# مراحل معالجة مياه الصرف الصحي

تمر معالجة مياه الصرف الصحي بثلاث مراحل رئيسية قبل أن يُعاد استخدامها، وهي:

- مرحلة أولية أو تمهيدية.
- مرحلة ثانوية.
- مرحلة ثلاثية.

من خلال هذه المراحل الثلاث يتم فصل المواد الصلبة عن مياه الصرف، ثم يتم تحويل المواد العضوية الذائبة بالمياه إلى مواد صلبة عالقة عن طريق كائنات حية دقيقة، ثم يتم التخلص من المواد الصلبة البيولوجية، قبل أن يتم تطهير المياه بالطرق الفزيائية والكيميائية، قبل أن يتم استخدام المياه مرة أخرى، يمكن التعرف على كافة المراحل بالتفصيل عبر الضغط على

## المرحلة الأولية بمعالجة مياه الصرف الصحي

تسمى هذه المرحلة أيضًا باسم المعالجة الميكانيكية، وخلالها يتم التخلص من الشوائب العضوية وغير العضوية مثل (الكرتون، الأقمشة، الخضار، الفواكه، وغيرها)، بالإضافة إلى إزالة جميع لمواد التي من شأنها تأكل أو انسداد الآلات والمعدات وإعاقة التشغيل والصيانة كذلك، وتتم هذه المرحلة عبر غرفة تعرف بغرفة المدخل أو التهدئة والتي بتهدئة سرعة وضغط المياه، حيث يتم تغيير نظام السريان من المجاري المغلقة إلى المجاري المفتوحة، حيث تمكث المياه بها من نصف دقيقة إلى دقيقة، وهذه المرحلة تتم من عدة خطوات أو مراحل داخلية وهي كالتالي:

### مرحلة التصفية

سميت هذه الرحلة بالتصفية كونها تتم في المصافي، وهي عبارة عن سلسلة من الشبكات الحديدية التي تعمل على حجز الشوائب والمواد العائمة بالمياه كبيرة الحجم سواء (ورق، قماش، خشب، زجاج، صفيح، وغيرها، وهذه المصافي تكون يدوية أو آلية لمنع جميع المواد الصلبة التي تم ذكرها من المرور، حتى لا تتسبب في تلف أو عطل أجهزة المعالجة، وعند تجميع هذه المواد من خلال الشبكات يتخلص منها بالردم أو التجفيف أو الحرق.

### مرحلة إزالة الرمال والصخور

عملية إزالة الرمال والصخور هي عبارة عن عملية ترسيب، بعد الانتهاء من مرحلة التصفية تمر مياه المخلفات من خلال أحواض ترسيب أولية تكون بسرعة بطيئة بسرعة 30 سم/ دقيقة، ويتم إضافة بعض المواد الكيميائية في هذه العملية مثل (الشبة، أملاح الحديد) لزيادة الترسيب لكنها مكلفة بعض الشيء؛ ويتم ترسيب المواد العالقة مثل (الأتربة، الرمال، القطع المعدنية، وغيرها) بشكل مبكرا؛ لتجنب الضرر بالمعدات والمضخات، فيتم تجميعها في قعر الحوض وهذا ما يعرف باسم الحمأة

الأولية، ويتم يتخلص من الرمال والصخور بإلقاءها في مدافن القمامة، ويطفو الزبد على السطح الذي يرفع من وقت لآخر الذي يكون عبارة عن مواد دهنية.

### مرحلة إزالة الزيوت والدهون

بعد انتهاء عملية إزالة الرمال والصخور بواسطة المصافي وأحواض الترسيب، يتبقى جزء من هذه المواد الصلبة والسائلة عائمة على سطح المياه، وقبل البدء في عملية المعالجة لا بد من التخلص من كافة عمليات المعالجة، ومن ضمن هذه المواد السائلة الزيوت والدهون، والتي تنتج بكثرة من (المطاعم، مصانع الزيوت والسمنة، مصانع الأعلاف، مصانع الأسماك، معاصر الزيوت الطبيعية، وغيرها)، وللعلم أن مصانع الزيوت المعدنية لا يسمح بالصرف داخل المجاري العامة؛ حتى لا تتسبب بتعطيل عمليات معالجة المياه بأكملها، ويتم فصل الزيوت والدهون باستخدام كاشطات متحركة على سطح المياه، وهناك بعض محطات المعالجة تستخدم أحواض الترسيب للتخلص من الزيوت والدهون، عبر إضافة كاشطات على سطح المياه، كما يمكن جعل المواد ذات الكثافة العالية تطفو على السطح بضخ الهواء في المياه، فتصعد هذه المواد مع فقاعات الهواء لسطح المياه، وتسمى هذه العملية بعملية التعويم.

### مرحلة الترسيب

خلال مرحلة الترسيب الأولية يتم ضخ مياه الصرف الصحي لخزانات ضخمة تعرف بخزانات الترسيب، تكون كبيرة من أجل ترسب المواد الصلبة والقذرة بالقاع، وتطفو على السطح المواد العائمة مثل (الشحوم، الزيوت) ليتم كشطها، ويكون الهدف من هذه العملية الأولية إنتاج سائل متجانس يمكن معالجته بعد ذلك بيولوجيا، باستخلاص المواد القذرة ليتم التخلص منها أو إعادة استخدامها، وأغلب خزانات الترسيب الأولية بها مكشطة ميكانيكية، تعمل على بطرد المواد القذرة لفتحة أسفل الخزان لتعالج بمراحل أخرى.

## المرحلة الثانية بمعالجة مياه الصرف الصحي

تسمى هذه المرحلة بمرحلة المعالجة الحيوية ضمن المراحل الثلاث الرئيسية، بمراحل معالجة مياه الصرف الصحي وتبدأ هذه المرحلة بعد المعالجة الميكانيكية، وتهدف لتفكيك المواد العضوية المتبقية بعد المرحلة الميكانيكية، عبر استخدام الكائنات الحية الدقيقة المحللة، حيث تلعب هذه الكائنات الحية الدقيقة الدور الرئيس بالمرحلة الحيوية، حيث أن المياه العادمة خصوصًا المنزلية والزراعية منها، بها أعداد ضخمة من الجراثيم والفطريات وغيرها، التي تقوم بعملية التصفية لكفائتها العالية في تنقية المياه، وحتى يتم ذلك لا بد من توافر عدة شروط، أهمها ما يلي:

- لا بد أن تكون درجة حرارة مناسبة.
- لا بد من توافر كميات كافية من المواد العضوية والأملاح.
- يجب توفير كمية كافية من الأكسجين المنحل بالمياه.
- عدم وجود أي مواد ذات سمية للكائنات الحية والنباتات.

- توفير وسط متعادل في مجال pH = 6.5 - 8.

خلال مرحلة المعالجة الحيوية، يمكن معالجة المياه العادمة بأكثر من طريق لذا يجب اختار الطريقة المناسبة لطبيعة المناخ بمنطقة المعالجة، وفق المياه العادمة، والكثافة السكانية وغيرها.

## استعمال التربة بمعالجة المياه العادمة

يمكن استخدام هذه الطريقة حال توافر مساحات كبيرة من الأراضي البعيدة عن مصدر المياه، وتناسب هذه الطريقة أكثر دول العالم الثالث؛ لانخفاض تكلفتها، وسهولة تطبيقها وكذلك لرفعها كفاءة الإنتاج الزراعي، خوفًا من احتمالية انتقال الأمراض من المياه العادمة للإنسان والحيوان، عند استخدام التربة لا بد من حماية المواطنين بالوسائل الآتية:

- التخلص من بيوضات الديدان المعوية عبر المعالجة الميكانيكية بكفاءة عالية، وكذلك التخلص من المواد المترسبة والعالقة المتسببة في إغلاق مسامات التربة، وتمنع صرف المياه، مما يتسبب بتكاثر الحشرات، وانبعاث الروائح الكريهة.
- الحرص على زراعة حواجز نباتية لإعاقة طيران والبعوض والذباب، وانتشار الروائح.
- وجود الطيور التي تلتهم الحشرات.
- إبعاد هذه الأراضي عن التجمعات السكنية بمسافة لا تقل عن 5 كيلومتر.
- يجب أن تبتعد عن مصادر المياه.

## استعمال برك الأكسدة بمعالجة المياه

برك الأكسدة تكون بأحجام مختلفة عمقها يتراوح من 50 – 150 سم، وهذه البرك تجمع فيها المياه المعالجة ميكانيكية ليتم معالجتها معالجة الطبيعية، باستخدام أشعة الشمس والأكسجين الذي يعملان على تنشيط البكتيريا الهوائية لتحليل المواد العضوية، وتتوقف كفاءة البرك على عدة عوامل أبرزها:

- شدة الإشعاع الشمسي.
- درجة الحرارة.
- سرعة الرياح.
- معدل التبخر.
- فترة مكوث المياه في البرك.
- طريقة صرف المياه العادمة بعد المعالجة.

ولنجاح هذه الطريقة في معالجة لا بد من مراعاة عدة شروط:

- السماح بحدوث تحلل لا هوائيفيها.
- توفير الأكسجين.
- إزالة الحماة المترسبة.

### المرشح الحيوي

هذا المرشح يشبه البرج بجدران وأرضية لا تسمح بالنفوذ منها، ويتم ملئ البرج بقطع حجارة بركانية أو مواد كالقطع البلاستيكية، فبعد معالجة المياه العادمة ميكانيكيا يتم تمرر المياه من خلال أنابيب خارجة من وسط المرشح، لتنثر المياه على شكل رذاذ في الهواء لتمتص الأكسجين ثم تسقط على سطح البرج، لتمر عبر المرشح لأسفل البرج، وتصرف بعد المعالجة الحيوية، ويتم تهوية هذه المرشحات بواسطة مضخات هواء من أسفل إلى أعلى، والمرشحات الحيوية ذات فائدة كبيرة لمحطات التنقية الصغيرة، حيث تمتاز هذه الطريقة بقلة استهلاك للطاقة، وقلة تكلفة البناء والصيانة، ومن أبرز سلبياتها التقليل من وجود الزيوت المعدنية، عرضه للتجمد بالشتاء، انبعاث الروائح الكريهة بالصيف، انتشار ذبابة بسيشودا.

### الحمأة المنشطة

هذه الطريقة تنقي المياه العادمة بنفس طريقة تنقية المياه الطبيعية، لكن تختلف هذه الطريقة بوجود كائنات حية دقيقة بأعداد أكبر داخل مساحة أقل، لذا هذه الكائنات بحاجة لكميات أكبر من الأكسجين المنحل، فبعد المعالجة الميكانيكية تدخل المياه العادمة إلى حوض التهوية، عبر تمرير الهواء من خلالها، وتقلب بعد خلطها بنسبة معينة من الحمأة المنشطة، حيث تقوم الكائنات الحية بتفكيك المواد وتحويلها لمواد لا عضوية ثابتة، وتلتصق الملوثات مع الجراثيم مكونة قطعًا صغيرة تشبه الإسفنج تسمى لبادة، وترسب بأحواض الترسيب النهائية،ولهذه الطريقة عدة إيجابيات أبرزها:

- معدل فعاليتها بين 75 – 95%.
- عدم تأثرها بحرارة الصيف أو الشتاء.
- لا تتسبب بانتشار الروائح الكريهة.
- لا تتسبب بانتشار الذباب.
- سهلة الصيانة.
- تحتاج لمساحة أرض أقل.

لكن لها لعض السلبيات أبرزها:

- استهلاك قدر عالي للطاقة.
- تحتاج إلى إشراف فني عالي.
- وجود مخلفات صناعية تؤدي لصعوبات في التشغيل.

## المرحلة الثالثة بمعالجة مياه الصرف الصحي

والتي تُعرف باسم المعالجة الثلاثية بعد الانتهاء من مرحلتي معالجة المياه العادمة الأولى والثانية، يتبقى جزء من المخلفات كـ (النترات الأملاح ثقيلة، المركبات عضوية صعبة التحلل، وغيرها)، بحسب نوعية المياه العادمة، ولحماية مصادر المياه من هذه الملوثات تلجأ بعض الدول للمعالجة من

خلال المرحلة الثالثة، ويتوقف اختيار الطريقة المناسبة وفق نوعية المواد أو الملوثات المتبقية في المياه، سواء  إزالة الفسفور أو إزالة الآزوت.