Journal of the College of Education for Humanities
University of Thi-Qar \ ISSN:2707-5672
مجلة كلية التربيـة للعلـوم الانسـانيـة
جامعة ذي قار / الرقم المعياري 2707-5672
https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i1

التوزيع المكاني والزماني للأوزون الأرضي وأثره في تغير درجات الحرارة العظمى فوق العراق للمدة 1989 – 2022

أ.م.د عبد العباس عواد لفته
abbas.al-waily99@utq.edu.iq
قسم الجغرافية - كلية الآداب - جامعة ذي قار- الناصرية - العراق

الملخص

أظهرت العديد من الدراسات المناخية أن التغير في تركيز الأوزون O_3 في الغلاف الجوي هو المسؤول عما يقارب من ثلث الاحترار العالمي ،والذي ظهر في النصف الثاني من القرن الحادي والعشرين. ففي طبقة التروبوسفير (أدنى طبقة من الغلاف الجوي للأرض)، ازادت كمية الأوزون في الغلاف الجوي ، لأنه يعمل كغازات دفيئة، فهو يحبس الإشعاع طويل الموجة، وبالتالي يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض. وكانت نتائج البحث الى وجود ارتفاع في معدلات تركز الأوزون الأرضي فوق العراق خلال مدة البحث وفوق محطات البحث، وتباين تركز الأوزون فوق العراق اذ أظهرت النتائج ارتفاع معدل تركزه مكانياً وزمانياً فوق المنطقة الشمالية ثم الوسطى فالجنوبية. وبالتالي فهو من أحد الأسباب المؤدية الى ارتفاع درجات الحرارة العظمى فوق العراق. كونه يزداد في اوقات النهار ويقل في اوقات الليل.

الكلمات المفتاحية: الأوزون الأرضي، دوبسون، التغير المناخي، الجفاف

Journal of the College of Education for Humanities
University of Thi-Qar \ ISSN:2707-5672
مجلة كلية التربيـة للعلـوم الانسـانيـة
جامعة ذي قار / الرقم المعياري 2707-5672
https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i1

Spatial and temporal distribution of ground-level ozone and its effect on maximum temperature changes over Iraq for the period 1989 - 2022

Abdul Abbas Awad Lafta A.pro
Department of geography- college of Arts- University of Thi-Qar- Al-Nasiriya -IRAQ
abbas.al-waily99@utq.edu.iq

Abstract
Numerous climate studies have shown that changes in atmospheric ozone (O_3) concentrations are responsible for about one-third of the global warming that occurred in the second half of the 21st century. In the troposphere (the lowest layer of Earth's atmosphere), the amount of ozone in the atmosphere has increased because it acts as a greenhouse gas, trapping long wave radiation, which leads to a rise in Earth's temperature. The research results showed an increase in ground-level ozone concentrations over Iraq during the research period and over research stations. Ozone concentrations varied over Iraq, with the results showing an increase in spatial and temporal concentrations over the northern, central, and southern regions. Ozone is therefore one of the reasons for the rise in maximum temperatures over Iraq, as it increases during the day and decreases at night.

Keywords: Ground ozone, Dobson, climate change, drought

https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i1

اولاً: مشكلة البحث:تتحدد مشكلة البحث في السؤال التالي:

لماذا ارتفعت درجات الحرارة العظمى بشكل واضح خلال شهور في جميع احاء العراق ؟ هذا ما أدى الى مشاكل بيئية وصحية منها، الجفاف وانتشار الامراض الجلدية والعيون في الآونة الأخيرة في العراق.

ثانياً: فرضية البحث: ان ارتفاع درجات الحرارة العظمى نهاراً يرجع الى زيادة نسبة تركز الأوزون الأرضي زمانيا ومكانيا فوق العراق والذي يعد من احد الغازات المسببة للاحتباس الحراري.

ثالثاً: هدف البحث: يهدف البحث الى معرفة الأسباب التي أدت الى تغير المناخ مما ادى الى ارتفاع درجات الحرارة العظمى فوق العراق وذلك للوقاية منها وتقليل نسبة الإصابة بأمراض العيون والحساسية وظهور مشاكل في الجهاز التنفسي.

رابعاً: حدود الدراسة:

1- الحدود الزمانية: تحليل نسبة الأوزون الأرضي ودرجات الحرارة العظمى فوق العراق للمدة الزمنية الممتدة من عام 1989 ولغاية عام 2022 فوق العراق لمدة 33 سنة.

2- الحدود المكانية: تتمثل بحدود العراق الفلكية الذي يقع بين دائرتي عرض (ً2, 29ْ- ً37,3ْشمالاً وقوسي طول 38,4ْ- 48,4ْ) شرقاً، وتضم ست محطات مناخية هي (الموصل وكركوك في المنطقة الشمالية وبغداد والرطبة وتمثل المنطقة الوسطى والسماوة والبصرةلتمثل المنطقة الجنوبية).

خامساً: منهجية البحث: اعتمد الباحث على المنهج الكمي والتحليلي للبيانات والمنهج التحليلي لكمية غاز الأوزون الأرضي فوق محطات البحث وعلاقته بدرجات الحرارة. باستخدام البرامج الاحصائية ومنها برنامج (IBM SPSS statics 20) وExcel

سادساً: طريقة العمل: تم تقسيم البحث الى ثلاث مباحث هي:

المبحث الأول تناول تحليل التوزيع المكاني والزماني للأوزون الأرضي فوق محطات البحث المدة 1989-2022.

اما المبحث الثاني فتناول توزيع درجات الحرارة العظمى فوق العراق خلال المدة 1989-2022

اما المبحث الثالث فبين علاقة الارتباط بينهما. واستخراج النتائج والتوصيات

https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i1

المقدمة : يعد الأوزون المتواجد في طبقات الجو العليا التروبوسفيري أو الأرضي هو ملوث مناخي قصير العمر يبقى في الغلاف الجوي من ساعات إلى أسابيع فقط .لا يحتوي على أي مصادر انبعاثات مباشرة، بل هو مركب يتكون من تفاعل ضوء الشمس مع المركبات العضوية المتطايرة بما في ذلك الميثان وأكاسيد النيتروجين (NO_X) التي تنبعث إلى حد كبير من الأنشطة البشرية.سواء كانت الصناعية أو من نشاطة الزراعي النباتي وتربية الثروة الحيوانية، تعتمد استراتيجيات التي وضعتها المنظمات الدولين ومنها الأمم المتحدة والاتفاقيات الاطارية بشأن التخفيف والتكيف في منع تكوين الأوزون التروبوسفيري في المقام الأول من خلال تخفيض انبعاث غاز الميثان وخفض الجوي واوكسيد النتروز ومستوى انبعاث ثاني اوكسيد الكاربون في الغلاف الجوي وخفض مستويات تلوث الغلاف الجوي الناجم عن السيارات ومحطات الطاقة ومصادر أخرى.

يتكون غاز الأوزون(O_3) في الغلاف الجوي . ويوجد أيضا على مستوى الأرض من خلال النشاط الشمسي والاشعاع الشمسي ، خاصة في الأيام المشمسة والدافئة والايام الصيفية الخالية من الغيوم او العواصف الغبارية. وتختلف قيمته من منطقةٍ لأخرى، لأن تكوّن الأوزون يعتمد على الظروف الجوية ونسبة ملوثات الهواء. فقد أظهرت بعض الدراسات منذ عام 1950 أن هنالك زيادة في الأوزون في طبقة التروبوسفير في النصف الشمالي من الكرة الأرضية وهذه الزيادة سببها تسرب هواء الستراتوسفيري الغني بالأوزون والذي يأتي من أكسدة الميثان،والأكسدة الضوئية (photooxidation) لمركبات عضوية متطايرة (VOCs) والمنبعثة من النبات مع اكاسيد النتروجين، فتشكل طبقة واقية رقيقة جدا حول الأرض لتمتص الاشعة فوق البنفسجية الضارة، ويمنعها من الوصول الى سطح الأرض. (صبحي، 2015)

يعد الأوزون غاز عديم اللون وسام يشبه كيميائياً الأوكسجين، أذ يتكون من ثلاث جزيئات وعند اتحاده مع المركبات المتطايرة التي قام الانسان بصناعتها مثل غاز الفريون (الكلورفلوكاربون (CFC))فان الاخير يقوم بتجزئته الى احادي الاوكسجين وثنائي الاوكسجين،وبالتالي تقل شفافية طبقة الاوزون O_3 مما يسمح بدخول كمية اكبر من الاشعاع الشمسي الواصل الى الغلاف الجوي وسطح الأرض. وبخلاف الأكسجين، فقد يكون التعرض المباشر له ضاراً بالبشر. وتشمل الآثار الصحية قصيرة المدى للأوزون هو تهيج العين والصداع وزيادة مشاكل الجهاز التنفسي والحساسية. وفي المقام الأول، يجب على من يعانون من زيادة حساسية الأوزون أو أمراض الجهاز التنفسي والأطفال حماية أنفسهم من تلوث الأوزون المرتفع.

يعد الأوزون التروبوسفير (O_3) أو الأوزون الأرضي ملوث ثانوي عالمي للهواء فهو يؤثر في صحة البشر والنظم الايكولوجية، ويمثل غازا هاما من غازات الاحتباس الحراري.إذ يتكون الأوزون الأرضي في أدنى جزء من الغلاف الجوي للأرض من خلال تفاعلات بين ضوء الشمس والهواء المحتوى على مركبات عضوية متطايرة تطلقها المركبات الآلية والصناعات. ويمكن أن يدمر الغطاء النباتي ويتسبب في إحداث خفض كبير في نمو بعض النباتات وانخفاض في انتاجية المحاصيل الزراعية من خلال تدخله مع التمثيل الضوئي للنبات ، والأوزون التوبوسفيري ظاهرة تختلف عن الأوزون الستراتوسفيري. (UNEP، 2012).

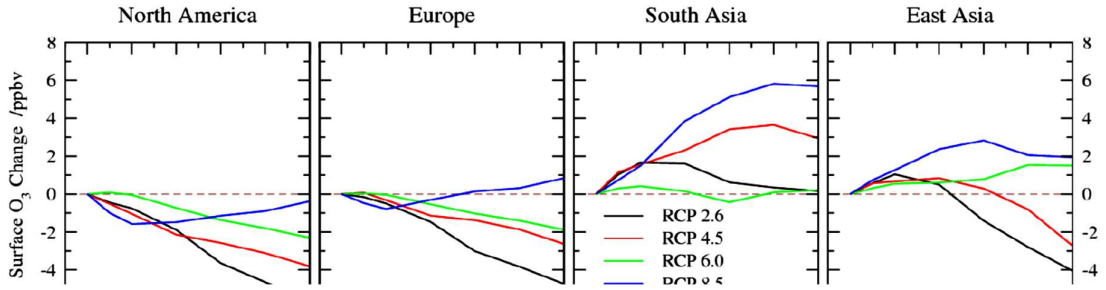
يجب التفرقة بين الأوزون في الغلاف الجوي وبالقرب من سطح الأرض أو ما يسمى بالأوزون الأرضي والاوزون الستراتوسفيري. في حين أن الأوزون هو ضار بالصحة بالقرب من سطح الأرض، فإن الأوزون المتواجد على ارتفاع 12 كم او أكثر من ذلك في طبقة الستراتوسفير له وظيفة مهمة للغاية: هو حماية الأرض من كمية الاشعاع الواصل الى الغلاف الجوي والأرض والتقليل من نفاذ الأشعة فوق البنفسجية، وبالتالي تحمي البشر أيضًا من الأشعة الضارة ذات الطاقة العالية التي تنتجها الشمس. ودون هذه الطبقة الواقية المتواجدة في الثلث الاول من طبقة الستراتوسفير، ستكون أشعة الشمس الساقطة على سطح الأرض قوية لدرجة تجعل الحياة عليها مستحيلة. ويمكن لبعض الملوثات، وأبرزها مركبات الكلور فلور كاربون (CFC)، أن تلحق الضرر بطبقة الأوزون، مما يؤدي إلى حدوث ثقب أو بالأحرى تقل شفافية طبقة الأوزون. وعندئذٍ، يصل المزيد من الأشعة ما فوق البنفسجية إلى الأرضمما يؤدي الى مشاكل بيئية وصحية .

يتضح من الشكل (1) ان التغيرات في كمية الأوزون الأرضي بدأت ترتفع في الدول النامية والمتقدمة. وتتباين تقديرات الأوزون الأرضي في المستقبل تباينا شاسعا اعتمادا على سيناريوهات الانبعاثات التي ذكرتها تقارير الامم

https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i1

المتحدة ، وتتوقف بقوة على مسارات الانبعاثات العالمية والإقليمية. فيجري في الوقت الحاضر استخدام النهج التجريبي والخاصة بالنمذجة في فهم استجابة النباتات لزيادة الأوزون. ويبين استخدام سيناريوهات مختلفة لانبعاثات O_3، وتقديرات مستمدة من 4 نماذج عالمية لمتوسط تركز الاوزون الارضي، فيما بين 2000 و2050، أن أكبر الزيادات ستكون في جنوب آسيا حيث تصل إلى 5 أجزاء من المليار (UNEP، 2012). وبما أن العراق جزء من قارة آسيا فهو أيضا يتأثر بهذه الزيادة في تركز غاز الأوزون الأرضي تبعا لموقعه الجغرافي. الشكل (1)

شرق آسيا جنوب آسيا أوروبا أمريكا الشمالية



الشكل (1) متوسط التغييرات في الأوزون الأرضي (ppb) فوق الأقاليم التي تعاني من التلوث في نصف الكرة الشمالي بإتباع سيناريوهات مسارات التركيزات التمثيلية RCP الأربعة من 2000 إلى 2050. (UNEP، 2012)

كيف يتكون الأوزون الأرضي؟

يتكون الاوزون الارضي من تفاعل الملوثات التي تنتجها المصانع والعوادم التي تطرحها السيارات والغازات النتاجة من احتراق الوقود الاحفوري ومن خلال تفاعلها الكيميائي مع بعضها، إذ تتفاعل الهيدروكاربونات وغازات اوكسيد النتروز N_2O بوجود الاشعاع الشمسي فيتكون الأوزون بالقرب من الأرض مكونًا رئيسيًا لما يسمى "الضباب الدخاني الصيفي". حيث يتكون الأوزون في الفترات التي تكون فيها أشعة شمس شديدة بسبب العمليات الكيميائية من ملوثات الهواء نهاراً ، مثل أكاسيد النيتروجين والمركبات العضوية المتطايرة. وتنتج هذه الملوثات الأولية بشكل أساسي بسبب النشاط البشري، وبشكل رئيسي جراء حركة المرور على الطرق واستخدام المذيبات واستخدام المركبات المتطايرة في الاصباغ ، مثلاً في الأصباغ والورنيش والمواد اللاصقة ومنتجات التنظيف. ومع ذلك، فإن بعض هذه المركبات العضوية المتطايرة يتم إطلاقها أيضاً من خلال الطبيعة.

ولكي يتكوّن الأوزون، يجب استيفاء شرطين:

1. وجود الملوثات في الغلاف الجوي 2- الأشعاع الشمسي الشديد

a: O_3 (g) الضوء⟶ O_2 (g) + O (g)

b: O_2 (g) ⟶ 2 O (g)

c: 2 O (g) ⟶ O_2 (g)

d: O (g) + O_2 (g) ⟶ O_3 (g)

e: 2 O (g) + O_2 (g) ⟶ 2 O_3 (g)

https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i1

وبالتالي، قد يتراكم الأوزون في الطبقات القريبة من سطح الأرض من الهواء خلال الفترة التي يكون فيها الطقس معتدلًا لمدة طويلة.

متى يكون تكوّن الأوزون مرتفعًا؟

عادة ما يكون تركيز الأوزون أعلى في الأشهر الحارة ،من شهر مايس إلى أيلول. إلا أن ذلك يعتمد أيضًا على وقت اليوم: يبدأ تكوّن الأوزون في الصباح،ويزداد تدريجيا بمرور الوقت مع ارتفاع وشدة الاشعاع الشمسي لذلك يوجد معظم الأوزون وتركيزه بين الساعة الثانية بعد الظهر والرابعة عصرا. أما فترات الليل، فيتحلل مرة أخرى ويقل تركزه. هذا يعني أن تلوث الأوزون يكون في أدنى مستوياته في أول الصباح.

إن ارتفاع تركز الملوثات الموجودة في الهواء تمثل خطرا كبيرا على صحة الانسان وحياته . ووفقا لتقديرات منظمة الصحة العالمية ، فانه يؤدي إلى وفاة حوالي سبعة ملايين شخصاً سنويًا. ويمكن عزوها لآثار تلوث الهواء الطلق والهواء في الأماكن المغلقة (الناجم عن حرق الوقود اللأحفوري) . ويتحمل سكان البلدان النامية أكثر من نصف عبء هذه الأمراض . (منظمة الصحة العالمية، 2005) وأن دلائل منظمة الصحة العالمية بشأن نوعية الهواء في أوروبا، والتي حددت قيمة دالة لمستويات الأوزون مقدارها 120ميكروغرام/م^3 باعتبارها متوسطاً يومياً لكل 8 ساعات. ولكن دراسات السلسلة الزمنية الوبائية أتاحت إضافة معلومات هامة إلى قاعدة البينات بشأن الآثار الصحية للأوزون.

وبينت أحدث دراسات السلسلة الزمنية تلك وجود آثار صحية تخلفها تركيزات الأوزون التي تتدنى عن القيمة الدالة السابقة البالغة 120 ميكروغرام لكل م^3.

ويستنتج من ذلك، ومن نتائج الدراسات المختبرية والميدانية التي اقامها خبراء منظمة الصحة العالمية (WHO)التي أشارت لوجود تباينات هامة ما بين الأفراد في الاستجابة للأوزون، أن هناك ما يبرر تقليص القيمة الدالة للأوزون التي تذكرها دلائل منظمة الصحة العالمية بشأن نوعية الهواء من مستواها الراهن البالغ 120 ميكروغرام/م^3 إلى 100 ميكروغرام/م^3 (المتوسط اليومي الأقصى في كل 8 ساعات). (منظمة الصحة العالمية، 2005) .

. ولقد بينت دراسات عدة وجود ارتباط وثيق بين تركز الأوزون بشتى المؤكسدات الضوئية-الكيميائية السامة التي تنشأ عن مصادر مماثلة، بما فيها بيروكسي نترات الأثيل وحامض النتريك وأكسيد الهيدروجين. وتركز قياسات مكافحة مستويات الأوزون في طبقات الغلاف الجوي السفلى (الأوزون الأرضي) على السلائف المسببة لانبعاثات هذا الغاز، ولكن يرجح أيضاً أنها تساعد على مكافحة آثار عدد من الملوثات الأخرى. (UNEP، 2012)

وتتباين تراكيز الأوزون الطبقة التروبوسفيرية في نصفي الكرة مع تباين الزمن والمكان ولكنها يمكن أن تبلغ مستويات متوسطة تقارب 80 ميكروغرام/م^3 في كل 8 ساعات. ويعود سبب ذلك إلى انبعاثات سلائف الأوزون البشرية أو البيولوجية المنشأ (مثل المركبات العضوية الطيارة التي تطلقها النباتات) وإلى اقتحام أوزون الغلاف (الستراتوسفيري) للغلاف الجوي التروبوسفيري. (UNEP، 2012)

أصبحت تركيزات O_3 الحالية أعلى بكثير في نصف الكرة الشمالي عنها في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، مع متوسط شهري أساسي للأوكسجين في نصف الكرة الشمالي يتراوح بين 35 إلى 50 جزء في البليون(ستيفنسون وآخرون، 2006) (Stevenson DS، 2006). وفي أمريكا الشمالية وأوروبا، تحدث مستويات أعلى من O_3 في فصل الصيف وتبلغ ذروتها يومياً التركيزات تحدث في وقت متأخر بعد الظهر. تحدث تركيزات عالية جدًا بشكل عرضي مع مستويات O_3 تصل إلى 200-400 جزء في المليون في المناطق الحضرية أو في المناطق النائية أثناء موجات الحر (Society، 2008).

لقد تم إثبات التأثيرات الضارة للأوزون على الغطاء النباتي أيضاً من خلال الدراسات التجريبية، التي أجريت في الغالب في أمريكا الشمالية وأوروبا على مدى العقود الثلاثة الماضية، ولكن في الآونة الأخيرة في آسيا. ومع ذلك، اتجهت الأبحاث إلى التركيز على المحاصيل الزراعية مع إجراء عدد أقل من الدراسات على أشجار الغابات أقل مرة أخرى على الأراضي العشبية. الغالبية العظمى من الأبحاث التي تبحث في استجابات الأراضي العشبية لـ O_3 تأتي من أوروبا، مع القليل من التجارب التي تم إجراؤها في الولايات المتحدة، وحتى أقل في آسيا ولا شيء في المناطق الاستوائية. وهكذا مقارنة بالنسبة للأشجار والمحاصيل، لا يُعرف الكثير عن كيفية تأثر الأراضي العشبية بالأوزون الحالي والمستقبلي.

https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i1

يؤثر مستوى الأوزون الأرضي على التنوع البيولوجي التحليلات التلوية الحديثة التي تقارن الأشجار المعتدلة الشمالية المعرضة للتركيزات المحيطة الحالية لـ O_3 مقارنة بالهواء المفلتر بالفحم، تشير إلى أن الأوزون حاليًا يقلل من التمثيل الضوئي الصافي للأشجار بنسبة 11٪ (Wittig VE A.، 2007) وانخفاض بنسبة 7% في الكتلة الحيوية للأشجار (Wittig VE A.، 2009). وجود قيود على استقراء هذه تتمثل البيانات المتعلقة بالغابات الناضجة في أن التقديرات تعتمد إلى حد كبير على الأشجار الفردية الصغيرة التي تنمو في بيئة غير تنافسية، وأن استقراء النتائج من الشتلات قد لا يكون مناسبًا للتنبؤ استجابة الأشجار والغابات الناضجة لـ O_3 (Chappelka AH، 1998).

المبحث الاول: التوزيع المكاني والزماني للأوزون الأرضي فوق محطات البحث.

يتضح من الجدول (1) والشكل (2و3) والخريطة (1) أن تركز الأوزون الشهري يظهر مكانياً في المناطق الشمالية بمعدل اكبر من المنطقة الوسطى والتي بدورها تكون اعلى معدل من المنطقة الجنوبية وأن أعلى معدل سنوي سجل في المنطقة الشمالية في محطة الموصل بلغ (2,25) دوبسون* ومحطة كركوك (2,13) دوبسون بينما جاءت محطتا بغداد والرطبة بمعدل (1,84 ، 1,94) دوبسون على التوالي بينما سجل في محطتا السماوة والبصرة اقل معدل بلغ (1,50 ، 1,47) دوبسون على التوالي. ومن هنا يتضح أن المناطق الشمالية تتعرض لكميات أكبر من الأوزون الأرضي من المناطق الوسطى ثم الجنوبية، من جانب آخر فان محطة الموصل سجلت اعلى معدل شهري وسنوي من محطة كركوك لجميع الأشهر وأنَّ محطة الرطبة غرب العراق كانت قد سجلت معدلات أكبر من محطة بغداد في المنطقة الوسطى لجميع الأشهر أيضا، وأن محطة السماوة قد سجلت أعلى معدل ضمن المنطقة الجنوبية عن محطة البصرة ولجميع الأشهر.

جدول (1) المعدل الشهري والسنوي للأوزون الأرضي (دوبسون) فوق محطات البحث للمدة 1998-2022

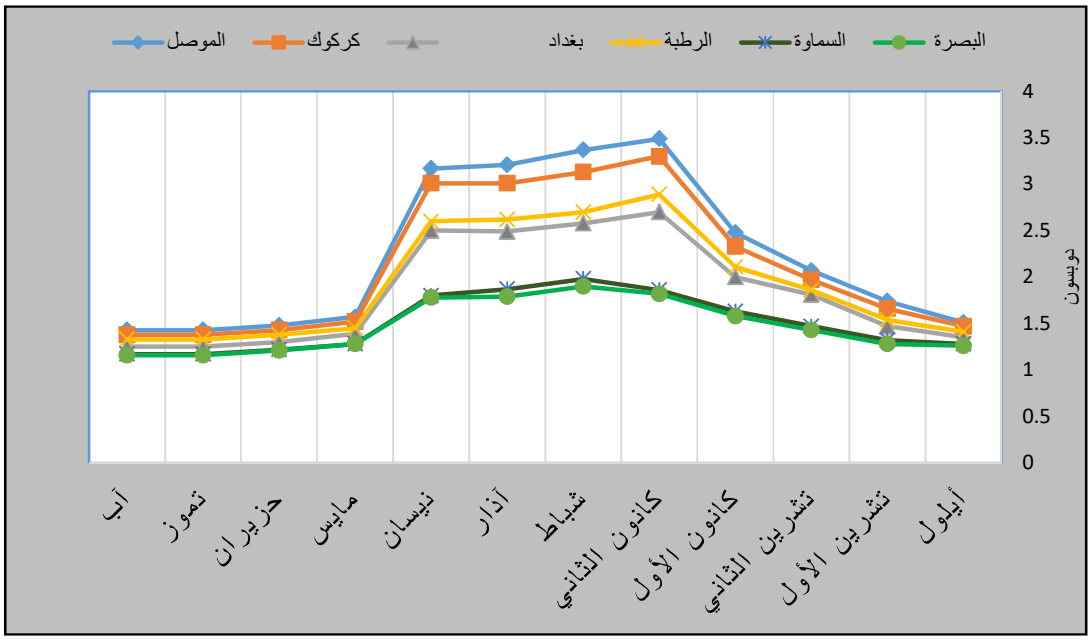
المحطات/الأشهر	الموصل	كركوك	بغداد	الرطبة	السماوة	البصرة
أيلول	1.51	1.47	1.35	1.41	1.28	1.26
تشرين الأول	1.74	1.66	1.47	1.54	1.32	1.28
تشرين الثاني	2.07	1.97	1.81	1.86	1.47	1.43
كانون الأول	2.48	2.33	2.00	2.11	1.63	1.58
كانون الثاني	3.49	3.30	2.70	2.89	1.86	1.82
شباط	3.37	3.13	2.58	2.70	1.98	1.90
آذار	3.21	3.01	2.49	2.62	1.87	1.79
نيسان	3.17	3.01	2.50	2.60	1.80	1.78
مايس	1.57	1.52	1.39	1.45	1.28	1.28
حزيران	1.48	1.43	1.30	1.38	1.22	1.21
تموز	1.43	1.38	1.25	1.33	1.17	1.16
آب	1.43	1.38	1.25	1.33	1.17	1.16
المعدل السنوي	2.25	2.13	1.84	1.94	1.50	1.47

من عمل الباحث اعتمادا على الموقع: (https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-pressure-levels?tab=form)

* دوبسون dobsun أو (دبسن)هي وحدة قياس طبقة الأوزون، وهي عبارة عن عدد جزيئات الاوزون الحر اللازم لتكوين طبقة اوزون سمكها 0.01 ملليمتر من هذا الغاز عند درجة حرارة صفر.

ملاحظة: تقاس كمية الاوزون في الجو باستخدام وحدة الدبسن Dobson والتي هي عبـارة عن وزن عـمود الاوزون من السطح الى قمة الغلاف الجوي وتساوي الدبسن حوالي $2.7*10^{16}$ molecules/cm^2

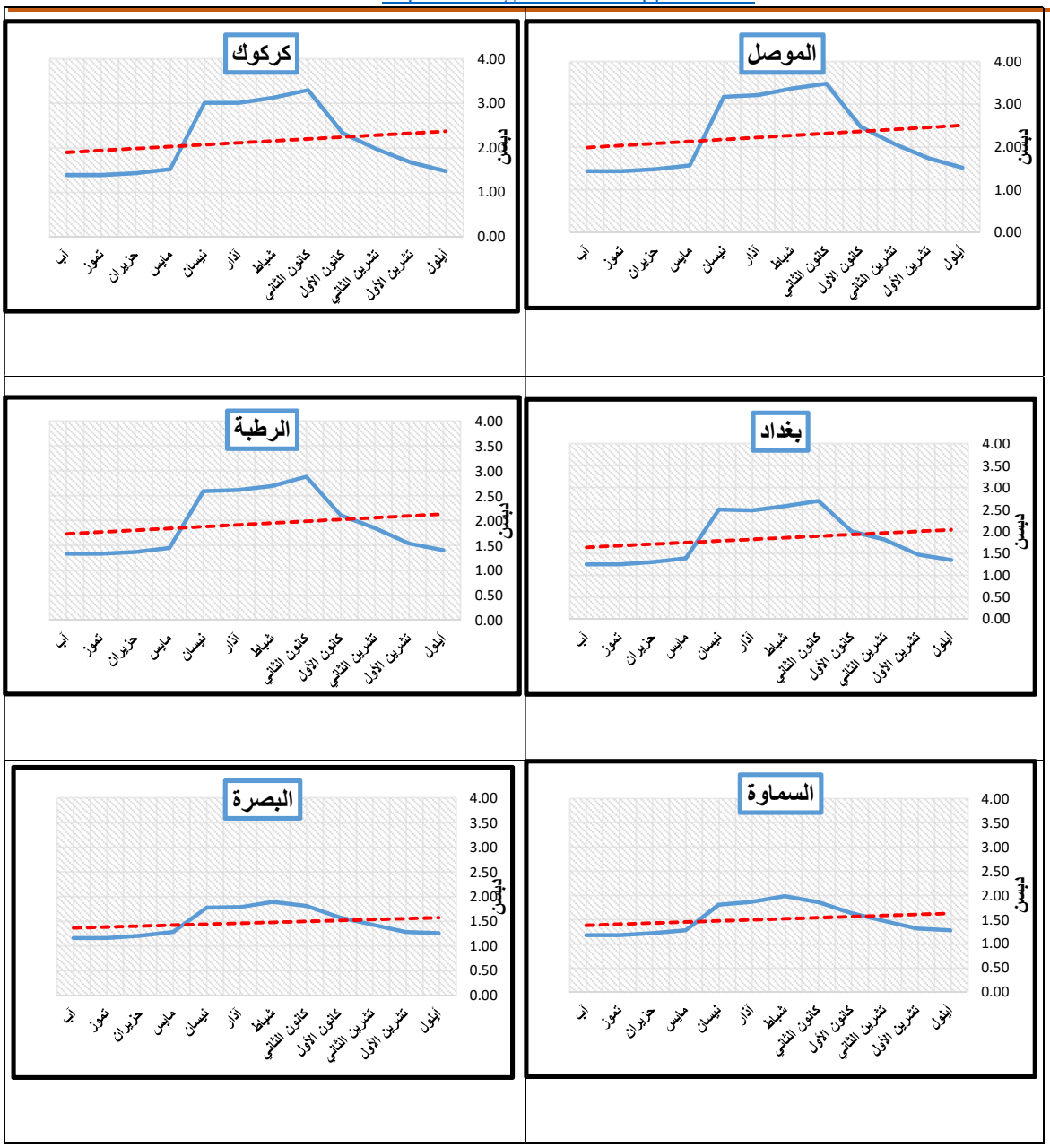
https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i1



شكل (2) المعدل الشهري للأوزون الأرضي (دوبسون) فوق محطات البحث للمدة 1998-2022
الشكل من عمل الباحث اعتمادا على الجدول (1)

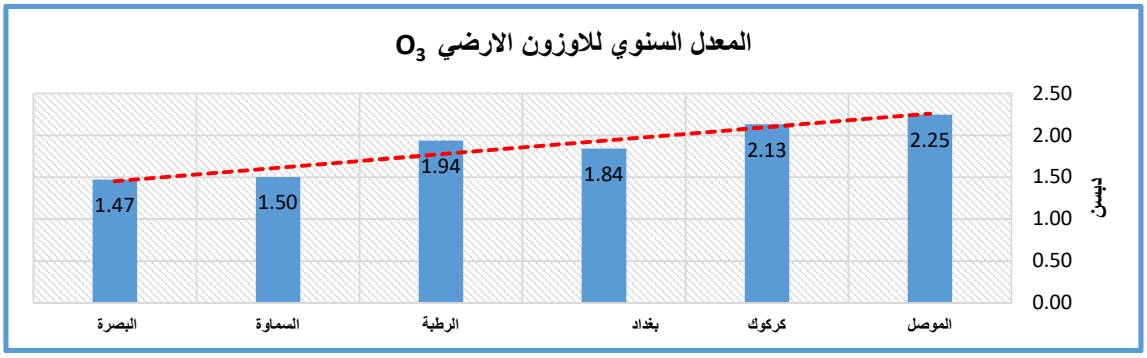
أما التوزيع الزماني فنلاحظ من الشكل (2و 3و4) أن معدلات الاوزون ترتفع في الفصل البارد وتنخفض في الفصل الدافئ أو الحار، إذ سجلت محطات الدراسة ارتفاع معدلات الأوزون في الأشهر (كانون الأول وكانون الثاني وشباط وآذار نيسان) فقد سجلت محطة (الموصل وكركوك وبغداد والرطبة) اعلى ارتفاع لهم في شهر كانون الثاني وبلغ (3,49 ، 3,30 ، 2,70، 2,89 دوبسون)على التوالي ، بينما سجلت محطتي السماوة والبصرة اعلى ارتفاع لهما في شهر شباط وبلغ (1,98 ، 1,90 دوبسون) على التوالي.
كذلك سجلت جميع محطات البحث اتجاها نحو الانخفاض في مقدار التغير للأوزون السنوي والشهري خلال مدة البحث.

https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i1



الشكل (3) التوزيع المكاني والزماني الشهري والسنوي للأوزون الأرضي (دوبسون) واتجاه التغير فوق محطات البحث للمدة (1998-2022) المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على الجدول (1)

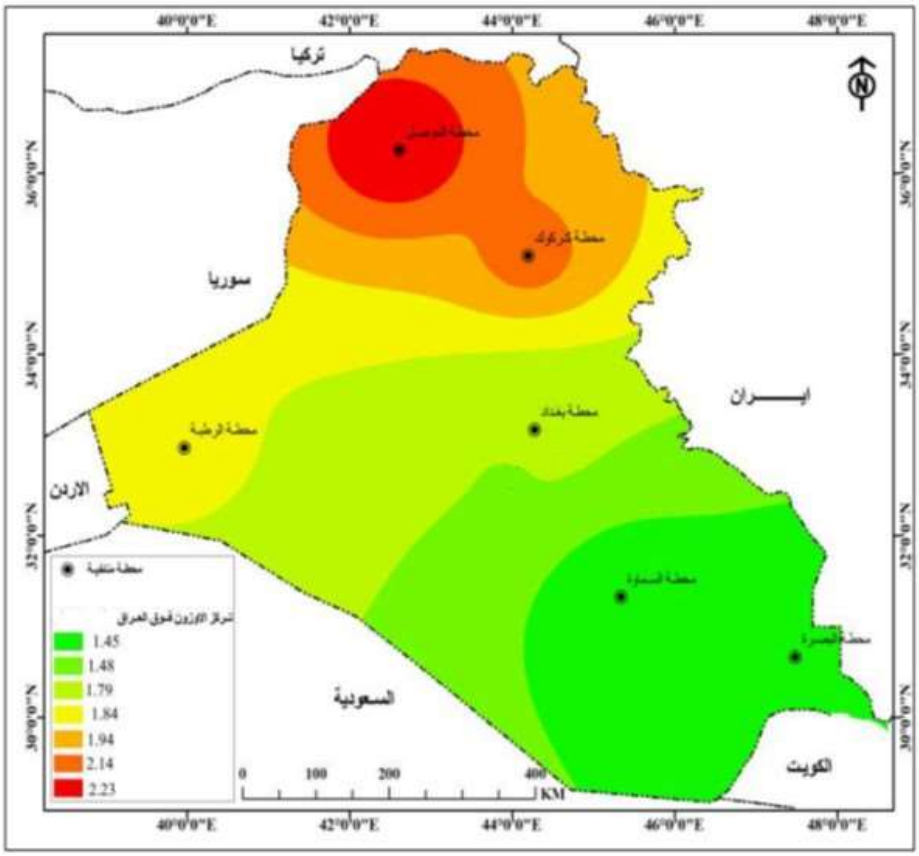
https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i1



الشكل (4) التوزيع المكاني والزماني السنوي للأوزون الأرضي (دوبسون) واتجاه التغير فوق محطات البحث للمدة (1998-2022)

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على الجدول (1)

خريطة (1) التباين المكاني لمعدل تركيز الأوزون (دوبسون) فوق العراق للمدة (1998-2022)



المصدر من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الجدول (1) باستخدام برنامج <Arc view

https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i1

المبحث الثاني: توزيع درجات الحرارة العظمى فوق العراق خلال المدة 1989-2022:

يتضح من الجدول (2) والشكل (5) أن هناك ارتفاع في معدلات درجات الحرارة العظمى في الدورة الثانية (**2011-2022**) عما كان علية في الدورة الأولى (**1989-2000**) ولجميع الأشهر خلال مدة البحث. فقد سجلت محطة الموصل خلال فصل الصيف اعلى معدل لها في الدورة الثانية في شهر تموز بلغ (44,1) مْ ثم في شهر آب (43,9)مْ ثم في شهر حزيران (40,2)مْ.

اما محطة كركوك فقد سجلت اعلى معدل لدرجات الحرارة العظمى في الدورة الثانية بلغ (44,6 ، 44,4 ، 41,4) مْ في الأشهر تموز وآب وحزيران على التوالي.

وفي محطة بغداد سجل اعلى معدل لدرجات الحرارة في فصل الصيف في الدورة الثانية بلغ (45,4 ،45,2 ، 42,6) مْ في الأشهر تموز ثم آب ثم حزيران على التوالي، اما في محطة الرطبة فقد سجل اعلى معدل لدرجات الحرارة العظمى بلغ (39,9)مْ في شهر تموز ثم (38,9)مْ في شهر آب ثم (37,1)مْ . كذلك جاءت محطة السماوة لتسجل اعلى معدل في درجات الحرارة العظمى اذ بلغت (47,2 ، 47,1 ، 44,8) مْ للأشهر آب وتموز وحزيران على التوالي. بينما سجلت محطة البصرة اعلى معدل من جميع محطات الدراسة بلغ (48,2) مْ في شهر تموز ثم (47,8) مْ في شهر آب و(45,7) مْ في شهر حزيران. وبذلك تكون المناطق الجنوبية هي الأعلى معدل في درجات الحرارة العظمى لكونها أقرب الى زاوية سقوط اشعة الشمس من المناطق الوسطى والشمالية فضلا عن تأثيرات المنظومات الضغطية الحارة عليها بسبب الموقع الجغرافي لها. كما سجلت جميع محطات البحث تغير في الاتجاه الموجب نحو الارتفاع في درجات الحرارة العظمى لجميع المحطات ولجميع الأشهر عدا شهر أيلول لمحطتي كركوك والرطبة اذ سجلت اتجاه السالب نحو الانخفاض فيهما.

يتضح من تحليل الجدول (2) والشكل (4) أن هناك اتجاه نحو الارتفاع في معدل درجات الحرارة العظمى فوق محطات البحث أذ بلغ اعلى مقدار للتغير في محطة الموصل (+0,1) للأشهر (تشرين الأول وكانون الأول وكانون الثاني وشباط ونيسان ومايس) . اما محطة كركوك فكان اعلى مقدار للتغير بين الدورتين (+0,1) في الأشهر (كانون الأول وكانون الثاني وشباط وآذار ونيسان ومايس وحزيران)

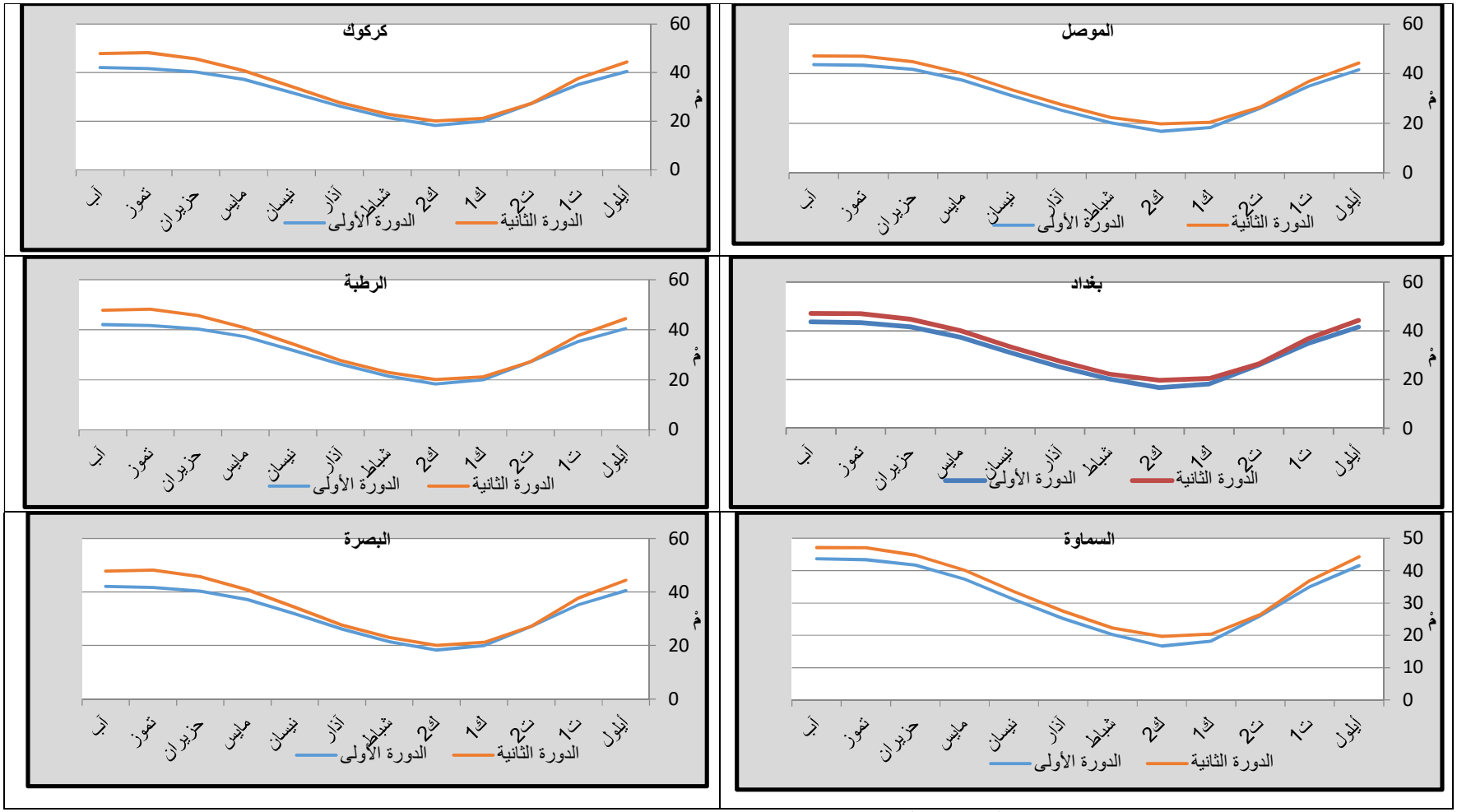
اما في محطة بغداد فان اعلى مقدار التغير بلغ (+0,1) في الأشهر (كانون الأول وكانون الثاني وشباط وآذار ونيسان ومايس) وفي محطة الرطبة بلغ اعلى مقدار لتغير في ارتفاع معدل درجات الحرارة العظمى (+0,1) في الأشهر (تشرين الأول وكانون الأول وكانون الثاني وآذار ومايس)

اما في محطة السماوة فقد بلغ اعلى مقدار للتغير (+0,2) في شهر كانون الثاني و(+0,1) في الأشهر (أيلول وتشرين الأول وكانون الأول وشباط وآذار ونيسان ومايس وحزيران وتموز وآب) وفي محطة البصرة بلغ اعلى مقدار للتغير في شهر تموز بمقدار (+0,2) بينما بلغ (+0,1) في بقية الأشهر عدا شهر تشرين الثاني (0,0). وبهذا يتبين ان هناك ارتفاع في معدل درجات الحرارة العظمى بين الدورة الأولى والثانية باتجاه موجب وفي جميع المحطات وفي معظم أشهر السنة. إذن هنالك تغير زماني ومكاني في محطات البحث.

الجدول (2) معدل درجات الحرارة العظمى (مْ) ومقدار التغير في محطات الدراسة للدورتين (1989-2000) و(2011-2022)

المحطة	الدورات المناخية	الدورة	أيلول	ت1	ت2	ك1	ك2	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب
الموصل	2000-1989	الدورة الأولى	38.4	31	21.5	13.8	12.5	15.2	19.5	24.6	32.2	38.6	42.7	42.2
	2022-2011	الدورة الثانية	39	32.8	22.3	15.6	13.7	16.4	20	27	33.9	40.2	44.1	43.9
	مقدار التغير		0.02	0.1	0.04	0.1	0.1	0.1	0.03	0.1	0.1	0.04	0.03	0.04
كركوك	2000-1989	الدورة الأولى	38.8	31.9	22.9	15.3	13.7	15.9	20	25.4	32.8	39.1	42.8	42.5
	2022-2011	الدورة الثانية	40.2	32.4	23	17	15.1	17.5	21.2	28.4	35.1	41.4	44.6	44.4
	مقدار التغير		0.04	0.02	0.01	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.04	0.04
بغداد	2000-1989	الدورة الأولى	40.1	33.3	24.2	16.5	15.3	18.4	23.3	29.1	35.7	40.8	43.4	42.9
	2022-2011	الدورة الثانية	39.7	34	25.5	18.2	17.2	20	24.6	31.2	37.5	42.6	45.4	45.2
	مقدار التغير		-0.01	0.02	0.01	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.04	0.05	0.1
الرطبة	2000-1989	الدورة الأولى	35.9	30.2	21.3	14.5	12.7	15.8	20	26	31.4	35.8	38.3	38.1
	2022-2011	الدورة الثانية	35.2	32.4	22.8	16.5	14.5	16.4	21	26.6	33.1	37.1	39.9	38.9
	مقدار التغير		-0.02	0.1	0.01	0.1	0.1	0.04	0.1	0.02	0.1	0.04	0.04	0.02
السماوة	2000-1989	الدورة الأولى	41.6	35	26	18.2	16.7	20.2	25.2	31.1	37.4	41.7	43.4	43.7
	2022-2011	الدورة الثانية	44.3	36.9	26.4	20.4	19.7	22.3	27.5	33.5	40.1	44.8	47.1	47.2
	مقدار التغير		0.1	0.1	0.02	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
البصرة	2000-1989	الدورة الأولى	40.5	35.2	27.2	20	18.3	21.5	26.2	31.8	37.2	40.3	41.7	42.1
	2022-2011	الدورة الثانية	44.4	37.7	27.2	21.2	20.1	23	27.7	34.3	40.8	45.7	48.2	47.8
	مقدار التغير		0.1	0.1	0.00	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1

الجدول من عمل الباحث اعتمادا على: بيانات الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، 2022، بيانات غير منشوره. (منشورة، 2022)



الشكل (5) معدل درجات الحرارة العظمى (م°) لمحطات البحث للدورتين (1989-2000) و (2011-2022) المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على الجدول (2)

المبحث الثالث : علاقة الارتباط بين معدلات تركز الأوزون ودرجات الحرارة العظمى فوق محطات البحث

تم استخدام برنامج (IBM SPSS Statistics 20) لتحليل العلاقة الإحصائية بين معدلات درجات الحرارة العظمى فوق محطات البحث (الموصل وكركوك كمنطقة شمالية وبغداد والرطبة كمنطقة وسطى والسماوة والبصرة كمنطقة جنوبية) وبين معدل تراكيز الأوزون الأرضي فوق المحطات ولسلسلة زمنية أمدها 33 سنة باستخدام معامل الارتباط (person).
يتبين من الجداول (3و4 و5) والاشكال (6 و7 و8) ان درجات الحرارة العظمى تزداد معدلاتها فوق المنطقة الجنوبية في المحطات (البصرة والسماوة) وتتناقص كلما اتجهنا شمالا وهذا طبيعي بحسب الموقع الجغرافي للعراق ولدوائر العرض والتضاريس الأرضية لطبيعة سطح العراق. كما يلاحظ أيضا ان تركز معدل الأوزون الرضي يزداد في المناطق الشمالية ويتناقص كلما اتجهنا جنوبا. واظهرت نتائج الارتباط النتائج التالية:

نتائج البحث

من خلال التحليل الاحصائي لبيانات درجات الحرارة العظمى وتوزيع الأوزون الأرضي فوق محطات البحث، ظهرت نتائج علاقة الارتباط (بيرسون) بين معدل درجات الحرارة العظمى ومعدلات تركز الاوزون الارضي لسلسلة زمنية امدها 33 سنة تبدأ من 1989 ولغاية 2022.النتائج التالية:

1- هنالك علاقة ارتباط عكسية بين درجات الحرارة العظمى والتي تقاس بعد الساعة 2-3 بعد الظهر وتركز معدلات الاوزون الأرضي.
2- كانت علاقة الارتباط قوية باتجاه سالب في شهر أيلول بلغت (-7,0) فوق محطات البحث
3- كانت علاقة الارتباط العكسي قوية جدا في شهري تشرين الأول وتشرين الثاني قوية جدا بلغت (-0,8 و -0,9) على التوالي.
4- يتبين ان العلاقة بينهما كانت في شهر كانون الأول علاقة عكسية سالبة تامة بلغت (-1)
5- سجلت العلاقة بينهما اتجاها نحو علاقة عكسية سالبة قوية جدا بلغت (-0,9) في الأشهر (كانون الثاني وشباط وآذار ونيسان ومايس)
6- انخفضت العلاقة بينهما قليلا لتسجل ارتباط عكسي سالب قوي في شهر حزيران بلغ (-0,7)
7- انخفضت علاقة الارتباط باتجاه سالب متوسط في شهري تموز وآب بلغ (-0,5 و -0,6) على التوالي.
8- تظهر نتائج الحليل ان تركز الأوزون الأرضي انه ينخفض نهارا بسبب ارتفاع درجات الحرارة العظمى.
9- يرتفع تركز الأوزون كلما انخفضت درجات الحرارة فهو يزداد في الأشهر الباردة وخاصة في فصل الشتاء وبداية فصل الربيع وينخفض تدريجيا في الأشهر الحارة وتحديدا في شهري تموز وآب.
10- إن ارتفاع تركز معدلات الأوزون الأرضي في المناطق الشمالية والوسطى والذي يعد من غازات الاحتباس الحراري ساهم في رفع معدلات درجات العظمى.

جدول (3) معدل درجات الحرارة العظمى (مْ) فوق لمحطات البحث لسلسلة زمنية للمدة من 1989-2022

السنة/المحطة	أيلول	تشرين 1	تشرين 2	كانون 1	كانون 2	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب
الموصل	38.5	31.9	21.9	15.1	13.0	15.5	19.9	26.1	33.4	39.9	43.6	43.3
كركوك	39.2	31.8	23.0	16.5	14.2	16.4	20.9	27.4	34.5	40.7	44.0	43.6
بغداد	39.9	34.0	23.7	17.9	16.0	19.2	24.3	30.7	37.2	42.2	44.7	44.4
الرطبة	35.7	29.6	21.7	16.1	13.9	16.0	20.5	26.8	32.7	36.9	39.5	39.3
السماوة	41.3	35.1	25.8	19.4	17.1	20.4	25.8	32.1	38.8	43.2	44.7	45.0
البصرة	43.2	37.1	27.0	20.2	17.9	21.0	25.9	32.4	39.0	43.5	47.1	47.2

الجدول من عمل الباحث اعتمادا على: بيانات الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، 2022، بيانات غير منشوره.

جدول (4) معدل تركز الأوزون الأرضي (دوبسون) فوق لمحطات البحث لسلسلة زمنية للمدة من 1989-2022

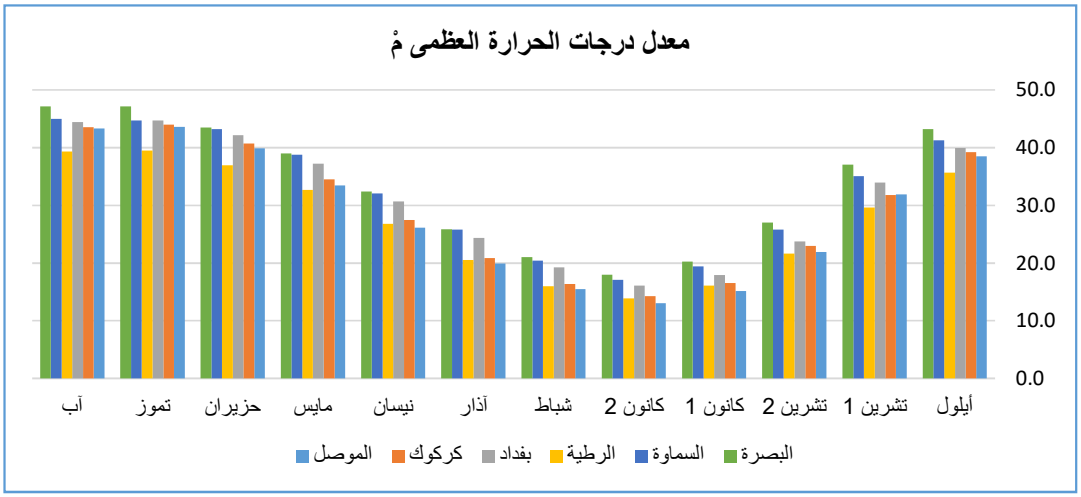
لسنة/المحطة	أيلول	تشرين 1	تشرين 2	كانون 1	كانون 2	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب
الموصل	1.51	1.74	2.07	2.48	3.49	3.37	3.21	3.17	1.57	1.48	1.43	1.43
كركوك	1.47	1.66	1.97	2.33	3.3	3.13	3.01	3.01	1.52	1.43	1.38	1.38
بغداد	1.35	1.47	1.81	2	2.7	2.58	2.49	2.5	1.39	1.3	1.25	1.25
الرطبة	1.41	1.54	1.86	2.11	2.89	2.7	2.62	2.6	1.45	1.38	1.33	1.33
السماوة	1.28	1.32	1.47	1.63	1.86	1.98	1.87	1.8	1.28	1.22	1.17	1.17
البصرة	1.26	1.28	1.43	1.58	1.82	1.9	1.79	1.78	1.28	1.21	1.16	1.16

الجدول من عمل الباحث اعتمادا على الموقع: https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-pressure-levels?tab=form

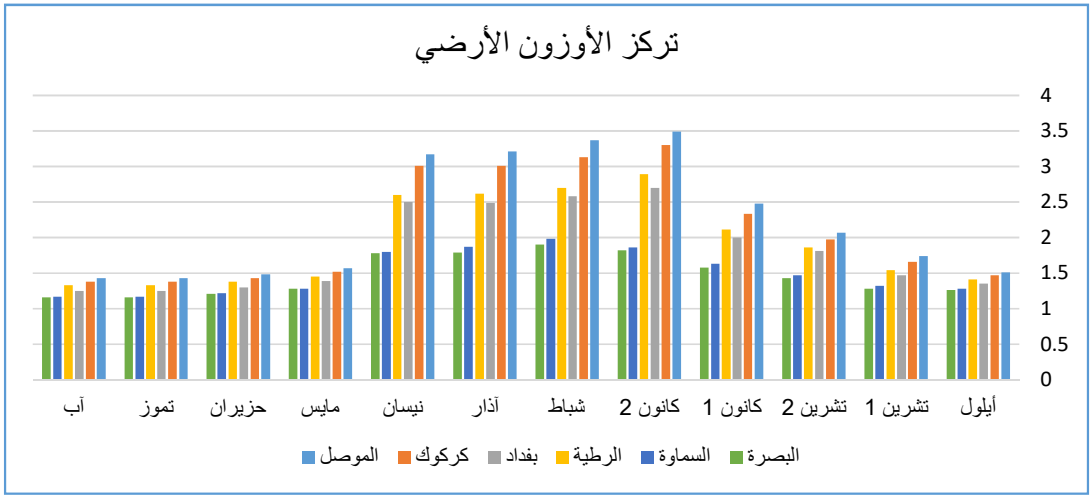
جدول (5) نتائج علاقة الارتباط (بيرسون) بين درجات الحرارة العظمى وكمية الأوزون الارضي فوق محطات البحث للمدة من 1989-2022

corr	-0.7	-0.8	-0.9	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.6

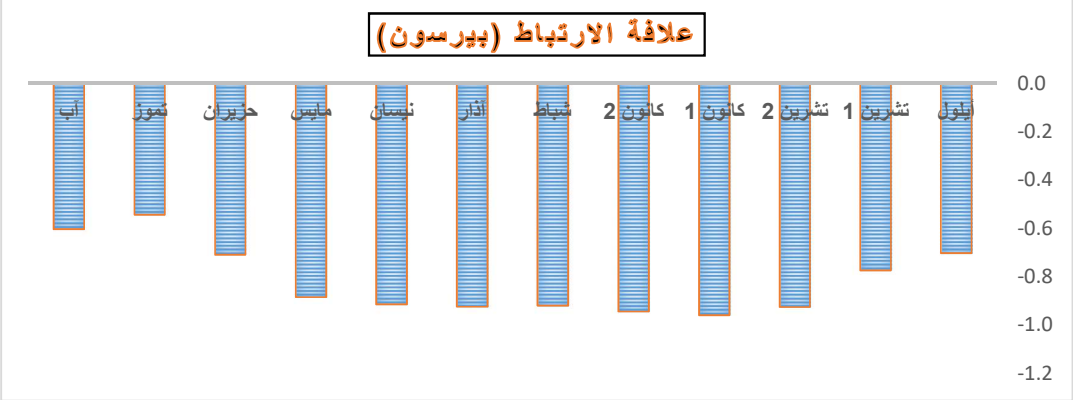
من عمل الباحث اعتمادا على الجدولين (3 و4)



شكل (6) توزيع معدل درجات الحرارة العظمى (مْ) فوق محطات البحث



شكل (7) توزيع معدل تركز الأوزون الأرضي(دوبسون) فوق محطات البحث



شكل (8) علاقة الارتباط (بيرسون) بين درجات الحرارة العظمى والاوزون الأرضي فوق محطات البحث

التوصيات:

وهناك العديد التوصيات التي بدورها يمكن الحد من ارتفاع كمية أو تراكيز الاوزون الارضي والتقليل من التفاعلات الكيميائية الضوئية للحد من ارتفاع معدله وهو الحد من تلوث الهواء في جميع القطاعات ومنها :

- **قطاع الصناعة:** استخدام التكنولوجية النظيفة والحديثة للحد من انبعاثات الكاربون والغازات والعناصر والمركبات الأخرى الملوثة للهواء.في المصانع ومصادر الطاقة الغير متجددة
- **قطاع النقل:** التحول إلى استخدام أنماط نظيفة لتوليد الطاقة الكهربائية، وإيلاء الأولوية لشبكات النقل الحضري السريع وطرق المشاة ومسالك الدرجات الهوائية في المدن، ونقل البضائع والركاب بالسكك الحديدية بين المناطق الحضرية، والتحول إلى استخدام المركبات عالية الأداء التي تعمل بالطاقة الكهربائية أو الشمسية واستخدام مركبات وأنواع وقود منخفضة الانبعاثات، بما في ذلك أنواع الوقود المحتوية على نسب منخفضة من الكبريت.
- **قطاع التخطيط الحضري:** تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني وجعل المدن تتحلى بقدر أكبر عن الابتعاد عن استخدام الوقود الاحفوري .بل استخدام الماء الساخن الذي تزوده محطات الطاقة الكهربائية لتدفئة المنازل.
- **قطاع الطاقة:** ضمان إتاحة حلول الطاقة المنزلية النظيفة بأسعار معقولة لأغراض الطهي والتدفئة والإضاءة؛
- **قطاع توليد الطاقة:** زيادة استخدام أنواع الوقود منخفضة الانبعاثات ومصادر الطاقة المتجددة غير المعتمدة على الاحتراق (كالطاقة الشمسية أو الريحية أو المائية)، والتوليد المشترك للحرارة والطاقة الكهربائية، والتوليد الموزّع للطاقة الكهربائية .
- **قطاع إدارة النفايات في البلديات والنفايات الزراعية:** تشكل استراتيجيات الحد من النفايات وفصلها وإعادة تدويرها وإعادة استخدامها أو إعادة معالجتها، وكذلك تحسين أساليب الإدارة البيولوجية للنفايات كاستخدام أسلوب المعالجة اللاهوائية للنفايات لإنتاج غاز حيوي بدائل مُجدية ومنخفضة التكلفةبدلا من حرق النفايات الصلبة في الهواء الطلق . وتحسين إدارة النفايات الصناعية والزراعية ، بما في ذلك احتجاز غاز الميثان المنبعث من مواقع جمع النفايات كبديل لحرقها (لاستخدامه وقودا حيويا).
- **مجال أنشطة الرعاية الصحية:** يمكن أن يؤدي وضع الخدمات الصحية على مسار إنمائي هو تخفيض الكربون إلى دعم تقديم خدمات أكثر مرونة وأعلى مردودية، إلى جانب خفض المخاطر الصحية البيئية التي يتعرض لها المرضى والعاملون الصحيون والمجتمع.

المراجع

1-To what extent do current and projected .(2007) .Ainsworth EA, Long SP Wittig VE *increases in surface ozone affect photosynthesis and stomatal conductance of trees? A* .Plant Cell Environ . *.meta-analytic review of the last 3 decades of experiments*

2-Quantifying the .(2009) .Ainsworth EA, Naidu SL, Karnosky DF, Long SP Wittig VE *impact of current and future tropospheric ozone on tree biomass, growth, physiology .and biochemistry: a quantitative meta-analysis. Global Change Biol*

3-Multimodel Dentener FJ, Schultz MG, Ellingsen K, van Noije TPC, et al Stevenson DS (2006) .ensemble simulations of present-day and near-future tropospheric ozone .pp111.

4-https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-pressure-levels?tab=form. (بلا تاريخ)

5- Ground-level ozone in the 21st century: future trends, impacts and .(2008) .Royal Society .Royal Society *.policy implications*

6- Ambient ozone effects on forest trees of the eastern . .(1998) .Sameulson LJ Chappelka AH .United States ،New Phytol *.United States*

7- الامم المتحدة UNEP. (2012). *القضايا الجديدة والناشئة ذات الصلة بصون التنوع البيولوجي واستخدامه المستدام.* مونتريال ، كندا: الاتفاقية المتعلقة بالتنوع البيولوجي.

8- الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، 2022، بيانات غير منشوره. (2022). *بيانات.* بغداد.

9- سارة عبد المنعم صبحي. (2015). *دراسة تأثير عمود الاوزون الكلي على الاشعة فوق البنفسجية لمواقع مختارة فوق العراق.* الجامعة المستنصرية: علوم الجو.

10- منظمة الصحة العالمية. (2005). *دلائل منظمة الصحة العالمية لنوعية الهواء فيما يخص المواد الجسيمية والأوزون وثاني أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت* . جنيف: منظمة الصحة العالمية.