



استخدام تقانات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة تراكيز الجسيمات العالقة (PM10) و (PM2.5) في الغلاف الجوي لمدينة الموصل، العراق

امنة باسل محمد¹، صباح حسين علي^{2*}، رياض عبد الله فتحي³

^{1,3}كلية علوم البيئة وتقاناتها، جامعة الموصل

²مركز التحسس النائي، جامعة الموصل

الملخص

تناولت الدراسة الحالية استخدام تقنيات التحسس النائي وبرامجيات نظم المعلومات الجغرافية في الكشف عن التوزيع المكاني لمستويات تراكيز الجسيمات العالقة (PM2.5) والجسيمات العالقة (PM10) في مناطق مختارة من مدينة الموصل (الجانبين الايمن واليسر) وللفترة من شهر ايلول 2020 الى شهر شباط 2021، وقورنت بالمعايير العراقية والدولية المعتمدة لما لها من تأثير سلبي على صحة الفرد والمجتمع. استعمل في هذه الدراسة جهاز (Temtop M2000) لقياس تراكيز الجسيمات العالقة PM10 و PM2.5 فضلا عن جهاز تحديد المواقع العالمية (GPS) لتحديد مواقع الفحص والمراقبة للمناطق المختارة داخل مدينة الموصل. ولغرض المقارنة مع بيانات الاقمار الاصطناعية، تم تحميل بيانات (PM10 , PM2.5) من موقع (CAMS) المدعوم من قبل المنظمة الاوربية لاستثمار الاقمار الاصطناعية (European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites: EUMETSAT) والتي تعتمد بالاساس على برنامج (Copernicus) الذي تشرف عليه وكالة الفضاء الاوربية. اظهرت النتائج ان مستويات تراكيز الجسيمات العالقة PM10 تجاوزت المحددات التابعة لمنظمة الصحة العالمية WHO والمحددات العراقية المسموح بها في المناطق التي شملتها الدراسة باستثناء منطقتي حي نركال ومنطقة الميدان حيث كانت ضمن المحددات العراقية النافذة، في حين اظهرت معدلات تراكيز PM2.5 تجاوزا لمحددات منظمة الصحة العالمية والمحددات العراقية في جميع مناطق الدراسة. كذلك اظهرت النتائج ارتفاع تراكيز الجسيمات العالقة (PM10, PM2.5) المقاسة موقعا مع البيانات المأخوذة من الموقع (CAMS) المعتمد على بيانات الاقمار الاصطناعية.

معلومات الارشافة

تاريخ الاستلام: 24-نوفمبر-2021

تاريخ القبول: 01-أبريل-2022

تاريخ النشر الالكتروني: 30-يونيو-2022

الكلمات المفتاحية:

الجسيمات العالقة
الاستشعار عن بعد
نظم المعلومات الجغرافية
التحليل المكاني

المراسلة:

الاسم: صباح حسين علي

sabah196004@uomosul.edu.iq

Using Remote Sensing Techniques and GIS to Study of PM2.5 and PM10 Concentrations in the Atmosphere of Mosul City, Iraq

Amina B. Mohammad¹, Sabah H. Ali^{2*}, Riyadh A. Fathi³

College of Environmental Sciences and Technologies, University of Mosul^{1,3}
Remote Sensing Center, University of Mosul²

Article information

Received: 24- Nov-2021

Accepted: 01-Apr-2022

Available online: 30-Jun-2022

Keywords:

Terrain

Rainfall

Mountainous and Plains Areas

Standard Deviation

Rainfall Fluctuation Coefficient

Correspondence: Sabah H. Ali

e-mail: sabah196004@uomosul.edu.iq

ABSTRACT

In the current study, remote sensing dataset and GIS are used for measuring the spatial distribution of the concentration levels of PM2.5 and PM10 in a selected area of Mosul City (right and left sides) for the period of September 2020 to February 2021, then compared these measured concentrations with the Iraqi and international standards. These pollutants have a negative impact on the environment, human and societal health. Temtop monitor (model: M2000) was used for measuring the concentration levels of PM2.5 and PM10 in the selected areas whose geographical positions (latitude and longitude) were determined using a GPS (Global Positioning System) instrument (model: GPSmap76CSx). For the purpose of comparison with satellite data, dataset of (PM2.5, PM10) is downloaded from the (European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites: EUMETSAT) which are mainly based on Copernicus that supervised by the (European Space Agency: ESA). The results reveal that all PM10 concentration levels have exceeded the limits set given by WHO as well as the Iraqi standards around all sampling stations except in Al-Maidan and Nergal neighborhoods. The results also showed the high concentrations of (PM2.5 and PM10) measured locally with the data taken from the (CAMS) website based on the satellite dataset.

DOI: [10.3389/earth.2022.174661](https://doi.org/10.3389/earth.2022.174661), ©Authors, 2022, College of Science, University of Mosul.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

المقدمة

يُعد تلوث الهواء أحد أهم المشاكل البيئية التي تواجه العالم في الوقت الحاضر، فهو من أكثر أشكال التلوث خطورة، إذ تكمن خطورته في أن الإنسان ليس بوسعه اختيار الهواء الذي يستنشقه أو أن يقوم بتنقيته قبل ذلك (Grmasha, et al., 2021; Kumar, et al., 2016; Brugge, et al., 2007).

هناك اهتمام عالمي متنامٍ حول التأثيرات السلبية لارتفاع تراكيز الملوثات الهوائية على الإنسان، حيث يتولد عن النشاط السكاني العديد من الملوثات الهوائية والتي تزداد مستوياتها مع تزايد الكثافة السكانية بالإضافة إلى تزايد أعداد المركبات وبالتالي زيادة استهلاك الوقود (Al-Jarrah, 2015). يُصبح الهواء ملوثاً عند دخول الملوثات الهوائية إلى الغلاف الحيوي وهي عبارة عن مواد عالقة في الهواء يمكن أن تكون طبيعية أو من صنع الإنسان وقد تكون بشكل مواد صلبة أو قطرات سائلة أو غازات. وتنشأ الجسيمات والغازات من ابخرة السيارات والشاحنات، المصانع ومحطات القوى النووية، الغبار، البراكين وحرائق الغابات (Gurmmet Singh, 2020). يعد التلوث بالجسيمات العالقة (Particulate Matter,)

(PM) احد اشكال التلوث الهوائي الجديرة بالاهتمام وذلك لكون هذه الجسيمات (خاصة القابلة للاستنشاق منها) ذات خطورة على البيئة والجو والانسان (Al-Ahmady and Muhsin, 2015). حيث يظهر تأثير تلوث الهواء بالجسيمات العالقة على الجهاز التنفسي الذي هو خط الدفاع الاول للانسان، ويعد الانف المدخل الرئيس لهذا النوع من التلوث. يعتمد تأثير الجسيمات العالقة على صحة الانسان على العديد من العوامل من اهمها تركيب الجسيمات الفيزيائي والكيميائي، حيث تستطيع معظم الجسيمات العالقة التي تقل اقطارها عن (2.5) مايكرومتر الوصول الى الجهاز التنفسي وتفتك بالرئة وقد تؤدي الى حدوث السرطان بها. وبناءً على قطر الجسيمات العالقة، صنفت وكالة حماية البيئة (EPA) الجسيمات العالقة الى نوعين: الدقائق العالقة القابلة للاستنشاق (PM10) ويبلغ قطرها اقل من (10) مايكرومتر ومصدرها بشكل اساسي من الغبار الصادر من مواقع البناء، المصادر الصناعية والغبار المنبعث من الرياح من الأراضي المفتوحة والدقائق العالقة الناعمة (PM2.5) ذات القطر (2.5) مايكرومتر او اقل ومصدرها من عوادم السيارات والشاحنات والعمليات التي تنطوي على حرق الوقود أو الفحم والمصادر الطبيعية مثل حرائق الغابات والأعشاب (Nemmar, et al., 2013).

تعاني مدينة الموصل حالياً من ارتفاع تراكيز دقائق الغبار العالقة وخاصة عند هبوب الرياح وما يترتب عليها من امتلاء صالات الطوارئ في المستشفيات بمرضى الربو، وكذلك تتأثر حركة المركبات نتيجة انخفاض مدى الرؤيا حيث تمتاز الاراضي المحيطة بمدينة الموصل بمحدودية او انعدام التشجير والمناطق الخضراء وكثرة عشوائيات البناء ومعامل الحصى والبلوك مما يجعل المدينة عرضة لتأثير هبوب الرياح ونقلها للتربة ونشر الغبار والجسيمات العالقة في المدينة (Shehab and Taha,2014).

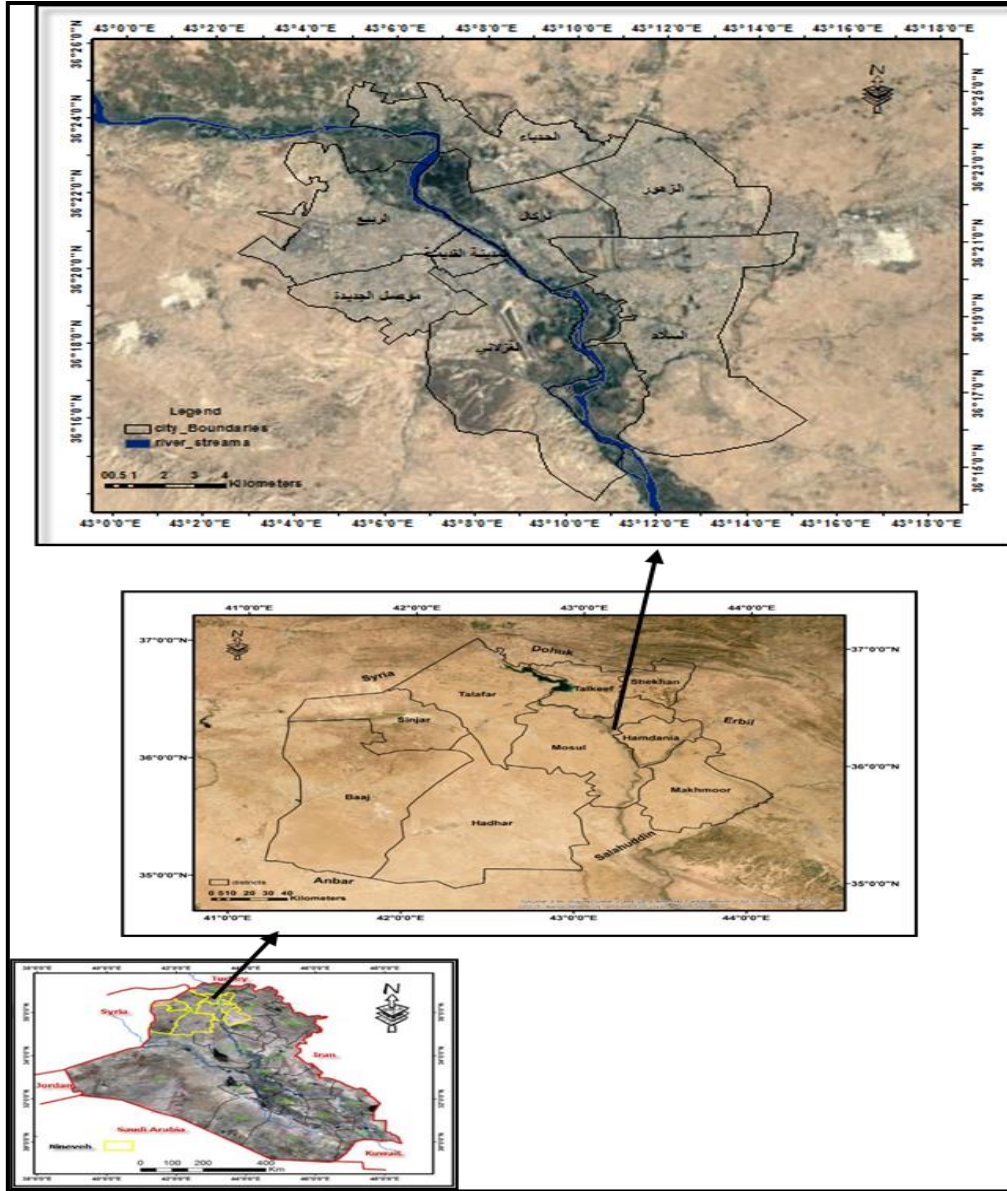
تهدف الدراسة الحالية الى اعتماد معطيات التحسس النائي وبرامجيات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة التوزيع المكاني لانتشار الجسيمات العالقة (PM10 و PM2.5) في مدينة الموصل من خلال اختيار (10) مواقع في الجانبين الايمن والايسر لمدينة الموصل ضمن الفترة الزمنية التي تمتد من ايلول 2020 الى شباط 2021، ومن ثم مقارنتها مع المحددات العالمية والعراقية ومقارنة تراكيزها بين مواقع القياس وبيانات التحسس النائي.

منطقة الدراسة

تقع مدينة الموصل في الجزء الشمالي من العراق على بعد (396) كم من العاصمة بغداد، وتشغل مساحة اجمالية قدرها (4409) كم². تقع مدينة الموصل بين دائرتي عرض ("23.86: 17': 36°) و ("45.05: 25': 36°) شمالاً وخطي طول ("59.65: 02': 43°) و ("57.89: 13': 43°) شرقاً، وتمتد على جانبي نهر دجلة الذي يقسمها إلى قسمين يعرفان محلياً بالجانب الأيمن والأيسر (Ali and Mustafa, 2020) (الشكل 1).

يختلف المظهر التضاريسي لجانبي المدينة، اذ يمتاز الجانب الايمن (الغربي) بارتفاعه مقارنة مع الجانب الايسر (الشرقي)، حيث تظهر المدينة في الجانب الايمن باشكال هضبية متدرجة من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي وبارتفاعات تتراوح ما بين (220-240م) مع ظهور بعض الروابي المرتفعة في منطقة حاوي الكنيسة التي تصل ارتفاعاتها الى (289م) في اقصى الشمال و (320م) غرب وادي سرحان غربي المدينة. اما الجانب الايسر فيظهر أكثر استواء من الجانب الايمن لان السهل الفيضي والمدرجات النهرية القديمة لنهري دجلة والخوصر يكون النسبة الكبرى فيه ويبلغ ارتفاعه بحدود (220م) باستثناء بعض التلال (تل التوبة وتل قوينجق) التي تنحصر ارتفاعاتها ما بين (250-273 م) فوق سطح البحر (Al-Janabi, 2011) (الشكل 2). ان وجود هذه التغيرات في التضاريس ادى في كثير من الاحيان الى انحسار غمامات في جو المدينة ناتجة من الملوثات المختلفة في المدينة ومنها على سبيل المثال انبعاثات الوقود الاحفوري وعوادم السيارات والمولدات

والمحارق التي يتم فيها حرق بعض الملوثات وصهاريج تخزين المشتقات النفطية والنفايات والملوثات الأخرى (Ali and Habbo, 2011).



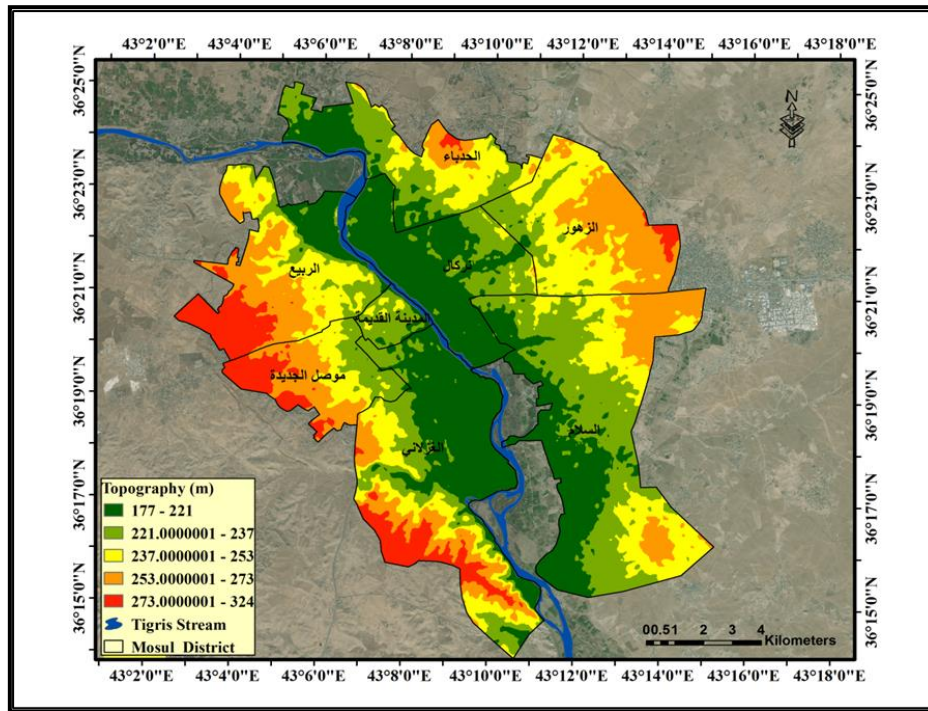
شكل 1. موقع منطقة الدراسة

اهمية التحسس النائي في كشف التلوث البيئي

تهتم تقانات التحسس النائي من خلال الاقمار الاصطناعية بجمع البيانات عن التلوث البيئي في الغلاف الجوي لما تتميز به من الرؤية الشاملة للمساحات الواسعة والتعاقب الزمني في المدارات المخصصة لها فضلا عن الدقة العالية لهذه البيانات، وأصبح بالامكان الحصول على هذه البيانات من مواقع شبكة الانترنت المرخصة والمرتبطة مع الجهات الرسمية لهذه الاقمار الاصطناعية (Somvanshi, et al., 2019; Engel-Cox, et al., 2004).

يعد برنامج كوبرنيكوس (Copernicus) التابع للاتحاد الأوروبي (European Commission: EC) والذي تشرف المفوضية الاوربية على ادارته بالشراكة مع وكالة الفضاء الأوربية (European Space Agency: ESA) والمركز الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى (European Centre for Medium-Range Weather

(Forecasts: ECMWF) من اهم المواقع التي تهدف إلى تطوير خدمات المعلومات الأوروبية في مجال مراقبة البيئة والأرصاد الجوية عبر الأقمار الاصطناعية والبيانات الموقعية لسطح الارض وذلك من خلال المراقبة المستمرة لتكوين الغلاف الجوي للأرض على الصعيدين العالمي والإقليمي (European Commission, 2016)، حيث يتم تقديم خدمات برنامج كوبرنيكوس من خلال أقمار اصطناعية مخصصة تابعة للبرنامج التي بدأت منذ اطلاق القمر الصناعي الاول (Sentinel-1A) في عام 2014 (Mertikas, et al., 2021). فضلا عن اقمار اصطناعية اخرى تديرها وكالات تجارية ووطنية مختلفة ومن أهمها المنظمة الأوروبية لاستثمار الاقمار الاصطناعية (European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites,) (EUMETSAT) التي تقدم قاعدة بيانات متجددة وتأخذ بياناتها كل ساعة من الاقمار الاصطناعية الخاصة ببرنامج كوبرنيكوس فضلا عن البيانات المتعلقة بمكونات الغلاف الجوي والعناصر المناخية من (ECMWF) وذلك لصالح جميع المستخدمين في الاتحاد الأوروبي والدول الاخرى (EUMETSAT, 1986). ان من ضمن الخدمات التي تقدمها كوبرنيكوس هي خدمة مراقبة الغلاف الجوي (Copernicus Atmospheric Monitoring Service: CAMS) وخاصة تراكيز غازات الاحتباس الحراري والجسيمات العالقة. تدعم (EUMETSAT) خدمة (CAMS) من خلال ردها بالبيانات من الاقمار الاصطناعية الخاصة بدراسة الغلاف الجوي ومكوناته (Copernicus).

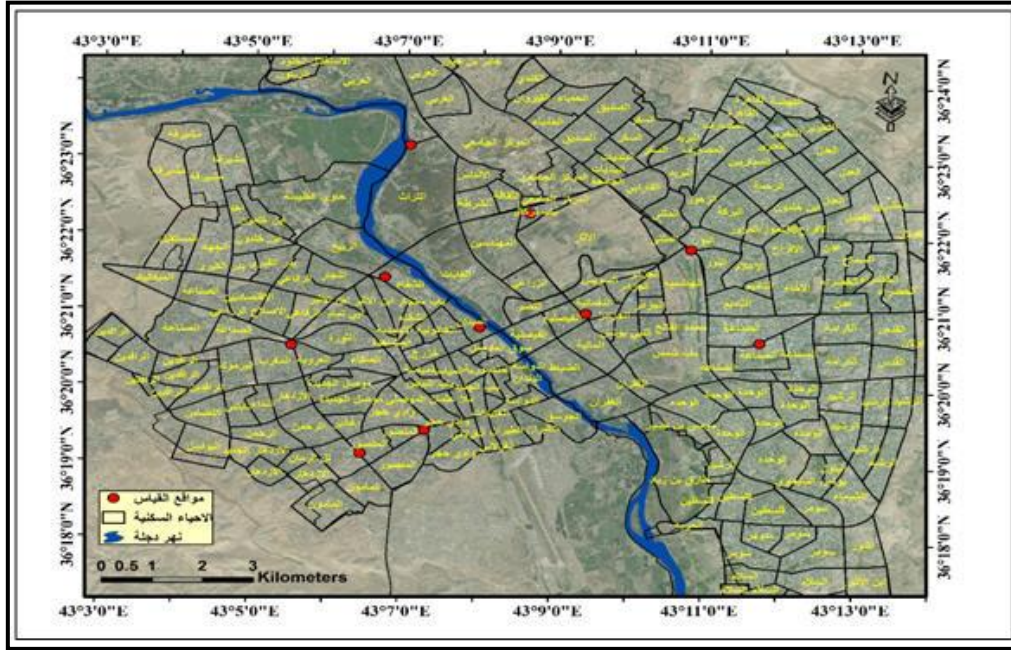


الشكل 2.. تضاريس منطقة الدراسة

طرائق العمل

تم قياس وتحديد مستويات الدقائق العالقة (PM2.5, PM10) موقعا باستخدام جهاز قياس الدقائق العالقة (Temtop M2000) في عشر مواقع من مدينة الموصل، خمسة منها في الجانب الايسر وهي (جسر النصر، جسر المثني، صناعة الايسر، تل النبي يونس وحي نركال) وخمسة في الجانب الايمن وهي (دورة اليرموك، محطة المنصور الغازية، المستشفى الجمهوري العام، منطقة الميدان ودورة السواس) (شكل 3). يوضح الجدول (1) الاحداثيات الجغرافية لمواقع

القياس والتي تم قياسها باستخدام جهاز تحديد المواقع العالمي (GPS map 76CSx)، وقد تم اختيار هذه المناطق لارتدادها المروري الشديد وكثرة مرور المركبات الصغيرة وخصوصا خلال اوقات الذروة والدوام الرسمي بالإضافة الى مرور الشاحنات الكبيرة التي تعمل على اثاره الاتربة مما يزيد من مستويات تراكيز الدقائق العالقة. وقد تم القياس بواقع مرة اسبوعيا وعلى مدار ستة أشهر لتغطية التغيرات الفصلي للفترة من 17 ايلول 2020 الى 31 شباط 2021. اجري القياس على ارتفاع 1.6 متر وهو الارتفاع المثالي للتعرض المباشر لها من الانسان.

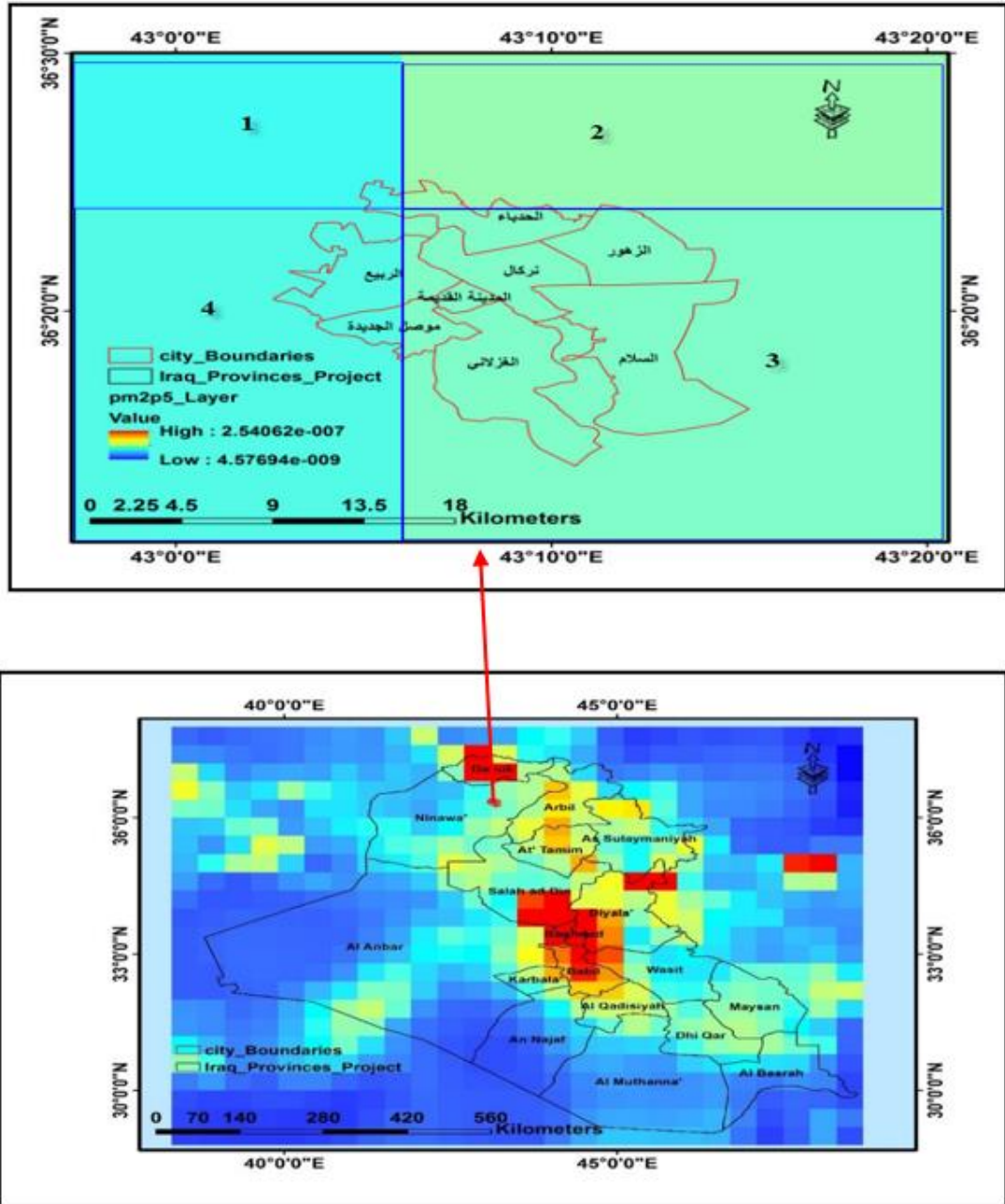


الشكل 3. مواقع القياس في الجانب الايمن والجانب الايسر

الجدول 1. الاحداثيات الجغرافية لمواقع القياس

| التسلسل | خطوط الطول | دوائر العرض | مواقع القياس |
|---------|------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 43.1175 | 36.3865 | جسر النصر |
| 2 | 43.1799 | 36.3643 | مجسر المثنى |
| 3 | 43.1954 | 36.344 | المنطقة الصناعية |
| 4 | 43.157 | 36.35 | منطقة النبي يونس |
| 5 | 43.1442 | 36.3718 | حي نركال |
| 6 | 43.0921 | 36.3423 | مجسر اليرموك |
| 7 | 43.1071 | 36.3189 | المحطة الغازية/ المنصور |
| 8 | 43.1125 | 36.3575 | مستشفى الجمهوري |
| 9 | 43.1336 | 36.3467 | منطقة الميدان |
| 10 | 43.1219 | 36.324 | دورة السواس |

كما وتم اعتماد موقع Copernicus في تحميل بيانات التحسس النائي والخاصة بمستويات تراكيز الجسيمات العالقة (PM10 , PM2.5) ضمن الحدود الجغرافية لمنطقة الدراسة وضمن الدقة المكانية (0.320*0.320) درجة اي ما يعادل (35.523*35.52) كم ويساوي (1261.67) كم²، ومن الجدير بالذكر ان مساحة منطقة الدراسة الكلية تبلغ (4409) كم². إذا ما تمت مقارنة مساحة الوحدة البصرية (Pixel) مع مساحة منطقة الدراسة، سنجد ان هناك أربع وحدات بصرية ستغطي المنطقة ولا يمكننا بهذه الحالة تحديد مستويات (PM10, PM2.5) بصورة دقيقة خلال الايام التي تم فيها القياس الموقعي (الشكل 4). لذا تم استخدام برنامج (Panoply) من أجل اعتماد منحنيات توضح علاقة تغير تراكيز الجسيمات العالقة كدالة لأيام الأشهر التي تم اجراء القياسات الموقعية لها.



الشكل 4. موقع منطقة الدراسة بالنسبة للوحدات البصرية Pixel

اعتمدت المحددات الدولية والمحددات البيئية العراقية النافذة الموصى بها (National Determinants of Ambient Air Quality, 2018) و (WHO, 2006; EPA, 2021) لغرض معرفة مستوى تراكيز الجسيمات العالقة (PM10, PM2.5) في منطقة الدراسة والتي قد تؤثر سلبا على صحة الانسان (الجدول 2).

الجدول 2. يوضح المحددات الدولية والمحددات البيئية العراقية

| PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | |
|-------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|-------|
| معدل 24 ساعة | المعدل السنوي | معدل 24 ساعة | المعدل السنوي | |
| 50 | 20 | 25 | 10 | WHO |
| 150 | 50 | 35 | 15 | USEPA |
| 100 | 50 | 25 | 10 | Iraq |

النتائج والمناقشة

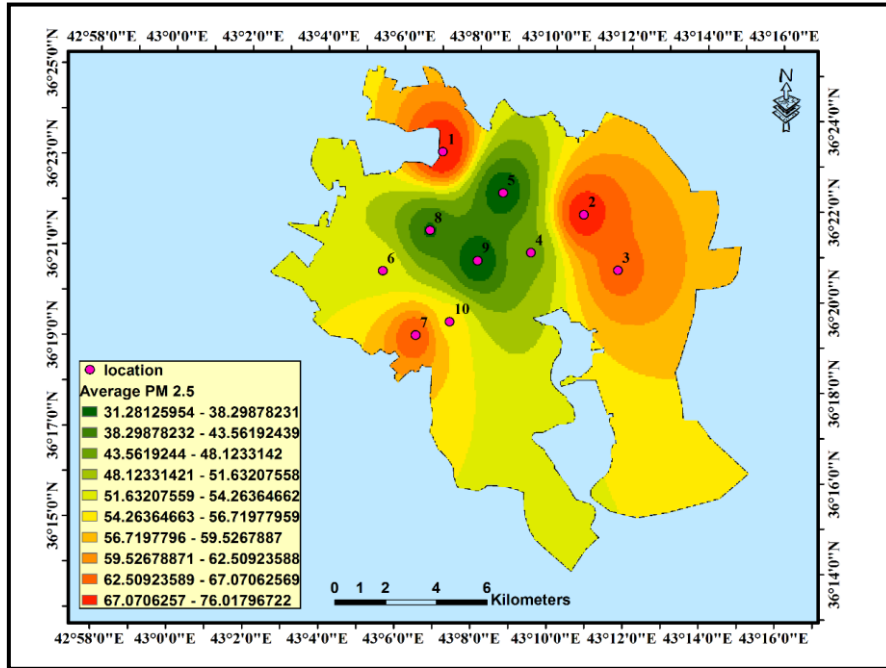
اظهرت نتائج قياسات تراكيز الجسيمات العالقة PM2.5 و PM10 تباينا في المعدلات الشهرية لفترة الدراسة وكما موضح في الجدولين (3) و (4) على التوالي. اظهرت النتائج ان اعلى معدل شهري تم تسجيله للجسيمات العالقة (PM2.5) بلغ (76.03) مايكروغرام/م³ في موقع جسر النصر العائم وذلك بسبب الحركة المستمرة للشاحنات المحملة بالمواد المختلفة والتي تنقل من الجانب الايمن للمدينة الى الجانب الايسر، علما ان الشاحنات تقطع مسافة كبيرة على شارع ترابي قبل وبعد الجسر مما يؤدي الى حدوث تلوث الهواء بالجسيمات العالقة، في حين تم تسجيل اقل معدل (31.26) مايكروغرام/م³ في موقع الميدان القريب من نهر دجلة وذلك لقلة حركة السيارات ونزوح السكان منها، اما بالنسبة للجسيمات العالقة (PM10)، فإن اعلى معدل تم تسجيله لها كان في موقع المحطة الغازية (107.91) مايكروغرام/م³، بينما اقل معدل بلغ (48.70) مايكروغرام/م³ في موقع منطقة الميدان على نهر دجلة (لنفس السبب اعلاه). يوضح الشكلان (5 و 6) خرائط التوزيع المكاني لمعدلات مستويات تراكيز الجسيمات ((PM2.5 و (PM10) على التوالي بالاعتماد على البيانات المدرجة في الجدولين (3) و (4)، وقد تم تنفيذ هذه الخرائط باستخدام طريقة (ArcGIS10.6.1/Spatial Analyst/IDW Interpolation).

الجدول 3. معدلات تراكيز الجسيمات العالقة PM2.5 لمناطق الدراسة

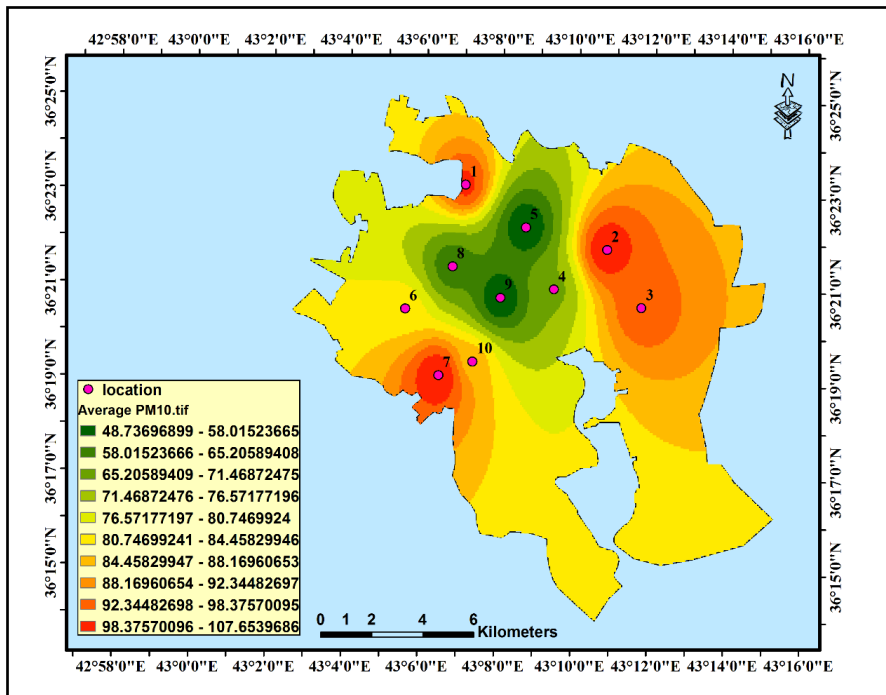
| ت | الموقع | الاشهر | أيلول | تشرين الأول | تشرين الثاني | كانون الاول | كانون الثاني | شباط | المعدل لكل منطقة |
|----|----------------|--------|--------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------|------------------|
| 1 | جسر النصر | 120.33 | 69.65 | 143.20 | 63.78 | 43.50 | 15.75 | 76.03 | |
| 2 | مجسر المتني | 129.05 | 104.45 | 53.13 | 66.80 | 44.98 | 34.25 | 72.11 | |
| 3 | صناعة الايسر | 146.63 | 46.35 | 67.06 | 41.70 | 53.05 | 30.00 | 64.13 | |
| 4 | تل النبي يونس | 69.08 | 46.80 | 40.40 | 38.93 | 61.60 | 23.75 | 46.76 | |
| 5 | حي نركال | 49.00 | 30.33 | 30.26 | 30.70 | 38 | 16.75 | 32.51 | |
| 6 | دورة اليرموك | 70.13 | 82.60 | 32.90 | 47.65 | 53 | 37.75 | 54 | |
| 7 | المحطة الغازية | 94.63 | 88.93 | 36.26 | 66.83 | 60.50 | 52.75 | 66.65 | |
| 8 | م. الجمهوري | 52.13 | 46.13 | 26.96 | 35.20 | 43.50 | 21.50 | 37.57 | |
| 9 | الميدان | 47.58 | 32.03 | 28.96 | 28.73 | 33 | 17.25 | 31.26 | |
| 10 | دورة السواس | 88.00 | 71.13 | 59.33 | 30.70 | 55.75 | 32.25 | 56.19 | |

الجدول 4. معدلات تراكيز الجسيمات العالقة PM10 لمناطق الدراسة

| ت | الموقع | الاشهر | أيلول | تشرين الأول | تشرين الثاني | كانون الاول | كانون الثاني | شباط | المعدل لكل منطقة |
|----|----------------|--------|---------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------|------------------|
| 1 | جسر النصر | 173 | 89.5 | 165.7 | 82.275 | 69 | 26.25 | 100.95 | |
| 2 | مجسر المتني | 154 | 179.125 | 84.43 | 98.275 | 68.5 | 53.25 | 106.26 | |
| 3 | صناعة الايسر | 217 | 71.975 | 101.7 | 62.775 | 82 | 46 | 96.91 | |
| 4 | تل النبي يونس | 103 | 68.25 | 67.5 | 53.975 | 91 | 37.25 | 70.16 | |
| 5 | حي نركال | 66 | 44.625 | 47.2 | 48.5 | 61.5 | 27.75 | 49.26 | |
| 6 | دورة اليرموك | 106.25 | 126.2 | 63.96 | 72.625 | 77.5 | 54.5 | 83.51 | |
| 7 | المحطة الغازية | 145.25 | 152 | 68.73 | 119.5 | 89 | 73 | 107.91 | |
| 8 | م. الجمهوري | 80.25 | 71.875 | 41.7 | 54.75 | 70.25 | 34.75 | 58.93 | |
| 9 | الميدان | 72.75 | 50.175 | 45.6 | 45.925 | 50.5 | 27.25 | 48.70 | |
| 10 | دورة السواس | 129.25 | 117.95 | 85.2 | 50.55 | 87.75 | 50.5 | 86.87 | |

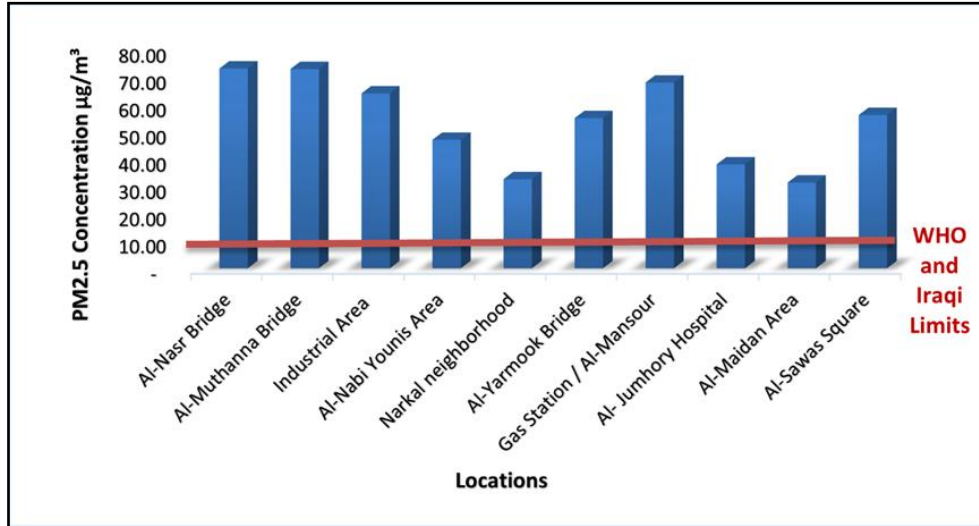


الشكل 5. معدل تراكيز الجسيمات العالقة PM2.5 لمناطق الدراسة

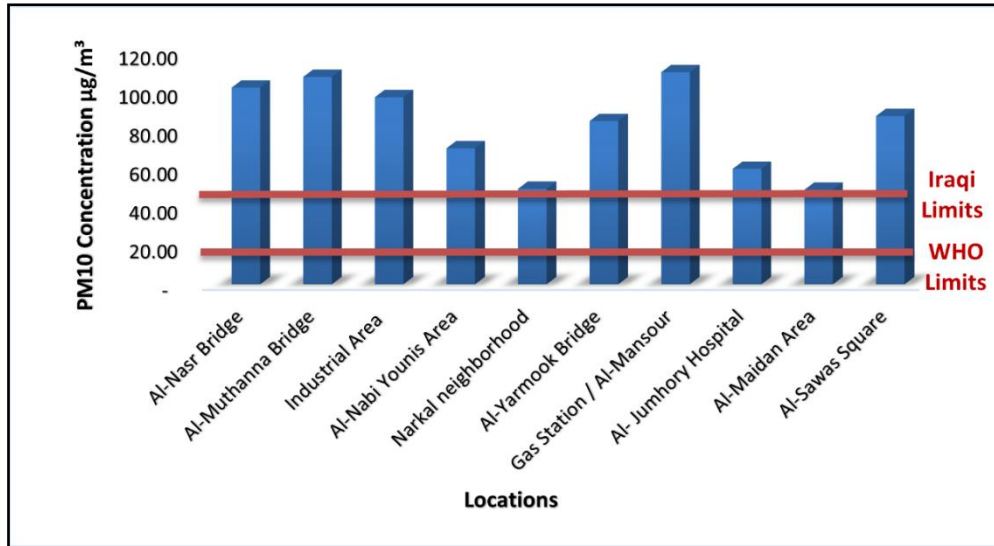


الشكل 6. معدل تراكيز الجسيمات العالقة PM10 لمناطق الدراسة

وبمقارنة مستويات تراكيز (PM2.5) و (PM10) مع محددات (WHO) والمحددات العراقية، نجد تجاوز معدلات تراكيز PM2.5 المحددات التابعة لمنظمة الصحة العالمية (WHO) والمحددات العراقية والبالغة 10 مايكروغرام/م³ في جميع المناطق التي شملتها الدراسة (الشكل 7). اما بالنسبة للجسيمات العالقة (PM10)، فقد تجاوزت معدلات تراكيز المحددات التابعة لمنظمة الصحة العالمية WHO والمحددات العراقية باستثناء منطقتي حي نركال في الجانب الايسر ومنطقة الميدان في الجانب الايمن اذ تجاوز معدل تركيزهما محددات WHO البالغة 20 مايكروغرام/م³. في حين كان معدل تركيزهما ضمن المحددات العراقية والبالغة 50 مايكروغرام/م³ بمعدل 49.26، 48.7 مايكروغرام/م³ على التوالي.



الشكل 7. مقارنة معدلات تراكيز الجسيمات العالقة PM2.5 مع المحددات الدولية (WHO) والمحددات العراقية



الشكل 8. مقارنة معدلات تراكيز الجسيمات العالقة PM10 مع المحددات الدولية (WHO) والمحددات العراقية

يوضح الجدول (5) مقارنة النتائج الموقعية للجسيمات العالقة (PM2.5) و (PM10) مع البيانات التي تم تحميلها من الموقع (Copernicus Atmosphere Monitoring Service: CAMS) مقاسة بوحدة (Kg/m³) بالاعتماد على بيانات الاقمار الاصطناعية والتي تمت معالجتها من خلال برنامج (Panoply). من خلال الجدول ذاته، يمكن ملاحظة ارتفاع تراكيز الجسيمات العالقة (PM2.5) و (PM10) موقعياً مع تلك القياسات المأخوذة من موقع (CAMS) ويرجع سبب ذلك الى ان القياسات الموقعية تتضمن قياس نقطة محددة في الموقع، في حين ان قياسات الاقمار الاصطناعية هي قياسات مساحية تغطي مساحة واسعة ضمن طبقة التروبوسفير. نتيجة لذلك نجد ان مستويات تراكيز الجسيمات العالقة التي تم اعتمادها في هذه الدراسة والمأخوذة من موقع (CAMS) وخلال فترة الدراسة كانت ضمن المحددات الدولية (WHO) والمحددات العراقية.

الجدول 5. مقارنة البيانات الموقعية للجسيمات العالقة PM10 مع بيانات الموقع (CAMS) خلال فترة الدراسة*

| الاشهر | PM2.5 (Kg/m ³) موقعياً | PM2.5 (Kg/m ³) من (CAMS) | PM10 (Kg/m ³) موقعياً | PM10 (Kg/m ³) من (CAMS) |
|--------------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| ايلول | 8.665E-8 | 1.353E-8 | 1.246E-7 | 3.571E-8 |
| تشرين الاول | 6.184E-8 | 1.331E-8 | 9.716E-8 | 3.063E-8 |
| تشرين الثاني | 5.185E-8 | 1.229E-8 | 7.717E-8 | 2.148E-8 |
| كانون الاول | 4.312E-8 | 1.214E-8 | 6.891E-8 | 2.035E-8 |
| كانون الثاني | 4.869E-8 | 1.342E-8 | 7.470E-8 | 2.261E-8 |
| شباط | 2.821E-8 | 1.101E-8 | 4.305E-8 | 1.392E-8 |

*تم تحويل وحدات القياس الموقعية من ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) الى (Kg/m^3) لغرض تسهيل عملية المقارنة

الاستنتاجات

في ضوء النتائج التي تم الحصول عليها يمكن ان نستنتج ما يأتي:

- 1- اظهرت نتائج الدراسة التي تم اجرائها على المواقع المختارة لتحديد تراكيز الجسيمات العالقة PM2.5 , PM10 , تفاوتنا في قيم المعدلات الشهرية، اذ سجل اعلى معدل لتركيز PM10 في شهر ايلول حيث بلغ (124.675) مايكروغرام/م³ في حين بلغ اعلى معدل لتركيز PM2.5 (86.65) مايكروغرام/م³ ولنفس الشهر.
- 2- سجلت اقل المعدلات لتركيز PM2.5 , PM10 خلال فترة الدراسة في شهر شباط، إذا بلغ معدل تركيز PM10 (43.05) مايكروغرام/م³ ومعدل تركيز PM2.5 (28.20) مايكروغرام/م³.
- 3- أظهرت النتائج تجاوز معدلات تركيز PM10 في المناطق التي شملتها الدراسة المحددات التابعة لمنظمة الصحة العالمية WHO والمحددات العراقية باستثناء منطقتي حي نركال في الجانب الايسر ومنطقة الميدان وموقع المستشفى الجمهوري في الجانب الايمن اذ تجاوز معدل تركيزهما محددات WHO، في حين كان معدل تركيزهما ضمن المحددات العراقية، اما بالنسبة لـ PM2.5 فقد تجاوزت معدلاتها كلاً من المحددات التابعة لمنظمة الصحة العالمية WHO والمحددات العراقية في جميع المناطق التي شملتها الدراسة.
- 4- اظهرت النتائج ارتفاع تراكيز الجسيمات العالقة PM2.5 , PM10 المقاسة موقعياً بالمقارنة مع البيانات المأخوذة من الموقع CAMS المعتمد على بيانات الاقمار الاصطناعية.

المصادر

- Al-Ahmady, K.K., and Muhsin O.H., 2015. Assessment of Air Particulate Pollution in New Badoosh Cement Factory/Iraq. Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ), 23(3), 123-135.
- Al-Janabi, S.H., 2011. Urban geography: foundations and applications, the latest edition, Ibn Al-Atheer House for Printing and Publishing, Mosul University, pp. 59-65 (In Arabic).
- Al-Jarrah, O.A.I.H., 2015. Levels of some air pollutants in specific locations in the city of Mosul and their relationship with traffic volume and meteorological factors. Mosul University, College of Engineering, unpublished master's thesis (In Arabic).
- Ali, S.H., and Mohammed, D.H., 2011. Study of the impact of diesel generator sites on local climate change in the city of Mosul using geographic information systems, Journal of Education and Science, Volume: 24, Issue: 2, University of Mosul (In Arabic).
- Ali, S.H., and Mustafa, F.A., 2020. Evaluation of the Population Distribution Using GIS-Based Geostatistical Analysis in Mosul City. Korean Journal of Remote Sensing, 36(1), 83-92.
- Brugge, D., Durant, J.L., and Rioux, C., 2007. Near-highway pollutants in motor vehicle exhaust. review of epidemiologic evidence of cardiac and pulmonary health risks. Environmental health, 6(1), 1-12.

- Engel-Cox, J.A., Hoff, R.M., and Haymet, A.D.J., 2004. Recommendations on the use of satellite remote-sensing data for urban air quality. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 54(11), 1360-1371.
- EUMETSAT, 1986. Convention for the establishment of European Organization for Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT). entered into force on 19 June 1986, including amendments entered into force on 19 November 2000, Last amended on 19 November 2000. Available at: <https://www.eumetsat.int/copernicus-atmosphere>.
- European Commission, 2016. Atmosphere Monitoring Service, implemented by European Center Medium-Range Weather Forecasts.
- Grmasha, R.A., Al-Azzawi, S.N., Al-sareji, O.J., Alardhi, T., Abdellatif, M., Mubarak, H.A., and Alkhayyat, A., 2021. Analysis of Air Quality Index Distribution of PM10 and PM2.5 Concentrations in Ambient Air of Al-Hillah City, Iraq. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1058, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.
- Gurmeet S.S., 2020. Air pollution: Health effects. *Medicina Legal de Costa Rica*, 37(1), pp. 33-38.
- Kumar, A., Gupta, I., Brandt, J., Kumar, R., Dikshit, A.K., and Patil, R.S., 2016. Air quality mapping using GIS and economic evaluation of health impact for Mumbai city, India. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 66(5), 470-481.
- Mertikas, S.P., Partsinevelos, P., Mavrocordatos, C., and Maximenko, N.A., 2021. Environmental applications of remote sensing. In *Pollution Assessment for Sustainable Practices in Applied Sciences and Engineering*, pp. 107-163. Butterworth-Heinemann.
- National Determinants of Ambient Air Quality for the year, 2018. The Law on the Protection of Ambient Air from Pollution No. 4 of 2012, from the laws of the Iraqi Ministry of Health and Environment (In Arabic).
- Nemmar, A., Holme, J.A., Rosas, I., Schwarze, P.E., and Alfaro-Moreno, E., 2013. Recent advances in particulate matter and nanoparticle toxicology. a review of the in vivo and in vitro studies. *BioMed research international*, 2013.
- Shehab, A.M.S., and Taha, A., 2014. Levels of suspended particles in the residential areas of the city of Mosul / the left coast and their relationship with some weather factors, *Al-Rafidain Engineering Journal*, No. 22 (3), (In Arabic).
- Somvanshi, S.S., Vashisht, A., Chandra, U., and Kaushik, G., 2019. Delhi air pollution modeling using remote sensing technique. *Handbook of Environmental Materials Management*. Basel: Springer Nature Switzerland AG.
- United States Environmental Protection Agency (EPA), 2021. Particulate Matter (PM) Basics, Available at: <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>, Accessed at: 1 May 2021.
- WHO, 2006. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. WHO/SDE/PHE/OEH/0602. Ginebra, Suiza: World Health Organization. <https://goo.gl/xXO7Ku>. Accessed 10 April 2016.
- Copernicus: Available at: <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-atmospheric-composition-forecasts?tab=form>