

## استخدام دليل التلوث العضوي (OPI) للقياس الوصفي والكمي للمياه

### الملوثات العضوية

تشمل المواد الكيميائية العضوية التي تطرح إلى البيئة المائية وتتضمن الفضلات المتطلبة للأوكسجين وتؤثر في النباتات والحيوانات في البيئة المحيطة ويكون مصدرها عادةً مياه الصرف الصحي الثقيلة. أدت زيادة النمو الصناعي والسكاني إلى جعل المياه الداخلية كالآبار والجداول والبحيرات والخزانات وغيرها المسبب الرئيس للمواد العضوية بكميات تفوق قابليتها للتنقية بينما كانت التنقية الذاتية وعمليات التخفيف في السنوات المنصرمة نتيجة لقمة مصادر التلوث كافية في أكثر الأحيان.

### الأدلة النوعية للمياه

انتشر في الآونة الأخيرة استعمال الأدلة النوعية للمياه والتي تشترك بأهداف محددة أهمية في تحويل العدد الكبير من البيانات النوعية للمياه والتي عادة ما تكون معقدة إلى تعبير رقمي يتضمن التأثير المتكامل لتلك البيانات على نوعية المياه والذي يمكن في تفسيره واستعماله من قبل غير المختصين في مجال المياه كصناع القرار والأدريين غيرالتقنيين والجمهور العام في محاولة لتصنيف المياه استعمل دليل نوعية المياه لأول مره من قبل Horton 1965 وبيان تأثير التلوث عموماً، وبعدما طور العديد من أدلة نوعية المياه بالاعتماد على دليل إذ برزت الحاجة إلينا في الآونة الأخيرة لمراقبة التغيرات المختلفة التي تحدث في نوعية مياه المسطحات المائية نتيجة الضغط المتواصل خلال الفعاليات المدنية والصناعية والزراعية لذا فكر خبراء نوعية المياه بتصميم أدلة متخصصة أو أكثر تخصصاً لتحديد نوعية مياه المسطحات المائية أو لتحديد طبيعة تأثير الملوثات المختلفة ، ومن هذه الأدلة:

### دليل التلوث العضوي (Organic Pollution Index OPI)

يعد الماء من أهم المصادر الطبيعية لإدامة الحياة والبيئة، إذ تشكل المياه العذبة مصدراً للحياة في مختلف البيئات لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة التي يقع العراق من ضمنها. تعد الانهار

من أهم مصادر المياه العذبة التي يعتمد عليها كمصدر أساسي لمياه الشرب والزراعة والصناعة، إذ أقيمت الخزانات والسدود على الأنهار لحجز مياهها بدلاً من فقدانها في البحار والمحيطات. تتعرض المسطحات المائية للتلوث المتزايد على الرغم من أهميتها الواسعة إذ استعملت العديد منها وخاصةً الأنهار في المناطق الحضرية والصناعية لتصريف مياه الصرف الصحي والصناعي والتي تكون في اغلب الأحيان غير معالجة وتحتوي الكثير من المغذيات والمواد الكيميائية السامة وأغلب هذه المواد لها تأثير تراكمي يستمر لعدة سنوات.

تؤثر العوامل الفيزيائية والكيميائية على طبيعة مياه الأنهار، إذ تسبب تصريف مياه البزل الزراعي عالية الملوحة والمغذيات بتغيير التركيبة الكيميائية للأنهار، فضلاً عن العوامل الفيزيائية المختلفة مثل التيارات وتعرية تربة الضفاف والتصريف والعوامل المناخية (كالرياح والعواصف الترابية) وحركة الزوارق والسفن، وجميع هذه العوامل تسبب خللاً في النظام البيئي للأنهار.

### مصادر تلوث المياه Sources of water pollution

هناك مصدران رئيسيان لتلوث المياه حسب (Howarth *et al*, Carpenter *et al*, 1998) 2000 هما:

#### 1. المصادر النقطية Point sources

وهي المصادر التي تطرح المخلفات مباشرة إلى الماء عن طريق أنابيب أو ماشابه ذلك والتي بالامكان السيطرة عليها مثل مياه الفضلات الصناعية ومياه الصرف الصحي غير المعالجة والمتدفقات من عمليات إنتاج وتصفية النفط.

#### 2. المصادر اللانقطية Non point sources

وتكون أوسع لأنها تجمع الملوثات من أماكن مختلفة، مثل المتدفقات من الحقول الزراعية والمخصبات والمبيدات وفضلات الحيوانات في الحضائر والترسبات المتراكمة من مواقع البناء والمياه المنجرفة من الطرق المعبدة في المناطق الحضرية والتسرب من آبار وناقلات النفط.

#### ملوثات المياه Water Pollutants

#### الفضلات المتحللة إحيائياً Biodegradable waste

تتكون بصورة رئيسة من فضلات الانسان والحيوانات والتي تجهز البكتيريا عند دخولها إلى الماء بمصدر الطاقة (الكاربون العضوي). هذا الصنف من الملوثات أكثر انتشاراً وضرراً من الاصناف الاخرى لاستهلاكه السريع للأوكسجين مما يؤدي إلى موت الأحياء المائية.

## 2. المغذيات النباتية Nutrients

تضم الفوسفات والنترات التي تدخل إلى المسطحات المائية بواسطة مياه الصرف الصحي غير المعالجة وعن طريق المياه المنجرفة من حضائر المواشي والأراضي الزراعية المجاورة إلى تلك المسطحات وكذلك توجد في بعض المخلفات الصناعية.

## 3. الممرضات Pathogens

تشمل البكتيريا والفيروسات والفطريات والطفيليات والديدان والتي تسبب أمراض عديدة مثل الدزنتري والتيفوئيد والكوليرا وغيرها، تدخل هذه الممرضات إلى البيئة المائية بصورة رئيسة من خلال فضلات الإنسان والحيوانات المصابة، ومن فضلات المستشفيات ومعامل الصناعات الغذائية والألبان غير المعالجة.

## 4. الرواسب Sediments

تعد من أكثر المصادر الشائعة لتلوث المياه وتتكون من المعادن والمواد العضوية الصلبة تأتي هذه الرواسب من مصادر عديدة مثل تآكل الضفاف والانجراف من الأراضي الزراعية وحضائر المواشي والفيضانات، تسبب الرواسب مشاكل عديدة منها: عرقلة أنظمة الصرف الصحي وزيادة عكارة المياه وتسبب هذه المياه العكرة وبصورة غير مباشرة تلوثاً كيميائياً من خلال ادمصاص العناصر والأيونات والمركبات النفطية عليها كما تمنع وصول الضوء إلى أعماق المياه مما يعيق عملية الإنتاج الأولي وإنخفاض تركيز الأوكسجين المذاب مما يسبب لاحقاً في اختناق الأحياء.

## 5. المصادر الحرارية Thermal Sources

تقلل الحرارة المرتفعة من كمية الأوكسجين المذاب. ويكون التلوث الحراري أما طبيعياً في حالة الينابيع الحارة والبرك الضحلة في اوقات الصيف، أو يكون بفعل الإنسان من خلال المياه المستعملة في تبريد أنابيب المعامل ومحطات توليد الطاقة الكهربائية. وكما هو معلوم تحتاج الأسماك والنباتات إلى درجات حرارة معينة لغرض التكاثر وكميات من الأوكسجين المذاب بمستويات معينة لذا فالتلوث الحراري يختزل التنوع الأحيائي في الماء.

## 6. الملوثات الإشعاعية Radial Pollutants

تتضمن مياه فضلات المعامل، والمستشفيات، وبعض العناصر المشعة مثل اليورانيوم، وقد تأتي من مصادر طبيعية مثل الرادون. تعد المواد المشعة خطرة جداً لكونها تؤثر على مستويات التكاثر للأحياء، كما إن تأثيرها يبقى لسنوات طويلة.

## 7. الملوثات الكيميائية Chemical Pollutants

تأتي من مصادر عديدة، مثل الفضلات الصناعية والمنزلية وانسكاب النفط والمياه المنجرفة من الطرق المعبدة والمبيدات والمخصبات، تشكل هذه الكيماويات تهديداً لحياة الأحياء المائية والإنسان لأن معظمها يتراكم داخل جسم الكائن الحي.

قسم (Sax 1974) الملوثات الكيماوية حسب تركيبها الكيميائي إلى:

### أولاً: الملوثات اللاعضوية Inorganic pollutants

هي الملوثات التي تغير من طبيعة الماء نتيجة لذوبان المركبات والأملاح اللاعضوية فضلاً عن العناصر الثقيلة التي لها تأثير تراكمي داخل أجسام الأحياء وتصبح سامة بزيادة تراكيزها عن الحدود المثلى.

### ثانياً: الملوثات العضوية Organic pollutants

تشمل المواد الكيميائية العضوية التي تطرح إلى البيئة المائية وتتضمن الفضلات المتطلبة للأوكسجين وتؤثر في النباتات والحيوانات في البيئة المحيطة ويكون مصدرها عادةً مياه الصرف الصحي الثقيلة. أدت زيادة النمو الصناعي والسكاني إلى جعل المياه الداخلية كالأنهار والجداول والبحيرات والخزانات وغيرها المستلم الرئيس للمواد العضوية بكميات تفوق قابليتها للتنقية بينما كانت التنقية الذاتية وعمليات التخفيف في السنوات المنصرمة نتيجة لقلة مصادر التلوث كافية في أكثر الأحيان. وتؤثر عملية طرح الفضلات العضوية في البيئة المائية على نوعية المياه ومن ثم على الأحياء الموجودة كماً ونوعاً معتمدة على مدى تحمل الأنواع للتغيرات الحاصلة في تلك البيئة. أجريت العديد من الدراسات العالمية عن التلوث العضوي ومنها ان تلوث مياه المدن عموماً ذا مصدر عضوي ويعتمد بشكل كبير على حجم التطور والتوسع السكاني والعمراني وغياب أنظمة معالجة المخلفات المنزلية والصناعية.

بينت العلاقة بين المغذيات والمتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD) في أنهار ولاية مينيسوتا في الولايات المتحدة الأمريكية ، ووجد أن الأنهار ذات التراكيز المرتفعة من المغذيات تحتوي على تراكيز عالية من المتطلب الحيوي للأوكسجين بينما تحتوي الأنهار ذات التراكيز الواطئة من المغذيات على تراكيز قليلة من المتطلب الحيوي للأوكسجين. تحديد مستويات المغذيات والعناصر

الثقيلة في رواسب وعمود الماء للأنهار الواقعة جنوب الصين، ووجدوا أن هناك تلوث في المواقع القريبة من المدن الحضرية بسبب فضلات تلك المدن والفضلات الصناعية. مستويات الفضلات العضوية والمغذيات المتدفقة من حقول الرز ووجدوا ان تراكيزها تزداد في المناطق الحضرية في اثناء عملية تحويل شتلات الرز (rice – transplanting period)، كما لاحظوا زيادة في كمية المواد الصلبة العالقة إن خليج دبي في الإمارات العربية المتحدة ملوث عضويًا نتيجةً لمياه الصرف الصحي ونفايات القوارب، كما قيم خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية (الأس الهيدروجيني، والمواد العالقة، والملوحة، والأوكسجين الذائب، والكاربون العضوي الذائب (DOC) والكاربون العضوي العالق (POC)، والنترات، والأمونيا، والفوسفات، والفسفور الكلي، وكلوروفيل (أ) ومجتمعات الاحياء القاعية، ووجد أن هناك تباين مكاني في التلوث، إذ كان التلوث شديداً أعلى الخليج، بينما اسفل الخليج يكون أقل تلوثاً ووجدوا علاقة طردية بين نسبة التلوث العضوي والإثراء الغذائي وبين نسبة وجود الاحياء القاعية. لوحظ زيادة في محتوى الكاربون الكلي (TOC) والنتروجين والهيدروكاربونات في رواسب بحيرة Naukuchiyatal في الهند وهذا يشير إلى زيادة انتاجيتها بسبب التلوث العضوي. حللت عينات من المياه السطحية والجوفية والرواسب والترية لدراسة انماط التلوث بالملوثات العضوية في نهر Ebro في أسبانيا، ووجد أن النمط الاول هو العمليات الزراعية وهو المصدر الرئيس لإنتشار الملوثات في المياه السطحية والجوفية، ويشكل النمط الثاني الهيدروكاربونات الاروماتية متعددة الحلقات (PAHs) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons أما النمط الثالث للتلوث فهو الفعاليات الصناعي أن نهر Haine يعد أحد أهم المناطق الملوثة في الصين، إذ لاحظوا ارتفاع قيم النتروجين الكلي والأمونيا والمتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD<sub>5</sub>) والمتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) والتي تعود إلى الملوثات العضوية ووفرة المغذيات. قيم نوعية المياه ومصادر التلوث في نهر دجلة في تركيا ووجدوا أن التغير في نوعية المياه متعلق بصورة رئيسة بالأملاح الذائبة والتلوث العضوي وازدياد تركيز المغذيات.

## **. مصادر التلوث العضوي Sources of organic pollution**

### **1.2.1. الصرف الصحي Sewage influents**

تطرح معظم المستوطنات الحضرية في بلدان العالم الثالث مياه المجاري في المسطحات المائية القريبة منها وخاصةً الأنهار دون معالجتها مما يمهد الطريق لحدوث مشاكل بيئية خطيرة. تتكون

مياه الصرف الصحي من المياه المستعملة في المنازل سواء في الحمامات أو المطابخ ومياه الغسيل وكذلك المياه المستعملة في المستشفيات وبعض الورش والمعامل الصغيرة ومحطات الوقود التي تقع داخل المدينة. تكون هذه المياه ملوثة بالكيماويات السامة والجراثيم والتي تفسد في نوعية المياه فضلاً عن احتوائها على المغذيات النباتية والتي بزيادة تركيزها تزدهر الطحالب وتحدث ظاهرة الأثرء الغذائي (Eutrophication) التي تؤدي إلى انخفاض في مستوى الأوكسجين وافراز السموم مؤدياً الى موت الأسماك وفقدان التنوع الإحيائي.

### **2.1. المصادر الزراعية Agricultural Sources**

تضم بعض المواد الكيماوية مثل الأسمدة الثلاثية (NPK) الزراعية المتنوعة المستعملة لتحسين وزيادة الانتاج الزراعي وكذلك المبيدات الكيماوية المستعملة للقضاء على الآفات الزراعية . تنقل مياه البزل كميات كبيرة من أملاح التربة مثل أملاح النترات والفوسفات وغيرها من الكيماويات الموجودة في الأسمدة الزراعية أو مبيدات الحشائش والحشرات.

### **3.1. المصادر الصناعية Industrial Sources**

تطرح مياه الصرف الصناعي إلى الأنهار أو البحيرات القريبة منها دون معالجة مسبقة والتي تكون محملة بالمواد الكيماوية السامة والمواد العضوية. ازدادت في الآونة الأخيرة نسبة مياه الصرف الصناعي نتيجة للتوسع في بناء المنشآت الصناعية وزيادة استعمال الكيماويات مما سبب في تأثيرات سلبية للنظام المائي.