تقنيات مياه الصرف الصحى وإعادة استخدامها للأغراض الزراعية

الأستاذ الدكتور / ممدوح فتحى عبد الصبور

وحدة تلوث المياه والتربة – الطاقة الذرية – مصر

أن شح الموارد المائية العذبة ليست مشكلة محصورة بمنطقة الخليج ولكنها أصبحت مشكلة عالمية سوف تفرض نفسها فى القرن الحادى والعشرين الذى سوف يشهد بروز مشكلة الماء فى دول الشرق الأوسط قاطبة . فالماء بالإضافة إلى أنه ضرورى لدوام الحياة بمختلف صورها ، قال تعالى : " ... وجعلنا من الماء كل شئ حى أفلا يؤمنون " . سورة الأنبياء : ٣٠ ، ولذلك فالماء عنصر مهم فى مجالات التنمية الزراعية والصناعية ، وهو يفوق فى أهميته الاستراتيجية أهمية أى عنصر طبيعى آخر إذ أن وجوده أو عدمه يعنى ببساطة الحياة أو الموت . ومن الحقائق المذهلة إن مياه البحار والمحيطات تشكل ٩٧,٥% من مجموع المياه فوق سطح الأرض ، وأن المياه العذبة تشكل فقط ٢,٥% ، وأن أكثر من نصف كمية المياه العذبة بالقطبين الشمالى والجنوبى ، وبالتالى فإن المستثمر عملياً لكل مظاهر الحياة التى نعرفها أقل من ١% من مجموع المياه المتاحة . والغريب أنه بالرغم من التباين الصارخ ما بين كمية المياه المالحة وكمية المياه العذبة (المتمثلة أساساً فى مياه الأمطار والأنهار والبحيرات وبعض المياه الجوفية) ، ورغم تعاظم أزمة شح المياه العذبة وبلوغها حداً حرجاً فلا يكاد يكون هناك جهد يبذل على وجه الإطلاق من أجل إنجاز علمى تكنولوجى كبير يكفل على صعيد العالم تحلية مياه البحر أو معالجة المياه العادمة وإعادة استخدامها بتكلفة اقتصادية . ومن الغريب أن الإنسان يبحث عن الماء على سطح القمر والكواكب الأخرى ومع ذلك فليس هناك جهد يتناسب مع دلالة هذه الحقائق لزيادة نسبة المياه العذبة على سطح كوكبنا نحن !!.

إن الحاجة ماسة لترشيد استخدام المتاح من المياه مع إعادة استعمال المياه العادمة مثل مياه الصرف الصحى والصناعى . ويتوقف نجاح إعادة استخدام المياه على مجموعة من المعايير والضوابط البيئية والزراعية التى ترتبط بطبيعة هذه المياه والهدف من إعادة استخدامها ، والذى يجب أن يجرى فى إطار يكفل حماية البيئة والأفراد مع الأخذ فى الاعتبار الموقف الاقتصادى ، ولا يخفى علينا أنه يجب متابعة الآثار البيئية لإعادة استخدام هذه المياه على مكونات المنظومة البيئية ؛ وذلك من خلال وضع برامج متكاملة للرصد البيئى للملوثات والآثار الزراعية على الأرض والمحاصيل الناتجة .

لقد ازداد فى السنوات الأخيرة الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحى ؛ وذلك نظراً للزيادة المستمرة فى معدلات استهلاك المياه ، والتى ترتبط بزيادة السكان والتقدم الصناعى وارتفاع مستوى المعيشة والرفاهية وزيادة استخدام المنظفات والمواد الكيميائية المختلفة والتى يصرف أغلبها مع مخلفات الصرف الصحى مما يجعل من المخلفات السائلة مشكلة كبيرة تتفاقم آثارها عاماً بعد آخر ؛ ويؤدى عدم الكفاءة فى إدارة مشاريع معالجة هذه المخلفات إلى العديد من المشكلات سواء نقل الأمراض مثل الكوليرا والتيفود والحميات وتلويث المياه الجوفية والتربة الزراعية بالإضافة إلى تلويث المسطحات المائية مما ينتج عنه من تأثيرات سلبية متعددة على الثروة السمكية والإخلال الخطير بالتوازن البيئى للكائنات الحية (أسماك – حيوانات – طيور ... الخ) .

ولهذا تخلصت معظم دول العالم من الأسلوب القديم الذى كان يتبع فى العصور السابقة بالتخلص من النفايات السائلة فى الأنهار أو البحيرات أو البحار واتجهت إلى التخطيط السليم لإعادة استعمالها بعد معالجتها إلى درجة كافية تحول دون الضرر من استعمالها . وفى الوطن العربى الذى تفتقر معظم أقطاره إلى مصادر مائية ثابتة أصبحت هذه القضية أمراً ملحاً مع الزيادة المستمرة على الطلب على المياه بسبب التطور الزراعى والصناعى والسكان . ويمكن الاستفادة من التقدم فى الكيمياء التحليلية والأجهزة ذات الحساسيات العالية فى القياس ذات الأهمية البالغة فى بحث تلوث المياه والحصر البيئى والرقابة المستديمة ، لأنه من الواضح أن الحاجة لقياس آثار الملوثات مستمرة مثل قياس التركيزات المنخفضة لمركبات الفوسفور والصور المختلفة للمركبات الآزوتية والفلزات بآثار ضئيلة ، ومن المطلوب وسائل تكنولوجية يمكن استعمالها مع المياه المعكرة ذات الملوحة العالية والمتغيرة المحتوية على مواد

كثيرة بتركيزات تزيد كثيراً عما هو موجود فى المحيطات المفتوحة . ويتطلب الأمر إقامة العديد من محطات القياس مثل قياس الأكسجين الذائب والرقم الهيدروجينى والكلوريد والفلوريد والعكارة وحالة الأكسدة والاختزال والإشعاع الشمسى ، ويجب توسيع مجال المراقبة الأوتوماتيه بحيث تشمل الكبريتات والفينولات والحديد والمنجنيز والكالسيوم والمغنسيوم والأيونات الأخرى علاوة على الكربون العضوى بالإضافة لمراقبة الكائنات الدقيقة .

والمراقبة المتواصلة مرتفعة التكاليف نسبياً والأجهزة الحالية تقيس عادة خصائص جودة المياه أكثر من قياسها لملوثات معينة ولهذا فستظل هذه الطرق مكملة فحسب لطرق تحليل العينات فى المعمل ولا تحل محلها. وهناك احتياج عام إلى التوحيد القياسى للطرق الكيميائية للتحليل ويلزم ذلك بذل جهود قوية لتقويم وتحسين طرق التحليل المستخدمة بحيث تكون حساسة وأكثر دقة للوصول إلى طرق نحصل منها على نفس النتائج لمعامل مختلفة وكيميائيين مختلفين .

تتكون المخلفات السائلة من مياه الفضلات البشرية والمياه المستعملة فى الغسيل ومياه المخلفات الصناعية وتتكون هذه المخلفات السائلة من ٩٩,٩% ماء ، ٠,١% من مواد صلبة بعضها ذائب وبعضها معلق كما أن بعضها مواد عضوية والبعض الآخر مواد غير عضوية . وتختلف شبكات معالجة المياه فى مكان ما باختلاف المياه العادمة وبعض العوامل المحلية ولكن الملوثات المطلوب إزالتها عموماً تقع فى أربع مجموعات :

١- مواد صلبة معلقة .
٢- مركبات عضوية ذائبة .
٣- مركبات غير عضوية ذائبة .
٤- مغذيات النبات (الآزوت والفوسفور) .

وطرق المعالجة الحديثة يجب أن تأخذ كذلك فى الاعتبار التخلص النهائى من المواد الملوثة المذابة من المياه علاوة على البكتريا والفيروسات فى المياه الناتجة .

معالجة مياه المجارى :

يجب أن تستخدم طرق رخيصة وفعالة لمعالجة مياه المجارى قبل تصريفها فى المياه المستقبلة لها أو إعادة استخدامها . والغرض من معالجة مياه المجارى هو أساساً الإقلال من كميات المواد الصلبة المعلقة ، والقضاء على البكتيريا الممرضة والمواد المستهلكة للأكسجين

فى المياه العادمة . وبالرغم من تطور تقنيات معاملة المياه العادمة إلا أنه مازالت هناك حاجة ملحة إلى طرق لإزالة كميات أكبر من الملوثات كالمواد غير العضوية الذائبة (مثلاً أملاح المعادن الثقيلة وأملاح الصوديوم والمنجنيز ... الخ) .

وتبدأ معالجة المياه العادمة بإزالة المواد الصلبة الكبيرة والدقيقة والزبد المتجمع ثم ترسيب المواد الصلبة القابلة للترسيب فى هيئة حمأة أولية وتوجه المياه العادمة الرائقة إلى المعالجة الثانوية ، وتقوم الكائنات الدقيقة فى هذه المرحلة بعمليات متحكم فيها للهضم والتحليل تؤدى إلى تكسر المواد العضوية . وفى طريقة الحمأة المنشطة وهى طريقة شائعة الاستخدام فى المعالجة الثانوية حيث يجرى تهوية المياه العادمة لإمداد الكائنات الدقيقة بالأكسجين وتزال المواد الصلبة أو الحمأة المنشطة المتكونة بواسطة الترسيب وتصرف المياه المروقة بعد ذلك إلى مصاريف المياه المستقبلة لإعادة استخدامها ثانياً (انظر الشكل المرفق) .

وتنقسم طرق المعالجة إلى :

أولاً - معالجة أولية :

وذلك باستعمال الحصى للفصل ، التصفية ، الطحن والترسيب ، وهى ما تشمله المرحلة الابتدائية .

١- المصافى Screens : التى تقوم بحجز المواد الطافية كبيرة الحجم حيث يتم التخلص منها بالتجفيف والحرق أو الردم .

٢- أحواض حجز الرمل Grit chambers : الغرض منها ترسيب المواد غير العضوية إلى قاع الأحواض مثل حبيبات التربة والرمال والشوائب والزيوت وتمرر مياه المخلفات السائلة فى أحواض ترسيب رملية بسرعة مناسبة حيث تترسب المواد العالقة أما المواد الذائبة فتظل فى الماء .

شكل توضيحى لعملية معالجة (معالجة أولية وثانوية) مياه المجارى

٣- أحواض الترسيب الابتدائى Primary settling tanks : الغرض من هذه المرحلة تحسين خواص المخلفات السائلة وتهيئتها لمرحلة المعالجة البيولوجية ، ويتم فى أحواض الترسيب الابتدائى ترسيب المواد سواء كانت عضوية أو غير عضوية ونتيجة لذلك تنخفض المواد العالقة بنسبة تصل إلى ٥٥% من التركيز الموجود فى مياه المجارى قبل معالجتها كما ينخفض الأكسجين الحيوى المستهلك بنسبة تصل إلى ٤٠%، ومن أجل ترسيب هذه المواد ، تمرر مياه المخلفات السائلة فى أحواض الترسيب الابتدائى بسرعة ٣٠ سم/دقيقة وبهذا تترسب معظم المواد العضوية العالقة إلى قاع الحوض حيث تزال منه على فترات (مرتين أو أكثر فى اليوم) هذا وقد تستعمل فى بعض الأحيان المواد الكيميائية لزيادة فعالية الترسيب .

ثانياً - المعالجة الثانوية أو المعالجة البيولوجية Biological treatment

تعتمد المعالجة البيولوجية على نشاط البكتريا الهوائية فى وحدات المعالجة البيولوجية التى يتم فيها أكسدة المواد العضوية فى مياه المخلفات ، وتستخدم فى المعالجة البيولوجية أما المرشحات البيولوجية Trickling filters أو أحواض التهوية (عملية الحمأة النشطة Activated sludge) وذلك بعد خروج الماء من أحواض الترسيب الابتدائى .

كما الأكسدة البيولوجية باستخدام وسائل كالمرشح النضافى والحمأة المنشطة المتحكم فيها عمليات الهضم والتحلل التى تحدث فى الطبيعة تعد من أهم أنواع المعالجات الثانوية .

١- المرشحات البيولوجية :

تتكون وحدات المرشحات البيولوجية من أحواض ذات جدران وقاع غير منفذة دائرية أو مربعة الشكل مملوءة بالحصى حيث يتم توزيع مياه المجارى (بعد خروجها من حوض الترسيب الابتدائى) بواسطة مواسير مثقبة تدور بسرعة محددة وأثناء دورانها تندفع المياه من الثقوب وتسقط على سطح المرشحات وتتخلل فجوات الحصى مكونة طبقة شبه هلامية على سطح الحصى حيث تحتوى هذه الطبقة الهلامية على ملايين البكتريا والكائنات الدقيقة التى تقوم بامتصاص الأكسجين (الموجود فى الهواء المتخلل لمسام الحصى) لتؤكسد المواد العضوية وبين فترات وأخرى تفقد المواد الهلامية قدرتها على الالتصاق بحبيبات الحصى وتندفع من

الماء مما يستوجب استعمال أحواض ترسيب ثانوية Secondary settling tanks تلى المرشحات لحجز هذه المواد .

٢- عملية الحمأة المنشطة (أحواض التهوية) :

تعتمد هذه العملية على تنشيط الكائنات الحية الدقيقة ، إذ تتم بتهوية وتقليب المخلفات السائلة بعد مرورها فى أحواض الترسيب الابتدائى وبعد خلطها بنسبة معينة من الحمأة التى سبق تنشيطها ، والتى تحتوى على أعداد كبيرة من البكتيريا والكائنات الدقيقة حيث تنشط وتقوم بأكسدة المواد العضوية كما أن التقليب المستمر يساعد على تخثر المواد العالقة وتجميعها فى كتل كبيرة نسبياً يسهل ترسيبها فى أحواض الترسيب الثانوية التى تتلقى المياه الخارجة من أحواض التهوية. وفى طريقة الحمأة المنشطة يضاف جزء من الحمأة إلى حوض التهوية ويخلط بالمياه العادمة أما الباقى فيجب التخلص منه (من الحقائق الهامة أن تداول الحمأة والتخلص منها يتكلف من ٢٥ إلى ٥٠% من إجمالى رأس المال والمصرفات التشغيلية للعملية بأكملها) . وفى دراسة عن كفاءة الطرق المستخدمة فى معالجة مياه المجارى فى الولايات المتحدة وجد أن طريقة الحمأة النشطة هى الأفضل من حيث الأداء والتكاليف .

٣- الترسيب النهائى Final sedimentation :

وتمثل عملية الترسيب النهائى التى تتم فى أحواض خاصة هى أحواض الترسيب النهائى ، جزء لا يتجزء من عملية المعالجة وخاصة المعالجة بالحمأة المنشطة ، وذلك لأن الماء بعد خروجه من أحواض التهوية يحتوى على تراكيزات مرتفعة من المواد العالقة التى يجب ترسيبها لتخرج مياه المخلفات السائلة بعد ذلك وقد تخلصت من أكبر نسبة من العكارة والمواد العضوية فيها . كما أن المواد العالقة التى تترسب فى أحواض الترسيب النهائى تحتوى على العديد من الكائنات الحية الدقيقة التى تقوم بعملية الأكسدة لذا تستعمل هذه المواد المترسبة فى أحواض الترسيب النهائى كحمأة منشطة ويعاد قسم منها إلى أحواض التهوية . وتقوم جامعة قناة السويس بالتعاون مع جامعة بورتسموث بإنجلترا بتطبيق تقنية بسيطة ورخيصة لمعالجة مياه الصرف الصحى بيولوجيا دون إضافة كيماويات تلوث البيئة وهذه الطريقة تخلص المياه من الملوثات وذلك بإمرار هذه المياه فى أحواض زلطية مزروعة بنباتات

البوص Common أو البردى أو الحلفا مما يجعل هذه التقنية ليست فقط نظيفة ولكن منتجة حيث أن الأرض المستعملة للتقنية يتم أيضاً استغلالها فى إنتاج نباتات ذات قيمة اقتصادية معقولة ، كما أن هذه التقنية تتميز بكونها بسيطة وغير معقدة لا تستهلك طاقة ولا يستخدم فيها آلات تحتاج لصيانة مكلفة كما هو متبع فى التقنيات التقليدية وفيما يلى شرح تفصيلى لهذا النظام .

يعتمد هذا النظام على إمرار من تيار مياه الصرف الصحى فى أحواض مبطنة بغشاء غير منفذ ومملوء بالزلط ومزروعة بأنواع من نبات البوص أو البردى وغيرها وتوفر هذه البيئة الظروف المناسبة للكائنات الدقيقة لكى تتمركز حول جذور النباتات وتبدأ فى تكسير المواد العضوية والملوثات المختلفة أثناء مرور مياه الصرف من خلال جذور هذه النباتات ويتراوح أطوال الأحواض من ٥٠ إلى ١٠٠ متر بعرض ٢ متر وعمق ٣٠-٦٠ سم وبدرجة ميل ١/٥٠ أو ١/١٠٠ وهى مملوءة بالحصى (نوعيات مختلفة مثل الزلط والبازلت والحجر الجيرى) ذات الأحجام المختلفة التى تتراوح بين ١٠-٢٠ مللى فيما عدا بوابات الأحواض حيث ملئت بأحجام أكبر من ٨٠-١٠٠ مللى لمسافة ٢م طول . وما زالت هذه الدراسة منذ عام ١٩٨٨ وحتى الآن مستمرة لدراسة الآتى :

أولاً - نمو وكفاءة النباتات :

ركزت الدراسة على نباتات البوص وعلف الفيل والبردى فى مرحلة المعالجة ، وقد أظهرت النباتات قدرة على النمو حيث تصل أطوال النباتات من ٣-٥ متر . وكانت معدلات الحشر مرة كل ثلاث شهور فى الصيف ومرة كل أربعة شهور فى الشتاء .

ثانياً - المعالجـــة :

يتم ضخ الماء إلى الأحواض بمعدل ٢٠ لتر/دقيقة وتستمر لفترة مرور ١٦ ساعة يومياً يعقبها فترة ٨ ساعات توقف ، وأظهرت النتائج قدرة هذه الطريقة على التخلص من المواد الصلبة العالقة بكفاءة تصل إلى ٧٩,٢% ، والأكسجين الحيوى المستخدم فى تكسير المواد العضوية اختزل خلال هذه المرحلة بنسبة ٩٧,٢% ، والأمونيا الذائبة بنسبة ٨٥% وبكتريا القولون بنسبة ٩٧,١% فى حين أن تركيز الأكسجين ارتفع بنسبة ٩٧,٧% كما تمثل

الأحواض بيئة جديدة ومتوازنة تضمن نشاط بكتيرى قادر على تحويل الأمونيا إلى نيترات وكذلك نشاط بكتيرى قادر عل انطلاق النيتروجين بشكل متكامل ومتوافق مع التحكم فى تصميم الحوض وطوله وزراعة نباتات متنوعة. فإذا كان الماء الناتج من الأحواض سيتم صرفه على مسطح مائى للتخلص منه وجب التخلص من النيتروجين الموجود به ، ويتم ذلك عن طريق توفير ظروف تكفل نشاط بكتريا انطلاق النيتروجين Denitrifying bacteria ويكون ذلك باختيار حبيبات من الزلط أصغر من المستخدمة حالياً وخصوصاً فى منتصف الحوض بحيث تزداد فترة بقاء الماء فى الأحواض مما يترتب عليه ارتفاع معدل التخلص من النيتروجين. أما إذا كان الماء الناتج من الأحواض سوف يتم استخدامه فى الزراعة مباشرة فيمكن استعمال نوعية حصى ذات أحجام كبيرة مما يسمح بخروج الماء بنسب عالية من النيترات والأمونيا . ويجرى تجربة هذه التقنية على العديد من المدن مثل مدينة العاشر من رمضان . كما تجرى الدراسات أيضاً على اختبار وعزل سلالات ميكروبية قادرة على تكسير الملوثات العضوية وذلك باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية .

جدول (١) : أداء وتكاليف وكفاءة طرق معالجة مياه المجارى
(التركيز % من المياه قبل المعالجة)

	الكفاءة فى الازالة	
	أولية	أولية + ثانوية
الأكسجين البيوكيميائى المستهلك	٣٥%	٩٠%
الأكسجين الكيميائى المستهلك	٣٠%	٨٠%
المواد العضوية غير القابلة للانصهار	٢٠%	٦٠%
المواد الصلبة المعلقة	٦٠%	٩٠%
إجمالى الآزوت	٢٠%	٥٠%
إجمالى الفوسفور	١٠%	٣٠%
المواد المعدنية الذائبة	-	٥%
التكلفة للألف جالون	٣-٤ سنتات	٥-١٠ سنتات
التكلفة للألف جالون مخلفات صناعية	٢-٥ سنتات	٤-٢٥ سنتات

والطرق الشائعة لمعالجة مياه المجارى والتخلص منها :

١- التركيز :

أ- المروق المغلظ ب- التركيز المنفصل

ج- التركيز بالسقوط بالجاذبية د- الطفو

٢- الهضم :

أ- البكتيريا الهوائية (التى تستخدم الأكسجين الحر) .

ب- البكتيريا غير الهوائية (التى تستخدم الأكسجين الموجود فى المركبات الكيماوية) .

٣-إزالة المياه :

أ- مهاد التجفيف ب- البرك

ج- الترشيح فى جو مخلخل د- الطرد المركزى

٤- التجفيف الساخن والحريق :

أ- التجفيف الساخن ب- الترميد ج- المجامر المتعددة

د- المواد الصلبة المميزة هـ- الأكسدة الرطبة

٥-التخلص من الحمأة :

أ- الحفرات الأرضية ب- استصلاح التربة ج- الإلقاء فى البحر

أولاً- التركيز :

تعتمد كفاءة طريقة الحمأة المنشطة على التجمع الطبيعى للكائنات الدقيقة وتركيزها ثم فصلها فى عمليات المعالجة . ووجد أن تكوين بلمرات طبيعية بواسطة البكتريا ، وهى أهم النباتات للتفاعلات الطبيعية . ولوحظ أن المبلمرات الطبيعية أكثر مقاومة للتشتت وبالتالى أكثر كفاءة من مبلمرات عضوية مخلقة والمستخدمة فى معالجة الحمأة. وفى السنوات الأخيرة انتشر استخدام مبلمرات عضوية (غالباً مجموعة بولى الكتروليتية) بدلاً من المركبات المعدنية التى كانت تستخدم فى عمليات تخثير الحمأة مثل الجير وأملاح الحديد والألمونيوم ، وفى

الغالب يتم فصل المواد الصلبة والسوائل فى المياه المعالجة بالترسيب فى أحواض الترسيب والتغليظ كما تستخدم وسائل الطفو وفيها تطفو المواد الصلبة على سطح السائل باستخدام فقاقيع صغيرة فى الهواء .

ثانياً- الهضـــم :

يقلل من حجم الحمأة ويحلل المواد العضوية الصلبة إلى صور أكثر استقراراً وفى هذه العملية تتكون كميات كبيرة من الميثان وثانى أكسيد الكربون مع كميات قليلة من غازى الحرق كالأمونيا وكبريتيد الهيدروجين . ويحرق الميثان عادة لتوليد الحرارة والقدرة فى محطة المعالجة . ومنذ عام ١٩٦٦ تقوم منشأة أورانج الصحية بكاليفورنيا بحرق الغاز المتولد فى عمليات الهضم فى تروبينات غازية يمكن أيضاً كذلك بالغاز الطبيعى ، وهى ثانى محطة من هذا النوع فى العالم وتوجد الأخرى فى إنجلترا منذ عام ١٩٥٩ ، ويتكون الغاز الناتج من عمليات الهضم فى محطة أورانج من حوالى ٦٥% ميثان ٣٤% ثانى أكسيد الكربون ، وهذا الغاز يضغط ويخزن لتغذية التوربين به حسب الحاجة لطاقة قدرها ١٠٠٠ كيلووات . ومن الطريف أن عادم التوربين يستخدم مرة أخرى فى توليد بخار الماء ، والذى يستخدم بدورة فى إدارة مولد قدرته ٣٠٠ كيلووات . وهضم الحمأة بالبكتيريا بمعزل عن الهواء وهو أرخص أساليب المعالجة ثم تفصل الحمأة المهضومة فى مهادن الرمال مع التخلص من المواد الصلبة المرسبة ، واستخدامها فى استصلاح التربة . ولم تتغير أسس تصميم الهضم نفسها خلال الثلاثين سنة الماضية ، وربما كان التقدم الوحيد هو التحكم فى عمليات الخلط ، وتوحى البحوث أن كفاءة الهضم يمكن تحسينها بالتخلص من المواد الصلبة فى المياه ، وإعادتها لوعاء الهضم مرة أخرى .

ثالثاً _ إزالة المياه :

من الوسائل الشائعة المستخدمة حالياً لتخليص الحمأة من المياه لتحويلها من حالة مائعة إلى غير مائعة ، وتجفيفها فوق مهاد من الرمال (هناك طرق ميكانيكية كالترشيح فى جو مخلخل والطرد المركزى المشبوع بالترميد) ، ودرست عدة طرق أخرى غير مألوفة لتحسين خصائص فصل المياه عن الحمأة ، ومنها طرق التجميد ثم التسييح والمعالجة الحرارية

والتعريض لأشعة جاما والاستخلاص بالمذيبات والمعالجة الكهربية والمعالجة فوق السمعية ، ولكن نفقات التشغيل تبدو غير عملية وعالية (لمزيد من التفاصيل تقرير الجمعية الكيماوية الأمريكية عن مكافحة تلوث البيئة ١٩٧٢) . وتستخدم المجتمعات الصغيرة اليوم الحمأة المهضومة دون تعقيم أو إزالة المياه منها وتضيفها إلى التربة ولكن يمكن أن يؤدى ذلك لمخاطر صحية كبيرة .

رابعاً - التجفيف والحرق :

تستخدم للإقلال من حجم الحمأة وتعقيم المواد الصلبة العضوية والإقبال عليها يتزايد كلما ازدادت كلفة الطرق الأخرى ، ووسيلة الحريق التى تستعمل على أوسع نطاق هى طريقة الفرن متعدد المحارق ، ومن عيوب هذه الطريقة مشاكل تلوث الهواء ، وحتى يمكن حلها لابد من التصميم الجيد والتشغيل السليم .

خامسا - التخلص النهائى :

أرخص الطرق للتخلص من حمأة المجارى هو إلقاء الحمأة السائل فوق الأرض أو فى البحيرات أو فى المحيط ، ويتطلب استخدام هذه الطريقة عادة هضم الحمأة لتجنب مشكلات الروائح الكريهة وتلوث المياه وتنشر مياه الحمأة عادة فوق الأرض وبالأخص فى المحطات الصغيرة ، وتحتوى الحمأة على مواد مغذية قيمة ، ويمكن استخدامها فى التسميد أو فى تحسين خواص التربة وزيادة رقعة الأرض الزراعية . ويعتمد تقويم الوسائل المختلفة على الإجابات عن بعض الأسئلة مثل : قيمة الحمأة السائلة أو المجففة كسماد أو لاستصلاح التربة واقتصاديات نقلها أو التخلص منها .

ومعظم الطرق الشائعة توظف أساليب الهضم البيولوجى والتحلل فى معالجة المياه كما اهتمت البحوث بتحسين التصميمات للمهويات السطحية وزيادة كفاءة إدخال الهواء فى برك الأكسدة فى طريقة الحمأة المنشطة . وأدى استخدام أشكال من اللدائن (كلوريد البوليفينيل) بدلاً من الصخور فى مهاد المرشحات النفاضة إلى مضاعفة المساحة النوعية السطحية التى تحدث عليها العمليات البيولوجية ، ويبين الجدول الآتى تركيب مياه المجارى بعد المعالجة .

جدول (٢) : متوسط تركيب مياه المجارى بعد المعالجة الثانوية

المكـــون	التركيز مجم/ لتر	المكـــون	التركيز مجم/ لتر
إجمالى المواد العضوية	٥٥	نيتريت	١
الأكسجين البيوكيميائى المستهلك	٢٥	بيكربونات	٣٠٠
صوديوم	١٣٥	كبريتات	١٠٠
بوتاسيوم	١٥	سيلكا	٥٠
أمونيوم	٢٠	فوسفات	٢٥
كالسيوم	٦٠	كربونات كالسيوم	٢٧٠
مغنسيوم	٢٥	كربونات كالسيوم قلوية	٢٥٠
كلوريد	١٣٠	مواد صلبة ذائبة	٧٣٠
نترات	١٥		