الباب الخامس

الأوزون والحياة

الأوزون وثورات البراكين:

نشرت مجلة نتشر Nature عام ١٩٩١ بحثا علميا خطيرا يؤكد أن الانفجارات البركانية مسئولة بدرجة غير محددة عن ثقب الأوزون وهذا حسب قوة ثورة البراكين. وفي عام ١٩٨٢ وعقب اندلاع بركان "الشيكون El-Chi chon" بالمكسيك انحس غاز الأوزون بطبقة الستراتوسفير ولقد أشار البحث إلى أن البراكين تقذف حوالي ١١ مليون طن من كلوريد الهيدروجين و٦ملايين طن من كبريتيد الهيدروجين للغلاف الجوي سنويا مما يؤدى إلى تفاعل الكلور وحمض الكبريتيك مع الأوزون، ويؤدى لحدوث تحطم سريع لغاز الأوزون ليختل التوازن الطبيعى لعمليات تكوين وتحطم غاز الأوزون.

الأوزون والانفجارات النووية :

تؤدى درجات الحرارة العالية الناتجة من الانفجارات النووية إلى انتاج حامض النيتريك الذي يؤدى لنقص كمية الأوزون ومهما كانت القياسات والنماذج الرياضية الافتراضية فلا يمكن تحديد مدى تأثير قنبلتى "هيروشوما ونجازاكى" على طبقة الأوزون. لأن أكثر التجارب النووية هى تجارب تتم حاليا تحت الأرض وفي مناطق صحراوية وبالتالي لها تأثيرات هينة وضعيفة بالمقارنة بقنابل "هيروشوما ونحازاكى" فقد ألقت على سطح الارض وليس بينهما وقت إلا أيام وأدت لموت ٧٢ ألف مواطن يابانى وأصيب

٨٠ ألف آخرين بإصابات بالغة وتركت أجيال مشوهة. ولقد مر على إلقائهما نصف قرن والله هو أعلم بما أحدثته هذا التدفق النووى بجانب تأثيراتهما المادية التي نراها يوميا على البشرية. ولكن يجب أن نشير ألى أن التفجير النووى يعنى كل أنواع الملوثات مجتمعة من تلوث كيميائى وكهرومغناطيسى (ذات أطوال متنوعة ومتغيرة مع الزمن) وانطلاق جسيمات بروتونية في كل أنحاء المعمورة المحيطة.

الأوزون والأشعة الكونية

الأشعة الكونية تسبب تأين الهواء وإنتاج كمية من الأوزون خاصة في طبقة الستراتوسفير السفلى عند المناطق القطبية وتتسبب الجسيمات الشمسية ذات الطاقة العالية التي تدخل الغلاف الجوي وتصل إلى ارتفاع ٣٠ كيلومترا في إنتاج كمية من أكاسيد النيتروجين. وفي أغسطس ١٩٧٢ حدث انفجار قوى فوق سطح الشمس أدى إلى انطلاق بروتونات وصلت إلى الغلاف الجوي بسرعة عالية أدت هذه البروتونات إلى اضطراب محسوس في كيمياء الستراتوسفير وبالرغم منأنه عند الفجر القطبى (الوهج القطبى أو الأورورا) تنتج الأشعة فوق البنفسجية كميات من أكاسيد النيتريك فلا توجد أى مؤشرات لتغير محسوس في مخزون الأوزون في طبقة الستراتو سفير نتيجة الأشعة الكونية بطريقة مباشرة.

الأوزون والبقع الشمسية :

البقع الشمسية هى بقع داكنة وسط المناطق المضيئة البيضاء اللامعة في الشمس وتصل درجة حرارتها ٣٦ مليون درجة فهرنهيتية، كما أنها تقذف بتيارات من الجسيمات المشحونة إلى التيارات الشمسية، وتتكون معظمها من البروتونات والإلكترونات والإشعاعات قصيرة الموجة مثل الأشعة السينية، وأشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية، ويصاحب النشاط الشمسى قذف للمادة الشمسية من الهالة الشمسية قد يكتسب بعض تلك المقذوفات سرعات عالية تجعله قادرا على الإفلات

من قبضة الجاذبية الشمسية وتنطلق إلى الفضاء الخارجى في اتجاه الأرض على هيئة موجات تسمى بالبلازما الشمسية المحملة ببعض السحب من الجسيمات الدقيقة كالبروتونات والإلكترونات التي تبلغ سرعتها من ٢٠٠ إلى ٥٠٠ ميل/ثانية وما يصل للأرض حوالي ١٤١٠ كيلووات من الطاقة وهى طاقة كافية لإمداد مصر بالطاقة لمدة ألفين سنة تقريبا. وكانت آخر ثورة لهذه البقع في يونيو عام ١٩٩١ ومن المتوقع أن يصل النشاط الشمسى إلى الحد الأقصى مرة أخرى في عام ٢٠٠٢.

تجد الإشارة هنا أيضا إلى أن الأوزون ودورته وتوازنه بين معدلات إنتاج ومعدلات تحطيمه تعتمد على الأشعة فوق البنفسجية وبالتالي يمكن القول بأن هناك علاقة مابين تركيز الأوزون ودورة البقع الشمسية (كل ١١عام) ويعتقد أن البقع الشمسية تساهم في خفض تركيز الأوزون بمقدار ٢إلى ٤%. ويعتقد أيضا أن ذلك نتيجة للاضطرابات في المجال الكهرومغناطيسى الأرضى الناتج عن البلازما الشمسية.

الأوزون والديناميكا الجوية:

سبق ذكرنا أن الجو هو وسط ثلاثى الأبعاد غير ساكن له ديناميكياته الخاصة وبالتالي فكل ما هو مكون للجو أو عالق به غير ساكن بما في ذلك الأوزون وعموما فقد وضعت التصورات لديناميكية الحركة الجوية وهى التي تجعل العلماء يتنبؤون بمناخ الأيام القادمة كما نسمع في النشرات الإخبارية وذلك بتحليل الصورة المرسلة للمحطات الأرضية من الأقمار الصناعية المخصصة لذلك. وهناك حركات للجو أفقية وكذا رأسية لارتفاع معين ومعنى ذلك أن تركيز الأوزون غير ثابت في منطقة ما فلا يمكن القول بإن تركيز ما وجد في ارتفاع معين ونست ولكن يجب تحديد ميعاد أخذ العينة ليستوى القول ويكون علمى.

الأوزون والبرق:

يصاحب البرق رائحة خانقة التي تميز غاز الأوزون، ويتكون البرق نتيجة لوجود البرد داخل السحب ونزوله أو تذبذبه إلى درجة تؤدى لحدوث تفريغ كهربائى هائل قد

تصل شرارته إلى ثلاث أميال في طولها محدثة برقا تصل فيه درجة الحرارة إلى الابيضاض، وقد يذهب ضوء البرق بالأبصار. وتؤدى هذه العملية لإحداث برودة شديدة يتبعها تكاثف بخار الماء (من كتل السحب) فينزل على الأرض إما مطرا أو بردا. وفي سنة ١٩٤٥ بين العالم "دبسون" أنه عند تكون السحب الرعدية فإن الكمية الكلية لغاز الأوزون يمكن أن تتضاعف حيث إن السحب الرعدية تكون مصاحبة للجهات الباردة التي تقوى الحركة الرأسية للهواء إلى أسفل وهذه الحركة هى التي تسمح لانتقال الغاز من الارتفاعات الغنية به إلى الارتفاعات التي تفتقر إليه. ولكن وفي الجهة الأخرى نجد أن الشرارة الكهربية تساعد على تحويل خليط من الأكسجين والنيتروجين إلى أكاسيد نيتروجينية قابلة للذوبان في الماء لتكون أحماض آزوتية مثل حامض النيتريك ومثل هذه التحولات تؤثر بالسلب في غاز الأوزون كما أن لها تأثيرات غير منتظمة على البيئة البحرية والكائنات الأرضية.

الأوزون وظاهرة الصوبة الزجاجية

وفي السطور التالية سأحاول تلخيص كل معطيات المشكلة بصورة مبسطة ومتتالية. إن الأرض كما نعرف تتكون من عدد من الأغلفة (الغلاف المائى والغلاف الهوائي والغلاف الحيوى واليابسة) وهذه الأغلفة في حركة ديناميكية متصلة ومتوازنة وتتفاعل فيما بينها بما يمكن القول بأنها تتعايش فيما بينها كخلايا النحل. والتفاعل بين هذه الأغلفة له عدد لانهائى من الوجوه لكننا سنتطرق لوجه واحد في هذه السطور ألا وهو التبادل الطاقى الإشعاعى فيما بينهم والذي يتحدد من خلاله التغيرات المناخية والطقس العالمى. وقبل وصول أشعة الشمس إلى سطح الأرض تدخل الأشعة الشمسية خلال الغلاف الجوي الخارجى متخللة طبقات الغلاف الجوي لتصل للسحب وخلال هذه الرحلة يحدث حجب لجزؤ من الأشعة الساقطة عن طريق أم عكس أوتشتيت أو الامتصاص (مثال على ذلك طبقة الأوزون التي تمتص الأشعة فوق البنفسجية الضارة

على الغلاف الحيوى) لهذه الأشعة. ويصل ما تبقى من أشعة شمسية إلى سطح الكرة الارضية. ولو افترضنا أن كمية الأشعة القصيرة الساقطة من الشمس على الأرض تساوى ١٠٠وحدة فإن:

-٣٠ % نها ترتد للفضاء الخارجى أما متشتتة أو تنعكس بواسطة السحب.

-١٩% منها يمتص في جو الأرض، (١٦% يمتصه الأوزون والغبار والفريون وغاز الميثان وثاني أكسيد الكربون، ٣%تمتصه السحب).

- ٥١ % تمتصه الأرض، ويؤدى هذا القدر إلى تسخين الأرض ويكفي لما يحتاجه النبات لعمليات التمثيل الغذائى.

وتبدأ رحلة العودة لهذه الأشعة الشمسية التي يزداد طول موجاتها مع انخفاض الطاقة المصاحبة لها (موجات تقع في مدى الأشعة تحت الحمراء الحرارية)مقارنة بالموجات الساقطة، ولكن ربنا أوجد بعض الغازات الموجودة في الطبيعة وبالتركيزات التي قدرها الله لها (بخار الماء والأوزون والغبار وغاز الميثان وثاني أكسيد الكربون) تمتص ما يقرب من ٢١% من هذه الأشعة المرتدة. ومن هنا نرى توازنا دقيقا يؤدى إلى احتفاظ الأرض بمتوسط حرارى ثابت تقريبا. وهذه الظاهرة أطلق عليها ظاهرة الصوبة الزجاجية وأطلق عليها هذا الاسم لأنها تعمل كسقف يقوم بعكس جزء من الحرارة المنبعثة من الأرض للفراغ كما يحدث في حالة الصوب الزجاجية في الزراعة. ومن هذه الغازات بخار الماء وثاني أكسيد الكربون (له دور أساسى في هذه الظاهرة لتوفر تركيزاتهما في الغلاف الجوي) والميثان وأكسيد النيتروز والأوزون. وسوف نذكر لاحقا ظاهرة الاحتباس الحرارى الناتج عن النشاط الإنسانى.

ظاهرة الاحتباس الحرارى أو دفء المناخ

- من الظواهر البيئية المهمة التي لقيت اهتماما كبيرا على المستوى العالمى في السنوات الأخيرة، لما يترتب عليها من تغيرات مناخية طويلة المدى عالمية في حجمها، وغالبا لا

يمكن التحكم في آثارها، وهى من صنع إنسان عالم اليوم بالكامل، ويخشى بعض العلماء أنها يمكن أن تقود كوكب الأرض إلى حافة الكارثة.

– ويطلق على هذه الظاهرة "تأثيرات البيت الزجاجى" حيث تعمل الزيادة في غازات معينة ومنها ثاني أكسيد الكربون في طبقات الجو العليا التي تغلف الأرض عمل الزجاج الذي يحيط بالبيت. ومنذ بداية الزمن كان غاز ثاني أكسيد الكربون يقوم بدور المنظم الطبيعى لحرارة الأرض على ارغم من ان نسبته في الهواء الجوي ضئيلة للغاية. وعادة تصل طاقة الشمس في شكل إشعاع شمسى يمتص في الغلاف الجوي ولكن في الوقت ذاته تنطلق كمية مماثلة من الطاقة، في صورة إشعاع طويل الموجة من سطح الأرض إلى الفضاء الخارجى حيث يتبدد، ويحدث التوازن بين الطاقة الواردة والطاقة المفقودة. وجزيئات ثاني أكسيد الكربون تسمح للطاقة الشمسية الواردة بأن تتخلل سطح الأرض، وفي الوقت ذاته تمتص جزءا من الطاقة، طويلة الموجة المنبعثة من الأرض، مما يعنى أنه في حالة زيادتها، ترتفع درجة حرارة سطح الأرض ويختل التوازن الحرارى وبالتالي مناخ الأرض.

– ونسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي كانت دائما ثابتة، فالمقدار الذي ينطلق إلى الهواء نتيجة لتحلل المركبات العضوية أو حرق الأخشاب أو تنفس الكائنات الحية، يتعادل مع الكمية التي تستخدمها النباتات والطحالب والبلانكتون. إلا أ المجتمع الصناعى الحديث واستهلاكه الشره للطاقة، ومصدرها الأساسى الوقود الحفرى مثل النفط والغاز الطبيعى والفحم وأيضا الخشب والمخلفات العضوية، وهو حرق يؤدى إلى استهلاك الأكسجين وإطلاق ثاني أكسيد الكربون، أدى إلى إطلاق كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون أكبر بكثير مما يمكن للغطاء النباتى استهلاكه، أو لمياه البحار والمحيطات امتصاصه. فضلا عن أن إزالة الغابات وتحويلها إلى أرض زراعية، قلل من قدرة الغطاء النباتى على استخدام ثاني أكسيد الكربون، إذ يقدر أن أشجار الغابات تثبت نحو ٢ كجم/كربون في المتر المربع في اليوم، وإزالتها يعنى إما تحول الأرض إلى

حالة قاحلة أو بور أو زراعتها بمحاصيل حقلية ذات قدرة تثبيت أقل (نصف كيلو جرام). كما أن معظم الأشجار التي تتم إزالتها إما أنها تحرق أو تتحلل بفعل الكائنات الدقيقة، وفي كلتا الحالتين ينتج ثاني أكسيد الكربون الذي ينطلق إلى الهواء. وتشير القياسات إلى أن نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء قبل الثورة الصناعية كانت ٢٨٠ جزءا في المليون، زادت عام ١٩٧٥ إلى نحو ٣١٥ جزءا في المليون، ثم بلغت نحو ٣٤٣ جزءا في المليون عام ١٩٨٤. كذلك قدرت كمية ثاني أكسيد الكربون المنطلقة عام ١٩٨٥ بنحو ٣,٩٥ مليار طن في الدول المتقدمة، ١,٣ مليار طن في الدول النامية، ويقدر أن تصل عام ٢٠٢٥م إلى ٦,٧ مليار طن و ٥,٥ مليار طن على التوالى، أى بزيادة نحو ٢٣٢%.

-وتشير تقارير الأمم المتحدةعن البيئة والتنمية إلى أن الكثير من العلماء يعتقدون أن هذا البيت الزجاجى، المترتب على الزيادة في ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى ذات التأثير المماثل، والذي تعيش بداخله الكرة الأيرضية سوف يسبب زيادة في درجة حراة الأرض، وأن الحرارة سوف ترتفع بدرجة محسوسة خلال القرن القادم، ومن ثم ستتعرض الحالة المناخية إلى اضطراب كبير، ومع ذلك فإن البعض يرى غير ذلك. وعلى الرغم من أن الجميع يتفقون على أن تركيز الغازات المسببة لظاهرة البيت الزجاجى في الفضاء سوف تزداد، إلا أن تأثير هذه الزيادة في درجة حرارة الأرض مازال محل جدل كيرا، فالبعض يقول إنه توجد أدلة قوية على أن دفء الأرض، قد بدأ بالفعل وأن التذبذبات الحالية في المناخ هى نتيجة لنشاط صناعى غير مسبوق في التاريخ، وهو نشاط يمكن أن يؤدى إلى كارثة مناخية، بينما يقول البعض على الجانب الآخر، إن كوكب الارض بدأ بالفعل في دخول عصر جليدى جديد وان التذبذبات الحالية في المناخ هى طبيعة تتبع الدورات الطبيعية ويقدمون أدلة كثيرة على أن تأثير البيت الزجاجى، ربما يكون مجرد وهم، ويتشككون في الأدلة التي قدمت لتعزيز القول بأن الغازات الناتجة عن الاحتراق التي تتراكم في الفضاء ترتب عليها أى ارتفاع في درجة

الحرارة خلال القرن الماضى، ويعتقدون أن اتجاه الأرض نحو الدفء خلال المائة عام الأخيرة، يمكن تفسيره بالاختلافات في المناخ الطبيعى ومقدار الطاقة الشمسية، بصور أفضل، من تفسيره بزيادة في نسبة ثاني اكسيد الكربون، وطبقا لهذه النظرية فإن المصدر الأكثر احتمالا لدفء المناخ يرجع إلى النشاط الشمسى فعندما يزيد النشاط الشمسى وتزيد البقع الشمسية تزيد درجة حرارة الأرض والنقيض صحيح.