المجاميع الرئيسية لملوثات المياه

ملوثات المياه كثيرة وقد يصعب حصرها أحيانا فبعضها ذي طبيعة كيمياوية والبعض الأخر ذي طبيعة فيزيائية كالحرارة والاشعاع والبعض الثالث ذي طبيعة بيولوجية، ولهذا السبب يمكن أن تقسم وفق طرق أو أنظمة مختلفة إلا أن ما يهم في هذا المجال هو تقسيم هذه الملوثات وفق المجاميع الرئيسية التالية:

1-المواد القابلة للتحلل:

وهي أكثر أنواع الملوثات شيوعا في البيئة المائية وتضم مجموعة من المواد لا يمكن فصلها عن بعضها البعض، وتشترك جميعها في كونها ذات قابلية على التحلل العضوي السريع بفعل الأحياء المجهرية ومن المصادر الطبيعية لهذه المواد هي النباتات والحيوانات الميتة في البيئة المائية اما أهم المصادر برية المنشأ لهذه الملوثات فهي مياه المجاري (أو المياه العادمة) المتخلفة عن المدن والمجمعات السكنية بأنواعها والتي تصرف الى الأنهار بمعالجة جزئية أو بدون معالجة.

تقدر كمية مياه الفضلات الناتجة عن مدينة ذات تعداد نفوس يبلغ مليون نسمة وتستهلك 565 ألف طن متري من المياه يوميا بحوالي 45 ألف طن متري من مياه الفضلات المنزلية وتختلف هذه الكمية بين المدن وان كان عدد النفوس ثابتة، إذ تتأثر بدرجة التحضر السائد في مجتمع المدينة وعلى عوامل ثانوية أخرى من أهمها درجة حرارة الجو ووفرة المياه وما الى ذلك.

هذه المياه يجب أن تمر بمراحل معالجة خاصة لإزالة المواد العضوية منها ومنع وصولها الى المصادر المائية، إلا إن واقع الحال في العديد من دول العالم الثالث لا يزال غير ذلك، إذ تصرف مياه المجاري الى المصادر المائية مسببة تلوثها، وأولى سمات هذا التلوث هو تناقص الأوكسجين المذاب بسبب استهلاكه من قبل الأحياء المجهرية ويتناسب هذا التناقص مع كمية الفضلات العضوية المصرف تأثير تصريف مساه مجاري غنية بالمواد العضوية القابلة للتحلل على انخفاض الأوكسجين المذاب في مجرى مائي.

عندما يكون تركيز المواد العضوية واطئا أو معتدلا نسبة الى حجم الماء الجاري في المصدر فان انخفاضا قليلا أو متوسطا في تراكيز الأوكسجين لابد وان يطرأ على المصدر المائي لكنه يسترجع نقاوته بعد فترة وجيزة، اما عند تصريف المياه حاوية على تراكيز عالية من المواد العضوية القابلة على التحلل الحيوي فأنها تعمل على نضوب الأوكسجين من الماء في ذلك المصدر من خلال تشجيعها للأحياء المجهرية على التكاثر لإنجاز عمليات التحلل النشط ،وبذلك تصل تراكيز الأوكسجين في المياه الى أدنى درجة لها وقد تصل الى الصفر لمدة تطول أو تقصر حسب نوع المصدر المائي ونوعية المياه فيه ،وكمية المادة العضوية وسرعة جريان الماء فيه أو حركة الكتلة المائية أو أي عوامل أخرى مشابهة ،وفي هذه المرحلة فان عمليات التحلل العضوي تتحول من الشكل الهوائي الى الشكل اللاهوائي فيختلف بذلك نوع النواتج بدرجة كلية وتظهر سمات التلوث الشديد على المياه نتيجة شح الأوكسجين وهذه الحالة تعرف بالاختناق البيئي .

<u>الأوكسجين الذائب وحالة الاختناق البيئي:</u>

من المتعارف عليه إن احتباس الأوكسجين عن الكائن الحي يؤدي به الى الاختناق وقد طبق هذا المفهوم على النظم البيئية في الآونة الأخيرة لوصف حالة احتباس أو شح الأوكسجين عن نظام بيئي مائي مما يسبب تلف ذلك النظام أو تدميره كليا في بعض الأحيان. وقد لوحظت أهمية هذا الغاز ليس لتنفس الكائنات الحية فقط بل لتنفس النظم البيئية أيضا حيث تنشط العديد من عمليات التحلل العضوي اللازمة لتحويل المركبات المعقدة كالسكريات والدهون والبروتينات وما شاكل ذلك بالإضافة الى الأملاح المعقدة الى مواد بسيطة يستفيد منها النظام

البيئي ولا تضر بالأحياء التي تعيش فيه. يذوب الأوكسجين في الماء بشكل طبيعي وتتأثر عملية الذوبان بالعديد من العوامل وقد يحدث النقص في الأوكسجين الذائب في المياه لعدة أسباب منها ما هو طبيعي ومنها ما بسبب الإنسان

ا-الأسباب الطبيعية لنقص الأوكسجين:

ومن أهمها هو التدرج الطبيعي في عمق التغيرات يرافقه تناقص في كمية الأوكسجين الذائب وتساعد حالة ركود المياه في البحيرات العميقة على ذلك، من جانب ثاني فان البحيرات والمستنقعات التي تكون حاوية على نباتات كالطحالب و الاشنات وغيرها تعاني من نقص عام في الأوكسجين بسبب استهلاكه في عمليه التنفس من جهة واستهلاكه من قبل الأحياء المجهرية من جهة ثانية التي تنشط بوجود النباتات الميتة فتعمل على تحليل موادها العضوية مسببة بذلك في زيادة الطلب على الأوكسجين الذي يقلص بقياس الاستهلاك البايو كيمياوي للأوكسجين، وتزداد هذه الحالات الطبيعية من نقص الأوكسجين عند زيادة الأحياء المائية في المياه ولا تجدي النباتات نفعا في تزويد الماء بالأوكسجين الناتج كناتج عرضي من عملية التركيب الضوئي بسبب عدم كفاية الكمية الناتجة في سد الحاجة وان مثل هذا الإنتاج يكون نهارا فقط ،بالإضافة الى عوامل أخرى ثانوية.

ب-الأنشطة البشرية المسببة لنقص الأوكسجين:

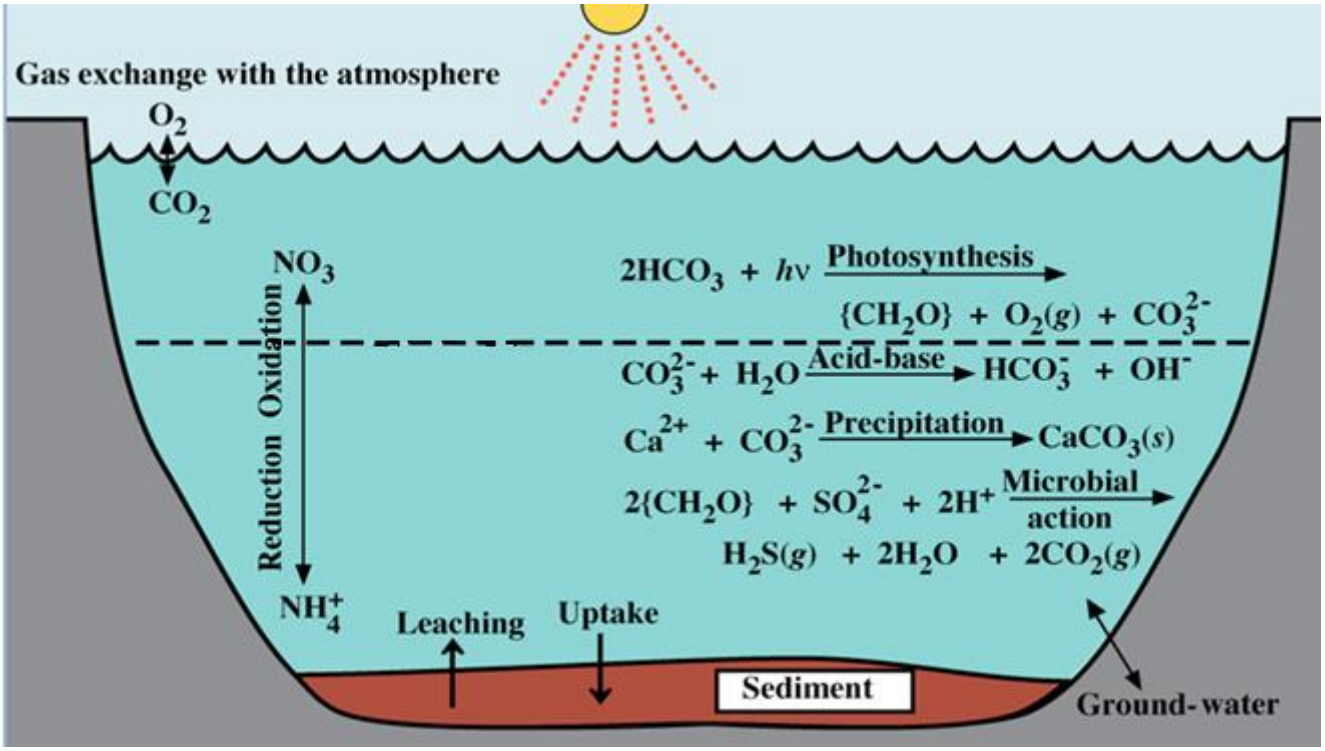
ومن أهمها هو تصريف مياه الفضلات الحاوية على تراكيز عالية من المواد العضوية القابلة للتحلل وتنتج مثل هذه المياه من المجمعات السكنية والمناطق الحضرية إذ تحتوي على مياه الفضلات البشرية وتكون قيم الاحتياج البايو كيمياوي للأوكسجين في حدود 100-400 ملغم/لتر في العادة وقد تزداد عن ذلك حسب عوامل عديدة. أو قد تنتج من بعض أنواع الصناعات لاسيما الغذائية منها ومجازر اللحوم الحمراء والبيضاء وبعض الصناعات الأخرى كمعامل الجلود أو غسل الأصواف إذ تصل قيم الاحتياج البايو كيمياوي للأوكسجين 10000 ملغم/لتر.

إن عمليات تكسير المواد العضوية القابلة للتحلل هي عملية أساسية ومهمة جدا لإعادة المواد العضوية المعقدة غير الذائبة في الماء الى مواد ابسط تركيبا ولها القابلية على الذوبان في الماء وبالتالي استفادة النبات منها مما ينشط دورات العناصر في الطبيعة، وهذه العملية تقوم بها كائنات حية مجهرية تعرف بالمحللات (decomposer) ومن أهم مجاميعها هي البكتريا بالإضافة الى مجاميع أخرى. من المحللات ما يتنفس الأوكسجين ويموت بدونه وهي تعرف بالهوائية (aerobic)، ومنها ما يعمل بدون الأوكسجين ويتوقف نشاطه في حالة وفرته ويعرف باللاهوائي (anaerobic) وبناء على ذلك فهناك مجموعتان رئيسيتان من التفاعلات تحمل نفس المسميات .

عندما يكون الأوكسجين وفيرا في بيئة مائية، وهي حالة صحية بالطب، فان عمليات التحلل تجري بصورة طبيعية، إذ تتحول المركبات الكربونية الى غاز ثنائي أوكسيد الكربون (CO_2)، والمركبات الكبريتية تتحول الى كبريتات (SO_4) والفسفورية الى فوسفات (PO_4) بينما تتحول المركبات النتروجينية الى امونيا و نترات (NH_3&NO_3)، وجميع هذه المواد ماعدا الامونيا هي عديمة الرائحة وقليلة السمية إن لم تكن معدومة السمية كليا، وتعتبر من المكونات الطبيعية للتربة أو المياه أو الغلاف الجوي كما في حالة غاز CO_2.

- ويعتبر ظهور غاز الميثان المعروف منذ فترة طويلة باسم غاز المستنقعات أوضح دليل على وجود شحة بالأوكسجين في تلك البيئة المائية

اما عند شح الأوكسجين من ذلك المصدر المائي أي تحول الظروف الهوائية الى اللاهوائية فأن الأحياء المجهرية اللاهوائية هي التي تنشط وتتكاثر وتقوم بتكسير المواد العضوية المعقدة، إن عمليات التحلل اللاهوائية تؤدي الى إنتاج غاز الميثان (CH_4) بدلا من غاز CO_2، وغاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) بدلا من الكبريتات وهذا الغاز له رائحة كريهة تشبه رائحة البيض الفاسد وهو سام للإنسان



ويؤدي الى زيادة في حمضية المياه وخفض الدالة الحمضية للماء والترسبات، اما المركبات النتروجينية فأنها تتحول الى أمينات وهي مركبات ذات رائحة تشبه رائحة السمك الفاسد، وبذلك تعتبر المياه ملوثة بالإضافة الى تلوث الهواء بهذه الغازات والروائح الكريهة.

ويعتبر ظهور غاز الميثان المعروف منذ فترة طويلة باسم غاز المستنقعات أوضح دليل على وجود شحة بالأوكسجين في تلك البيئة المائية وفي الحقيقة فأن هذا الغاز يمر بثلاث مراحل خلال إنتاجية من قبل الأحياء المجهرية وهذه المراحل هي:

المرحلة الأولى: التحلل المائي للمواد العضوية وتخمرها.

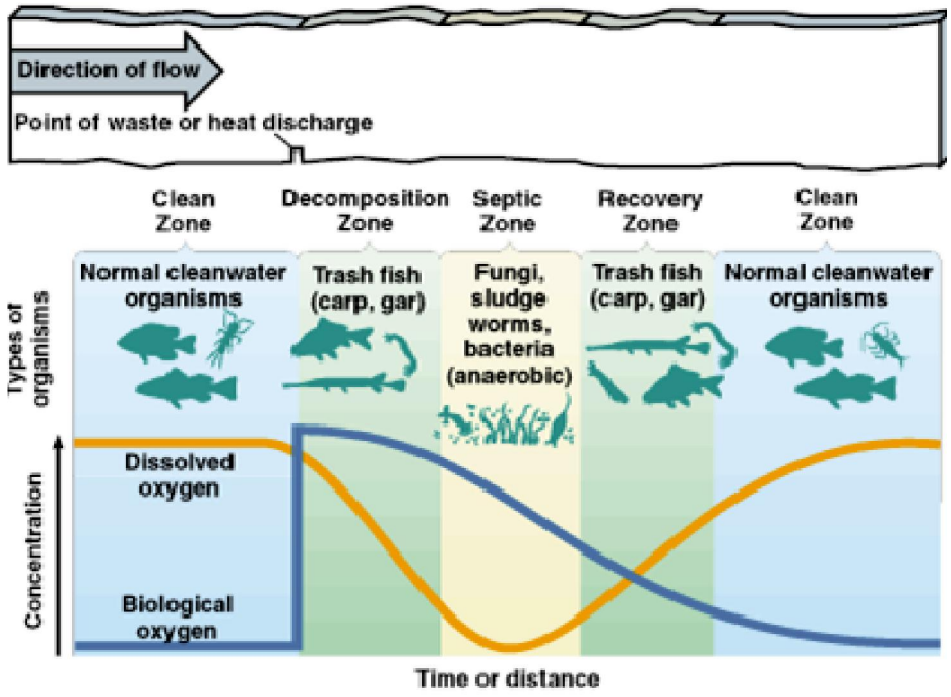
المرحلة الثانية: إنتاج حامض الخليك وإزالة الهيدروجين .

المرحلة الثالثة: التخمر الميثاني .

يؤثر نقص الأوكسجين البيئي أو الاختناق البيئي على الأحياء المائية بدرجة رئيسية إذ يعتبر عامل شدة وتزداد شدة هذا التأثير في حالة وجود مواد سامة في المياه ، وقد لوحظ بأن اسماك المياه الباردة على وجه الخصوص حساسة بشكل استثنائي لنقص الأوكسجين وهي تفضل البيئة الغنية به دائما وتتأثر بحالة نقصه بدرجة كبيرة ، ولا يعرف السبب في ذلك على وجه التحديد وربما يعتمد على الحقيقة التي تنص على إن اسماك المياه الباردة تحتاج الى ضغط جزئي للأوكسجين يعادل ثلاثة أو أربعة أضعاف ما تحتاجه اسماك المياه الدافئة لغرض تشبع الهيموغلوبين في دمها بالأوكسجين الى النصف فقط، ويبدو عموما أن الحد المقبول من تركيز الأوكسجين الذائب في الماء يبلغ 6 ملغم/لتر لأسماك المياه العذبة الباردة و4 ملغم/لتر فهو تركيز حرج وقد لا يقتل الأسماك البالغة إلا إن نموها يكون بطيئا، وقد يقتل صغارها، حتى وان ارتفع التركيز خلال النهار لبضع ساعات، وعلى العكس من ذلك فأن الأسماك البحرية اقل حساسية اتجاه نقص الأوكسجين وبوسعها أن تتحمل تراكيز واطئة جدا منه تصل الى حد يتراوح ما بين 0.75 – 3.5 ملغم/لتر لمدة قد تصل الى 24ساعة ولو أن هناك أنواع منها تهلك عند انخفاض تركيز الأوكسجين الى 1.25 ملغم /لتر ولعدة ساعات فقط.

حين يكون التلوث العضوي شديدا في مصدر مائي معين فأن المنطقة التي تشمل مرحلة تصريف المخلفات العضوية القابلة على التحلل ولغاية هبوط تراكيز الأوكسجين الى الصفر تعرف بمنطقة التردي(Zone of deterioration) والمنطقة التي يستمر فيها انخفاض

الأوكسجين الى أدنى حد له بمنطقة التحلل(Zone of degradation) وهي تكون خالية من الأحياء المائية ما عدا تلك الأحياء اللافقرية التي تفضل العيش في المناطق الملوثة ، اما المنطقة التي تلي ذلك وتكون المواد العضوية قد تحللت شيئا فشيئا واستعادت تراكيز الأوكسجين وضعها الطبيعي فتعرف بمنطقة الاستعادة (Zone of recovery) ولكل منطقة من هذه الناطق الثلاث أنواع مختلفة من الأحياء المائية اللافقارية التي تفضل العيش فيها وهي ما تسمى بالدلائل البيولوجية(Biological indicators).



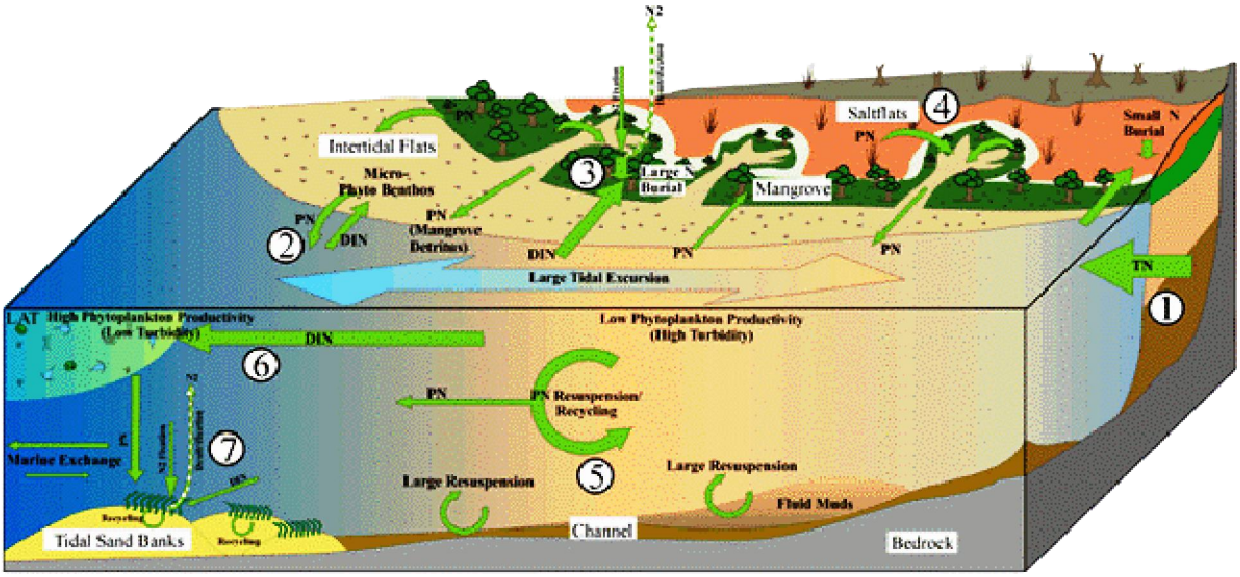
من الحقائق الواضحة في الطبيعة، ملاحظة تكاثر وانتشار نوع معين من الأحياء حيوانية كانت أم نباتية في منطقة ما وندرته في منطقة أخرى قد تكون قريبة أو بعيدة وانعدامه كليا في منطقة ثالثة وهذه الظاهرة معروفة منذ فترة وهي تناقش في مجال علم البيئة تحت عنوان العوامل المحدد (limiting factors) وهي العوامل البيئية بدرجة رئيسية والتي تتحكم بانتشار وتوزيع الأحياء بما يتلاءم مع قدرتها على التحمل وبعد تطور مفاهيم التلوث البيئي وملاحظة التردي الذي أصاب البيئة المائية في مختلف مناطق العالم، فقد لوحظ بأن هناك أنواع من الكائنات الحية لا تتمكن من العيش والبقاء إلا في البيئة المائية النقية تماما.

بينما هناك أنواعا أخرى تتحمل تراكيز معينة من الملوثات أو ظروف بيئية معينة، لكن تردي الحالة يسبب هلاكها وعلى العكس من ذلك كليا، فهناك الأحياء لا تستطيع العيش إلا في البيئة الملوثة، المفتقرة الى الأوكسجين، إن التلوث بالمواد العضوية و التي لا تحتوي على مواد سامة تستهلك الأوكسجين تؤدي الى تناقص الكثافة السكانية للأحياء المائية (أعداد الأفراد من كل نوع نسبة الى وحدة المساحة على اليابسة أو حجم الماء) كما يسبب تناقص الانواع (أي أعداد الانواع (species) نسبة الى وحدة المساحة على اليابسة أو حجم الماء). ولكن كلا المؤشرين لا يصلان الى الصفر وذلك بسبب عدم سمية الملوثات بالطبع اما إذا كان الملوثات مواد سامة كالمبيدات والمعادن الثقيلة و الفينول وغيرها، فأن كلا المؤشرين يصلان الى الصفر لكنها تستعيد مستوياتها الأصلية بعد فترة أو مسافة معينة على مجرى النهر، وفي حالة وجود مواد خاملة بيولوجيا كعوالق الطمي والغرين والرمل في المياه، فأن ذلك يعمل على خفض الكثافة السكانية وأعداد الانواع أيضا بسبب كون البيئة المائية غير صالحة لمعيشة تلك الأحياء لكنها تستعيد مستوياتها الأصلية بعد فترة وجيزة أو مسافة قصيرة على مجرى النهر.

إن المنطقة الملوثة التي أسميناها بمنطقة التردي تكون خالية من أحياء المياه النقية وتتكاثر فيها الأحياء المجهرية من وحيدات الخلية (protozoa) كما تتكاثر فطريات المجاري (sewage fungi) وهي من أكثر الأحياء المجهرية تفضيلا للمياه الملوثة وهناك أحياء مجهرية أخرى تبدأ بالظهور كلما تحسنت وضعية المياه مع استمرار الجريان. اما الأحياء اللافقارية التي تعيش في البيئة المائية الملوثة ومنها بعض أنواع الديدان المسماة (Tubified) فأنها تعتبر أهم دليل بيولوجي على المياه الملوثة وأكثرها وفرة تلتها يرقات بعض أنواع البعوض (chironomus).

يعقب منطقة التردي هذه على مجرى النهر منطقة أخرى هي منطقة التنقية الذاتية حيث تبدأ أحياء المياه النقية بالظهور، إذ يعرف عن المجمعات والمصادر المائية قدرتها على تنقية مياها بنفسها بعمليات التحلل التي تجري تلقائيا وبمساعدة الأوكسجين بدرجة كبيرة، وتشمل منطقة التنقية الذاتية منطقتان ثانويتان لا تمتلكان حدودا واضحا بالطبع، هما منطقة التحلل ومنطقة الاسترجاع أو الاستعداد.

2-المغذيات والمخصبات (Nutrients) : وهي العناصر والمكونات العضوية أو اللاعضوية اللازمة لتنشيط نمو النبات، وتشمل عنصر النتروجين على شكل أملاح عضوية و لاعضوية والفسفور على شكل الأملاح العضوية أو اللاعضوية إضافة الى العديد من العناصر والمركبات الأخرى الأقل أهمية ومنها السليكات وغيرها، وتنشئ هذه الملوثات من استخدام الأسمدة الكيمياوية أو الفضلات الحيوانية والبشرية، إذ يعرف عن مياه البزل (مياه غسل الأراضي الزراعية لإزالة ملوحتها) والواصلة الى الأنهار والمسطحات المائية احتوائها على تراكيز عالية من النترات والفوسفات اللذان يدخلان في تكوين الأسمدة النتروجينية والأسمدة المركبة (التي تتألف من أملاح العناصر:النتروجين والفسفور والكالسيوم N:P:K) والتي كثيرا ما تستخدم في الحقول الزراعية. كذلك تحتوي مياه المجاري المنزلية والمصرفة مباشرة أو من محطات التصفية، على تراكيز عالية من النتروجين والأمونيا و اليوريا، وعلى مواد فسفورية تدخل في صناعة المنظفات التي تستخدم في المنازل، كما يعرف عن محطات تربية الحيوانات التي تنشأ على أكتاف الأنهار وضفاف البحيرات تصريفها لمياه فضلات غنية بالمركبات النتروجينية والفسفورية .



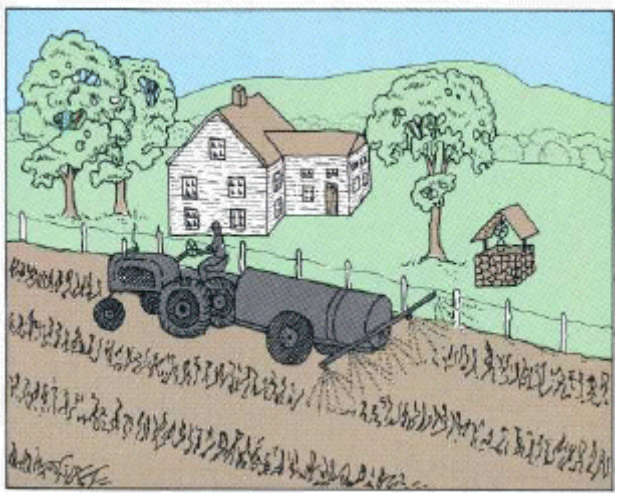
إن زيادة تراكيز هذه المواد تحفز نمو النباتات الدقيقة والتي تعرف بالهائمات النباتية (Planktons) كما تنشط نمو الطحالب والإشنات، فتكسب المياه لونا اخضر عادة، وتعرف هذه الظاهرة بالإثراء الغذائي ويقصد به إن المياه تكون غنية بالمغذيات أو مثراة غذائيا مما يشبع نمو النبات وقد تعد هذه ظاهرة طبيعية في بعض المناطق ومهمة أحيانا لنمو الأسماك ضمن حدود معينة من تراكيز المغذيات إلا إن نشاط الإنسان وتدخله في النظم البيئية الطبيعية بشكل كثيف قد أدى الى تزايد هذه الظاهرة الى حدود بعيدة .

ماهي حالة الإثراء الغذائي: تعتبر مركبات النتروجين والفسفور من المركبات الطبيعية الوجود في المياه وهي تنتج عن مصادر شتى في الطبيعة وتتأثر تراكيزها موسميا، وهذين العنصرين بدرجة رئيسية وغيرهما من العناصر بدرجات اقل ضرورية لنمو النباتات ضمن حدود معينة، ولذلك فأن المصادر المائية يمكن أن تقسم الى أربعة فئات رئيسية اعتمادا على ما تحويه من تراكيز لهذين العنصرين وهذه الفئات هي:

- المصادر شحيحة الإثراء الغذائي (Oligotrophic resources): وهي الينابيع والعيون الجبلية و تستمد مياهها من الأمطار والثلوج فتكون مفتقرة الى المغذيات ونقية بدرجة كبيرة.

- المصادر متوسطة الإثراء الغذائي (Mesotrophic resources): وهي الحالة التي تصل إليها الأنهار والجداول بعد مسافات من جريانها في الطبيعة، إذ تتعرض الى موت النباتات والحيوانات وتحللها أو الى تصريف مياه ملوثة بالفضلات البشرية وغير ذلك.
- المصادر المثراة غذائيا (Eutrophic resources): وهي المياه الغنية بالمغذيات النباتية (النتروجين والفسفور بدرجة رئيسية) والتي تتصف بسرعة نمو وازدهار النباتات المائية المجهرية وغير المجهرية فيها .
- المصادر شديدة الإثراء الغذائي (Hypertrophic resources): وهي المصادر المائية التي تتزايد فيها تراكيز المغذيات الى درجة كبيرة فتصبح غير ملائمة لأغلب أنواع الاستخدامات أو جميعها.

تتوزع المصادر المائية في عموم العالم على الأصناف الثلاث الأخيرة فهي الحالة العامة للمصادر المائية في الجداول والأنهار والبحيرات، إذ تتعرض هذه المصادر الى تصريف مياه الفضلات المنزلية وحقول الإنتاج الحيواني، الغنية بالفضلات النتروجينية (كاليوريا الناتجة عن الفضلات البشرية والحيوانية) وكذلك الحقول الزراعية التي تستخدم الأسمدة النتروجينية والفسفورية بكثرة ويوجد الفسفور في بعض أنواع المنظفات وفي استخدامات مختلفة أخرى أيضا هذا بالإضافة الى ما تستلمه المجمعات المائية من نتروجين وفسفور من مصادر طبيعية، فتقدر بحوالي 60 ألف طن/يوم وتنتج من خلال اتحاد النتروجين مع غاز الأوكسجين، أثناء الزوابع الرعدية وتذوب الاكاسيد المتكونة مع مياه الأمطار لتكون حامضي النتروز و النتريك (HNO_3&HNO_2) ، والكمية المشار إليها هي لهذين الحامضين فقط إذ يعرف عن نشاط الأحياء المجهرية في التربة التي تقوم بتحليل المواد العضوية أنها تبعث غاز الامونيا فضلا عن اكاسيد النتروجين أيضا وتقدر الكميات الناتجة عن هذا الطريق بحوالي 20-200 باوند لكل ايكر/سنة (الايكر هو وحدة مساحة وفق النظام الأمريكي ويساوي 43.560 قدم مربع)



أن مصادر الفسفور هي اقل كفاءة من مصادر النتروجين اما العناصر الأخرى المشجعة لنمو النباتات فتشمل الكثير ومنها البوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم والمنغنيز والحديد والسيليكات والكبريت (شكل الكبريتات) وغيرها. بل أن بعض المراجع العلمية تشير الى الفيتامينات والأحماض الأمينية وهذا قد يكون صحيحا، لكن مساهمة أي من هذه المواد أو العناصر في تلوث المياه أو تنشيط نموا النباتات تعتبر ضئيلة وتقارن بتأثير النتروجين والفسفور.

تتحكم في نمو النباتات العديد من العوامل الأخرى الفيزيائية والبيئية، ومنها عمق المياه، نوعية تضاريس قعر البحيرة أو المسطح المائي، شدة الرياح التي تعمل على زيادة حركة الكتلة المائية، الشدة الضوئية الداخلة الى الماء، درجة الحرارة، يضاف إليها عوامل كيماوية مثل التركيب الكيمياوي للأملاح الذائبة والمواد العضوية المرافقة والدالة الحمضية (pH) وغير ذلك.

اما مجاميع النباتات المرشحة للنمو والازدهار في حالة الإثراء الغذائي فتشمل العديد من الهائمات النباتية إلا أن من أهم العوامل التي تتحكم في ذلك هي نسبة النتروجين الى الفسفور وهذه النسبة تتفاوت من موسم لأخر ومن درجة حرارة لأخرى وتعتمد على نوعية الماء أيضا وقد تتراوح ما بين 1:1 أو 1:2 ومنها الفطريات المائية والبكتريا والطحالب الخيطية والنباتات المائية القاعية والطافية، وجميعها غير سام للإنسان إلا أنها تسبب تشوه الطبيعة وقد تسمى أحيانا بالمزعجات بسبب ما تسببه من مضايقة أثناء التجديف أو صيد الأسماك أو السباحة في المياه.

كما يتسبب انتشار النباتات في المياه في العديد من الأضرار البيئية، منها زيادة تركيز المادة العضوية في المياه الناتجة عن موت وتحلل النباتات، خفض تركيز الأوكسجين الذائب ، انخفاض الشدة الضوئية الداخلة الى المجمع المائي مما يؤدي الى انخفاض إنتاجيته ، هذا بالإضافة الى انخفاض صلاحية المياه للشرب والاستخدامات الصناعية. وتتسبب حالة الإثراء الغذائي في بعض دول العالم الساحلية وفي مواسم معينة من السنة في نمو أنواع من الكائنات الحية وحيدة الخلية من مجموعة السوطيات (Dinoglagellates) التي تقوم بإفراز

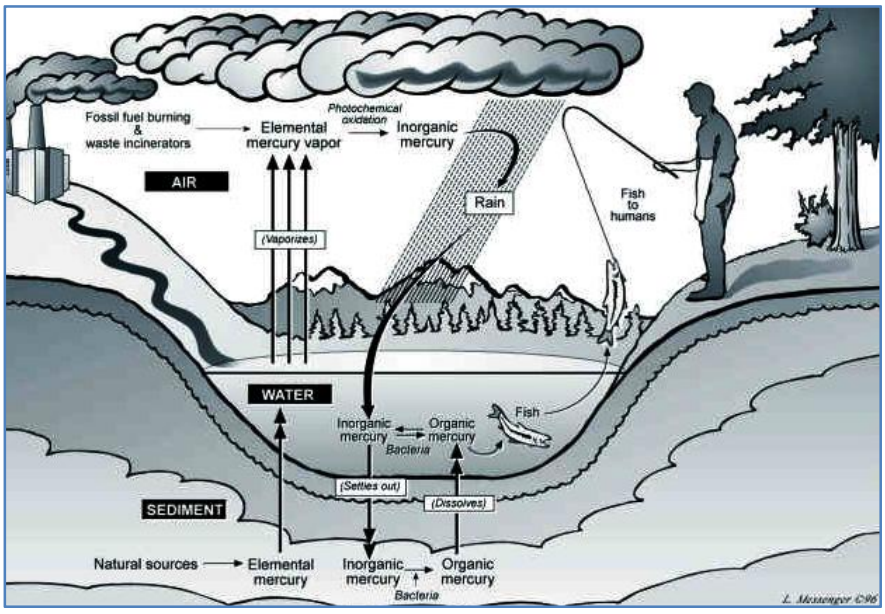
مواد سامة الى المياه تتركز في أنسجة الأسماك فتصبح غير صالحة للاستهلاك البشري وتعرف هذه الظاهرة بالمد الأحمر وذلك لاكتساء المياه بلون احمر براق خفيف، فيتمكن الأهالي من خلال هذا اللون من معرفة حدوث الظاهرة فيمتنعون عن تناول الأسماك ورغم ذلك تحصل بعض حالات التسمم سنويا في تلك المناطق.

أهم المعالجات الممكنة لحالة الإثراء الغذائي تتمثل في حجب التلوث من مصدره أي الإقلال من الاستخدام الأسمدة الكيمياوية في الحقول أو ترشيد استخدامها في الأقل، والتحول عن المنظفات الحاوية على الفسفور الى مركبات أخرى وهكذا، اما معالجات الحالة بعد حدوثها فتشمل العديد من الاختيارات ووفق ما ينسب كل منطقة أو حالة ومنها: فتح قنوات جديدة لتخفيف تراكيز المياه الغنية بالمغذيات. زيادة حركة المياه لإغنائها بالأوكسجين، إدخال أنواع من الأسماك التي تقتات على النباتات لتحد من انتشارها، إصابة النباتات بأمراض فيروسيه للقضاء عليها، تعطيل عمل مركبات الفسفور باستخدام أملاح مثل كبريتات الألمنيوم بتحويلها الى معقدات غير قابلة للامتصاص من قبل النباتات الى غير ذلك من المعالجات.

3- **المعادن**:

كان من المعتاد سابقا الحديث في هذا المجال عن المعادن الثقيلة فقط و المعدن الثقيل هو أي معدن تزيد كثافته عن خمسة أمثال كثافة الماء بينما أثبتت البحوث الحديثة بأن الكثير من المعادن غير الثقيلة وأشباه المعادن لا تقل خطورة من الناحية البيئية عن المعادن الثقيلة. تحتاج الكثير من الأنظمة الحية في اللبائن الى بعض المعادن بتركيز ضئيلا جدا لإتمام التركيب الكيمياوي لأنزيم أو مادة حيوية أخرى ومن الأمثلة على هذه المعادن هي النحاس والحديد والخارصين، واليود والمنغنيز والكوبالت و السيلينيوم والكروم إلا أن الحدود الدنيا لهذه المعادن غير محددة دائما بينما تؤثر زيادة التراكيز فوق المدى الآمن تأثيرا ساما على تلك الأنظمة.

المعادن هي مواد طبيعية المنشأ لكن نشاط الإنسان عمل على زيادة تراكيزها ونقلها من مكان لأخر. تدخل المعادن الى المصادر المائية من خلال تصريف مياه فضلات صناعية، أو طمر الفضلات الصناعية الصلبة أو بسبب استخدام بعضها كمبيدات وما يعقبه من غسل الأراضي بالسيول ومياه الأمطار، وتساعد الأمطار الحمضية على إذابة بعض الأملاح المعدنية وإطلاقها من التربة أو الترسبات مجددا، وحالما تزداد تراكيز المعادن في المياه فأنها تهدد الأحياء المائية بالهلاك أو انخفاض قابليتها التكاثرية. ومن المعادن السامة للأحياء المائية: النحاس والخارصين والقصدير (الشكل المثيلي) والكادميوم و الزئبق (المثيلي) والكروم والرصاص والنيكل و الألمنيوم والزرنيخ . وهذه المعادن تكتسب أسبقية في أهميتها كملوثات وتركز عليها الدراسات وهي تدرج في قوائم الملوثات ذات الأسبقية كما في قوائم وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) ماعدا الألمنيوم والقصدير.



تتأثر سمية المعادن الثقيلة في المياه بدرجة كبيرة بتركيز الكالسيوم و المغنيسيوم (العسرة) ولذلك فان التراكيز المسموح بوجودها تعتمد على عامل العسرة. كما أثبتت العديد من الدراسات بأن سمية كل من الخارصين والكادميوم تزداد كلما ارتفعت قيمة الدالة الحمضية (pH) من5 الى 9 عند ثبوت نسبة الكالسيوم: المغنيسيوم، وهذه الحقيقة تأتي مناقضة لما هو شائع بأن سمية المعادن تتعلق بدرجة ذوبان الأملاح المعدنية، بأن ارتفاع قيمة الدالة الحمضية (pH) يخفض السمية. أن التأثير السمي للمعادن الثقيلة غير معروف على وجه التحديد دائما إلا أن المعلوم أنها قد توجد ذائبة أو غروية أو على شكل عوالق وبالتالي فأن بإمكانها الوصول الى كافة أجزاء النظام البيئي المائي وذلك بأحد الأشكال التالية :

أ- قد تظهر المعادن الثقيلة في الطبقة السطحية للماء حيث تكون مرتبطة على شكل مركبات مع المواد العضوية المغسولة من المناطق المجاورة .

ب- قد تكون موجودة في عموم الماء ذائبة على شكل محلول حقيقي (على شكل ايونات المعدن الحرة أو على شكل مركبات (عضوية أو لا عضوية). أو ممتزة أو متعاقدة (مكونة مركبات معقدة) مع المواد العالقة. إلا أن الشكل الأكثر سمية للمعادن الثقيلة يعود الى ايوناتها الحرة الذائبة بالدرجة الرئيسية بينما تكون مركبات المعادن (العضوية اللاعضوية) هي سبب تسمم بعض الأحياء المائية من النواعم والحشرات ذات التغذية الترشيحية.

ت- يبدو أن المصير النهائي للمعادن الثقيلة في المياه هو امتزازها على العوالق أو على شكل رواسب في ترسبات المجمع أو المصدر المائي، ولذا فأن دراسات مراقبة تلوث البيئة المائية بالمعادن الثقيلة لابد وان تعتمد في جزء كبير منها على قياس تركيز المعادن الثقيلة في الترسبات إلا إن بعض العوامل قد تؤثر على إعادة إذابة هذه العناصر وإعادتها الى الماء مجددا ،ومن هذه العوامل هي الدالة الحمضية وجهد التأكسد وعوامل حيوية مختلفة مثل امتصاص المعادن من قبل جذور النباتات وإعادة إطلاقها الى الماء أو انتقالها في السلاسل الغذائية الى المستويات التغذية الأعلى. للأحياء المجهرية دور أساسي في هذا المجال لاسيما وان الترسبات تكون غنية بها إذ تتراكم المعادن بداخل أجسام البكتريا ومنها تنتقل الى الأحياء اللافقرية كديدان عائلة Tubificidae ومنها الى الأسماك أو الأحياء الأخرى.

4-السيانيدات:

وتعتبر من الملوثات السامة في المياه إذ توجد في الكثير من الفضلات الصناعية السائلة الناتجة عن الصناعات المعدنية والصناعات الكيمياوية وهي اما أن تكون على شكل السيانيد الحر الأيوني أو على شكل سيانيد الهيدروجين الجزيئي (ما لم ترتفع الدالة الهيدروجينية عن 9) وهذا الشكل الأخير هو الأكثر سمية. تتأثر سمية السيانيد بالدالة الحمضية بدرجة كبيرة وهناك مجموعة مركبات معدنية للسيانيد، ومنها السيانيد النيكلي والتي يزداد تأثيرها السمي مع انخفاض قيمة الدالة الحمضية من 8 الى 6.5 بحوالي 1000 مرة بينما تشير دراسات أخرى بأن تغير قيمة الدالة الحمضية من 8.5 الى 7.5 فقط من شأنه أن يزيد من السمية بمقدار عشرة أضعاف تقريبا ولا تؤثر العسرة على سمية السيانيد وفق المعلومات المتاحة.

تتحلل السيانيدات المعدنية في ضوء الشمس لإعطاء السيانيد الذي يؤثر سميا على الأحياء ومن جانب ثان يؤثر في انخفاض تركيز الأوكسجين المذاب فيؤدي الى زيادة طفيفة في السمية .

5-المبيدات:

وهي مجموعة واسعة من المركبات العضوية بدرجة رئيسية، وهناك عدة مجاميع كيمياوية سيتم تناولها بالمناقشة في الفصل المخصص لذلك، إلا أن أكثر ما يهم في مجال تلوث المياه هي:

5-1 :مجموعة مبيدات الحشرات: وهي المركبات التي تستخدم في الغالب في الحقول الزراعية والحدائق المنزلية وكذلك في المنازل بهدف إبادة الحشرات الزراعية لكنها قد تستخدم لأغراض أخرى مثل مكافحة الحشرات الناقلة للأمراض البشرية والبيطرية ومكافحة الطفيليات الخارجية على الأبقار والأغنام والحيوانات الأخرى ،وتشمل عدد من المجاميع الكيمياوية منها :

أ- الهيدروكربونات الكلورية العضوية: وهي مجموعة مركبات فعالة وعالية السمية كمبيدات لكن استعمالها محدد في اغلب دول العالم نتيجة ما تسببه من مشاكل بيئية وصحية ،نظرا لطول فترة بقاءها في البيئة ومن الأمثلة عليها هل مبيدات دي دي تي، والدرين والديلدرين والاندرين وكاللوردين.

ب- المركبات الفسفورية العضوية: وهي مبيدات تتفاوت ما بين مركبات عالية السمية الى مركبات انتقائية ذات سمية عالية للحشرات فقط ،قابلة للتحلل في البيئة مثل الملاثيون والديازنون والعديد غيرها .

ت- مركبات أخرى عديدة منها يعود للمجموعة الكرباماتية مثل مبيد السفن ومنها مركبات ذات منشأ نباتي مثل مجموعة المركبات البيرثرويدية ومنها مركب البر مثرين: ومبيدات هذه المجموعة قليلة السمية للبائن ومنها الإنسان وقلقلة سريعة التحلل في البيئة .تكاد أن تعتبر عديمة الخطر البيئي في المياه ، و ما عدا الاستعمال الموقعي الآني وفي حالات خاصة ومحددة .

2-5 مبيدات الأعشاب: وهي المركبات الكيمياوية التي تستخدم للقضاء على الأدغال والأعشاب الضارة التي تعيق عملية الزراعة في الحقول أو الأدغال والأعشاب المائية التي تسد المجاري المائية ومأخذ المياه اللازمة لري لحقول. ومن أشهر مركباتها هي مشتقات حامض الفينوكسي خليك (phenox acetic acid) ومن أهم هذه المشتقات هو مبيد الأعشاب المعروف باسم (4,2-D) هذا بالإضافة الى عدد كبير أخر من مبيدات الأعشاب مثل الاميترول (Amitrol) ، والدايكوات والباراكوات وغيرها .

تصل المبيدات بأنواعها الى المجمعات المائية ومصادر المياه من خلال عمليات الرش لاسيما الرش على الحقول الزراعية بالطائرات. ومن خلال تصريف مياه مجاري صناعية أو المنزلية حاوية على المبيدات أو من مياه محطات المعالجة البيطرية وحقول تغطيس الأغنام والأبقار لمكافحة الطفيليات الخارجية عليها. جميع هذه المركبات تعتبر سامة للأحياء ولها العديد من المخاطر على الأحياء المائية وكذلك على صحة الإنسان عند استهلاكه لمثل هذه المياه لأغراض الشرب.

6-مجموعة الفنيل الكلورية (poly chlorinated biphenyls) :

وتعرف اختصارا بمركبات (PCBs) وهي مجموعة من المركبات الكلورية العضوية وتشابه الى حد بعيد مجموعة المركبات الكلورية والمستخدمة كمبيدات ومنها مبيد دي دي تي من حيث الخصائص السمية والبيئية إذ يتألف كل من مركب حلقي فيه عدد من ذرات الكلور، وبناء على هذا العدد من ذرات الكلور فأنها تحمل مسميات مختلفة مثل ارا الكلور 1254 (Arachlor1254) والرقم من مرتبة آحاده و عشراته يدل على نسبة الكلور في المركب وفي هذه الحالة فأن المركب المذكور يحتوي على 54% كلور وزنا. كانت هذه المركبات تستخدم منذ عام 1929 كزيوت في المحولات الكهربائية وسوائل نقل حراري وفي المتسعات الكهربائية وكذلك في صناعات البلاستك وهي تحمل مسميات مختلفة منها كلوفين (في ألمانيا) وفينو كلور أو بيرالين(في فرنسا) وغير ذلك. تقدر الكميات المصنوعة من هذه المركبات خلال الفترة 1929 والغاية 1972 بحوالي نصف مليون طن ، استخدمت في أجهزة مغلقة آنذاك، لكن بعد هذه السنوات فان هذه الكمية لابد وان تكون قد وصلت الى البيئة بشكل أو بآخر بعد عطب أو تحطم الأجهزة التي كانت تحتويها، ويعرف اليوم عن المياه في جميع أنحاء العالم احتوائها على تراكيز من هذه الملوثات، إن لم تكن في المياه نفسها ففي الترسبات والأحياء المائية .

7-الهيدروكربونات النفطية:

التلوث النفطي من الحالات المعروفة كثيرا لا سيما في مجال تلوث البحار بالنفط وتلوث المياه الساحلية والموانئ، وعلى الرغم اختلاف النفط في العالم من منطقة لأخرى إلا أن المركبات الأساسية في النفط الخام هي نفسها مع اختلاف نسبها ومن أهمها هي المركبات الاليفاتية ومركبات البروفين الحلقية ومركبات عطرية وعطرية نفثينية فضلا عن الراتنج والاسفلتين والمركبات المعدنية.

أكثر هذه الأشكال خطورة على البيئة المائية هي المركبات الاروماتية والنفثينية، لا سيما وان تركيزها في النفط والمشتقات النفطية يزداد بعد التصفية. تصل هذه الملوثات من طرق عدة من أهمها الانسكابات العرضية في الحوادث أو أثناء تفريغ وتحميل الناقلات كما تطرح الزوارق الصغيرة كميات منه تتسرب الى البيئة المائية اما أثناء عطب المحركات أو بسبب عدم اكتراث أصحابها أثناء التعامل مع هذه المواد وتبلغ أكثر حالات التلوث النفطي وضوحا في موانئ تصدير النفط أو منصات التحميل التي كثيرا ما تعاني من عطب الأنابيب

الناقلة أو منصات التحميل أو بسبب تصريف مياه موازنة الناقلات (ballistic water) وهي كميات من المياه تحملها ناقلات النفط في خزاناتها للحفاظ على توازنها، وتقوم بتفريغها في ميناء التحميل لتحمل النفط الخام بدلها مسببة بذلك حالات تلوث خطيرة، إلا إن التشريعات البيئية في الدول المصدرة للنفط تحوي على ضوابط عديدة للسيطرة على هذه الحالات أقرت في الآونة الأخيرة لحماية المياه من التلوث النفطي.

8-مركبات الميثان ثلاثي الهالوجينات:

هذه المجموعة من الملوثات تشخص في مياه الشرب أو مياه المجاري بعد تعقيمها بغاز الكلور، وهي مجموعة صغيرة من المركبات العضوية وتعتبر خطرة بسبب قابليتها على إحداث السرطان وبعض الحالات المرضية.

أن عملية تعقيم مياه الشرب أو مياه المجاري بغاز الكلور عملية أساسية ولا غنى عنها لتعقيم المياه وقتل المسببات المرضية، ولا تزال هي الطريقة الأفضل من حيث الكفاءة والأرخص ثمنا بالمقارنة مع الطرق البديلة ومنها التعقيم بغاز الأوزون الذي يعتبر مكلفا من حيث الإنتاج وليس له فترة بقاء طويلا كغاز الكلور. من جانب ثان فقد ثبت أن لغاز الكلور مزايا أخرى مضافة منها تحسين الرائحة والطعم وإزالة اللون في حالة وجوده ، وإزالة آثار بعض المعادن من الماء كالحديد والمنغنيز في حالة وجودهما في الماء المخصص لأغراض الشرب. استخدم غاز الكلور لأول مرة عام 1897 في بريطانيا وكان مستمدا من المسحوق القاصر وليس من غاز الكلور وبعد ذلك الوقت بدأ باستخدامه في تعقيم المياه وعلى وجه التحديد ما بين عامين 1910- 1920 في اغلب دول العالم . يعتمد مبدأ التعقيم على ذوبان غاز الكلور في الماء مكونا حامض الهيبوكلوروس (Hypochlorous acid) وحامض الهيدروكلوريك، كما في المعادلة التالية:

$$Cl_2 + H_2O \longleftrightarrow HOCl + H^+ + Cl^-$$

ويتأثر هذا التفاعل بالدالة الحمضية (تركيز ايون الهيدروجين) بدرجة كبيرة. ان مجموع تراكيز جزيئات الكلور وحامض الهيبوكلوروس وايونات الهيبوكلوريت تعرف مجتمعة بالكلور الحر الجاهز الذي يقدم التعقيم المطلوب للمياه.

تحتوي المياه غير المعالجة على العديد من المركبات التي يمكنها التفاعل مع غاز الكلور ومنها العوامل المختزلة اللاعضوية الكبريتيت (SO_3^-)، كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، النتريت (NO_2)، ايونات الحديدوز والمنغنيز التي تتأكسد متحولة على التوالي الى الكبريتات (SO_4)، نترات (NO_3) وايونات الحديديك واوكسيد المنغنيز.

يكثر وجود الامونيا أيضا في المياه كنتيجة للعديد من العمليات الحيوية في البيئة ، ومنها عمليات تأييض المواد الغذائية في الجسم الحي الذي يؤدي الى تكوين اليوريا و الامونيا وغيرها والتي تدخل في تكوين الفضلات البشرية والحيوانية وهذه الامونيا تتفاعل مع أي مواد عضوية أخرى ذائبة في الماء مكونة مركبات احادي وثنائي وثلاثي كلورامين(NH_2Cl, $NHCl_2$, NCl_3) وهذه المركبات تسبب تضاؤل قدرة غاز الكلور على التعقيم فضلا عن تكوينها لمركبات سامة جديدة ،ويجري التفاعل بشكل متسلسل بإضافة ذرة كلور في كل مرحلة ويعتمد التفاعل على الدالة الحمضية ودرجة الحرارة وتركيز المواد العضوية وغاز الكلور في المياه .

وعند وجود أي آثار لمركبات البروم فأنها تؤدي الى تكون مركب الهايبوبروموز (hypobromus) كما في المعادلة التالية :

$$HOCl + Br^- \longrightarrow HOBr + Cl^-$$

ولمركب الهايبوبروموز قابلية شديدة على التفاعل فتؤدي به الى تكوين مركبات الميثان ثلاثي الهالوجين البرومية.

بعد تفاعل الكلور مع الأمينات أو الحوامض الأمينية أو أي مركبات ذات منشأ بروتيني تتكون مركبات الكلورامين العضوية وهذه قد تساهم بدورها في تعقيم مياه الشرب وقتل الجراثيم المرضية لما لها من تأثير سام على مثل هذه الأحياء إلا أن قدرتها في ذلك اقل من قدرة غاز الكلور.

وقد تم تشخيص العديد من المركبات الميثانية ثلاثية الهالوجين والتي منها المركبات التالية :

برومو ثنائي كلورو ميثان($CHBrCl_2$)

كلورو ثنائي بروموميثان ($CHClBr_2$)

ثلاثي برومو ميثان ($CHBr_3$)

ايودو ثنائي كلورو ميثان ($CHICl_2$)

برومو كلورو أيودو ميثان (CHIClBr)

كلورو ثنائي أيودو ميثان (CHI_2Cl)

الكلوروفورم:هذا وقد اكتشف مؤخرا وجود مركب رابع كلوريد الكربون مع هذه المركبات في مياه الشرب، إلا إن البحوث الحديثة أثبتت بأنه لا ينتج عن عملية التعقيم بغاز الكلور لكن وجوده يتأتى من غاز الكلور نفسه الذي يحوي شوائب من رابع كلوريد الكربون تنتج أثناء عملية إنتاج غاز الكلور. يبلغ اقصى مجموع مسجل لتراكيز الميثانات ثلاثية الهالوجين الأربعة الأولى من القائمة في مياه الشرب بحوالي 1000 ميكروغرام/لتر، لكنه بمعدل يبلغ حوالي 100 ميكروغرام/لتر، ويزداد التركيز كلما كانت الشوائب والمواد العضوية في المياه أعلى، وهذا يؤشر على خطورة تصريف مياه المجاري غير تامة المعالجة الى المصادر المائية التي تستمد منها مياه للشرب في مراحل لاحقة. اثبت مختبريا بان الكلوروفورم مسرطن وذلك في تجارب على أنواع من الحيوانات المختبرية اما الميثانات الأخرى فيعرف عنها إنها مسرطنة بدرجة اكبر من الكلوروفورم حسب نتائج اختبار ايمز في بكتريا السالمونيلا فقط إلا أن التجارب عنها في الحيوانات المختبرية لا تزال قليلة .

9-المواد ذات النشاط الإشعاعي أو النويدات المشعة.

هذه المواد خطرة للغاية إذ لاشك في أن أي عنصر يمتلك خاصية الإشعاع يعتبر مضرا بنوعية البيئة بدرجة كبيرة، ومن هذه العناصر في الراديوم-226و228 والسترونتيوم-90 وغيرها. والاشعاع ظاهرة فيزياوية تتمثل في انبعاث جسيمات متناهية في الصغر أو إشعاعات مؤينة وهو ينشأ عن مواد بعضها طبيعي المنشأ والبعض الأخر ناتج عن نشاط الإنسان، ويفترض عدم وجود أي عنصر مشع في المياه الطبيعية أو بعبارة أدق (أي مصدر ذي نشاط إشعاعي) وقد يسمح أحيانا بما لا يزيد عن 10 بيكوكوري/لتر من الراديوم-226 والسترونتيوم -90.

10-المركبات العطرية متعددة الحلقات.

مجموعة من المركبات ذات التركيب الحلقي ووحدة بنائها هي حلقة البنزين السداسية ، تعرف اختصارا بمركبات (PAH) والتي تنتج من عمليات الاحتراق الغير التام للمواد الكربونية ومن الأمثلة عليها مركب البنزوبيرين وهو أكثرها خطورة ووفرة والنفثالين والفينانثرين وغيرها، ومن أهم المصادر الباعثة لها هي عوادم السيارات فهي إذن ملوثات هواء، وقد يتبادر سؤال الى الذهن عن علاقة ملوثات الهواء هذه مع قائمة ملوثات المياه التي نحن بصددها. والجواب هي أن هذه الملوثات تترسب مع الغبار والعوالق الكربونية في الجو (دقائق السخام) وتغسل مع مياه الأمطار سواء من جوانب الطرق أو من الهواء مباشر لتصب في الأنهار والبحيرات ، وقد وجد أن مياه غسل الشوارع وطرق المرور السريع، قد احتوت على تراكيز وصلت الى 14.9 ميكروغرام/لتر أي حوالي 0.10 ملغم/لتر. ويبلغ المعدل العلمي في مياه الفضلات المنزلية حوالي 1ميكروغرام/لتر، وفي دراسة أجريت في سويسرا وجد بان أتربة الشوارع قد احتوت على 300 ملغم/كغم من هذه المركبات، بينما كانت التربة في المناطق البعيدة عن الشوارع محتوية على 4-8 ملغم/كغم فقط. وهذه المركبات ثابتة بيئيا وتقاوم التحلل المائي والتأكسد، ولولا هذه الخصائص لما ذكرناها، لأنها كانت ستتحلل وينتهي أمرها، إلا أن صفة

بقائها طويل الأمد في التربة أو البيئة المائية يجعلها من الملوثات الخطرة للغاية رغم إنها توجد بتراكيز ضئيلة جدا لا يمكن قياسها إلا بأجهزة متطورة من أجهزة الكروماتو غراف الغازي ذات الحساسية العالية. وقد أظهرت الدراسات في العديد من الدول الأوربية بان تركيز الكربون في ترسبات الشوارع يبلغ حوالي 35% وهذه النسبة تضم بدورها تراكيز متفاوتة من مركبات (PAH)، وهناك دراسات أخرى أثبتت بأن بعض هذه الملوثات يمكن أن تتشكل طبيعيا في جسم النباتات إلا إنها لاتصل الى البيئة المائية. تنصح منظمة الصحة العالمية، أن يكون الحد المسموح به من هذه الملوثات هو 2 نانوغرام/لتر من مجموع المركبات العطرية في مياه الشرب .

11- المسببات المرضية (PATHOGENS)

الفيروسات: أكثر من 140 نوع مختلف مِنْ الفيروساتِ تصيب أمعاء الإنسان وتدعى باسم الفيروساتِ المعويّةِ. بَعْض الفيروساتِ المعويّةِ لها مُضَاعَفات في الأعضاء الأخرى مثل الكبدِ، القلب، العين، الجلد، الجهاز التنفسي، ونسيج الأعصاب مثل فيروس التهاب الكبد.

البروتوزوا: إنّ البروتوزوا الطليقَة موجودة في كلّ مكان ووَجدت في المياه في كافة أنحاء العالم. البروتوزوا مسؤولة عن حالات تفشّي عديدة للأمراضِ المحمولة في الماء. الطُفيلي البروتوزوي oocysts مستقرّ بيئياً مقاومُ للتعطيلِ في مستويات الكلورِ المستعملة في معالجةِ الماء الصالح للشرب. و بسبب مقاومةِ oocysts إلى الكلور لذا يحتاج ترشيح كافي للسيطَرة عليه في الماء الصالح للشربِ المُعَالَجِ. الضوء فوق البنفسجي يكُونَ مطهراً فعّالاً للسيطرةِ على هذا الكائن الحي في الماءِ.

الأمراض البروتوزوية تنتشر على نحو واسع في البيئةِ المائيةِ و تتفشّى و تنتقل بسهولة لكونها محمولة في الماءِ. الكريبتوسبورديوم و الجياردیا من مسببات الأمراض البروتوزويةَ الرئيسيةَ المعْروفُة و المؤثرة على مقبوليةَ إمداداتِ المياه للاستعمال العامِّ في الولايات المتّحدةِ. الكريبتوسبورديوم و الجياردیا منتجة لأشكالِ المقاومة البيئية (الكريبتوسبورديوم و خراج الجياردیا) التي تسْمح لبقاء الكائنات الحية في المياهِ الطبيعيةِ والمُعَالَجةِ. بالمقارنة بمؤشرِ البكتيريا البرازي oocysts تبدي مقاومة أكثر للتطهيرِ و تبْقى لفترة أطولَ في البيئةِ.

الحيواناتَ متعددةَ الخليةَ (Helminthes)

هي حيوانات متعددةَ الخليةَ تنتقل بالماءِ وتَتطفّلُ على البشرِ. وتنقسم إلى مجموعتين فرعيتين: Cestoda (الديدان المسطحة) وTrematoda (الديدان المسطحة المثقوبة). في هذه الطفيليات يُشكل البيضَ المرحلةَ المعديةَ وينتشر عن طريق الماء، التربة أَو الغذاء، هذا البيضِ مقاوم للإجهادِ البيئي و التطهيرِ.

مصير وانتقال المسببات المرضية في البيئة:

المسببات المرضية المعويّة في المياهِ السطحيّةِ تَنْشأُ من السيول المطرية وتصريف مياه المجاري. و تعد الماشية المصدر الأساسي للمسببات المرضية على الأرضِ الزراعية. كما تعد الحيوانات البرية، الثدييات والطيور، مصدرَ آخرَ مِنْ المسببات المرضية للإنسان. المسببات المرضية المعويّة قَدْ تَبْقى مِنْ بضعة أيام إلى العديد مِنْ الشهورِ في البيئةِ، اعتمادا على عدد مِن العواملِ المهمة. بيض Helminths هو الأطول بقاءا يليه الفيروسات، البروتوزوا، والبكتيريا و شدة سطوع الشمس ودرجة الحرارة عوامل رئيسيةَ تُسيطرُ على بقاء المسببات المرضية في المياهِ السطحيّة. عموماً فترة البقاء تزداد بانخفاض درجاتَ حرارة الماء.

البكتيريا(Bacteria): السالمونيلا و مجموعة كبيرة جداً مِنْ البكتيريا تَشْملُ أكثر من 2400 نوعِ معروف، كُلها مسبّبة لأمراض البشرِ ويُمْكِنُ أَنْ تُسبّبَ تشكيلة واسعة من الأعراضِ مِن الإسهالِ المعتدل إلى المرضِ الحادِّ والموت. فالسالمونيلا يُمْكِنُ أَنْ تُكتَشفَ في مياه المجاري المحلية غير المطَهَّرة أَو النفايات الحيوانية.

السيانو بكتيريا (تشير أيضاً الى الطحالبِ الزرقاءِ الخضراءِ)

تسبب العديد من المشاكل المتعلقة بنوعية المياه و من ضمن ذلك إمكانية إنْتاج السمومِ ومركّباتِ الرائحةَ والطعمَ. السموم ومركّبات الرائحةَ والطعمَ قَدْ تسبّب مشاكل اقتصادية متعلقة في الصحة العامةِ و الاهتمام في البحيرات و خزانات المياه والأنهار المستخدمة في تجهيزِ الماء الصالح للشرب، ألاستجمام و الاستنبات المائي.

Cyano-bacterial toxins (Chorus and Bartram, 1999):

—Low risk: less than 10 micrograms per liter (µg/L)

—Moderate risk: 10–20 µg/L

—High risk: 20–2,000 µg/L

—Very high risk: greater than 2000 µg/L

مؤشرَ البكتيريا المستَعملُ لتَقييم التلوّثِ البرازي يعتمد على المعلوماتِ المرتبطة بنوع الماء المحلل الذي يُصنّفُ طبقاً لاستعماله، كما في الجدول أدناه.

نوع المياه	وصف نوعِ الماء و استعماله	مؤشر البكتيريا- متطلب اتحادي
الماء البيئي Ambient water	أيّ جسم مائي في البيئة ، بغض النظر عن تصميم الاستعمال.	يَعتمدُ على الاستعمال
مياه الاستجمام (Recreational water)	الأجسام المائية المستخدمة في نشاطات العلاج والسباحة في الماء. الماء الترفيهي محدد بمعايير نوعيةِ الماءِ الرسمية.	إنتروكوكسي و إي. كولاي — متطلبات لشواطئ البحيرات الكبرى والمحيطَ(مياه ساحلية). متطلبات للشواطئ الداخليةِ خاضعة للتعليماتِ الرسميةِ.
مياه نمو الأسماك الصدفيّة (Shellfish growing water)	أيّ موقع يَدْعمُ يدعمُ تكاثر وحَصاد الأسماك الصدفيّة، المحارِ، بلح البحر، المحارات الصدفية في المياه الطبيعية أَو في المزارع.	إجمالي الكولي فورم coliform و الكولي فورم البرازي
ماء الشرب(water Potable)	أي إمداد مياه يجتمعُ فيه متطلبات فعلِ الماء الصالح للشربِ الآمن كما حددته وكالةِ الحمايةِ البيئيةِ الأمريكيةِ أَو أي سلطات قضائية محليّة.	إجمالي coliform. الكشف يَتطلّبُ اختبار متابعةِ لل coliform البرازي و إي.كولاي. وكالةِ الحمايةِ البيئية الأمريكي و قانون المياه الجوفية لصالح أنظمةِ التجهيزِ العامّةِ تَتضمّنُ الاختبار لcoliform الكليّ، إي. كولاي،enterococci، وcoliphage و الفيروسات.
الماء الصالح للشرب المُعَالَج	الماء الصالح للشرب من الإمدادات العامة لتجهيز المياه المعالج بوسائل تحسين نوعية الماء	
نظام الماء العام (Public water system)	نظام ماءِ يَخْدمُ 25 إنسان وأكثر ولهم 15 ارتباط خدمةِ وأكثر و يعمل 60 يومُ في السَنَة و أعلى.	