تأثير الأوزون

الموجود في طبقة التروبوسفير على الغطاء النباتي

اعداد : نهى محمد ممدوح
مدير إدارة تدريب
الجامعات والمعاهد

تعريف طبقة الأوزون:

يُعــرّف الأوزون Ozoneبأنه عبارة عــن أحد أنواع الغازات الطبيعية الموجودة في الغلاف الجوي لكوكب الأرض حيث يتكوّن من اتّحاد ثلاث ذرات أكسجين (O3، تقع طبقة الأوزون Ozone Layer ضمن طبقة الستراتوسفير Stratosphere للغلاف الجوي والتي ترتفع عن ســطح الأرض بحوالي 10 - 16 كيلومتراً وتمتد في الغلاف الجوي لما يُقارب الخمســين كيلومترًا فوق ســطح الأرض ، يتكوّن الأوزون من خلال تفاعلات كيميائية تحدث بين الأشــعة فوق البنفسجية المنبعثة من ضوء الشــمس وجزيئات الأكســجين، إذ تبدأ العملية عندما تفصل الأشعة فوق البنفسجية جزيء الأكســجين (O2) إلى ذرتين منفردتين، فتتّحد هذه الذرّات شــديدة التفاعل مع جزيء أكسجين لتنتج جزيء الأوزون O3.

أهمية طبقة الأوزون:

تكمن أهمية طبقة الأوزون في كونها تحمي كوكب الأرض من أشعة الشمس الضارّة، وذلك عن طريق امتصاص معظم الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet والتي تُشكّل خطرًا على صحة وحياة الكائنات الحية، إذ يتسبّب وصولها إلى سطح الأرض في إصابة الإنسان بحروق الجلد التي يمكن أن تؤدي إلى سرطان الجلد ، ومرض إعتام عدسة العين، كما أنّها تؤثّر على خصوبة الحيوانات، وقدرة نسلها على البقاء، حيث تعمل الأشعة فوق البنفسجية على تدمير الحمض النووي DNA للحيوان بالإضافة إلى تأثيرها على قُدرة النباتات على النموُ والتطوّر بشكل سليم، وكيفية تفاعل المركبات الكيميائية في البيئَة، الأمر الذي يَنتج عنه تغيُرات خطيرة في النُظم البيئية.

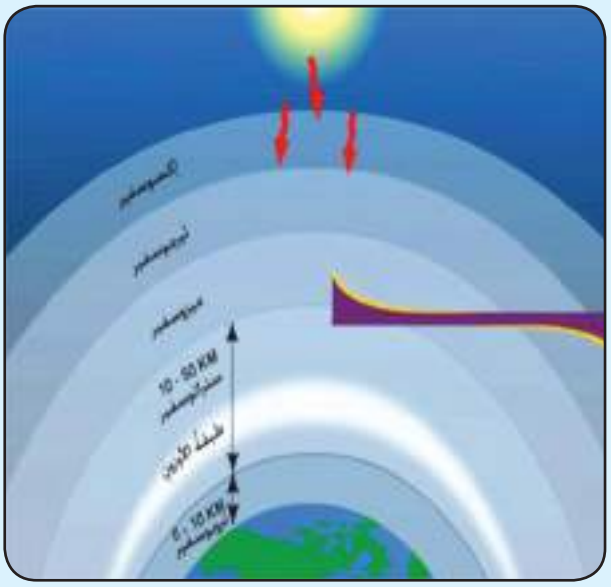
المواد المضرة بطبقة الأوزون:

مركبات الكلوروفلوروكربون: تُعتبر مركبات الكلوروفلوروكربون Chlorofluorocarbons من أهم مسبّبات ظاهرة ثقب الأوزون، ومن الجدير بالذكرأن أهم مصادرهذه المركبات يتمثل في الأنشطة الصناعية، حيث يتمّ استخدامها كعوامل تبريد في المكيّفات والثلاجات، وعوامل دفع في علب البخاخات.

غاز الميثان: تكون معظم مصادره طبيعية، حيث يتشكّل بكميات كبيرة في المستنقعات والرواسب نتيجةً لتحلّل النباتات القديمة جداً والحيوانات الميتة، كما يتشكّل في حقول الأرز.

الهالونات : تُمثّل الهالونات مركّبات البروموفلوروكربون التي تُستخدم بشكلٍ أساسيّ في

المواد الضارة بطبقة الأوزون



إطفاء الحرائق، لذا تُعدّ طفايّات الحريق أهم مصدر لزيادة الهالونات في طبقة الستراتوسفير وتؤدي إلى استنفاد طبقة الأوزون.

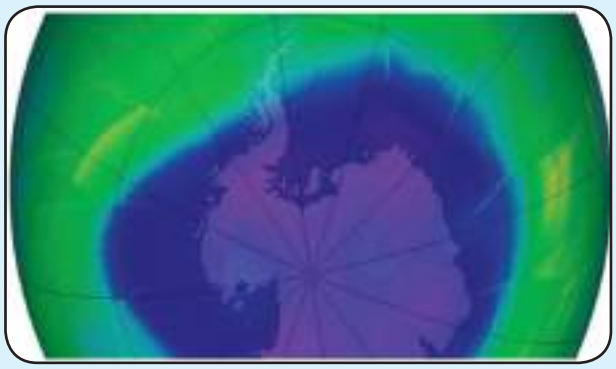
كلوريد الميثيل: يمكن أن تكون له مصادر طبيعية؛ كالمحيطات وحرق الكتلة الحيوية، أومصادر صناعية؛ كاستخدامه كمذيب أو كسائل تنظيف.

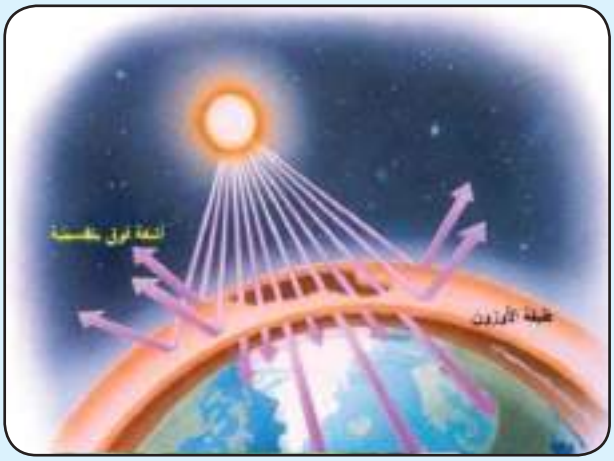
بروميد الميثيل: يمكن أن تكون مصادره طبيعية؛ كالمحيطات واحتراق الكتلة الحيوية، أو بشرية؛ كاستخدامه في صناعة مبيدات الآفات وتعقيم التربة بالبخار.

عوامل طبيعية: تُساهم بعض العوامل التي تحدث طبيعياً، مثل: رياح طبقة الستراتوسفير والانفجارات البركانية، في انخفاض سمك طبقة الأوزون.

ثقب الأوزون وأماكن تواجده:

يُشير مصطلح ثقب الأوزون إلى انخفاض سُمك طبقة الأوزون فوق مناطق معينة من الكرة الأرضية،





بحيث تشهد طبقة الأوزون تدميراً كبيراً في مناطق واسعة، وبحسب صور الأقمار الصناعية، فإن أكبر ثقب للأوزون هو الحاصل فوق القارة القطبية الجنوبية، والذي تتعدى مساحته في بعض الأحيان مساحة القارة القطبية الجنوبية بأكملها. يُعد ثقب الأوزون اليوم من أكبر المخاوف التي تهدد الحياة على سطح الأرض. تعدّ وحدة دوبسون (DU) الوحدة المستخدمة لقياس إجمالي كمية الأوزون الموجود في عمود الهواء الممتدّ من سطح الأرض إلى الفضاء، وإنّ سمك هذا العمود يعادل حوالي ٠,٣ سم عند حرارة تساوي ٠ درجة مئوية، وضغط جوي يساوي ١٠١٣,٢٥ مليبار، وبالتالي فإنّ كمية الأوزون تساوي ٣٠٠ وحدة دوبسون.

ما هي أسباب ثقب الأوزون؟

تم العثور على السبب الرئيسي لثقب الأوزون وهو الغازات التي تحتوي على مركبات الكربون الكلورية فلورية والهالونات (مركبات مماثلة مع البروم أو اليود) والفريونات، توجد عادة هذه الغازات في الجو ويتم إطلاقها بواسطة العديد من الأجهزة الإلكترونية، تحتوي كل هذه الغازات على الكلور وهو سبب رئيسي وراء ترقق طبقة الأوزون.

كما أن وجود الكلور داخل مركبات الكلوروفلوروكربون يحلل غازات الأوزون في طبقة الأوزون مما يزيد من فرص استنفاد طبقة الأوزون. يحدث تدمير طبقة الأوزون بشكل أساسي عندما تبدأ كمية الغازات التي تحتوي على الكلور في الزيادة في البيئة، فعندما ترتفع هذه الغازات إلى أعلى فإنها تتعرض للأشعة فوق البنفسجية، حيث يؤدي هذا بعد ذلك إلى تفاعل كيميائي ينتج عنه ذرات الكلور وهذه تؤثر على ذرات الأوزون وتسبب استنفاد طبقة الأوزون.

آثار ثقب الأوزون على صحة الإنسان:

يؤدي استنفاد طبقة الأوزون إلى زيادة كمية الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى سطح الأرض، ووفقًا للدراسات المختبرية والوبائية تسبب الأشعة فوق البنفسجية سرطان الجلد ، كما أدى التعرض للأشعة فوق البنفسجية إلى زيادة حالات إعتام عدسة العين، مما يؤثر بدوره على رؤية الناس ويمكن أن يتسبب أيضًا في زيادة الإصابة بالعمى، يمكن أن يتسبب استنفاد طبقة الأوزون وزيادة الأشعة فوق البنفسجية أيضًا في تلف الحمض النووي مما قد يؤدي إلى حدوث طفرة، والآثار الأخرى هي تلف خلايا الجلد وشيخوخة الجلد.

آثار ثقب الأوزون على الغطاء النباتي

يعتبر غاز الأوزون الموجود على سطح الأرض أحد أكثر ملوثات الهواء الثانوية السامة للنباتات في جميع أنحاء العالم. ومما لا شك فيه ان الأوزون على سطح الأرض يسبب الكثير من الضرر على إنتاجية المحاصيل النباتية ويؤثر بشكل ضار على النظام البيئي. حيث يدخل الاوزون الى أوراق النبات من خلال فتحات الثغور ويولد أنواعًا أخرى من الأكسجين التفاعلي ويسبب الإجهاد التأكسدي، مما يقلل بدوره على عملية التمثيل الضوئي، ونمو النبات وبالتالي خفض القيمة الاقتصادية للمحاصيل. وبناء على ذلك، سوف يتأثر الاقتصاد الغذائي.

وبدراسة تأثيرات الأوزون على الغطاء النباتي في كل من التجارب المعملية والميدانية ، باستخدام البيوت المحمية أو غرف النمو ، أو الغرف المفتوحة.

حيث اهتمت هذه الدراسات بمراجعة الإصابات المرئية للنباتات المعرضة للأوزون ، والتأثيرات الفسيولوجية للأوزون على الغطاء النباتي.

يؤثر الأوزون مباشرة على الغطاء النباتي عن طريق التلف الخلوي وذلك بمجرد دخوله إلى الورقة من خلال الثغور ، حيث يذوب في الماء المحيط بالخلايا قبل دخولها الخلايا نفسها. وبشكل عام تنفتح الثغور كاستجابة للضوء والدفء وتغلق كاستجابةً للجفاف والإجهاد المائي.

وتشمل الآثار الفسيولوجية للتعرض للأوزون ، انخفاض التمثيل الضوئي ، انخفاض التنفس اثناء

الظلام ، الأضرار التي لحقت بعمليات التكاثر وانتقال الكربون إلى الجذور.

اعتمد امتصاص الأوزون بشدة على توصيل الثغور stomatal conductance ، والذي يختلف باختلاف الظروف المناخية والجوية. في حين أن الأوزون قد يقلل من توصيل الثغور إلى حد ما ، إلا أنه يزيد بشكل عام من الإجهاد المائي عن طريق تقليل نمو الجذور. Beyers et al و Pell et al درسوا العلاقة بين التأثيرات التفاعلية interacting effects للأوزون O3 ورطوبة التربة على الفجل وشتلات الصنوبر بونديروسا ، على التوالي. على سبيل المثال ، Beyers et al وجدوا انخفاضًا في الكتلة الحيوية biomass بنسبة ١٩,٥٪ للشتلات جيدة الماء مقابل ١١٪ للشتلات المجهدة بالجفاف عند تعرضها لمستويات الأوزون المحيطة ١,٥ مرة. أظهرت نتائج هذه التجارب أن تلف الأوزون للكتلة الحيوية كان أقل مع انخفاض رطوبة التربة بسبب التحكم في الثغور.

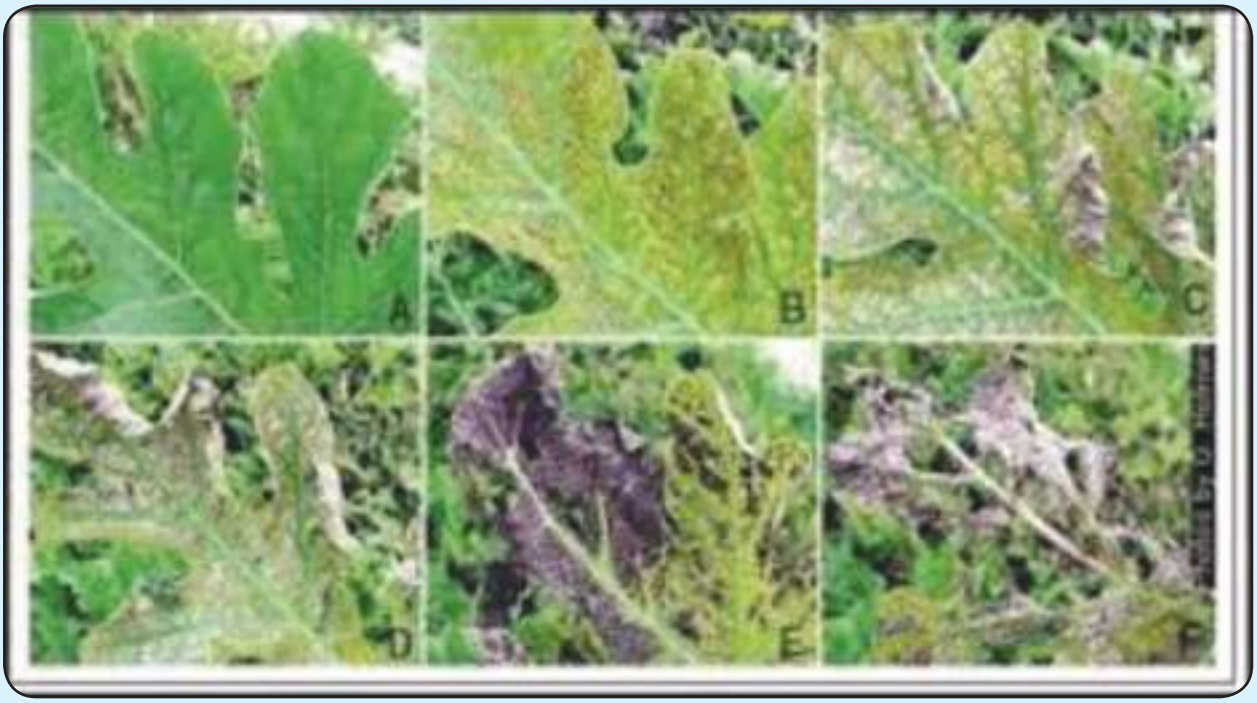
وبدراسة الاستجابة الفسيولوجية والكيميائية الحيوية لنباتات الفول (Vicia faba L) عندما تتعرض لمستويات واقعية من الأوزون طوال دورة حياة النبات. ولقد أظهرت نتائج التعرض لل O3 آثارًا سلبية حيث تسببت في زيادة الإصابات الورقية المرئية ٩٧٪ ، وانخفاض في عدد الزهور ٣٣٪ ، وعدد الأوراق ٦٥٪ ، ومعدل التمثيل الضوئي ٤٢٪ ، وانخفاض في نشاط الثغور ٥٩٪ ، وبالتالي انعكس على انخفاض نمو وإنتاجية نباتات الفول.

الحلول المتخذة لحماية طبقة الأوزون

ونتيجة لاستنفاد طبقة الأوزون اهتم المجتمع الدولي بإنشاء آلية للتعاون لاتخاذ إجراءات لحماية طبقة الأوزون. وقد تم إضفاء الطابع الرسمي على ذلك في اتفاقية فيينا لحماية طبقة الأوزون والتي اعتمدها ووقع عليها ٢٨ بلداً في ٢٢ مارس ١٩٨٥. وفي سبتمبر ١٩٨٧ تم صياغة بروتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفدة لطبقة الأوزون. تم اتخاذ يوم ١٦ سبتمبر هو اليوم الدولي لحفظ طبقة الأوزون.

بروتوكول مونتريال

ان الهدف الرئيسي لبروتوكول مونتريال هو حماية طبقة الأوزون من خلال اتخاذ تدابير لمراقبة الإنتاج العالمي واستهلاك الإجمالي للمواد المستنفدة للاوزون، مع الابقاء على الهدف النهائي المتمثل في



القضاء على هذه المواد عن طريق تطوير المعارف العلمية والتكنولوجية البديلة، وذلك من خلال وضع جدولاً زمنياً للتخلص التدريجي من إنتاجها واستهلاكها، وذلك بهدف القضاء عليها في نهاية المطاف تماماً.

هذا وتعمل العديد من الدول على تخفيف التأثيرات والأضرار الناتجة عن ثقب الأوزون من خلال ما يلي:

١- حظر: CFC

تم حظر مركبات الكلوروفلوروكربون الموجودة بشكل شائع في المبردات والمذيبات والوقود وعوامل نفخ الرغوة خاصة في علب الأيروسول والأجهزة الكهربائية المختلفة، حيث كانت هناك العديد من الاتفاقيات التي عقدت لمناقشة الطرق التي ستعمل تدريجياً على التخلص التدريجي من استخدام الغازات.

٢- توعية الجمهور:

إن الآثار القليلة المعروفة والقابلة للتحقق التي شوهدت في البيئة كانت حافزًا للتغيير، وكان الوعي العام بالقضايا البيئية التي تواجه الكوكب من الآثار واسعة الانتشار وطويلة الأمد، باعتبارها واحدة من المشاكل التي من صنع الإنسان الرئيسية الأولى، لذا يجب علينا مناقشتها في منتديات عامة من أجل توضيح أضرار مشكلة ثقب الأوزون.

٢- حماية الذات:

نظرًا لأن جميع أشعة الشمس تحتوي على بعض الأشعة فوق البنفسجية حتى مع مستويات الأوزون الطبيعية في الستراتوسفير فمن الضروري دائمًا حماية بشرتنا من الشمس والتعرض لها في الأوقات الآمنة من الأشعة الفوق بنفسجية الضارة وهي قبل الساعة العاشرة صباحا وبعد الساعة الرابعة عصرا.

المراجع

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S163107130700226X
https://education.nationalgeographic.org/resource/ozone-layer