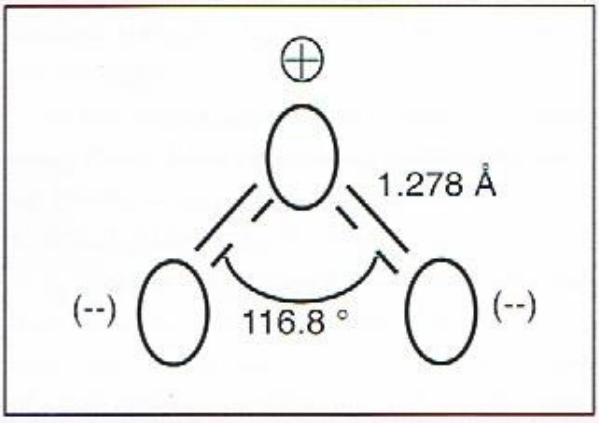
طبقـــة الأوزون

إعداد
سعيد أحمد إبراهيم
رئيس وحدة تشغيل المركز الإقليمى للأوزون

١ - مقدمة

اكتشف عالم الكيمياء الألمانى : كرستيان فريدريك شونبين، غاز الأوزون فى عام ١٨٣٩م.

يميز غاز الأوزون لونه الأزرق الباهت أو الشاحب، وله رائحة قويّة وحادة شبيهة برائحة الكلور وهو غاز



سام ويوجد فى الغلاف الجوى لكوكب الأرض، ونسبته فى الغلاف الجوى ضئيلة جداً بالمقارنة مع النسب التى تشكّلها الغازات الأخرى التى يتكون منها الغلاف الجوى لكوكب الأرض، مثل: النيتروجين، والأوكسجين، وثانى أكسيد الكربون، والهيدروجين، وتمثل نسبة تركيز غاز الأوزون فى الغلاف الجوى للأرض: ٠,٦ أجزاء من المليون.

غاز الأوزون هو أحد مشتقات الأوكسجين. فمن المعروف أنّ جزئيات الأوكسجين العادية تحتوى على ذرتين فقط من الأوكسجين بينما يتركب غاز الأوزون من ثلاث ذرات من الأوكسجين، ويحمل الصيغة الكيميائية (O_3) فغاز الأوزون ليس إلا شكلاً من أشكال الأوكسجين.

٢ - تركيز غاز الأوزون

يتركز غاز الأوزون فى طبقة الستراتوسفير، (Strato-sphere) شكل (١). وطبقة الستراتوسفير هى الطبقة الثانية من طبقات الغلاف الجوى الأرضى. فهذه الطبقة تعلو الطبقة الأولى الملامسة لسطح الأرض، والتى تعرف بـ (طبقة التروبوسفير).

وللطبقة الجوية العليا (الستراتوسفير) طبقة سفلى بدرجة حرارة ثابتة تقريباً، وطبقة فوقها. تزداد درجة حرارتها مع الارتفاع. درجة حرارة الطبقة السفلى حوالى -55° م . وبالقرب من أعلاها تصل درجة حرارة الطبقة العليا إلى حد أقصى يُقدر بحوالى -2° م . وتُعزى الزيادة فى درجة الحرارة، مع زيادة الارتفاع بصفة رئيسية، إلى امتصاص طبقة الأوزون لضوء الشمس، فى الجزء الأعلى من الطبقة الجوية العليا وبالرغم من تعقيد أنظمة هبوب الرياح فى الطبقة الجوية العليا فلا تحدث فيها عواصف عاتية. والطبقة الجوية العليا تكاد تكون خالية من السحب مما يجعلها مناسبة للطيران وهى جافة جداً، ما عدا المناطق القطبية منها التى تتكون السحب الثلجية فيها أثناء الشتاء.

ويتركّز غاز الأوزون فى الجزء السفلى من طبقة الستراتوسفير؛ حيث يشكّل بحد ذاته طبقة ثانوية زرقاء اللون تسمى بـ (طبقة الأوزون). (Ozonosphere layer، Ozone layer).

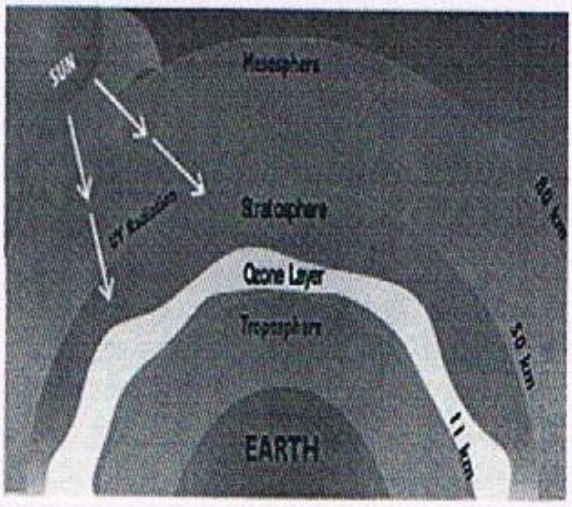
يرجع وجود الأوزون إلى سلسلة من التفاعلات بين الأوكسجين الجزئى والذرى ولا يبقى الأوزون المتكون لفترة وجيزة ثم يتفكك بفعل ضوء الشمس إلى جزئى أوكسجين ثم يتكون وفى النهاية نحصل على شكل يبقى دائماً على طبقة من الأوزون فى منطقة الستراتوسفير متوازنة وهذا التوازن يعتمد على سرعة تكوينه وسرعة تفكك الأوزون.

$$O_2 \xrightarrow{h\nu} O + O$$

$$O + O_2 \longrightarrow O_3$$

وعندما يحدث تداخل لبعض المواد مع هذه السرعة يحدث خللاً فى الاتزان. إما بزيادة تركيز الأوزون أو

بالعكس تحلل الأوزون من منطقة الستراتوسفير. أن تلك الطبقة الثانوية ذات أهمية كبيرة جداً لكوكب الأرض، فطبقة الأوزون تقوم على حماية سطح الكرة الأرضية من نسبة كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية القصيرة (UVC) والمتوسطة (UVB) ؛ حيث إنها تحول دون وصول هذه الأشعة الضارة إلى سطح الأرض بكميات كبيرة، فبسبب طبقة الأوزون لا تتجاوز نسبة الأشعة البنفسجية القصيرة والمتوسطة التى تصل إلى الأرض نسبة ١٪ فنسبة ٩٩٪ من هذه الأشعة تكون من الحزمة الطويلة، ومن المعروف أن التركيز الكبير للأشعة فوق البنفسجية القصيرة، والمتوسطة له أضرار كبيرة وبالغة؛ فهى تؤثر على الإنسان والحيوان والنبات، وتعتبر من أهم الأسباب التى تؤدى إلى الإصابة بسرطان الجلد.



شكل (١) توضيحى لطبقة الأوزون فى طبقة الستراتوسفير فى الغلاف الجوى

٣ - هدم طبقة الأوزون (ثقب الأوزون) :

هدم طبقة الأوزون أو تآكلها أو استنزافها أو ثقبها كلها مرادفات لما يحدث من دمار لهذه الطبقة الحامية للكرة الأرضية وللكائنات التى تعيش على سطحها. ولكن كيف تتم عملية الهدم هذه؟ تتم عملية تآكل طبقة الأوزون من خلال حدوث التفاعلات التالية:

١ - تقوم الأشعة فوق البنفسجية بتحطيم مركبات الكلوروفلوروكربون مما يؤدى إلى إطلاق ذرة كلور نشطة.

٢ - تتفاعل ذرة الكلور النشطة مع جزئ من غاز الأوزون.

٣ - ينتج من تفاعل ذرة الكلور مع جزئ الأوزون = جزئ اوكسجين وأول أكسيد الكلورين.

٤ - تتفاعل ذرة اوكسجين نشطة مع أول أكسيد الكلور حيث تنطلق ذرة كلور نشطة لتحطم جزئ أوزون جديد وهكذا تتم الدورة.

$$Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$$
$$O + ClO \rightarrow Cl + O_2$$
$$\text{Net: } O + O_3 \rightarrow 2\,O_2$$

وأحد أهم مصادر مركبات (الكلوروفلوروكربون) هى المكيفات وأجهزة التبريد فى أى مكان سواء فى المنازل أو السيارات، أو تلك المستخدمة فى تركيب العطور والمبيدات الحشرية والأدوية. ومن الأسباب الأخرى التى تدمر طبقة الأوزون؟

أكاسيد النيتروجين، مثل أول أكسيد النيتروجين وثانى أكسيد النيتروجين الذين ينطلقان من بعض أنواع الطائرات التى تطير بمستوى طبقة الأوزون.

٤ - الأضرار الناتجة عن تآكل الأوزون

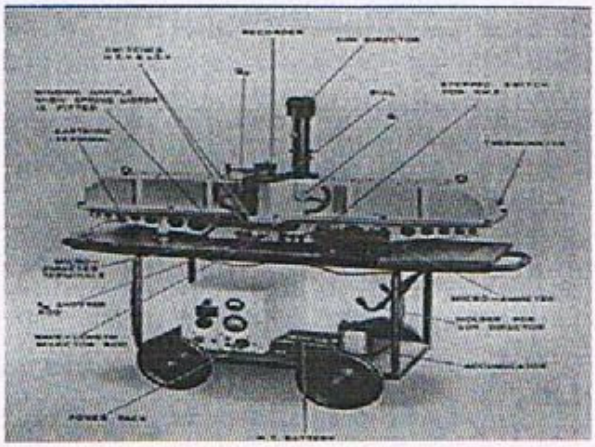
إن تآكل طبقة الأوزون ونفاذ الأشعة فوق البنفسجية الضارة بكميات متزايدة إلى سطح الأرض يضعف من كفاءة جهاز المناعة عند الإنسان ويجعله أكثر عرضة للإصابة بالفيروسات والأمراض الأخرى. كما يلحق بالعين أضراراً كبيرة مثل الإصابة بالمياه البيضاء. إصابة الإنسان بالأورام الجلدية التى من المتوقع أن تصل الإصابة بها على مستوى العالم إلى ما يُقدر بـ (300) ألف حالة سنوياً من السرطانات الجلدية.

وعلى العكس من طبقات الجو العليا فإن تواجد الأوزون فى طبقات الجو السفلى يمثل تلوث للهواء حيث إن وجوده فى الهواء يسبب أضراراً كبيرة. فاستنشاق جزء يسير من الأوزون مع الهواء يسبب صداع وضيق فى التنفس، وحالات من الارهاق وآثاراً صحية غير محمودة. كما أنه يؤثر على الرئتين ويضعف مقاومتها للبكتريا وقد يسبب تحطما للخلايا. كما أنه يدمر المطاط والبوليمرات ويجعل عمرها أقصر وخصوصا إطارات السيارات. والسبب الرئيسى لتكون الأوزون فى الطبقات السفلى هو عادم السيارات وأدخنة المصانع.

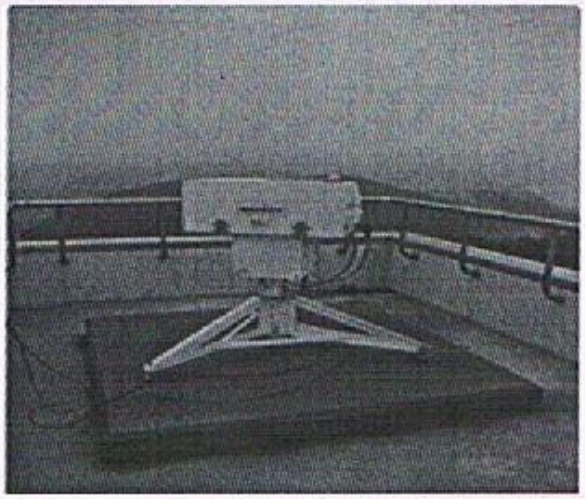
٥ - قياسات الأوزون

استطاع العالم الإنجليزى دوبسون ابتكار جهاز لقياس الكمية الكلية للأوزون من سطح الأرض حتى

قمة الغلاف الجوى عام ١٩٢٠ وهذا الجهاز يعد من أفضل الأجهزة المستخدمة فى هذا المجال حيث أنه يمثل العصب الرئيسى فى المنظومة العالمية لرصد الأوزون وما زال مستخدما حتى اليوم فى ما يقرب من مائة مرصد حول العالم ويعرف باسم جهاز دوبسون لقياس الأوزون والوحدات المستخدمة فى قياس الأوزون تعرف باسم دوبسون حيث أن ١ دبسون = واحد جزئ فى البليون بالحجم.



جهاز دبسون لقياس الأوزون



جهاز بريوار لقياس الأوزون

ثم ابتكر العالم الكندى بريوار جهاز الأوزون يسمى بجهاز بريوار ويستخدم فى العديد من المحطات فى العالم.

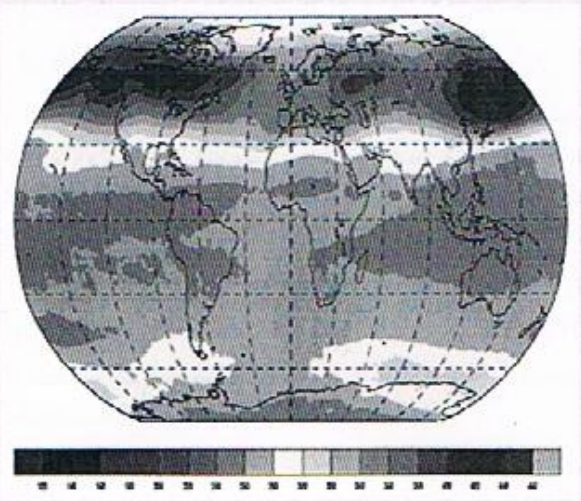
يقوم جهاز بريوار بقياس بيانات كلا من العمود الكلى للأوزون بالإضافة إلى قياسات الأشعة فوق البنفسجية ثانى أكسيد الكبريت SO_2 اوتوماتيكيا حيث أنه متصل بحاسوب لتسجيل القيم مباشرة عن طريق عدة أوامر يتم كتابتها للبرنامج هذا وتمتلك الهيئة العامة للأرصاد الجوية جهاز بروير موجود بمحطة مطروح.

الهيئة العامة للأرصاد الجوية لها تاريخ فى قياس سمك طبقة الأوزون حيث يوجد أربعة محطات لقياس الأوزون (أسوان - القاهرة - الغردقة - مطروح).

كما شارك باحثى الهيئة العامة للأرصاد الجوية بعدة بحوث فى مجال دراسات طبقة الأوزون على المستوى الدولى.

علاوة على ذلك فإن الأقمار الصناعية تقوم أيضا بأخذ أرصاد للأوزون.

Total Column Ozone: March 2011



الشكل يوضح تركيزات الأوزون خلال مارس ٢٠١١ بوحدة الدبسون

وتختلف تركيزات الأوزون من مكان لمكان على سطح الأرض حيث تكون أقل عن خط الاستواء وتزداد تدريجيا حتى خطوط العرض الوسطى ويتضح من الشكل أن تركيز طبقة الأوزون فى شمال افريقيا تكون حول ٣٠٠ دبسون وتزداد كلما اتجهنا شمالا أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية ويقل كلما اتجهنا جنوبا.