

الجمهورية العربية السورية
مركز الاختبارات والأبحاث
الصناعية

ورشة العمل حول
مراقبة مياه الصرف الصناعي
27/6/2007

إدارة المخلفات الصناعية السائلة وطرق المعالجة

المهندس : صفوان الأخرس

إدارة المخلفات الصناعية السائلة وطرق المعالجة

المحتويات:

- مقدمة.

- 1- تلوث المياه ومصادره.
- 2- التلوث بمياه الصرف الصناعي.
- 3- إدارة المخلفات الصناعية السائلة.
- 4- التقانات المستخدمة في معالجة المخلفات الصناعية السائلة.

مقدمة:

تطورت في السنوات القليلة الماضية وبشكل متسارع تقنيات وأساليب جديدة في معالجة مياه الصرف الصناعي فاق ما شهدته معالجات مياه الصرف الصحي. إن تركيب وتركيز مياه الصرف الصناعي تختلف من صناعة إلى صناعة ومن منشأة إلى أخرى ضمن الصناعة الواحدة ومن وقت إلى آخر ضمن المصنع الواحد. لقد كان هذا الاختلاف تحدياً لمهندسي وفنيي معالجة المياه ليعتمدوا طرقاً وتكنولوجيات نوعية لمعالجة مياه الصرف الصناعي، واعتماد هذه الطرق كجزء من الإدارة البيئية.

مع التأكيد المتصاعد على مواصفات وجودة المياه النوعية ، فقد تركز الانتباه بقوة على الصناعة كمستهلك وكمصدر رئيسي لتلوثها.

إن معالجة مياه الصرف الصناعي لا يمكن فصلها عن إدارة التلوث الصناعي أو إدارة النفايات الصناعية INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT. وعلى عكس معالجة مياه الصرف الصحي، فإن العامل في الصناعة يمكنه أن يمارس درجة من التحكم بكمية ونوعية ماء الصرف الصحي باختيار المواد الأولية و طرق التصنيع اختياراً جيداً.

1- تلوث المياه ومصادره:

يعتبر تلوث المياه من أهم المشكلات المستعصية التي تعاني منها دول العالم بلا استثناء، ولقد ذكرت منظمة الصحة العالمية (WHO) أنه يموت طفل كل ثمان ثوان بسبب بمياه ملوثة، ويموت حوالي خمسة ملايين شخص سنوياً من أمراض لها علاقة بالمياه (أمراض منقولة).

أصبح من الثابت أن التلوث الكيميائي مسؤول مباشرة عن بعض الأمراض المزمنة

(التأثير على المدى البعيد) مثل القصور الكلوي والتليف الكبدي، بينما التلوث البكتريولوجي والفيروسي يؤدي إلى الإسهالات والنزلات المعوية والتيفوئيد والكوليرا والبلهارسيا والالتهاب الكبدي الوبائي.

ان مياه الصرف الصناعي تحوي مجموعة من المخلفات والنفايات الصناعية ذات المصادر المختلفة والطبيعة المتباينة، وبعضها يحوي المعادن الثقيلة والنفايات الخطرة التي يمكن أن تتراكم في المياه الجوفية وتظهر نتائجها على الانسان والحيوان والنبات، وبعضها الآخر يحوي الأصبغة ومخلفات الدباغات التي تحوي نفاياتها على النترات والزرنيخ والرصاص والكاديوم واليور والكروم والمذيبات العضوية والمواد البترولية وملوثات فينولية ذات تأثير سام ومسرطن اذا تجاوز تركيزها الحدود المسموح به.

ما هو تلوث المياه ؟

هو أي تغير فيزيائي أو بيولوجي أو كيميائي في نوعية المياه، يؤثر سلباً على الكائنات الحية، أو يجعل المياه غير صالحة للاستخدامات المطلوبة.

وتعرف الملوثات بحسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة بأنها أي مادة فيزيائية أو كيميائية أو عضوية أو إشعاعية موجودة في مياه الصرف وتعمل على تدني نوعية هذه المياه، وتشكل خطورة تمنع الاستفادة منها. التغير الفيزيائي: التحولات التي تطرأ على المياه في اللون والطعم والرائحة والناقلية الكهربائية والقساوة ودرجة الحرارة وبقية الخواص الفيزيائية.

التغير البيولوجي: يتناول طبيعة وتعداد البكتريا والطفيليات والفطريات والفيروسات التي يمكن أن تتواجد فيها.

التغير الكيميائي: التبدل من حيث التكوين وطبيعة وتراكيز المعادن والشوارد والأملاح والرقم الهيدروجيني (PH) والقلوية وغيرها من

مصادر تلوث المياه:

تتعدد المصادر التي يمكن أن تسبب تلوثاً في المياه والمجري المائية، وتجعلها غير صالحة للشرب والري والاستخدامات الأخرى وتسبب أضراراً بالحياة البيئية. وتختلف مصادر الفضلات السائلة باختلاف أوجه استخدام المياه، وتتنوع بتنوع النشاط الزراعي والصناعي والتجاري، واستعمال المياه في المنازل للغسيل والنظافة الشخصية وغيرها من أوجه الاستهلاك.

ويمكن تقسيم مصادر هذا التلوث إلى: نقطية ومنتشرة.

أ- **تلوث من مصدر نقطي، مثل:**

- مياه الجريان السطحي المطرية والسييلية (Surface water).
- مياه الصرف الصحي والفضلات المنزلية المصروفة من المجرور.
- مياه الصرف الصناعية والمنشآت الخدمية والتجارية (ورش – كراجات – منشآت صناعية – مشافي – فنادق – أماكن سياحية ...).

ب- **التلوث غير النقطي أو المنتشر، مثل:**

- مياه الجريان السطحي الناتج عن الزراعة (الأراضي الزراعية- تربية الحيوان) أو التصريف الزراعي.
- مياه التسرب والانصباب الناتجة عن تسرب مياه البحر إلى جيوب ومخزون المياه الجوفية.
- ويضاف إلى هذه المصادر التلوث الناتج عن الحفر الفنية و التلوثات الحرارية (التصريف الحراري) وما تلقى في تلك المياه من فضلات وبقايا ونفايات.

2- التلوث بمياه الصرف الصناعي:

2-1- أهمية معالجة مياه الصرف الصناعي:

تُعالج مياه الصرف الصناعي للأغراض الأساسية التالية :

أولاً- حماية البيئة من التلوث المتوقع حدوثه نتيجة صرف هذه المياه، بما قد تحتويه من سموم وجراثيم ومواد غير متحللة ذات تأثير تراكمي، وما قد يتخلف عنها من مخاطر صحية وبيئية، وتلويث مصادر المياه السطحية والجوفية والأوساط الإحيائية فيها.

ثانياً- الحفاظ على سلامة المعالجة البيولوجية في محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

ثالثاً- توفير استخدام المياه النقية للاستهلاك العام، وحفظ موارد المياه

يجب أن تخضع مياه الصرف الصناعي الناتجة عن عمل المنشآت الصناعية إلى معالجة منفصلة ونوعية وصولاً إلى مياه ذات مواصفات قياسية محددة (راجع المواصفة 2580)، بحيث لا تصب هذه المياه في شبكات الصرف الصحي ومن ثم محطة المعالجة إلا ضمن الشروط التالية:

- أن لا تؤدي شبكة الصرف (لا تؤدي إلى انسدادات أو تشكل الخمائر – لا تحوي مواد بترولية أو كبريتاتية أو آكلة (corrosif).
- أن لا تؤثر على عمل محطة الصرف الصحي (لا تحوي مواد سامة أو معادن).
- أن لا تسبب في زيادة تحميل محطة المعالجة.
- أن لا يكون لها أي تأثير سلبي على الحياة النباتية للمتلقي.

2-2- تعاريف:

أ- معدل التدفق:

يعطى متوسط التدفق اليومي بالعلاقة:

$$Q_m = \Sigma V / 365 \text{ m}^3 / \text{d}$$

حيث ΣV يمثل حجم مياه الصرف الصناعي الكلية في عام واحد .

ب- المواد الصلبة الكلية TS (TOTAL SUSPENDED SOLID):

وهي تتكون من مجموع المواد الصلبة المنحلة (DS) والمعلقة (SS) في مياه الصرف الصناعي والتي يمكن إزالتها عن طريق الترشيح المخبري باستخدام ورقة ترشيح 45 ميكرومتر، ويعبر عنها بالميلغرام/ليتر ، علماً بأن هذه المواد قد تكون مواد صلبة متطايرة (TVS) ، ومواد صلبة ثابتة (TFS) .

تمثل TS قيمة المواد الصلبة الكلية المتبقية بعد التبخر بالدرجة 105 – 103 درجة م ، بينما DS قيمة المواد الصلبة المنحلة بعد التطاير

بدرجة حرارة 50 ± 550 مئوية

م.صفوان الأخرس

وتحدد قيمة المواد الصلبة القابلة للترسيب باستخدام قمع (إمهوف) 60

ج-المحتوى العضوي:

تتضمن قياسات المحتوى العضوي ما يلي:
BOD (Biochemical Oxygen Demand):

وهو متطلب (احتياج) الأكسجين الحيوي، أي اللازم للتثبيت البيولوجي. تستعمل البكتريا الأكسجين كي تفكك المواد العضوية، وكلما كانت شدة التلوث أكبر كلما احتاجت البكتريا إلى كمية أكبر من الأكسجين لتفكيكها. وبواسطة اختبار BOD₅ تقاس شدة التلوث بقياس كمية الأكسجين المستهلك من قبل البكتريا (الكائنات الحية الدقيقة m/o) لتثبيت (أكسدة) الملوثات خلال 5/ أيام ودرجة حرارة 20 درجة مئوية، ويعبر عنها بالملغ / ليتر.

COD (Chemical Oxygen Demand):

وهو متطلب (احتياج) الأكسجين الكيميائي ، ويقاس كمية الأكسجين اللازمة لأكسدة المواد العضوية القابلة للأكسدة كيميائياً الموجودة في مياه الصرف ويعبر عنها بملغ / ليتر. يتضمن الاختبار كامل المواد العضوية التي يمكن أكسدتها، وبذلك تكون قيمة BOD أصغر من قيمة

.COD

3- إدارة المخلفات الصناعية السائلة:

وضع الدراسات الأولية - الادارة البيئية للملوثات- التحاليل المخبرية.

3-1- وضع الدراسات الأولية :

3-1-1- تصنيف المخلفات السائلة :

يعتمد هذا التصنيف على مكونات نظام الصرف الصحي المراد طرحها فيه، و مدى ما يتوفر فيه من نظم المعالجة الحديثة أو وجود وحدات معالجة نوعية كيميائية-فيزيائية مستقلة تعمل على ضبط PH المياه وإضافة بعض المركبات الكيميائية لإزالة بعض المواد اللاعضوية. هذه الإجراءات يجب ملاحظتها عند تحديد التراكيز المقبولة من المواد اللاعضوية المسموح بطرحها في أقنية الصرف .

إن تصنيف المخلفات كخطوة أولى في الدراسة الأولية البيئية يساعد في :

- أ- حصر الملوثات المتوقع مواجهتها في المنشأة ، وهو الخطوة الأهم في الإدارة البيئية.
- ب- اختيار نوع عمليات المعالجة اللازمة.

يمكن تصنيف المخلفات الصناعية عموماً من حيث حالتها الفيزيائية إلى مخلفات صلبة -سائلة -غازية، ومن وجهة نظر بيئية تصنف إلى:

- مخلفات لا تحتاج إلى أية معالجة مكانية وإنما تجمع وترحل بعد فرزها بحسب طبيعتها(ورق- بلاستيك- زجاج...) ليتم التخلص منها من قبل الجهات المعنية بأمور النظافة.
- مخلفات ملوثة تحتاج إلى معالجة قبل تصريفها ، وهي تتوزع ضمن فئتين بالنسبة للمواد السائلة:

أولاً-المخلفات المتلائمة بيئياً:

هي المواد التي يمكن إزالتها أو إتلافها بطرق معالجة المياه العادمة والصرف الصحي التقليدية نظراً للتشابه في طبيعة المواد وأسلوب المعالجة ،ومعظم الصناعات الغذائية وعدد من الصناعات العضوية من هذا النوع، وإن كان هناك اختلاف واسع في التركيز.

تتضمن المعالجة الأولية عادة تصفية خشنة وترسيب ، وتتبعها معالجة بالحماة المنشطة و الفلاتر البطيئة (المعالجة الثانوية) ويمكن أن تتضمن أيضاً عمليات بيولوجية هوائية أخرى تهدف إلى أكسدة و إتلاف الجزء الأعظم من المواد العضوية. يقاس نجاح المعالجة ويعبر عنها عادة بقيم (BOD) أو (COD) أو (TOC).

يمكن للمواد القابلة للتحلل البيولوجي BIODEGRADBLE أن تزال بالطريقة نفسها شريطة عدم الإضرار بالشروط اللازمة لعملية التحلل (مثل وجود سموم أو قيم متطرفة من PH ودرجة حرارة..الخ).

لا تعتبر عملية التعقيم مطلوبة عادة في معالجة النفايات السائلة ولكن وجود هذه النفايات في الصرف الصحي لا يتعارض عادة مع عملية الكلورة.

هناك بعض الكيمياويات المرجعة مثل السلفيدات والسلفيتات ومركبات الحديد التي تزيد من كمية الكلور اللازمة، ويجب إزالتها قبل أن تصل النفايات إلى مرحلة الكلورة التي عادة ما تكون المرحلة الأخيرة.

يحتوي كثير من المخلفات السائلة على ملوثات لا تتلاءم مع طرق المعالجة السابقة لكونها تؤثر على آليات عمل المعالجة الحيوية ،كأن تحتوي على مواد سامة تحد أو تتلف الكائنات الحية التي تقوم بالعملية البيولوجية
مثل:

السيانيدات-المعادن الثقيلة-الحموض- الزيوت والشحوم لبتروولية.
وهي عندما تكون بتركيز صغيرة لا تؤثر ولا تتأثر بعملية المعالجة وإنما تمر من خلال المحطة دون تغيير ما عدا أنها تخضع الى درجة ما من التمديد.

بالإضافة إلى الملوثات السابقة هناك مواد يحظر كلياً دخولها إلى شبكة الصرف الصحي : المواد القابلة للاشتعال والانفجار —والنفائات الأكلة —
المواد الصلبة أو اللزجة التي قد تسبب الانسدادات.

وتهدف إلى: -وضع الإجراءات الكفيلة بالحد من التلوث من المصدر.
- تكوين قاعدة بيانات حاسوبية DATABASE للمخلفات الصناعية السائلة لتطوير برنامج إدارة متكامل لها يعمل على:

1. مراقبة معدل استهلاك المياه والحد منه.
2. مراقبة معدل تدفق (تولد) المخلفات السائلة الملوثة والعمل ما أمكن على تخفيضها.
3. اجراء مسوحات ميدانية (على خطوط الانتاج) لمراقبة استهلاك المياه الداخلة وتولد المياه الناتجة في كل عملية صناعية مفصلية وخلال دورة انتاجية كاملة.
4. مراقبة مردود عملية المعالجة من خلال متابعة نتائج التحليل المخبري، والعمل على إيجاد نظم معالجة بديلة.
5. الاستفادة من تجارب منشآت صناعية مشابهة في الحصول على قيم للمقارنة.

بغض النظر عن طبيعة المنتج الصناعي، كلما كبرت كمية المخلفات السائلة زادت الحاجة إلى وجود مخبر كيميائي مختص يقوم، إضافة إلى مهامه الأخرى، بما يلي:

1. إجراء تحليل للمياه قبل وبعد المعالجة باتباع طرق تحليل وقياس معيارية وموثوقة أو معتمدة، منها: اختبارات الترقيد لإزالة المعلقة الصلبة- تحديد منحنى PH الوسط لتعديل الماء الملوث- تحري المعادن الثقيلة في المياه الملوثة-اختبارات على التحلل البيولوجي-BOD-COD-TSS- وغيرها.
2. قطف عينات من المياه في خطوط الانتاج لتحري الملوثات فيها.
3. متابعة اجراء هذه التحاليل في مختبرات كيميائية أخرى إذا لم تتوفر الأجهزة اللازمة.

الخطوة الأهم في حل مشكلة التلوث هي القضاء على التلوث من مصدره، أي منع تشكل المخلفات بدلاً من معالجتها. إذا لم يكن ممكناً منع التلوث كاملاً فمن الضروري اقتصادياً وبيئياً تقليص حجمه وشدته إلى الحدود الدنيا داخل المنشأة بإجراء تعديلات على العمليات التصنيعية- تحسين إدارة المواد الأولية -استرداد المواد- تجميع النفايات.... يجب قبل كل شيء اعتبار الماء مادة خام وأن الماء الملوث ناتج ثانوي لعملية التصنيع.

تتنوع تقنيات معالجة التلوث تنوعاً كبيراً، و تتضمن كل العمليات المتبعة في معالجة الصرف الصحي بالإضافة إلى التقنيات الخاصة بكل صناعة

يعتمد اختيار تقنية أو أسلوب المعالجة على نوع التلوث المراد إزالته وعلى درجة الإزالة. وهناك عوامل أخرى يجب أخذها بعين الاعتبار مثل كمية النفايات (الماء) المراد معالجتها، وتراكيز الملوثات في

يمكن تصنيف التقانات المستخدمة في المعالجة كما يلي:

4-1- الفصل الفيزيائي للأطوار :

وهي أبسط تقنيات المعالجة وأكثرها فائدة وخصوصاً في فصل الطور الصلب عن السائل، وكذلك فصل الأطوار غير المائية-مثل الزيت- عن الطور المائي، بينما فصل الغاز عن السائل ليس له أهمية في بعض أنواع التلوث.

يعتبر فصل المواد الصلبة هي الخطوة الرئيسية في كل أنظمة معالجة التلوث، ويخضع نظام المعالجة فيها إلى عمل قوى ذات خواص فيزيائية مثل طرق : الخلط والطفو و الترسيب و الترشيح وغيرها

4-1-1- الفصل بالترسيب والترقيد للمواد الصلبة :

يمكن لهذه العملية أن تتم على مرحلتين:

-الحوض (الخران) الأول: ذو زمن احتفاظ قصير لإزالة المخلفات الثقيلة سريعة الترسيب.

-الحوض الثاني (الوحدة الرئيسية): تزال فيه المواد الصلبة بطيئة الترقيد إذ يبلغ زمن الانحفاظ هنا أكثر من ساعتين.

تطفو القطرات الزيتية على السطح و تترسب المواد الصلبة الأثقل في القاع. كلا الطبقتين، يجب إزالتها بآلية مناسبة تعمل إما بشكل مستمر أو متقطع. لتحسين فعالية الترقيد تضاف عوامل تخثير كيميائية أو بزيادة زمن الترقيد، ولكن الخيار الأخير يتطلب أحواضاً كبيرة بالإضافة إلى أنه قد ينشأ عنه مشكلة تحول الحمأة إلى لا هوائية .

يهدف الترسيب في المراحل النهائية إلى إزالة المواد الصلبة المتبقية التي استطاعت العبور من أحواض الترقيد الأولية، والأهم من ذلك أنها تزيل المواد الصلبة الجديدة المتشكلة بالتفاعلات الكيميائية والبيولوجية.

يمكن إضافة أحواض جديدة في مختلف مراحل الترسيب إذا كانت كمية المواد الصلبة كبيرة، أو يمكن الاستغناء عن الترقيد الأولي إذا كانت نسبة المواد الصلبة منخفضة كما هو الحال في معامل الألبان وتعليب اللحوم وغيرها.

تخضع عملية إزالة الزيت بالترسيب إلى المبادئ السابقة نفسها باستخدام تجهيزات مماثلة ، ولكن هناك أجهزة فصل صممت من قبل معهد البترول الأميركي (API) لاستخدامها مع المياه ذات المحتوى الكبير من الزيوت كتلك التي نواجهها في مصافي البترول. لا يمكن إزالة الزيوت المنحلة والمستحلبة بالترقيد - مثلها مثل المواد الصلبة المنحلة - وإنما تحتاج إلى معالجة كيميائية مسبقة.

4-1-2- الفصل بالطفو أو التعويم :FLOTATION

تعتمد تقنيات الترسيب على الفرق في الوزن النوعي بين المواد الصلبة (أو الزيتية) والماء لذلك كلما كان هذا الفرق صغيراً تنخفض كفاءة الترسيب وتتطلب زمناً أطول.

يمكن حل هذه المشكلة باستخدام تقنية التعويم حيث يعمد إلى ضخ هواء مضغوط في الماء وعند إزالة الضغط عن الماء يتحرر الهواء من المحلول بتشكيله فقاعات على السطوح حاملاً معه جزيئات المواد الصلبة.

أكثر الصناعات استخداماً لتقنية التعويم المصافي البترولية والمعامل الكيميائية حيث يعمد إلى معالجة الماء الملوث بالزيوت بهذه الطريقة.

4-1-3- التصفية SCREENING:

وهي تقنية أبسط من الترقيد لكنها معدة لفصل الدقائق ذات الحجوم الكبيرة فقط. تستخدم المصافي الخشنة – كالحواجز ذات القضبان – عند مداخل وحدات المعالجة، وهي ذات فتحات كبيرة من مرتبة 12 انش تقريباً ويمكن الاستغناء عنها عندما لا توجد مواد صلبة بهذا الحجم.

تستخدم المصافي الناعمة لإزالة الجزيئات الأكبر من 40 MESH مما يخفف العبء عن أحواض الترقيد، ذلك أن وجود الجزيئات الخشنة يعيق إزالة المواد الصلبة الناعمة في وحدات الترسيب.

4-1-4- الفلترَة :FILTRATION

إن الجزئيات الصلبة الناعمة التي لا يمكن إزالتها بالمصافي يمكن فصلها بالفلترَة، وأساس وسط الفلترَة يكافئ المصافي الناعمة ، وهو يتألف من القماش أو الورق أو طبقة من المواد الصلبة نفسها متوضعة على وسط الفلترَة.

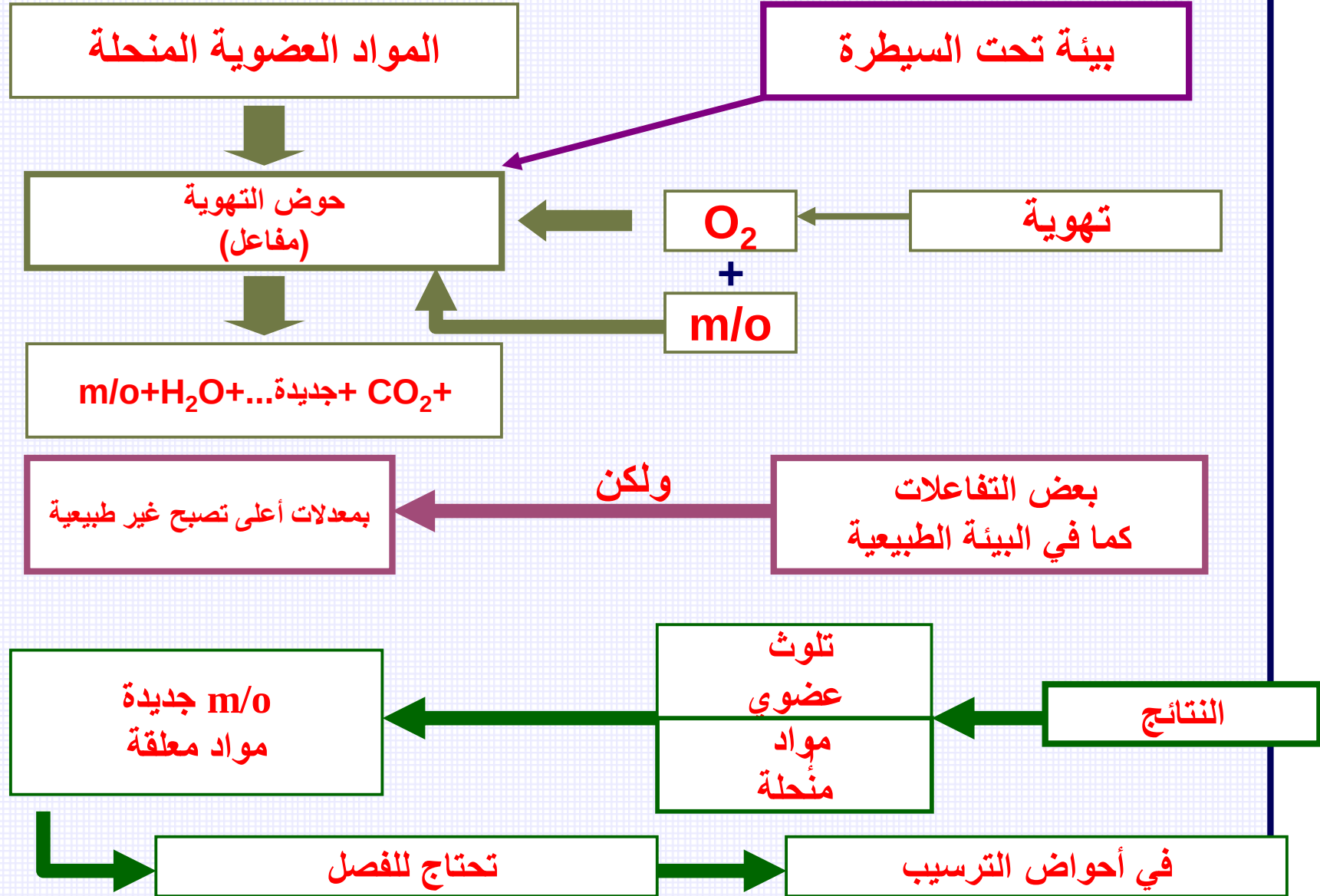
نادرا ما تستخدم الفلترَة مع الماء الملوث الخام لأنها تحتاج في هذه الحالة إلى عمليات تنظيف متكررة، وإنما تستخدم في عمليات التصفية النهائية خصوصاً عندما لا يسمح ضيق المكان بذلك.

ويتم فيها إزالة الملوثات العضوية الغروية والذائبة القابلة للتفكك والتحلل الحيوي والأنشطة البيولوجية، وتحويلها إلى مواد أخرى ثابتة وهي إما غازات (تجد مسارها إلى الغلاف الجوي) أو خلايا حية (يمكن إزالتها بالترسيب) أو مواد صلبة عالقة من جراء عمليات التآثر وبفضل الأنزيمات التي تنتجها الكائنات الحية الدقيقة (ويمكن إزالتها بالترسيب)، وأمثلة هذه الطرق :الحمأة النشطة والأقراص البيولوجية وبرك موازنة الحمأة.

لقد طورت المعالجة البيولوجية أصلاً من أجل الصرف الصحي ولكنها تصلح في كثير من الأحيان لمعالجة المياه الملوثة الناتجة عن الصناعات العضوية مثل الصناعات الغذائية (التعليب- الحليب- اللحوم) وصناعة الورق، والدباغة والصناعات النسيجية وغيرها.

يمكن للمعالجة البيولوجية أن تكون هوائية أو لا هوائية بحسب البكتريا الحيوية، وكل نوع له سلالاته الخاصة من المتعضيات الدقيقة و ذو مواصفات تختلف عن النوع الآخر بالرغم من أن الهدف في كلتا الحالتين هو تحويل المكونات العضوية في الماء الملوث إلى غازات ومواد صلبة

مفهوم المعالجة البيولوجية



لعبت المعالجة الكيميائية دوراً ثانوياً في الصرف الصحي في إضافة بعض مساعدات التخثير. في عام 1970 ظهرت المعالجة الفيزيا- كيميائية المستقلة كمنافس للمعالجة البيولوجية ولو أن كثيراً من الهيئات لا تزال تصنفها كمعالجات تجريبية.

أما في الصناعة فعلى العكس تعتمد كثير منها على الطرق الكيميائية لمعالجة مياهها الملوثة، خاصة الصناعات العضوية ولو أن معظم الصناعات تطبق المعالجة الكيميائية إلى حد ما. يتم في هذه المعالجة تهيئة الملوثات ومن ثم إزالتها بإضافة بعض المواد والمركبات الكيميائية، ويترتب على ذلك تفاعلات لها نواتج ثانوية ثابتة وغازات . ومثال هذه الطرق : انتشار الغازات والامتصاص والتعقيم و الترسيب والأكسدة الكيميائيين .

إن اختيار نظام المعالجة الكيميائية يعتمد على:

- كمية ونوعية الماء الملوث.
- تكلفة وتوفير الكيماويات اللازمة.
- سلامة وأمان العملية وكمية ونوعية أحوال التلوث الناتجة.

- الحاجة إلى ضبط العمليات هنا أكبر منها في حالة أنظمة المعالجة البيولوجية:

إذا استخدمت المواد الكيميائية بكميات زائدة أو إذا لم يتح زمن تلامس مناسب فإن التفاعلات الكيميائية لن تتم بالشكل الأمثل وينتج عن ذلك تشكل ملوثات أخرى جديدة صعبة المعالجة. إن نظام المعالجة العام واختيار العمليات يجب أن يتم على ضوء دراسة الماء الملوث وأن يكون مسبقاً بدراسة مخبرية مستفيضة.

4-3-1- ضبط pH الوسط:

وهي المعالجة الكيميائية الأكثر انتشاراً ، لأن الماء الملوث غير مسموح طرحه إلى مصادر المياه الطبيعية أو إلى محطات المعالجة إن كان حمضياً أو قلوياً. يجب تعديل قيمة pH إلى قيم قريبة من المعتدلة، وفي بعض الأحيان يمكن القبول بالمجال 5-10 ولكن المجال يكون أضيق بكثير عند طرح الماء في المصادر الطبيعية (6-8.5).

لتعديل المياه القلوية غالباً ما يستخدم حمض الكبريت. لتعديل المياه الحمضية تضاف ماءات الصوديوم أو كربونات الصوديوم أو الكلس الذي يمثل الخيار الأرخص. لا يمكن استخدام الكلس بالنسبة للمياه المحتوية على الكبريتات بسبب تشكل طبقة واقية من كبريتات الكالسيوم توقف التفاعل.

وينصح بالتحكم الأتوماتيكي بقيمة pH في أي خطوة تعديل أو ضبط لدرجة الحموضة.

هو شكل غير مباشر للترسيب حيث لا يتفاعل العامل الملوث مباشرة مع المادة الكيميائية المضافة ولكنه يزال مع الراسب الحاصل.

4-3-3- الإرجاع والأكسدة الكيميائية:

الأكسدة الكيميائية عملية منافسة للأكسدة البيولوجية كتقنية معالجة، وبالرغم من كونها أكثر كلفة إلا أنها أكثر فعالية لبعض الملوثات الصناعية المقاومة.

•الهواء والأكسجين عوامل أكسدة ضعيفة ولكنها مفيدة مع المتعضيات الدقيقة.

•الكلور والأوزون لهما تطبيق أوسع بالنسبة للملوثات صعبة الأكسدة مثل الأمونيا والسيانيدات والمركبات الفينولية والأصبغة وغيرها. استخدمت الأكسدة الكهروكيميائية لمعالجة السيانيدات وغيرها من ملوثات طلاء المعادن.

الإرجاع الكيميائي ذو تطبيق في إرجاع الكروم سداسي التكافؤ إلى الكروم ثلاثي التكافؤ الأسهل معالجة، باستخدام ثاني أكسيد الكبريت وميتا بيسلفيت الصوديوم.

4-4- طرق أخرى:

من الشائع الدمج بين تقنيات المعالجة السابقة وليس استخدامها مفردة. فمثلاً المعالجة البيولوجية الهوائية تتبع دائماً- بمعالجة (عادة ترسيب) لإزالة المزارع البكتيرية. في بعض الأحيان يتبع الترسيب فترة لتأمين تيار أكثر نقاوة.

عمليات المعالجة المذكورة تستطيع مفردة أو بالتشارك أن تزيل 80-90% من الملوثات، وعندما تتطلب الإزالة الكاملة (98% على الأقل) للملوثات، يتم اللجوء إلى تقنيات أكثر تطوراً باستخدام العمليات المتبعة لتنقية المنتجات. ويمكن القول أن كلفة إزالة الـ (5) أو (10) % الأخيرة من الملوثات تساوي أو تفوق كلفة إزالة الـ (90) أو (95) % الأولى.

من عمليات المعالجة الحديثة نذكر عمليات:

- الفلترة ذات الكفاءة العالية مثل الفلترة الرملية السريعة و الفلترة متعددة الأوساط واستخدام الفلاتر الميكروية و nano filtration وتكنولوجيا الغشاء الحلولي (Reverse Osmos-RO) حيث تفصل هذه الأجهزة المياه الصافية عن الأملاح و المواد المنحلة.
- الامتصاص بالكربون الفعال لإزالة المواد العضوية المنحلة في المياه الصناعية.
- التبادل الشاردي والتناضح العكسي الذي يشهد تطبيقات متزايدة.

التعقيم هو العملية النهائية في أي معالجة لمياه الصرف الصحي، أما بالنسبة لكثير من المياه الصناعية فتعتبر غير ضرورية. من جهة أخرى تطبق عملية الكلورة بشكل شائع على المياه الناتجة عن صناعات اللحوم والجلود وما يتعلق بها من صناعات.

-مراجع الدراسة:

- معالجة المياه- م0 عبد الكريم درويش- دار المعرفة- الطبعة الأولى0**
- الاستراتيجية وخطة العمل البيئية في سورية-وزارة الإدارة المحلية والبيئة-**
- برنامج الأمم المتحدة الانمائي-كانون الأول 2003**
- محاضرات م0 صفوان الأخرس في التظاهرات والدورات التدريبية العلمية والهندسية في -الإدارة البيئية للمخلفات السائلة ومعالجة مياه الصرف الصناعي والصحي0**



شكرا لحسن استماعكم