مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
المجلد الثالث - العدد الحادي والعشرون - الجغرافية - آذار / 2023 م
doi.org/10.52866/esj.2022.03.21.15

ملوثات الهواء وأثرها في تباين قيم الاشعاع الشمسي في العراق للمدة (1989 - 2019)(*)

الباحث: أحمد عصام عبد النبي حنون النافعي ، أ.م.د. بلسم شاكر شنيشل
الجامعة العراقية / كلية الآداب / قسم الجغرافية

مستخلص:

يعد تلوث الهواء من المشاكل المعقدة التي تعمل على تغيير خصائص الغلاف الجوي، وذلك نتيجة لتحرر كميات كبيرة من الغازات والأبخرة والمواد الكيميائية الناتجة عن الفعاليات الصناعية، الأمر الذي يؤدي إلى تغيير نسب المكونات الرئيسة في الهواء وحدوث انخفاض في كمية الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض.

وقد سجلت ملوثات الهواء (ثاني أوكسيد الكبريت So_2، أحادي أوكسيد الكربون CO، الكاربون الأسود) معدلات متباينة خلال المدة (1989–2019) يكون لها دور فعال في تشتت الاشعة الشمسية، إذ بلغ المعدل السنوي لتركيز ثاني أوكسيد الكبريت (7,8) (كغم/ م2)، أما تركيز أحادي أوكسيد الكاربون فقد بلغ (3,6) (كغم/ م2)، فيما بلغ تركيز الكاربون الأسود (السخام) نحو (5,8) (كغم/ م2).

الكلمات المفتاحية: الغلاف الجوي، ملوثات الهواء، الغازات الملوثة .

Air pollutants and their impact on the variation in solar radiation values in Iraq For the duration (1989-2019)

Researcher: Ahmed Essam Abdel-Nabi Hanun Al-Nafi'i,
Prof.Ass. Dr. Shaker Shneshel Conditioner
Iraqi University/College of Arts/Department of Geography

Abstract :

Air pollution is a complex problem that changes the characteristics of the atmosphere, as a result of the release of large quantities of gases, vapors and chemicals resulting from industrial activities, which leads to a change in the proportions of the main components in the air and a decrease in the amount of solar radiation reaching the surface of the earth.

Air pollutants (sulfur dioxide, So2, carbon monoxide, CO, black carbon) recorded varying rates during the period (1989-2019) that have an effective role in the dispersal of solar rays, as the annual rate of sulfur dioxide concentration reached (7.8) (kg/m2), while the concentration of CO black carbon was (3.6) (kg/m2), while the concentration of black carbon (soot) was about (5.8) (kg/m2).

Key words: (atmosphere, air pollutants, polluted gases).

(*) بحث مستل من رسالة الماجستير التي بعنوان : التعتيم الشمسي و آثره في تباين قيم الرطوبة النسبية و التبخر في العراق ، رسالة تقدم بها : أحمد عصام عبد النبي حنون ، و بإشراف : أ.م.د. بلسم شاكر شنيشل ، مقدمة إلى مجلس كلية الآداب ـ الجامعة العراقية ـ و هي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في الجغرافية ، 2022 .

المقدمة:

ملوثات الهواء هي عبارة عن مزيج معقد من المكونات الكيميائية الغازية والمكثفة التي تنشأ من مصادر طبيعية، مثل الغبار الذي تحمله الرياح ورذاذ البحر والأنشطة البركانية؛ فضلاً عن الأنشطة البشرية مثل الاحتراق والبناء والصناعة. وتُصنف الملوثات على أنها أولية أو ثانوية بناءً على مسار دخولها إلى الغلاف الجوي. تنبعث الملوثات الأولية مباشرةً في الغلاف الجوي من مصدر معين مثل انبعاثات الاحتراق، في حين تتكون الملوثات الثانوية داخل الغلاف الجوي عبر أكسدة الانبعاثات الأولية، وهو ما يؤدي إلى تكوين ملوثات غازية مثل الأوزون أو المرحلة المكثفة مثل النترات والكبريتات والمركبات العضوية الثانوية.

تتمثل خطورة التلوث الهوائي في صعوبة التحكم فيه إذ يستطيع الإنسان أن يتحكم في المياه التي يشربها والغذاء الذي يأكله لكنّه لا يستطيع على اختيار الهواء الذي يتنفسه ففي كل يوم تنتشر ملايين الأمتار المكعبة من الغازات الناتجة عن احتراق الفحم والغازات وبترول المصانع وبنزين السيارات وتسمم الكائنات الحية كما أنّ النشاط الإشعاعي المميت للإنسان يزداد زيادة خطيرة بسبب الانفجارات الذرية والمراكز النووية وهذا كله يشكل خطرا على الإنسان والحيوان والنبات، إن الزيادة في الملوثات مثل الكبريتات والكاربون الأسود (السخام) في الغلاف الجوي تسبب الانخفاض في كمية الاشعاع الشمسي، ويتداخل هذا الانخفاض مع الدورة الهيدرولوجية عن طرق الحد من عملية التبخر فقط ، و يعتقد العلماء أنه يتسبب في تقليل هطول الامطار في بعض الأماكن، كما أن الانخفاض في الاشعاع يخلق أيضاً تأثير التبريد الذي يقاوم آثار غازات الدفيئة على ظاهرة الاحتباس الحراري .

مشكلة البحث:

تأثير الملوثات الجوية على الغلاف الجوي يُعترف على نطاق واسع بأنه أحد أهم جوانب إسقاطات تغير المناخ وأكثرها اتساماً بعدم التيقن، ويؤدي تأثير فعال في الموازنة الاشعاعية لسطح الأرض، لذا فإنّ هذا البحث يقوم على مشكلة هامة وهي: **هل أن تراكيز ملوثات الهواء لها دور في تباين في تباين قيم الاشعاع الشمسي في العراق ؟**

فرضية البحث:

لقد حدت بعض ملوثات الهواء من قدرة الغلاف الجوي على ترشيح إشعاعات الشمس بالوصول إلى الأرض، وعلى هذا الأساس تمثلت فرضية البحث بالصيغة الآتية: **أن تراكيز ملوثات الهواء لها دور مؤثر في تباين في تباين قيم الاشعاع الشمسي في العراق** .

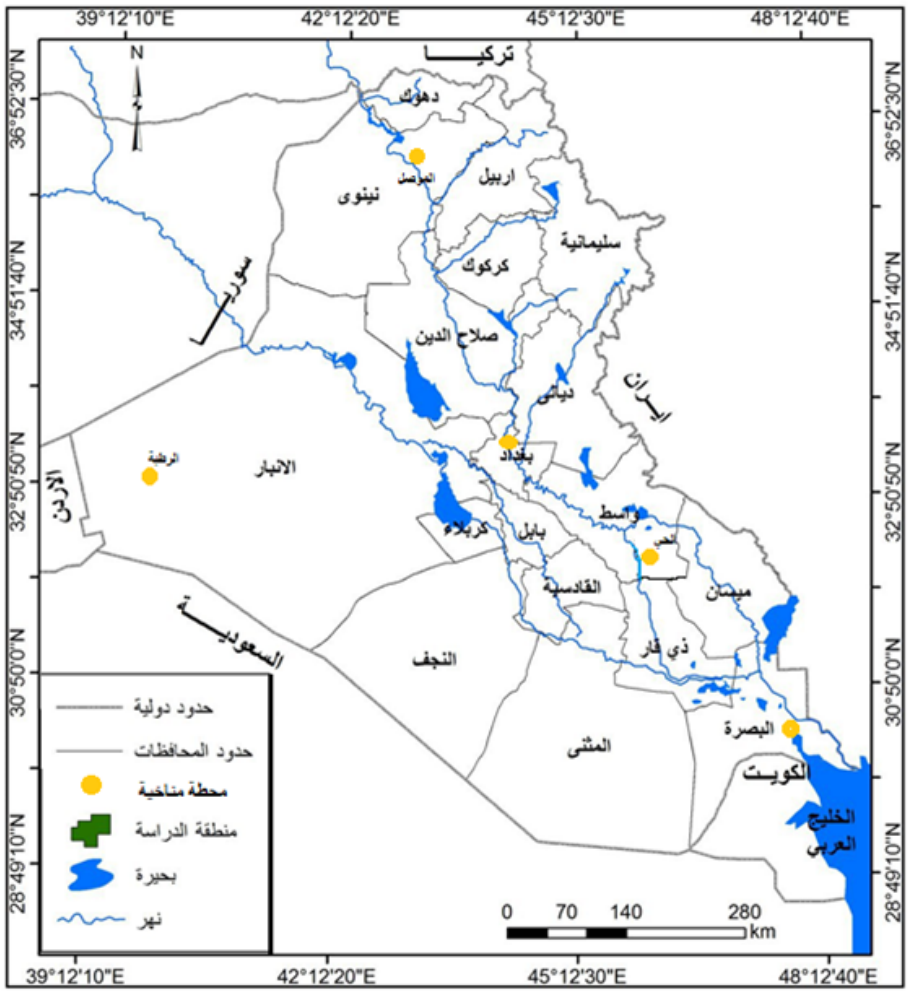
الحدود المكانية والزمانية للبحث:

تتمثل حدود منطقة الدراسة بموقع العراق الإحداثي والجغرافي الذي تمثله الحدود المكانية والزمانية وكما يأتي:

أ - **الحدود المكانية**: تشمل مساحة العراق الكلية الذي يقع جغرافياً ما بين دائرتي عرض دائرتي عرض ($^{-}5\ ^{\circ}29$ - $^{-}23\ ^{\circ}37$) شمالاً، وخطي طول ($^{-}45\ ^{\circ}38$ - $^{-}45\ ^{\circ}48$) شرقاً، وقد اكتسب من هذا الموقع حرارته الشبيهة بالمدارية، يقع جغرافياً جنوب غرب اسيا وفي القسم الشمالي الشرقي من الوطن العربي، ينظر خرطة رقم (1) و جدول رقم (1) .

ب- **الحدود الزمانية**: أما الحدود الزمانية فقد تم حصرها ضمن الدورة المناخية الكبرى الواقعة بين عامي (2019-1989) لتوفر بيانات حول جميع المحطات المختارة خلال هذه المدة الزمنية لدى الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية.

خريطة (1) المحطات المناخية المختارة



المصدر: الباحث بالإعتماد على وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، أطلس مناخ العراق، الجزء الأول، 2012، ص5.

جدول (1) المحطات المناخية المشمولة بالدراسة

المحطة المناخية	رقم المحطة الأنوائية	دائرة العرض (درجة شمالا)	خط الطول (درجة شرقاً)	الارتفاع عن مستوى سطح البحر (م)	المنطقة الجغرافية
الموصل	608	°36 32¯	°43 15¯	223	**المتموجة**
الرطبة	642	°33 03¯	°40 28¯	34	**الهضبة الغربية**
بغداد	650	°33 23¯	°44 23¯	34	**السهل الرسوبي**
الحي	665	°32 17¯	°46 05¯	20	**السهل الرسوبي**
البصرة	689	°30 57¯	°47 78¯	2.4	**السهل الرسوبي**

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، اطلس مناخ العراق، سجلات غير منشورة، بغداد، 1990.

أهداف البحث:

يهدف البحث لبيان أثر تراكيز ملوثات الهواء في تباين قيم الاشعاع الشمسي في العراق، إذ لابد من معرفة تباين تراكيز ملوثات الهواء والمعدلات السنوية السائدة فيه مكانياً بين مناطق العراق، إذ يختلف تركيز العناصر الملوثة للهواء من منطقة لأخرى نتيجة لطبيعة تأثير العوامل الجوية التي تؤدي إلي إلى الملوثات وعدم تشتتها، فضلاً عن درجة كثافة ونوع المنشآت الصناعية بين منطقة وأخرى.

أولاً: ملوثات الهواء

أنواعها وأهميتها وتركيبها:

1- ثاني أوكسيد الكبريت (So_2)

وهو غاز قابل للاشتعال، عديم اللون، وذو رائحة نفاذة (الحسن، 2011، ص88)، وتسهم غازات متعددة في تكوين غاز (So2) كالانفجارات البركانية بطرح كميات هائلة منه، كما يتحرر هذا الغاز من غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) الذي ينتج من تفسخ المواد العضوية، فضلاً عن المصادر البشرية المتمثلة بحرق الوقود الذي يدخل الكبريت في مكوناته وخاصة من حرق المتحجرات (الفحم الحجري) أو مشتقات النفط، إذ تسهم الصناعات النفطية والتعدين ومحطات توليد الطاقة الكهربائية بدرجة كبيرة في التلوث الناجم عن هذا الغاز (الأسدي وعايد،2013، ص378-377).

ويؤدي احتراق عشرة اطنان من الفحم الذي يحتوي على نسبة عالية من الكبريت الى اطلاق طناً واحداً من هذا الغاز في الهواء (الشعباني،2009، ص67). أن وجود غاز ثاني أوكسيد الكبريت (So_2) لا يستمر فترة طويلة في الجو ، إذ لا تزيد فترة بقائه عن عدة أيام ، لأنه يعود الارض عند اختلاطه بغازات أخرى ساخنة(*)، أو قد يعود مع قطرات المطر على شكل حامض الكبريتيك وهذا ما يعرف بالمطر الحامضي (الخشاب والصحاف، 1976، ص367).

2- أحادي أوكسيد الكربون (Co):

ينشأ هذا الغاز من خلال احتراق الوقود التي تحتوي على الكربون (الاحتراق غير التام للكربون) مثل الفحم الحجري و النفط و الخشب و الزيت في كمية غير كافية من الاوكجسجين ، أو عند الاحتراق في حرارة مرتفعة جداً، ومع ذلك فإن معظم مصادر تكون غاز أحادي أكسيد الكربون (Co) تكون من مصادر طبيعية(قدوري ورديف،2013،ص176).

ويعد قطاع النقل مساهماً رئيساً في انتاج الغازات الملوثة فيولد ما مقداره (٪60) من غاز أحادي أكسيد الكربون (Co)، وتعود هذه النسبة من الملوثات الى العدد الهائل من السيارات التي تزداد سنة بعد آخرى(قدوري ورديف،ص177). ويتباين تركيز غاز أحادي أكسيد الكربون (Co) في منطقة الدراسة من محطة لآخرى.

3- الكاربون الأسود (السخام) :

هو جزء من تلوث الهواء بالجسيمات الدقيقة ويساهم في تغير المناخ، يتكون الكربون الأسود من الاحتراق غير الكامل للوقود الاحفوري والخشب وأنواع الوقود الأخرى .

يعد الكاربون الأسود ملوثاً مناخياً قصير العمر وعمره يترواح من أيام الى أسابيع فقط بعد اطلاقه في الغلاف الجوي، إذ أظهرت العديد من الدراسات أن تدابير انبعاثات الكاربون الأسود يمكن أن تقلل من ارتفاع درجة حرارة المناخ على المدى القريب

(Black Carbon ,Climate) and clean air coalition

يعد الكاربون الأسود أحد المكونات الرئيسة للسخام، وهو أكثر مكونات الجسيمات التي تمتص الطاقة الشمسية ويمكن أن يمتص طاقة أكثر بمليون مرة من ثاني أوكسيد الكاربون ، الكاربون الأسود ثاني

أكبر مساهم في تغير المناخ بعد ثاني أوكسيد الكاربون، ولكن عكس ثاني أوكسيد الكاربون الذي يمكن أن يبقى في الغلاف الجوي لمئات الاف السنين ، فإن الكاربون الاسود لأنه جسيم يبقى في الغلاف الجوي لأيام الى أسابيع فقط قبل أن أن يعود الى الارض مع هطول الامطار أو الثلوج ، إذ يؤثر الكاربون الأسود، مثله مثل جميع الجزيئات الموجودة في الغلاف الجوي على انعكاسية السحب واستقرارها ومدتها ويغير هطول الامطار اعتماداً على مقدار السخام الموجود في الهواء ومكان وجود الكاربون الاسود في الغلاف الجوي (Re-nee Cho,2016).

مكونات وانبعاثات الكاربون الاسود (السخام) :

تتكون جزيئات الكاربون الاسود من كربون أولي نقي تقريباً مع بعض الاوكسجين والهيدروجين المرتبطين في بنية سداسية الطبقات والتي تتوافق مع بنية بلورية جرافيت مضطربة الى حد ما، يمكن أن يتكون الكاربون الاسود إما عن طريق كربنة (الفحم) المواد العضوية أثناء الاحتراق (جزيئات الفحم) أو عن طريق التكثيف من الطور الغازي في تقليل اللهب (جزيئات السخام)، إنها المادة الشائعة الوحيدة في الهباء الجوي التي تمتص الضوء المرئي بقوة (Meinrat O. An-dreae, 1995).

تشمل المصادر الطبيعية والبشرية المهمة لانبعاثات الكاربون الاسود حرائق الغابات، حرق النفايات الزراعية والصلبة، اشعال الغاز، الشحن البحري، احتراق وقود الديزل و احتراق الوقود في المنازل(The Eu Backgroundon,black carbon).

ثانياً: أثر ملوثات الهواء في تباين قيم الاشعاع الشمسي في العراق:

1- تراكيز ثاني أوكسيد الكبريت وأثرها في تباين قيم الاشعاع الشمسي في العراق:

تشير معطيات الجدول (2) و الشكل (1) أن هناك تباين مكاني في قيم غاز ثاني أوكسيد الكبريت (So_2) في منطقة الدراسة، إذ سجلت محطة بغداد أعلى معدل تركيز للغاز بلغ (10.3 كغم/ م^2) ويعود ذلك الى الزيادة السكانية و بسبب استخدامهم الكبير للمحروقات في البيوت والمصانع ومن عوادم السيارات، في حين سجلت محطة الرطبة أقل معدل تركيز بلغ (3.2 كغم/ م^2) يعود الى قلة السكان و قلة المصانع و المصافي في هذه المحطة .

جدول (2) المعدلات السنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت (So_2) (كغم/ م^2) في محطات الدراسة للمدة (1989 ـ 2019)

السنوات	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل
1989	5.3	2.2	5.4	5.4	5.8	4.8
1990	5	2.3	5.1	5.1	5.3	4.6
1991	6.3	3.8	6.4	6.1	6.2	5.8
1992	5.6	2.4	5.7	6	6.2	5.2
1993	6.5	2.7	6.6	6.6	6.7	5.8
1994	7.5	2.3	6.6	7.3	7.4	6.2
1995	7.1	2.7	7.6	7.6	6.7	6.3
1996	7.6	2.7	7.6	7.4	7.8	6.6
1997	7.4	2.7	7.4	7.3	8	6.6
1998	9.3	4.5	8.5	7.5	5.8	7.1
1999	8.9	4.4	8.5	9.2	4.9	7.2
2000	10.4	4.6	12.5	10	9.6	9.4
2001	10.2	3.6	14.2	9.1	9.5	9.3
2002	9.4	3.2	13	9	8.8	8.7
2003	8.7	2.8	11.3	8	8.3	7.8
2004	9.9	3.1	10.8	8.6	9.3	8.3
2005	10.1	3.2	11.8	7.9	9.4	8.5
2006	10.6	3.1	12	8.1	9.6	8.7
2007	10.5	3.4	11.5	9.3	8.6	8.7
2008	11.9	3.4	13.2	9.2	9.7	9.5
2009	12.3	3.4	12.8	9.2	8.9	9.3
2010	11.3	3.5	13.2	9.2	10.1	9.5
2011	10.1	3.2	11.8	8.8	8.7	8.5
2012	11.2	3.2	12	8.1	9.1	8.7
2013	11.2	3.5	11.9	8.9	9	8.9
2014	11.6	3.3	11.4	9.3	8.7	8.9
2015	11.3	3	12	8.8	9.4	8.9
2016	9.9	3.1	11.7	8.6	8.5	8.4
2017	10.8	3.3	12.8	8.2	9	8.8
2018	11.9	3	12	9	9	9
2019	11.4	3.2	11.1	8.1	9.2	8.6
المعدل	9.4	3.2	10.3	8.1	8.2	7.8

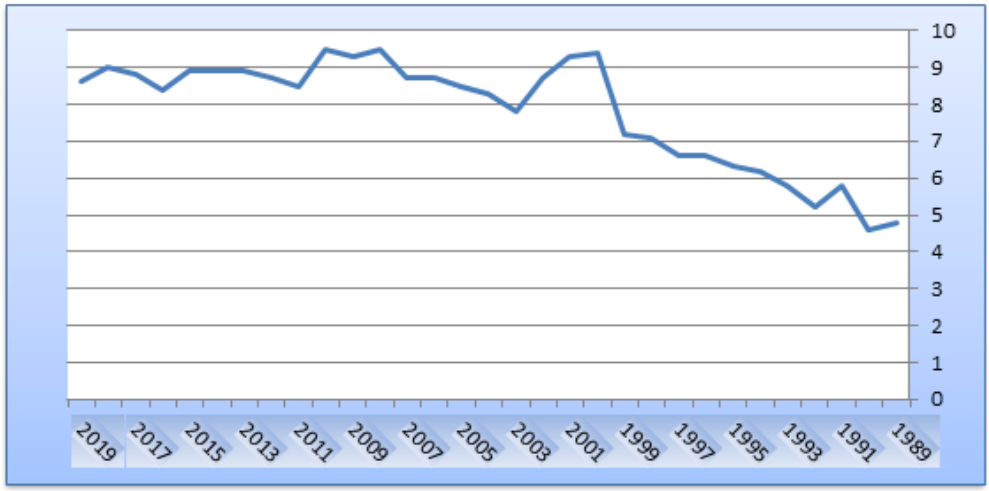
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات التلوث من القمر الصناعي تيرا (Teera) لوكالة الفضاء و الطيران الامريكية ، https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni .

شكل (1) تباين تراكيز غاز ثاني أوكسيد الكبريت (So_2) (كغم/ م^2) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1989 ـ 2019)

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (2) .

وبالرجوع الى الجدول السابق والشكل (2) يتبين أن هناك تبايناً زمانياً في تركيز غاز ثاني أوكسيد الكبريت (So_2) إذ شهت سنوات (2008 و2010) ارتفاعاً في تراكيزه بلغت نحو (9.5 كغم/ م^2)، بينما سجلت سنة (1990) أدنى معدل تركيز الغاز بلغ نحو (4.6 كغم/ م^2) .

شكل (2) التباين السنوي لتراكيز أحادي أكسيد الكبريت (So_2) (كغم / م^2) في محطات الدراسة للمدة (1989 ـ 2019)



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (2) .

تشهد المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت (So_2) تبايناً زمانياً في محطات منطقة الدراسة، ويلاحظ من الجدول (3) والشكل (3) أن أعلى تركيز لهذا الغاز سجل في شهر كانون الأول، إذ بلغ المعدل (9.4 كغم/ م^2) في محطات منطقة الدراسة، ويعود السبب في ذلك الارتفاع من هذا الشهر وفي فصل الشتاء عامةً الى الاستخدام للمحروقات بشكل كبير لعملية التدفئة بكافة أنواعها مما يؤدي الى ارتفاع نسبة هذا الغاز، و زيادة كثافة الهواء بسبب انخفاض درجات الحرارة أما أقل تركيز لهذا الغاز فقد سجل خلال شهر حزيران و تموز إذ بلغ المعدل (6.2 كغم/ م^2) لقلة استخدام المحروقات التي تبعث غاز ثاني أوكسيد

الكبريت في هذين الشهرين و بالتحديد ف ي فصل الصيف (السعدي، 2005، ص65).

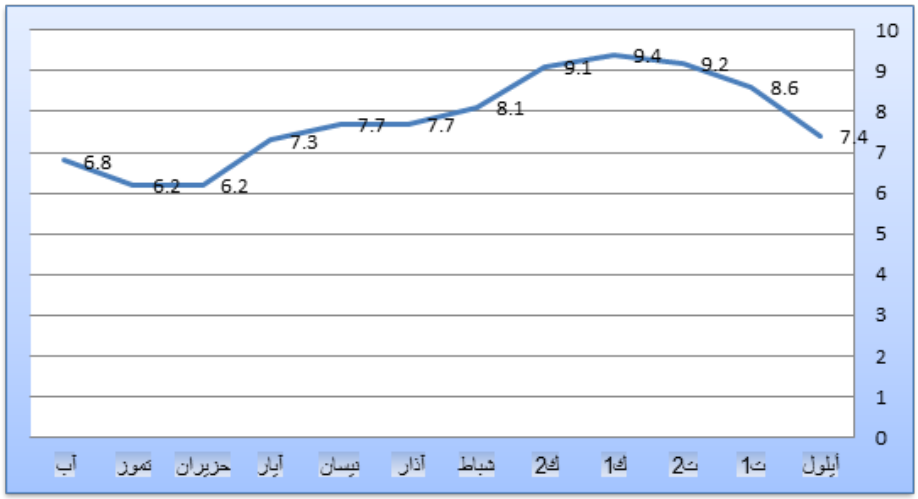
أن زيادة معدلات ثاني أكسيد الكبريت (So_2) في الجو يؤدي إلى خفض كميات الاشعاع الشمسي الكلي الواصل الى سطح الارض، إذ يؤدي التفاعلات الكيميائية لهذا العنصر مع الغازات الاخرى في زيادة عمليات الامتصاص والاستطارة والانعكاس الحاصل خلالها وبالتالي يعمل ذلك على خفض شدة الاشعاع الشمسي النافذ فيها الى حد كبير .

جدول (3) المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت (So_2) (كغم/ م^2) في محطات الدراسة للمدة (1989 – 2019)

الاشهر	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل
أيلول	7.7	3.6	10.5	7.5	7.9	7.4
ت1	10.9	3.7	10.9	8.7	8.8	8.6
ت2	12.5	3.2	11.6	9.3	9.4	9.2
ك1	12.9	2.8	12.5	9.4	9.2	9.4
ك2	12.4	2.6	11.9	9.5	9.1	9.1
شباط	10.8	2.4	10.7	8.4	8.3	8.1
آذار	9.2	2.7	10.1	8.4	8.3	7.7
نيسان	9.2	2.8	9.9	8.1	8.4	7.7
آيار	8.2	3.2	9.8	7.1	8	7.3
حزيران	6.3	3.6	8.3	6.4	6.6	6.2
تموز	6	3.9	7.9	7	6.4	6.2
آب	6.7	3.7	9.1	7.2	7.5	6.8
المعدل	9.4	3.2	10.3	8.1	8.2	7.8

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات التلوث من القمر الصناعي تيرا (Teera) لوكالة الفضاء و الطيران الامريكية ، https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni .

شكل (3) التباين الشهري لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت (So_2) (كغم/ م^2) في محطات الدراسة للمدة (1989 – 2019)



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3) .

2- تراكيز أحادي أوكسيد الكاربون وأثرها في تباين قيم الاشعاع الشمسي في العراق: يوضح الجدول (4) والشكل (4) وجود تبايناً مكانياً في تراكيز غاز أحادي أوكسيد الكاربون (Co) في منطقة الدراسة، إذ سجلت محطة الرطبة أعلى تركيز بلغ (3.9 كغم/م^2)، بينما سجلت محطة الموصل أقل تركيز بلغ (3.3 كغم/ م^2) .

جدول (4) المعدلات السنوية لتركيز غاز أحادي أوكسيد الكربون (CO) (كغم/ م^2) في محطات الدراسة للمدة (1989- 2019)

السنوات	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل
1989	4.2	3.8	3.3	3.5	3.6	3.7
1990	4	3.6	3.9	3.3	3.5	3.7
1991	3.9	3.5	3.7	3.2	3.3	3.5
1992	3.4	3.7	3.2	3.4	3.5	3.4
1993	3.8	3.5	3.8	3.2	3.4	3.5
1994	4	3.7	3.2	3.4	3.6	3.6
1995	3.4	3.7	3.2	3.4	3.6	3.5
1996	3.3	3.8	3.2	3.4	3.6	3.5
1997	3.3	3.8	3.2	3.4	3.6	3.5
1998	4.1	3.7	3.2	3.4	3.7	3.6
1999	3.5	3.9	3.3	3.5	3.8	3.6
2000	3.2	4	3.5	3.6	3.3	3.5
2001	3.4	4	3.5	3.7	4.1	3.7
2002	3.2	4.1	3.6	3.7	4.2	3.8
2003	3.8	3.9	3.5	3.6	4.1	3.8
2004	3.9	4.9	3.6	3.7	4.2	4.1
2005	3.2	4.1	3.5	3.7	4.1	3.7
2006	3.3	4.1	3.6	3.8	3.4	3.6
2007	2.6	4.3	3.6	3.8	3.5	3.6
2008	3.4	4.2	3.7	3.9	2.8	3.6
2009	3.3	4.1	3.6	3.8	4.2	3.8
2010	3.5	4.3	3.9	4.1	2.9	3.7
2011	3.3	4.1	3.6	3.8	4.2	3.8
2012	2.8	3.8	3.9	3.3	2.9	3.3
2013	2.8	3.7	3.9	3.4	3	3.4
2014	2.9	3.8	3.9	3.4	3	3.4
2015	2.8	3.8	3.2	3.4	3	3.2
2016	2.9	3.8	4	3.4	3	3.4
2017	2.8	3.8	3.2	3.4	3	3.2
2018	2.9	3.8	3.2	3.4	3	3.3
2019	2.8	3.8	3.2	3.3	3	3.2
المعدل	3.3	3.9	3.5	3.5	3.5	3.6

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات التلوث من القمر الصناعي تيرا (Teera) لوكالة الفضاء و الطيران الامريكية ،
https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni .

شكل (4)

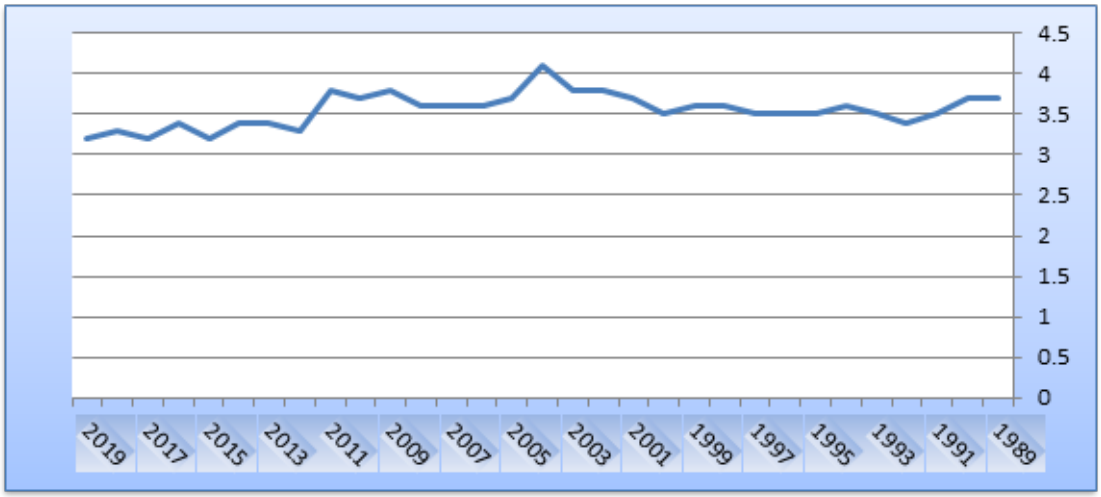
تباين تراكيز غاز أحادي أوكسيد الكاربون (Co) (كغم/ م^2) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1989 ـ 2019)

المصدر:من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (4) .

وتشير معطيات الجدول السابق والشكل (5) أن هناك تبايناً زمانياً في تراكيز غاز أحادي أوكسيد الكاربون (Co) إذ سجلت بعض السنوات تراكيز منخفضة للغاز في سنوات (2015 ، 2017 ، 2019) بلغ (3.2 كغم م^2) في حين سجلت سنة (2004) أعلى تركيز بلغ (4.1 كغم/ م^2) .

شكل (5)

التباين السنوي لتراكيز غاز أحادي أوكسيد الكربون (CO) (كغم/ م^2) في محطات الدراسة للمدة (1989– 2019)



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (4) .

وهذا يتضح من معطيات الجدول (5) والشكل (5) تشهد تراكيز غاز أحادي أوكسيد الكاربون (Co) تبايناً شهرياً حيث سجلت أشهر حيث سجلت أشهر (نيسان و تشرين الأول) أعلى معدل تركيز بلغ (6.8 و 6.4 كغم/ م^2) على التوالي ، بينما سجلت أشهر (تموز و آب) أقل معدل تركيز للغاز بلغ (1.4 كغم/ م^2) لكليهما على التوالي .

جدول (5)

المعدلات الشهرية لتركيز غاز أحادي أكسيد الكربون (Co) (كغم/ م^2) في محطات الدراسة للمدة (1989 ـ 2019)

الأشهر	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل
أيلول	3.8	8.9	1.1	1.2	1.2	3.2
ت1	6.6	6	7.4	6.5	5.7	6.4
ت2	3.3	3.4	4.8	5.1	5.7	4.5
ك1	1.9	2.1	3	3.1	3.6	2.7
ك2	1.7	1.8	2.6	2.8	3.2	2.4
شباط	2.4	2.2	3.4	3.6	4.1	3.1
آذار	3.7	3.3	5.2	5.5	6.2	4.8
نيسان	6.1	5	8.1	8.6	6	6.8
آيار	6.5	7.4	2.2	1.4	1.5	3.8
حزيران	1.2	4.5	1.4	1.4	1.4	2
تموز	1.4	1.1	1.5	1.6	1.6	1.4
آب	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	1.4
المعدل	3.3	3.9	3.5	3.5	3.5	3.5

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات التلوث من القمر الصناعي تيرا (Teera) لوكالة الفضاء و الطيران الامريكية ،
https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni .

شكل (5) التباين الشهري لتركيز غاز أحادي أكسيد الكربون (Co) (كغم م^2) في محطات الدراسة للمدة (1989– 2019)

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (5) .

3- تراكيز الكاربون الأسود (السخام) وأثرها في تباين قيم الاشعاع الشمسي في العراق:

تتباين معدلات تركيز الكاربون الأسود (السخام) في محطات منطقة الدراسة ، إذ ترتفع في محطة الموصل لتبلغ أعلى تركيز بلغ (6.8 كغم/ م^2)، بينما تنخفض في محطة الرطبة لتبلغ (5.1 كغم/ م^2)، ويرجع السبب الى ازدياد عمليات الاحتراق الناتجة عن العمليات العسكرية التي شهدتها الموصل و كذلك تأثير اتجاهات الرياح السائدة إذ تنقل ملوثات آبار النفط في المنطقة بإتجاه محطة الموصل مقارنةً بمحطة الرطبة، ينظر الجدول (6) و الشكل (6) .

ونفس الامر ينسحب الى التباين السنوي لتراكيز الكاربون الأسود إذ سجلت أعلى معدلات تركيز هذا العنصر خلال السنوات من 2003 حتى 2010 كانت أعلاها في عام 2003 بلغ (6.5 كغم م^2) و عام 2006 بلغ (6.4 كغم/ م^2) ، في حين كان أقل معدل للسخام في السنوات (1993 و 2017) بلغ (5.1 كغم/ م^2)، الشكل (7).

جدول (6) المعدلات السنوية لتركيز الكاربون الأسود (السخام) (كغم/ م^2) في محطات الدراسة للمدة (1989 – 2019)

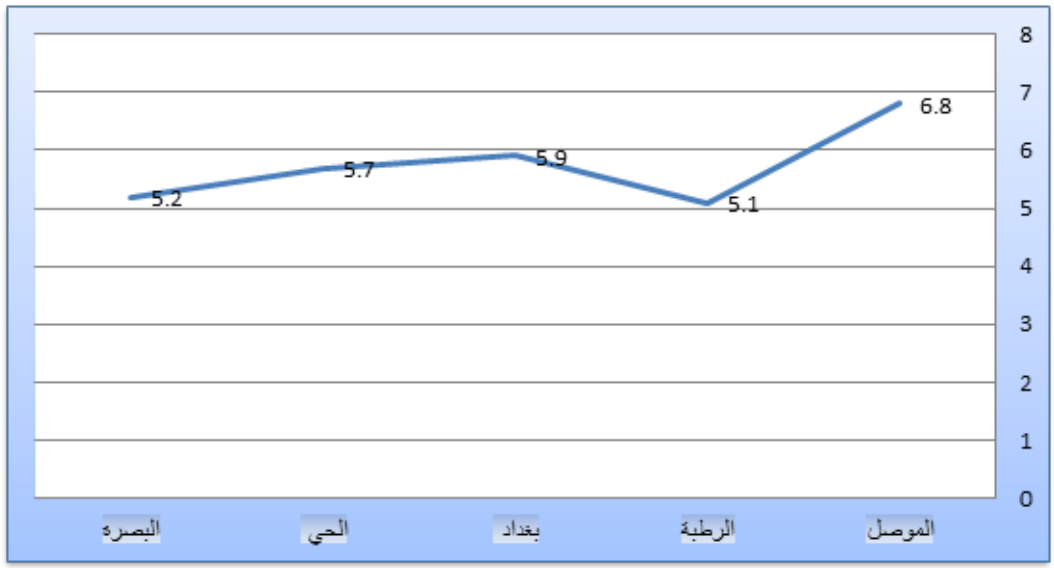
السنوات	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل العام
1989	6	4.2	5.5	6.3	5.8	5.6
1990	6.2	4.6	5.8	6.6	6.3	5.9
1991	5.5	4	5	6	5.6	5.2
1992	5.1	3.6	4.5	5.6	5.1	4.8
1993	5.4	3.8	4.9	6	5.6	5.1
1994	5.6	3.8	5	6.3	5.7	5.3
1995	5.5	3.8	5.1	6.3	5.9	5.3
1996	5.6	4.1	5.3	6.4	6	5.5
1997	5.6	3.9	5.2	6.2	5.9	5.4
1998	6.7	5	6.4	6.8	6.4	6.3
1999	5.8	4.3	5.8	6.9	6.5	5.9
2000	6.6	4.8	6.4	6	5.5	5.9
2001	6.4	5	5.7	6.1	5.5	5.7
2002	7	5	6.5	6.2	7.1	6.4
2003	7.7	5.5	6.2	6.4	6.6	6.5
2004	7.7	5.7	6.6	6	5.6	6.3
2005	6.5	6.1	6.1	6.6	6.2	6.3
2006	6.5	5.9	6.2	6.6	7	6.4
2007	6.9	5.5	5.7	6.7	6.2	6.2

السنوات	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل العام
2008	7.4	5.2	5.4	6.5	6.2	6.1
2009	7.6	5.3	7.4	5.8	4.5	6.1
2010	7.3	5.3	6.3	5.5	5.6	6
2011	6.4	6.5	5.8	4.2	4.4	5.5
2012	7.4	5.7	6	4.7	2.6	5.3
2013	6.7	6.3	6.6	3.7	3.8	5.4
2014	8.6	5.7	7.5	4.5	2.5	5.8
2015	8.1	5.6	6.7	5	4.4	6
2016	8	5.7	6.6	5	3.6	5.8
2017	6.7	6.2	5.9	4.1	2.7	5.1
2018	8.7	5.8	6.8	4.4	2.4	5.6
2019	9.4	6.1	5.3	3.9	3.9	5.7
المعدل	6.8	5.1	5.9	5.7	5.2	5.8

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات التلوث من القمر الصناعي تيرا (**Teera**) لوكالة الفضاء و الطيران الامريكية ، https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni .

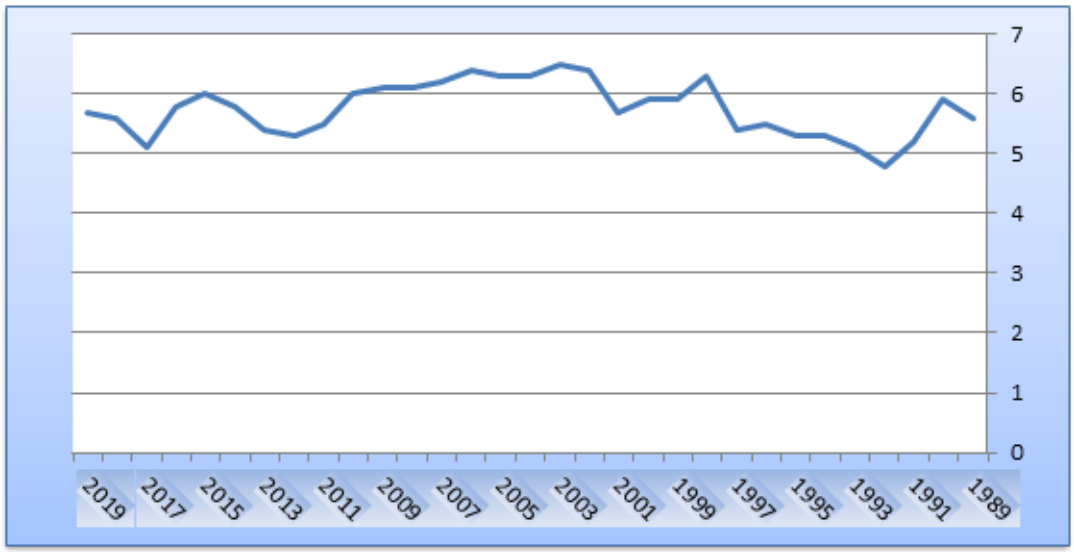
شكل (6)

تباين تراكيز الكاربون الأسود (السخام) (كغم/ م^2) في محطات منطقة الدراسة للمدة (2019-1989)



المصدر:من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (6) .

شكل (7) التباين السنوي لتراكيز الكاربون الأسود (السخام) (كغم/ م^2) في محطات الدراسة للمدة (1989 – 2019)



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (6) .

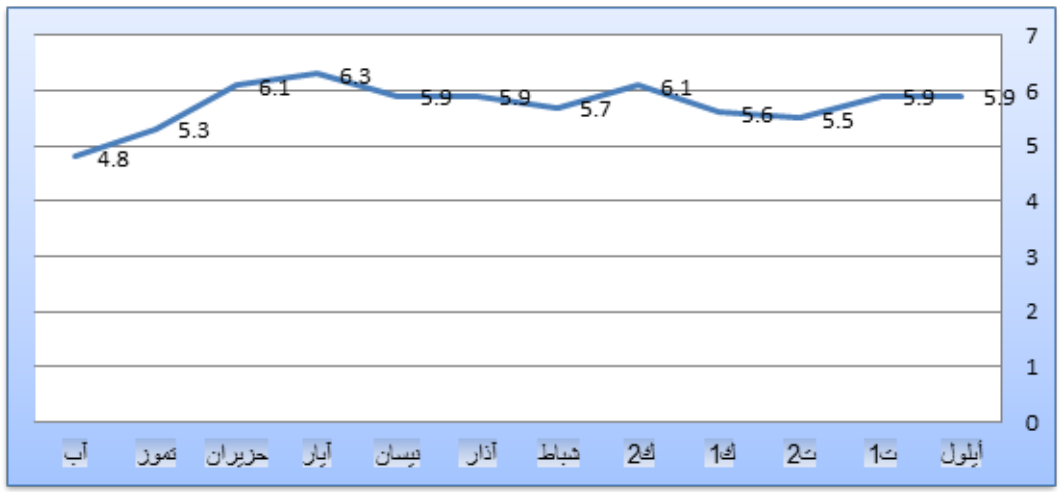
تتباين تراكيز السخام (الكاربون الأسود) بين أشهر السنة ، إذ تزداد تدريجياً إبتداءاً من شهر أيلول لتصل أعلى معدل لها خلال شهر آيار لتبلغ (6.3 كغم/ م^2) لتنخفض بعد ذلك لتسجل أدنى تركيز لها خلال شهر آب لتبلغ (4.8 كغم/ م^2) و يرجع السبب إلى إزدياد حركة الرياح خلال هذه الأشهر ، ينظر الجدول (7) والشكل (8) .

جدول (7) المعدلات الشهرية لتركيز الكاربون الأسود (السخام) (كغم/ م^2) في محطات الدراسة للمدة (1989 – 2019)

الاشهر	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل العام
أيلول	7.5	6.1	5.8	4.9	5	5.9
ت1	7.5	4.9	6.7	5.5	5.1	5.9
ت2	7.2	4.3	6.1	5.5	4.6	5.5
ك1	6.7	3.9	5.8	5.7	5.8	5.6
ك2	6.7	3.8	5.6	7.4	6.9	6.1
شباط	6.3	3.9	5.4	6.6	6.5	5.7
آذار	6.5	4.4	5.8	7.1	5.7	5.9
نيسان	7	5.2	6.6	5.8	4.9	5.9
آيار	7.1	5.3	6.7	6.8	5.4	6.3
حزيران	7.5	5.3	6.6	6.3	4.9	6.1
تموز	6.3	7.3	5.6	3.5	3.9	5.3
آب	5.4	6.8	4.6	3.5	3.7	4.8
المعدل	6.8	5.1	5.9	5.7	5.2	5.8

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات التلوث من القمر الصناعي تيرا (Teera) لوكالة الفضاء و الطيران الامريكية ، https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni .

شكل (8) التباين الشهري لتركيز الكاربون الأسود (كغم م^2) في محطات الدراسة للمدة (1989-2019)



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (7) .

ثالثاً: الاتجاه العام لتراكيز ملوثات الهواء في العراق:

1- الاتجاه العام لتركيز ثاني أوكسيد الكبريت (So_2):

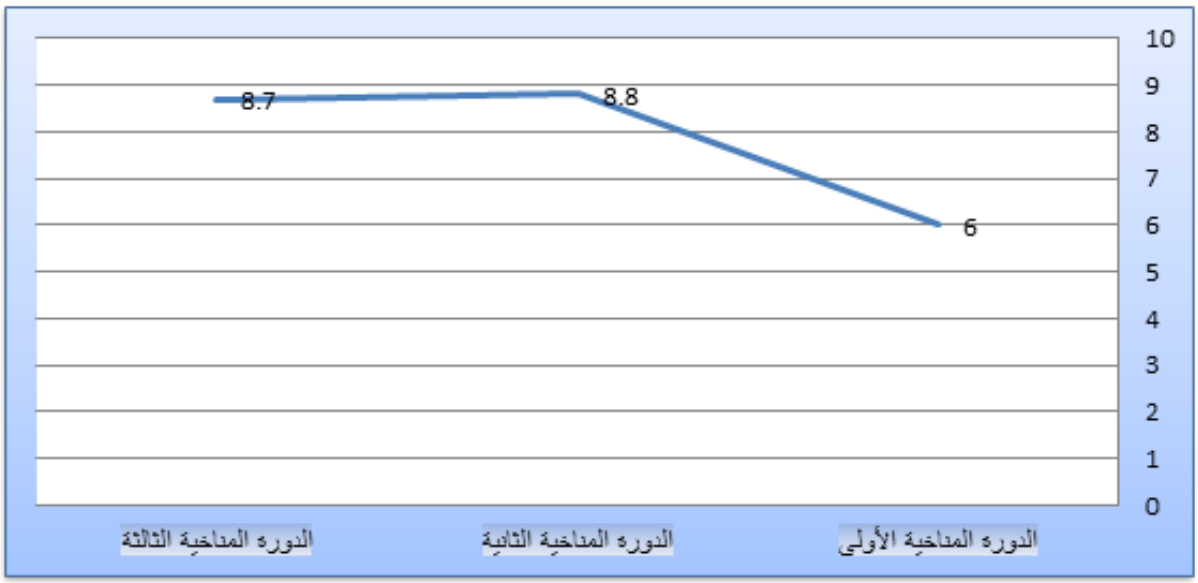
يتضح من الجدول (8) والشكل (9) أن هناك إزدياد في معدل تركيز غاز ثاني أوكسيد الكبريت (So_2) في محطات منطقة الدراسة عن ما كانت عليه في الدورة المناخية الأولى (1989-1999) حيث سجلت معدل تركيز بلغ (6 كغم/ م^2)، لترتفع خلال الدورتين المناخيتين الثانية (2000- 2010) و الثالثة (2011- 2019) إذ بلغت (8.8 و 8.7 كغم/ م^2) على التوالي، وذلك يرجع الى إزدياد عمليات الاحتراق نتيجة العمليات العسكرية ومخلفاتها ومحطات انتاج الطاقة الكهربائية فضلاً عن عمليات استخراج النفط .

جدول (8) معدلات تركيز غاز ثاني أوكسيد الكبريت (So_2) (كغم/ م^2)
لمحطات الدراسة حسب الدورات المناخية للمدة (1989- 2019)

المدة الزمنية	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل
الدورة المناخية الأولى من1989 - 1999	6.9	2.9	6.8	6.8	6.4	6
الدورة المناخية الثانية من2000 - 2010	10.4	3.3	12.3	8.8	9.2	8.8
الدورة المناخية الثالثة من2011 - 2019	11	3.2	11.8	8.6	8.9	8.7

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (2) .

شكل (9) الاتجاه العام لتراكيز غاز ثاني أوكسيد الكبريت (So_2) (كغم كم^2) للمدة (1989 – 2019)



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (8) .

2 – الاتجاه العام لتركيز أحادي أوكسيد الكاربون (Co):

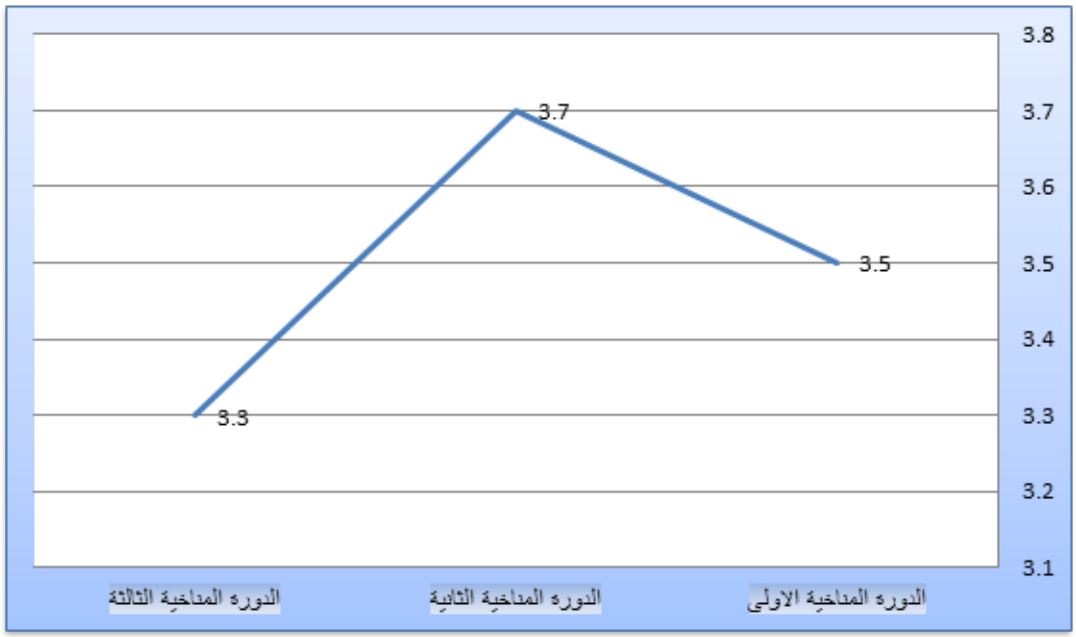
يبين الجدول (9) والشكل (10) أن هناك انخفاض في تراكيز غاز أحادي أوكسيد الكاربون (Co) خلال الدورة المناخية الثالثة (2011 – 2019) بلغ (3.3 كغم/ م^2)، بينما شهدت الدورة المناخية الثانية (2000 – 2010) إرتفاعاً بلغ (3.7 كغم/ م^2) بسبب إزدياد العمليات العسكرية و الاحتراق أنذاك و إنخفاضاً بعد ذلك .

جدول (9) معدلات تركيز غاز أحادي أوكسيد الكاربون (Co) (كغم/ م^2)
لمحطات الدراسة حسب الدورات المناخية للمدة (1989 ـ 2019)

المدة الزمنية	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل
الدورة المناخية الأولى من1999 – 1989	3.7	3.7	3.3	3.3	3.5	3.5
الدورة المناخية الثانية من2010 – 2000	3.3	4.1	3.6	3.7	3.7	3.7
الدورة المناخية الثالثة من2019 - 2011	**2.8**	**3.8**	**3.5**	**3,4**	**3.1**	**3.3**

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (4) .

شكل (10) الاتجاه العام لتراكيز غاز أحادي أوكسيد الكاربون (Co) (كغم/ م^2) في محطات الدراسة للمدة من (1989 ـ 2019)



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (9) .

3- **الاتجاه العام لتركيز الكاربون الاسود (السخام):**

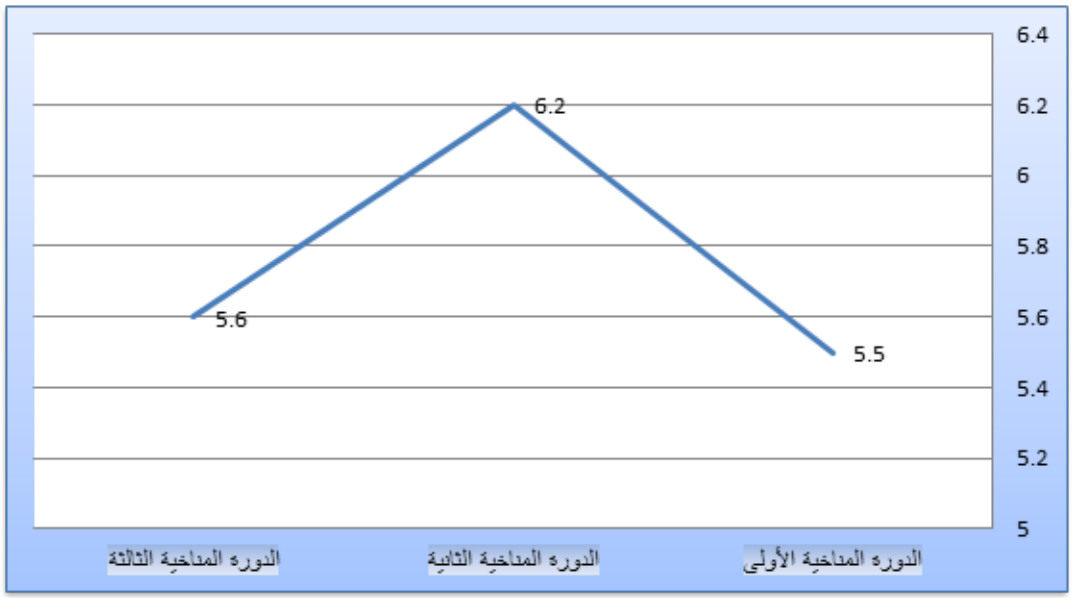
تظهر بيانات الجدول (10) والشكل (11) أن تراكيز الكاربون الأسود إزدادت خلال مدة الدورة المناخية الثانية (2000 ـ 2010) لتبلغ (6.2 كغم/ م^2) عن ما كانت عليه خلال الدورة المناخية الأولى (1989 ـ 1999) و ذلك بسبب ما شهدته هذه المدة من عمليات إحتراق ناتجة عن العمليات العسكرية و الارهابية و حرق آبار النفط ، لتعاود الانخفاض بعد ذلك خلال الدورة المناخية الثالثة (2011 ـ 2019) لتبلغ (5.6 كغم/ م^2) .

جدول (10) معدلات تركيز الكاربون الأسود (كغم/ م^2) لمحطات الدراسة حسب الدورات المناخية للمدة (1989 ـ 2019)

الدورة الزمنية	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل
الدورة المناخية الأولى من1989 – 1999	5.7	4.1	5.3	6.3	5.9	5.5
الدورة المناخية الثانية من2000 – 2010	7.1	5.4	6.2	6.2	6	6.2
الدورة المناخية الثالثة من2011 – 2019	7.8	6	6.4	4.4	3.4	5.6

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (6) .

شكل (11) الاتجاه العام لتراكيز الكاربون الأسود (السخام) (كغم/ م^2) للمدة (1989 ـ 2019)



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (10) .

رابعاً: الاشعاع الشمسي وتباينه السنوي و الشهري و الاتجاه العام في العراق:

تعد كمية الاشعاع الشمسي واختلاف توزيعه المكاني المحرك الرئيس للمناخ والتغيرات المناخية، فأن أي زيادة أو نقصان في كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض معناه زيادة زيادة أو نقصان في أهم العناصر المرتبطة به مثل (درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، التبخر) (التميمي، 2017، ص224)، وتشهد مناطق العراق تباين في كميات الاشعة الشمسية الواصلة الى سطح الارض من مكان لآخر، إذ تنخفض كميات الاشعاع الشمسي في المناطق الشمالية الشرقية من العراق شتاءاً بسبب كثرة الغيوم، في حين تزداد في المناطق الجنوبية بسبب قلة الغيوم، فضلاً عن ذلك أن المناطق الجنوبية تكون أقرب إلى مدار السرطان (منطقة تعامد الشمس في صيف نصف الأرض الشمالي (الدزيي، 2013، ص183).

ومن ملاحظة بيانات الاشعاع الشمسي في الجدول (11) والشكل (12) يتضح وجود تباينات مكانية في كميات الاشعاع الشمسي الكلي في العراق من محطة لآخرى، و ذلك نتيجة للظروف المحلية المختلفة لكل محطة، ولاحظ أن المعدل العام لكميات الاشعاع الشمسي في العراق في محطات منطقة الدراسة بلغ (570.3 ملي واط / سم^2)، سجل أعلى معدل للاشعاع الشمسي الكلي في محطة الرطبة و بلغت كمية الاشعاع (680.7 ملي واط / سم^2) ويعود السبب في ذلك الارتفاع التدريجي لزوايا سقوط الاشعاع الشمسي وزيادة ساعات السطوع الفعلية مع انخفاض نسب ملوثات الهواء إضافة الى ذلك قلة عدد أيام الظواهر الغبارية مما يساهم في زيادة شدة الاشعاع الشمسي في هذه المحطة .

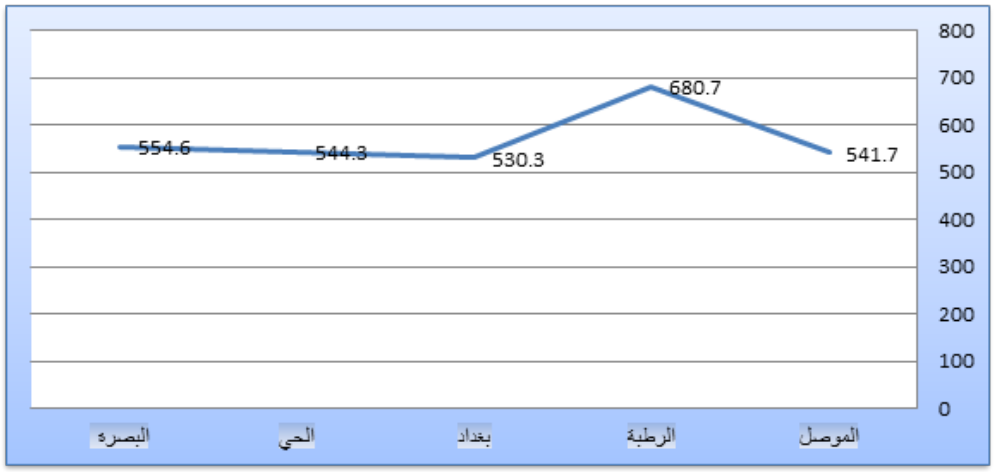
جدول (11) المعدلات السنوية لكميات الاشعاع الشمسي الكلي
في محطات منطقة الدراسة (ملي واط / سم^2) للمدة (1989 ـ 2019)

السنوات	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل
1989	522.5	580.6	548.9	540.6	543.1	547.1
1990	522.2	560.8	542.6	544.1	568.4	547.6
1991	491.8	539.5	526.1	511.8	531.4	520.1
1992	475.3	527.9	482.5	512.4	529.6	505.5
1993	482.3	539.8	537.7	531.6	544.5	527.2
1994	488.1	544.9	538.8	537.7	545.8	531.1
1995	507.8	556.1	563.7	551.2	543.6	544.5
1996	496.7	597.9	544.9	582.9	560.7	556.6
1997	495	593.4	550.3	555.4	566.7	552.2
1998	506.9	498.5	554.7	557.2	574.4	538.3
1999	509.2	554.2	551.4	550.3	550.5	543.1
2000	497.4	558.7	529.1	528.2	532.2	529.1
2001	505.2	563.2	558.8	548.2	559.3	546.9
2002	501.3	571.4	576.7	487.8	579.5	543.3
2003	489.9	852.9	534.2	682.5	877.8	687.5
2004	545.1	852.4	526.8	610.9	619.9	631
2005	599.3	852.9	482	539.8	543.8	603.6
2006	496.9	852.9	425.2	616.9	525.4	583.5
2007	489.2	852.8	525.4	530.1	564.2	592.3
2008	493.6	851.6	502.9	514.5	518.3	576.2
2009	484.6	852.2	498.1	501.7	531	573.5
2010	507.1	852.7	519.2	515.9	565.7	592.1
2011	494.3	544.6	522.6	525.4	541.2	525.6
2012	484.4	548.9	513.6	522.8	522.6	518.5
2013	512.7	523.1	524.7	558.2	494.1	522.6
2014	403.6	624.2	523.5	529.1	523.3	520.7
2015	823.2	849.7	531.5	523.1	510.6	647.6
2016	822.3	849.7	535.9	533.3	547.2	657.7
2017	822.7	850.8	538.9	509.6	507.7	645.9
2018	827	849.9	520.6	407.7	460.3	613.1
2019	494.9	852.9	607.9	710.9	610.8	655.5
المعدل	541.7	680.7	530.3	544.3	554.6	570.3

المصدر: الباحث بالاعتماد على : 1ـ جمهورية العراق، وزارة النقل و المواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية و الرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة . 2ـ برنامج Cropwat 8.0 .

في حين سجل أقل معدل للاشعاع الشمسي الكلي في محطة بغداد وبلغت كمية الاشعاع (530.3 ملي واط / سم^2) وهذا التناقص يعود الى انخفاض زاوية سقوط الاشعاع الشمسي مع تزايد ملوثات الهواء التي تسبب انخفاض في كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض وقلة ساعات السطوع الفعلية وزيادة عدد أيام الظواهر الغبارية التي بدورها تحجب الاشعاع الشمسي.

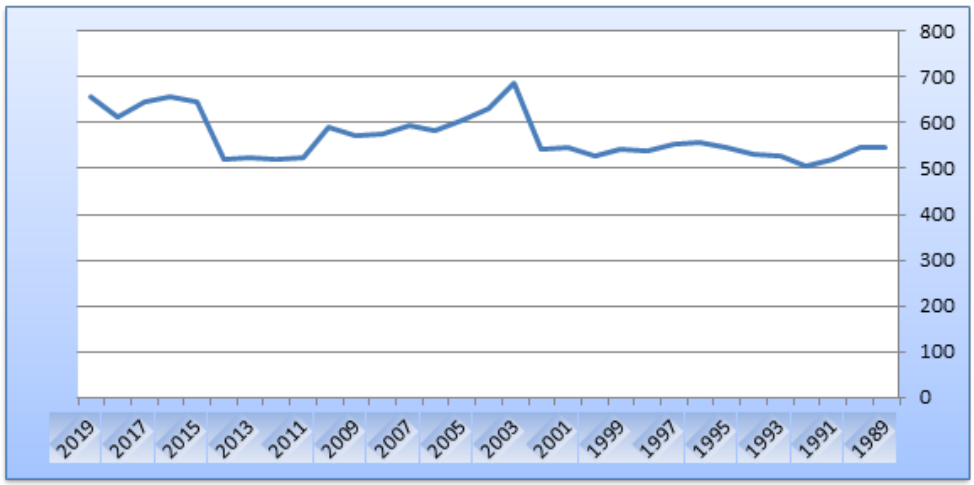
شكل (12) التباين المكاني للاشعاع الشمسي الكلي (ملي واط / سم^2) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1989-2019)



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جدول (11) .

وقد شهدت تسجيلات الاشعاع الشمسي تباين زماني بين سنة و آخرى ، فالبرجوع الى الجدول السابق و الشكل (13) ، إذ سجل أعلى معدل سنوي للاشعاع الشمسي الكلي في سنة (2003) و قد بلغت كمية الاشعاع الشمسي (687.5 ملي واط / سم^2) ، في حين كان أدنى معدل في سنة (1992) اذ بلغت كمية الاشعاع (505.5 ملي واط / سم^2) .

شكل (13) التباين السنوي للاشعاع الشمسي الكلي (ملي واط / سم^2) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1989-2019)



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جدول (11) .

الاتجاه العام للاشعاع الشمسي :

من خلال الجدول (12) والشكل (14) يلاحظ أن هناك تزايد في كمية الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة إذ سجلت الدورة المناخية الأولى (1989 ـ 1999) أدنى معدل بلغ (537.6 ملي واط/ سم^2)، يشهد بعد ذلك تزايد في كمية الاشعاع ليسجل أعلى معدل خلال الدورة المناخية الثالثة (2011 ـ 2019) ليبلغ (589.7 ملي واط/ سم^2)

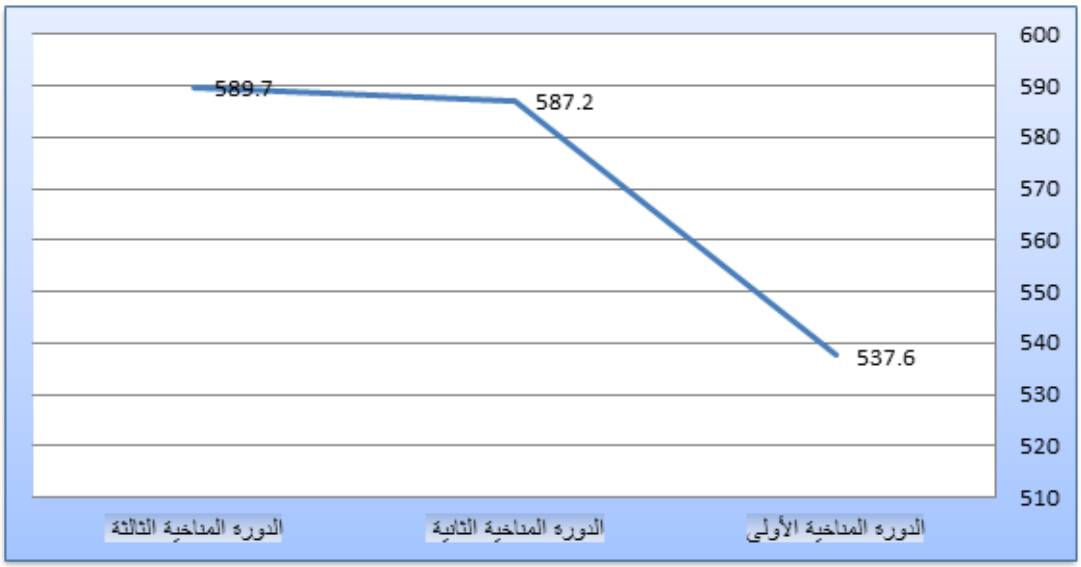
جدول (12) الاتجاه العام للاشعاع الشمسي (ملي واط / سم2)
في محطات منطقة الدراسة الدراسة حسب المدة الزمنية (1989 ـ 2019)

الدورة المناخية	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل
الدورة المناخية الأولى من1989 – 1999	499.8	554	540.1	543.2	550.8	537.6
الدورة المناخية الثانية من2000 – 2010	510	774	516,2	552.4	583.4	587.2
الدورة المناخية الثالثة من2011 – 2019	631.7	721.5	535.5	535.6	524.2	589.7

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول (11) .

شكل (14)

الاتجاه العام للاشعاع الشمسي (ملي واط / سم^2) في محطات منطقة الدراسة الدراسة حسب المدة الزمنية (1989 ـ 2019)



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جدول (12).

يبين الجدول (13) و الشكل (15) تباين المعدلات الشهرية لكمية الاشعاع الشمسي الكلي بين مناطق العراق و بالتحديد المحطات المدروسة ، إذ نلاحظ أن أعلى قيمة للاشعاع الشمسي الكلي سجلت خلال أشهر الصيف و بالتحديد في شهري (حزيران و تموز)، بسبب زيادة ساعات السطوع الشمسي وقلة مرور المنخفضات الجوية الممطرة و هذا ما يقلل من تكوين الغيوم و إنخفاض نسب الملوثات في الجو نتيجة إزدياد حركة الرياح ، إذ سجلت محطات منطقة الدراسة معدلات اشعاع شمسي في هذين الشهرين (808.8 و 801 ملي واط/ سم^2) على التوالي .

في حين نجد أن أدنى معدلات الاشعاع الشمسي في محطات منطقة الدراسة كان في أشهر الشتاء وبالتحديد في شهري (كانون الاول و كانون الثاني) ويرجع السبب في ذلك الى كثرة مرور المنخفضات الجوية الممطرة و دورها في تشكيل حالات التغييم مما يقلل من كمية الاشعة الشمسية و إنخفاض سرعة الرياح و زيادة حالات الركود مما يساهم في زيادة تراكيز الملوثات في الجو مما يعيق وصول الاشعاع الشمسي الى سطح الارض فقد لوحظ أن معدل الاشعاع الشمسي الكلي المسجلة في هذين الشهرين بلغ (309.1 ، 331.9 ملي واط/ سم^2) على التوالي .

جدول (13) المعدلات الشهرية لكمية الاشعاع الشمسي الكلي (ملي / سم^2) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1989 ـ 2019)

الاشهر	الموصل	الرطبة	بغداد	الحي	البصرة	المعدل العام
ايلول	621.9	747.3	598.8	613.4	630.7	642.4
ت١	453.2	596.5	447.2	474.5	496.5	493.6
ت٢	328.8	462.7	341.7	362.5	378.7	374.9
ك١	253.6	383.9	282.9	302.9	322.3	309.1
ك٢	273.1	417.2	304.3	324.3	340.6	331.9
شباط	368.1	519.1	395.8	414.3	430	425.5
اذار	490.6	655.3	493.3	514.6	530.4	536.8
نيسان	613.9	775.7	597.6	599.5	602.4	637.8
آيار	727.4	864.3	676.8	686.4	689	728.8
حزيران	823.5	942.9	762.1	750.9	761.9	808.3
تموز	806.3	933.7	747.9	764.5	752.5	801
اب	739.9	869.5	714.6	724.2	720.7	753.8
المعدل	541.7	680.7	530.3	544.3	554.6	570.3

المصدر: الباحث بالاعتماد على : 1ـ جمهورية العراق، وزارة النقل و المواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية و الرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة . 2ـ برنامج Cropwat 8.0 .

شكل (15) التباين الشهري لكمية الاشعاع الشمسي الكلي (ملي واط / سم²) في محطات منطقة الدراسة للمدة (1989 ـ 2019)

المصدر : من عمل الباحث إعتماداً على على جدول (13) .

التحليل الاحصائي لأثر ملوثات الهواء في تباين قيم الاشعاع الشمسي

يعالج هذا الجزء من الدراسة أيضاً موضوعاً في غاية الاهمية هو الانتقال من التحليل النظري (المرئي) الى الطرق الاحصائية، لأن التحليل النظري لا يقدم دليلاً قاطعاً للعلاقات المتداخلة بين المتغيرات للعناصر المناخية والظواهر الناتجة عنها ومنها الاشعاع الشمسي، ولاستخراج الارتباطات الكمية بين الاشعاع الشمسي مع الملوثات الجوية لتعزيز صحة النتائج، لأن العمليات الاحصائية تضفي صحة علمية على نتائج الدراسة وقد تم استخدام معامل بيرسون للارتباط.

أولاً: الارتباط Correlation:

هو الوسيلة الإحصائية المستخدمة لقياس العلاقة بين المتغيرات، واختبارها إحصائياً لتحديد طبيعتها، فيما إذ كانت ذات دلالة إحصائية، أم أنها ناتجة عن عامل الصدفة [1]. ويعرف أيضاً بأنه مقياس احصائي يبين درجة ونوع العلاقة بين متغيرين عشوائيين، وتتراوح قيمته بين (−1) و (+1) [2].

ثانياً: معامل ارتباط بيرسون

Pearson correlation coefficient:

هو العلاقة بين ظاهرتين، ويمكن استخراجه عن طريق معادلة بيرسون الآتية [3]:

$$R = \frac{\Sigma y_i X_i - \frac{(\Sigma Y_i)(\Sigma X_i)}{N}}{\sqrt{\Sigma Xi^2 - \frac{\Sigma(yi)^2}{N}}\sqrt{\Sigma Xi^2 - \frac{\Sigma(xi)^2}{N}}}$$

حيث أن :

Xi = مجموع قيم المتغير X

Yi = مجموع قيم المتغير Y

N = عدد القيم

(1) نعمان شحادة، الأساليب الكمية في الجغرافية باستخدام الحاسوب، ط2، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2002 ، ص433 .

(2) نادية هاشم النور واخرون، التقدير الحصين لمعامل الارتباط، مجلة علوم المستنصرية، المجلد (12)، العدد (5)، 0102 ، ص252 .

(3) سامي عزيز عباس العتبي ومحمد يوسف حاجم الهيتي، منهج البحث العلمي والمفهوم والاساليب والتحليل والكتابة، مطبعة الاصدقاء، بغداد، 1102م، ص371 .

تنحصر قيم الارتباط بين (+1 ،-1)، حيث إن قيمة معامل الارتباط (+1) تعني وجود علاقة موجبة طردية تامة بين المتغيرين، أما أذا كانت قيمة معامل الارتباط تساوي (-1) فتعني وجود علاقة عكسية سالبة تامة بين المتغيرين .

جدول (14) درجات قوة معامل الارتباط

ارتباط موجب					ارتباط سالب				
قوي جدا	قوي	متوسط	ضعيف	ضعيف جدا	ضعيف جدا	ضعيف	متوسط	قوي	قوي جدا
0.9	0.7	0.5	0.3		- 0.3	- 0.5	- 0.7	- 0.9	
ارتباط تام موجب +1					**ارتباط تام سالب -1**				

المصدر: سامي عزيز عباس العتبي ، اياد عاشور الطائي ، الاحصاء و النمذجة في الجغرافية ، مطبعة الامارة ، 2013 ، ص187 .

معامل ارتباط الاشعاع الشمسي مع ملوثات الهواء:

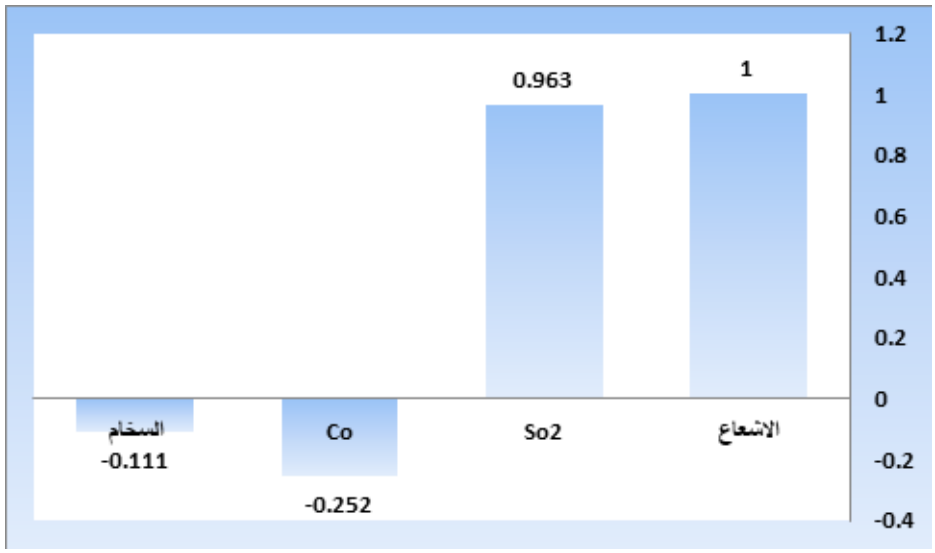
تعكس نتائج الجدول (15) والشكل (16) الخاصة بمعامل الارتباط للإشعاع الشمسي مع الملوثات الجوية، فمن حيث علاقة الارتباط للإشعاع الشمسي مع الملوثات الجوية فقد لوحظ أن أعلى معامل ارتباط عند مستوى ثقة (95 ٪) كانت بين الإشعاع الشمسي وثاني أوكسيد الكبريت (So_2) نحو (0,963) وكانت العلاقة طردية قوية معنوية ، أي أنه كلما ارتفعت كمية الاشعاع الشمسي ازدادت قيمة ثاني أوكسيد الكبريت في الجو مما يسهم في خفض الاشعاع ، وسجل معامل الارتباط بين الإشعاع الشمسي والكاربون الأسود (السخام) نحو (-0,111) وكانت العلاقة عكسية ضعيفة غير معنوية، وهذا يدل على أنه كمية الكاربون الأسود (السخام) تكون قليلة عند زيادة كمية الاشعاع الشمسي مما تكون حالات الانخفاض في الاشعاع الشمسي قليلة، وسجلت أدنى معامل ارتباط بين الإشعاع الشمسي وأحادي أوكسيد الكربون (Co) نحو (-0,252) وكانت العلاقة عكسية ضعيفة غير معنوية ، وهذا يؤكد أيضاً أن كمية أحادي أوكسيد الكربون تكون قليلة عند زيادة كمية الاشعاع الشمسي مما يقلل من حالات الانخفاض في كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض .

جدول (15) قيم معامل ارتباط الاشعاع الشمسي مع الملوثات الجوية

العناصر	R	نوع العلاقة	T (test)	قيمة (t) الجدولية	القيمة الحرجة عند 95 ٪	R2
الاشعاع	1	طردي تام	0	2.353	غير معنوية	
So2	0.963	طردي قوي	6.174	2.353	معنوية	0.93
Co	-0.252	عكسي خفيف	-0.26	2.353	غير معنوية	0.064
السخام	-0.111	عكسي خفيف	-0.193	2.353	غير معنوية	0.012

المصدر: نتائج التحليل الاحصائي (بيرسون) اعتماداً على بيانات الملوثات الهوائية و الاشعاع الشمسي ، جدول (3 ، 5 ، 7 ، 13).

شكل (16) تباين قيم معامل ارتباط الاشعاع الشمسي مع ملوثات الهواء



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على جدول (15)

الاستنتاجات

توصل البحث إلى مجموعة من الاستنتاجات والتي يمكن إجمالها بالنقاط التالية:

1. سجلت ملوثات الهواء (ثاني أوكسيد الكبريت So2، أحادي أوكسيد الكربون CO، الكاربون الأسود) معدلات متباينة خلال المدة (1989–2019) يكون لها دور فعال في تشتت الاشعة الشمسية، إذ بلغ المعدل السنوي لتركيز ثاني أوكسيد الكبريت (7,8) (كغم/ م2)، أما تركيز أحادي أوكسيد الكاربون فقد بلغ (3,6) (كغم/ م2)، فيما بلغ تركيز الكاربون الأسود (السخام) نحو (5,8) (كغم/ م2).
2. أن تراكيز ثاني أوكسيد الكبريت في العراق سجلت معدلات متباينة خلال ثلاث دورات مناخية، إذ بلغت معدلاته (6) كغم/ م2، خلال الدورة المناخية الأولى (1989–1999) و(8,8) كغم/ م2 خلال الدورة المناخية الثانية (2000–2010) و(8,7) كغم/ م2 خلال الدورة المناخية الثالثة (2011–2019).
3. أن تراكيز احادي أوكسيد الكاربون في العراق سجلت معدلات متباينة خلال ثلاث دورات مناخية، إذ بلغت معدلاته (3,5) كغم/ م2 خلال الدورة المناخية الأولى (1989–1999) و(3,7) كغم/ م2 خلال الدورة المناخية الثانية (2000–2010) و(3,3) كغم/ م2 خلال الدورة المناخية الثالثة (2011–2019).
4. أن تراكيز الكاربون الأسود في العراق سجلت معدلات متباينة خلال ثلاث دورات مناخية، إذ بلغت معدلاته (5,5) كغم/ م2 خلال الدورة المناخية الأولى (1989–1999) و(6,2) كغم/ م2 خلال الدورة المناخية الثانية (2000–2010) و(5,6) كغم/ م2 خلال الدورة المناخية الثالثة (2011–2019).

5. أن كمية الاشعاع الشمسي الكلي في العراق تشهد تباين سنوي من سنة لآخرى، إذ سجل أعلى معدل سنوي للإشعاع الشمسي الكلي في سنة (2003) إذ بلغ (687.5 ملي واط/ سم^2)، فيما سجل أدنى معدل للإشعاع الشمسي الكلي في سنة (1992) إذ بلغ (505.5 ملي واط/ سم^2).
6. توصلت الدراسة الى أن أقوى علاقة ارتباط للاشعاع الشمسي مع الملوثات الهوائية كان بين الاشعاع الشمسي و ثاني أوكسيد الكبريت (So2) إذ بلغ (0.963) و كانت العلاقة طردية قوية ، بينما سجل أدنى معامل ارتباط بين الاشعاع الشمسي و احادي اوكسيد الكاربون (Co) إذ بلغ (0.252 $^-$) وكانت العلاقة عكسية ضعيفة .

المقترحات

1 – العمل على الحد من انبعاثات ملوثات الغلاف الغازي التي تؤدي الى الاحتباس الحراري، لما له من تأثير في قيم الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض.
2 – محاولة الاستفادة من معلومات الأقمار الصناعية بالتنسيق مع بعض الدول المجاورة في تقدير كمية الملوثات الجوية لمساعدة الباحثين في الحصول على البيانات المناخية بصورة أدق.
3 – استخدام التخطيط العلمي عند انشاء أي صناعة وذلك بالأخذ بنظر الاعتبار الظروف المناخية السائدة والوضعية التضاريسية للمنطقة، وأبعاد المناطق الصناعية خارج حدود المدينة.
4 – تركيب أجهزة حديثة لقياس تراكيز الغازات الملوثة للهواء في مناطق مختلفة من العراق بما يتناسب مع طبيعة المنطقة (سكنية، صناعية، تجارية) لغرض معرفة حجم الملوثات الجوية ومدى تأثيرها.

المصادر

(1) جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، اطلس مناخ العراق، سجلات غير منشورة، بغداد، 1990.
(2) جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، أطلس مناخ العراق، الجزء الأول، 2012.
(3) سالار علي خضر الدزيي، مناخ العراق القديم والمعاصر، ط1، دار الشؤون الثقافية العامة، بغداد، العراق ، 2013 .
(4) نهلة محمد جاسم التميمي، استخدام الاسلوب الأمثل لتقدير قيم الاشعاع الشمسي الكلي و التنبؤ به في العراق ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للبنات ، جامعة بغداد ، 2017.
(5) شكري ابراهيم الحسن، التلوث البيئي في مدينة البصرة، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الاداب ، جامعة البصرة ، 2011.
(6) نعمان شحادة، الأساليب الكمية في الجغرافية باستخدام الحاسوب، ط2، دار صفاء للنشر والتوزيع ، عمان، الأردن، 2002 .
(7) نادية هاشم النور واخرون، التقدير الحصين لمعامل الارتباط، مجلة علوم المستنصرية، المجلد (21)، العدد (5)، 2010 .
(8) كاظم عبد الوهاب الأسدي و شاكر عبد عايد، التباين المكاني والزماني لتراكيز الغازات الملوثة لهواء محافظة بابل، مجلة الباحث، جامعة كربلاء، المجلد3، العدد 1 ، 2013.
(9) سعدون مشرف حسين الشعباني، التقويم المناخي لمواقع المناطق الصناعية في مدينة الرمادي، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الاداب، جامعة

الانبار، 2009.
(10) سامي عزيز عباس العتبي ومحمد يوسف حاجم الهيتي، منهج البحث العلمي والمفهوم والاساليب والتحليل والكتابة، مطبعة الاصدقاء، بغداد، 2011م .
(11) وفيق حسين الخشاب و مهدي محمد الصحاف ، الموارد الطبيعية ، دار الحرية ، بغداد، 1976.
(*) الغازات الساخنة تشمل بخار الماء، غاز أحادي وثاني أوكسيد الكربون، الميثان، الأوزن و غيرها سميت بالساخنة لقيامها بأمتصاص الاشعة تحت الحمراء التي تقوم الارض بأشعاعها أو عكسها مما يقلل من كمية الطاقة الحرارية المفقودة من الارض وبالتالي زيادة درجة حرارة الغلاف الجوي والارض بشكل عام .
– تم قياس تركيز غاز ثاني أوكسيد الكبريت (So2) بوحدة الـ (كغم/م2) وتسمى أيضاً بوحدة (نيوتن/ م2) وتعد من وحدات القياس النظام الدولي المتري و يقصد بها حساب الكتلة على وحدة المساحة .
– تم قياس تركيز غاز أحادي أوكسيد الكاربون (Co) بوحدة الـ (كغم/ م2/ ث) وتسمى أيضاً بوحدة (نيوتن/ م2/ ث) وتعد من وحدات القياس في النظام الدولي المتري ويقصد بها حساب الكتلة على وحدة المساحة.
(12) سحر قدوري و عواطف رديف، تلوث الهواء بغاز أحادي أكسيد الكربون (Co)، الابعاد والمخاطر (محطتي الاندلس والوزيرية دراسة حالة)، مجلة المستنصرية للدراسات العربية والدولية ، الجامعة المستنصرية ، العدد 46 ، 2014.
(13)سامي عزيز عباس العتبي، اياد عاشور الطائي، الاحصاء و النمذجة في الجغرافية، مطبعة الامارة، 2013 ، ص187 .
(14) لمياء محمد فائق مصطفى، دراسات عن الاشعاع الشمسي في مدينة الموصل، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الموصل، 2005.
(15) بيانات التلوث من القمر الصناعي تيرا (Teera) لوكالة الفضاء والطيران الامريكية المنشورة على الموقع:
https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni .

(16) Black Carbon ,Climate and clean air coalition https://www.ccacoalition.org/en/slcps/black-carbon
(17) Renee Cho , The damaging effects of black carbon , news from the Columbia Climate school , March 22 , 2016, https://news.climate.columbia.edu
(18) Meinrat O . Andreae , world survey of Climatology, 1995 https://www.sciencedirect.com
(19) The Eu Backgroundon black carbon, A map: https://eua-bca.amap.no.