٣- تلوث المياه

تشمل المياه عديدًا من الأنواع والتقسيمات، والتي يمكن إيجازها على النحو التالي:

٣-١ تقسيمات المياه:

أ - **مياه سطحية**: من الينابيع، الأنهار، البحيرات، البرك والمستنقعات، وقد تحتوي على الميكروبات والكائنات الدقيقة، التي تصل إليها من الهواء والأتربة، والصرف الصحي الصناعي والزراعي، وغيره من مصادر التلوث.

ب - **مياه جوفية**: توجد على أعماق مختلفة من سطح الأرض، والأكثر عمقًا الأقل في التلوث.

جـ - **مياه مخزنة**: يتم تخزينها في خزانات أو برك أو بحيرات مغلقة...إلخ، وتحتوي على الملوثات المختلفة؛ طبقًا للظروف والبيئة المحيطة بها.

٣-٢ مصادر ملوثات المياه:

المياه يتم تلويثها من عديد من المصادر، والتي يمكن تحديدها على النحو التالي:

أ - **مصادر طبيعية**: تشمل السحب، الأمطار، العواصف، الغبار، الاشعاعات المختلفة، الغازات والمعادن الذائبة الساقطة مع الأمطار، حبيبات تأكل التربة والصخور.

ب - **مصادر الصرف الصحي**: تشمل المخلفات الآدمية من الأفراد، مخلفات الحيوانات، أجسام الحيوانات، المواد العضوية الميتة، المجازر، المستشفيات، المدارس، التجمعات البشرية...إلخ.

جـ - **مصادر الصرف الصناعي**: تشمل مخلفات المصانع، الكيماويات بأنواعها، الأصباغ، الأدوية، المعادن، الغازات، الرواسب المعدنية، ...إلخ.

د - **مصادر الصرف الزراعي**: وتشمل مياه الري، الأسمدة، المبيدات، بقايا التربة،...إلخ.

هـ - **المصادر من النفط ومشتقاته**: التسرب، الحوادث، الأخطاء في عمليات الاستكشاف والاستخراج والنقل بمختلف صوره...إلخ.

و - **المصادر من المبيدات المختلفة**: الزراعية، المنزلية، سوء الاستخدام، الملوثة للأطعمة والمشروبات،...إلخ.

ز - **المركبات والمواد المشعة**: التداول، النقل، التسرب، الأخطاء البشرية...إلخ.

ح - **التلوث الحراري**: الفروق الكبيرة في الحرارة بين النهار والليل، المخلفات والنفايات خاصة البترولية...إلخ.

ط - **النقل البحري والنهري**: المخلفات المختلفة والنفايات، سواء السائلة أو الصلبة.

٢-٣ عمليات تنقية المياه تاريخيًا:

منذ القدم، عرف الإنسان أهمية وضرورة تنقية المياه وجعلها نظيفة، خالية من الملوثات، وصالحة للشرب، ومما يقلل من التسبب في الأمراض، مع السعي المستمر لحسن الاختيار، ولذلك قام الأفراد بإجراء الآتي:

أ - تفضيل استخدام مياه المطر أو من الينابيع المختلفة، حيث وجد أنه أكثر نقاءً وأمانًا مقارنة بالمياه السطحية، وخاصة مياه البرك والمستنقعات.

ب - إضافة بعض الأملاح إلى المياه؛ مما يجعلها أكثر صلاحية للشرب والاستخدام.

جـ- إجراء عديد من التجارب الأولية لتنظيف وتنقية المياه، كما تم فرض الضرائب على الأفراد؛ من أجل تأمين الإمداد بالماء النقي والصالح للشرب والري في الحقول.

د - أعطى الإغريق والرومان الاهتمام الكبير بصحة الأفراد ونظافتهم، مع المراجعة الدورية على استحمامهم دوريًّا.

هـ- خلال القرن الأول الميلادي في روما، تم إيجاد عدد تسع قنوات للمياه، من مصادرها في الجبال والوديان المحيطة، مع عدم التفضيل لاستخدام المياه الجوفية، كما تم العمل على إيجاد أحواض عبر مسافات سير المياه، لحجزها وترسيب ما قد يكون بها من شوائب وملوثات، وكان يستخدم بهذه الأحواض الرمال والأحجار الصغيرة من أجل ترشيحها، وعلى نحو مماثل تقريبًا لما يتم حاليًا، ثم تعاود المياه سيرها.

و - في روما أيضًا وجدت خزانات كبيرة، لتخرج منها المياه في مواسير إلى المنازل، خاصة التي يقطنها الأغنياء، ثم إلى الوحدات العامة للشرب، ووصل عددها قرب نهاية القرن الثالث الميلادي إلى أكثر من ١٣٠٠ مشرب عام، كما كانت توجد نظم للرقابة على عمليات الصرف الصحي؛ لتكون بعيدة عن ماء الشرب، كذلك راقبوا مياه العواصف مع العمل على خفض مستوى المياه في المستنقعات والبرك، مع وجود مسئولين عن مزاريب الصرف للمياه وقنواتها، مع جعل الشوارع نظيفة ولا تحتوي على ملوثات يمكن أن تصل إلى المياه.

ز - خلال الحروب في أوروبا، كان دائمًا يتم التأكيد على حماية المياه من مصادر التلوث، وربما يؤكد دائمًا أن الجيوش المحاربة لا تستخدم المياه غير الصالحة أو غير النظيفة، إذ لوحظ أن استمرار بقاء الجيوش في مكان ثابت لفترات طويلة، ربما قد يؤدي إلى استخدام مياه غير صالحة أو غير نظيفة. وإذا ما حدث أن ارتفعت الإصابة بالأمراض، مع عدم النجاح في معالجة المياه، أو هذه الأمراض، فإنه كان يتم تغير مواقع المعسكرات؛ وخاصة عند حدوث أمراض الإسهال، الحميات، إصابات الكبد والطحال، إضافة إلى البرد والأنفلونزا والملاريا، وعلى نحو مماثل للحادث حاليًا.

ح- مع انتهاء الحروب، تم العمل على شق القنوات لحمل المياه إلى المدن السكانية، حيث وصل أطوال بعض القنوات إلى أكثر من مائة كيلو متر، ولتحمل ملايين الجالونات من المياه، مع تعقيم هذه القنوات، والعمل على نشر ثقافة المياه النظيفة والمعالجة بين الأفراد، مع تشجيع استخدامها، سواء للشرب أو الاستحمام.

ومع كل الذي بذل لجعل المياه نظيفة، فإن تلك المياه لم تكن تطابق الاشتراطات الصحية اللازم مقابلتها، كما هو حادث الآن، زاد على ذلك أنه بعد ما قام به الرومان من خطوات جيدة، فإن العصور التالية لم يكن بها ذلك الاهتمام بنظافة المياه، وطبقًا لما كان يتبع من قبل، بل تم إهمال الأساليب التي ابتدعها الرومان، ليس فقط للمياه بل أيضًا للشوارع التي أصبحت مغطاة بالقمامة، وأيضًا بالفضلات الأدمية، مع قلة وحدات الصرف الصحي، وصاحب ذلك بناء المنازل غير الصحية والمنخفضة الجودة، وأصبح قبول الأشياء غير النظيفة أمرًا عاديًا وتقليديًا، ومن المقبول في الحياة اليومية، بل إن الاحتياطات الصحية وعمليات التعقيم، سواء للمستوى الشخصي أو العام أصبحت من الأمور المهملة والمنسية؛ مما جعل الأمراض تزداد انتشارًا وشيوعًا بين الجميع. وحتى مع ظهور المسيحية، فإن ما كان يحدث، قد تم تصنيفه على أنه نوع من العقاب الإلهي، بل إنه تحقير للروح حتى تصعد إلى خالقها وإن مرض الأجساد إنما هو إحدى وسائل العقاب، وأقل تأثيرًا عن النظام العبودي، بل إن رجال الدين أصبحوا لا يقومون بالاستحمام إلا نادرًا، ربما مرة أو مرتين طوال العام، وكذلك الأمر لغسيل الملابس والنظافة العامة، وأصبح لا يرد على الأذهان إمكانية منع حدوث الأمراض أو احتوائها أو علاجها باتباع النظافة، واستخدام الماء الخالي من الملوثات.

٣-٤ مضار تلوث المياه :

المياه الملوثة ضارة ومؤذية، سواء للإنسان أو الحيوان أو النبات أو الكائنات والأحياء المائية، كما أن وجود البكتريا يتسبب في الإصابة بالأمراض الخطيرة، مثال الآتي:

أ - تسبب بكتريا السالمونيلا أمراض التيفود والحمى المعوية، الدوسنتريا.

ب - تسبب بكتريا الشيجلا الإسهال.

جـ - تسبب بكتريا الاشرينا كولاي الجفاف والإسهال والقيء.

د - تسبب بكتريا اللبتوسبيرا التهاب الكلى والكبد والجهاز العصبي المركزي.

هـ- تسبب بكتريا الكوليرا مرض الكوليرا.

إذ تنتقل هذه الأنواع من البكتريا مع مختلف مصادر التلوث للمياه؛ وصولاً إلى المسطحات المائية حيث تعيش بالغذاء المتوافر، خاصة من المخلفات العضوية، ومع تنفس الأوكسجين الذائب في الماء، كما تستفيد مما يصل إليها من ضوء الشمس الساقط عليها، وإلى أن تنتقل إلى الأفراد، إما بالابتلاع مع الطعام أو المياه، أو بالنفاذ من خلال الجلد أو الجروح إن وجدت، سواء باستخدام هذه المياه أو حتى بالسباحة فيها، أو تناول الأسماك والكائنات البحرية المصابة بها.

ومع الإقلال من كميات الأوكسجين الذائبة في الماء باستخدامات أنواع البكتريا، فإن ذلك يتسبب في التأثير ثم الفناء لكميات كبيرة من الأسماك والأحياء المائية، ثم يحدث تعفن للمياه؛ لتصبح ذات رائحة كريهة ولا تصلح لأي استخدام. ولربما يحدث هذا أيضا في البحيرات المغلقة والبرك والمستنقعات، والتي لا يتجدد ماؤها، ولتتشابك فيها بقايا النباتات والحيوانات؛ مما يجعلها غير صالحة للملاحة أو لصيد الأسماك، وإذا تم العمل على معالجة هذه المياه، فإن ذلك لا يؤدي إلى خلوها تمامًا من الملوثات أو المركبات الكيميائية الذائبة فيها، مثال مركبات: الفوسفات، النيترات، المبيدات. وبالتالي يساعد على نمو الطحالب والنباتات والتعفن، ويزيد بالتالي من مضار التلوث؛ لذلك من اللازم والمهم المعالجة الجيدة للمياه، وأن لا يتم التخلص منها بعد المعالجة إلا بإلقائها في البحار المفتوحة وعلى بعد آمن من الشواطئ، وأيضًا على عمق كبير من السطح؛ مما يساعد على أكسدة ما بها من آثار المركبات العضوية، مع تخفيف تركيز ما قد تحتوي عليه من أملاح، وربما يكون من الأفضل إلقائها بعد المعالجة في المناطق الصحراوية البعيدة عن المناطق السكانية، ومع ملاحظة عدم استخدام هذه

المواقع الصحراوية في أعمال الزراعة؛ إذ ربما لا تزال محتوية على معادن ثقيلة أو مركبات ضارة.

ومخاطر التلوث بالمشتقات والخامات البترولية، إذ أنها أخف من الماء، فإنها بذلك تغطي مساحات واسعة من الأسطح المائية، بحار أو محيطات، خاصة تحت تأثير الأمواج والرياح والتيارات البحرية، ومع حدوث ذلك الانتشار الواسع خلال فترات زمنية محددة وقصيرة، مما يزيد من مشكلات التلوث ويسبب صعوبة عند التخلص منها.

والتلوث البترولي يتسبب في الأضرار التالية:

أ - تكون مركبات كيميائية عضوية جديدة، مثال: الكحولات، الالدهيدات، الكيتونات، وجميعها سهلة الذوبان في المياه، ولكن تتسبب في تسمم المياه وموت الأسماك، وغيرها من الكائنات والطيور البحرية.

ب - تكون مستحلبات ذات مقدرة على امتصاص المعادن من الرصاص، الزئبق، الكادميوم، وغيرها، مما يضر أيضًا بالأحياء المائية. مع انتقالها إلى مناطق أخرى، وتسبب لها ذات التأثيرات الضارة، كما تتسبب في زيادة درجة حرارة سطح الماء، والإقلال من نسبة الأوكسجين الذائب بها، كما تصل إلى الأفراد مع الأسماك؛ خاصة عند وجود التلوث في الأنسجة، والكبد، والبنكرياس لها؛ مما يتسبب في الأورام الخبيثة والسرطانات لدى الأفراد.

٣-٥ التعامل مع التلوث بالبترول:

لمكافحة التلوث بالمشتقات أو الخامات البترولية، يتم الآتي:

أ - استخدام المنظفات الصناعية وعوامل الاستحلاب، إلا أن ذلك يحتاج إلى كميات كبيرة ومكلفة ماليًا، كما يضر بالكائنات الحية الموجودة في موقع التلوث.

ب - استخدام المركبات والمواد الماصة مثال الصوف الزجاجي والإسبوتس وغيرها حيث تعوقه الانتشار؛ ثم يتم التجميع والعزل بالحواجز البلاستيكية أو المعدنية الطافية.

جـ - استخدام البكتريا التي تتغذى على الملوثات النفطية، وتحولها إلى جزيئات صغيرة سهلة الذوبان في الماء، إلا أن هذه العملية بطيئة، كما أن البكتريا تستهلك كميات كبيرة من الأوكسجين الذائب في المياه؛ مما يؤدي إلى اختناق الكائنات البحرية الموجودة أسفل مساحة النفط.

إلا أن استخدام البكتريا قد يحقق النجاح عند معالجة التربة الملوثة بالبترول، مع رش محلولها على المواقع الملوثة؛ إذ تقوم البكتريا بتحليل البترول ومشتقاته وتحويلها إلى مركبات أقل ضررًا، وبالتالي أقل تأثيرًا على إحداث الأورام الخبيثة لدى الأفراد. كما أنها لا تصنع أي أضرار للتربة، بل على العكس تزيد من خصوبتها.

وبالنسبة إلى المخلفات والملوثات البترولية بصفة عامة، فإن إلقاءها أمام شواطئ الدول الأخرى، يحدث تلوثًا خطيرًا للمياه، وللشواطئ أمامها؛ إذ تظل طافية تدفعها الأمواج والرياح، كما قد تغطي قاع البحر أو المحيط، وبذا تزداد المشكلة خطورة؛ خاصة إذا كانت هذه الملوثات من المواد المشعة والنووية، وكما سبق حدوثه أمام شواطئ بعض دول إفريقيا.

والتخلص من البراز الآدمي والبول يلوث أسطح المياه، وينقل الأمراض مثال: البلهارسيا، الأنكلوستوما، واحتواؤه على الفيروسات يسبب الإصابة بشلل الأطفال، وفقر الدم، والأضرار الصحية الأخرى؛ ذلك أن المخلفات والفضلات الأدمية والعضوية تصنف بأنها أوساط ملائمة جدا لنمو هذه الكائنات الدقيقة ذات الخطورة على أجهزة جسم الإنسان، مع وصولها عبر الجلد، أو الجهاز التنفسي، أو الهضمي.

وأفضل السبل للتخلص الصحيح من النفايات بالدفن في الصحراء كما سبق الذكر، وفي الحفر وإقامة الخنادق ثم التغطية الجيدة بالتراب، مع الاحتراس أن لا تتسبب في تلوث المياه الجوفية، كما يمكن التخلص بالحرق الكامل المغلق لعدم تلوث الهواء بالانبعاثات، ومع التخطيط للاستفادة بالطاقة الحرارية المتولدة لإنتاج البخار وتوليد الكهرباء، كذلك من الممكن إعادة تدوير المخلفات والاستفادة بما تحتوي عليه من منتجات وخامات صالحة للاستخدام.

ومن أهم الملوثات للأطعمة الآتي:

- المبيدات بأنواعها وجميعها سامة، والتي تحملها الثمار والخضروات والنباتات إلى الأفراد والحيوانات.
- الأسمدة والمخصبات بأنواعها.
- المواد الحافظة للمعلبات وأنواع الأطعمة.
- المعادن الثقيلة خاصة: الزئبق، الرصاص، الكادميوم.
- الهالوجينات (كلور، بروم، يود، فلور).

- الهرمونات، خاصة عند الاستخدام في تسمين أنواع الطيور والحيوانات، أو عند رش الفاكهة والخضروات، أو عند النقل لمسافات بعيدة حفاظًا عليها من التعفن، وبذلك فإن التلوث الذي يحدث للمياه يشتمل على الثلاثة أنواع التالية:
  - التلوث الطبيعي الذي يحدث تغير في اللون، الرائحة، المذاق، وغالبًا بسبب الملوثات الطبيعية.
  - التلوث الكيميائي، والذي غالبًا ما يكون سامًّا لاحتوائه على المعادن، والمبيدات وخلافه، ويتسبب في إحداث التآكل خاصة عندما يكون حامضيًّا.
  - التلوث البكتيري، عند احتوائه على الميكروبات والبكتريا والكائنات الدقيقة المختلفة، وخطورة هذا التلوث في الإصابة بالأمراض المختلفة (كوليرا، نزلات معوية، شلل الأطفال، التهابات الكبد الوبائي، النزلات الشعبية، البلهارسيا، تسوس الأسنان خاصة مع تغير نسبة الفلوريد، تضخم الغدة الدرقية مع انخفاض نسبة اليود في الماء).

وأهم طرق الانتقال للملوثات إلى الإنسان بواسطة الماء، هي:

- شرب الماء الملوث، الاستحمام، الاستخدام في النظافة العامة والوضوء.
- ري المزروعات وتناولها طازجة.
- استخدام الثلج المصنع من مياه ملوثة في أعمال التبريد المباشرة.
- غسيل الأواني المستخدمة في الشرب أو الأكل.
- خزانات المياه العلوية (الأبراج) مع ضرورة غسلها جيدا بالكلور دومًا؛ لمنع تكاثر البكتريا.

٢-٥-١ مخاطر التلوث بالمنتجات البترولية:

الخامات والمقطرات البترولية لا تذوب في الماء، ولكنها عندما تصل إلى الأسطح المائية، ولكونها أقل في الكثافة عن الماء فإنها تغطي سطح الماء ويختلط معه مكونًا مستحلبات ، ولكن بمرور الوقت تختلط المستحلبات مع المياه التحت سطحية، ويمتزج بها مكونًا طبقة تلوث تصل إلى الأعماق. وتتأثر كل من الأبخرة التي تتصاعد من بقع البترول، أو ما تكونه من مستحلبات على كثير من العوامل المؤثرة، من أهمها:

أ - خواص هذا البترول، مثال: الكثافة، اللزوجة، الضغط البخاري، التركيب الكميائي،...إلخ.

ب - العوامل الطبيعية: درجة الحرارة للجو والماء، حركة الأمواج، أنواع واتجاهات التيارات البحرية، شدة الرياح، وغيرها من المؤثرات البيئية.

والخامات من النوع الثقيل تبلغ نسبة التبخر حوالي ١٠٪ من الوزن، أما الخفيفة فتصل هذه النسبة إلى ١٥٪ من الوزن، ومما يتسبب أيضًا في تلوث الهواء مع ارتفاع نسبة المواد المتطايرة.

جـ - تعمل بقع البترول كمذيب، يساعد على استخلاص المركبات الكيميائية المنتشرة في مياه البحر، مثال: المبيدات الحشرية، المنظفات الصناعية، وخلافه، ومما يزيد من درجة التلوث، كما قد يحتوي البترول على معادن ثقيلة (زئبق، رصاص، كادميوم)، ومما يؤثر بالسمية على الكائنات الموجودة بهذه المنطقة.

د - تعمل الرياح وحركة الأمواج على نشر ذلك التلوث، والدفع به إلى الشواطئ المجاورة والمقابلة، مما يلوث رمالها ويجعلها عديمة النفع والفائدة، ويستمر ذلك التلوث لفترات طويلة.

هـ- إذا كان البحر هائجًا والأمواج مرتفعة فتتكون مستحلبات جديدة، قد تظهر على شكل رغاوي سميكة فوق بقعة البترول، ومما يُصعب التخلص منها، وقد تنتشر لتبعد مئات الكيلو مترات عن مكان التلوث الأصلي.

و - مع وصول المستحلبات إلى القاع فبعضها يذوب أو يتطاير، لكن تظل الأجزاء الثقيلة لتتحول إلى كرات من القار، التي تتكون من المركبات والمواد الأسفلتية وقد تكون محتوية على الكبريت والنيتروجين. ومن الممكن أن تحملها التيارات لتنتشر بعيدًا، أو إلى رواسب ثقيلة بفعل الشمس والأكسدة لتنزل إلى أسفل وتغطي القاع. وقد ذكرت اليونسكو أن نسبة هذه الكرات في البحر الأبيض تصل إلى ١٠ مليجرامات/ المتر المربع من الماء، ووصلت هذه الكرات في مياه المحيط الأطلنطي إلى قرابة ١٨٨٢٠ طن عام ١٩٨٠، وقد يصل سمك الطبقة الملوثة إلى أكثر من ١٥ سم.

هذا وارتفاع نسبة الحديد في التحاليل التي أجريت على كرات القار، والتي وجدت، أعلى من نسبته في الخام البترولي، ومما اعتبر أن هذه الكرات ناتجة عن تفريغ مخلفات الناقلات، أثناء السير في عرض البحر.

ز - فصل الملح عن الخام البترولي بالخلط بالماء؛ فعند إلقاء هذا الماء في البحر، فإنه يلوث الماء لاحتوائه على نسبة من الخام البترولي، كما أن كمياته قد تكون كبيرة عند العمل لتجهيز الخام لبدء عمليات التكرير.

٣-٦ طرق معالجة وتنقية المياه:

- الترسيب الطبيعي والكيميائي باستخدام الشبة.
- الترشيح لحجز الجزئيات الدقيقة والعالقة وأنواع البكتريا، وباستخدام الأنواع المختلفة من المرشحات.
- التطهير لضمان سلامة وجودة المياه، باستخدام المطهرات المختلفة: الكلور، الجيرالمكلور، الكلورامين، الأوزون، الأشعة فوق البنفسجية، الفضة المتأينة.
- غلي الماء لوقت كافٍ.
- التخزين مرحليًا للمزيد من الترسيب للمواد العالقة والكائنات الدقيقة.

وبذلك تصبح المياه نظيفة وآمنة وصالحة للشرب بعد التخلص من الأملاح والمعادن والبكتريا والجراثيم والكائنات الدقيقة وخلافه.

وتشمل العوامل ذات التأثير على التوازن الطبيعي للمياه الملوثة:

- سرعة مرور المياه، زيادة السرعة يقلل من نسب التلوث.
- مقدار الأوكسجين الذائب في الماء، مع متابعة تأثيرات ضوء الشمس؛ خاصة في وجود أنواع البكتريا.
- سرعة عمليات التحلل البكتريولوجي.
- التغير في أحجام الشوائب والملوثات والفضلات الموجودة.

٣-٧ قوائم تلوث المياه:

تنقسم الكيماويات الملوثة للماء إلى الثلاث قوائم التالية:

أ - القائمة السوداء.

ب- القائمة الرمادية.

جـ- القائمة الحمراء.

أ - القائمة السوداء:

تشتمل الكيماويات التالية:

أ - المركبات الهالوجينية العضوية.

ب- مركبات الفوسفور العضوية.

جـ - مركبات القصدير العضوية.

د - الزئبق والمركبات المحتوية عليه.

هـ - الكادميوم والمركبات المحتوية عليه.

و - الزيوت المعدنية والهيدروكاربونات من المصادر البترولية.

ز - المركبات المحضرة كيميائيًا، والتي تحتمل أن تطفو أو تنغمر، أو تظل معلقة في الماء، وبالتالي تؤثر على أي استخدامات للماء.

ومن المركبات المهمة والخطيرة في هذه القائمة السوداء:

- الزئبق.
- الكادميوم.
- سداسي كلورو السيكلوهكسان.
- رابع كلوريد الكاربون.
- المبيدات: د.د.ت، الدرين، ثنائي الدرين، اندرين، ايزواندرين،...إلخ.
- خامس كلورو الفنينول.
- سداسي كلوروبنزين.
- سداسي كلوروبيوتادين.
- كلورفورم.

وإذا ما تم التصنيف على أساس المجموعات الكيميائية، فيمكن وضع هذه الناتجة السوداء، على النحو التالي:

١. **مجموعات الكلورو هيدروكاربون**: الدرين، ثنائي الدرين، كلوردان، كلوروبنزين، ثنائي كلوروبنزين، كلورونفاتلين، كلوروبنزين، كلوروبروبين، مركبات كلوروتولين، كلوروبتادين، اندوسيلفان، اندرين، هبتاكلوروسداسي بنزين، سداسي كلورو بيوتادين، سداسي كلورو السيكلوهكسان، سداسي كلورو ايثان، رابع كلوروبنزين، مركبات ثلاثي كلوروبنزين.

٢. **مجموعات الكلوروفينول**: وتشمل أحادي كلوروفينول، امينو كلوروفينول، خامس كلوروفينول، ميثيل فينول، ثلاثي كلوروفينول.

٣. **مجموعات كلورو ايثلين والتيتروبنزين**: أحادي ١-كلورو ايثيلين، كلورو٢،٤- ثنائي نيتروبنزين، ثنائي كلورو ايثلين، كلورو نيتروبنزين، مركبات الكلورو نيتروبنزين، مركبات كلورو نيتروتولين، ثنائي كلورو نيترو بنزين.

٤. **الفطريات الحلقية المتعددة**: ثنائي فينلين، نفتالين.

٥. **الكيماويات غير العضوية**: الزرنيخ ومركباته، الكادميوم ومركباته، مركبات ثنائي بيوتيل القصدير، الزئبق ومركباته، رابع بيوتيل القصدير.

٦. **المذيبات**: البنزين، رابع كلورو الكاربون، كلورفورم، ثنائي كلورو ايثان، ثلاثي كلورو اثيلين، ثنائي كلورو ميثان، ثنائي كلورو بروبان، ثنائي كلورو بربوبانول، ثنائي كلورو بروبان، ايثيل بنزين، التولوين، رابع كلورو ايثلين، ثلاثي كلورو اثيان ايثلين.

٧. **المبيدات**: د.د.ت، الماليثون، ثنائي الدرين، اندرين، أيزو إندرين...إلخ.

٨. **مركبات أخرى**: بنزين، بنزيل كلوريد، بنزيلدين كلوريد.

ب - القائمة الرمادية

تعتمد على الموقع وخواص الماء الحادث له التلوث الكيميائي، وتتسبب في أضرار صحية على مستخدمي المياه والبيئة المحيطة، وتشتمل على الآتي:

١ - المعادن: زنك، نحاس، نيكل، كروم، رصاص، سيلينم، زرنيخ، أنتيمون، مولبدينم، تيتانيوم، قصدير، باريوم، بريليوم، بورون، يورانيوم، فيناديم، كوبالت، ثاليتوم، تيلديوم، فضة.

٢ - الأحماض العضوية ومركباتها، والتي لم تشتمل عليها القائمة السابقة (السوداء).

٣ - المركبات ذات التأثير الضار على الطعم أو الرائحة والتي يستهلكها الأفراد من مصادرها البيئة المائية.

٤ - السميات العضوية المحتوية على السيلكون، والتي تنتج في الوسط المائي ما عدا غير المؤذية بيولوجيًّا، أو التي سرعان ما تتحول في الماء لأن تكون غير مؤذية.

٥ - المركبات غير العضوية للفوسفور.

٦ - الزيوت المعدنية والهيدروكاربونات البترولية.

٧ - السيانيدات والفلوريدات.

٨ - المركبات ذات التأثير على الأوكسجين مثال الأمونيا والنيتريت.

المعادن المشتمل عليها القائمة الرمادية :

الرصاص، الكروم، الزنك، النحاس، النيكل، الزرنيخ، الحديد، البورون، الفانديوم، ثالثي بيوتيل القصدير، ثالثي فينيل القصدير، سيتلورينين، سيتلوفيرون، فلوكوفرون، بيرميثيرين، بولي كلورو كلوروفينيل، سلفوناميدو ثنائي ميثيل اثير.

جـ - القائمة الحمراء **وتشمل الآتي:**

- الزئبق والكادميوم ومراكباتها.
- سداسي كلورو هكسان.
- ثلاثي كلورو بنزين.
- خماسي كلورو فينول.
- اترازين.
- سداسي كلورو بنزين.
- سيمازين.
- سداسي كلورو بيوتادين.
- مركبات ثلاثي بيوتيل خارصين.
- الدرين.
- مركبات ثلاثي فينيل خارصين.
- داي الدرين.
- ثالثي فليوالين (Trifluralin).
- مركبات بولي كلورينين ثنائي فينيل.
- فينتروثليون (Finitrothilion).
- ثنائي كلوروفوس (Dichlorovos)
- أزينيوس ميثيل
- ثنائي كلورو إيثان
- ملاثيون

- إندوسيلفان (Endosulphan)

٣-٨ تلوث المياه بالكيماويات السامة

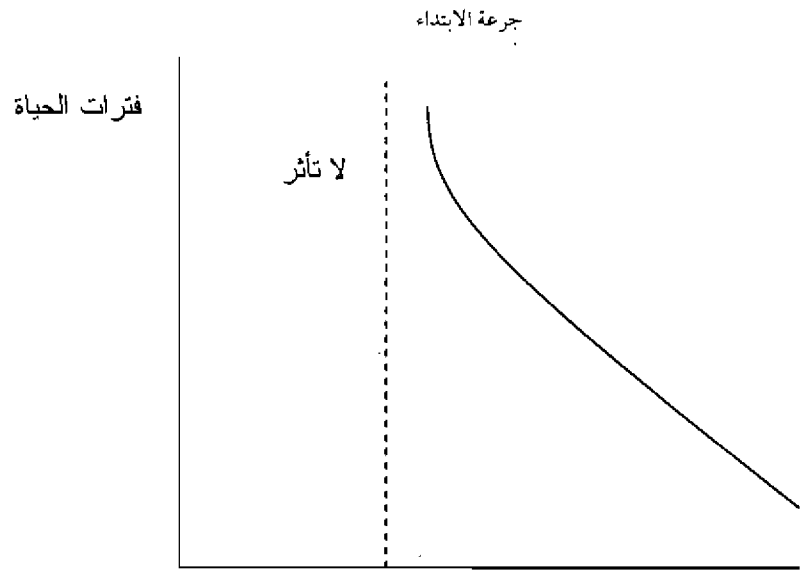
أهم الأنواع الرئيسية من الكيماويات المسببة لتسمم الماء الآتي:

- المعادن، وأهمها: الزنك، النحاس، الزئبق، الكادميوم، القصدير...إلخ.
- المركبات العضوية، مثال: المبيدات بأنواعها، المركبات المحتوية على الكلور، مثال (PCB) الفينولات...إلخ.
- الغازات، مثال: الأمونيا، الكلور...إلخ.
- الأيونات وتشمل: السيدنيات، الكبريتات، الكبريتيتات...إلخ.
- الأحماض والقلويات بأنواعها.

وتسبب هذه المركبات الإصابة بدرجات من التسمم، طبقا للجرعة ومرات التكرار، على النحو التالي:

- إحداث التسمم الحاد، والذي يؤدي إلى الوفاة خلال فترة زمنية قصيرة.
- إحداث التسمم المزمن: والذي قد يحدث تأثير قاتل أو شبه قاتل، إذا ما استمر خلال فترة زمنية طويلة.
- إحداث التسمم القاتل: التسبب في الوفاة على أثر التسمم المباشر.
- إحداث التسمم شبه القاتل: إذا كان أقل من مسببات الوفاة، ولكن ربما تتسبب الزيادة في التأثير على التصرفات والأداء، أو التناسل؛ ومما يؤدي إلى النقص في كثافة الأفراد.
- إحداث التجمع للسمية: التأثير يزداد مع الجرعات المتتالية.

وكمثال عن تأثير تركيزات المركب السام على متوسط فترات الحياة للأفراد، فإنه على النحو الموضح بالشكل (١)، مع ملاحظة أن البيانات مثلث باللوغاريتمات، وفي عديد من الحالات فإن هذه العلاقة تكون خطية، وحيث يوضح أنه عند تركيز أقل من بداية إحداث التسمم، فإن الكائن الحي مستمر في المعيشة لفترات طويلة وحيث يعرف هذا التركيز بمصطلح (LC) أو الجرعة القاتلة (Lethal Conc.)، والتي عند تجاوزها تبدأ الوفاة في الحدوث، كذلك يستخدم مصطلح (EC)، أوالتركيز الذي يؤثر على الفاعلية والأداء (Effecting Conc.).



شكل (١)

تأثير التركيزات على فترات الحياة

ولكن عادة ما تكون المركبات السامة مكونة من خليط من مسببات السمية، وإذا ما تم تواجد اثنين أو أزيد من هذه السميات معا، فإنها يؤثران على بعضهما، وعلى نحو يماثل ما تحدثه أنواع الإضافات. على سبيل المثال فإن وجود الزنك مع النحاس يتسبب في سمية مساوية لمجموعهما معًا، وكذلك الأمر عند وجود الأمونيا مع الزنك، وعلى نحو أن السمية الحادثة تكون على نحو متساوٍ لمجموع ما ينتج عن وجود أي من هذه المركبات بمفرده، وعلى العكس فقد يؤدي وجود المركبين معًا إلى خفض الفاعلية في إحداث السمية، مثال وجود الكالسيوم مع الرصاص أو الألمونيوم، أو على العكس نحو لزيادة الفاعلية في إحداث السمية مثال خليط النيكل مع الكروم.

ويتوافر عديد من النتائج التي تم جمعها عن السمية الحادة للكيماويات؛ خاصة على الأسماك واللا فقاريات، والتي بالتأكيد لها قيمة كبيرة عند دراسة وشرح ميكانيزمات السمية، وهذه النتائج بالنسبة للأنهار ذات فائدة كبيرة، إلا أن الحوادث ينتج عنها التسبب في وفاة الأسماك وغيرها من الكائنات بكثرة، ومما يؤدي إلى عدم تحقيق الرقابة على تلك الأنهار، ولكن هذه الظروف سرعان ما تستبعد إذا ما تحسنت. إضافة إلى ذلك، فإن المعلومات عن السمية لعديد من الكيماويات متوافرة، ولكن فقط للقليل من الكائنات التي تم اختبارها مثال أنواع أسماك السلمون، وأنواع قوس قزح وغيرها، وبحيث أن هذه المعلومات معروفة جيدًا، حتى بالنسبة للكائنات القريبة منها

والتي يبدي بعضها استجابات مختلفة للأنواع المحددة من الملوثات. وقد يكون من مسببات السمية شبه القاتلة والموجودة في عديد من أوضاع الحقول البحرية، وبحيث إن المستويات القليلة من الملوثات ربما تنتج في الفقدان المنتظم للغالبية منها، دون أن تبدو أي علامات واضحة أو صريحة حول هذه المشكلة.

والتجارب عن التأثيرات شبه القاتلة أكثر صعوبة عند إجرائها؛ بسبب أنها تأخذ أوقاتًا طويلة ومتغيرة، كما أن الأفراد الموضوعين تحت الاختبار ربما يستجيبون على نحو شديد الصعوبة للمستويات المنخفضة من الملوثات. وأكثر من ذلك، فإن الاستجابة للملوثات ربما تتغير مع الوقت بالنسبة للكائن الحي، خاصة خلال مراحل التطور والتي تكون أكثر قابلية لها؛ لذا من اللازم دراسة الظروف للكائن الحي ولاختباره خلال فترة حياته، من أجل إيجاد الرابطة الضعيفة للاستجابة للتلوث، وبحيث إن هذه الاختبارات الطويلة، ومن المحتمل أن يستغرق إجراؤها عديدًا من الأجيال من الكائنات محل الدراسة، ومما قد يتيح تحديد واكتشاف وجود أي إصابات بالسرطان أو التشوهات الجسدية أو التقلبات في التصرفات تحت تأثير الملوثات. والتأثيرات شبه القاتلة ربما يمكن استبيانها بدراسة الكيمياء الحيوية، وعلم وظائف الأعضاء، والتصرفات أو دورات الحياة، ورغم أنه من الممكن إيضاح التأثيرات الصغيرة، فعلى سبيل المثال فإن الكيمياء الحيوية أو مراحل النمو، عند الجرعات الشديدة الانخفاض من الملوثات، فإنه يكون من الأساسي أنها تقلل من لياقة وأداء الكائن الحي في البيئة المحيطة به، وليست عادية خلال فترة حياة الكائن. والكائنات التي تتعرض على نحو منتظم للملوثات السامة، فإنه ربما يتطور لديها المقدرة على الاحتمال. وبحيث يتحقق ذلك، سواء بالأداء على نحو طبيعي عند التركيزات المرتفعة للملوثات، أو بالتصرفات البيولوجية، أو بإزالة السمية للملوثات، والفطر الذي يوجد في المجاري، عندما يتلقى صرفًا محدودًا، فإنه يكون أعلى في المقدرة على الاحتمال للمعادن، ومن الممكن أن تظهر هذه المقدرة فيما يحدث من وراثة، وعديد من القشريات التي يتم جمعها من الرواسب الملوثة بالنحاس والرصاص، قد وجد أقل قابلية لهذه المعادن أكثر من الحيوانات التي يحصل عليها من الرواسب غير الملوثة، في اختبارات السمية القاتلة.

ويتم تخزين هذه المعادن في الكبد والبنكرياس، حيث إن النحاس والحديد يظهران المنافسة على الاتحاد، ولكن الرصاص يكون أكثر قابلية لهذا الاتحاد. وهناك عديد من الدراسات التفصيلية حول تأقلم الأسماك للملوثات. والمعالجة الأولية للمراحل الأولى من السلمون، لكل من الزرنيخ والكادميوم، فإنها تقلل من القابلية

للأسماك عند تعرضها بعد ذلك لهذه المعادن. وبحيث إن المعالجة الأولية بالجرعات المنخفضة من المعادن فإنها تستثير اتحاد المعادن مع البروتينات، ومن ثم تستطيع بعد ذلك الاتحاد مع الجرعات الكبيرة من المعادن، وبحيث يتم إنتاج مخاليط غير فعالة أو نشطة.

وعلى نحو خاص فإن علم السميات البيئية يتضمن هذه المركبات التي تتجمع في الأنسجة؛ خاصة من أنواع المعادن الثقيلة والمركبات العضوية المحتوية على الكلور (مثال المبيدات الحشرية المختلفة ومركب (PCB_s)، والتي من بدايات التركيزات غير المحسوبة والموجودة في الماء فإن الكائنات ربما تقوم بتجميع مستويات من التأثيرات البيولوجية المحسوسة، وأكثر من ذلك، فإن هذه المركبات في استطاعتها من خلال سلسلة الطعام، وبما يتيح للأنواع من أكلات اللحوم؛ لأن تتغذى على ما يصل إليها من الفرائس الملوثة، والتي يحتمل أن تكون قد قامت بتجميع كم كبير من التركيزات للملوثات. على سبيل المثال، فإنه يقدر أن تركيزات مركب (PCB_s) من الماء على أكلات اللحوم من الثديات، تكون مرتفعة، وربما تصل إلى عشرة ملايين ضعف.

هذا وفي أغلب الأنهار والبحيرات التي توجد بها الأسماك فإن السلطات المشرفة عليها قد وجدت أن الزئبق في الماء أقل عن المستوى الذي يحتمل تقديره؛ إذ ربما أن تكون بعض الكائنات البحرية أكثر تلوثًا بسبب إنها أغلب فصل الشتاء مدفونة في الرواسب، والتي سبق أن قامت بتجميع المعادن الثقيلة، ومن ثم تتلوث بنسبة أعلى عما هو موجود بالفعل في الماء، وذلك أيضا ما يحدث مع التلوث بالرصاص والكادميوم وغيرها من المعادن واللافزات الموجودة في البيئة.

ومثال آخر عما حدث للأنواع من ثعلب البحر، وهو واحد من الثدييات البرمائية، والتي تستطيع العيش في البر والبحر، حيث يتغذى على نحو كبير بالأسماك، ومما يضعه على أعلى قائمة سلسلة الطعام. ولكن وجد أن هذه الثعالب قد بدأت أعدادها في التناقص، وكان ذلك في غرب أوروبا، وخلال العقود الأخيرة، بحيث إنها قد أصبحت غائبة في عديد من المواقع ذات الأراضي الوطئة، وأغلب هذه الأراضي في إنجلترا. وقد بدأ ذلك قرب نهاية عقد الخمسينيات (من القرن العشرين)، وكان في التوقيت الذي بدأ فيه استخدام المبيدات الحشرية العضوية المحتوية على الكلور، والتي أنه قد توسع إدخالها في الزراعة، ومما أكد الارتباط بين هذين الحدثين، ولكن حدث أيضًا في التوقيت ذاته زيادة غير عادية في استخدام مركب (PCB_s) في عديد من العمليات الصناعية، والتي تتسبب في إحداث تلوث كبير للبيئة، ولم يكن قد تم

اكتشاف ذلك حتى نهاية عقد الستينيات، وكل من المبيدات ومركب (PCB_s) يقومان بإذابة الدهن وتركيز أنسجة الحيوانات، وخاصة عندما تبدأ هذه الحيوانات في الإقلال مما بها من ترسبات دهنية، على سبيل المثال خلال فترات نقص الأطعمة أو عندما تكون في فترات الحمل، وربما يتسبب هذا الإخراج المفاجئ للملوثات في الموت السريع، ولكن يمكن إيضاح إحداث التأثيرات شبه القاتلة تحت تأثيرات التركيزات القليلة، بما في ذلك العقم، وعندما تعبر هذه المركبات المشيمة والمبيض وصولا إلى أن تكون شديدة التأثير. هذا، وقد تم تحليل عدد قليل من ثعلب البحر هذه خلال الفترة التي تناقصت فيها، ولكنها بعد ذلك أثارت الاهتمام الكبير، حيث إن خلال السنوات الأخيرة وجدت ثعالب البحر ميتة في عديد من البلدان، حيث تم تحليلها، ووجد أن بعضها يحتوي على نسبة تزيد عن ٥٠ مليجرام/ كيلوجرام، وقد تم تحديد أن هذه النسبة السبب للفشل في الأداء التناسلي، وطبقا للاختبارات التي أجريت على حيوان ثدي لاحم يطلق عليه مسمى المنك (Mink). وهو من ذات عائلة الثعالب البحرية، ومع التخمين بأن زيادتها عن ذلك يعني أنها مسببة للأخطار للثعالب في الحادث من فشل جنسي. وهناك بعض التأكيدات الحديثة أن ارتفاع التركيز لمركب (PCB_s) بسبب مبيد ادرينال، فإن إحدى نتائجه التسبب في تحطم جهاز المناعة. وهناك معلومات محدودة جدا من هذه المناطق حيث وجد أن القليل من الثعالب قد مات وبالتحليل للثعالب التي حدث لها التواء في المفاصل، كانت إحدى الطرق للتغلب على هذه المشكلة بسبب التلوث بالمركبات العضوية المحتوية على الكلور. ذلك أن الثعالب تستخدم التواء مفاصلها كعلامة بأنها قد أوقعت في أماكن واضحة، كما أن لها رائحة مميزة للإفرازات غددها الشرجية بالروائح الغنية بالأحماض الدهنية. ووجود تركيزات من المركبات العضوية المحتوية على الكلور في هذه الأحماض الدهنية، فإن ذلك يوضح وجود عجوزات جسدية، ومن الممكن إيضاح متوسطات التركيز للمركبات الكلورية في مفاصل الثعالب، وبنسبة مركب (PCB_s)، يتناسب عكسيًا مع الحادث في أعداد الثعالب.

ومن المؤكد أن السلطات على الماء، ورجوعًا لما يقومون به من تحاليل روتينية لعينات الماء من النهر، فإنها تعتبر أن ذلك النهر خالي من المركبات الكلورية، وبما يعني أنها أقل من التركيز الممكن قياسه، ورغم ذلك فإن بواسطة التجميع البيولوجي للتأثيرات تم تخريب للتجمعات من هذه النوعية من أكلة اللحوم، ومن الواضح أيضًا أنه من أجل الحماية للنظام البيولوجي وللأفراد، فإن التحليلات الروتينية لكل من

المعادن الثقيلة والمركبات العضوية الكلورية في العينات البيولوجية يلزم أن يكون إجباريًا.

٣-٩ التلوث الحراري: يعتبر ماء التبريد الخارج من محطات توليد الكهرباء المصدر الأساسي للتلوث الحراري حيث إن هذه المياه تحتوي عديدًا من الملوثات الكيماوية، وعلى الرغم من قلة كمياتها في ماء التبريد ولكنها تتسبب واقعيًا على البيئة الموجودة في المجرى المائي، الذي يستقبلها، إذ إن ارتفاع درجة الحرارة بغير من البيئة الطبيعية، بسبب الإقلال من كثافة الماء وتركيز الأوكسجين، مع الزيادة في التفاعلات البيولجية للكائنات الموجودة، والكائنات الموجودة في الماء البارد، خاصة الأسماك، ذات حساسية كبيرة للتغيرات في درجة الحرارة، ومن الممكن أنها سوف تختفي، إذا ما وصلت التيارات الساخنة إلى الكم الأساسي من ماء البحر، ومع زيادة درجات الحرارة، فإن العمليات البيولوجية تزيد، ومما يعني زيادة سرعة ضربات القلب للأسماك؛ من أجل الحصول على تركيزات الأوكسجين اللازم للزيادة في العمليات البيولوجية، ولكن مع النقص الحادث في الوقت ذاته للنقص في تركيز الأوكسجين الموجود في الماء. فعلى سبيل المثال فإن سمك الكارب (Carp) عند درجة حرارة ١^{0}م، من الممكن أن يحيى إذا كان تركيز الأوكسجين منخفضًا إلى حدود ٠٫٥ مليجرام/ لتر، بينما إذا ارتفعت درجة حرارة الماء إلى ٣٥^{0}م فإنه يلزم أن يزيد تركيز الأوكسجين إلى حدود ١٫٥ ميليجرام/ لتر، وتقل سرعات السباحة للبعض من الكائنات عند درجات الحرارة المرتفعة، فالسلمون عند حرارة ١٩^{0}م يكون أقل في الفاعلية البحرية، وكذلك يمكن أن تتغير المقاومة للأمراض، وفاعلية البكتريا على الأسماك تكون غير ضارة إطلاقًا عند درجة حرارة أقل من ١٠^{0}م، وبينما تؤثر على الجروح بشدة عند حرارة من ١٠ إلى ٢١^{0}م، وتؤثر بشدة على الصحة للأنسجة عند حرارة أعلى من ٢١^{0}م.

وعلى الرغم من ذلك فإنه يلزم التذكر أن التغيرات في درجات الحرارة هو مظهر للنظام البيئي الطبيعي، وبما يؤثر على الكائنات التي لديها الاستعداد للتوافق مع التغيرات في الظروف التي تحدثها التأثيرات الحرارية، وذلك على الرغم من أن عديدًا من الأبحاث التي أجريت على التلوث الحراري تعتبر حاليًا ذات أهمية محدودة مقارنة بالمصادر الأخرى للتلوث. وبالتحديد فإن هناك بعض المزايا التي تحققها السوائل الساخنة، من حيث المساعدة على النمو والتناسل.

٣-١٠ التلوث البحري: بالمقارنة مع الأوضاع البحرية فإن مجهودًا محدودًا قد بذل عن تأثيرات النفط على التأثيرات البيئية التي تحدث للماء الطازج. وعلى الرغم من ذلك فإن التلوث المزمن

للماء الطازج بالمركبات الهيدروكاربونية آخذ في الازدياد بتوسع. والكثير من ذلك التلوث بسبب الخامات النفطية، ومن صعوبة الانسكاب والتنظيف للطرق، وكذلك التفريغ غير القانوني لزيوت المحركات، مع وجود مصادر أخرى تشتمل على المضخات الموجودة في محركات القوارب أو عمليات الزراعة، بينما الحوادث تشتمل على النقل والانسكاب من الخزانات وعلى نحو كبير يلزم اعتباره، ويقدر أن ٤٠٪ من التلوث الحادث ينتج مما يصل إلى المياه القريبة من المصادر الرئيسية للخزانات، والمحتوية على وقود المازوت، بينما ٦٠٪ من هذا التلوث ناتج عن الانسكابات للمقطرات والمنتجات البترولية المختلفة. والمنتجات القابلة للذوبان من الخامات البترولية، والمنتجات التي تم تكريرها، ربما تسبب إحداث السمية للحيوانات الموجودة في الماء الطازج، على الرغم من أن التنبؤ بتأثيرات السمية أكثر صعوبة رجوعًا إلى الطبيعة الكيمائية المعقدة لما يحدث عن تفريغات، وأكثر التأثيرات لما يقع على أنواع البيض وصغار الحيوانات البحرية.

وبصفة عامة فإن المركبات الأليفاتية (السلاسل الهيدروكاربونية) للخامات النفطية، ذات تأثيرات غير ضارة، بينما المركبات العطرية الأحادية الحلقة فإنها بصفة عامة سامة، ومع ازدياد هذه السمية مع الزيادة في درجة عدم التشبع للمركب؛ أي نزع الهيدروجين من تركيبه، وتتجمع بعض مكونات النفط مثال مركب (PCB_s)، والرصاص في الأنسجة.

كذلك فإن عوامل الاستحلاب وأنواع المشتتات، والتي تستخدم من أجل تنظيف الانسكابات، فإنها أصلاً ذات سمية عالية، وكذلك العوامل المنشطة للسطوح، والتي تحتوي على ما يجعل نسبة المرور أكثر نفاذية للمركبات السامة في الحيوانات. وعلى الطريقة ذاتها، فإن مخاليط الخامات والمشتتات عادة ما تكون أعلى في السمية عن أي من مكوناتها بمفرده. وكذلك توجد في بعض الأنواع من الفروقات في القابلية لتأثيرات مركبات خاصة في النفط، على سبيل المثال المركبات العطرية المتعددة الحلقات، وبما يزيد من الصعوبات عند التنبؤ بما يحدث من سمية.

والخواص الطبيعية للخام الطافي هو نوع من المخاطر الخاصة على الأنواع من اللافقريات مثال الطيور البحرية؛ بسبب أن التلوث يقلل من القابلية للطفو، وكذلك للعزل. وبينما أن ابتلاع النفط عادة ما يكون نتيجة للمحاولات لتنظيف ريش الطيور، وبما يؤكد السمية بها عند تناولها في فم الأفراد، عند المستويات المنخفضة من التلوث، وبالتالي يجعل الأسماك غير صالحة للأكل. وأهم المصادر للعفن هو النفط الخفيف

ومدى الغليان المتوسط من المقطرات البترولية، إلا أن هناك عديدًا آخر من المصادر، مثال: العادم من المحركات البحرية، والمخلفات من المصانع البتروكيمائية، ومعامل التكرير، وجميع الحقول البترولية.

٣-١١ التلوث من المصادر المتحركة:

تصنف الرقابة على التلوث المنبعث أو المتسبب فيه المصادر المتحركة أكثر صعوبة، إذا ما قورن بالرقابة على المصادر الثابتة، وكذلك أيضا إمكانيات التحكم أو التعديل، بذلك يكون التحكم على كيفية استخدام الكيماويات من أفضل الوسائل لإتمام هذه الرقابة.

لكن بالنسبة إلى عديد من أنواع الملوثات، فقد تتساوى المصادر المتحركة مع غيرها الثابتة، وكمثال على ذلك الملوثات من المعادن الثقيلة الموجودة في مياه بحر الشمال بإنجلترا، فرغم انخفاض معدلات التطاير للمعادن الثقيلة، إلا أن الترسبات الساقطة من طبقات الجو العليا تصنع إسهامًا كبيرًا في الحادث من تلوث.

هذا ومن أهم المصادر المتحركة للتلوث، والتي من اللازم أخذها في الحسبان، الثلاث التالية:

- درجة الحموضة.
- نسبة مركبات النيترات.
- نسبة أنواع المبيدات.

وفيما يلي عرض موجز لهذه المصادر الثلاث.

أ - درجة الحموضة:

مع التوسع في استخدام وحرق أنواع الوقود المحتوية على مركبات أو عناصر الكبريت والنيتروجين فإنها تتحول إلى أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين، والتي تنبعث إلى طبقات الجو لتذوب في حياة السحب، ثم لتتساقط مع الأمطار، والتي تكون حامضية، أو مع الترسبات من الجزئيات الدقيقة، فإنها تلوث مكونات البيئة، وتحسل مياه البحيرات والينابيع إلى أن تكون حامضية، ليبلغ رقم تركيز أيون الهيدروجين (pH) إلى حدود ٤ إلى ٦،٥، وفي أغلب المواقع يكون بحدود ٥ درجات، وفي الكثير من الأمطار على القارة الأوروبية، ودول شمال وشرق أمريكا بحدود ٤ إلى ٤،٥.

وتتسبب هذه الحموضة للمياه في عديد من الأضرار والنتائج السلبية، والتي تشمل انخفاض أعداد الأسماك والكائنات البحرية، وخاصة في المواقع، التي لا يتوافر بها مركبات معادلة للحموضة مثال الحجر الجيري وغيره.

وأفضل السبل للإقلال من تأثيرات هذه الحموضة الرقابة على مصادر الانبعاثات من الأكاسيد، ولكن تحقيق هذا يحتاج إلى وقت طويل وتكلفة لتنفيذه، إضافة إلى عدم حدوث أي تغير للمياه، التي أصبحت بالفعل حامضية، والتي قد يكون من اللازم المعالجة الجيدة لتصبح على ما كانت عليه في الماضي بحدود عام ١٩٨٥، ولن يتحقق هذا الانخفاض إلا مع خفض ٩٠٪ من الانبعاثات للأكاسيد، وكذلك لخفض الترسبات بنسبة ٣٠٪.

وقد يكون استخدام الجير من أنسب الحلول خاصة بالنسبة لمصايد الأسماك، ولكن قد يتسبب استخدام الجير في تغير بعض الخواص البيئية للموقع الجاري معالجته، خاصة إذا ما حدثت تغيرات كيميائية لذلك الموقع، وكذلك إذا ما صادف وجود مكونات طبيعية ينشط نموها مع زيادة الحموضة، وعندما تكون في المساحات المعزولة والتي لا يتجدد ماؤها، ومن الممكن تقبل الزيادة في درجة الحموضة إذا ما تم التخطيط لأن تتجه الزراعات لمواجهة منع إحداث تأثيرات لزيادة الحموضة.

ب - نسبة مركبات النيترات :

تحتوي طبقات التربة وماء الري على الأحماض الأمينية وكذلك الكلوروفيل وغيرها من اللازم لاستنبات وغذاء النباتات، والتي زادت بمعدل كبير خلال العقود الأخيرة، مع التوسع في استخدام الأسمدة الأزوتية المحتوية على النيتروجين، هذا وتتحرك مركبات النيترات، متخللة طبقات التربة وصولاً إلى الصخور السفلى وإلى المياه الجوفية، ومن ثم إلى الأنهار وغيرها من المسطحات المائية، ومما أدى إلى زيادة نسب المركبات من النيترات بمعدل كبير، خلال الخمسين عامًا الماضية، وأحدث تغيرات في عمليات الزراعة، ومع الاستخدام المكثف لهذه الأسمدة النيتروجية، ثم استخراجها أثناء عمليات الحراثة لزراعة المساحات العشبية الخضراء، مما يصنف معه بأنها من المصادر الأساسية للنيترات، وإحداث بالتالي للتأثيرات المؤذية والمتزايدة على صحة الأفراد؛ خاصة الأطفال ووصول النيترات إلى مياه الشرب، كما أدت إلى المزيد من نمو الطحالب في البحيرات والأنهار، وبالتالي إلى خفض نسبة الأوكسجين الذائب في المياه. خاصة في المواسم الزراعية شتاءً، حيث تقل معدلات صرف المياه وفي مواسم سقوط الأمطار، وتصل نسبة مركبات النيترات إلى حدود ١٠٠ ميلجرام/ لتر الماء، وكذلك تحدث هذه التغيرات في الأراضي الزراعية عندما تغطي بطبقات صخرية، ولا توجد نفاذية أو إمكانة للوصول إلى الطبقات السفلية من الطمي.

هذا والمياه المحتوية على نسب مرتفعة من النيترات في مقدرتها النفاذ عبر طبقة الصخور، ولكن ذلك لا يتم إلا ببطء شديد، ويزداد مع ارتفاع سمك طبقة الصخور،

وعادة ما يستغرق فترة تتراوح من ٥ أعوام إلى ٤٠ عامًا، حتى يتم وصولها إلى المياه الجوفية، إضافة إلى ما تحدثه الظروف الجوية المحيطة، وكذلك العوامل الجيلوجية، ومما زاد نسبة النيترات إلى أن تكون في حدود ١٥٠ ميليجرام/ لتر ماء، وفي بعض الدول، مثال: إنجلترا، ألمانيا، فإن الإقلال من استخدام الأسمدة الأزوتية قد أدى إلى خفض تركيزات النيترات، وعلى نحو مشجع ويخالف الذي كان حادثًا من قبل.

وتتعاون الدول الأوروبية حاليًا على حماية المياه الطازجة والسواحل البحرية ضد التلوث بمركبات النيترات، سواء من المصادر الثابتة أو المتحركة؛ خاصة مع الأراضي المستخدم بها الأسمدة الكيماوية والطبيعية، وباتباع أسلوب عدم الزراعة في بعض المساحات من الأراضي السابق تعرضها لمركبات النيترات، سواء كانت في السابق أو جاري حاليًا استخدامها. ويتم هذا الإجراء بمعرفة الحكومات المحلية، ومع مراقبة الصرف الصحي والزراعي على هذه المناطق، وأهمية إدخال واستخدام الطرق التحليلية اللازمة، وكذلك لوسائل الوقاية والمتابعة والتقييم مع تسجيل البيانات على الكميات المستخدمة سنويًا، وسواء كانت هذه الأسمدة النيتروجية من المصادر المصنعة أو الطبيعية.

وقد تكون نتائج هذه التحليلات على تلوث المياه الجوفية بالنيترات خاطئة؛ إذ إن ما سبق استخدامه، خلال الأعوام القليلة السابقة، لم يصل بعد إلى أعماق المياه الجوفية.

هذا والإجراءات اللازم الأخذ بها للتعامل مع هذه الظاهرة تشمل الآتي:

١ - الرقابة على عمليات خلط المياه، بين المحتوية على النيترات بالتركيزات المختلفة؛ لأن في ذلك فائدة، إذا ما لوحظ أن نسبة النيترات آخذة في الازدياد.

٢ - التحديد لأقصى نسبة للتدهور الطبيعي لنسب النيترات، وإذا ما كان حادثا هذا نتيجة للتخزين الطويل الأمد في التجمعات المائية ذات الأحجام الكبيرة.

٣- معالجة المياه مع تحديد اللازم استخدامه من إضافات، مثال: استخدام المركبات المحدثة للتبادل الأيوني، أو الوسائل البيولوجية والميكروبيولوجية (Microbiological denitrafication).

٤ - توفير كميات احتياطية من المياه المعبأة لاستخدامات الأفراد والمجاميع الواقعة في هذه المناطق؛ خاصة للأطفال ذوي الأعمار أقل من ٦ شهور.

جـ - نسبة أنواع المبيدات:

تستخدم المبيدات للوقاية على حياة ونمو الكائنات ذات التأثيرات على البيئة، خاصة في الأوساط المائية، والتي تتسبب فيما يحدث من أخطار أو إساءة للاستخدامات، مع عدم الاهتمام بالتسجيل للأداء أو الأخطاء. وبذلك تصنف المبيدات بأنها من أخطر وأهم مصادر التلوث المتحركة.

وقد أشارت بعض التحليلات في الدول الأوروبية، إلى وجود نسب منخفضة من عديد من أنواع المبيدات في البيئات المائية، ومما يوجب التعامل مع ما تسببه، وبذل المجهودات اللازمة منعًا من حدوث الكوارث البيئية، حتى عند وجودها بنسب وتركيزات منخفضة.

وقد جرى الاتفاق على تحديد تركيز بحدود ٠,١ مليجرام/ لتر ماء من المبيدات؛ للتعريف بوجود هذا المبيد في الماء، ودون أي ارتباط بما يحدثه من سمية.

وبعض المبيدات من المتعذر إزالتها تمامًا من الماء بالطرق التقليدية للمعالجة، لذلك من الأساسي العمل على خفض النسبة؛ لتكون أقل من ٠,١ مليجرام/ لتر ماء.

ومن أهم الصعوبات للرقابة على تركيز المبيدات في الماء الآتي:

١- الأعداد الكبيرة من المبيدات المستخدمة والمحتمل وصولها إلى الماء؛ لذا يكون من غير العملي إجراء التحليل لتحديد كل أنواع المبيدات الموجودة في الماء.

٢- المبيدات في الماء غالبا ما تكون بتركيزات شديدة الانخفاض، بذلك من الصعب وجود الطرق الكيميائية ذات الحساسية العالية؛ لتحديد هذه التركيزات المنخفضة.

٣- لا تتوافر معلومات كافية عما تحدثه المبيدات من كوارث بيئية، ورغم أهمية وفائدة هذه المعلومات؛ خاصة عند استخدام المبيدات في المساحات المحدودة.

٤- على الرغم من أن هناك بعض المعلومات عن المدى والكمية للمبيدات المستخدمة في الأغراض الزراعية، إنما من الصعب الحصول على المعلومات المحددة عما يصل منها إلى المياه. ورغم أهمية هذه المعلومات لتطوير استخدامات المبيدات والرقابة عليها.

٥- تتوافر معلومات حديثة، ولكن قليلة عن الاستخدامات غير الزراعية للمبيدات؛ حيث من المتعارف عليه قبول وصول هذه المبيدات إلى المياه، وأن يكون لها تأثير واضح على نسبة وجودها في هذه المياه.

ورجوعًا إلى حدوث هذه المؤثرات معًا بشكل أو بآخر، فلا يوجد رقابة علمية ومنهجية على قياس المبيدات، سواء في المياه السطحية أو الجوفية، وقد يكون جاريًا حاليا في بعض الدول، خاصة الأوروبية، تطبيق برامج واسعة لإتمام هذه الرقابة على المبيدات.

وحماية للبيئة المائية فمن اللازم العمل على إيجاد أنواع جديدة من المبيدات الهادفة لأن يتحقق قياسها بسهولة ودقة وسرعة، مع التأكد من عدم سريانها من التربة، ولكن ذلك لم يتحقق بعد.

ولذلك من المهم اتخاذ عدد من الإجراءات لتحقيق الحماية، مثال: خفض كميات الاستخدام للمبيدات، سواء كانت للزراعة أو لغير الزراعة (مثال السكك الحديدية أو أندية لعب الجولف وغيرها)، ومن الممكن اتخاذ المزيد من الإجراءات الرسمية الساعية إلى تحديد المناطق الحامية للمياه، مثال حماية المصادر المائية؛ خاصة الموجهة لأن تكون مياه شرب، ولكن ذلك ليس بعد أمر سهل تحقيقه، كما أن تكاليف إجرائه مرتفعة، وهناك بديل آخر بالرقابة على استخدام المبيدات على المستوى المحلي للدولة مع المراجعة المستمرة على هذه المبيدات ودرجات السمية الناتجة عنها، وذلك قد يكون أكثر سهولة وأوفر اقتصاديًا، ولكن حاليًا، فمن المستحيل التقييم الواضح عما يمكن أن تحققه أي رقابة على التلوث نحو خفض التركيزات المقاسة من المبيدات في الوسط المائي خاصة في المياه الجوفية.

٣-١٢ تأثيرات الكيماويات على تلوث الماء:

تعرف الكيماويات بأنها مادة أو مركب يكون له ملمس، رائحة أو طعم، وقد يكون هذا من مكون واحد أو عديد من المركبات المخلوطة معًا، وقد يكون البعض من الكيماويات من المتعذر الإحساس بها، ولكن من المستطاع بالطرق العملية قياسها، باستخدام الأجهزة المناسبة والفائقة الدقة.

ويقدر أن إعداد الكيماويات الموجودة حاليًا في البيئات المختلفة للأرض بعدة ملايين، كما أن الكيمائيين نجحوا خلال العقود القليلة الماضية في تحضير الألوف من الأنواع الاخرى، سواء معمليًا أو صناعيًا، وأغلبها لا وجود له في الطبيعة. ولكن عرفت خواصها وتأثيراتها وأضيفت إلى السجل الكيميائي، وإن كان بعضها لازال في داخل المعامل الكيميائية.

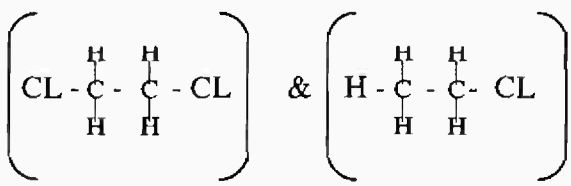
تنقسم المركبات الكيميائية إلى عضوية وغير عضوية، فالعضوية تحتوي أساسًا على عنصر الكاربون، ذي التكافئ الرباعي، والذي يتحد مع أربع ذرات هيدروجين،

أو ذرتين من الأوكسجين والكبريت، أو ذرة من الهالوجينات (كلور، بروم، فلور، يود). وتعتمد جميع الكائنات وظواهر الحياة تعتمد على وجود الكاربون. أما المركبات غير العضوية، فتوجد أيضًا في الطبيعة، متحدة مع العناصر، والتي يقدر عددها ٩٠ عنصرًا، والكثير منها يتم تحضيرة معمليًّا. وبذلك فإنها جزء محدود من إعداد المركبات العضوية.

ولتحديد خواص وصفات أي من الكيماويات، فإن ذلك يعني أساسًا معرفة تركيبها الكيميائي بدقه، ثم عند النجاح في فصلها وتنقيتها، يتم قياس درجات حرارة انصهارها أو غليانها، ثم خواص التحلل الحراري لها، وفي أي المذيبات يمكن إذابتها كاملا، وخلافه من الخواص، خاصة القابلية للتفاعل أو الاتحاد مع غيرها من المركبات أو كيف تتداخل مع النظم البيلوجية المختلفة، سواء لإنتاج مركبات مفيدة مثال الأدوية أو الأغذية، أو على العكس التوصل إلى مركبات ذات أضرار متنوعة أو سمية.

وأبسط المركبات العضوية مركب الميثان والذي له رمز CH4 (H-C(H)(H)-H)، وينتج من تحلل أو تخمر المركبات العضوية في الطبيعة. وهو ذو تصميم ثلاثي الأبعاد، وتحتوي الأوقية منه على عدد ٢٣١٠×١٢ جزئي.

والتركيبات العضوية معقدة وإن اتفق بعضها في التركيب الإجمالي، وعدد ما بها من ذرات الكاربون، وإنما تختلف في كيفية تكوين هذا التركيب، أو ما يعرف الأزمرة مثال الآتي



1,2 Dichloroethane

1,.1 Dichloroethane

وعندما تصل الكيماويات إلى أنواع المياه، فإنها تلوثها وتفسدها وتجعلها غير صالحة للشرب أو للري.

٣-١٣ تلوث البحر الأبيض المتوسط:

يعتبر البحر الأبيض المتوسط بحيرة شبه مغلقة؛ حيث تتجدد مياهه كل فترات طويلة تصل إلى حوالي ١٠٠ عام، وذلك في مساحته التي تصل إلى حوالي ٣ ملايين كيلو متر مربع، وسكانه من أوربا حوالي ٥٨٪، ومن إفريقيا ٢٤٪، ومن آسيا ١٨٪،

ويمر به ٥٠٪ من بواخر العالم، نصفها من ناقلات البترول، ويتلوث من المصادر التالية:

أ - الصرف الصحي لحوالي ١٢٠ مدينة ساحلية مطلة عليه؛ حيث لا يتم معالجتها قبل وصولها إلى البحر مباشرة، ولذا أصبحت الكوليرا، والتيفود، والباراتيفود من الأمراض المتوطنة.

ب - تصل كمية حوالي ٢ مليون طن خام بترول سنويًا، ناتجة عن عمليات النقل والاستكشاف والحفر، إلى جانب عمليات غسيل الخزانات، أو من التسرب من الناقلات أو لحوادث السفن.

ومن أخطر الملوثات المخلفات البترولية الناتجة عن الحوادث، أو عمليات الحفر والإنتاج أو التسرب؛ خاصة بسبب تلف الأنابيب، إلى جانب ما يلقى من نفايات ومخلفات بترولية أثناء السير في عرض البحر، ويضاعف من تأثير التلوث القصور الشديد في وسائل الإنقاذ البحري، وإجراءات الحماية للشواطئ من التلوث.

جـ - الصرف الصناعي من آلاف المصانع، أو من حرق المخلفات الصناعية والنفطية.

د - الصرف الزراعي، وما يحتوي عليه من مئات الأطنان من بقايا المبيدات الحشرية.

هـ - الصيد الجائر مع التلوث بالمركبات والمواد السامة، ومما سبب النقص الشديد في الأسماك، ومع تلوث الأسماك بالاحتواء على بقايا المبيدات والمعادن والمركبات السامة.

هذا وتشمل الملوثات: الحقائب، الأكواب بأنواعها، الزجاجات بأنواعها، القفازات، مركبات الكلور بأنواعها، المصابيح الكهربائية، العبوات المعدنية، الإطارات، الأخشاب والزجاج، الكيماويات، (الزئبق، كادميوم، هالوجينات، زيوت، شحوم، نفايات السفن،...إلخ).

لذلك فإن نوعية الحياة في المدن والتجمعات السكانية لحوض البحر المتوسط مرتبطة ومتوقفة على الآتي:

- التخطيط العمراني.
- الترشيد في استخدام الماء، حيث تجرى عمليات التحلية للتزويد بمياه الشرب.
- معالجة الماء وإعادة استخدامه.

- كثرة إنشاء المساحات الخضراء.
- وقف تخلص السيارات من السموم.
- الحد من تلوث الهواء.
- استخدام الطاقات المتجددة؛ خاصة الطاقة الشمسية.
- الرقابة على استخدامات المقطرات والخامات البترولية، وكذلك الفحم.
- منع الجور على الأراضي الزراعية وتحويلها إلى إسكان.

ونظرا لسوء حالة البحر الأبيض، فقد اضطرت الأمم المتحدة عام ١٩٧٥ إلى تنظيم اجتماع لدوله، حيث اتفق على القيام بإجراء جماعي لحفظ الحياة من الموت، سواء للنباتات، أو الحيوانات، ومن المعروف أن ٧٠٪ من الأوكسجين على الأرض تقوم النباتات البحرية بإنتاجه؛ لذلك فإن إتخاذ إجراءات مشددة لمنع صب مياه المجاري والمواد الملوثة، يتيح فرصة لأن تتقدم الحياة.

٣-١٤ تلوث المحيطات

تغطي المحيطات حوالي ٧٠٪ من مساحة سطح الكرة الأرضية؛ أي إنها كبيرة في كل من الاتساع والعمق؛ ليصل حجم ما بها من مياه إلى قرابة ٣٠٠ مليون ميل مكعب.

لكن للاسف يستخدمها الأفراد كقالب للقمامة، إذ يقدر أن ما وصل إليها من القمامة بحدود ٢٠ مليون طن، تشمل مختلف اشكال المخلفات من علب بلاستيكية، أو صفيح، أو كيماويات، أو معادن ثقيلة، أو نفايات مشعة، إضافة إلى البراز البشري والصرف الصحي، وكذلك الأطنان من الخامات والمنتجات البترولية، التي تتسرب إليها من الناقلات وخطوط الأنابيب.

وتلعب المناطق الساحلية الدور الأساسي في سلسلة الحياة، حيث يقضي معظم الكائنات والأجناس البحرية جزء من حياتها في المياه الدافئة، وفي الوقت ذاته توفر هذه المناطق الغذاء للملايين من البشر، إضافة إلى أن تكون أماكن مناسبة لقضاء أوقات الفراغ والعطلات؛ مما يجعلها شديدة التلوث، ويغرق أساس المشكلة إلى التكدس السكاني في المناطق الساحلية، مع عدم وضع وتنفيذ نظام فعال للتخلص من النفايات والمخلفات بأنواعها، وألا تترك على نحو ما هو حادث حاليًا، غير منظمة أو مدروسة. وفي أمريكا تشير الإحصائيات إلى أن ٧٥٪ من السكان يقطنون في المناطق

الساحلية، وتمتد الشواطئ إلى مسافات متباينة، يصل بعضها إلى قرابة خمسين ميل، بما في ذلك سواحل البحيرات الداخلية.

وحاليا تعاني بعض المناطق من شدة التلوث البحري، مثال خليج طوكيو أو بحر البلطيق، حيث تزيد مخلفات المصانع المختلفة، إضافة إلى المناجم والصرف الصحي، وفي بعض المناطق لا يتوافر للسكان صرف صحي مناسب وملائم، مثال جزر الكاريبي، وبعض المدن والمواقع على الساحل الشمالي لإفريقيا وآسيا.

ومن المهم إيضاح أن الشركات الصناعية مسئولة أساسًا عما هو حادث، إضافة إلى أن الشركات تؤثر على الحكومات؛ لعدم إيجاد أي خطوات إيجابية.

وحاليًا تتوافر تكنولوجيات تتيح أن تتحول أشد المياه تلوثا إلى مياه عذبة ونظيفة وصالحة للشرب، ولكنها عمليات مكلفة وتقلل من أرباح الشركات، ولا يوجد توازن إيجابي بين هذه التكاليف والمميزات المتحققة، سواء على المستوى الاقتصادي أو السياحي أو الجمالي.

وفي أمريكا، يصل الدخل المفقود (الخسائر) الناتجة عن مجرد إغلاق الشواطئ الملوثة إلى مئات الملايين من الدولارات، ولمقاومة ذلك التلوث تلجأ اليابان إلى إنشاء مراكز ضخمة لتربية الأحياء المائية في أوساط نظيفة، خالية من التلوث، بعيدًا عن المحيطات والبحار والسواحل الملوثة.

والآن تدور المعركة بين الشركات الملوثة، وخاصة المنتجة للكيماويات والمبيدات وبين الحكومات وأجهزة البيئة؛ من أجل خفض كميات التلوث، لكن هذه الشركات لا تهدف إلا إلى الربح وزيادة المبيعات، بذلك فهي تدمر البيئة، وتصيب دولها وشعوبها بالأضرار.

ويقدر في أوروبا أن ثلاثة أنهار فقط، هي : الراين، الألب، المومر، يصل إليها سنويًا أكثر من ٣٨ مليون طن من الزنك، ١٤ ألف طن من الرصاص، ٦ آلاف طن من النحاس، بالإضافة إلى كميات متفاوتة من الزئبق والكادميوم والزرنيخ، وإلى ما تقذفه السفن من أنواع المخلفات والقمامة، والتي تقدر بحوالي ١٤ مليون طن، ثم هناك حقول البترول؛ حيث يوجد في بحر الشمال أكثر من أربعة آلاف بئر بترولية، إضافة إلى مائة وخمسين رصيف حفر وشحن منتجات، وجميعها متصلة بشبكة من خطوط الأنابيب بطول ثمانية آلاف كيلو متر، ويقدر أن التسرب من تلك الشبكة على الأقل حوالي ٣٠ ألف طن من المنتجات البترولية سنويًا. تصل إلى البحار والأنهار

والمحيطات، مما يدمر الأحياء المائية ويصيبها بالالتهابات الجلدية والأورام وتشوهات الهياكل العظمية، وأحيانا الموت الجماعي، إضافة إلى أن التلوث يزيد من نمو الطحالب المائية وعلى نحو كثيف، حيث يعزى ذلك إلى إصابتها بأنواع من الفيروسات.

ويضعف التلوث بالسموم والمعادن الثقيلة من مقدرة الجهاز المناعي للكائنات البحرية، مما يجعلها سريعة التأثر واحتمالات الإصابة بالأوبئة. وأشارت التحاليل إلى أن الكائنات الميتة من شواطئ بحر الشمال يوجد بها آثار لأكثر من ألف مادة سامة.

وابتداء من عام ١٩٨٨ أصدرت السلطات الأمريكية أمر بأن لا يتم إلقاء مياه الصرف الصحي المعالج إلا في مقلب محدد، وعلى بعد ١٧٠ كيلو مترًا من الشاطئ في نيويورك، وقد كان في السابق ذلك المقلب على بعد ٢٠ كيلو مترًا فقط. ومما يعني أن المخلفات ستتناثر على نحو أكثر سلامًا، ولكن ذلك كان ولازال له تأثير على الأسماك، مما قلل من كمياتها، إلى جانب إصابة الأصداف وجراد البحر بعلامات تشابه الحروق، ورغم أن البلاد الأوروبية المحيطة، ببحر الشمال، قد وافقت على عدم إلقاء مخلفات الصرف الصحي المعالجة في مياهها، لكن بريطانيا لم تلتزم بهذا القرار واستمرت في إلقاء خمسة ملايين طن سنويا، والحكومة البريطانية مسئولة بأنها أقل دول السوق الأوروبية التزامًا بالقوانين البيئية، إضافة إلى ذلك توجد ظاهرة انتشار نمو أنواع من الطحالب الحمراء، وحيث أطلق عليها مسمى الخطر الأحمر، وإن كانت توجد في ألوان أخرى متعددة (صفراء، بنية...إلخ). ومع تكاثرها تقلل من كميات الأسماك المتواجدة في هذه المياه، وتشير بعض الآراء إلى أن التلوث المتزايد بأملاح النترات والفوسفات له تأثير كبير على وجود ونمو هذه الطحالب؛ حيث تقوم هذه الأملاح بدور السماد والمخصبات التي تزيد من تكاثرها وبمعدلات كبيرة جدا، وليصل إلى أن يتضاعف عددها في بعض السواحل إلى الضعف كل عشرين ساعة، وكما وجد أنها تمتد على طول الشواطئ وبأعماق وصلت في بعض المواقع إلى قرابة ١٦٠ كيلو متر، ويعزى إلى مصانع معالجة المخلفات السبب في تكاثرها، حيث إن إمكانات هذه المصانع مركزة على إزالة الملوثات العضوية والصلبة، إلا أن القليل منها يقوم بإجراء المعالجات الثلاثية، واللازمة لإزالة النترات والفوسفات والأسمدة الذائبة في الماء.

وبذلك تصل هذه المياه التي لم تعالج جيدًا إلى الأنهار، ومنها إلى البحار والمحيطات، وكذلك تؤدي إلى تكون الأمطار الحامضية، والتي يتوقع أن تزيد بها كميات الملوثات بحدود ٣٠-٤٠٪ خلال العقود القليلة القادمة، ومما يعني أنه إذا لم يتم السيطرة على الأمطار الحامضية، فإنه سوف يستمر تلوث المياه الساحلية

بالنيتروجين. ونتائج التلوث من الصعب حصرها في مواقع محددة، فبعضها ظهر في المكسيك ثم انتقل إلى أوروبا (إسبانيا) ثم بعد ذلك إلى تايلاند، إندونسيا، اليابان، وقد يعزى ذلك إلى ما تقوم به السفن التجارية وناقلات البترول من نقل الملوثات وحبوب لقاح الطحالب، خاصة مياه الصابورة عند مرور ناقلات البترول قادمة بعد إفراغ شحنتها، حيث يحتمل أن تكون مياه الصابورة هذه حاملة للملوثات وحبوب لقاح الطحالب، ومما يؤدي إلى نشرها في بحار العالم، وظهور أماكن جديدة مملوءة بها. وقد يلعب في نشرها أيضًا ظاهرة الصوبة الحرارية والتحركات الطبيعية للكتل المائية، وحيث يمكن أن تؤثر جميعها في خلق الظروف الملائمة لأن تتكاثر فيها الطحالب وتصبح من الملوثات.

وعند ردم وتدمير المناطق الرطبة، وشبه المستنقعات لإقامة المدن عليها، فإننا ندمر المرشحات التي تستخدمها الطبيعة وكائناتها؛ إذ بذلك تسير الكيماويات السامة والمخصبات إلى المياه؛ خاصة إذا ما تم حفر مصارف لتجفيف المستنقعات والتي تعتبر الملجأ للأغلبية العظمى من الأحياء البحرية، إذ إن ملوحتها أقل نسبيًّا من البحار والمحيطات، بالإضافة إلى ما توفره الحشائش والأعشاب والطحالب من حماية طبيعية للأسماك والكائنات البحرية، ومما يجعلها حضانات ممتازة للأطوار الأولى من الكائنات، ورغم ذلك فقد تم بالفعل ردم ٥٠٪ من المستنقعات في الولايات المتحدة، ونسبة ٤٠٪ في أوروبا، بينما يعاني ٦٠٪ من المستنقعات الساحلية من ضغوط ومشكلات للصرف والتنمية وغيرها.

ومن المهم ذكر أن بعض أنواع الطحالب تفرز سمومًا معينة عندما تلامس خياشيم الأسماك، ومما يقضي عليها، والتأثير ذاته يحدث بين التجمعات من الطحالب مع الثدييات البحرية، وقد أيد ذلك ظهور جثث من الحيتان على الشواطئ البحرية.. وعند تشريحها وجد أن أكبادها مليئة بالسموم الناتجة من أنواع الطحالب، ويحدث أحيانًا أن تتغذى الطحالب في نموها على المخصبات وتستهلك الأوكسجين، ولكن بعد فترة تستهلك وتتهاوى، ومع هبوطها إلى القاع تسحب معها بلايين من الخلايا وهكذا تموت الأصداف والأسماك والكائنات البحرية؛ أي إنها كارثة بيئية حقيقية إلى جانب الخسائر المادية.

إن موت هذه التجمعات من الطحالب قد يكون إنذارًا واضحًا عن التوقعات للتدمير البيئي، وعلى نحو يماثل عصفور الكناري، الذي كان يمسك به عمال المناجم

أثناء وجودهم في أعماق المناجم، ليكون موت ذلك العصفور إنذارًا واضحًا بوجود غاز سام، وبذلك يسرع العمال بالخروج من المنجم لينجوا من الموت.

إن تلك الطحالب إنذار بأن المحيطات تفقد مرونتها والمقدرة على التعامل مع الملوثات، أي إنها إنذار واضح، ولكن من يلتفت إليه بوضوح، يجد أن مستعمرات الطحالب الضارة تطرد الطحالب المفيدة، كما تطرد بعضًا من أنواع الأسماك (مثال السردين)، ومعنى ذلك تضاؤل أعداد الأسماك والتأثير على الأسماك الكبيرة التي تتغذى عليها، مما يؤدي إلى قصور في سلسلة الغذاء، ومما يعني التوقع للمزيد من الكوارث البيئية.

إن حدوث تحسن في أوضاع المحيطات يستدعي وقف جميع عمليات التلوث فورا، ثم الانتظار لعدة عقود قبل أن تنظف بعض المناطق الملوثة، وقبل أن تنمو ثانية بعض الكائنات البحرية، بينما ستظل بعض الكيماويات السامة (PCB) لاصقة مع الصخور لمدة عقود، وتحتاج مخلفات البلاستيك إلى خمسمائة عام للتحلل.

لقد أصبح البحر الأبيض من أقذر بحار العالم، وقد يكون وصل الأمر فيه إلى نقطة التحول أو اللاعودة، وقد يسجل العلماء بعض التحسن مع التوسع في إقامة وحدات معالجة مياه الصرف الصحي، كما حدث في برشلونة، مارسيليا، أثينا، وغيرها، لذلك يصاب المستحمين به بعديد من الأمراض الجلدية أو التهابات الكبد الفيروسي، كما توجد به بقع الزيت وتعلو سطحه الخضروات المتعفنة وأحيانا جثث الأسماك والفئران، وأيضا قد تخرج روائح كريهة، وعليه يلزم التعاون بين جميع الدول؛ من أجل بذل المجهودات لمنع التلوث والتنظيف والحماية.

ومن اللازم الاهتمام بمصادر التلوث واسعة الانتشار مثال الأسمدة في المزارع والحدائق والحقول، وما تحدثه من زيادات في النترات والفوسفات في مياه الصرف الزراعي، ومما يستلزم وضع أسس لكيفية السيطرة على الأسمدة والمبيدات.

إن أكبر المخاطر الانتظار دون اتخاذ أي إجراء؛ إذ قد يحتمل أن يكون ذلك إلى حين أن تقتل آخر سمكة أو صدفة أو كائن بحري، ولن نكون قادرين بذلك على إيقاف موت البحار والمحيطات.

٣-١٥ تلوث الشواطئ: سجلت منطقة ساحلية على أحد الشواطئ البحرية الممتدة لمسافة ١٠٠ متر فقط، رصد للملوثات التالية:

١- ٥٥ حقيبة مختلفة الأحجام والأشكال.

٢- ٣٦ قطعة من أدوات المائدة (شوك، معالق...إلخ).

٣- ٤ لعب أطفال مع ٣ كور من المطاط.

٤- ٦٢ زجاجة بلاستيك.

٥- مبيدات متنوعة ٥٥٠ طنًا.

٦- ٣١ أنبوبة مساحيق تجميل.

٧- ١٩٥ غطاء زجاجة.

٨- ١٤ صحيفة وجرنال.

٩- ٦٥ غلاف مجلة أسبوعية.

١٠- ٢٧ قطعة من الأقمشة المختلفة.

١١- ٥٧ علبة معدنية للأسماك.

١٢- أطنان كثيرة من نفايات السفن والبواخر.

ذلك إضافة إلى شبكة مخترقة، مصباح كهربائي، إطار سيارات، أخشاب...إلخ.

هذا كما ثبت أن الأسماك تبتلع أنواع البلاستيك، والتي تصل بذلك إلى الأفراد، كما أن المياه التي تصل إلى الشواطئ ملوثة بالمعادن والهالوجينات والزيوت وغيرها، وفي دراسة أجريت على شواطئ البحر الأبيض المتوسط في أربع دول (أسبانيا، فرنسا، اليونان، إيطاليا)، وجد أن هناك أربعة شواطئ، غير صالحة للاستحمام بها من شدة التلوث، وتتسبب كميات النيترات والفوسفات الموجودة في الأسمدة والمبيدات على تكاثر الطحالب على نحو كبير، وأحيانًا اختناق المياه.

وفي دراسة متكاملة عن دول حوض البحر الأبيض المتوسط فقد وضعت تحت رعاية برنامج الأمم المتحدة للبيئة ما عرف بمسمى «الخطة الزرقاء» عن تصورات المستقبل، اعتبارًا من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢٠٢٥، وتهدف إلى بيان ما يترتب من آثار في المستقبل والكشف عما يمكن أن يحدث من اختلالات بيئية، وتذكر هذه الدراسة أن سكان بلدان هذا البحر حوالي ٣٦٠ مليون منهم ٨٢ مليون من سكان السواحل، سوف يصل تعدادهم عام ٢٠٢٥ إلى ٥٧٠ مليون، سيكون منهم ١٧٠ مليون من سكان السواحل، وثلثا هذا العدد في منطقة الجنوب والشرق من البحر المتوسط، بينما السكان في الشمال سوف يزيدون على نحو محدود. والساحل الجنوبي وأغلبه دول

عربية، وهو الذي سيواجهه التهديدات الأكثر خطورة بيئيًّا؛ لذا من اللازم وضع القوانين الملزمة للحد من التلوث، مع وقف مرور السيارات وإنشاء مساحات خضراء، والاعتماد على الطاقة الشمسية كمصدر نظيف للطاقة، مع فرض الرقابة على استخدامات البترول والفحم.

٣-١٦ تلوث نهر النيل وفروعه :

طول نهر النيل قرابة ٦٦٩٠ كيلو مترًا بمساحة ٢٠٩ مليون كيلو متر مربع، ويمر بتسع دول: تنزانيا، كينيا، زائير، بوروندي، رواندا، إثيوبيا، أوغندا، السودان، مصر. ويحمل ٢٠٪ من كمية الأمطار التي تسقط على منابعه، ويقدر نصيب مصر السنوي كمية ٥٥،٥ مليار متر مكعب، تستهلك منها الصناعة كمية ٤١٣ مليون متر مكعب سنويًّا.

ومصادر التلوث لمياه الشرب في مصر كثيرة، منها:

١- **الصرف المنزلي**: بما تحمله من فضلات واستخدامات مدنية، والتي تزداد مع زيادة السكان في المناطق المختلفة.

٢- **الصرف الصناعي**: المخلفات الناتجة عن الفضلات الصناعية، التي تحتوي على المركبات الكيميائية، ويصنف بعضها بأنها سامة وشديدة الخطورة ويصعب التخلص منها، والمحتوية على السيانيد والفينول، وغيرها من مسببات الأورام، ويقدر أن حوالي ٧٠٠ مصنع تصرف في النيل.

٣- **الصرف الزراعي**: ويأتي من استخدامات المخصبات الزراعية والمبيدات الحشرية.

٤- **المخلفات البشرية والحيوانية**: مثال الاستحمام في المجاري المائية من الأفراد والحيوانات، وكذلك الاستخدام في غسيل الأواني والملابس، إضافة إلى إلقاء جثث الحيوانات أو البراز والبول من الأفراد والحيوانات،...إلخ.

٥- **المخلفات النباتية**: من بعض النباتات المائية والحشائش الضارة، التي أحيانًا تتكاثر إلى أن تسد الترع والقنوات والروافد؛ إذ إنها تتضاعف على نحو سريع يقدر بحوالي ١٥٠ ضعفًا خلال ثلاثة شهور فقط، كما أنها تعوق الملاحة وحركة السفن، كما يوفر مناخًا مواتيًا لنمو الكائنات الدقيقة، والتي يسبب بعضها أمراضًا عديدة، مثال البلهارسيا والملاريا أو الدودة الكبدية، كذلك يؤثر على الثروة السمكية.

٦- **الصرف الصحي**: بالإفرازات للأفراد، وكذلك من العوامات والسفن والبواخر، إضافة إلى المجتمع المدني؛ خاصة عند تسرب أو انسكاب الزيوت من الشاحنات أثناء التحميل أو التوزيع.

٧- **الملوثات الإشعاعية**: من مياه تبريد الوحدات النووية، عندما تصل إلى المياه تذوب نسبة منها، وقد يوجد بها بعض المعادن مثال: الرصاص، النيكل، الكادميوم، الزرنيخ، الزئبق، الكوبالت، الألمونيوم، والتي تؤثر على الأفراد من القلب والرئة والكلى، ويزيد من خطورتها، أن ظهور تأثيرها يتم بعد فترات طويلة من وصولها إلى الأفراد.

٨- **خزانات ومواسير المياه**: حيث إن عدم تنظيفها يصنع بيئة نظيفة لتوالد الفطريات والضارة بالجهاز الهضمي، خصوصًا للأطفال خلال فصل الصيف، وكذلك عندما تتعرض للصدأ والتآكل، وبالتالي يلزم معه تنظيفها كل شهرين على الأقل بمحلول الكلور المخفف، مما يمنع تكاثر البكتريا على جدران وقاع الخزانات وأسطح المواسير، وكذلك تفضيل استخدام فلاتر يمكن أن تساعد على التخلص من الملوثات الدقيقة المعلقة في المياه.

من المهم المراقبة لرصد الملوثات التي تصل إلى نهر النيل وفروعه، وكذلك المياه الجوفية.

٣-١٦-١ تكاليف تأثيرات الأمطار الحامضية:

تكلف الأمطار الحامضية أوروبا فقدان ١١٨ مليون متر مكعب من أخشاب الأشجار سنويًا، يقدر ثمنها بحوالي ١٦ بليون جنيه استرليني، وهذه الكمية مصادرها على النحو التالي:

٤٨ مليون متر مكعب من غابات أوروبا الغربية.

٣٥ مليون متر مكعب من غابات أوروبا الشرقية.

٣٥ مليون متر مكعب من الاتحاد السوفيتي (الجزء الأوروبي منه)

وهذا الرقم يكاد يساوي ثلاثين ضعفًا مما تنتجه بريطانيا بمفردها سنويًا.

وفي السويد وجد حاليًا ١٨ ألف بحيرة مسممة بالأمطار الحامضية، منها ٩٠٠ بحيرة فقدت بعض أسماكها، بينما ٤٠٠ بحيرة بلا أسماك على الإطلاق، وكذلك حوالي ٢٠ ألف بحيرة أخرى، مهددة بارتفاع حموضتها؛ نتيجة لما تفرزه محطات الكهرباء وعوادم السيارات من ثاني أوكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين، وبما تأتي به الرياح

من وسط أوروبا أو غالبًا من بريطانيا، ومنذ بدأت الثورة الصناعية فقد تجمعت كميات كبيرة من ثاني أوكسيد الكبريت في التربة.

وبافتراض أن انبعاثات ثاني أوكسيد الكبريت من التربة ستتوقف تمامًا، فإن التخلص مما في التربة من أكاسيد الكبريت سيستغرق عديدًا من العقود؛ خاصة وأن صغار الأسماك تفنى سريعًا، وكذلك لأن الأحماض تستخلص الألمونيوم من التربة؛ مما يؤذي خياشيم الأسماك ويتسبب في موتها.

والطمي الذي هو بالأساس ألمونيوم سيلكات، فإن الحموضة تؤثر عليه وتدفع إلى انبعاث الألمونيوم، ومما يعيق الأسماك عن التنفس ويتسبب في اختناقها، كذلك تقضي الأمطار الحامضية على الغابات، والتي فعليًّا بدأت تموت في أوروبا، مثال أكثر من نصف الغابات في ألمانيا، ورغم أنه في الثمانينيات لم تظهر علامات الدمار إلا على ٨٪ منها فقط، لكن المؤكد حاليا أن ٩٠٪ منها سيموت في العقد القادم (٢٠١٠-٢٠٢٠).

وفي سويسرا ثلث الغابات أخذ في الموت، ولابد من قطع ١٢ مليون شجرة تغطي ١٤٪ من مساحة الغابات، ويصاحب اختفاء الأشجار من على سفوح الجبال حدوث انهيارات جبلية خطيرة، وفي هولندا تأثرت ٤٠٪ من الغابات، وظهرت عليها آثار الدمار والموت. وفي تشيكوسلوفاكيا، أكثر من مليوني فدان من الغابات في طريقها للزوال، إضافة إلى نصف مليون منها دمرت بالكامل. وفي النمسا دمرت وتم نقل مليون ونصف مليون فدان من أراضي الغابات، كذلك دمرت ٦٩٪ من أشجار الزان في إنجلترا.

ويشبه بعض العلماء ما يحدث للغابات بسبب الأمطار الحامضية بمرض الايدز عند الأفراد؛ إذ إن التلوث يضعف الأشجار، وبالتالي يتركها عرض للهجوم سواء بالآفات أو التغيرات المناخية القاسية أو الأمراض أو الملوثات. ومع ارتفاع الحموضة، فإن الثلج الساقط يتغير لونه ليصبح أسود، وقد لوحظ سقوطه لعديد من المرات كل عام في الدول الأوروبية، وتلوث البحيرات والأنهار يقضي على الأسماك والكائنات الأخرى، كذلك اختفاء الطيور والحيوانات التي تعتمد عليها في غذائها، وعلى مختلف صور الحياة البرية.

كذلك تتأثر المباني والآثار والتماثيل بهذه الأمطار الحامضية، وقد يكون بعضها في مبان لا تقدر بثمن، مثال كاتدرائية ويستمسر في إنجلترا، التي أصبح من اللازم ترميمها أو استبدالها؛ نتيجة لما لحق بها من دمار بسبب ثاني أوكسيد الكبريت. هذا إلى

جانب عديد من المباني الأثرية من القرون الثالث عشر إلى التاسع عشر، مثال كاتدرائية سانت بول، حيث وجد أن قرابة بوصة كاملة قد تآكلت، وحتى مبنى البرلمان البريطاني أصبح عرضة لدمار خطير نتيجة الأمطار الحامضية.

كذلك الأمر بالنسبة للأشجار وبالتالي الغابات، حيث أصبحت تظهر عليها علامات فظيعة من الدمار، الناتج عن الأمطار الحامضية، وعلى نفس الحالة السيئة الحادثة في الأشجار حول مطارات ألمانيا.

٣-١٧ ماء الشرب والأمراض المعدية:

تصنف أنواع البكتريا على أنها أهم الملوثات للمياه؛ خاصة مياه الشرب، ومما يجعلها مسببة للمخاطر على صحة الأفراد. وعلى هذا الأساس، لابد من وجود مدى واسع لعمليات التنقية والتطهير لجعله صالحًا صحيًّا، وقد أدى اتباع ذلك إلى خفض كبير في الأمراض المعدية، الناتجة عن استخدام ماء الشرب الملوث، وكان ذلك على الأخص في الدول الغربية والنامية، ولكن رغم كل ذلك فلازالت توجد حالات متعددة للعدوى بالمياه، وقد وصلت في بعض السنوات في أمريكا إلى أكثر من ٤٠٠ ألف فرد، وفي ولايات مختلفة. ووصلت حالات الوفاة إلى ٥٠ فردًا، كذلك ظلت حالات الإسهال الأكثر شيوعًا لدرجة أنه في أمريكا يدخل المستشفيات كل عام أكثر من ٢٠٠ طفل، ذوي أعمار أقل من ٥ سنوات، بسبب الإسهال من تناول مياه ملوثة.

وحديثًا، تعددت مصادر التلوث للمياه، كما تم التحديد لعدة أنواع جديدة للعدوى، وأصبح المنع والرقابة على هذه الملوثات هو التحدي الأكبر للمسئولين عن صحة الأفراد.

وإضافة للبكتريا فقد أصبح من المهم أنواع الطفيليات والفيروسات وتتنوع أشكال وخواص البكتريا، لكنها وحيدة الخلية، سواء كانت مستديرة الشكل أو طويلة أو حلزونية، وجميعها تتميز بأن لها غلافًا خارجيًا وبناءً للخلية، وعادة ما تتجمع معا في مجموعات مترابطة على شكل حرف U، وتعيش في التربة والماء كذلك في المركبات العضوية الهيدروكاربونية، داخل أجسام الحيوانات والأفراد، حيث تساعدهم في إتمام عمليات الهضم، وعندما تظهر بعض أنواع البكتريا في الأماكن التي لا تأوي إليها عادة، فإنها تسبب الأمراض، كذلك عندما يتم بلعها مع المياه الملوثة فإنها تتسبب مباشرة في إحداث الإسهال وانقباض الأمعاء.

وفيما يلي عرض لنتائج لبعض ملوثات المياه.

الكوليرا:

من أهم أنواع الأمراض التي تتسبب في إحدائها البكتريا، وبنوع يطلق عليه مسمى (Vibrio Cholera)؛ حيث تصل عن طريق تناول طعام أو شرب ماء ملوث بإفرازات وبراز فرد أخر مصاب بها، وذلك ما يحدث عادة في بعض الدول من العالم الثالث، والتي تفتقد لمحطات تنقية وتعقيم المياه، كذلك طرق وإمكانيات التعامل الصحيح مع الصرف الصحي ومخلفات الأفراد، والذي يحدث كأمر عادي، عندما يتم تناول الأصداف والمحار التي يتم صيدها وجمعها من المياه السابقة التلوث بالكوليرا، دون إجراء أي عمليات تطهير لها.

لكن غالبًا فإن أكثر الأفراد لا يصابون بالكوليرا عقب ذلك مباشرة، وإذا ما حدث المرض فإنه يكون متوسط الشدة، ولا تزيد نسبة الذين يعانون من شدة المرض عن ٥٪ من الحالات؛ حيث يحدث لهم الإسهال الشديد والجفاف للماء، وإذا لم يتم علاجهم على النحو الصحيح فإنهم يموتون، والكوليرا بذلك معروفة منذ قديم الأزل، كما إنها كانت شائعة الحدوث في العالم الغربي، خلال القرن التاسع عشر حتى بدايات القرن العشرين؛ حيث أصيب بها عشرات الألوف في ألمانيا وإنجلترا وأمريكا، ومن القصص المعروفة التي حدثت في عام ١٨٥٤، عندما قام أحد الأفراد بإزالة مقبض مضخة للماء في أهم شوارع لندن لمنع الأفراد من استخدام هذا الماء، حيث كان ملوثًا ببكتريا الكوليرا، وعدَّ هذا الإجراء من أهم طرق الوقاية من الكوليرا في إنجلترا.

وحاليا يندر حدوث الكوليرا في الدول التقدمة؛ خاصة مع المعالجة الصحيحة لمياه الصرف الصحي والمجاري، وبطرق المعالجة الواقية لمياه الشرب. لكن على العكس، فإن الكوليرا لازالت من المشكلات الرئيسية في الدول تحت التنمية، خاصة مع زيادة معدلات السفر والتبادل التجاري؛ إذ إن انتشار المرض لازال على نطاق متسع، وفي أعوام الستينيات، انتشرت في أندونسيا وغرب أسيا وبنجلادش والهند وإيران والعراق، وفي أجزء محدودة من روسيا، ثم انتقلت إلى غرب إفريقيا في السبعينيات، وفي التسعينيات إلى أمريكا اللاتينية الاستوائية. وكان ذلك أولا في إحدى عشرة دولة، ثم انتشر بعد ذلك في كامل القارة، حيث وصل أعداد المصابين إلى أكثر من مليون، مع وفاة حوالي ٩٤٠٠ فرد.

٣-١٨ أضرار تلوث الماء بالمنتجات البترولية:

تتركز أهم أضرار تلوث الماء بالخامات والمقطرات البترولية في الآتي:

١- زيادة درجة التلوث في موقع الحادث؛ إذ تعمل هذه الخامات والمقطرات البترولية كمذيب، وتبدأ في إذابة واستخلاص عديد من المركبات الكيميائية، التي قد تكون موجودة سابقا في الماء، مثل بعض المبيدات أو المنظفات، ومما يضاعف من درجة التلوث في هذا الموقع.

٢- تمتص هذه البحيرة التلوث بالعناصر الثقيلة الموجودة في الماء، مثال: الزئبق، الرصاص، الكادميوم؛ مما يزيد تركيز هذه العناصر في المنطقة المحيطة بالمسطح البترولي ثم ظهور آثارها في إحداث السمية عقب الحادث.

٣- تساعد الرياح وحركة الأمواج في البحار على زيادة التلوث في منطقة الحادث؛ مما قد يدفع بمساحات من التلوث نحو الشواطئ القريبة أو المقابلة، ويلوث رمالها، ويجعلها مناطق عديمة الفائدة والنفع، سواء للاصطياف أو للصيد، ولايمكن معه التخلص من ذلك التلوث إلا بعد فترات زمنية طويلة.

٤- تدفع الأمواج العالية بالبقع البترولية لأن تختلط بطبقات الماء الموجودة أسفلها، ومما يكون معها مستحلبات من الماء والبترول، ويظهر هذا المستحلب على هيئة رغاوي سميكة فوق بقع البترول وفي كل مكان حولها، وقد يصبح من المتعذر بعد ذلك التخلص من هذه الرغاوي، لتغطي مساحات واسعة حول مساحة التلوث الأصلي، وأحيانًا تندفع مع الرياح والتيارات البحرية لتصل إلى أماكن بعيدة لعدة مئات من الكيلومترات.

٥- قد يمتد التلوث إلى قاع البحر، إذ بعد تبخر المشتقات الخفيفة والسريعة التطاير، ومع ذوبان جزء آخر في ماء البحر، فإن المشتقات الثقيلة المتبقية تظل طافية على السطح لفترة ما، ثم تتحول تدريجيًّا إلى كتل صغيرة سوداء متفاوتة الأحجام، يطلق عليها كرات القار أو الزفت (Tar balls)، والتي تنتج من أكسدة البقايا البترولية الثقيلة بالهواء، وفي وجود بعض أنواع البكتريا والعوامل الميكرو بيولوجية، ويصل عدد ذرات الكربون في هذه المركبات الثقيلة إلى أكثر من ٤٠ ذرة، إضافة إلى الكبريت والنيتروجين والأوكسجين، وجميعها تساعد على تكون المركبات الأسفلتينية. وقد تحمل تيارات الماء هذه الكرات إلى مسافات بعيدة (كما سبق الذكر)، بينما يترسب الثقيل منها إلى الأعماق، لتغطي أرضية البحار، وتقدر أوزان هذه الكرات السوداء في مياه المحيط بما يزيد عن ١٩ ألف طن، وذلك

بصفة دائمة، وغني عن الذكر أنها تسبب الأضرار للأفراد، ولمختلف الكائنات الحية في البحر والمحيطات، وأحيانا قد يبلغ سمك الطبقة السوداء التي تترسب وتغطي القاع إلى ارتفاع أكثر من ١٥ سم.

٦- في وجود ضوء الشمس وبعض العناصر الكيميائية النشطة، فإن المركبات البترولية تكون بعض البوليمرات، وقد تكون مركبات كيميائية جديدة مثال الكحولات والالدهيدات والكيتونات، وغيرها من المركبات الناتجة عن أكسدة المركبات الهيدروكاربونية، ومما يحدث معه التسمم والقتل للأسماك، وغيرها من الكائنات البحرية.

وتشمل طرق التخلص من التلوث البحري بالبترول الآتي:

١- الحرق لطبقة الخام أو المنتج البترولي، وقد يكون ذلك متعذرًا أحيانًا إذا ما كانت درجة الحرارة منخفضة. ومن الصعب اشتعال التلوث الحادث، كما أن هذه الطريقة ملوثة للبيئة والهواء وتسبب أضرارًا للكائنات البحرية.

٢- تكوين المستحلبات باستخدام العوامل النشطة للسطوح (المنظفات الصناعية) حيث يمكن أن تكون مستحلبات ذات ثبات، مما يساعد على اختفاء المساحات الواسعة من التلوث، لكن قد يتطلب ذلك استخدام كميات كبيرة من المنظفات؛ مما يرفع التكلفة إلى جانب التأثير على الكائنات البحرية الموجودة في منطقة الحادث أو المناطق المجاورة.

٣- استعمال الحواجز البحرية لمحاصرة التلوث البترولي، ومما يساعد على زيادة سمك طبقة التلوث والإقلال من مساحاته، كما يساعد على الاستحلاب أو الترسب إلى القاع.

٤- إغراق الخام أو المنتج البترولي في الماء بالقذف ببعض الرمال أو المساحيق الخاصة، ومما يرفع من الكثافة ويؤدي إلى الغمر والرسوب، وكلما زادت قدرة هذه المواد على الالتصاق بالمشتق البترولي، كلما أمكن استخدام كميات قليلة منها.

وغني عن الذكر أن التلوث في البحار المغلقة أكثر ضررًا ووضوحًا، وأصعب في المعالجة مثل البحرين الأبيض والأحمر.

٣-١٩ جودة الماء وصحة الأفراد:

مع السعي إلى تحقيق أساسيات صحة الأفراد، فقد كان هناك اهتمام كبير لتحقيق جودة ونظافة وأمان مياه الشرب المستخدمة، خاصة مع ما حدث في بعض البلدان، مثال المملكة المتحدة في عام ١٩٣٧، وذلك ما دفع منظمة الصحة العالمية إلى إصدار ما عرف بمسمى «الخطوط الإرشادية لجودة ماء الشرب»، وكان ذلك في أوائل عقد التسعينات من القرن العشرين، "Guidelines for Drinking Water Quality" early 1990s

وفيما يلي عرض لأهم ملوثات ماء الشرب:

أ - الرصاص:

تركيز الرصاص في الماء غير المعالج قليل، ولكن ما يرفع نسبة الرصاص في ماء الشرب راجع إلى المستخدم من أنواع مواسير الرصاص في السباكة داخل المنازل، خاصة مواسير سخانات الماء؛ حيث تزداد نسبة التلوث بالرصاص مع طول فترة ملامسة الماء لهذه المواسير، ومما يعني أن تكون نسبة الرصاص أعلى نسبيًّا في الصباح الباكر عند بدء الاستخدام؛ إذ تصل إلى ما يزيد عن ١٠٠ مليجرام/ لتر ماء، بينما تحدد وكالة حماية البيئة (EPA) حدًّا أقصى مقداره ٥٠ مليجرام/ لتر. لكن حتى عند التعرض بنسبة صغيرة للغاية، إنما تزيد من تركيز الرصاص في الدم، ومما يؤدي إلى التأثير على صحة الأفراد، خاصة الأطفال؛ لذلك ينصح بأن لا يزيد محتوى الماء المستخدم مع الأطفال من التلوث بالرصاص عن ٢٥ مليجرام/ لتر. وتوضح الخبرة المستقاة من معالجة الماء الملوث بالرصاص إلى إمكانة تحقيق بعض الخفض في التركيز باستخدام الطرق التالية:

- تغيير مصدر الماء وخلو مواسير السباكة الحاملة للماء من الرصاص، وذلك قد يكون حلاً مكلفًا ماديًّا.
- رفع درجة تركيز ايون الهيدروجين (pH) إلى حدود ٨-٨.٥، وأحيانا إضافة مركب الفوسفات (اورثو) لإحكام المعالجة، ولكن رغم فاعلية هذا، إنما لا يؤكد أن تركيز الرصاص ينخفض عن ٥٠ مليجرام/ لتر.
- التأكد من غسيل مواسير السباكة، ورفع كميات كبيرة من الماء قبل الاستخدام.

ب - مركب النيترات:

يزداد تركيز النيترات في ماء الشرب، مع الاتساع في استخدام الأسمدة النيتروجينية، منذ عقد الستينيات من القرن العشرين؛ حيث صاحب ذلك التغير في

استخدامات الأراضي، وكذلك مع وصول ماء الصرف الصحي إلى الأنهار. فقد وصل إلى أن تكون النيترات (ف ا،) في ماء الشرب بحدود ٥٠ مليجرام/ لتر، ومن الممكن إذا لم يستخدمها الأطفال أن يزيد التركيز إلى ١٠٠ مليجرام/ لتر، وتزداد الخطورة مع الأطفال إذا ما قامت البكتريا الموجودة في الجهاز العصبي والمعدة بتحويل النيترات إلى نيتريت (ن أ،)، وتزداد المشكلة مع استخدام الآبار كمصدر للمياه، لما قد تحتوي عليه من بكتريا، ومع اختزال النيترات إلى نيتريت؛ فمن الممكن أن تكون ثنائي الأمين ومركبات النيتروزو والمسبب الخطير للإصابة بالسرطان؛ خاصة في الأمعاء والمجاري البولية، وكما وضحت ذلك بجلاء التجارب التي أجريت على الحيوانات في المعامل الاختبارية، وتؤكد منظمة الصحة العالمية على الأهمية القصوى لخفض نسبة النيترات في ماء الشرب، مع ربط ذلك بالتغير في قواعد الزراعة، وإيجاد مناطق حماية لماء الشرب، مع العمل على خفض أو فصل النيترات عنه، باستخدام طرق التبادل الأيوني أو الفصل البيولوجي للنيترات.

جـ - إصابات الأوعية الدموية:

من الثابت أن ارتفاع نسبة الأملاح في الماء وتحولها إلى ماء عسر، يؤدي إلى خفض نسبة النيترات في الماء، وبالتالي أوضحت النتائج أن ذلك يؤدي إلى انخفاض معدلات الوفاة بسبب إصابات الأوعية الدموية للقلب، وحتى في وجود المؤثرات البيئية أو العوامل الاقتصادية والاجتماعية في الحسبان، وطبقًا لما أجرى من دراسات إحصائية في إنجلترا على حوالي ٢٥٣ مدينة، ذات معدل سكان في كل منها بحدود ٥٠ ألف مواطن.

د - الملوثات العضوية الدقيقة:

من اللازم متابعة معدلات التلوث للماء، خاصة ماء الشرب بالمركبات العضوية الدقيقة، ومن حيث مرات التعرض، وتركيز التلوث، مع الربط بما يحدث من إصابة بالسرطانات أو الوفيات أو إضعاف لجهاز المناعة الطبيعي، وبما يعني إحداث الإصابة بالسمية بدرجاتها المختلفة، وكان من أخطر هذه المركبات: البنزين العطري، مركب كلوريد الكاربون، الكالوروفورم، الديوكسان، سداسي كلوروأيثان، رابع كلوروالاثيلين، ثلاثي كلوروالفينول، وكثير غيرها.

وإعادة استخدام الماء السابق الاستخدام، سواء من الصرف الصحي أو الصناعي، تحمل عديدًا من المخاطر والإصابة بالأمراض، وكل ذلك في احتياج ماس

إلى المتابعة والقياس على عديد من المصادر والأفراد، والعمل على إيجاد العلاقات، على أساس صحيح وواضح ومؤكد.

هـ - التعقيم والمركبات العضوية:

من الثابت أن التعقيم باستخدام الكلور يؤدي إلى تكون عديد من المركبات نتيجة للتفاعل مع المكونات العضوية لتصنع أنواعًا من المركبات الخطرة، وخاصة عند تكون مركب ثلاثي هالوجينيات الميثان (Trichloromethane)؛ لذلك يفضل منع استخدام الكلور وإبداله بأنواع المعقمات الأخرى مثال مركب ثنائي أوكسيد الكلين، أو الأوزون، ولكن التوسع في ذلك يلزم دراسته للتأكد من عدم حدوث تكون مركبات ثانوية أخرى أو ضارة.

و - التلوث في نظم التوزيع:

مع دهان مواسير التوزيع بأنواع من المركبات العضوية، مثال القطران الناتج من الفحم (Cool Tar)، فإن ذلك على جانب كبير من الخطورة نظرا لما يحتوي عليه القطران من المركبات العطرية متعددة الحلقات (Polycyclic Aromatics)؛ إذ إن هذه المركبات سامة وخطرة، وعند استخدام مواسير البلاستك من البولي ايثلين، فإن ذلك قد يتسبب في بعض الأخطار الناتجة عما يحتوي عليه البولي ايثلين من مركبات: منع الأكسدة أو المركبات العطرية (بنزول، توليول، ثلاثي كلورو الايثيلين، الكلوروبنزين،...إلخ)، فإن ذلك يعطي الاحتمال لتلوث الماء بهذه المركبات السامة.

ويكون تلوث التربة بهذه المركبات في احتياج أيضًا إلى المزيد سن الدراسة، مع ما يحدثه من تغيرات في خواص التربة ودرجة أمانها.

ز - استخدام الألمونيوم مع الماء:

من الثابت أن استخدام مواسير الألمونيوم وتلوث الماء بالألمونيوم، حتى ولو بتركيزات منخفضة، فإن ذلك يساعد على حدوث مرض الزهيمر وعدم التذكر.

كذلك يلزم العمل على خفض نسبة الملوثات والعمل على فصلها تمامًا من الماء مثال مركب الاسبتوس، أملاح الصوديوم، مركب الفلوريد، فإن جمعيها على جانب خطير لصحة الأفراد.

٢-٢٠ مواجهة تلوث الماء: يلزم لمواجهة تلوث الماء، العمل على تحقيق الآتي:

١- إيصال المياه النقية والصالحة للشرب والمطابقة للمواصفات القياسية العالمية، والخالية تمامًا من أنواع الملوثات، سواء الكيميائية أو البيولوجية أو الفزيائية، إلى جميع المدن والقرى والنجوع والكفور وغيرها من الأماكن والمواقع.

٢- الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحي، وما بها من المخلفات والإفرازات البشرية، قبل صرفها إلى المسطحات المائية، مع الاستفادة بها بعد المعالجة لري المسطحات الخضراء والمناطق المشجرة.

٣- التأكيد على معالجة مياه الصرف الصناعي؛ لأن تحتوي فقط على الحد الأدنى من الملوثات، مع الإقلال قدر الإمكان من التلوث بالمعادن الثقيلة أو الكيماويات غير القابلة أو الصعبة التحلل لخطورتها.

٤- السعي إلى إصدار القوانين والتشريعات اللازمة لحماية الماء من التلوث، مع المراقبة والتأكد من تنفيذها، ومن أن مياه الصرف الزراعي والصناعي ملتزمة بتحقيق المواصفات القياسية المتفق عليها عالميًا.

٥- التأكد من عدم إلقاء السفن والبواخر والصنادل وغيرها، من أي مخلفات تتسبب في تلوث المياه بالمجاري المائية المختلفة، وكذلك الأمر بالنسبة للمنشآت، سواء السياحية أو الإدارية، والتي تكون على شواطئ وحواف المجاري المائية، وقد يكون من الأسهل الصرف الصحي أو الصناعي فيها مباشرة.

٦- التوسع في استخدام المصادر النظيفة والجديدة للطاقة، مثال: الينابيع الساخنة، حركة المد والجزر، والأمواج البحرية، وذلك بدلا من حرق المنتجات البترولية أو الفحم وغيرها من مصادر الطاقة غير المتجددة والمصدرة للملوثات.