الفصل الخامس

معالجة مياه الصرف

obeikandl.com

obeikandl.com

قبل نهاية القرن التاسع عشر كان يتم التخلص من مياه الصرف بوجه عام فى بناء بسيط جدا يشبه بشكل محدود الآبار المستخدمة حاليا فى المناطق المحرومة من شبكات مياه الصرف الصحي. ويعتمد على التحلل التدريجى للمخلفات وتسرب الجزء السائل منها إلى المياه الجوفية، وفى حالات كثيرة أخرى حيث الآبار غير متاحة كان يتم نقل مخلفات الصرف الصحى خارج البلدة واستخدامها فى تسميد حقول المجتمعات الزراعة المحيطة.

ومع مرور الوقت ودخول التطور والنمو الاقتصادى والصناعى المجتمعات الغربية ازدادت الحاجة إلى وجود شبكات للصرف الصحى تغطى المدن والقرى، وبحلول عام ١٨٥٠، قام البارون "هوسمان" بإنشاء أول شبكة صرف صحى فى العالم فى مدينة باريس بفرنسا، وفى عام ١٨٧٨ أنشئت فى نفس المدينة أول شبكة ثنائية للمياه وتشمل توزيع المياه الصالحة للشرب فى شبكة منفصلة عن الغير صالحة للشرب (الصرف الصحي)، وفى باريس أيضا عام ١٩٠٧ ظهرت دورات المياه لأول مرة ليخرج منها الماء من خلال شبكة صرف تصب جميعها فى نهر السين.

وكانت شبكات الصرف فى هذا الوقت لا تتعدى مرور مياه الصرف الغير معالجة فى قنوات تحت الأرض والذى أدى حتما لحدوث تلوث لمعظم الممرات المائية الأوربية، وفقط ومنذ الخمسينيات ولحدوث الانتعاش الصناعى ما بعد

الحرب العالمية الثانية بدأت مشكلة مياه المخلفات الصناعية تصبح قضية رئيسية فى أجندة معظم الدول المتقدمة، ومع بداية الستينات من القرن الماضى بدأت مشكلة مياه الصرف تأخذ بعدا أكبر وعلى إثر ذلك أنشئت العديد والعديد من محطات معالجة مياه الصرف لمواجهة الخطر البيئى الكبير الناتج عن قذف الكميات الهائلة من المخلفات فى المجارى المائية وغيرها.

وهنا تجدر الإشارة إلى أن الموقف من حل مشكلة التلوث يجب أن لا يظل مرتبطا فقط بكمية ودرجة سمية الملوث، فمحطات الصرف الصحى فى العصر الحديث تتعامل مع مخاليط من مياه الصرف سواء المنزلى أو الصناعى، كما أن إنتاج مواد ذات قيمة تجارية ليس هدف عملية معالجة مياه الصرف ولكن العملية كما هى وبوضوح استخدام أعداد هائلة بالبلايين من الميكروبات المختلفة كمحولات حيوية للملوثات من الصورة السامة إلى الصورة الغير سامة أو الأقل سمية. ونتيجة لتطور صناعات التطهير البيئى تطورت معها خبرات متعددة فى مجالات الطبيعة والكيمياء والبيولوجيا والوراثة والتكنولوجيا الحيوية وغيرها.

وتشكل المخلفات البشرية السائلة مصدرا هاما من مصادر التلوث للمياه، حيث غالبا ما تقذف هذه الكميات فى المسطحات المائية دون أى معالجة مسبقة وذلك نظرا لزيادة معدلات استهلاك المياه ونظرا لما تحمله هذه المخلفات البشرية من مركبات عضوية وكيميائية (كما ذكرنا سابقا)، فقد يصل حجم هذه المياه فى بعض المدن إلى ٦٠٠ لتر للشخص الواحد فى اليوم، مما يؤدى إلى تراكم حوالى ٥٠ كيلوجرام من المواد الصلبة لكل شخص فى العام الواحد، وفى دول أوربا المتقدمة تبلغ كمية المياه التى يستخدمها الفرد يوميا حوالى ٢٥ لترا أى بالنسبة لمدينة يقطنها حوالى ٣٠٠ ألف شخص يصبح المعدل أكثر من متر مكعب واحد من المياه الملوثة فى الثانية الواحدة.

ومن الدراسات الإحصائية العديدة وجد أن كمية البول والبراز الذى تنتجه

البشرية سنويا يقدر بما قيمته ٥١٧٦ بليون طن باعتبار أن متوسط إنتاج الفرد من البول ١٢٠٠ جرام ومن البراز ٣٠٠ جرام يوميا. هذه الكمية من الفضلات تحتوى على آلاف المركبات يقع على كاهل منظفات البيئة هدمها وتحويلها إلى ثانى أكسيد الكربون وماء وأول أكسيد الكربون ونيتروجين وهيدروجين وميثان ونشادر وبعض العناصر المعدنية وغيرها. على أن يتم هذا فى خلال نفس السنة وإلا تراكمت هذه الفضلات فى البيئة وسببت مشاكل بيئية وصحية فى منتهى الخطورة على الإنسان .

مراحل معالجة مياه الصرف:

تتضمن معالجة مياه الصرف الصحى مجموعة من العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التى يتم بها إزالة المواد الصلبة والسائلة والكائنات الحية الدقيقة أو تقليلها إلى درجة مسموح بها، وقد تتضمن هذه العملية إزالة بعض العناصر الضارة ذات التركيزات العالية مثل الفوسفات والنيتروجين فى تلك المياه. ومعالجة مياه الصرف عامة تتم فى عدة مراحل يتم فيها توظيف عمليات المعالجة البيولوجية والكيمائية والفيزيائية بالتتابع الآتي:

١- المعالجة التمهيدية:

تستخدم فى هذه المرحلة وسائل لفصل وتقطيع الأجزاء الكبيرة الموجودة فى المياه لحماية أجهزة المحطة ومنع انسداد الأنابيب، وتتكون هذه الوسائل من منخل متسع الفتحات وأجهزة تفتيت كما قد تحتوى هذه المرحلة أحيانا على أحواض أولية للتهوية، ومن خلال هذه العملية فإنه يمكن إزالة ٥- ١٠٪ من المواد العضوية القابلة للتحلل إضافة إلى ٢-٢٠ ٪ من المواد العالقة، ولا تعد هذه النسب من الإزالة كافية لإعادة استعمال المياه المعالجة فى أى نشاط.

٢- المعالجة الأولية:

الغرض من هذه المعالجة إزالة المواد العضوية والمواد الصلبة غير العضوية القابلة

للفصل من خلال عملية الترسيب. ويمكن فى هذه المرحلة إزالة ٣٥ – ٥٠ ٪ من المواد العضوية القابلة للتحلل إضافة إلى ٥٠ –٧٠ ٪ من المواد العالقة وحتى هذه الدرجة من المعالجة فإن الماء لا يزال غير صالح للاستعمال، وتحتوى الوحدة الخاصة بالمعالجة الأولية على أحواض للترسيب، بالإضافة إلى المرافق الموجودة فى وحدة المعالجة التمهيدية، وربما تحتوى أيضا على وحدات تغذية لبعض المواد الكيميائية إضافة إلى أجهزة لخلط تلك المواد مع المياه.

٣- المعالجة الثانوية:

هذه المرحلة من المعالجة عبارة عن تحويل بيولوجى للمواد العضوية إلى كتل حيوية تزال فيما بعد عن طريق الترسيب فى حوض الترسيب الثانوي.

٤- المعالجة المتقدمة:

يتم تطبيق هذه المرحلة عندما تكون هناك حاجة إلى ماء نقى بدرجة عالية وتحتوى هذه المرحلة على عمليات مختلفة لإزالة الملوثات التى لا يمكن إزالتها بالطرق التقليدية سابقة الذكر، ومن هذه الملوثات، النتروجين والفوسفات والمواد العضوية والمواد العالقة الصلبة الزائدة إضافة إلى المواد التى يصعب تحللها بسهولة والمواد السامة وتشمل هذه العمليات ما يلي:

١ـ *الترسيب والتخثر الكيميائي*: التخثر الكيميائى عبارة عن إضافة مواد كيميائية تساعد على إحداث تغير فيزيوكيميائى للجسيمات ينتج عنه تلاصقها مع بعضها وبالتالى تجمعها، ومن ثم ترسيبها فى أحواض الترسيب نظرا لزيادة حجمها. وتستخدم عدة مخثرات كيميائية من أهمها مركبات الحديد والألمونيوم والكالسيوم.

٢ـ *الترشيح الرملي*: وهو عبارة عن عملية تسمح بنفاد الماء خلال وسط رملى بسماكة لا تقل عن ٥٠ سم ويتم من خلال هذه العملية إزالة معظم الجسيمات العالقة والتى لم يتم ترسيبها فى أحواض الترسيب نظرا لصغر حجمها إضافة

إلى إزالة المواد الصلبة المتبقية بعد عملية التخثر الكيميائى، كما أن هذه العملية ضرورية لتنقية المياه قبل معالجتها فى عمليات لاحقة مثل الامتصاص الكربونى والتبادل الأيونى والتناضخ العكسي.

٣ـ *الامتصاص الكربونى*: ويتم فى هذه العملية استخدام كربون منشط لإزالة المواد العضوية المذابة حيث يتم تمرير المياه من خلال خزانات تحتوى على الوسط الكربونى ويتم من خلال الكربون المنشط امتصاص المواد العضوية المذابة الموجودة فى مياه الفضلات. وبعد تشبع الوسط الكربونى يتم إعادة تنشيطه بواسطة الحرق أو استخدام مواد كيميائية.

٤ـ *التبادل الأيونى*: ومن خلال هذه العملية يتم إحلال أيونات معينة فى الماء من مادة تبادل غير قابلة للذوبان بأيونات أخرى. وعملية التبادل الأيونى مشابهة لعملية الامتصاص الكربونى إلا أن الأولى تستعمل لأغراض إزالة المواد غير العضوية.

٥ـ *النضخ العكسى*: يتم فى هذه العملية ضخ الماء تحت ضغط عال من خلال غشاء رقيق ذو فتحات صغيرة جدا يسمح بمرور جزيئات الماء فقط ويمنع مرور جزيئات الأملاح.

٦ـ *عملية التطهير بالكلور*: تتم عملية التطهير من خلال حقن محلول الكلور إلى حوض التطهير حيث تتراوح الجرعة ما بين ٥ –١٠ مليجرام للتر الواحد وعادة ما تكون فترة التطهير لمدة ١٥ دقيقة كحد أدنى فى حالة عدم استخدامها وفى حالات استخدام المياه فى الأغراض الزراعية فإن مدة التطهير تصل إلى ١٢٠ دقيقة.

تقييم كفاءة المعالجة الحيوية لمياه الصرف :

من المتعارف عليه بين العاملين فى مجال متابعة عمليات معالجة وتنقية المياه أنه يصعب تواجد مركب أو عنصر واحد يمكن قياسه ليكون دليلا على مدى كفاءة

عملية المعالجة، لذا فإن القيم الآتية مجتمعة تستخدم بصفة رئيسية للحكم على جودة المياه المعالجة:

١ـ الأكسجين البيوكيمائي: وهو مقياس لكمية الأكسجين المستخدم فى عملية الأكسدة البيوكيميائية للمواد الهيدروكربونية النتروجينية فى وقت ودرجة حرارة وظروف محددة. فيستلزم لإجراء هذا الاختبار خمسة أيام على درجة حرارة ٢٠°م. ويعتبر انخفاض القيم الناتجة عن هذا الاختبار دليلا على نجاح عملية المعالجة.

٢ـ الأكسجين الكيميائي: وهو عبارة عن مقياس لكمية الأكسجين المستخدم فى أكسدة المركبات العضوية التى تكون الجزء الأكبر فى مياه الصرف فى وقت محدد ودرجة حرارة محددة وفى ظروف محددة. فهو يحدد كمية الأكسجين الكيميائى المضاف لمحطات المعالجة لزيادة فاعلية عملية الأكسدة.

٣ـ كمية عناصر النتروجين: ضبط كفاءة عملية معالجة مياه الصرف يتوقف أيضا على قدرة الميكروبات الفاعلة على إزالة الحمل النتروجينى من مياه الصرف. وتتم إزالة النتروجين فى مياه الصرف عموما من خلال عمليتين حيويتين رئيسيتين، الأولى تسمى بعملية النيترة ويتم فيها أكسدة الأمونيا إلى نترات مرورا بالنتريت بواسطة البكتيريا الهوائية المؤكسدة للأمونيا، والعملية البيولوجية الثانية تسمى بالدنترة والتى تتحول فيها النترات إلى غاز النتروجين الذى يتطاير فى الجو أو أكسيد النتروز. وتتم هذه العملية بالبكتيريا اللاهوائية وبعض الميكروبات الأخرى الهوائية اختياريا.

٤ـ إزالة الفوسفات: يعتبر أيضا أحد مقاييس كفاءة عملية التنقية لمياه الصرف. ويمكن إزالة الفوسفات إما كيمائيا بترسيبه بإضافة بعض الكيماويات المرسبة له مثل الألومنيوم والحديد. كما يمكن أن يتم إزالة الفوسفات بيولوجيا عن طريق بعض الإنزيمات التى تفرزها بعض الأنواع من البكتيريا أو البكتيريا

ذاتها والتى لها القدرة على تحويل الفوسفات من الصورة ميتا إلى الصورة أرثو والتى يمكن بعد ذلك ترسيبها بإضافة مادة سلفات الألومنيوم.

طرق معالجة مياه الصرف بيولوجيا

١. معالجة مياه الصرف بالفلترة :

تعتبر هذه الطريقة إحدى أقدم الوسائل التى استخدمت لمعالجة مياه الصرف وبدأت أول ما بدأت فى بدايات عام ١٨٩٣ فى إنجلترا بواسطة العالم كوربت. وفى هذا النظام من المعالجة تندفع مياه الصرف فى مواسير تنتهى بفلتر حيث يصب الماء على أحواض مملوءة بالصخور. تتميز هذه الصخور بأنها بيئة مناسبة لمعيشة عدد هائل من الكائنات الحية الدقيقة من بكتيريا وفطريات وطحالب وغيرها. ونتيجة لغنى مياه الصرف بالمواد والمركبات العضوية والأكسجين اللازمين لتقوم هذه الكائنات الحية الدقيقة بوظائفها الحيوية، فإن هذه الميكروبات تجد الوسط المناسب لتنمو وتتكاثر وبالتالى ترتفع كفاءة عملية المعالجة.

وأهم ما يميز هذا الأسلوب أنه يحتاج لمساحات صغيرة لذلك فهو مناسب للمجتمعات الصغيرة والمجتمعات المتوسطة. كما أنه مؤثر فى معالجة مياه الصرف ذات الحمل العضوى العالي. بالإضافة إلى قدرته على التعامل مع الأحمال العالية والصدمات. كذلك فإن احتياجاته للطاقة منخفضة ولا يحتاج إلى خبرات فنية عالية.

ويتحدد قطر المواسير المستخدمة فى نقل المياه الملوثة على كمية ومستوى المياه الملوثة المراد علاجها، كما أن الصخور التى تملأ بها الأحواض نوعان إما أن تكون طبيعية مثل بقايا صناعة الفحم أو خبث الحديد والتى تعطى مساحة سطح معرضة من ٩٠-١٠٠ م٢/ م٣ أى فى المتوسط من ٤-٥سم. هذه الخصائص والمواصفات توفر حجم مسام يتخلل خلالها الهواء بين الصخور يصل إلى ٥٠٪ أو صخور صناعية والتى تصل مساحة السطح المعرض بها إلى ٢٥٠م٢/ م٣ وتعطى حجم مسام

يصل فى بعض الأحيان إلى ٩٠٪ وهذا النوع هو الأنسب فى عمليات المعالجة خاصة عندما يكون هناك كمية كبيرة من مياه الصرف الصحى يراد معالجتها، كما أن الانتقال من الاعتماد على الميكروبات الموجودة بصفة طبيعية بمياه الصرف إلى الميكروبات المهندسة وراثيا بلا شك سيرفع كفاءة عمليات المعالجة إلى حد كبير وفعال.

ونظرا لضعف عمليات التهوية داخل الأحواض واعتمادها على المسام والفتحات الموجودة طبيعيا بين الصخور فإن إزالة النترات والفوسفات بهذه الطريقة كان ضعيفا وللتغلب على هذه التحديدات قام العالمان لوكيت وأكدرن فى عام ١٩١٣ بإدخال بعض التعديلات على شكل نظام المعالجة وذلك بإلحاق وحدة ضخ هواء من الخارج متصلة بالمحطة.

٢- معالجة مياه الصرف فى البرك البيولوجية :

استعملت طريقة البرك البيولوجية كطريقة لمعالجة المياه الملوثة منذ قرون عديدة وقد بدأ تصميمها والاعتناء بها فى العشرينات من القرن الماضي. وبحلول عام ١٩٥٠ أصبح استعمال البرك البيولوجية معترفا به كطريقة معتبرة لمعالجة مياه الصرف الملوثة خاصة وأنها اقتصادية وغير مكلفة للبلديات والمجتمعات الصناعية الصغيرة والمدن الكبيرة أيضا. وابتداء من عام ١٩٨٠ تم حصر عدد البرك البيولوجية المستخدمة فى الولايات المتحدة الأمريكية وحدها ووجد أنها تقارب أو تزيد عن ٧،٠٠٠ بركة بيولوجية. ودرجة المعالجة فى هذه البرك تعتمد على نوع وعدد البرك المستعملة. ويمكن استخدام البرك كنظام وحيد للمعالجة أو متداخلا مع أنظمة أخرى. كما يمكن تصنيف البرك البيولوجية استنادا على موقعها فى عملية معالجة المياه الملوثة ونوع الملوثات إلى:

- برك الترسيب: هذا النوع يعتبر الأكثر شيوعا من بين أنواع البرك الأخرى وهى تستقبل مياه الصرف التى لم تتلق أى نوع سابق من المعالجة. والعمق

obeikandl.com

الطبيعى لهذه البرك يتراوح بين ٣ – ٥ أقدام. ونوعية وجودة عملية المعالجة تعتمد على وقت العام، ففى شهور الصيف نجد ارتفاع كفاءة إزالة الأكسجين البيوكيميائى المحتاج لكن نجد أيضا أن معدلات إزالة المواد الصلبة العالقة تكون منخفضة والعكس يحدث فى فصل الشتاء.

- برك الأكسدة: ويستقبل هذا النوع من البرك المياه الخارجة من برك الترسيب أو أى أحواض ترسيب أخرى. ويتم عادة فى برك الأكسدة الجزء الأكبر من عملية المعالجة البيولوجية وتخفيض الحمل الميكروبى الممرض، كما أن طريقة تصميمها لا تختلف كثيرا عن برك الترسيب.

- برك التلميع: ويتراوح عمق هذه البرك عادة من ٥–١٠ أقدام وتستقبل هذه البرك المياه المتدفقة من برك الأكسدة أو من أى أنظمة أخرى للمعالجة الثانوية وفيها يتم إزالة المواد العضوية والمواد الصلبة العالقة وجزء كبير من الحمل الميكروبى الممرض.

- البرك الهوائية: تتميز هذه البرك بوجود وفرة من الأكسجين على مدار الساعة وذلك لزوم النشاط الحيوى اللازم لهدم الملوثات وقد يضاف الأكسجين إليها من خلال مضخات هواء ميكانيكية وذلك فى حالة ما إذا زادت كميات مياه الصرف المطلوب معالجتها عن الحد الذى لا يكفى فيه الأكسجين الطبيعى فى البركة لكى تقوم الميكروبات بوظائفها فى تحليل المركبات والمواد السامة. وتستقبل هذه البرك مياه الصرف المعالجة والخارج من البرك الاختيارية ليمكث بها مدة تتراوح بين ٥ – ١٠ أيام بغية تحسين النوع وتلافى المخاطر. وعادة تصمم هذه البرك بعمق لا يتجاوز المتر الواحد. أما الحمأة المتجمعة فى هذه البرك الهوائية إما أن تسحب لحوض تبخير أو يتم استخدامها للأغراض الزراعية أو تستغل لتربية الأسماك والطيور ويتم تفتيت المواد العضوية فى هذه البرك بالكائنات الحية الدقيقة الهوائية.

- البرك اللاهوائية: تستعمل هذه البرك عادة لمعالجة نفايات المخلفات الصناعية وتتم عملية المعالجة تحت الظروف اللاهوائية أى غياب كامل للأكسجين. وتستقبل البرك اللاهوائية الفضلات السائلة والحمأة التى بها حمل عضوى عالى وهذا يعنى أن الحمأة الداخلة إلى البركة اللاهوائية لم تتلق معالجة مسبقة بالترسيب الابتدائى وتساعد هذه البرك على ترسيب المواد الصلبة كما وتقوم بمعالجة جزيئه للحمأة ثم يؤخذ التصريف الخارج من البركة اللاهوائية إلى بركة أخرى اختيارية وعادة يتراوح عمق هذه الأنواع من البرك بين ٢ إلى ٣ متر وتمكث فيها الحمأة لمدة تتراوح بين ٥ إلى ١٠ أيام تتم فيها معالجتها بالكائنات الحية اللاهوائية (أى تلك التى لا تحتاج إلى الأكسجين المذاب للتكاثر والنشاط الحيوي).
- البرك اختيارية التهوية: وهذا النوع هو الأكثر شيوعا من بين أنواع البرك الأخرى، حيث يكون الأكسجين موجود فى الأجزاء العليا للبركة، وبالتالى تتوافر الظروف الملائمة لحدوث العمليات الهوائية التى تحتاج فيها الميكروبات إلى أكسجين ثم تقل كميته بالتدريج كلما تعمقنا فى مستويات أدنى من البركة إلى أن ينعدم ويعطى الظروف اللاهوائية قرب القاع بقليل. وتتم فى البرك الاختيارية العديد من العمليات الحيوية والكيميائية والطبيعية. ومفتاح تشغيل هذه البرك هو التوازن بين البناء الضوئى وعمليات التحلل البيولوجى الهوائية. وتستقبل هذه البرك الحمأة من المجارى أو من تصريف البرك اللاهوائية وتمكث فيها الحمأة لمدة تزيد عن
- ١٠ أيام ويتراوح عمق البركة الاختيارية بين ١ – ١.٥ متر.

مميزات البرك البيولوجية :

- التكاليف الأولية لإنشائها أقل من تلك اللازمة لإنشاء محطة تستخدم نظام آلى.

obeikandl.com

- تكاليف تشغيلها وصيانتها منخفضة ويمكن أيضا تنظيم التصريف الخارج من البركة ومواكبته للتشريعات فى الأوقات الحرجة من العام.
- نظام المعالجة لا يتأثر كثيرا بتصميم شبكة المجارى و يسهل تشغيله.

عيوب البرك البيولوجية :

- الحاجة لمساحة أرض كبيرة لإنشاء وتشييد البركة.
- التحلل الحيوى الغير جيد لبعض المخلفات الصناعية مثل تلك الناتجة من صناعة الألبان والقشدة والزبد.
- الازدياد فى الرقعة الصناعية والعمران والصناعة ربما وصل إلى موقع البركة، حينها تبرز مشاكل الرائحة التى تنجم من جراء زيادة الأحمال أو من طبيعة الفضلات اللازم معالجتها .

النقاط التى يجب مراعاتها عند استخدام البرك البيولوجية :

١- البرك البيولوجية تصلح للاستخدام فى المدن الصغيرة ذات الأعداد السكانية إلى أو تقل عن ١٠.٠٠٠ نسمة ولا يتوقع أن تزداد أو تتكاثف الصناعات بها.

٢- من المفضل أن تكون الأرض ذات جغرافية منسابة ويفترض وجود الموقع المناسب للبركة.

٣- لا بد من التشغيل الجيد للبركة وعمل الإصلاح والصيانة المناسبة لتفادى مشاكل الروائح الكريهة وتوالد الذباب والبعوض مما يؤدى إلى زيادة تكاليف الصيانة ومما يؤدى إلى تكاثر الطحالب وتكوين طبقات الزبد والأوساخ والحماة على سطح البركة.

٤- تنقص كفاءة البركة عندما يصل ارتفاع الأوساخ داخلها إلى أكثر من ثلث

العمق التصميمى وربما أدت الحمأة المتراكمة إلى انسداد المخرج الشيء الذى يتطلب معه تفريغ البركة وإزالة ما بها من حمأة وأوساخ وتعتمد عملية نظافة البركة على الظروف المحلية وعوامل المناخ ونوع البركة.

٣- المفاعلات الحيوية ومعالجة المياه الملوثة :

التجارب الأولى على هذا النوع من المعالجة بدأت فى أوربا فى أوائل الستينات من القرن الماضى مصمصة من أحواض خراسانية ضخمة وكانت تستعمل لمعالجة مياه المجارى والصرف الصحى حيويا. التجارب التالية؛ لذلك تضمنت عملية المعالجة لكميات كبيرة من مياه الصرف الصحى الأمر الذى تطلب تهوية إضافية. ولتحقيق هذا الهدف استخدمت مضخات الهواء الضخمة التى تستهلك كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية للتشغيل. وظهرت فى هذه الطريقة بعض العيوب مثل كمية الضوضاء العالية الناتجة عن تشغيل مضخات الهواء.

الروائح والانبعاثات الكريهة المنبعثة نتيجة عدم وجود أسقف لهذه المفاعلات الحيوية. اعتماد عملية المعالجة البيولوجية فيه على الكائنات الحية الدقيقة التى تسمى ألأوتوتروفيك فقط والتى تتميز بعمرها المحدود؛ علاوة على ذلك، فإن الشقوق التى يمكن أن تحدث فى جسم المفاعل الحيوى قد تؤدى إلى تسرب الكائنات الحية المجهرية الدقيقة مسببة تلوثا آخر لأنظمة المياه الجوفية والماء الأرضي.

وللخروج من هذه الصعوبات والعقبات التى تعيق استخدام المفاعلات الحيوية، تم تطوير برج بطول ٢٠م يستخدم كمفاعل حيوي؛ تخلط فيه المياه الملوثة المراد معالجتها جيدا فى أحواض واسعة ويضخ فيها الهواء، وأثبت هذا النوع درجة عالية من الكفاءة عن النوع التقليدى من المفاعلات الحيوية.

٤- المعالجة الحيوية للتربة والمياه باستخدام النباتات :

المعالجة الحيوية للملوثات والنفايات السامة باستخدام النباتات أحد التكنولوجيات الحيوية الجديدة الواعدة والقابلة للتطبيق على نطاق واسع لمعالجة

البيئة من ملوثات مثل المعادن، المبيدات الحشرية، المذيبات العضوية، المواد المتفجرة، النفط الخام، المواد العضوية الحلقية والعديدة الحلقات بالإضافة إلى مواقع دفن نفايات وغيرها.

وتقسم المعالجة الحيوية للملوثات باستخدام النباتات طبقا لنوع الملوث المراد التخلص منه والموقع المقام فيه محطة التنقية إلى:

١- استخلاص الملوثات بواسطة النباتات :

تشير هذه العملية الحيوية إلى قدرة النباتات على امتصاص المواد الملوثة وتخزينها فى أنسجتها المختلفة. وتصلح هذه الطريقة لمعالجة المواقع والمخلفات البتروكيمائية ومواقع مدافن النفايات السامة والمذيبات العضوية ومركبات الكلور المعقدة والمبيدات الحشرية. ومن أمثلة النباتات المستخدمة لهذا الغرض الأشجار الخشبية مثل الصفصاف وشجرة الحور، ويفضل استخدام الأشجار الخشبية عموما لتلافى أثر التلوث الموجود بها حيث أنها لا تعتبر غذاء جيدا للإنسان أو الحيوان.

وتعتمد كفاءة عملية الاستخلاص بهذه الطريقة على كفاءة عملية الامتصاص وعملية التنفس وتركيز المادة الكيمائية المراد التخلص منها وكل ذلك مرتبط ارتباطا وثيقا بنوع النبات المستخدم ومساحة سطح أوراقة المعرضة والتغذية ورطوبة التربة ودرجة الحرارة وسرعة الرياح بالإضافة إلى الرطوبة النسبية للهواء والجو المحيط.

وطريقة الاستخلاص فى الحقيقة لم تستخدم فقط فى معالجة المواد الكيمائية العضوية فقط، بل تعدى استخدامها إلى تنظيف المواقع الملوثة بالمعادن الثقيلة مثل الكاديميوم والزنك والرصاص والكروم والزرنيخ والمنجنيز والحديد، بالإضافة إلى التخلص من المعادن المشعة مثل اليورانيوم.

وتعتبر هذه الطريقة فى نفس الوقت عملية اقتصادية مربحة يمكن استخدامها فى استخلاص المعادن من التربة وبكميات كبيرة. ويمكن أيضا زيادة قابلية النباتات على شد وامتصاص المعادن من التربة عن طريق إضافة بعض المركبات مثل الإدتا.

٢- المعالجة الحيوية فى منطقة جذور النباتات :

وهذه الطريقة جذابة وواعدة للتحلل البيولوجى للملوثات العضوية خصوصا بواسطة البكتيريا والفطريات الموجودة بكثرة حول منطقة الجذور، فتقوم جذور النباتات بإعطاء مساحة سطح معرضة كبيرة لعدد هائل من الأنواع البكتيرية ونقله إلى داخل التربة لأعماق كبيرة تصل من ١٠-١٥ مترا فى بعض الأحيان.

وقد أظهر استخدام هذا النظام الحيوى للمعالجة نتائج واعدة جدا لتحليل وتدمير عدد كبير من الملوثات، فقد أظهرت تجارب مقارنة بين قدرة الميكروبات على تحليل مركب ما إلى ثانى أكسيد كربون وماء فى أرض منزرعة وأخرى غير منزرعة وأشارت النتائج أن المنزرعة أعطت نتائج أفضل ٥ مرات عن تلك الغير منزرعة. ونجحت هذه الطريقة من خلال نتائج أبحاث عديدة فى تنقية التربة والمياه من مركبات سامة مثل الترايكلوروإثيلين والمركبات الأروماتية الحلقية والعديدة الحلقات، بالإضافة إلى معالجة مياه الصرف الصحى والقدرة على تخفيض الحمل الميكروبى الممرض بهذه المياه إلى درجة أقل من المسموح بها عالميا.

ومن أهم النباتات المستخدمة للقيام بعملية المعالجة فى منطقة الجذور هى النباتات البرمائية وخاصة نبات الغاب والحلفا ونبات السمار والنباتات المائية مثل ورد النيل ونبات الالوديا وكل هذه النباتات لها قدرة على المعيشة فى الظروف المشبعة بالماء وذلك لما تحتويه جذورها من فجوات وغرف هوائية تخزن فيها الأكسجين اللازم لنموها ونمو الميكروبات المصاحبة لها، كما أن المواد التى تفرزها هذه الجذور تعتبر هى الغذاء المفضل المشجع لتجمع الميكروبات حولها وقيامها بعملية التدمير البيولوجى للملوثات فى منطقة الجذور.

مميزات استخدام النباتات فى تنقية المياه والتربة :

- انخفاض أسعارها بما لا يقل عن ١٠ أمثال الطرق التقليدية غالية الثمن.
- لا تحتاج إلى أيدى عاملة فنية عالية التأهيل.

obeikandl.com

- تكاليف صيانتها منخفضة.
- لا تحتاج إلى كميات كبيرة من الطاقة.
- تصلح للمجتمعات الكبيرة والقرى الصغيرة حتى منزل واحد.

عيوب استخدام النباتات فى تنقية المياه والتربة :

ومن أهم محددات استخدام هذا النظام الحيوى فى عملية المعالجة الحيوية للملوثات هو:

- بطيئة لحد ما عن الطرق التقليدية.
- تحتاج لمساحات من الأرض واسعة لإنشائها.

وتصميم محطة للمعالجة الملوثات باستخدام النباتات يعتمد فى معظمة على المواد السامة المراد التخلص منها والظروف البيئية المحيطة والنبات المستخدم فى عملية المعالجة.

obeikandl.com