

طريقة إزالة المركبات النيتروجينية من المياه:

يتواجد النيترجين في المياه الملوثة إما في شكل أمونيا أو في شكل نترات وتهدف المعالجة التي إزلتها معاً وتم عملية إزالة النشارد أو النترات عن طريق اختزال النترات إلى غاز النيتروجين حر. حيث يتتحول النشارد إلى نترات في خزان التهوية حيث يتم إضافة مواد محفزة مثل الكحول الميثيلي إلى المياه وتحت هذه الظروف فإن الكائنات الحية الموجودة في الوسط النشط تستهلك أولاً الأكسجين المنطلق ثم تحصل بعد ذلك على الأكسجين من النترات فينطلق على هيئة غاز حر ويحصل بعد ذلك الحمأه ويعاد إلى خزان تهوية المياه في بداية الخط . وقد استخدم علماء آخرون طريقة أخرى لنزع النشارد بواسطة الهواء بزيادة قيمة pH حتى 10.8 وعندها يتتحول النشارد إلى نشارد غير متأين (جزئي) يمكن نزعه بتيار هواء خالي من النشارد وبما أن النشارد ينحل جيداً في الماء فإنه يستوجب استخدام أحجام كبيرة من الهواء لنزع النشارد تصل إلى حوالي 3000 ضعف من حجم الماء السائب . وفي كلتا الحالتين لابد من ضبط قيمة رقم حموضة المياه عند التعادل 7 تقريباً وفي الوقت الحاضر يصاحب هذه الطريقة لنزع الأمونيا (النشارد) مشكلتان فنيتان ترتبط الأولى بترسيب كربونات الكالسيوم في البرج على هيئة أوحال لينة يمكن إزالتها بتيار مائي قوي أما إذا كانت هذه الرواسب صلبة فلابد من اتباع إجراءات أكثر تعقيداً أما المشكلة الثانية زيادة انطلاق الأمونيا في الماء عند انخفاض درجة الحرارة في الخارج وبسبب هذه المشكلة الأخيرة فقد تم التوجه نحو التبادل الأيوني كعملية بديلة لإزالة الأمونيوم وتنشط هذه المبادرات بين فترة و أخرى بمعاملتها بمحلول قلوي رخيص الثمن مثل هيدروكسيد الكالسيوم .

طريقة إزالة المركبات الفوسفاتية من المياه:

تم هذه العملية بسهولة نسبية وهي تتضمن إضافة أملاح الحديد أو الكالسيوم في مرحلة مناسبة للمعالجات السابقة . ويضاف أحياناً أكسيد الكالسيوم في مرحلة الترسيب الأولى فيترسب الفوسفات مع الوحل على شكل هيدروكسيد الباتيت . وتزيد هذه العملية قيمة

pH الوسط إلى حوالي 9.5 وهي قلوية مقبولة يمكن تعديلها بثاني أكسيد الكربون الناتج عن الأكسدة الحيوية في الأحوال النشطة كما أن إضافة أكسيد الكالسيوم يوفر القلوية اللازمة لنزع النشارد حيث يمرر تيار هوائي مضغوط داخل محلول حتى يخلط جيداً بمقادير عالي من الأكسجين ولكن من الضروري في هذه الحالة التأكد من تعديل المياه قبل استخدامها أو طرحها في الأنهر.

إدارة المياه العادمة المعالجة:

تستخدم المياه العادمة البلدية المعالجة بالدرجة الأولى لري المناطق الزراعية والمناظر الطبيعية وللتغذية طبقات المياه الجوفية، واستخدامات ترفيهية . كما يمكن إعادة تدوير هذه المياه في الصناعة أو استعمالها للشرب . وفي حال عدم استخدامها تصرف عادة في جسم مائي وتعمل الأنظمة والمبادئ التوجيهية والسياسات البيئية على ضمان الشروط الملائمة لصرف المياه العادمة المعالجة.

استرجاع وإعادة استخدام مياه الصرف:

نتيجة تزايد الطلب على المياه والاستهلاك غير المستدام لموارد المياه الطبيعية يلقى موضوع استرجاع وإعادة استخدام مياه الصرف اهتماماً متزايداً في الآونة الأخيرة . وتعتبر نوعية المياه المسترجعة شأنًا أساسياً في تطبيقات إعادة الاستخدام وتحدد تسلسل عملية معالجة المياه العادمة ويصف هذا القسم التطبيقات المختلفة لإعادة استخدام مياه الصرف مع التركيز على نوعية المياه المسترجعة.

١ - الري:

يمكن إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة لري المحاصيل والمناظر الطبيعية . وتعتبر نوعية المياه المعالجة وملائمتها لنمو النباتات والأشجار العامل الأساسي في هذا المجال . ولبعض مكونات المياه المعالجة أهمية خاصة في الري الزراعي ومنها التركيزات المرتفعة للاملاح تركيز بعض للمواد المذابة والمواد الكيميائية السامة والكلور والمعذيات . ومن الاعتبارات البالغة الأهمية أيضًا المخاطر التي ممكن ان

تصيب الصحة والسلامة العامة مثل احتمال وجود مسببات مرضية جرثومية وديدان وكائنات وحيدة الخلية وفiroسات . وتحتفل أهمية هذه العوامل حسب الاستخدام في الري ودرجة التلامس البشري . ومن العوامل المقيدة لاستخدام مياه الصرف المعالجة في الري تسويق المحاصيل وتقبل العامة وتلوث المياه السطحية والجوفية وارتفاع تكاليف ضخ المياه المسترجعة إلى الأراضي الزراعية

٢- الاستخدام الصناعي:

مياه الصرف المعالجة هي مصدر مثالى للاستخدامات الصناعية لأن العمليات الصناعية ومنها التبريد التبخيري وتغذية المِرجل لا تتطلب مياه فائقة الجودة وكل استخدام قيود تحد من قابلية تطبيقه فاستخدام مياه الصرف المعالجة في أبراج التبريد مثلاً يسبب مشاكل عدّة منها تكون الصدأ والتآكل والنمو البيولوجي ويسبب استخدام المياه العذبة المشاكل ذاتها ولكن بمعدل تكرار أقلً أما في تغذية المِرجل فينبغي خفض عسر المياه ونزع المعادن من مياه الصرف المعالجة قبل استخدامها

٣- الاستخدامات الترفيهية:

تستخدم مياه الصرف المعالجة لأغراض ترفيهية تشمل صيانة المناظر الطبيعية والخرانات الجمالية والنوافير وصناعة الثلج وتربية الأسماك وتغذية البحيرات المخصصة للسباحة والصيد والقوارب ويحدّد المستوى المطلوب لمعالجة المياه حسب الاستخدام المطلوب ويُرفع مع درجة التلامس البشري فللاستخدام الترفيهي غير المقيد مثلاً تعالج المياه بالتخثر والترشيح والتطهير والحصول على عدد بكتيريا الكوليوروم أقل من ٣ في كل ١٠٠ ملilتر

٤- تغذية طبقات المياه الجوفية:

تساعد تغذية طبقات المياه الجوفية في المحافظة على مستوياتها وحمايتها من تسرب المياه المالحة كما تكون طريقة لحفظ المياه المسترجعة للاستعمال المستقبلي وتجري تغذية المياه الجوفية بالنشر السطحي في أحواض أو الحقن المباشر في مجاري المياه

الجوفية فطريقة النشر السطحي تستخدم الغمر والتخدير والأراضي الرطبة الاصطناعية وأحواض التسريب وتحسن نوعية مياه الصرف المعالجة كثيراً بسبب ترشيحها من خلا قطاع التربة والمنطقة غير المشبعة ومجمع المياه الجوفية وطريقة الحقن المباشر مكافحة بسبب ارتفاع كلفة معالجة مياه الصرف وكلفة معدات الحقن . ومن أخطر تغذية طبقات المياه الجوفية بمياه معالجة احتمال حدوث التلوث.

5- إعادة الاستخدام كمياه للشرب:

جب توخي الحذر الشديد عند استخدام مياه الصرف المعالجة للشرب بسبب رفض العامة ومخاطر الصحة والسلامة. ومع الأبحاث الشاملة التي أجريت في هذا المجال يواجه هذا الاستخدام عدة قيود ولا سيما في وضع معيار مناسب لنوعية المياه ولذلك يقتصر استخدام مياه الصرف المعالجة للشرب على الحالات القصوى. وفي هذه الحالة لابد من القيام بعدة إجراءات قبل السماح باستخدام مياه المعالجة الثالثية المتقدمة وتوزيعها على المنازل وتتلخص هذه الإجراءات فيما يلي:

إزالة الفيروسات والميكروبات الأخرى : مع أن الكلور شائع للتعقيم العام من البكتيريا الضارة فإن إزالة الفيروسات أصعب بكثير ويستخدم لهذا الغرض كميات كبيرة من الفحم النشط حيث يمرر الماء خلال الفحم النشط الحبيبي الناعم وذلك قبل إضافة الكلور الصافي المعقم ويجب ألا تقل فترة التماس بين الماء والكلور عن ساعة مع العلم بأن الإزالة التامة للبكتيريا ممكنة ولكن الأمر ليس كذلك بالنسبة للفيروسات .

إزالة المواد العضوية : يفضل إزالة هذه المواد بأكبر نسبة ممكنة قبل إعادة استعمال المياه واستخدامها للشرب من جديد .

إزالة المكونات غير العضوية : إن إزالة الصوديوم والكلوريد تكون أكثر صعوبة من غيرها وتتطلب إزالة هذه المكونات طرقاً متقدمة لتحليل المياه المالحة (الملوثة) كالتحليل الكهربائي والإحلال العكسي واستخدام المبادلات الأيونية والتقطير الحراري العادي ويحدد العامل الاقتصادي من ناحية التكلفة باختيار هذه الطريقة أو تلك . إن طريقة الإمزار على الفحم النشط تعتبر مفيدة لإزالة الطعم والرائحة من المياه

المعالجة بالرغم من التكلفة المالية الإضافية ويمكن إعادة تنشيط هذا الكربون بين فترة وأخرى وذلك بتسخينه في معزل عن الهواء حتى درجة 950 درجة مئوية ففي هذه الدرجة يتخلص من الشوائب وتكون كمية الفحم الضائعة صغيرة لا تتجاوز بضعة أجزاء من المائة. و يمكن تعقيم المياه بالأوزون بدلاً من الكلور ذو الطعم غير المستحب.

تحتوي المياه الطبيعية وكذلك المياه المعالجة بغية الإفادة منها مجدداً على أيونات معدنية عديدة وكذلك عنصري (الحديد والمنجنيز) وبالرغم من أن بعضها ضروري لصحة الإنسان وللحياة اليومية عموماً فإن التركيز العالي لبعض هذه الأيونات والعناصر أو وجودها أحياناً حتى بتركيز صغير يكون ضاراً بالصحة ويمنع استخدامها قبل التخلص من هذه الأيونات والعناصر أو خفض تركيزها حتى تصبح مقبولة وتحدد هذه التراكيز المقبولة المنظمات العالمية للصحة أو الهيئات الصحية المحلية. ومن هذه العناصر البورون والكوبالت والنحاس والمنجنيز والموليبدنوم والنيكل والسيلكون والفاناديوم والحديد وغيرها. وبالرغم من أن وجودها بتركيز ضئيل في العمليات الحيوية المعقّدة فإن وجودها بتركيز عالي يؤدي إلى أخطار شديدة على الحياة ذاتها في الكائن الحي . وقد تحتوي المياه الطبيعية أو المعالجة على أثار من عناصر أخرى مثل الزرنيخ والرصاص والكادميوم والرثيق والسلبيوم والقصدير وهي مصنفة تحت العناصر السامة التي لا يجوز أن تتجاوز تركيزها قيماً ضئيلة جداً في مياه الشرب

صرف مياه الصرف المعالجة:

تصريف مياه الصرف المعالجة إذا لم يُعد استخدامها في موقع بريّة أو في أجسامٍ مائية والصرف في الأجسام المائية هو الأكثر شيوعاً بسبب الاستفادة من قدرة المياه الطبيعية على التنقية الذاتية ومع ذلك من الضروري إجراء عملية الصرف بطريقة صحيحة كي لا تتأثر البيئة المستقبلة سلباً فالكميات المفرطة من المواد العضوية يمكن أن تسبب النمو السريع للبكتيريا واستنفاد موارد الأكسجين المذابة في الجسم المائي وتغييرات

درجة الحموضة أو تركيزات بعض المجموعات العضوية وغير العضوية يمكن أن تكون سامة لبعض أشكال الحياة . ولذلك ينبغي أن تصمم مخارج التصريف بحيث تضمن تشتت مياه الصرف المعالجة في المياه المستقبلة لمنع التلوث الموضعي وتختلف عوامل مزج وتشتت المياه العادمة حسب خصائص المياه المستقبلة ومنها سرعة التدفق وانعكاس التيار ودوران الريح وتكون طبقات بسبب الملوحة والحرارة ولا بد منأخذ حرارة وملوحة مياه الصرف المعالجة في الاعتبار . وتصرف مياه الصرف المعالجة عادة في نقطة من مجرى النهر أسفل من نقاط سحب المياه للاستهلاك البشري . ويجب ان يؤخذ في الاعتبار النقاط التالية عند صرف مياه الصرف المعالجة في كافة أشكال الأجسام المائية سواء الأنهر والمجاري والبحيرات والبحار والمحيطات .

١- الصرف في الأنهر والمجاري

عند صرف مياه الصرف المعالجة في الأنهر ينبغي تأمين مزج عمودي سريع للمياه على عمق النهر كاملاً وتجنب مشاكل الرغوة ويمكن الحصول على هذا المزج باستخدام ناشرة متعددة الفوهات تمتد على عرض النهر .

٢- الصرف في البحيرات

ت تكون في البحيرات طبقات حرارية لأنها أكثر امتداداً وعمقاً من الأنهر ولا تمتزج فيها المياه بدرجة كافية بسبب ضعف التيارات وهذا تتشكل في عمق البحيرة طبقة باردة ينخفض فيها مستوى الأكسجين المذاب ويبطئ تحل المواد العضوية ولذلك ينبغي تأمين مزج كاف لنقادي تشكيل طبقة لا هوائية وفي البحيرات الضحلة تنشر مياه الصرف المعالجة باستخدام تيارات مولدة بالريح لتأمين مزج ملائم .

٣- الصرف في البحار والمحيطات

تصرف مياه الصرف المعالجة غالباً في المحيطات لأن لها قدرة كبيرة على الاستيعاب وبما أن المياه المعالجة أقل كثافة من مياه البحر تكون لدى صرفها عموداً سريعاً

التصاعد يؤدى إلى جلب كميات كبيرة من المياه المحيطة وبالتالي إلى تخفيف المياه العادمة) ويحمل مخرج التصريف المياه المعالجة إلى نقطة بعيدة عن الشاطئ عبر أنبوب مدفون في قاع البحر ويجري الصرف عبر مخرج ذي ثقب واحد أو عدّة ثقوب يشبه المخرج النهري.

ثانياً / طرق معالجة مياه الصناعات المختلفة:

المياه الناتجة من الصناعة تختلف في صفاتها وتركيبها باختلاف المصنع لذلك فإنه لمعالجة هذه المياه لا تستعمل الطرق التي تستعمل لمعالجة مياه الصرف الصحي وإنما هناك طرق أخرى أكثر تعقيداً ولابد من معرفة بعض الأمور الهامة الخاصة بنوعية المياه الصناعية مثل :

أ-معرفة الملوثات الموجودة في المياه المراد معالجتها

ب - خواص مياه الصرف وتركيبها

ويمكن تقسيم طرق معالجة المياه الصناعية الملوثة إلى نوعين:

الأولى:

طرق إرجاعية - وهدفها استخلاص المواد الملوثة للمياه الصناعية وتستعمل هذه الطرق في حالة وجود كمية كبيرة من المواد الصلبة المعلقة في المياه الصناعية.

الثانية :

طرق تحويلية - وهدفها تغيير شكل ملوثات المياه الصناعية وتحويلها إلى مواد غير ضارة بالمستودع المائي الذي ستصب فيه وتستعمل هذه الطرق في حالة وجود كميات قليلة من المواد الصلبة المعلقة في المياه الصناعية.

أمثلة على المعالجة على مستوى المصنع:

1- معالجة مياه مصانع الالبان و مشتقاته:

تشكل مياه مصانع الالبان خطراً كبيراً على حياة الأسماك و يسبب وجودها تعفنًا لمياه المجاري ولكنها غير ضارة للنباتات و يوجد داخل مصنع الالبان و مشتقاته ثلاثة أنواع لمياه الصرف هي:

أ- مياه الصرف الصناعية الملوثة

ب - مياه الصرف الناتجة عن المغاسل و المراحيل

ج - مياه التبريد غير الملوثة

وتبلغ كمية الصرف الملوثة 0.5- 3 مرات من كمية الالبان المعالج ضمن المصنع بينما تبلغ الكمية المستعملة للتبريد 2-4 مرات من كمية الالبان المعالج وتحتوي مياه الصرف الناتجة عن صناعة الالبان ومشتقاته على بعض المواد كالزلال و الجسيمات الدسمة و اللاكتوز وعلى عناصر مغذية للنباتات كالآزوت والفوسفور والبوتاسيوم.

طرق المعالجة :

1- في حالة استخدام مياه الصرف في ري الأراضي الزراعية :

تستخدم المياه الناتجة عن مصانع الحليب ومشتقاته في ري الأراضي الزراعية بشكل مباشر أو بعد إجراء معالجة أولية لها، ولكن لابد من توفر شروط محددة لاستخدامها من أهمها وجود الأرضي الزراعية بجانب المصنع كي لا تزيد فترة تخزين المياه عن 6 ساعات لتجنب حدوث التحولات الكيميائية الحيوية ويفضل مزج مياه المجاري العامة للمصنع مع مختلفات المصنع قبل استخدامها في ري الأرضي الزراعية.

2- التصفية الحيوية بالمرشح البكتيري :

تطبق طريقة المعالجة بواسطة المرشح البكتيري و باستخدام مرشح وحيد للمصنع الصغيرة أو مرشحين يفصل بينهما حوض للترقيد مما يرفع قدرة المحطة على المعالجة.

3- المعالجة باستعمال الحمأة المنشطة :

تتميز مياه الصرف الصحي الناتجة عن مصانع الحليب باحتوائها على مواد سريعة التحلل بالطريقة الحيوية وتشكل كميات كبيرة من الحمأة مما يتطلب إدخال بعض التعديلات على أحواض التهوية

4- التهوية :

تجري عملية التهوية لمياه الصرف خلال فترة زمنية من 5-6 ساعات دون استخدام الحمأة المنشطة و تعطي هذه الطريقة تصفيية جزئية لمياه الصرف

5-طريقة الترشيح باستعمال التربة:

تستعمل هذه الطريقة بشكل محدود في معالجة مياه الصرف الناتجة عن مصانع الحليب لأنها تؤدي إلى انطلاق رائحة كريهة جداً وخاصة في فصل الصيف.

2- معالجة المياه الناتجة من صناعة حفظ الخضار و الفواكه:

تعمل مصانع حفظ الخضار و الفواكه خلال فترة محددة من السنة (موسمية) وتطرح نوعين من مياه الصرف:

أ- مياه غسيل الخضار و الفواكه و تكون درجة تلوثها ضعيفة جداً

ب - المياه القادمة من أحواض الطهي و الغلي و تكون درجة تلوثها عالية وتخالف من صناعة إلى أخرى . و تتمتع مياه الصرف باحتوائها على السكريات بتركيز عالي و على الأزوت في مياه الخضار ولكنها تفتقر إلى الفوسفور الكافي لعملية المعالجة الحيوية .

***طريقة المعالجة:**

تجري عملية تصفيية لمياه الصرف باستخدام شبك معدني ذو ثقوب أبعادها 6-0 سم² في بداية المعالجة و يتبع ذلك عملية ترقييد ميكانيكي وقد تضاف أحياناً كواشف كيميائية لإحداث حالة تكتل وزيادة سرعة الترسيب و تعرف هذه المرحلة بالمعالجة الفيزيائية الكيميائية و يمكن إجراء عملية المعالجة الحيوية بعد المعالجة الفيزيائية الكيميائية

حيث يستعمل المرشح البكتيري بشكل عام كما تستعمل أيضاً طريقة المعالجة بواسطة التربة و ذلك بعد مزج مياه الصرف الناتجة عن صناعة حفظ الخضار و الفواكه مع نسبة من المياه النقية أو مياه المجاري العامة بعد إزالة الأجسام الصلبة منها.

3- معالجة المياه الناتجة من مصانع حفظ اللحوم و المسالخ:

تختلف درجة تلوث مياه الصرف الناتجة عن المسالخ باختلاف عدد الحيوانات المذبوحة يومياً وباختلاف طرق التخلص من الفضلات السائلة و الصلبة وتعطي مصانع حفظ اللحوم مياه صرف ناتجة عن المسالخ الموجودة داخل المصنع إضافة إلى المياه الناتجة عن معالجة اللحوم قبل تعليبيها.

طريقة المعالجة:

يجب معالجة مياه الصرف الناتجة عن المسالخ بالغربلة و من ثم الترقييد و التعويم قبل طرحها في شبكة الصرف العامة مما يؤدي إلى خفض درجة تلوثها بمقدار 15% و يتم استرجاع المواد الدسمة و البروتينات من مياه الصرف لاستعمالها في صناعات معينة كالصابون وتعطي مياه الصرف الناتجة عن المسالخ و مصانع حفظ اللحوم نتائج جيدة في المعالجة الحيوية لها غير أن احتوائها على نسبة عالية من المواد الدسمة يؤدي إلى صعوبات في حال استعمال طريقة المرشحات البكتيرية حيث تشكل تلك المواد طبقة على سطح المرشح.

4- معالجة المياه الناتجة من صناعة السكر:

تستخدم طريقة التخمر اللاهوائي لازالة التلوث العضوي من ماء الغسيل و ذلك بجمعها في أحواض كبيرة و تركها طيلة الفترة الفاصلة بين موسمين متتاليين و تعتبر هذه الطريقة اقتصادية . لذا فإنها تستعمل بشكل واسع رغم وجود بعض المساوى لها مثل الرائحة الكريهة الصادرة عن تلك الأحواض. تجري عملية التقطر داخل مصانع السكر للتخلص من دبس السكر و يخرج مع مياه الصرف بشكل مرکز مما يعطيها

درجة عالية من التلوث العضوي وتعالج تلك المياه بواسطة جهاز الطرد المركزي لفصل دبس السكر و استعماله كعلف للحيوانات كما يمكن معالجة تلك المياه بطريقة المرشح البكتيري ويلحق أحيانا بالمرشحات حوض التهوية أو أحواض التخمر اللاهوائي لاتمام عملية المعالجة و للتخلص النهائي من دبس السكر و المواد الكحولية الأخرى .

5- معالجة المياه الناتجة من مصانع الزبدة و السمن و الزيوت:

ت تكون المواد الأولية المستعملة في هذه المصانع من المواد الدهنية الصلبة والزيوت الدسمة الحيوانية أو النباتية وتحوي تلك المواد الحموضة الدسمة الحرّة والمواد الملونة والعطرية وتعامل المواد الأولية بحمض الكبريت بكمية 1,5-1 % للتخلص من المركبات الآزوتية أو بهيدروكسيد الصوديوم للتخلص من الحموضة الدسمة الحرّة ثم تجري عمليات الغسل بالماء أو البخار لتلك المواد من أجل التخلص من حمض الكبريت والمواد الأخرى المستعملة أثناء التصنيع. إذن مياه الصرف تحتوي على مياه حمضية أو قلوية ناتجة عن عملية الغسيل وعلى المياه الناتجة عن تكافث البخار المشبع بالروائح.

طريقة المعالجة:

وتجري عملية المعالجة للمياه الحاوية على المياه الدسمة بشكل منفصل عن بقية مياه الصرف وتزال المواد الدسمة من مياه الصرف بواسطة حوض إزالة الزيوت والمواد الطافية مع استخدام كواشف كيميائية (جير حي - كلور الكلسيوم) وبعد فصل المواد الدسمة تتم معالجتها بالتجفيف ومن ثم حرقها بينما تتبع عملية التصفية للمياه في أحواض الترقيق حيث تبقى المياه لمدة 2-1,5 ساعة و تستعمل تلك المياه فيما بعد في ري المزروعات بعد تعديل قيمة pH الوسط الحمضي و تتمتع تلك المياه بمميزات تفوق تلك الناتجة عن مصانع الحليب بالنسبة لنغذية النباتات. أخيراً نشير إلى إمكانية استخدام الطرق الحيوية لمعالجة مياه الصرف الناتجة عن مصانع الزبدة و السمن والزيوت على شرط أن تزال الزيوت الطافية منها قبل معالجتها.