https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3761

الملوثات البيئية الناتجة عن تراكيز الغازات في محافظة بابل
دراسة إحصائية تحليلية

م. د. رؤى احمد لطيف
قسم الجغرافيا/ كلية التربية الاساسية/ جامعة بابل – العراق
roaa.shanath.bscle@uobabylon.edu.iq

تاريخ الاستلام 2025/10/04 تاريخ القبول 2025/12/15 تاريخ النشر 2026/01/01

الملخص:

يُعَدُّ تلوث الهواء من أبرز التحديات البيئية المعاصرة نظرًا لتأثيراته الصحية والبيئية الخطيرة، إذْ يتمثل في وجود ملوثات غازية أو جسيمية بنسب تتجاوز الحدود المسموح بها، وتؤثر سلبًا في صحة الإنسان والنظام البيئي، تهدف هذه الدراسة إلى تحليل **التباين المكاني والزماني لملوثات الهواء في محافظة بابل** من خلال بيانات بيئية رسمية لعام 2020، جُمعت من ثلاث محطات للرصد (ابو خستاوي، جامعة بابل، حي نادر) شملت الملوثات الرئيسة المدروسة: ثاني أكسيد الكبريت(SO_2) ، أكسيد النيتريك (NO)، ثاني أكسيد النيتروجين(NO_2) والدقائق العالقة اعتمدت الدراسة على الأسلوب الإحصائي التحليلي باستخدام **تحليل التباين الأحادي** (One-Way ANOVA) واختبار Tukey HSD للمقارنات البعدية من أجل تحديد الفروق المعنوية بين المحطات اظهرت النتائج وجود **تباين مكاني وزماني واضح** في تراكيز بعض الغازات، حيث سجلت محطة حي نادر أعلى تركيزًا لثاني أوكسيد الكبريت، في حين كانت محطة جامعة بابل الأكثر تسجيلاً لتركيزات NO وNO_2 ، بينما تميزت محطة حي نادر بارتفاع ملحوظ في مستويات الدقائق العالقة وأكدت الاختبارات الإحصائية وجود فروق معنوية بين بعض المحطات؛ بما يعكس تأثير الأنشطة البشرية (الصناعية، المرورية، والسكنية) إلى جانب الظروف الطبيعية والمناخية. تخلص الدراسة إلى أنَّ تلوث الهواء في محافظة بابل يمثل مشكلة بيئية وصحية متنامية، تتطلب تعزيز برامج المراقبة البيئية وتطبيق سياسات للحد من مصادر الانبعاث مع ضرورة التوسع في الدراسات الإحصائية البيئية؛ للكشف المبكر عن أنماط التلوث.

الكلمات المفتاحية :التلوث الهوائي، التباين المكاني، التباين الزماني، التحليل الإحصائي، محافظة بابل.

© Journal of Libya for Geographical Studies, Sirte University 2026

Vol. 6, Issue.1, January 2026 *Journal of Libya for*
Online ISSN : 2789-4843 print ISSN : 3080-0463 *Geographical Studies*
المجلد 6 العدد 1 ، يناير 2026م **مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية**

Environmental Pollutants Resulting from Gas Concentrations in Babil Governorate: A Statistical–Analytical Study

Roaa Ahmed Latif
Department of Geography, Faculty of Basic Education
University of Babylon- Iraq
roaa.shanath.bscle@uobabylon.edu.iq

Received: 27/10/2025 Accepted: 17/11/2025 Published: 01/01/2026

Abstract:

Air pollution is considered one of the most prominent contemporary environmental challenges due to its serious health and environmental impacts. It is manifested by the presence of gaseous or particulate pollutants at concentrations exceeding permissible limits, adversely affecting human health and ecosystem integrity. This study aims to analyze the spatial and temporal variability of air pollutants in Babil Governorate using official environmental data for the year 2020. The data were collected from three monitoring stations (Abu Khashtawi, University of Babylon, and Hayy Nader) and included the main pollutants under investigation: sulfur dioxide (SO_2), nitric oxide (NO), nitrogen dioxide (NO_2), and particulate matter. The study adopted a statistical–analytical approach, employing one-way analysis of variance (One-Way ANOVA) and the Tukey HSD post hoc test to identify statistically significant differences among the monitoring stations. The results revealed clear spatial and temporal variability in the concentrations of certain gases. Hayy Nader station recorded the highest concentration of sulfur dioxide, while the University of Babylon station showed the highest concentrations of NO and NO_2. In addition, Hayy Nader station was characterized by notably elevated levels of particulate matter. Statistical tests confirmed the presence of significant differences among some stations, reflecting the influence of human activities (industrial, traffic-related, and residential) in addition to natural and climatic conditions. The study concludes that air pollution in Babil Governorate represents a growing environmental and public health problem, necessitating the strengthening of environmental monitoring programs and the implementation of effective policies to reduce emission sources. It also highlights the importance of expanding statistical environmental studies to enable early detection of pollution patterns.

***Keywords*:** Air pollution, spatial variability, temporal variability, statistical analysis, Babil Governorate.

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3761

مُقدمة:

البيئة هي كل ما يحيط بالإنسان من عناصر أو معطيات حية أو غير حية، وليس للإنسان أي دخل في وجودها، مثل: الصخور، وموارد المياه، وعناصر المناخ والتربة، والنباتات والحيوانات البرية، وللأنسان دور كبير في البيئة مؤثراً ومتأثراً بها، فالأنسان والبيئة عنصران مرتبطان لا يمكن أن ينفصلا عن بعضها منذ أن خلق الله سبحانه وتعالى هذا الكون إذ أحكم الله خلقها واتقن صنعها كماً ونوعاً ووظيفة. قال تعالى: ﴿صُنْعَ اللَّهِ الَّذِي أَتْقَنَ كُلَّ شَيْءٍ﴾.

إذْ جعل الله البيئة الإطار الذي يحوي هذا الإنسان، وجعله يتأقلم معها بتميزه بوظائف بيولوجية تختلف عن سائر الكائنات، ومع التقدم البشري والتكنولوجي في جميع المجالات أصبحت قدرة الإنسان أكبر على التلوث البيئي، ونتيجة لسوء استخدام الإنسان لهذه البيئات، فقد قادته إلى مجموعة من المشكلات التي تكاد تذهب بحياته على هذا الكوكب، وعلى الإنسان أن يواجه مشكلاته البيئية وتلوثها وللدولة دور كبير في حماية البيئة من خلال استثمار الموارد الطبيعية دون استنزاف أو إسراف وإن لا يحمل النظام البيئي بمخلفات لا تستوعبها الدورات الطبيعية، وإن يكون استثمار الموارد الطبيعية على أساس التنمية المستدامة واستراتيجيات التنمية التي تستهدف زيادة الإنتاج إلى أقصى حدّ وتتركز على تخطيط جزئي وقصير الأجل تكون محدودة القدرة على المحافظة على توازن النظم البيئية.

مشكلة البحث:

تُعَدُّ مشكلة تلوث الهواء من أبرز التحديات البيئية المعاصرة لما تسببه من آثار صحية وبيئية خطيرة، إذ يرتبط ارتفاع تراكيز الملوثات بانتشار أمراض الجهاز التنفسي والأوبئة فضلاً عن تدهور نوعية الحياة البيئية، ويُعزى هذا التلوث في محافظة بابل بصورة رئيسة إلى الانبعاثات الناتجة عن عوادم المركبات والمولدات ودخان الحرائق والأنشطة الصناعية والإنشائية، إضافة إلى بعض العوامل الطبيعية والمناخية التي تسهم في زيادة تراكم الملوثات، ونظرًا لخطورة هذا النوع من التلوث بوصفه من أكثر صور التلوث تأثيرًا على الصحة العامة والبيئة، جاءت هذه الدراسة لتحليل التباين المكاني والزماني في تراكيز ملوثات الهواء بمحافظة بابل والكشف عن مدى وجود فروق معنوية بين محطات الرصد المختلفة، وذلك في محاولة لتشخيص المشكلة بدقة تمهيدًا لوضع مقترحات علمية تسهم في معالجتها والتقليل من آثارها

السلبية.

فرضية الدراسة:

تفترض الدراسة أنَّ هناك تباينًا مكانيًا وزمانيًا ذا دلالة إحصائية في مستويات ملوثات الهواء (SO_2 ، NO_2، NO، الدقائق العالقة) في محافظة بابل خلال عام 2020 وأن هذا التباين يرتبط بالأنشطة البشرية (المرورية، الصناعية، السكنية) والعوامل الطبيعية والمناخية.

أهداف الدراسة:

1- تحليل التباين المكاني والزماني في تراكيز ملوثات الهواء بمحافظة بابل خلال عام 2020.

2- استخدام الأساليب الإحصائية ANOVA و Tukey HSD للكشف عن الفروق المعنوية بين محطات الرصد البيئي.

3- تحديد الملوثات الأكثر تأثيرًا وانتشارًا في المحافظة خلال مدة الدراسة.

4- توضيح الانعكاسات البيئية والصحية لارتفاع تراكيز الملوثات، وتقديم مقترحات علمية للتقليل من آثارها.

منطقة الدراسة:

تقع محافظة بابل في وسط العراق بين دائرتي عرض (06َ 32ْ – 08َ 33ْ) شمالاً، وخطي طول (75ً-43ْ- 12َ 45ْ) شرقًا يحدها من الشمال محافظة بغداد ومن الجنوب محافظتي القادسية والنجف، أمّا من الشرق محافظة واسط ومن الغرب الأنبار وكربلاء وكما موضح في الخريطة(1)، وقد اعتمدت الدراسة على بيانات تم جمعها من ثلاث محطات للرصد البيئي تمثل مواقع مكانية مختلفة داخل المحافظة، وهي: محطة ابو خستاوي، محطة جامعة بابل، ومحطة حي نادر؛ وذلك بهدف رصد التباين المكاني والزماني لتركيز الملوثات.

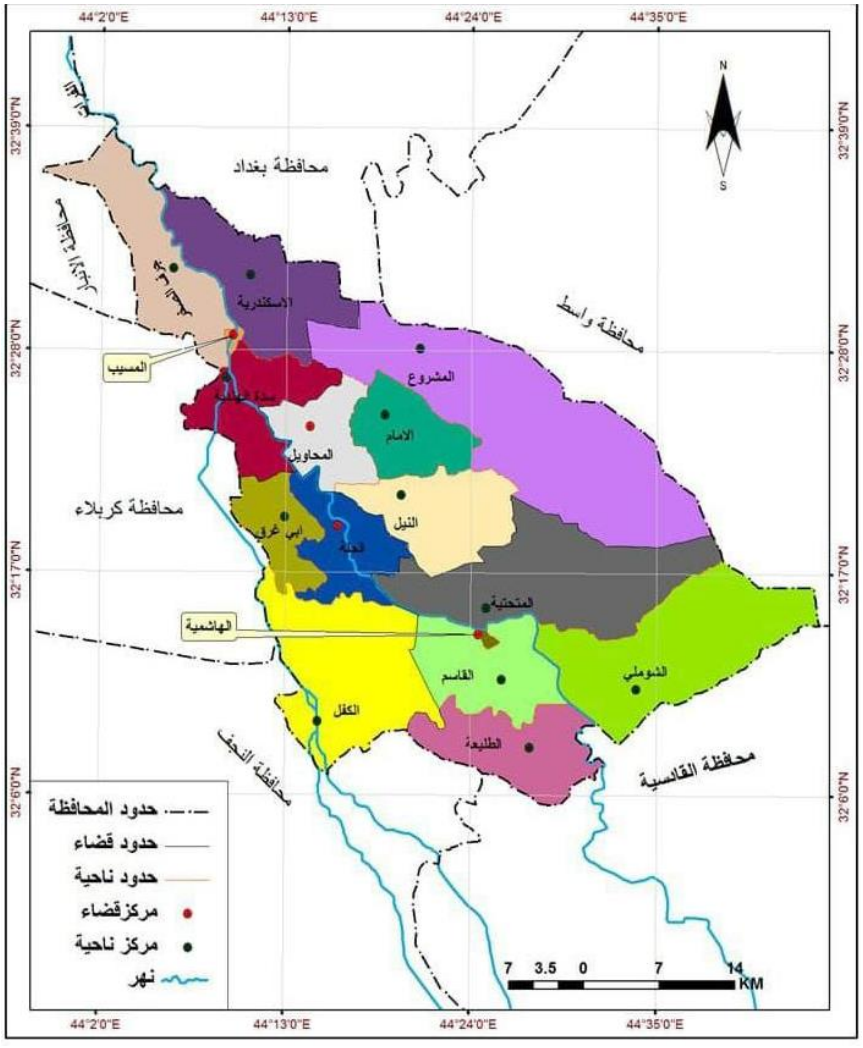
منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على بيانات رسمية صادرة من وزارة الصحة والبيئة – القطاع البيئي/دائرة التخطيط والمتابعة والخاصة بتراكيز الملوثات الهوائية لعام 2020 شملت الدراسة أربعة ملوثات رئيسية هي: ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) أكسيد النيتريك (NO) والدقائق العالقة (PM) بعد التحقق من أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي تمَّ تحليل البيانات باستخدام أحد الأساليب الإحصائية البرامترية

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3761

المتمثلة بتحليل التباين الأحادي (ANOVA) لتحديد الفروق المعنوية بين المحطات اضافة إلى اختبار Tukey HSD ، للكشف عن أوجه الاختلاف البعدي بين المحطات المختلفة كما تمَّ الاعتماد على الجداول والرسوم البيانية؛ لتوضيح التباين الزمني والمكاني للتراكيز المسجلة.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة.



المصدر: جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة محافظة بابل الادارية لعام 2007م بمقياس 1/ 500000.

الدراسات السابقة:

– **دراسة احمد نعمة الساعدي (2000)** تضمنت دراسته تلوث الهواء في مدينة بغداد وضواحيها بغاز، CO_2 الثقيلة الملوثة للبيئة والدقائق العالقة. وقد جمعت النماذج خلال عام 1997 وتوصل الباحث إلى ان تراكيز غاز تقع ضمن المحددات الوطنية والعالمية المسموح بها، وان المصدر الرئيسي لهذا الغاز هو المركبات ذات محركات الاحتراق الداخلي.

– دراسة ايمان كريم عباس (2005) تهدف الرسالة إلى تحليل للعوامل البيئية المؤثرة في نوعية ملوثات الهواء في محافظة البصرة ودراسة اهم عوامل تلوث الهواء وما تسببه من اثار من خلال دراستها بشكل تفصيلي فضلا عن قياس الملوثات ميداني .

– **دراسة ميسون طه محمود السعدي (2008)** هدفت دراسته إلى تشخيص وتحليل تلوث الهواء بعوادم المركبات في مدينة بغداد باستعمال نظام المعلومات الجغرافية واعداد الخرائط للمتغيرات البيئية لملوثات الهواء فضلا عن دراسة العلاقة بين العوامل الجوية .GIS وتركيز الملوثات باستعمال نظم المعلومات الجغرافية، وبينت المعدلات الشهرية لقيم تراكيز الملوثات (أول اوكسيد الكربون وثاني اوكسيد الكبريت) ان قيمها في محطة الوزيرية هي اعلى من القيم المرادفة في محطة الأندلس إذ بلغت اعلى قيمة لتركيز غاز احادي اوكسيد الكربون (9.8597 PPM) (Co في شهر آب لعام 2001م ويعزى السبب في ذلك لكون محطة الوزيرية منطقة صناعية تتواجد فيها العديد من المصانع والمعامل بالإضافة إلى الازدحام المروري لقربها من منطقة تجارية (شارع فلسطين) ووجود الجامعة المستنصرية مما حدى إلى حدوث مناطق زخم مروري من الساعة الثامنة صباحا إلى الساعة الثانية عصرا.

– **دراسة احمد فتاح حسون (2010)** اهتمت الدراسة بعلاقة تراكيز الهباء المقاسة بشكل آني في طبقة الخشونة الحضرية لمدينة بغداد وعند المديات الحجمية الخشنة والناعمة مع العناصر الانوائية المقاسة في المكان نفسه مثل درجة الحرارة والسرعة والاتجاه والرطوبة النسبية وكمية الغيوم والاشعاع الشمسي ، كما اظهرت النتائج من خلال معاملات الارتباط الخطية ان هنالك علاقة عكسية بين كلا معدلات درجات الحرارة وسرعة الرياح وفيض الحرارة والزخم من جهة ومعدل تركيز الهباء من جهة اخرى وبشكل خاص عند المديات الحجمية الناعمة من جسيمات الهباء التي تمتاز بسرعة الاستجابة لتغير هذه العناصر.

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3761

– دراسة انور محمد الكلابي (2013) التي هدفت في إطارها العام إلى تقييم نوعية الهواء والمياه ومستوى الضوضاء في مدينة السماوة داخل المسكن وخارجه وبيان تأثيراتها الصحية مع التأكيد على مشكلات التلوث داخل المسكن ، وبينت نتائج الدراسة ارتفاع تراكيز الملوثات الغازية دال المسكن في مدينة السماوة وتباين مستوياتها مكانيا و زمانيا لأسباب تتعلق بحجم الوحدة بحجم الوحدة السكنية و رداءة التهوية وبطء تصريف الملوثات فضلا عن كثافة الوحدة السكنية وضيق الازقة مما يسبب صفح المياه وارتفاع الرطوبة.

تلوث الهواء مصادره واضراره :

يعرّف تلوث الهواء على أنه التغير في تركيز مكونات الهواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة جراء عوامل طبيعية كانفجار البراكين وحرائق الغابات أو عوامل غير طبيعية، وهي التي يقوم بها الإنسان الذي يعد من أكبر المساهمين في تلوث الهواء وتلوث الهواء هو الزيادة في تراكيز المواد الغريبة عن التكوين الأساسي للهواء، والتي تؤثر على الناحية الصحية للفرد، وتؤدي إلى أضرار لممتلكاته أخذ اهتمام كبير هذه الأيام بمسألة تلوث الهواء وعندما نتكلم عن تلوث الهواء يخطر في البال أكثر الناس نواتج الاحتراقات والفضلات الغازية من الصناعات المختلفة، إذْ يعد الغبار الذري المشع نوعاً من التلوث فضلاً عن الروائح الكريهة وذرات الغبار الناعمة، وهناك ملوثات في الهواء تتسبب بفعل الطبيعة نفسها ولا دخل للإنسان فيها، مثل: حرائق الغابات، والغازات والغبار المقذوفة عند انفجار البراكين، وكذلك مثل تفسخ النباتات وغبار الطلع والرمل المتسبب عن العواصف خاصة في المناطق الصحراوية وأنواع البكتريا والفيروسات (محمود، 1988، ص11) .

مصادر تلوث الهواء: من أكثر العناصر انتشارًا والتي تسبب تلوث الهواء:

1– أول أوكسيد الكربون بالرمز (CO) وهو رمز كيميائي يختلف هذا الغاز عن باقي الغازات في عدم وجود رائحة له أو لون أو حتى طعم، ومع ذلك فإن امتصاص خلايا الدم الحمراء له يكون أسرع من امتصاصها للأكسجين فإذا كانت هناك كمية كبيرة منتشرة في الهواء فالجسم يسارع إلى إحلالها بدلاً من الأوكسجين، وهذا يسبب تلف للأنسجة ووفاة الإنسان في بعض الحالات، وهناك كميات محددة من هذا الغاز، تُعدّ اهميته حسب مدة التعرض لها، وهي كميات ونسب متفق عليها في جميع أنحاء العالم يوضحها جدول (1):

جدول (1) الكميات المميتة من غاز أول أوكسيد الكاربون في البيئة العراقية.

نسبة الغاز في الهواء	زمن حصول الموت
%0,05-0,02	عدة ساعات
%0,01	3-2 ساعات
%1	20-15 دقيقة
%15-7	5-2 دقيقة

المصدر: مجلة كلية الطب، المجلد العاشر، العدد 1-2، 1968، ص10.

2- ثاني اوكسيد الكاربون: غاز ثاني أكسيد الكربون من الغازات السامة للإنسان، وتسبب له الاختناق لأنه يتحد مع الهيموغلوبين، وعلى الجانب الآخر تقل قابلية الهيموغلوبين للاتحاد بالأكسجين، والمصدر الرئيسي لهذا الغاز هي الصناعة، حيث يتكون غاز ثاني أكسيد الكربون عند احتراق أي مادة عضوية في الهواء، ومن المعروف إن كل غرام من المادة العضوية المحتوية على الكربون تعطي عند احتراقها من 3-1,5 غرامات من غاز أكسيد الكربون (الرفاعي، 2008. ص107).

3- أكاسيد الكبريت: غاز حمضي أكال؛ لذا هو من أخطر عناصر تلوث الهواء فوق المدن وحول محطات القوى والمنشآت الصناعية؛ فيؤدي إلى تآكل أحجار المباني، ويساعد على سرعة صدأ المعادن، ويعدُّ غاز أكسيد الكبريت أحد العناصر الرئيسة التي تسبب ظاهرة الأمطار الحمضية التي تتساقط على كثير من الدول، من آثاره السيئة على الجهاز التنفسي عند ارتفاع معدلات تراكيزه هي اضطرابات الجهاز التنفسي وأمراض الرئة المزمنة وأمراض القلب، وقد حددت التراكيز الوطنية المسموح بها من ثاني أكسيد الكبريت بـ(0,15) جزء بالمليون فترة التعرض ساعة واحدة أو بتركيز (0,10) جزء بالمليون فترة التعرض (24) ساعة، أما ثالث أكسيد الكبريت حدود سنوية بواقع (0,3) جزء بالمليون أو (80) مايكروغرام/ م3 وحدود مسموح بها بالتعرض لها في يوم واحد في العام، وهي (14) جزء بالمليون أو (365) مايكروغرام/ م3 وحدود مسموح بالتعرض لها لمدة ثلاث ساعات وهي (0,5) جزء بالمليون أي (1300) مايكروغرام/ م3 (مديرية الهندسة البيئية. 1980، ص3) وكما موضح في الجدول (2).

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3761

جدول (2) حدود ملوثات الهواء المسموح بها وتأثيراتها على الصحة العامة.

الملوث	تأثيره على الصحة	التراكيز المسموح بها حسب محددات الصحة العالمية	
		العراقية	العالمية
الدقائق العالقة	تزيد الامراض التنفسية المؤقتة والمزمنة كالحساسية (مرض الربو).		150 مايكروغرام/م^3
أكسيد الكبريت	تفاقم الامراض التنفسية الحادة (الحساسية، التهاب القصبات، اضعاف وظائف الرئة) والتدرن الرئوي.		260 (200-100) مايكروغرام/م^3
أكسيد الكاربون	تزيد من الوفيات ومعدل الاصابة بالأمراض تسبب الخمول وعدم النشاط. أضعاف الوظائف العقلية (تخلف عقلي، عامل مسبب لتصلب الشرايين).		10 مايكروغرام/م^3
أكسيد النتروجين	تفاقم الامراض التنفسية والأوعية القلبية.		80 مايكروغرام/م^3 100 مايكروغرام/م^3

المصدر: وزارة الصحة، مركز حماية البيئة، دائرة الوقاية الصحية، قسم تلوث الهواء، تقارير عن الملوثات الغازية، بدون تاريخ، ص47-48.

4- الرصاص وعادم السيارات: تعاني المدن المزدحمة بالسكان من ظاهرة تُعرف باسم الضباب الدخاني، وتتكون هذه الظاهرة نتيجة الاحتراق غير التام للوقود في محركات السيارات ووسائل النقل الأخرى، إن أهم الملوثات التي تنبعث من محركات السيارات هي غاز أول أكسيد الكربون وأكاسيد النتروجين والمواد الهدروكربونية غير المحترقة أو المحترقة جزئيًا، بالإضافة إلى مركبات الرصاص والجسيمات الدقيقة (الحسن، المعتاز، 1988، ص29)

5- الجسيمات الدقيقة: التلوث يشمل على مواد صلبة أو سائلة منتشرة في الجو، وبأحجام تتراوح بين جزيئات صغيرة قطرها حوالي 0.0002 مايكرون وجزيئات كبيرة قطرها حوالي 5000 مايكرون، تتصف الجسيمات الصغيرة اصغر من 0.1 مايكرون، مثل: الجزيئات التي تكون حركتها عشوائية بسبب ارتطامها بجزيئات الغازات ، وقد تتصادم مع بعضها مكونة تجمعات كبيرة نوعا ما. تتصرف الجسيمات في المجال الحجمي أكبر من المايكرون الواحد بطريقة مختلفة ، ويكون للجاذبية الأرضية تأثير عليها، وتركد أخيرًا على سطح الأرض بسبب ذلك، وتتأثر الجسيمات في المجال الحجمي أكبر من 10 مايكرون بدرجة أعلى بالجاذبية الأرضية، ولا تبقى إلاَّ فترات وجيزة معلقة في الهواء في الظروف الاعتيادية، وبذلك فإنَّ التلوث المحسوس بالغبار يتضمن الجسيمات ذات الحجوم بين 0.1 والى 10 مايكرون. (العقيلي. 1990، ص31).

6- تلوث الهواء بالرصاص: أوضحت بعض القياسات إن نسبة الرصاص في هواء المنازل

تصل من 6400–9000 جزءًا في المليون في الأتربة داخل بعض المنازل مقارنة بـ3000 جزءًا في المليون في الهواء الخارجي في الشارع، وهناك بعض المصادر الطبيعية التي تشترك في تلوث الهواء بالرصاص، مثل: البراكين وعوامل التعرية في التربة وتبخر مياه البحر؛ وهذه النتائج الخاصة بالرصاص تنطبق على الكثير من الفلزات، مثل: الزئبق والنحاس والكادميوم والزرنيخ والزنك والسلينيوم وغيرها. (الرفاعي. 2008، ص89).

وجميع هذه الغازات تسبب هياج للأغشية التنفسية، والتي عن طريقها تترسب داخل الرئة وتسبب أمراض الجهاز التنفسي، وكما موضح في الجدول (3).

جدول (3) الأضرار الصحية التي من الممكن أن تلحق بصحة الإنسان عند التعرض لهذه الملوثات.

الملوثات	الضرر
آكاسيد الكبريت وآكاسيد النتروجين	– أمراض الرئة. – الحاق الضرر بالحيوان والنبات. – تعمل على تأكل المواد المستخدمة في الأبنية.
الجسيمات العالقة	– تسبب أمراض الجهاز التنفسي.
أول أكسيد الكاربون	– يؤثر على الجهاز العصبي. – حدوث قصور في الدورة الدموية.
الرصاص	– يسبب أمراض الكلى. – يؤثر على الجهاز العصبي وخاصة في الأطفال
الضباب الدخاني	– التهابات العين، تأثير سلبي على الرئة والقلب.

المصدر: سلطان الرفاعي، التلوث البيئي (اسبابه، اخطاره، حلوله)، دار اسامة للنشر، عمان، الاردن، 2008، ص94.

المبحث الاحصائي

التحليل الاحصائي المكاني والزماني لتركيز الغازات في محافظة بابل لعام 2020.

يبيّن الجدول (4) والشكل (1) المعدلات الشهرية والسنوية لتركيز غاز ثاني أوكسيد الكبريت (SO_2) في ثلاث محطات رصد بمحافظة بابل (أبو خستاوي، جامعة بابل، حي نادر) خلال عام 2020. أظهرت النتائج وجود فروق معنوية في التراكيز بين المحطات ($F = 3.293, p = 0.021$) ممّا يشير إلى أنّ مستويات الغاز تتأثر بالموقع الجغرافي والأنشطة البشرية السائدة في كل منطقة.

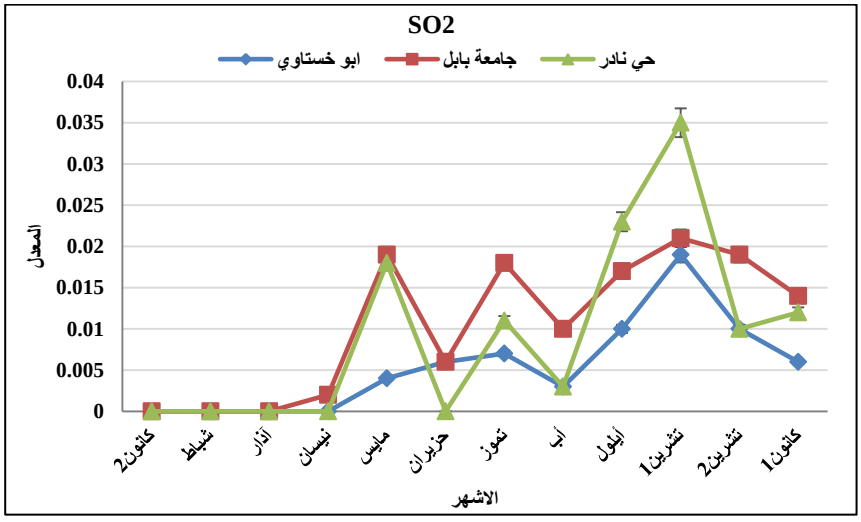
سُجّلت تراكيز شبه معدومة خلال الأشهر الأولى (كانون الثاني–آذار)، وهو ما يتفق مع انخفاض الأنشطة الصناعية والزراعية في فصل الشتاء إضافةً إلى الظروف المناخية التي

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3761

تساعد على تشتت الملوثات. ابتداءً من نيسان، بدأت التراكيز بالارتفاع تدريجيًا، حيث سجلت محطة جامعة بابل وحي نادر أعلى القيم في أيار (0.019 و0.018 ppm) على التوالي، ويُعزى ذلك إلى زيادة استهلاك الوقود وتشغيل المولدات مع بداية موسم الصيف، بلغت القيم ذروتها في محطة حي نادر خلال تشرين الأول(0.035 ppm) وهي الأعلى بين المحطات، ممَّا يعكس أثر الكثافة السكانية وحركة المرور الكثيفة في هذه المنطقة في المقابل، أظهرت محطة أبو خستاوي قيماً أقل نسبيًا بما يعكس طبيعتها السكنية ذات الأنشطة الصناعية المحدودة، أمّا من الناحية البيئية والصحية فإن ارتفاع تراكيز SO_2 ولو بمستويات متوسطة قد يسهم في زيادة تهيج الجهاز التنفسي والتهابات القصبات الهوائية.

كما يُعدُّ أحد المكونات الرئيسة للأمطار الحمضية، التي تضر بالنظم البيئية وتؤدي إلى تآكل المباني والمعادن وقد أوضحت منظمة الصحة العالمية أن الحد الأقصى المسموح به لتركيز SO_2 لا يجب أن يتجاوز (0.020 ppm) خلال 24 ساعة، الأمر الذي يجعل القيم المسجلة في حي نادر مثيرة للقلق.

شكل (1): التغيرات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) في محطات أبو خستاوي، جامعة بابل، وحي نادر بمحافظة بابل لسنة 2020 .



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

جدول (4): المعدلات الشهرية والسنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) في ثلاث محطات رصد بيئي بمحافظة بابل (أبو خستاوي، جامعة بابل، حي نادر) لسنة 2020.

الأشهر	محطات الرصد البيئي بمحافظة بابل		
	ابو خستاوي	جامعة بابل	حي نادر
كانون2	0	0	0
شباط	0	0	0
آذار	0	0	0
نيسان	0	0.002	0
مايس	0.004	0.019	0.018
حزيران	0.006	0.006	0
تموز	0.007	0.018	0.011
أب	0.003	0.01	0.003
أيلول	0.01	0.017	0.023
تشرين1	0.019	0.021	0.035
تشرين2	0.01	0.019	0.01
كانون1	0.006	0.014	0.012
المعدل السنوي	c 0.008	0.014 b	a 0.016
الاختبار الإحصائي	**F test = 3.293, p–value = 0.021***		

المصدر: وزارة الصحة والبيئة، القطاع البيئي، دائرة التخطيط والمتابعة، بيانات مجدولة/ 20025.

*يوجد اختلاف معنوي لتركيز الغاز بين المحطات الدراسية.

الحروف المختلفة في المجاميع اشارة الى انه يوجد اختلاف معنوي بالاعتماد على اختبار post hoc اختبار دنكن المتعدد.

يبيّن الجدول (5) والشكل (5) المعدلات الشهرية والسنوية لتركيز **ثاني أكسيد** النيتروجين (NO_2) في ثلاث محطات رصد بمحافظة بابل (ابو خستاوي، جامعة بابل، حي نادر)، خلال عام 2020 أظهر التحليل الإحصائي باستخدام اختبار ANOVA وجود فروق معنوية بين المحطات($F = 4.292, p = 0.022$) ، ممَّا يؤكد أنَّ التباين في تراكيز الغاز لا يعود إلى الصدفة بل يرتبط بالخصائص البيئية والبشرية لكل موقع.

أوضحت النتائج أن محطة **جامعة بابل** سجلت أعلى التراكيز على مدار السنة، حيث بلغت القيمة القصوى في كانون الأول (0.079 ppm)، تلتها محطة حي نادر بمتوسط سنوي(0.016 ppm) بينما سجلت محطة أبو خستاوي أدنى المستويات

بمتوسط (0.007 ppm) ويرتبط ارتفاع التراكيز في موقع الجامعة بكثافة النشاط البشري والمروري ووجود مصادر محلية لانبعاث الملوثات.

زمنيًا، لوحظ أنّ التراكيز تكاد تكون معدومة في الأشهر الأولى (كانون الثاني – آذار)، ثم بدأت بالارتفاع تدريجيًا ابتداءً من نيسان لتصل إلى ذروة واضحة في شهري تشرين الثاني وكانون الأول وهو ما يتزامن مع زيادة الاستهلاك المحلي للوقود وتغير الظروف المناخية التي تحدّ من تشتت الملوثات، من الناحية البيئية والصحية، فإن ارتفاع مستويات NO_2 يعد من المؤشرات الخطيرة على جودة الهواء، إذْ يرتبط بزيادة معدلات الإصابة بالربو والتهابات الشعب الهوائية وأمراض القلب والأوعية الدموية، وقد أشارت منظمة الصحة العالمية إلى أن الحدود المسموح بها لتركيز NO_2 لا ينبغي أن تتجاوز (0.025 ppm) خلال الساعة الواحدة لحماية الصحة العامة.

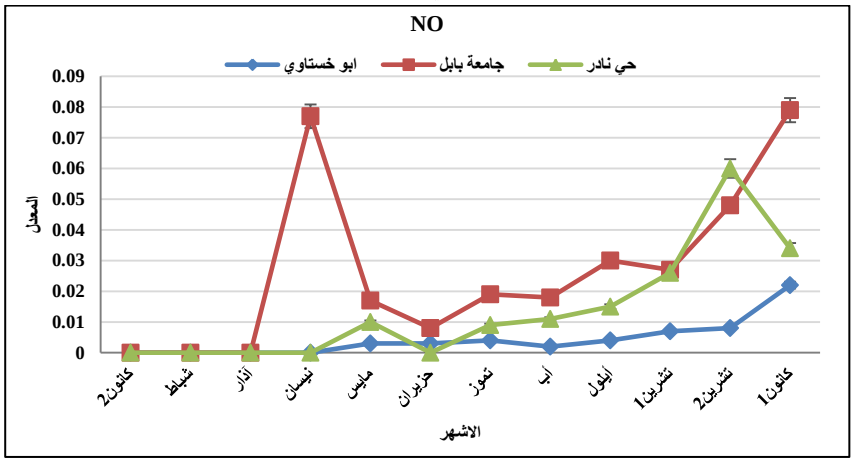
جدول (5): المعدلات الشهرية والسنوية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) في ثلاث محطات رصد بيئي بمحافظة بابل (أبو خستاوي، جامعة بابل، حي نادر) لسنة 2020 .

الأشهر	محطات الرصد البيئي بمحافظة بابل		
	ابو خستاوي	جامعة بابل	حي نادر
كانون2	0	0	0
شباط	0	0	0
آذار	0	0	0
نيسان	0	0.077	0
مايس	0.003	0.017	0.01
حزيران	0.003	0.008	0
تموز	0.004	0.019	0.009
أب	0.002	0.018	0.011
أيلول	0.004	0.03	0.015
تشرين1	0.007	0.027	0.026
تشرين2	0.008	0.048	0.06
كانون1	0.022	0.079	0.034
المعدل السنوي	0.007	0.036	0.016
الاختبار الإحصائي	**F test = 4.292 , p–value = 0.022***		

المصدر: وزارة الصحة والبيئة، القطاع البيئي ، دائرة التخطيط والمتابعة، بيانات مجدولة، 2025.

*يوجد اختلاف معنوي لتركيز الغاز بين المحطات الدراسية

الشكل :(2) التغيرات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) في محطات أبو خستاوي، جامعة بابل، وحي نادر بمحافظة بابل لسنة 2020.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جول (5).

يبيّن الجدول (6) والشكل (3) المعدلات الشهرية والسنوية لتركيز **أكسيد النيتريك** (NO) في ثلاث محطات رصد بمحافظة بابل (أبو خستاوي، جامعة بابل، حي نادر) خلال عام 2020 أظهر تحليل التباين الأحادي (ANOVA) وجود فروق معنوية عالية بين المحطات($F = 5.478, p = 0.003$) ، مما يؤكد أن التباين في مستويات الغاز يرتبط بالأنشطة البشرية والكثافة المرورية والظروف المناخية التي تختلف من موقع لآخر.

تشير النتائج إلى أن محطة جامعة بابل سجلت أعلى متوسط سنوي (0.078 ppm) متفوقة على محطتي حي نادر (0.027 ppm) وأبو خستاوي (0.016 ppm)، كما لوحظ ان التراكيز تكاد تكون معدومة في الأشهر الأولى (كانون الثاني–آذار)، ثم بدأت بالارتفاع ابتداءً من نيسان لتبلغ ذروتها في شهري تشرين الأول وكانون الأول (0.095 و0.091 ppm) في محطة جامعة بابل، هذا الارتفاع يعكس بوضوح تأثير النشاط المروري الكثيف حول موقع الجامعة، فضلاً عن كثافة النشاط البشري وزيادة استهلاك الوقود، أما محطة حي نادر فقد أظهرت مستويات متوسطة نسبياً تراوحت بين (0.020 – 0.039 ppm)، وهو ما يعكس تأثير الأنشطة السكنية والمرورية، في حين جاءت محطة أبو خستاوي بأدنى المستويات طوال العام، مما يشير إلى قلة مصادر الانبعاث المباشرة في تلك المنطقة، من الناحية الصحية والبيئية، فإن ارتفاع مستويات NO يمثل

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3761

مصدر قلق بيئي لأنه يتفاعل مع الأوكسجين لتكوين ثاني أوكسيد النيتروجين (NO_2) ، الذي يعد من الغازات السامة والمؤثرة بشكل مباشر على صحة الجهاز التنفسي، وقد أوضحت منظمة الصحة العالمية أنّ تراكيز NO المرتفعة تسهم في تكوين **الأوزون الأرضي**، الذي يضر بالنباتات ويزيد من مخاطر الإصابة بأمراض القلب والجهاز التنفسي.

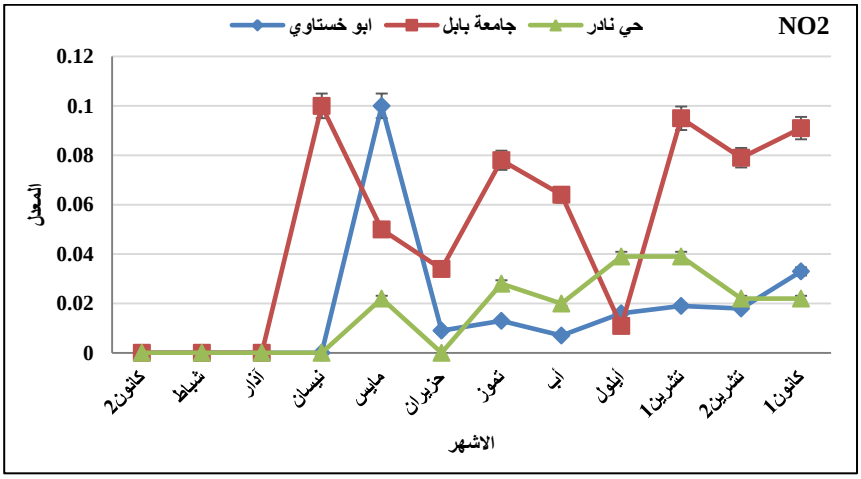
جدول (6): المعدلات الشهرية والسنوية لتركيز غاز أكسيد النيتريك (NO) في ثلاث محطات رصد بيئي بمحافظة بابل (أبو خستاوي، جامعة بابل، حي نادر) لسنة 2020 .

الأشهر	محطات الرصد البيئي بمحافظة بابل		
	ابو خستاوي	جامعة بابل	حي نادر
كانون2	0	0	0
شباط	0	0	0
آذار	0	0	0
نيسان	0	0.1	0
مايس	0.1	0.05	0.022
حزيران	0.009	0.034	0
تموز	0.013	0.078	0.028
أب	0.007	0.064	0.02
أيلول	0.016	0.0109	0.039
تشرين1	0.019	0.095	0.039
تشرين2	0.018	0.079	0.022
كانون1	0.033	0.091	0.022
المعدل السنوي	0.016	0.078	0.027
الاختبار الإحصائي	***03, p–value = 0.05.478F test =**		

المصدر: وزارة الصحة والبيئة، القطاع البيئي، دائرة التخطيط والمتابعة، بيانات مجدولة، 2025.

*يوجد اختلاف معنوي لتركيز الغاز بين المحطات الدراسية.

شكل (3): التغيرات الشهرية لتركيز غاز اوكسيد النيتريك (NO_2) في محطات ابو خستاوي، جامعة بابل، وحي نادر بمحافظة بابل لسنة 2020.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول 6.

يبيّن الجدول (7) والشكل (4) المعدلات الشهرية والسنوية لتركيز الدقائق العالقة (Particulate Matter, PM) في ثلاث محطات رصد بمحافظة بابل (أبو خستاوي، جامعة بابل، حي نادر) لعام 2020 أظهر التحليل الإحصائي باستخدام اختبار التباين الأحادي (ANOVA) وجود فروق معنوية بين المحطات ($F = 2.994$, $p = 0.037$)؛ مما يشير إلى أن مستويات الدقائق العالقة تختلف بشكل واضح تبعًا للمكان والزمان.

تشير النتائج إلى أن محطة حي نادر سجلت أعلى متوسط سنوي($76\ \mu g/m^3$) تلتها محطة أبو خستاوي ($45\ \mu g/m^3$) ثم محطة جامعة بابل ($35\ \mu g/m^3$) ، ولوحظ ان التراكيز كانت شبه معدومة في الأشهر الأولى (كانون الثاني–آذار) ثم ارتفعت بشكل تدريجي ابتداءً من نيسان، لتبلغ ذروتها في تشرين الأول ($113\ \mu g/m^3$) بمحطة حي نادر، وهي قيمة تتجاوز الحدود الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية التي حددت الحد المسموح به للدقائق العالقة PM_{10} بواقع ($50\ \mu g/m^3$) خلال 24 ساعة يرتبط ارتفاع مستويات الدقائق العالقة في حي نادر بالأنشطة السكنية الكثيفة وحركة المرور الكبيرة، إضافة إلى العوامل المناخية، مثل: قلة تساقط الأمطار في الخريف التي تحدّ من ترسيب

الجسيمات، أما محطة أبو خستاوي فقد سجلت مستويات متوسطة نسبياً تعكس طبيعة المنطقة ذات الأنشطة المحدودة في حين سجلت محطة جامعة بابل أدنى المستويات، وهو ما يمكن تفسيره بوجود مساحات خضراء نسبية حول موقع الجامعة تساعد في تقليل تراكم الغبار.

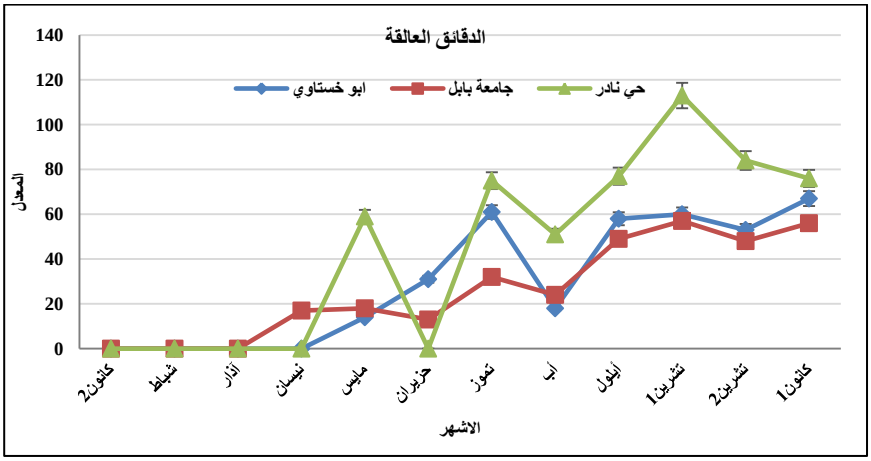
جدول (7): المعدلات الشهرية والسنوية لتركيز الدقائق العالقة في ثلاث محطات رصد بيئي بمحافظة بابل (أبو خستاوي، جامعة بابل، حي نادر) لسنة 2020 .

الأشهر	محطات الرصد البيئي بمحافظة بابل		
	ابو خستاوي	جامعة بابل	حي نادر
كانون2	0	0	0
شباط	0	0	0
آذار	0	0	0
نيسان	0	17	0
مايس	14	18	59
حزيران	31	13	0
تموز	61	32	75
أب	18	24	51
أيلول	58	49	77
تشرين1	60	57	113
تشرين2	53	48	84
كانون1	67	56	76
المعدل السنوي	45	35	76
الاختبار الإحصائي	*37, p-value = 0.0994.2F test =		

المصدر: وزارة الصحة والبيئة، القطاع البيئي ، دائرة التخطيط والمتابعة، بيانات مجدولة، 2025.

* يوجد اختلاف معنوي لتركيز الغاز بين المحطات الدراسية.

شكل (4): التغيرات الشهرية لتركيز الدقائق العالقة في محطات أبو خستاوي، جامعة بابل، وحي نادر بمحافظة بابل لسنة 2020.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول 7.

الاستنتاجات:

1- أظهرت النتائج وجود تباين مكاني وزماني واضح في تراكيز ملوثات الهواء بمحافظة بابل خلال عام 2020، حيث اختلفت القيم بين المحطات الثلاث (أبو خستاوي، جامعة بابل، حي نادر) تبعًا لاختلاف طبيعة الأنشطة البشرية والكثافة السكانية.

2- سجّلت محطة حي نادر أعلى التراكيز لثاني أكسيد الكبريت (SO_2) والدقائق العالقة (PM)، وهو ما يعكس تأثير الكثافة المرورية والأنشطة السكنية المكثفة في المنطقة.

3- جاءت محطة جامعة بابل في المرتبة الأولى من حيث تراكيز أكسيد النيتريك (NO) وثاني أكسيد النيتروجين (NO_2)، مما يشير إلى أثر النشاط المروري والازدحام في محيط الجامعة.

4- أظهرت التحليلات الإحصائية (ANOVA) وجود فروق معنوية بين المحطات في بعض الملوثـات مثل NO وNO_2، مما يؤكـد أهمية الموقع الجغرافي والأنشطة المرتبطة به في تحديد مستويات التلوث.

5- تشير النتائج إلى أنَّ بعض التراكيز، خصوصًا الدقائق العالقة وNO_2، تجاوزت الحدود المسموح بها وفق معايير منظمة الصحة العالمية، مما يرفع من احتمالية الآثار السلبية على الصحة العامة، خاصة أمراض الجهاز التنفسي والقلب والأوعية الدموية.

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3761

التوصيات:

1- تعزيز برامج المراقبة البيئية، من خلال زيادة عدد محطات الرصد، وتوزيعها بشكل أوسع لتغطية جميع مناطق محافظة بابل.

2- الحدّ من الانبعاثات المرورية عبر تنظيم حركة المرور، وتشجيع استخدام وسائل النقل الجماعي، إلى جانب تشديد الفحوصات البيئية للمركبات.

3- تقليل الاعتماد على المولدات الكهربائية، من خلال تحسين شبكة الكهرباء الوطنية، وتشجيع استخدام مصادر الطاقة البديلة (الشمسية والرياح).

4- فرض ضوابط بيئية صارمة على الأنشطة الصناعية والإنشائية؛ لضمان الالتزام بالمعايير البيئية وتقليل الانبعاثات.

5- تشجير المناطق الحضرية وزيادة المساحات الخضراء كأحد الحلول الطبيعية الفعالة في امتصاص الملوثات، وتحسين نوعية الهواء.

6- رفع مستوى الوعي البيئي لدى السكان، من خلال الحملات الإعلامية والبرامج التعليمية لتشجيع المشاركة المجتمعية في الحد من التلوث.

7- إجراء دراسات مستقبلية موسعة تشمل ملوثات إضافية مثل أول أكسيد الكربون (CO)والأوزون الأرضي (O_3)، مع دمج بيانات مناخية (سرعة الرياح، درجات الحرارة)؛ لتوضيح العلاقة بين العوامل الجوية ومستويات التلوث.

المصادر والمراجع:

- الرفاعي، سلطان .(2014) . التلوث البيئي: الأسباب، الأخطار، السلوك .عمّان: دار أسامة للنشر والتوزيع.
- المعتاز، ا. ص (1988). ملوثات البيئة أضرارها مصادرها وطرق مكافحتها، الناشر مكتبة الخريجي، الرياض.
- الساعدي، ا. ن (1999). تلوث الهواء في مدينة بغداد وضواحيها باحادي اوكسيد الكاربون والفلزات الثقيلة ، رسالة ماجستير ، جامعة بغداد.
- عباس ، ا. ك (2005). تحليل بيئي للعوامل المؤثرة في نوعية الملوثات الجوية لمحافظة البصرة، رسالة ماجستير، جامعة البصرة.
- الكلابي، ا.م (2013). تلوث الهواء والمياه والضوضاء داخل المسكن واوجه في مدينة السماوة، اطروحة دكتوراه، جامعة البصرة.
- العقيلي، سليمان. (1990). تلوث الهواء مكتب التربية العربية لدول الخليج، الرياض .
- السعدي، م. ط (2008). الآثار المناخية لتلوث هواء مدينة بغداد بعوادم المركبات للمدة 1996-2006 باستخدام Gis ، رسالة ماجستير، 2008.
- أحمد ، م. ط (1988) علم وتكنلوجيا البيئة ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، الوصل.
- كاظم، ض. ج، جدوع ، ا. ه (2019) . أثر المناخ في النقل البري في محافظة بابل ، مجلة جامعة بابل للعلوم الإنسانية ، المجلد 27 ،العدد 7 ، 2019.
- محمود ، طارق أحمد (1988). علم وتكنولوجيا البيئة ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل.
- وزارة الصحة والبيئة، القطاع البيئي، دائرة التخطيط والمتابعة، بيانات مجدولة/ 2025.
- مجلة كلية الطب، (1968) المجلد العاشر، العدد 1-2.
- وزارة الصحة، (بدون تاريخ) مركز حماية البيئة، دائرة الوقاية الصحية، قسم تلوث الهواء، تقارير عن الملوثات الغازية .