ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

الإصدار الثامن – العدد الخامس والسبعون
تاريخ الإصدار: 2 – كانون الثاني – 2025م
www.ajsp.net

"تركيز الجُسيمات الدَّقيقة العالِقة في الهواء (PM .10) في حاضرة الدَّمَّام وعلاقتها بشبكةِ الطُّرقِ الحضريَّة"

إعداد الباحثان:

د. حصة بنت محمد العتيبي

دكتوراة النقل الحضري المستدام

وزارة التعليم

أ.د محمد بن إبراهيم الدغيري

أستاذ الجغرافية الاقتصادية

قسم الجغرافيا–كلية اللغات والعلوم الإنسانية– جامعة القصيم

AJSP
المجلة العربية للنشر العلمي
ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing
الإصدار الثامن – العدد الخامس والسبعون
تاريخ الإصدار: 2 – كانون الثاني – 2025م
www.ajsp.net

مُلخَّص البحث:

حَظِيَتْ البيئةُ الحضريَّةُ باهتمامٍ بالغٍ في أجندة التنمية المستدامة، وذلك لِضرورةِ قياسِ سيرِ الاستدامة نحو تحقيق مستهدفاتها، وحيثُ يُعدُّ المناخُ الحضريُّ ركيزةً مُهِمَّةً في تحقيقِ أبعادِ الاستدامة الحضريَّة عُنِيَتِ الدراسة بقياسِ مُؤشِّر الاستدامة لتركيز الجُسيمات الدَّقيقة العالقة في الهواء (PM .10) في حاضرة الدَّمَّام، وعلاقتها بشبكة الطُّرق الحضريَّة من خلال استخدام المنهج الوصفي والتَّحليلي، وفي ضوء الأساليب الإحصائيَّة ونُظُم المعلومات الجغرافيَّة GIS، وخلصتِ الدِّراسة إلى أنَّ محطَّة مراقبة الهواء لمبنى الهيئة في الراكة تستأثر بالحدِّ الأعلى للمتوسِّط السَّنوي والذي بلغ نحو (293.53) ميكروغرام/م3، وقد بلغ عدد أيام تجاوُز الجُسيمات العالِقة PM10 لمحطَّة مبنى الهيئة في الراكة نحو (56) تجاوُزًا، كما حظِيت محطَّتا المدينة الصناعية الأولى ومبنى الهيئة في الرَّاكة بأعلى توزيع سُكَّانيٍّ مُقارنةً بمثيلتيها لمحطَّات الرَّصد لمراقبة جودة الهواء، في حين تصدَّرت محطَّة مبنى الهيئة في الراكة بنحو (25) يومًا وفق دليل جودة الهواء، كما وتبلغ مساحة المناطق المخدُومة بمحطَّاتِ جودة مراقبة الهواء الحضري وفق التَّغطية المكانيَّة إجمالاً نحو (313.88) كم2، وبنسبةٍ تصِلُ إلى (21.11%)، في ضوء نطاق التَّأثير للحرم المكاني Buffer.

الكلمات المفتاحيَّة: الجُسيماتُ الدَّقيقةُ العالقة في الهواء PM10، شبكة الطُّرُق الحَضَريَّة، حَاضِرَةُ الدَّمَّام، تلوُّث الهواء، التَّلوُّث البيئي.

1. مُقدِّمة:

ثمَّةَ تأثيراتٌ صِحِّيَّةٌ ذات ارتباطٍ وثيقٍ بتعرُّض سكَّان المدن الحضريَّة لملوِّثات الهواء على وجه العُمُوم بتركيز الجُسيمات العالِقة في الهواء، والَّتِي تقِلُّ أقطارها عن10و2.5ميكرونPM2.5, PM10على وجه الخصوص، سواءً كانت فترات التعرُّض قصيرةً أم طويلة المدى، والَّتي تُعزى إليها التكاليف الاقتصادية جرَّاء عِبْء المرض لسُكَّان المدن الحضريَّة، كالإصابة بأمراض الجهاز التَّنفُّسي والأمراض القلبيَّة، فضلاً عن ازدياد الوفيَّات المبكِّرة جرَّاء التَّعرُّض لمخاطر الملوِّثات، وتكمُن خطورة التعرُّض للجُسيمات الدقيقة وفقًا لتكوينها الكيميائي.

الجدير بالذكر أنَّ الجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء "PM10" لها آثارٌ صِحِّيَّةٌ ليست فقط على صحة الإنسان ولكن أيضًا على الرؤية وتغيُّر المناخ، ويُعتبر العادم وغير العادم من حركة مرور المركبات المصادر الرَّئيسة للجُسيماتِ الدَّقيقة في المناطق الحضريَّة، وتنشأ الجُسيماتُ العالقة في الهواء PM10 العادم كنتيجةٍ للاحتراق غير الكامل للوقود، في حين تنشأ الجُسيماتُ العالقة PM10 غير العادمة نتيجةً لتآكُلِ إطارات المركبات ورصف الطرق وإعادة تعلُّق غبار الطريق. (Liu, et. al,2022, p1).

2. أهمِّيَّة البحث:

تكمُنُ أهمِّيَّة الدِّراسَة فيما يلي:

- تُجسِّدُ حماية البيئة الحضرية جانبًا مُهِمًّا حظِيَ بِاهتِمامٍ جليٍّ في ظِلِّ التَّطوُّر الحضري والتكنولوجي، بُغية درءِ مخاطر البيئة الحضريَّة تجاه تغيُّر المناخ الحضري.
- تُشكِّل الدِّراسات التَّطبيقيَّة للمُناخ الحضري قدرًا بالغ الأهمِّيَّة في الالتزام بأهداف التَّنمية المستدامة في المملكة العربيَّة السُّعوديَّة.
- أهمِّيَّة المعايير التَّخطِيطيَّة لمحطَّاتِ جودة مُراقبة الهواء المحيط، ومدى توافُقِها مع الكثافةِ السُّكَّانيَّة وفق المعايير المحدَّدة لهيئة الأمم المتَّحدة.
- التَّوجُّه نحو تقنيات نُظُم المعلُوماتِ الجغرافيَّة والاستشعار عن بُعدٍ في تقييم جودة الهواء الحضري والتَّغطية المكانيَّة لمحطَّات مُراقبة جودة الهواء المحيط في المدن الحضريَّة.

3. مُشكلة البحث:

يُشكِّل النُّموُّ الحضريُّ المتسارع لمدن حاضرة الدَّمَّام خطرًا يتمثَّلُ في انبعاثاتِ مُلوِّثاتِ الهواء المحيط المتعدِّدة، وحجم أضرارها لِلبيئةِ جمعاء، والَّتي تعكِسُ بلا شكٍّ ظروف البيئة المحلِّيَّةِ كحجم الحركة المروريَّة والنُّمو الحضري، فضلاً عن انخفاض الغِطاءِ النَّباتي للمُدُن الحضريَّة والَّتي تُسهمُ جميعها بالتلوث الهوائي، سيَّما الجُسيمات الدَّقيقة العالِقة في الهواء والَّتي تقِلُّ أقطارها عن(10) ميكرون PM10، والَّتي تُشكِّل مصدر قلقٍ تجاه صِحَّة السُّكَّان للمراكز الحضرية، وعلاقتها بتفاقُم الأمراض التَّنفُّسيَّة، لِذا فإنَّنا نحتاج لرصد القياسات الأرضيَّة لملوِّثات الهواء للجُسيماتِ العالِقة في الهواء لكافَّة أرجاء حاضرة الدَّمَّام، لأنَّها عنصرٌ رئيسٌ لتقييم تعرُّض السُّكَّان لمخاطر الملوِّثات الغازيَّة.

4. تساؤلات البحث:

- ما تركيز مُلوِّثات الهواء للجُسيمات الدقيقة العالقة في الهواء PM10 في حاضرة الدَّمَّام مُقارنةً بالمحدِّدات الوطنيَّة والعالميَّة؟
- ما نوع علاقة الارتباط بين شبكة الطرق الحضريَّة والجُسيمات الدَّقيقة العالقة في الهواء PM10 في حاضرة الدَّمَّام؟
- ما مدى توافُق شبكة محطَّات جودة الهواء الحضري والأحياء السَّكنيَّة في حاضرة الدَّمَّام؟
- ما تقييم التَّغيُّر السَّنوي للجُسيماتِ الدَّقيقة العالِقة في الهواء PM10 لمحطَّات جودة الهواء في حاضرة الدَّمَّام؟

5. أهداف البحث

- الكشفُ عن تركيز مُلوِّثات الهواء بالجسيمات الدَّقيقة العالقة في الهواء PM10 في حاضرة الدَّمَّام ومقارنتها بالمحدِّدات الوطنيَّة والعالميَّة.
- تحديد نوع علاقة الارتباط بين شبكة الطُّرق الحضريَّة والجُسيمات الدَّقيقة العالِقة في الهواء PM10 في حاضرة الدَّمَّام.
- التَّعرُّف على مدى توافُق شبكة محطَّات جودة الهواء الحضري والأحياء السكنية في حاضرة الدَّمَّام.
- تقييم التَّغيُّر السَّنوي للجُسيمات الدَّقيقة العالقة في الهواء PM10 لمحطَّات جودة الهواء في حاضرة الدَّمَّام.

6. مُصطلحاتُ البحث

6. 1: مُلوِّثات الهواء: يُقصدُ بملوِّثاتِ الهواء أي مادَّةٍ يؤدِّي تصريفها في الهواء بطريقةٍ مباشرةٍ أو غير مباشرةٍ إراديَّةٍ أو غير إراديَّةٍ إلى تجاوُز المقاييس، وقد تتسبَّب بالإضرار بالإنسان أو بالكائنات الحية الأخرى أو بالموارد الطَّبيعيَّة، في حينِ يُقصدُ بجودة الهواء خصائص حالة الهواء وفق المقاييس والمعايير الوطنيَّة لجودة الهواء، لحماية البيئة وصِحَّة الإنسان. (وزارة البيئة والمياه و الزراعة، 2020م، ص5).

6 .2: تركيز مُلوِّثات الهواء: يُقصدُ بمستوى تركيز مُلوِّثات الهواء كمِّيَّة الغازات وعوالق الهواء الصُّلبة والسَّائلة في وحدات حجم الهواء المحيط، وهو يعني ذلك الجُزء من الغلاف الجوِّي وأماكن العمل، وعادةً ما يُعبَّرُ عنها بجزءٍ في المليون (PPMV)، أو جزء في البليون (PPBV)، أو مليجرام لِكُلِّ مترٍ مُكعَّب من الهواء (M3 /Mg)، وتُحسبُ مرجعيَّة الكمِّيَّات إلى وحدات الحجم عند درجة حرارة (25) مئوية، وضغط جوي (760) مليمتر زئبق. (الأمانة العامة، 2008م، ص5-6).

6 .3: الجُسيمات الدَّقيقةُ العالقةُ في الهواء: تتكوَّنُ PM10 من جُزئياتٍ صغيرةٍ مُعلَّقةٍ في الهواء، ويتمُّ تصنيف الجُسيمات الدَّقيقة القابلة للاستنشاق وفقًا لحجمها (قُطرها) إلى: خشنةٍ أصغر من 10 ملم تُسمَّى PM10، وناعمةٍ أصغر من 2.5 ملم تسمَّى PM2.5، ورقيقةٍ جِدًّا أصغر من 0.1 ملم. (Mukherjee and Agrawal,2017)

6 .4: التَّلوُّث البيئي: التَّغيُّرُ في الخواص الطَّبيعيَّة والكيميائيَّة والحيويَّة لمكوِّناتِ البيئةِ المحيطةِ بالإنسان من: هواءٍ، وماءٍ، وتُربة، وقد يُسبِّبُ أضرارًا لحياة الإنسان أو لغيره من الكائنات الحيَّة الأخرى النباتيَّة والحيوانيَّة، أو يُسبِّبُ تلفًا واضطرابًا في الظُّروف المعيشيَّة بوجهٍ

عام. (كافي، 2017م، ص25).

7. الدِّراسات السَّابقة

7. 1: دراسة سوليها وآخرين Solihah, et. al (2021م) بعنوان: Analysis of Spatial Distribution of PM2.5 and Human Behavior on Air pollution in Jakarta.

سعت الدراسة إلى تقدير التوزيع المكاني للجُسيماتِ العالِقة في الهواء PM2.5، وتحديد السُلوك البشري بشأن تلوُّث الهواء في جاكرتا، وقد تمَّت المعالجة المكانيَّة لنُظُم المعلومات الجغرافية بطريقة Spline with Tension، علاوةً على نموذج الانحدار الخطِّي المتعدِّد، وأوضحت الدراسة أنَّ المتوسِّط السَّنوي للجُسيماتِ العالقةِ في الهواء PM2.5 في العاميين الماضِيين يتَّجهُ نحو الارتفاع في الأجزاء الغربيَّة والجنوبية والشرقية من جاكرتا، وقد أظهرت الدراسة انخفاضًا لعام 2020م عمَّا تمَّ رصدُهُ لعام 2019م.

7. 2: دراسة ليو وآخرين Lu, et. al (2023م) بعنوان: Short-term effects of ambient particulate matter (PM1, PM2.5, andPM10) on influenza-like illness in Guangzhou China.

ركَّزت الدِّراسة على تقييم متوسِّط التركِّيزات اليوميَّة للجُسيماتِ العالقةِ في الهواء PM1 وPM2.5 وPM10، وأوضحت الدراسة أنَّ متوسِّط تركيز الجُسيمات العالقة في الهواء PM1 بنحو(20,52)ميكروغرام/م3والجسيمات العالقة في الهواء PM2.5(34,79) ميكروغرام/م3 والجسيمات العالقة في الهواء PM10(54,45) ميكروغرام/م3، لتتجاوز متوسِّط تركيز الجسيمات العالقة في الهواء معايير مُنظَّمة الصِّحَّة العالميَّة، وقد سعتِ الدِّراسة إلى إبراز أثر تركيز الجسيمات الدقيقة العالقة في الهواء والإصابة بمرض الأنفلونزا واحتماليَّة زيادة خطر الإصابة للسُكَّان.

7. 3: دراسة نجم وآخرين Najim, et. al (2023م) بعنوان: Spatial analysis of particulate matter (PM10) Using MODIS aerosol optical thickness observations and GIS over East Malaysia.

ركَّزت الدراسة على كيفيَّة الحصول على بياناتِ مُلوِّثاتِ الهواءِ من أقمارِ الاستِشعار عن بُعدٍ في ظِلِّ انخفاض تغطية محطَّاتِ مُراقبةِ جودةِ الهواء، وقد سعت الدراسة إلى استرجاع الجسيمات العالقة في الهواء PM10 من سجلَّات قياس الطيف الضوئيMODIS لسُمك الهباء الجوي البصري (AOT) وفق معادلةٍ تمَّ استخدامُها لاسترداد الجُسيمات العالِقةِ في الهواء PM10 في ماليزيا في سبتمبر عام 2023م، وأوضحت الدِّراسة العلاقة بين الهباء الجوِّي البصري (AOT) والجُسيمات العالقة في الهواءPM10، كما أشارت الدِّراسة إلى أنَّ مُستويات التركِّيز أعلى بكثيرٍ في مدن كوالالمبور وجوهور، حيثُ تراوحت نسبة الجُسيمات العالقة في الهواء PM10 بين (26,5 الى 72) ميكروغرام/م3.

7. 4: دراسة أوتويو وآخرين عام Otuyo, et. al (2023م) بعنوان: In-train particulate matter (pm10 and pm 2.5) concentrations: Level, source, composition, mitigation measures and health risk effect-A systematic literature review.

هدفت الدراسة إلى البحث في تعرُّض رُكَّاب حافلاتِ القطاراتِ للمُلوِّثاتِ الغازيَّة، حيثُ سعت الدِّراسةُ إلى قياسِ الجُسيماتِ العالِقةِ في الهواء PM10 في حافلات القِطار، لِفهمِ تعرُّض الرُّكَّاب للأضرار الصِّحِّيَّة، وأوضحت الدراسة من خلال مراجعة أدبيَّات الدِّراسات السَّابقة للموضوع ذاته أنَّ 15إلى20 دراسةً ركَّزت بشكلٍ كبيرٍ على القِطارات الواقعةِ تحت الأرض مُقارنةً بحافلاتِ القطارات فوق الأرض، واستنتجتِ الدِّراسة أنَّ تركيزات الجُسيماتِ العالِقةِ في الهواء PM10 و PM2.5 داخل حافلات القطارات تتجاوز معايير مُنظَّمة الصِّحَّةِ العالميَّة، حيثُ يتراوحُ تركيزُ الجُسيماتِ العالقةِ في الهواءِ داخل القطارِ بين (2-563)ميكروغرام/م3 بسبب الأنشطة البشريَّة والحركة الميكانيكيَّة لِلقطار.

ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

8. أبعادُ البحث

-البُعدُ الموضُوعي:

يتمثَّلُ موضوع الدِّراسَة في تركيز الجُسيمات الدَّقيقة العالقة في الهواء (PM .10) في حاضرة الدَّمَّام وعلاقتها بشبكة الطُّرق الحضريَّة.

-البُعدُ الزَّمني:

البيانات والإحصاءات المتعلِّقة بملوِّثات الهواء في حاضرة الدَّمَّام لمحطَّات مُراقبة جودة الهواء، وهي خاصَّةٌ بعام 2021م.

-البُعد المكاني:

تقع حاضرة الدَّمَّام شرق المملكة العربيَّة السعوديَّة ـ الشكل رقم (1) ـ وتحدُّها من الشمال محافظة القطيف والخليج العربي، ويحُدُّها شرقًا الخليج العربي، كما تحُدُّها جنوبًا وغربًا محافظة أبقيق، وتمتدُّ فلكيًّا بين دائرتي عرض (03′ 26° و30′26°) شمالًا وخطَّي طول (45′49°و15′50°)شرقًا.

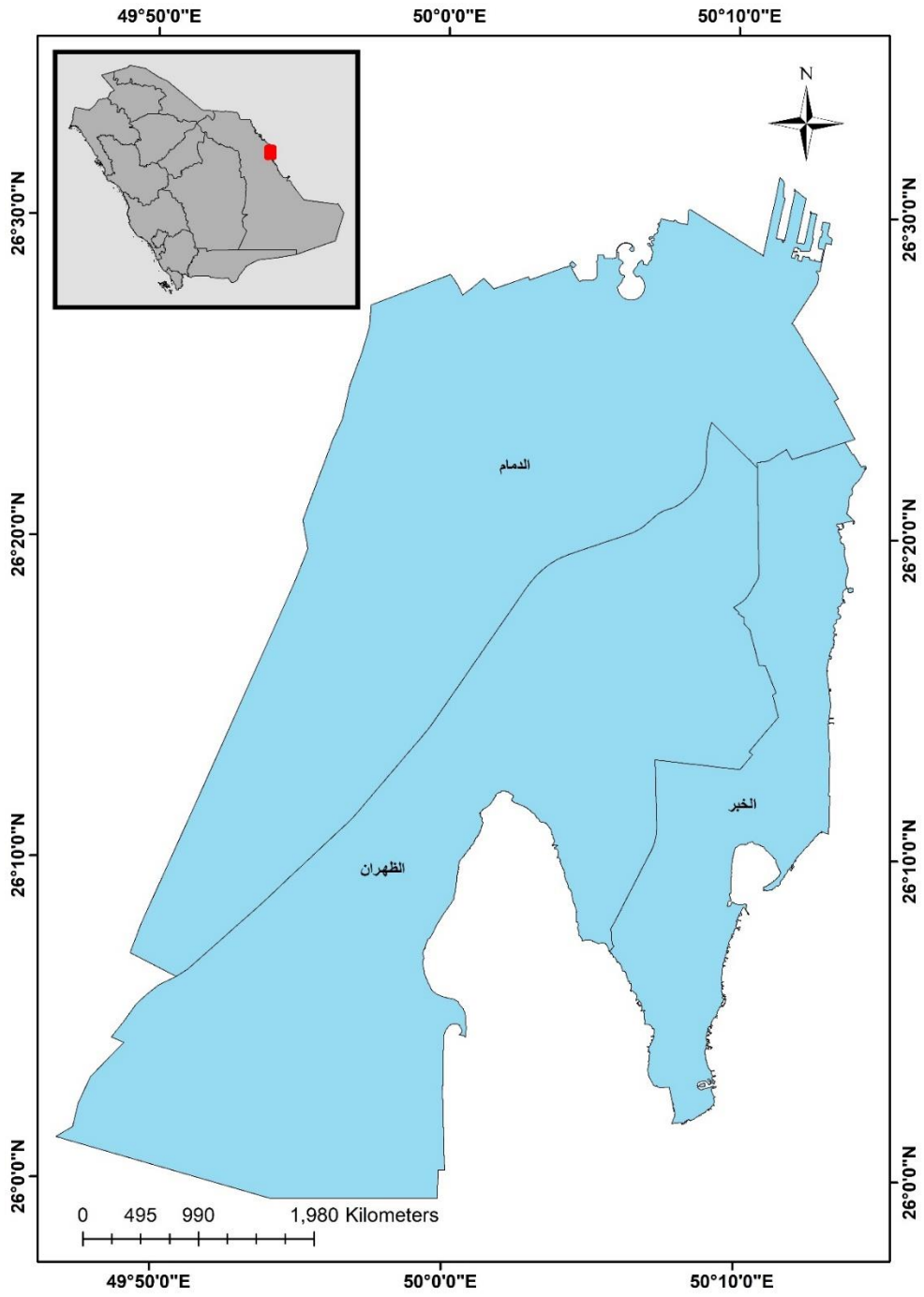
يتبيَّن ممَّا سبق أنَّ حاضرة الدَّمَّام تُطِلُّ من جهةِ الشَّرق على إحدى الجبهات البحريَّة للمملكة، لوقوعها على الخليج العربي، إذ تمتلك ساحلًا يبلغ طوله نحو (182) كم، من حدود الحاضرة شمالًا وحتَّى شاطئ نصف القمر جنوبًا، لتكتسب بهذا الموقع أهمِّيَّةً بكونها الواجهة الشرقيَّة وأحد منافذ المملكة للاتصال بالعالم الخارجي وتبادل علاقاتها الاقتصادية والثقافية، كما تفصلها مياه الخليج العربي عن مملكة البحرين لترتبط بها بالطَّريق الحدودي عبر جسر الملك فهد الدَّولي.

من ناحيةٍ أُخرى تبلُغُ المساحة الإجماليَّة لحاضرة الدَّمَّام نحو (1486,533) كيلومتر مربَّع تقريبًا، في حين تبلغ مساحة مدينة الدَّمَّام نحو (648,92) كم2، كما تبلغ مساحة مدينة الظَّهران نحو (632,086) كم2، أمَّا مدينة الخُبر فتبلغ مساحتها نحو (205,52) كم2 وتمثِّل ما نسبته (43,65%) لمدينة الدَّمَّام في حين تستأثر مدينة الظَّهران بنسبةٍ تبلُغ (42,52%)، بينما حظِيت مدينة الخُبر بنسبةٍ تُقدَّرُ بنحو (13,82%) من إجمالي مساحة حاضرة الدَّمَّام ككل.

وفي ضوء عدد السُّكَّان والذي يبلغ وفقًا لتعداد عام 2010م (1482157) نسمة. (التعداد الرسمي للملكة، 2010م)، في حين تعتمد الدِّراسة الرَّاهنة على نتائج الإسقاطات السُّكَّانيَّة لعام 2019م، حيثُ يُقدَّر عددُ سُكَّان مدن حاضرة الدَّمَّام بـــ(1890274) نسمة. ويتَّضح بجلاءٍ تطوُّر النُّمو السُّكَّاني لحاضرة الدَّمَّام، حيث بلغ عدد السكان لمدينة الدَّمَّام نحو (1149597) نسمة، كما تستأثرُ مدينة الخُبر بنحو (586307) نسمة، في حين يُقدَّرُ عددُ السكان لمدينة الظهران بـــ(154370) نسمة، ويتبيَّن ممَّا سبق النُّمو السُّكَّاني الهائل الَّذي تشهدُهُ حاضرة الدمام.

ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

الإصدار الثامن – العدد الخامس والسبعون
تاريخ الإصدار: 2 – كانون الثاني – 2025م
www.ajsp.net



الشَّكل رقم (1): مدن حاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام 2022م.

المصدر: إعداد الباحثينِ استنادًا إلى أمانة المنطقة الشرقية، الإدارة العامة للتخطيط العمراني، خريطة الأساس لحاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام2022م.

9. منهج البحث:

9 .1: المنهج التَّاريخي Historical Approach:

دراسة الظَّاهرة في الماضي خلال فترةٍ مُحدَّدة، وذلك بجمع الحقائق والتَّأكُّد منها، لتحديد الحقائق التاريخية ومن ثمَّ تصنيف الحقائق والتأليف بينها، وكشف عواملها وتصنيفها مكانيًّا. (محمد، 2015م، ص65) ويُركِّز المنهج على تفسير العوامل المؤثِّرة في تركيز مُلوِّثات الهواء في حاضرة الدمام لأشهُرِ عام 2021م.

9. 2: منهج تحليل النُّظُم Systems Analysis Approach:

يستخدِمُ المنهجُ في المعالجة والتحليل والاستنتاج ـ في ظل التعامل الرقمي ـ مع المعطيات والبيانات الجغرافية، حيثُ يتألَّفُ النِّظام من مجموعةٍ من العناصر والَّتي ترتبطُ مع بعضها بعلاقاتٍ تبادليَّةٍ.(المرجع السابق، 2015م، ص72)، ويُركِّز المنهج على تحليل خصائص التبايُن المكاني لتركيز ملوِّثات الهواء في المراكز الحضريَّة والَّتي تُؤثِّر على استدامة النَّقل الحضري.

9. 3: المنهج الوصفي التَّحليلي Analytic Approach:

يصفُ الظَّاهرة وصفًا دقيقًا، ويُعبِّرُ عنها كيفيًّا أو كمِّيًّا، فالتَّعبير الكيفي يصف الظَّاهرة ويُوضِّحُ خصائصها، أمَّا التَّعبير الكمِّي فيُعطيها وصفًا رقميًّا يُوضِّحُ مقدار الظَّاهرة أو حجمها أو درجة ارتباطها مع الظَّواهر الأُخرى. (المشوخي،2002م، ص2)، ويُركِّز المنهج على استعراض خصائص التَّوزيع المكاني لملوِّثات الهواء المحيط في حاضرة الدَّمَّام.

10. أساليب ومصادر بيانات البحث

يُمكنُ تقدير مُلوِّثات الهواء المحيط وفقًا لأجهزة الرصد لقياسات المحطَّات الأرضية، علاوةً على مُراقبة الأقمار الصناعيَّة لملوِّثات الهواء ولقياس متوسِّط التركيز السنوي لملوثات الهواء في المدن الحضرية وفقًا لقياسات المحطَّات الأرضية الدائمة والبالغ عددها (4)محطَّاتٍ، حيث تمَّ استبعاد المحطة الخامسة في منطقة الدراسة لعدم توافر بياناتٍ لملوِّثات الهواء للفترة الزمنية لعام 2021م، لاستخراج تراكيز ملوِّثات الهواء المحيط في مدن حاضرة الدَّمَّام لكُلٍّ من: (غاز الأوزون O3– أول أكسيد الكربون Co–ثاني أكسيد الكربونCo2–ثاني أكسيد النيتروجين No2–ثاني أكسيد الكبريت So2) وفقًا لأشهُر عام 2021م، وقد تمَّ استرجاع تراكيز مُلوِّثات الهواء المعيارية والمقاسة بشكلٍ يوميٍّ لِكُلٍّ من محطَّات المراقبة الثَّابتة لجودة الهواء في منطقة الدراسة للفترة الزَّمنية الممتدَّة من 2020/11/22م وحتى 2021/12/31م، ونظير عدم استكمال البيانات المقاسة للوقت الفعلي لمحطَّات أنظمة مراقبة ملوِّثات الهواء تمَّ استبعاد شهري (11–12) لعام 2020م، وقصر تحليل مؤشِّر جودة الهواء وفقًا لأشهر عام 2021م، وفي ضوء ذلك تمَّت معالجة البيانات الأوَّلية لتركيز ملوِّثات الهواء باختيار المحطَّات الَّتي لا تقِلُّ قيمتها عن (75%) من أصل 365 يومًا، ومن ثمَّ جمع البيانات اليومية لكُلِّ شهرٍ لاستخراج المتوسطات الشهرية، ومن ثمَّ تجميع البيانات الشهرية في متوسِّطٍ سنويٍّ لحاضرة الدَّمَّام لكافَّة محطَّات الرصد الأرضية، بُغية مقارنتها بالمبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية (WHO) في القيم الاسترشادية المسموح بها لتعرُّض سكان المدن الحضرية لملوِّثات البيئة الخارجية وتأثيراتها على الصحة السُّكَّانيَّة، علاوةً على معايير اللَّوائح الوطنيَّة لجودة الهواء المحيط في المملكة العربية السعودية، وتتلخَّص أبرز المؤشرات وفق تحديد القيمة العُليا لملوِّث الهواء المحيط في حاضرة الدَّمَّام، وهي تُمثِّل أعلى قيمةٍ تمَّ قِياسُها لمؤشِّرات تركيز ملوِّثات الهواء اليوميَّة المقاسة لملوِّثات الهواء المحيط لكل محطَّة، وعدد أيام تجاوز ملوِّثات الهواء المحيط للحدود القصوى المسموح بها في حاضرة الدَّمَّام، وعدد أيام امتثال تراكيز ملوث الهواء المحيط للحدود المسموح بها، علاوةً على استخراج تركيز ملوِّث الهواء المحيط لحاضرة الدَّمَّام لمجموع قياسات مُؤشِّرات تركيز مُلوِّثات الهواء اليوميَّة مقسومةً على عدد أيام فترة البيانات المقاسة.

التحليل والمناقشة:

يُمثِّل النقل الحضري أحد مصادر انبعاثات ملوِّثات الهواء ذات الإسهام في تركيز مستويات الجسيمات العالقة PM10 لمدن حاضرة الدَّمَّام وتفاوتها زمانيًّا ومكانيًّا استنادًا إلى عوامل أخرى، كحجم السُّكَّان، وارتفاع مستوى دخل الأفراد، وطبيعة المنطقة الاقتصادية، فضلاً عن تفاوُتها زمانيًّا باختلاف فصول السنة، ومن خلال الجدول رقم (1) للبيانات المقاسة لمحطَّات الرَّصد الأرضيَّة لمراقبة جودة الهواء في حاضرة الدَّمَّام استنادًا لعام2021م يتَّضح جليًّا تفاوُت مُعدَّل المتوسِّط السَّنوي لمحطَّات مُراقبة الهواء للمدن الحضريَّة، حيثُ تستأثر محطَّة مراقبة الهواء لمبنى الهيئة في الراكة بالحدِّ الأعلى للمتوسِّط السَّنوي والَّتي بلغت نحو (293.53) ميكروغرام/م3، في حين سجَّلت محطَّة مُراقبة الهواء في المدينة الصناعية الأُولى كحدٍّ أدنى لمعدَّل المتوسِّط السَّنوي لتركيز الجُسيمات العالقة في الهواء PM10 حيثُ بلغ (94.98) ميكروغرام/م3، أمَّا محطَّة الرَّصد البيئي في المدينة الصِّناعيَّة الثَّانية فسجَّلت مُعدَّل متوسِّطٍ سنويٍّ بلغ(130.82) ميكروغرام/م3، كما بلغت قيمة مُعدَّل المتوسِّط السَّنوي للجُسيمات العالقة PM10 (111.64) ميكروغرام/م3 لمحطَّة مراقبة الهواء في كورنيش الدَّمَّام وفقًا لعام 2021م.

أمَّا على صعيد مُعدَّل المتوسِّط السنوي للجُسيمات العالقة PM10 لحاضرة الدَّمَّام إجمالًا حيث بلغ (157.74) ميكروغرام/م3 وفقًا لعام 2021م كما يُوضِّحه الشكل رقم (2): المتوسِّطات السنوية للجسيمات العالقة PM10 لشبكة مُراقبة جودة الهواء في حاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام 2021م.

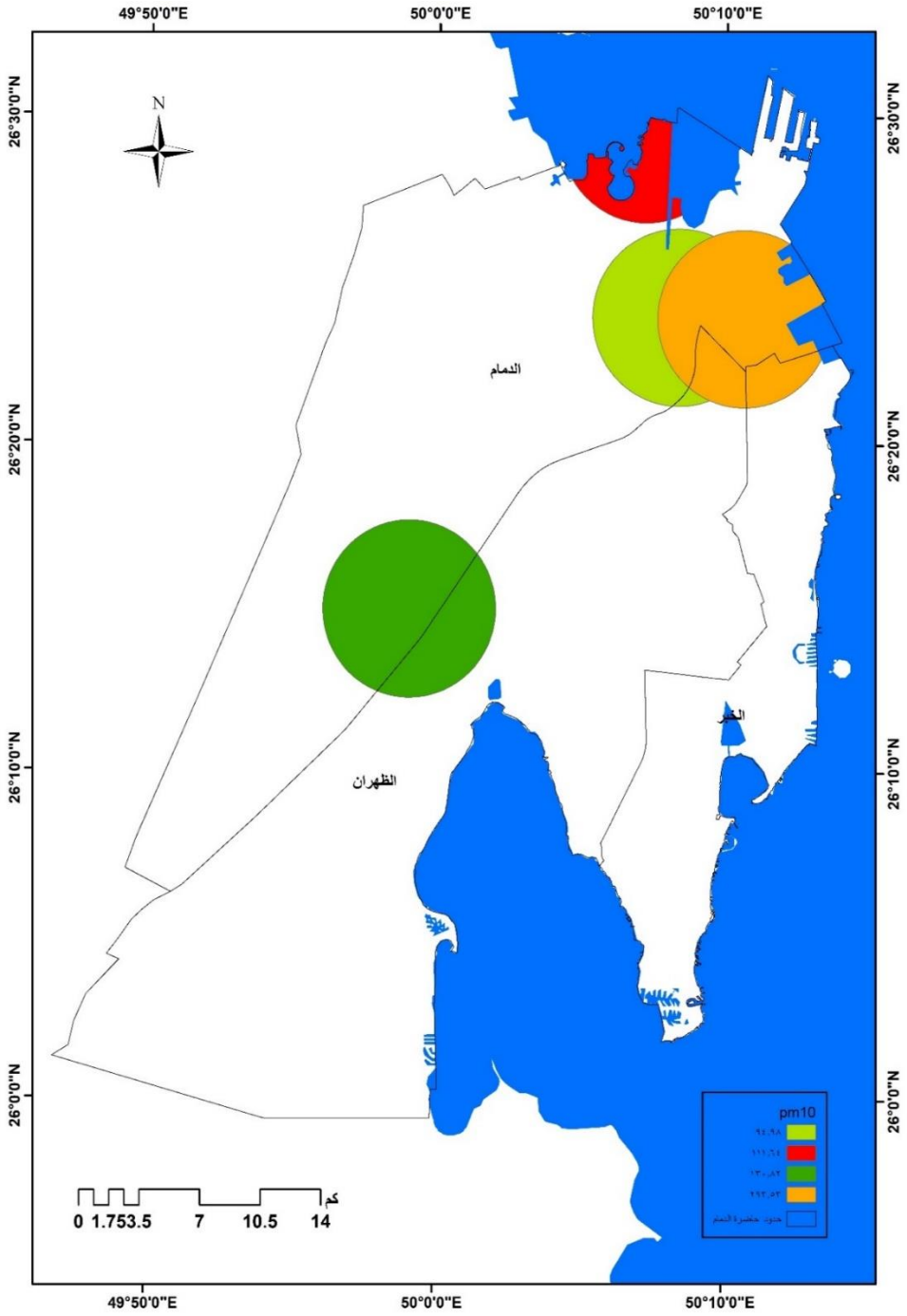
الجدول رقم (1): مُعدَّل المتوسِّط السنوي لتركيز الجُسيمات العالقة PM10 بوحدة (ميكروغرام/م3) في محطَّات مراقبة جودة الهواء في حاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام 2021م.

م	محطَّة مراقبة جودة الهواء	المتوسط السَّنوي	الوحدة
1	كورنيش الدَّمَّام	111.64	(ميكروغرام/م3)
2	المدينة الصناعية الأولى	94.98	(ميكروغرام/م3)
3	المدينة الصناعية الثانية	130.82	(ميكروغرام/م3)
4	مبنى الهيئة في الراكة	293.53	(ميكروغرام/م3)
الإجمالي		157.74	(ميكروغرام/م3)

المصدر: حساب وتجميع الباحثين اعتمادًا على بيانات المركز الوطني للرقابة والالتزام على البيئة، بيانات غير منشورة عن مُلوِّثات الهواء المحيط لعام 2021م في حاضرة الدَّمَّام، 2022م.

ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

الإصدار الثامن – العدد الخامس والسبعون
تاريخ الإصدار: 2 – كانون الثاني – 2025م
www.ajsp.net



الشَّكل رقم (2): التركيز المكاني للجُسيمات العالقة PM10 لنطاق مراقبة جودة الهواء في حاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام 2021م.

المصدر: إعداد الباحثينِ اعتمادًا على بيانات المركز الوطني للرقابة والالتزام على البيئة، مُلوِّثات الهواء المحيط لعام 2021م في حاضرة الدَّمَّام، 2022م.

الإصدار الثامن – العدد الخامس والسبعون
تاريخ الإصدار: 2 – كانون الثاني – 2025م
www.ajsp.net
ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

إجمالًا يتبيَّن من القيم المقاسة لملوّثات الهواء استنادًا للَّوائحِ الوطنيَّة لتركيز ملوّثات الهواء المسموح بها، حيثُ بلغ عدد أيام تجاوز الجسيمات العالقة PM10 نحو (56) تجاوزًا لمحطَّة مبنى الهيئة في الراكة، بينما حصلت محطَّة المدينة الصِّناعيَّة الثَّانية على نحو (13) تجاوُزًا، أمَّا محطَّة المدينة الصناعية الأُولى فبلغ عدد التَّجاوزات نحو (8) أيَّامٍ، في حين سجَّلت محطَّة كورنيش الدَّمَّام تجاوُزًا قُدِّرَ بنحو (30) يومًا للقيم المسموح بها والمقدَّرة بنحو (340) ميكروغرام/م3 خلال أربعةٍ وعشرين ساعة، كما تجدر الإشارة إلى أنَّ عدد أيَّام تجاوُز القيم الَّتي قُدِّرت لوكالة حماية البيئة الأمريكية EPAومنظمة الصحة العالمية WHOبنحو (45) ميكروغرام/م3 خلال أربعةٍ وعشرين ساعة لملوّثات الهواء المحيط، حيثُ سجَّلت محطَّة الرَّصد البيئي في كورنيش الدَّمَّام تجاوُزًا قُدِّر بنحو (124) يومًا، في حين سجَّلت محطَّة الرَّصد البيئي في المدينة الصناعية الأُولى تجاوُزًا بلغ (302) يومًا، كما سجَّلت محطَّة المدينة الصناعية الثانية تجاوُزًا بنحو (326)، أمَّا محطَّة مبنى هيئة الراكة فتتجاوز القيم المسموح بها نحو (344) يومًا، علاوة على تجاوُز الحد السنوي المسموح للمعايير الوطنية والعالمية كما يتَّضح من الجدول رقم (2).

الجدول رقم (2): عدد أيَّام تجاوُز محطَّات الرَّصد البيئي في حاضرة الدَّمَّام للجُسيمات العالقة PM10 وفقًا لعام 2021م.

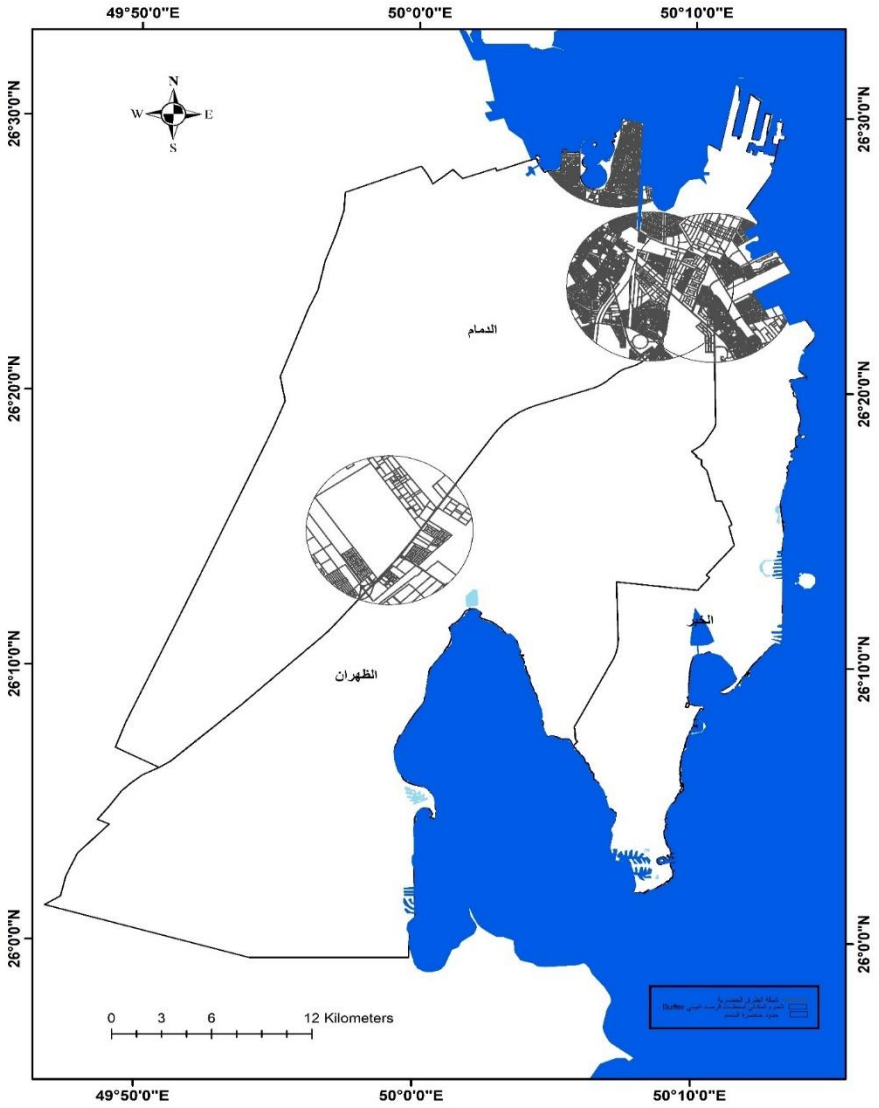
عدد أيام تجاوز محطَّات الرَّصد البيئي في حاضرة الدَّمَّام بوحدة (ميكروغرام/م3)						
الجهة	القيم المسموح بها	كورنيش الدَّمَّام	المدينة الصناعية الأولى	المدينة الصناعية الثانية	مبنى الهيئة في الراكة	الإجمالي
المملكة	**340**	30	8	13	56	107
EPA	**45**	124	302	326	344	1096

المصدر: حساب وتجميع الباحثينِ اعتمادًا على بيانات المركز الوطني للرقابة والالتزام على البيئة، بيانات غير منشورة عن مُلوّثات الهواء المحيط لعام2021م في حاضرة الدَّمَّام، 2022م.

من ناحيةٍ أُخرى تُواجه المدن الحضريَّة تفاوُتًا في جودة الهواء المحيط على مستويات السِّياق الحضري، حيثُ تتأثَّر مُستويات تركيز الجُسيمات العالقة في الهواء ـ بلا شك ـ والَّتي يقِلُّ قُطرها عن 10ميكرون PM 10بعلاقتها بالهيكل المكاني الحضري، سيَّما البُنية التحتيَّة للنَّقل الحضري وما تتَّسم به من ارتفاع حجم الحركة المروريَّة لشبكات الطُّرق الحضريَّة، والَّتي تُضفِي عبئًا في زيادة إحمالي مُلوّثات الهواء المحيط، ويتمثَّل الدَّور الكامن في تحقيق التنمية المستدامة للنقل الحضري في التَّصدِّي لانبعاثات مُلوّثات الهواء النَّاجمة بشكلٍ مُباشرٍ من عوادم المركبات والحافلات، أم الملوّثات غير المباشرة ولإبراز علاقة كثافة البنية التَّحتيَّة للنَّقل الحضري وفق الشبكة الحضرية: (كالطُّرق السَّريعة– الطُّرق الرئيسة– الطُّرق المحلِّيَّة)، علاوةً على خطِّ سكَّة الحديد باعتبارها مساهمًا ومصدرًا في إحداث التَّلوُّث الهوائي للجُسيمات الَّتي يقِلُّ قُطرُها عن 10 ميكرون PM10، والكشف عن مستوى التلوُّث على الطريق الحضري باتِّخاذ مسافةٍ عازلةٍ بنصف قُطر دائرةٍ حول شبكة مراقبة جودة الهواء في مدن حاضرة الدَّمَّام، والتي تتوزَّع في نطاق المدن الحضريَّة باعتبارها محطَّاتٍ حضريَّة بنحو (5) كيلو متر، حيال كل محطَّة مراقبة جودة للهواء، لإجراء التَّحليلات المكانيَّة في احتساب متوسِّط كثافة شبكة الطُّرق الحضريَّة (كم/كم2)، في حيِّز نطاق التَّأثير لفحص العلاقات المكانيَّة بين متوسِّط تركيزات ملوّثات الهواء السَّنويَّة في محطَّات المراقبة، وقد تمَّ إدماج نطاق التَّأثير للمناطق العازلة لِكُلِّ محطَّة مراقبةٍ لملوّثات الهواء بشبكه الطُّرق الحضريَّة، كما يُظهر الشكل رقم (3) ويُوضِّح الجدول رقم (3) أطوال شبكة الطرق الحضرية للمناطق العازلة لِكُلِّ محطَّة، ومتوسِّط كثافة شبكات الطرق الحضرية لمدن حاضرة الدَّمَّام.

ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

الإصدار الثامن – العدد الخامس والسبعون
تاريخ الإصدار: 2 – كانون الثاني – 2025م
www.ajsp.net



الشكل رقم (3): شبكة الطرق الحضرية للمناطق العازلة لمحطَّات الرصد البيئي لمدن حاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام 2022م.

المصدر: إعداد الباحثينِ اعتمادًا على أمانة المنطقة الشرقية، الإدارة العامة للتَّخطيط العمراني، خريطة شبكة الطرق في حاضرة الدَّمَّام لعام2022م.

الجدول رقم (3): كثافة شبكة الطُّرق الحضريَّة في نطاق التَّأثير للمناطق العازلة لمحطَّات مراقبة جودة الهواء في حاضرة الدَّمَّام لعام2022م.

محطة الرصد البيئي	أطوال الطرق (كم)	كثافة الطرق(كم/كم2)
كورنيش الدَّمَّام	306.292806	3,90
المدينة الصناعية الأولى	890.475239	11,35
المدينة الصناعية الثانية	63.72946	0,81
مبنى الهيئة في الراكة	732.134484	9,33

المصدر: حساب وتجميع الباحثين اعتمادًا على أمانة المنطقة الشرقية، الإدارة العامة للتخطيط العمراني، شبكة الطرق لحاضرة الدَّمَّام وفقا لعام 2022م.

تجدر الإشارة إلى أنَّه تمَّ تطبيق معادلة الانحدار الخطِّي البسيط إزاء إظهار العلاقة بين المتغيِّر المستقل والمتغيِّر التَّابع من خلال التَّرابط بينهما، وما إذا كانت العلاقة طرديَّة أم عكسيَّة، ويتبيَّن من الجدول رقم (4) أنَّ هناك علاقة ارتباطٍ لكُلٍّ من مُلوِّثات الهواء في حاضرة الدَّمَّام وكثافة شبكة الطُّرق عند مُستوى ثقةٍ يبلُغُ (0,05)، كما تظهر معاملات الارتباط للجسيمات الدقيقة PM10 وملوثات الهواء الأخرى علاقةً طرديَّةً قويَّةً بلغت (0,9) لغاز ثاني أكسيد الكربون، في حين تُعدُّ العلاقةُ طرديَّةً متوسطةً بلغت (0,56) لغاز ثاني أكسيد الكربون CO2 وكثافة شبكة الطُّرق الحضريَّة، ممَّا يكشف أنَّ كثافة شبكة الطُّرق الحضريَّة ذات تأثيرٍ في تركيز بعض مُلوِّثات الهواء في المدن الحضرية.

الجدول رقم (4): علاقة الارتباط لملوِّثات الهواء في حاضرة الدَّمَّام المقاسة وكثافة شبكة الطُّرق الحضريَّة لعام2022م.

الانحدار الخطِّي البسيط	PM10	No2	Co2	CO	So2	O3
PM10	X	0.40	0.29	0.86	0.99	0.43
كثافة شبكة الطرق	0,26	0,49	0,56	0,36	0,06	0,42

المصدر: إعداد الباحثينِ اعتمادًا على بيانات الجدول رقم (1) و (3).

-مؤشِّر إجمالي نسبة السُّكَّان الَّذين يتعرَّضون لمستوياتٍ من مُلوِّثات الهواء لمتوسط التَّعرُّض السَّنوي لتركيزات الجسيمات PM10 في حاضرة الدَّمَّام:

تتعدَّد صُور التلوُّث البيئي ذات العلاقة بالنقل الحضري كملوِّثاتٍ الهواء أم ضوضاء حركة المرور، علاوة على انسكاب النفايات السائلة أو الصلبة للنقل الحضري للمياه أو التربة لتؤكِّد أهمِّيَّة الكفاءة البيئة لنظم النقل المستدامة، حيث تُعدُّ الأضرار السلبية لكافَّة مُكوِّنات البيئة الحضريَّة عائقًا في سبيل تنفيذ خطَّة التنمية المستدامة SDGs.

تُعدُّ جودة الهواء في المدن الحضرية في الآونة الأخيرة مصدر قلقٍ بالغ الأهمِّيَّة لصِحَّة السُّكَّان والبيئة بشكلٍ عام، ومن جهةٍ أُخرى أبان التطوُّر الاقتصادي والتوسُّع الحضري لحاضرة الدَّمَّام ومن منظور التوزيع الجغرافي لمحطَّات مراقبة جودة الهواء في حاضرة الدمام والَّتي تقتصر على نواحٍ مُحدَّدة في السياق الحضري كما ذُكِرَ آنفًا، حيثُ باتت جودة الهواء في المدن الحضرية وعلاقتها بالآثار الصِّحِّيَّة

نظير تعرُّض السُّكَّان لتركيزاتٍ عاليةٍ تتجاوز المعايير المنصوص عليها وآثارها المباشرة كأمراض الجهاز التنفُّسي وغيرها، لتمثِّل مراقبةُ جودة الهواء وعلاقتها بالآثار الصحية وتقدير عدد السُّكَّان المعرَّضين لمخاطر مُلوِّثات الهواء على قدرٍ من الأهمِّيَّة سعيًا نحو الأخذ باستراتيجيَّات نهج التخفيف إزاء ملوِّثات الهواء، وتحديد مستويات تلوُّث الهواء لمدن الحاضرة ككل اقترانًا بالوفيَّات المنسوبة لعدم تقدير تلوُّث الهواء تجنُّبا لعبء المرض الملقى على عاتق المراكز الحضرية.

تجدر الإشارة إلى أنَّه في ضوء استقصاء التَّوزيع السُّكَّاني لحاضرة الدَّمَّام في نطاق تأثير محطَّات جودة مراقبة الهواء الحضري في ضوء القياسات الأرضيَّة لملوِّثات الهواء PM10 استنادًا للمتوسِّط السَّنوي كما ذُكر سلفًا لمحطَّات الرَّصد البيئي، وإمكانيَّة المقارنة بخريطة التَّوزيع السُّكَّاني للمراكز الحضريَّة كما يتَّضح في الشَّكل رقم (4) من خلال صيغة المعادلة الرياضية التالية:

-عدد السكان في الشبكة i:

$$PWEL = \sum (pi \times Ci) \quad \sum pi$$

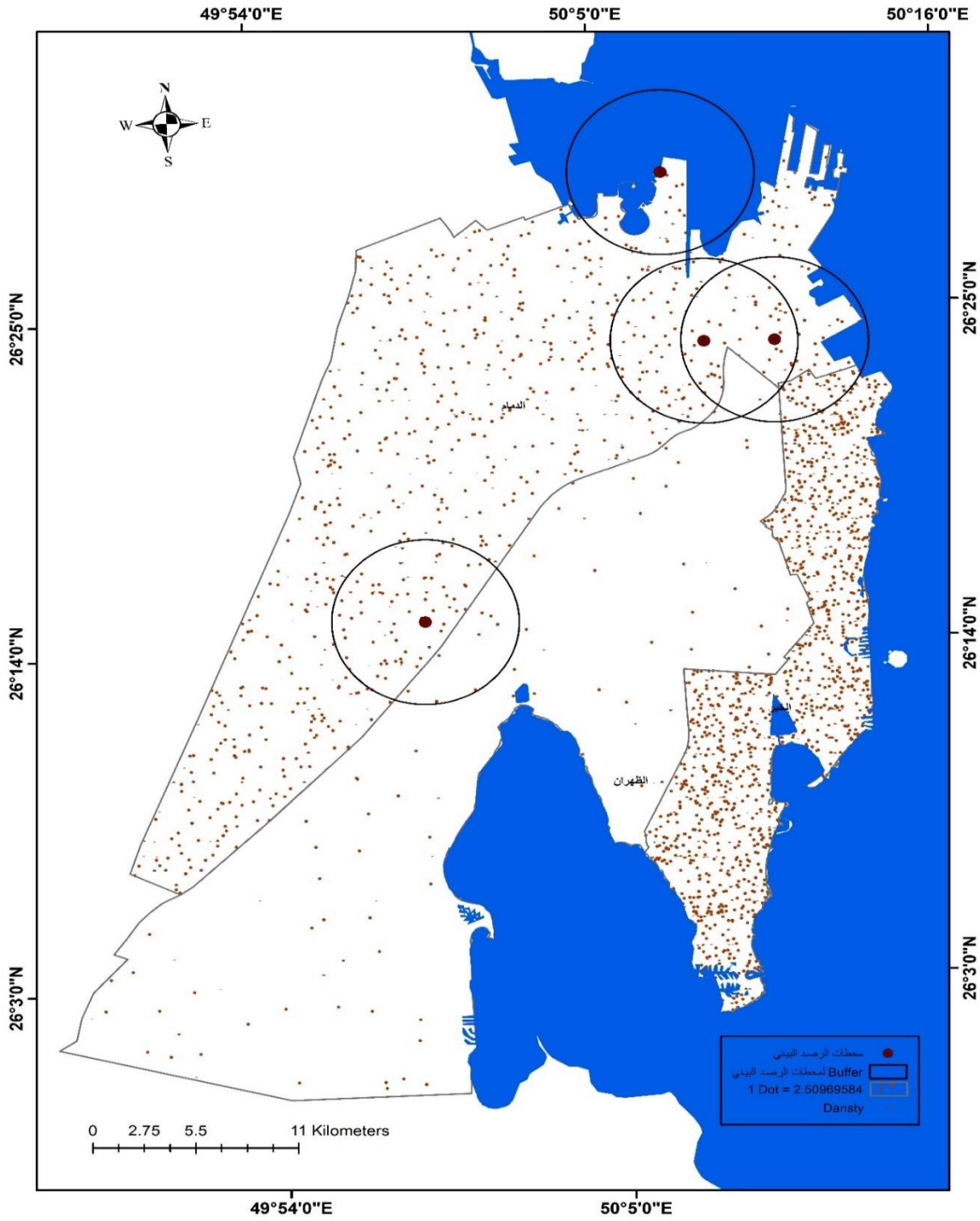
حيث إنَّ:

Pi = عدد السكان في الشبكة i.

Ci =متوسِّط تركيز PM10. (Sun, et. al,2013, p4).

ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

الإصدار الثامن – العدد الخامس والسبعون
تاريخ الإصدار: 2 – كانون الثاني – 2025م
www.ajsp.net



الشَّكل رقم (4): توزيع السُّكَّان لحاضرة الدَّمَّام في نطاق تأثير محطَّات جودة مراقبة الهواء الحضري في حاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام 2022م.

المصدر: إعداد الباحثينِ اعتمادًا على:

– أمانة المنطقة الشرقية، الإدارة العامَّة للتَّخطيط العُمراني، خريطة التوزيع السُّكَّاني لحاضرة الدَّمَّام لعام 2022م.

ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

– المركز الوطني للرَّقابة والالتزام على البيئة، بيانات غير منشورة عن موقع محطَّات الرَّصد البيئي في حاضرة الدَّمَّام لعام2022م.

انطلاقًا ممَّا سبق يتَّضح جليًّا من خلال الجدول رقم (5) مساحة المناطق المخدومة بمحطَّات جودة مراقبة الهواء الحضري وفق التَّغطية المكانيَّة إجمالاً والَّتي بلغت نحو (313.88)كم2، وبنسبةٍ تصل إلى (21.11%)، في حين تبلغ المساحة غير المخدومة بمحطَّات الرَّصد البيئي نحو (1172,64)كم2، وبنسبةٍ تصل إلى (78,88%) في ضوء نطاق التَّأثير للحرم المكاني Buffer، ومن الملاحظ من المساحات المخصَّصة لمحطَّات الرَّصد البيئي أنَّ محطَّة كورنيش الدَّمَّام تقع في تأثير المنطقة العازلة، وهو جزءٌ ضئيلٌ في الحيِّز الحضري بما يعادل (32.33)كم2، بينما تمتلك محطَّة الرَّصد البيئي في المدينة الصناعية الأولى ومبنى الهيئة في الرَّاكة تداخلًا في مساحة التَّأثير والَّتي تُقدَّرُ بنحو (0.22)كم2، في حين حظيت محطَّة المدينة الصِّناعيَّة الثَّانية في نطاق الاستخدام الصِّناعي وبمقارنة خريطة التَّوزيع السُّكَّاني لمحطَّات الرَّصد البيئي، حيث تستأثر محطَّتا المدينة الصناعية الأولى ومبنى الهيئة في الراكة بأعلى توزيع سُكَّاني مُقارنةً بمثيلتيها لمحطَّات الرَّصد لمراقبة جودة الهواء، مع اقتران ارتفاع تركيز المتوسِّط السَّنوي لملوِّثات الهواء المحيط PM10 لمحطَّة مبنى الهيئة في الرَّاكة كما يتَّضح من الشَّكل رقم (6)،(7) أدناه:

الجدول رقم (5): المساحة المخصَّصة لتأثير محطَّات الرَّصد البيئي في حاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام 2022م.

مساحة المنطقة العازلة لكل محطة للرصد البيئي (كم2)	
محطة جودة مراقبة الهواء	78.47
الإجمالي	313.89

المصدر: إعداد الباحثينِ اعتمادًا على بيانات المركز الوطني للرَّقابة والالتزام على البيئة، بيانات غير منشورة عن موقع محطَّات الرَّصد البيئي في حاضرة الدَّمَّام لعام2022م.

ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

الإصدار الثامن – العدد الخامس والسبعون
تاريخ الإصدار: 2 – كانون الثاني – 2025م
www.ajsp.net

الشَّكل رقم (6): نطاق تأثير محطَّات الرَّصد البيئي للمدينة الصناعية الثانية في حاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام 2022م.

المصدر: إعداد الباحثين استنادًا Google Erath proلنطاق تأثير محطات الرصد البيئي في حاضرة الدَّمَّام لعام 2022م.

ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

الإصدار الثامن – العدد الخامس والسبعون
تاريخ الإصدار: 2 – كانون الثاني – 2025م
www.ajsp.net

الشكل رقم (7): نطاق تأثير محطَّات الرَّصد البيئي في حاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام 2022م.

المصدر: إعداد الباحثينِ استنادًا Google Erath pro لنطاق تأثير محطات الرصد البيئي في حاضرة الدَّمَّام لعام 2022م.

AJSP
المجلة العربية للنشر العلمي
ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing
الإصدار الثامن – العدد الخامس والسبعون
تاريخ الإصدار: 2 – كانون الثاني – 2025م
www.ajsp.net

انطلاقًا ممَّا سبق يكشف موقع محطَّات الرَّصد البيئي وفق الجدول رقم (6) أحياء حاضرة الدَّمَّام الواقعة في نطاق تأثير Buffer لمحطَّات الرَّصد البيئي، وتجدر الإشارة إلى أنَّ بعض أحياء حاضرة الدَّمَّام يقع جزءٌ منها في نطاق الحيِّز المكاني لمحطَّات الرَّصد البيئي.

الجدول رقم (6): أحياء حاضرة الدَّمَّام في نطاق تأثير المناطق العازلة (5) كم2وفقًا لعام 2022م.

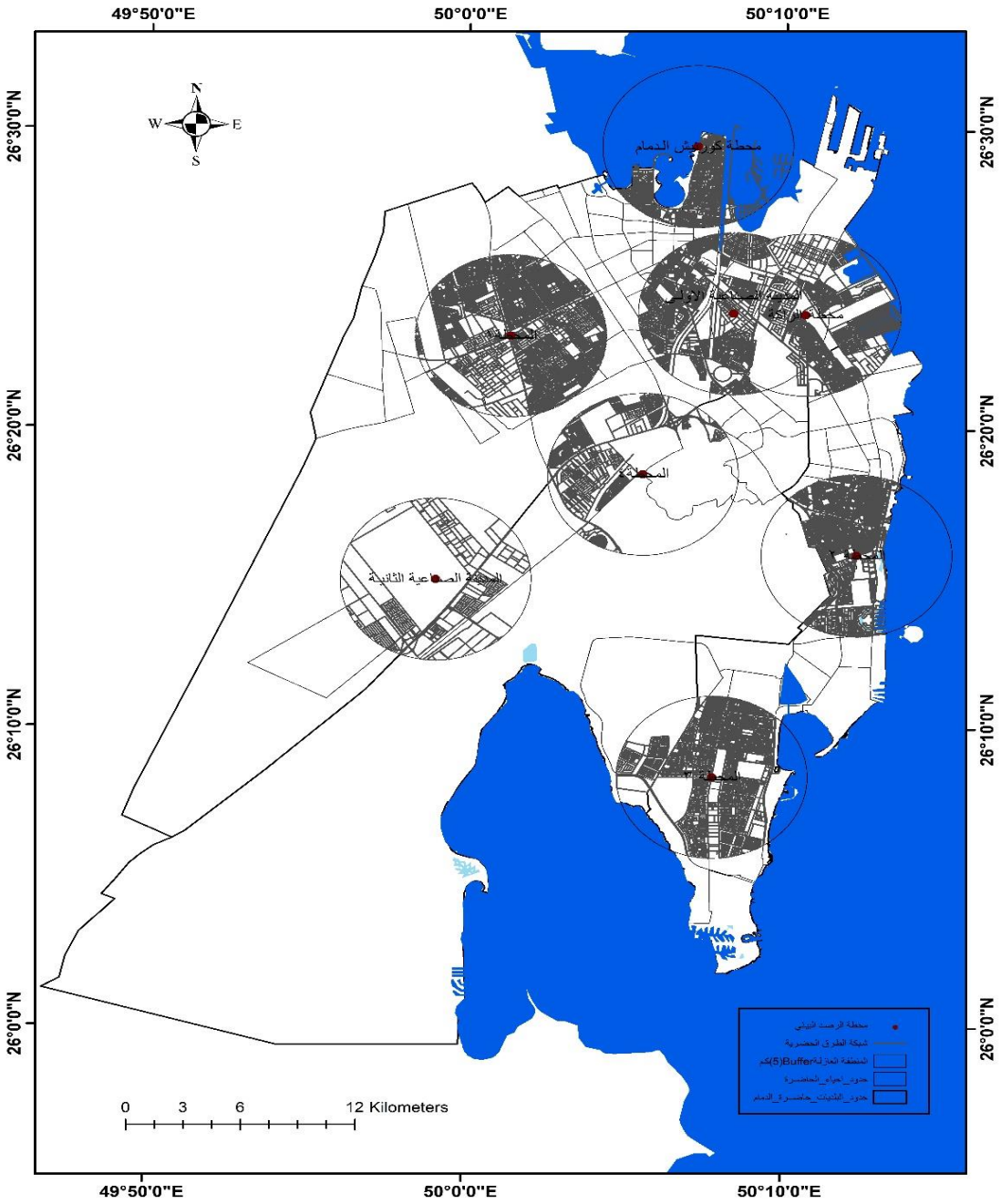
محطَّة الرَّصد البيئي	أحياء حاضرة الدَّمَّام في نطاق تأثير المناطق العازلة (5) كم2
كورنيش الدَّمَّام	الشاطئ الغربي– الشاطئ الشرقي– البديع– السلام– الحمراء– الزهور– الجوهرة– المزروعيَّة.
المدينة الصناعية الأولى	الحرس الوطني – النَّهضة– الخالديَّة الشماليَّة– الخالدية الجنوبية– الحُسام– الصَّفا– النُّورس– الفنار– مدينة الملك فيصل الجامعية– الرَّاكة الشمالية– القشلة– تهامة– هجر– الواحة– الجامعيين–الريان– المريكبات– النُّزهة– الفردوس– المزروعيَّة– الطبيشي–الناصرية– الإسكان– عبد الله فؤاد– الأمير محمد بن سعود– العدامة – ابن خلدون– مدينة العُمَّال– البساتين– المنتزه– قصر الخليج –القصور.
المدينة الصناعية الثانية	حي صناعيَّة الظَّهران– الخدمات المساندة.
مبنى الهيئة في الراكة	ميناء الملك عبد العزيز– النورس– الفنار– الصدفة– مدينة الملك فيصل الجامعية– السَّيف– الخالديَّة الشمالية– الخالدية الجنوبيَّة–الحُسام– الصَّفا–القشلة– المدينة الرياضية– الرَّاكة الشمالية – الرَّاكة الجنوبيَّة–الصِّناعيَّة الأُولى– الحرس الوطني – النهضة.

المصدر: إعداد الباحثينِ اعتمادًا على أمانة المنطقة الشرقية، الإدارة العامة للتخطيط العمراني، خريطة أحياء حاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام 2022م.

في سياق تأثيرات النقل الحضري حيال تلوُّث الهواء كافَّة سيَّما الجُسيمات العالقة والَّتي يقل قطرها عن 10 ميكرونPM10، وفي ظل نقص التَّغطية المكانيَّة لمحطَّات المراقبة وعدم وجود محطَّاتٍ مخصَّصة لقياس التَّلوُّث النَّاجم عن النَّقل الحضري، مع اقتران ازدياد حجم السُّكَّان والرِّحلات الحضريَّة، وتصاعد أعداد المركبات في المدن الحضريَّة، ولانخفاض التَّغطية المكانيَّة تمَّ اختيار الموقع الأمثل لاستحداث محطَّاتٍ مقترحة للرَّصد البيئي في نواحٍ متعدِّدةٍ في حاضرة الدَّمَّام، في نطاق الأحياء السَّكنيَّة لمدن حاضرة الدَّمَّام المأهولة بالسُّكَّان والابتعاد عن الأراضي الفضاء، شريطة أن يكون الموقع المقترح مُنتصف المسافة وفق قياس المسافات الفعليَّة للمحطَّات بين المحطَّات الحاليَّة والمقترحة، ومن ثمَّ احتساب نفوذ المنطقة العازلة بنحو (5) كم للنِّطاق الحضري، كما يتبيَّن من الشَّكل رقم (8)، وتأثير كثافة الشَّبكة الحضريَّة والعمل على إيجاد دراسات مستقبليَّة للرَّبط بين الآثار النَّاجمة للشَّبكة الحضريَّة وتركيز ملوِّثات الهواء وعلاقتها بالآثار الصِّحِّيَّة للسُّكَّان في المراكز الحضريَّة.

ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

الإصدار الثامن – العدد الخامس والسبعون
تاريخ الإصدار: 2 – كانون الثاني – 2025م
www.ajsp.net



الشكل رقم (8): نطاق تأثير محطات جودة مراقبة الهواء الحضري المقترحة في حاضرة الدَّمَّام.

المصدر: إعداد الباحثينِ اعتمادًا على بيانات المركز الوطني للرَّقابة والالتزام على البيئة، بيانات غير منشورة عن موقع محطَّات الرَّصد البيئي في حاضرة الدَّمَّام لعام2022م.

مُؤشِّر دليل جودة الهواء الخليجي (GCC-AQL):

ينصُّ المؤشِّر أعلاهُ بقياس ملوِّثات الهواء استنادًا لدليل جودة الهواء لوكالة حماية البيئة الأمريكية، والذي يُعبِّر المؤشِّر فيهِ عن حالة الجوِّ بشكلٍ مبسَّطٍ في ضوء الألوان المحدَّدة والَّتي تعكسُ حالة الجوِّ التي يمكن استقراؤها لعموم السكان في المراكز الحضرية كما يتَّضح من الجدول رقم (7) أدناه:

الجدول رقم (7): مؤشِّر مستوى جودة الهواء.

م	الدليل	الجودة	الآثار الصِّحِّيَّة
1	**جيِّد**	50-0	تعتبر جودة الهواء جيدة جدا وتراكيز جميع ملوثات الهواء أدنى من المعايير المسموح بها.
2	**معتدل**	100-51	تعتبر حالة جودة الهواء مقبولة وتراكيز جميع ملوثات الهواء ضمن الحدود المسموح بها.
3	**غير صِحِّي للمجموعات الحسَّاسة**	150-101	تعتبر حالة جودة الهواء متوسطة بتسجيل تجاوز بسيط عن الحدود المسموح بها وقد يعاني بعض الافراد ذوي الحساسية من تأثيرات صحية ولكن على الأغلب لا يتأثَّر عموم الناس بذلك.
4	**غير صِحِّي**	200-151	تعتبر حالة جودة الهواء غير صحية بتسجيل تجاوز هام عن الحدود المسموح بها وقد يعاني بعض الأفراد من مصابي أمراض الحساسية المزيد من الأعراض الصحية.
5	**ضار**	300-201	تعتبر حالة جودة الهواء غير صحية بتاتا بتسجيل تجاوز عالي جدا عن الحدود المسموح بها وفي هذه الحالة من الضروري إطلاق تحذيرات صحية بوجود حالة طارئة ومن المحتمل أن يتأثر عموم الناس بذلك.
6	**خطر**	500-301	تعتبر حالة جودة الهواء قد وصلت إلى مستويات خطرة على صحة الإنسان.

المصدر: مؤشر جودة الهواء العالمي (AQL)، وفقًا لعام 2021م.

تأسيسًا على ما سبق نظير مخاطر تعرُّض السُّكَّان للآثار الصِّحِّيَّة لملوِّثات الهواء المحيط والَّتي يُعبِّر عنها دليل جودة الهواء الآنف الذكر، ولإلقاء الضَّوء على تركيزات الجُسيمات العالقة والَّتي يقِلُّ قطرها عن 10 ميكرون PM10، والَّتي يتَّضح جليًّا تجاوُز تركيزاتها الحدود المقدَّرة والَّتي تتراوح بين (301-500)، والَّتي تُعبِّرُ عن الحالة غيرِ الصِّحِّيَّة لحالة الجو، حيث تصدَّرت محطَّة مبنى الهيئة في الراكة بنحو (25) يومًا، كما سجَّلت محطَّة المدينة الصِّناعية الأولى بنحو (8) أيامٍ، وسجَّلت محطَّة كورنيش الدَّمَّام بـ (9) أيامٍ، بينما على النَّقيض انخفضت المعدَّلات القُصوى لتركيزات الجسيمات العالقة PM10 والَّتي بلغت (4) أيامٍ فقط لمحطَّة المدينة الصناعية الثَّانية، ويكشف الجدول رقم (8) مستويات تركيزات الجُسيمات العالقة لأشهر عام 2021م في مدن حاضرة الدَّمَّام.

الجدول رقم (8): عدد أيام مستويات تركيز الجسيمات العالقة PM10 في محطَّات الرَّصد البيئي في حاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام 2021م.

نوع الملوِّث	الدَّليل	150-101	200-151	300-201	500-301
	فئة اللَّون				
الجُسيمات العالقة PM10	كورنيش الدَّمَّام	63	5	5	9
	المدينة الصناعية الأولى	80	17	10	8
	المدينة الصناعية الثانية	31	23	8	4
	مبنى هيئة الرَّاكة	30	29	28	25

المصدر: حساب وتجميع الباحثينِ اعتمادًا على بيانات المركز الوطني للرقابة والالتزام على البيئة، بيانات غير منشورة عن مُلوِّثات الهواء المحيط لعام 2021م في حاضرة الدَّمَّام،2022م.

نتائج الدِّراسة:

–تستأثر محطَّة مراقبة الهواء لمبنى الهيئة في الراكة بالحدِّ الأعلى للمتوسِّط السَّنوي والَّتي بلغت نحو (293.53) ميكروغرام/م3، في حين سجَّلت محطَّة مُراقبة الهواء في المدينة الصناعية الأُولى كحدٍّ أدنى لمعدَّل المتوسِّط السَّنوي لتركيز الجُسيمات العالقة في الهواء PM10، حيثُ بلغ (94.98) ميكروغرام/م3.

– يتبيَّن من القيم المقاسة لملوِّثات الهواء استنادًا للوائح الوطنية لتركيز ملوِّثات الهواء المسموح بها، حيث بلغ عدد أيام تجاوز الجسيمات العالقة PM10 نحو (56) تجاوزًا لمحطَّة مبنى الهيئة في الراكة.

– بلغت مساحة المناطق المخدومة بمحطَّات جودة مراقبة الهواء الحضري وفق التَّغطية المكانيَّة إجمالاً نحو (313.88) كم2، وبنسبةٍ تصل إلى (21.11%)، في حين تبلغ المساحة غير المخدومة بمحطَّات الرَّصد البيئي نحو (1172,64) كم2، وبنسبةٍ تصل إلى (78,88%) في ضوء نطاق التَّأثير للحرم المكاني Buffer.

–حظيت محطَّة المدينة الصِّناعيَّة الثَّانية وفق الموقع المكاني في نطاق الاستخدام الصِّناعي وبمقارنة خريطة التَّوزيع السُّكَّاني لمحطَّات الرَّصد البيئي، حيث تستأثر محطَّتا المدينة الصناعية الأولى ومبنى الهيئة في الراكة بأعلى توزيع سُكَّاني مُقارنةً بمثيلتيها لمحطَّات الرَّصد لمراقبة جودة الهواء.

– تصدَّرت محطَّة مبنى الهيئة في الراكة بنحو (25) يومًا، كما سجَّلت محطَّة المدينة الصِّناعية الأولى بنحو (8) أيامٍ، وسجَّلت محطَّة كورنيش الدَّمَّام (9) أيامٍ، بينما على النَّقيض انخفضت المعدَّلات القُصوى لتركيزات الجسيمات العالقة PM10 والَّتي بلغت (4) أيامٍ فقط لمحطَّة المدينة الصناعية الثَّانية وفق دليل جودة الهواء.

المراجع والمصادر:

الأمانة العامة، مجلس التعاون لدول الخليج العربية (2008م): **اللائحة التنفيذية لمقاييس جودة الهواء المحيط ومعايير مستوى الضوضاء واللائحة الخاصة بمياه الصرف (المياه العادمة لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية)** قطاع شؤون الإنسان والبيئة.

كافي، مصطفى يوسف(2017م/ب): **التنمية المستدامة**، الطبعة الأولى، شركة دار الأكاديميون للنشر والتوزيع، الأردن، عمان.

محمد، عمر محمد علي (2015م): **الجغرافية البشرية، الأسس والاتجاهات**، الطبعة الأولى، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، الإسكندرية.

المشوخي، حمد سليمان (2002م): **تقنيات ومناهج البحث العلمي**، ط1، دار الفكر العربي، القاهرة.

المركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي (2022م): **محطَّات رصد ومراقبة جودة الهواء في حاضرة الدَّمَّام وملوثات الهواء المحيط**، بيانات غير منشورة للمركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي، الخبر.

مؤشر جودة الهواء العالمي (AQL) **محطَّات الرصد في حاضرة الدَّمَّام**، متاح على:
https://ncm.gov.sa/Ar/Environment/AirQuality/pages/AQ-Dashboard.aspx
تاريخ الدخول2021/7/10م، 2:32 :PM .

الهيئة العامة للإحصاء (2017م): **النَّتائج التفصيلية للمنطقة الشرقية (التعداد العام السكان والمساكن 1431هـ-2010م**، بيانات منشورة عن عدد السكان لحاضرة الدَّمَّام وفقًا لعام 1431هـ/2010م، البيانات، تعداد السكان والمساكن.

وزارة البيئة والمياه والزراعة (2020م): **مشروع اللائحة التنفيذية لجودة الهواء في المملكة**، المملكة العربية السعودية.

وزارة الشؤون البلدية والقروية (2022م/أ): **خريطة رقمية لحاضرة الدَّمَّام**، أمانة المنطقة الشرقية، غير منشورة للإدارة العامة للتخطيط العمراني، الدَّمَّام.

وزارة الشؤون البلدية والقروية (2022م/ب): **تقدير عدد سكان حاضرة الدَّمَّام لعام 2019م**، أمانة المنطقة الشرقية، بيانات منشورة لوكالة التعمير والمشاريع، الدَّمَّام.

Liu, Ye, Sijin Wu, Haibo Chen, Matteo Federici, Guido Perricone, Ying Li, Gang Lv, Said Munir, Zhiwen Luo, Baohua Mao, Brake Wear Induced PM10 Emissions During the World Harmonised Light-duty Vehicle Test Procedure-brake Cycle, Journal of cleaner proguction361(2022)132278.

Lu Jianyun, Keyi Wu, Xiaowei Ma, Jing Wei, Zelin Yuan, Zhiwei Huang, Weidong Fan, Qizhong, Yining Huang,Xianbo Wu, Short-term effects of ambient particulate matter (PM1, PM2.5, andPM10) on influenza-like iIIness in Guangzhou China, International Journal of Hygiene and Environment Health, Volume 247,January 2023,114074.

Mukherjee A, Agrawal M, (2017) World air Particulate matter: sources, distribution and health effects. Environ Chem Lett 15:283-309.

Najim Alaa Omer,Maha Adnan Meteab,Abed Tuama Jasim,Qayssar Mahmood Ajaj,Huda jamal Jumaah, Maryam Hassan Ahmed Sulyman, Spatial analysis of particulate matter (PM10) Using MODIS aerosol optical thickness observations and GIS over East Malaysia, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space, Volume 26,Issue2, August 2023,Pages 265-271.

Otuyo Muhsin, Mohd Shahrul Mohd Nadzir, Mohad Talib Latif, Lip huat Saw,In-train particulate matter (pm10 and pm 2.5) concentrations: Level, source, composition, mitigation measures and health risk effect-A systematic literature review,Puplished in Indoor and Built Environment, Volume32,Issue3,Pages:460-493,2023.

Solihah K I, D N Martono, Haryanto, Analysis of Spatial Distribution of PM2.5 and Human Behavior on Air poIIution in

Jakarta, IOP Conference Series; Earth and Environmental Science.

Sun, Zhaobin, Yan Tao, Xingqin An, Qing Hou, Assessment of population exposure to pm10 for Respiratory Disease in Lanzhou (China) and its Health- reIated Economic Costs Based on GIS, Economic Costs Based on GIS, Article in BMC public Health. September 2013, DOI: 10.1186/1471=2458-13-891-source: PubMed.

"Concentration of fine Particulate Matter Suspended in the air (pm .10) In the Capital of Dammam and its Relationship to the Urban road Network."

Researchers:

Dr. Hessa Mohammed Aloatibi
PhD in Sustainable Urban Transport

Ministry of Education

Dr. Mohammed Ibrahim Al dagheiri
Professor Economic Geography at Qassim University

Abstract:

The urban environment has received great attention in the sustainable development agenda, due to the need to measure the progress of sustainability towards achieving its goals, and as the urban climate is an important pillar in achieving the dimensions of urban sustainability, the study was concerned with measuring the sustainability index of the concentration of fine particulate matter suspended in the air (PM .10) in the capital of Dammam and its relationship to the urban road network Through the use of the descriptive and analytical approach, and in the light of statistical methods and geographic information systems (GIS), the study concluded that the air monitoring station of the authority's building in Rakah accounts for the upper limit of the annual average, which amounted to about (293.53) micrograms / m3, and the number of days of exceeding the suspended PM10 particles for the authority's building station in Rakah is about (56) exceeded . The first industrial city stations and the authority's building in Rakah had the highest population distribution compared to their counterparts to the monitoring stations to monitor air quality, while the station topped the authority's building in Rakah by about (25) days according to the air quality index, and the area served by urban air monitoring quality stations according to spatial coverage in total is about (313.88) km2, with a rate of up to (21.11%), in light of the scope of impact of the Buffer campus.

Keywords: PM10 air particulate matter, Urban Road network, Dammam metropolis, Air pollution, Environmental pollution.