

تمثيل كارتوغرافي لمستويات وتأثيرات التلوث بغاز أحادي أوكسيد الكربون (CO)

في مدينة البصرة، جنوبي العراق

شكري إبراهيم الحسن^(٢)حسن عداي كرم الله^(١)مؤيد حسن قاسم^(٤)ريتا سالم آدم^(٣)^(١) قسم الجغرافيا- كلية الآداب- جامعة البصرة^(٢) مختبر أبحاث البيئة- قسم الجغرافيا- كلية الآداب- جامعة البصرة^(٣) قسم هندسة البيئة والتلوث- الكلية التقنية- البصرة^(٤) مديرية تربية البصرة- البصرة**A Cartographic Representation to Levels and Impacts of Carbon Monoxide Pollutant in Basra City, Southern Iraq**Hassen A. Karmalla⁽¹⁾Shukri I. Al-Hassen⁽²⁾Rita S. Adam⁽³⁾Moyuad H. Qassim⁽⁴⁾⁽¹⁾ Department of Geography- College of Arts - University of Basra⁽²⁾ Environmental Analyses and Research Lab - Department of Geography - College of Arts - University of Basra⁽³⁾ Environmental and Pollution Engineering - Technical College - Basra⁽⁴⁾ Education Department - Basra**Abstract**

This study aims at the cartographic representation for the concentrations of carbon monoxide (CO) measured in ambient air of Basra City, by using a calibrated portable QREA II gas monitor. Measurements have been carried out for three days during Mar/2012, in 34 sampling stations which have been selected on an equal-distance grid of the study area map. A cartographic representation of the recorded values for this pollutant has been applied, in the way of *isoclines*, and an accurate identification could be obtained for spatial variability of the levels and impacts of carbon monoxide pollutant, and the affected areas have been exactly calculated, as well as actual number of affected population has been estimated. The present study concluded that about three quarter of the surveyed areas and habitants may be suffered from the studied pollutant, and that this problem perhaps worsens in accompanying with the anticipated rise in gaseous emissions released into the urban environment of the study area.

المقدمة

لا زالت الأبحاث المعنية بدراسة مشكلة تلوث الهواء في العراق عموماً محدودة العدد، لكنها في تزايد مضطرد. ولا زال تحليل هذه المشكلة ينحى منحاً بيئياً بالدرجة الأساس، قلما يقوم على تقنيات قد توفرها علوم أخرى، كالكارتوغرافيا (علم الخرائط) مثلاً. إن تلوث الهواء يؤثر تأثيراً بالغاً على الصحة البشرية والحيوانية على حد سواء، كما أنه يؤثر في النباتات ويسبب ضرراً للبنى العمرانية، وهو أيضاً عامل مهم لحدوث التغير المناخي (Gittins, 1999: 729). ويُعرّف تلوث الهواء Air Pollution بأنه: وجود ملوثات أو مواد متلوثة في الهواء بشكل يؤثر في الصحة العامة وفي الرفاهية البشرية، أو بشكل يؤدي إلى تأثيرات بيئية أخرى (Vallero, 2008: 3). وفي تعريف أدق، فإن تلوث الهواء هو: ذلك النوع من التلوث الذي يصيب الغلاف الجوي من جراء تصريف أو انبعاث مواد صلبة أو سائلة أو غازية وبتراكيز غير مرغوبة، وأن الهواء يعد ملوثاً حينما تضاف إلى تركيبته الطبيعية أية مادة غريبة أو زائدة (Gilpin, 1976: 4).

أما ملوثات الهواء Air Pollutants، فهي: تلك المواد التي تتواجد في الجو بصورة غازية Gaseous أو جسمية Particulate، وهي تتمثل عموماً بالملوثات التالية: أحادي أكسيد الكربون (CO)، أكاسيد النيتروجين (NOx)، ثنائي أكسيد الكبريت (SO₂)، الأوزون (O₃)، الرصاص (Pb)، الدقائق الجسمية بقطر PM₁₀ و PM_{2.5}. وحين تنبعث هذه الملوثات من المصدر مباشرة تسمى بالملوثات الرئيسة Primary Pollutants، كما الحال مثلاً في الدقائق الكربونية المنبعثة من عوادم محركات الديزل وثنائي أكسيد الكبريت المنبعث من محطات الطاقة. أما الملوثات الثانوية Secondary Pollutants، فهي لا تنبعث بصورة مباشرة من المصدر، بل تتشكل في الجو نتيجة لتفاعلات كيميائية - ضوئية Photochemical، كما في غاز الأوزون مثلاً (Harrison, 2001: 169). إن من أبرز ملوثات هواء المدن هو غاز أحادي أكسيد الكربون Carbon Monoxide، لاسيما أنه ينشأ من الاحتراق غير الكامل للوقود. ولأن مصادره الطبيعية قليلة نسبياً، لذا فإن مجرد وجوده في أجواء المناطق الحضرية دليل

على دور المصادر البشرية في انبعاثه. إذ يقدر أن ٥٠% من انبعاثات هذا الغاز تأتي من السيارات والمركبات ذات محرك الاحتراق الداخلي، لذلك فإنه يتركز غالباً قرب الطرقات السريعة والشوارع (Matthias et al., 2006: 381). كما يُعتقد أنه السبب وراء نصف مشكلات تلوث الهواء في العالم (Hill, 2004: 108). فعلى سبيل المثال، تفيد وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) أن انبعاثات أحادي أكسيد الكربون تسهم بحوالي ٦٠% من أجمالي الانبعاثات الغازية في الولايات المتحدة (Matthias et al., 2006: 381). إن أحادي أكسيد الكربون غاز عديم اللون والطعم والرائحة وأخف قليلاً من الهواء وهو سام للغاية بالنسبة لمعظم الأحياء (Wright, 2008: 547; Matthias et al., 2006: 381). لهذا، فإن منظمة الصحة العالمية توصي بأن لا تتجاوز مستويات التعرض لهذا الغاز في الهواء ١٠ جزء بالمليون لمدة ٨ ساعات و ٢٥ جزء بالمليون لمدة ساعة واحدة. فيما توجب المواصفة الأمريكية عدم تجاوز عتبة ٩ و ٣٥ جزء بالمليون لمدة ٨ ساعات وساعة واحدة على التوالي (Hill, 2004: 110). أما المواصفة العراقية، فتقترح وجوب أن لا يتعدى تركيز الغاز ١٠ جزء بالمليون لمدة ٨ ساعات و ٣٥ جزء بالمليون لساعة واحدة فقط (وزارة البيئة العراقية، ٢٠١٢). لغاز أحادي أكسيد الكربون تأثيرات صحية بالغة. إذ يحدث عند استنشاقه بتركيز يفوق مستوى التعرض المسموح (٩ - ١٠ جزء بالمليون لمدة ٨ ساعات، أو ٢٥ - ٣٥ جزء بالمليون لمدة ساعة واحدة)، أن يختلط الغاز مع الدم ويلتصق بالهيموكلوبين، وعندها سيمنع الهيموكلوبين من نقل الأكسجين، وفي هذه الحالة يتكون ما يسمى الهيموكلوبين الكربوني (COHb) في خلايا الدم الحمراء، فيحصل الاختناق والتسمم. ومن التأثيرات الأخرى للتلوث بهذا الغاز الإصابة بالأمراض القلبية الوعائية Cardiovascular (Ayres, 1996: 15). كما يصاحب المتعرضين لتراكيز عالية من هذا الغاز أعراض صحية مثل الصداع، الإعياء والنعاس، الفتور والارتخاء، الغثيان، التقيؤ، صعوبة التنفس، ثم الموت في الحالات التي يزيد فيها تركيز الغاز عن ١٠٠٠ جزء بالمليون (موسى، ١٩٩٦: ١٣٢). وعليه، تشهد العديد من المدن العالمية

(Garabedain, 2008؛ Al-Saad, 2010؛ Douabul, 2013)، بدور مثل تلك المصادر في تلوث أجواء مدينة البصرة ومحيطها، وخصوصاً دورها في زيادة تركيز غاز أحادي أوكسيد الكربون. من هنا تأتي أهمية الدراسة الحالية، لتتناول تحليل واحداً من أخطر ملوثات الهواء، وهو أحادي أوكسيد الكربون (CO)، عبر مسح ميداني لتراكيزه في منطقة الدراسة المتمثلة بمدينة البصرة، ثم تجسيد التباين المكاني لهذه التراكيز خرائطياً مع حساب المساحات الفعلية التي يغطيها وأعداد السكان المتأثرين فعلياً، عبر الاستعانة بالكارتوغرافيا كوسيلة دقيقة للحساب والإسقاط الخرائطي.

المواد وطريقة العمل

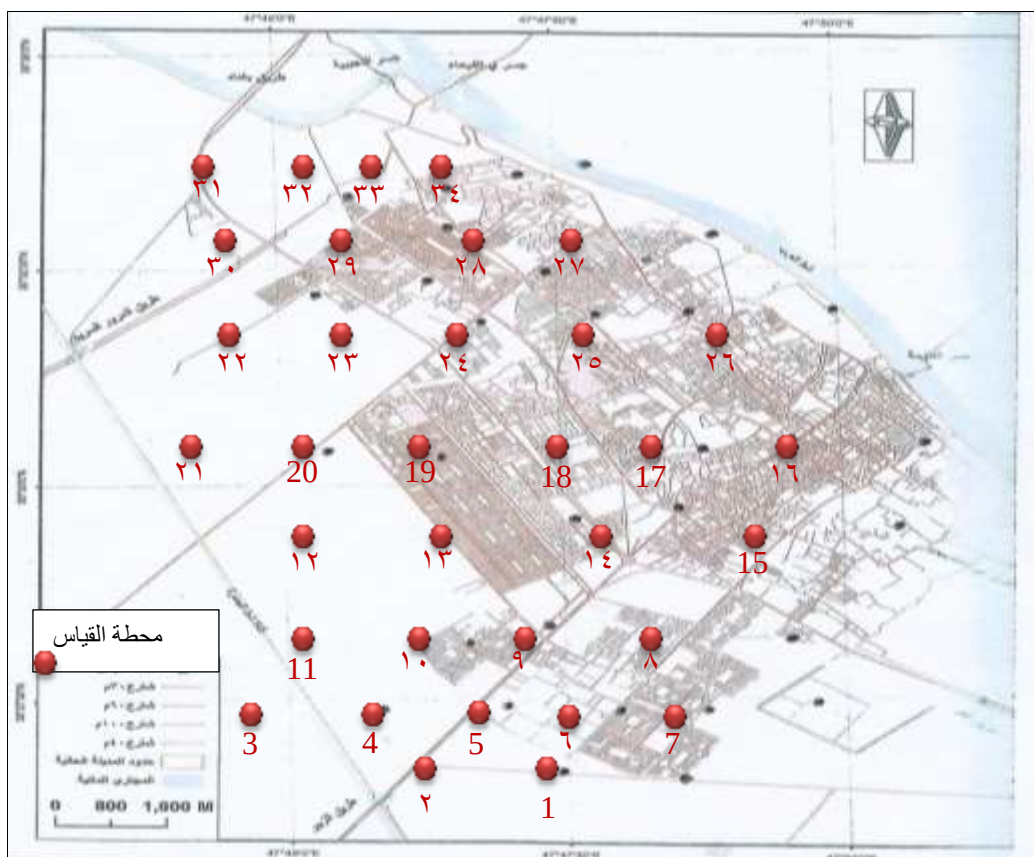
تم في الدراسة الحالية القيام بعدد من الإجراءات لقياس تراكيز غاز أحادي أوكسيد الكربون، ومن ثم إسقاطها خرائطياً على منطقة الدراسة (الممثلة على امتداد الحدود الإدارية لبلدية البصرة). إذ جرى أولاً اختيار ٣٤ موقعاً (محطة قياس افتراضية) موزعة بصورة شبكة متساوية الأبعاد (بمسافة ٢ كم تقريباً بين محطة وأخرى) على خريطة منطقة الدراسة لغرض قياس تراكيز الغاز منها (الشكل رقم ١). وقيست التراكيز حقلياً في كل محطة لمدة ١٥ دقيقة وعلى مدى ثلاثة أيام (١٩-٢١ آذار/٢٠١٢) بجهاز كاشف غازات محمول من نوع QREA II أمريكي المنشأ، معايير ذاتياً من الشركة المصنعة. ويتميز الجهاز بإمكانية قياس تركيز غاز أحادي أوكسيد الكربون لمدى يتراوح من ٠ إلى ١٠٠٠ جزء بالمليون. وتم تسجيل معدل تركيز الغاز في كل محطة اعتماداً على معدل القيمة التي يظهرها الجهاز خلال مدة القياس (١٥ دقيقة). وتم ضبط الإحداثيات الجغرافية لكل محطة (بعد توقييعها على الخريطة) بواسطة جهاز تحديد المواقع نوع GPS Garmin etrex. وفي أثناء عملية القياس، تم مراعاة بعض شروط قياس نوعية الهواء، كما موصوفة في الحسن (٢٠١١: ٢١٢)، مثل وضع الجهاز على ارتفاع بمستوى قامته الإنسان تقريباً، ذلك لأن هذا الارتفاع يستتشق عنده معظم الناس الهواء الجوي. ويراعى أيضاً وضع منفذ شفط الغازات Inlet في مواجهة

المكتظة أعراض صحية ووفيات بسبب التعرض المتراكم لمستويات عالية من التلوث بأحادي أوكسيد الكربون. (Schwela et al, 2006: 83-194; Schwela, 2000: 13-42; Anderson et al, 1996: 665-669). وتشير بعض الدراسات العلمية (Ayres, 1996: 16) إلى أنه ضرورة عدم التعرض لأكثر من ٨ ساعات في اليوم إذا كان تركيز CO في الجو ١٠ جزء بالمليون، ولساعة واحدة فقط إذا كان التركيز ٢٥ جزء بالمليون، ولنصف ساعة فقط عند وصول التركيز إلى ٥٠ جزء بالمليون، ولخمس عشرة دقيقة فقط إذا كان التركيز بمستوى ٨٧ جزء بالمليون.

أما بخصوص منطقة الدراسة (مدينة البصرة) (الشكل رقم ١)، فإنها تعد ثاني أكبر مدن العراق في الكثافة السكانية، إذ يزيد تعداد سكانها عن المليون نسمة وينتشرون على مساحة تقارب ١٤٦ كم^٢ فقط. وتقع البصرة في ظل مناخ شبه مداري جاف يزيد فيها معدل درجة الحرارة السنوية عن ٢٥.٥ م^٥ ولا يتعدى مجموع كمية الأمطار المتساقطة عن ١٦٤ ملم ويبلغ المعدل السنوي للرطوبة ٤٥.٧ %، أما الرياح السائدة فهي الشمالية والشمالية الغربية بنسبة تكرار قدرها ٤٩.٣ % فيما تبلغ نسبة السكون ٩.٧ % (الهيئة العامة للأمناء الجوية والمسح الزلزالي). وتسهم هذه المتغيرات المناخية في مجملها في زيادة تأثير الملوثات الجوية على منطقة الدراسة بشكل أو آخر (الحسن، ٢٠١١: ٧٤، ٨٠). ولكون البصرة تعد المدينة الاقتصادية الرئيسة في جنوبي العراق، فإنها تتأثر بالعديد من مصادر الانبعاثات الغازية سواء من داخل منطقتها الحضرية كالورش الصناعية وعوادم السيارات والمولدات الكهربائية وحرق النفايات، أو من خارجها كالمعامل الصناعية الكبرى (محطة كهرباء الهارثة والنجيبية، مصفى النفط، معمل البتروكيماويات، معمل الغاز، معمل الأسمدة الكيماوية، المحطات الكهربائية الغازية.. الخ) وكذلك تتأثر بالانبعاثات الاحتراق من الابار النفطية المحيطة بالمدينة. وقد أفادت عدة دراسات (الأسدي، ١٩٩٨؛ المياحي، ٢٠٠٥؛ جاسم، ٢٠٠٦؛ كرابيديان، ٢٠٠٨؛ الأسدي و ياسين، ٢٠٠٩؛ الحسن، ٢٠١١؛ قاسم، ٢٠١١؛ Al-Imarah et al, 2007

أكبر قدر من المصادقية في القراءات المسجلة بين المحطات المختلفة.

الرياح لكي يسجل الجهاز بشكل صحيح انبعاثات الغاز المنقولة مع الرياح السائدة. كما تم في هذه الدراسة أخذ القياسات في أوقات مقارنة بين محطة وأخرى كلما أمكن ذلك، بغية تحقيق



الشكل (١): خريطة منطقة الدراسة (مدينة البصرة)، موضحاً عليها محطات قياس عينات الهواء.

بعد ذلك، رُسمت خريطة تراكيز غاز أحادي أوكسيد الكربون بطريقة خطوط الأقيام المتساوية Isoclines للبيانات ذات الموقع النقطي، عبر الاستعانة ببرنامج حاسوبي لنظم المعلومات الجغرافية نوع ArcGIS 9.3. وفي هذه الحالة، فإن الظاهرة هنا تشترك بخاصية القياسات في مواقع نقطية محددة بدقة، وعند إتباع طريقة خطوط التساوي، يتم الحصول على ميزة إمكانية تعميم نقاط القياس أو الرصد على المساحة الواقعة بين الخطوط، وهذه الطريقة مفيدة جداً لقياس المستوى أو التأثير الواقعي لظاهرة ما ضمن مساحة معينة (عودة، ١٩٩٦: ٢٣٤؛ Robinson and

Morrison, 1978:224). ومن الجدير بالذكر أنه بالإمكان رسم اقيام المحطات بطريقة الأعمدة فهي أسهل وأوضح للقارئ من الطريقة الأولى؛ إلا أنه لا يمكن في حالة طريقة الأعمدة ربط الظاهرة المدروسة المتمثلة هنا بالتلوث بغاز أحادي أوكسيد الكربون مع متغير المساحة والسكان، وهما متغيران يتأثران بالظاهرة المشار إليها، لذا تم اعتماد طريقة خطوط الأقيام المتساوية لأنها تحقق الهدف الرئيس للدراسة الحالية.

النتائج والمناقشة

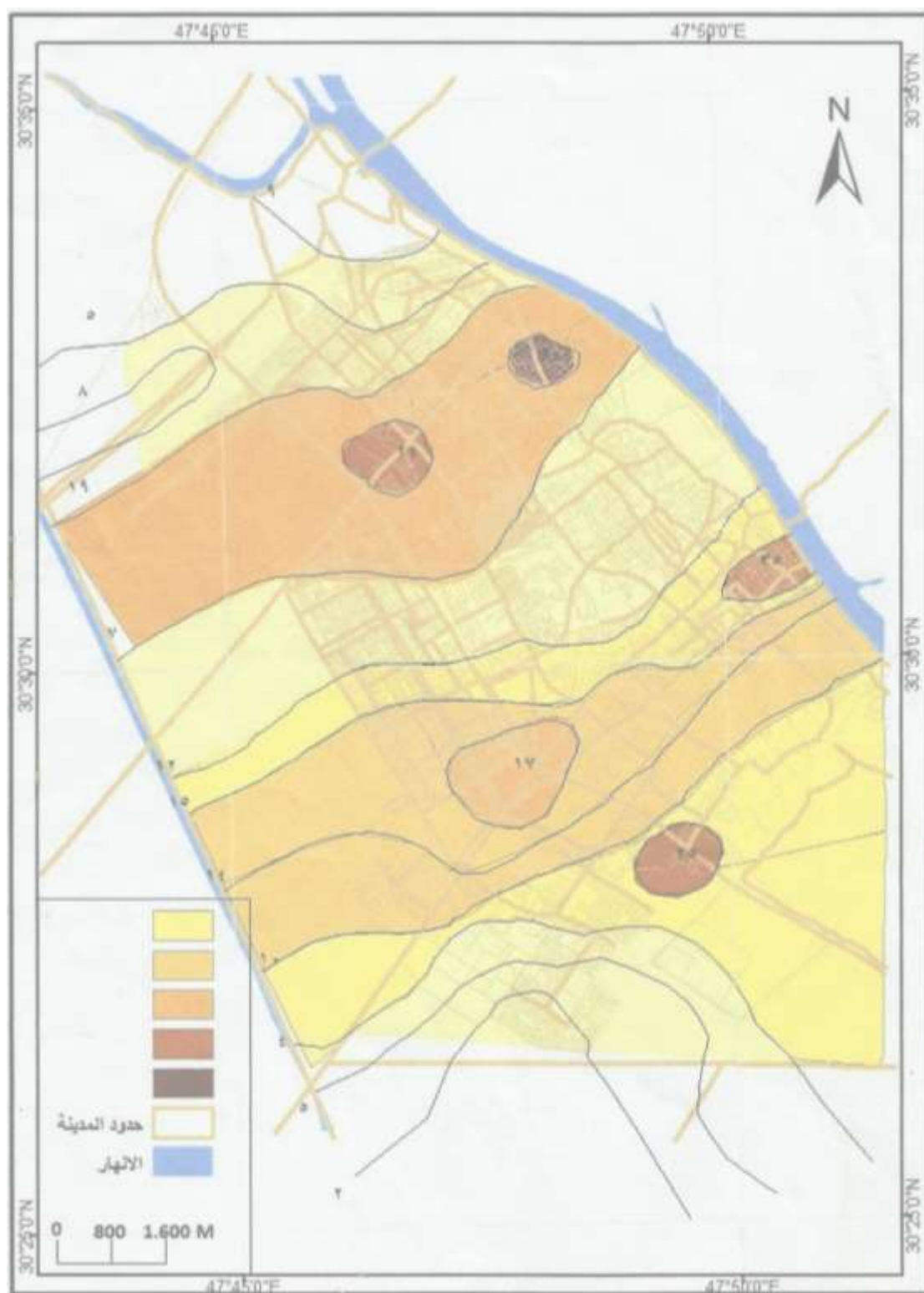
يبين الجدول رقم (١) النتائج التي تم الحصول عليها من قياس تراكيز غاز أحادي أوكسيد الكربون في محطات مختلفة من منطقة الدراسة. ومثلما يتضح من الجدول، فإن الأقيام المسجلة تتباين على نحو كبير من محطة إلى أخرى متأثرة بعوامل عدة مثل وجود مصادر انبعاث لغاز أحادي أوكسيد الكربون (خصوصاً عوادم السيارات في التقاطعات المروية، عوادم المولدات الكهربائية، الورش والمعامل الصناعية.. الخ) في محطة معينة وقلة أو عدم وجودها في محطة أخرى، فضلاً عن تفاوت تأثير عامل الرياح ودوره في زيادة تركيز الملوثات الغازية أو تشتيتها تبعاً لوقت قياس العينة. ومع هذا، يبدو من الصعوبة إدراك درجة التباين المكاني دون إسقاط الأقيام المسجلة على خريطة تحدد مديات التباين في تراكيز الغاز المدروس بين المحطات المختارة. ويتضح ذلك في الشكل رقم (٢)، الذي يمثل إنتاجاً لخريطة "افتراضية" رُسمت بطريقة خطوط الأقيام المتساوية لمعرفة التباين المكاني والتدرج المساحي لتراكيز غاز أحادي أوكسيد الكربون في منطقة الدراسة، بحسب القراءات المسجلة. مثلما يظهر من الشكل (٢)، فإن قيمة أحادي أوكسيد الكربون تتفاوت من ٢ جزء بالمليون إلى ١٠ جزء بالمليون في القسم الجنوبي من منطقة الدراسة، وكذلك في القسم الشمالي منها. في حين سجلت أعلى قيمة في الشمال الشرقي لتبلغ ٥٠ جزءاً بالمليون (المحطة رقم ٢٨). وقد يعزى هذا التفاوت المكاني إلى التأثير المتداخل للعوامل التي أشرنا إليها قبل قليل.

جدول (١): معدلات تركيز غاز أحادي أوكسيد الكربون (CO) في محطات القياس ضمن منطقة الدراسة.

رقم المحطة	الإحداثيات الجغرافية	التركيز (جزء بالمليون)
١	N 30°26'40 E 47°47'30	٢
٢	N 30°26'86 E 47°48'22	٢
٣	N 30°27'30 E 47°46'35	١٢
٤	N 30°28'20 E 47°47'50	٣

٤	N 30°29'31 E 47°48'86	٥
٤	N 30°18'30 E 47°49'00	٦
١٧	N 30°23'22 E 47°47'26	٧
١٤	N 30°28'26 E 47°48'50	٨
٢٥	N 30°28'40 E 47°49'50	٩
٢	N 30°29'30 E 47°46'51	١٠
١٨	N 30°23'99 E 47°47'59	١١
٢٥	N 30°29'80 E 47°48'45	١٢
١٠	N 30°29'50 E 47°49'30	١٣
٢	N 30°29'65 E 47°50'35	١٤
١٧	N 30°30'39 E 47°46'65	١٥
١٣	N 30°30'60 E 47°47'60	١٦
١١	N 30°30'41 E 47°48'32	١٧
٣٣	N 30°30'46 E 47°47'30	١٨
١٥	N 30°31'54 E 47°50'70	١٩
٢٤	N 30°31'51 E 47°46'46	٢٠
٥	N 30°31'20 E 47°47'42	٢١
٧	N 30°31'50 E 47°48'45	٢٢
٣٥	N 30°31'13 E 47°49'49	٢٣
٣٢	N 30°31'25 E 47°50'71	٢٤
٨	N 30°32'60 E 47°44'50	٢٥
٣١	N 30°32'33 E 47°45'51	٢٦
٢	N 30°32'60 E 47°46'34	٢٧
٥٠	N 30°32'36 E 47°47'22	٢٨
١٩	N 30°32'20 E 47°48'42	٢٩
١٢	N 30°50'40 E 47°48'60	٣٠
٢	N 30°33'42 E 47°45'35	٣١
٩	N 30°33'38 E 47°46'50	٣٢
٥	N 30°33'21 E 47°47'40	٣٣
٢	N 30°33'02 E 47°48'33	٣٤

مسوحات الدراسة الميدانية



الشكل (٢): خريطة خطوط الأقيام المتساوية لتراكيز غاز أحادي أكسيد الكربون في منطقة الدراسة.

اعتماداً على الجدول رقم (١)

٧ - ١٩ حيث يغطي مساحة قدرها ٢٦.٦٩٥ كم^٢ بنسبة ١٦.٢%، أما أقل مساحة مغطاة فهي تنحصر ضمن دائرتي القيمتين المتساويتين ٢٥ و ٥٠ حيث تبلغ في كليهما نحو ١.٨١٢ كم^٢ بنسبة ١.١% على التوالي.

ولأن مستويات التعرض لغاز أحادي أكسيد الكربون يجب أن لا تتعدى في حدها الأدنى ٩ - ١٠ جزءاً بالمليون و ٣٥ جزءاً بالمليون في حدها الأعلى، مثلما توصي المحددات الصحية الآتية الذكر؛ فإن الملاحظ أن المساحة التي تتأثر بهذا الغاز في مقياس الحد الأدنى تبلغ حوالي ١٣٣.٩٧ كم^٢ أي ما نسبته ٨١.٢٩% من إجمالي مساحة مدينة البصرة، فيما تبلغ المساحة المتأثرة بالغاز المدروس في الحد الأعلى قرابة ٥.١١٩ كم^٢ بنسبة ٢.٤٩% فقط. أما المساحة "الآمنة" من تأثيرات غاز أحادي أكسيد الكربون فتبلغ ٢٦.٦٩٣ كم^٢ بنسبة ١٦.١٩%.

من أجل معرفة أعداد السكان المتأثرين افتراضياً بغاز أحادي أكسيد الكربون، تم رسم خريطة لمنطقة الدراسة ووزع عليها أعداد السكان بطريقة النقاط توزيعاً حقيقياً (الشكل رقم ٣).

حُسبت المساحات الفعلية التي تغطيها هذه الأقيام (تراكيز CO) ونسبها المئوية بين كل خطين من الخطوط استناداً إلى المساحة الكلية لمنطقة الدراسة بدلالة الشكل رقم (٢)، حيث تظهر النتائج في الجدول رقم (٢).

جدول (٢): المساحة الفعلية ونسبتها المئوية المتأثرة بغاز أحادي أكسيد الكربون (CO) في منطقة الدراسة بحسب خطوط الأقيام المتساوية.

خطوط الأقيام المتساوية لتركيز غاز CO (جزء بالمليون)	المساحة الفعلية المتأثرة (كم ^٢)	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة (%)
٢	٣.٧٩٠	٢.٣
٢ - ٥	٥.٢٧٣	٣.٢
٥ - ١٠	٥.٧٦٧	٣.٥
١٠ - ١٥	١.٨١٢	١.١
١٥ - ٢٠	٩.٣٩٣	٥.٧
٢٠ - ٢٥	١٠.٥٤٦	٦.٤
٢٥ - ٣٠	٥.٢٧٣	٣.٢
٣٠ - ٣٥	١٣.٨٤٢	٨.٤
٣٥ - ٤٠	٨.٨٩٨	٥.٤
٤٠ - ٤٥	٢.٣٠٧	١.٤
٤٥ - ٥٠	٣٨.٨٩٠	٢٣.٦
٥٠ - ٥٥	٢٦.٦٩٥	١٦.٢
٥٥ - ٦٠	٢.٣٠٧	١.٤
٦٠ - ٦٥	١.٨١٢	١.١
٦٥ - ٧٠	١٦.٣١٤	٩.٩
٧٠ - ٧٥	٣.٩٥٤	٢.٤
٧٥ - ٨٠	٥.٦٠٢	٣.٤
٨٠ - ٨٥	٢.٣٠٧	١.٤
٨٥ - ٩٠	١٦٤.٧٩	١٠٠%
المجموع		

اعتماداً على الشكل رقم (٢).

من الجدول (٢) المستخلص عن الشكل (٢)، يظهر أن خط القيمة المتساوي لتركيز غاز أحادي أكسيد الكربون المحصور بين قيمة ٧ - ١٢ يمثل أكبر مساحة مغطاة من منطقة الدراسة حيث تبلغ ٣٨.٨٩٠ كم^٢ بنسبة ٢٣.٦% من المساحة الإجمالية لمدينة البصرة، ويليه في التسلسل خط القيمة



الشكل (٣): توزيع السكان الحقيقي في مدينة البصرة وخطوط الأقيام المتساوية لتراكيز غاز أحادي أكسيد الكربون. حسب أعداد السكان تبعاً لاستمارات الحصر والترقيم الصادرة من مديرية بلدية البصرة لعام ٢٠١٠.

اختيار طريقة خطوط الأقيام المتساوية باعتبارها متغيراً أول، فيما تعد المساحة التي تغطيها تلك الخطوط متغيراً ثان وأعداد السكان متغيراً ثالث. وبذلك ينتج عن الربط بين تلك المتغيرات الثلاثة علاقة منطقية يمكنها تعليل كثير من الأسباب، كعلاقة بين التلوث والصحة العامة مثلاً. على هذا، يبين الجدول رقم (٣) المستخلص عن الشكل رقم (٣)، أن أعلى قيمة للسكان المتأثرين بغاز أحادي أكسيد الكربون تنحصر بين خطي الأقيام المتساوية

إن السبب في اختيار طريقة النقاط في إسقاط أعداد السكان يعزى إلى كونها الطريقة المنفردة التي يمكن بواسطتها الربط بين أعداد السكان بمتغير خطوط الأقيام المتساوية للغاز قيد الدراسة، ومن ثم يتم حساب الأعداد الفعلية للسكان المتأثرين ونسبتهم المئوية داخل المساحات المحصورة بين خط قيمة وأخر، حيث يمكن عمل تطابق بسيط بين خطوط الأقيام المتساوية وخريطة التوزيع الجغرافي للسكان. وهذه هي الفكرة الأساسية من

السكان الواقعين ضمن حدود الخطورة الدنيا يصل إلى حوالي ٨٧٩٥٢٥ نسمة أي ما نسبته ٨٤.٥٣% من أجمالي سكان مدينة البصرة، أما المتأثرين بحد الخطورة الأعلى فيبلغ عددهم نحو ١٣٧٨٥٢ نسمة بنسبة ١٣.٢٥%، فيما لا يزيد عدد السكان الواقعين ضمن حدود الأمان الصحي عن ٢٢٩٩١ نسمة أو ما نسبته ٢.٢٠% فقط. وبطبيعة الحال، فإن هذه المعطيات تنطبق إلى حد كبير مع متغير المساحة التي يغطيها التلوث بغاز أحادي أكسيد الكربون. لذا، فإن هذه النتيجة تكشف عن احتمالية وجود خطر يواجه سكان مدينة البصرة من جراء التعرض لمثل هذه الملوثات الغازية، خصوصاً عندما تكون بتركيز مرتفعة. وقد أيدت بعض الدراسات (مردان، ٢٠٠١: ١٩٤؛ المحمد، ٢٠٠٩: ١٩٧؛ الحسن، ٢٠١١: ٢٠٠-٢٠٥؛ قاسم، ٢٠١١: ١٤٣-١٤٧؛ Al-Rudainy, 2009: 153)، ظهور بعض الأعراض المرضية المرجح ارتباطها بتلوث الهواء في المنطقة.

الاستنتاج

من خلال تطبيق بعض الطرائق الكارثوغرافية التقليدية المعززة ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية، أمكن إنتاج خرائط دقيقة تمثل التباين المكاني لمستويات غاز أحادي أكسيد الكربون في أجواء مدينة البصرة، استُخلصت بموجبها المساحات المغطاة الفعلية وعدد السكان الحقيقي المتأثر بذلك الملوث. وبالرغم من أن هذه الخرائط "افتراضية" لكونها تعاملت مع ملوث غازي متغير زمنياً ومكانياً بحكم طبيعته، وتم استنتاجها بناءً على معدل تركيز الغاز المدروس خلال وقت القياس فقط؛ فإنها في الحقيقة تعد مفيدة جداً لفهم الترابط المكاني بين متغيرات متنوعة (مثل: التلوث، المساحة، والسكان)، وهي مهمة أيضاً لتحليل التوزيع الجغرافي لأي ملوثات بيئية ضمن منطقة معينة، ناهيك عن أهميتها في إدراك حجم الخطورة التي تهدد صحة السكان المتأثرين وعددهم الفعلي.

إن النتيجة التي تخلص إليها الدراسة الحالية، تشير إلى أن نحو ثلاثة أرباع المساحة والسكان في مدينة البصرة، يقعان تحت تأثير التلوث بغاز أحادي أكسيد الكربون (CO) ضمن مستويات

٧ - ١٩، حيث يبلغ العدد نحو ٢١٥٧٧٢ نسمة بنسبة ٢٠.٧٤% من مجموع سكان مدينة البصرة، تليها القيمة المحصورة بين خطي ١٢ - ٧ إذ تبلغ زهاء ١٧٠٧٢٤ نسمة بنسبة ١٦.٤١%. فيما تبلغ أقل الأعداد حوالي ٢٠٨٢ نسمة بنسبة ٠.٢% فقط وذلك عند خط الأقيام المتساوية ٨.

جدول (٣): عدد السكان الفعلي ونسبتهم المئوية المتأثرين بغاز أحادي أكسيد الكربون (CO) في مدينة البصرة بحسب خطوط الأقيام المتساوية.

خطوط الأقيام المتساوية لتركيز غاز CO (جزء بالمليون)	عدد السكان المتأثرين الفعلي	النسبة المئوية للسكان المتأثرين (%)
٢	٢٩١٣٠	٢.٨٠
٥ - ٢	٢٢٩٩٢	٢.٢١
٤ - ٥	٤١٧١٨	٤.٠١
٢٥	٢٠٩١١	٢.٠١
١٠ - ٤	٩٣٦٣	٠.٩
١٤ - ١٠	٨٨٩٥١	٨.٥٥
١٧	١٣٦٢٨	١.٣١
١٥ - ١٤	١١٩٤٣٤	١١.٢٨
١٢ - ١٥	١٢٩٧٣٣	١٢.٤٧
٣٥	١٠٥٠٧	١.٠١
٧ - ١٢	١٧٠٧٢٤	١٦.٤١
١٩ - ٧	٢١٥٧٧٢	٢٠.٧٤
٢٤	٥٢٠١	٠.٥
٥٠	١٢٤٨٤	١.٢٠
٥ - ١٩	١٠٥٨٠٨	١٠.١٧
٨	٢٠٨٢	٠.٢
٩ - ٥	٣٥٦٨٦	٣.٤٣
٩	٦٢٤٤	٠.٦
المجموع	١٠٤٠٣٦٨	١٠٠%

اعتماداً على الشكل رقم (٣).

لإدراك الحجم السكاني الفعلي المتأثر بغاز أحادي أكسيد الكربون بحسب مستويات الخطورة على الصحة البشرية المشار إليها آنفاً (الحد الآمن: أقل من ٩ جزء المليون/ أو التعرض للحد الأدنى ٩ - ١٠ جزء بالمليون/ أو التعرض للحد الأعلى ٣٥ جزء بالمليون)، فإن الشكل (٣) والجدول (٣)، يكشفان عن أن عدد

والريو): دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير، كلية الآداب - جامعة البصرة: ٢٢٤.

- مردان، عبد الرحمن جري (٢٠٠١)، تأثير التلوث الصناعي في التوزيع الجغرافي لأمراض الحساسية والريو في محافظة البصرة، رسالة ماجستير، كلية التربية - جامعة البصرة: ٢٠٩.

- المياحي، إيمان كريم (٢٠٠٥)، تحليل للعوامل المؤثرة في نوعية الملوثات الجوية لمحافظة البصرة، رسالة ماجستير، كلية التربية - جامعة البصرة: ٢٤٠.

- موسى، علي حسن (١٩٩٦)، التلوث الجوي، دار الفكر، دمشق: ٢٦٣.

- كرابيدايان، سينا آرام (٢٠٠٨)، دراسة الملوثات الرئيسية للهواء الناتجة من وسائل النقل في مدينة البصرة، وقائع المؤتمر العلمي لعلوم البحار، مركز علوم البحار - جامعة البصرة، ٢٣. ٢٥. ١: ١٣٦. ١٢٥.

- قاسم، مؤيد حسن (٢٠١١)، تحليل جغرافي لمشكلة تلوث الهواء في مدينة الزبير وتأثيراتها الصحية، رسالة ماجستير، كلية الآداب - جامعة البصرة: ١٨٠.

- الهيئة العامة للأمناء الجوية والمسح الزلزالي، قسم المناخ، البيانات المناخية للمدة ١٩٧١. ٢٠٠٧ (غير منشورة).

- وزارة البيئة العراقية (٢٠١٢)، اللائحة الوطنية المقترحة لمواصفات نوعية الهواء (غير منشورة).

- Al-Imarah, F.J.M., Al-Mohameed, R.Sh, J, and Ibraheem S.I. (2007). Extent of atmospheric pollution by some industrial emissions released from petrochemicals and gas liquefier industries in Khor Al-Zubair, *J. of Kerbala*, Special Issue on the Annual Environment of Meeting of Babylon University, Mar.:1-6.

- Anderson, H.R., Ponce, A.D.L., Bland, J.M., Bower, J.S., Strachan, D.P.(1996). Air pollution and daily mortality in London: 1987-92. *BMJ*; 312(7032):665-669.

تعرض غير مقبولة، طبقاً للمؤشرات التي اعتمدتها هذه الدراسة. وأن الرقعة المساحية الواسعة المتأثرة بهذا الغاز فضلاً عن العدد الضخم من السكان المتعرضين، إنما يشيران بدرجة أو أخرى إلى مدى خطورة انبعاثات غاز أحادي أكسيد الكربون على البيئة الحضرية لمدينة البصرة، وهو أمر قد يتفاقم سوءاً مع تصاعد وتيرة النمو الاقتصادي المتوقع أن تشهده البصرة في المستقبل وما يرافقه من زيادة في الانبعاثات الغازية، مما يستدعي الالتفات بجدية إلى وضع حلول جذرية للتخفيف من مشكلة تلوث الهواء في هذه المنطقة.

المصادر

- الأسدي، كاظم عبد الوهاب (١٩٩٨)، تأثير العوامل المناخية على الصناعات الأساسية في محافظة البصرة وانعكاسها على تلوث البيئة، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب - جامعة البصرة: ١٩٧.

- الأسدي، كاظم عبد الوهاب و ياسين، بشرى رمضان (٢٠٠٩)، تلوث الهواء بغاز أول وثنائي أكسيد الكربون الناشئ عن استخدام المولدات الكهربائية في مدينة البصرة، مجلة البيئة العراقية الجديدة، ع ١ م ٢: ٨١-٩٠.

- جاسم، أحمد حنون (٢٠٠٦)، التلوث الناتج عن عوادم السيارات في مدينة البصرة، مجلة أبحاث البصرة (العمليات)، ع ٣٢ م ١: ٣٨-٤١.

- الحسن، شكري إبراهيم (٢٠١١)، التلوث البيئي في مدينة البصرة، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب - جامعة البصرة: ٢٣٢.

- عودة، سميح أحمد محمد (١٩٩٦)، الخرائط: مدخل إلى طرق استعمال الخرائط واساليب إنشائها الفنية، المركز العربي للخدمات الطلابية، ط ٢، عمان: ٣٦١.

- المحمد، إيمان نعيم غضبان (٢٠٠٩)، تأثير المناخ على أمراض الجهاز التنفسي (حساسية الجهاز التنفسي

- Pollution Science*, 2nd ed., Elsevier Inc., San Diego, 377-394.
- Robinson, S.A, Morrison, J. (1978), *Elements of Cartography*, 4th ed., Wiley, New York :395.
 - Schwela D. (2000). Air pollution and health in urban areas. *Rev Environ Health*, 12(1-2):13-42.
 - Schwela, D., Haq, G., Huizenga, C., Han, W., Fabian, H., Ajero, M. (2006). *Urban Air Pollution in Asian Cities: Status, Challenges and Management*, Earthscan, London: 276.
 - Vallero, D.A. (2008). *Fundamentals of Air Pollution*. 4th ed. London: Elsevier Inc.: 942.
 - Wikipedia, the free encyclopedia. (2012). Carbon Monoxide, Available on: http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_monoxide.
 - Wright, R.T. (2008). *Environmental Science: Toward a Sustainable Future*, 10th ed., PHI, New Delhi: 682.
 - Al-Rudainy, L.A. (2009). Epidemiological Study of Cancer & Environmental Carcinogens in Basrah, Iraq, [dissertation] College of Medicine, University of Basra:183.
 - Al-Saad, H.T., Al-Imarah, F.J.M., Hassan, W.F., Jasim, A.H., Hassan, I.F. (2010). Determination of some trace elements in the fallen dust on Basra. *Basrah Journal of Science*, 28(2):243-252.
 - Ayres, J.G. (1998). Health effects of gaseous air pollutants. In: Hester RE, Harrison RM, editors. *Air Pollution and Health*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry:1-20.
 - Douabul, A.A.Z., Al-Maarofi, S.S., Al-Saad, H.T., and Al-Hassen, Sh.I. (2013). Gaseous pollutants in Basra City, Iraq, *Air, Soil and Water Res.* (6): 15-21.
 - Garabedain, S.A.K. (2008). Levels of some trace metals in falling dust of Basra. *Mesopotamian Journal of Marine Science*. 23(2):279-286.
 - Gilpin, A. (1976). *Dictionary of Environmental Terms*, Routledge & Kegan Pual, London: 191.
 - Gittins, M.J. (1999). Air pollution, in: Bassett WH. *Clay's Handbook of Environmental Health*, 18th ed. London: E & FN Spon.:729-76.
 - Harrison, R.M. (2001). Air pollution: sources, concentrations and measurements. In: Harrison, R.M. *Pollution: Causes, Effects and Control*, 4th ed. Cambridge: RSC:169-92.
 - Hill, M.K. (2004). *Understanding Environmental Pollution*, Cambridge University Press, Cambridge: 468.
 - Matthias, A.D., Comrie, A.C., Musil, S.A. (2006). Atmospheric Pollution. In Ian L. Pepper, Charles P. Gerba, and Mark L. Brusseau (eds.), *Environmental and*