ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/291832135

Industry and the environment: Treatment of industrial waste

Book · June 1986

DOI: 10.13140/RG.2.1.4173.9283

CITATIONS
2

READS
1,342

2 authors, including:

Isam Mohammed Abdel-Magid
Imam Abdulrahman Bin Faisal University
193 PUBLICATIONS **344** CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

environmental engineering View project

Research Project View project

All content following this page was uploaded by Isam Mohammed Abdel-Magid on 26 January 2016.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

الصناعة والبيئة

معالجة المخلفات الصناعية

د. بشير محمد الحسن
د. عصام محمد عبدالماجد

معهد الدراسات البيئية بجامعة الخرطوم

الصناعـــة والبيئة

(معالجة المخلفات الصناعية)

تأليـــف

دكتور مهندس /
عصام محمد عبد الماجد
كلية الهندسة / جامعة الخرطوم

دكتور مهندس /
بشير محمد الحسن
عميد /كلية الصحة الخرطوم

الخرطوم / يونيو ١٩٨٦م

الصناعة والبيئة

(معالجة المخلفات الصناعية)

تأليف

دكتور مهندس /
عصام محمد [illegible] الماجد
كلية الهندسة / جامعة [illegible]رطوم

دكتور مهندس /
بشير محمد الحسن
عميد /كلية الصحة الخرطوم

[illegible]لوم / يونيو ١٩٨٦م

الناشرون :

معهد الدراسات البيئية بجامعة الخرطوم

حقوق الطبع محفوظة للمؤلفين

الطبعـــة الأولى
١٩٨٦

الطابعون :-

مطبعة جامعة الخرطوم
دار جامعة الخرطوم للنشر
ص . ب ٣٢١ ، الخرطوم

قال تعالى فى محكم التنزيل :

بسم الله الرحمن الرحيم

« أفمن كان على بينة من ربه كمن زين له سوء عمله واتبعوا أهواءهم . مثل الجنة التى وعد المتقون فيها أنهار من ماء غير آسن وأنهار من لبن لم يتغير طعمه وأنهار من خمر لذة للشاربين وأنهار من عسل مصفى ولهم فيها من كل الثمرات ومغفرة من ربهم كمن هو خالد فى النار وسقوا ماء حميماً فقطع أمعاءهم »

صدق الله العظيم

الإهـــــــداء

الى حداة التنمية الصناعية والى العاملين فى الحقل الصناعى حيث التحدى الإقتصادى والتقنى والبيئى ... حيث المعاناة واغماض الصحى والنفسى والجسدى مع إنتاج كل بلورة سكر أو قطرة زيت أو خيط قطن ....

ومن أجل بيئة منتجة ومجتمع فعال وتنمية معافاة حيث لا تعارض بين الصحة والبيئه والتنمية الإقتصادية والإجتماعية .

اليهم جميعا نهدى هذا الجهد المتواضع ،،،،

المؤلفان

شكر وتقدير

يتقدم المؤلفان بوافر الشكر والتقدير لكل من ساهم وشارك وضحى بوقته أو خبرته أو فكره لإخراج هذا الجهد المتواضع للنور .

كما ويشكر المؤلفان كل الهيئات والشركات العالمية والأفراد الذين منحوها حق إستعمال بعض المطبوعات والآراء التى وردت فى هذا الكتيب والفضل موصول لمعهد الدراسات البيئية بجامعة الخرطوم وللسيد مدير المعهد البروفيسير مامون داؤود الخليفة لتبنى وطباعة هذا الجهد والذى يقع موضوعه ضمن إهتمامات المعهد .

كما ويشكر المؤلفان د . أحمد على الحاكم لتفضله بالسماح باعادة طباعة تصوره لمصنع الحديد بمملكة مروى وبروفسير عبد الرحمن أحمد العاقب لتكرمه باستخراج نسخ للمصنع من مكتبة المجلس القومى للبحوث . والشكر موصول للمهندسة ليلى صالح محمود لقيامها بعمل الرسم الهندسى للاشكال الواردة فى الكتاب .

فالشكر لهم جميعاً

المؤلفان

المحتويات

صفحة

تمهيد

قائمة بالرموز والإختصارات الواردة بالكتاب

الأشكال الواردة بالكتاب

الجداول الواردة بالكتاب

الباب الأول : الصناعة وآثارها البيئية

١ – ١ مقدمة ١

١ –٢ التطور الصناعى وآثاره البيئية ٢

١ –٣ مرتكزات وغايات التصنيع ٣

١ – ٤ المواد الخام المستعملة والطاقة ٤

الباب الثانى : المخلفات الصناعية

٢ – ١ مقدمة ٧

٢ – ٢ مصادر المخلفات الصناعية ١٠

٢ – ٣ خواص المخلفات الصناعية ١٢

الباب الثالث : مخاطر وآثار المخلفات الصناعية

٣ – ١ مقدمة ٢٥

٣ – ٢ مخاطر التلوث البيئى ٢٥

٣ –٣ مخاطر تلوث المياه ٢٦

٣ –٤ آثار تلوث الهواء ٢٧

٣ –٥ آثار تلوث التربة ٣٤

٣ –٦ أنواع التلوث البيئى ٣٤

٣ –٧ المخاطر الإقتصادية ٣٧

الباب الرابع : طرق تنقية المخلفات الصناعية وتصميم وحداتها

٤ – ١ مقدمة ٤٢

٤ –٢ طرق طبيعية للمعالجة ٤٨

٤ – ٣ طرق بيولوجية أو حيوية للمعالجة ٥٥

٤ –٤ طرق كيميائية ٨٧

٤ –٥ الطرق المقترحة لمعالجة المخلفات ٨٨

الباب الخامس : طرق التخلص من المخلفات الصناعية

٥ –١ مقدمة ١٠٥

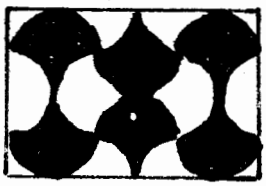
٥ –٢ التخلص من الفضلات الصناعية السائلة ١٠٥

٥ –٣ التخلص من المخلفات الصناعية الصلبة ١٢٢

الجداول الواردة بالكتاب

الرقم			صفحة
جدول	(١)	بعض أنواع الصناعات السودانية	١١
جدول	(٢)	بعض المركبات ذات الروائح الكريهة	١٢
جدول	(٣)	نموذج لإستعمالات بعض الملوثات العضوية	١٧
جدول	(٤)	تحديد درجة التلوث	٢١
جدول	(٥)	بعض الملوثات الغازية الرئيسية	٢٨
جدول	(٦)	الآثار الفسيولوجية لأول أكسيد الكربون	٣٠
جدول	(٧)	الآثار الصحية لبعض الملوثات والغازات	٣٣
جدول	(٨)	شدة الأصوات الناتجة من بعض المصادر	٣٦
جدول	(٩)	شدة الأصوات المستحبة فى بعض وحدات العمل	٣٧
جدول	(١٠)	بعض المعايير المستحسن قياسها عند إختبارات تآكل وتحات المياه	٤٠
جدول	(١١)	بعض المواد الكيميائية المستخدمة فى معالجة الفضلات	٤١
جدول	(١٢)	بعض طرق ووحدات التنقية المتبعة للمخلفات الصناعية	٤٤
جدول	(١٣)	بعض معايير تصميم مرشح التضيض	٦٠
جدول	(١٤)	معايير عامة لتصميم وحدة الحمأة النشطة	٦٧
جدول	(١٥)	مقارنة المرشحات والحمأة النشطة	٦٩
جدول	(١٦)	معايير إختيار نوع بـــرك التوازن	٧٢
جدول	(١٧)	حالة السطح لبرك موازنة الأوساخ	٧٢
جدول	(١٨)	لون سائل البركة	٧٣
جدول	(١٩)	نقاط المراقبة لصيانة البركة	٧٦
جدول	(٢٠)	فترة نظافة البرك من الأوساخ	٧٧
جدول	(٢١)	بعض أسس التصميم لبرك الموازنة	٧٨
جدول	(٢٢)	بعض طرق التنقية لبعض الفضلات السائلة	٨٧
جدول	(٢٣)	بعض محاسن ومساوئ إزالة الفسفور فى وحدات المعالجة	٩٠
جدول	(٢٤)	بعض المخلفات الصناعية وطرق معالجتها	٩٢
جدول	(٢٥)	خصائص الأوساخ المهضومة	٩٥

جدول	(٢٦)	كفاءة بعض وحدات التنقية لازالة الملوثات	١٠١
جدول	(٢٧)	المسافات المستحبة لبعض وحدات التنقية	١٠٢
جدول	(٢٨)	معايير صلاحية نوعية المياه للرى	١٠٧
جدول	(٢٩)	اعلى درجات تركيز للعناصر الثقيلة فى المياة المستخدمة للرى	١٠٩
جدول	(٣٠)	المؤثرات فى توازن كمية الأكسجين للأنهار	١٢٠
جدول	(٣١)	تقسيم تلوث الأنهار طبقاً لحوجة الأكسجين الكيموحيوى والمواد العالقة	١٢٠
جدول	(٣٢)	تقسيم الأنهار على حسب حالة التلوث	١٢١
جدول	(٣٣)	محاسن ومساؤى بعض طرق التخلص من المواد الصلبة	١٣٤
جدول	(٣٤)	المعايير المقترحة للمخلفات الصناعية فى المصارف المائية	١٤٥
جدول	(٣٥)	المعايير المقترحة للتخلص من الفضلات الصناعية فى شبكات اجارير	١٤٦
جدول	(٣٦)	المعايير المقترحة للأنهار المستخدمة لصيد الأسماك	١٤٧
جدول	(٣٧)	المعايير المقترحة للمياه المستخدمة للرى من الأنهار	١٤٧
جدول	(٣٨)	المعايير المقترحة للمياه المستخدمة للأستحمام والترفية وبعض الصناعات	١٤٨
جدول	(٣٩)	المعايير المقترحة لحماية الهواء من التلوث .	١٤٩



الأشكال الواردة بالكتاب

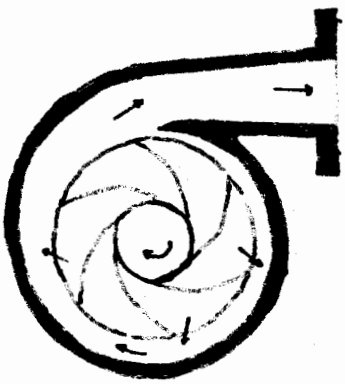
			صفحة
شكل	(١)	دورة التحلل الهوائية	١٥
شكل	(٢)	دورة التحلل اللاهوائية	١٦
شكل	(٣)	أسس حوجة الاكسجين الكيموحيوى	١٩
شكل	(٤)	الطفو باستخدام الهواء المذاب	٥٢
شكل	(٥)	تحديد الجرعة المناسبه	٥٤
شكل	(٦)	رسم تخطيطى لطرق المعالجه	٥٦
شكل	(٧)	مرشح النضيض	٥٨
شكل	(٨)	وحدة الحمأة النشطه فى محطة التنقيه	٦١
شكل	(٩)	طريقة الحمأة النشطه	٦٤
شكل	(١٠)	طرق تصميم جهاز الحمأة النشطه	٦٨
شكل	(١١)	بركة الموازنه	٧٤
شكل	(١٢)	محطة تنقية فضلات سائله	٨٠
شكل	(١٣)	محطات معالجه الاوساخ التقليديه	٨١
شكل	(١٤)	معالجة الفضلات الصناعيه وازالة الملوثات	٨٢
شكل	(١٥)	أحواض التحليل	٨٥
شكل	(١٦)	الاقراص الدائره الحيويه	٩٦
شكل	(١٧)	الرى بالرش	١٠٧
شكل	(١٨)	اثر الطحالب اليومى على الأكسجين المذاب	١١٥
شكل	(١٩)	منحنى ترخيم الاكسجين	١١٨
شكل	(٢٠)	طريقة الدفن الصحى او الموجه	١٢٢
شكل	(٢١)	رسم تخطيطى لطرق التخلص من المواد الصلبه	١٢٥
شكل	(٢٢)	كومة بلتسفيل الهوائيه لتسميد الاوساخ الخام	١٢٨
شكل	(٢٣)	أسس طريقة التسميد	١٣٠
شكل	(٢٤)	اهم اجزاء المرمد والتحكم فى تلوث الغازات الناتجه	١٣٢
شكل	(٢٥)	رسم تخطيطى لعملية الحرق او الترميد	١٣٣
شكل	(٢٦)	اعادة الاستخدام	١٣٦
شكل	(٢٧)	رسم تخطيطى للتخلص من الحبيبات الملوثه للهواء	١٣٩
شكل	(٢٨)	مصادر وانواع ومعالجة المخلفات الصناعيه	١٤٣

قائمة بالرموز والأختصارات الواردة بالكتاب

الرمز		التمييز
أ	ثابت المدلول	
ب	ثابت منتصف السرعة	
د	درجة الحرارة	(درجة مئوية)
د ت	ثابت تصحيح الحرارة	
هـ	أساس النظام اللوغريمى الطبيعى	
و	الوزن	(كجم)
ح	الحجم	(متر مكعب)
حن	حيد النمو لتركيز المواد	(ملجم/لتر)
حع	حمولة الأوساخ العضوية	(جم/لتر)
ط	الطول	(متر)
طم	معدل ترسيب المواد الطيارة	(كجم/متر٢)
يدس	الرقم الهايدروجينى	
يدس ف	الرقم الهايدروجينى الفعلى	
يدس ش	الرقم الهايدروجينى عند التشبع	
يو	الشدة الأيونية	
ك١، ك	ثابت معدل التفاعل	(على اليوم)
ك٢	ثابت اعادة التهوئة	(على اليوم)
كى	حوجة الأكسجين الكيموحيوى	(ملجم/لتر)
كى ٢٠ ٥	حوجة الأكسجين الكيموحيوى عند درجة حرارة ٢٠° م° ولمدة حضانة خمسة أيام	(ملجم/لتر)
كىن	حوجة الأكسجين الكيموحيوى للزمن ن	(ملجم/لتر)
لو	اللوغريثم الطبيعى	
ل	معيار المقاومة النوعية	(متر/كجم)
لش	مقاومة طبقة الترشيح	
م	المساحة	(متر مربع)

مد	معدل نمو الكائنات	(على اليوم)
م هـ	معدل اعادة التهوئة	
مى	نقصان الأكسجين	(ملجم/لتر)
مىن	كمية نقصان الأكسجين فى الزمن ن	(ملجم/لتر)
مىصفر	كمية نقصان الأكسجين المبدئية فى نقطة مصب الأوساخ على الزمن صفر	(ملجم/لتر)
مىد	كمية نقصان الاكسجين الحرجة	(ملجم/لتر)
م . ل	معامل لانقلير	
م . ن	معدل نقصان الأكسجين	
م س	المكافئ السكانى	
م . ت	معامل التحات	
م . ر	معامل رايزنر	
م . ح	أعلى احتياج يومى للأكسجين بواسطة الاوساخ	(حجم/متر مربع)
م . ق	أقصى معدل لنمو الكائنات الحية الدقيقة	(على اليوم)
ن	الزمن	(الثانية)
ن ح	الزمن الحرج	(الثانية)
س	سالب اللوغريثم	
ع	سرعة الدفق	(متر/ثانية)
عس	درجة عسر الماء	(ملجم/لتر)
ف	المسافة	(متر)
ف . ح	مسافة النقطة الحرجة	(متر)
فق	الدفق اليومى للاوساخ	(لتر/اليوم)
ص	معامل تصحيح الملوحة	
ت	درجة تركيز الاكسجين	(ملجم/لتر)
ت . ص	درجة تركيز المواد الصلبة فى المخلفات	(كجم/متر مكعب)

ت . ج	ثابت الانتشار الجزيئى للأكسجين	(متر مربع/اليوم)
ت . ش	درجة تركيز الاكسجين عند التشبع	(ملجم/لتر)
قلو	القلوية الكلية	(ملجم/لتر)
ر	العمق	(متر)
ث	الكثافة	(كجم/متر مكعب)
ش	النسبة المئوية لحجم الأوساخ المضغوطة	(٪)
ض	الضغط المستخدم	(نيوتن/متر مربع)
ز	درجة اللزوجة	(نيوتن . ثانية/متر مربع)



الباب الاول

الصناعة وآثارها البيئيه

١ -١ مقدمة :

منذ بدء الخليقة عكف الإنسان على التفاعل مع بيئته وذلك بتكييفها لمصلحته من أجل حياة أكثر رفاهية ، بدأ بمحاولاته لدرء آثار الطقس والمناخ الغير ملائمة وتوفير إحتياجاته المعيشية . حيث بدأ قاطنا للكهوف ثم مستظلا بالأشجار ثم مشيدا للأكواخ ومن ثم بناء المنازل من أجزاء الأشجار والمواد الترابية إلى أن وصل الى ناطحات السحاب . وكذلك تطور من إلتقاط الكائنات الميتة والضعيفة والثمار المتساقطة وواصل لمرحلة الصيد والرعى فالزراعة ، مستقلا فى ذلك طاقته البدنية والعقلية لتغيير الظروف البيئية المحيطة به لمصلحته ليوفر المشرب والمأكل والمسكن والإضاءة والتدفئة أو التبريد والعلاج والمواصلات ووسائل الترفيه .

ان قصة التطور البشرى عامه والصناعى خاصة ماهى الا سلسلة من الصراعات بين الانسان وبيئته بكل مافيها من مكونات وعوامل واجهها ويواجهها مستغلا فى ذلك طاقته العضلية والذهنيه . وخلال هذه الصراعات استقل الانسان انماطا مختلفة من الطاقة : بدأ بطاقاته البدنيه وواصل باستقلال الطاقه المتوفرة لدى الحيوانات الاخرى او الاخشاب والفحم بانواعه او الرياح او المياه او الشمس وواصل للبترول ومشتقاته الى ان وصل الى الذره والنواة . ان قصة تطور الأنسان هذه وتغييره نمط حياته من رجل غابه الى انسان المدينة المتحضر ، تعطى اسباب وملابسات التغيرات البيئيه التى استحدثها الانسان من حوله.ومن اخطر واقسى التغييرات السلبيه فى البيئه مااستحدث ابان الثورة الصناعية فى اوائل القرن التاسع عشر ، والتى شهدت مسعى الانسان الحميم والغير مقنن بيئيا نحو تحسين ظروفه الحياتيه فوق الارض ، حيث انطلق فى ثورة صناعيه من خلال استغلال مكثف للموارد المتاحه فوق الارض من مياه ومواد خام ومصادر طاقه ، حيث تدخل احيانا كثيره سلبيا فى التوازونات البيئيه فوق وحول الارض مما ادى الى تغيرات فى البيئه المحيطه به من تلوث للهواء الذى يستنشقه الى المياه التى يعيش عليها الى الارض التى يزرعها ويسكنها ناهيك عن تأثيره فى الظروف المناخيه التى تحيط به مثل : -

- الامطار والرطوبه والتبخر .
- درجة الحرارة وتغيراتها المرحلية .
- الاشعة الكونيه .
- الغلاف الجوى وطبقة الأوزون المحيطه .

- الملوثات الصلبة والغازيه فى الطبقة الهوائيه – مثل اول وثانى اكسيد الكربون ، ثانى اكسيد الكبريت ، ومركبات الرصاص ....الخ .

١ — ٢ التطور الصناعى وآثارة البيئيه : —

لقد بدأ الانسان فى ارقتاء سلم التطور الصناعى عندما اكتشف انه يمكن ان يزاوج مقدرته العقليه ومهارته اليدويه باستقلال الماده الخام المتاحه ومصدر الطاقه الملائم ، وذلك تحت عوامل اقتصاديه معقولة للقيام بتصنيع ناتج يمكن ان يستقله لتحسين ظروفه المعيشية وحماية نفسه ، وعلى طريق تحقيق هذا التزاوج ارتقى الانسان درجات سلم التطور الصناعى حيث بدأ اولا بتطويع المواد والمصادر التى كان الوصول لها سهلا حيث صمم لها طرق معالجة بسيطة لارضاء طموحاته وتطلعاته التى كانت محدودة فمثلاً : —

بدأ بصناعة الاكل فالملبس فالمسكن فالتحكم فى ظروفه الحياتيه وتكييف بيئته من وسائل ترفيه ومواصلات واتصالات ، وفى حقل المواد المستقله بدأ بالمواد المتوفرة طبيعيا والسهلة الحصول عليها الى ان وصل الان لمحاولة استجلاب مواد الكواكب الاخرى . وفى حقل استقلال الطاقه بدأ بطاقته العضليه فالطاقه الحيوانية الى ان وصل الان للطاقه النووية . وعليه فأن التطور الصناعى فوق كوكبنا الارضى قد بدأ منذ ان بدأ الانسان يستقل ماهو متاح له لتلبية احتياجاته . وقد بدأ هذا النشاط او التطور محدودا ووصل ذروته فى التاريخ الحديث عند الثورة الصناعيه وواصل حتى الان . ومن خلال هذا التطور تمكن الانسان من تحقيق كثيرا من الانجازات التى كانت بكل المقاييس تعتبر من المستحيلات فى الماضى القريب فقد تمكن الانسان من الوصول لكواكب الاخرى ووصل للطاقه النووية ..... الخ

وفى الطريق للثورة الصناعيه ولقيام اية انشطة صناعية كان لابد ان تتغير المجتمعات البشرية المصاحبة من حيث عاداتها وتقاليدها وتطلعاتها من بيئة رعوية الى زراعيه فصناعية . وهذا استدعى قيام المجمعات البشرية ذات الكثافة السكانية العاليه . كما واكب التطور الصناعى تحسين ظروف الإنسان الحياتية وإرتقاء مستوى العناية الطبية ، حيث كان الأثر الواضح على مستوى العالم فى تغيير طبيعة التجمعات البشرية :

١ —ارتفاع الكثافة السكانيه فى المجتمعات الصناعيه الحديثه .

٢ —العلاقات الاجتماعية الواسعه والمجتمعات المفتوحة وكثرة المتطلبات وازياد الضغوط النفسيه .

٣ —ازدياد كمية الفضلات الصناعية وتعقد انواعها وصعوبة معالجتها . حيث تمكن الانسان من انتاج بعض المخلفات التى لم تعرفها الطبيعة من قبل والتى لايمكن معالجتها بطرق المعالجة المتاحه حاليا ، مما ادى فى كثير من الاحوال التى تلوث الماء والهواء والارض وارتفاع درجة الضوضاء .....الخ

وأن الأنسان فى سعيه لاشباع رغباته الاستهلاكيه ، من خلال التطور الصناعى ، بدأ فى الاستنزاف المحموم لكلما هو متاح من موارد ومواد خام وطاقة فى مشاريع واستثمارات على مستوى العالم . فظهرت المؤسسات متعدده الجنسيات وظهر تهجير العماله وترحيل الطاقه من قطر الى آخر ، وكذلك المواد الخام والمواد المنتجه . كما وان الانسان بدأ اخيراً فى اعادة توزيع الفضلات سواء كفضلات او كصناعات منتجه لفضلات خطره ترحل من قطر الى آخر بأغراءات سياسيه واقتصاديه . وقد عانت دول العالم الثالث كثيراً من هذا الاجراء كما وان هنالك بعض الصناعات التى يمكن ان تقسم على مراحل انتاجيه ، فى كثير من الأحوال تتم المرحلة المنتجه للموثات كثيره فى دول ويتم الانتاج النهائى فى دول اخرى .

إن درجة التطور الصناعى ولأعوام عديدة للأسف كانت تتناسب عكسيا مع درجة تلوث البيئة ، كما وأن هنالك فى كثير من الأحوال علاقة وثيقة بين الأرباح والصناعة وآثارها البيئية . وإن قصة أو ملحمة التطور الصناعى هى فى الحقيقة ملحمة تلوث البيئة بكل المقاييس .

١ — ٣ مرتكزات وغايات التصنيع : —

ان الهدف عند التخطيط لاى مشروع عادة هو العائد الربحى للمشروع ، والذى يبنى على اساس اقتصادى بحت وان اختلفت النظرة الان الى حد معين (وخاصة فى الدول الناميه) ، اذ ينظر الى الصناعه ليس فقط من حيث عوائد الارباح المباشره والمحسوسه وانما بالاخذ فى الحسبان العوامل الاخرى مثل : —

استراتيجية الصناعه ، والصناعه الحربيه والامن الغذائى ، والتنميه الاجتماعيه وتوفير العمل . وعند البدء فى اى مشروع صناعى هنالك مرتكزات اساسيه لابد من الايفاء بها والعمل على نهجها ومنها : —

١ – جوانب تقنيه : تتمثل فى : —

(أ) التنميه وجدية العملية الصناعيه مع توفر المواد الخام والمدخلات الفنيه مع التجارب المختبريه والحقليه .

(ب) الموقع والترحيل وتتداخل بضع عوامل اساسيه مثل : التسويق ، المواد الخام ، الطاقه ، الماء ، العماله ، المواصلات ، الارض ، المبانى ، جغرافية الارض ، الفضلات وطرق التخلص منها .

(ج) المبانى : وهنا لابد من العمل على اسس ونظم هندسيه تضمن سلامة الاساسات والتصريف الصحى ونوع المبانى والتبريد والتكييف ، والاضاءة والطاقة .....الخ .

(د) المعدات والاجهزه الفنيه مع كفاءة تشغيلها وصيانتها لزيادة الانتاج

(ه) التسويق للمادة المصنعه والتى تروج فى السوق اعتمادا على عدة عوامل منها الجوده ، السعر ، الاقبال الجماهيرى ، الاعلام ..... الخ

٢ – جوانب اقتصادية : –

يتطلب من الادارة العمل على ضوئها وهديها لضمان تكلفة التشغيل والصيانة والتكلفه الاساسيه دون عبئ كبير على المصنع .

٣ – جوانب قانونية : —

تتجلى فى التشريعات والمعايير والمواصفات المقننة

٤ – جوانب صحية :

تضمن الاصحاح داخل وخارج المصنع وسلامة البيئة والعمل واسرة الانتاج .

١ – ٤ المواد الخام المستعملة والطاقة : –

ان من ابجديات الصناعة توفر المواد الخام المطلوبة فى الصناعة وهذه اما ان تكون فى صورتها الطبيعية او فى صورة شبة مصنعة او كنتاج من صناعة اخرى . والمواد الخام عادة قد تتكون من : —

مواد معدنية

(سائلة ، صلبة او غازية (مثل المعادن والنفط))

مواد نباتية او زراعية : —

(مثل : — اخشاب ، اقطان ، زيوت)

منتجات حيوانية

(مثل : — البان ، جلود ، اصواف)

ولضمان كفاءة عمليات التصنيع لابد من العمل على استنباط الطاقة الضرورية والتى ربما كانت حيوانية ، هوائية ، شمسية ، ضوئية ، او هيدرولكية او كيميائية . وقد يستفاد من المواد الخام الطبيعيه فى المنطقة من فحم ونفط وغاز او غيره . وقد لعبت الطاقة المستنبطة من النواة والذرة دوراً عظيما وربما ادى التقدم العلمى الى الاستفادة القصوى من الطاقة الحيوية .

ان المادة الخام المتاحه والطاقه ودرجة النمو الاقتصادى والاجتماعى تلعب دوراً اساسيا فى تكييف المجتمع الصناعى ، وتحديد اى نوع من الصناعه يمكن ان يقوم . كما وانها تشكل مدخلاً اساسيا لتسعيرة المواد المنتجه ، والتى تعمل بدورها اما على زيادة التسويق او نقصانه او اعتداله .

ومما يجدر ذكره ان مشكلة تواجد الطاقة قد تفاقمت فى الوقت الراهن نسبه لزيادة اسعار النفطوتناقص كمية الاشجار المتاحه للأستخدام وتدهور الثروة النباتيه فى اجزاء كبيره خاصة فى بلادنا . الشئ الذى ادى بصورة او بأخرى الى هبوط وتدنى فى الصناعات وربما أدى لعدم قيام صناعات جديده . وهذا ربما امكن تلافيه باستنباط اسس ومقومات جديده لمصادر الطاقه الجديده والمتجدده . فمثلا يمكن استنباط البيوجاز او غاز المستنقعات من روث الحيوان وبقايا النباتات والفضلات الانسانيه بفعل الكائنات الحيه الدقيقه اللا هوائيه . وهذا يعتمد على عوامل عديده من بينها درجة الحرارة والتى تؤثر على سلالات بكتريا الميثان فيما يتعلق بالحرارة المثلى لنموها وانتاجها للغاز . كما يعتمد على الرقم الهايدروجينى مما يقتضى احداث توازن بين الاحماض العضويه الناتجه من تحلل المواد العضويه وبين نشاط بكتريا الميثان فى استهلاك هذه الاحماض وتحويلها للغاز . كما ويعتمد ايضا على تركيب المخلفات الداخله فى عملية التخمير ومدى احتوائها على المواد الغذائيه الكافيه . وايضا يعتمد على نسبه المواد الصلبه فى المخمرات ودرجة تركيز الماء بها . كما وان وجود بعض العناصر السامه والتى تحد او تعوق من نمو البكتريا له اثر لايستهان به . وايضا فان اسلوب وطريقة عملية التخمير تلعب دورا اساسيا فى طريقة تقليب المكونات وسرعة التقليب واستخدام المنشطات وغير ذلك .

ومثال آخر لاستنباط الطاقة بصورة اقتصاديه مثلى يكمن فى مدى التقدم المحرز فى طرق الاستفاده من الطاقه الشمسيه أو الهوائية كل هذه السبل وغيرها اذا امكن الاستفاده منها بصورة حاده فانها تساعد كثيرا فى عمليات الصناعه المختلفه والتقدم الصناعى المنشود .

ومن المواد الخام الزائده والاساسيه فى مجال التصنيع يتجلى دور المياه والتى تستغل كمادة خام متمثله فى المدخل الخام كما فى صناعة الاغذيه مثلاً او كوسيط لابد منه كما فى عمليات التبريد وتوليد الطاقه . هذا بالاضافة الى استغلالها للترحيل وحمل المواد نسبه لقلة التكلفة والمنصرفات . ويندر ان توجد صناعة ما تخلو من استخدام الماء فى عمليات الغسيل والنظافه الدوريه .

وعليه فان الصناعه تعتمد على المواد الاوليه فى صورها المختلفه والطاقه فى وجود الذهن البشرى المقتدر والايدى الماهره المدربه مع توفر البنيات الاساسيه من طرق ووسائل اتصال ، وذلك عند وجود السوق الممتص للمواد المصنعه مع ايجابية المؤشرات الاقتصاديه . ومع توفر كل العوامل المذكوره اعلاه وايجابيتها يجب ان يكون التقنين البيئى وحماية البيئه – من الاثار السلبيه للصناعه – من المرتكزات الاساسيه التى تحدد جدوى العمليه الصناعيه . واذا تعارض النشاط الصناعى مع حماية البيئه فيجب اعادة النظر فى العمليه الصناعيه . والمؤكد انه يمكن ان تكون هنالك تنميه صناعيه فى توافق تام مع البيئه وذلك من خلال التقنين البيئى المرن والمتجدد .

الباب الثانى

المخلفات الصناعية

٢ – ١ مقدمة : –

ان لنوعية وكمية المخلفات الصناعيه علاقة وثيقه بالصناعات القائمة وفى الغالب الاعم تمثل المتخلف والمتسرب والمفقود اثناء وبعد عملية التصنيع والذى ربما لم تكن له فائده كبرى وقد تحتوى المخلفات على مواد تضر بالبيئه عامه كما وقد تغير من الخصائص الفيزيائيه والكيمائيه والبكترولوجيه للهواء والتربه والماء .

ومن الملاحظ انه كثيرا مايصعب معرفة وتحديد معدل انتاج المخلفات الصناعيه ونوعها او ابراز العلاقات بين مكوناتها وهذا يرجع لعدة اسباب من اهمها : —

— تنوع انتاج المخلفات حتى للصناعة الواحده .

— التكتم والاسرار المحيطه بالصناعات لكيلا تتفشى المعلومات للمنافسين .

— ربما استعملت هذه المعلومات فى غير صالح المصنع من حيث طرق التخلص من المخلفات أو لاثارها البيئيه والاجتماعيه والاقتصاديه

— عدم التقدير الجيد من قبل اهل الصناعه لمخلفات صناعتهم .

— تذبذب النشاطات الصناعيه من موسم لاخر .

— اعادة استعمال بعض المخلفات لصناعات اخرى .

— عدم وجود سجلات وتقارير بداخل المصنع عن نوع وكمية المخلفات المنتجه ، قوة وتركيز الفضلات . المواصفات الكيمائيه والطبيعيه والبكتريولوجيه ، التغيرات فى الدفق وغيرها من العوامل الاساسيه الهامه .

وتقسم المخلفات الصناعيه بطرق عديده : —

عضويه وغير عضويه ، سامه وغير سامه ، قابله للتفتيت الحيوى ا غير قابله ..... وهلم جرا . ومن المعروف بالنسبه للمخلفات العضويه القابله للتفتيت الحيوى ان حوجتها للأكسجين اعلى من تلك التى يحتاجها الماء الراجع من المنازل فمثلاً نجد ان صناعة الاغذيه تحتوى على اكسجين كيموحيوى (BOD) يتراوح مابين ١٠٠٠ الى ٥٠٠٠ ملجم/لتر وفى صناعة الزيوت يتراوح مابين ١٠٫٠٠٠ الى ٢٥٫٠٠٠ ملجم/لتر .

والمخلفات الصناعية ربما أدت الى تغير لون ماء الأنهار عندما تصب فيها كما فى صناعة الأصباغ أو ربما غيرت درجة الحرارة كما فى المحطات الحرارية أو أدت الى إرتفاع نسبة المواد العالقة والدهون .... إلخ .

ومما يجدر ذكره ان المواد السميه ربما وجدت فى الماء الراجع بفضل المخلفات الصناعيه والتى تضر بالكائنات المائيه والإنسان الذى يعتمد عليها فى شربه أو ربما غيرت طعم ورائحة الماء فمثلاً ان الفينول فى مدى الملجم/لتر يجلب تغير كبير فى رائحة الماء لدرجة قد تؤدى الى رفضه ومن ثم عدم استخدامه بطريقة مثلى . وبعض المواد الكيمائيه تساعد على نمو الكائنات المائيه وازدياد مستعمرات الطحالب على الانهار ، ومن بعض الطحالب ما يضر بالانهار اذ انها تغير طعم الماء ورائحته ولونه وتزيد من درجة عكارته .

والمخلفات الصناعيه التى تحتوى على مقادير كبيره من المواد الصلبه مثلاً تساعد على تكوين وترسيب مواد كثيره وخطيره فى قعر الانهار او على ضفافها . والمخلفات الحاويه على مقادير كبيره من الزيوت ربما حدت من استخدام الانهار وتؤدى الى مشاكل عند استخدام المياه او معالجتها ولا سيما فى محطات التنقيه ، كما وغالبا ماتؤثر سلبا على الكائنات المائيه . والمخلفات الصناعيه التى تحتوى على احماض وقلويات ربما ادت الى تفتيت اساسات المنشآت المائيه والى تسمم الاسماك ... الخ .

ومن هذه العجاله يتضح جليا اهمية تنقية المخلفات الصناعيه لحماية البيئه عامة والمصارف ومحطات التنقيه . وتنقية المخلفات لدرجة تحمى المصادر المائيه عندما تصرف اليها من الاشياء الهامه والتى يجب العمل عليها . وهذه التنقيه تتفاوت من موازنة وابسط ابجديات التنقيه الى تنقيه كاملة او اخرى متقدمه لازالة العناصر الكيمائية المتواجدة (Trace Chemicals) بكميات قليلة .

ومن هذا المنطلق يمكن القول بأن تنقية المخلفات الصناعيه ذات اختصاص محدد ودقيق . وعليه فان اختيار طرق التنقيه يحتاج الى هندسة معينه تلائم ظروف ومواصفات الصناعات القائمه .

ومن المستحب تقليل أو فصل الماء الراجع الذى يحتاج الى تنقية من المخلفات التى لا تحتاج الى تنقية أو تقتضى تنقية بسيطة ، فمثلاً عند إستغلال الماء كمبرد أو مكثف يجب فصل المياه الساخنة والتى هى غير ملوثة من المياه الراجعة بالمصنع والتى هى ملوثة الشئ الذى يقود الى تخفيض فى سعة محطة التنقية ويقلل من التكلفة .

ونعتمد تنقية المخلفات الصناعيه على عدة عوامل منها على سبيل المثال : —

— طبيعة الصناعات القائمه (نوعية الصناعه ، المواد الخام ، طريقة التصنيع)

— موقع المصنع من الوسط البيئى المحيط .

— القوانين والتشريعات والمواصفات اللازمه لصرف المخلفات الصناعيه .

— وجود الماء واقتصاديانه .

ومن أهم الأسباب التى تستدعى اللجوء الى تنقية المخلفات الصناعيه مايلى : —

— درجة التلوث والحوجه الى تخفيضه .

— التوسع فى المصنع او لزيادة انتاجيته .

— تغير موضع المصنع او المواد الخام او طريقه التصنيع .

— الحوجه لاستخدام الماء الراجع مرة ثانيه .

— الاستفاده من المخلفات الصناعيه عن طريق اعادة الاستعمال .

— التخلص من الحموله المفاجئه .

ومن الاهداف العامه للتنقيه على سبيل المثال لا الحصر : —

— التخلص من المواد الذائبة والعالقه والتى تؤدى الى اضمحلال درجة تركيز الاكسجين ا ربما تجلب مشقه وصعوبه عند تنقية الماء الراجع لاستخدامه مرة اخرى .

— التخلص من الفلزات الثقيله (مثل الزئبق .... الخ)

— تخفيض درجة العكاره واللون (فى بعض الصناعات لاسباب اقناعيه)

— التخلص من عناصر التغذيه (نتروجين . فسفور لتفادى التلوث ونمو الطحالب وتلوث مصاد المياه) .

— التخلص من الملوثات غير القابله للتفتيت والملوثات الصامدة للحرارة . مثل سلفونات البنزين الاليفاتيه .

— التخلص من الزيوت والمواد الطافيه .

— التخلص من المواد الطياره .

— الضرورة الاقتصادية لاعادة استعمال بعض المواد .

ويمكن تلخيص ماسبق ذكره بالاتى : —

ان المخلفات الصناعيه قد تحتوى على مواد ومكونات ضاره فى صورة مواد عضويه ا غير عضويه ، غازيه ، سائله ، صلبه ذائبه او عالقه او طافيه تؤثر سلبا على خصائص الماء او الهواء او التربه الشئ الذى يستدعى العمل على الازالة او التحكم فى هذه الملوثات .

والهدف الكبير هو : —

١ —الحماية من التلوث البيئى سواء كان حرارى (طاقة) او من خلال مواد سائله صلبه او غازيه (مواد) او من الضوضاء ..... الخ .

٢ —الضرورة الاقتصاديه وذلك باعادة استعمال بعض المواد او الطاقه المتسربه .

وعادة يمكن خلق نوع من التوافق بين الغرضيين اعلاه .

٢ — ٢مصادر وخواص المخلفات الصناعيه : —

تنتج المخلفات الصناعيه بصورها العامه الثلاث (غازيه ، سائله ، صلبه) من الصناعات القائمه بالمنطقه المعنيه وتختلف من بعضها البعض طبقا للاتى : —

١ —نوع الصناعه وطريقة التصنيع والتسويق

٢ —المواد الخام والمواد المنتجه والطاقه الانتاجيه .

٣ —كفاءة التشغيل .

٤ — طرق مكافحة وتقليل الفاقد والتالف بالمصنع

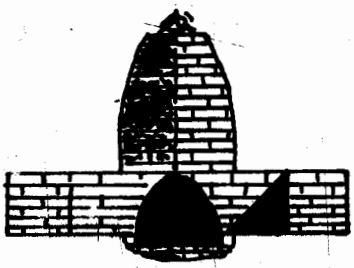
٥ —الخصائص البيئيه والثقافيه والحضاريه والاقتصاديه والقوانين والاعراف المحليه السائده .

٦ —نوعية الصناعات الاخرى بالمنطقه

٧ —الوسائل المتاحه للتخلص من المخلفات واحتمالات اعادة الاستعمال والاستخلاص ..... الخ .

وبالنسبه لكمية ونوعية المخلفات الصناعيه الناتجه بالسودان فيمكن تكوين فكرة عامه بالقاء نظره عبر الصناعات القائمه بالسودان .

ويبين الجدول (١) بعض انواع الصناعات القائمه بالسودان وطبيعة المخلفات الناتجه عنها .



جدول (١)

بعض انواع الصناعات السودانيه

الصناعه	(نوعية) مصدر المخلفات
الأغذية	**القشور ، اللب ، البذور ...إلخ**
(تعليب وتجفيف وتعبئة ،	
فواكه ، خضر مشروبات)	
السكر	**القصب ، الماء الراجع ، المولاس ، ماء التنظيف ....**
الدباغة	**الكروم ، الرصاص ، الزنك ، الجلود ، الشحوم ماء الجير**
المطاحن والغلال	السليلوز . اللجنين ، السكر المختزل
الاطارات	المطاط . مخلفات عضويه وغير عضويه .
	احماض ومذيبات
صناعات معدنيه	الخبث . برادة . المنجنيز . الكروم . النيكل
	الزنك . النحاس الموجود . تراب . الماء الراجع .
المذابح	**الدم ، الكرش ، الشحوم ، الحوافر ، العظام**
	الأجزاء الغير صالحة للأكل
المدواجن	الريش . المنتار . الارجل . الاجزاء غير الصاحه
	للأكل . ماء التنظيف . .الخ
تجفيف الالبان	نشدة . زبدة . دهون . ماء راجع
البويات والطلاء	مذيبات عضويه وغير عضويه . مواد ملونه .
	زيوت . سميات .
تكرير البترول	زيوت . احماض . قواعد . غازات كبريتيه وازوتيه .
الكرتون	مواد عضويه . ألياف . مواد لاصقه . **رمل ، طين ،**
	مواد ملونة
الاسمنت	مواد عالقه . غازات .
زيوت الطعام (بذره قطن	شحوم . دهون . زيوت طياره .....الخ .
سمسم	
فول)	
الغزل والنسيج	خيوط . ألياف . أصباغ . نشا . . . الخ .
محطات الطاقة الحرارية	**طاقة حرارية مفقودة ، زيوت ، غازات**

٢ ــ٣خواص المخلفات الصناعيه

طبقا للاختلاف الظاهر فى مصادر المخلفات الصناعيه فلابد من اجراء بعض التحاليل (كيمائيه ، طبيعيه ، حيويه) لمعرفة خواص مخلفات كل صناعه والعمل على تجنب التلوث الناتج منها او تخفيفه او التحكم فيه ..

٢ – ٣ – ١ الخواص الفيزيائية : –

المواد الصلبه : ــ

كمية المواد الصلبه فى الماء الراجع تعرّف بمقدار المواد الصلبه المتبقيه بعد التبخر فى درجة حراره ١٠٣ ــ ١٠٥ درجه مئويه . وعند التخلص من هذه المواد فى المياه الطبيعيه بدون معالجه فانها تتسبب فى تكوين مترسبات مما يؤدى الى نشؤ بيئه لا هوائيه تقود الى نشاط الكائنات الحيه الدقيقه اللاهوائيه التى تولد مخاطر تلوث فى البيئه المحيطه .

الرائحة : ــ

وتنتج من تحليل المواد العضويه وتوليد الغازات من جراء هذا التحليل مثل كبريتيد الهايدروجين الناتج من التحلل اللاهوائى بفعل بعض الكائنات الحيه التى لها مقدره لاختزال الكبريتات الى كبرتيد . وأهمية الروائح تنبع من اثرها النفسى والانفعالات المترتبه على ذلك اكثر من اضرارها على الجسم . والروائح الكريهه ربما قللت من الشهيه للطعام او قللت من درجة استهلاك ماء الشرب او ربما اتت بالمخاطر النفسيه والقثيان والمشاكل العقليه . والروائح الكريهه جدا ربما اتت بمخاطر واضرار افدح مثل تدنى الفخر الشخصى والقومى او تؤثر فى العلاقات الاجتماعيه او تقلل من الاستثمار او تؤخر النمو . ومن الاقسام الرئيسيه للروائح ماموضح فى جدول (٢) ادناه .

جدول (٢) بعض المركبات ذات الروائح الكريهه (٦٦)

المركب	امثله	نوع الرائحه
الامينات	ك يد٣ ن أ٢ . (ك يد٣) ٣ن	سمكيه
الامونيا	ن يد٣	امونيه أو نشادرية
الامينات الثنائيه	ن يد ٢ (ك يد٢) ٤ن يد٢ . ن يد٢ (ك يد ٢) ٥ن يد ٢	لحم معفن
كبرتيد الهايدروجين	يد ٢ كب	بيض فاسد
مركبتان (كحول كبرتى)	ك يد٤كب يد . ك يد٤ (ك يد ٢) ٣ كب يد	ظربان (حيوان)
الكبرتيد العضوى	(ك يد ٣)٢كب، ك يد ٣ كب كب ك يد٣	كرنب متعفن
الاسكاتولات	ك٨ يد٥ ن يد ك يد٣	برازى

ولتحديد الروائح فمن المستحسن تحديد شدتها ونوعها ومصدرها . ويمكن قياسها بالطرق الحسيه او باستعمال بعض الاجهزه متى ما توفرت .

درجة الحرارة : —

عادة ماتكون درجة حرارة المياه الراجعه اعلى من المياه الطبيعيه او النقيه وذلك بسبب التصنيع . واهمية درجة الحرارة تأتى من اثرها على الحياة المائيه ومعدل التفاعلات الكيمائيه ، وصلاحية المياه للأستعمال ، فمثلاً زيادة الحرارة ربما تؤدى الى تغير فى انواع الاسماك التى تتواجد بالانهار ومن الملاحظ ان التصنيع الذى يستغل المياه من اجل التبريد يؤثر على درجة الحرارة . كما وان درجة اذابة الاكسجين تقل فى الماء الحار عنه فى الماء البارد . وتزداد الحوجه للأكسجين من جراء تنشيط التفاعلات الكيمائية .

اللون : —

تغير اللون يعتمد كثيراً على نوع الصناعه والمواد المستخدمه فى التصنيع . وربما نتج اللون من مختلف المواد الكيمائيه مثل الاصباغ والمعادن الذائبه ، نواتج النبات والحيوان ونتيجة لعوامل التفتيت والتحلل . ومن اكبر مكونات اللون المستحدثه بواسطة النباتات هى احماض الدبال والتى تأتى باللون الاصفر البنى . ويقاس اللون بمقارنته بمحاليل قياسيه واجهزة الكترونيه .

٢ — ٣ — ٢ المكونات العضويه للمخلفات الصناعيه : —

وتنتج من الحيوانات او النباتات وصنع الانسان وتتكون المركبات العضويه من عناصر الكربون والهايدروجين والاكسجين مع بعض النتروجين فى بعض الاحيان ، وربما وجد معها الفسفور والكبريت والحديد بكميات محددة . واهم المركبات العضوية الموجوده فى المخلفات السائله تتألف من البروتينات والمواد الكربوهيدريتيه والشحوم والزيوت . ونجد ايضا مقادير من المركبات العضويه المصنعه والمواد الخافضه للتوتر السطحى والفينولات مع المبيدات الحشريه والعشبيه .

البروتينات : —

تمثل اهم مكونات الخليه الحيوانيه وبمقدار اقل فى الخاله النباتيه . والبروتينات معقده فى تكوينها الكيميائى وغير ثابته وبعضها قابل للذوبان فى الماء وغيرها غير قابله للذوبان فى الماء.وتكوينها يقتضى تجميع مجموعة من الاحماض الامينيه بفعل الروابط الببتيديه لتكون وزن جزئى يتراوح مابين ٠٠٠ر٢٠ الى ٢٠ مليون . وعادة فان البروتينات تحتوى على الكربون ، الهايدروجين ، النتروجين ، الكبريت واحيانا الفسفور ويتم تحللها بفضل البكتريا مما ينتج روائح كريهه .

الكربوهيدريتات : —

تجمع فى مضمونها المواد السكريه والنشويه والسليلوزيه والالياف الخشبيه . وتتركب من الكربون والهايدروجين والاكسجين . بعضها يذوب فى الماء مثل السكر والاخر غير قابل للذوبان كالنشا مثلاً .

الشحوم والزيوت : —

وهى مركبات الكحول او الجلسرين مع الاحماض الدهنيه . وتتكون من الكربون والهايدروجين والاكسجين بنسب مختلفه . والشحوم اكثر ثباتا من بقية المركبات العضويه ضد التحلل البكتريى وهذه المركبات تعوق التنقيه البيولوجيه اذ تعوق نمو الكائنات الحيه الدقيقه ، كما وتكون مناظر غير مستحبه عند التخلص منها على ضفاف الانهار .وعليه فمن الواجب استخلاصها قبل مرحلة التنقيه .

وهذه المركبات غير قابلة للذوبان فى الماء غير انها تذوب فى المركبات العضويه او المذيبات مثل البترول ، الكلوروفورم ، الاثير.. الخ وتتعرض للتفتيت بفعل البكتريا لتكون الاحماض الدهنيه فمثلاً يتم تحلل الزبد بالبكتريا لتكون حامض الزنخ (Rancid Acid) والذى له رائحة غير مستحبه وطعم بغيض .

واثر البكتريا وقدرتها على تحليل المواد العضويه من بروتينات وكربوهيدريتات ودهون وشحوم يمكن تمثيله كما موضح ادناه : —

التحلل الهوائى (ويتم فى وجود الاكسجين) : —

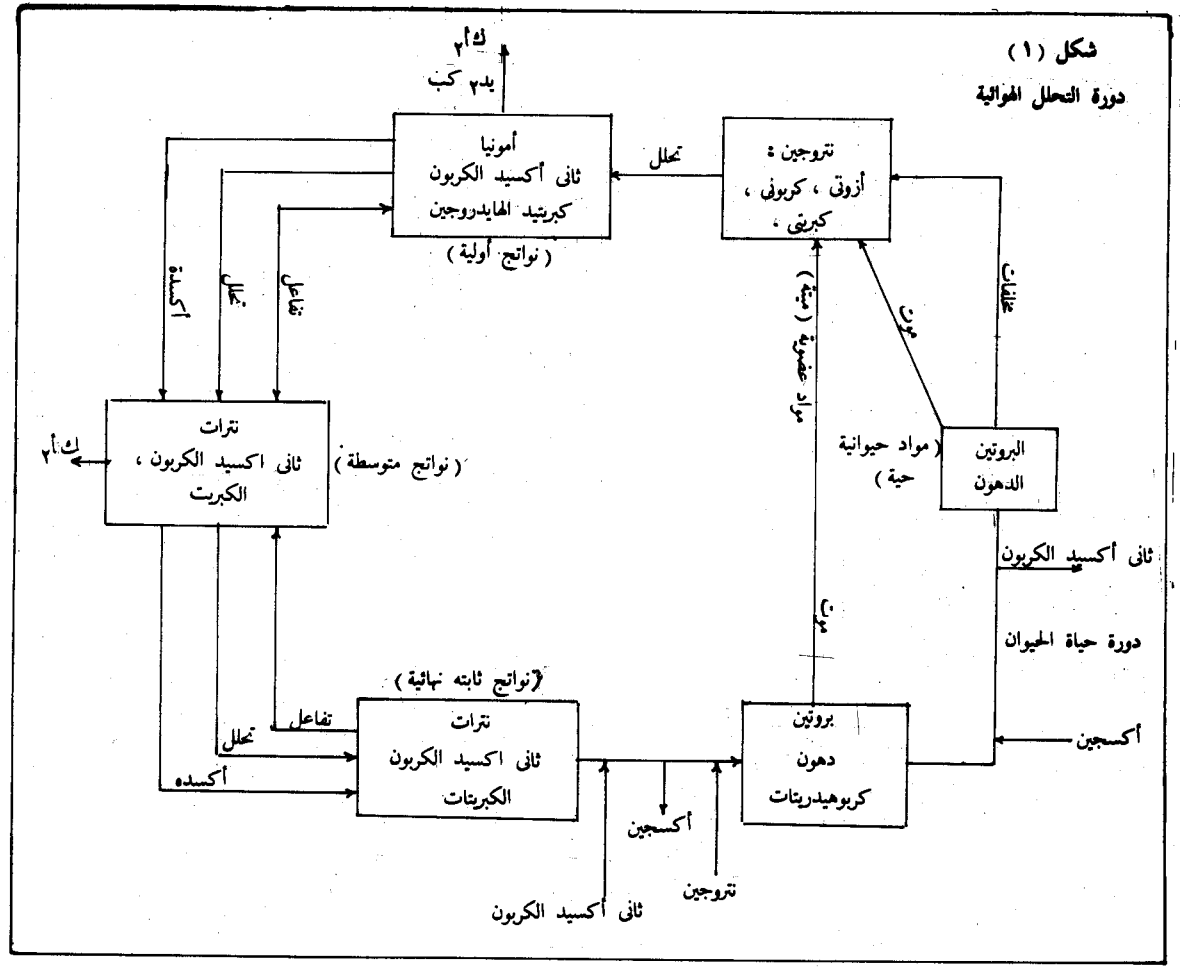
المواد العضويه+باكتريا+اكسجين ← خلايا جديده
المواد العضويه+باكتريا+اكسجين ← طاقه ، ثانى اكسيد الكربون ، امونيا وماء

التحلل اللاهوائى (ويتم فى غياب الاكسجين الحر ويستفاد فيه من الاكسجين المتحد فى المركبات مثل النترات والكبريتات)

المواد العضويه+باكتريا ← خلايا جديده
المواد العضويه+باكتريا ← طاقه ، كحول واحماض

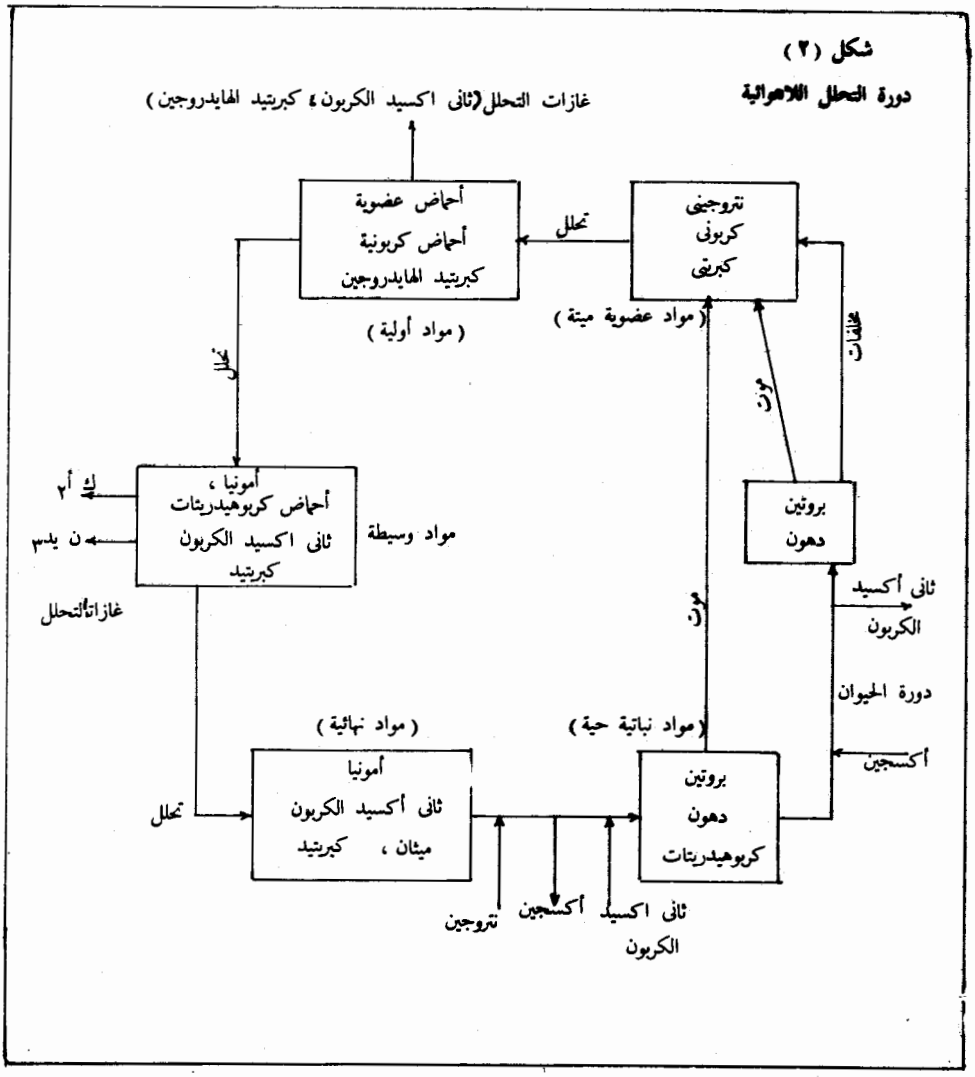
باكتريا الميثان ← خلايا جديدة
باكتريا الميثان ← طاقه، ميثان ، كبرتيد الهايدروجين ، امونيا ، ثانى اكسيد الكربون ، وماء

وتبين الاشكال (١ ، ٢) الدورتين : الهوائيه واللاهوائية للتحليل الحيوى للدهون والبروتينات .


شكل (١)
دورة التحلل الهوائية
ك أ٢
يد٢ كب
أمونيا
ثانى أكسيد الكربون
كبريتيد الهايدروجين
(نواتج أولية)
نتروجين :
أزوتى ، كربونى ،
كبريتى .
تحلل
أكسدة
تحلل
تفاعل
مواد عضوية (ميتة)
مون
مون
فلفات
نترات
ثانى اكسيد الكربون ،
الكبرت
(نواتج متوسطة)
ك أ٢
(مواد حيوانية
حية)
البروتين
الدهون
ثانى أكسيد الكربون
دورة حياة الحيوان
أكسجين
(نواتج ثابته نهائية)
نترات
ثانى اكسيد الكربون
الكبريتات
تفاعل
تحلل
أكسده
بروتين
دهون
كربوهيدريتات
أكسجين
نتروجين
ثانى أكسيد الكربون

شكل (٢)

دورة التحلل اللاهوائية



الفينول : —

تغير من طعم ورائحة الماء عند تواجدها فيه خاصة عند اضافة الكلور . ويمكن ان تتأكسد بيولوجيا عند درجات تركيز قد تصل الى ٥٠٠ ملجم/لتر . والفينول يرجع الى المركبات العطريه عند اتحاده مع احد او اكثر من مجموعة الهايدروكسيل مقرونة مع البنزين .

تستعمل المواد العضوية بكثره فى الصناعه ،

ويبين الجدول (٣) ادناه نموذج لاستعمالات بعض الملوثات العضويه فى الصناعه .

جدول (٣)

نموذج لاستعمالات بعض الملوثات العضويه

المركب	الاستعمالات الرئيسيه
كلوريد الميثيل	مبرد
كلوريد الميثلين	مزيل للطلاء ، مذيب للمبيدات الحشريه
كلوروفورم	ربما يأتى من مياه الشرب بعد كلورتها
ثانى كلور الايثان	ينتج عند الكلوره ، وعند تصنيع كلوريد الفينيل
ثلاثى كلورو الايثان	مذيب يستعمل بكثره فى الصناعات ، منظف منزلى ، ينتج عند صناعة كلوريد الفينيل .
اثير	مذيب للمواد البلاستيكيه المتبلمره
الفينول	يستخدم فى تصنيع البوليميرات والاصباغ والمبيدات الحشريه ومبيدات الاعشاب
الهايدروكروبونات الاروماتيه	تستخدم كاصباغ ، تدخل فى المبيدات الحشريه ومبيدات الاعشاب ، البترول والزيوت

ولقياس المواد العضويه المتواجده معمليا فيمكن ايجاد حوجة الاكسجين الكيموحيوى (BOD) او حوجة الاكسجين الكيميائية (COD) او كمية الكربون العضوى الكلية(TOC)

حوجة الاكسجين الكيموحيوى : —

ويقيس هذا الاختبار كمية الاكسجين المستهلكة بواسطة البكتريا عند اكسدتها الهوائيه للمواد العضويه . وقد استخدم هذا المعيار :

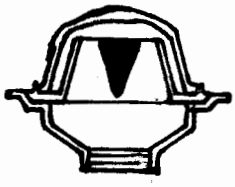
١ —لتحديد كمية الاكسجين (بالتقريب) المطلوبه لتثبيتالمواد العضويه الموجوده بالطرق البيلوجيه .

٢ —لتصميم محطات التنقيه

٣ —لقياس مدى كفاءة بعض طرق التنقيه فى مراحلها المختلفه .

وعادة فأن مدة الحضانه او الترخيم تبلغ ٥ ايام فى درجة حرارة ٢٠ درجة مئويه (كى $B\,OD_5^{20}$) . ان الاكسده الكيموحيويه فى اساسها عملية بطيئه ونظريا تتطلب زمن لانهائى لتبلغ مداها . غير انه فى مدة ٢٠ يوم فان الاكسده غالبا ماتصل الى حوالى ٩٥ – ٩٩ بالمائه وفى مدة الخمسه ايام المعمول بها فى الاختبار فان الاكسده تتراوح مابين ٦٠ – ٧٠ بالمائه .

حوجة الاكسجين الكيموحيويه قد افترض لاغراض عملية انها تتبع تفاعل من الدرجه الاولى وفى مثل هذه التفاعلات فان معدل الاكسده يتناسب طرديا مع درجة تركيز المواد العضويه المتبقيه والقابله للتأكسد ، وبمجرد وجود النوع الصالح من الكائنات الحيه الدقيقه لاكسدة المواد العضويه .



إن التفاعل تتحكم فيه فقط كمية العضويات ويمكن ان يمثل هذا التفاعل بالآتى : —

$$\frac{د\ كى}{د\ ن} = - ك . كى \qquad (٢ - ١)$$

حيث

كى= كمية المواد العضوية المتبقيه (أو حوجة الأوكسجين الكيموحيوى النهائية)

ن= الزمن

ك= ثابت

وبتكامل المعادله (٢ – ١) اعلاه ويأخذ الحدود

كى= كىن عند الزمن ن

$$\frac{كى_ن}{كى} = هـ^{-ك\ ن} \qquad (٢ - ٢)$$

او $\frac{كى_ن}{كى} = ١٠^{-ك_١\ ن}$ (٢ – ٣)

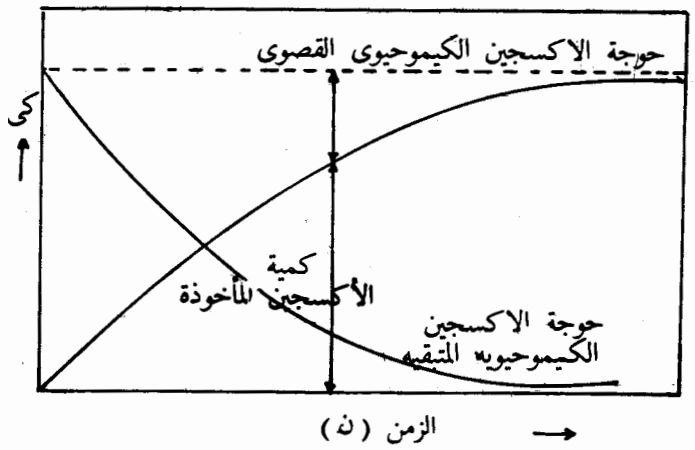
حيث $ك_١ = ٠,٤٣٤٣ ك$ = ثابت معدل التفاعل وعادة من الاهمية معرفة كمية الاكسجين الماخوذة والتى تعادل كى – كىن = كى – $١٠^{-ك_١\ ن}$ كى

$$= كى\ (١ - ١٠^{-ك_١\ ن}) \qquad (٢ - ٤)$$

ويمثل الشكل (٣) ادناه استخدام هذه المعادلات

شكل (٣)

أسس حوجة الأكسجين الكيموحيوى



مثال : —

حوجة الاكسجين الكيموحيوى (فى الزمن ٥ ايام ودرجة حرارة ٢٠ درجة مئويه) لخلفات مصنع ما تبلغ ٢٠٠ ملجم/لتر. اوجد حوجة الاكسجين الكيموحيوى القصوى بفرض ان ثابت $ك_١ = ٠ر١٧$

الحـــل : —

∴ كمية الاكسجين المأخوذه = كى (١ − ١٠^− $ك_١ن$)

٢٠٠ = كى (١ − ١٠^− ٠ر١٧ × ٥)

كى = ٢٣٣ ملجم/لتر.

ان اختبار الاكسجين الكيموحيوى حساس ومعرض لتدخلات كثيره تؤثر سلبا فى درجة الاعتماد عليه ومن هذه العوامل الاتى : —

١ — اعتماده على الكائنات الدقيقه كما ونوعا ونشاطا

٢ — حساسية الكائنات الدقيقه لظروف الاختبار مثل وجود مواد سامه ..... الخ .

٣ — تقاس فقط المركبات العضويه القابله للتفتيت

٤ — المده الزمنيه الطويله نسبيا لتكملة الاختبار

٥ — احيانا كثيره يحتاج لخبره ودرايه كبيره لتفسير نتائجه .

عادة يعبر عن حوجة الاكسجين الكيموحيوى للمخلفات الصناعيه بالمكافئ السكانى وان المخلفات او الفضلات الناتجه من الفرد يومياً تفترض على انها تعادل ٦٠ جرام من الاكسجين الكيموحيوى لمدة خمسة ايام وتحت ٢٠ درجة مئويه .

مثال : —

أوجد المكافئ السكانى لمصنع ينتج ١٠^٦ لتر فى اليوم من المخلفات التى تحتوى على حوجة للا دسجين الكيموحيوى مقدارها ٣٠٠ ملجم/لتر .

الحل : —

المكافئ السكانى = $\frac{٣٠٠ \times ١٠^{-٣} \times ١٠^{٦}}{٦٠}$ = ٥٠٠٠

حوجة الاكسجين الكيمائيه : —

وهو معيار لقياس كمية المواد العضويه وذلك باستعمال مركبات اكسده فى بيئه حمضيه . وقد استعمل هنا ثانى كرومات البوتاسيوم . ونسبه لان بعض المركبات العضويه تعترض وتؤخر التفاعل اه تؤدى لنتائج غير معقوله فلا بد من ازالتها . وقد استخدم هذا المعيار ايضا لقياس المركبات السامه للحياة البيولوجيه . وعاده فان حوجة الاكسجين الكيمائيه للمخلفات اكبر من حوجة الاكسجين الكيموحيويه نسبه لان عدد اكبر من المركبات يمكن اكسدتها كيمائيا اكثر منها حيويا . ولعدد كبير من المخلفات يمكن ايجاد علاقة بين المعيارين . وتتجلى اهمية هذه العلاقة فى الزمن اللازم لاخذ النتائج اذ يحتاج اختبار حوجة الاكسجين الكيمائيه الى حوالى ثلاثه ساعات مقارنة بالخمسة ايام سالفه الذكر .

وعامة فأن المخلفات والفضلات ومقدار التلوث يمكن تقسيمها عن طريق كمية الاكسجين الكيموحيوى او حوجة الاكسجين الكيمائيه كما مبين فى جدول (٤)

جدول رقم (٤)

تحديد درجة التلوث

درجة التلوث	حوجة الاكسجين الكيموحيوى (كى) (ملجم/لتر)	حوجة الاكسجين الكيميائية (ملجم/لتر)
ضعيفه	اقل من ٢٠٠	اقل من ٤٠٠
متوسطة	٢٠٠ – ٣٥٠	٤٠٠ – ٧٠٠
كبيره	٣٥١ – ٥٠٠	٧٠١ – ١٠٠٠
كبيره جدا	اكبر من ٧٥٠	اكبر من ١٥٠٠

كمية الكربون العضوى الكلى

وهذه احدى طرق تحديد كمية المواد العضويه وفيها يتم احراق ا. أكسدة المواد العضويه ومن ثم تجميع ثانى اكسيد الكربون الناتج وتحديد كميته وحساب الكربون العضوى الكلى .

الرقم الهايدروجينى : —

وهو عبارة عن اللوغريثم السالب لدرجة تركيز أيون الهايدروجين فى المحلول . وكما هو معروف ان مداه من أقل من ١ الى ١٤ وإن كان المدى المناسب والملائم لنمو معظم الكائنات الحية محدود . ومن هذا المنطلق فان المخلفات التى لها رقم هايدروجينى بعيد عن المدى المعقول والمناسب للكائنات الحيه تصعب معالجتها بالطرق البيلوجيه . ومن السهولة تحديد الرقم الهايدروجينى بأجهزه قياسه المختلفه او بواسطة اوراق عباد الشمس مثلا .

القلويه : —

وتنتج من وجود الايدروكسيد ، والكربونات ، والبيكربونات لبعض العناصر مثل الكالسيوم ، الماغنسيوم ، الصوديوم ، البوتاسيوم ، وتحسب بالمعايرة بواسطة حمض قياسى . وهى ذات اهمية لاسيما عند استخدام المعالجه الكيميائيه للمياه الراجعه .

النتروجين (الازوت) : —

يمثل احدى دعامات البروتين ويتواجد فى المخلفات على شكل : نتروجين عضوى ، امونيا واملاحها ، نيتريت النتروجين ، ونترات النتروجين .

الفسفور : —

مهم بالنسبة لنمو الطحالب وغيرها من الكائنات الحيه الدقيقه وبذا تنبع اهمية تحديد كميته المتخلص منها فى البحيرات والمياه السطحيه . ويتواجد فى اشكال عدة فى المحاليل مثل الاورثوفسفات المتعدده والفسفات العضويه . وتحديد الاورثوفسفات يتم عادة باضافة مركب مثل مولبيدات الامونيوم والتى تكون لون مركب مع الفسفات)وبالنسبة للفسفات المتعدده العضويه فلابد من تحويلها الى اورثوفسفات قبل تحديد درجة تركيزها .

الكبريت : —

يعتبر الكبريت من المكونات الاساسيه لبعض المواد العضويه وعند التفتيت الاختزالى لهذه المواد تختزل عادة الكبريتات الى كبريتيت ثم الى كبريتيد الهايدروجين بفعل البكتريا فى بيئه لا هوائيه : —

الكبريتات+المواد العضويه بكتريا كبريتيد+ماء+ثانى اكسيد كربون .

ويمكن اكسده كبريتيد الهايدروجين بيولوجيا لتكون حمض الكبريتيك الحارق .

المواد السميه : —

ومن هذه شوارد موجبه مثل النحاس ، الرصاص ، الفضه الكروم ، الزرنيخ البورون والتى تؤثر على الكائنات الحيه . وبعض منها شوارد سالبه مثل السيانيد والكرومات ويجب ازالتها فى منطقة المصنع .

الغازات : —

من الغازات المتواجده بالمخلفات النتروجين ، الاكسجين ، ثانى اكسيد الكربون ، كبريتيد الهايدروجين ، الامونيا ، الميثان (غاز المستنقعات)

ومن هذه الغازات : الاكسجين وهو هام لتنفس الميكروبات الهوائيه وغيرها من الكائنات الحيه غير انه قليل الذوبان فى الماء.وكمية ذوبانه فى الماء تعتمد على عوامل عدة منها : مقدار الذوبانيه ، ضغط الغاز الجزيئى فى الهواء ، درجة الحراره ، ودرجة نقاء الماء وخلوه من الشوائب . وغاز الميثان عديم اللون والرائحه وهو قابل للأشتعال كما وان السعرات الحراريه فيه عاليه . وهذا الغاز ينتج من جراء التفتيت اللاهوائى للمواد العضويه .

٢ - ٣ - ٣ الخواص البيولوجيه او الحيويه : —

وهذه تعتمد على نوع الصناعه المطروقه والمدخلات البيولوجيه فيها ودرجة تركيز الكائنات الحيه الدقيقه وكمية المواد العضويه الناتجه . ومن ثم ربما احتوت الفضلات الصناعيه على عدد لايستهان به من الميكروبات والجراثيم والكائنات الحيه النافعه والضاره ، وربما اثرت بصوره سلبية عندما يتم التخلص من الفضلات بطرق غير سليمه .

ومن مشاكل الصناعات فى الدول الناميه ان المصانع فى الغالب الاعم تقام مبدئيا على اطراف المدن حيث نجد ان قاطنى المنطقه المجاوره يعتمدون على مياه غير معالجه فى استخداماتهم اليوميه . وعندما يتم التخلص من الفضلات الصناعيه غير المعالجه فانها تشكل عامل غير صحى كبير ، كما وان هذه الفضلات تضر بالمحاصيل (هذا بافتراض ان المصانع تستخدم مياه نقيه فى الانتاج) . وفى بعض الاحيان نجد ان الدفق من المصانع موسمى فى منحاه كما نجد ذلك فى المصانع الزراعيه كالسكر مثلاً .

وعندما يتم التخلص من الفضلات للنهر فى زمن التحاريق فانها تشكل مصدر تلوث كبير بالحيوانات المائيه وبالمواطنين المعتمدين على النهر للشرب والزرع وغيره ، كما وان منظر المصدر المائى يتغير بفضل التلوث مما يحد من الانشطه الترفيهيه بالمنطقه . وبعض الصناعات تلفظ مخلفات شديده التلوث وكبيره المخاطر الصحيه كما هو الحال فى مصانع التعليب والاغذيه او المشروبات ، وذلك لان الفضلات السائله الناتجه تحتوى على نسب كبيره من المواد العضويه . ومصانع النسيج وانتاجها من الاصباغ يفاقم من حجم التلوث وهكذا الحال بالنسبه للمصانع الكمائيه متى ما كانت منتجه لكماويات للزراعه ، مواد بلاستكيه ، او دوية او عطور ومستحضرات تجميل/وهنا توجد مجموعه من المعادن والفلزات شديده السميه للأنسان والحيوان والنبات . ومما يزيد من مغبة التلوث عدم وجود التشريعات ذات الجدوى فى هذا المضمار وحتى ان وجدت فمن العسير مواكبتها والسير على هداها وتطبيقها على كل المستويات . وهذا ليس بغريب فى البلدان الناميه لاسيما وهنالك تدخل من اصحاب الصناعات ورأس المال الذى يلعب دوراً كبيراً فى الخط السياسى الموجود . كما ان هنالك تدخل من الشركات العالميه ذات الجنسيات المتعدده والتى ربما عجزت عن قيام طريقة تصنيعها ببلادها بسبب القوانين والتشريعات الحاميه للبيئه بمنطقتها . كما ان هنالك تدخل من فئات وافراد فى مدراك مختلفه ربما مواكبة للتطور والتقدم الصناعى . ولكن بقدر ما هنالك عائد ضخم من الصناعات غير ان غياب الترشيد يأتى بفاقد ابشع واكبر متمثل فى العنصر البشرى وتلوث البيئه بكل جوانبها المنظوره والمحسوسه .

الباب الثالث
مخاطر وآثار المخلفات الصناعيه

٣ - ١ مقدمـــة :-

ان التطور الصناعي فى جميع صوره ومراحله على المستوى القومى أو على مستوى الوحده المنتجه (المصنع) لابد ان يأخذ فى الحسبان العوامل البيئيه المؤثره فى الصناعه سواء كان سلبا أو ايجابا . هذا يجب ان يتم فى كل المراحل الصناعيه من تصميم وانشاء وتشغيل وصيانة . وعند الحياد عن هذه الاعتبارات فأن التصنيع قد يؤدى الى مخاطر وخيمه فى البيئه بالنسبه للماء والهواء والتربه على المستوى اعلى وربما الاقليمى والعالمى . وان اخاطر والتغييرات التى تحدث فى البيئه ومن جراء التصنيع عادة تكون لها آثار سلبيه على الحاله الصحيه للتجمعات السكانيه جسديا وعقليا ونفسيا . كما وقد تؤدى الى خلل فى التوازن المتوفر فى النظام البيئى العالمى .

ومن البديهى ان الانشطه الصناعيه تؤثر فى وتتأثر بالبيئه . واى تفاعلات أو تغيرات أو انشطه غير مقننه بيئيا قد تؤدى الى تغير سلبى محدود أو شامل على كل المستويات . عامة ينظر الى التلوث كنوع من التغيير الغير مستحب فى الخواص الطبيعيه أو الكيمائيه أو الحيويه بالنسبة للهواء أو الماء أو التربه والتى يكون لها تأثير ضار على البيئه فوق كوكبنا الارضى .

ويتفاوت تأثير التلوث بنوع وكمية ومدى وخصائص وتأثير المواد الملوثه ، فقد يكون التأثير طفيفا وعندها يمكن للعوامل الطبيعيه من خلال مقدرتها عى التنقيه الذاتيه من ازالة آثار التلوث . اما اذا لم تتمكن المقدره الذاتيه للتنظيف من ازالة اثاره او مسبباته فقد تكون الاثار جد وخيمة اذ ان التلوث لايعترف بالحدود الجغرافيه أو السياسيه . وعليه يمكن ان ينتشر على اوسع نطاق مسببا كوارثا من الصعوبه تجنبها .

٣ - ٢ مخاطر التلوث البيئى :-

ان الانسان والمخلوقات الاخرى (حيوان - ونبات) تعيش وتتفاعل فوق الكوكب الارضى ويحدها الغلاف الجوى،ومابين الارض والغلاف الجوى تكون البيئه الطبيعيه بمكوناتها الاساسيه من تربه وماء وهواء .

وهنالك موازنات وتفاعلات وخصائص وعلائق بين هذه المكونات الثلاثه تحدد مدى صلاحية هذه البيئه الطبيعيه للحياة . واى تغير سلبى فى خصائص هذه المكونات من حيث درجة الحراره،المواد العالقه والذائبة ، الرطوبه ، المواد المشعه ، الطاقه ... الخ قد يؤدى الى تدمير الحياة اما فى بقعه معينه على مدى ضئيل أو واسع اعتمادا على كمية ونوعية التلوث . وتأثير التلوث يتفاوت بتفاوت العوامل المؤثره فيه من حراره ، رياح ، رطوبه .. الخ . وفوق هذا وذاك يلعب التعليم والتثقيف والوعى

البيئى دور رئيسيا وهاما فى احداث التغيرات اللازمة واجديه من اجل الحد والتحكم فى التلوث .

٣ - ٣ مخاطر تلوث امياه :-

يفترض فى الماء العذب ان يكون رائق شفاف عديم اللون والطعم والرائحه ومتعادل وذو درجة حرارة معقول. **وخالى** من الجراثيم والسموم والمواد الضاره الاخرى .

وتتفاوت الاهمية **المتعلقة** بأى من الخصائص المذكوره اعلاه بتفاوت الغرض الذى من اجله سيستعمل هذا الماء . فمواصفات المياه للشرب غيرها للزراعة أو الصناعة أو المواصلات أو الترفيه أو تربية الاسماك ..... الخ . وعند تخصيص اى مصدر مياه لاى من الاغراض السابقه فان هذا يبنى على كمية المياه ونوعيتها . وعند بدء الحياة فوق الارض كانت نوعية المياه وكميتها تتناسب لحد كبير والاغراض التى من اجلها تستغل وتستخدم **غير أنه** مع نمو المستوطنات البشريه والانفتاح والتوسع الزراعى والصناعى بدأت بعض المواقع تعانى من بعض المصاعب بالنسبه لمياه المتاحه للأستغلال سواء من حيث الكمية أو النوعية أو كليهما . وقاصمة الظهر فى كثير من المواقع تعزى للتلوث الذى اعترى المصادر المائيه من جراء الانشطه الصناعيه الغير مقننه بيئيا . وقد عانت ومازالت تعانى الدول المتقدمه صناعيا من جراء هذا التلوث الذى بدأ بصورة واضحه مع بداية الثورة الصناعيه فى القرن الماضى . والامثله على هذا كثيره فمنها محل ببحيرة جنيف ونهر الراين .... الخ . الواضح ان الانسان فى غمرة نشوته الصناعيه ومسعاه للأزدهار . اعتقد ان الصناعه هى المفتاح السحرى للسعاده والرفاهيه متناسيا الآثار السلبيه للصناعه من نفسية وصحية واجتماعيه وبيئيه . وحاليا قد تنبهت الدول الصناعيه لهذا الاثر السلبى ولكن فى كثير من الاحيان بعد ان كاد التلوث ان يصل الى نقطة اللاعودة . والواضح اقتصاديا ان بعض الصناعات وفى بعض المواقع لاتكاد تفى ارباحها لازالة اثار التلوث البيئى الناجم عنها .

حقيقة ان كل انواع الملوثات والخلفات ينتهى بها المطاف بالقائها فى البيئه اجاوره ولكن يجب ان يتم هذا التقبل أو الاستيعاب بأقل الاضرار الممكنة . من المعلوم كذلك ان كميات الملوثات والخلفات السائده **تزداد** كل يوم طبقا للنمو الصناعى والشئ الذى يعرض سلامة البيئه البشرية للأنهيار . وعليه وخوفا من هذا الخطر فقد سعى الانسان لتطوير طرق مكافحة ومعالجة الملوثات ووسائل التخلص النهائى منها . ومثلا خاطر التلوث التى تتعرض لها البيئه انه فى معظم الاحوال ينتهى المطاف بالخلفات السائله بصبها فى الجداول والانهار والسواحل مما يؤدى الى تلوث مصادر المياه ويحد من استخدامها .

ان تلوث المياه عادة يحدث عند التخلص من الفضلات الصناعيه فيها ويتوقف نوع التلوث ودرجته على نوعية الفضلات وكمياتها . وعامة تتغير مواصفات المياه بعد اضافة الخلفات . وعند النظر لتغير مواصفات المياه من جانب الخصائص الطبيعيه مثلا فأنه قد يحدث تغيير فى مؤشرات اللون . الطعم . الرائحه . المواد العالقه . المواد الذائبه . المواد الطافيه . درجة الحرارة .... الخ .

كما يمكن النظر الى التلوث من حيث نوعية المخلفات ماذا كانت عضوية أو غير عضوية . والعضويه يمكن تقسيمها الى مواد قابلة للتحليل الحيوى أو غير قابلة له أو من حيث الاثر ما اذا كانت ضارة صحيا أو غير ضاره .

وان كان من اهم سمات المياه التى تلوثت حديثا هو تغير اللون . ودرجة الحرارة وظهور المواد الطافية (زيوت . دهون) . وانعدام الاكسجين الذائب . وارتفاع معدلات التلوث العضوى مثل الحوجه للأكسجين الكيموحيوى .

كما وقد ترتفع نسبة المواد الغذائيه الذائبه الشئ الذى يؤدى الى نمو الطحالب وانعدام الاحياء المائيه العليا كما وقد يكون هنالك تلوث بالجراثيم والسموم . الخ .

وعندما يحدث تلوث الماء يكون من الصعب استخدامه للأغراض المفروضه ليس ذلك فحسب وانما قد يتسبب فى خلق انواع مختلفه من الظواهر البيئيه السلبيه المختلفه . واذا حدث وتقرر استخدام ماء سبق تلوثه فأنه احيانا يكون من الصعب معالجته من وجهة نظر تقنيه وحتى اذا امكن معالجته فان التكلفه الماليه ربما مثبت حجرة عثره . وعليه تتجافى مثل هذا التلوث من الواجب العمل على معالجة المفصلات والمخلفات لدرجة تسمح والتخلص منها دونما ضرار ومخاطر بيئيه ظاهره او مستتره .

٣ - ٤ آثار تلوث الهواء :-

تلوث الهواء غالبا ما يكون بسبب الغازات الناتجه من صناعات مثل الاسمنت والاسبستس والحاجر والصناعات البتروكيميائيه . . الخ .

يبين الجدول (٥) ادناه بعض الملوثات الغازيه الرئيسيه ومصادرها

ومما يجدر ذكره ان للهواء (فى حالته الطبيعيه) الصالح للحياة مواصفات معينه من حيث البناء الكيميائى ودرجة الحرارة والرطوبه . . الخ .

ولكن كثيرا مايحدث اخلال لهذه المواصفات من جراء الانشطه البشريه مثل عملية الاحتراق (وذلك عند التسخين والحريق المباشر للمواد العضويه والغير عضوية) أو من الياف الاحتراق الداخلى وعوادم السيارات أو من جراء توالد الغازات والادخنه والابخره من الانشطه الصناعية والزراعيه والمنزليه . والتى تؤدى لتغيير مواصفات الهواء مثل ازدياد المواد العالقه وارتفاع درجة الحرارة والرطوبه وتغير اللون والرائحه والكثافه . . وهلم جرا .

وتتفاقم مشكلة تلوث الهواء ودرجة تركيز المواد الحامضية والمواد الملوثة المبثوثة أو المنشورة فيه وحالته من حيث الرطوبة ودرجة الحرارة وسرعة الرياح . . . الخ كما وتؤثر فى زيادة الآثار السلبية لتلوث الهواء عوامل أخرى أهمها إرتفاع الكثافة **السكانية** وزيادة وتكديس الأنشطة الصناعية والمتغيرات الثقافية والإجتماعية والبيئية والإقتصادية التى تحدث فى المجتمعات الصناعية **وماشاكلها**.

جدول (٥)
بعض الملوثات الغازيه الرئيسيه (٢٤)

الملوث	المصدر
ثانى اكسيد الكبريت	محطة توليد الكهرباء . مصافى أو محطات تكرير البترول . صناعات الحديد والصلب .
الدخان . الغبار والاتربه	صناعة الحديد . محطات توليد المسابك . الاسمنت
اول اكسيد الكربون	احتراق الوقود
ثانى اكسيد الكربون	احتراق الوقود
اكاسيد النتروجين	مصانع انتاج حمض النتريك .
(الأزوت)	توليد الكهرباء . الحديد والصلب . الاسمدة
الامونيا (النشادر)	مصانع انتاج النشادر والاسمدة
ثالث اكسيد الكبريت	مصانع انتاج حمض (الكبريتيك)
	انتاج الطوب الصناعى
الكبريت والكبريتيد	محطات توليد الطاقه ، صهر المعادن
هايدروجين الكلور .	مصانع انتاج الكلور ، انتاج
الكلور	الامونيا . انتاج الكروم
الهايدروكربونات المكلوره	محطات التنظيف والتجفيف
ميركبتانات	تكرير وتصفية البترول
اكاسيد الخارصين	مصانع النحاس

ومن أمثلة تلوث الهواء ما تنتجه محطات الطاقة والمصانع عبر المداخن من أكاسيد النتروجين والتى تجد طريقها للهواء وتحدث بعض التفاعلات منتجة ثانى أكسيد النتروجين والذى له أثر ضار على صحة الإنسان حتى فى درجات تركيز قليلة . كما وإن أكاسيد النتروجين مع الهايدروكربونات الناتجة من إحتراق الغازات من المركبات المتحركة بالبترول كوقود تتفاعل كيميائيا بالأكسدة الكهروكيميائية مع الغازات الموجودة فى الهواء وفى وجود ضوء الشمس مكونه ملوثات عديده وتتجلى هذه فى تكوين الضباب والدخان ((Smog) والتى تحد من الرؤية كما وإنها تهيج العيون والجهاز التنفسى . والأكسدة الكهروكيميائية تولد الأوزون وثانى أكسيد النتروجين والبيروكسى استيلنيتريت . والمعروف أن الأوزون يعوق التنفس الطبيعى فى درجات تركيز او . ملجم/لتر لمدة ساعتين .

كما وإن هذه الملوثات تزيد من تردد حدوث داء الربو وتهيج العيون وتقلل من الكفاءة الرياضية للفرد كما وأنها تؤثر على الرئتين للأطفال وربما أدت الى أمراض مستوطنة .

إن نسب ثانى اكسيد الكبريت وكبريتيد الهايدروجين والكبريتات قد توجد طبيعيا بنسب قليلة فى الهواء وتزيد نسبتها بالصناعه أو طبيعيا كما عند تفتيت المواد العضوية يتكون كبريتيد الهايدروجين مثلا . وهذه الزيادة فى نسب التكوين غالبا ما تتأثر بها منطقة معينة حيث الصناعة نشطة والكثافة السكانية عالية وهذا التأثر مرتبط بعوامل عدة منها سرعة الرياح وطول المداخن وسرعة تدفق الغازات منها والطبغرافية المحلية .... إلخ.وثانى أكسيد الكبريت غاز سريع الذوبان وعند إستنشاقه يجد طريقه بسهولة الى الدم ويؤثر على الجهاز التنفسى فى درجات تركيز قليلة وربما أدى بحياة الكثيرين خاصة الذين يعانون من أمراض القلب أو الرئة وأيضا ربما أهلك كبار السن . كما وأن حبيبات المواد العالقة يمكن أن تستنشق فى الرئة ، ودرجة ترسيبها فى الجهاز التنفسى تعتمد على حجم الحبيبات وشكلها وكثافتها . ومعظم الحبيبات ذات القطر أكبر من ١٠ ميكرومتر لا تجد طريقها الى داخل الجهاز التنفسى إذ أنها عادة ما يتم حجزها بشعيرات الأنف . وهذا يترك الحبيبات ذات الحجم الأصغر خاصة التى قطرها ما بين ٢ – ٣ ميكرومتر والتى تجد طريقها للرئة حيث تمتصها خلايا تعمل على حملها للجهاز الليمفاوى ، وتحد أيضا من عمل هذه الخلايا الأمراض التنفسية والتدخين .

وبفضل الصناعه أو بالطرق الطبيعيه يمكن زيادة كمية اول اكسيد الكربون فى الجو . والطرق الطبيعيه مثل البخار ، اكسدة غاز الميثان ، البراكين ، **النيران** ، **العواصف** الرعدية والطرق الصناعيه تتمثل فى الاحتراق غير الكامل للمواد البترولية خاصة من عوادم السيارات واحتراق المخلفات الصناعيه . ودرجة تركيز هذا الغاز من السيارات مثلاً لها معدلات مرتفعه خاصة فى ساعات الذروة وتتغير طبقا لطبغرافية الشوارع والمبانى وحالة الطقس . وهذا الغاز سام جدا خاصة انه يتحد مع هيمجلوبين الدم مكونا كربوكسى هيمجلوبين والذى **أكثر** ثباتاً من **الأكسى**هيمجلوبين بمقدار مائتى ضعف . وهذا يؤثر فى الجزئيات والكريوات حاملة الدم ، وربما أتى بأضرار وخيمة معتمده على حالة الفرد الصحيه (انظر الجدول (٦) ادناه)

جدول (٦)
الاثار الفسيولوجيه لاول اكسيد الكربون (٢٣)

درجة التركيز (ملجم / لتر)	الاثر
١٠٠	مسموح لعدة ساعات
٤٠٠ – ٥٠٠	لاتولد مخاطر فى مدة ساعة واحده
٦٠٠ – ٧٠٠	بعض الاثر بعد مضى ساعه
١٠٠٠ – ١٢٠٠	سيئه ولكنها لاتولد اعراض خطره بعد مضى ساعه
١٥٠٠ – ٢٠٠٠	خطره عند التعرض لمدة ساعة
٤٠٠٠ أو اكثر	خطرة فى مدة اقل من ساعة

ويؤثر اول اكسيد الكربون ايضا على الجهاز العصبى الرئيسى والقلب وضغط الدم . كما وانه يؤثر على المرأة الحبلى الشئ الذى ربما اتى بطفل ذى وزن اقل من المعدل الطبيعى .

وينتج غاز كبريتيد الهايدروجين بفضل البكتريا عند تفتيتها للمواد العضويه خاصة فى محطات المعالجة ، كما وينتج ايضا عند التنقيب عن الغاز الطبيعى أو البترول . ويستخدم فى الصناعه مثلاً لانتاج عنصر الكبريت أو حمض الكبريتيك أو لانتاج الماء الثقيل والذى يستخدم كمهدئ للنيوترونات فى محطات الطاقه النوويه . وهذا الغاز له رائحه البيض الفاسد ولا لون له كما وانه يذوب فى عدة سوائل مثل الماء ، الكحول ، الاثير ، الكربونات القلويه ، البيكربونات .... الخ . وهو غاز سام وضار بالجهاز العصبى كما وانه مهيج للعيون وعند استنشاقه يهيج الجهاز التنفسى ويؤثر فيه . وهذا الغاز سريع الامتصاص بالدم داخل الرئه وفى البدايه تؤدى كمية الغاز الى سرعة فى التنفس (hyperpnoea) والتى يتبعها عدم نشاط فى الجهاز التنفسى (Apnoea) . وفى درجات التركيز العاليه فأن غاز كبريتيد الهايدروجين يأتى بشلل فى الحال يؤثر فى الجهاز التنفسى . وعادة فأن الموت يكون النتيجه الحتميه بسبب الاختناق (Asphyxia) مالم يسعف المصاب بالتنفس الصناعى عندما لايزال القلب عاملاً . وفى البيئه المحيطه ربما اولد وجود كميات من كبريتيد الهايدروجين حالات من الاستفراغ والصداع وفقدان الشهيه والارق .

أن الهواء واحد من اهم العناصر الاساسيه والضروريه لاستمرار الحياة للأنسان . فمثلا تستقبل رئه الفرد ذو النشاط العادى مايقارب الخمسة عشر كيلوجراما من الهواء يوميا . وبذا يتطلب تجافى العناصر احدثه للتلوث الجوى لاسيما وان الهواء يستطيع ايضا ان يوزع عوامل التلوث فى حيز كبير ومنطقة واسعه ربما بعدت كثيرا عن مصدر التلوث ومنبعه .

ويمكن حصر هذه الاضرار الناتجه من تلوث الهواء فى :—

١ – مضايقات فرديه مثل عدم وضوح الرؤيا وتولد الروائح الكريهه .

٢ – اضرار اقتصادية مثل زيادة معدل تلوث الملابس والمنازل والاثاثات مما ينتج عنه تكلفة تصليح وترميم وازالة ، او تلف احاصيل وهذه تعتمد على عدة عوامل منها درجة وحساسية النبات للتلوث ، وخصائص الملوثات ودرجة التركيز وزمن التلوث . وايضا من المضار الاقتصادية ما يضر بالحيوانات النافعه عندما تكون فى مراعى بها تلوث . كما وان تلوث الهواء ينتج عنه تآكل وتحات بعض المعادن عند التعرض للوثات طبيعية او مصنعه خاصة ثانى أكسيد الكبريت والغازات الحمضية . وهذا بالتالى له تكلفته عند الاصلاح مثلا لطلاء الجسور وغيرها من المنشآت . أو ربما أتى التلوث بعوامل تعرية للحجارة فى المنشآت والآثار . كما وأن بعض النسيج يتأثر بتلوث الهواء مثلا عند تعرض النيلون لثانى أكسيد الكبريت .

٣ – أضرار أمنية : –
فمثلاً عدم وضوح الرؤية من جراء تلوث الهواء تأتى بحوادث للمواطن والسيارات والطائرات ، كما وأن لها آثارها الاقتصادية من زيادة إستهلاك للوقود وتأخير وعدم رضاء وغيرها .

٤ – مخاطر صحية للانسان : –
ومنها الذى يحدث فى مدى قصير أو متوسط أو طويل (جدول ٧) .

٥ – مخاطر صحية للنبات وهنا يتفاوت الضرر طبقا لنوع النبات ومدى تأثره بالملوثات وقوة الملوث والزمن اللازم لاحداث الاعطاب ، فمثلاً من عوادم السيارات وإحتراق الغازات الطبيعية وبعض الصناعات الكيميائية ينتج الاثلين وهذا يؤثر فى أداء الهرمونات النباتية أو يحد من النمو أو يغير فيه خاصة فى الألياف والزهور كما نجد ذلك فى الطماطم عندما تتعرض للأثيلين لمدة ٤٨ ساعة فى درجة تركيز ١ر٠ ملجم/لتر ، وتؤثر المبيدات الحشائشية فى إتلاف الأوراق كما فى القطن والعنب عند تعرضها لمبيد ٢ ، ٤–د ((2,4-D)) فى درجات تركيز تقارب ١ على المليون من الجرام . كما وان ثانى اكسيد النتروجين يحطم الكلوروفيل مما يغير من لون الاوراق من الاخضر الى الاصفر او الابيض فى درجات تركيز ٢ – ٣ ملجم/لتر وربما حد من نمو النبات . والاوزون يغير من لون الاوراق فى الجزء الاعلى منها كما فى العنب وذلك عند التعرض له فى درجات تركيز حوالى ٤ ر٠ ملجم/لتر، وعند التعرض لمدة طويله للاوزون فان النبات يفقد خلاياه .

هذا وللنبات حساسية اكثر من الحيوان للملوثات الهوائيه ، مما حدا بجعلها معيارا لمعرفة درجة التلوث . وتتفاوت الحساسية للتلوث النباتى من نبات لآخر فمثلاً عند وجود كميات كبيره من ثانى أكسيد الكبريت ربما كان من الاجدى التحول من زراعة نبات الالفا ألف (أبو سبعين) للقمح .. وهلم جرا .

الامطار الحمضيه (Acid rains) :—

فى بعض المناطق الصناعية وعند ازدياد درجة التلوث الهوائى وخاصة عند ارتفاع نسبة الغازات الحمضية مثل ثانى أكسيد الكبريت وهطول الامطار فانها تذيب هذه الغازات الحمضيه مكونه للاحماض مثل حمض الكبريتيت . ومثل هذه الامطار تؤثر على المنشآت مثلا بالتآكل والنحات كما وانها تهدد المصادر المائيه والحياة فيها وربما أضرت بالزرع والانسان . وعليه يجب سن القوانين الخاصه بتجنب تلوث الهواء عن طريق تقليل هذه الغازات الحمضيه وانشاء المداخن ذات الاطوال المناسبه لتجنب تلوث هواء المدينه . غير ان الملوثات تحد طريقها عبر الغلاف الجوى وربما اثرت فى مناطق غير صناعية ويذكر بعض العلماء ان حرق الفحم ينتج ما يقارب ٦٠ بالمائه من الملوثات الكبريتيه وحرق المخلفات البترولية ينتج ما يقارب ٣٠ بالمائه منها والمتبقى (١٠ بالمائه) من الصناعات . ونسبة الامطار الحمضيه تتفاوت من منطقه لاخرى طبقا لمتغيرات عديده منها :—

— حجم وكمية الملوثات الهوائيه بالمنطقه
— الغطـــاء النباتى
— الغطاء المائى بالمنطقه
— التربة ومكوناتها المختلفه
— حجم وكفاءة المناطق الصناعيه
— عـــوامل الطقـــس
— كثافة الســـكان

الظروف المناخية من ريح وحرارة ورطوبة ..الخ

ولتفادى الخطوره الناجمه من الامطار الحمضيه فيمكن تقليل التلوث الهوائى
ومعالجة الغازات الناتجه من الصناعات
ذات الاثر الكبير وربما أمكن استخدام الوقود الذى يحوى نسبة قليلة من الكبريت . او يمكن اللجوء الى مستحدثات الطاقه من جديدة ومتجددة هذا بالاضافة الى ترشيد الاستخدام وترفيع الاساليب التكنولوجيه المستخدمه .

جدول (٧)
الآثار الصحية لبعض الملوثات والغازات

الغاز أو الملوث	اخاطر الصحية
ثانى أكسيد الكبريت وأكاسيد الكبريت الأخرى	داء الربو والنزلات الشعبية . إلتهابات الرئه ، مهيج ، يولد أمراض القلب والإلتهابات النفسية فى الأطفال ، يتلف اخاصيل فى درجات تركيز ٠,٠٣ ملجم/لتر
الأتربة والحبيبات الصغيرة الحجم	داء الربو والنزلات الشعبية ، يزيد من مخاطر إلتهابات الرئة ، مهيج للعيون والجهاز التنفسى . يحد من الرؤية فى درجات تركيز ٢٥ ملجم/لتر . ودرجات تركيز ٢٠٠ ملجم/لتر تؤثر على صحة الإنسان .
الأوزون	يسبب تلف فى الرئة عند المرضى بها، سام
أول أكسيد الكربون	سام ويولد مخاطر خاصة للمرضى بالقلب فى درجات تركيز ٣٠ ملجم/لتر ربما أتلف الجهاز العصبى الرئيسى
ثانى أكسيد النتروجين	ربما أتلف الرئه ، سميته أربعة أضعاف تلك فى حامض النتريك وتبدأ فى درجة تركيز ٠,٠٥ ملجم/لتر
الرصاص	يتراكم فى الجسم ، ربما أتلف مهمة هيمجلوبين الدم
كبريتيد الهايدروجين	يزيد من إحصاءات الموت عند التعرض الكثير له ، مهيج حساس
الهايدروكربونات	تؤثر على الرؤية بتوليد الضباب الدخانى فى درجات تركيز ١٥ , الى ٢٥, ملجم /لتر
الاسبستس	مرض الاسبستس ، وربما أمراض سرطانية
البريوليوم	يتلف الرئة ويجلب مرض البريليوسس فى درجات تركيز أعلى من ٠,٠١ ملجم / لتر
الأثير	مخدر ، سام ويجلب بعض الأمراض السرطانية .

٣ – ٥ آثار تلوث التربة : –

إن الأرض أو التربة غالبا ما يستفاد منها فى بعض الإستثمارات السكنية أو الزراعية أو الصناعية .... إلخ وعند تعرضها لعوامل التلوث الصناعى قد تتغير خصائصها ويكون من الصعوبة بمكان إستغلالها لبعض أو كل تلك الأغراض . كما وأن التربة تصبح بؤرة لنمو الفئران والحشرات والقوارض والجراثيم جالبة الأمراض . هذا بالإضافة الى أنها تؤثر على المظهر الجمالى لأى مكان ولقد أتى الانسان بتغيير كبير فى التوازن البيئ فى مناطق عديدة مثلاً عند استخدام المبيدات مثل الديكلور – ديفينيل – تريا كلوريتان أو الـ د . د . ت (D.D.T.) الذى صنع وإنتشر تجاريا لقتل الحشرات التى تمتصه عبر جلدها الرقيق . ولكن الإسراف فى إستعمال المبيدات يؤدى الى نتائج سلبية عديدة كما وقد يحدث خلل فى التوازنات الأيكولوجية كما وإنه قد يقلل من بعض أنواع الحشرات المفيدة ويسهم بصورة فعالة فى ظهور أمراض جديدة . وكثير من الحشرات تقاوم المبيدات المستعملة كثيرا مما يدفع الإنسان لإستحداث مركبات أخرى ذات فعالية وجدوى فى قتل الآفات والحشرات . وهذه بدورها تؤثر بصورة أو بأخرى على الإنسان والحيوان والكائنات المائية المتواجدة بالمنطقة مما يفاقم فى مدى التلوث وآثاره الضاره اللاحقة .

ومن النتائج الخطيرة للمبيدات والمنتجات الكيميائية المستعملة فى الزراعة هى درجة سميتها ويقوم النبات بإمتصاص العنصر السام ومن ثم فانه ينتشر فى مختلف أجزائه وقد يتجمع ويتراكم فى السيقان أو أجزاء التخزين فى النبات . هذا من الخطورة بمكان عندما يتناول الإنسان أو الحيوان النبات .

ولتفادى المخاطر الناشئة من الإستخدام المطرد للمبيدات يجب العمل على الحد من الإستخدامات غير المجدية وتحسين إختيار الهدف ثم العمل على الحصول على مواد بديلة غير ذات ضرر من النواحى العضوية ، فمثلا يمكن إبتداع طرق للتخلص من الحشرات والكائنات الضارة بإستخدام المكافحة الحيوية الطبيعية : مثلا إصابة الحشرات بأمراض فطرية أو بكترية أو فيروسية غير ضارة بالإنسان .

٣ – ٦ أنواع التلوث البيئى : –

تؤدى الصناعات (كما ورد آنفا) الى التلوث البيئى بطريقة أو بأخرى عندما يراد التخلص من المواد الغير مرغوب فيها فى المحيط البيئى . فمثلا عندما يتوخى التخلص من المواد الصلبة فأنها تفاقم من تلوث التربه ؛ المياه الراجعة تأتى بتلوث المياه ، الغازات لها فعلها المحسوس فى تلوث الهواء، الحرارة تؤدى الى التلوث الحرارى ، المواد المشعة والتلوث الإشعاعى القريب والبعيد ، كما إن هنالك تلوث من نوع آخر ضار يتمثل فى التلوث بالضجيج والضوضاء . والتلوث عن طريق المواد الصلبة ينتج من العمليات الصناعية المختلفة بكميات متفاوته وتختلف كمية ونوعية وخصائص المواد الصلبة الناتجة من التصنيع بإختلاف نوع الصناعة ، طريقة التصنيع ، المواد الخام المستخدمة ، المواد المنتجة ... إلخ ومن هنا يأتى التباين الكبير فى المواد الصلبة وأمثلة لذلك بقايا المعادن، خرق القماش، ورق الكرتون ، الزجاج ، المواد البلاستيكية ، الأتربة والرمال ... إلخ .

وفى مجال التلوث الحرارى فان الحرارة المفقودة والمتسربة الى البيئة عبر العمليات الصناعية المختلفة تؤدى الى مخاطر عديدة خاصة عندما تكون ذات تركيز عالى وفى منطقة محدودة ومن هذه المخاطر قتل الأسماك والأحياء المائية الأخرى ، بروز روائح نتنة ، مياه عكره ، تأثرات بيئية . وفى الغالب الأعم يكون سبب التلوث الحرارى ناتج من محطات توليد الكهرباء الحرارية والصناعات التى تستهلك كميات مياه كبيرة من أجل التبريد . وتلعب بعض العوامل دورها فى زيادة أو نقصان التلوث الحرارى ومنها على سبيل المثال لا الحصر :

١/ درجة اللزوجة : –	وهذه تقل بإرتفاع درجة الحرارة مما يجعل المياه الحارة ذات تدفق أكبر من المياه الباردة
٢/ الكثافة : –	تكون المياه الساخنة طبقة فوق المياه الباردة لخفتها
٣/ ضغط البخار : –	يرتفع بإرتفاع درجة الحرارة مما يزيد من معدل التبخر
٤/ الأكسجين الذائب : –	يقلل إزدياد الحرارة من درجة ذوبان الأكسجين

إن إرتفاع الحرارة فى المياه يؤدى الى تفاعلات وتداخل مع عمليات أخرى طبيعية تحدث فى المياه مثل الأكسدة الكيميائية ، التمثيل الضوئى ، الخلط ... إلخ وهذه تؤثر بدورها على الأحياء المائية من نباتات وحيوانات .

التلوث بالضوضاء والضجيج : –

إن التلوث بالضوضاء يحدث داخل المصنع أو خارجه ويؤثر فى هذا المحيط . والتأثير الناجم يتفاوت طبقا لنوعية الجهاز المحدث للضوضاء وموقعه سواء كان داخل أو خارج المصنع .

وإعتمادا على مدى التردد وسعته يتفاوت مدى تأثير الضوضاء فقد تسبب بعض الإزعاج فقط أو تأثر فى النطق أو السمع وقد تسبب أضرار فى الجهاز السمعى أو العصبى .

والضوضاء تقاس بوحدات الديسيبل وهى مقياس لوغاريثمى يمتد من الصفر الى ١٦٠ وحدة . وعدة فان حجم الضوضاء يتراوح ما بين ٣٠ الى ٤٠ ديسبيل فى منزل هادئ ويزداد فى الطريق العام عن هذا المقدار وتعتبر ١٣٠ ديسبيل وحدة مؤذية للسمع البشرى ناتجة مثلا من الموترسيكل والميكرفونات الكبيرة الحجم .. الخ أنظر الجدول أدناه (٨)

جدول (٨)
شدة الاصوات الناتجه من بعض المصادر

المصدر	الشده بوحدة الديسيبل
غرفة البث الاعلامى (وسط هادى)	١٥
الهمس (٥ متر)	٣٠
حجرة النوم	٤٠
حركة المرور الخفيفه	٥٠
مكيف الهواء	٦٠
حركة المرور الثقليه	٨٠
ساعة التنبيه	٨٠
عربة نقل البضائع فى جراج	١٠٠
صوت محرك الطائره	١١٠
صوت الطائره النفاثه	١٣٠
مكان اختبار احركات النفاثه	١٤٠

ومن ثم فان اثر الضوضاء والاصوات ذات الصفات غير الموسيقيه وغير المستساغه ربما نجم عنها الارهاق أو الخلل أو الصمم أو الصدمات السمعيه .

وهذه بعض النتائج المحسوسه وايضا تأتى الضوضاء بالأضطرابات الفيزيولوجيه غير المباشره مثل تلك التى تحدث ازدياد دقات القلب . والتوتر العصبى والنفسى وبعض الاضرار التى تصيب الجهاز التنفسى كما وان الضجيج يأتى بنتائج نفسيه غير مستحبه تتجلى فى اوجاع وآلام الرأس وفقدان الشهيه والشعور بالقنوط والأحباط والتعاسه . وغنى عن القول أن العمل الذى تسوده ضوضاء يبشر بهبوط وتدنى فى مستويات الأنتاج واضمحلال واجهاد للكوادر الذهنيه والمفكره،الشئ الذى يسبب اضرار فادحه تعوق مسار التقدم والأزدهار ، هذا اذا لم يؤدى الى كوارث وفاجعات فى موقع العمل وربما راح ضحيتها عدد لابستهان به . وهذا نجده فى المدن الكبيره حيث المصانع الضخمه وغياب التوجيه التثقيفى والتعليمى . ومن هذا المنطلق يجب العمل على القضاء على بؤرة الضوضاء ومنبعها أو تقليلها وابعادها على اقل تقدير . هذا يمكن تحقيقه بسن التشريعات والقوانين أو باستجلاب ادوات الوقايه الشخصيه مثل سدادات الأذن والخوذات . وتغير مكان العمل أو بأستعمال مواد عازله للصوت أو تنفيذ برامج وقايه كافيه للتخلص من التأثيرات الضاره للضوضاء .

ويبين الجدول (٩) ادناه بعض المعايير المستحبه لشدة الأصوات فى بعض الوحدات

جدول (٩)
شدة الأصوات المستحبه فى بعض وحدات العمل

لوحده	شدة الصوت (ديسيبل)
قاعة الاجتماعات	٣٠ – ٤٥
المدارس	٣٠ – ٤٠
المسارح	٣٥ – ٤٥
قاعة المؤتمرات الصغيره	٣٥ – ٤٠
حجرات المستشفى	٤٠
المكتبات	٤٠ – ٤٥
المكاتب الخصوصيه	٤٠ – ٤٥
حجرات الفنادق	٤٥
المطاعم	٥٠
مكاتب السكرتاريه	٥٥ – ٦٠

٣ – ٧ المخاطر الأقتصاديه :–

ان الماء والهواء والتربه من الموارد الطبيعيه الهامه لأى مجموعة بشريه نسبه لارتباطها بجميع الأنشطه الحياتيه اليوميه من مسكن ومأكل ومشرب . وهذه ترتبط بدورها ارتباطا وثيقا بكل أنواع العمل والتنميه . وبذا فأن اى تغيرات سلبيه فى العوامل البيئيه من حيث مقدرة الأنسان على الاستثمار لأقتصادى لهذه العوامل (مثلا ارتفاع التكلفه للمعالجه والتنقيه أو التعبئه والنقل من مصدر آخر أو صعوبة الأستغلال (زراعه مثلا) أو تدهور المبانى والمنشآت من جراء التآكل والتخات ... الخ) له تبعات قتصاديه يصعب تجاهلها .

ونسبه لأثر الأقتصادى الكبير الناجم من فعل التآكل والتخات فمن الواجب الوقوف عنده قليلا . ولابد من الحيلوله دونه حدوث اى تآكل او تخات أو تفتيت للمنشآت والآليات والأجهزه والتركيبات التى تمر عبرها أو خلالها الخلفات والفضلات الصناعيه .

وبالنسبه للمعادن فأن التآكل اما ان يكون كهروكيميائى أو بالاحياء المجهريه أو كليهما . والتآكل الكهروكيميائى يحدث عند وجود خلايا كهروكيميائيه ناتجه بسبب اختلاف الجهد الكهروكيميائى بين نقط مختلفه على سطح المعدن الملامس للمحلول . واختلاف الجهد يأتى بسبب تلامس معادن مختلفه

أو من اختلاف مكونات المعدن من نقطة لاخرى فيه أو من اختلاف تركيز الشوائب فى الماء . وفرق الجهد هذا بسبب مرور تيار بين الماء والمعدن مكونا مصعد ومهبط . وبذا يمكن تآكل المعدن مسببا هذا التآكل نقاط ضعف وثقوب على السطح . والتآكل الكهروكيميائى يتأثر بعدة عوامل منه كمية الأكسجين المذاب والرقم الهايدروجينى ودرجة تركيز ثانى اكسيد الكربون وكمية الشوائب ودرجة الحرارة وسرعة اندفاق السائل .

اما عن التآكل بالاحياء اجهريه فمثلا عندما يحتوى احلوك على حديد فيمكن ان يساعد نمو بكتريا الحديد التى تكون مستعمرات وتتحصل على الطاقه اللازمه للحياة من اكسدة الحديد والذى يترسب فى شكل كتل جلاتينيه وغرويه (عجرة أو دنه Tubercles) من هايدروكسيد الحديديك . وهذه المكونات تزيد من خشونة الطبقة الداخليه مما يقلل دفق الماء . وعندما تموت البكتريا تنتج روائح كريهه .

وان المياه الحارقه أو التى تأتى بالتآكل والنحات تأتى بمشاكل فى شبكات التوزيع وفى انابيب المياه بالمبانى ويمكن تلخيص هذه المشاكل أو اخاطر فى الآتى :-

١ - مخاطر صحيه والتى تأتى من جراء اذابة بعض المعادن أو مركبات اخرى فى مياه الشرب . وهذه المعادن اما ان تأتى من شبكات الأمداد أو التوزيع أو انابيب المياه **بالمبانى**.

٢ - مشاكل فنيه أو جماليه تأتى نسبه لذوبان بعض المعادن فى مياه الشرب .

٣ - مخاطر اقتصاديه مما ينتج عنها قصر عمر مادة الأنابيب أو المواسير وتأتى نسبه لتآكل الأنابيب فى شبكات أو امدادات المياه وفى انابيب المياه بالمبانى .

ومن البديهى القيام بعمل التحاليل المناسبه للمياه لمعرفة نوعيتها واثر التآكل والنحات فى تكوينها مع مراعاة اخذ العينات من مناطق مناسبه لتمثل المطلوب وتآتى بالمنشود من اصلاح أو ترميم أو معالجه . ومن المعايير التى تحدد التآكل والنحات

(أ) معامل لانقلير :-

وهو مصطلح ومعيار لمعرفة قابلية المياه لاذابة أو ترسيب قشور كربونات الكالسيوم فى الأنابيب ويعبر عنه بالمعادله الأتيه :-

$$\text{م . ل} = \text{يد}_{\text{ح}}^{\text{س}} - \text{يد}_{\text{ت}}^{\text{س}} \qquad (٣-١)$$

حيث ان .

$يد^{س}_{ح}$ = الرقم الهايدروجيني الفعلي أو المقاس للماء

$يد^{س}_{ت}$ = الرقم الهايدروجيني عند التشبع

$= س ك_{٢} - س ك_{ت} + س كا^{+} + س قلويه + ص$

حيث

$س ك_{٢}$ $س ك_{ت}$ = ثابت الأذابه والذى يقدر بناء على درجة الحرارة وكمية المواد الذائبه الكليه او الشده الأيونيه

$س كا^{+}$ = لو (تركيز الكالسيوم الأيونى مقدر بمكافئ / لتر)

س قلويه = لو (القلويه الكليه مقدره بمكافئ كربونات الكالسيوم / لتر)

ص = معامل تصحيح الملوحه

$$= \frac{\text{٥ر٢ يو}^{\frac{1}{2}}}{\text{١ + ٣ر٥ يو}^{\frac{1}{2}} + \text{٥ر٥يد}}$$

حيث يو = الشده الأيونيه

والجدير بالذكر ان معامل لانقلير عندما يكون سالبا واقل من الصفر فان حالة الماء تعرف بأنها تحت التشبع مما يولد التآكل والتخات . غير ان مقدارها الموجب (اعلى من صفر) فأنه يولد حاله ماء فوق التشبع مما ينتج عنه الترسيب .

(ب) معامل رايزنر :-

ويعبر هذا المعامل عن تكوين القشور النسبي أو قابلية النخات للماء ويعبر عه كما يأتى :-

$$م ر = ٢ يد^{س}_{ت} - يد^{س}_{ح} \qquad (٢ \quad ٣)$$

وعند ما يكون م . ر اقل من ٦ فأن قابلية كربونات الكالسيوم للترسيب وتكوين القشور تزداد .

اما عندما يكون معامل رايزنر اكبر من ٦ فهذا يدل على ان التآكل يزداد . وقد وجد ان الماء الذى فيه معامل رايزنر اكبر من أو يساوى ١٠ فأن هذا الماء شديد التآكل .

(ج) معامل النخات :-

وهو مصطلح لايجاد كمية المياه التى يمكن
حملها عبر انابيب الأسبستوس الأسمنتى
بدون عواقب وخيمه وفيها يعرف الماء بانه

(١) شديد التآكل : عندما يكون المقدار

يد س + لو (قلو . عس) اقل من أو يساوى ١٠

حيث :- قلو = القلويه الكليه مقاسه بالملجم / لتر كربونات كالسيوم

عس = عسر الماء نتيجه للكالسيوم مقاسه بالملجم كربونات كالسيوم على اللتر .

٢ - متوسط التآكل : وذلك عندما يكون المقدار

يد س + لو (قلو . عس) = من ١٠ الى ١١٫٩

٣ - غير ذى تآكل : وذلك عندما يكون المقدار

يد س + لو (قلو . عس) اكبر من أو يساوى ١٢

وقد لوحظ ان الماء الذى يحتوى على معامل تخات اقل من أو يساوى ١٠ يولد تآكل شديد جدا ويكون اكال أو حات لمعظم المواد المستخدمه فى شبكات المياه أو انابيب المبانى .

ولتحديد نوع الاختبارات والقياسات الواجب عملها طبقا لنوع الماده المصنعه منها المواسير أو الأنابيب يمكن تتبع الجدول (١٠) ادناه

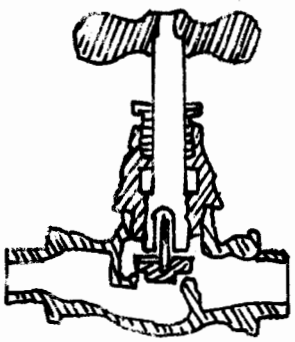
جدول (١٠) بعض المعايير المستحسن قياسها
عند اختبارات تآكل ونخات المياه (٣/٢)

مادة الانبوبه	المعيار
حديد ، حديد زهر	الحديد ، المنجنيز ، الموصيلة الكهربائيه ، كمية الأكسجين المذاب ، اللون
(عندما يكون مغطى باسمنت) الفولاذ	الرقم الهايدروجينى ، القلويه ، الكالسيوم الرصاص الحديد ، المنجنيز ، الموصليه الكهربائيه ، كمية الأكسجين المذاب ، اللون ، الرقم الهايدروجينى .
خرصانه اسطوانيه	الرقم الهايدروجينى ، القلويه ، الكالسيوم ، الموصليه الكهربائيه .
الاسبستس الأسمنتى	الرقم الهايدروجينى ، القلويه ، الكالسيوم ، الياف الأسبستس ، الموصليه الكهربائيه .
الحديد اجلفن	الخارصين ، الكادميوم، الرصاص ، الحديد ، كمية الأكسجين المذاب ، الرقم الهايدروجينى ، اللون ، الموصلية الكهربائيه .

جدول (١١)

بعض المواد الكيميائيه المستخدمه فى معالجة الفصلات

الماده	الأستعمال
كبريتات النحاس	إزالة الطحالب والبروتوزوا والفطريات
الجير ، كبريتات الألمونيوم ،	لازالة الفسفور وتخفيض المواد العالقه
كلوريد الحديد والبوليمرات .	والنتروجين والأمونيا
الجير	لتخفيض درجات تركيز المعادن الثقيله
كربونات الكالسيوم ، ثانى اكسيد الكربون ،	
حمض الهايدروكلوريك ، كربونات الصوديوم ،	
حمض الكبريتيك	معادلة الرقم الهايدروجينى
الجير املاح الصوديوم ، الخارصين اجلفن ،	
الالمونيوم	التوازن ومقاومة التآكل والنحر
ثانى اكسيد الكبريت	تقليل تركيز الكروم



الباب الرابع
معالجة المخلفات الصناعيه

٤ – ١ مقدمـــة :–

بدأت تكنولوجيا معالجة وتنقية المخلفات بأنواعها المختلفه لتفادى التلوث واجتناب المخاطر الصحيه الناجمه من جراء آثار هذه المخلفات . وتفاقمت الحوجه للمعالجه والتنقيه بأضطراد ونمو وازدياد المجمعات الاستيطانيه من مدن سكنيه ومناطق صناعيه واتساع النشاط الصناعى كما ونوعا ، مما ادى لظهور مخلفات كثيره وجديده ومعقده التركيب بدرجة لم تألفها الطبيعه من قبل ، الشئ الذى ادى الى استفحال اخطار التلوث بالنسبه للمصادر المائيه والهواء والتربه . ان من اهم اهداف عملية معالجة وتنقية المخلفات بأنواعها المختلفه تجنب التلوث البيئى بأقل تكلفه اقتصاديه وفى هذا الأطار يتم عادة استنباط واستحداث واتباع انسب طرق المعالجه سواء كانت طبيعيه أو كيميائيه أو حيويه وذلك لمعالجة المخلفات والتخلص من الملوثات من خلال تقنيات مقننه بيئيا واقتصاديا واجتماعيا . وهنالك طرق عديده للمفاضله بينها طبقا لنوعية المخلفات والخصائص البيئيه والأجتماعيه والحضاريه للمجمعات الصناعيه واهم هذه الطرق هى :–

١ – طرق طبيعيه :–

وفيها فأن نظام التنقيه يتم بفضل استغلال القوى والخصائص الطبيعيه ومنها على سبيل المثال ، التصفيه ، الخلط ، الترسيب ، الطفو والترشيح ... الخ .

٢ – طرق كيميائيه :–

وفيها يتم تكييف الملوثات ومن ثم ازالتها بواسطة اضافة بعض المواد الكيميائيه أو بفضل تفاعلات كيميائيه ومنها انتشار الغازات و الأمتصاص ، التطهير ، الترسيب الكيميائى ، الأكسده ، ... الخ .

٣ – طرق حيوية أو بيولوجيه :–

وفيها يتم ازالة الملوثات بواسطة طرق حيويه أو أنشطه بيولوجيه وعادة تستخدم هذه الطرق لازالة المواد العضويه القابله للتحلل غرويه كانت أم ذائبه . واساسا يتم تحويل هذه العضويات الى مواد ثابته اما فى صورة غازات تجد طريقها للغلاف الجوى أو لخلايا حيه يمكن ازالتها بالترسيب أو الى مواد صلبه عالقه بفعل التلبد عن طريق الأنزيمات التى تنتجها الكائنات الحيه والتى يمكن لذلك ازالتها بالترسيب . ومثال لهذه الطرق الحمأة النشطه ، مرشح النضيض ، برك موازنة الأوساخ .... وهلمجرا

وتصميم وحدات التنقيه المطلوبه يتم بعد معرفة مكونات وخصائص الأوساخ والفضلات كيميائيا وبيولوجيا ، وهنا تكون الممارسه والمعرفه للمصمم ذات جدوى وأهمية كبرى لتحديد انسب طرق المعالجة ولتحضير الخرط وتحديد كميات الأوساخ للمعالجه وتصميم الوحدات ، مع أخذ كل المعايير والأسس الهامه فى التصميم (توخى النواحى الأقتصاديه لما فيه خير الصناعه والبيئه .

من الأهمية بمكان ذكر أن معالجة الفضلات الصناعية السائله فى محطات تنقيه مركزيه يمكن ان تكون أنسب وأجدى من ناحية العماله المطلوبه واقتصاديات الانشاء اذ ان تكاليف أنشاء محطة كبيره أقل من أنشاء محطات صغيره عديدة لكل مصنع على حده . وتوجد شواذ لما ذكر آنفا خاصة عند اطوال المجاريرالكبيره أو عند تطلب الضخ العالى أو اذا كانت خصائص بعض الفضلات لاتسمح بخلطها لمعالجتها مع بقية مخلفات المصانع الاخرى .

ورغم ان مركزية المعالجة لها الأفضليه ، غير انه يجب الحيلولة دونما وجود فضلات معينه قد تحول دونما معالجة فضلات أخرى . كما ويجب تفادى التخفيف الكبير الذى عادة ما يقود الى زيادة فى تكاليف الانشاء والتشغيل .

وفى العادة من المستحسن فصل الفضلات شديدة التلوث أو التركيز عندما تكون كميتها قليلة عن الأوساخ قليلة التلوث ، ويفضل معالجة الأولى على حدة لاسيما وان وحدة تكاليف ازالة أو ابادة كتلة من الملوثات تقل بتقليل تركيز الفضلات السائله . ويشذ عن ذلك الفضلات صعبة المعالجة عندما تكون مركزة ولكن تسهل معالجتها عند التخفيف . وايضا ربما توجد محاسن للخلط خاصة عندما تكون مكونات احد الأوساخ تؤدى لتوازن مكونات أوساخ اخرى ، مثلا عند خلط الأوساخ الحمضية مع القاعديه أو اذا كانت احداها تحتوى على مواد ضرورية للمعالجه مثل خلط الفضلات المنزليه بالصناعيه عند المعالجة بالطرق الحيويه .

ومن الأمثلة المفضل فيها عملية الفصل :-

١ - الأوساخ الحاويه على النيكل من المستحسن ابعادها من تلك الحاويه على السيانيد لان الاول يكون مركبات مرتبطه مع السيانيد من الصعوبه تفتيتها .

٢ - الدهون والشحوم وهنا فأن العناصر السطحيه النشطه تتدخل فى كفاءة وعمل احواض الترسيب .

٣ - وفى مجال تنقية مخلفات الطلاء فأن الزيادة فى كمية الكلور المستخدم لتحويل السيانيد الى سيانات يمكن ان تقود الى عكس عملية اختزال الكرومات الى أيون الكروم بواسطة ثانى اكسيد الكبريت . وفى الجانب الأخر فأن زيادة ثانى اكسيد الكبريت يمكن ان يختزل السيانات الى سيانيد . ومن الأنسب الخلط بعد فصل المعدن بالترسيب بواسطة قلوى ومن ثم زيادة الحامض الى السيانات .

المعالجة الجزئيه أو الكليه :-

وتفضل الطرق العاملة على دفعات على الطرق المستمرة نسبة لبساطتها وسلامتها عند معالجة الأوساخ أو الملوثات شديدة السميه ، وذلك لان كفاءة عملية التنقيه يمكن مراجعتها متى ماإقتضى الأمر ذلك قبل التخلص . وعادة فان حجم الأحواض المطلوبه أكبر من تلك عند استخدام الطرق المستمرة لنفس معدل الدفق . أعلى درجة معالجة تعتمد على عوامل عديده منها النواحى الأقتصادية وتكاليف وحدات المعالجة بالمصنع أو بمحطات التنقية . والمعالجة الجزئية خاصة تلك الفضلات الحاويه على مواد عضويه قابلة للتفتيت عامة ماتكون ارخص من التنقيه الكليه لكل كتلة للتخلص من المواد الملوثه . وهى ايضا اقل حساسيه لاى تداخلات مثل زيادة الحمولة أو العوامل العائقه للنمو .

والأختبار والموازنة بين المعالجة الجزئيه أو الكنيه يعتمد اساسا على طرق التخلص ما اذا كانت لمحطة تنقية عمومية أو لنهر أو خلافه . وهنا تتدخل المعايير والقوانين المتبعه لدرجات تركيز الملوثات . وبالكاد فأن علاقة حجم محطة التنقيه بالمصنع مع حجم كمية الفضلات الصناعيه التى تحتاج لمعالجة تحدد صلاحية استخدام احد الأساليب ما اذا كانت تنقية جزئيه أو كلية أو غيرها .

ونوجد عدة انماط وطرق ووحدات لتنقية المخلفات الصناعيه ، والحاجة لاى منها أو لمجموعة متتالية تعتمد على طبيعة المخلفات والعوامل البيئيه والتقنية والاقتصادية الأخرى .

ويبين الجدول (١٢) المرفق بعض الطرق المستخدمة للمعالجة والتخلص وآثرها فى ازالة بعض الملوثات .

جدول (١٢)

بعض طرق ووحدات التنقية المتبعة للمخلفات الصناعية

الوحدة	الاستخدام
(١) تنقية الفضلات السائلة	
(أ) طرق طبيعية	
التصفية	تستخدم عامة لازالة المواد العالقة والكبيرة الحجم
الترسيب	لمعظم انواع المخلفات السائلة ولازالة المعادن الثقيلة خاصة بأضافة الجير ، وايضا لازالة البروتين من الاوساخ شديدة التلوث .. الخ
فصل الزيوت بالجاذبيه	يستخدم عادة للراجع من معامل تكرير الزيوت ، الصناعات الهندسيه الأخرى .

تابع جدول (١٢)
بعض طرق ووحدات التنقية المتبعة للمخلفات الصناعية

الوحدة	الاستخدام
الطفو	يستخدم عادة مع الترويب لازالة المتلبدات الشحمية والدهنية او المواد العالقة الزيتيه او المواد قليلة الكثافة .
الامتزاز بالكربونالنشط	تستخدم عامة لازالة المركبات العضوية الذائبه من مواد غير قابلة للتفتيت او سمية المنحى او لازالة الرائحة
استخلاص المذيبات	تستخدم عامة فى الصناعات الكيميائيه او المعدنيه خاصة للحصول على عناصر ذات جدوى
فصل الهواء (الغازات)	لازالة المواد الغازية الكيميائيه السامه ، وفى صناعة الاسمدة والزيوت (كبريتيد الهايدروجين ، الامونيا .... الخ) .
الترشيح	عامة تستخدم المرشحات الرملية لازالة تركيزات المواد العالقة القليلة ، وتستخدم المرشحات المتحركة الميكانيكية للعوالق الكثيفه ، مثل صناعة الورق . وايضا للترشيح خاصية حيوية للازالة .
تبادل الايونات	للحصول على المعادن ذات الفائده او للتخلص من بعض الملوثات أو تحلية المياه .
الترويب	كثيرة الاستخدام لازالة المواد العالقه مع الترسيب او الطفو
تحلل كهربائى	عادة لبعض الاوساخ للحصول على معادن مثل النحاس من مياه تنظيف المعادن ، او الفضه من مياه التصوير ، وتستخدم لتحليل الاوساخ العضوية والمحاليل الحاوية على السيانيد
الفرز الغشائى (الديلزة)	مع إن إستخدامها قليل غير أنها تنافس طريقة تبادل الأيونات ، ويحد من الإستخدام بهاظة التكاليف
التبخر	للحصول على العناصر الهامة أو المفيدة من الأوساخ شديدة التلوث أو طرد بعض الملوثات

تابع جدول (١٢)

(ب) الطرق الكيميائية أو الكهروكيميائية

الأكسدة	خاصة عند إستخدام الهواء أو الكلور أو الأوزون فى تنقية المخلفات السائلة الحاوية على السيانيد
التوازن	الكبريتيت ، الكبرتيد ، الحديدوز ، وبعض الأصباغ كثيرة الإستخدام فى ضروب الصناعة المختلفة
تكسير الغرويات	عادة تضاف الأحماض المعدنية أو أملاحها وتستخدم خاصة للمخلفات السائلة من الصناعات الهندسية مثل النسيج
الإختزال	خاصة عند إستخدام ثانى أكسيد الكبرت أو كبريتات الحديدوز ، وتستخدم لإختزال الكرومات من المخلفات المعدنية السائلة

(ج) طرق حيوية أو بيولوجية

برك الموازنة	كثيرة الإستخدام لتنقية المخلفات السائلة العضوية
مرشح النضيض	كثير الإستخدام لصناعات متعددة
الحمأة النشطة	كثيرة الإستخدام بأنواع وسبل معدلة مختلفة
الهضم والأكسدة الهوائية	محدودة الإستخدام للأوساخ السائلة العضوية شديدة التلوث والحاوية على شوائب ذات أصل طبيعى
الرى بالرش	محدود الإستعمال للأوساخ السائلة (من الصناعات الموسمية ذات العلاقة بإنتاج الأطعمة والمشروبات مثلا)

٢ – تنقية الاوساخ والتخلص منها

(أ) طرق طبيعية

التثخين	كثيرة الاستخدام لتغليظ وزيادة تركيز المواد الصلبه .
التنشيف الأرضى	كثيرة الأستعمال

تابع جدول (١٢)

الترشيح الخوائى ـ	لفصل المواد الصلبه من الماء
تحت التفريغ	وتغليظ الفضلات .
القوة الطارده ـ	بدأت تجد استحسانا وقبولاً وتحدها
المركزية	التكاليف والخبرة المنوطة بها .
التخلص فى البحار	وتستخدمه البلدان التى تجد الطريق الى البحر .
(ب) طرق كيميائيه :	
التكييف	كثيرة الأستخدام وتعتمد على نوع المادة المستخدمه للتكييف او التهيئه .
الأكسدة الرطبه	محدودة الأستخدام .
الحـــرق	محدود الاستخدام للمخلفات السائله شديدة التلوث الناتجه فى احجام صغيرة .
(جـ) طرق حيويه او بيولوجية	
الهضم الهوائى واللاهوائى	ليست كثيرة الأستخدام عند مقارنتها بوحدات التنقيه فى محطات المعالجة. يتم بعض الاستخدام للمخلفات السائله الزراعيه .

ان المخلفات الصناعيه يمكن أن تنقسم طبيعياً الى الآتى :

١ – مواد غازيه
٢ – مواد سائله
٣ – مواد صلبه

او كيميائيا الى مواد عضويه ومواد غير عضويه . وبناء على هذه التقسيمات يمكن النظر الى طرق المعالجة وكما سبق ذكره فقد تكون هنالك وحدات منفصلة لكل نوع او تكون هنالك وحدة مركزيه لمعالجة أى من او كل هذه الأنواع .

محطات المعالجة المركزيه على مستوى البلديات او المناطق الصناعيه :

غالباً ما ينشأ هذا النوع من الوحدات لمعالجة المخلفات السائله والتى عادة تكون بها كميات كبيرة من المواد العالقه والتى قد تكون عضويه او غير عضويه . وفى هذه الحالة فأن حلقة المعالجة تبدأ بأزالة المواد العالقة كبيرة الحجم بواسطة المصافى ثم ازالة المواد الغير عضوية العالقة بواسطة أحواض لازالة الرمال والمواد الزائبة ثم المواد العضويه العالقه فى احواض الترسيب الأبتدائيه ... وهلم جرا

(٤ -٢) طرق طبيعية للمعالجة

التصفيه (الغربلة (Screening)

عادة تحتوى المخلفات والفضلات السائله على مواد صلبه طافيه وعالقه بكميات متفاوته وذات احجام كبيرة نسبيا .

تبدأ عملية المعالجة عادة بازالة هذه المواد عن طريق عملية التصفيه بواسطة انواع مختلفه من المصافى .

تتفاوت هذه المصافى من نوع دقيق وصغير الفتحات الى نوع كبير الفتحات ، كما وانها تختلف باختلاف طريقة تنظيفها من يدوى الى نصف الآلى الى آلى . كما وان هنالك انواع معقده من المصافى الدائره وذات الاجزاء القاطعه والتى لابد منها لبعض انواع المخلفات ومحطات المعالجة . ان عملية التصفيه تخدم اغراض عده منها : حماية الآلات والاجهزه (مثل المضخات) ذات الاجزاء المتحركه تجنب قفل الانابيب والمواسير تخفيف العبء على الوحدات التى تليها فى عملية المعالجة .. الخ .

ازالة الرواسب غير العضويه : (Grit Removal)

جزء من المواد الصلبه العالقه فى المياه الراجعه يتكون من مواد غير عضوية وخاملة مثل الرمل ، وقشور البيض ... الخ .

هذه الرواسب غير مستحبة للمعالجة الثانويه وربما تسببت فى تآكل كبير للأجزاء الميكانيكية المستخدمة وتعتمد ازالة هذه الرواسب على فرق الكثافة النوعيه بين المواد الصلبه العضويه والأخرى غير العضوية ليتم الفصل بينهما .

وعادة فأن هذه الرواسب تكون قليلة فى مكونها العضوى وغير ضارة فى المحطات جيدة التصميم وحسنه التشغيل . وعند حدوث اعطاب بالأجهزة فربما وصلت نسبة المواد العضويه فى هذه الرواسب الى ٥٠٪ ، مما يولد مخاطر . وأن الرواسب النظيفه يمكن استخدامها لأعمال الردميات . وعندما تكون ملوثه فلابد من استخوام الردم الصحى او يمكن حرقها صحيا فى بقعه مناسبة .

وتختلف نوعية الرواسب طبقا لحالة نظام التصريف او المجارير وكمية مياه الأمطار ونسبة السوائل الصناعية المصرفة .. الخ .

ونسبة لأن الأوساخ تحتوى على العديد من احجام الرواسب فلابد من تحديد اصغر حبيبة يتم ازالتها بوحدة الأزالة هذه . وتاريخياً فقد أخذت الحبيبة التى لها سرعة ترسيب تكون حوالى ٣.ر. متر/الثانية كمقياس ، وعامة فأن غالبية اجهزة ازالة الرواسيب غير العضويه تعمل على ان تترسب تلك الحبيبه ، ولكنها تحتوى على سرعة امامية تحول دونما ترسب المواد العضويه . وعادة فأن السرعة الامامية او سرعة دفق السائل فى الجهاز تكون فى حدود ٣ر. متر/الثانيه . ولعمق قدره ر (متر) فأن حبيبة التصميم يمكن ترسيبها فى الحوض اذا كانت نسبة العمق الى الطول (ط) فى حدود $\frac{٣}{٣٠٠}$.

١و : ر = ١٠ ط

ونسبة لوجود الأندفاق المضطرب فى فتحة الدخول او الخروج فعملياً تؤخذ نسب اكبر وربما وصلت الى ر = ٢٥ ط .

الترسيب :

يعتبر من العمليات الهامة فى معالجة المخلفات وهو يزيل كميات كبيرة من المواد العالقة .

وتصل نسبة ازالة الأكسجين الكيموحيوى الى ٣٠٪ . وهنالك نوعين من الترسيب :

١ - الترسيب البسيط :

ويتم عن طريق تخزين المخلفات السائله لمدة معقولة من الزمن فى أحواض الترسيب، حيث يتم الترسيب بتأثير قوة الجاذبية وبدون اضافة مواد كيميائية .

مدة الترسيب تتفاوت من ٥ر١ الى ٥ر٢ ساعة بحوض الترسيب . وهذه المدة تتفاوت بأختلاف نوعية او طريقة المعالجة وخصائص المخلفات من حيث درجة التركيز والكثافة ... الخ . وقد يكون الترسيب مستمر أو متقطع .

وعادة يكون هنالك نوعين من الترسيب : -

- ترسيب إبتدائى : - بعد التصفية وإزالة المواد الترابية .
- ترسيب نهائى : - بعد المعالجة الحيوية .

٢/ الترسيب الكيميائى : -

ويتم عن طريق إضافة مواد التروبب الكيميائية مثل الشب أو أملاح الحديد أو المواد العضوية الأخرى ، وذلك بغية إرتفاع كفاءة الترسيب . وفى هذه الحالة يتم إضافة محلول المادة الملبدة لأحواض الترسيب حيث يحدث التفاعل الكيميائى بين المخلفات والمادة المروبة أو الملبده ، مما يؤدى الى تجميع وتكبير حجم الحبيبات الصلبة العالقة وإزدياد كثافتها مما يسهل ويعجل بترسيبها فى الأحواض .

والترسيب بنوعيه الطبيعى أو الكيميائى يعتبر من العمليات الأساسية فى معالجة المخلفات .

وتوجد أنواع عديده من أحواض الترسيب التى يمكن إستخدامها . وهنالك تقسيمات لهذه الأحواض تبنى على الآتى :

١/تقسيم على حسب الشكل : –

وهنا يمكن أن يكون الحوض مستطيل أو دائرى أو مربع ..... إلخ .

٢/ تقسيم على حسب إتجاه سرعة الفضلات : –

وهنا يمكن أن يكون الحوض ذو سرعة أو تيارات ذات إتجاه أفقى أو رأسى أو نصف قطرى ... إلخ

٣/ تقسيم على حسب نوعية طريقة المعالجة : –

وهنا يمكن أن يكون على الطريقة المستمرة أو المتقطعة وعادة تقاس كفاءة أحواض أو عملية الترسيب بنسبة الإزالة للمواد العالقة ، وإن كان من المستحب إستعمال الكميات الباقية من المواد العالقة وليس بنسبة الإزالة ، لأنه يمكن أن تكون نسبة الإزالة ٩٠ ٪ وتبقى ١٠ ٪ بتركيز عالى (مثلا نحو ٥ , . ملجم/لتر) كما يمكن أن تكون نسبة الإزالة ٤٠ ٪ ويبقى ٦٠ ٪ ولكن ذات تركيز قليل (مثلا ٥٠, . ملجم/لتر) .

وعملية الترسيب من العمليات الأساسية فى محطات معالجة المخلفات السائلة حيث يتم عادة ترسيب المواد العالقة إلى أسفل حوض الترسيب ومن ثم تتم إزالتها . ومما يجب ذكره أن المخلفات الحاوية على زيوت كثيرة يجب فصل الزيوت والشحوم منها قبل البدء فى عملية الترسيب . كما وإن المخلفات الحارة ربما وجب تبريدها لتجافى التيارات الكثافية وغيرها وذلك بغرض رفع كفاءة أجهزة الترسيب المستخدمة .

فصل الزيوت :

وهذا يمكن إتمامه بعدة طرق منها : –

١/ الفصل بالجاذبية فى أحواض دفق أفقية لها حواجز وبها جهاز سطحى لأخذ الزيوت ، أو فى أحواض دفق أفقية حواجزها مائلة ٤٥ درجة . وفى بعض الأحيان يحتاج الى إضافة مواد كيميائية قبل الفصل مثل حامض الكبرتيك أو الشب أو كلوريد الكالسيوم

٢/الطفو وفى بعض الأحيان تزداد الكفاءة بإضافة مواد ترويب مثل البوليمر .

٣/ الترويب عبر أعمدة من مواد مدرجة .

٤/ الترشيح عبر مواد ماصة للزيوت أو عبر أحواض الفحم المنشط .

الطفو : —

يتم الفصل عادة بإدخال الهواء تحت الضغط وعند تخفيف الضغط تتكون فقاقيع هوائية تلتحم بالمواد العالقة مما يساعد على عملية الطفو وهنيهتها يمكن إزالتها . ولمجموعة كبيره من المخلفات تعتبر نسبة ٠٢, الى ٠٤, هواء الى المواد الصلبة نسبة ملائمة لإتمام عملية الإزالة بالطفو .

الطفو بإستخدام الهواء المذاب : —

وهنا يتم فصل المواد العالقة والزيوت والشحوم من الفضلات السائلة باستخدام فقاقيع الهواء الصغيرة . وهذه الفقاقيع تلتصق مع الزيوت والمواد العالقة مما يقلل كثيرا من الكثافة ، الشئ الذى يجعل المواد العالقة ترتفع لأعلى مما يسهل معه ازالتها (آليا مثلا) . وهذه الطريقة قد استخدمت كثيرا لفصل الزيوت الحرة ، غير ان الزيوت المستحلبه تحتاج لمواد كيميائيه تعمل على تكسير المستحلب وتكوين المتلبدات لامتصاص الزيوت ، ومن ثم يمكن ازالتها بطريقة الطفو هذه . وعندما يحتاج لمعالجة مبدئية كيمائية فأنه يمكن عمل حجرة الترويب وحجرة المزج السريع داخل جهاز الطفو .

شـكل (٤)

الموازنة : —

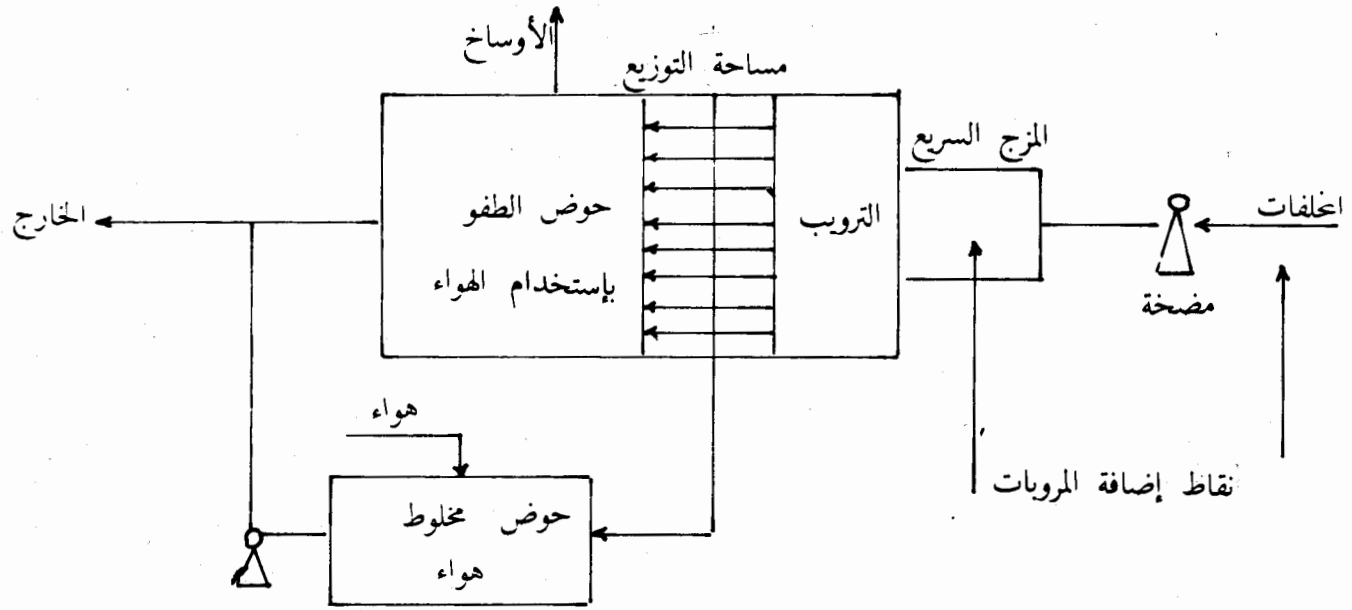
إن دفق وقوة الفصلات الصناعية السائلة قد يتغيران جذريا أثناء اليوم أو من يوم لآخر . وعادة يتم عمل نوع من التوازن لتفادى التغيرات الكبيرة وذلك عادة بعمل حوض للموازنة يكفى لتجميع وضغط الأوساخ ليوم . وفى بعض الأحيان يوجد بأحواض الإتزان ما يساعد على أخذ وإزالة الأوساخ المتراكمة والمترسبة . وبعض الفضلات السائلة تحتوى على مواد ذائبة ربما تخمرت بفعل الميكروبات الشئ الذى يقود لتكوين روائح نتنة عندما تترك محتويات الحوض ساكنة . وهنا ربما كان من الأجدر عمل وحدات تساعد على تهوية مكونات الحوض .

تتم عملية الموازنة للمخلفات السائلة الحمضية بإضافة الجير غير أنه عندما يحتاج الى موازنة حمض الكبريتيك فان إضافة الجير تنتج مخلفات كبريتات الكالسيوم ، والتى يلزم إيجاد سبل للتخلص منها . كما وإن مترسبات هذه الأملاح تؤثر على الأنابيب . وعليه فانه يتم إستخدام قلويات أخرى ربما كانت أعلى ثمنا ولكنها مناسبة للإستعمال مثل رماد الصودا أو الصودا الكاوية . وفى بعض الأحيان يعمل على إمرار المحلول الحمضى على أعمدة من مكسرات الطباشير أو الحجر الجيرى .

أما فى حالة المخلفات الحاوية على حمض الكبريتيك فانها تغلف المكسرات بكبريتات الكالسيوم غير القابلة للذوبان ، مما يقلل من الكفاءة . ولتفادى هذه المشكلة فيعمل على تمرير المحلول رأسيا من أسفل عبر أعمدة من كربونات الماغنسيوم المتبلرة المكلسة . ويستخدم حمض

شـــكل (٤)

الطفو بإستخدام الهواء المذاب



الكبرتيك وثانى أوكسيد الكربون لموازنة المخلفات القاعدية . وهذا الأخير يمكن الحصول عليه بسعر زهيد كغاز (Flue gas) والذى يحتوى عادة على ١٢ الى ١٨ فى المائة من الغاز .

الترويب

الترويب عملية لتجميع الحبيبات الصغيرة والمواد الغروانية على شكل حبيبات كبيرة الحجم وثقيلة الوزن بغية إزالتها عن طريق عمليات الترسيب وذلك بإستعمال المروبات .

هنالك عدة مركبات ومواد كيميائية منها الطبيعى والمصنع ، ومنها العضوى وغير العضوى . وكلها تستعمل كمواد مروبة ، وأكثر المروبات المستعملة هى : –

– الشب (كبريتات الألمنيوم)

لو$_{٢}$ (كب أ$_{٤}$)$_{٣}$. (١٦ يد$_{٢}$ أ)

– أملاح الحديد من حيدوز وحديديك

مثل ح كل$_{٣}$، ح كب أ ٤ ، ح كل$_{٣}$ ، ح ٢ (كب أ$_{٤}$) ٣

– المواد العضوية مثل البلوميرات المبنية على حمض البولى أكراليك .

أما فى عملية الترويب فعادة يجهز محلول سائل للمادة المروبة ومن ثم تضاف كمية منه للمخلفات المراد ترويبها وذلك تحت ظروف محددة من الرقم الهايدروجينى ودرجة التركيز وسرعة الخلط والمدة الزمنية للخلط .. إلخ . ولكل مادة مروبة ظروف مثلى للترويب تحدد الرقم الهيدروجينى . وتتأثر كفاءة الترويب بعوامل عدة منها : –

– خصائص المواد المراد ترويبها ومكوناتها .

– نوعية المادة المروبة ، درجة تركيز وجرعة المروب .

– الرقم الهايدروجينى

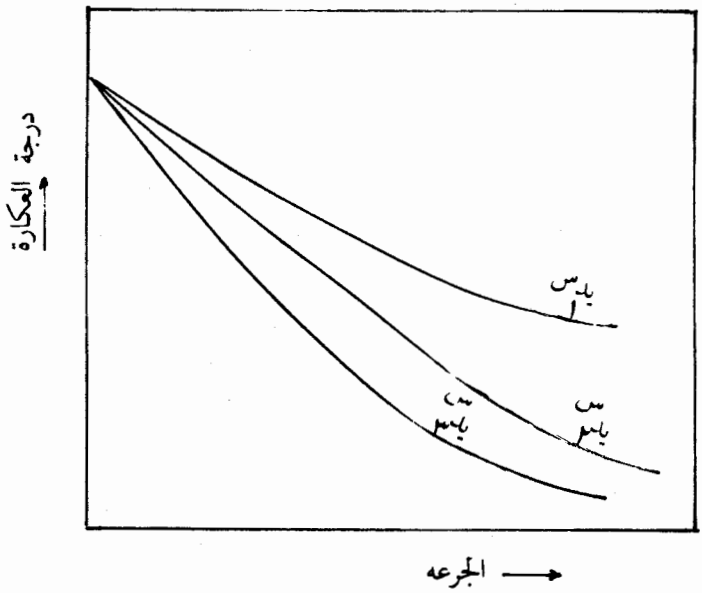
– سرعة الخلط ودرجة الحرارة ... إلخ

ولتحديد أنسب المواد وأنجعها لإستعمالها كمادة مروبة وكذلك لتحديد ظروف الترويب من حيث أنسب الجرعات وسرعة الخلط والرقم الأيدروجينى فانه عادة ما يلجأ لعمل إختبار بسيط فى المعمل بإستخدام إختبار الجرة (Jar Test) . ويمكن لهذا الإختبار أن يجرى على مراحل حيث تكون المرحلة الأولى تحديد أنسب المروبات ثم تليها مرحلة تحديد الجرعة المناسبة ، ثم الرقم الهايدروجينى .. إلخ وهذه المعلومة المتحصل عليها فى المعمل يمكن بعد ذلك تحويلها لمحطة المعالجة .

عملية الترويب تستعمل فى الحقل الصناعى بكثرة وخاصة فى حالة صعوبة إستغلال الترسيب المباشر أو المعالجة الحيوية . وهى عملية ذات كفاءة عالية عند حسن إختيار المروبات .

شـــكل (٥)

تحديد الجرعة المناسبة



إن كفاءة عملية الترويب تقاس عادة بقياس درجة العكارة قبل وبعد إضافة المادة المروبة . ويبين الشكل٥ العلاقة بين درجة العكارة والجرعة تحت رقم هيدروجيني معين .

الترشيح الرملى : –

يعتبر من العمليات الأساسية المستعملة فى حقل تنقية المياه ، وتستعمل كذلك فى حقل معالجة المخلفات الصناعية إذا أريد إنتاج مياه معالجة ذات خصائص رفيعة من حيث درجة النقاء وهنالك نوعين أساسين من المرشحات الرملية التى تستعمل فى حقل معالجة المياه والمخلفات وهى .

١/ المرشح الرملى السريع بنوعيه

أ – يعمل تحت ضغط فوق الجوى

ب – يعمل بالجاذبية أو الإنسياب الذاتى

٢/ المرشح الرملى البطئ .

ولكل خصائصه من حيث ميكانيكية عملية المعالجة وسرعة الترشيح ونوعية الرمال المستعملة وطريقة التنظيف .... إلخ

ويعتبر الترشيح الرملى عند إستعماله فى حقل معالجة المخلفات كإحدى الطرق المتقدمة التى يلجأ إليها عند الحاجة لإنتاج مياه ذات خصائص رفيعة المستوى . وذلك إما بغية إعادة إستعمال هذه المياه وإما لحماية المسطحات المائية من أنهار وبحيرات ... إلخ إذ أن المعالجة بواسطة المرشحات الرملية تزيل كميات كبيرة من العكارة والمواد العالقة والمواد الملوثة الأخرى . وكما هو معروف فعند إستعمال المرشحات الرملية السريعة بنوعيها فانه غالبا ما يكون الغرض من الإستعمال إزالة العكارة والمواد العالقة . وأما فى حالة إستعمال المرشحات البطيئة فان الغرض يكون عادة تخفيض أو ربما إزالة الأحياء الدقيقة والجراثيم .

٤ – ٣ طرق بيولوجية أو حيوية للمعالجة : –

تقوم الفكرة الأساسية لهذا النوع من المعالجة على الإستفادة من الكائنات الدقيقة ومقدرتها على تفتيت المواد العضوية تحت ظروف مواتيه ويعمل مصممو محطات المعالجة على توفير المناخ الملائم لهذه الكائنات من حيث :

١/الأكسجين (فى صوره المختلفة : جزيئى ، ذرى ، ذائب أو متحد)

٢/ مدة التلامس أو المكث

٣/ وجود المواد العضوية القابلة للتفتيت

٤/خلق ظروف مواتيه للتفاعلات الكيموحيوية من درجة حرارة الى درجة تركيز الرقم الأيدروجينى ، وكمية ونوعية المواد الطافية والعالقة وكمية الزيوت والزبد والرغوة ..... إلخ

– عدم وجود مواد تأثر سلبا على نشاط الكائنات الدقيقة مثل السموم ، درجة تركيز المواد العضوية ... إلخ

– خصائص ومواصفات هندسية مناسبة محطات المعالجة .. إلخ ويمكن تقسيم هذه الطرق عادة لهوائية وغير هوائية ، حيث تستفيد الكائنات الدقيقة من الأكسجين المذاب بالنسبة للهوائية ومن المتحد بالنسبة للاهوائية ، كما هو الحال بالنسبة للأكسجين المتحد فى النترات والكبريتات .... إلخ فى أكسدة أو إختزال المواد العضوية بغرض : –

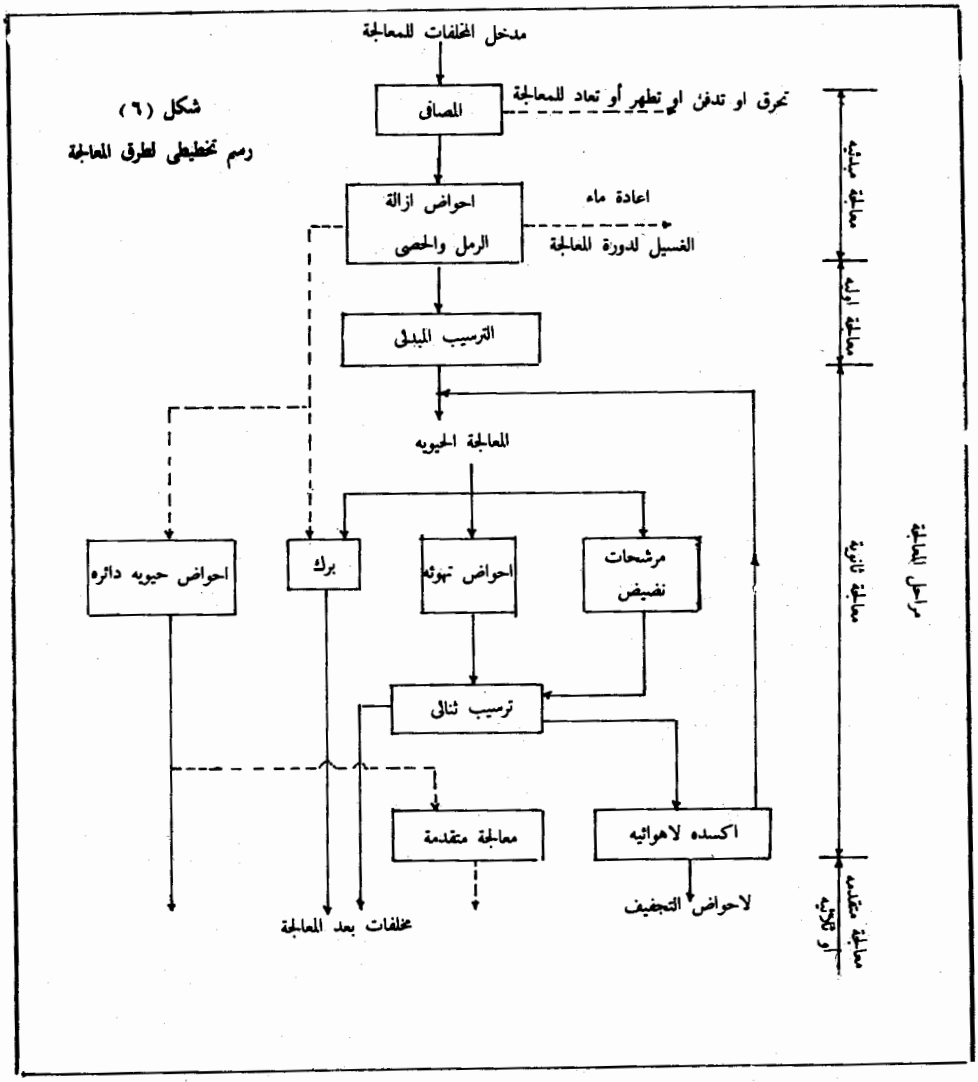
– تكوين خلايا جديدة ونمو وتكاثر

– الحصول على الطاقة الحيوية

وتكون الحصلة النهائية بالنسبة للأكسدة الهوائية تحويل المواد العضوية الى خلايا ومواد ثابتة مؤكسدة مثل ثانى أكسيد الكربون والماء . أما فى حالة الأكسدة اللاهوائية (الإختزال) تكون الحصلة خلايا جديدة ومواد مختزلة مثل غاز الميثان .

وأهم طرق المعالجة بواسطة الوسائل البيلوجية أو الحيوية هى : –

– مرشحات النضيض



شكل (٦)

رسم تخطيطى لطرق المعالجة

- الحماة النشطة
- برك موازنة الاوساخ
- أحواض الأكسدة
- القرص الحيوى الدائرى .... إلخ

وفى العادة قبل بدء المعالجة وتجميع المخلفات يعمل على تقليل المخلفات داخل المصنع ، وذلك بالتحكم فى الوحدات المنتجة لهذه المخلفات وزيادة كفاءتها والعمل بمبدأ إعادة الإستعمال كلما كان ذلك معقولا إقتصادياً وتكنولوجيا – وقبل إرسال المخلفات محطات المعالجة يعمل على إزالة الزيوت والشحوم والدهون والتحكم فى الرقم الأيدروجينى وترسيب المواد التى قد تؤثر سلبا فى عملية المعالجة . وعادة قد تحتوى محطة المعالجة على الوحدات الآتية :

المصافى – أحواض الحصى والرمل – الترسيب المبدئى – وحدة المعالجة الحيوية – الترسيب الأخير – أكسدة لا هوائية – دفق الفضلات المعالجة أو تعريضها لمعالجة متقدمة . (أنظر الشكل (٦))

مرشحات النضيض : (شكل ٧)

يمكن تقسيم هذا النوع من طرق المعالجة الى نوعين بناء على الشكل أو درجة التحميل العضوى . فمثلاً بالنسبه للشكل يوجد النوع الدائرى للمرشحات صغيرة السطح والنوع المستطيل لتلك كبيرة السطح . وعادة يتكون المرشح من ثلاثة اجزاء رئيسيه : نظام التفريغ التحتى ، جسم المادة المرشحة ، موزع الفضلات على سطح المادة المرشحة . وتوجد عادة فتحات على الجوانب يتم عن طريقها ادخال الهواء للطبقه الترشيحية . ويتم فى هذا المرشح التخلص الحيوى من مكونات الأوساخ بفعل الكائنات الحيه الدقيقه والموجوده فى الوسط الترشيحى .

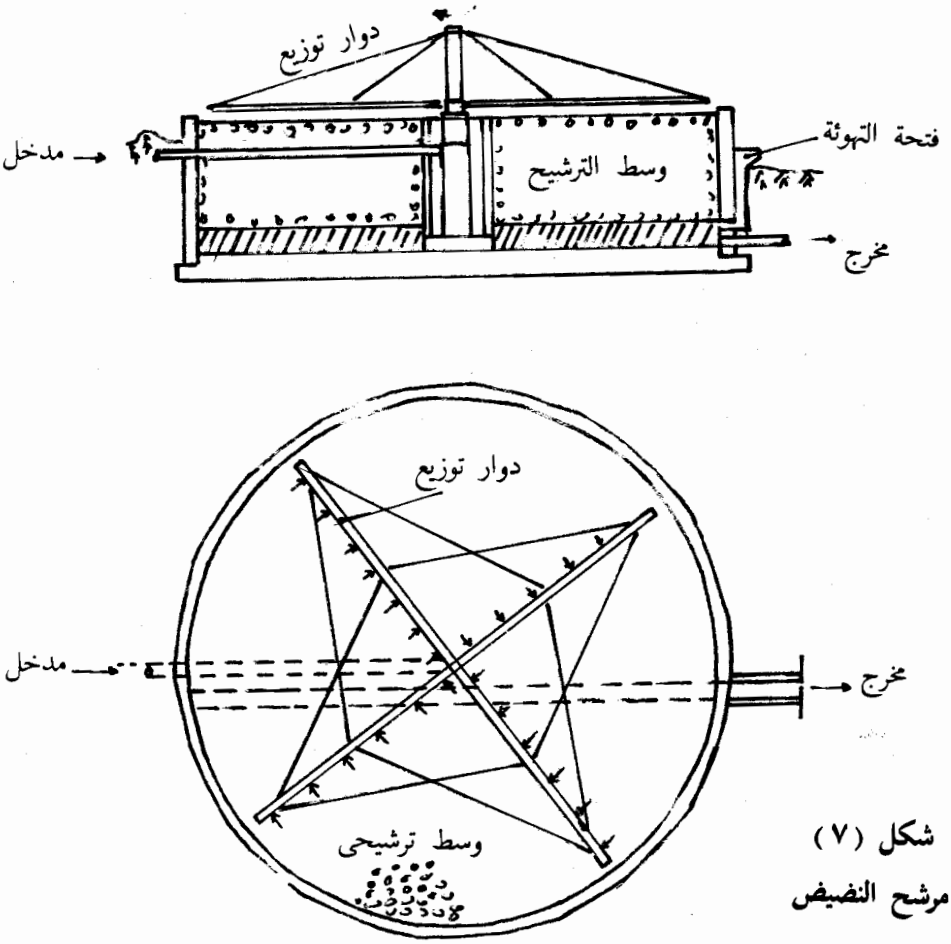
ويتم امتصاص المواد العضويه من السائل فى طبقة الوحل او فى الغشاء الحيوى .

وفى الأجزاء الخارجيه من الغشاء يتم التحطيم الحيوى الهوائى للمركبات العضويه . وعندما تتكاثر الكائنات الحيه الدقيقه فأن طبقة الوحل تزيد مما يعوق انتشار الأكسجين خلالها . وهذا يقود الى تكوين بيئه لاهوائيه بالقرب من الوسط الترشيحى .

ويتكون مرشح النضيض من طبقة عاليه المسامية تلتصق بها الكائنات الحيه الدقيقه وتنساب عبرها الفضلات السائله المراد تنقيتها . وعادة فمن الأجدى توخى ان تكون المواد المصنع منها طبقه الترشيح : —

مواد خامله ، لها مساحة سطحيه كبيره مقارنة بالحجم ، ونظيفه وزهيدة الثمن

ومثل هذه المواد الحجارة الحقليه ، الحصى ، الحجاره المكسره ، خبث ، فرن الصهر ، فحم



شكل (٧)
مرشح النضيض

الأنثراسايت او مواد مصنعه .... الخ .

ويتم تشييد المرشح مع وضع نظام تصريف تحتى يتم به تجميع المياه المعالجة والمواد الصلبه العضويه التى التصقت بالوسط الترشيحى . ونظام التصريف التحتى هذا يقوم بأغراض هامة منها انه يعمل بمثابة منطقة تجميع.ونسبه لكبر المساميه به فأنه يسمح بمرور الهواء عبره ، بالأضافة الى انه يعمل كدعامة للوسط الترشيحى .

اما السوائل المعالجة المارة عبر نظام التصريف التحتى فيتم تمريرها لجهاز ترسيب لفصل المواد صلبه العالقة وعامة جرت العادة على اعادة جزء من السائل المعالج من المرشح او من اجهزة رسيب للفضلات الخام الداخله للمرشح ليعمل على تخفيفها أو موازنتها .

وبكبر طبقة الوحل والغشاء الحيوى فأن المواد العضوية الممتصه يتم تحطيمها قبل ان تصل طبقة كائنات الحيه الدقيقه بالقرب من الطبقه الترشيحيه . وهذا يؤدى الى ان الكائنات الحيه الدقيقه قرب من الطبقه الترشيحيه لاتجد كفايتها و ماتحتاجه من المواد العضويه لبناء الخلايا مما يجعلها تدخل مرحلة نمو داخلى ويفقدها القدرة على الألتصاق على سطح الترشيح . وهنيهتها فأن السائل يعمل على نظافة طبقة الوحل من الطبقة الترشيحيه لبداية جديده . وهذا مايطلق عليه الأنسلاخ (Sloughing) . ويعتمد الأنسلاخ على عدة عوامل من اهمها الحمولة العضوية والهايدروليكيه للمرشح . والحمولة العضوية تؤثر على معدل التفاعلات الحيويه اما الحمولة الهايدروليكية تؤثر على سرعة القص .

وطبقا للحمولتين (العضويه والهايدروليكية) فقد تم تقسيم مرشح النضيض الى قسمين رئيسين : —

(أ) المرشح ذو المعدل المنخفض .

(ب) المرشح ذو المعدل العالى .

وعامة فأن المرشح ذو المعدل المنخفض ابسط من المرشح ذى المعدل العالى لاسباب عدة من اهمها : —

— غياب اعادة دورة جزء من السائل المعالج .

— لايحتاج الى فصل او موازنة للأوساخ .

ومن محاسن المرشح ذو المعدل المنخفض ايضا انه عالى الكفاءة وينتج اوساخ قليلة وبها درجة تركيز عاليه للمواد الصلبه . غير ان له مساوئ ايضا ومن اهمها انه يحتاج فيه لحجم كبير كما ويحتاج لحوض للجرعه وبه فرصة اكبر لبعض المشاكل مثل الروائح والذباب .

ويبين الجدول (١٣) ادناه بعض المعايير العامه لتصميم مرشح النضيض .

جدول (١٣)

بعض معايير تصميم مرشح النضيض

المنشط	مرشح ذو معدل منخفض	مرشح ذو معدل عالى
الحمولة الهايدرولكيه (متر مكعب/متر مربع/اليوم)	١ — ٤	١٠ — ٤٠
الحمولة العضويه (كجم/متر مكعب/يوم)	٠٨ر٠ — ٣٢ر٠	٣٢ر٠ — ١
العمق (متر)	٥ر١ — ٣	١ — ٢
نسبه دوره الراجع المعاد	صفر	١ — ٣ ، ٢ — ١
الوسط الترشيحى	صخور ، خبث	صخور ، خبث ، مواد مصنعه
الطاقه المطلوبه (كيلووات/الف متر مكعب	٢ — ٤	٦ — ١٠
ذباب المرشح	كثير	قليل اليرقات غالبا ماتجرف
الأنسلاخ	متقطع	متواصل
فترة الجرعه	اقل من ٥ دقائق غالبا متقطعه	اقل من ١٥ ثانيه متواصله
النترته	غالبا تتم نترته كلية	تتم نترته لحمولة قليلة
الكفاءة التشغيلية (نسبة التخلص)	٧٥ — ٩٠٪ كمية كى ١٠ — ٣٠٪ فسفور ٢٠ — ٤٠٪ امونيا ٧٥ — ٩٠٪ مواد عالقة	٦٠ — ٨٠٪ كمية كى ١٠ — ٣٠٪ فسفور ٢٠ — ٣٠٪ امونيا ٦٠ — ٨٠٪ مواد عالقة
المواد الكيمائيه المستخدمه	لاتوجد	تولد روائح كريهه
الحدود المقيده	تتأثر بالطقس ودرجات الحرارة الدنيا ، يتولد الذباب والروائح الكريهه ، تقل الكفاءة عند معالجة الاوساخ الحاوية على درجات تركيز عاليه من المواد العضويه الذائبه	عندما يكون التشغيل قاصرا ، تقل الكفاءة عند معالجة الأوساخ الحاوية على درجات تركيز عاليه من المواد العضويه الذائبه

اما السوائل المعالجة المارة عبر نظام التصريف التحتى فيتم تمريرها لجهاز ترسيب لفصل المواد الصلبه العالقة وعامة جرت العادة على اعادة جزء من السائل المعالج من المرشح او من اجهزة الترسيب للفضلات الخام الداخله للمرشح ليعمل على تخفيفها أو موازنتها .

وبكبر طبقة الوحل والغشاء الحيوى فأن المواد العضوية الممتصه يتم تحطيمها قبل ان تصل طبقة الكائنات الحيه الدقيقه بالقرب من الطبقه الترشيحيه . وهذا يؤدى الى ان الكائنات الحيه الدقيقه بالقرب من الطبقه الترشيحيه لاتجد كفايتها و ماتحتاجه من المواد العضويه لبناء الخلايا مما يجعلها تدخل فى مرحلة نمو داخلى ويفقدها القدرة على الألتصاق على سطح الترشيح . وهنيهتها فأن السائل يعمل على نظافة طبقة الوحل من الطبقة الترشيحيه لبداية جديده . وهذا مايطلق عليه الأنسلاخ (Sloughing) . ويعتمد الأنسلاخ على عدة عوامل من اهمها الحمولة العضوية والهايدروليكيه فى المرشح . والحمولة العضوية تؤثر على معدل التفاعلات الحيويه اما الحمولة الهايدروليكية تؤثر على سرعة القص .

وطبقا للحمولتين (العضويه والهايدروليكية) فقد تم تقسيم مرشح النضيض الى قسمين رئيسين : —

(أ) المرشح ذو المعدل المنخفض .

(ب) المرشح ذو المعدل العالى .

وعامة فأن المرشح ذو المعدل المنخفض ابسط من المرشح ذى المعدل العالى لاسباب عدة من اهمها : —

— غياب اعادة دورة جزء من السائل المعالج .

— لايحتاج الى فصل او موازنة للأوساخ .

ومن محاسن المرشح ذو المعدل المنخفض ايضا انه عالى الكفاءة وينتج اوساخ قليلة وبها درجة تركيز عاليه للمواد الصلبه . غير ان له مساوئ ايضا ومن اهمها انه يحتاج فيه لحجم كبير كما ويحتاج لحوض للجرعه وبه فرصة اكبر لبعض المشاكل مثل الروائح والذباب .

ويبين الجدول (١٣) ادناه بعض المعايير العامه لتصميم مرشح النضيض .

جدول (١٣)

بعض معايير تصميم مرشح النضيض

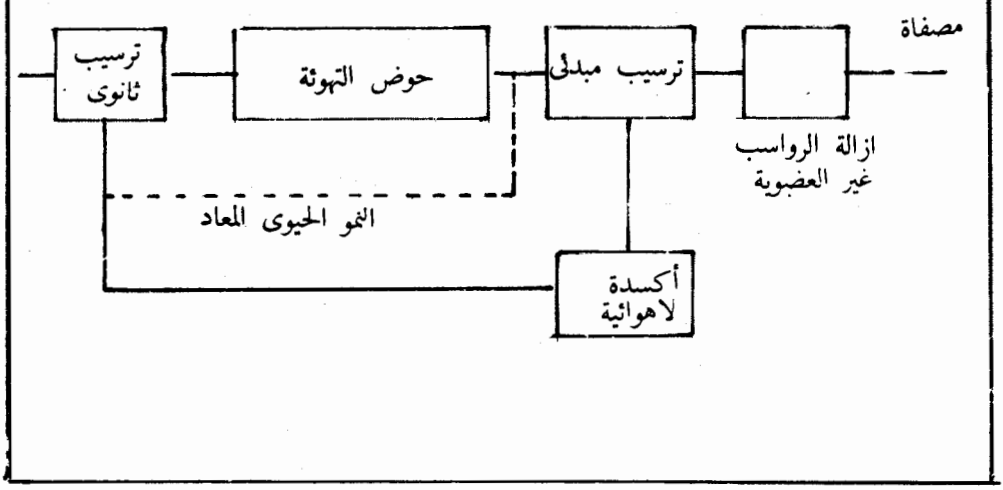
المنشط	مرشح ذو معدل منخفض	مرشح ذو معدل عالى
الحمولة الهايدرولكيه	١ — ٤	١٠ — ٤٠
(متر مكعب/متر مربع/اليوم) الحمولة العضويه (كجم/متر مكعب/يوم)	٠٨و. — ٣٢و.	٣٢و٠ — ١
العمق (متر)	٥ر١ — ٣	١ — ٢
نسبه دوره الراجع المعاد	صفر	١ — ٣ ، ٢ — ١
الوسط الترشيحى	صخور ، خبث	صخور ، خبث ، مواد مصنعه
الطاقه المطلوبه (كيلووات/الف متر مكعب	٢ — ٤	٦ — ١٠
ذباب المرشح	كثير	قليل اليرقات غالبا ماتجرف
الأنسلاخ	متقطع	متواصل
فترة الجرعه	اقل من ٥ دقائق غالبا متقطعه	اقل من ١٥ ثانيه متواصله
النترته	غالبا تتم نترته كلية	تتم نترته لحمولة قليلة
الكفاءة التشغيلية	٧٥ — ٩٠٪ كمية كى	٦٠ — ٨٠٪ كمية كى
(نسبة التخلص)	١٠ — ٣٠٪ فسفور	١٠ — ٣٠٪ فسفور
	٢٠ — ٤٠٪ امونيا	٢٠ — ٣٠٪ امونيا
	٧٥ — ٩٠٪ مواد عالقة	٦٠ — ٨٠٪ مواد عالقة
المواد الكيمائيه المستخدمه		لاتوجد
الحدود المقيده	تتأثر بالطقس ودرجات الحرارة الدنيا ، يتولد الذباب والروائح الكريهه ، تقل الكفاءة عند معالجة الاوساخ الحاوية على درجات تركيز عاليه من المواد العضويه الذائبه	تولد روائح كريهه عندما يكون التشغيل قاصرا ، تقل الكفاءة عند معالجة الأوساخ الحاوية على درجات تركيز عاليه من المواد العضويه الذائبه

طريقة الحماة النشطة : —

هى طريقة مستمرة او شبه مستمرة يتم فيها معالجة المياه الراجعه حيويا وهوائيا . كما ويتم فى هذه الطريقه للمعالجة اكسدة الكربوهيدريتات والنترته . وتعتمد هذه الطريقه على تهوئة المياه الراجعه بتبلد النمو الحيوى ويتبعها فصل المياه المعالجة من النمو الحيوى . وبعض من الكائنات التى تنمو تمثل فضلات وبعضها الآخر يستمر فى النظام (شكل ٨)

شكل (٨)

وحدة الحماة النشطة فى محطة التنقية



طريقة التهوئه عند المعالجة بواسطة الحماة المنشطة : —

هنالك طريقتان اساسيتان يتم عن طريقهما اضافة الهواء او الأكسجين لاحواض التهوئه هما : — التهوئه الفقاعيه او التهويئه بالانتشار Bubble and Diffused Aeration والتهوئية السطحيه . ومن خلال هذه الطريقه تتم اضافة الهواء عن طريق الة هواء ضاغطة ، حيث يتم ادخال الهواء تحت ضغط عالى الى قعر الحوض عن طريق ماسورة رئيسيه فمواسير جانبيه بها فتحات دقيقه ، حيث يتسرب الهواء تحت الضغط العالى على شكل فقاقيع هوائيه صغيرة . تقوم الكائنات الحية الدقيقة بأمتصاص الأكسجين من هذه الفقاقيع كما وتعمل هذه الفقاقيع على خلطمكونات حوض التهوئه حيث لاتسمح بترسيب المواد العالقه لقاع الحوض .

اما طريقة التهوئه السطحيه والميكانيكية Surface aeration ففيها تعرض المخلفات السائلة على شكل صفائح او شرائح رقيقة للهواء حيث يتم امتصاص الهواء فتغيير الصفائح المعرضه للهواء تباعا . ومن الناحيه العمليه يتم هذا بواسطة فرش دائرة او آلات خلط .

وهنالك اشكال عديده لاستعمال وتطبيق طريقة المعالجة بواسطة الحمأة النشطة ويمكن تلخيص العمليه كالاتى : —

المخلفات الصناعيه بعد ان يتم فصل المواد العالقه منها تدخل الى احواض التهوئه حيث تتم التهوئه عادة لمدة تتفاوت بين ٦ الى ١٢ ساعة فى وجود كمية معقوله من الحمأة المعادة ، بحيث تكون كمية الأكسجين المذاب فى حدود ٢ ملجم/لتر . بعد ذلك تصب مكونات حوض التهوئه فى أحواض الترسيب . حيث يتم الترسيب لمدة تتراوح بين ٢ – ٤ ساعات . والجزء السائل يكون المخلفات المعالجة ، اما المواد الصلبه فجزء منها يعاد لحوض التهوئه والباقى فيتم التخلص منه بعد الاكسده اللاهوائيه بواسطة اجهزة التخلص من الأوساخ . ونظرا لأهمية نوعية او خصائص مكونات حوض التهوئه فأنه يتم التحكم فيها عن طريق عوامل ثلاثه هى : — المعامل الحجمى والمعامل الكثافى وعمر الأوساخ .

ويتم بفضل هذه الطريقه التخلص من الفضلات الاتيه : —

١ – المركبات العضويه الذائبه او الغروانيه القابله للتفتيت

٢ – المواد الصلبه العالقه و غير المترسبه .

٣ – بعض المركبات والمكونات الاخرى التى يمكن ان تمتص أو تمتز بهذه الطريقه .

٤ – بعض المواد الغذائيه مثل الفسفور ومركبات النتروجين .

د — بعض المواد العضويه الطيارة .

وتعتمد طرق المعالجه الحيويه الهوائيه لازالة المواد العضويه من المياه الراجعه على فسيولوجيه الكائنات الحيه الدقيقه (Heterotrophic) وهذه الكائنات فى وجود الأكسجين تستخدم المواد العضويه الموجوده بالفضلات السائله كمصدر لعنصر الكربون اللازم لتخليق الخلايا وكمصدر للطاقه . كما وان كثير من الأنواع الهوائيه من هذه الكائنات بمقدرتها استخدام الأكسجين المتحد مثل المتواجد فى النترات والكبريتات لاتمام الأكسده وبناء الخلايا عند غياب الأكسجين .

ومما يجدر ذكره ان مستعمرات البكتريا – فى المناخ الهوائى – لها المقدره على تحويل نتروجين الأمونيا لنتريت ومن ثم لنترات النتروجين . ويقتضى الحال ذكر ان النترته تحدث ايضا بفعل الكائنات الدقيقه الأخرى(Autotrophic) . وعند تلامس الكائنات الحيه الدقيقه للفضلات

السائله وفى وجود الأكسجين فأنها تمتص على سطحها المواد العالقه والغروانيه وبدرجة اقل المواد العضويه الذائبه . وفى نفس الوقت فأن النشاط العضوى الكبير يقوم بتحويل بعض عضويات الفضلات السائله لغذاء احتياطى داخل خلايا الكائنات الحيه الدقيقه . وهذه الظواهر هى المسؤولة عن النقصان السريع لحوجة الأكسجين الكيموحيوى فى بداية هذه الطريقه . وبالأضافة لذلك يتم ازالة المواد العضويه بفضل التهوية المستمرة . ويعتمد معدل هذه الازالة على كمية الاكسجين الكيموحيوى المتبقيه ودرجة تركيز الكائنات الحيه الدقيقه فى الحماة النشطه . ويمكن تلخيص ذلك كما موضح فى شكل (٩) .

عنصرى النتروجين والفسفور يعتبران من اهم المواد الغذائيه لان النتروجين يدخل مباشرة فى التخليق الحيوى ، اما الفسفور فأنه يدخل فى تبادل الطاقه . غير ان بعض المعادن الغذائيه الأخرى يحتاج اليها بدرجات تركيز قليلة وهى مثل الماغنسيوم ، الكالسيوم،الحديد ، المنجنيز ، النحاس ، الكوبالت .... الخ .

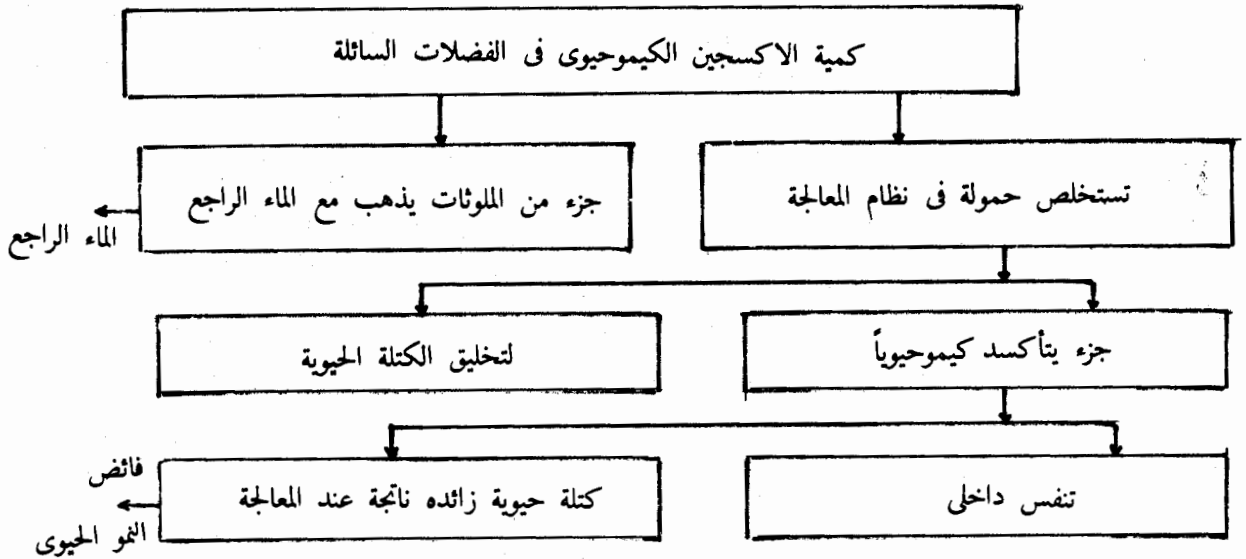
ومما يجدر ذكره ان نسبة الكربون للنتروجين فى الفضلات السائله المعالجة للأوساخ الاولية تتراوح عادة مابين ٢ الى ٥ر٢٪ غير انه عمليا فان احتياجات التخليق الحيوى يتطلب نسبة كربون الى نتروجين مابين ٥ الى ٦ . وهذا يجعل من الأوساخ مصدر نتروجين للمعالجة البيولوجيه ، خاصة لبعض الفضلات الصناعيه التى ينعدم فيها وجود النتروجين . كما وان الفضلات المنزليه تساعد على ايجاد بعض العناصر الغذائيه الاخرى . وتعتبر طريقة الحمأة النشطه طريقه معقده تشارك فيها الفيروسات والبكتريا والبروتوزوا وغيرها من الكائنات الحيه الدقيقه . وتتواجد هذه الكائنات اما منفرده او مع بعضها وغالبا متداخلة مع الملوثات العضويه والخلايا الميته وغيرها من مكونات الفضلات .

ويصعب التكهن باثر البيئه على هـذا النظام وذلك يرجع لأن الكائنات الحيه الدقيقه تتأثر لدرجات مختلفه بحالة المواد الغذائيه ومكونات الفضلات وبعض الجهود الأخرى المفروضه على النظام (مثل درجة تركيز الأملاح الغير عضويه والرقم الهايدروجينى ودرجة الحرارة وما اذا كانت هنالك كائنات اخرى جديرة بالتنافس) .

وفى بداية العملية تتواجد السوطيات (Flagellated) والأوليات الأميبيه والتى لاتلبث ان تحل محلها الأهداب الحرة السابحة (ciliates) وبعدها تأتى الاهداب ذات الجزع (Stalked) والتى تعتبر بمثابة دليل على جودة عملية المعالجة فى درجات حمولة عادية . وتتواجد ال Rotifer فى طريقة الحماة النشطة عندما تكون درجة التهوئه عالية جداً او عندما تكون الحمولة فى النظام متدنية .

شكل (٩)

طريقة الحمأة النشطة[١٣]



اما كينامتيكية الطريقة فيمكن تمثيلها بعلاقة بين استخدام المواد والنمو الحيوى وهذا يمكن بفضل معادلة موند (Mond) وفيها فأن معدل النمو البيلوجى للمواد يمكن أيجاده كالاتى : —

$$\text{مد} = \text{م ق} \quad \frac{\text{حن}}{\text{ب} + \text{حن}}$$

حيث : —

مد= معدل نمو الكائنات (على اليوم)

م ق = أقصى معدل لنمو الكائنات الحيه الدقيقه (على اليوم)

ب =ثابت منتصف السرعة (او درجة تركيز المواد بالملجرام/اللتر عند منتصف أقصى معدل النمو)

حن =حيد النمو لتركيز المواد (ملجم/لتر)

ومن ضمن المؤثرات على طريقة الحماة النشطة : —

(١)دفق الفضلات السائله ونوعيتها : ومواصفات وعدم ثبات نوعية وكمية الأوساخ والفضلات السائله يمكن التحكم فيها جزئياً بالتصميم والتشغيل حطات التجميع . كما يمكن استخدام وحدات موازنة منفصلة .

(٢)زمن مكث الفضلات السائله : من الأحسن ان يكون زمن المكث الهايدروليكى طويل ليزيد من فعالية النظام من الحمولة . ويفضل ان يكون مابين ٤ – ٨ ساعات .

(٣)حجم الأوساخ والحمولة : والتى تعتمد على نسبة الغذاء الى كمية الكائنات الدقيقه المتواجده .

(٤)المواد العالقه الممزوجة بالسائل : وهذه المواد تتكون من كمية المكروبات النشطه والغير نشطه ومواد عضويه غير قابلة للتفتيت والمواد الغير عضوية . ودرجات التركيز العالية لهذه المواد تقتضى درجات تركيز **عالية** للاكسجين فى النظام . كما وتحتاج لاجهزه ترسيب ثانوية كبيره . غير انها فى الغاب الأعم صغيره وتتراوح مابين ٢٠٠٠ الى ٤٠٠٠ ملجم/لتر .

(٥)كمية الأكسجين المذاب وأجهزة التهوئه : وتعتبر كمية الأكسجين مابين ١ الى ٢ ملجم/لتر كافية لهذه الطريقه لأتمام المعالجة .

(٦)عمر الأوساخ : وهذه تعتمد على حجم حوض التهوئه وتدفق الفضلات السائله الداخلة والخارجة وكمية المواد العالقه داخل الحوض وكمية المواد المعاده للحوض وكمية المواد الصلبه الخارجة .

(٧)المزج والدفق المضطرب : وينتج المزج والدفق المضطرب فى حوض التهوئه بواسطة حركة فقاقيع الهواء الناتجه من جراء الهواء المضغوط عبر طبقات متعدده او بتشغيل اجهزة ميكانيكية مختلفه .
ومن الملاحظ أن الدفق المضطرب العالى فى حوض التهوئه يؤثر عكسياً على درجات التلبد فى الأوساخ النشطه .

(٨)تأثير درجة حرارة الفضلات السائله : وتأثير درجة الحرارة معقد بعض الشئ اذ ان الزياده فى درجة الحرارة يعادلها انخفاض فى درجة اللزوجة والتوتر السطحى . الشئ الذى يقود الى تحسن فى الخلط وأنتشار المواد الجزئى ومعدلات التفاعلات الحيوكيميائيه .

(٩)تأثير درجة تركيز الفضلات السائله : فى حالة تخفيف الفضلات السائله فأن درجة تركيز المواد العضوية العالى فى الماء الراجع المعالج ربما خفضت من كفاءة هذه الطريقه المتبعه للمعالجة .

وعادة فان التهوئه فى طريقة الحماة النشطه ذات اهمية لما يأتى : —

(١) **لمد الكائنات** الحيه الدقيقه بالأكسجين اللازم للتنفس .

(٢)لجعل الكائنات الحيه الدقيقه عالقة فى النظام .

(٣)للمزج الجيد لمكونات مفاعل التهوئه .

ومن لاشياء التى تحد وتقيد من استعمال هذه الطريقه على سبيل المثال لا الحصر : —

— تحديد كمية الأكسجين الكيموحيوى

— ضعف انتشار الكتلة العضويه .

— تحتاج لزمن للتهوئه يتراوح مابين ٤ الى ٨ ساعات

— عدم عمل احطة بكفاءة فى حالة وجود تغيير كبير فى حجم العضويات او وجود سميات .

— تعقيد طريقة التشغيل .

— تكلفة الشتغيل .

— استخدام الطاقة بالات الضغط

— تصليح أجهزة للأنتشر

— التأثير البيئى (التخلص من الفضلات ، الروائح ، استهلاك الطاقه ..... الخ)

ويمثل الجدول(١٤) ادناه معايير عامة للتصميم :-

جدول (١٤)

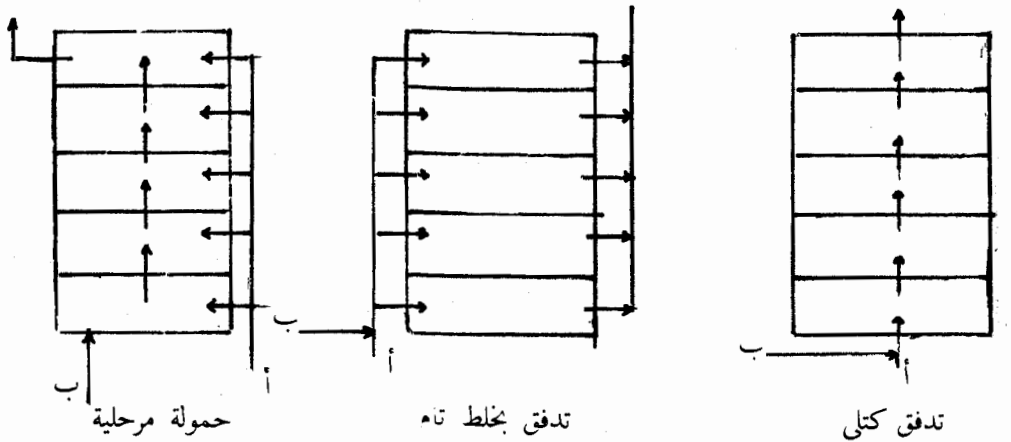
معايير عامة لتصميم وحدة الحماة النشطه

المعامل	المعدل
الحمولة الحجمية	٥٠٠ – ٧٠٠ جم كى/متر٣/اليوم
زمن المكث للتهوئه	٤ – ٨ ساعات (وتعتمد على الدفق اليومى المتوسط)
المواد الصلبه العالقه المذابه	١٥٠٠ – ٣٠٠٠ ملجم/لتر
نسبة المواد الغذائيه الى الكائنات الحيه الدقيقه	٠٫٢٥ – ٠٫٥٠
زمن مكث الأوساخ	٥ – ١٠ يوم
عمر الأوساخ	٣ – ٤ يوم
الرقم الهايدروجينى الأمثل لنمو البكتريا الهوائيه	٦٫٥ – ٧٫٥
كفاءة ازالة كمية الأكسجين الكيموحيوى	٨٥ – ٩٥٪
عمق حوض التهوئه	٣ متر

ولتصميم جهاز الحمأة النشطه طبقاً للحمولة الداخلة يمكن اتباع الطرق الموضحه فى الشكل (١٠) أدناه

شكل (١٠)

طرق تصميم جهاز الحمأة النشطة(١٣)



تدفق كتلى　　تدفق بخلط تام　　حمولة مرحلية

(أ) الأوساخ السائله
(ب) الحمأة النشطة المعادة

جدول (١٥)

مقارنة المرشحات والحمأة النشطة

المزايا	العيوب
مرشحات النصيص	
قلة تكلفة التشغيل نسبياً	تكلفة مبدئيه عاليه نسبيا .
غير معقده .	تحتاج لأرض شاسعه .
مناسبة لمخلفات الصناعيه	فاقد ضغط كبير .
صعبة المعالجة والمتغيرة	الذباب والروائح .
فى الكميات .	
ناتج متزن .	مواد عالقه فى الناتج
	النهائى كثيره .
الحمأة النشطة	
	تكلفة التشغيل عالية .
فاقد ضغط قليل .	تحتاج لدرجة تحكم عاليه .
لاتحتاج لمساحات شاسعة	حساسه بالنسبه لتغيرات
من الأرض .	الحمولة .
مواد عالقه قليلة فى	تتأثر بالزبد والرغوة .
الناتج النهائى .	تحتاج لطاقة للتهوئة .
ليس هنالك ذباب وروائح	
نتنه	

برك موازنة الأوساخ : — Waste Stabilization Ponds

برك موازنة الأوساخ عباره عن تجويف كبير وضحل يتقبل الأوساخ والفضلات حيث تعالج حيوياً مما يؤدي الى أتزانها وقتل معظم الجراثيم ناقلة الأمراض .

ولتصميم هذه البرك يقتضى مراعاة مايأتى : —

١ - اختيار المكان المناسب من حيث

(أ) الارتفاع : ويجبذ الموضع الذى يكون منخفضا فى ارتفاعه عن شبكات اجارى حتى يسهل معه الأنسياب الذاتى للأوساخ لداخل البركه . وفى حالة عدم وجود مكان بهذه المواصفات فلابد من الضخ والذى يقود الى فداحة ثمن الأجهزه اللازمه ويستخدم طاقة اكثر كما يحتاج الى ترميم اكبر .

(ب)التربة : وتفضل التربة التى يمكن ان تتحمل وزن البركة وانها غير مكونة من الرمال او تربة مفتته او من حصى مما يؤدى الى تمرير الماء الملوث خلالها . ومن الأفضل ايضا ان تكون سهلة الحفر وان تكون بالمنطقه كمية كافية من المواد لبناء الجدران الداعمه .

(ج)التسرب : يجبذ ان يكون نظام التسرب جيد لتسهيل تسرب السائل المعالج .

(د) الحماية من الفيضان : يجب الا تكون البركة فى منطقة تتعرض للفيضان فى زمن الخريف .

(هـ)الحجم : كبير نسبياً لسعة البركة .

(و) المسافة : يفضل ان تكون المسافه بين المنازل والبركه اكبر من ٢٠٠ متر .

(ز) اتجاه الرياح : لابد من العمل على وضع البركة فى اتجاه الرياح بعد المنازل السكنيه لتفادى تعرضها للروائح وغيرها من اخاطر الصحيه .

٢ــ تحديد حجم البركة : وهنا من الواجب :

ــ حساب الدفق اليومى من الأوساخ المتوقع للبركة

ــ ايجاد متوسط درجة حرارة الماء السنويه فى المنطقه

ــ معرفة اقل مساحة مطلوبه للبركه وتقدر بأستخدام هذه المعادله

حيث : $م = \frac{حع . فق}{حع_{ق}}$

م = أقل مساحة مطلوبه للبركه (متر مربع)

حع = الحمولة العضويه للأوساخ (جرام/لتر)

فق = مقدار الدفق اليومى للأوساخ الدافقه للبركه (لتر/اليوم)

$حع_{ق}$ = أقصى حمولة عضويةمسموح بها (جم/متر مربع/اليوم)

$= ٢ د - ١٢$

حيث

د= متوسط درجة الماء السنويه(درجة مئويه) .

وعامة فأن برك موازنة الأوساخ تكون مستطيلة الشكل . ويؤخذ الطول على أنه ضعف او ثلاثه أضعاف العرض . اما العمق فيتغير مابين ١ الى ٣ متر معتمداً على نوعية الأوساخ ، وحمولة الأوساخ

والمؤثرات المناخيه بالمنطقه (جدول ٢١) .

وتقسم برك موازنة الأوساخ طبقا للنشاط الحيوى الموجود الى : —

(أ) برك لاهوائيه : —

وهذه تستقبل الأوساخ التى تكون بها حمولة أكبر من المواد العضويه أو كمية كبيره من المواد الصلبه . (أو بمعنى آخر ان الأوساخ الداخله اليها لم تتلق معالجة بالترسيب المبدئى) . وهذه البرك تساعد المواد الصلبه على الترسيب ، وتعالج الأوساخ جزئيا ثم يؤخذ الخارج منها الى برك اختياريه . وعادة فأن هذه الأنواع من البرك تكون ذات عمق يتراوح مابين ٢ الى ٤ امتار وتمكث فيها الأوساخ من ٥ الى ١٠ أيام وتتم فيها المعالجة بفضل الكائنات الحيه الدقيقه التى لاتحتاج الى أكسجين مذاب لتكاثرها ولانشطتها الحيوية .

(ب) برك اختياريه : —

وهذه تستقبل الأوساخ من المجارى او من البرك اللاهوائيه وتمكث فيها الأوساخ لمدة أكثر من ١٠ أيام . ومن ثم تجد طريقها لحوض تبخير او لبركة نضج . ومما يجدر ذكره ان هذا النوع من البرك هو المعمول به فى الغالب الأعم وعمقها يتراوح مابين ١ الى ١٫٥ متر وبها نجد ان معالجة المواد العضويه يتم حيويا بفضل الميكروبات الهوائيه واللاهوائيه على حد سواء .

(ج) برك النضج (هوائيه) : —

ويكون عمقها فى حدود المتر . وتستقبل الماء المعالج من البرك الأختياريه ويمكث بها لمدة تتراوح مابين ٥ الى ١٠ ايام لتحسين النوعيه وتفادى المخاطر . ومن ثم تسحب السوائل المعالجه لحوض تبخير او تستعمل لأغراض الزراعه او يمكن ان تستخدم لتربية الأسماك او طيور الماء . وفى هذه البرك يتم تفتيت المواد بفعل الكائنات الحيه الدقيقه الهوائيه .

اما عن توصيل البرك مع بعضها فيمكن ان يتم على التوالى او على التوازى . وفى التوصيل على التوالى فأن الأوساخ تعالج فى البركه الأولى ويؤخذ الماء الخارج المعالج الى بركة ثانيه وهكذا دواليك . هذا مما يقود الى ان يكون الماء الخارج من البركة التاليه احسن نوعية من الماء فى البركه السابقه .ومن المحاسن ايضا ان هذه البرك يمكن ان تستقبل الأوساخ الخام التى لم تمر بوحدة ترسيب . اما التوصيل على التوازى ففيه مثلاً كل بركتين توضعان بجانب بعضها البعض وتستقبل نفس الأوساخ من نفس المصدر وناتجها يجد طريقه لمخرج واحد او لحوض واحد . وهذا يقود الى ان تكون نوعية الخارج من البركتين متشابهة . ومن محاسن هذا النظام انه فى حالة عطل احدى البرك او فى حالة عدم تشغيلها (للصيانه او لغيرها) فأن البرك الأخرى تعمل ولايؤثر هذا التوقف عليها (جدول ١٦) .

جدول (١٦)

معايير إختيار نوع برك التوازن

المعيار	النوع
– عندما يكون الداخل للبركة أوساخ أو مياه مجارير	بركة لا هوائية تتبعها على التوالى بركة إختيارية
– عندما يكون الداخل للبركة أوساخ معالجة	بركة إختيارية (يفضل إثنين على التوازى)
– عندما يكون الداخل أوساخ معالجة تستخدم لتربية الأسماك أو الزراعة	بركة إختيارية (يفضل إثنين) يتبعها بركة نضج
– عندما يكون الداخل أوساخ أو مياه مجارير ويستخدم الماء المعالج لتربية الأسماك أو الزراعة	بركة لا هوائية (أو أثنتان) تتبعها بركة إختيارية وتليها بركة نضج

٣ – التشغيل والإصلاح : –

وفى حالة غياب التشغيل الجيد والإصلاح والترميم المناسبين فان البرك تتسبب فى توالد الروائح الكريهة وتكون مرتعا لنمو الذباب والناموس وتقود الى زيادة تكاليف الصيانة . (أنظر جدول ١٩) .

ومن الأهمية بمكان ذكر أن تغير الطقس أو حجم الدفق اليومى أو درجة الحرارة أو الرياح يقود الى ظروف غير مناسبة فى سطح البركة خاصة تكاثر الطحالب وتكوين طبقات الزبد والأوساخ . أما الطحالب فانها تحجب ضوء الشمس وتتدخل فى كفاءة البركة وتنتج روائح كريهة عندما تموت . وطبقات الزبد تنتج منها روائح كريهة وتساعد على تكاثر ونمو الحشرات (أنظر الجدول ١٧) .

جدول (١٧)

حالة السطح لبرك موازنة الأوساخ

الحالة	المخاطر الناتجة	الحلول
– توالد الطحالب (كثيف)	روائح كريهة ، تقليل فى كفاءة عمل البركة	إزاحة المستوطنات
– طبقة الزبد	روائح ، تكاثر الحشرات	إزاحة الطبقات
– الأوساخ التى تطفو	روائح كريهة جدا	إزاحة الأوساخ
– مواد طافية	تؤثر على نظام المخرج وتؤثر سلبا فى عملية المعالجة	إزاحة المواد

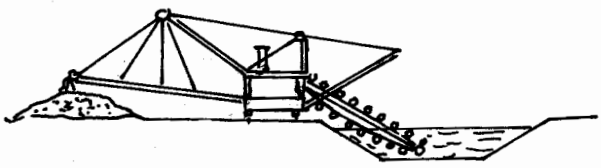
ومن الواجب العمل على مراقبة اللون دوريا إذ أن التغيير فى اللون يعنى فى الغالب تغيرا فى الأوساخ الداخلة للبركة وهذا ربما يتأتى من جراء زيادة كمية الفضلات الإنسانية أو الصناعية ، الأصباغ ، مياه الأمطار ، المياه السطحية الداخلة للمجارى ، مواد مثل الزيوت أو مواد كيميائية أو دماء الحيوانات الداخلة مع الأوساخ . ويمكن إتباع الجدول (١٨) أدناه لتحديد عمل البرك بفعالية أكثر .

جدول (١٨)
لون سائل البركة

النوع	اللون المفترض
برك لا هوائية	رمادى غامق
برك إختيارية	أخضر أو أخضر يميل للبنى
برك نضج	أخضر

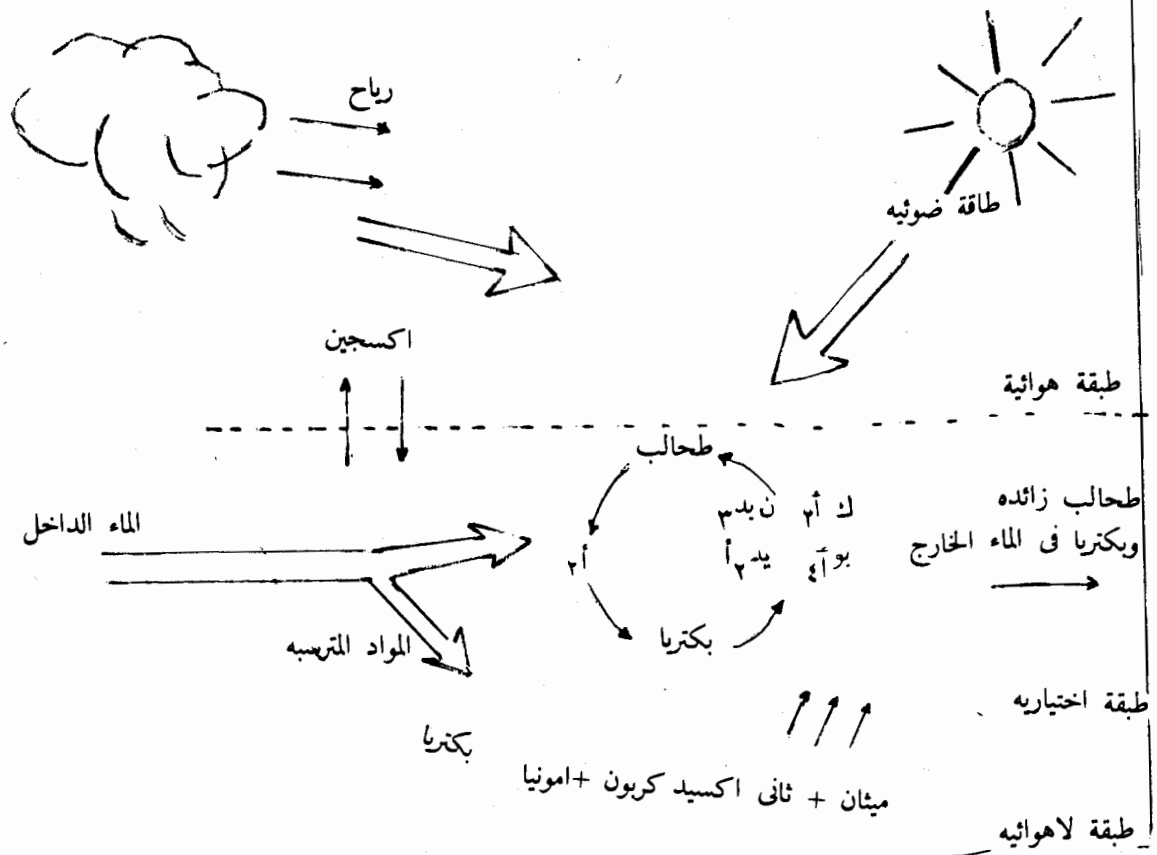
ومما يقتضى ذكره أن البكتريا تتوالد فى سائل البركة وتعمل على تفتيت المواد . ومن ثم فان الطحالب تستخدم هذه المفتتات (بفضل الطاقة من ضوء الشمس) وبفضل التمثيل الضوئى ، لتنتج طحالب جديدة وهذا يقود الى إنتاج الأكسجين الذى يساعد على التفتيت الهوائى بواسطة البكتريا ، الشئ الذى يقود الى تكافل وتعايش جيد بين البكتريا والطحالب . أما فى طبقة الأوساخ الموجودة فى قعر البركة فان الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية تتعايش وتساعد كثيرا فى كفاءة معظم البرك وهذا يقود الى أن الأوساخ الداخلة للبركة بعضها يترسب للقعر وبعضها يتم تفتيته حيويا وآخر يجد طريقه عبر منفذ الخروج وغالبا ما يكون هذا من الطحالب . ويبين الشكل (١١) أدناه ما يحدث فى بركة موازنة الأوساخ .

وعندما يكون عمق الأوساخ داخل البركة أكبر من ثلث العمق التصميمى فأن هذا يقود الى اضمحلال فى كفاءة البركة وتشغيلها الطبيعى ، وربما ادى الى انسداد المخرج . وعندها فلابد من تفريغ البركة وأزالة الأوساخ . وبالنسبه لفترة نظافة الأوساخ من البركة فيمكن أتباع الجدول (٢٠) الاتى ، علماً بأن فترة النظافة تعتمد على الظروف المحليه والمناخيه ونوع البركة .



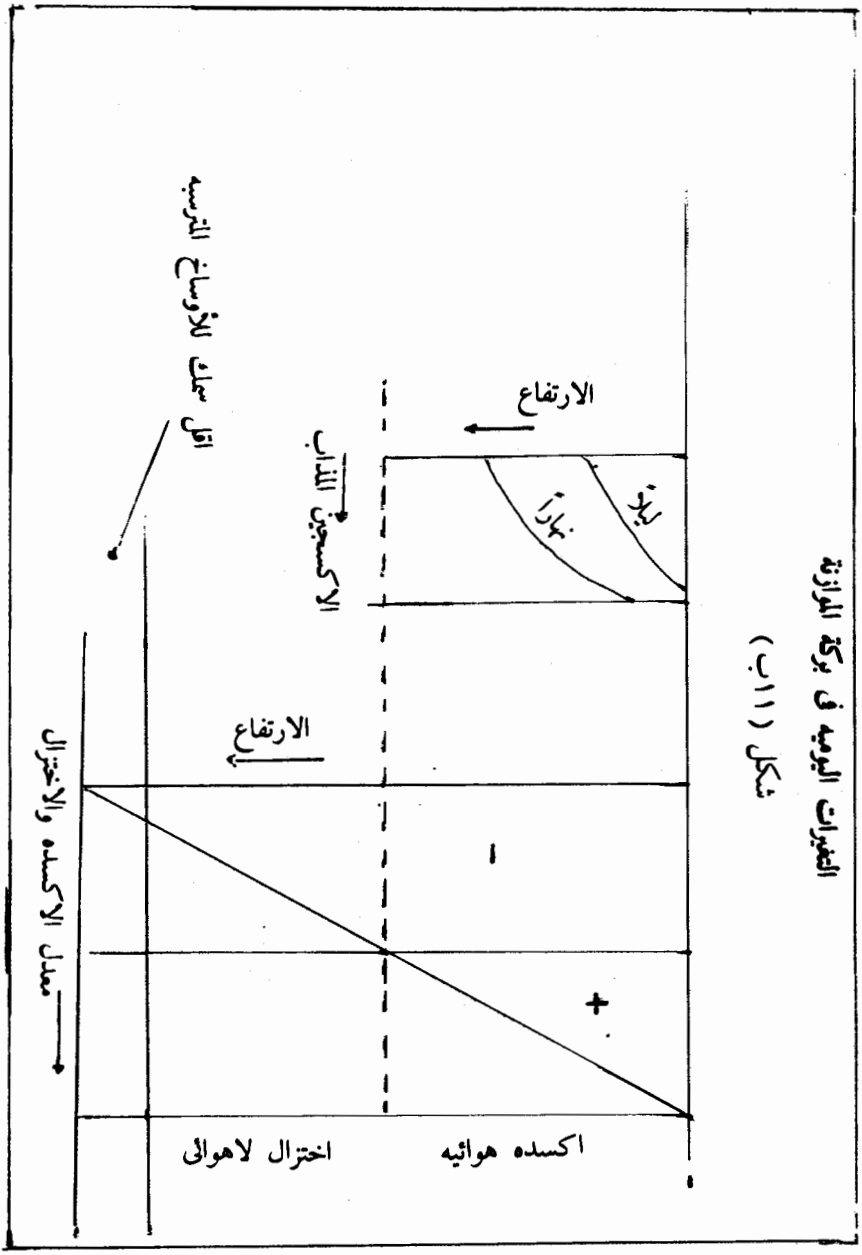
شكل (١١أ)

البرك الاختياريه لموازنة الاوساخ



التغيرات اليومية فى بركة المزارعة

شكل (١١ب)



جدول (١٩)

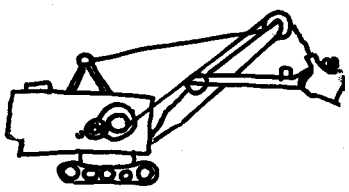
نقاط المراقبة لصيانة البركة

الموقع	المعضلة او الحالة	الحلول العملية
المساحة حول موقع البركة	أشجار جديده او شجيرات .	يجب قطعها وازالتها
المساحة حول موقع البركة	دفق مياه سطحيه .	يجب ازاحته من البركة بواسطة خنادق أو مجارى أو سدود صغيره .
الميلان الخارجى وأعلى الجدران الداعمه .	حشائش طويلة وأعشاب .	يجب ازالة الحشائش وقطع الأعشاب وازاحة ماتم ازالته .
الميلان الخارجى وأعلى الجدران الداعمه	تعريه بالرياح أو الأمطار .	يجب العمل على الملْ بالتربه ، زراعة بعض الحشائش
داخل الجدران الداعمه	تعريه	يجب تغيير الحجاره
شاطئ البركة		
شاطئ البركة	أعشاب	العمل على قطع الأعشاب وأزالتها .
مخرج البركة	أوساخ حول المصفاة	العمل على ازاحة المترسبات ونظافة المصفاة .
سطح البركة	ناموس	الرش بزيوت أو العمل على المكافحة الحيوية

جدول (٢٠)

فترة نظافة البرك من الأوساخ

نوع البركة	فترة نظافة الأوساخ
بركة لاهوائيه	٢ –١٢سنة
بركة اختيارية	٨ — ٢٠ سنة
بركة نضج	لاتحتاج الى نظافة أوساخ فى الغالب الأعم



جدول (٢١)

بعض أسس التصميم لبرك الموازنة [١٦]

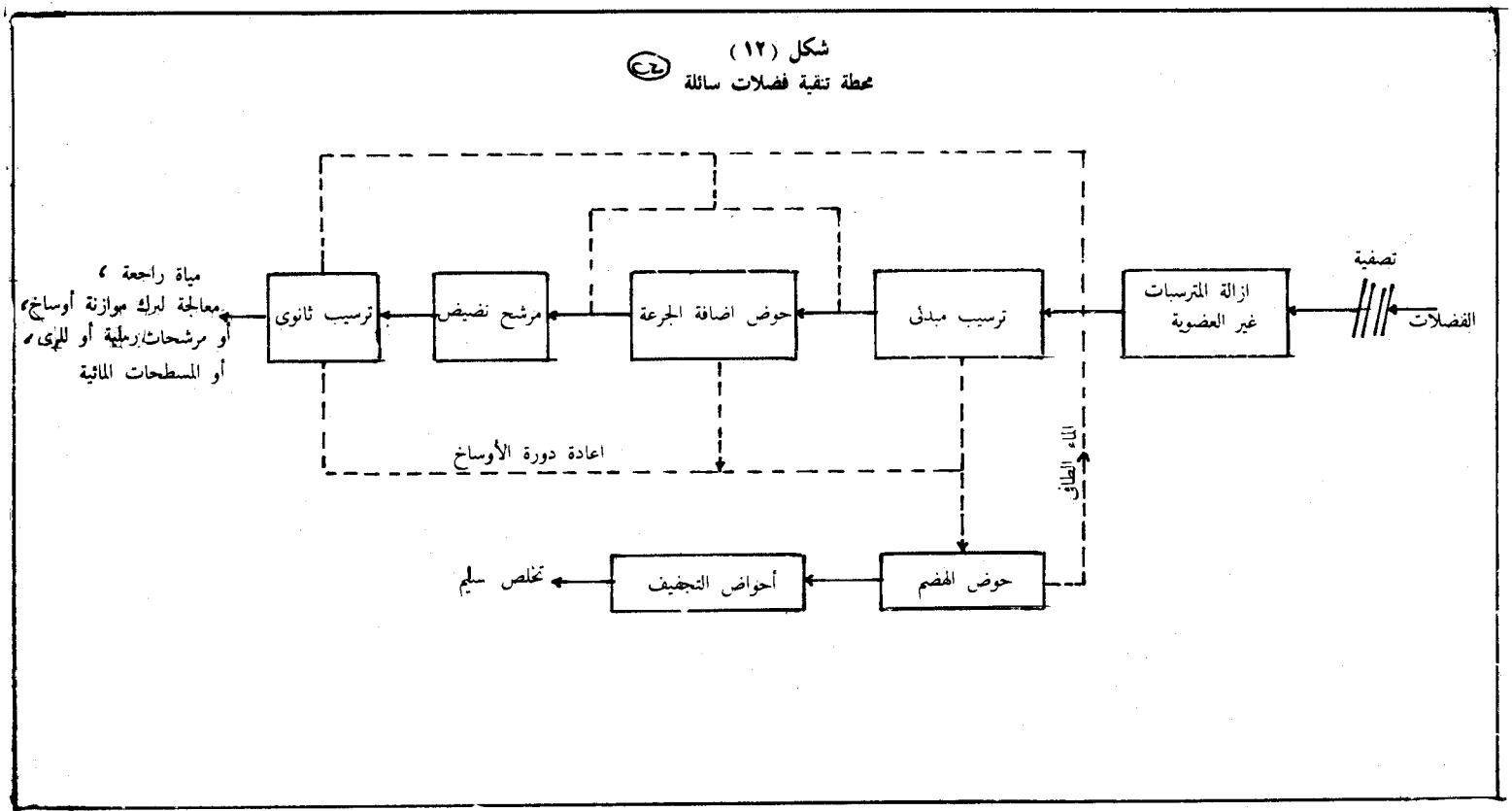
المنشط	برك لا هوائية	برك اختيارية	برك هوائيه
التشغيل	على التوالى أو التوازى	على الأقل ٣ برك على التوالى ، يمكن الأستخدام على التوازى للمحطات الكبيره	واحدة أو أكثر تتبعها بركة لاهوائيه
زمن المكث	٢٠ – ٥٠ يوم	٢٠ – ١٨٠ يوم	٣ – ١٠ أيام
العمق	٢ – ٤ متر	١ – ٢ر٥ متر	١ ٢ متر
الرقم الهايدروجينى	٦ر٨ – ٧ر٢	٦ر٥ – ٩	٦ر٥ – ٨
درجة الحرارة للماء	٢ – ٤٩°م	٢ – ٣٢°م	صفر – ٤٠°م
درجة حرارة الماء المثلى	٣٠°م	٢٠°م	٢٠°م
احتياجات الأكسجين			٧ر٠ – ٤ر١ مرة من كي
الأستخدام	لموازنة الفضلات ذات التلوث الكبير وتستخدم على التوالى مع البرك الهوائيه والأختياريه	لمعالجة الفضلات المنزليه ، والفضلات الصناعيه السائلة قليلة التلوث .	لفضلات السائلة المنزلية ، الفضلات السائلة الصناعية ، قليلة أو متوسطة التلوث

تابع جدول (٢١)

الحدود المقيده	ربما تنتج روائح كريهه ، تحتاج الى مساحة أكبر . ربما تنتج تسرب للملوثات فى المياه الجوفيه عندما تكون البركه غير مبطنه .	يقل النشاط الحيوى والكفاءة التشغيليه فى الطقس البارد ، عند زيادة الحمولة ربما تنتج روائح كريهه ، ربما تسربت الملوثات للمياه الجوفيه عندما تكون البرك غير مبطنه .	يقل النشاط الحيوى وتضمحل كفاءة المعالجه فى الطقس البارد مع تكوين الثلج
المواد الكيميائيه المستخدمة	**تضاف مواد التغذيه عندما تكون الفضلات السائلة ناقصه منها ، لاتحتاج الى مواد كيميائيه أخرى**	عندما تكون الفضلات السائله تنقصها المواد الغذائيه يضاف البتروجين والفسفور لاتحتاج الى مواد كيميائيه أخرى	

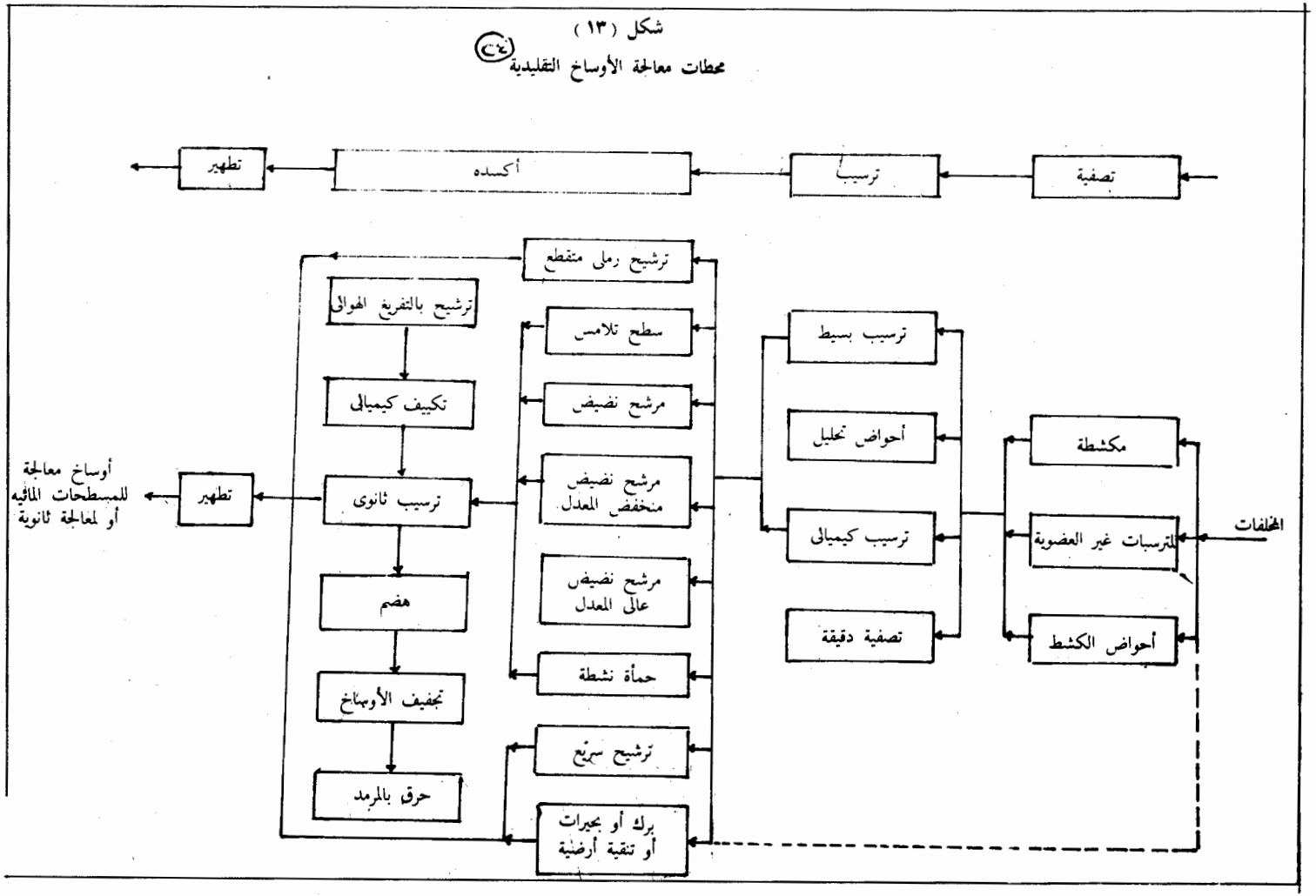
شكل (١٢)

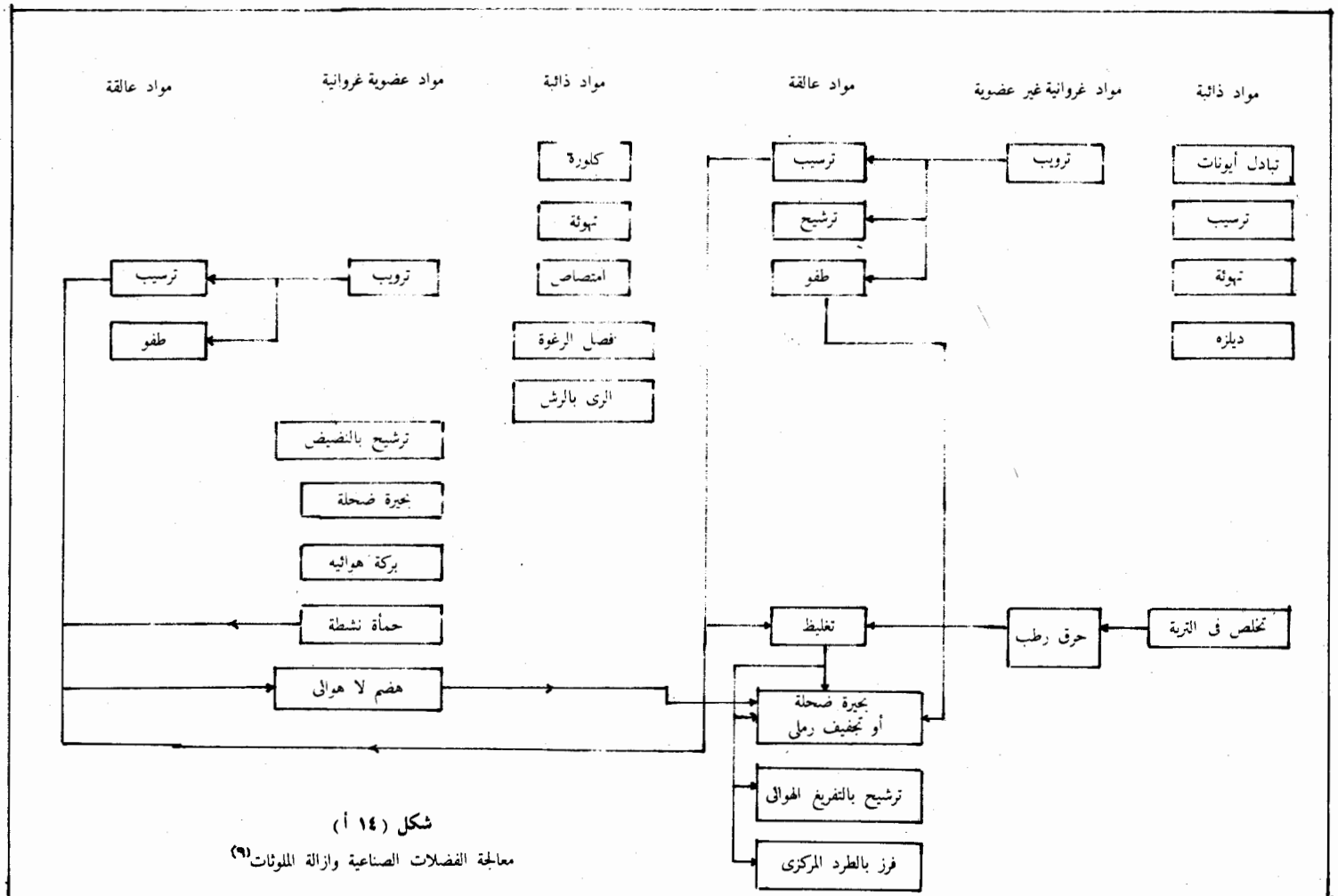
محطة تنقية فضلات سائلة



شكل (١٣)

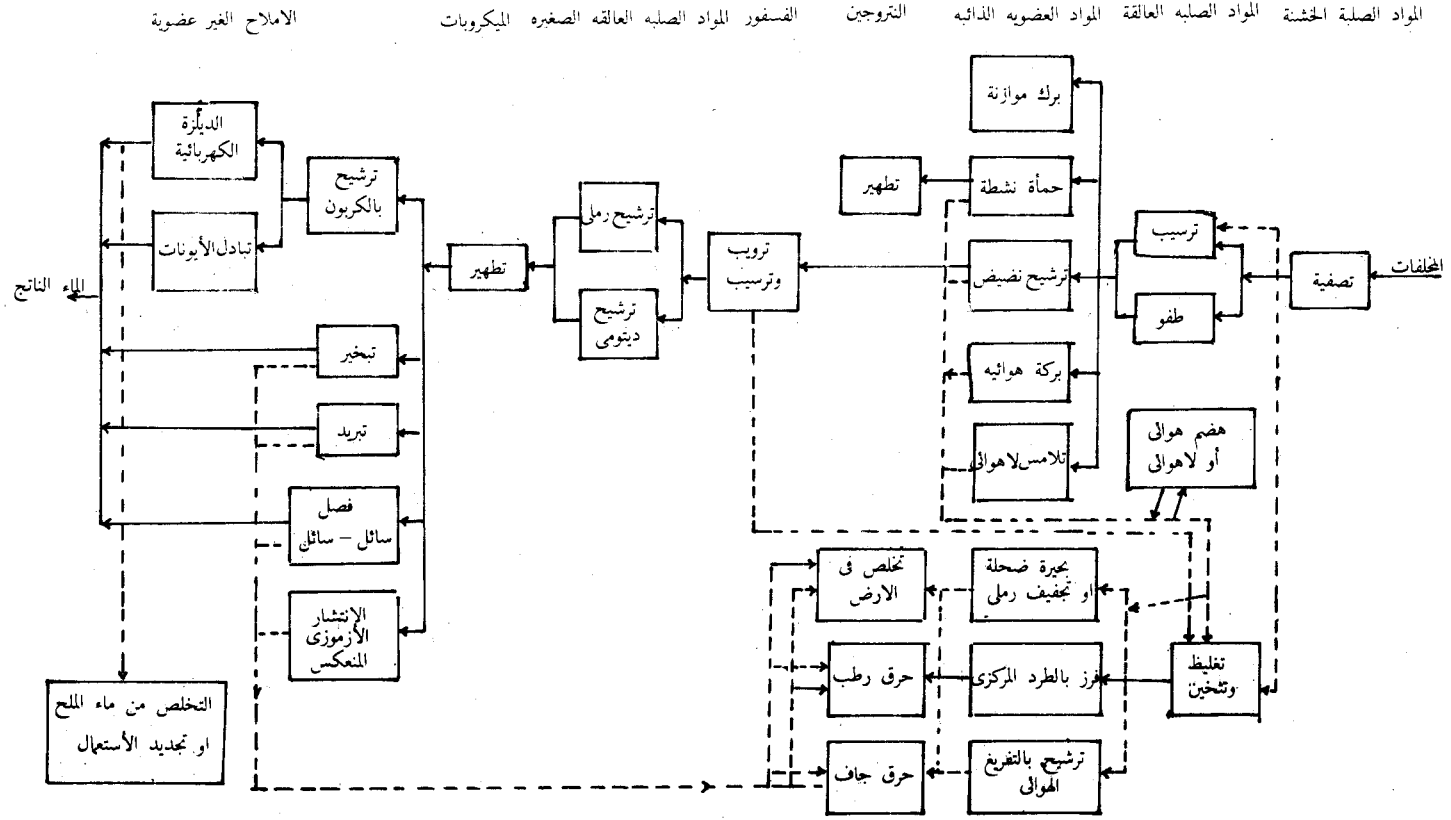
محطات معالجة الأوساخ التقليدية





شكل (١٤ أ)

معالجة الفضلات الصناعية وازالة الملوثات[٩]



شكل (١٤ ب) معالجة الفضلات السائله بازالة الملوثات

أحواض التحليل (أو التعفن) : — Septic Tanks

تحتوى أحواض التحليل على عمليات فصل المواد الصلبه والترسيب المبدئى وتتم فيها بعض صور الهضم الحيويه . وتتكون اما من حوض واحد أو عدة أحواض على التوالى .

وعادة توجد ثلاثه طبقات فى الحوض : —

— طبقة الأوساخ الطافيه على سطح الحوض .

— طبقة الأوساخ العالقه وتبدأ فيها عمليات الترسيب وأنتشار المواد للطبقه التى تليها .

— طبقة الأوساخ الصلبه والمترسبه والمهضومة .

ويتكون المخرج والمدخل من مواسير مبسطة او هدارات صغيره تعمل لمنع تعلق المواد بعد ترسيبها . وتحول دونما اضطراب المواد الطافيه . وتصمم الأحواض بحيث ان بها فراغ كافى لخزن الأوساخ لعدة أشهر . وخلال هذه المدة الطويله تنتج نشاطات حيويه غالبا فى الأوساخ المترسبه . وتزاح المترسبات مثلاً كل عام أو كلما أقتضى الحال ذلك . ولتقليل الترميم والأصلاح لاتصمم مصافى بالأحواض .

وأبسط أنواع الأحواض تكون فى شكل مستطيل أو ربما صممت فى شكل دائرى .

ويعمل على أن تكون بالحوض غرفتين احداهما ضعف الأخرى . وفى هذه النظم للمعالجة فأن الأوساخ المترسبه ربما أتت الى أعلى بفضل كميات الغاز الناتجه من تفتيت المواد العضويه بالكائنات الحيه الدقيقه وهذا يبرز أهمية الغرفة الأخرى .

وهنالك بعض النقاط يجب أخذها فى الحسبان لضمان كفاءة اداء أحواض التحليل بالصورة المثلى ومنها : —

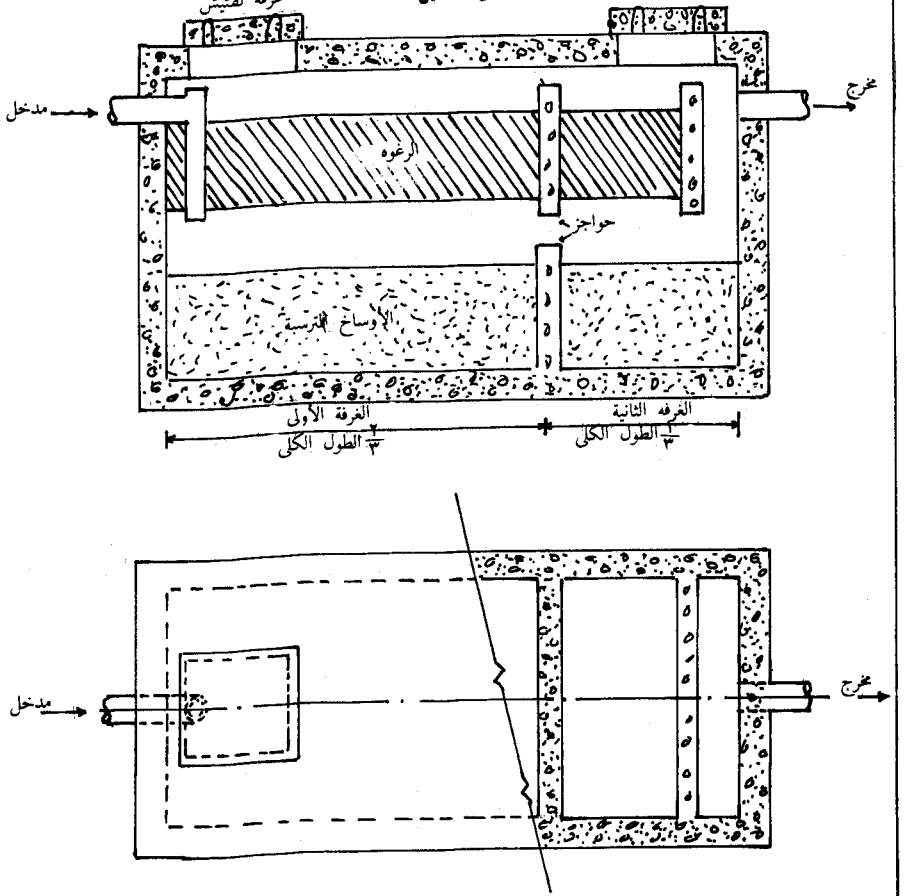
— عدم استخدام مبيدات البكتريا وغيرها من المبيدات الحشريه بدون درجات التخفيف اللازمة داخل الحوض .

— عدم التخلص من المطهرات لاسيما فأنها تقلل من كفاءة الحوض لازالة المواد العضوية .

— عدم ازالة الطبقه الطافيه عند التخلص من مكونات الحوض لاسيما وتكوينها يحتاج الى مدة طويلة (ربما أكثر من عام)

شكل (١٥)

أحواض التحليل



وعند تصميم جهاز التحلل لابد من اختيار موقع الوحدة بحيث لاتأتى بأى نتائج سلبيه . فمثلا يجب أن توضع فى غير مهب الريح . على بعد أقله ١٥ متر من أقرب نقطه ومصدر ماء . على بعد أقله ٣ أمتار من الجيران . والاتوضع فى منطقة منخفضه بحيث ن المياه تتجمع فوقها أو حولها . و ن تبعد من طريق العربات . كما ويجب عند التصميم حساب أبعاد الحوض والمواد الخام الواجب استخدامها والأيدى العاملة المناسبه للتشييد والصيانة . وبعض معايير لتصميم تحوى : —

— ادخال كل المخلفات الصناعيه الناتجه — فى منطقة الحوض — للمعالجة . وهذه تشمل المخلفات الأدمية ولكنها تستبعد مياه الأمطار والصرف السطحى .

— جدران الحوض ممكن ان تصنع من الخرصانه أو غيرها من المواد المناسبه .

ويجب أن تكون الجدران غير نافذه للماء وعليه يعمل عادة طبقة من الأسمنت بداخل الحوض فى حدود ٢٥ ملم تشيّد على مرحلتين : —

— قاعدة الحوض يجب ان تشيد من الخرصانه المسلحة فى حدود ١٠٠ الى ١٥٠ ملم . وتوضع على طبقة من الزلط أو الحجارة المكسرة أو الرمل فى حدود سمك ٧٥ ملم .

— يجب أن يحتوى الحوض على سقف غير نافذ للماء عدة من الخرصانه المسلحة . ويشيد السقف فى شكل قطع ٣٠٠ ملم فى عرضها بعرض الحوض وكل منها به مناطق مناسبه على الأطراف للرفع والأزاحة .

وقطعه أو أثنين من هذه القطع السقفيه يمكن وضع فتحة تفتيش به . وعند تنظيف الحوض يمكن ازالة واحد من قطع السقف أو كلها متى ما أقتضى الحال ذلك .

— عمق السائل بالحوض فى حدود ١ر١ ٢ر١ متر غير أنه ربما كان أعمق بصورة أكثر من ذلك مثلا ٨ر١ متر .

— طول الحوض عادة ٢ ٣ أضعاف عرضه .

ولابد من مراقبة اداء حوض التحلل والعمل على صيانته وهذا يتم بقياس الطبقه الطافيه وسمك الأوساخ . ويجب العمل على ترميم الحوض على مدار العام لضمان كفاءة التشغيل وأطالة عمر الحوض الأبتعاد عن تدهور وأنهيار الحوض . وعادة فأن الحوض ذو الترميم والصيانه الجيده يعيش لمدة ٢٠ عام أو أكثر . وعند مراقبة الحوض فأنه غالبا يحتاج الى نظافة عندما : —

— يكون عمق الأوساخ أكبر من أو يساوى ثلث عمق السائل به

— تكون الطبقه الطافيه فى حدود ٧٥ ملم أدنى مخرج الحوض .

٤ – ٤ طرق كيمائية : —

الأكسده الكيميائيه : —

تعتبر التهوئة من أرخص السبل للحصول على الأكسجين اللازم للأكسدة الكيميائية للتفاعلات مع الغازات الذائبه . وهذه الطريقه تفضل على غيرها من الطرق لاكسدة الحديدوز الى هايدروكسيد الحديديك عند تنقية المخلفات الصناعيه الحاويه على كبريتات الحديدوز والجير .

ومن السبل الاخرى للأكسده والتى وجدت اقبالاً وكفاءة الأكسده الكيمائيه بواسطة اضافة الكلور . اما فى صورته الغازيه أو من مركباته مثل هيبوكلوريت الصوديوم أو بدرة التبييض .

ويجد الأوزون بعض الأستعمالات مثلا للمعالجة النهائيه للأوساخ الحاويه على الفينول . ولكنه فادح الثمن مقارنة بالكلور . ومن المؤكسدات الأخرى بيكرومات البوتاسيوم وحمض النتريك .

الاختزال : —

من العناصر الأكثر استخداما فى عملية الأختزال كبريتات الحديدوز (الكوبراس) ، ثانى اكسيد الكبريت ، وكبرتيت الصوديوم .

ويبين الجدول (٢٢) أدناه بعض طرق التنقيه لبعض انواع المخلفات الصناعيه السائله

جدول (٢٢)

بعض طرق التنقيه لبعض الفضلات الصناعيه السائله

مخلفات سهلة المعالجة بالطرق الحيوية الهوائية	مخلفات حاوية على مركبات عضوية سامة ولكن تسهل معالجتها بالطرق الحيوية فى ظروف ملائمة	مخلفات تحتاج لمعالجة كيميائية
صناعة السكر ،	صناعة الأصباغ ،	هندسة الطلاء
التعليب ،	صناعة العقاقير ،	الكهربائى ،
تجفيف الالبان ،	صناعة الألياف الصناعيه ،	النفش الأكليشى .
صناعة اللحوم ،	دباغة الجلود ،	التعدين .
الدواجن ،	صناعة النسيج .	صناعة البوهيات .
تصنيع النشأ ،		سحب المعادن .
تعليب الفواكة ،		
صناعة الزبد		
والجبن .		

ولأختيار طرق التنفه الملائمة لمنطقة ما أو لصناعات قائمة يجب أخذ عدة عوامل فى الحسبان : منها كمية المخلفات المنتجه ومواصفاتها وخصائصها والأثار البيئيه التى تتمخض عند التخلص منها بالسبل الاقليميه المتاحه ، مع التركيز على التكلفه المنوطة بالمعالجة والتنفه وأساليب التخلص اللازمه .

٤ – ٥ الطرق المتقدمة لمعالجة المخلفات : —

اقتضت متطلبات ازالة أكبر قدر ممكن من المواد الملوثه ابتداع طرق متقدمه لمعالجة المخلفات الصناعيه وذلك لأسباب عدة : منها لأسباب البيئيه والأقتصاديه . والمعروف ان الوسائل التقليديه السباريه قد تعجز فى احيان عدة من ازالة الكثير من الملوثات أو قد تنجح فى ازالة جزء يسير منها . **وهذه الطرق المتقدمة نتجت كنوع من الحماية البيئية ومواكبة المعايير المتبعة للمكافحة ، أو الحيلولة دون حدوث التلوث ، ومساعدة الطرق التقليدية تتم بأحد هذه الطرق المتقدمة لإزالة الملوثات العضوية أو غير العضوية وبذا تضمحل أو تقل المشاكل الناجمة من إستهلاك الأكسجين أو تقليل درجة السمية للأحياء المائية مثلاً .**

وفى بعض الأحيان تساعد هذه الطرق المتقدمة لأستغلال وأستخدام المياه الراجعه ربما فى صناعات اخرى أو للزراعة أو استهلاكات أخرى تحددها درجة التلوث المتبقية والأستخدام الامثل .

ومن الطرق المتقدمه لازالة المواد العالقه تستخدم التصفيه الدقيقه ، الترشيح بواسطة التراب الدياتومى ، الترويب الكيميائى .. الخ .

ومن طرق ازالة المواد العضويه الامتزاز بواسطة حبيبات الكربون النشط أو مسحوقه ، الأكسده ، فصل الرغوة أو الزبد .

ولازالة المواد الغير عضويه تستخدم طرق مثل التفطير ، الديلزه أو الفرز الغشائى بالكهرباء ، التجميد ، المبدلات الايونيه ، التناضح أو الأنتشار الغشائى العكسى .... الخ .

والمواد الغذائيه ربما تسبب درجة كبيره من التلوث غير المباشر وبذا ربما أقتضى الحال ازالتها أو تقليلها وهذه مثل الفوسفات ويستخدم لها الترسيب مثلاً . والنترات تفصل حيوياً . والأمونيا تزال بواسطة الطرد الهوائى ... الخ .

الأمتزاز بالكربون النشط : —

وفى هذه الطريقه فأنه يتم حجز الأيون أو الجزئ بالأمتزاز على سطح الجزئ الممتز . ومن ثم فأن الامتزاز هو ظاهرة سطحية تختلف من الأمتصاص ، والتى يتم فيها الأزالة للجزيئ داخل الماده الممتصه . وعندما تأتى المخلفات المراد لتخلص منها بالقرب من الماده الممتزه كالكربون النشط فتلعب قوى معينه دورا كبيرا فى الأزالة . وهذه القوى اما أن تكون طبيعيه كقوى **فان دير وولز**

الأكلتروستاتيكيه وهى قوى جذب ضعيفه تعتمد بصورة بسيطه على نوع الماده الممتزه كما وأنها قوى قابلة للأنعكاس . والقوى الكيمائية تعتمد على التفاعلات الغير عكسيه الحادثه بين المواد الوظيفيه الأساسيه على سطح المادة الممتزه وجزئيات المخلفات والتى من نتائجها وجود مناطق نشطه ليست على خارج سطح الماده الصلبه بل أيضاً بين فتحات حبيباتها . ووجود هذه المناطق النشطه يرجع اليها الفضل فى خصائص المادة الممتزه . وقد استعمل الكربون كمادة ممتزه بفضل خصائصه وموقعه فى جدول منديليف وبفضل تركيبه الألكترونى المتميز .

ويستحسن استخدام الكربون الحبيبى لازالة الملوثات العضويه من المخلفات الصناعيه السائله . وتلعب قوى **فان دير وولز** دوراً كبيراً . وعندما تتم المعالجه بأستخدام الكربون النشط فى أعمدة مناسبة فأن طولها يتراوح مابين ٣ الى ١٠ أمتار . والأطوال الكبرى **قد استخدمت** لتنقية مخلفات سائله شديدة التلوث . والأعمدة يمكن استخدامها بحيث يمر عبرها السائل ⓐ راسياً من أعلى أو من أسفل . ومن الأفضل جعل زمن التلامس فى حدود ١٥ الى ٣٠ دقيقه . وبعد إزالة الملوثات بالكربون يمكن تنشيطه مرة أخرى لاعدة الأستخدام ، ويتم هذا بتمرير الكربون على أفران يمر عبرها بخار الماء فى درجة حرارة ٩٠٠ درجة مئويه . وهنا فأن الملوثات العضويه الممتزة تتطاير أو تتكربن مما يساعد على التخلص منها وبذا يستعيد الكربون نشاطه .

ازالة الفسفور : —

لاتسبب الفوسفات فى حد ذاتها خطراً على الأنسان أو الحيوان عند التخلص منها فى الماء . كما وأنها لاتحتوى على خواص غير مستحبه ، اذ أن الفسفور فى الماء غير ذو طعم أو رائحه ولاتؤثر فى خصائص الماء الواضحه غير درجة الملوحه . والفسفات هامه جداً لحياة نمو كل الكائنات العضويه ما اذا كانت حيوانيه أم نباتيه . والمخاطر تتأتى بطرق غير مباشره ، عندما يتخلص من كميات كبيره من الفسفات فى بعض المصادر المائيه مثل البرك والبحيرات . وهنا فأن الفسفات تزيد من نمو الطحالب والحشائش المائيه لدرجة مزعجه . والفسفات فى المخلفات تأتى من مصادر معينه وهى الفضلات الأنسانيه ، مخلفات الأطعمه والمنتجات المنظفه **وبواسطة** الاسمدة . وغالباً فأن الفسفور العضوى وغير العضوى يخضع للتحليل فى درجات متفاوته اعتماداً على مكوناتها وخصائصها . ومايبقى من الفسفات غير العضويه يجب ازالته كيميائيا وعامة فأن ذوبانيه الفسفات تقل بأزدياد الرقم الهايدروجينى وتزيد فى الوسط الحمضى . ويمكن ازالة الفسفات بالطرق الحيويه والتى تعتمد على الكائنات الحيه المستخدمه ودرجة تركزها ومقدار الفسفات اللازمه لنموها (الطحالب والنباتات العليا) . كما يمكن ان تتم الأزالة بالطرق الكيميائيه للترسيب مثلاً بأستخدام أملاح الألمونيوم أو الحديد أو الكالسيوم . ومن بعد الترسيب يمكن استخدام طرق الترويب والترسيب والترشيح لأتمام الأزالة . وغنى عن القول ان كمية الفسفات المترسبه تعتمد على مقدارها فى المخلفات السائله وعلى فعالية المواد الكيميائية المستخدمه للترسيب . ومن المسحب عمل بعض التحاليل لرسم منحنى

كمية الفسفات المتبقيه مقارنة بكمية المواد الكيميائيه المستخدمه . وهذا المنحنى يساعد على معرفة كمية الكماويات التى يجب اضافتها للأزالة . كما يمكن ازالة الفسفات بطريقة الأمتزاز عبر حبيبات الألمنيوم (أكسيد الألمونيوم) ، غير أن هذه الطريقه تصلح عندما تكون درجة تركيز الفسفات قليلة . ومن الطرق الاخرى المستعمله تبادل الأيونات وهذه باهظة التكاليف . وايضاً يمكن استخدام الأزموزيه العكسيه أو الأنتشار الغشائى العكسى .

ومما يجدر ذكره ان ازالة الفسفور يمكن ان تتم عبر وحدات مختلفه فى مراحل المعالجة للفضلات السائله . ويبين الجدول (٢٣) أدناه بعض محاسن ومساؤى ازالة الفسفور فى بعض وحدات المعالجة .

جدول (٢٣)

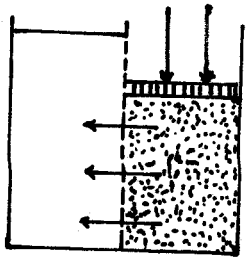
بعض محاسن ومساؤى ازالة الفسفور فى وحدات المعالجه

مرحلة المعالجة	المحاسن	المساؤى
المبدئيه	صالحة لمعظم محطات المعالجة : تزيد من إزالة حوجة الأكسجين الكيموحيوى والمواد العالقه ، تقلل من درجة تسرب المعادن ، يمكن الحصول على الجير .	تقلل من كفاءة استخدام المعادن ، تحتاج لبوليمير للترويب الأوساخ يصعب استخلاص الماء منها .
الثانويه	أقل تكاليف ، تقلل من كميات المواد الكيميائيه ، تساعد على اتزان الحمأة النشطه ، لاتحتاج لبوليمير	زيادة المعادن تقلل من سمية الرقم الهايدروجينى ، تحتاج لموازنة مع الفضلات السائله ، قليلة القلويه ، لايمكن استخدام الجير لكبر الرقم الهايدروجينى ، تقلل من درجة تركيز المواد الصلبه الطيارة
المتقدمة	تقلل من كمية الفسفور فى الخارج ، احسن استخدام لمعادن ، يمكن الحصول على الجير	أكبر تكاليف مبدئيه ، فقدان كبير للمعادن .

التناضح أو الأنتشار الغشائى العكسى :-

تستخدم هذه الطريقة للحصول على الماء من الأملاح الذائبه فى المحلول بالترشيح عبر غشاء متوسط النفاذية تحت ضغط أعلى من الضغط الأزموزى للأملاح الذائبة فى الفضلات السائله . وعامة فأن الماء المستخلص بهذه الطريقه يمكن استخدامه مرة أخرى لصناعات اخرى أو غيرها . كمـا وأن من محاسن هذه الطريقه أيضا انها تزيل المواد العضويه الذائبه التى ربمـا صعب ازالتها بطرق أخرى . ولكن فداحة التكاليف المنوطه بهذه الطريقه تحول كثيرا ودونمـا استخدامها بصورة مكثفه ، هذا الى جانب الأحتياج الى الأيدى العاملة ذات الكفاءة والمقدرة والمعرفه بأسس التشغيل . وأيضا تحتاج هذه الطريقه لوحدات أخرى مساعدة مثل المعالجة المبدئيه والترشيح وربمـا الأمتزاز بالكربون وفى بعض المراحل تتطلب هذه الطريقه ازالة الحديد والمانجنيز لتقليل المترسبات أو موازنة الرقم الهايدروجينى الى ٤ الى ٥ر٧ لنفس السبب . ومن القيود ازاء استخدام هذه الطريقة ضعف تحمل الغشاء للضغط العالى .

ويبين الجدول (٢٤) بعض أنواع المخلفات والفضلات الصناعيه مع بيان أهم المواصفات والمواد التى تحتويها مع ذكر بعض طرق المعالجة والتخلص التى يمكن اتباعها .



جدول (٢٤)

بعض المخلفات الصناعيه وطرق معالجتها

الصناعة	مصدر المخلفات	أهم المواصفات	بعض طرق المعالجة والتخلص
الألبان	تخفيف الألبان ، فصل الألبان ، مخيض الألبان	تحتوى على نسبه عاليه من المواد العضويه الذائبه	تهويه ، تنقيه حيويه ، الحمأة النشطة
اللحوم والدواجن	الذبح ، الشحوم ، العظام ، ماء التنظيف .	تحتوى على نسبه عاليه من المواد العالقه العضويه الذائبه ، دم بروتين ، شحوم ، دهون	تصفية ، ترسيب أو طفو ، تنقيه حيويه .
الأسماك	ماء تنظيف الأوساخ	تحتوى على نسبه عاليه من حوجة الأكسجين الكيموحيوى ، مواد عضويه صلبه ، رائحة	تبخير كل المخلفات
المشروبات الروحيه	ماء تنظيف الزجاج ، تنظيف الأرضيه والأجهزه ، تنظيف أحواض المشروب	رقم هايدروجينى عال ، مواد عالقة ، حوجة الأكسجين الكيموحيوى .	المعالجة البيولوجيه تصفيه
الخبز	تنظيف الأرض وتشحيم القدور	حوجة الأكسجين الكيموحيوى عاليه ، شحوم ، دقيق ، سكر ، منظفات	يذعن للأكسدة البيولوجيه
التصوير	المحاليل المستخدمه للتحميض والطبع	قلوى ، يحتوى على عدة مواد عضويه وغير عضويه مختزله	استنباط الفضة

تابع جدول (٢٤)

الحديد	معالجة المعادن	رقم هايدروجينى منخفض ، احماض فينول ، سيانوجين ، خام ، فحم كوك ، حجر جيرى ، قلوى ، زيوت ، مواد عالقه دقيقه	معادلة ، استنباط واعادة استعمال ، ترويب كيميائى
الطلاء	الأكاسيد ، تنظيف وطلاء المعادن	أحماض ، معادن ، مواد معدنيه سامة قليلة الوزن لنوعى ، فضه ، نحاس ، مواد صلبه	اختزال وترسيب للكروم ، ترسيب بماء الجير ، توازن تبادل أيونات لفرز المواد الصلبه
السكر	صناعة السكر	مواد كربوهيدراتيه عاليه ، بروتين	برك موزانة ، تنقية بيولوجيه
المبيدات الحشريه	صناعة المبيدات	مواد عضويه ، مواد سميه	تخفيف ، امتزاز ، كلورة فى رقم هايدروجينى عالى
الزيوت	صناعة الزيوت	دهوم ، شحوم ، مواد ذائبه حوجة الأكسجين الكيموحيوى عاليه ، رائحة ، فينول	حقن ، اعادة استخدام
النسيج	ماء التنظيف ، المحاليل المستخدمه	رقم هايدروجينى عال ، حوجة الأكسجين الكيموحيوى ، مواد صلبه كبيره	موازنة ، ترسيب ، تنقية حيويه

الهضم اللاهوائى : — (Anaerobic Digestion)

يعتبر تخمير الميثان من أكثر الطرق المستخدمة لتحطيم الخلايا الحيوية . وتستخدم هذه الطريقه لازالة كميات كبيرة من المواد العضوية . والهضم اللاهوائى يحدث بأسالة الغازات وهنا يتم انتاج الأحماض الطياره فقط ، ثم يتبع ذلك التعويز أو التحويل الى غاز . وهنا تنتج بكتريا الميثان اللاهوائيه الغاز من الأحماض الطياره أو من الكحول المتكون خلال المرحلة الأولى . وهذه البكتريا بطيئة التكاثر وذات حساسيه للتغيرات فى الرقم الهايدروجينى ، وأعلى نشاط لها يكون فى مدى الرقم الهايدروجينى ٦ر٨ – ٧ر٢ . وعندما تنتج كميات كبيره من الأحماض العضويه فأنها تقلل بذلك الرقم الهايدروجينى وهذا يستعمل كمعيار لمعرفة اداء جهاز الهضم اللاهوائى . والغاز الناتج ليس كله ميثان اذ معه ثانى أكسيد الكربون فى حدود ٢٥ – ٣٠٪ والباقى غاز الميثان . كما وأن هنالك بعض العناصر الاخرى بنسب بسيطه جداً مثل الأكسجين ، أول أكسيد الكربون ، النتروجين ، الهايدروكربونات ، كبرتيد الهايدروجين . وأنتاج الغاز بالهضم اللا هوائى يعتمد على عوامل من أهمها درجة الحرارة وزمن المكث . ودرجة الحرارة تؤثر على سرعة ابتداء عملية المعالجة ومدى اتزان التخمير وكمية الغاز المنتجه . ويعتمد زمن المكث على معدل زيادة الكائنات الحيه الدقيقة والذى وجد أن أدناه ربما وضع فى حدود ٣ – ٤ أيام ، اذ ان الزمن الأقل من هذا يساعد على فقدان الكائنات الدقيقة مع الفضلات الخارجه من الجهاز بصورة أكبر من نمو الكائنات الحيه الجديده بسبب دخول الفضلات لجهاز الهضم اللاهوائى . ومن المؤثرات فى كفاءة الهضم اللاهوائى كعملية تنقية : درجة الحرارة ، حجم الجهاز ، مواصفات وخصائص الفضلات الداخله ، درجة المزج ..... الخ .

ويبين الجدول ادناه (٢٥) بعض خصائص ومواصفات المخلفات التى تمت معالجتها بطريقة الهضم وما اذا كانت كفاءة العملية جيده أم غير ذلك

ومما يجب ذكره ان درجة تركيز المواد الصلبه بعد عملية الهضم تتراوح ما بين ٦ – ٧ بالمائه وربما وصلت ٨ – ١٠٪ عند الهضم للأوساخ من الترسيب المبدئى . كما وأن هذه الطريقة تعمل على ازالة وتقليل الجراثيم بصورة كبيره وذلك للجو القلوى السائد والذى له أثر كبير فى التخلص من البكتريا .

وحدات التنقيه المعبأة : — Package Treatment plants

وهذا مصطلح لمحطات التنقيه المصنعه كليا فى المصانع ، ومن ثم يعمل على نقل وحداتها وتركيبها فى منطقه معينه . وتحتوى فى العادة على أسس تنقيه كاملة ومعظمها تستخدم طرق التهوئه أو التوازن . وبسبب النقل والترحيل فأنها عادة تكون ذات أحجام صغيره مما يقتضى الأستفاده منها لمعالجة أوساخ ذات دفق قليل أو متوسط . مثلاً لتنقية مخلفات مصانع صغيرة أو

جدول (٢٥)

خصائص الأوساخ المهضومة

المنشط	الأوساخ جيدة الهضم	الأوساخ رديئة الهضم
اللون	أسود	بنى أو رمادى
الرائحة	قطرانية	نتنه
الماء الطافى	شبه رائق	متعكر جداً
الغازات	كبيره	خفيفه
الرقم الهايدروجينى	٦ر٦ – ٧ر٦	أقل من ٦
القلويه لبرتقال المثيل (ملجم كاك أ٣ /لتر)	ليست أقل من ٢٠٠٠	أقل من الف
الأحماض الطياره	قليلة	كثيرة

مجموعة منازل أو معسكرات الجيش أو المطابخ الكبيره أو مراكز التسويق وغيرها . وتصميم هذه الوحدات ذى طابع محافظ مقارنة بوحدات التنقية الكبيرة الحجم لنفس الغرض . وهذا يعود لأسباب عدة منها أن الأوساخ المعالجة بهذه الطريقه تكون قوية التلوث فمثلاً حوجة الأكسجين الكيموحيوى تكون أكثر من ٥٠٠ ملجم/لتر . وغالباً فأن معظم الدفق يأتى الى نقطة المعالجة فى مدة ٨ الى ١٢ ساعة هذا بجانب عدم وجود الكفاءة التشغيلية المناسبه .

الأقراص الدائرة الحيوية : — RBD - RBC

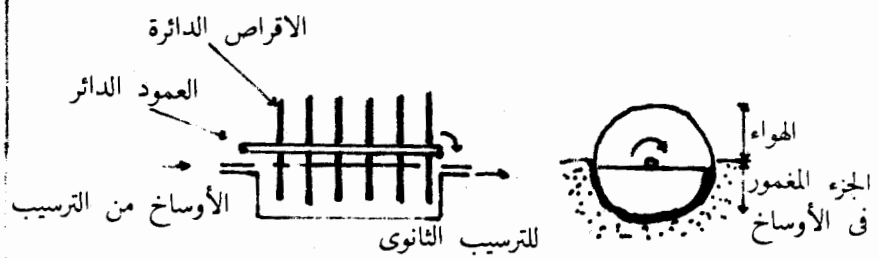
وهذه تعتبر من أحدث وحدات المعالجة المستعمله فى مجال معالجة المخلفات الصناعيه السائله .

تتكون الطريقة من الآتى :—

مجموعة من الأقراص المغمورة جزيئاً فى السائل المراد معالجته وهذه الأقراص متصله بواسطة عمود يكون بدوره متصلاً بمحرك وتدور هذه الأقراص عن طريقه . وتتكون المادة الحيويه على

سطح القرص الدائرى بحيث تكون تارة مغمورة فى السائل وتارة معرضه للهواء وعادة تكون سرعة الدوران فى حدود ١ الى ٣ دورة فى الدقيقه . وفى انماط عديده يشابه هذه النظام من المعالجة نظام مرشحات النضيض

شكل (١٦)



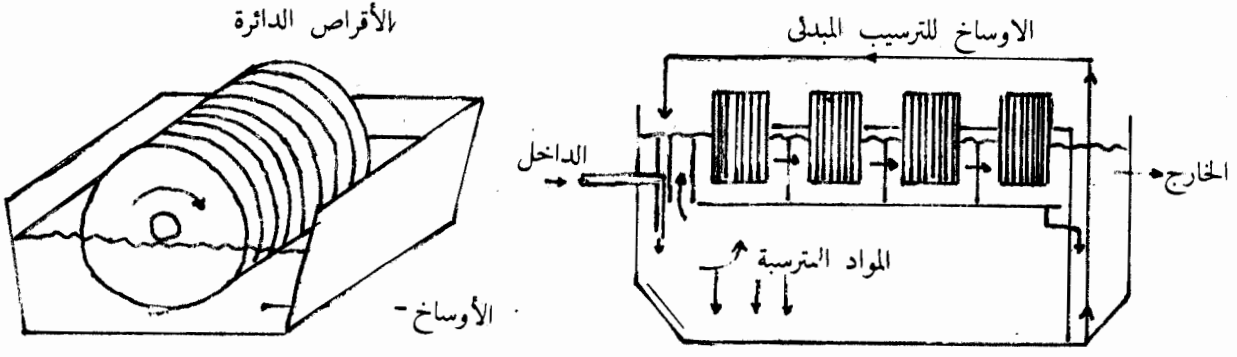
والجدير بالذكر ان هنالك العديد من محطات المعالجة للمخلفات الصناعيه والبشريه التى تستعمل وتنحو هذا المنحنى . ومن محاسن هذه الطريقه انها تستعمل حيز أضيق اذا ماقورنت بمرشحات النضيض . وكذلك فأن فاقد الضغط أقل من تلك فى حالة مرشحات النضيض وأستهلاكها للطاقه أقل من تلك المستخدمة فى الحمأة النشطه .

ازالة الماء من الأوساخ : — Sludge Dewatering

عادة المخلفات السائله تحتوى على درجات تركيز قليلة من المواد الصلبه والتى نادراً ماتتجاوز مقدار سته بالمائه ، ومعظم وحدات المعالجة الثانويه تنتج مخلفات درجة تركيز المواد الصلبه فيها فى حدود واحد بالمائه . وهذا يوضح أهمية ازالة الماء من الأوساخ . هذا بالاضافة الى ان تكلفة المعالجة والتخلص من الأوساخ تقارب الخمسين بالمائه من تكلفة الانشاء والتشغيل محطات المعالجة . وجزء كبير جداً من هذه التكلفه يذهب لطرق ازالة الماء . وهذه الطرق عديدة المنحى ومنها طرق الأزالة بواسطة التفريغ الهوائى وأستخدام قوى الطرد المركزيه .

ولمعرفة ما اذا كانت الأوساخ سهلة أو صعبه فى ازالة الماء منها ، فقد استخدم معيار المقاومة النوعية . وهذه تعرف بأنها تلك المقاومة لازالة الماء الناتج من كعكة أو قالب من الأوساخ وزنها وحدة وزنية واحدة من المواد الصلبه عبر وحدة مساحة . ولمعرفة سهولة ازالة الماء يمكن

شكل (١٦)


الأقراص الدائرة
الأوساخ
الاوساخ للترسيب المبدئى
الداخل
الخارج
المواد المترسبة

استخدام معادلة كارمان .

$$\frac{د ح}{د ن} = \frac{ض م^{٢}}{ز (ل_{ت ص} . ح + ل_{ش} م)}$$

حيث

ح	حجم الراشح	(متر مكعب)
ن	زمن الترشيح	(ثانيه)
ض	الضغط المستخدم	(نيوتن/المتر المربع)
م	مساحة قطعة الترشيح	(متر مربع)
$ت ص$	درجة تركيز المواد الصلبه فى المخلفات	(كجم/المتر المكعب)
ز	درجة لزوجة الرشح	(نيوتن.ثانية/متر المربع)
ل	معيار المقاومة النوعيه	(متر/كجم)
$ل ش$	مقاومة طبقة الترشيح	

وبتكامل هذه المعادله لضغط ثابت ينتج : —

$$\frac{ن}{ح} = \frac{ز ل_{ت ص}}{٢ ض م^{٢}} . ح + \frac{ز ل_{ش}}{ض م}$$

والتى يمكن وضعها فى الصورة : —

$$\frac{ن}{ح} = أ . ح + ى$$

حيث : —

أ ،ى ثوابت وتوجد برسم بيانى للمتغيرات $\frac{ن}{ح}$ مع ح ويمثل أ ميلان الخط المستقيم الناتج . ومن هنا فيمكن ايجاد المعيار للمقاومة النوعيه لتقراء

$$ل = \frac{٢ أ ض م^{٢}}{ز . ت ص}$$

وعادة فأن المقاومة النوعيه لمعظم المخلفات السائله تتغير بتغير الضغط طبقاً للعلاقة : —

$$ل = ل_{٠} ض^{غ}$$

حيث : —

ل= معيار المقاومة النوعيه تحت الضغط ض

لُ= ثابت

غ= الأنضغاطيه والتى تكون مابين صفر وواحد

وعادة عندما تكون المقاومة النوعيه عاليه ١٤١٠ ــ ١٥١٠ متر/كجم فأنها تعين أوساخ رديئه الترشيح . وعندما تكون فى حدود ١١١٠ ــ ١٢١٠ متر/كجم فأنها تمثل أوساخ جيده الترشيح وذلك عندما يوجد هذا المعيار تحت ظروف متساويه داخل المختبر .

ومن طرق ازالة الماء : ــ

مفرش التجفيف (أحواض التجفيف) **Drying Beds**

وهذه الطريقه مستخدمه كثيراً لازالة الماء . ويؤتى بالأوساخ المراد ازالة الماء منها بالضخ أو غيره لمفرش التجفيف . وتتم الأزالة اما بالتبخر أو التسرب للماء . وهذه تتأثر بعوامل الطقس بصورة كبيره . والمفارش الجديده تصنع بأستخدام الخرصانه أو الطوب كأرضيه . وتجمع المياه المتسربه والتى عادة ماترجع محطة التنقيه . ويجب العمل على الا تجد مكانها لمصدر مائى . وأرضية المفارش (عديمة النفاذيه) تغطى بطبقه من المواد أو مخلفات الفحم المحترق اوأى مواد ذات نفاذيه . وبوضع الأوساخ فوق المفارش يتم تجفيفها فى مدة تبلغ ٦ أشهر معتمده على ظروف المنطقه المناخيه . ويمكن تقليل زمن التجفيف بأضافة مروبات مثل أملاح الحديد أو الألمنيوم . وتعتمد هذه الطريقه على درجة الرطوبه ، سرعة الرياح ، وشكل وموضع المفارش . كما وتعتمد على طبيعة مكونات الأوساخ وحجم الحبيبات وشكل وحجم الحبيبات الداخل . كما ويؤثر شكل وعمق المفارش مقارنة مع دفق الهواء فى سرعة التجفيف وكفاءته .

طريقة الترشيح تحت الضغط : ــ

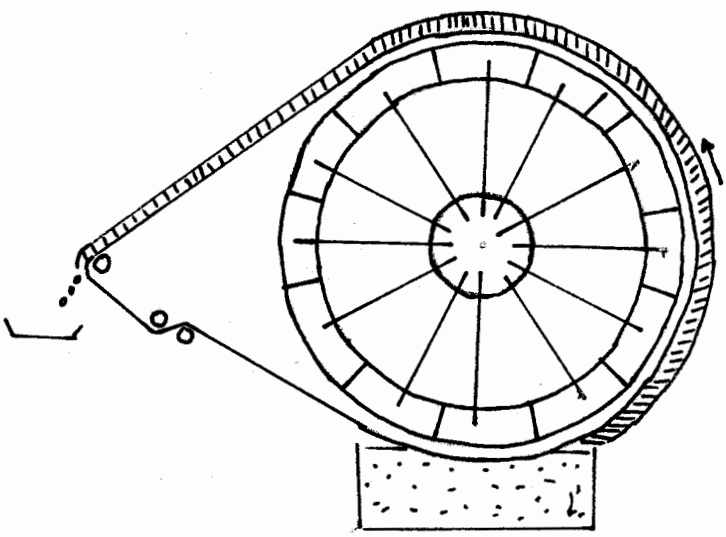
وهنا يتم استخدام الضغط لازالة الماء من الأوساخ . وتكون طبقة الترشيح من مجموعة من الألواح أو الصفائح مع بطانة تعمل كطبقة ترشيحيه . وعادة يضاف للأوساخ بعض المواد المنشطه لاتمام عملية الترشيح ثم تضخ للجهاز . وتحجز طبقة الترشيح الأوساخ ، اما السائل فيجد طريقة عبرها لمنافذ خروجه . وتصمم وحدات الترشيح تحت الضغط لتعمل تحت ضغط مابين ٤٢٠ – ٨٤٠ كيلو نيوتن/متر مربع . ويعمل على أخذ العجينه من طبقة الترشيح للتخلص السليم . وعادة فأن زمن الترشيح يكون ما بين ٣ – ٨ ساعات . كما وأن المحتوى الرطوبى يكون ٥٥ – ٦٠ بالمائه . ومن محاسن هذه الطريقه انها تنتج أوساخ قليلة المحتوى الرطوبى كما وأنها زهيدة الثمن الانشائى ، وأن السائل الخارج منها يحتوى على درجات تركيز قليلة من المواد الصلبه العالقه . غير أن استعمال هذه الطريقه غير مستمر وهذا مما يحد من استخدامها .

طريقة التفريغ الهوائى : —

وهنا يتم ازالة الماء من المخلفات بواسطة التفريغ وهذه العملية مستمرة لتنتج كعكة بها كمية قليلة من احتوى الرطوبى . وعادة فأن الطريقه تعمل بجهاز به طبلة مجوفه من المعدن مغطاة بقماش معدنى او معادن مثقبه . وعند ترشيح المخلفات فأن سطح الطبله الخارجى يكون مغطى بالطبقه الترشيحيه المكونه من بطانة من الصوف أو الترليلين أو النيلون . وتوجد مواسير بداخل الطبلة وعندما يدور الجهاز فأن الفراغ يعمل على ازالة الماء من المخلفات ، وعلى تحريك المخلفات لسير متحرك .

ونظرياً فأن أقصى ضغط يسمح به فى حدود ٩٥ر٦٨ كيلو نيوتن/متر مربع . وتوجد عدة عوامل تؤثر فى كفاءة هذه الطريقه لأزالة الماء منها : — خصائص ونوع الأوساخ ومحتواها الرطوبى ، المواد المساعده والمنشطه المستخدمه قبل الترشيح ، طبيعية ونوع وخصائص طبقة الترشيح ، عوامل تشغيليه منها سرعة الترشيح والضغط عبر طبقة الترشيح .... الخ .

وعامة فأن احتوى الرطوبى للمخلفات المزال منها الماء بطريقة التفريغ الهوائى أعلى من تلك المزال منه الماء بطريقة الترشيح تحت الضغط . وهذا يعنى أنه اذا أقتضى الحال ازالة كميات اخرى من الماء للأوساخ الناتجه من طريقة التفريغ الهوائى فأن المحتوى الرطوبى لها ربما يكون حائلاً أو يمثل عائقاً لهذه الطريقه .



جدول (٢٦)

كفاءة بعض وحدات التنقية لأزالة الملوثات

الوحدة	المواد العالقه	كمية الأكسجين الكيموحيوي	النتروجين الكلى	الزيوت	البكتريا	الفيروسات
	نسبة ازالة الملوثات					
الترسيب المبدئى	٤٠ – ٧٥	٣٠ – ٤٠	—	—	٢٥ — ٧٥	صفر — ٥٥
الحمأة النشطه	٧٠ – ٩٠	٧٠ – ٩٥	٧٠ — ٩٠	٥٥ — ٩٥	٩٠ — ٩٨	٦٤ — ٩٩
برك التوازن	٢٠ – ٧٠	٥٠ – ٩٥	٢٠ — ٩٠	٥٠ — ٩٥	٩٩ — ٩٩٫٩	٩٢ — ١٠٠
مرشح النضيض	٥٠ – ٧٥	٥٠ – ٨٠	—	—	—	١٩ — ٩٤
المعالجة الكيميائية	٦٥ – ٩٠	٤٥ – ٨٠	٢٠ — ٣٠	—	—	—
التصفية	٢ – ٢٠	٥ – ١٠	—	—	—	—
الطفو باستخدام الهواء المذاب	١٠ – ٦٠	٥ – ٣٥	—	٢٠ — ٧٠	—	—
حوض التحليل	٤٠ – ٧٥	٢٥ – ٦٥	—	—	٤٠ — ٧٥	—
التناضح او الانتشار الغشائى العكسى	١٠٠	٩٠ – ٩٨	٥٠ — ٦٠	—	—	—
الكربون النشط	٩٠ – ٩٥	٧٠ – ٨٠	٤٥ — ٥٠	—	—	—

جدول (٢٧)

المسافات المستحبه لبعض وحدات التنقية (بالامتار)

الوحدة	لبئر أو شبكة التوزيع	لنهر و بحيره أو مصـــدر ماء	لحدود المنطقـه أو المنشأة
اجاريز بالمنزل	٨ اذا كانت من الحديد الزهر او مايماثله ، أو ١٥ اذا كانت من مادة اخرى	٨	—
حوض التعفن او التحلل	١٥	١٥	٣
فتحة دخول اجاريز	٣٠	٣٠	٦
احواض الامتزاز	٤٥ او اكثر فى وجود الظلط المدرج	٣٠	٦
احواض التبخر او مفارش التجفيف	٣٠	١٥	٦

التطهير : —

التطهير فى مجال المياه يعرف بقتل وتحطيم وازالة الجراثيم الضاره المتواجده فى المياه المراد معالجتها . وهو بهذا يختلف عن التعقيم والذى يؤدى الى قتل وتحطيم وازالة جميع أنواع الكائنات الدقيقه المتواجده فى السائل المراد تعقيمه .

توجد عدة طرق للتطهير ومن هذه السبل : —

التخزين : — وهو من السبل الجيده غير انه يحتاج الى مساحات كبيره للتخزين خاصة اذا كانت كميات المياه المراد تخزينها كبيرة . ومما يجدر ذكره أن تخزين المياه لمدة أسبوع يزيل أكثر من ٩٩٪ من الجراثيم . وأيضا يمكن إتمام التطهير بالتسخين أو الغليان أو بواسطة الاشعه فوق البنفسجيه ، أو بواسطة الهالوجينات ، أو بواسطة الأوزون ، أو بواسطة أيونات بعض الفلزات مثل الفضه .....الخ .

وان كانت أكثر الطرق استخداما أضافة الأوزون أو مركبات الكلور ، غير أن استعمال الكلور بالنسبه للمخلفات الصناعيه والتى تكون بها مركبات فينول قد يؤدى الى ظهور روائح كريهة من جراء تكوين مركبات الكلوروفينول

أما فعالية أى مطهر فتتوقف على عوامل عدة منها : —

نوعية المطهر ومقدار الجرعه وزمن التلامس ودرجة الحرارة وكمية الجراثيم المراد ازالتها وخصائص المياه والرقم الأيدروجينى ... الخ .

وفى مجال استخدام طرق التطهير للفضلات والأوساخ فأنها تأتى كعملية اخيرة فى المعالجة وذلك أما لأعادة استعمال الماء المنقى أو ربما لتواكب المعايير المعمول بها فى المنطقه

الباب الخامس

طرق التخلص النهائى من المخلفات الصناعية

تختلف طرق التخلص من المخلفات الصناعيه بأختلاف نوع الصناعه والمخلفات الناتجه وحجمها وكميتها ومواصفاتها الطبيعيه والكيميائيه والبكترولوجيه . والأختلاف يتراوح طبقاً لحالة المخلفات التى يراد التخلص منها ما اذا كانت سائلة ام صلبة ام غازية وأيضاً على درجة تلوثها .

٥ - التخلص من الفضلات الصناعيه السائله : —

الرى بالرش : —

وتعتبر هذه الطريقه جيدة وملائمة لبعض الفضلات السائله الحاملة لمواد عضوية مثل الماء الراجع من التعليب والألبان . .. الخ . وتعتمد هذه الطريقه على عوامل من أهمها : طبغرافية الأرض . طبيعة التربه ، مواصفات الفضلات السائلة ، الظروف المناخية بالمنطقة ..... الخ .

ويمكن أن تستعمل هذه بعدة طرق منها : —

١ —توزيع الفضلات السائله عبر فوهات الرش من خلال تضاريس أرضية مسطحة نسبياً

٢ —توزيع الفضلات السائله عبر أرض مائلة لينساب ذاتياً الى المسطحات المائية الطبيعية .

٣ —بالتخلص من الماء بطريقة السرابات (التلال والاخاديد الصغيرة)

ومن الملاحظ أن استخدام الفضلات السائله للرى تقتصر لمدة ٨ ساعات تتبعها أربعون ساعة توقف لكى تساعد على زيادة التهوئية وسرعة صرف التربة . كما تساعد النباتات لأخذ مواد التغذية . وعلى موازنة الكائنات الدقيقه .

وفى هذه الطريقه عادة يتم التخلص من الفضلات السائلة بواسطة التبخر عبر نتح النباتات وعن طريق الأرتشاح عبر مسامات التربة عدا عندما يكون معدل الرى كبير ، اذ ان العامل الأساسى هو الأرتشاح .

والجدير بالذكر أن الفسفور ، الكادميوم وغيرها من الفلزات يتم امتصاصها بواسطة النباتات . والكادميوم يعتبر ضار وسام عند أكل النباتات الحاوية لة . اما المواد الذائبه والكلوريدات ربما سببت مشاكل فى التربة عندما تكون درجات تركيزها كبيرة فى الفضلات السائلة .

وعادة يمكن الحصول على معدلات استخدامية كبرى عند سهولة الرى لنباتات سريعة النمو وذلك لأن طبقات التربة العليا تحافظ على نفاذيتها . وبمرور الفضلات السائلة عبر مسامات التربة فأن المواد

العضوية تخضع للتفتيت الحيوى . اما السائل فأنه اما أن يتم تخزينة فى طبقات التربة أو يجد طريقة للمياه الجوفية . كما وأن هنالك فاقد بواسطة النتح والذى ربما بلغ ١٠ بالمائة من كمية الفضلات السائلة المستخدمة للرى . وفى بعض الحالات يمكن استخدام الفضلات السائلة لرش وسقى الأخشاب وهنا تساعد الأشجار التربة العليا للحصول على معدل نفاذية عالى كما وأن مقدار التبخر بالنتح يزداد .

من اهم العوامل التى تحدد مقدرة المنطقة المروية لأمتصاص الفضلات السائلة : —

— طبيعة ونوع التربة (كلما كبرت المسامية كلما كبر معدل الأرتشاح)

— نوع طبقات التربة :

— مستوى المياه الجوفية (تحدد كمية المياة التى تستعمل للرى طبقاً لأرتفاع التربة عن المياه الجوفية ، اذ لابد من أرتفاع مناسب حتى يسهل للكائنات الحية تفتيت الملوثات)

— احتوى الرطوبى المبدئى .

— ميلان الأرض (كبر الميلان يساعد على زيادة الدفق)

— الغطاء النباتى (كلما ازدادت النباتات كلما كبرت كمية المياه ، التى يمكن أن تصرف لها)

— نوع الغطاء النباتى .

— معدل التبخر .

وهذه الطريقة للتخلص من الفضلات السائلة قد أستخدمت (بعد طرق معالجة مبدئية للتخلص من المواد الصلبة الكبيرة) بنجاح لبعض أنواع الفضلات الناتجه من صناعات مثل : —

السكر ، تعليب الفواكة ، تعليب الخضروات ، تعبئة اللحوم ، صناعة الورق ، الدواجن والدباغة .

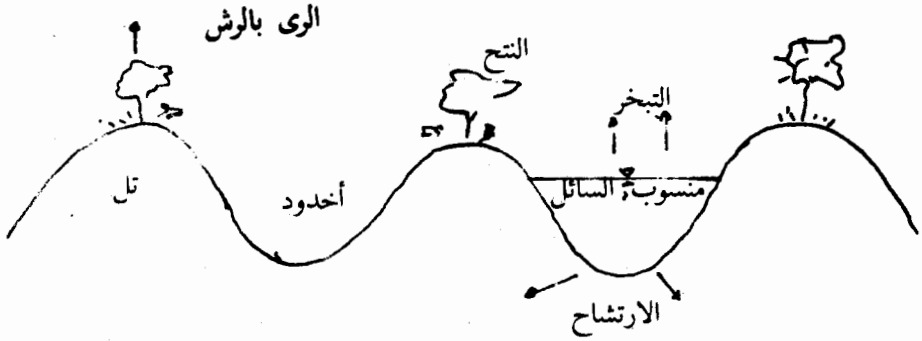
وغنى عن القول ان طريقة الرى بالسرابات تقتضى أن ينساب الماء المهدور عبر السرابات لرى الأرض وزيادة خصوبتها . اما عمق السرابات وبعدها من بعضها البعض فتختلف طبقاً لنوع النباتات والحاصيل ومقدرة التربة لصرف الياه جانبياً .

اما عن أهم محاسن هذه الطريقة فمنها بساطة الأجهزة المستخدمة ومرونة استخدام الموقع الموجود .

ومن مساؤى هذه الطريقة ترسيب المواد على رؤوس الأخاديد بالسرابات ، الحوجة لموقع مناسب الميلان وتهيئته للأستخدام ، مشاكل الروائح الناتجه من تراكم الأوساخ فى شكل برك على الأخاديد ، واخاطر الصحية .

شكل (١٧)

الرى بالرش



ولتحديد مدى صلاحية استخدام القضلات السائلة لرى الأشجار والنباتات لابد من أخذ معايير ومواصفات معينة فى الأعتبار . هذه المعايير تراعى سلامة المياه المستعملة من جميع النواحى الطبيعية والكيميائية والحيوية لتفادى آثار أى تلوث بيئى . ويمكن اتباع الجدول (٢٨) أدناه والذى يبين معايير صلاحية نوعية المياه المستخدمة للرى من النواحى الكيميائية .

جدول (٢٨)

معايير صلاحية نوعية المياه للرى (٤)

المنشط	مدى الخطورة		
	لاتوجد خطورة	تزداد الخطورة	خطورة كبيرة كداً
الملوحة (تؤثر على توفير مياه الحاصيل) الموصيلة الكهربائية (ملى موهس/سم)	أقل من ٧٥ر.	٧٥ر.— ٣	أكبر من ٣
النفاذية (تؤثر على مدى التسرب داخل التربة)	أكبر من ٥ر.	٥ر.— ٢ر.	أقل من ٢ر.

تابع جدول (٢٨)

السمية الألمونية النوعية تؤثر على المحاصيل الحساسة)			
صوديوم (نسبة امتزاز الصوديوم المعدلة .	أقل من ٣	٣ – ٩	أكبر من ٩
الكلوريد (ملى مكافئ /لتر)	أقل من ٤	٤ – ١٠	أكبر من ١٠
بورون (ملجم/لتر)	أقل من ٧٥ر٠	٧٥ر٠ – ٢	أكبر من ٢
مؤثرات أخرى (تؤثر على المحاصيل سريعة التأثر)			
ن أ٣ – ن (أ و) ن يد ٤ – ن (ملجم/لتر)	أقل من ٥	٥ – ٣٠	أكبر من ٣٠
كربونات (ملى مكافئ /لتر)	اقل من ٥را	٥را – ٨ر٥	اكبر من ٨ر٥
الرقم الهايدروجيني	المدى الطبيعي ٦ر٥ – ٤ر٨		

كما وأن الجدول (٢٩) أدناه يبين أعلى درجات تركيز للعناصر السامة المسموح بها فى المياه المستخدمة لرى المحاصيل .

البرك والمستنقعات : —

وهذه من اقدم الطرق المستخدمة للتخلص من احجام كبيره من الفضلات السائله . ويتم حفر مستنقع او بركه كبيره لتجمع الماء المهدور بها . واذا احتوت الفضلات السائلة على مواد صلبه مترسبه فانها سرعان ماتترسب فى قعر البركه ، ويتم تجميع المياه الشبه نقيه عبر هدار لتجد طريقها للمصرف المائى الملائم او للنهر مثلا .

وربما استخدمت البرك والمستنقعات لفصل الزيوت او المواد العالقه ، وفيها فان الزيت يطفو على السطح وبذا تمكن ازالته او حرقه . ويستخلص السائل بالقرب من قعر البركه او المستنقعه .

ويجب ازالة المواد الصلبه المترسبه فى قعر البركه دوريا بواسطة معدات الية ، وربما استخدمت مرة ثانية اذا ثبت ان لها فائدة او ربما امكن التخلص منها بسبل اخرى .

جدول (٢٩)

أعلى درجات تركيز للعناصر الثقيلة فى المياة المستخدمة للرى (٤)

العنصر	المياة المستخدمة باستمرار فى التربة (ملجم/لتر)	للأستخدام لمدى ٢٠ سنة فى تربة ناعمة النسيج ذات رقم هايدروجينى مابين ٦ – ٨ر٥
الالمونيوم	٥	٢٠
الزرنيخ	١ر٠	٢
البيريليوم	١ر٠	٥ر٠
بورون	انظر جدول (٢٨)	٢
كادميوم	٠١ر٠	٠٥ر٠
كروم	١ر٠	١
كوبالت	٠٥ر٠	٥
النحاس	٢ر٠	٥
الفلور	١	١٥
الحديد	٥	٢٠
الرصاص	٥	١٠
ليثيوم	٢ر٥	٢ر٥ ، أعلى درجة تركيز مسموح بها لرى الليمون ٠٧٥ر٠ ملجم/لتر.
مانجنيز	٢ر٠	١٠
نيكل	٢ر٠	٢
سيلينوم	٠٢ر٠	٠٢ر٠
فاناديوم	١ر٠	١
خارصين	٢	١٠

تعمل البرك والمستنقعات كاحواض موازنة ومعادله لعدة انواع من المخلفات السائله ، وتعمل ايضا على خفض كمية الاكسجين الكيموحيوى فى مدى زمن الحجز والذى عادة مايفوق اليوم الواحد (ربما بلغ اسبوعا) .

اما اهمية هذه الطريقه فهى لحفظ الاوساخ والتى يتراوح حجمها طبقا لمتغيرات من اهمها : —

—كمية المواد الصلبه الداخله

— سرعة وكفاءة الترسيب .

— معدل التفتيت الحيوى

ويجب العمل على تصميم جدران البرك والمستنقعات بطرق هندسيه لتضمن سلامتها وصلابتها ضد الضغط الهيدروستاتيكى ، كما ولتوقف فقدان وتسرب السائل للخارج .

وربما كان الترميم والاصلاح عند استخدام هذه الطريقه صعبا نوعا ما . كما وان هذه الطريقه لايجب الركون اليها كوسيلة تخلص دائمة اذ انها وسيلة تخلص مؤقته تحفظ الاوساخ وتعمل على التخلص من مقدار كبير من المواد الصلبه او العالقه . كما يجب توجيه الفضلات السائله بصورة مثلى . اما المواد الصلبه المستخلصه فيمكن استخدامها كسماد او لدفن المناطق المنخفضه . ومن الحدود المقيده توالد الروائح الكريهه وتوالد الحشرات عندما تكون الاوساخ غير مهضومه بصورة كافية . وربما امكن استخدام المواد الكيميائيه مثل الجير لمكافحة الروائح النتنه .

الحقن فى الأبار العميقة : —

وهنا يتم التخلص من الأوساخ فى طبقات الأرض الجوفية التى لاتصلح لأستخدام آخر ومن العوامل التى يجب الأهتمام بها : —

١— صلاحية المنطقة المختارة لحفر البئر العميقة من حيث النفاذية والمسامية وحفظ الأوساخ والنواحى الأقتصادية ونواحى تلوث الماء الجوفى ، ولتجافى هذا الأخير لابد من أن تكون منطقة تجميع الأوساخ واقعة بين طبقتين غير مسامتين .

٢— العمل على التخلص من الأوساخ والماء المهدور المتعذر التخلص منها بسهولة ، مثل الأوساخ التى بها درجات تركيز من الملوثات الخطرة أو التى يصعب معالجتها .

٣— لابد من استصدار التصريح الخاص بالحفر من الجهات المسؤولة وذات الأختصاص .

يمكن ضخ الفضلات السائلة بداخلها تحت ضغط مناسب للحقن عبر مسامات التربة . أما طبيعة الفضلات السائلة فلها أهمية كبرى اذ أنها عندما تحتوى على مواد صلبة أو عالقة يصعب استخدام هذه الطريقة لاسيما وان انسداد المسامات وقفلها جانبيا من الاشياء السهلة الحدوث .

وقد استخدمت هذه الطريقة للتخلص من المخلفات الصناعية كما فى حالة تنظيف المعادن مثل الفولاذ والتخلص من الماء الأجاج فى حقول الزيوت ومناجم البوتاس (هيدروكسيد البوتاسيوم) ، والتخلص من الأحماض الناتجة فى معامل تكرير النفط والمحطات الكيميائية .

التصريف فى المصارف العمومية (شبكة المجارير)

ان التخلص من المخلفات الصناعية السائلة عبر المصارف العمومية له محاسن للمصانع نسبة لأن : —

١— المصنع يعفى من تمويل وتشغيل محطة تنقيته الذاتية .

٢— مخلفات المصنع تخضع لتخفيف كبير بعد خلطها مع مياه المجارير وهذا مما يقلل من نواحى تكلفة التشغيل والعمالة خاصة للأوساخ التى أعلى من الحدود المشروعة .

٣— خلط مياه المجارير ومخلفات المصانع السائلة يلغى الأحتياج لأضافة مواد تغذية (غالية) فى محطات التنقية البكتريولوجية .

٤— تقليل مراقبة مخلفات المصانع من قبل الجهات المسؤولة أو ربما انعدامها .

٥— أرض المصنع يمكن الأستفادة منها لأنتاج آخر .

كما وأن المصنع لابد من ان يحترم القوانين ويعمل من جانبه على المحافظة على الصحة العامة وعدم تلوث البيئة وذلك بالتخلص السليم من الملوثات الناتجة من التصنيع .

ولكى يتمكن المصنع من التخلص من السوائل فى المصارف العمومية فلابد من وجود ضوابط معينة وأسس يمنح بموجبها الحق فى الصرف ومنها على سبيل المثال : —

١— تحديد مواصفات الفضلات السائلة للموافقة على صرفها فى النظام مثل كمية الفضلات ، أعلى درجات المواد السامة ، درجة تركيز الملوثات مثل المواد الصلبة ، الزيوت .... وغيرها .

٢— العمل على تحديد تكلفة الصرف المناسبة للمصنع والجهات المسؤولة عن شبكة المجارير .

٣— على الجهات المسؤولة عدم التقيد بأخذ أى مخلفات صناعية سائلة من أى مصنع من غير أخذ اعتبارات وتدابير ذات جدوى للحماية والوقاية .

وقد يؤدى التخلص من الفضلات الصناعية الى ازدياد العبء على المجارير خاصة عندما تكون كمية دفق الفضلات السائلة كبيرة . وربما أدى التخلص من الفضلات الصناعية الى تلوث مصادر المياه خاصة عندما تكون حمولتها من السميات كبيرة ، وهذا قد يحدث عندما تكون الأوساخ أكبر

من تحمل محطات التنقية . وبعض مكونات الفضلات الصناعية تؤثر مباشرة على المواد المصنعه منها

المجارير فمثلاً الفضلات السائلة الحمضية (رقم هايدروجينى أقل من ٥) والأوساخ التى تحتوى على درجات تركيز عالية من الكبريتات (أكبر من ١٠٠٠ ملجم كب أ٤ فى اللتر) تفتت أسمنت بورتلند والخرصانة والبلاط . والجدير بالذكر ان غاز كبرتيد الهايدروجين بالمجارير يمكن أن يتأكسد الى حمض الكبرتيك فى وجود سطح رطب معرض للهواء ، وهنيهتا يمكن أن يفتت الخرصانة والحديد . أما الفضلات السائلة القلوية (رقم هايدروجينى أكبر من ١٠) تهاجم الأسمنت المحتوى على نسبة عالية من أكسيد الألمونيوم وقد تتفاعل هذه الفضلات مع البيكربونات فى الأوساخ مما يساعد على تغطية المجارير بقشرة من مترسبات الكربونات .

الفضلات السائلة الحاوية على معدلات كبيرة من المواد العضوية سهلة التفتيت تساعد على ايجاد الروائح الكريهة بالمجارير نتيجة لتكوين كبرتيد الهايدروجين . وهذا الغاز يشكل خطورة على عمال المجارير (انابيب المجارى) . كما وأن وجود المواد العضوية الطيارة يزيد من احتمالات الأنفجارات ومثال لهذه المواد الكحول النفطى . كما وأن تواجد مركبات الكلور العضوية ذات خطر على العمال وتمثل احد العوامل التى تحد بدرجة كبيرة من توالد البكتريا المنتجة لغاز الميثان . وهذا النوع من الكائنات الحية الدقيقة هام لهضم الفضلات لاهوائياً .

اما الفضلات التى تحتوى على نسبة عالية من الدهون والشحوم فأنها قد تتراكم على جدران المجارير بصورة مكثفة مما يلزم ازالتها وهذه العملية فادحة الثمن فى غالب الأحيان . والمواد الخاملة العالقة ربما شكلت بعض الصعاب عندما تترسب الى قعر المجارير . والأنواع الأخرى من المواد العالقة مثل الشعر والوبر ربما أدى الى عوائق كثيرة خاصة عند وجود ماء الجير الذى يتحد مع الشعر والوبر مكونا مترسبات .

أما الفضلات السائلة الحارة فبالاضافة الى مشاكلها العديدة الأخرى فأنها ربما أتلفت المجارير المتصلة مع بعضها البعض نسبة للتفاوت الحرارى .

ومن هذا المنطلق يجب وضع معايير ومقاييس وقوانين للتخلص من الفضلات فى المجارير . هذه المعايير ينبغى أن تراعى عوامل من أهمها : —

— نوع المجارير المنتقاه .

— توقيت التخلص من الفضلات فى اليوم .

- ابعاد الماء الغير ملوث مثل ماء التبريد .
- منع أو تقليل معدلات المواد التى ربما أدت الى مخاطر أو حدت من معالجة الفضلات .
- درجة الحرارة المسموح بها .
- الرقم الهايدروجينى للفضلات السائلة .
- طريقة مراقبة وصيانة المجارير ومكوناتها وملحقاتها .
- تحديد تعريفة استقبال الفضلات السائلة ومعالجتها .

والتخلص من الفضلات السائلة بصورة متقطعة وعند درجات حرارة عالية مع احتوائها على كميات كبيرة من الأملاح يؤدى الى وجود تيارات الكثافة فى أحواض الترسيب . الشئ الذى يؤدى الى تدهور فى الكفاءة . وأيضاً فأن الفضلات السائلة الحارة والمياه الراجعة المحتوية على مواد عضوية سهلة التفتيت أو حاوية على خلايا التخمير تساعد على طفو الأوساخ فى أحواض الترسيب المبدئة وتجلب أحياناً روائح كريهة . وعند غياب أساليب التخلص من الأوساخ الطافية الجيدة فأنها تشكل مخاطر فى الترسيب .

أما الفضلات المحتوية على كميات من الشحوم والدهون فأن بعض من هذه المواد تنفصل فى أحواض الترسيب المبدئية ولكن نسبة كبيرة منها تلتصق بالأوساخ وتعوق التنقية . وبعض الفضلات المحتوية مثلا على كميات عالية من الأملاح المعدنية تؤثر مباشرة على ترويب المواد العالقة .

ونجد ان بعض الفضلات لها أثر كبير على طرق التنقية الحيوية مثل الترشيح البيولوجى والحمأة النشطة . وزيادة كمية الأكسجين الكيموحيوى والدفق الهايدروليكى يجب أن تؤخذ فى الحسبان مع أى تغير فى نسبة كمية الأكسجين الكيموحيوى الى النتروجين والفسفور . وأثر المواد الموجودة بالفضلات السائلة واضح وكبير خاصة عندما يبدأ تفتيتها بواسطة الكائنات الحية الدقيقة . الشئ الذى يقود الى أهمية أختيار وملائمة الكائنات الحية الدقيقة اللازمة لهضم هذه المواد . ومن هذا المنطلق ربما كان من الأجدى العمل على زيادة التهوئة بطرق أخرى مما يؤدى الى تعامل حسن مع الفضلات الحاوية على كمية كبيرة من الأكسجين الكيموحيوى .

ومما يجدر ذكره أن زيادة درجة الحرارة فى الفضلات السائلة يؤدى الى رفع كفاءة التنقية الحيوية لمدى معين .

والمياه الراجعة الصناعية المحتوية على كميات عالية من المواد العضوية (عالقة كانت أم ذائبة) تقود الى زيادة كمية الأوساخ اللازم التخلص منها من محطة التنقية . وهذا يؤدى الى زيادة عبء أجهزة هضم الأوساخ . كما وأن الفضلات السائلة التى تحتوى على نسب عالية من المعادن الثقيلة أو الهايدروكربونات المكلورة أو من الأصباغ فأنها تؤثر سلبا على أجهزة الهضم . ووجود المواد السمية

يو دى الى عدم استعمال الأوساخ كأسمدة . ومن العناصر الهامة فى هذا الشأن : الخارصين والنحاس والنيكل . ويمكن ذكر أثرها اعتمادا على الأول بما يعرف بالمكافئ الخارصينى وهنا نجد ان النحاس ذو سمية ضعف تلك الناتجة من الخارصين ، والنيكل له سمية ثمانية أضعاف تلك الموجودة فى الخارصين . وبوضع فرض أن الرقم الهايدروجينى للتربة ٦ر٥ وأن هذه التربة لم يسبق تلوثها بالمعادن السمية فأن المكافئ الخارصينى يمكن أن يصل الى ٢٥٠ ملجم/كجم فى التربة الفوقية أو ما يعادل ٥٦٠ كجم/الهكتار ويمكن اتمام التخلص فى هذا المعدل لمدى زمن قد يصل الى ٣٠ عام .

التصريف فى المياه الطبيعية : -

وهذه الطريقة للتخلص من المخلفات السائلة ربما استخدمت لعدة أسباب منها : -

النواحى الأقتصادية اذ انها لا تشكل أى تكلفة مدية للمصنع المعنى أو لعدم وجود المصارف العمومية بالمنطقة .

وفى هذا المقام يجب العمل على تنقية هذه المخلفات وتجافى تلوث مياه الشرب بها أو المياه المستخدمة لملاحة أو الزراعة أو غيرها من الأستخدامات المائية .

وربما كانت هنالك حاجة الى تنقية مبدئية كما فى حالة تخفيف أو ازالة المواد السامة والتى تعمل على قتل الكائنات المائية وتقليل الثروات السمكية أو التى تقلل من تنقية المصادر المائية ذاتياً .

وفى الغالب الأعم توجد مواصفات لابد من الأتيان بها والحفاظ عليها ومنها على سبيل المثال : -

١ -خلو المخلفات السائلة من المواد الطافية مثل الزيوت اذ انها تقلل من الأكسدة الكيميائية والحيوية وتولد مخاطر صحية وغير جميلة المنظر .

٢ - خلو المخلفات من المواد العالقة الكبيرة الكثافة كالغرين مثلا ، اذ انها تتراكم حول نقطة المصب أو غيرها .

٣ - خلو الأوساخ من المواد السامة أو الضارة بالكائنات الحية اذ انها تقلل من كفاءة التنقية وتعوق درجة التفتيت للمواد العضوية .

٤ - العمل على موازنة درجة الحرارة حتى لا تضر النباتات الطبيعية والحيوانات المائية أو تقلل من محاسن البيئة المائية مما يغير من الموازنة الطبيعية للأحياء المائية .

٥ - العمل على تصميم ماسورة المصب بصورة ممتازة .

٦ - العمل على ازدياد انتشار المخلفات السائلة فى أحجام مائية كبيرة .

٧ - مراعاة استخدامات الماء بالنسبة لقاطنى المناطق أدنى النهر .

الأنهـــار : -

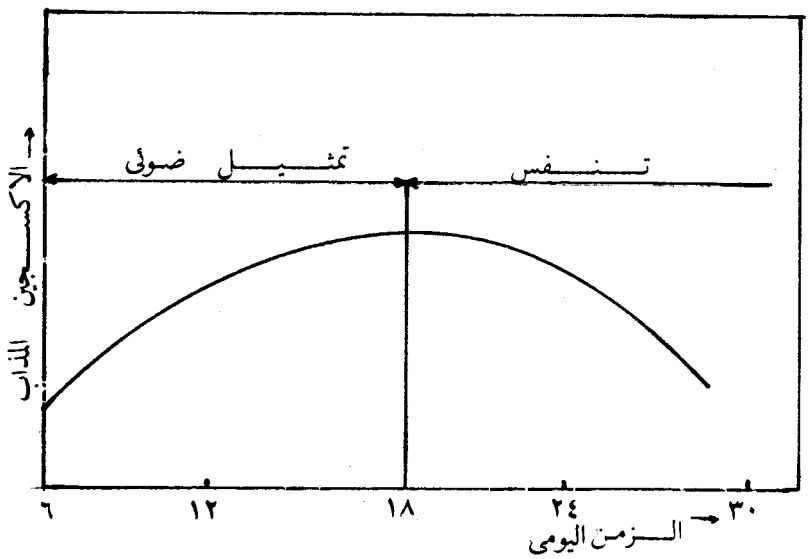
لقد استخدمت الأنهار منذ قديم الزمان للتخلص من البقايا والفضلات نسبة لقلة التكلفة وربما عن جهل بالمخاطر المتواجدة . ولكن بعد التقدم الصناعى المطرد فلابد من العمل على معالجة المياه اذ انها عندما تكون حاوية على مقادير كبيرة من المواد العضوية فأن الكائنات الحية الدقيقة تعمل على تفتيتها وأكسدتها . وهنا تتم هذه الأكسدة بأستخدام الاكسجين المذاب فى الماء الشئ الذى يقلل من كميته لدرجة لا تسمح للكائنات المائية بالحياة ، ونهايتها يكون التلوث دائما وتصعب وربما تستحيل معالجته .

ومصادر تجديد وزيادة الأكسجين فى الأنهار تنتج من اعادة التهوية من الغلاف الجوى أو من التمثيل الضوئى من النباتات المائية والطحالب أو كليهما .

وأن مقدار اعادة التهوئية يتناسب طردياً مع درجة نقصان الأكسجين المذاب . اما كمية الأكسجين الناتجة من التمثيل الضوئى تعتمد على حجم مستوطنات الطحالب وأشعة الشمس الواصلة اليها . وأن مقدار الأشعاع الهابط عندما تكون الشمس عمودية يكون أكبر منها عندما تكون مع الأفق . وعليه فأن معدل التمثيل الضوئى قد قدر بأن يكون ذا تموج جيبى ((Sinusoidal)) . اما التنفس الحادث من جراء استخدام الأكسجين وأنتاج ثانى أكسيد الكربون عند تحطيم المواد العضوية حيوياً قدر بأن يكون ثابتاً اذ انه لا يعتمد على الاشعاع الضوئى . وعند وجود مستوطنات كبيرة من الطحالب فأنه يوجد تغير يومى فى درجات تركيز الأكسجين .

شكـــل (١٨)

أثر الطحـــالب اليومى على الأكسجين المذاب



أما معدل التهوئة فيمكن ايجادها من المعادلة : –

$م_{هـ} = ك_{٢} (ت_{ش} - ت)$

حيث . –

$م_{هـ}$ = معدل اعادة التهوئة

$ك_{٢}$ = ثابت اعادة التهوئة (على اليوم) ويمكن تقديره بمعرفة مواصفات النهر واستخدام معادلة أوكونر وروبنس للأنهار الطبيعية .

$$ك_{٢} = ٢٩٤ \ (ث_{ج} \times ع)^{\frac{١}{٣}} / ر^{\frac{٣}{٢}}$$

حيث : –

$ث_{ج}$ = ثابت الانتشار الجزيئى للأكسجين (متر^{٢}/اليوم) وهذا يتغير بتغير درجة الحرارة وفى درجات حرارة أخرى يمكن ايجاده كالآتى : –

$$(ث_{ج})_{د} = ١٫٧٦ \times ١٠^{٤} \times ١٫٠٣٧^{(د - ٢٠^{\circ})}$$

$(ث_{ج})_{د}$ = ثابت الانتشار الجزيئى للأكسجين فى درجة حرارة د .

$١٫٧٦ \times ١٠^{٤}$ = ثابت الانتشار لجزئ الأكسجين فى درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية .

د = درجة الحرارة (درجة مئوية)

ع = السرعة المتوسطة للنهر (متر/ثانية)

ر = العمق المتوسط للنهر (متر)

$ت_{ش}$ = درجة تركيز الأكسجين عند التشبع (ملجم/لتر)

ت = درجة تركيز الأكسجين (ملجم/لتر)

اما نقصان كمية الأكسجين فى الأنهار فأنها تكون بسبب : –

١ – الأكسدة البكترلوجية للمواد العضوية الصلبة العالقة والذائبة التى بالنهر .

٢ – حوجة الأوساخ والأحياء القاعية للأكسجين .

وكمية الأكسجين المطلوبة لموازنة المخلفات عادة توجد بواسطة حوجة الأكسجين الكيموحيوى (B O D) والذى هو يمثل مصدر نقصان الأكسجين أو استخدامه فى المصدر المائى . ومعدل نقصان الأكسجين .

$م_{ن} = -ك_{ك}$

حيث : -

مإن = معدل نقصان الأكسجين

كَ = ثابت معدل التفاعل (على اليوم)

كى = كمية الأكسجين الكيموحيوى النهائى فى النقطة المعنية (ملجم/لتر

كى = كىصفر . هـ - كَ ن

حيث : -

كىصفر = كمية الأكسجين الكيموحيوى فى نقطة المصب (ملجم/لتر)

هـ = أساس النظام اللوغريثمى الطبيعى = ٢.٧١٨٢٨٢

ن = الزمن (اليوم)

تترسب المواد الصلبة لقعر النهر مكونة طبقة أوساخ تعمل على استهلاك الأكسجين المذاب بالماء خاصة للأنهار البطيئة . ومعظم الأوساخ تخضع لتفتيت لا هوائى (عملية بطيئة نسبيا) وتفتيت هوائى على نقطة السطح بين الماء الجارى والأوساخ . ومعدلات الترسيب والجرف تتغير طبقا لسرعة النهر والأندفاق المضطرب .

وعندما تكون كميات الطين والأوساخ المترسبة كبيرة نسبيا فان أثرها يمكن تقديره بمعادلة فير ومور وتوماس .

$$م_{خ} = ١٤ر٣ (١٠^{-٢} كى) (دت . ط_م \frac{٥ + ١٦٠ ط_م}{١ + ١٦٠ ط_م} \sqrt{ن})$$

حيث : -

مخ = أعلى احتياج للأكسجين بواسطة الاوساخ (جم/متر٢

كى = كمية الأكسجين الكيموحيوى النهائى للأوساخ المترسبة (جم/كجم للمواد الطيارة)

ط م = معدل ترسيب المواد الطيارة اليومى (كجم/متر٢)

ن = الزمن اللازم للترسيب (يوم)

دت = ثابت تصحيح الحرارة

= كى/ كى صفر

ومن هذا المنطلق فمن الممكن وضع نموذج مبسط للأكسدة بالأنهار كما يفترضها ستريتر وفيليبس :

دمى/ دن = كَ كى - كَ٢ . م

حيث

مى = نقصان الأكسجين

ومن هنا يتجلى أن كمية نقصان الأكسجين تزداد بإزدياد كمية الملوثات (كى) وتقل بواسطة إعادة التهوية. ورغما عن أن هذا النموذج لا يأخذ فى الحسبان إنتاج الأكسجين بالتمثيل الضوئى وفقدان الأكسجين بالأوساخ والأحياء القاعية غير أنه يعتبر صحيح لأن هذين المعيارين غالباً ما يلغى بعضهما الآخر. وبتكامل المعادلة أعلاه علمًا بأنه عند الزمن
ن = صفر فان مى = مى صفر ينتج

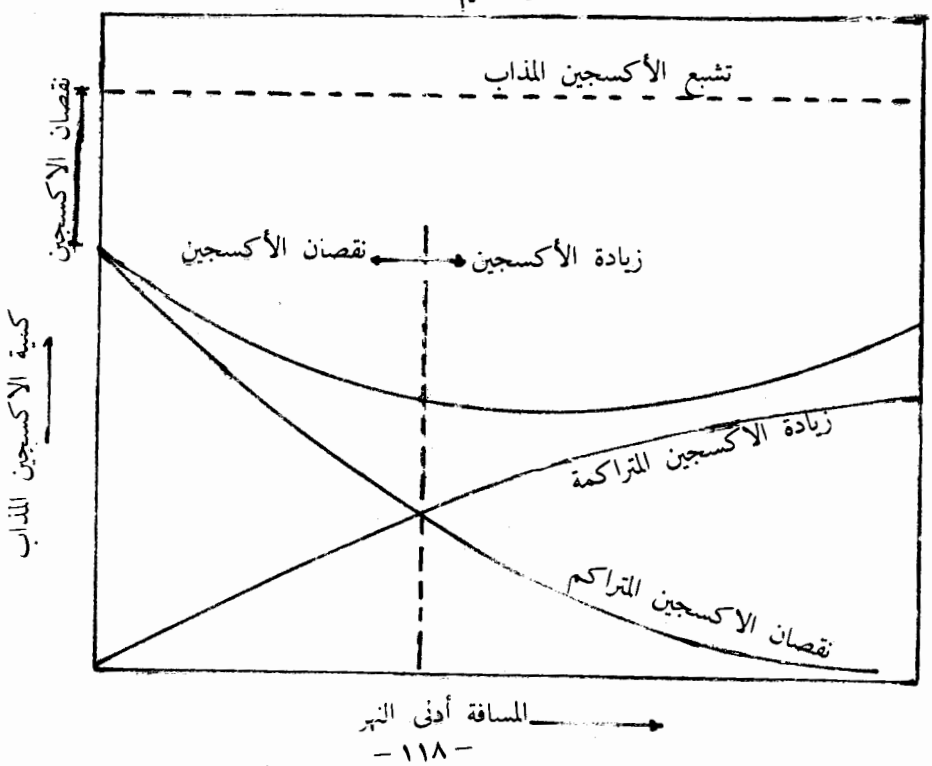
$$\text{مى}_{ن} = \frac{ك_{1}\,\text{كى}}{ك_{2}-ك_{1}}\,\text{صفر}\,(هـ^{-ك_{1}ن} - هـ^{-ك_{2}ن}) + \text{مى}_{\text{صفر}}\,.\,هـ^{-ك_{2}ن}$$

حيث : -

مى ن = كمية نقصان الأكسجين فى الزمن ن (ملجم/لتر)
مى صفر = كمية نقصان الأكسجين المبدئية فى نقطة مصب الأوساخ عن الزمن صفر (ملجم/لتر)
ك٢ = ثابت اعادة التهوئة (على اليوم)
ك١ = ثابت معدل الأكسدة.

وهذه المعادلة الأخيرة يمكن رسمها بيانياً لتنتج ما يعرف بمنحنى ترخيم الأكسجين فى الأنهار كما مبين فى شكل (١٩) أدناه

شكل (١٩)
منحنى ترخيم الأكسجين



وأن التفتيت النشط الكبير يبدأ مباشرة بعد صب الأوساخ فى النهر . وهذا التفتيت يستخدم الأكسجين المذاب . نسبة لأن اعادة التهوئة من الغلاف الجوى تتناسب طردياً مع درجة نقصان الأكسجين المذاب فأن معدلها يتزايد بأزدياد نقصان الأكسجين . وأخيرا فتوجد نقطة يكون فيها معدل الأكسجين المستخدم لتفتيت الأوساخ مساويا لمعدل اعادة التهوئة من الغلاف الجوى . وهذه النقطة (ف ح) هى النقطة الحرجة .

وأدنى النهر من هذه النقطة فأن معدل اعادة التهوئة أكبر من معدل استهلاك الأكسجين المذاب . وعليه فأن درجة تركيز الأكسجين تزداد ، الشئ الذى يقود الى اضمحلال التلوث وانعدامه وهذا ما يعرف بالتنقية الذاتية للمسطحات المائية .

ان كمية نقصان الأكسجين المذاب الحرجة على النقطة الحرجة ذات أهمية هندسية . ويمكن ايجاد النقطة الحرجة بوضع

$\frac{د}{د\ن}$ مجـ = صفر وهنيتها فأن

$$ف_ح = \frac{ك_1}{ك_2 - ك_1} كى صفر . هـ^{-ك_1 ن_ح}$$

حيث : -

$ن_ح$ = الزمن الحرج وهذا الزمن يمكن ايجاده بمفاضلة معادلة كمية نقصان الأكسجين فى الزمن ن ووضعها مساوية للصفر وعليه : -

$$ن_ح = \frac{1}{ك_2 - ك_1} لوهـ \left[\frac{ك_2}{ك_1} \left(1 - \frac{مجـ_{كى\ صفر}}{ك_1} (ك_2 - ك_1) \right) \right]$$

والمسافة الحرجة $ف_ح = ن_ح . ع$ ، حيث ع هى سرعة تدفق ماء النهر .

ويمكن تقسيم منحنى ترخيم الأكسجين فى الأنهار الى اربعة أقسام تشمل منطقة الهبوط البادئة بعد نقطة صب المخلفات مباشرة ونقطة التفتيت الحيوى ثم منطقة ازدياد درجة تركيز الأكسجين ثم منطقة المياه الصافية والتى لا يوجد بها تلوث .

ويبين الجدول (٣٠) أدناه خلاصة للمعايير المؤثرة فى توازن كمية الأكسجين للأنهار

جـدول (٣٠)

المؤثرات فى تـوازن كمـية الأكسجين للأنهار

المؤثر	الأثـر	مـلاحظـات
أكسدة المواد العضوية والغير عضوية	تناقص	عادة تقاس درجة تركيز الأكسجين المذاب
التهوئة من الهواء	تزايد	تاتى بالتوازن من جراء نقصان الأكسجين . المطهرات تسبب تدنى فى كمية الأكسجين الداخل . المعدل أقل فى وجود المخلفات .
النبات	تزداد اثناء اليوم (تمثيل ضوئى) وتناقص اثناء الليل (تنفس)	وجود الحياة النباتية (مثل الطحالب) يخل ويربك العملية
الحيوان	ربما أتى بتناقص	—
أوساخ القعر	تناقص	لها أثر كبير فى بعض الأنهار

ولكفاءة البرامج لمنع أو الحيلولة دونما حدوث تلوث بالأنهار فلابد من وضع معايير مناسبة مثلا كما بالجداول ٣١ ، ٣٢ أدناه .

جدول (٣١)

تقسيم تلوث الأنهار لحوجة الأكسجين الكيموحيوى والمواد العالقة

تقسيم التلوث بالنهر	حوجة الأكسجين الكيموحيوى (كى٥ ملجم/لتر)	المواد العالقة (ملجم/لتر)
نظيف جداً	١ أو اقل	٤
نظيف	٢	١٥
شبه نظيف	٣	١٥
مشكوك فيه	٥	٢١
ضعيف	٧ر٥	٣٠
متسخ	١٠	٣٥
متسخ جداً	٢٠ أو أكثر	٤٠ أو اكثر

جدول (٣٢)

تقسيم الأنهار على حسب حالة التلوث

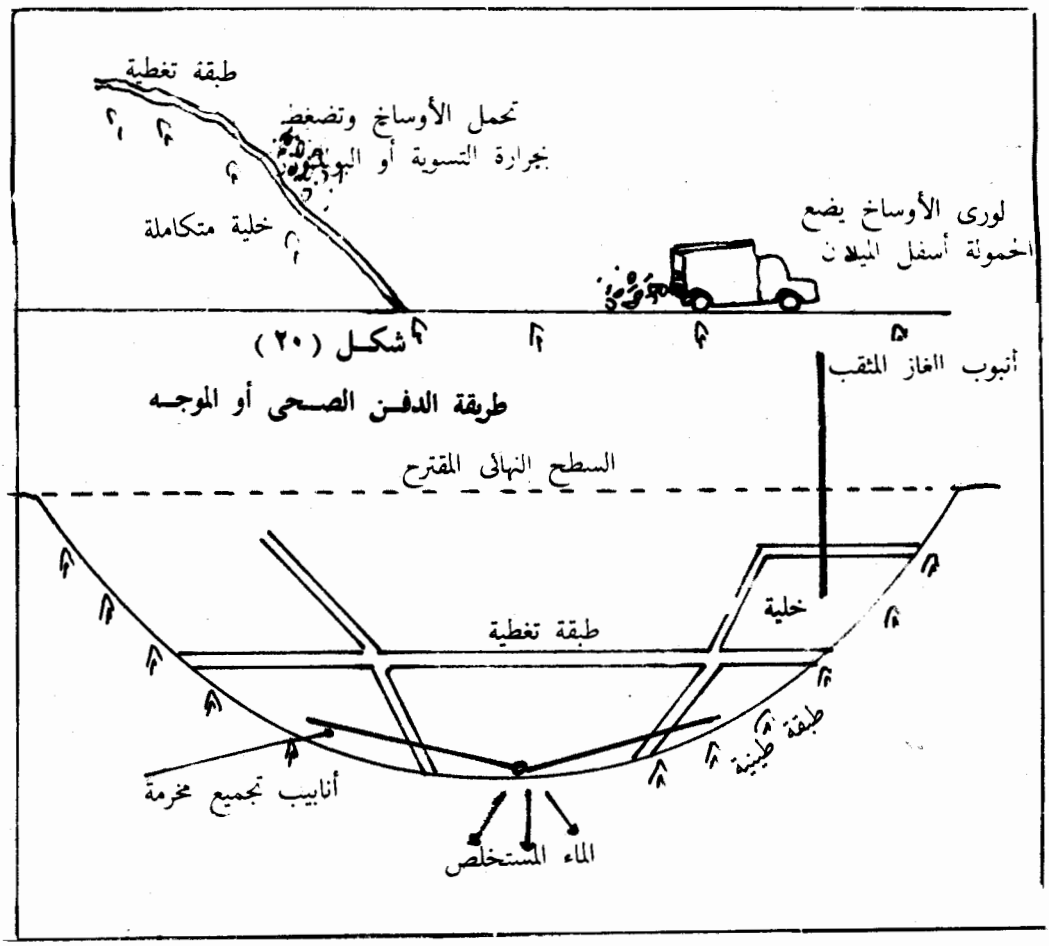
المنشط / الحالة	نظيف جدا	نظيف	شبه نظيف	مشكوك فيه	ضعيف	متسخ	متسخ جدا
المواد العالقة	رائق	رائق	شبه رائق	شبه متعكر	—	متعكر	متعكر جدا
الرائحة عند الرج في قارورة	لا توجد	ترابية خفيفة	ترابية متوسطة	ترابية قوية	شبه نتنه	نتنة	نتنة جدا
اللون (عديم اللون)	صافي	—	بني بعض الشئ	أسود	أسود	أسود	أسود جدا
الاسماك	توجد	بسيطة	ربما لا توجد	لا توجد	لا توجد	لا توجد	لا توجد
الأعشاب	بسيطة	كثيرة بعض الشئ	كثيرة ذات اوراق بنية	كثيرة ومغطاة بأوساخ نتنة	بسيطة	بسيطة	لا توجد
الطحالب الخضراء	بسيطة	كميات وسط في المنخفضات	كثيرة في المنخفضات	كثيرة	كثيرة	كثيرة	كثيرة جدا
الحشرات	—	—	—	كثيرة بعض الشئ	كثيرة	كثيرة	كثيرة جدا

٥ -٢ التخلص من المخلفات الصناعية الصلبة : (تكل ٢١)

هنالك عدة طرق يتم بموجبها التخلص الكامل او الجزئى من المخلفات الصلبة ومن هذه الطرق : -

الدفن الصحى او الموجه (شكل ٢٠) Sanitary landfill

ان المخلفات المجمعة من الصناعات لابد من التخلص منها بأرخص السبل وبدون توليد مخاطر صحية أو اخرى ضارة . وفى هذه الطريقة يتم دفن الأوساخ بوضعها على طبقات سمكها قد يصل الى ٥٠ سم على أرض مناسبة . وبعدها يتم ضغطها بتمرير الآليات فوقها مثلاً . وكل ارتفاع مكون من مجموعة من النصف امتار من الطبقات توضع فوقه طبقة حاميه سمكها ١٥ سم تغطيه تماما لكى يمثل خلية تبلغ من الطول ما يتراوح ما بين ٢ – ٣ متر . ومن اسم الطريقة فان معيار الصحة او التوجيه يعنى ان الدفن غير ذى رائحة وان الماء المستخلص من الأوساخ المدفونة غير قابل لتلويث الأنهار أو البحيرات أو البرك او المياه الجوفية .



شكل (٢٠)

طريقة الدفن الصحى أو الموجه

توجد هنالك عدة عوامل تتحكم فى تشغيل واستمرارية هذه الطريقة فى اى موقع ومنها على سبيل المثال : -

١ - طبغرافية وجيولوجيا المنطقة

ومن الصفات الواجبة والاساسية : -

- وجود كمية كبيرة من المواد المستخدمة لطبقة التغطيه
- وجود اساس صخرى غير نافذ لتجافى تلوث المياه .
- الأساس الصخرى يجب الا يكون سهل التفتيت كيميائيا لتلافى مشاكل صرف الماء المستخلص .

٢ - طبقة التغطية

لابد ان تكون طبقة التغطية : -

- مناسبة للأستعمال
- موجودة بالقرب من منطقة الدفن لتجافى حملها لمسافات طويلة وبذا تقليل المنصرفات المادية .
- جيده من حيث قابلية التشكيل ، جاذبية الالتصاق ، مع توخى المتانة .
- الا تحتوى على نسب كبيرة من الرمل والطين والا فستنتج مشاكل فى مسار الآليات . كما وأن الطين يصعب التعامل معه وعندما يكون يابسا فانه يتشقق مما يساعد على تكوين فتحات مناسبة للقوارض والحشرات . كما ويساعد على نفاذ كمية من المياه السطحية التى تجعله ينتفخ وتندمج الحبيبات ، كما وتساعد النسبه العاليه من الطين والرمل على نفاذ الغازات التنه الناتجه من تفتيت الأوساخ .وعليه فانه تستخدم نسبة رمل وطين وصلصال تكون نسبة الرمل فيها ٥٠ بالمائة تقريباً .

٣ - مواصفات المخلفات

تعتبر الأوساخ السهلة الضغط والكبيرة الكثافة جيدة ومناسبه لعمل الدفن الصحى . كما وان الأوساخ الخطرة تمثل نسبة من التلوث البيئى كبيرة جدا مما يقتضى معالجة مناسبة لها وهذه بالتالى تقود الى زيادة التموين للتشغيل .

٤ - المواصفات الهايدرولوجيه : -

لابد من تخطيط تصريف منطقة الدفن قبل واثناء وبعد الدفن مبدئيا ، للحيلولة دونما خلط المياه السطحية بالأوساخ . والماء المستخلص من الاوساخ - وتسربها فى المياه المستخدمة بواسطة الانسان - يمثل مخاطر بيئية تتواجد فى مناطق دفن الاوساخ .

٥ - المناخ والطقس فى منطقة الدفن

لتفادى تلوث الماء بالأوساخ فى مناطق الدفن لابد من أخذ العوامل الآتيه فى الاعتبار : -

- كمية مياه الامطار المتوقعة فى المنطقة
- زمن هطول الأمطار
- شدة الامطار وترددها .

* لابد من العمل على وضع مصد للرياح والهبوب لتجنب حمل الأتربة ، الاوراق ، والمواد الأخرى قليلة الكثافة لمنطقة أخرى وذلك لتجنب ازدياد منطقة التلوث .
* معدلات الحرارة بالمنطقة ذات اهمية للصعوبة عند الحفر والدفن .

وغنى عن القول ان المساحة المناسبة لابد من تواجدها لفترة تتراوح ما بين ٥ – ١٠ سنوات . ومساحة الارض يمكن ايجادها من تقدير الحجم المطلوب : –

$$ح = \frac{و}{ث} \left(١ - \frac{ش}{١٠٠}\right) + ح_{ط}$$

حيث
ح = حجم منطقة الدفن الصحى
و = وزن الأوساخ الواجب دفنها
ث = الكثافة المتوسطة للأوساخ
ش = النسبة المئوية لحجم الأوساخ المضغوطة
$ح_{ط}$ = حجم طبقة التغطية المطلوبة (سمك ١٥ – ٣٠ سم للطبقات المتوسطة ، الحافة المؤقته ، الميلان الأمامى والفوق ، وعلى الأقل ٦٠ سم فى الطبقة النهائية) كما وان هذا الحجم يتراوح ما بين ١٧٪ من حجم الأوساخ للدفن العميق الى ٣٣٪ للدفن السطحى . وفى المتوسط يبلغ ٢٥ فى المائة . ولهذا المتوسط فيمكن اخذ حجم منطقة الدفن الصحى لتعادل : –

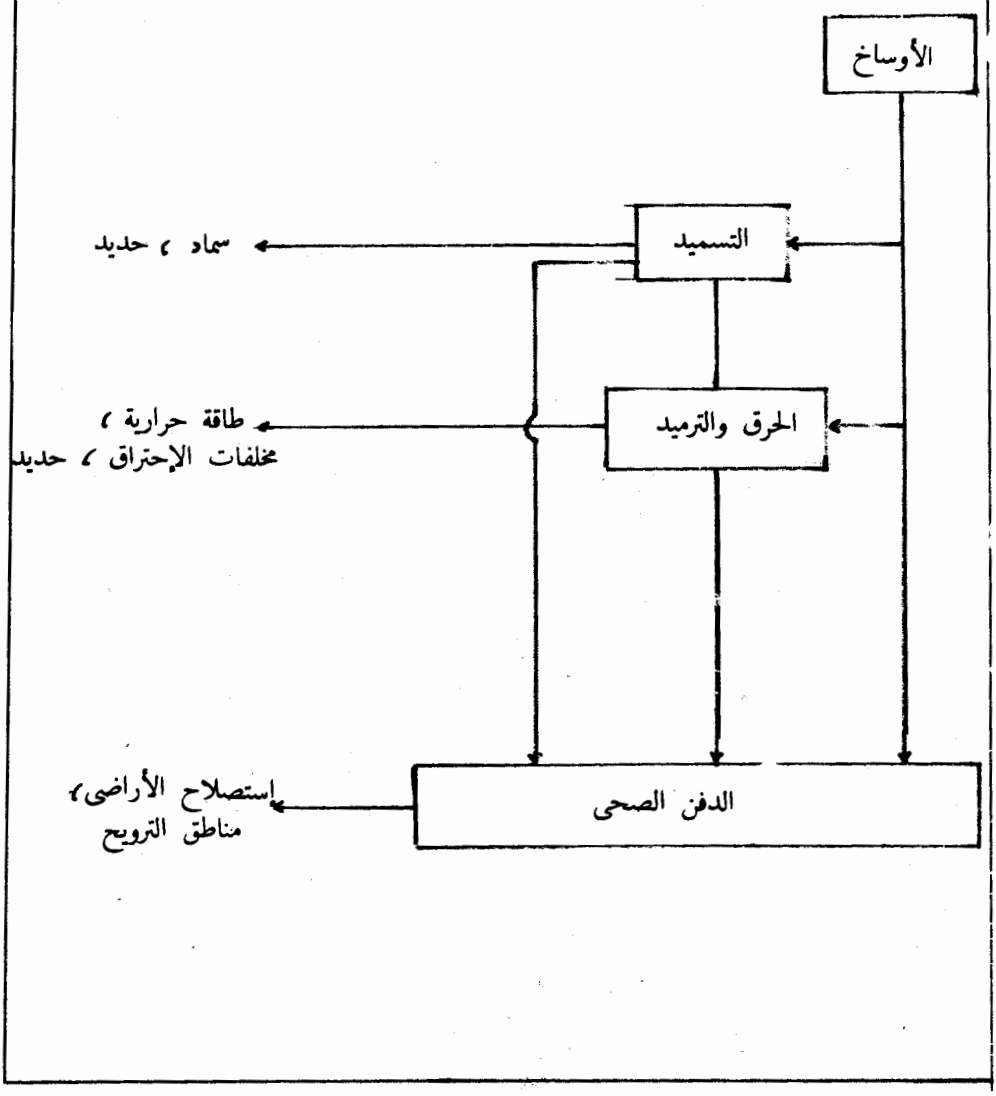
$$ح = ١,٢٥ \frac{و}{ث} \left(١ - \frac{ش}{١٠٠}\right)$$

أما العوامل التى تحد من استخدام هذه الطريقة للتخلص من الأوساخ الصلبة على سبيل المثال : –

١ – نقصان المناطق المناسبة والملائمة للدفن .
٢ – انتاجية الماء المستخلص من الأوساخ والذى يحتاج لتنقية لتجنب تلوث المياه الجوفية او السطحية .
٣ – انتاج الغازات من جراء تفتيت الأوساخ . مما يجب ذكره ان هذا التفتيت داخل المدفن يكون لاهوائى ويستمر ببطء . وبعد مرور ٢٥ عام على الدفن ربما توجد ايضا بعض المواد العضوية التى لم يتم تفتتها بعد .
وعلية فى المستحب ترك منطقة الدفن لمدة ١٠ –١٥ سنة قبل انشاء مبانى عليها . وان هذا التفتيت اللاهوائى ينتج عنه غاز ثانى اكسيد الكربون ، الميثان (غاز المستنقعات) ، كبريتيد الهايدروجين وغيرها والتى تجلب المضايقة . علاوة على انها تشكل مخاطر كبيرة .
وعليه فلابد من الحيلولة دونما
نفاذ هذه الغازات عبر المدفن الصحى . ويتحكم فى ذلك مثلا بتصميم المنافذ الغازية وحرق الغازات المجمعة ، وهذه ربما كانت باهظة التكاليف ولكنها هامة جداً .

شكل ٢١)

رسم تخطيطى لطرق التخلص من المواد الصلبة



٤ – وجود الطبقة المناسبة للتغطية : وانعدام هذه فى المنطقة يحد من الاستخدام الأمثل للمدفن كطريقة للتخلص من المخلفات .

٥ – انتاج الروائح الكريهة أو حمل الأوراق أو تواجد الأمراض وذلك بسبب سؤ التشغيل .

٦ – عدم تقبل الجمهور لهذه الطريقة : – وعندما يوجد هذا العائق فأن هذه الطريقة يتعذر تشغيلها واستخدامها .

ويمكن استخدام الأرض بعد الدفن مستقبلياً مما يعود بفوائد مادية أو اجتماعية ومثل هذه الاستخدامات : –

– مناطق استراحة ونزهة مثل ميادين الالعاب او مناطق وقوف السيارات .

– استخدامات زراعية عندما يكون ازدياد المدن كبيراً وتتناقص الاراضى الصالحة للفلاحة .هنا من الواجب مراعاة أنواع النباتات المزروعة نسبة لكبر احتمال وجود الجراثيم ناقلة الأمراض .

– استخدامات تجارية وصناعية مثلا لبناء المبانى الخفيفة فوق مناطق الدفن القديمة .

تكوين السماد الطبيعى (التحلل الأختزالى) : – Composting

هذه الطريقة تعتبر من طرق معالجة المواد الصلبة اذ يتم فيها تفتيت المواد العضوية والمواد الصلبة (فى الأوساخ) بيولوجيا وتحت ضوابط وعوامل معينة حتى يتسنى التعامل معها بضمان ، مما يسهل استخدامها لترقيع أو تسميد التربة .

لقد بدأ استخدام هذه الطريقة فى العشرينات عندما طور البرت هوارد طريقه أندرو فى الهند وأتى بيكارى بطريقته فى ايطاليا . ولقد استخدمت طريقة اندرو التفتيت اللاهوائى للأوراق ، الأوساخ ، بقايا الحيوانات ، لمدة تصل الى ٦ أشهر فى حفر أرضيته . ولكن هذه الطريقة طورت فيما بعد لتتضمن تقليب الأوساخ اثناء تفتيتها الحيوى لمساعدة الكائنات الحية الدقيقة الهوائية على هضم الأوساخ .

فى هذه الطريقة تستخدم الأساليب الطبيعية ويستفاد من الميكروبات لتفتيت الأوساخ . وتوجد أنواع عديدة من الميكروبات العاملة فى هذا الحقل مما ينتج عنه تغيرات فى نوعية وكمية الميكروبات النشطة . بعض أنواع الميكروبات نشطة جدا فى بداية المعالجة ، ولكن سرعان ما تتغير البيئة المحيطة بها مما يجعل كائنات دقيقة أخرى تنجح وتستمر . ومن انسب المعايير المستخدمة لمعرفة نوع الكائنات الدقيقة الحية الموجودة هى درجة الحرارة .

ففى البداية تكثر الكائنات الحية الدقيقة التى تعيش فى درجة حرارة متوسطة (mesophilic) تتراوح ما بين ٢٥ – ٤٥ مئوية ، ويعزى اليها معظم التفاعلات الحيوية الحادثة . وبأزدياد هذه الكائنات فان درجة حرارة السماد تزداد مما يحد من نمؤ هذه الكائنات لتحل محلها الكائنات الحية

الدقيقة التى تعيش فى درجات حرارة عالية (أعلى من ٤٥ مئوية) (Thermophilic). وهذا التغير فى درجات الحرارة يتأثر لدرجة عالية بكمية الأكسجين الهوائى . ومن ثم فأن درجة الحرارة عادة ما تدل على النشاط الحيوى الحادث . وعندما تهبط درجة الحرارة فأنها عادة تعنى أن السماد يحتاج لتهوئة أو لماء أو أن التفتيت قد اكتمل . وعامة فمن المستحب العمل على درجة حرارة ما بين ٦٠ – ٧٥ مئوية لأتمام عمليات الهضم .

غالبا توجد ثلاثة أنواع من الكائنات الحية داخل عملية المعالجة وهى البكتريا والفطريات والأنتومايسيتس(Antinomycetes) - وتعمل على تفتيت وتخمير المواد العضوية لتأتى بناتج ثابت ، أما أنبثاق الحرارة فمن جراء نشاط البكتريا الهوائية .

وايضا من العوامل الهامة كمية المواد الغذائية المتاحة للكائنات الحية والتى عادة ما تقاس بنسبة الكربون الى النتروجين ونسبة الكربون الى الفسفور المتواجد فى الأوساخ وبما ان كفاءة الميكروبات أقل من مائة بالمائة فهذا يعنى انه يحتاج الى كربون اكثر من نتروجين ، ولكن اذا كانت نسبة الكربون كبيرة جداً فأن النشاط الحيوى ينقص . وقد دلت التجارب على أن احسن النسب لتحلل النفايات المنزلية تتراوح ما بين ٢٥ : ١ أو ٣٠ : ١ (ك/ن) ، واذا قلت نسبة الكربون الى النتروجين عن ٢٠ : ١ فهناك خطورة من الروائح نسبة لتطاير الأمونيا .

وان المحتوى الرطوبى للمخلفات ذو أهمية كبرى اذ ان المخلفات الرطبة جداً لا تلبث ان تصير لا هوائية عندما تندمج الكتلة الرطبة ، مما يعوق التهوئه ويقلل من الفجوات الهوائية الهامة . وفى الجانب الأخر اذا كانت المخلفات جافة جدا فأن النشاط الحيوى يتلاشى . ومن النواحى التجريبية يستحب أن يكون المحتوى الرطوبى من ٥٠ الى ٦٠ بالمائة وزناً .

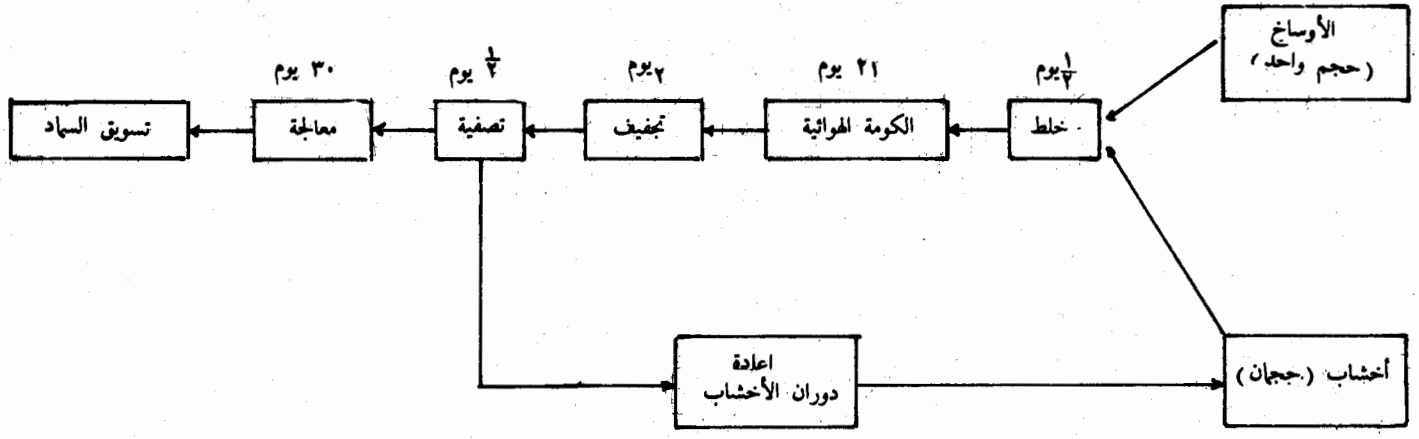
من معايير تقيم البيئة الميكروبية فى السماد الرقم الهايدروجينى ، والذى يتغير بالزمن داخل عملية المعالجة . وهو مؤشر ممتاز لدرجة التفتيت الحادث . وأحسن الأقام الهايدروجينية لمعظم البكتريا هى ٦ – ٧٫٥ ، كما وأحسنها للفطريات ٥٫٥ – ٨ .

ومما يجب ذكره أن الموازنة المناسة تتأتى عندما يكون السماد : –

– لهمواصفات الدبال (مادة عضوية منحلة)
– ليست له روائح كريهة .
– لا ترتفع درجة حرارتها عالياً (حتى وعند تواجد التحليل الهوائى والمحتوى الرطوبى الملائمين) . نسبة الكربون الى النتروجين تساعد على استخدام الدبال كسماد للأرض (عندما تكون هذه النسبة عالية فأن النبات يأخذ النتروجين من التربة)

شكل (٢٢)

كومة بلتسفيل الهوائية لتسميد الأوساخ الخام



معظم طرق التسميد تأتى عبر ثلاثة مراحل (شكل ٢٣

١/المعالجة المبدئية والاستقبال والتى ربما تكونت من عدة مراحل طبقا لنوع المحطة وحجم المواد المستردة . ومن المراحل المتبعة : –

– فرز المواد المستخلصة .

– التخلص من المواد غير القابلة للأحتراق .

– جهاز اعادة دوران يعمل على استخلاص المعادن والزجاج والبلاستيك وربما المواد غير الحديدية وهذا يساعد على انتاج جيد ذى عائد كبير .

– سحق الأوساخ الآتية لتكسير الكتل الكبيرة ، مما يساعد على كبر المساحة السطحية ، وبذا يزيد من كفاءة التنقية البيولوجية . ومن هذا المنطلق يكون حجم الحبيبات فى حدود ٢٥ – ٥٠ ملم . اما السحق الشديد – لتكوين حبيبات أدق – يحد من النشاط البيولوجى اذ يقلل من كمية الهواء فى التجاويف كما وانه باهظ التكاليف .

٢ – المفاعل البيولوجى وهنا توجد عدة أنواع طبقا لنوع وتصميم المفاعل . وعليه فعادة تتطلب المحطات العمل على تقليل مشاكل الأستعمال أو تطوير زمن التفاعلات بطرق عديدة .

وأبسط طرق ركم الرياح تتكون من قاعدة صلبة توضع فوقها طبقات الأوساخ موازية لبعضها البعض ، وربما استخدم قلاب لحمل الأوساخ من منطقة الاستقبال لركامات الرياح . وتقلب الركامة كل يومين أو ثلاث بواسطة مجرف أو آلياً . وربما استخدمت التهوئة المستحثة للتخلص من تقليب الركامة . وتتكون الركامات على نظام أنابيب هوائية يمر عليها الهواء بقوة . ومع أن هذه الطريقة فى غاية البساطة غير أن بعض المشاكل تحدث مثلا بأنسداد انابيب الهواء وقصر دائرة الهواء عبر الاوساخ . كما وأن تيار الهواء ربما قام بتجفيف الكومة وبذا يغير كثيرا من المحتوى الرطوبى مما يغير النشاط البيولوجى .

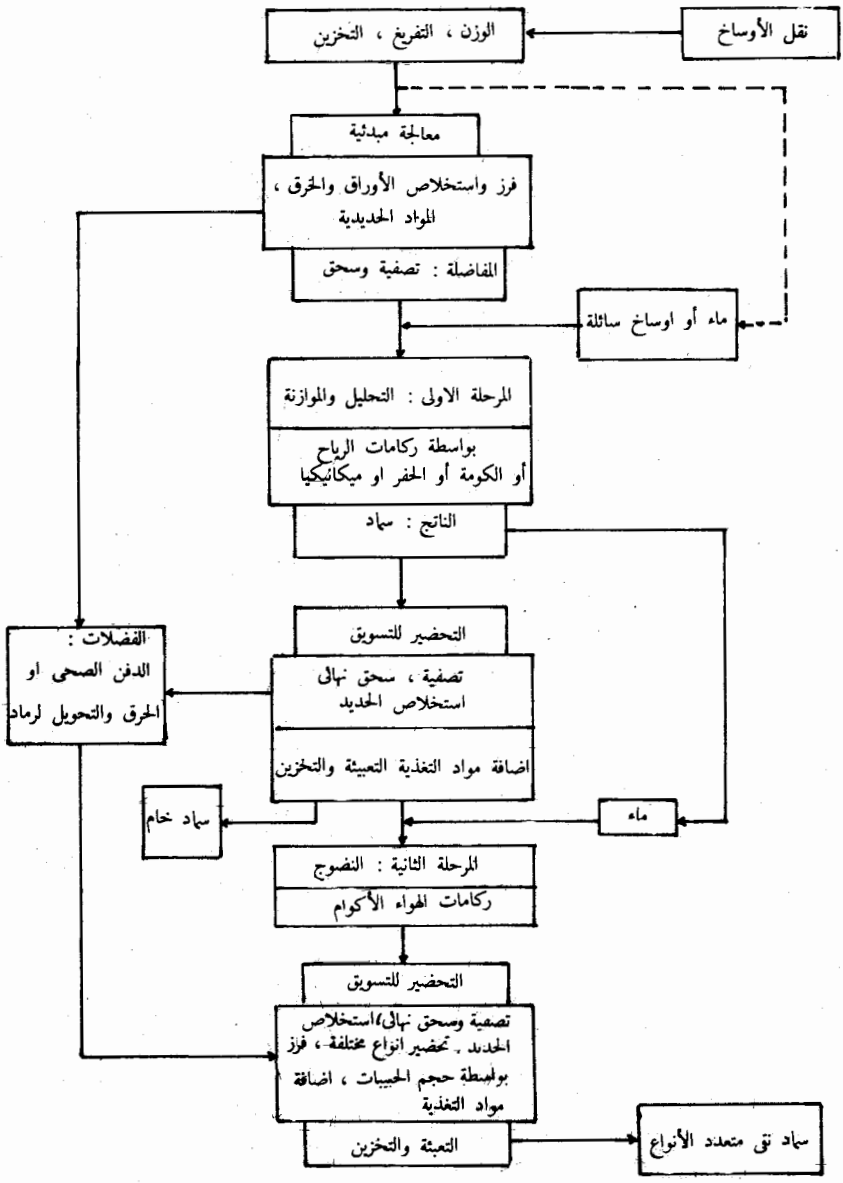
وقد استغل الناتج كسماد للأرض أو مكيف لها . وفى هذا المجال يتوخى أن يكون هذا السماد الطبيعى : –

– له مقدة عالية لزيادة كفاءة وانتاجية التربة .

– يحفظ التربة فى حالة جيدة .

شكل (٢٣)

أسس طريقة التسميد



- يزيد من خصوبة التربة عند استعماله دوريا ولمدة طويلة من الزمن .
- يحتوى على كمية عالية من المواد العضوية ومواد التغذية .
- يحتوى على كمية الجير الصحيحة (اذ زادت كمية الجير فانها تضر بالتربة)
- ان يكون متجانس وخالى من الأتربة .
- ان يكون خالى من الشوائب ...الخ .

واذا استعصى بيع وتسويق هذا السماد الطبيعى ، أو انعدمت رغبة الجمهور فى أخذه ، فلابد من دفنه باستعمال الدفن الصحى ويبين الجدول أدناه نموذج للنسب المئوية بالوزن للمكونات التى توجد فى الناتج من طريقة التحليل الأختزالى .

مكونات السماد من التحليل الأختزالى (٢٢)

المـادة	النسبة المئوية بالوزن (٪)
مواد عضوية	٢٥ ٥٠
كربون	٨ – ٥٠
نتروجين (ن)	٠.٤ – ٣ر٥
فسفور (فو ٢ أ ٤)	٠ر٣ – ٣ر٥
بوتاسيوم (بو ٢ أ)	٠ر٥ – ١ر٨
رماد	٢٠ – ٦٥
كالسيوم (كا أ)	١ر٥ – ٧

الحرق والترميد (شكل ٢٤) **Incineration**

فى هذه الطريقة يتحكم فى طريقة الحرق لتقليل كمية المواد الصلبة والسائلة والغازية ، وذلك بتحويلها الى غاز ثانى أكسيد الكربون وغازات أخرى مع مواد غير قابلة للأحتراق نسبياً . وهذا الناتج غالبا ما يتخلص منه بالدفن الصحى بعد استخلاص أى مواد مفيدة منه . اما غاز ثانى أكسيد الكربون والغازات الأخرى الناتجة من الاحتراق فتجد طريقها للغلاف الجوى .

هذه الطريقة للتخلص من المواد أو المخلفات الصلبة معقدة وتزداد تعقيدا بمتغيرات مواصفات وحجم الأوساخ . وعليه فأن تصميم واداء المرمد يجب أن يأخذ فى الحسبان هذه المتغيرات .

وطريقة تمركز المرمد كوسيلة للتخلص من القمامة والأوساخ لها محاسنها مثل : – (جـدول ٣٣)

– ربما شكلت أرخص السبل فى غياب الدفن الصحى والتسميد .
– يمكن وضع المرمد فى المدينة وذلك بعد تصميمه جيدا ومراقبة عمله وتشغيله .
– الناتج من المرمد يحتوى عادة على كمية صغيرة من الأوساخ ويحتوى على كمية لا تذكر من المواد القابلة للتفتيت .
– المرمد الجيد التصميم يمكنه مواكبة التذبذب فى كمية الأوساخ ومواصفاتها كما وانه لا يتأثر بالتغير فى الطقس والمناخ .
– يمكن استخلاص مواد المرمد كما يمكن اعادة استخدام الطاقة .

وايضا لهذه الطريقة بعض المساوئ منها : –

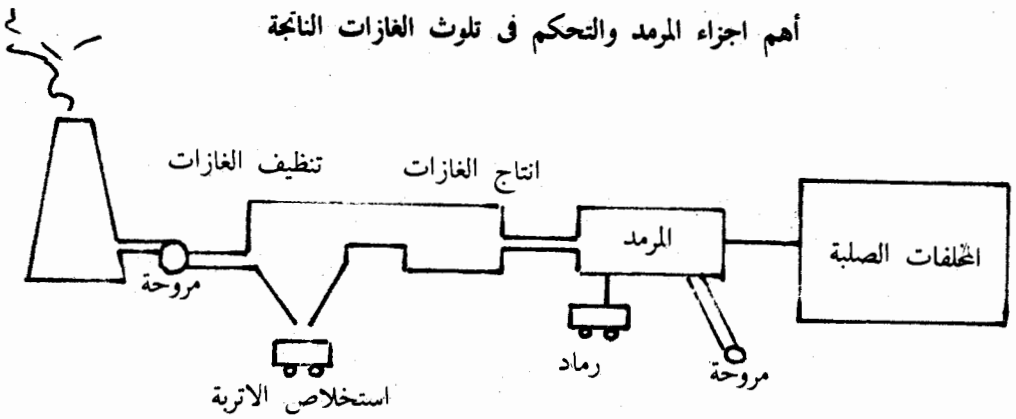
– بهاظة التكاليف عند الانشاء وتصميم المرمد .
– متطلبات التشغيل المادية عادة أغلى من متطلبات تشغيل الدفن الصحى المادية ، وذلك لان الأجهزة المتطلبة معقدة وتحتاج لعمال مهرة لتشغيل المرمد .
– هذه الطريقة لا تعتبر طريقة تخلص نهائية اذ هنالك فضالة من الخرق تحتاج الى ان يتم التخلص منها .

وعند تصميم المرمد لابد من اخذ عدة عوامل مؤثرة فى الاعتبار ومنا على سبيل المثال : –

– تحديد مواصفات المخلفات مع ذكر التغيرات التى قد تطرأ مستقبلا .
– وضع تصور كامل للنظام وتحديد الأهداف العامة للتشغيل .
– تحديد الموازنات للمواد والطاقة .
– وضع اطار كامل لتصميم المرمد على ضوء المعلومات السالفة .
– تقييم ديناميكية المرمد المقترح .
– تطوير تصميم الأجهزة المساعدة .

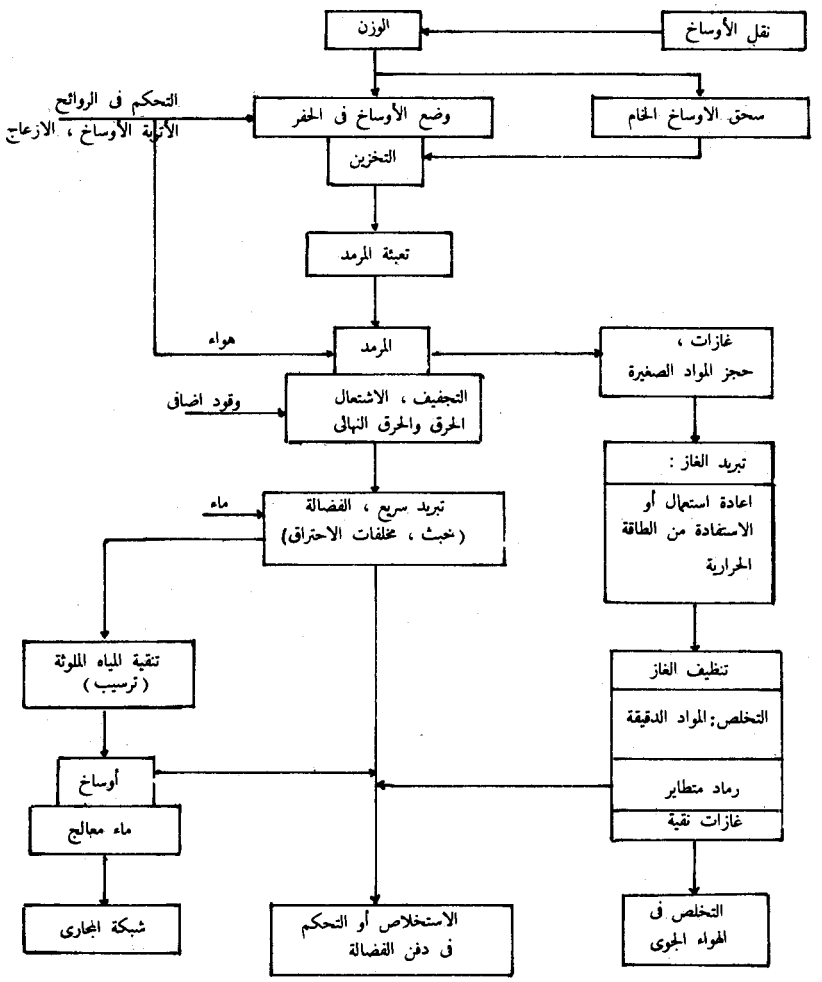
شكل (٢٤)

أهم اجزاء المرمد والتحكم فى تلوث الغازات الناتجة



شكل (٢٥)

رسم تخطيطى لعملية الحرق أو الترميد



جدول (٣٣)

محاسن ومساوئ بعض طرق التخلص من المواد الصلبة

الطريقة	المحاسن	المساوئ
التسميد	– تنتج سماد يساعد على زيادة إنتاجية التربة	– يجب أن تحتوى على ٧٠ ٪ من الأوساخ المتعفنه والأوراق
(التحلل الإختزالى)[٢٥١]	– يمكن أن يتم يدويا	– لابد من فرز المواد غير القابلة للإحتراق
	– لا تحتاج الى مساحة كبيرة	– لابد من وجود تسويق أو إستخدام للناتج
	– يمكن أن تقتصر المسافة	– لابد من تقليب وترطيب الركامات
	– يمكن إضافة فضلات الأنسان والحيوان	– تحتاج الى أيدى عاملة كثيرة – توجد مخاطر تشغيلية – تحتاج الى نسبة كربون الى نتروجين ٣٠ – ١
الحرق	– تقلل الوزن بنسبة ٦٠ – ٧٥ ٪ كما وتقلل الحجم بنسبة ٨٥ ٪ – ٩٠ ٪	– تحتاج الى ٥٠٪ بالوزن من المواد القابلة للإحتراق
	– الحرق والتحويل الى رماد تستبعد الحشرات والجرذان وغيرها	– تحتاج الى مرمد – الغازات والروائح غير المرشحة
الدفن الصحى	– رخيصة عند وجود الأرض	– ربما إستعصى وجود الأرض عندما تكون الكثافة السكانية عالية أو المسافة بعيدة .
	– الاستثمار الأولى زهيد مقارنة بغيرها – طريقة تخلص نهائية	– لابد من الإلتزام بالمعايير والمقاييس الموجودة للتشغيل
	– طريقة مرنة إذ أن زيادة كمية الأوساخ يمكن التخلص منها بزيادة بسيطة فى العمال والأجهزة	– عندما توجد بالقرب من مناطق سكنية فانها ربما تعارض من قبل الجمهور – لابد من تصميم معين للإنشاءات المراد وضعها فى المنطقة مستقبليا
	– يمكن الاستفادة من الأرض في المستقبل	– غاز الميثان وغيره من الغازات المنبثقة ربما شكلت مخاطر أو مضايقة أو عاقت الإستخدام الأمثل لهذه الطريقة .

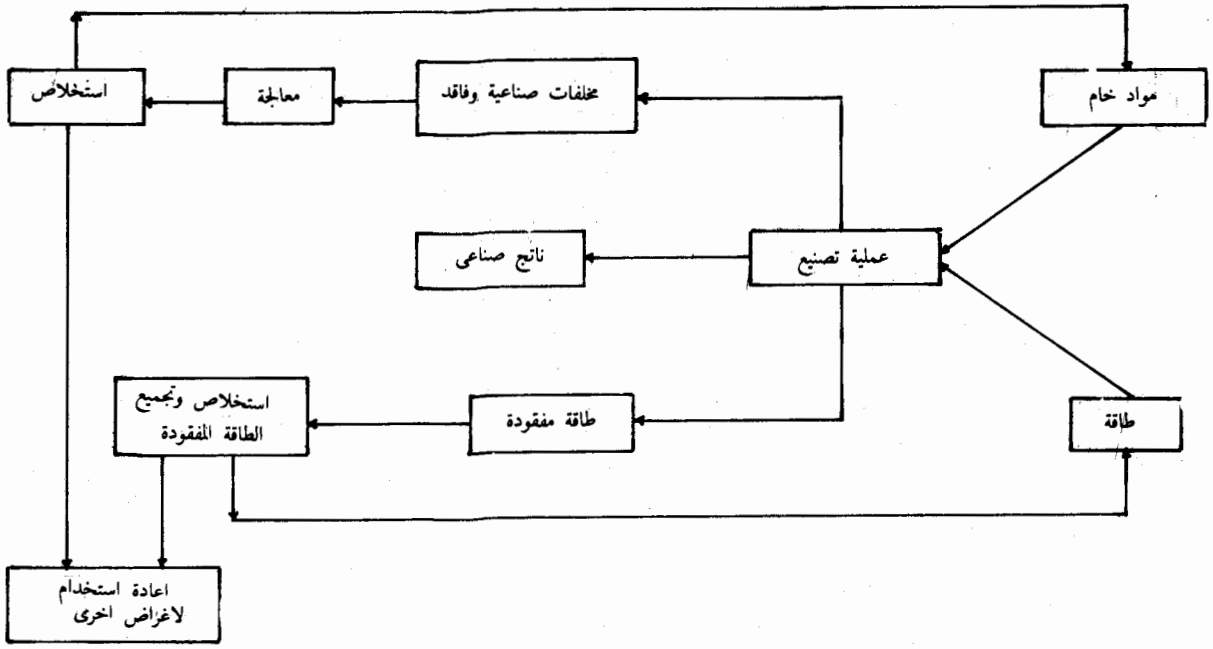
اعـادة الاستخدام (شكل ٢٦)

ان من أنجع سبل مكافحة التلوث (بسبب المخلفات الصناعية وتقليل الفاقد وزيادة انتاجية وأرباح الوحدات الصناعية) هو اعادة استعمال أو دوران المواد التى كانت قد استعملت كمواد خام أو تكونت اثناء عملية الأنتاج وظهرت كأحدى مكونات المخلفات الصناعية . وعادة تتم هذه المرحلة من خلال عملية مبدئية تتم لفصل المادة المعنية طبيعيا أوكيميائيا من المخلفات ، ومن ثم تجهيزها لعملية اعادة الأستعمال أو الدوران .

والأمثلة على هذا كثيرة فى القطاع الصناعى وهذا لا ينطبق فقط على المادة من حيث هى وأنما ينطبق كذلك على الطاقة فى صورها المختلفة وخاصة الحرارية . فمثلا فى مجال اعادة استخدام أو دوران الطاقة الحرارية يمكن فصل الحرارة الكامنة والمحسوسة من الأبخرة والسوائل الساخنة من جراء الأنشطة الصناعية عن طريق المبدلات الحرارية المعروفة ومن ثم اعادتها الى دائرة الانتاج . وبنفس المستوى يمكن معاملة المادة فى صورها المختلفة فمثلا فى صناعة السكر قد يكون هنالك (لسبب أو آخر) فاقد فى بعض المواد مثل المواد الفسفورية ، والتى تظهر فى المخلفات النهائية للمصنع أو الزيوت والشحوم والتى يمكن فصلها ومن ثم اعادة استعمالها . وبنفس المستوى يمكن التطرق الى الزيوت المتخلفة والمتبقية فى الامباز فى مصانع الزيوت . والتى يمكن استخلاص معظمها بواسطة المذيبات العضوية ، أو بعض المواد مثل الكروم الذى قد يظهر بكميات كبيرة فى مخلفات المدابغ التى تستعمل الطريقة الكيميائية للدباغة . كما وقد يحدث فى بعض الأحيان أن تجد بعض المخلفات والتى يمكن استغلالها أقتصاديا طريقها لتلوث البيئة . والمثال على ذلك هو تدفق المولاس من مصانع السكر وبكميات كبيرة الى البيئة محدثة خلل بيئى . والمعروف ان المولاس يمكن وبكل بساطة استغلاله كمادة اولية لصناعات أخرى كثيرة منها صناعة المذيبات والبلاستيك والمواد الكحولية أو ادخالها ضمن التشكيلة الغذائية للحيوان . كما وأن صناعات كثيرة تستعمل كميات كبيرة من المياه وتظهر هذه المياه فى معظم الأحوال فى صورة مخلفات ويمكن باستعمال طرق المعالجة للمخلفات الصناعية اعادة هذه المياه للاستعمال مرة أخرى . ويتحدد غرض الاستعمال بناء على نوعية وكمية هذه المياه بعد المعالجة ، سواء للاستهلاك المنزلى او الصناعى او الزراعى . ومن البديهى ان عملية المعالجة للمخلفات الصناعية بغرض اعادة الاستعمال يجب أن تأخذ فى الحسبان المخاطر الصحية التى يمكن ان تنشأ من خلال إعادة الاستعمال ، وذلك بالتأكد من خصائص المخلفات قبل وبعد المعالجة . كذلك توافق مواصفاتها مع المواصفات المطلوبة للغرض المعنى . ان المعالجة للمخلفات الصناعية بغرض اعادة الاستعمال فى او لأية منشآة يستحسن أن يؤخذ فى الحسبان عند التخطيط لاية صناعة ، وذلك بغرض حماية وازدياد الربحية . وتبدأ هذه العملية كما أسلفنا بتقليل الفاقد والتالف من المصنع وأنتاج مخلفات بمواصفات

شكل (٢٦)

اعادة الاستخدام



معقولة بغرض المعالجة ومن ثم اعادة الاستعمال . وتبقى حقيقة ان معالجة المخلفات واعادة الاستعمال ما هو الا تقليد لما يحدث فى الطبيعة غايته التطور فى وجود امكانيات محدودة حماية للبيئة وعدم اهدار للموارد المتاحة سواء فى صورة مادة أو طاقة .

طرق التحكم فى تلوث الهواء : -

ان درجة تلوث الهواء وتركيز الملوثات به يمكن التحكم فيها أو تقليلها بطرق عديدة منها تعديل أو تحوير فى طرق الانتاج ، أو الاستخدام كما نجده فى محركات السيارات مثلا باستخدام مصفى الهواء او تحوير الكاربورتور لتقليل اول اكسيد الكربون والمواد الهايدروكربونية ، أو بطرق تغير فيها المواد كما نجد ذلك عند استخدام وقود تقل فيه كمية الكبريت مثل الغاز الطبيعى كبديل لوقود تكثر فيه كمية الكبريت وذلك لتقليل توليد ثانى اكسيد الكبريت ، أو بطرق تنقية الهواء .

طرق تنقية الهواء : -

(أ) التحكم فى الملوثات الغازيه : -

وهنا يتم التحكم بعدة طرق منها امتزاز الملوث فى سائل أو على سطح مادة صلبة أو بتغير الملوث كيميائيا لمادة أخرى غير ملوثة . وطرق امتزاز الغازات فى السوائل تعتمد على مساحة سطح الغاز والسائل ودرجة تركيز الغاز وقوة امتزازه بالسائل . وفى هذه الطريقة تستخدم اجهزة معينة مثل ابراج التعبئة او غيرها . كما يمكن التحكم فى الملوثات الغازية بالحرق مثلا عند حرق الهايدروكربونات لتنتج ثانى اكسيد الكربون والماء . وللحصول على احتراق كامل لابد من اخذ المعايير المؤثرة مثل درجة الحرارة وزمن الاحتراق ودرجة مزج الأكسجين والوقود ... الخ .

(ب) التخلص من الحبيبات والغبار والاتربة الملوثة للهواء

وهنا يمكن استخدام طرق عدة بالاستفادة من ميكانيكية قوى الجذب ، قوى الطرد المركزية القوى الألكتروستاتيكية ، المغنطيسية ، الانتشار الحرارى ... الخ . ومقدار هذه القوى وأثرها يعتمد على حجم الحبيبات مما يقتضى عدم تجاهل قطر الحبيبات الملوثة المراد التخلص منها عند تصميم الأجهزة المناسبة . وعند تصميم هذه الأجهزة لابد من معرفة عوامل عدة منها حالة الغاز ، سرعة الغاز ، مقدار الدفق ، درجة الحرارة ، تكوين الملوث ، درجة التآكل ، الاشتعال ... الخ .

مرسبات الحبيبات الملوثة عادة ذات تكلفة زهيدة وضغط منخفض ولكنها ذات كفاءة قليلة لترسيب الحبيبات صغيرة الحجم (مثلا تلك اقل من ٥٠ ميكرومتر فى قطرها) . وعند تصميم جهاز الترسيب لابد من مراعاة عوامل منها سرعة الغاز ، وحجم جهاز الترسيب .

فرازات الطرد المركزية سهله الصنع ولا تحتوى على اجزاء متحركة خاصة الفرازات اخروطية . وفيها فأن الغاز يتحرك فى شكل حلزونى فى صورة مستمرة . وتعتمد كفاءة الفرازه اخروطية على

عوامل منها : -

حجم الحبيبات والأتربة الداخلية (وكلما كبر الحجم كلما زادت الكفاءة) ، ابعاد الفرازة ، سرعة الملوث عند الدخول ، والضغط الداخلى بالفرازة .

وفى اجمعات الرطبة لتنقية الهواء من الأتربة والغبار والحبيبات الملوثة فأنها تعمل لتلامس الغاز مع السائل بها . وهنيهتها فأن الحبيبات تعلق فى السائل . ولزيادة الكفاءة للازالة يعمل على زيادة مساحة التلامس ، وعليه فأن السائل يكون فى صورة نقاط أو فقاقيع . ومن محاسن هذه الطريقة القابلية لتنقية الغازات شديدة الرطوبة ، كما وأنها لا تحتاج لمساحة وحيز كبير ، كما وانها تجمع الغازات والحبيبات الملوثة على حد سواء . ومن المساوئ كيفية ازالة الملوثات من السائل ، وطريقة التخلص من السوائل بعد تلوثها .

ومن العوامل المؤثرة عند اختيار اجمع الرطب : -

حجم الحبيبات الملوثة ، الكفاءة المطلوبة ، التحويل الحرارى أو تبريد الهواء ، متطلبات امتزاز الغاز ، خصائص الغاز (بالأشارة الى حجم الدفق ودرجة الحرارة) ... الخ .

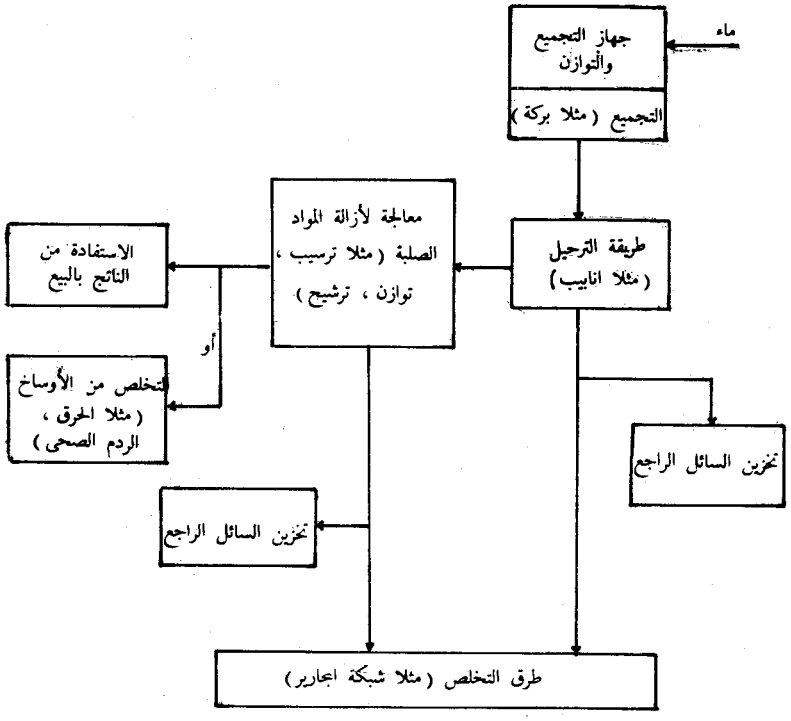
اما فى مجال الترشيح فتلعب بعض القوى والعوامل دورا بارزا مثل الانتشار والقوى الالكتروستاتيكية ... الخ . وعامة فيوجد نوعان من المرشحات اولها المرشحات العميقة المكونة من الألياف وهذه ذات كفاءة قليلة . اما الثانية فهى المرشحات المصنعة من الورق أو النسيج وهى ذات كفاءة عالية ويعمل على نظافتها بواسطة الرج أو الهواء .

ويبين الشكل (٢٧) أدنه طريقة عامة للتخلص من الأتربة والحبيبات والملوثات الهوائية اجمعة بأجهزة لتحكم .

عند تصميم المداخن الهامة بالمصانع للتخلص من الملوثات فانها تعتمد على عدة عوامل اساسية : منها العوامل المناخية (مثل الرياح والحرارة) ودرجة المزج والاضطراب بسبب المبانى ، أو غيرها من العوامل التى تعوق طريق الرياح وسرعتها . كما ينبغى مراعاة عوامل أخرى مثل طبغرافية المنطقة وما تحتويه من عوائق طبيعية أو مصنعة ، أو عامل خصائص الملوثات ومحتوياتها . كما ويجب أخذ المداخن الأخرى بالمنطقة القريبة فى الحسبان ، كيلا يحدث تداخل بين اجموعةككل مما يفاقم من حجم المشكلة . وعادة فمن الملاحظ أن طول المدخنة له اهمية ويلعب دور كبير فى التلوث ومداه . ومن بعض المعايير المتبعة اخذ طول المدخنة ليساوى ٢ر٥ مرة اعلى من أعلى مبنى فى حدود منطقة تقع بطول ٢٠ مدخنة . وعلى طول كهذا فأن الأثار الديناميكية والهوائية للمبانى اجاورة لا تمثل عاملا هاما فى أسس الانتشار . وفى بعض المناطق المسطحة والحاوية على قليل من المنشآت الكبيرة والعالية فيمكن أخذ المدخنة لتساوى ١ر٥ مرة بدلا من ٢ر٥ - وعادة فمن المهم تحديد الحد الأدنى لطول

شكل (٢٧)

رسم حصيطي للتخلص من الحبيبات الملوثة للهواء



المدخنة وربما كان ذلك فى حدود ٢٥ متر . وبعض المعايير تحدد سرعة دفق الغازات والتى اذا كانت أقل من سرعة الهواء فأنها تجلب نظافة سفلى ، وربما حلت هذه المعضلة بأخذ سرعة دفق الغازات لتساوى ٥٠ كيلو متر فى الساعة . ومن الحدود المقيدة عند تصميم الطول الطبيعى للمدخنة العوامل الاقتصادية كتكلفة المواد والأنشاء خاصة للمداخن العالية ، كما وهنالك العوامل المناخية خاصة ضغط الرياح والذى يزيد مع كثافة الهواء ويتناسب طرديا مع مربع سرعة الرياح . والمدخنة تتكون من عمود وبطانة . والعمود يمثل الدعامة الأساسية وتقف ضد الرياح والحرارة وتعمل على حماية البطانة . والبطانة تصمم عادة لمكافحة التآكل الكيميائى والآثار الفيزيائية للغاز الخارج . وعليه فأن مادة البطانة المستخدمة تعتمد اساسا على خصائص الغاز الخارج . فمثلا اذا كانت الغازات حاوية على مركبات كبريتية فلابد من أن تكون درجة الحرارة أعلى من تكوين نقطة الندى والا فسيتكون حامض الكبرتيك . وعليه فيمكن استخدام البطانة من الفولاذ فى درجة حرارة أعلى من نقطة الندى . وعندما تحتوى الملوثات الخارجية على أحماض فلابد من العمل على استخدام بطانة تقاوم الأحماض . وربما استخدمت بطانة مكونة من الفولاذ أو أنواع أخرى من الصلب مثل الفولاذ المكربن أو الفولاذ الحاوى على النحاس أو الفولاذ الصامد . وعندما تكون درجة الحرارة عالية للملوثات الخارجية فيمكن استخدام الطوب الحرارى .

خـلاصـة : -

وعليه فيتبين عند النظر الى المخلفات الصناعية انها تختلف من بعضها البعض طبقا لأنواع الصناعات السائدة بالمنطقة ما اذا كانت صناعات خفيفة أو ثقيلة . ومن ثم تخضع الصناعة وأسلوب التصنيع لنوع ومواصفات المواد الخام والموارد الطبيعية المستفاد منها . وهذه تؤثر سلبا أو ايجابا على انتاجية المصنع وموارده . ويلعب نظام توزيع المصنوعات دورا كبيرا فى ازدياد الصناعة المعنية أو تقليلها أو تحديد ما اذا كانت رائجة أوكاسدة . وبعد عملية الأنتاج والتركيب والتوزيع يتبقى بالمصنع الفضلات اللازم التخلص منها أو اعادة استخدمها بطريقة صحية وصحيحة مثلى . وهذه الفضلات اما ان تكون صلبة أو سائلة . اذ ان المخلفات الغازية اما ان تجد طريقها الى الجو أو تفصل بطريقة او بأخرى داخل وحدة التصنيع . وهذه المخلفات تحتوى اما على مواد كيماوية سامة أو اخرى خطرة او بعض المعادن المتعزر استخلاصها بطرق اقتصادية غير باهظة التكاليف ، او بها بعض الفضلات والمواد العضوية وربما احتوت على متخلفات اشعاعية او ربما حوت بعض الجراثيم والميكروبات المؤثرة على الصحة طبقا لنوع الصناعة . ومن هنا فمن واجب ادارة المصنع والوحدة المنتجة العمل على تجميع الأوساخ بطرق مناسبة . منها ما يعمل بالنظام الهوائى او السائل ، ومنها النظم اليدوية اعتمادا على القوة العمالية الموجودة ، معتمدة على الكفاءة وجودة الاداء والأجور . أو ربما تمت عمليات التجميع بطرق ميكانيكية أو آليه معتمدة على عوامل عدة منها حجم الصناعة ومدى التقدم التكنولوجى بالمنطقة

وتكلفة الأجهزة المطلوبة مع كفاءة العمالة والتشغيل واستنباط اساليب الصيانة عالية الجودة ... الخ . وبعد عمليات التجميع يتطلب نقل المخلفات الصناعية فى داخل الحقل أو خارجه . وربما تم النقل بطرق عدة منها الهوائى والسائل او بواسطة المركبات والآليات . أو ربما كانت مقادير المخلفات لا تتطلب ازالتها خارج المصنع . وربما امكن تخزينها لفترة ملائمة او ربما امكن استخلاص اشياء وعناصر منها تعود على المصنع بعائد مادى وفائدة انتاجية . وهنا ربما امكن صناعيا (او بالطرق المتمشية مع التشريعات المعمول بها فى المنطقة ، وبداخل المصنع او وحدة الانتاج) طحن او عجن أو حرق أو تبريد أو تسميد أو فرز المخلفات السائلة طبقا للغرض المنشود . اما خارج الوحدة فيلزم العمل مع جهات اختصاص اخرى فى مجال التخلص من المخلفات الصناعية . والتى تتم اما بأستخدام الأرض أو الماء أو الهواء طبقا لما ورد ذكره فى هذا الكتاب .

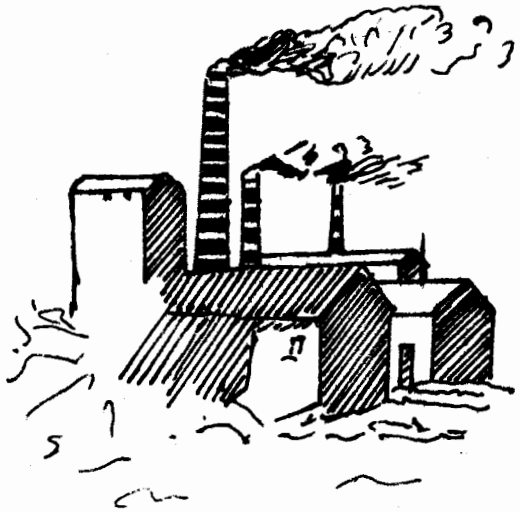
ونقطة أخيرة تتعلق بالحدود المقيدة داخل المصنع أو خارجه عند التخلص من الفضلات الصناعية ، ومن هذه القيود توجد القيود الاجتماعية ومدى تقبل ساكنى المنطقة لطريقة المعالجة والتخلص اختارة . ومن هذا المنطلق لابد من العمل (من داخل المنطقة والبيئة المحيطة) والتفاكر مع السكان حول مثالب ومناقب الطريقة المنشودة للمعالجة والتخلص ، والتى اذا وجدت استحسانا فأنها ستوفر الكثير من المال والجهد والفكر . واذا رفضت فأنه من المستحسن التفكير فى اسلوب آخر لزيادة المساهمة الشعبية متى ما اقتضى الحال ذلك . وايضا من القيود ما كان سياسيا وهذا من اسوأ العوائق والقيود ، لا سيما وعامل الجهل بأساليب الصناعة والكفاءة التشغيلية مع جهل بتكنولوجيا التنقية والتخلص يلازم السياسى وربما أضر بأفضل الأساليب الواجب اتباعها ، هذا علماً بأن المطلب السياسى والأهداف السياسية تتطلع نحو آفاق اخرى غير التى نحن بصددها فى هذه العجالة . وايضا من القيود ما كان تكنولوجيا فى منحاه وهذا متأثر بقدر كبير بطرق التصنيع ومداها الفعلى مع تأثره بالمواد الخام المحلية ووجود العمالة ذات الخبرة الفنية ومقدار التعليم بالمنطقة وربما تدخلت الثقافة العامة بصورة أو بأخرى . ومن محددات التكنولوجيا ملائمتها للمنطقة وتكاليفها والمعرفة العلمية بها وتبادل المعلومات وهنا من الأجدر العمل فى اطار واحد بالمنطقة لرفعة الكفاءة التكنولوجية بأستحداث الأسس والأنماط الجديدة ، استفادة من العلوم والخبرة . ومن القيود ايضا ربما اثرت البيئة بصورة أو بأخرى خاصة عند اختيار طرق معينة للتخلص من الفضلات فمثلا عدم وجود مناطق كبيرة مناسبة غير مستقلة ربما اوقفت فكرة استخدام الدفن الصحى ، أو عندما تكون المياه الجوفية ذات مستوى عال فانها تؤثر فى أو تحد من استخدام بعض اساليب التخلص . وايضا من القيود تلعب التشريعات القانونية دوراً كبيرا ، وهاما ، اذ بدونها يستحيل مراقبة المصنع وتعامله مع المخلفات الناتجة أو اسلوب استخدامه للمواد الخام بكفاءة معينة . كما وأن غياب التشريعات يفتح الباب على مصراعيه للتلاعب بالبيئة وزيادة التلوث ، وهذا يؤدى الى مخاطر عديدة وربما استعصى الحل فى مرحلة متأخرة . وبذا

فلابد من وجود وحدة مختصة لسن التشريعات القانونية بصرف الفضلات (سائلة كانت ام صلبة ام غازية) مع المراقبة المستمرة لمخلفات المصانع واختيار المناطق الملائمة وأساليب التنقية ذات الجدوى للمصانع الجديدة . ومن وراء هذه الوحدة لابد من وجود السلطة المطبقة للتشريعات المستنبطة . (انظر شكل ٢٨) .

التشريعات الهامة : -

إن غياب التشريعات والأوامر الخاصة بحماية البيئة من أثر المخلفات والفضلات الصناعية يولد تلوثا ربما تعزر تجافيه . كما وأن غياب التشريع والمعايير يجعل من السهل لأصحاب الصناعات التخلص من مخلفاتهم بأى صورة كانت ، دون مراعاة للنتائج سريعة أو بطيئة الحدوث . هذا نسبة لأن العمل على ضوء المعايير والتشريعات يقتضى صرف مال فى هذا المضمار ، وهذا شئ يبتعد بأصحاب الصناعات عن الربح الكبير المباشر نوعا ما . كما وأن التشريعات والقوانين فى حد ذاتها ليست بالكافية بل يجب متابعتها والحرص عليها . وهذا يتطلب أن توجد المعامل واختبرات المركزية لفحص خصائص ومواصفات الفضلات والمخلفات الصناعية دورياً على مدار العام لاسيما وهنالك صناعات تزدهر فى موسم معين . كما يتطلب التشريع وجود جهات ذات إختصاص تعمل جنبا الى جنب مع جهات الفحص والتجارب . ثم أن هنالك مخلفات صناعية تعود بتلوث كبير فى المدى الطويل مما يتطلب الابحاث الموجهة والهادفة وربما تبنت الصناعات هذا الدور لاسيما وفى المقابل يعود عليها بفائدة مادية أو فوائد هادفة نحو زيادة الانتاج وإزدهار الصناعة المعنية . وبهذا المفهوم التعاونى والتكافلى يتسنى العمل فى بيئة صالحة خالية من التلوث أو تحتوى على القليل جدّا منه .

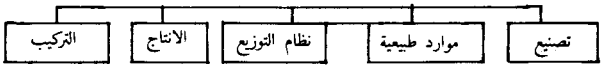
وعليه ربما أخذت فى الحسبان المعايير الواردة فى الجداول (٣٤ ، ٣٥ ، ٣٦ ، ٣٧ ، ٣٨ ، ٣٩)



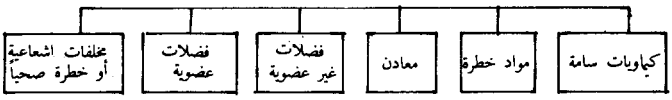
شكل (٢٨)

مصادر وأنواع ومعالجة المخلفات الصناعية

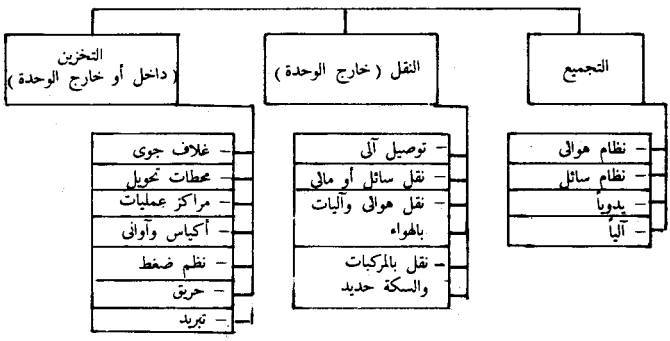
١ - مصادر المخلفات الصناعية (خفيفة ، ثقيلة)



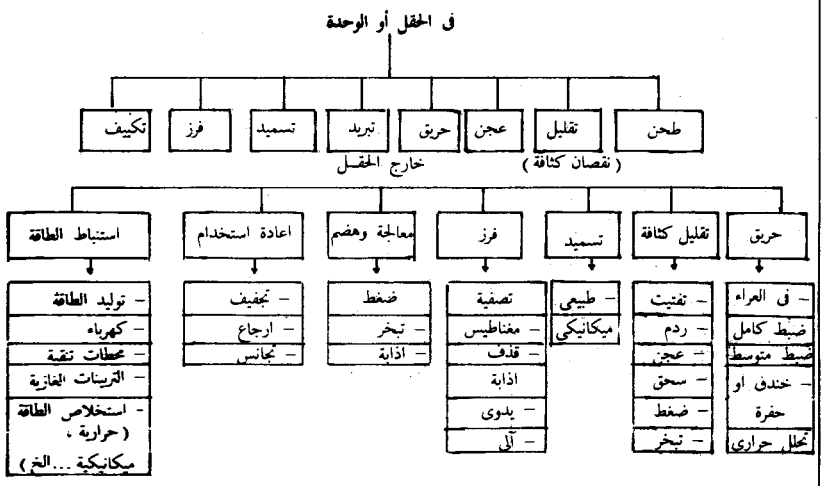
٢ - أنواع المخلفات الصناعية (صلبة ، سائلة)



٣ - ادارة المخلفات الصناعية

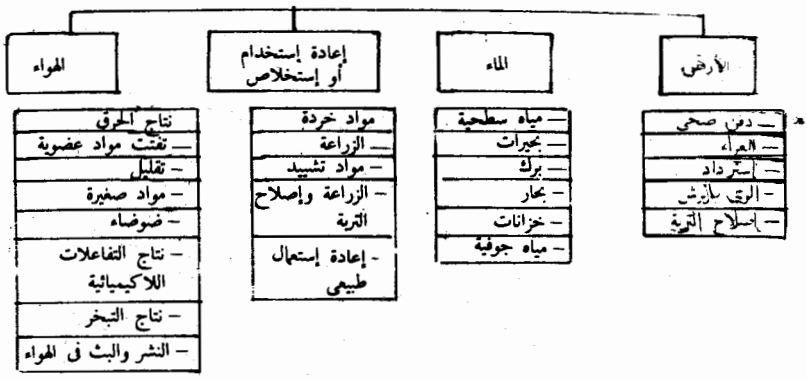


٤ - العمليات الواردة للمخلفات الصناعية

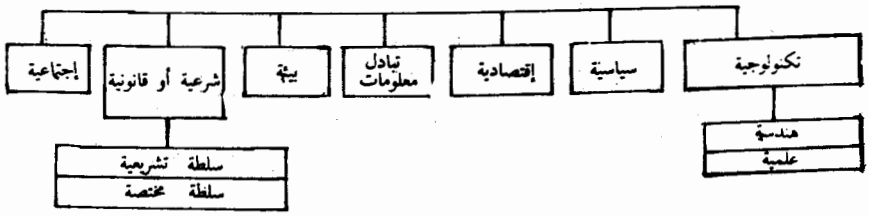


تابع شكل (٢٨)

د التخلص من المخلفات البيئة



(٦) القيود الاضطرارية



جدول (٣٤)

المعايير المقترحة للمخلفات الصناعية لصبها فى المصارف المائية

المعامل	المعيار المقترح
حوجة الأكسجين الكيموحيوى	لا تزيد عن ٢٠ ملجم/لتر
المواد العالقة	لا تزيد عن ١ ملجم/لتر
الرقم الهايدروجينى	٦–٩
الكبريتات (كب)	لا تزيد عن ١ ملجم/لتر
السيانيد	لا تزيد عن ٠,١ ملجم/لتر
درجة الحرارة	لا تزيد عن ٣٥°م
الزيوت والدهون	لا تزيد عن ١ ملجم/لتر
المعادن الثقيلة	لا توجد
المواد المشعة	لا توجد
المبيدات الحشرية	لا توجد

جدول (٣٥)

المعايير المقترحة للتخلص من الفضلات الصناعية فى شبكات المجارير

المعامل	المعيار المقترح
حوجة الأكسجين الكيموحيوى	لايزيد عن ٦٠ ملجم/لتر
الكبريتات	لا يزيد عن ١ ملجم/لتر
المواد العالقة	لا تزيد عن ٨٠ ملجم/لتر
الرقم الهايدروجينى	٧-٩
السيانيد	لا تزيد عن ٠,١ ملجم/لتر
*الزيوت والدهون	لا تزيد عن ١٠ ملجم/لتر
الفينول	لا تزيد عن ٠,١ ملجم/لتر
الكلور	لا يزيد عن ١ ملجم/لتر
المعادن الثقيلة	لا تزيد عن ١ ملجم/لتر
المواد الذائبة	لا تزيد عن ٥٠٠٠ ملجم/لتر
درجة الحرارة	لا تزيد عن ٣٥ م
المواد المشعة	لا توجد
المبيدات الحشريه	لا توجد

جدول (٣٦)

المعايير المقترحة للأنهار المستخدمة لصيد الاسماك

المنشط	المعيار المقترح
ثانى اكسيد الكربون	اقل من ١٢ ملجم/لتر
الرقم الهايدروجينى	٦٫٥ – ٨٫٥
الأمونيا	اقل من ١ ملجم/لتر
العناصر الثقيلة	اقل من ١ ملجم/لتر
النحاس	اقل من ٠٫٠٢ ملجم/لتر
الزرنيخ	اقل من ١ ملجم/لتر
الرصاص	اقل من ٠٫١ ملجم/لتر
السلينيوم	اقل من ٠٫١ ملجم/لتر
السيانيد	اقل من ٠٫٠١٢ ملجم/لتر
الفينول	اقل من ٠٫٠٢ ملجم/لتر
المواد الصلبة الذائبة	اقل من ١٠٠٠ ملجم/لتر
المطهرات	اقل من ٠٫٢ ملجم/لتر
الاكسجين الذائب	اكبر من ٢ ملجم/لتر
المبيدات الحشريه : د . د . ت	اقل من ٠٫٠٠٢ ملجم/لتر
اندرين	اقل من ٠٫٠٠٤ ملجم/لتر
مالاثيون	اقل من ٠٫١٦٠ ملجم/لتر

جدول (٣٧)

المعايير المقترحة للمياه المستخدمة للرى من الأنهار

المنشط	معيار النهر المقترح
بورون	لا يزيد عن ٠٫٢٥ ملجم/لتر عند وجود المحاصيل الحساسة ولا يزيد عن ٤ ملجم/لتر عند وجود المحاصيل ذات الاحتمال
الاكسجين المذاب	اكبر من ٢ ملجم/لتر ولا يجوز ان يكون هذا المعدل لزمن اكبر من ٨ ساعات فى اليوم .
الكلوليفورم	لا تزيد عن ١٠٠ لكل مائه ملتر اذا كانت المياه تستخدم دون حدود . وهذا المقدار يمكن تجاوزه عند استخدام المياه لرى محاصيل لا تؤكل بواسطة الانسان مباشرة

جدول (٣٨)

المعايير المقترحة للمياه المستخدمة للاستحمام والترفيه وبعض الصناعات

المنشط	المعيار المقترح
الرقم الهايدروجيني	٦ – ٩
اللون	لا يوجد تغير واضح
الزيوت المعدنية	لاتأتى برائحة أو لون للمياه وتفضل أن تكون أقل من ٣ر. ملجم/لتر
الفينول (ك٦يد٥ يد)	لا تأتى بروائح محدودة وتفضل أن تكون أقل من ٠٥ر٠ ملجم/لتر
الاكسجين الذائب	٥ – ١٢ ملجم/لتر
الكوليفورم الكلية	٥٠٠ – ١٠٠٠ فى كل مائة مللتر
الكوليفورم البرازيه	١٠٠ لكل مائة مللتر
سالمونيلا	لاتوجد
القلوية	٥٠ – ١٥٠ ملجم/لتر
الاوساخ والفضلات الصلبة والمواد الطافية والزيوت والشحوم	ممنوعة
الطعم والرائحة	لا توجد
المواد الكيميائية	لا توجد فى درجات تركيز لها مخاطر على الانسان ، أو تولد روائح أو تؤثر على النباتات والحيوانات المائية
المواد المشعة	لا توجد فى درجات تركيز تجلب مخاطر للانسان أو الحيوان أو الاحياء المائية .
الفسفور الكلى	لا يزيد عن ٠٥ر٠ ملجم/لتر كفسفور .
الأمونيا	لا تزيد عن ٥ر٠ ملجم/لتر كنتروجين

جدول (٣٩)

المعايير المقترحة لحماية الهواء من التلوث

(ملجم/ متر مكعب من الهواء)

المنشط	التركيز داخل الوحدة المنتجة (تعرض لمدة ٨ ساعات)	التركيز خارج الوحدة المنتجة (فى ظرف ٤٢ ساعة)
أوزون	٠ر٢	٠ر٠١
فينول	٢٠	٠ر٠٢
ثانى أكسيد الكربون	٩٠٠٠	٩٠٠
ثانى أكسيد النتروجين	١٠	٠ر٢
ثانى أكسيد الكبريت	١٣	٠ر٢
كبريتيد الايدروجين	٢٨	٠ر٠٠٣
اول أكسيد الكربون	٥٠	٢ر٩
كلور	١	٠ر٠٩
أمونيا	٧٠	٢ر٥
فلور	١	٠ر٠١
اليود	١	٠ر٠٤
هبتين	٢٠٠٠	٨٥
هكسين	١٨٠٠	٧٠
الدخان	—	٠ر١٥
أتربة	٧٠٠	—
اسمنت بوتلاندى	١٨٠٠	٦٠
أسبتون	٢٥٠٠	٨٠
كلوروفوم	٢٥٠	٨
كحول ايثيلى	١٩٠٠	٧٥
جازولين	—	—
أوكتين	—	—
تولوين	٨٠٠	٢٥

جدول (٣٩)

المنشط	التركيز داخل الوحدة المنتجة (تعرض لمدة ٨ ساعات)	التركيز خارج الوحدة المنتجة (فى ظرف ٢٤ ساعة)
حمض الكبريتيك	١	١ر٠
حمض الخليك	٢٥	٨٥ر٠
حمض النيتريك	٢٥	٥ر٠
سيانيد آيدروجين	١١	٤ر٠
سيانيد	٥	١٧ر
أكسيد الحديد	١٥	٥ر٠
الرصاص	٢ر٠	١٤ر٠
أكسيد المغنسيوم	١٥	٥ر٠
منجنيز	٦	٢ر٠
زئبق	١ر٠	٠٠٣ر٠
سيلثيوم	١ر٠	٠٠٥ر٠
باريوم	٥ر٠	٠٠٥ر٠
زرنيخ	٥ر٠	٠٠٥ر٠
كادميوم	١ر٠	٠٠٥ر٠
د.د.ت	١	—

References

1. **Alkhatib, A.S.**
   "A new dictionary of scientific & technical terms: English-Arabic"
   Librairie Du Liban, Beirut, 6th Edi. 1984.

2. **AWWA**
   "Internal corrosion"
   JAWWA, 72(5), May 1980.

3. **AWWA Committee Report.**
   "Determining internal corrosion potential in water supply system"
   JAWWA, 76(8), Aug. 1984, 83.

4. Ayers, R.S. & Westcot, D.W.
   "Water quality for agriculture"
   FAO, Rome Irrigation & Drainage Paper 29, 1976.

5. Barnes, S; Forster, C.F. and Johnstone, D.W.M.
   "Oxidation ditches in wastewater treatment"
   Pitmass, Marshfield 1983.

6. Besselievre, E.B.
   "The treatment of industrial wastes"
   McGraw-Hill Book Co., New York 1969.

7. Besselievre, E.B. & Schwartz, M.
   "The treatement of industrial wastes"
   McGraw-Hill Kogakusha, 2nd Edi., Tokyo 1976.

8. Camp, T.R. & Meserve, R.L.
   "Water and its impurities"
   Dowden, Hutchinson & Ross Inc., 2nd Edi., Stroudsburg 1974.

9. Eckenfelder, W.W.
   Industrial water Pollution control"
   McGraw-Hill Book Co., New York 1966.

10. Finch, J.
    "The planning & organization of industrial wastes control programmes Industrial wastes guide No. 1"
    WHO Wd 70.6.

11. Frederick, S. Edi.
    "Standard handbook for civil engineers"
    McGraw-Hill Book Co., 1976.

12. Ganczarczyk, J.J.
    "Activated sludge process, Theory & practice"
    Pollut. Engng. & Techno. 23, Marcel Dekker, Inc. New York, 1983.

13. Husain, S.K.
    "Textbook of water supply & sanitary engineering"
    Oxford & IBH Pub. Co., New Delhi, 2nd Edi., 1976.

14. Imhoff, K. & Muller, W.J.
"Disposal of sewage & other water borne wastes"
Butterworths, London, 1971.

15. Lund, H.F.
"Industrial polution control handbook"
McGraw-Hill Book Co., New York 1971.

16. Metcalf & Eddy Inc.
"Wasterwater engineering, treatement, disposal, reuse"
McGraw-Hill Book Co., New Delhi 1979.

17. Mukhlyonov, I.; Kuznetsov, D.; Averbukh, A.; Tumarkina, E & Furmer, I.
"Chemical Technology"
MIR Pub., Moscow 1974.

18. Niessen, W.R.
Combustion & incineration processes: Applications in environmental engineering"
Marcel Dekker, Inc., New York 1978.

19. Ongerth, J.E. & Dewalle, F.B.
"Pretreatment of industrial discharges to publicly owned treatment works"
J. Wat. Pollu. Contr. Fed. 52(8), Aug. 1980, 2246.

20. Pahren, H.R.; Lucas, J.B.; Ryan, J.A. & Dotson, G.K.
"Health risks associated with land applications of municipal sludge"
J. Wat. Pollu. Control Fed. 51(11), Nov. 1979, 2588.

21. Pavoni. J.L.; Heer, J.E. & Hagerty, D.J.
"Handbook of solid waste disposal-Materials & energy recovery"
Van Nostrand Reinhold Co., New York 1975.

22. Popel, J.H.
"Storage, collection & transportation of domestic refuse"
Delft University of Techno. 1971.

23. Rossano, A.T.
"Air pollution control-Guide book for management"
McGraw-Hill, New York 1974.

24. Salvato, J.A.
"Environmental engineering & sanitation"
Wiley-Interscience, London, 3rd Edi., 1982.

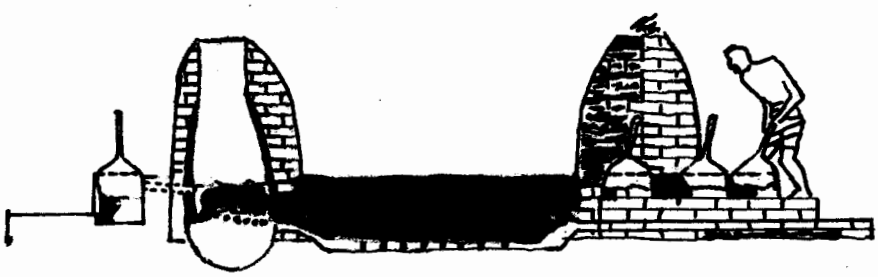
25. Tearle, K.
"Industrial pollution control- The practical implications"
Business Books Ltd., London 1973.

26. Techohanoglous, G.; Theisen, H. & Eliassen, R.
"Solid wastes: Engineering principles & management issues"
McGraw-Hill Kogakusha, Tokyo 1977.

27. Vernick. A.S. & Walker, E.C.
"Handbook of wastewater treatment processes"
Pollu. Engng. & Technol. 19, Marcel Dekker, Inc., New York 1981.

28. Vilbrandt, F.C. & Dryden, C.E.
"Chemical engineering plant design"
McGraw-Hill Book Co., New York. 4th Edi., 1959.

29. El Hassan, B.M. and Abdel Magid, I.M.
"Industrial Contamination of water sources in the Sudan"
Paper presented at the Semi. on Drinking water quality standards, Khartoum 8 - 13 March 1986.



تصويب

الصفحة	السطر	الخطا	الصواب
شكر وتقدير	٣	منحوها	منحوهما
١	٤	بناء	بنى
٢	٤	ارقتاء	ارتقاء
٣	٤	لكلما	لكل ما
٥	١٨	حمادة	جادة
١١	١٦	نشدة	قشدة
١٤	٢٠	وآحماض	وأحماض عضويه
١٥	١	شكل ١	شكل ١ (١٦)
٢٣	٢٢	دوية	أدوية
٣٧	٢٥	اجهرية	المجهرية
٤٨	١٦	المتحركة	المتحركة ،
٤٩	٥	العمق الى	العمق (ر) الى
٤٩	٦	٠٣٠و٠/٠٣و٠	٠٣و٠/٠٣٠و٠
٦٩	٤	النصيص	النضيض
٧١	١٥	النصج	النضج
٧١	٢٤	بعضها	بعضهما
٧٤	شكل ١١ (آ ،ب)	تنقصهما حدود البركة	
٨٦	١٦	السفية	السقفية
٨٦	١٨	١ر١ ٢ر١	١ر١ - ٢ر١
٨٦	٢٠	٢ ٣	٢ - ٣
٩٠	١٨	تقل	تقلل
٩٠	٢٨	لمعادن	للمعادن
٩٣	٦	لنوعى	النوعى
٩٣	١٢	دهوم	دهون
٩٨	١٢	الرشح	الراشح
٩٨	٢٥	ت ص	ت ص
٩٩	١٦	الحبيبات	حبيبات
١٢٦	١٨	أرضيته	أرضية
١٢٧	٢٠	الاقام	الأرقام
١٣٥	٢٧	حماية	الحماية
١٤٠	٢٨	لعمالية	العمالية
١٤٢	١٥	بعود	يعود