

الكوارث البيئية

مقدمة:

أصبحت الكرة الأرضية فى الآونة الأخيرة مهددة بالعديد من الكوارث البيئية التى بدأت أخطارها منذ منتصف القرن العشرين، وتزايدت أخطارها فى الوقت الحاضر، ومن المتوقع استمرارها فى المستقبل القريب إذا ما لم يتم وضع الحلول الملائمة واتخاذ الإجراءات والتدابير اللازمة للحد من أخطار هذه الكوارث، وتنفيذ الإجراءات الوقائية للحد من خسائرها التى تهدد العالم بأكمله وليس دولة دون أخرى.

وتهدف هذه الدراسة إلى التعريف بالكوارث البيئية وأسباب حدوثها والأخطار الناجمة عنها، وذلك من خلال دراسة ثلاث كوارث بيئية تعد من أخطر الكوارث التى تهدد العالم الآن، وتختتم الدراسة بمحاولة وضع الحلول المناسبة للحد من خسائر هذه الكوارث.

أولاً : تعريف الكوارث البيئية :

قدم علماء البيئة بعض التعريفات عن الكوارث البيئية نذكر منها ما يلى : الكارثة البيئية حادث جسيم ناجم عن العوامل الطبيعية أو فعل الإنسان، ويترتب عليه ضرر شديد للبيئة، وتحتاج مواجهته إلى إمكانيات تفوق القدرات المحلية⁽¹⁾. الكارثة البيئية هى تغير مفاجئ حاد لأثر يحدث بسبب تغيرات متواصلة فى القوى يكون من نتائجها إنهيار التوازن البيئي، وقد صنف شريف حافظ، 1997، الأزمات البيئية إلى :

(1) جهاد أبو العطا : "الجوانب الصحية للكوارث البيئية"، المؤتمر السنوى الثالث لإدارة الأزمات والكوارث، وحدة بحوث الأزمات، جامعة عين شمس، 1998، ص 337

1- أزمة بيئية دائمة، وهي الأزمة التي تحتاج إلى إدارة تمنع بكل الطرق الممكنة وقوع كارثة دولية قد تؤدي في حالة وقوعها إلى نهاية الحياة على الأرض، ومن المفترض أن تعمل الدول معاً على عدم إتساعها، لأن تلك الأزمة يمكن أن تؤدي إلى كارثة، وقد يستغرق الوصول إلى حلها عقود كثيرة، ومن تلك الأزمات ما هو عالمي مثل أزمة اتساع ثقب الأوزون، وأزمة ارتفاع درجة الحرارة على سطح الأرض، ومنها ما هو إقليمي مثل أزمة التصحر في العالم العربي.

2- أزمة بيئية وقتية، وهي الأزمة البيئية التي تنتج عقب حدوث كارثة مفاجئة مثل الزلازل، السيول، التلوث الإشعاعي، وقد تكون أزمة إقليمية مثل كارثة الإشعاع النووي شرق آسيا في خريف 1997، وكارثة حرائق الغابات في استراليا عام 2002 مما أدى إلى ارتفاع نسبة تلوث الهواء في المناطق المذكورة، وقد تكون أزمة محلية مثل ما حدث في مصر من جراء زلزال أكتوبر 1992، وكارثة السيول عام 1994⁽²⁾.

ثانياً : ثقب الأوزون :

الأوزون غاز يتكون من ثلاث ذرات من الأكسجين، ويحمل الرمز الكيميائي (O_3)، ولقد قدر العلماء وزن الأوزون في الغلاف الجوى بحوالى 3.000 مليون طن متري، وهو يمثل نسبة ضئيلة لا تتعدى 0.00006%، أو ثلاثة أجزاء لكل عشرة مليون جزء من الهواء في الغلاف الجوى، وعلى الرغم من أن نسبة هذا الغاز ضئيلة جداً إلا أنها تقوم بدور هام في الغلاف

(2) شريف سمير حافظ : "الأبعاد الدولية لإدارة الأزمات البيئية"، المؤتمر السنوى الثانى لإدارة الأزمات والكوارث، وحدة بحوث الأزمات، جامعة عين شمس، 1997، ص 245 0

الجوى نظراً لتأثيرها فى الظروف المناخية والطقسية، كما أنها تؤثر فى الغلاف الحيوى على سطح الأرض.

ويتمثل المصدر الرئيسى لتولد الأوزون فى طبقة الاستراتوسفير Stratosphere والأجزاء السفلى من طبقة الميزوسفير Mesosphere حيث يسود غاز الأوزون فى شكل حزام حول الكرة الأرضية ممثلاً ما يعرف بدرع الحياة A shield to Life حيث يقى الكائنات الحية على سطح الأرض من إضرار الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet التى تصل بمعدلات مرتفعة إذا اختل توزيع هذا الحزام الواقى، وتسبب الاضطراب فى نمو الخلايا الحية⁽³⁾.

ويتمثل المصدر الثانوى لتولد غاز الأوزون فى ما يسهم به سطح الأرض من نسب طفيفة نتيجة التفاعلات الكيميائية التى تحدث بمصاحبة الملوثات البيئية خاصة ما يعرف بالضباب الدخانى الناجم عن عملية التفاعل الضوئى الكيميائى فى المدن الصناعية المزدحمة، كما أنه يتولد نتيجة بعض الظواهر الطقسية التى تحدث قريباً من سطح الأرض⁽⁴⁾.

اهمية طبقة الأوزون :

على الرغم من أن الأوزون يكون جزءاً ضئيلاً من الغلاف الغازى المحيط بالكرة الأرضية، كما أنه يعتبر من الغازات الثانوية فى الغلاف الجوى، إلا أنه يعتبر الدرع الواقى للكائنات الحية التى تعيش على سطح الأرض وتتمثل أهمية طبقة الأوزون فيما يلى :

(3) عبد العزيز عبد اللطيف يوسف : "غاز الأوزون فى الغلاف الجوى : آثاره المناخية والجغرافية"،
المجلة الجغرافية العربية، العدد الثامن عشر، 1986، ص 41 .

(4) المرجع السابق : ص 45 .

1- حماية الكائنات الحية من الأشعة فوق البنفسجية :

يعتبر الأوزون عازل للأشعة فوق البنفسجية التي ترسلها الشمس فوجوده يمنع جزءاً من الأشعة فوق البنفسجية شديدة الضرر من الوصول إلى سطح الأرض فهو يمنع ما بين 70% و90% من هذه الأشعة، ويتمثل ضررها في إحراق جلد الإنسان، والإصابة بمرض سرطان الجلد، وبعض أمراض العيون.

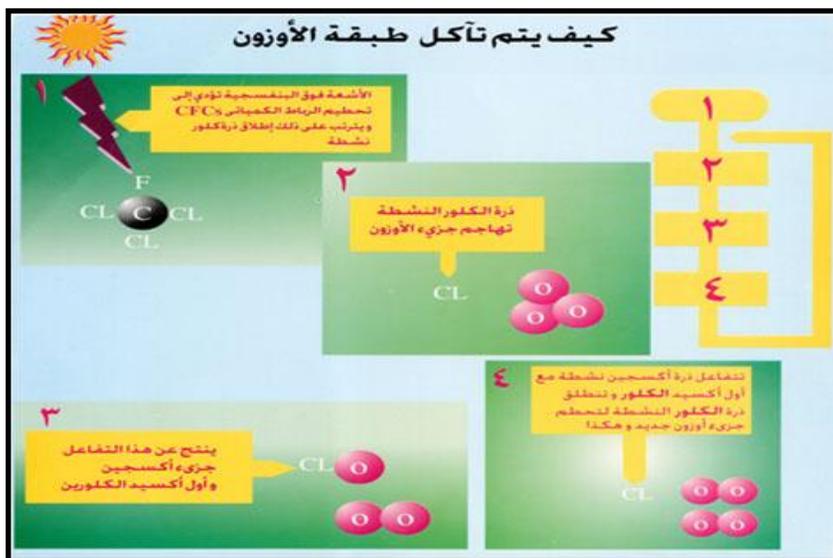
2- تنظيم درجة حرارة الأرض :

يقوم غاز الأوزون بدور هام في تنظيم درجة حرارة الأرض، فإذا زادت نسبة الأوزون في الجزء الأسفل من الغلاف الجوي، فإن نسبة كبيرة من الأشعة تحت الحمراء تمتص ولا تشع إلى الفضاء الخارجي مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة الأرض.

عوامل تدمير طبقة الأوزون :

أشارت الدراسات والتقارير إلى أن طبقة الأوزون تعاني من التبدد والتدمير، ونقصان نسبته ويرجع ذلك إلى عدة عوامل نذكر منها ما يلي :

1 زيادة أعداد الطائرات النفاثة الأسرع من الصوت (SST) والتي تحلق عادة على ارتفاعات شاهقة تتراوح بين 18، 21 كم فوق سطح الأرض، وهو المستوى الذي يبلغ فيه الأوزون أقصى تركيز له، وينتج عن ذلك تخلف أكسيد النتروجين ضمن عادم المحركات، ومن ثم تنشأ ثغرات ضمن طبقة الأوزون .



شكل (1) عوامل تدمير طبقة الأوزون

- 2 -ينتج عن التفجيرات النووية، وما يتحرر منها من غازات ومركبات كيميائية مختلفة من أهمها أكاسيد الأزوت (NO_x) التي تتفاعل مع الأوزون مخربة إياه.
- 3 -التوسع في استخدام الأسمدة الأزوتية كمخصبات للتربة الزراعية لتوفير حاجة النبات من الأزوت، مشكلة بذلك مصدراً من مصادر الأزوت الجوى الذى يعمل على تدمير الأوزون.
- 4 -ارتفاع نسبة مركبات الكلورفلوروكربون (CFC_s)، والتي تعتبر فى الوقت الحاضر أكثر المواد الكيميائية فاعلية فى تدمير الأوزون، وتتركب مركبات الكلورفلوروكربون من ثلاثة عناصر هى الكلور CL، والفلور F، والكربون OC وتدخل هذه المركبات فى كثير من الأغراض الصناعية والمنزلية، فهى تستعمل كمادة تبريد فى الثلاجات وأجهزة التكييف، وكدافعات فى علب الرش (سبراى) وزجاجات العطور، كما

أنها تدخل كمادة أساسية فى صناعة خام البلاستيك الرغوى، وتستخدم كمادة رغوية فى إطفاء الحرائق⁽⁵⁾.

كذلك تعد مركبات فريون 11 (CFC11)، وفريون 12 (CFC12)، وفريون 114، (CFC114)، من أكثر المركبات الكلورفلوركربونية استخداماً فى أجهزة التبريد والتكييف.

لقد بدأ العالم فى إنتاج هذه المركبات منذ العشرينات من القرن العشرين ومع ارتفاع مستوى المعيشة فى كثير من دول العالم، تزايدت الكميات المنطلقة فى الجو من تلك المركبات⁽⁶⁾.

وتتمثل خطورة مركبات الكلورفلوروكربون فى طول فترة حياتها دون أن يصيبها التبدد الذاتى أو التفاعلى، إلى جانب خمولها الكيميائى فى طبقة التروبوسفير، وانتقالها البطئ إلى طبقة الاستراتوسفير مما يعطيها الفرصة كى تمارس دورها فى التأثير على طبقة الأوزون بعد عدة سنوات من انطلاقها من سطح الأرض، بالإضافة إلى ذلك قدرة الكلور الكبيرة على تحطيم الأوزون، إذ يمكن لكل ذرة واحدة من الكلور تحطيم ما يقرب من 100 ألف جزئ أوزونى فى سلسلة كبيرة من التفاعلات الرجعية قبل أن تفقد فاعليتها أو تعود إلى طبقة التروبوسفير⁽⁷⁾.

(5) <http://www.giss.nasa.gov/research/stories/May2003>.

(6) U.S. Environmental Protection Agency (U.S.EPA) office of Air and Radiation, Washington, DC. March 13, 2002.

(7) عبد القادر عبد العزيز على : "ثقب الأوزون وآثاره البيئية المناخية والحوية"، المؤتمر الرابع، الأرصاد الجوية والتنمية المستدامة نحو القرن الحادى والعشرين، 1999، ص 417.

التغيرات التي تحدث في النشاط الشمسى، وما يصحبها من تذبذب في قيمة الثابت الشمسى، وتغير في كمية الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى الغلاف الجوى.

تتأثر طبقة الأوزون ببعض الأحداث الطبيعية التي تحدث على سطح الأرض مثل النشاط البركانى، فقد أثبتت الأبحاث العلمية أن البراكين تشكل مصدراً هاماً من مصادر الأيروسول والكبريتات، كما أنها تشكل أحد مصادر الكلور الجوى.

كذلك ربط العلماء بين حدوث ظاهرة النينو El Nino، و ثقب الأوزون والتي يرتبط بها حدوث ذبذبات مناخية شاذة غير عادية في طبقة التروبوسفير مثل حدوث فيضانات على الساحل الغربى لأمريكا الجنوبية، و حدوث الجفاف في أفريقيا، وقد ربط العلماء بين وصول كمية الأوزون الإجمالية إلى أدناها في شتاء عامى 1982 - 1983 و حدوث ثوران بركان مون المكسيكى، و حدوث تيار النينو.

أخطار ثقب الأوزون :

يترتب على حدوث ثقب الأوزون العديد من الأخطار التي تصيب الكائنات الحية على سطح الأرض وتؤثر في الإنسان بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ويتابع العلماء ظاهرة ثقب الأوزون، ومدى ما يحدث لها من تدمير في بعض طبقات غلاف الاستراتوسفير، فقد لاحظ العلماء في منتصف سبتمبر عام 2000، وجود ضعف في طبقة الأوزون بمقدار 50% عبر معظم ثقب الأوزون المتحرك فوق القارة القطبية وذلك بالمقارنة بالمعايير التي وضعت منذ العقود الماضية منذ اكتشاف الثقب، وقد سجل العلماء وجود منطقة واسعة فقدت أكثر من 50%، وقد أوضح العالم مايكل

بروفيت كبير علماء هيئة الأرصاد الدولية أن الرقم السابق الذكر رقم قياس يدل على زيادة عمق ثقب الأوزون وقد تجاوز هذا العمق ما قد تم تسجيله عام 1998⁽⁸⁾.

ويترتب على حدوث واتساع وزيادة عمق ثقب الأوزون العديد من الأخطار إلى جانب التغيرات البيئية على سطح الأرض ويمكن حصرها فيما يلي :

يترتب على وجود ثقب الأوزون تسرب الأشعة فوق البنفسجية إلى الأرض وهي من أخطر أنواع الأشعة على الكائنات الحية، فقد أثبت العلماء وجود علاقة طردية قوية بين زيادة الأشعة فوق البنفسجية وإصابة الإنسان بالأمراض، أخطرها مرض سرطان الجلد، إلى جانب أمراض العيون مثل إعتام عدسة العين، كما تؤثر هذه الأشعة على جهاز فقد المناعة لدى الإنسان مما يسهل إصابته بالأمراض البكتيرية والفيروسية والتي غالباً ما تسبب الوفاة، بالإضافة إلى ذلك تسبب زيادة نسبة الأشعة فوق البنفسجية حدوث تشوهات في الأجنة وارتفاع نسبة الإصابة بالأمراض الوراثية⁽⁹⁾.

يمتد ضرر الأشعة فوق البنفسجية إلى النبات والحيوان، حيث تسبب زيادة نسبة هذه الأشعة حدوث إصابات في النبات مما يترتب عليه انخفاض في إنتاج المحاصيل الزراعية، كما تؤثر زيادة هذه الأشعة في الثروة الحيوانية حيث تؤدي إلى إصابة قطعان الحيوانات بالعديد من الأمراض، كذلك يرتبط بزيادة نسبة الأشعة فوق البنفسجية انخفاض إنتاجية

(8) البيئة اليوم : العدد العاشر، ديسمبر 2000، ص11

(9) [http : // www. epa. gov / docs/ ozone/ geninfo/ actions. html.](http://www.epa.gov/docs/ozone/geninfo/actions.html)

الكائنات البحرية والطحالب المائية التي تعد مصدراً غذائياً أساسياً للكائنات البحرية.

لقد أوضحت الأبحاث العلمية أن الأشعة فوق البنفسجية تستطيع النفاذ إلى عمق 30م تحت سطح البحر، وهي بهذا تؤثر في نمو النباتات التي تنمو تحت سطح ماء البحر وتمثل المصدر الرئيسي لغذاء الكائنات البحرية، ويترتب على ذلك تناقص في إنتاج الثروة السمكية والتي تمثل مصدراً هاماً للبروتين الحيواني الذي يعتمد عليه ما يقرب من ثلث سكان العالم.

يرى العلماء وجود ارتباط قوى بين ثقب الأوزون وزيادة الارتفاع في -درجة حرارة الأرض يتراوح ما بين 1.5 - 4.5 درجة مئوية حتى عام 2050 ، ويترتب على ذلك العديد من الآثار السئية للحياة على سطح الأرض سوف نناقشها فيما بعد.



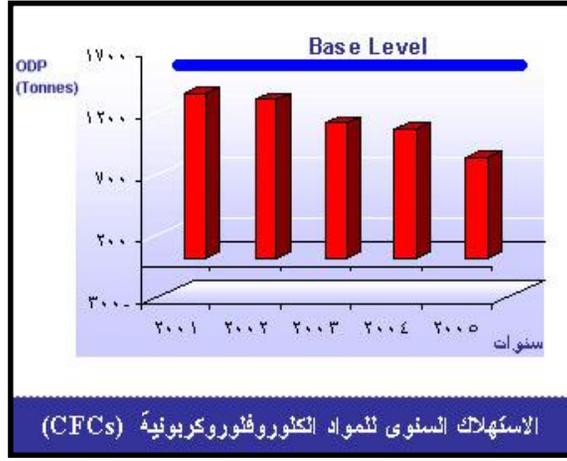
شكل (2) الأضرار الناجمة عن استنفاد الأوزون

أساليب الحد من خطر ثقب الأوزون :
أشارت الدراسات إلى خطورة مركبات الكلورفلوروكربون (CFCs)
على مستويات الأوزون وأوضحت دراسة نماذج المحاكاة Computer
model simulations والتي تم فيها حذف تأثير عامل مركبات
الكلورفلوروكربون على مستويات الأوزون خلال الفترة من عام 2002 إلى
2040، توقعت الدراسة اختفاء ثقب الأوزون في عام 2040⁽¹⁰⁾ .

بناء على الدراسات التي قامت بها العديد من الهيئات العلمية والتي
ل للحد من خطر ثقب الأوزون وتأثير مركبات الكلورفلوروكربون،
أصدرت الأمم المتحدة في عام 1978 قراراً يهدف إلى الحد من استخدام
المواد الكلورفلوروكربونية، وقد نفذت بعض الدول الأوربية هذا القرار .
في عام 1992 عقد مؤتمر قمة الأرض، وفيه طالب زعماء أكثر
من مائة دولة بوضع قوانين صارمة بإيقاف استخدام غاز الكلورفلوروكربون
واستبداله بغاز آخر بدأ استخدامه بالفعل ويرمز له بالرمز HFA 134 A
ويعرف باسم كلييا Clea، ويتميز هذا الغاز بأنه له نفس استخدامات غاز
الكلورفلوروكربون، ولا يضر بطبقة الأوزون، وقد بدأ بالفعل استخدام هذا
الغاز في مجالات مختلفة كبديل لغاز الكلورفلوروكربون.

كذلك تشير الدراسات في هذا المجال إلى إمكانية الحد من خطر
ثقب الأوزون من خلال حقن طبقة الاستراتوسفير إما بغاز الأوزون، أو
بمادتين كيميائيتين هما البروبان Propane والإيثان Ethane وهما مادتان
يتفاعلان مع جزئ CFC_s، ويمكنهما منع تدمير غاز الكلورفلوروكربون
بجزيئات الأوزون .

•
(10) [http : // www. giss. nasa. gov/ research / stories /
20020604/ og. May - 2003.](http://www.giss.nasa.gov/research/stories/20020604/og.May-2003)



شكل (3) الأستهلاك السنوى للكورفلوروكربون

ثالثاً : ارتفاع درجة الحرارة على سطح الأرض :

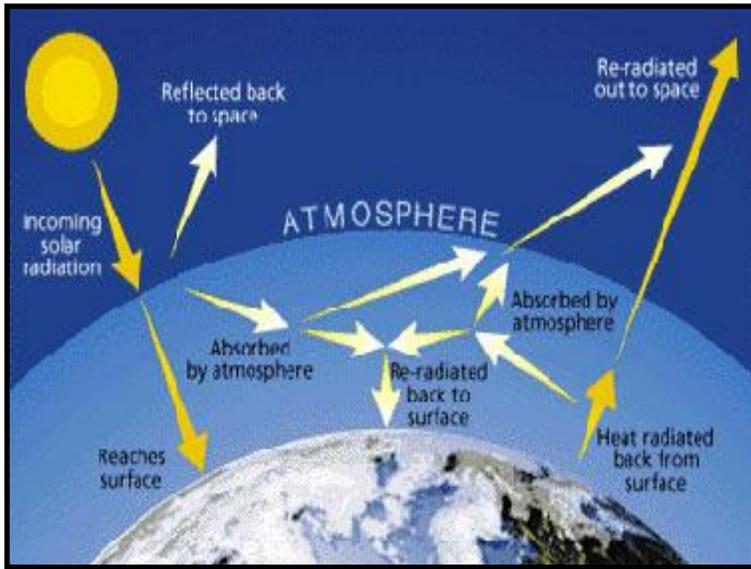
اهتم العلماء المتخصصون فى الدراسات المناخية بمحاولة رسم صورة متكاملة لمناخ الأرض على مدى الخمسين مليون سنة الأخيرة من عمر كوكبنا، وقد أوضحت هذه الدراسات تكرارية تعرض الأرض لتغيرات مناخية متتالية، فمن الثابت أن الأرض تعرضت لأول عصر جليدى منذ ما يقرب من 20 مليون سنة مضت، وتوالى بعد ذلك عصور جليدية أخرى بشكل دورى شبه منتظم، وقد قدر العلماء أن كل عصر جليدى كان يستغرق 90.000 سنة، وكان يفصل بين كل فترتين جليديتين فترة دفيئة يتراوح طولها بين 10.000 و 12.500 سنة، وكانت آخر الفترات الجليدية التى شهدها كوكبنا منذ ما يقرب من عشرة آلاف عام، مما يعنى إننا نعيش الآن فترة دفيئة بلغت ذروتها الحرارية فى الحقبة الممتدة بين عامى 5000 و 3000 قبل الميلاد، وهى الفترة التى تكونت خلالها أغلب الصحارى الرئيسية مثل الصحراء الكبرى وصحراء بلاد العرب،

ويرجع العلماء حدوث التغيرات المناخية إلى الأسباب التالية :

- حدوث تغيير فى مدار الأرض حول الشمس، وهذا يؤدي إلى تغيير فى كمية الإشعاع الشمسى التى تصل من الشمس إلى سطح الأرض 0
 - تغيير فى درجة ميل محور الأرض، مما يؤدي إلى اختلاف العلاقة بين الصيف والشتاء.
 - حدوث تغيير فى قوة الرياح مما يؤدي إلى حدوث زحزحة لنطاقات الضغط الجوى مما ينتج عنه تغيير مناخى.
 - تغيرات فى البقع الشمسية Sun Spots، مما يترتب عليه اختلاف مدى قوة الأشعة الشمسية وطبيعتها.
 - زيادة نسبة الغبار والرماد البركانى فى الغلاف الجوى.
 - حدوث تغيير فى نسبة تركيز الأوزون فى طبقات الغلاف الجوى⁽¹¹⁾.
- كذلك أوضحت الدراسات المناخية بداية العصر الجليدى الصغير مع مطلع القرن التاسع عشر، وتجمع الآراء على تحديد نهايته فى منتصف القرن التاسع عشر، ومع بداية عام 1900م ساد الدفاء وتراجعت الغطاءات الجليدية، وبدأ الارتفاع فى درجة الحرارة على سطح الأرض.
- ونشير التقارير العلمية إلى أن القرن العشرين شهد ارتفاعاً كبيراً فى درجات الحرارة، فقد توصل العلماء إلى أن درجة حرارة جو الأرض كانت تتغير بمعدل ربع درجة مئوية فى القرن قبل عام 1880م، ثم وصل التغيير إلى ما يعادل درجة مئوية تقريباً منذ هذا الوقت حتى منتصف القرن العشرين 0 وقد نشرت مجلة العلوم Science أن السنوات الخمسين الأخيرة هى الأعلى حرارة طوال الألف عام الماضية، ويعتبر عام 1990 أكثر الأعوام ارتفاعاً فى درجة الحرارة مقارنة بدرجات الحرارة فى أعوام (1967 - 1978 - 1983 - 1984) كذلك يعتبر عامى 2000 - 2001 أكثر

(11) <http://www.home.earthlink.net/berniew/green.htm>

السنوات حرارة بالمقارنة بمتوسط حرارة الفترة من 1961 - 1990، ومن المنتظر أن يصل الارتفاع في درجة حرارة الجو إلى ما يتراوح بين درجتين وخمس درجات مئوية بحلول عام 2050م، كما يتوقع العلماء أن درجات الحرارة في المناطق الاستوائية ستزداد أكثر من خمس درجات⁽¹²⁾.



شكل (4) الاحتباس الحرارى

أ سباب ارتفاع درجات الحرارة على سطح الأرض :
يربط العلماء بين الارتفاع في درجات الحرارة على سطح الأرض، وإنسان القرن الحالى، وذلك بفعل مجموعة من المظاهر المرتبطة بحضارته المادية ونمط حياته ويمكن إيجازها على النحو التالى:

(12) يوسف عبد المجيد فايد : "التغيرات المناخية الحديثة" ، الموسمين الثقافيين، 1988 - 1989، 1989، الجمعية الجغرافية المصرية، ص 59-60

النمو الحضري وإقامة المباني الحديثة ومد الطرق الأسفلتية التي تختزن الحرارة، الأمر الذي يؤدي إلى تناقص درجات الحرارة في المدن الكبرى كلما تحركنا من مركزها إلى أطرافها.

الإفراط في استهلاك الوقود وما يترتب عليه من انطلاق الحرارة في الجو، مما يؤدي إلى تكوين قبة حرارية فوق كل تجمع مدني كبير، وهذا يفسر الذوبان السريع للثلوج في المنطقة التي يحتلها المجمع المدني الصناعي الذي تمثله العاصمة البريطانية.

زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو، ويصف العلماء غاز ثاني أكسيد الكربون بأنه "صوبة الأرض" Green house of the Earth لأنه يسمح للموجات الشمسية القصيرة بالوصول إلى سطح الأرض، ويمتص الموجات الشمسية الطويلة التي تنبعث من سطح الأرض، ومعنى ذلك أن غاز ثاني أكسيد الكربون له قدرة تصيد دفئ الشمس وحرارتها⁽¹³⁾.

وينتج غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 عن ناتج تحلل المواد العضوية، ومن عمليات تجوية الصخور، واستهلاك مصادر الطاقة العضوية، ويقدر العلماء كمية ثاني أكسيد الكربون التي أضافها الإنسان إلى الغلاف الغازي بنحو 360 بليون طن أي بزيادة قدرها 10% عما كانت عليه في القرن الماضي، ويتوقع الخبراء أن تتحقق زيادة مضاعفة في العشرين سنة القادمة.

(13) Burroughs, w.J., Climate Change : A Multidisciplinary Approach," Cambridge, 2001, p. 237.

تزايد نسبة غاز الميثان CH_4 المتولد من مستودعات النفايات، إلى جانب زيادة نسبة غاز الأوزون في الجزء السفلى من الغلاف الجوى وأكاسيد النتروجين الناتجة من المركبات الآلية ومن عمليات التصنيع إلى جانب زيادة نسبة مركبات الكلورفلوركربون .

نتائج ارتفاع درجة الحرارة على سطح الأرض :

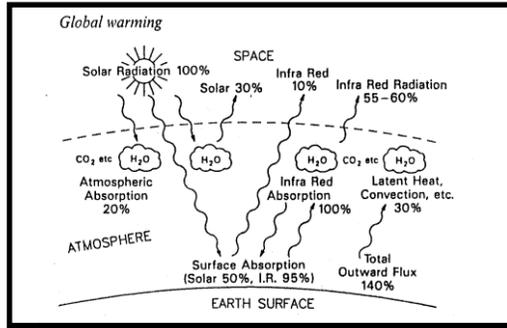
يرتبط بارتفاع درجات الحرارة على سطح الأرض العديد من

أخطار البيئة التي تهدد حياة الإنسان والحياة الفطرية في مختلف مناطق

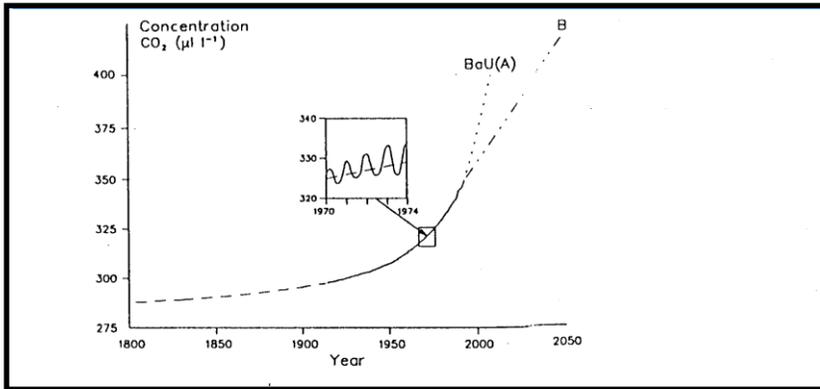
العالم ويمكن تحديدها على النحو التالي:

1 يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى ذوبان الغطاءات الجليدية القطبية، وفي عدة أماكن أخرى من العالم مثل مرتفعات جبال الألب بأوروبا وجبال تيان شان بآسيا الصغرى، وقد قدر العلماء متوسط ارتفاع درجات الحرارة في ألاسكا وسيبيريا وبعض أجزاء من كندا بنحو 4 درجات مئوية، وفقد البحر المتجمد نحو 40% من طبقات جليده، وتراجع بنسبة 6% من المساحة التي كان يشغلها في الثمانينات من القرن العشرين. ويؤدي ذوبان الجليد إلى المخاطر البيئية التالية :

2 حدوث ارتفاع في مناسيب مياه البحار والمحيطات العالمية، قد يتراوح بين 20 و30سم عن المناسيب الحالية حتى عام 2050م، ويترتب على ذلك تعرض الأراضي الساحلية المنخفضة المنسوب لخطر الغرق، حيث يرى العلماء أن مدن مثل لندن ونيويورك سوف تغرقها مياه البحر تماماً

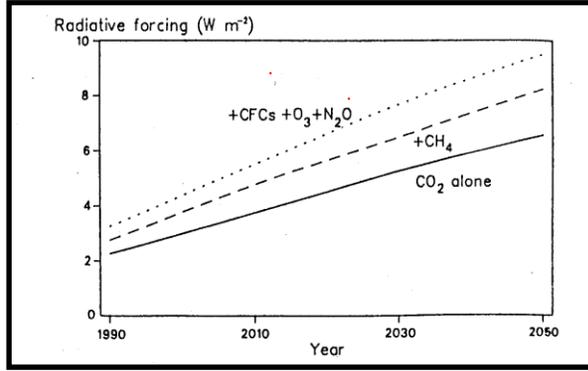


شكل (5) أثر غاز ثنائي أكسيد الكربون على درجة الحرارة

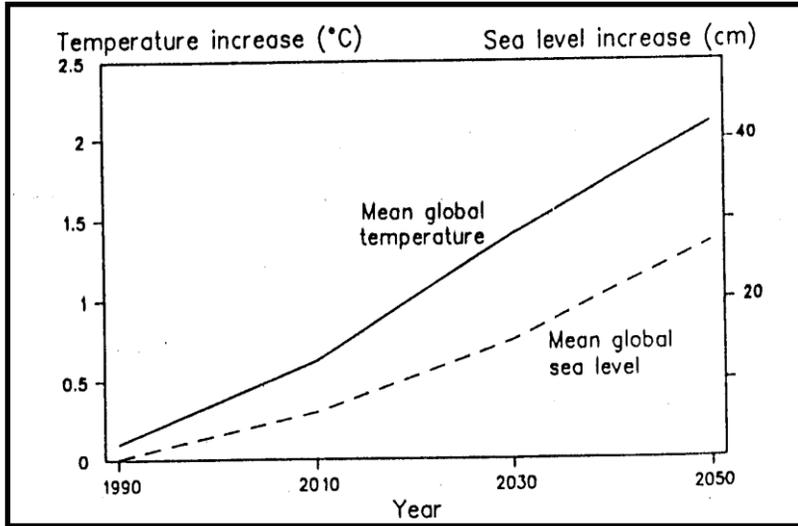


شكل (6) زيادة نسبة غاز ثنائي أكسيد الكربون في الغلاف الجوي والنسبة المتوقعة حتى عام 2050م (14)

(14)Houghton et a., eds. , "Climate change," Cambridge, U.K.,1996.



شكل (7) زيادة نسبة غاز الميثان وثاني أكسيد الكربون ومركبات الكلورفلوروكربون في الغلاف الجوي حتى عام 2050م



شكل (7) اثر ارتفاع درجات الحرارة على منسوب سطح البحر

يؤدى ذوبان الغطاءات الجليدية إلى تدهور الحياة البرية، فذوبان الجليد يعنى حدوث تغير جوهري للحيوانات البرية التى تعيش فى البيئة القطبية مثل الدب القطبى وطائر البطريك، وقد ورد فى تقرير معهد مراقبة العالم أن ارتفاع حرارة الأرض قد يعرض نحو 11% من أنواع الطيور، و25% من الثدييات، و34% من الأسماك لخطر الإنقراض⁽¹⁵⁾.

3 من المعروف أن الجليد يعكس نحو 85% من أشعة الشمس، ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة وذوبان بعض الغطاءات الجليدية إلى امتصاص قدر كبير من أشعة الشمس، مما يترتب عليه تزايد فى ارتفاع درجات الحرارة، كما أن انتشار الأشجار ذات اللون الداكن فى الطقس الدافئ بالدائرة القطبية الشمالية يزيد من أشعة الشمس التى يتم امتصاصها، مما يؤدى إلى ذوبان الطبقة الدائمة التجمد من الغطاءات الجليدية، والتى يترتب عليها العديد من الأخطار البيئية.

4 حدوث تغير فى نظام الطقس على سطح الأرض، ويرتبط بذلك تغير توزيع الرياح، وتوزيعات المطر، وقد تحدث عواصف مفاجئة وحادة فى مناطق مختلفة من العالم.

5 يتوقع علماء البيئة مع تزايد ارتفاع درجات الحرارة على سطح الأرض اختفاء القمم الجليدية فى العالم فى أقل من 20 سنة، ويرتبط بذلك تغيرات فى أنماط تساقط الأمطار، وحدثت فيضانات، واشتداد الأعاصير وما يرتبط بذلك من تغيرات واسعة فى الأنظمة البيئية.

(15) البيئة اليوم : مرجع سبق ذكره، ص29

6 يترتب على ارتفاع درجات الحرارة على سطح الأرض تقلص في المحتوى الأرضي من الماء، وحدوث الجفاف، ونقص المياه النقية اللازمة لحياة الإنسان، ويرى علماء البيئة أن ما يقرب من أربعة مليارات إنسان سيتأثرون بنقص المياه، ويترتب على ذلك ظهور الصراعات والحروب من أجل الحصول على المياه النقية.

7 يرتبط بارتفاع درجات الحرارة على سطح الأرض، ونقص مياه الأمطار زيادة المساحات المعرضة للتصحر، في الوقت الذي تزداد فيه الحاجة إلى المزيد من الإنتاج الزراعي والرعي لمواجهة مشكلة التزايد السكاني العالمي، ولهذا تؤكد الأبحاث أن السنوات القادمة ستشهد صراعاً سياسياً واجتماعياً واقتصادياً من أجل تأمين الغذاء للسكان.

8 أوضحت دراسات ناسا (NASA) أن التغير المناخي الحالي يمثل عامل رئيسي في تبيد الأوزون Ozone depletion، وتعتبر مركبات الكلورفلوروكربون هي العامل الرئيسي في تبيد الأوزون، ويؤثر ارتفاع درجات الحرارة على طبقة الغلاف الجوي التي تحتوى على الأوزون ويتراوح ارتفاعها بين 9.7 إلى 48.3 كيلو متر (16).

أساليب مواجهة خطر ارتفاع درجات الحرارة :

من العرض السابق يتضح أن أسباب ارتفاع درجات الحرارة يرتبط بالإنسان واستخداماته البيئية، واستنزاف الموارد الطبيعية، والإفراط في مظاهر الحياة المدنية، ولذلك وقعت 160 دولة بروتوكول "كيوتو" عام 1997، وتعهدت فيه الدول الصناعية بتخفيض نسبة انبعاث الغازات

•
<http://www.giss.nasa.gov/research/stories/20020604/og.May-2003>

الحرارية بنحو 5.2% أقل من المستويات التي كانت عليها عام 1990، وذلك بين عامي 2008 و2012م⁽¹⁷⁾.

كذلك اجتمع وزراء البيئة من نحو 173 دولة فى مدينة بون الألمانية عام 1999 لمناقشة أساليب خفض نسب الغازات الحرارية، ومتابعة تطبيق بروتوكول "كيوتو".

إلى جانب ذلك تبذل الجمعيات الأهلية فى كثير من دول العالم والتي تعمل فى مجال البيئة دوراً هاماً من أجل منع قطع الأشجار والسيطرة على إزالة الغابات والتي تقوم بدور هام فى امتصاص غاز ثانى أكسيد الكربون. كذلك ينبغى الاتجاه إلى استخدام مصادر الطاقة الصديقة للبيئة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وخفض نسبة استخدام مصادر الطاقة النفطية والوقود الحفرى.

رابعاً : التلوث البيئى :

بدأت مشكلة تلوث البيئة مع تزايد عدد السكان، وتزايد النشاط البشرى، والتقدم العلمى والتكنولوجى، وخاصة مع بداية عصر الصناعات الحديثة، ولهذا تعد أكثر الدول حضارة ومدنية الأكثر تلوثاً على مستوى العالم، وعلى الرغم من التقدم العلمى والتكنولوجى الكبير الذى حققه الإنسان منذ بداية القرن العشرين، والذى أتى بخير كثير للبشرية، إلا أنه ارتبط به زيادة معدلات نسب التلوث البيئى.

ويشمل تلوث البيئة، تلوث الهواء، والمياه، والتربة، والغذاء، والتلوث الإشعاعى الضوضائى، ومما يزيد من خطورة المشكلة أن التلوث يمثل سلسلة متصلة، فعلى سبيل المثال يؤدي تلوث الهواء إلى تلوث مياه

(17) <http://www.Kyotoprotocol.com>

الأمطار، وينتقل منها التلوث إلى التربة ثم إلى المحاصيل الزراعية المزروعة فيها، ومنها ينتقل التلوث إلى الإنسان، ومعنى ذلك أن الإنسان يتعرض للتلوث بصورة مباشرة وغير مباشرة.

1- تلوث الهواء :

الهواء هو أعلى ما فى الحياة، فحرمان الإنسان من الهواء لمدة ثلاث دقائق فقط يؤدي إلى الوفاة نتيجة لحرمان خلايا المخ من الأكسجين اللازم لإصدار أوامره لاستمرار أجهزة الجسم الحيوية فى وظائفها، ويمكن تقسيم تلوث الهواء وفقاً لمصادر التلوث على النحو التالى:

*الملوثات الغازية للهواء :

يبين التحليل الدورى للهواء أن أهم خمسة مكونات لهذه الملوثات هى أول أكسيد الكربون، وثانى أكسيد الكبريت، والهيدروكربونات، وأكسيد النتروجين، والعوالق من الجسيمات الصلبة والسائلة. وتتمثل خطورة غاز أول أكسيد الكربون فى أنه غاز سام عديم اللون والرائحة، ومصدره فى الهواء يتمثل فى احتراق الوقود الكربونى، أما ثانى أكسيد الكبريت فهو غاز عديم اللون وكره الرائحة، ومصدره الرئيسى احتراق الوقود فى محطات توليد الكهرباء والمنشآت الصناعية، ولهذا الغاز تأثير ضار على الجهاز التنفسى للإنسان والحيوان.

كذلك يساهم كل من أكسيد النتريك وثانى أكسيد النتروجين فى تكوين ما يعرف بالدخاب الضوئى كيميائى، لاتحاده مع عادم السيارات، وفى وجود ضوء الشمس، وينتج عن ذلك تكوين كيماويات تسبب التهاب العيون 0 كذلك إذا ما وصل أكسيد النتريك إلى طبقة الأوزون يؤدي إلى تدمير جزء من هذه الطبقة.

*التلوث بالجسيمات العالقة :

يتضمن مصطلح الجسيمات العالقة بالهواء عدداً من أنواع الملوثات مثل الدخان والغبار والأبخرة والضباب والدخان و يتكون من حبيبات صغيرة من الكربون قطرها 10^{-10} ، وتنتج من الاحتراق غير الكامل للمواد الهيدروكربونية وأهمها الفحم والبتروال والقطران والتبغ، أما الغبار فيتكون من حبيبات تنشأ عن طريق تكسير وطحن وتفجير بعض المواد مثل الأحجار، والخامات والفحم والخشب والحبوب وغيرها0 أما الأبخرة فهي حبيبات صلبة تنتج من التكثيف من الحالة الغازية0 ويتكون الضباب من نقيطات سائلة "الماء - حمض النتريك - حمض الكبريتيك ... الخ".

وتتمثل أهم مصادر الجسيمات العالقة بأنواعها فى محطات توليد الكهرباء، والعمليات الزراعية، وعدد من الصناعات مثل تكسير الأحجار، صناعة الأسمنت، الحديد والصلب، واستغلال الغابات.

وتتمثل خطورة الجسيمات العالقة فى الهواء فى أنها قد تكون سامة نتيجة لخواصها الكيميائية أو الفيزيائية مثل الرصاص والأسبتوس، وقد تتداخل الجسيمات العالقة مع واحد أو أكثر من آليات التنقية فى الجهاز التنفسى، والتي قد تحمل إلى الرئتين مما يصيب الإنسان بكثير من أمراض الجهاز التنفسى⁽¹⁸⁾.

وقد يترتب على ارتفاع نسبة الجسيمات العالقة فى الهواء أخطار أخرى مثل خفض الرؤية وما يترتب على ذلك من حوادث الطرق فى حالات

(18) عزت محمد خيرى : "تلوث الهواء والماء وآثاره على الإنتاج والصحة العامة"، ندوة الجغرافيا

ومشكلات تلوث البيئة، 1993، ص 20 0

الضباب الكثيفة خاصة لو كان مصحوباً بالدخان، وقد تؤدي عوالق الهواء أحياناً إلى تشوية المباني وإتلاف الأنسجة وغيرها من المواد، وزيادة حموضة التربة والبحيرات وآثار ذلك على الثروة السمكية والزراعية.

ويرتبط بارتفاع نسب الملوثات الغازية والجسيمات العالقة بالهواء حدوث ما يسمى بالأمطار الحمضية Acid Rain، وتحدث هذه الأمطار نتيجة وجود مقادير غير مناسبة من ثنائي أكسيد الكبريت، وأكاسيد النتروجين في الهواء وأهم مصادر هذا النوع من التلوث ناتج عن حرق الوقود في محطات توليد الكهرباء والمصانع التي تتعامل مع الكبريتات، ومن أكسدة نتروجين الجو بفعل الإشعاع وغير ذلك من المصادر.

وللأمطار الحمضية أضرار عديدة على كثير من موارد البيئة مثل الغابات والمزارع والمراعى، وكذلك على المنشآت والمباني، بل أن هذه الأمطار الحمضية تسهم في تدهور البيئة البحرية للمياه الساحلية في الأماكن التي تتعرض لها.

2- تلوث المياه :

تكون المياه ملوثة إذا كانت تحتوى على نسبة أعلى من المعايير الدولية من المواد المذابة أو العالقة من المواد الغريبة مثل الأملاح، العناصر المعدنية، المواد العضوية أو غير العضوية ويمكن تقسيم تلوث الماء إلى تلوث بيولوجى ويشمل التلوث الميكروبي والطفيلي وينتج من المخلفات الآدمية والحيوانية التي تلوث المياه، والتلوث الكيميائى يشمل المواد الكيميائية الناتجة عن عمليات التصنيع مثل الرصاص والزنك والكاديوم والزرنيخ والنحاس وغيرها والمواد الناتجة عن النشاط الزراعى مثل المبيدات

الحشيرية والأسمدة ومكسبات الطعم والمنظفات الصناعية، والمواد الناتجة عن حركة النقل النهري أو البحري، والتلوث الحرارى وينتج عن رفع درجة حرارة المياه بالمسطحات المائية، والتلوث بواسطة المواد البترولية مثل الزيوت والدهون، والتلوث بمواد إشعاعية وينتج عن صرف المواد الإشعاعية من المصانع أو صرف مخلفات التجارب الذرية ودفن النفايات المشعة⁽¹⁹⁾.

وتتمثل مصادر تلوث المياه فى صرف مخلفات المدن من منازل ومباني عامة وغيرها إلى مياه الأنهار أو البحار دون معالجة، وصرف مخلفات المصانع السائلة الناتجة عن العمليات الصناعية، ورش المبيدات على المحاصيل الزراعية والتي ينساب بعضها مع مياه الصرف إلى المصارف، أو من خلال تلوث مياه الترعى والقنوات التي تغسل فيها آلات ومعدات الرش.



نقل مياه الصرف إلى بحيرة قارون

⁽¹⁹⁾عزه أحمد عبد الله : "تلوث المياه بمدينة حلوان الصناعية"، المجلة الجغرافية العربية، العدد السادس والعشرون، 1994، ص 181 .

ويرجع زيادة نسبة تلوث المياه فى المناطق الصناعية إلى النمو الضخم للعديد من الصناعات إلى جانب الزيادة الواضحة فى استخدام الوقود الحفرى بأنواعه المختلفة، والتوسع فى استخدام الأسمدة الكيميائية والمبيدات الحشرية، وارتفاع نسبة ثانى أكسيد الكربون والرصاص فى الهواء المنبعثة من المصانع وعوادم السيارات.

الكوليرا والحمى التيفودية والدوسنتاريا إلى جانب التأثير على صحة الحيوانات والتي ينتقل منها إلى الإنسان عند استخدام لحوم الحيوانات أو ألبانها كمواد غذائية، كما قد يؤدي تركيز المعادن فى المياه إلى تلوث الأسماك وقتلها، ويؤدي رى التربة بالمياه الملوثة إلى تلوث التربة، ومن ثم تلوث المحاصيل الزراعية التي تزرع بها، وينتقل تأثيرها الضار إلى الإنسان بعد ذلك.

3- تلوث التربة :

أدى استخدام المخصبات الكيميائية والمبيدات الحشرية إلى تلوث التربة، حيث فقدت التربة بعض توازنها العضوى والغير عضوى. كما قضت المبيدات على كافة الحشرات النافعة والضارة. ومما لاشك فيه أن جزءاً من هذه المواد العضوية أو الغير عضوية يجد طريقة إلى تلوث النبات والحيوانات والطيور ومن ثم إلى جسم الإنسان .

4- التلوث الإشعاعى :

هو أخطر أنواع التلوث وظهرت خطورته بعد اكتشاف الطاقة النووية وانفجار المفاعلات النووية مثل ما حدث فى مفاعل تشيرنوبل بروسيا، وتتمثل خطورة هذا التلوث فى سرعة انتشاره عن طريق السحب والفضاء مما يؤدي إلى سرعة تلوث جو مساحات كبيرة إلى جانب أن

الإشعاع يدخل جسم الإنسان دون أن يدري ويفاجئ بالتدهور السريع مرة واحدة وتتمثل مصادر التلوث الإشعاعي فى ثلاث مصادر رئيسية هى :

- الأشعة الكونية ومصدرها الرئيسى انفجار النجوم والعواصف الشمسية التى تحدث مرة كل 11 سنة.
- النشاط الإشعاعي فى القشرة الأرضية وتشمل أنواع مختلفة من الإشعاع الذرى مثل جسيمات بيتا وألفا وإشعاعات جاما.
- استخدامات الطاقة النووية فى الطرق السلمية وغير السلمية.

وتختلف أعراض الإصابة بالتلوث الإشعاعي بين ارتفاع درجة حرارة الإنسان إلى الانتهاء بالموت، وأوضح أعراض التلوث الإشعاعي هى الحروق الموضوعية التى يمكن أن تظهر عند الوجود بالقرب من مصدر التلوث، وهناك أعراض مرضية بسيطة مثل النزف الدموى وسقوط الشعر، كما قد يسبب التلوث الإشعاعي حدوث أورام داخلية فى جسم الإنسان.

طرق الحد من أخطار التلوث :

- ضرورة رفع الوعى البيئى والتعريف بأخطار التلوث ومصادره وآثاره المدمرة للعمل على الحد من تفاقم نسب التلوث والوقاية منه.
- تدريب العاملين فى مرافق الصناعة على ضرورة الحد من ملوثات الصناعة التى تلوث الهواء والماء والترية.
- أحكام عمليات الإشراف الصحى على عمليات معالجة مياه الشرب.
- النهوض بكافة شبكات رصد الملوثات سواء السائلة أو الغازية.
- وضع قوانين صارمة ضد كل من يتسبب فى تلوث المياه، مع وضع غرامات لمن يتسبب فى تلوث الموارد المائية.
- وضع آليات قابلة للتطبيق لضمان الالتزام بالقوانين وتطبيقها فعلياً.

دور جمهورية مصر العربية فى مواجهة التلوث البيئى:

استطاعت جمهورية مصر العربية مواجهة مشاكل التلوث البيئى وخاصة تلوث الهواء، وذلك من خلال تعاون عدة وزارات وهيئات ونذكر منها ما يلى :

شاركت الهيئة العامة للأرصاد الجوية وكالة الطاقة النووية بفينا وهيئة الطاقة الذرية المصرية فى دراسة أثار النظائر المشعة فى الأمطار، ومراقبة الملوثات فى الغلاف الجوى على مدار 24 ساعة.

تم التعاون بين الهيئة العامة للأرصاد الجوية وجهاز شئون البيئة فى إنشاء مركز للإنذار المبكر للملوثات.

اهتمت وزارة الزراعة بالتوسع فى إنشاء المساحات الخضراء خاصة فى القاهرة الكبرى.

اهتمت وزارة البترول بتحويل استخدام البنزين إلى بنزين خالى من الرصاص، وتعميم استخدام الغاز الطبيعي.

قامت وزارة النقل والمواصلات بتحويل نسبة كبيرة من مركبات النقل إلى مواصلات كهربائية.

قامت وزارة البيئة بإنشاء مشروعات تجريبية تم تنفيذها بالتعاون مع الهيئات الدولية.

ترتب على الجهود التى قامت بها الوزارات والهيئات فى جمهورية مصر العربية، انخفاض مستويات بعض الملوثات فى هواء القاهرة الكبرى، خلال الفترة من 1997 - 2000، حيث انخفضت نسبة الأتربة العالقة فوق التبين إلى نحو 30%، وانخفضت نسبة كل من ثانى اكسيد الكبريت

والرصاص فوق وسط مدينة القاهرة بنحو 34% و 60% على التوالي ، كما
انخفضت نسبة الأوزون الأرضي المسبب لظاهرة الضباب الدخاني فوق
القاهرة الكبرى بنحو 20%(20).

●
(20) مجدى علام : "هواء القاهرة الكبرى" ، مجلة الأرصاد الجوية، الهيئة العامة للأرصاد الجوية
المصرية، العدد الرابع والعشرون، يوليو 2002، ص 48 0

الخاتمة

من العرض السابق الذى تم فيه مناقشة ثلاث كوارث بيئية تهدد العالم الذى نعيش فيه وتهدد الأجيال القادمة ولسنوات عديدة فى المستقبل القريب والبعيد، يتضح مدى خطورة هذه الكوارث، وضرورة التعاون بين دول العالم للتصدى لهذه الكوارث0

لقد أصبح من الضرورى تنفيذ المعاهدات والبروتوكولات التى تم توقيعها من قبل عدد من دول العالم لخفض نسب انبعاث الغازات الحرارية والتى تتسبب فى ارتفاع درجات الحرارة على سطح الأرض، كما اصبح تحطيم ذرات الأوزون خطراً جسيماً يهدد البشرية لذلك يجب الاتجاه إلى استخدام الغاز المعروف باسم كليبيا، لوقف اتساع وعمق ثقب الأوزون0 كذلك أصبح حتماً على كل الدول وعلى الجمعيات الأهلية بذل المزيد من الجهد لرفع الوعى البيئى والتعريف بأخطار الكوارث البيئية والتى تهدد عالمنا المعاصر ومدى خطورتها على أجيالنا القادمة، وسن التشريعات التى تحمى البيئة من الخطر0

وفى الختام نسأل الله عز وجل أن يحمى عالمنا من شر الكوارث وأن لا يؤاخذنا بما فعله السفهاء منا، وأن يغفر لنا ويرحمنا فهو نعم المولى ونعم النصير0

المراجع العربية :

- 1- البيئة اليوم : العدد العاشر، جمعية مؤسسات الأعمال للحفاظ على البيئة، ديسمبر، 2000 0
- 2- جهاد أبو العطا : "الجوانب الصحية للكوارث البيئية"، المؤتمر السنوى الثالث لإدارة الأزمات والكوارث، وحدة بحوث الأزمات، جامعة عين شمس، 1998 0
- 3- شريف سمير حافظ : "الأبعاد الدولية لإدارة الأزمات والبيئة"، المؤتمر السنوى الثانى لإدارة الأزمات والكوارث، وحدة بحوث الأزمات، جامعة عين شمس، 1997 0
- 4- عبد العزيز عبد اللطيف يوسف : "غاز الأوزون فى الغلاف الجوى : آثاره المناخية والجغرافية"، المجلة الجغرافية العربية، العدد الثامن عشر، 1986 0
- 5- عبد القادر عبد العزيز على : "تقب الأوزون وآثاره البيئية المناخية والحيوية"، المؤتمر الرابع، الأرصاد الجوية والتنمية المستدامة نحو القرن الحادى والعشرين، 1999 0
- 6- عزت محمد خيرى : "تلوث الهواء والماء وآثاره على الإنتاج والصحة العامة"، ندوة الجغرافيا ومشكلات تلوث البيئة، 1993 0
- 7- عزة أحمد عبد الله : "تلوث المياه بمدينة حلوان الصناعية"، المجلة الجغرافية العربية، العدد السادس والعشرون، 1994 0
- 8- جمال الدين أحمد حواش : "التلوث البيئى وأثره على الاقتصاد القومى"، المؤتمر السنوى السادس لإدارة الأزمات والكوارث، وحدة بحوث الأزمات، جامعة عين شمس، 2001 0
- 9- على على البنا : "أسس الجغرافيا المناخية والنباتية"، دار النهضة العربية، 1970 0
- 10- مجدى علام : "هواء القاهرة الكبرى"، مجلة الأرصاد الجوية، الهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية، العدد الرابع والعشرون، يوليو 2002، ص 48 0

- 11 محمد صفي الدين أبو العز : "تقلبات المناخ العالمي : مظاهرها
وابعادها الاقتصادية والسياسية"، القاهرة، 1980
- 12 يوسف عبد المجيد فايد : "التغيرات المناخية الحديثة" ، الموسمين
الثقافيين، 1988 - 1989، 1989 - 1990م، الجمعية الجغرافية
المصرية0

المراجع الأجنبية

- 1- [http : // www. giss. nasa. gov/ research/ stories/ May 2003.](http://www.giss.nasa.gov/research/stories/May2003)
- 2- [http : // www. epa. gov / docs/ ozone/ geninfo/ actions. html.](http://www.epa.gov/docs/ozone/geninfo/actions.html)
- 3- [http : // encatra. msn. com.](http://encatra.msn.com)
- 4- [http: // www. home. earthlink net/ berniew/ green htm.](http://www.home.earthlink.net/berniew/green.htm)
- 5- [http : // www. gis nasa. gov / research / chemistry](http://www.gis.nasa.gov/research/chemistry)
- 6- [http : // www. giss. nasa. gov/ research / stories / 20020604/ og. May - 2003.](http://www.giss.nasa.gov/research/stories/20020604/og.May-2003)
- 7- [http : // www. Kyotoprotocol.com.](http://www.Kyotoprotocol.com)
- 8- Burroughs, w.J., Climate Change : A Multidisciplinary Approach," Cambridge, 2001.
- 9- Houghton et a., eds. , "Climate change," Cambridge, U.K.,1996.
- 10- Richard McPeters, Principal Investigator for Earth Probe TOMS, May 27, 2003.
- 11- U.S. Enviromental Protection Agency (U.S.EPA) office of Air and Radiation, Washington, DC. March 13, 2002.