الباب الثالث

الأوزون ومسببات ترققه

الأوزون عاز أزرق باهت، سام بالنسبة للإنسان حتى في حالة التركيزات الضعيفة، وهو ينتج عن عمليات التفريغ الكهربائى – طبيعيا بسبب البرق أو صناعيا بالأجهزة الكهربية عالية الجهد، ورائحته مميزة لاذعة –ومن الممكن ان ينشأ أيضا قرب سطح الأرض عن طريق تفاعلات كيميائية في وجود ضوء الشمس وملوثات البشرية.

وللأوزون توزيعات أفقية حسب خطوط العرض حيث تكون أقل قيمة له عند خطوط الاستواء وتزداد قيمته في اتجاه القطبين. وكذا فإن للأوزون توزيعات رأسية حيث يوجد حوالي ٩١% منه في طبقة التربوسفير على ارتفاع من ٨ إلى ١٧ كم، والأوزون في طبقة التربوسفير يعمل كملوث وسبب التسمم للإنسان عندما يتنفسه وتركيزه في الجو العادى يصل إلى ٠,٠٢ جزؤ في المليون. ولو أمعنا النظر، نجد أن سلوك الأوزون في طبقة التروبوسفير يختلف عنه في طبقة الستراتوسفير، فالتلوث الصادر عن النشاط البشرى على سطح الأرض يجعل تركيز الأوزون يتزايد في طبقة التربوسفير الملاصقة لسطح الأرض، أما في طبقة الستراتوسفير فإنه يتناقص نتيجة للتفاعل الكيمياوى بفعل الأشعة فوق البنفسجية والذي أشرنا له من قبل.

استنزاف الأوزون

من الممكن استنزاف طبقة الأو هيدروكسيل (OH–) غاز الكلور (CL) وغاز البرومين (Br)، حيث يوجد مصادر طبيعية لجميع الناصر المذكورة، إلى أن تركيز عاز

الكلور وغاز البرومين قد ارتفع بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة وذلك بسبب إنتاج البشر لبعض المواد المركبة خصوصا كلوروفلورو كربون (chlorofluorocarbon)التي تعرف اختصارا باسم (CFCs)، وايضا برموفلوروكربون. هذه المركبات المستقرة كيميائية تستطيع أن تصل إلى طبقة الستراتوسفير حيث تعلم على الأشعة فوق البنفسجية على تفكيك كل من الكلور والفلور.. يبدا كل منهم بتحفيز سلسلة من التفاعل القادرة على تفكيك أكثر من ١٠٠,٠٠٠ جزيء أوزون. الأوزون في الجزء الشمالى من الكرة الأرضية في انخفاض ٤% كل عقد. تقريبا أكثر من ٥% من سطح القطب الشمالى والقطب الجنوبى، أكثر (لكن بشكل موسمى قد ينخفض وهذا ما يسمى ب"ثقب الأوزون".

الدليل على استنفاذ الأوزون

بعد ملايين طن من مركبات الكربون الكلورية فلورية قد تم تصنيعها وبيعها في عام ١٩٧٤، بدأ الكميائيان شيروود رولاند وماريو مولينا من جامعة كاليفورنيا أن يتساءلا أن كل هذه المركبات انتهت؟ وافترضا رولاند ومولينا ان الأشعة فوق البنفسجية من أشعة الشمس من شأنه تفريق مركبات الكلوروفلوروكربون في طبقة الستراتوسفير، وإلى أن ذرات الكلور الحر وعندئذ يدخل في سلسلة من ردود الفعل، وتمدير طبقة الأوزون. وكثير من الناس، ومع ذلك لا يزال غير مقتنع للخطر على الجنس البشرى والغلاف الحيوى للكرة الأرضية.

مسببات ترقق طبقة الأوزون

بعد التأكد من حدوث تقلص لطبقة الأوزون واستمرار هذه الظاهرة ولكن بصورة متذبذبة ومتفاوتة على مدار السنة اكتسى مستقبل البشرية بسؤال مهم وهو: ما مسببات هذا التقلص؟ وكان على العلماء أن يبحثوا عن الأسباب التي كانو على يقين بأنها بيد الإنسان وليس غيره فأخذوا يربطون بين الغازات المختلفة وعلاقاتها بغاز

الأوزون، ومراجعة كل ما نشر في هذا المجال على مستوى العالم. ويجب أن نتذكر أن هناك أسبابا طبيعية موجدة منذ خلق الله الكون واسبابا أخرى نتيجة النشاط البشرى لترقق طبقة الأوزون. والتغيرات الطبيعية تحدث بمعدلات محددة تتكيف معها طبقة الأوزون بعد فترة وتعود لتركيزاتها الطبيعية. بينما ما يفعله الإنسان فيحدث تغيرا في تركيز الأوزون سريعا وبالتالي معدل النقص يكون أقو من قوى التكيف الطبيعية للأوزون فيحدث انخفاض في التركيز.

والواقع أنه لم تكن هناك بيانات متاحة عن المركبات الكيميائية الأخرى الموجودة في الستراتوسفير. كما لم تكن هناك معلومات متيرولوجية (علم المناخ والطقس) مفصلة. ولقد جمعت هذه المعلومات باستخدام أحدث الأجهزة وباستخدام الطائرات والبالونات وتحليل صور الأقمار الصناعية، وتمكن العلماء من قياس نطاق واسع من المركبات الجوية منها أول أكسيد الكلور وثاني أكسيد الكلور وحمضا الهيدروكلوريك والنيتريك وأكاسيد النيتروجين وأكاسيد النيتريك. ووجدوا علاقة عكسية بين هذه المركبات وتركيز غاز الأوزون. وكما قال أحد الباحثين ساخرا: "إن هذه القياسات أفضل من مسدس تفوح منه رائحة البارود ويتخذ دليلا ماديا قاطعا على ثبوت الجريمة. فهى أشبه برؤية المجرم القاتل وهو يقدح زناد المسدس".

وتركيز الأوزون في الجو فوق القارة القطبية يظل مرتفعا إلى حد ما طوال السنة. وجزيئات الأوزون تتكون فوق المنطقة الاستوائية وترسل مع الكلور إلى القارة القطبية الجنوبية وإلى المنطقة الشمالية كذلك عن طريق التحركات الجوية. وفي الستراتوسفير القارة القطبية الجنوبية يعمل نمطا دورانيا يعرف بالدوامة القطبية الجنوبية على حبس الأوزون فوق القطب الجنوبى لعدة شهور.

مركبات الكلوروفلوركربونات

كانت الثلاجات في بداية القرن التاسع عشر يستخدم فيها كغازات سامه (الأمونيا، كلوريد الميثان، وثاني اكسيد الكبريت) كغازات للتبريد، وبتكرار الحوادث الناتجة عن تسرب غاز كلوريد الميثان من الثلاجات بدا التفكير في البحث عن مركبات آمنة وغير سامة تعمل كغازات تبريد. وبتعاون ثلاث شركات أمريكية كان من ضمنا شركة جنرال موتورز توصل "توماس ميدجلى" في معامل شركة جنرال موتور لمركب الكلوروفلوروكربون في عام ١٩٢٨ وتم تكوين شركة لتطوير هذه المركبات وإنتاجها على المستوى التجارى. وبدأت تتزايد تركيزاتها بنسبة ١٠% حتى منتصف ١٩٨٠، عندما ظهر الاهتمام بمشكلة تقلص الأوزون الذي انتهى بتوقيع بروتوكول مونتريال. ومنذ ذلك الحين قل استخدام هذه المركبات وبدأ في استخدام البدائل، والله أعلم بمدى تأثير البدائل ونترك الأيام ترد على معتقادات الإنسان. وتصل نسبة مساهمة هذه المركبات في ظاهرة الصوبة حوالي ٢٤% وتأثيرها يعادل في المتوسط ١٠ آلاف مرة مقارنة بما يعتقد أن هذه المركبات ليس لها تأثير في الإنسان وبالتالي في البيئة المحيطة، ولكن جهل الإنسان ووعجزه عن إدراك الكون بكل مقوماته أدت للكارثة أنها السبب الأساسى في حدوث ثقب الأوزون كما يعتقد.

ومركبات الكلوروفلوركربونات هى مواد عضوية يدخل في تركيبها الكلور والفلور بجانب وجود ذرات الكربون. وهى تضم عائلة من المركبات تصل عدده إلى ١٥ مركب. وحجم الصناعات العالمية من هذه الغازات من ١٣ إلى ٢٠ مليار دولار سنويا. ويصل الإنتاج العالمى سنويا حوالي ١٤٠٠ مليون طن منها ٩٧٠ ألف كجم من النوع المدمر للأوزون. وتأتى أمريكا على رأس الدول التي تستهلك الكلوروفلوركربون حيث تنتج ٣٥٠ مليون طن سنويا ثم يأتى الاتحاد السوفيتى ١٨٠ مليون طن، ثم اليابان ١٠٠مليون طن، ثم إيطاليا ٧١مليون طن، وانجلترا وفرنسا ٦٩ مليون طن، وهكذا نجد

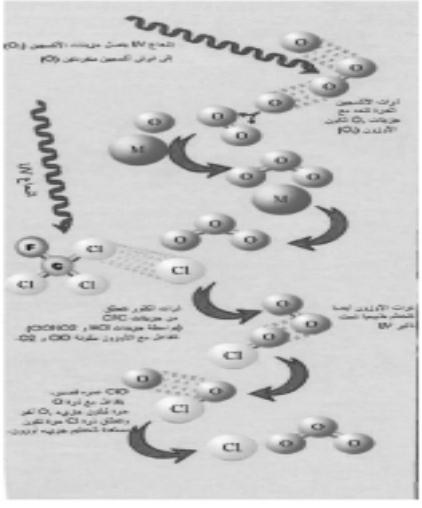
الدول المتقدمة صاحبة التقدم التكنولوجى الهائل هى السبب الأساسى لتدمير أرضنا الأم. وتدل الإحصائيات على ان كميات الكلوروفلوروكربونات المتراكمة في الجو قد تضاعفت ثلاثة أضعاف الكمية المتراكمة من عام ١٩٧٠ إلى ١٩٨٠. ولقد بدأ كل من "شيروود رولان" و " ماريو مولينا" بجامعة كاليفورونيا بدراسة تأثيرات الجزيئات المكلورة المنتجة صناعية (كملوثات) والتي تتميز بدرجة ثبات عالية كيميائيا في الأوزون الطبيعى، ولاحظ العالمان أن جزيئات الكلورفلور الكربوينة عندما تصل لطبقة الستراتوسفير تتفكك بفل الأشعة فوق بنفسجية عالية الطاقة (ذات طول موجى صغير) وتتكون ذرات كلور عالية الطاقة التي اكتسبتها من هذه الأشعة ونتيجة نشاط هذه الذرات العالى فإ شظية واحدة منها قادرة على تحطيم ما يصل إلى ١٠٠,٠٠٠ جزيء من الأوزون (خلال فتره زمنيه قدرها ١٠٠سنه) وبالتالي يكون معدل عمليات التحطم أو الهدم لجزيء الأوزون أكثر بكثير من عمليات تكوين الجزيء ومن هنا بدأ يحدث ترقق لطبقة الأوزون وتقلصت لتحدث ما سمى بثقب الأوزون. ولو افترضنا أنه يمكن إيقاف استخدام هذه الغازات في هذا اليوم على مستوى العالم فسيظل العالم في معاناة لمدة ١٠٠سنة تقربا من جراء تأثير ما هو متراكم حاليا من هذه الغازات ويعتقد أن تركيز الكلورين زاد في طبقة الستراتوسفير من ٢٠٠إلى ٤٠٠جزؤ في الترليون في الفترة من ١٩٧٥ إلى عام ١٩٨٨.

ومن المحتمل أن طول عمر هذه المركبات يصل من ٥٠إلى ١١٠ سنوات. ويفترض أن مجموعات غازات الكلوروفلوروكربون تبقى فترة تتراوح بين ٣٠ و ٤٠ سنة فيطبقة التربوسفير قبل هجرتها إلى طبقة الستراتوسفير.

وهناك العديد من المواد الكيماوية الجديدة مثل بروميد الميثل وبروميد البروبيل – العادى (halon-1202 و n-propyl bromide) ليست ضمن قائمة المواد المطلوب الحد من استعماله كما جاء في اتفاقية مونتريال الخاصة بحماية طبقة الأوزون،

وتؤكد الدراسات أن المواد الجديدة التي يتم استعمالها كبدائل للمواد المحظورة قد تشكل أضرارا لطبقة الأوزون التي تحمى الحياة على الأرض من الأمراض السرطانية الناتجة عن التعرض للأشعة فوق البنفسجية. وقد حث البروفيسور Molina Mario على زيادة الأبحاث العلمية حتى نعى تماما مدى تأثير المركبات الكيماوية الجديدة في طبقة الأوزون نحن نحتاج لتحديد أى من هذه المواد مأمون للإستخدام وأيها قد يشكل مصدرا للخطر في المستقبل، لدينا الآن دراية بنوعية المركبات الكيماوية التي يجب ألاتتسرب لطبقة الأوزون التي تشكل الدرع الواقى لحماية الحياة على الأرض من التعرض للمستويات العالية من الأشعة فوق البنفسجية التي تأكدتسببها للسرطان وكاتاراكت العيون.

ولقد سعت الولايات المتحدة والبلدان المشاركة في بروتوكول مونتريا إلى الاستمرار باستخدام ٨,٥ مليون كيلو جرام من بروميد الميثيل خلال عام ٢٠٠٦، وهى كمية تتجاوز المستخدم منه بواسطة المجمعات الصناعية في العالم برمته. هذه ، وعلى الرغم من أن هناك بدائل لبروميد الميثيل، لكنهم يفضلون استخدامه باعتباره الأرخص والأسهل في الاستخدام.



تسلسل تخطيطى لهدم الأوزون بواسطة المركبات الكلوروفروكربونية

الأوزون والأسمدة

تستخدم الأسمدة النيتروجينية في الوقت الحالى بمعدل ٥٠مليون طن في السنة على المستوى العالمى، إلى جانب ذلك يتم تثبيت النيتروجين بمعد ٢٠٠ مليون طن وبالتالي استخادام الأسمدة له تأثير في طبقة الأوزون حيث تقوم البكتريا الأرضية بإنتاج نيتروجين جزيئى وكميات صغيرة من أكاسيد النيتريك حوالي٧% فيكون أكسيد النيتروز. وأكسيد النيتريك في طبقة الستراتوسفير التي تتفاعل مع ذرات الكلور لتسهم بصورة غيير مباشيرة في حدوث تقلص الأوزون على وجه الدقة بينما تم تحديد وجود مركبات النتروكلور التي تتحول لذرات كلور نشط تهدم جزيئات الأوزون. وإليك عزيزى القارئ ميكانيكية أخرى مقترحة لتفاعل أكساييد النيتروجين مع الأوزون التي تساعد على تحطم الأوزون. ولقد وصل ثاني أكيسيد الكربون إلى أعلى مستوياته منذ ٦٥٠ ألق سنة.

أظهرت ادراسات أوروبية جديدة في نهاية عام ٢٠٠٥ أن المستويات الحالية من غاز ثاني أكسيد الكربون المسبب للاحتباس الحرارى قد وصلت إلى أعلى مستوياتها منذ ٦٥٠ ألف سنة. وتقول الدراسة إن هذه الاستنتاج هو حصيلة تجارب أجريت على جليد أخذ من عمق ثلاثة كيلومترات تحت سطح القارة القطبية الجنوبية. ويقول العلماء إن أبحاثهم تظهر أن مستويات ارتفاع درجة حرارة الكون أو الاحتباس الحرارى، قد وصلت إلى معدلات لم يسبق لها مثيل.

كما أشار بحث آخر نشر في دورية ساينس "علوم" إلى أن منسوب مياع البحر قد يرتفع بمعدل يبلغ ضعف معدل ارتفاعه خلال القرون الماضية. وتأتى الأدلة على التركيزات في الغلاف الجوي من المنطقة القطبية الجنوبية تدعى "القبة كونكورديا". وعلى مدى خمس سنوات بداية من عام ١٩٩٩، حفر العلماء العاملون في المشروع الأوروبى ٣٢٧٠ مترا في القبة التي تعادل العودة إلى الوراء نحو ٩٠٠ ألف عام من التاريخ. وقد

أظهرت فقاعات الغاز المحتجزة أثناء تكون الجليد أدلة مهمة على خليط الغازات الموجود في الغلاف الجوي في حينه ودرجة حرارته.ويقول مدير المشروع بجامعة برن في سويسرا توماس ستوكر إن من أهم النتائج التي يجرى استخلاصها هو وضع مستويات ثاني أكسيد الكربون والميثين على المدى البعيد لمعرفة مقدار التغير فيهما. ويقول: "نحن ندرك أن مستويات ثاني أكسيد الكربون قد ارتفعت بنسبة ٣٠% عن أى وقت مضى، بينما ارتفعت نسبة الميثين بنحو ١٣٠%، ونسب الزيادة استثنائية بكل المعايير: فنسب ثاني أكسيد الكربون ارتفعت مائتى مرة أسرع من أى وقت مضى خلال ال٦٥٠ ألف عام الماضية. وأكسيد النيتروجين تقوم بعمل ذرات الكلور وبذلك يستمر فعل هذه الأكاسيد مدة طويلة.

$$NO2 + O3 \longrightarrow NO2+O2$$

علاقة مستقرة

أصدر فريق البحث تقريرا العام الماضى ضم أو بياناته. وتضمنت أوراق البحث الأخير تحليلا لمكونات الغاز ودرجة حرارته منذ ٦٥٠ ألف عام. هذا يقدم عرضا مطولا للصورة العامة لمقارنتها بالقلب الجليدى المأخوذ من بحيرة فوستوك والذي يعود إلى ٤٤٠ ألف عام. وتعد البيانات الإضافية مهمة لأنها تشير إلى حدوث تحول في نمط مناخ الأرض قبل ٤٢٠ ألف عام. قبل ذلك التاريخ وبعده، مر العالم بدورات يبلغ طولها ١٠٠ ألف عام ترتفع فيها درجات الحرارة وتنخفض. وتقدم العينات المستخلصة من قلب القبة كونكورديا معلومات عن ست دورات متوالية من التجمد والدفء، وهو ما يؤكد أهمية الدور الذي يلعبه غاز ثاني أكسيد الكربون في تلك التذبذبات والتغيرات المناخية.

وتشير دراسة أخرى نشرت بالدورية ذاتها إلى أن مستويات البحر آخذة في الارتفاع خلال ال١٥٠ عاما الماضية بمعدل يبلغ ضعف القرون الماضية. وباستخدام

المعلومات الواردة من مؤشرات المد والجزر واستعراض نتائج دراسات أخرى سابقة، استنتج العلماء الأمريكيون أن مستوى سطح البحر وصل إلى مستوى قياسى لم يشهده منذ ١٠٠ مليون عام. ويقيسون مستوى الارتفاع السنوى للبحر بنحو ٢ مليمتر سنويا. ويقول العلماء إن الاختلاف الوحيد الذي طرأ على العالم خلال القرن ونصف القرن الماضية هو ارتفاع معدلات استخدام الوقود الاحفورى وانبعاث غازات الدفيئة، أى أن مستويات البحار ارتفعت بنحو ١إلى ٢ سنتيمتر خلال القرن الماضى وستواصل ارتفاعها إلى مستويات قد تبلغ ٨٨ سم بحلول نهاية القرن الحالى.

الأوزون والطائرات

إن الاستعمال المطرد للطائرات ذات السرعات فوق الصوتية التي تصل آلات الاحتراق بها لدرجات حرارة عالية يؤدى إلى حقن الستراتوسفير مباشرة بغاز النيتريك، وقد أثبتت الدراسات أن هناك ارتباطا وثيقا بين معدل حقن النيتريك وتناقص كمية الأوزون. كما أن هذا النقص له ارتباط وثيق بالارتفاع الذي يتم عنده الحقن، ويكون هذا الارتباط كبيرا كلما كان الحقن قريبا من طبقة الأوزون أى عند ارتفاع ٢١ كم، ولا يمكن أن نستهين بعملية الإزاحة الميكانيكية للكتل الهوائية التي تحدثها الطائرات الأسرع من الصوت، فالمعروف في ديناميكا الهواء أن التضاغط الذي تحدثه حركة الطائرات الأسرع من الصوت، في طبقات الهواء تسبب في تكون "فيلم" أى غشاء رقيق من الهواء المنضغط وتصل نسبة هذا الانضغاط ٤٠% الذي يسبق مقدمة الطائة، مما يحدث خلخلة وإزاحة للكتل الهوائية.

كما أن كثرة أعداد الطائرات الأسرع من الصوت عسكرية كانت أو مدنية والتي تحلق عاليا على ارتفاعات شاهقة لتوفر الجو الصافي وبالتالي هناك أمان بنسبة عالية من حدوث تصادم لعدم توفر الرؤية، فضلا عن عدم التعرض لاهتزازات ناجمة عن التيارات الهوائية الصاعدة والهابطة بالإضافة إلى الفرق في حرق الوقود ومعنى هذا في النهاية أن

مختلف الطائرات التي لا تطير بالسرعات فوق صوتية أو بسرعات دون الصوتية، العسكرية منها أو المدنية تطلق في أعالى التربوسفير كميات كبيرة من بخار الماء وثاني أكسيد الكبريت وتتحول هذه المواد إلى آيروسولات في الطبقة السفلى للستراتوسفير ومثل هذه آيروسولات بالطبع سوف تقلل كمية الإشعاع الشمسى التي تصل إلى سطح الأرض وسوف تسبب تبريدا لطبقات الجو السفلية.

أضرار نضوب غاز الأوزون

وهنا سوف نتكلم ونركز حديثنا على الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير أى الأوزون الذي يخدم الإنسان ولا يضره، فنضوب الأوزون يؤدى لزيادة نسبة الأشعة فوق البنفسجية الساقطة على سطح الارض مما يتوقع أن يؤدى إلى :

١. انتشار سرطان الجلد.

٢. حدوث تأثيرات تحتت خلوية في الشريط الوراثى.

٣. أمراض العيون، خاصة الكتاركتا.

٤. نقص في المحاصيل الزراعية.التأثير في الثروة السمكية بتأثيرات سلبية متنوعة.

٥. التأثير في الثروة السمكية بتأثيرات سلبية متنوعة.

٦. التأثير في الأشياء المصنوعة من البلاستيك وهذا التأثير غير محدود سيحدث كارثة اقتصادية مباشرة.

٧. تغير المناخ.

واسمحوا لى الآن أن أناقض بعض الأعراض المقترحة والمرصودة والتي تم تعليلها لزيادة نسبة الأوزون الذي يخترق الأرض نتيجة ترقق سمك طبقة الأوزون.

انتشار سرطان الجلد

من الثابت طبيا ونتجة القاعدة البيانية المتاحة لدى المستشفيات المركزية والمتخصصة على مستوى الدول الغربية زيادة نسبة عدد المصابين بسرطان الجلد والتي تم

إرجاع هذا لزيادة نسبة الأشعة فوق البنفسجية التي يتم التعرض لها أثناء فترة الصيف ويزداد هذا التأثير في الأجسام ذات البشرة البيضاؤ عن البشرة البرونزية الأصل. وعموما فإن آخر إحصائيات تشير إلى زيادة نسبة الإصابة بسرطان الجلد على مستوى العالم بنسبة ٤-١٠%. وتقدر الجمعية الأمريكية لمرضى السرطان زيادة انتشار حالات سرطان الجلد في السنوات الأخيرة والتي قد تصل إلى نحو ٦٠٠ ألف حالة جديدة بعد انقضاء كل صيف في الولايات المتحدة وذلك نتيجة تدفق المصطافين على الشواطئ لتعريض أجسامهم لأشعة الشمس المباشرة، وأن نصف هذه الحالات تكون مصابة بسرطان إيجابى والمعروف باسم "ميلانوما" وأن نسبة ٧% من هذه الحالات تكون مميتة. كما يعتقد أن زيادة تركيز الأشعة فوق البنفسجية ستؤدى للشيخوخة المبكرة وتجعد الجلد، وهذه التأثيرات تعتمد على الجرعة الزائدة من الأشعة فوق البنفسجية التي عرض لها الجلد.

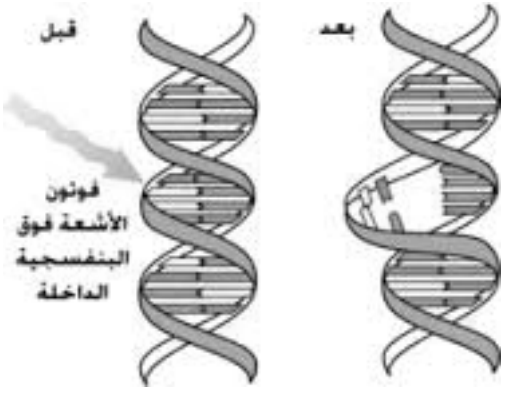
اصابات سرطان الجلد بين البشر من ذوى البشرة السوداء أو الداكنة عموما فإنها أقل بفضل وجود صبغة الميلانين في جلودهم ولها خاصية امتصاص الضوء. يقع سرطان جلد البشر في ثلاثة أشكال رئيسة. اثنين منها خفيفان ينموان في بضع طبقات من الخلايا ونموهما بطيء ويمكن معالجتهما طبيها وهما نادرا ما يكونان مصدرا وسببا للموت وكلاهما ينجم عن تعرض طويل تراكمى للأشعة فوق البنفسجية (ب). وعليه فإنهما شائعان في أغلب الحالات بين الناس المسنين.

هذا وفي الرغم من أن النقص في أوزون الستراتوسفير ربما يسبب زيادة في عدد وتائر الإصابة بسرطان الجلد لكن مثل هذه العلاقة تشوشها التبدلات السريعة في نمط حياة الإنسان. إن التنبؤ بالزيادة الحاصلة في حوادث سرطان الجلد نتيجة النقص في أوزون الجو ليست بالمهمة السهلة ومع ذلك فقد تم تبنى تقويما حديثا يفترض ان نقصا في الأوزون مقداره عشرة في المائة فقط يؤدى إلى زيادة الأشعة (ب) بمقدار عشرين في

المائة الأمر الذي يؤدى إلى زيادة نسبة الإصابة بسرطان الجلد منالنوعين الأول والثاني بمقدار ٤٠-٥٠ في المائة وحواليثلاثين في المائة فيما يخص النوع الثالث.

التأثير الوراثى:

إن الأشعة فوق البنفسجية النوع (ج) لقصر موجاتتها يسهل اختراقها لخلايا الكائن لتصل للنواة ومنها للكروموسومات والأحماض النووية و(د.ن.أ) وينجم عن ذلك أضرار في الانقسامات الخلوية أو تلف في الشفرات الوراثية مما يؤدى في النهاية بجانب سرطان الجلد لحدوث خل وراثى مفاده أورام في أماكن متفرقة من الجسم أو يكون التأثير أقل في الشخص نفسه ولكنه يحتفظ به في شريطه الوراثى لينتقل هذا التلف الوراثى للأولاد والأحفاد لينتج أجيالا لا علم لنا بها. ويعتقد العلماء أن قد تظهر أمراض معاصرة جديدة نتيجة للطفرات الوراثية المتكونة، والله المستعان على مايصفين. والشكل التالي يوضح فوتون (جسيم أولى) فوق بنفسجى يضرب جزيء الدنا للخلايا الحية بعدة طرق. أكثر الأحداث وقوعا إعادة تشكيل روابط قاعدة البيانات الثايمين إلى ثنائى الثايمدين مما يسبب انتفاخا بشريط الحمض الأمينى.



عتامة العين وأمراض أخرى:

إن البصر أمانة حبا الله الإنسان بها ليحافظ عليها وقد وفر له البيئة الصالحة التي تساعده على ذلك ولكن هل يستطيع الإنسان في ظل زيادة الأشعة فوق البنفسجية

حماية نظره؟ ومن أهم المؤشرات الناتجة من نضوب ثقب الأوزون أمراض العين ومن هذه الأمراض المياه البيضاء أو "الكتاركت" والعمى الجليدى، ولوحظ أن قطعان الماشية يصيبها بعض الذي يصيب الإنسان حيث يحدث التهاب العين ويمس بمرض "العين الحمراء". فالأشعة فوق البنفسجية من الشمس مباشرة يمكن أن تسبب التهابات في القرنية، والطلاء الخارجى لمقلة العين، مما يؤدى إلى photokeratosis أو عمى الثلج.. أعراض هذا النوع من العدوى تشمل احمرار العينين، والحساسية للضوء وإفراز الكثير للدموع، والشعور بوجود بعض الأوساخ في عين واحدة، والألم، وسوف تختفي الأعراض عادة في غضون بضعة أيام، ولكن على المدى الطويل من التعرض للأشعة فوق البنفسجية، قد يسبب ضررا دائما لشبكية العين.

وأظهرت الأبحاث أن العين تصبح أكثر حساسية وأكثرعرضة للإصابة مع زيادة التعرض للأشعة فوق البنفسجية ومع زيادة التعرض للأشعة فوق البنفسجية واستنفاد طبقة الأوزون ومن المتوقع أن يزداد عدد الناس الذين يعانون من اعتام عدسة العين وأمراض أخرى في العين، وقيل إن ١% انخفاضا في الأوزون قد ينتد من ١٠٠ إلى ١٥٠ ألف حالة إضافية من حالات العمى بسبب إعتام عدسة العين بالعين في جميع أنحاء العالم.

نقص المحاصيل الزراعية:

من المعروف أن مثلث الحياة هو الهواؤ والماء والغذاء، ومنذ عرف الإنسان الزراعة بات يحاول تحسين الإنتاجية للمحاصيل بل وأخذ يقدح زناد فكره وعلمه وأخذت المعامل تجوب في طرقات العلم حتى توصل لإنتاج المخصبات الزراعية وأنواع عديدة من المبيدات ليصل إلى ما يصبو له. ولكن ومن سخرية القدر فقد انصرف الإنسان لاستخدام المبيدات لزيادة المحاصيل وانخفاض اصابتها بالآفات فتدور الدائرة عليه

لتساهم المخصبات الصناعية (والتي يدخل في تركيبها النيتروجين) والمبيدات الكلورنية العضوية في ترقق ثقب الأوزون ونفاذ كميات زائدة من الأشعة فوق بنفسجية الضارة جدا بالمحاصيل من حيث الكم والكيف. والنشاط الزراعى مرتبط ارتباطا وثيقا بالمناخ المحيط من ضوء وحرارة ورطوبة لإنتاج الغذاء اللازم لبقاء الإنسان واستمراره. وينتج عن هذا الترقق (ثقب الأوزون) خلل في نمو المحاصيل ومواعيد حصادها. فقد أكدت عدة دراسات على مستوى العالم أن نبات الفول الصويا تقل إنتاجيته بنسبة ٢٥% عند تأثيره بجرعة من النوع (ب) من الأشعة فوق البنفسجية. ولقد توقف نمو بادرات القطن والكرنب وبعض البقوليات نتيجة لتعرضها لنفس الأشعة. كما أن المحصول في عدد من أشجار الموالح والفاكهة انخفض بمقدار النصف. ومعنى نقص الغذاء يعنى مجاعة وضرر شديدا أيض بالثروة الحيوانية. كل هذه النتائج هى دراسات معملية أو حقلية محدودة أما ما سيحدث بالفعل ومدى تدمير هذا الأشعة على النباتاب فالله أعلم وألطف بعباده.

الأوزون والبيئة البحرية:

لقد وجد أن تدفق قدر كبير من الأشعة فوق البنفسجية يقلل من الطحالب والنباتات والحيوانات الأولية والمعروفة تحت مسمى "البلانكتون" والتي تعتبر اللبنة الأساسية في الهرم الغذائى للكائنات البحرية، وأقل اضطراب بها يتعاظم مع تطور السلسلة الغذائية لينتج أضرار بالغة على الأسماك والكائنات البحرية الراقية الأخرى. ومن الشواهد والبحوث العلمية المعملية والحقلية أنه سيحدث خللا في الدورات الغذائية البحرية بل قد يحدث تغير في تجمعات الكائنات والمخزون السمكى العالمى. وبارتفاع درجة حرارة الماء، يقل تركيز الأكسجين فيه. فإذا عرفنا أن حوالي ٤٠% من السكان يعيشون على السواحل وستصل هذه النسبة ٦٠% في الألفية القادمة مما سيؤثر ذلك في الغذاء المتاح للبشرية على وجه العموم.

كما أن هذه الأشعة ذات الطاقة العالية عندما يمتصها المحلول المائى البحرى فإنه سيسخن الماء وستتمدد جزيئاته وكذا الأملاح المصاحبة، فيحدث تغير في المحتوى الملحى وقد يحدث تأين للأملاح البحرية مما يؤدى لوقف كل الدورات الغذائية للكائنات. كما أنه يتوقع أن تقل قدرة الماء على مقاومة التغير في الآس الهيدروجينى في ظاهرة تسمى الكفاءة البفرية Buffer capacity وبالتالي سيؤثر ذلك مباشرة في البيئة المحيطة بالكائنات الدقيقة مما قد يؤدى لفنائها بشكل مفاجئ. ونتيجة تغير درجات الحرارة للماء، فقد تحدث اضطرابات حادة في ديناميكيات حركة الكتل المائية التي هى بمثابة الدورة الدموية للكائنات البحرية بما تحمله من غذاء وأكسجين، وينتج تيارات بحرية متضاربة وغير منتظمة، مما سوف يغير من الطبيعة المائية وبالتالي يتغير الوسك الحامل لكل المكونات الحية المائية محدثة كارثة لا علم لنا بمدى تأثيرها والله الحافظ والمستعان. كما أن الاختلال في تركيز الأوزون سيكون من الأسباب الأساسية التي تؤدى لحدوث تبيض للشعاب المرجانية بحيث تفقد ألوانها الخلابة والمتناسقة وتصبح ذات لون أبيض.

كما أن الأوزون هو سبب رئيسى في ارتفاع درجات الحرارة وحدوث ظاهرة الاحتباس الحرارى مما يعنى التسبب في ارتفاع مستوى سطح البحار، وحدوث فيضانات وموجات التوسونامى والظواهر المصاحبة الضارة بالإنسان على سطح الكرة الأرضية، ولن تكون هناك سمكة أو طحلب في المحيط المائى إلا وسوف يتضرر وسيشتكى من هذا الثقب الأوزونى. بل إن سكان القطبين من حيوانات ونباتات سوف تضرر وبشدة من تغير بيئتها من حيث الحرارة وبالتالي طبيعتها وذبان الثلوج.

أضرار اقتصادية:

اختراق الأشعة فوق البنفسجية للأرض النوعين (ب،ج) سيؤدى لاختزال بعض الألوان وتحويلها لألوان أخرى، ويتفاعل تفاعلات تحطمية للبلاستيك (وما لهذا من

تخريب لا يعرف حدوده) وكذلك للمطاط، ونحن لو تكلمنا على استخدامات البلاستيك في حياتنا اليومية فسنحتاج لمجلدات فهو فرع أساسى في كل مناحى الحياة وعلى أى درجة من العرفة والتقدم بداية من فرشاة الأسنان إلى بعض أجزاء الطائرات. ناهيك عن استخداماته في الكروت الإلكترونية أساس كل أجهزة الكمبيوتر، وفي الدوائر الكهربية التي يعتمد عليها الإنسان في أجهزة ذات الاستخدام اليومى بالنسبة له. كالكاميرات والتليفاز والساعات الرقمية وإشارات المرور الإلكترونية ومواقع المراقبة في كثير من الصناعات بل ومحطات الاتصال الأرضية بالأقمار الصناعية. بعض أنواع الساعات. إن البعض يصورها نهاية مروعة للبشرية بكل هذا التقدم ويضرب المثل على الفراعنة فيقول: أين ذهبو؟ وكيف انقرضوا؟ بل ويذكرنا بالديناصورات وحجمها مقارنة بالإنسان؟! فهل هلكت البشرية حقا أن أن الله الحافظ سيرحم البشرية من جهل بعضهم بأنهم جهلة بعلم الله وقدرته على خلقه؟.

واسمحوا لى أن أقول إن الأرض تعاقبت عليها عصور ثلجية وعصور جفاف وتصحر وعصور دافئة وعاشت ليرثها الإنسان العصرى وليس هذا يعنى أن نجلس في هدوء ولكن أقول إن الكون له قوة مقاومة عكسية للتدمير البشرى ولكن لحدود فالتكيف مهما بلغ فلن يكون غير محدود.

كما أن هناك علاقة بين الثقب في طبقة الأوزون وبين تمدده في جليد البحر حول القارة المتجمدة الجنوبية وهو ما قد ياسعد على فك لغز من ألغاز ارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض. وتشرح النتائج التي توصلت إليها هيئة الساحة البريطانية للقارة المتجمدة الجنوبية بالتعاون مع وكالة الطيران والفضاء الأمريكية (ناسا) تناقضا ظاهرا بين ذوبان الجليد في المحيط المتجمد الشمالى بمستويات قياسية مقابل زيادة الجليد حول القطب الجنوبى على مدار الثلاثين سنة الماضية. يذكر أن جليد البحر حول القارة المتجمدة الجنوبية تمدد بنسبة تقارب مئة ألف كيلومتر مربع ٣٨,٦١٠ ميلا مربعا كل

عشر سنوات منذ سبعينات القرن الماضى ويغطى مساحة ١٩ مليون كيلومتر في حده الأقصى خلال الشتاء وهو ما يضاعف حجم القارة.

الدورات المناخية الطبيعية الأخيرة

تؤكد الدراسات العلمية في مجال التغيرات المناخية وجيولوجيا البيئة تعرض كوكب الأرض خلال ال١٠٠ ألف سنة الأخيرة إلى عدة دورات مناخية، حيث تغير الظروف المناخية خلال الفترات التالية (١٠٠، ٤٣، ٢٤، ١٩، ١٤، ٥,٧ الف سنة) وإلى دورات ثانوية قصيرة بفعل العوامل الطبيعية بعيدة عن تأثير العامل البشرى ويوجد حواليأكثر من (٧ آلاف سنة) بين دورة وأخرى وعليه يستند بعض الخبراء إلى أن التغيرات الحالية، مردها إلى نتائج استمرار نشاط المجموعة الشمسية التي تؤثر في الكواكب ومنها كوكب الأرض وغلافه الجوي وطبقة الأوزون جزء من ذلكن أما النشاط البشرى الأخير فما هو إلا عامل إضافي سلبى أدى إلى تشويه وربما إلى تسريع التغيرات التي طرأت على مجمل جوانب البيئة والحياة. وستدفع البئة ثمنا باهظا لذلك التدخل الذي لا يعالج ولا يشخص المضاعافات الناجمة أو التي تنجم من استخدام وادخال التكنولوجيا المعاصرة وتأثير فضلاتها في المحيط الذي نعيش فيه بحكم احداث خلل في مكونات الغلاف الجوي المحيط بكوكبنا الذي بدأ ملامح آثاره السلبيى في التربة، المياه السطحية والجوفية، تراجع الغابات وموت بعض الأشجار والنباتات وبعض الحيوانات كالأسماك، وانقراض العديد من الأنواع الحيوانية والنباتية وازدياد عدد الأوبئة والأمراض،إضافة إلى تعميق التأثير في التربة حيث إن حوالي٥,١٢% من التربة في قارة أوروبا مكونة من بقايا الملوثات.

قمة التغيرات المناخية تدخل مرحلة حاسمة

دخلت قمة الأمم المتحدة حول التغيرات امناخية بمونتريال التي يشارك فيها وزراء البيئة من مختلف دول العالم مرحلة حاسمة مع اقتراب نهايتها. وقد عقد فيها المشاركون

محادثات حول سبل تحقيق اهداف معاهدة كيوتو. وقد عارضت الولايات المتحدة حتى الآن كل الاقتراحات الرامية إلى الحد من انبعاثات الكربون لديها بعد ٢٠١٢، تاريخ انتهاء مفعول معاهدة كيوتو. ويذكر أن الولايات المتحدة ليست عضوا في المعاهدة، وترفض الانضمام إلى أية خطط جديدة رغم دعوة ربع أعضاء مجلس الشيوخ إلى الموافقة. وتتخوف واشنطن من تأثير أى التزام من هذا النوع في نموها الاقتصادى. ويذكر أن اتفاقية كيوتو التي بدأ العمل فيها في وقت سابق تطالب الدول الصناعية بخفيض انبعاثات الغازات السامة بنسبة ٥,٢ في المائة. وتريد كندا التي تستضيف هذه القمة ايجاد حل توافق عليه الدول الرافضة والدول النامية غير المشاركة في معاهد كيوتو.

ازدياد درجة حرارة واحدة

وبينما يناقش الساسة اجراءات قد لا يبدأ العمل بها إلا بعد سنوات من اليوم، يحذر العلماء من أن العالم لم يعد أمامه إلا عام واحد للتصدى إلى الظاهرة. ويقول أحد المختصين الأمريكيين أن ازدياد درجة حرارة الأرض بدرجة واحدة فقط قد يجعلها تشهد ظروفا مناخية لم تعرفها منذ أكثر من ٥٠٠ ألف عام. وأضاف د. جيمس هانس أن ظاهرة الإحتباس الحرارى قد تعرف شيئا من الاستقرار ان بذلت جهو مكثفة للحد من انبعاثات الغازات السامة. وتقول مراسلة بى بى سى إلى مونتريال ليز بلانت أن المسئولى المجتمعين بمونتريا قد سووا عدة ملفات، خاصة فيما يتعلق بالجواب التطبيقية لاتفاق كيوتو.

توقع تأخر التئام ثقب الأوزون

وفي عدد مارس ٢٠٠٦ لمجلة العلم قال العلماء: إن إصلاح "ثقب" الأوزن فوق انتاركتيكا (القارة القطبية الجنوبية) قد يستغرق وقتا أطول من المتوقع. وأشار بحث أمريكى –كندى جديد إلى أن المواد الكيمائية لا تزال تطلق في الغلاف الجوي بكميات كبيرة. وتوقعت آخر الدراسات عدم تعافي طبقة الغاز الحامية في الغلاف

الجوي حتى عام ٢٠٦٥. ويزيد ذلك التقدير بأكثر من عشرة أعوام عن التوقعات السابقة. وقال ديل هيرست من المعهد الوطني الأمريكي لإدارة المحيطات والغلاف الجوي (نوا) إن "مخزونات المواد الكيميائية التي تؤدى إلى تآكل الأوزون التي توجد في أجهزة الثلاجات والتبريد القديمة قدتكو أكبر مما كان متوقعا، وإذا استمر ذلك في المستقبل فإن توقع تعافي ثقب الأوزون على عام ٢٠٥٠ قد يتم تمديد زمنه".

وكان هيرست يتحدث عن نتائج رحلات علمية في الأجواء الأمريكية والكندية، التي اخذت عينات من الغلاف الجوي لبحث وجود الكيماويات التي تحتوى على كلورين والبرومين. ويحظر بروتوكول مونتريال، الذي أصبح ساريا منذ عام ١٩٨٧ وأحدث نجاحا كبير، استخدام أو انتاج مثل هذه المواد الكربونية. لكن الانخفاض الكبير في انبعاث الغازات المسببة للاحتباس الحرارى في السنوات الأولى للمعاهدة بدأ يتراجع في السنوات الأخيرة، وبدا واضحا أن بعض مواد الكلوروفلوروكربون، على سبيل المثال، التي كان من المفترض انتهاء انتاجها بشكل كامل في الدول المتقدمة الآن، لا تزال مستخدمة على نطاق واسع.

التغير المناخى يهدد فقراء العالم

وجد تقرير حكومى بريطانى أن التغير المناخى سيترك أشد آثاره على أفقر الفقراء في العالم في آسيا وأفريقيا. يقول التقرير إن موجات الجفاف من ناحية والفيضانات من ناحية أخرى، والناجمة جزيئيا عن انبعاثات الكربون من البلدان الأنشط اقتصادا، ستؤذى مواطنى البلدان التي توجه إليها المساعدات الخارجية. ويضيف التقرير أن تلك الانبعاثات تزيد الكوارث الطبيعية سوءا، ويحذر – على سبيل المثال – من أن ارتفاع مستويات البحر نتيجة ارتفاع حرارة الأرض مما يمكن أن يقضى عى أكثر من نصف جهود التنمية في بنجلاديش. ويقول أيضا إن الاحتباس الحرارى يهدد بخفض الناتج الزراعى الهندى بما يصل إلى الربع. وفي أفريقيا يقول التقريير إن عدد المهددي

بفياضانات ساحلية يمنكن أن يرتفع من مليون شخص إلى ٧٠ مليونا بحلول العام ٢٠٨٠.

"٦مليارات دولار سنويا"

ويشير التقرير إلى أن الكوارث الطبيعية تكلف المانحين الدولين بالفعل ٦ملايين دولار سنويا. ومن ناحية أخرى قالت دراسة نشرتها مطبوعة ساينس العلمية الأمريكية إن الأرض ربما تتجه إلى ارتفاع كارثى لمستويات البحار خلال القرون القليلة المقبلة. وعزت الدراسة ذلك إلى استمرار انبعاث غازات الدفيئة بمستوياتها الحالية. ووجد التحليل عبر نماذج الكمبيوتر أن ارتفاع حرارة الأرض قد يؤدى إلى ذوبان الغطاء الثلجى لجرينلاند فضلا عن انهيار نحو نصف الغطاء الثلجى لغربى القارة القطبية الجنوبية المتجمدة في غضون ٥٠٠ عام.

(وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لاَ تُفْسِدُواْ فِي الأَرْضِ قَالُواْ إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ (١١) أَلا إِنَّهُمْ هُمُ الْمُفْسِدُونَ وَلَكِن لاَّ يَشْعُرُونَ) (البقرة ١٢/١١)

ما الحلول المقترحة للتقليل من استنزاف الأوزون

السويد هى أول دولة تمنع استخدام الرشاشات (مثل المبيدات الحشرية) التي تحتوى على كلوروفوروكربون (CFC) بشكل كبير ابتداء من ١٩٨٧ وبشكل كامل في عام ١٩٩٦.

وفي ٢ أغسطس ٢٠٠٣ قام العلماء بالإعلان أن استنزاف طبقة الأوزون قد بدأ يتبطأ بعد حظر استخدام الكلوروفلوروكربون (CFC). ومن خلال منظمة الإتحاد الجيوفيزيائى الأمريكى (American Geophysical Union) بعض الانحلال ما زال قائما في طبقة الأوزون بسبب عدم قيام بعض الدول بمنع استخدام الكلوفلوروكربون (CFC) بالإضافة إلى وجوده مسبقا في طبقة الستراتوسفير قبل منع استخدامه، حيث

له فترة انحلال طويلة من ٥٠ إلى أكثر من ١٠٠ سنة ولذلك تحتاج طبقة الأوزون لرجوعها بشكل كامل لعدة عقود. حاليا يتم تركيب مكونات تحتوى على (C-H) لتحل كبديل لاستخدام الكلوروفلوروكربون (CFC) مثل هايدروكوروفلورو كربون (HCFC) حيث إن هذه المركبات أكثر نشاطا ولحسن الحظ لا تبقى فترة كافية في الغلاف الجوي لتصل إلى طبقة الستراتوسفير حيث تؤثر على طبقة الأوزون.