

هو عبارة عن اختلاط الماء بمواد ملوثة مثل مياه المجاري الزيوت أو الفلزات أو الكيمياء السامة أو أية مواد أخرى تسبب تلوث الماء ويعتبر التلوث المائي من الموضوعات المهمة لدراستها من قبل العلماء والمختصون بمجال التلوث حيث يعتبر الماء أساس الحياة و يدخل في جميع العمليات البيولوجية والصناعية، ولا يمكن لأي كائن حي مهما كان شكله أو نوعه أو حجمه أن يعيش بدونها فالكائنات الحية تحتاج إليه لكي تعيش والنباتات هي الأخرى تحتاج إليه لكي تنمو ومن المعلوم ان الماء المكون الرئيسي للخلية ويدخل في تركيب مادة الخلية وهو وحدة البناء في كل كائن حي و أن الماء يلزم لحدوث التفاعلات والتحويلات التي تتم داخل أجسام الأحياء فهو إما وسط أو عامل مساعد أو داخل في التفاعل أو ناتج عنه وأثبت علماء وظائف الأعضاء أن الماء ضروري لقيام كل عضو بوظائفه التي بدونها لا تتوفر له مظاهر الحياة ومقوماتها. ينزل الماء إلى الأرض في صورة نقيّة خالية من الجراثيم الميكروبية أو الملوثات الأخرى لكن نتيجة للتطور الصناعي الهائل يتعرض للعديد من الملوثات مما يحوله إلى ماء غير صالح للشرب والاستهلاك البشري. تلوث ماء المطر الناتج عن العمليات الصناعية وما تنفذه من أبخرة وغازات ونتيجة لذلك ينشأ المطر الحامضي. كما يتلوث الماء بالعديد من الملوثات المختلفة فيتلوث بمخلفات الصرف الصحي وبالمخلفات الكيميائية المختلفة وبيعض العناصر المعدنية مثل الرصاص والزنك والفسفات النترات والكلور والنفط. ويؤثر هذا التلوث في المياه السطحية مثل الأنهار والبحيرات والمحيطات المياه الجوفية. ويسبب تلوث النباتات والحيوانات والأسان في نهاية الأمر. ووفقا لمنظمة الصحة العالمية يموت ما يقرب من خمسة ملايين شخص سنويا بسبب شربهم ماء ملوثا. وفي النظام المائي الصحي تعمل دورة من العمليات الطبيعية على تحويل المخلفات إلى مواد نافعة أو ضارة وتبدأ الدورة عندما تستخدم كائنات عضوية تعرف بالبكتيريا الهوائية الأوكسجين الذائب في الماء لهضم المخلفات. وتنتج هذه العملية النترات والفسفات وغيرها من المغذيات وهي عناصر كيميائية تحتاجها الكائنات الحية في نموها. وتمتص الطحالب والنباتات المائية الخضراء هذه المغذيات، وتأكل حيوانات مجهرية العوالق الحيوانية الطحالب، وتأكل الأسماك تلك العوالق. أما الأسماك فقد تأكلها أسماك أكبر منها أو طيور أو حيوانات أخرى. وتنتج عن هذه الحيوانات مخلفات جسمية، ثم ما تلبث أن تموت. وتحلل البكتيريا هذه الحيوانات الميتة، والمخلفات الحيوانية، ثم تعاود الدورة الكرة مرة أخرى. يتلوث الماء بكل ما يفسد خواصه أو يغير من طبيعته، والمقصود بتلوث الماء هو تلوث مجاري الماء والآبار والأنهار والبحار والأمطار والمياه الجوفية مما يجعل ماءها غير صالح للإنسان أو الحيوان أو النباتات أو الكائنات التي تعيش في البحار والمحيطات، ويتلوث الماء عن طريق المخلفات الإنسانية والنباتية والحيوانية والصناعية التي تلقي فيه أو تصب في فروعها، كما تتلوث المياه الجوفية نتيجة لتسرب مياه المجاري إليها بما فيها من بكتيريا وصبغات كيميائية ملوثة. يحدث التلوث المائي عندما يُلقى الناس بكميات من المخلفات في نظام مائي ما، بحيث تصل إلى درجة لا يكون معها في وسع عمليات التنقية الطبيعية التابعة له أن تؤدي وظيفتها على الوجه المطلوب. وبعض المخلفات، مثل الزيت والأحماض الصناعية والمبيدات الزراعية، تسمم النباتات المائية والحيوانات، بينما تلوث بعض المخلفات الأخرى مثل المنظفات الفوسفاتية والأسمدة الكيميائية والمخلفات الحيوانية، بمد الحياة المائية بمزيد من المغذيات. وتسمى هذه العملية الإثراء الغذائي، وتبدأ عندما تنساب كميات كبيرة من المغذيات إلى أنظمة المياه حيث تعمل المغذيات على تحفيز النمو الزائد للطحالب. وكلما ازداد نمو الطحالب، ازداد فناؤها بالمقابل. وتستهلك البكتيريا الموجودة في الماء كميات كبيرة من الأوكسجين لتهضم بذلك الفائض من الطحالب الميتة. ويؤدي ذلك إلى نقص مستوى الأوكسجين في الماء مما يتسبب في موت الكثير من النباتات المائية وكذلك

الحيوانات. التلوث الحراري يحدث حينما يضاف الماء الساخن إلى الجسم المائي. ويعتبر الماء الأكثر حرارة أكثر تلوثاً من بقية المياه. ويتسبب الماء الساخن في أضرار للأسماك والنباتات المائية عن طريق وتقليل كمية الأكسجين في الماء. ويمكن للمواد الكيميائية والزيوت أن تحدث تلوثاً مائياً مدمراً يتسبب في قتل الطيور المائية والمحار والحياة الفطرية الأخرى ويأتي الماء الساخن من محطات توليد طاقة والمصانع. يحدث التلوث المائي من مصادر كثيرة، منها نفايات المجاري والكيميائيات الصناعية والكيميائيات الزراعية ومخلفات المواشي. ففي المناطق التي تفتقر إلى محطات حديثة لمعالجة مياه المجاري، يمكن أن تنساب المياه التي تحمل معها المخلفات البشرية إلى مصادر المياه. مما يؤدي إلى اختلاط البكتيريا الناقلة للأمراض بماء الشرب وتتسبب في الإصابة بأمراض مثل الكوليرا والدوسنتاريا. أما في المناطق التي تحظى بصرف صحي جيد فإن معظم المخلفات البشرية تنساب في أنابيب وضعت في باطن الأرض، حيث ينتهي بها المطاف إلى محطات معالجة خاصة تقتل البكتيريا الضارة وتزيل المخلفات الصلبة.

مصادر للتلوث المائي من حيث النوعية

وتقسم مصادر التلوث المائي من حيث النوعية إلى أربعة أقسام هي: التلوث الفيزيائي والتلوث الكيميائي والتلوث البيولوجي والتلوث الإشعاعي.

1. التلوث الفيزيائي: وينتج عن تغير في المواصفات القياسية للماء، عن طريق تغير درجة

حرارته أو ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة به، سواء كانت من أصل عضوي أو غير عضوي. وينتج ازدياد ملوحة الماء مع ازدياد عملية التبخر لماء البحيرة أو الأنهار في الأماكن الجافة، دون تجديد لها، أو في وجود قلة من مصادر المياه. كما أن التلوث الفيزيائي الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة نتيجة صب مياه تبريد المصانع والمفاعلات النووية، القريبة من المسطحات المائية، في هذه المسطحات، مما ينتج عنه ازدياد درجة الحرارة، ونقص الأوكسجين، مما يؤدي إلى موت الكائنات الحية في هذه الأماكن.

2. التلوث الكيميائي: وينتج هذا التلوث من كثرة العمليات الصناعية، أو الزراعية، بالقرب

من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها. وتعد كثيرة من الأملاح المعدنية والأحماض والأسمدة والمبيدات، من نواتج هذه العمليات التي يؤدي تسربها في الماء إلى التلوث، وتغير صفاته. وهناك العديد من الفلزات السامة الغذائية في الماء، تؤدي إلى التسمم إذا وجدت بتركيزات كبيرة، مثل الباريوم والرصاص والزنك والكاديوم. أما الفلزات غير السامة، مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم، فإن زيادتها في الماء تؤدي إلى بعض الأمراض، إضافة إلى تغير خصائص الماء الطبيعية، مثل الطعم وجعله غير مستساغ. أما التلوث بالمواد العضوية، مثل الأسمدة الفوسفاتية النيتروجينية، التي يؤدي وجودها في الماء إلى تغير رائحته، ونمو الحشائش والطحالب، مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الماء، وزيادة البخر. وقد يؤدي إلى تتحول هذه البحيرات إلى مستنقعات مليئة بالحشائش والطحالب، وقد تتحول في النهاية إلى أرض جافة.

3. التلوث البيولوجي: وينتج هذا التلوث عن ازدياد الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض،

مثل البترول والكيمويات والأملاح السامة كألاح الزئبق والزرنيخ، وأملاح المعادن الثقيلة كالرصاص والكاديوم. تشكل مياه المصانع وفضلاتها نسبة كبيرة من مجموع المواد الملوثة للبحار والبحيرات والأنهار. التلوث بالهيدروكربون الناتج عن التلوث بالبترول وقليل من المصانع في الدول النامية و الدول المتقدمة تلترزم بضوابط الصرف الصناعي، بل تلقي بفضلاتها في مياه البحار والبحيرات والأنهار. أن الطرق التقليدية لتنقية

المياه لا تقضي على الملوثات الصناعية (الهيدروكربون) والملوثات غير العضوية والمبيدات الحشرية وغيرها من المواد الكيميائية المختلفة. وقد يتفاعل الكلور المستخدم في تعقيم المياه مع الهيدروكربونات مكونا مواد كربوهيدراتية كلورينية مسرطنة. ومن أشكال التلوث الصناعي الحراري هو استعمال بعض المصانع ومحطات الطاقة لمياه الأنهر والبحيرات في عمليات التبريد، وما ينتج عنه من ارتفاع في حرارة المياه مما يؤثر سلبا على التفاعلات البيوكيميائية في المياه وكذلك على الأحياء المائية.

4. **التلوث الإشعاعي:** ومصدر هذا التلوث يكون غالبا عن طريق التسرب الإشعاعي من المفاعلات النووية. وفي الغالب لا يحدث هذا التلوث أي تغيير في صفات الماء الطبيعية، مما يجعله أكثر الأنواع خطورة، حيث تمتصه الكائنات الموجودة في هذه المياه، في غالب الأحوال، وتتراكم فيه ثم تنتقل إلى الإنسان، أثناء تناول هذه الأحياء، فتحدث فيه العديد من التأثيرات الخطيرة، منها الخلل والتحويلات التي تحدث في الجينات الوراثية.

أهم مصادر التلوث المائي

1. **المصادر الصناعية:** وهي عبارة مخلفات المصانع المختلفة مثل المصانع الغذائية والكيميائية والألياف الصناعية والتي تؤدي إلى تلوث الماء بالدهون والبكتريا والدماء والأحماض والقلويات والأصبغ والنفط ومركبات البترول والكيماويات والأملاح السامة كألاح الزئبق والزرنيخ، وأملاح المعادن الثقيلة كالرصاص والكاميوم. تشكل مياه المصانع وفضلاتها نسبة كبيرة من مجموع المواد الملوثة للبحار والبحيرات والأنهار. التلوث بالهيدروكربون الناتج عن التلوث بالبترول وقليل من المصانع في الدول النامية والدول المتقدمة تلتزم بضوابط الصرف الصناعي، بل تلقي بفضلاتها في مياه البحار والبحيرات والأنهار. أن الطرق التقليدية لتنقية المياه لا تقضي على الملوثات الصناعية (الهيدروكربون) والملوثات غير العضوية والمبيدات الحشرية وغيرها من المواد الكيميائية المختلفة. وقد يتفاعل الكلور المستخدم في تعقيم المياه مع الهيدروكربونات مكونا مواد كربوهيدراتية كلورينية مسرطنة. ومن أشكال التلوث الصناعي الحراري هو استعمال بعض المصانع ومحطات الطاقة لمياه الأنهر والبحيرات في عمليات التبريد، وما ينتج عنه من ارتفاع في حرارة المياه مما يؤثر سلبا على التفاعلات البيوكيميائية في المياه وكذلك على الأحياء المائية.

2. **مصادر تلوث الصرف الصحي:** تعتبر مياه المجاري واحدة من أخطر المشاكل على الصحة العامة في معظم دول العالم الثالث، لأن أغلب هذه الدول ليس لديها شبكة صرف صحي متكاملة، وفي بعض المدن الكبيرة لا توجد شبكة صرف صحي. والمشكلة الكبرى عندما تلقي المدن الساحلية مياه الصرف الصحي في البحار دون معالجة مسببة بذلك مشكلة صحية خطيرة. واستخدام الحفر الامتصاصية في الأماكن التي لا يتوفر فيها شبكة صرف صحي له أضراره على الصحة العامة خاصة إذا تركت مكشوفة أو ألقيت مخلفاتها في الأماكن القريبة من المساكن حيث يتوالد البعوض والذباب مما يسبب الكثير من الأمراض بالإضافة إلى استخدام المبيدات المنزلية التي لها أضرارها على صحة الإنسان. تحتوي مياه المجاري على كمية كبيرة من المواد العضوية وأعداد هائلة من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية واللاهوائية. وعند وصولها إلى المياه السطحية، تعمل الكائنات الدقيقة الهوائية على استهلاك الأوكسجين لتحليل المواد العضوية مسببة نقصا في الأوكسجين مما يؤدي إلى اختناق الكائنات الحية التي تعيش في البحر وموتها. عند موتها تبدأ البكتريا أو الكائنات الدقيقة اللاهوائية بتحليلها محدثة تعفن وفسادا آخر. تتوقف درجة فساد المياه السطحية

وصلاحياتها للاستعمال على عدة عوامل منها: كمية الأوكسجين الذائب في الماء، سرعة تيار الماء في المجري المائي، السرعة التي تستطيع - بها بعض أنواع البكتريا تحليل هذه الشوائب والفضلات، مدي حجم ونوعية الشوائب والفضلات التي تلقى في هذا المسطح المائي ، تتكون مياه الصرف الصحي من المياه المستخدمة في المنازل سواء في الحمامات أو المطابخ وكذلك المياه المستخدمة في بعض الورش والمصانع الصغيرة البكتريا والفيروسات والطفيليات في المياه. وتنتج هذه الملوثات في الغالب عن اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء بطريق مباشر عن طريق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة، أو المالحه، أو عن طريق غير مباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي. ويؤدي وجود هذا النوع من التلوث، إلى الإصابة بالعديد من الأمراض. لذا، يجب عدم استخدام هذه المياه في الاغتسال أو في الشرب، إلا بعد تعريضها للمعالجة ، مثل الكلور والترشيح بالمرشحات الميكانيكية. ومحطات الوقود التي تقع داخل المدينة. تحتوي مياه الصرف الصحي على نسبة عالية من الماء والباقي مواد صلبة على هيئة مواد غروية وعالقة وذائبة. وهذه المركبات هي: الكربوهيدرات وتشمل السكريات الأحادية والثنائية والنشا والسليلوز. أحماض عضوية: مثل حامض الفورميك، بروبونيك وغيرها، أملاح أحماض عضوية، الدهون والشحوم، المركبات العضوية النتروجية وتشمل البروتينات، الأصباغ، الأملاح المعدنية ومواد أخرى. ومياه المجاري وهي تتلوث بالصابون والمنظفات الصناعية وبعض أنواع البكتريا والميكروبات الضارة، وعندما تنتقل مياه المجاري إلى الأنهار والبحيرات فإنها تؤدي إلى تلوثها هي الأخرى.

3. مصادر التلوث الزراعية: استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية في الزراعة، والتي ترش على المحاصيل الزراعية أو التي تستخدم في إزالة الأعشاب الضارة، فينساب بعضها مع مياه الصرف، كذلك تتلوث مياه القنوات التي تغسل فيها معدات الرش وآلاته، ويؤدي ذلك إلى قتل الأسماك والكائنات البحرية كما يؤدي إلى نفوق الماشية والحيوانات التي تشرب من هذه مياه الملوثة بالمبيدات.

4. مياه الأمطار الملوثة: تتلوث مياه الأمطار وخاصة في المناطق الصناعية لأنها تجمع أثناء سقوطها من السماء كل الملوثات الموجودة بالهواء، والتي من أشهرها أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت والغبار، وأن تلوث مياه الأمطار ظاهرة جديدة استحدثت مع انتشار التصنيع ونفث الغازات والأتربة في الهواء أو الماء، وفي الماضي لم تعرف البشرية هذا النوع من التلوث. لقد امتلئ الهواء بالكثير من الملوثات الصلبة والغازية التي نفتتها المصانع ومحركات الآلات والسيارات، وهذه الملوثات تذوب مع مياه الأمطار وتتساقط مع الثلوج فتمتصها التربة لتضيف بذلك كما جديدا من الملوثات إلى ذلك الموجود بالتربة، ويمتص النبات هذه السموم في جميع أجزائه، فإذا تناول الإنسان أو الحيوان هذه النباتات أدى ذلك إلى التسمم. كما أن سقوط ماء المطر الملوث فوق المسطحات المائية كالمحيطات والبحار والأنهار والبحيرات يؤدي إلى تلوث هذه المسطحات و تسمم الكائنات البحرية والأسماك الموجودة بها، وينتقل السم إلى الإنسان إذا تناول هذه الأسماك الملوثة.

5. مياه المفاعلات النووية: التلوث النووي الناجم عن خلل مفاجئ في المفاعلات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية ففي بعض الدول طالبت الهيئات المسؤولة عن سلامة البيئة والشركات صاحبة المفاعلات بوضع خطة لإجلاء السكان في دائرة قطرها 15 كم عند الضرورة. وهي تسبب تلوث حراريا للماء مما يؤثر تأثيرا ضارا على البيئة وعلى حياتها، مع احتمال حدوث تلوث إشعاعي لأجيال لاحقة من الإنسان وبقية الكائنات الحية.

6. مياه التلوث البترولي: وهو إما نتيجة لحوادث غرق الناقلات، أو لقيام هذه الناقلات بعمليات التنظيف وغسل خزاناتها وإلقاء مياه الغسل الملوثة في عرض البحر. ومن أسباب تلوث مياه البحار بالبترول تدفقه أثناء عمليات البحث والتنقيب عنه، كما حدث في شواطئ كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية في نهاية الستينيات، وتكون نتيجة لذلك بقعة زيت كبيرة الحجم قدر طولها بثمانمائة ميل على مياه المحيط الهادي، وأدى ذلك إلى موت أعداد لا تحصى من طيور البحر ومن الدرافيل والأسماك والكائنات البحرية.

3. الملوثات الأساسية للمياه

1. الفضلات المستهلكة للأوكسجين Oxygen Demanding Wastes:- تعتبر كمية الأوكسجين الذائبة في الماء هي أهم مقياس لجودة المياه ويتم قياسها بقياس DO وهو كمية الأوكسجين الذائبة Dissolved Oxygen وكمية الأوكسجين الذائبة في المياه الصالحة للشرب يجب إن تتراوح بين (8 – 15 مليغرام/لتر) وهذا يعتمد على ملوحة ودرجة حرارة المياه فكلما زادت قل كمية الأوكسجين الذائبة في الماء. الفضلات المستهلكة للأوكسجين وهي مواد تتأكسد في الماء مستهلكة إثناء أكسبتها للأوكسجين الموجود مما يسبب انخفاض كمية الأوكسجين الذائب في الماء و يؤثر هذا على جودة المياه وصلاحياتها للاستهلاك. هذه الفضلات هي فضلات عضوية قابلة للتحلل مثل فضلات الطعام وفضلات تصنيع الأوراق وتتواجد عادة في الصرف الصحي والصرف الصناعي. وهناك عدة مؤشرات لقياس كمية الفضلات المستهلكة للفضلات في الماء: COD وهو مؤشر على كمية الأوكسجين التي يتم استهلاكها لأكسدة كمية معينة من المواد الكيميائية بالكامل. BOD وهو مؤشر لكمية الأوكسجين التي يتم استهلاكها بواسطة الكائنات الدقيقة لأكسدة كمية من المواد العضوية في الماء. والمؤشرين يدلان على كمية الفضلات الموجودة فكلما زادت كمية الفضلات كان الاستهلاك أكثر مما يقلل بالتالي من كمية الأوكسجين المتبقي وهذا يسبب انخفاض جودة المياه ومدى صلاحيتها للاستخدام.

2. الكائنات الحية (الممرضات Pathogens):- وهي ميكروبات أو كائنات دقيقة تسبب الأمراض وهي تنمو كالإنسان وتتكاثر في المياه الملوثة بالصرف الصحي يمكن تقسمها إلى: أ. مياه ممرضة waterborne حاملة لأمراض كالتيفوئيد والكوليرا وتنتقل الأمراض بالشرب أو الاستحمام. ب. ومياه حاملة للمرض water-contact محتوية لكائنات تسبب أمراض كديدان البلهارسيا وهي تنتقل بالتلامس كالاستحمام. ج. ومياه النظافة الشخصية water-hygiene وهي تسبب أمراض الجلد وإمراض العين كالرمد وهي تحدث بسبب قلة المياه المستخدمة للنظافة الشخصية.

3. المغذيات Nutrients:- وهي مواد كيميائية من أشهرها الفسفور والنيتروجين وهي مواد تساعد على نمو الكائنات الحية، وجودها بنسب معقولة في الماء يعتبر طبيعي وأساسي في أي مياه جارية على سطح الأرض. وخطرها في الماء وبتأثيرها كمخلفات عندما تزيد عن حدتها الطبيعي فتبدأ النباتات المائية بالتغذية عليها بشكل كبير مما يؤدي إلى نموها وانتشارها بسرعة كبيرة في الماء يفوق قدرة وطاقة المياه على توفير الأوكسجين اللازم للعمليات الحيوية مما يسبب هبوط حاد في كمية الأوكسجين الموجودة بالماء يؤدي هذا إلى موت الكائنات المائية الموجودة وموت النباتات أيضا وتحللهم الطبيعي وانخفاض الأوكسجين أكثر بسبب استهلاك الأوكسجين المتبقي، يؤدي إلى تلوث المياه وعدم صلاحيتها للاستخدام. وعملية زيادة كمية النترات في المياه تسمى NUTRIFICATION.

4. الأملاح Salts:- الماء بشكل طبيعي يقوم بتجميع الأملاح والمواد الذائبة فيه أثناء مروره

عبر التربة والصخور إلى البحر. وملوحة المياه يتم قياسها باستخدام Solids Dissolved

Total TDS والملوحة المناسبة لمياه الشرب TDS= 500 مليغرام/ لتر.

5. التلوث الحراري pollution Thermal:- التلوث الحراري سببه تصريف المياه الساخنة

من المصانع إلى مياه البحيرات أو الأنهار أو البحر مما يؤدي إلى إرتفاع مفاجئ ومتواصل في درجة الحرارة في بقعة معينة من المنطقة المائية مما يؤدي إلى موت الكائنات المائية في تلك المنطقة بشكل فوري بالإضافة إلى ما يسببه من تقليل قدرة المياه على إذابة الأوكسجين فيها فيهبط مستوى الأوكسجين في الرقعة المحتوية على المياه الساخنة والكائنات المائية المتحللة وبشكل متواصل حسب امتداد تلك المياه الساخنة في المحيط المائي حتى تتجانس درجاتها مع درجة حرارة المياه المحيطة بها.

6. المعادن الثقيلة Heavy metals:- مجموعة المواد المعدنية الثقيلة مثل الكروم والرصاص

أو المعادن السامة Toxic metal كالتلوث، وهي مواد تكون أثقل من المياه مما يسمح بترسبها في قاع الأنهار أو البحيرات إلا إن خطرهما يبقى متواجد على الدوام بسبب بطيء او عدم تحللها الطبيعي. والصرف الصناعي هو المصدر الرئيسي لهذه الملوثات.

7. المبيدات الحشرية Pesticides:- هي مواد كيميائية تستخدم للقضاء على الحيوانات

القارضة كالفئران أو الحشرات والإعشاب أو على الفطريات، وأهم مبيد عرف هو DDT وكان يستخدم بشكل واسع إلا إن تأثيره على السلسلة الغذائية للكائنات الحية أدى إلى تحريم استخدامه حيث انه يمتلك صفتان خطيرتان هما الأولى مقاومته للانحلال يبقى مدة طويلة في الطبيعة قبل إن يتفكك إلى مركباته الأصلية. والثانية يذوب في الشحوم مما يسمح له بالبقاء بداخل جسم الكائن الحي والانتقال من كائن إلى آخر حسب السلسلة الغذائية المعروفة بدون إن يتحلل في جسم ذلك الكائن الحي ويتراكم ويزداد تركيزه في الأنسجة الشحمية مسبباً السرطان.

8. المركبات العضوية المتطايرة:- وهي مواد كيميائية تنتج من العمليات الصناعية وتتواجد

عادة - في المياه الجوفية فقط بتركيز عالي لأنها تتطاير عند ملامستها للهواء الجوي وبالتالي فتركيزها في المياه السطحية منخفض جدا وأفضل طريقة للتخلص منها هو بتعريض المياه الجوفية للهواء الجوية لفترة معينة تساعد على التخلص من كامل تركيز المواد المتطايرة بها. والمواد المتطايرة هي مواد سامة وتسبب السرطان عند تناولها بتركيز عالي في الماء ومن أكثرها سمية فنيل كلورايد Vinyl chloride.

4. أضرار التلوث المائي على صحة الإنسان

يعتبر التلوث الميكروبي أو الكيميائي للمياه من أكثر الملوثات أضراراً على صحة الإنسان. تلوث الماء ميكروبياً. إن مياه الصرف الصحي بها أعداد هائلة من الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا والفيروسات والطفيليات وبذلك تنقل العديد من الأمراض مثل الكوليرا والتيفوئيد وشلل الأطفال. وتلعب الكائنات الحية الدقيقة دوراً في تحولات الميثان والكبريت والفسفور والنترات. فبكتيريا الميثان تنتج غاز الميثان في الظروف الهوائية واللاهوائية، وبكتيريا التعفن تنتج الأمونيا التي تتأكسد إلى نترات والتي تكون ما يعرف باخضرار الماء وتظهر على شكل طبقة خضراء من الأعشاب على سطح المياه والبحيرات وشواطئ البحار، وأكثر ما تكون في المياه الراكدة وتسبب في إعاقة تسرب الأوكسجين إلى الماء. وإن مياه الصرف الصحي إذا لم تعالج

جيدا تسبب أمراضاً خطيرة للإنسان وخاصة إذا تسربت لمياه الشرب. يعتبر التلوث الميكروبي للمياه السبب في إنتشار كثير من الأمراض في العالم.

أهم المواد الكيميائية التي تلوث المياه

- **مركبات حامضية أو قلوية**: تعمل كل من المركبات الحامضية أو القلوية على تغيير درجة الحموضة للماء وارتفاع درجة حموضة المياه له تأثير سلبي على صحة الإنسان كما يؤدي إلى تكون الصدأ في الأنابيب وتآكلها. والتلوث بالقلويات يؤدي إلى تكون الأملاح مثل كربونات وبيكربونات وهيدروكسيدات الكلوريدات. وتسبب كربونات وبيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم عسر الماء كما أن مركبات الكلوريدات والسلفات تسبب ملوحة الماء. مركبات النترات والفوسفات: تسبب هذه المركبات ظاهرة اخضرار الماء. وتتكون الأعشاب الخضراء من الطحالب وهي من عناصر الكربون والنتروجين والفسفور. وإن النترات تتحد مع الهيموجلوبين وتمنع اتحاد الأوكسجين معه مما يسبب الاختناق.
- **المعادن الثقيلة**: أكثر المعادن الثقيلة إنتشاراً في مياه المجاري الرصاص والزنبق. يسبب تسرب الرصاص إلى أنابيب المياه إلى تلف الدماغ وخاصة عند الأطفال. يوجد الزنبق في الماء على شكل كبريتيد الزنبق وهو غير قابل للذوبان ويتواجد على شكل عضوي مثل فينول ومثيل وأخطرها هو مثيل الزنبق الذي يسبب شلل الجهاز العصبي والعمى. أما في الأسماك فإن مثيل الزنبق يتراكم داخلها بتركيزات عالية نتيجة التلوث وينتقل من الأسماك إلى الإنسان. وكذلك الحديد والمغنيسيوم: يسبب الحديد والمغنيسيوم تغير لون الماء أشبه بالصدأ ولا يسبب ضرراً إلا إذا كان بكمية كبيرة وأكثر وجودهما في المياه الجوفية.
- **مركبات عضوية**: كثير من المركبات العضوية تسبب تلوث الماء وأشهرها التلوث بالبتترول - ومشتقاته والمبيدات الحشرية والمبيدات الفطرية وغيرها من الكيماويات الصناعية.
- **الهالوجينات**: يستخدم الكلور والفلور لتعقيم المياه من الميكروبات الضارة ولكن عند وجود مواد - عضوية أو هيدروكربونات في المياه، فإنها تتفاعل مع الكلور مكونة مركبات هيدروكربونية كلورية مسرطنة.
- **المواد المشعة**: مثل الراديوم الذي يسبب السرطان وخاصة سرطان العظام. -

4. آثار تلوث المياه العذبة على صحة الإنسان

تلوث المياه العذبة يدمر صحة الإنسان من خلال إصابته بالأمراض المعوية ومنها: الكوليرا الملاريا، التيفود البلهارسيا، الالتهاب الكبدي الوبائي، الدوسنتاريا بكافة أنواعها حالات تسمم. كما لا يقتصر ضرره على الإنسان وما يسببه من أمراض، وإنما يمتد ليشمل الحياة في مياه الأنهار والبحيرات حيث أن الأسمدة والمخلفات الزراعية التي تتسرب إلى مياه الصرف تساعد على نمو الطحالب والنباتات المختلفة مما يضر بالثروة السمكية إذ تعمل هذه النباتات على حجب ضوء الشمس والأوكسجين وتمنعه من الوصول إلى داخل المياه، كما أنها تساعد على تكاثر الحشرات. أهم العناصر التي تسبب تلوث المياه العذبة. وقد شهدت مصادر المياه العذبة تدهورا كبيرا في الآونة الأخيرة لعدم توجيه قدره وإفرا من الاهتمام لها. المياه العذبة هي المياه التي يتعامل معها الإنسان بشكل مباشر ويومي.