Scientific experiment to study the relationship between the ambient ozone balance and its effect on Wheat plant

تجربة علمية لدراسة العلاقة بين توازن نسبة الأوزون الجوي وتأثيره على نبات القمح

ليلى عبد الحميد عبد الله باقاسي -هدى عبد اللطيف قاري[٢]

طالبة دكتوراه قسم أحياء -كلية العلوم – جامعة الملك عبد العزيز – جدة – المملكة العربية السعودية

أستاذ مشارك قسم أحياء -كلية العلوم – جامعة الملك عبد العزيز – جدة – المملكة العربية السعودية

البريد الإلكتروني: lbaqasi@stu.kau.edu.sa

المستخلص

ميز الله سبحانه وتعالى الكرة الأرضية عن باقي الكواكب بأن جعل لها غلاف جوي ذو تركيب كيميائي مميز يعمل كغطاء لحماية صور الحياة. حيث يتكون الغلاف من مجموعة من الغازات تحدث بينها تفاعلات كيميائية عديدة ومعقدة لتجدد نفسها ولتحافظ على نسبة التوازن المطلوبة لاستمرار الحياة. أحد أهم هذه الغازات هو غاز الأوزون(O_3) الذي يوجد طبيعيا في طبقة الأوزون والذي يعمل عن طريق ارتداد وتقليل الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس، ولكن بسبب التلوث الهوائي الناتج عن ازدهار الحضارة العمرانية والصناعية وازدياد التعداد السكاني، حدث اختلال في نسب الغازات الموجودة في الجو مما أدى إلى أضرار بيئية منها تآكل طبقة الأوزون والاحتباس الحراري. تتوزع الغازات في طبقات السماء بنسب متوازنة، ولكن بسبب تغيير هذه النسب تأثرت صحة الإنسان سلبياً وأختل نمو النبات مما أدى إلى التأثير على نوعية وكمية المحاصيل الزراعية وأهمها نبات القمح والذي يعتبر من أهم المحاصيل الغذائية. في هذه الورقة العلمية سوف نوضح التفسير العلمي للآية القرآنية في سورة الطارق ﴿ وَالسَّمَاءِ ذَاتِ الرَّجْعِ﴾ الآية ١١، والتي أقسم الله سبحانه وتعالى بالسماء ووصفها بأنها ذات الرجع بمعنى أن السماء لديها القدرة على إرجاع أشعة الشمس الضارة، وأيضاً احتمال إرجاع الملوثات الصادرة من الأنشطة البشرية وبذلك تحمي الأرض وما عليها من الكائنات، تم القيام بتجربة علمية لدراسة العلاقة بين توازن نسبة الأوزون الجوي وتأثيره على نبات القمح وذلك لإثبات أن هناك احتمال أن يكون معنى الإرجاع يشمل الملوثات الناتجة من أنشطة الإنسان ومنها الأوزون.

الكلمات المفتاحية: الأوزون، القمح، الإيثلين ثنائي اليوريا، النمو، المحصول

Abstract

God distinguished the Earth from the rest of the planets through presence of an atmosphere that a distinctive chemical structure acts as a cover to protect the life. The atmosphere is made up of a group of gases, which have complex chemical reactions to regenerate themselves and maintains the balance required to sustain life. One of the most important gases is ozone (O_3), which is naturally found in the ozone layer that absorbs most of the Sun's ultraviolet radiation. Due to the air pollution resulting from the urbanization, industrialization and population increasing, there was an imbalance in the percentage of gases in the atmosphere, resulting in environmental damage, including ozone depletion and global warming. The gases are distributed in balanced proportions in the sky layers. However, due to changing in gases ratio, human health and the plant growth have been negatively affected. As a result, in plants, the quality and quantity of agricultural crops decreased. Wheat is considered as one of the most important food crops. In this scientific paper we will clarify the scientific interpretation of the Qur'anic verse in Surat al-Tarik [I swear by the Firmament which returns (in its round)] verse 11, which Allah swore by heaven and described it as returns in the sense that heaven has the ability to return the harmful sun rays and the possibility of returning pollutants resulting from human activities, thus protect the earth and organisms. A scientific experiment was carried out to study the relationship between the equilibrium of atmospheric ozone and its effect on wheat plant to prove that there is a possibility that the meaning of the return includes pollutants resulting from human activities including ozone.

Keywords: ozone, wheat, EDU, growth and yield

المقدمة:

إن نعم الله على الإنسان لا تعد ولا تحصى وأحد هذه النعم العظيمة التي من الله بها علينا هي خلق السماوات. ولعظيم شأنها فقد أقسم الله بها وذكرها في كتابه الكريم في مواضع كثيرة. حيث ذكر لفظ السماء ١٢٠ مرة، بينما كلمة السماوات وردت ١٩٠ مرة في مواضع مختلفة من القرآن الكريم (حمامة، ٢٠١٤).

تعتبر السماء بتركيبها الفريد غطاء للأرض وهي من أعظم آيات الله في علوها وارتفاعها واتساعها ولهذه المميزات أهمية كبيرة في استمرار الحياة على وجه كوكب الأرض. وأحد هذه الفوائد أنها تقوم بحماية الأرض من الأشعة الضارة القادمة من الشمس. قال الله تعالى: (وَالسَّمَاء ذَاتِ الرَّجْعِ) (سورة الطارق: ١١) في هذه الآية الكريمة أوضح سبحانه عز وجل أحد فوائد السماء العظيمة وهي أنها ذات الرجع، وقد قام المفسرين بشرح لفظ (الرجع) بأكثر من معنى ولمزيد من التوضيح فإن معنى كلمة الرجع في اللغة العربية عاد وآب، أو الارتداد أو العودة إلى ما كان منه البدء (الصعدي، ٢٠١٣).هناك صور عديدة لرجع السماء والتي منها ارتدادها لأشعة الشمس الضارة وإرجاعها نسب الغازات بالمستوى المتوازن في الغلاف الجوي وبالتالي حماية الحياة على وجه الأرض. وبما أن السماء ذات الرجع فإن ما يصعد من الأرض يعود إليها ولذلك فإن معظم الملوثات الغازية تتفاعل في السماء وتعود مرة أخرى إلى الأرض.

أحد هذه الغازات هو الأوزون والمعروف عنه أنه غاز سام، ذو لون أزرق فاتح، يتكون جزيئه من ٣ ذرات أوكسجين وصيغته الكيميائية (O_3). يوجد الأوزون بصورة طبيعية في أحد طبقات الغلاف الجوي العليا (طبقة الستراتوسفير) على ارتفاع يتراوح بين ١٥ - ٢٥ كم عن سطح الأرض وتعرف بطبقة الأوزون. هذه الطبقة تقوم بإرجاع وتقليل نفاذ الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس وبالتالي حماية الكائنات الحية منها. ولكن مع وجود الإنسان ازداد التلوث في الهواء الناتج من مخلفات الأقمار الصناعية والطائرات والقنابل النووية ومادة الكلوروفلوروكربون (CFC) الصادر من أجهزة التبريد. هذه الغازات الملوثة مثل أكاسيد النيتروجين تعمل على نقص غاز الأوزون وبالتالي تآكله مما أدى لحدوث ثقب في طبقة الأوزون وبالتالي قلت نسبة إرجاع وارتداد الأشعة الفوق بنفسجية وزيادة نسبتها. هذه الأشعة تعتبر ضارة للكائنات الحية عامة وللإنسان خاصة حيث تعتبر أحد الأسباب الرئيسية التي تأدي إلى تلف شبكية العين والشيخوخة المبكرة والإصابة بسرطان الجلد، وهناك ٦٠,٠٠٠ حالة وفاة في شتى أنحاء العالم نتيجة التعرض المفرط للأشعة فوق بنفسجية ومنها ١٢,٠٠٠ وفاة نتيجة الإصابة بسرطان الجلد وذلك بناءً على تقرير منظمة الصحة العالمية (UHO، ٢٠٠٦).

هذا بالإضافة إلى أن غاز الأوزون يتكون بصورة غير طبيعية في طبقات الغلاف الجوي السفلى (طبقة التراتوسفير) نتيجة انبعاث الغازات السامة الصادرة من السيارات والمصانع وغيرها من الملوثات البشرية.

والذي يعد ساماً ويسبب العديد من الأضرار الصحية والبيئية والاقتصادية حيث يؤثر على الجهاز التنفسي للإنسان بشكل أساسي، كما يؤثر سلباً على النبات وإنتاج المحاصيل الزراعية المهمة لغذاء الإنسان مثل القمح والأرز. وهنا سوف نذكر بعض أهم التفاسير الشرعية للآية القرآنية الكريمة:

أ. تفسير ابن كثير:

قال ابن عباس: الرجع: المطر. وعنه: هو السحاب فيه المطر. وعنه: (والسماء ذات الرجع) تمطر ثم تمطر .وقال قتادة: ترجع رزق العباد كل عام، ولولا ذلك لهلكوا وهلكت مواشيهم. وقال ابن زيد: ترجع نجومها وشمسها وقمرها، يأتين من هاهنا.

ب. تفسير الطبري:

(والسماء ذات الرجع) ترجع بالغيوم وأرزاق العباد كل عام ؛ حيث ذكر من قال ذلك: حدثنا ابن حميد، قال: ثنا مهران، قال: ثنا سفيان، عن خصيف، عن عكرمة، عن ابن عباس: (والسماء ذات الرجع) قال: السحاب فيه المطر. حدثنا علي بن سهل، قال: ثنا مؤمل، قال: ثنا سفيان، عن خصيف، عن عكرمة، عن ابن عباس في قوله: (والسماء ذات الرجع) قال: ذات السحاب فيه المطر.

ج. تفسير السعدي:

أقسم قسما ثانياً على صحة القرآن، فقال: والسماء ذات الرجع والأرض ذات الصدع أي: ترجع السماء بالمطر كل عام، وتنصدع الأرض للنبات، فيعيش بذلك الآدميون والبهائم، وترجع السماء أيضا بالأقدار والشؤون الإلهية كل وقت، وتنصدع الأرض عن الأموات، (إنه) أي: القرآن، (لقول فصل) أي: حق وصدق بين واضح.

التفسير اللغوي:

تم تفسير كلمة السماء لغوياً في كتاب لسان العرب على أنها اسم مأخوذ من (السمو) وهو كل ما ارتفع وعلا، كما فسرها الزجاج في هذا الكتاب وقال: "وكل سقف فهو سماء، ومن هذا قيل للسحاب السماء لأنها عالية، والسماء: كل ما علاك فأظلك؛ ومنه قيل: لسقف البيت سماء" (ابن منظور، ٢٠٠٣).

الرجع من الرجوع: العود إلى ما كان منه البدء، أو تقدير البدء مكانا كان أو فعلا، أو قولا، وبذاته كان رجوعه، أو بجزء من أجزائه، أو بفعل من أفعاله، فالرجوع: العود، والرجع: الإعادة، والرجعة في الطلاق، وفي العودة إلى الدنيا بعد الممات، ويقال: فلان يؤمن بالرجعة. والرجاع: مختص برجوع الطير بعد قطاعها (الرازي، ١٩٨٦).

وعلى هذا الأساس فسر معظم المفسرين السماء في هذه الآية بالمطر لأنه ينزل من السحاب الموجود في السماء. ولكن هناك سؤال مهم هل السماء تقوم بإرجاع المطر فقط؟

المسح العلمي:

هناك العديد من الدراسات التي أثبتت أن للسماء صور متعددة للإرجاع ومنها إرجاع الملوثات الناتجة من الأرض كالأوزون والذي يؤثر سلباً على المحاصيل الزراعية خاصة القمح وسوف نذكر بعضاً منها حسب ارتباطها بموضوع البحث.

في دراسة التي قام بها النجار؛ زغلول، (٢٠٠٥)، (والسماء ذات الرجع)، مجلة الإعجاز العلمي العدد ٢٢. قد شرح معنى السماء لغويا بأنها كل ما يقابل الأرض من الكون أي العالم العلوي من مجرات وكواكب ونجوم وغيرها من صور المادة الملموسة وغير الملموسة. كذلك أوضح أن لفظ الرجع له معاني كثيرة منها العودة، والإعادة والارتداد، وهي أشمل وذات دلالات أوضح من معنى نزول المطر. ووضح أن المقصود بالسماء في الآية ١١ من سورة الطارق هو الغلاف الغازي للأرض، وذكر صور متعددة لإرجاع السماء وهي كالتالي:

- الرجع الاهتزازي للهواء كالأصوات وصداها، والرجع المائي عند تبخر الماء من الأرض يعود على هيئة مطر ورجع موجات الراديو، ورجع الأشعة الكونية بواسطة أحزمة الإشعاع والنطاق المغناطيسي للأرض.
- الرجع الخارجي للأشعة الفوق بنفسجية بواسطة طبقة الأوزون، حيث وضح أهمية الغلاف الغازي في حماية الأرض من أشعة الشمس الضارة عن طريق امتصاص طبقة الأوزون للأشعة الفوق بنفسجية وبذلك تحمي الحياة على الأرض.
- رجع الغازات والأبخرة والغبار المرتفع من سطح الأرض، وفيه وضح أن كل ما يصعد من غبار وأتربة يرجع مرة أخرى للأرض
- الرجع الحراري إلى الأرض وعنها إلى الفضاء وفيه وضح صورتين لأهمية الغلاف الجوي في حماية الأرض، نهاراً كدرع واقي من حرارة الشمس، وفي الليل، يحافظ على دفء الجو. وبالتالي فإن الغلاف الغازي حقق صورة الرجع الحراري للسماء والمهمة لاستمرار الحياة حيث يحفظ الأرض من حرارة الشمس الحارقة في النهار ويحافظ على دفئها بالليل.

وقد وضح الباحث أن وصف الله سبحانه وتعالى السماء بأنها ذات الرجع شمل معاني عديدة أكثر من المطر وهي كلمة جامعة لصور متعددة لرجع السماء منها ما هو معروف الآن مثل التي ذكرت سابقاً ومنها ما سوف يكتشف في المستقبل.

أما الدراسة التي قام بها مادرونيش وآخرون (Madronich)، (٢٠١٥)، تغييرات في نوعية الهواء وتكوين طبقة التروبوسفير بسبب نضوب طبقة الأوزون في الغلاف الجوي العلوي (الستراتوسفير) والتفاعلات مع تغيير المناخ: الآثار المترتبة على صحة الإنسان والبيئة.

فقد ناقش هذا البحث المعلومات المعرفية عن الأوزون على مستوى سطح الأرض والمواد العالقة في الجوي، كما يناقش بعض التفاعلات الغير محددة إلى الآن والتي تأثر على جودة الهواء، وتغيير المناخ نتيجة الأنشطة البشرية. بالإضافة إلى توضيحه التأثير المتبادل بين نوعية الهواء واستنفاد طبقة الأوزون في الغلاف الجوي، وناقش بعض المركبات الكيميائية البديلة مثل (n-Propyl bromide) المستخدمة في أغراض مختلفة كمواد التنظيف والمبيدات الحشرية، ولا تعتبر هذه المواد ضمن قائمه المواد المطلوب الحد من استعمالها كما جاء في اتفاقية مونتريال الخاصة بحماية طبقه الأوزون. باختصار، استنتج الباحثون النتائج الرئيسية التالية:

- يعتبر تلوث الهواء خطراً رئيسياً على البيئة وكذلك على صحة الإنسان، ويسبب عالميا العديد من الوفيات المبكرة خلال في السنة.
- واعتبر غاز الأوزون الأرضي أحد أهم ملوثات الهواء وهو ناتج من زيادة التعداد السكاني والتطور العمراني والصناعي وزيادة درجة حرارة الجو نتيجة تغير المناخ. وزيادة تكونه في المناطق الصناعية نتيجة وجود أشعة الشمس والمركبات العضوية المتطايرة (VOC) وأكاسيد النيتروجين الناتجة من الأنشطة البشرية.
- يسبب الأوزون أضراراً بالغطاء النباتي ويقلل ١٨-٢٧ % من المحاصيل الزراعية، وتقدر الخسائر الاقتصادية المرتبطة به بما يتراوح بين ١٠ و٢٠ بليون دولار سنوياً.
- الأشعة فوق البنفسجية هو عنصر أساسي لتشكيل O_3 على مستوى الأرض التي تتحكم في قدرة التنظيف الذاتي العالمية من طبقة التروبوسفير. وأن تغير التباين الطبيعي في طبقة الغلاف الجوي العلوي (الستراتوسفير) نتيجة تغير المناخ ستؤدي إلى زيادة بنسبة ٢ % من الأوزون في طبقة الغلاف الجوي السفلي (التراتوسفير).
- جودة الهواء حساسة للتغيرات البيئية الأخرى بما في ذلك دورات الغلاف الجوي والدورات المائية ودرجات الحرارة، وكلها من المرجح أن تتغير بسبب الآثار المشتركة لتغير الأوزون في الغلاف الجوي العلوي والمناخ.

- وتؤكد الدراسة على أن المواد الجديدة التي يتم استعمالها كبدائل للمواد المحظورة قد تشكل أضرارا على طبقه الأوزون التي تحمى الحياة على الأرض.

ويقدم الجزء الأخير في هذه الورقة توصية بالقيام بمزيد من الدراسات للبدائل كيميائية المختارة والتي قد تزيد من تآكل طبقة الأوزون ومعرفة آثارها البيئية والصحية المحتملة.

أما دراسة أحمد علي وآخرون، (٢٠٠٨)، تأثيرات الأوزون التروبوسفيري على إنتاجية بعض المحاصيل في وسط المملكة العربية السعودية. فقد هدفت الدراسة على توضح تأثير غاز الأوزون الأرضي على بعض المحاصيل الزراعية منها: القمح، والفول، واللوبيا، والبازلاء، في الرياض بالمملكة العربية السعودية. ويزداد تكون هذا الغاز نتيجة التفاعلات الكيميائية بين الملوثات الغازية الناتجة من الأنشطة البشرية في وجود ضوء الشمس. وقد استخدم الباحث المنهج التجريبي بالإضافة للمنهج الإحصائي، وقد توصلت الدراسة للنتائج التالية:

- زيادة تركيز غاز الأوزون الجوي في فصل الصيف وانخفاضه في فصل الشتاء. كذلك لوحظ زيادة تركيزه في المناطق الصناعية أكثر من الضواحي نتيجة زيادة الملوثات في المناطق الصناعية.
- تم تسجيل أعلى تركيز لغاز الأوزون في نهار يوم السبت بسبب حركة المرور الكثيفة.
- سجل انخفاض كبير في مساحة الأوراق وعددها، وطول النبات، والكتلة الحيوية، زيادة الأوراق المصابة وسرعة وصولها لمرحلة الشيخوخة. وبصفة عامة، يقل انتاج المحصول نتيجة تعرض النبات لتركيز عالي من الأوزون الأرضي.
- وخلص المؤلفون إلى أن تركيزات الأوزون في مناطق واسعة من منطقة الرياض قد تجاوزت عدة مرات المستويات العادية، وتعتبر البازلاء هي الأكثر مقاومة في هذه البيئة عن المحاصيل الأخرى المدروسة.

وقد أوصت الدراسة بإجراء مزيد من البحوث لفهم الطريقة التي يمكن للعوامل البيئية أن تعدل وتغير من استجابة المحاصيل لغاز الأوزون.

في دراسة قام بها Zhaozhong; Feng وآخرون، (٢٠١١)؛ الاستجابات التفاضلية بين نوعين من القمح الشتوي لارتفاع تركيز الأوزون تحت ظروف الحقلية في الهواء الطلق.

تهدف الدراسة إلى دراسة مقارنة استجابة أصناف القمح لارتفاع [O_3]؛ واختبار ما إذا كان امتصاص الأوزون عن طريق الثغور يساهم في الاستجابة التفاضلية بين الأصناف. درس الباحثون صنفين حديثين من القمح الشتوي مع ظواهر متطابقة تقريبا لمعرفة استجابة عملية البناء الضوئي عند رفع مستوى

الأوزون. وقد استخدم الباحثون المنهج التجريبي بالإضافة للمنهج الإحصائي وتم التوصل إلى النتائج التالية:

- لوحظ تأثر عمر الورقة عند تعرض النبات للأوزون وتسريع دخولها إلى مرحلة الشيخوخة.
- وصول النبات مرحلة الشيخوخة بسبب انخفاض أسرع في كميات الأصباغ أو الكلوروفيل، ومعدلات التمثيل الضوئي، وزيادة تكسر الدهون في أغشيه الخلايا النباتية.
- يسبب تعرض النبات للأوزون إلى انخفاض معدلات التمثيل الضوئي ويرجع ذلك أساسا إلى العوامل غير المرضية، على سبيل المثال: انخفاض القدرة على مقاومة الأكسدة، ومعدلات نقل الإلكترون وتوزيع الطاقة الضوئية.
- تساعد هذه الدراسة العلماء في اختيار الأصناف النباتية المقاومة للأوزون.

توصي الدراسة بعمل المزيد من الأبحاث لتوضيح ميكانيكية تأثير الأوزون على عملية غلق وفتح الثغور وبالتالي عملية تبادل الغازات داخل الخلايا النباتية.

أخيراً، دراسة واي؛ فوجين وآخرون، (٢٠١٦)، آثار تلوث طبقة الأوزون السطحية على إنتاجية القمح الشتوي في الصين – الآثار الاقتصادية، توفر هذه الدراسة تحليلا دقيقا لآثار التعرض للأوزون على محصول القمح الشتوي. كما يتم فحص التفاعلات بين التعرض للأوزون وظروف الإجهاد، مثل الجفاف وجزيئات الهواء، وتم جمع المتغيرات اليومية والاقتصادية والاجتماعية لتحديد أثر التعرض للأوزون على محصول القمح الشتوي. وقد اتبع الباحثون النهج الاقتصاد القياسي وتتضمن معلومات الغلاف الجوي والاجتماعية والاقتصادية والبيوفيزيائية لتحديد أثر التعرض للأوزون على غلة القمح الشتوي باستخدام الرصد الميداني في الصين. وتوصل الباحثون للنتائج التالية خلال مدة الدراسة:

- أن الأوزون يؤثر سلبا على إنتاج نبات القمح الشتوي خاصة في الفترة العمرية الحساسة.
- أن العوامل البيئية مثل المناخ تأثر سلبا على إنتاجية النبات لذلك لوحظ أن متوسط إنتاج القمح الشتوي أكثر بنسبة ٢٥% عن إنتاج القمح الربيعي.

وقد أوصت الدراسة يتعين على الحكومة أن تضع سياسات بيئية ذات صلة للحد من مستويات تركيز الأوزون في الفترات الحساسة من القمح الشتوي وذلك لحماية الإنتاج الزراعي والأمن الغذائي.

التعقيب على الدراسات السابقة:

تم استعراض مجموعة من الدراسات المرتبطة بموضوع البحث. وقد فسرت الدراسة الأولى أنواع رجع السماء وذكرت منها رجع طبقة الأوزون لأشعة الشمس الضارة ورجع الغازات الناتجة من الأرض، أما الدراسة الثانية أثبتت أن الملوثات الناتجة عن الأنشطة البشرية تسبب تغير في تركيز الأوزون في طبقتي الجو العلوية والسفلية مما يؤثر سلبا على صحة الإنسان والبيئة. بينما بينت الدراسة الثالثة أن زيادة تركيز غاز الأوزون يؤثر سلبا على المحاصيل الزراعية ويقلل من إنتاجها نتيجة التغيرات المناخية مثل ارتفاع درجات الحرارة وزيادة الملوثات الغازية الناتجة عن التطور العمراني والصناعي، وقد اشتركت الدراستين الرابعة والخامسة في أنها أوضحت تأثير الأوزون سلبا على نبات القمح وانخفاض إنتاجيته، حيث يعتبر القمح من أهم المحاصيل الزراعية في غذاء الإنسان.

التفسير العلمي المتخصص للنص القرآني:

الغلاف الجوي أو الغازي: عبارة عن غطاء سميك، وشفاف، يتكون من العديد من الغازات ويحيط بالكرة الأرضية من جميع الجهات، ويمتد إلى أكثر من ١٠٠٠ كم من سطح الأرض (KFAS، ١٩٩٨) . يحتوي الغلاف الجوي أساساً على النيتروجين وهو الأكثر انتشاراً، ثم الأكسجين والذي يعتبر مهم لعملية تنفس الكائنات الحية، وكميات ضئيلة من غازات أخرى كثاني أكسيد الكربون والهام خاصة للنبات، ثم الهيليوم والأوزون والميثان وغيرها من الغازات الأخرى. وهذه الغازات تتوزع في الغلاف الجوي حسب كثافتها.

ويقسم الغلاف الجوي إلى خمس طبقات هي: الغلاف السفلي (Troposphere)، الغلاف العلوي أو الطبقي (Stratosphere)، والغلاف الأوسط (Mesosphere)، والغلاف الحراري (Thermosphere)، والغلاف الخارجي (Exosphere) (KFAS، ٢٠٠٨). جميع هذه الطبقات تلعب دوراً مهماً لحماية الحياة على كوكب الأرض ولكن في هذا البحث سوف نركز على طبقتي الغلاف السفلي (Troposphere) والغلاف العلوي (Stratosphere) وهي موضوع الدراسة حيث أن غاز الأوزون يتمركز في هذه الطبقتين.

تم تعريف غاز الأوزون بناءً على موقع وكالة حماية البيئة (EPA) على أنه غاز شفاف مائل للزرقة، يتكون من ثلاث ذرات أكسجين (O_3). وكلمة أوزون بالإغريقية تعني "الرائحة" حيث يتميز هذا الغاز برائحته الحادة (غانم، علي أحمد، ١٩٩٨). ويعلب الأوزون دوراً مهماً في عمليات إرجاع السماء، وهناك نوعان لإرجاع السماء للأوزون الأول مفيد في طبقات الغلاف الجوي العليا والنوع الثاني ضار ويوجد في الغلاف السفلي.

النوع الأول: الأوزون المفيد -إرجاع السماء لأشعة الشمس الضارة:

يوجد حوالي ٩٠% من غاز الأوزون في طبقة الغلاف الجوي العليا (Stratosphere) حيث يجدد نفسه بصورة طبيعية ومستمرة ليقوم بدوره في حماية الأرض من أشعة الشمس الضارة وذلك عن طريق تفاعلات كيميائية ضوئية تعمل على تفكيك غاز الأوزون نتيجة امتصاصه لأشعة الشمس الفوق بنفسجية مما يأدي إلى انقسامه إلى ذرتي أكسجين والتي سرعان ما تتحد مع جزيء أكسجين مكونه بذلك الأوزون مرة أخرى ومكوناً بذلك طبقة الأوزون، كما هو موضح في المعادلة التالية: ($O + O_2 \rightarrow O_3$). وبالتالي توجد طبقة اتزان أوزوني نتيجة وجود اتزان ما بين عمليتي التكوين والتفكك التي ساعدت على ثبات نسبة تركيز غاز الأوزون في طبقة الغلاف العليا (Stratosphere). ويعتبر هذا هو النوع المفيد لأنه يحمي الكائنات الحية من الأشعة الحارقة والتي قد تسبب العديد من الأمراض للإنسان مثل السرطانات وإصابات العيون. كما أنه يساعد على التوازن الحراري النسبي لطبقة الغلاف القريبة من سطح الأرض والمحافظة على دفئها بالإرجاع الحراري الذي يحدث نتيجة امتصاص الأوزون لأشعة الشمس الفوق بنفسجية وبالتالي تفككها وإرجاعها (الصعدي، ٢٠١٣).

النوع الثاني: الأوزون الضار-رجع السماء للغازات الملوثة:

في الجهة المقابلة، في طبقة الغلاف الجوي السفلي (Troposphere) والتي يبلغ سمكها بين ٨ إلى ١٨ كم، تحتوي على معظم غازات الغلاف الجوي وهي أقرب طبقة لسطح الأرض. ويعتبر الأوزون أحد هذه الغازات حيث يوجد طبيعياً في هذه الطبقة ولكن بتركيز منخفض نتيجة انتقاله بصورة طبيعية من طبقة الغلاف العليا. ومن رحمة الله بمخلوقاته أن جعل تركيز غاز الأوزون في هذا الغلاف، بنسبة ضئيلة وبكمية متوازنة وبحسب حاجة الكائنات الحية على سطح الأرض، حيث يعتبر الأوزون غاز سام ومضر للكائنات الحية عند زيادة تركيزه. ولكن مع الأسف زاد تركيز الأوزون في هذه الطبقة نتيجة انبعاث الملوثات الغازية من الأنشطة البشرية خاصة من عملية احتراق وقود المركبات ويسمى هنا بالأوزون الأرضي وهو النوع الضار. وفي هذا الجزء إثبات لرجع السماء للملوثات الناتجة من الإنسان وأحدها الأوزون.

ولتوضيح آلية رجوع الملوثات من السماء إلى الأرض سوف نوضح كيفية تكوين غاز الأوزون الأرضي. أثناء عملية احتراق الوقود في المصانع والمركبات تنتج ملوثات غازية أولية مثل غاز ثاني أكسيد النيتروجين وغاز ثاني أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكبريت والتي تتصاعد إلى طبقة الجو السفلى. هذه الملوثات سرعان ما تتفاعل مع بعضها وبعض المركبات العضوية الأخرى الموجودة في الجو ومع وجود ضوء الشمس والأكسجين يتكون غاز الأوزون الأرضي (Madronich, et al., 2015). وبناءً عليه

نلاحظ أن الملوثات الناتجة من الأرض لا تبقى في السماء وإنما تعود للأرض في صورة ملوثات أخرى تضر بصحة الإنسان ونمو النبات.

وتلعب العوامل البيئية دوراً كبيراً في هذا الإرجاع، ومن المعروف أن ضغط وكثافة الهواء تقل كلما ارتفعنا عن سطح الأرض، وبالتالي فإن قدرة الهواء تضعف على حمل أو الاحتفاظ بالأبخرة أو الجسيمات أو أي غازات في الهواء وبالتالي فإنها تعود مرة أخرى إلى سطح الأرض ويساعد في ذلك الجاذبية الأرضية. كذلك فإن ارتفاع درجات الحرارة، وسرعة الرياح ووجود المنخفضات والمرتفعات على سطح الأرض ودورانها حول نفسها، تأثر جميعها في استقرار الملوثات في الغلاف الجوي والذي يؤدي إلى حدوث تلوث للهواء بالملوثات المنبعثة على مستوى سطح الأرض (Climate, 2003).

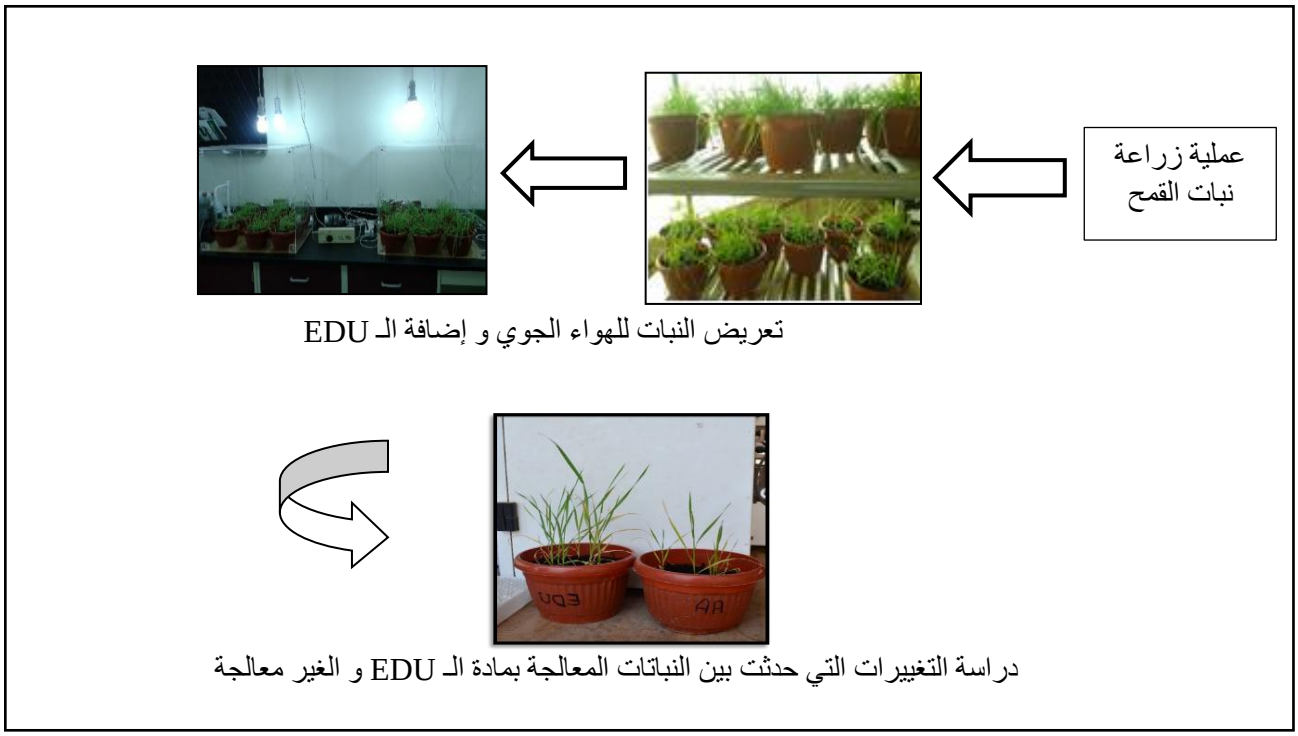
يعتبر الأوزون الأرضي ملوث ثانوي يتكون من التفاعلات الضوئية بين أكاسيد النيتروجين والمركبات العضوية المتطايرة في وجود ضوء الشمس. قبل الثورة الصناعية، كان متوسط تركيز الأوزون الأرضي 10جزء في البليون (ppb)، ولكن ارتفاع تركيز O_3 إلى ٤٠ جزء في البليون في أجزاء كثيرة من نصف الكرة الشمالي. على سبيل المثال في جدة بالمملكة العربية السعودية تدهورت نوعية الهواء بسبب الزيادة في التحضر والمصانع والأنشطة البشرية. وقد لوحظ أن أعلى متوسط يومي لتركيز الـ (O_3) تم تسجيله في فصل الصيف بين ٣٠-٤٥ جزء في البليون وأقل تركيز في فصل الشتاء حوالي ١٨-٢٤ جزء في البليون (Algamdi, et al., 2014).

لقد أفادت الدراسات الحديثة أن غاز الأوزون الأرضي سيلحق ضرراً خطيراً بالزراعة في أماكن كثيرة من العالم وسيخفض قيمة المحاصيل العالمية بنسبة ١٢ % بحلول عام ٢١٠٠ مما يضر بالاقتصاد العالمي (Fiscus, Booker, & Burkey, 2005). حيث يؤثر الأوزون سلبا على عملية البناء الضوئي في النبات مما ينعكس على النمو والإنتاج وكذلك إنزيمات الأكسدة (Hassan, 2010; Morgan, Ainsworth, & Long, 2003). كما تلعب الثغور دوراً رئيسياً لدخول الملوث داخل الخلايا وأنسجة النبات مما يسبب تدمير للأغشية البلازمية.

ونظراً للتأثير الضار للأوزون على المحاصيل الزراعية خاصة القمح (Triticum aestivum L.) والذي يعتبر أحد المحاصيل الرئيسية لغذاء الإنسان(Fujin, Jiang, Funing, Zhou, & Aijun, 2016) ، فقد هدفت هذه الدراسة إلى معرفة مدى استجابة نبات القمح عند تعرضه لغاز الأوزون تحت تركيزات منخفضه. وقد تم تعريض نبات القمح للأوزون الجوي واستخدام مادة الإيثلين ثنائي اليوريا (EDU) المضادة للأوزون لدراسة تأثيره.

المنهجية وطرق العمل:

تم زراعة ١٦ أصيص ببذور القمح بحيث تم زرع ما بين ١٥ -٢٠ بذرة في كل أصيص. بعد أسبوع، تم معالجة نصف النباتات (٨ أصص) بمادة مضادة للأكسدة وهي الإيثلين ثنائي اليوريا (EDU) بنسبة ١٠٠ جزء في المليون يوم بعد يوم. بينما تم ري باقي النباتات (٨ أصص الأخرى) بماء عادي دون معالجة وتركت جميعها في الهواء الطلق (AA)لتعريضها لتركيز الأوزون الجوي المشابه لتركيز الأوزون المحيط بنبات القمح في الواقع. تم عمل التجربة في مركز التميز البحثي في الدراسات البيئية بجامعة الملك عبد العزيز - السعودية.



رسم توضيحي لمراحل الدراسة

التحاليل المعملية:

- خلال دورة حياة النبات تم قياس كلاً من معدل التمثيل الضوئي (A)، ومعدل غلق فتح الثغور(g_s)، باستخدام جهاز تحليل الغازات المحمول (IRGA)(Li-Cor،(Model 6200) .
- أخذ عينات أسبوعية طوال دورة حياة النبات لقياس معدل النمو والوزن الجاف والرطب. كما تم حساب معدل الإنتاج عن طريق عد الحبوب ووزنها لكل نبات في المحصول النهائي.
- تم اختيار النباتات عشوائيا لتقدير محتوى وأنشطة مضادات الأكسدة (الأنزيمية وغير الأنزيمية) في الأوراق المجمعّة من الحصاد النهائي.

التحليل الإحصائي:

تم إجراء التحاليل الإحصائية باستخدام البرامج المناسبة ومن ثم وضعت النتائج في شكل المتوسط ± مقياس الانحراف وتم استخدام (ANOVA Test) للمقارنة.

النتائج والمناقشة:

- أعراض الإصابة المرئية:

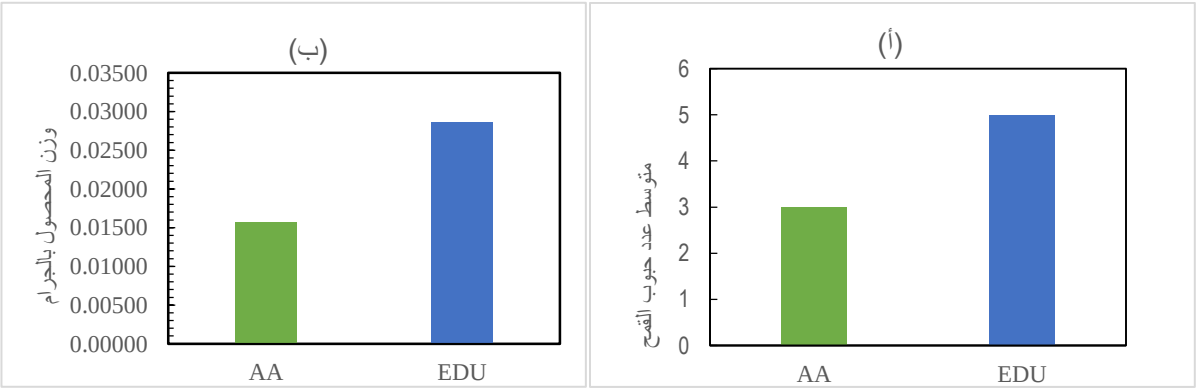
لم يتم تحديد مقدار الإصابة الناجمة عن تأثير الأوزون في هذه التجربة. ومع ذلك، أظهرت تقريبا جميع النباتات غير المعالجة بمادة (EDU) أعراض الأوزون القياسية بما في ذلك إصابات الأوراق واصفرارها.

- تبادل الغازات في الأوراق:

زيادة معدل البناء الضوئي في النباتات التي تم معالجتها بمادة الـEDU بنسبة ٢٤%، كذلك زاد معدل فتح وغلق الثغور بنسبة ٢٥%.

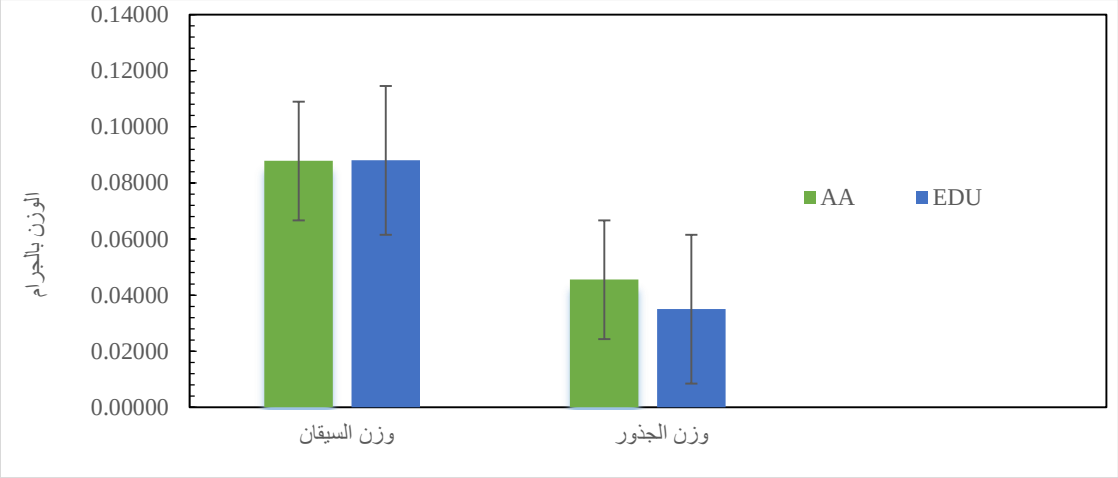
- معدل النمو والإنتاج:

كان متوسط عدد الحبوب في القمح المعالج بمادة الـ EDU أعلى بكثير من معدل محصول القمح الغير معالج بنسبة ٥٠٪، في حين ارتفع متوسط وزن الحبوب بالجرام بنسبة ٨٢٪ في النباتات المعالجة بالمادة المضادة للأوزون (الشكل ١-أ وب).



الشكل رقم [١]. يوضح تأثير مادة الـEDU والهواء المحيط (AA) على نباتات القمح (*Triticum aestivum* L.) من حيث (أ) متوسط عدد الحبوب و (ب) وزن المحصول. كل رقم هو متوسط عدد ١٠٩ قراءة ± مقياس الانحراف. الأرقام هي متوسط النباتات في الأصيص.

وتبين الدراسة أن مؤشر الحصاد زاد بشكل ملحوظ في النباتات المعالجة بمادة الـ EDU. وفيما يتعلق بنمو الساق (المجموع الخضري) لوحظ عدم وجود تأثير كبير، في حين لوحظ زيادة نمو الجذر بنسبة ٢٣٪ في النباتات غير المعالجة بـ EDU (الشكل ٢).



الشكل رقم [٢]. يوضح متوسط ١٠٩ قراءة لأوزان الجذور والسيقان وتأثير مادة الـ EDUعلى نبات القمح (*Triticum aestivum* L.) ± مقياس الانحراف.

- مضادات الأكسدة:

وهي تتواجد بصورة طبيعية في خلايا أنسجة النبات وتنشط عند تعرض النبات لأي نوع من أنواع الإجهاد وفي هذه الدراسة يعتبر الأوزون هو مسبب الإجهاد. تعمل مضادات الأكسدة كمواد طاردة للجذيرات الحرة الناتجة عن تعرض النبات لإجهاد الأكسدة الناتج من تعرضها للأوزون الأرضي والذي يؤثر على التحولات الغذائية وبالتالي نمو النبات.

في هذه الدراسة لوحظ في النباتات التي تم معالجتها بمادة الـEDU زيادة نشاط مضادات الأكسدة كإنزيم Superoxide Dismutase (SOD) وإنزيمGuaiacol Peroxidase (GPX) بنسبة ٥٠%، ٨٨% على التوالي (الجدول ١). في حين أن النباتات المعرضة للهواء المحيط أظهرت نشاط أعلى في Ascorbat Peroxidase (APX)، Glutathione Reductase (GR) وDehydroascorbate Reduction (DHAR) بمقدار ١٥٥، ١ أضعاف، ٤٦% على التوالي (الجدول ١).

كذلك أظهرت الدراسة زيادة نشاط فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) بنسبة ١٧ % نتيجة معالجة النباتات بـEDU والذي يسبب أكسدة وتدمير للأغشية البلازمية للخلايا النباتية. من ناحية أخرى، لم تظهر النباتات تغير في نشاط إنزيم الكاتليز (Catalase) في كلا من النباتات المعالجة وغير المعالجة.

الجدول رقم [١]. يوضح تأثير مادة الـ EDU المانعة للأوزون على نظام دفاع مضادات الأكسدة وفوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) (µmol min^{-1} mg^{-1} protein) في أوراق نبات القمح (*Triticum aestivum* L.).

إنزيمات الأكسدة	الهواء المحيط (غير معالجة)	معالجة بـ EDU
SOD (unit mg^{-1} protein)	65.6 ± 7.8^{b}	50.1 ± 6.3^{a}
APX (µmol min^{-1} mg^{-1} protein)	578.7 ± 76.8^{a}	498.1 ± 51.1^{b}
GPX (µmol min^{-1} mg^{-1} protein)	8.02 ± 1.01^{a}	7.3 ± 1.9^{a}
CAT (µmol min^{-1} mg^{-1} protein)	781.7 ± 97.5^{a}	614.1 ± 72.7^{b}

الخاتمة:

يتكون الغلاف الجوي المحيط بالأرض من طبقات عديدة تلعب أدواراً عديدة لحماية الحياة على وجه الأرض، منها الإرجاع المائي للسماء كالمطر، والرجع الحراري بواسطة السحب، الرجع الاهتزازي لنقل الصوت، إرجاع الأشعة فوق بنفسجية، إرجاع الأبخرة والغبار والغازات الصادرة من سطح الأرض كالأوزون.

وفي الآية القرآنية وَالسَّمَاءِ ذَاتِ الرَّجْعِ الآية ١١، وصف الله سبحانه وتعالى السماء بكلمة واحدة جامعة وهي (الرجع) والتي تشمل جميع الصور السابقة للإرجاع الذي تقوم به السماء والتي لم يتم اكتشافها إلا في العقود المتأخرة من القرن العشرين وقد تظهر صور أخرى في المستقبل.

وقد ركزت الدراسة على رجع السماء في طبقات الجو السفلى والأقرب لسطح الأرض. وحدث فيها إرجاع للملوثات الناتجة عن الأنشطة البشرية مثل الغازات الناتجة من المركبات والمصانع. ويعتبر الأوزون أحد الغازات الملوثة الثانوية التي تتكون في الغلاف الجوي السفلي (Troposphere) نتيجة تفاعلات ضوئية كيميائية لأكاسيد النيتروجين في وجود ضوء الشمس.

هذا الغاز يؤثر سلباً صحياً واقتصادياً على الإنسان حيث يسبب العديد من أمراض الجهاز التنفسي، كما يقلل من إنتاج المحاصيل الزراعية خاصة القمح. وفي هذه الورقة العلمية تم دراسة نبات القمح والذي يعتبر من أهم المحاصيل الزراعية المهمة لغذاء الإنسان وأثر تعرضه للأوزون الجوي الذي أدى إلى اصفرار الأوراق، وتقليل معدل عملية التمثيل الضوئي وعملية فتح وغلق الثغور وبالتالي يقلل من نمو وإنتاج المحصول، وتم استخدام مادة الإيثلين ثنائي اليوريا (EDU) والتي تعتبر مادة مضادة للأوزون تساعد النبات على مقاومة الإجهاد بالأكسدة الذي يسببه الأوزون الجوي.

وتشهد المملكة العربية السعودية تطوراً سريعاً يؤدي إلى تحديات تتعلق بالاستدامة البيئية بما في ذلك تدهور نوعية الهواء، وأكد استخدام مادة الـ EDU فائدتها كأداة تخفف من أضرار الأوزون الجوي على المحاصيل وزيادة كميته، وأظهرت نتائجنا بوضوح أن استخدام الـ EDU خفض تأثير الأوزون الجوي على القمح.

مزايا استخدام الـEDU : عملية وسهلة الاستخدام على المحاصيل، وآمنة ورخيصة وهي أداة سهلة للحد من خسائر المحاصيل الناجمة عن التأثير السمي للأوزون.

وفي الختام نوصي بعمل أبحاث ودراسات أخرى لاكتشاف مواد أخرى تفيد في مقاومة النبات للأوزون الجوي. وفي الجهة المقابلة، على المجتمع العمل معا لتقليل الملوثات الغازية الناتجة من حرق الوقود من المركبات والمصانع وذلك لتحسين جودة الهواء.

المراجع الأجنبية:

Algamdi, M. A., Khoder, M., Harrison, R. M., Hyvärinen, A. P., Hussein, T., Al-Jeelani, H., . . . Hameri, K. (2014). Temporal variations of O3 and NOx in the urban background atmosphere of the coastal city Jeddah, Saudi Arabia. Atmospheric Environment, 94, 205-214.

Climate, W. &. (2003). Atmospheric Layers. Retrieved from Weather & Climate: http://www.weather-climate.org.uk/02.php

Fiscus, E. L., Booker, F. L., & Burkey, K. O. (2005). Crop responses to ozone: uptake, modes of action, carbon assimilation and partitioning. Plant, Cell and Environment, 28, 997-1011.

Fujin, Y., Jiang, F., Funing, Z., Zhou, X., & Aijun, D. (2016). The impacts of surface ozone pollution on winter wheat productivity in China e An econometric approach. Environmental Pollution, 208, 326-335.

Hassan, I. A. (2010). Does CO2 ameliorate phytotoxic effects of o3? a study case on their interactive effects on physiology, and yield of potato (solanum tuberosum L. CV. Kara) plants. World Journal of Science, Technology and Sustainable Development, 7, 2.

Madronich, S., Shao, M., Wilson, S. R., Solomon, C. K., Longstrethe, D. J., & Tang, X. Y. (2015). Changes in air quality and tropospheric composition due to depletion of stratospheric ozone and interactions with changing climate: implications for human and environmental health. The Royal Society of Chemistry and Owner Societies, 14, 149-169.

Morgan, B., Ainsworth, E. A., & Long, S. P. (2003). How does elevated ozone impact soybean? A meta-analysis of photosynthesis, growth and yield. Plant, Cell and Environment, 27, 1317-1328.

المراجع العربية:

UHO. (٢٠٠٦). الآثار الصحية الناجمة عن التعرّض المفرط لأشعة الشمس فوق البنفسجية، منظمة الصحة العالمية. من http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2006/np16/ar/

الرازي، أ. ب. (1986). مجمل اللغة لابن فارس (Vol. 2). بيروت: مؤسسة الرسالة .

https://www.almaany.com/quran/86/11/3/

حسني حمدان الدسوقي حمامة. (٢٠١٤). السماء والسماوات في القرآن الكريم. تم الاسترداد من شبكة الألوكة الثقافية: http://www.alukah.net/culture/0/67353/

عادل الصعدي. (٢٢ يناير، ٢٠١٣). الإعجاز العلمي في قوله تعالى(والسماء ذات الرجع). تم الاسترداد من جامعة الإيمان:

http://www.jameataleman.org/main/articles.aspx?article_no=1721

محمد بن مكرم بن علي ابو الفضل جمال الدين ابن منظور. (٢٠٠٣). لسان العرب (المجلد ٧). دار صادر - بيروت.

KFAS (١٩٩٨) الغلاف الجوي: تعريفه و نشأته .الموسوعة الجيولوجية الجزء الرابع .بوابة التقدم العلمي. من موقع:

http://ksag.com/index.php/Articles/SingleArticle/artID/9998#pageContent

KFAS (٢٠٠٨) .كتاب المعرفة - كوكب الأرض. بوابة التقدم العلمي. من موقع:

http://ksag.com/index.php/Articles/SingleArticle/artID/7472#pageContent