الفصل الأول

- التلوث (عرض عام)
- تلوث الهواء

obeikandl.com

التلـــــــــوث

(عرض عام)

التلـــوث :

هو إختلاط أحد عناصر البيئة (الأرض ــ الماء ــ الهواء) بما يؤثر سلباً علـــى مـــا يحـــتويه هـــذا العنصر من أحياء أو ما يؤدى إلى إنتقاص وظائفه الطبيعية .

ويضـــاف إلـــى الـــتلوث والتصـــحر الأنشـــطة التى تحول الأرض بعد إستخدامها إلى مساحة خربة مثلما يحدث فى إستخدام الأرض للمحاجر.

ولـــيس مـــن السهل أن نفصل تلوث أحد عناصر البيئة عن بعضها فعند تلوث أحد هذه العناصر سريعاً ما يصل التلوث إلى باقى العناصر الأخرى ثم إلـــى النبات والحيوان والإنسان مثلما يحدث عند تلوث الأرض والماء والنبات بالرصاص من عوادم السيارات أو مداخن المصانع التى تنطلق منها الغازات مخـــتلطة بالرواســـب ملوثـــة الهواء وسريعاً ما تترسب على سطح الأرض والمســـطحات المائـــية وأوراق النباتات كما تصل ملوثات التربة من مبيدات الآفات أو كيماويات التسميد إلى المجارى المائية أو الماء الأرضى الجوفي .

يتحدث الكتاب عن البيئة وهى الوســـط الذي يحيط بالإنســـان وكثيراً ما يكـــون الحديـــث عـــن النظام البيئى ، ويبرز هنا تساؤل عن الفرق بين البيئة والنظام البيئى .

يذكر صادق مثالاً توضيحياً للنظم البيئية – أن نترات صودا الشيلى التى كانت فى الماضى تعتبر أهم مصدر للسماد النتروجينى فى مصر وفى غيرها

مـــن الـــــدول - كانت هذه النترات ناتجة من تجمع فضلات ملايين الطيور البحرية التى تعيش على الجزر المجاورة لشاطئ شيلى وبيرو وأكتشف بعض الصـــيادين أن المياه حول هذه الجزر غنية بسمك الأنشوجة الذي يضاف إلى كثير من المأكولات لإكسابها نكهة شهية ، فنشط الصيادون لصيد هذه الأسماك بكمـــيات ضخمة وكان هذا السمك يمثل الغذاء الرئيسى لهذه الطيور وقد أدى صـــيده إلى اختفائها وبالتالى إلى إختفاء النترات من شواطئ الجزر ولم تقف الخسارة عند هـــذا الحـــد فبإختفـــاء الطيور كانت الفضلات التى تسقط فى مياه المحيط فتثرى محتوياتها من النتروجين اللازم لنمو الطحالب التى تتغذى عليها أسماك الأنشوجة وبإختفاء الطيور قـــــل النتروجيـــن وأختفت الطحالب وأخـــتفى ســـمك الأنشـــوجة مـــن سواحل شيلى وأختفى سماد النترات . فهذا التسلسل هو ما يطلق عليه نظاماً بيئياً ، والإضرار بأحد مكونات النظام البيئى يؤدى إلى تسلسل الضرر للنظام كله فيسقط جميعه .

وعلم البيئة Ecology هو العلم الذى يبحث فى أحوال البيئة الطبيعية أو مجموعـــات النـــباتات أوالحيوانات التى تعيش فيها وتتكون الكلمة الإنجليزية Ecology مـــن كلمتين Eco وتعنى باليونانية مكان المعيشة و Logy تعنى دراسة فتكون الكلمة بمقطعيها علم أو دراسة أماكن معيشة الكائنات الحية .

وثمـــة كلمة أخرى يقترب معناها من Ecology وهى Environment ويختلط معنى الكلمتين فدارس ألـــ Ecology يعنى بدراسة وتركيب ووظيفة الطبيعة أما عالم ألـــ Environment فهو فى اللغة العربية عالم البيئة، أيضاً Environ، entalist يعـــنى بدراســـة الـــتفاعل بين الحياة والبيئة أى يتناول تطبيق معلومات بيئية مختلفة ودراسة أثرها على البيئة ويبدو تقارب المعنيين فـــى القاموس فلفظ environment تعنى كل ما يحيط بنا وقد سبق أن أشرنا إلى تعريف البيئة بنفس المعنى .

ويذكـــر أرناؤط أنه قد تم تعريف البيئة فى إجتماع بلجراد عام ١٩٧٥ الخـــاص بالتربـــية والبيـــئة بأنهـــا هى " **العلاقة الأساسية القائمة بين العالم الطبـــيعى الفـــيزيائى وبيـــن العـــالم الإجتماعى السياسى الذى هو من صنع الإنسان**".

وتلـــوث البيـــئة تعبير للدلالة على عدد من الظواهر منها التغيرات التى تحدثها الأنشطة الصناعية ووسائل المواصلات فى الهواء الجوى او الماء بما يقـــذف فـــيهما مـــن أدخـــنة ونفايات كما يستخدم هذا اللفظ أيضا للتعبير عن الأضـــرار الجانبية التى تنتج دون قصد نتيجة الأنشطة التى يمارسها الإنسان بقصـــــد التنمـــية والتعمـــير كإنشاء السدود وحفرالقنوات بإدخال نظام الرى وإقـــتلاع أشجار الغابات وكذا الأضرار التى يمكن أن تحدثها بعض المركبات الكيمائية المستخدمة فى الدواء أو الماء أو التربة .

كمـــا يحـــدث فســـاد البيـــئة أيضـــاً نتيجة لتكدس السكان خصوصا فى المجتمعات الفقيرة والضجيج الذي تحدثه الأصوات العالية سواء أكانت صادرة عن الصوت نفسه أو عن وسائل المواصلات من سيارات وطائرات وغيرها .

وقـــد عانى الإنسان من أضرار التلوث البيئي منذ زمن غير قصير غير أنـــه يواجـــه فى هذا العصر مصادر شتى تعاونت مع بعضها على إفساد أحد مكونات النظام البيئى " الهواء ــ الماء ــ التربة " أو جميعها .

دور التقدم التكنولوجي فى التلوث :

١- إســـتخدام الطاقـــة الـــنووية عسكرياً ومدنياً يؤدى إلى إطلاق مقادير من الإشعاعات غير المرغوبة فى الماء أو الهواء قد تسبب أضراراً للإنسان.

٢- إســتخدام مصــادر الطاقة التقليدية من النفط أو الفحم يطلق فى الغلاف الجـوى مــن الغازات ما يضر الإنسان والنباتات والحيوانات وكثيراً ما يتراكم الهباء فى الغلاف الجوى فوق المدن الصناعية مكوناً ضباباً دخانياً كما يلاحظ أن هواء المدن المكتظة بالسيارات محمل بذرات الكربون التى تســود كل ما تقع عليه من أسطح وأجسام فضلاً عن إرتفاع محتواه من أول أوكسيد الكربون وثانى أوكسيد الكبريت وما ينتج عنهما من أضرار.

٣- تســبب الطائــرات الأســرع مــن الصوت ضجيجاً عالياً وتنتج أكاسيد نتروجينــية يرى بعض الخبراء أنها تفسد طبقة الأوزون التى تخفف من أضرار أشعة الشمس فوق البنفسجية كما أن بعضها ينفث قدراً من بخار المــاء مكونــاً ســحابة تحجب الشمس (مثل طائرة الكونكورد الفرنسية البريطانية) .

٤- تسبب المصانع التى تقام بالمدن أو المناطق الزراعية تلوثاً بيئيا يؤدى إلى أضــرار للســكان وللنباتات النامية بجوار هذه المصانع لتأثرها بالأدخنة والغازات الناتجة عنها أو بما يترسب على سطوح النباتات من عناصر قد تسبب المقادير الضئيلة منها أضرارا شديدة لها .

كمــا تستخدم فى عمليات التبريد فى محطات توليد الكهرباء كميات كبــيرة مــن الماء يلقى بها فى المجارى المائية والمياه الشاطئية بعد أن ترتفع درجة حرارتها مما يؤدى إلى رفع درجة حرارة مياه هذه القنوات أو البحيرات لدرجة تؤدى إلى موت الأسماك بها .

٥- تســبب الزيوت المنسكبة من ناقلات النفط وفى موانى شحنه وأنابيب نقله وكــذا فضــلات الصــناعة التى يلقى بها فى مياه الأنهار العذبة والمياه الشاطئية تلوث هذه المياه فى كثير من أنحاء العالم .

وقد تلوثت مياه بعض الأنهار فى الولايات المتحدة الأمريكية لدرجة أن أعتـــبرت رسمياً غير صالحة للإستخدام الآدمي لما تحتويه من أعداد البكـــتريا الضـــارة وفى سنة ١٩٦٦ بلغ التلوث قناة هوستون الأمريكية درجـــة عالية حتى أنه قد شب حريق فىالماء نفسه نتيجة شرارة إندلعت أثناء عملية لحام قريبا من ماء القناة لما يصب فيها من مخلفات المصانع ومجارى المدن المجاورة ، وفساد ماء الأنهار والبحيرات والمياه الشاطئية أمر شائع فى كثير من جهات العالم خصوصا غربى أوروبا حيث المنطقة الصـــناعية الضـــخمة وكـــذا حول البحيرات العذبة فى الولايات المتحدة الأمريكية .

٦- الإحتـــباس الحـــرارى : يكون ثانى أكسيد الكربون المتصاعد من وسائل المواصـــلات والمصانع طبقة تعزل جو الأرض فيزداد حرارته وبإرتفاع الحـــرارة يـــذوب الجلـــيد فى المناطق القطبية وبالتالى يرتفع سطح ماء المحـــيطات والبحار مما يتسبب عنه غرق المناطق الشاطئية وهى كارثة تهدد جميع المناطق الشاطئية ومنها سواحل البحر المتوسط وسواحل الهند وبنجلادش وغيرها .

ومـــن أوضـــح معـــالم التقدم التكنولوجى فى هذا العصر هو التوسع فى الصناعات الكيميائية وقد بدأ ما يمكن أن يسمى " الثورة الكيميائية " فى أوائل الستينات إذ بدأ إنتاج سيل لا حصر له من المركبات الكيميائية التى أستخدمت فى مختلف الأنشطة الصناعية والزراعية والصحية والمنزلية وغيرها .

وقد أوضحت الدراسات أن من هذه المركبات الكيميائية ما يسبب للإنسان أضـــراراً أمكـــن الـــتعرف إلـــى بعضها ولم يعرف أكثرها بعد ويمثل بعض الباحثين هذه الكيماويات وأثرها المدمر بصحة الإنسان أنها " **قنابل زمنية** " إذ أنهـــا فـــى رأيهـــم تسبب للإنسان مرض السرطان ولكن أثرها شديد البطء لا يظهـــر إلا بعد سنوات من التعرض لها والتعامل معها ويعتقد هؤلاء الباحثون أنـــنا مقبلون على فترة سوف تزداد فيها الوفيات بمرض السرطان الناتج عن هذه الكيماويات منذ أوائل الستينات.

وتقدر بعض الهيئات أن الإنسان يستخدم فى الصناعة والزراعة والدواء نحو ٤٠ ألف مركباً كيميائياً لا يعرف على وجه التحديد الآثار الجانبية لغالبيتها ومن بين المركبات التى تكشفت خطورتها وأصبحت عنواناً عما يمكن أن تحدثه الكيماويات من أضرار مركب كلوروناتد بيفنيل Poly Chlorinated Biphenyl "PCB" .

وقد أنتجت شركة مونسانتو الأمريكية هذا المركب منذ نحو ٣٠-٤٠ سنة ليدخل فى صناعات المحولات الكهربائية والبويات والأحبار والورق والبلاستيك واللاصقات والمسيلات وغيرها ويتسرب هذا المركب إلى البيئة عندما تبلى الأدوات أو المواد التى دخل فى صناعتها ويقذف بها فى أكوام المهملات ، ولما كان إنحلاله بطيئاً فإنه يتسرب مع الأمطار إلى باطن الأرض وإلى المجارى المائية أو يتبخر عند حرق المهملات وبهذا ينقل بالرياح ثم المياه إلى أماكن قد تبعد كثيراً عن موقع أكوام المهملات (اتضح وجود هذا المركب فى أجسام الحيوانات البحرية وطائر البنجوين بالمنطقة المتجمدة) .

ويقدر بعض الخبراء الأمريكيين أن نحو ٣٠٠ ألف طن من هذا المركب فى قمامة الولايات المتحدة الأمريكية وحدها وأن نحو ٦٠ ألف طن منه قد قذف بها فى مجارى المياه الأمريكية .

أوضحت الدراسات أن هذا المركب يسبب للإنسان أمراض الكبد وأمراض التمثيل الغذائى وأمراض الجلد وسقوط الشعر وأنه يسبب للحيوانات المعملية الإصابة بالسرطان والتخلف العقلى .

وقد قررت الشركة المنتجة وقف إنتاجه ابتداء من ٣١ أكتوبر سنة ١٩٧٧ كما قرر الكونجرس الأمريكى وقف إنتاجه وإستخدامه إبتداء من ١ يناير ١٩٧٨ غير أن ذلك لا يزيل أخطار هذا المركب فوراً إذ قد دخل فى صناعات كثيرة .

الهـــواء الجــوى

يتكون الغلاف الجوى من عدة طبقات :

١- طبقة التروبوسفير

هـــي الطـــبقة السفلي من الغلاف الجوى وتمتد من ٧-٨ كم عند القطبين وتزيد إلى ١٨ كم عند خط الاستواء وهى مجال السحب والعواصف وحركات الرياح والتغير الجغرافي والموسمي .

٢- طبقة الستراتوسفير

هى الطبقة الثانية من الغلاف الجوى وتعلو طبقة التروبوسفير وتمتد من ١١ إلى ٥٠ كم فوق سطح البحر وتتميز هذه الطبقة بثبات درجة الحرارة فى بدايتها.

وتبدأ طبقة الستراتوسفير عند نقطة تمثل نهاية طبقة التروبوسفير وعندها يتوقف إنخفاض درجة الحرارة مع الارتفاع ويوجد الأوزون فى الجزء الأسفل مـــن طـــبقة الستراتوسفير عند إرتفاع من ٢٠ إلى ٥٠ كم ونتيجة لإمتصاص الأوزون جزء من إشعاع الشمس وخاصة الأشعة فوق البنفسجية فترتفع درجة الحرارة وتختلف كمية الأوزون من وقت إلى آخر على مدار السنة .

وجملة وزن الأوزون ٣٠٠ مليون طن ويمثل وجوده حماية للأرض من الأشـــعة فـــوق البنفسجية إذ أنه يمتص جزء منها ولولا (الأوزون) لتعرضت الحياة لأخطار وحدثت تغيرات مناخية حادة .

obeikandl.com

٣- طبقة الميزوسفير

تمتد من ٥٠ – ٨٥ كم فوق سطح البحر وتتميز بتناقص مستمر فى درجة الحرارة بالإرتفاع رأسياً حتى تصبح درجة الحرارة فى أعلى هذه الطبقة شديدة الإنخفاض (حوالي ١٣٨° مئوية تحت الصفر) . وهى أقل درجة حرارة للغلاف الجوى فى كافة الطبقات وتحترق كل الشهب فى هذا النطاق .

٤- طبقة الأيونوسفير

وهى الطبقة الأخيرة وترتفع فيها درجة الحرارة حتى تصل إلى أكثر من ١٠٠٠ – ١١٠٠° م ، ترجع هذه الحرارة المرتفعة إلى تصادم الجزيئات وهى واقعة على إرتفاع من ٨٠ – ٢٠٠كم من سطح البحر وواضح من إسمها أنها متأينة وتتميز بأنها موصلة للكهرباء ولها أهمية كبيرة بالنسبة للإتصالات اللاسلكية وموجات الإذاعة وتحتوى على جسيمات (دقائق) مشحونة سالبة أو موجبة وتوجد طبقة كنيلى وهيستير على إرتفاع ١٠٠كم من سطح البحر .

تلوث الهواء

يتكون الهواء من غازات النتروجين بنسبة نحو ٨٠% والأوكسجين بنسبة نحو ٢٠% ونسبة ضئيلة من غازات أخرى أهمها ثاني أوكسيد الكربون بنسبة أقل من ١% وتمتص النباتات غاز ثاني أوكسيد الكربون لتكون منه مع الماء وفى وجود أشعة الشمس والكوروفيل المواد النشوية وغيرها وفى نفس الوقت تتنفس الأحياء جميعها الأوكسجين وتخرج ثاني أوكسيد الكربون .

وفى السنوات الأخيرة إندفع سكان المناطق الغنية بالغابات إلى إقتلاع أشجار هذه الغابات بمعدل عال أدى إلى نقص ما تستهلكه النباتات من غاز ثاني أوكسيد الكربون وفى نفس الوقت زاد إمداد الهواء الجوى بغاز ثاني

أوكسـيد الكـربون نتيجة لحرق النفط والغاز والفحم وغيرها للحصول على الطاقة التى تنتج الكهرباء وتدير المصانع وتسير العربات .

أ ى الإمـداد الزائد من ثاني أوكسيد الكربون مع نقص إستخدام النباتات لـه إلـى زيادة نسبته فى الهواء الجوى مما عاق إنعكاس حرارة الأرض إلى طـبقات الجو مثلما يحدث داخل البيوت البلاستيكية أو الزجاجية (الصوبات) نتـيجة لذلـك إتجهت حرارة الأرض للإرتفاع ، وتذكر بعض المراجـع أن درجـة حـرارة جـو الأرض قد إرتفعت فعلاً فى السنوات الأخيرة نحو ١,٥ درجـة مـئوية وأن ذلك قد يكون له أثر سلبي على الكرة الأرضية إذ يساعد علـى إنصهار الجليد فى المناطق القطبية وقمم الجبال وإندفاع هذا الجليد نحو الـبحار والمحـيطات ممـا يهدد بإرتفاع سطح الماء وإغراق شواطئ بعض القارات .

وقد تزايد عدد السيارات التى تسير فى طرق المدن والطرق السريعة بين المـدن وينبعـث خلال سيرها عوادم غازية كثيفة من ثاني أوكسيد الكربون وأول أكسـيد الكـربون وغـيرها من نواتج إحتراق البترول ولما كان أغلب البـترول المسـتخدم فى تسيير السيارات مختلطا بالرصاص* فعوادم إحتراقه تحـتوى على الرصاص ويترسب الرصاص على جوانب الطرق التى تزداد كثافة مرور السيارات عليها وقد قدرت نسب هامة من الرصاص على جانبي الطـرق وكانـت هـذه النسـب تتناقص بالبعد عن جانبي الطريق ويتساقط الرصاص فى القنوات المائية المجاورة للطريق وعلى سطوح أوراق النباتات وثمارها التى قد يستهلكها الإنسان مما يكون سبباً فى تجمع عنصر الرصاص داخل جسمه وما يسببه ذلك من أضرار.

---

* تنتج كثير من الدول ومنها مصر بنزيناً خالياً من الرصاص فى الوقت الحاضر .

ويتصـــاعد الدخـــان الكثيف المحمل بمختلف العناصر الثقيلة من مداخن المصـــانع خصوصاً مصانع الأسمنت والحديد وقد أشرنا إلى ذلك فى صفحات أخـــرى ويتساقط ما يحمله الدخان على الأراضي والنباتات ويؤدى إلى مرض ســـكان هذه المناطق وهو ما أشرنا إلى حدوثه فى مناطق حلوان وغيرها فى موقع آخر من هذا الكتاب.

وفـــى حديثـــنا عـــن دور البترول فى تلوث الهواء نشير إلى أن البترول ملوث هام للأراضي والمسطحات المائية فقد تنفجـــر أنابيب البترول أثناء نقله مـــن موقـــع إلى آخر كما قد يتسرب البترول من أنابيب نقله خلال الأراضي والبحار وتعمد ناقلات البترول بعد تفريغه إلى ملء خزاناتها بالماء ثم تتخلص مـــن هـــذا الماء بصرفه فى البحر (ماء الصابورة) ويكون الماء عادة مختلطاً بـــبقايا البـــترول الذي كانت تنقله هذه الناقلات وتعتبر عمليات النقل البحري للبـــترول أهـــم مصدر للتلوث به إذ تقدر بعض الهيئات نسبة التلوث بالبترول بـــنحو ٥٠% مـــن كميات البترول التى يتم نقلها والتي تبلغ نحو ٣,٢ مليون طـــن وتتعدد حوادث ناقلات البترول فيتدفق منها البترول إلى ماء البحر حيث يكون بقعه طافية على سطح الماء وتتعدد الجهود التقنية التى تستهدف تخليص الماء من هذه البقع البترولية .

ولمـــا كـــان البحر المتوســـط طريق نقل البترول من الخليج العربي إلى أوروبـــا فحوادث التلوث به تسبب تلوثا شديدا لهذا البحر وأثناء حرب الخليج العربـــي تفجـــرت إحدى الحقول البترولية فى الكويت على مقربة من الساحل السعودي الكويتى وتدفق حوالي ٨٠ ألف برميل من البترول فى مياه الخليج .

تغير تركيب الهواء

يتركب الهواء الجوى من عدة غازات أهمها غاز النيتروجين بنسبة نحو ٨٠% والأوكسجين بنسبة نحو ٢٠% وبعض الغازات الأخرى الأقل أهمية مثل ثاني أوكسيد الكربون (١%) والأرجون وغيرها

وتحدث تفاعلات بالتربة قد ينتج عنها إستهلاك بعض هذه الغازات مثل إستخدام الاوكسجين فى التنفس وإخراج ثانى أوكسيد الكربون وبالتالي توجد حالة إتزان بين مركبات الهواء الجوى والهواء الأرضى إذ يزداد تركيز ثانى أوكسيد الكربون فى الهواء الأرضى .

وتحدث عدة تفاعلات أخرى نتيجة النشاط الحيوي فى الأرض مثل العمليات الآتية :

أولاً : الكبريت

يتكون كبريتور الهيدروجين H_2S Hydrogen Sulfide من تراكم مخلفات المصانع فى الماء الراكد وخاصة صناعات البترول كما ينتج من تحلل المواد العضوية فى المحيطات وتحتوى ما تنفثه البراكين هذا الغاز كما يتسرب من مصافي البترول .

ويتأكسد الكبريت فى كبريتور الهيدروجين متحولاً إلى ثانى أوكسيد الكبريت وينتج معظم ثانى أوكسيد الكبريت (٨٠%) من حرق الوقود المحتوى على الكبريت ومعروف أن البترول والفحم يحتويان الكبريت .

والتركيز المسموح به فى الهواء الجوى من ثانى أوكسيد الكبريت (كب أ٢) يتراوح بين ٣-١٠ جزء/مليون ولو أن مدناً كثيرة من بينها القاهرة تحتوى أعلى من هذا الحد وقد سبق أن أشرنا فى موقع آخر من هذه الصفحات للدور

الأساسي لهذا الغاز فى تكون المطر الحامضى وتقدر كمية غاز كب أ٢ الناتجة من حرق الوقود (سيارات ومصانع) فى الولايات المتحدة الأمريكية بعدة ملايين من الأطنان وأقل منها قليلاً فى أوروبا .

وقد أشرنا إلى أن الأمطار الحامضية التى تسقط على شرقي كندا وعلى الدول الإسكندنافية (السويد والنرويج) تتكون نتيجة غازات كب أ٢ ، ك أ٢ التى تنفثها المناطق المحيطة بالصناعات فى غربي أوروبا وشمال شرقي الولايات المتحدة الأمريكية ، وبعد محاولات متعددة من كندا والدول الإسكندنافية للحد من هذه الغازات وفقت كندا إلى الإتفاق مع الولايات المتحدة الأمريكية لإدخال تعديلات على القانون الأمريكي الخاص بنظافة الهواء الصادر سنة ١٩٧٠ لتخفيض كمية كب أ٢ إلى أقل حد ممكن وذلك بفرض وجود أبراج الغسيل ولو أن هذه الأبراج تزيد تكلفة الإنتاج وبالتالي ترفع أسعار المنتجات .

وينتج ٨٠% من ثانى أوكسيد الكبريت الموجود فى الهواء الجوى من حرق الوقود النفط المحتوى على الكبريت سواء فى تدفئة المنازل أو تسيير السيارات أو محطات الطاقة الكهربائية كما ينتج من صهر وإستخلاص الفلزات وعمليات تكرير البترول .

والتركيز المسموح به لثاني أوكسيد الكبريت فى الهواء الجوى ٣ : ١٠ جزء/مليون بينما تركيزه فى الهواء الجوى بالقاهرة أعلى من ذلك ويرجع ذلك إلى إختناقات المرور والكثافة الزائدة للسيارات بالطرق والمساكن المرتفعة التى تحد من حركة الرياح .

ويساهم غاز ثانى أوكسيد الكبريت فى ظاهرة الأمطار الحامضية كما أشرنا إلى ذلك فى غير هذا المكان وقد أشار العالم السويدى ساندلودين سنة

١٩٦٧ إلـــى أن الأمطـــار التى تتساقط على السويد تتزايد حموضتها بمرور الزمـــن وحاول أن يلفت النظر إلى دور المصانع فى غرب أوروبا فى إرتفاع حمضية المطر ولم يقتنع العلماء المعاصرون له بذلك بإعتبار أن هذه العوامل طبيعية موجودة منذ القدم .

وقـــد إتضـــح مؤخراً أن غازات ثانى أوكسيد الكبريت وبعـــض أكاسيد النيتروجـــين والفوســـفور هى المسئولة عن تكون الأمطار الحامضية فالفحم والبـــترول يحتويان على نحو ٢% من الكبريت وتقدر كمية غاز ثانى أوكسيد الكبريـــت كـــب أ٢ الـــناتجة من حرق الوقود فى الولايات المتحدة الأمريكية بملايـــين الأطـــنان سنوياً فالأمطار الحامضية التى تسقط فى النرويج تحملها الـــرياح مـــن بريطانـــيا وألمانيا وفرنسا ولذا كانت الدول الإسكندنافية مهتمة بوضـــع برنامج تعاونى بين دول أوروبا للحد من خطورة الأمطار الحامضية وقد أدخلت الولايات المتحدة الأمريكية بعض التعديلات على القانون الأمريكي الخـــاص بنظافة الهواء الصادر سنة ١٩٧٠ لتخفيض كمية كب أ٢ إلى أقل حد ممكـــن وذلـــك بفـــرض وجود أبراج الغسيل مما يزيد تكلفة الإنتاج وبالتالي أسعاره .

ثانياً : النيتروجين

يـــتأثر تركيـــب الهواء الجوى بالتغيرات التى تحدث لمكوناته فى الهواء الأرضى:

١- يتأكسد الكبريت فى التربه وينتج ثانى أوكسيد الكبريت .

٢- تتحول الأمونيا سواء التى تكونت فى عملية النشدرة Ammonification أو المضـــافة لـــلأرض إلـــى نتريـــت بواســـطة النيـــتروزوموناس Nitrosomones والنيتروزوكوكس Nitrococus .

$$NH_4 + 1½\ O_2 \rightarrow NO_2 + 2H + H_2O$$

والخطوه الثانية تتحول فيها النتريت إلى نترات بواسطة النتروباكتر

$$NO_2 + 1½\ O_2 \rightarrow NO_3$$
Nitrobacter

ويـــتعرض النيتروجين إلى الفقد من الأرض من مركباته المعدنية سواء التى تتكون فى الأرض أو التى تضاف إليها نتيجة عديد من العمليات الحيوية أو الكيميائـــية أو الفيزيائية وهى عمليات عكس التأزت والفقد الناتج عن تراكم النتريـــت وتطايـــر النشـــادر والفقـــد بالرشح مع الماء إلى باطن الأرض أو المصـــارف وإمتصـــاص النـــباتات للنيتروجيـــن مع عدم إعادة هذه النباتات للأرض.

عكس التأزت Denctrification :

إتضـــح أنـــه تحـــت الظروف غير الهوائية تنشط بعض الكائنات الدقيقة فتســـتعمل أوكســـجين النترات بدلاً من أوكسجين الهواء الأرضى فى إستقبال الهيدروجين فمن المعروف أنه تحت الظروف الهوائية يستعمل الأوكسجين كما يلى :

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O$$

أما فى حالة عدم وجود الأوكسجين ووجود النترات فيحدث الآتى :

$$C_6H_{12}O_6 + 4NO_3 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + 2\ N$$

وقـــد أوضح Jones سنة ١٩٥١ بإستعمال N–15 أن النتروجين الناتج يكـــون ضـــئيلا ومن دراسات Bartholomew أن اختزال النترات ينتج أولاً أوكســـيد نـــتريك ثم يقف إنتاجه ليصبح الناتج الرئيسي أوكسيد النيتروز حتى يصبح الغاز هو الناتج وتتأثر عملية عكس التأزت بالعوامل الآتية :

١- الـــرقم الهيدروجيـــنى للأرض ويرى كثير من الباحثين أن القلوية تسرع عملية عكس التأزت وأن الحموضة تبطئها .

٢- يتضح من دراسات Bremner & Show أن زيادة الرطوبة تزيد مقدار النيتروجيـــن الـــذى يفقد فى عملية عكس التأزت بجانب كون الماء يقلل الأوكسجين الأرضى .

٣- درجـــة الحـــرارة تؤثـــر فى عملية عكس التأزت بالحرارة كغيرها من العملـــيات الحيوية فتنشط بإرتفاع درجة الحرارة ودرجة الحرارة المثلى ٦٠ـ٦٥°م .

٤- تركـــيز النترات وقد أتضح أن إختزال أوكسيد النيتروز إلى نيتروجين لم يبدأ إلا بعد إستهلاك الجزء الأكبر من النترات (Nommik) .

٥- المـــادة العضـــوية كمصدر للهيدروجين وهى نفسها تتأكسد فتنتج الطاقة الضـــرورية لتمد البكتريا التى تقوم بالعملية وفى نفس الوقت فإن إنحلال المـــادة العضـــوية يضاعف الحاجة إلى الأوكسجين الذى تحصل البكتريا عليه من النترات .

٦- فقد النيتروجين عند تراكم النتريت يذكر اليسون Allison أن النيتروجين يفقـــد فـــى الصورة الغازية من الأرض (إلى الهواء الجوى) عند وجود أنيون النتريت.

أوكســـيد النـــتريك من أهم أكاسيد النيتروجين إذ أنه يتحول إلى حامض نتريك ومنها ثاني أوكسيد النيتروجين وهو غاز سام وهو أمر صعب عند زيادته فى الهواء الجوى عن ٣-١٠ جزء/مليون .

وتقـــوم الأشعة فوق البنفسجية بإختزاله إلى أكسيد نيتروجين وأوكسجين ذرى ن أ + أ ثم يتفاعل الأوكسجين الذرى مع جزئ آخـــر ويكون الأوزون (أ٣ + أ ← أ٤) وتنـــتج أكاســـيد النيتروجين من التفاعلات الحيوية التى سبق الإشارة إليها ومن إحتراق الوقـــود الأحفورى فى محطات القوى الكهـــربائية

وكذا من الطائرات التى تطير على إرتفاعات أكثر من ٢٠ كم وينتج أيضاً من الوقود المستخدم فى إطلاق مركبات الفضاء .

ويحدث إختزال للنترات ويتصاعدأكاسيد النيتروجين التى تتلف الأوزون وتحـــدث الإختزال (كما أوضحنا) فى ظروف غير هوائية وتلعب ميكروبات التربة دوراً هاماً فى إنطلاق هذه الغازات ولذا فدورها فى دورة الأوزون ذو أهمية كبيرة.

$$\text{ن أ} + \text{أ}_{٣} \leftarrow \text{ن أ}_{٢} + \text{أ}_{٢}$$
$$\text{أ}_{٢} + \text{أ} \leftarrow \text{أ}_{٣}$$
$$\text{ن أ}_{٢} + \text{أ} \leftarrow \text{ن أ} + \text{أ}_{٢}$$

وللحـــد مـــن تصاعد أكسيد النيتروجين يجب وضع مرشحات خاصة فى عادم السيارات وتعمل هذه المرشحات على تحويل أكسيد النيتروجين إلى ماء ونيتروجين.

كما يمكن تثبيط عملية إختزال النترات بإضافة ما يثبط عملية النترتة مثل خـــلات الفيـــنل ومـــن الضروري إلا تضر هذه المركبات بميكروبات التربة وتضاف هذه المركبات بمعدل ٣ – ٥% من السماد النيتروجيني المضاف .

ويقل أثر المثبطات فى الأراضى دقيقة القوام كما أن زيادة حرارة التربة يســـرع مـــن تحللها وبالتالي يقل أثرها وزيادة الرطوبة تؤدى إلى تسربها إلى أعمـــاق الـــتربة ولا زال أثرها على ميكروبات الأرض يحتاج إلى مزيد من الدراسة .

أول أكسيد الكربون :

غاز خانق لا يرى ولا رائحة له وهو غاز سام ، أكثر من ٩٠% من هذا الغاز فى جو المدن ناتج من إحتراق الوقود فى السيارات والمصانع ومصانع

الطاقة الكهربائية والباقي ينتج من مصادر مختلفة مثل التدخين والتدفئة المنزلية .

وتؤكد دراسات المركز القومي المصري * أن تركيزه بلغ ٤٠ - ٥٥ جزء/مليون كمتوسط لعدة ساعات بوسط القاهرة بينما يبلغ الحد الأقصى المسموح به في حدود ٣٥ جزء/مليون لمدة ساعة وإذا إرتفعت نسبته في الهواء الجوى إلى ٨٠ جزء/مليون فإن قدرة الدورة الدموية للإنسان على نقل الأوكسجين تقل بنسبة ١٥% وهو ما يعنى خسارة الجسم لما يعادل نصف لتر من الدم لأنه يتحد مع هيموجلوبين الدم مكوناً مركباً يسمى كربوكسى هيموجلوبين وهو مركب بطئ الإنحلال مما يعنى وضع جهد إضافي على القلب . ويعنى أيضاً وضع جهد أضافى على الجهاز التنفسي إذ يتحتم على القلب تزويد الرئتين بالمزيد من الأوكسجين وتبلغ سرعة إتحاده مع الهيموجلوبين بالدم ٢٧٠ ضعف سرعة إتحاده مع الأوكسجين فإذا زادت النسبة إلى جزء واحد/٧٥٠ من الهواء فإنه يسبب الوفاة خلال نصف ساعة .

ثاني أوكسيد الكربون (ك أ٢)

ترتبط دورة ثاني أو كسيد الكربون مع الدورة الهيدرولوجية فعند تساقط الأمطار تذوب ك أ٢ فى الماء ويتفاعل هذا الماء مع صخور التربة وتتكون البيكربونات فتنقلها السيول والأنهار إلى المحيطات وتقوم البحار والمحيطات بإمتصاص ك أ٢ بواسطة النباتات البحرية ولو أنه قد إتضح أخيراً أن دور المسطحات المائية فى إمتصاص ك أ٢ من الجو يقل عما كان متوقعاً نتيجة زيادة التلوث البحري ، ونتيجة حركة الماء يتركز ك أ٢ فى المحيطات ويقل

---

* دكتور/ الأعوج فى كتابه عن التلوث الهوائى والبيئة (مهرجان القراءة للجميع) .

تركـــيزه فى الغلاف الجوى ثم تترسب كربونات الكلسيوم فى قاع المحيطات والبحار .

وتمتص النباتات النامية على سطح الأرض ك أ٢ لتكون منها مع الماء فى وجـــود ضـــوء الشـــمس والكلوروفيل المواد النشـــوية وغيرها فى أجسامها. وعـــندما تمـــوت النباتات والحيوانات تتحلل أجسامها بواسطة البكتريا والفطر فينطلق منها ك أ٢ إلى الجو مرة أخرى .

وقـــبل الـــثورة الصناعية كان تركيز ك أ٢ فى الهواء الجوى نحو ٢٧٠ جـــزء/مليون أما بعدها فقد إرتفع تركيزه إلى ٣١٥جزء/مليون عام ١٩٥٧ ثم ٣٤٩ جزء/مليون عام ١٩٨٠ نتيجة زيادة عدد السيارات والطائرات إذ تحرق الطائرة الواحدة نحو ٣٥ طن من الأوكسجين فى رحلة واحدة عبر الأطلنطى.

ويضـــيف الشـــخص الواحـــد فى العالم المتقدم من ك أ٢ نحوأربعة أمثال الكمية التى يضيفها نظيره فى العالم الثالث ومساهمة الفرد الأوروبى نحو ٧,٨ طـــن سنويا من ك أ٢ للغلاف الجوى ويصل هذا المعدل فى الولايات المتحدة الأمريكـــية إلـــى نحـــو ١٨,٣ طـــن سنويا أما فى دول العالم الثالث فلا تزيد مساهمة الفرد عن ١,٣ طن سنوياً .

الغـــبـــــــار

ويـــتلوث الهواء أيضاً بالغبار وهو حبيبات دقيقة من التربة والرمل تنتج عـــن الإنجراف بالرياح وقد يحتوى أيضاً على حبوب اللقاح وبعض العناصر الثقيلة وجسيمات دقيقة من الكربون .

ومـــن أشـــهر العواصـــف الترابية تلك التى حدثت فى الولايات المتحدة الأمريكـــية فـــى الثلاثينات والتي نقلت الغبار من وسط الولايات المتحدة إلى أوروبا والصين .

كمـــا أن من المصادر الطبيعية للغبار فى الهواء الجوى رذاذ المحيطات والبحار وقد أوضح بعض العلماء أن الرذاذ البحري ينقل نحو ١٠٠مليون طن من الغبار الملحي إلى الهواء وبعد أن يتبخر الماء يبقى ملح كلوريد الصوديوم والبوتاسـيوم والكالسيوم والماغنسيوم ولذا تتلف واجهات المباني الواقعة على شواطئ البحار أو التى تصلها الرياح من البحار .

وتلقى الإنفجارات البركانية بكميات ضخمة من الغبار فى الهواء الجـــوى وقديخـــتلط الغـــبار مـــع الضـــباب خصوصاً إذا كان هذا الغبار محملاً برذاذ الكربون ويطلق سكان مدينة لوس أنجلوس الأمريكية على هذه الحالة Smog وهى كلمة من مقطعين Fog , Smoke .

وتســـاهم صـــناعة الأســـمنت بمد الهواء الجوى فى منطقة حلوان بغبار أسمنتى يسبب أضرارا شديدة على صحة السكان .

وقـــد تحـــتوى الرمال فى غبار الجو مواد سامة وتترسب على النباتات النامية بجوار المناطق الصناعية فغبار الجو بالمناطق الصناعية به أكسيد حديد ٠,٠١٥مجـــم/لـــتر ورصـــاص ٠,٠٠٠١٥مجم/لتر وزرنيخ ٠,٠٠٥مجم/لتر وأوكسيد زنك ٠,٠١٥مجم/لتر ويورانيوم ٠,٠٠٠٠٥مجم/لتر .

وقـــد أشـــرنا فـــى موقع آخر من هذه الصفحات إلى تلوث الماء والهواء بالزئـــبق فى جوار مصنع للكمياويات قرب الإسكندرية وقد قامت هذه الشركة بإستبدال طريقة صناعتها بما يضمن عدم وجود مخلفات زئبقية فى الهواء أو الصرف الصحى بها .

ويتلوث الهواء أيضاً بعناصر ثقيلة أخرى مثل الكروم والرصاص ويعانى العاملون فى مصانع طلاء المعادن والثلاجات المعرضون لأبخرة الكروم من حساسية الجلد وتغيير لونه وأن ٣٦,٥% منهم يعانون من صعوبات فى الجهاز

التنفسي وتمثل عوادم السيارات مصدراً هاماً لمركبات الرصاص إذ تقدر بـ ٩٤% مـن نسبة الرصاص المنبعثة إلى الهواء الجوى وتضاف مركبات الرصاص (أهمها رابع ميثيل أيثيل الرصاص) بغرض تقليل الأصوات الناتجة عن إحتراق الوقود داخل محرك السيارة Anti Knocking إذ تعمل هذه المركبات على رفع الرقم الأوكتينى للبنزين (يتراوح الرقم فى الغالب بين٩٠-٩٨,٥) والجازولين منخفض الأوكتين ذا تقييم خاص يختلف عن الذى يتطلبه الجازولين بما فيه الأوكتين وقد ثبت أن حرق لتر واحد من البنزين فى إدارة موتور السيارة يعطى عادماً يحتوى ملليجرام من مشتقات الرصاص .

ويأتى الرصاص أيضاً من أعمال الحفر فى المناجم وعمليات صهر الرصاص والأصباغ ومساحيق التجميل والبخور والمبيدات الحشرية وحرق القمامة . وفى دراسة السوق الأوروبية المشتركة أن ما فى الغبار يقدر بحوالي ٣ بليون طن سنوياً ويحتوى ٢٦ ألف طن من الرصاص وفى دراسة أخرى وجد أنه من بين ٢٦٠ ألف طن من الغبار فى جو المدن حالياً يوجد ٦٠٠ طن من الرصاص وأن حرق طن من الفحم يتخلف عنه ١ كجم رصاص .

وقدر المعهد العالي للصحة بالإسكندرية أن كمية الرصاص التى تخرج من عوادم السيارات فى القاهرة لا تقل عن ٢٠٥ ألف كجم رصاص فى العام (١٩٩٢) ويزيد تركيز الرصاص فى بعض المواقع فى القاهرة مرتين عن أعلى نسبة مسموح بها فى أوروبا و٦ مرات عن الحد المسموح به فى الولايات المتحدة الأمريكية .

وتعتبر السيارات أهم مصادر تلوث الهواء الجوى بغازات أكاسيد الكبريت والكربون والنتروجين .

تذكر بعض التقديرات أن ٨٣% من أوكسيد الكربون فى هواء المدن مصدره السيارات ويضاف إلى ذلك الرصاص الذي يختلط بعوادم السيارات

ويقــدر أن ٢٥٠ ألــف طــن من الرصاص تنطلق سنوياً من إحتراق البنزين (المرصص) .

ويقدر أن استهلاك الوقود فى مصر حوالي مليون طن سنوياً وبإفتراض أن ٨٠% مــن كمــيات هذا الوقود تخرج من عوادم السيارات كغازات تكون كمــيات الملوثــات نحو ٨٠ ألف طن سنوياً ويرجع السبب فى إرتفاع تركيز الملوثات إلى ضيق الشوارع والمساحات الخالية وقلة الحدائق بالقاهرة ، ومن تقديرات هيئة الأمم المتحدة تبين تزايد عدد السيارات فى العالم سنوياً كالآتى :

السنة	عدد السيارات
١٩٤٨	٥٦ مليون سيارة منها نحو٤٣مليون سيارة ركوب و١٣مليون سيارة تجارية
١٩٦٠	قفز العدد إلى ١٢٧ مليون سيارة
١٩٧٠	٢٤٣ مليون سيارة
١٩٨٠	٤٠٤ مليون سيارة منها ٣١٦ مليون سيارة ركوب

وبلغت نسبة الزيادة من سنة ١٩٤٨ حتى ١٩٦٠ ثلاثة أضعاف (٢٨١%) .

وعدد السيارات فى أمريكا سنة ١٩٨٠ ١٥٢ مليون سيارة .

والولايات المتحدة وأوروبا سنة ١٩٨٠ ٣٠٠ مليون سيارة .

وعــدد ســيارات الولايــات المتحدة ودول أوروبا تشكل نحو ٧٥% من مجموع سيارات العالم.

وفى سنة ١٩٨٧ كان عدد السيارات :

الولايات المتحدة	١٧٦ مليون سيارة
اليابان	٤٧ مليون سيارة
ألمانيا الغربية	٢٨ مليون سيارة
فرنسا	٢٥ مليون سيارة
إيطاليا	١٢,٧ مليون سيارة
كندا	١٤,٧ مليون سيارة
الاتحاد السوفيتي	٢٠,٧ مليون سيارة
البرازيل	١٢,٩ مليون سيارة

ثقب الأوزون

الأوزون غاز شفاف تركيبه الكيميائى عبارة عن أوكسجين ذي ثلاث ذرات (أ٣ أو O_3) غير مستقرة من الأوكسجين (أ٢ أو O_2) ويوجد هذا الغاز فى الهواء الجوى بنسبة ٠٢، جزء/ مليون فى المناطق الخالية من السيارات وقد تصل إلى ٠٥، جزء/مليون فى المناطق التى تحتوى سيارات كثيرة .

ولأن الأوزون قاتل للبكتريا والفيروسات يستخدم فى بعض الدول لمعالجة ماء الشرب وتعقيم بعض العمليات ومعالجة بعض الأمراض الفيروسية ، وبإنتشار إستخدام مادة الكلوروفلوروكربون فى حياتنا اليومية حتى أصبح من الصعب الإستغناء عنها والتى تتكون من ذرات الكلور والفلور والكربون والتى يمكن أن تتحلل فى وسط ذي درجة حرارة منخفضة وتستخدم فى عمليات التبريد فى الثلاجات وأجهزة التكييف وفى عبوات الايروسولات والصناعات الإلكترونية من حاسبات وتلفزيونات وأجهزة الإرسال والاستقبال والتسجيل وتصوير المستندات كما توجد فى عادم السيارات وأكاسيد النيتروجين التى قد تتصاعد من الأسمدة النيتروجينية .

يعتبر عنصر الكلور (الكلورين) الموجود فى هذه المادة والذي ينتج حراً بعد سلسلة من التفاعلات الكيميائية أكثر المواد تأثيراً على تفتيت جزيء الأوزون إلى مكوناته الأولى الأوكسجين وبذا يتم تخلخله ويتفق الباحثون على أن سبب تخلخل طبقة الأوزون هو مركبات الكلوروفلوركربون فالشحنات الكهربائية عالية الضغط فى بعض الأجهزة الإليكترونية (أجهزة تصوير المستندات وغيرها) تحلل غاز الأوكسجين إلى ذرتين كل منهما تتحد مع جزيء أوكسجين آخر مكونة غاز الأوزون أ٣ وبعد إنتشار الطائرات الأسرع من الصوت والتي تفضل الطيران على إرتفاعات تفوق غلاف الجو الستراتوسفير (الطبقة التى تتلو إرتفاع الطبقة الأولى تروبوسفير) .

يتفق الباحثون على أن فجوة الأوزون متمركزة فوق القطب الجنوبى وأمكن قياسها فى أكتوبر سنة ١٩٨٧ وقدرت مساحتها بنحو مساحة الولايات المتحدة الأمريكية ويبلغ عمقها قدر إرتفاع جبل إيفرست وأن الفجوة يتخلخل فيها الأوزون وينقص بنسبة ٤٠-٥٠% وبعد القياسات المتوالية إتضح أن التخلخل فى الأوزون أكثر بكثير وأن أطراف المنطقة المخلخلة وصلت إلى مناطق مأهولة حيث إمتدت إلى جنوب الأرجنتين وإستراليا ونيوزيلندا وتم رصد فجوة أخرى فوق القطب الشمالي تتمركز فوق النرويج وتقدر نسبة تضاؤل الأوزون فيها بمقدار ٢٠% مع زيادة كبيرة فى نسبة مركبات الكلور تعادل ٥٠٠ ضعفاً عن المتوقع .

وتواجد الأوزون فى طبقات الجو العليا يمنع مرور الأشعة فوق البنفسجية ووصولها إلى سطح الأرض وبذا يقي البشر من أضرار تعرض أجسامهم لهذه الأشعة التى تسبب أمراضاً جلدية مختلفة من أهمها سرطان الجلد .

تتوقع الجمعية الأمريكية لمرضى السرطان زيادة حالات سرطان الجلد فى السنوات القادمة وقد تصل إلى نحو ٦٠٠ ألف حالة جديدة كما يتوقع أن

ينتج عن تقب الأوزون نقص إنتاج الحاصلات وبالتالي نقص الإنتاج الحيواني وأن بعض الكائنات المائية معرضة لمرض إلتهاب الملتحمة فى عيونها (مرض العين الحمراء pinkeye) .

تغير المناخ على الأرض

نقص الأوزون وزيادة ثاني أوكسيد الكربون (نتيجة دخان المصانع وعوادم السيارات وإزالة الغابات فى مساحة واسعة) تمنع الأشعة الحرارية من طبقات الجو إلى سطح الأرض وهو ما يشبه تأثير البيوت البلاستيكية (الصوب) ولذا سميت هذه الحالة بحالات الصوبة .

وإرتفاع درجة حرارة الجو يمكن أن تؤدى إلى ظواهر أخرى مثل ذوبان الجليد فى المناطق المتجمدة مما يؤدى بالتالي إلى زيادة مياه المحيطات فتطفو على الشواطئ وقد يبلغ ذلك حد إغراق المدن والحقول الساحلية كما أن إرتفاع درجة الحرارة يؤدى إلى عدم ملاءمة المناخ لبعض الحاصلات فيقل إنتاجها ويقدر بعض الباحثين أن نقص إنتاج الحبوب نتيجة إرتفاع درجة حرارة الأرض بنحو ١٧% وأن هذه الحاصلات سوف تزداد حاجتها للماء بنحو ٩-١٢% إذا كان إرتفاع درجة الحرارة درجتين وهو المتوقع حدوثه بعد ٥٠ سنة.

والنتائج التى قد تحدث نتيجة إرتفاع درجة حرارة الأرض بعيدة المدى وشديدة الأثر سواء بالنسبة لكثافة سقوط الأمطار أو مستوى البحار وغيرها فضلاً عن زيادة معدل الوفيات وإنتشار بعض الأمراض .

قياس الأوزون *

يتم قياس الأوزون بطريقتين :

١- الطريقة الضوئية :

يوجد جهاز بريون لقياس كمية الأوزون وتوزيعه عن طريق قياس الأشعة فوق البنفسجية التى ترتد من سطح الأرض إلى الغلاف الجوى ومعرفة مقدارإنخفاضها وبالتالي معرفة كمية الأوزون وهو جهاز يعمل بطريقة آلية بأجهزة الليزر ويمكن إستخدام الجهاز فى قياس أكاسيد النيتروجين والحرارة والسحب ولا يستخدم هذا الجهاز إلا الدول المتقدمة حتى الآن وفى الأقمار الصناعية .

٢- الطريقة الكيميائية :

يتم القياس بواسطة جهاز سوند وهذا الجهاز يقوم بتسجيل تركيز الأوزون أثناء صعوده مع بالونة الأرصاد الخاصة بطبقات الجو العليا .

علاج تآكل طبقة الأزون

إستخدام التقنيات الحديثة :

هناك حلول خيالية مثل قذف أطنان من الأوزون المحمولة بواسطة مدافع قوية نحو طبقات الجو العليا وحقن مواد مضادة للكلور وفلوروكربونات بواسطة طائرات عالية التحليق مثل حقن غازىّ البروميان والإيثان اللذين ينتجان بكميات من غاز الميثان الذي يساعد على تجميد الكلور فى الطبقات العليا ، وأستخدم العالم الأفريقي ألفرد دونج عام ١٩٩٠ موجات ذات تردد عالٍ يعادل ١,٥ ميجاوات مما ينشط الإليكترونات الموجودة فى الجو فتتحد مع

---

* دكتور/ الأعوج فى كتابه عن التلوث الهوائى والبيئة (مهرجان القراءة للجميع) .

ذرات الكلـــور التى تهدد طبقة الأوزون فهذه الموجات تعمل على وقف نشاط الكلور وبالتالي نضمن سلامة الأوزون .

وفـــى سبيل البحث عن بدائل تلخص التقنية التى يعتمد عليها الكيميائيون لتنقـــية غـــازات الكلورفلوركربون من الكلور لجعلها أقل خطورة على البيئة وتـــرجح الدراســـات مـــادة الهيدرولكان ٢٢ والفريون ١٣٤ ولكن خصائص الجزيئات الجديدة أقل فاعلية وتكون أقل حفظاً للبرودة وتكون النتيجة إستهلاك مقدار أكبر من الطاقة لإنتاج كمية البرودة نفسها .

وكذلـــك يحتوى الكلوروفلوروكربون على نسبة من زيوت قابلة للإمتزاج مع الغازات الجديدة كذلك يجب التأكد من أن الجزيئات الجديدة ليست سامة أو قـــد تســـبب الســـرطان . فقد ظهرت قروح فى بنكرياس وخصية الفئران بعد إخضاعها لإستنشاق هذا الغاز بصفة منتظمة ولذلك ينصح بعدم التعرض لهذا الغـــاز بنســـبة تزيد عن ١٠ جزء/مليون يومياً فضلاً عن أنها تمتص الأشعة الحمراء بقدر ٣٠٠٠ مرة قدر ك أ، الأمر الذي يزيد مفعول الدفيئة (الصوبة) وكمحاولـــة للإســـتغناء عن الكلـــوروفلوروكربون يستخدم البوتان والبرويان والأوزون فـــى عـــبوات مبيدات الحشرات فى أمريكا وألمانيا فأدى ذلك إلى مشـــاكل كثيرة ، وفى هذا الإطار أنتج فى أحد المصانع الأمريكية رذاذاً تملأ به أجهزة التبريد بغاز الهليوم .

وقـــد حصـــلت بعـــض الشـــركات علـــى بعض النجاح فى إتجاه البديل للكلورفلوروكـــربون المضغوط حيث كانت المعضـــلة التى يواجههـــا العلماء هـــي الحفاظ على ضغط الهواء بما يكفى لرفع المنتج بأكمله وقد نجحت إحدى الشـــركات المصـــرية المنـــتجة للبيرســـول فى إستخدام غاز البترول المسال L.P.G. كبديل للفريون فى أغلب الإيروسولات وهو أقل كلفة وقد ظهرت له

آثـــار جانبـــية علـــى طـــبقة الأوزون ، والناحـــية الســـلبية لمعظـــم بدائل الكلوروفلوروكـــربون هي التكلفة المرتفعة وبالتالي سيدفع المستهلك ثمناً أغلى للمنتجات المتأثرة بهذا التغيير.

حظر إنتاج الكلوروفلوروكاربونات

من الحلول العلمية العمل على تدوير الكلوروفلوروكربون وإعادة وحدات التـــبريد ومكـــيفات الهـــواء القديمة إلى المصانع حيث يعاد إستخدام الغازات الموجـــودة فـــيها بـــدلاً من إطلاقها فى الهواء وإعادة التدوير تساعد فى حل المشكلة جزئياً ويبقى الحل الجذري للحفاظ على طبقة الأوزون يتمثل فى حظر إنـــتاج الكلوروفلوروكربونات حظراً شاملاً إلا أن الحظر سيترك أثراً مزعجاً علـــى إقتصـــاديات العالم حيث حجم التعامل فى الكلوروفلوروكاربونات يفوق ٢٢ مليار دولار إلا أنه يجب عدم التأخير فى حظر إستعماله .

وكل سنة فى تأخير حظر إستعمال الكلوروفلوروكربون تتسبب فى تأخير ٣ ســـنوات مـــن الوقت الذي يحتاجه العلاج وعودة طبقة الأوزون إلى حالتها السوية .

وتطالـــب كثـــير من الدراسات بوضع حد قاطع لإستعمال المواد المتلفة لـــلأوزون وذلك من بداية سنة ٢٠٠١ وهو الضمان الوحيد للتخلص من مادة الكلورين فى الجو بحيث يصبح تركيز الكلورين الجوى أقل من ٢ جزء/مليون وهـــــذه النسبـــة تمثل الحد الأدنى الذي يشترط لعلاج مشكلة طبقة الأوزون ولهذا وافقت كثير من الدول على إتفاقية فينا (النمسا) فى عام ١٩٨٥ ثم إتفاقية مونتريال فى نوفمبر ١٩٨٧ وتقرر فيها تجميد إنتاج الكلوروفلوروكربون عند المقـــدار الـــذي كان عليه سنة ١٩٨٦ وإتفقت الدول على إعتبار عام ١٩٨٦ أساساً للقياس .

وتدعـو البروتوكولات إلى خفض تدريجي بنسبة ٥٠% من إستخدام هذه المواد بحلول عام ١٩٩٥ ثم بنسبة ٨٥% بحلول عام ١٩٩٧ والتخلص بشكل تام من إستخدام هذه الغازات عام ٢٠٠٠ .

وتـم الإتفاق فى مونتريال على تحديد ٨ غازات منها خمسة تستخدم فى صـناعة التـبريد وثلاثة غازات تستخدم فى إطفاء الحريق ويحظر إستعمالها خلال عشر سنوات والجدير بالذكر أن الدول التى تعهدت بتنفيذها تمثل ٧٧% من الإنتاج العالمي من هذه الغازات ومن الملاحظ أن هذا الإتفاق سمح للإتحاد السـوفيتي بمضـاعفة إنتاجه من الكلوروفلورو كربونات كما أن لدول العالم الثالـث مهلة عشر سنوات تكون حرة خلالها لإنتاج ما يمكن منها ، وتم عقد مؤتمـر لندن عام ١٩٨٩ وشاركت فيه ١٢٣ دولة ووافق المؤتمر على إنشاء صـندوق دولي من أجل حماية البيئة والخطط الرامية إلى التخلص من المواد الكيميائـية الخطرة ورأسمال هذا الصندوق ٢٤٠ مليون دولار ووافقت الدول الصناعية والنامية على التخلص التدريجي من مادة الكلوروفلوروكربون بحيث يتم تحريم إستخدامها بحلول عام ٢٠٠٠ .