الفصل الثالث
تلوث الماء خطر كبير يهدد الإنسان

الماء من أكبر نعم الله تعالى على الإنسان وباقي الأحياء ، وهو كل شيء بل هو الحياة ، كما يقول تعالى : ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾ [الأنبياء : ٣٠] .

فالماء سر الحياة ولا يُعرف قدرُه إلا عند فقده ، وبدون الماء يموت الإنسان وينفق الحيوان ، ويهلك النبات ؛ لذا يجب علينا الاهتمام بالوسط المحيط بنا والمحافظة عليه لمنع تلوث الماء والتربة ، إن تلوث الماء يعتبر من المواضيع البيئية الهامة ، ويشكل خطراً كبيراً يهدد الإنسان أينما كان ، وبصورة عامة فإن كل عمل يدخل في الوسط الطبيعي عناصر غريبة عنه يشكل سبباً من أسباب التلوث ، وما يحدثه الإنسان من فساد للطبيعة هو خطر يهدد البشرية في عصرنا الحاضر والمستقبل ، يقول تعالى : ﴿ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ [الروم : ٤١] .

أهمية الماء :

الماء سر الحياة لجميع الكائنات الحية من إنسان وحيوان ونبات . والماء بالنسبة للنبات أساسيٌّ في حياته وضروريٌّ للقيام بوظائفه . ففي الوسط المائي تتم جميع العمليات الفيزيولوجية من تحليل ، وتركيب ، وتنفس ، وتعرق ، وانتقال وغيرها . ويدخل الماء في كثير من التفاعلات

الكيميائية الحيوية في النبات ، وإذا انخفضت كميته إلى حد معيّن يذبل النبات ويموت . ويؤدي الماء دوراً مهماً في الصناعة والزراعة وحياة البشر وتوزعهم السكاني .

تتوزع المياه على الكرة الأرضية كالتالي : ٩٧٪ مياه البحار والمحيطات ، ٢٪ جليد دائم في القطبين وقمم الجبال العالية . فلا تشكّل سوى ٨ , ٠٪ من المجموع الكلي للمياه . وهذه المياه العذبة في تجدد دوري ، تتبخر بالحرارة مشكلة الغيوم وتهطل كأمطار على الأرض عند تبردّها ، وتشكل أنهاراً وسيولاً ، وهذا ما يُسمى دورة المياه في الطبيعة . والمياه العذبة ليست موزعة بشكل متساوٍ في الأرض . فهناك مناطق محرومة كلّياً من الماء مثل الصحارى . وبعضها يعاني من الشحّ (قلة الماء) .

وتبيِّن وثائق منظمة الصحة العالمية أن هناك ١٣٠مليون إنسان في ٧٥ بلداً يعانون من نقص المياه أو يستعملون مياهاً ملوثة . يضاف إلى ذلك الأهمية القصوى للمياه ، ذلك في الصناعة ؛ حيث إن أغلب الصناعات تتركز حول مصادر المياه من أنهار وبحيرات ، فالماء يُستخدم في التنظيف والتبريد وكمذيب ويدخل في صناعات عديدة . وغني عن القول الدَّور المهم الذي يؤديه في الزراعة لدرجة أن استقرار التجمعات البشرية منذ القِدم كان قائماً حول مصادر المياه . فمثلاً يحتاج المزارع إلى ٢٥٠لتراً من الماء لإنتاج حبوب تكفي لصنع رغيف واحد من الخبز ، وإذا كان الحيوان يأكل يومياً ١كغ من مادة نباتية جافة ؛ فإن هذا يعني أنه يحتاج إلى كمية من الماء تصل إلى ٨٠٠ لتر/ يومياً . وتحتاج نباتات الذرة الصفراء نحو٣٠٠٠ م^3 من الماء في الهكتار ، ونباتات القمح تحتاج بين ١٥٠٠ـ٢٠٠٠م^3 في موسم النمو الواحد . ويزداد حالياً استهلاك الماء في حاجات الإنسان اليومية إلى مابين ١٥٠ـ٦٠٠ لتر/ اليوم .

ملوثات الماء Water pollutants :

يمكن تعريف تلوث المياه العذبة بأنه : تغيّر تركيب عناصر الماء وخصائصه الطبيعية والكيميائية والبيولوجية التي تجعله غير صالح للشرب أو الاستهلاك المنزلي . ويصاحب التلوثُ الماءَ في كل مرحلة من مراحل دورته الطبيعية ؛ إذ يبدأ بتلويث الهواء بالغازات السامة حيث تتساقط هذه الملوثات مع الأمطار إلى التربة ، وتلوّث المياه السطحية ، كما تتسرب هذه الملوثات مع مياه الأمطار إلى المياه الجوفية ، أو تنجرف إلى الأنهار والبحيرات وتزيد من تلوثها .

وتتنوع مصادر تلوث الماء فمنها ما هو طبيعي في الجو والتربة ، ومنها ما يأتي عن طريق الإنسان وخاصة الملوثات الكيميائية والفضلات الصناعية الحاوية على مركبات سامة بنسب مختلفة كالمبيدات والمواد المشعّة وغيرها .

ويمكن تصنيف الملوثات المائية إلى :

ملوثات بيولوجية : فيروسات ، جراثيم ، وطفيليات مُمرضة .

ملوثات كيميائية : غازات ، مبيدات ، معادن ثقيلة ، وفحوم هيدروجينية .

ملوثات فيزيائية : ملوثات حرارية والملوثة عن المواد المشعة .

أهم الملوثات المائية :

١ـ التلوث الجرثومي :

ينتج التلوث الجرثومي عن مجاري مياه الفضلات والأوساخ الناجمة عن استعمالات الإنسان ، وتصبح المياه وسيلة للعدوى وانتشار الأمراض . وتتلوث المياه بالمواد العضوية التي توجد في مياه المجاري

وبعض المخلفات الصناعية ، وعند تحلل هذه المواد العضوية بواسطة الجراثيم فإن الأكسجين يُزال من الماء . ويؤدي انخفاض مستوى الأكسجين إلى درجة كبيرة إلى موت الأسماك وغيرها من الكائنات المائية .

٢ـ التلوث بالغازات والفضلات :

تعد شوارع المدن مثالاً حياً على هذا النوع من التلوث الذي يكاد يغطي الشوارع والمدن ، وكثيراً ما تسوق مياه الأمطار هذه الملوثات إلى الأنهار والبحيرات . إضافة إلى الغبار العالق بالهواء .

٣ـ التلوث بالمياه الناتجة عن المصانع :

تصدر هذه المياه الملوثة عن المصانع ، وأهمها مصانع الدباغة ومصانع الرصاص والزئبق والنحاس والنيكل والزنك ، ومصانع تعقيم الألبان والمسالخ ، ومصانع تكرير السكر وغيرها . وهذه الملوثات تتراكم في أجسام الكائنات الحية لدرجة تؤدي إلى تسمم الإنسان عبر السلسلة الغذائية . وتشكل هذه المياه ٦٠٪ من المياه الملوثة .

وهذه المياه مضرة بالحياة المائية ؛ لأنها تقضي على كثير من النباتات والحيوانات الموجودة في الأنهار أو البحيرات .

٤ـ الترسبات :

وهي عبارة عن حبيبات التربة والحبيبات الرملية والمعدنية المنجرفة من اليابسة إلى الماء ، وتتزايد أحياناً حتى تملأ الخزانات والموانئ . ومن العوامل المساعدة على تشكل هذه الترسبات استخدام التربة الجائر ، والسياسات غير الرشيدة التي تؤدي إلى تعرية التربة .

٥ـ المخلَّفات الطبيعية لأجسام الأحياء والمواد العضوية الميتة :

حيث تنتقل إلى المياه عن طريق مياه الأمطار ، كما تنقل مياه الأمطار المبيدات الكيميائية وغيرها من التربة إلى الأنهار والبحيرات . وتصبح المسطحات المائية عكرة وتؤدي إلى خلل في النظام البيئي ، مما يقلل نسبة الأشعة الشمسية الداخلة إلى الماء ، وبالتالي ينخفض التركيب الضوئي والإنتاج النباتي .

٦ـ التلوث الناتج عن الفحوم الهيدروجينية :

وهي ناتجة من مصافي البترول والسفن التي تنتقل في مياه الأنهار والبحار ، فتُلقي فيها الزيوت والفضلات المحترقة ، وتشكّل هذه الزيوت طبقة رقيقة عازلة على سطح الماء وتنتشر على مساحات كبيرة ، فتمنع تجديد الأكسجين في المياه ، وبالتالي تقضي على الحياة المائية .

٧ـ استهلاك مواد التنظيف الكيميائية :

يفرز استهلاك المواد الكيميائية في التنظيف للاستعمالات المنزلية والصناعية كمية كبيرة من المركبات الملوثة وهذه المركبات الكيميائية لا تتفكك حيوياً وتسبب تلوثاً مائياً ، هذا التلوث ناتج عن التكنولوجيا الحديثة في الصناعات الكيميائية . وبالتالي فإن هذه المواد الكيميائية تسبب أضراراً للأحياء المائية .

٨ـ المبيدات والأسمدة الكيميائية :

وهي إحدى النتائج الناجمة عن الزراعات الحديثة . فالسيول تجرف كميات كبيرة من المبيدات والأسمدة الكيميائية الحاوية على نتريت الأمونيوم وأملاح الفوسفور D.D.T ومركبات الكلور العضوية مثل تصل المبيدات الكيميائية إلى المسطحات المائية وتلوثها ، مما يسبب انخفاضاً

في احتياطي الأحياء البحرية كالأسماك والطحالب الخضراء التي تصنع المواد العضوية وتطلق الأكسجين .

تتراكم المواد الكيميائية السامة وتنتقل بواسطة السلسلة الغذائية إلى الإنسان . وقد بيّنت الدراسات أن وجود المواد الكيميائية في المياه أدى إلى تلوث كبير في بحار العالم مثل البحر الأبيض المتوسط والمحيط الأطلسي وغيرهما ، مما أدى إلى انخفاض احتياطي الأسماك فيهما . وتنتقل المبيدات إلى الأحياء البحرية ، حيث وصل تركيزها في أنسجتها إلى نسب عالية تفوق عشرات المرات تركيزها في الماء .

٩ـ المواد البترولية :

تعد المواد البترولية من أخطر ملوثات مياه البحار نظراً للحاجة الماسّة للبترول الذي يشكل المصدر الأساسي للطاقة . كما أن نحو ٢٠٪من بترول العالم يُستخرج من أعماق البحار ، وقد تحدث بعض الحوادث أو الإهمال أثناء حفر الآبار فيتسرب البترول إلى مياه البحر بكميات كبيرة .

وتُسهم ناقلات البترول العملاقة بالقسط الأكبر من التلوث حيث تصل الكمية إلى ٢ مليون طن بالسنة . وتلوُّث المياه بالمواد البترولية ناتج أيضاً عن غسيل الناقلات بالمياه الساخنة ، ثمَّ تُلقى هذه المياه المشبعة بالبترول في البحر . وعندما تفرّغ الناقلات حمولتها من البترول تعود وتملأ خزاناتها الواسعة بمياه البحر ؛ لأنها لا تستطيع السير فارغة لكي لا يختلّ توازنها نتيجة تعرضها لأمواج البحر العاتية . ثمَّ تفرّغ مياهها المشبعة بالبترول في البحر لتضيف مزيداً من الملوثات . هذا بالإضافة إلى تعرض الناقلات إلى حوادث مختلفة .

تُقدّر كمية البترول التي تُلقى في البحار بمليوني طن سنوياً موزعة على النحو التالي :

٤٥٪ من مصافي البترول والصناعات البتروكيميائية والمواد المختلفة .

٣٥٪ من تنظيف خزانات الناقلات .

١٠٪ تنتج عن غرق الناقلات والبواخر .

٢,٥٪ من قذف الزيوت المحترقة إلى البحر .

تدوم آثار البترول عند اختلاطها بالمياه طويلاً في مياه البحار وتشكل طبقة عازلة رقيقة تمنع دخول الأكسجين وثاني أكسيد الكربون والضوء إلى المياه ، وبالتالي تتوقف عملية التركيب الضوئي التي تعتبر المصدر الأساسي للأكسجين والتنقية الذاتية للماء ، ويتأثر نمو العوالق النباتية Phytoplankton ذات الأهمية الكبيرة في السلسلة الغذائية . وهي تتركز في الطبقة السطحية من المياه وتقوم بإنتاج حوالي ٧٠٪ من المادة الغذائية في المحيطات بواسطة التركيب الضوئي .

وينتج عن أثر تلوث الماء بالبترول اختلال التوازن الغازي للماء وهدم السلسلة الغذائية ، كما تتأثّر أعداد كبيرة من العوالق الحيوانية Zooplankton والكائنات الحية الأخرى كالأسماك .

ومن نواتج البترول أيضاً البنزوبيرين Benzopyrine وهو من المركبات العضوية المسرطنة والتي تسمم الحيوانات البحرية ، وبالتالي تنتقل إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية .

١٠ـ التلوث بالمواد المشعة (التلوث الإشعاعي) :

إن النظائر المشعة الناتجة عن التجارب الذرية وغيرها تشكّل خطراً واضحاً على الإنسان ، ولقد دلّت الدراسات الحديثة على أن السترونسيوم(٩٠) يتثبّت في العظام ، ويمكن أن يكون له تأثيرٌ مسرطنٌ

على الأطفال ، وكذلك في الأسنان عند الإنسان . وأهم مصادر التلوث الإشعاعي مايلي :

١ـ التفجيرات التجريبية في المحيطات .

٢ـ سقوط المواد المشعة في المياه .

٣ـ المياه الناتجة عن المحطات النووية الكهربائية .

٤ـ المواد الناتجة عن اليورانيوم ذي الفاعلية الإشعاعية .

٥ـ حوادث تصيب المولّدات الذرية المستعملة في الملاحة كالغواصات والبواخر ، هذا التلوث الإشعاعي الذي ينتشر في البحار لا يخلو من الخطر ؛ حيث إنه يُمتص من قبل البلانكتون plankton النباتي والحيواني ويتركز في أجسامها ، ويصبح البلانكتون بذلك مخزناً للعناصر المشعة في البيئة البحرية الطبيعية .

١١ـ التلوث بالمعادن الثقيلة :

إن أشهر المعادن الثقيلة هي الزئبق والرصاص والكادميوم ، وتعد المواد الكيميائية الحاوية عليها أكبر خطراً وسمّيةً من الفحوم الهيدروجينية . وعلى الرغم من أن تركيز هذه المواد قليل في الوسط البحري ، فإنها شديدة الخطر على الإنسان ، ويعود خطرها إلى تركيزها في البلانكتون النباتي والحيواني . وتنتقل هذه المواد من خلال السلسلة الغذائية إلى الإنسان ، وخاصة بعض المعادن السامة مثل الزئبق والكادميوم .

أ ـ الرصاص : يكثر انتشار الرصاص في أجواء المدن وهو ناتج عن عوادم السيارات ، وينتقل الرصاص بواسطة الأمطار إلى المسطحات المائية . وهو عنصر سام للأحياء المائية وينتقل إلى الإنسان من خلال تناول اللحوم البحرية الملوثة . إن تركيز الرصاص في أنسجة بعض

الحيوانات البحرية في المواقع البعيدة عن التلوث لا يزيد عن عدة أجزاء بالمليون PPM من الوزن الجاف للأنسجة ، أما في عينات المناطق الملوثة فقد وصل تركيز الرصاص إلى ١٥٠ وحتى ٤٨٠ PPM .

ب ـ **الزئبق** : ينتقل إلى المياه عن طريق الإنتاج الصناعي (صناعة الكلور والصودا الكاوي)ورمي النفايات في الماء ، وتُقدّر نسبة الحد الأعلى المسموحة في المياه بـ ٠,٥ PPM . وعنصر الزئبق له خواص تراكمية خلال انتقاله في السلسلة الغذائية ، فلقد وجد أن تركيزه في أنسجة بعض الأسماك التي تعيش في المناطق الملوثة يصل إلى ٥٠ PPM ، أي : إن مُعامل التراكم بين الماء الملوث والأسماك وصل إلى مئة مرّة . يسبب التلوث بالزئبق تسمم الإنسان ، وتتجلى آثاره السلبية على الجملة العصبية (بالعمى والطرش) كما يسبب الخلل الوراثي ؛ إذ ينتقل إلى الأطفال .

ج ـ **الكادميوم** : (والنحاس والتوتياء وغيرها . . .) :

تنتقل هذه العناصر إلى مياه البحار والمحيطات والأنهار عن طريق مياه المصانع . وهي من أخطر الملوثات المائية وخاصة الكادميوم المستخدم في صناعة التوتياء وأصبغة المواد البلاستيكية والدهانات ، ويتصف الكادميوم بخواصه التراكمية في أجسام النباتات والحيوانات . ويصل إلى الإنسان عن طريق الغذاء ، ومن أهم أعراضه السمِّية الاضطرابات في العظام (إعاقة تثبيت الكالسيوم في العظام وليونتها) وتغيير تركيب الدم وتلف الكليتين .

١٢ـ التلوث بالمواد الصلبة :

مثل النايلون الذي يتفكّك حيوياً ، ويتجمع في البيئة البحرية ، وكذلك مخلّفات صناعة الورق والسللوز التي تعتبر مصدراً لتلويث المسطحات المائية ، والألياف النباتية وقشور الأشجار التي يستهلك

تفككها كميات كبيرة من الأكسجين ؛ حيث يتغير لون الماء وطعمه ورائحته . وهذه الملوثات الصلبة تزيد كثيراً من أعداد الكائنات الدقيقة في الماء مما يسبب زيادة في تلوث الماء .

١٣ـ التلوث الحراري :

وينتج في الأغلب عن المحطات الكهربائية النووية التي ترمي في الأنهار والبحار مياهاً ساخنة ، ويمكن أن يكون لها تأثيرات سيئة على النباتات والحيوانات المائية فتسبب تغيرات مختلفة في النظام البيئي . ومن المعروف أن كمية الأكسجين المنحل تقل في المياه الدافئة عنها في المياه الباردة ، كما يوضح الجدول التالي :

درجة الحرارة	كمية الأكسجين المنحلة p.p.m
٠°	١٤,٦
١٠°	١١,٣
٢٠°	٩,٤
٢٥°	٨,٤
٣٠°	٧,٦
٣٥°	٧,١

جدول يبينّ كمية الأوكسجين المنحلّة في الماء العذب

إن انخفاض كمية الأكسجين المنحلّة في الماء يؤدي إلى انخفاض المستوى المطلوب لبقاء الكائنات البحرية على قيد الحياة ، وبصورة عامة كلما انخفضت نسبة الأكسجين في الماء ، قلّت الكائنات البحرية فيه .

أهمية الأكسجين في الماء :

إن انخفاض كمية الأكسجين المنحلّ في الماء هو السبب المباشر لموت الكائنات البحرية . وتُعدّ كمية الأكسجين المنحل في الماء مقياساً لنوعية الماء ؛ إذ تتطلب الأسماك كميات دنيا معينة منه وحسب درجة الحرارة . وهناك أربع عمليات تساعد على زيادة كمية الأكسجين المنحل في الماء هي : إعادة التهويةReaeration والتركيب الضوئي والتنفس وأكسدة الفضلات Oxidation .

إن عملية إعادة التهوية تعني : إعادة إدخال الأكسجين إلى الماء عن طريق تلامس سطح الماء مع الهواء الجوي . ويدخل الأكسجين الجوي إلى الماء بمعدل يتناسب طرداً مع نقصان التشبّع ، وبزيادة المساحة السطحية الملامسة للهواء الجوي يزداد انتقال الأكسجين وذوبانه في الماء ، وهكذا يذوب الأكسجين في الماء المتحرّك بسهولة أكثر من الماء الراكد .

ويؤدي التركيب الضوئي الذي يتم في النهار إلى زيادة كميات من الأكسجين تذوب في الماء ، وتزيد من نسبته فيه .

أما عملية التنفس فإنها تؤدي إلى إنقاص كمية الأكسجين بصورة مستمرة من الماء ، ويترتب على العمليات الثلاث (إعادة التهوية ، التركيب الضوئي ، **التنفس**) تباين يومي للأكسجين الذائب في الماء .

وآخر العمليات التي تؤثر في كمية الأكسجين المنحلّ في الماء هي **أكسدة الفضلات** ؛ حيث تستعمل الأحياء الدقيقة ، وخاصة الجراثيم بقايا الكائنات كغذاء لها ، وبذلك تحلل المواد العضوية المعقدة كالسكريات إلى مواد غير عضوية بسيطة . فيحدث التحلل بوجود الأكسجين ويُسمى التحلل الهوائي كما في المعادلة التالية :

تحلل

$$C_6H_{12}O_6 + O_2 \text{ ---------- } \rightarrow \text{ } CO_2 + H_2O + \text{طاقة}$$

ويُنزع الأكسجين من الماء Deoxegenation مما يؤدي إلى انخفاض كميته ، وبالنتيجة نجد أن المواد العضوية التي تلوث الماء تصبح غذاء للكائنات الدقيقة كالجراثيم الممرضة ، وتؤدي إلى تكاثر كبير في أعدادها فتستنفد الأكسجين من الماء ، ويصبح صعب المنال للكائنات الأخرى كالأسماك .

وقاية الماء من التلوث :

الماء ضروري لكل كائن حي إضافة لأهميته في الزراعة والصناعة ، وقد يكون الماء الملوث سبباً لأمراض عديدة تنتقل بواسطته .

يُعدّ تلوث الماء بالصرف الصحي السببَ الرئيسيَّ لنقل الأمراض إلى الإنسان بسبب وجود الفيروسات والجراثيم والطفيليات الممرضة . ويمكن السيطرة عليها والوقاية منها عن طريق تنقية مياه الشرب ، كما أن زيادة بعض المواد الكيميائية في ماء الشرب أو نقصانها يسبب أمراضاً مختلفة أيضاً ، مثل زيادة الكلور وزيادة مركبات أملاح الكربونات والكلوريدات وكبريتات الكالسيوم ، كذلك زيادة تركيز الفلور في الماء أو نقصانه . ونقصان نسبة اليود يسبب تورّم الغدة الدرقية ؛ لذلك لابد من تأمين الماء النقي للشرب دون شوائب جرثومية أو كيميائية ضارة .

تعدُّ المياه الجوفية النقية والينابيع من أهم موارد الشرب التي تزود التجمعات السكنية بالمياه ، ويمكن استعمال المياه السطحية (أنهار وبحيرات) كمصدر للمياه العذبة بعد تنقيتها وتحسين الصفات الطبيعية بإزالة العوالق والترسبات منها ، وإزالة الجراثيم الممرضة ، وجعلها صالحة للاستعمال المنزلي والشرب .

طرائق معالجة المياه والحماية من التلوث :

تهدف هذه الطرق إلى جعل المياه بحالة كيميائية وفيزيائية وبيولوجية بحيث لا تسبب ضرراً للإنسان والحيوان والنبات . ومن أهم الإجراءات للمحافظة على سلامة المياه من التلوث :

١ـ إنشاء محطات تنقية المياه بالترشيح البطيء والترشيح السريع ، بحيث تصبح المياه خالية من أي رواسب ضارة أو رواسب طافية ذات رائحة أو لون ، أو مواد سامة تضر بالأحياء .

وتتألف محطات الترشيح البطيء من أحواض ترسيب حيث تمر المياه بأحواض خاصة ولمدة محددة لترسيب نسبة كبيرة من المواد العالقة إلى قاع الأحواض .

أما محطات الترشيح السريع فتشمل أحواض ترسيب تُستعمل فيها المواد الكيميائية مثل (الشب/ كبريتات الألمنيوم) حيث يرسب الجزء الأكبر من المواد العالقة إلى قاع الأحواض .

٢ـ محطات تنقية المياه لأغراض خاصة ، مثال : إزالة عسر الماء المؤقت والدائم . وينجم عسر الماء المؤقت عن وجود أملاح بيكربونات الكالسيوم والمغنزيوم المنحلَّة ، وتتم إزالة هذا العسر بإضافة الكلس المطفأ الذي يتفاعل مع البيكربونات المنحلة مكوّناً أملاح الكربونات قليلة الانحلال ، والتي تترسب في أحواض خاصة . أما عسر الماء الدائم فينجم عن وجود أملاح الكبريتات أو كلوريدات المغنزيوم المنحلَّة . وتتم إزالة العسر بإضافة كربونات الصوديوم وهيدروكسيد الكالسيوم ؛ حيث تتشكل أملاح كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد المغنزيوم غير المنحلة ، والتي تترسب في أحواض خاصة .

ومن أهم أضرار عسر الماء استهلاك كميات كبيرة من الصابون لتشكيل

الرغوة ، وإصابات معوية لغير المعتادين على هذه المياه ، بالإضافة إلى الإصابة بالتهابات جلدية وغيرها .

٣ـ معالجة المخلّفات السائلة : وهي ناتجة عن الفضلات البشرية والمخلفات الصناعية ، وتحتوي على مواد صلبة بعضها منحل والآخر عالق بالإضافة إلى مواد عضوية وغير عضوية .

والمخلفات السائلة تعطي المياه لوناً داكناً ورائحة كريهة من انطلاق غاز H_2S الناتج من التحلل اللاهوائي للمواد العضوية الموجودة فيها . وتحتوي هذه المياه على العديد من الجراثيم الممرضة والفيروسات والطفيليات ، مما يوجب العمل على التخلص من هذه العوامل الممرضة بطرق تحدّ من ضررها ، ومن انتشار الأمراض عن طريق وصولها للإنسان بطريق مباشر أو غير مباشر .

ويمكن معالجة هذه المياه معالجة كيميائية وبيولوجية والتعقيم بالكلور ، فيتم التخلص من الفضلات السائلة ؛ حيث يمكن استخدام هذه المياه المعالجة في ريّ الأراضي الزراعية ، بعد العملية السابقة تقوم الجراثيم الموجودة في التربة الزراعية بأكسدة ما بقي من مواد عضوية لم تتأكسد بعمليات المعالجة البيولوجية السابقة محوّلة هذه المواد العضوية إلى أملاح الآزوت يمكن أن يمتصها النبات المزروع كسماد .

٤ـ مراقبة المسطحات المائية المغلقة : كالبحيرات من تراكم المواد العضوية المختلفة الأمر الذي يؤدي إلى خلل في التوازن البيئي . ومن أفضل الوسائل لتحقيق هذا الهدف تشجير المناطق المحيطة بالمسطحات المائية .

٥ـ مراقبة المياه الجوفية المستخدمة للشرب من التلوث : بالترشيد والحدّ من البناء السكني أو المنشآت الصناعية المجاورة أو شق الطرق

العامة . كما ويُنصح بزراعة الأشجار المناسبة .

٦ـ وضع إجراءات بالمواصفات الضرورية لتحديد صفات المياه الكيميائية والبيولوجية (الأكسجين الحيوي المستهلك ، الرقم الهيدروجينيPH ، درجة الحرارة ، المواد العالقة واللون ، التلوث الجرثومي ، المواد الكيميائية السامة وغيرها) .

٧ـ الاهتمام بالبيئة المحيطة بالمياه ورصد تلوثها : ووضع كل الإجراءات لحمايتها من التلوث الكيميائي ، وخاصة المبيدات والعناصر المعدنية السامة التي تتراكم في أنسجة الكائنات الحية .

٨ـ مراقبة المياه مخبرياً بالتحاليل الكيميائية والحيوية الخاصة ، وإجراء تحاليل دورية لمراقبة تلوث الماء .

٩ـ إصدار قوانين وتشريعات خاصة للمحافظة على حماية الماء من التلوث الجرثومي والكيميائي ، والحدّ من وصول الملوثات إلى مصادر مياه الشرب (حرب جرثومية) .

* * *