التأثير البيئي للمولدات الكهربائية في مدينة الرمادي

المدرس المساعد رواء نوري سويد
قسم الجغرافية / كلية التربية للبنات /جامعة الأنبار

المستخلص

يهدف البحث إلى تقييم الأثر البيئي للمولدات الكهربائية في مدينة الرمادي من خلال دراسة التلوث الهوائي والضوضائي والبصري الناتج عن انتشارها في الأحياء السكنية والتجارية. اعتمدت الدراسة على منهجية ميدانية تضمنت قياس تركيز الغازات الملوثة باستخدام جهاز قياس الغازات المتعددة، وقياس شدة الضوضاء بواسطة جهاز قياس شدة الصوت، إضافة إلى توثيق مظاهر التشوه البصري الناتجة عن العشوائية في توزيع المولدات وتشابك الأسلاك وخزانات الوقود. أظهرت النتائج تجاوز مستويات الانبعاثات والضوضاء الحدود المسموح بها دوليًا، إذ بلغ أعلى تركيز لغاز ثاني أكسيد الكبريت في منطقة العزيزية نحو (٢.١) جزء في المليون، وبمعدل عام (١.٩) جزء في المليون. كما بينت الدراسة وجود تأثيرات سلبية واضحة على المنظر الحضري وصحة السكان. وتوصي الدراسة بضرورة تطبيق ضوابط تنظيمية صارمة للحد من انتشار المولدات، وتشجيع استخدام مصادر طاقة بديلة ومستدامة، فضلًا عن تحسين التخطيط الحضري للحفاظ على جودة البيئة والصحة العامة في مدينة الرمادي.

الكلمات المفتاحية: المولدات الكهربائية، التلوث البيئي، التلوث الضوضائي، التلوث البصري.

تاريخ الاستلام: ٢٠٢٥/٠٩/١٧ **تاريخ القبول:** ٢٠٢٥/١٠/٢٨

The Environmental Impact of Electric Generators in Ramadi City

Assistant Lecturer . Ruaa Nouri Sweid
Department of Geography/ College of Education for Women / University of Anbar

Abstract

This study aims to assess the environmental impact of electric generators in Ramadi City by examining air, noise, and visual pollution resulting from their widespread use in residential and commercial areas. The research employed a field-based methodology, including measurements of pollutant gas concentrations using a multi-gas analyzer, noise intensity measurements with a sound level meter, and documentation of visual disturbances caused by the random placement of generators, tangled wiring, and fuel tanks. Results indicated that emission and noise levels exceeded internationally accepted limits; for example, the highest recorded sulfur dioxide concentration in the Al-Aziziya area reached 2.1 parts per million, with an average of 1.9 parts per million. The study also highlighted significant negative effects on urban aesthetics and public health. The findings recommend the enforcement of strict regulatory controls to limit the proliferation of generators, promotion of alternative and sustainable energy sources, and improved urban planning to preserve environmental quality and public health in Ramadi City.

Keywords: **electric generators, environmental pollution, noise pollution, visual pollution**.

Received: 17/09/2025 **Accepted: 28/10/2025**

المقدمة

تواجه مدينة الرمادي ، كغيرها من المدن التي تعتمد بشكل كبير على المولدات الكهربائية الاهلية والحكومية ، مشاكل بيئية واضحة نتيجة النقص المتزايد في امدادات الشبكة الوطنية اصبحت لذلك اصبحت المولدات خياراً معقداً وسريعاً لتعويض النقص الحاصل من الاحتياجات اليومية للطاقة الكهربائية ، وعلى الرغم من انها قدمت حلولاً لأزمة الكهرباء الا ان اثارها السلبية على البيئة خاصةً فيما يتعلق بأنبعاث الغازات الملوثة بالاضافة الى التلوث الضوضائي والبصري وتأثيراتها الصحية والاجتماعية . مما استوجب القيام مثل هذه الدراسة لمعرفة تراكيز المنبعثات من عوادم المولدات الكهربائية وتم اختيار مركز مدينة الرمادي كموقع للدراسة نظراً لكون المنطقة الاكثر كثافة سكانية ونشاطاً تجارياً وخدمياً مما يجعله الاكثر تأثراً بأنتشار المولدات الكهربائية الاهلية من جهه وكذلك للحصول على بيانات دقيقة حول مستويات التلوث مما يوفر نموذجاً يمكن تعميمه على المناطق الاخرى لتوفير رؤية واضحة تساعد الجهات المعنية في تبني استراتيجيات مستدامة للحد من التأثيرات البيئية لهذه المولدات والعمل على ايجاد بدائل اكثر كفاءة واستدامة من جهه اخرى .

مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث في تقييم التأثير البيئي للمولدات الكهربائية الاهلية في مركز مدينة الرمادي وتحديد تأثير كل المنبعثات على جودة الهواء وما تخلفه ايضا من تلوث ضوضائي وبصري ، ومن هنا تبرز مشكلة البحث في تقييم التأثير البيئي للمولدات الكهربائية الأهلية في مركز مدينة الرمادي، والتي يمكن تحديدها من خلال مجموعة من التساؤلات الآتية:

١. ما مدى تأثير المولدات الكهربائية الأهلية على جودة الهواء في مركز مدينة الرمادي؟

٢. ما هي الغازات الملوِّثة المنبعثة من تشغيل المولدات، وما نسب تراكيزها مقارنةً بالحدود البيئية المسموح بها؟

٣. إلى أي حد تُسهم المولدات الكهربائية في رفع مستويات الضوضاء داخل الأحياء السكنية والتجارية؟

٤. ما الإجراءات أو الحلول الممكنة للتقليل من الآثار السلبية للمولدات وتحسين الواقع البيئي في المدينة؟

فرضية البحث

يفترض البحث أن انتشار المولدات الكهربائية الأهلية في مراكز المدن يسهم بشكل مباشر في زيادة معدلات التلوث الهوائي والضوضائي والبصري، نتيجة لانبعاث الغازات والدخان والضجيج المستمر. كما يؤدي هذا الانتشار العشوائي إلى تشويه المشهد الحضري وتدهور الجوانب الجمالية والبيئية في المدينة.

اهمية الدراسة

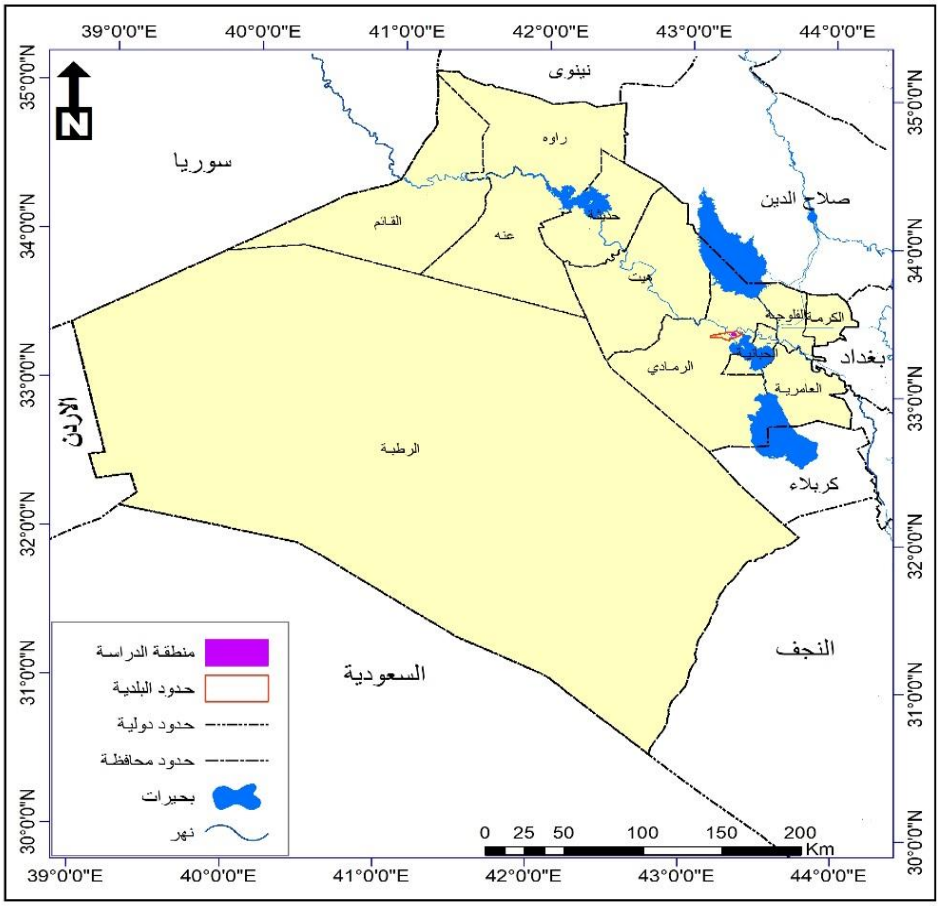
تكمن اهمية البحث في دراسة التأثيرات البيئية الناجمة عن انتشار المولدات في مركز قضاء الرمادي ، فأن استخدامها المكثف ادى الى ارتفاع مستويات الهوائي بسبب عدم استقرار إمدادات الكهرباء من الشبكة الوطنية ، كما يسهم البحث

بتوفير بيانات علمية دقيقة تدعم الجهات المعنية في وضع سياسات واجراءات للحد من التلوث وتحسين جودة البيئة الحضرية .

الحدود المكانية

تتحدد منطقة الدراسة بالاحياء السكنية لمركز مدينة الرمادي فتقع من خط الطول: ٤٣° ١٥' - ٤٣° ٢٠' شرقًا ، ومن دائرة العرض: ٣٣° ٢٤' - ٣٣° ٣٠' شمالًا . وقد اختيرت هذه المنطقة للدراسة نظراً لكونها ذات كثافة سكانية عالية، إضافة الى احتوائها على العديد من الأنشطة التجارية والصناعية والخدمية ، مما يجعلها من اكثر المناطق تأثراً بالتلوث الناتج عن تشغيل المولدات الكهربائية الاهلية.

خريطة (١) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



المصدر : وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة العراق الادارية ، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ ، ٢٠٢٢.

المبحث الاول: التوزيع المكاني للمولدات الكهربائية في مدينة الرمادي

ان تحليل النمط المكاني لإنتشار المولدات الاهلية وتحديد العوامل التي اثرت في توزيع تلك المولدات ومن اهمها عامل الكثافة السكانية ، والتوزيع العمراني والبنية التحتية يساعد في فهم العلاقة بين مواقع المولدات والحاجة الفعلية للطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة [١] . فمن خلال تحليل البيانات المكانية يمكن معرفة الانماط التي تحكم انتشار المولدات مثل تمركزها في المناطق المكتضة ذات الكثافات السكانية العالية او في محيط المدن التي تعاني من ضعف الامدادات الكهربائية [٢]. ولعامل التوزيع العمراني ايضا دور كبير في تحديد مواقع المولدات حيث يرتبط بمستوى المناطق فكلما كان التوزيع العمراني مخططاً ومنظماً قل الاعتماد على المولدات الكهربائية على العكس في المناطق العشوائية والنائية ، تكون المولدات حلاً اساسياً وسريعاً لتوفير الطاقة ، اما تأثير البنى التحتية على مواقع المولدات فيكمن في قوة وتوفر شبكات الكهرباء وتوافر المرافق العامة يقل الاعتماد على المولدات عكس المناطق التي تعاني من ضعف البنية التحتية تصبح المولدات الخيار الامثل لتوفير الكهرباء مما يؤثر على مواقعها وانتشارها. وتضم مدينة الرمادي (٥٠٨) من المولدات الكهربائية موزعة على واحياء المدينة اما في مركز مدينة الرمادي فتضم مايقارب (٣٤) مولدة وتم اختيار (٩) مولدات كعينة لغرض الدراسة وهي ذات قدرات مختلفة واماكن متفرقة من مدينة الرمادي خارطة (٢). ومن خلال جدول (١) نلاحظ توزيعاً مكثفاً في منطقتي العزيزية والقطانة بواقع (٦-٧) مولدات بقدرة تصل الى اكثر من (٤٠٠kva) لأسباب تتعلق بالكثافة السكانية في تلك الاحياء ووجود ورش صناعية والمباني التجارية والخدمية وكذلك ضعف الشبكة الكهرباء الوطنية وهذا مايعزز من استخدام المولدات ذات القدرات العالية .

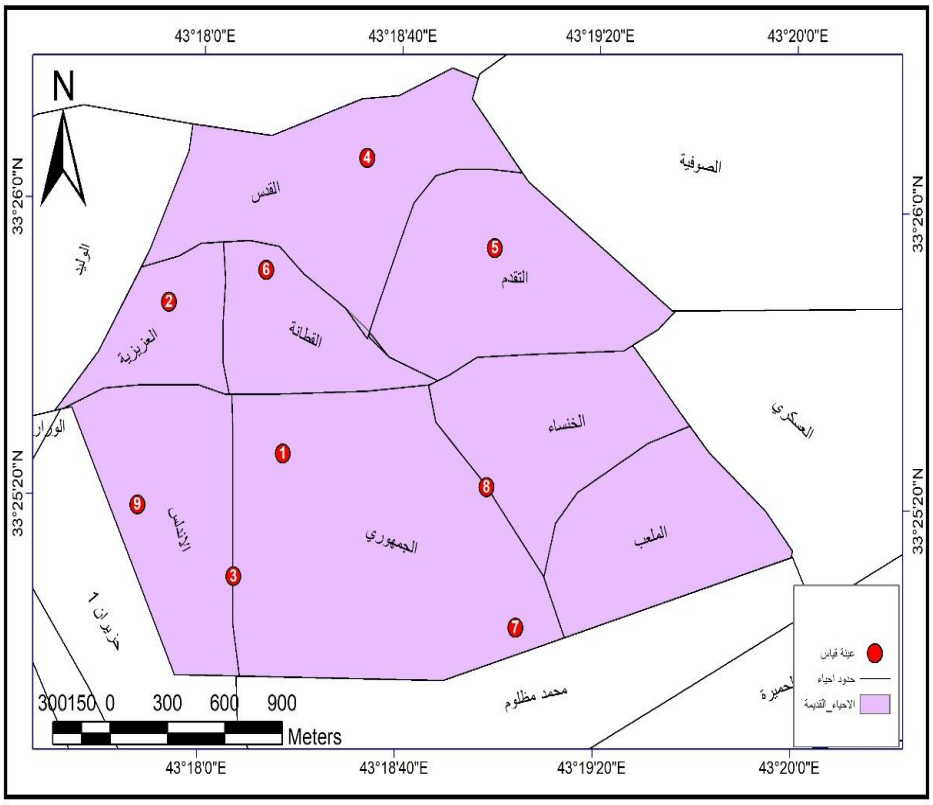
جدول (١) يوضح عدد المولدات في مدينة الرمادي حسب الاحياء السكنية لسنة ٢٠٢٥ .

المنطقة	عدد المولدات	القدرة kva
حي الشرطة	٤	٣٠٠
الاندلس	٤	٣٥٠
القطانة	٦	٤٠٠
العزيزية	٧	٤٠٠
البريد	٣	٣٠٠
القدس	٣	٣٥٠
التقدم	٢	٣١٣
شارع ٢٠	٣	٣٠٠
شارع المستودع	٢	٣٥٠-٤٠٠

المصدر: قائمقامية قضاء الرمادي شعبة الموراد البشرية لجنة المولدات بيانات (غير منشورة) لسنة ٢٠٢٥.

بالنظر الى الجدول نجد ان حي التقدم وشارع المستودع يضم كل من منهما على عدد اقل من المولدات مقارنة مع باقي منطقة البحث مما يشير الى انخفاض مستوى الطلب على الكهرباء بسبب صغر المساحة ، واستقرار نسبي في شبكة الكهرباء الوطنية وكذلك يكون توزيع المولدات بناءً على الحاجة الفعلية واعتمادها على مولدات مركزية كبيرة تصل قدرتها من (٣٥٠ kva - ٤٠٠ kva) تغطي عدة مواقع مما يقلل الحاجة الى وضع عدد كبير من المولدات الصغيرة . اما باقي احياء منطقة البحث تحتوي على (٣-٤) مولدة بقدرة تتراوح من (٣٠٠ kva -٣١٣ kva) مما يشير الى استهلاك معتدل للطاقة الكهربائية.

خريطه (٢) توزيع المكاني للمولدات الكهربائية في مدينة الرمادي حسب الاحياء السكنية



المصدر: مرئية فضائية (LandSat.8) بدقة 15 متر مربع لسنة ٢٠٢١ ومعالجتها بأستخدام برنامج (Arc G.i.s) Map 10.8.

ومن خلال الدراسة الميدانية الى قائمقامية قضاء الرمادي واللقاء مع لجنة المولدات تم استعراض جملة من المعايير والضوابط التي وضعتها اللجنة لأجل اقامة ونصب هذه المولدات في القضاء عموماً ومركز قضاء الرمادي خصوصاً لان يمثل المنطقة الحيوية والرئيسية التي تضم الدوائر الحكومية ، المؤسسات الخدمية، والاسواق خدمة للصالح العام فمن الضروري ان يلتزم اصحاب المولدات بالمعايير المحددة والتي تشمل :

١. يمنع استخدام الديزل في تشغيل المولدات ويشترط استخدام الكاز لانه يعتبر اقل انبعاث للغازات الملوثة مقارنةً بالديزل مما يساعد في تقليل الاعطال وتحسين الاداء.
٢. استخدام العوادم (اكزوزت) الطويلة للمولدات وذلك لأخراج الانبعاثات الى ارتفاع مناسب بعيداً عن مستوى التنفس وتغطية هذه العوادم بمواد تقلل الضوضاء .
٣. الزام صاحب المولد بوضع لوحة تعريفية تتضمن اسم ورقم هاتف صاحب المولد ونوع المولد واسم محطة التوزيع وتسلسل الدفتر الوقودي وقدرة المولد التشغيلية ورقم هاتف شعبة تفتيش الانبار في دائرة نفط الانبار لتقديم الشكاوى عند حدوث المخالفات .
٤. يمنع التخلص من الزيوت والدهون في شبكات الصرف الصحي كونها تعمل على تلوث المياه وإلزامهم بالتخلص منها عن طريق حاويات وبخلاف ذلك تفرض عقوبات على المخالفين لمنع الثلوث البيئي وضمان الالتزام بالقوانين .
٥. ألزام اصحاب المولدات ان لا تقل قدرة المولد عن ٣٠٠kva وذلك لضمان توزيع الكهرباء على المنازل والمنشأت الاخرى بطاقة مستقرة وكافية.

كما وضعت اللجنة عدة تعليمات وضوابط لتوزيع الوقود على اصحاب المولدات وتحديد عدد ساعات التشغيل على وفق الزيادة في مادة الكاز والتي بلغت (٢٠) لتر لكل واحد (kva) .

دراسة وتقييم الاثار البيئية للمولدات الكهربائية في مركز مدينة الرمادي

اولا: تلوث الهواء من الانبعاثات الغازية الناتجة عن المولدات الكهربائية

يعد احتراق الوقود(زيت الغاز) المصدر الرئيس لعدد كبير من ملوثات الهواء المنبعثة مباشرة الى الهواء والمضرة بصحة الانسان [٣]. يُعد تلوث الهواء من الظواهر البيئية التي يصعب ملاحظتها بالعين المجردة أو تحديد مكوناتها بدقة، نظراً لتعدد مصادرها وتشابك تراكيبها. ولهذا يُعتبر من أبرز التحديات البيئية المعاصرة. ومن بين الملوثات الأساسية للهواء التي تؤثر بشكل مباشر على صحة الإنسان تلك التي تُطرح على هيئة غازات سامة، مثل أول أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، إضافة إلى كبريتيد الهيدروجين، فضلاً عن الجسيمات الدقيقة العالقة في الغلاف الجوي[٤] وفيما يلي عرضها على النحو الاتي :

١. اول اوكسيد الكاربون(CO): غاز عديم اللون والرائحة ولا يسبب أي تحسس للكائن الذي يقوم بأستنشاقه إلا أنه غاز سام للغاية . يتدفق أول أكسيد الكربون من خلال عملية الاحتراق والاكسدة السريعة غير الكاملة للوقود مثل الغاز الطبيعي أو الفحم أو الخشب. لذا تعد ادخنة السيارات والمولدات أحد المصادر الرئيسية لتكون غاز أول أكسيد الكربون[٥].
٢. ثاني اوكسيد الكبريت(SO2): تعد اكاسيد الكبريت من اخطر ملوثات الهواء لا سيما غاز ثاني اوكسيد الكبريت. يخرج ثاني أكسيد الكبريت SO_2 من البراكين والعمليات التحويلية المتعددة، وحيث إن الفحم والبترول يحتويان

على مركبات الكبريت، فإن اشتعالها ينتج عنه أكاسيد الكبريت، كما أن الاكسدة المفرطة لمادة ثاني أكسيد الكبريت SO_2 والذي غالباً ما يحدث في وجود عامل مساعد مثل ثاني أكسيد النيتروجين NO_2، يعمل على تكوين حمض الكبريتيك H_2SO_4، ومن ثم تكوين الهطول الحمضي. ويعد ذلك أحد الأسباب الداعية للقلق بشأن تأثير استخدام هذه الأنواع من الوقود كمصادر للطاقة على المجال الحيوي[٦].

٣. ثاني اوكسيد النتروجين(NO2): اكاسيد النتروجين جمة أشهرها غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO2) ، وغاز أول أكسيد النيتروجين (NO) ، وتتكون هذه الأكاسيد عند اندماج الأكسجين والنيتروجين ، تحت درجات حرارة عالية ، كاحتراق البنزين ، والسولار في المركبات، وهذه الغازات تعتبر سامة ومضرة ، أما إذا وصلت نسبتها في الهواء إلى (٠.٠٧%) فإنها تؤدي إلى الموت خلال نصف ساعة . ويعتبر عادم المركبات ،ومصانع حامض النيتريك ، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية من أهم مصادر أكاسيد النيتروجين . وتساهم غازات أكسيد النيتروجين مع المركبات الهيدروكربونية في تكوين الغيوم السوداء التي نشاهدها في سماء المجمعات الصناعية[٧]

٤. كبريتيد الهيدروجين(H2S) : غاز ذو رائحة كريهة غير مرغوب بها في الهواء المحيط ، فضلاً عن سميته العالية التي تجعله اكثر ملوثات الهواء قلقاً وتفوق سميته (معامل تأثيره) عشرات اضعاف سمية غاز اول اوكسيد الكربون وتكمن مخاطره ايضاً فقدان قابلية التحسس عن طريق حاسة الشم وثم التسمم دون الاحساس به ، هوغاز قابل للاشتعال ويمكن ان يكون خليطاً مفرقعاً مع الهواء و الاوكسجين[٨] .

ولغرض الإحاطة بصورة دقيقة بواقع حال المولدات الكهربائية الاهلية في منطقة الدراسة وتحديد مستويات تركز الغازات السامة والخطرة وشدة الضوضاء المنبعثة من عوادم المولدات تضمنت الدراسة استخدام الاجهزة المحمولة (Multi Gas detector) كاشف الغازات المتعدد*. وجهاز (Digital sound level Mete) جهاز قياس شدة الصوت* الرقمي بالتعاون مع موظفي مركز بحوث الطاقة المتجددة في جامعة الانبار وتم استخدام نتائج القياسات الميدانية كأساس للكشف عن تأثير المولدات الكهربائية على البيئة المحلية، ولا سيما من حيث نسب المطروحات الغازية الناتجة عنها، كأول أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين والكبريت، والمركبات الهيدروكربونية. وقد جرى تحليل هذه البيانات ومقارنتها مع الحدود القصوى المسموح بها لانبعاث ملوثات الهواء من عوادم المولدات، استناداً إلى المعايير الوطنية التي أقرّتها وزارة البيئة العراقية، بهدف تقييم مدى مطابقة تلك المطروحات للضوابط البيئية، والكشف عن حجم التلوث ومدى تأثيره في جودة الهواء والصحة العامة ضمن مناطق الدراسة جدول رقم (٢) .

الجدول (٢) القيم الحدية المقررة لملوثات الهواء المنبعثة من المولدات الكهربائية

الانبعاثات	القيم الحدية
احادي اوكسيد الكاربون Co3 (ppm)	٠.٢٦
ثاني اوكسيد الكبريت SO2 (ppm)	٠.١٤

ثاني اوكسيد النتروجين NO_2 (ppm)	٠.٠٥
كبريتيد الهيدروجين H_2S (ppm)	٠.٠٠٥

المصدر : وزارة التخطيط والتعاون الانمائي- الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية ، مسودة المواصفة العراقية رقم (٤٠٥٩) لسنة / ٢٠١٠، العراق

المبحث الثاني: تحليل نتائج القياسات الموقعية

يبين جدول رقم (٣) نتائج قياسات تركيز بعض الغازات الملوثة في الهواء الجوي في عدة مناطق ضمن منطقة البحث تشمل الغازات التي تم قياسها في تسع مناطق مختلفة وتم اجراء القياسات على فترتين مزمنيتين (القياس الاول نهاراً والقياس الثاني ليلاً) لتحديد مدى التغير في مستويات هذه الملوثات عبر الزمن مما يتحيح مقارنة التوزيع المكاني للملوثات ومدى تركزها في كل موقع اذ بلغ اعلى تركيز لغاز(so_2) في منطقة العزيزية(2.1)ppm وبمعدل (1.9) ppm وهو اعلى بكثير من المحدد الوطني لغاز (so_2) والذي تحدد ب(٠.١٤)ppm مما يشير الى تلوث عالي و خطير بهذا الغاز وخاصة في منطقة العزيزية والقطانة التي سجلت (١,٥٥)ppm كما في الخارطة رقم (٣) لوجود الكثير من الورشات الصناعية والمولدات التي تعمل ب(بوقود الديزل) والنفط الاسود ليكون ضباب بالدخان الاسود الذي له اثاره السلبية على صحة الانسان وخاصة الاطفال وكبار السن وكذلك الكائنات الحية . في حين انخفضت تراكيز هذا الغاز في منطقتي حي الاتدلس وشارع المستودع اذا سجلت القياسات (١,١) ppm(٠,٣)ppm وبمعدل (٠,٧)ppm .

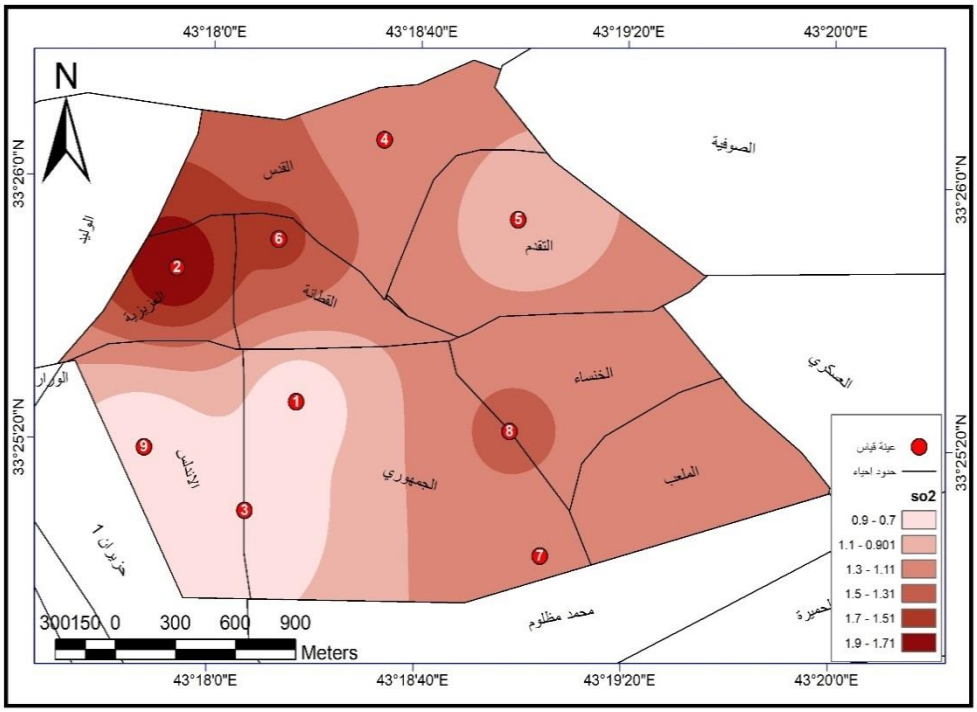
جدول (٣) قياسات الانبعاثات الغازية في حسب الاحياء السكنية في مدينة الرمادي لسنة ٢٠٢٥

	so2			Co			No3			H2s		
المنطقة	القياس الأول	القياس الثاني	المعدل	القياس الأول	القياس الثاني	المعدل	القياس الأول	القياس الثاني	المعدل	القياس الأول	القياس الثاني	المعدل
شارع البريد	0.3	1.2	0.75	1.1	1.1	1.1	0.2	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1
حي العزيزية	1.7	2.1	1.9	1.2	1.4	1.3	0.7	0.3	0.5	1.2	1	1.1
حي المستودع	1.1	0.3	0.7	2.1	1.1	1.6	0.5	0.7	0.6	1	0.6	0.8
حي القدس	1.3	1.1	1.2	1.1	0.7	0.9	1.2	1.4	1.3	0.8	0.8	0.8

حي التقدم	1	1	1.6	1.4	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1	1	0.25
القطانة	1.6	1.5	1.55	1.25	2	1.1	1.55	0.6	0.5	0.4	0.5	1.1
حي الشرطة	1.4	1.1	1.25	0.8	0.6	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
شارع ٢٠	1.1	1.6	1.35	2.1	1.8	1.95	1.2	1	1.1	0.8	0.3	0.55
حي الاندلس	1.1	0.3	0.7	0.6	1.1	0.85	0.4	0.9	0.65	0.6	0.3	0.45

المصدر: الدراسة الميدانية وقياس الانبعاثات بجهاز (Multi Gas detector).

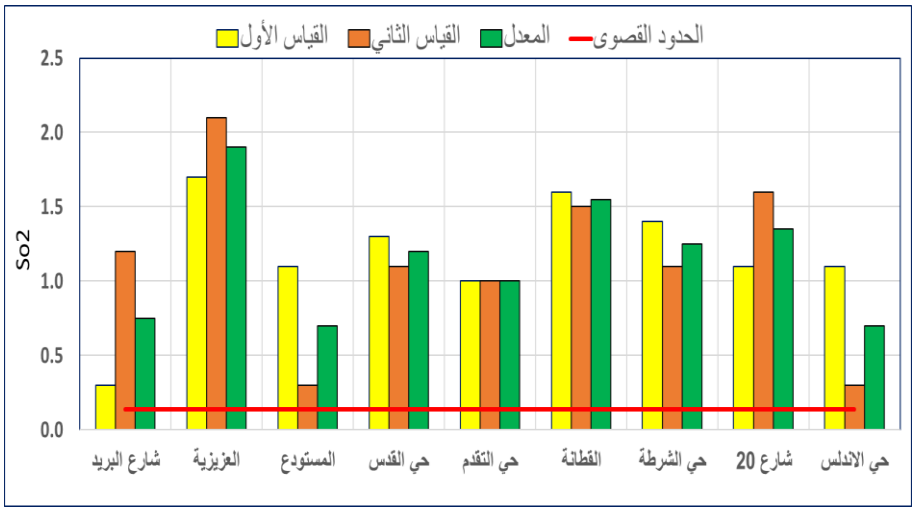
خارطة (٣) انبعاثات غازثاني اوكسيد الكبريت من المولدات الاهلية في منطقة الدراسة



المصدر: الدراسة الميدانية بالاعتماد على جدول (٣).

لوحظ من خلال جدول (٣) ومخطط (١) أن تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) كان في أدنى مستوياته في منطقة حي الأندلس وشارع المستودع، وذلك على الرغم من وجود عدد كبير من المولدات الكهربائية الكبيرة الحجم، ذات قدرة تتراوح من (٣٥٠-٤٠٠)kva مما قد يشير إلى عوامل أخرى مؤثرة مثل نوع الوقود المستخدم أو كفاءة الصيانة والتشغيل.

شكل (١) مستويات غازثاني اكسيد الكبريت(SO_2) في منطقة البحث لعام ٢٠٢٥



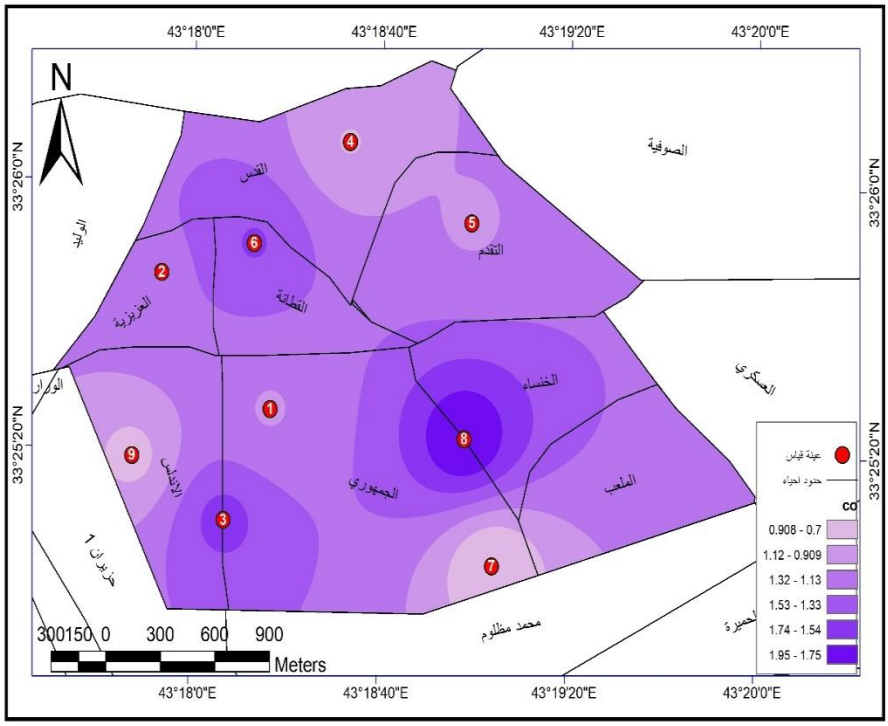
المصدر : الدراسة الميدانية وبالاعتماد على جدول (٣).

من خلال مخطط (١) تشير النتائج إلى وجود تفاوت مكاني واضح في مستويات تلوث الهواء بغاز SO_2، حيث تجاوزت بعض المناطق الحدود البيئية المسموح بها، بشكل واضح وخطيروهو ما يستدعي اتخاذ إجراءات رقابية وتوعوية. توصي الدراسة بتكثيف عمليات المراقبة في المناطق ذات التراكيز المرتفعة، وتعزيز السياسات البيئية للحد من انبعاثات الغازات الضارة . ومن خلال الدراسة الميدانية واللقاء مع عدد من عمال المولدات تبين ان غالبية المولدات الأهلية المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية في العراق بشكل عام، وفي منطقة البحث بشكل خاص، من محركات سيارات وشاحنات كبيرة قديمة تم إعادة تأهيلها وتحويلها لتعمل كمولدات كهربائية، ويُعزى استخدام هذه المحركات إلى توفرها محليًا وكلفتها المنخفضة مقارنة بالمولدات المصنّعة خصيصًا لهذا الغرض. إلا أن هذه المحركات تعاني من كفاءة منخفضة واستهلاك عالٍ للوقود، فضلًا عن انبعاثاتها العالية من الغازات الملوثة، مما يطرح تحديات بيئية واقتصادية على المدى الطويل .

ومن خلال جدول (٣) وخارطة (٤) تبين مستويات غاز اكسيد الكاربون (CO) اذ بلغ اعلى تركيز لغاز اكسيد الكاربون في شارع ٢٠ اذ بلغ (٢,١)PPM وبمعدل (١,٨)PPM وهو اعلى بكثير من المحدد الوطني لغاز (CO) والذي تحدد ب(٠,٢٦)ppm مما يشير الى تلوث عالي و خطير بهذا الغاز وخاصة في منطقة شارع ٢٠ والقطانة التي سجلت (٢)ppm وهو ايضاً اعلى بكثير من المحدد الوطني المسموح بها لملوثات الهواء من عوادم المولدات الاهلية ، مما يشير إلى خطورة الوضع البيئي في هذه النقطة من شارع ٢٠، وشارع المستودع وهما شارعان يتميزيان يتميّزان بكثافة مرورية عالية وازدحام مستمر، وانشطة تجارية كثيفة الأمر الذي يزيد من تراكم الغازات السامة في الهواء. وللتقليل من مستويات انبعاثات أول أكسيد الكربون ((CO، يُوصى باتخاذ مجموعة من الإجراءات البيئية، من بينها تركيب أنظمة ترشيح متقدمة (فلاتر) على عوادم المولدات المنتشرة في المنطقة. وتُعد هذه الفلاتر وسيلة فعالة لخفض تركيز الغازات الضارة، بما في ذلك أول أكسيد الكربون، مما يسهم في

تحسين جودة الهواء في المناطق الحضرية المزدحمة. كما ينبغي دعم هذه الخطوة ببرامج صيانة دورية ورقابة بيئية مستمرة لضمان كفاءة عمل الفلاتر وتحقيق الأثر البيئي المطلوب.

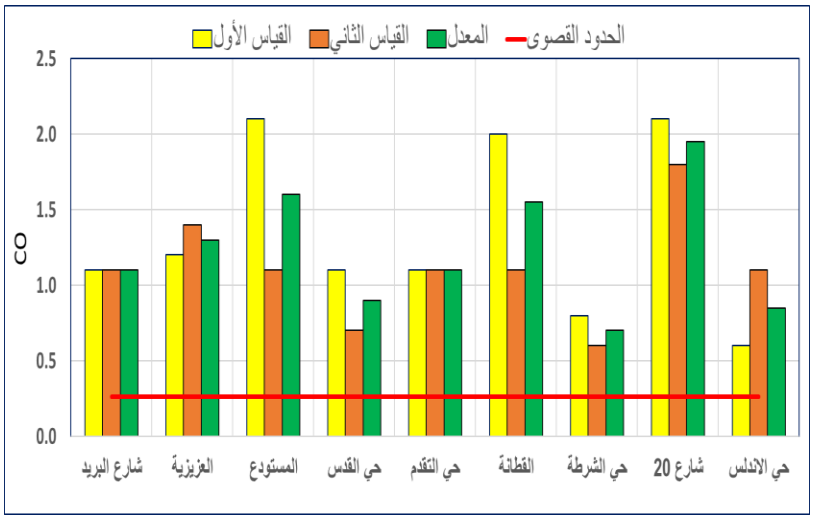
خريطة (٤) تبين انبعاث غاز اكسيد الكاربون(CO) من المولدات الكهربائية في مدينة الرمادي لسنة ٢٠٢٥.



المصدر: الدراسة الميدانية وجدول (٣).

ويتبين من خلال مخطط (٢) يحدث تفاوتاً واضحاً في نتائج القياسات بين المواقع مما يعكس تفاوت في الظروف البيئية اذ سجلت مناطق كل من حي الشرطة وحي الاندلس انخفاضاً ملحوظاً من غاز اكسيد الكاربون حيث سجل حي الاندلس(٠,٦)ppm وسجل حي الشرطة (٠,٨)ppm ويلاحظ وجود تقارب بين نتائج القياسات في بعض المواقع ويُعزى تقارب نتائج القياسات إلى احتمال تشابه مصادر التلوث في تلك المناطق، مثل الورش الصناعية أو الطرق المكتظة بالمركبات. كما قد يعود ذلك إلى استخدام نفس نوع الوقود في وسائل النقل أو في النشاطات الصناعية، مما يؤدي إلى انبعاث كميات متقاربة من الملوثات الهوائية. بالإضافة إلى ذلك، فإن تشابه الأنشطة البشرية في هذه المناطق، كالكثافة السكانية العالية أو الأنشطة التجارية، يساهم في تقارب مستويات التلوث. ولا يُستبعد أيضًا تأثير العوامل الجغرافية والمناخية المتشابهة، كضعف التهوية أو الانحباس الحراري المحلي، والتي قد تساهم في احتجاز الملوثات في الجو لفترات أطول .

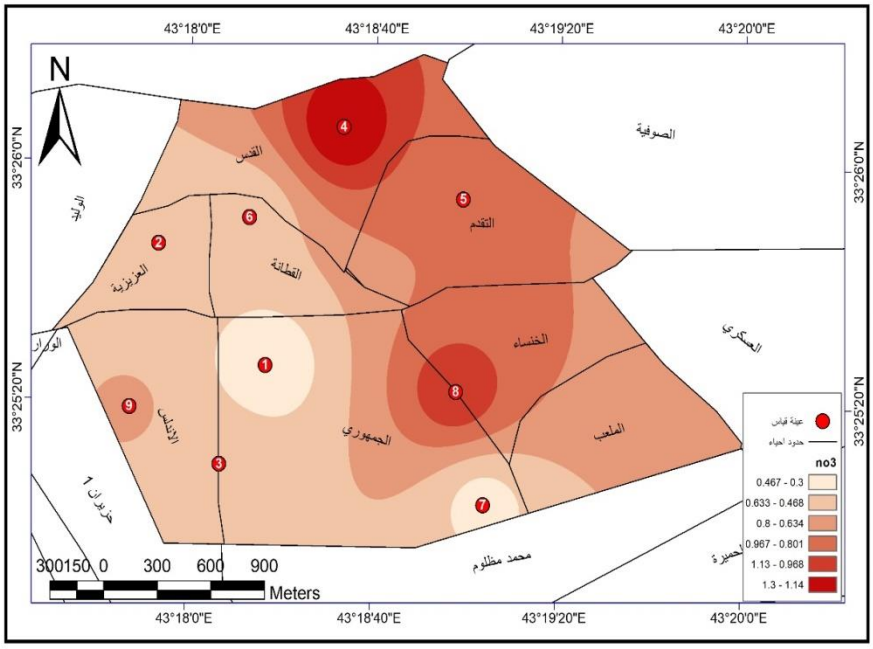
شكل(٢) مستويات تلوث غاز اكسيد الكاربون (co) في مدينة الرمادي لعام ٢٠٢٥



المصدر: الزيارة الميدانية و جدول (٣).

اما غاز ثاني اكسيد النتروجين فقد ظهر أيضًا ضمن القياسات الميدانية، مما يشير إلى وجود مصادر انبعاث نشطة لهذا الغاز في كل مواقع منطقة الدراسة ويظهر تركز هذا الغاز من خلال جدول (٣) وخارطة (٥) فقد سجل منطقة حي القدس (١,٤) PPM وبمعدل (١,٣)PPM تليها منطقة شارع ٢٠ فقد سجل (١,٢)PPM وبمعدل (١,١)PPM وهو اعلى ايضاً من المحدد الوطني اذ تحدد ب(٠.٠٥) PPM وتعزى الاسباب الى الكثافة السكانية العالية، حيث يزداد فيها النشاط البشري بشكل مكثف، مما يؤدي إلى ارتفاع معدلات استهلاك الوقود، إنتاج النفايات، واستخدام المولدات الكهربائية. هذا النشاط البشري المكثف يولد كمية كبيرة من الانبعاثات الملوثة، لا سيما غازات أكاسيد النيتروجين التي تتحول لاحقًا بفعل التفاعلات الجوية إلى نترات .NO_3 إلى جانب ذلك، فإن هذه الأحياء تعاني من ازدحام مروري شديد نتيجة لضعف البنية التحتية للطرق وارتفاع عدد المركبات، خاصة في ساعات الذروة. هذه المركبات تنبعث منها كميات كبيرة من الغازات السامة مثل NOx، والتي تُعد المكون الأساسي في تكوين النترات في الهواء الجوي. كما أن الاعتماد الكبير على المولدات الكهربائية، نتيجة الانقطاعات المتكررة للتيار الكهربائي، يُعد من العوامل الحاسمة في هذا التلوث. فالمولدات تعمل باستخدام وقود الديزل، الذي عند احتراقه يُطلق ملوثات نيتروجينية عالية تؤدي إلى زيادة مستويات غاز NO_3 في الجو، لا سيما عندما تكون هذه المولدات منتشرة بشكل عشوائي وبدون تنظيم بيئي.هذا كله يتزامن مع ضعف التهوية الطبيعية في بعض المناطق بسبب الاكتظاظ العمراني وضيق الشوارع، ما يمنع تجدد الهواء ويزيد من تركّز الغازات الملوثة. أضف إلى ذلك نقص المساحات الخضراء التي كان من الممكن أن تساهم في امتصاص جزء من هذه الملوثات وتحسين جودة الهواء. كل هذه العوامل مترابطة وتؤدي مجتمعة إلى تدهور جودة الهواء وارتفاع ملحوظ في تركيز غاز اوكسيد النتروجين NO_3 في المناطق الحضرية المعروضة في الخريطة.

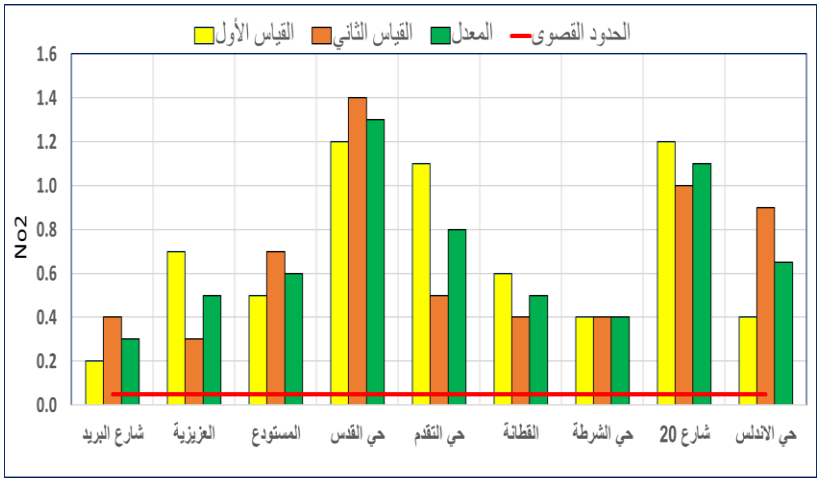
خريطة (٥) مستويات التلوث لغاز ثاني اكسيد النتروجين فيمدينة الرمادي لعام ٢٠٢٥.



المصدر: الدراسة الميدانية وجدول (٣).

ومن خلال مخطط (٣) تبين ان اقل المستويات من هذا الغاز سجلت في شارع البريد بلغ (٠,٢)PPM بمعدل (٠,٣) PPMوسجل حي الشرطة انخفاضاً بغاز غاز ثاني اكسيد النتروجين (NO_2) اذ بلغ (٠,٤)PPM مما يشير الى بيئة اقل تلوثاً .

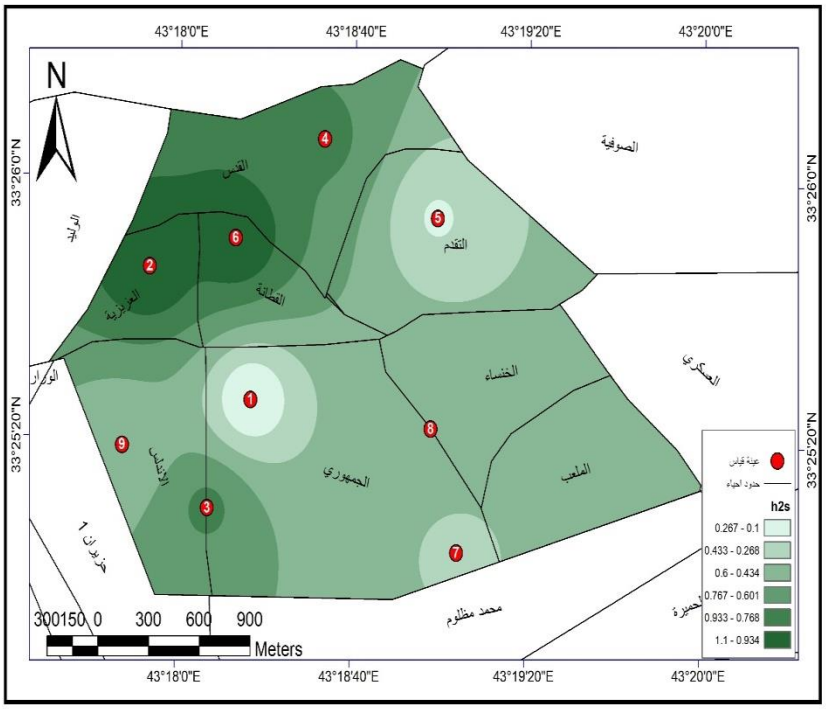
الشكل(٣) التلوث بغازغاز ثاني اكسيد النتروجين في مدينة الرمادي لعام ٢٠٢٥.



المصدر : الدراسة الميدانية وجدول رقم (٣).

ومن خلال الدراسة الميدانية واستخدام جهاو ملتي ميتر (Multi Gas) ظهر تركيزات لغاز كبريتيد الهيدروجين(H_2S) نشطه في منطقة الدراسة ومن خلال جدول (٣) وخارطة (٦) تركزت اعلى قيمة في منطقة حي العزيزية اذ بلغت (١.٢) PPM وبمعدل (١,١)PPM وبنفس القيمة سجات منطقة القطانة ايضا مستويات مرتفعة من هذا الغاز وسجل منطقة المستودع تركيز مرتفع لهذا الغاز اذ سجل (١)PPM اذ ما قورنت بالمحدد الوطني لغاز كبريتيد الهيدروجين والذي بلغ (٠.٠٠٥)PPM ومن خلال هذه النسب فهي متجاوزة الحدود المسموح بها يُعد غاز كبريتيد الهيدروجين من الغازات السامة حتى في التراكيز المنخفضة، ويشكل خطراً صحياً على السكان والعاملين في المنطقة، خصوصاً مع تعرضهم المزمن لهذا الغاز. ومن الضروري اتخاذ إجراءات للحد من الانبعاثات وتحسين نظام الرصد البيئي في منطقة الدراس

خريطه (٦) مستويات التلوث لغازكبريتيد الهيدروجين في مدينة الرمادي لعام ٢٠٢٥.

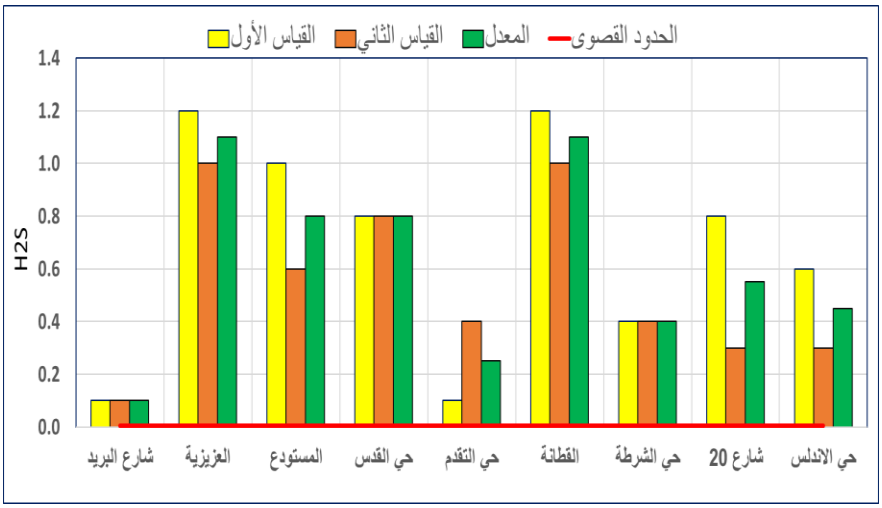


المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الدراسة الميدانية .

ومن خلال مخطط (٣) يلاحظ ايضاً اقل تركيز سجل في منطقة شارع البريد اذ بلغ (٠,١)PPM وبمعدل (٠,١)PPM وهو اقل قياس سجل في مركز مدينة الرمادي لهذا الغاز وسجلت منطقة حي الشرطة تركيز منخفض لهذا الغاز حيث سجلت (٠,٤) PPM ومن خلال هذا التفاوت في نسب التراكيز لهذا الغاز بين مناطق مركز مدينة الرمادي يعود الى الكثافة السكانية، حركة

المرور، والأنشطة التجارية، إذ تؤدي هذه العوامل إلى تباين مستويات انبعاث الغازات. مما يستدعي وضع خطط بيئية مناسبة للحد من التلوث وضمان جودة الهواء في جميع مناطق المدينة .

الشكل (٤) مستويات التلوث لغازكبريتيد الهيدروجين في مدينة الرمادي لعام ٢٠٢٥.



المصدر: الدراسة الميدانية وجدول (٣).

ثانياً: التلوث الضوضائي الناتج عن المولدات الكهربائية

تعد المولدات مصدر من مصادر التلوث البيئي الكبرى في العراق لا سيما التلوث الضوضائي[٨]. والضوضاء يمكن تعريفها على أنها: أصوات غير متجانسة، تتجاوز شدتها المعدل الطبيعي المسموح به للأذن، فهي أصوات غير مرغوب فيها نظراً لزيادة حدتها وشدتها وخروجها على المألوف من الأصوات الطبيعية التي اعتاد الناس سماعها وتقاس الضوضاء بوحدة تسمى (ديسيبل Decibel) وهي وحدة قياس شدة الصوت (مستوى الضغط الصوتي sound pressure level) SPL اعتماداًعلى اوطأ ضغط للصوت تدركه الاذن[٩] . ظهرت الدراسة الميدانية لمواقع المولدات وجود تباين واضح في أماكن تواجدها؛ إذ تقع بعض المولدات داخل الأحياء السكنية وبين المنازل والمحلات التجارية، مما يؤدي إلى اختلاف مستوى الضوضاء وشدة الصوت الصادر عنها تبعًا لحجم المولدة وموقعها. وتجدر الإشارة إلى أن المستوى المسموح به للضوضاء لا ينبغي أن يتجاوز(٢٥) ديسيبل لضمان حصول الإنسان على النوم والراحة، في حين أن تجاوز مستوى (٦٥) ديسيبل يؤثر سلبًا على القدرة على التركيز والتفكير بوضوح[١٠]. وتشير الدراسات إلى أن التعرض المستمر لمستويات عالية من الضوضاء قد يسبب أضراراً صحية خطيرة، منها ارتفاع ضغط الدم، التوتر العصبي، والاضطرابات السمعية والنفسية.

ومن خلال جدول رقم (٤) وملاحظة مواقع المولدات تبين ارتفاع في مستويات التلوث الضوضائي لجميع المولدات وتعدت الحد المسموح به اذ سجلت منطقتا العزيزية والقطانة مستويات مرتفعة من الملوثات الضوضائية اذ سجات منطقة القطانة

على بعد (٥)متر (١٠٦.٤)ديسيبل ومن اقرب منزل سجلت (٨٨.٧)ديسبل اما منطقة العزيزية فقد سجلت (١٠٠.٣)ديسبل على بعد (٥)متر وسجلت (٩٦.٩)ديسبل من اقرب منزل في منطقة العزيزية وعند المقارنة مع الحدود المعيارية سواء مع البنك الدولي (WB) جدول (٥) او مع المحددات الوطنية لمعدل الضوضاء خارج الابنية جدول (٦) ، تجاوز مستويات الضوضاء للحدود المسموح بها دوليًا ومحليًا يشير إلى ضرورة وضع استراتيجيات للحد من هذه الظاهرة، مثل نقل المولدات إلى مسافات آمنة، واستخدام عوازل صوتية، وتشجيع استخدام مصادر طاقة بديلة أقل ضوضاء. كما يُوصى بزيادة الوعي لدى السكان بأهمية تقليل الاعتماد على المولدات الفردية من خلال دعم مشاريع الطاقة الجماعية أو الطاقة المتجددة.

جدول (٤) مستويات التلوث الضوضائي الناتجة من المولدات الكهربائية في مدينة الرمادي لعام ٢٠٢٥.

المنطقة	القياس الاول(٥متر)	القياس الثاني(اقرب منزل)
حي الشرطة	٨٥.١	٨٠.٦
الاندلس	٧٤.٨	٧٠.٤
القطانة	١٠٦.٤	٨٨.٧
العزيزية	١٠٠.٣	٩٦.٩
البريد	٨٢.١	٧٨
القدس	٨٦.٢	٨٤.٣
التقدم	٨٠.١	٧٩.٦
شارع ٢٠	٨٧.٤	٧٤.٧
شارع المستودع	٨٥.٥	٨١.٧

المصدر: الدراسة الميدانية بأستخدام جهاز (sound pressure level).

ومن الجدير بالذكرمن خلال الدراسة الميدانية والاطلاع على واقع حال المولدات يعتمد أغلب أصحاب المولدات الكهربائية الأهلية في منطقة الدراسة إلى إزالة الغلاف العازل للصوت الذي يغطي محرك المولد بسبب ارتفاع درجات الحرارة في العراق، حيث يتيح كشف غطاء المولد التهوية والتبريد الكافيين للمحرك، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة الضوضاء المنبعثة منه وانتشار كميات كبيرة من الحرارة في الجو.

جدول (٥) القيم الحدية للضوضاء من قبل البنك الدولي (WB).

ديسبل	الاستعمالات
٧٠	صناعي
٧٠	تجاري

٥٥	سكني

المصدر: الشالجي وسام قاسم ، الدليل البيئي النفطي العراقي، شركة نفط الجنوب، قسم البيئة ، (بيانات غير منشورة) ،٢٠٠٧، ص١١٥.

جدول(٦) المحددات الوطنية لمعدل الضوضاء خارج الابنية مقاسة بوحدات الديسبل(dB).

الموقع	معدل الضوضاء ليلاً	معدل الضوضاء نهاراً
المستشفيات	٤٠	٥٠
مناطق السكنية داخل المدينة	٥٠	٦٠
مناطق السكنية خارج المدينة	٤٥	٥٥
الفنادق	٥٠	٥٥
المدراس ورياض الاطفال والجامعات والمعاهد	٤٥	٥٥
المناطق الصناعية والابنية العامة	٦٥	٧٠
المناطق الخدمية والتجارية	٦٠	٦٥
المناطق الخاصة المطارات،محطات القاطرات، الموانى	٦٠	٧٠
المناطق الثقافية والحضرية المحمية	٥٠	٦٠
مناطق الاستجمام	٥٠	٦٠
المناطق السكنية الداخلة ضمن المناطق الصناعية وبالعكس	٤٥	٦٠

المصدر: وزارة البيئية ، قسم التلوث والمتابعة، بيانات غير منشورة لعام ٢٠١٥.

ثالثاً: التلوث البصري الناتج عن المولدات الكهربائية

يُعدّ التلوث البصري أحد أبرز أشكال التلوث الحضري ذات التأثير السلبي المباشر على جمالية المدن ومستوى تطورها العمراني، إذ يؤدي إلى إضعاف المظهر الجمالي للفراغات الحضرية، ويترك انطباعًا سلبيًا لدى السكان والزائرين على حد سواء[١١]. وتُمثّل المولدات الكهربائية المنتشرة بصورة عشوائية في الأحياء السكنية والتجارية أحد أهم مصادر هذا النوع من التلوث، ولا سيما في مدينة بحجم وأهمية مدينة الرمادي، التي يفترض أن تحظى بقدر عالٍ من التخطيط والتنظيم العمراني بما يتناسب مع مكانتها وحجمها السكاني.

ولا يقتصر أثر هذه الظواهر على تشويه المشهد الحضري العام، بل يمتد ليؤثر سلبًا على الصحة النفسية وجودة الحياة في المناطق الحضرية، حيث تُسهم مشاهد الفوضى البصرية في زيادة مستويات التوتر النفسي والشعور بعدم الراحة[١٢].

ويتفاقم الوضع نتيجة الامتداد العشوائي وتشابك الأسلاك الكهربائية بين المباني والشوارع، بما يشكّل مصدر خطر بصري وبيئي في الوقت نفسه، إذ يمكن أن تتسبب هذه التمديدات العشوائية في وقوع حوادث صعق كهربائي أو حرائق، فضلًا عن حجب الرؤية وتشويه المنظر العام. كما تسهم هذه المولدات في طرح مخلفاتها من الزيوت والمحروقات المستهلكة ومياه التبريد بصورة مباشرة في الشوارع أو شبكات التصريف، الأمر الذي يؤدي إلى تلوث التربة والمياه، وانبعاث روائح كريهة تُضاف إلى الضوضاء والدخان الصادر عنها، مما يجعلها مصدرًا مركبًا للتلوث البصري والبيئي والصوتي في آنٍ واحد.ومن خلال الدراسة الميدانية، تبيّن وجود العديد من مظاهر التلوث البصري في منطقة الدراسة، وخاصة في منطقتي العزيزية والقطانة، حيث رُصدت ممارسات متعددة أسهمت في تفاقم المشكلة، من بينها تدلّي الأسلاك الشائكة على الطرق بشكل يعيق الحركة ويشكّل خطرًا على المارة، وطرح الزيوت المستعملة في الشوارع بما يترك بقعًا دائمة على الأرصفة والطرقات، ووضع المولدات الكهربائية بطرق عشوائية قرب المنازل أو المحال التجارية دون مراعاة لمعايير السلامة أو الجوانب الجمالية. وتكشف هذه المشاهد عن غياب واضح للرقابة الحضرية، والحاجة الملحّة إلى وضع وتنفيذ استراتيجيات تنظيمية وحلول تخطيطية للحد من هذه المظاهر السلبية، بما يسهم في تحسين المشهد الحضري ورفع جودة الحياة في المدينة.

بعض مظاهر التلوث البصري لوجود المولدات الكهربائية الاهلية في مدينة الرمادي لعام ٢٠٢٥.

المصدر: التقطت من قبل الباحث بتاريخ ٢٠٢٥/٣/٩ في احياء العزيزية والقطانة وشارع ٢٠ في مدينة الرمادي.

الاستنتاجات :

١- اظهرت النتائج ان جميع تراكيز الغازات المقاسة كانت اعلى من القيم المعيارية المسموح بها .

٢- اتضح أن معظم المولدات عبارة عن محركات لمركبات كبيرة جرى تعديلها وإعادة تأهيلها فأنها تكون غير كفوءة تنفث غازات سامة مضرة اثناء التشغيل.

٣- خلصت الدراسة إلى وجود علاقة طردية بين عدد المولدات في الحي السكني ومستويات التلوث، حيث يؤدي ازدياد أعداد المولدات إلى ارتفاع الانبعاثات الضارة مثل منطقتي العزيزية والقطانة مقارنةً بأحياء الاندلس والتقدم التي تحتوي على مولدات اقل .

٤- أظهرت النتائج وجود تباين في تراكيز الغازات بين المناطق المختلفة، وكذلك في مستويات التلوث الضوضائي، حيث سُجلت فروق واضحة بين منطقة وأخرى، وبين مولدة وأخرى، مما يعكس تأثر مستويات التلوث بعوامل الموقع وعدد المولدات وطبيعتها.

٥- سجّلت منطقة العزيزية أعلى تركيز لغاز ثاني أكسيد الكبريت ((SO_2) مقارنةً ببقية المناطق، مما يشير إلى احتمالية وجود مصادر انبعاث اخرى مثل عوادم السيارات، والأنشطة الصناعية، وعمليات الحرق المكشوف للنفايات.

التوصيات:

١- تفعيل دور الرقابة الصحية وتطبيق شروط السلامة الوطنية، مع تكثيف الزيارات الميدانية لمواقع المولدات من قِبل وزارة البيئة والدوائر البلدية، لمتابعة التزام أصحاب المولدات بإجراءات الصيانة الدورية ومعايير التشغيل الآمن.

٢- العمل على إنشاء حاجز حول موقع المولدة بارتفاع لا يقل عن ٦ أمتار، بهدف حجب جزء كبير من الضوضاء الصادرة عنها، بما يساهم في خفض مستوياتها بما لا يقل عن ٤ ديسيبل.

٣- اعتماد التشجير حول مواقع المولدات والمناطق السكنية كإجراء جمالي وبيئي يساهم في تحسين المشهد الحضري وتقليل التلوث البصري.

٤- تركيب سلينسر(كاتم للصوت) على المولدات للحد من الضوضاء، وجمع الزيوت المستعملة والمخلفات في حاويات مخصصة لضمان التخلص الآمن منها .

المصادر

١- Gargava, p. and Aggarwal, A.L.,(1999. Emission inventory for an industrial area of India. Environmental Monitoring and Assessment,55;299-304.

٢- اريج خيري الراوي ورنا حازم، دراسة الاثارالبيئية للمولدات الكهربائية في مدينة بغداد منطقة الكرادة – محلة ٩٠٣، مجلة كلية التربية واسط ، العدد١٤ ، ٢٠١٣، ص٢٩٧.

٣- اريج خيري الراوي ورنا حازم، مصدر سابق ، ص٢٩٨.

٤- البحراني,حسين شاكر محمود,٢٠٠٩"دراسة حقلية عن أهم مصادر التلوث الضوضائي في الأحياء السكنية لمدينتي النجف والكوفة"مجلة القادسية للعلوم الهندسية-العدد٤ المجلد٢.

٥- عبدالوهاب عبدالله قاسم التورنچي ،٢٠٠٨" التكاليف المالية للتلوث الضوضائي وآثارها الاجتماعية على الوحدات الإقتصادية (معمل اسمنت سرجنار-العراق نموذجا). رسالة ماجستير في إدارة البيئة مقدمة الى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد.الأكاديمية المفتوحة في الدنمارك.

٦- سيف الدين القزويني وانيس كاظم ادريس و رشا صلاح مهدي، دراسة التلوث البيئي لتأثير المولدات الكهربائية على البيئة المحيطة (حالة الدراسة:المولدات المنزلية) ، مجلة جامعة بابل العلوم الهندسية، العدد ٥ مجلد ٢١، ٢٠١٣، ص١٧٠٦.

سيف الدين القزويني وانيس كاظم ادريس و رشا صلاح مهدي، مصدر سابق ، ص١٧٠٨.

٧- حسين الشمري,ومنى جابر محمد علي.انترنيت ٢٠١٢ "دراسة تأثير التلوث الضوضائي على البيئة العراقية دراسة ميدانية في مدينة النجف الأشرف" مجلة اداب الكوفة -العدد٤، ص ٦٩.

٨- علي زوزان علي العثمان ، الاثار البيئية الناجمة عن المولدات الاهلية من الجانب الايمن لمدينة الموصل، رسالة ماجسير غير منشورة ، جامعة الموصل ، كلية التربية ، ٢٠١١، ص ٣٦.

٩- علي زوزان علي العثمان ، مصدر سابق ص ٤٦

١٠- فارس جواد كاظم الدحيدحاوي، التحليل المكاني لتلوث الهواء في محافظة النجف الاشرف، اطروحة دكتوراة غير منشورة ، جامعة الكوفة ، كلية الاداب ، ٢٠١٥،ص٤١.

١١- فتحي محمد مصيلحي ، تلوث الهواء بالمدينة السعودية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية ، العدد٤٦ لسنة ٢٠١٢ .

١٢- فارس جواد كاظم الدحيدحاوي، مصدر سابق ، ص ٥٤.