Online: http://www.afps.ws/mg/index.php?show=news&action=article&id=121
Or: www.afps.ws/mg/media/files/1214781595.pdf

تلوث المياه و علاقته بالأسماك و صحة الإنسان

Water pollution and its relationship with fish and human health (2008)

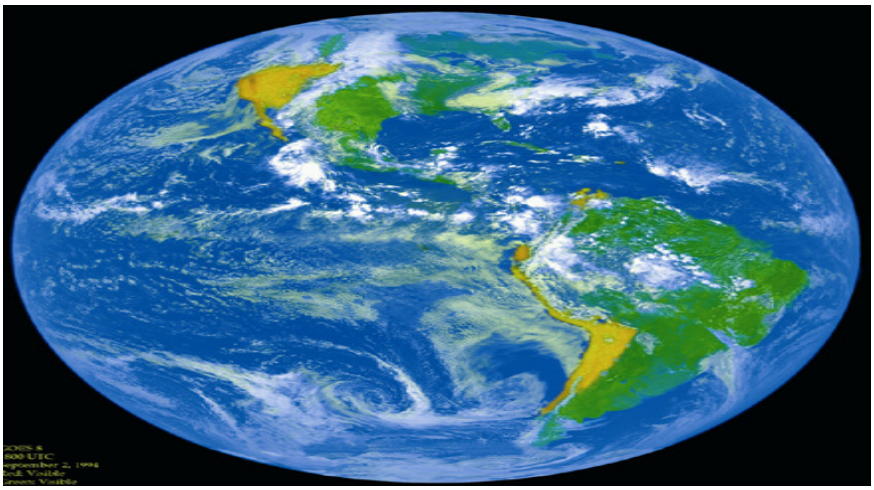
إعداد:
د/ أحمد إسماعيل محرم
مدرس فسيولوجيا الأسماك
كلية الزراعة – جامعة المنصورة – المنصورة – مصر – الرمز البريدى: 35516
E. mail: amehrim2002@yahoo.com

❖ مقدمة:

تعد الأسماك من السلع واسعة الانتشار فى العالم ، فهى مصدر بروتين حيوانى هام للإنسان و الحيوان ، فالأسماك والأحياء البحرية بصفة عامه تمثل الأغذية التى تحافظ على صحة الإنسان المستهلك لها إلى جانب أنها تفوق الحيوانات الأخرى من حيث كفاءة التحويل الغذائى،كما أنها لا تنافس الإنسان فى البيئة والغذاء كما فى الحيوانات الأخرى، وهى غير مستهلكة للمياه بل مخصبة لها. وتعد الأسماك من أهم مصادر البروتين الحيوانى عالى القيمة الغذائية، يحتاجها الجسم البشرى بصورة دائمة و مستمرة، وهى سهلة الهضم منخفضة السعرات الحرارية والدهون المشبعة على عكس اللحوم الحمراء (الأغنام و الأبقار والجاموس والدواجن وبروتين الأسماك كذلك يعد من أهم مصادر الدهون عديدة عدم التشبع ذات الأحماض الدهنية طويلة السلسلة غير الضارة والتى لا يستطيع الجسم البشرى تخليقها.

ويعتبر الماء أحد أسرار الحياة لكافة الكائنات الحية، فمنه خلقت كل أشكال الحياة ، كما أنه مادة خام أساسية منخفضة السعر ، ومنه نستمد الأغذية البحرية بداية من الملح إلى الأسماك والقشريات والمحاريات ، وهو وسيلة انتقال و نظافة ، ومصدر للكهرباء ومن أجله تقوم الحروب فهو سر الوجود. حيث يشغل الماء أكبر حيز في الغلاف الحيوي للأرض، إذ تبلغ مساحة المسطحات المائية نحو 70.8% من مساحة الكرة الأرضية (أى يشكل أكثر من

3/2 مساحة كوكب الأرض) ، مما دفع بعض العلماء إلى أن يطلقوا اسم "الكرة المائية" على الأرض بدلاً من الكرة الأرضية. والمخزن الرئيسي للمياه يوجد في البحار والمحيطات في صورة مياه مالحة (ضماناً لعدم فسادها) ، تبخرها وتحول الأبخرة إلى سحب تحركها الرياح إلى حيث يريد الله لها أن تمطر حيث **قال تعالى: "والله الذي أرسل الرياح فتثير سحاباً فسقناه إلى بلد ميت فأحيينا به الأرض" (فاطر/9).**



وتبلغ كمية المياه على سطح الأرض حوالي 1400 مليون كيلو متر مكعب تقريباً، أكثر من 97% من هذه الكمية هو مياه البحار والمحيطات، و2% تشمل المياه الجليدية والمياه الجوفية، و1% المياه العذبة.

يمثل تلوث البيئة المائية أحد أهم وأخطر المشاكل التى تقابل الإنتاج السمكى فى كافة أنحاء العالم، ولعل سببه هو التقدم التكنولوجى والزيادة المضطردة فى إنتاج الأسمدة الكيميائية والمبيدات الحشرية والمواد البترولية و تسرب هذه المواد إلى المياه فى المصادر الطبيعية (الأنهار ، البحيرات ، البحار، المحيطات) أو إلى مياه المزارع السمكية عن طريق مياه الصرف الزراعى أو الصناعى أو الصرف الصحى، حيث أدى النشاط الآدمى لتلوث المياه بالكائنات المرضية والكيماويات ، مما أدى لانتشار الأوبئة المختلفة ، حيث أن عدم نقاوة الماء

تؤدى إلى 80% من أمراض الكوليرا والتيفود والبلهارسيا على مستوى العالم، وماء الشرب الخارج من محطات تنقية المياه للشرب يحتوى على 300 مادة كيماوية (من بين 400 مادة كانت فى المياه الداخلة لمحطات التنقية) من بينها المبيدات الحشرية ومبيدات الطحالب والمنظفات والمطهرات والهرمونات والأسمدة والزيوت المعدنية وملوثات من المواسير والخزانات وملوثات الهواء والتربة. كل هذا أدى إلى قلة الإنتاج السمكى بل فى بعض الأحيان إلى انهياره ،حيث اختفت بعض الأنواع السمكية كلية نتيجة للتعرض المستمر للسموم و الملوثات المختلفة.

ويتزايد تعرض الإنسان في الآونة الأخيرة لعديد من الملوثات البيئية، بعضها يشكل خطراً مباشراً على حياته، بينما يجد البعض الآخر طريقه من الهواء والماء والتربة الملوثة إلى السلاسل الغذائية (نباتية كانت أم حيوانية) ومنه إلى أنسجة الإنسان مما يضر بصحته ورفاهيته. لذلك اضطرت الجهات المعنية بصحة الإنسان فى الدول المختلفة لوضع معايير لجودة مياه الشرب من خلال مواصفات قياسية للمياه (أو حد أقصى مسموح بوجوده من تلك الملوثات)، فكثير من الملوثات تؤدى إلى الإضرار بصحة الإنسان أو تسممه إذا ذادت تركيزاتها عن الحد الموصى بعدم تخطيه ، ويبدأ التأثير الضار بداية من تغيير طعم المياه كما فى زيادة محتواها من الكلور أو الكبريتات وغيرها، إلى إحداث الإسهال بواسطة الكبريتات، والفشل الكلوى بواسطة الكلور، والسرطانات وغيرها من الأمراض، علاوة على تآكل المواسير المعدنية لوجود الكلور أو الكبريتات.

❖ **ماهية تلوث البيئة المائية:**

يقصد به حدوث تغيرات كمية ونوعية فى عناصر البيئة الحية وغير الحية الموجودة فى الوسط المائى، و اينتج عنها آثاراً سلبية تؤثر فى حجم الموارد الطبيعية المتاحة. حيث أن **التغير الكمى** ينتج عن زيادة أو نقص فى بعض المكونات الطبيعية غير الحية فى الوسط المائى مثل الأملاح المغذية ، درجة الحرارة وكمية الأوكسجين، وقد يحدث تغير كمى من

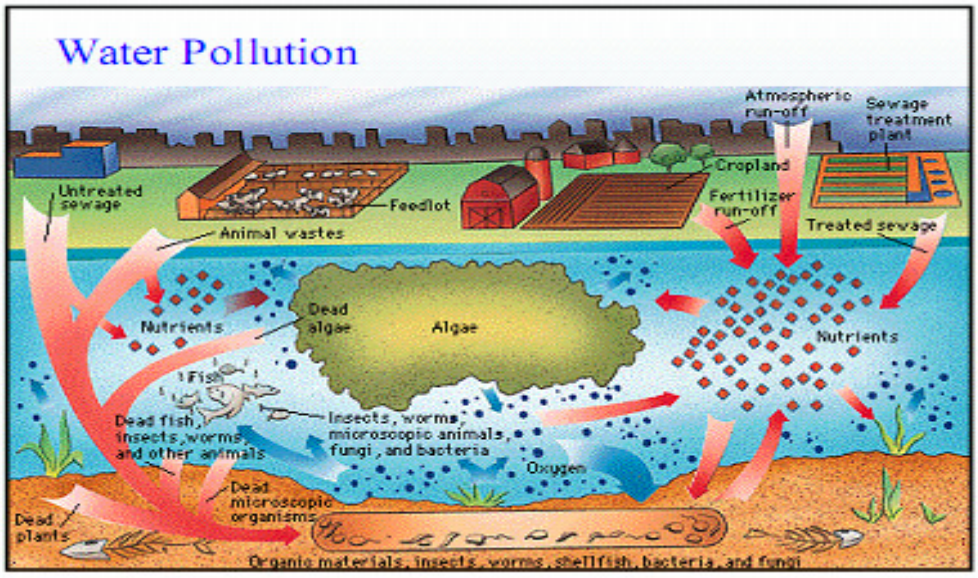
تسرب مواد سامة أو قاتلة حتى فى تركيزاتها الطبيعية مثل الزئبق وأكاسيد الكربون. أما **التغير النوعى** فهو يحدث نتيجة إضافة مركبات صناعية غريبة عن الأنظمة البيئية المائية حيث تتراكم فى المياه مثال ذلك المبيدات الحشرية.

كما يمكن تعريف **تلوث المياه** بأنه جميع العمليات الناتجة عن إلقاء الفضلات والمخلفات (الآدمية أو الحيوانية أو الصناعية) إلى الوسط المائى، والتى تؤدى إلى تغيير فى كل أو جزء من خواص الماء الكيماوية والفيزيائية والحياتية، حيث تصبح غير صالحة للاستعمال البشرى أو للكائنات المائية الحية التى تعيش فيها.

❖ **مصادر تلوث البيئة المائية:**

وتتعدد المصادر المسببة لتلوث المياه و التى يمكن إيجازها فى الأتى:

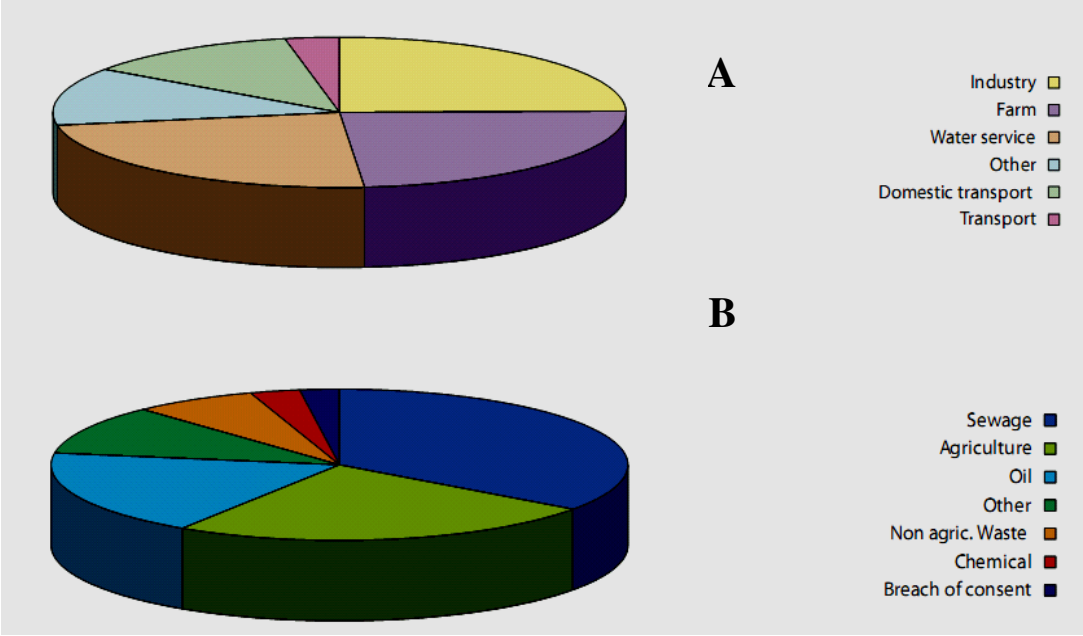
ملوثات المياه يمكن أن تقسم بعدة طرق مختلفة حيث قد تقسم تبعاً إلى صفاتها الكيميائية، حالتها الفيزيائية و حسب تأثيراتها البيئية، و قد تقسم تلك الملوثات حسب مصادرها والكائنات التى تستهدفها وتأثر فيها تلك الملوثات. والشكل التالى يوضح المصادر المختلفة لتلوث البيئة المائية:



ولقد أوضح التقرير السنوى لمنظمة EHS لعام 2004م والتى صنفت ملوثات المياه حسب مصدرها كما هو موضح فى الشكل التالى (A)، حيث كانت المخلفات الصناعية الأكبر بين أنواع الملوثات بنسبة 24.6%، تليها المخلفات الزراعية بنسبة 24.1%، ثم الاستخدامات المختلفة للمياه بنسبة 23.6%. كما صنفت هذه المنظمة أيضاً فى نفس التقرير هذه الملوثات حسب فئتها كما هو موضح فى الشكل (B) إلى مخلفات الصرف الصحى بنسبة 35%،

ومخلفات زراعية بنسبة 24.1%، وزيت البترول بنسبة 18.5%، أى أن هذه الملوثات الثلاثة تمثل 77.6% من أجمالى الأنواع المختلفة لملوثات البيئة المائية.

الشكل التالى يوضح توزيع ملوثات المياه حسب المصدر (A) و حسب صنفها (B).



المصدر: (EHS, 2004)

أولاً: <u>المخلفات الزراعية</u> و تشمل: أ- الأسمدة ب- المبيدات

(أ) <u>الأسمدة</u>:

تعد الأسمدة بصفة عامة من ضروريات الزراعة الحديثة حيث يزيد استهلاك العالم كله منها بشكل مقلق، فالأسمدة النيتروجينية على سبيل المثال لم يزد استهلاك العالم منها عام 1950م عن 14 مليون طناً بينما قفز هذا الاستهلاك ليصل عام 1985م إلى 125 مليون طناً وفى فرنسا مثلاً يستهلك المزارعون نحو 9 مليون طن من الأسمدة النيتروجينية ، بينما يقدر الخبراء أن القيمة الفعلية للسماد المستخدم بواسطة النبات لا تزيد عن 7 مليون طناً، أى أنه

يتخلف فى التربة سنوياً 2 مليون طناً، حيث يؤكدون أن هذه الكميات من الأسمدة الزائدة تقف وراء تلوث الأنهار والبحيرات والبحار وتغتال ثرواتها السمكية.

وتظهر خطورة هذه الأسمدة النيتروجينية فى أنها تؤكسد بواسطة البكتيريا فى التربة وتتحول إلى أملاح النترات سهلة الذوبان فى الماء، وتنتقل إلى المصادر المائية مع مياه الرى أو الأمطار، وتتسلل إلى المياه الجوفية مما يؤدى لحدوث زيادة مستمرة فى تركيزات النترات بالبيئة المائية ، ولا يكمن الخطر لهذه النترات بأنها سامة وحسب، بل يكمن الخطر كذلك فى أنها تسمد البحار والأنهار والبحيرات فتزداد خصوبتها بدرجة خطيرة وتصبح معرضة لظاهرة التشبع الغذائى Eutrophication ، مما يساهم فى تحويل تلك المسطحات المائية إلى مستنقعات خالية من الأوكسجين الذائب ، خالية من الأسماك وباقى الأحياء المائية الأخرى ، حيث تشجع الأسمدة على نمو وتكاثر الطحالب المائية والعديد من النباتات المائية بصورة مفرطة، وبذلك تؤدى إلى الإخلال بالتوازن الحيوى السائد. وفى دراسة أجريت فى بحر البلطيق وجد أن مستوى النترات فى المياه ارتفع بصورة كبيرة حيث قدروا أن 10 آلاف كيلو متر مربع منه تعانى نقصاً حاداً فى مستوى الأوكسجين الذائب ، فى بحر الشمال كذلك دمرت الطحالب السامة أسماك السالمون والتونة بالقرب من شواطئ النرويج و تكررت هذه المأساة فى الدانمارك وإيرلاندا حيث أن الدول الأوربية تغرق مياهها سنوياً بما لا يقل عن 1.5 مليون طناً من الأسمدة النيتروجينية. وفى مصر فإن الحال أكثر سوءًا، حيث يوجد غياب، وعى وعدم دراية بخطورة تلك الأسمدة مع الإفراط فى استخدامها حيث وجد أن معدلات استخدام الأسمدة فى مصر بالنسبة لوحدة المساحة يفوق نظيره فى أمريكا بحوالى 8-10%، ويزيد عن متوسط الاستهلاك العالمى مما يؤدى إلى خسائر اقتصادية وآثاراً بيئية خطيرة.

(ب) <u>المبيدات</u>:

يوجد حوالى 500 نوعاً من المبيدات الحشرية المستخدمة فى الإنتاج الزراعى، وكان أكثرها استخداماً على الإطلاق هو ال DDT وغيره من المبيدات الحشرية المحتوية على الكلور والفوسفور، حيث تتلوث الأسماك بالمبيدات التى تصرف فى ماء الصرف، وتتركز تلك المبيدات فى الأعشاب البحرية والأحياء الدقيقة و تنتقل منها إلى الأسماك هذا بالإضافة إلى ما تأخذه الأسماك من الماء مباشرة و بالتالى يتغذى الإنسان على تلك الأسماك الملوثة، ويمكن القول بأن ارتفاع نسبة الدهن فى الأسماك يزيد من فرصة احتوائها على نسب أعلى من المبيدات الحشرية مثل ثعابين الأسماك Eels ، إذ يمكن للأسماك أن تركز المبيدات الحشرية فى لحومها إلى أن يصل تركيزها إلى آلاف الأمثال بالمقارنة بتركيزاتها فى الماء المحيط بها، حيث أن ال DDT الموجود بتركيز 1 جزء فى البليون فى أنهار أوروبا يصل

تركيزه فى الأسماك التى تعيش بهذه الأنهار حتى 5 جزء فى البليــون، و لوحظــت نفــس الظاهرة فى أسماك بحيرة كلير فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية.

و يمكن أن تقسم هذه المبيدات للأقسام الآتية

1- المبيدات الحشرية: وهى تنقسم إلى مجموعات عديدة من أشهرها شيوعاً مثلاً:

المركبات العضوية الفوسفورية (ديازينون – المالثيون – الباراثيون – الفوسفاميد –.....).

المركبات الهيدروكربونية المكلورة (د.د.ت – الألدرين – الأندرين –.....).

مركبات البيروثرويد (وهى مواد تستخلص من زهور البيروثريم).

مركبات الكارباميت (كرباريل – الديكارب – البايجون – .....).

2- مبيدات الحشائش المائية: و من أكثرها استعمالاً فى البيئة المائية (الماجنسيد – 2،4 د- الأميترين –.....).

3- مبيدات القواقع: و من أهمها فى الوقت الحاضر مبيد البيلوسيد.

وفى مصر أثبتت العديد من الأبحاث أن أسماك بحيرة ناصر تعتبر من أقل الأســماك احتواءً على المبيدات الحشرية و المعادن الثقيلة، و يزداد التلوث كلما اقتربنا شمالاً إلى شاطئ البحر المتوسط، وأكثر الأسماك تلوثاً فى وسط الدلتا خاصة اسماك الترع والمصارف ، كمــا أثبتت الدراسات أن خياشيم الأسماك تعتبر الطريق الرئيسى لدخول المبيدات الكلورونية إلــى الأنسجة وليس عن طريق الجسم كما كان يعتقد. تجدر الإشارة أن عدد المبيدات المسجلة فى مصر أكثر من 350 مركباً ما بين حشرية ، فطرية وبكتيرية، تناقص عدد هذه المبيدات عام 1990م ليصبح حوالى 200 مركب.

وفى الولايات المتحدة الأمريكية سجلت حالات نفوق بلغت 144 مليون سمكة مــن جراء حدوث 4200 حالة تسمم بالمبيدات فى المياه الموجود بها الأسماك، ومن المدهش أنه تم العثور على المبيدات فى القطبين المتجمد الشمالى والجنوبى، و لما لا والاستهلاك العالمى من المبيدات بلغ 2 مليون طناً سنوياً أو يزيد.

وتتعدد أضرار المبيدات على الأسماك، حيث أنها تضعف من قدرة الأســماك علــى النمو، وكذا تسبب زيادة سمك الخياشيم، مما يسبب حــدوث نقــص واضــح فــى التنظــيم الأسموزى، وهبوط حاد فى الكرات الدموية و تلف فى المخ وتقل مقاومة الأسماك للأمراض، بينما الجرعات القاتلة من المبيدات تسبب النفوق الفورى للأسماك. حيث أن هــذه المبيــدات تكون سامة للأسماك بتركيزات منخفضة، و تؤثر على كفاءة الجهاز التناسلى بهــا، وتقــزم الأسماك و تصل لبيئة الأسماك ومن ثم للأسماك عن طريق الصرف الزراعى أو بوضــعها مباشرة فى المياه، كما فى مبيدات الحشائش والقواقع. كما أن لهذه المبيدات تأثير مثبط لمناعة الأسماك و فقد الشهية مما يؤدى لسهولة تعرضها للأمراض المعدية وغيــر المعديــة. إلا أن

أخطر هذه المبيدات هى المبيدات الحشرية من الأنواع الهيدروكربونية المكلورة، والتى تستخدم بطريقة مكثفة فى المحاصيل الزراعية، والتى تستطيع البقاء فى قيعان الأنهار والبحار لعشرات السنين والتى يجب ألا تزيد عن المعدل المسموح به فى الماء (0.5 ميكروجرام / لتر) وألا تزيد فى الأسماك عن 0.3 جزء فى المليون (مثال مبيد الديلدرين)، حيث أن هذه المبيدات ذو قدرة عالية على التراكم فى أجسام الأسماك و الأحياء المائية الأخرى، وخاصة الأجزاء الدهنية منها. وعند استهلاك هذه الأسماك لمدد طويلة فقد تسبب تراكم السمية للإنسان أو الحيوانات الأليفة على المدى الطويل.

ثانياً: <u>مخلفات الصرف الصحى (مياه الصرف الحضرى)</u>:

من أخطر الملوثات الموجودة فى المياه هى تلك المخلفات الآدمية التى تصرف فى كثير من الشواطئ البحرية فى معظم دول العالم، ففى نهر السين بفرنسا على سبيل المثال قدروا أن النهر فى باريس يتألف ماؤه من كميتين متساويتين من ماء النهر وماء المجارى، وكذلك المحيط الهادى القريب من دول أمريكا الجنوبية، حيث أن شيلى مثلاً لا تعالج سوى 3% من فضلاتها. و نهر الراين خاصة الجزء الذى يمر بهولندا بلغ به حد السوء حتى أنهم أطلقوا عليه مصرف (مجارى) أوروبا. وعموماً فإن مياه الصرف الصحى عبارة عن مواد صلبة غنية جداً بالكائنات الدقيقة معلقة فى محلول من المواد العضوية.

و فى دراسة على فضلات بعض المدن الصناعية تبين أن الشخص الواحد ينتج يومياً 600 لتراً من مياه الصرف الصحى، مما يؤدى إلى تراكم 50 كجم من المواد الصلبة لكل شخص سنوياً، حيث يخرج الإنسان فى اليوم الواحد حوالى 90 جم براز و حوالى 1200جم بول بها حوالى 74.7 جم مواد صلبة، تؤدى لتحويل التفاعلات فى المياه إلى تفاعلات لا هوائية تفسد طعم و رائحة الماء، وتزيد من نسبة أملاح الكلوريد والمواد العضوية، وتعمل على تواجد الجراثيم المرضية ، وينعدم الأوكسجين ويزيد ثانى أكسيد الكبريتيد مما يسبب نفوق

الأسماك، حيث يصرف 90% من الصرف الصحى (4.5 مليار متر مكعب) السنوى المصرى فى المجارى المائية و باطن الأرض ، كما تصرف العديد من المخلفات البشرية لكثير من المدن والقرى فى البحر المتوسط أو البحيرات أو النيل دون معالجة مما يشكل خطورة على الصحة العامة والثروة السمكية. بجانب أنشطة الإنسان المختلفة من استحمام وغسيل للأوانى وقضاء الحاجة فى النيل والترع، وقد نهى الرسول الكريم عن ذلك. كما أن هذه المياه تحتوى المطهرات والمنظفات، كما تصل للمياه العديد من المركبات الهيدروكربونية العطرية عديدة الحلقات من وسائل المواصلات والتدخين كما تنتجها الطحالب والبكتيريا والنباتات بمعدل 1 ميكروجم / 100جم مادة جافة.

ويجدر الإشارة أن بعض دول العالم المتقدم تعتنى بمعالجة هذه المخلفات فى محطات الصرف الصحى، ولكن غالبية دول العالم خاصة الدول النامية لا تجرى أى معالجة على فضلاتها، وهنا يكون الخطر المحقق، حيث أنه مما لا شك فيه أن تلك المخلفات الآدمية تتراكم فى الوسط المائى وتدمر كل أشكال الحياة بها لما تحمله هذه المخلفات من سموم و كائنات دقيقة ضارة والتى تؤدى إلى:

1- جعل الوسط المائى مناسب لنمو البكتيريا والطفيليات المرضية.

2- تقل نسبة الأوكسجين الذائب إن لم تنعدم نهائياً، نظراً للتركيز العالى من المواد العضوية التى تستهلك كميات كبيرة من الأوكسجين الذائب.

3-ارتفاع تركيز الأمونيا السامة، و نمو الهائمات النباتية بغزارة، مما يؤثر على التوازن البيولوجى للوسط.

وأكثر الأمثلة وضوحاً فى مصر للتلوث بمخلفات الصرف الصحى يظهر من خلال تلوث بحيرة المنزلة حيث تستقبل مياه الصرف الصحى غير المعالجة من خلال مصرف بحر البقر الذى يصب فى الجزء الجنوبى الشرقى للبحيرة كميات من مياه الصرف غير المعالجة تصل إلى مليون وثلثمائة وخمسين ألف متر مكعب مياه يومياً (1350000 متر مكعب).

ثالثاً: <u>التلوث الحرارى</u>:

تمثل البحار والمحيطات نحو ثلاثة أرباع مساحة الكرة الأرضية، وتمتد من خط الإستواء الحار إلى القطبين ومياههما الباردة و كل منطقة تلائم نمو أسماكها، وتتكيف مع تلك الحرارة، ولكن الحقيقة العلمية التى لا ينبغى نسيانها أن الأسماك لها من القدرة ما يجعلها تتكيف مع مختلف التغيرات الموسمية فى درجة حرارة المياه (حيث أن الأسماك من ذوات الدم البارد)، إلا أن الأسماك تعجز عن تكيف نفسها لأى تغير حرارى مفاجئ وهى عندئذ تتلوث حرارياً وتصاب بصدمة مهلكة، وينتج هذا التلوث الحرارى للأسماك من جراء ما تقذف به المصانع فى البيئة المائية من مياه ساخنة من محطات القوى الكهربية ومحطات

القوى النووية، حيث يصرفون كميات هائلة من المياه المستخدمة فى تبريد تلك الأجهزة والآلات فى الأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات، وبالتالى ترتفع درجة حرارة المياه ارتفاعاً كبيراً لا تقوى الأسماك على تحمله.

ففى الولايات المتحدة الأمريكية لوحظ أن الأنهار الملوثة حرارياً قاربت درجة حرارة البعض منها درجة الغليان، وبالطبع لا يوجد بها أى أثر لأى تجمعات سمكية. ووجد أن زيادة درجة حرارة الماء يصاحبها اختزال فى كمية الأوكسجين المذاب، كما تقل كذلك قابلية المياه لإذابة المزيد من الأوكسجين، وفى تجارب على أسماك السالمون وجد أن حاجة هذه الأسماك من الأوكسجين تتضاعف 4 مرات عندما ترتفع درجة حرارة الماء إلى أقصى درجة تتحملها،كذلك قدرة الهيموجلوبين على حمل الأوكسجين للأنسجة تقل كلما ارتفعت درجة حرارة المياه، أى زيادة الطلب على الأوكسجين مع ضعف القدرة فى الحصول عليه، حيث أن درجات الحرارة العالية تمثل خطراً دائماً على الأسماك، حتى مع أنواع الأسماك التى تتحمل أن تعيش فى نقص من الأوكسجين المذاب فى المياه. وهناك من أنواع الأسماك ما تفقد قدرتها على التكاثر فى المياه الدافئة فوق 20 درجة مئوية، وهناك أنواعاً أخرى من الأسماك تكف عن إنتاج البيض تماماً إذا ارتفعت درجة حرارة المياه عن حد معين، أى أن لكل نوع من الأسماك درجة حرارة حرجة عندها لا تستطيع الأسماك القيام بوظائفها الحيوية بصورة طبيعية. أى أن التلوث الحرارى خطر حقيقى يهدد الثروة السمكية، ويظهر ذلك واضحاً فى الدول المتقدمة، حيث أن فى الولايات المتحدة الأمريكية قدر العلماء أنه فى عام 2000م قد ارتفعت درجة حرارة ثلث أنهارها و بحيراتها نتيجة القذف المستمر ل 100 من المفاعلات النووية بالحمم الساخنة باستمرار.

رابعاً: <u>التلوث الأشعاعى والنفايات الذرية والنووية</u>:

وجد أن مياه تبريد المفاعلات النووية التى تقذف فى الأنهار، والتى تكون ملوثة بالإشعاع، كانت وراء هلاك الكثير من الأحياء فى الأنهار وتناقص مخزونها السمكى، خاصة فى أوروبا والدول المتقدمة، وأصبح اليوم تلوث المياه بالإشعاع أحد مشاكل البيئة الكبرى، وخاصة تلك النفايات الذرية التى تخزن فى أعماق المحيطات، فمنذ عام 1946م وحتى الآن ألقت الدول الصناعية الكبرى (12 دولة تحديداً) فى مياه البحار والمحيطات مئات الآلاف من الأطنان من المواد المشعة.

وتشير الدراسات المتخصصة أن تقنيات دفن النفايات الذرية فى أعماق المحيطات ليست مأمونة تماماً حيث تتسرب بعض المواد المشعة ، كما تم رصد نفوق جماعى لأسماك المنطقة التى تخزن فيها تلك النفايات، كذلك وجد أن القشريات البحرية والصدفيات تختزن هذه النفايات الذرية بنسب مرتفعة، خاصة مادتى السيزيوم والبلوتونيوم. وتجدر الإشارة إلى أن

اليابانيين منذ عام 1977م يحاولون سد الثغرات الكثيرة فى تقنية دفن النفايات الذرية فى قاع المحيط. وهناك قضية أخرى هى آلاف الصواريخ والرؤوس النووية والقنابل الذرية المخزنة فى أعماق المحيط الهادى والمحيط الأطلسى والتى تعد مصدراً مثالياً للمواد المشعة.

وفى تقرير الوكالة الدولية للطاقة الذرية (نوفمبر1991م) وجد أن هناك ما لا يقل عن 31 حادثة تلوث إشعاعى خطيرة حدثت فى مياه البحار والمحيطات، حيث أن هناك العديد من حوادث غرق الغواصات و القاذفات و القنابل النووية والذرية التى غرقت فى بحر الشمال وغيرها، حيث تفترش الآن ملايين المليارات من المواد النووية المشعة أعماق البحار والمحيطات، ولقد شاهدنا التجارب النووية لفرنسا فى المحيط الأطلنطى وكذلك الصراع النووى للهند وباكستان وإسرائيل، حديثاً جداً التسليح النووى لإيران والبقية تأتى.

خامساً: <u>المعادن الثقيلة</u>:

تعد أخطر ملوثات البيئة المائية، حيث تنتشر استخداماتها فى الصناعات المختلفة، والتى تصرف مياهها الملوثة دون أى معالجة فتتراكم تلك المواد فى المصادر المائية مسببة أخطر أنواع التلوث بتلك المعادن الثقيلة، ومنها الزئبق، الكادميوم، النحاس، الرصاص والحديد..... وغيرها

1- <u>الزئبق</u>:

هو أكثر المعادن الثقيلة سمية، وهو من السموم المؤثرة على المخ و العصب الشوكى ولذلك فإن أعراض التسمم (التى تحدث بعد تراكم كميات كبيرة من الزئبق فى الجسم وفى المخ) تتمثل فى الاضطراب العصبى، فقدان الذاكرة، فقدان الثقة بالنفس وأكثر من ذلك. ويستطيع الزئبق أيضاً اختراق الأنسجة الواقية للجنين فى بطن الأم، الوصول إلى الجنين، إحداث تلف فى المخ. ويعتبر الزئبق أكثر سمية فى صورته العضوية (ميثيل الزئبق) أكثر سمية من الزئبق المعدنى، وأطلق على هذا التسمم اسم "مرض مينماتا" نسبة إلى نهر مينماتا فى اليابان الذى تلوث إلى حد كبير بمخلفات صناعة البلاستيك و صناعات أخرى. حيث يستخدم الزئبق كمنشط للتفاعل، وأدى ذلك إلى مأساة لليابانيين الذين يعيشون على ضفاف هذا النهر، يأكلون أسماكه يومياً حيث ظهرت تلك المشكلة واضحة فى الأجنة المشوهة و ظهور الاختلال العقلى فى الأطفال حديثى الولادة فى تلك المنطقة.

وفى مصر أثبتت أحد الأبحاث التى أجريت فى جامعة الإسكندرية وجود تلوث فى المياه بمعدن الزئبق فى إحدى المناطق بالساحل الشمالى، حيث يتم صرف مخلفات مصنع كيميائيات ويستخدم معدن الزئبق فى وحدات التحليل الكهربائى لملح الطعام لإنتاج الصودا الكاوية والكلور. وتبدأ دورة الزئبق بان يتحول بفعل الأحياء الدقيقة المتواجدة فى الماء إلى ميثيل

الزئبق (الشديد السمية ، القابل للذوبان فى الدهن) وبذلك يمكن انتقاله إلى النباتات والحيوانات المائية الصغيرة والطحالب ثم الأسماك الصغيرة ومنها إلى الأسماك الكبيرة. حيث تعتبر الأسماك أوراق ترشيح تحتجز معظم الزئبق فى أنسجتها حيث يرتبط بالدهن و البروتين فى الخلايا. ولذلك تحتوى الأسماك المفترسة على نسبة أعلى من هذا المعدن من الأسماك الصغيرة، وأعلى بكثير من الماء، ويمكن أن تصل النسبة إلى 3000 ضعف لما هو موجود فى الماء، و كذا تحتوى الحيوانات البحرية (الجمبرى، الصدفيات) على تركيزات عالية أيضاً بسبب طول مدة حياتها بالمقارنة بالأسماك.

ويمكن القول أن الأغذية عموماً تحتوى على نسبة ضئيلة جداً من الزئبق (فى صورة ميثيل الزئبق) وتقل عادة عن 10 أجزاء فى البليون، وتصل فى الأسماك التى تعيش فى مياه غير ملوثة من 100– 200 جزء فى البليون، أثبتت العديد من الأبحاث المصرية احتواء الأسماك مثل البورى على كميات من الزئبق حول 500 جزء فى البليون ،هذا وتقترح منظمة الصحة العالمية الحد الأعلى المسموح بتواجده من الزئبق فى الأسماك 500 جزء فى البليون (0.50 جزء فى المليون) ضار، والاتجاهات الحديثة تعتبر هذا التركيز عالى ومن الممكن اختزاله إلى 0.2 جزء فى المليون. والقوانين الغذائية فى معظم الدول حددت نفس النسبة فى الأسماك. كما تحدد منظمة الصحة العالمية الكمية المسموح بتناولها من مركبات الزئبق فى الغذاء اليومى، ويعنى ذلك حسابياً عدم تناول أكثر من 500 جرام سمك فى الأسبوع لو احتوى هذا السمك على الحد الأعلى المسموح به من الزئبق. وقد تزيد نسبة الزئبق فى الأنهار و البحار الملوثة، وقد تصل إلى أكثر من 1000 جزء فى البليون ووصلت فى اليابان فى بعض الأسماك من 500 إلى 20000 جزء فى البليون، حيث يرجع مصدر التلوث الأساسى إلى مخلفات الصناعة التى تحتوى الزئبق (صناعة البلاستيك – و صناعة الصودا الكاوية – و إنتاج الأسمدة و غيرها).

حيث أن الزئبق يدمر الخلايا الطلائية للخياشيم، كما أنه بداية من تركيز 0.01 ملليجرام / لتر من الماء يعتبر جرعة مميتة للأسماك. حيث تتركز العلامات المرضية على الأسماك فى زيادة سرعة التنفس وإفراز المخاط الذى يميل للون الأبيض على أجسامها مع عصبية شديدة تنتهى بالرقود على أجنابها وخمول تام. والجدير بالذكر هو ارتباط زيادة مستوى تراكم الزئبق فى الأسماك والأحياء المائية بالأس الهيدروجينى (pH) للمياه، حيث فى الوسط الحامضى يزيد معدل تراكم الزئبق فى الأسماك مقارنة بالوسط القلوى الخفيف بأكثر من ثمانية أضعاف. وتختزن الأنسجة العضلية (أكثر من الأحشاء) فى الأسماك والمحاريات والقشريات كميات كبيرة منه على صورة ميثيل الزئبق، والتى تسبب ضرراً بالغاً للإنسان حيث يأتى الخطر من امتصاص الزئبق فى القناة الهضمية حيث يسبب ضيق الشرايين واحتقان والتهاب وتقرحات

لأعضاء مختلفة بالجسم، التأثير الأشد خطورة هو إتلاف النخاع الشوكى وإتلاف خلايا المخ الحيوية، وكذلك إصابة المخ فى الأجنة ويسبب بذلك موتها.

2- <u>الكادميوم</u>:

تعتبر أملاح الكادميوم أكثر سمية على الأسماك والأحياء المائية الأخرى، وذلك بأقل التركيزات تؤدى إلى نفوق أسماك المبروك. وتزداد سميته على الأحياء المائية بزيادة درجة الحرارة وقلة الأكسجين، هو من المعادن الثقيلة شديدة السمية التى تظهر أعراض التسمم به بعد العديد من السنين، بعد تراكم كميات كبيرة فى الجسم، أهم هذه الأعراض اضطراب وظائف الكليتين، وفى الحالات المتقدمة لين عظام (نتيجة لاضطراب دورة الكالسيوم فى الجسم)، ويطلق على هذه الأعراض مرض "إيتاى إيتاى" وهى أيضاً مقاطعة يابانية حدث بها تسمم بالكادميوم نتيجة صرف مخلفات المصانع و المناجم المحتوية على كبريتات الكادميوم لعديد من السنين فى الماء. وأدى ذلك إلى ارتفاع تركيز الكادميوم فى الماء من 5 أجزاء فى البليون إلى 180 جزء فى البليون، ونتيجة لاستخدام هذا الماء فى زراعة الأرز، والاعتماد على الأسماك التى تعيش فيه كمصدر أساسى للتغذية، فقد أدى ذلك إلى حدوث أعراض مرضية لكثير من الأهالى فى هذه المنطقة.

و مما هو جدير بالذكر أن مركبات الكادميوم تعتبر مخلفات كثير من الصناعات، وأهمها صناعة البطاريات الجافة، الألوان، الزنك، الطلاء ومخلفات المناجم. كما يتواجد الكادميوم نتيجة الإضافات الكثيفة من الأسمدة الفوسفاتية مثل السوبر فوسفات نظراً لاحتوائه على نسبة من الكادميوم. هذا وتحتوى الأغذية عموماً كميات قليلة من الكادميوم (أقل من 50 جزء فى البليون). والأغذية المتوقع تواجد الكادميوم بها بتركيزات عالية هى الأسماك، الحيوانات البحرية وكذا كبد وكلى الحيوانات الكبيرة، قد تصل هذه التركيزات إلى أعلى من 400 جزء فى البليون. حيث تحدد منظمة الصحة العالمية الحد الأعلى المسموح بتناوله من الكادميوم أسبوعياً 450 ميكروجرام/للفرد، ويجب ألا تتعدى نسبة الكادميوم فى الأسماك ومنتجاتها 100 جزء فى البليون.

وتشبه دورة الكادميوم فى الماء دورة الزئبق، حيث يتركز الكادميوم أولاً فى الطحالب، ثم فى الأسماك ومنها إلى الإنسان والحيوان (خاصة الذى يتغذى على مساحيق الأسماك ومنها الدواجن والخنازير). وقد تبين أن نسبة تواجد الكادميوم فى إناث الأسماك تكون أعلى منها فى الذكور مما يؤثر على تكوين البويضات وإنتاجية الأسماك وزيادة معدلات النفوق. كما أن الجرعات السامة تؤدى إلى أعراض تنفسية حادة وزيادة إفراز المخاط على الجلد والخياشيم مما يؤثر سلباً على عملية التنظيم الأسموزى مع الخمول و فقد خاصية الهروب (التى تتميز بها الأسماك الطبيعية)، بالإضافة إلى ظهور تشوهات فى العمود الفقارى خاصة فى الجرعات

تحت المميتة. ويكون تركيز الكادميوم عالياً فى الخياشيم، الكلى، الكبد ثم الأمعاء وبنسبة أقل فى لحوم الأسماك. وبالنسبة للإنسان فإنه يسبب الأنيميا بالإضافة إلى اضطرابات شديدة فى الجهاز الهضمى والبولى وأيضاً فى ظهور التشوهات الخلقية للأجنة.

3- <u>النحاس</u>:

تذوب أملاح النحاس فى الماء مما يجعل سميتها عالية كما أنه فى وجود الكادميوم أو الزنك تزداد السمية على الأسماك والقشريات والمحاريات. وتعتبر أملاح الكلوريدات والنيترات بالتركيزات التى تبدأ من 0.01 ملليجرام لكل لتر سامة جداً، وهى تؤثر على عملية التنفس مع وجود زيادة فى إفراز مخاط باهت يميل للون الأزرق الخفيف على سطح الجسم مع تضخم وشحوب لون الخياشيم. وجدير بالذكر أن سمية النحاس تقل بزيادة القلوية وعسر الماء نتيجة لزيادة الكالسيوم.

كبريتات النحاس تعتبر عامل سام و قوى للطحالب فى المياه الحامضية عن المياه القلوية، كما يعتقد أن أيون النحاس هو الصورة السامة للطحالب، حيث أنه يثبط كل من عمليتى البناء الضوئى والتنفس فى الطحالب. ونظراً لفاعلية كبريتات النحاس فى تقليل نمو وازدهار الطحالب والفطريات نصح بعض العلماء باستخدامها بمعدل 0.84 كجم/ هكتار وذلك لطبقات الفيتوبلانكتون الرقيقه. وكبريتات النحاس المستخدمة فى التحكم فى نمو الفيتوبلانكتون بتركيزاتها المختلفة نادراً ما يكون لها أثر سام مباشر على الأسماك، ولكنها تقتل أعداداً كبيرة من الكائنات الحية الحيوانية التى تستخدم فى تغذية الأسماك مثل الروتيفير و الكلادوسيرا و الكوبيبودا .....وغيرها. كما أنه هناك العديد من الدراسات التى درست سمية كبريتات النحاس على الأسماك، حيث وجدت اختلافات واسعة فى درجة السمية بالنسبة لكل نوع من الأسماك، حيث يتأثر ذلك بالعديد من العوامل منها الظروف البيئية مثل درجة الحرارة – تركيز الكالسيوم – تركيز الأوكسجين الذائب فى الماء ومعدل حركة الأسماك فى الماء. كما أن الأسماك تختلف في حساسيتها لكبريتات النحاس، حيث وجد أن أقصى تركيز تتحمله أسماك التراوت هو 0.14 ملجم/لتر ، المبروك 0.33 ملجم/لتر و القرموط 0.40 ملجم/لتر و...هكذا. كما وجد أن الصورة السامة لكبريتات النحاس تتأثر بدرجة كبيرة عند اتحادها مع الجلايسين Glycine وحمض الهيومك Humic acid لارتباطهما بأيونات النحاس فتقلل من درجة السمية له. كما وجد أن مبيدات الحشائش التى ترتبط بالنحاس تؤدى إلى تقليل سمية هذا العنصر ومن أمثلة المركبات المنجلية للنحاس وهو مركب عبارة عن مركب تراى إيثانول أمين نحاس Copper triethanolamine complex ويستخدم بمعدل 0.2 ملجم/لتر للقضاء على الفيتوبلانكتون، يعتبر مناسب ولكنه غالى الثمن بمقارنته بكبريتات النحاس.

ويعتبر تركيز النحاس فى الخياشيم، الكبد، الكلى، ولحوم الأسماك (الحد المسموح) حتى 20 جزء فى المليون طبيعى وغير ضار.

4- <u>الرصاص</u>:

تتراوح نسبة الرصاص فى الأغذية النباتية من 300 إلى 400 جزء فى البليون، فإنها فى الأغذية الحيوانية بتركيز 100 إلى 300 جزء فى البليون، أى أن الأغذية الحيوانية تعتبر أقل تلوثاً ويرجع هذا أساساً إلى أن المصدر الأول للرصاص كملوث للبيئة هو عادم السيارات ومداخن المصانع ، لذا فإن الأغذية النباتية التى تزرع بجوار الطرق الرئيسية و بجوار المصانع تعتبر خطرة على الصحة العامة، وخاصة الخضروات الورقية والفاكهة التى لا تحتوى على قشرة (مثل الفراولة و المشمش و الخوخ). كما يصل الرصاص أيضاً فى المناطق الصناعية إلى ماء الأنهار و النباتات التى تعيش فيه، وبذلك فإن الأسماك تحتوى أيضاً على نسب مرتفعة من الرصاص فى هذه المناطق.

هذا وتحتوى الأسماك فى المياه غير الملوثة على نسب منخفضة من الرصاص (أقل من 80 جزءاً فى البليون)، فى حين تصل هذه النسبة فى الأسماك التى تعيش فى أنهار ملوثة داخل أوروبا و بجوار مناطق صناعية إلى أعلى من 2000 جزء فى البليون. والحد الأقصى المقترح لتركيز الرصاص فى الأسماك هو 500 جزء فى البليون، الأسماك المعبأة فى علب من الصفيح 1000 جزء فى البليون، حيث أن علب الصفيح تعطى الأسماك المعبأة بها كمية من الرصاص تنتقل من معدن العلبة إلى السمك.

تعتبر سمية الرصاص أقل نسبياً من الزئبق والنحاس والكادميوم إلا أنه فى جرعاته المنخفضة والتى تذوب فى الماء (0.33 ملجم/لتر) يؤدى إلى إصابات تنفسية حادة للأسماك المعرضة، كما أن وجوده بتركيزات عالية فى المياه قد يؤدى إلى اختفاء المحاريات والقشريات. ومن أهم العلامات المرضية التى تظهر على الأسماك والمميزة للتسمم أن سطح الجلد والخياشيم تكون مغطاة بطبقة أو غشاء من المخاط المتجمد مع زيادة معدل التنفس ودكانة لون الجلد، خاصة فى منطقة الذيل كما يبدو على الأسماك المعرضة للرصاص عدم التوازن والاقتراب من سطح الماء. ويخزن الرصاص فى الخياشيم وأيضاً فى العضلات والأمعاء والكبد كما يؤدى إلى تحلل الدم وتكسير خلايا الدم الحمراء مع زيادة معدل التنفس. وقد وجد من القياسات أن تركيز الرصاص فى لحوم الجمبرى و الكابوريا أعلى من الزئبق والكادميوم.

ويمكن للرصاص أن يحل محل الكالسيوم فى الجسم، يخزن فى صورة فوسفات الرصاص فى العظام، إلى جانب أنه يثبط عدداً من التفاعلات الحيوية فى الجسم، مما يؤدى لحدوث أنيميا وإتلاف النظام العصبى وتلف خلايا المخ، مما يؤدى إلى المعاناة من أعراض

عصبية شديدة (تشنجات عضلية) وإضطراب فى الهضم (إسهال)، إتلاف الكليتين وفى الحالات الشديدة يؤدى إلى التأثير على الحالة النفسية و الذهنية. ومن أعراض التسمم بالرصاص الهزال، و فقدان الشهية، تلون اللثة بلون أزرق (عندما تصل نسبة الرصاص فى الدم إلى 0.6–0.8 جزء فى المليون). بالإضافة إلى ضعف الذاكرة والخصوبة فى الرجال والنساء، وللأسف أن الأطفال هم الأكثر حساسية لتأثير الرصاص، حيث أشارت دراسة فى بانكوك أن الأطفال المصابين بالرصاص يفقدون فى المتوسط 4 نقاط أو أكثر فى معامل الذكاء عند بلوغهم سن السابعة من عمرهم، أما فى مدينة مكسيكوسيتى ظهر أن 29% من الأطفال تحتوى دماؤهم على نسب غير مقبولة من الرصاص، مما أثر بشدة على تحصيلهم الدراسى.

5- <u>الحديد</u>:

هناك علاقة قوية بين وجود الحديد وزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى الماء، كما أن نسبة ذوبان أملاح الحديد تزيد فى الوسط الحامضى الذى يزيد نتيجة الأمطار الغزيرة وانخفاض درجة حرارة المياه، وتقل فى الوسط القلوى. كما أن وجود الطحالب وتزايد معدلاتها فى الماء يرتبط أساسياً بتواجد الحديد فى الحالة الأيونية المناسبة لها. ويعتبر أكسيد الحديديك من أخطر مركبات الحديد على الأسماك والمحاريات والقشريات. والحد المسموح به يجب أن لا يزيد عن 0.3 جزء فى المليون، وحتى فى التركيزات المنخفضة فإنه يتكون هيدروكسيد الحديديك على الخياشيم مكوناً غشاء بنى اللون و الذى يؤدى بدوره إلى تلف الخياشيم واختناق الأسماك. والتسمم بمركبات الحديد يظهر بحدة فى الأطفال عنه فى الكبار،ذلك فى صورة اضطرابات شديدة فى القناة الهضمية والكبد مما ينتج عنها تقرحات وأنزفه حادة.

سادساً: <u>المخلفات الصناعية</u>:

تعد تلك الملوثات من أخطر الملوثات على كل عناصر البيئة، نظراً للتقدم المذهل للصناعة فى كافة الدول، خاصة الدول المتقدمة، ومن أخطر تلك الملوثات (وهو يمثل عصب الصناعة فى كافة الدول) البترول ومخلفاته ومشتقاته.

<u>زيت البترول الخام</u>:

يعتبر المصدر الرئيسى للطاقة المستخدمة فى كل الصناعات نتيجة التقدم الصناعى الهائل ولكن تلك الطاقة ملوثة للبيئة. ومصدر تلوث المياه بهذه المخلفات الصناعية لا يقتصر فقط على الحوادث البحرية (حوادث الناقلات)، فتوجد أيضاً حوادث تفجر حقول البترول،حيث

توجد العديد من الحوادث فى مختلف أنحاء العالم تؤدى تلك الحوادث إلى تدنى مستوى الأوكسجين فى المياه، وحدوث أضرار كثيرة للمياه والأسماك حيث وجد أن حوادث ناقلات البترول تساهم فى تلوث المياه والقضاء على الأحياء المائية بنسبة لا تتعدى 10% فقط وهناك خطراً آخر هو حوادث تسرب النفط أثناء عمليات الاستكشاف واستخراج الزيت من الآبار البحرية وما يتسرب من خطوط الأنابيب التى تحمل الزيت إلى شواطىء البحار وما يتسرب من الصهاريج الساحلية عند شحن الناقلات. وهناك خطر آخر هو ما ترمى به الناقلات أثناء سيرها فى المياه حيث يبقى فى مستودعها 1.5% من حمولتها الأصلية فى كل رحلة، حيث تختلط مع 30% من سعة مستودعاتها بمياه البحر لحفظ توازنها، وهى بذلك مصدر لتلوث المياه.

وعند تسرب النفط إلى المياه يصبح على هيئة طبقة متماسكة تغطى مساحة كبيرة، وتبدو تلك الطبقة كما لو كانت عازلاً يحول بين الماء وهواء الجو، مما يعيق تشبع الماء بالأوكسجين الجوى فتقل نسبة الأوكسجين المذاب فى المياه، وكذلك تعيق تلك الطبقة الضوء وتقلل أو تمنع نفاذيتة إلى المياه، وتختفى الهائمات النباتية وتعجز عن القيام بالتمثيل الضوئى وبذلك تؤثر على نسبة الأوكسجين فى المياه وكذلك تختفى الهائمات الحيوانية ويؤثر ذلك تبعاً على الأسماك. وإذا لم يصل التلوث النفطى إلى الحد القاتل المهلك للأسماك فإنه يسبب الإصابة بالأورام الشاذة الخطيرة، والعديد من المركبات العضوية الحلقية، ونواتج البترول الأخرى المسببة للسرطانات المختلفة حيث أجريت دراسة فى سان فرانسيسكو على ما لا يقل عن 16 ألف سمكة، وجد أن ما لا يقل عن 12% منها بها أورام شاذة. والجدير بالذكر أن البقعة النفطية مع مرور الوقت ترق وتخترقها الأشعة الضوئية والأوكسجين، وتنطلق سلسلة من التفاعلات الكيميائية الضوئية، وتنتج مركبات سهلة الذوبان مثل الألدهيدات والكيتونات والكحولات، وهى مركبات سامة تتراكم و تتركز فى أجسام الأسماك.

وفى المياه المصرية قدرت الحوادث البحرية التى سببتها السفن عام 1990م بحـــوالى 23 حادثة، ما بين جنوح و تصادم و تسرب بترولى، وقدر متوسط عدد ناقلات البترول التى تعبر قناة السويس سنوياً بحوالى 3584 ناقلة. ومصادر التلوث بالبترول ومشتقاته ومخلفاتـــه تكمن فى شركات البترول الموجودة فى مصر ومنها شركة النصر للبترول ومعاملها التى تقع على بحيرة مريوط، شركة الإسكندرية للبترول، ومعاملها فى منطقة المكس وتستقبل البترول الخام من ميناء الإسكندرية، حيث تصرف هذه الشركة نفاياتها السائلة من الميناء إلى البحـــر الأبيض المتوسط. وكذا تعتبر موانئ البترول أحد مصادر تلوث المسطحات المائية مثل ميناء الإسكندرية وميناء العلمين وميناء بورسعيد والسويس والعين السخنة، وكذلك خطوط الأنابيب مثل سوميد و سيدى كرير. والجدير بالذكر أن شركة العامرية لتكرير البترول تقوم بـــصرف مخلفاتها المحتوية على الفينول فى مياه بحيرة مريوط مما أدى إلى قتـــل صـــغار الأســـماك، وأكدت التحاليل والدراسات وجود نسبة من مركب الفينول السام فى الأسماك.

**** مخلفات الصناعات الأخرى:**

بخلاف شركات البترول ومعامل التكرير وخطوط أنابيب البترول فهناك العديد مـــن الصناعات الأخرى الملوثة للبيئة المائية بالعديد من الملوثات الخطرة التى تهدد البيئة المائيـــة وما بها من أحياء، وبالتالى الصحة العامة كذلك، ويمكن إيجاز تلك الصناعات فيما يلى:

(أ) مشاريع توليد الكهرباء: والتى تسبب تلوث حرارى (من صرف كميات هائلة من المـــاء التى تزيد درجة حرارته 8 درجة مئوية عن درجة الحرارة الأصـــلية)، وتلـــوث بـــالزيوت المعدنية الخارجة مع المياه، وكذلك التلوث بالكيماويات مثل أملاح الكالـــسيوم، الماغنـــسيوم، الحديد والألومنيوم والقلويات التى تبيد الأسماك وتفسد البيئة المائية.

(ب) مصانع الأسمدة الأزوتية: تحدث تلوث حرارى من مياه التبريد، وتلوث كيماوى بالنشادر واليوريا ونترات الأمونيا وحمض النيتريك والنحاس والخارصين ، .... وتلـــوث بـــالزيوت المعدنية مع مياه الصرف.

(ج) مصانع الغزل و النسيج و الصباغة: تؤدى لتلوث بحمض الهيدروكلوريك والصودا الكاوية، ومركبات أخرى عديدة وسموم ناتجة عن الصباغة مع مركبات الرصاص والباريوم والكروم والزنك.

(د) مصانع السكر و المنتجات الزراعية (سكر-كحول-نشا-زيوت نباتية-صابون): تحتوى مياه صرفها على مخلفات عضوية متعددة بكميات كبيرة، وتؤدى لتلوث حرارى حيث تصل درجة حرارة المياه المتخلفة حوالى (50-60 درجة مئوية) مع تلوث كيماوى وعضوى ومخلفات الزيوت والسكر والنشا والبنجر والقصب (و هى مياه قلوية).

(ز) مصانع الأسمنت: تحدث تلوث حرارى بمياه الصرف المحملة بالزيوت.

(و)مدابغ الجلود: تخرج قلويات مركزة ومواد عضوية.

(ن) مصانع أخرى عديدة متنوعة المخلفات: سواء للزيوت والصابون، أو للخشب، أوالكوك، أو الكيماويات، أو للتقطير، أو التجفيف، أو الملح والصودا، أو المبيدات .... وغيرها ، حيث تخرج فضلاتها فى مياه الصرف، أو تحملها الرياح وتتساقط مع الأتربة أو الأمطار فتلوث المياه وتؤثر على الأسماك والكائنات المائية والإنسان. هذا بجانب ما تلقيه الدول من نفايات فى المياه الدولية سواء من مخلفات مشعة أو مخلفات صناعية ومنزلية وغيرها، أيضاً بجانب حوادث النقل النهرى والبحرى وتسرب الكيماويات للمياه والعديد من المصانع المرخصة وغير المرخصة التى تلقى بمخلفاتها غير المعالجة فى مياه النيل والترع والمصارف والبحيرات.

سابعاً: <u>التلوث الميكروبى و الطفيلى</u>:

توجد العديد من الميكروبات التى تسبب فساد الأسماك، والتى تنتقل إليها من المياه الملوثة بالصرف الصحى (مياه المجارير) و من أهم هذه الميكروبات: ***Pseudomonas – Micrococcus – Flavobacterium*** و هى أجناس سائدة عند حدوث فساد الأسماك خلال الظروف المعيارية. كما وجد أن مجموعة ***Achromobact*** تسود خلال فساد الأسماك، كما تسود الميكروبات العصوية السالبة لصبغة جرام فى فساد الجمبرى و المحار. و التداول والحفظ الجيد يقللان من الحمل الميكروبى على الأسماك حيث يجب تصنيع الأسماك والأغذية البحرية بأسرع ما يمكن، لذا تستخدم الطرق الحديثة لصيد و تصنيع الأسماك معاً حيث يجب التخزين الجيد فى مكان فسيح على مركب الصيد المجهز وفرز وذبح الأسماك الكبيرة وكذا إعدادها للتداول مع ضرورة حفظ المركب فى ظروف صحية حيث توضع الأسماك فى الثلج بواقع طن ثلج لكل 2 طن سمك مع وجود الرفوف لإمكانية سحب الماء من الأسماك بصورة ميسرة.

وتؤثر العديد من العوامل على جودة الأسماك حيث يجب معاملة الأسماك سريعاً بسبب سرعة تعرضها للفساد، كما يجب حفظها على درجات حرارة منخفضة خلال المعاملة والتصنيع كلما أمكن ذلك، كذلك استعمال المعدات غير المثقبة عند التعامل مع الأسماك، كذا يجب أرشاد المستخدمين لمراعاة الشروط الصحية الشخصية وأيضاً من الضرورى حفظ الأسماك منزوعة الأحشاء والشرائح، أو المجمدة لحين الاستهلاك. وهناك العديد من العوامل التى تحدد الحمل الميكروبى للأسماك مثل تركيز العوالق فى المياه، كذا باختلاف نوع الأسماك، الطريقة المستعملة فى الصيد، عدم إزالة الأحشاء الداخلية حيث تهضم إنزيمات التحلل الذاتى جدران بطن السمك و تستغرق البكتيريا عدة أيام فى أحشاء الأسماك حتى تغزو العضلة ، كفاءة عملية الغسيل الجيد تساعد على تقليل الحمل الميكروبى للأسماك من 80-90%، استعمال الثلج الملوث بالبكتيريا وغيرها من الميكروبات مما يؤدى لتغير فى محتوى الفلورا بعد التثليج حيث تنتشر أعداد مختلفة من البكتيريا السابقة الذكر حتى تصبح بكتيريا ***Pseudomonas*** هى السائدة المفسدة.

وهناك العديد من الطفيليات التى تحملها الأسماك وتنقلها للإنسان حيث الديدان الطفيلية التى تحملها الأسماك ويتم انتقالها للإنسان عند التغذية على هذه الأسماك ومنها **الديدان الشريطية من فصيلة الشريطيات**، وهى ديدان طفيلية ذات حلقات مفلطحة ومن أمثلتها ***Diphyllobothrium larum , Diphyllobothrium pacificum*** وهذه الديدان عندما تصل الإنسان عن طريق تناول الأسماك المحتوية عليها فإنها تستقر فى الجهاز المعوى للإنسان، حيث تنتقل للإنسان عند تناول وجبات من الأسماك غير مطهية كما فى أكل السلمون غير المطهى (وجبة السوش اليابانية)، وجبة السيفيشى فى أمريكا اللاتينية. وكذلك من أمثلة هذه **الديدان الطفيلية الديدان المثقبة** من فصيلة المثقبات وهى ديدان عريضة طفيلية لا أهداب لها ومن أمثلتها ***Clonorchis sinensis, Opisthorchis viverrini, Heterophyes heterophyes, Metagonimus yokogawai***

حيث تنتقل للإنسان أيضاً عند تناوله للأسماك غير المطهية لذا يجب الإقلاع عن هذه العادة السيئة التى تحدث فى قارة آسيا. أيضاً تعد الديدان الخيطية الأسطوانية من فصيلة الخيطيات، من أمثلة هذه الطفيليات وهى خيطية اسطوانية طويلة متطفلة مثل ***Gnathostoma spinigerum , Capillaria phillippinensis***

و للوقاية يجب الامتناع عن أكل الأسماك الصغيرة، وعند أكل الأسماك يجب أن تكون مطهية جيداً، وكذا يجب تجميد الأسماك على درجة -20 درجة مئوية أو أقل لمدة 24 – 48 ساعة على الأقل.

❖ **<u>كيفية التعرف على السمك الطازج و الفاسد:</u>**

ومما سبق كله من عرض لهذا الموضوع الهام والمؤثر على كل من صحة الإنسان واقتصادياته وثرواته، رأيت أنه من الضرورى محاولة توضيح بعض العلامات و الخواص الدالة على طزاجة أو فساد الأسماك كما هو موضح و موجز فى الجدول التالى:

**و الجدول التالى يوضح مقارنة بين خواص كل من السمك الطازج و الفاسد لسهولة التفرقة:

خواص السمك الطازج	خواص السمك الفاسد
1- براق المظهر كأنه لازال حياً	باهت- مظهره عديم الحياة
2- العيون براقة وكاملة	العيون غاطسة
3- الخياشيم حمراء براقة اللون	الخياشيم ذات لون شاحب أو معتمة اللون
4-اللحم صلد الملمس	اللحم طرى رخو
5- البطن نظيفة خالية من الرائحة الكريهة	البطن متغير اللون ذات رائحة كريهة
6- الدم الخارج أحمر اللون و ذو قوام طبيعى	الدم غامق – رقيق القوام
7- يلتصق اللحم بالعظام عند الشطر	اللحم يترك العظام بسهولة حين الفصل
8-العمود الفقرى لؤلؤى رمادى اللون	العمود الفقرى متغير اللون وردى
9- السمك الطازج يغوص فى الماء	يطفو السمك على سطح الماء
10- عند الضغط على الجلد يعود ثانية	تظهر بصمات الأصابع عند الضغط عليه
11-متماسك القشور على سطح السمك	سهولة نزع القسور من سطح السمك
12- لا توجد مواد مخاطية على سطح السمك	توجد مواد مخاطية لزجة على سطح السمك

وبصفة عامة تعتبر الأسماك وسط خصب لنمو كثير من الكائنات الحية الدقيقة والطفيليات ولذلك فالأسماك سريعة الفساد فيجب إتباع الأساليب الحديثة فى التداول والحفظ، كذلك يجب إتباع طرق الصرف الصحى السليم لفضلات الإنسان، أيضاً تناول الأسماك المطهية جيداً حيث أن المعاملة الحرارية حتى 65 درجة مئوية كافية لقتل تلك الطفيليات وأيضاً تجميد الأسماك إلى -18 درجة مئوية لمدة 24-48 ساعة من أهم وسائل التحكم فى

الإصابة بهذه الطفيليات كل ذلك لمنع نمو هذه الملوثات المسببة للتسمم الغذائى والتى تهدد كل من الثروة السمكية وصحة الإنسان.

الشكل يوضح أحد الصينيين و هو يجمع السمك النافق من آثار التلوث الشديد لهذا المسطح المائى

❖ **<u>و يمكن إجمال آثار التلوث المائى و أخطاره فى النقاط الآتية</u>:**

1- زيادة الأوكسجين الممتص من الماء بفعل الملوثات و أكسدتها.

2- موت الأسماك لنقص الأوكسجين الذائب فى الماء، ولوجود مواد سامة وكيماوية وتلوث حرارى.

3- وجود المركبات الفينولية مع إضافة الكلور للماء ينشأ عنها فينولات مكلورة مسببة للسرطان، كما توجد العديد من المركبات العضوية الضارة مثل الهيدروكربونات الحلقية والمنظفات والمبيدات الحشرية والمطهرات والعديد من مبيدات الأعشاب والمذيبات العضوية وكل هذه المركبات تسبب السرطانات المختلفة والعديد من الأضرار بالكبد، القلب والأعصاب.

4- وجود الأمونيا فى المياه يؤدى لانتشار مرض الصفراء كما أن النيترات والنيتريت تلعب دور فى إصابة الأطفال بالتسمم الدموى فلا تغسل أغذية الأطفال بماء يزيد محتواه من النيترات عن 50 جزء فى المليون، وفى المحاليل الحامضية تتفاعل الأمينات مع النيتريت ويتكون مركبات نيتروزأمين المسببة للسرطان، كما تؤدى زيادة النيترات فى ماء الشرب لنفوق وإجهاض إناث الأرانب الحوامل وزيادة محتوى بيض الدواجن من النيترات، وزيادة التسميد فى التربة تؤدى لزيادة الأزوت المتبقى فى التربة والذى يتسرب للمياه و يلوثها.

5- وجود المواد السامة فى المياه يؤدى إلى تراكمها فى الجسم مثل الرصاص والكادميوم والزئبق والنيكل والنحاس وغيرها، خاصة فى الصورة المتأنية وعند انخفاض عسر الماء تكون أكثر سمية للأسماك عن وجودها فى ماء عسر (300 جزء فى المليون كربونات كالسيوم) حيث تترسب هذه المعادن فى صورة كربونات أو كبريتات على pH حوالى 8

ويؤدى تركيز هذه السموم فى لحوم الأسماك لتسمم الإنسان، وعموماً فأكثر الملوثات المعدنية للماء هى الكادميوم- الرصاص- الزئبق حيث يؤدى الكادميوم والرصاص إلى الفشل الكلوى، بينما يؤدى الزرنيخ والكروم والنيكل إلى سرطان الكبد والرئة.

6- ارتفاع نسبة الكلوريد فى الماء ابتداء من 350 ملجم/لتر يبدأ معه ضرر الكلى فى الظهور.

7- انتشار الأمراض لوجود جراثيم مرضية بكتيرية وفيروسية وطفيليات خاصة التيفود والكوليرا والدوسنتاريا والبلهارسيا والالتهاب الكبدى والأمراض المعوية بشرب الماء الملوث، كما توجد العديد من الطفيليات الأخرى مثل السالمونيلا والملاريا والحمى الصفراء و الألتهاب السحائى والشلل والكساح والديدان الشرطية والمفلطحة فيتأثر القلب والكبد والأمعاء والمخ والعين... وغيرها.

** وبصفة عامة تسبب الملوثات السامة مشاكل كثيرة لكل من المنتفعين بالموارد المائية، فضلاً عن صعوبة التخلص منها أثناء المعالجة، بجانب آثارها الفتاكة على البيئة المائية، **ويزيد من مشاكل التحكم فى هذه الملوثات العوامل الآتية:**

1- تنوع المواد السامة و كثرتها.

2- صعوبة الكشف عن الملوثات السامة وتحديدها.

3- عدم توفر معلومات عن الخواص الكيميائية لمركبات كثيرة من المواد السامة.

4- صعوبة التنبوء بنتيجة المؤثرات المحتملة لخليط من المواد السامة.

و لتداخل كل هذه العوامل السابقة، تكون الصعوبة فى التخلص ومواجهة هذه الملوثات السامة.

"وبذلك تكون دائماً الوقاية خير من العلاج ".

❖ **<u>التوصيات و الحلول المقترحة للحد من هذه المشكلة</u>:**

أمام كل هذه الأخطار السابقة الذكر الناتجة عن تلوث المسطحات المائية بالملوثات المختلفة لا نملك إلا أن نقدم بعض التوصيات والمقترحات للحد من هذه الأخطار الفتاكة لكل من البيئة المائية والأسماك والإنسان وهى:

1- مزيد من نشر الوعى بخطورة الملوثات المائية والتلوث بصفة عامة.

2- المزيد من الدراسات العلمية عن الملوثات وأضرارها.

3- إحكام المراقبة على المصانع والأفراد وسن المزيد من القوانين والتشريعات مع التشديد على تطبيقها بمنتهى الشفافية مع ضرورة تغليظ العقوبات على المخالفين.

4- لابد من إلزام المصانع بتنقية ومعالجة مخلفاتها بدل من رمى تلك الملوثات فى الوسط المائى دون أدنى معالجة.

5- تدعيم وتقييم إمكانيات هيئة الموانئ والتفتيش البحرى وشرطة المسطحات المائية وقوات حرس الحدود ودعم وتقوية هذه الإمكانيات لتقوم بدور فاعل فى حماية المسطحات المائية من تلك الأخطار.

6- لابد من قيام وزارة الصحة بعمل تحليلات دورية لعينات من الأسماك والمياه والأحياء المائية المختلفة للتأكد من خلوها من الأمراض الناتجة عن تلوث المياه.

7- إدخال البعد البيئى فى تخطيط المشروعات الصناعية والسياحية والسكنية لحماية المصايد من التلوث.

8- رفع كفاءة محطات التنقية بواسطة هيئة الصرف الصحى وغيرها من الهيئات.

9- التنسيق مع هيئة قناة السويس ووزارة البترول وهيئة الموانئ لحماية خليج وميناء السويس وغيره من الموانئ من التلوث بالبترول ومشتقاته الأخرى.

10- تقليل استخدام أو منع استخدام الطرق الكيميائية فى المعالجة أو التنقية واستخدام الطرق الميكانيكية والمعالجات البيولوجية الأكثر آماناً وحفاظاً على البيئة.

****و فى الختام** فإن كل ما سبق هو قليل من كثير عن هذا الموضوع الحيوى والمثير إلا أننى بإذن الله سوف أتناول بعض مصادر تلوث البيئة المائية كل على حدة لتوضيح تأثيراتها الضارة على كل من الأسماك والإنسان بشيء من التفصيل فى المقالات القادمة والله من وراء القصد وهو الهادى إلى الصراط المستقيم.

❖ شكر و تقدير:

يجدر بى أن أتقدم بخالص الشكر والإعزاز لأستاذي العالم الفاضل الأستاذ الدكتور/ عبد الحميد محمد عبد الحميد أستاذ تغذية الحيوان بكلية الزراعة جامعة المنصورة لكل ما قدمه ومازال يقدمه لى من عون وإرشادات ونصائح علمية وعملية تضيء لى الطريق، متمنياً لسيادته دوام الصحة والعافية، كى يستمر عوناً لى ولكل المحتاجين لعلمه وخلقه.

❖ المراجع:

أولاً: المراجع العربية

أحمد عبد الوهاب برانية (1992م). تلوث المسطحات المائية و آثاره الاقتصادية و الاجتماعية.

أحمد عبد المنعم عسكر ، محمد حافظ حتحوت (1988م). الغذاء بين المرض و تلوث البيئة.

جابر دسوقى إبراهيم حسنين (2002م). الوضع الراهن للتلوث بشواطئ شمال سيناء (شرق البحر الأبيض المتوسط) – المؤتمر العلمى الثانى عن التلوث الغذائى و صحة الإنسان المصرى – 23–24 إبريل – كلية الزراعة– جامعة المنصورة.

سيد عاشور أحمد (1992م). المبيدات و البيئة ، مجلة أسيوط للدراسات البيئية العدد الثالث.

عادل عباس (1995م). الثروة السمكية و علاقتها بالأمن الغذائى و الصحة العامة.

عبد الجواد محمد الشواف (2000م). الأسماك و التلوث الميكروبى و الطفيلى – ندوة تنمية الثروة السمكية فى مصر– الأسس و المحددات – 9 مايو– كلية الزراعة– جامعة المنصورة.

عبد الحميد محمد عبد الحميد (1999م). أضرار الغذاء و التغذية – دار النشر للجامعات – القاهرة.

عبد الحميد محمد عبد الحميد (1999م). ندوة تلوث المياه و تأثيرها على الأسماك و علاقتها بصحة الإنسان – 5 مايو– كلية الزراعة بالإسماعيلية – جامعة قناة السويس

على عبده العبيدى (2002م). إنتاج الأسماك و تلوث البيئة – المؤتمر العلمى السنوى الأول عن الإنتاج الحيوانى و السمكى – 24–25 سبتمبر– كلية الزراعة– جامعة المنصورة.

فتحى فتوح محمد خليل (2005م).الأسس العلمية والتطبيقية للمزارع السمكية – الجزء الأول– جودة مياه الاستزراع السمكى و إنشاء المزارع السمكية – الطبعة الأولى.

فوزى عبد القادر الفيشاوى (1994م) أسماك يغتالها التلوث ، مجلة أسيوط للدراسات البيئية العدد السابع.

نبيل فهمى عبد الحكيم، محمد نجيب بكير، مجدى عبد الحميد سلطان (2002م). البيئة المائية للمزارع السمكية.

سورة فاطر (الآية 9)

ثانياً: <u>المراجع الأجنبية</u>

Environment & Heritage Service (EHS), (2004) Water Pollution Incidents and Enforcement 2004 (Annual Report).

Water pollution and its relationship with fish and human health

By

Mehrim, A.I.

Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Mansoura University, Egypt

Summary

Fish are an important part of a healthy diet. They are a lean, low-caloric source of protein. Fish taken from polluted waters might be hazardous to your health. Eating fish containing chemical pollutants may cause birth defects, liver damage, cancer, and other serious health problems. Water covers over 75% of the Earth's surface, it is without doubt the most valuable of all the Earths natural resources. Without it there would be no life on earth: it is essential for everything and everyone. Water is a resource that has many uses, including recreational, transportation, hydroelectric power, agricultural, domestic, industrial, and commercial uses. Water pollution is an alteration of the physical, chemical, biological, bacteriological, or radiological properties of water that result in an impairment of designated uses. Pollution may be accidental (sometimes with grave consequences) but is most often caused by the uncontrolled disposal of sewage and other liquid wastes resulting from domestic uses of water, industrial wastes containing a variety of pollutants, agricultural effluents from animal husbandry and drainage of irrigation water, and urban run-off. The deliberate spreading of chemicals on the land to increase crop yields, or the addition of chemicals to water to control undesirable organisms, is another cause of pollution. Examples are the application of chemical fertilizers and pesticides for the control of aquatic weeds, insects and molluscs. Pollution of the water of this territory may be detrimental to public health and welfare, and may adversely affect livestock, wildlife, fish and aquatic life, and may progressively obstruct agricultural,

industrial, recreational and other beneficial uses of water. At the end of this article, it could be recommended that, saving of our water resources from different types of water pollutants are very important to get good and healthy environment. Also, from the public health point of view, the wisdom still right, that prophylaxis from drastic effects of water pollutants, is more useful than treatments.

Key words: Water pollution – Fish – Human health.