة كما هو مبين في الشكل اعلاه , يتكثف الماء في الغلاف الجوي ويسقط على الارض على شكل أمطار وثلوج, وتتدفق جزء من هذه المياه في الانهار والبحيرات والتي تنتهي الى المحيطات، أو يتسرب من خلال التربة الى المياه الجوفية وبعدها الى المياه السطحية. تبدأ جزيئات الماء بالعودة الى الغلاف الجوي من خلال عملية التبخر من سطح التربة والمسطحات المائية وعملية النتح من النباتات لتكرار الدورة الهيدرولوجية.

يعتبر الماء خلال مرحلة تبخره هو الاكثر نقاوة ضمن الدورة الهيدرولوجية. وقد يحصل الماء على الشوائب عند لحظة التكثيف (لان عملية التكثيف تتطلب وجود سطح، أو نواة)، وتتم إضافة الشوائب الى الماء السائل من خلال حركته في ما تبقى من الدورة الهيدرولوجية وتأتي هذه الشوائب من الهواء ومن أو تحت سطح الأرض.

تسهم الأنشطة البشرية بكافة جوانبها في زيادة الملوثات (الشوائب) والمتمثلة في النفايات الصناعية والمنزلية، والمواد الكيميائية الزراعية، وغيرها من الملوثات. في النهاية هذه المياه غير النقية ستكمل الدورة الهيدرولوجية وتعود إلى الغلاف الجوي كجزيئات ماء نقية نسبيا. ومع ذلك، فإن نوعية المياه في المرحلة المتوسطة من الدورة الهيدرولوجية هي أكبر مصدر للقلق لأنها تؤثر على استخدام الإنسان للمياه.

الشوائب المتراكمة قد تكون شوائب عالقة او ذائبة خلال الدورة الهيدرولوجية. تتكون المواد العالقة suspended materials من جزيئات أكبر من حجم الجزيئية المدعمة من قبل قوى التطويف buoyant forces واللزوجة viscous forces داخل المياه. وتتكون المواد المذابة dissolved materials من الجزيئات أو الأيونات التي تحتفظ بها التركيب الجزيئي للماء. الغرويات colloids materials هي جسيمات صغيرة جدا من الناحية التقنية هي جزيئات عالقة ولكن تحمل العديد من خصائص المواد الذائبة. يتراوح حجم المواد العالقة والمواد الغروية والمواد المذابة بين10^{-8}– 10^{-1} مليمتر.

مصادر المياه

تصنف مصادر المياه بصورة رئيسية الى نوعين :

1- المياه السطحية ومصادرها هي مياه الأنهار والبحيرات، وميه الامطار التي لاتنفذ من خلال طبقات التربة المساميه ولا تعود ثانيه بالتبخير.
2- المياه الجوفية ومصادرها هي الأمطار والثلوج والأنهار حيث يتم امتصاصها وتخزينها في بطن الأرض، ويمكن ضخها بسهولة وهذا بحفر الآبار ، وهناك ما يصعد من تلقاء نفسه مثل الآبار الآرتوازية ؛ وهي عادة صالحة للشرب. تمثل هذه الميه 0.33% من حجم الماء على الأرض ، أغلبها قريبة من السطح ، ولها أهمية في دورة الماء في الطبيعة

تلوث المياه Water Pollution

هو احتواء المياه على مواد غريبة كأن تكون مواد عالقة او ذائبة، عضوية او غير عضوية ، او كائنات دقيقة مثل البكتريا ، الطحالب او الطفيليات، وهذه المواد تغير من الصفات الفيزيائية والكيمياوية والحيوية للماء ويصبح بذلك غير مناسب للشرب وللاستهلاك البشري.

أنواع التلوث المائي

1- التلوث الفيزيائي Physical pollution
2- التلوث الكيميائي Chemical pollution
3- التلوث البيولوجي Biological pollution

التلوث الفيزيائي Physical pollution

التلوث الفيزيائية للماء يغير من الصفات الاساسية له مثل اللون، الرائحة، الكثافة، الذوق، العكارة والتلوث الحراري.

اللون Color

تسب الماء لونه من الدقائق العالقة والذائبة فيه وقد يكون هذا اللون نتيجة لأسباب طبيعية او النشاط البشري. المياه الخالية من المواد الذائبة كمعظم المسطحات المائية تكون ذات لون ازرق شفاف. ويكتسب الماء اللون الاصفر او البني في حالة احتوائه على المواد العضوية الذائبة مثل الدبال والمواد النباتية المتحللة، وبعض الطحالب تعطي اللون الاصفر المحمر اما اللون الاخضر فيظهر في المياه الغنية بالعوالق النباتية والطحالب الاخرى كلون طبيعي او ممكن ان ينتج من المخلفات الصناعية غير المعالجة، اما الالوان الاخرى كالأسود فهي ناتجة عن صب مياه المخلفات البشرية غير المعالجة .

الرائحة Odor

يكتسب الماء الرائحة نتيجة وجود العوامل الكيمياوية مثل (H_2S, Cl_2, NH_3) او / و العوامل البيولوجية مثل الفطريات fungi و الطحالب algae والأحياء الدقيقة microorganisms.

العكارة Turbidity

ترتفع عكارة الماء بزيادة كميات المواد الغروية ، المواد العالقة الناعمة وكذلك نتيجة تعرية التربة. معظم العكرة تأتي من مياه المخلفات اية والصناعية والتي زيادتها عن الحدود المسموح بها تسبب مشاكل صحية.

التلوث الحراري Thermal pollution

ان الارتفاع المفاجئ في حرارة الماء يسبب في انخفاض كمية الاوكسجين المذاب فيه والذي يؤدي الى هلاك الكائنات الحية. ان المصدر الاساسي للتلوث الحراري هي محطات توليد الطاقة الكهربائية.

التلوث الكيميائي Chemical pollution

نتج التلوث الكيميائي عن وجود المواد الكيميائية العضوية وغير العضوية مثل الحوامض، القواعد، المركبات غير العضوية السامة و الذائبة . ان هذه المواد تسبب في تغيير pH الماء، الاوكسجين المذاب Dissolved oxygen DO وغيرها من خصائص الماء الطبيعية.

التلوث البيولوجي Biological pollution

التلوث البيولوجي ناتج عن وجود البكتريا المسببة للأمراض pathogenic bacteria، الفطريات fungi ، الطفيليات المرضيةpathogenic protozoa ، الفايروسات viruses. ان اهم مصدر لهذه الملوثات هي المخلفات البشرية والحيوانية.

قانون حماية وتحسين البيئة العراقي رقم 27 لسنة 2009

يتضمن الفصل الرابع / الفرع الثاني

حماية المياه من التلوث

المادة -14-

يمنع ما يأتي:

أولاً: تصريف اية مخلفات سائلة منزلية او صناعية او خدمية او زراعية الى الموارد المائية الداخلية السطحية والجوفية او المجالات البحرية العراقية إلا بعد اجراء المعالجات اللازمة عليها بما يضمن مطابقتها للمواصفات المحددة في التشريعات البيئية الوطنية والاتفاقيات الدولية ذات العلاقة الملزمة مع العراق ويشمل ذلك التصاريف كافة سواء أكانت مستمرة ام متقطعة ام مؤقته واتخاذ التدابير اللازمة لمنع وصول التلوث من البر الى المنطقة البحرية سواء اكان عن طريق الماء أم الهواء أم من الساحل مباشرة أم من السفن والطائرات.

ثانياً: ربط او تصريف مجاري الدور والمصانع وغيرها من النشاطات الى شبكات تصريف مياه الامطار.

ثالثاً: رمي النفايات الصلبة او فضلات الحيوانات او اشلائها او مخلفاتها الى الموارد المائية

رابعاً: استخدام المواد السامة والمتفجرات في صيد الاسماك والطيور والحيوانات المائية

خامساً: تصريف المخلفات النفطية او بقايا الوقود او مياه الموازنة للناقلات النفطية الى المياه السطحية الداخلية او المجالات البحرية العراقية سواء أكان التصريف من محطات ثابتة ام من مصادر متحركة ام من التسربات الناتجة عن عمليات التحميل.

المواصفة القياسية العراقية لمياه الشرب م. ق. ع /417/ 2001 المحدثة

صدر عن الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية المواصفة القياسية العراقية لمياه الشرب رقم 417 والتي تتضمن الاتي:

1- الخصائص الطبيعية لا تتجاوز الحدود المبينة في الجدول 1

الجدول 1

الخصائص	المتطلبات, الحد الاقصى المسموح به
اللون	10 وحدة ، الوحدة مقدرة بمقياس الكوبلت البلاتيني
العكارة	5 وحدة (N.T.U)
الطعم	مقبولة
الرائحة	مقبولة
الاس الهيدروجيني pH	8.5 – 6.5

2- الخصائص الكيميائية، يجب ان لاتتجاوز تراكيز المواد الكيميائية الحدود المبينة في الجدولين 3،2

الجدول 2 الخصائص الكيميائية (المواد اللاعضوية)

الخصائص	المتطلبات، الحد الاقصى ملغم/لتر
الزرنيخ	0,01
الكادميوم	0,003
كروم سداسي التكافؤ	0,05
السيانيد	0,02
الفلوريد	1,0
الرصاص	0,01
الزئبق	0,001
النترات NO_3	50
النتريت NO_2	3
السيلينيوم	0,01
الالمنيوم	0,2
الكلوريد	250
النحاس	1,0
العسرة الكلية	500 مسحوبة كـ $CaCO_3$
الحديد	0,3
المنغنيز	0,1
الصوديوم	200
المواد الصلبة الذائبة	1000
الكبريتات	250
الزنك	3
الكالسيوم	50
المغنيسيوم	50
الباريوم	0,7
النيكل	0,02

الجدول 3، المواد العضوية

الخصائص	الحد الاقصى المسموح به ملغم/لتر
الهيدروكربونات الذائبة	0,01
مستخلص الكاربون كلوروفورم	0,3
المنظفات الصناعية العامة	0,3
المركبات الفينولية	0,002

3- المبيدات ، يجب ان لاتتجاوز تراكيز بقايا المبيدات الحدود المبينة ازاءها في الجدول 4

الجدول 4

نوع المبيد	الحد الاقصى المسموح به ملغم/لتر
مجموعة مبيدات الكلور العضوية	0,07
مجموعة مبيدات الفسفور العضوية	0,000005
مجموعة مبيدات متعدد الكلور ثنائية الفينول	0,001

4- المواد المشعة ، يجب ان لا تتجاوز تراكيز المواد المشعة الحدود المبينة في الجدول 5

الجدول 5 الحدود القصوى للنشاط الاشعاعي

نوع الاشعاع	الحد الاقصى بكريل/لتر
اجمالي بنشاط الفا	0,1
اجمالي بنشاط بيتا	1

تلوث المياه

معامله المياه لاستخدامات الشرب:

معامله مياه الخام (تصفيه المياه)water treatments:

هي تعديل نوعيه وتحسين خواص الماء الخام وذلك بتقليل تركيز الشوائب الموجوده فيه او اضافه شائبه ليصبح ضمن مواصفات مياه الشرب.

وتعتمد درجه **المعاملة على**:

1- نوعيه المصدر المائي.
2- **الجانب الاقتصادي**.
3- مواصفات مياه الشرب المطلوبه.

وحدات المعالجه ومعاملة الماء لاغراض الشرب :

مواصفات وحدات المعالجة:

1- ذات كلفه معقوله.
2- يكون تشغيلها ممكنا بالامكانيات المحليه.
3- لها قابلية على مواجهة التغيرات النوعيه التي تحدث في مياه المصدر تبعا للمواسم اولاي سبب اخر
4- يجب ان تكون المحطه بسعه مناسبه لتجهيز حاجه المدنيه من الماء وبنوعيه مناسبه **دوما**.

انواع المحطات :

اولا :محطات المرشح الرملي السريع

ثانيا : وحدات ازالة العسره

محطات المرشح الرملي السريع

أ – مأخذ الماء water intake

وهو المنشأ الذي يقع على المورد المائي ويكون الغرض منه**سحب الماء** الخام بمضخات تدعى **مضخات الرفع الواطىء** low lift pumps **وتركب على** انابيب السحب في هذه المضخات **مصافي لمنع دخول المواد** الطافيه الكبيره الحجم ويكون عاده المأخذ بانواع عديده وبسبب ظروف التصميم ويجب مراعاة النقاط التاليه عند اختيار موقعه :

1- يجب ان يكون المدخل في مكان لا يوجد فيه تيار سريع ق يدمر المأخذ.
2- يجب ان تكون **الارض قرب المدخل ثابت** Stable ويفضل ان ينفذ في الجزء المستقيم في النهر خوفا من الترسبات والتاكل الذي يحدث في النهر.
3- يجب ان يكون الطريق الى المدخل خاليا **من العوارض**.

4- يجب مراعاة اعلى منسوب واوطئ منسوب للنهر عند تنفيذ الماخذ لحمايته ن الغرق ولضمان سحب المياه منه.
5- يجب اختبار المضخات بحيث تجهز الماء بكميات قياسية (تزيد قليلا عن معدل الاستهلاك اليومي في نهاية الفترة التصميمية لعمر المشروع)

ب – حوض المزج السريع Rapid Mix

وتستخدم هذه الوحدة لمزج المواد الكيمياوية والعضوية المخثرة (الشب) مركبات الحديد ,مادة البولي الكترولايت ,المخثرات العضوية الصناعية والطبيعية) مع الماء حيث يتم اظافة المواد المخثرة الى هذه الوحدة اما على شكل محلول حيث يتم حقنه او على شكل مسحوق ويجب خلط الماء جيدا عند اضافة المخثرات حيث تستخدم لهذا الغرض عادة احواض عديدة منها التي تحتوي على عوارض Baffles تقوم بعمليه المزج بواسطة طاقة جريان الماء فيها او باستخدام عنفات دفاعية turbine impeller او رفاسات propellers او باستخدام الهواء المضغوط او يتم المزج بواسطة حواجز توضع داخل الحوض .
تتم عملية المزج باحواض المزج الميكانيكي بوقت 1-2 دقيقة اما احواض المزج الهيدروليكي فانها تصمم على وقت اطول لبطأ عملية المزج فيها.

ج-التخثير Coagulation

ويقصد بها عملية تجميع الجسيمات العالقة الصغيرة والتي من الصعب ترسيبها بفعل الوزن على شكل تكتلات ان المواد المخثرة المضافة في احواض المزج السريع وبعد توزيعها بانتظام في الحوض تتفاعل املاحها مع قلوية الماء مكونة هيدروكسيد جلاتين يعمل على تجميع ذرات المادة العالقة وعند عدم توفر قلوية كافية في الماء فان الشحنة الالكتروستاتيكية تؤدي الى عملية التكتل.
عند اضافة المواد المخثرة الكيمياوية الى الماء يتأين ليكون ايونات موجبة وسالبة ذات تكافؤ عالي وهذه الايونات تتفاعل مع ايون الهيدروكسيد لاعطاء اكاسيد غروية (هيدروكسيدات) التي تكون موجبة الشحنة.
هذا الهيدروكسيد بدوره يعادل الشحنة السالبة على الغرويات ويساعد على التخثير.
واذا لم توجد القاعدية في الماء بتركيز كافي فانه يجب اضافة الكلس (lime) او مصدر اخر للقاعدية.

ان العوالق الموجودة في الماء تتكون من مواد غير عضوية ذات كثافة عالية كذرات الطين وغيرها وهي سهلة الترسيب ولكن بعض هذه الذرات صغيرة جدا بحيث تكون قوى الجاذبية فيها صغيرة ولهذا تتاثر بقوى لزوجة الماء التي تعاكس قوى الجاذبية اضافة لوجود بعض الكائنات الحية كالبكتريا و الاشنات ذات الكثافة القليلة وهذه العوامل تؤدي الى تعقيد عملية الترسيب ولهذا فان هذه الجزيئات الصغيرة تحتاج الى تكتيل لازالتها وهذه تسمى عملية التلبيد.

العوامل المؤثرة في عملية التخثير :
1. نوعية الماء
2. كمية وخواص المواد الرغوية
3. قيمة pH للماء
4. درجة الحرارة
5. الخلط السريع وفترة التلبيد وسرعة المجازيف
6. القاعدية

ولغرض تحقيق تكتل الجزيئات بحجوم مناسبة لاتمام عملية الترسيب وزيادة سرعة ترسيب الجزيئات تجري عملية تحريك خليط الماء والمادة المخثرة بسرعة بطيئة وهدوء فتتكون التكتلات وتدعى flocs وتسمى هذه العملية التلبيد flocculation

د) التلبيد Flocculation

وتتم العملية بطريقتين او باسلوبين وهما

1. التلبيد الهيدروليكي
2. التلبيد الميكانيكي

التلبيد الهايدروليكي hydraulic flocculation

ان في هذا الاسلوب يتم الاستفادة من حركة الماء في خلق قوى قص او قطع shear forces في الماء تسبب تدرجا سريعا velocity gradient يعمل على تلبيد الجزيئات العالقة في تكتلات اكثر حجما ويتناسب عدد التصادمات بين الجيسمات طرديا مع التدرج السرعي لذلك من الممكن حساب الطاقة اللازمة لخلق التدرج السرعي اللازم للمستوى المرغوب.

يتحقق هذا النوع من التلبيد بطرق عديدة منها توجيه التيار المائي بواسطة حواجز تؤدي الى تغيير سرع واتجاه الماء مما يحقق تدرجا سؤيعا مناسبا او بواسطة توجية تيار الماء بحيث يتكون جريان لولبي spiral وهذه الطريقة تعتبر كفوءة قياسيا للتلبيد الميكانيكي عند وجود العوالق الرغوية colloidحيث ان تكتلات هذه العوالق تتاثر بعدم انتظام قوى القطع في وحدات التلبيد الميكانيكي.

التلبيد الميكانيكي

من محاسن هذه الطريقة سهولة التحكم في عملية التلبيد ومن مساؤها صعوبة صيانة وحداتها وتنجح هذه الطريقة في محطات التصفية التقليدية conventional التي تعامل مياه الانهار التي تكون عكورتها نتيجة للطمأ واغراق التربة وتتكون هذه الوحدة من احواض مستطيلة الشكل يدور فيها دواليب افقية او عامودية لقطر يبلغ ثلثي عمق الحوض ومشكلة هذه الاحواض هو عدم انتظام السرعة الطولية لمختلف نقاط المجذاف حيث تكون السرعة في المحور قليلة مما لا يحقق تدرجا سريعا مناسبا في حيث تكون السرعة في طرف المجاذيف عالية تودي الى تكسر التكتلات بسبب التصادم فيما بينها ولهذا لايصلح هذا النوع من التلبيد كالتكتلات العالقة المتكونة من تجمع الجسيمات الدقيقة جدا خاصة عند استخدام مياه السدود والميام الناتجة من الحصى والتي تكون عوالقها ناعمة نسبيا.

الترسيب Sedimentation

هي عملية فصل الجسيمات العالقة من العالق suspension بقوة الجاذبية الارضية حيث يفصل العالق الى ماء رائق وماء مركز بالعالق .

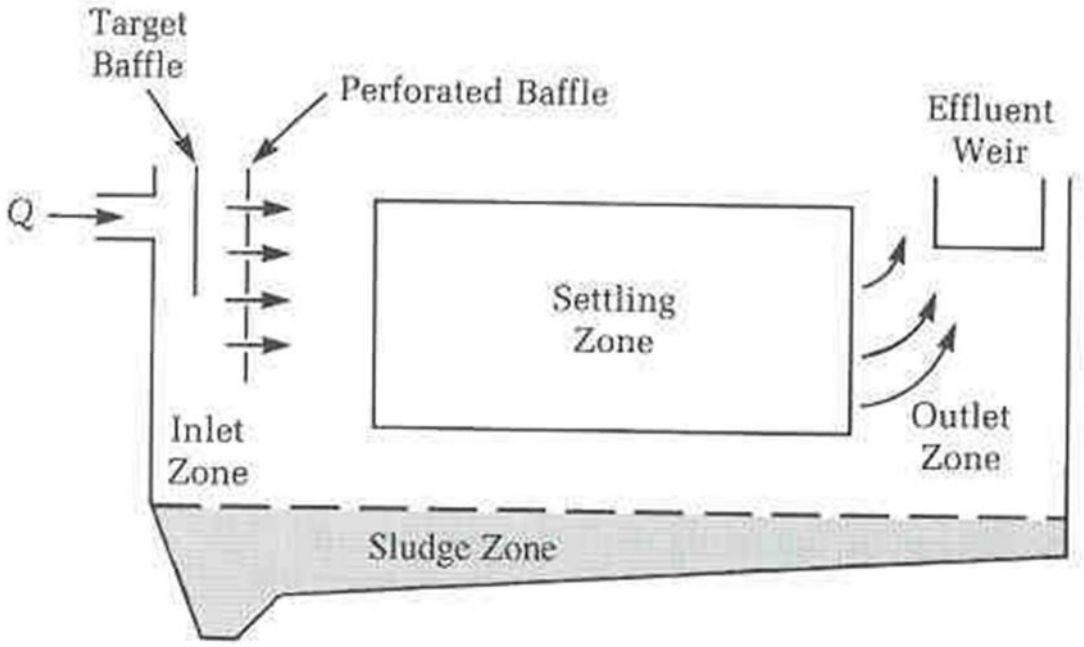
ان العملية الاولى تسمى الترويق clarification والثانية بالتركيز thickeningوتستخدم عملية الترسيب لازالة الجسيمات المنفصلة discrete والمتلبدة flocculated وتستخدم عملية الترسيب الى اربعة انواع حسب تركيز العوالق وخواص الجسيمات الملبدة وهي :

1. الترسيب المنفصل discrete settling
2. الترسيب الملبد flocculent settling
3. الترسيب المنطقي zone settling
4. الترسيب الضغطي compression settling

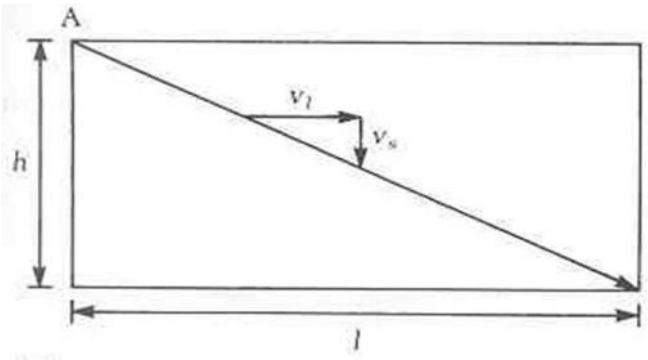
تكون الجسيمات في النوع الاولى منفصلة وفي الثاني ملبدة وفي الترسيب المنطقي فان كتلة الجسيمات الملبدة العالقة المعتدلة التركيز تترسب بقطعة واحدة وذلك لان الجسيمات تكون متقاربة جدا حيث ان المستوى بين الجسيمات الداخلية تحفظها في موقع ثابت نسبة الى الاخرى وعندما يكون التركيز عالي جدا بحيث ان الجسيمات يكون بعضها في تماس فيزيائي مع البعض الاخر فانها تستقر على الكتلة المضغطة وتحصل عملية الانضغاط.

الفرضيات الخاصة بعملية (احواض) الترسيب :
والتي يمكن خلالها تستقيم الاحواض الترسيب وهذه الفرضيات هي :
1. ركود كامل في منطقة الترسيب
2. جريان منتظم على كامل مقطع حوض الترسيب
3. توزيع منتظم للجسيمات العالقة في الماء وثبات كامل للطما الراسب في منطقة الترسيب
4. عدم السماح بحدوث دوائر القطع الصغيرة short circuits

الحوض الدائري
الحوض المستطيل
الحوض المربع



This trajectory represents a particle which has a settling velocity v_0



$$v_0 = h / t = Q / A$$

Where: $t = V/Q$

A = surface area of the basin

Example 1

How big would the basin need to be to remove 100% of the particles that have a settling velocity of 0.004 m/sec?

$v_0 = Q / A$

$0.004 = 0.6 / A$

$A = 150\ m^3$

ı keeps the same width (6 m):

$A = 150\ m^3 = 6m \times L$

$L = 25\ m$

تلوث المياه

4- الترشيح

ان الجسيمات العالقه في الماء و الغرويه والكائنات الحيه والتي لم يتم ازالتها كليا من الماء بعمليه الترسيب تزال بعمليه الترشيح تتم هذه العمليه بامرار الماء خلال فرش اوbed من الرمل والحصى او خليط من المواد الحبيبيه ويمكن ازاله البكتريا والون والطعم والرائحه والحديد والمنغنيز بهذه الطريقة.

ان من اهم الاعتبارات في الحسابات التصميميه للمرشح الرملي هو :

1- المساحه السطحيه لوسط الترشيح ومناسبه هذه المساحه للتصريف الواصل الى المرشح.
2- يجب تصميم منظومه في اسفل المرشح بما يناسب كميات مياه الغسل التي يجب ان تضخ الى المرشح بين فتره واخرى.

نظريه الترشيح :

1- عند امرار الماء الحاوي على شوائب عالقه خلال الاوساط الترشيحيه فان الكثير من هذه الشوائب تزال في المسامات بسبب العمليات الفيزياويه والكيمياويه وتشترك بعض العوامل في عمليه الازاله وهي :
2- عمليه الحجز المصفاتي وتحصل عندسطح المرشح .
3- الترسيب داخل المرشح.
4- تماس جسيمات الحبيبات المتلبده مع سطح حبيبات المرشح.
5- الامتزاز.
6- الفعاليه الباولوجيه وتعتمد على تركيز المواد العضويه الموجوده في الماء .

الوحدات الاضافيه :

1- الترسيب المسبق او التمهيدي Pre- Sedementation:

هو عمليه امرار الماء في بدايه المحطه باحواض ترسيب فيزياوي (دون استخدام مخثرات)ان استخدام احواض الترسيب المسبق بفتره مكوث كبيره لغايه ساعات او اقل تكون مفيده في حاله المياه ذات العكوره العاليه وخاصه في موسم الامطار والفيضانات وتستخدم لترسيب الجسيمات العالقه الثقيله وكذلك من اجل السيطره على تغاير تصاريف مياه الانهار مع المواسم المختلفه.

2- الكلوره المسبقه (Pre-Chlorination) :

يضاف الكلور قبل دخول الماء الى المحطه للاسباب التاليه:

1- السيطره على عدد البكتريا او على الاشنات او غيرها من الاحياء التي تتأثر بالكلور.
2- يساعد الكلور في عمليه التخثير.
3- يمنع تحلل المواد العضويه في طمى الراسب.
4- يزيل الطعم واللون والرائحه.

3- التهويه (Aeration):

وهي عمليه تحسين المياه المحتويه على قليل من الاوكسجين بواسطة التهويه وقد تكون هذه العمليه هي ازاحه الشائبه الغازيه لاحلال غاز اخر محلها كالهواء او اي غاز اخر .

تتحقق التهويه بعده طرق و هي :

1- التهويه الهيدروليكيه **كمساقط الماء والرشاشات الماء**.

2- التهويه بمصدر للهواء باستخدام ناشرات الهواء المضغوط.

3- التهويه الميكانيكيه باستخدام مصدر خارجي للطاقه كالتوربينات والمراوح الغاطسه .

ثانيا – وحدات(محطات)ازاله العسره :

تعد املاح الكالسيوم **و** المغنيسيوم المسؤول الاول عن العسره وعندما تكون هذه الاملاح على شكل بيكاربونات فأن العسره المتكونه منها تعرف بعسره البيكاربونات او العسره المؤقته , اما العسره الدائميه فهي في غالبيتها كبريتات وكلوريدات ونترات الكالسيوم والمغنيسيوم بالدرجه الاولى.

هناك انواع عديده من طرق ازاله العسره وذلك حسب :

1- كميه العسره الكليه .

2- نوعيه العسره .

3- درجه عسره المياه المعامله .

هناك اربعه طرق لازاله العسره المستخدمه في محطات معالجه المياه وهي :

1- ازاله العسره بالصودا الجيريه (Lime Soda Softening)

2- ازاله العسره بالجير (Lime Softening)

3- ازاله العسره بالزيولايت (Zeolite Softening)

4- استخدام المبادلات الايونيه (Ion Exchangers)

المياه الصناعيه :

تتعامل الصناعة مع الماء على انه مادة خام تدخل الانتاج الصناعي لذا يجب ان تكون نوعيتها مناسبة لهذا الانتاج.لذلك فغالبا مايحدها توفر ماء المصدر المائي **المناسب الموقع الانسب للصناعة وذلك ظرا للكميات** الهائلة من المياه المستخدمة.

ان بعض الصناعات يتطلب استخدام المياه شبه المقطرة كما في بعض مراحل صناعة النسيج (صبغ الاقشمة)... وبعض الصناعات حساسة بصورة خاصة لانواع معينة من المواد الكيمياوية مثل صناعة الورق (o-os) ملغم/لتر وهكذا...

وعموما تعامل المياه الصناعية بطرق عديدة حسب درجة المعاملة المطلوبة والتي تعتمد على :

أ- نوعية ماء الورد

ب- نوعية الماء المطلوب

ت- **الجانب الاقتصادي**

المياه الزراعية :

ينحصرالاستخدام الزراعي لماء بقطاعين رئيسيين هما:

اولا : تربية الحيوانات وانتاج المنتجات الحيوانية المختلفة

ثانيا: سقي المزروعات

يفترض ان تكون نوعية المياه المجهزة لاغراض الانتاج الحيواني مشابهة لمياه الشرب المجهزة لمواطني المدينة لا بل ان مواصفات المياه المجهزة لانتاج الحليب معقدة اكثر من مياه الشرب في تحديد بعض عناصر شوائبها على الاقل اما غالبية المياه الزراعية فان استخدامها يكون لسقي المزروعات.

تعد الملوحة من اهم العناصر النوعية لمياه السقي حيث تستخدم مياه النهر خلال مجراه من منابعه الى مصبه وتزداد الملوحة في الماء تبعا لذلك ونتيجة تسرب مياه البزل الى النهر . وقد تصل الحالة ببعض الانهار ان ملوحتها قد تصل الى حد يتعذر معه استخدام النهر لمعظم الاغراض.

يعبر عن ملوحة الماء بعده اشكال هي :-

أ- الضغط التنافذي لمياه التربة (SS)
ب- التوصيل الكهربائي (EC)
ت- نسبة امتصاص الصوديوم (SAR)

يعطي قياس نسبة امتصاص الصوديوم (sodium absorption ratio) مؤشرا لتاثير املاح الصوديوم على التربة حيث تخفض هذه الاملاح نفا ذيه التربة لكل من الماء والهواء . عندما تكون نسبة الصوديوم الى الكالسيوم والمغنيسيوم قليلة لتصبح التربة لزجة مطاطية . ويعبر عن امتصاص الصوديوم كالاتي :

$$SAR = Na/((Ca+Mg)/2)^{0.5}$$

علما ان تركيز العناصر الثلاثة هي بالميليميكافئ /لتر

مليمكافيء =الوزن الجزيئي / التكافؤ

وتتاين قيم (SAR) في الترب المختلفة او عندما تتجاوز ال (20) ميليمكافئ /لترفان التربة تكون غير جيدة وتعد التربة مقبولة عندما تكون قيمة ال(SAR) بين (12)و (15) اما التربة الجيدة فهي التي تقل قيمة ال (SAR) فيها عن (8) .زيادة الملوحة ترفع تراكيز بعض الخصائص كزيادة عسرة الماء والكلوريدات وقيمة (SAR) والفوسفات والتعكر والعديد من الخصائص الاخرى كاللون والطعم وغيره وخلاصة القول فان ماء السقي سيعاني ترديا واضحا في خصائصه النوعية نتيجة استخدامه المتكرر للسقي.

يندر ان تجري محاولات لمعاملة المياه الزراعية الراجعة او على الاقل للتخلص عن بعض الشوائب كالفوسفات والنترات التي تسبب مشاكل كبيرة للموارد المائية وذلك للاسباب التالية :

1. زيادة املاح المياه الراجعة من السقي لا تؤثر على المورد المائي نفسه ولكن تحدد استخداماته.
2. ان كمية المياه الزراعية هائلة ومواقع استخدامها منتشرة على مساحات واسعة من الارض ويصعب تجميعها لغرض معاملتها .

مثل : اوجد قيمه ال SAR للمياه المبينه ادناه وحدد ايهما تصلح للزراعه اذا كانت قيمه تركيز العناصر هي :

المصدر الاول :Ca=0.09 meq/l,Mg=0.08 meq / l,Na=7 meq/l

المصدر الثاني :Ca=1.55 meq/l,Mg=1.4 meq/l, Na=1.15 meq/l

تلوث الموارد المائية

اولا : خصائص الانهار :-

مميزات الانهار التي تحدد قابلية النهر على استقبال الملوثات وعلى قابليته لاستعادة صفاته بعد تلوثه :-

1. تحقيق مزج مناسب في مقطع النهر حيث تتيح هذه الخاصية ان تمتزج الفضلات الداخلة الى النهر مع كامل تصريفه وهذا يساعد على تخفيف الملوثات وتاثيراتها.
2. تهوية جيدة نتيجة جريان ماء النهر تساعد على نقل كميات كبيرة من الاوكسجين من سطح الماء الى اعماقه مما يساعد على تحلل المواد العضوية وبتالي التخلص من هذه الملوثات
3. سرعة التيار تمنع ترسب المواد العالقة الموجودة في مياه الفضلات الى قعر النهر وتعمل تيارات الماء على بقاء المواد الصلبة عالقة وبذلك تتاح لها الفرصة الجيدة للتحلل الهوائي
4. عدم تعرض النهر لظاهرة التطبق الحراري وذلك بسبب المزج الكامل فيه. لذا فان الملوثات التي تدخل النهر تنتشر خلال كامل عمقه دون ان يتحدد مستوى انتشارها بكثافة الماء .
5. ان مصير كل ما في النهر يصل الى المصب في البحر في نهاية المطاف ناقلا معه كل الشوائب التي طرحت فيه والتي لم يستطيع ان يتخلص منها ذاتيا .

تؤثر المشاريع المائية المختلفة المقامة على الانهار على قابلية النهر على التنقية الذاتية للاسباب التالية :

1. تغيير تصريف النهر
2. تغيير درجة حرارته
3. تغيير خصائص المجرى كالعمق والمساحة السطحية والحجم وفترة الجريان.... الخ

المشاريع المقامة على الانهار هي :-

1. القوة الكهرومائية
2. الخزن المضخوخ
3. المحطات الحرارية لتوليد الكهرباء
4. اعمل النقل المائي
5. مشاريع السيطرة على الفيضان

ثانيا :- خصائص البحيرات وخزانات المياه :-

1. محدودية المزج خاصة بالنسبة للبحيرات العميقة نسبيا
2. البحيرة نظام مغلق تقريبا ولا تتبدل اي خاصية ثابتة لماء البحيرة الا بالسرعة التي تتبدل بها مياه البحيرة والتي تعتمد على حجم البحيرة ومداخل ومخارج المياه منها.
3. التهوية محدودة في البحيرات عدا البحيرات الضحلة
4. حدوث ظاهرة التطبق الحراري في البحيرات
5. حدوث مزج كامل في البحيرات مرة ومرتين في السنة اعتمادا على موقع البحيرة الجغرافي

وتعتمد الخصائص اعلاه على طبيعة البحيرة من حيث عمقها وحجمها وكمية المياه الداخلة اليها والخارجة منها اضافة الى الموقع الجغرافي للبحيرة والذي يحدد توزيع درجات الحرارة في البحيرة.

تصنيف البحيرات :البحيرات انواع عديدة تصنف حسب :

أ- نشاطها الاحيائي وتشمل النشيطة والمتوسطة النشاط والقليلة النشاط ويعتمد ذلك في الغالب على كمية المواد العضوية الواصلة الى البحيرة ويتميز كل من نوع من هذه الانواع بخصائص كيمياوية مميزة كالتعكر ومستوى الغازات المذابة وغيرها.

ب- درج حرارتها

تعتمد على موقعها الجغرافي وعلى ارتفاعها من مستوى سطح البحيرة **وتحدد درجات** حرارة الماء في البحيرة خاصة اذا تجمدت البحيرة في الشتاء عملية المزج الكامل في البحيرة وكذلك الانشطة الحياتية فيها.

ح- عدد مرات مزجها الكامل في العام

د- كيفية تطبقها حراريا

التركيب الفيزياوي للبحيرة

تتميز البحيرات خاصة من وجود نظام طبق حراري فيها بخصائص واضحة لمواقع مقاطعها المختلفة **وكما في الشكل التالي** :

<u>التركيب البيولوجي للبحيرة :</u>

تتحدد نوعية الحياه في البحيرة بكمية اشعة الشمس الداخلة ودرجات الحرارة وغيرها من العوامل التي تحدد توزيع الحياة من البحيرة.

واهم مايحدد تركيب البحيرة البيولوجي هو الماء الذي يحدد مدى دخول اشعة الشمس الى البحيرة
مظلة النباتات الجذرية :هي المنطقة غنية بمختلف انواع الكائنات الحية النباتية والحيوانية وهي المنطقة (القعر)التي يصلها اكثر من 1% **من الاشعة وكتلة** الماء الذي فوقها .
وتتميز منطقة الحياة الخظراء بمستوى عالي من الاوكسجين في الغالب ويتغير تركيزه ليلا ونهارا حيث تزيد عملية البناء الضوئي من مستوى الاوكسجين خلال ساعات النهار.
كما ينخفض مستوى الاوكسجين ليلا بسبب تنفس الكائنات الحية النباتية والحيوانية
يعيش في المنطقة الواقعة تحت خط التعويض هائمات حيوانية وحيوانات عليا وتنعدم فيها الهائمات النباتية وبقية الاشنات .علما بان الحيوانات تعيش في كل جسم البحيرة وينخفض مستوى الاوكسجين **كلما توغلنا اعماق المظلة**
اما مناطق الاعماق (اي قعر البحيرة تحت مستوى التعويض) فيكون فيها مستوى الاوكسجين منخفضا وقد يكون صفرا وتعيش في هذه المنطقة كائنات حية لا هوائية هي عبارة عن بكتيريا لا هوائية وبعض الديدان .
الانقلابات الموسميه في البحيرات :

انقلاب البحيرات (Overturn):

ظاهره موسميه تحدث في العديد من البحيرات التي لها عمق مناسب وتدخلها كميه مناسبه من الطاقه الشمسيه .وللعمليه اهميه كبيره في خلط مكونات البحيره ومزج طبقاتها المختلفه حيث تختلط في موسم الانقلاب الطبقات العميقه مع طبقات السطح ويتوزع الاكسجين على كامل جسم البحيره وكذلك ثاني اوكسيد الكارون وبقيه خصائص الماء النوعيه.

الانقلاب الخريفي (Fall Overturn) :

يحدث بعد موسم الصيف حيث تكون البحيره متطبقه حراريا وفيها خط انعطاف حراري واحد او اكثر .
فعندما تبرد المياه السطحيه نتيجه لبروده الجو فان الماء البارد سوف يهبط ال مستوى كثافته وهذا سيؤدي ال تخفيض مستوى الانعطاف الحراري حنى يصل القعر وبذلك يكون كل الجسم المائي منطقه مزج وتساعد ريح الخريف الشديده نسبيا على تحقيق عمليه المزج الكامل لكتله ماء البحيره التي اصبحت مياهها متناظره الحراره والكثافه لذلك يسهل مزجها .

الانقلاب الربيعي(Spring_Overturn):

الانقلاب الربيعي لا يحدث ما لم تكن درجه حراره ماء البحيره قد بلغت 4 مئويه اي درجه حراره الكثافه العظمى للماء فعند نهايه الخريف واقتراب الشتاء تزداد بروده ماء البحريه فينزل الماء البارد **الى الاعماق** ويبقى الماء الاسخن فوقا ولكن عندما تبلغ تبلغ درجه الحراره (4) درجه مئويه فان اي بروده اضافيه سوف تجعل المياه في الاعلى ومع تقدم موسم الشتاء يزداد انخفاض درجه الحراره وقد يتكون غطاء جليدي .

وفي موسم الربيع عندما تذيب الحراره الغطاء الجليدي ان وجد وتسخن الماء فتزداد كثافته ما دامت درجه حرارته دون ال (4) **مئوي لذلك** يهبط ويمتزج الماء الذي تحته الى ان تكون درجه الحراره جميع البحيره (4) مئوي حيث تساعد رياح الربيع على مزج الماء المتناظر الكثافه ودرجه الحراره.

تحلل المواد العضويه والاوكسجين المستهلك في عمليه التحلل الهوائى :

Biochemical Oxygen Demand (BOD) (mg/l) (الطلب البيوكيمياوي على الاوكسجين):

هو مقدار ما تحتاجه الماده العضويه من الاوكسجين لاكمال التحلل ويكفي في الغالب تقييم ما تحتاجه الماده العضويه من الاوكسجين لتحللها خلال خمسه ايام وهو ما يسمى (BOD_5) الذي يمثل ما يقارب ثلثي ال BOD وفي حال كون الماده العضيويه البسيطه كالكلوكوز تتحلل (تتأكسد بيولوجيا)خلال خمس ايام بصوره شبه كامله .

Ultimate Oxygen Demand: وهو مصطلح يعني الطلب الاقصى على الاوكسجين .

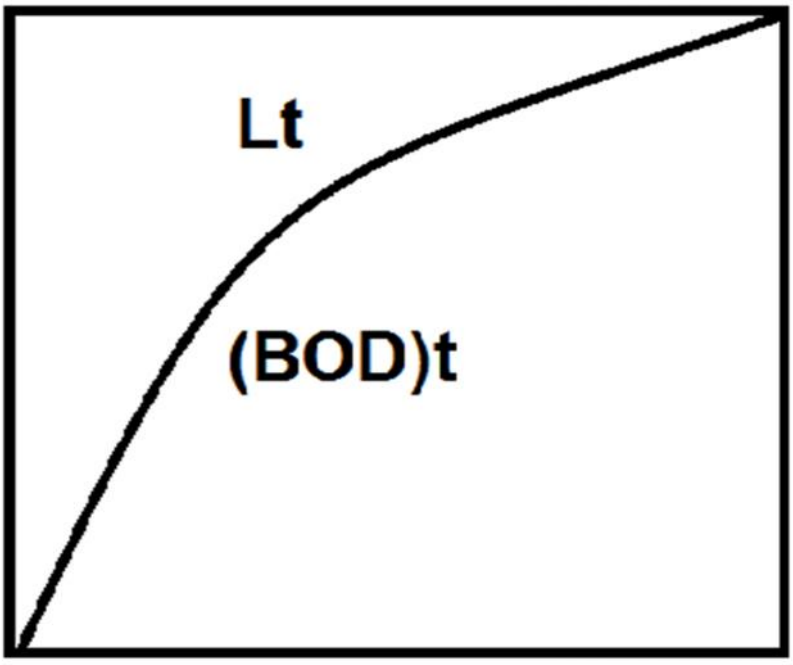
ويحسب ال **BOD** من علاقه التاكسد الكيمياوي للماده كالاتي :

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

$\{6\times12+12\times1+6\times12\}+\{6\times16\} \rightarrow 6\{12\times1+2\times16\}+6\{2\times1+1\times16\}$

180 كلوكوز +192 اوكسجين= 264 CO_2+108 H_2O

اي ان كل 180 غم من كلوكوز يحتاج الى 192 غم من الاوكسجين لاكمال اكسدته.



ان الشكل اعلاه يوضح لنا سرعه تحلل الماده وكيفيه تباطؤ هذه السرعه كلما نقص تركيز الماده الماده العضويه في السائل .ومن طبيعه تحلل الماده العضويه هو ان سرعه هذه التحلل اي سرعه ازاله ال BOD تتناسب مع كميه ال BOD المتبقي و, اي ان

$dy/dt = -ky$

where :

y=the BOD remaining

t= time

k = constant , integration eq(1) and letting (L)equal to the BOD at t=0

$$y = L\,e^{-kt} \quad \text{OR} \quad y = L\,10^{-kt}$$

وان كميه ال (BOD) الظاهره في اي وقت (t) هي مساويه الى الفرق بين كميته الابتدائيه وكميته المتبقيه في ذلك الوقت وحسب العلاقه التاليه :

$BOD_t = L-y = L-Le^{-kt}$

$= L(1-e^{-kt})$ OR

$BOD_{\text{at any time}} = BOD_{\text{ultimate}}(1-e^{-kt})$ OR

$BOD_{\text{at any time}} = BOD_{\text{ultimate}}(1-10^{-kt})$ OR

تمثل قيمه ال (k) ثابت التحلل وتحدد قيمتها بالاعتماد على :

1- نوعيه خليط ماء المورد.
2- المواد العضويه او مياه الفضلات .
3- درجه حراره التحلل .

$$K_t = k_{20} \times 1.047^{(T-20)}$$

<u>ان اسباب دراسه ال BOD مع الزمن لمختلف درجات الحراره:</u>

1- يعد ال BOD مقياسا للمواد العضويه المتعفنه الموجوده في الماء
2- يعد مؤشرا الى معدل التحلل الهوائي للماء الملوث خلال فتره زمنيه ويمكن استخدامه لتحديد امكانيه التنقيه الذاتيه لنظام ما .
3- يساعد في تخمين كفاءه مختلف وحدات المعالجه مياه الفضلات على اساس ازاله الماده العضويه.

<u>مثل</u>

نهر تبلغ سرعة جريانه (30)كم باليوم ويبلغ تصريفه (11)م^3 بالثانية, تصب فيه فضلات مدينة معاملة تصريفها (1)م^3 بالثانية وتركيز BOD(60) ملغم/لتر .جد طول مقطع النهر بعد هذا المصب الذي يتجاوز تركيز الBOD فيه (1) ملغم / لتر . علما بان النهر كان خاليا من المواد العضوية اصلا وان قيمة (k1) لخليط النهر مع الفضلات في درجة حرارة النهر هو (0.35) باليوم

EX: IF THE BOD_3 of A WASTEWATER IS 75 mg/l and k=0.345 d^{-1} ,what is the ultimate BOD?

EX: data from an unseeded the domestic wastewater BOD test is 7.8 mg/l of 5 ml of wastewater in a 300ml bottle, final Do equal to 4.3 mg/l, compute :

a- the BOD

b- the ultimate BOD

assuming k-rate of 0.1 per day

ملاحظة : ان كل حسابات الطلب على الاوكسجين مبنية على فرضية اكسدة المادة الكاربونية دون النتروجينية وذلك بسبب بطء تحلل الاخيرة والتي غالبا ما تبدا بعد فترة طويلة من طرح الفضلات **الى** النهر لذلك فتحللها في الغالب لايشكل مشكلة على مستوى الاوكسجين في الموارد المائية .

منحنى الاوكسجين (Oxygen Sag curve) فى الانهار :

The concentration of a pollutant below the mixing zone resulting from a waste water discharge to a specified stream can be calculated by using the following relationship :

$$C = \frac{C_1 \times Q_1 + C_2 \times Q_2}{Q_1 + Q_2}$$

Where :

C= concentration in mixing flow

Q_1= discharge of flow in the stream

C_1= concentration of the pollutant in Q_1

Q_2= discharge of wastewater.

C_2= concentration of the pollutant in Q_2

$$D = \frac{K_1 \times L_0 \{e^{-K1t} - e^{-k2t}\}}{K_2 - K_1} + D_0 e^{-k2t} \quad \text{OR}$$

$$D = \frac{K_1 \times L_0 \{10^{-K1t} - 10^{-k2t}\}}{K_2 - K_1} + D0 \times 10^{-k2t}$$

Where:

D= D.O deficit in time t, mg/L

D_0= initial D.O deficit at t=0, mg/L

L_0 = initial ultimate BOD at mix, mg/L

K_1=deoxygenation rate , day^{-1}, d^{-1}

K_2= reaeration rate, day^{-1}

t =time of travel, days.

$$tc = (1/k_2 - k_1) \times \ln [(k_2/k_1) \times \{1 - D_0 (k_2 - k_1 / k_1 \times L_0)\}] \quad \text{OR}$$

$$\mathbf{tc = (1/ k_2 - k_1) \times \log [(k_2/ k_1) \times \{1 - D_0 (k_2 - k_1 / k_1 \times L_0) \}]}$$

tc= critical time ,days ,time of travel to the minimum D.O level

D.O = الاوكسجين المذاب

D_0 = العجز الابتدائي

$$\mathbf{K_1(T) = k_1 (20) \times 1.047^{(T-20)}}$$

$$\mathbf{K_2 = 2.2 (V / H^{1.33})}$$

Where :

V= mean velocity of flow, m/sec.

H= mean depth of flow ,m

$$\mathbf{K_2(T) = k_{2(20)} \times 1.99^{(T-20)}}$$

$$\mathbf{DC = (k_1/k_2) \times L_0 \times 10^{-k1tc}} \qquad \mathbf{OR}$$

$$\mathbf{DC = (k_1/k_2) \times L_0 \times e^{-k1tc}}$$

Where

Dc = critical D.O deficit.

الشكل السابق يوضح حالة الاوكسجين المذاب (D.O) في نهر تصب فيه فضلات حيث يؤدي تحللها الى استنزاف الاوكسجين مما ينشط عملية التهوية. ان سرعة استنزاف الاوكسجين نتيجة لاستهلاكه من قبل الاحياء المجهرية التي تحلل المادة العضوية تعتمد على :

1- خصائص الفضلات ومسار النهر

2 – درجة الحرارة

ان الموقع الذي يحدث فيه ادنى انخفاض لمستوى الاوكسجين المذاب في الماء (اي اعلى عجز للاوكسجين)

فان الموقع الذي تتساوى فيه سرعة التهوية مع سرعة استنزاف الاوكسجين نتيجة للتحلل الهوائي.

ان المعادلات اعلاه تعرف بمعادلة (STREETERS - PHELPS) وهي تفترض الامور التالية عند تطبيقها :-

1. تحقيق مزج كامل بين مقطع النهر ومياه الفضلات عند المصب مباشرة.
2. وجود مصب واحد لمياه المطروحات وعدم وجود مصادر تلوث عضوي اخرى على طول مقطع النهر المعني
3. التهوية السطحية هي المصدر الوحيد للاوكسجين

وان هذه الفرضيات تعاني من نقاط الضعف التالية :-

1. المزج الكامل لمياه المصب مع النهر نادرا ما يتحقق والواضع عند المزج العرضي قل ما يتحقق الا بعد عدة كيلومترات من موقع الصب اما المزج العامودي فيتحقق بسرعة وذلك لمحدودية العمق كذلك فان قسما من المواد يترسب في القعر مسببه نقصا في الBOD
2. يصل النهر ملوثات عضوية من مصادر منتشرة
3. تعد انشطة التركيب الضوئي مصدرا هاما للاوكسجين بعد التهوية السطحية كذلك تعد عملية تنفس الحيوانات من مسببات استنزاف الاوكسجين ولا تراعى هاتان العمليات في علاقة Streeters- Phelps-

مثل:- استخدم علاقة (Streeters- Phelps) في ايجاد العجز في الاوكسجين. نهر تصريفه (4.5 m3/sec) والBOD فيه يساوي (2mg/l) وهو مشبع بالاوكسجين تصب فيه مياه المطروحات معالجة تصريفها (1.5 m3/sec) ومشبعه كذلك بالاوكسجين بنفس درجة حرارة النهر (30) درجة مئوية لدى مسح مستوى الاوكسجين بمقاطع مختلفة جنوب المصب , كان ادنى مستوى للاوكسجين هو (5.6 mg/l) المطلوب ايجاد تركيز BOD في مياه الفضلات علما بان $k_1= 0.15d^{-1}$, $k_2=0.3\ d^{-1}$

استخدام معادله (streeter phelps) في حاله وجود اكثر من مصدر واحد:

مثل : نهر تصريفه (10 m3/sec) وال BOD فيه يساوي (2mg/L) تصب فيه فضلات الصناعه رقم (1) التي يبلغ تصريف فضلاتها (1m3/sec) وال BOD لهذه الفضلات يبلغ (150 mg/L) . وعلى مسار (2 days) من مصب الصناعه الاولى يقع مصب الصناعه رقم (2) الذي يبلغ تصريفه (1m3/sec)ويبلغ ال BODفيه (13mg/L) المطلوب ايجاد قيمه ادنى مستوى للاوكسجين في النهر اذا كانت فضلات الصناعتين والنهر مشبعه بالاوكسجين (9.2 mg/L) وان قيمه ثابت تحلل الفضلات ,k1 و ثابت تهويه النهر k2 هما 0.1 و0.3 باليوم على التوالي

بعض جوانب تلوث الموارد السطحية :-

على الرغم من تعدد مصادر تلوث الموارد المائية السطحية فان مصبات مياه الفضلات الصناعية والمدنية تعد المسبب الاساسي لتلوث الانهار والبحيرات رغم وجود مسببات متزايدة الاهمية في الاونة الاخيرة . وتؤثر مصبات مياه الفضلات على المصدر المائي باحد الاشكال الاتية:-

اولا:- طرح مواد سمومية الى المواد المائية وينطبق ذلك على مياه الفضلات الصناعية كفضلات النسيج والدباغة وصناعات المعادن وغيرها وتؤثر هذه السموميات الى الحياة المائية (وبصورة غير مباشرة على الانسان) وعلى استخدامات مياه النهر للاغراض المختلفة.

ثانيا:- مواد عالقة تغطى قعر المورد المائي قرب المصب وتعيق الانشطة القعرية للاحياء المائية وخير مثال صناعة السيراميك التي تطرح كميات كبيرة من الطمى العالق

ثالثا:- مواد تؤثر على رصيد الاوكسجين المذاب في ماء المورد.ويتاثر مستوى الاوكسجين باحد الاشكال الاتية :-

- مواد تستنزف الاوكسجين اما مباشرة كالمواد غير العضوية (الكيمياويات المختزلة مثلا) والمواد العضوية القابلة للحلل حيث تستنزف هذه المواد الاوكسجين المذاب
- مواد تعيق عملية التهوية السطحية كالدهون والمنظفات وغيرها ممن يشكل رقيقة فوق سطح الماء تعيق تبادل الاوكسجين بين الجو وسطح الماء
- ميام ساخنة تؤدي الى تقليل التركيز الاشباعي للاوكسجين (Cs) مما يحدد كمية الاوكسجين المذاب في الماء

رابعا:- مياه فضلات ساخنة تؤثر على المورد المائي والحياة المائية.

شكل يوضح مناطق التلوث وخصائصها :

مضلة التلوث : حيث تصب الملوثات في هذه المنطقة وتمتزج مع النهر . تتميز هذه المنطقة بتعكرها ولونها الغامق .يبدا مستوى الاوكسجين بالانخفاض فتقل الاشنات والاسماك وبعض كائنات المياه الصافية

مضلة التحلل الفعل :في هذه المنطقة يزداد نقصان الاوكسجين وقد يصل الى الصفر حيث يبدا التحلل اللاهوائي الذي يتحدد في نهاية المنطقة بسبب بعض المواد العضوية .تتميز المنطقة بتعكرها ووجود حماة طافية ورائحة تحلل غير مقبولة.تنعدم الاسماك ومعظم انواع الحياة عدا الكائنات المقاومة للتلوث

منطقة النقاهة:- يعود النهر في هذه المنطقة الى حالته الاصلية تدريجيا حيث يبدا ظهور اوكسجين مذاب وتظهر بعض انواع الاسماك وكائنات المياه شبه الملوثة .

منطقة المياه الصافية : تعود المياه الى سابق عهدها قبل ان تتلوث كذلك يرتفع مستوى الاوكسجين الى ما يقارب الى حالة الاشباع وتظهر الاشنات الاسماك الجيدة وبقية احياء المياه الصافية.

ان مناطق التلوث المختلفة الواردة سلفا لاتتحقق مالم يكن النهر :

1- قد تعرض الى درجة حرارة شديدة من التلوث كأن يطرح فيه ملوثات (فضلات) صناعية او مدنية كحجم كبير وبدون معاملة
2- او كأن يكون النهر قليل التصريف نسبيا ويعجز عن تخفيف ملوثات المصب بما فيه الكفاية فتكون النتيجة في هذه الحالة ان يصبح تحلل المواد العضوية سريعا لدرجة ان العجز في الاوكسجين يساوي مستوى الاشباع

السموميات في الموارد المائية:-

اضافة الى المصادر الصناعية للسموميات فان الموارد المائية تتعرض لمصادر عديدة من السموميات منها المبيدات بانواعها المختلفة وكذلك المواد المشعة التي تدخل الموارد المائية .وبعض السموميات ينتج بشكل طبيعي وبصورة غير مباشرة.

- تزداد حساسية الاسماك للسموميات بنقصان تركيز الاوكسجين
- تؤثر درجات الحرارة على مدى تاثير الاسماك بالسمومية ويؤدي رفع درجة حرارة الماء عشر درجات مئوية الى خفض التركيز السمومي الحرج الى نصف قيمة الاصلية

بعض السموميات المألوفة في مياه الفضلات الصناعية :

1. الزئبق:- يكون الزئبق بحالته غير العضوية موجودا في مياه فضلات اكثر من ثمانين صناعة منها صناعة البلاستك والالكترونيات وغيرها .(يصل تركيز الزئبق في الاسماك البحرية الى 0.5ملغم/لتر) من اهم مصادر تلوث بالزئبق هو مبيدات العفن (fugicide) بانواعه العديدة مثل الزئبق المثيلي وغيره
2. الكادميوم :- يستخدم هذا المعدن الفضي اللون اللين في صناعة الغلونة الالكترونية (electroplating) يعزى بعض الاعراض المرضية التي تسببها المياه قليل العسرة الى ذوبان الكادميوم الموجود في انابيب الاسالة في الماء وذلك لانعدام وجود ايونات تعيق مثل هذا الذوبان (كالمغنيسوم والكاليسوم) حيث تشكل املاح هذه العناصر التي تترسب على شكل طبقة تبطن الانانبيب وتعزل مادة معدنها عن المياه الجارية فلاتذوب فيه شوائب الكادميوم في معدن الانبوب

3. المنظفات : تؤثر المنظفات على الموارد المائية وذلك بسبب التركيز العالي لمادة الترابوليفوسفات (tripolyphosphate) الذائبة في الماء والتي تشكل جزءا كبيرا من مادة المنظف.

تزيد هذه المادة من نسبة تركيز الفوسفات في المورد المائي مما يؤدي الى حدوث انفجار (bloom) في عدد الاشنات , ان مثل هذا الانفجار في عدد خلايا الاشنات يكون مفيدا لزيادة انتاجية البحيرة (lake productivity) حيث توفر مصادر غذائية مناسبة لبيئة الاحياء ولكن عندما تزيد كمية الاشنات عن الحد المعقول فانها تصبح مشكلة. ان الاشنات وغيرها من الحياة الخضراء تعمل على زيادة انتاج الاوكسجين خلال ساعات الضوء (النهار) وهذا جيد ولكن الذي يحدث هو ان نفس الاحياء تتنفس الاوكسجين خلال ساعات الليل مما يؤدي الى هبوط مستمره اى درجة قد تكون خطرة على الاحياء المائية العليا كالاسماك.

4. **ظاهرة الاخصاب: (Eutrophication)**

انواع البحيرات تعتمد على نوع الاخصاب فيها هي :-

1. -:Oligotrophic :وهي البحيرة التي يكون فيها الانشطة الحيائية محدودة (محدودة الاخصاب) وتكون صافية وقليلة العكورة بسبب قلة الاشنات العالقة.
2. Mesotrphic:- وهي البحيرة التي تكون متوسطة النشاط الاحسائي (معتدلة الاخصاب) وتكون اقل صفاءا بسبب الكثرة النسبية للاحياء المالية العالقة
3. Eutrophic:- وهي البحيرة التي يكون فيها النشاط الحياتي عالي (كثيرة الاخصاب) وتكون عكرة ومخضرة اللون.

- يعود سبب زيادة الحياة المائية (بالذات الخضراء)الى عوامل عديدة محتملة كزيادة تراكيز الفسفور والنتروجين والكاربون.
- يعد الفسفورمن اقل العناصر تركيزا في الموارد المائية وذلك بسبب قلة ذوبان معظم اشكاله في الماء .
- عند وجود مصدر جديد للفسفور فان التركيز الجديد للفسفور سيكون بامكانه ادامة كميات اكبر من الاشنات التي تزداد بشكل مفاجئ احيانا وهو ما يعرف بالثورة الطحلبية
- ان زيادة عكورة الماء سيؤدي الى عدم وصول كمية كافية من الضوء لادامة الحياة الخضراء مما يؤدي الى موتها وتحللها في المناطق العميقة من البحيرة مؤدية احيانا الى نقصان وخلل في موازنة الاوكسجين .

ان افراز الاشنات لما يسمى بالتوكسينات (سموميات) يؤدي الى جعل الماء غير صالح للشرب او لسقي الحيوانات

- ان التراكيز العالية من الاشنات تخلق مشاكل جمة في منشأت محطات التصفية كوحدات الترسيب والمرشحات .
- يمكن اعتبار المواد العضوية(بالاضافة الى الفسفور) المسبب الرئيسي للاخصاب حيث تسبب المواد العضوية زيادة في تركيز البكتريا التي تعمل على تحليل المادة العضوية وانتاج غاز ثاني اوكسيد الكاربون,حيث تسبب التراكيز العالية من ثاني اوكسيد الكاربون زيادة في نشاط الاشنات وبالتالي حدوث انفجار في عددها.
- يمكن التخلص من عملية الاخصاب في البحيرات عن طريق معالجة مياه الفضلات المطروحة اليها معالجة ثالثية (tertiary) حيث ان مثل هذه المعاملة تزيل كل من الفسفور ومصادر الكاربون على حد سواء .

مصادر الفسفور الصناعية والطبيعية:

1. مصبات الفضلات المدنية
2. مياه السيل الزراعي (agricaltural runoff) من الاسمدة الفسفورية
3. المنظفات (مسؤولة عن نصف الفسفور الذي يطرح خلال فضلات المدنية)

Hypereutrophic:- وهي حالة فوق الاخصاب التي تصل اليها البحيرة حيث تكون البحيرة بحالة نوعية سيئة وتحدث بها تغيرات جذرية حيث تنهار معظم نظم البيئة فيها فجاة.

يؤدي تردي نوعية مياه المورد المائي الى عدة نتائج اهمها:-

1. تلويث مصادر الموارد المائية واظافة عبئ جديد على محطات المعاملة مياه الشرب
2. تحديد الاستخدمات السياحية والرياضية للمورد
3. الاساءة الى مظهر المورد وربما يصبح المورد المائي مصدر رائحة كريهة للمناطق المجاورة
4. التاثير على الاحياء المائية (خاصة الاسماك)

تستخدم الموارد المائية حسب تدرج جودة نوعيتها كالاتي

1. كمصدر لمياه الشرب
2. كمصدر للمياه الصناعية
3. لصيد الاسماك (التجاري)
4. كمصدر لمياه السقي
5. للاستحمام (الرياضة المائية...الخ)
6. للنقل المائي

7- لطرح الفضلات (كمصدر مائي مستقبل للفضلات)

الفصل الثالث

معالجة وطرح مياه الفضلات

مياه الفضلات والمسببات المرضية :

على في كثير من الاحيان يصعب تحديد نوعية وعدد البكتريا المرضية في المورد؟

ج/وذلك بسبب تعقيد عملية التحليل البكتيري للانواع العديدة من البكتيريا المرضية .

البكتيريا الدالة : تقاوم هذه البكتيريا التغييرات البيئية اكثر من البكتيريا المرضية لذلك فعدم وجودها يعني ان ظروف المورد المائي هي اصعب من ان تقاومها وهي اصعب كثيرا من ان تقاومها البكتيريا المرضية لذلك فلا احتمال لوجود البكتيريا المرضية عند انعدام وجود البكتريا الدالة . اما اذا كانت البكتريا الدالة موجودة فهنالك احتمال لوجود البكتريا المرضية وتستخدم بكتريا الكوليفورم لهذا الغرض.

تلعب البكتريا دورا هاما في تحليل المواد العضوية التي تعد الملوث الرئيسي في مياه الفضلات على الرغم من ان البكتيريا هي ليست الكائن المجهري الوحيد الذي يوجد في الفضلات ومياه المورد المائي.

على/يعد ماء النهر وسطا غير جيد لادامة ونمو البيكتريا المرضية ؟

ج/وذلك بسبب عدة عوامل اهمها درجة الحرارة اضافة الى الظروف البيئية الاخرى لذلك فان اعدادها تتناقص بعد اختلاط مصبات مياه الفضلات مع مياه النهر ومع مسار النهر **باستمرار**.

مسببات الامراض غير البكتيرية في مياه الفضلات هي الرواشح والطفيليات وغيرها ومن اهم مشاكل الرواشح هو عدم تاثيرها بالمواد الكيمياوية المستعملة للسيطرة على البكتيريا المرضية في محطات معالجة الفضلات .وتسبب هذه الرواشح في نقل العديد من الامراض التي يعد ماء الشرب وسطا ناقلا لها .

خصائص مياه الفضلات:

- الفضلات البلدية تكاد تكون مشتركة الخصائص اينما وجدت عدا بعض الاتلافات التي سببها الخصائص النوعية لمياه الشرب اضافة الى طبيعة الاستهلاك المائي الذي يحدد في الغالب تركز الشوائب في الفضلات. لذا يمكن القول انها فضلات بلدية تقليدية ولكن لا يمكن القول ان هناك فضلات صناعية تقليدية لان فضلات الصناعة تختلف من صناعة لاخرى.

-ان مياه الفضلات وبكل ماتملكه من سمعة سيئة لايحتوي الا على 0.1%

شوائب اي (0.001) فقط والباقي اي (99.9%) هو ماء ولازالة هذا (0.001) لا بل لازالة نصفه فقط تصمم وتنفذ محطات تصفية (معالجة) الفضلات بانواعها العديدة وبتعقيداتها المتباينة.

-الشؤائب :1

-- عالقة تزال بالترسيب

-2- مذابة :-

-عضوية

--لاعضوية (اي املاح مثل ملح الطعام والاملاح المسببة للعسرة)

- يتم التركيز على ازالة المواد العضوية من مياه الفضلات ولايلتفت الى المواد الغير عضوية وذلك للاسباب التالية :

1. عدم اضرارها بالموارد المائية عند طرحها فيها.
2. صعوبة ازالة الشوائب المذابة اللاعضوية بشكل اقتصادي

يصعب اعطاء خصائص الفضلات صناعية تقليدية وذلك لعدم وجود فضلات صناعية تقليدية بمعنى الكلمة ولكن غالبا ما تحتوي الفضلات الصناعية على مواد عضوية ومواد كيمياوية والوان ورغوة وسموميات اضافة الى ارتفاع درجة الحرارة بعض الفضلات الصناعية.

التغييرات النوعية التي تسببها الاستخدامات المدنية للماء

الشكل التالي يوضح مخططا مبسطا للتغيرات التي تحدثها استخدام الماء وكذلك معالجة مياه الفضلات الناتجة

- اذا كان التصريف الى نهر كبير فان المعاملة التقليدية ستكون كافية اذ تخفف المطروحات الناتجة مع مياه النهر الوفيرة دون ان يتأثر النهر بالملوثات المطروحة فيه.
- اذا كان التصريف الى مياه راكدة (كالبحيرات) فانه يتطلب ان تزال بعض الشوائب من مياه الفضلات كالمغذيات مثل الفسفور والنتروجين وكذلك اللون والرائحة (معاملة متقدمة)
- اذا اريد استخدام الماء فيجب اجراء معاملة اضافية لتحقيق هذا الغرض اذ يجب ان تكون نوعية المياه المستصلحة الناتجة مناسبة للاستخدام الذي استصلحت من اجله .

المعايير النوعية للمياه:-

حددت العديد من الدول معايير محددة لنوعية مياه انهارها وبحيراتها بحيث لا تتدنى نوعية مياه هذه الموارد عن المستوى الذي يفرضه الجانب الجمالي لهذه الموارد وقد حددت مصادر التلوث المختلفة وخاصة مياه الفضلات الواصلة الى الموارد بما يضمن عدم تلويث الموارد المائية.بكلمة اخرى فرضت على مياه الفضلات الواصلة الى الموارد المائية خصائص لايجوز تجاوزها واجبرت الجهات المسؤلة عن هذه الفضلات باتخاذ كل الاجراءات الضرورية لمعالجة الفضلات بما يحقق خصائص في مياه الفضلات المطروحة الى النهر بحيث لا تتجاوز خصائص النهر .وقد كانت تحدد خصائص الفضلات المطروحة الى الموارد المائية بخصائص ثابتة كأن يكون مستوى ال(BOD)فيها (30 ملغم /لتر) او اقل او لاتتجاوز المواد العالقة (30 ملغم /لتر) وهكذا وقد ثبت ان مثل هذه التحديدات وان كانت مناسبة في بعض المقاطع للنهر او مواقع البحيرة فانها غير ملائمة في مواقع اخرى . لذلك اصبح الاتجاه حاليا نحو تثبيت الخصائص المرغوبة في المورد المائي (حسب استخدام ذلك المورد) والزام الجهات الطارحة للفضلات بمعالجة فضلاتها بما يجعل المورد المائي يبقى ضمن معايير استخدامه, لذلك قد تلجا صناعة معينة او مدنية ما الى استخدام ادارة معينة في تشغيل محطات المعالجة وبما يتناسب مع حالة المورد المائي , مثال على هذا الاتجاه هو ان كفاءة المحطة يجب ان تكون عند اقصى حدودها في موسم هبوط تصريف النهر الى ادنى مستوى تصريف له وبالعكس يجري القيام بصيانة بعض وحدات المحطة في مواسم الفيضان حيث لا يؤثر تقليل كفاءة المحطة وبالتالي وصول تراكيز عالية من الملوثات الى المورد المائي (النهر) بسبب كمية التخفيف العالية المتوفرة خلال موسم الفيضان في النهر .

وعندما يستقر الرأي على تثبيت مقطع معين في النهر لغرض استخدام معين (كمصدر مياه الشرب مثلا) فانه يقرر لهذا المقطع خصائص فيزياوية وكيمياوية وبيولوجية محددة لايجوز تجاوزها من قبل اي مستخدم للنهر كمستقبل لمياه الفضلات.

هدف معاملة مياه الفضلات :-

ان هدف المعاملة (معاملة الفضلات) هو :

الارتقاء بمستوى هذه المياه الى الحد المرغوب فيه وتختلف درجة المعاملة على مستوى تردي نوعية مياه الفضلات اضافة الى المستوى المرغوب ان نرفع نوعية هذه المياه اليه .

عمليات معالجة مياه الفضلات :-

ان حالات وجود الشوائب في مياه الفضلات هي :-

1. شوائب طافية وعالقة (سهلة الترسيب) كقطع الورق واكياس النايلون والرمل وقطع الزجاج والاخشاب وغيرها .
2. شوائب عالقة (حقيقية) كالمواد العضوية والاحياء المجهرية .
3. مواد صلبة مذابة كالمواد العضوية المذابة والاملاح المذابة .
4. الغازات المذابة كغاز كبريتيد الهيدروجين.
5. دهون وزيوت طافية .

ويتحكم حجم دقائق المواد وكذلك وزنها النوعي في حالة الشائبة وكذلك في سهولة ازالتها تبعا لحالتها . كما يحدد كون الشائبة ذائبة في الماء او غير ذائبة الشوائب (المعالجة) من مياه الفضلات الى ثلاثة انواع :-

1) عمليات فيزياوية:-

(كالترسيب والترشيح واحلال الغاز) تعتمد على الخصائص لبفيزياوية للشائبة في تحقيق عزلها .ومن الخصائص المفيدة في عزل الشؤائب ,الحجم , والوزن النوعي واللزوجة وغيرها .

2) عمليات كيمياوية:-

(كالتخثير والتبادل الايوني والكلورة) تعتمد على خصائص مواد كيمياوية تضاف الى الفضلات عند معالجتها وتعمل هذه الكيمياويات المضافة على ازالة او تغيير حالة الشوائب.

3) عمليات بيولوجية:-

(كالترشيح البيولوجي والحمأة المنشطة) تعتمد على قيام الحياه المجهرية كالبكتريا وغيرها بتحليل الشوائب العضوية من خلال تفاعلات بيوكيمياوية .

لايشترط ان تجتمع كل هذه الانواع من العمليات في محطة معالجة واحدة اذ ان الشوائب المختلفة تتطلب عمليات مناسبة لازالتها.

المعاملة التقليدية لمياه الفضلات المدنية :-

المعاملة التقليدية :- هي ازالة نسبة معقولة من الملوثات بحيث يصبح بالامكان طرح الفضلات الى المورد المائي لتخفف به دون احداث تاثيرات سلبية على ذلك المورد. ويلجا الى هذه المعاملة للتخلص من ثلاث قطاعات من الشوائب :-

الاول:- هو المواد العالقة والتي تخلق مشاكل جمة لجمالية المورد المائي خاصة بالنسبة للضفاف.

الثاني:- هو المواد العضوية (الذائبة غالبا) وماتسببه من ارباك لمستوى الاوكسجين المذاب في المورد .

الثالث :- هو التلوث بالاحياء المجهرية وماتحويه مياه الفضلات من مسببات مرضية عديدة.

1. تهيئة الفضلات للمعاملة (Pretreatment):-

اهم وحدات تهئية الفضلات للمعاملة :-

أ- المصافي

ب- شبكة القبضان الحديدية التي تقاطع الاجسام الكبيرة الحجم التي تعيق عمل المحطة واجهزتها الميكانيكية اضافة الى اعاقتها للجريان خلال الانابيب وفتحات الوحدات المختلفة.

يجري سحب وتنظيف المواد بين القضبان بصورة يدوية في المحطات الصغيرة وبصورة ذاتية (ميكانيكية) في المحطات الكبيرة .

يجري سحب وتنظيف المواد بين القضبان بصورة يدوية في المحطات الصغيرة وبصورة ذاتية (ميكانيكية) في المحطات الكبيرة.

من الشوائب التي يفترض ازالتها في بداية المحطة كذلك هي :-

1- ذرات الرمل
2- الزجاج
3- **المعدن**
3- كل ما يجمع تحت اسم القذى (grit) حيث تعمل هذه الشوائب الصلبة على تخديش الوحدات الميكانيكية في محطة المعاملة ,كذلك فان هذه الشوائب تشكل ترسبات في وحدات المحطة يصعب ازالتها باليات قشط الرواسب المستخدمة في بعض وحدات المحطة ,كذلك تسبب هذه الشوائب انسدادات في انابيب المحطة كما تترسب في قعر احواض التخمير مقللة من حجمها الفعال.

كذلك من الشوائب التي تزال في مقدمة محطة المعالجة هي الزيوت والدهون وحسب كميتها ,حيث اذا كانت كميتها قليلة في الفضلات (كما في الفضلات المدنية والخالية من الفضلات الصناعية) فان الزيوت والدهون تجمع في نفس وحدة الترسيب الاولي ولا تستوجب انشاء وحدة مستقلة لها ولكن في حالة كون كميتها كبيرة والتي يكون مصدرها من **بعض الصناعات المشاركة في** شبكة المجاري اضافة للزيوت والدهون القادمة من الاستخدام المنزلي فانه من الضروري استخدام وحدات خاصة لازالتها في بداية المحطة .

علل / تقاس كمية مياه الفضلات في مقدمة محطة المعالجة ؟

ج/ وذلك بهدف تقييم التعاريف المستقبلية لغرض اتخاذ اجراء حولها وكذلك بهدف تحديد الكيمياويات المضافة كالكلور وغيرها .

-:Parshall Flume

هو احد انواع وحدات قياس التصريف حيث يعطي قراءات مستمرة للتصريف ولا يشكل وجوده عائقا ويعد من انسب اجهزة التصريف لما يتمتع به من انسيابية جيدة وضاتعات احتكاك محدودة.

الهدار المثلث (v-notch weir)

وهو ابسط انواع وحدات قياس التصريف والذي يستخدم عند الحاجة الى قياس تصريف الفضلات وذلك بوجعة في طريق الفضلات وفي موقع مناسب لذلك.

2) الترسيب الاولي:- وهو عملية تطلق على ازالة المواد العضوية الكبيرة الحجم نسبيا والتي يمكن ترسيبها خلال فترة زمنية اقتصادية .

- تختلف عملية الترسيب في محطة معاملة مياه الفضلات عن عماية الترسيب في محطة معاملة المياه بما يلي :-

أ- قلة الوزن النوعي للمواد المراد ترسيبها يتطلب اتخاذ اجراءات لمنع اعادة تهيج المواد المترسبة في قعر الحوض,ويتطلب هذا الامر اعتماد تحميل قليل على الهدار المغادر حتى لا تتولد سرع عالية في المنطقة مغادرة الفضلات للحوض.ويساوي الحمل الهيدروليكي على الهدار(weir loading) .

W .L =Q/L , Where Q= التصريف

L= طول الهدار

ب -اختيار فترة استقرار مناسبة عند تصميم حجم احواض الترسيب .

ويعتمد اختيار الفترة الزمنية التي تستغرقها الفضلات خلال مرورها بالحوض على :-

1- نوعية المعاملة البيولوجية اللاحقة لعمليتي الترسيب .

2- كفاءة الترسيب المرغوبة

D.T =V/Q where D.T =detention time

V= volume

Q = discharge

ج- تسحب الحماة (الراسب) المترسبة في قعر الحوض بشكل ذاتي ومستمر او بين حين واخر لتعالج في وحدات التخمير لتهيئتها للطرح النهائي ويكون الراسب المسحوب حاويا على حوالي (95.5%) من حجمه ماء , اي ان نسبة المواد الصلبة فيه هي (1.5%)فقط.

د- عند انعدام وحدات ازالة الزيوت والدهون في بداية المحطة ليجري تجميعها في قناة نصف دائرية حيث تعمل مجاذيف القشط (paddles) على قشط الزيوت والدهون.

3- <u>الاكسدة البيولوجية :-</u>

تعد هذه العملية من اهم عمليات معاملة الفضلات اطلاقا وهي في نفس الوقت من اكثرها كفاءة.وتزال خلال هذه العملية الملوثات العضوية المذابة والعالقة (التي لم تترسب في احواض الترسيب) . وتعمل الكائنات المجهرية كالبكتيريا على ازالة المواد العضوية.

- يجري تحقيق التماس بين البكتريا والملوثات العضوية بطريقتين رئيسيتين:-

الاولى :امرار مياه الفضلات الحاويه على الملوثات العضويه في احواض فيها تراكيز عاليه من البكتريا حيث يجري مزج وتهويه خليط البكتريا مع الفضلات حيث تتغذى البكتريا على المواد العضويه الموجوده في الفضلات وتقلل من كمياتها مثل اسلوب الحمأه المنشطه (Activated sludge) **الواسع الانتشار** .

الثاني : امرار مياه الفضلات على سطوح تحتوي طبقه او رقيقه من البكتريا حيث تعمل هذه البكتريا على امتزاز المواد العضويه من الفضلات واستخدامها كمصدرغذائي لها ولبقيه الحياه المجهريه الموجوده في رقيقه الاحياء المجهريه مثل المرشحات البيولوجيه (Trickling Filters) .

- يمكن اعتبار برك الاكسدة (oxidation pords) اسلوبا مستقلا بذاته وهو من اكثر الاساليب استغلالا للطبيعية خاصة اذا كانت عناصرها الهامة في تحليل المواد العضوية كدرجات الحرارة واشعة الشمس متوفرة .

طريقة الحماة المنشطة (activated sludge process)

الحماة المنشطة :-هي مزيج البكتريا التي سميناها بالمنشطة لاننا نوفر لها كل الظروف المناسبة لقيامها بالتغذية على الملوثات العضوية الموجودة في الفضلات.

يجب ان نفرق بين مفهوم الحماة هنا والحماة المترسبة في احواض الترسيب الاولي حيث ان تلك الحماة هي مجرد مواد عضوية ميتة تصل مع الفضلات .

بينما الحماة في الاكسدة البايلوجية والتي نطلق عليها الحماة (sludge) تتولد اصلا من البكتريا وبقية الاحياء المجهرية الموجودة في الفضلات عندما تشغيل محطة المعاملة لاول مرة حيث يجري تكثير البكتريا لفترة اسبوعين او اكثر وعدم طرح اي كمية منها واعادتها الى احواض التهوية الى ان يبلغ تركيزها في الحوض مابين (2500-4000) **ملغم** / لتر حيث يتمكن هذا التركيز من ازالة المواد العضوية الموجودة في الفضلات بسرعة مناسبة وكفاءة عالية .

- يجهز الاوكسجين الى احواض التهوية اما باستخدام ضاغطات هواء (compressors) او باستخدام توربينات مزج توضع داخل الاحواض نفسها .

-من ايجابيات المنظومة هي الكفاءة العالية في ازالة المادة العضوية من الفضلات وهذا يعني تخفيض الطلب على الاوكسجين الذي تفرضه الفضلات ففي معظم الحالات تزيد كفاءة **محطات الحماة المنشطة على ل** (90 %) وهذا يعني ان مياه الفضلات المدنية التي يكون التركيز لل(BOD) لها (300) ملغم /لتر سوف تدخل المياه وتغادرها وهي **تحوي على** (BOD) قدرها (30) ملغم /لتر وهذا الرقم مناسب كمعيار لمياه مصبات الفضلات وحتى لمعايير نوعية مياه النهر احيانا .

- من عيوب الطريقة هو كمية الحماة المتكونة في المحطة حيث تحتاج الكميات الكبيرة من الحماة الى معالجة خاصة وهذا يمثل عبئا على وحدات المحطة . وبسبب العلاقة الموجودة بين البكتيريا والفضلات فانه هذه العلاقة تجعل البكتيريا في خطورة نتيجة اي تغيير سلبي في نوعية الفضلات. فمثلا عند قيام احد الصناعات بطرح مادة حامضية في مجاري المدنية فانه انخفاض مستوى الرقم الهيدروجيني في الفضلات قد يؤدي الى هلاك كتل الاحياء المجهرية في حوض التهوية .وهذا يجعلنا نبدا من جديد بتكوين تراكيز مناسبة للبكتريا في الاحواض وهي عملية **قد تستغرق** اسبوعين او ثلاثة تكون خلالها كفاءة المحطة قليلة جدا.

- تتميز المحطة بصعوبة و ارتفاع كلف التشغيل والصيانة وذلك لوجود عدد من الوحدات الميكانيكية فيها كضاغطات الهواء وغيرها مما يتطلب مراقبة مستمرة للاحواض والوحدات الميكانيكية.

طريقة المرشحات البيولوجية-: (TRICKLING FILTERS)

المبدا الذي تعتمد عليه هذه الطريقة هو امرار الفضلات على رقيقة او طبقة من الاحياء المجهرية المستقرة على سطح مناسب كالحجارة او الحصى او المواد البلاستيكية او غيرها حيث تتغذى الحياة المجهرية على الطبقة الرقيقة من الفضلات المنسابة فيها.

المرشح البايولوجي :-

هو عبارة عن حوض مصنوع من مادة مناسبة كالكونكريت المسلح او الحديد او غيره مملوء بوسط من الحجارة او الحصى او مواد اصطناعية كالبلاستك ويستند الوسط الى نظام تصريف للفضلات عن طريق مجرى رئيسي الى الوحدة التالية .

علل /يضخ في الغالب قسم من الفضلات الخارجة من المرشح البيولوجي الى بداية الحوض .

ج/وذلك لضمان تحقيق جريان كاف لتحريك اذرع نشر الفضلات ولتحسين كفاءة المرشح في نفس الوقت.

علل/تعد عملية اعادة مياه الفضلات او جزء منها الى المرشح ضروريا.

ج/وذلك لانخفاض مستوى التصريف خلال ساعات الليل لدرجة ان اذرع النشر تتوقف عن الدوران مما يجعل بعض اجزاء المرشح محروما من وصول الفضلات اليه وبذلك تجف وتموت الحياه المجهرية المغلفة للحجارة وبعض اجزاء المرشح.

Single stage T.F : وهو احد حالات امرار الفضلات على المرشحات البيولوجيه حيث ان الفضلات تمر على مرشح واحد .

Double Stage T.F : هو احد حالات امرار الفضلات على المرشحات البيولوجيه حيث ان الفضلات تمر على مرشحين وقد يفصل بين المرشحين حوض ترسيب وسطي (Intermediate Clarifier) ويرمز له بالحرفين (I.C.)

علل/يحبذ استخدام المرشحات البيولوجية في الدول النامية رغم كلفة انشائها العالية.

ج/وذلك بسبب محدودية الامكانيات التقنية وتوفير الايدي الفنية اللازمة لتشغيل المحطات الاكثر تعقيدا خاصة في المدن الصغيرة.

علل/ لايتجاوز ارتفاع الوسط للمرشح البايولوجي عن ثلاثة امتار.

ج/ وذلك بسبب الكلف العالية للاحواض الكونكريتية المرتفعة وصعوبة ملئ وتفريغ محتوياتها بين الحين والاخر.

المرشحات عالية التحميل :ـ وهي المرشحات البايولوجية التي تستخدم الوسط البلاستيكي حيث تعمل هذه المرشحات بتحمل عال اي ان التصريف الذي يدخل وحدة المساحة من المرشح اعلى مما هو مألوف من المرشحات الحجرية التقليدية .

الفصل الثالث

معالجة وطرح مياه الفضلات

المرشحات عالية التحميل :- وهي المرشحات البايولوجية التي تستخدم الوسط البلاستيكي حيث تعمل هذه المرشحات بتحمل عال اي ان التصريف الذي يدخل وحدة المساحة من المرشح اعلى مما هو مألوف من المرشحات الحجرية التقليدية .

- الكفاءة الكلية لمحطة تحتوي على مرشحين بيولوجيين
- $E_T=E_1+(1-E_1)\times E_2$
- **حيث ان :**
- **ET هي كفاءه المحطه الكليه**
- **E1 كفاءه المرشح الاول (T.F1)**
- **E2 كفاءه المرشح الثاني (T.F2)**

مثل :-
جد الكفاءة الكلية لمحطة تحتوي مرشحين بيولوجيين مربوطين بالتتابع تمر خلال الاول فضلات مرسبة لها (BOD) قدره (300) ملغم /لتر علما بان كفاءة المرشح الاول كانت 75% والثاني 60 % . جد ال(BOD) النهائي للفضلات المعالجة .

الحل :

وتحدث معظم الازالة للمواد العضوية في الطبقة العليا للمرشح في حين يكون مستوى الاكسدة البيولوجية في الطبقات السفلى من وسط الترشيح محدودا نسبيا بسبب محدودية كمية المادة العضوية المتبقية في الفضلات وفي الواقع ان فترة تماس الحياة المجهرية الملتصقة على مادة وسط الترشيح قصيرة جدا ولكنها كافية لامتزاز المادة العضوية من مياه الفضلات .اما الاوكسجين فانه يتخلل الوسط بصورة مستمرة حيث يكون اتجاه انسياب (O2) الى اعلى عندما تكون درجة حرارة الوسط (والتي تحددها درجة حرارة الفضلات) اعلى من المحيط الخارجي وبالعكس يكون اتجاه الهواء الى اسفل في حالة كون درجة الوسط ابرد من الجو الخارجي .
وفيما يلي بعض المخططات التي توضح عملية التخلص من الفضلات اما باستخدام الطريقة الاولى (الحماة المنشطة) او الطريقة الثانية (طريقة المرشح البيولوجي) وموقع المنظومة بالنسبة للمحطة وحسب المخطط.

معاملة وطرح مياه الفضلات الصناعية :-

هدف معاملة المياه الصناعية (الفضلات) هو :-

ـ تحويل المواد المسببة للتلوث والتي تشكل خطورة على الموارد المائية المستلمة الى مواد غير قابلة للتحلل واستنزاف الاوكسجين الموجود في المورد.

ـازالة السموميات ان وجدت في المطروحات وذلك لخطر ها على المورد بكافة استعمالاته بالاضافة الى خطورتها على الحياة المائية.

ـاستخلاص المواد العالقة من المطروحات بهدف عدم تشوية منظر وجمال المورد المائي المستلم للمطروحات.

الملوثات الصناعية وطرق معاملتها:ـ هناك تسع انواع من الملوثات مع تأثيراتها على المورد المائي هي :ـ

1ـ مواد عضوية مذابة:ـ

تسبب استنزاف الاوكسجين من الموارد المائية المستلمة لهذه الملوثات مما يهدر هذه الموارد بانخفاض مستوى الاوكسجين فيها الى الحد الادنى مؤديا تاثير سئ على الاحياء المائية ومسببا تاثيرات جمالية سيئة للمورد.

2 - **مواد عالقة** :-

تترسب في المورد المائي وتتحلل وتستنزف الاوكسجين ومسببة اثارا مشابهة اما تحدثه المواد العضوية المذابة

3- مواد عضوية سيئة التأثير بتراكيز ضئيلة :-

مثل الفينول وغيره حيث تئثر هذه المواد على استعمال المياه للشرب وذلك لتاثيرها على طعم ورائحة الماء .

4-المعادن الثقيلة والعضويات الساعة :-

وهذه المواد ذات تاثير سمومي على الاحياء المائية وتحدد تراكيزها في الفضلات الصناعية المطروحة بما يضمن عدم تاثير المورد المائي المستقبل للفضلات بها.

5-**اللون والتعكر**:-

تاثيرهما يكون غالبا على الناحية الجمالية والسياحية للمورد المائي وليس هنالك من طريقة اقتصادية لازالة اللون اما التعكر فامره هين .

6-**مواد مقاومة للتحلل**:-

لعدم تحلل هذه المواد فانها تتركز في المورد المائي وبعض انواعها ينتج تاثيرا سلبيا سيئا **على بعض استعمالات الماء** مثل الرغوة الناتجة عن بعض الصوابين المقاومة للتحلل بالاضافة الى التاثيرات الصحية لبعض هذه المواد.

7-النتروجين والفسفور:-

ويتجسم تاثيرهما عند طرح الفضلات الصناعية في اجسام مائية مغلفة (مثل البحيرات) حيث تؤدي الى حدوث ظاهرة (eutrophication)

8- الزيوت والمواد الطافية :-

تاثيرهما سئ على الناحية الجمالية للمورد بصورة خاصة .

9- المواد المتطايرة مثل كبريتيد الهيدروجين وغيره:ـ

حيث تؤثر هذه المواد على نوعية مياه المورد المائي وخاصة الرائحة والطعم فانها تشكل مصدرا لتلوث الهواء حيث تتطاير الى الجو تحت ظروف بيئية خاصة.

تكون الفضلات الصناعية مزيجا من المواد العالقة الحقيقية والذائبة ومن الضروري اذا ان تشمل عملية التصفية اكثر من عملية واحدة.وتتدرج هذه العمليات ابتداء من ازالة المواد الخشنة جدا بواسطة المصافي ثم ازالة المواد العالقة بواسطة التطويف (flotation) **او المواد الاصغر حجما** (colloids) فانها تحتاج الى عملية تخثير (اي

اظافة مواد مساعدة على الترسب) ثم ترسيبها في احواض ترسيب تعزل المواد الراسبة. وتخضع لمعاملات خاصة قبل طرحها بامان

- ان درجة معاملة الفضلات تعتمد على عوامل عديدة منها (فضلات صناعية):

1- اقتصادية المعاملة
2- طبيعية المورد المائي المستلم من حيث كمية الماء ونوعيته
3- وجود صناعات مماثلة تطرح فضلاتها الى المجرى نفسه
4- تركيز الملوثات في الفضلات الصناعية الخام
5-المعايير القياسية للمورد المائي والماء المطروح بعد المعاملة

مصير الفضلات المطروحة :-

ان تصريف الفضلات الصناعية يكون الى احد العناصر الاتية :-

أ-مجاري المدنية (sewers system) :-

ان العديد من الفضلات الصناعية تحوي شوائب وملوثات يصعب معاملتها في محطات تصفية فضلات المدنية التقليدية لذلك فان البلديات المعنية تفرض محددات وشروط على طبيعة وحجم الملوثات

ب-الموارد المائية المستلمة (receiving bodies) :-

قد تكون انهارا او بحيرات او مياه جوفية ,تحدد درجة المعاملة هنا امور اهمها تركيز وحجم المطروحات ونوعية وحجم المورد المائي بالاظافة الى التحديدات القانونية لاسلوب الطرح والمعايير القياسية للمورد المائي والمطروحات المعاملة .

ثالثا-اقتصادية المعاملة :-

المعاملة الاولية :ارخص واكفا انواع المعاملة حيث يزال الجزء الاعظم من الملوثات وبكلفة زهيدة .

المعاملة الثانوية :اكثر كلفة وهي السائدة في المعظم الدول وتجري جنبا الى جنب مع المعاملة الاولية

المعاملة الثلاثية: باهضة التكاليف ولا يبرر استعمالها الا في حالات اعادة استعمال الماء والذي يحدد بكلفة الماء اصلا او عند طرح المياه المعاملة الى مورد مائي نقي جدا وحساس للتلوث

-الامور التي يجب على المخطط (المسؤول عن الادارة البيئية) مراعاتها في حل مشكلة التلوث:-

1-ماهي الامكانية الذاتية للصناعة في تخفيف او حل مشكلة التلوث الصناعي السائل ؟

2-من اين يجب ان تاتي المساعدة في حل هذه المشكلة؟

3-هل ستكون الحلول بمستوى الايادي الفنية المتوفرة او انها ستكون قفزة لايؤمل مواكبتها من قبل المستوى الفني المتوفر؟

الفصل الرابع

التلوث الهوائي

مقدمة:

يعد تلوث الهواء احرج واخطر انواع التلوث لسببين رئيسين:**السبب الاول** هو محدودية المورد الهوائي ,فالغلاف الجوي الذي يحيط بالارض والذي يبلغ سمكه بضع عشرة كيلومترا يكاد يكون كقشرة التفاحة الى التفاحة نفسها لو قارناه بحجم الكرة الارضية.وعلى الاساس الوزني فان الموارد المائية تبلغ اضغاف الهواء .اما **السبب الثاني** فهو ان الانسان يستهلك من الهواء (15)كيلوغرام مقارنة بثلاثة كيلوغرامات من الماء وكيلوغرام واحد من الغذاء وفوق هذا وذلك فان الانسان قد يصبر على الجوع اسابيع عديدة وعلى العطش اياما ولا يصبر على انعدام الهواء او فساده اكثر من دقائق معدودة .وهذه الحاجة المستمرة للهواء تجعل الاختيار امام الانسان معدوما اذ لابد للانسان ان يتنفس الهواء المتوفر مهما كانت نوعيته ودرجة تلوثه وبعكس يستطيع الانسان بدرجة ما تجنب شرب الماء الملوث او اكل الغذاء الفاسد.ان التلوث الهوائي هو من اقدم انواع التلوث اطلاقا وقد تاثر الانسان اول **ما تاثر** بهذا النوع من التلوث .ومن الامثلة على تلوث الهواء هي :

- ملوثات طبيعية ناجمة عن انفجار بركان فيزون عام (790م) حيث غطت كميات هائلة من الابخرة والغازات والغبار مساحات شاسعة من الاجواء الايطالية ومنطقة البحر المتوسط
- ترك (نيونيد) اخر ملوك بابل مدينته الى عاصمة اخرى بسبب الجو غير الصحي والهواء الفاسد
- مشاكل تلوث الهواء في لندن من جراء استخدام الفحم كوقود لذا تم تحديد استخدامه في عام (1273م) للتقليل من **مشكلة التلوث**

- تلوث الهواء الذي حدث في بلجيكا وفي وادي ميوز الكثيف الصناعه حيث حدث تلوث غير اعتيادي **بجو والذي** استمر لمده خمسه ايام ذهب ضحيته (63) شخص واصيب مئات اخرون بامراض رئويه كما نفقت الماشيه والطيور وحتى الفئران وقد نسب السبب حينها الى التراكيز العاليه لغاز اوكسيد الكبريت في الجو المنطقه .

- كارثه ضباب لندن الكيمياوي الذى يعتبر اشهر كارثه للتلوث الهوائي حيث قتل اكثر من 4000**شخص بعد ان لف** هذا الضباب الكيمياوي المدينه لعده ايام بسبب ظروف جويه معينه واصيب عدد اكبر من عدد القتلى بامراض مختلفه حيث بلغت تراكيز ثاني اوكسيد الكبريت في حينها 103 جزء بالمليون.

مصادر وطبيعه ملوثات الهواء :

المكونات الطبيعيه للهواء المبينه في الجدول يبين ان الهواء هو عباره عن خليط من غازات مختلفه ولكل منها تراكيزها الطبيعيه التي لا تؤثر على الانسان حيث توجد العديد من الملوثات الهوائيه ضمن مكونات الهواء الطبيعي **ولكن** بتراكيز تقليديه لا تؤثر سلبا على الانسان مباشره او بصوره غير مباشره .لذا فعندما يكون هناك تلوث هواء فذلك يعني ان تغيرات عديده قد حدث في تراكيز هذه الكونات الطبيعيه التي تؤدي الى تكوين مكونات ثانويه مؤثره بذلك على تراكيز بعض مكونات الهواء التقليديه .مثل البراكين تعمل على زياده غازات كبريتيد الهيدروجين (H_2S) **وثاني او**كسيد الكبريت (SO2) واول اوكسيد الكاربون (CO) . في حين يعمل التحلل العضوي في المناطق المؤهله لذلك (كالمستنقعات) على زياده تراكيز الميثان والامونيا وكبريتيد الهيدروجين .

تم التكلم عن الملوثات الطبيعيه او التقليديه للهواء الطبيعي والان لابد من التعريف بانواع الملوثات الهواء قبل التطرق الى مصادر التلوث الهوائي وطبيعه هذه المصادر حيث تقسم الملوثات الهوائيه حسب طبيعتها الى :

- ملوثات جسميه او دقائقيه .
- ـ ملوثات غازيه : والتي تقسم الى :

1. ملوثات غازيه لا عضويه مثل :
   ا. ثاني اوكسيد الكبريت
   ب . اكاسيد النيتروجين
   ج . اول اوكسيد الكاربون
   د . كبريتيد الهيدروجين
2. ملوثات غازيه عضويه مثل :

ا . الهايدروكاربونات
ب . الكحول
ج . الكحول الكبريتي
د . الكيتونات
ه. الاملاح العضويه

كل ذلك اضافه الى الملوثات الغازيه الثانويه التي تنتج من التفاعلات الكيمياضوئيه والتي اهمها العوامل المؤكسده مثل الاوزون O_3.

اما الملوثات الهوائيه الدقائقيه (Particulates) فتشمل الدقائق الصلبه او السائله والتي تبقى في الجو لفترات تتراوح بين عده ثوان الى عده اشهر تبعا لحجم تلك الذرات . وتقسم الجسيمات تبعا لطريقه اخذ النموذج الى نوعين :

1- الدقائق العالقه الكليه (Total Suspended Particles)وهي تلك الدقائق التي يمكن جمعها بواسطه جامع العينات المسمى ب (Large Volume Sampler).

2. الغبار الساقط او المترسب (Dust Fall) ويقصد بذلك الجزء من الدقائق التي لها الحجم والوزن النزعي الكافي لكي تترسب بواسطه الجاذبيه الارضيه في جامع عينات الغبار الساقط .(Dust Fall Sampler) في خلال مده شهر واحد .

الملوثات الرئسيه الخمسه هي :

- اول اوكسيد الكاربون
- اكاسيد الكبريت
- الهايدروكاربونات
- اوكسيد النيتروجين
- الجسيمات

وهي الملوثات الرئيسيه الخمسه المسؤوله عن اكثر من 90% من مشكله التلوث الهوائي .

تصنف مصادر التلوث الهوائي حسب اسلوب انتشارها الى :

1. مصادر المتمركزه او النقطيه (Point Source)
2. المصادر المنتشره او غير النقطيه (Non- point Source)

ج-المصادر الخطيه

وهذا التصنيف مهم من اجل علاج مشاكل التلوث الهوائي مثل عمليه التمثيل الرياضي وعمل نماذج رياضيه لانتشار الملوثات .

المصادر الطبيعية للملوثات :-

ان المصادر الطبيعية لانبعاث الملوثات الرئيسية تفوق كمية الملوثات المنبعثة من الانشطة الصناعية بانواعها.فبالنسبة لاكاسيد الكبريت يبلغ مقدار الانبعاث السنوي من المصادر الطبيعية كالاتي :-

1-رابع اوكسيد الكبريت (ناتج عن املاح البحار) =(44) مليون طن سنويا

2- كبريتيد الهيدروجين (من الموارد البحرية)= (30)

3-كبريتيد الهيدروجين (من اليابسة)= (70)

4-ثاني اوكسيد الكبريت =(73)

5-مواد كبريتية من مواد مختلفة = (3)

المجموع (220) مليون طن سنويا من الغازات الكبريتية تنبعث من المصادر الطبيعية في حين تقدر كمية الغازات الكبريتية المنبعثة من الانشطة الصناعية في **العالم ب** (100-146) مليون طن سنويا اي ان الانبعاث الطبيعي لهذا الملوث الرئيسي يبلغ حوالي مجموع الانبعاثات الصناعية.

ونفس الحالة بالنسبة لبقية الملوثات. فبالنسبة لاكاسيد النتروجين المطروحة من المصادر الصناعية المختلفة تقدر ب(53) مليون طن سنويا في حين تقدر الانبعاث الطبيعي له ب(7) **الى** (15) مرة ضعف كمية الانبعاث من المصادر الصناعية.

اما بالنسبة للملوث (اول اوكسيد الكاربون) فان الكمية المنبعثة من كافة المصادر غير الطبيعية تمثل (15%) **من** مجموع ما ينبعث من هذا الغاز الى الجو والذي يقدر ب (3850) مليون طن سنويا.

وتقدر كمية الهيدروكاربونات المطروحة الى الجو من المصادر الطبيعية مابين (170) **و**(1000) مليون طن سنويا وهذا الرقم يبلغ اضعاف مايطرح من هذا الملوث من المصادر الصناعية.

وهناك ملوثات اخرى من مصادر طبيعية مثل الجسيمات وغيرها يصعب تحديد كمياتها.

وتعد الثورات البركانية اهم مصدر لانبعاث الجسيمات وغازات $2,H_2S,CH_4,SO_2$وغيره .الحرائق تعد المسؤول الرئيس عن الهيدروكاربونات واول اوكسيد الكاربون واكاسيد النتروجين التي تنفث الى الجو وكذلك المستنقعات.

المصادر غير الطبيعية للملوثات:-

يمكن اجمال هذه المصادر بالاتي:-

1-استهلاك الوقود لغرض انتاج الطاقة في الصناعة وفي المجال التجاري والمنازل

2-العوادم الناتجة من وسائط النقل المختلفة (السيارات,القاطرات,الطائرات) **والتي تستخدم الانواع المختلفة من** الوقود (الكازولين والكيروسين وزيت الغاز وغيره)

3-النواتج العرضية في المواقع الصناعية مثل الصناعات الكيمياوية وعمليات صهر الحديد وصناعات السمنت والطابوق وبقية المواد الانشائية اضافة الى محطات توليد الطاقة الكهربائية

وهذه المصادر تصنف الى:-

1-مصادر ممركزة او نقطية (POINT SOURCES) حيث تقع معظم المصادر الرئيسية ضمن هذا النوع لمحطات توليد الطاقة والمصافي وصناعات الحديد والورق وغيرها.

2-المصادر غير الممركزة او غير النقطية(NON POINT SOURCES) وتشمل الابنية والمنشات المختلفة كالمساكن والمستشفيات وغيرها.

3-المصادر الخطية (LINE SOURCES) وتتضمن مثلا خطوط السير السريعة (EXPRESS WAYS) وخطوط سكك الحديد.

ويمكن ترتيب المصادر البشريه للملوثات حسب اهميتها كالاتي :
1- وسائط النقل :اهم ملوث ينبعث من هذه المصدرهو غازات اول اوكسيد الكاربون الذي يصل تركيزه من 10 الى 15 جزء بالمليون . ويمكن السيطره عليه من خلال احداث تغيرات جذريه في تصاميم مكائن الاحتراق الداخلي الى نوعيه الوقود المستخدم .
2- الصناعات : وهي المسؤول عن خمس كميه الملوثات المطروحه الى الجو في امريكا . واهم الملوثات الصناعيه هي اكاسيد الكبريت والجسيمات وبدرجه اقل اكاسيد النتروجين و CO.
3-محطات توليد الطاقة الكهربائية :-تستهلك هذه المحطات في العادة كميات خيالية من الوقود (الفحم والنفط) ويحوي الوقود على نسة لا باس بها من الكبريت كشائبة غير مرغوب بها وتتحول عند الحرق الى كمية اكبر من (SO_2) والذي يعد من اخطر الملوثات الهوائية والمسؤل الرئيس عن الامطار الحامضية .
4- التدفئة:- ويعتبر هذه المصدر مرتبطا بنوعية الوقود المستخدم للتدفئة
5- معالجة النفايات الصلبة :-يعتبر هذا المصدر عند التخلص من النفايات الصلبة من خلال عملية الحرق .حيث ان كل طن من النفايات المحروقة يعطي (12) كيلوغرام ملوثات هوائية.

المصادر الاضافية للملوثات الهوائية:-
1-الملوثات العضوية الناتجة عن النباتات
2-الغبار المتطاير عن سطح الارض
3-تدخين السكائر
4-ماد المطاط المتطايرة من اطارات السيارات
5-المذيبات العضوية المستخدمة في عبوات العطور ومصففات الشعرالمضغوطة
6-مصادر متنوع اخرى مثل الغبار الكوني

طبيعة الملوثات الهوائية المختلفة :-
لتفهم طبيعة الملوثات المختلفة من حيث انبعاثها والتاثيرات التي تخلقها اضافة الى التغييرات التي تتعرض لها الشائبة الهوائية بعد انبعاثها من مصدر التلوث لابد ان ناخذ كل ملوث بصورة منفرد ونحاول ان نعطي الجوانب المختلفة لهذا الملوث.ومن الجدير بالذكر ان الملوثات الهوائية اما ان تكون ملوثات اولية اي تلك التي تنفث مباشرة من مصادرها او ملوثات ثانوية وهي تلك تنتج من الملوثات الاولية نتيجة تفاعلات كيمياضوئية او اعتيادية تحدث في الجو عند الظروف المناسبة لها.
1-الملوثات الهوائية الاولية:-
ان خطورة اي ملوث تعتمد على :-
1- تركيزه
2-فترة التعرض له
ولكن اذا تساوى التركيز وفترة التعرض لملوث يصبح من الممكن ترتيب الملوثات حسب خطورتها .وبما ان غاز اول اوكسيد الكاربون (CO) يعد اكثر الملوثات شيوعا فمن المفيد اخذه كمعيار لقياس خطورة الملوثات الرئيسية المختلفة .كما ان بعض الملوثات الاقل شيوعا يمكنها ان تفوق اخطر الملوثات الهوائية الرئيسيةالشائعة .ويفيد الجدول الاتي في معرفة معامل تاثير عناصر التلويث الرئيسية المختلفة .

الملوث	Mg/m3	معامل التاثير
CO	5600	1
SO_X	365	15.3
الدقائق	260	21.5

No_x	250	22.4
HC	45	125

ومستوى الاحتمال في الجدول السابق يعني اعلى تركيز للعنصر الملوث يمكن تحماه من قبل الانسان . ان غاز (CO) هو اقل سميه من بقيه الملوثات الرئيسه ومن قيم الاحتمال يمكن ليجاد معامل تأثير كل ملوث فعلى سبيل المثال

15.4 = 5600/365

وهذا الرقم يعني ان غازات (SO_X) لو وجدت في الجو ما بتركيز 5600 فان خطورتها تبلغ اكثر من خمسه عشر , ضعف غاز (CO) بنفس التركيز . كذلك ممكن ايجاد مستوى خطوره اي ملوث بقسمه تركيزه في الجو الملوث على مستوى احتماله . فمستوى او درجه خطوره (100) مايكرو غرام لكل متر مكعب من غازات (NO_X) تساوي :

0.4= 100/250

في حين ان التركيز نفسه من مركبات الهايدروكاربونات (HC)سيكون له درجه خطوره تعادل :

2.22 =100/45

لو كان لدينا جو تركيز الغاز الملوث (NO_X) هو 250 مايكرو غرام لكل متر مكعب نستطيع البقاء مثلا (10) min ومن ثم اتينا بجو ملوث بتركيز (100) مايكرو غرام لكل متر مكعب نستطيع البقاء لمده

min 25= 10/0.4

ولا يعد اي ملوث خطرا ما دامت درجه خطورته اقل من واحد .

الفصل الرابع

المطروح السنوي لكل ملوث ثم اعادة ترتيب النتائج نحصل على الجدول التالي :-

جدول مقارنة الخطورة الاجمالية لمختلف الملوثات الرئيسية

الملوث	معامل التاثير	وزن المطروح لسنوي (مليون طن)	الوزن المؤثر = الوزن *معامل التأثير
CO	1	147.2	147.2
NO_X	22.4	22.7	508.5
SO_X	15.3	33.9	518.7
HC	125	34.7	4337.5
الدقائق	21.5	25.4	546.1

ومن مقارنة العمود الاخير في الجدول اعلاه يمكن ترتيب الملوثات الرئيسية حسب خطورة كمياتها الاجمالية كما ياتي :-

1-الهيدروكاربونات

2-الدقائق

3-اكاسيد الكبريت

4-اكاسيد النتروجين

5-اول اوكسيد الكاربون

الهيدروكاربونات:-كما يدل اسمها تتكون هذه المركبات من الكاربون والهيدروجين ,يبلغ عددها الالاف وتوجد الطبيعية في الحالات الثلاث الغازية والسائلة والصلبة ويعتمد ذلك على ذرات الكاربون في المركب .حيثتكون الهيدروكاربونات **التي تحتوي على** 4 ذرات كاربون او اقل في حالة غازية والهيد**روكاربونات السائلة تحوي على** 5 **الى اكثر من** 10 ذرات كاربون والهيدروكاربونات الصلبة تحوي على ذرات كاربون اكثر من ذلك.وتترتب ذرات الكاربون في الهيدروكاربونات اما على شكل سلسلة مستقيمة او دائرية او حلقية بنزينية.ويعطي تنظيم الذرات

اضافة لنوعية الاواصر الرابطة لها اهم خصائص الهيدروكاربونات ,وابسط هيدروكاربون هو غاز CH_4الميثان .عند فقدان ذرة هيدروجين واحلال جذر ال OHمحلها يتكون لدينا الكحول المثيلي (R-OH (CH_3OH

ويستخدم الحرف R للاستدلال على الجذر الهيدروكاربوني مهما كان تعقيده.

ان مضار الهيدروكاربونات واضحة خاصة تلك التي تخرج من عوادم السيارات والتي تكول ناقصة الحرق فان اضرار الملوثات الثانوية التي تسببها الهيدروكاربونات هي اكبر.وتتحول الهيدروكاربونات بفعل الاشعة البنفسجية الى **مؤكسدات** كيميا ضوئية.واشهر هذه المؤكسدات هو الاوزون والبيركسياسيلنترات والتي يرمز لها ب($R\text{-}CO_3NO_2$) حيث ان (R-) يمكن ان يكون جذر هيدروكاربون امثيلي او مثيلي .

- **مصادر الهيدروكاربونات**

ا- مصادر طبيعية :- **وتشمل**

1- العمليات البيولوجية :-واحسن مثال لها هو التحلل البكتيري للمواد العضوية.

حيث ينتج من التحللات البيولوجية في مياه المستنقعات والاهوار كميات هائلة من غاز CH_4

يصل الى الجو منها مايقدر ب310 مليون طن سنويا.

2- تعد الاشجار مصدر طبيعيا هاما للهيدروكاربونات المعروفة بال (TERPENES) (HEMTERPENES) حيث تقدر الكميات المطروحة منها الى الجو بحدود 170 مليون طن سنويا.

ب- مصادر صناعية :-**مثل استخدام النفط** وتصفيته ونقله.وعلى الرغم من ان كمية المطروح الصناعي من الهيدروكاربات لا يتعدى 88 مليون طن سنويا.فان لها اهمية خاصة في تلويث الهواء وذلك لكون هذه الملوثات تطرح في مساحة صغيرة نسبيا وبذلك يكون تاثيرها موقعيا.

- تتعرض تراكيز الهيدروكاربونات في المدن الكبيرة (المزدحمة المرور) الى تغييرات جوهرية في خلال ساعات اليوم حيث تزداد كمية الهيدروكاربونات واول اوكسيد النتريك في بداية النهار بسبب الحركة المرورية ,ويتحلل ثاني اوكسيد النتروجين الى اوكسيد النتريك والاوكسجين الذري بفعل الاشعة فوق البنفسجية الواصلة مع اشعة الشمس ومن ثم يتحد الاوكسجين الذري مع اوكسجين الهواء لتكوين الاوزون حسث يزداد تركيز الاوزون مع تقدم ساعات النهار.وبعد توسط النهار يتحدالاوزون مع الهيدروكاربونات ويحولها الى مركبات كيماضوئية معقدة تعرف **بالضبغان** (الضباب الدخان) الكيمياوي .كذلك يتحد الاوزون مع اوكسيد النتريك ليحوله الى NO_2وبذلك يقل تركيز اوكسيد النتريك عند نهاية النهار.

اكاسيد الكبريت:-ان غاز ثاني اوكسيد الكبريت هو الحالة السائدة لغازات اكاسيد الكبريت وتنتقل عادة الى الجو مخلوطة بكميات قليلة من SO_3 الذي سرعان مايذوب بالرطوبة (رطوبة الجو) متحولا الى H_2SO_4 الذي يعد المسؤول الاول للامطار الحامضية.

غاز SO_2 عديم اللون غير **قابل للاشتعل ذو رائحة نافذة** مهيجة للانسجة الحساسة في الانف والفم والعين ويتسبب الغاز في التهابات في هذه الانسجة عند التعرض الى تراكيز عالية منه وكذلك لفترات طويلة حيث يؤدي الى اضرار جسيمة في الرئتين خاصة عند استنشاقه عن طريق الفم.

مصادره:-الصناعة تنتج 146 مليون طن سنويا نتيجة المحروقات الفحم والنفط ويوجد في النفط بنسبة لاتقل عن 1%كتركيز من الكبريت . زيت الوقود تبلغ نسبة الكبريت فيه 3% اي ان هناك 30 كيلوغرام كبريت في كل طن وقود **تتحول عند الحرق الى اكثر من** 60 **كغم من** SO_2 **و1كغم من** SO_3.ويتولد ايضا ال SO_2من مصادر طبيعية ولكن **كملوث ثانوي** بتاكسيد غاز H_2Sالناتج من تحلل المواد العضوية في ماه المستنقعات والاهوار وتقدر كمية SO_X المتولدة من المصادر الطبيعية ب194 مليون طن سنويا.

وبالواقع ان (SO_2) هو اهون اكاسيد الكبريت تأثيرا على الانسان ولكنه الملوثات الثانوية الناتجة فيه لها تأثير اشد **خطورة فاكسدة** SO2 **الى** SO_3 في الجو بمساعدة بعض الفلزات يؤدي بالتالي لما ذوبان SO_3 بالماء وتحوله الى H_2SO_2 المسبب الرئيسي الى اكثر المشاكل البيئية وهي الامطار الحامضية التي لها تاثيرات سلبية على الموارد المائية والنباتات وغيرها .كذلك انبعاث اكاسيد الكبريت مع دخان الصناعات تحت ظروف مناخية غير ملائمة لتحريك الملوثات يخلق مايعرف بالفنجان (الغمام) الكبريتي (الضباب ...الدخان الكبريتي)(SULFURIC SMOG)

اكاسيد النتروجين :-هنالك ثلاثة اكاسيد مالوفة لل(N):-

1-اوكسيد النتروز (N_2O)غاز غير قابل للاحتراق ,غير سام ,عدم اللون ,حلو المذاق.

2-اوكسيد النتريك(NO) غير سام ,غير قابل للاحتراق ,عديم اللون,عديم الرائحة

3- ثاني اوكسيد النتروجين (NO2) ذو رائحة خانقة ,غير قابل للاحتراق وله لون بني . وهناك اكاسيد اخرى منها NO_3 ,N_2O_5 , N_2O_4 ,N_2O_3 وبنسب ضئيلة جدا لا تشكل ملوث خطر .

ان مصادر اكاسيد النتروجين اكثرها طبيعية اهمها تحلل مركبات النتروجين في التربة ويقدر ماينبعث سنويا ب (592) مليون طن سنويا من N_2O و(430) مليون طن سنويا من NO وكذلك تضيف الزوابع الرعدية كميات قليلة من هذه الاكاسيد.

اما المصادر الغير طبيعية (البشرية والصناعية) فتاتي من حرق الوقود وتتكون من اتحاد N مع O2 نتيجة الحرارة العالية المتولدة داخل مكائن الاحتراق الداخلي وتضيف المصادر البشرية مايقدر ب(106) مليون طن سنويا من (NO) والتي تولد من اتحاد النتروجين الموجود بالهواء مع الاوكسجين ويتطلب هذا الاتحاد حرارة تزيد على 1500C وقد يتكون جزء يسير من ثاني اوكسيد النتروجين في درجات الحرارية العالية جدا ويتحول اوكسيد النتريك الى ثاني اوكسيد النتروجين

لذلك فان كمية الثاني اوكسيد النتروجين المنتبعثة من المصادر الصناعية تقدر ب163 مليون طن سنويا ولا يستقرثاني اوكسيد النتروجين على وضعه في الجو بل يتعرض الى دورة يومية من التغيرات وهو يتحلل بفعل الاشعة فوق البنفسجية الى غاز NO واوكسجين الذري والاخير يتحد مع الاوكسجين الهواء بتوليد الاوزون والذي يتحد بدوره مع NO لاعادة تكوين NO_2وهكذا.

وهذه السلسلة من التفاعلات لها اهميتها في التفاعلات الكيمياضوئية وبالتالي في تكوين الغمام الكيمياوي ومن الملاحظ ان قسم كبير من NO_2 يتحد مع الاوزون لتكون N_2O_5والذي سرعان ما يتحد مع بخار الماء الموجود بالجو لتكوين حامض النتريك HNO_3وقد يتفاعل هذا الحامض مع المواد الاخرى لتكوين املاح النترات والتي تغسل بمياه الامطار اوتسقط الى الارض كغبار.

اول اوكسيد الكاربون CO :هو اكثر الغازات شيوعا ويوجد بالطبقات السفلى من الجووبكمية حوالي 500 مليون طن وهوغاز عديم اللون والرائحة والطعم وقليل الذوبان الماء ,يحترق بلهب ازرق وكثافته النوعية الى الهواء (0.965) والتعرض له لمدة طويلة تسبب الوفاة بسبب اتحاد الغاز مع هيموغلوبين الدم ويقلل من قابلية الدم لنقل O_2الى اجزاءالجسم المختلفة اضافة الى ان الالفة بين CO و O_2 اكثر من الالفة بين O_2 للاتحاد مع الهيموغلوبين.

المصادر الغير طبيعية لل CO

1-الاحراق الغير كامل للوقود الاحفوري وذلك بسبب نقص نسبة الهواء المجهز كوقود للاحتراق

2- اختزل Cالى CO2 في درجات الحرارة العالية وتحول الى CO_2الى CO

3-ظاهرة تفكك نواتج الاحتراق حيث ان نواتج الاحتراق تتفكك الى عناصرها تحت درجات الحرارة العالية فمثلا غاز CO_2يتفكك الى O , CO ويعتمد ذلك على الضغط والحرارة

تعد مكائن الاحتراق الداخلي (كالسيارات مثلا) اكبر مصدر غير طبيعي لغاز CO_2

المصادر الطبيعية CO

هو تاكسد CH_4 الذي ينتج من تحلل المواد العضوية وكذلك مصادر بيولوجيا اخرى لفعاليات تجري على البحار واليابسة.
مما يثير الانتباه ان تركيز CO في الجو لا يتغير كثير رغم مما تنفثه المصانع في الطبيعة حيث ان هناك عوامل تحدد من زيادة تركيز هذا الغاز .هنالك عمليتان معروفتان :-

اولهما:-**ان غاز CO**يتحول الى CO_2 بوجود اشعة الشمس وهذه اعملية لا تزيل اكثرمن 0.1% **من CO لكل ساعة مشمسة.**

ثانيهما :- كميات كبيرة من COتمتص من قبل التربة بفعل عمليات البيولوجيا وهناك 14 نوع من العفن والفطريات **كعوامل نشطة جدا لامتصاص غاز CO**

الدقائق:- الدقائق او الدقائقيات في لغة التلوث الهوائي تشمل مواد صلبة او سائلة منتشرة في الجو وبحجوم تتراوح بين جزيئية صغيرة منفردة 0.0002مايكرون وجسيمة قطرها 500 مايكرون ومثل هذه الذرات يمكن ان تترسب في ثواني عديدة او تستقر في الجو لعدة اشهر .والتلوث بالجسيمات يكون مرئيا في حالتين :

الاولى :-عندما يكون حجم الجسيمة يرى بالعين المجردة 100 مايكرون اي ما يعادل حجم نقطة الكتابة .

الثانية :عندما تمتلك الجسيمات الاصغر حجما خصائص تعمل على حجب او امتصاص او عكس اشعة الشمس وبذلك يظهر تاثيرها على ضباب خفيف HAGE **اوشفق احمر .**

وتتعرض الجسيمات الى عدة تاثيرات تغير خصائصها الاصلية كامتزاز الغازات والابخرة على سطحها او اكسدة هذه الجسيمات او تكثيفها او تعرضها للتفاعلات الكيماضوئية .

-وتتكونالجسيمات التي يزيد حجمها على 10 مايكرون من انشطة ميكانيكية كطحن المواد المختلفة والرشي واحتكاك **اطارات** السيارات وغيرها

-اما الجسيمات التي تتراوح بين 1 **و** 10 مايكرون والتي تظهر كدخان فانها تكون نواتج لعمليات الحرق وغبار التصنيع والاملاح المتطايرة من البحار .

-وتكون الجسيمات التي يقل حجمها عن 1 مايكرون من عمليات الحرق والتكثيف حيث ان الجسيمات التي يتراوح حجمها بين 0.1 **و**1 مايكرون هي نواتج حرق او تفاعل كيماضوئي .في حين ان الجسيمات التي يقل حجمها عن 0.1مايكرون هي نتيجة عمليات حرق .وغالبا ماتتكفل امثال هذه الجسيمات الصغرة جدا مع غيرها من الجسيمات مكونة جسيمات اكبر حجما.

وتعرف الجسيمات او الدقائق بتسميات شبه متعارف عليها كالاتي :-

1- **الغبار** :-دقائق من المواد الصلبة تتباين اقطارها بشكل كبير.

2-**الدخان** :-جسيمات صلبة (كاربونية في الغالب)وقطرات متكاثفة من السوائل تتراوح اقطارها بين 1 **و** 10 مايكرون

3- **الضباب** :-جزيئات ماء متكاثفة موجودة بكميات كبيرة في الهواء

4-**الابخرة** المعدنية :-جسيمات المعادن والمواد العضوية تتراوح اقطارها بين 0.01 **و** 1مايكرون .

5-**الرذاذ**:-قطرات سؤائل متكاثفة ومتباينة الحجم

كذلك فان حالات مركبة من انواع مختلفة من الجسيمات قد تتولد مثل تكون الضباب الدخاني من الضاب والدان وتكون الضباب الرقيق Hoge**من الرذاذ والغبار والغازات الملوثة.**

وتقدر كمية المطروحات الجسمية الى الهواء من مصادر طبيعية وغير طبيعية باكثر من 2600 مليون طن سنويا منها ما يقارب من 300 مليون طن مصدرها صناعي (غير طبيعي) والباقي مصدره العمليات الطبيعية مثل تكون املاح ورذاذ البار وهبوب العواصف الترابية والبراكين واحتراق الغابات .

ومن الدقائق التي لها خطورة متميزة على الصحة ويتجاوز تاثيرها معظم الجسيمات هو جزيئات الرصاص التي تنبعث من وسائط النقل والتي يكون حجمها 0.5 مايكرون او اصغر .وتسبب وسائط النقل (97%) من جسيمات الرصاص **الخطرة الموجودة في الجو.**

- **الملوثات الهوائية الثانوية :-**

اهم واخطر الملوثات الهوائية الثانوية هي نتيجة لتفاعل الملوثات الهوائية الاولية والغازية منها بالذات بمساعدة اشعة الشمس كمصدر للطاقة لذا فهي ملوثات ثانوية كيماضوئية.
تبدا الفعاليات الكيماضوئية للضباب بغاز ثاني اوكسيد النتروجين NO2

حيث ينحل هذا الغاز بامتصاصه الاشعة بين الزرقاء وفوق البنفسجية الى اوكسيد النتريك واوكسجين ذري (احادي الذرة). كذلك تمتص جزيئات الاوكسجين الاشعة فوق البنفسجية ولكن مستوى الطاقة لهذه الاشعة لايكفي لتجزئة الجزيئة الى اوكسجين احادي الذرة ولكن تعمل الاشعة فقط على تنشيط جزيئة الاوكسجين O2التي تتحد بدورها مع الاوكسجين الذري المتكون من انحلال ثاني اوكسيد النتروجين لتكوين اوكسجين ثلاثي الذرة O3 اي اوزون حيث يدخل هذا الغاز ضمن رصيد المؤكسدات الموجودة في الضباب الكيمياوي. وتنشا الجذور الحرة مثل الالديهايد (وابسط حالاته الفورمالديهايد) من اكسدة الهايدروكاربونات الالفية وقد تنبعث هذه الالديهايدات مباشرة من عوادم السيارات . وتتعرض هذه الالديهايدات الى اهم تغيير لها بانحلالها عندما تمتص الاشعة المرئية للشمس الى نوعين من الجذور الحرة (R, HCO) حيث تنضم هذه الجذور الى رصيد الكيمياويات الضباب الكيمياوي.وبسبب عدم استقرارية هذه الجذور وعدم امتلاكها لشحنه لذا فهي تتحد مع الاوكسجين O2فمثلا يتحد الجذر الحر Rمع الاوكسجين لتكوين ROO وهذا المركب فعال جدا مع العديد من الملوثات مثل اكاسيد النتروجين والكبريت والهايدروكاربونات والاوزون والكحول والاثير وغيرها.

الملوثات الهوائية الخطرة :-

1- **الاسبست** :-ملوث هوائي خطر يدخل الجو من عدة مصادر اهمها مناجم الاسبست وعمليات طحن وصناعة المنتاجات الحاوية على الاسبست وكذلك يتسرب الى الجو من جراء استخدامه مثل تغليف بعض المنشات او كوابح السيارات وربما يسبب السرطان نتيجة لاستنشاق الالياف الاسبستية الدقيقة.

2-**الزئبق**:- خطورة الزئبق تتجسم في تلوث المياه بالفضلات الصناعية الحاوية على الزئبق وسيما بعد تحول المركبات الغيرعضوية الى مركبات عضوية زئبقية عن طريق بعض الاحياء المائية وتصل الانسان عن طريق السلسلة الغذائية ويوجد الزئبق على شكل بخار عنصر الزئبق ويأثر على الجهاز العصبي المركزي ومصادره في الجو هي الاصباغ والمحطات توليد الطاقة الكهربائية التي تعمل بالفحم وكذلك الصناعات التي تتعامل بتصنيع الزئبق او مركباته

3-البريليوم :-يسبب هذا العنصر عدة انواع من امراض الرئة .ومصدره هو عمليات التصنيع التي تتعامل معهذا العنصر كقطعه او طحنه او حرقه .

4-**الملوثات المشعة**:- من اليقين ان اهم مصدر لانبعاث الغازات والدقائق المشعة الى الجو هي المفاعلات النووية بانواعها المختلفة واغراضها المتعددة.ومعظم الملوثات المشعة تتسرب الى الجو مباشرة او خلال مياه التبريد .ويكون التسرب في حالات التشغيل الاعتيادية مقبولا ولايمثل درجة عالية من الخطورة ولكن الخطر الاكبر هو عند حدوث خلل ما في هذه المفاعلات كما حدث في الاتحاد السوفيتي حيث حدث عطب في احد وحدات مفاعل تشرنوبل في شهر نيسان **من عام** 1986 **تسربت** على اثره كميات كبيرة من الملوثات المشعة الى الجو

مراقبة وقياس ملوثات الهواء:-

يقصد بمراقبة التلوث الهوائي تحديد كمية الملوثات الهوائية من مصادرها المختلفة ودراسة العوامل الجوية التي تؤثر على انتشار هذه الملوثات وبذلك تحدد تراكيزها في البقاع المختلفة من **المنطقة الواقعة تحت المراقبة.**

ويساعد مثل هذا التوقع مع التراكيز الملوثات الجهات البيئية على اتخاذ القرار المناسب لضمان عدم وصول تركيز الملوثات الى حالة حرجة تؤدي الى مردودات خطرة على الناس .

مصطلح المراقبة :يفهم فيه على انه جمع عينات الهواء وتحليلها بكل وسائل القياس المتاحة سواءا كانت اجهزة اتوماتيكية ام تقليدية .ويجري القياس او التحليل بصورة مستمرة او بين حين و اخر اعتمادا على الشائبة المعينة وسرعة تغييرها.

تهدف المراقبة الى تحقيق بعض او كل المهام الاتية:-

1-تمييز مصادر التلوث المختلفة خاصة تلك المسؤولة عن خصائص معينة في الهواء او حالة تلوث معينة

2-التنبيه الى وجود حالة من التلوث الهوائي نوعا ومقدارا.

3-تحديد اتجاه مسار الملوثات (اتجاه التلوث)

4-تستخدم كمؤشر فقط المستويات معينة من حالات التلوث

مستويات الانذار الثلاثة لمدينة لوس انجلس :- **وحدات** (P.P.M)

الملوث	**الاول**	**الثاني**	**الثالث**
CO	100	200	300
NOX	3	5	10
SOX	3	5	10
O3	0.5	1	1.5

الاجراءات المتخذة للمستويات الثلاثة في لوس انجلس :-

-**مستوى الانذار الاول** :- يمنع حرق القمامة في العراء

-**مستوى الانذار الثاني** :-يجري ايقاف حركة المرور في المدينة

-**مستوى الانذار الثالث** :- يعني حالة الطواري وفي تلك الحالة يقوم المواطن بعدم مغادرة المسكن مثلا.

القياس النوعي و اجهزة القياس :-

يمكن تقسيم طرق القياس الى اسلوبين المباشر وغير المباشر .

المباشر: يعني اخذ نموذج من الهواء و تحليله او استخدام جهاز في قياسه ويكون موقع النموذج **عند مصدر** التلوث مثل داخل المدخنة او كاتم صوت السيارة او من موقع بعيد عن مصادر التلوث .الهدف من القياس من المصدر هو معرفة الكميات المنبعثة اما المناطق البعيدة عن المصدر فهو معرفة درجة خطورة الملوث على الناس .

الغير مباشر:-يعني عدم التماس مع موقع الشائبة ويتحقق ذلك بما يعرف بالتحسن النائي او الرصد عن بعد وتستخدم لذلك الطائرات والاقمار الاصطناعية والمناطيد وغيرها .

وحدات القياس:-

يقاس تركيز الملوثات الغازية بحجم الملوث الغازي في كل مليون حجم من الهواء .ويرمز للقياس بالجزء بالميلون (p.p.m) ويقاس تركيز الشوائب الصلبة (الجسيمات) بوزنها في وحدة حجم من الهواء ويعد المايكروغرام للمتر المكعب قياسا مناسبا لملوثات الهواء ويستخدم الملغرام للمتر المكعب للتراكيز الاعلى نسيبا.

ويمكنه تحويل العلاقة الحجمية لتركيز الملوثات الغازية الى علاقة وزنية كالاتي:-

حجم الوزن الجزيئي الغرامي من الغاز (في ظروف قياسية) = 22.4 **لتر**

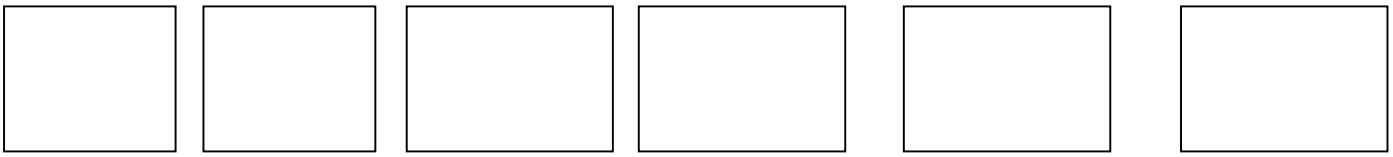
فعلى سبيل المثال اذا كان التركيزالحجمي لغاز اول اوكسيد الكاربون coالخارج من عادم السيارة = (1.5) **جزء** بالمليون (p.p.m) فما التركيز الوزني ب(ملغم/**م**3)

الوزن الجزيئي الغرامي ل (co) = 28 **غم**

التركيز الوزني (ملغم/**م**3) = 1.5 * 2.8\22.4 = 1.075

يقاس تركيز الجسيمات (الدقائق) اما بوزن الجسيمات المترسبة على وحدة المساحة او بالوزن الكلي للجسيمات في وحدة حجم من الهواء . ويعبر عن القياس الاول بوزن الجسيمات بالملغرامات الساقطة على سنتمتر مربع واحد او بالاطنان على الميل المربع **الواحد (طن** / ميل 2) ويعبر عن مجموع الجسيمات العالقة في الهواء بوزنها في وحدة الحجم **(ملغم /م** ^{3}) ويتطلب ذلك ترشيح الهواء الملوث لعدة ساعات قبل الحصول على وزن ممكن القياس .وهنالك قياس لوجود الدقائق في الهواء وبالذات مقدار التعكر (الضباب) الذي تسببه هذه الجسيمات ويتم مثل هذا القياس اما بالمقارنة العين او باعتماد الخصائص الضوئية وكمية حجب الضوء الذي تسببه الجسيمات.

وسائل قياس الجسيمات :- اقدم وسائل قياس الجسيمات هو مقياس ويفيد في تحديد كثافة الدخان الخارج من المداخن وهو بدرجات من (0 -5) وما زال معترف به المحاكم عند النظر في المشاكل البيئية . يمثل الصفر انعدام اللون الاسود للدخان ويمثل الرقم (5) **الدخان كامل السواد.**



من مشاكل هذه الطريقة هو لاهتمام بلون الدخان اكثر من الاهتمام بمحتوياته كذلك فان الحالة الضوئية للجو (مشرق , غائم,....الخ) تأثير على المقارنة التي تتم بالعين المجردة ويتطلب استخدام الجدول بعض التدريب باستخدام نافثات دخان .تقاس الجسيمات القابلة للترسيب التي يزيد حجمها على (Mm10) في جامعات غبار اسطوانية قطرها (cm10) ولها فوهة قمعية واسعة ويجمع الغبار المتساقط لعدة ايام او اكثر وتحتسب كمية المتساقطات (الرواسب الغبارية) (dust fall)(mg/cm^2) او الطن على ميل2 في الشهر ولا تسلم هذه الطريقة من العبث او سقوط فضلات الطيور فيها.

يستخدم مرشح هواء لقياس مجمل الدقائق الموجودة في الهواء وذلك لسحب الهواء بواسطة ساحبة ومن خلال ورق او قماش ترشيح تجميع عليه الدقائق خلال الفترة الزمنية المحددة ويحسب الفرق بالوزن لغشاء الترشيح قبل وبعد سحب الهواء كما في الشكل التالي

مثال:- استخدام مرشح هواء كما في الشكل اعلاه لايجاد المعدل اليومي لتركيز الدقائق الموجودة في هواء حي سكني يبعد (m800) **عن معمل سمنت** وكان الفرق بين وزن الغشاء قبل وبعد الترشيح يعادل (gm33.6) **علما بان** ساحبة الهواء هي (m^3/hr 100)وان العملية استمرت (24hr) ماهو معدل التركيز اليومي للدقائق ب(mg /m^3) ؟

جامع النماذج الشريطي :- هو جهاز لقياس الدقائق والدخان وتسجيل تراكيزها .يمر الهواء في هذه الجهاز مارا بالغشاء الورقي الشريطي حيث تجمع الدقائق في بقعة دائرية قطرها (2.5cm) ولفترة زمنية محددة مسبقا من (5)**دقائق** الى عدة ساعات حسب الحاجة وعند انتهاء الزمن المحدد يتحرك الشريط ليعرض بقعة جديدة وتقارن البقع المعرضة وغير المعرضة من حيث نفاذيتها للاشعة.اذا فهذا الجهاز قد تجاوز مشاكل الوزن الدقيقة للغشاء كما هي الحال في جهاز مرشح الهواء واعتمد على الخصائص الضوئية التي تحدثها الدقائق عند تعلقها بالغشاء الشريطي.وتصعب مقارنة النتائج في هذه الحالة مالم توضع ضوابط لكمية الهواء المار خلال البقعة على الشريط وقد تبين ان افضل تعبير لذلك هو قياس مسار الهواء خلال البقعة وهذا يساوي سرعة تيار الهواء الداخل الى الجهاز مضروبا في زمن التعرض .وتكون قراءات الجهاز على شكل معامل يسمى معامل السديم (الضباب الخفيف)او (COH) **لامتصاص** .

ووحدة واحدة من (COH) تمثل كمية الدقائق التي تسبب كثافة ضوئية قدرها(0.01) ويعطي الجهاز قراءات هي (COH) **لكل** (m1000) طول من الهواء المار خلال الجهاز.اهم مميزاته انه بالامكان اعتماده لاخذ عدد من نماذج باستخدام عدد من بكرات الشرائط الغشائية ثم قرائتها فيمابعد. من عيوب الجهاز لايسمح لقياس الدقائق السائلة كذلك لايعطي اي فكرة عن التوزيع الحجمي بل ان تركيزه هنا على تاثير الدقائق على خواص الرؤيا ومداها .

طرق ووسائل قياس غازات التلوث:

على الرغم من التطور التقني في أجهزة القياس التي مكنت المهندسين والمختصين بشؤون قياس الملوثات من الحصول على قياسات الملوثات الغازية بأجهزة لاتحتاج إلى عملية فصل الغازات الملوثة بل يجري القياس خلال جريان الهواء بقنوات الجهاز الخاصة، فعلى الرغم من ذلك لازال المبدأ السائد هو عزل الغاز المعني من نموذج الهواء بطريقة أو بأخرى ثم اجراء فحص لكمية الغاز الملوث باحد الطرق الكيمياوية أو الطيفية أو غيرها.

ويجرى عزل الغاز الملوث اما بامتصاصه من قبل سائل مخصص لذلك او امتزازه على سطح مادة منشطة لهذا الغرض كالكاربون المنشط (Activated Carbon) . والسوائل المخصصة لامتصاص الملوثات الغازية المختلفة تقوم بدورها عن طريق التفاعل الكيمياوي غالبا أو عن طريق الامتصاص الفيزياوي البسيط. وفي جميع الأحوال يجب فصل الغاز من المادة الصلبة المميزة له بواسطة محلول ثم قياس خصائص المحلول بعد تغيره بسبب الغاز الملوث ويكون أما بواسطة التسحيح أو بالطريقة الطيفية اذا كان تغير لون المحلول يمكن قياسه. أما بالنسبة للسوائل فيجري قياس تركيز الغاز الملوث فيها بواسطة التسحيح أو بواسطة جهاز لقياس الطيفي (Spectro photometer) اذا كان هناك تغير في لون السائل نتيجة الغاز الممتص. كذلك بالامكان تشبيع اغشية ورقية بمادة لها خصائص التفاعل مع الغاز المراد قياسه، مثلاً بالأمكان تشبيع اغشية ورقية بمادة لها خصائص التفاعل مع الغاز المراد قياسه، مثلاً بالامكان قياس كبريتيد الهيدروجين (H_2S) باستخدام مرشح شريطي بعد اشباع الشريط بمادة خلات الرصاص (Lead Acetate) التي تتحول عند مرور (H_2S) بها إلى كبريتيد الرصاص الأسود اللون وتقاس الكثافة الضوئية للشريط حيث تحول إلى تركيز لغاز H_2S .

وأيضاً من الطرق التي تقيس تركيز الملوث الغازي دون الحاجة إلى عزلة عن بقية مكونات الهواء هي طريقة التحليل الكروماتي باستخدام أجهزة تعرف بالكروماتوغراف الغازي (Gas Chromotograph).

السيطرة على ملوث الهواء:-

من الخطأ أن يتصور الإنسان المورد الهوائي كخزان عظيم السعة وان يتعامل معه كمزبلة شائعة يرمي فيها كل فضلاته. ومن أتيحت له النظر من أعلى المدن (أي من الجو) وخصوصاً في المدن الصناعية يدرك معنى محدودية المورد الهوائي . ويبدوا ان من يعيش داخل هذه المدن لايدرك السجن الذي هو فيه كالذي ينظر اليه من فوق القمامة ولكن اناس هذه المدينة يعانون بالتأكيد من الإشكالات الصحية التي يخلفها التلوث الهوائي وعندما تزيد الحالة سوءاً في بعض الأيام يكون التلوث مرئياً حتى للذي يعيش داخل هذه المدن. وكما مر سابقاً ان الإنسان لاخيار له ي استنشاق الهواء مع ملوثاته مادام هو داخل القمامة علماً بأن الإنسان لا خيار له في استنشاق الهواء مع ملوثاته مادام هو داخل القمامة علماً بأنه يستطيع ان يرفض شرب الماء الملوث أو أكل الغذاء الذي يشك في نظافته.

لذا يبدو ان النسق المنطقي لمجابهة أزمة التلوث الهوائي تتكون من ثلاث مستويات عمل أو مراحل هي:-

المرحلة الأولى:-

تعريف المحددات النوعية للهواء (Air Quality Criteria) أي تحديد درجة نقاوة الهواء وتثبيت التراكيز الامينة للشوائب المختلفة وبالأخص الجسيمات $Co,\ So_x,\ No_x$ والهيدروكاربونت (الملوثات الاولية الخمسة) لمؤكسدات الكيماضوئية (ملوثات ثانوية) . هذه التحديدات التي تعطي تراكيز الشوائب في الهواء الذي نستنشقه نحن، او حيواناتنا أو نباتاتنا دون الأضرار بنا أو بها، وتعطي تراكيز للشوائب التي يحويها الهواء الذي يحيط بمنشأتنا وأرضنا وبضعائنا دون ان يتلفها أو يغيرها إذ من اليقين ان وضع مثل هذه التحديدات ياتي بعد معرفة عملية بخصائص الشوائب

وخصائص الانسان والحيوان والنبات والمواد ومدى تأثيرها بهذه الشوائب وتتغير هذه التحديدات (Criteria) بازدياد رصيدنا العلمي عن الشوائب وعن تأثيراتها البيولوجية والفيزياوية والكيمياوية.

المرحلة الثانية:

ترجمة محددات الهواء إلى معايير لنوعية الهواء (Air Quality Standards) تصف أو تعرف الحدود المسموح بها لهذه الشوائب في الهواء المتاخم . ولغرض تحقيق هذه الحدود المرغوبة اوا لمعايير النوعية للهواء التي نحبذها يجب تحديد الملوثات من مصادر انبعاثها أي يجب وضع معايير للشوائب عند مناطق انبعاث الملوثات سواء كانت مدخنة مصنع أم كاتم سيارة او غير ذلك وتعرف هذه المعايير بمعايير الانبعاث (Emission Standards).

وتبدو ان معايير الانبعاث وكأنها التحديدات التي تفرضها سلامة الهواء على كافة مستخدميه بتحديد حصصهم في المساهمة بتلويث الهواء والتأكد من عدم تجاوز أي مستفيد من الهواء على هذه المعايير.

المرحلة الثالثة:

تطبيق وسائل السيطرة لتحقيق معايير الانبعاث المختلفة وخير مثال على تطبيق وسائل السيطرة هو قيام منتجي السيارات في العديد من الدول بتصميم محركات هذه السيارات بحي تعطي أقل قدر ممكن من الملوثات إضافة إلى معالجة هذه الملوثات قبل خروجها من السيارة بشرط ان يكون تركيز الملوثات في غازات عادم السيارة ضمن حدود معايير الانبعاث الخاصة بغازات العادم.

التطبيق الإداري لنوعية الهواء:-

وتشمل أمور تخطيطية كتحديد موقع الصناعة، خطوط النقل الرئيسية وغيره من ذلك وكذلك تشمل أمور إعلامية لتوعية الجمهور ليأخذ دوره في الحد من انبعاث الملوثات وحتى القرارات السياسية لها للتأثير في نوعية المورد الهوائي.

عزل الملوثات عن الهواء:-

تزيل أجهزة ومعدات قنص الملوثات نوعين رئيسيين من الشوائب هما:-

1- الدقائق أو الجسيمات.
2- الغازات.

عزل الدقائق من الهواء الملوث – المصادر الثابتة:-

إن تقليل حجم الغازات المحتوية على الشوائب ما أمكن ذلك سوف يساعد بالتأكيد على سهولة التخلص من هذه الشوائب بأقل كلفة ممكنة، أما أنواع الدقائق المألوفة في الهواء الملوث المبعث من المصادر الثابتة فهي:-

1- التغيرات السائلة (السديم أول الطل) (Mist): وهي القطيرات من السائل يقل قطرها عن ميكرون واحد وشكلها كروي.
2- الأبخرة (Fumes): وتعرف أحياناً بالأبخرة المعدنية : وهي جسيمات صلبة يقل قطرها عن ميكرون واحد تتكون بالأصل من تكثف المواد المتطايرة ويكون شكلها كروياً بفعل الشد السطحي، وتنتج الأبخرة في الغالب من الصناعات المعدنية (الجديدة والصلب والألمنيوم... الخ).
3- الغبار (Dust): جسيمات كروية صلبة يتراوح قطرها بين واحد و (100) ميكرون. وتكون كروية مجوفة أو صفائحية (Flakes) أو ليفية (Fibers) أو اسفنجية (حاوية على غازات).
4- القذى (Grit):- وهي اجسام غير منتظمة الشكل حجمها من (100) إلى (1000) ميكرون وقد تكون على شكل أسفنجي أو ليفي أو صفائحي أو غيرها.

يعتمد اختيار الطريقة المناسبة لعزل الدقائق على خصائص هذه الدقائق كتوزيعها الحجمي. لذا فمن الضروري تحليل حجم الدقائق بطريقة مناسبة مثل استخدام المناخل والمجهر أو طرق الترسيب. إضافة إلى التوزيع الحجمي للدقائق فأن مادة الجسيمة لها أهمية في اختيار طريقة العزل. مثلا كون الجسيمة صلبة أو سائلة وخصائصها الكيماوية. ومن الممكن تقسيم طرق عزل الجسيمات إلى خمسة قطاعات اعتماداً على المبدأ الذي تعتمد عليه عملية العزل:

1- العزل الميكانيكي الجاف الذي يتحقق عن تخفيض سرعة الهواء أو تغيير اتجاهه مما يؤدي إلى ترسيب الدقائق.
2- العزل الميكانيكي مع استخدام الماء لتحسين تجميع الجسيمات (بالغسل أو الرش).
3- الترشيح باستخدام الألياف أو الحصران الليفية (النسيجية) ويتعدى عمل هذه المرشحات مجرد الحجز الفيزياوي البسيط (النسيجية) ويتعدى عمل هذه المرشحات مجرد الحجز الفيزياوي البسيط للدقائق إذ أن هذه المرشحات تعمل على عزل الدقائق بمؤثرات عديدة منها القصور الذاتي للجسيمات وشحنتها الكهروستاتيكية. ويجري اختيار مادة المرشحات بما يناسب درجة حرارة الهواء والتركيبة الكيمياوية لشوائبه.
4- الترشيح الألكتروستاتيكي: الذي يعتمد على إمرار الجسيمات من مجال متأين لاكساب الدقائق شحنة كهربائية تساعد على جذبها إلى الأقطاب الكهربائية.
5- العزل باستخدام الذبذبات الصوتية: (Sonic): وهو أسلوب حديث نسبياً يستخدم هذه الذبذبات لتجميع الذرات الناعمة لتسهيل عزلها.
6-

طرق عزل الجسيمات الشائعة

أ-غرف الترسيب (Setting Chambers):-

هذه أبسط أنواع طرق الترسيب وتعتمد على مبدأ خلاصته أن الدقائق الصلبة أو السائلة العالقة في غاز سوف تهبط خلال الغاز تحت تأثير جاذبيتها وبسرعة تعتمد على حجم الجسيمات وكثافتها وشكلها فضلاً على كثافة ولزوجة الغاز الذي يحوي هذه الدقائق وتصل هذه الجسيمات إلى سرعة هبوط حرة نهائية يمكن حسابها من قانون ستوك:-

$$W=\{ gd^2(\sigma-\rho)\}/18n$$

حيث أن :-

W= سرعة الهبوط الحرة.

g= التعجيل الأرضي.

d= قطر الجسيمة

ρ= كثافة الغاز

σ= كثافة الجسيمة.

n= لزوجة الغاز (نيوتن.ثا/م^2 أو كغم/ثا^2)

وغالبا ما تهمل قيمة (ρ) لصغرها مقارنة بكثافة الجسيمة وتفيد التجارب التي أجريت على سرعة الهبوط الحرة للجسيمات بأن مكون ستوك يصلح للجسيمات التي يتراوح قطرها بين (10) و(100) ميكرون حيث تلعب القوى البروانية دورا أكبر في تحديد سرعة الجسيمات الاصغر من (10) ميكرونت في حين تتجه سرعة الهبوط الحرة نحو الاستقرار للذرات الكبيرة الحجم كما موضحة في الشكل التالي.

ويبين الشكل التالي رسماً تخطيطياً لغرفة ترسيب مؤشراً عليها العلاقات الرياضية لقانون ستوك . فلو كان (L) طول الغرفة في الشكل ، و(h) هو ارتفاع منطقة الترسيب في الغرفة و(V) هو سرعة الهواء خلال عبوره بغرفة الترسيب يكون الوقت المتاح للترسيب (t) يساوي :

$$t=h/w=L/V$$

ويمكن هنا حساب اصغر الجسيمات التي سوف تترسب في الغرفة ومن اليقين ان الجسيمات التي تفوقها حجماً سوف تترسب جميعا في حين تفلت مع الهواء المار بالغرفة معظم الجسيمات الأصغر حجماً. وفي الواقع يمكننا تعميم غرفة الترسيب وذلك بتحديد كفاءة إزالة الجسيمات المطلوبة حسب متطلبات معايير الانبعاث ومن هذه الكفاءة ومن معرفتنا المسبقة بالتوزيع الحجمي للدقائق الموجودة في الهواء نستطيع ان نحدد قطر الجسيمة التي يمكن ترسيبها . وغالباً ما تعطي هذه الحسابات كفاءة أعلى من الواقع بسبب الاضطرابات في مسار التيار الهوائي الرئيسي الذي فرضنا بأنه سيكون انسيابياً ومتجانساً من حيث توزيع الجسيمات فيه.

ب-مجمعات القصور الذاتي والطرد المركزي.

ج- السايكلونات (Cyclones).

د- عزل الدقائق بالغسل (Scrubbing).

هـ- وحدات الغسل ذات الطاقة العالية (High Energy Serabbers).

انتقال الملوثات الهوائية في الجو:-

في جميع كوارث التلوث الهوائي التي حدثت في بعض المدن الكبيرة مثل لندن أو لوس انجلوس أو في المناطق الصناعية كانت الحالة الجوية هي المسبب الأساس للكارثة. ذلك لأنه في جميع هذه الحالات لايمكن أن تكون كميات الملوثات الغازية المنبعثة من مصادرها المختلفة إلى الجو قد زادت فجأة وخلال أيام أو ساعات لترفع تراكيز الملوثات في جو المدن المنكوبة إلى حالة الكارثة.

ان معدلات كمية الملوثات المطروحة إلى الجو خلال 24 ساعة تبقى شبه ثابتة فيما عدا التباين الموسمي لمطروحات بعض المصادر. إذاً فالحالة الجوية هي الملامة في وصول تركيز الملوثات الهوائية في أجواء هذه المدن إلى الحد الحرج. فقد أدت ظروف جوية معينة إلى أيقاف أو تحجيم انتقال الملوثات المنبعثة من مصادرها المختلفة من جو المدينة إلى خارقة مما أدى إلى تصاعد تراكيز هذه الملوثات في هواء المدينة ووصول هذه التراكيز الخطرة على الرغم من ايقاف معظم مصادر التلوث الهوائي وعليه يمكن القول ان حالة التلوث الهوائي في أي منطقة يحكمها عاملان أولهما حجم الملوثات المنبعثة من مصادرها المختلفة وثانيهما سرعة انتقال الملوثات ومدى تخفيفها بالهواء النقي. إذ أن هذين العاملين وسرعة حصولهما يحددان تركيز أي ملوث هوائي في أي بقعة من جو المدينة ونظرا لاهمية الحالة الجوية من حرارة وسرعة الريح وضغط ورطوبة ومقدار الاشعاع وغيرها من العوامل الفيزياوية في انتقال الملوثات الهوائية فأنها يجب ان تعطي أهمية مناسبة عند الحديث عن انتقال الملوثات الهوائية.

حركة دخان المداخن:-

ان توقع اسلوب انتقال الملوثات في جو المدينة التي تشكو من حالة تلوث له اهمية للجهات البيئية ويعد ضرورياً جداً لتوقع التراكيز التي يحتمل ان يبلغها ملوث ما في منطقة معينة في المدينة او خارجها، وكما ذكرنا ان من أهم عناصر مراقبة الوث الهوائي هو معرفة الخصائص أو الأحوال الجوية اضافة إلى حجم وموقع انبعاث الملوثات الغازية والجسيمة من فوهة المدخنة فان هذه الملوثات سوف تخفف وتمتزج مع الهواء المتاخم وبصورة مطردة مع انتقال هذه الملوثات باتجاه الريح السائدة. ويسهل وصف تشتت غمامة الدخان المنبعثة من المدخنة إذا أخذنا بعض خصائص الغمامة بنظر الاعتبار .

الخاصية الأول: ان الدخان المنبعث من المدخنة يخرج بسرعة وله سرعة قصور ذاتي يجعله يستمر بالارتفاع هو كون هذه الغمامة اسخن من الهواء المجاور لها. لذا فاختلاف الكثافة سيجعل دخان الغمامة يرتفع (أي يطفو) فوق الهواء المجاور.

الخاصية الثانية: ان الغمامة ستتأثرُ بصورة مباشرة وحال مغادرتها المدخنة بالحالة الديناميكية التي تخلفها المدخنة في الهواء المجاور. وفي الواقع ان التخفيف النهائي لملوثات الغمامة يعتمد على درجة اضطراب الجو.

تؤثر الأبنية المجاورة وبعض التضاريس في مسار غمامة الدخان. وإذا كانت سرعة الدفق الخارج من المدخنة قليلة مقارنة بسرعة الهواء الأفقية فان الغمامة سوف تنسحب باتجاه منطقة الضغط المنخفض جوار المدخنة. ولا يحدث مثل هذا التأثير على الغمامة عندما تكون سرعة دفق الدخان من المدخنة ضعف سرعة الريح. كذلك عند وجود بناية كبيرة قرب المدخنة فأن الغمامة سوف تنحرف نتيجة للتيارات الهوائية حول البناية المذكورة. وكقاعدة عامة وحتى لاتحصل مثل هذه التأثيرات فأن ارتفاع المدخنة يجب أن يكون على الأقل (2.5) ضعف ارتفاع البنايات المجاورة. وفي الحقيقة منن الصعب لا بل من المستحيل توقع مصير غمامة الدخال في حالة وجود أبنية مجاورة . وتتخذ الغمامة المغادرة للمدخنة اشكالا انتشارية مختلفة كما موضع بعض هذه الاشكال مع مسبباتها في الرسوم التالية.

صعود الغمامة :

حال مغادرة الغمامة للمدخنة تمتزج مع الهواء ثم تنحرف باتجاه الريح السائدة. ولكن لسرعة خروج الغازات ولقلة كثافتها بسبب سخونتها فأنها سوف تستمر بالصعود نسبة للهواء المجاور. ونظراً لأهمية مثل هذا الارتفاع في تحديد تراكيز الملوثات على مستوى سطح الأرض المجاورة فقد كثرت المعادلات الرياضية التي تسعى إلى توقعه. وقد ثبت ان ارتفاع الغمامة يستمر حتى بعد ان تبتعد عند المدخنة باتجاه الريح السائدة ولأكثر من (1000) متر.

$$\Delta h = V_s d / U[1.5 + (2.68 * 10^{-3} p(\Delta T / Ts))]$$

Δh(m):ارتفاع القمامة فوق المدخنة

Vs(m/sec: سرعة دخان المدخنة

d(m): قطر المدخنة

U(m/sec): سرعة الريح

p(mbar):الضغط الجوي (ملي بار)

ΔT(k): (درجة حرارة الدخان- درجة حرارة الهواء)

Ts(k): درجة حرارة الغاز (الدخان) (كالفن)

مثال: احسب ارتفاع المدخنة الفعل (Δh) للمعلومات التالية:-

h=203m , d=1.07m , U=3.56m/sec

T=13°C, p=1000 mbar , Vs=9.14m/sec

Ts=149 °C ?

الضوضاءNoise

الضوضاء:

هي تلك الأصوات غير المرغوب فيها

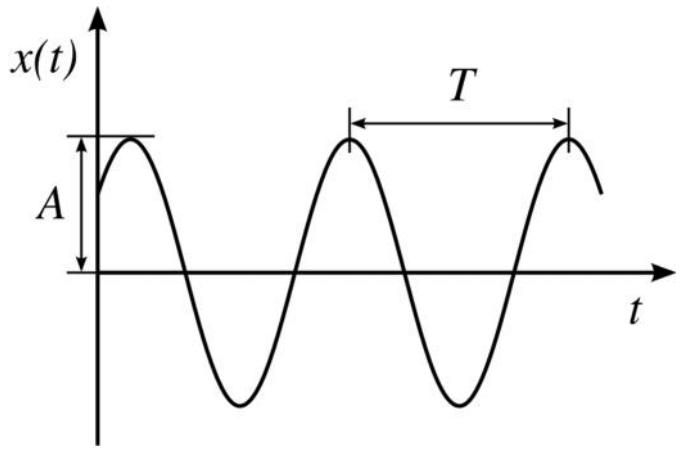
أنماط الضوضاء:

1- فسماع الموسيقى مثلاً بالشيء الممتع و المريح للأعصاب لكن إذا وصلت لحد الإزعاج أثناء القراءة او النوم فنوصفها بالضوضاء المزعجة
2- أصوات الاجهزة المنزلية مثل التلفاز، اصوات الباعة المتجولين .
3- آلالات المستخدمة في الصناعة مثل الات الحدادة ، مكائن الغزل والنسيج
4- وسائل النقل (طائرات العادية أو النفاثة- سفن- دراجات بخارية- سيارات)

قياس الضوضاء و الإدراك الحسي:

يفسر الضوضاء على أنه تغير سريع في ضغط جزيئات الهواء على طبلة الأذن . و عندما تندفع هذه الجزيئات متقاربة معاً بقوة ينتج الضغط الموجب وعند التباعد ينتج الضغط السالب ، وهذا التذبذب الموجب و السالب- يمكن تمثيله بيانياً " بالموجات " حيث تمثل الإشارات الإيجابية أعلى مستوى في التذبذب والعكس بالنسبة للسالب – يجعل طبلة الأذن تهتز و تنتقل إلى باقي أجزاء الأذن، الأذن الوسطى، الخلايا الشعرية في الغشاء القاعدي في القوقعة ومن ثم إلى العصب السمعي في الفص الصدغي في المخ حيث يتم تمييز الصوت.

الموجة الصوتية هي موجة جيبية وكما موضح بالشكل



المدى Amplitude A: اعلى او اقل قيمة للضغط

المدة Time T: الفاصل الزمني بين القمم المتعاقبة

التردد Frequency F: عدد الموجات في الثانية الواحدة ويقاس Hz ، يستطيع الانسان سماع الاصوات ذات الترددات المحصورة بين 20 -20000 هرتز.

الطول الموجي Wavelength a : هي المسافة المحصورة بين قمتين او قعرين متتاليين.

العلاقة بين بعض المتغيرات:

$$T = \frac{1}{f} \quad , \quad a = \frac{c}{f}$$

يمثل الـ C سرعة الصوت في الهواء ويقدر بـ 340 متر/ثانية في درجة حرارة 20 درجة مئوي وعند 1 ضغط جوي.

درجة الصوت : هي الخاصية التي نميز بها بين الصوت الغليظ غير الحاد و الصوت الرفيع الحاد.

شدة الصوت : Intensity هي الخاصية التي تفرق بين الأصوات من حيث تأثيرها على الأذن شديد أم ضعيف أو عل أم منخفض .

ضغط الصوت Sound pressure: هو تذبذب الضغط الناتج عن حركة الموجة الصوتية اعلى وادنى من مستوى ضغط الهواء.

عتبة السمع Threshold of hearing : وهو ادنى مستوى لضغط الصوت يمكن لانسان عاقل بالغ ان يتحسسه ويساوي 20 مايكروباسكال عند تردد 1000 هرتز.

الديسيبل dB: وحدة قياس شدة الضوضاء التي تتعرض لها الاذن البشرية .
الدسيبيل dBA: وحدة قياس شدة الضوضاء التي تتحسسها الاذن البشرية .

منسوب الضغط الصوتي Sound pressure level: هو لوغاريتم النسبة بين ضغط الصوت المسموع الى ضغط الصوت المصدري (20 مايكرو باسكال) ويقاس بالديسيبل .

$$SPL = 10log\left(\frac{p}{p_o}\right)$$

SPL= sound pressure level,dB
P= pressure , pa
Po= pressure reference, 20×10^{-6} pa.

كيفية جمع مناسيب ضوضاء لمصادر مختلفة

بما ان المقياس المستخدم لحساب منسوب الضغط الصوتي لاي مصدر ضوضائي هو المقياس اللوغارتيمي ، فان جمع اكثر مناسيب الضغط الصوتي لاكثر من مصدر يتم بالقانون التالي :

$$SPL_{total} = 10\log\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{SPL_i}{10}}\right)$$

مثل :

في معمل صغير للغزل والنسيج ، توجد 3 الالات تصدر ضوضاء بمناسيب كالاتي 90 ، 85، 100 ديسيبل ، كم هو منسوب الضوضاء الكلي ؟

مثل :

اذا كانت طابعة ثنائية الابعاد تصدر ضغط صوتي مقداره 3 باسكال ، فما قيمة منسوب الضغط الصوتي لهذه الطابعة بالديسيبل؟

انواع الضوضاء

الضوضاء الخارجية

يعني بالضوضاء الخارجية " Out door noise " جميع مصادر الضوضاء التي تنتقل موجاتها من خارج أي مبنى (سواء مسكن أو غيره) إلى داخله ، وتصنف هذه المصادر بما يلي:

1 ـــ الضوضاء الناتجة عن حركة المرور(Traffic Noise) :

هي الضوضاء الصادرة عن المركبات الخاصة بمختلف أنواعها ووسائل النقل والمواصلات العامة والخاصة والشاحنات التي تعمل بالمحركات في المدن على الطرق السريعة العامة والجانبية وغيرها .

2 ـــ ضوضاء الطائرات (Aircraft Noise) :

هي الضوضاء الناتجة عن عمليات إقلاع وهبوط الطائرات المختلفة بالمطارات الدولية وغيرها (General aviation airport) وذلك بدءا من تحرير الفرامل (Break Release) مباشرة قبل الإقلاع حتى الابتعاد عن المدرج بعد الهبوط .

3 ـــ ضوضاء الصناعة (Industrial Noise) :

هي الضوضاء الناتجة عن العمليات التي تجرى داخل المصانع والتجهيزات التجارية المشابهة وغيرها وكذلك محطات الطاقة الكهربائية ومنشآت تحلية المياه وتكرير النفط والغاز ومعالجة مياه المجاري .

ز – الضوضاء الداخلية :

يعني بالضوضاء الداخلية " In door noise " جميع مصادر الضوضاء التي يتعرض لها الأفراد داخل المباني (سواء مسكن أو غيره) والمنشآت المختلفة سواء الصناعية أو غير الصناعية .

ويعني بها جميع مصادر الضوضاء التي يتعرض لها الإنسان خارج مسكنه أو داخله خلال حياته اليومية المتمثلة في زمن (24) ساعة وهي في ذلك تمثل جميع المصادر السابق ذكرها بالإضافة إلى المشروعات والأنشطة الاجتماعية الموجودة بالمنطقة مثل الأعمال الإنشائية وإقامة المباني وأعمال الصيانة أو المصادر الداخلية الناتجة عن استخدام الأجهزة المنزلية.

مثل عن مصادر الضوضاء لبعض المعدات الانشائية

أنواع المعدات الإنشائية المستخدمة (Equipment Type)		حدود مستوى الضوضاء المسموح بها (Noise Level) dB(A)	مسافة أخذ القياس Distance (m.)
Jack hammers	كسارة الأسفلت	90 - 110	15
Dozers	البلدوزرات	70 - 95	15
Graders	معدات تسوية الطرق	72 - 92	15
Pavers	معدات رصف الطرق	85 - 90	15
Scrapers	معدات الحفر	76 - 98	15

الاثار الضارة المترتبة على الضوضاء:

1- شدة الصوت ودرجته ويتناسب هذا التاثير وشدة الخطورة طرديا مع فترة التعرض
2- حدة الصوت حيث كلما كان الصوت حادا كان اكثر تاثيرا
3- المسافة بين المصدر والمستلم ، كلما قلت المسافة زاد التأثير
4- نوع الصوت، اذا كان متقطع كصوت المطرقة يكون اكثر تاثيرا من الصوت المستمر كصوت المولدة

الاضطرابات السمعية

إن تركيز موجات صوتية بقوة معينة على الأذن من شأنها أن تحدث تلفاً لقدرة الإنسان السمعية. فعندما يتعرض الإنسان إلى صوت شدته (70 ديسيبل) يبدأ بالانزعاج منه، وعند شدة صوت تساوي (90 ديسيبل) فأكثر تبدأ أعضاء الجسم في التأثر، وإذا استمرت الضوضاء لفترة طويلة أصيب الإنسان بالصمم إذ تؤدي شدة الصوت العالية إلى إتلاف الخلايا العصبية الموجودة بالأذن الداخلية، وتتآكل هذه الخلايا بالتدريج. ويعرف هذا النوع من الصمم بالصمم العصبي، ويعاني المصاب به من قلة الانتباه بالتدريج وفقدان الشعور بالأصوات المحيطة حتى لو وصلت إلى درجة الضوضاء نفسها. وفي هذا المجال أثبتت الدراسات الحديثة التي أجريت على عمال المصانع، أنه من بين كل خمسة عمال يوجد عامل مصاب بالصمم. وهناك نوع آخر من الصمم يطلق عليه الصمم السمعي، ويتسبب عن تمزق غشاء طبلة الأذن في حالة الضوضاء الضجائية الشديدة مثل الانفجارات (أعلى من 140 ديسيبل) وقد يؤدي هذا النوع من الضوضاء إلى سكتة قلبية عند مرضى القلب.

الآثار الفسيولوجية

يؤدي التعرض لضوضاء بمناسيب عالية ولفترات زمنية تقدر بالسنوات الى الاصابة بارتفاع ضغط الدم، امراض القلب الوعائية ، تغير في وظائف اعضاء الجسم، بالاضافة الى الاعراض التالية مثل الصداع، طنين الاذن، الارق، الكآبة و الغثيان.

الآثار النفسية

استمرار الضجيج وارتفاع الصوت عن المعدل الطبيعي يؤدي إلى نقص النشاط الحيوي والقلق وعدم الارتياح الداخلي والارتباك وعدم الانسجام. فالتعرض للضوضاء لمدة ثانية واحدة يقلل من التركيز لمدة 30 ثانية [9].ويمكن حصر تأثير الضجيج النفسي في نقاط، هي:

- العصاب الحصري.
- التهيج والانفعال.
- سلوك غير اجتماعي.
- العنف

التأثير على قدرة الإنسان الإنتاجية

للضوضاء آثار خطيرة على أصحاب الأعمال الذهنية والفكرية، حيث نجد فروقاً محسوسة في الإنتاج بين العمل الذي يؤدى في جو هادئ، والعمل الذي يؤدى في جو مشبع بالضوضاء. فمن الثابت أن الضوضاء تسبب حوالي (50%) من الأخطاء في الدراسات الميكانيكية، وحوالي (20%) من الحوادث المهنية، وكل ذلك يؤدي إلى خفض القدرة الإنتاجية للفرد والتأثير السلبي على الناحية الاقتصادية. وبديهي أن ضعف الإنتاج وانخفاضه يؤثر بالضرورة على الاقتصاد القومي للدولة، لذلك يجب أخذ هذا العامل بعين الاعتبار وتأمين بيئة سليمة خالية من التلوث، في أماكن العمل، حتى تتحقق الغاية المرجوة والهدف المنشود من العمل والإنتاج.

اريد استخدام جهاز غرف الترسيب لترسيب الجسيمات في الهواء احد معامل الاسمنت ذات قطر ٢ مايكرو متر وكثافته 1ز15 كغم / مع بدرجه حراره أطم ما هو الزمن الالزم للترسيب اذا كان ارتفاع فتحه خروج الهواء في الجهاز 1م (اهمل كثافه الهواء) اذا علمت ان لزوجه الداينيميكيه للهواء عند درجه حراره 26م هي ١.٨٢ *١٠ ٥- كغم /م . ثا

مدينه عدد سكانها ٢٠٠،٠٠٠ نسمه خصص لها ارض مساحتها 1 كم2 لاستخدامها كموقع للطمر الصحي ولمده سنتين ونص . اوجد اقص سمك ممكن لطبقه المخلفات بحيث ان المساحه تكفي للاملائيات للمده المقرره اذا علمت ان معدل الانتاج للشخصي للنفايات هو 33 كغم /شخص / يوم والكثافه المحدوله للمخلفات ٤٥٠ كغم /م3

الفصل السادس

المخلفات الصلبة

يتكر الانسان من خلال فعاليتاته اليويمة المختلفة مخلفات صلبة من ورق واكياس نايلون وعبوات كارتونية وزجاجية ومعدنية وغيرها اضافة إلى المخلفات الغذائية حيث يقدر وزن المخلفات الصلبة التي يساهم بها الشخص الواحد بكيلورامين ونصف يومياً. ويصبح مجموع وزن هذا لمخلفات رقما رهيبا في المدن الكبيرة فمدينة متوطسة الحجم تعدادها السكاني (600000) نسمة تنتج مخلفات صلبة يبلغ وزنها اليومي (1500) طن يومياً. وتحتاج هذه الكمية الضخمة من المخلفات إلى ادارة جيدة لتمعها قبل اتخاذ إجراء معين للتخلص منها بأحد الطرق المألوفة والتي تتراوح بين الطرق البدائية كحرقها او دفنها إلى الطرق التي تعتمد مبدأ التعامل مع هذه المخلفات كموارد طبيعية مهدورة يمكن عزلها إلى عناصرها الأولية ثم اعادة استخدامها.

تمثل المخلفات الصلبة غير المنزلية كالإطارات القديمة والسيارات المتروكة وغيرها جانباً آخر من مشكلة المخلفات المطاطية والبلاستيكية والمعدنية.

ولا تنحصر تأثير المخلفات الصلبة على اتلاف الناحية الجمالية في المدينة ولا على الأضرار بالجانب الصحي المباشر فيها بل ان انعكاسها واضح على كافة الموارد الطبيعية وبالأخص المياه الجوفية والسطحية والتربة.

مصادر المخلفات الصلبة:-

1- النفايات البلدية.
2- النفايات الصناعية.
3- النفايات الزراعية.
4- النفايات الصلبة الخطرة.

د

1- النفايات البلدية: تشمل عدة قطاعات أهمها مخلفات التغذية التي لا تنتج فقط من مطابخ البيوت بل من المطاعم العامة والمستشفيات وغيرها ومعظم هذه المخلفات عضوية قابلة للتعفن لذا فهي مسببة للمشاكل الآنية كتجمع الذباب والقوارض رغم ان التخلص من هذه اواد سهل نسبياً وذلك لسهولة تحللها إلى عناصرها الاولية لذلك فبقائها محدود ولكن ضررها واضح إذا لم يحسن اسلوب تجميعها ومعالجتها بشكل مناسب اما القطاع الآخر من هذه النفايات فهي المواد القابلة للاحتراق كالورق والكارتون والبلاستك والمطاط والصوف والقطن والاخشاب وغيرها كثير حيث تساهم في طرح هذا النوع من المخلفات البيوت والمؤسسات التجارية والمدارس ودوائر الدولة وغيرها.

وأيضا هنالك المعادن والزجاج والمواد الخزفية والبلاستيكية وغيرها من المواد غير القابلة للاحتراق ولا للتحلل وتنتج مثل هذه المخلفات من البيوت، في الغالب وبعض المؤسسات كالمستشفيات وغيرها.

وتمثل مخلافت البناء والهدم جانباً رئيسا من مشكلة النفايات البلدية خاصة في المدن التي تشهد تطوراً عمرانياً سريعاً وتشمل هذه النفايات المواد الكونكريتية ومختلف مواد البناء الكونكريتية ومختلف مواد البناء والتأسيسات الكهربائية والصحية.

كذلك فان بعض الأنشطة العامة مثل كنس الشوارع والسيارات التالفة والإطارات القديمة وغيرها تمثل وزناً كبيراً في حجم مشكلة النفايات البلدية ناهيك عن المخلفات الصلبة الناتجة من محطات معالجة الفضلات (Sludge) وفضلات محطات معاملة المياه (Slurry).

ويجب ان لا نغفل عن ان بعض الأنشطة الزراعية داخل المدينة سواء أكانت على مستوى المنزل أم الحدائق العامة والساحات والغابات تنتج عنها مخلفات نباتية كأوراق الأشجار والأغصان والقلف خاص في موسم الخريف مما يزيد من عبء السلطات الخدمية في المدينة في هذا الموسم.

2- النفايات الزراعية: تمثل هذه النفايات بقسميها النباتي والحيواني جزءاً هاماً من مجموع المخلفات الصلبة في العديد من الدول وتتميز هذه المخلفات بأن مصدر نشوئها يكون بعيداً عن المدن أي في الريف حيث الأنشطة الزراعية المختلفة وحظائر تربية الحيوان والصناعات الغذائية التكميلية التي تتعامل مع معالجة وتصنيف وتعبئة المنتجات الحقلية المختلفة.

لذلك فان النفايات الزراعية لا تمثل عبء على مشكلة الفضلات الصلبة في المدينة الا اذا كانت مواقع مراكز التصنيع الغذائي في المدينة.

الجدول التالي يوض وزن المخلفات الصلبة السنوي في الولايات المتحدة حسب مصادرها المختلفة.

المصدر	ملايين الأطنان في السنة
النفايات البلدية	300
النفايات الصناعية	260
النفايات الزراعية	700
مخلفات الحيوانات	2000
نفايات عمليات التعدين	18000
المجموع	**5060**

4- المخلفات الصلبة الخطرة: تتميز بعض المخلفات الصناعية الصناعية الصلبة بخطورتها وقد تكمن هذه الخطورة بكون المادة ذات سمومية للإنسان أو لبقية الأحياء او تكون المادة ذات أثيرات صحية سلبية على الانسان كالفضلات الحاوية على الإشعاع كذلك فأن المخلفات الصلبة التي لا تتحلل بسهولة في الطبيعة تقع ضمن هذا القطاع الخطر من المخلفات . وفي جميع الأحوال يب ان يعامل هذا النوع من المخلفات بحذر شديد وبطريقة مختلفة عن بقية الأنواع التقليدية الأخرى من المخلفات الصلبة.

الصفات الفيزياوية الكيماوية للمخلفات الصلبة:-

تتميز بعض المخلفات الصناعية بخطورتها وقد تكمن هذه الخطورة بكون المادة ذات سمومية للإنسان أو لبقية الأحياء او تكون المادة ذات تأثيرات صية سلبية على الانسان كالفضلات الحاوية على الإشعاع كذلك فأن المخلفات الصلبة التي لا تحلل بسهولة في الطبيعة تقع ضمن هذا القطاع الخطر من المخلفات. وفي جميع الأحوال يجب أن يعامل هذا النوع من المخلفات بحذر شديد وبطريقة مختلفة عن بقية الأنواع التقليدية الأخرى من المخلفات الصلبة.

الصفات الفيزياوية والكيمياوية للمخلفات الصلبة:-

تعد صفات المخلفات الصلبة للنفايات البلديلذات عنصراً أساسياً في تجديد طرق تجمعها ومعالجتها والتخلص منها. وبما أن اسوأ جانب في مشكلة المخلفات الصلبة هو تأثيرها على الجانب الصحي للتجمعات الحضرية لذلك سم التركيز على خصائص النفايات البلدية لانها تمثل قمة المشكلة التي يسعى المهندس البيئي إلى ترشيد ادارة

تجمعها ومعالجتها والتخلص منها ومن الخصائص الأساسية العامة والهامة عن اختيار بدائل الحلول الهندسية لمشكلة النفايات البلدية هي:-

1- التركيب الكيماوي .
2- التركيب الفيزياوي.
3- نسبة الرطوبة.
4- الطاقة الحرارية المتاحة (القيمة الحرارية).
5- الكثافة الإجمالية.
6- الكمية (الوزن) الآنية والمستقبلية.

لكل خاصية من الخواص المذكورة اهميتها في احد او كل مراحل علاج مشكلة المفخا الصلبة كما ان تغير بعض او كل هذه الخصائص مع الزمن مستقبلا له اهمية خاصة عند التخطيط المستقبلي للتعامل مع مشكلة المخلفات الصلبة حيث ان طبيعة التطور الاجتماعي اضافة إلى زيادة السكانية وتوسع الرقعة الجغرافية للمدن كل ذلك يعمل على تغيير الخصائص الكمية والنوعية للمخلفات الصلبة وخاصة النفايات البلدية.

ن التركيب الكيمياوي للمخلفات الصلبة مهماً خاصة عند استخدام تقنيات متطورة في معالجة هذه المخلفات . فعلى سبيل المثال اذا اريد استخدام المخلفات الصلبة كمصدر للطاقة فان تحليل هذه الفضلات لمعرفة نسب الكاربون والنتروجين والهيدروجين والكبريت والرماد يصبح ضرورياً ناهيك عند نسبة الرطوبة في هذه المخلفات وعن القيمة الحرارية لها أي مقدار الطاقة المستخلصة عند حرق وزن معين من هذه المخلفات.

كذكل فان مقدار الرطوبة والتركيب الكيماوي خاصة معرفة المواد العضوية القابلة للتحلل اضافة إلى كثافة هذه المخلفات وتكويناتها الرئيسة وحجم الجسيمات فيها وطبيعتها كل ذلك يعد امرا ضروريا في معظم مراحل جمع وتقليص حجم ومعاملة هذه المخلافت بيولويا أو حرقها.

اما الطرق البسيطة في التخلص من المخلفات الصلبة كدفنها بصورة صية ف يالملائيات خاصة او تاركها في مناطق مكشوفة فان معرفة خصائص هذه المخلفات يصب اقل اهمية مما لو اعتدنا طرقا متطورة للتخلص منها.

يبدو ان الاتجاه المستقبلي في العامل مع المخلفات ال صلبة هو اعادة استخدامها ومعاملتها كخليط من موارد حيوية ميكن عزله واعادة استخدامها ان مثل هذا التجاه يحتاج إلى معرفة دقيقة بجميع خصائص المخلفات الصلبة وتغييره هذه الخصائص الموسمية المستقبلية بغية اختيار وحدات معالجة وفرز مناسبة لها.

ادناه جدول يبني المكونات الرئيسية للنفايات البلدية وسبها الوزنية.

المادة	نسبة وزنها
فضلات غذائية	9.5
ورق	43.1
كارتون	6.5
بلاستيك	1.8
اقمشة	1.2
مطاط	-

المادة	نسبة وزنها
جلود	1.5
قش واغصان	14.3
خشب	3.5
زجاج	7.5
علب معدنية (صفيح)	5.2
معادن مختلفة (عدا الحديد)	1.5
حديد	4.3
تراب، رماد، حجارة ،طابوق	1.1
المجموع	**%100**

جمع المخلفات الصلبة: -

نظراً لتمركز المخلفات الصناعية الصلبة فان تجميعها لايمثل مشكلة للعاملين عليها على عكس النفايات البلدية اثلتي يتطلب تجميعها من مختلف اياء المدينة جهدا او كلفة تبلغ اكثر من 80% من مجمل كلةف حل مشكلة هذه النفايات وقد تطورت تقنيات التجميتيار مسارات آلياتها واوقات عملها بشكل كبير وساعدة الحاسبة الإلكترونية كثيرا في اختيار امثل الحلول لهذه المشكلة ومما يحقق اهدافا رئيسة اهمها تقليل كلفة الجمع وعدم القيام بها الا باوقات مناسبة للجمع بحيث لا تؤثر على بقية الانشطة الخدمية في المدينة كانسيابية المرور وغيرها.

ومن الجدير بالذكر ان كمية المخلفات البلدية والمنزلية منها بشكل خاص يمكن ان تقلل من خلال احد الأسلوبين:-

1- ان تقلل الممارسات التي تزيد من كمية النفايات (كعدم استخدام العبوات التي تستعمل لمرة واحدة).
2- نقل جزء من هذه النفايات إلى شبكة باستخدام الفارمات المنزلية (Grinders) لفرم النفايات القابلة للفرم.

الاتجاه الأول: قد سعت اليه منذ أواسط الستينات العديد من الجهات البيئية الجماهيرية ومن خلال حملات نوعية مركز سعياً فيها لحماية البيئة من سلبيات المخلفات الصلبة.

الاتجاه الثاني: هو وجود الفارم كجهاز تقليدي في مغاسل المطابخ هو شائع في العديد من الدول ولكن أهم مساوئه هو زيادة كمية المواد الصلبة الواصلة إلى محطات معالجة مياه الفضلات مما يعقد من وحدات هذه المحطات ويزيد من سعة الوحدات التي تعالج المواد الصلبة.

ومن الاتجاهات الحديثة في تقليل المخلفات الصلبة من مصادرها هو شيوع الكابسات التي تقوم برص المخلفات إلى حجم صغير وبذلك يقل حجمها وهنالك اتجاه آخر في نفس الاتجاه وهو إمكانية استخدام هذه المكابس لكبس أوراق الاشجار والأغصان والأوراق وكل ما من شأنه ان يغير كمصدر للوقود ثم استخدامه في المواقد المنزلية وبذلك يقل استخدام الوقود التقليدي كالفحم والخشب وبنفس الوقت تقلص من حجم مشكلة التلوث بالمخلفات الصلبة.

وعموماً فان ما ينتج من المنزل من نفايات صلبة يفضل أن يعبأ في عبوات بلاستيكية بغية تجميعه بأحد الطرق الآتية:-

1- بواسطة سيارات حوضية عادية أو ذات مكبس هيدرولكي لتقليل حجم النفايات.
2- تجميعها في مراكز تجميع وفي حاوية كبيرة نسبياً ومهيأة لأن تفرغ أو تحمل مباشرة في سيارات نقل النفايات الصلبة وهذا ما يقصر من مسارات هذه السيارات ويوفر جهداً كبيراً في تجميعها.

طرق التجمع للشائعة:-

أن اكثر الطرق المستخدمة في تجميع النفايات البلدية هي بواسطة السيارات ذات المكبس والتي تعبأ يدويا بواسطة عاملين ، وهذه الطريقة مناسبة للأحياء المحدودة الكثافة السكانية ، حيث يتوجب جمع النفايات من جميع الدور .اما في الأحياء المتوسطة الكثافة السكانية (عمارات محددة الارتفاع) فان هنالك نوعاً من الحافلات تقوم برفعها وتفريغها آليا بين فترة وآخرى ، ويصبح هنا لزاماً على سكان المنطقة ان ينقلوا نفاياتهم إلى هذه الحاوية . أما في العمارات السكنية العالية الكثافة السكانية فان قيام السكان بنقل نفاياتهم إلى مواقع معينة يصبح أمراً طبيعياً فأ، السكن العمودي غالبا ما يجهز بمنظومة لتجميع النفايات ضمن العمارة نفسها وقد تحرق هنالك ايضا في محارق خاصة او يكتفي بتجميعها من خلال مسارات خاصة في العمارة إلى موقع أرضي يتم فيه ينقل النفايات إلى السيارات الخاصة بها بين الحين والحين وقد يعمد إلى كبسها في ذلك الموقع تقليلاً للحجم.

عند اختيار النوع المناسب من سيارات التجميع والتي تعتمد على طريقة استلام المخلفات من مواقع نشوئها فان المشكلة التالية هي تحديد عدد هذه السيارات واختيار المسارات المناسبة لها بين مناطق استلام النفايات ومناطق طرحها. ويعتمد اختيار العدد المناسب من سيارات التجميع على كمية النفايات المتوقع تجميعها وحجمها وعدد الرحلات اليومية للسيارة بين مواقع التحميل والطرح وهذا الأمر يتحدد بالمسارات والسرع الممكنة للسيارة.

النقاط والعوامل الأساسية والمنطقية التي يجب الالتزام بها في تحديد المسارات:-

1- مراعاة التعليمات الخاصة بمواقع التجميع وعدد مرات رفع المخلفات يومياً.
2- نوع الآلية المستخدمة في التجميع وعدد العمال.
3- يبدأ التجميع من المناطق المرتفعة ونزولاً إلى المناطق المنخفضة بغية عدم إجهاد السيارة عندما تكون محملة.
4- توزيع مناطق التجميع إلى قطاعات تحدها عوارض طبيعية تجنباً للارتباك في خدمة التجميع.
5- إتباع مسارات المرور ابتداءً من الطرق الفرعية ونحو الشوارع الرئيسية.
6- إضافة إلى النقطة (3) وبغية الاستفادة من كفاءة السيارة يجري تجميع المخلفات القريبة من مواقع الطرح في نهاية الرحلة.
7- تستغل الساعات الأولى من الفجر لتجميع النفايات من المناطق المزدحمة المرور.
8- يبدأ التجميع في المناطق التي تتميز بإنتاجها الكبير من النفايات.
9- تجمع النفايات من المناطق المتباعدة ضمن رحلة واحدة.

كيفية تحديد مسارات التجميع:-

رغم أهمية نوعية مركبة التجميع وطبيعة حاويات التجميع في تحديد المسارات المثالية للمركبات فان الخطوات اللازمة لتحديد المسارات هي:-

1- تستخدم خارطة ذات قياس رسم مناسب للمنطقة أو المدينة المعينة مؤشر عليها مواقع تحميل المخلفات وعدد الحاويات في كل موقع وعدد مرات تفريغها وأحياناً تحتاج لتوقع كمية المخلفات وعدد الحاويات في كل موقع وعدد مرات تفريغها وأحياناً تحتاج لتوقع كمية المخلفات المراد جمعها في كل رحلة للمركبة. وبالإمكان تمثيل هذه المعلومات برموز محدد توضع على مواقع المختلفة وبالإمكان استخدام ورق شفاف التجربة عدة مسارات، حيث ان عملية اختيار المسار الأقل هي بالتجربة والخطأ في معظم الحالات.

2- تعالج المعلومات الواردة في الفقرة الأولى وترتب بشكل مناسب لفصل نقاط التحميل حسب خصائصها.
3- انطلاقاً من موقف مركبة التجميع يصار إلى اقتراح مسارات لكل يوم من أيام الأسبوع التي يجري فيها تجميع المخلفات (خمس أيام مثلاً).
4- بعد تحديد مسارات لأيام الأسبوع المختلفة تحتسب أطوال المسارات للتأكد من وجود توازن بينهما بعبارة أخرى من المفضل ان تقارب أطول المسارات لأيام الأسبوع المختلفة وفي حالة عدم تقارب المسافات التي تقطعها مركبة التجميع خلال انتقالها بين نقاط وجود الحاويات لأيام الأسبوع يعاد اختيار مسارات أخرى يتحقق فيها هذا التوازن بين مجموع المسافة المقطوعة في أيام الأسبوع المختلفة.

وفي حالة استخدام أكثر من مركبة تجميع واحدة تحدد المسارات بحيث تحقق العدالة في توزيع العمل بين سائقي وعمال المركبة.

متطلبات إدارة تجميع النفايات البلدية:-

من اليقين أن توفر المعطيات الأولية يعد عنصراً أساساً لتحقيق تخطيط مناسب لإدارة تجميع المخلفات وتتباين المعلومات الأساسية اللازمة للتخطيط حسب طريقة التجميع أي نوع مركبات التجميع ونوع الحاويات الموجودة في نقاط التجميع إضافة إلى ضرورة نوفر أرقام أولية عن حجم وتركيب النفايات وكثافتها وإمكانية رصها لتقليل حجمها. أما إذا كانت مواقع استلام النفايات من المنزل مباشرة كما هي الحال في السكن غير الكثيف أي ما يكافئ المناطق السكنية الرابعة والممتازة في العراق يث تتجاوز مساحة رقعة الدار ($600m^2$) فأنه يصبح في هذه الحالة مبدأ تغطية التجميع من كل المنازل وبفترات مناسبة يصبح أمراً ضرورياً.

وعلى أساس ذلك تحدد مسارات المركبات ، أما كمية النفايات التي متوقع جمعها خلال المسارات فيجب الاعتماد على فرضية تساوي كمية النفايات من الدور ما لم تتوفر معلومات إحصائية مخالفة لذلك. كذلك من لضروري معرفة أسلوب التعامل مع النفايات قبل تجميعها وهل هي موضوعة في أكياس بلاستيكية أو أكياس ورق أو براميل منزلية صغيرة ، إضافة لمدى انتشار استخدام كيس النفايات في تلك المنطقة ومدى الالتزام بتعليمات الجهات الخدمية.

طرائق طرح النفايات الصلبة:-

تتسلسل عمليات التخلص من الفضلات حسب تعقيدها كالآتي:-

1- مجرد أبعادها عن المناطق السكنية وطرحها في مواقع مكشوفة.
2- عدم تركها مكشوفة وطرحها في مواقع وتغطيتها بطبقة من التربة تجنباً من احتراقها أو تكاثر الفئران والذباب وبقية الحشرات عليها.
3- دفنها في املائيات صحية (Sanitary Land Fills) وبشكل يحقق ما ورد في الأسلوب الثاني إضافة لضمان عدم تأثر المياه الجوفية والسيطرة على ما يتسرب من مواد كيمياوية مع مياه الأمطار إلى الموارد المائية الجوفية والسطحية والتربة.
4- هضمها بايولوجياً بعد فرز القطع المعدنية والزجاجية والبلاستيكية منها ومن ثم استخدام الناتج كمعدل للتربة (Soil conditioner) لتحسين صفاتها اضافة إلى وجود بعض القيمة السمادية في المجتمعات المهضومة.
5- حرقها بواسطة محارق خاصة وكانت تحرق في الماضي في العراء. وتؤدي هذه الطريقة إلى تلويث الجو وهدر الطاقة. ويبقى بعد الحرق ما يقارب من 7/1 من النفايات الصلبة على شكل رماد يعد التخلص منه مشكلة أيضاً.

وقد أصبح الآن بالإمكان استخدام محارق الوقود الاحفوري التقليدية في حرق النفايات الصلبة لاستغلالها كمصدر للطاقة الحرارية لتسخين مياه التدفئة في المدن وغيرها.

6- الأساليب المتطورة التي تتعامل مع المخلفات الصلبة كخليط من المواد النافعة التي يجب عدم هدرها بل عزلها والإفادة منها أما بصورة مباشرة أو بعد تحويرها إلى مكونات نافعة كما يحدث في عملية الانحلال الحراري للمواد العضوية الموجودة في المخلفات والتي يتم بواسطتها تحويل المخلفات حرارياً وتحت ظروف انعدام الأوكسجين إلى منتجات شبيهة بالمنتجات البترولية.

7- هنالك طريقة حديثة نسبياً وهي فرم أو سحق المكونات العضوية من النفايات ومن ثم تقليبها مع التربة حيث تتحلل بشكل سريع وتعود إلى عناصرها الأساسية المهمة للتربة.

8- من المعلوم ان الناحية المناخية مستغلة استغلالاً مناسباً في بعض طرق معالجة الفضلات السائلة ولكن ليس هنالك ما يشير إلى مثل هذا الاتجاه في معالجة النفايات الصلبة بعبارة أخرى أن معدلات الحرارة العالية وتوفر أشعة الشمس لفترات طويلة يضاف إليها محدودية كمية الأمطار تشجع على التفكير في مبدأ تجفيف النفايات جزئياً ثم فرمها ونشرها لتجف على سطح الأرض ثم سحقها واستغلالها لتحسين التربة.

علاقة مرحلة الطرح ببقية فعاليات إدارة المخلفات الصلبة:-

1- موقع نشوء النفايات:- حيث يقصد بذلك المنزل أو المحل الذي تتولد فيه هذه النفايات.

2- خزن النفايات عند موقع نشوئها:- ويقصد به الكيفية التي يتم بها التعامل مع النفايات من حين نشوئها والى القيام بتجميعها من قبل الجهات المعنية. وقد تشمل هذه العملية أكثر من الخزن كعملية الكبس على شكل رزم.

3- التجميع:- وهي عملية نقل المخلفات من مواقع نشوئها إلى مصيرها النهائي أو إلى مرحلة التحويل والنقل.

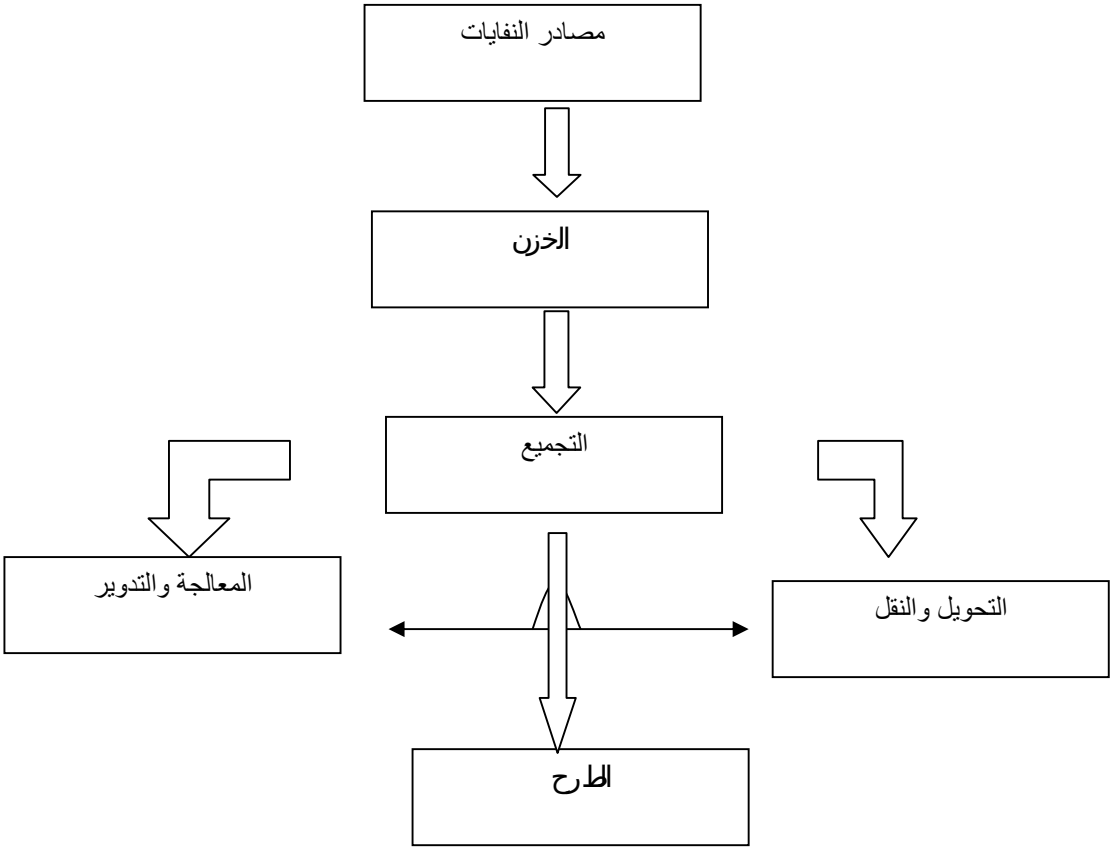
4- التحويل والنقل:- وهي مرحلة وسطية تعد ضرورية في المدن الكبيرة حيث تقوم مركبات التجميع بتحويل محتوياتها إلى شاحنات كبيرة في محطة تحويل معدة لهذا الغرض لتقوم هذه الشاحنات بدورها في نقل النفايات إلى مواقع الطرح النهائية.

5- المعالجة والتدوير:- وهي وحدات يجري فيها فرز النفايات إلى عناصرها الرئيسة بغية توجيه كل نوع إلى موقع استغلاله المناسب أو موقع الطرح النهائي.

6- **الطرح**:- وهو موقع أو أسلوب التخلص النهائي من المخلفات الصلبة او ما تبقى منها.

ومن الممكن تمثيل العلاقة المحتملة بين الفعاليات المختلفة بالمخطط السهمي في الشكل الآتي. ولكن يجب الا نتصور ان كل الفعاليات مطلوبة لتحقيق حل مشكلة إدارة النفايات الصلبة لأن ذلك يعتمد على الأسلوب المعتمد في هذه الإدارة. ففي بعض الحالات يكون المسار بسيطاً وفي بعضها يكون أكثر تعقيداً وكل ذلك يعتمد على طبيعة الحالة.

إذاً فإدارة المخلفات الصلبة تبدأ بموقع النشوء وتنتهي في محطتها النهائية عند موقع الطرح. وقد يكون المسار بسيطاً جداً يبدأ بالجمع من مواقع النشوء مباشرة (كالمنزل) بواسطة مركبات التجميع التي تنقل المخلفات إلى مواقع الطرح.



مخطط سهمي للعلاقة بين مختلف فعاليات إدارة المخلفات الصلبة

أما إذا أريد ترشيد عملية التجميع خاصة إذا كانت المدينة كبيرة فان تحديد مواقع التحويل يصب ضرورياً حيث يجري تفريغ مركبات التجميع في شاحنات كبيرة تقوم بنقل المخلفات إلى مواقع المعالجة والتدوير أو إلى مواقع الطرح النهائية. اقع المعالجة والتدوير حيث يجري فرز المخلفات إلى أنواعها المختلفة كالمواد الزجاجية والمعدنية والمواد القابلة للحرق والمواد العضوية والورق فان ذلك يجري في موقع قد يكون قريباً من موقع الطرح النهائي أو قرب مواقع التحويل وفي هذه الحالة يجري تدوير المواد الممكنة الاستغلال إلى مواقع استغلالها أما المواد المراد طرحها نهائياً فتحمل في شاحنات لتطرح في مواقع الطرح النهائي.

طريقة الاملائيات الصحية الشائعة:-

هذه الطريقة البسيطة لطرح النفايات البلدية تعد من أرخص وانسب طرق المخلفات الصلبة إضافة إلى كونها أكثر شيوعاً في معظم دول العالم. وفي هذه الطريقة يجري حدل النفايات ثم تغطى بطبقة رقيقة من التراب في نهاية يوم العمل. وعندما تمتلئ المنطقة بالكامل بطبقات المخلفات الصلبة يجري تغطيتها بطبقة نهائية سميكة من التراب ، ثم يتحول الطرح إلى موقع آخر لتقاد فيه العملية نفسها وهكذا.

ورغم بساطة هذه الطريقة فهي تحتاج إلى تخطيط سلمي وتحتاج المواقع إلى تصميم مناسب، بعد تحليل جيد لخصائص ومركبات النفايات الواصلة يومياً إلى الموقع، وتغاير حجمها التدريجي نتيجة للحدل وبفعل ثقل الطبقات العليا من المخلفات والتراب عليها.

خصائص هذه الطريقة:-

1- تعتبر هذه الطريقة هي المناسبة لواقع الدول النامية حيث تتوفر الأراضي الرخيصة الكتلة مما يجعل هذه الطريقة أكثر اقتصادية.
2- تتميز هذه الطريقة بقلة كلفتها الأولية مقارنة ببقية الطرق التي تحتاج إلى مكائن ومعدات ومبانٍ مكلفة.
3- تعد هذه الطريقة متكاملة حيث تنهي مشكلة طرح المخلفات الصلبة مرة واحدة على عكس بعض الطرق التي تنهي حداً من المشكلة وتترك مخلفات كالرماد ومواد مختلفة أو سوائلها أو غيرها.
4- تساعد هذه الطريقة على تبسيط عملية جمع النفايات إذ تفرض عزل بعض أنواع النفايات عن بعضها بل تستخدم مع كافة أنواع النفايات .
5- من أهم ميزات هذه الطريقة هي مرونتها في استقبال النفايات ولا يتطلب زيادة النفايات الواصلة اليها الا بعض الإجراءات البسيطة كزيادة بعض الآليات على عكس الطرق الأخرى التي تحتاج إلى إنشاء وحدات جديدة أو إجراء توسيع مكلف.
6- ان الأرض المستخدمة كموقع لهذه الاملائيات بالإمكان استخدامها كملاعب وحدائق وغابات وغير ذلك.

مساوئ هذه الطريقة:-

1- إنها لا تخلو من إزعاج المواطنين الساكنين على مقربة منها.
2- الأراضي المستخدمة كموقع للاملائيات الصحيحة معرضة للهبوط المستمر وتحتاج إلى إعادة تسويتها بين فترة وأخرى.
3- إن الأرض المستخدمة كموقع للاملائيات الصحيحة لا تصلح لبناء المنشآت الثقيلة عليها مالم تتخذ إجراءات مناسبة لمعالجة أسسها.
4- إن تحلل المواد العضوية في هذه الإملائيات ينتج مثل الميثان وغيره ولسنوات طويلة بعد الردم مما يشكل بعض المخاطر خاصة عند الجهل بوجود هذا الاحتمال.

اختيار موقع الرقعة اللازمة للإملائيات الصحية وطرق ملئها:-

من أهم الأمور ا لتي تؤخذ بنظر الاعتبار عند اختيار موقع الأرض هو توفير المساحات المناسبة وبمسافات معقولة عن مواقع التجميع في المدينة اضافة إلى نوعية التربة وطبوغرافية المنطقة.

وتعد جيولوجية المنطقة وهيدرولوجيتها من العوامل الاساسية عند الاختيار اضافة إلى مدى تأثيرها بالأحوال اجلوية خاصة اتجاهات الريح السائدة في المنطقة ومدى تأثرها بذلك. وأخيراً يجب معرفة المستقبل البعيد لهذا الموقع بحيث يتناسب مع طبيعة الأرض التي ستتكون بعد استخدام الموقع للملائيات الصحية.

ورغم بساطة طريقة الاملائيات الصحية فان جانب الاختيار والتضخيم الهندسي لها ليس يسيراً. وان الامورا لاتي تؤخذ بنظر الاعتبار عند اختيار نوعية الاملائيات هو طبيعة المنطقة وهل هي جافة ام منطقة رطبة كالاهوار المستنقعات ومناطق الدلتا حيث يكون الماء الجوفي قرب سطح الأرض. وان الأنواع الثلاثة المستخدمة في المناطق الجافة هي:-

- طريقة املائيات الرقعة.
- طريقة املائيات الخندق.
- طريقة املائيات المنخفضات.

وبإيجاز ان طريقة املائيات الخنادق تعد مناسبة لأنها توفر غطاءاً ترابيا بكميات كافية ، وطريقة املائيات المنخفضات يستدل من اسمها بأنها ملائمة في المناطق التي تتوفر فيها منخفضات أو وديان جافة. أما طريقة رقعة الأرض فهي مناسبة في المناطق التي لا يتوفر فيها إمكانيات حفر خنادق ، لذاي يجري فرش النفايات على سطح الأرض بسمك قليل (40-75سم) ثم تحدل طبقة النفايات جيداً وتغطي بطبقة من التراب في نهاية اليوم. ويعاد فرش

طبقة فوقها وتحدل كذلك وهكذا حتى يبلغ سمك طبقة النفايات من مترين إلى ثلاثة أمتار حيث تغطي بطبقة أخيرة من التراب سمكها بحدود (60سم).

حساب مساحة الأرض اللازمة:-

هنالك طرقا مبسطة يمكننا الاعتماد عليها في تقدير مساحة الأرض المطلوبة للاملائيات الصحية والتي تكون كافةي ان تفي بمتطلبات مدينة معينة.

مثال:-

جد مساحة الأرض المطلوبة للاملائيات الصحية لمدينة عدد نفوسها 40000 نسمة علماص بأن:-

الانتاج الشخصي للنفايات = 2.5 كغم/شخص/يوم

الكثافة المحدولة للمخلفات= 500 كغم/م^3.

معدل سمك طبقة المخلفات المحدول= 3م.

الحل: -

1-جد الانتاج اليومي للنفايات بالاطنان في اليوم:-

الانتاج اليومي= 40000×2.5/1000= 100طن/يوم.

2-جد مساحة الأرض المطلوبة كالآتي:-

الحجم المطلوب/يوم= 100× 500/1000= 200م3/يوم.

المساحة المطلوبة سنوياً= 200×3/365×2500= 9.73 **دونم.**

تصميم موقع الاملائيات الصحية:-

تمثل الحسابات التي تم ذكرها جزءاً يسيراً من الجهد التصميم الهندسي للاملائيات الصحية ولكنها تساعد على اختيار المواقع المتوفرة بالمساحات المطلوبة وبعد ان يقترح عدد من المواقع التي لها سعة مناسبة يجري تقييم كلفة كل من حيث:-

1- تهيئة الموقع.
2- دفن المخلفات فيه.
3- انهاء موقع الاملائيات بشكل نهائي لغرض معين.

وعلى هذا الأساس تجري المقارنة للكلف مخصوماً منها الفائدة المتحققة. وكل هذا التقييمات هي أولية إذ ان التقييم النهائي للموقع المناسب يجب أن يؤخذ فيه بنظر الاعتبار التأثيرات البيئية للموقع على الموارد المجاورة.

وبعد المرحلة التخطيطية الأولية واتخاذ قرار بشأن كون أحد المواقع مناسباً أكثر من غيره ويجري اعداد التقرير الهندسي عن ذلك الموقع آخذين بنظر الاعتبار النقاط التالية:-

- نوعية المخلفات وخصائصها.
- مدى تسرب مياه الرشح من الاملائيات.
- تصميم وحدات تجميع مياه الرشح.

- تصميم وحدات التصريف السطحي.
- وضع خطة لكيفية املاء الموقع.
- حسابات فرش وحدل النفايات وتغطيتها.
- عدد المكائن اللازمة للموقع وأنواعها.

ومن الضروري الاطلاع على مقطع منبسط في أحد هذه الاملائيات الموضح بالرسم الآتي. بهدف ايضاح الجوانب الهندسية التي يجب اخذها بنظر الاعتبار ، وكذلك مكونات الاملائيات الأساسية. وان اهم هذه المكونات هي:-

1- طبقة غير نافذة في قعر الموقع لمنع تسرب الرشح من المخلفات إلى المياه الجوفية وتستخدم لهذا الغرض مواد مختلفة أرخصها هو الطين.
2- طبقة ترشيح وأنابيب صرف تحت الطبقة غير النافذة وذلك لغرض تصريف المياه الجوفية الواصلة إلى اسفل لموقع الاملائية وجوانبه بعيدا عن الموقع.
3- طبقة متدرجة بين الطبقة غير النافذة والنفايات المكدسة وتكون في العادة طبقة من الرمل.
4- غطاء ترابي غير نافذ فوق النفايات المكدسة وذلك لعزل النفايات بصورة كاملة على تأثيرات القوارض وغيرها اضافة إلى توفير غطاء ترابي مناسب للاستخدامات المختلفة للارض بعد إكمال الموقع.
5- خندق لتصريف المياه السطحية وابعادها عن الموقع.
6- أنابيب تهوية للنفايات المكدسة وذلك للسماح بتسرب الغازات المتولدة في كدس النفايات خاصة ان درجة الحرارة في الكدس قد تصل إلى مستوى يفجر الموقع ويسبب تصدعات في الغطاء الترابي العلوي وهناك اتجاهات للإفادة من هذه الغازات المتولدة. كما موضح في الرسم ادناه .

.

الاستغلال الاقتصادي للنفايات وإعادة استخدام مكوناتها:-

يتبني من مقدار الكميات الهائلة من النفايات الصلبة التي تطرح سنويا بأننا في الواقع نضحي بموارد حيوية، قسم منها مادية كالمعادن والزجاج والورق وغيرها، والقسم الآخر يعد مصدرا هاماً للطاقة كالمواد والعضوية وغيرها. لذا برزت أهمية فصل المواد المختلفة من النفايات ، ومن ثم اعادة استخدامها للاغراض الصناعية المختلفة او لأغراض الحصول على الطاقة.

وبالإمكان تقسيم امكانات استغلال النفايات الصلبة إلى ثلاثة قطاعات رئيسة هي:-

1- المواد الخام كالمعادن والزجاج وغيرها.
2- مصادر الوقود.
3- عناصر لاستصلاح التربة.

وأهم المواد الخام هو الورق والكارتون والمطاط والبلاستك والأقمشة والزجاج والحديد والألمنيوم وبقية المعادن. اما مصادر الوقود في المخلفات الصلبة فهو الورق التالف والمخلفات القابلة للاحتراق. أما بالنسبة للمواد المستخدمة في استصلاح الأراضي فهي المواد العضوية والمواد غير العضوية المستخلص من المخلفات الصلبة. اما بالنسبة لمصادر الطاقة الموجودة في المخلفات الصلبة ففي العادة يجري استخلاص الطاقة من النفايات البلدية باحد الأسلوبين احدهما عملية الحرق المباشر (الجزء القابل للحرق من النفايات) او باعتماد اسلوب اكثر تعقيدا وه واستخلاص وقود غازي او نفطي من هذه النفايات بواسطة عملية السحق الحراري او غيرها من العمليات المعقدة والمكلفة نسبيا وفي هذه الحالة بالإمكان خزان الوقود الناتج وتصديره إلى مواقع استغلاله.

أما بالنسبة لاستخدام الجزء العضوي وغير العضوي من المخلفات في استصلاح الأراضي كاملائيات للمواقع المنخفضة وغير ذلك فان ذلك من اقدم الممارسات المعروفة في تاريخ الاستصلاح . وفي الوقت الحاضر تعتمد المدن بصورة جادة على مواقع الاملائيات المكتملة كمناطق خضراء أو ملاعب أو غير ذلك.

الفصل السابع

الضوضاء Noise

الضوضاء:

هي تلك الأصوات غير المرغوب فيها

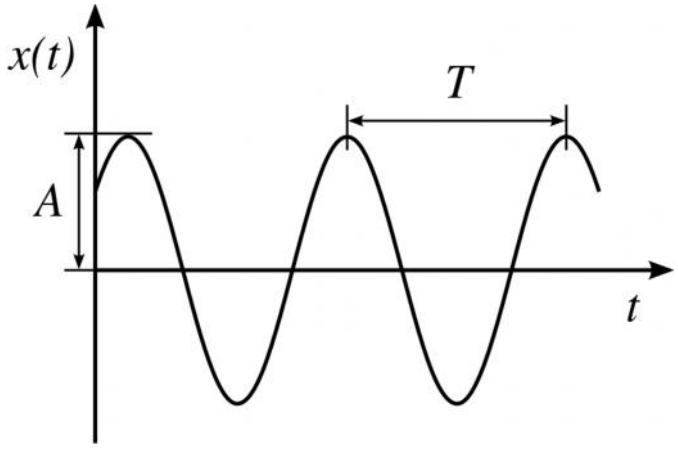
أنماط الضوضاء:

1- فسماع الموسيقى مثلاً بالشيء الممتع و المريح للأعصاب لكن إذا وصلت لحد الإزعاج أثناء القراءة او النوم فنوصفها بالضوضاء المزعجة
2- أصوات الاجهزة المنزلية مثل التلفاز، اصوات الباعة المتجولين .
3- آلالات المستخدمة في الصناعة مثل الات الحدادة ، مكائن الغزل والنسيج
4- وسائل النقل (طائرات العادية أو النفاثة-سفن- دراجات بخارية- سيارات)

قياس الضوضاء و الإدراك الحسي:

يفسر الضوضاء على أنه تغير سريع في ضغط جزيئات الهواء على طبلة الأذن . و عندما تندفع هذه الجزيئات متقاربة معاً بقوة ينتج الضغط الموجب وعند التباعد ينتج الضغط السالب ، وهذا التذبذب الموجب و السالب- يمكن تمثيله بيانياً " بالموجات " حيث تمثل الإشارات الإيجابية أعلى مستوى في التذبذب والعكس بالنسبة للسالب – يجعل طبلة الأذن تهتز و تنتقل إلى باقي أجزاء الأذن، الأذن الوسطى، الأذن الداخلية، الخلايا الشعرية في الغشاء القاعدي في القوقعة ومن ثم إلى العصب السمعي في الفص الصدغي في المخ حيث يتم تمييز الصوت.

الموجة الصوتية هي موجة جيبية وكما موضح بالشكل



المدى Amplitude A: اعلى او اقل قيمة للضغط

المدة Time T: الفاصل الزمني بين القمم المتعاقبة

الترددFrequency F: عدد الموجات في الثانية الواحدة ويقاس Hz ، يستطيع الانسان سماع الاصوات ذات الترددات المحصورة بين 20 -20000 هرتز.

الطول الموجي Wavelength a : هي المسافة المحصورة بين قمتين او قعرين متتاليين.

العلاقة بين بعض المتغيرات:

$$T = \frac{1}{f} \quad , \qquad a = \frac{c}{f}$$

يمثل الـ C سرعة الصوت في الهواء ويقدر بـ 340 متر/ثانية في درجة حرارة 20 **درجة مئوي وعند 1 ضغط جوي.**

درجة الصوت :هي الخاصية التي نميز بها بين الصوت الغليظ غير الحاد و الصوت الرفيع الحاد.

شدة الصوت : Intensityهي الخاصية التي تفرق بين الأصوات من حيث تأثيرها على الأذن شديد أم ضعيف أو عل أم منخفض .

ضغط الصوت Sound pressure: هو تذبذب الضغط الناتج عن حركة الموجة الصوتية اعلى وادنى من مستوى ضغط الهواء.

عتبة السمع Threshold of hearing : وهو ادنى مستوى لضغط الصوت يمكن لانسان عاقل بالغ ان يتحسسه ويساوي 20 مايكروباسكال عند تردد 1000

هرتز.

الديسيبل dB: وحدة قياس شدة الضوضاء التي تتعرض لها الاذن البشرية .
الدسيبيل dBA:وحدة قياس شدة الضوضاء التي تتحسسها الاذن البشرية .

منسوب الضغط الصوتي Sound pressure level: هو لوغاريتم النسبة بين ضغط الصوت المسموع الى ضغط الصوت المصدري (20 مايكرو باسكال) ويقاس بالديسيبل .

$$SPL = 10log\left(\frac{p}{p_o}\right)$$

SPL= sound pressure level,dB
P= pressure , pa
Po= pressure reference, 20×10^{-6} pa.

كيفية جمع مناسيب ضوضاء لمصادر مختلفة

بما ان المقياس المستخدم لحساب منسوب الضغط الصوتي لاي مصدر ضوضائي هو المقياس اللوغارتيمي ، فان جمع اكثر مناسيب الضغط الصوتي لاكثر من مصدر يتم بالقانون التالي :

$$SPL_{total} = 10\log\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{SPL_i}{10}}\right)$$

مثال :
في معمل صغير للغزل والنسيج ، توجد 3 الالات تصدر ضوضاء بمناسيب كالاتي 90 ، 85، 100 ديسيبل ، كم هو منسوب الضوضاء الكلي ؟

مثال :
اذا كانت طابعة ثنائية الابعاد تصدر ضغط صوتي مقداره 3 باسكال ، فما قيمة منسوب الضغط الصوتي لهذه الطابعة بالديسيبل؟

انواع الضوضاء
الضوضاء الخارجية

يعني بالضوضاء الخارجية " Out door noise " جميع مصادر الضوضاء التي تنتقل موجاتها من خارج أي مبنى (سواء مسكن أو غيره) إلى داخله ، وتصنف هذه المصادر بما يلي:

1 ـــ الضوضاء الناتجة عن حركة المرور(Traffic Noise) :
هي الضوضاء الصادرة عن المركبات الخاصة بمختلف أنواعها ووسائل النقل والمواصلات العامة والخاصة والشاحنات التي تعمل بالمحركات في المدن على الطرق السريعة العامة والجانبية وغيرها .

2 ـــ ضوضاء الطائرات (Aircraft Noise) :
هي الضوضاء الناتجة عن عمليات إقلاع وهبوط الطائرات المختلفة بالمطارات الدولية وغيرها (General aviation airport) وذلك بدءا من تحرير الفرامل (Break Release) مباشرة قبل الإقلاع حتى الابتعاد عن المدرج بعد الهبوط .

3 ـــ ضوضاء الصناعة (Industrial Noise) :
هي الضوضاء الناتجة عن العمليات التي تجرى داخل المصانع والتجهيزات التجارية المشابهة وغيرها وكذلك محطات الطاقة الكهربائية ومنشآت تحلية المياه وتكرير النفط والغاز ومعالجة مياه المجاري .

\

ز – الضوضاء الداخلية :
يعنى بالضوضاء الداخلية " In door noise " جميع مصادر الضوضاء التي يتعرض لها الأفراد داخل المباني (سواء مسكن أو غيره) والمنشآت المختلفة سواء الصناعية أو غير الصناعية .

ويعني بها جميع مصادر الضوضاء التي يتعرض لها الإنسان خارج مسكنه أو داخله خلال حياته اليومية المتمثلة في زمن (24) ساعة وهي في ذلك تمثل جميع المصادر السابق ذكرها بالإضافة إلى المشروعات والأنشطة الاجتماعية الموجودة بالمنطقة مثل الأعمال الإنشائية وإقامة المباني وأعمال الصيانة أو المصادر الداخلية الناتجة عن استخدام الأجهزة المنزلية.

مثل عن مصادرالضوضاء لبعض المعدات الانشائية

أنواع المعدات الإنشائية المستخدمة (Equipment Type)	حدود مستوى الضوضاء المسموح بها (Noise Level) dB(A)	مسافة أخذ القياس Distance (m.)
Jack hammers كسارة الأسفلت	90 - 110	15
Dozers البلدوزرات	70 - 95	15
Graders معدات تسوية الطرق	72 - 92	15
Pavers معدات رصف الطرق	85 - 90	15
Scrapers معدات الحفر	76 - 98	15

الاثار الضارة المترتبة على الضوضاء:

1- شدة الصوت ودرجته ويتناسب هذا التاثير وشدة الخطورة طرديا مع فترة التعرض
2- حدة الصوت حيث كلما كان الصوت حادا كان اكثر تاثيرا
3- المسافة بين المصدر والمستلم ، كلما قلت المسافة زاد التأثير
4- نوع الصوت، اذا كان متقطع كصوت المطرقة يكون اكثر تاثيرا من الصوت المستمر كصوت المولدة

الاضطرابات السمعية

إن تركيز موجات صوتية بقوة معينة على الأذن من شأنها أن تحدث تلفاً لقدرة الإنسان السمعية. فعندما يتعرض الإنسان إلى صوت شدته (70 ديسيبل) يبدأ بالانزعاج منه، وعند شدة صوت تساوي (90 ديسيبل) فأكثر تبدأ أعضاء الجسم في التأثر، وإذا استمرت الضوضاء لفترة طويلة أصيب الإنسان بالصمم إذ تؤدي شدة الصوت العالية إلى إتلاف الخلايا العصبية الموجودة بالأذن الداخلية، وتتآكل هذه الخلايا بالتدريج. ويعرف هذا النوع من الصمم بالصمم العصبي، ويعاني المصاب به من قلة الانتباه بالتدريج وفقدان الشعور بالأصوات المحيطة حتى لو وصلت إلى درجة الضوضاء نفسها. وفي هذا المجال أثبتت الدراسات الحديثة التي أجريت على عمال المصانع، أنه من بين كل خمسة عمال يوجد عامل مصاب بالصمم. وهناك نوع آخر من الصمم يطلق عليه الصمم السمعي، ويتسبب عن تمزق غشاء طبلة الأذن في حالة الضوضاء الضجائية الشديدة مثل الانفجارات (أعلى من 140 ديسيبل) وقد يؤدي هذا النوع من الضوضاء إلى سكتة قلبية عند مرضى القلب .

الآثار الفسيولوجية

يؤدي التعرض لضوضاء بمناسيب عالية ولفترات زمنية تقدر بالسنوات الى الاصابة بارتفاع ضغط الدم، امراض القلب الوعائية ، تغير في وظائف اعضاء الجسم، بالاضافة الى الاعراض التالية مثل الصداع، طنين الاذن، الارق، الكآبة و الغثيان.

الآثار النفسية

استمرار الضجيج وارتفاع الصوت عن المعدل الطبيعي يؤدي إلى نقص النشاط الحيوي والقلق وعدم الارتياح الداخلي والارتباك وعدم الانسجام. فالتعرض للضوضاء لمدة ثانية واحدة يقلل من التركيز لمدة 30 ثانية [9].ويمكن حصر تأثير الضجيج النفسي في نقاط، هي:

- العصاب الحصري.
- التهيج والانفعال.
- سلوك غير اجتماعي.
- العف

التأثير على قدرة الإنسان الإنتاجية

للضوضاء آثار خطيرة على أصحاب الأعمال الذهنية والفكرية، حيث نجد فروقاً محسوسة في الإنتاج بين العمل الذي يؤدى في جو هادئ، والعمل الذي يؤدى في جو مشبع بالضوضاء. فمن الثابت أن الضوضاء تسبب حوالي (50%) من الأخطاء في الدراسات الميكانيكية، وحوالي (20%) من الحوادث المهنية، وكل ذلك يؤدي إلى خفض القدرة الإنتاجية للفرد والتأثير السلبي على الناحية الاقتصادية. وبديهي أن ضعف الإنتاج وانخفاضه يؤثر بالضرورة على الاقتصاد القومي للدولة، لذلك يجب أخذ هذا العامل بعين الاعتبار وتأمين بيئة سليمة خالية من التلوث، في أماكن العمل، حتى تتحقق الغاية المرجوة والهدف المنشود من العمل والإنتاج.

الفصل السابع

الضوضاء Noise

الضوضاء:

هي تلك الأصوات غير المرغوب فيها

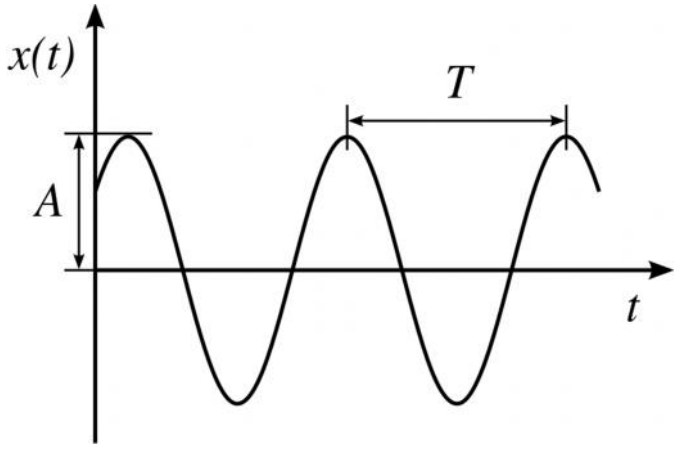
أنماط الضوضاء:

1- فسماع الموسيقى مثلاً بالشيء الممتع و المريح للأعصاب لكن إذا وصلت لحد الإزعاج أثناء القراءة او النوم فنوصفها بالضوضاء المزعجة
2- أصوات الاجهزة المنزلية مثل التلفاز، اصوات الباعة المتجولين .
3- آلالات المستخدمة في الصناعة مثل الات الحدادة ، مكائن الغزل والنسيج
4- وسائل النقل (طائرات العادية أو النفاثة-سفن- دراجات بخارية- سيارات)

قياس الضوضاء و الإدراك الحسي:

يفسر الضوضاء على أنه تغير سريع في ضغط جزيئات الهواء على طبلة الأذن . و عندما تندفع هذه الجزيئات متقاربة معاً بقوة ينتج الضغط الموجب وعند التباعد ينتج الضغط السالب ، وهذا التذبذب الموجب و السالب- يمكن تمثيله بيانياً " بالموجات " حيث تمثل الإشارات الإيجابية أعلى مستوى في التذبذب والعكس بالنسبة للسالب – يجعل طبلة الأذن تهتز و تنتقل إلى باقي أجزاء الأذن، الأذن الوسطى، الأذن الداخلية، الخلايا الشعرية في الغشاء القاعدي في القوقعة ومن ثم إلى العصب السمعي في الفص الصدغي في المخ حيث يتم تمييز الصوت.

الموجة الصوتية هي موجة جيبية وكما موضح بالشكل



المدى Amplitude A: اعلى او اقل قيمة للضغط

المدة Time T: الفاصل الزمني بين القمم المتعاقبة

الترددFrequency F: عدد الموجات في الثانية الواحدة ويقاس Hz ، يستطيع الانسان سماع الاصوات ذات الترددات المحصورة بين 20 -20000 هرتز.

الطول الموجي Wavelength a : هي المسافة المحصورة بين قمتين او قعرين متتاليين.

العلاقة بين بعض المتغيرات:

$$T = \frac{1}{f} \quad , \qquad a = \frac{c}{f}$$

يمثل الـ C سرعة الصوت في الهواء ويقدر بـ 340 متر/ثانية في درجة حرارة 20 **درجة مئوي وعند 1 ضغط جوي.**

درجة الصوت :هي الخاصية التي نميز بها بين الصوت الغليظ غير الحاد و الصوت الرفيع الحاد.

شدة الصوت : Intensityهي الخاصية التي تفرق بين الأصوات من حيث تأثيرها على الأذن شديد أم ضعيف أو عل أم منخفض .

ضغط الصوت Sound pressure: هو تذبذب الضغط الناتج عن حركة الموجة الصوتية اعلى وادنى من مستوى ضغط الهواء.

عتبة السمع Threshold of hearing : وهو ادنى مستوى لضغط الصوت يمكن لانسان عاقل بالغ ان يتحسسه ويساوي 20 مايكروباسكال عند تردد 1000

هرتز.

الديسيبل dB: وحدة قياس شدة الضوضاء التي تتعرض لها الاذن البشرية .
الدسيبيل dBA:وحدة قياس شدة الضوضاء التي تتحسسها الاذن البشرية .

منسوب الضغط الصوتي Sound pressure level: هو لوغاريتم النسبة بين ضغط الصوت المسموع الى ضغط الصوت المصدري (20 مايكرو باسكال) ويقاس بالديسيبل .

$$SPL = 10log\left(\frac{p}{p_o}\right)$$

SPL= sound pressure level,dB
P= pressure , pa
Po= pressure reference, 20×10^{-6} pa.

كيفية جمع مناسيب ضوضاء لمصادر مختلفة

بما ان المقياس المستخدم لحساب منسوب الضغط الصوتي لاي مصدر ضوضائي هو المقياس اللوغارتيمي ، فان جمع اكثر مناسيب الضغط الصوتي لاكثر من مصدر يتم بالقانون التالي :

$$SPL_{total} = 10\log\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{SPL_i}{10}}\right)$$

مثال :
في معمل صغير للغزل والنسيج ، توجد 3 الالات تصدر ضوضاء بمناسيب كالاتي 90 ، 85، 100 ديسيبل ، كم هو منسوب الضوضاء الكلي ؟

مثال :
اذا كانت طابعة ثنائية الابعاد تصدر ضغط صوتي مقداره 3 باسكال ، فما قيمة منسوب الضغط الصوتي لهذه الطابعة بالديسيبل؟

انواع الضوضاء
الضوضاء الخارجية

يعني بالضوضاء الخارجية " Out door noise " جميع مصادر الضوضاء التي تنتقل موجاتها من خارج أي مبنى (سواء مسكن أو غيره) إلى داخله ، وتصنف هذه المصادر بما يلي:

1 ـــ الضوضاء الناتجة عن حركة المرور(Traffic Noise) :
هي الضوضاء الصادرة عن المركبات الخاصة بمختلف أنواعها ووسائل النقل والمواصلات العامة والخاصة والشاحنات التي تعمل بالمحركات في المدن على الطرق السريعة العامة والجانبية وغيرها .

2 ـــ ضوضاء الطائرات (Aircraft Noise) :
هي الضوضاء الناتجة عن عمليات إقلاع وهبوط الطائرات المختلفة بالمطارات الدولية وغيرها (General aviation airport) وذلك بدءا من تحرير الفرامل (Break Release) مباشرة قبل الإقلاع حتى الابتعاد عن المدرج بعد الهبوط .

3 ـــ ضوضاء الصناعة (Industrial Noise) :
هي الضوضاء الناتجة عن العمليات التي تجرى داخل المصانع والتجهيزات التجارية المشابهة وغيرها وكذلك محطات الطاقة الكهربائية ومنشآت تحلية المياه وتكرير النفط والغاز ومعالجة مياه المجاري .

\

ز – الضوضاء الداخلية :
يعنى بالضوضاء الداخلية " In door noise " جميع مصادر الضوضاء التي يتعرض لها الأفراد داخل المباني (سواء مسكن أو غيره) والمنشآت المختلفة سواء الصناعية أو غير الصناعية .

ويعني بها جميع مصادر الضوضاء التي يتعرض لها الإنسان خارج مسكنه أو داخله خلال حياته اليومية المتمثلة في زمن (24) ساعة وهي في ذلك تمثل جميع المصادر السابق ذكرها بالإضافة إلى المشروعات والأنشطة الاجتماعية الموجودة بالمنطقة مثل الأعمال الإنشائية وإقامة المباني وأعمال الصيانة أو المصادر الداخلية الناتجة عن استخدام الأجهزة المنزلية.

مثل عن مصادرالضوضاء لبعض المعدات الانشائية

أنواع المعدات الإنشائية المستخدمة (Equipment Type)	حدود مستوى الضوضاء المسموح بها (Noise Level) dB(A)	مسافة أخذ القياس Distance (m.)
Jack hammers كسارة الأسفلت	90 - 110	15
Dozers البلدوزرات	70 - 95	15
Graders معدات تسوية الطرق	72 - 92	15
Pavers معدات رصف الطرق	85 - 90	15
Scrapers معدات الحفر	76 - 98	15

الاثار الضارة المترتبة على الضوضاء:

1- شدة الصوت ودرجته ويتناسب هذا التاثير وشدة الخطورة طرديا مع فترة التعرض
2- حدة الصوت حيث كلما كان الصوت حادا كان اكثر تاثيرا
3- المسافة بين المصدر والمستلم ، كلما قلت المسافة زاد التأثير
4- نوع الصوت، اذا كان متقطع كصوت المطرقة يكون اكثر تاثيرا من الصوت المستمر كصوت المولدة

الاضطرابات السمعية

إن تركيز موجات صوتية بقوة معينة على الأذن من شأنها أن تحدث تلفاً لقدرة الإنسان السمعية. فعندما يتعرض الإنسان إلى صوت شدته (70 ديسيبل) يبدأ بالانزعاج منه، وعند شدة صوت تساوي (90 ديسيبل) فأكثر تبدأ أعضاء الجسم في التأثر، وإذا استمرت الضوضاء لفترة طويلة أصيب الإنسان بالصمم إذ تؤدي شدة الصوت العالية إلى إتلاف الخلايا العصبية الموجودة بالأذن الداخلية، وتتآكل هذه الخلايا بالتدريج. ويعرف هذا النوع من الصمم بالصمم العصبي، ويعاني المصاب به من قلة الانتباه بالتدريج وفقدان الشعور بالأصوات المحيطة حتى لو وصلت إلى درجة الضوضاء نفسها. وفي هذا المجال أثبتت الدراسات الحديثة التي أجريت على عمال المصانع، أنه من بين كل خمسة عمال يوجد عامل مصاب بالصمم. وهناك نوع آخر من الصمم يطلق عليه الصمم السمعي، ويتسبب عن تمزق غشاء طبلة الأذن في حالة الضوضاء الضجائية الشديدة مثل الانفجارات (أعلى من 140 ديسيبل) وقد يؤدي هذا النوع من الضوضاء إلى سكتة قلبية عند مرضى القلب .

الآثار الفسيولوجية

يؤدي التعرض لضوضاء بمناسيب عالية ولفترات زمنية تقدر بالسنوات الى الاصابة بارتفاع ضغط الدم، امراض القلب الوعائية ، تغير في وظائف اعضاء الجسم، بالاضافة الى الاعراض التالية مثل الصداع، طنين الاذن، الارق، الكآبة و الغثيان.

الآثار النفسية

استمرار الضجيج وارتفاع الصوت عن المعدل الطبيعي يؤدي إلى نقص النشاط الحيوي والقلق وعدم الارتياح الداخلي والارتباك وعدم الانسجام. فالتعرض للضوضاء لمدة ثانية واحدة يقلل من التركيز لمدة 30 ثانية [9].ويمكن حصر تأثير الضجيج النفسي في نقاط، هي:

- العصاب الحصري.
- التهيج والانفعال.
- سلوك غير اجتماعي.
- العف

التأثير على قدرة الإنسان الإنتاجية

للضوضاء آثار خطيرة على أصحاب الأعمال الذهنية والفكرية، حيث نجد فروقاً محسوسة في الإنتاج بين العمل الذي يؤدى في جو هادئ، والعمل الذي يؤدى في جو مشبع بالضوضاء. فمن الثابت أن الضوضاء تسبب حوالي (50%) من الأخطاء في الدراسات الميكانيكية، وحوالي (20%) من الحوادث المهنية، وكل ذلك يؤدي إلى خفض القدرة الإنتاجية للفرد والتأثير السلبي على الناحية الاقتصادية. وبديهي أن ضعف الإنتاج وانخفاضه يؤثر بالضرورة على الاقتصاد القومي للدولة، لذلك يجب أخذ هذا العامل بعين الاعتبار وتأمين بيئة سليمة خالية من التلوث، في أماكن العمل، حتى تتحقق الغاية المرجوة والهدف المنشود من العمل والإنتاج.