أدى إلى سماكة طبقة البقايا النباتية إلى الحد الذي أصبحت فيه تعوق نفاذ الماء إلى داخل التربة ...والى عدم تمكن البذور من الإنبات، وقد أدت هذه التأثيرات إلى انخفاض إنتاجية الغابات على الحيوانات

تتوقف سلامة كل مكون من مكونات النظام البيني على سلامة المكونات الأخرى، دخان المصانع السبب الرئيسي فمثلا تأثر النباتات بالأمطار الحمضية يحرم القوارض من المادة الغذائية والمأوى، ويؤدي إلى موتها أو هجرتها، كما تموت الحيوانات اللاحمة التي تتغذى على القوارض أو تهاجر أيضا وهكذا.. وقد يلاحظ التأثير المباشر للأمطار الحمضية في الحيوانات. كما لوحظ موت القشريات والاسماك الصغيرة في البحيرات المتحمضة، نظرا لتشكل مركبات سامة بتأثير الحموض (الأمطار الحمضية)، تدخل في نسيج النباتات والبلانكتون- العوالق النباتية- (نباتات وحيدة الخلية عائمة).. وعندما تتناولها القشريات والاسماك الصغيرة، تتركز المركبات السامة في انسجتها بنسبة أكبر. وهكذا تتركز المواد السامة في المستهلكات الثانوية والثالثية حتى تصبح قاتلة في السلسلة الغذائية.. ولابد من الإشارة إلى ان النظام البيني لا يستقيم إذ ا حدث خلل في عناصره المنتجة أو المستهلكة أو المفككة وبالنتيجة يؤدي موت الغابات إلى موت الكثير من الحيوانات الصغيرة، وهجرة الكبيرة منها.. وهكذا
على الإنسان

يتشكل الضباب الدخاني في المدن الكبيرة، وهو يحتوي على حموض، حيث يبقى معلقا في الجو عدة أيام، وذلك عندما تتعرض الملوثات الناتجة عن وسائل النقل بصورة فادحة إلى الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس، فيحدث بين مكوناتها تفاعلات كيميائية، تؤدي إلى تكوين الضباب الدخاني الذي يخيم على المدن وخاصة في ساعات الصباح الأولى، والأخطر في ذلك، هو غازي ثاني أكسيد النيتروجين، لأنه يشكل المفتاح الذي يدخل في سلسلة التفاعلات الكيميائية الضوئية التي ينتج عنها الضباب الدخاني وبالتالي نكون أمام مركبات عديدة لها تأثيرات ضارة على الإنسان إذ تسبب احتقان الأغشية المخاطية وتهيجها والسعال والاختناق وتلف الأنسجة وانخفاض معدل التمثيل الضوئي في النبات الأخضر. وكل هذا ينتج عن حدوث ظاهرة الانقلاب الحراري، كما حدث في مدينة لندن عام 1952 عندما خيم الضباب الدخاني لمدة ثلاثة أيام، مات بسببه 4000. شخص، وكذلك ما حدث في أنفرة وأثينا

ينتج عن حرق الوقود الأحفورى العديد من الغازات السامة مثل أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت والتي بدورها تذوب في قطرات المطر مسببة ما يسمى بالمطر الحمضي. من المعروف أن الأمطار الحمضية تعمل على تآكل الغابات كما أن سقوط مثل هذا المطر في البحار يعمل على خفض الرقم الهيدروجيني (PH) للمياه مما يؤثر سلبا على الكائنات البحرية وخاصة المرجان.في العالم ربما تعمل مثل هذه الأمطار على تسريع معدل تآكل الآثار والتي تعتبر أحدى مصادر الدخل الرئيسي لبعض الدول .

$$CO_2 + H_2O + \text{sun energy} \longrightarrow H_2CO_3$$

نتيجة سحب مياه تبريد المصانع والمفاعلات النووية، القريبة من المسطحات المائية، في هذه المسطحات، مما ينتج عنه ازدياد درجة الحرارة، ونقص الأكسجين، 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 كثيرةٌ 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 والزنبق والكادميوم. 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. واما 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 الى 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 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 المالحة، 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.

4.التلوث الإشعاعي: ومصدر هذا التلوث يكون غالباً عن طريق التسرب الإشعاعي من المفاعلات النووية. وفي الغالب لا يُحدث 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 والتحولات التي تحدث في الجينات الوراثية.

2-1أهم مصادر التلوث المائي

1- المصادر الصناعية

وهي عبارة مخلفات المصانع المختلفة مثل المصانع الغذائية والكيمائية والألياف الصناعية والتي تؤدي إلى تلوث الماء بالدهون والبكتريا والدماء والأحماض والقلويات والأصباغ والنفط ومركبات

البترول والكيماويات والأملاح السامة كأملاح الزئبق والزرنيخ ، وأملاح المعادن الثقيلة كالرصاص والكادميوم . تشكل مياه المصانع وفضلاتها نسبة كبيره من مجموع المواد الملوثة للبحار والبحيرات والأنهار. التلوث بالهيدروكربون الناتج عن التلوث بالبترول وقليل من المصانع في الدول النامية و الدول 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 عنة 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,و في بعض المدن الكبيرة لا توجد شبكة صرف صحي. والمشكلة الكبرى عندما تلقى 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 ألغيت مخلفاتها في الأماكن القريبة من المساكن حيث يتوالد البعوض والذباب مما يسبب الكثير من الأمراض بالإضافة إلي 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 وصلاحيتها 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 تلقي 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

1-التلوث المائي

التلوث المائي:هوعبارة عن اختلاط الماء بمواد ملوثة مثل مياه المجاري الزيوت أو الفلزات أو الكيميائيات السامة أوأية 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 بدونه 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 يلازم لحدوث التفاعلات والتحولات 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 نقية 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 تلفظه من أبخرة وغازات ونتيجة لذلك ينشأ المطر الحمضي . كما يتلوث الماء بالعديد من الملوثات المختلفة فيتلوث بمخلفات الصرف الصحي وبالمنظفات الكيميائية المختلفة وببعض العناصر المعدنية مثل الرصاص والزئبق والفوسفات النترات و الكلور والنفط و يؤثر هذا التلوث في المياه السطحية مثل الأنهار والبحيرات والمحيطات المياه الجوفية. و يسبب تلوث النباتات والحيوانات والأسان في نهاية الأمر.

ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية يموت ما يقرب من خمسة ملايين شخص سنوياً بسبب شربهم ماءً ملوثاً. 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 الأكسجين الذائب في الماء لهضم المخلفات. وتنتج هذه العملية النترات والفوسفات وغيرها من المغذيات وهي عناصر كيميائية تحتاجها الكائنات الحية في نموها. وتمتص الطحالب والنباتات المائية الخضراء هذه المغذيات، وتأكل حيوانات مجهريه 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 تلقى فيه أو تصب في فروعه ، كما تتلوث المياه الجوفية نتيجة لتسرب مياه المجاري إليها بما فيها من بكتريا ومبيدات كيميائية ملوثة .

البيكربونات وشوارد أخرى تعدل حموضة الماء، وتحول دون انخفاض الرقم الهيدروجيني، ويعبر عن محتوى الماء من شوارد التعديل ب "سعة تعديل الحمض"، فاذا تدل الإحصائيات على ان عدد البحيرات التي كانت حموضتها أقل من 5 درجات في أميركا في النصف الأول من هذا القرن كان 8 بحيرات فقط، وأصبح الآن 109 بحيرات، كما أحصي في منطقة أونتاريو في كندا، أكثر من ألفي بحيرة حموضة مياهها اقل من 5 درجات، وفي السويد أكثر من 20% من البحيرات تعاني من ارتفاع الحموضة، وبالتالي الخلل البيني واضطراب الحياة فيها.

على الغابات والنباتات

إن تدمير الغابات له تأثير في النظام البيني، فمن الملاحظ أن إنتاج الغابات يشكل نحو 15% في الإنتاج الكلي للمادة العضوية على سطح الأرض، ويكفي ان نتذكر ان كمية الأخشاب التي يستعملها الإنسان في العالم تزيد عن 2.4 مليار طن في السنة، كما أن غابات الحور المزروعة في واحد كم2 تطلق 1300 طن من الأكسجين، وتمتص نحو 1640 طنا من ثاني أكسيد الكربون خلال فصل النمو الواحد. كذلك تؤثر الأمطار الحمضية في النباتات الاقتصادية ذات المحاصيل الموسمية وفي الغابات الصنوبرية، فهي تجرد الأشجار من اوراقها، وتحدث خللا في التوازن الشاردي في التربة، وبالتالي تجعل الامتصاص يضطرب في الجذور، والنتيجة تؤدي لحدوث خسارة كبيرة في المحاصيل وعلى سبيل المثال: فقد بلغت نسبة الإضرار في الأوراق بصورة ملحوظة في احراجها 34% سحابة من الغيوم تنذر بوقوع الكارثة في ألمانيا في لسبعينات وازدادت إلى 50% عام 1985.

وفي السويد وصلت الأضرار إلى 30% في إحراجها، وتشير التقارير إلى ان 14% من جميع اراضي الاحراج الأوروبية قد اصابها الضرر نتيجة الأمطار الحمضية. إضافة إلى ان معظم الغابات في شرقي الولايات المتحدة الأميركية، تتأثر بالأمطار الحمضية، لدرجة ان اطلق على هذه الحالة اسم فالدشترين وتعني موت الغابة، علما بان أكثر الاشجار تأثرا بالأمطار الحمضية هي الصنوبريات في المرتفعات الشاهقة.. نظرا لسقوط اوراقها قبل اوانها مما يفقد الاخشاب جودتها، وبذلك تؤدي إلى خسارة اقتصادية في تدمير الغابات وتدهورها.

على التربة

تبين التقارير ان التربة في مناطق أوروبا، أخذت تتأثر بالحموضة، مما يؤدي إلى أضرار بالغة من انخفاض نشاط البكتيريا المثبتة للبيتروجين مثلا. وانخفاض معدل تفكك الأداة العضوية، مما