المحاضرة الثانية

تلوث المياه Water Pollution

يعرف تلوث المياه بأنه الرداءة في نوعية المياه الطبيعية بسبب إضافة المواد الضارة فيها بتراكيز متزايدة أو إدخال تأثيرات عليها مثل زيادة درجة حرارتها أو حتى نقصان بعض مكوناتها الطبيعية الأساسية من جراء تدخلات الإنسان مما يجعل هذه المياه غير صالحة للإستعمالات الحياتية والصناعية .

وفيما يلي بعض الأمثلة على تدخلات الإنسان ببعض الأجسام المائية :

1- يتم قذف كميات هائلة من الملوثات كل يوم في أنهار العالم بما فيها مخلفات الصناعة والأسمدة الكيميائية ومواد مكافحة الحشرات والفضلات المنزلية ومياه التعدين وغير ذلك ، وتعد معظم أنهار العالم ملوثة بدرجات متفاوتة فمثلا نهر الراين في وسط أوربا كان يعد من أجمل مجاري المياه في العالم ، أما الآن فيطلق عليه إسم أطول مجرى للمياه القذرة في العالم ، وقد أثبتت دراسات عديدة في العراق تلوث كبير لمياه الأنهار وتوابعها نتيجة لقذف الفضلات الصناعية والسكنية فيها خاصة نهر دجلة .

2- ما حدث لبعض بحيرات العالم هو أفظع مما حدث للأنهار ، فمثلا ما حدث في بحيرة إيري في أمريكا الشمالية ، فقد تحولت من بحيرة جميلة الى خزان لفضلات المياه الصناعية المحملة بالملوثات ، إضافة الى فضلات المياه من عدة مدن كبيرة تقع عليها أو بالقرب منها ، علما بأنها بحيرة كبيرة الحجم وتقدر مساحتها بمئات الكيلومترات المربعة .

3- بحيرة بيكال في روسيا كانت تعد فيما مضى من أجمل بحيرات العالم وخاصة النقاوة العالية فيها وعمقها غير الإعتيادي ، أما الآن فهي مهددة بدرجة عالية من التلوث والزيادة المتفاقمة للتراكيز الكيمياوية الضارة فيها .

4- إن مياه المحيطات التي تغطي أكثر من ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية والتي كان يعول عليها أن تفي بحاجات الإنسان المتزايدة للغذاء نتيجة للتضخم السكاني ، أصبحت الآن مهددة بمخاطر جسيمة نجمت عن تزايد تراكيز الملوثات فيها مثل الدهون والنفط والفوسفات والمعادن الثقيلة والمركبات العضوية المحضرة وغير ذلك .

لقد تعايشت الطبيعة مع ملوثات المياه لملايين السنين ، حيث إن الطبيعة لديها وسائل دفاعها التي تتوازن بها مع المؤثرات الخارجية ، ولكن المشكلة تفاقمت وأصبحت هذه الوسائل الطبيعية نسبيا عاجزة عن الموازنة مع الحجم الهائل من الملوثات التي تقذف يوميا الى شتى الأجسام المائية في العالم وستتفاقم المشكلة بأضعاف مخيفة إن لم توضع ضوابط للحد من التلوث وتوفير السبل المساعدة للطبيعة أن تحمي نفسها وتتوازن مع ما يجابهها من تحديات وإلا فإن إحتمال حدوث توازن جديد قائم ، وقد يكون التوازن الجديد على حساب إنعدام أشكال مختلفة من الحياة وحتى الأشكال العليا منها والى الأبد .

تلوث المصادر السطحية

منذ القدم وشواطىء الأنهار والبحيرات تجتذب اليها المجتمعات البشرية فكان أن نشأت القرى والمدن على حافات الأنهار والبحيرات ، فكما النهر مصدرا لكل متطلبات الناس من الماء كان يطرح فيه كل مخلفاتهم وفضلاتهم ، وعند نشوء التجمعات الصناعية سعت الصناعة الى شواطىء المياه كموقع مثالي لها يوفر ميزات من أهمها توفير الكميات الهائلة من الماء التي تحتاجها الصناعة وكذلك يوفر لها مبالغ طائلة خلال نقل خاماتها وبضائعها بواسطة النقل المائي الرخيص وكان أن أصبحت الأنهار المحل الذي تصب فيه المخلفات الصناعية ،كذلك تعود الى النهر كل الملوثات الزراعية من مبيدات وأسمدة من خلال السيول ومياه البزل ، كما يرجع الى النهر الكثير من الملوثات الغازية والجسيمات العالقة في الجو وعندما تغسلها مياه الأمطار فإنها تنتهي في الغالب الى النهر . تؤثر كافة الأنشطة الإروائية تأثيرا سلبيا على مياه النهر وخاصة سدود الحصر Impounding Reservoirs سواء كان الهدف منها لغرض الزراعة أم لتجهيز مياه الشرب ، حيث يؤدي حصر الماء الى تغيير خصائصه مما يسيء الى النهر عند تصريف المياه المخزونة الى مجرى النهر ، ويتسرب الكثير من الملوثات الموجودة على جوانب النهر خلال موسم الفيضان مسببة كوارث بيئية في الحياة المائية في كثير من الأحيان .

من المؤكد أن النهر غير معزول عن المياه الجوفية فالتبادل الكمي بينها يسير بإتجاهات مختلفة تحددها مستويات النهر والماء الجوفي ، لذا فمن المتوقع أن يتأثر النهر ولو موسميا بنوعية المياه الجوفية القريبة من مجراه .

ويمكن تلخيص مصادر الملوثات التي تصل الى الأنهار بالآتي :

1- الملوثات الهوائية (الغازات والدقائق) تصل الأنهار بواسطة مياه الأمطار التي تصل النهر مباشرة أو على شكل سيول .

2- ما يجرفه السيل من ملوثات زراعية وغيرها خلال جريان السيل بإتجاه النهر .

3- مصبات الفضلات الصناعية والمدنية ،حيث يعد هذا المصدر أكبر مسببات تلوث الأنهار خاصة عند عدم معالجة هذه الفضلات قبل طرحها الى النهر .

4- الملوثات الزراعية خلال مياه المبزل حيث تنقل مياه البزل كميات كبيرة من أملاح التربة إضافة الى الفائض من الأسمدة والمبيدات الى النهر ، ويتعذر غالبا معالجة مياه المبزل على عكس الفضلات المدنية والصناعية وذلك بسبب ضخامة كمياتها .

5- تسرب الملوثات ضمن مخلفات الأنشطة التي تجرى في وادي النهر عندما يكون مستواه منخفضا وتجرف مياه النهر هذه الفضلات مرة واحدة في موسم الفيضان فيه تلوثا فجائيا قد يسبب كوارث بالنسبة للحياة المائية في النهر ، وهناك مثال جيد على مثل هذه الأنشطة هو قيام الصناعات بتكديس قمامتها في مناطق قريبة من مجاري الأنهار حيث تتعرض أكداس الفضلات الصلبة هذه الى الإنجراف في موسم الفيضان .

6- التبادل النوعي مع المياه الجوفية ، فعندما يكون إتجاه جريان الماء من الماء الجوفي الى النهر تتأثر نوعية ماء النهر بنوعية الماء الجوفي وبالملوثات الموجودة إن وجدت .

7- عملية الحصر تؤثر على نوعية الماء كما ذكرنا عند الحديث عن سلبيات المصادر السطحية .

أظهرت الدراسات الحديثة وجود تأثيرات كبيرة للهيدروكاربونات المشبعة على الأحياء البحرية الصغيرة بما تسببه لها من تحطيم (Cell damage) ثم الموت وخاصة في الأدوار الأولى من حياتها ، وتؤثر الهيدروكاربونات الأروماتية أحادية الحلقة على معظم أشكال الحياة ، وتؤدي تسمما حتى للإنسان وقد يوجد بعضها بتراكيز غير مقبولة بيئيا في النفط المنسكب ، أما المركبات الأروماتية ثنائية وثلاثية الحلقة مثل النفثالين والفينانثرين فقد ثبتت سميتها العالية على الأسماك ، وتكون السمية مباشرة بالنسبة للأحياء البحرية ، وقد يموت الحيوان المعرض للنفط بعد دقائق أو ساعات من تعرضه .

هناك عدة دراسات حديثة حول التأثيرات بعيدة المدى بالنسبة لتأثير النفط على الحياة المائية ، فعلى سبيل المثال تهاجم الأحياء المائية بعضها البعض وتفتش عن جنسها

الآخر وعن أماكن عيشها ومصادر غذائها بواسطة بعض الكيمياويات ضئيلة التركيز (إشارات كيميائية) موجودة في الماء أو تفرز من قبل الحيوان نفسه ، وهناك دلائل على أن بعض الملوثات النفطية تتداخل مع هذه الإشارات الكيمياوية وتعطي إشارات مغلوطة للحيوانات مما يسبب إرباكا في عملياتها الحيوية وفي دورات حياتها ، ومن أهم المركبات النفطية التي لها هذا التأثير التداخلي هي المركبات المشبعة والأروماتية ذات الأوزان الجزيئية العالية ، ومن التأثيرات الأخرى بعيدة المدى أن معظم المركبات الهيدروكاربونية الملوثة لغذاء الحيوانات البحرية لا تتغير خلال السلسلة الغذائية ولذلك سوف تتراكم في جسم الحيوان (مثل حالة تراكم بعض مبيدات الحشرات D.D.T مثلا) ، لذا فإن بعض الأسماك والسرطانات التي تمثل جزءا من غذاء الإنسان ستكون رائحتها غير مقبولة أولا وذات إحتمالات سمية ثانيا ، هناك دلائل أيضا على تأثير آخر بعيد المدى يتمثل في زيادة قابلية الأجسام البحرية على تراكم السموم فيها مثل مبيدات الحشرات ، حيث إن المركبات النفطية التي تدخل أجسامها وتتراكم فيه (كما ذكرنا سابقا) تكون أي هذه المركبات وسطا جيدا لإمتصاص مبيدات الحشرات وإبقائها في جسم الحيوان بنسب أعلى (تأثير تراكمي Synergism) ، وتكون النتيجة أما موت هذه الحيوانات أو أن تكون وسطا جيدا لنقل هذه السموم الى الإنسان إن كانت الحيوانات الملوثة جزءا من غذائه .

بعض جوانب تلوث الموارد المائية السطحية

على الرغم من تعدد مصادر تلوث الموارد المائية السطحية فإن مصبات مياه الفضلات الصناعية والمدنية تعد المسبب الأساسي لتلوث الأنهار والبحيرات رغم وجود مسببات متزايدة الأهمية في الآونة الأخيرة ، وتؤثر مصبات مياه الفضلات على المصدر المائي بأحد الأشكال الآتية .

أولا : طرح مواد سمية الى المورد المائي وينطبق ذلك على مياه الفضلات الصناعية كفضلات النسيج والدباغة وصناعات المعادن وغيرها وتؤثر هذه المواد السامة على الحياة المائية (وبصورة غير مباشرة على الإنسان) .

ثانيا : مواد عالقة تغطي قعر المورد المائي قرب المصب وتعيق الأنشطة القعرية

للأحياء المائية ، وتنسجم هذه الحالة في مطروحات صناعة السيراميك حيث تطرح هذه الصناعات كميات كبيرة من الطمى العالق .

ثالثا : مواد تؤثر على محتوى الأوكسجين المذاب في ماء المورد ، ويتأثر مستوى الأوكسجين بأحد الأشكال الآتية .

- مواد تستنزف الأوكسجين أما مباشرة كالمواد غير العضوية (الكيمياويات المختزلة مثلا) والمواد العضوية القابلة للتحلل حيث تستنزف هذه المواد الأوكسجين المذاب .
- مواد تعيق عملية التهوية السطحية كالدهون والمنظفات وغيرها ممن يشكل طبقة رقيقة فوق سطح الماء تعيق تبادل الأوكسجين بين الجو وسطح الماء .
- مياه ساخنة تؤدي الى تقليل التركيز المشبع للأوكسجين مما يحدد كمية الأوكسجين المذاب في الماء .

رابعا : مياه فضلات ساخنة تؤثر على المورد المائي والحياة المائية .

المياه الجوفية

تتميز المياه الجوفية بخلوها من المواد العالقة والبكتيريا نظرا لتعرضها لعملية الترشيح خلال مرور الماء في الأرض ، وكذلك لعزلتها عن الجو ومتغيرات درجات حراته ، فإن حرارة هذه المياه تبقى شبه ثابتة صيفا وشتاءا ولا تتغير درجة حرارتها أكثر من عدة درجات . تتميز المياه الجوفية بوجود نسبة عالية من غاز ثاني أوكسيد الكربون بعكس الأوكسجين الذي ينعدم غالبا في هذه المياه ، وتختلف نسبة الملوحة في هذه المياه حسب عمرها وحسب طبيعة الطبقة الحاوية لها ، فعند وجود ملوحة قليلة فيها لا تحتاج هذه المياه الى أية معاملة ومن ضخها مباشرة الى المستهلك بعد إضافة الكلور اليها لحمايتها من التلوث بالبكتيريا خلال طريقها الى المستهلك ، ولايمكن أن يقال أن المياه الجوفية قد نجت من مشاكل التلوث ولكنها أقل عرضة للتلوث من المياه السطحية .

تلوث الموارد المائية الجوفية

على الرغم من وجود المياه الجوفية تحت الأرض فإنها لم تسلم من التلوث حيث تصل الملوثات الى هذه المياه من عدة طرق ، حيث إن كافة الأنشطة الجارية على سطح الأرض والتي تكون مصدرا للملوثات من الممكن أن تنتقل الى الماء الجوفي بطريق أو بآخر ، فعلى سبيل المثال تتسرب المطروحات المدنية والصناعية السائلة من خلال مفاصل المجاري وكسورها الى الماء الجوفي ، كذلك فإن أكداس المطروحات الصلبة سواء كانت بلدية (مدنية) أم صناعية سوف تتخللها مياه الأمطار وتذيب الكثير من الملوثات ناقلة إياها الى الماء الجوفي .

لقد ذكرنا عند الحديث عن تلوث الموارد السطحية أن السيول الحاوية على الملوثات الهوائية ومياه السقي تنقل العديد من الملوثات الزراعية كالأسمدة والمبيدات الى الماء السطحي (نهر أو بحيرة) ، ولكن في الواقع أن جزءا كبيرا من هذه الملوثات سوف ترشح الى المياه الجوفية مباشرة ولا تصل الى الماء السطحي ، وبما أن المياه السطحية غير معزولة عن المياه الجوفية وتتصل بها في كثير من الأحيان فإننا نتوقع أن نجد تبادلا نوعيا وكميا بين مياه هذين الموردين ، كما يحدث نوع آخر من التبادل ولكن بين المياه الجوفية المالحة والمياه الجوفية الحلوة يؤدي الى زيادة ملوحة الأخيرة وخاصة عند عدم تنظيم السحب من الآبار ، وتكون هذه الظاهرة غالبا في المناطق الساحلية للبحار والبحيرات المالحة وتعرف بتدخل المياه المالحة Salt Water Intrusion وأخيرا هنالك مصدر متعمد للتلوث وهو قيام بعض الصناعات بحقن ملوثاتها السامة المركزة في آبار عميقة يعتقد بأنها سوف لاتصل الى الماء الجوفي ولكن قد تصل اليه ولو بعد حين خلال الشقوق الموجودة في الطبقات الجيولوجية الصماء .