الملوثات الاساسية للمياه

النفط الخام والمواد النفطية

تتسرب هذه المواد الى المياه من حوادث انكسار ناقلات النفط على المحيط او انفجار آبار النفط تحت الماء كذلك في اثناء تفريغ وتحميل وغسل الناقلات على مياه البحر كما تتسرب من معامل تكرير النفط والعمليات الصناعية المتعددة .

* فضلات مستهلكة للأوكسجين

لا يمكن الاستغناء عن الاوكسجين المذاب في الماء Dissolved Oxygen حتى في حالة انخفاض تركيزه دون مستوى معين لإدامة الحياة المائية – الحيوانية والنباتية – ويتوقف بقاء هذه الاحياء على قابلية الجسم المائي (نهر - بحيرة او بحر) لتزويد تركيز بحد ادنى من الاوكسجين المذاب يكفي لادامة اشكال الحياة المائية في هذا الجسم المائي . تحتاج الاسماك النسبة العليا من الاوكسجين المذاب تليها اللافقريات المائية ثم البكتريا والنباتات .

ويجب ان لا يقل تركيز الاوكسجين في المياه الدافئة عن 5 ملغم / لتر (5 ppm) لإدامة حياة الاسماك في حين يجب ان يكون اكثر من ذلك بقليل (6 ppm) في المياه الباردة تعتمد درجة اشباع الماء من الاوكسجين المذاب على درجة الحرارة في الماء وعلى الارتفاع عن مستوى سطح البحر وكمثال على ذلك ما يلي :

- التركيز عند الاشباع (9.1 ppm) في درجة 20 م° عند مستوى سطح البحر
- التركيز عند الاشباع (8.2 ppm) في درجة 20 م° عند ارتفاع 3000 قدم
- التركيز عند الاشباع (7.4 ppm) في درجة 20 م° عند ارتفاع 6000 قدم

عندما يكون تركيز الاوكسجين المذاب في اي جسم مائي اقل من الحد المطلوب لإدامة الحياة فيه يعد هذا الجسم المائي ملوثا . ومن اهم الاسباب التي تؤدي الى انخفاض مستويات الاوكسجين المذاب استهلاكه من قبل البكتريا الهوائية التي تقوم بتفسيخ المواد

Dr.AHMED MARZOOG

العضوية المذابة الى عواملها الاولية . قد تصنف بعض المواد اللاعضوية ضمن هذا النوع من الملوثات . ولكن في الحقيقة ان معظم هذه المواد تكون عضوية مثل الفضلات الغذائية من المنازل ، فضلات معامل تعليب المواد الغذائية ، ومعامل الورق ، والنواتج العرضية ، وفضلات معامل الدباغة ، وفضلات المياه من المجازر والمزارع ومحلات بيع الخضار والفواكه .

يتضمن التفاعل الكيميائي الرئيسي الذي يتم بمساعدة البكتريا تفاعل المكون الاساسي في هذه الفضلات (اي الكاربون) مع الاوكسجين المذاب .

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

ويمكن تحليل هذا التفاعل ببساطة في ان 12 غم من الكاربون يتطلب 32 غم من الاوكسجين المذاب لتأكسدها بصورة كاملة الى غاز CO_2 وبصورة تقريبية تكون نسبة الاوكسجين المطلوبة تعادل ثلاثة اضعاف نسبة الـ C الموجودة في الماء وبعبارة اخرى لو فرضنا ان كمية الاوكسجين المذابة المشبعة بالماء عند مستوى سطح البحر في المنطقة المعتدلة هو حوالي (9 ppm) فان بإمكانها اكسدة (3 ppm) من الكاربون المذاب تقريبا وبصورة مقربة اكثر الى مفاهيمنا في الاستعمال اليومي للمياه فان قطرة من الدهن المستعمل في الطعام عند قذفها في الماء تتطلب لأكسدتها كمية من الاوكسجين المذاب اللازمة لتشبيع غالون كامل من الماء . ويظهر هذا المثال اهمية وخطورة المسألة البيئية والسرعة الكبيرة في انحطاط نوعية المياه عند قذف الفضلات المستهلكة للأوكسجين فيه .

مما تقدم من معرفة الفضلات المستهلكة للأوكسجين هنا تبرز الحاجة الى ايجاد طريقة لمعرفة كمية الملوثات المستهلكة للأوكسجين في اي جسم مائي ، يستعمل المقياس في الوقت الحاضر الذي يعرف بـ (الاحتياج الكيميائي الحياتي للأوكسجين) (B.O.D) Biochemical – Oxygen Demand وتكون لقيمة هذا المقياس علاقة بكمية الاوكسجين المذاب المطلوبة لأكسدة الفضلات العضوية في الماء .

Dr.AHMED MARZOOG

يتم استحصال قيمة الـ B.O.D لأي نموذج مائي عند حفظه في اناء معلق لمدة خمسة ايام وعند درجة حرارة 20 م° ، ويتم حساب كمية الاوكسجين المذاب قبل وبعد حفظ النموذج بالطريقة والظروف المذكورة .

لا تتجاوز قيمة الـ B.O.D للماء النقي نسبيا حوالي 1ppm وتكون النقاوة مقبولة عند قيمة الـ B.O.D (3 ppm) وتصل النقاوة حالتها الحرجة عند (5 pmm) B.O.D اذ اخذنا مثالا من الولايات المتحدة فان الهيئات الصحية في ذلك البلد تعارض قذف المياه الملوثة بالفضلات العضوية من اي مصدر ان كانت (B.O.D) له تزيد عن (20 ppm) ولكن تظهر خطورة المشكلة اذا راجعنا النتائج في الجدول التالي المستحصلة من هذا البلد نفسه عن المصادر السكنية والصناعية لتلويث المياه بالفضلات العضوية المستهلكة للأوكسجين معبرا عنها بقيم الـ B.O.D لها .

جدول يبين قيم الاحتياج الكيميائي الحياتي B.O.D لبعض فضلات المياه السكنية والصناعية

اسم المصدر	قيم B.O.D محسوبة بـ ppm
مياه سكنية غير معالجة (خام)	400 – 100
المياه المنسابة من اصطبلات الحيوانات	10000 – 100
المياه من معامل التعليب والصناعات الغذائية	10000 - 100

لذا لا يمكن قذف الفضلات المائية من المصادر المذكورة في الجدول بلا معالجة في الاجسام المائية مالم يتم تخفيضها بدرجات كبيرة كي يتسنى للبكتريا الطبيعية في المياه ان تقوم بتفسيخها وتتفاقم المشكلة كثيرا اذا تم تصريف مثل هذه المياه الى نهر صغير او بحيرة لا يتبدل ماؤها .

يعزى موت الاحياء المائية (الحيوانات والنباتات) مباشرة الى نقصان كمية الاوكسجين المذاب المطلوب لإدامة الحياة . هذا بالدرجة الاولى ولكن من الناحية الاخرى فان اختفاء الاوكسجين من الماء يهيئ الظروف لنمو نوع معين او نوع اخر

Dr.AHMED MARZOOG

من البكتريا (البكتريا اللاهوائية) Anaerobic Bacterial التي تقوم بتفسخ المواد العضوية ايضا ولكن بميكانيكية مختلفة تكون خطورتها كبيرة على البيئة بسبب تكون غازات سامة وذات رائحة كريهة ، وتكون هذه الميكانيكية هي الغالبة في تفسخ الفضلات العضوية في خزانات فضلات المياه في المساكن (Septic tanks) نعطي في ادناه التفاعلات الكيميائية لتحول العناصر الاساسية في المادة العضوية في اثناء التفسيخ البكتيري الهوائي واللاهوائي وكما هو معلوم فان اهم العناصر التي تكون المادة العضوية في الفضلات هي الكاربون C والنايتروجين N والكبريت S والفوسفور P .

تفاعلات التفسخ البكتيري الهوائي

$C \longrightarrow CO_2$

$N \longrightarrow NH_3 + HNO_3$

$S \longrightarrow H_2SO_4$

$P \longrightarrow H_3PO_4$

تفاعلات التفسخ البكتيري اللاهوائي

$C \longrightarrow CH_4$ (غاز الميثان)

$N \longrightarrow NH_3 + amines$ (الامينات)

$S \longrightarrow H_2S$ (كبريتيد الهيدروجين)

$P \longrightarrow PH_4 +$ مركبات فسفورية اخرى

يكون غاز الميثان (CH_4) عديم الرائحة وقابل للاشتعال وتكون للأمينات رائحة تشبه رائحة السمك ويكون لغاز كبريتيد الهيدروجين H_2S رائحة كريهة وهذه المادة ذات سمية عالية ويكون لمعظم مركبات الفوسفور الناتجة رائحة كريهة غير مقبولة ، اذا

Dr.AHMED MARZOOG

اضفنا الى مصادر الروائح الكريهة المذكورة في اعلاه روائح كريهة اخرى تتسبب من تفسخ الاسماك الميتة والنباتات والاشنات يظهر ان التحول من التفسخ البكتيري الهوائي الى اللاهوائي لا يكون محبذا خاصة في الاجسام المائية مثل البحيرات .

مع ان طريقة الـ B.O.D للتعبير عن تركيز الملوثات العضوية المستهلكة للأوكسجين تعد جيدة ومقبولة الا انها تتطلب وقتا طويلا لإجرائها ولا تكون ذات دقة عالية عند اعادتها (استنساخها) reproducibility الى اكثر من + او – 20 % .

لقد تم تطوير طريقتين مختبريتين للتعبير عن نوعية المياه اما للتعويض عن طريقة قياس الـ B.O.D او لإجرائها مع هذه الطريقة لإعطاء نتائج اكثر شمولية . وهاتان الطريقتان هما :

1- طريقة الاحتياج الكيمياوي (C.O.D) Chemical Oxygen Demand

يتم التعويض في هذه الطريقة عن البكتريا في عملية التأكسد بعوامل كيميائية مؤكسدة قوية مثل دايكرومات البوتاسيوم في حامض الكبريتيك حيث يتم التأكسد بصورة سريعة لا تزيد عن ساعتين ، يتم قياس كمية CO2 الناتجة من التأكسد او قياس كمية دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) المستنفذة في التأكسد ويتم ربط هذه القيم مع كمية المادة العضوية الموجودة في الماء . تكون قيم الـ C.O.D عادة اعلى من قيم الـ B.O.D بسبب الاكسدة التامة لجميع المادة العضوية (مذابة او غير مذابة) كما قد تكون البكتريا (في طريقة الـ B.O.D عاجزة عن الاكسدة التامة لبعض المركبات العضوية المذابة في حين يتم تأكسدها بصورة تامة في طريقة الـ C.O.D على انه يجب الحذر من التداخلات حين استعمال هذه الطرق حيث من الممكن اكسدة بعض الشوائب اللاعضوية كما ان بعض المواد العضوية تكون مقاومة للتأكسد او التحلل حتى باستعمال طريقة الـ C.O.D .

2- طريقة تحليل الكاربون العضوي الكلي (T.O.C) Total Organic Carbon

يتم حرق تام للمادة العضوية في هذه الطريقة في درجات حرارية عالية في المجال 900 – 1000 م وبوجود حفازات (Catalyst) ملائمة .

Dr.AHMED MARZOOG

ولهذا يتحول جميع الكاربون في المادة العضوية الى غاز CO_2 التي يتم قياسه بطرق آلية متقدمة وبذلك يتسنى الحصول على قيمة T.O.C في ظرف دقائق قليلة . وقد شاع استخدام اجهزة قياس الـ T.O.C ذاتية التسجيل واصبح استخدامها من الامور الروتينية في مختبرات القياسات النوعية للمياه .