

العلاقة بين الأوزون والغطاء النباتي

د. عبد السلام مُحمَّد الحشاني

قسم الجغرافيا- كلية الآداب- الجامعة الأسمرية الإسلامية .

المقدمة :

يتعرض الغطاء النباتي بما يتضمنه من غابات وأحراش وحشائش إلى تدهور عام بسبب الممارسات البشرية الخاطئة كالقطع، والحرق، والرعي الجائر، والزحف العمراني إضافة للعوامل الطبيعية المختلفة كالتغيرات المناخية، والجفاف، والعواصف الغبارية، والرملية، والصواعق المسببة للحرائق، والفيضانات والأمطار الحامضية، والاحتباس الحراري، الأمر الذي أدى إلى تراجع مساحاته بآلاف الهكتارات سنويا .

وهذا يعني حدوث اختلال للتوازن البيئي لكوكب الأرض نجم عنه العديد من التبعات منها ترقق طبقة الأوزون وتحطم جزئياته، واتساع ثقب الأوزون بالقطب الجنوبي كما نجم عنه اختلال التوازن الديناميكي لاستمرارية تكون الأوزون في الغلاف الجوي .

فالغطاء النباتي يعد من أهم النظم البيئية في فترة الجو وتخليصه من الغازات السامة، والغبار، والروائح الكريهة وتوفير الظلال، وهو يساهم في المحافظة على الموازنة الحرارية وتقليل الفوارق الحرارية بين الليل والنهار .

إن من أهم فوائد الغطاء النباتي قيامه بعملية التمثيل الضوئي باستخدام الطاقة الشمسية في امتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون، وإنتاج غاز الأكسجين الضروري للحياة، كذلك الحد من ظاهرة الاحتباس .

يفسر هذا البحث المتواضع تأثير الغطاء النباتي على ديناميكية تكون الأوزون في الغلاف الجوي ومدى تجده، والآثار المترتبة عن زوال الغطاء النباتي، وتراجع كميات الأوزون في طبقة الاستراتوسفير، وزيادة نسبته بطبقة التروبوسفير، وأضرار ذلك على المحيط الحيوي بالأرض، والسبل الكفيلة بحماية الغطاء النباتي بأنواعه، وأشكاله المختلفة .

الباحث

- (المبحث الأول : مشكلة البحث وأهميته وأهدافه)

- مشكلة البحث :

تكمن مشكلة البحث في دراسة العلاقة التفاعلية بين الغطاء النباتي ، وطبقة الأوزون لاسيما من حيث التأثير المباشر لتصحح المساحات الخضراء على استمرارية وتوازن ديناميكية طبقة الأوزون من خلال التساؤلات التالية :

س1- هل تؤثر المساحات الخضراء للغطاء النباتي على توازن طبقة الأوزون في الطبيعة ؟

س2- كيف يؤثر الغطاء النباتي على توازن طبقة الأوزون في الغلاف الجوي ؟

س3- هل هناك علاقة بين تصحح المساحات الخضراء وثقب الأوزون ؟

س4- هل يسهم تجدد الغطاء النباتي في تعافي طبقة الأوزون ؟

- أهمية الموضوع :

نظرا للدور الحيوي الهام الذي تؤديه طبقة الأوزون لاستمرار الحياة على الأرض ، ونظرا للتوظيف البيئية والحيوية التي يؤديها الغطاء النباتي الداعمة لطبقة الأوزون ، ونظرا للآثار الخطيرة التي يمكن أن تحدث جراء تدهور طبقة الأوزون والغطاء النباتي على الأرض تكمن أهمية هذا البحث .

- الأهداف :

1- التعريف بأهمية الغطاء النباتي ، ودور طبقة الأوزون في استمرار الحياة على سطح الأرض.

2- نشر ثقافة المساحات الخضراء والعناية بالبيئة ، وفهم المحيط ومشاركة دول العالم ومنظمات البيئة ، وبرامج الأمم المتحدة المكافحة للتصحح ، والتلوث وحماية طبقة الأوزون في تنفيذ وتفعيل القوانين المعنية بحماية الأرض .

3- يهدف هذا البحث إلى إبراز الدور الكبير للغطاء النباتي في المحافظة على طبقة الأوزون وتوضيح العلاقة بينهما باعتبارهما جزءاً محورياً من النظام البيئي الكبير للأرض .

4- تحقيق الوعي البيئي بين أفراد المجتمع حول أخطر المشكلات البيئية للأرض ومنها تلوث الغلاف الجوي، والتصحح وثقب الأوزون .

5- المحافظة على طبقة الأوزون وحماية الغطاء النباتي من ظاهرة التصحح والتلوث .

- الكلمات المفتاحية :

- 1- التصحر **Desertification**: تدهور الأراضي المنتجة في المناطق الجافة ، وشبه الجافة ، وشبه الرطبة ، مما يؤدي إلى فقدان الحياة النباتية والتنوع الحيوي بها .
- 2- الأوزون السيئ **Bad Ozone**: حتى ارتفاع حوالي (18 كم) من سطح الأرض توجد بطبقة التروبوسفير نسبة ضئيلة جداً من غاز الأوزون تقدر بنحو (0.000001%) من حجم الغلاف الغازي (ربيع، 2011، ص15)، فإذا ما زادت نسبته يعد ملوث هواء يدمر صحة الإنسان، وهو قد يتكون بسبب تفاعل المواد الكيماوية ومن ذلك تفاعل الهيدروكربون وأكسيد النيتريك مع الأشعة الشمسية ، كذلك اتحاد الأوكسجين مع الطاقة الشمسية حيث يتكون ما يعرف بسحابة الضباب الدخاني .
- 3- الأوزون الجيد (طبقة الأوزون **Ozone Layer**) : وهو الموجود عند ارتفاع 25 كم فوق مستوى سطح الأرض المتمثل في طبقة الأوزون الواقعة بالطبقة الثانية من الغلاف الجوي الأستراتوسفير ، تعد هذه الطبقة الدرع الواقي للمحيط الحيوي للأرض ؛ لأنها تمتص كمية الأشعة فوق البنفسجية الزائدة عن حاجة المحيط الحيوي ، فهي لا تسمح إلا بمرور القدر المناسب من هذه الأشعة لى سطح الأرض (أبو العينين ، 1985، ص68).
- 3- الغطاء النباتي **VEGETATION COVER**: مصطلح يعني نمو النباتات في منطقة معينة بما في ذلك كل أشكال النباتات الموجودة داخلها هو مصطلح يرمز لنمو النباتات في منطقة معينة بما في ذلك كل الأشكال النباتية الموجودة داخلها. وهو مصطلح يعني الغابات والأحراش ، والحدائق ، والطحالب.
- 4- التوازن الطبيعي **Natural equalibirium** : يعني التوازن البيئي الذي يحدث نتيجة التفاعلات بين مكوناتها الحيوية ، وغير الحيوية (سلمان شمسة وعدنان جواد ، 1998م).

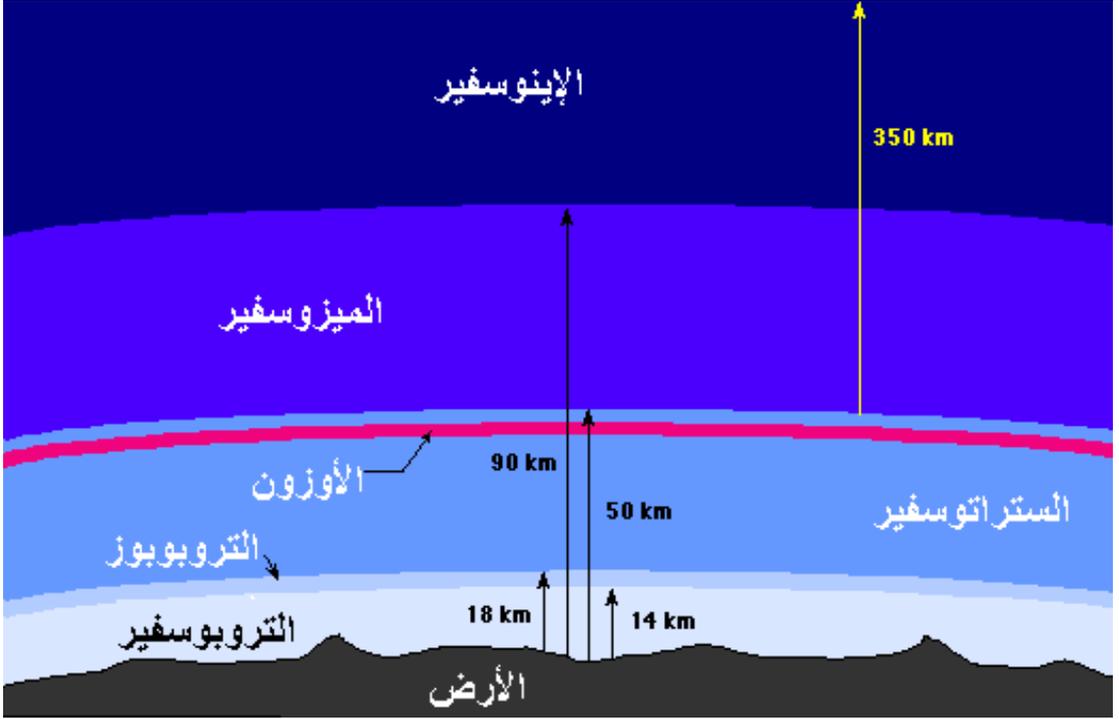
- المبحث الثاني (ماهية الأوزون - خصائصه الفيزيائية والكيميائية)

- ما هو الأوزون؟

يعد الأوزون شكلاً من أشكال الأكسجين ، بالإنكليزية (Ozone) ، وهو أحد غازات الغلاف الجوي للأرض ، صيغته الكيميائية (O^3) وقد تكتب صيغته الكيميائية أحياناً على النحو التالي (OO_2) ويتكون من ثلاث ذرات أكسجين . وذراته من نفس الأكسجين العادي الذي نتنفسه إلا أن جزئي الأكسجين الذي نتنفسه يتكون من ذرتين فقط (O^2).

- خصائصه الفيزيائية :

غاز شفاف لونه أزرق باهت ليس غامقاً يميل للشحوب ، له رائحة قوية نفاذة تشبه رائحة الكلور ، وهو غاز سام ، غير أن نسبته في الغلاف الجوي ضئيلة جداً بحيث لا تتجاوز واحداً من المليون بتركيزات منخفضة جداً على مستوى سطح البحر، يتركز معظمه في طبقة الاستراتوسفير ، وأعلى تركيز له في هذه الطبقة على ارتفاع يتراوح ما بين 20-25 كيلومتر عن سطح البحر(العجمي ومحمود عزو صفر ، 1987 ، ص 27) ، لكنه في حالة مستمرة من التكوين والتفكك في طبقة التروبوسفير إلا أن توازن تأثير الإشعاع الشمسي **Insulations** وتفاعل بعض مكونات الغلاف الجوي تجعله مستقراً نسبياً على الدوام فإذا زاد تأثير جانب على الآخر اختل توازن كميته في الهواء وخصوصاً طبقته الاستراتوسفير. يوضح شكل (1) موقع طبقة الأوزون بالغلاف الجوي .



شكل (1) طبقة الأوزون ضمن الطبقة الثانية للغلاف الجوي الاستراتوسفير.

المصدر : آيات طاهر، طبقات الغلاف الجوي لكوكب الأرض، شبكة الإنترنت، موقع المرسل

2015، Almrsal.Com.

- خصائصه الكيميائية :

يتكون من ثلاث ذرات من الأكسجين ، صيغته الكيميائية O_3 ، كثافته 2.14 كغم/م^3 ، نقطة الغليان عند درجة حرارة 112^0 ، كتلة الجزيء 48 غم/مول ، نقطة الانصهار 192.2^0 c ، وهو قابل للذوبان في حمض الكبريتيك ورباعي كلوريد الكربون .

وينشأ الأوزون عن طريق تفاعلات كيميوية ضوئية **Photo chemical reactions** حيث يتحول الأكسجين الجزيئي إلى أكسجين ذري بواسطة الطاقة الشمسية خاصة الأشعة فوق البنفسجية **Ultraviolet rays** حسب المعادلة التالية :



ثم يتفاعل الأكسجين الذري مع الأكسجين الجزيئي حيث يتشكل الأوزون لتنتقل نتيجة هذا التفاعل طاقة حرارية ، وذلك السبب في ارتفاع درجة الحرارة في أعلى طبقة الاستراتوسفير



وبهذه التفاعلات الكيمياء ضوئية يمتص الأوزون معظم الأشعة فوق البنفسجية Ultra violet-B والتي تتراوح طول موجاتها 280-320 نانومتر (شمسه وعدنان جواد علي، 1998، ص36، 18).

من جانب آخر تعد التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الجو لاسيما الناجمة عن الملوثات التي تتولد من احتراق الوقود الأحفوري مصدراً لغاز الأوزون ، ومنها ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين حيث تتفاعل مع ضوء الشمس ، وتعمل على تحفيز التفاعل بين جزيئات الأكسجين وذراته مكونة الأوزون مع تشكل ما يعرف بالضباب الدخاني Smog. يوضح شكل (2) تحطم الأوزون بالغلّاف الجوي .



شكل (2) تفكك ذرات الأوزون بملوثات الكلوروكربون في الجو.

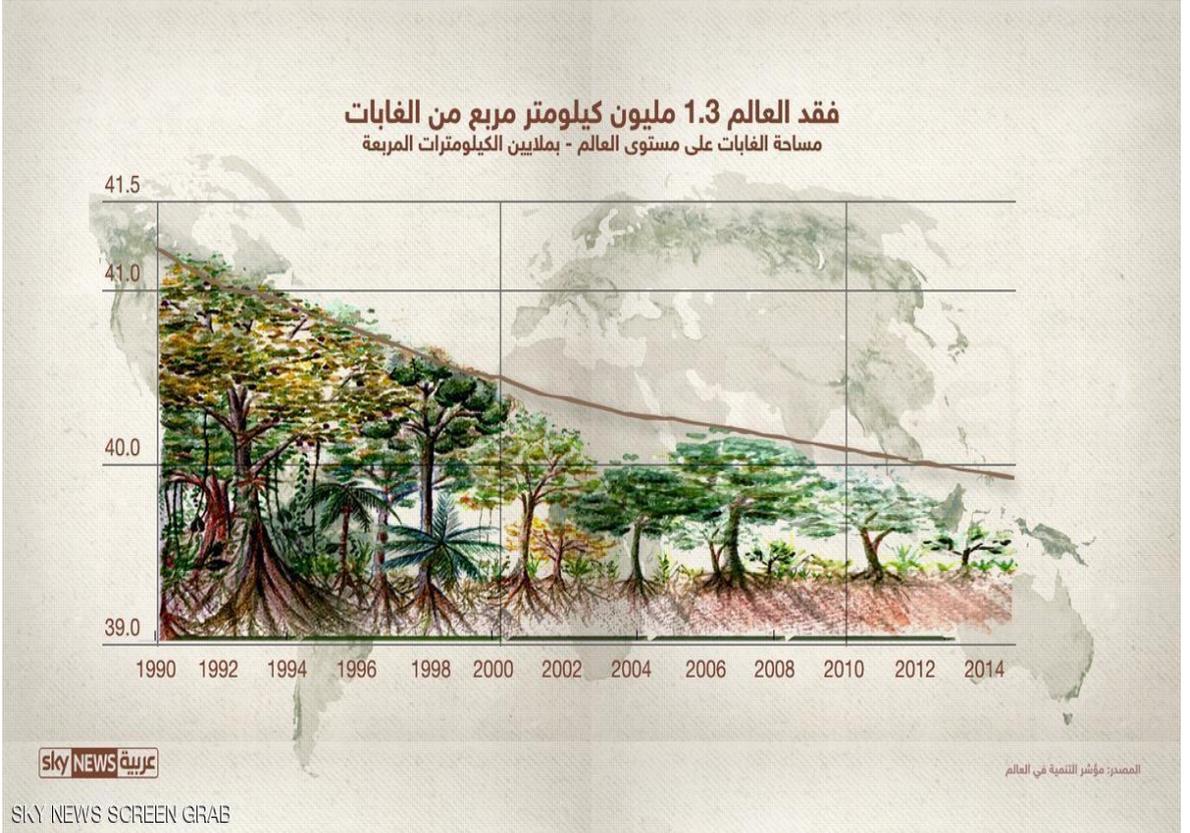
المصدر: الشبكة العنكبوتية-موسوعة المعلومات ،ديسمبر 2013.

- المحبحث الثالث : الأهمية الحيوية للغطاء النباتي والأوزون .
- أولاً : الأهمية الحيوية للغطاء النباتي :
- للغطاء النباتي أهمية وفوائد لا تحصى يمكن إيجازها في الآتي : -
- 1- يعد الغطاء النباتي من أهم النظم البيئية في فلترة الجو، وتخليصه من الغازات السامة.
 - 2- يعد الغطاء النباتي أساس الهرم الغذائي لكافة الكائنات الحية .
 - 3- يعد الغطاء النباتي من أهم النظم البيئية التي تحوي تنوعاً بيولوجياً متبايناً حجماً وشكلاً وجميعها تقوم من خلال التمثيل الضوئي باستخدام الطاقة الشمسية في امتصاص ثاني أكسيد الكربون ، وإنتاج الأوكسجين اللازم للحياة .
 - 4- المحافظة على رطوبة التربة ودورة المياه بها ، وجلب الأمطار .
 - 5- الغطاء النباتي يمنع ظاهري التعرية والانجراف للتربة ، والتضاريس فهو الدرع الواقي من شدة الإشعاع الشمسي وقصف المطر، وهو يعمل كمصدات للرياح ،والحد من تركيز الأوزون .
 - 6- يعد الغطاء النباتي مورداً للغذاء، والكساء، والدواء، وحاضنة جيدة للتنوع البيولوجي .
 - 7- يعد الغطاء النباتي من أهم الموائل للمكونات الإحيائية وتحقيق التوازن البيئي الذي يتربع على رأسه الإنسان .
 - 8- يحافظ الغطاء النباتي على التوازن الحراري بين الليل والنهار وتقليل المدى الحراري اليومي .
- من جانب آخر وجد أن الإنسان يتنفس بمعدل 17-18مرة/الدقيقة وهو قائم ، وبمعدل 12 مرة /الدقيقة وهو نائم . وعند كل عملية شهيق يحتاج إلى حوالي نصف لتر هواء ، أي حوالي عشرة آلاف لتر هواء يوميا ، أو 3.6 مليون لتر هواء في السنة . ولقد قدر العلماء على أن كل فرد يحتاج إلى مساحة قدرها على الأقل 6.5م² من المسطحات الخضراء. لكن بعض الدول مثل بريطانيا يبلغ ما يخص المواطن من المسطحات الخضراء 24م². وفي روسيا 20م²، وأمريكا 18م² من المسطحات الخضراء، وفي مصر 2سم² فقط بعد تصحر أراضيها بعد أن كان سابقاً 18م² .

- أهمية الغابات في المحافظة على صحة الإنسان والبيئة :

تعد الغابات رئة الأرض للغلاف الحيوي الذي يضم المملكة الحيوانية والنباتية بما في ذلك بني البشر، ومورداً بيولوجياً هاماً يمدنا بأكسجين الحياة إذ أن كيلو متر مربع واحد من الغابة يطلق يومياً حوالي عشرة أطنان من الأكسجين وبذلك يطلق الكيلو متر المربع الواحد حوالي 3650 طناً من غاز الأكسجين في السنة الواحدة، إضافة إلى ميزة انخفاض درجات الحرارة في محيطها الحيوي، وقلّة الهواء من الملوثات وغازات الدفيئة ومنها الأوزون، وثاني أكسيد الكربون، وهي إلى جانب تنقية الهواء تقوم بترسيب الغبار، وعوالمق الجو، فهكتار واحد من الغابة قادر على ترسيب تسعة أطنان من الغبار مما يؤدي إلى خفض نسبة الغبار في جو الغابة بحوالي (30-40%)، يمكن لهكتار واحد من الغابات امتصاص ما بين 220 إلى 280 كيلوغرام من غاز ثاني أكسيد الكربون وإطلاق ما بين 180 إلى 240 كيلوغرام من غاز الأكسجين، لكن مساحتها تتناقص يوماً بعد يوم بفعل عوامل طبيعية وأخرى بشرية، فحسب إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) تقدر مساحة الغابات بالعالم حوالي 3454 مليون هكتار، وهي بذلك تشغل حوالي 6.26% من مساحة اليابسة، حوالي 1961 مليون هكتار منها تقع في البلدان النامية، حيث تتمثل فيها النسبة الأكبر من الغابات 77.56% (جرعتلي، 2010).

وقد قدرت الدكتورة "ساندرا بوستل" من "معهد مراقبة البيئة العالمية" بأن مساحة 130 مليون هكتار من الغابات قادرة على امتصاص 660 مليون طن من الكربون كل عام وأطلق على هذا الاقتراح اسم "بنك الكربون" حيث تستطيع هذه المساحة من الغابات والتي تعادل ضعف مساحة فرنسا فقط أن تمتص هذه الكميات الهائلة من الكربون لمدة ثلاثين سنة كما يمكنها أن تعيد الأراضي المتدهورة إلى حالتها الطبيعية.



شكل (2) فقدان العالم لمساحات الغابات للفترة (1990-2014م)

المصدر: مؤشرات التنمية في العالم للعام 2014م.

- ثانيا: الأهمية الحيوية لغاز الأوزون :

تكمن الأهمية الحيوية لغاز الأوزون في التالي :

1- يعد الأوزون أحد غازات الدفينة التي تعمل تحقيق الموازنة الحرارية على سطح الأرض بين الليل والنهار، فهو يمتص الأشعة تحت الحمراء **Infra red** المنبعثة من سطح الأرض قبل انطلاقها نحو الطبقات العليا من الجو الأمر الذي يعني أن أي ارتفاع في تركيزه بالجو يؤثر على مناخ الأرض.

- 2- وفرة الأكسجين الضروري لاستمرار الغلاف الحيوي .
 - 3- تمثل طبقة الأوزون الدرع الواقي والحزام الآمن من خطر الأشعة فوق البنفسجية وآثارها الضارة على المحيط الحيوي للأرض .
 - 4- تمتص طبقة الأوزون قدرًا كبيراً من الإشعاعات الكهرومغناطيسية خاصة ذات الطاقة العالية التي يتراوح طول موجاتها بين 240 و 320 نانومتر .
 - 5- تمكن النباتات من النمو بشكل طبيعي دون تعرضه لأمراض تمنع نموه حتى بلوغه الأوج بشكل طبيعي .
 - 6- المحافظة على السلسلة الغذائية ضمن منظومة النظام البيئي للأحياء النباتية والحيوانية.
 - 7- لغاز الأوزون أهمية طبية كبيرة بعد اعتماده كعلاج لكثير من الأمراض من قبل كثير من الدول المتقدمة ، ومنها أمريكا ، وفرنسا ، وألمانيا ، وإيطاليا بعد العديد من الدراسات الحديثة والتجارب المخبرية .
 - 8- تعقيم وتكرير المياه ومعالجة مياه الشرب بعد معرفة سرعته الكبيرة بحوالي 3200 مرة أكثر من الكلور في قتل البكتيريا والفطريات والفيروسات والطفيليات (الحشاني، 2015، ص8)
 - 9- يستعمل كمادة مبيضة لكثير من المنتجات العضوية كالشموع والزيوت .
 - 10- يستخدم في إزالة الروائح الكريهة لبعض المواد الغذائية .
- المبحث الرابع (العلاقة بين الأوزون والنبات) :
- تتمثل العلاقة في تأثير كل منهما على الآخر ، حيث يؤثر الأوزون على النبات والعكس ، لكن التوازن الإيكولوجي بينهما يجعل هذه العلاقة ضمن إطار استدامة ذلك التوازن بمقادير ونسب دقيقة إذا زادت أو قلت اختل النظام البيئي بكامله .
- أولاً :تأثير الأوزون على النبات :
- يؤثر ارتفاع نسبة غاز الأوزون تأثيراً سلبياً على النبات وتتمثل التأثيرات المرضية لغاز الأوزون على النباتات في الآتي :

1- تتأثر خلايا النبات الحاملة للكورفيل وذلك بظهور بقع لونها بني داكن تميل إلى السواد ، وتعد الأوراق المكتملة النمو حديثا ذات حساسية شديدة بالأوزون (داود ، 2016) ، ففي دراسة أشرف عليها البروفسور رودلف فالينتا من جامعة فيينا الطبية تم نشرها في مجلة " جورنال أول البيرجي كينيكال غيموثولوجي " حيث تم استخدام نوعان من نبات الشيلم وهو من الأعشاب فصيلة الحبوب لانتاج الطحين ، وقد تمت زراعة نوع من الشيلم في وسط مشبع بغاز الأوزون بنسبة التلوث القصوى كالتالي يمكن أن تتعرض لها مدينة فيينا في يوم شديد الحرارة مثلا، في حين زرع النوع الثاني من الشيلم في جو عادي لا تزيد كثافة الأوزون فيه عن المعدل الطبيعي ، وذلك لمعرفة الفروق بين آثار الوسطين على نبات الشيلم ، وبعد تحليل زهور الشيلم الناضجة تبين ارتفاع نسبة البروتين والمواد المثيرة للحساسية في النوع الأول من الزهور.

ولإبراز دور الأوزون في دمار الأشجار أتبثت أولى التجارب خلال عام 1962م ، وذلك بتغطية أشجار التنوب الفتية بأكياس بلاستيكية ثم ضخ لها الأوزون بتركيز 1000 مايكروغرام/م³ بمعدل 9 ساعات يوميا خلال فترة تتراوح من 9-18 يوماً وكانت النتائج هي تباطؤ النمو القطري لأشجار التنوب وتلف الشعيرات الجذرية وسهولة وصول الآفات إليها (شمسه وعدنان جواد علي ، 1998، ص36، 18) .

2- إن استمرار التركيز الحالي لغاز الأوزون بالجو لاسيما طبقة التروبوسفير سيقضي على أشجار الصنوبر الأصفر الذي يشكل 86% من الغابات(المصدر السابق ، ص187) .

3- تتأثر أشجار الصنوبر الجبلي المنتشر في أمريكا وجنوب شرقي كندا بالأوزون بتركيزات تتراوح بين (100-200 مايكروغرام/م³) عند تعرضها لمدة يومين متواليين أو بتركيز تتراوح بين(200-500 مايكروغرام/م³) خلال فترة من 4-8 ساعات .

- تأثير النبات على الأوزون :

1- يعد الغطاء النباتي من أهم النظم البيئية في فلتر الجو وتخليصه من غازات الدفينة وأهمها الأوزون ، وثاني أكسيد الكربون ، وأكاسيد النيتروجين وكذلك الغازات السامة.

- 2- للنباتات دور كبير وهام في تقليل نسبة غاز الأوزون السام الموجود في طبقة التروبوسفير، حيث أثبتت الدراسات أنه بإمكان النباتات إزالة غاز الأوزون وغيره من الملوثات الغازية وذلك بنسبة 20-60% من نسبة وجودها في الهواء.
- 3- تمتاز غابات الأرز *Cedrus* بتشكيل تحت مظلتها نسب كبيرة من غاز الأوزون .
- 4- دلت الدراسات والتجارب أنه كلما زادت أعداد الثغور التنفسية للنبات وبأحجام أكبر زادت كفاءة وقدرة الأوراق في امتصاص الغازات التالية خاصة الأوزون: O_3, N_2, SO_2 (أسرار، عبد الواسع عبد الغفور، 2015).
- 5- لوحظ أن تركيز الأوزون في أجواء الغابات الكثيفة لا يقل عن 160 مايكروغرام / م³ في الفترة المسائية في حين لا تزيد نسبته عن 120 مايكروغرام/م³ في المدن المزدهمة مساءً، وسبب الانخفاض راجع إلى تفاعل الأوزون مع أكاسيد النيتروجين والمخلفات العضوية المتطايرة وهي موجودة بتركيز كبير في هذه المناطق، وقد كان ظهور أعراض أمراض غابات الصنوبر في كاليفورنيا نهاية الخمسينيات أكبر مثال على ذلك، حيث بلغ تركيز الأوزون 120-170 مايكروغرام/م³ كمعدل يومي ووصل إلى أعلى تركيز له 480 مايكروغرام /م³.
- 6- تخفض الأشجار الخضراء كمية الملوثات الصلبة والضارة المتواجدة في الهواء حول المدن والمناطق الصناعية بنسبة 100 إلى 1000 مرة ويمكن أن تحتجز من 40% إلى 80% من الجزيئات المعلقة .
- 7- تمتص أنواع الصنوبر والقيقب والتفاح والسنديان أكاسيد النيتروجين السامة وتؤدي إلى تنظيف الجو من حوالي 50% من غاز ثاني أكسيد النيتروجين السام .
- 8- يمتص كيلوغرام من الغابات ما وزنه 120 كيلوغرام من غاز أول أكسيد الكربون السام .
- 9- تساهم الأشجار بالحد من تركيز غازات الكبريت السامة في الهواء الجوي وتمتصه بكميات متفاوتة تتراوح بين 10 إلى 18 كيلوغرام لكل كيلو غرام من الأوراق .
- 10- تساعد الغابات والأشجار الكثيفة على الحد من سرعة الرياح التي تثير الغبار مما يؤدي إلى تناقص التلوث بحدود من 30 إلى 4% .

- النتائج :

نظرًا للأهمية الحيوية البالغة التي يمثلها الغطاء النباتي لكوكب الأرض، ونظرًا للأهمية الحيوية التي يمثلها غاز الأوزون للأرض، ووفقًا للعلاقة التبادلية التي أظهرها البحث بين النبات والأوزون لا غنى عن الغطاء النباتي ولا غنى عن الأوزون شريطة ضبط معطيات التوازن الإيكولوجي الذي ينظم العلاقة الفيزيائية والكيميائية بينهما، ويمكن إيجاز نتائج البحث في الآتي :

1- هناك نوعان من غاز الأوزون: الأوزون السفلي السيئ بطبقة التروبوسفير وزيادته عن النسبة الطبيعية في الغلاف الغازي يعد نوعا من التلوث لاسيما وهو من الغازات السامة ، وواحدًا من غازات الدفيئة تسبب زيادته احتراز الجو والقضاء على أنواع عدة من أصناف الغطاء النباتي إذا تجاوزت حرارتها المعدل الحيوي للحرارة المعروف ب"صفر النمو **Zero Growth Point** (البناء، 1970، ص253) ، بينما يعد تآكل طبقة الأوزون العلوي الجيد بطبقة الاستراتوسفير خللًا يضر بالعمليات الفيزيوكيميائية للغلاف الجوي وسلامة الغلاف الحيوي للأرض خاصة الغطاء النباتي بسبب ما يلحقه من أضرار الأشعة فوق البنفسجية الضارة وتغير المناخ وحدوث موجات جفاف مدمرة .

2- كلما زادت كثافة الغطاء النباتي قلل ذلك من نسب غازات الدفيئة في الجو خاصة الأوزون و ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين ، الأمر الذي يقوض فرص تحطم الأوزون الجيد بطبقة الاستراتوسفير والذي يحمينا من الأشعة فوق البنفسجية الزائدة.

3- كثافة الغطاء النباتي تسهم بفعالية في امتصاص الأوزون السفلي السيئ بطبقة التروبوسفير التي تضم الغلاف الحيوي للأرض بما فيها الإنسان والنبات والحيوان.

4- زيادة نسب الأوزون السفلي السام تلوث الجو ، وتضر بالإنتاجية والانتاج النباتي وهي بذلك تعيق القدرة الحيوية للغطاء النباتي بشكل عام .

5- أثبتت الدراسات العلمية أن زيادة نسب غاز الأوزون السفلي تؤثر على الجزء الخضري للنبات بما في ذلك الأوراق وبعض الغلال كالشبلم والقمح مما يؤدي إلى ذبولها وهلاكها .

- التوصيات :

- 1- نشر الوعي الجغرافي البيئي بين الناس بالأهمية الحيوية للغطاء النباتي ودوره في تقليص نسب الأوزون السيئ وتقويض تحطيم طبقة الأوزون الجيد .
 - 2- المحافظة على الغطاء النباتي وزيادة المساحات الخضراء في كل مكان داخل المنزل وخارجه وفي الشوارع ، والميادين ، ومكاتب العمل وفي كل الفضاءات لاسيما الغابات، والنباتات العطرية، والطبية وذلك لما لها من دور كبير في امتصاص الغازات الضارة كالأوزون السيئ بطبقة التروبوسفير التي تضم المحيط الحيوي بما يشمل من بني البشر والغطاء النباتي والأحياء البرية والبحرية ، لاسيما الغابات والنباتات العطرية والطبية .
 - 3- التعريف بدور طبقة الأوزون وأهميتها الحيوية للأرض وخصوصا الغلاف الحيوي بما في ذلك الإنسان والنبات .
 - 4- العمل على تطبيق وتنفيذ برامج الأمم المتحدة والحكومة الدولية للمناخ ومؤتمرات قمة الأرض المعنية بالحد من غازات الدفيئة وخصوصاً غاز الكلوروفلور كربون وثنائي أكسيد الكربون والميثان وأكاسيد النيتروجين بسبب تحطيمها لطبقة الأوزون وإحداث ثقوب الأوزون بسماء القطب الجنوبي.
 - 5- إتباع أساليب التنمية المستدامة عند التعامل مع الغابات والمراعي الطبيعية ومراعاة الدورات الرعوية والزراعية والاهتمام بالشجرة .
- الخلاصة:

مع تغير نمط المعيشة في كثير من دول العالم وأمام الزحف العمراني والتقدم الصناعي ، والتكنولوجيا ، والتوسع الزراعي، والرعوي، والاحتطاب، وسوء استخدام الأرض تتناقص الغابات ، وتراجع المساحات الخضراء، الأمر الذي ترتب عنه ارتفاع نسب غازات الدفيئة بالجو ومنها الكلوروفلوروكربون وثنائي أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وجميعها تحطم طبقة الأوزون وتزيد من اتساع ثقوب الأوزون في سماء القطب الجنوبي لتسمح بمزيد من حزم الأشعة فوق البنفسجية الضارة بالغطاء النباتي وكافة المحيط الحيوي فأدى ذلك إلى خفض الإنتاجية والإنتاج الزراعي ، كما أن

- تراجع المساحات الخضراء وتكشف الأراضي يزيد من نسب الأوزون السفلي السام بطبقة التروبوسفير واحترار الجو باعتباره من غازات الدفيئة
- أهم الاتفاقيات المعنية بتلوث الغلاف الجوي :
- 1- تم في عام 1987 عقد اتفاقية دولية في فيينا وقعت عليها 47 دولة من بينها الولايات المتحدة وبريطانيا دعت إلى تخفيض استهلاك المواد المؤثرة على طبقة الأوزون تدريجيا حتى يصل إلى النصف في منتصف عام 1990 ويتلاشى بعد ذلك حتى عام 1999 وقد وجهت الدعوة للعديد من الدول للتوقيع على الاتفاقية التي بلغ عدد الموقعين عليها 80 دولة في ابريل/ نيسان 1989 .
- 2- مؤتمر لندن أوائل مارس/ آذار 1989 بشأن تدرج ثقب الأوزون بعد اكتشاف بداياته فوق القطب الشمالي .
- 3- مؤتمر لاهاي في 11 مارس/ 1989 حيث وقع ماسمي إعلان لاهاي الذي دعا إلى تخفيض استخدام مركبات الكلوروفلوروكربون ومركبات البروم إلى أن تستبدل تماما.. كما دعت الأمم المتحدة إلى إنشاء هيئة خاصة لها سلطات لمواجهة تلوث الجو والمحافظة على طبقة الأوزون .
- 4- مؤتمر هلسنكي بداية مايو/ 1989 الذي دعا للتوقف عن اختراق الغلاف الجوي وما يسببه من أضرار بطبقة الأوزون ومن هنا بدأت جميع المؤسسات الصناعية في تصنيع البدائل الأكثر أمنا إسهاما في مواجهة المشكلة التي تواجه العالم بأسره .

- قائمة المصادر والمراجع :
- 1- ربيع، عادل مشعان، (مشاكل بيئية معاصرة) ، الطبعة الأولى ، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع ، عمان -الأردن، 2011م.
 - 2- أبو العينين ، حسن سيد أحمد ، أصول الجغرافيا المناخية ، الطبعة الثالثة ، دار النهضة العربية ، بيروت ، 1985م.
 - 3- العجمي، ضاري ناصر، محمود عزو صفر، مدخل إلى علم المناخ والجغرافيا المناخية، الطبعة الأولى، مكتبة الفلاح، الكويت، 1987م .
 - 4- شمس، سلمان ،عدنان جواد علي، البيئة وتلوثها بالأمطار الحامضية، ط بدون منشورات إلجا ELGA، فاليتا-مالطا، 1998م.
 - 5- داود ، مُجّد خيرت ،(أمراض النبات الفسيولوجية) ، كلية الزراعة ، جامعة المنصورة، 2016م.
 - 6- أسرار، عبد الواسع عبد الغفور، ملوثات الهواء ودور النباتات في المحافظة على البيئة ، قسم الإنتاج النباتي ، كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود ، المملكة العربية السعودية ، شبكة الإنترنت، منتدى الجغرافيين العرب ، 2015م.
 - 7- مجد جرعنتلي ، أهمية الغابات في المحافظة على صحة الإنسان والبيئة، موقع Nouhworld عالم نوح ، 2010م.
 - 8- البنا ، علي علي، أسس الجغرافيا المناخية والنباتية ، دار النهضة العربية، بيروت، 1970م.