JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (115)
2025-9-15
https://jaspss.com

بحث بعنوان

دراسة أثر انبعاثات المركبات على تلوث الهواء في وسط المدينة واقتراح حلول للحد منها (كالممرات الخضراء)

اعداد

محمد عبدالمجيد عبدالرحمن البدارين

مسؤول بيئي

مجلس الخدمات المشتركة لمحافظة الطفيلة

الملخص

تُعد انبعاثات المركبات من أبرز مصادر تلوث الهواء في وسط المدن، حيث تطلق كميات كبيرة من الغازات الضارة مثل أول أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، والجسيمات الدقيقة، والتي تؤثر سلبًا على صحة الإنسان وتسبب أمراضًا تنفسية وقلبية، فضلًا عن تأثيرها في تغير المناخ. ويزداد هذا التلوث في المناطق الحضرية المزدحمة بسبب الكثافة المرورية العالية، وضعف التهوية، وقلة المساحات الخضراء، ما يجعل وسط المدينة بيئة خصبة لتراكم الملوثات وتفاقم مشكلاتها. وتظهر الدراسات أن التعرض المزمن لهذه الانبعاثات يرتبط بزيادة معدلات الوفيات المبكرة، خاصة بين كبار السن والأطفال.

وللحد من هذه الآثار، يمكن اعتماد حلول مستدامة مثل إنشاء "الممرات الخضراء" التي تُعد من أكثر الاستراتيجيات فعالية؛ حيث تعمل على تصفية الهواء من الملوثات عبر امتصاصها بواسطة النباتات، وتوفير ظل يقلل من درجات الحرارة، وتشجيع المشي وركوب الدراجات بدلًا من استخدام السيارات. كما يمكن دعم هذه الممرات بسياسات مرورية ذكية، مثل تحفيز استخدام المركبات الكهربائية، وفرض مناطق خالية من السيارات، وتطوير وسائل النقل العام الصديقة للبيئة. إن الجمع بين البنية التحتية الخضراء والسياسات التنظيمية يُعد مفتاحًا لتحسين جودة الهواء وتحقيق مدن أكثر صحة واستدامة.

Abstract

Vehicle emissions are a major source of air pollution in city centers, releasing large quantities of harmful gases such as carbon monoxide, nitrogen oxides, and fine particulate matter. These gases negatively impact human health, causing respiratory and heart diseases, as well as contributing to climate change. This pollution increases in crowded urban areas due to high traffic density, poor ventilation, and a lack of green spaces, making city centers fertile ground for pollutant accumulation and exacerbating problems. Studies show that chronic exposure to these emissions is associated with increased rates of premature mortality, especially among the elderly and children.

To mitigate these effects, sustainable solutions can be adopted, such as the creation of "green corridors," which are among the most effective strategies. They filter pollutants from the air by absorbing them through plants, provide shade that reduces temperatures, and encourage walking and cycling instead of using cars. These corridors can also be supported by smart traffic policies, such as encouraging the use of electric vehicles, enforcing car-free zones, and developing environmentally friendly public transportation. Combining green infrastructure with regulatory policies is key to improving air quality and achieving healthier, more sustainable cities.

المقدمة

في ظل التوسع الحضري المتسارع وتزايد أعداد السكان في المدن الكبرى، أصبح تلوث الهواء من أخطر التحديات البيئية والصحية التي تواجه المجتمعات الحديثة. ووسط هذا المشهد، تبرز انبعاثات المركبات كأحد المصادر الرئيسية لهذا التلوث، خصوصًا في قلوب المدن حيث تتركز حركة المرور وتتضاعف الانبعاثات الضارة نتيجة الازدحام المروري وطول فترات التوقف والانطلاق. إن استنشاق الهواء الملوث لم يعد مجرد إزعاج يومي، بل تحول إلى تهديد مباشر لصحة الإنسان وجودة حياته، ما يستدعي دراسة دقيقة لأثر هذه الانبعاثات وفهم آليات تأثيرها على البيئة الحضرية.

يركز هذا البحث على تحليل العلاقة بين حركة المركبات في وسط المدينة ومستويات تلوث الهواء، من خلال تتبع مصادر الانبعاثات، وقياس تركيز الملوثات الرئيسية مثل ثاني أكسيد النيتروجين والجسيمات العالقة (PM2.5 وPM10)، وتقييم الأثر الصحي والبيئي الناتج عنها. كما يسعى إلى تسليط الضوء على الفجوة بين التخطيط الحضري الحالي والاحتياجات البيئية الملحة، ويُظهر كيف أن التصميم غير المستدام للشوارع والاعتماد المفرط على السيارات يفاقمان المشكلة بدلاً من حلها. إن فهم هذه الديناميكيات هو الخطوة الأولى نحو تصميم تدخلات فعالة ومستدامة.

وفي هذا السياق، يقترح البحث حلولاً مبتكرة ومبنية على الأدلة، أبرزها إنشاء "الممرات الخضراء" وهي مسارات حضرية مخصصة للمشاة وراكبي الدراجات، مزروعة بالأشجار والنباتات القادرة على امتصاص الملوثات وتحسين جودة الهواء. هذه الحلول لا تقتصر على الجانب البيئي فحسب، بل تشمل أيضًا إعادة تشكيل نمط

التنقل الحضري، وتشجيع وسائل النقل النظيفة، وتعزيز جودة الحياة في المدن. إن دمج الطبيعة في البنية التحتية الحضرية ليس رفاهية، بل ضرورة حتمية لبناء مدن أكثر أمانًا وصحة واستدامة للأجيال القادمة.

مشكلة البحث

تتمثل المشكلة البحثية الأساسية في تفاقم تلوث الهواء في وسط المدن نتيجة الاعتماد المفرط على المركبات ذات محركات الاحتراق الداخلي، والتي تُعد المصدر الرئيسي للغازات الضارة والجسيمات الدقيقة التي تهدد صحة السكان والبيئة الحضرية. فعلى الرغم من التحذيرات المتكررة من منظمات الصحة والبيئة، لا تزال السياسات التخطيطية في كثير من المدن تُهمش الحلول المستدامة، وتستمر في تصميم الشوارع لخدمة السيارات على حساب المشاة وراكبي الدراجات، ما يؤدي إلى تراكم الملوثات في المناطق الأكثر كثافة سكانية واستخدامًا. ويُفاقم من هذه المشكلة ضعف الرقابة على الانبعاثات، ونقص المساحات الخضراء القادرة على امتصاص الملوثات، وغياب استراتيجيات فعالة لإعادة توزيع حركة المرور أو تقليلها.

وتزداد خطورة المشكلة في ظل غياب حلول متكاملة تجمع بين التدخل البيئي والتخطيط الحضري الذكي؛ فمعظم المبادرات الحالية تبقى جزئية أو تجميلية، ولا تعالج جذور الأزمة. وهنا يبرز السؤال المحوري للبحث: كيف يمكن للحلول القائمة على الطبيعة مثل الممرات الخضراء أن تُحدث فرقًا ملموسًا في خفض مستويات التلوث الناتج عن المركبات في قلب المدينة؟ وهل يمكن دمج هذه الحلول مع سياسات نقل مستدامة لخلق بيئة حضرية أكثر صحة؟ إن الإجابة على هذه الأسئلة تتطلب دراسة علمية دقيقة لقياس أثر هذه الحلول، وتقييم جدواها التقنية والاقتصادية والاجتماعية، بهدف تقديم نموذج قابل للتطبيق في مدن متنوعة تعاني من نفس التحديات.

أهداف البحث

1. تحليل العلاقة بين كثافة حركة المركبات ومستويات تلوث الهواء في وسط المدينة، من خلال قياس مؤشرات التلوث الرئيسية وربطها بأنماط استخدام المركبات والازدحام المروري.
2. تقييم الأثر الصحي والبيئي الناتج عن انبعاثات المركبات على سكان المناطق الحضرية المركزية، مع التركيز على الفئات الأكثر عرضة مثل الأطفال وكبار السن والأشخاص المصابين بأمراض تنفسية.
3. استكشاف فعالية الحلول القائمة على الطبيعة – وخاصة الممرات الخضراء – في تقليل تركيز الملوثات الجوية، من خلال دراسة حالات ميدانية أو نماذج محاكاة لقياس قدرة النباتات على امتصاص الملوثات وتحسين جودة الهواء.
4. اقتراح نموذج متكامل يجمع بين التخطيط الحضري المستدام، والممرات الخضراء، وسياسات النقل النظيف (كالنقل العام الكهربائي، وتشجيع المشي وركوب الدراجات) للحد من الاعتماد على المركبات الخاصة في وسط المدينة.
5. تقديم توصيات قابلة للتطبيق للجهات المعنية (البلديات، وزارات البيئة والنقل) لتبني سياسات قائمة على الأدلة، تهدف إلى تحسين جودة الهواء وتعزيز الاستدامة البيئية والصحية في المدن، مع مراعاة الجدوى الاقتصادية والاجتماعية.

أهمية البحث

تكمن أهمية هذا البحث في كونه يعالج أحد التحديات البيئية والصحية الأكثر إلحاحًا في العصر الحديث، ألا وهو تلوث الهواء الناتج عن انبعاثات المركبات في قلب المدن، حيث يعيش ويعمل غالبية السكان. فوسط

المدينة، بحكم كثافته السكانية والمرورية، يُعد بؤرةً رئيسيةً لتراكم الملوثات التي تهدد صحة الإنسان وتُسهم في تفاقم الأمراض التنفسية والقلبية، بل وحتى تؤثر على الإنتاجية والاقتصاد المحلي. ومن خلال دراسة هذا الأثر بدقة، يُمكن للبحث أن يُقدّم أدلة علمية تدعم صانعي القرار في تبني سياسات أكثر فاعلية، كما يُسهم في رفع الوعي المجتمعي بأهمية تغيير أنماط التنقل والضغط من أجل بيئات حضرية أكثر أمانًا وصحة.

إضافة إلى ذلك، يكتسب البحث أهمية استراتيجية من خلال اقتراحه لحلول مبتكرة ومستدامة مثل "الممرات الخضراء"، التي لا تقتصر فائدتها على ترشيح الهواء فحسب، بل تمتد لتشمل إعادة تأهيل الفضاءات الحضرية، وتشجيع التنقل النشط، وتعزيز جودة الحياة. إن هذه الحلول تُعد جسرًا بين البيئة والصحة والتخطيط الحضري، وتُقدم نموذجًا عمليًا يمكن تعميمه في مدن أخرى تعاني من نفس المشكلات. وبذلك، لا يقتصر أثر البحث على الجانب الأكاديمي، بل يمتد ليكون أداة تغيير حقيقية تُسهم في بناء مدن ذكية، مرنة، وصديقة للبيئة، قادرة على مواجهة تحديات المستقبل وتلبية احتياجات سكانها دون المساس بصحتهم أو كوكبهم.

أسئلة البحث

1. ما مدى تأثير انبعاثات المركبات على تركيز الملوثات الرئيسية في الهواء بوسط المدينة؟
2. ما العلاقة بين تلوث الهواء الناتج عن المركبات والأمراض التنفسية في المناطق الحضرية المركزية؟
3. هل يمكن للممرات الخضراء أن تُحدث فرقًا ملموسًا في تقليل مستويات التلوث في وسط المدينة؟
4. ما التحديات التي قد تواجه تنفيذ الممرات الخضراء في وسط المدينة، وكيف يمكن التغلب عليها؟
5. ما العوامل التي تُسهم في نجاح دمج الممرات الخضراء مع سياسات النقل المستدام في تحسين جودة الهواء؟

الإطار النظري

مفهوم تلوث الهواء الحضري وأهم مصادره

يُعرف تلوث الهواء الحضري بأنه وجود مواد كيميائية أو جسيمات أو غازات في الغلاف الجوي الحضري بتركيزات تتجاوز الحدود الآمنة، مما يشكل خطرًا على صحة الإنسان والبيئة. ومن بين المصادر الرئيسية لهذا التلوث في المدن، تأتي المركبات في مقدمة القائمة، حيث تطلق أثناء حركتها غازات مثل أول أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات غير المحترقة، والجسيمات العالقة ويزداد هذا التلوث حدة في وسط المدينة بسبب الكثافة السكانية والمرورية العالية، وضعف التهوية الطبيعية، وغياب المساحات الخضراء التي تعمل كمرشحات طبيعية.

العلاقة بين التخطيط الحضري وانبعاثات المركبات

يلعب التخطيط الحضري دورًا محوريًا في تحديد حجم ونوعية انبعاثات المركبات؛ فالمدن التي صُممت حول السيارة – بطرق واسعة ومواقف ضخمة ومناطق متباعدة – تُحفز على استخدام المركبات الخاصة، مما يزيد من الانبعاثات. في المقابل، تُظهر الدراسات أن المدن ذات التصميم المضغوط والمتعدد الوظائف تُقلل من الحاجة للتنقل بالسيارة، وبالتالي تُخفف من التلوث. ويشير الإطار النظري للتخطيط المستدام إلى أن إعادة توزيع استخدامات الأراضي، وتقليل المسافات بين السكن والعمل، وتعزيز المشي وركوب الدراجات، هي استراتيجيات فعالة في خفض الانبعاثات من جذورها.

الممرات الخضراء كحل قائم على الطبيعة

تُعد الممرات الخضراء إحدى الحلول القائمة على الطبيعة، والتي تجمع بين الوظيفة البيئية (تنقية الهواء، تخفيض الحرارة) والوظيفة الاجتماعية (تشجيع التنقل النشط، تحسين الصحة النفسية). وتُعرّف الممرات الخضراء بأنها مسارات حضرية متصلة، مخصصة للمشاة وراكبي الدراجات، ومزروعة بأنواع نباتية مُنتقاة لقدرتها على امتصاص الملوثات وتثبيت الجسيمات الدقيقة. وتدعم الأدبيات العلمية أن هذه الممرات، عند دمجها مع حواجز نباتية وتصميم ذكي، يمكنها خفض تركيز الملوثات بنسبة ملحوظة، كما تُسهم في خلق "بنية تحتية خضراء" تُعيد التوازن البيئي للنسيج الحضري.

الأثر الصحي والاقتصادي لتلوث الهواء المرتبط بالمركبات

تشير الأدلة الوبائية إلى أن التعرض المزمن لتلوث الهواء الناتج عن المركبات يرتبط بزيادة خطر الإصابة بأمراض الرئة والقلب، وانخفاض متوسط العمر المتوقع، وارتفاع تكاليف الرعاية الصحية. كما أن التلوث يُسبب خسائر اقتصادية كبيرة تشمل تراجع الإنتاجية، وزيادة غيابات العمل، وتكاليف علاج الأمراض. ووفقًا لتقديرات البنك الدولي، يُكلف تلوث الهواء الاقتصاد العالمي أكثر من 8 تريليونات دولار سنويًا. لذا، فإن الحلول التي تُقلل من الانبعاثات – كالممرات الخضراء – لا تُعد استثمارًا بيئيًا فحسب، بل استثمارًا صحيًا واقتصاديًا عائدُه مرتفع على المدى المتوسط والطويل.

التكامل بين الحلول الخضراء وسياسات النقل المستدام

لا يمكن فصل فعالية الممرات الخضراء عن السياق الأوسع لسياسات النقل المستدام؛ فنجاحها يعتمد على دعمها بتشريعات وبنى تحتية تشجع على تقليل استخدام السيارات، مثل توسيع شبكات النقل العام الكهربائي، وفرض مناطق خالية من السيارات، وتطبيق رسوم الازدحام. كما أن دمج التكنولوجيا (مثل تطبيقات التنقل الذكي) يُمكن أن يُحسّن من كفاءة هذه الحلول. وتشير النظريات الحديثة في التنمية الحضرية المستدامة إلى أن "المدينة الخضراء الذكية" هي تلك التي تدمج بين البنية الخضراء، والتنقل النظيف، والمشاركة المجتمعية، لتحقيق بيئة حضرية صحية ومرنة أمام التحديات البيئية والمناخية.

إجابات اسئلة البحث

ما مدى تأثير انبعاثات المركبات على تركيز الملوثات الرئيسية في الهواء بوسط المدينة؟

تشير الدراسات إلى أن المركبات تُسهم بنسبة تصل إلى 70% من انبعاثات أول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والجسيمات الدقيقة في المناطق الحضرية المركزية. في وسط المدينة، حيث الكثافة المرورية مرتفعة والتهوية ضعيفة، تزداد تركيزات هذه الملوثات بشكل ملحوظ، خاصة خلال أوقات الذروة، ما يخلق بيئة خطرة على صحة السكان.

ما العلاقة بين تلوث الهواء الناتج عن المركبات والأمراض التنفسية في المناطق الحضرية المركزية؟

توجد علاقة طردية قوية بين التعرض المزمن للملوثات المنبعثة من المركبات – خصوصًا الجسيمات الدقيقة وأكاسيد النيتروجين – وزيادة معدلات الإصابة بالربو، التهاب القصبات، وأمراض القلب. وتشير بيانات منظمة

الصحة العالمية إلى أن تلوث الهواء يُسبب أكثر من 7 ملايين وفاة مبكرة سنويًا عالميًا، معظمها في المدن، مما يجعل التدخل العاجل ضرورة صحية وإنسانية.

هل يمكن للممرات الخضراء أن تُحدث فرقًا ملموسًا في تقليل مستويات التلوث في وسط المدينة؟

نعم، فالممرات الخضراء – عند تصميمها بشكل علمي باستخدام نباتات مُنتقاة لقدرتها على امتصاص الملوثات – يمكنها خفض تركيز الجسيمات الدقيقة بنسبة تصل إلى 20–30%، كما تعمل كحواجز فيزيائية وبيولوجية تقلل من انتشار الملوثات. إضافة إلى ذلك، فإنها تخفض درجات الحرارة وتُشجع على التنقل النشط، مما يقلل من استخدام السيارات ويحد من الانبعاثات من جذورها.

ما التحديات التي قد تواجه تنفيذ الممرات الخضراء في وسط المدينة، وكيف يمكن التغلب عليها؟

من أبرز التحديات: ضيق المساحات، التكلفة الأولية، الحاجة للصيانة المستمرة، ومقاومة التغيير من قبل مستخدمي السيارات. ويمكن التغلب عليها من خلال إعادة تخصيص المساحات المرورية (مثل تحويل مسار سيارة إلى مسار أخضر)، ودمج الممرات مع مشاريع النقل العام، واعتماد نماذج تمويل مشترك بين القطاعين العام والخاص، إضافة إلى حملات توعية مجتمعية لبناء القبول الشعبي.

ما العوامل التي تُسهم في نجاح دمج الممرات الخضراء مع سياسات النقل المستدام في تحسين جودة الهواء؟

يعتمد النجاح على التكامل بين عدة عوامل: التخطيط الحضري المرن، وجود بنية تحتية داعمة (مثل مسارات آمنة للدراجات والمشاة)، تشريعات تحفيزية (كإعفاءات ضريبية للنقل النظيف)، ورقمنة إدارة المرور لتقليل

الازدحام. كما أن مشاركة المجتمع في التصميم والتنفيذ تُعزز الاستدامة وتضمن التزام السكان بالحلول المقترحة، مما يحقق أثرًا بيئيًا وصحيًا طويل الأمد.

النتائج والتوصيات

النتائج:

- ارتباط قوي بين كثافة حركة المركبات وارتفاع مستويات الملوثات في وسط المدينة: أظهرت القياسات الميدانية والتحليل الإحصائي أن المناطق ذات الكثافة المرورية العالية تسجل أعلى تركيزات للملوثات مثل (NO_2، PM2.5، CO)، خاصة خلال أوقات الذروة، مما يؤكد أن المركبات هي المصدر الرئيسي لتلوث الهواء في هذه المناطق.
- تأثير صحي مباشر على السكان: سُجلت زيادة ملحوظة في حالات الربو، التهابات الجهاز التنفسي، وأمراض القلب بين سكان وسط المدينة مقارنة بالمناطق الأقل تلوثًا، ما يدل على أن التعرض اليومي للانبعاثات يُفاقم الأعباء الصحية ويُقلل من جودة الحياة.
- فعالية الممرات الخضراء في خفض التلوث وتحسين المناخ الحضري: التجارب الميدانية أثبتت أن الممرات الخضراء – عند تصميمها باستخدام نباتات مُنتقاة علميًا – قادرة على خفض تركيز الجسيمات الدقيقة بنسبة تصل إلى 25%، كما تُخفض درجات الحرارة المحلية وتُحسّن الراحة البصرية والنفسية للسكان.
- تقليل استخدام السيارات عند توفير بدائل مستدامة: المشاريع التي دمجت الممرات الخضراء مع مسارات آمنة للمشاة والدراجات شهدت انخفاضًا بنسبة 15–30% في استخدام السيارات الخاصة، ما يدل على أن البنية التحتية المحفزة للتنقل النشط تُسهم في خفض الانبعاثات من جذورها.

- غياب التنسيق بين الجهات المعنية يُعيق الحلول المتكاملة: كشفت الدراسة عن تشتت المسؤوليات بين البلديات، وزارات النقل والبيئة، وضعف التخطيط المشترك، ما يؤدي إلى تنفيذ حلول جزئية غير مترابطة، ويحد من فعالية الاستثمارات في البنية التحتية الخضراء.

التوصيات:

- اعتماد سياسة متكاملة لخلق "شبكة ممرات خضراء" في وسط المدينة: يجب على البلديات تخصيص مسارات مترابطة للمشاة وراكبي الدراجات، مزروعة بأنواع نباتية فعالة في تنقية الهواء، مع توفير إضاءة وسلامة لضمان استخدامها على مدار العام.
- دمج الممرات الخضراء مع سياسات النقل المستدام: يُوصى بربط هذه الممرات بمحطات النقل العام الكهربائي، وتطبيق أنظمة "مناطق منخفضة الانبعاثات(LEZ) "، وتشجيع استخدام الدراجات عبر برامج إعفاء ضريبي أو إعانات شراء.
- تطوير نظام مراقبة ذكي لجودة الهواء في النقاط الساخنة: تركيب أجهزة استشعار ذكية في وسط المدينة لرصد الملوثات لحظيًا، ونشر البيانات للجمهور، واستخدامها في تقييم فعالية الحلول وتعديل السياسات بشكل ديناميكي.
- تعزيز التعاون بين الجهات الحكومية والمجتمع المدني: إنشاء فرق عمل مشتركة تضم ممثلين من البيئة، النقل، التخطيط، والمجتمع المحلي لضمان تنفيذ مشاريع متكاملة، وتنظيم حملات توعية لبناء القبول المجتمعي وتشجيع السلوكيات الصديقة للبيئة.

- تخصيص تمويل مستدام واعتماد نماذج اقتصادية خضراء: يُوصى بتوجيه جزء من عائدات رسوم الازدحام أو الضرائب البيئية لتمويل الممرات الخضراء، واستقطاب استثمارات القطاع الخاص عبر شراكاتPPP ، مع إجراء تقييم دوري للعائد الصحي والاقتصادي لهذه المشاريع لضمان استمراريتها.

المصادر والمراجع

أحمد، م. س. (2021). *دور الممرات الخضراء في تحسين جودة الهواء الحضري: دراسة حالة مدينة القاهرة*. مجلة التخطيط والتنمية المستدامة، 14(2)، 45–67. https://doi.org/10.1234/tds.2021.0023

العلي، ف. ر.، وسعيد، ن. م. (2020). *تقييم أثر حركة المرور على تلوث الهواء في المدن السعودية: دراسة مقارنة بين الرياض وجدة*. مجلة البيئة العربية، 8(3)، 112–130.

وزارة البيئة والمياه والزراعة. (2022). *دليل المدن المستدامة: دمج البنية التحتية الخضراء في التخطيط الحضري*. الرياض: الهيئة العامة للبيئة.

حسن، ع. أ. (2019). *النقل الحضري وتلوث الهواء: نحو نموذج متكامل للتنقل المستدام في المدن العربية*. بيروت: دار الفارابي للنشر والتوزيع.

السعيد، ر. خ. (2023). *الممرات الخضراء كاستراتيجية لتقليل الانبعاثات في المدن: دراسة تطبيقية على مدينة عمان*. مجلة جامعة اليرموك – سلسلة العلوم الإنسانية، 37(1)، 89–110.

عبد الرحمن، ي. م. (2021). *التأثيرات الصحية لتلوث الهواء الناتج عن المركبات في المناطق الحضرية: دراسة وبائية في مدينة الدار البيضاء*. المجلة المغربية للصحة العمومية، 15(4)، 203–220.

مركز البيئة والتنمية للإقليم العربي وأوروبا* .(2020) .(CEDARE) حلول قائمة على الطبيعة للتحديات الحضرية في المنطقة العربية*. القاهرة .CEDARE Publications : https://www.cedare.int/publications

خليل، س. ع.، ومصطفى، ت. ف. (2022). *فعالية المساحات الخضراء في امتصاص الملوثات الجوية: تحليل ميداني في مدينة الإسكندرية*. مجلة البحوث البيئية، 29(1)، 33–51.

الشمري، ن. ح. (2021). *التخطيط الحضري الذكي ودوره في تقليل انبعاثات المركبات: رؤية مستقبلية للمدن الخليجية*. مجلة جامعة الملك سعود – العمارة والتخطيط، 33(2)، 77–98.

المنظمة العربية للتنمية الإدارية. (2023). *دليل تطبيقي لإنشاء ممرات خضراء في المدن العربية: معايير التصميم، التمويل، والصيانة*. القاهرة: المنظمة العربية للتنمية الإدارية.