

## تلوث المياه

يعد الماء عصب الحياة فهو يشكل 90% من أجسام الأحياء الدنيا ونحو 60-70% من أجسام الأحياء الراقية ومنها الإنسان فقد قال سبحانه وتعالى (وجعلنا من الماء كل شيء حي). ومن المعروف أن الغلاف المائي يمثل أكثر من 70% من مساحة الكره الأرضية ويبلغ حجم هذا الغلاف حوالي 1400 مليون كيلومتر مكعب منها حوالي 97% من هذه الكمية مياه البحار والمحيطات والسبة الباقيه تشمل المياه الجليدية الموجودة في جبال الجليد بالقطبين الشمالي والجنوبي والانهار الجليدية والمياه الجوفية اما المياه العذبة الموجودة في الانهار والبحيرات العذبة الموجودة في الارض كافية لتلبية احتياجات الانسان في الوقت الحاضر وفي المستقبل القريب ولكن هذه المياه في الواقع الطبيعي غير منتظمة التوزيع فعلى سبيل المثال يحتوي نهر الامازون وحده على نحو 10% من اجمالي كمية المياه العذبة في حين يحتوي 15 نهرًا آخرًا في احياء العالم على 33% من هذا الاجمالي فقط. وفي الوقت الذي لا تستطيع فيه دول عديدة تأمين احتياجاتها وكفايتها من المياه العذبة نجد مناطق واسعة من العالم تعاني من الفيضانات الموسمية. وتعد الزراعة المستهلك الاكبر للمياه العذبة وللأسف فإن نحو 75% من مياه الري تضيع هباء بسبب استخدام اساليب عقيمة في الري. وعلى الرغم من ان الصناعة تحتاج الى كمية مياه اقل بكثير مما تحتاجه الزراعة الا انها تعمل على تلوينها بشكل مزعج ويبعث على القلق وحتى ان هناك بعض مياه الانهار قد فسدت تماماً ولم تعد صالحة للاستعمال الانساني او الصناعي. فتلوث الماء من اوائل الموضوعات التي اهتم بها العلماء والمتخصصون في مجال حماية البيئة.

ويعتبر تلوث الماء من اوائل الموضوعات التي اهتم بها العلماء والمتخصصون بمجال التلوث و ذلك يرجع إلى سببين :

**الأول :** أهمية الماء وضروريته ، فهو يدخل في كل العمليات البيولوجية والصناعية ، ولا يمكن لأي كائن حي – مهما كان شكله أو نوعه أو حجمه – أن يعيش بدونه ،

فالكائنات الحية تحتاج إليه والنباتات هي الأخرى تحتاج إليه لكي تتمو ، ( وقد أثبت علم الخلية أن الماء هو المكون الهام في تركيب مادة الخلية ، وهو وحدة البناء في كل كائن حي نباتً كان أم حيواناً ، وأثبتت علم الكيمياء الحيوية أن الماء لازم لحدوث جميع التفاعلات والتحولات التي تتم داخل أجسام الأحياء فهو إما وسط أو عامل مساعد أو داخل في التفاعل أو ناتج عنه . والماء يشكل 17% من وزن الطفل الرضيع و 60-80% من وزن الرجل البالغ و 95% من وزن الخيار و الخس، وإن نقصاً قدره 10-20% من الماء الموجود في جسم الإنسان أو الحيوان قد يؤدي إلى الموت، وللماء دور أساسي في الصناعة وهذا سبب تركز معظم الصناعات حول مصادر المياه، ولإنتاج طن واحد من الفولاذ أو النحاس أو المطاط الصناعي أو الورق تحتاج إلى ما بين 300-2100 م3 ماء كما أن للماء دوراً معروفاً في الزراعة حيث يلزم ما بين 300 و 800 كجم من الماء لإنتاج كيلو جرام واحد من السماد الجاف .

الثاني : إن الماء يشغل أكبر حيز في الغلاف الحيوي ، وهو أكثر مادة منفردة موجودة به ، إذ تبلغ مساحة المسطح المائي حوالي 70.8% من مساحة الكرة الأرضية ، مما دفع بعض العلماء إلى أن يطلقوا اسم ( الكرة المائية ) على الأرض بدلاً من من الكرة الأرضية . وبالتالي فإن تلوث الماء يؤدي إلى حدوث أضرار بالغة ذو أخطار جسيمة بالكائنات الحية ، ويخل بالتوازن البيئي الذي لن يكون له معنى ولن تكون له قيمة إذا ما فسدت خواص المكون الرئيسي له وهو الماء .

#### تعريف الماء:

الماء هو مركب كيميائي سائل شفاف يتربّك من ذرتين الهيدروجين وذرة أكسجين، ورمزه الكيميائي ( $H_2O$ )

#### تعريف تلوث الماء :

هو إحداث تلف أو افساد لنوعية المياه مما يؤدي إلى حدوث خلل في نظامها البيئي بصورة أو بأخرى بما يقلل من قدرتها على اداء دورها الطبيعي بل تصبح ضارة عند

استعمالها او تقد الكثير من قيمتها الاقتصادية وبصفة خاصة مواردها من الاسماك والاحياء المائية . وبعبارة اخرى فإن المقصود بتلوث المياه القاء المواد الكيميائية والفيزيائية والمواد البيولوجية physical, chemica and biological material الى المياه العذبة او مياه الانهار والبحار والمحيطات والتى تؤدي الى تردى نوعية المياه، مما يجعل هذه المياه غير صالحة للانسان او الحيوان او النبات او الاحياء التي تعيش في المسطحات المائية.

### صور تلوث الماء:

- 1- استنزاف كميات كبيرة من الأكسجين الذائب (DO) في مياه المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار مما يؤدي الى تناقص اعداد الاحياء المائية فيها .
- 2- زيادة نسبة المواد الكيميائية في المياه مما يجعلها سامة للاحياء .
- 3- ازدهار ونمو البكتيريا والطفيليات والاحياء الدقيقة في المياه مما يقلل من قيمتها كمصدر للشرب او رمي المحاصيل الزراعية .

ويتلوث الماء عن طريق المخلفات الانسانية او النباتية او الحيوانية او الصناعية او الكيميائية التي تلقى او تصب في المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار كما تتلوث المياه الجوفية من تسرب مياه المجاري ومياه الصرف لكثره ما فيها من البكتيريا او المركبات الكيميائية .

### أنواع تلوث الماء

#### 1- التلوث الطبيعي:

وينتاج عن تغيير الموصفات القياسية للماء، عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة به Suspended solids سواء كانت من أصل عضوي أو غير عضوي. وازدياد ملوحة الماء تنتج غالباً من زيادة تبخّر الماء من البحيرات أو الانهار في الأماكن الجافة دون تعويض للمياه المفقودة أو في وجود قلة من مصادر المياه. كما أن التلوث الفيزيائي physical pollution الناتج عن ارتفاع

درجة الحرارة يكون في غالب الأحوال نتيجة صب مياه تبريد المصانع والمفاعلات النووية القريبة من المسطحات المائية في هذه المسطحات مما ينتج عنه ارتفاع درجة الحرارة ونقص الأكسجين الذائب (DO) مما يؤدي إلى موت الكائنات الحية في هذه الأماكن.

## 2. التلوث الكيميائي :

وينتج هذا التلوث غالباً عن الأنشطة الصناعية أو الزراعية المقامة بالقرب من المسطحات المائية مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها. مثل الأملاح المعدنية والأحماض والأسيدات والمبيدات. وتسرب الفلزات السامة إلى الماء يؤدي إلى التسمم إذا وجدت بتركيزات كبيرة، مثل الباريوم والكادميوم والرصاص والزنبق. أما الفلزات غير السامة مثل الكالسيوم والماغنيسيوم والصوديوم فإن زيادةها في الماء يؤدي إلى بعض الأمراض إضافة إلى تغير خصائص الماء الطبيعية مثل الطعم وجعله غير مستساغ. كما أن زيادة تركيز عناصر مثل الفوسفات والأزوت (النايتروجين) يؤدي إلى تغيير رائحة الماء ونمو الحشائش والطحالب مما يؤدي إلى زيادة فقد الماء وزيادة البحر. وقد يؤدي في النهاية إلى ظاهرة الشيخوخة المبكرة للبحيرات Eutrophication حيث تتحول هذه البحيرات إلى مستنقعات مليئة بالحشائش والطحالب وقد تتحول في النهاية إلى أرض جافة.

## 3. التلوث البيولوجي :

وينتج هذا التلوث عن زياد اعداد الكائنات الحية الدقيقة المسيبة للأمراض مثل البكتيريا والفيروسات والطفيليات في المياه. وتنتج هذه الملوثات، في الغالب عن اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء بطريق مباشر عن طريق صرفها مباشرة في المسطحات المائية أو عن طريق غير مباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي. ويؤدي وجود هذا النوع من التلوث إلى الإصابة بالعديد من الأمراض. لذا يجب عدم استخدام مثل هذه المياه في الاغراض الشخصية أو في الشرب إلا بعد معالجتها المعالجة المناسبة.

#### **4- التلوث الإشعاعي :**

ومصدر هذا التلوث يكون غالباً عن طريق التسرب الإشعاعي من المفاعلات النووية أو عن طريق التخلص من هذه النفايات في البحر والمحيطات والأنهار. وفي الغالب لا يحدث هذا التلوث أي تغيير في صفات الماء الطبيعية مما يجعله أكثر الأنواع خطورة حيث تمتسه الكائنات الموجودة في هذه المياه في غالب الأحوال وتتراكم فيه ثم تنتقل إلى الإنسان أثناء تناول هذه الأحياء فتحدث فيه العديد من التأثيرات الخطيرة منها الخل والتحولات التي تحدث في الجينات الوراثية .

#### **5- التلوث الحراري:**

وهو ينبع من استعمال المياه في عمليات تبريد مصانع الحديد والصلب والورق ومحطات الكهرباء والمفاعلات النووية وغيرها حيث تقوم مل هذه المصانع بصرف المياه الساخنة في مياه البرك والأنهار والبحيرات مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة مياهها حيث تتعرض الأحياء الموجودة فيها إلى الخطر. كما يؤدي ارتفاع درجة حرارة المياه إلى زيادة نمو بعض الطحالب غير الصالحة كغذاء للأحياء المائية وعندما تموت هذه الطحالب وتتحلل فإنها تستهلك كميات كبيرة من الأكسجين الذائب في الماء إضافة إلى ما ينبع عنها من غازات كربونيك وسموم تترافق سنة بعد أخرى لنقضي على الحياة في الوسط المائي الملوث بها وفي بعض الأحيان يعمل التلوث الحراري للمياه على أكسدة بعض الملوثات المعدنية التي تلقيها المصانع في المياه مما يؤدي إلى وجود بعض الأكسيد السامة فيه.

#### **مصادر تلوث المياه:**

##### **1- مياه الأمطار الملوثة :**

خاصة في المناطق الصناعية وزيادة تركيز أكسيد النيتروجين والكبريت وذرات وهذه الملوثات تذوب مع مياه الأمطار وتساقط مع الثلوج فتمتصها التربة لتضيف بذلك كمياً جديداً من الملوثات إلى المسطحات المائية كالمحيطات والبحار والأنهار

والبحيرات فيؤدي إلى تلوثها وإلى تسمم الكائنات البحرية والأسماك الموجودة بها ، وينتقل السم إلى الإنسان إذا تناول هذه الأسماك الملوثة ، كما تموت الطيور البحرية التي تعتمد في غذائها على الأسماك.

## 2- الأنشطة الزراعية:

حيث يؤدي استعمال الماء بالطرق القديمة، مثل الغمر مع سوء استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة، إلى زيادة تركيز الأملاح والفسفور والمعادن والنترات والمبيدات في المياه الجوفية بصفة خاصة إذا لم تتوفر أنظمة الصرف الزراعي. وهذه أمثلة لبعض الملوثات الناتجة من النشاط الزراعي.

## 3- استخدام آبار الحقن :

وهي آبار تستخدم لحقن النفايات الصناعية والإشعاعية، في الطبقات الجوفية العميقة الحاملة للمياه. إلا أنه قد ينتج عن ذلك تسرب هذه النفايات إلى الطبقات العليا الحاملة للمياه العذبة عن طريق الأنابيب غير المحكمة، أو عن طريق سريانها في اتجاه الطبقات الحاملة للمياه العذبة عن طريق التصدعات في الطبقات غير المنفذة.

## 4- بيارات الصرف:

وهي الحفر والجدرات، التي تُبنى في القرى والمدن، التي لا يتوفّر فيها أنظمة صرف صحي كوسيلة للتخلص من الفضلات والمياه المستعملة. واستخدام هذه البيارات يؤدي في كثير من الأحيان، إلى تسرب ما تحمله من بكتيريا ومواد عضوية إلى الطبقة الحاملة للمياه الجوفية وإلى تلوثها.

## 5- تداخل المياه المالحة:

وتحدث في الآبار القريبة من البحار المالحة، نتيجة الضخ والاستخدام المفرط للمياه العذبة، مما يؤدي إلى تسرب المياه المالحة من البحر في اتجاه الطبقات الحاملة

واختلاطها بالمياه العذبة. ونتيجة لذلك، تصبح هذه المياه غير صالحة للشرب أو الزراعة.

#### 6- التخلص السطحي من النفايات:

ويحدث هذا غالباً في البلاد الصناعية حيث تدفن هذه البلاد نفاياتها الصناعية في برك تخزين سطحية . وقد يؤدي عدم إحكام عزل هذه البرك إلى تسرب هذه النفايات إلى الطبقة الحاملة للمياه العذبة. وعند حدوث تلوث للمياه الجوفية يصعب إن لم يكن مستحيلاً التخلص من هذا التلوث أو إجراء أي معالجة للمياه الموجودة في الطبقات الحاملة. وما يزيد الأمر تعقيداً وجود هذه المياه في باطن الأرض وبطء حركتها مما يؤدي إلى انتشاره عبر المجاري والأنهار الجارية في باطن الأرض.

#### 7- الصرف الصحي :

نظرأً لقلة الموارد المائية تتجه أساليب الزراعة الحديثة إلى استخدام مياه الصرف الصحي المعالج لري الأراضي الزراعية بأنواع مختلفة من المحاصيل . تعتبر من المصادر الحديثة لاستغلال المياه في الري وقد بدء استخدامها في مصر عام 1911 حيث تمت زراعة 2500 فدان بمنطقة الجبل الأصفر وبزيادة عدد محطات المعالجة بمصر يتم استخدام هذه النوعية في كثير من المناطق بالوادي والدلتا وأسيوط والتل الكبير وحلوان وزنین وبحر البقر . وتوجد بالقاهرة الكبرى 6 محطات للصرف الصحي (الجبل الأصفر - البركة - بلقس - زنین - أبو رواش - حلوان) تستقبل محطات بلقس وحلوان صرف صناعي لكونها مناطق صناعية وتستخدم محطات الجبل الأصفر وأبو رواش وحلوان في الزراعة بعد تنقيتها مرحلة أولى وثانية.

#### 8- المفاعلات النووية:

وهي تسبب تلوثاً حرارياً للماء مما يؤثر تأثيراً ضاراً على البيئة وعلى حياتها مع احتمال حدوث تلوث إشعاعي لأجيال لاحقة من الإنسان وبقية الكائنات .

## **9- تسرب البترول إلى مياه البحار والمحطات:**

وهو إما نتيجة لحوادث غرق الناقلات التي تتكرر سنويًا وإما نتيجة لقيام هذه الناقلات بعمليات التنظيف وغسل خزاناتها وإلقاء مياه الغسيل الملوثة في عرض البحر. ومن أسباب تلوث مياه البحار أيضًا بزيت البترول تدفقه أثناء عمليات البحث والتنقيب عنه.

## **10- التلوث بالمبيدات**

### **العلاقة المتبادلة بين المبيد والماء Pesticide - Water Interactions**

أن ذوبان المبيدات في الماء يعتبر مقياساً مباشراً في التأثير المتبادل بين الماء والمبيد فقد اقترح (Stumm and Morgan 1981) أن الذوبان المائي قد يكون متربطاً مع الامتصاص خلال مجاميع متخصصة في المبيد . فقد تختلف العلاقة بين الامتصاص والذوبان عند دراستها على المركبات المشابهة كيمياً وذلك اختلاف مادة الامتصاص تحت الدراسة. فالامتصاص على  $-Na$  -  $S$  - triazines يزداد بزيادة الذوبان لعديد من مركبات الماء montmorillonite وقد وجد ( Stumm 1992 ) في دراسة على الكربون كمادة امتصاص أن امتصاص 17 مبيد حشائش Chlorinated phenoxy - herbicides تظهر علاقة عكسية بين الامتصاص والذوبان المائي. ويعتبر الامتصاص هو محصلة التأثير المتبادل بين المبيد والماء وحبوبات التربة والماء والطين وبناءً على ذلك يجب الأخذ في الاعتبار جميع التأثيرات المتبادلة وليس تأثير متبادل واحد من هذه العلاقات. تلوث المياه بالمبيدات يعتمد بدرجة كبيرة على خواص كيميائية للجزيئات العضوية للمبيدات أهمها :

- 1- المجاميع الفعالة في الجزيء مثل مجموعات الكيتون والكحول والكربوكسيل .
- 2- حموضة أو قلوية المجاميع الفعالة .
- 3- حجم وشكل الجزيء العضوي .
- 4- قطبية وشحنة الجزيء العضوي .

الخواص السابقة الذكر تحدد درجة ذوبان الجزيء العضوي في الماء و بالتالي تحدد درجة امتصاصه على حبيبات التربة عند استخدام الماء في الري ، أو في محلول التربة ( Soil solution ) فهناك جدول لدرجة ذوبان كثير من المركبات في الماء يعتمد بدرجة كبيرة على قطبية المركب ( Polarity ) وشحنة المركب الناتج من قطبيته. الذوبان ( Solubility ) يعتمد على :

- 1 . شحنة الجزيئ ( Partial Charge )
- 2 . شحنة Net Charge Electro Negativity التي تحول من 1 إلى 2 حيث تتوقف على وجود أملاح مثل الفوسفات والاكسالات والاسترات أو وجود مركبات أمفوترية مثل البروتين أو الغروي ( Collide ) .