الفصل الخامس

ملوثات الهواء ذات الطابع العالمي

أهمية طبقة الأُوزون

أسباب تدمير طبقة الأُوزون

الأضرار الناتجة عن تأكل طبقة الأُوزون

طرق المحافظة على طبقة الأُوزون

الأضرار الناتجة عن الأمطار الحامضية

مكافحة آثار الأمطار الحامضية

طرق لمعالجة والحد من تلوث الهواء

ملوثات الهواء ذات الطابع العالمي

إن الهواء وسط متحرك لا يمكن تحديده جغرافيا في دولة واحدة, حيث إنَّ الغلاف الجوي يعد مشترك عالمي تقوده حركة الكتل الهوائية المتغيرة دائما. حيث ان الملوثات الدقائقية والغازية والإشعاعية يمكن انتقالها من منطقة إلى أُخرى بسهولة مؤثرا في مناطق جغرافية عديدة فقد تصل إلى كل مناطق الكرة الأَرضية مسببا كوارث بيئية متعددة في أنحاء متفرقة من العالم, أدت بحياة مئات من البشر والحيوانات والاحياء الأُخرى , وتحدث هذه الكوارث باستمرار, ولأسباب مختلفة, يمكننا التعرف على بعض الكوارث ذات الطابع العالمي الناتجة عن التلوث الهوائي , ومن هذه الكوارث:

١.<u>الاحتباس الحراري (الظاهرة الدفيئة) (Global Warming)</u>

وهي كارثة بيئية ناتجة عن تزايد نسبة الغازات الدفيئة ذات القدرة على امتصاص أشعة الشمس المنعكسة عن سطح الارض.

وللتقدم الصناعي الحاصل فقد أخذت الغازات الدفيئة بالتراكم بشكل متزايد وباستمرار في الغلاف الجوي نتيجة زيادة إستهلاك الوقود بكل أشكاله المختلفة خلال عمليات الاحتراق واستعمال معدات التبريد, وتكييف الهواء , ومن صهر الالمنيوم , وتخصيب اليورانيوم , وصناعة أشباه الموصلات.

ثُمَّ إنَّ العمل على تدمير مساحات شاسعة من الغطاء النباتي ولاسيما الغابات فضلاً عَن تحلل مخلفات الكائنات الحية. ومن الغازات الدفيئة التي لها القابلية على حبس الحرارة (الأشعة تحت الحمراء) ونسبة امتصاصه هي:

-ثاني أُوكسيد الكاربون(CO_2) نسبة امتصاصه (٥٥%)

-مركبات الكلوروفلوركاربون (CF_2CL_2) نسبة امتصاصه (٢٤%)

-الميثان(CH_4) نسبة امتصاصه (١٥%)

-أُوكسيد النتروز (N_2O) نسبة امتصاصه (٦%)

يتميز غاز (CO_2) على خلاف مكونات الهواء الأُخرى بخاصية امتصاص الأشعة تحت الحمراء, وبسبب تراكيزه العالية في الغلاف الجوي فإنّه يساهم بنسبة (٧٠%) من ارتفاع درجات حرارة الجو, إلا أَنَّ قدرة الغازات الدفيئة الأخرى على الحبس الحراري تفوق قدرة (CO_2) بالآف المرات , غير أنَّ نسبة تراكيزها منخفضة في الغلاف الجوي إضافة إلى ذلك قلة مصادرها على سطح الارض , وهذا ما يجعل غاز (CO_2) المسؤول الأول لظاهرة الاحتباس الحراري.

من المعروف عند سقوط الأشعة الشمسية والمتمثلة بالاشعة المرئية التي تحددها مديات الأطوال الموجية(400-700nm) فإن من خصائص هذه الأشعة قدرتها العالية على اختراق طبقات الغلاف الجوي دون مقاومة وعند اصطدامها بسطح الأرض الذي يكون كجسم صلب فإنه سيسخن ويكتسب حرارة, ثم يقوم باطلاق جزء منها إلى المحيط الخارجي على شكل أشعة حرارية بموجات طويلة تتمثل بأشعة تحت الحمراء , تمتص هذه الأشعة من قبل جزيئات ثاني أوكسيد الكاربون والغازات الأُخرى في الغلاف الجوي ولا تسمح بنفاذها إلى الفضاء الخارجي فتحبسها في طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض عاكسة إياها إلى الأرض مرة أُخرى.

ومع تزايد تراكيز الطاقة الخارجية تكون الطاقة المحتجزة أكبر من الطاقة المعادة الى الفضاء الخارجي مما تسبب زيادة الطاقة الحركية لجزيئات الهواء ثم زيادة تصادمها مع بعضها البعض مولدة طاقة. إضافية تساهم في ارتفاع درجات الحرارة ؛ لذلك لا بد لدرجة حرارة جو الأرض من أن ترتفع.

ومن انعكاسات الاحتباس الحراري:

١.إنَّ زيادة بمقدار(١٠%) من تركيز (CO_2) بالخصوص في الغلاف الجوي (كما حدث في القرن الماضي) قابل زيادة متوسط درجة الحرارة بمقدار (0.3c) أدى إلى ذوبان غير معكوس للجليد سواء في القطبين أو على قمم الجبال الشاهقة , وبالتالي أدى إلى زيادة مستوى المحيطات والبحار بمقدار (٠.٣-٠.٧) قدم مسببا تدمير المدن الساحلية ثم الهجرة العشوائية للسكان وإخلال في التوازن المائي واليابس.

٢.زيادة حدة التقلبات المناخية وتغيرات في أوقات فصول السنة , وازاحة الاقاليم المناخية مما أثر على تغير نظام الأمطار وطرق توزيعها على سطح الكرة الأرضية بحيث زادت في العروض المرتفعة مع تزامن حدوث جفاف في مناطق شاسعة في العروض المتوسطة ثُمَّ أدى إلى حدوث العواصف والأعاصير المدمرة.

٣.زيادة درجة حرارة , وملوحة , وحموضة البحار, والمحيطات.

٤.انقراض أنواع عديدة من الحيوانات , والنباتات.

٥.انتشار أمراض مدارية في العروض الوسطى مثل الملاريا.

٦.الحروب , والصراعات نتيجة نقص الماء العذب ومشاكل اقتصادية مختلفة.

الشكل(١٢) ظاهرة الاحتباس الحراري

٢.الضباب الدخاني

من المعلوم أَنَّ التوزيع الحراري الطبيعي في منطقة التروبوسفير يعتمد على الإنخفاض التدريجي كلما زاد الارتفاع عن مستوى سطح البحر, وبذلك يتم تصريف الملوثات في الظروف الطبيعية نتيجة الحركة العمودية للهواء, حيث يسخن الهواء القريب من سطح الأرض وتصبح كثافته قليلة مما يساعد على ارتفاعه إلى الأعلى ليحل محله هواء بارد من الطبقات العليا ذات الكثافة العالية, وأثناء صعودها إلى الأعلى ينخفض الضغط فيها وتتمدد الطبقة الهوائية فتنخفض درجات الحرارة داخلها, ويطلق على هذا الانخفاض مع الارتفاع عن مستوى سطح الارض (بمعدل الهبوط الادياباتكي) الذي يساوي (1c) لكل (100m) ارتفاع وهذا يحدث طبيعيا. لهذا تكون طبقة الهواء التي تحوي على الملوثات غير مستقرة فتختلط مكوناتها بمكونات الهواء النقي الذي يحيط بها, وبالتالي سوف تنتشر الملوثات بسرعة فيقل تركيزها. أمَّا إذا انخفضت درجة حرارة الطبقة الملوثة بمعدل أقل من معدل الهبوط الادياباتيكي فإن الطبقة تتوقف عن الارتفاع وتبقى كطبقة هواء راكد محملة بالملوثات بين طبقتين باردتين يمنع انتشار الملوثات فتتراكم, ومما يزيد في عملية ركودها وجود عوائق طبيعية في المنطقة مؤثرة على الحركة الأفقية للهواء والتي تساهم في تصريف الملوثات مثل وجود التلال, والاشجار العالية, والوديان؛ لذلك فإن تصريف الملوثات يعتمد بالدرجة الأولى على الحركة العمودية للهواء فقط.

وبما إنَّ هذه الظاهرة تحصل في جو صحو فإن ذلك يسمح بمرور مقادير عالية من الإشعاعات الشمسة التي تصل إلى مناطق التراكم للملوثات وحدوث تفاعلات كيموضوئية تسبب تكوين ملوثات ثانوية لم تكن موجودة أصلا مثل الأُوزون الأرضي والهيدروكربونات المؤكسدة وغيرها, وبسبب انخفاض درجات الحرارة في الطبقة الملوثة عن درجات حرارة الطبقتين الآخريتين, مما يحدث ارتداد لهذه الطبقة عند وصولها إلى الطبقة الاكثر درجة حرارة (طبقة الانقلاب)؛ وبذلك تنخفض إلى سطح الأرض مما تجعل أجواء المدينة ملوثة بشكل ضباب كثيف مؤثرة على أنواع الحياة على سطح الأرض, ويطلق على هذه الظاهرة (التدرج الحراري المقلوب) كما يوضحه الشكل, تحدث هذه الظاهرة في المناطق الصناعية الأكثر ازدحاما بالمعامل والمصانع , وعلى هذا الأساس يظهر نوعان من الضباب الدخاني (الصخيان):

١.الضباب الدخاني الصناعي:

يحدث في الصباح الباكر في فصل الشتاء مع وجود الرطوبة يكون لونه رمادي نتيجة الملوثات (غبار, دخان, رماد, اكاسيد الكبريت وغيرها) حيث يحدث نتيجة الترسيب

٢.الضباب الكيموضوئي:

يحدث في منتصف نهار فصل الصيف عند ارتفاع درجات الحرارة لونه بني ذو رائحة نتيجة للملوثات الصادرة عن عوادم السيارات, والمصانع وهي HCL , NO , وبوجود الضوء تحدث سلسلة من التفاعلات منتجة ملوثات ثانوية مثل الفورمالدهايد, والاوزون, وثاني اوكسيد النتروجين, إنَّ وجود طبقة الضباب الدخاني وما تحتويه من ملوثات بسبب العديد من الكوارث الطبيعية والصناعية كالبراكين وكارثة انفجار مصنع المبيدات في سويسرا والهند التي كونت غمامة كيميائية سامة ساعد سكون الهواء بقاءها فوق المدينة لفترة مسببة موت أكثر من ٢٠٠٠ شخص وأعداد هائلة من الحيوانات الداجنة والحشرات والسعال وصعوبة التنفس يعود ذلك الى اوكسيد الكبريت التي وصلت الى (٩.٦-٣٨.٤) جزء بالمليون من الغلاف الجوي, ولقد سببت ظاهرة الضباب الدخاني عاهات مستديمة وتشوهات الأجنة وفقدان البصر والعقم وتلف مواد عضوية كالمطاط ,والقطن, وتأثير سلبي على النبات.

٣.نضوب طبقة الاوزون

غاز الأُوزون أحد المكونات الطبيعية للهواء تبلغ نسبته الحجمية (٠.٠٢) جزء بالمليون؛ لذلك فإنه يعد من الغازات النادرة حيث لا تتجاوز كتلة الكلية في كامل الغلاف الجوي (٢٠٠) مليون طن . وهو غاز لونه أزرق يتركز في طبقة الستراتوسفير بتراكيز تمتد على إرتفاع (10-59 km) فوق سطح الارض وأن أقصى تركيز له حوالي (٩٠%) يكون على ارتفاع (22-25 km) حيث يلاحظ أنَّ أكثر ارتفاع لهذه الطبقة عند خط الإستواء واقل انخفاضا كلما ابتعدنا عنه باتجاه القطبين؛ وذلك بسبب بطئ دورة الهواء التي ترفع الأوزون من طبقة التربوسفير الى الستراتوسفير.

تُعد سماكة الأُوزون هي الكمية الاجمالية لجزيئات لأُوزون في عمود رأسي في الهواء, حيث وجد إنَّ متوسط سمك طبقة الأُوزون حوالي (3 mm) في الغلاف الجوي, إلا أنَّه يختلف سمكه لإسباب عديدة فيزداد سمكه عند القطبين الشمالي والجنوبي ويقل عند مناطق خط الاستواء. ثُم إنَّ سمكه يزداد في فصل الربيع أكثر منه في فصل الصيف, كما إنَّ سمكه في القطب الشمالي أكبر من سمكه في القطب الجنوبي خلال فصل الربيع وتعكس الحالة في فصل الخريف.

يوجد الأُوزون في الغلاف الجوي في حالة توازن راينميكي ؛ إذ يتولد باستمرار حينما تقوم الأشعة فوق البنفسجية المتضمنة في الأشعة الشمسية بتحويل جزيئات الأَوكسجين في الغلاف الجوي إلى حالة ذرية بتفاعلات فيما بينهن يؤدي إلى تكوين غاز الأُوزون كما هو موضح في المعادلات التالية:

$$O_2 + uv \longrightarrow 2O$$

$$2O + 2O_2 \longrightarrow 2O_3$$

أهمية طبقة الأُوزون

١.حماية الكائنات الحية والحياة على سطح الأرض:

يقوم الأُوزون بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية الضارة والتي تم تصنيفها حسب اطوالها الموجية ذات التأثيرات الضارة:

-أشعة (uv-c) يتراوح اطوالها الموجية بين (200-280nm) وهي أشعة خطرة تسبب طفرات وراثية

-أشعة (uv.B) يتراوح اطوالها الموجية بين (280-300nm) وهي أشعة ضارة تسبب الحروق وأَمراض سرطان الجلد

-أشعة (uv.A) يتعدى طولها الموجي (320nm) وهي أشعة غير ضارة بالكائنات الحية وتساعد على تمثيل فيتامين (D) الضروري للعظام في عناصر الكالسيوم.

٢.تنظيم درجات الحرارة سطح الارض:

يعتمد تنظيم الحرارة على تركيز غاز الاوزون في طبقات الجو السفلى والعليا؛ إذْ بينت الدراسات أَنَّ زيادة تركيز الأُوزون في الطبقات السفلى تؤدي إلى زيادة الامتصاص للأشعة تحت الحمراء , ويترتب على ذلك إرتفاع درجات حرارة الأرض, مما تساهم في تغيير العوامل المناخية للأرض.

أما طبقات الجو العليا فإن تركيز الأُوزون يعمل على تنظيم درجات الحرارة الطبيعية لسطح الأرض؛ لتحقيق حالة توازن طبيعي للغلاف الجوي.

أسباب تدمير طبقة الاوزون

لغاز الأُوزون, وبوجود الاشعة الشمسية ميل شديد على التفاعلات الكيموضوئية مع ملوثات او مع الجذور الغازات الناتجة, منها مسببة تدمير (O_3) حيث تتمثل الملوثات بمواد كيميائية تحتوي على عناصر ذات نشاط كيميائي عالي مثل الكاربون, والهيدروجين, والكلور, والنتروجين حيث توجد في طبقات الغلاف الجوي العليا, ونتيجة تحلل المركبات الغازية الملوثة في الهواء من قبل الأشعة الشمسية؛ لذلك يزول باستمرار غاز الأُوزون خلال عدة تفاعلات تحوله مرة أُخرى إلى جزيئات الأُوكسجين؛ ومن أمثلة على الملوثات وعلاقتها بتدمير الأُوزون نذكر منها:

١.أكاسيد النتروجين:

يتمثل بغاز أُوكسيد النتروز الذي يُعَد المصدر الرئيسي لأكاسيد النتروجين الأُخرى الموجودة في طبقة الستراتوسفير, مثل أول أُوكسيد النتروجين (No) وثاني أوكسيد النتروجين(No_2) الناتج من أثر التفاعلات البكتيرية النتروجينية, وكذلك نواتج النفط ثُمَّ إنهما ينطلقان من بعض الطائرات التي تطير بمستوى طبقة الأُوزون, ويمكن ملاحظة كيفية تكسير جزيئات الاوزون من خلال التفاعلات التالية:

$$O_3 + No \longrightarrow No_2 + O_2$$

$$No + 2O \longrightarrow No + O_2$$

$$O + O_3 \longrightarrow 2O_2$$

وهكذا نجد أن غاز (No) يلعب دور الوسيط في تحول O_3 الى O_2 .

٢.المركبات الكلورية العضوية:

مثل المبيدات الحشرية (D.D.T) والالدرين والكلوردين ومركبات الفنيل الكلورية ومركبات بروموفلوركاربون والكلورفلوركاربون. يُعد المركب الاخير المعروف باسم (الفريون) من أكثر المركبات الكيميائية فعالية في تدمير الاوزون حيث يستخدم في كثير من الأغراض الصناعية مثل في أجهزة التبريد, والتكييف , والثلاجات, وكمذيب عضوي, وفي عبوات الرش تكون هذه المركبات ذات أعمار طويلة تبقى معلقة في الهواء لفترة قد تمتد الى مائة سنة, ويكون تأثيرها الضار عند طبقات الغلاف الجوي العليا, وتحت تأثير (uv) حيث تتفاعل معه لتحرر الفلور والكلور اللذان يتصفان بالنشاط الكيميائي حيث يبدأ كل منهما بتحفيز سلسلة من التفاعلات تؤدي إلى تفكيك أكثر من (١٠^{5}) جزيء أوزون, ويمكن توضيح ذلك وفق ألتفاعلات التالية:

$$CF_2CL_2 + uv \longrightarrow CF_2CL + CL$$

$$F_2CL_3 + uv \longrightarrow CFCL_2 + CL$$

يتحد الكلور الحر ذات النشاط الكيميائي مع جزيئات الأُوزون فيقوم بتحويله إلى أُوزون ذري كما توضحه المعادلات التالية:

$$CL + O_3 \longrightarrow CLO + O_2$$

$$CLO + O \longrightarrow CL + O_2$$

٣.غاز الهالون (غاز الميثان):

يُعَد هذا الغاز من أكثر الغازات الهيدروكاربونية تركيزا في الغلاف الجوي في ظروف معينة, يتم تكسير اواصر الترابط ما بين ذرات الكاربون والهيدروجين, فيحل عنصر الفلور أو الكلور أو البروم محل عنصر الهيدروجين مثل (CF_4) او (CcL_4), وتكون هذه المركبات ثقيلة من حيث الوزن الذري, وكذلك من حيث أصرة الترابط ؛ لذلك فإنها تترسب بسرعة ولقد استعملت هذه المركبات في إطفاء الحرائق.

ولكن من جهة أخرى فإنها تتفاعل مع الأُوزون وتسبب تدمير طبقة إضافة لما سبق من مركبات مدمرة للأُوزون, فإن هناك عوامل أُخرى تعمل على إستنزاف غاز الأُوزون ؛ منها غازات البراكين والمتفجرات النووية واستعمال الأسمدة الاوزونية , وتأثير النشاط الشمسي تعمل جميعها في التأثير السلبي لجزيئات الاوزون , لقد وجد من بين المعطيات وخلال عمليات النشاط الشمسي فإن كمية الأُوزون تتغير حوالي ٨% على ارتفاع (45km) من سطح الارض, وهو إلى ذلك فإن هذه الاسباب جعلت طبقات الغلاف الجوي شفافة أمام الأشعة فوق البنفسجية وما يترتب عليها من أضرار.

الاضرار الناتجة عن تاكل طبقة الاوزون

رغم التركيز الضئيل لغاز الأوزون في طبقة إلا أنَّه يُعد كافياً وضرورياً لحماية الحياة على سطح الأرض, حيث وجود التوازن الطبيعي. إنَّ تآكل طبقة الأُوزون سبب ظهور ثقب في أجواء مناطق قريبة من القطب الجنوبي ممتدا فوق أجزاء من استراليا, والبرازيل, ونيوزلندا, وارغوايا مما أدى إلى السماح للإشعاعات الضارة القادمة من الفضاء الخارجي الدخول إلى سطح الأرض وما يترتب عليها من تأثيرات ضارة على البيئة , والصحة, ويمكن إيجاز هذه التأثيرات:

١.إرتفاع درجات الحرارة وتغيرات بيئية:

لقد ازدادت درجات الحرارة في الآونة الاخيرة من هذا القرن في جو الأرض , ولاسيما في المناطق الشمالية مما سبب زيادة الأمطار بينما ظهر الجفاف في أماكن أُخرى, مما أدى إلى زيادة عمليات التبخر, والتأثير على التربة إذْ زادت نسبة ذوبان الثلوج في القطبين مما أدى الى ارتفاع مستوى المياه وسبب الفيضانات.

٢.تأثيرات ضارة على الكائنات الحية:

إنَّ الموجات (uv) ذات الأطوال القصيرة (uvB وuvC) لها القدرة على تدمير الاحماض النووية (DNA) و (RNA) ؛ مما تسبب تغير التركيب الكيميائي للمادة الوراثية وبالتالي حدوث تشوهات جنينية خطرة, ولها تأثير على البروتينات, وكذلك على القدرات الدفاعية للجهاز المناعي في الجسم فضلاً عن زيادة نسبة الإصابة بسرطان الجلد, واعتمام عدسة العين, والشيخوخة المبكرة ثم إنَ أثر تدمير الأُوزون على المحاصيل الزراعية وانخفاض الإنتاج لمصادر الغذاء البحري؛ وذلك بسبب تأثير الأشعة على الطحالب المائية التي تُعَد مصدر أساسي للكائنات البحرية.

٣.عوامل مناخية:

نتيجة لزيادة درجات حرارة جو الأرض أدى إلى تغيرات خطيرة في عوامل المناخ من حيث كمية الأمطار والجفاف الذي أدى إلى هجرة الكائنات الحية من مواطنها الأصلية إلى أماكن أُخرى.

كما تمتد الأضرار للثقب الأُوزوني على حدوث تلف في مواد الطلاء والزجاج والبلاستيك المستخدمة في المباني والصناعة.

طرق المحافظة على طبقة الاوزون

١.الحد من استعمال مركبات الكلورفلوركاربون, وغاز الميثان, وغيرها واستبدالها بمواد اقل خطورة .

٢.عدم استعمال الأسمدة الازوتية بشكل واسع ومحاولة ايجاد البدائل مثل روث الحيوانات.

٣.المحافظة على الغابات خاصّةً في المنطقة الإستوائية والمدارية؛ لتزويد الغلاف بالأوكسجين .

٤.دراسات وأبحاث علمية تقام للوصول إلى مدى أخطار الأشعة (uv) والمواد الكيميائية , وتأثيراتها على الكائنات الحية.

٥.رفع درجات الوعي للمواطن ولفت انتباهه إلى حجم الأخطار الناجمة عن تخريب طبقة الأُوزون عن طريق , وسائل الاعلام, والنشرات التثقيفية.

<u>٤.الامطار الحامضية</u>

تُعَد من أخطر المشاكل العالمية التي يتعرض لها قطاع كبير من البيئة, إذ تتكون الأمطار الحامضية من تفاعل ملوثات غازية مع أُوكسجين الجو مكونة ملوثات ثانوية, منها ما يبقى معلق في الهواء الجوي, ومنها ما يترسب على سطح الأرض, يمكن تعريف الامطار الحامضية: بأنها الامطار التي تكسب الصفة الحامضية نتيجة لتحلل الملوثات الغازية في الماء مكوناً أحماض مختلفة.

ووفقا لطرق ترسيب الغازات والجسيمات الملوثة يمكن أن نطلق على الأمطار الحامضية (بالترسيب الحامضي) , وتكون على نوعين:

١.ترسيب حمضي رطب:

تتصاعد الغازات الملوثة إلى الجو مثل أكاسيد الكاربون, والنتروجين ,والكبريت من نشاطات طبيعية, وصناعية على حد سواء تتفاعل مع جزيئات الأُوكسجين مكونة ملوثات ثانوية بمساعدة ضوء الشمس الذي يزيد من سرعة التفاعل, وعند اتحادها من بخار الماء الجوي ينتج محاليل حامضية تبقى معلقة في الهواء بشكل قطيرات صغيرة تنقلها الرياح من مكان إلى آخر وعندما تصبح الظروف ملائمة لسقوط الأمطار تذوب هذه القطيرات في ماء المطر, ويسقط على الارض بهيئة أمطار حامضية.

٢.ترسيب حمضي جاف:

يقدر بضعف حامضية الغلاف الجوي الذي يصل إلى الأرض من خلال الرواسب الجافة, والتي تغطي سطح الأرض بعد ترسيبها من الغلاف الجوي, وتقوم الرياح بدورها بحمل هذه الجسيمات, والغازات الحامضية وترسبها على مسافات بعيدة على المباني, والسيارات, والمنازل, والاشجار, وعند سقوط الأمطار تحمل هذه الملوثات الحامضية في مياه الأمطار مكونة أمطار حامضية, ومن مصادر الأمطار الحامضية هي:

١. So_2 ‹— H_2So_4 **حامض الكبريتيك**

٢. No_2 ‹— H_2No **حامض النتريك**

٣. Co_2 ‹— H_2Co_4 **حامض الكاربونيك**

٤. CL ‹— HCL **حامض الهيدروكلوريك**

وإنَّ أسبابه هي دخان المصابغ ووسائط النقل , ومحطات توليد الكهرباء.

الاضرار الناتجة عن الامطار الحامضية

تؤدي هذه الأمطار بصورة عامة إلى إحداث تأُيرات ضارة بيئية وصحية ومن أهم أضراره:

١.على الكائنات الحية:

عند سقوط الأمطار الحامضية يزداد حامضية الأنهار, ومياه الينابيع والأنهار, والمياه الجوفية, كما تساعد الأمطار الحامضية على التفاعل مع المركبات المعدنية الموجودة في التربة, وقد يكون من بناء معادن سامة لتحولها الى معادن حرة مثل معدن الزئبق السام, وعند دخولها إلى الانهار يؤدي ذلك إلى إضرار في التربة والاحياء النباتية والبيئة البحرية فينخفض الإنتاج الزراعي والبحري وانقراض الطيور المائية وموت القشريات والضفادع, وبالتالي يؤثر على الإنسان .

٢.على صحة الإنسان:

بسبب وجود المعادن الحرة المذابة في مياه الأنهار ووجود الأحماض إذ هي تتفاعل مع الرصاص, والنحاس في أنابيب المياه للشرب سببه تكون الماء مّما يؤدي إلى تدمير الكلى والكبد في الإنسان, وعلى إحتقان الأغشية المخاطية.

٣.على الغابات:

تؤثر الأمطار الحامضية على الغابات وذلك من خلال تأثيرها على أوراق الأشجار, وعلى جذورها مما تسبب ضعف نموها وانخفاض جودة أخشابها.

٤.على البيئة:

تحدث الأمطار الحامضية أضرار على المباني والتماثيل والآثار التاريخية ثم إنَّ لها تأثير على الصخور الكلسية, والرخامية, كما يتضح تفاعلها من المعادلة التالية:

$CaCo_3 + H_2So_4 \longrightarrow CaSo_4 + Co_2 + H_2o$

مكافحة آثار الأمطار الحامضية

١.الإقلال من حرق الوقود في وسائط النقل, واستعمال الفحم ذو الكبريت المنخفض.

٢.استعمال طريقة احتراق منضغطة لتخليص الفحم من ملوثات حامضية.

٣.إزالة غاز الكبريت من دخان مداخن المصانع.

٤.استعمال الجير لمعالجة مياه الأنهار, ومعادلة الحموضة.

٥.طلاء المنشات بنوع خاص؛ لمنع تفاعله مع المعادن.

طرق لمعالجة والحد من تلوث الهواء

تلجأ الدول المتقدمة الصناعية إلى سن قوانين للحد من تدهور نوعية الهواء وقوانين السلامة المهنية والصحية نتيجة التعرض لملوثات الهواء؛ وذلك من خلال النقاط التالية:

١.اختيار مواقع المنشات الصناعية بعيدة عن المناطق السكنية, وعزلها بأحزمة من الغابات على أن لا تكون في ظل الرياح السائدة.

٢.معالجة النفايات الصناعية المختلفة غازية, سائلة, صلبة, قبل إطلاقها إلى البيئة.

٣.وضع قوانين تلزم أصحاب المصانع على استعمال جزء من الأرباح الى عمليات الإصلاح, وتحسين البيئة.

٤.استغلال مصادر الطاقة البديلة, والنظيفة, كالطاقة الشمسية وحرارة الأرض والرياح والمد والجزر.

٥.تخطيط المدن وفق أُسس بيئية أخذين في نظر الاعتبار نموها السكاني ونشاطها الصناعي وزيادة توفير مساحات خضراء والتي يجب أن لا تقل عن (٥١%) من المساحة الكلية للمدينة, وتشجيع على بناء مدن صغيرة, وعدم السماح بإقامة أنشطة صناعية جديدة.

٦.إنشاء مراكز ومحطات القياس والتخدير للإبلاغ عن مديات التلوث ومراقبتها.

٧.نشر الوعي البيئي بين الجمهور, ومشاركتهم للحد من التلوث.

ومن المساهمات التي ظهرت في سبعينيات القرن الماضي للحد من التلوث في الهواء هي تحقيق الأفكار التالية:

١.التخلص من عوادم السيارات من خلال:

أ.خفض أكاسيد النتروجين والرصاص؛ وذلك بصناعة محركات صغيرة وفعالة تعمل ببدائل للطاقة (الطاقة الشمسية) او باستعمال وقود خالي من الرصاص.

ب.خفض نسبة أول أوكسيد الكاربون والهيدروكربونات ؛ وذلك بإعادة تدوير الغازات للعوادم وحجزها في غرفة تفاعل حراري عالي ولمدة زمنية طويلة.

٢.التحكم في الملوثات الدقائقية:

أ.خفض نسبة الدخان والغبار بوساطة مرسبات كهروستاتيكية.

ب.خفض نسبة الملوثات الغازية: بوساطة وسائل كيميائية عن طريق:

-ذر الملوثات بدقائق الماء بوساطة (جهاز غسل الغازات), ثم التخلص منها, عن طريق الترشيح أو الإمتصاص خلال كاربون منشط.

-تحويلها إلى مواد خاملة أو مترسبة أو غير ضارة.

الفصل السادس

تلوث الماء

أهمية الماء

الخواص الفيزيائية والكيميائية للماء

ملوثات المياه

المعالجة والحد من التلوث

طرق تنقية المياه

اهمية الماء:

يشكل الماء غلاف يحيط بالكرة الأرضية يسمى الغلاف المائي (الهيدروسفير), حيث تشكل البحاروالمحيطات (٩٧%) من كمية المياه على سطح الأرض, وتشكل المياه العذبة (٣%) فقط من كمية المياه الكلية.

يعد الماء عصب الحياة؛ إذ بدونه لا توجد حياة, وهو أكثر المركبات الغير عضوية وفرة في جسم الانسان , وللكائنات الحية الأُخرى حيث تصل نسبته (٨٠%) أو أكثر. ثُم إنّه يُعَد الوسط الحيوي التي تحدث فيه جميع التفاعلات الحيوية والكيميائية داخل أجسام الكائنات الحية.

وله أهمية خاصّة في حياة الإنسان , يمكن تلخيص بعض من مجالات استعمال المياه من قبل الإنسان في النواحي التالية:

١.للأغراض المنزلية, وتشمل مياه الشرب, والطبخ, والغسيل والنظافة العامة.

٢.للأغراض الصناعية والمرافق التجارية.

٣.لأغراض التبريد, وتوليد البخار, وفي تصنيع المواد, وتصريف الفضلات.

٤.في توليد الطاقة الكهربائية من جريان مياه الأنهار والشلالات.

٥.في الصناعات الغذائية, وفي تربية الحيوانات, والانتاج الزراعي.

٦.لأغراض الترفيه في مختلف أشكال الرياضة المائية.

٧.هو أحد وسائل النقل المهمة في العالم.

ومع إنَّ الماءَ مركب كيميائي ثابت التكوين؛ فإنّه يحتوي على عناصر ومركبات متباينة مفيدة عندما تكون نسبها الطبيعية إلا إنّه عند زيادة نسبها عن الحد المطلوب فانها تتلوث وتصبح غير صالحة للاستعمال .

لذا يعّرف التلوث المائي بأَنَّهُ : زيادة الخواص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية بتراكيز وصفات تجعل الماء ضار للكائنات الحية.

ويمكن تعريفه:بأنّه يصبح الماء ملوثاً عندما لا يكون بنوعية عالية المواصفات بما يتلائم متطلبات عيشة الإنسان ولاسيما للشرب والاستعمال؛ إذ ساهم الإنسان, ومنذ تطور أقدم الحضارات بتلويث المياه الطبيعية بأشكال ودرجات مختلفة مع أنَّ للطبيعة سلاحها الذاتي في مقاومة وتخفيف التأثيرات الضارة لتدخلات الإنسان.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه دور مهم في توزيع الكائنات الحية وتكيفها وتعدد انواعها في مختلف المسطحات المائية ومن هذه الخواص:

١.التوصيل الكهربائي (electrical conductivity)

تعتمد هذه الخاصية على الأملاح المذابة في الماء حيث يتناسب طرديا مع تركيز الأملاح, ويعبر عن التوصيل الكهربائي بكمية المايكروسمنز, حيث إن للطاقة الحرارية تأثير على التوصيل الكهربائي ,علما أنَّ قيمته مساوية إلى الصفر في الماء المقطر, وتزداد كلما كان الماء يجري فوق التربة والصخور الغنية بالاملاح الذائبة. إنّ قيمة التوصيل الكهربائي للمياه الطبيعية تزيد عن الصفر.

٢.الملوحة (solinity)

تعد ملوحة المياه إلى وجود أيونات مختلفة مثل الكاربونات, والكبريتات, والكلوريدات, والصوديوم, والمغنيسيوم, والكالسيوم, والبوتاسيوم وغيرها, علما أنَّ المياه العسره تخلو من ايونات البوتاسيوم والمغنيسيوم في حين تحتوي مياه البحار والمحيطات على درجة ثابتة من الملوحة تقدر بين (١٥-٣٥) جزء بالالف, وقد تصل إلى (٤٠) جزء بالألف في المسطحات المائية عالية التبخر مثل الخليج العربي, إن للامطار ومصبات الأنهار دور كبير في تخفيف ملوحة المياه.

لملوحة المياه علاقة مباشرة بتنظيم الضغط الأزموزي لخلايا الكائنات الحية ثُم إنَّ لبعض الحيوانات والنباتات القدرة على التكيف الفسلجي في المناطق التي تتغير فيها مستويات الملوحة في الماء, إذ لوحظ أنَّ بعض مجموعات الطحالب يزداد معدل التنفس فضلاً عن البناء الضوئي في مستويات ملوحة منخفضة.

٣.الأُوكسجين المذاب (Dissolved Oxygen)

إنَّ البيئة المائية تتأثر بكمية الأوكسجين المذاب؛ لكونها تحتاج إلى هذا الغاز؛ ليحوي عملية التنفس (بإستثناء الكائنات اللاهوائية), إنَّ احتباس هذا الغاز يؤدي إلى اختناق الكائن الحي مما يسبب تلف النظام وتدميره بالكامل.

تتحكم درجة الحرارة والملوحة والضغط في تركيز التشبع بالأوكسجين المذاب حيث يزداد تركيزه في الإذابة والإشباع بانخفاض درجات الحرارة.

وتختلف نسب الأوكسجين المذاب في المسطحات المائية حسب طبيعة ونوع المسطح وتيارات المياه, ثُم إنَّ لنوعية الكائنات الحية النباتية والحيوانية تأثير على استهلاك وإنتاج غاز الأوكسجين المذاب حيث هناك أربع عمليات تؤثر في الأُوكسجين المذاب:

١.الاحتكاك بالهواء (التهوية)

٢.البناء الضوئي للنباتات المائية

٣.عملية التنفس

٤.أكسدة الفضلات

ولطبيعة الملوثات وعمليات التحلل المستهلكة لهذا الغاز تأثير في تذبذب حسب تراكيزه في المسطحات المائية سواء العذبة أو المالحة, ولاسيما الضحلة كما تؤدي التغيرات الفصلية وما يرافقها من انقلاب ربيعي أو خريفي إلى تغير في نسب الأُوكسجين المذاب في الماء.

وتعد متطلبات الأُوكسجين للنباتات أوطئ منها للحيوانات المساوية لها في الوزن, فعندما يحدث التنافس بينهما على الأُوكسجين المتاح فإن الحيوانات تموت قبل النباتات؛ لإن الاخيرة لها القدرة على إنتاجه في عملية التركيب الضوئي, ولقد قدر نسبة كمية الأُوكسجين المذاب في المياه الصالحة للشرب بقيمة تتراوح (1.5-0.7 mg), حيث يُعد الماء نقيا تبعا للمصادر المائية ذات النوعية الجيدة التي يمكن استعمالها للشرب فتتراوح ما بين (1-3 mg) .

٤.الاس الهيدروجيني (PH)

تختلف الأحياء المائية اختلاف واسع من حيث احتياجها إلى تراكيز لايون الهيدروجين, وتتراوح قيم الاس الهيدروجيني للحياة الطبيعية بصورة عامة ما بين(٥-٩) وللمياه العذبة (٦.٨-٨.٥) ويبلغ لمياه الأمطار الطبيعية غير الملوثة (٧-٦.٨)

٥.اللون (color)

تعد المياه النقية عديمة اللون وعكسه يعد ملوثا بمواد ملونة ذائبة, ويرجع السبب إلى ذوبان مواد عضوية ناتجة عن التحلل وتفسخ الاحياء المائية تعرف (بالدبال), ثُم إنَّ مركبات أكسيد النحاس والمنغنيز وغيرها تسبب تكون المياه فضلا عن بعض الأصباغ التي ترمز إلى المياه أو خلال مخلفات صناعية.

٦.الكدره(Turbidity)

عكرة الماء سببها وجود عوالق من الطين والغرين فضلا عن الهائمات النباتية والحيوانية؛ مما بسبب عرقلة وصول الضوء إلى أعماق معينة من الماء مما يؤدي إلى تثبيط عملية البناء الضوئي للهائمات النباتية ؛ وتقليل الإنتاج المائي لذلك المسطح.

إنَّ الكدره تكون تشبها في المياه المتحركة كالأنهار أكبر من تشبها في المياه الساكنة (البحر), وتقاس الكدره بوحدات الكدره الغفلومترية (NTu) والتي يجب أن تكون قيمتها مساوية إلى (1NTu) في مياه الشرب الصالح للاستعمال, وعند زيادتها عن (5Ntu) تصبح المياه غير صالحة للشرب.

٧.كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

تحتوي بعض المسطحات المائية في طبقاتها الأرضية كميات من هذا الغاز كما في بعض البرك والبحيرات, فينتج هذا الغاز من المواد العضوية المتحللة ويؤدي زيادتها إلى تدمير أشكال الحياة المائية, فبعض الحيوانات مثل الأهلاب وبعض صفائحية الخياشيم تستطيع تحمل تراكيز معينة من هذا الغاز. إلا إنها بين الحين والآخر تقوم بالصعود إلى طبقات سطح الماء للحصول على كميات كافية من الأوكسجين لاستمرار أفعالها الحيوية, ويعد وجود غاز (H_2S) أحد الادلة على التلوث العضوي للماء , إلا إن هناك عيون كثيرة ساخنة تتميز بوجود تراكيز عالية من هذا الغاز تكون غير صالحة للشرب.

٨.المواد ذات النشاط الإشعاعي (Radioactivity materials)

تصل إلى المياه مواد مشعة قادمة من القشرة الأرضية بصورة مباشرة, حيث توجد بشكل طبيعي منتشرة في البيئة وغير ضارة دون تدخل الإنسان وتشمل مؤيدات مشعة مثل (Sr-90), (C-14), وعندما تكون نسبتها ضمن الحد المقبول بحدود (10-3) فإن المياه تعد صالحة للشرب.

ملوثات المياه

هو تغير في الخواص الفيزيائية والكيميائية للماء حيث يجعله غير صالح للاستعمال, إذ يوجد عدة طرق لتصنيف ملوثات المياه من بينها التصنيف المستعمل من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية:

١)الفضلات المتطلبة للأُوكسجين (Oxygen Demanding Wastes)

هناك طرق متعددة لقياس علاقة الأُوكسجين المذاب بالتلوث الحاصل في المياه ومن أكثرها استعمالاً هي:

أ.الطلب أو الاحتياج الحيوي للأُوكسجين:

هو مقياس لتقدير كمية الفضلات العضوية في نموذج الماء أثناء قياس كمية الأُوكسجين المستهلكة من قبل البكتيريا اللازمة لأكسدة الفضلات هوائيا الى غاز ثاني أُوكسيد الكاربون والماء ويرمز له بالرمز (BoD).

تتكون قيمة الماء النقي بإنْ لا يتجاوز عن واحد جزء بالمليون, وتكون النقاوة مقبولة في قيمة (٣) أجزاء بالمليون, وقد تتجاوز القيمة إلى (١٠٠٠٠) جزء بالمليون في مياه الفضلات الصناعية لبعض الصناعات الغذائية, ويكون عند قيمة (٤٠٠) جزء بالمليون لمياه المجاري في المجمعات السكنية؛ وبذلك يمكن معرفة المياه الملوثة بهذا النوع من التلوث.

ب.المتطلب أو الاحتياج الكيميائي للأُوكسجين:

هو مقياس لتقدير كمية المواد والمركبات القابلة للتأكسد كيميائيا مثل مركبات الحديد, والنحاس, والمغنيسيوم, والمركبات النتروجينية, والكبريتية, المستهلكة للاوكسجين؛ لغرض أكسدتها . ويرمز له بالرمز (CoD), وتكون قيمتها أكثر من (BoD) بسبب الاكسدة التامة لها, وذلك لأنها عاجزة عن الأكسدة التامة لبعض المركبات العضوية المذابة.

٢) العوامل المسببة للمرض (Disease Causing Agents)

تشمل جميع الكائنات الدقيقة الممرضة التي تدخل الماء مع الفضلات للكائن الحي, وتنتقل إلى الآخرين عن طريق الشرب أو الاستخدامات المختلفة, وتشمل البكتيريا والأحياء المجهرية وحيدة الخلية والطفيليات المعوية التي تنقل على هيئة بيوض فضلا عن الفيروسات مسببة أمراض في الجهاز الهضمي, والتهابات كبدية ذات العدوى الانتقالية حيث إنَّ المصدر الرئيسي لها هي براز وبول الحيوانات.

إنَّ بكتيريا القولون Eshrechia coli, والذي يكون مصدرها البراز هي دليل حيوي في حالة العثور عليها في المياه تقييم جودة المياه من عدمه, فهناك حدود معينة يمكن القبول بها عندما يكون مقدارها في المياه لا يزيد عن (٣) بكتيريا لكل ($100cm^3$) من الماء في نماذج عشوائية متتالية, وتكثير البكتيريا والفيروسات في مياه فضلات المجاري, ومنها تنتقل إلى مصادر المياه الطبيعية.

وتعد مؤسسات أسالة الماء المسؤولية عن مراقبة المياه المجهزة للمواطنين للكشف, وتخليص الماء من المسببات المرضية المختلفة .

٣) المركبات العضوية المصنعة (Synthetic Organic Compounds)

تشمل المبيدات والمنظفات والكيمياويات الصناعية والتركيبية المختلفة, وأَنَّ معظمها سام للكائنات الحية, تتكون هذه المركبات من مساحيق الغسيل, والتي تكون على ثلاثة أنواع:

١.مادة ذا فعالية سطحية تحضر من المسطحات النفطية لتنظيف الدهون .

٢.مواد منشطة والتي تقوم بحجز الأيونات المسببة لعسرة الماء ثمّ إنّها تتحلل بالماء وتعطي محلول قاعدي يساعد كثيرا في عملية التنظيف.

٣.مواد إضافية متنوعة كالألوان, والروائح, ومضادات التاكل, وإنزيمات منشطة لعملية التنظيف.

ومن آثار مساحيق الغسيل هي:

-تراكم الركوة وصعوبة تشكلها, ممّا يسبب عرقلة التبادل الغازي بين الماء والهواء.

-وجود الفسفور في هذه المركبات يساعد على نمو الطحالب التي تستهلك الأوكسجين وتضم مجموعتين:

أ.المبيدات الحشرية: مثل الهيدروكربونات الكلور كالكلورين وDDT.

ب.مبيدات الأدغال: مثل مشتقات حامض الفيدوكس خليك مبيد الأعشاب , إنَّ المبيدات سلاح ذو حدين, حيث تصل إلى المسطحات المائية خلال عمليات الرش, ولا سيما بوساطة الطائرات وخلال تصريف مياه المجاري الصناعية والمنزلية, إنَّ مدة بقاء المبيدات في البيئة تكون مختلفة وتتراكم في أجسام الحيوانات ثم تنتقل عبر سلاسل الغذاء لتصل الى الانسان مسببة له الاضرار.

هناك حالات معروفة لانقراض أصناف عديدة من الطيور والفراشات بسبب إستعمال المبيدات ,ثُمَّ إنَّ المبيدات الفطرية غالبا ما تحتوي على بعض المعادن السامة مثل الزرنيخ , والكبريت, والنحاس, والزنك, والزئبق.

٤) المغذيات النباتية (Plant Nutrient)

هي مواد غنية بالنتروجين والفسفور والحديد تصرف من الأراضي الزراعية, وعند تجهيزها في المياه تقود إلى الحالة المسماة بالإثراء الغذائي مسببة تحفيز نمو الطحالب والنباتات المائية المختلفة, وبذلك تتناقص عمليات التبادل الغازي بين الماء والهواء منشئة مناطق معزولة عن الهواء مما يبرز موت الأحياء المائية في الطبقات السفلية للمسطح المائي ثم يبدأ التحلل واستهلاك كميات من الاوكسجين؛ وبذلك سوف تموت العديد من الأحياء المائية؛ ولاسيما الأسماك كما يؤدي العزل الهوائي إلى نشاط البكتيريا اللاهوائية إلى إطلاق الروائح الكريهة من المسطح المائي.

٥)الكيمياويات الغير عضوية والمواد المعدنية (Inorganic Chemical and Mineral Substances)

وتشمل الحوامض اللاعضوية والمعادن الثقيلة, تصرف هذه المواد من مياه المناجم والمصانع, وهي مواد ذات خواص قلوية وحامضية.

تتكون المياه الحامضية نتيجة أكسدة كبريتيد الحديد (البايريت), وفي سلسلة من التفاعلات تتكون خلالها الكبريتات وحامض الكبريتيك وأكاسيد الحديد, ثُمَّ تحتوي المياه الحامضية على مركبات فلزية.

أمّا المواد المعدنية الثقيلة فإنها تتسرب إلى البيئة المائية عن طريق المخلفات الصناعية أو عن طريق الامطار من الجو بوساطة الانجراف والسيول والتعرية الارضية . وإن زيادة سرعة التسرب للمعادن الثقيلة إلى البيئة يعود إلى وفرتها في الطبيعة, ومن خواصها التلوثية أنها تترسب في أنسجة الكائن الحي فتحدث أضرار مهلكة بعد مديات بعيدة.

٦)الترسبات (Sediments)

تشمل حبيبات التربة والحبيبات الرملية والمعدنية التي تنجرف من اليابسة لتترسب في قاع الأنهار والبحيرات , وغيرها حيث تعمل على إحياء الحياة في القاع وتضر بمياه المحار والمرجان والقواقع والديدان ثُمَّ إنها تعمل على ملئ الخزانات وطمر قيعان الموانئ والشواطئ.

ومن أهم مصادر الترسبات, هي : عمليات تعرية التربة, فضلاً عن الأنشطة للإنسان الحضرية والتعديلية مثل حراثة الأراضي , وشق الطرق , والتعدين السطحي.

إنَّ أكثر أنواع التربة المترسبة في المياه هي الرمال (So_2) أمّا التربة الطينية (سليكات الألمنيوم) فقد تبقى معلقة لفترة تعتمد على طبيعة سكون وجريان المياه.

للترسبات آثار سلبية عندما تكون عالقة في المياه , فهي تقلل نفاذية الضوء مما يؤثر على عملية التركيب الضوئي للهائمات النباتية فضلا عن كونها تجعل المياه غير صالحة للاستعمالات المنزلية والصناعية.

٧) المواد المشعة (Radioactivity Materials)

هناك العديد من المواد المشعة المصنعة من قبل الانسان كعمليات تعدين خامات المواد المشعة, وإنتاج الأسلحة النووية أو في إنتاج الطاقة الكهربائية. ومن أهم هذه المواد وأخطرها على البيئة هي (الثوريوم-٣٢٠) و (الراديوم-٢٠٦) إذْ تتسرب هذه العناصر إلى البيئة من الجو بفعل القنابل النووية . عن طريق الأمطار, وتمتص من قبل أرضية المسطحات المائية ثُمَّ إنَّ استعمال المياه في تبريد المفاعلات النووية من أكبر أسباب تلوث المياه , والمواد المشعة في الوقت الحالي.

٨)التلوث الحراري (Thermal Pollution)

إنَّ الكائنات المائية موجودة في أوساط بيئية وراسبة حراريا لفعالياتها , وإنَّ التبادلات الكبيرة في مديات درجات الحرارة للمياه بشكل واضح , ولاسيما الحيوانات ذوات الدم البارد التي لا تتمكن من موازنة الاختلافات المفاجئة في البيئة المحيطة . إن التلوث الحراري هو حالة تسلم كمية زائدة من الحرارة تدخل إلى المسطحات المائية من مصادر مختلفة لها تأثير موقعي لمساحة محدودة من المسطح المائي يسبب خفض كميات الأوكسجين المذابة وبالتالي التأثير على أشكال الحياة في المياه.

ومن المصادر التي تساعد على زيادة الحرارة في المياه وذلك بناءً على من خلال استعمال مياه محطات توليد الطاقة الكهربائية, والمفاعلات النووية, ومعامل الحديد, والصلب, ومعامل تكرير النفط التي تطرح في المسطحات القريبة منها بكميات هائلة من المياه الساخنة , تقوم برفع درجة حرارة الماء مما يؤدي إلى زيادة التفاعلات الكيميائية من وجهة نظر الثرموداينامك فتزداد أنشطة العمليات الايضية, وبالتالي نقص الأوكسجين وأضرار بالأحياء خاصة الأسماك .

المعالجة والحد من التلوث

إنَّ المياه النقية هي تلك المياه الخالية من المسببات المرضية والأملاح والمواد الكيميائية السامة والعضوية المنحلة والمعلقة والتي تكسبها الوان وطعم غير مرغوب فيه إضافة إلى الأضرار التي تسببها للإنسان والحيوان والنيات والتربة , وأيا كان مصدر المياه فإنها لا توجد في الطبيعة نقية بشكل كامل, مما فيها الامطار؛ لذلك أصبح لا بد من معالجة حالات التلوث الخطر الذي يهدد الكائنات الحية من خلال تسرب المياه الملوثة, ومن هذه المعالجات:

١.معالجة الفضلات المتطلبة أو الاحتياج الحيوي للأوكسجين: التي تعمل على رفع قيمة (BoD) فإن التركيز صب على السيطرة في منع وتقليل تدفق الفضلات العضوية والمغذيات النباتية إلى مصادر المياه الطبيعية.

٢.معالجة العوامل المسببة للأمراض: فإنه من الضروري التوصل إلى المعايير البكتيرية والفايروسية لجودة ونوعية مياه الشرب والاستحمام من خلال استعمال الكلور إلى المياه قبل الاستعمال؛ ولكن ظهر عدم جدوى هذه المعالجة بالنسبة لمياه المجاري , حيث إنَّ بقاء جزء من الكلور الحر في الماء بنسبة (٣%) كافي لقتل الأسماك , وتعطيل دورة التحلل المسؤولة عن التنظيف الذاتي للمياه.

٣.معالجة المركبات العضوية المصنعة: فقد تم التوصل إلى إنتاج بعض المركبات البديلة للفوسفات, ومنها ملح الصوديوم لمادة النايترولي ثلاثي حامض الخليك , وذلك لرخص ثمنه وسهولة تحضيره وقابليته للتحلل البكتيري وحجزه للايونات العسره, حيث يكون مع هذه الأيونات معقدات ثابتة ودائمية في الماء.

كما يجري تحضير بدائل للمبيدات على إن تكون قابلة للتحلل العضوي مع تأكسد الحد والتقليل من استعمالها لمكافحة الآفات والآمراض, وكذلك إنتاج شلالات مقاومة لهذه الافات والامراض, إن هناك طرق مبتكرة أُخرى تعتمد على استعمال الجاذبات الكيميائية للاحياء الضارة حيث تجمع وتقتل أو بوساطة السيطرة الجينية التي تنتج ذكور عقيمة فضلا عن عمليات السيطرة وغيرها من البدائل عن المبيدات الكيميائية.

٤.معالجة المغذيات النباتية: فقد وضعت عدة مقترحات للسيطرة على النظام الغذائي لمنع وصول تدفق المغذيات إلى المياه والتحكم بازالة الفوسفات من المنظفات المنزلية, وكذلك التحكم باستعمال كبريتات النحاس ومركب عضوي مزيلة للطحالب الخضر المزرقة فضلاً عن إدخال أنواع من الأسماك تقتات على الطحالب لتحد من انتشارها أو إصابتها بأمراض فايروسية للقضاء عليها.

٥.معالجة الكيميائيات الغير عضوية: تتم معالجتها في الصناعة في غمرها بالمياه أو عزلها عن الهواء لمنع أكسدة البايريت ومن ثُمَّ منع إنتاجها قرب مصادر المياه أو معادلتها مع الجير.

كما تعتمد طرق إزالة المعادن الثقيلة في المياه بترسيبها كيميائيا عن طريق تحويله إلى مركبات غير سامة أو حصرها في مواقع معينة لتقليل تأثيرها وإنتشارها وأضرارها.

طرق تنقية المياه

يوجد نوعان من المياه التي يصل فيها التلوث إلى حد كبير, وتحتاج إلى القيام بتنقيتها منها:

١.مياه المجاري:

لتنقية مياه المجاري يستعمل فيها المعالجات التالية:

معالجة أولية: تعتمد على وسائل فصل الكتل الصلبة بوساطة شباك الصيد وباستعمال الحصى, والطحن, والتلبيد, والترسيب.

معالجة ثانوية: فتشمل طرق الأكسدة العضوية للمواد الغروية, والعضوية بوساطة كائنات حية دقيقة.

معالجة ثالثة: فقد تستعمل هذه المعالجة للحصول على نوعية جيدة من المياه حيث يتطلب الأمر إزاحة أكثر المتطلبات الحيوية للأُوكسجين مع تخليص المياه من البكتيريا والمركبات السامة كافة, فضلا عن إزالة المواد المغذية.

يستعمل المعالجة الأولية فقط في حالة رمي المياه في البحر, بينما المعالجة الثانوية ضرورية للتوجه إلى إلقاء المياه مجددا في المصادر المائية (أمّا المعالجة الثالثة فيراد منها استعمال المياه للشرب مجددا).

٢.مياه المخلفات الصناعية:

تحتاج هذه المياه إلى طرق تنقية أعقد تبدأ من وسائل التخثير الترسيب؛ لغرض إزالة المواد المذابة والعالقة والمستحلبة, ثم عمليات التعويم لجعل المواد تطفو على سطح الماء ثُمَّ تضاف القواعد لرفع الاس الهيدروجيني والفضلات الحامضية, وقد يستعمل التقطر لفصل المواد العضوية والمذيبات وقد تبرز الحاجة إلى طرق الأكسدة أو أجراء عمليات التنافذ الإلكتروني أو المبادلات الأيونية والإهتزازات على الكاربون النشط لإزالة المواد شديدة السمية.

٣.المياه الملوثة بالنفط:

ينتج تلوث المياه بالنفط أثناء تسرب النفط ومشتقاته إلى المياه نتيجة إنفجار أو غرق ناقلات النفط عبر البحار, والمحيطات, أو تنظيف خزاناتها, أو قذف المحروقات, والمنتجات الصناعية ومنتجات مصافي النفط في المياه مما يؤدي إلى أضرار جسيمة من الأحياء المائية وموت الملايين من الأسماك والطيور والعديد من النباتات.

والحد من هذا التلوث يجب التأكد على سلامة عمليات التحميل وإجراءات الوقاية في الموانئ النفطية البحرية وإنشاء أجهزة خاصّة لمعالجة المياه التي تطرحها البواخر في مياه البحر.

هناك العديد من طرق المعالجة مثل استعمال الأحزمة والحواجز الطافية او العوامات البحرية التي يمكن فصل النفط ومنع انتشارها ثُمَّ تستعمل المواد الماصة, حيث يتم جمعها والتخلص منها بالحرق أو ترسيبها في القاع نتيجة التصاقها بجزيسات النفط مما يؤدي الى زيادة ثقلها. كما تستعمل مواد عضوية كالحشائش الجافة, والقش, والتبن, والصوف الزجاجي, أو مواد غير عضوية مثل البولي يورثين, والنايلون الذي يكون على هيئة رغوه, حيث ترش هذه المواد بوساطة شباك ثم التخلص منها بالحرق أو استعادة المواد النفطية منها.

هناك طريقة ميكانيكية لإزالة النفط بإستعمال عملية التحليل العضوي بوساطة بكتيريا تعمل على أكسدة الهايدروكربونات, وتحويلها إلى مواد بسيطة هي البرافينات ذائبة في الماء أقل خطورة. تعد عملية حرق البقع الزيتية النفطية هي أكثر المعالجات ضرراً على البيئة المائية من التلوث نفسه.