الفصل الثالث

خصائص المعالجة لمياه الصرف الصحي

١- موجز عن خصائص المعالجة لمياه الصرف الصحى

الهدف من معالجة مياه الصرف الصحي هو إعدادها لتكون صالحة للصرف علي المصارف الزراعية، أو لاستخدامها في الري. تجري المعالجة للتخلص من نسبة كبيرة من الملوثات، سواء كانت من المواد الصلبة العالقة العضوية وغير العضوية أو الغروية (Colloidal) والعكارة والرائحة وتحسين اللون، وزيادة نسبة الأكسجين المذاب، والقضاء علي الكائنات الحية الدقيقة المسببة لأمراض الوبائية.

خصائص مياه الصرف الصحي:

تتكون مياه الصرف الصحي من المياه الخاصة بالاستعمال المنزلي، وقد تختلط بها مياه الصرف الصناعي المعالج أو غير المعالج، ومياه الأمطار، ومياه غسيل الشوارع، ومياه الرشح.

وتتغير مكونات مياه الصرف الصحي؛ أي ما تحتويه من ملوثات من وقت إلي آخر علي مدار السنة والشهر واليوم. إلا أنه يمكن تقدير المواد الصلبة العالقة والمذابة نحو إلي ٠,١% والماء بحوالي ٩٩,٩%، ويتأثر محتوى مياه الصرف الصحي بالملوثات وخصائصها؛ طبقًا لوقت صرفها في الشبكة ومدى تعرضها للهواء الجوي.

فعند صرف مياه الصرف الصحي في شبكة الصرف وعند بدء جريانها في شبكة الصرف، يكون لونها مائلاً إلي الرمادي مع وجود مواد طافية ورائحة نفاذة ولكنها غير كريهة. وعند تدفق هذه المخلفات السائلة في

شبكة الصرف.. فإن المواد الصلبة العالقة والطافية تتفتت ويتكون سلئل متجانس أو عكارة عالية، ولون قاتم ورائحة كريهة نتيجة تحلل بعض المواد العضوية. ونظرًا لأن المياه المستعملة والغرض من استعمالها يتغيران من وقت إلي آخر، فإن المحتوى من الملوثات ودرجة تركيزها يختلف من وقت لآخر، ونجد أن التركيز يزداد في الصباح ويقل في الليل، كما أنه تبعًا لنشاط الصناعة من موسم لآخر، فإن درجة تركيز ما تحتويه من مواد مذابة أو عالقة تتغير.

أما بالنسبة لتعرض المخلفات السائلة للهواء الجوي، فإنها تحتوى عند بدء جريانها في شبكة الصرف علي بعض الأكسجين المذاب الذي سرعان ما يستهلك في نشاط البكتريا الهوائية التي توجد فيها، فإن لم يتجدد هذا الأكسجين بوجود مياه الصرف في اتصال دائم مع الهواء، فإن البكتريا الهوائية تموت وتنشط البكتيريا اللاهوائية، ويحدث تحلل لاهوائي أو تعفن (Putrification)؛ حيث تصبح المياه ذات لون داكن ورائحة عفنة نتيجة تحلل المواد العضوية إلي نشادر وكبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون. أما في حالة تجدد الأكسجين في مياه الصرف بوجودها في اتصال دائم بالهواء، فإن البكتريا الهوائية تنشط، حيث يحدث التحلل الهوائي، والذي لا ينتج عنه روائح كريهة أو تركيز عالٍ في اللون. كما أن زيادة درجة الحرارة تزيد من نشاط البكتريا الهوائية واللاهوائية إلي حد معين، يبدأ بعدها نشاط البكتريا في الهبوط.

- **الملوثات من المواد الصلبة، المواد العضوية والكائنات الدقيقة في مياه الصرف الصحي:**

المواد الصلبة في مياه الصرف:

وهي مواد سهلة الترسيب؛ أي انها ترسب في زمن قصير وتقدر بحوالي ٥٠% من المواد العالقة، ومواد بطيئة الترسيب وتقدر بحوالي ٥٠% من المواد العالقة. تتراوح نسبة المواد الذائبة من ٦٥-٧٥% من

مجموع المواد الصلبة العالقة، بينما تتراوح نسبة المواد العالقة من ٢٥ إلي ٣٥% من مجموع المواد الصلبة. وفي عمليات معالجة مياه الصرف الصحي تحجز نسبة كبيرة من المواد العالقة.. بينما تمر معظم المواد المذابة في كامل عملية المعالجة دون تغيير، حيث يتغير قليل من المواد المذابة بالأكسدة. وتقدر نسبة كل من المواد العضوية والمواد غير العضوية بحوالي ٥٠% من مجموع المواد الصلبة.

المواد العضوية في مياه الصرف الصحي:

كمية المواد العضوية في مياه الصرف الصحي وكذلك تكوينها ومركباتها من الأهمية في عمليات معالجة هذه المياه والتخلص منها؛ نظرًا لأن تحلل هذه المواد هو المصدر الرئيسي للمتاعب في كل من عمليتي المعالجة والتخلص النهائي.

المكونات الرئيسية للمواد العضوية، هي: عناصر النيتروجين، الكربون، الأكسجين، الهيدروجين، الكبريت، الفوسفور..إلخ. تختلف نواتج تحلل المركبات العضوية طبقًا لوجود الأكسجين من عدمه. في حالة عدم وجود الأكسجين المذاب في مياه الصرف الصحي أو في حالة وجوده بنسبة أقل من ٠,١ جزء في المليون، فإنه عندئذ تنشط البكتريا اللاهوائية، وتتحلل المواد العضوية إلي غازات النشادر، كبريتيد الهيدروجين، الميثان، ومعظم هذه الغازات ذات رائحة نفاذة وكريهة. أما في حالة وجود الأكسجين، فإن البكتريا الهوائية تنشط وتكون نواتج التحلل الهوائي لمياه الصرف الصحي هي أملاح النترات والكبريتات، وثاني أكسيد الكربون ومواد أخرى غير ضارة.

- **الكائنات الحية الدقيقة في مياه الصرف الصحي:**

تحتوي مياه الصرف الصحي بالإضافة إلي المواد الصلبة العالقة والمذابة علي عديد من الكائنات الحية الدقيقة، وهذه تشمل: البكتريا، الفيروسات، الطحالب، البروتوزوا، الفطريات. يوجد كل نوع من هذه

الأنواع بالآلاف في كل سنتيمتر مكعب من مياه الصرف الصحي، وإن كان جزء كبير من هذه الكائنات الدقيقة غير ضار، بل إنه مهم في تثبيت المواد العضوية وتحويلها إلي مواد عضوية ثابتة. إلا أن بعضًا من هذه الكائنات ضار بسبب أمراض وبائية في حالة وجودها في مياه الشرب أو الطعام.

في مراحل المعالجة الأولية لمياه الصرف الصحي، حيث يتم فصل المواد الصلبة العالقة والطافية (العضوية وغير العضوية) باستخدام المصافي وأحواض حجر الرمال والترسيب الأولي، حيث لا يبقي سوي المواد العضوية المذابة أو الهلامية (الغروية) (Colloidal) والتي لا ترسب في المعالجة الأولية؛ حيث يتم التخلص منها بالمعالجة البيولوجية الهوائية أو اللاهوائية أو بالجمع ما بين الهوائية واللاهوائية (facultative)- تقدر كمية هذه المواد العضوية المطلوب إزالتها باختبارين، هما:

الأكسجين الحيوي المطلوب (Biological Oxygen Demand- BOD)

الأكسجين الكيماوي المطلوب (Chemical Oxygen Demand- COD).

يتم التحلل الهوائي للمواد العضوية باستخدام أكسجين الهواء الجوي علي مرحلتين: في المرحلة الأولي، تتحلل المواد العضوية الكربونية وتتأكسد وتستغرق هذه العملية من ١٠إلي ١٥يوم. الأكسجين المطلوب لتحلل المواد الكربونية في المرحلة الأولي يعادل ٩٠% من إجمالي الأكسجين الحيوي المطلوب. مرحلة التحلل الأولي والتي قد تستغرق من ١٠-١٥يوم: تتحلل فيها ٩٠% من المواد العضوية بالأكسده الهوائية في حوالي خمسة أيام، وهو ما يسمي بالأكسجين الحيوي الممتص (BOD_5)عند درجة حرارة ٢٠°م.

المرحلة الثانية للتحلل الهوائي يتم فيها أكسدة المواد العضوية النيتروجينية الأصل، يكون معدل استهلاك الأكسجين في هذه المرحلة

ثابتًا وأقل من المعدل في المرحلة الأولي. وتستمر هذه المرحلة حتى تمام أكسدة المواد العضوية، والتي قد تستغرق شهورًا؛ أي إنه في المرحلة الأولي يتناسب إستهلاك الأكسجين مع كمية المواد العضوية القابلة للتحلل، والتي تقدر بحوالي ٨٠-٩٠% من إجمالي المواد العضوية المذابة والهلامية.

يستخدم الأكسجين الكيماوي المطلوب لاختبار الأكسجين الكيماوي اللازم لأكسدة كل المواد العضوية، باستخدام كيماويات مؤكسدة مثل البرمنجنات والدايكروميت؛ حيث تستغرق هذه التجربة خمس ساعات فقط، بينما تستغرق تجربة الأكسجين الحيوي خمسة أيام. وتفيد تجربة قياس الأكسجين الكيماوي في التعرف علي كمية المواد العضوية غير القابلة للتحلل البيولوجي، مثل: مياه الصرف الصناعي في مياه الصوف الصحي، والتي لا يمكن تقديرها باختبار الأكسجين الحيوي المطلوب (BOD_5). يشمل اختبار الأكسجين المطلوب التعرف علي كمية المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي، وغير القابلة للتحلل البيولوجي، حيث تستنزل قيمة BOD_5 من قيمة COD؛ حيث الناتج هو دلالة علي المواد العضوية التي لا تتحلل بيولوجيًا. المعالجة الهوائية لمياه الصرف الصحي تشمل توفير الأكسجين لنشاط البكتريا الهوائية، والتي تتغذى علي المواد العضوية، وتعمل علي تثبيتها إلي مركبات ثابتة، علي أن تختصر فترة المعالجة لتكون لعدة ساعات (٦-٨ ساعة) بدلا من خمسة أيام.. هذا بالإضافة إلي استخدام أكسجين الهواء الجوي لتحقيق اقتصاديات المعالجة.

٢- دورة المواد العضوية فى الطبيعية:

تتلخص دورة المواد العضوية في الطبيعة فى أنه نظرًا لأن النيتروجين يشكل الجزء الأكبر من المواد العضوية، فقد اتفق علي وجود مختلف مركبات النيتروجين مقياسًا لما تعرضت له مياه الصرف من تحلل هوائي أو لاهوائي، والتي تتلخص في الآتي:

تحلل المواد العضوية الحيوانية أو النباتية أو الإفرازات بسبب تصاعد غازات كريهة، والتي تنتهي بظهور غاز النشادر، وهو أحد مركبات النيتروجين.. عندئذ تنشط البكتريا النيتروجينية (Nitrifying Bacteria) الموجودة في التربة وفي وجود الأكسجين الجوي؛ حيث تؤكسد النشادر إلي أملاح النيتريويت ثم النترات، وهذه أملاح نيتروجينية ثابتة ولا تتحلل، حيث تمتص بواسطة النبات كغذاء، والذي يحولها إلي بروتين نباتي.. وهذه عندما تتغذي عليها الحيوانات تتحول إلي بروتين حيواني، وعند موت هذه النباتات أو الحيوانات، بالإضافة إلى الإفرازات فإنها تتحول جميعها إلي مواد عضوية نيتروجينية ميتة؛ حيث تتكرر الدورة وتتحلل هذه المواد النيتروجينية بفعل البكتريا إلي نشادر. ولذلك.. فإنه يمكن القول بأنه عند وجود نشادر بكثرة في عينة من الماء أو التربة، دل ذلك علي تلوث حديث للماء أو التربة بالمخلفات السائلة من مياه الصرف الصحي. أما في حالة وجود أملاح النيتريت أو النترات، فإن ذلك يدل علي تلوث قديم بمياه الصرف الصحي.

وهناك دورات أخرى غير دورة المواد النيتروجينية؛ حيث تتحول المواد العضوية الكبريتية إلي دورة أخرى مشابهه، تتحول فيها أولا إلي كبريتيد الهيدروجين، ثم بفعل البكتريا الكبرتيية في وجود الأكسجين يتحول كبريتيد الهيدروجين إلي الكبريتيد (Sulphite) والكبريتات، وهي مركبات ثابتة يمتصها النبات كغذاء.

كذلك تتعرض المواد العضوية الكربونية التي توجد في شكل النشا أو السكر أو السيليلوز بفعل البكتريا إلي ثاني أكسيد الكربون الذي يمتصه النبات فيتحد مع الماء الوجود في النبات، وبفعل أشعة الشمس وعملية التمثيل الكلوروفيلي يتحول ثاني أكسيد الكربون إلي نشا وسكر وسليلوز.

٣- مراحل المعالجة لمياه الصرف الصحي:

تتم عملية المعالجة لمياه الصرف الصحي خلال مرحلتين رئيستين، وهما: المعالجة الأولية والمعالجة الثنائية، حيث المرحلة الأولي تشمل حجز المواد الصلبة العالقة والطافيه بنسبة كبيرة، والمرحلة الثانوية تشمل المعالجة الهوائية للتخلص من المواد العضوية المذابة العالقة، والتي لا يمكن إزالتها بالترسيب، وهذه المرحلة الثانية تسمي المعالجة البيولوجية:

أ- المعالجة الأولية لمياه الصرف الصحي: (Primary Treatment)

تجري المعالجة الأولية بمرور مياه الصرف الصحي خلال المصافي لحجز الأجسام كبيرة الحجم، طبقا لفتحات المصفاة وحجم المواد العالقة والطافية.

قد تكون المصافي من القضبان الحديدية أو الشبك المعدني، ويتم التنظيف ذاتيًا بالطرق الميكانيكية. وقد تجهز المصافي بأجهزة تقطيع (Commutator) أو طحن للأجسام العالقة كبيرة الحجم. بعد المصافي، تمر المياه علي أحواض حجز الرمال (Grit chamber)؛ لترسيب الرمال، والتي تسبب تلفيات في الطلمبات والمواسير في حالة وجودها. مدة المكث في أحواض حجز الرمال دقيقة واحدة؛ حيث ترسب الرمال عالية الكثافة وسريعة الترسيب. يلي ذلك أحواض الترسيب الأولي، والتي تكون مدة المكوث بها كبيرة بما يسمح بترسيب المواد الصلبة العالقة بطيئة الترسيب، وكذلك التخلص من المواد الطافية. وقد تستخدم التهوية في أحواض حجز الرمال أو في أحواض الترسيب الأولي حيث تساعد التهوية علي طفو الزيوت والشحوم، كما أنها تقلل من الكثافة النوعية للمياه نتيجة خلطها بالهواء، بما يساعد علي ترسيب الأجسام الصلبة العالقة صغيرة الحجم وذات الكثافة النوعية القريبة من كثافة الماء. هذا بالإضافة إلي أن التهوية تزيل الغازات المذابة في مياه الصرف الصحي، وتذيب كذلك أكسجين الهواء الجوي في مياه الصرف الصحي.

ويبلغ زمن المكوث في أحواض الترسيب الابتدائي ٣-٤ ساعات، في الأحواض التي لا تعقبها معالجة بيولوجية، ٢-٢,٥ ساعة في الأحواض التي تعقبها معالجة بيولوجية بالمرشحات الزلطية (Trickgling Filters)، ١,٥-٢ساعة في أحواض الترسيب الأولي التي تعقبها المعالجة بالحمأة المنشطة (Activated Sludge)، وتبلغ كفاءة إزالة المواد العالقة في أحواض الترسيب الأول ٤٠-٦٠%، ٢٥-٤٠% بالنسبة للأكسجين الحيوي المطلوب (BOD)؛ أي تبلغ نسبة المعالجة إجمالا لمياه الصرف الصحي بالمعالجة الأولية ٤٠-٥٠% بالنسبة للمواد العضوية، وغير العضوية، وكذلك بالنسبة للأكسجين الحيوي المطلوب.

ب- المعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحي (المعالجة البيولوجية):

Secondary Treatment (Biological Treatment)

المعالجة الثانوية هي المرحلة الثانية لمعالجة مياه الصرف الصحي بالطرق البيولوجية، حيث تسخر البكتريا للتخلص من المواد العضوية الموجوده في مياه الصرف الصحي، بتوفير الظروف الملائمة لحياتها ونشاطها وتكاثرها. تعمل البكتريا علي تحطيم المواد العضوية وتكسيرها لتحصل علي الغذاء والطاقة. ولكون البكتريا أثقل قليلا من الماء، فإن التخلص من معظمها بعد قيامها بواجبها يكون سهلاً بواسطة الترسيب بفعل الجاذبية. تحتاج البكتريا لكي تنمو وتنشط وتقضي علي المواد العضوية إلي كمية كبيرة نسبيًا من الكربون والنيتروجين والهيدروجين؛ حيث تحصل علي هذه العناصر من المادة العضوية. أما الأكسجين الذي تحتاجه البكتريا، فإنها تحصل عليه من الأكسجين المذاب في الماء. كما تحتاج البكتريا إلي قدر قليل من العناصر الأخرى، مثل: الفوسفور، الكبريت، الكالسيوم، المنجنيز، وقليل جدًا من العناصر الأخرى، مثل الزنك. تحلل المادة

العضوية بفعل نوع معين من البكتريا، يعتبر غذاءً لأنواع أخرى؛ حيث تنشط وتتكاثر وتستمر في تحطيم وتفكك المواد العضوية والحصول علي غذائها. كما أنه خلال امتصاص الكائنات الدقيقة للمادة العضوية فإنها تستهلك الأكسجين المذاب، وينتج عن ذلك الطاقة التي تستخدم في بناء كائنات جديدة.

ولذلك كلما زادت المواد العضوية، زادت حاجة الكائنات الدقيقة إلي الأكسجين. ولذا فإن كمية الأكسجين المستهلك من قبل الكائنات الحية الدقيقة هو الأكسجين الحيوي المطلوب (BOD) لإزالة المواد العضوية من مياه الصرف الصحي؛ حيث يتم قياسه كمعيار أساسي لتعيين مقدار التلوث العضوي في هذه المياه، وكذلك كبيان أساسي لتطبيق القواعد التصميمية لنظام المعالجة.

تتأثر مراحل التفاعل التي تمثل المعالجة البيولوجية الهوائية، التي تستهلك الأكسجين بعدة عوامل، وهي أن يكون الرقم الهيدروجيني ما بين ٦,٥-٨,٥، وأن الأكسجين المذاب لا يقل عن ١ملجرام/لتر، ودرجة الحرارة ٣٥°م حيث يكون أقصي نشاط للبكتريا. كما يلزم خلو مياه الصرف الصحي من المواد السامة القاتلة للبكتريا، والتي تسبب فشل المعالجة البيولوجية، كما يعتبر الخلط المناسب لتحقيق الالتصاق للكائنات الدقيقة في صورة زغبات (Flocs) أساسيًا لترسيبها. أما في حالة عدم وجود الأكسجين أو أن تركيزه أقل من ٠,١ملجرام/لتر، عندئذ تنشط البكتريا اللاهوائية حيث تتحلل المواد العضوية نتيجة غازات النشادر والميثان وكبريتيد الهيدروجين، وهذه الحالة غير مرغوب فيها في المعالجة البيولوجية الهوائية لمياه الصرف الصحي.

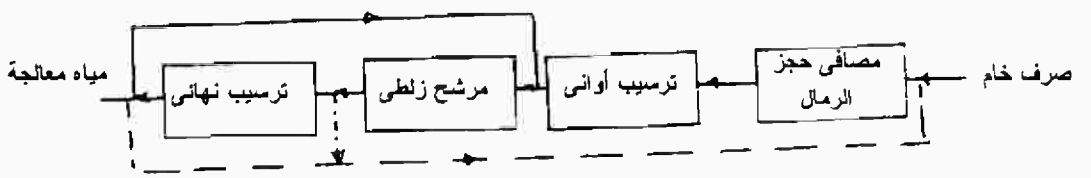
٤- تقنيات المعالجة لمياه الصرف الصحى:

توجد أساليب مختلفة لمعالجة مياه الصرف الصحي، ويتوقف اختيار طريقة المعالجة علي عدة عوامل، منها: كمية وأنواع الملوثات ونسبة الإزالة المطلوب الوصول إليها؛ حيث يتوقف ذلك علي الاستخدام

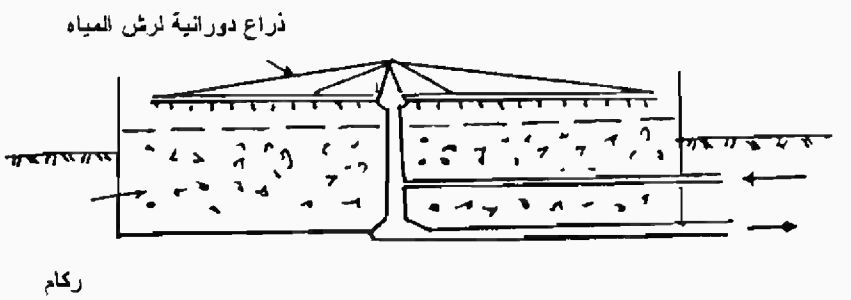
المستقبلي للمياه بعد المعالجة أو صرفها علي المصارف الزراعية، هذا بالإضافة إلي مدى توافر المساحات من الأراضي لإقامة نظام المعالجة. ويمكن توضيح خصائص طرق معالجة مياه الصرف الصحي فيما يلى:

أ- المعالجة بالمرشحات الزلطية: شكل (٣/١) (Trickling Filter).

تستخدم المرشحات الزلطية لمعالجة مياه الصرف الصحي، وكذلك لمعالجة مياه الصرف الصناعي القابلة للتحلل البيولوجي (مثل مياه الصرف من الصناعات الغذائية). كما أن المرشحات الزلطية لديها القدرة في معالجة الأحمال الزائدة الطارئة (Schock Loads)، وتوفر كفاءة في الأداء ولا تتطلب مهارات عالية في المتابعة والإشراف. والمرشح الزلطي دائما يسبقه حوض الترسيب الأولي؛ حتى لا تتسبب المواد القابلة للترسيب في قفل المسام للمرشح، وكذلك تجهز أحواض الترسيب هذه بكاشطات تكشط الزغب الطافي. يلي المرشح الزلطي دائما حوض الترسيب النهائي لإزالة المواد القابلة للترسيب من المياه المعالجة، وكذلك من المفضل توفير تجهيزه لكشط الخبيث من المواد الطافية من حوض الترسيب النهائي.



مراحل المعالجة بالمرشح الزلطى



مقطع فى المرشح الزلطى

شكل (٣/١): المعالجة بالمرشحات الزلطية.

تتم المعالجة في المرشح الزلطي من خلال مرور مياه الصرف خلال الحبيبات الزلطية للوسط الترشيحي؛ حيث تتكون طبقة بيولوجية (Biological Slime) من البكتريا الهوائية، وكائنات بيولوجية أخرى علي أسطح أجسام الوسط الترشيحي من (الزلط، أو الأحجار، أو البلاستيك) المكونة لطبقة المرشح الزلطي، ويتم ذلك خلال حوالي أسبوعين حيث يكون عندئذ المرشح جاهزًا للعمل. يحدث امتصاص للمواد العضوية بواسطة الطبقة البيولوجية (Slime Layer)، التي تكونت علي سطح حبيبات طبقة المرشح الزلطي؛ حيث تتحلل بفعل البكتريا، وهذه البكتريا التي تتغذى علي المواد العضوية في وجود الأكسجين الهواء الجوي تتكاثر وتتراكم على سطح حبيبات المرشح، بما يزيد من وزن وسمك هذه الطبقة البيولوجية، عندئذ تسقط هذه الطبقة وتتكون طبقة بيولوجية أخرى؛ أي إن البكتريا التي تتغذى علي المواد العضوية في مياه الصرف الصحي تنشط وتنمو وتتكاثر حتى تسقط. يتوقف الأداء الجيد للمرشح الزلطي علي الحمل العضوي والحمل الهيدروليكي، والذي يؤثر علي سقوط الطبقة البيولوجية وتجديدها.

تنقسم المرشحات الزلطية إلي نوعين، وهما: ذات المعدل المنخفض حيث التحميل الهيدروليكي ١-٤م^3/م^2/ي، والحمل العضوي ٨٠-٣٢٠جرام/ي/م^2، وذات المعدل العالي ١٠-٣٠م^3/م^2/ي بما فيه التدوير بينما الحمل العضوي ٥٠٠-١٠٠٠جرام/اليوم/م^2 دون تدوير. وعادة لايوجد تدوير في المرشحات البطيئة. يتراوح سمك طبقة المرشح في المرشحات البطيئة ما بين ١,٨-٣أمتار. وفي المرشحات ذات المعدل العالي، فإن سمك الطبقة يتراوح ما بين ١-١.٨ مترًا، حيث يتم الاعتماد على التدوير، أكثر منه على سمك طبقة الترشيح. المرشحات البطيئة ذات سمك طبقة ترشيح كبيرة، بما يتطلب زيادة في تكاليف الإنشاء، إلا أنها سهلة التشغيل وتعطي مياهًا معالجة بطريقة جيدة، ويفضل استخدامها في حالة الطاقة الهيدرليكية المحدودة. وبالمقارنة في حالة المرشحات ذات المعدل العالي، فإن جزءًا من المياه المعالجة يعاد

تدويرها خلال المرشحات. وهذا التدوير يحقق ميزة التصاق المواد العضوية بالطبقة البيولوجية أكثر من مره بما يزيد من كفاءة المرشح، مع عدم احتمال الانسداد لزيادة التدفق اليهدروليكي، وكذلك يساعد هذا علي انتظام توزيع مياه الصرف علي سطح المرشح، ويقلل من تأثير زيادة معدل التدفق أو الحمل العضوي. يتراوح معدل التدوير مابين ٠,٥إلي ٣، وما زاد عن ذلك يعتبر غير اقتصادي لمياه الصرف الصحي. وقد استخدم معدل التدوير ٨ مرات فأكثر في معالجة مياه الصرف الصناعي ذات الأحمال العضوية العالية.

يتكون المرشح الزلطي من عدد ٢مرشح علي التوالي، يسبقها حوض ترسيب أولي، وقد يوجد حوض ترسيب متوسط أحيانا، كما يوجد حوض ترسيب نهائي، حيث تتوافر إمكانات التدوير في كل مرحلة. ويتكون المرشح الزلطي من حوض مستدير أو مستطيل منشأ من الطوب أو الخرسانة المسلحة المملوء بالزلط الفاير غير المسامي، أو يقطع من الصخر أو فحم الأنثراثيت، أو من خبث الحديد أو السيراميك المحروق أو البلاستيك. ويكون حجم حبيبات الوسط الترشيحي من ٥ إلي ٧سم مع القدرة علي التحمل ومقاومة العوامل الجوية. يلزم أن يكون حجم الركام واحدًا من القمة إلي القاع، وإن وجدت أحجام كبيرة فإنها توضع في القاع. توضع طبقة الوسط الترشيحي بعناية ويدويًا حتى ارتفاع ٢٥سم فوق نظام التصريف.

ويجهز قاع المرشح بنظام التصريف من قنوات علي شكل حرف (V)، تكون بقية سطح الأرضية يكون بميل في اتجاه قنوات التصريف (من ١:١٠٠ إلي ١:٥٠) لجميع المياه المعالجة، وفي حالة استخدام الهواء المضغوط.. فإنه يمر كذلك خلال قنوات التصريف السفلية بسرعة ٦٠سم/ث من خلال مواسير رأسية. وفي حالة التصميم الكفؤ للمرشح تتوافر التهوية الطبيعية الطافية، بما يزيد من كفاءته. وهذه التهوية الطبيعية تتحقق نتيجة اختلاف درجة الحرارة بين الهواء الجوي ومياه الصرف. فعند فرق ٦درجات مئوية من الحرارة فإن الهواء يتحرك

بمعدل ٠,٣م^{٣}/م^{٢}/ث من سطح المرشح الزلطي، وعندما يكون فرق درجات الحرارة أقل من ١,٩ درجة مئوية، فإنه لا يحدث تحرك للهواء. وعادة فإن ٦ درجات مئوية فرق في درجات الحرارة كاف لتوفير كمية الهواء المطلوبة لمياه الصرف. ترش مياه الصرف علي سطح المرشح الزلطي من خلال ناشرات (رذاذات) ثابتة أو متحركة، من خلال أزرع تعلو طبقة الترشيح ١٥-٢٠سم ليمكن للمياه التهوية الكاملة علي سطح المرشح. كما يمكن أن تدار الأذرع بالفعل العكسي علي الأذرع الناتجة عن تسرب مياه الصرف، وذلك في حالة توفير ضغط رأسي ٣٠-٨٠ سم لمياه الصرف. كما يمكن أن تدار الأذرع بالطاقة الكهربية.

وبعد رش مياه الصرف خلال الفتحات من أذرع الرشاشات المتحركة علي سطح المرشح الزلطي، تبدأ مياه الصرف في التسرب خلال طبقة الترشيح. وعند تحركها يتم التعامل معها بواسطة البكتريا الهوائية، حيث تذوب المواد العضوية والهلامية وترسب مكونة طبقة جيلاتينية علي سطح الحبيبات الزلطية للمرشح. تتغذى البكتريا الهوائية علي هذه الطبقة وتؤكسدها، وتحولها إلي النترات والكبريتات والفوسفات..إلخ، ومع مرور الوقت فإن البكتريا تتكاثر وتتراكم علي سطح الحبيبات مكونة طبقة هلامية، والتي تزداد في السمك والوزن حيث تسقط في اتجاه قاع المرشح الزلطي، وتخرج مع المياه وترسب في حوض الترسيب النهائي. المرشح الزلطي العادي يزيل ٩٠% من الحمل العضوي، وتكون الحمأة المترسبة في حوض الترسيب النهائي كثيفة، ونسبة الرطوبة بها ٩٥%. المرشح العادي له كفاءة عالية في إزالة الحمل العضوي، والمياه المعالجة شديدة الثبات والحمأة المتكونة سهلة في عملية الهضم لمعالجتها. والعيب الرئيسي في المرشح العادي هو التكاليف العالية والحاجة إلي مساحات كبيرة للإنشاء وكبر سمك طبقة الترشيح، وللتغلب علي هذه السلبيات تمت التجارب بزيادة معدل تدفق مياه الصرف الصحي خلال المرشح، ولوحظ أن قلة سمك الطبقة الجيلاتينية أكثر كفاءة وتوفر غذاءً مستمرًا أكثر للبكتريا الهوائية، وكذلك

زمن الالتصاق للبكتريا أقل وبالتالي العمل مع مياه الصرف بما يقلل من أكسدة المواد العضوية. تكاليف الإنشاء للمرشح ذى المعدل العالي أقل من المرشح ذى المعدل العادي، وقد أصبحت المرشحات عالية الأداء أفضل من العادية بعد أن عدلت لتصبح طبقة الترشيح بسمك ١,٢-١,٧متر، وهذا حقق تهوية أفضل لزيادة معدل النشاط البيولوجي، وزيادة سرعة الأذرع الدوارة إلي ٢لفة في الدقيقة لزيادة معدل التغذية بمياه الصرف، وزيادة حجم حوض الترسيب النهائي لزيادة حجم الحمأة المترسبة وكذلك زيادة حجم المياه. وفي المرشحات ذات المعدل العالي فإن المياه الخارجية من المرشح يعاد رشها فوق طبقة المرشح، وهو ما يعرف بالتدوير شكل (٣/١).

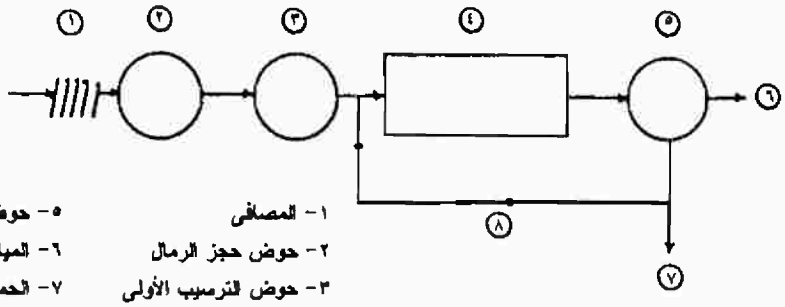
المرشحات البيولوجية: (Biofilters).

وهذه تسمي المرشحات ذات المرحلتين. وتتكون من مرشحين متصلين علي التوازي من المرشحات ذات المعدل العالي. في المرشح البيولوجي، فإن إعادة التدوير للمياه لا تتم في المرشح نفسه كما سبق توضيحه، ولكن تتم في المرشح التالي. في المرشحات البيولوجية يقل عمق الحوض إلي ٠,٩-١,٢متر فقط لتوفير الإنشاءات. تتميز المرشحات البيولوجية بزيادة المرونة في التشغيل، حيث عند زيادة التركيز لمياه الصرف، فإن المرشحات تعمل علي التوالي.. وعند قلة التركيز تعمل علي التوازن بالإضافة إلي قلة الحجم والعمق للمرشحات، وكذا إمكان وجود حوض ترسيب في مرحلة متوسطة بين المرشحات بما يعطي نتائج أفضل.

ب- المعالجة بالحمأة المنشطة: شكل (٣/٢) (Activated Sludge Process).

فى عملية المعالجة البيولوجية بالمرشحات الزلطية، فإن مياه الصرف تعالج بفعل البكتريا الهوائية، وعلى السطح الهلامى للمادة العضوية.

وعيوب هذه الطريقة هى حالات حدوث انسداد بطبقة الترشيح، كما لوحظ أنه عند دفع الهواء فى مياه الصرف الصحى تكون زغبات (Floc s) تحتوى على كائنات حية دقيقة منها البكتريا والبروتوزوا، والخمائر مثل تلك الموجودة فى المرشحات الزلطية. وعند توقف تنوير الهواء ترسب الزغبات المتكونة، وعند إضافة هذه الزغبات إلى مياه الصرف الصحى الطازجة.. فإنها تقوم بتحللها، وهذه الزغبات تسمى الحمأه المنشطة، وسميت كذلك لأنها شديدة النشاط، ويمكنها معالجة مياه الصرف الصحى الطازجة. عملية الحمأة المنشطة هى نظام هوائى بيولوجى لمعالجة مياه الصرف. المكونات الرئيسية للنظام هى حوض تهوية وحوض ترسيب نهائى، وخط مواسير لتصريف الحمأة الزائدة. تتم عملية الحمأة المنشطة بطريقة مستمرة، حيث يعد المعالجة الأولية فى حوض الترسيب الأولى لإزالة المواد الصلبة القابلة للترسيب؛ لمنع حدوث انسداد للمرشح، بعدها تخلط مياه الصرف الصحى مع الكمية المطلوبة من الحمأه المنشطة، والتى تسمى كذلك الحمأة المعادة (Mixed Liquor).. وفى حوض التهوية تتم عملية التهوية لهذا السائل المخلوط مع التقليب لمدة ٤-١٠ ساعة، وذلك طبقًا لدرجة التنقية المطلوبة وتركيز مياه الصرف. يلى ذلك نقل المياه المخلوطة والمهواة إلى حوض الترسيب النهائى، حيث ترسب الحمأة. المياه المعالجة الخارجة من حوض الترسيب النهائى يتم التخلص منها فى المجرى المائى إبعد المعالجة بالكلور، تقتل الكائنات الحية الدقيقة الممرضة ثم المعالجة بمادة مختزلة مثل ثانى أكسيد الكبريت لاختزال الكلور المتبقى للمحافظة على الكائنات المائية فى المجرى المائى. وجزء من هذه المياه يتم خلطه مع مياه الصرف قبل دخولها إلى حوض الترسيب الأولى. وجزء من الحمأة المرسبة يرسل ثانية إلى حوض التهوية لتغذية مياه الصرف، والزيادة فى الحمأه المنشطة يتم معالجتها والتخلص منها بصورة مناسبة الشكل (٢-٣). يبين خطوات المعالجة بالحمأه المنشطة.



شكل (٣/٢): المعالجة بالحمأة المنشطة.

الحمأه المادة أو المنشطة، التى يتم الحصول عليها من حوض الترسيب النهائى، يتم إضافتها وخلطها مع المياه فى حوض الترسيب الأولى قبل دخولها إلى حوض التهوية. عادة لعمل السائل المخلوط (Mixed Liquor) ، فإن الحمأه المنشطة يتم حقنها فى خط المياه الداخل إلى حوض التهوية بنسب حجمية. يتراوح حجم الحمأة المعادة من ٢٥-٣٠% من حجم مياه الصرف قبل الترسيب فى حوض الترسيب الأولى. يمكن تقدير نشاط الحمأه المعادة باللون الذهبى البنى والكثافة.

فى بعض محطات المعالجة، فإن الحمأه المعادة يتم تهويتها أو تنشيطها قبل الخليط مع المياه الداخلة لحوض التهوية. كما أنه لوحظ زيادة كثافة الحمأة المنشطة عند خلط جزء من الحمأة المنشطة بمياه الصرف قبل حوض الترسيب الأولى. وتحدد كمية الحمأة المعادة بمعامل الحمأة (Sludge Index-SI) وهو النسبة بين حجم الحمأة المنشطة بالسنتيمتر المكعب لكل واحد جرام من الحمأة المجففة، وقيمة هذا المعامل تتراوح بين ١٥٠-٣٠٠.

المتغيرات الرئيسية فى عملية الحمأه المنشطة تشمل معدل التحميل، أسلوب الخلط، نظام التدفق. معدل التحميل العضوى يمثل النسبة ما بين (BOD_5) بالكيلو جرام فى اليوم (وهذا يمثل الغذاء للبكتريا) والكيلوجرامات من المواد الصلبة العالقة فى السائل المخلوط (Mixed

(Liquor Suspendid Solids-MLSS) فى حوض التهوية، والذى يمثل الكائنات الدقيقة (Food/Micro-organisms- F/M) أما طريقة الخلط فتتم بأسلوبين هما الخلط المتدرج والخلط الكامل. الخلط المتدرج يتم فى جزء من الحوض، وبقية الحوض لا يتم به الخلط، وكذلك فإن كلا من نسبة الغذاء إلى الكائنات الدقيقة (F/M) وكذا الأكسجين الحيوى المطلوب تكون عالية عند المدخل لحوض التهوية، ثم تبدأ فى الانتقاص. أما نظام الخلط الكامل فإن كلا من نسبة F/M ، BOD تكون موجودة خلال حوض التهوية بالكامل.

أما نظام التدفق لعملية الحمأه المنشطة، فإنه يشمل الإطار العام لإضافة مياه الصرف ولتدوير الحمأة إلى حوض التهوية، وكذلك نظام التهوية؛ فإضافة مياه الصرف يمكن أن تكون من نقطة واحدة عند مدخل الحوض، أو أن تكون عند نقطة متعددة على طول حوض التهوية. قد تكون عودة الحمأة مباشرة من حوض الترسيب النهائى أو من خلال حوض إعادة التهوية للحمأة. ويستخدم الهواء المضغوط بانتظام على طول الحوض أو من أعلا الحوض إلى أسفله. تعتبر وحدات التهوية هى العنصر الأساسى فى الحمأة المنشطة لتوفير الأكسجين لمياه الصرف. تتم التهوية إما بالناشرات (Diffusers)، أو بالتهوية الميكانيكية أو بالتهوية المختلطة التى تجمع بين الناشرات والميكانيكية.

وهناك عامل آخر وهو زمن المكوث (Retention Time) للمواد الصلبة، ويتوقف هذا العامل بالنسبة لكل من وحدة الوزن بالكيلوجرام من المواد الصلبة العالقة فى الماء المخلوط أثناء التهوية، مقسومة على كيلوجرامات المواد الصلبة التى تم التخلص منها، كيلوجرامات من المواد الصلبة التى خرجت مع المياه المعالجة. وتتلخص مميزات المعالجة بالحمأه المنشطة بقلة التكاليف، ومساحة أقل من الأرض، ولا توجد روائح كريهة، والمياه المعالجة رائقة، كفاءة المعالجة حوالى

٩٠%، الحمأة المنتجة عاليه القدرة فى التسميد، الضغط الرأسى للتشغيل قليل. أما عيوب المعالجة بالحمأة المنشطة تشمل: التكاليف المرتفعة للتشغيل، وتتطلب مهارات عالية للتشغيل، تتأثر بنوعية مياه الصرف المعالجة، إنتاج كمية كبيرة من الحمأة بما يشكل صعوبة فى التخلص منها، فى حالة وجود خلل فى التشغيل يتطلب مهارات خاصة لاستعادة كفاءة المحطة.

نظرًا لما تمتاز به طريقة المعالجة بالحمأة المنشطة من مرونة فى التشغيل، فقد أدت الدراسات إلى إدخال بعض التعديلات فى أسس التصميم وطريقة التشغيل. ومن هذه الطرق:

- **طريقة التنشيط البيولوجى (Bio-Activation Process):**

فى هذه الطريقة تعالج المخالفات السائلة فى أحواض الترسيب الأولية ثم بالمرشحات الزلطية (بعمق ٦٠-٩٠سم)، ثم حوض ترسيب ثانوى ثم حوض تهوية ثم حوض ترسيب نهائى. وتؤدى هذه الطريقة إلى تحمل العملية الزيادة الطارئة فى الحمل العضوى، وكذلك إلى خفض زمن التهوية إلى ساعة أو ساعة ونصف.

- **التهوية على مراحل أو على التوالى (Stage Aeration):**

فى هذه الطريقة يستخدم حوضان للتهوية، يعملان على التوالى بينهما حوض ترسيب. تعتمد نظرية التشغيل فى هذه الطريقة على إتمام التزغيب فى الحوض الأول، ثم اتمام الأكسدة والتأزت (التحول إلى نيتريت ونترات) فى الحوض الثانى. وقد نجحت هذه الطريقة عند اتباع زمن التهوية ساعتين لكل حوض. كما يمكن تطوير هذه الطريقة باستعمال مرشحات زلطية بدلا من حوض التهوية الثانى. وهو إن كان تطويرًا غير اقتصادى، إلا أنه يساعد فى حل مشاكلات تشغيل المرشحات المحملة فوق طاقتها، وذلك بإنشاء حوض تهوية يعمل بالحمأة المنشطة قبل هذه المرشحات الزلطية.

جـ-بحيرات الأكسدة: (Oxidation Ponds)

تعتبر بحيرات الأكسدة إحدى الطرق التى يعتمد فيها على العوامل الطبيعية، مثل: ضوء الشمس، الأكسجين الجوى، درجة الحرارة؛ وذلك لتنشيط البكتريا الهوائية، والتى تؤكسد وتثبت المواد العضوية الموجودة فى المخلفات السائلة. بحيرات الأكسدة عبارة عن بحيرات صناعية كبيرة وضحلة (Lagoons) تتدفق إليها مياه الصرف المرسبة أو الخام حيث تبقى فيها مدة طويلة، تمكنها من امتصاص الأكسجين الجوى الذى تستعمله البكتريا الهوائية. كما يعيش ويتكاثر فى هذه البحيرات أعداد هائلة من الطحالب بأنواعها المختلفة، وهذه تستهلك الفضلات الناتجة عن أكسدة البكتريا للمواد العضوية، مثل: ثانى أكسيد الكربون والنشادر، وفى نفس الوقت يتصاعد منها الأكسجين فى أثناء عملية التمثيل الكلوروفيلى، تتوقف كمية الأكسجين المتصاعدة هذه على شدة الضوء فهى تزداد أثناء النهار حيث الضوء الساطع، ثم تأخذ فى الضعف أثناء الصباح الباكر، وعند الغروب وتتوقف نهائيا فى الماء. ولكن قد تشكل هذه الطحالب عبئًا إضافيًا، وذلك إذا ماتت حيث تضيف إلى المواد العضوية المطلوب أكسدتها فى مياه الصرف، وهذا يقلل من كفاءة الأداء البحيرات الأكسدة.

توجد ثلاثة أنواع من بحيرات الأكسدة، و هى:

١- بحيرات لاهوائية تليها بحيرات أكسدة هوائية:

وهذه تستعمل فى معالجة مياه الصرف الخام، حيث يتم فى البحيرة الأولى ترسيب المواد العالقة وتخميرها، ولا يحتاج الأمر لتنظيف هذه البحيرة مما رسب فيها؛ إذ إن معالجة مياه الصرف الخام، حيث فى البحيرة الأولى يتم ترسيب المواد العالقة وتخميرها، ولا يحتاج الأمر لتنظيف هذه البحيرات مما رسب منها، إذ إن حجمها الكبير لايتأثر بالكميات البسيطة من الرواسب التى تتجمع فيها.. وفى البحيرة الثانية يتم أكسدة وتثبيت المواد العضوية بفعل البكتريا

الهوائية. وعيب هذا النوع من البحيرات تصاعد الروائح الكريهة، كما يلزم خلال فترات متقطعة إعادة بعض المخلفات السائلة من البحيرة الثانية إلى الأولى، بواسطة طلمبات رافعة لتقليل تصاعد الغازات الناتجة عن التحلل اللاهوائى فى البحيرة الأولى. ولهذا لا يستخدم هذا النوع من البحيرات إلا فى المناطق المنعزلة والبعيدة عن السكان.

٢- بحيرات مهواة تهوية طبيعية:

وهذه تسود فيها البكتريا الهوائية، وتنشط فى أكسدتها للمواد العضوية، ولذلك لا تتصاعد منها غازات منفرة، إلا أن تكلفة إنشائها مرتفعة.

٣- بحيرات مهواة تهوية صناعية:

أحجام هذه البحيرات أصغر من البحيرات المهواه طبيعيًا. وفيها تتم التهوية عن طريق قلابات ميكانيكية، تقوم بإحداث اضطراب فى سطح الماء فى البحيرة بما يساعد على امتصاص الأكسجين الجوى، كما يساعد على خلط طبقات الماء بالبحيرة مع بعضها؛ حيث ينتشر الأكسجين والمواد العضوية بكامل عمق البحيرة، وبما يزيد من نشاط البكتيريا الهوائية. تتميز هذه البحيرة بصغر حجمها وانتشار البيئة الهوائية بكامل عمقها، مع عدم احتمال تصاعد الروائح المنفرة، إلا أنها تحتاج إلى إشراف دقيق لتشغيلها.

ويفضل عند استخدام نوعى بحيرات الأكسدة الهوائية أن يسبقها أحواض ترسيب ابتدائية لحجز أكبر كمية من المواد العالقة التى تزال على فترات للتخلص منها بعد تخميرها أو تجفيفها فقط. كما يفضل فى بعض الأحيان إعادة المخلفات السائلة من مخرج بحيرات الأكسدة إلى مدخلها، لتحسين حالة المخلفات بها. وقد تبنى أحواض تهوية قبل بحيرات الأكسدة لإزالة ما بها من غازات منفرة ناتجة عن أى تحلل لاهوائى.

تسمى البحيرات من النوع الأول بحيرات تثبيت لاهوائية هوائية، بحيرات النوع الثانى بحيرات تثبيت هوائية، النوع الثالث بحيرات الأكسدة المهواة.

تتميز بحيرات الأكسدة فى أنها لا تحتاج إلى إشراف فنى عال، كما تستخدم فى معالجة مياه الصرف من المجتمعات السكانية الصغيرة حيث تتوافر مساحات الأراضى. يمكن أن تنشأ بجسور ترابية مكسوة بالدبش أو البلاطات الخرسانية عالية الكثافة، كما أنه يمكن تثبيت هذه الجسور بالأعشاب القصيرة مع إعطائها ميول ٢:١ - ٣:١؛ حيث يمكن الاستغناء عن التكسية بالدبش أو بالبلاطات الخرسانية.

د- قنوات الأكسدة:

تعتبر معالجة المخلفات السائلة بطريقة قنوات الأكسدة، تطويرًا لمعالجتها بالحمأه المنشطة ذات التهوية الممتدة. فى هذه الطريقة تعالج المخلفات السائلة بتهويتها فى قنوات بواسطة فرشة دائرية من الصلب، تقوم بعمل التقليب اللازم لمنع الترسيب فى القنوات، وكذلك عمل الاضطراب الكافى فى السطح. يمكن للمخلفات السائلة امتصاص الأكسجين الجوى. ومن ثم المحافظة على نشاط البكتريا الهوائية، التى تعمل على أكسدة المواد العضوية وتثبيتها. تصمم قنوات الأكسدة وإن اختلفت طرق تشغيلها على أساس بقاء الخليط من المخلفات السائلة والحمأة المنشطة من ١-٣ أيام، عمق القنوات من ٩٠-١٥٠سم، السرعة الأفقية لتدفق مياه الصرف فى القنوات ٣٠سم/ت.

تأخذ القناة عادة شكل الحلقة المقفلة المضغوطة من جانبيها. طرق التشغيل أما منقطعة أو مستمرة. فى التشغيل المتقطع تنساب مياه الصرف إلى القنوات باستمرار، كما يستمر تشغيل الفرش حتى يصل المنسوب إلى إرتفاع معين.. وعندئذ يوقف تشغيل الفرش لمدة ١-٢ ساعة، تعمل خلالها القنوات كحوض ترسيب نهائى، ثم يسمح للمخلفات

السائلة بالخروج من هدار علوى؛ حتى ينخفض المنسوب إلى ارتفاع معين، ثم يعاد تشغيل الفرش الدوارة، بعد أن يكون قد تم سحب جزء من الحمأة التى رسبت فى قاع القنوات لتجفيفها، قبل التخلص منها.

وفى هذه الطريقة يجب اعتبار جزء من عمق القنوات مخصصًا لترسيب الحمأة عند توقف تشغيل الفرش لتعمل القنوات كحوض ترسيب، بل تخرج المخلفات السائلة من القنوات إلى حوض ترسيب نهائى يتم فيه ترسيب الحمأة، والتى يعاد جزء منها إلى القنوات ليختلط مع المخلفات السائلة عند التهوية، وتخرج بقية الحمأه لتجفيفها والتخلص منها. تستعمل قنوات الأكسدة فى معالجة المخلفات من التجمعات السكانية الصغيرة، كما أنها تتميز بعدم تصاعد روائح منفرة؛ حيث يمكن إقامتها قريبا من التجمعات السكنية إلى حد ما دون ضرر.

هـ- تجفيف الحمأة والتخلص منها:

التجفيف على أسطح الرمال:

فى هذه الطريقة، يلزم إعداد أحواض التجفيف، مساحة كل منها حوالى ١٥× ١٠ متر، وبعمق ١-١,٥ متر مزودة بشبكة من مواسير الصرف المفتوحة الوصلات فى القاع، ويتراوح البعد بين كل ماسورتين من ٤-٨ أمتار. تغطى شبكة المواسير بطبقة من الزلط بارتفاع ٣٥-٤٠ سم، ويكون الزلط بقطر ١-٥ سم، تعلوه طبقة من الرمال بارتفاع ٢٥ سم. توزع الحمأة على هذه الأحواض من قنوات، يرتفع قاعها عن السطح الأرضى بما لا يقل عن ٢٥سم، مجهزة بفتحات، وأمام كل فتحة لوح عائق لمنع اندفاع الحمأة فوق سطح الرمال، تنتشر الحمأة بعمق صغير حوالى ١٠سم ثم تترك لتجف عن طريق البخر وتسرب المياه داخل الرمال لمدة خمسة أيام صيفًا وتسعة أيام شتاءً، ثم تغطى بطبقة من الرمال لمنع توالد الذباب حتى يتم جفافها، ثم تزال لإعادة استعمال الحوض من جديد.

كما يمكن نشر الحمأة بالتتالى قبل وضع طبقة الرمل الأخيرة، إلى أن يصل العمق الكلى إلى بعد الجفاف إلى ٣٠سم. بعد إزالة الرواسب المجففة من أحواض التجفيف الرملية تخزن على شكل أكوام مربعة مستوية السطح بارتفاع ١متر، ثم تغطى بطبقة الرمل بسمك حوالى ٣سم لمنع توالد الذباب على سطحها. تترك هذه الأكوام لمدة ٢٠-٤٠ يومًا، حيث تتعرض خلالها للتخمير الجزئى، والذى يرفع درجة حرارتها إلى حوالى ٦٥°م، بفعل البكتريا والرطوبة المتبقية فى الحمأة. تساعد هذه الحرارة على قتل ديدان الذباب قبل اكتمال نموها، وكذلك الحد من بويضات الديدان الطفيلية. بعد هذه المدة تكون الحمأة المجففة معدة للاستخدام كسماد طبيعى، يحتوى على مواد عضوية بنسبة ٥٥-٧٥%، ومواد غير عضوية بنسبة ٢٥-٤٥%، وزيوت وشحوم ٥-٢٥%، وبروتين ٥-٢٠%، وفوسفور ٠,٥-١,٥%.

جدول (٢-١): استخدام مياه الصرف الصحى فى الزراعة.

درجة المعالجة	النباتات المسموح بزراعتها	احتياطات بيئية وصحية	طرق الرى المناسبة	أنواع التربة
مياه صرف خام أو معالجة أولية	الأشجار الخشبية	عمل سياج حول للزرعة، عدم لمس المياه، منع دخول الماشية احتياطات منع الإصابة	بالقنوات والخطوط	صحراوية بعيدة عن السكان بمسافة ٥كم.
معالجة ثانوية	النخيل، القطن، الكتان، التيل فواكه قشرية، محاصيل أعلاف والحبوب المجففة، مشاتل زهور.	طهى الطعام، عدم تناولها للماشية المنتجة للألبان أو للحوم	الخطوط، التنقيط	خفيفة ومتوسطة القوام
معالجة متقدمة حيث يستخدم فى الكلور للتطهير	جميع أنواع النباتات والمحاصيل الزراعية		جميع طرق الرى	جميع أنواع التربة