

تلوث بيئي نظري

المحاضرة الثالثة

أمراض الجهاز التنفسي الناتجة عن التلوث الهوائي

ان مصادر التلوث المختلفة والتي شملت وسائل النقل ومحطات الطاقة ومصافي البترول والمناطق الصناعية ونشاطات البناء لها علاقة وثيقة بين وجود هذه الملوثات في البيئة الداخلية والخارجية وارتفاع معدل أمراض الحساسية وأمراض الجهاز التنفسي. مصادر التلوث الخارجية مثل السيارات ومحطات توليد الطاقة الكهربائية والنشاطات الصناعية هي المصادر الرئيسية لتلوث الهواء داخل وخارج المباني وأن بعض الملوثات مثل والفورمالدهيد الأمونيا و أكاسيد النتروجين وأول أكسيد الكربون كانت تصدر أيضا من داخل المباني. يتعرض الجهاز التنفسي للعمال المعرضين للملوثات داخل المصانع الكيماوية مثل الأسمنت والبتروكيماويات، الأمونيا والإسبتوس وتحديد تركيز جزيئات الأسمنت والإسبتوس الأمونيا في بيئة العمل ومقارنتها بالمستويات المسموح بها عالميا. وقد أظهرت الدراسات زيادة مستوى غبار الأسمنت المستنشق من مصانع الأسمنت عن الحد المسموح به عالميا وهو 5 ملغم/م³ من الهواء وزيادة معدل السعال وضيق التنفس والتهاب الشعب الهوائية. كما وجد أن مستوى معدل الغبار المستنشق في مصانع البتروكيماويات أعلى من الحد المسموح به عالميا ولكن لم تكن هناك أعراض مرضية في الجهاز التنفسي للعمال. ومن ناحية أخرى وجد أن مستوى الأمونيا في الهواء كان أحيانا أعلى من الحد المسموح به وهو 18 ملغم/م³. وكان معدل انتشار أعراض الجهاز التنفسي أعلى بين العمال الذين يعملون في مصانع الأسمدة التي تحتوي على نسبة كبيرة من الأمونيا. أشارت دراسات بيئية لمسببات الحساسية الجوية والأحيائية ومناعية تشخيصية لمرضى حساسية الأنف والربو القصي وتقويم زمني لمسببات الحساسية في بعض المناطق الصناعية للمساعدة في التشخيص والعلاج والوقاية من أمراض حساسية الجهاز التنفسي. وقد أظهرت النتائج أن نسبة انتشار الربو القصي في المناطق الصناعية الخاضعة للدراسة، كانت عالية، كما أثبتت وجود تباين واضح في كمية ونوعية مسببات الحساسية ومدى انتشار الربو القصي والتي تعتمد على الموقع وظروفه المناخية، كما أوضحت النتائج وجود تباين كمي ونوعي في مستويات مسببات الحساسية الموجودة داخل الأماكن المغلقة بالإضافة إلى اختلاف نمط ردود الفعل التحسسي عند إجراء اختبار الحساسية الجلدي.

وللحد من تأثير التلوث الهوائي على الجهاز التنفسي يمكن إجراء التالي:

1. وضع معايير ومواصفات لنوعية الهواء داخل بيئة العمل ووضع أنظمة لمتابعة مستويات التلوث واتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة لحماية العمال في المناطق الصناعية من مخاطر التلوث.
2. إعادة النظر في مواصفات التلوث الهوائي ووضع المعايير المناسبة.
3. توفير سبل الوقاية الأزمنة من مسببات التلوث الهوائي وإجراء الفحوصات الدورية للعاملين بالمصانع ومتابعة الأفراد الذين يعانون من أمراض الجهاز التنفسي بالفحص والعلاج وإبعادهم عن مصادر التلوث.
4. تطوير منشآت الرعاية الصحية وتزويدها بالقوى العاملة المدربة للوقاية من مرض الربو القصي وعلاجه.

5. القيام بإجراءات فعالة للتحكم في مصادر التلوث والتي تتضمن التخلص من استعمال الوقود الذي يحتوي على الرصاص والتطبيق الصارم لإجراءات التحكم في التلوث الناتج عن وسائل النقل وعن محطات توليد الكهرباء.

6. العمل على إنشاء محطات لرصد التلوث بالمدن الصناعية والتحكم في مصادر التلوث الناتجة عن الصناعة الأستراتيجية مثل مصافي البترول ومصانع الأسمت والبتر وكيمويات ومحطات توليد الطاقة وغيرها.

7. التوعية والتدريب بأهمية واستخدام وسائل التهوية والحد من الاستخدام غير المرشد للملوثات الغازية للإغراض المنزلية.

أمراض السرطان بسبب التلوث الهوائي

للطفرة الصناعية والنفطية في كثير من دول العالم دور كبير ظهور الكثير من السليبات والعواقب السيئة على صحة الإنسان وعلى كل كائن حي وعلى البيئة، نتيجة التلوث الصادر من هذه الطاقة نتيجة كثرة الحاجة والاستخدام لها في كل مجالات الحياة في عالمنا الصغير من وسائل النقل في الجو والبحر والبر وغيرها والتي تثير بحركتها التلوث البيئي الشامل وكذلك الحروب التي شهدتها المناطق الغنية بالنفط في السنوات الأخيرة حيث استخدمت فيها مواد محظورة دوليا مثل اليورانيوم المنضب والأسلحة الكيماوية والنوية. التلوث الصناعي الضار سبب في حدوث سرطان الدم وأورام الغدد الليمفاوية، كما أنه يثبط نخاع العظام ويعوق نضج خلايا الدم، وان أول أكسيد الكربون الموجود في العادم يؤثر على قدرة الدم في نقل الأوكسجين ويعتبر ضارًا جدا لمرضى القلب، ويضر الرئتين ويهيج العينين ويتسبب في صعوبة التنفس. إن الهيدروكربونات تتسبب في حدوث السرطان والكثير من عوادم السيارات المستخدمة للديزل معروف عنها أنها تتسبب في حدوث السرطان. وقد أوضحت دراسة حديثة أن التعرض المزمن لكميات عالية من الديزل من خلال العمل يؤدي إلى زيادة 40% في إمكانية حدوث سرطان الرئة. أن عدم وجود التوازن البيئي هذا سيؤدي إلى عواقب وخيمة على صحة الإنسان أولا والبيئة بشكل عام. ومن الخروقات القانونية التي قامت بها قوات التحالف والتي أدت إلى دمار بيئي كبير، مثل استخدام الذخائر التي تحتوي على اليورانيوم المنضب، والتي تؤدي إلى انتشار غبار إشعاعي يلوث التربة والهواء، ويشكل تهديدا إشعاعيا خطيرا على صحة الإنسان والبيئة. وأثبتت الدراسات أن زيادة قصيرة في المادة الدفانقية العالقة بالجو تؤدي إلى زيادة عدد الوفيات وزيادة حالات أمراض القلب والصدر التي تدخل المستشفيات، بالإضافة إلى زيادة احتمال إصابتهم بالمضاعفات للأمراض الجينية والسرطان.

الضعف الذكائي لدى الأفراد بسبب التلوث الهوائي

أن مستوى الذكاء عند ملايين البشر قد يتأثر بصورة سلبية نتيجة للتلوث البيئي وانتشار المواد السامة في الجو، أوضحوا أن المواد السامة الموجودة في الهواء كالرصاص والإشعاعات وبعض المواد المستخدمة في التجهيزات الكهربائية، تهدد صحة البشر وتضعف ذكاءهم كما أن عوامل التعرية تقلل من بعض المكونات المعدنية في التربة مما يخفض مستوى إنتاج المحاصيل الزراعية فقلة الحديد في جسم الطفل يسبب استنشاق أكبر لمادة الرصاص الذي يضر صحته ويؤدي عقله. وأشار الباحثون إلى وجود زيادة في عدد الأطفال المصابين بالمنغوليين وخاصة بعد انفجار تشيرنوبل في أوكرانيا 1986. وقد لاحظ العلماء أيضا أن هذه الزيادة نتجت عن هطول أمطار ملوثة بالإشعاعات بعد وقوع الانفجار وفي دراسة أعدتها أكاديمية العلوم الروسية أظهرت أن 95

% من أطفال إحدى القرى يعانون من التخلف العقلي بسبب نتيجة تسرب إشعاعات من منجم قريب لليورانيوم. أن زيادة انتشار الرصاص في البيئة يمثل خطرا كبيرا حيث يؤثر التركيز العالي للرصاص في الدم سلبا على مستوى الذكاء. وأكدوا كذلك أن كل طفل من بين عشرة في بريطانيا يعاني من معدلات عالية في تركيز الرصاص في دمه مقابل تسعة من بين كل عشرة أطفال في أفريقيا. وأكد الخبراء ضرورة التحرك السريع والجدي للحد من التلوث البيئي الذي يزيد من عدد المصابين بالتسمم أو سوء التغذية.

التشوهات الوراثية بسبب التلوث الهوائي

أن تلوث الهواء الناتج عن المصانع ومحطات توليد الكهرباء والمركبات تؤدي إلى ضرر جيني ينتقل بالوراثة عبر الحامض النووي DNA وهناك حاجة لمزيد من التجارب قبل التأكد من انتقال الضرر الجيني بالوراثة، إلا أنهم يعتبرون أن نتائج الاختبار مهمة على صعيد إثبات فاعلية الأدوات التي تعمل على تنقية الهواء أو الفلاتر. ويقول العلماء أن للطبيعة دور في الحد من آثار هذا النوع من التلوث خاصة الأشجار التي تقوم أوراقها بتجميع الجزيئات الدقيقة الناتجة عن عملية احتراق الوقود. وتثير نتائج هذه الاختبارات جدلا حول عدد من الإجراءات التي يطالب بها المدافعون عن البيئة وأهمها الحد من قطع الأشجار وتقليص كثافة التلوث الناتج عن المصانع. وعلى الرغم من أن هذه المعالجات مكلفة إلا أن توريث التشوه الجيني للأجيال المقبلة، إذا ما ثبت، هو أمر يتعلق بالصحة العامة. وتوصل باحثون كنديون إلى أن العوادم والسحب الدخانية في المدن الصناعية تؤدي إلى إحداث طفرات في الشفرة الوراثية للفئران، إضافة إلى الآثار السلبية المؤكدة لمثل هذه العوادم على الجهاز التنفسي. نشر باحثون من جامعة ماكماستر الكندية دراسة تقول إن الجزيئات الميكروسكوبية الدقيقة من السناج والتراب التي تنتج كمخلفات صناعية أو نتيجة لاحتراق الوقود في السيارات تؤدي إلى إحداث طفرات جينية في الحيوانات المنوية للفئران. وهذه هي المرة الأولى التي يتم فيها الربط تحديدا بين جزيئات السناج والتراب وبين إحداث الطفرات الوراثية وإن كانت الكيفية التي تتسبب بها هذه الجزيئات في إحداث الطفرات لا تزال مجهولة، خاصة أن هذه الجزيئات غالبا ما تحمل سموما كيميائية من مخلفات الصناعة أو محطات الطاقة، مثل الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات أو غيرها. وهذه الطفرات تنتقل بدورها إلى الأجيال التالية. والطفرة هي أي تغيير يحدث في عدد أو نوع أو تتابع الوحدات البنائية للمادة الوراثية، وتؤدي إلى إحداث تغيير دائم فيها، ويتم توريثه للجيل التالي. ويعتقد أن الطفرات تحدث نتيجة أسباب عديدة، منها التعرض للأشعة الكونية أو بعض المواد الكيماوية، ولكن ليس معلوما على وجه التحديد كيفية حدوث هذه الطفرات. وأهمية هذه الدراسة في أنها تشير بدقة إلى أحد أسباب الطفرات الوراثية التي هي بدورها أحد الأسباب الرئيسية لظهور الأمراض السرطانية، وغيرها من الأمراض. ورغم أن الجيل الأول من نسل الفئران كان يخلو ظاهريا من الأمراض، فإن ذلك غالبا يعود إلى أن الباحثين كانوا يرصدون نوعا واحدا من الطفرات، وهو النوع الذي يسهل اكتشافه، وقد ذكروا أنه ربما تكون ثمة طفرات أخرى في الخريطة الوراثية للفئران، لم يتمكنوا من اكتشافها، وربما يظهر أثرها خلال أحد الأجيال التالية. من ناحية أخرى ثمة دلائل على أثر العوادم والتلوث في تدمير الحيوانات المنوية للبشر. ففي دراسة أجريت مؤخرا على الشباب في سن 18 عاما في مدينة تيبليس الصناعية التشيكية، وجد أن الحيوانات المنوية لهؤلاء الشباب تختلف عن الحيوانات المنوية الطبيعية لدى نظرائهم في مدينة أخرى ريفية ذات هواء نقي.

تأثير التلوث الهوائي على طبقة الأوزون

الأوزون غاز سام وشفاف يمل إلى الزرقة ويتكون الجزء منه من ثلاث ذرات أوكسجين. ويتواجد الأوزون في طبقتي الجو السفلي التروبوسفير Troposphere وطبقة الجو العليا الأستراتوسفير Stratosphere وتعمل طبقة الأوزون في الأستراتوسفير كمرشح وواقى يحمي الكره الأرضية من الأشعة فوق البنفسجية الضارة ولا يسمح إلا بمرور جزء يسير من هذه الأشعة. ولولا وجود طبقة الأوزون هذه لزال الحياة من الكرة الأرضية وسببت كثير من الأمراض وسرطان الجلد. وهذا من فضل الله على خلقه. بدأ الاهتمام مع بداية السبعينيات من القرن الماضي بالملوثات الصادرة من نشاط الإنسان على طبقة الأوزون فقد وجد أن أكاسيد النيتروجين تفتت جزيئات الأوزون، وبذلك يعود أوكسيد النيتروجين إلى حالته الأصلية ليعيد الدورة مرة أخرى وبذلك يختل التوازن الطبيعي. وكذلك وجد أن مركبات الكلور وفلوروكربون (الفيون) تقوم بتفتت جزي الأوزون. ونظرا لزيادة استخدام هذه المركبات في كثير من الصناعات مثل البخاخات المعطرة والمزيله لرائحة العرق وتسمي ايروسول وعلى هيئة سائل في معدات التبريد وتكيف الهواء وفي الصناعات الإلكترونية من حاسبات وتلفزيونات وأجهزة استقبال وإرسال. خطر هذه المادة هو انبعاثها في الهواء وصعودها لطبقات الجو العليا يتحرر الكلور بفعل الأشعة فوق البنفسجية من مركباته و الكلور يعمل على تدمير طبقة الأوزون وتقليل نسبة في الغلاف الجوي مع أكاسيد النيتروجين وغيرها من الغازات. الهواء الذي نستنشق مصدره للكثير من الأمراض، ويؤدي إلى انسداد أوعيتنا الدموية، والشوائب والملوثات التي يحملها إلينا تتعب قلوبنا وتنهك جهازنا التنفسي. ويقول الدكتور بروك Robert Brook المختص في الوظائف الحيوية للأوعية الدموية بجامعة ميتشيغان إن التجارب والدراسات التي قام بها في مدينة مكسيكو التي يعاني سكانها أعلى نسبة تلوث في هواء مدينتهم، بالإضافة إلى مدينة لوس أنجلوس، قد أظهرت أن الدخان الممزوج بالضباب يشكل سحابة ضخمة في سماء المدينتين طوال السنة، وأن الشوائب المنبعثة من عوادم السيارات ومولدات الكهرباء، والسناج الذي يسببه الفحم الحجري ومدخن المصانع يفسدان الهواء ويلوثانه بسموم غير مرئية تدخل إلى أجسامنا دون استئذان مسببة لنا العديد من الأمراض، ولتأكيد نظريته بصورة عملية قام الدكتور بروك بإجراء تجربة على 25 متطوعا وتم وضعهم في حجرة واحدة، حيث جرى ضخ الهواء النقي والملوث بالتتابع وبعد مرور ساعتين لاحظ الباحث أن الأوعية الدموية لدى الفريق المتطوع قد انكمشت بمعدل 2 - 4 سم، وهو ما لم يحدث في حالة استنشاق الفريق للهواء النقي. وقد عزا بروك أسباب الانكماش إلى الجزيئات الدقيقة مثل الكربون والحديد والمنجنيز والزنك التي تتعلق بجدران الرئة والأوعية الدموية. وبمجرد دخول هذه الشوائب إلى الجسم يقوم الجهاز المناعي برصدها والتعامل معها على أنها ميكروبات أو فيروسات ويطلق بعض المواد الكيماوية المضادة للالتهاب فيحدث الانكماش في الأوعية الدموية. وحسب بروك إن هذا الانقباض لا يترك انعكاسات صحية ضارة إلا على الذين يعانون أساسا من متاعب في القلب. ويشير بروك إلى أن النتائج التي توصل إليها في أبحاثه حول هذه المسألة تتطابق مع نتائج دراسة أخرى قام بها فريق من جامعة بيرمنغهام والتي خلصت إلى أن التعرض للهواء الملوث لفترات طويلة يزيد من خطورة الوفاة بأمراض سرطان الرئة والتهاب الشعب الهوائية المزمن والنوبات القلبية والسكتات الدماغية. لم يعد ممكنا إنكار الدور السلبي للتلوث ومسؤوليته عن ارتفاع الإصابات بسرطان الرئة، حيث تقدر تقارير عدد من تسبب التلوث في مرضهم بما بين 5 و 15 % من المصابين بالسرطان. ففي فرنسا تقدر الأرقام أن يكون من 7 - 20 % من الإصابات بالسرطان عائدة إلى التلوث، حيث يجد مليون عامل أنفسهم عرضة لمواد سرطانية فيما يلقي 30 ألف شخص حتفهم بصفة مبكرة بسبب هذا المرض.

أهم مظاهر التلوث الهوائي

1. ظاهرة البيت الزجاجي Green house affect :-

تأثير يحدث في الغلاف الجوي بسبب وجود بعض الغازات (غازات البيت الزجاجي) والتي تعمل على امتصاص الأشعة تحت الحمراء. فأشعة الشمس والأشعة فوق البنفسجية تخترق الغلاف الجوي حيث تعمل على تسخين سطح الأرض، وهذه الطاقة يعاد إشعاعها مرة ثانية على شكل أشعة تحت حمراء والتي وبسبب طولها الموجي الطويل يتم امتصاصها من قبل بعض المواد مثل ثاني أكسيد الكربون. فانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن نشاط الإنسان قد زادت بصورة كبيرة في السنوات الماضية، وعليه ونتيجة لذلك ارتفعت درجة حرارة الأرض وكذلك الغلاف الجوي ارتفاعا ملحوظا وهذا ما يعرف باسم الاحترار العالمي، وهو مشابه إلى حد ما بتأثير البيت الزجاجي حيث تخترق أشعة الشمس والأشعة فوق البنفسجية زجاج البيت الزجاجي والأشعة المنبعثة أو المرتدة من سطح الأرض يتم احتجازها داخل البيت الزجاجي بسبب كون الزجاج لا يسمح بمرورها. ويعتبر تأثير البيت الزجاجي من المخاطر الكبيرة على البيئة. فالزيادة في درجة حرارة الأرض يؤثر على التقلبات الجوية وبالتالي على مخرجات الزراعة. وايضا يؤثر الاحتباس الحراري على ذوبان المزيد من المساحات الثلجية وبالتالي ارتفاع في مستوى مياه البحار والمحيطات والمسطحات المائية عموما. إن زيادة تركيز بعض الغازات في الغلاف الغازي عن تركيزها الطبيعي ومن هذه الغازات ثاني أكسيد الكربون يعمل على منع الإشعاع الأرضي من التسرب إلى الفضاء الخارجي حيث أن الإشعاع الشمسي يعمل على تسخين الأرض والتي بدورها تقوم على إشعاع هذه الحرارة باتجاه الفضاء. يتميز ثاني أكسيد الكربون ببنافذية للإشعاع الشمسي ولكنه غير نفاذ للإشعاع الأرضي مما يعمل على تدفئة جو الأرض عن طريق حجز جزء من الإشعاع الأرضي ولكن في حال زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون فان الكمية المحتبسة داخل الغلاف الغازي سوف تزيد مما يعمل على زيادة حرارة الأرض وبالتالي تغيير في المناخ العالمي وزيادة في منسوب مياه البحار على حساب جليد الأقطاب وهناك الكثير من الظواهر التي تؤكد مثل هذا السيناريو.

2. استنزاف الأوزون Ozone depletion :-

ينتج عن بعض صناعات التبريد وغازات الدفع وإطفاء الحرائق ومخلفات الطيران النفاث بعض المركبات التي تسمى بمركبات الكلوروفلوروكربون CCLF أو الفريون والتي تتفاعل مع غاز الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير إلى أوكسجين. ومهمة الأوزون في الستراتوسفير في امتصاص الأشعة فوق البنفسجية من الوصول لسطح الأرض وهذا سبب ارتفاع الحرارة في الستراتوسفير. وصول الأشعة فوق البنفسجية UV إلى سطح الأرض سوف يؤدي إلى زيادة الحرارة وخطرها على صحة البشر. والكثير من الدراسات تؤكد تآكل طبقة الأوزون وخاصة فوق القطب الجنوبي وان استمر تآكل هذه الطبقة بنفس المستوى فان خطر الأشعة فوق البنفسجية على الغابات والأحياء البحرية سوف يتصاعد والتي تعتبر مصدر رئيسي لأوكسجين البحار.

3. المطر الحامضي Acid rain :-

تتكون الأمطار الحمضية من تفاعل الغازات المحتوية على الكبريت. وأهمها ثاني أكسيد الكبريت مع الأوكسجين بوجود الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، وينتج ثالث أوكسيد الكبريت الذي يتحد بعد ذلك مع بخار الماء الموجود في الجو، ليعطي حامض الكبريت. المطر الحامضي بالإنجليزية Acid rain هو مطر أو أي نوع من الهطول يحتوي على

أحماض. الأمطار الحامضية لها تأثيرات مدمرة على النباتات والحيوانات المائية. معظمها تتكون بسبب مركبات النيتروجين والكبريت الناتجة عن الأنشطة البشرية والتي تتفاعل في الجو لتكوّن الأحماض. في السنوات الأخيرة، الكثير من الحكومات وضعت قوانين للحد من هذه المركبات المسببة للأمطار الحامضية. تتكون الأمطار الحامضية من تفاعل الغازات المحتوية على الكبريت. وأهمها ثاني أكسيد الكبريت مع الأوكسجين الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، وينتج ثالث أكسيد الكبريت الذي يتحد بعد ذلك مع بخار الماء الموجود في الجو، ليعطي حمض الكبريت. بوجود الذي يبقى معلقا في الهواء على هيئة رذاذ دقيق تنقله الرياح من مكان لآخر، وقد يتحد مع بعض الغازات في الهواء مثل النشادر، وينتج في هذه الحالة مركب جديد هو كبريتات النشادر، اما عندما يكون الجو جافا، ولا تتوفر فرصة لسقوط الأمطار، فان رذاذ حامض الكبريت، ودقائق كبريتات النشادر يبقيان معلقين في الهواء الساكن، ويظهران على هيئة ضباب خفيف، لاسيما عندما تصبح الظروف مناسبة لسقوط الأمطار فإنهما يذوبان في ماء المطر، ويسقطان على سطح الأرض على هيئة مطر حامضي، هذا وتتشرك أكاسيد النيتروجين مع أكاسيد الكبريت في تكوين الأمطار الحامضية حيث تتحول أكاسيد النيتروجين بوجود الأوكسجين والأشعة فوق البنفسجية إلى حامض النيتروجين. ويبقى هذا الحامض معلقا في الهواء الساكن، وينزل مع مياه الأمطار، مثل حامض الكبريت مكونا الأمطار الحامضية. ولا بد من إبداء الملاحظتين الآتيتين في هذا المجال:-

الملاحظة الأولى: ان الغازات الملوثة تنتقل بواسطة التيارات الهوائية تؤكد الدراسات في اسكندنافيا ان كمية غازات الكبريت أعلى بمرتين مما تطلقه مصانعها، وفي الوقت نفسه، لا تزيد كمية غازات الكبريت في اجواء بعض اقطار أوروبا الغربية، وخاصة المملكة المتحدة عن 10 - 20 %. وهذا يعني ان هذه الغازات الملوثة، تنتقل بواسطة التيارات الهوائية من أوروبا الغربية إلى اسكندنافيا وإنكلترا.

الملاحظة الثانية: الأمطار تزداد مع الزمن، كما جاء في كتاب "التلوث مشكلة العصر" تشير الدراسات إلى ان حموضة الأمطار التي سقطت فوق السويد عام 1982 كانت أعلى بعشر مرات من حموضة الأمطار التي سقطت عام 1969، حيث لاحظ الخبراء أن نسبة حموضة مياه الأمطار زادت بشكل منذر بالخطر، أما درجة حموضة الأمطار في بريطانيا فقد وصلت إلى 4.5 في عام 1979، ووصلت في نفس العام في كندا إلى 3.8 وفرجينيا إلى 1.5، حيث كانت درجة حموضة أمطار فرجينيا تقارب درجة حموضة حمض الكبريت (أسيد البطاريات) وفي اسكتلندا، وصلت إلى 7.2 عام 1977، ووصلت في لوس أنجلس إلى 3 عام 1980. اي أكثر حموضة من الخل وعصير الليمون، ولا يقتصر التوزيع الجغرافي للأمطار على البلاد الصناعية، إذ يمكن ان تنتقل الغيوم لمسافات بعيدة عن مصادر التلوث الصناعي، فتَهطل أمطارا حامضية على مناطق لا علاقة لها بمصدر التلوث. ولا بد من الإشارة إلى ان درجة حموضة ماء المطر النقي هي بين 5.5- 6 اي تميل إلى الحموضة قليلا، ولم يسجل اي تأثير سلبي لهذه النسبة، حصل خلال ملايين السنين، ويمكن اعتبار ماء المطر نقياً في حدود هذه الدرجة وغير ضار بالبيئة حسب المعلومات المتوفرة.

الآثار التخريبية على البيئة البحرية

إن زيادة حموضة الماء تعود إلى انتقال حامض الكبريت وحامض الأزوت (النيتروجين) إليها مع مياه السيول والأنهار بعد هطول الأمطار الحامضية. إضافة إلى ذلك فان الأمطار الحامضية تجرف معها عناصر معدنية مختلفة بعضها بشكل مركبات من الزئبق والرصاص والنحاس

والالمنيوم، فتقتل الاحياء في البحيرات، ومن الجدير ذكره ان درجة حموضة ماء البحيرة الطبيعي تكون بين 5 - 6 فاذا قلت عن الرقم 5 ظهرت المشاكل البيئية، وكما أن ماء البحيرات يذيب بعض المركبات القاعدية القلوية الموجودة في صخور القاع أو تنتقل إليها مع مياه الأنهار والسيول، فتنتقل شوارد (ايونات) البيكربونات وشوارد أخرى تعدل حموضة الماء، وتحول دون انخفاض الرقم الهيدروجيني، ويعبر عن محتوى الماء من شوارد التعديل بـ "سعة تعديل الحامض"، 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 أقل من 5 درجات، وفي السويد أكثر من 20% من البحيرات تعاني من ارتفاع الحموضة، وبالتالي الخلل البيئي واضطراب الحياة فيها. على الغابات والنباتات إن تدمير الغابات له تأثير في النظام البيئي، 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 الأوكسجين، وتمتص نحو 1640 طنا من ثاني أوكسيد الكربون خلال فصل النمو الواحد. كذلك تؤثر الأمطار الحامضية في النباتات الاقتصادية ذات المحاصيل الموسمية وفي الغابات الصنوبرية، فهي تجرد الأشجار من اوراقها، وتحدث خلا في التوازن الأيوني 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 الحامضية. إضافة إلى ان معظم الغابات في شرقي الولايات المتحدة الأميركية، تتأثر بالأمطار الحامضية، لدرجة ان اطلق على هذه الحالة اسم فالدشترين وتعني موت الغابة، علما بان أكثر الاشجار تأثرا بالأمطار الحامضية هي الصنوبريات في المرتفعات الشاهقة.. نظرا لسقوط اوراقها قبل اوانها مما يفقد الاخشاب جودتها، وبذلك تؤدي إلى خسارة اقتصادية في تدمير الغابات وتدهورها.

التأثير على التربة

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

التأثير على الحيوانات

تتوقف سلامة كل مكون من مكونات النظام البيئي على سلامة المكونات الأخرى، دخان المصانع السبب الرئيسي فمثلا تأثر النباتات بالأمطار الحامضية 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 الحامضية في الحيوانات. كما لوحظ موت القشريات والاسماك الصغيرة في البحيرات المتحمضة، نظرا

لتشكل مركبات سامة بتأثير الحموضة (الأمطار الحامضية)، تدخل في نسيج النباتات والبلانكتون النباتي 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.. ولا بد من الإشارة إلى ان النظام البيئي لا يستقيم إذ حدث خلل في عناصره المنتجة أو المستهلكة أو المفككة وبالنتيجة يؤدي موت الغابات إلى موت الكثير من الحيوانات الصغيرة، وهجرة الكبيرة منها.. وهكذا.

التأثير على الإنسان

يتشكل الضباب الدخاني في المدن الكبيرة، وهو يحتوي على حوامض، 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 غاز 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 أنقرة وأثينا. ينتج عن حرق الوقود الأحفوري العديد من الغازات السامة مثل أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت والتي بدورها تذوب في قطرات المطر مسببة ما يسمى بالمطر الحامضي. من المعروف أن الأمطار الحامضية 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 إحدى مصادر الدخل الرئيسي لبعض الدول.