1-1 المقدمة:

تعتبر مشكلة تلوث البيئة التي ظهرت خطراً يهدد الجنس البشري بالزوال بل يهدد حياة كل الكائنات الحية والنباتات .

ولقد برزت هذه المشكلة نتيجة للتطور الصناعي والزيادة علي مر السنين ، البيئة بمفهومها العام هي الوسط أو المجال المكاني الذي يعيش فيه الإنسان يتأثر به ويؤثر فيه ، هذا المجال قد يتسع ليشمل منطقة كبيرة جداً وقد تضيق دائرته ليشمل منطقة صغيرة جداً لا تتعدى رقعة البيت الذي يسكن فيه.

وعليه فإن كلمة بيئة تعني كل العناصر الطبيعية والحياتية التي تتواجد حول وعلي سطح و داخل الكرة الأرضية ، فالغلاف الغازي ومكوناته المختلفة ترتبط جميعها بما يسمى بالنظام البيئي ، نجد أن هذا النظام ينتج عنه تفاعل نتيجة للتوزان بين عناصر البيئة ، أما التوازن البيئي فمعناه قدرة البيئة الطبيعية علي إعالة الحياة علي سطح الأرض دون مشكلات أو مخاطر تمس الحياة البشرية ونجد أم مكونات النظام البيئي تتمثل في:

1. العناصر غير الحية (الماء ، الهواء ، التربة ، المعادن)
2. العناصر الحية المنتجة: الكائنات الحية والتي تصنع غذائها بنفسها من عناصر غير حية.
3. العناصر الحية المستهلكة: العشبية واللحمية والإنسان
4. المحللات: التي تقوم بتحليل المواد العضوية إلي مواد يسهل امتصاصها وتتضمن البكتريا والفطريات بالرغم من التقدم العلمي والتكنولوجي الذي كان من المفروض المحافظة علي بيئته الطبيعية إلا أنه أصبح ضحية لهذا التقدم التكنولوجي الذي أضر بالبيئة الطبيعية المنظمة للحياة ، والبيئة وتوازنها .

فقد أصبح اليوم النظام البيئي يشكل الشغل الشاغل للإنسان المعاصر من أجل المحافظة علي سلامة الجنس البشري من الفناء.

2-1 الغلاف الجوي:

يحيط بالكرة الأرضية غلاف جوي (أو ما يسمى بالهواء) يتكون أساساً من غازي النيتروجين والأكسجين .

ويمتد هذا الغلاف الجوي إلي عدة مئات من الكيلو مترات فوق سطح الأرض وتقل كثافته بالارتفاع إلي درجة كبيرة.

يتكون الغلاف الجوي من ثلاثة طبقات رئيسية تتداخل في بعضها مما يجعل الفصل بينها تقريباً وهذه الطبقات هي:

1-2-1 التروبوسفير أو الطبقة السفلى تحدث معظم التغيرات الجوية التي نلمسها يومياً وتقل فيها درجات الحرارة مع الارتفاع وهي الطبقة التي تحتوي علي معظم بخار الماء والأكسجين وثاني أكسيد الكربون وتتركز فيها أنشطة الإنسان.

1-2-2 الاستراتوسفير وهي الطبقة التي تعلو التربوسفير وتمتد من أرتفاع 21 إلي 80 كيلو متر تقريباً فوق سطح الأرض ، وتتميز هذه الطبقة بخلوها من التقلبات المختلفة أو العواصف ، ويوجد بها حزام يعرف بطبقة الأوزون التي تحمي سطح الأرض من مخاطر الأشعة فوق البنفسجية.

1-2-3 الايونوسفير وهي الطبقة التي تعلو الاستراتوسفير من ارتفاع 80 كيلو متر تقريباً وحتى 360 كيلو متر أو أكثر وتتميز تلك الطبقة بخفة غازاتها ويسود فيها غاز الهيدروجين والهيليوم.

ويحتوي الغلاف الجوي لكوكب الأرض وبشكل مكثف علي غاز الأوزون وهي متمركزة بشكل كبير في الجزء السفلي من طبقة الستراتوسفير من الغلاف الجوي للأرض وهي ذات لون أزرق .

يتحول فيها جزء من غاز الأوكسجين إلي غاز الأوزون بفعل الأشعة فوق البنفسجية القوية التي تصدرها الشمس وتؤثر في هذا الجزء من الغلاف الجوي نظراً لعدم وجود طبقات سمكية من الهواء فوقه لوقايته ولهذه الطبقة أهمية حيوية بالنسبة لنا في تحول دون وصول الموجات فوق البنفسجية القصيرة بتركيز كبير إلي سطح الأرض.

1-3 التلوث البيئ:

يعتبر التلوث البيئي إحدى أهم المشاكل التي أمست تطال حياة كافة المخلوقات البشرية وغيرها ، والتي لها تأثير مباشر علي حياتها ولأجيال عديدة ، فهي ظاهرة خطيرة تغلغلت في حياة الإنسان خاصة ومن نواحي وجوانب متعددة ، فثبت له التشتت بسبب تنوع مصادر الخطر وأشكاله ونتائجه ، فالهواء والماء والغذاء المصادر الثلاثة الرئيسية لحياة الإنسان الجسدية قد أصابها التلوث بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ولم تكن هذه الظاهرة أن تترك لتستمر بالتفاقم والانتشار ، لذلك فقد شهدت الكثير من الهمم والجهود ومازالت للحد من هذه الظاهرة ، التي يتفق كل العلماء والمنظرين لها أنها مهما تعددت أسبابها إلا أن المسئول الأول لها هو الإنسان ذاته ، الذي يسبب الخطر لنفسه من حيث يدري أو لا يدري .

أما أنواع التلوث المعروفة لدى الباحثين حتى الوقت الحالي (تلوث الهواء ، الضوضاء ، تلوث التربة ، التلوث الضوئي ، التلوث الإشعاعي ، التلوث البصري).

1-4 تلوث الهواء:

هو تعرض الغلاف الجوي لمواد كيميائية أو جسيمات مادية أو مركبات بيولوجية تسبب الضرر والأذى للإنسان والكائنات الحية الأخرى ، أو تؤدي إلي الإضرار بالبيئة الطبيعية والغلاف الجوي عبارة عن نظام من الغازات الطبيعية المتفاعلة والمعقدة التي تعد ضرورية لدعم الحياة علي كوكب الأرض ولطالما تم اعتبار استنزاف طبقة الأوزون الموجودة في طبقة الاستراتوسفير بسبب تلوث الهواء من أخطر الأمور التي تمثل تهديداً جديداً علي حياة الإنسان والأنظمة البيئية الموجودة علي كوكب الأرض.

ملوثات الهواء:

يعرف بأنه أي مادة في الهواء يمكن أن تسبب الضرر للإنسان والبيئة بالإضافة إلي أنها قد تكون طبيعية أو ناتجة عن نشاط إنسان بحيث تبلغ نسبته في الوطن العربي 40%.

1-5 مشكلة البحث:

- إن وجود الأوزون في طبقة التروبوسفير تزيد علي الحد الذي قدره الله لهذا الغاز مما جعله مدمراً للحياة وسبباً من أسباب الهلاك.
- يعمل التلوث علي زيادة غاز الأوزون بالقرب من سطح الأرض أي في طبقة التروبوسفير حيث يعمل علي نقصانه في طبقة الاستراتوسفير مما يحدث ضرراً كبيراً للحياة.

يترتب علي التلوث البيئي حدوث استنزافاً لأوزون طبقة الاستراتوسفيرب .

* أسباب أختيار مشكلة البحث:

1 طبقة الأوزون بوجودها التام تعتبر درعاً للحياة وحفاظاً للحرث والنسل من الهلاك .

2. الاتساع الدائم لثقب الأوزون يعتبر خطورة صحية وبيئية

3. عدم التوعية الشاملة لمخاطر ثقب الأوزون والكيفية للحد من الآثار الناتجة عنه.

1-6 أهداف البحث:

يهدف البحث إلي لفت الانتباه لإتساع ثقب الأوزون ومدى تأثيره.

1-7 أهمية البحث:

1. دور الوعي البيئي للحفاظ علي الموارد الطبيعية والبشرية
2. التعرف علي مخاطر اتساع ثقب الأوزون
3. توضيح الطرق التي تساعد علي ارتفاع ثقب الأوزون
4. إبراز أفضل الحلول للحد من المشكلة وإيجاد طرق المعالجة.

1-8 فرضيات البحث:

إن المجتمع غير محيط وعالم ما هو ثقب الأوزون وأسباب حدوثه والأضرار المترتبة عليه وطرق الحماية.

1-9 منهج البحث:

يستخدم الباحث المنهج الوصفي باعتباره المنهج المناسب لدراسة المشكلة وتوضيح أهميتها .

1-10 أداة البحث:

يستخدم الباحث تحليل النتائج والإجراءات أداة تساعد للكشف عن المشكلة.

1-11 مصطلحات البحث:

1. الوعي البيئي: توعية المجتمع لما قد يسببه الإنسان من أضرار للبيئة
2. الأوزون: هو غاز شفاف يتكون من ثلاثة ذرات من الأكسجين ونسبته في الغلاف الجوي ضئيلة قد لا تتجاوز في بعض الأحيان واحد في المليون وهو غاز سام.
3. ثقب الأوزون: هو عبارة عن ثقب في طبقة الأوزون المسئول عن حماية الأرض من تسلل الأشعة الضارة للأرض.

الغلاف الجوي

1-1 المقدمة:

من المعروف أن الغلاف الجوي المحيط بالأرض متناه في امتداده ويحتوي علي مجموعة عناصر أهمها:

الأوكسجين والنيتروجين الأوزون وثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء وهذه العناصر موزعة بنسب دقيقة ومتوازنة بحيث يؤدي كل عنصر دوره في حياة الإنسان والحيوان والنبات ويقدر سمكه بعدة آلاف من الكيلو مترات فوق مستوى سطح البحر ، ويتناقص ضغطه من نحو الكيلو جرام علي السنتميتر المربع عند مستوى سطح البحر إلي واحد من المليون من ذلك في الجزء العلوي منه .

ومن المعروف أن الطبقة القريبة من الأرض المسماة طبقة التروبوسفير هي الجزء الذي تتنفس فيه حيواناتنا ونباتاتنا وهو الذي يشهد نشاط الطقس المعروف علي سطح الأرض ، لأنه يساعد علي انتقال التيارات الحرارية ، وكلنا يعرف أهمية الأوكسجين لحياتنا ، وكلنا يعرف أن غاز الكربون يساعد الأرض علي الاحتفاظ بحرارة أعلى.

وفي طبقة الستراتوسفير تنتشر مظلة كبيرة من غاز الأوزون تمنع الأشعة ما فوق البنفسجية الأتية من الشمس من الوصول إلي سطح الأرض ، علماً بأن الجزء اليسير من هذه الأشعة الذي يصل إلينا يتسبب في إصابات مرضية منها سرطان الجلد ، وقد بينت الدراسات العملية أن نفاذ طبقة الأوزون سيجعل الإنسان يدفع الثمن من صحته وغذائه وبيئته .

2-1 أقسام الغلاف الجوي:

يقسم الغلاف الغازي للأرض إلي قسمين رئيسيين علي النحو التالي:

أ) القسم السفلي من الغلاف الغازي للأرض(the lower atmosphere)
ب) القسم العلوي من الغلاف الغازي للأرض (the upper amosphere)

1-2-1 القسم السفلي من الغلاف الغازي للأرض:

يتكون من خليط من جزيئات النيتروجين ، والأوكسجين وعدد من الغازات الأخرى ويعرف باسم النطاق المتجانس (the homosphere)

ويقسم إلي ثلاثة نطق متميزة من أسفل إلي أعلى علي النحو التالي:

1/ نطاق التغيرات الجوية أو نطاق الطقس أو نطاق الرجع (the troposphere)

وهو نطاق قليل السمك ، يلامس الأرض مباشرة ويمتد من مستوى سطح البحر إلي ارتفاع 16 إلي 17 كيلو متراً فوق خط الاستواء ، ويتناقص سمكه إلي ما بين 6 و 8 كيلو مترات فوق القطبين ، ويختلف سمكه فوق خطوط العرض الوسطى باختلاف ظروفها الجوية ، فينكمش إلي ما دون السبعة كيلو مترات في مناطق الضغط المنخفض ، ويمتد إلي نحو 13 كيلو متراً في مناطق الضغط المرتفع وعندما تتحرك كتل الهواء الحار من خط الاستواء في اتجاه القطبين فإنها تضطرب فوق هذا المنحنى الوسطى ، فتزداد سرعة الهواء مندفعاً تجاه الشرق بتأثير دوران الأرض حول محورها أمام الشمس من الغرب إلي الشرق ، ويتم ذلك بسرعة فائقة تعطي كتل الهواء المتحركة بها اسم التيار النفاث (the jet stream).

ويضم هذا النطاق ثلثي (66%) كتلة الغلاف الغازي للأرض ، وتتناقص درجة الحرارة فيه مع الارتفاع باستمرار (بمعدل 6 درجات مئوية كل كيلو متر ارتفاع في المتوسط حتى تصل إلي ستين درجة مئوية تحت الصفر في قمته المعروفة باسم مستوى الركود الجوي (the tropopause) .

وذلك لتناقص الضغط فيه إلي عشر الضغط الجوي عند سطح البحر تقريباً ، وللبعد عن سطح الأرض وهو مصدر التدفئة الصاعدة إلي هذا النطاق.

وهذا النطاق هو نطاق تكثف بخار الماء الصاعد من الأرض ، وتكون السحب ، وهطول كل من المطر والبرد والثلج ، وحدوث ظواهر الرعد والبرق ، وتحرك الرياح ، وتكون العواصف والدوامات ، وتيارات الحمل الهوائية ، وغير ذلك من الظواهر الجوية ، ويتركب الغلاف الغازي في هذا النطاق أساساً من جزئيات كل من النيتروجين (بنسبة 1.78% بالحجم) والأوكسجين (بنسبة 0.3% بالحجم) بالإضافة إلي نسب ضئيلة من بخار الماء ، وآثار طفيفة من كل من الميثان ، وأكسيد النيتروجين و أول أكسيد الكربون و الأيدروجين ، والهيليوم ، والأوزون وبعض الغازات الخاملة مثل الأرجون.

2/ نطاق التطبيق: (the stratosphere)

ويمتد من فوق مستوى الركود الجوي (the tropopause) أي من ارتفاع 16 – 17 كيلو متراً فوق مستوى سطح البحر إلي قرابة الخمسين متراً فوق مستوى سطح

البحر ، وبذلك يقدر سمكه بنحو 33 – 43كيلو متراً ، وينتهي بمستوى الركود الطبقي (the stratopause) .
وترتفع درجة الحرارة في هذا النطاق من أكثر من ستين درجة مئوية تحت الصفر عند قاعدته إلي نحو الثلاث درجات فوق الصفر المئوي عند قمته ، ويرجع السبب المباشر في هذا الارتفاع الحراري إلي امتصاص قدر من الأشعة فوق البنفسجية المقبلة مع أشعة الشمس بواسطة جزئيات الأوزون التي تتركز في الجزء السفلي من هذا النطاق (بين ارتفاعي 18 و 30كيلو متراً فوق مستوى سطح البحر) مكونة جزءاً مميزاً منه يعرف باسم نطاق الأوزون (the ozonosphere) .
يتركز فيه هذا الغاز المهم بنسة (0.001%) ولكنها نسبة كافية لحماية الأرض ، وما عليها من صور الحياة من أضرار الأشعة فوق البنفسجية ، وهي أشعة حارقة ومدمرة لجميع صور الحياة الأرضية ، ولولا وجود طبقة الأوزون ، وما أعطاها الله تعالي من قدرة لامتصاص وتحويل الأشعة فوق البنفسجية لكانت الحياة مستحيلة علي الأرض.
ويستمر الضغط في الانخفاض في نطاق من قاعدته إلي قمته حيث يصل فيه إلي واحد من ألف من الضغط الجوي عند سطح الأرض.

3/ النطاق المتوسط: (the mesosphere)

ويمتد من مستوى الركود الطبقي (أي من ارتفاع نحو خمسين كيلو متراً فوق مستوى سطح البحر إلي ارتفاع 80 إلي 90كيلو متراً فوق هذا المستوى ، ويتراوح سمكه بين 30 و 40كيلو متراً) .
وتنخفض درجة الحرارة في نطاق التطبيق بمعدل ثلاث درجات لكل كيلو متر ارتفاع تقريباً حتى تصل إلي نحو مئة درجة مئوية تحت الصفر عند حده العلوي والمعروف باسم مستوى الركود الأوسط (the mesopause) وإن كانت درجة الحرارة تلك تتغير باستمرار مع تغير الفصول المناخية.
كذلك يستمر الضغط في الانخفاض مع الارتفاع حتى يصل في قمة هذا النطاق إلي أربعة من المليون من الضغط الجوي عند سطح البحر.

1-2-2 القسم العلوي من الغلاف الغازي للأرض: (the upper atmosphere)

وهذا القسم من الغلاف الغازيللأرض يختلف اختلافاً كلياً عن القسم السفلي ولذا يعرف باسم نطاق التباين (the heterosphere) وتبدأ فيه جزئيات مكوناته في التفكك إلي ذراتها وأيوناتها بفعل كل من أشعة الشمس والأشعة الكونية ، كذلك تسود فيه ذرات الغازات الخفيفة مثل الإيدروجين والهيليوم علي حساب الذرات الكثيفة نسبياً مثل الأوكسجين والنيتروجين ، وتواصل درجات الحرارة الارتفاع فيه حتى تصل إلي أكثر من ألفي درجة مئوية ويواصل الضغط الانخفاض حتى تصل إلي أكثر من ألفي درجة مئوية ويواصل الضغط الانخفاض حتى يصل في قمة هذا النطاق إلي أقل من واحد في المليون من الضغط الجوي علي سطح البحر.

ويحوي هذا القسم نطاقين متميزين هما من أسفل إلي أعلى كما يلي

ويمتد من مستوى الركود المتوسط (أي من ارتفاع يتراوح بين 80 و 90كيلو متراً فوق مستوى سطح البحر في المتوسط إلي عدة مئات من الكيلو مترات فوق مستوى سطح البحر عند مستوى الركود الحراري (thermopause) وتواصل درجات

الحرارة في الارتفاع في هذا النطاق من نحو المائة درجة مئوية في أعلى النطاق الأسفل منه لتصل إلي ما بين 227 و 500درجة مئوية عند ارتفاع مائة وعشرين كيلو متراً فوق سطح البحر ، وتبقي درجة الحرارة ثابتة تقريباً عند درجة 500 مئوية إلي ارتفاع يتراوح بين ثلاثمائة وأربعمائة كيلو متراً فوق مستوى سطح البحر ، تقفز بعد ذلك إلي درجات تتراوح بين 1500 و 2000 درجة مئوية إلي نهاية النطاق وتزيد في فترات النشاط الشمسي .

2/ النطاق الخارجي: (the thermosphere):

هو نطاق يعلو النطاق الحراري ، ثبت فيه درجة الحرارة ثبوتاً نسبياً ، ولذا يطلق عليه أحياناً اسم نطاق التساوي الحراري (thermopause) ويتضاءل الضغط فيه وتتمدد الغازات تمدداً كبيراً وتتحرك ذراتها بحرية كاملة في مساراتها فتقل فرص التلاقي بينها بعد ارتفاع يطلق عليه اسم الارتفاع الحرج (the critical elvation) أو خط ركود الضغط الجوي (the baropause) أو قاعدة العوالم الخارجية عن الأرض (the exobase) وعند هذا الحد يبدأ الغلاف الغازي للأرض في الالتصاق بقاعدة السماء الدنيا أو ما يطلق عليه اسم المادة بين الكواكب (the inteplanentary) والتداخل أحياناً فيها لتضاؤل سيطرة الجاذبية الأرضية علي ذرات الغازات في الأجزاء العليا من هذا النطاق مما يزيد من قدرات تلك الذرات علي الانفلات من قيود الجاذبية الأرضية والهروب بعيداً عن الأرض وعن غلافها الجوي ، وفي المنطقة من قمة النطاق المتوسط (أي من ارتفاع مائة كيلو متر تقريباً) إلي أقصى الحدود العلوية للغلاف الغازي للأرض تتأين ذرات الغازات (أي تشحن بالكهرباء) بفعل كل من الأشعة فوق البنفسجية والسينية المقبلة مع أشعة الشمس ، وبعض جسميات كل من الأشعة الكونية ، ويطلق علي هذا السمك اسم نطاق التأين (the lonosphere).

والمنطقة التي تفوق فيها طاقة الأيونات الطاقة الحرارية فإنها تتحرك بين خطوط قوي مجال الجاذبية الأرضية مكونة منطقة متميزة تعرف باسم النطاق المغناطيسي للأرض (the magnetosphere) وتمتد إلي نهاية الغلاف الغازي للأرض وقد تتداخل في نطاق المادة بين الكواكب .

كذلك تم اكتشاف زوجين من الأحزمة الإشعاعية (the radiation belts) يحيطان بالكرة الأرضية علي هيئة هلالية مزدوجة تزيد فيها تلك الأحزمة في السمك زيادة ملحوظة عند خط الاستواء ، وترق رقة شديدة عند القطبين ، وفي هذه الأحزمة تحتبس الأيونات واللبنات الأولية للمادة (من مثل الروتونات و الاليكترونات) والتي يقتنصها المجال المغناطيسي للأرض ، فتتحرك عبر ذلك المجال من أحد قطبي الأرض للآخر وبالعكس في حركة دائبة .

ويتركز الزوج الداخلي من أحزمة الإشعاع علي ارتفاع 3200 كيلو متر فوق مستوى سطح البحر ، بينما يتركز الزوج الخارجي علي ارتفاع 25000 كيلو متر فوق هذا المستوى .

1-3 تقسيم الغلاف الغازي للأرض من حيث مواءمته للحياة الأرضية:

نطاق المواءمة الكاملة للحياة الأرضية:

ويمثل الجزء الغازي من نطاق الحياة الذي يمتد من أعماق المحيطات (بمتوسط عمق 3800 متر تحت مستوى سطح البحر) إلي ارتفاع في الغلاف الغازي للأرض لا يتعدى الثلاثة كيلو مترات فوق مستوى سطح البحر ، وهذا الجزء الهوائي من نطاق الحياة هو نطاق المواءمة البيئية الكاملة لحياة الإنسان ، أي التي يستطيع الإنسان العيش فيها بدون مخاطر صحية ، لملاءمة التركيب الكيميائي والصفات الطبيعية للغلاف الغازي للأرض في هذا النطاق لطبيعة جسم الإنسان ولوظائف كل أعضائه وأجهزته من مثل وفرة الأوكسجين ، وتوسط كل من الضغط ودرجات الحرارة ، ومتوسط ارتفاع اليابسة لا يكاد يصل إلي هذا الحد من الارتفاع فوق مستوى سطح البحر الذي تكون التغيرات الطبيعية والكيميائية عنده محتملة ، ولذلك لا تظهر علي البشر الذين يعيشون ف مثل هذه الارتفاعات أو يصلون إليها أية أعراض من أعراض نقص الأوكسجين أو تناقص الضغط علي الرغم من الانخفاض في درجة الحرارة وبعض الاختلافات في سلوك سائل مثل الماء في تلك الارتفاعات العالية.

1-4 نطاق شبه المواءمة للحياة الأرضية:

ويمتد هذا النطاق من ارتفاع ثلاثة كيلو مترات فوق مستوى سطح البحر إلي ارتفاع ستة عشر كيلو متراً فوق ذلك المستوى ويقترب في منتصفه من أعلى قمم الأرض ارتفاعاً (8848 متراً) ويتميز بنقص تدريجي في نسبة الأوكسجين وتناقص الضغط بمعدلات ملحوظة ويمكن للإنسان العيش في الأجزاء السفلى من هذا النطاق بصعوبة فائقة لصعوبة التنفس.

1-5 نطاق استحالة وجود الإنسان بغير عوامل وقائية كاملة:

ويمتد من ارتفاع ستة عشر كيلو متراً فوق مستوى سطح البحر إلي نهاية الغلاف الغازي للأرض ، وهو نطاق يستحيل بقاء الإنسان فيه بغير عوامل كافية للوقاية من مخاطر هذا النطاق ، وذلك بتكييف الجو المحيط به من حيث الضغط ودرجتي الحرارة والرطوبة ، وإمداده بالقدر الكافي من الأوكسجين وتنقيته من ثاني أكسيد الكربون ، وغير ذلك من النواتج الضارة مع المراقبة المستمرة للأحوال الصحية ويتم ذلك بتزويده بحلل مشابهة لحلل رواد الفضاء المزودة بأجهزة كاملة لدعم حياة الإنسان في مثل هذه البينات الخطرة من مثل النقص الحاد في كل من الضغط الجوي ، ونسبة الأوكسجين والتغيرات الشديدة في درجات الحرارة.

إذا تجاوز الإنسان ارتفاع الثمانية كيلو مترات فوق مستوى سطح البحر فإنه يتعرض لمشكلات عديدة منها صعوبة التنفس لنقص الأوكسجين وتناقص ضغط الهواء وهو مرض يسميه المتخصصون في الطيران باسم مرض عوز الأوكسجين (hypoxia) ومنها مشكلات انخفاض الضغط الجوي والذي يسمي باسم خلل الضغط الجوي (disbars).

1-6 طبقات الغلاف الجوي:

ينقسم الغلاف الجوي إلي عدة طبقات طبقاً لتوزيع كتلة الهواء واختلاف الأنشطة الطبيعية علي النحو الأتي:

1. طبقة الترابوسفير : troposphere
هي الطبقة الملامسة لسطح الأرض مباشرة ولتصل إلي 15 كيلو متر وتصنف كما يلي:
* انخفاض درجة الحرارة 50 – 60 درجة تحت الصفر
* تحتوي علي 75 – 80 % من كتلة الهواء
* تحتوي علي بخار الماء
2. طبقة الستروبسفير stratosphere
هي طبقة تلي التروبسفير وتصل إلي 50 كيلو متر وتشمل طبقة الأوزون وتصنف كما يلي:
* تتراوح درجة الحرارة من -60 إلي 30 درجة مئوية
* لا تحتوي علي بخار الماء
* تحتوي علي غاز الأوزون o3 (o3 ⟵ o + o2) والذي يلعب دور الأوزون في حماية الكائنات الحية .
3. طبقة الميزوسفير:mesosphere
تبعد حوالي 80 كيلو متر من سطح الأرض وتصنف كما يلي:
* درجة الحرارة تصل إلي – 95 درجة مئوية .
* يحدث فيها احتراق الشهب والنيازك.
4. طبقة الثرموسفير: thermosphere
تبعد حوالي 350 كيلو متر وتصنف كما يلي:
* درجة الحرارة تصل إلي 2000 درجة مئوية
* كثافة الهواء قليلة
5. طبقة الإكسوسفير:exosphere
تبعد حوالي 500 متر عن سطح الأرض وهي طبقة الغلاف الجوي وتصنف كما يلي:
* الغاز الرئيسي فيها هو الهيدروجين

1-7 وظائف الغلاف الجوي:

تشمل وظائف الغلاف الجوي ما يلي:
1/ المحافظة علي ثبات درجة الحرارة
2/ حماية الكائنات الحية من الإشعاعات الشمسية وخاصة فوق البنفسجية
3/ وسط لانتقال الموجات الصوتية .

تلوث الهواء:

يعيش العالم منذ قرون عديدة تقدماً علمياً وثورة صناعية تحت مسمى التنمية ، من أجل الارتقاء بالإنسان ، وتحسين مستوى المعيشة إلا أن هذه التنمية ساهمت في استنفاد موارد البيئة وإهدارها ، وإيقاع الضرر بها ، والإسهام في تلوثها ، فكانت التنمية موجهة إلي تنمية الاقتصاد وأكثر منها إلي تنمية البيئة والإنسان مما أسهم في تلوث البيئة بشكل عام وتلوث الهواء بشكل خاص فقد كان للثورة الصناعية الأوروبية في القرن التاسع عشر البدايات الأولية لظهور مشكلة تلوث الهواء التي تفاقمت لاحقاً بسبب التطورات التالية:

أولاً: النمو السكاني المطرد.

ثانياً: اتساع رقعة المناطق الحضرية ونمو التجمعات السكانية والمدن.

ثالثاً: الإزدهار الاقتصادي السريع

رابعاً: التطور الصناعي والتكنولوجي الهائل.

خامساً: زيادة حركة النقل والمرور .

يعد تلوث الهواء من أسوأ الملوثات البيئية إذ لم يسلم الهواء من التلوث علي مدار التاريخ وتعاقب العصور سواء كان بسبب دخول الغازات والأبخرة المتصاعدة من فوهات البراكين ، أم بسبب احتراق الغابات ، إلا أن ذلك لم يكن بالكم الذي لا تحمد عقباه ، بل كان من وسع الإنسان أن يتفاداه أو حتى يتحمله ، لكن المشكلة قد برزت مع التصنيع وانتشار الثورة الصناعية في العالم ، ثم مع هذه الزيادة المطردة في عدد سكان وازدياد عدد وسائل المواصلات متطورة تعتمد في وقودها علي احتراق الوقود الذي ينجم عنه انبعاث كميات كبيرة من الغازات التي تلوث الجو ، كغاز أول أكسيد الكربون السام ، وثاني أكسيد الكبريت والأوزون .

ويقصد بتلوث الهواء:

وجود أي مواد صلبه أو سائله أو غازية بالهواء بكميات تؤدي إلي أضرار فسيولوجية واقتصادية وحيوية بالإنسان والحيوان والنباتات والجماد ، بحيث يؤثر في طبيعة الأشياء ، وتؤدي إلي أضرار بالبيئة الطبيعية ، بسبب تعرض الغلاف الجوي لتلك المواد والتي غالباً ما تكون علي شكل مواد كيماوية أو مركبات بيولوجية أو جسميات مادية.

2-2 تعريف الهواء:

الهواء هو كل المخلوط الغازي الذي يملأ جو الأرض بما في ذلك بخار الماء ، ويتكون أساساً من غازي النتروجين نسبته 78.074% والأوكسجين 20.946% ويوجد إلي جانب ذلك غاز ثاني أكسيد الكربون نسبته 0.033% وبخار الماء وبعض الغازات الخاملة وتكون مكونات الهواء النظيف (غير الملوث) كما في الجدول التالي:

الغاز	عدد الأجزاء لكل مليون جزء
نيتروجين	756.500
أكسجين	202.900
ماء	31.200
أرجون	9.000
ثاني أكسيد الكربون	0.305

نيون	17.400
هيليوم	5.000
فيتان	1.160-0.970
كريبتون	0.970
أول أكسيد الكربون	0.490
هيدروجين	0.490
إكسينون	0.080
بخرة عضوية	0.020

ويتكون خليط الهواء الجاف النقي (حجماً) كما ورد أعلاه مما يأتي:

نيتروجين	78.09
أكسجين	20.95
ثاني أكسيد الكربون	0.03

بالإضافة إلي كميات قليلة من الهيدروجين والأوزون وأكاسيد الأوزت.

ومع أن النسب الحجمية للهواء النقي ثابتة تقريباً إلا أن مكوناتها تخضع باستمرار للتجديد من خلال الدورات الحيوية المتعددة ضمن النظام البيئي للكائنات الحيوانية والنباتية والكائنات الدقيقة وعوامل البيئة الأخرى ، ويمتاز الهواء النقي بأنه عديم اللون والرائحة ويكاد يكون تركيبة واحد في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي (troposphere) المحيط بالكرة الأرضية.

3-2 تلوث الهواء: air pollution

يقصد بتلوث الهواء: وجود المواد الضارة به ، مما يلحق الأذى والضرر بالإنسان بشكل مباشر ، بالتأثير سلباً في صحته أو بشكل غير مباشر بالتأثير في البيئة التي يعيش فيها الإنسان ويمكن تصنيف ملوثات الهواء إلي قسمين حسب مصادرها إلي مصادر طبيعية ليست من صنع الإنسان ، كالأتربة وغيرها ، وإلي مصادر صناعية من صنع الإنسان ، وهو المتسبب الأول فيها مثل عوادم المركبات وتوليد الكهرباء وغيرها.

كما يمكن تصنيف الملوثات إلي: ملوثات أولية ، وملوثات ثانوية وقد تكون الملوثات أولية وثانوية في نفس الوقت ، وعادة ما تكون الملوثات الأولية هي المواد الصادرة مباشرة من إحدى العمليات مثل الرماد الناتج من البراكين الثائرة ، أو غاز أكسيد الكربون المنبعث من عوادم المركبات أو غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعث من مداخن المصانع ، أما الملوثات الثانوية الناجمة عن نشاط وتفاعل الملوثات الأولية مع بعضها.

تعني ملوثات بيئة الهواء وجود أي مادة بكميات تتجاوز الحدود الدنيا لمقاييس ومعايير جودة الهواء ، المحيط وتشمل ثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين وأكاسيد النتروجين ، والمؤكسدات الكيموضوئية مثل الأوزون وكذلك الدقائق العالقة القابلة للاستنشاق ، و أول أكسيد الكربون والرصاص والأمونيا والكبريتات والفلورايدات والهيدروكربونات .

ويعبر عن مستوى تركيز ملوثات الهواء بجزء من المليون (ppmv) أو جزء من البليون (PPBV) أو مليجرام لكل متر مكعب من الهواء (mg/m_3) وتحسين

مرجعية الكميات أي وحدات الحجم عند درجة حرارة (25 درجة مئوية جوي 760 مليمتر زئبق .
إن تحذيرات العلماء والمتخصصين لم تلق استجابة كافية لحماية الغلاف الهوائي والمحيط الحيوي كما إن الاتفاقيات والمعاهدات والبرتوكولات البيئية سواء الدولية أو المحلية أو القطرية أصبحت وثائق ومراجع للباحثين فقط ، عالم تتوفر الآليات التنفيذية لحماية البيئية الكونية فإن الخطر القادم لا يمكن تحديد أثاره وعواقبه.

2-4 ملوثات الهواء:

إن التطور المذهل والتنمية والتطور العمراني والاجتماعي المتسارع والتغير في نمط وسلوك الحياة واكتشاف النفط والغاز وما ينتج عنه من ملوثات في مناطق جغرافية كبيرة علي سطح الأرض وكذلك إقامة وإدارة محطات لتوليد الطاقة والمياه والتي تستخدم النفط الخام وارتفاع حركة المرور والطيران والمواني ومشروعات الصرف الصحي وطرق التخلص من المخلفات بكافة أنواعها كان لهذه العوامل وغيرها من الأسباب الأخرى أثر في التغيير من نوعية جودة الهواء الكوني خاصة وأن معظم المشروعات الاستثمارية والتنموية في دول العالم تبحث عن الربحية والمنفعة المادية دون مراعاة المتطلبات البيئية أو الجدية في احترام دراسات المردود البيئي .
دراسات إجمالي مكونات الهواء بالتالي:

* مكونات غازية
* مكونات جسمية
* مكونات إشاعية
* مكونات بيولوجية
* مكونات ثانوية

2-5 أضرار التلوث الهوائي:

يسبب تلوث الهواء أضرار مختلفة ومتنوعة علي جميع الكائنات الحية ومن هذه الأضرار .

1. إتلاف المنشآت وخاصة الأتربة والمعادن ومواد البناء عندما تزداد الغازات السامة وأكاسيد المواد المختلفة كالأكاسيد الكبريتية والكربونية والنيتروجينية في الهواء وفي ظل وجود الرطوبة الجوية تتكون أحماضاً مختلفة التركيز والتي تسبب التأكل للمباني والعمارات والمنشآت .

2. **حوادث الطيران:**

ترجع إلي تكاثف الضباب المتزايد الذي يتسبب في قلة الرؤية عند الطيارين مما يؤدي إلي وقوع حوادث الطيران.

3. إصابة الحيوانات المنزلية:

تسلل كثير من مركبات الفلور وحمض الهيدروفوريك من تلك المصانع الحديثة وخاصة الأسمدة والفوسفائية والألمونيوم فتمتص النباتات الخضراء تلك الملوثات البيئية التي تتعدى الحيوانات المنزلية الأليفة عليه فتصاب بالأمراض.

4. إلحاق الضرر بالكساء الخضري للأرض:

يعمل الضباب المختلط بالدخان الأسود علي اتلاف الغابات والشجيرات والأعشاب وخاصة أشجار الموالح ونباتات المحاصيل الزراعية و يؤثر غاز الأوزون ومركبات الفلور التي تلف نباتات مختلفة مثل: نبات الدخان وكل الخضروات الورقية والمحاصيل الحقلية .

5. تأكل طبقة الأوزون:

توجد بالقرب من طبقة التروبوبون من الغلاف الجوي علي ارتفاع 24 كلم تقريباً وتقوم بالحد من سقوط ونفاخ الأشعة فوق البنفسجية وبعض الأشعة الكونية الضارة القادمة من الشمس والكواكب الكونية الأخرى إلي سطح الكرة الأرضية.

وقد أثبت العلماء الفلكيون عام 1957م أن طبقة الأوزون في تآكل مستمر ، وأنه ظهرت به عدة ثقوب ومنتجات إلي أن وصلت نسبة التآكل من 2% إلي 8% ويرجع إلي تزايد مركبات الكلورفلور كرونية من جهة وتزايد كمية المواد العضوية المليئة بعنصر الكلور من جهة أخرى.

2-6 أضرار ومخاطر تآكل طبقة الأوزون:

أبرزها:

* إلحاق الضرر بالكثير من المحاصيل الزراعية وخاصة الحبوب
* ارتفاع وتزايد الحالات المرضية بسرطان الجلد
* أضطراب وخلل التوازن البيئي الذي يؤدي إلي إلحاق الضرر بالكائنات الحية
* الخلل الرهيب في الجهاز المناعي التي تحدثه المركبات الكيميائية
* إصابة العيون الأدمية بأمراض متنوعة كمرض المياه البيضاء
* حدوث اضطرابات في المناخ والطقس عما هو مألوف كذلك التغيير الملحوظ في دورة فصول السنة.

أمراض الإنسان من التلوث الهوائي:

تسبب الملوثات الهوائية الكثير من الأمراض الخطيرة والمؤثرة علي الكائنات الحية فهذه الأمراض هي ضريبة التقدم العلمي والتكنولوجي الحديث فالمصانع والشركات التي تفيد تقدم البشرية أيضاً تعوق الصحة البشرية ومن تلك الأمراض الألتهاب الرئوي الذي يسببه استنشاق المركبات السامة والأبخرة الضارة وحساسية الصدد والربو وعند وجود الغازات السامة في الهواء بنسبة صغيرة يؤدي إلي الصداع والإرهاق وانخفاض القدرة العقلية والذهنية لدى الإنسان العادي وعند وصول هذه السموم إلي 3500 جزء في المليون يؤدي إلي الاختناق والوفاة

2-7 كيف نحافظ علي الهواء من التلوث:

يمكن مكافحة التلوث الذي يصيب الهواء ، بل يمكن الحد من وجود هذه الملوثات عن طريق أساليب وتقنيات حديثة ثم مكافحة سلوكيات وعادات خاطئة تصدر من كثير من الناس بيئياً والتي تؤدي إلي خطر التلوث البيئي .

2-8 طرق المقاومة من تلوث الهواء:

1. ضبط المكونات الهوائية:

عن طريق زراعة الكثير من الأشجار والشجيرات وزيادة المساحات الخضراء لأنها تعد بمثابة الرئة للمدنية التي توجد بها.

2. الحد من التلوث الناتج من المصانع عن طريق:

- يجب علي كل مصنع أن يقوم بمعالجة المخلفات والنفايات قبل أن يتخلص منها
- تشديد العقاب عند حدوث أي مخالفات بيئية
- تشديد الرقابة من الأجهزة المختصة كجهاز شئون البيئة
- عملية تطوير شاملة لكل المصانع القديمة
- تركيب مرشحات وفلترات ومصافي لمداخن المصانع .
- عدم إصدار تراخيص لأي مصنع إلا بعد درجة شاملة للبيئة التي يوجد فيها.
- الاستفادة من المركبات الغازية الضارة عن طريق تحويلها إلي مركبات يستفيد منها الإنسان.
- الاهتمام والتقدير لكل الأبحاث التي تعمل في مجال البيئة.
- الاستعانة بالأشخاص ذوي الخبرة والتخصص في تشغيل الآلات والمحركات وصيانة تلك الأجهزة.

3- الحد من التلوث الناتج من عوادم وسائل النقل:

معظم الغازات السامة تصدر من عوادم السيارات والقطارات والطائرات لذلك يجب مقاومة خطر التلوث عن طريق:

- عدم تشغيل وسائل النقل المخالف لقوانين البيئة.
- إجراء فحص فني دقيق علي جميع وسائل النقل
- إبعاد ورش الميكانيكا السمكرة الخاصة بالسيارات والدراجات إلي مناطق غير مرتبطة بالسكان.
- العمل علي تخفيض الاختناقات المرورية في الشوارع والميادين في وقت الذروة .
- صيانة ونظافة وسائل النقل العامة كالأتوبيسات والقطارات ومترو الأنفاق

4- الحد من التلوث عن طريق التخطيط البنائي الصحيح:

عند إقامة مدن جديدة يجب أن نراعي التربة المقامة عليها وكذلك ارتفاع الأبنية وإبعاد النوافذ والعمل علي اتساع الشوارع.

5. العمل علي تنقية الهواء الجوي من مركبات الكيمياء الخطيرة:

عن طريق زراعة بعض النباتات الخضراء التي تقوم بامتصاص المركبات الضارة التي تنفثها العوادم الصناعية وعوادم السيارات منها نبات الصنوبر وشجرة عود الأنبياء والقمح والحمص.

6. النباتات مصدات للرياح والعواصف:

من المعروف أن مختلف أنواع الأشجار وخاصة الكافور والكانورنيا والنخيل يمكنها صد كميات من الأتربة والرمال والغبار التي تحملها الرياح في شكل عواصف فهي تلعب دوراً محورياً في تنقية الهواء الجوي من الملوثات البيئية .

7. التشجير وحماية التربة:

تؤدي إلي تثبيت حبيبات التربة ومنع عملية التربة وصد الرياح وكذلك يحافظ الغطاء النباتي علي التربة .

8. التوعية الإعلامية من خلال:

- توعية الناس بالأخطار والكوارث الناتجة عن التلوث البيئي .
- تخصيص جانب للبيئة في المقررات الدراسية في جميع مراحل التعليم .
- توعية الناس بأهمية الأشجار وقيمة التشجير وزيادة الرقعة الخضراء

9. مقاومة السلوك الخاطئ:

تنشر السلوكيات وعادات غير صحيحة تضر بالبيئة وتعمل علي تلوثها فيجب مقاومتها عن طريق:

- عدم وضع نباتات التربة أو الزهور في غرف النوم والأماكن المغلقة
- تحريم إشعال الحرائق في الغمامة والنفايات
- عدم استخدام وسائل التدفئة التي تعتمد علي الفحم أو الحطب في تشغيلها خاصة في غرف النوم والأماكن المغلقة .
- عدم الإكثار من استخدام ملطفات الجو ومزيلات العرق التي تعمل علي التلوث وتساعد علي الاختناق.
- تجنب استخدام الأساليب الغير صحيحة عند الرش بالمبيدات الحشرية
- تشديد الرقابة المرورية علي السيارات والشاحنات وجميع الوسائل وضبط المخالف منها ، سحب رخص قيادة المستمر.

ثقب الأوزون:

1-3 مقدمة:

ينقسم الغلاف الجوي حسب العلاقة بين درجة الحرارة والأرتفاع عن سطح الأرض إلي أربعة أقسام هي: تروبوسفير (troposphere) ، ستراندسفير (stratosphere) ميزوسفير(mesosphere) ، ثيروبوسفير (thermosphere) .

والذي يهمن في هذا المقال هما القسمان الأول والثاني فقط.

التروبوسفير وهو الطبقة الممتدة من سطح وإلي ارتفاع نحو 10 كيلو مترات (كم) ويحتوي علي نحو 90% من وزن الغلاف الجوي بأكمله ويسخن بتأثير الحرارة المنعكسة من سطح الأرض ولذا فإن درجة حرارته تقل بالارتفاع عن سطح الأرض وعليه فإن الطبقات العليا منها أكثر برودة من الطبقات السفلى .

أما ستراتوسفير ويحوي طبقة الأوزون فيحتل القسم الذي يلي تروبوسفير فإن درجات الحرارة فيه ترتفع بالعلو عن سطح الأرض وبناء عليه فإن الاختلاط داخله يكاد يكون معدوماً و أن أي مادة تدخله تبقى فيه لمدة طويلة .

من المعروف أن الأوزون يمثل في الجو حزام أمان ، من خلال الدور الذي يلعبه بترشيح وحذر الجزء الأكبر من الأشعة فوق البنفسجية (4/5) بحيث يسمح فقط (1/5) منها بالوصول إلي سطح الأرض وهذا يمثل 1% من الأشعة الشمسية الساقطة ، فإذا ما نفذت كامل الكمية من الأشعة فوق البنفسجية من الجو ووصلت إلي سطح الأرض فإن الحياة ستفنى بالتأكيد ، غير أن هذا الحزام من الأوزون معرض في الوقت الراهن ليصبح ضعيفاً وأقل فاعلية وذلك نتيجة لتناقص كميته بفعل الملوثات الناجمة عن النشاطات البشرية علي سطح الكرة الأرضية والتي يكمن أن

تصل إلي ارتفاعات عالية حيث يتواجد الأوزون ليشترك في تفاعلات مع هذه الملوثات من جهة ، ونتيجة لولوج المركبات الفضائية ووسائط النقل الأخرى والطائرات الأسرع من الصوت.

3-2 تعريف الأوزون:

هو غاز عديم اللون رمزه o3 ووزنه الجزئي 48 ووزنه النوعي 1.658 كثافة بخاره علي درجة 25 مئوية وضغطه يعادل 760 ملم زئبق : 1.96 غرام لكل لتر.
ذوبانه في الماء = 0.494 ملم لكل 100 سم ماء ، وكل جزء بالمليون (1ppm) = 1962 مايكرو جرام في المتر المكعب تقع طبقة الأوزون ضمن ستراتوسفير ويبلغ وزنها الإجمالي 3 * 10 ^{6} طناً وهو ما يعادل 10 أجزاء في المليون حجماً (0.001%) وهو غلاف هش بحيث أن لو وضع تحت ضغط مماثل بالضغط الجوي لما زاد سمكه عن بضع مليمترات (v).
ونتيجة لتأثير المجال المغنطيسي علي الأرض فإن طبقة الأوزون أقرب إلي منها إلي خط الأستواء وفي الظروف العادية يكون الأوزون في الجو في حالة توازن أي معدل ما يتولد منه يساوي بما يفتقد منه بسبب التفاعل مع الغازات المكونة للغلاف الجوي وأول إنذار بالأخطار التي تمدد بالنقص في طبقة الأوزون تزامن مع إنتاج الطائرات خارقة المجال الصوتي (super sonic) وما تنفثه من أكاسيد النتروجين ولكن بعد ذلك من سنوات قليلة وفي عام 1974م تحول الجدل إلي سلسلة من الكيماويات تعرف بالكربونات الهايلوجينية (chlorofluorocarbons) وهي مجموعة من الكيماويات اكتشفت عام 1930م تمتاز بأنها غير سامة وغير قابلة للاحتراق كما أنها لا تتفاعل مع غيرها من المواد الكيماوية (stable) ومن ثم فإنها طويلة الأجل ولا تتغير صفاته بسهولة الأمر الذي حببه إلي الصناعات فأخذت باستعمالها علي نطاق واسع في التبريد والايروسولات (aerosol) وإزالة الشحوم والزيت (foam) وبلغ حجم ما استخدم منها عام 1986م حوالي مليون طن أنتجت الولايات المتحدة الأمريكية ولذرات الكلور في هذه المركبات شغف شديد لجزئيات الأوزون في الجو وتتفاعل معها بشكل سلسلي (chaynreaction) كما يلي:
تهاجم أشعة ما فوق البنفسجية جزئيات (cfc_s) في الجو مطلقة منها ذرات من غاز الكلور تهاجم الأوزون في الجو وتأخذ منه ذرة من الأكسجين مكونه أول أكسيد الكلور.
ولكن هذا الغاز غير ثابت باستطاعة ذرة حرة من الأوكسجين في الجو أن تنتزع منه الأوكسجين مخلفة ورائها ذرة من الكلور مستعدة لأن تبدأ الدورة من جديد ويقدر أن ذرة واحدة من الكلور تستطيع بهذه الطريقة أن تنفي (100.000) جزئي من الأوزون.

4-3 دور طبقة الأوزون:

علي الرغم من أن تركيز الأوزون في طبقة الأوزون قليل إلا أنه مهم بشكل كبير للحياة علي الأرض ، حيث أنها تتشرب الأشعة فوق البنفسجية الضارة (Uv) التي تطلقها الشمس ، تم تصنيفها علي حسب طول موجاتها (Uv-C,,Uv-..B..Uv-A) حيث تعتبر الأخيرة خطيرة جداً علي البشر ويتم تنقيتها بشكل كامل علي الأوزون علي ارتفاع 35 كيلو متر ، ومع ذلك يعتبر غاز الأوزون علي ارتفاعات منخفضة حيث يسبب النزيف وغيرها .

ومن الممكن أن يؤدي تعرض الجلد لأشعة (Uv-B) لإختراقه (يظهر علي شكل إحمرار شديد) والتعرض الشديد له قد يؤدي إلي تغيير في الشفرة الوراثية والتي تنتج عنها سرطان الجلد ، مع أن طبقة الأوزون تمنع وصول الأشعة (Uv-B) إلا أنه يصل بعضاً منها إلي سطح الأرض ، معظم أشعة (Uv-A) تصل الأرض وهي لا تضر بشكل كبير إلا أنها من الممكن أن تسبب تغيير في الشفرة الوراثية.

استنذاف طبقة الأوزون يسمح للتعرض بالأشعة فوق البنفسجية وتحديداً أشعة ذات موجات أثر ضرر للوصول إلي السطح مما يؤدي إلي زيادة في التغيير بالجينات الوراثية للأحياء علي الأرض.

4-3 فوائدها:

تلعب طبقة الأوزون دوراً هاماً في حماية الأرض من أشعة الشمس فوق البنفسجية حيث تمتص 13% من أصل 20% تدخل الغلاف الجوي بأكمله وتحول بذلك دون إفساح المجال لأضرار الأشعة فوق البنفسجية التي تؤدي إلي ضربات شديدة لأغلب الكائنات الحية علي سطح الأرض قد تدمر الجينات وتضعف المناعة وتدمر المحاصيل وتزعزع شبكة الغذاء (food web) داخل المحيطات وتسبب الأرتفاع في درجات حرارة الأرض .

كما تؤدي إلي أنواع متعددة من سرطانات الجلد عند الإنسان وتكاد لا تخلو أي دولة أخرى في العالم من مثل هذه الإصابات خصوصاً تلك التي يغلب علي سكانها اللون الأشقر.

من أجل هذا اجمعت الآراء أن لابد من جهد عالمي للحيلولة دون تآكل في طبقة الأوزون مادامت هي الدرع الواقي من مثل هذه الكوارث ، وانطلاقاً من هذا المبدأ باشرت الدول المتقدمة ومؤسسات الأمم المتحدة للبحث عن بدائل (cfc_s) هذه أو الاستغناء عنها كلياً حفاظاً علي طبقة الأوزون وكان أول اجتماع عقد بهذا الغرض في فينا (viennA convention) عام 1985م اتفقت فيه 21 دولة صناعية بالإضافة إلي المجموعة الأوروبية إلي تخفيض إنتاجها من هذه المواد.

ولكن لم ترسم حدود معينة لذلك في هذا الاجتماع وظلت الأمور علي حالها باستثناء طائرات الرش التي نص الاتفاق علي حظرها مباشرة ولكن الأمر أخذ جدية أكبر عندما أعلن بعض الباحثين البريطانيين في نفس العام عن جود ثقب في طبقة الأوزون فوق القطب الجنوبي مما أثار إهتمام العالم بشكل لم يسبق له مثيل وأدي إلي عقد اجتماع في 1987/9/16م في مدينة منتريال بكندا عرف بمنتريال بورتكول (montreal protocol) يفضي بأن يتراجع إنتاج الـ (cfc_s) عام 1995م بنحو 50% كما كان عليه عام 1986م وأن يتوقف إنتاجها كلياً عام 2000م ودخلت هذه

الاتفاقية حيز التنفيذ عام 1989م ووافقت علي ذلك 44 دولة بالإضافة إلي اللجنة الاقتصادية الأوروبية التابعة للأمم.
ولكن الاتفاقية عدلت منذ ذلك الحين مرتين في نفس الوقت أجاز البرتوكول للدول النامية أن لا تباشر بخفض إنتاجها قبل عشر سنوات من الاتفاقية لكن هذا الإجراء قد حقق نتائج غير متوقعة إذ اغتنمت الدول النامية هذا القرار فأخذت بزيادة إنتاجها من هذه المواد بل وأخذت تصدرها إلي الدول الصناعية مما أدى إلي خلق سوق سوداء منشاها بلدان العالم الثالث وقد أشارت الجمارك الأمريكية إلي كميات (cfcs) إلي تدخل ميناء ميامي في فلوريدا بطرق غير قانونية ربما وصلت إلي مستوى المخدرات وهذا شأنه بالطبع أن يشل الجهود التي يسعى إليها العالم للحد من انتشار (cfcs) ومن ثم تسريبها إلي الجو وما يترتب علي ذلك من صخور طبقة الأوزون ، هذا من جهة ومن جهة أخرى فإن هنالك مجموعة من الناس تجادل في صحة ما يقال عن تلاشي طبقة الأوزون مثل حاكم ولاية سابق في أمريكا ومضيف لي برنامج إذاعي واسع الانتشار وباحث بلجيكي ولكن ليس لدى أي من هؤلاء ما يؤدي إنه علمياً أو عملياً والواقع أن رغم كل الاحتياجات والمؤتمرات فإن طبقة الأوزون أخذه في الانكماش ، ويؤيد ذلك ما نشرته منظمة الإرصاد العالمية (WMO) من أن طبقة الأوزون فوق القارة الأوروبية قد تضاءلت ما بين 10 – 12% ومن 5 – 10% فوق القارة الأمريكية.
وتجدر الإشارة هنا إلي أمرين اثنين الأول أنه لو توقف إنتاج الـ (CFCS) كلياً بحلول عام 2000م كما نص علي ذلك برتوكول مونتريال فإنه ليس من المحتمل أن يغير ذلك من الواقع الراهن في الجو نظراً لما تتصف به (cfc_s) من طول العمر لنمؤها (STABILT) أما الأمر الثاني فيتعلق بالجهود الراعية إلي استبدالها بمواد أقل ثباتاً منها ، ولكن ذلك يؤدي إلي نتائج مرضية.
هذا في الجو أما علي الأرض فإن الأوزون يلبس صبغة لا تتسم بالإشراقه إلي يتبعها في طبقات الجو إذ أنه أحد الملوثات الرئيسية والخطيرة سوى أكان منفرداً أو بالاشتراك مع ملوثات أخرى مثل أكسيد النتروميين والكبريت مكوناً ملوثات ثانوية مثل الذباب (SMOA) من أجل هذا فإن المدن الأمريكية الكبرى والمزدحمة بالسيارات تحض المكان علي استخدام وسائل النقل العام بدل السيارات الخاصة إذا زاد التركيز عن حدود معينة .
هذا في الطبيعة ولكن الأوزون يستحضر صناعياً من الهواء أيضاً ويستخدم علي نطاق واسع في معالجة مياه الشرب في كندا وأوروبا خصوصاً فرنسا فهو مؤكسد قوي جداً ولذا فإنه يتفاعل بسرعة مع إعداد العضوية بل وأنه في صدارة اعداد المؤكسد لتخلص من البكتريا والفيروسات المائية ويتم القضاء عليها في ثواني معدودة هذا بالإضافة إلي أنه لا يولد مذاقاً أو رائحة كريهة وقد أفادت بعض الدراسات الأمريكية لأن الأوزون يفضل علي غيره في أبراج الصناعة وذلك للأسباب الأتية:
- يحول الترسب علي أنابيب التكثف
- يقلل من الصدا علي أنابيب النحاس بنحو 50%

- يزيل الترسبات السابقة .
ولكن برغم هذه المميزات فإنه معالجه اعباه بأنواعها بالأوزون يعاني من بعض السلبيات ذلك أن:
1) مكلف:
2) نظراً لعمر حياته (HALF-LIFE) فإنه من الضروري أن يتم تحضيره في الموقع ، وقد أمتد مجال المعالجة بالأوزون إلي تربة المياه الجوفية وذلك لعدة أسباب:
- ينشر الغاز بسهولة خلال التربة إذا دخل إليها بالطرق الصحيحة
- الأوزون أكثر ذوباناً من الأوكسجين في المادة
- المركبات العضوية تتأكسد H_2O+CO_2
بسبب سرعة انتشار خلال التربة فإن نتائج استعماله تفوق المعالجة العضوية غير المتجانسة إلي قد لا ينتشر الأوزون خلالها بسهولة.

5-3 أسباب ثقب الأوزون:

1. المواد الكيميائية:

ويرجع السبب الرئيسي لأحداق ثقب الأوزون إلي تلوث البيئة بالكيماويات التي تصل إلي منطقة الستراتوسفير عن طريق.

أ) **المردودات الضارة**: وهي عبارة عن العبوات أو البخاخات التي تنفث منها المواد الكيمياوية علي هيئة ذرات دقيقة محملة بغازات مضغوطة داخل علب وغالباً ما يستخدم (الكلوروفلوركاربون) وقد أستخدم هذا الغاز في المبردات كالثلاجات وأجهزة التكييف وفي زجاجات العطور وغيرها كما استخدمت كمواد وسيطة لتكوين الرغوة في اللدائن.

ب) الطيران النفاث:

الطيران النفاث لا يمكن تجاهل كميات الغازات الرهيبة التي تنفثها الطائرات في الغلاف الجوي ولا يمكن تجاهل موجات الهواء التصادمية التي تسبق هذه الطائرات ومن هنا يحدث تخلخل وإزاحة للكتل الهوائية التي تتحرك وسطها الطائرة وهذا التخلخل يكون في طبقة الستراتوسفير والذي يتم من خلاله تدمير طبقة الأوزون.

ج) إطلاق الصواريخ إلي الفضاء:

يستلزم لدفع حركة الصاروخ للأمام حرق قدر هائل من الوقود وتقدر كمية الغازات الناتجة عن الاحتراق والتي تنتشر في الغلاف الجوي بآلاف الأطنان وقد تحوي هذه الغازات قدراً كبيراً من الغازات الوسيطة لتدمير الأوزون مثل الكلور والنيتروجين وغيرهما وبالتالي فإن الإتلاف لطبقة الأوزون أصبح شائعاً عند إطلاق أي صاروخ فضاء ويكفي أن نعرف أن صاروخاً مثل صاروخ (صاروخ ساترون-5) كانت كمية الوقود التي تحتويها تبلغ 140 طناً أي يمكننا تصور القدر الهائل من الغازات التي ينفثها صارخ واحد وفي إحصائية روسية ورد أن كل عملية إطلاق لمكوك الفضاء يترتب عليها تدمير مليون طن من غاز الأوزون .

د) التفجيرات النووية:

لقد توصل العلماء إلي التفجيرات النووية بعد القنبلة الذرية كما توصلوا إلي قنابل مدمرة مثل القنبلة الكوبالتية والنيوترونية وغيرها ، وهذا كله يبث في الغلاف الجوي قدراً هائلاً من الغازات والإشعاعات والحرارة التي بلا شك تعمل علي تدمير طبقة الأوزون .

2/ مركبات الكلورفلوركربون:

إن الكلوره الفوركربون (ك.ف.ك) هي المسئول الرئيسي عن طبقة الأوزون وقد بدأ تصنيعها في عام 1928م وقد صنفت بأنها مواد عجيبه ولذلك أخذ الإنتاج العلمي يتضاعف كل خمس سنوات وقد حدثت قفزه في انتاجها في عقد الثمانيات عندما اكتشف استخدامها في تنظيف الدوائر الالكترونية ورقاقات الكمبيوتر.

وقد قدرت الكمية التي أطلقت في الجو من (ك.ف.ك) حوالي 20 مليون طن والسبب في كونها ضارة أكثر من غيرها من الملوثات الأخرى هو أن المواد الأخرى يجري امتصاصها علي سطوح بعض الجزئيات المنتشرة في الجو أو تتفاعل معها وفي النهاية تغسلها الأمطار أما (ك.ف.ك) فنظراً لخمولها الكيميائي وقلة فاعليتها فإنها ترتفع تدريجياً في الجو إلي أن تصل إلي طبقة الستراتوسفير وهناك تعمل الأشعة فوق البنفسجية علي تفكيكها إلي مواد شديدة الفاعلية ذات تأثير مدمر علي طبقة الأوزون وكان أول من قدم توقعات علمية حقيقة لخطورة مركبات الكلوروفلوروكربونات علي طبقة الأوزون هما العالمان دولاند ومولينا المختصان في كيمياء الظواهر الجوية في جامعة كاليفورنيا الأمريكية حيث قاما عام 1974م بتحليق ظروف مختبرية شبيهة بتلك المتواجدة في وسط وخارج الطبقات العليا من الغلاف الجوي وهي المواقع التي تتركز فيها طبقة الأوزون الواقية وقد ظهر لها أن هذه المركبات تدمر جزئيات الأوزون بفاعلية مرعبة وافترض هذا العالمان أن مركبات الكلوروفلوروكربونات يمكنها في نهاية المطاف أن تخرب 20% من درع الأوزون الواقي كلياً مما يهدد جميع أشكال الحياة علي سطح الأرض بعواقب وخيمة في حين أشار كثير من العلماء الشكوك حول توقعات دولاند ومولينا وأعتقد معظمهم بأن النقصان في طبقة الأوزون في وقت ما من القرن القادم لن تزيد عن 2 إلي 4% .

3-6 استخدامات الكلوروفلوروكربون وأسبابه:

تستخدم الكلوروفلوروكربون في الصناعة بشكل كبير وذلك لعدة أسباب منها:

* جميعاً غازات
* يمكن أسالتها بسهولة
* غير قابلة للاشتعال
* خاملة كيميائياً
* غير سامة
* عديمة الرائحة وغير كاوية

أستخداماتها:-

* تستخدم في التبريد في الثلاجات ومكيفات الهواء

* في صناعة الرغويات (الاسفنج والبلاستيكو المواد العازلة)
* في علب الرش حيث تستخدم كمواد دافعة في البخاخات وكذلك كمذيبات
* تنظيف الالكترونيات ورقاقات الكمبيوتر
* تستخدم في مكافحة الحرائق (الهالونات)

ميكانيكية عمل (ك.ف.ك) في تفكيك غاز الأوزون:

إن أكثر هذه المواد ضرراً هو الكلور حيث أن ذرة واحدة من الكلور تعمل علي تفكيك وتدمير ما يقارب (100000) جزئي من الأوزون قبل أن تضيع في الجو ، فسقوط الأشعة فوق البنفسجية علي جزئي الكلور وفلوركاربون يسبب إحدى ذرات الكلور كم هذا المركب ، وتقوم ذرة الكلور بصدم جزئي الأوزون لتكون أول أكسيد الكلور وجزئي أكسجين ، وإذا صدمت ذرة أكسجين أول أكسيد الكلور فستكون جزئي أكسجين تاركة ذرة الكلور حرة في الجو لتعيد الكرة وتحطم جزئي أوزون أخر..وهكذا.

المعادلة الأساسية لتفكيك الأوزون هي:

$$CC13F \longrightarrow CI2F+C1$$
$$CI+O3 \longrightarrow CIO+O2$$
$$CIO+O \longrightarrow CI+O2$$

3-7 دور الظواهر الطبيعية في تدمير الأوزون:

الانفجارات الشمسية وتساقط ذرات إيونية (مشحونة كهربائياً) علي الأرض تساهم في تدمير طبقة الأوزون علي مستوى الطبقة الجوية العليا ، وقد أستعان علماء في وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) بأقمار صناعية لدراسة التأثيرات الناجمة عن الانفجارات الشمسية التي أسقطت علي النصف الشمالي من الأرض بروتونات مشحونة إيجابياً بين 14 و 16 يوليو 2000 فيما أعتبر ثالث أكبر ظاهرة من نوعها خلال 30 عاماً ، وعندما تصل البروتونات إلي الطبقة العليا من الغلاف الجوي تقوم بتفكيك جزئيات الأوزون وبخار الماء مما يؤدي إلي إطلاق ذرات تشكل مواد من أكسيد الأزوت والهيدروجين يمكن أن تدوم طوال أسابيع أو ربما شهر وتساهم في خفض كثافة الأوزون في الطبقة العليا للجو علي ارتفاع ما بين 15 إلي 50 كيلو متر، وأوضح تشارلز جاكمان الباحث في المختبر الجوي في مركز جودارد الفضائي التابع لناسا أن التأثير علي الأوزون يتم في مجمله بصورة طفيفة وعلي فترة زمنية طويلة لكن حين يحصل انفجار شمسي نلاحظ علي الفور تبدلاً في الجو ما يشير بشكل واضح إلي وجود رابط سببي بين الظاهرتين.

كما أن البراكين وانفجارها تمثل مصدراً طبيعياً أخر لتدمير طبقة الأوزون ففوران البراكين بدرجة عالية يستطيع حقن حامض الكلوريك مباشرة في طبقات الجو العليا ولكن ذلك لا يشكل نسبة كبيرة في تدمير الأوزون حيث لا يتجاوز ذلك نسبة 3 – 5% في حين تشكل المصادر الطبيعية الأخرى حوالي 15 – 20% .

3-8 التغيرات المناخية ودورها في ثقب الأوزون:

لقد أضحى من الثابت أن ظاهرتي استنزاف طبقة الأوزون الستراتوسفير وتغير المناخ كلاهما ناتجان عن الأنشطة البشرية علي الغلاف الجوي وبالرغم من أن كل

واحدة من هاتين المشكلتين البيئتين في طبيعتها عن الأخرى إلا أنهما تلتقيان في العديد من الطرق.

3-8 المواد المستنزفة لطبقة الأوزون تشارك في ظاهرة الاحترار العالمي:

إن سبب الاحتباس الحراري هو زيادة إنتاج ثاني أكسيد الكربون فوق سطح الأرض الذي قد يتسبب في انقسام الأكسجين ثلاثي الذرات الأوزون إلي أكسجين ثنائي الذرات وأخر أحادي كما تم الكشف أيضاً عن أن الدخان المتطاير في الأجواء بفعل الاحتراق الطبيعي والصناعي هو أكبر مسبب لزيادة ثاني أكسيد الكربون وكذلك الدخان المنتج من استهلاك منتجات النفط غيرها ، المواد المستنزفة طبقة الأوزون في الوقت الذي تؤثر فيه علي طبقة الأوزون من الممكن أن تؤثر أيضاً علي التوازن الحراري للكرة الأرضية ، حيث أن الكثير من هذه الغازات تعتبر من الغازات الدفيئة التي تساهم في الاحترار العالمي ، حيث أن التركيزات العالية من الغازات الدفيئة في الوقت الذي تعمل فيه زيادة درجة سطح الأرض ، فإنها في الوقت نفسه تعمل علي انخفاض درجة حرارة الستراتوسفير يضاف إلي ذلك أن غاز المثان وهو أحد غازات التدفئة الأساسية يشكل مصدراً ملحوظاً لبخار الماء الستراتوسفير ، وبذلك فإن درجات الحرارة الأكثر برودة والرطوبة المتزايدة تعملان علي تيسير تكون السحب الستراتوسفيرية ، التي تعمل عامل محفز (مساعد) حيث تحول الكلور في الغازات التدفئة إلي ذرات الكلور النشطة ذات الفاعلية الشديدة وبذلك تسهم في استنزاف الأوزون.

3-10 المناطق المتضررة بتآكل ثقب الأوزون:

إن المرة الأولى التي لوحظ فيها تدمير الأوزون علي نطاق واسع قد جرت عام 1985م فوق المنطقة القطبية الجنوبية ، حيث بينت أن النقص في تركيز الأوزون يتراوح ما بين 40 – 50% وكان الثقب بمساحة الولايات المتحدة الأمريكية ، وحسب توقعات وكالة حماية البيئة الأمريكية فإن نقص الأوزون فوق خطوط العرض الوسطى في نصف الكرة الشمالي ، والتي تشمل أكثر المناطق المأهولة بالسكان في العالم (مناطق أوروبا وأمريكا الشمالية) ربما يصل إلي 10% .

ولقد لاحظ العلماء الذين يتابعون التغيرات في طبقة الأوزون أن عمليات الاستنزاف والتي كانت تحدث بمعدل بطئ منذ عام 1980م قد زادت بشكل حاد ومباشر في شتاء عام 92 – 1993م وتبين أن مستوى الأوزون أقل بمقدار 2 - % مما تم رصده وأقل بمعدل 4% من المعدل الطبيعي ، كما أظهرت الدراسات التي أظهرتها الأقمار الصناعية أن مستويات الأوزون في نصف الكرة الشمالي كانت أقل بما مقداره 10% من مستوياته في نفس الفترة من عام 91- 1992م في حين كانت بنسبه 20% في بعض المناطق وخلال العام 1992م بينت قياسات الأوزون فوق المنطقة المتجمدة الشمالية أن منطقة الاستنزاف كانت الأوسع في تاريخه أما فوق المناطق المأهولة في خطوط العرض الوسطى ، فإن نقص الأوزون قد بلغ 13 -14% أقل من مستواه الطبيعي بعام 1993م ويعزو العلماء السبب في ذلك إلي بركان "جبل بيناتوبو" في الفلبين في حزيران عام 1990م.

3-11 ثقب الأوزون فوق القطب الجنوبي:

كانت المرة الأولى قيست فيها نسبة طبقة الأوزون فوق القطب الجنوبي عام 1985م حيث كانت نسبة النقص تتراوح بين 40- 30% .

لماذا المنطقة القطبية:

يعزو العلماء النقص في تركيز الأوزون ، وبالتالي "ثقب" فوق القارة القطبية الجنوبية إلي مجموعة من العوامل منها:

* الظروف المناخية الفريدة من نوعها والخاصة بالمنطقة .
* وجود سحب استراتوسفيرية قطبية
* تركيزات منخفضة من أكاسيد النيتروجين
* وجود تركيزات عالية من الكلور النشط.

ففي أثناء الشتاء القطبي الجنوبي ، المحروم من الشمس ، والممتد من مارس (آزار) حتى أغسطس تقريباً ، يصبح الهواء فوق القارة القطبية معزولاً يدور في دوامة قطبية تتسبب في انخفاض درجات الحرارة إلي حوالي 90 درجة مئوية تحت الصفر ، وهذه البرودة كافية لتجميد بخار الماء وتكوين سحب استراتوسفيرية وتشكل البلورات الجليدية في هذه السحب عوامل مساعدة تعمل علي تحويل كلوريد الهيدروجين (HCI) ونيترات الكلور ($CIno_3$) وحامض الهيبوكلوروز (HOCI) إلي ذرات كلور ذات الفاعلية الشديدة والتي تساهم في عملية تدمير الأوزون ؛ إن بلورات الجليد في السحب الستراتوسفيرية تعمل كسطوح لتفاعلين مدمرين للأوزون الأول يتم فيه إطلاق الكلور من جزئيات ك.ف.ك وأما الثاني فإن مركبات النيتروجين (خاصة أكاسيد النيتروجين) الصديقة للأوزون والموجودة بصورة طبيعية في طبقة الاستراتوسفير ، يتم تدميرها ، إن فقدان هذه المركبات النيتروجينية هام ، ففي الظروف الطبيعية تتحد مع ذرات الكلور الحرة النشطة قبل أن تتمكن من الاتحاد مع جزئي الأوزون وتدمره ، مثل هذه السحب الستراتوسفيرية تحدث فقط في المنطقتين القطبيتين الجنوبية والشمالية ، ففي درجات الحرارة المنخفضة ، وجود المواد المستنزفة للأوزون ، ووجود بلورات الجليد ، فإن حرارة الشمس في الربيع التالي تعطي الطاقة اللازمة لبدء سلسلة التفاعلات التي تؤدي في النهاية إلي استنزاف الأوزون لهذا السبب كان النقص في الأوزون فوق القطبين أعلى بعدة أضعاف منه في خطوط العرض الأقل.

12-3 القطب الجنوبي خال من الأوزون:

في عام 1992م أفاد تقرير لمنظمة الإرصاد العالمية أن بعض المناطق فوق القطب الجنوبي خالية من الأوزون كلياً ، وخلص التقرير إلي نتيجة مفادها أن ثقب الأوزون فوق هذه المنطقة قد أتسع إلي رقم قياسي ، يصل إلي حوالي 9 ملايين ميل مربع (ما يعادل ثلاثة أمثال مساحة الولايات المتحدة الأمريكية) أي بزيادة قدرها 25% من ما كان متوقعاً وبمعدل أسرع مما توقعه دولاند ومولينا أما بالنسبة لمنطقة القطب الشمالي من الكرة الأرضية والتي تقع ضمنها دول مكتظة بالسكان في كل من أمريكا الشمالية و أوروبا وآسيا فإنها تعاني هي الاخرى من التأثير ذاته ولكن بشكل أقل وطأة مما هو عليه في القطب الجنوبي (5% إلي 10% في الفترة من 1969م –

1979م) فقد وجد أن طبقة الأوزون في المنطقة الشمالية قد تلاشت خلال الفترة نفسها بنسبة 7.1% إلي 3% وتنامى هذا التناقص ، فيما بعد إلي معدل أعلى هو 4% إلي 5%لكل عقد من الزمن ، وهو ضعف ما كان متوقعاً أصلاً.

3-13 ثقب أوزون فوق التشيلي :

عندما حذرت الحكومة من المستويات العالية للإشعاعات فوق البنفسجية في جنوب البلاد بسبب ضعف تلك الطبقة وحذرت وزارة الصحة التشيلية بالذات سكان مدينة بونتاأريناس الواقعة في أقصى الجنوب من التعرض للشمس في وسط النهار ، ونصحتهم باستخدام نظارات سواء وقبعات ومراهم وقائية للجلد لتجنب التأثيرات الضارة للإشعاعات والتي قد تعني الإصابة بسرطان الجلد يذكر أن المنطقة الواقعة في أقصى جنوب أمريكا الجنوبية هي المنطقة الوحيدة ، باستثناء القطب الجنوبي ، التي تتعرض للإشعاعات فوق البنفسجية بسبب ثقب الأوزون .

3-14 تأثير مشكلة ثقب الأوزون علي الإنسان:

*** انتشار سرطان الجلد:**

قد أوضح علماء الطب أن أكثر من 7%من الإصابة بسرطان الجلد يكون إيجابياً ومميتاً وهو ما يعرف باسم ميلانوما (Melanoma) أما الأشعة فوق البنفسجية من نوع (UVB) فتلعب دوراً رئيسياً في تكوين الأورام الجلدية القتامية وهي نوع الأشد خطراً ، وهذا يعني حدوث ما يقدر بحوالي 300 ألف حالة سرطان جلد سنوياً ، وستكون حصة الولايات المتحدة فقط ما يقرب من 180 مليون حالة خلال ثمانين سنة، إن لم يتحرك المجتمع الدولي بشكل فاعل لوقف استنزاف طبقة الأوزون .

*** التأثير الوراثي:**

عندما يتعرض جلد الإنسان لقدر كبير من الأشعة فوق البنفسجية يمكن أن يحدث تلفاً في نويات خلايا البشرة الخارجية للجلد المركز بالحمض النووي لأن تأثر (DNA) بالأشعة فوق البنفسجية يؤدي إلي موت الخلايا المعرضة لهذه الأشعة أو تحويلها إلي خلايا سرطانية .

* حدوث الشيخوخة المبكرة وتسمم الدم والإرهاق العصبي:

* ضعف الجهاز المناعي في الجسم وعدم مقاومة انتشار الأورام السرطانية:

إن الكميات المتزايدة من الأشعة فوق البنفسجية والتي تخترق طبقة الأوزون ، تضعف فعالية جهاز المناعة عند الإنسان ، وهذا ما يجعل الأشخاص أكثر عرضه للإصابة بالأمراض المعدية الناتجة عن الفيروسات مثل الجرب ، وكذلك الناتجة عن البكتريا كمرض السل ، والأمراض الطفيلية الأخرى.

*** معرض المياه البيضاء:**

من الاخطار الصحية الأخرى لمشكلة تدهور حالة طبقة الأوزون حدوث مرض المياه البيضاء (أي اعتام عدسة العين) فطبقاً لتقرير الأمم المتحدة (سابق الذكر) فإن نفاد الأوزون بمعدل 10% قد يتسبب في إصابة حوالي 1.7مليون شخص سنوياً ، بهذا المرض نتيجة تعرضهم للأشعة فوق البنفسجية إضافة إلي إصابة العين بمرض الماء الأزرق ، لعدم قدرتها علي مقاومة هذه الأشعة ، تشوهات القرنية وأمراض

العدسة والشبكية ومعظم هذه الأوبئة والأمراض ثبتت زيادتها فوق أستراليا حيث أنها تقع قريباً من ثقب الأوزون في انتاركتيكا .

15-3 يؤدي ثقب الأوزون إلي:

1. نقص المحاصيل الزراعية: والحد من الإنتاج الزراعي وخصوصاً تأثر النباتات في الأستفادة من الطاقة الشمسية خلال عملية التمثيل الضوئي بالأشعة فوق البنفسجية.
2. تأثير الثروة الحيوانية بالأمراض
3. تأثير نقص الأوزون علي الفيتوبلانكتون والثروة السمكية .

وقد وجه الاهتمام الأكبر للحياة البحرية لأن الأشعة فوق البنفسجية تخترق سطح مياه المحيط لعمق عدة ياردات وتصيب الكائنات الحية التي تعيش قرب السطح أهمها الفيتوبلانكتون ونباتات وحيدة الخلية التي تغطي سطح المحيط كالعشب الذي يغطي السهول وتشكل معامل غذاء صغيرة جداً تقوم بتحويل الماء والطاقة الشمسية بشكل مستمر إلي مواد كربوهيدراتية تشكل القاعدة السفلى في السلسلة الغذائية وهذا يعني أنها أساسية وحيوية للحيوانات البحرية من أصغرها (السمك بأنواعه) إلي أكبرها الحيتان والتي تعتمد علي هذه الكائنات المجهرية كمصدر حيوي للطاقة ... ونمو وزيادة هذه الكائنات يحددان خصوبة النظام البيئي علي الأرض فإن الفيتوبلانكتون أصبحت ذات شهرة واسعة للدراسات العلمية المتعلقة بمشكلة تقلص الأوزون وبالتالي السماح للأشعة فوق البنفسجية بقتل هذه الكائنات الدقيقة ويتنبأ بعض الباحثين بأن هناك انخفاضاً بنسبة 40% في هذه الكائنات الدقيقة وهذا الانخفاض سينعكس بشكل سلبي علي الأنظمة البيئية ولاسيما في تلك الدول التي تعتمد في تأمين احتياجاتها من البروتين علي البحار كما أن هذا الانخفاض في نمو الفيتوبلانكتون يمكن أن يؤثر في زيادة ارتفاع الحرارة العالمي حيث تمتص هذه الكائنات غاز ثاني أكسيد الكربون من الجو وهو أحد الغازات الأساسية التي تشكل ما يعرف بتأثير البيت الخارجي بالطريقة نفسها التي تقوم بها النباتات علي اليابسة حيث أن نصف كمية الـ co2 التي تطرح في الجو كل سنة تتم إزالتها فعلاً من الهواء بواسطة العمليات الطبيعية ويقدر الباحثون أن أكثر من نصف كمية غاز CO_2 الموجود في الهواء يتم امتصاصها بواسطة الفيتوبلانكتون.

وقد لاحظ بعض الباحثين أن الفيتوبلانكتون ينتج مادة مضادة للتجمد تسمى ديمثيل سوالفيد تحميه من التجمد وعندما تموت هذه الكائنات فإن بعضاً من هذه المادة تنطلق إلي الغلاف الجوي ، بشكل نواة تكاثف القيوم فإذا ما أدت زيادة الأشعة فوق البنفسجية إلي إحداث نقص في الفيتوبلانكتون فإن هذا سيؤدي بدوره إلي نقص في (ديمثيل سوالفيد) وبالتالي انخفاض تشكل القيوم التي تحجب الأشعة فوق البنفسجية .

أما معدل تكاثر الفيتوبلانكتون انخفض بمقدار 12% من جراء تعرضها لزيادة الأشعة فوق البنفسجية بينما المعدل الوسطى لإنخفاض تكاثرها ونموها قدر ما بين 24% فقط علي مدار العام .
وبالمقابل فإن هناك انخفاضاً بنسبة 22% عن هذه الكائنات المجهرية ناتجاً عن التغيرات الطبيعية في الطقس وعن عوامل أخرى لهذا فالنتيجة تبدو سيئة لأن النظام البيئي القطبي القاسي له غذاء محدود أصلاً وللفيتوبلانكتون أهمية خاصة في هذا الغذاء.

4-1 المقدمة:
سيتم في هذا الباب تحليل ما تم التوصل إليه من خلال الدراسة ووضع بعض المقترحات التي تساهم في نشر الوعي البيئي بمخاطر اتساع ثقب الأوزون.

4-1 تحليل النتائج:
- تم التعرف علي ظاهرة اتساع ثقب الأوزون .
- المخاطر البيئية المتعلقة باتساع ثقب الأوزون وما يترتب عليها من مخاطر علي الكائنات الحية.
- الحلول المناسبة لتفادي اتساع ثقب الأوزون
-معرفة الأماكن الأكثر تضرراً بثقب الأوزون
- الأضرار التي يسببها ثقب الأوزون علي الكائنات الحية بصورة عامة وعلي الإنسان علي وجه الخصوص.

4-3 التوصيات:
* كيفية العناية بالزراعة لأنها لها دور كبير في الحد من الاتساع
* زيادة الوعي البيئي ومدى إدراك الإنسان لظاهرة الإتساع ومخاطرها
* التخلص من النفايات الصناعية بطرق لا تؤدي إلي إلحاق الأضرار بالبيئة
* زيادة البرامج التوعوية المتعلقة بالتلوث البيئي بصورة عامة وثقب الأوزون بصورة خاصة.

* محاولة ترغيب الشباب بزيادة المواقع الألكترونية المتعلقة بالتلوث البيئي وكيفية الحد منها.
* توجيه القطاعات الخاصة بدعم مشاريع التوعية البيئية بين الأفراد.

4-4 المناقشة:

ظاهرة ثقب الأوزون من الظواهر التي لها تأثير كبير علي حياة الإنسان صحياً وتؤثر علي النبات والحيوان وتهدد البيئة بشكل عام ، ظاهرة اتساع ثقب الأوزون باتت تشكل خطر لذلك يجب الحد منها بالطرق الحديثة ، وكيفية التعامل مع ما قد يزيد هذا الاتساع وتوعية أفراد المجتمع شاملة بالطرق التي تحد من اتساع الثقب ومكافحتها .

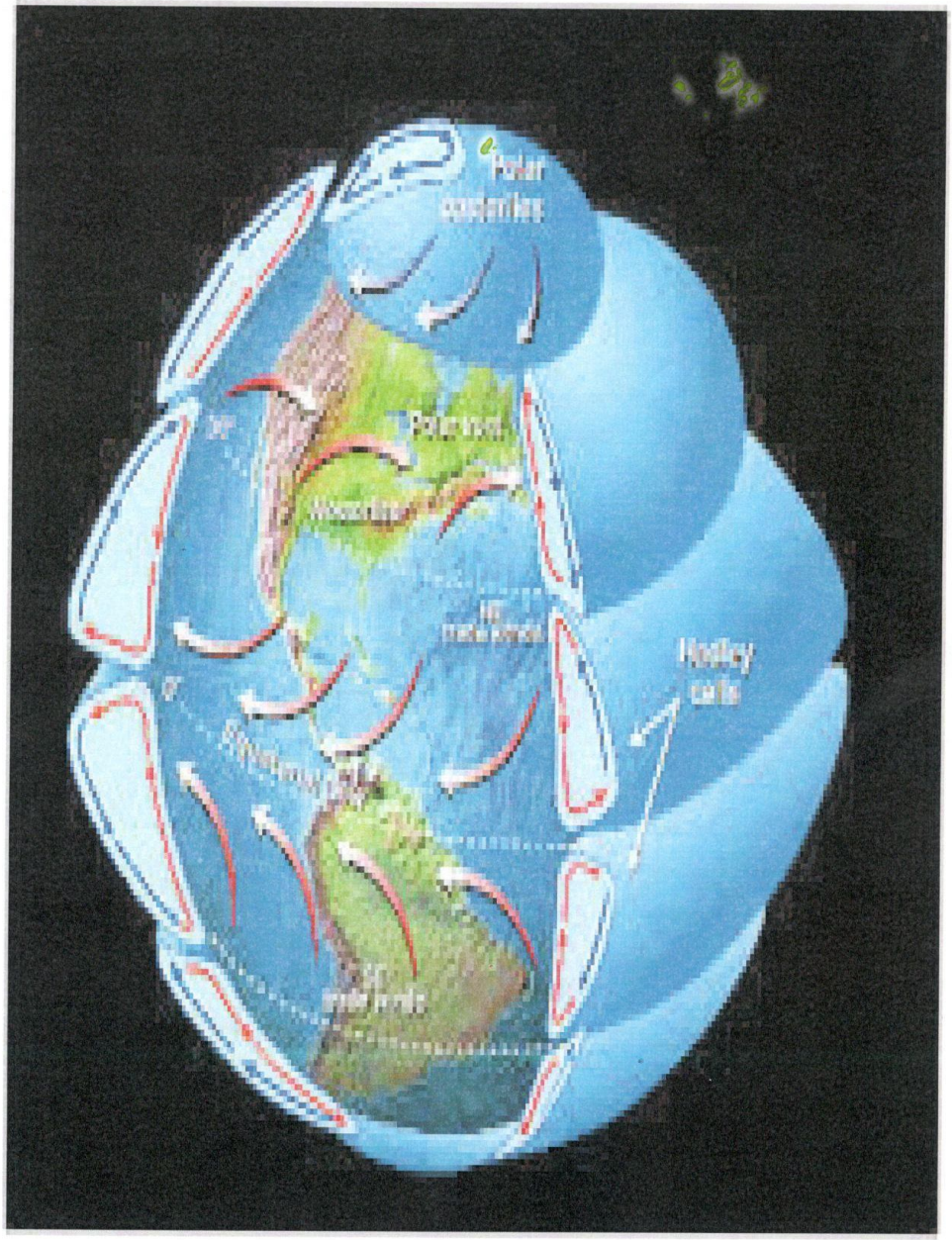
وقد تناولنا في بحثنا هذا هذه الظاهرة (ظاهرة اتساع ثقب الأوزون) بالدراسة والتحليل وتوصلنا لبعض النتائج التي من أهمها ، حقيقة اتساع وتزايد ثقب الأوزون في الفترة الأخيرة من أواخر القرن العشرين ، ومما يتبع هذه الظاهرة تأثيرها القوي علي حياة الإنسان والبيئة عموماً ، وقد ثبت علمياً أنها تسبب بعض الأمراض الخطيرة ، مما حدا بنا لتناول هذا الموضوع لأهميته البالغة.

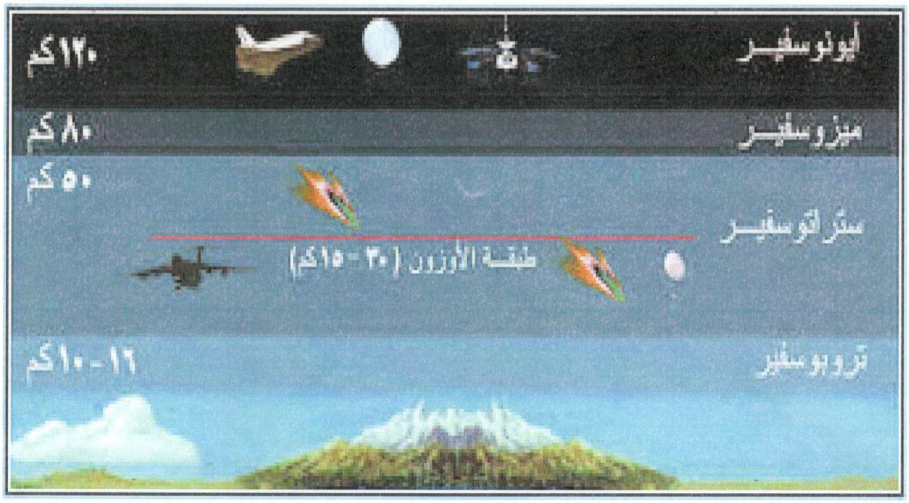
يوصي الباحثون من خلال هذا البحث ، زيادة الوعي البيئي لدى أفراد المجتمع عموماً وعلي وجه الخصوص الجهات المسئولة عن البيئة ، أيضاً يوصي الباحثون باستخدام الطرق الحديثة للتغلب علي مخلفات المصانع لأن لها الأثر الأكبر في زيادة هذه الظاهرة كما يوصي الباحثون بالاهتمام بالزراعة لأنها السبيل الوحيد والأفضل للتقليل من حدة هذه الظاهرة.

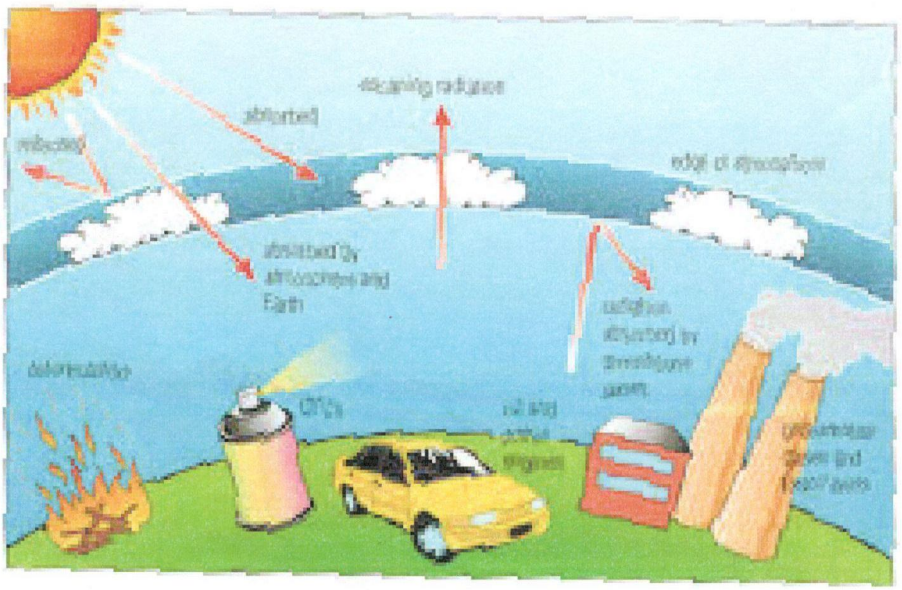
4-5 المصادر والمراجع:

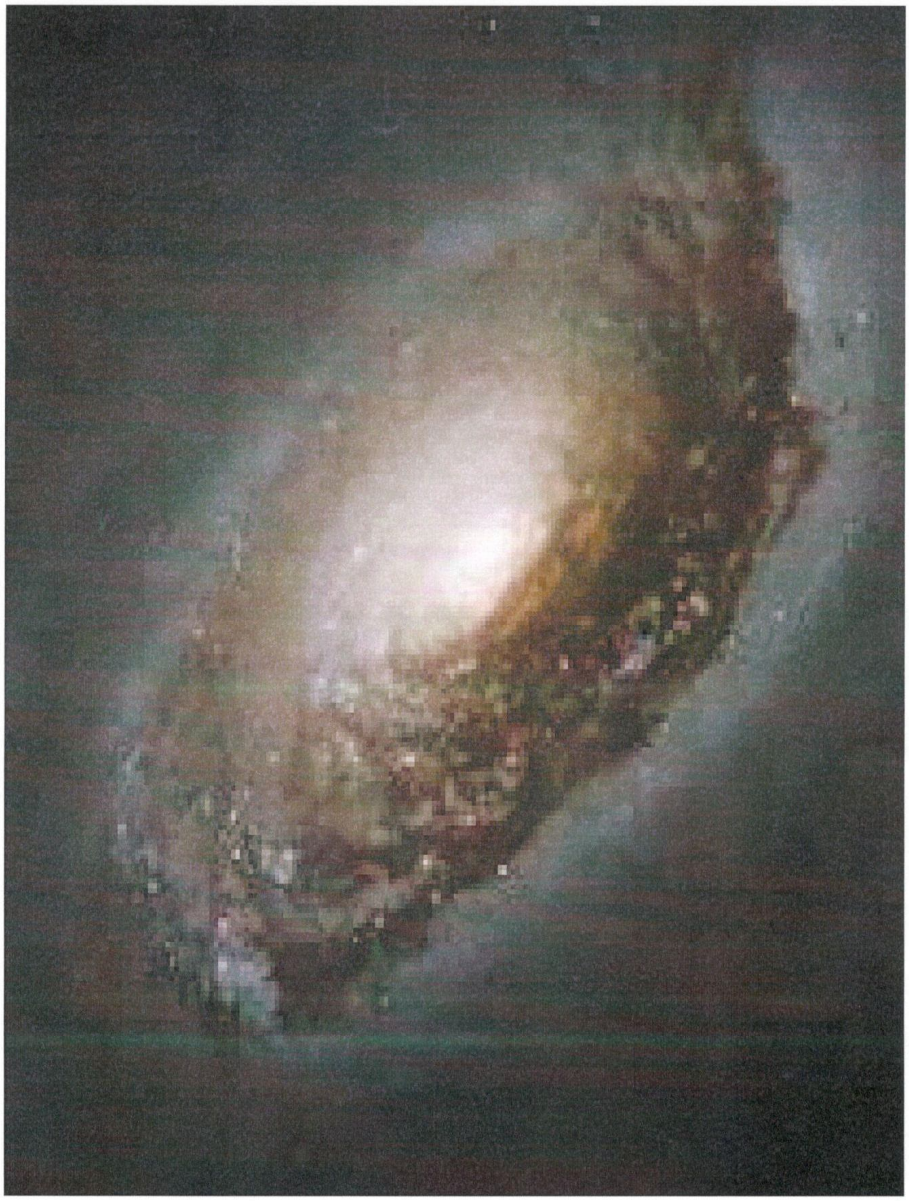
1) التلوث البيئي ، مثنى عبد الرازق العمر ، الطبعة الأولى (2000م)
2) أساسيات علم البيئة والتلوث ، حسين علي السعدي ، الطبعة العربية (2006م)
3) الملوثات الهوائية ، أحمد السروي ، الطبعة الأولى ،(1432هـ - 2001م)
4) البيئة (المخاطر والأخطار) ، سوزان كاثر
5) سيكولوجية البيئة وكيفية حمايتها من التلوث ، بيان محمد الكاير.

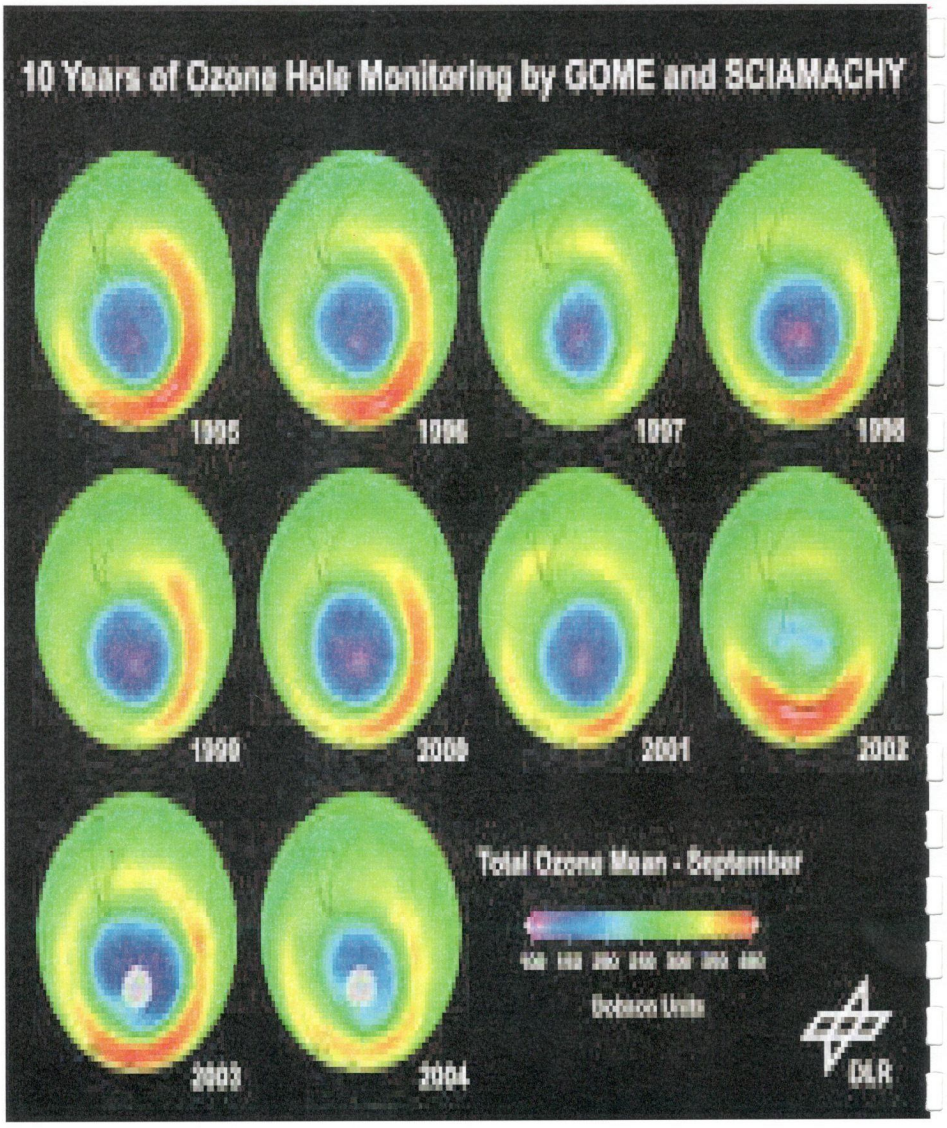
الملاحق


Polar
Polar
Hadley
cells


أيونوسفير
١٢٠كم
ميزوسفير
٨٠ كم
٥٠ كم
ستراتوسفير
طبقة الأوزون (٣٠ - ١٥كم)
تروبوسفير
١٢ - ١٠كم






10 Years of Ozone Hole Monitoring by GOME and SCIAMACHY
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
Total Ozone Mean - September
Dobson Units
DLR