الفصل الثانى

مقدمة لمحطات معالجة مياه

الصرف الصناعي

٢-١ طبيعة وخصائص مياه الصرف الصناعي

من الطبيعى أن تلقى الشركات الصناعية مخلفاتها الصناعية السائلة مباشرة على المجارى العمومية ولذلك فانه من الضرورى 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 فى هذه المياه على شبكات الصرف الصحى.

وكوسيلة لحماية شبكات الصرف، يمكن وضع نظام يحدد أنواع وتركيزات مياه الصرف الصناعى والتى يمكن صرفها على شبكة الصرف العمومية ويقارن جدول (٢-١) بين الحدود المثالية المختلفة لكل من الأكسجين الحيوى الممتص والمواد الصلبة العالقة الكلية فى مياه الصرف الصحى والصناعي، كما يوضح جدول (٢-٢) مقارنة بين القيم المختلفة للتركيز.

جدول (٢-١) القيم المثالية لأحمال الأكسجين الحيوى الممتص والمواد الصلبة العالقة فى مياه الصرف الصحى والصناعي

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

جدول (٢-٢) القيم المثالية للتركيزات المختلفة لمياه الصرف الصحي والصناعي

مصدر المخلفات	الأس الهيدروجيني	المواد الصلبة العالقة (ملجم/لتر)	الأكسجين الحيوى الممتص (ملجم/لتر)	الأكسجين الكيميائى الممتص (ملجم/لتر)	المواد الذائبة الكلية (ملجم/لتر)	زيوت وشحوم (ملجم/لتر)
الصرف الصحى	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

يوضح جدول (٢-٣) أهم الملوثات الموجودة فى مياه الصرف الصناعى وغالبا ما تهتم المعالجة الثانوية القياسية لمياه الصرف بالتخلص من المواد العضوية القابلة للتحلل والمواد العالقة والبكتريا الممرضة. هذا وقد اشتملت العديد من القياسات التى تم وضعها مؤخراً على التشديد على أهمية إزالة المواد المغذية والملوثات ذات الأولوية قبل الصرف، أما إذا أريد إعادة استخدام المياه فيجب فى هذه الحالة إزالة المواد العضوية صعبة التحلل والمعادن الثقيلة وأحياناً الأملاح الغير عضوية الذائبة.

جدول (٢-٣): أهم الملوثات فى مياه الصرف الصناعى

الملوثات	أهميتها
المواد العالقة	يتسبب وجود المواد العالقة فى مياه الصرف الغير معالجة إلى زيادة ترسيبات الحمأة وتكوين ظروف لا هوائية فى البيئة المائية عند صرفها.
المواد المغذية	يعتبر النيتروجين والفوسفات من المغذيات الأساسية للنمو بجانب الكربون لذلك فإن صرفهم على البيئة المائية قد يؤدى إلى نمو كائنات مائية غير مرغوب فيها، بينما إذا تم صرفهم على الأرض بكميات كبيرة يؤدى ذلك إلى تلوث المياه الجوفية.
الملوثات ذات الأهمية القصوى	وهى مركبات عضوية وغير عضوية تم اختيارها للمعرفة أو حتى للشك فى أنها مواد مسرطنة أو تسبب تشوهات خلقية أو تغير فى الجينات أو ذات سميه عالية، وتوجد العديد من هذه المركبات فى مياه الصرف.
المواد العضوية صعبة التحلل	وهى مواد لها القدرة على مقاومة طرق المعالجة التقليدية مثل المنظفات الصناعية والفينول والمبيدات الزراعية.
المعادن الثقيلة	غالباً ما يتم صرف المعادن الثقيلة إلى المياه عن طريق الأنشطة التجارية والصناعية وفى حالة إعادة استخدام المياه يجب إزالتها تماماً.
الأملاح الغير عضوية الذائبة	تتواجد الأملاح الغير العضوية مثل أملاح الكالسيوم والصوديوم والكبريتات فى مياه الصرف كنتيجة طبيعية لاستخدامات المياه، لذلك وفى حالة إعادة استخدام المياه يجب إزالة هذه المواد.

٢-١-١ الخصائص الفيزيائية

من أهم الخصائص الفيزيائية لمياه الصرف هو محتواها من المواد الصلبة الذى يتكون من مواد طافية ومواد مترسبة ومواد عالقة ومواد ذائبة. أما باقى الخصائص الفيزيائية فهى الرائحة ودرجة الحرارة واللون ودرجة العكارة.

أ- المواد الصلبة الكلية:

علميا تعرف المواد الصلبة الكلية فى مياه الصرف على أنها كل المواد التى تبقى عند التبخير عند درجة حرارة من ١٠٣ إلى ١٠٥ °م. أما المواد التى لها ضغط بخارى مرتفع فإنها سوف تفقد فى عملية التبخير عند هذه الدرجة وبالتالى لا تعتبر مواد صلبة.

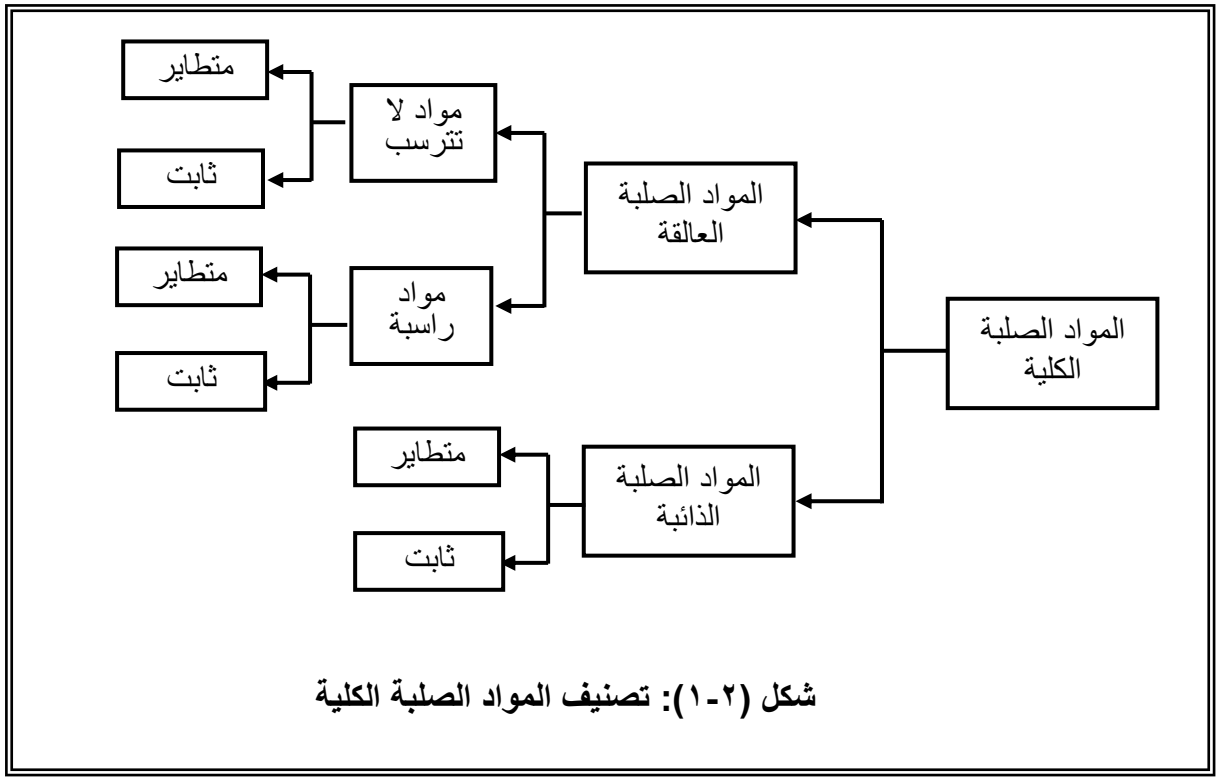
وتعرف المواد الصلبة القابلة للترسيب على أنها المواد التى تترسب فى قاع إناء على شكل مخروطي (يسمى مخروط امهوف) فى خلال زمن قدرة ٦٠ دقيقة. تعتبر المواد الصلبة القابلة للترسيب والتى

وحدة قياسها مللتر/لتر قياس تقريبي لكمية الحمأة التى سوف تنفصل 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).

و يحتوى 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 فى الماء. وبشكل عام لا يمكن فصل المواد الرغوية بالترسيب. لذلك يجب استعمال إما الأكسدة البيولوجية أو التركيد يتبعها مرحلة للترسيب لترويق المياه.

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

ويمكن تقسيم المواد الصلبة تقسيماً آخر طبقاً لدرجة تطايرها عند درجة ٥٥٠ °م ± ٥٠°م حيث يتأكسد الجزء العضوي عند هذه الدرجة ويتحول إلى غاز بينما يبقى الجزء الغير عضوى 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 (٢-١): تصنيف المواد الصلبة الكلية

ب- الروائح

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

ج- درجة الحرارة

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

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

د- اللون

يختلف لون مياه الصرف الصناعى 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 فى الحالة الذائبة ولكن يمكن لبعض وحدات المعالجة الثانوية مثل الحمأة النشطة والمرشحات الرملية إزالة نسبة معينة لبعض أنواع المواد الملونة وفى بعض الأحيان تحتاج إزالة المواد الملونة إلى عمليات الأكسدة الكيميائية.

هـ- العكارة

العكارة هى 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 فى المياه الغير معالجة ولكن تتوقف درجة العكارة على كمية المواد العالقة ونوعها ولونها ودقة حبيباتها.

٢-١-٢ الخواص الكيميائية:

أ. المواد العضوية

تتكون المواد العضوية من خليط من الكربون والهيدروجين والأكسجين وفى بعض الأحيان النيتروجين، هذا بالإضافة إلى بعض العناصر الأخرى المهمة مثل الكبريت والفسفور والحديد. وقد تحتوى مياه الصرف الصناعى على كميات قليلة من جزيئات عضوية مخلقة والتي يتباين تركيبها الكيميائي تباينا كبيرا مثل المواد الخافضة للتوتر السطحي (المنظفات الصناعية) والملوثات العضوية ذات الأولوية والمركبات العضوية المتطايرة والمبيدات الزراعية كما هو مبين بجدول (٢-٣). وقد أدى وجود هذه المركبات إلى تعقيدات عديدة لعمليات معالجة مياه الصرف الصناعي لأن أغلب هذه المركبات لا تتحلل بيولوجيا أو تتحلل ببطء شديد.

•الزيوت والدهون والشحوم:

تعتبر الدهون من أكثر المواد العضوية ثباتا 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 فى صورة مواد راسبة تتجمع مع الحمأة. هذا وتسبب الزيوت المعدنية مشاكل فى الصيانة نتيجة لتغطيتها للأسطح. وإذا لم تتم إزالة الشحوم قبل صرف المياه إلى البيئة الخارجية، فإنها قد تؤثر عكسيا على الحياة البيولوجية فى المياه السطحية مسببة طبقة من المواد الطافية غير المرئية. وتعتبر الزيوت والشحوم مادة اختبار لتحديد مكونات المواد الهيدروكاربونية الموجودة بمياه الصرف الصناعى. وهذه الاختبارات تتضمن شحوم وزيوت حرة و شحوم وزيوت مستحلبة. وباستخدام هذه الاختبارات سيتم تحديد طبيعة المعالجة المطلوبة. ويتم إزالة الزيوت والشحوم الحرة بالطفو أو الكشط باستخدام جهاز فصل الزيوت بالجاذبية فى حين يتم إزالة الزيوت المستحلبة باستخدام نظام الهواء الذائب الطافي بعد التكسير الكيميائي للزيوت المستحلبة. وفى كل الأحوال يجب إزالة الزيوت والشحوم قبل إجراء المعالجة البيولوجية وإلا سيحدث انسداد فى مواسير توزيع المياه وتوزيع الهواء.

•المنظفات الصناعية:

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

- ***الفينـول:***

يعتبر الفينول وغيره من المركبات العضوية من المكونات الهامة فى المياه حيث يمكن أن يسبب مشاكل فى 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 الصناعى. ويمكن إزالة الفينول بالأكسدة أثناء المعالجة البيولوجية وحتى تركيزات ٥٠٠ ملجم/لتر.

- ***المركبات العضوية المتطايرة:***

هى المركبات العضوية التى لها نقطة غليان أقل من ١٠٠ درجة مئوية و/أو ضغط بخار أقل من ١ مم زئبق عند درجة حرارة ٢٥ درجة مئوية. إن انسياب هذه المركبات فى المجارى أو فى محطات المعالجة قد تؤثر عكسيا على صحة العاملين بشبكات الصرف ومحطات المعالجة.

- ***المبيدات والكيماويات الزراعية:***

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

مؤشرات المكونات العضوية:

- ***الأكسجين الحيوى الممتص (BOD_5):***

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

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

يتم تحديد الأكسجين الحيوى الممتص لقياس الأكسجين الذائب المستهلك بواسطة الكائنات الدقيقة فى عملية الأكسدة البيوكيميائية للمواد العضوية. ولقياس الأكسجين الحيوى الممتص يتم عمل تخفيفات

لمياه الصرف بماء مشبع بالأكسجين فى زجاجات خاصة يضاف إليها البكتيريا. تحضر أيضا زجاجة تحكم معبئة بماء وبكتيريا فقط. يتم وضع الزجاجات فى حضانة لمدة خمسة أيام على درجة ٢٠°م، وبذلك تسمى العملية باختبارات الخمسة أيام للأكسجين الحيوى الممتص (BOD_5) ويستخدم الفرق بين تركيز الأكسجين فى زجاجة التحكم والأكسجين المتبقي فى الزجاجات الأخرى بعد خمسة أيام فى حساب الأكسجين الحيوى الممتص مقدرا بـ مجم/لتر.

وتستخدم نتائج الأكسجين الحيوى 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.

شكل (٢-٢): معدل استهلاك الأكسجين للصرف الصحى ولصرف صناعي معين بالإضافة إلى كليهما معا

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 فى المياه.
- طول المدة (٥ أيام) للحصول على النتائج.

- ***الأكسجين الكيميائى الممتص (COD):***

يستخدم اختبار الأكسجين الكيميائي الممتص لقياس المواد العضوية فى مياه الصرف الصناعي التى تحتوي على مركبات سامة للحياة البيولوجية، ويتم بأكسدة المركبات المختزلة فى مياه الصرف من

خلال تفاعل مع خليط من حمضي الكبريتيك والكروميك فى درجة حرارة عالية. وهناك اختبار آخر لـ (COD) تستخدم فيه البرمنجنات كعامل مؤكسد، ولكن هذا الاختبار يعطى نتائج ذات قيم منخفضة وليست لها علاقة مباشرة بالاختبار المعياري للأكسجين الكيميائى الممتص.

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

وفى الغالب فإن نسبة الأكسجين الكيميائى الممتص إلى الأكسجين الحيوى الممتص ١,٥ : ٢ فى مياه الصرف الصناعى التى تحتوى على مواد تتحلل بيولوجيا (مثل صناعة الأغذية). أما مياه الصرف ذات النسب (COD/BOD) أعلى من ٣، فإنه يمكن اعتبار أن المواد المؤكسدة الموجودة فى العينة ليست بيولوجية التحلل. فى بعض الأحيان يطلق على المواد غير المتحللة بيولوجيا مواد حرارية حيث توجد بصفة دائمة فى مياه الصرف الناتجة من الصناعات الكيماوية والورقية.

ب. المواد غير العضوية:

إن العديد من المؤشرات الغير عضوية لمياه الصرف تشكل أهمية لوضع والتحكم فى معايير نوعية مياه الصرف. ويجب معالجة مياه الصرف الصناعى لإزالة المكونات الغير عضوية التى تضاف أثناء استخدام المياه. و تزداد تركيزات المكونات الغير عضوية بسبب عملية التبخير الطبيعية والتى تتخلص من بعض المياه السطحية تاركة المواد الغير عضوية فى مياه الصرف.

- ***الأس الهيدروجينى* (pH):**

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

- ***القاعدية (Alkalinity):***

تنتج القاعدية من وجود عناصر الهيدروكسيدات والكربونات والبيكاربونات مثل الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والأمونيا ويعتبرا الكالسيوم والمغنيسيوم هما الأكثر انتشارا. ويمكن اعتبار البورات والسيليكات والفوسفات بالإضافة إلى مركبات مشابهة مكونة لجزء من

القاعدية. ويساعد وجود القاعدية فى مياه الصرف على مواجهة التغيرات فى الأس الهيدروجينى الناتجة عن إضافة الأحماض. ويشكل تركيز القاعدية فى مياه الصرف أهمية من حيث التأثير على المعالجة الكيميائية والمعالجة البيولوجية للتخلص من المغذيات كذلك إزالة الأمونيا باستخدام طبقات الهواء.

- ***النيتروجين:***

نظرا لأهمية النيتروجين كحجر أساس فى 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. ولكى يتم التحكم فى نمو الطحالب فى المياه المستقبلة فإن اختزال أو إزالة النيتروجين فى مياه الصرف يعتبر ضرورة ملحة. ويشمل النيتروجين الكلى - والمستخدم كمؤشر شائع - على العديد من المركبات مثل الأمونيا وأيون الأمونيوم والنترات والنيتريت واليوريا والنيتروجين العضوي (الأحماض الأمينية والأمينات).

- ***الفسفور:***

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

- ***الكبريت:***

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

- ***المركبات السامة الغير عضوية:***

بسبب السمية الناتجة عن هذه المواد، فإن بعض الكتيونات تكون ذات أهمية فى 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 فى الاعتبار عند تصميم محطات المعالجة البيولوجية. وتعانى الكثير من محطات المعالجة بسبب وجود هذه الأيونات فى المياه حيث تسبب قتل الكائنات الدقيقة وبالتالى توقف المعالجة.

أما كتيونات البوتاسيوم والأمونيوم فإنها تعتبر سامة عند ٤٠٠٠ ملجم/لتر. أما السيانيد والكرومات والتى تعتبر أيونات سامة تظهر أيضا فى مياه الصرف الصناعى الناتجة عن طلاء المعادن ويجب

إزالتها من البداية بالمعالجة الأولية فى المصنع بدلا من خلطها بالصرف الصحي. ويتواجد الفلوريد - وهو عنصر سام - بشكل شائع فى مياه الصرف الناتجة من صناعات الإلكترونيات. كذلك يمكن أن تحتوى مياه الصرف الصناعي أيضا على مواد عضوية سامة.

- ***المعادن الثقيلة:***

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

٢-١-٣ الخواص 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 (٢-٤) المؤشرات القياسية المحددة لخصائص مياه الصرف الصناعى المختلفة.

جدول رقم (٢-٤): المؤشرات القياسية المحددة لخصائص مياه الصرف الصناعى

المؤشر	الصناعة												
	السيارات	المشروبات	التعليب	الأسمدة	الكيماويات الغير العضوية	الكيماويات العضوية	منتجات اللحوم	تشطيب المعادن	البلاستيك	الورق واللب	تكرير البترول	الصلب	النسيج	الألبان
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD_5)	X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X
الأكسجين الكيميائى الممتص (COD)	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
الكربون الكمى العضوى (TOC)			X			X				X	X			X
الاحتياج الكلى للأكسجين (TOD)					X									
الأس الأيدروجينى (pH)		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
المواد الصلبة الكلية	X				X									
المواد الصلبة العالقة	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
المواد الصلبة القابلة للترسيب		X					X							
المواد الصلبة الذائبة		X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	
المواد الصلبة العالقة المتطايرة											X			
الزيوت والشحوم	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	
المعادن الثقيلة (عام)						X		X		X			X	
الكروم	X			X	X						X	X	X	
النحاس											X			
النيكل	X													
الحديد	X			X	X						X	X		
الزنك	X			X				X			X	X		
الزرنيخ					X									
الزئبق				X	X									
الرصاص	X				X						X			
قصدير	X											X		
الكادميوم	X													

المؤشر	الصناعة												
	السيارات	المشروبات	التعليب	الأسمدة	الكيماويات الغير العضوية	الكيماويات العضوية	منتجات اللحوم	تنشيط المعادن	البلاستيك	الورق واللب	تكرير البترول	الصلب	النسيج	الألبان
الكالسيوم				X										
الفلوريدات				X	X									
السيانيد					X	X		X	X		X	X		
الكلوريدات	X			X	X	X					X	X		X
الكبريتات	X			X	X				X		X	X		
الأمونيا	X			X		X	X		X	X	X	X		
الصوديوم				X										
السيليكات					X									
الكبريتيت										X				
النترات	X			X		X			X	X	X			X
الفسفور			X	X	X	X	X		X	X	X			X
اليوريا أو النيتروجين العضوي				X										
اللون		X	X				X			X	X		X	X
الحد الاحتمالي للمجموعة القولونية		X					X			X				
البكتريا القولونية			X							X				
المواد السامة		X					X		X	X	X		X	X
درجة الحرارة		X	X	X	X						X	X	X	X
العكارة		X					X			X	X			X
الرغاوى	X													
الروائح											X			
الفينولات	X				X	X			X	X	X	X	X	
البنزوات المكلورة والمركبات الأروماتية					X				X					
المركابتنات والكبرتيد Mercaptans / sulfide									X		X		X	

٢-٢ أهمية محطات معالجة مياه الصرف الصناعى

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

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

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

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

ويهدف التفتيش البيئى على محطات معالجة مياه الصرف الصناعى إلى مساندة حماية البيئة والصحة العامة حيث أن التلوث الناتج عن المنشآت الصناعية لا يضر بالبيئة فقط وإنما يؤثر أيضا على صحة الأفراد ولذلك فإن معظم الإجراءات التى يمكن أن تتخذها المنشآت الصناعية للتقليل من تأثيرها الضار على البيئة تؤدى إلى تقليل التأثيرات الضارة على صحة العاملين بالمنشأة والمجتمعات التى تعيش فى المناطق المحيطة بها والتى تتأثر بالانبعاثات المختلفة الصادرة من المصانع. وبذلك يمكن القول أن كفاءة التفتيش على محطات معالجة مياه الصرف الصناعى تؤدى إلى حماية البيئة وحماية العاملين والصحة العامة.

٢-٣ الطرق الشائعة لمعالجة مياه الصرف

يتم تحديد درجة المعالجة المطلوبة من خلال وضع أهداف المعالجة للمشروع ومراجعة جميع القوانين واللوائح المعنية وأخيرا مقارنة خصائص مياه الصرف مع متطلبات القوانين. وبذلك يتم تحديد وتقييم البدائل المتاحة للمعالجة والتخلص وإعادة الاستخدام ثم يتم اختيار البديل الأنسب. ويتم التخلص من الملوثات فى مياه الصرف بأساليب إما فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية، منفردة أو متجمعة.

٢-٣-١ العمليات الفيزيائية

وهى العمليات التى تعتمد على القوى الطبيعية والفيزيائية وكانت هذه الطرق هى أول الطرق المستعملة فى معالجة مياه الصرف لأن معظمها نشأت عن تأملات الإنسان الأول فى الطبيعة. ومن هذه الطرق: التصفية - الخلط - الترويب - الترسيب - التعويم أو الطفو - الترشيح – حركة الغازات.

٢-٣-٢ العمليات الكيميائية

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

٢-٣-٣ العمليات البيولوجية

وهى التى تعتمد على النشاط البيولوجي فى التخلص من الملوثات. وتستخدم هذه الطرق أساساً من أجل التخلص من المواد العضوية (الرغوية أو الذائبة) القابلة للتحلل بيولوجيا. وتتم هذه العملية من خلال تحويل هذه المواد إلى غازات تتسرب إلى الهواء الخارجي أو إلى نسيج الخلايا البيولوجية (الحمأة) التى يمكن التخلص منها عن طريق الترسيب. وتستخدم المعالجة البيولوجية أيضا فى التخلص من المغذيات (النيتروجين والفسفور). وفى أغلب الأحيان يمكن معالجة مياه الصرف بيولوجيا مع التحكم البيئى الملائم.