جامعة البصرة
كلية التربية/القرنة
قسم الكيمياء المرحلة الرابعة -التلوث البيئي الأستاذ المساعد: سجاد عبد الغني عبدالله

المحاضرة السابعة
تلوث المياه
Water pollution

يُعد الماء عصب الحياة فله أهمية بالغة في حياة الأنسان وبقية الكائنات الحية وهو أكثر المركبات وفرة في جسم الكائن الحي وتصل نسبته في الكتلة الحية إلى 80% أو أكثر وفي بعض الحالات تصل نسبته إلى أكثر من 99% في الخلايا ، كما انه وسط للتفاعلات الحيوية والكيمياوية داخل أجسام الكائنات الحية.

ويمكن تلخيص بعض مجالات استخدام المياه من قبل الأنسان في النواحي التالية:
1- يستخدم ثلثي الماء المجهز بواسطة اسالات الماء للأغراض المنزلية المختلفة وتشمل مياه الشرب والطبخ والغسل والنظافة العامة.
2- تستخدم المياه لأغراض التبريد أو توليد البخار وفي تصنيع المواد وتصريف الفضلات.
3- يستخدم في توليد الطاقة الكهربائية.
4- يستخدم الماء في الصناعات الغذائية وفي تربية الحيوانات والإنتاج الزراعي.

5- يستخدم لأغراض الترفيه والمتعة كالاستحمام ومختلف أشكال الرياضة المائية فضلا عن كونه أحد وسائل النقل.
لذا يعرف التلوث المائي أنه زيادة الخواص الكيمياوية أو الفيزياوية بتركيز أو بصفة تجعل من الماء ضاراً بالإنسان أو الأحياء المائية أو بالممتلكات. وهناك عدد من الظواهر التي تدل على تلوث المياه:
1- قلة الأوكسجين.
2- زيادة المواد المغذية الذائبة.
3- زيادة في درجات حرارة الماء.
4- تغير خواص الماء.
5- زيادة في تركيز الأملاح الذائبة.
الخواص الفيزيائية والكيمياوية ذات العلاقة:
تؤدي الخواص الفيزيائية والكيمياوية للمياه دوراً مباشراً في توزيع الأحياء وسلوكها وتكيفها ومن أهم هذه التي لها علاقة بتلوث المياه:
أولاً. التوصيل الكهربائي Electrical Conductivity
يعتمد التوصيل الكهربائي للمياه على الأملاح المذابة به (الالكتروليت Electrolytes) حيث يتناسب التوصيل الكهربائي طردياً مع هذه الأملاح. ويعبر عن التوصيل بكمية المايكروسيمنز. علماً بأن قيمته تساوي الصفر في الماء المقطر وتزداد كلما الماء يجري فوق الترب والصخور الغنية بالأملاح الذائبة.

ثانياً- الملوحة Salinity
تعود الملوحة في المياه إلى وجود مختلف الأيونات كالكاربونات والكبريتات والكلوريدات والصوديوم والمغنسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم وغيرها. ويندر احتواء المياه اليسرة Soft water على كميات من أيونات البوتاسيوم والمغنسيوم والتي يمكن قياسها. في حين تحتوي مياه البحار والمحيطات على درجات ثابتة تقريباً من الملوحة تقدر بين 15-35 جزء بالألف وقد تصل إلى 40 جزء بالألف.

المحاضرة السابعة

ثالثاً- الأوكسجين الذائب Dissolved oxygen يُعد الأوكسجين الذائب من بين العوامل الكيميائية الحرجة في التأثير على البيئة المائية حيث أن الأحياء المائية (باستثناء الكائنات اللاهوائية) تحتاج هذا الغاز لأجل تنفسها. وتعتمد إذابته في الماء على:

أ. درجة حرارة الماء

ب. الضغط الجزيئي للغاز والذي يكون في حالة تماس مباشر مع الماء.

ت. تركيز الأملاح الذائبة.

ث. عملية التركيب الضوئي.

وهناك مصطلحين مهمين في قياس الأوكسجين المستهلك:

1- المتطلب أو الاحتياج الكيمياوي للأوكسجين Chemical oxygen demand ويرمز له COD بأنه كمية الأوكسجين اللازمة لإتمام الأكسدة الكيمياوية للمواد القابلة على التأكسد الكيمياوي في المياه ويعبر عنه بوحدة ملغم أوكسجين في لتر من الماء.

2- المتطلب أو الأحتياج البايوكيميائي للاوكسجين Biological oxygen demand والذي يعرف كذلك بالمتطلب أو الاحتياجي البيولوجي للاوكسجين ويرمز له BOD فأنه يعبر عن ما تستهلكه الأحياء المجهرية الهوائية (كالبكتريا والخمائر) من الأوكسجين اللازم لتنفسها أثناء تكسيرها أو تحللها للمواد العضوية الموجودة في المياه ويمكن ان يستعمل (BOD) كدليل من أدلة التلوث للمياه.

وكعدل شهري ينصح أن تكون قيمة BOD للماء المخصص للشرب ما بين 0.7-1.5 ملغم/لتر. يعتبر المسطح المائي نقياً عندما لا يزيد المتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين عن 4 ملغم/لتر في حين تكون القيمة حرجة عندما تكون 5ملغم/لتر بين المياه الملوثة والمياه نقية. وعندما تكون القيمة 20ملغم/لتر فأن المياه تُعد ملوثة. وتصل قيمة BOD لمياه المجاري عند المجمعات السكنية والمدن بحدود 100- 400 ملغم/لتر وتصل إلى 1000ملغم/لتر في المياه الصناعية لبعض أنواع الصناعات الغذائية.

رابعاً: الأس الهيدروجيني pH تختلف الأحياء المائية فيما بينها اختلافا واسعاً من حيث حاجتها إلى التراكيز المحدد لأيون الهيدروجين وتتراح قيم الأس الهيدروجيني للمياه الطبيعية بين (5-9) واغلبها في المياه العذبة ما بين (6.5-8.5) في المياه العذبة. ويبلغ الأس الهيدروجيني لمياه الأمطار الطبيعية غير الملوثة 6.8 وليس 7 كما هو متوقع وذلك بسبب ذوبان كميات من غاز ثنائي أوكسيد الكاربون الموجود طبيعاً في الجو، وتتميز المياه العراقية بقاعديتها حيث تتراوح معظمها بين 7- 8.2 .

خامساً: اللون Color

تُعد المياه النقية عديمة اللون وعكسه يُعد ملوثاً بمواد ملونة ذائبة وليست عالقة كاللون الناتج عن وجود الغرين أو الطمن). وقد يرجع اللون إلى ذوبان المواد العضوية الناتجة عن تحلل وتفسخ الأحياء المائية وتعرف بالدبال Humus. كما إن مركبات الحديد والمنغنيز والنحاس وغيرها قد تسبب تلون المياه فضلاً عن المواد الملونة والأصباغ التي ترمى إلى المياه مباشرةً .

سادساً: كبريتيد الهيدروجين H2S

تحتوي بعض المسطحات المائية في طبقاتها القاعية كميات متميزة من هذا الغاز كما في البحيرات والبرك

المحاضرة السابعة

ومصبات الأنهار ويُنتج هذا الغاز بالطبقات الغنية بالمواد العضوية المتحللة وتؤدي زيادته إلى تدمير أشكال الحياة باستثناء البكتريا اللاهوائية.

وفي احسن الأحوال تستطيع بعض الحيوانات من تحمل تراكيز معينة منه مثل عديدة الأهداب وبعض صفائحية الخياشيم ولأجل ذلك فأنها تقوم بالصعود إلى المياه السطحية للحصول على كمية كافية من الأوكسجين. ويعد وجود غاز كبريتيد الهيدروجين أحد الأدلة على التلوث العضوي.

سابعاً: المواد ذات النشاط الإشعاعيRadioactive materials وتدعى هذه المواد بالنويدات المشعة Radio nucleides وتشمل عدد من العناصر المشعة مثل الراديوم 228 والسترونيوم 90 والكربون 14 وقد تتلوث المصادر المائية بهذه المواد بسبب خلل في المنظومات الحاوية على مثل هذه المواد المشعة مثل المفاعلات النووية ومحطات توليد الطاقة الكهرونووية. الحدود المقبولة في حالة عدم زيادة النشاط الإشعاعي 226 والسترونيوم 90. وان وحدة قياس النشاط الأشعاعي هي البيكو كوري .

ملوثات المياه Water pollution
أي تغير في الخواص الفيزيائية والكيميائية حيث تجعله غير صالح للاستخدامات المعروفة أو لمعيشة الأحياء المائية يُعد تلوثاً ومن هذه الملوثات:
أولاً: الفضلات المتطلبة للأوكسجين Oxygen demanding wastes تشمل المركبات العضوية القابلة للتحلل الحيوي والتي تتواجد في مياه المجاري المنزلية وبعض المتدفقات الصناعية Industrial discharges.

وعندما تتحلل هذه المركبات عن طريق البكتريا خاصة الهوائية فأن الأوكسجين سوف يزال من المياه وبذلك تتأثر الأحياء المائية كافة التي تعتمد في تنفسها عليه ومن المعلوم هناك عمليات تؤثر في نسب الأوكسجين المتوافرة وهي:

- الاحتكاك بالهواء (التهوية) ب - البناء الضوئي
ت- التنفس ث-أكسدة الفضلات.
وتزيد العمليتان الأولى والثانية نسب الأوكسجين في تعمل الثالثة والرابعة على انقاصه. وهناك طرق متعددة لقياس علاقة الأوكسجين بالتلوث الحاصل في المياه ومن أكثرها استخداماً:

1- المتطلب الحيوي للأوكسجين Biological Oxygen Demand ويستخدم لقياس كمية الأوكسجين اللازمة لأكسدة الفضلات هوائياً ويعبر عنه كمية الأوكسجين التي تحتاجه البكتريا لتكسير المواد العضوية ويرمز له بالرمز BOD.

ويتم استعمال BOD لأي أنموذج مائي عند حفظه في أناء مغلق لمدة خمسة أيام ودرجة حرارة خمسة أيام 20م ويتم حساب كمية الأوكسجين قبل وبعد عملية الحفظ.
لا تتجاوز قيمة الماء النقي عن جزء واحد بالمليون وتكون النقاوة مقبولة 3 جزء بالمليون (ppm) في حين تصل حالتها الحرجة إلى 5ppm وقد تتجاوز القيمة إلى 1000 جزء بالمليون كما في المياه المنسابة من معامل التعليب والصناعات الغذائية.

المحاضرة السابعة

2- المتطلب أو الاحتياج الكيمياوي للأوكسجين Chemical Oxygen Demand
ويرمز له COD ويتم في هذه الطريقة قياس كمية المواد القابلة للتأكسد كيمياوياً بعوامل كيمياوية قوية مثل دايكرومات البوتاسيوم في حامض الكبريتيك ويتم التأكسد بصورة سريعة لا تتجاوز ساعتين ويعبر عنه ملغم/لترمن الماء. تكون قيم COD أعلى من قيم BOD وذلك بسبب الأكسدة التامة لجميع المادة العضوية (المذابة وغير المذابة).

3- الكاربون العضوي الكلي Total Organic Carbon
ويرمز له TOC وفي هذه الطريقة يتم الحرق التام للمادة العضوية وبدرجات حرارة عالية 900-1000 درجة مئوية بوجود محفزات Catalysts ملائمة وفي هذه الحالة تتحول المواد العضوية إلى غاز ثنائي أوكسيد الكاربون.

ثانياً: المركبات العضوية المصنعة
Synthetic organic compounds
تشمل المبيدات والمنظفات والكيمياويات الصناعية التركيبية الأخرى ومعظمها سامة للإنسان والأحياء المائية ومساحيق الغسيل والتي تتكون من ثلاث مكونات أساسية:

1- مادة ذات فعالية سطحية Surfactant تحضر عادةً من المشتقات النفطية تؤدي دور هام في تنظيف الدهون والأوساخ.
2- مواد منشطة Builder تقوم بحجز المسببة للعسرة كما انها تتحلل بالماء وتعطي محلول قاعدي يساعد اكثر في عملية التنظيف.
3- مواد إضافية أخرى كالملمعات والألوان والروائح ومواد مضادة للتأكل وأخرى مانعة لأعاده تراكم الأوساخ.