مجلة كلية الآداب بقنا (دورية أكاديمية علمية محكمة)

تحليل جغرافي لمشكلات البيئة الحضرية في مدينة إدكو باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

الباحثة/ ولاء فرج إبراهيم الفلاح

مدرس مساعد بالمعهد العالي للدراسات الادبية كينج مريوط- الإسكندرية

أ.د. محمد عبدالقادر عبدالحميد شنيشن

أستاذ الجغرافية – كلية الآداب – جامعة دمنهور

أ.د. وائـل عبدالله إبراهيم سالم

أستاذ ورئيس قسم الجغرافية – كلية الآداب – جامعة المنصورة

DOI: 10.21608/qarts.2025.368002.2183

مجلة كلية الآداب بقنا – جامعة جنوب الوادي – المجلد (٣٤) العدد (٦٦) يناير ٢٠٢٥

الترقيم الدولي الموحد للنسخة المطبوعة ISSN: 1110-614X

الترقيم الدولي الموحد للنسخة الإلكترونية ISSN: 1110-709X

موقع المجلة الإلكتروني: https://qarts.journals.ekb.eg

تحليل جغرافي لمشكلات البيئة الحضرية في مدينة إدكو باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

الملخص:

تعالج الدراسة مشكلات التنمية العمرانية البيئية المستدامة من خلال تتبع مواقع الجزر الحرارية في مدينة إدكو، وإنتاج خريطة مؤشر بوينBowen Ratio ، وتحديد الكمية المنتجة من النفايات الصلبة بالمدينة، وتحديد مستويات جودة الهواء في المدينة.

واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، مع الاستعانة بالمدخلين الموضوعي، والبيئي، كما استخدمت الدراسة أساليب عده، هي الأسلوب الكمي، والأسلوب الخرائطي لتوضيح ظاهرات قيد الدراسة، الذي دمج مع أسلوب نظام المعلومات الجغرافية باستخدام برنامجي ArcGIS10.8،ArcGIS pro 3.1.5، إضافة إلى الاستعانة بمنصة Google Earth Engine.

وقد خلصت الدراسة إلى بعض النتائج، منها:

- عدم وضوح الجزيرة الحرارية في مدينة إدكو، حيث بلغت مساحتها ٧,٣كم^{٢}، وهو ما يعادل ثلاثة أخماس جملة مساحة الحيز العمراني، ويشير إلى تقييم بيئي جيد، إذ تجلت بوضوح في أغلت أرجاء الكتلة المبنية، بالرغم من توفر مقومات تكونها داخل الكتلة المبنية.
- زيادة نصيب الفرد من النفايات الصلبة المنتجة، مقارنة بمتوسطها بالجمهورية، ، مع عدم كفاية الصناديق المخصصة لنقلها بالمدينة.
- سيادة جودة الهواء المعتدل في ثلث مساحة المدينة، بما يزيد على خمسي مساحة الحيز العمراني، وتجلت في جنوب الكتلة المبنية، وغربها، في حين يتقارب نصيب كل من الهواء غير الملائم، وغير الملائم جدًا في المدينة لتنتشر في أغلب أرجاء الكتلة المبنية مع ظهورهما إلى الشرق من الحيز العمراني.

الكلمات المفتاحية: الجزر الحرارية، النفايات البلدية الصلبة، ملوثات الهواء، جودة الهواء، مدينة إدكو.

تمهيد:

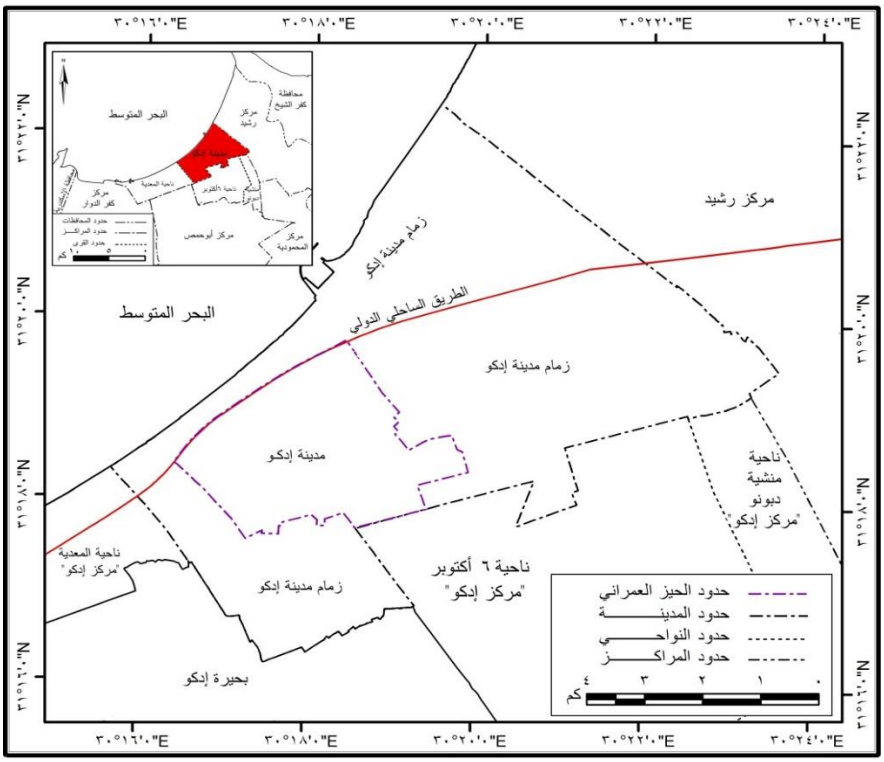
تعد التنمية العمرانية المستدامة محور أساسي مشتق من المفهوم العام للتنمية المستدامة، الذي سلط الضوء على جميع الأنظمة البيئية، بما فيها النظام البيئي الحضري الذي يشكل أحد أهم المحاور التي ينبغي تحقيق عوامل الاستدامة فيها، وتعبر الاستدامة العمرانية عن حالة توازن المدن وإعادة صياغة للمحددات والأهداف البيئية والاقتصادية والاجتماعية وحتى السياسية.

وعرفت التنمية العمرانية المستدامة في مؤتمر العمران الواحد والعشرون في مدينة برلين عام٢٠٠٠م بأنها تحسن نوعية الحياة في المدينة، ويتضمن ذلك فضلًا عن الجانب العمراني الجانب البيئي، والثقافي، والسياسي، والمؤسسي الاجتماعي والاقتصادي، دون ترك أعباء للأجيال القادمة، هذه الأعباء ناتجة عن استنزاف الموارد الرئيسة، والتوصل إلى المبدأ الذي يقوم على أساس التوازن بين الموارد والطاقة، وكذلك المدخلات والمخرجات المادية، التي تؤدي دورًا مهما في جميع القرارات المستقبلية لتنمية المناطق العمرانية(غضبان، فؤاد،٢٠١٤: ٦٥).

يعد التوسع الحضري السريع غير المخطط والتغيير في الغطاء الأرضي عبئًا ثقيلًا على الموارد البيئية وله عواقب بيئية خطيرة، مثل المناخ المحلي الذي يخلق تأثير جزيرة الحرارة، ومن ثم يزيد الطلب على الطاقة وتكاليف البنية التحتية (Hassaan,M and Khalil,H,2020 :90)، لذا يجب دراسة الأثر البيئي في المدن من أجل الحد والسيطرة على العواقب من أجل تنمية عمرانية مستدامة.

الإطار المكاني:

تقع مدينة إدكو في شمالي محافظة البحيرة عند إلتقاء دائرة عرض ١٨ ' ٣١ ° شمالًا، وخط طول ١٨ ' ٣٠ ° شرقًا، ويحدها من الشمال البحر المتوسط، ومن الشمال الشرقي زمام مدينة رشيد (شكل١)، ومن الشرق مركز رشيد(ناحية الساحل)، ومن الجنوب الشرقي ناحية منشية دبونو بمركز إدكو، ومن الجنوب ناحية ٦ أكتوبر بمركز إدكو، ومن الغرب ناحية المعدية بمركز إدكو، ومن الجنوب الغربي بحيرة إدكو، ويخترق الطريق الدولي الساحلي أراضي المدينة من جهة الشمال، وتبلغ جملة مساحة مدينة إدكو ٦١,١ كم^{٢}، منها ١٢كم^{٢} داخل الحيز العمراني للمدينة، ٤٩,١كم^{٢} بزمامها الزراعي، ويقدر عدد السكان بنحو ١٦٩٢٠٩ نسمة عام ٢٠٢٣م.



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام ArcGIS 10.8 اعتمادًا على قاعدة بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، وخريطة الهيئة العامة للتخطيط العمراني مقياس١: ٥٠٠٠٠.

شكل (١) موقع مدينة إدكو وحيزها العمراني عام ٢٠٢٣م

وتعد مدينة إدكو حاضرة المركز، وهي تبعد عن مدينة دمنهور (قاعدة المحافظة) بحوالي ٤٠ كيلو مترًا، وعن مدينة رشيد بنحو١٩ كيلو مترًا، وعن مدينة الإسكندرية بحوالي ٣٦ كيلو مترًا، وظهرت العلاقة كميًا بينها وبعض المدن القريبة منها من خلال تطبيق معادلة درجة التفاعل[١]، إذ تشير النتائج إلى ارتباط مدينة إدكو ارتباطًا مباشرًا بمدينة الإسكندرية، حيث سجلت أعلى درجة تفاعل بقيمة ٢٦٩٨٣,٥، ويعزى ذلك إلى كبر حجم سكان مدينة الإسكندرية، حيث تعد ثاني أكبر المدن المصرية، وتوسط المسافة بين مدينتي الإسكندرية وإدكو.

مشكلة الدراسة:

تواجة المدينة تحديات بيئية تعيق عملية التنمية العمرانية المستدامة، خاصة مشكلة الجزر الحرارية المؤثرة في صحة الإنسان وراحته، لا سيما التغيرات غير المخططة في الغطاء الأرضي، إضافة إلى النفايات الصلبة التي تزيد من المشكلات البيئية، والصحية، في ظل الزيادة السكانية، كما لمشكلة تلوث الهواء أثر في جودة الحياه، فدمج التخطيط العمراني مع المعايير البيئية يهدف إلى تنمية عمرانية مستدامة.

دراسات سابقة:

تتعدد الدراسات الجغرافية عن موضوع الدراسة، منها دراسة **العمراوى** عام ١٩٩٧[١] وتناولت تلوث المياه، والتربة، والهواء ومشكلة الغذاء في محافظة الدقهلية، ومشكلات

---

[١] **درجة التفاعل = $\frac{\text{س أ+ س ب}}{\text{م}^{٢}} \times ٦,٦٧٤٠٨$**

حيث س أ عدد سكان المدينة الأولى، س ب عدد سكان المدينة الثانية، م٢مربع المسافة بينهما، ٦.٦٧٤٠٨ ثابت يمثل قوة جذب (السعدي، جمال باقر مطلك ، ٢٠٠٧: ٨٩) .

[١] العمراوي، محمد عرفان طه(١٩٩٧): المشكلات البيئية في محافظة الدقهلية دراسة في الجغرافية التطبيقية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة المنصورة.

الزحف العمرانى، والتجريف، والصرف الصحي وعلاقتها بالسكان، ودراسة **الصاوي** عام ٢٠١١[٢] حيث قسم النفايات الصلبة وعرض كميتها على مستوى الجمهورية، ثم خصت الدراسة المخلفات الصلبة الناتجة عن الأنشطة اليومية في مدينة الإسكندرية، وأشار إلى عجز نظم إدارة المخلفات عن تحقيق أهدافها، ودراسة **البغدادي** عام ٢٠١٢[٣]، إذ اهتمت بمشكلات البيئة الحضرية والطبيعية، والتي تشمل تلوث الهواء، والتربة، والمخلفات الصلبة، ومياه الشرب، والصرف الصحى، والتلوث البصرى، وضح **بحيري** عام ٢٠١٤[٤] كمية النفايات الصلبة، ونوعيتها بالقرى السياحية في الغردقة، كما خصص لدراسة وحدة التدوير والمعالجة التابعة لمنتجع الجونة، وتعرض لسبل إدارة النفايات بوحدة المعالجة واقتصادياتها، وقام **مـازن** عام ٢٠١٦ [٥] بدراسة الخصائص الطبيعية وعلاقتها بالتنمية العمرانية بمدينة رشيد والتشخيص البيوميناخي، والملامح الاجتماعية والخصائص العمرانية، إضافة إلى معوقات التنمية العمرانية وتقييم مخطط المدينة.

---

[٢] الصاوي، جيهان أبو بكر محمد(٢٠١١): النفايات الصلبة المنزلية في مدينة الإسكندرية – دراسة في الجغرافيا التطبيقية، رسائل جغرافية،الرسالة ٣٦٨، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الكويت.

[٣] البغدادي، عبدالصاحب ناجي رشيد، وزملاؤه (٢٠١٢): دراسة تحليلية لمشاكل البيئة الحضرية– حالة الدراسة منطقة الثورة في مدينة الحلة، آداب الكوفة، العدد العاشر، المجلد الرابع، جامعة الكوفة.

[٤] بحيري، مسعد السيد أحمد(٢٠١٤): إدارة النفايات الصلبة للقرى السياحية بالغردقة من منظور جغرافى وحدة التدوير والمعالجة بمزرعة الجونة دراسة حالة، دورية الإنسانيات، العدد الثاني والأربعين، كلية الآداب، جامعة دمنهور.

[٥] مازن، حسام الدين حمدي (٢٠١٦): التنمية العمرانية ومشكلاتها في مدينة رشيد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة دمنهور.

وناقش **الرفاعي** عام٢٠١٨ [٦] أهم الجهود المبذولة في مصر للحد من التدهور البيئي، وتأثيره السلبي في المجتمع، ومدى فعالية هذه الجهود في إيجاد بيئة نظيفة لإحداث التنمية المنشودة، كما أوصى بالتقليل قدر الإمكان من الآثار السلبية لتلوث البيئة، وقد بين **عبدالله** عام٢٠٢٣ [٧] أثر النمو العمراني وأنماطه في التلوث البيئي داخل المدينة، وأثر السلوكيات البشرية في ارتفاع معدل التلوث داخل ضواحي المدن، وعرض **محمد** ٢٠٢٣[٨] لملوثات الهواء في مدينة الإسكندرية، ووضع تصنيف تفصيلي لمستويات جودة الهواء كأحد المشكلات البيئية.

أهداف الدراسة:

تهدف الدارسة إلى تحقيق ما يلى:

- تتبع مواقع الجزر الحرارية في مدينة إدكو.
- التعرف على كمية النفايات الصلبة، وكيفية التخلص منها .
- رصد وتقييم التباين المكاني في مستويات جودة الهواء في المدينة وعلاقتها بالمصادر المحتملة للتلوث.

[٦] الرفاعي، صفاء على(٢٠١٨): التحديات البيئية والآفاق المستقبلية للتنمية المستدامة في مصر، مجلة بحوث الشرق الأوسط، العدد ٤٨، مركز بحوث الشرق الأوسط، جامعة عين شمس.

[٧] عبدالله، محمود زايد (٢٠٢٣): المشكلات البيئية المصاحبة للنمو العمراني بضواحي المدن، مجلة كلية الآداب، العدد الثالث والعشرون، جامعة بورسعيد.

[٨] محمد، سيد سعيد مصطفى(٢٠٢٣): التحليل المكاني لجودة الهواء بمحافظة الإسكندرية باستخدام تقنيات الجيوماتكس، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

منهجية الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة تم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي، مع الاستعانة بالمدخلين الموضوعي، والبيئي لدراسة الجزر الحرارية، وكمية النفايات الصلبة، وإدارة التخلص منها، وتقسيم مستويات جودة الهواء، واستخدمت الدراسة أساليب عدة:

أولها: الأسلوب الكمي، حيث تم إجراء معادلة خط الانحدار لتوضيح القيم المعيارية لبعض النقاط العشوائية للملوثات وعلاقتها بالمسافة الأفقية لمصدر التلوث في المدينة باستخدام برنامج Excel، **وثانيها** الأسلوب الخرائطي في تحليل الظاهرات قيد الدراسة، **ثالثتها** أسلوب نظم المعلومات الجغرافية، برنامج ArcGIS10.8، حيث إنشاء قاعدة Geo database تضم المتوسط السنوي لدرجة حرارة السطح في مدينة إدكو في جميع أيام عام ٢٠٢٣، وقيم مؤشر بوين Bowen Ratio للحرارة المحسوسة والحرارة الكامنة، والمسافة الأفقية Euclidean Distance من المصدر المحتمل لتلوث الهواء، إضافة إلى برنامج ArcGIS pro 3.1.5 لبناء نموذج ملاءمة جودة الهواء في المدينة، من أداه Suitability Modeler داخل البرنامج.

واستعانت الدراسة بمنصة Google Earth Engine، في الحصول على المتوسط السنوي لدرجة حرارة السطح في مدينة إدكو في جميع أيام عام ٢٠٢٣م، إضافة إلى ملوثات الهواء في المدينة، وهي ثاني أكسيد النيتروجينNO_2، وثاني أكسيد الكبريتSO_2، والأوزون الأرضي O_3، والعوالق Aerosol، وأول أكسيد الكربونCO، وذلك عن طريق كتابة الأوامر من The Code Editor.

ولتحقيق أهداف الدارسة انتظمت خطتها فى ثلاثة محاور رئيسة تتمثل في الآتي :

- الجزر الحرارية.
- النفايات الصلبة.
- جودة الهواء.

أولًا: الجزر الحرارية

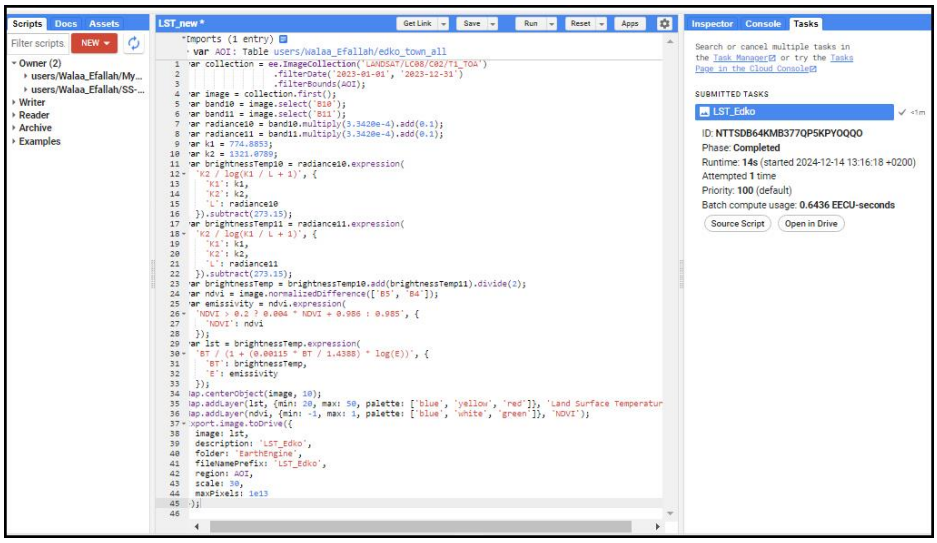
الجزيرة الحرارية الحضرية Urban Heat Island – UHI، هو ارتفاع درجة حرارة السطح في المناطق الحضرية مقارنة بظهيرها الزراعي، مما ينتج ظهور شكل جزر مرتفعة الحرارة داخل نطاق المدينة (حسان، وليد عباس عبدالراضي، ٢٠١٦: ٣٧٥)، حيث يؤثر ارتفاع درجة حرارة السطح داخل المدن في التلوث الجوي، خاصة صحة الإنسان وراحته، وإنتاجيته(Dezso, Z. et al., 2007: 806)، إذ تبدو هذه الظاهرة بسبب الأنشطة البشرية والكثافة العمرانية العالية، مما يؤدي إلى تغييرات في الغطاء الأرضي والمناخ المحلي.

١- منهجية اشتقاق الجزر الحرارية ورصدها:

للحصول على المتوسط السنوي لدرجة حرارة السطح Land Surface Temperature – LST داخل الحيز العمراني لمدينة إدكو عام ٢٠٢٣م، اعتمدت الدراسة على منصة Google Earth Engine[١]، حيث تم كتابة الأوامر المطلوب تنفيذها في المنصة من محرر الكود The Code Editor (شكل٢)، والتي تتلخص فيما يلي:

---

[١] عبارة عن منصة حوسبة تتيح تحليل بيانات الأقمار الصناعية، والبيانات الجغرافية، ومصادر عديدة على نطاق مكاني وزماني واسع، مثل Landsat، وSentinel ، وMODIS، إضافة إلى عديد من المنظمات العلمية والبيئية المختلفة، كما توفر المنصة إمكانية العمل على نظام السحابة Cloud دون الحاجة إلى وحدة تخزين للكم الهائل للبيانات، ولكن يمكن تخزين المنتج النهائي، وهناك عدة طرق للتفاعل مع المنصة، منها محرر الكود The Code Editor، وهو بيئة تطوير متكاملة قائمة على تطبيقات JavaScript، ويتطلب تسجيل الدخول باستخدام حساب Google للوصول لها، ومن ثم تصميم العمل المطلوب، إذ يجعل العمليات الجغرافية المكانية المعقدة سهلة وسريعة.



المصدر : code.earthengine.google.com.

شكل (٢) واجهة محرر الكود The Code Editor من داخل منصة Earth Engine Google لإنشاء خريطة درجة حرارة السطح LST في مدينة إدكو عام ٢٠٢٣م

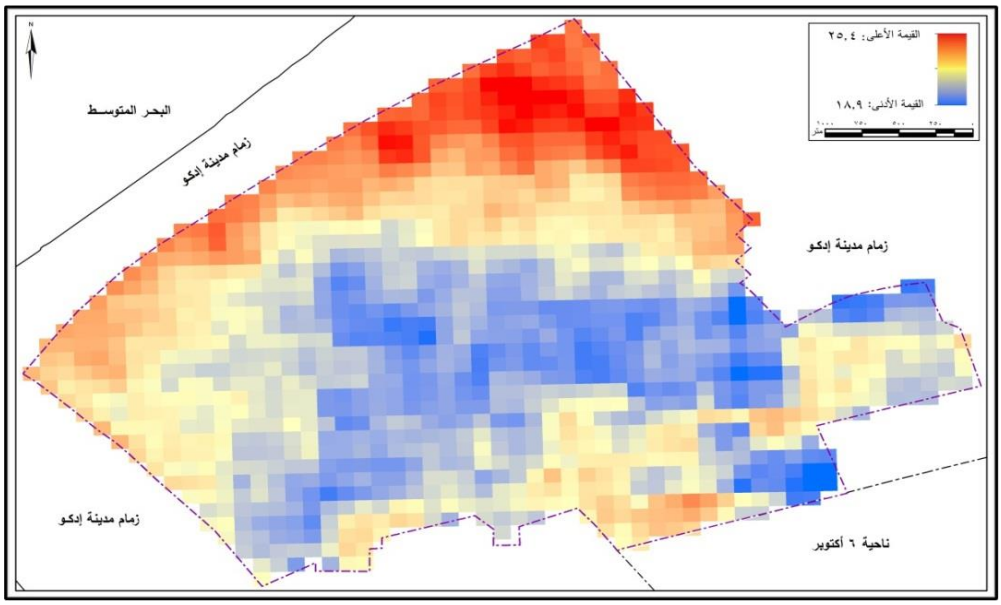
- تحميل بيانات القمر الصناعي LANDSAT8.
- تحديد النطاق الزمني ٢٠٢٣/١/١حتى٢٠٢٣/١٢/٣١م، وتخصيص منطقة الدراسة AOI.
- اختيار أوضح مرئية فضائية تخلو من السحب، تم اختيار المرئية الفضائية بتاريخ ٢٠٢٣/١/١٠م.
- اختيار النطاق الحراري thermal band، المتمثل في نطاقين Band10، band11.
- تحويل الأرقام المسجلة بواسطة المستشعر Digital Number إلى Radiance ، وهو يعبر عن كمية الطاقة الإشعاعية التي تصل إلى المستشعر.
- حساب درجة الحرارة الساطعة Brightness Temperature.
- حساب متوسط درجة الحرارة الساطعة بين النطاقين(Band10،Band11).

- تحويل الناتج إلى درجة حرارة مئوية.
- تقدير معامل الانبعاثية من مؤشر الغطاء النباتي NDVI، ثم حساب درجة حرارة سطح الأرض LST.
- عرض نتائج درجة حرارة السطح على الخريطة، وتصديرها Export Map إلى Google Drive بصيغة GeoTIFF.

٢- الجزر الحرارية العكسية:

بعد الحصول على البيانات وعرضها داخل برنامج ArcGIS10.8، يمكن التعرف على المتوسط السنوي لدرجة حرارة سطح مدينة إدكو، إذ يظهر من شكل (٣) تسجيل أقصى درجة حرارة بسطح المدينة داخل الحيز العمراني فوق غطاء الأرض الرملية بشمالي الحيز العمراني، وشمالها الشرقي بقيمة ٢٥,٤ درجة مئوية، في حين سجلت درجة الحرارة الدنيا بالمدينة في سطح غطاء الأرض الزراعية بجنوب شرقي الحيز العمراني(١٨,٩ درجة مئوية)، وبعض المناطق المتفرقة بوسط الكتلة المبنية، مع ملاحظة الارتفاع التدريجي لدرجة الحرارة من وسط الكتلة المبنية إلى أطرافها ناحية الشمال لتتكون الجزيرة الحرارية فوق غطاء الأرض الرملية في أطراف الحيز العمراني للمدينة في الشمال الشرقي، والشمال، حيث ارتفاع الألبيدوAlbedo[1] وهو ما يخالف المتوقع في المدن، وهو ما يمكن تسميته بالجزر الحرارية العكسية.

[1] يتفاعل غطاء الأرض/استخدام الأرض مع الإشعاع الشمسي بالتشتت والانعكاس والامتصاص، وعند زيادة التشتت والانعكاس يقل مقدار الطاقة الممتصة التي ترفع درجة حرارة السطح فيتكون الألبيدو(حسان، وليد عباس عبدالراضي، ٢٠١٣: ٧١١)، وتعد غطاء الأرض الرملية(بعد الغطاء الجليدي) من الأسطح الأكثر انعكاسًا للإشعاع الشمسي(Liang,S., 2004:534)



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج ArcGIS10.8، اعتمادًا على الكود المكتوب داخل منصة Google Earth Engine، والبيانات الواردة منه.

شكل (٣) درجة حرارة سطح مدينة إدكو على عام ٢٠٢٣م

وربما أسهم موقع المدينة وطبوغرافيتها في ظهور الجزيرة الحرارية العكسية، فالموقع الساحلي للمدينة، أدى إلى تأثرها بنسيم البحر، كما لاتجاه الرياح الشمالية الغربية السائدة أثر لا يمكن التغافل عنه، خاصة مع انتشار المباني منخفضة الارتفاع التي لا تتجاوز الطوابق الخمسة، كما ساهمت طبوغرافية سطح الكتلة المبنية الواقعة فوق تبه (أقصى ارتفاع بلغ ٣٢متر) في ظهور الجزيرة الحرارية العكسية خارج الكتلة المبنية.

ويمكن تتبع مواقع الجزر الحرارية في مدينة إدكو، ووصف تأثير الجزيرة الحرارة الحضرية كميًا، من حساب مؤشر تباين المجال الحراري الحضري UTFVI، باستخدام المعادلة التالية(Renard, F.,et al.,2019:14):

$$UTFVI = (Ts - Tmean) / Ts$$

حيث Ts= درجة حرارة السطح

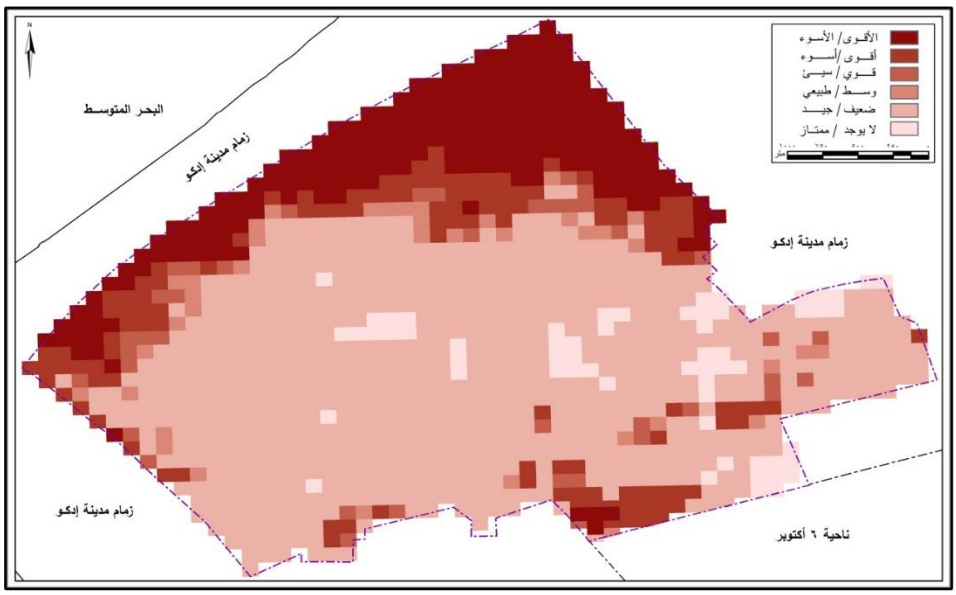
Tmean= متوسط درجة حرارة السطح

ويتبين بعد ذلك إمكانية تقسيم الجزر الحرارية إلى ستة مستويات، تتماشى مع ستة مستويات للتقييم البيئي، مع تبيان أسبابها على النحو التالي(جدول١، شكل٤):

جدول (١) قيم مؤشر تباين المجال الحراري الحضري والتقيم البيئي في مدينة إدكو عام ٢٠٢٣م

قيمة المؤشر	الجزيرة الحرارية	التقييم البيئي	المساحة	% من الجملة
أقل من صفر	لا يوجد None	ممتاز Excellent	٠,٥	٤,٢
٠، لأقل من ٠,٠٠٥	ضعيف Weak	جيدGood	٧,٣	٦٠,٨
٠,٠٠٥ ، لأقل من٠,٠١	وسط Middle	طبيعيNormal	٠,٤	٣,٣
٠,٠١، لأقل من ٠,٠١٥	قوي Strong	سيئ Bad	٠,٤	٣,٣
٠,٠١٥، لأقل من ٠,٠٢	أقوى Stronger	أسوء Worse	١,٢	١٠,١
٠,٠٢ فأكثر	الأقوى Strongest	الأسوء Worst	٢,٢	١٨,٣

المصدر:(Liu, L., Zhang, Y. ,2011: 1549).



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج ArcGIS10.8، اعتمادًا على شكل (٣)، وتطبيق معادلة مؤشر UTFVI من أداة Raster Calculator.

شكل (٤) قيم مؤشر تباين المجال الحراري الحضري UTFVI والتقيم البيئي في مدينة إدكو عام ٢٠٢٣م

- عدم وضوح الجزيرة الحرارية في مدينة إدكو، حيث استأثرت بمساحة ٧,٣كم٢، وهو ما يعادل ثلاثة أخماس من جملة مساحة الحيز العمراني، ويشير ذلك إلى تقييم بيئي جيد، إذ تجلت بوضوح في أغلت أرجاء الكتلة المبنية، بالرغم من توفر مقومات تكونها في الكتلة المبنية مثل ضيق عرض الشوارع، وانتشار الورش والمنشآت الصناعية، مع كثافة حركة المركبات على الطرق الرئيسة.
- انتفاء ظهور الجزر الحرارية في مساحة لا تتعدى ٠,٥كم٢، إذ بدت متناثرة في وسط المدينة، كما وضحت في جنوب شرقي المدينة، حيث غطاء الأرض الزراعية داخل حدود الحيز العمراني، ومرد ذلك إلى رطوبة تربتها التي تساعد في عدم الاحتفاظ بدرجة الحرارة، فالإشعاع الشمسي المكتسب في غطاء الأرض الزراعية يتم استهلاكه في التبخر والنتح، إذ يتحول إلى حرارة كامنة داخل جزيئات بخار الماء ليس له مردود حراري (Weng, Q., 2003: 557).
- تساوي النسبة بين الجزر الحرارية المتوسطة، والقوية، إذ شكلت ٣,٣٪ من جملة مساحة الحيز العمراني لكل منهما، وبرزت بوضوح محاطة بالجزر الحرارية الضعيفة، في جنوب الكتلة المبنية، وشرقها، وشمالها الغربي.
- ظهور جزر حرارية أقوى في عُشر مساحة الحيز العمراني، مما يشير إلى تقييم بيئي أسوء، حيث تجلت بوضوح في جنوب المدينة عند شركه مضارب رشيد للأرز بمنطقة الإصلاح الزراعي، إضافة إلى ظهورها على طريق الطابية/ رشيد، وشارعي جمال عبدالناصر جنوبي الكتلة المبنية حيث زيادة كثافة حركة المركبات، والمصيف بالغرب، كما وضحت عند غطاء الأرض الرملية في شمال المدينة، وشمالها الشرقي، وشمالها الغربي، فضلًا عن الشرق، بسبب قدرة الرمال على الاحتفاظ بدرجة الحرارة بشكل أكبر من الأسطح الأخرى، إذ ساهم في ظهورها ارتفاع الألبيدو Albedo.

- سطوع المستوى الأقوى من الجزر الحرارية في مساحة بلغت ٢,٢ كم٢، وهو ما يوازي ١٨,٣٪ من جملة مساحة الحيز العمراني، في أقصى شمال المدينة، وشمالها الشرقي، وشمالها الغربي، حيث منطقة التوسع العمراني، إضافة إلى جزيرة حرارية في جنوبي الكتلة المبنية للمدينة بالمدخل الجنوبي، ويعزي ذلك إلى كثافة حركة المركبات بالقرب من مجمع مواقف إدكو.

ومما لا شك فيه بروز درجة الحرارة الأعلى في غطاء الأرض المبنية مقارنة بنظيرتها الأرض الزراعية، إذ تمتص مواد البناء الإشعاع الشمسي فتكتسبها، ثم تعيد بثها، فترتفع درجة الحرارة المحسوسة، أما غطاء الأرض الزراعية فيتم استهلاك جزء من الإشعاع الشمسي في التبخر والنتح، حيث يتحول إلى حرارة كامنة.

وثمة علاقة تربط ظهور الجزر الحرارية بدرجة الحرارة المحسوسة، والحرارة الكامنة، فكلما اشتدت الجزر الحرارية زادت قيمة درجة الحرارة المحسوسة على الحرارة الكامنة، إذ يوضحها مؤشر بوين Bowen Ratio(١)، وهو ناتج قسمة تدفق الحرارة المحسوسة على تدفق الحرارة الكامنة، وعندما يكون الناتج بقيمة ٥ فأكثر في غطاء الأرض المبنية فإنه يدل على أن تدفق الحرارة المحسوسة داخل المدينة تماثل خمسة أمثال تدفق الحرارة الكامنة، في حين يمثل غطاء الأرض الزراعية الضعف على أقصى تقدير، حيث تتراوح قيمة المؤشر بين٠,٥ ، ٢ (Oke, T.R., 1999: 3921).

واستعانت الدراسة بمنصة Google Earth Engine في حساب درجة الحرارة المحسوسة، والحرارة الكامنة، ثم تطبيق مؤشر بوين Bowen Ratio على مدينة إدكو

---

(١) $B = Q_H / Q_E$

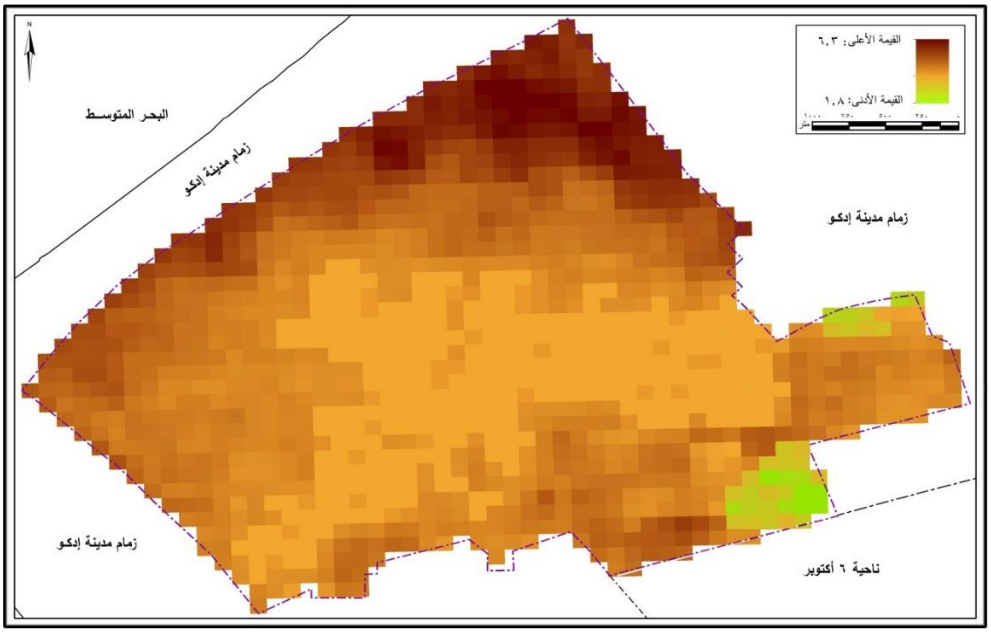
B= مؤشر بوين.

Q_H = الحرارة المحسوسة.

Q_E = الحرارة الكامنة. (Oke, T.R., 1999: 3921).

(شكل٥)، حيث أوضحت النتائج ارتفاع قيمة المؤشر في غطاء الأرض المبنية، والرملية، مع ملاحظة تسجيل أقصى قيمة له بغطاء الأرض الرملية(٦,٣)، في حين بلغت قيمة المؤشر في غطاء الأرض المبنية (٥)، ويدل ذلك على أن تدفق الحرارة المحسوسة داخل الكلتة المبنية لمدينة إدكو يبلغ أكثر من خمسة أمثال تدفق الحرارة الكامنة.

على الرغم من عدم رصد مستوى جزيرة حرارية قوية داخل الكتلة المبنية، فإن درجة الحرارة المحسوسة داخل الكتلة المبنية تعادل خمسة أمثال درجة الحرارة الكامنة، وعليه يمكن استقراء الوضع المستقبلي، وهو خطر تكون جزيرة حرارية داخل الكتلة المبنية، إذ تهيئت الظروف لتكون جزيرة حرارية قوية وتوغلها نحو قلب المدينة.



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادًا على منصة Google Earth Engine.

شكل (٥) قيم مؤشر بوين Bowen Ratio للحرارة المحسوسة والحرارة الكامنة في مدينة إدكو عام ٢٠٢٣م

ثانيًا: النفايات الصلبة

تعد النفايات الصلبة من التحديات التي تواجهه المدينة أثناء عملية التنمية، فسوء إدارة التخلص من النفايات الصلبة (بجميع أنواعها) في ظل زيادة الكمية المنتجة مع النمو السكاني المستمر، يترتب عليه آثار بيئية وصحية.

ومن أجل تخطيط فعال للتعامل مع النفايات الصلبة وإدارة كيفية التخلص منها بشكل آمن للبيئة والسكان، لتعزيز جودة الحياة، ودعم التنمية المستدامة، تعرض الدراسة الكمية المنتجة من النفايات الصلبة، والنظام المتبع في إدارة التخلص منها بكافة أنواعها، على النحو التالي:

١- كمية النفايات الصلبة:

بلغت الكمية المنتجة من النفايات الصلبة من شوارع مدينة إدكو ١٥٢ طن / يوم عام٢٠٢٣م كحد أقصى[١]، ويقدر نصيب الفرد من النفايات الصلبة المنتجة بحوالي ٠,٩كيلو جرام/ اليوم، وهذه الكمية تزيد على متوسط نصيب الفرد من النفايات الصلبة المنتجة في الجمهورية، والمقدرة بنحو ٠,٧ كيلو جرام / للفرد في اليوم الواحد(WBG,20244).

ويتوفر في شوارع مدينة إدكو عدد ٤٠ صندوق لجمع النفايات البلدية الصلبة، منها ٣٠ صندوق بمساحة واحد متر مكعب للصندوق الواحد، إضافة إلى ١٠ صناديق مساحة الصندوق الواحد ٠,٧٥ متر مكعب، ومن ثم فإن جملة الصناديق المخصصة لجمع

[١] **الوحدة المحلية لمركز ومدينة إدكو، إدارة شئون البيئة.**

النفايات الصلبة من الشوارع لا تكفي لتعبئة سوى نسبة ٨,٦٪[٢] فقط من جملة الكمية المنتجة في اليوم الواحد بالمدينة، ويتركز توزيعها في الشوارع الرئيسة بالمدينة، مثل جمال عبدالناصر بجنوبي المدينة، والجلاء(البحر) في وسط المدينة، وشارع بورسعيد، وشارع مسجد نمرة، وصلاح سالم، وطريق الملح في الشرق، وسعد زغلول، وشرق المصيف.

٢- التخلص من النفايات الصلبة:

تهتم الوحدة المحلية بالمدينة بجمع النفايات الصلبة من شوارع المدينة، إذ تجوب ١٨ سيارة في شوارعها، بما يعادل ثلاثة أرباع أعداد السيارات المخصصة لجمع القمامة في المركز بأكمله، سعة السيارة الواحدة ٤طن، كما يتوفر مكبسين، فيتم نقل النفايات إلى مصنع تدوير المخلفات[٣] بجنوب شرقي المدينة، وبالرغم من قدرة المصنع العالية على استيعاب المخلفات الصلبة، فإنه ظهرت المخلفات متجمعة ومتراكمة في الشوارع، وفي المقالب العشوائية(صورة١)، وربما سببه تقصير من الجهة المعنية بإرسال السيارات المخصصة لتجميع النفايات بصورة دورية، ولقلة أعدادها بالمدينة.

[٢] تم تحويل الكمية المنتجة من النفايات الصلبة في اليوم الواحد من وحدة (طن) إلى (متر مكعب)، باعتبار النفايات الصلبة ذات كثافة متوسطة، ومن ثم فإن جملة الكمية المنتجة في مدينة إدكو تساوي ٤٣٤,٣ متر مكعب.

[٣] يخدم مصنع تدوير المخلفات أربعة مراكز، هي إدكو، ورشيد، والمحمودية، وكفر الدوار، وتقدر الطاقة الإنتاجية للمصنع ٥٠٠ طن/يوم (موقع خريطة مشروعات مصر-egy map.com/project).

صورة(١) تراكم القمامة في شارع الجمهورية بمنطقة وسط مدينة إدكو عام ٢٠٢٣

ويقوم مصنع تدوير المخلفات(صورة٢) بفرز كافة المخلفات واستخراج ما يصلح لتصنيع السماد العضوي، وينتج عن المصنع مخلفات(ورقية، زجاج، معادن،...) يمكن أن تدخل في عملية إعادة التدوير مرة أخرى، لذلك يتم بيعها للمهتمين بإعادة تدوير تلك المواد، وينتج من المصنع مخلفات مرفوضة يلزم التخلص منها بشكل آمن للحد من الانبعاثات الملوثة.

صورة (٢) مصنع تدوير المخلفات جنوبي مدينة إدكو عام ٢٠٢٣م

وفي إبريل ٢٠٢٣م قامت الوحدة التنفيذية لإدارة قطاع المخلفات التابعة لوزارة التنمية المحلية، بنقل المخلفات المتراكمة بمدينة إدكو بما يزيد على ٢٠٠ألف طن، إلى المدفن الصحي الآمن في مدينة بدر (www.youm7.com).

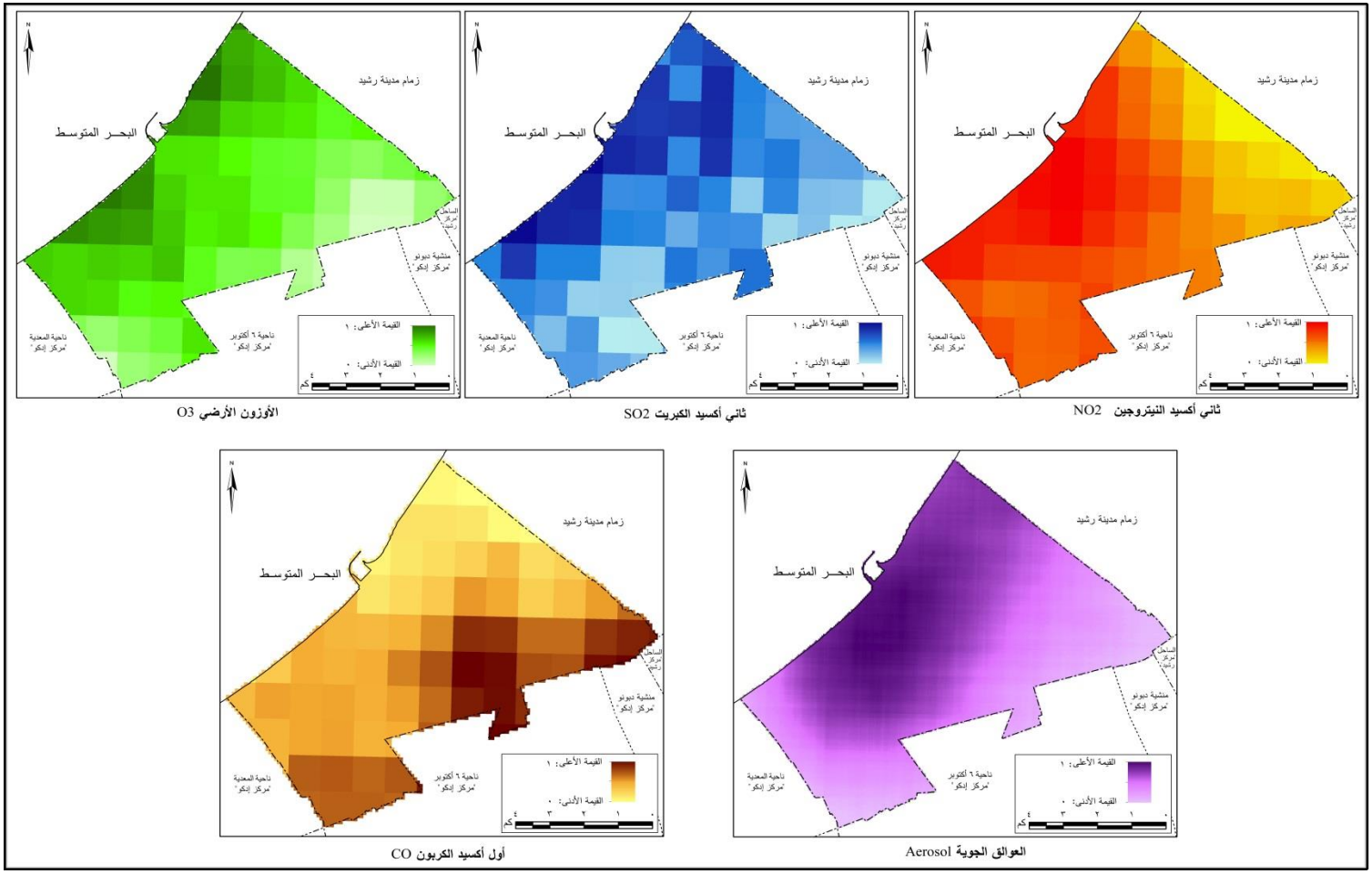
ثالثًا: جودة الهواء

تعد جودة الهواء من المؤثرات في جودة الحياه باعتبارها أحد أبعاد التنمية العمرانية المستدامة(Molina., N.,I., et al., 2021: 1029)، كما تهدف إلى دمج التخطيط العمراني مع المعايير البيئية للحد من تلوث الهواء المؤثر في جودة الحياه، لذلك اهتمت الدراسة بجودة هواء المدينة، أي خلو مكونات الهواء من الغازات الضارة والعوالق أو انخفاض نسبة تركزها للحد المسموح به، ومدى ارتباط توزيع الغازات الضارة بمصادر الملوثات.

١- منهجية دراسة جودة الهواء:

استعانت الدراسة بمنصة Google Earth Engine للحصول على بيانات ملوثات الهواء في المدينة، وهي ثاني أكسيد النيتروجينNO_2، وثاني أكسيد الكبريتSO_2، والأوزون الأرضي O_3، والعوالق Aerosol، وأول أكسيد الكربونCO، وذلك عن طريق كتابة الأوامر من The Code Editor، لاستدعاء بيانات عناصر تلوث الهواء لمنطقة الدراسة من القمر الصناعي، ثم حساب متوسط جميع أيام عام ٢٠٢٣م، وعرض الخريطة، يليها حفظها وتصديرها Export إلى وحدة تخزين Google Drive.

ولتبيان مدى تركز قيم ملوثات الهواء في المدينة، اعتمدت الدراسة على تحويل قيم ملوثات الهواء إلى قيم معيارية تتراوح بين (٠، ١)، عن طريق تطبيع بيانات Normalizationملوثات الهواء في المدينة (شكل٦)، من أدة Raster Calculator داخل برنامج ArcGIS10.8، لسهولة المقارنة وإيجاد العلاقة بين مدى تركز ملوثات الهواء مع قربها من المصادر المحتملة للتلوث.



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج ArcGIS10.8، اعتمادًا على بيانات منصة Google Earth Engine، حيث تم كتابة أكواد كل عنصر من عناصر تلوث الهواء من The Code Editor، ثم الحفظ والتصدير Exportإلى Google Drive، ومن ثم تطبيع بيانات Normalization عناصر تلوث الهواء، لتكون قيم معيارية تتراوح بين (٠، ١)، باستخدام المعادلة التالية: (X–Min)/(Max–Min) من أمر Raster Calculator.

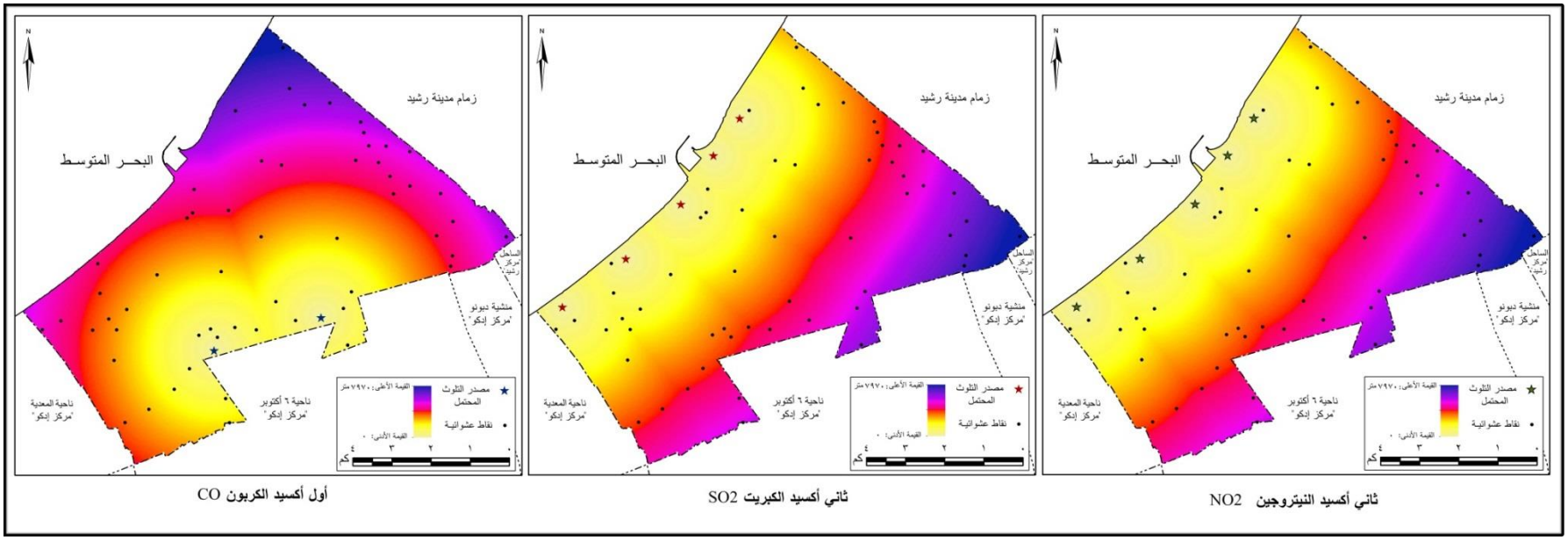
شكل (٦) القيم المعيارية لعناصر ملوثات الهواء في مدينة إدكو عام ٢٠٢٣م

٢- العلاقة بين القيمة المعيارية لملوثات الهواء والمصدر المحتمل:

تم تحديد المصادر المحتملة في تسبب زيادة ثاني أكسيد النيتروجين(NO_2)، وثاني أكسيد الكبريت (SO_2) على هيئة نقاط داخل برنامج ArcGIS10.8، موزعة نقطة عند مصنع إدكو لإسالة الغاز الطبيعي، ونقطة عند شركة رشيد للبترول، وثلاث نقاط عشوائية عند الطريق الدولي الساحلي شمالي المدينة، ونقطتين لتحديد مسبب التلوث بأول أكسيد الكربون(CO)، أولهما عند مصنع تدوير المخلفات، والأخرى عند مجمع مواقف إدكو بجنوبي المدينة، ثم بعد ذلك إيجاد المسافة الأفقية Euclidean Distance للمصادر المحتملة المتسببة في تلوث الهواء(شكل٧).

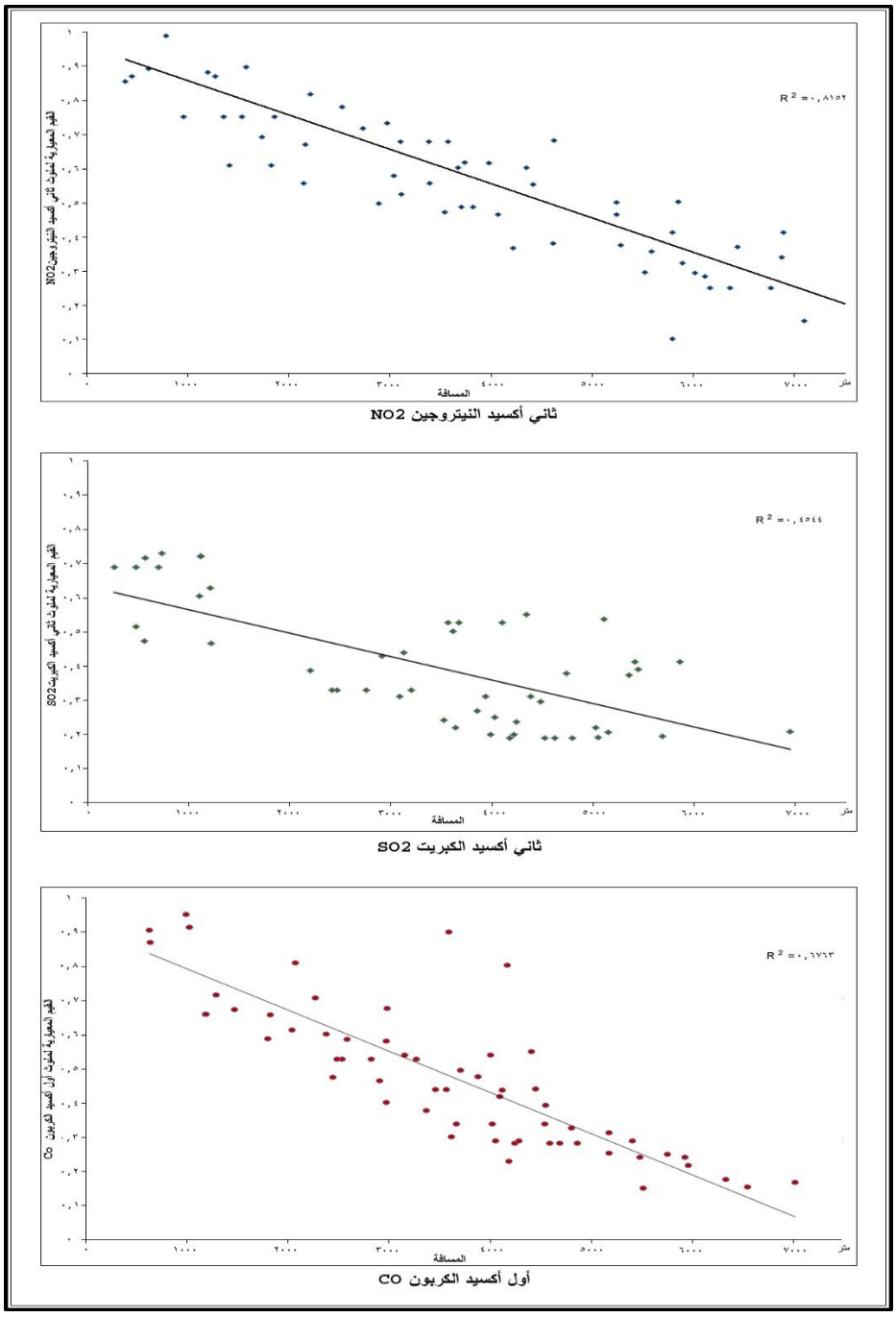
إضافة إلى تحديد مجموعة نقاط عشوائية داخل أرجاء حدود المدينة، من أمر Random Point، الفاصل المكاني ١٥٠متر، لاستخراج بيانات وصفية لكل نقطة من خريطة القيمة المعيارية لعنصر ملوث الهواء، وقيمة المسافة الأفقية للمصدر المحتمل المتسبب في تلوث الهواء من أمر Extract Multi Values to Points ، ثم تحويل البيانات الوصفية من Conversion Tool إلى برنامج Excel.

وباعتبار المسافة الأفقية للمصدر المحتمل لعناصر ثاني أكسيد النيتروجين(NO_2)، وثاني أكسيد الكبريت(SO_2)، وأول أكسيد الكربون(CO) (متغير مستقل)، والقيمة المعيارية لعنصر ملوث الهواء(متغير تابع)، يمكن إعداد معادلة خط الانحدار لتحديد العلاقة وتلخيص نتائجها على النحو التالي(شكل٨):



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج ArcGIS10.8 اعتمادًا على توقيع مصادر التلوث المحتملة لعناصر تلوث الهواء، ثم قياس المسافة الأفقية من أمر Euclidean Distance، وبعد ذلك اختيار ٥٠ نقطة بشكل عشوائي من أمر Random Point، من أجل استخراج قيم المسافة الأفقية من مصدر التلوث المحتمل، إضافة إلى القيم المعيارية لعناصر تلوث الهواء من أمر Extract Multi Values to Points، فيكون الناتج جدول بيانات وصفية Attribute Table في النقاط العشوائية المختارة.

شكل(٧) المسافة الأفقية من المصدر المحتمل للتلوث وبعض النقاط العشوائية المختارة لقياس العلاقة بين المسبب في التلوث والقيمة المعيارية لعناصر تلوث الهواء في مدينة إدكو عام ٢٠٢٣م



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادًا على نتائج البيانات الوصفية Attribute Table من شكل (٦).

شكل (٨) العلاقة بين القيمة المعيارية للملوثات والبعد عن المصادر المحتملة لها بمدينة إدكو عام ٢٠٢٣م

- تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين(NO_2) ناحية شمال المدينة، لارتفاع القيمة المعيارية، وتوغل تلوث الهواء به إلى شمال الكتلة المبنية وشرقها، إذ ينتج عن احتراق وقود المصانع، والسيارات، حيث ثبتت العلاقة العكسية القوية بين ارتفاع القيمة المعيارية لكمية ثاني أكسيد النيتروجين، وقصر المسافة الأفقية للمصدر المحتمل (مصنع إدكو لإسالة الغاز الطبيعي، وشركة رشيد للبترول، والطريق الدولي الساحلي شمالي المدينة)، إذ بلغت قيمة معامل التقدير (R^2) ٠,٨.

- ارتفاع القيمة المعيارية لغاز ثاني أكسيد الكبريت(SO_2) صوب شمال المدينة، وبالقرب من خط الساحل، إذ يرتبط ظهوره باحتراق الوقود، وصناعة الأسمدة الفوسفاتية، كما يظهر في طبقات الجو العليا ويتحد مع بخار الماء مكونًا حمض الكبريتيك الذي يؤثر سلبًا في البيئة والصحة العامة (محمد، سيد سعيد مصطفى، ٢٠٢٣: ٦٢)، وقد تحققت علاقة ارتباط عكسية متوسطة بقيمة (٠,٦٧) بين القرب من مصادر التلوث المحتملة، وارتفاع القيمة المعيارية لغاز ثاني أكسيد الكبريت(قيمة معامل التقدير= ٠,٤٥).

ويشير ما سبق إلى توفر مسببات التلوث الأخرى في المدينة، يرجح أن تكون مصنع تدوير المخلفات، ومحطة معالجة الصرف الصحي(صورة٣)، ومصنع إنتاج الألواح الخشبية بجنوبي الكتلة المبنية (صورة٤).

صورة(٣) محطة معالجة الصرف الصحي بجنوب مدينة إدكو عام ٢٠٢٣م

صورة (٤) مصنع إنتاج الألواح الخشبية بجنوبي شرقي الكتلة المبنية لمدينة إدكو عام ٢٠٢٣

- تباين القيم المعيارية لغاز أول أكسيد الكربون في أرجاء المدينة، حيث بدى بوضوح ارتفاع القيمة في جنوبها، وأكدت الدراسة على العلاقة العكسية القوية(-٠,٨) بين ارتفاع قيمة الملوث (غاز أول أكسيد الكربون)، وقصر المسافة الأفقية للمصدر المحتمل(مصنع تدوير المخلفات، ومجمع مواقف إدكو)، إذ بلغت قيمة معامل التقدير(R^2) ٠,٦٧، ومن ثم تأثيره في جودة الهواء.

وينشأ الأوزون الأرضي (O_3) من التفاعل الكميائي للإشعاع الشمسي(الضوء) مع جزيئات ثاني أكسيد النيتروجين والهيدروكربونات المتطايرة (Griffin, R., 2007 :16)، إذ يؤثر في جودة الهواء، وصحة الإنسان، خاصة الجهاز التنفسي، حيث أضافته الدراسة ضمن الملوثات المؤثرة في جودة الهواء بمدينة إدكو، إذ يتبين تركز توزيع القيم المعيارية المرتفعة في شمال المدينة، وشمالها الشرقي، ويمتد الارتفاع في أغلب أنحاء الكتلة المبنية.

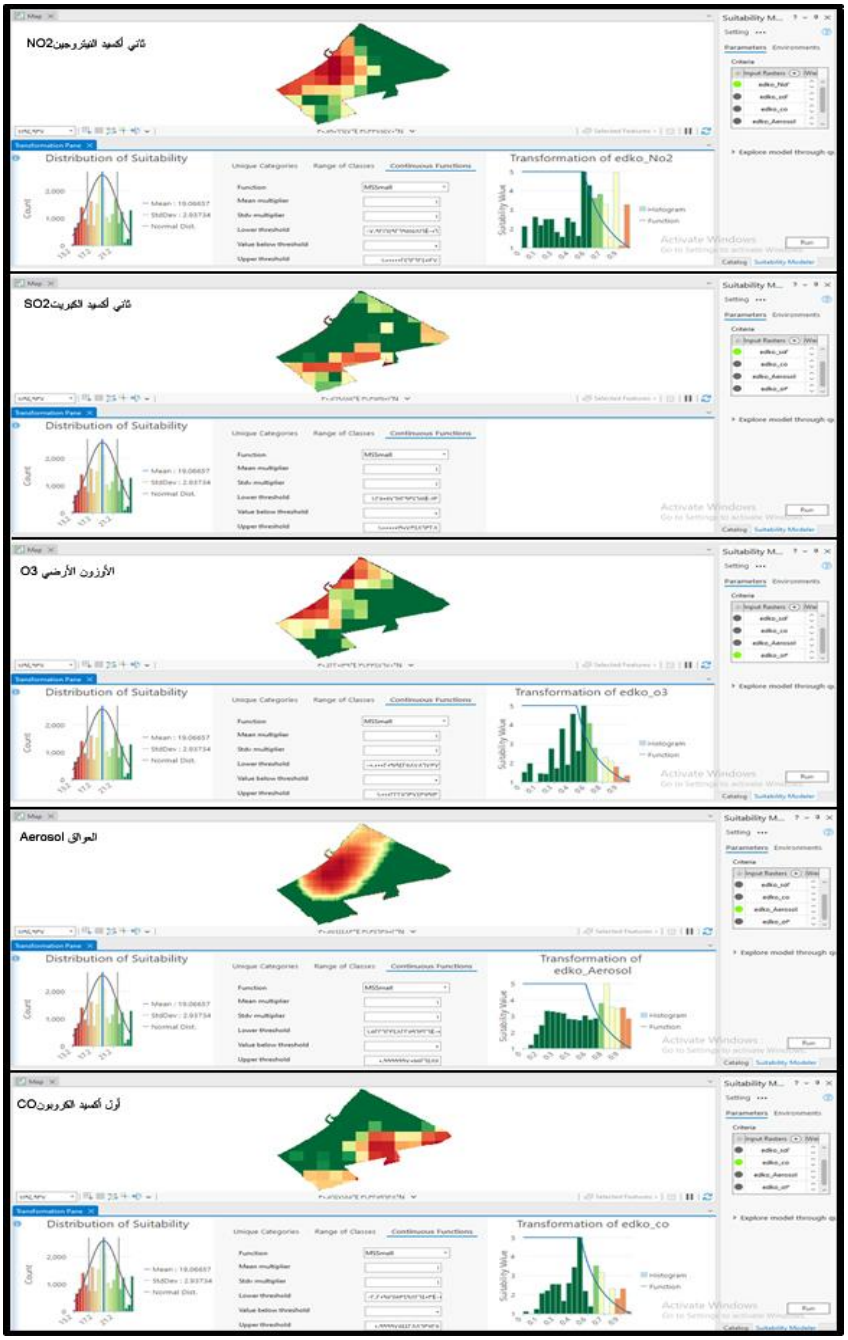
وتؤثر العوالق في جودة الهواء الخارجي، ولا سيما ارتباطه بالمشكلات الصحية(Cesar, I., A., et al., 2019:2) ، لذلك اتخذته الدراسة ضمن الملوثات المؤثرة في جودة الهواء، حيث أكدت الدراسة على ارتفاع القيم المعيارية لتلوث الهواء بالعوالق Aerosol في أنحاء الكتلة المبنية للمدينة، وتنتشر بوضوح في مناطق غطاء الأرض الرملية بالمدينة، ويعد نشأتها إما لأسباب طبيعية عن طريق حركة الرياح وسرعتها، أو ناتجة عن الأنشطة البشرية من احتراق وقود السيارات، أو الوقود المنزلي، وحرق النفايات، والمصانع.

٣- ملاءمة جودة الهواء في مدينة إدكو:

اعتمدت الدراسة على أداه Suitability Modeler داخل برنامج ArcGIS pro 3.1.5 لبناء نموذج ملاءمة جودة الهواء في المدينة، حيث تم إدخال الخمس طبقات Raster (المعايير) لملوثات الهواء داخل البرنامج، ثم إضافة الطبقات Add Data داخل Suitability Modeler، ومن Setting يتم اختيار شكل المعايير Criteria، وهي معايير فردية، ثم اختيار فئات الملاءمة من Set Suitability Scale، لتكون ١ ، ٥، بحيث قيمة (١) المناطق الأعلى تلوثًا، وقيمة (٥) المناطق الأقل تلوثًا.

ثم اختيار النسبة المئوية Percent لتحديد الوزن النسبي للمعايير، حيث فرضت الدراسة تساوي الوزن النسبي لملوثات الهواء لتحديد ملاءمة جودته، أي كل ملوث من

العناصر الخمسة يسهم بشكل متساوٍ، ثم عمل تحويل للمعايير الخمسة من Transformation Method لكل معيار على حد (شكل٩)، ثم بعد ذلك بناء نموذج الملاءمة بالضغط على Run.



المصدر: عمل الباحثين باستخدام باستخدام أداه Suitability Modeler داخل برنامج ArcGIS pro 3.1.5.

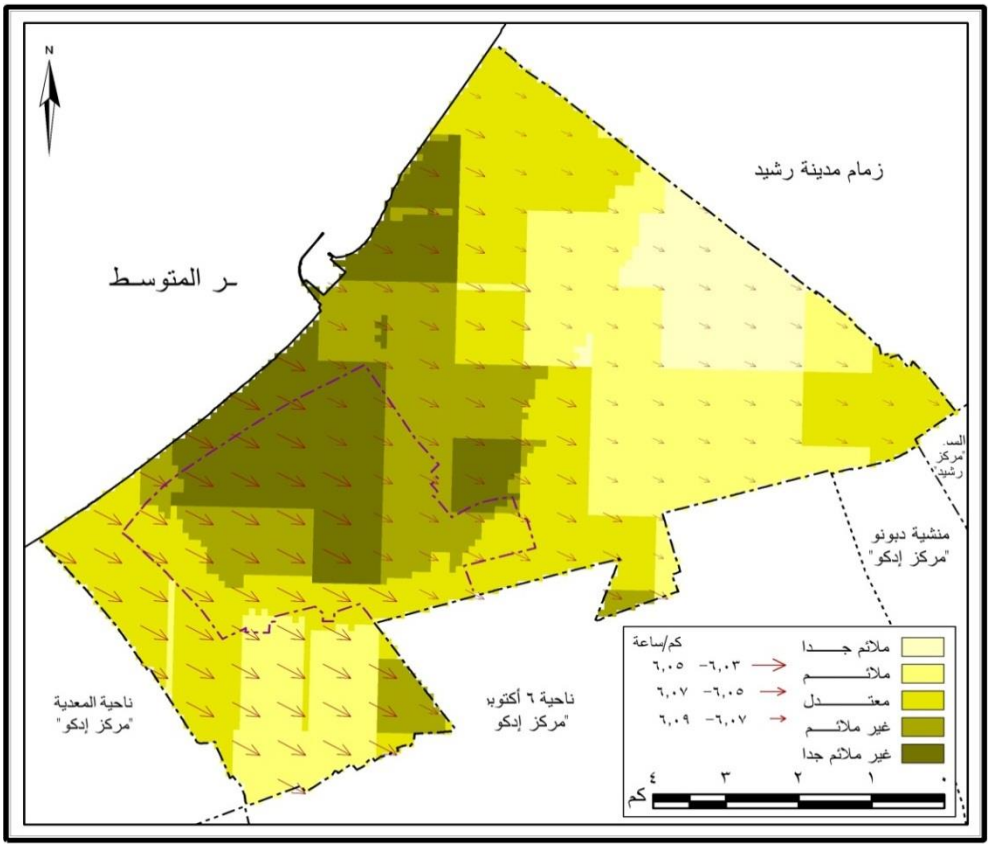
شكل (٩) الوزن المتوسط لقيم ملوثات الهواء في مدينة إدكو عام ٢٠٢٣م

وبعد الحصول على نموذج الملاءمة لملوثات الهواء في المدينة بنظام Raster، تم عمل إعادة تصنيف بأمر Reclassify، وبطريقة Natural Break، لتكون فئات متساوية، ومن جدول(٢)، وشكل(١٠) يمكن تقسيم جودة الهواء في مدينة إدكو إلى ما يلي:

جدول(٢) مساحة مستوى جودة الهواء ونسبتها في مدينة إدكو عام ٢٠٢٣م

جودة الهواء	المساحة (كم^2)	% من جملة المساحة
ملائم جدًا	٤,٦	٧,٥
ملائم	١٦,٢	٢٦,٥
معتدل	٢٠,٦	٣٣,٧
غير ملائم	٩,٨	١٦,١
غير ملائم جدًا	٩,٩	١٦,٢
الجملة	٦١,١	١٠٠

المصدر: حساب الباحثين اعتمادًا على برنامج برنامج ArcGIS pro 3.1.5.



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج ArcGIS pro 3.1.5، اعتمادًا على نتائج أداه Suitability Modeler، وتم تنفيذ اتجاهات الرياح اعتمادًا على قيمة متوسط سرعة الرياح (كم/ ساعة) واتجاه الرياح بالدرجة المئوية لمحطات رأس التين، والنزهة، ورشيد، ودمنهور، وعمل interpolation من قائمة Spatial Analyst Tool واختيار Kriging، ثم عمل Extract by mask ، ثم اختيار أمر create fishnet من data management لعمل شبكة موضع السهم، ثم Extract Multi values to points لاستخراج قيم اتجاه الرياح وسرعتها من خريطتين بنوع Raster، ثم أمر Symbology لاختيار شكل السهم ودورانه حسب قيمة درجة اتجاه الرياح.

شكل (١٠) مستويات جودة الهواء في مدينة إدكو عام ٢٠٢٣م

- سيادة الهواء المعتدل في ثلث مساحة المدينة، ويظهر بوضوح في أقصى الشمال الشرقي لزمام المدينة، وإلى غرب الحيز العمراني للمدينة، كما تجلت في جنوب الكتلة المبنية، وغربها بمساحة ٥كم^{٢} داخل الحيز العمراني للمدينة، وهو ما يزيد على خمسي مساحة الحيز العمراني.

- بدت جودة الهواء الملائم في أكثر من ربع مساحة المدينة، وبرزت في شرقي زمام المدينة، وجنوبها الغربي، إذ تسودها الأرض الزراعية وبعدها عن مصار تلوث الهواء، وانتفاء ظهورها داخل الحيز العمراني.
- ضآلة المساحة التي يغطيها الهواء النقي الملائم جدًا لجودة الحياه بمدينة إدكو، إذ لم تتعد ٤,٦ كم^{٢}، وهو ما يعادل ٧,٥٪ من جملة مساحة المدينة وتظهر في أقصى شرق زمام المدينة ، ويعود ذلك إلى بعد تلك المنطقة بشكل كافٍ عن مسببات التلوث، وربما لتأثير زراعة بعض النباتات بها.
- تقارب نصيب كل من الهواء غير الملائم، وغير الملائم جدًا في المدينة، لتدور النسبة حول ١٦٪، برزت بوضوح في شمال زمام المدينة، وشمالها الشرقي، حيث مصادر التلوث، كما انتشرت في أغلب أرجاء الكتلة المبنية(ثلثي مساحة الحيز العمراني)، مع ملاحظة ظهورهما إلى الشرق من حدود الحيز العمراني، بالقرب من مصنع إنتاج الألواح الخشبية.

وتعد الرياح أحد العناصر المناخية المؤثرة في الجوانب التخطيطية والتصميمية للعمران، والذي يظهر تأثيرها في واجهات المباني، حيث يفضل المباني ذات الوجهات البحرية التي يزداد الطلب عليها في المدينة، إضافة إلى تأثيرها في تلطيف درجة الحرارة، والتخلص من الرطوبة الزائدة داخل المباني وحملها خارجها وإحلال الهواء النقي محل الهواء المشبع ببخار الماء وثاني أكسيد الكربون.

وثمة ملاحظة لا تقل أهمية تتمثل في تباين سرعة الهواء ذات الاتجاه الشمالي الغربي داخل المدينة، إذ بلغت أقصى سرعة بجنوب غرب المدينة، وشمالها، حيث رُصد جودة الهواء غير الملائم جدًا، وغير الملائم بشمالها، وعليه يؤدي ذلك اختلاط الهواء الملوث

بالمعتدل، مما يزيد من فرص تلوث الهواء أعلى الكتلة المبنية بالمدينة، وتشكل خطورة صحية على قاطنيها، ومن ثم انخفاض جودة الحياة.

الخاتمة

خلصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج يمكن إيجازها فيما يلي:

- تكون جزيرة حرارية عكسية في أطراف الحيز العمراني للمدينة في الشمال الشرقي، والشمال بعيدًا عن الكتلة المبنية، فوق غطاء الأرض الرميلة، لارتفاع الألبيدو Albedo، حيث الارتفاع التدريجي لدرجة الحرارة من وسط الكتلة المبنية إلى أطرافها، عكس ما هو متوقع في المدن.
- ساعد موقع المدينة وطبوغرافيتها في ظهور الجزيرة الحرارية العكسية، حيث موقعها الساحلي وتأثرها بنسيم البحر، وسيادة الرياح الشمالية الغربية، خاصة مع انتشار المباني منخفضة الارتفاع، كما ساهمت طبوغرافية سطح الكتلة المبنية الواقعة فوق تبه (أقصى ارتفاع بلغ ٣٢متر) في ظهور الجزيرة الحرارية العكسية خارج الكتلة المبنية، إضافة إلى ضآلة النشاط الصناعي الملوث للجو داخل الكتلة المبنية.
- ضعف مستوى الجزيرة الحرارية في مدينة إدكو، حيث تستأثر بمساحة ثلاثة أخماس جملة مساحة الحيز العمراني، ويشير ذلك إلى تقييم بيئي جيد، بالرغم من توفر مقومات ظهورها داخل الكتلة المبنية، في حين لا تظهر الجزر الحرارية في مساحة لا تتعدى ٠,٥كم^{٢} بالمدينة.
- تساوي النسبة بين الجزر الحرارية المتوسطة، والقوية، إذ شكلت ٣,٣٪ من جملة مساحة الحيز العمراني لكل منهما، وبرزت بوضوح محاطة بالجزر الحرارية الضعيفة، في جنوب الكتلة المبنية، وشرقها، وشمالها الغربي، مع ظهور جزر حرارية

أقوى في عُشر مساحة الحيز العمراني، مما يشير إلى تقييم بيئي أسوء، حيث تجلت بوضوح في جنوب الكتلة المبنية.

- سطوع المستوى الأقوى من الجزر الحرارية في مساحة بلغت ٢,٢ كم^{٢}، بما يوازي ١٨,٣٪ من جملة مساحة الحيز العمراني، في أقصى شمال المدينة، وشمالها الشرقي، وشمالها الغربي، إضافة إلى جزيرة حرارية في جنوبي الكتلة المبنية للمدينة عند المدخل الجنوبي، ويعزي ذلك إلى كثافة حركة المركبات بالقرب من مجمع مواقف إدكو.
- بالرغم من عدم رصد مستوى جزيرة حرارية قوية داخل الكتلة المبنية، فإن درجة الحرارة المحسوسة داخل الكتلة المبنية تماثل خمسة أمثال درجة الحرارة الكامنة، وعليه يمكن استقراء الوضع المستقبلي، وهو خطر تكون جزيرة حرارية داخل الكتلة المبنية، إذ تهيئت الظروف لتكونها وتوغلها نحو قلب المدينة.
- ارتفاع نصيب الفرد من النفايات الصلبة من شوارع المدينة مقارنة بمثله بالجمهورية، مع عدم كفاية صناديق جمع النفايات البلدية الصلبة بمدينة إدكو، إذ لا تكفي لتجميع سوى نسبة ٨,٦٪ فقط من جملة الكمية المنتجة في اليوم الواحد بالمدينة.
- تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) ناحية شمال المدينة، لارتفاع القيمة المعيارية، وتوغل تلوث الهواء به إلى شمال الكتلة المبنية وشرقها، إذ ينتج عن احتراق وقود المصانع، والسيارات، حيث ثبتت العلاقة العكسية القوية بين ارتفاع القيمة المعيارية لكمية ثاني أكسيد النيتروجين، وقصر المسافة الأفقية للمصدر المحتمل، بقيمة معامل التقدير (R^2) ٠,٨.
- ارتفاع القيمة المعيارية لغاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) صوب شمال المدينة، وبالقرب من خط الساحل، وقد تحققت علاقة ارتباط عكسية متوسطة بين القرب من

مصادر التلوث المحتملة، وارتفاع القيمة المعيارية لغاز ثاني أكسيد الكبريت(قيمة معامل التقدير = ٠,٤٥).

- العلاقة العكسية القوية بين ارتفاع قيمة الملوث بغاز أول أكسيد الكربون، والقرب من المصدر المحتمل(مصنع تدوير المخلفات، ومجمع مواقف إدكو) جنوبي المدينة، إذ بلغت قيمة معامل التقدير (R^2) ٠,٦٧، ومن ثم تأثيره في جوده الهواء.
- تركز توزيع القيم المعيارية المرتفعة للأوزون الأرضي (O_3) في شمال المدينة، وشمالها الشرقي، ويمتد الارتفاع في أغلب أنحاء الكتلة المبنية.
- ارتفاع القيم المعيارية لتلوث الهواء بالعوالق Aerosol في أنحاء الكتلة المبنية للمدينة، وتنتشر بوضوح في مناطق غطاء الأرض الرملية بالمدينة.
- سيادة الهواء المعتدل في ثلث مساحة المدينة، في حين بدت جودة الهواء الملائم في أكثر من ربع مساحة المدينة، وبرزت في شرقي المدينة، وجنوبها الغربي،
- سيادة الهواء المعتدل في ثلث مساحة المدينة، تجلت في جنوب الكتلة المبنية، وغربها بمساحة ٥كم^2 داخل الحيز العمراني للمدينة، في حين بدت جودة الهواء الملائم في أكثر من ربع مساحة المدينة، وبرزت في شرقي زمام المدينة، وجنوبها الغربي، مع انتفاء ظهورها داخل الحيز العمراني، مع ظهور الهواء النقي الملائم جدًا لجودة الحياه في أقصى شرق المدينة بمساحة ٤,٦ كم^2.

المراجع

أولًا: باللغة العربية

١- حسان، وليد عباس عبدالراضي (٢٠١٣): أثر الألبيدو على الجزيرة الحرارية لمجمع القاهرة الحضري، دراسة في جغرافية المناخ باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة بحوث الشرق الأوسط، العدد٣٣، الجزء الثاني، مركز بحوث الشرق الأوسط، جامعة عين شمس.

٢- حسان، وليد عباس عبدالراضي(٢٠١٦): شدة الجزر الحرارية للمدن الرئيسة في دلتا النيل دارسة مقارنة في مناخ الحضر باستخدام مرئيات Terra MODIS، حوليات آداب عين شمس، المجلد ٤٤، جامعة عين شمس.

٣- رجب، أحمد محمد، والخولي، أحمد عثمان، وفهمي، خالد محمد (٢٠١٦): المخلفات البلدية الصلبة كمؤشر لقياس مستوى الفقر- دراسة حالة محافظة المنوفية، مجلة البحوث الحضرية، العدد١٩، كلية التخطيط العمراني والإقليمي، جامعة القاهرة.

٤- فؤاد بن غضبان (٢٠١٤): المدن المستدامة والمشروع الحضري نحو تخطيط استراتيجي مستدام، الطبعة الأولى، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

ثانيًا: باللغة الإنجليزية

1- Cesar, I., A., et al., (2019): Assessment of remote sensing data to model PM10 estimation in cities with a low number of air quality stations: A case study in Quito, Ecuador. Environments, Vol 6, Issue 7, MDPI, Switzerland.

2- Dezso, Z., Bartholy, J., & Pongrácz, R., (2007): Urban heat island analysis using MODIS measurements for Central

European large cities, Proceedings of the 6th International Conference on Urban Climate (ICUC6), 806–809, Gothenburg, Sweden.

3- Molina., N.,I., et al., (2020): Air quality and urban sustainable development- The application of machine learning tools, International Journal of Environmental Science and Technology, 18(4), 1–18,Islamic Azad University,Iran.

4- Griffin, R., (2007): Principles Of Air Quality Management – 2nd edition, Taylor & Francis Group: CRC Press, USA.

5- Hassaan,M. & Khalil, H.,(2020): Semi-Automated Method to Extract Urban Areas from Barren Land/ Bare Soil, Case Study: Idku, Nile Delta Coast, Egypt, Current Applied Science and Technology Vol. 20 No. 1.

6- Liang, S., (2004): Quantitative remote sensing of land surface, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.

7- Liu, L., Zhang, Y. (2011): Urban Heat Island Analysis Using the Landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong, Remote Sens, Vol. 3, Issue 7, MDPI, Switzerland.

8- Oke, T. R., et al., (1999): The energy balance of central Mexico City during the dry season. Atmospheric Environment, 33, Elsevier, Netherlands.

9- Renard, F.,et al.,(2019): Evaluation of the Effect of Urban Redevelopment on Surface Urban Heat Islands, Remote Sens, Vol. 11, MDPI, Switzerland.

10- Weng, Q., (2003): Fractal analysis of satellite-detected urban heat island effect, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol.69, Issue 5, ASPRS, USA.

ثالثًا: المواقع الإلكترونية

1- WBG,World Bank Group (2025): Waste Global Database, WB, The World Bank. https:// datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0039597. [Accessed 10 March 2024].
2- www.youm7.com
3- egy-map.com/project.

Geographical analysis of urban Environment problems in Edko town using geographical information system

Abstract:

This paper studied the spatial distribution of urban heat islands in Edko town based on Bowen Ratio to investigate the relationship between sensible and latent heat in the town. Also, the quantity of generated, collected and disposed municipal solid waste in the town, Additionally, the air quality levels in were assessed and different parts of the town were classified according to air quality ranging from highly suitable to highly unsuitable.

This study applied descriptive-analytical approach, in addition to quantitative methods. Also, the study employed an integrated tools including cartographic tool, Geographical Information System using ArcGIS 10.8 and ArcGIS Pro 3.1.5, and Google Earth Engine platform.

The results of the study revealed that:

- The heat island level in Edko town is weak, with an area of 7.3km^2 (60.8% of the total), and indicates a good environmental assessment.
- Relative increase of per capita municipal solid waste generated compared to the average in Egypt, with insufficient bins to collect the generated waste in the town
- Moderate air spread in one-third of the town's area, in the south of the built-up area, and it's west (5 km^2), which is more than two-fifths of the town.

Keywords: Urban Heat Islands, Municipal Solid Waste, Air Pollutants, Air Quality, Edko Town.