التلوث بمخلفات مياه الصرف الصحي

الدكتور علي مهدي ناصر

استاذ مساعد / تلوث بيئي بحري - قسم علوم البحار الطبيعية

كلية علوم البحار – جامعة البصرة

مياه الصرف الصحي Sewage Water

هي عبارةٌ عن مُخلّفاتٍ سائلة ناتجةٍ عن أنشطة الإنسان المُختلفة سواءً كانت المنزلية، أو التجارية، أو المؤسسية، أو الصناعية؛ بحيث يتمّ تَجميعها من خلال شبكةٍ من الأنابيب والقنوات لتصل إلى نقطةِ تجميع مُحدّدة للبدء بعمليّة المعالجة، وتُسمّى هذه النقطة بمحطّة مُعالجة المياه .

وهي مياه ملوثة ناتجة عن الاستخدامات المنزلية والصناعية والزراعية والتي تحتوي على مستويات عالية من المواد العضوية ونسب مرتفعة من المواد الكيميائية والتي تتكون نتيجة استخدامات المستهلك والمتمثلة في بقايا الطعام وفضلات الانسان والصابون والمنظفات المختلفة الانواع ومخلفات المصانع ومياه المبازل ومياه المنازل والفنادق و المستشفيات والمطاعم والمؤسسات ، فضلاً عن مياه الأمطار والمياه المستخدمة في غسل الطرق والساحات العامة ومغاسل غسل السيارات .ليطلق عليها فيما بعد بالمياه الثقيلة .

أثر مياه الصرف الصحي على البيئة

١. تساعد مياه الصرف الصحي على انتشار المَايكروبات ومُسبّبات الأمراض، ما يُؤثّر سلباً على صحّة الإنسان وزيادة احتماليّة إصابته بالأمراض المُستعصية؛ حيث تُسبّب البكتيريا الموجودة في مياه الصرف الصحي العديد من الأمراض أهمها: التهاب الأمعاء، وتقرّحات الأمعاء الدقيقة، والكوليرا، والتيفوئيد، وأمراض الجهاز التنفسي، والحمى، واليرقان، بينما تُسبّب الفيروسات التهابات الأمعاء، والتهاب السحايا، والشلل، واليرقان، وأمراض الجهاز التنفسي، وأمراض القلب غير المألوفة، كما تُسبّب الأحياء الأوليّة إصابة الإنسان بالإسهال، والأميبا، وأوبئة الكبد، وغيرها من الأمراض .

٢. استهلاك الأوكسجين المُذاب في الماء بواسطة المايكروبات ممّا يؤدّي إلى موت الكائنات الحية المائية، وحدوث عفن في المياه، وانتشار الروائح الكريهة.

٣. حدوث اختلالٍ في التنوّع الحيوي.

٤.التسبّب في تلوّث التربة عند تسرّب المياه العادمة، ووُصولها إلى الأراضي الزراعيّة.

أنواع مياه الصرف الصحي

١. **مياه الصرف الصحي المنزلية** Domestic Wastewater: هي عبارة عن المِياه القادِمة من المَنازل والأماكن التجاريّة كالأسواق والمطاعم والأماكن المؤسّسية كالمدارس والمُستشفيات، وتَختلف كميّة المياه القادمة من المنازل باختلاف ساعات اليوم والأيام والفصول وتتميّز مياه الصرف الصحي المنزليّة الجديدة برائحة تُشبه رائحة الكيروسين، أمّا مياه الصرف الصحي القديمة فتتميّز برائِحتها الكريهة جداً كرائحة البيض الفاسد المُشابهة لرائحة كبريتيد الهيدروجين، وتَمتلك مياه الصرف الصحي الحديثة اللون الرمادي ، أمّا مِياه الصرف الصحي القديمة فتمتلك لوناً أسوداً.

٢. **مياه الصرف الصحي الصناعية** Industrial Wastewater هي المياه القادمة من المصانع المختلفة.

٣. **المياه المتسللة والمتدفقة** Infiltration and Inflow Water هي المياه المُتسلّلة إلى شبكات الصرف الصحي من آبار المياه الجوفيّة عن طريق الارتشاح والتسرّب من خلال الأنابيب التالفة أو عن طريق وصلات الأنابيب، بالإضافة إلى مِياهِ الأمطار التي تدخل عن طريق المَناهل والمصارف.

مكونات مياه الصرف الصحي

المكونات الكيمياوية : تتكوّن مياه الصرف الصحيّ بشكلٍ تقريبي من ٩٩% من المياه ، و١% من المواد العضوية وغير العضوية على شكل مواد ذائبة وعالقة ، حيث يتواجد كلٌّ من البروتين والسيليلوز والدهون والمواد غير العضوية على شكل مواد عالقة ، بينما تَكون المواد الكحولية والدهون الحامضية، والأحماض الأمينية على شكل مواد ذائبة ، وتتراوح قيمة الرقم الهيدروجيني في مِياه الصرف الصحي المنزلية ما بين ٧.٦-٨ ، أمّا الرقم الهيدروجيني لمياه الصرف الصحي الصناعيّة فيختلف حسب المكوّنات الكيميائيّة لها.

المكونات البايولوجية : تتنوّع الكائنات الحيّة الدقيقة المَوجودة في مياه الصرف الصحي ما بين الفطريات، والبكتيريا، والأوليات، والفيروسات، والطحالب الدقيقة.

معالجة المياه الصرف الصحي Wastewater treatment

هي عملية تنقية مياه الصرف من الشوائب والمواد العالقة والملوثات والمواد العضوية لتصبح صالحة لإعادة الاستخدام (غير الآدمي) أو لتكون صالحة للتخلص منها في المجاري المائية دون أن تسبب تلوثا لها. تشتمل عملية معالجة الصرف على عدة مراحل فيزيائية وكيماوية وبيولوجية.

الفوائد الاساسية من المعالجة

١. المحافظة على التربة وعلى المنشآت العمرانية من المياه المصرفة

٢. منع تلوث البيئة من البكتريا والجراثيم والمخلفات الضارة الموجودة في المياه المستهلكة

٣. منع تلوث المياه الجوفية

٤. المحافظة على المياه الصالحة ومنع اختلاطها بالمياه الملوثة

٥. اعادة استعمال المياه المعالجة في أغراض مختلفة

كيفية معالجة مياه الصرف الصحي

تمرّ عمليّة معالجة مياه الصرف الصحي بالعديد من المراحل كالآتي :

١.المعالجة الأولية: Preliminary Treatment :تتمّ في هذه المرحلة إزالة جميع المواد التي قد تُعيق عمليّات المعالجة اللاحقة ، مثل أغصان الأشجار والحصى والزيوت والرمال والتربة باستخدام الأدوات الآتية:

أ. المصافي Screens :تعمل على حجز المواد كبيرة الحجم كالاوراق والخشاب والبلاستك والاقمشة وغيرها ويتم التخلص منها بردمها او تجفيفها ومن ثم حرقها .

ب. أحواض حجز الرمل Grit Chambers :ترسّب المواد غير العضويّة كالرمال والتربة والحصى حيث تُمرّر مياه الصرف الصحي في أحواض ترسيب رملية ويتمّ التحكّم في المواد المُترسّبة عن طريق التحكّم في سرعة الترسيب، ليتمّ تخزينها في أحواضٍ محدّدة وإرسالها إلى مكبّ النفايات لاحقاً، وتتميّز هذه الأحواض بصغر حجمها.

٢. مرحلة الترسيب الابتدائي Primary Sedimentation : في هذه المرحلة تُزال المواد ذات الكثافة العالية التي قد تكون مواد عضويّة أو غير عضويّة، وتؤدّي هذه المرحلة إلى انخفاض تركيز المواد العالقة بنسبة تصلُ إلى ٥٥% .

٣. مرحلة المعالجة الحيوية Biological Treatment :هي المرحلة التي تؤكسد فيها المواد العضويّة الموجودة في مياه الصرف الصحي بواسطة البكتيريا الهوائية، ويتمّ استخدام وسيلة المُعالجة حسب نظام النموّ البيولوجي المُستخدم للكائنات الحيّة الدقيقة كالآتي :

أ . النمو البيولوجي الهوائي المعلق تكون البكتيريا مُعلّقةً في المياه العادمة أثناء عمليّة الخلط وتُستخدم الطرق الآتية للمُعالجة البيولوجيّة:

- الحمأة المنشطة Activated Sludge : فيها تُنشط الكائنات الحيّةُ الدقيقة عن طريق إضافة كميّةٍ قليلةٍ من حمأة نشطت سابقاً ، ثم تُخلط المِياه العادمة وتُقلب لتهويتها، لتقوم البكتيريا بأكسدة المواد العضوية، وتؤدّي عمليّة التقليب المستمرّة إلى تخثّر المواد المُعلّقة وزيادة تركيزها ليُتخلّص منها لاحقاً في عمليّة الترسيب الثانوية.

- برك الأكسدة Stabilization ponds : هي عِبارة عن أحواضٍ بسيطة الصنع، تتمّ معالجة المياه فيها بطريقةٍ طبيعيّةٍ بالاعتماد على الطحالب، وأشعة الشمس، والعناصر الموجودة في مياه الصرف.

ب. النمو البيولوجي الهوائي المتلاحق، تكون البكتيريا مُتّصلةً بدعامات، وتُستخدم الطرق الآتية للمُعالجة البيولوجيّة:

- المرشحات البيولوجية Trickling filters : تتكوّن المرشّحات البيولوجية من أحواض مبنيّة من الطوب أو الخرسانة المسلحة، وتكون مملوءةً بالحَصى أو البلاستيك، وعند خروج المياه العادِمة من حوض الترسيب الابتدائي تُوزّع على سطح المرشّحات بواسطة أنابيب مثقبة، لتتخلّل المياه الفجوات بين الحصى، وبالتالي تتشكّل طبقةٌ هُلاميّةٌ على السطح تحتوي على البكتيريا والكائنات الحيّة الدقيقة لتقوم بعمليّة الأكسدة.

- الأقراص البيولوجيّة الدوارة Rotating Biological Contactors : وهي عِبارةٌ عن أقراص دائريّة مَصنوعة من البلاستيك تدور بشكل بطيء، وتكون مغمورةً إلى مُنتصفها بالمياه العادمة، ونتيجةً للدوران تتكوّن طبقة بيولوجيّة تبدأ بعمليّة المُعالجة عند غمر هذه الأقراص في المياه العادمة، ثمّ تعريضها للجو.

٤ .مرحلة الترسيب النهائية Final Sedimentation :وتتم في أحواض خاصة وتعتبر جزء مهم من عملية المعالجة ، أذ تحتوي المياه الخارجة من أحواض التهوية على تراكيز مرتفعة من المواد العالقة والتي تحتوي العديد من الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بعملية الاكسدة

طريقة المعالجة	نسبة المعالجة (%)		
	أوكسجين حيوي مستهلك	مواد عالقة	بكتريا
حجز بالمصافي	٥ ـ ١٠	٢ ـ ٢٠	١٠ ـ ٢٠
ترسيب ابتدائي	٢٥ ـ ٤٠	٤٠ ـ ٧٠	٢٥ ـ ٧٥
مرشحات حصى عادية	٨٥ ـ ٩٥	٨٠ ـ ٩٠	٩٠ ـ ٩٥
مرشحات حصى سريعة	٧٠ ـ ٨٥	٧٠ ـ ٨٥	٨٥ ـ ٩٠
حمأة نشطة	٨٥ ـ ٩٥	٨٥ ـ ٩٥	٩٠ ـ ٩٨

٥. معالجة المخلفات السائلة بالكلور

يستعمل الكلور للتخلص من رائحة المياه المعالجة قبل صرفها في المسطحات المائية ولزيادة كفاءة التخلص من البكتريا الضارة . تتم عملية الكلورة في أحواض خاصة حيث تتم فيها الملامسة بين المياه الخارجية من عملية التنقية والكلور مدة لاتقل عن ٣٠ دقيقة . ومن المفضل ان يتراوح الكلور المتبقي بعد هذه الفترة الزمنية بين ٠,٢ – ٠,٣ جزء بالمليون ppm .

الكميات المطلوبة من الكلور لتعقيم مياه الفضلات

المصافي	٦ – ٢٤ ملغم / لتر
الترسيب الابتدائي	٣ – ١٢ ملغم / لتر
الترشيح الحصوي	٣ – ١٢ ملغم / لتر
الحمأة النشطة	٢ - ٩ ملغم / لتر