

برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي كيميائي مياه الصرف الصحي - الدرجة الثالثة

الصرف الصناعي (خصائص المياه وتقنيات المعالجة)



	المحتويات
٣	الفصل الأول
٣	المقدمة
٤	خصائص ومكونات مياه الصرف الصناعي
٤	١-١ المكونات الفيزيائية
٧	١-٢ المكونات الكيميائية:
٩	مؤشرات المكونات العضوية:
٩	الأكسجين الحيوي الممتص (BOD5):
١٠	الأسباب المؤدية لقصور اختبارات الأكسجين الحيوي الممتص:
١١	١. مؤشرات المكونات غير العضوية:
١٤	٢. المكونات البيولوجية:
٢٠	تأثير الملوثات في مياه الصرف الصناعي على شبكات الصرف الصحي ومحطات المعالجة
٢٣	أنواع مخلفات العمليات الصناعية
٣٢	الفصل الثاني
٣٢	القوانين واللوائح التنظيمية الخاصة بالصرف الصناعي في مصر
٣٣	القوانين الخاصة بصرف المخلفات السائلة إلى المسطحات المائية المستقبلية
٣٦	القوانين المعنية بالمخلفات الصلبة والحماة
٣٦	مادة ٣٧:
٣٦	السجل البيئي
٣٧	مادة ٢٢:
٣٧	إدارات الصرف الصناعي بشركات مياه الشرب والصرف الصحي
٣٧	المسؤوليات والواجبات
٣٨	أنشطة الإدارات العامة للتحكم في الصرف الصناعي:
٤٢	الفصل الثالث
٤٢	معالجة مياه الصرف الصناعي
٤٣	الأهداف الرئيسية لمعالجة الصرف الصناعي
٤٣	طرق معالجة مياه الصرف الصناعي
٤٤	المعالجة الأولية:
٤٤	المعالجة الثانوية
٤٥	المعالجة الثلاثية
٤٦	عمليات معالجة مياه الصرف الصناعي
٤٦	عمليات معالجة فيزيائية
٤٦	عمليات معالجة كيميائية
٤٧	عمليات معالجة بيولوجية
٤٧	أنظمة معالجة الصرف الصناعي
٤٧	أنظمة المعالجة الميكانيكية
٤٧	التصفية "Screening"
٥١	فصل الزيوت
٥٣	تنشيط معدل تدفق وتجانس مياه الصرف (Flow Equalization)
٥٤	المعالجة الفيزيائية

٥٤	١. الترسيب
٥٦	٢. التعويم (Flotation)
٥٦	أنواع أنظمة التعويم:
٥٧	١. التجميع (Coalescence)
٥٧	المعالجة الكيميائية
٥٧	المعالجة الكيميائية الأولية
٦٢	المعالجة الفيزيوكيميائية
٦٢	نظام الطفو الهوائي المذاب (DAF)
٦٥	المعالجة البيولوجية
٧٤	المعالجة البيولوجية اللاهوائية
٧٤	المعالجة بطريقة البحيرات
٧٩	الفصل الخامس
٧٩	التطهير
٨٢	العمليات الأولية
٨٩	أ- الاستخدامات المفيدة للحمأة
٩٠	ب- التخلص من الحمأة
٩٦	المراجع

الفصل الأول

المقدمة

تعتبر مشكلة التلوث الصناعي من بين أهم التحديات التي تواجه الدولة وخاصة في الآونة الأخيرة. ولقد دأبت جميع المؤسسات التنفيذية والإدارة الصناعية على إيجاد حل أمثل لهذه المشكلة وذلك من خلال التعاون المثمر بين هذه المؤسسات والجهات التنفيذية واعتبار الإدارة الصناعية شريكاً فعالاً ورئيسياً في وضع برامج مكافحة التلوث وتنفيذها.

ومما لا شك فيه أن الحل الأمثل لمشكلة التلوث الصناعي في مصر يتطلب تحقيق التعاون البناء بين المؤسسات التنفيذية والإدارة الصناعية ومن هذا المضمون يمكن تحديد مشكلات التلوث.

ويمكن اقتراح الإجراءات الوقائية وتنفيذ برامج المعالجة والتعاون في تنفيذ خطط الرقابة على الملوثات، ولتحقيق النتائج المرجوة فإنه من الضروري إنشاء وتنفيذ نظام للإدارة البيئية والمنشآت الصناعية يحقق الهدف المرجو من الالتزام البيئي حيال قوانين حماية البيئة، كذلك الوضع البيئي والخطط المستقبلية لتحقيق التنمية المستدامة واضعين في الاعتبار النواحي الممكنة لخفض انبعاث الملوثات حتى تتطابق مع المعايير المنصوص عليها في قوانين حماية الدولة من التلوث.

ويعتبر صرف المنشآت الصناعية من أكبر التحديات التي تواجه شركات مياه الشرب والصرف الصحي نتيجة تأثيره الخطير على المسطحات المائية والمصارف والمخزون الجوفي وكذلك على شبكات الصرف الصحي ومحطات الرفع والمعالجة لما تحتويه المخلفات الصناعية على مواد صلبة عالقة تؤدي إلى انسداد بالشبكة ويؤدي صرف المخلفات المحتوية على كيماويات إلى الإضرار بالمنشآت الخرسانية والهيكل والأجزاء الحديدية وإلى تصاعد غازات ضارة غير مرغوب فيها تؤثر على القائمين بأعمال التشغيل والصيانة.

ولما سبق فقد برزت أهمية دراسة طبيعة مياه الصرف الصناعي ومدى تأثيراتها على منشآت ومرافق مياه الشرب والصرف الصحي ووضع القواعد والاسس وكذلك تقنيات المعالجة اللازمة للتغلب على المشكلات التي تسببها المخلفات الصناعية السائلة والحفاظ على مرافق الدولة للمياه والصرف الصحي.

خصائص ومكونات مياه الصرف الصناعي

تلقى الشركات الصناعية مخلفاتها الصناعية السائلة مباشرة على المجاري العمومية ولذلك فإنه من الضروري ألا تسمح السلطات الرقابية بصرف أية مياه صرف صناعية على الشبكات العمومية قبل معرفة خصائص هذه المياه ومدى قدرة شبكة الصرف على استيعابها بالإضافة إلى معرفة تأثير ومدى خطورة صرف المركبات المختلفة الموجودة في هذه المياه على شبكات الصرف الصحي.

ويجب دراسة خصائص ومكونات مياه الصرف حتى يمكن وضع الخطط وطرق المعالجة المناسبة لتلك النوعية من المياه وبما يحقق المواصفات والمعايير البيئية والصحية القياسية.

١-١ المكونات الفيزيائية

من أهم المكونات الفيزيائية لمياه الصرف هو محتواها من المواد الصلبة الذي يتكون من مواد طافية ومواد مترسبة ومواد عالقة ومواد ذائبة. أما باقي الخصائص الفيزيائية فهي الرائحة ودرجة الحرارة واللون ودرجة العكارة.

أ- المواد الصلبة الكلية:

علمياً تعرف المواد الصلبة الكلية (شكل ١) في مياه الصرف على أنها كل المواد التي تبقى عند التبخير عند درجة حرارة من ١٠٣ إلى ١٠٥ °م. أما المواد التي لها ضغط بخاري مرتفع فإنها سوف تفقد في عملية التبخير عند هذه الدرجة وبالتالي لا تعتبر مواد صلبة.

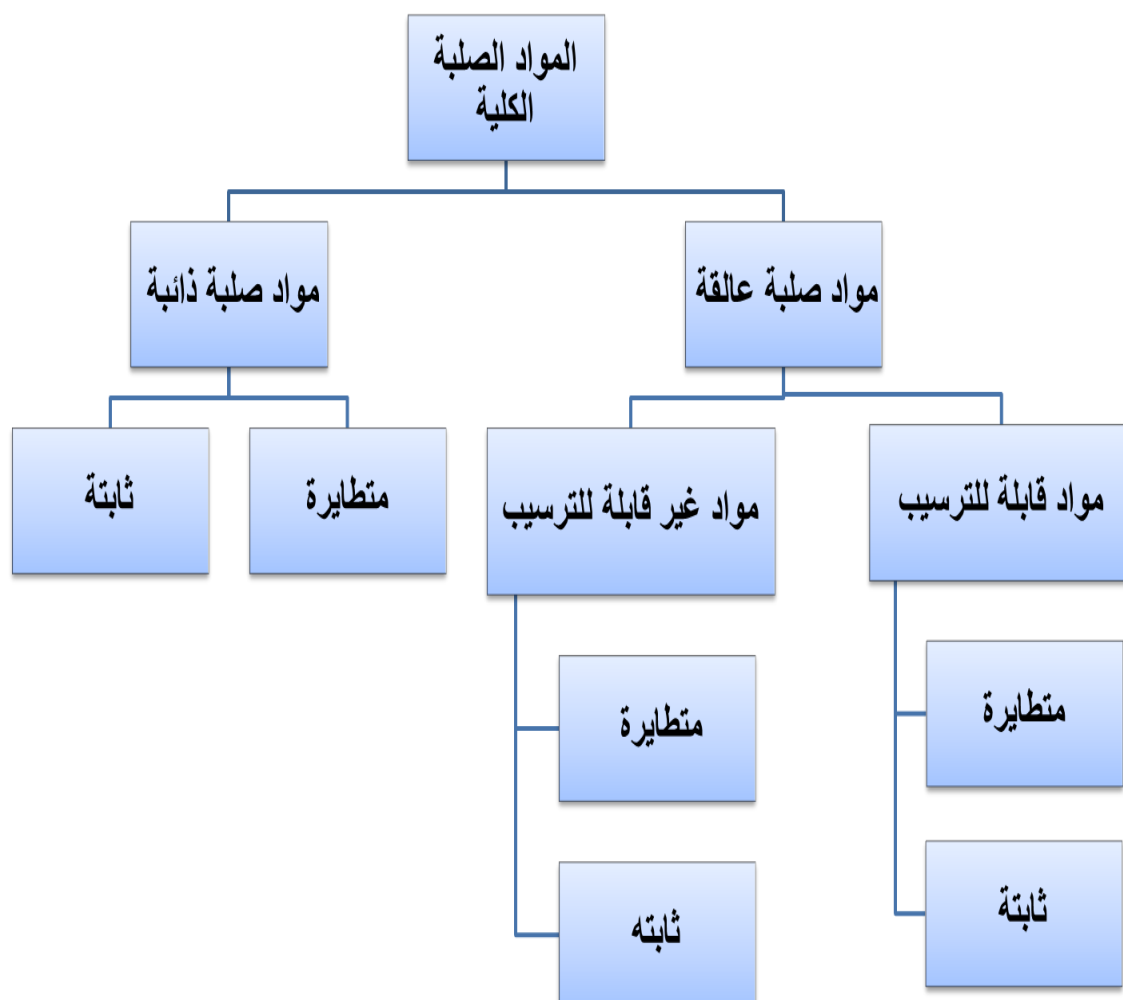
وتعرف المواد الصلبة القابلة للترسيب على أنها المواد التي تترسب في قاع إناء على شكل مخروطي (يسمى مخروط امهوف) في خلال زمن قدرة ٦٠ دقيقة. تعتبر المواد الصلبة القابلة للترسيب والتي وحدة قياسها مللتر/لتر قياس تقريبي لكمية الحمأة التي سوف تتفصل بالترسيب الأولى. ويمكن تقسيم المواد الصلبة الكلية أو المتبقية بعد التبخير أيضاً إلى مواد لا يمكن ترشيحها (عالقة) أو مواد يمكن ترشيحها وذلك بتمرير حجم معلوم من السائل خلال فلتر (مرشح).

ويحتوى الجزء القابل للترشيح من المواد الصلبة على مواد رغوية ومواد صلبة مذابة. ويحتوى جزء المواد الرغوية على جزيئات بحجم من ٠,٠٠١ إلى ١ ميكرومتر. أما المواد الصلبة المذابة

فتحتوى على جزيئات من مواد عضوية ومواد غير عضوية وأيونات ذائبة في الماء. وبشكل عام لا يمكن فصل المواد الرغوية بالتريسيب. لذلك يجب استعمال إما الأكسدة البيولوجية أو التركيز يتبعها مرحلة للتريسيب لترويق المياه.

تتواجد المواد الصلبة العالقة بكميات كبيرة في الصرف الصناعي لعدة صناعات مثل صرف صناعات المعلبات والصناعات الورقية حيث يتم حجزها بمصافي خاصة و/أو ترسيبها في وحدة المعالجة. وتسمى المواد الصلبة التي تزال بالتريسيب وتفصل عن مياه الغسيل بالحمأة حيث تضخ بعد ذلك إلى أحواض تجفيف أو تصفي لإزالة الماء منها (Dewatering).

ويمكن تقسيم المواد الصلبة تقسيماً آخر طبقاً لدرجة تطايرها عند درجة $50 \pm 50^\circ \text{C}$ حيث يتأكسد الجزء العضوي عند هذه الدرجة ويتحول إلى غاز بينما يبقى الجزء الغير عضوي كرماد، وبذلك يمكن أن نطلق مصطلح "المواد العالقة المتطايرة" و"المواد العالقة الثابتة" على كل من المحتوى العضوي والغير العضوي (المعدني) للمواد العالقة على الترتيب. ويتم دائماً إجراء تحليل المواد الصلبة المتطايرة على الحمأة لقياس مدى الثبات البيولوجي لها.



شكل (١) تصنيف المواد الصلبة الكلية

ب- الروائح

تتبعث الروائح عادة من الغازات المتولدة من تحلل المواد العضوية أو من المواد المضافة إلى مياه الصرف وقد تحتوى مياه الصرف الصناعي على مركبات ذات رائحة أو على مركبات تتبعث منها رائحة أثناء عملية المعالجة.

ج- درجة الحرارة

تعتبر درجة الحرارة من أهم المؤشرات المؤثرة في عملية المعالجة وذلك لتأثيرها على التفاعلات الكيميائية وسرعتها، وكذلك تؤثر على الأحياء المائية، وعلى مدى ملائمة المياه للاستخدامات المفيدة. فمثلاً ارتفاع درجة الحرارة قد يؤدي إلى اختلاف في فصائل الأسماك المتواجدة في البيئة المائية المستقبلية لمياه الصرف. ولذلك فإن العديد من المنشآت الصناعية تولي اهتماماً بالغاً بدرجة حرارة المياه السطحية التي يتم استخدامها في عمليات التبريد.

بالإضافة إلى ما سبق فإن الأكسجين أقل ذوباناً في المياه الدافئة عن المياه الباردة ولذلك فإنه عند ارتفاع درجة حرارة المياه في أشهر الصيف يزداد معدل التفاعلات البيوكيماوية مصاحباً لانخفاض في كمية الأكسجين المتواجدة في المياه السطحية مما قد يؤدي إلى نفاذ حاد لتركيز الأكسجين الذائب في المياه. وقد تتزايد هذه التأثيرات الخطيرة عند زيادة كمية المياه الساخنة التي يتم صرفها على المسطحات المائية، مع ملاحظة أنه عند حدوث أي تغير مفاجئ لدرجة الحرارة قد ينتج عنه ارتفاع معدل الوفيات في الأحياء المائية، كما أن الارتفاع الغير طبيعي لدرجة الحرارة قد يؤدي إلى ازدياد نمو بعض النباتات المائية الغير مرغوب فيها والفطريات.

د- اللون

يختلف لون مياه الصرف الصناعي طبقاً لنوع الصناعة ولذلك فإنه من المهم معرفة خواص وطرق قياس اللون. ولا يمكن لطرق المعالجة التقليدية إزالة اللون وذلك لأن أغلب المواد الملونة تكون في الحالة الذائبة ولكن يمكن لبعض وحدات المعالجة الثانوية مثل الحمأة النشطة والمرشحات الرملية إزالة نسبة معينة لبعض أنواع المواد الملونة وفي بعض الأحيان تحتاج إزالة المواد الملونة إلى عمليات الأكسدة الكيميائية.

هـ- العكارة

العكارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء ويستخدم كاختيار لقياس مدى جودة المياه المنصرفة بالنسبة للمواد الرغوية العالقة. وعموماً فإنه لا توجد علاقة بين درجة العكارة وتركيز المواد العالقة في المياه الغير معالجة ولكن تتوقف درجة العكارة على كمية المواد العالقة ونوعها ولونها ودقة حبيباتها.

١-٢ المكونات الكيميائية:**أ - المواد العضوية**

تتكون المواد العضوية من خليط من الكربون والهيدروجين والأكسجين وفي بعض الأحيان النيتروجين، هذا بالإضافة إلى بعض العناصر الأخرى المهمة مثل الكبريت والفسفور والحديد. وقد تحتوي مياه الصرف الصناعي على كميات قليلة من جزيئات عضوية مخلفة والتي يتباين تركيبها الكيميائي تبايناً كبيراً مثل المواد الخافضة للتوتر السطحي (المنظفات الصناعية) والملوثات العضوية ذات الأولوية والمركبات العضوية المتطايرة والمبيدات الزراعية. وقد أدى وجود هذه المركبات إلى تعقيدات عديدة لعمليات معالجة مياه الصرف الصناعي لأن أغلب هذه المركبات لا تتحلل بيولوجياً أو تتحلل ببطء شديد.

ب- الزيوت والدهون والشحوم:

تعتبر الدهون من أكثر المواد العضوية ثباتاً حيث أنها لا تتحلل بسهولة بفعل البكتيريا. ويصل الكيروسين وزيوت التشحيم إلى الصرف عن طريق الورش والجراجات حيث يطفو على سطح مياه الصرف ويتبقى جزء ضئيل منه في صورة مواد راسبة تتجمع مع الحمأة. هذا وتسبب الزيوت المعدنية مشاكل في الصيانة نتيجة لتغطيتها للأسطح. وإذا لم تتم إزالة الشحوم قبل صرف المياه إلى البيئة الخارجية، فإنها قد تؤثر عكسياً على الحياة البيولوجية في المياه السطحية مسببة طبقة من المواد الطافية غير المرئية. وتعتبر الزيوت والشحوم مادة اختبار لتحديد مكونات المواد الهيدروكربونية الموجودة بمياه الصرف الصناعي. وهذه الاختبارات تتضمن شحوم وزيوت حرة وشحوم وزيوت مستحلبة. وباستخدام هذه الاختبارات سيتم تحديد طبيعة المعالجة المطلوبة. ويتم إزالة الزيوت والشحوم الحرة بالطفو أو الكشط باستخدام جهاز

فصل الزيوت بالجاذبية في حين يتم إزالة الزيوت المستحلبة باستخدام نظام الهواء الذائب الطافي بعد التكسير الكيميائي للزيوت المستحلبة. وفي كل الأحوال يجب إزالة الزيوت والشحوم قبل إجراء المعالجة البيولوجية وإلا سيحدث انسداد في مواسير توزيع المياه وتوزيع الهواء.

ج - المنظفات الصناعية:

المنظفات الصناعية هي المواد الخافضة للتوتر السطحي وهي عبارة عن جزيئات عضوية كبيرة ولها قابلية ضعيفة للذوبان وهي تسبب الرغوة في محطات معالجة مياه الصرف وفي المياه السطحية التي تصرف إليها وتتجمع جزيئات المنظفات في الطبقة ما بين الهواء والماء كذلك تتجمع هذه المركبات على سطح فقاعات الهواء أثناء عملية المعالجة البيولوجية مسببة رغوة ثابتة تفوق عملية المعالجة.

د - الفينولات:

يعتبر الفينول وغيره من المركبات العضوية من المكونات الهامة في المياه حيث يمكن أن يسبب مشاكل في طعم مياه الشرب، خاصة عندما تكون المياه معقمة بالكلور. وتنتج مادة الفينول من العمليات الصناعية حيث تأخذ طريقها إلى المياه السطحية عند التخلص من مياه الصرف الصناعي. ويمكن إزالة الفينول بالأكسدة أثناء المعالجة البيولوجية وحتى تركيزات ٥٠٠ ملجم/لتر.

هـ- المركبات العضوية المتطايرة:

هي المركبات العضوية التي لها نقطة غليان أقل من ١٠٠ °م و/أو ضغط بخار أقل من ١ مم زئبق عند درجة حرارة ٢٥ °م. إن انسياب هذه المركبات في المجاري أو في محطات المعالجة قد تؤثر عكسيا على صحة العاملين بشبكات الصرف ومحطات المعالجة.

و- المبيدات والكيماويات الزراعية:

تعتبر المركبات العضوية الموجودة في المبيدات الحشرية والنباتية بالإضافة إلى الكيماويات الزراعية سامة بالنسبة لمعظم الكائنات الحية ويمكن اعتبارها مادة ملوثة مهمة فعالة في المياه المستقبلة للصرف.

مؤشرات المكونات العضوية:

الأكسجين الحيوي الممتص (BOD5):

يعتبر هذا المؤشر من أكثر مؤشرات التلوث العضوية واسعة الاستخدام في مجال مياه الصرف الصناعي وعادة ما يتكون الأكسجين الحيوي الممتص بسبب المواد العضوية الرغوية والذائبة مما يشكل حملا على الوحدات البيولوجية في محطات المعالجة. ويلزم توفير الأكسجين اللازم لنمو البكتيريا لتقوم بأكسدة المواد العضوية. ويحتاج الحمل الزائد للأكسجين الحيوي الممتص الناتج من الزيادة في المخلفات العضوية إلى زيادة النشاط البكتيري والأكسجيني بالإضافة إلى زيادة في قدرة وحدة المعالجة البيولوجية.

ويوضح شكل (٢) إحدى التأثيرات المتوقعة من صرف المخلفات الصناعية السائلة على محطة تنقية للصرف الصحي. في هذا المثال فإن معدل تحلل مياه الصرف الصناعي يأخذ منحنى ثابت في حين أن المنحنى الممثل لمعدل التحلل للصرف الصحي يقل ويكون ثابتا لفترة ثم تبدأ بعدها عملية أكسدة المواد النيتروجينية. أما المنحنى الخاص بخليط الصرف الصناعي والصحي فإنه يوضح تأثير الصرف الصناعي على إبطاء عملية الأكسدة السريعة في حالة الصرف الصحي.

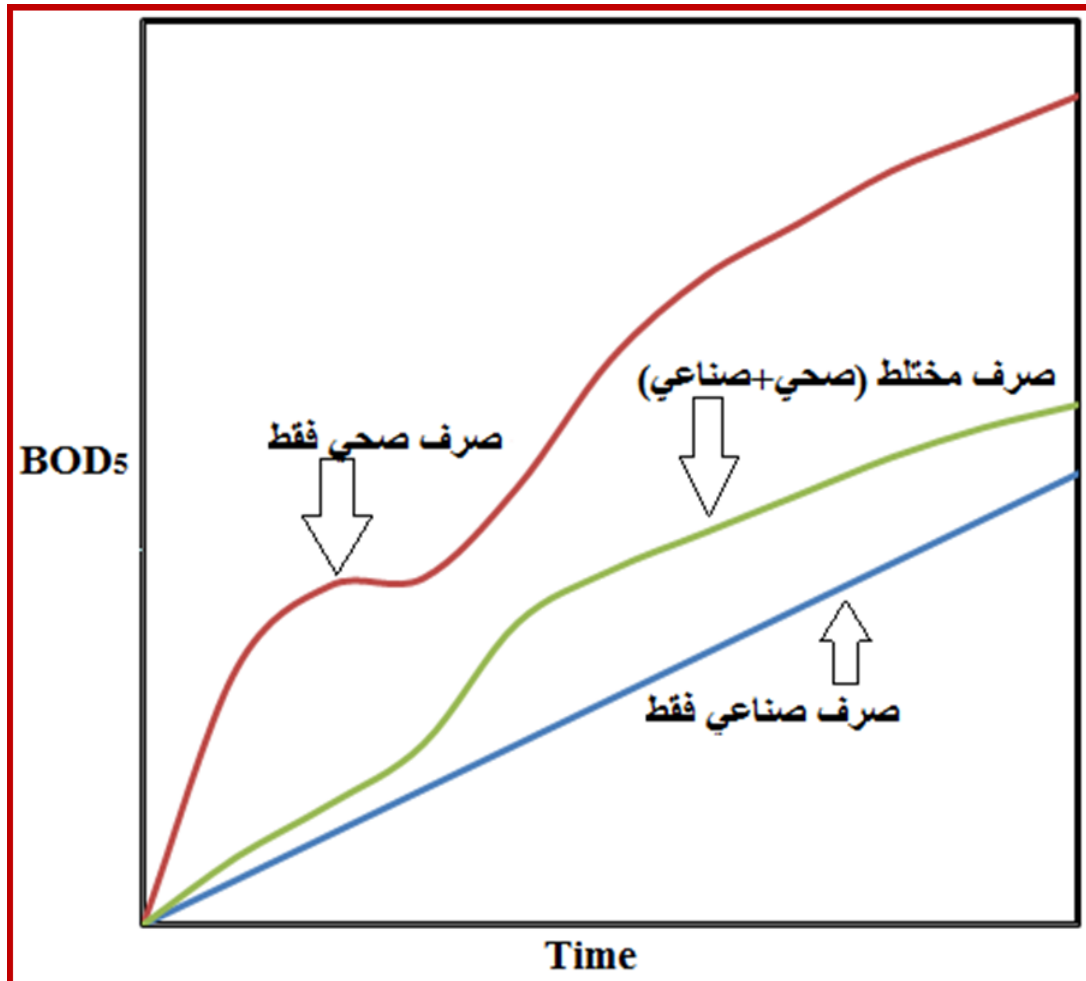
يتم تحديد الأكسجين الحيوي الممتص لقياس الأكسجين الذائب المستهلك بواسطة الكائنات الدقيقة في عملية الأكسدة البيوكيماوية للمواد العضوية. ولقياس الأكسجين الحيوي الممتص يتم عمل تخفيفات لمياه الصرف بماء مشبع بالأكسجين في زجاجات خاصة يضاف إليها البكتيريا. تحضر أيضا زجاجة تحكم معبئة بماء وبكتيريا فقط. يتم وضع الزجاجات في حضانة لمدة خمسة أيام على درجة ٢٠°م، وبذلك تسمى العملية باختبارات الخمسة أيام للأكسجين الحيوي الممتص (BOD₅) ويستخدم الفرق بين تركيز الأكسجين في زجاجة التحكم والأكسجين المتبقي في الزجاجات الأخرى بعد خمسة أيام في حساب الأكسجين الحيوي الممتص مقدرا بـ ملجم/لتر.

وتستخدم نتائج الأكسجين الحيوي الممتص (BOD_5) في الآتي:

- تحديد كمية الأكسجين اللازمة للتثبيت البيولوجي للمادة العضوية الموجودة بمياه الصرف.
- تحديد قدرة محطات معالجة مياه الصرف.
- قياس كفاءة بعض عمليات المعالجة.
- تحديد مدى التوافق مع الحدود القانونية للصرف الصناعي.

الأسباب المؤدية لقصور اختبارات الأكسجين الحيوي الممتص:

- ارتفاع تركيز البكتيريا البادئة النشطة.
- الحاجة للمعالجة المبدئية عند التعامل مع المخلفات السامة كذلك خفض تأثيرات الكائنات.
- يتم قياس المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا فقط بهذه الطريقة.
- لا يوجد صلاحية للاختبار بعد استهلاك المواد العضوية الذائبة في المياه.
- طول المدة (٥ أيام) للحصول على النتائج.



شكل (٢) معدل تحلل مياه الصرف بأنواعها

■ الأكسجين الكيميائي الممتص (COD):

يستخدم اختبار الأكسجين الكيميائي الممتص لقياس المواد العضوية في مياه الصرف الصناعي التي تحتوي على مركبات سامة للحياة البيولوجية، ويتم بأكسدة المركبات المختزلة في مياه الصرف من خلال تفاعل مع خليط من حمضي الكبريتيك والكروميك في درجة حرارة عالية. وهناك اختبار آخر لـ (COD) تستخدم فيه البرمنجنات كعامل مؤكسد، ولكن هذا الاختبار يعطي نتائج ذات قيم منخفضة وليست لها علاقة مباشرة بالاختبار المعياري للأكسجين الكيميائي الممتص.

وبشكل عام فإن قيمة الأكسجين الكيميائي الممتص لمياه الصرف أعلى من قيمة الأكسجين الحيوي الممتص لأن المركبات يمكن أن تتأكسد كيميائياً والبعض فقط يمكن أن يتأكسد بيولوجياً، وبالنسبة لأنواع كثيرة من مياه الصرف فإنه من السهل الربط بين الأكسجين الكيميائي الممتص والأكسجين الحيوي الممتص. وهذا يعتبر ذو فائدة لأن الأكسجين الكيميائي الممتص يمكن تعيينه خلال ٣ ساعات فقط بالمقارنة بالأكسجين الحيوي الممتص والذي يلزم لتقديره ٥ أيام. وعندما تحدد العلاقة بينهما فإن قياسات الأكسجين الكيميائي الممتص يمكن استخدامها لتحديد كفاءة بالنسبة لعمليات التشغيل والتحكم في محطات المعالجة.

وفي الغالب فإن نسبة الأكسجين الكيميائي الممتص إلى الأكسجين الحيوي الممتص ١,٥ : ٢ في مياه الصرف الصناعي التي تحتوي على مواد تتحلل بيولوجياً (مثل صناعة الأغذية). أما مياه الصرف ذات النسب (COD/BOD) أعلى من ٣، فإنه يمكن اعتبار أن المواد المؤكسدة الموجودة في العينة ليست بيولوجية التحلل. في بعض الأحيان يطلق على المواد غير المتحللة بيولوجياً مواد حرارية حيث توجد بصفة دائمة في مياه الصرف الناتجة من الصناعات الكيماوية والورقية.

١. مؤشرات المكونات غير العضوية:

إن العديد من المؤشرات غير العضوية لمياه الصرف تشكل أهمية لوضع والتحكم في معايير نوعية مياه الصرف. ويجب معالجة مياه الصرف الصناعي لإزالة المكونات الغير عضوية التي تضاف أثناء استخدام المياه. وتزداد تركيزات المكونات الغير عضوية بسبب عملية التبخير الطبيعية والتي تتخلص من بعض المياه السطحية تاركة المواد الغير عضوية في مياه الصرف.

(١) الأس الهيدروجيني (pH):

إن تركيز الأيون الهيدروجيني يعتبر أحد المؤشرات الهامة لمياه الصرف. ويعتبر مدى التركيز المناسب لتواجد معظم الحياة البيولوجية صغيرا جدا وحر. إن مياه الصرف ذات الأس الهيدروجيني الخارج عن المدى من الصعب معالجتها بالطريقة البيولوجية، وبالتالي إذا لم يتم ضبط (pH) قبل الصرف فإنه سيؤثر عكسيا على (pH) في المياه الطبيعية.

(٢) القاعدية (Alkalinity):

تنتج القاعدية من وجود عناصر الهيدروكسيدات والكربونات والبيكربونات مثل الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والأمونيا ويعتبرا الكالسيوم والمغنسيوم هما الأكثر انتشارا. ويمكن اعتبار البورات والسيليكات والفوسفات بالإضافة إلى مركبات مشابهة مكونة لجزء من القاعدية. ويساعد وجود القاعدية في مياه الصرف على مواجهة التغيرات في الأس الهيدروجيني الناتجة عن إضافة الأحماض. ويشكل تركيز القاعدية في مياه الصرف أهمية من حيث التأثير على المعالجة الكيميائية والمعالجة البيولوجية للتخلص من المغذيات كذلك إزالة الأمونيا باستخدام طبقات الهواء.

(٣) النيتروجين:

نظرا لأهمية النيتروجين كحجر أساس في سلسلة البروتين، فإن بيانات النيتروجين تستخدم لتقييم قابلية مياه الصرف للمعالجة البيولوجية. إن عدم وجود النيتروجين بشكل كاف يجعل من إضافته ضرورة لجعل مياه الصرف قابلة للمعالجة. ولكي يتم التحكم في نمو الطحالب في المياه المستقبلية فإن اختزال أو إزالة النيتروجين في مياه الصرف يعتبر ضرورة ملحة. ويشمل النيتروجين الكلي والمستخدم كمؤشر شائع على العديد من المركبات مثل الأمونيا وأيون الأمونيوم والنترات والنيتريت واليوريا والنيتروجين العضوي (الأحماض الأمينية والأمينات).

(٤) الفسفور:

يعتبر الفوسفور ضروري لنمو الطحالب وغيرها من الكائنات البيولوجية ويكون الفسفور العضوي أحد أهم المكونات لمياه الصرف الصناعي والحماة.

(٥) الكبريت:

يتم اختزال الكبريتات حيويًا تحت ظروف لاهوائية إلى الكبريتيد، والذي بدوره يمكن أن يرتبط بالهيدروجين ليكون كبريتيد الأيدروجين حيث يتصاعد هذا الغاز في الهواء المحيط بمياه الصرف وكذلك يتجمع في الشبكات فوق سطح المياه بالمواسير. ويمكن لغاز كبريتيد الأيدروجين المتراكم أن يتأكسد حيويًا داخل الشبكات ويتحول إلى حامض كبريتيك والذي يسبب تآكل مواسير الحديد وكذلك المعدات.

(٦) المركبات السامة الغير عضوية:

بسبب السمية الناتجة عن هذه المواد، فإن بعض الكتيونات تكون ذات أهمية في معالجة والتخلص من مياه الصرف. وقد تم تصنيف الكثير من هذه المركبات على أنها ملوثات ذات أولوية. ويعتبر الرصاص والحديد والفضة والكروم بالإضافة إلى البورون مواد سامة لها درجات متفاوتة من السمية على الكائنات الدقيقة لذلك يجب أخذها في الاعتبار عند تصميم محطات المعالجة البيولوجية. وتعاني الكثير من محطات المعالجة بسبب وجود هذه الأيونات في المياه حيث تسبب قتل الكائنات الدقيقة وبالتالي توقف المعالجة.

أما كتيونات البوتاسيوم والأمونيوم فإنها تعتبر سامة عند ٤٠٠٠ ملجم/لتر. أما السيانيد والكرومات والتي تعتبر أيونات سامة تظهر أيضا في مياه الصرف الصناعي الناتجة عن طلاء المعادن ويجب إزالتها من البداية بالمعالجة الأولية في المصنع بدلا من خلطها بالصرف الصحي. ويتواجد الفلوريد وهو عنصر سام بشكل شائع في مياه الصرف الناتجة من صناعات الإلكترونيات. كذلك يمكن أن تحتوي مياه الصرف الصناعي أيضا على مواد عضوية سامة.

(٧) المعادن الثقيلة:

تعتبر التركيزات الصغيرة لكثير من المعادن مثل النيكل والمنجنيز والرصاص والكروم والكاديوم والزنك والنحاس والحديد بالإضافة للزئبق مكونات ذات أهمية في مياه الصرف الصناعي. كما أن وجود مثل هذه المعادن بكميات مرتفعة سوف تؤثر على استخدام المياه نظرا لسميتها. لذلك يفضل دائما أن يتم قياس والتحكم في تركيز هذه المواد في المياه.

٢. المكونات البيولوجية:

بعض الصناعات ينتج عنها نوع معين من البكتيريا الممرضة مثل المجازر الآلية والبعض الآخر ينتج عنه طفيليات وفطريات مثل مصانع النشا والخميرة. وتحدد الاختبارات البيولوجية على مياه الصرف وجود البكتيريا الممرضة من عدمه بواسطة اختبار نوع معين من الكائنات المؤشرة. وتمثل المعلومات البيولوجية حاجة ملحة لتقييم نوع المعالجة لمياه الصرف قبل التخلص منها إلى البيئة.

ويوضح جدول رقم (١) المؤشرات القياسية لخصائص مياه الصرف الصناعي المميزة للصناعات المختلفة.

جدول (١): المؤشرات القياسية لخصائص مياه الصرف الصناعي المميزة لكل صناعة

الصناعة														المؤشر
السيارات	المشروبات	التعليب	الأسمدة	الكيمياويات الغير العضوية	الكيمياويات العضوية	منتجات اللحوم	تشطيب المعادن	البلاستيك	الورق واللب	تكرير البترول	الصلب	النسيج	الألبان	
X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	الأكسجين الحيوي الممتص (BOD ₅)
X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	الأكسجين الكيميائي الممتص (COD)
		X			X				X	X			X	الكربون الكمي العضوي (TOC)
				X										الاحتياج الكلي للأكسجين (TOD)
	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	الأس الهيدروجيني (pH)
X				X										المواد الصلبة الكلية
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	المواد الصلبة العالقة
	X					X								المواد الصلبة القابلة للتسريب
	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		المواد الصلبة الذائبة
										X				المواد الصلبة العالقة المتطايرة
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				الزيوت والشحوم
				X	X		X					X		المعادن الثقيلة (عام)
X			X								X	X		الكروم
			X											النحاس
X														النيكل
X			X						X	X				الحديد

		X	X			X				X			X	الزنك
									X					الزرنخ
									X	X				الزئبق
			X						X				X	الرصاص
		X											X	قصدير
													X	الكاديوم
										X				الكالسيوم
									X	X				الفلوريدات
		X	X		X	X		X	X					السيانيد
X		X	X					X	X	X			X	الكلوريدات
		X	X		X				X	X			X	الكبريتات
		X	X	X	X		X	X		X			X	الأومنيا
										X				الصوديوم
									X					السيليكات
				X										الكبريتيت
X			X	X	X			X		X			X	النترات
X			X	X	X		X	X	X	X	X			الفسفور
										X				اليوريا أو النيتروجين العضوي

X	X		X	X			X				X	X		اللون
				X			X					X		الحد الاحتمالي للمجموعة القولونية
				X							X			البكتريا القولونية
X	X		X	X	X		X					X		المواد السامة
X	X	X	X						X	X	X	X		درجة الحرارة
X			X	X			X					X		العكارة
													X	الرغوى
			X											الروائح
	X	X	X	X	X			X	X				X	الفينولات
					X				X					البنزوات المكثورة والمركبات الأروماتية
	X		X		X									المركبات والكبريتيد Mercaptans / sulfide

ويقارن جدول (٢) بين الحدود المثالية المختلفة لكل من الأكسجين الحيوي الممتص والمواد الصلبة العالقة الكلية في مياه الصرف الصحي والصناعي (كجم/طن) منتج، كما يوضح جدول (٣) القيم المثالية للتركيزات المختلفة لمياه الصرف الصحي والصناعي.

جدول (٢) القيم المثالية لأحمال الأكسجين الحيوي الممتص والمواد الصلبة العالقة في مياه الصرف الصحي والصناعي

المواد الصلبة العالقة TSS (كجم/طن منتج)	الأكسجين الحيوي الممتص BOD (كجم/طن منتج)	مصدر المخلفات
٠,٠٢٢ (كجم/يوم/شخص)	٠,٠٢٥ (كجم/يوم/شخص)	الصرف الصحي
٢,٢	٥,٣	صناعة الألبان
١٨,٧	١٢٥	صناعة الخميرة
٩,٧	١٣,٤	صناعة النشا والجلوكوز
٤,٣	١٢,٥	صناعة حفظ وتعليب الفواكه والخضراوات
١٩٦-٥٥	٣١٤-٣٠	صناعة الغزل والنسيج
٢٦-١١,٥	١٣٠-٤	صناعة الورق واللب
٢٥٧-١,٣	٢٢٠-٢,٥	صناعة المشروبات
١٥٥-٨٥	٨٦-٤٨	صناعة دباغة الجلود

جدول (٣) القيم المثالية للتركيزات المختلفة لمياه الصرف الصحي والصناعي

مصدر المخلفات	الأس الهيدروجيني	المواد الصلبة العالقة (ملجم/لتر)	الأكسجين الحيوي الممتص (ملجم/لتر)	الأكسجين الكيميائي الممتص (ملجم/لتر)	المواد الذائبة الكلية (ملجم/لتر)	زيوت وشحوم (ملجم/لتر)
الصرف الصحي	٧	٢٢٠	٢٥٠	٥٠٠	٥٠٠	-
صناعة الألبان	٤	١٢١٥٠	١٤٠٠٠	٢١١٠٠	١٩٠٠٠	٣٢٠
صناعة الخميرة	٥,٣	٥٤٠	٢١٠٠	٣٤٠٠	٣٥٠٠	٩
صناعة حفظ وتعليب الفواكه والخضراوات	٥,٥	٢٢٠٠	٨٠٠	١٤٠٠	١٢٧٠	٩٤
صناعة الغزل والنسيج	٦,٥	١٨٠٠	٨٤٠	١٥٠٠	١٧٠٠٠	١٥٥
صناعة الورق واللب	٨	١٦٤٠	٣٦٠	٢٣٠٠	١٩٨٠	-
صناعة المشروبات	٩	٧٦٠	٦٢٠	١١٥٠	١٢٩٠	-
صناعة دباغة الجلود	١٠	٢٦٠٠	٢٣٧٠	٤٩٥٠	٨٥٠٠	١١٥
صناعة تعليب الأسماك	١١	٥٦٥	٨٩٠	٢٣٥٠	٨٢١٨	٢٩٠

تأثير الملوثات في مياه الصرف الصناعي على شبكات الصرف الصحي ومحطات المعالجة

تختلف نوعية وكمية الملوثات التي تصدر من الصناعة، اختلافًا كبيرًا من صناعة إلى أخرى وتتوقف على عدة عوامل أهمها:

١. نوع الصناعة.
٢. حجم المصنع وعمره ونظام الصيانة به.
٣. نظام العمل بالمصنع وحجم الإنتاج ونوعيته.
٤. التقنيات المستخدمة في العمليات الصناعية.
٥. نوعية الوقود والمواد الأولية المستخدمة.
٦. وجود الوسائل المختلفة للحد من الملوثات داخل المنشأة ومدى كفاءتها.

ويوجد العديد من الخصائص العامة للملوثات التي لها التأثير البالغ والمباشر على شبكة الصرف الصحي ومحطات المعالجة وهي:

أ- تأثير التصريفات اليومية

أي محطة معالجة يمكنها استيعاب أي كمية من التصريفات طالما أن وحداتها كبيرة بالدرجة الكافية وفي معظم محطات المعالجة تكون جميع وحداتها داخل الخدمة عند التقدم بطلب التوصيل لإحدى وحدات الصرف الصناعي، لذا فلا بد من التأكد من السعة الهيدروليكية لكل الوحدات ولابد من فحص خطوط الشبكة والتي تقوم بنقل هذه التصريفات وكذلك الشباك لقدرتها على استيعاب سرعة التدفق السطحية وفترة المكث التصميمية لأحواض الترسيب وكذلك معدلات التدفق خلال الهدارات والمرشحات البيولوجية وغيره من الأمور اللازمة لاستيعاب التصريفات الزائدة.

ب- تأثير الأحمال العضوية

تنتج هذه الملوثات عادة نتيجة وجود المواد العضوية الذائبة والغروية حيث تضيف عباً وحملًا زائداً على وحدات المعالجة البيولوجية لمحطات المعالجة. حيث ان المعالجة البيولوجية تحتاج الى وجود البكتيريا والأكسجين الذائب لتتم عملية المعالجة، اضافة حمل عضوي زائد يستوجب زيادة عدد البكتيريا والكائنات الحية المسؤولة عن عملية المعالجة وبالتالي زيادة الأكسجين وزيادة سعة وحدات المعالجة البيولوجية، وهذا يدعو الى زيادة في رأس المال وزيادة نفقة التشغيل اليومية.

علاوة على ذلك فليست كل المواد العضوية سواء الذائبة او الغروية يمكن اكسدتها بنفس المعدلات وبنفس السهولة او بنفس الدرجة فعلى سبيل المثال فالسكريات تتأكسد بسهولة عن النشا او البروتين او الدهون، كما أن مخلفات الصرف الصناعي قد تأخذ وقت اسرع او اقل في التاكسد من مخلفات الصرف الصحي، لذا فان هذا التباين لابد وأن يؤخذ في الاعتبار اثناء تصميم وحدات المعالجة البيولوجية.

ج- تأثير المواد العالقة

وجدت المواد العالقة بنسب عالية في العديد من المخلفات الصناعية مثل عمليات التعليل وصناعة الورق. هذه المخلفات يتم تصفيتها خلال السرنند (الشباك الحاجزة) او ترسيبها والمواد الصلبة العالقة المزالة بالترسيب تسمى بالحماة والتي قد يتم معالجتها بعد ذلك بالمعالجة اللاهوائية ثم تجفيفها في احواض التجفيف او عن طريق المكابس وبعض المواد العالقة المترسبة من المخلفات الصناعية كالرمال الناعمة والعناصر الغير ذائبة والتي قد تعوق معالجة الحماة.

المواد العالقة في المخلفات الصناعية قد تترسب اسرع أو ابطأ من مخلفات الصرف الصحي. فإذا كان ترسيب المواد الصلبة اسرع فلا بد من زيادة معدلات إزالة الحماة المتكونة لمنع تراكم الحماة بأحواض الترسيب حيث ان تراكم الحماة يؤدي الى فرار اجزاء منها وهروبها بطريقة فيزيائية مع المياه الخارجة. هذا في حين ان الترسيب البطيء للمخلفات يحتاج فترة مكث اطول وبالتالي احواض ترسيب اكبر لاستيعاب هذه المخلفات.

د- تأثير المواد الطافية والملونة

هذه المواد مثل الزيوت والشحوم والصبغات الناتجة من عمليات التفنيش لصناعة الملابس أو الأنسجة غير مرغوبة لما لها من اضرار ظاهرية واخرى غير مرئية.

محطات المعالجة الحديثة مصممة لإزالة الاحمال الطبيعية من الزيوت والشحوم في احواض الترسيب الابتدائي، والاحمال الغير طبيعية من هذه المخلفات تمر من خلال المعالجة الابتدائية الى المعالجة البيولوجية متسببة في انسداد وحدات التوزيع وناشرات الهواء.

إزالة المواد الملونة في محطات المعالجة تعد من الامور الصعبة وقد ورد ان بعض محطات المرشحات البيولوجية trickling-filter plants يمكنها ازالة من ٣٤ الى ٤٤% من الصبغات الملونة.

هـ- تأثير المركبات السامة والضارة

المخلفات الصناعية قد تحتوى على العديد من المركبات الضارة بالإضافة الى الاحمال والأعباء الأخرى ومن ذلك .:

- ايونات المعدن السامة مثل ايونات النحاس الكروم الزنك والسيانيد والتي تتداخل في المعالجة البيولوجية وتؤثر فيها بصورة سلبية جدا تصل الى تدميرها.
- الريش Feathers وخصل الشعر والتي يمكن ان تسد ناشرات الهواء وتزيد من الاحمال على المخمرات كما تعطل او تقلل من كفاءة الطلمبات المستخدمة في رفع المياه او المخلفات.
- الخرق rags التي تسد الطلمبات والمحابس وتعوق عمل الشباك والسرندات او مطاحن المخلفات.
- الأحماض والقلويات والتي قد تتسبب في تآكل المواسير والطلمبات ووحدات المعالجة وتعوق عمليات الترسيب والعمليات البيولوجية وتساعد على تصاعد الروائح وتلون المخلفات.
- المواد القابلة للاشتعال والتي قد تتسبب في حدوث الحرائق او قد تؤدي الى انفجار.
- قطع الدهون والتي تسد ناشرات الهواء والطلمبات.
- الغازات السامة والتي تعرض العمالة للأذى والمشاكل الصحية.
- المنظفات والتي تساعد على تكون الرغاوى والفوم.

■ الفينولات والمواد السامة الأخرى العضوية.

و- المواد المغذية

يعتبر النيتروجين والفوسفات من المغذيات الأساسية للنمو بجانب الكربون لذلك فإن صرفهم على البيئة المائية قد يؤدي إلى نمو كائنات مائية غير مرغوب فيها، بينما إذا تم صرفهم على الأرض بكميات كبيرة يؤدي ذلك إلى تلوث المياه الجوفية.

أنواع مخلفات العمليات الصناعية

يمكن تقسيم المخلفات الصناعية بصورة عامة الى مجموعات كبيرة وهي:

١. مخلفات صناعة الملابس Apparel wastes

هذا النوع من المخلفات يمكن تقسيمه الى ثلاث انواع وهي:

- مخلفات صناعة النسيج Textiles wastes
- مخلفات صناعة الجلود Leather goods wastes
- مخلفات غسل الملابس Laundry trades wastes

٢. مخلفات صناعة النسيج Textiles Wastes

صناعة النسيج تشمل عمليات الغزل والصباغة والطباعة وعملية التفنيش وبصفة عامة فإن مخلفات صناعة النسيج تتميز بكونها مخلفات ملونة عالية القلوية وعالية في الحمل العضوي (BOD) والمواد العالقة وذو درجات حرارة عالية.

ومصدر المخلفات في صناعة النسيج تأتي من:

- الشوائب الطبيعية المستخلصة من الألياف.
- المواد الكيميائية المستخدمة في عمليات التصنيع.
- المواد الخام المستخدمة في هذه الصناعة تشمل القطن والصوف والألياف الصناعية.
- وقد وجد ان معظم الحمل العضوي في مخلفات نسيج القطن يأتي من عملية تفنيش القطن.
- حيث ان مخلفات النشا تشكل حوالى ١٦% من الحجم الكلى للمخلفات الناتجة مقسمة ٥٣% BOD و ٣٦% مواد صلبة كلية و ٦% قلوية.
- مخلفات صناعة الصوف تأتي من نفايات الصوف وعمليات الصباغة والتزيت والملء والكرينة carbonizing (وفيها يتم الاستفادة من الأحماض المركزة الساخنة لتحويل المواد الخضرية بالصوف الى مواد مفككة متفحمة صغيرة حيث يتم طحنها ميكانيكيا وغربلتها في ماكينات خاصة (duster) وعمليات الغسيل.
- ينتج عن عملية تنظيف الصوف وتفنيشة مخلف شديد القلوية (pH من ٩,٠ الى ١٠,٥ وحدة) ويحتوى تقريبا على من ٩٠٠ جزئ في المليون BOD و ٣٠٠ جزئ في المليون مواد صلبة و ٦٠٠ جزئ في المليون قلوية كلية و ٤ جزء في المليون كروم و ١٠٠ جزئ في المليون مواد عالقة - والمخلف يكون عادة بنى اللون ومعظمة غروي.
- الألياف الصناعية هي في الأساس عملية كيميائية بحتة حيث لا توجد لها شوائب طبيعية ومن اغلب الألياف الصناعية الحديثة نجد نيلون nylon والداكرون Dacron والرايون Rayon ومعظم المخلفات الناتجة من معالجة هذه الألياف يكون مصدرها عملية التنظيف والصباغة.

٣. مخلفات صناعة الجلود Leather Goods Wastes

الدباغة تعنى تحويل جلد الحيوانات الى جلد طبيعي وتتميز مخلفات الدباغة المتوازنة بمواد صلبة كلية عالية تتراوح من ٦٠٠٠ الى ٨٠٠٠ جزئ في المليون حيث تشكل كلوريد الصوديوم حوالى ٣٠٠٠ جزئ في المليون. وتحتوى على ٩٠٠ جزئ في المليون BOD و ١٦٠٠ جزئ في المليون عسر كلى و ١٢٠ جزئ في المليون كبريتات و ١٠٠٠ جزئ في المليون بروتين ومن ٣٠ الى ٧٠ جزئ في المليون كروم.

٤. مخلفات غسل الملابس Laundry Trades Wastes

تتميز هذه المخلفات بكونها شديدة القلوية والعكارة وشديدة التلون وتحتوى على نسبة عالية من الصابون والبوتاس soda ash والشحومات والقاذورات والصبغات وتتراوح الـBOD فيها ضعف التي لمياه الصرف المنزلي.

٥. مخلفات صناعات الأغذية والأدوية Food and Drugs wastes

وتشمل هذه الصناعات:

- مخلفات تعليب الأغذية Canneries wastes
- مخلفات منتجات الألبان Dairy wastes
- مخلفات صناعة الأدوية والمشروبات Pharmaceutical and Brewery Wastes
- مخلفات صناعة السكر Sugar Wastes
- مخلفات صناعة البن Coffee Wastes
- مخلفات صناعة الأرز Rice Wastes
- مخلفات صناعة الأسماك Fish Wastes
- المخلفات الناتجة من تصنيع المخللات وزيت الزيتون Pickle and Olive Wastes
- مخلفات صناعة المياه الغازية Soft-Drink Bottling Wastes
- مخلفات المخابز Bakery Wastes

المخلفات الناتجة من هذه الصناعات تشمل عادة المواد الخام الفاسدة والمنتجات التالفة، مياه الغسيل والشطف، مياه التبريد، ومياه المكثفات، ومياه النقل، ومياه التعدين، ومخلفات نظافة المعدات والأرضيات، والمخلفات الناتجة من تسرب المنتج، والمخلفات الناتجة عن زيادة التصرف من التتكات وفائض الإنتاج.

وتتميز مخلفات عمليات تصنيع الأغذية بكونها شديدة الاختلاف والتباين حيث يتراوح الـBOD لها من ١٠٠ الى ١٠٠٠٠٠٠ جزء في المليون والمواد العالقة من صفر الى ١٢٠٠٠٠ جزء في المليون وقد يكون المخلف شديد القلوية pH ١١ وحدة او شديد الحامضية ٣,٥ وحدة.

أما المغذيات المعدنية مثل النيتروجين والفوسفور فقد تكون غائبة او تزيد عن نسبتها الطبيعية التي تحد من نمو الكائنات الحية للمعالجة البيولوجية (BOD/N or BOD/P) وهذا الى جانب ان

حجم المخلفات قد يكون بسيطاً جداً في بعض الصناعات وقد يصل إلى مليون جالون أو أكثر في اليوم للصناعات الأخرى.

٦. مخلفات تعليب الأغذية Canneries wastes

مخلفات عمليات التصنيع تحتوي على مخلفات مياه الغسيل والمواد الصلبة الناتجة من عمليات التصنيف أو التقشير ونزع البذور، المخلفات الناتجة عن عملية التعبئة وملء وبرشمة العبوات ومخلفات مياه غسيل الأرضيات والبشاشات والجدران وسيور المكينات الخ...

حجم وخصائص مخلفات التعليب تختلف اختلافاً كبيراً من مصنع لآخر. وداخل المصنع الواحد من يوم لآخر وتتميز عموماً المخلفات في كونها لزجة، ملساء، غير منتظمة الكتل، بنسبة رطوبة تصل إلى ٨٣ % وقد وجد أن تعدين حوالي ٧٠٠ طن في اليوم من البرتقال والليمون والجريب فروت تعطي حوالي ٠,٧ مليون جالون/ يوم مخلفات تحتوي على ٦ طن مواد عضوية (BOD).

٧. مخلفات منتجات الألبان Dairy wastes

مخلفات منتجات الألبان تتكون في الغالب من اللبن الكامل بتخفيفات مختلفة، اللبن المفصول والزبدة والشرش ومياه الغسيل المحتوية على مواد قلوية أو مواد كيميائية أخرى تستخدم لإزالة اللبن أو منتجاته وهذا بالإضافة إلى المواد الكريمة المنفصلة من العلب، الزجاجيات، التتكات والأدوات، المواسير والطمبات ومكثفات التبخير، المماخض والأرضيات ووحدات غسيل وتصنيع الزبدة والجبن والكزينات والمنتجات الأخرى.

تتميز عموماً مخلفات منتجات الألبان في كونها متعادلة أو قلوية ضعيفة إلا أنها مائلة للتحويل للحامضية بسرعة نتيجة التحول الميكروبي لسكر اللبن إلى حامض اللاكتيك في غياب الأكسجين حيث ينخفض الأس الهيدروجيني مما يساعد على انفصال الكازيين ومخلفات صناعة الجبن تكون حامضية نتيجة لوجود الشرش. وتتميز أيضاً مخلفات منتجات الألبان بانخفاض المواد العالقة بها وإن تأثيرها الملوث ينبع من ارتفاع الأكسجين الحيوي بها. وقد وجد أن ١٠٠ رطل من اللبن الكامل تعطي حوالي ١٠ رطل مواد عضوية BOD.

٨. مخلفات صناعة الأدوية والمشروبات Wastes Pharmaceutical and Brewery

المخلفات الناتجة من مصانع الأدوية تحتوى على مواد عضوية كبيرة ولا يجب ان تعالج مع المخلفات المنزلية إلا إذا تم عمل حساب الحمل العضوي المضاف عند تصميم محطة المعالجة وكذلك عمليات التشغيل. فبعض مياه الغسيل تحتوى على ١٤٠٠٠ جزء في المليون BOD ومتوسط قيم الحمل العضوي لمياه مختلطة تتراوح من ٢٥٠٠ الى ٥٠٠٠ جزئ في المليون.

وتشمل صناعات التخمير صناعة البيرة والتقطير انتاج الكحولات وبعض المواد الكيميائية العضوية واجزاء من صناعة الدواء كإنتاج المضادات الحيوية Antibiotics وتعرف عملية التخمير بكونها التحلل الميكروبي للمواد العضوية الى مواد بسيطة. فإننتاج الكحول من المولاس واستخدام الخميرة في صناعة العجين لصناعة الخبز كل هذا يعتبر امثلة لعمليات التخمير.

مخلفات صناعة المشروبات الكحولية تتكون اساسا من السوائل المضغوطة من الحبوب الرطبة والسوائل الناتجة من عملية استعاضة الخميرة اللازم لعملية التبريد وتحتوى المخلفات في المتوسط على ٧٢ جزئ في المليون من المواد العالقة و ٣٩٠ مواد عضوية او BOD معظم المواد الصلبة تكون في صورة مواد عضوية وتتميز بارتفاع نسبة المحتوى النيتروجيني مشيرة بذلك الى وجود كمية كبيرة من المواد البروتينية والكمية الكبيرة من المواد الصلبة تكون في صورة سائلة.

مخلفات الخميرة تتكون اساسا من مغذيات مستهلكة (بالرغم من ان حوالى ٢٠ % فقط من حجم المخلفات تحتوى على من ٧٥ الى ٨٠ % في صورة BOD) وهي تتميز بكونها بنية اللون لها الرائحة المميزة للخميرة و متميئة hygroscopic بدرجة كبيرة كما ان معظم المواد الصلبة بها في صورة مواد ذائبة وغروية وان المواد العالقة بها نادرا ما تصل الى ٢٠٠ جزئ في المليون.

٩. مخلفات صناعة السكر Sugar Wastes

عمليات استخلاص السكر من نبات البنجر هي في الأساس واحدة في معظم المصانع وهناك حوالى خمسة مصادر لمخلفات صناعة السكر من البنجر وهي المخلفات الناتجة عن المياه المستخدمة في غسل ريزومات البنجر ولنقل الثمار من اماكن تخزينها بالمصنع الى حيث يتم تصنيعها. والمخلفات الناتجة من عمليات التصنيع وتشمل مياه غسل البطاريات والناتجة عن دفع قطع البنجر اثناء عملية الاستخلاص والمياه الناتجة من عملية الكبس وبواقي عملية الكرنة وكذلك المخلفات الناتجة من عمليات التكتيف الناتجة من عمليات التبخير والتفريغ المستخدمة

لتركيز محلول السكر وتتميز مخلفات مياه الغسيل في احتوائها على مخلفات التربة والأحجار وأوراق البنجر والجذور والمواد الذائبة ومخلفات العصر أو الكبس والتي تتميز بمحتواها العضوي العالي والمواد العالقة ومياه التكتيف والتي تحتوى مواد عضوية التي تم اصطيادها من عملية التبخير وتشكل مياه الغسيل حوالى ٧٢% من المخلفات الكلية لمخلفات استخلاص السكر من البنجر، والحمل العضوي لهذه المياه غالبا ما تكون منخفضة.

اما مخلفات صناعة السكر من قصب السكر فإنها تختلف تبعا لموقع المصنع، المياه المتاحة وبعض العوامل الأخرى ويمكن تقسيم هذه المخلفات الى ثلاثة اقسام وهي:

- مياه التبريد والتكتيف.
- المخلفات الصلبة من المكبس الغشائي.
- والمخلفات المركزة من عمليات التقريغ.
- والمياه المتسربة من عمليات النظافة.
- والزيوت الهاربة من ماكينات التصنيع والتشحيم.
- مخلفات مياه التبريد والتكتيف.

وتكون عادة قليلة في محتواها العضوي لكنها كبيرة في حجمها الا ان المياه المركزة تكون قليلة في حجمها كبيرة في محتواها العضوي والتي تحتوى من ٢٠٠٠ الى ٣٠٠٠ جزئ في المليون وتكون هذه المخلفات حامضية او قاعدية.

١٠. مخلفات صناعة البن Coffee Wastes

الاستخدام الأساسي للمياه ومنشأ المخلفات في صناعة البن تنتج من نقل الحبوب الى وحدة انتزاع اللب، نقل اللب الى قادوس التجميع، نقل الحبوب الى خزانات التخمر، غسل وحدات التخمر والاستخدامات الأخرى مثل استخدام المياه كمصيدة للأحجار وكوسيلة لفصل المواد الطافية الطباقية.

وتعد مخلفات التقشير أو القشور هي مشكلة هذه المخلفات التي تم التغلب عليها بعمل إعادة تدوير لها واستخدامها كوقود أو مخصبات للتربة. ومياه التقشير تحتوى على نسبة عالية من المواد القابلة للتسيب وحيث أنها تحتوى على سكر وبعض المواد الذائبة الأخرى فهي تعتبر مواد عالية في نسبة التلوث، مخلفات أحواض التخمر تحتوى على العديد من المواد الغروية من

البكتين والمنتجات الأخرى وهذه المخلفات تعد الى حد ما ملوثات ضعيفة بالمقارنة بمخلفات عملية التقشير وهي ايضا اكثر ثباتا واقل في رائحتها الكريهة.

١١. مخلفات صناعة الأرز Rice Wastes

عملية تحضير الأرز للطعام ينتج عنها كمية كبيرة من المخلفات في عملية النقع والطبخ وعمليات الغسيل، حجم المخلفات الناتجة في حدود ٦٠٠٠٠ جالون لكل طن من الأرز الخام المتداول وحوالي ١٢ الى ١٤ % من هذا الحجم تنتج من عملية النقع ومثله من عملية الطبخ والباقي حوالي ٧٥ % تنتج من عملية الغسيل والتصفية ومعظم الـ BOD الناتج من هذه المخلفات من المواد الغروية والمواد الذائبة.

١٢. مخلفات صناعة الأسماك Fish Wastes

مخلفات مقصورات التخزين للمراكب تنتج فقط عند استخدام القوارب كأماكن للتخزين حيث يتم التخلص منها في تنكات سعة ١٠٠٠٠ جالون والتي يتم تفريغها يوميا وتتكون هذه المخلفات اساسا من الدم، مواد صلبة، مواد سمكية ذائبة، حراشيف سمك وخبث زيتي.

وقد يحدث تسرب في صناديق المخلفات عند وجود شروخ في هذه الصناديق وذلك نتيجة لثقل السمك وقد يحدث التسرب ايضا عند نقطة نقل الأسماك عن طريق السيور من مقصورات التخزين الى وحدات التصنيع هذه المخلفات بها نسبة عالية من المواد الصلبة الذائبة والدم مخلفات عملية التجفيف والتي يتم عادة استخدام رش المياه بصورة مستمرة اثناء عملية التصنيع لامتصاص الأبخرة من عملية التجفيف وهذه المخلفات تحتوى على BOD يتراوح من ٣٣٨٠٠ الى ١١٢٠٠٠ ويشكل حوالي ٩٠ % من الحمل العضوي الكلى.

مخلفات المبخرات تحدث عند استخدام المياه في التبخير، عمليات الشطف للمبخرات الغسيل بالصودا والشطف بعد كل دورة تشغيل، مياه التبريد وبعض مخلفات المكثفات والقادمة من المبخرات. مياه الغسيل الناتجة من غسيل المكابس الأرضيات التنكات اجهزة الطرد المركزية والمعدات الأخرى كل هذه الوحدات تشكل المخلفات الناتجة من عملية تصنيع الأسماك.

١٣. المخلفات الناتجة من تصنيع المخللات وزيت الزيتون Pickle and Olive

Wastes

هذه المخلفات تنتج عند تخليل الخضروات بتخزينها مع بعض المواد الكيميائية ويوجد هناك اربع انواع كبيرة من المخلفات الناتجة من مصانع التخليل نظرا لأنه يتم انتاج المخللات السكرية او الحامضية والمتباينة في درجة تركيز السكريات بها وهي مخلفات الجير، مخلفات ماء النقع الملحي، مخلفات الشبة، ومخلفات المشروبات السكرية وكل مرحلة لها مخلفاتها التي تختلف عن الأخرى والتي ينتج عند دمجها معا مشكلة يصعب حلها.

١٤. مخلفات صناعة المياه الغازية Soft-Drink Bottling Wastes

تتميز هذه المخلفات انها ذات قلوية عالية لها حمل عضوي عالي نوعا ما ومواد عالقة أعلى من تلك التي للصرف المنزلي.

١٥. مخلفات المخابز Bakery Wastes

يوجد نوعين من المخابز وهي النوع الجاف مثل صناعة الخبز حيث ان المخلفات السائلة الوحيدة هي ناتجة عن غسيل الأرضيات وبعض مخلفات غسيل الأجهزة حيث تتميز المخلفات بانخفاض الحمل العضوي بها والمواد العالقة حيث يكون المخلف الوحيد هو الدقيق وبعض الشحومات. والنوع الآخر من المخابز والذي يقوم بتصنيع الكعك والمخبوزات الأخرى وتتميز مخلفات هذه المخابز بالارتفاع الشديد في الحمل العضوي والذي يتراوح من ٣٠٠٠ الى ٥٠٠٠ ملجم/لتر ومواد صلبة من ٢٠٠٠ الى ٣٠٠٠ ملجم/لتر.

١٦. مخلفات المواد والأدوات Material wastes

- وهي تشمل الصناعات المنتجة للخامات وتتضمن
- مخلفات صناعة الألياف الخشبية Wood Fiber Industries
- مخلفات صناعة المعادن metal industries
- مخلفات الصناعات السائلة liquid materials industries

١٧. مخلفات صناعة الألياف الخشبية Wood Fiber Industries

هذه المخلفات تنتج نوعين من المخلفات والتي تسمى مخلفات الطحن ومخلفات صناعة الورق وهذا النوع يشمل مخلفات الكبريتات، اللب، المواد الكيميائية المروقة، كبريتات الصوديوم، الكربونات، الهيدروكسيدات، الكازينات، الطمي، الحبر، الصبغات، الشموع، الشحومات، الزيوت والألياف.

١٨. مخلفات صناعة المعادن Metal industries

وهي تشمل مخلفات التكرير والطلاء وهي لا تشمل تعدين الصلب فقط بل تشمل أيضا النحاس والألمونيوم وكذلك الصناعات المتعلقة بالتعدين مثل صناعة الطائرات، عمليات الطلاء المعادن كل هذه الصناعات تتشابه واحتوائها على تركيزات مختلفة من المواد المعدنية الأحماض القلويات الشحومات وتتميز بسميتها العالية وانخفاض المحتوى العضوي لها والشحومات.

١٩. مخلفات الصناعات السائلة liquid materials industries

والتي تشمل صناعة الزيوت والبلاستيك والزجاج، فالصناعات البترولية تستعمل كميات كبيرة من المياه كمياه تبريد في حدود ٧٧٠ جالون لكل برميل خام كما تشمل الزيت الخام والمعادن الذائبة والعالقة. المخلفات البلاستيكية تتكون من مخلفات البلاستيك التخليقية والمواد البلاستيكية المعادة والتي تتميز بارتفاع الحمل العضوي لها والمواد ذات الروائح ومخلفات صناعة الزجاج والتي تشمل المنظفات الصناعية وكميات كبيرة من جزيئات الزجاج المجهرية وتتميز بانخفاض الحمل العضوي لها وكذلك القلوية والمواد الصلبة الغير قابلة للتسيب والمقاومة للتسيب بالمروبات.

٢٠. مخلفات المواد الكيميائية Chemical wastes

وتشمل المحاليل العضوية، أحماض، دهانات، منظفات سائلة، مبيدات سائلة وكذلك غبار المواد الكيميائية كمساحيق المبيدات وغبار العمليات الصناعية مثل الاسمنت والاسبستوس، الأبخرة والأدخنة والغازات المعدنية الناتجة عن عملية اللحام المعدني وبقايا المواد الكيميائية واحتراقها وتفاعلها ونواتج سوء الاستخدام أو التخزين.

الفصل الثاني

القوانين واللوائح التنظيمية الخاصة بالصرف الصناعي في مصر

طبقا للوائح والاشتراطات البيئية في مصر، يوجد ثلاثة قوانين تنظم عملية صرف مياه الصرف الصناعي وهم:

- قانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ للصرف على البيئات الساحلية.
- قانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ ولائحته التنفيذية المعدلة رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ للصرف على المجاري العمومية.
- قانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ للصرف على الخزانات الجوفية وفروع وروافد النيل والمجرى الرئيسي لنهر النيل والمصارف البلدية والصناعية.

وتكون اللوائح التنفيذية لهذه القوانين مستقلة عن بعضها البعض من حيث طبيعة المجاري المائية التي تنظم الصرف عليها والتفتيش والجهات القائمة على المراقبة وتنفيذ القانون.

وأهم ارتباط قانوني بين هذه القوانين والقوانين البيئية الأخرى هو "السجل البيئي" الذي يتطلبه القانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤. ويشمل هذا السجل كل المعلومات المتعلقة بالتصرفات من منشأة ما لمدة عام، ويجب أن يحتفظ بمعلومات السجل لمدة عشرة أعوام، وقد تم تكليف جهاز شئون البيئة بالقيام بمعاينة وإجراء تحاليل مستقلة لهذه السجلات.

وتهدف هذه القوانين إلى:

- حماية بيئة وشواطئ جمهورية مصر العربية وموانئها من مخاطر التلوث بجميع صوره وأشكاله.
- حماية الموارد الطبيعية في المنطقة الاقتصادية.
- التعويض عن الأضرار التي تلحق باي إنسان طبيعي أو اعتباري من اي أخطار تحدث بسبب تلوث المياه.
- حماية العاملين على صيانة شبكات الصرف من المخلفات الصناعية الضارة.
- حماية الهياكل والمعدات وعمليات المعالجة البيولوجية من المخلفات الصناعية الضارة.

القوانين الخاصة بصرف المخلفات السائلة إلى المسطحات المائية المستقبلية

تختلف الحدود القصوى المسموح بها لصرف المخلفات السائلة طبقا لنوعية المسطحات المائية المستقبلية وذلك بالرغم من أن معايير التلوث التي ينبغي رصدها والتفتيش عليها تقريبا واحدة وهي:

- الأكسجين الحيوي الممتص BOD5.
- الأكسجين الكيميائي الممتص COD.
- الأس الهيدروجيني pH.
- درجة الحرارة Temp.
- بقايا الكلور Residual Cl2.
- المواد الصلبة العالقة T.S.S.
- المواد الصلبة الذائبة T.D.S.
- الزيوت والشحوم O&G.

ويبين الجدول (٤) الحدود المسموح بها لهذه المؤشرات للصرف على أنواع المجاري المائية المختلفة وفقا للقوانين المعنية (البحار، النيل، الترعة، المصارف الزراعية، شبكات الصرف الصحي). أما بالنسبة لزيوت التشحيم المستهلكة فنظرا لتأثيراتها الخطيرة على المياه والتربة فيجب التفتيش على أساليب التخلص منها وعلى إجراءات الرصد ومراجعة السجل الخاص بها.

جدول (٤): الحدود المسموح بها في القوانين المصرية

قانون ٤٨/٨٢ الصرف إلى		قانون ٩٣/٦٢ الصرف على شبكة المجاري (معدل باللائحة التنفيذية رقم ٤ لسنة ٢٠٠٠)		قانون ٤/٩٤ الصرف في البيئة الساحلية	المؤشر (ملجم/لتر) إلا إذا ذكر غير ذلك
مياه غير صالحة للشرب	النيل	الخزانات الجوفية	قانون ٩٣/٦٢ الصرف على شبكة المجاري (معدل باللائحة التنفيذية رقم ٤ لسنة ٢٠٠٠)	قانون ٤/٩٤ الصرف في البيئة الساحلية	المؤشر (ملجم/لتر) إلا إذا ذكر غير ذلك
المياه الصناعية المعالجة	الصرف الصحي المعالج	النيل (المجرى الرئيسي)	الخزانات الجوفية وفروع النيل / الترع	قانون ٤/٩٤ الصرف في البيئة الساحلية	المؤشر (ملجم/لتر) إلا إذا ذكر غير ذلك
٦٠	٦٠	٣٠	٢٠	٦٠	أكسجين حيوي ممتص (٥ أيام، ٢٠ م°)
٨٠	٨٠	٤٠	٣٠	١٠٠	أكسجين كيميائي ممتص
٩-٦	٩-٦	٩-٦	٩-٦	٩-٦	الأس الهيدروجيني
١٠	١٠	٥	٥	١٥	زيوت وشحوم
لا تزيد عن ٣ درجات مئوية من المجرى المائي المستقبل		٣٥	٣٥	٤٣	١٠ مئوية متوسط درجة الحرارة المسطح المائي المستقبل
٥٠	٥٠	٣٠	٣٠	٨٠٠	المواد الصلبة العالقة الكلية
-		٢٠	٢	بعد ١٠ دقائق ٨ سم ^٣ بعد ٣٠ دقيقة ١٥ سم ^٣	مواد صلبة قابلة للتسيب
٢٠٠٠	لا تزيد عن ٢٠٠٠ ولا تزيد عن ٥٠٠٠ بالمناطق الساحلية	١٢٠٠	٨٠٠	-	المواد الصلبة الذائبة الكلية
-		-	-	٢٥	فوسفات
-		-	-	١٠٠	أمونيا
-		٣٠	٣٠	٣٠	نترات
٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٠٠٢	٠,٠٠١	٠,٠٥	الفينول الكلية القابلة للاستخلاص
-		٠,٥	٠,٥	-	الفلوريدات

الكبريتيد	١	١٠	١	١	١	١
الكلور	-	-	١	١	١-٠,٥	١-٠,٥
منظفات صناعية	-	-	٠,٠٥	٠,٠٥	-	-
العد الاحتمالي للبيكتريا القولونية ١٠٠ سم ^٣	٥٠٠٠	-	٢٥٠٠	٢٥٠٠	٥٠٠٠	١٠٠٠
الألومنيوم	٣	-	-	-	-	-
الزرنخ	٠,٠٥	٢	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٠٥
الباريوم	٢	-	-	-	-	-
البريليوم	-	-	-	-	-	-
كادميوم	٠,٠٥	٠,٢	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠٠٣	٠,٠٠٣
كروم	١	-	-	-	٠,١	٠,١
كروم سداسي التكافؤ	-	٠,٥	١	٢	-	-
نحاس	١,٥	١,٥	١	١	٠,٥	٠,٥
حديد	١,٥	-	١	١	٣,٥	١
رصاص	٠,٥	٠,١	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,١	٠,١
منجنيز	١	-	٠,٥	٠,٥	-	-
زئبق	٠,٠٠٥	٠,٢	٠,٠٠١	٠,٠٠١	٠,٠١	٠,٠١
نيكل	٠,١	٠,١	٠,١	٠,١	٠,٥	٠,٥
فضة	٠,١	٠,٥	٠,٠٥	٠,٠٥	-	-
زنك	٥	-	١	١	٢	٢
سيانيد	٠,١	-	-	-	٠,١	٠,١
بورون	-	٠,١	-	-	-	-
قصدير	-	٢,٠	-	-	-	-
مجموع المعادن	-	٥	١-٠	١	-	-
مركبات عضوية	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة
المبيدات	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة
اللون	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة

القوانين المعنية بالمخلفات الصلبة والحمأة

فيما يلي عرضاً لبعض القوانين المتعلقة بإدارة المخلفات الصلبة (الخردة - الحمأة) الناتجة من محطات معالجة المخلفات السائلة:

- القانون رقم ٣٨ لسنة ١٩٦٧ بخصوص النظافة العامة وتنظيم عمليات جمع المخلفات الصلبة والتخلص منها وذلك من المنازل والأماكن العامة والمنشآت التجارية والصناعية.
- يحدد قرار وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية رقم ٣٤ لسنة ١٩٦٨ الإرشادات الخاصة بجمع ونقل المخلفات الصلبة الناتجة عن النشاط الصناعي والمنازل وطرق التخلص منها سواء بالحرق أو الدفن أو تحويلها إلى سماد.
- القانون رقم ٣١ لسنة ١٩٧٦ تعديلاً لقانون رقم ٣٨ لسنة ١٩٦٧.
- أسند القانون رقم ٤٣ لسنة ١٩٧٩ والمسمى بقانون الإدارة المحلية المسؤوليات المتعلقة بالبنية التحتية إلى المجالس المحلية للمدن.
- تنظم المادة ٣٧ من قانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ والمادتان ٣٨ و ٣٩ من اللائحة التنفيذية إجراءات حرق المخلفات الصلبة:

مادة ٣٧:

يحظر إلقاء أو معالجة أو حرق القمامة والمخلفات الصلبة إلا في الأماكن المخصصة لذلك بعيداً عن المناطق السكنية والصناعية والزراعية والمجاري المائية، وتحدد اللائحة التنفيذية لهذا القانون المواصفات والضوابط والحد الأدنى لبعد الأماكن المخصصة لهذه الأغراض عن تلك المناطق. وتلتزم الوحدات المحلية بالاتفاق مع جهاز شئون البيئة بتخصيص أماكن إلقاء القمامة أو معالجة أو حرق القمامة والمخلفات الصلبة طبقاً لأحكام هذه المادة.

السجل البيئي

ينص القانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ في المادة ٢٢ منه والمادة ١٧ من اللائحة التنفيذية على ضرورة احتفاظ المنشأة بسجل لبيان تأثير نشاط المنشأة على البيئة وتدوين فيه بيانات خاصة بالانبعاثات ومواصفات المخرجات وسجلات التخزين وخطة منع الانسكاب وسجلات التخلص من المخلفات الصلبة ويجب على المفتش مراجعة السجل.

مادة ٢٢:

على صاحب المنشأة طبقاً لأحكام هذا القانون الاحتفاظ بسجل لبيان تأثير نشاط المنشأة على البيئة، وتضع اللائحة التنفيذية نموذجاً لهذا السجل والجدول الزمني لالتزام المنشآت للاحتفاظ به، والبيانات التي تسجل فيه. ويختص جهاز شؤون البيئة بمتابعة بيانات السجل للتأكد من مطابقتها للواقع وأخذ العينات اللازمة وإجراء الاختبارات المناسبة لبيان تأثير نشاط المنشأة على البيئة وتحديد مدى التزامها بالمعايير الموضوعية لحماية البيئة، فإذا تبين وجود أية مخالفات يقوم الجهاز بإخطار الجهة الإدارية المختصة لتكليف صاحب المنشأة بتصحيح هذه المخالفات على وجه السرعة، فإذا لم يتم ذلك خلال ستين يوماً يكون للجهاز بالاتفاق مع الجهة الإدارية المختصة اتخاذ الإجراءات القانونية والقضائية اللازمة لوقف النشاط المخالف والمطالبة بالتعويضات المناسبة لمعالجة الأضرار الناشئة عن هذه المخالفات.

إدارات الصرف الصناعي بشركات مياه الشرب والصرف الصحي

المسؤوليات والواجبات

- خلق روح الثقة بين أصحاب المنشآت الصناعية وتعريفهم بأهمية مطابقة المخلفات السائلة للمعايير الواردة باللائحة التنفيذية وأثر ذلك على الصحة العامة والبيئة وعلى منشآت الصرف الصحي من شبكات تجميع ومحطات رفع ومعالجة المخلفات السائلة.
- حل مشكلات المتعاملين مع الإدارة العامة للصرف الصناعي ودراسة شكاوى المنشآت بكل جدية وفحص شكاوهم فوراً واتخاذ الإجراءات اللازمة لمعالجة المنشأة لمراجعة الأحكام الهيدروليكية أو إعادة التحليل لعينة أخرى على نفقة صاحب المنشأة ويتم إخطار صاحب الشأن بالنتيجة فور المعالجة أو بعد وصول نتيجة التحليل للعينة من الجهة المختصة.
- إلزام المنشآت التي تقوم بصرف مخلفات متلفة أو مضرّة بشبكات الصرف الصحي بمعالجة مخلفاتها قبل صرفها في شبكات الصرف الصحي.
- إصدار الموافقة على الترخيص بالصرف على الشبكة للمنشآت الصناعية والتجارية والعامة بعد استيفائها للشروط الصحية الواجبة طبقاً للقوانين واللوائح المعمول بها.
- تنفيذ القوانين واللوائح والقرارات الخاصة ببرنامج الحفاظ على النيل وذلك بالمرور الدوري وغير الدوري لمعالجة أسلوب صرف المخلفات السائلة ووحدات المعالجة للعائمات والوحدات

النهرية ومراجعة الموجودات على كورنيش النيل للتأكد من أعمال الصرف وسلامة شبكات الصرف الصحي بعيداً عن النيل.

- لممثلي شركة الصرف الصحي العاملين في الرقابة على صرف المخلفات الصناعية سلطة الضبطية القضائية التي تعطيهم حق دخول المحال والمنشآت التجارية والصناعية والسياحية ، وجمع العينات وفحص السجلات والتزام المنشآت بتقديم التقارير واي متطلبات أخرى من شأنها حماية الشبكة ونظام المعالجة.

أنشطة الإدارات العامة للتحكم في الصرف الصناعي:

أولاً: إصدار التراخيص للمنشآت الصناعية:

١. إصدار التراخيص بصرف المخلفات السائلة والمنشآت الصناعية والتجارية والعامة التي تقوم بصرف مخلفات سائلة على شبكات الصرف الصحي العامة.
٢. الرقابة على صرف المنشآت الصناعية بأخذ العينات دورياً من المخلفات السائلة للمنشآت المرخص لها مرتين سنوياً على الأقل ويخطر صاحب الشأن بنتيجة التحليل وفي حالة اعتراض المنشأة على نتيجة التحليل يتم إعادة أخذ وفحص العينة بمعامل وزارة الصحة أو شركة الصرف الصحي على نفقة صاحب المنشأة.
٣. إلزام المالك أو الشاغل بمعالجة المواد المتلفة أو المضرة بشبكات الصرف الصحي أو محطات المعالجة قبل صرفها في شبكات الصرف الصحي العامة.
٤. يشترط للترخيص بصرف المخلفات السائلة من المنشآت الصناعية أو التجارية إلى شبكات الصرف الصحي العامة:

أ. ألا تتجاوز النسب والمعايير الآتية:

المؤشر (ملجم/لتر إلا إذا ذكر غير ذلك)	قانون ٩٣/٦٢ الصرف على شبكة المجاري (معدل باللائحة التنفيذية رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠)
أكسجين حيوي ممتص (٥ أيام، ٢٠ م°)	٦٠٠
أكسجين كيميائي ممتص	١١٠٠
الأس الهيدروجيني (وحدات)	٩,٥-٦
زيوت وشحوم	١٠٠
درجة الحرارة (درجة مئوية)	٤٣
المواد الصلبة العالقة الكلية	٨٠٠
مواد صلبة قابلة للترسيب	بعد ١٠ دقائق ٨ سم³ وبعد ٣٠ دقيقة ١٥ سم³
الفسفور الكلي	٢٥
النيتروجين الكلي	١٠٠
الفينول الكلي	٠,٠٥
الكبريتيد	١٠
كادميوم	٠,٢
كروم سداسي التكافؤ	٠,٥
نحاس	١,٥
رصاص	٠,١
زئبق	٠,٢
نيكل	٠,١
فضة	٠,٥
سيانيد	٠,٢
بورون	٠,١
قصدير	٢,٠
مجموع المعادن	٥

ب. كما يجب أن تخلو المخلفات السائلة من البترول الإيثيري وكربيد الكالسيوم والمذيبات العضوية أو أي مادة أخرى ترى الجهة المختصة أن وجودها يؤدي إلى خطورة على العمال القائمين بصيانة الشبكة أو الإضرار بمنشآت الصرف الصحي أو بعملية التنقية أو يؤدي وجودها إلى تلوث البيئة نتيجة صرف فائض عمليات التنقية لمياه الصرف الصحي كما يجب أن تخلو المخلفات الصناعية السائلة من أية مبيدات حشرية أو مواد مشعة.

٥. الإجراءات الواجب إتباعها لحصول المنشآت الصناعية على ترخيص بصرف المخلفات السائلة :

- يتوجه مالك المنشأة أو من ينوب عنه بتوكيل رسمي أو خاص موثق من الشهر العقاري أو خطاب تفويض بالنسبة للشركات والجهات الحكومية بناءً على خطاب من إدارة وصل المباني ومد المجاري إلى الإدارة العامة للرقابة على صرف المخلفات الصناعية بالشركة ويتقدم بالمستندات التالية:
- صورة من عقد الإيجار أو الملكية والأصل للاطلاع عليه.
- صورة من تحقيق الشخصية.
- صورة آخر إيصال استهلاك مياه.
- دوسيه لحفظ المستندات. وذلك للتسجيل بقاعدة البيانات والتوقيع على عقد الترخيص بصرف المخلفات الصناعية السائلة.
- يتم إرسال فريق للمعاينة وجمع العينات في خلال خمسة عشر يوماً من تاريخ الإخطار.
- يتم إخطار إدارات وصل المباني المختصة بنتيجة التحاليل والمعاينة لاستكمال إجراءات توصيل المنشأة بعد الانتهاء من مطابقة العينة للمعايير المنصوص عليها بالقوانين والقرارات المنظمة.

ثانياً تكلفة الأحمال الهيدروليكية على الشبكة:

١. في حالة تغذية المنشأة بمصدر للمياه غير شركة مياه الشرب (مصدر جوفي / نيلي) تلتزم المنشأة بسداد قيمة خدمة الصرف الصحي للمتر المكعب المحددة على فاتورة المياه الخاصة بالمنشأة أو للمنطقة الواقعة بالمنشأة في نطاقها وذلك لكمية المياه التي تقوم المنشأة بضخها من المياه الجوفية أو النيلية.
٢. تقوم المنشأة بتركيب عداد مياه مناسب على نفقتها على طلمبات رفع المياه أو أجهزة لقياس التصريفات قبل مخرج المياه المنصرفة إلى الشبكة العامة داخل حدود المنشأة وبطريقة يسهل قراءتها.

ثالثاً: تكلفة أعباء التنقية:

تلتزم المنشأة بسداد تكاليف إزالة الملوثات بسعر إزالة الكيلو جرام لكلا منهما داخل محطة المعالجة وهي:

- ٣٢,٥٠ قرش لإزالة الكيلو جرام من الملوثات العضوية.
- ١٥ قرش لإزالة الكيلو جرام من المواد العالقة. وذلك إذا زادت تركيزات التصريفات السائلة عن تركيز المتوسط الفعلي الوارد لمحطات المعالجة لبند الملوثات العضوية عن ٢٤٤ مليجرام/لتر، وبند ملوثات المواد الصلبة العالقة عن ٣٣٩ مليجرام/لتر.

رابعاً: سداد مطالبات الأحمال الهيدروليكية وأعباء التنقية:

- تقوم المنشأة بسداد مطالبات الأحمال الهيدروليكية كل شهرين.
- تقوم المنشأة بسداد مطالبات أعباء التنقية في حالة زيادة نتائج التحاليل لمتوسط الدخول على محطات المعالجة طبقاً لنتيجة تحاليل عينة واحدة كما هو موضح بالبند ثالثاً وتتم المحاسبة من شهر آخذ العينة ولمدة ستة شهور على أن يتم تحرير المطالبات لأعباء التنقية كل شهرين.
- يتم سداد المطالبات في خلال خمسة عشر يوماً وفي حالة عدم السداد يلغى الترخيص بالصرف ويتم الآتي:
 - إلغاء صرف المنشأة على الشبكة العامة.
 - اتخاذ الإجراءات القانونية لتحصيل مستحقات الشركة.

الفصل الثالث

معالجة مياه الصرف الصناعي

تتظر الصناعة إلى معالجة مياه الصرف على أنها ضرورة ملحة، خاصة عندما تؤثر مياه الصرف على مجاري المياه المستقبلية لها بشكل واضح أو عندما تلقى المنشأة القبول لدى الرأي العام في مقابل ما تبذله من مجهودات وتكاليف. ويجب على الصناعة أن تحاول القيام بمعالجة مياه الصرف بأقل تكلفة والتي تصل بها إلى الحدود المناسبة للصرف على المياه المستقبلية لها والتي يمكن تحديدها من خلال الدراسة والبحث والتجارب الاستكشافية. إن التخطيط المسبق سيوفر الوقت اللازم لاتخاذ القرارات المناسبة، وبالعكس، فإن التقصير في التخطيط لتقليل تكاليف معالجة المياه يمكن أن يؤدي إلى احتياج مفاجئ لحل سريع مما يؤدي بالصناعة إلى قرار بوقف الإنتاج.

لقد كان وعي العامة تجاه التحكم في التلوث ضعيفا خلال النصف الأول من القرن العشرين، وقد شهد تحولاً جذرياً في بداية السبعينيات كجزء من التطور في اهتمامات الرأي العام فيما يتعلق بالحفاظ على البيئة. إن اهتمام المجتمع الحقيقي بالبيئة على المدى الطويل مطلوب لتحقيق تغيير في مفهوم العامة للحفاظ على البيئة. وسيطلب ذلك أيضاً تغييرات جذرية في اتجاهاتنا السياسية والاجتماعية والتشريعية بالإضافة إلى الاقتصادية في مجال التحكم في التلوث الصناعي بالإضافة إلى التطورات التكنولوجية الحديثة.

وللوقاية من أي أضرار صحية في مجرى المياه المستقبلية لمياه الصرف. فإنه يجب معالجة مياه الصرف جيداً قبل ضخها بحيث تتوافق مع متطلبات القوانين المحددة لخصائص المياه للصرف على المجاري المائية. ويجب في مرحلة التخطيط والتنمية إعطاء أولوية قصوى لمعايير حماية الأرض والموارد المائية وسلامة الأحياء المائية في الأنهار والمجاري المائية وحماية الحياة البحرية من التلوث وحماية الصحة العامة.

وقد قامت الحكومة المصرية بإجراء تعديلات على القوانين المنظمة للصرف على المجاري المائية في سنة ١٩٩٤ بالقانون رقم ٤ وللصرف على الشبكة العامة طبقاً لقانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ ولائحته التنفيذية رقم ٤٤ الصادرة في سنة ٢٠٠٠ وللصرف على المجاري المائية العذبة كنهري النيل بالقانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢.

الأهداف الرئيسية لمعالجة الصرف الصناعي

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 النقية واستخدام المياه المعالجة في الزراعة وري الأراضي.

لذلك يجب أن تخضع مياه الصرف الصناعي الناتجة عن عمل المنشآت الصناعية إلى معالجة منفصلة ونوعية وصولاً إلى مياه ذات مواصفات قياسية محددة، 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 ولا تحوي مواد بترولية أو كبريتاتية أو آكلة (corrosive)).
- 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.

طرق معالجة مياه الصرف الصناعي

يتم تحديد درجة المعالجة المطلوبة من خلال وضع أهداف المعالجة للمشروع ومراجعة جميع القوانين واللوائح المعنية وأخيراً مقارنة خصائص مياه الصرف مع متطلبات القوانين. وبذلك يتم تحديد وتقييم البدائل المتاحة للمعالجة والتخلص وإعادة الاستخدام ثم يتم اختيار البديل الأنسب وتنقسم مستويات المعالجة طبقاً لمواصفات المياه المعالجة ومجالات إعادة استخدامها أو مصارفها إلى ثلاث مستويات معالجة أولية ومعالجة ثانوية ومعالجة ثلاثية.

المعالجة الأولية:

تمر مياه الصرف الصناعي بعد دخولها إلى المحطة للمعالجة عبر مرشح لإزالة الجسيمات الكبيرة مثل قطع القماش أو الأعواد والتي يمكن أن تتسبب في انسداد الأنابيب أو إلحاق الضرر بالمعدات، بعد ان تتم عملية الترشيح لمياه الصرف تدخل بعدها ألي حجرة فصل الرمال والحصى حيث يتم ترسيب الحصى والأترية بالإضافة إلى النفايات للقاع.

أن عملية الترسيب تمثل أكثر عمليات المعالجة الأولية انتشارا في الوقت الحالي، فمن خلال وحدة الترسيب يتم ترسيب الجزيئات الصلبة في قاع الخزان تحت ظروف مناسبة. يمكن استخدام الكيماويات خلال المعالجة الأولية لمجرى الصرف أو لزيادة التخلص من الجزيئات الصلبة الصغيرة العالقة. ان الاختزال الأولى للجزيئات الصلبة تعمل على تخفيض الاحتياجات للأكسجين في المرحلة البيولوجية اللاحقة وكذلك خفض الحمل الصلب في خزان الترسيب الثانوي. بعد ان تتم الترسيب وإزالة الحصى، فان المواد العضوية وغير العضوية هي ما يتبقى في مياه الصرف إضافة إلى المواد الصلبة العالقة. هذه الذرات الصلبة تكون من الدقة بحيث يمكن إزالتها من مياه الصرف في خزان الترسيب.

أن المعالجة الأولية وحدها أثبتت أنها يمكن ان تلبى بعض متطلبات الصناعات للحصول على جودة عالية لمياه الصرف بحيث تتوافق مع المعايير الخاصة بالصرف النهائي للمخلفات لمختلف أنواع المياه المستقبلية.

المعالجة الثانوية

بشكل عام فان المعالجة الثانوية تتضمن عملية بيولوجية لإزالة المواد العضوية بواسطة الأكسدة الكيماوية الحيوية. ان العملية البيولوجية المخصصة يتم اختيارها استنادا إلى عوامل عدة مثل كمية مياه الصرف، التحلل البيولوجي للمخلفات بالإضافة إلى توافر الأرض. أن التقنيات الرئيسية المستخدمة في المعالجة الثانوية هي عملية الحمأة المنشطة والمرشحات الرملية (الزلطية).

خلال عملية الحمأة المنشطة فان مياه الصرف تغذى خزان هوائي حيث الكائنات الحية الدقيقة تستهلك المخلفات العضوية لصيانتها ولتوليد خلايا جديدة. ان الحمأة المنشطة ترسب داخل وعاء ترسيب يسمى بالمروق أو المثخن. جزء من البكتيريا المثخنة عادة ما يعاد استخدامها بالمفاعل لتحسين الأداء من خلال زيادة تركيزات الخلية.

أن المرشحات الرملية هي عبارة عن أوعية تحتوى على طبقات من الزلط والأحجار وقطع من البلاستيك أو أنواع أخرى من المواد. وتنمو على سطح هذه المواد طبقات من البكتيريا تقوم بإزالة المواد العضوية الذائبة من مياه الصرف التي تمر من خلال المرشح. ويتم غسل النمو الزائد من البكتيريا ثم يتم التخلص منه في المروق.

أن التوجه العام اليوم هو باتجاه استخدام عملية الحمأة المنشطة بدلا من المكثف (المنقى). عملية تنشيط الحمأة تسرع من عمل البكتيريا عن طريق جلب الهواء والحمأة المشبعة بالبكتيريا إلى الالتصاق بمياه الصرف. بعد أن تترك مياه الصرف خزان الترسيب في المرحلة الأولية فأنها تضخ إلى خزان هوائي حيث تتم عملية الخلط مع الهواء والحمأة المحملة بالبكتيريا وتترك لتبقى عدة ساعات. خلال هذا الوقت فان البكتيريا تقوم بتكسير المواد العضوية إلى مواد غير ضارة يمكن استخدامها مرة أخرى. وبذلك تكون الحمأة المنشطة مضافا إليها البلايين من البكتيريا وغيرها من الكائنات الدقيقة يمكن استخدامها بإعادتها إلى الخزان الهوائي مرة أخرى للخلط مع الهواء ومياه صرف جديدة. أن مياه الصرف المعالجة بشكل جزئي تتساب من الخزان الهوائي إلى خزان الترسيب لإزالة البكتيريا الزائدة.

المعالجة الثلاثية

العديد من التدفقات الصناعية المثالية تحتاج الى معالجة متقدمة أو ثلاثية لإزالة الملوثات الجزئية أو لتجهيز المياه لإعادة الاستخدام. بعض العمليات الثلاثية المتعارف عليها هي إزالة مركبات الفسفور عن طريق التخنثر باستخدام الكيماويات، إزالة مركبات النيتروجين عن طريق انتزاع الامونيا باستخدام الهواء أو النيتريّة، اللانيتريّة في المفاعلات البيولوجي، إزالة المواد العضوية المتبقية والمركبات الملونة بواسطة التكتيف بالكربون النشط بالإضافة إلى إزالة المواد الصلبة المذابة بواسطة عمليات الأغشية (الضغط الأسموزي العكسي والالكتروليدية). غالبا ما تعالج المياه المنصرفة بالكلورين أو الأوزون للقضاء على البكتيريا المسببة للأمراض قبل التخلص منها وصرفها المياه المستقبلية.

المعالجة الثلاثية معدة مبدئياً لتطوير الجودة أو لصقل الصرف وأيضا لإزالة المواد الصلبة العالقة، الأكسجين الحيوي الممتص والأملاح المغذية الزائدة. ان العمليات المتعددة للمعالجة الثلاثية والمطبقة على الصرف الصناعي هي كما يلي:

- التخثر والترسيب.
- التكثيف بالكربون النشط.
- الالكتروليدية.
- النترتة البيولوجية.
- تبادل الأيونات.
- الترشيح الفائق.

وتتكون جميع مستويات المعالجة السابقة من مرحلة واحدة اوعدة مراحل متتالية تنتوع فيها اساليب وعمليات معالجة مياه الصرف فتكون إما فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية، منفردة أو متجمعة.

عمليات معالجة مياه الصرف الصناعي

عمليات معالجة فيزيائية

عمليات تعتمد على القوى الطبيعية والفيزيائية وكانت هذه الطرق هي أول الطرق المستعملة في معالجة مياه الصرف لأن معظمها نشأت عن تأملات الإنسان الأول في الطبيعة. ومن هذه الطرق: التصفية، الخلط، الترويب، الترسيب، التعويم أو الطفو، الترشيح، حركة الغازات.

عمليات معالجة كيميائية

عمليات تعتمد على حدوث تفاعل كيميائي من أجل التخلص من أو تحول الملوثات إلى مواد يسهل فصلها من مياه الصرف. ومن أكثر الطرق الكيميائية شيوعا في هذا المجال: الترسيب والامتزاز والتطهير. تتم المعالجة بالترسيب الكيميائي من خلال تكوين راسب كيميائي. وفي معظم الأحيان يحتوى هذا الراسب على المكونات التي قد تفاعلت مع الكيماويات المضافة إلى جانب المكونات الأخرى التي قد تكسح أثناء الترسيب. أما الامتزاز فيعتمد على قوة الجذب بين الأجسام للتخلص من مركبات معينة من خلال التصاقها بسطح المواد الصلبة.

عمليات معالجة بيولوجية

عمليات تعتمد على النشاط البيولوجي في التخلص من الملوثات. وتستخدم هذه الطرق أساساً من أجل التخلص من المواد العضوية (الرغوية أو الذائبة) القابلة للتحلل بيولوجياً. وتتم هذه العملية من خلال تحويل هذه المواد إلى غازات تتسرب إلى الهواء الخارجي أو إلى نسيج الخلايا البيولوجية (الحمأة) التي يمكن التخلص منها عن طريق الترسيب. وتستخدم المعالجة البيولوجية أيضاً في التخلص من المغذيات (النيتروجين والفسفور). وفي أغلب الأحيان يمكن معالجة مياه الصرف بيولوجياً مع التحكم البيئي الملائم.

أنظمة معالجة الصرف الصناعي

أنظمة المعالجة الميكانيكية

التصفية "Screening"

وهي أولى ومن أهم العمليات في معالجة الصرف الصناعي وتتم بتمرير المياه الملوثة من خلال مصافي لفصل المواد الصلبة ذات الأحجام الكبيرة العالقة بالمياه. تتكون المصافي من أعمدة متوازية (أسيخ أو أسلاك أو سلك ضيق أو سطح مثقب). يمكن أن تكون الفتحات على شكل دائري أو مستطيل.

وتعرف المصفاة المكونة من الأعمدة المتوازية أو الأسيخ باسم (rack) ومصطلح "screen" يطلق على النوع الذي يتكون من قماش السلك أو الأسطح المثقبة.

وتصنف أنواع المصافي طبقاً لطريقة تنظيفها كالآتي:

١. المصافي ذات التنظيف اليدوي.
٢. المصافي ذات التنظيف الميكانيكي.

أيضاً تصنف المصافي من حيث مقاس الفتحات إلى:

١. المصافي ذات الفتحات الضيقة (قطر أقل من ١/٤ بوصة).
٢. المصافي ذات الفتحات الواسعة (قطر أكبر من ١/٤ بوصة).

المصفاة التي تسمى "aquarake" عبارة عن مصفاة تنظف أوتوماتيكيا ويمكن تركيبها مباشرة على مجاري مفتوحة. أما المصفاة التي تسمى "Vibrating Curved Screen" أو "المصفاة الاهتزازية المنحنية" فتتميز بكفاءة فصل عالية وسهولة إزالة المواد الصلبة من على السلك. ويمكن أيضا أن تزود هذه المصفاة بأداة تنظيف بالرش. أما المصفاة الدوارة " Rotary Screen" فتعمل بتمرير المياه من أعلى اسطوانة دوارة ويمكن تزويدها بكاشط لتنظيف الأسطوانة. ويبين جدول رقم (٧) الأنواع الأساسية للمصافي.

جدول (٧): أنواع المصافي الميكانيكية

نوع المصفاة	نوع الحبيبات	حجم الفتحات	مادة صنع المصفاة	الاستخدام
الأعمدة المتوازية (Bar rack)	خشن	0.6 – 1.5	Steel, Stainless steel	معالجة تحضيرية
النوع المائل:	متوسط	0.01 – 0.1	Stainless-steel wedge-wire screen	معالجة أولية
الثابت الدوار	خشن	2×0.09×0.03	Milled bronze or copper plates	قبل المعالجة
القرص الدوار	خشن	0.1 - 0.2	Stainless-steel wedge wire cloth	معالجة تحضيرية
	متوسط	0.01 – 0.1	Stainless-steel wedge-wire screen	معالجة أولية
	ناعم	6-35 µm	Stainless-steel and polyester screen cloths	إزالة المواد الصلبة الثانوية الزائدة
أسطوانة دوارة	متوسط	0.01 – 0.4	Stainless-steel	معالجة أولية
	ناعم	0.001 – 0.02	Stainless-steel	معالجة أولية
مصفاة الطرد المركزي	ناعم	0.002 – 0.02	Stainless-steel, polyester and various other fabric screen cloths.	معالجة أولية ومعالجة ثانوية مع تلك الترسيب وإزالة المواد الصلبة العالقة الزائدة



مصافي يدوية



مصافي ذات فتحات ضيقة



مصافي ميكانيكية



مصافي حلزونية

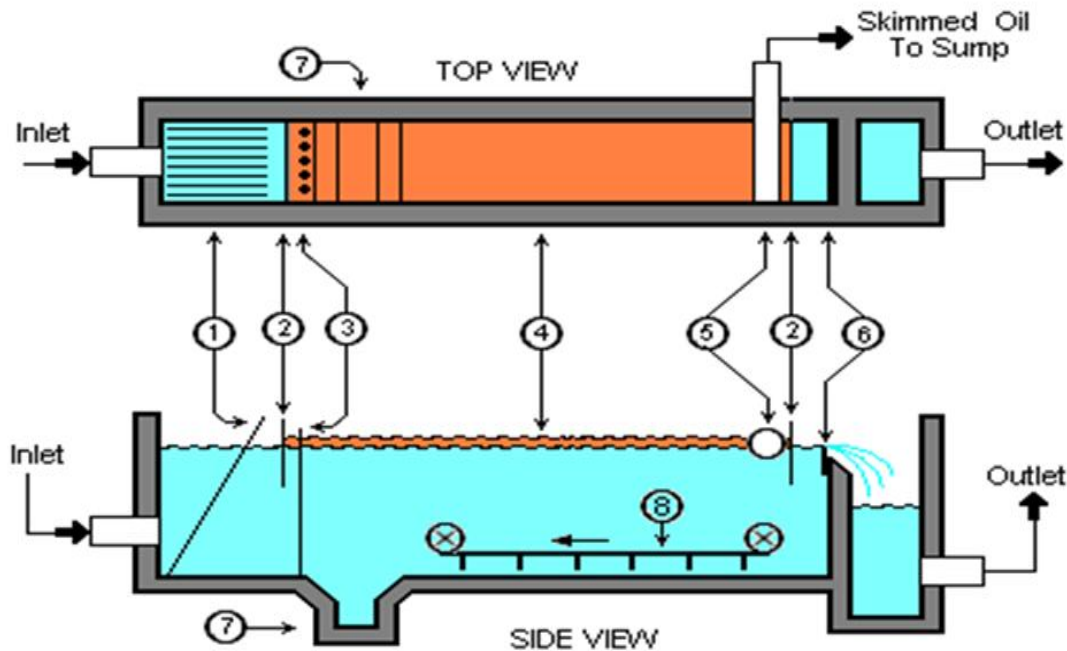
شكل (٣) نماذج مختلفة للمصافي

فصل الزيوت

وهي عملية يتم فيها فصل المواد الطافية والزيوت والمواد العضوية الحرة (الغير مستحلبة) من المياه الملوثة. وهذه العملية لها أهمية كبيرة في المعالجة الأولية للصرف الصناعي. ولذلك فإن معظم الصناعات البترولية والكيميائية تستخدم أجهزة فصل الزيوت عن المياه بدلا من أجهزة الترسيب الأولية.

أ- فاصل الزيوت API

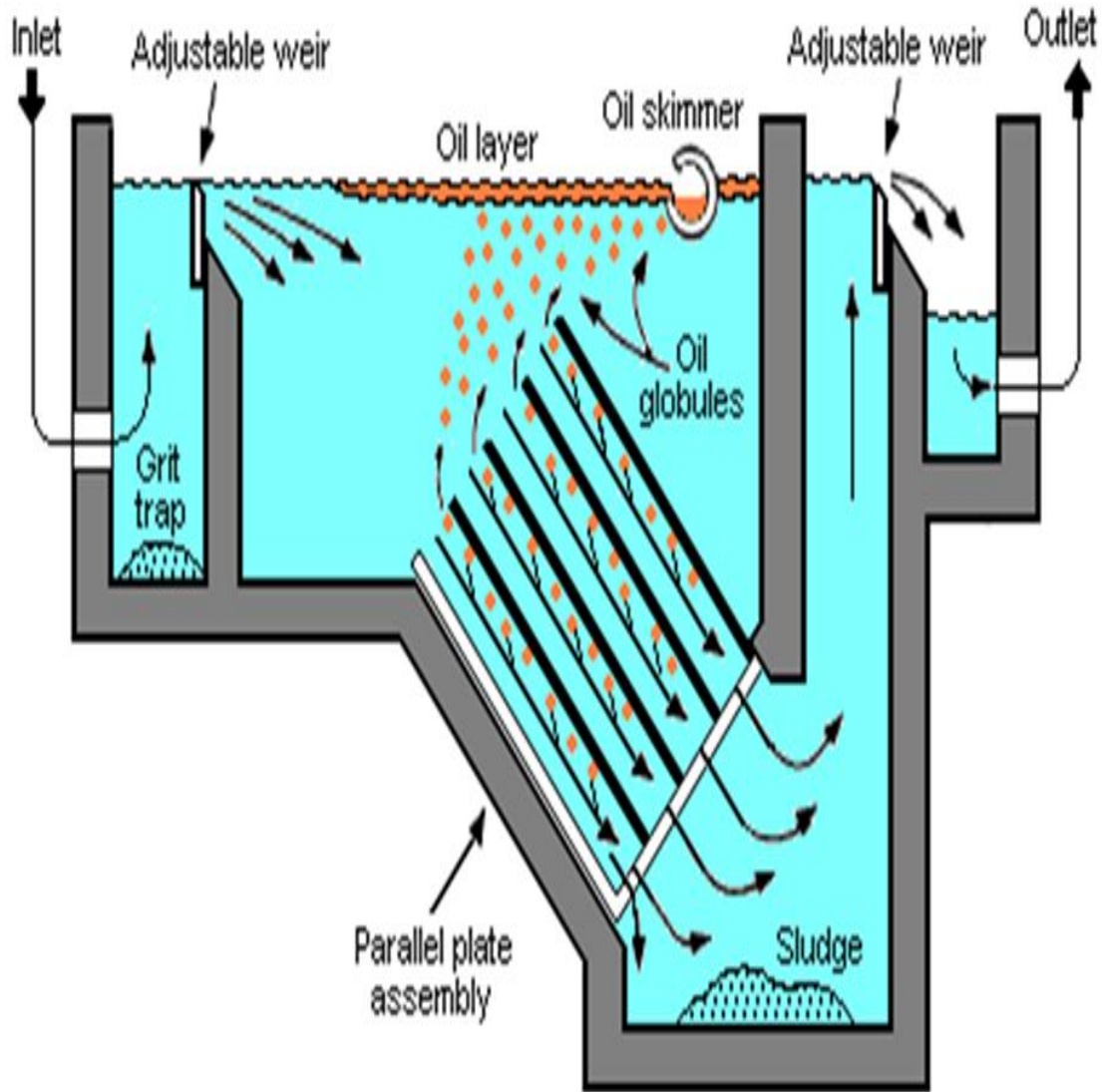
وهو جهاز قامت المؤسسة الأمريكية للبترول (American Petroleum Institute) بتصميمه وهو الأكثر استخداما في الصناعات البترولية والمنشآت الصناعية الأخرى. وهناك نموذجان لهذا النوع من أجهزة فصل الزيوت: النوع المستطيل والنوع الدائري ولكننا قلنا نجد النوع الدائري حيث أن النوع المستطيل يتماشى أكثر مع أحجام معظم الوحدات. وكثيرا ما تعمل هذه الأجهزة مع تدفق عال للمياه مما يحتاج إلى وحدات كبيرة الحجم. ولكن العيب الوحيد بها هو أنها تحتاج إلى زمن مكوث (Resident time) طويل لضمان أقصى كفاءة لفصل الزيت.



- 1 Trash trap (inclined rods)
- 2 Oil retention baffles
- 3 Flow distributors (vertical rods)
- 4 Oil layer
- 5 Slotted pipe skimmer
- 6 Adjustable overflow weir
- 7 Sludge sump
- 8 Chain and flight scraper

ب- وحدة فصل الزيوت CPI

هذه الوحدة تعتبر بديلا لوحدة الـ API وتتكون من مجموعة شرايح أو مجموعات من الأنابيب موضوعة بميل ٦٠ درجة بحيث تنزلق المواد المحتجزة من أعلى الشرايح لتتجمع في القاع. ويبين شكل رقم (٣-٣) قطاعا في جهاز الـ CPI. من أهم مميزات هذا الجهاز أنه يمكن أن يستخدم في مكان صغير المساحة ومع أنه قد وجد رواجاً بين صناعات عديدة إلا أنه لا يستخدم بكثرة في عمليات تكرير البترول بسبب عدم قدرته على استيعاب معدلات التدفق العالية. وهو يتميز على وحدات الـ API والمروقات الأولية لأنه أكثر كفاءة في فصل الزيوت والمواد الصلبة نظراً لأنه يمكن توفير مساحة سطحية أكبر.



شكل (٣-٣) قطاعا في جهاز الـ CPI

تثبيت معدل تدفق وتجانس مياه الصرف (Flow Equalization)

الغرض من عملية التثبيت والتجانس (Equalization) هو تجميع مياه الصرف من المصادر المختلفة الحامضية أو القاعدية وكذلك المخلفات العضوية في أحواض خاصة حيث يتم خلطها وتصبح ذات تركيزات متجانسة وتدفق ثابت يسهل معالجتها في المراحل التالية خاصة عملية المعادلة بالأحماض أو القلويات.

وتساعد عملية تثبيت تدفق مياه الصرف في التغلب على مشاكل التشغيل الناجمة عن التغير في معدلات تدفق المياه إلى محطات المعالجة وبالتالي تحسين أداء المحطة. ويستخدم خزان (Equalizing tank) كذلك خزان طوارئ لاستقبال المياه الملوثة في حالة حدوث اي عطل فني في عملية المعالجة.

وفيما يلي مميزات تطبيق نظام تثبيت وتجانس مياه الصرف الداخلة في محطات المعالجة:

- زيادة كفاءة عمليات معالجة مياه الصرف بعد التجانس وتثبيت معدل التدفق.
- زيادة كفاءة المعالجة البيولوجية حيث أن عملية التجانس تمنع أو تقلل حدوث الأحمال العالية المفاجئة. كذلك يمكن تخفيف المواد السامة التي تؤثر على العملية الحيوية وثبات الأس الأيدروجيني.
- تحسين أداء عمليات الترشيح والغسيل العكسي لتكون أكثر انتظاما.
- تحسين أداء المعالجة الكيميائية حيث أن التثبيت والتجانس يؤدي إلى ثبات الأحمال مما يؤدي إلى تغذية منتظمة لجرعات الكيماويات.
- تحسين في خواص المياه المعالجة وكفاءة التخزين في أحواض الترسيب الثانوية التي تتبع المعالجة البيولوجية التي تزداد كفاءتها نتيجة ثبات أحمال المواد الصلبة.
- يمكن أن تكون عملية التثبيت والتجانس طريقة غير مكلفة للتغلب على مشاكل المحطات التي تعاني من ازدياد الأحمال.
- ويمكن تركيب خزان التثبيت والتجانس في بداية عمليات المعالجة أو بعد المعالجة الأولية وقبل المعالجة البيولوجية. ويجب أن يصمم تلك التجانس بحيث يسمح بتقليب المواد المترسبة. كذلك يجب تزويده بمصدر للتهوية للتغلب على انبعاث الروائح الكريهة.

المعالجة الفيزيائية

١. الترسيب

الغرض من الترسيب الطبيعي هو إزالة أكبر كمية من المواد الصلبة العالقة ذات الكثافة الأعلى من المياه في أحواض خاصة تمر فيها المياه في فترة معينة وتحت ظروف تساعد على هبوط المواد العالقة إلى قاع هذه الأحواض وهي من وحدات التشغيل الأكثر شيوعا في معالجة الصرف.

وتستخدم عمليات الترسيب في إزالة الرمال في أحواض الترسيب الأولية وفي فصل الحمأة النشطة في المعالجة البيولوجية وكذلك في فصل الرواسب في المعالجة الكيميائية وفي عمليات تنخين الحمأة.

أنواع أحواض الترسيب:

أحواض الترسيب الشائعة

هذه الأحواض تعتبر من أحسن الأحواض للترسيب الطبيعي وفيها توجد المياه بحيث تسير في الحوض أفقيا بسرعة لا تصل إلى الحد الأدنى الذي يعوق عملية الترسيب على أن تكون هذه السرعة منتظمة في الحوض. وهذه الأحواض إما مستطيلة أو مربعة أحيانا في المسقط الأفقي وهي الأكثر استعمالا في عمليات الترسيب الطبيعي. ويتكون الحوض من ٤ مناطق:

- المنطقة الداخلية: وفيه يتم توزيع المياه على المقطع الأفقي للحوض.
- منطقة الترسيب: وفيها ترسب المواد العالقة.
- المنطقة الخارجية: وفيها يتم تجميع المياه الراكدة.
- منطقة الحمأة: وفيها تتجمع المواد الصلبة في أسفل الحوض ثم يتم إزالتها نهائيا.

الترسيب بالأنابيب

إذا كانت الأنابيب أفقية أو بوضع مائل خفيف تتجمع المواد الصلبة في القاع ويجب أن تزال عن طريق التنقية الدورية. أما إذا كان وضع الأنابيب مائلا ميلا شديدا فسوف تنزلق المواد الصلبة داخل الأنابيب عكس اتجاه سريان المياه ويمكن تجميعها في القاع.

المثخنات (أحواض تركيز أو تكثيف الحمأة)

هي عبارة عن أحواض للترسيب تستخدم في عملية تركيز المواد العالقة. وعامة فإن الجزيئات في المثخن تترسب مجمعة في منطقة الترسيب. وكما هو مبين بالشكل رقم (٣-٥) فإن قاع المثخن يمثل طبقة من المواد الصلبة العالقة التي يزداد تركيزها كلما زاد العمق. ويتم فصل المياه المروقة من المواد الصلبة العالقة وإزالتها من أعلى المثخن وبذلك يوفر المثخن حمأة مركزة بالإضافة إلى مياه مروقة.

ومن أهم العوامل المؤثرة على كفاءة الترسيب مدى انتظام دخول وخروج الماء من الحوض وما قد ينتج في منطقتي المدخل والمخرج من دوامات وتيارات ثانوية تحد من ترسيب المواد العالقة. كما أن عدم انتظام توزيع المياه في المدخل وتجميعها في المخرج بكامل قطاع الحوض قد ينتج عنه مناطق راكدة Dead Zones في أنحاء الحوض مما يحد من السعة الفعالة للحوض ومن ثم يحد من مكوث الماء في الحوض، وبالتالي يقلل من كفاءة الترسيب. لذلك كان من الواجب مراعاة تصميم كل من المدخل والمخرج بحيث تضمن انتظام توزيع المياه وتجميعها وعدم تواجد المناطق الراكدة.

يتم تصميم أحواض الترسيب بأشكال وأحجام مختلفة فمنها المستطيل والدائري. تتم عملية إزالة المواد الصلبة بمعدات ميكانيكية والتي تفصل المواد الصلبة العالقة لموقع تجميع متوسط أو عن طريق مجمعات هيدروليكية التي تزيل المواد الصلبة بالقرب من نقطة الصرف. وفي هذه الأحواض يتم إزالة من ٤٠-٦٠% من المواد العالقة مع ٢٥-٥٠% من حمل الأكسجين الحيوي الممتص BOD. ويتراوح تركيز المواد الصلبة الناتجة من عملية الترسيب ما بين ٤-١٠% للترسيب الأولي و ٠,٥-٢ % للمثخنات التي تتعامل مع الحمأة الناتجة من مفاعلات الحمأة النشطة.

٢. التعويم (Flotation)

وحدة التعويم هي الوحدة التي تستخدم في فصل الجزيئات الصلبة أو السائلة من مياه الصرف. تتم عملية الفصل بواسطة إدخال غاز خام (عادة فقاعات هواء) إلى مياه الصرف. تلتحم الفقاعات بالجزيئات حيث تكفي قوة الطفو للجزيء المركب مع الغاز لرفع الجزيء إلى السطح. وبذلك يمكن للجزيئات التي لها كثافة أعلى من السائل أن تطفو.

يتم استخدام التعويم لإزالة المواد العالقة وزيادة تركيز الحمأة البيولوجية. الميزة الأساسية لعملية التعويم عن الترسيب هي أن الجزيئات الصغيرة جداً أو الخفيفة يمكن إزالتها بشكل كامل وفي وقت قصير. وعندما تطفو الجزيئات إلى السطح فإنه يتم إزالتها بواسطة عملية الكشط.

أنواع أنظمة التعويم:

أ- التعويم الهوائي:

في هذا النظام تتكون فقاعات الهواء بإدخال الغاز إلى مياه الصرف عبر مضخة دوارة خلال المشتت. عملية التهوية بمفردها ليست كافية على المدى القصير للتأثير في عملية الطفو للمواد الصلبة بالرغم من نجاح مثل هذه الوحدات فيما يتعلق بمياه الصرف التي تكون زبداً وهو عبارة عن حمأة طافية على السطح (scum).

ب- التعويم اللاهوائي (Vacuum flotation):

هذه العملية تتكون من تشبع مياه الصرف بالهواء إما مباشرة في خزان هوائي أو عن طريق السماح للهواء بالدخول من جانب السحب (الشفت) في مضخة الصرف. تطفو الفقاعات والجزيئات الصلبة الملتصقة بها إلى السطح مكونة طبقة رغوية والتي يتم إزالتها بطريقة الكشط. ويتم تجميع الزلط والجزيئات الصلبة الثقيلة المترسبة في القاع في الوسط كحمأة تمهيدا لإزالتها.

١. التجميع (Coalescence)

يستخدم أيضا لإزالة التركيزات المنخفضة من الزيوت الحرة والعالقة ويتم استخدامها كوحدة عمليات مستقلة أو كمرحلة نهائية لمعالجة الصرف الخارج من أنواع مختلفة من وحدات فصل الزيوت. تتكون وحدة التجميع من طبقات من المواد الماصة للزيوت مثل القشور والراتنجات والقش والبلاستيك في صورة شرائح دقيقة أو كرات أو على هيئة حلقات. وتجذب المواد الماصة للزيوت قطرات الزيت الحرة الصغيرة بالإضافة إلى بعض أنواع الزيوت المستحلبة. وتلتحم جزيئات الزيت بالمادة مكونة قطرات أكبر ثم ترتفع إلى السطح.

المعالجة الكيميائية

المعالجة الكيميائية الأولية

أ- التعادل:

الغرض من عملية التعادل هو معادلة المخلفات السائلة الصناعية سواء كانت حمضية أو قاعدية بالمواد الكيميائية المناسبة قبل صرفها إلى المجاري العمومية أو إعادة استخدامها حيث تتطلب معظم التشريعات أن يتراوح الأس الأيدروجيني بين ٦-٩ قبل الصرف النهائي. وضبط الأس الهيدروجيني من المراحل الهامة في معالجة الصرف الصناعي حيث أن المحاليل زائدة الحموضة غير مرغوب فيها وكذلك المحاليل زائدة القلوية.

وبالنسبة للصرف الذي يتم معالجته بيولوجيا فإنه يجب أن يبقى مستوى الأس الأيدروجيني ما بين ٦,٥ - ٩ لضمان البيئة المناسبة لتكاثر الكائنات الدقيقة. وتؤثر العمليات البيولوجية الهوائية على الأس الأيدروجيني بسبب تكون غاز ثاني أكسيد الكربون. وتمثل الأحماض المستنفدة، وخاصة حمض الكبريتيك، الجزء الأكبر من مياه الصرف الذي يحتاج إلى معادلة.

المواد المستخدمة في المعالجة الكيميائية:

وتستخدم في عمليات المعادلة العديد من المواد الكيميائية التي تختلف من حيث الكفاءة وكذلك من ناحية التكاليف. ويعتبر الجير من أكثر المواد المستخدمة في التعادل وذلك لسعره المنخفض، ولكنه كثيرا ما يكون الجير الصلب بطيئا في التفاعل فيكون رواسب غير قابلة للذوبان مثل كبريتات الكالسيوم. أما بالنسبة لكريونات الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم والأمونيا فهذه المواد مع أنها أعلى تكلفة ولكنها تتفاعل سريعا مع الأحماض مقارنة بالجير وهي أيضا شديدة الذوبان في الماء لذلك فإن عملية التداول والتغذية تكون مناسبة وخاصة بالمعدات التي تعمل أوتوماتيكيا.

وتتم معادلة مياه الصرف القلوية باستخدام حمض الكبريتيك أو الأحماض المتخلفة من عمليات أخرى. ويمكن أيضا الاستفادة من الغازات المتسربة مثل ثاني أكسيد الكربون حيث أنه يكون حمض الكربونيك عند امتزاجه بالماء.

ويعتبر التعادل من أقدم الطرق الكيميائية وأكثرها استعمالا في معالجة مياه الصرف الحمضية والقلوية لتثبيت الأس الأيدروجيني ما بين 6 - 9 كما تتطلب معظم التشريعات البيئية، حيث أن الكثير من مياه الصرف الكيميائية تتعدى هذه الحدود وتتميز بالتذبذب الشديد مع الوقت.

وفي أغلب الأحيان، يتم معادلة مياه الصرف الحمضية باستخدام مجاري مياه الصرف القلوية أو الجير أو الدولومايت أو الأمونيا أو الصودا الكاوية أو كريونات الصوديوم. ويعتمد اختيار المادة القلوية المستخدمة على حجم مياه الصرف وتقلبات الأس الأيدروجيني بالإضافة إلى تكلفة المادة المستخدمة. وغالبا ما يستخدم الجير رغم أنه يتسبب في تكوين رواسب أو مواد عالقة فيتعين ترسيبها وترشيح المياه للتخلص منها قبل الصرف النهائي وذلك بسبب انخفاض تكلفة الجير.

وتحتاج مياه الصرف ذات القلوية المرتفعة إلى المعالجة باستخدام مجاري مياه الصرف الحمضية أو حمض الكبريتيك أو حمض الهيدروكلوريك أو الغازات المتسربة المحتوية على ثاني أكسيد الكربون. وعادة ما تتم عملية المعادلة على مرحلتين، فيتم أولا التعادل باستخدام خطوط مختلفة لمياه الصرف أو المواد الكيميائية قليلة التكلفة، ثم يتم التعادل النهائي غالبا باستخدام أجهزة تحكم والصودا الكاوية أو حمض الكبريتيك.

ب- الأكسدة / الاختزال

تستخدم المواد المؤكسدة في معالجة الصرف الصناعي كخطوة أولى لإزالة المعادن الثقيلة بأكسدة المواد العضوية أو كمرحلة أخيره في المعالجة لأكسدة المركبات ذات الرائحة النفاذة مثل كبريتيد الهيدروجين أو لأكسدة المواد الغير عضوية مثل السيانيد ولعمليات التطهير.

يعتبر الهواء هو المادة المؤكسدة الأقل تكلفة والأكثر انتشاراً. يتم أكسدة الحديد الثنائي إلى الحالة الثلاثية من خلال تعريضه للهواء وتتم هذه العملية غالباً في أبراج للأكسدة مشابهة لأبراج التبريد. ومن المواد الكيميائية المؤكسدة أيضاً الكلور ونظيره الهيبوكلورايت في صورتيه الصوديوم والكالسيوم وبرمنجنات البوتاسيوم. ويعد الكلور ومشتقاته من المواد المكونة للمركبات المسببة للسرطان عند استخدامها في أكسدة المواد العضوية. ولذلك يجب التأكد أولاً قبل استخدام الكلور من احتمالات تكوين أي مواد مسرطنة وذلك حتى إذا كانت العملية لا تتعلق بمياه الصرف.

وتستخدم مادة برمنجنات البوتاسيوم في أكسدة المركبات ذات الرائحة النفاذة القوية ولأكسدة المواد العضوية. ومن المواد الفعالة في أكسدة المواد العضوية مثل الأكسجين الكيميائي المستهلك (COD) هي مادة بيروكسيد الهيدروجين.

ج- الترويب (Coagulation)

تحدث عملية الترويب أثناء عملية المزج السريع للمياه. الغرض منه خلط محلول المروب مع الماء خلطاً سريعاً ينتج عنه مزج المروب مع الماء مزجاً تاماً.

وهناك نظريتان لشرح طرق ثبات وعدم ثبات أنظمة المروبات:

النظرية الكيميائية التي تقترح أن المروبات عبارة عن مكونات ذات أساس كيميائي محدد تحدث نتيجة تفاعلات كيميائية معينة بين حبيبات الترويب والمروب الكيميائي المضاف.

النظرية الفيزيائية تقترح أن الانخفاض في قوى الشد الموجودة لفصل الحبيبات عن بعضها تحدث من خلال الانخفاض في القوى الالكتروستاتيكية مثل قوة زيتا الثابتة. ومن الصعب الحصول على الترويب والمزج والترسيب الجيد في عمليات معالجة الصرف الصناعي.

د - عملية المزج البطيء (Flocculation)

الهدف من هذه العملية هو التصاق أكبر كمية ممكنة من المواد العالقة الدقيقة على سطح الكيماويات المضافة. يمكن تنفيذ هذه العملية إما بالتحريك الميكانيكي أو بتحريك الهواء وتكون جذيرة بالأخذ في الاعتبار عندما نحتاج إلى:

- زيادة نسبة التخلص من المواد العالقة والأكسجين الحيوي الممتص (BOD) في أحواض الترسيب الأولية
- المعالجة النهائية لأنواع خاصة من مياه الصرف لصناعات معينة
- تحسين أداء أحواض الترسيب الثانوية وخاصة في عمليات الحمأة المنشطة وأيضا من أجل زيادة احتمالات الاصطدام بين حبيبات الترويب وبالتالي زيادة التصاقها ببعض لتكوين مواد صلبة قابلة للترسيب أو للترشيح. وتتم العملية من خلال التحريك المطول لحبيبات الترويب لزيادة الحجم والكثافة.

ويمكن إجراء هذه العملية في أحواض منفصلة تتواجد في تركيب المروق. كما يمكن استخدام طريقة المزج البطيء باستعمال الهواء وفيها يجب ضبط نظام تزويد الهواء بحيث يمكن تغيير مستوى الطاقة في جميع أجزاء الحوض. وعادة يتم خفض كمية الطاقة الداخلة في كلا النظامين الهوائي والميكانيكي. وذلك حتى لا يتم تكسير الجزيئات التي تجمعت وتكونت في بداية العملية خلال خروجها من خزان المزج البطيء.

٤-٣-٢ الترسيب الكيميائي

وتتكون عملية الترسيب الكيميائي لمعالجة مياه الصرف من إضافة الكيماويات التي من شأنها تغيير الحالة الفيزيائية للمواد الصلبة الذائبة والعالقة وتسهيل عملية التخلص من هذه المواد عن طريق الترسيب. وفي بعض الأحيان يكون هذا التغيير طفيفا وتتأثر عملية التخلص سلبا بسبب حبس هذه المواد في كتلة مترسبة كبيرة الحجم يتكون معظمها من المادة الكيميائية نفسها. ومن نتائج هذه الإضافات الكيميائية أيضا زيادة نسبة المواد الذائبة في مياه الصرف.

في الماضي كانت طرق الترسيب الكيميائي تستخدم لتحسين عمليات إزالة المواد العالقة والحمل العضوي BOD₅ من المياه في حالات:

- اختلاف تركيز الصرف على مدار الفصول (كما هو الحال في صناعات تعليب الأغذية مثلاً)

- الاحتياج إلى درجة معالجة متوسطة

- كوسيلة مساعدة لعملية الترسيب الطبيعي.

وقد أدى الاحتياج إلى توفير الإزالة الكاملة للمركبات العضوية والمغذيات (النيتروجين والفوسفور) الموجودة بمياه الصرف إلى زيادة الاهتمام بالترسيب الكيميائي.

وقد تم تطوير العمليات الكيميائية للمعالجة الثانوية الكاملة للمياه الملوثة، بما فيها إزالة النيتروجين أو الفوسفور أو كليهما، بالإضافة إلى تطوير عمليات كيميائية أخرى لإزالة الفوسفور بالترسيب الكيميائي إلى جانب المعالجة البيولوجية.

تم استخدام العديد من المواد الكيميائية للترسيب على مدى السنوات. ويوضح الجدول (٨) أكثر هذه المواد استخداماً. وتعتمد درجة الترويق على كمية الكيماويات المستخدمة وعلى دقة التحكم في العملية نفسها. ويمكننا من خلال الترسيب الكيميائي الحصول على صرف ذي درجة عالية من النقاء وخال إلى حد كبير من المواد العالقة أو الرغوية.

ومن خلال الترسيب الكيميائي يمكن إزالة من ٨٠ إلى ٩٠ % من المواد العالقة الكلية ومن ٥٠-٨٠ % من الأكسجين الحيوي الممتص BOD ومن ٨٠-٩٠ % من نسبة البكتيريا الموجودة في مياه الصرف. وفي المقابل يوفر الترسيب الطبيعي إزالة ٥٠ إلى ٧٠ % فقط من المواد العالقة الكلية و ٢٥ إلى ٤٠ % من البكتيريا. إذاً فالكيماويات المضافة تتفاعل مع المواد الموجودة أصلاً في مياه الصرف أو التي تضاف لهذا الغرض لإتمام عملية الترسيب الكيميائي.

جدول (٨): الكيماويات المستخدمة في معالجة مياه الصرف الصناعي

الوزن الجزيئي	الرمز الكيميائي	المادة الكيميائية
666.7	aluminum sluphate alum $Al_2 (SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$	١. كبريتات الألمونيوم (الشبه)
278	Ferrous Sulphate $FeSO_4 \cdot 7H_2O$	٢. كبريتات الحديدوز
400	Ferric Sulphate $Fe_2 (SO_4)_3$	٣. كبريتات الحديدك
162.1	Ferric Chloride $FeCl_3$	٤. كلوريد الحديدك
56 as CaO	$Ca(OH)_2$	٥. هيدروكسيد الكالسيوم "جير مطفي"

المعالجة الفيزيوكيميائية

تستخدم المعالجة الفيزيائية الأولية لتقليل الحمل العضوي الناتج من وجود نسبة مرتفعة من المواد الصلبة العالقة والزيوت والشحوم وذلك قبل إجراء المعالجة الكيميائية، وغالباً ما تكون هذه الخطوة الأولية عبارة عن فاصل لإزالة المواد الغير الذائبة والغير ممتزجة من مياه الصرف.

وتتم المخلفات السائلة أولاً في مصفاة بغرض حجز مواد الردم والهدم ثم تدخل إلى مصيدة زيوت لإزالة الزيوت الحرة، وغالباً ما تكون الخطوة الأولى في المعالجة هي الترويق لإزالة العكارة والمواد الطافية والراسبة وذلك لأن وجود هذه الملوثات يؤثر على عملية المعالجة ويحد منها.

ويتم إجراء خطوة الترويق قبل إدخال المياه خزان المعادلة (التجميع) والذي يهدف إلى التحكم في تغيرات مواصفات مياه الصرف.

وفي المعالجة الكيميائية يتم إضافة الكيماويات المروية ويتم خلطهم ميكانيكياً وذلك بغرض تكوين ندف هلامية (Flocs) والتي يمكن بعد ذلك ترسيبها باستخدام حوض الترويق الأولى. ومن أمثلة طرق المعالجة الفيزيوكيميائية وحدة التعويم باستخدام الهواء الذائب (DAF) وتستخدم لإزالة المواد العالقة والزيوت والشحوم وبالتالي تقليل الحمل العضوي.

نظام الطفو الهوائي المذاب (DAF)

في هذا النظام يتم ملاصقة الهواء لمياه الصرف تحت ضغط عال مما يؤدي إلى إذابة الهواء. ويتم خفض الضغط على سطح المياه من خلال صمام ضغط خلفي ينتج عنه فقاعات هواء تماثل حجم الميكرون تزيل المواد العالقة والزيوت من مجرى المياه الملوثة وإلى سطح الوحدة. يتم كشط الرغوة من سطح المياه بعد المعالجة.

تشمل العمليات معالجة الصرف الناتج من وحدات فصل الزيوت (API) الموجودة في صناعات تكرير البترول والصرف الناتج عن الصناعات المعدنية وصناعات الورق وتجهيز الدواجن وإعادة استخدام الزيوت في صناعات تعليب اللحوم والبطاطس النصف مقلية وبعض صناعات منتجات الألبان. ومن الاستخدامات الهامة أيضاً تثخين الحمأة.

هذه الوحدات غالباً تخفض نسبة الزيوت إلى ٥ مللجم/لتر أو أقل وربما يحتاج الهواء المنبعث إلى معالجة في وحدة تحكم خارجية. ويتراوح معدل الصرف لوحدة الـ DAF في الغالب من ١٥٠٠ إلى ٣٠٠٠ جالون/يوم/قدم^٢ وزمن الاستبقاء من ٣٠-٤٠ دقيقة.

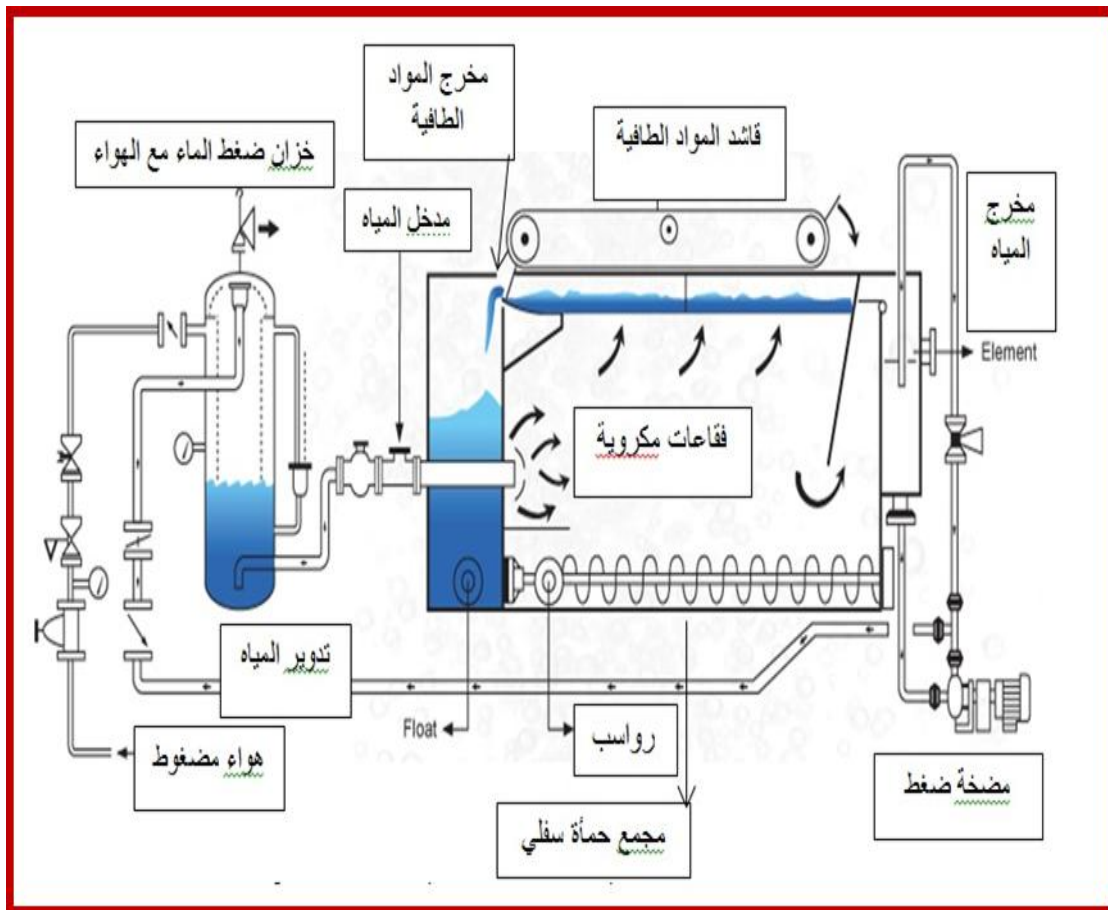
ومن الصور الأخرى لوحدات ال DAF هو وحدة طفو الهواء المذاب (DAF). وهي تستخدم عادة في حقول البترول ولمعالجة مياه الصابورة للسفن والناقلات البحرية. ورغم أن هذه الوحدات لم تكن مستخدمة في الماضي إلا نادراً في الصناعات الكيميائية ومعامل التكرير إلا أن الاهتمام بها يزيد لكونها وحدة محكمة تماماً ويمكن أن تستخدم الغازات المسترجعة في عملية الطفو.

تعمل الوحدة على التغذية بواسطة البوليمر وتحتوي عادة على أربعة مضارب على شكل مضرب البيض لعمل رغوي من أجل تسهيل عملية الطفو. وتستهلك الوحدة كميات كبيرة من الطاقة ولكنها تتطلب مساحة أقل بكثير من وحدات ال DAF. وبذلك تعتبر في نفس مستوى الكفاءة، إن لم تكن أكفأ، من وحدة ال DAF تبعاً لمواصفات الزيوت والمستحلبات.

التصاق فقائيع الهواء من خلال المزيج المعلق تجعل الحبيبات تطفو على السطح نتيجة تراكم الهواء على سطح الجزيئات واصطدام الفقاعات المتصاعدة مع الجزيئات العالقة وانحباس فقاعات الغاز أثناء تصاعدها أسفل الجزيئات وامتزاج الغاز من خلال الكتل الهلامية المكونة أو المترسبة حول فقاعات الهواء.

وهناك ثلاثة أنواع من الأنظمة المضغوطة التي تستخدم من أجل إذابة الهواء لعملية الطفو. فيستخدم الضغط الكامل عندما تحتوى المياه على نسب عالية من المواد الزيتية. ولا يؤثر التقليب المستمر في أنظمة الضغط على نتائج المعالجة. ويستخدم نظام الضغط بتدفق متوسط عند وجود نسب متوسطة من المواد الزيتية. وهنا أيضاً لا يؤثر التقليب المستمر على كفاءة المعالجة بشكل كبير.

أما أنظمة الضغط بإعادة التدفق فتستخدم لمعالجة المياه المحتوية على مواد صلبة أو زيتية التي ربما تتحلل بسبب التقليب السريع في أنظمة الضغط الأخرى. ومن هذا المنطلق تستخدم وحدة ال DAF بعد المعالجة الكيميائية للزيوت المستحلبة أو للترويق وتنخين المعلقات.



شكل (٢) وحدة الطفو الهوائي المذاب

المعالجة البيولوجية

تشمل المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصناعي خمسة طرق رئيسية هي العمليات الهوائية، العمليات اللاكسجينية، العمليات اللاهوائية، العمليات المجمعة هوائية اكسجينية، والعمليات المجمعة.

المعالجة البيولوجية الهوائية

ويمكن تقسيم المعالجة البيولوجية الهوائية طبقاً لكيفية حدوث المعالجة وذلك إما في نظام النمو المعلق أو نظام النمو المتلاصق أو النظامين معاً. وذلك مع العلم بأن جميع العمليات البيولوجية المستخدمة في معالجة المياه مستمدة من عمليات تحدث في الطبيعة.

أ. النمو الهوائي المعلق

■ عمليات الحمأة النشطة

تتم معالجة المخلفات السائلة بطريقة الحمأة النشطة والتي تعتبر من طرق المعالجة الثانوية-عن طريق خلط المياه الخارجية من حوض الترسيب الابتدائي مع الحمأة الناتجة من حوض الترسيب النهائي في أحواض خاصة تسمى أحواض التهوية (Aeration Tanks)، ويسمى محتوى هذا الحوض بـ "السائل المخلوط" (Mixed Liquor).

وتتم عملية التهوية والتقليب إما عن طريق التهوية الميكانيكية أو التهوية بناشرات الهواء (Diffused aeration) وتساعد عملية التهوية على استمرار تواجد الـ (Mixed Liquor) في صورة خليط متجانس، وبعد انتهاء فترة التهوية يمر الخليط لأحواض الترسيب النهائي حيث ترسب الحمأة ليعود بعض منها إلى حوض التهوية للحفاظ على تركيز البكتريا داخل الحوض، بينما يوجه الباقي لأحواض تجفيف الحمأة ثم التخلص منها وتختلف هذه الكمية تبعاً لنوع مياه الصرف.

هذا ويوجد طريقتين رئيسيتين تستخدم لمعالجة مياه الصرف باستخدام الحمأة النشطة وهما:

أ. الطريقة التقليدية وتعديلاتها (Conventional Method)

وتتكون هذه الطريقة من حوض تهوية يليه حوض ترسيب وخط إعادة تدوير للحمأة، حيث تتم التهوية تحت ظروف ثابتة في أحواض خاصة يلتقي في مدخلها المياه الخارجة من حوض الترسيب الابتدائي مع الحمأة الناتجة من حوض الترسيب النهائي لتبقى في الحوض فترة تتراوح من أربعة إلى ثمانية ساعات. وبمرور المياه في الحوض يبدأ تركيز الأكسجين في الانخفاض ولذلك يجب ألا يقل تركيز الأكسجين في الخليط عن ٢-٠,٥ ملجم/لتر كما يجب ألا يزيد عن ٢ ملجم/لتر حيث أن أي زيادة عن هذا التركيز تعتبر هدر للطاقة. وتستخدم أغلب الطرق التقليدية نظام التهوية المتدرجة (Tapered aeration) لضمان وصول كميات من الهواء تتناسب مع كمية المواد العضوية القابلة للتأكسد وذلك في الأجزاء المختلفة من الحوض.

ب. التهوية المطولة (Extended Aeration)

هذه الطريقة هي صورة معدلة من الطريقة التقليدية للحمأة النشطة، حيث تقل كمية الحمأة الناتجة إلى أدنى حد وذلك بالأكسدة وزيادة فترة التهوية عن طريق زيادة حجم حوض التهوية. وتتراوح مدة المكوث في حوض التهوية من يوم إلى يومين مما يؤدي إلى تقليل كمية الحمأة المراد التخلص منها وذلك بسبب استهلاكها عن طريق التغذية الذاتية. وتتميز هذه الطريقة بأنها لا تحتاج إلى معدات كثيرة لمعالجة الحمأة مقارنة بالطرق التقليدية. وتمتاز الحمأة الناتجة من هذه الطريقة بوزنها الخفيف وبطبيعة غير قابلة للتحلل بالإضافة إلى صعوبة ترسيبها، ولذلك يتم زياد مدة المكوث إلى حوالي ٤ ساعات مقارنة بساعتين فقط للطرق التقليدية.

■ وقف التدفق مع إعادة التدوير

ويمكن استخدام هذه الطريقة لإحداث بعض التغيرات في طريقة الحمأة النشطة، حيث تمكث جميع الجزيئات داخل المفاعل فترة زمنية متساوية وذلك بالرغم من أنه قد توجد بعض الجزيئات التي قد تنمو داخل المفاعل عدة مرات نتيجة لإعادة التدوير ولكن فترة المكوث داخل المفاعل تكون واحدة لجميع الجزيئات.

وتعتبر هذه الطريقة نظرياً أكثر كفاءة من طريقة الخلط التام مع إعادة التدوير وخصوصاً في عملية تجميع المخلفات الذائبة، ولكن الثانية تتفوق عن الأولى في قدرتها على مقابلة الزيادات الطارئة في الأحمال العضوية.

■ بحيرات الأكسدة

تعتبر بحيرات الأكسدة امتداداً طبيعياً لبحيرات التثبيت الهوائية حيث تتم التهوية فيها عن طريق قلابات ميكانيكية وبالتالي انتشار البيئة الهوائية بكامل عمقها ومن ثم عدم تصاعد الروائح المنفرة (النفاذة) منها.

وتماثل طريقة بحيرات الأكسدة طريقة الحمأة النشطة لمدة طويلة (Extruded Aeration) باستثناء إضافة حوض أرض للمفاعل وإعطاء الأكسجين المطلوب عن طريق القلابات الميكانيكية (ناشرات الهواء) وذلك بخلاف البحيرات الهوائية التي يحتفظ فيها بالمواد الصلبة في صورة معلقة.

وفي السابق كانت بحيرات الأكسدة تستخدم بدون إعادة تدوير ويلبها أحواض الترسيب أما الآن فإن البحيرات المهواة تكون متضمنة أحواض الترسيب وعمليات إعادة تدوير المواد البيولوجية.

■ المفاعل الدفعي المتتابع (SBR)

أن المفاعل الدفعي المتتابع يعتمد على نفس النظرية التقليدية لمعالجة الحمأة النشطة ولكن بإضافة نظرية الملء والإفراغ، حيث أن عمليات التهوية والترسيب والترويق متماثلة في الطريقتين ولكن الاختلاف الوحيد هو أن في الطريقة التقليدية تتم خطوات المعالجة في خزانات منفصلة أم في SBR في أن جميع الخطوات تتم بطريقة متتابعة في نفس الخزان. ويتم إجراء هذه الخطوات بالتسلسل الآتي:

١. ملء

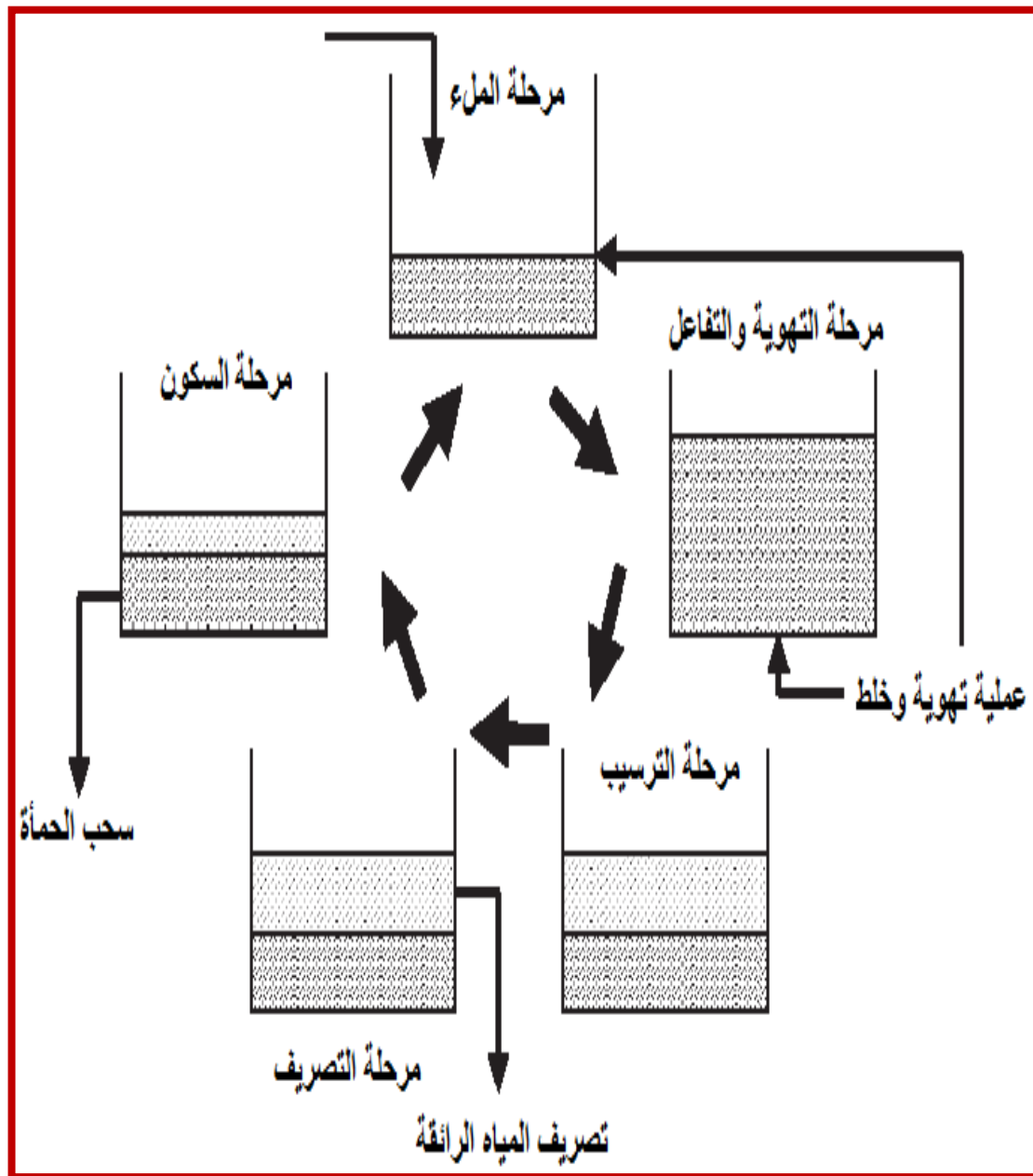
٢. تفاعل (تهوية)

٣. ترسيب (ترويق)

٤. تصريف

٥. السكون

ويعتبر التخلص من الحمأة من أهم خطوات عملية الـ SBR والتي تؤثر بشدة على الأداء العام للعملية وتحدث هذه العملية عادة خلال مرحلة الترسيب أو خلال الخطوة المرحلية. ومن ضمن المميزات الفريدة لنظام الـ SBR عدم احتياجه لنظام إعادة الحمأة النشطة (RAS) حيث ان التهوية والترسيب يحدثان في نفس الغرفة ولذلك لا يحدث اي فقد للحمأة في خطوة التفاعل وبالتالي لا يوجد ما يستدعي إعادة الحمأة من المرووق للحفاظ على محتواها في غرفة التهوية. ويجب الوضع في الاعتبار أن جميع أنواع مياه الصرف التي تعالج بالطرق التقليدية للحمأة النشطة يمكن ان تعالج بنظام الـ SBR.





شكل (٣) مراحل عمل المفاعل الدفعي المتتابع (SBR)

ب. النمو الهوائي المتلاحق

وتستخدم هذه الطريقة عادة في إزالة المواد العضوية من مياه الصرف، وفي عمليات البسترة، وتشمل:

▪ المرشحات الزلطية (المرشحات الهوائية البيولوجية)

أن المرشحات الزلطية ما هي إلا تطور لفكرة حقول البكتريا والتي تعتمد على أحواض ذات جدران وأرضية صماء مملوءة بالزلط أو كسر الحجارة الصلبة، وعند التشغيل يملأ الحوض بالمخلفات السائلة ببطيء وعندما يمتلئ تترك المخلفات في الحوض لمدة قصيرة ثم تفرغ محتويات الحوض ويبقى فارغاً مدة أخرى قبل البدء في دورة جديدة، وتستغرق الدورة المثالية ١٢ ساعة (٦ ساعات تشغيل و ٦ ساعات راحة).

ومن مساوئ هذه الطريقة ارتفاع نسبة حدوث الانسدادات وطول فترات الراحة المطلوبة بالإضافة إلى عدم قدرتها على تحمل أحمال التلوث المرتفعة.

أما المرشحات الزلطية الحديثة فتتكون من أحواض ذات وسط عالي المسامية لكي يتيح الفرصة للمواد العضوية أن تلتصق على سطحه بينما تتساب المياه ببطيء على سطح الزلط. ويتكون وسط المرشح عادة من زلط أو كسر حجارة صلبة أو مواد حشو بلاستيكية، ففي المرشحات ذو الوسط الزلطي يتراوح القطر المثالي للزلط من ١ إلى ٤ بوصة (٢٥ إلى ١٠٠ ملمتر) بينما يختلف العمق طبقاً للتصميم ولكن عادة ما يتراوح بين ٣ إلى ٨ قدم (٠,٩ إلى ٢,٥ متر) بمتوسط ٦ قدم (١,٨ متر) وغالباً ما تكون هذه المرشحات دائرية وتزود بمجموعة من الموزعات الدوارة لتوزيع المياه على المرشح.

أما المرشحات الزلطية التي تستخدم البلاستيك كوسط تختلف أشكالها من دائري إلى مربع وبأعماق تتراوح من ١٤ إلى ٤٠ قدم (٤ إلى ١٢ متر)، ومن أشهر أنواع المرشحات ذات الوسط البلاستيكي:

١. المرشحات ذات السريات الرأسية للحشو.

٢. المرشحات ذات السريان العكسي للحشو.

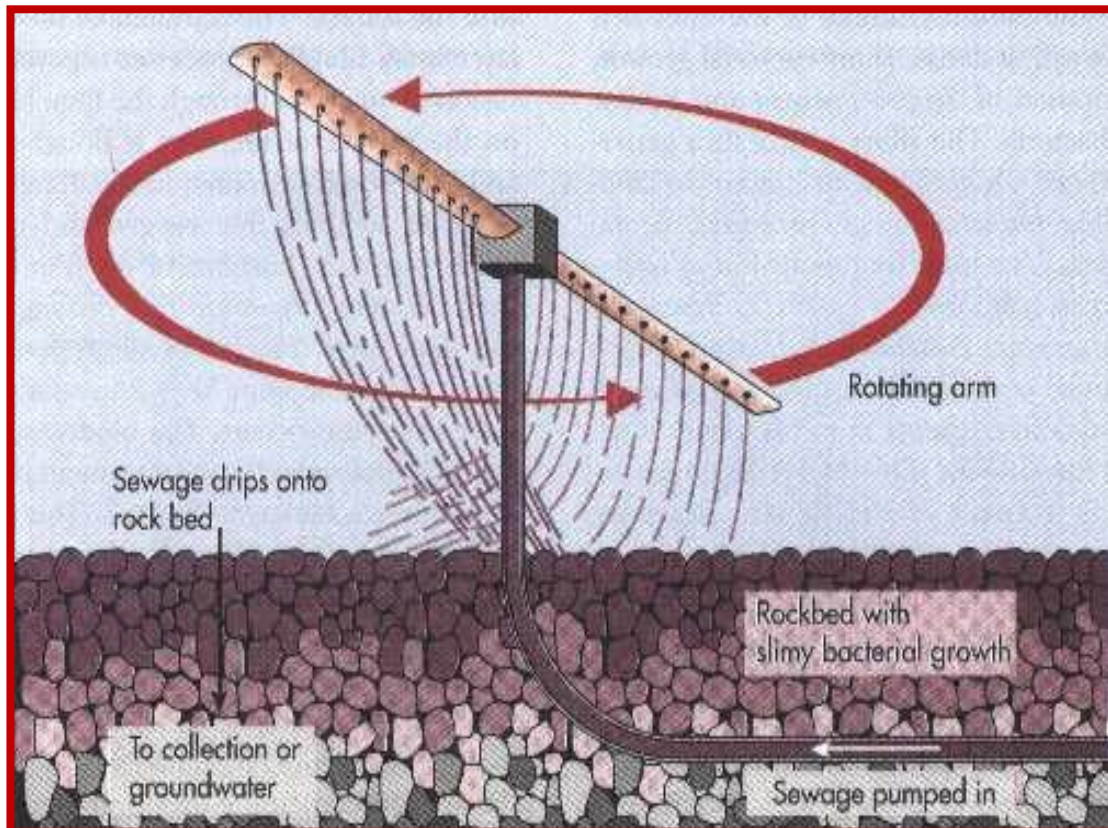
٣. مرشحات ذو حشو عشوائي.

ويتجمع الصرف الخارج من المرشحات في خزان ترسيب حيث يتم فصل المواد الصلبة من المياه المعالجة، وفي التشغيل العلمي يتم إعادة تدوير جزء من المياه الخارجة من المرشح لتخلط مع المياه الغير معالجة وذلك لتخفيف درجة تركيز الأحمال العضوية في المياه قبل دخولها المرشح بالإضافة إلى الحفاظ على طبقة البكتريا في حالة رطوبة.

■ مرشحات خشنة

وهي تشبه المرشحات الزلطية إلا أنها تختلف في طريقة ومعدل التشغيل حيث انها صممت لتعمل بمعدل أحمال هيدروليكية عالية، وتستخدم هذه المرشحات لتقليل الحمل العضوي في الصرف النهائي للعمليات وفي تطبيقات النيترة الموسمية لتقليل الحمل العضوي بحيث يعتمد الصرف الخارج من العملية البيولوجية على النيترة في خلال شهور الصيف. وفي الماضي كانت

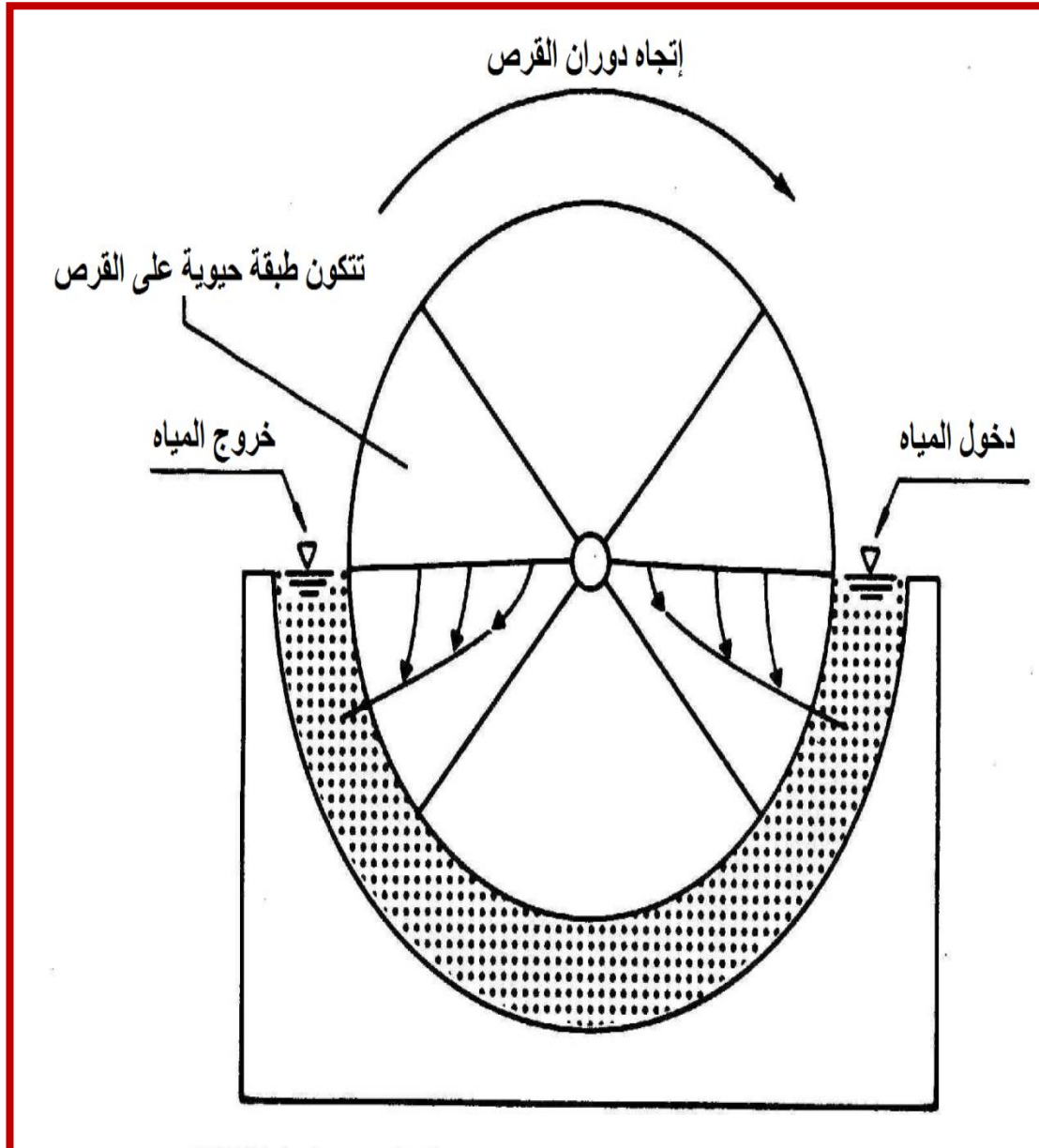
هذه المرشحات ضحلة وتستخدم وسط زلطي ولكن حالياً هناك اتجاه لاستخدام وسط صناعي أو خشب أحمر (redwood) ذو أعماق تتراوح من ١٢-٤٠ قدم.

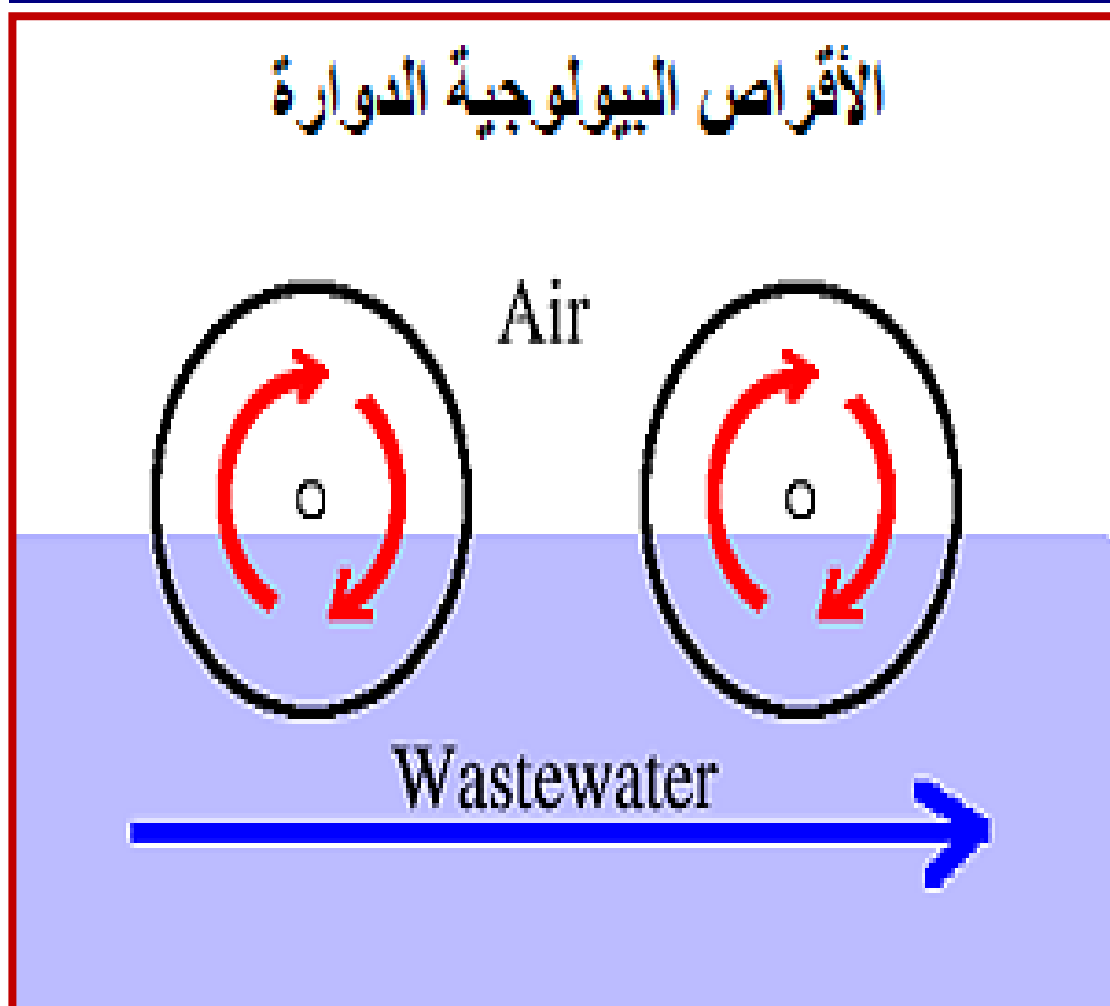


شكل (٤) المرشحات الزلطية

■ الأقراص البيولوجية الدوارة

تعتبر هذه الطريقة إحدى طرق النمو بالغشاء الثابت كما هو الحال في المرشحات البيولوجية، فيما عدا أن الكتلة الحيوية هي التي تلامس الماء أثناء دوران الأقراص وليس الماء هو الذي يلامس الكتلة البيولوجية وتتألف وحدة المعالجة من مجموعة أقراص (بلاستيكية غالباً) تدور حول محور مرتبط بها وغاطسة إلى حوالي نصف قطرها ضمن مياه المجاري ، وعند خروجها يدخل الهواء بينها ملامساً الغشاء البيولوجي (طبقة بيولوجية تنمو على سطح الأقراص) والذي تتم المعالجة بواسطته. وتستخدم هذه الطريقة في محطات المعالجة الصغيرة حيث يبنى عدة صفوف من أقراص التلامس بشكل متتابع خلف بعضها في حوض التهوية ، وتمتاز هذه الطريقة باستهلاكها القليل للطاقة وقلة الحمأة الناتجة عنها.





شكل (٥) الأقراص البيولوجية الدوارة (RBC)

■ مفاعل النيترة ذو الغشاء الثابت (Fixed Film Nitrification Reactor)

وهي طريقة أخرى من طرق المعالجة باستخدام النمو الهوائي المتلاحق وتستخدم لإزالة الأكسجين الحيوي الممتص الكربوني وكذلك للنيترة. وتتكون هذه الطريقة من مفاعل محشو بوسط معين يتيح الفرصة للبكتيريا الموجودة بأن تلتصق على سطحه. ويتم ملء المفاعل بالمياه من أسفل بواسطة نظام مناسب يضمن توزيع متجانس للمياه، كما يمكن إضافة هواء أو أكسجين نقى للعملية عند الضرورة.

المعالجة البيولوجية اللاهوائية

وقد تم تطوير هذه العملية لمعالجة الحمأة والمخلفات ذات الأحمال العضوية المرتفعة، ولها العديد من المميزات والمساوئ طول فترة الاستبقاء في المفاعل للتأكد من تثبيت المواد العضوية وذلك نتيجة لمعدل النمو البطيء. هذا وتتحول أغلب هذه المخلفات العضوية إلى غاز الميثان والذي يمكن استخدامه في عمليات صناعية وبالتالي فهو يعتبر منتج ثانوي.

وتتدرج درجة الحرارة المرتفعة المطلوبة لإجراء المعالجة ضمن مساوئ هذه الطريقة وذلك بالرغم من ان درجة الحرارة المرتفعة تكون مطلوبة فقط في حالة عدم القدرة على الحصول على الاستبقاء الطويل للمخلفات داخل المفاعل عند درجات الحرارة العادية.

المعالجة بطريقة البحيرات

ويمكن تقسيم هذه البحيرات إلى:

١. بحيرات هوائية.
٢. بحيرات إنضاج.
٣. بحيرات مترددة.
٤. بحيرات لاهوائية.

وذلك طبقاً لكمية الأكسجين الموجودة، وأكثر هذه البحيرات انتشاراً في مصر هي بحيرات التثبيت الهوائية وهي بحيرات صناعية كبيرة ضحلة تستخدم لمعالجة مياه الصرف باستخدام طرق طبيعية تشمل استخدام كلا من البكتيريا والطحالب.

ويمكن استخدام طريقة معالجة تجمع بين المعالجة الهوائية واللاهوائية في حالة:

- وجود حمل عضوي مرتفع للغاية.
 - احتواء الحمل العضوي على كمية كبيرة من مركبات المواد العضوية.
- وتصل كفاءة المرحلة اللاهوائية إلى حوالي ٧٥-٨٠%، ثم يمر الصرف إلى المرحلة الهوائية لاستهلاك باقي المواد العضوية، ويتم ضخ الـ aerobic biosolids الزائدة إلى خزان الحمأة الهوائية بينما يتم ضخ الـ anaerobic biosolids الزائدة إلى خزان الحمأة اللاهوائية ثم إلى وحدة نزع الماء.

كذلك يمكن استخدام طريقة معالجة تجمع بين المعالجة الكيميائية والبيولوجية في حالة:

- وجود نسب مرتفعة من المواد الصلبة الذائبة والمعلقة وذلك بهدف تقليل الحمل العضوي للمياه قبل إدخالها على وحدة المعالجة البيولوجية.
 - معالجة مياه الصرف الداخلة والتي قد تكون متغيرة الأحمال نتيجة للتهوية في أحواض المعادلة.
 - فصل الرواسب العضوية والغير عضوية.
 - معادلة التذبذب في الأس الهيدروجيني.
 - منع دخول الرمال والزيوت والشحوم والمواد السامة الى وحدة المعالجة البيولوجية لما لهذه المواد من آثار سيئة على البكتيريا حيث يمكن ان تسمم البكتيريا أو تقتلها.
- ومن وجهة النظر الصناعية، فإن المعالجة الكيميائية الأولية تتيح الفرصة للمعالجة البيولوجية ان تعمل تحت ظروف ثابتة.

ويوضح جدول (٩) طرق المعالجة الرئيسية المستخدمة في مصر، مميزاتها، مخاطرها، مشاكلها ومؤشرات التشغيل والرصد لها. كما يوضح جدول (١٠) طرق المعالجة الرئيسية والصناعات المستخدمة لها في مصر.

جدول (٩) طرق المعالجة الرئيسية المستخدمة في مصر

طريقة المعالجة	المميزات	المخاطر والمشاكل	مؤشرات التشغيل	مؤشرات الرصد
المصافي	إزالة الجزيئات العالقة الكبيرة الحجم تجانس السريان	انسدادات، طفق وقد يحدث انبعاثات لروائح نتيجة لعدم التنظيف المستمر	المواد العالقة الكلية	المواد العالقة الكلية
فاصل CPI, API	بساطة التصميم معالجة كميات كبيرة الحاجة لمعدات ميكانيكية وكهربائية محدودة تكاليف صيانة وتشغيل قليلة	تتطلب مساحة كبيرة إمكانية محدودة لإزالة الزيوت والشحوم	الزيوت والشحوم الحرة	الزيوت والشحوم الحرة
معادلة السريان	تقليل حجم وتكلفة منشآت المعالجة	تحتاج لمساحة كبيرة من حالة السريان بمعدل مرتفع. ظروف لاهوائية في حالة إذا لم يتم التهوية	زمن البقاء	العكارة
أحواض الترسيب	سهولة التشغيل ثبات عملية المعالجة (خفض الحمل المفاجئ)	قد يسبب عدم التحكم الصحيح على خزانات الترسيب إلى حمل زائد في الـ BOD والمواد الصلبة تتطلب مساحة كبيرة	المواد العالقة الكلية الأكسجين الكيميائي الممتص	المواد العالقة الكلية
طريقة المعالجة	المميزات	المخاطر والمشاكل	مؤشرات التشغيل	مؤشرات الرصد
فاصل الرقائق (Lamella)	كفاءة فصل عالية. سهولة صرف الحمأة المترسبة. تتطلب مساحة صغيرة	مشاكل في التنظيف	المواد العالقة الكلية الأكسجين الكيميائي الممتص	المواد العالقة الكلية
التجمع (coalescence)	صغير ومضغوط سهولة الصيانة والتشغيل تكلفة قليلة	سعة محدودة إزالة جزئية للزيوت المستحلبة	الزيوت والشحوم الكلية	الزيوت والشحوم الكلية
التعويم بالهواء الذائب (DAF)	إزالة كلا من الزيوت الحرة والمستحلبة إزالة كلا من المواد الصلبة العائمة (الطافية) والراسبة. إمكانية إزالة جميع الجزيئات الصغيرة والخفيفة في وقت قصير	استهلاك مرتفع للكيمياويات زيادة نسبية لكمية الحمأة النهائية	الزيوت والشحوم المواد العالقة الكلية الأكسجين الكيميائي الممتص	المواد العالقة الكلية الزيوت والشحوم
الحمأة النشطة التقليدية	تتطلب مساحة صغيرة لا توجد مشاكل من الذباب	ارتفاع استهلاك الطاقة تراكم الحمأة تحتاج لعمالة ماهرة للتشغيل	MLSS MLVSS مستوى الأكسجين الذائب	الأكسجين الحيوي الممتص

طريقة المعالجة	المميزات	المخاطر والمشاكل	مؤشرات التشغيل	مؤشرات الرصد
التهوية لمدة طويلة	يتم هضم الحماة جزئياً داخل الخزان. مقاومة اكبر لتغيير في الأحمال المفاجئة	زمن الاستيفاء في المروق النهائي ضعف الطريقة التقليدية استهلاك مرتفع للأكسجين	MLSS MLVSS مستوى الأكسجين الذائب	الأكسجين الحيوي الممتص
البحيرات المهواة تهوية صناعية	إزالة جيدة للأكسجين الحيوي الممتص	زيادة كبيرة في الحماة المنتجة ارتفاع نسبة المواد الصلبة العالقة في الصرف	مستوى الأكسجين الذائب	الأكسجين الحيوي الممتص
المفاعل المتتابع الدفعي (SBR)	كفاءة عالية توفير في المساحة حيث لا يوجد مروق منفصل إنتاج كمية أقل من الحماة	ارتفاع استهلاك الطاقة حدوث قصور في حالة حدوث أي مشاكل في نظام التحكم الألي	المواد العالقة الكلية الأكسجين الكيميائي الممتص	الأكسجين الكيميائي الممتص
المرشحات الزلطية	تكلفة قليلة للمعدات والطاقة. إمكانية احتمال أي تغير مفاجئ في الأحمال العضوية أدنى كمية حماة منتجة	مشاكل من الذباب والروائح سعة محدودة انسداد المرشحات	الأكسجين الحيوي الممتص الأكسجين الكيميائي الممتص	الأكسجين الحيوي الممتص الأكسجين الكيميائي الممتص
البرج البيولوجي Bio tower	أدنى كمية حماة منتجة تصميم رأسي وبالتالي لا يحتاج إلى مساحة.	مشاكل من الذباب والروائح سعة محدودة انسداد المرشحات	RO	الأكسجين الكيميائي الممتص
المعالجة اللاهوائية	أحمال عضوية مرتفعة كمية قليلة من الحماة	إنتاج الـ Biogas درجة الحرارة المطلوبة 30 °م حساسية عالية للتغير المفاجئ في الأحمال العضوية	المواد العالقة الكلية الأكسجين الحيوي الممتص لأكسجين الكيميائي الممتص	الأكسجين الحيوي الممتص

جدول (١٠) طرق المعالجة الرئيسية واستخداماتها في مصر

طرق المعالجة	الاستخدام في مصر
المصافي	- صناعات الأغذية (شركة إدفينا للأغذية المحفوظة) - صناعات النسيج (شركة النصر للصوف والغزل الممتازة - ستيا)
فاصل CPI, API	- شركة العامرية لتكرير البترول - شركة السويس لتكرير الزيوت - شركة سوميد
معادلة السريان	- صناعات الألبان (شركة سيكلام لمنتجات الألبان)
أحواض الترسيب	- صناعات النسيج (الشركة العربية للغزل والنسيج UNIRAB)
فاصل الرقائق (Lamella)	- صناعات الأدوية (شركة النيل لصناعات الأدوية)
التجمع (coalescence)	- محطات الغاز
التعويم بالهواء الذائب (DAF)	- محطات الزيوت والصابون (شركة طنطا للزيوت والصابون) - صناعات الأغذية (شركة إدفينا للأغذية المحفوظة)
الحماة النشطة التقليدية	- صناعات الأدوية (شركة العامرية للأدوية)
التهوية لمدة طويلة	- صناعات الأدوية (شركة النيل لصناعة الأدوية)
البحيرات المهواه تهوية صناعية	- الوحدة المركزية لمنطقة برج العرب الصناعية
المفاعل المتتابع الدفعي (SBR)	- شركة المصريين للألبان
المرشحات الزلطية	- مصر رايون بكفر الدوار - شركة النصر للغزل والنسيج، المحلة
البرج البيولوجي Bio tower	- شركة اسود الكربون
المعالجة اللاهوائية	- شركة النشا والخميرة

الفصل الخامس

التطهير

تطهير الماء هو إبادة جميع ما قد تحويه من بكتريا مسببة للأمراض ولكنها لا تعنى قتل جميع البكتريا الموجودة في الماء إذ أن هذا ما يطلق عليه التعقيم وليس التطهير.

وتتم عملية التطهير بإحدى الطرق الآتية:

١. باستخدام العوامل الكيميائية.

٢. باستخدام العوامل الفيزيائية.

٣. باستخدام الأشعة.

١ - العوامل الكيميائية.

تشمل الكيماويات التي تستخدم في عمليات التطهير الكلور ومركباته، البروم، اليود، الأوزون، الفينول والمركبات الفينولية، الكحوليات، المواد الثقيلة ومركبتها، الصبغات، الصابون والمنظفات الصناعية، مركبات رباعي الأمونيوم، بيروكسيد الهيدروجين، وأنواع مختلفة من الأحماض والقلويات.

وأكثر هذه المواد استخداماً هي الكيماويات المؤكسدة فالكlor هو الأول عالمياً، بينما يستعمل البروم واليود أحياناً في عمليات تطهير مياه حمامات السباحة ولكن لم يستخدم في عمليات معالجة المياه أما الأوزون فهو مطهر ذو كفاءة عالية ويزداد استخدامه حالياً بالرغم من عدم تركه لأي رواسب.

كما يمكن استخدام المياه ذو الحامضية أو القلوية المرتفعة لإبادة البكتريا الباثونية حيث أن المياه ذات الأس الهيدروجيني الأعلى من ١١ أو أقل من ٣ تعتبر سامة للبكتريا.

٢ - العوامل الفيزيائية

من العوامل الفيزيائية التي تستخدم في تطهير المياه التسخين وتعريض المياه لأشعة الشمس، فتسخين المياه إلى درجة الغليان يؤدي إلى قتل أغلب البكتيريا المسببة للأمراض وتستخدم هذه الطريقة بتوسع في صناعات الألبان والمشروبات ولكنها لا تعتبر طريقة اقتصادية لتطهير كميات كبيرة من مياه الصرف وذلك لارتفاع التكلفة.

كما يمكن تطهير المياه باستخدام أشعة الشمس خصوصاً الأشعة فوق بنفسجية وذلك باستخدام مصابيح مخصوصة لهذا الغرض، وقد نجحت هذه الطريقة في تطهير كميات قليلة من المياه. وتعتمد كفاءة هذه العملية على مدى افتراق الأشعة للمياه وكيفية التلامس ومصدر الأشعة ونوع المياه وذلك لأن هذه الأشعة يتم امتصاصها بواسطة المواد العالقة والجزيئات العضوية الذائبة والمياه بالإضافة إلى الكائنات الحية ولذلك فانه من الصعب استخدام هذه الطريقة في البيئة البحرية خصوصاً إذا تواجدت جزيئات صلبة.

٣ - الأشعة

أن الأنواع الرئيسية للأشعة هي الأشعة الكهرومغناطيسية، والسمعية وتتبعث أشعة جاما من النظائر المشعة مثل الكوبلت ٦٠ ونتيجة لقوة نفاذيتها العالية فإنها تستخدم لتطهير كلا من المياه ومياه الصرف.

• ميكانيكية عملية التطهير

توجد أربعة طرق تشرح كيفية حدوث عملية التطهير وهم:

١. تدمير جدار الخلية.
٢. تغيير نفاذية الخلية.
٣. تغيير طبيعة الرسوب المتعلق الخاص بالبروتوبلزومة.
٤. إبطال نشاط الإنزيمات.

ويؤدي تدمير جدار الخلية إلى تحلل ووفاة الخلية، ويوجد بعض العوامل المساعدة مثل البنسلين التي تؤدي إلى أبطال وإيقاف تركيب أجزاء جدار الخلية، بينما عوامل مساعدة أخرى مثل

المركبات الفينولية والمنظفات تغير من نفاذية الغشاء السيتوبلازمي وتدمر النفاذية الاختيارية للأغشية وبالتالي تسمح بمرور مركبات حيوية مثل النيتروجين والفسفور.

ويؤدي التسخين والأشعة والعوامل الحمضية والقلوية القوية إلى تغير طبيعة الرسوب المتعلق الخاص بالبروتوبلزما فيؤدي التسخين إلى تجمع بروتين الخلية بالإضافة للتأثير المميت للأحماض أو القلويات على الخلية.

معالجة الحمأة والتخلص منها (Sludge Treatment & Disposal)

نتيجة لعمليات معالجة المخلفات السائلة تنفصل نسبة كبيرة من المواد الصلبة عن المخلفات السائلة ومن ثم يلزم التخلص من كل من المواد الصلبة والسوائل كل على حدة.

وتشتمل المكونات التي يتم فصلها في محطات المعالجة خبث المصافي والرمال والزلط ونواتج الكشط والحمأة وتحتوي الحمأة على نسبة عالية من المياه حيث تصل نسبة المواد الصلبة فيها إلى ٠,٢٥ % - ١٢ % بالوزن وتختلف النسبة طبقاً للعمليات المستخدمة. وتعتبر الحمأة أكبر المخلفات من حيث الحجم، وتعتبر عمليات المعالجة والتخلص من الحمأة من أعقد المشاكل التي تواجه المهندس المتخصص في مجال معالجة مياه الصرف.

المشاكل التي تتعلق بالحمأة معقدة لأن الجزء الأكبر منها يحتوي على المواد التي تتسبب في وجود الخواص الكريهة لمياه الصرف الغير معالجة. وبالنسبة للحمأة الناتجة من عمليات المعالجة البيولوجية فإن الجزء الذي يجب التخلص منه يتكون من المواد العضوية الموجودة بمياه الصرف ولكن في شكل آخر يمكن أن يتحلل ويصبح كريهاً أيضاً. ويبقى جزء قليل فقط من الحمأة في صورة مواد صلبة.

وتستخدم عمليات التثخين (التركيز) والتجهيز ونزع المياه والتجفيف أساساً في التخلص من الحمأة من نسبة المياه الموجودة بها. وتستخدم عمليات الهضم والكمز والحرق وأكسدة الهواء الرطب والمفاعلات والأنابيب الرأسية أساساً في تجهيز وتثبيت المادة العضوية في الحمأة.

العمليات الأولية

تعتبر عمليات طحن الحمأة وإزالة الرمال والخلط والتخزين من العمليات الضرورية من أجل تجهيز الحمأة لإدخالها على معدات معالجة الحمأة في شكل منتظم ومتجانس نسبياً. ويمكن إتمام عمليتي الخلط والتخزين في وحدة واحدة مصممة للقيام بعمليتين أو إتمام كل عملية على حدة في وحدات المحطة المختلفة.

١. طحن الحمأة

هي عملية يتم فيها تقطيع القطع الكبيرة والأجزاء الخيطية والألياف الموجودة بالحمأة إلى قطع صغيرة لمنع انسداد المعدات أو التفاف قطع الحمأة حولها.

٢. إزالة الحصى من الحمأة

في بعض المحطات التي لا تستخدم معدات منفصلة لإزالة الحصى قبل أحواض الترسيب الابتدائي أو التي تحتوي على معدات لإزالة الرمال ولكنها غير ملائمة لتحمل مستويات التدفق العالية أو أحمال الحصى المرتفعة. فإنه قد يكون من الضروري إزالة الرمال قبل القيام بأي عمليات أخرى للحمأة. وتأتي عملية إزالة الرمال والحصى كحل عملي حين يتطلب الأمر مزيداً من التخزين للحمأة الأولية وفضل الطرق لإزالة الحصى والرمال من الحمأة هو عن طريق استخدام الطرد المركزي في نظام تدفق من أجل فصل جزيئات الحصى والرمال من الحمأة العضوية ويتم هذا الفصل من خلال استخدام فاصل الرمال الدوار (cyclone degritter) الذي لا يحتوي على أجزاء متحركة (بالطرد المركزي).

٣. خلط الحمأة

يتم خلط الحمأة من أجل تكوين خليط متجانس وهذا مهم في أنظمة الزمن القصير للاستبقاء مثل عملية نزع المياه من الحمأة والمعالجة الحرارية والحرق. ويجب إدخال حمأة ذات قوام متجانس وجيد الخلط إلى وحدات المعالجة لزيادة كفاءة التشغيل للمحطة ويمكن خلط الحمأة من المراحل الأولية والثانوية والمتقدمة بطرق عديدة:

- في أحواض الترسيب الابتدائي.
- في الأنابيب.
- في معدات معالجة الحمأة التي لها زمن استبقاء طويل
- في حوض منفصل للخلط

وعادة يتم تزويد أحواض الخلط بالقلابات الميكانيكية والحواجز للحصول على الخلط الجيد.

٤. تخزين الحمأة

يجب تخزين الحمأة من أجل تقليل الإضرابات في معدل إنتاج الحمأة وإتاحة الفرصة لتراكم الحمأة أثناء توقف تشغيل وحدات معالجة الحمأة. وتأتي أهمية تخزين الحمأة في تثبيت معدل إدخال الحمأة بالنسبة للعمليات الآتية:

- التثبيت بالجير
- المعالجة الحرارية
- نزع المياه الميكانيكي
- التجفيف
- الاختزال الحراري

وفي الوحدات الصغيرة الحجم يتم تخزين الحمأة عادة في أحواض الترسيب والتخمير. أما في الوحدات الكبيرة التي لا تستعمل المخمرات الهوائية أو اللاهوائية فيتم تخزين الحمأة غالبا في أحواض خلط وتخزين منفصلة. ويمكن تغيير حجم الحوض ليتم استبقاء الحمأة لعدة ساعات وحتى عدة أيام وإذا تم تخزين الحمأة لأكثر من يومين أو ثلاثة فإنها تفسد ويصعب تجفيفها.

٥. تثخين الحمأة

يستخدم التثخين لزيادة نسبة المواد الصلبة في الحمأة من خلال إزالة جزء من المحتوى المائي. وتتم عملية التثخين بطرق فيزيائية كالتثخين بالترسيب والطفو وتستخدم الطريق الأولى بكثافة بينما تستخدم الطريقة الثانية نادرا.

• التثخين بالترسيب

يتم التثخين بالترسيب في أحواض مائلة لأحواض الترسيب المعروفة، وغالبا تستخدم أحواض دائرية لهذا الغرض. ويتم استرجاع السائل الذي يطفو على سطح الحمأة المركزة إلى حوض الترسيب الابتدائي أو إلى بداية محطة المعالجة. ويتم ضخ الحمأة المثخنة المترسبة في أسفل الحوض إلى أحواض التخمر أو إلى وحدة نزع المياه. ويعتبر التثخين بالترسيب هو الأسلوب الأكثر فعالية بالنسبة للحمأة الأولية.

٦. تثبيت الحمأة

يتم تثبيت الحمأة من أجل:

١. تقليل الطفيليات.
٢. التخلص من الروائح الكريهة.
٣. تقليل أو منع احتمال التعفن.

وتشمل تكنولوجيات تثبيت الحمأة:

١. التثبيت بالجير.
٢. التثبيت بالتسخين.
٣. التخمر اللاهوائي.
٤. التخمر الهوائي.
٥. ويعتبر التثبيت بالجير هو أكثر الطرق المستخدمة في مصر.

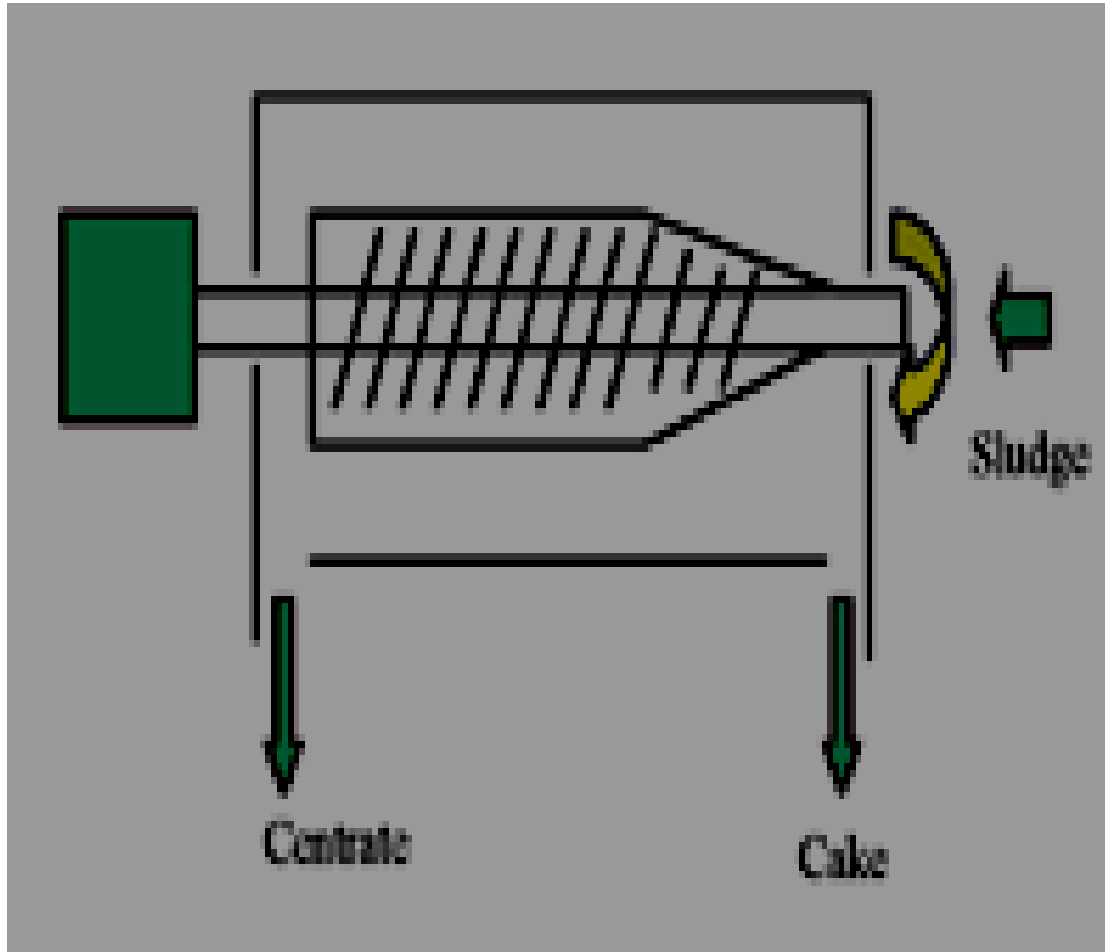
٧. تجفيف الحمأة (Sludge Dewatering)

هي عملية ميكانيكية تستخدم لتقليل نسبة المياه في الحمأة، وكثير ما يتم تجهيز الحمأة للتجفيف باستخدام الكيماويات لتحسين مواصفات الحمأة حيث تعتبر عملية تجهيز الحمأة للتجفيف باستخدام الكيماويات عملية اقتصادية لما لها من عائد كبير ومرونة في الاستخدام حيث يتيح التجهيز الكيميائي تقليل نسبة الرطوبة في الحمأة الداخلة (٩٠-٩٩%) إلى (٦٥-٨٥%) حسب طبيعة المواد الصلبة التي يتم معالجتها.

وتتم عملية التجهيز قبل إدخال الحمأة إلى أنظمة التجفيف الميكانيكية مثل التجفيف بخلخلة الهواء (vacuum filtration) وبآلة الطرد المركزية centrifugation وبالمرشحات.

١. التجفيف بالآلة الطاردة المركزية (centrifugation)

يستخدم هذا الأسلوب بكثرة في الصناعة من أجل فصل السوائل ذات الكثافات المختلفة ولتنخين الحمأة وإزالة المواد الصلبة. والآلات التي تستخدم في التجفيف بالقوى الطاردة المركزية تكون إما وعاء صلب أو اسطوانة ذات جدران مسامية.

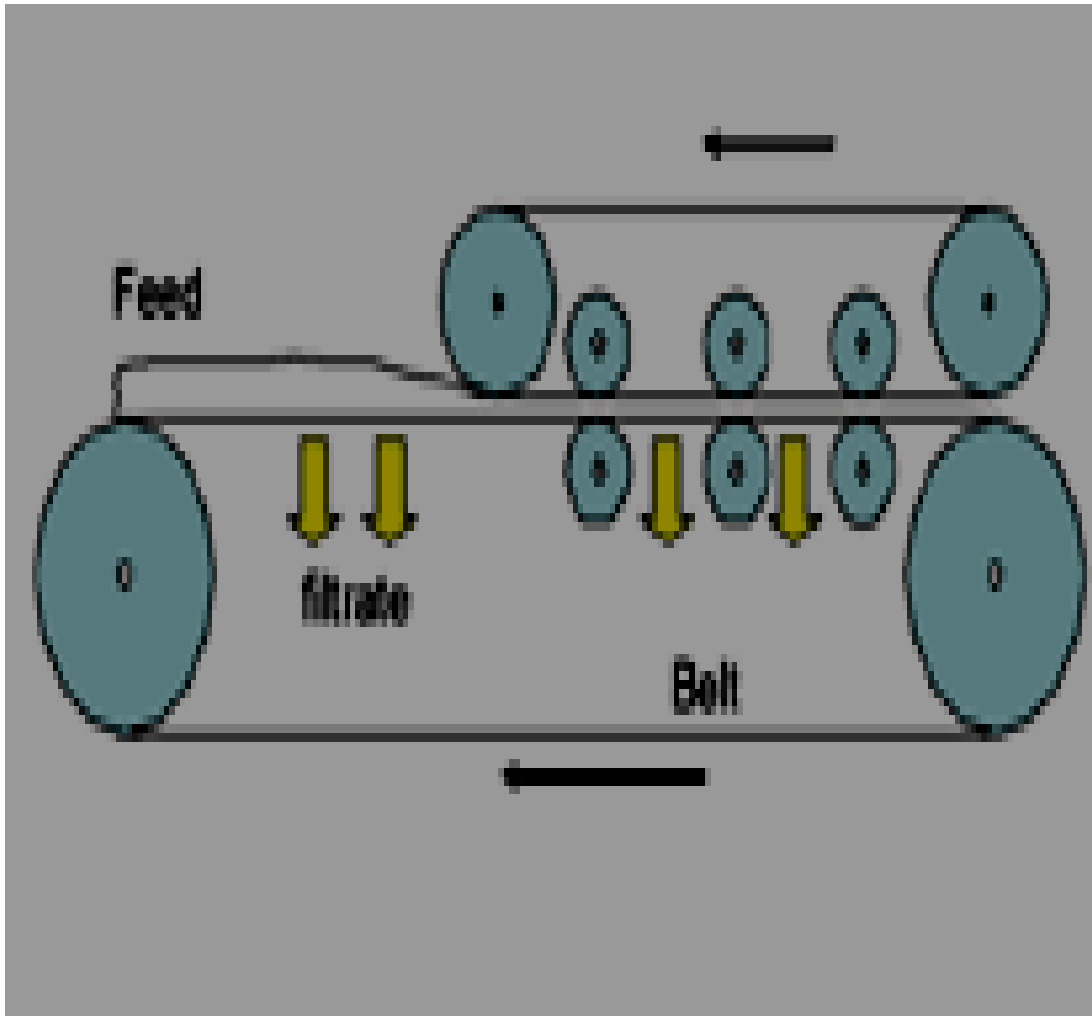


٢. المرشحات السيرية (Belt Press)

تعمل المرشحات السيرية على تجفيف الحمأة بطريقة التغذية المستمرة باستخدام المعالجة الكيميائية (التجهيز الكيميائي) والتصريف بالجاذبية والضغط الميكانيكي. وفي معظم المرشحات السيرية ما يتم إدخال الحمأة المعالجة (المجهزة) إلى منطقة التصريف بالجاذبية حيث يتم تثخينها وفي هذه المنطقة (الوحدة)، يتم التخلص من معظم الماء الحر بفعل الجاذبية.

ويتكون نظام المرشحات السيرية غالبا من عدة أجزاء:

- مضخات تغذية الحمأة.
- معدات تغذية البلمرات
- حوض تجهيز الحمأة
- مرشح سيرى
- سيور لتحريك الحمأة المجففة
- أجزاء مساعدة (مضخات المياه-هواء مضغوط).



٣. مرشحات الألواح المرصوصة المجوفة (Filter press)

هذه النوعية من المرشحات يتم فيها التجفيف من خلال نزع الماء من الحمأة بالقوة تحت ضغط مرتفع. ومن ميزات هذه المرشحات.

١. التركيز العالي للحمأة المجففة

٢. نقاء الماء المرشح

٣. قوة فصل للمواد الصلبة

وأما العيوب فتتمثل في:

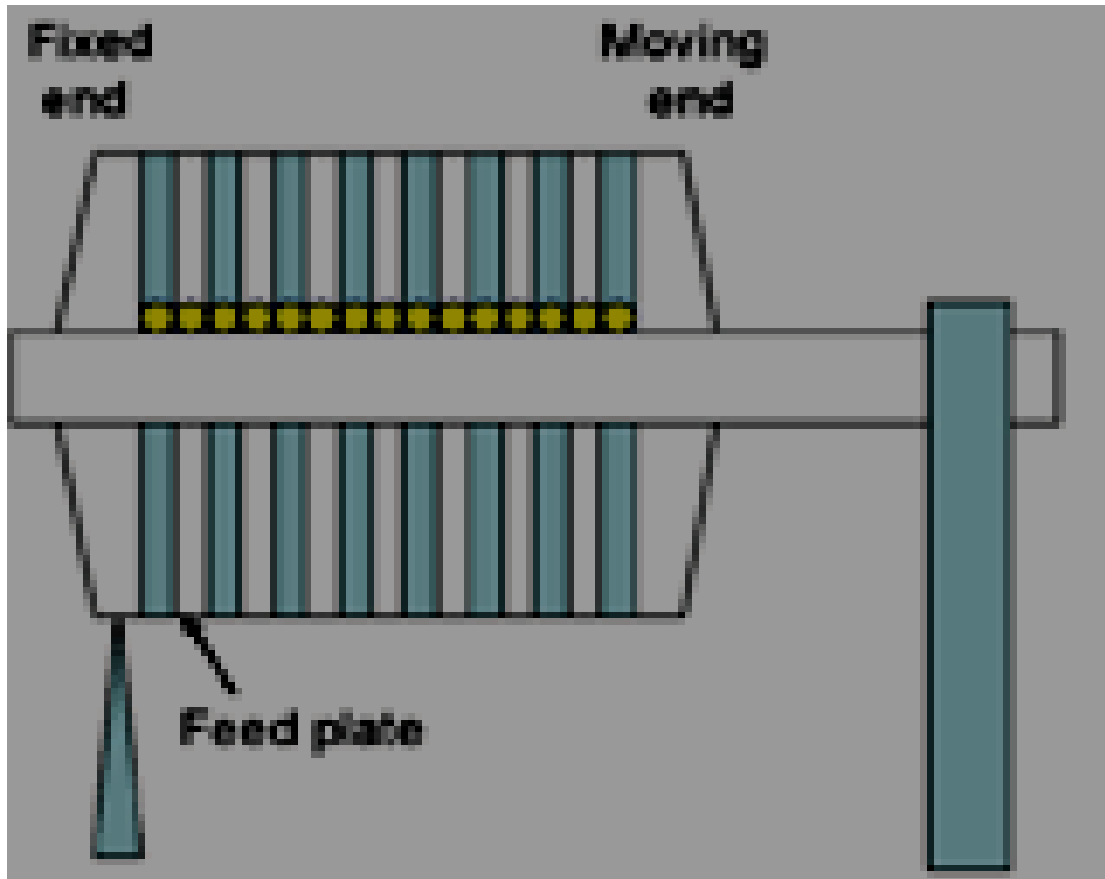
١. تعقيد الأجزاء الميكانيكية

٢. ارتفاع تكلفة الكيماويات

٣. ارتفاع تكلفة العمالة

٤. قصر العمر الافتراضي للنسيج المستخدم في الترشيح

وهناك أنواع عديدة من هذه المرشحات من أهمها مرشحات الألواح المجوفة بنوعيتها: الحجم الثابت والحجم المتغير.



٤. سرائر تجفيف الحمأة

تستخدم هذه الطريقة عادة لتجفيف الحمأة المخمرة وبعد التجفيف، يتم إزالة الحمأة والتخلص منها في مدفن صحي أو استخدامها كسماد للتربة.

وتتمثل الميزات الأساسية لهذه الطريقة في انخفاض التكلفة وعدم الاحتياج إلى رقابة وزيادة تركيز المواد الصلبة في الحمأة المجففة الناتجة. وهناك أربعة أنواع من هذه المرشحات:

١. الأسطح الرملية.
٢. الأسطح المرصوفة.
٣. الأسطح الصناعية.
٤. ما سبق مع احداث تفريغ (Vacuum-assisted) وتعتبر الأسطح الرملية هي الأكثر استخداماً.

٥. أحواض التجفيف

ويمكن استخدامها كبديل لسرائر لتجفيف الحمأة في حالة الحمأة المخمرة فقط وذلك لأن في حالة استخدامها للحمأة الغير معالجة أو الحمأة الجيرية أو الحمأة المحتوية على نسبة سائل مرتفعة فسينتج منها روائح كريهة.

ونظراً للقوانين البيئية الصارمة فإن التجفيف عن طريق تسرب المياه إلى المياه الجوفية يستخدم في نطاق محدود وخصوصاً إذا كانت هذه المياه الجوفية تستخدم كمياه شرب ففي هذه الحالة يجب عزل الحوض بعازل قوى حتى لا تتعرض المنشأة لمخالفات قانونية.

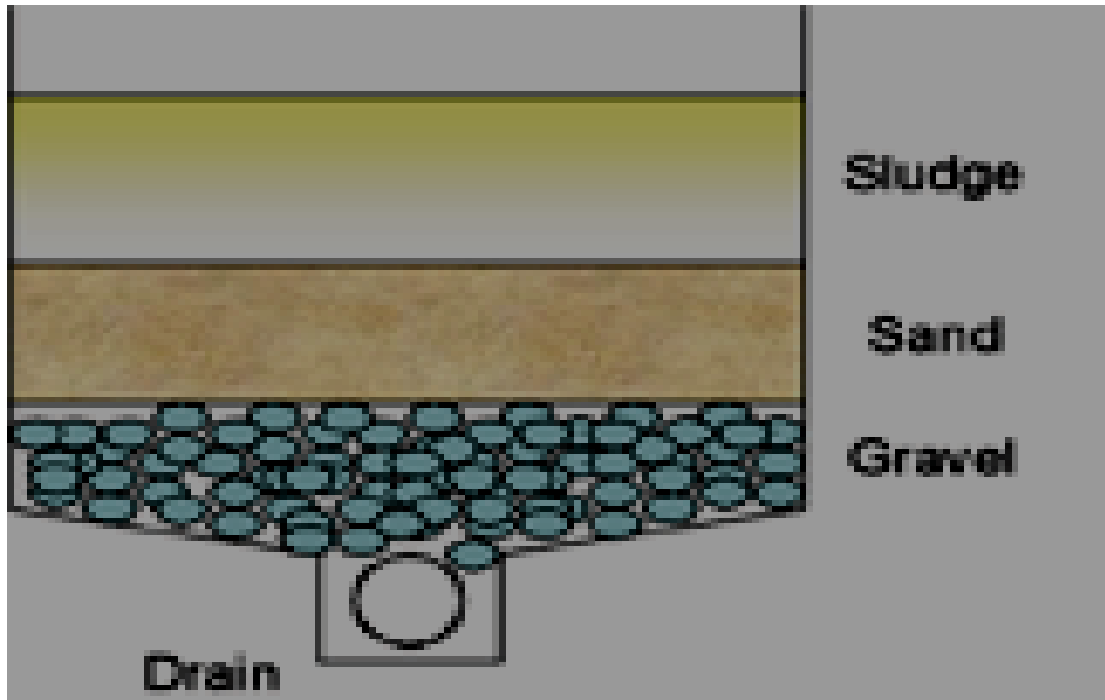
وعادة ما يتراوح عمق الحمأة ما بين ٢,٥ إلى ٤ قدم (٠,٧٥ إلى ١,٢٥ م) ويتم التجفيف بفعل عاملين.

- تبخر جزء من الماء بفعل الشمس وحرارة الجو.

- تسرب جزء من الماء إلى شبكة مواسير الصرف ونظراً لشدة تلوثها فيجب إعادتها إلى عمليات المعالجة.

ويتم إزالة الحمأة ميكانيكياً وتكون نسبة المواد الصلبة بها حوالي ٢٥-٣٠%، ويتراوح زمن الدورة الكاملة للأحواض ما بين عدة شهور إلى عدة سنين ويجب وجود حوضين على الأقل حتى في

المصانع الصغيرة وذلك لضمان وجود مكان للتخزين خلال عمليات التنظيف والصيانة وفي حالات الطوارئ.



استخدامات الحمأة والتخلص الآمن منها

أ - الاستخدامات المفيدة للحمأة

تستخدم الحمأة البيولوجية كمخصب للتربة وذلك لما لها من قيمة تخصيبية تعتمد في المقام الأول على محتواها من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم وتحتوي الحمأة على كميات صغيرة من عناصر حيوية من المواد الغير عضوية والتي تعتبر ذات أهمية كبيرة للنبات والحيوان، ويستخدم مصطلح "المواد الثقيلة" للإشارة إلى الأنواع المختلفة من العناصر الحيوية المتواجدة في الحمأة والتي يحدد تركيزها الاستخدامات الأرضية للحمأة وذلك لأن ارتفاع التركيز قد يحد من معدل وعمر استخدام الحمأة.

كما يمكن معالجة الحمأة كيميائياً وذلك لتثبيتها لاستخدامها كغطاء للمدافن أو في عمليات البنية أو مشاريع استصلاح الأراضي.

وتتم عملية التثبيت الكيميائي (التصلب) للحمأة الصناعية والمخلفات الخطرة بغرض إبطال تأثير المكونات الغير مرغوب فيها حتى يمكن استخدام الحمأة كغطاء للمدافن وفي مشاريع استصلاح الأرض كما يمكن التخلص من الحمأة المتبقية في المدافن الصحية. وتتكون عملية التثبيت

الكيميائي في خلط للمياه المعالجة أو الغير معالجة أو الحمأة منزوعة المياه مع عوامل تثبيت مثل الإسمنت وسليكات الصوديوم والبوزولان والجير ويمثل المنتج النهائي في قوامه الطين الطبيعي.

ب- التخلص من الحمأة

تشمل طرق التخلص الأرض من الحمأة والمواد الصلبة الغير مفيدة المدافن الصحية والأحواض.

١ المدافن

يوجد للحمأة الصناعية نوعين من المدافن واحد للمخلفات الخطرة وآخر للمخلفات الغير خطرة. ويتم تصميم المدافن بطريقة هندسية تمنع حدوث اي تلوث للمياه الجوفية أو تسرب للمخلفات، ولذلك فإن المدافن غالبا ما تكون ذو سمك يتراوح ما بين ٣ إلى ١ أقدام وتغطي بطبقة غير نفاذه من الطين تستخدم كعازل لمنع وصول مياه الأمطار للمدافن وفي بعض الأحيان يتم تثبيت حواجز من البلاستيك على الغطاء لهذا الغرض.

كما يتم تبطين حوائط وأرضية المدفن بالطين الغير نفاذ مع عمل شبكة تجميع في قاع المدفن لجمع نواتج التحليل وضخها إلى محطة معالجة مياه الصرف.

أما في المدافن الخاصة بالمخلفات الخطرة فإنها يجب ان تطابق مجموعة من الشروط الأكثر صرامة، فيجب تبطين الحوائط والأرضية بعازل مزدوج من البلاستيك ويتم جمع نواتج التحليل ويتم التخلص منها بطريقة سليمة، كما يجب تغطية المدفن بمادة غير مسامية وغالبا ما يتم وضع عازل مائي من البلاستيك فوق الغطاء.

ويجب تقسيم المدفن إلى مجموعة خلايا بينهم حواجز من الرمل أو الطين لمنع حدوث حرائق وذلك لصعوبة التحكم في الحرائق في المدافن.

يجب عند تشغيل المدفن مراعاة ما يلي:

- التحكم في المخلفات التي قد تتناثر بفعل الرياح حول المدافن وذلك بإقامة الأسوار والحواجز.
- إنشاء سجلات للتأكد من نوعية المخلفات حتى لا تدفن مخلفات خطيرة في مدفن معد لمخلفات غير خطيرة، كما يجب اتباع اللوائح الخاصة المطلوبة لسجلات المدافن الخطرة.
- يجب ان يجهز المدفن بالأسوار أو الحواجز التي تمنع وصول العامة والحيوان إلى أرض المدفن وذلك لإمكانية خطورة المدفن وعدم وعى الناس بذلك.
- يجب تجهيز المنطقة حول المدفن لتصريف الأمطار بعيداً عن المدفن وذلك باستخدام قنوات أو نظام صرف حول المدفن.

٢ الأحواض

وهي عبارة عن أحواض أرضية يتم فيها التخلص من الحمأة الغير معالجة أو المخمرة، ففي أحواض الحمأة الغير معالجة يتم تثبيت المواد العضوية بالتكسير الهوائي واللاهوائي مما قد ينتج عنه تصاعد روائح كريهة. هذا وترسب المواد المثبتة في قاع الحوض وتتراكم بينما يتم إعادة المياه الزائدة في الأحواض إلى وحدة المعالجة.

ويجب عند إقامة مثل هذه الأحواض مراعاة بعدها عن المناطق السكنية والطرق الرئيسية وذلك لتقليل مصادر الإزعاج مع أفضلية إحاطتها بسور لمنع دخول الأشخاص الغير معنيين إليها.

جدول (١١) - الصناعات المختلفة ومؤشرات التلوث المرتبطة بها وطرق معالجة الصرف الصناعي المناسبة لكل صناعة.

الصناعة	طرق المعالجة	المؤشرات الهامة
الصناعات النسيجية	عملية المعادلة، الترسيب الكيميائي، المعالجة البيولوجية، الترشيح الهوائي (و/أو) بالتقطير	قلويات عالية، ملونات، أوكسجين كيميائي ممتص وحرارة، تركيزات عالية من المواد الصلبة العالقة
المنتجات الجلدية	المعادلة، الترسيب والمعالجة البيولوجية	تركيزات عالية من المواد الصلبة الكلية، مياه عسرة، املاح كبريتية، كروم، الاس الهيدروجيني، جبر مترسب، اكسجين الحيوي الممتص
	الترشيح، الترسيب الكيميائي، التعويم والتكثيف	عكارة عالية، القلوية ومواد صلبة عضوية
منتجات الألبان	التحميض، المعالجة البيولوجية بالتعويم، الترشيح الهوائي، الحمأة النشطة	ارتفاع في المواد العضوية الذائبة اغلبها بروتين ودهون بالإضافة الى اللاكتوز
منتجات اللحوم والدواجن	الترشيح، الترسيب (و/أو) التعويم، التنقية بالتقطير	ارتفاع في المواد العضوية الذائبة والعالقة، الدم، غيرها من البروتينات والدهون
المنتجات الدوائية	الحمأة النشطة	ارتفاع في المواد العضوية الذائبة والعالقة
الخميرة	الهضم العضوي، التنقية بالتقطير	ارتفاع في المواد الصلبة (غالبا ما تكون عضوية) واكسجين حيوي ممتص
المخللات	الترتيب الجيد للمصنع، الترشيح، المعادلة	اس هيدروجيني متغير، تركيزات عالية من المواد الصلبة العالقة، لون ومواد عضوية
استخدامات البترول كوقود	التسريب ومنع الانسكاب، التعويم	ارتفاع في الزيوت المستحلبة والذائبة
تصنيع الشمع	الهضم اللاهوائي	احماض عضوية (دهنية)
المتلجات	الترشيح، عملية المعادلة	اس هيدروجين مرتفع، مواد صلبة عالقة واكسجين حيوي ممتص،

المخبوزات	التغير الى الاكسدة البيولوجية	اكسجين حيوي ممتص مرتفع، شحوم، مياه غسيل، سكريات، نكهة، منظفات
وحدات إنتاج المياه	الترشيح	معادن ومواد صلبة عالقة
قصب السكر	عملية المعادلة، اعادة الحسابات، المعالجة الكيميائية، بعض عمليات الاكسدة الهوائية المختارة	اس هيدروجيني متغير، مواد عضوية يجب ان تكون مرتبطة بأكسجين حيوي ممتص في صورة كربونية
زيوت النخيل	عملية المعادلة، الترويب، التعويم، الفلترة	اكسجين حيوي وكيميائي ممتص ذو تركيز مرتفع، مواد صلبة، دهون كلية واس هيدروجيني منخفض
التصوير	استرجاع الفضة، التدفق	قلوية، تحتوى على انواع مختلفة من عوامل الاختزال العضوية وغير العضوية
الحديد الصلب	عملية المعادلة، التغطية واعادة الاستخدام، الترويب الكيميائي	اس هيدروجيني منخفض، احماض، سينوجين، فينول، فحم الكوك، حجر كلسي، قلوي، زيوت، ، برادة الحديد، مواد صلبة دقيقة
الزجاج	ترسيب كلوريد الكالسيوم	لون احمر، مواد صلبة قاعدية غير قابلة للترسيب
تصنيع الشمع	الهضم اللاهوائي	احماض عضوية (دهنية)
استخدامات البترول كوقود	التسريب ومنع الانسكاب، التعويم	ارتفاع في الزيوت المستحلبة والذائبة
المطاط	الكلورة الهوائية، الكبريتية، المعالجة البيولوجية	ارتفاع الاكسجين الحيوي الممتص، رائحة، ارتفاع في المواد الصلبة، اس هيدروجيني متغير، كلوريد عالي
الزجاج	ترسيب كلوريد الكالسيوم	لون احمر، مواد صلبة قاعدية غير قابلة للترسيب

الصناعة	طرق المعالجة	المؤشرات الهامة
الأصبغ والأحبار	برك لفصل الاصباغ، الترويب الكلسي لاحبار الطباعة	تحتوى على مواد صلبة عضوية من الصباغة، راتنجات، زيوت، مذيبات وغيرها
الأحماض	عملية المعادلة، الحرق في حالة ظهور بعض المواد العضوية	اس هيدروجيني منخفض، مكونات عضوية منخفضة
المنظفات	التعويم والترشيح، الترسيب بكلوريد الكالسيوم	اكسجين حيوى ممتص مرتفع وصابون
نشا الذرة	المعادلة، الترشيح البيولوجي، الهضم اللاهوائى	اكسجين حيوى ممتص مرتفع ومواد عضوية ذائبة، غالبا نشا ومواد اخرى لها علاقة بها
المبيدات	التكثيف بالكربون النشط، كلورة القاعدية	مواد عضوية، مواد بنزينية، مواد سامة للبكتيريا والاسماك، أحماض
الفورماليدات	التنقية بالتقطير، التكثيف بالفحم النشط	عادة ما يكون الاكسجين الحيوي الممتص والالدهيد مرتفع ، مواد سامة للبكتيريا بتركيزات عالية
المشرحة	الكلورة	املاح الدم، فورمالديهايدات، اكسجين حيوى ممتص
مخلفات المستشفيات	الحمل والتسخين، التهوية	بكتيريا، مواد كيماوية مختلفة ذات نشاط اشعاعى

المواد العضوية	محطات التحكم للتكسير البيولوجي، تعديل العملية	أنواع مختلفة من الكيماويات العضوية
الطاقة البخارية	التبريد بالتهوية، تخزين الرماد، معادلة الزيادة في المخلفات الحمضية	حرارة، حجم مرتفع، ارتفاع المواد الصلبة الغير عضوية والذائبة
الفحم	معالجة كيماوية باستخدام الترسيب والتعويم	تركيزات عالية من مواد صلبة عالقة اغلبها فحم، تركيز قليل للأيون الهيدروجيني، تركيزات عالية من حمض الكبريتيك وكبريتات الحديد
الحاويات المعدنية	فصل الزيت، الترسيب الكيميائي، التجميع وإعادة الاستخدام، التخزين في خزانات، امتصاص الكربون النهائي	رقائق معدنية، شحم، زيوت، اس هيدروجيني متغير، مذيبات، معادن ذائبة
المخلفات الناتجة من المرشحات الهوائية	يتم ازالة المواد الصلبة بالترسيب، يتم ضبط الاس الهيدروجيني وإعادة استخدامه	جزيئات، ثاني اكسيد الكبريت، مواد ممتصة غير نقية او امونيا، هيدروكسيد الصوديوم
الأسمنت	مياه التبريد الساخنة، مواد صلبة عالقة، بعض الاملاح غير العضوية	فصل الغبار المتصل بالمجرى، عملية المعادلة والترسيب
الاسبتوس	الحجز في برك، عملية المعادلة والدفن في الارض	اسبتوس عالق، ومواد صلبة معدنية

المراجع

- دليل التفنيش لمحطات معالجة الصرف الصناعي.
- مخاطر التلوث الصناعي وطرق مواجهته - دليل إرشادي للجمعيات الأهلية.
- مشروع التحكم في التلوث الصناعي - جهاز شئون البيئة.

المراجع

• تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ

• و مشاركة السادة :-

الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي	➤ د/ البير ميلاد السيد
شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة	➤ د/ عبد الرحمن الخولي
شركة صرف صحي الإسكندرية	➤ د/ حسام الشربيني
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي	➤ د/ خالد محمد فهمي
شركة صرف صحي القاهرة	➤ د/ رمضان محمد
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي	➤ د/ شريف سرور
شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية	➤ د/ محمد ابراهيم
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي	➤ د/ محمد اسماعيل
شركة صرف صحي القاهرة	➤ د/ محمد صبري
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي	➤ د/ محمود عبد الرحمن
شركة مياه الشرب والصرف الصحي ببني سويف	➤ د/ مرزوقة شعبان
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي	➤ د/ مصطفى فراج
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي	➤ د/ ممدوح محمد زريق
GIZ	➤ د/ مها خلاف
شركة مياه القاهرة	➤ د/ مي السيد حسين
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي	➤ د/ نسرین عبد الرحمن
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي	➤ د/ يحيى شريف