وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الأنبار / كلية الآداب

قسم الجغرافية

الكلية : الآداب

القسم أو الفرع : الجغرافية

المرحلة: الرابعة

أستاذ المادة: أ.د. كمال صالح كزكوز العاني

المادة: المشكلات البيئية

Subject: environmental problems

المحاضرة الرابعة: تلوث المياه ومصادره

Fourth lecture: Water pollution and its sources

تلوث الماء:

الماء هو الجزء المكمل للحياة واستمرارها، فكما أن الحياة لا تستمر على الكرة الأرضية بدون الهواء فأنها لا تستمر أيضاً بدون الماء، فهو يعتبر أهم مكونات الكائنات الحية على اختلافها على الكرة الأرضية، لذلك فالماء على الأرض حينما يصبح بمواصفات نوعية وكمية متدنية جداً، فأن الحياة ستصبح على الأرض ليست صعبة جداً فحسب وإنما استمرارها مستحيل.

إن كمية المياه على الأرض تقدر بحوالي ٧١% ، أي أكثر من ثلثي مساحة اليابسة، بل أن كمية المياه في الخلية الحية تتراوح ما بين (٧٥ – ٩٠)% تبعاً لنوع الخلية الحية، وأن كمية المياه في جسم الإنسان تبلغ حوالي ٧٨%، على أساس الوزن الكلي لجسمه، وفي الحيوان البري تصل المياه إلى حوالي ٧٥% من وزنه الكلي، وفي الحيوان المائي قد تصل نسبة المياه حوالي ٨٥% من وزنه.

وفي الفواكه كالثمار مثلاً فأن كمية المياه تبلغ حوالي ٩٠% من وزن الثمرة الكلي، وفي نباتات الخضروات تصل نسبة المياه فيها حوالي ٨٥% من وزن النبات الكلي، وهكذا نجد التباين الكبير لنسب المياه في الإنسان والكائنات الحية الأخرى، إلا أنها في جميع هذه الكائنات يشكل الماء الجزء الأكبر من وزن جسمها، وبما أن الماء مذيب جيد للكثير من المواد في الطبيعة وغيرها من المواد المصطنعة بل معظمها ولكن بنسب متباينة، والتي لا يذوب منها في الماء فأنها تشكل محاليل غروية أو معلقة، لذلك نجد أن مياه المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار والجداول تحتوي على الكثير من الأملاح والمركبات الكيمياوية الذائبة فيه بل وفي مياه الأمطار عند تساقطها، إلا أن كمياتها ونسبها متفاوتة في هذه الحياة والتي تكون بأدنى مستوياتها في مياه الأمطار ثم صعوداً ولغاية الوصول إلى مياه المحيطات التي توجد فيها أعلى النسب من هذه المواد، وهذا ما جعل المياه في الطبيعة تتعرض إلى خطر ظهور مواد ومركبات كيميائية بمستويات أعلى من مستويات الطبيعة مسببة تأثيرات ضارة على الإنسان والحيوان والنبات والنظم البيئية المختلفة في كوكبنا.

أي أن بيئة الإنسان أصبحت أكثر تعرضاً للمخاطر كون أن أغلب المدن والتجمعات السكانية تقع على المحيطات والبحار والأنهار، وأن مياه الشرب وغيرها من أنواع المياه لغرض الاستخدام البشري والمدني تؤخذ من هذه المصادر الطبيعية والذين لا يوجد لهم خيار آخر أفضل لتأمين المياه الصالحة للاستخدام قد يلجأون إلى سبل أخرى.

مع توفر الماء الكافي في معظم الدول الصناعية إلا أن المشكلة التي تواجهها هي مشكلة التلوث العالي لمياهها من المياه الثقيلة وما تطرحه المصانع المختلفة والمنشآت الزراعية، لذا سعت الدوائر البيئية المختصة في بريطانيا مثلاً إلى تقييم الأنهار إلى أربعة أصناف: الصنف الأول هي غير الملوثة بينما الصنف الرابع من نوع شديد التلوث، ففي عام ١٩٧٥ تم مسح ٣٦١٢٣ كم من الأنهار فوجد أن ١١٧٨ كم فقط تقع في الصنف الرابع الذي أعتبر بادئ الأمر حالة غير خطرة، لكن نظراً لكون أكثر المواقع الملوثة هي الأقسام السفلى من

الأنهار الكبيرة حيث يعيش معظم السكان البريطانيين، فقد اكتسبت هذه الحالة أهمية في حينه، هذا يعني أن الحجم الأكبر من المياه هو المعرض للتلوث العالي. مع كل هذا فقد وجد تحسين كبير خلال السنوات العشرة الأخيرة إذ أصبحت ١٠٠٠ كم من الأنهار الملوثة في الماضي مدرجة ضمن الصنف رقم (١) في الوقت الحاضر، وحتى الأنهار التي كانت سابقاً تعد من مجموعة الأنهار المعرضة للتلوث العالي بدأت كمية التلوث فيها تتضاءل بالنسبة نفسها بسبب التحفظات المعمول بها.

مستويات الأوكسجين

على الرغم من اعتبار الكثير من الأنهار نظيفة وغير ملوثة، إلا أنها في الحقيقة تعاني من نشاطات الإنسان المختلفة ولعله فمن وجهة النظر البيئية فإن استعمال المصطلح (تلوث) هو عندما يكون هناك تأثير بيولوجي ملموس، فبعد التغيير الذي يطرأ على الكائنات الحية النباتية والحيوانية تأثيراً بيولوجياً وخاصة إذا كان التأثير نحو الأسوأ، فبكل تأكيد يمكن الحكم عليه بأنه أحد أعراض التلوث، فحتى الأنهار متوسطة التلوث يمكن أن يستخدم الإنسان مياهها دون خوف أو تردد من ناحية السلامة العامة، إذن حتى الأنهار متوسطة التلوث يمكن اعتبار مياهها نظيفة في المنطقة الصناعية.

مهما كانت درجة تلوث الهواء، يمكن أن يبقى محتفظاً بمحتوياته الرئيسية كالنتروجين والأوكسجين، ومهما كانت درجة تلوثه فأن مستوى الأوكسجين يبقى كافياً لاستمرارية الحياة على عكس ذلك يكون معدل تركيز الأوكسجين في الماء الملوث منخفضاً جداً، وعليه لا تقاوم الأحياء المائية العيش فيه، ففي أحسن الأحوال لا يحتوي الماء غير التركيز الواطئ من الأوكسجين بينما يحتوي اللتر الواحد من الهواء على أكثر من ٢٠٠ سم^{٢} من الأوكسجين، وقد يزداد تركيزه في مياه الجداول أو البحيرة لمستوى التشبع خلال وقت النهار حيث تكون النباتات مشغولة بعملية التمثيل الضوئي الذي يسبب طرح غاز الأوكسجين بينما تستهلك النباتات كما هي حال الحيوانات والأوكسجين ليلاً بحيث تهبط تراكيزه إلى المستوى الملحوظ كلما زادت درجة حرارة الماء قل تركيز غاز الأوكسجين الذائب فيه، لذلك فأن فقدان الأوكسجين هو أحد العوامل المهمة في التلوث الحراري. إن سبب الصعوبة التي تواجهها حياة الأسماك واللافقاريات هو ارتفاع حرارة الماء المقبولة ضمن معدل إمكانية استمرار الحياة، فكلما زادت الحاجة لغاز الأوكسجين قل تجهيزه أو توفره، هذا هو السبب الكامن خلف السؤال التالي: لماذا يؤثر التغير الطارئ في حرارة مياه الأنهر والبحيرات في مجموع الموازنة وظهور نوع معين من الأسماك أو الحيوانات المائية الأخرى؟ إن الماء الذي يحتوي على عدد أكثر من الملوثات السامة يحتوي عادةً على مستوى أوطأ من الأوكسجين، وهذا يعني أن السمكة الواحدة تأخذ كميات كبيرة من الماء من أجل الحصول على الأوكسجين الذي تحتاجه عادةً في حياتها، وكما هو معروف لنا تأخذ الأسماك الماء من خلال فمها وتطرحه خارجاً من خلال الغلاصم التي تقوم عادةً بامتصاص الأوكسجين

وبذات الوقت تقوم بامتصاص الملوثات السامة، لذا فكلما قل مستوى الأوكسجين المذاب ارتفع مستوى الجرعة الممتصة من ذلك الملوث.

تشكل المادة العضوية الحجم الأكبر للتلوث الذي تتعرض له مياه المجاري وهذه تحفز نمو البكتريا والفطريات التي تقوم بامتصاص الأوكسجين من الماء وبالتالي انخفاض مستواه إلى الحد الأدنى. يمكن قياس المادة العضوية هذه مختبرياً بواسطة الطريقة المسماة الاستهلاك البايوكيمياوية للأوكسجين B.O.D التي تعتمد أساساً على كمية الأوكسجين الذائبة في الماء الملوث، وعليه فكلما زادت كمية الأوكسجين المطلوبة، كانت العينة أكثر تلوثاً، لذا فأن العلاقة بين الاستهلاك البايولوجي للأوكسجين ومستوى الأوكسجين للنهر هي أقل من المطروح من المياه الثقيلة أو المادة العضوية التي تدخل ضمن ميزان هذه العلاقة.

من المؤكد أن تأثير التلوث العضوي يعتمد إعتماداً كبيراً على كمية المادة العضوية التي تطرح عادةً في ماء النهر، بينما يكون حجم الماء النظيف الكبير في النهر مسؤولاً عن تقليل تراكيز المادة العضوية فيه B.O.D التي تظهر مرتفعة، بينما يكون مستوى الأوكسجين واطئ وقد لا تتحسن الحالة هذه قبل أن تحصل زيادة ملحوظة في التلوث.

مواصفات المياه:

أن أسس تحديد نوعية المياه في الطبيعة من حيث المواصفات الكيمياوية والفيزيائية والتي يجب أن تكون ضمن مستويات محددة ومقبولة من حيث المواصفات الضرورية للاستخدام البشري، وأن هذه المواصفات يمكن ذكرها باختصار، كما يلي:

١- الملوحة: والتي تقدر على أساس وزن الأملاح إلى حجم الماء أو وزنه، والتي يجب أن لا تتجاوز ٠،٠٥% كمعدل أي ٥٠٠ ملغم لكل لتر ماء، علماً أن هذه النسبة هي المعقولة والشائعة في الأنهار. إما في البحار والمحيطات فتتراوح بين ١٥ إلى ٣٦ غم/ لتر ماء وقد تقل هذه الكمية في بعض البحار والخلجان وخاصة القريبة من محيط القطب الشمالي، أو تزيد كما في مياه الخليج العربي، وأن أهم أنواع الأملاح هي كربونات وبيكربونات الكالسيوم وكذلك أملاح الكبريتات والكلوريدات.

٢- التوصيل الكهربائي للماء: هو تعبير عن مجموع ما يحتويه الماء من الأملاح الذائبة، وذلك بالاعتماد على قابلية الماء للتوصيل فيه، ولذلك فأن الماء الجيد للتقطير يكون التوصيل الكهربائي فيه يساوي صفر.

٣- تركيز الأس الهيدروجيني (درجة الحامضية والقاعدية): يعتمد هذا التركيز في الطبيعة على مقدار تركيز ثاني أوكسيد الكربون وأملاح البيكربونات والكربونات أو غيرها من الجذور الحامضية أو القاعدية. يتراوح هذا التركيز ما بين ١ – ١٤، ولا تستخدم أي وحدات عند قياسه، كما أن حالة التعادل بين الجذور الحامضية والقاعدية عند الماء الجيد التقطير قيمتها (٧). وإن قلت هذه القيمة فأن الماء حامضي وإن زادت فأن الماء قاعدي.

٤- الاحتياج الحيوي للأوكسجين: يمكن قياس الأوكسجين اللازم لتنفس الأحياء المائية والذي يعرف بالاحتياج الكيمياوي الحيوي للأوكسجين والذي يعبر عن كمية المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي لتحويلها إلى ثاني أكسيد الكربون وغيره من المركبات الكيمياوية البسيطة، وأن هذه القيمة تتراوح ما بين ٠،٧ – ٢،٥ من الملغم/لتر كمعدل شهري في المياه غير الملوثة علماً أن هذه القيمة إن زادت فأنها تعبر عن مقدار الزيادة بمستوى التلوث في المياه، بالتالي تصبح المياه غير صالحة لاستخدام الكائنات الحية. وعندما تبلغ هذه القيمة حوالي ٢٠ ملغم/لتر فأن المياه تعتبر ملوثة جداً.

وبذلك يتضح أن الأوكسجين عامل مهم جداً في الحياة وتحديد نوعيتها ومستوى التلوث فيها وذلك لأن الأوكسجين يحدد أهمية الحياة ومدى الاستفادة منها في تنفس الأحياء وأكسدة العناصر والمركبات الكيميائية، لذلك تعتبر المياه العالية النقاوة والتي تفتقر إلى الأوكسجين فيها فأن مقداره فيها لا يتجاوز ٦ ملغم لكل لتر، بينما تبلغ درجة تشبع المياه به عندما يبلغ مقداره ٩،٢ ملغم لكل لتر وفق نظام تقدير تركيز الأوكسجين الذائب، علماً أن ذوبان الأوكسجين في الماء يتأثر بعدة عوامل أهمها:

أ- درجة حرارة الماء والتي تتناسب عكسياً مع مقدار تركيز الأوكسجين الذائب.

ب- الضغط الجوي والضغط الجزئي للأوكسجين في الهواء والذي يناسب تركيز الأوكسجين الذائب طردياً معهما.

ج- حركة كتلة المياه والتي تتناسب طردياً مع تركيز الأوكسجين الذائب.

د- درجة عذوبة المياه والذي يتناسب تركيز الأوكسجين المذاب معها طردياً كلما زادت درجة العذوبة.

هـ- كثافة الأحياء المائية في كتلة المياه والذي يتناسب تركيز الأوكسجين الذائب فيها عكسياً مع مستوى كثافة الأحياء المائية.

و- ارتفاع مستوى الملوثات في المياه والتي تتناسب عكسياً مع تركيز الأوكسجين الذائب وبالتالي نمو كائنات حية على حساب كائنات حية أخرى.

وأن هذه العوامل كانت وما زالت تسبب هلاكات كبيرة في العديد من أنواع الأسماك وتكاثرها في المياه العذبة ومياه الخليج العربي وكذلك الحال في التأثير سلباً على هجرة أنواع أخرى من الأسماك وتكاثرها في مياهنا الإقليمية والداخلية.

٥- تركيز الأوكسجين الذائب: إن انخفاض تركيز الأوكسجين الذائب في المياه هو من أهم الأسباب التي تعمل على زيادة التأثير السمي للمواد الملوثة في الحياة، أي تعمل على زيادة مستويات تأثير التلوث أيضاً، وتتزايد هذه التأثيرات كلما كانت المياه في حالة تناقص لكثافة المجموعة النباتية المائية والتي تساهم بإطلاق كميات جيدة من الأوكسجين الناتج من عمليات التركيب الضوئي لهذه النباتات، والذي نسبه لا بأس بها تذوب في المياه لتستفاد منها الأحياء الأخرى ولتتحسن نوعية تلك المياه. إلا أن تركيز الأوكسجين الذائب يتأثر بحالتي

الليل والنهار بسبب النشاطات الحيوية لمجموع الأحياء المائية خلال الليل والتي تعمل على استهلاك نسبة من الأوكسجين خلال أوقات النهار وكذلك يكون تركيز الأوكسجين الذائب متأثراً بمقدار إنتاجه من قبل تلك النباتات ومدى تواجد الملوثات الكيمياوية القابلة للتأكسد وعلاقة ذلك بتأثير عوامل أخرى مثل درجة الحرارة والضغط الجوي، وهذا ما نعتقده السبب بوجود ظاهرة الهلاكات سنوياً بين أسماك الخليج العربي والتي بدأت منذ عام ١٩٦٧ وحتى يومنا الحاضر.

٦- لون المياه: أن المياه النقية والخالية نسبياً من الملوثات تكون عديمة اللون ولكن هذه المياه يمكن أن تكون ذات لون على الرغم من درجة نقاوتها العامة وخلوها من الملوثات الأساسية وذلك بسبب المواد العالقة فيها والناتجة عن المواد الغرينية أو الطمى والتي يغلب عليها اللون البني الباهت أو المصفر قليلاً وهو ناتج عن ذوبان المواد العضوية الناتجة عن تحلل النباتات والحيوانات الأخرى، وقد تسبب بعض المواد غير العضوية إلى تلون المياه مثل مركبات الحديد والنحاس والفضلات النفطية التي ترميها السفن وناقلات النفط وغير ذلك من المواد الكيمياوية أو غيرها مثل التراكمات الكلسية والمرجانية وغيرها تسبب التلون أيضا.

يتسبب التلوث في المياه إلى امتصاص أطوال موجية معينة من الضوء، ولأجل قياس مستوى التلوث يتم بالتخلص من المواد العالقة والمترسبة ثم يقاس لون المياه بعد ذلك بواسطة أجهزة خاصة، وقد بينت منظمة الصحة العالمية أن اللون الحقيقي للمياه الصالحة للشرب تتراوح ما بين (٥ – ١٥) وحدة لون حقيقي.

وإذا قلت هذه القيمة فأن الماء يكون قريباً من الماء عديم اللون وهو طبيعي جداً، إما إذا زادت القيمة عن ١٥ فيعني ان الماء عالي التلوث بفعل نشاطات حيوية ناتجة عن نشاطات الأحياء المجهرية أو يكون التلوث ناتج عن مركبات كيمياوية مثل هيدروكسيد الحديد الذي يتسبب بتلون المياه باللون الأخضر وأكاسيد المنغنيز التي تلون المياه باللون الأسود.

٧- عكورة المياه: أن طبيعة المياه النقية تكون شفافة أي تسمح بمرور معظم حزم الأشعة الضوئية المارة خلال هذه المياه إلا أن وجود مواد عالقة في تلك المياه قد تؤثر على مرور نسبة معينة من حزمة الضوء هذه وتبعاً لمستويات المواد العالقة في المياه والتي يعبر عنها بدرجة العكورة، مع العلم أن الأحياء المجهرية تنشط وتتكاثر بشكل تتناسب طردياً مع تركيز المواد العالقة في المياه، تقاس العكورة بوحدات خاصة تعرف بوحدات العكورة الفلومترية، لذا لا يجب أن يزيد عدد وحدات العكورة في مياه الشرب عن خمس وحدات كحد أقصى، وإن زادت عن ذلك تكون هذه المياه غير صالحة للشرب.

٨- تركيز المواد المشعة في المياه: أن جميع المواد ذات النشاط الإشعاعي تعتبر ليست مؤثرة على مستويات قبول المياه وإنما تؤثر على النظام البيئي والصحة العامة للمجتمع، ومن هذه المواد الراديوم والستردنيوم، بل حتى مخلفات المواد ذات النشاط الإشعاعي هي مواد ضارة كمخلفات اليورانيوم المنضب ومخلفات المفاعلات النووية بالعراق خلال الأعوام ١٩٨١ ، ١٩٩١ ، ٢٠٠٣ والتي أخذت طريقها إلى المياه السطحية

والجوفية حتى وصلت إلى مياه الخليج العربي أيضاً، وكذلك الحال بالنسبة لمفاعل ديمونا وأضراره على المنطقة.

إلا أنه ليس هناك مواصفات خاصة لتركيز المواد المشعة في المياه الطبيعية، وعلى الرغم من ذلك فأن تلك المياه تكون بمثل هذه المواد مسببة خللاً بيئياً قد يؤدي إلى تشوهات وطفرات وراثية من الأسماك وبعض الأحياء المائية، أو قد تسبب في أن تسود أنواع من الأحياء على حساب أنواع أخرى، وقد تؤدي إلى انقراض أنواع أخرى من الأحياء.

٩- الأحياء المجهرية الضارة: إن من أهم الأحياء المجهرية الضارة والمتواجدة في المياه يعود إلى وصول الفضلات البشرية والحيوانية والنباتية إلى تلك المياه بطريقة أو بأخرى، كتصريف المياه الثقيلة من المجمعات السكانية إلى الأنهار والبحيرات والمياه الجوفية والخلجان والبحار في المنطقة.

أن من أهم أنواع الأحياء المجهرية الضارة هذه هي مجموعة البكتريا القولونية وأنواع جنس بكتريا السلمونيلا وبعض أنواع الحيوانات الأولية الأميبية والهدبية والطفيليات المعوية كديدان البلهارزيا والإسكارس والشريطية وغيرها. إلا أن الدليل الحيوي المتبع في قياس هذه الأحياء المجهرية هو مجموع أعدادها في المليلتر الواحد من المياه كدليل على وجودها، وأن الضوابط المعتمدة هو أن لا يزيد معدل أعداد البكتريا القولونية عن ٥٠٠٠ خلية /١٠٠سم^{٣} ماء كمعدل شهري والتي اعتمدتها منظمة WHO .

ملوثات المياه ومصادرها في منطقتنا

إن ملوثات المياه ومصادرها في منطقتنا يمكن إجمالها في مجموعتين رئيسيتين هما:

أولاً: ملوثات مياه من مصادر محددة مثل محطات تكرير المياه والصرف الصحي كما هو الحال في مخلفات تصفية المياه في المدن الرئيسية للشرب ومخلفات معاملات مياه الصرف الصحي أو مياه المجاري ومحطات مياه الصرف الصناعي ومياه المبازل وغيرها، وأن جميع هذه المخلفات تأخذ طريقها إلى المياه السطحية والجوفية في منطقتنا دون توجيه العناية اللازمة لمثل هذه المخلفات والتي أخذت تزيد من مشاكل تلوث بيئتنا.

ثانياً: ملوثات مياه من مصادر غير محددة وكما هو الحال مع غسل السيارات والشاحنات والعربات والحيوانات وغيرها من المستلزمات البشرية والتي تتم بشكل عشوائي على ضفاف الأنهار والبحيرات أو على سطح الأرض لتصل بعد ذلك إلى مجاري المياه الجوفية، أو رمي الملوثات كتبديل زيوت السيارات والآليات في مجاري المياه السطحية والمغلقة أو غسل أوعية المبيدات وغيرها من المواد الكيمياوية وغير الكيمياوية في الجداول والأنهار أو رش المبيدات بوسائل تقنية ومنها الطائرات.

كما أن مياه الأمطار تعمل على إذابة بعض الملوثات من المواد الكيمياوية والمخلفات المتصاعدة من معامل الإسمنت والطابوق ومن مصانع الزيوت النباتية ومحطات توليد الطاقة الكهربائية الحرارية ومن مصانع

تكرير النفط وإنتاج الغاز الطبيعي وما يتصاعد من آبار النفط والغاز ومياه مزارع تربية الأسماك والمزارع ومياه وحقول الرز المعاملة بالمبيدات المستخدمة في مكافحة الآفات وغير ذلك من أنواع الملوثات ومصادرها المنتشرة في مختلف مواقع ومدن منطقتنا والتي يصل بعضها إلى المياه الجوفية لتصل إلى مياه الآبار والعيون أو الأنهار والبحيرات في شمال ووسط وجنوب المنطقة.

ويمكن للملوثات أن تصل إلى المياه بعدة طرق ووسائل أهمها:

١- انجراف التربة الملوثة مع مياه الري والأمطار وهي حالة عامة.

٢- تصريف مياه المخلفات الصحية والصناعية والزراعية إلى الأنهار والبحيرات مباشرة وهو الحاصل في معظم مزارع المنطقة.

٣- المعاملة المباشرة بالملوثات المباشرة كمبيدات الآفات التي تتكاثر في المياه من حشرات وقواقع وأدغال وغيرها.

٤- هطول مياه الأمطار المحملة بالملوثات المتواجدة في الهواء والناتجة عن عمليات رش المبيدات وأبخرة ودخان المصانع وغبارها.

٥- وصول المياه الجوفية ومياه المبازل ومياه السقي المحملة بالملوثات الناتجة عن الطمر الصحي والصناعي والنووي ورش المبيدات وغير ذلك إلى مجاري المياه الرئيسية من أنهار وبحيرات وخلجان وبحار.

٦- استعمال المتفجرات والمبيدات في الأنهار والبحيرات لصيد الأسماك والأحياء المائية الأخرى.