المجلة الجغرافية العربية

تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية

النمذجة المكانية لجودة الهواء في مدينتي الشروق وبدر بالقاهرة

"باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد"

د. ساميه علي علي مبروك

مدرس الجغرافيا الطبيعية – قسم الجغرافيا –كلية الآداب– جامعة دمياط

CC BY NC

كافة حقوق النشر محفوظة للجمعية الجغرافية المصرية
وجميع الأراء الواردة في بحوث هذه السلسلة تعبر عن آراء
أصحابها ولا تعبر بالضرورة عن وجهات نظر الجمعية الجغرافية المصرية

الترقيم الدولي الموحد للطباعة: ١١١٠ – ١٩١١

الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني: ٢٦٨٢ – ٤٧٩٥

الموقع على شبكة الانترنت: www.egyptiangs.com

All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of it may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from The Egyptian Geographical Society.

قواعد النشر

تهدف هذه السلسلة إلى نشر البحوث الجغرافية الأصيلة التي يقوم بها الجغرافيون المصريون المتخصصون، بهدف تعريف المؤسسات العلمية العالمية والعربية بالنشاط العلمي الذي تتبناه وتتوفر عليه الجمعية الجغرافية المصرية.

وتقوم بحوث هذه السلسلة" على الدراسات الجغرافية الميدانية، وعلى البحوث التي تهتم بطرح رؤى جديدة في مناهج البحث الجغرافي وأساليبه، كما تعنى بالبحوث النفعية في مختلف مجالات الجغرافيا التطبيقية، وهو ما يتيح للجغرافيين العرب والأجانب الإطلاع على ما تقوم به الجمعية الجغرافية المصرية التي تعد أقدم الجمعيات الجغرافية في العالم العربي، كما تعد رائدة في إجراء البحوث والدراسات الجغرافية الجادة والأصلية.

وقد تتضمن بحوث هذه "السلسلة" ملخصات مكثفة لرسائل الماجستير والدكتوراة المجازة في الجامعات المصرية والعربية وغيرها.

ويشترط في البحوث التي تنشر ضمن هذه السلسلة مراعاة القواعد التالية:

- تقبل للنشر في هذه السلسلة البحوث التي تتسم بالأصالة وتسهم في تقدم المعرفة الجغرافية.
- يقدم مع البحوث المكتوبة باللغة العربية ملخص (Abstract) باللغة الإنجليزية. كما يقدم مع البحوث المكتوبة بلغة أجنبية ملخص باللغة العربية.
- لا يزيد البحث عن ١٥٠ صفحة، ويجوز لمجلس الإدارة استثناء البحوث الممتازة من هذا الشرط.
- يشترط ألا يكون العمل المقدم قد سبق نشره أو قدم للنشر في أية جهة أخرى.
- يقدم البحث في صورته الأخيرة المقبولة للنشر من ثلاث نسخ مرفقاً به اسطوانة ليزر (CD) مستخدماً إحدى برمجيات معالجة النصوص مع نظام ويندوز المتوافق مع IBM، على أن تكون الكتابة ببنط ١٤ ومسافة ١ بين الأسطر، وتقدم الخرائط والصور والأشكال مستقلة محفوظة في صورة JPEG أو Tiff و Resolution ٢٠٠ فأكثر.
- يفضل أن تقدم الخرائط والأشكال البيانية بالألوان بحيث لا تتجاوز مساحتها (١٢سم عرض × ١٨سم طول)، وإن تعذر ذلك تقدم بالأبيض والأسود وفق القواعد الكارتوجرافية.
- يكتب الباحث اسمه واسم البحث في ورقة منفصلة ويكتفى بكتابة عنوان البحث فقط على رأس البحث مراعاة لسرية التحكيم.
- يعرض البحث على اثنين من المحكمين من كبار الأساتذة في مجال التخصص، وفي حالة اختلاف رأى المحكمين، يرسل البحث إلى محكم ثالث، مرجح، وبناء على تقاريرهم يمكن قبول البحث للنشر أو إعادته للباحث لإجراء التعديلات أو التصويبات الضرورية قبل نشره.
- البحوث التي تقدم للنشر لا ترد إلى مقدميها سواء نشرت أو لم تنشر.
- تحتفظ الجمعية بحقوق النشر كاملة.
- يسلم للباحث ١٠ نسخ من بحثه بعد نشره، وإذا أراد نسخاً إضافية يسدد ثمنها طبقاً

هيئة تحرير المجلة

أ.د. محمد زكي السديمي	رئيس مجلس إدارة المجلة
أ.د. إسماعيل يوسف إسماعيل	نائب رئيس مجلس إدارة المجلة ورئيس التحرير
أ.د. مصطفى محمد البغدادي	مدير التحرير
أ.م. د. محمد إبراهيم خطاب	محرر تنفيذي
أ.م. د. كامل مصطفى كامل	محرر تنفيذي
د. محمد ربيع عبد الظاهر	محرر تنفيذي
د. رشا حسين رمضان	محرر تنفيذي
د. بشير الشوربجي	مدقق لغوي

مجلس إدارة الجمعية الجغرافية المصرية

أ.د. محمد زكي السديمي	رئيس مجلس إدارة الجمعية
أ.د. عبد الله علام عبده علام	نائب رئيس مجلس إدارة الجمعية
أ.د. إسماعيل يوسف إسماعيل	أمين عام الجمعية
أ.د. مسعد السيد أحمد بحيري	أمين صندوق الجمعية
أ.د. فتحي محمد أبو عيانة	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. أحمد حسن إبراهيم	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. أحمد السيد الزاملى	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. شحاتة سيد أحمد طلبة	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. مصطفى محمد البغدادي	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. عبد العظيم أحمد عبد العظيم	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. عمر محمد علي محمد	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. سامح إبراهيم عبد الوهاب	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. عادل عبد المنعم السعدني	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. عطية محمود الطنطاوي	عضو مجلس إدارة الجمعية
أ.د. عبير ابراهيم عبد الله	عضو مجلس إدارة الجمعية

الهيئة الاستشارية

أ.د. عبد الله يوسف الغنيم	أستاذ الجغرافيا الطبيعية بمركز البحوث والدراسات الكويتية
أ.د. نبيل سيد امبابي	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة عين شمس
أ.د. فتحي عبد العزيز أبو راضي	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة الاسكندرية
أ.د. فاروق كامل عز الدين	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة الزقازيق
أ.د. سعيد محمد عبده	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية البنات جامعة عين شمس
أ.د. محمد عبد الرحمن الشرنوبي	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة الفيوم
أ.د. السعيد إبراهيم البدوي	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الدراسات الأفريقية العليا جامعة القاهرة
أ.د. جودة فتحي التركماني	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة القاهرة
أ.د. كريم مصلح صالح	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة سوهاج
أ.د. محمد نور الدين السبعاوي	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة المنيا
أ.د. عزة أحمد عبد الله	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة بنها
أ.د. مسعد سلامة مندور	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة المنصورة
أ.د. إبراهيم محمد علي بدوي	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة دمياط
أ.د. إبراهيم علي عبد الهادي غانم	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة طنطا
أ.د. محمد فوزي عطا	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة بني سويف
أ.د. ايملي محمد حلمي حمادة	أستاذ بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة المنوفية
أ.م. د. علي الدوسري	أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا – جامعة الملك سعود – السعودية
Dr. Niki Evelpidou	**National & Kapodistrian University of Athens Faculty of Geology and Geoenvironment, Greece**

فهرس المحتويات

م	العنوان	ص
	المُستخلص	١
	المقدمة	٢
	موقع منطقة الدراسة	٢
	أهمية الدراسة	٢
	أسباب اختيار الموضوع	٤
	مشكلة الدراسة	٤
	الدراسات السابقة	٤
	أهداف الدراسة	٥
	تساؤلات وفرضيات الدراسة	٦
	مناهج وأساليب الدراسة	٦
	أولاً: الملامح العامة لاستخدام الأرض فى مدينتى الدراسة أ. مدينة الشروق ب. مدينة بدر	٨-١٢ ٨ ١١
	ثانياً: الخصـــائص المناخية لمنطقة الدراســـة خلال الفترة ١٩٩٣ – ٢٠٢٢م	١٢-١٤
	ثالثاً: نوعية وجودة الهواء فى مدينى الدراسة ➢ التباين المكانى والزمانى لنوعية وجودة الهواء فى مدينتى الدراسة ١. تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت وخطورته فى مدينتى الدراسة ٢. تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين وخطورته فى مدينتى الدراسة ٣. تركز غاز أول أكسيد الكربون وخطورته فى مدينتى الدراسة ٤. تركز الجســـيمات الصـــلبة أقل من ١٠ ميكرومتر (PM 10) وخطورتها فى مدينتى الدراسة	١٥-٥٣ ١٥ ١٥ ٢٥ ٣٤ ٤٤

	رابعاً: التحليل الجغرافى للحالات المرضـــية خلال أعوام الدراســـة فى مدينتى الدراسة	٥٣-٥٧
	خامسًا: النمذجة المكانية لمدى ملائمة جودة الهواء لصحة الإنسان فى مدينتى الدراسة	٥٧-٦٢
	١. تقييم مدى الملائمة المكانية لصــحة الإنســان وفق جودة الهواء فى عام ٢٠١٥م	٥٧
	٢. تقييم مدى الملائمة المكانية لصــحة الإنســان وفق جودة الهواء عام ٢٠١٧م	٥٩
	٣. تقييم مدى الملائمة المكانية لصــحة الإنســان وفق جودة الهواء فى عام ٢٠١٩م	٦٠
	٤. تقييم مدى الملائمة المكانية لصــحة الإنســان وفق جودة الهواء فى أعوام الدراسة فى مدينتى الدراسة	٦٠
	النتائج والتوصيات	٦٣-٦٤
	أ. النتائج	٦٣
	ب. التوصيات	٦٤
	قائمة الملاحق	٦٥
	قائمة المراجع	٦٦-٦٧
	المُلخص باللغة الإنجليزية	٦٨

فهرس الأشكال

م	العنوان	ص
١	الموقع الفلكي والجغرافي لمدينتى الدراسة	٣
٢	المخطط العام لمدينتى الدراسة	١٠
٣	استخدام الأرض فى مدينتى الدراسة	١١
٤	الخصائص المناخية لمدينتى الدراسة فى الفترة ١٩٩٣ – ٢٠٢٢م	١٣
٥	المعدل الســنوي للنســبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في محطة مطار القاهرة	١٤
٦	تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م	١٧

٧	تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٧م	٢٠
٨	تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٩م	٢٣
٩	تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م	٢٦
١٠	تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٧م	٣٠
١١	تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٩م	٣٣
١٢	تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م	٣٦
١٣	تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٧م	٣٩
١٤	تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٩م	٤٢
١٥	تركز الجسيمات الصلبة في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م	٤٦
١٦	تركز الجسيمات الصلبة في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٧م	٤٩
١٧	تركز الجسيمات الصلبة في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٩م	٥١
١٨	عدد المترددين بأمراض (الصدر والربو والأنف والأذن والحنجرة وتغيير الرئة) على مستوى مستشفيات مدينة الشروق الدراسة خلال أعوام ٢٠١٥ -٢٠١٧-٢٠١٩م	٥٥
١٩	عدد المترددين بأمراض (الصدر والربو والأنف والأذن والحنجرة وتغيير الرئة) على مستوى مستشفيات مدينة بدر الدراسة خلال أعوام ٢٠١٥-٢٠١٧-٢٠١٩م	٥٥
٢٠	الملائمة المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء فى عام ٢٠١٥م	٥٨
٢١	الملائمة المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء فى عام ٢٠١٧م	٥٩
٢٢	الملائمة المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء فى عام ٢٠١٩م	٦١
٢٣	الملائمة المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء فى جميع أعوام الدراسة	٦٢

فهرس الجداول

م	العنوان	ص
١	التقسيم الداخلي لمدينتى الدراسة	٩
٢	استخدام الأرض في مدينتي منطقة الدراسة	١٠
٣	الخصائص المناخية لمدينتى الدراسة فى الفترة ١٩٩٣ – ٢٠٢٢م	١٢
٤	تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م وتوزيعها على استخدام الأرض	١٦

٥	تركز غاز ثاني أكسـيد الكبريت في مدينتي الدراسـة عام ٢٠١٧م وتوزيعها على استخدام الأرض	٢٠
٦	تركز غاز ثاني أكسـيد الكبريت في مدينتي الدراسـة عام ٢٠١٩م وتوزيعها على استخدام الأرض	٢٣
٧	تركز غاز ثاني أكسـيد النيتروجين في مدينتي الدراسـة عام ٢٠١٥م وتوزيعها على استخدام الأرض	٢٦
٨	تركز غاز ثاني أكسـيد النيتروجين في مدينتي الدراسـة عام ٢٠١٧م وتوزيعها على استخدام الأرض	٢٩
٩	تركز غاز ثاني أكسـيد النيتروجين في مدينتي الدراسـة عام ٢٠١٩م وتوزيعها على استخدام الأرض	٣٢
١٠	تركز غاز أول أكسـيد الكربون في مدينتي الدراسـة عام ٢٠١٥م وتوزيعها على استخدام الأرض	٣٦
١١	تركز غاز أول أكسـيد الكربون في مدينتي الدراسـة عام ٢٠١٧م وتوزيعها على استخدام الأرض	٣٩
١٢	تركز غاز أول أكسـيد الكربون في مدينتي الدراسـة عام ٢٠١٩م وتوزيعها على استخدام الأرض	٤٢
١٣	تركز الجسـيمات الصـلبة في مدينتي الدراسـة عام ٢٠١٥م وتوزيعها على استخدام الأرض	٤٦
١٤	تركز الجسـيمات الصـلبة في مدينتي الدراسـة عام ٢٠١٧م وتوزيعها على استخدام الأرض	٤٨
١٥	تركز الجسـيمات الصـلبة في مدينتي الدراسـة عام ٢٠١٩م وتوزيعها على استخدام الأرض	٥١
١٦	عدد المترددين بالحالات المرضـية على مسـتوى مسـتشـفيات مدينتي الدراسة خلال أعوام ٢٠١٥ -٢٠١٧-٢٠١٩م	٥٤
١٧	التوزيع المكاني لدرجة الملائمة والخطورة لصـحة الإنسـان في مدينتي الدراسة	٥٨

المُستخلص:

يعد موضوع جودة الهواء من الموضوعات المهمة التي تؤثر على صحة الإنسان بشكل مباشر، ولوحظ في الآونة الأخيرة أن هناك تدهور في جودة الهواء على مستوى العالم بعامة وذلك كنتيجة للتوسع الحضري والصناعي، فتعد مدينتي الدراسة (الشروق وبدر) من المدن الحضرية الجديدة، والتي تبين أنها تعانى من انخفاض في جودة الهواء، حيث يعد عام ٢٠١٥م هو الأفضل من حيث جودة الهواء ، بينما يعد عام ٢٠١٩م هو الأقل جودة والأكثر خطرًا وذلك لتجاوز تركز الغازات الحد القانوني المسموح به خلال هذا العام، بالإضافة إلى أنه ينخفض مؤشر جودة الهواء في مدينة بدر مقارنة بمدينة الشروق وذلك لوجود النشاط الصناعي في وسط المدينة الأولى، كما تعانى المدينتين من زيادة عدد مرضى الجهاز التنفسي ليبلغ أقصاه في عام ٢٠١٩م، واتضح أن هناك انخفاض في المساحة التي تعد أكثر ملائمة لصحة الإنسان وفق جودة الهواء حيث جاءت في الدرجة الأولى (المثالية)، وتعد الدرجة الثالثة (الأكثر خطورة) هي الأكثر انتشارًا في المدينتين، بالإضافة إلى أن المنطقة الصناعية ومجاورتها هي الأخطر من حيث جودة الهواء في مدينة بدر، ووجدت هذه الدرجة في الأجزاء الجنوبية الشرقية من مدينة الشروق مما يشكل خطر كبير على صحة السكان، الأمر الذى يدعو بدوره إلى الحاجة للتخطيط الجيد للحفاظ على البيئة الحضرية وصحة الإنسان.

الكلمات المفتاحية: النمذجة المكانية – جودة الهواء– الشروق– بدر– المرئيات الفضائية.

(المجلة الجغرافية العربية، المجلد (٥٥)، العدد (١٩٧) عدد خاص، أغسطس ٢٠٢٤، ص ص ١ – ٦٨)

المقدمة:

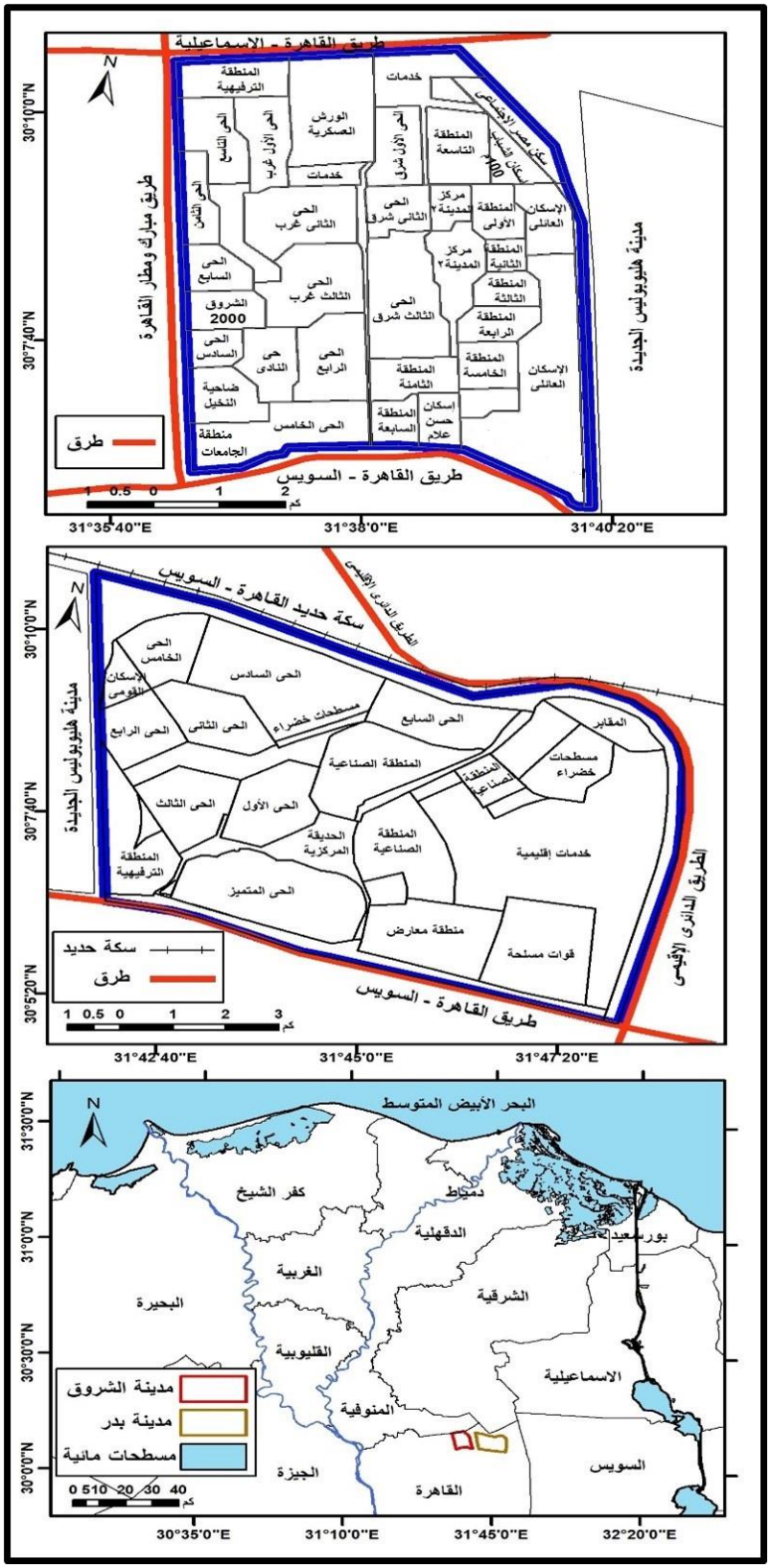
يسعى العالم لتشكيل بيئة حضرية نظيفة، حيث تعد جودة الهواء من العوامل الرئيسة التى تساهم فى تكوين هذه البيئة، بالإضافة إلى أنها أحد المتطلبات الرئيسة التى تساعد على الحفاظ على المناخ وصحة الإنسان، وتسعى الدولة المصرية لإنشاء العديد من المدن العمرانية الجديدة لاستقبال أكبر عدد من السكان وجذب النشاط الاقتصادي كما فى مدينة الشروق ومدينة بدر، والذى بدوره ساعد على زيادة تلوث الهواء وأثر بشكل مباشر على صحة السكان ودرجة ملائمتها للحياة، وبناء عليه تم التركيز على المدينتين لتحديد مدى قياس جودة الهواء فيهما وكم عدد المرضى الناتج عن تلوث الهواء، حيث سعت هذه الدراسة إلى تحديد المناطق ذات جودة هواء منخفضة وذات خطورة مرتفعة والتى وجدت فى الأجزاء الجنوبية من مدينة الشروق والشرقية والجنوبية الشرقية من مدينة بدر مما زاد من أهمية هذا الموضوع.

موقع منطقة الدراسة:

تقع مدينتى الدراسة فى الجهة الشمالية الشرقية من محافظة القاهرة عاصمة الجمهورية، حيث تمتد مدينة الشروق بين دائرتى عرض ٥٤ ′′ ٦ ′ ٣٠° و٥٧ ′′ ١٠ ′ ٣٠° شمالاً وبين خطى طول ٢٠ ′′ ٤٠ ′ ٣١° و ٣١ ′′ ٣٩ ′ ٣١° شرقًا بمساحة بلغت ٤٥,١٣ كم٢ وهذه المساحة وفق القرار الجمهوري رقم ٦٣٦ في عام ٢٠١٧م وهذه هي المساحة التي قامت عليها الدراسة لاعتبارها الكتلة العمرانية، وصدر قرار جمهوري في عام ٢٠٢١م بزيادة كردون المدينة لتضم أراضي جديدة بمقدار ٥٤٨٥,٧ فدان (٢٢,٢ كم٢)، بينما تمتد مدينة بدر فلكياً فيما بين دائرتى عرض شمالاً وبين خطى طول شرقًا بمساحة بلغت ٨٠,٢٨ كم٢ كما هو موضح فى شكل (١)، أما بالنسبة للموقع الجغرافى فيحد مدينة الشروق شمالاً طريق القاهرة الإسماعيلية وجنوباً طريق القاهرة السويس، أما من الشرق يحدها مدينة هليوبوليس ومن الغرب مدينة المستقبل، وبالنسبة لمدينة بدر يحدها من الشمال الطريق الدائرى الإقليمى وخط سكة حديد القاهرة السويس، ويحدها جنوبًا طريق القاهرة السويس، وشرقًا يحدها الطريق الدائرى الإقليمى وغرباً مدينة هليوبوليس الجديدة.

أهمية الدراسة:

تعد جودة ونوعية الهواء من أهم معايير البيئة الحضرية وخاصة فى المدن الجديدة، وذلك لأنها تمثل عامل مهم فى جودة المناخ وصحة الإنسان التى تحتاج إلى الهواء النقى، مما دعى إلى تمييز مستويات الغازات المؤثرة بشكل رئيس على صحة الإنسان والتوصية بالحد منها لدعم الاستدامة الحضرية.



المصدر:

*من عمل الباحثة بالاعتماد على وزارة الإسكان والتعمير، هيئة المجتمعات العمرانية، خرائط مقياس ١ :٥٠٠، القاهرة ٢٠١٠.

*الهيئة العامة للمساحة خرائط مقياس ١: ٥٠٠٠٠ باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (١) الموقع الفلكي والجغرافي لمدينتى الدراسة

أسباب اختيار الموضوع:

- الاتجاه نحو بناء مدن عمرانية جديدة حضرية بدون تلوث للحفاظ على البيئة.
- الأهمية المكانية لمدينتى الدراسة كونهما مدينتان جديدتان حيث صممت مدينة الشروق لاستيعاب ٣ مليون نسمة ومدينة بدر مدينة سكنية صناعية.
- موضوع الدراسة من الموضوعات التطبيقية التى تساهم فى مجالات التنمية والتخطيط والحفاظ على المناخ والبيئة والإنسان.
- قلة الدراسات التى تهتم بجودة الهواء وقياس مدى ملائمته بصحة الإنسان.

مشكلة الدراسة:

باتت المدن الجديدة تشكل خطرًا على جودة الهواء وذلك كنتيجة لتفاعل الإنسان مع البيئة بشكل طبيعى وزيادة النشاط الصناعى وزيادة وسائل النقل وانتاج الطاقة الكهربائية والقضاء على الأراضى الفضاء واستحداث الكتل المبنية مما زاد من انبعاث الغازات الملوثة التى بدورها تؤثر بشكل مباشر على جودة الهواء وصحة الإنسان.

الدراسات السابقة:

تبين من الدراسات السابقة أن هناك انخفاض فى عدد الدراسات التى اهتمت بنمذجة جودة الهواء واستخدام الأرض وأثرها على الصحة.

- دراسة Rotalis (2010): Urban aerosol mapping-over Athen using the differential textural analysis Algorithm on meres – envisat data، وهدفت هذه الدراسة إلى قياس الصفاء الجوى الحضرى باستخدام التحليلات المختلفة وتوصلت الدراسة إلى أن المدينة تساعد بشكل كبير على زيادة الجسيمات العالقة وذلك من خلال متابعة المرئيات الفضائية.
- دراسة Ding (2017): Air pollution and weather interaction in East of Ford Res Encycl وكانت الدراسة عن قياس مدى تأثير تلوث الهواء وتفاعلات الطقس وأوضحت أن زيادة التلوث يزيد من ارتفاع درجة الحرارة فى منطقة الدراسة، ويعمل على زيادة الرطوبة واعتمدت على الدراسة الميدانية واستخدام الأجهزة فى قياس التلوث وأثبتت أن هناك علاقة وثيقة بين درجات التلوث والتغيير فى درجة الحرارة.

- دراسة قاسم شاكر محمود (٢٠٢١): التلوث البيئى فى محافظة بغداد لظاهرة المولدات الكهربائية وتأثيرها على البيئة، وهدفت الدراسة إلى دراسة التلوث الهوائى والضوضائى وتوصلت الدراسة إلى اختلاف تركيز ملوثات مولدات البنزين والديزل، حيث ان مولدات البنزين أكثر تلوث من مولدات الديزل، مما يزيد من تركيز الغازات المختلفة ويزيد التلوث فى المحافظة بينما يقل التلوث فى المدينة.
- دراسة محمد هانى سعيد وآخرون (٢٠٢٢): نمذجة أخطار نوعية الهواء وتأثيرها فى صحة مرضى الجهاز التنفسى فى محافظة أسيوط باستخدام مرئيات Landsat & Sentinel 5p وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية، وهدفت الدراسة إلى تحليل البيانات المكانية لنوعية الهواء وعمل نمذجة مكانية للنقاط الساخنة للملوثات، وتوصل البحث إلى أن المحافظة تتعرض لمعدلات كبيرة من تلوث الهواء وتؤثر بشكل مباشر على الأمراض التنفسية وصنف أن الأجزاء الشمالية هى أكثر المناطق إصابة.
- دراسة Guo, X (2022): Analysis of Spatial temporal distribution characteristics of No2 and their influencing factors in the yang tze river delta based on sentinel-5p satellite data، وهدفت الدراسة إلى تحديد طرق قياس غاز ثانى أكسيد النيتروجين، وتوصلت الدراسة إلى صياغة مجموعة معادلات لاستخراج غاز ثانى أكسيد النيتروجين من المرئيات بالإضافة إلى عمل توزيع للغاز وتبين أن التركيز يزداد بالبعد عن المجرى المائى.
- دراسة زينب سعد توفيق (٢٠٢٢): عن الرياح وجودة الهواء بوسط الدلتا المصرية خلال الفترة ٢٠١٨ – ٢٠١٩ م دراسة فى المناخ التطبيقى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتناولت الدراسة نسب اتجاه هبوب الرياح فى منطقة الدراسة، بالإضافة لتناول مؤشرات جودة الهواء بوسط الدلتا وتوصلت الدراسة أن فصل الشتاء وأوائل الربيع هى الأقل من حيث جودة الهواء بمنطقة الدراسة، بالإضافة لضعف شبكات رصد جودة الهواء لمنطقة الدراسة.

أهداف الدراسة:

سعت هذه الدراسة لتحقيق عدة أهداف:

- تحديد الملامح العامة المناخية لمدينتى الدراسة واستخدام الأرض فيهما.
- قياس مدى جودة الهواء فى مدينتى الدراسة خلال أعوام ٢٠١٥ – ٢٠١٧ – ٢٠١٩م من خلال عدة غازات كغاز أول أكسيد الكربون وغاز ثانى أكسيد الكبريت وغاز ثانى أكسيد النيتروجين، بالإضافة

إلى تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر وربطها باستخدام الأرض وتحليلها زمانيًا ومكانيًا.

- التحليل الجغرافى للأمراض المرتبطة بتلوث الهواء فى مدينتى الدراسة خلال سنوات الدراسة.
- بناء نموذج مكانى لتقييم مدى ملائمة جودة الهواء لصحة الإنسان فى مدينتى الدراسة وفق المعايير المختلفة.

تساؤلات وفرضيات الدراسة:

تمثلت تساؤلات الدراسة فى:

- ماهو التقسيم الداخلى للمدينتين، وماهى الملامح العامة المناخية فيهما؟
- هل هناك تباين مكانى وزمانى لجودة الهواء فى المدينتين فى سنوات الدراسة؟
- هل أثر التباين فى جودة الهواء على عدد المترددين فى مستشفيات مدينتى الدراسة الخاصة بالأمراض التنفسية والصدرية؟
- ما مدى الملائمة المكانية لجودة الهواء فى مدينتى الدراسة لصحة الإنسان؟

فرضيات الدراسة: قامت الدراسة على عدة فرضيات وهي:

- يختلف استخدام الأرض فى مدينة بدر عن مدينة الشروق حيث الأولى مدينة صناعية سكنية والثانية مدينة سكنية فقط.
- وجود تباين زمانى ومكانى فى تركز الغازات على مستوى مدينتى الدراسة.
- زيادة عدد المصابين بالأمراض التنفسية خلال سنوات الدراسة.
- تباين المدينتان من حيث مدى ملائمتهما المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء.

مناهج وأساليب الدراسة:

اعتمدت الدراسة على عدة مناهج وهي على النحو التالى:

- المنهج الوصفي التحليلي: والذي اهتم بوصف وقياس درجة جودة الهواء ونمذجتها المكانية وربطها باستخدام الأرض وأثرها على صحة الإنسان فى مدينتى الدراسة وتحليلها مكانيا، بالإضافة إلى المنهج التطبيقى والمقارن حيث تم التطبيق على مدينتى الشروق وبدر كمدينتين حديثتين مختلفتين فى النشاط الإقتصادى

- أما أساليب الدراسة فاعتمدت الدراسة على الأسلوب الكمى الذى يقوم على التحليل الكمي للبيانات المستخرجة من المرئيات الفضائية، بالإضافة إلى الأسلوب التقنى وذلك من خلال الدمج بين برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد كبرنامج Arc GIS 10.8 وبرنامج Envi 5.3 وبرنامج Erdas Imagine وبرنامج Snap لعمل المعالجة للمرئيات الفضائية واستخلاص النتائج، ومن ثم قام البحث على نوعين من المرئيات أولها مرئيات القمر الصناعى سنتنل التابع لوكالة الفضاء الأوروبية ESA وتعد مهمته الرئيسية مخصصة لمراقبة الغلاف الجوى وتقييم جودة الهواء والأوزون والأشعة فوق البنفسجية ومراقبة المناخ والتنبؤ به (فقيه، ٢٠٢٣، ص ١١)، وقامت الدراسة بداية أغسطس عام ٢٠١٥ مع اختلاف القمر الصناعى سنتنل (١) وسنتنل (٢) سنتنل (٥) وتنزيل مرئيات عام ٢٠١٧ وعام ٢٠١٩ ولدى هذا القمر الصناعى أجهزة علمية لمسح رقعة واسعة من الأرض بحيث تكون ذات دقة عالية تبلغ ١٠ م، وتحتوى على ١٢ باند طيفى وتم تنزيلها من موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية https://earthexplorer.usgs.gov/، وتم من خلال هذا القمر استخلاص عدد من الغازات التي تؤثر على جودة الهواء وهى ثانى أكسيد النيتروجين No2، وثانى أكسيد الكبريت So2، وأول أكسيد الكربون Co، وتم الاعتماد على العديد من المعادلات لاستخراج هذه المعاملات كما فى ملحق (١ و٢)، بالإضافة إلى الاعتماد على مرئيات Landsat 8 وذلك لحساب كثافة تركز العوالق الجوية أقل من ١٠ ميكرومتر فى مدينتى الدراسة لعام ٢٠١٥ و٢٠١٧ و٢٠١٩م وذلك من خلال اثنا عشر مرئية بواقع أربعة مرئيات لكل عام استخلصت فى شهر ديسمبر ومارس ويونيه وسبتمبر للتعبير عن الفصول الأربعة، وتم من خلالها حساب المتوسط الحسابى للعوالق الجوية خلال سنوات الدراسة باستخدام Optical depth وباستخدام المعادلة فى ملحق (٣).

أولاً: الملامح العامة لاستخدام الأرض فى مدينتى الدراسة:

يتنوع استخدام الأرض فى مدينتى الدراسة وذلك وفقاً للهدف من الإنشاء، فجاءت مدينة الشروق مدينة سكنية خدمية بشكل كامل، ومدينة بدر متعددة الاستخدامات بين السكنى والصناعى وبدراسة خصائص المدينتين تبين الآتى:

أ. مدينة الشروق:

تعد مدينة الشروق من المدن الجديدة من الجيل الثالث بالقاهرة الكبرى واقتصرت معظم استعمالات الأراضى على التجمعات السكنية المغلقة. أما باقى أجزاء المدينة فتنوعت بها استعمالات الأراضى بين تجارى وخدمى وتعليمى وصحي، وبالنسبة للتصميم قد تم تحديد ارتفاعات المبانى السكنية بحد أقصى دور أرضى وثلاثة أدوار، أما بالنسبة للتصميم الداخلى للمدينة فتبين من تحليل جدول (١و٢) وشكل (٢ و٣) مايلى:

- قام جهاز تعمير المدينة بتقسيمها إلى قسمين (الشروق ١) و(الشروق ٢) وينتج عن ذلك أن بها مركز المدينة (١) ومركز المدينة (٢) وجاءت المدينة فى ثلاثة عشر حى، حيث يعد الحى الثالث أكبرهم من حيث المساحة فبلغت ٢.٥٧ كم٢ ويليه الحى الخامس ٢,٣٧ كم٢، ويعد الحى الثامن شرق والحى الثامن هما الأصغر من حيث المساحة فبلغا (٠,٨٩ – ٠,٨٧ كم٢) على الترتيب، ويوجد بالمدينة إحدى عشر منطقة تعد منطقة المعاهد والجامعات والمنطقة التاسعة هما الأكبر فى المساحة حيث بلغا (١,٣٩ – ١,٣٥ كم٢) على التوالى، وتعد المنطقة السادسة والثانية هما الأصغر فى المساحة حيث بلغا (٠,٤٤ – ٠,٣٨ كم٢)، هذا بالإضافة إلى وجود سبعة مناطق إسكان ويعد الإسكان العائلى أكبرهم مساحيًا فبلغ ٣,١٩ كم٢ وأصغرهم إسكان الشباب ٦٣ م بمساحة بلغت ٠,٢٢ كم٢.

أما بالنسبة لاستخدام الأرض فى المدينة: اتضح من تحليل جدول (١ و٢) وشكل (٢ و٣) أنه:

- يوجد بالمدينة ثمانية استخدامات واستحوذ الاستخدام السكنى على ما يقرب من نصف مساحة المدينة بمساحة بلغت ٢١,٨٤ كم٢ بنسبة بلغت ٤٨,٣٩٪ من إجمالى المدينة، وتلاها مناطق تحت الإنشاء بمساحة بلغت ١٠,٣٦ كم٢ بنسبة تزيد عن خمس منطقة الدراسة بنسبة ٢٢,٩٦٪ من إجمالى منطقة الدراسة، ويأتى فى المرتبة الثالثة الاستخدام الخدمى حيث جاء بمساحة ٣,١٥ كم٢ بنسبة ٦,٩٨٪، ثم الاستخدام العسكرى بمساحة ٢,٦٣ كم٢ بنسبة ٥,٨٣٪ ثم المسطحات الخضراء

بمساحة بلغت نحو ٢,٤ كم٢ بنسبة ٥,٣٢٪، وتعد الأرضى الفضاء هى الأقل من حيث المساحة، حيث قدرت بنحو ٠,٥٩ كم٢ بنسبة ١,٣١٪ من إجمالى منطقة الدراسة.

جدول (١) التقسيم الداخلي لمدينتى الدراسة

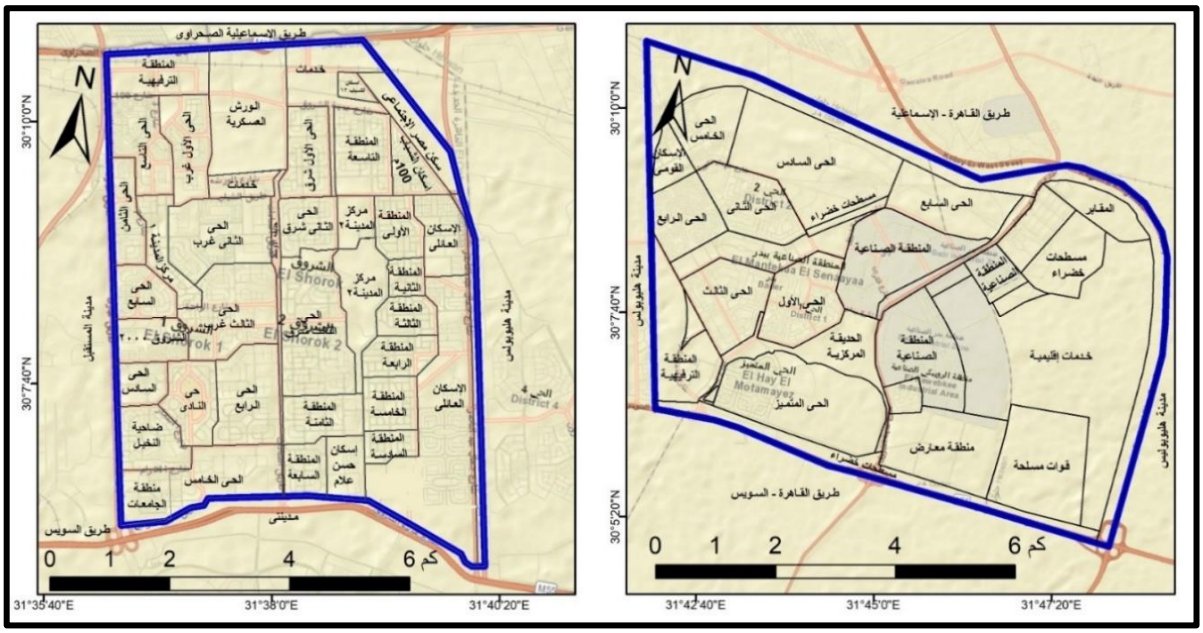
المدينة	الشروق			بدر		
	المنطقة	كم ٢	%	المنطقة	كم ٢	%
1)	مركز المدينة ٢	1.77	3.92	اسكان اقتصادي	0.5	0.62
2)	مركز المدينة ١	0.82	1.82	الاسكان القومي	0.8	1
3)	ضاحية النخيل	1.11	2.46	الترفيهية	2.97	3.7
4)	سكن مصر الاجتماعي	0.94	2.08	الحديقة المركزية	2.36	2.94
5)	خدمات	1.94	4.3	الحي الاول	2.65	3.3
6)	حي النادي	1.09	2.42	الحي الثالث	2.54	3.16
7)	حديقة الأوسط	0.4	0.89	الحي الثاني	2.43	3.03
8)	تحت الانشاء	0.73	1.62	الحي الخامس	2.05	2.55
9)	منطقة المعاهد والجامعات	1.39	3.08	الحي الرابع	2	2.49
10)	الورش العسكرية	2.71	6	الحي السابع	2.71	3.38
11)	المنطقة الترفيهية	1.25	2.77	الحي السادس	5.95	7.41
12)	المنطقة السادسة	0.44	0.97	الحي المتميز	5.34	6.65
13)	المنطقة السابعة	0.64	1.42	المقابر	1.33	1.66
14)	المنطقة الرابعة	0.76	1.68	المنطقة الصناعية	8.09	10.08
15)	المنطقة الخامسة	0.82	1.82	تحت الإنشاء	0.35	0.44
16)	المنطقة الثانية	0.38	0.84	جامعة بدر بالقاهرة	0.24	0.3
17)	المنطقة الثامنة	1	2.22	حديقة الحي المتميز فيلات	0.05	0.07
18)	المنطقة الثالثة	0.63	1.4	خدمات اقليمية	13.33	16.6
19)	المنطقة التاسعة	1.35	2.99	سكني تحت الانشاء	7.09	8.83
20)	المنطقة الاولي	0.77	1.71	قوات مسلحة	4.15	5.17
21)	العائلي	1	2.22	محطات المعالجة	1.39	1.73
22)	الشروق ٢٠٠٠	0.88	1.95	مركز المدينة	2.13	2.65
23)	الحي السادس	0.6	1.33	مسطحات خضراء	5.8	7.22
24)	الحي السابع	0.82	1.82	منطقة المطورين	0.29	0.36
25)	الحي الرابع	1.71	3.79	منطقة معارض	3.73	4.65
26)	الحي الخامس	2.37	5.25	الإجمالي	80.28	100
27)	الحي الثاني غرب	1.98	4.39			
28)	الحي الثاني شرق	0.89	1.97			
29)	الحي الثامن	0.87	1.93			
30)	الحي الثالث غرب	2.06	4.56			
31)	الحي الثالث شرق	2.57	5.69			
32)	الحي التاسع	1.34	2.97			
33)	الحي الاول غرب	1.25	2.77			
34)	الحي الاول شرق	1.13	2.5			
35)	الاسكان العائلي	3.19	7.07			
36)	اسكان حسن علام	0.67	1.48			
37)	اسكان الشباب ٦٣	0.22	0.49			
38)	اسكان الشباب ١٠٠ م	0.67	1.48			
39)	الإجمالي	45.13	100			

المصدر: هيئة التخطيط العمرانى، هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، مخطط مدينة الشروق وبدر عام ٢٠٢٢ م.

جدول (٢) استخدام الأرض في مدينتي منطقة الدراسة

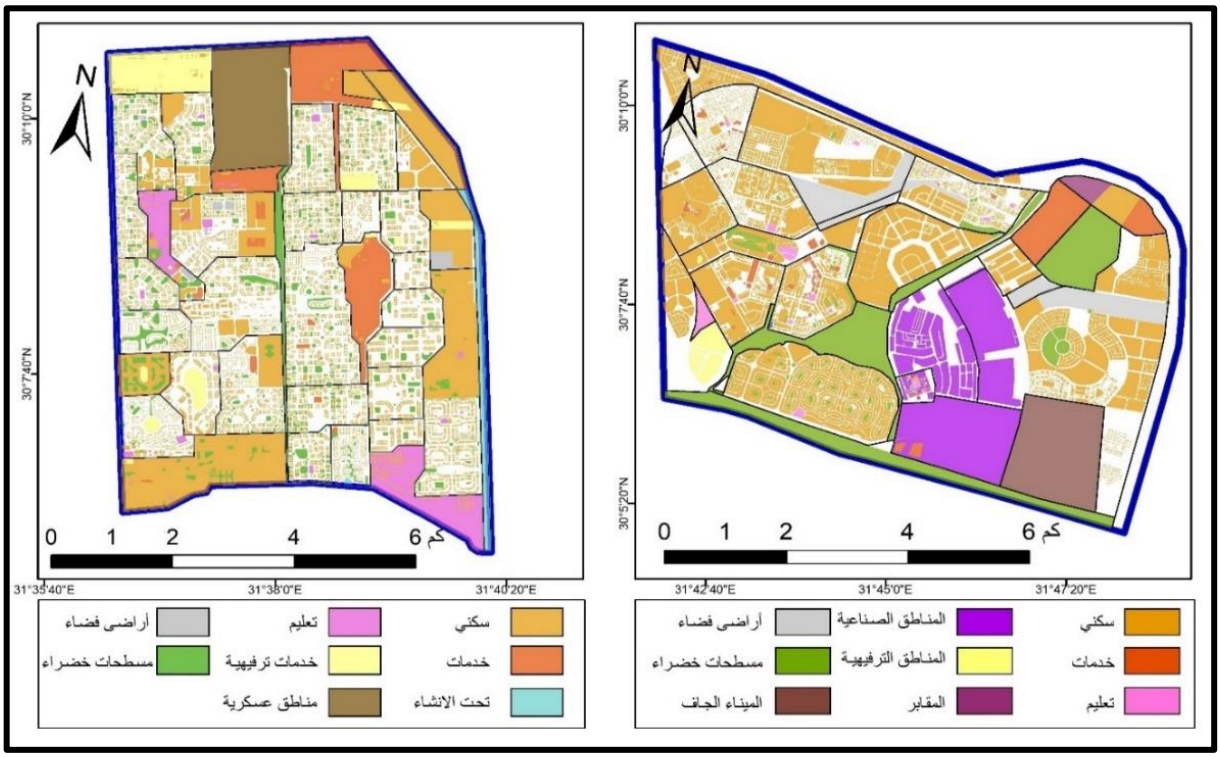
المدينة	الاستخدام	المساحة	النسبة %
بدر	الصناعة	22.78	28.37
	المقابر	0.37	0.47
	تعليم	0.51	0.64
	خدمات	6.42	8
	خدمات ترفيهية	0.73	0.91
	سكني	26.04	32.43
	فضاء	3.12	3.89
	مسطحات خضراء	8.9	11.09
	ميناء جاف	4.15	5.17
	خدمات اخري	2.5	3.12
	تحت الانشاء	4.76	5.93
	الإجمالي	80.28	100
الشروق	سكني	21.84	48.39
	تحت الإنشاء سكني	10.36	22.96
	تعليم	2.14	4.74
	خدمات	3.15	6.98
	خدمات ترفيهية	2.02	4.48
	عسكرية	2.63	5.83
	فضاء	0.59	1.31
	مسطحات خضراء	2.4	5.32
	الإجمالي	45.13	100

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على شكل (٣).



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على هيئة التخطيط العمرانى، هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، مخطط مدينة الشروق وبدر، باستخدام Arc GIS 10.8.

شكل (٢) المخطط العام لمدينتى الدراسة



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على هيئة التخطيط العمرانى، هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، مخطط مدينة الشروق وبدر، باستخدام Arc GIS 10.8.

شكل (٣) استخدام الأرض فى مدينتى الدراسة

ب. مدينة بدر:

تعد مدينة بدر من المدن الجديدة من الجيل الثانى التى تتبع إقليم القاهرة وتم تصميم المدينة على شكل مربع وتتعدد الاستخدامات بين الاستخدام السكنى والصناعى والخدمى، وقام جهاز التعمير بتقسيم المدينة داخلياً إلى عدة أقسام كما هو واضح فى جدول (١ و٢) وشكل (٢ و٣) وهي:

- تحتوى المدينة على مركز المدينة بمساحة بلغت ٢,١٣ كم٢ كما خصص جهاز التعمير بها ثمانية أحياء سكنية وهى الحى المتميز والأول والثانى والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع، ويعد الحى السادس والمتميز من أكبر أحياء المدينة بمساحة بلغت (٥,٩٥ – ٥,٣٤ كم٢) على التوالى، وأصغرهم الحى الخامس والرابع بمساحة (٢,٠٥ – ٢,٠ كم٢) على الترتيب، بالإضافة للإسكان الاقتصادى والقومى بمساحة (٠,٥٠ – ٠,٨٠ كم٢) على الترتيب، وتتميز المدينة بوجود منطقة صناعية كبيرة ولكن من عيوبها وجودها في وسط المدينة وكان يجب أن تكون في جنوب المدينة حتى تكون في منصرف الرياح، وتنقسم إلى ١٤ منطقة صناعية، ويبلغ إجمالى مساحة المنطقة الصناعية ٢٢,٣٧ كم٢ وتوجد بداخلها منطقة المعارض والمطورين ومنطقة خدمية للصناعات ويوجد

بها مساحة كبيرة من المسطحات الخضراء تمثلت فى الحديقة المركزية بمساحة ٢.٣٦ كم٢، وحديقة الحى المتميز بمساحة ٠.٥ كم٢ بالإضافة إلى وجود ٥.٨٠ كم٢ مسطحات خضراء في أماكن متفرقة من المدينة.

أما بالنسبة لاستخدام الأرض فى المدينة فتبين من تحليل جدول (١ و٢) وشكل (٢ و٣) مايلى:

- وجد بالمدينة عشرة استخدامات جاء فى مقدمتها مساحيًا الاستخدام السكنى بمساحة ٢٦,٠٤ كم٢ أى ما يقرب من ثلث المدينة (٣٢,٤٣٪) وتلاها الاستخدام الصناعى بمساحة ٢٢,٨٧ كم٢ مايزيد عن ربع المدينة ٢٨,٣٧ كم٢، وجاء الاستخدام الخدمى فى الترتيب الثالث بمساحة ٨,٩٢ كم٢ ثم المسطحات الخضراء بمساحة ٨,٩ كم٢، ويأتى فى المرتبة الخامسة المنطقة اللوجستية (الميناء الجاف بمساحة ٤,١٥ كم٢ بنسبة ٥,١٧٪) ، وجاء فى المرتبة الأخيرة الاستخدام الترفيهى والتعليمى والمقابر بمساحة قدرت بنحو (٠,٧٣ – ٠,٥١ – ٠,٣٧ كم٢) بنسبة (٠,٩١ – ٠,٦٤ – ٠,٤٧٪) من إجمالى منطقة الدراسة.

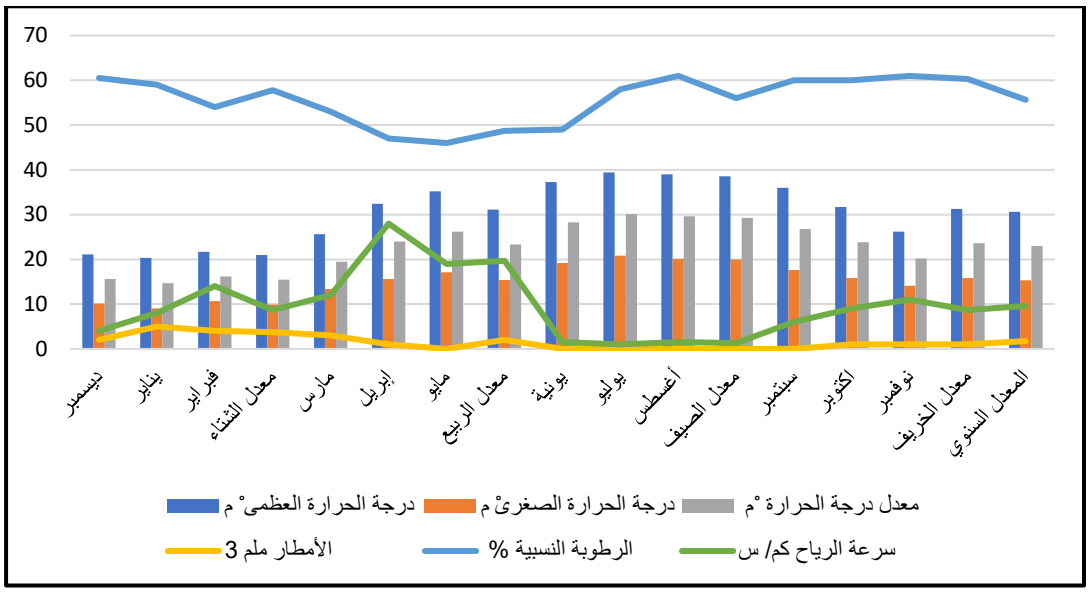
ثانياً: الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٩٣ – ٢٠٢٢م:

تصنف منطقة الدراسة طبقا لتصنيف كوبن المناخى بأنها منطقة جافة ذات أمطار قليلة مع ارتفاع فى درجة الحرارة وبتحليل جدول (٣) وشكل (٤ و٥) تبين ما يلي:

جدول (٣) الخصائص المناخية لمدينتى الدراسة فى الفترة ١٩٩٣ – ٢٠٢٢م

العنصر	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	مارس	ابريل	مايو	معدل الربيع	يونيه	يوليو	أغسطس	معدل الصيف	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	معدل الخريف	المعدل السنوى
درجة الحرارة العظمى ° م	21.1	20.3	21.7	21	25.6	32.4	35.2	31.1	37.3	39.4	39	38.6	36	31.7	26.2	31.3	30.6
درجة الحرارة الصغرى° م	10.1	9	10.7	9.9	13.4	15.6	17.1	15.4	19.2	20.8	20.1	20	17.6	15.8	14.1	15.8	15.3
معدل درجة الحرارة °م	15.6	14.7	16.2	15.5	19.5	24	26.2	23.3	28.3	30.1	29.6	29.3	26.8	23.8	20.2	23.6	23
الأمطار ملم ٣	2	5	4	3.7	3	1	-	2	0	0	0	0	-	1	1	1	1.7
الرطوبة النسبية %	60.5	59	54	57.8	53	47	46	48.7	49	58	61	56	60	60	61	60.3	55.7
سرعة الرياح كم/ س	4	8	14	8.7	12	28	19	19.7	1.5	1	1.5	1.3	6	9	11	8.7	9.6
المعدل السنوي للنسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في محطة مطار القاهرة																	
اتجاه الرياح	ش	ش ق	ق	ج ق	ج	ج غ	غ	ش غ	سكون								
	18	17	7.7	3.3	5.8	6.8	10	24.3	6.5								

المصدر: من عمل الباحثة بالإعتماد على مركز البيانات والمعلومات، بيانات غير منشورة، خلال الفترة ١٩٩٣ حتى عام ٢٠٢٢ م.



المصدر: من عمل الباحثة بالإعتماد على جدول (٣) باستخدام برنامج Excel.

شكل (٤) الخصائص المناخية لمدينتى الدراسة فى الفترة ١٩٩٣ – ٢٠٢٢م

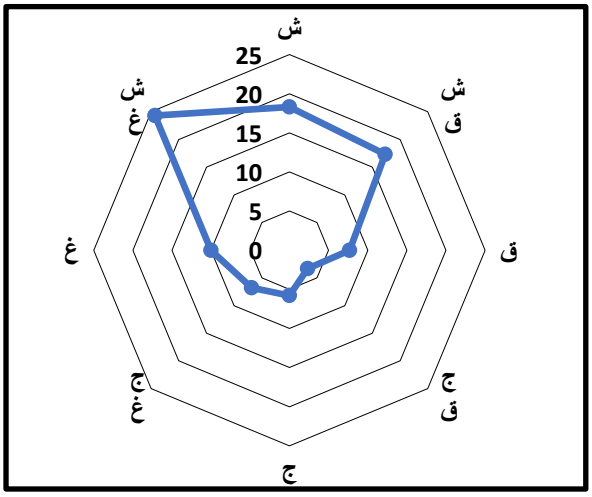
- **بالنسبة لدرجة الحرارة:** بلغ معدل درجة الحرارة في مدينتي الدراسة ٢٣,٦°م وبعد فصل الشتاء هو الأقل في درجة الحرارة بمعدل ١٥,٥°م، لينما يسجل أقصاها خلال فصل الصيف بمعدل ٢٩,٣°م كما أنه يتشابه فصلي الربيع والخريف في معدل درجة الحرارة في المدينتين حيث بلغا (٢٣,٣ – ٢٣,٦°م) على الترتيب، كما تبين أن هناك زيادة في معدل درجة الحرارة العظمي فى منطقة الدارسة حيث بلغ ٣٠,٦°م، بفارق زيادة عن معدل درجة الحرارة الصغرى بحوالي ١٥,٣°م، ويتراوح معدل درجة الحرارة العظمى فى منطقة الدراسة فيما بين ٢٠,٣°م إلى ٣٩,٤°م وبلغ أدناها خلال شهرى ديسمبر ويناير، وتزداد درجة الحرارة حيث تبلغ ذروتها خلال أشهر فصل الصيف يونيه ويوليو وأغسطس بمعدل ٣٨,٦°م وتأخذ معدلات درجة الحرارة العظمى منحنى جرسي حيث تقل درجة الحرارة فى بداية العام ونهايته وتزداد فى وسط العام، وكذلك على مستوى معدلات درجة الحرارة الصغرى، وتتراوح درجة الحرارة الدنيا فى منطقة الدارسة فيما بين ٩°م في شهر يناير وإلى ٢٠,٨°م في شهر يوليو، ويسجل أدنى معدلاتها خلال شهرى يناير وديسمبر وأقصاها خلال شهر يوليو.

- **بالنسبة للأمطار:** تستقبل منطقة الدراسة كمية منخفضة جدًا من الأمطار بمعدل بلغ ١,٧ ملم^{٣} وإجمالى ١٧ ملم^{٣}، وبلغ أقصي سقوط للأمطار فى شهر يناير بمعدل ٥ ملم^{٣}، ويليه شهر فبراير بمعدل ٤ ملم^{٣} ويليه شهر مارس بمعدل ٣ ملم^{٣}، وبذلك يعد فصل الشتاء هو الأكثر استقبالا للأمطار في مدينتي الدراسة بعدل ٣,٧ ملم^{٣} وتلاه فصل الربيع بمعدل ٢ ملم^{٣} ثم فصل الخريف بمعدل ١ ملم^{٣}، وتنخفض

الأمطار بداية من شهر مايو حتى شهر سبتمبروخاصة خلال موسم فصل الصيف وبذلك تعاني مدينتى الدراسة من انخفاض فى معدل كمية الأمطار طوال العام.

- **بالنسبة للرطوبة النسبية:** تشهد المدينتين نسبة رطوبة متوسطة حيث بلغت ٥٥,٧٪ كما تتباين نسبة الرطوبة في مدينتي الدراسة على مستوى فصول العام ليسجل أدناها خلال فصل الربيع ٤٨,٧٪ ويسجل شهر مايو أدناها بمعدل ٤٦٪ ويليه فصل الصيف بمعدل ٥٦٪ ويعد شهر أغسطس هو الأكثر عرضة للرطوبة النسبية خلال هذا الفصل بمعدل ٦١٪ ويليه فصل الشتاء بمعدل ٥٧,٨٪، بينما شهد فصل الخريف أعلى معدل للرطوبة النسبية بمعدل بلغ ٦٠,٣٪ وبلغ أقصاه في شهر نوفمبر ٦١٪.

- **بالنسبة للرياح:** تشهد مدينتى الدراسة انخفاضاً ملحوظاً فى سرعة الرياح حيث بلغ أقصى معدل لها خلال فصل الربيع بسرعة ١٩ كم/ساعة وسجل أقصاها خلال هذا الفصل في شهرى أبريل ومايو بمتوسط سرعة ٢٨ و١٩ كم/ساعة على التوالى، ويتشابه معدل سرعة الرياح خلال فصلي الشتاء والربيع حيث بلغا ٨,٧ كم/ساعة، ويبلغ أدنى معدل لسرعة الرياح فى شهر يوليو بسرعة ١ كم/ساعة بفارق انخفاض عن شهرى أبريل ومايو ٢٧ كم/ساعة حيث بلغ معدل سرعتها خلال فصل الصيف ١,٣ كم/ساعة، **أما بالنسبة لاتجاه الرياح** تبين من جدول (٣) وشكل (٥) أن هناك سيادة للرياح الشمالية بشكل عام على مدينتي الدراسة وبلغ أقصى زيادة لتكرارها في الاتجاه الشمالي الغربي بنسبة ٢٤,٣٪ وتلاه الاتجاه الشمالي بنسبة ١٨,٣٪ ثم الاتجاه الشمالي الشرقي بنسبة ١٧,٣٪، بينما استحوذ الاتجاه الغربي على نسبة ١٠٪ وتقل نسبة تكرار هبوب الرياح جنوبا حيث بلغ أدناها في الاتجاه الجنوبي الشرقي بنسبة ٣,٣٪ ثم الاتجاه الجنوبي بنسبة ٥,٨٪ ثم الاتجاه الجنوبي الغربي بنسبة ٦,٨٪، كما بلغت نسبة سكون الرياح ٦,٥٪.



المصدر: من إعداد الباحثة باستخدام برنامج الإكسل بالاعتماد على جدول (٣).

شكل (٥) المعدل السنوي للنسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في محطة مطار القاهرة

ثالثاً: نوعية وجودة الهواء فى مدينى الدراسة:

- **التباين المكانى والزمانى لنوعية وجودة الهواء فى مدينتى الدراسة:**

تم الاعتماد على بيانات ومخرجات الرادار Sentinel لاستخراج خصائص الهواء وتوفير بيانات عن ثانى أكسيد الكبريت So2، وثانى أكسيد النيتروجين No2 وأول أكسيد الكربون Co، بالإضافة لاستخراج الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر من المرئيات الفضائية Landsat 8, 7، وسوف يتم دراستهم خلال سنوات الدراسة بنوع من التفصيل على النحو التالى:

١. تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت وخطورته فى مدينتى الدراسة:

يعد غاز ثانى أكسيد الكبريت So2 ملوث للهواء عديم اللون لاتراه العين المجردة وانتشاره يشكل خطرًا على صحة الإنسان حيث يؤدى انتشاره إلى مشاكل صحية كالسكته الدماغية وأمراض القلب والرئة والوفاة المبكرة (داهيا، ٢٠٢٠، ص ٣)، ويتولد ثانى اكسيد الكبريت (So2) كناتج عملية أكسدة البقايا الكبريتية الموجودة فى بعض أنواع الوقود وذلك أثناء عملية الإحتراق وخاصة فى المناطق الصناعية التى تستخدم الوقود البترولى وخاصة المازوت فى انتاج الطاقة، بالإضافة إلى أنه يتولد من السيارات التى تستخدم السولار (الديزل) التى تنتج كميات غير قليلة من غاز ثانى أكسيد الكبريت، كما يتولد من حرق المكشوفات العضوية (وزارة البيئة، ٢٠٠٣، ص ٦) بالإضافة إلى أهمية غاز ثانى أكسيد الكبريت إلا أنه يعد من أخطر عناصر تلوث الهواء حيث يذوب فى بخار الماء مكونا حمض الكبريتيك، مما يشكل الأمطار الحمضية التى تسبب تآكل المبانى والمنشآت وصدأ المعادن (سعيد، ٢٠٢٢، ص ١٥)، وتم دراسته وفق الحد المسموح به قانونًا حيث بلغ هذا الحد فى المناطق الحضرية ٥٠ ميكروجرام/م^{٣}. أما فى المناطق الصناعية فأقصى حد مسموح به ٦٠ ميكروجرام/م^{٣} وذلك على المستوى السنوى وبالتحليل المكانى والزمانى لتوزيع غاز ثانى أكسيد الكبريت تبين ما يلي:

أ. تركز وخطورة غاز ثانى أكسيد الكبريت فى مدينتى الدراسة عام ٢٠١٥م:

يتباين تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت فى مدينيتى الدراسة وذلك لاختلاف الخصائص المكانية والزمانية لاستخدام الأرض وبتحليل جدول (٤) وشكل (٦) تبين مايلى:

- **مدينة الشروق:**

- تعد مدينة الشروق الأقل فى معدل تركيز غاز ثانى أكسيد الكبريت خلال عام ٢٠١٥م حيث تراوح فيما بين أقل من ٢٨ إلى ٤٠ ميكروجرام/م^{٣}، وهي أقل من الحد المسموح به بمقدار ٢٢

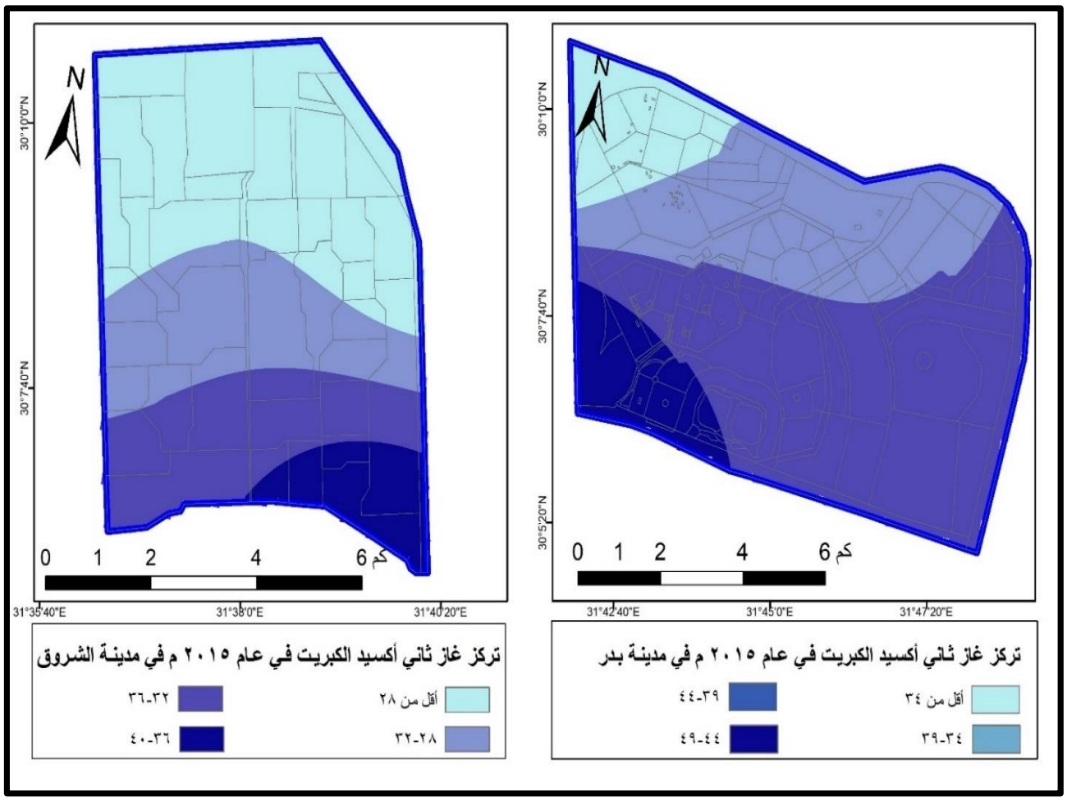
إلى ١٠ ميكروجرام/م^{3} بنسبة خطورة تتجاوز ٥٠٪ حيث تراوحت بين أقل من ٥٦٪ إلى ٨٠٪ ومرد ذلك إلى وجود نقطتان لانتاج الطاقة الشمسية (صن رايو فى المنطقة الثالثة، ولوتس فى الحي التاسع) والتى تزيد من فرص تكون الغاز على الرغم من كونها مدينة سكنية فقط.

- جاء ما يقرب من نصف مساحة المدينة فى الفئة ٢٨ ميكروجرام/م^{3}، بمساحة بلغت ٢٠,٧٦ كم^{2} بنسبة بلغت ٤٥,٩٨٪ من إجمالى مساحة المدينة وجاءت فى النصف الشمالى من مدينة الدراسة، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ٨ كم^{2} كمصدر رئيس لغاز ثانى أكسيد الكبريت، ويعزى ذلك لانتاج الغاز، وتلتها المناطق تحت الإنشاء بمساحة بلغت ٣,٢٥ كم^{2}، ثم المناطق الخدمية بمساحة ١,٦٥ كم^{2}، بينما تعد المناطق الفضاء هى الأقل تمثلا لتركز الغاز فى هذه الفئة بمساحة بلغت ٠,٢٢ كم^{2}.
- يزداد تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت فى المدينة بالاتجاه جنوبا حيث يتراوح ما بين ٢٨ إلى ٣٢ ميكروجرام/م^{3} بالجزء الأوسط فى المدينة بمساحة بلغت ١٢,٧٣ كم^{2} إلى ما يزيد عن ربع مساحة المدينة بنسبة ٢٨,٢١٪، ويزداد معدل الخطورة فيها ليتراوح بين ٦٢ إلى ٧٢٪ وبلغ أقصاها أيضا فى الاستخدام السكنى بمساحة ٥,٦٣ كم^{2} والمناطق تحت الإنشاء بمساحة ٤,٢١ كم^{2}، وجاءت معظم المبانى التعليمية فى هذه الفئة بمساحة ١,٤٦ كم^{2} وأدناها فى الاستخدام الخدمى ٠,١٢ كم^{2}.

جدول (٤) تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م وتوزيعها على استخدام الأرض

تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينة الشروق													
			توزيع تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في استخدامات الأرض										
الفئات	المساحة كم^{2}	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	تحت الإنشاء	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	عسكرية	فضاء	مسطحات خضراء		
اقل من ٢٨	20.76	45.98	أقل من ٥٦	3.25	0.68	3.03	1.65	8	2.63	0.2	1.29		
32-28	12.73	28.21	من ٥٦ إلى ٦٤	4.21	1.46	0.12	0.29	5.63	0	0	1.03		
36-32	6.92	15.33	من ٦٤ إلى ٧٢	1.89	0	0	0.09	4.57	0	0.3	0.08		
40-36	4.73	10.48	من ٧٢ إلى ٨٠	1.01	0	0	0	3.64	0	0.1	0		
الإجمالي	45.14	100		10.36	2.14	3.15	2.02	21.84	2.63	0.6	2.4		
تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينة بدر													
			توزيع تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في استخدامات الأرض										
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	الصناعة	المقابر	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	فضاء	مسطحات خضراء	ميناء جاف	تحت الإنشاء
اقل من ٣٤	9.69	12.07	أقل من ٥٦,٦٧	3.54	0	0.35	1.57	0.7	2.54	0	0.76	0	0.24
39-34	23.42	29.17	من ٥٦,٦٧ إلى ٦٥	7.02	0	0	3.28	0	2.81	0.9	4.21	4.15	1.06
44-39	39.24	48.88	من ٦٥ إلى ٧٣,٣٣	10.98	0.37	0.16	2.78	0.03	17.45	2.2	2.45	0	2.78
49-44	7.93	9.88	من ٧٣,٣٣ إلى ٨١,٦٧	1.24	0	0	1.29	0	3.24	0	1.48	0	0.68
الإجمالي	80.28	100	أقل من ٥٦,٦٧	22.78	0.37	0.51	8.92	0.73	26.04	3.1	8.9	4.15	4.76

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.

شكل (٦) تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م

- تعد الفئة الثالثة أكثر خطورة من الفئتان السابقتان حيث تراوح تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت ما بين ٣٢ إلى ٣٦ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ٦,٩٦ كم٢ بنسبة ١٥,٣٢٪ وتزداد فيها نسبة الخطورة حيث تقدر بنحو ٦٤ إلى ٧٢٪، وجاءت معظم المساحة فى الاستخدام السكنى بنحو ٤,٥٧ كم^{٢}.
- تشهد الأجزاء الجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة أكثر ارتفاع لتركز غاز ثانى أكسيد الكبريت وهو الأقل تمثيلًا حيث بلغ ٤,٧٣ كم^{٢} بنسبة ١٠,٤٨٪ بنسبة خطورة تقترب من الحد المسموح به قانونا بين ٧٢ إلى ٨٠٪ وجاءت معظم المساحة فى الاستخدام السكنى أيضا بمساحة قدرت بنحو ٣,٦٤ كم^{٢} ويعزى زيادة الخطورة بالاتجاه ناحية الجنوب والجنوب الشرقى بسبب اتجاه الرياح السائد فى المنطقة وهي الرياح الشمالية وشمال الشمال الغربى مما يدفع الهواء بالاتجاه نحو الجنوب الشرقى.

- **مدينة بدر:**

- يزداد تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت خطرًا فى مدينة بدر وذلك لزيادة تنوع النشاط البشرى، بالإضافة إلى النشاط الصناعى حيث تراوح تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت فى المدينة بين أقل

من ٣٤ إلى ٤٩ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت بين أقل من ٥٦,٦٧ إلى ٨١,٦٧٪ وذلك وفق الحد المسموح به فى المناطق الصناعية حيث ما يزيد عن ربع مساحة المدينة يقع ضمن الاستخدام الصناعى بمساحة بلغت ٢٢,٧٢ كم^{٢}.

- تعد الاجزاء الشمالية الغربية فى عام ٢٠١٥م هى الأقل خطورة من حيث تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت حيث بلغ أقل من ٣٤ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة بلغت ٥٦,٦٧٪، وجاءت فى مساحة صغيرة من مدينة بدر حيث بلغت ٩,٦٩ كم^{٢} بنسبة ١٢,٠٧٪، وبلغ أقصاها فى الاستخدام الصناعى بمساحة ٣,٥٤ كم^{٢} ثم الاستخدام السكنى ٢,٥٤ كم^{٢} وأدناها فى المناطق تحت الإنشاء والتعليم بمساحة بلغت (٠,٢٤ و٠,٣٥ كم^{٢}) على التوالى.
- تزداد الخطورة بالاتجاه شرقًا من الفئة الأولى لتتراوح درجة تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت فيما بين ٤٥ إلى ٥٩ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة تزداد عن ربع مساحة مدينة بدر حيث بلغت ٢٣,٤٢ كم^{٢} وبنسبة بلغت ٢٩,١٧٪ من مساحة المدينة، وتزداد نسبة الخطورة حيث تتراوح بين ٥٦,٦٧ إلى ٦٥٪ وظهر معظمها فى الاستخدام الصناعى بمساحة بلغت ٧,٠٢ كم^{٢}، وتلاها المسطحات الخضراء والميناء الجاف بمساحة بلغت (٤,٢١ و٤,١٥ كم^{٢}) على الترتيب، وأدناها فى مناطق الفضاء بمساحة ٠,٨٩ كم^{٢}.
- يقع معظم مدينة بدر فى درجة عالية الخطورة من حيث تركيز غاز ثانى أكسيد الكبريت بمساحة بلغت ٣٩,٢٤ كم^{٢} ونسبة ٤٨,٨٨٪ من إجمالى مساحة المدينة بدرجة خطورة تراوحت بين ٦٥ إلى ٧٣,٣٣٪ من الحد المسموح به قانونا وجاءت فى الأجزاء الوسطى والشرقية والجنوبية والغربية، وتمثلت معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة بلغت ١٧,٤٥ كم^{٢} وتلاها الاستخدام الصناعى بمساحة ١٠,٩٨ كم^{٢} وأدناها فى الاستخدام التعليمى ٠,١٦ كم^{٢} ويعزى ذلك لوجود العديد من المصانع بالإضافة لاستخدام السكان الغاز الطبيعى.
- تعد الأجزاء الجنوبية الغربية هى الأكثر خطورة خلال هذا العام، حيث تراوحت نسبة تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت ٤٤ إلى ٤٩ ميكروجرام/م^{٣}، بمساحة منخفضة بلغت ٧,٩٣ كم^{٢} بنسبة ٩,٨٨٪ بدرجة خطورة مرتفعة بلغت ٧٣,٣٣ إلى ٨١,٦٧٪، ويعزى ذلك لزيادة تركز الغاز فى الأجزاء الجنوبية الغربية لمدينة الشروق ويعزى ذلك لوجود الطريق الدائرى الإقليمى وطريق مبارك غرب مدينة بدر مما يزيد من التلوث وبالإضافة لاتجاه الرياح السائد بالاتجاه الشمالى وشمال الشمال الشرقى.

ب. تركز وخطورة غاز ثانى اكسيد الكبريت عام ٢٠١٧م فى مدينتى الدراسة:

يزداد تركز وخطورة غاز ثانى أكسيد الكبريت فى عام ٢٠١٧م فى مدينتى الدراسة مقارنة بعام ٢٠١٥ م بفارق زيادة ٦ ميكروجرام/م^{٣} فى مدينة الشروق و٧ ميكروجرام/م^{٣} فى مدينة بدر، وبالتحليل المكانى للغاز فى عام ٢٠١٧م جدول (٥) وشكل (٧) تبين ما يلي:

- **مدينة الشروق:**

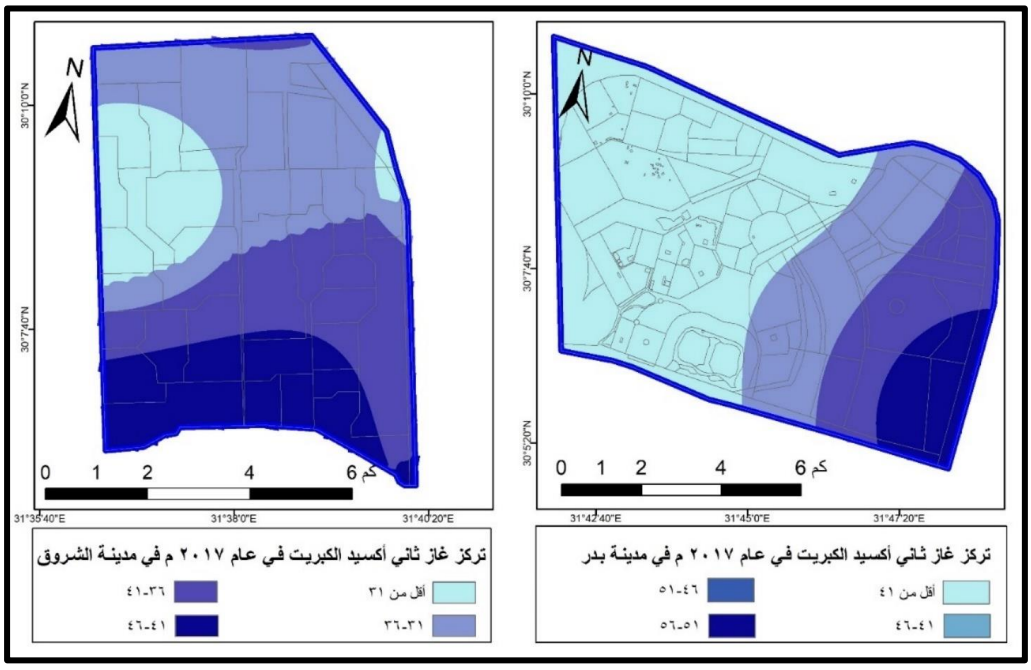
- تتراوح نسبة تركز الغاز فيما بين أقل من ٣١ إلى ٤٦ ميكروجرام/م^{٣} بدرجة خطورة تجاوزت ٥٠٪ حيث تراوحت بين أقل من ٦٢ إلى ٩٢٪ من قيمة الحد المسموح به قانونًا لتركز الغاز.
- انخفاض مساحة الفئة الأقل خطورة فى هذا العام، حيث بلغت ٥,٧ كم^{٢} بدرجة تركز للغاز بأقل من ٣١ ميكروجرام/م^{٣} بحوالى ١٢,٦٤٪ من إجمالى المدينة، ووجدت معظمها فى غرب المدينة وجزء صغير فى شرقها ومعظمها تقع فى الاستخدام السكنى بمساحة بلغت ٢,٣٢ كم^{٢} وتلاها الخدمات الترفيهية ١,٦٨ كم^{٢}، ويمثل أدناها فى المسطحات الخضراء ٠,٠٧ كم^{٢}، وتتميز هذه المنطقة بأنها الأقل خطورة بدرجة بلغت أقل من ٦٢٪.
- يأتى أكثر من ثلث المدينة فى المرتبة الثانية من حيث تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت حيث تراوح بين (٣١ – ٣٦ ميكروجرام/م^{٣}) بمساحة بلغت ١٧,٥٩ كم^{٢} بنسبة خطورة بلغت من ٦٢ إلى ٧٢٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة قدرت بنحو ٧,٨٤ كم^{٢}، وتلاها المناطق تحت الإنشاء ٣,٢٤ كم^{٢}، وأدناها فى المسطحات الخضراء بمساحة ٠,٠١ كم^{٢} ومرد ذلك لزيادة الكثافة السكنية فى هذه المناطق مما يزيد من استهلاك الغاز الطبيعى الذي بدوره يؤدى إلى ارتفاع تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت.
- تزداد خطورة غاز ثانى أكسيد الكبريت فى الأجزاء الجنوبية من مدينة الشروق، حيث جاء ما يزيد عن ربع المدينة فى الفئة ٣٦ إلى ٤١ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ١١,٦٥ كم^{٢} ونسبة ٢٥,٨١٪ بخطورة تراوحت بين ٧٢ إلى ٨٢٪ وفق الحد القانونى المسموح به، وجاء معظم المساحة فى الاستخدام السكنى وتحت الإنشاء بمساحة (٦,٢١ – ٤,٠٢ كم^{٢}) على الترتيب وأدناها فى الاستخدام فى أراضى الخدمات الترفيهية بمساحة ٠,٠٩ كم^{٢}، ويعود ذلك إلى قلة تركز السكان فيها، وتبلغ أقصى زيادة لتركز الغاز فى الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية حيث تراوحت بين ٤١ إلى ٤٦ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ١٠,١٩ كم^{٢} بنسبة ٢٢,٥٨٪ وتشكل خطورة هذه المنطقة لاقترابها من الحد القانونى المسموح به لتركز الغاز حيث تراوحت بين ٨٢ إلى ٩٢٪، ويعد الاستخدام السكنى هو

الأكثر انتشارًا فى هذه الفئة بمساحة ٥,٤٧ كم^{٢} ثم الأراضى تحت الإنشاء بمساحة ٢,٣٦ كم^{٢} وأدناها فى الأراضى الفضاء بمساحة ٠,٠٢ كم^{٢} وذلك كمؤشر حقيقى بأن الاستخدام السكنى من العناصر الرئيسية فى إنتاج غاز ثانى أكسيد الكبريت.

جدول (٥) تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٧م وتوزيعها على استخدام الأرض

تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينة الشروق											
الفئات	المساحة كم^{٢}	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في استخدامات الأرض							
				تحت الإنشاء	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	عسكرية	فضاء	مسطحات خضراء
اقل من ٣١	5.7	12.64	أقل من ٦٢	0.74	0.1	0.45	1.68	2.32	0.12	0.2	0.07
36-31	17.59	38.97	من ٦٢ إلى ٧٢	3.24	2.04	1.34	0.25	7.84	2.51	0.4	0.01
41-36	11.65	25.81	من ٧٢ إلى ٨٢	4.02	0	0.98	0.09	6.21	0	0	0.35
46-41	10.19	22.58	من ٨٢ إلى ٩٢	2.36	0	0.38	0	5.47	0	0	1.96
الإجمالي	45.13	100		10.36	2.14	3.15	2.02	21.8	2.63	0.6	2.4
تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينة بدر											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت فى استخدامات الأرض							
				الصناعة	المقابر	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	فضاء	مسطحات خضراء	ميناء جاف	تحت الإنشاء
اقل من ٤١	45.49	56.67	أقل من ٦٨,٣٣	15.42	0.37	0.51	3.45	0.53	16.34	0.4	4.1	4.15	0.27
46-41	18.32	22.82	من ٦٨,٣٣ إلى ٧٦,٦٧	7.36	0	0	3.81	0.2	1.34	1.4	3.14	0	1.12
51-46	9.69	12.07	من ٧٦,٦٧ إلى ٨٥	0	0	0	1.24	0	5.42	1	0.76	0	1.25
56-51	6.78	8.45	من ٨٥ إلى ٩٣,٣٣	0	0	0	0.42	0	2.94	0.4	0.9	0	2.12
الإجمالي	80.28	100		22.78	0.37	0.51	8.92	0.73	26.04	3.1	8.9	4.15	4.76

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.

شكل (٧) تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٧م

- **مدينة بدر:**

- يقترب تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت من الحد القانونى المسموح به خلال عام ٢٠١٧ م فى المدينة حيث تراوح بين أقل من ٤١ إلى ٥٦ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت بين ٦٨,٣٣ إلى ٩٣,٣٣٪ مما يشكل خطر مباشر على عامة الاستخدامات البشرية فى المدينة.
- يقع معظم المدينة فى الفئة الأقل خطرًا خلال عام ٢٠١٧م وهي الأقل من ٤١ ميكروجرام/م^{٣}، وتوجد فى الأجزاء الشمالية والغربية والجنوبية من منطقة الدراسة بدرجة خطورة بلغت ٦٨,٣٣٪ بمساحة بلغت ٤٥,٤٩ كم^{٢} بنسبة ٥٦,٦٧٪ من المدينة، وجاء أقصاها فى الاستخدام السكنى والصناعى بمساحة (١٦,٣٤ – ١٥,٤٢ كم^{٢}) ، كما يقع الميناء الجاف بكاملة فى هذه الفئة، وأدناها تمثيلًا بمساحة ٠,٢٣ كم^{٢} فى المناطق تحت الإنشاء.
- يزداد مقدار تركز الغاز بالاتجاه شرقًا وتتمثل الفئة الثانية التى تتراوح بين ٤١ – ٤٦ ميكروجرام/م^{٣} حوالي ١٨,٣٢ كم^{٢} بنسبة تقترب من ربع منطقة الدراسة بدرجة خطورة مرتفعة تتراوح بين (من ٦٨,٣٣ إلى ٧٦,٦٧٪)، واستحوذ الاستخدام الصناعى على معظمها بمساحة كم^{٢}، وتلاها الاستخدام الخدمى ٣,٨١ كم^{٢} وأدناها فى الخدمات الترفيهية ٠,٢٠ كم^{٢}.
- تتمثل الفئة الثالثة التى تتراوح بين ٤٦ – ٥١ ميكروجرام/م^{٣} مساحة تقدر بنحو ٩,٦٩ كم^{٢} بنسبة ١٢,٠٧٪ من المدينة بدرجة خطورة تراوحت بين ٧٦,٦٧ إلى ٨٥٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ٥,٤٢ كم^{٢} وأدناها فى المسطحات الخضراء بمساحة ٠,٧٦ كم^{٢}.
- تعد الفئة الرابعة هى الأكثر خطورة فى تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت حيث تراوح تركزه بين ٥١ – ٥٦ ميكروجرام/م^{٣} وذلك لاقترابها من الحد المسموح به بمساحة بلغت ٦,٧٨ كم^{٢} وبنسبة ٨,٤٥٪ من المدينة وخطورة تراوحت بين ٨٥ إلى ٩٣,٣٣٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ٢,٩٤ كم^{٢} وأدناها فى المناطق الفضاء بمساحة ٠,٤ كم^{٢} وبناء عليه يعد الاستخدام السكنى والصناعى هما الأكثر خطرًا من حيث تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت.

ج. تركز وخطورة غاز ثانى أكسيد الكبريت فى مدينتى الدراسة فى عام ٢٠١٩ م:

يعد عام ٢٠١٩ هو الأخطر مقارنة بباقى أعوام الدراسة وذلك لتجاوز النسب المسموح بها قانونًا فى غاز ثانى أكسيد الكبريت وذلك لزيادة النشاط الصناعى فى مدينة بدر وزيادة الكثافة السكانية على مستوى المدينيتن مما زاد من تركز الغاز ومن تحليل جدول (٦) وشكل (٨) تبين ما يلي:

- **مدينة الشروق:**

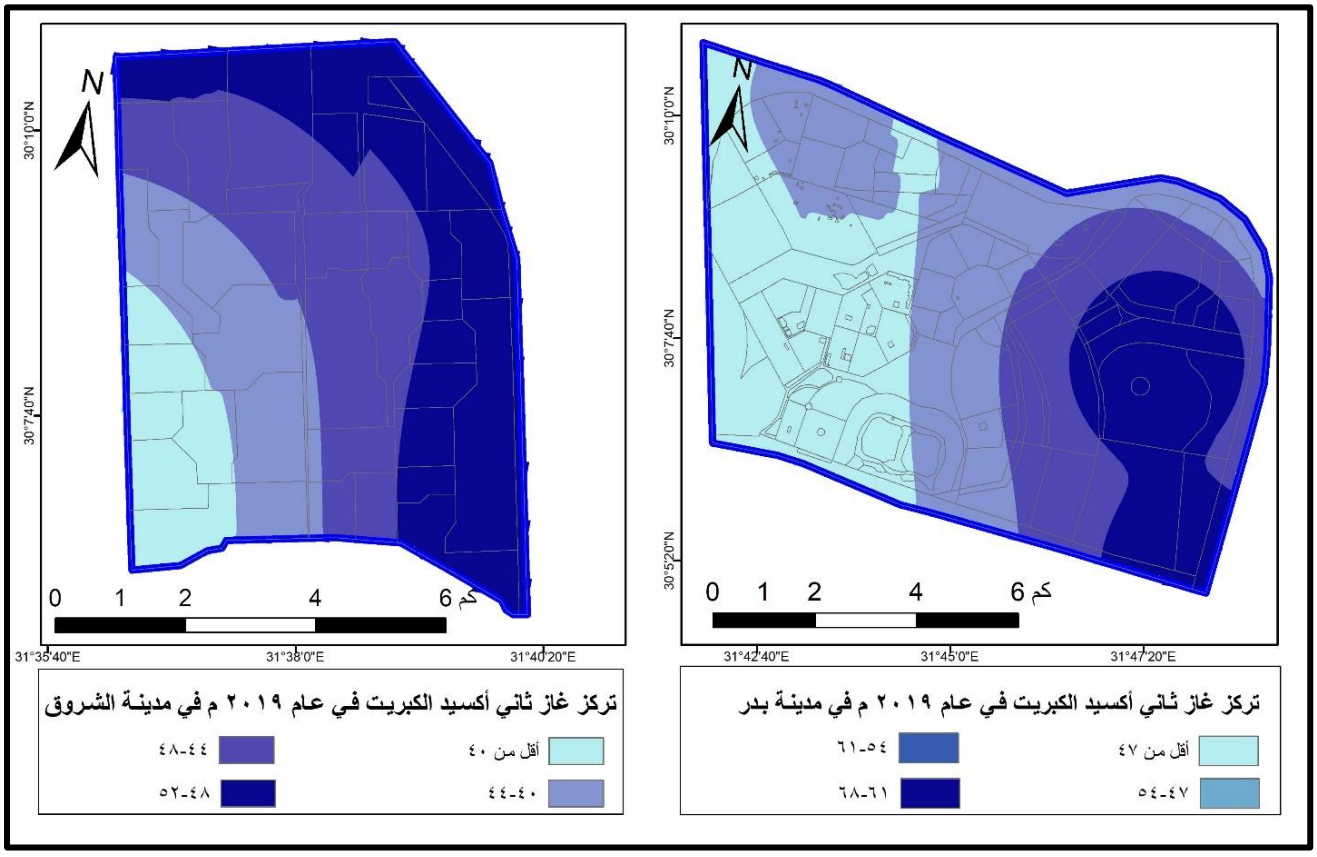
- تراوح معدل تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت فى المدينة خلال عام ٢٠١٩ ٤٠ إلى ٥٢ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تتراوح فيما بين ٨٠ إلى ١٠٤٪ أى بزيادة عن الحد المسموح به قانونًا فى المدن الحضرية بنحو ٢ ميكروجرام/م^{٣} وبنسبة ٤٪ خطورة مما له آثار سلبية على صحة الإنسان.
- تقل درجة تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت فى الجزء الجنوبى الغربى والغربى من المدينة حيث بلغ أقل من ٤٠ ميكروجرام/م^{٣} وهو الأقل من حيث التركز بمساحة بلغت ٦,٨٧ كم^{٢} وبنسبة ١٥,٢٢٪ من المدينة بنسبة خطورة أقل من ٨٠٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ٣,٨٥ كم^{٢}، وتلاها المناطق تحت الإنشاء بمساحة ١,٥٤ كم^{٢} وأدناها تمثيلًا فى المسطحات الخضراء ٠,٠٤ كم^{٢}.
- يزداد تركز وخطورة الغاز بالاتجاه شرقًا من الفئة الأولى حيث تراوح تركز الغاز فيما بين ٤٠ إلى ٤٤ ميكروجرام/م^{٣} وبمساحة أكثر من ضعف الفئة الأولى والأكثر على مستوى الفئات حيث بلغت ١٥,٢٠ كم^{٢} بنسبة ٣٣,٦٩٪ وبنسبة خطورة تراوحت بين ٨٠ – ٨٩٪، ومعظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ٥,٩٤ كم^{٢} وجاء بعدها الاستخدام العسكرى ٢,٦٣ كم^{٢} وأقلها تركز فى الأراضى الفضاء بمساحة ٠,١٥ كم^{٢}.
- تأتى الفئة الثالثة فى الترتيب الثانى من حيث المساحة حيث تراوح تركز الغاز فيما بين ٤٤ –٤٨ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت بين ٨٨ إلى ٩٦٪ وبمساحة ١٠,٨٠ كم^{٢} أى ما يقرب من ربع مساحة المدينة قدرت بنحو ٢٣,٩٣٪، وجاءت فى الاستخدام السكنى وتحت الإنشاء بمساحة (٥,٦٦– ٣,٨٦ كم^{٢}) على التوالى وأدناها فى الخدمات الترفيهية وأراضى الفضاء بمساحة بلغت (٠,٠٤ – ٠,١٠ كم^{٢}).
- تعد الأجزاء الشمالية والشرقية والجنوبية الشرقية هى الأخطر فى تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت حيث تجاوزت الحد المسموح به قانونًا فتراوح تركيزه بين ٤٨ إلى ٥٢ ميكروجرام/م^{٣}، بمساحة بلغت ١٢,٢٦ كم^{٢} بنسبة تزيد عن ربع المدينة ٢٧,١٦٪ بدرجة خطورة تراوحت فيما بين ٩٦ إلى ١٠٤٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى والمناطق تحت الإنشاء بمساحة بلغت (٦,٣٩ – ٤,٢١ كم^{٢}) على الترتيب، وأدناها جاء فى الخدمات الترفيهية والأراضى الفضاء بمساحة (٠,٠٥ – ٠,٢٧ كم^{٢}) على التوالى.

جدول (٦) تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٩م وتوزيعها على استخدام الأرض

تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينة الشروق											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	توزيع تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في استخدامات الأرض								
			نسبة الخطورة %	تحت الإنشاء	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	عسكرية	فضاء	مسطحات خضراء
اقل من ٤٠	6.87	15.22	أقل من ٨٠	1.54	0.69	0.46	0.22	3.85	0	0.1	0.04
44-40	15.2	33.69	٨٠ إلى ٨٨	0.75	1.45	1.54	1.71	5.94	2.63	0.2	1.03
48-44	10.8	23.93	٨٨ إلى ٩٦	3.86	0	0.56	0.04	5.66	0	0.1	0.58
52-48	12.26	27.16	٩٦ إلى ١٠٤	4.21	0	0.59	0.05	6.39	0	0.3	0.75
الإجمالي	45.13	100		10.36	2.14	3.15	2.02	21.8	2.63	0.6	2.4

تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينة بدر														
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	توزيع تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في استخدامات الأرض											
			نسبة الخطورة %	الصناعة	المقابر	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	فضاء	مسطحات خضراء	ميناء جاف	تحت الإنشاء
اقل من ٤٧	20.1	25.04	أقل من ٧٨,٣٣	7.25	0.37	0.06	2.45	0	3.55	1.5	2.64	2.25	0
54-47	25.46	31.71	من ٧٨,٣ إلى ٩٠	11.25	0	0.45	1.98	0.73	4.02	1.6	1.78	1.9	1.76
61-54	23.26	28.97	من ٩٠ إلى ١٠١,٦٧	4.18	0	0	2.45	0	12.45	0	2.53	0	1.65
68-61	11.46	14.27	من ١٠١,٦٧ إلى ١١٣,٣٣	0.1	0	0	2.04	0	6.02	0	1.95	0	1.35
الإجمالي	80.28	100		22.78	0.37	0.51	8.92	0.73	26.04	3.1	8.9	4.15	4.76

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.

شكل (٨) تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٩م

- خلاصة القول يعد الاستخدام السكنى فى مدينة الشروق هو الأكثر خطرًا والأكثر انتاجاً ومسبباً لإنتاج غاز ثانى أكسيد الكبريت بصورة غير مباشرة مما يسبب ضرراً كبير على صحة السكان بشكل مباشر.

- **مدينة بدر:**

- تعد مدينة بدر هى الأخطر من حيث تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت مقارنة بمدينة الشروق حيث تراوح تركزه فيما بين أقل من ٤٧ إلى ٦٨ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت فيما بين أقل من ٧٨,٣٣ إلى ١١٣,٣٣٪ وتكمن الخطورة فى أن ما يقرب من نصف مساحة المدينة تجاوز الحد المسموح به قانونًا مما يؤثر بشكل سلبي على الحالة الصحية للسكان والعمال.
- تمثل الجهة الغربية من المدينة هى الأقل فى تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت خلال عام ٢٠١٩م حيث بلغ أقل من ٤٧ ميكروجرام/م^{٣}، بمساحة تبلغ ربع المدينة بلغت ٢٠,١٠ كم^{٢} وبنسبة من إجمالى المدينة ٢٥,٠٤٪ وبنسبة خطورة تجاوزت ٧٥٪ حيث بلغت أقل من ٧٨,٣٣٪ وجاءت أكثر انتشار لها فى الاستخدام الصناعى والسكنى بمساحة قدرت بنحو (٧,٢٥ – ٣,٥٥ كم^{٢}) على الترتيب، وأدناها فى الاستخدام التعليمى والمقابر (٠,٠٦ – ٠,٣٧ كم^{٢}) على التوالى.
- يزداد تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت فى المنطقة الوسطى والشمالية حيث تراوح بين ٤٧ إلى ٥٤ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ٢٥,٤٦ كم^{٢} بنسبة ٣١,٧١٪ من إجمالى المدينة ونسبة خطورة مرتفعة تراوحت بين ٧٨,٣ إلى ٩٠٪، وجاء معظمها فى الاستخدام الصناعى بمساحة بلغت ١١,٢٥ كم^{٢} فى الاستخدام السكنى بمساحة ٤,٠٢ كم^{٢} وأدناها فى الاستخدام التعليمى والترفيهى حيث بلغا (٠,٤٥ – ٠,٧٣ كم^{٢}) على الترتيب.
- تشهد الاجزاء الشرقية والجنوبية زيادة فى تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت حيث جاءت فى فئتان الأولى تراوحت بين ٥٤ إلى ٦١ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة تزيد عن ربع المدينة ٢٣,٢٦ كم^{٢} بنسبة ٢٨,٩٧٪ من المدينة، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ١٢,٤٥ كم^{٢} وتلاها الاستخدام الصناعى بمساحة ٤,١٨ كم^{٢} وجاء أدناها فى المناطق التى تحت الإنشاء ١,٦٥ كم^{٢}، وتجاوزت نسبة الخطورة فى هذه الفئة النسب المسموح بها قانونًا حيث تراوحت بين ٩٠ إلى ١٠١,٦٧٪، أما بالنسبة للفئة الأخطر فتراوح فيها تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت بين ٦١ إلى ٦٨ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ١١,٤٦ كم^{٢} بنسبة ١٤,٢٧٪ من مساحة المدينة ونسبة خطورة تراوحت بين ١٠١,٦٧ إلى ١١٣,٣٣٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ٦,٠٢ كم^{٢}،

ثم الاستخدام الخدمى ٢,٠٤ كم^{٢} وأدناها الاستخدام الصناعى ٠,١٠ كم^{٢} ويعزى ذلك لمركزية الاستخدام الصناعى فى منتصف المدينة.

٢. تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين وخطورته فى مدينتى الدراسة:

يعد غاز ثانى أكسيد النيتروجين من الغازات المهمة التى تؤثر بشكل مباشر على الإنسان وصحته؛ ويتكون غاز ثانى أكسيد النيتروجين من اتحاد الأكسجين والنيتروجين تحت درجة الحرارة العالية (محمود، ٢٠٢٠، ص ٢٦١) وتتعدد مصادر التلوث بغاز ثانى أكسيد النيتروجين حيث ينتج من عوادم السيارات نتيجة لاحتراق الوقود وكذلك من احتراق الغاز الطبيعى والفحم الحجرى، كما ينتج من الصناعات المختلفة التى تستخدم بها المحفزات كصناعة إطارات السيارات وصناعة تكرير النفط، وينتج أيضا من أكسدة المواد العضوية النيتروجينية وكلها مصادر بشرية، ويوجد مصدر طبيعى لانتاج ثانى أكسيد النيتروجين وهو من التفريغ الكهربائى فى السحب أثناء الرعد (إبراهيم، ٢٠١٢، ص ٢٩ ، ٣٠) وتتعدد الأضرار التى تنجم عن زيادة غاز ثانى أكسيد النيتروجين وتتمثل فى تهيج الأغشية المخاطية للمجارى التنفسية مما يسبب أضرار فى الرئة، كما يؤدى إلى تهيج فى الأغشية المخاطية للعين، كما يسبب ضرراً فى طبقة الأوزون ويساعد على تكوين الأمطار الحمضية (وزارة البيئة، ٢٠٢٢، ص ٣) وتكسب هذه الآثار غاز ثانى أكسيد النيتروجين أهمية كبيرة للدراسة، وتم دراسته وتحليله وفق الحدود القصوى المسموح بها قانونًا وذلك وفق اللائحة التنفيذية للقانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ والمعدل بقانون رقم ٩ لسنة ٢٠٠٩، حيث إن أقصى حد مسموح به فى المناطق الحضرية ٦٠ ميكروجرام/م^{٣} وفى المناطق الصناعية ٨٠ ميكروجرام/م^{٣} (وزارة البيئة، ٢٠٢١، ص ٧).

أ. تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين وخطورته فى عام ٢٠١٥ فى مدينتى الدراسة:

يعد عام ٢٠١٥ هو الأقل فى معدل تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين No2 مقارنة بباقى أعوام الدراسة وبتحليل جدول (٧) وشكل (٩) اتضح ما يلي:

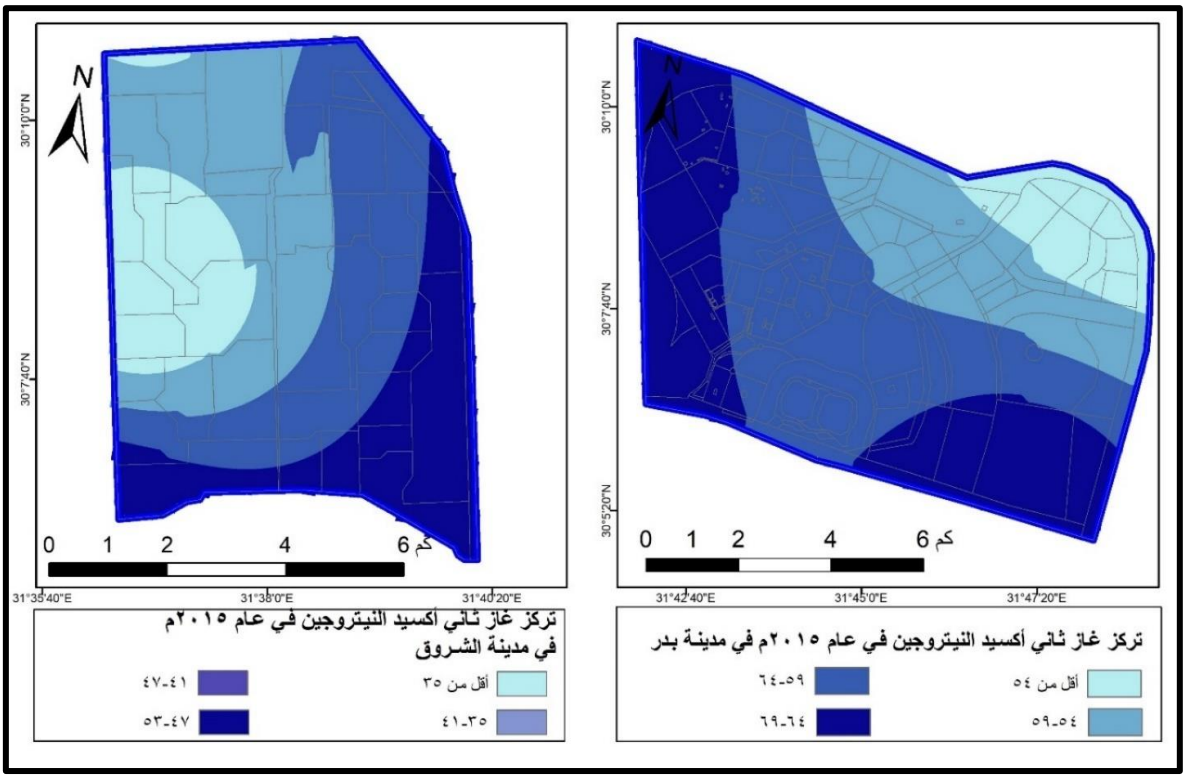
- **مدينة الشروق:**

- لم يتجاوز تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين No2 النسب القانونية المسموح بها خلال عام ٢٠١٥م حيث تراوح بين أقل من ٣٥ إلى ٥٣ ميكروجرام/م^{٣}، ومع ذلك زيادة درجة الخطورة لاقترابه من الحد القانونى المسموح به حيث تراوحت بين أقل من ٥٨,٣٣ إلى ٨٥٪ مما يسبب آثار سلبية على الإنسان داخل المدينة.

جدول (٧) تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م وتوزيعها على استخدام الأرض

تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينة الشروق											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في استخدامات الأرض							
				تحت الإنشاء	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	عسكرية	فضاء	مسطحات خضراء
47-53	10.54	23.36	من ٧٨,٣٣ إلى ٨٥	3.08	0.03	0.01	0.01	5.41	1	0	1
41-47	13.57	30.06	من ٦٨,٣٣ إلى ٧٨,٣٣	2.67	1.01	0.93	0.92	6.57	1.16	0.22	0.09
35-41	13.92	30.85	من ٥٨,٣٣ إلى ٦٨,٣٣	2.81	1.02	1.4	0.91	6.7	0.36	0.11	0.61
اقل من ٣٥	7.1	15.73	أقل من ٥٨,٣٣	1.8	0.08	0.81	0.18	3.16	0.11	0.26	0.7
الإجمالي	45.13	100		10.36	2.14	3.15	2.02	21.84	2.63	0.59	2.4
تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينة بدر											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في استخدامات الأرض							
				الصناعة	المقابر	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	فضاء	مسطحات خضراء	ميناء جاف	تحت الإنشاء
اقل من ٤٥	7.73	9.63	أقل من ٥٦,٢٥	0	0.37	0.02	1.94	0	2.59	0	2.45	0	0.35
59-45	16.3	20.3	من ٥٦,٢٥ إلى ٧٣,٧٥	4.76	0	0.2	3.75	0	1.49	1.44	1.42	3.23	0.01
64-59	30.06	37.45	من ٧٣,٧٥ إلى ٨٠	15.24	0	0.29	2.21	0.73	6.39	1.68	2.6	0.92	0
69-64	٢٦,٢	32.62	من ٨٠ إلى ٨٦,٢٥	2.78	0	0	1.02	0	15.57	0	2.43	0	4.4
الإجمالي	٨٠,٢٨	100		22.78	0.37	0.51	8.92	0.73	26.04	3.12	8.9	4.15	4.76

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.

شكل (٩) تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م

- انخفاض تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين أقصى غرب المدينة حيث بلغ أقل من ٣٥ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ٧,١٠ كم^{٢} بنسبة ١٥,٧٣٪ من إجمالى المدينة ونسبة خطورة بلغت أقل من ٥٨,٣٣٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى حيث بلغ مساحته ٣,١٦ كم^{٢} ثم المناطق تحت الإنشاء ١,٨٠ كم^{٢}، وتعد المبانى التعليمية هى الأقل ظهوراً فى هذه الفئة بمساحة ٠,٠٨ كم^{٢} ويعزى ذلك لمرور طريق مبارك غرب المدينة.
- يزداد معدل تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين شمالاً ووسط المدينة حيث تراوح بين ٣٥ إلى ٤١ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ١٣,٩٢ كم^{٢} ونسبة ٣٠,٨٥٪ من إجمالى المدينة وجاء معظمها فى المنطقة السكنية بمساحة ٦,٧٠ كم^{٢} وتلاها المناطق تحت الإنشاء والمناطق الخدمية بمساحة بلغت (٢,٨١ – ١,٤٠ كم^{٢}) على التوالى، وجاء أدناها فى أراضى الفضاء ٠,١١ كم^{٢} وتتشابه هذه الفئة مع المنطقة الثالثة وتوزيعاً مساحيًا ولكن تختلف من حيث تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين حيث تراوح بين ٤١ إلى ٤٧ ميكروجرام/م^{٣}، وتزداد درجة خطورة هذه الفئة لتتراوح بين ٦٨,٣٣ إلى ٧٨,٣٣٪ وتزداد بالاتجاه شرقًا من الفئة السابقة.
- تشكل الأجزاء الجنوبية والشرقية أكبر معدل لتركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين No2 حيث تراوح بين ٤٧ إلى ٥٣ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة مرتفعة تراوحت بين ٧٨,٣٣ إلى ٨٥٪ بمساحة بلغت ١٠,٥٤ كم^{٢} ونسبة اقتربت من ربع المدينة ٢٣,٣٦٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى ٥,٤١ كم^{٢} وتحت الإنشاء ٣,٠٨ كم^{٢} وأدناها تمثيلًا جاء فى الخدمات والخدمات الترفيهية ٠,٠١ كم^{٢}.

- **مدينة بدر:**

- يزداد تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين فى المدينة وذلك لنشاطها الصناعى مقارنة بمدينة الشروق حيث يتراوح بين أقل من ٤٥ إلى ٦٩ ميكروجرام/م^{٣}، بنسبة خطورة أعلى من مدينة الشروق على الرغم من ارتفاع الحد القانونى حيث يتراوح بين أقل من ٥٦,٢٥ إلى ٨٦,٢٥٪ وذلك لكثرة الصناعات المسببة لارتفاع تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين، نظرا لوجود ١٣٢ مصنع خاص بالمدينة لإنتاج كيماويات أساسية ويوجد بها ١٠٣ مصنع للصناعات الهندسية والإلكترونية والكهربائية (عبد الحليم، ٢٠٢٢، ص ١٦).
- انخفاض مساحة الفئة الأقل فى تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين (أقل من ٤٥ ميكروجرام/م^{٣}) حيث تسجل ٧,٧٣ كم^{٢} بنسبة ٩,٦٣٪ من إجمالى المدينة بنسبة خطورة أقل من ٥٦,٢٥٪ وجاء

معظمها فى المناطق السكنية والمسطحات الخضراء والمناطق الخدمية بمساحة (٢,٥٩– ٢.٤٥– ١,٩٤ كم^{٢}) على الترتيب وجاء أدناها فى الاستخدام التعليمى بمساحة ٠,٠٢ كم^{٢}.

- تمثل الفئة الثانية ١/٥ مساحة المدينة حيث تراوح فيها تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين ٤٥ إلى ٥٩ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة ١٦,٣٠ كم^{٢} وبنسبة خطورة تراوحت بين ٥٦,٢٥ إلى ٧٣,٧٥٪، وجاء معظمها فى الاستخدام الصناعى ٤,٧٦ كم^{٢} والاستخدام الخدمى ٣,٧٥ كم^{٢}، والميناء الجاف ٣,٢٣ كم^{٢} وأدناها تمثيلًا فى المناطق تحت الإنشاء ٠,٠١ كم^{٢}.
- تعد الفئة الثالثة هى الأكثر انتشارًا على مستوى المدينة حيث تراوح فيها غاز ثانى أكسيد النيتروجين بين ٥٩ إلى ٦٤ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة ٧٣,٧٥ إلى ٨٠٪ بمساحة بلغت ٣٠,٠٦ كم^{٢} بنسبة ٣٧,٤٥٪ من إجمالى المدينة، وجاء نصف هذه المساحة فى الاستخدام الصناعى حيث بلغ ١٥,٢٤ كم^{٢}، وتلاه الاستخدام السكنى ٦,٣٩ كم^{٢} وأدناها فى الاستخدام التعليمى حيث بلغ ٠,٢٩ كم^{٢}.
- مثلت الفئة الأكثر خطورة مساحة ما يقرب من ثلث المدينة حيث تراوح تركز الغاز فيها فيما بين ٦٤ إلى ٦٩ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة بلغت ٨٠ إلى ٨٦,٢٦٪ بمساحة بلغت ٣٢,٢٥ كم^{٢} وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى ١٥,٥٧ كم^{٢} والمناطق التى تحت الإنشاء ٤,٤ كم^{٢} وأدناها فى المنطقة الخدمية ١,٠٢ كم^{٢}.

ب. تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين فى عام ٢٠١٧ وخطورته فى مدينتى الدراسة:

يأتى عام ٢٠١٧ فى المرتبة الثانية من حيث الخطورة وذلك لزيادة تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين مقارنة بعام ٢٠١٥ بزيادة قدرها ١١ ميكروجرام/م^{٣} فى مدينة الشروق و١٠ ميكروجرام/م^{٣} فى مدينة بدر وبتحليل جدول (٨) وشكل (١٠) تبين ما يلي:

- **مدينة الشروق:**

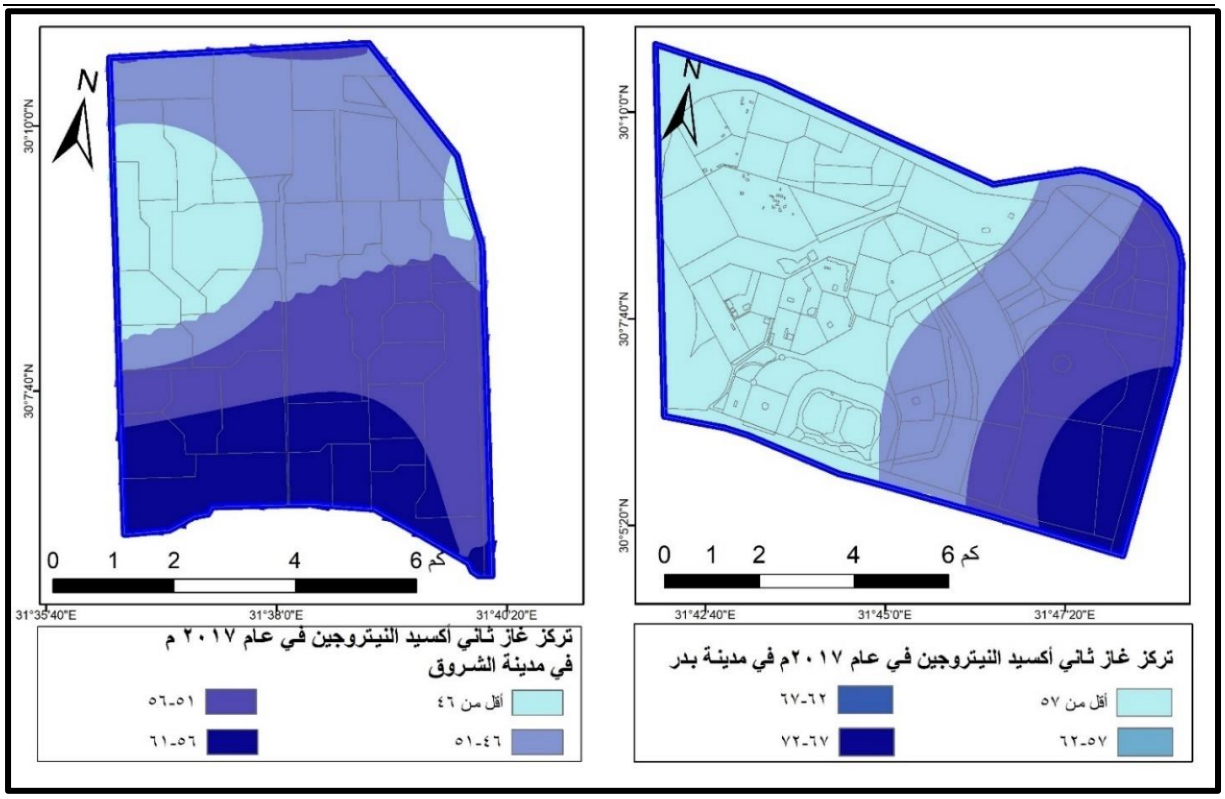
- يتجاوز غاز ثانى أكسيد النيتروجين فى بعض أجزاء المدينة الحد القانونى المسموح به حيث ترواح بين أقل من ٤٦ إلى ٦١ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت بين أقل من ٧٦,٦٧ إلى ١٠١,٦٧٪ مما يسبب خطورة على حياة سكان المدينة، ويعزى ذلك الى ارتفاع غاز ثانى أكسيد النيتروجين نظرا لإحاطة المدينة من كافة الاتجاهات بطرق رئيسية، مما يجعل عوادم السيارات عامل رئيس لتكوين غاز ثانى أكسيد النيتروجين.

- تمثل الفئة الأقل خطرًا فى تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين الأقل انتشارًا فى المدينة، حيث تمثلت فى ٧,٧٤ كم^{٢} وتركز الغاز أقل من ٤٦ ميكروجرام/م^{٣}، وتشكل ١٦,٤٨٪ من إجمالى المدينة، بنسبة خطورة ٧٦,٦٧٪ وجاء معظمها فى المناطق السكنية والعسكرية بمساحة (٢,٥٥ – ١,٤٢ كم^{٢}) وأدناها تمثيلًا فى أراضى الفضاء والخدمات الترفيهية (٠,٢٢ – ٠,٤١ كم^{٢}).
- تعد الفئة الثانية التى يتركز فيها غاز ثانى أكسيد النيتروجين بين ٤٦ إلى ٥١ ميكروجرام/م^{٣} هى الأكثر انتشارًا بمساحة ١٥,٤٤ كم^{٢} ونسبة ٣٤,٢٢٪ من المدينة، وبنسبة خطورة تراوحت بين ٧٦,٦٧ إلى ٨٥٪ وجاءت أكثر انتشارًا فى المناطق تحت الإنشاء والمناطق السكنية (٧,٢٥ – ٥,٩٠ كم^{٢}) وأقلها تمثيلًا فى المناطق الخضراء ٠,٠١ كم^{٢}.

جدول (٨) تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٧م وتوزيعها على استخدام الأرض

تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينة الشروق											
				توزيع تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في استخدامات الأرض							
الفئات	المساحة كم^{٢}	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	تحت الإنشاء	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	عسكرية	فضاء	مسطحات خضراء
اقل من ٤٦	7.44	16.48	أقل من ٧٦,٦٧	0.74	0.84	0.89	0.41	2.55	1.42	0.22	0.37
51-46	15.44	34.22	من ٧٦,٦٧ إلى ٨٥	7.25	1.02	1	0.25	5.9	0	0	0.01
56-51	12.77	28.29	من ٨٥ إلى ٩٣,٣٣	2.37	0.21	1.04	1.32	5.36	1.04	0.32	1.11
61-56	9.48	21.02	من ٩٣,٣٣ إلى ١٠١,٦٧	0	0.07	0.22	0.04	8.03	0.17	0.05	0.9
الإجمالي	45.13	100		10.36	2.14	3.15	2.02	21.84	2.63	0.59	2.4

تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينة بدر												
				توزيع تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في استخدامات الأرض								
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	الصناعة	المقابر	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	فضاء	مسطحات خضراء	ميناء جاف	تحت الإنشاء
اقل من ٥٧	41.93	55.2	أقل ٧١,٢٥	7.45	0.37	0.51	3.96	0.55	18.96	2.15	2.59	4.15	1.24
62-57	17.85	20.22	من ٧١,٢٥ إلى ٧٧,٥	7.75	0	0	3.81	0.18	2.45	0.01	2.1	0	1.55
67-62	12.22	15.81	من ٧٧,٥ إلى ٨٣,٧٥	7.4	0	0	1.13	0	1.34	0	1.9	0	0.45
72-67	8.28	8.77	من ٨٣,٧٥ إلى ٩٠	0.18	0	0	0.02	0	3.29	0.96	2.31	0	1.52
الإجمالي	80.28	100		22.78	0.37	0.51	8.92	0.73	26.04	3.12	8.9	4.15	4.76



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 وErdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.

شكل (١٠) تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٧م

- تأتى الفئة الثالثة فى المرتبة الثانية من حيث الإنتشار بمساحة ١٢,٧٧ كم^{٢} بنسبة ٢٨,٢٩٪ من المدينة بدرجة تركز تراوحت بين ٥١ إلى ٥٦ ميكروجرام/م^{٣}، بنسبة خطورة تراوحت بين ٨٥ إلى ٩٣,٣٣٪ وجاء معظمها فى المنطقة السكنية والمناطق تحت الإنشاء (٥,٣٦ – ٢,٣٧ كم^{٢}) وأدناها فى المناطق التعليمية ٠,٢١ كم^{٢}.
- تعد الفئة الرابعة أكثر خطرًا من حيث زيادة تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين حيث تجاوز الحد القانونى المسموح به فتراوح بين ٥٦ – ٦١ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة ٩,٤٨ كم^{٢} بنسبة تجاوزت خمس المدينة ٢١,٠٢٪ بنسبة خطورة تراوحت بين ٩٣,٣٢ إلى ١٠١,٦٧٪، وجاء معظمها فى المناطق السكنية بمساحة ٨,٠٣ كم^{٢} وأدناها فى المناطق الترفيهية ٠,٠٤ كم^{٢}.

- **مدينة بدر:**

- ترتفع درجة تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين وذلك لوجود الصناعات المختلفة، ولكنه أقل خطورة من مدينة الشروق وذلك لارتفاع الحد القانونى المسموح به حيث تراوح بين أقل من ٥٧ إلى ٧٢ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت بين أقل من ٧١,٢٥ إلى ٩٠٪.

- جاء ما يزيد عن نصف المدينة فى الفئة الأقل فى تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين أقل من ٥٧ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ٤١,٩٣ كم^{٢} أى حوالي ٥٥,٢٠٪ من إجمالى مساحة المدينة، وبنسبة خطورة بلغت ٧١,٢٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ١٨,٩٦ كم^{٢} والصناعى ٧,٤٥ كم^{٢} ثم الميناء الجاف ٤,١٥ كم^{٢} وأدناها تمثيلًا فى الاستخدام التعليمى والمقابر ٠,٥١ ، ٠,٣٧ كم^{٢} على الترتيب.
- انتشرت الفئة الثانية فى الاستخدام الصناعى بمساحة ٧,٧٥ كم^{٢} حيث تراوح تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين بين ٥٧ إلى ٦٢ ميكروجرام/م^{٣} بدرجة خطورة تراوحت بين ٧١,٢٥ إلى ٧٧٪ واستحوذت على ٢٠,٢٢٪ من المدينة بمساحة ١٧,٨٥ كم^{٢} جاء أدناها فى أراضى الفضاء والخدمات الترفيهية بمساحة بلغت (٠,٠١ – ٠,١٨ كم^{٢}).
- تزداد الفئة الثالثة خطورة حيث تراوح تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين بين ٦٢ إلى ٦٧ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة ١٢,٢٢ كم^{٢} بنسبة ١٥,٨١٪ من الميدنة بنسبة خطورة تراوحت بين ٧٧,٥ إلى ٨٣,٧٥٪، وجاء أقصاها فى الاستخدام الصناعى بمساحة ٧,٤٠ كم^{٢} ثم الاستخدام السكنى ١,٣٤ كم^{٢}، وأدناها في المناطق تحت الإنشاء ٠,٤٥ كم^{٢}.
- جاء ٨,٢٨ كم^{٢} من المدينة فى الدرجة الأكثر خطورة حيث تراوح تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين ٦٧ – ٧٢ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة ٨,٧٧٪، ونسبة خطورة تراوحت بين ٨٣,٧٥ إلى ٩٠٪، وجاء أكثرها انتشارًا فى الاستخدام السكنى ٣,٢٩ كم^{٢} ثم المناطق تحت الإنشاء بمساحة ١,٥٢ كم^{٢} وجاء أدناها فى المنطقة الخدمية بمساحة ٠,٠٢ كم^{٢}.

ج. تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين فى مدينتى الدراسة عام ٢٠١٩م:

يعد عام ٢٠١٩ هو الأكثر خطرًا فى زيادة غاز ثانى أكسيد النيتروجين وذلك لتجاوز الحد القانونى المسموح به فى مدينتى الدراسة وذلك لزيادة النشاط الصناعى وزيادة عدد السكان والحركة المرورية وبتحليل جدول (٩) وشكل (١١) تبين ما يلي:

- **مدينة الشروق:**

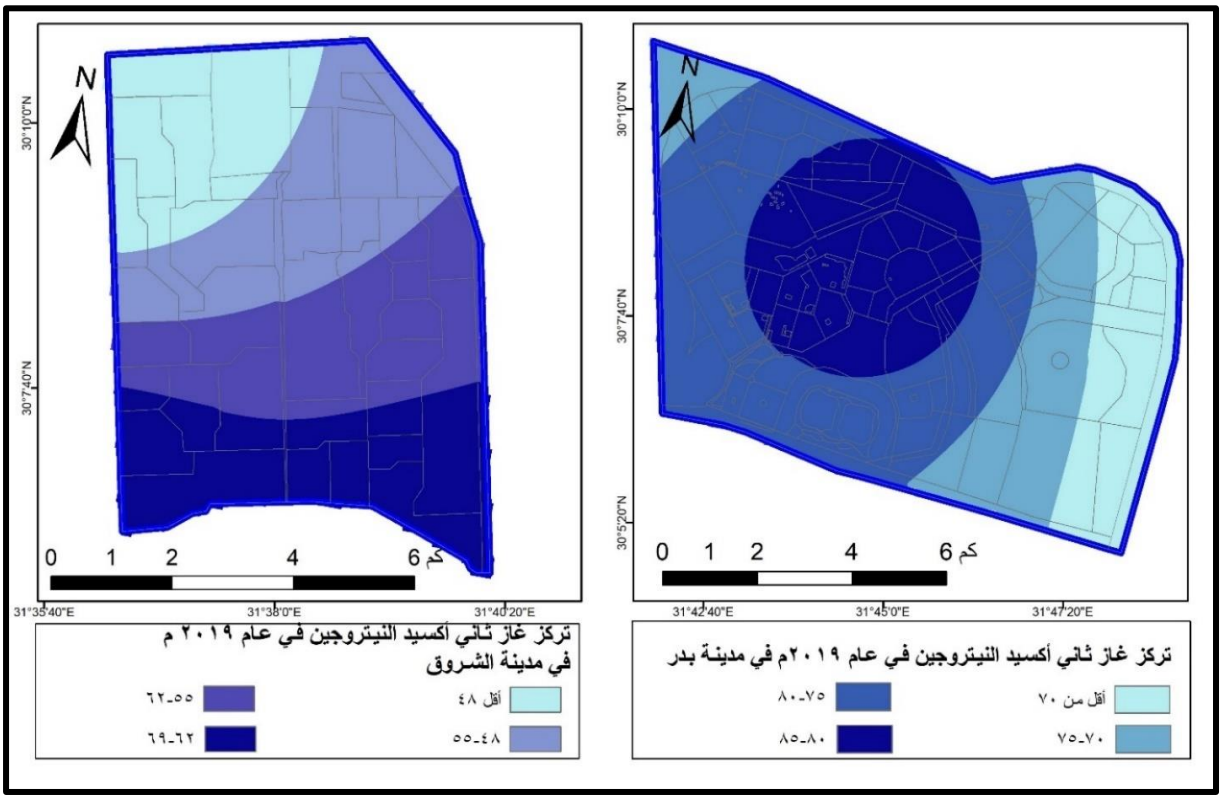
- تشهد المدينة زيادة فى تركز الغاز حيث تراوح فيما بين أقل من ٤٨ إلى ٦٩ ميكروجرام/م^{٣}، بنسبة خطورة تجاوزت الحد القانونى المسموح به حيث تراوحت بين أقل من ٨٠ إلى ١١٥٪، مما يشكل خطورة كبيرة على الصحة.

- تعد الفئة الأولى هى الأقل انتشارًا فى المدينة حيث بلغ تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين ٤٨ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة ٨,٣٧ كم^{٢} بنسبة ١٨,٥٤٪ ونسبة خطورة تجاوزت ٧٥٪ حيث بلغت أقل من ٨٠٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ٥,٠٧ كم^{٢} ثم المناطق التعليمية بمساحة ١,١٤٦ كم^{٢}، وأقلها تمثيلًا فى الاستخدام الخدمى بمساحة ٠,١٢ كم^{٢}.
- يشغل تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين فى الفئة الثانية مساحة بلغت ١١,٨٢ كم^{٢}، وبنسبة ٢٦,٢٠٪ من إجمالى المدينة، حيث تراوح بين ٤٨ – ٥٥ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت بين ٨٠ إلى ٩١,٦٧٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ٥,١٤ كم^{٢} ثم الخدمات الترفيهية ١,٧٤ كم^{٢}، وأدناها فى الأراضى الفضاء ٠,١٢ كم^{٢}.
- تعد الفئة الثالثة هى الاكثر انتشارًا فى المدينة حيث تراوح غاز ثانى أكسيد النيتروجين بين ٥٥ – ٦٢ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ١٤,٣٤ كم^{٢} ونسبة بلغت ٣١,٧٧٪ ونسبة خطورة تجاوزت الحد القانونى حيث تراوحت بين ٩١,٦٧ إلى ١٠٣,٣٣٪، وجاء معظمها فى المناطق تحت الإنشاء بمساحة ٧,١٤ كم^{٢} وتلاها الاستخدام السكنى بمساحة ٤,٢٥ كم^{٢}، وجاء أدناها فى الخدمات الترفيهية ٠,١ كم^{٢} وبعدها المسطحات الخضراء ٠,٤ كم^{٢}.

جدول (٩) تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٩م وتوزيعها على استخدام الأرض

تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينة الشروق											
الفئات	المساحة كم^{٢}	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في استخدامات الأرض							
				تحت الإنشاء	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	عسكرية	فضاء	مسطحات خضراء
اقل من ٤٨	8.37	18.54	أقل من ٨٠	0.75	1.46	0.12	0.17	5.07	0	0	0.8
55-48	11.82	26.2	من ٨٠ إلى ٩١,٦٧	0	0.68	1.53	1.74	5.14	1.41	0.12	1.2
62-55	14.34	31.77	من ٩١,٦٧ إلى ١٠٣,٣٣	7.14	0	1.02	0.1	4.25	1.22	0.21	0.4
69-62	10.6	23.49	من ١٠٣,٣٣ إلى ١١٥	2.47	0	0.48	0.01	7.38	0	0.26	0
الإجمالي	45.13	100		10.36	2.14	3.15	2.02	21.84	2.63	0.59	2.4
تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينة بدر											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في استخدامات الأرض							
				الصناعة	المقابر	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	فضاء	مسطحات خضراء	ميناء جاف	تحت الإنشاء
اقل من ٧٠	12.68	15.79	أقل من ٨٧,٥	0.54	0.12	0.31	1.4	0.73	6.13	0.21	3.24	0	0
75-70	16.29	20.29	من ٨٧,٥ إلى ٩٣,٧٥	1.84	0.25	0.2	4.52	0	4.8	1.2	1	0	2.48
80-75	30.82	38.39	من ٩٣,٧٥ إلى ١٠٠	6.95	0	0	2.45	0	10.24	1.54	3.21	4.15	2.28
85-80	20.49	25.52	من ١٠٠ إلى ١٠٦,٢٥	13.45	0	0	0.55	0	4.87	0.17	1.45	0	0
الإجمالي	80.28	100		22.78	0.37	0.51	8.92	0.73	26.04	3.12	8.9	4.15	4.76

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.

شكل (١١) تركز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٩م

- تعد الفئة الرابعة هى الأكثر خطورة فى تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين حيث تراوح تركز الغاز فيما بين ٦٢ – ٦٩ ميكروجرام/م^{٣} وجاءت فى مساحة تقترب من ربع مساحة المدينة حيث بلغت ١٠,٦٠ كم^{٢} بنسبة ٢٣,٤٩٪ من منطقة الدراسة بدرجة خطورة تراوحت بين ١٠٣,٣٣ إلى ١١٥٪، وجاء معظمها فى المناطق السكنية ٧,٣٨ كم^{٢} وتلاها ٢,٤٧ كم^{٢}، وجاء أدناها فى الخدمات الترفيهية ٠,٠١ كم^{٢}، وبذلك يعد الاستخدام السكنى هو الأكثر خطورة وتعرضًا لغاز ثانى أكسيد النيتروجين.

- **مدينة بدر:**

- تشهد مدينة بدر زيادة فى تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين فى عام ٢٠١٩ حيث تراوح بين أقل من ٧٠ إلى ٨٥ ميكروجرام/م^{٣} وبذلك تجاوز الحد القانونى المسموح به مما أدى لارتفاع نسبة الخطورة حيث تراوحت فيما بين أقل من ٨٧,٥ إلى ١٠٦,٢٥٪، ويعزى ذلك لزيادة السكان وزيادة النشاط الصناعى حيث ازداد عدد المصانع فى مدينة بدر من ٣٧٩ إلى ٤٥٣ منذ عام ٢٠١٥ حتى عام ٢٠١٩ (الهيئة العامة للتمنية الصناعية، الإدارة العامة للسجل الصناعى، ٢٠٢٠)، مما يشكل خطرًا أكبر على نوعية وجودة الهواء فى المدينة.

- بلغ أقل معدل لتركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين فى المدينة أقل من ٧٠ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ١٢,٦٨ كم^{٢}، بنسبة ١٥,٧٦٪ ونسبة خطورة بلغت أقل من ٨٧,٥٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى ٦,١٣ كم^{٢} وتلاها المسطحات الخضراء بمساحة ٣,٢٤ كم^{٢}، وأقلها تمثيلًا فى منطقة المقابر ٠,١٢ كم^{٢} والأراضى الفضاء ٠,٢١ كم^{٢}.
- جاء خمس المدينة فى الفئة الثانية من تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين بدرجة تركز تراوحت بين ٧٠ إلى ٧٥ ميكروجرام/م^{٣} وبنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٨٧,٥ إلى ٩٣,٧٥٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى والمناطق الخدمية والمناطق التى تحت الإنشاء بمساحة بلغت (٤,٨٠ – ٤,٥٢ – ٢,٤٨ كم^{٢}) على التوالى، وأقلها تعرضاً لهذه الفئة الاستخدام التعليمى ٠,٢ كم^{٢}.
- تعد الفئة الثالثة هى الأكثر انتشارًا فى المدينة بمساحة بلغت ٣٠,٨٢ كم^{٢} ونسبة بلغت ٣٨,٣٩٪ من إجمالى المدينة، وبلغ متوسط تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين فيها ٧٥ إلى ٨٠ ميكروجرام/م^{٣}، بنسبة خطورة حققت الحد القانونى المسموح به حيث تراوحت بين ٩٣,٧٥ إلى ١٠٠٪، ويعد الاستخدام السكنى والصناعى الأكثر تعرضا لهذه الفئة بمساحة بلغت (١٠,٢١ – ٦,٩٥ كم^{٢}) ولم تؤثر هذه الفئة على استخدام المقابر والتعليم، والخدمات الترفيهية، وتعد الأراضى الفضاء هى الأقل تأثرًا بمساحة بلغت ١,٥٤ كم^{٢}.
- تعرض ربع مساحة المدينة لارتفاع فى تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين حيث تراوح تركز الغاز فيما بين ٨٠ إلى ٨٥ ميكروجرام/م^{٣}، بمساحة بلغت ٢٠,٤٩ كم^{٢} بنسبة خطورة تجاوزت الحد القانونى المسموح به حيث تراوحت فيما بين ١٠٠ إلى ١٠٦,٢٥٪، وجاء معظمها فى الاستخدام الصناعى بمساحة ١٣,٤٥ كم^{٢} وتلاها الاستخدام السكنى بمساحة ٤,٨٧ كم^{٢} واختفى بها الاستخدام التعليمى والمقابر والخدمات الترفيهية والميناء الجاف، والمناطق التى تحت الإنشاء وتعد الأراضى الفضاء هى الأقل تعرضا لهذه الفئة بمساحة ٠,١٧ كم^{٢}.

٣. تركز غاز أول أكسيد الكربون وخطورته فى مدينتى الدراسة:

يعتبر غاز أول أكسيد الكربون من الملوثات الرئيسة الموجودة فى غازات عوادم سيارات البنزين، ولذلك فإن وجوده فى هواء المدن وبالقرب من الطرق الرئيسية والشوارع، حيث يعزى فى الغالب إلى وجود المركبات (Colwill and Hickman, 1980, P63)، وهو غاز عديم اللون وعديم الطعم والرائحة وينتج من عملية الأكسدة للمركبات العضوية مثل الفحم ويعد من الغازات شديدة السمية وهو خامل كيميائياً فى

الظروف الطبيعية وأخف قليلاً من وزن الهواء ومما يزيد خطورته بقاءه لمدة طويلة فى الجو تتراوح بين شهرين إلى أربعة أشهر (Warner, 1981, P118)، تتعدد الأضرار الصحية التى تنجم عن زيادة تركز غاز أول أكسيد الكربون حيث يزيد من فرص التسمم بسبب اتحاده مع الأكسجين فى هيموجلوبين الدم وخاصة لدى الأفراد الذين يعانون من أمراض القلب والأوعية الدموية مثل الشريان التاجى وهم أكثر عرضه للخطر ويشعرون بألم فى الصدر، وأيضا الأفراد الذين يعانون من قصور وظائف الجهاز التنفسى بالإضافة إنه يؤثر على الأجنه والرضع ويؤدى إلى فقر الدم والانسداد الرئوى المزمن ويؤدى أحياناً إلى الارتباك والإغماء وآلام الصدر وضيق التنفس وعدم انتظام دقات القلب وانخفاض ضغط الدم وتوقف عضلة القلب والغيبوبة (توفيق، ٢٠٢٢، ص ٤١١ – ٤١٢) ووفق الحد الأقصى المسموح به قانونياً لمتوسط تركيز الملوثات الخاص بأول أكسيد الكربون أن لا يتجاوز ١٠ ملليجرام/م^{٣} سواء على مستوى المناطق الحضرية أو الصناعية (وزارة البيئة، ٢٠٢١، ص ٧) وبالتحليل المكانى والزمانى لتركز غاز أول أكسيد الكربون على مدينتى الدراسة اتضح ما يلى:

أ. تركز غاز أول أكسيد الكربون وخطورته فى مدينتى الدراسة عام ٢٠١٥م:

يمثل عام ٢٠١٥ أقل تركز لغاز أول أكسيد الكربون حيث تراوح تركز الغاز فيما بين أقل من ٢ إلى ٨ ميكروجرام/م^{٣} وبذلك لم يتجاوز الحد القانونى المسموح به خلال عام ٢٠١٥م وتراوحت نسب خطورة تركز الغاز خلال عام ٢٠١٩م فيما بين أقل من ٢٠ إلى ٨٠٪ وبالتحليل الزمانى والمكانى لتركز الغاز فى عام ٢٠١٥ من جدول (١٠) وشكل (١٢) تبين ما يلي:

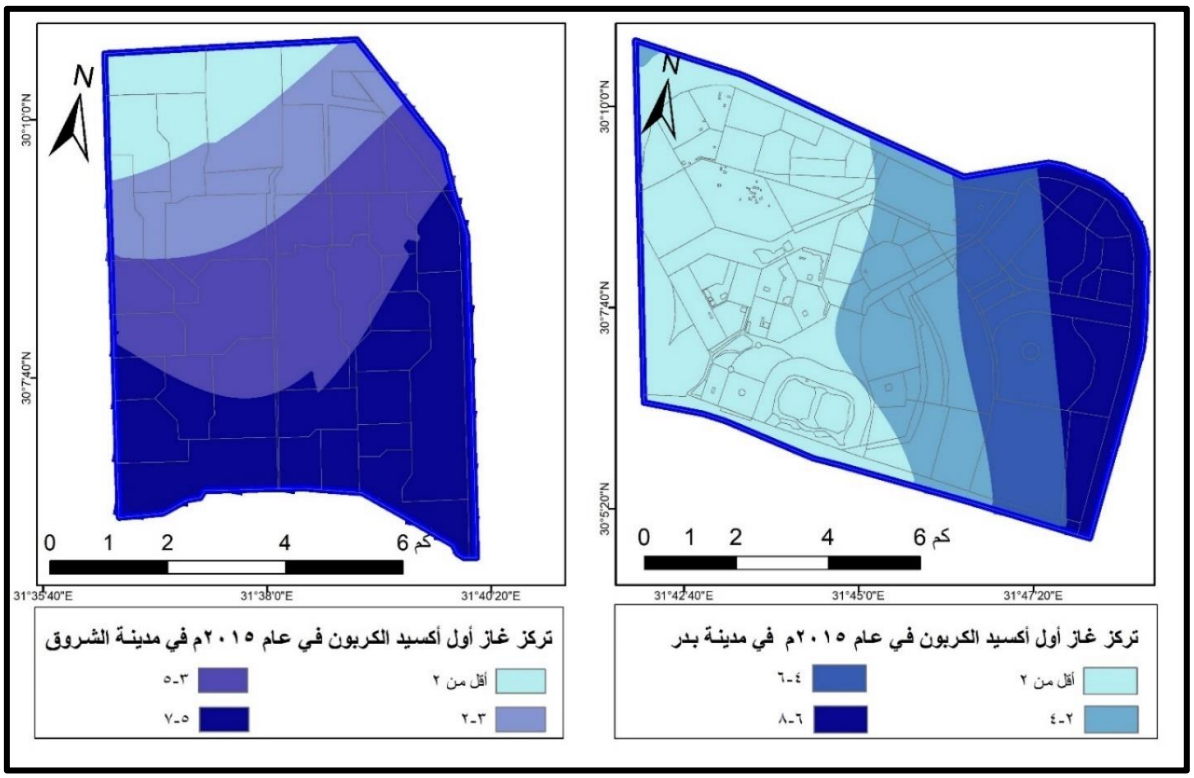
- **مدينة الشروق:**

- تراوح تركز غاز أول أكسيد الكربون فى المدينة فيما بين أقل من ٢ إلى ٧ ميكروجرام/م^{٣} وهي درجة تقترب من ثلاثة أرباع نسبة الحد القانونى المسموح به حيث تراوحت نسبة الخطورة فى تشكل الغاز بين أقل من ٢٠ إلى ٧٠٪.
- تمثل الفئة الأولى الأقل لتركز غاز أول أكسيد الكربون بمساحة صغيرة والتى بلغت أقل من ٢ ميكروجرام/م^{٣} من المدينة حيث بلغت ٩,٣٨ كم^{٢} بنسبة ١١,٩١٪ من إجمالى المدينة، وهي الأقل خطورة لتركزه بنسبة بلغت أقل من ٢٠٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى ١,٣٢ كم^{٢} وأدناها فى المسطحات الخضراء بمساحة ٠,٠٩ كم^{٢}.

جدول (١٠) تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م وتوزيعها على استخدام الأرض

تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينة الشروق											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز غاز أول أكسيد الكربون في استخدامات الأرض							
				تحت الإنشاء	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	عسكرية	فضاء	مسطحات خضراء
اقل من٢	5.38	11.91	أقل من ٢٠	0.75	0.87	0.64	0.42	1.32	0.95	0.22	0.09
من ٢-٣	8.38	18.58	من ٢٠ إلى ٣٠	2.01	1.02	0.42	0.97	2.23	1.68	0.01	0.04
من ٣-٥	14.3	31.68	من ٣٠ إلى ٥٠	6.24	0.25	2.01	0.63	5.37	0	0	0
من ٥-٧	17.07	37.82	من ٥٠ إلى ٧٠	1.36	0	0.08	0	12.92	0	0	0
الإجمالي	45.13	100		10.36	2.14	3.15	2.02	21.84	2.63	0.23	0.13
تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينة بدر											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز غاز أول أكسيد الكربون في استخدامات الأرض							
				الصناعة	المقابر	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	فضاء	مسطحات خضراء	ميناء جاف	تحت الإنشاء
اقل من٢	13.02	16.22	أقل من ٢٠	1.83	0	0.4	1.04	0.22	3.59	1.08	1.62	2.15	1.09
م٢-٤	15.57	19.39	من ٢٠ إلى ٤٠	3.48	0.37	0.11	2.75	0.14	4.81	1.12	0.38	2	0.41
م٤-٦	18.08	22.52	من ٤٠ إلى ٦٠	9.82	0	0	1.68	0.37	3.36	0.42	2.03	0	0.4
م ٦-٨	33.61	41.87	من ٦٠ إلى ٨٠	7.65	0	0	3.45	0	14.28	0.5	4.87	0	2.86
الإجمالي	80.28	80.28		22.78	0.37	0.51	8.92	0.73	26.04	3.12	8.9	4.15	4.76

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.

شكل (١٢) تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م

- يشكل تركز غاز أول أكسيد الكربون الذي يتراوح بين ٢ إلى ٣ ميكروجرام/م^{٣} مساحة تقترب من خمس المدينة حيث بلغت ٨,٣٨ كم^{٢} بنسبة ١٨,٥٨٪، بنسبة خطورة منخفضة تراوحت فيما بين ٢٠ إلى ٣٠٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى والمناطق التى تحت الإنشاء حيث بلغا (٢,٢٣ – ٢,٠١ كم^{٢}) على التوالى، وأدناها جاء فى المسطحات الخضراء والأراضى الفضاء حيث بلغ (٠,٠٤ – ٠,٠١ كم^{٢}) على التوالى.
- تمثل الفئة الثالثة نسبة خطورة تصل إلى ٥٠٪ حيث تراوح تركز غاز أول أكسيد الكربون بين ٣ إلى ٥ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ١٤,٣٠ كم^{٢} ونسبة بلغت ٣١,٦٨٪ وجاء معظمها فى المناطق تحت الإنشاء والمناطق السكنية (٦,٢٤ – ٥,٣٧ كم^{٢}) واختفت هذه الفئة فى الاستخدام العسكرى والأراضى الفضاء والمسطحات الخضراء وأدناها تمثيلًا فى الاستخدام التعليمى بمساحة ٠,٢٥ كم^{٢}.
- تعد الفئة الرابعة هى الأخطر مقارنة بالفئات السابقة حيث تراوح تركز غاز أول أكسيد الكربون فيما بين ٥ إلى ٧ ميكروجرام/م^{٣}، وهي الأكثر انتشارًا فى المدينة بمساحة بلغت ١٧,٠٧ كم^{٢} ونسبة ٣٧,٨٢٪ من المدينة، بنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٥٠ – ٧٠٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ١٢,٩٢ كم^{٢} وأدناها فى الاستخدام الخدمى حيث بلغ ٠,٠٨ كم^{٢} وغاب عنها الاستخدام التعليمى والترفيهى، والعسكرى، والمسطحات الخضراء، والأراضى الفضاء.

- **مدينة بدر:**

- يزداد تركز غاز أول أكسيد الكربون فى مدينة بدر مقارنة بمدينة الشروق بمقدار ١ ميكروجرام/م^{٣} حيث تراوح تركز الغاز فيما بين أقل من ٢ إلى ٨ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت فيما بين أقل من ٢٠ إلى ٨٠٪.
- تعد الفئة الأولى هى الأقل انتشارًا فى المدينة بمساحة بلغت ١٣,٠٢ كم^{٢} وبنسبة ١٦,٢٢٪ من المدينة وهي الأقل خطرًا حيث بلغ تركز غاز أول أكسيد الكربون أقل من ٢ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة بلغت أقل من ٢٠٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى والميناء الجاف والصناعى بمساحة بلغت (٣,٥٩ – ٢,١٥ – ١,٨٣ كم^{٢}) على التوالى، وأدناها تمثيلًا فى الاستخدام التعليمى ٠,٤٠ كم^{٢} والخدمات الترفيهية ٠,٢٢ كم^{٢}.
- تمثل الفئة الثانية ما يقرب من خمس المدينة تراوح فيها تركز غاز أول أكسيد الكربون فيما بين ٢ – ٤ ميكروجرام/م^{٣}، بمساحة ١٥,٥٧ كم^{٢} بنسبة ١٩,٣٩٪ من المدينة بنسبة خطورة تراوحت فيما

بين ٢٠ – ٤٠٪، وجاءت أكثر انتشارًا على الاستخدام السكنى والصناعى بمساحة (٤,٨١ – ٣,٤٨ كم^{٢}) على الترتيب، وأقلها تأثرًا فى الاستخدام التعليمى والترفيهى بمساحة بلغت (٠,١١ – ٠,١٤ كم^{٢}) على التوالى.

- بلغ تركز أول أكسيد الكربون فى الفئة الثالثة فيما بين ٤ – ٦ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة ١٨,٠٨ كم^{٢} بنسبة ٢٢,٥٢٪ من المدينة بنسبة خطورة تجاوزت ٥٠٪ حيث تراوحت بين ٤٠ إلى ٦٠٪ ويعد الاستخدام الصناعى هو الأكثر انتشارًا فى هذه الفئة حيث بلغ ٩,٨٢ كم^{٢} ثم الاستخدام السكنى ٣,٣٦ كم^{٢}، وأدناها الاستخدام الترفيهى والمناطق تحت الإنشاء بمساحة (٠,٣٧ – ٠,٤٠ كم^{٢}) على التوالى واختفت فى الاستخدام التعليمى والمقابر والميناء الجاف.
- تمثل الفئة الرابعة (الأكثر خطرًا) أكثر انتشارًا فى المدينة حيث تراوح تركز غاز أول أكسيد الكربون فيما بين ٦ – ٨ ميكروجرام/م^{٣}، بمساحة ٣٣,٦١ كم^{٢} ونسبة ٤١,٨٧٪ من المدينة، ونسبة خطورة تراوحت بين ٦٠ – ٨٠٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى والصناعى بمساحة (١٤,٢٨ – ٧,٦٥ كم٢) على الترتيب، وأدناها فى المناطق الفضاء ٠,٥ كم^{٢} وتحت الإنشاء ٢,٨٦ كم^{٢} واختفت فى الاستخدام التعليمى والمقابر والترفيهى والميناء الجاف.

ب. تركز غاز أول أكسيد الكربون وخطورته عام ٢٠١٧ م:

لوحظ زيادة تركز غاز أول أكسيد الكربون فى عام ٢٠١٧ مقارنة بعام ٢٠١٥ بمقدار ١ ميكروجرام/م^{٣} على مستوى مدينتى الدراسة مما يزيد من خطورة ١٠٪ وبتحليل جدول (١١) وشكل (١٣) على مدينتى الدراسة تبين مايلى:

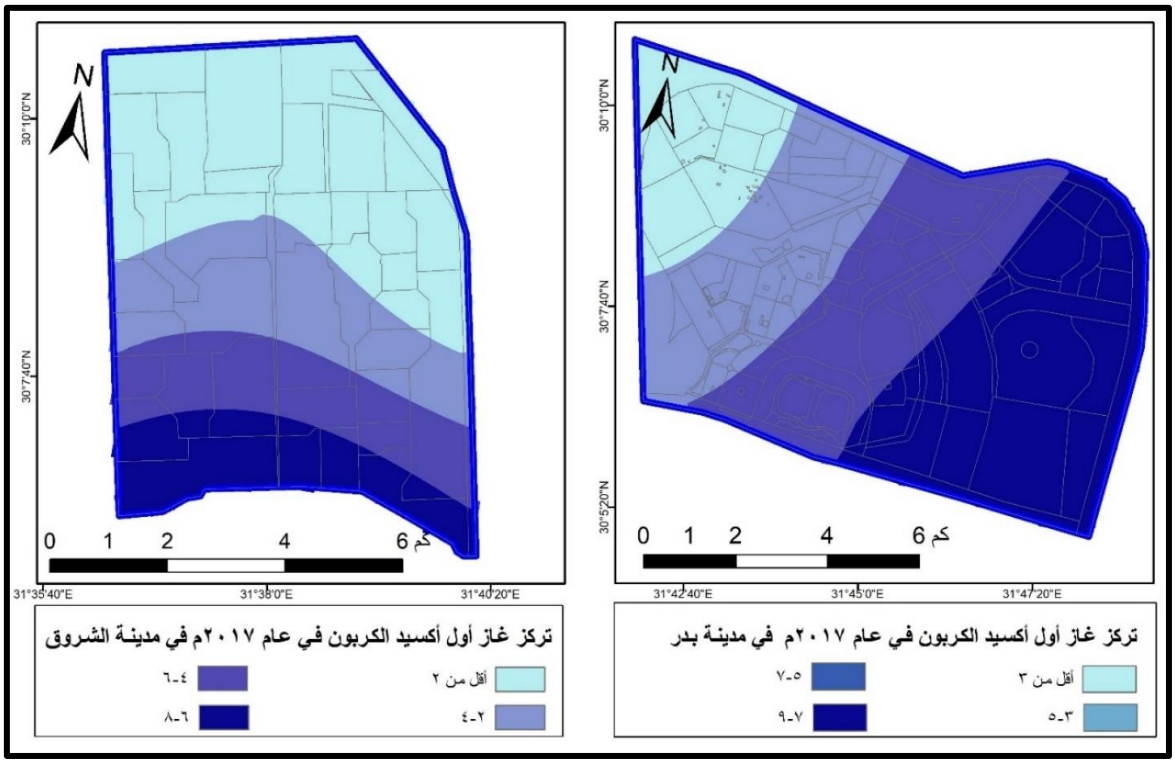
- **مدينة الشروق:**

- اقترب تركز غاز أول أكسيد الكربون من الحد القانونى المسموح به خلال عام ٢٠١٧م حيث تراوح فيما بين أقل من ٢ إلى ٨ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تجاوزت الثلاث أربع حيث تراوحت فيما بين أقل من ٢٠ إلى ٨٠٪.
- تتميز الفئة الأقل خطرًا فى تركز غاز أول أكسيد الكربون بأنها الأكثر انتشارًا فى منطقة الدراسة حيث تراوح تركز الغاز فيها أقل من ٢ ميكروجرام/م^{٣} فيما يقرب من نصف مساحة المدينة بمساحة ٢٠,٥١ كم^{٢} بنسبة ٤٥,٤٤٪ من إجمالى المدينة بنسبة خطورة أقل من ٢٠٪، ومعظمها جاء فى المناطق السكنية بمساحة ١٠,٢٥ كم^{٢} وتلاها الاستخدام العسكرى بمساحة ٢,٣٦ كم^{٢}، وتمثل أدناها فى مناطق المسطحات الخضراء والأراضى الفضاء بمساحة (٠,٠٦ – ٠,٢٢ كم^{٢}) على التوالى.

جدول (١١) تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٧م وتوزيعها على استخدام الأرض

تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينة الشروق											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز غاز أول أكسيد الكربون في استخدامات الأرض							
				تحت الإنشاء	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	عسكرية	فضاء	مسطحات خضراء
اقل من ٢	20.51	45.44	أقل من ٢٠	1.54	0.67	3.07	1.65	10.25	2.63	0.22	0.06
من ٢-٤	9.95	22.04	من ٢٠ إلى ٤٠	3.45	1.47	0.07	0.33	2.57	0	0.37	1.54
من ٤-٦	7.71	17.09	من ٤٠ إلى ٦٠	3.47	0	0	0.04	1.2	0	0	0.39
من ٦-٨	6.96	15.43	من ٦٠ إلى ٨٠	1.9	0	0	0	7.82	0	0	0.41
الإجمالي	45.13	100		10.36	2.14	3.14	2.02	21.84	2.63	0.59	2.4
تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينة بدر											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز غاز أول أكسيد الكربون في استخدامات الأرض							
				الصناعة	المقابر	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	فضاء	مسطحات خضراء	ميناء جاف	تحت الإنشاء
اقل من ٣	11.85	14.76	أقل من ٣٠	1.87	0	0.35	0.73	0.71	5	0	0.28	1.55	1.36
من ٣-٥	18.73	23.33	من ٣٠ إلى ٥٠	6.29	0.37	0.16	2.78	0.02	3.45	1.74	1.25	2.6	0.07
من ٥-٧	22.9	28.52	من ٥٠ إلى ٧٠	8.75	0	0	3.61	0	3.74	1.38	3.84	0	1.58
من ٧-٩	26.8	33.38	من ٧٠ إلى ٩٠	5.87	0	0	1.8	0	13.85	0	3.53	0	1.75
الإجمالي	80.28	80.28		22.78	0.37	0.51	8.92	0.73	26.04	3.12	8.9	4.15	4.76

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.

شكل (١٣) تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٧م

- تمثل الفئة الثانية ما يقرب من خمس مساحة المدينة وتأتى فى الدرجة الثانية من حيث درجة الخطورة فبلغ تركز الغاز ما بين ٢ إلى ٤ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة ٩,٩٥ كم^{٢} ونسبة ٢٢,٠٤٪ من المدينة وبنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٢٠ إلى ٤٠٪ وتعد المناطق تحت الإنشاء هى الاكثر انتشارًا فى هذه الفئة بمساحة ٣,٤٥ كم^{٢}، وتلاها الاستخدام السكنى بمساحة ٢,٥٧ كم^{٢} وأدناها تمثيلًا فى مناطق الخدمات ٠,٠٧ كم^{٢}، والخدمات الترفيهية ٠,٣٣ كم^{٢} واختفى تمثيلها فى المناطق العسكرية.
- تجاوز الفئة الثالثة لتركز غاز أول أكسيد الكربون نصف الحد القانونى المسموح به حيث تراوحت فيما بين ٤ – ٦ ميكروجرام/م^{٣}، بمساحة ٧,٧١ كم^{٢} ونسبة ١٧,٠٩٪ من المدينة بنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٤٠ إلى ٦٠٪ وجاء معظمها فى المناطق تحت الإنشاء بمساحة ٣,٤٦ كم^{٢}، وتلاها الاستخدام السكنى ١,٢٠ كم^{٢} وأدناها فى المناطق الترفيهية ٠,٠٤ كم^{٢} لم تظهر فى المناطق التعليمية والخدمية، والعسكرية وأراضى الفضاء.
- تعد الفئة الرابعة هى الأكثر خطرًا ولكنها الأقل مساحيًا حيث تراوح فيها تركز الغاز فيما بين ٦ إلى ٨ ميكروجرام/م^{٣}، بمساحة ٦,٩٦ كم^{٢} بنسبة ١٥,٤٢٪ من المدينة بنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٦٠ إلى ٨٠٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى ٧,٨٢ كم^{٢} والمناطق التى تحت الإنشاء ١,٩٠ كم^{٢} وأدناها تمثيلًا فى المسطحات الخضراء ٠,٤١ كم^{٢} واختفت فى باقى الاستخدامات.

- **مدينة بدر:**

- يشكل تركز غاز أول أكسيد الكربون أكثر خطورة على مدينة بدر خلال عام ٢٠١٧م وذلك لاقترابه من الحد القانونى المسموح حيث تراوح فيها تركزه بين أقل من ٣ إلى ٩ ميكروجرام/م^{٣} وبنسبة خطورة تراوحت فيما بين أقل من ٣٠ إلى ٩٠٪.
- تعد الفئة الأولى الأقل خطرًا وهي الأقل انتشارًا مساحيًا داخل المدينة حيث تراوح تركز الغاز أقل من ٣ ميكروجرام/م^{٣} فى مساحة ١١,٨٥ كم^{٢}، بنسبة ١٤,٧٦٪ من المدينة، بنسبة خطورة تجاوزت الربع (أقل من ٣٠٪) وجاء معظمها على المناطق السكنية ٥ كم^{٢} وتلاها المناطق الصناعية ١,٨٧ كم^{٢}، ولم يتركز فى مناطق المقابر والأراضى الفضاء، وأدناها تمثيلًا فى المسطحات الخضراء والمناطق التعليمية بمساحة (٠,٢٨ – ٠,٣٥ كم^{٢}) على الترتيب.
- تقترب الفئة الثانية من تركز غاز أول أكسيد الكربون من نصف الحد القانونى المسموح به حيث تراوح بين ٣ إلى ٥ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٣٠ إلى ٥٠٪، وغطى مساحة تقترب من ربع المدينة حيث بلغت ١٨,٧٣ كم^{٢} بنسبة ٢٣,٣٣٪ من المدينة، وجاء أقصاها فى

المناطق الصناعية بمساحة ٦,٢٩ كم^{٢} وأدناها فى المناطق التى تحت الإنشاء والخدمات الترفيهية حيث بلغت (٠,٠٧ – ٠,٠٢ كم^{٢}) على التوالى.

- تنتشر الفئة الثالثة فى مساحة تجاوزت ربع مساحة المدينة حيث بلغت ٢٢,٩٠ كم^{٢} بنسبة ٢٨,٥٢٪، بدرجة تركز للغاز تراوحت فيما بين ٥ – ٧ ميكروجرام/م^{٣}، بنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٥٠ إلى ٧٠٪، ويعد الاستخدام الصناعى الأكثر نصيباً فيها بمساحة بلغت ٨,٧٥ كم^{٢}، وتلاه المناطق السكنية ٣,٧٤ كم٢، وأدناها تأثرًا الأراضى الفضاء والمناطق التى تحت الإنشاء (١,٣٨ – ١,٥٨ كم^{٢}) على الترتيب، ولم تتأثر منطقة المقابر، والمنطقة التعليمية، والخدمات الترفيهية، والميناء الجاف بهذه الفئة.
- تعد الفئة الرابعة هى الأكثر خطرًا من حيث تركز غاز أول أكسيد الكربون والأكثر مساحيًا حيث تراوح تركزه فيما بين ٧ إلى ٩ ميكروجرام/م^{٣}، وبمساحة بلغت ٢٦,٨٠ كم^{٢} وبنسبة ٣٣,٣٨٪ من إجمالى المدينة، وبنسبة خطورة اقتربت من الحد القانونى المسموح به حيث تراوحت فيما بين ٧٠ إلى ٩٠٪، ويعد الاستخدام السكنى هو الأكثر تأثرًا بها بمساحة ١٣,٨٥ كم^{٢} وتلاه الاستخدام الصناعى ٥,٨٧ كم^{٢} وجاء أدناها فى المناطق التى تحت الإنشاء ١,٧٥ كم^{٢}، ولم يظهر أثره على مناطق المقابر والتعليم والخدمات الترفيهية والأراضى الفضاء والميناء الجاف.

ج. تركز غاز أول أكسيد الكربون وخطورته فى مدينتى الدراسة عام ٢٠١٩م:

يعد عام ٢٠١٩ هو الأخطر فى تركز غاز أول أكسيد الكربون وذلك لتجاوزه الحد القانونى المسموح به لتركز الغاز، حيث تراوح فيما بين أقل من ٣ إلى ١٢ ميكروجرام/م^{٣} بدرجة خطورة تراوحت فيما بين أقل من ٣٠ إلى ١٢٠٪ وبتحليل جدول (١٢) وشكل (١٤) اتضح ما يلي:

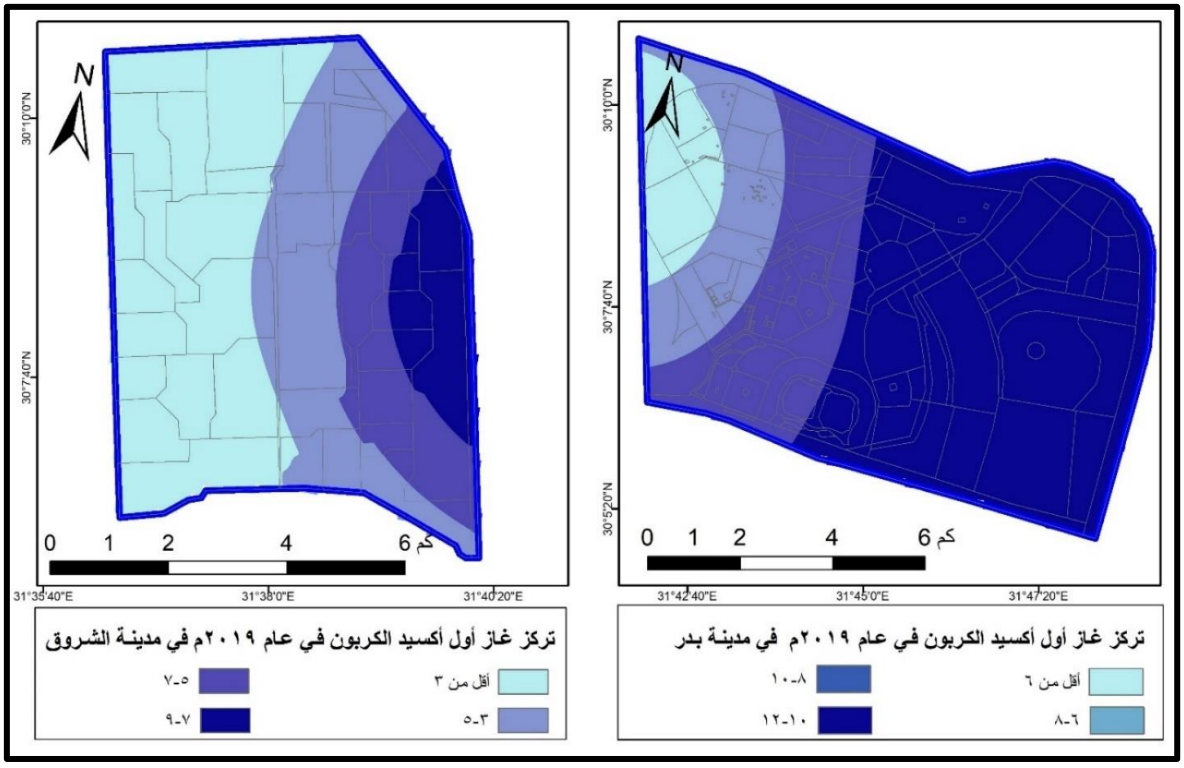
- **مدينة الشروق:**

- تتميز مدينة الشروق بعدم تجاوز الحد القانونى المسموح به لتركز غاز أول أكسيد الكربون حيث تراوح فيما بين أقل من ٣ إلى ٩ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت فيما بين أقل من ٣٠ إلى ٩٠٪ بالإضافة إلى قلة مساحة الفئات الأكثر خطرًا .
- تشغل الفئة الأولى الأقل خطرًا المساحة الأكبر من المدينة حيث تراوح تركز الغاز فيها أقل من ٣ ميكروجرام/م^{٣} فى مساحة بلغت ٢٠,٢٣ كم^{٢} ونسبة ٤٤,٨٣٪ من إجمالى المدينة وبنسبة خطورة أقل من ٣٠٪، وجاء معظمها فى المناطق السكنية والمناطق التى تحت الإنشاء بمساحة (٧,٨٥ – ٦,٤ كم^{٢}) على التوالى، وجاء أدناها فى المناطق الفضاء ٠,١٥ كم^{٢} ولم تظهر فى المناطق العسكرية.

جدول (١٢) تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٩م وتوزيعها على استخدام الأرض

تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينة الشروق											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز غاز أول أكسيد الكربون في استخدامات الأرض							
				تحت الإنشاء	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	عسكرية	فضاء	مسطحات خضراء
اقل من ٣	20.23	44.83	أقل من ٣٠	6.47	1.41	2.04	0.36	7.85	0	0.2	1.95
م ٣-٥	10.09	22.35	من ٣٠ إلى ٥٠	0.01	0.72	0.52	1.57	4.35	2.63	0.1	0.21
م ٥-٧	10.23	22.67	من ٥٠ إلى ٧٠	3.04	0	0.41	0.09	6.41	0	0.2	0.13
م ٧-٩	4.58	10.15	من ٧٠ إلى ٩٠	0.84	0	0.18	0	3.23	0	0.2	0.11
الإجمالي	45.13	100		10.36	2.13	3.15	2.02	21.8	2.63	0.6	2.4
تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينة بدر											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز غاز أول أكسيد الكربون في استخدامات الأرض							
				الصناعة	المقابر	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	فضاء	مسطحات خضراء	ميناء جاف	تحت الإنشاء
اقل من ٦	7.34	9.14	أقل من ٦٠	0	0	0.45	1.97	0.43	3.47	0	0.98	0	0.04
م ٦-٨	14.59	18.17	من ٦٠ إلى ٨٠	3.54	0.37	0.06	0.34	0	4.01	1.4	0.57	4.15	0.2
م ٨-١٠	19.44	24.22	من ٨٠ إلى ١٠٠	7.3	0	0	2.87	0.3	7.45	1.4	0.1	0	0
م ١٠-١٢	38.91	48.47	من ١٠٠ إلى ١٢٠	11.94	0	0	3.74	0	11.11	0.4	7.25	0	4.52
الإجمالي	80.28	100		22.78	0.37	0.51	8.92	0.73	26.04	3.1	8.9	4.15	4.76

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات الرادار Sentinel 2, 5 وبرنامج Snap و Envi 5.3 و Erdas Imagine وبرنامج Arc GIS 10.8.

شكل (١٤) تركز غاز أول أكسيد الكربون في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٩م

- تشغل الفئة الثانية ما يقرب من ربع المدينة، حيث يتراوح تركز الغاز فيما بين ٣ إلى ٥ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة ١٠,٠٩ كم^{٢} بنسبة ٢٢,٣٥٪ ونسبة خطورة تراوحت فيما بين ٣٠ إلى ٥٠٪، وجاء معظمها فى المناطق السكنية ٤,٣٥ كم^{٢} وتلاها المناطق العسكرية ٢,٦٣ كم^{٢} وجاء أدناها فى الأراضى الفضاء وتحت الإنشاء (٠,٠٧ – ٠,٠١ كم^{٢}) على التوالى.
- تتشابه الفئة الثالثة مساحيًا مع الفئة السابقة ولكن بتزايد فى تركز غاز أول أكسيد الكربون حيث تراوح فيما بين ٥ إلى ٧ ميكروجرام/م^{٣}، بنسبة خطورة تراوحت بين ٥٠ إلى ٧٠٪ وجاء معظمها على الاستخدام السكنى والمناطق التى تحت الإنشاء بمساحة بلغت (٦,٤١ – ٣,٠٤ كم^{٢}) على التوالى، وأقلها تمثيلًا فى المناطق الترفيهية حيث بلغت ٠,٠٩ كم^{٢}، ولم تظهر فى المناطق التعليمية والعسكرية.
- تعد الفئة الرابعة هى الأكثر خطورة على المدينة حيث تراوح تركز الغاز فيما بين ٧ إلى ٩ ميكروجرام/م^{٣}، ولكن أهم ما يميزها أنها الأقل مساحيًا فى المدينة بمساحة ٤,٥٨ كم^{٢} وبنسبة ١٠.١٥٪ من إجمالى المدينة، وبنسبة خطورة اقتربت من الحد المسموح به حيث تراوحت فيما بين ٧٠ إلى ٩٠٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ٣,٢٣ كم^{٢}، وجاء أدناها على المسطحات الخضراء بمساحة ٠١١ كم^{٢} ولم تظهر فى الاستخدام العسكرى، والترفيهى والتعليمى.

- **مدينة بدر:**

- يشكل غاز أول أكسيد الكربون خطرًا على المدينة وذلك لتجاوز تركزه الحد القانونى المسموح به حيث تراوح فيما بين أقل من ٦ إلى ١٢ ميكروجرام/م^{٣}، بدرجة خطورة بين أقل من ٦٠ إلى ١٢٠٪.
- تعد الفئة الأولى الأقل خطرًا هى الأقل انتشارًا فى المدينة حيث تراوحت فيما بين أقل من ٦ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة منخفضة بلغت ٧,٣٤ كم^{٢} أى بنسبة ٩,١٤٪ وبنسبة خطورة مرتفعة بلغت أقل من ٦٠٪ وجاء معظمها على الاستخدام السكنى ومنطقة الخدمات بمساحة (٣,٤٧ – ١,٩٧ كم^{٢}) وأدناها فى المناطق تحت الإنشاء ٠,٠٤ كم^{٢} ولم تظهر على الاستخدام التعليمى والميناء الجاف والأراضى الفضاء والمقابر.
- تزداد خطورة تركز الغاز فى الفئة الثانية حيث تراوح تركزه فيما بين ٦ إلى ٨ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة ١٤,٥٩ كم^{٢} بنسبة ١٨,١٧٪ من المدينة، بنسبة خطورة تتراوح فيما بين ٦٠ إلى ٨٠٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى والصناعى بمساحة (٤,٠١ – ٣,٤٥ كم^{٢}) وأدناها تمثيلًا

فى الاستخدام التعليمى ٠,٠٦ كم^{٢} والمناطق تحت الإنشاء ٠,٢٠ كم^{٢}، ولم تظهر فى الاستخدام الترفيهى.

- تعد الفئة الثالثة الأكثر خطرًا مقارنة بالأولى والثانية وذلك لتجاوز الحد الأقصى القانونى المسموح من تركز الغاز حيث تراوح فيما بين ٨ إلى ١٠ ميكروجرام/م^{٣}، بمساحة ١٩,٤٤ كم^{٢} ونسبة تقترب من ربع المدينة ٢٤,٢٢٪ وبنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٨٠ إلى ١٠٠٪، ويعد الاستخدام السكنى والصناعى الأكثر تعرضاً لها (٧,٤٥ – ٧,٣٠ كم^{٢}) على التوالى، وتعد المسطحات الخضراء الأقل تمثيلًا فيها، ولم تظهر فى الاستخدام التعليمى والمقابر والخدمات الترفيهية والميناء الجاف.
- بلغ أقصى تركز للغاز فى الفئة الرابعة حيث تراوح فيما بين ١٠ إلى ١٢ ميكروجرام/م^{٣} وتعد هى الأكثر انتشارًا مساحيًا حيث بلغت ٢٦,٨٠ كم^{٢} بنسبة ٣٣٠٣٨٪ من المدينة، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى ١٣,٨٥ كم^{٢}، وتلاها الاستخدام الصناعى ٥,٨٧ كم^{٢}، وأدناها فى المناطق التى تحت الإنشاء والاستخدام الخدمى بمساحة (١,٧٥ – ١,٨٠ كم^{٢})، ولم تظهر على الاستخدام التعليمى والمقابر والخدمات الترفيهية والأراضى الفضاء والميناء الجاف.

٤. تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر (PM 10) وخطورتها فى مدينتى الدراسة:

يعد التعرض للجسيمات الصلبة والعالقة من العوامل التى تؤثر على صحة الإنسان وخاصة الجهاز التنفسي لأنها تدخل على الرئة بشكل مباشر مما يسبب أضرارًا على وظائف الرئة والقلب، وذلك لأن الجسيمات الدقيقة لديها القدرة على إصابة الجهاز التنفسى بسهولة (Ding, 2017, P 93)، وبناء عليه حددت وزارة البيئة وجهاز شئون البيئة أن الحد الأقصى المسموح به قانونًا لتركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر لابد أن لا تتجاوز ٧٠ ميكروجرام/م^{٣}، وباستخدام مرئيات Landsat 8 وبالتحليل المكانى والزمانى للجسيمات الصلبة فى مدينتى الدراسة تبين ما يلى:-

أ. تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر وخطورتها فى مدينتى الدراسة عام ٢٠١٥:

تبين من تحليل جدول (١٣) وشكل (١٥) مايلى:

يعد عام ٢٠١٥ هو الأقل فى انتشار تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر مقارنة بسنوات الدراسة وخاصة أنه لم يتجاوز تركزه الحد القانونى المسموح به حيث تراوح فيما بين أقل من ٤٢

إلى ٦١ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت فيما بين أقل من ٦٠٪ إلى ٨٧,١٤٪ وبالتحليل المكانى لتركزه على مستوى مدينتى الدراسة تبين ما يلي:

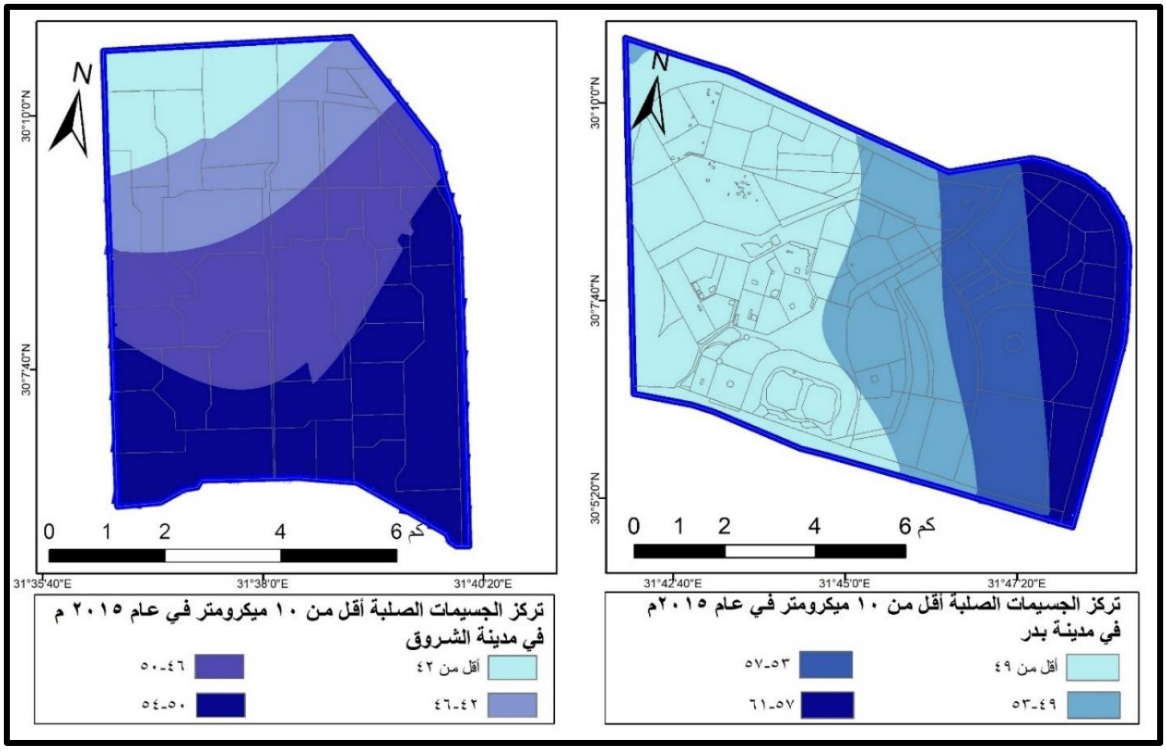
- **مدينة الشروق:**

- تعد مدينة الشروق هى الأقل فى تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر خلال عام ٢٠١٥م حيث تراوح تركزه فيما بين أقل من ٤٢ إلى ٥٤ ميكروجرام/م^{٣}، بنسبة خطورة تراوحت فيما بين أقل من ٦٠ إلى ٧٧,١٤٪.
- انخفاض مساحة الفئة الأولى لتركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر حيث بلغت ٧,٣٣ كم^{٢} بنسبة ١٦,٢٤٪ من المنطقة، وجاءت معظمها فى الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية، حيث بلغ تركزه أقل من ٤٤ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة أقل من ٦٠٪ وجاء معظمها فى المنطقة العسكرية والخدمية والسكنية بمساحة بلغت (١,٩٨ – ١,٢٤ – ١,٢٣ كم^{٢}) على التوالى.
- تعد الفئة الثانية أكثر خطورة من الأولى لزيادة تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر حيث تراوح تركزه فيما بين ٤٢ إلى ٤٦ ميكروجرام/م^{٣}، وبمساحة تزيد عن خمس المدينة ٩,٤٩ كم^{٢} بنسبة خطورة تراوحت بين ٦٠ إلى أقل من ٦٥,٧١٪ وتأتى فى جنوب الفئة الأولى فى المناطق السكنية ومناطق تحت الإنشاء بمساحة بلغت (٢,٨٩ – ٢,٥٤ كم^{٢}) وجاء أدناها فى الأراضى الفضاء بمساحة ٠,٢١ كم^{٢}.
- تزداد المساحة التى أتت فى الفئة الثالثة حيث بلغت ١٣,٢٥ كم^{٢} بنسبة ٢٩,٣٦٪ من المساحة الكلية بنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٦٥,٧١ إلى ٧١,٤٣٪ وجاء معظمها فى المنطقة السكنية فى وسط المدينة بمساحة ٧,٤٥ كم^{٢} وجاء أدناها فى الأراضى الفضاء ٠,١٦ كم^{٢}.
- تعد الفئة الرابعة هى الأكثر انتشارًا فى المدينة والأكثر خطورة حيث تراوح تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر فيما بين ٥٠ – ٥٤ ميكروجرام/م^{٣}، فى مساحة بلغت ١٥,٠٦ كم^{٢} بنسبة ٣٣,٣٧٪ من المدينة بنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٧١,٤٣ إلى ٧٧,١٤ ميكروجرام/م^{٣}، وجاءت فى جنوب المدينة فى الاستخدام السكنى بمساحة ١٠,٢٧ كم^{٢} وذلك وفق اتجاه الرياح السائد بالتحرك من الشمال إلى الجنوب.

جدول (١٣) تركز الجسيمات الصلبة في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م وتوزيعها على استخدام الأرض

تركز الجسيمات الصلبة في مدينة الشروق											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز الجسيمات الصلبة في استخدامات الأرض							
				تحت الإنشاء	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	عسكرية	فضاء	مسطحات خضراء
اقل من ٤٢	7.33	16.24	أقل من ٦٠	0.75	0.98	1.24	0.84	1.23	1.98	0.2	0.09
46-42	9.49	21.03	من ٦٠ إلى أقل من ٦٥,٧١	2.54	0.47	0.57	0.41	2.89	0.65	0.2	1.75
50-46	13.25	29.36	من ٦٥,٧١ إلى أقل من ٧١,٤٣	2.32	0.69	1.34	0.75	7.45	0	0.2	0.54
54-50	15.06	33.37	من ٧١,٤٣ إلى أقل من ٧٧,١٤	4.75	0	0	0.02	10.3	0	0	0.02
الإجمالي	45.13	100		10.36	2.14	3.15	2.02	21.8	2.63	0.6	2.4
تركز الجسيمات الصلبة في مدينة بدر											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز الجسيمات الصلبة في استخدامات الأرض							
				الصناعة	المقابر	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	فضاء	مسطحات خضراء	ميناء جاف	تحت الإنشاء
اقل من ٤٩	36.66	45.67	أقل من ٧٠	11.25	0.37	0.51	2.1	0.73	8.47	1.5	4.15	4.15	3.48
53-49	15.54	19.36	من ٧٠ إلى أقل من٧٥,٧١	8.84	0	0	3.27	0	2.84	0.1	0.32	0	0.14
57-53	15.36	19.13	من ٧٥,٧١ إلى أقل ٨١,٤٣	2.69	0	0	1.9	0	8.45	1.5	0.18	0	0.6
٦١-٥٧	12.72	15.84	من ٨١,٤٣ إلى أقل من ٨٧,١٤	0	0	0	1.65	0	6.28	0	4.25	0	0.54
الإجمالي	80.28	100		22.78	0.37	0.51	8.92	0.73	26.04	3.1	8.9	4.15	4.76

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات Land sat 8 وبرنامج Envi 5.3 وبرنامج Arc GIS 10.8.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات Land sat 8 وبرنامج Envi 5.3 وبرنامج Arc GIS 10.8.

شكل (١٥) تركز الجسيمات الصلبة في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٥م

- **مدينة بدر:**

- تتميز مدينة بدر بأن معظمها تقع فى الفئة الأولى حيث جاء معظمها فى تركز أقل من ٤٩ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة ٣٦,٦٦ كم^{٢} بنسبة ٤٥,٦٧٪ من المدينة بنسبة خطورة أقل من ٧٠٪ وجاءت فى النصف الغربى من المدينة، وجاء معظمها فى الاستخدام الصناعى والاستخدام السكنى بمساحة ١١,٢٥ – ٨,٤٧ كم^{٢} على التوالى وأدناها فى المقابر والتعليم ٠,٣٧ – ٠,٥١ كم^{٢}.
- يزداد تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر بالاتجاه شرقًا فى المدينة حيث جاءت الفئة الثانية فى منتصف المدينة ولذلك سيطر عليها الاستخدام الصناعى بمساحة بلغت ٨,٨٤ كم^{٢} بدرجة تركز تراوحت فيما بين ٤٩ – ٥٣ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٧٠ إلى أقل من ٧٥,٧١٪ وتعد الأراضى الفضاء والتى تحت الإنشاء أقل تأثرًا بهذه الفئة بمساحة (٠,١٣– ٠,١٤ كم^{٢}).
- تعد الفئة الرابعة هى الأكثر خطورة لاقترابها من الحد القانونى المسموح به حيث تراوحت فيما بين ٥٧ – ٦١ ميكروجرام/م^{٣}، وبنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٨١,٤٣ إلى ٨٧,١٤٪ وبذلك تكون المناطق الشرقية من المدينة هى الأكثر خطرًا وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة بلغت ٦,٢٨ كم^{٢}.

ب. تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر وخطورته فى مدينتى الدراسة عام ٢٠١٧م:

يعد عام ٢٠١٧م أكثر خطورة فى تركز الجسيمات الصلبة الأقل من ١٠ ميكرومتر فى مدينتى الدراسة مقارنة بعام ٢٠١٥م، ذلك لأنه فى خلال عام ٢٠١٧م تجاوز التركيز الحد القانونى المسموح به حيث تراوح فيما بين أقل من ٥٣ إلى ٧٦ ميكروجرام/م^{٣}، وبالتحليل المكانى لتوزيع التركز من خلال جدول (١٤) وشكل (١٦) تبين ما يلي:

- **مدينة الشروق:**

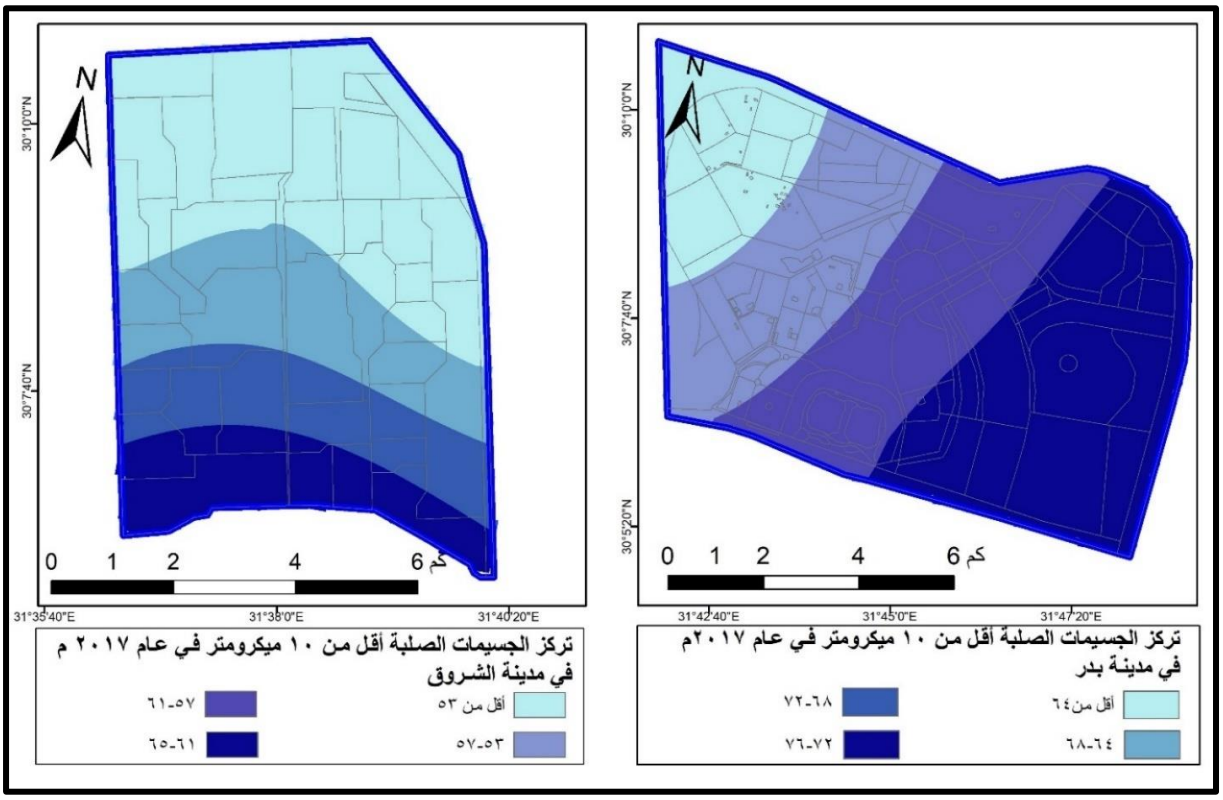
- تتميز الفئة الأولى من تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر بأنها الأقل تركزًا والأكثر انتشارًا حيث بلغ أقل ٥٣ ميكروجرام/م^{٣} فى مساحة تقترب من نصف المدينة بلغت ٢٠,٨٨ كم^{٢} بنسبة ٤٦,٢٦٪ ولكنها بنسبة خطورة اقتربت من الحد القانونى حيث بلغت أقل من ٧٥,٧١٪، وجاء معظم هذه الفئة فى النصف الشمالى من المدينة وخاصة فى الاستخدام السكنى بمساحة ١٠,٧٨ كم^{٢}، ثم مناطق تحت الإنشاء ٣,٨٧ كم^{٢} وأقلها فى المسطحات الخضراء بمساحة ٠,٠٣ كم^{٢}.

- تمثل الفئة الثانية من تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر ربع مساحة المدينة تقريباً حيث تراوح تركزه فيما بين ٥٣ إلى ٥٧ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة ١١,٢٣ كم^{٢}، وبنسبة خطورة مرتفعة تراوحت بين ٧٥,٧١ إلى ٨١,٤٣٪، وجاءت جنوب الفئة الأولى وخاصة فى الاستخدام السكنى بمساحة ٦,٠٨ كم^{٢} وتلاها المناطق التى تحت الإنشاء ٢,١٤ كم^{٢}، ويعد الاستخدام الخدمى أقل انتشارًا فى هذه الفئة حيث بلغ ٠,١ كم^{٢}.
- تتراوح الفئة الثالثة فيما بين ٥٧ إلى ٦١ ميكروجرام/م^{٣} فى مساحة بلغت ٧,٠٩ كم^{٢}، وبنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٨١,٤٣ إلى ٨٧,١٤٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى والخدمى (٢,٤٧ – ١,٩٨ كم^{٢}) على التوالى، وأدناها تمثيلًا فى الأراضى الفضاء ٠,٣١ كم^{٢}.
- تعد الفئة الرابعة فى تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر هى الأقل انتشارًا حيث تراوح التركز فيما بين ٦١ إلى ٦٥ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة ٥,٩٣ كم^{٢} وبنسبة ١٣,١٤٪ من المدينة، بنسبة خطورة مرتفعة اقتربت من الحد القانونى المسموح به وتمثلت فى أقصى جنوب منطقة الدراسة وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ٢,٥١ كم^{٢} وأدناها فى الأراضى الفضاء ٠,٠٦ كم^{٢}.

جدول (١٤) تركز الجسيمات الصلبة في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٧م وتوزيعها على استخدام الأرض

تركز غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينة الشروق											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز الجسيمات الصلبة في استخدامات الأرض							
				تحت الإنشاء	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	عسكرية	فضاء	مسطحات خضراء
اقل من ٥٣	20.88	46.26	أقل من ٧٥,٧١	3.87	1.47	1.07	1.03	9.78	٢,٦٣	0	0.03
57-53	11.23	24.89	من ٧٥,٧١ إلى أقل من ٨١,٤٣	2.14	0.67	0.1	0.99	6.08	0	0.2	1.03
61-57	7.09	15.71	من ٨١,٤٣ إلى أقل من ٨٧,١٤	1.32	0	1.98	0	2.47	0	0.3	1.01
65-61	5.93	13.14	من ٨٧,١٤ إلى أقل من ٩٢,٨٦	3.03	0	0	0	2.51	0	0.1	0.33
الإجمالي	45.13	100		10.36	2.14	3.15	2.02	21.8	2.63	0.6	2.4
تركز الجسيمات الصلبة في مدينة بدرء											
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	توزيع تركز الجسيمات الصلبة في استخدامات الأرض							
				الصناعة	المقابر	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	فضاء	مسطحات خضراء	ميناء جاف	تحت الإنشاء
اقل من ٦٤	12.64	15.75	أقل من ٩١,٤٣	1.35	0	0.35	1.95	0.71	4.21	0	2.3	1	0.77
68-64	17.97	22.39	من ٩١,٤٣ إلى أقل ٩٧,١٤	7.08	0.37	0.16	0.68	0.02	4.58	0.1	1.54	3.15	0.34
72-68	20.43	25.45	من ٩٧,١٤ إلى أقل من ١٠٢,٨٦	14.25	0	0	1.08	0	2.45	0.3	2.14	0	0.2
76-72	29.24	36.42	من ١٠٢,٨٦ إلى أقل من ١٠٨,٥٧	0.1	0	0	5.21	0	14.8	2.8	2.92	0	3.45
الإجمالي	80.28	100		22.78	0.37	0.51	8.92	0.73	26.04	3.1	8.9	4.15	4.76

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات Land sat 8 وبرنامج Envi 5.3 وبرنامج Arc GIS 10.8.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات Land sat 8 وبرنامج Envi 5.3 وبرنامج Arc GIS 10.8.

شكل (١٦) تركز الجسيمات الصلبة في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٧م

- **مدينة بدر:**

- يعد عام ٢٠١٧ أكثر خطورة مقارنة بعام ٢٠١٥ فى مدينة بدر وذلك لتجاوزه الحد القانونى المسموح به لتركز الجسيمات الصلبة أقل من١٠ ميكرومتر حيث بلغ أقصاه ٧٦ ميكروجرام/م^{٣}.
- تعد الفئة الأولى أقل انتشارًا فى المدينة حيث بلغ تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر أقل من ٦٤ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ١٢,٦٤ كم^{٢} بنسبة ١٥,٧٥٪ من المدينة، وجاءت فى شمال غرب المدينة وبنسبة خطورة بلغت أقل من ٩١,٤٣٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ٤,٢١ كم^{٢} وأدناها فى الاستخدام التعليمى ٠,٣٥ كم^{٢}.
- تقترب الفئة الثانية من حدود الحد القانونى المسموح به لتركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر حيث تراوح بين ٦٤ إلى ٦٨ ميكروجرام/م^{٣} وجاءت فى مساحة بلغت ١٧,٩٧ كم^{٢} بنسبة ٢٢,٣٩٪ من المدينة وبدرجة خطورة تراوحت فيما بين ٩١,٤٣ إلى أقل من ٩٧,١٤ وجاء معظمها فى الاستخدام الصناعى والسكنى بمساحة (٧,٠٨ – ٤,٥٨ كم^{٢}) على الترتيب، وأدناها فى الاستخدام الترفيهى والمناطق تحت الإنشاء (٠,٢ – ٠,٣٤ كم^{٢}) على التوالى.

- تغطى الفئة الثالثة المنطقة الوسطى من المدينة من الشمال حتى الجنوب حيث تراوح تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر فيما بين ٦٨ – ٧٢ ميكروجرام/م^{٣}، بمساحة تغطى ٢٠,٤٣ كم^{٢} بنسبة ٢٥,٤٥٪ من المدينة وبنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٩٧,١٤ إلى أقل من ١٠٢,٨٦٪ وجاء معظمها فى الاستخدام الصناعى بمساحة ١٤,٢٥ كم^{٢} وتلاها الاستخدام السكنى ٢,٤٥ كم^{٢} وأدناها فى المناطق تحت الإنشاء ٠,٢٠ كم^{٢}، وتمثل خطورته فى تجاوزه الحد القانونى المسموح به.
- تعد الفئة الرابعة هى الأكثر انتشارًا وأكثر خطورة فى المدينة حيث تراوح تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر فيما بين ٧٢ – ٧٦ ميكروجرام/م^{٣}، وبنسبة خطورة تراوحت بين ١٠٢,٨٦ إلى أقل من ١٠٨,٥٧٪ وبمساحة بلغت ٢٩,٢٤ كم^{٢} بنسبة ٣٦,٤٢٪ من المدينة، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى والخدمى بمساحة (١٤,٨–٥,٢١ كم^{٢}) وأدناها فى الاستخدام الصناعى ٠,١ كم^{٢}.

ج. تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر وخطورته فى مدينتى الدراسة عام ٢٠١٩م:

يعد عام ٢٠١٩ هو أخطر أعوام الدراسة حيث تجاوز تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر الحد القانونى المسموح به فى مدينتى الدراسة حيث تراوح فيما بين أقل من ٦٠ إلى أقل من ٨١ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة وصلت إلى ١١٥,٧١٪، وتبين من خلال التحليل المكانى لتركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر فى مدينتى الدراسة من خلال جدول (١٥) وشكل (١٧) ما يلي:

- **مدينة الشروق:**

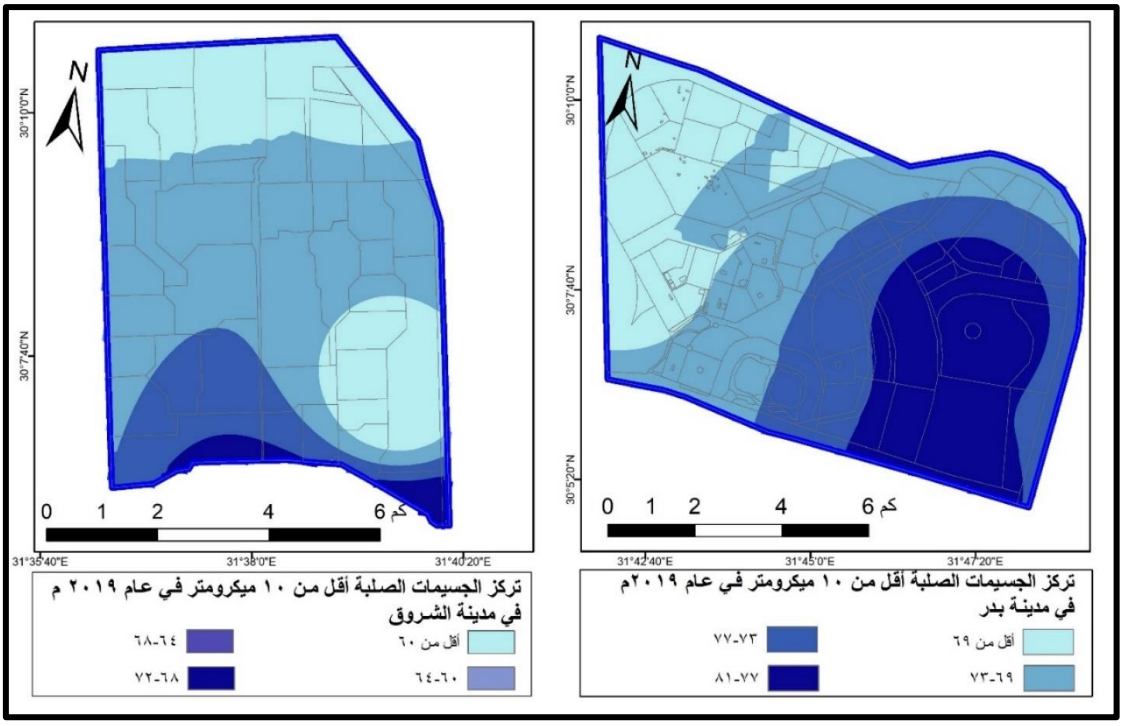
- تعد مدينة الشروق أقل تركز فى الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر مقارنة بمدينة بدر حيث تراوحت فيما بين أقل من ٦٠ إلى ٧٢ ميكروجرام/م^{٣}، وبنسبة خطورة تراوحت فيما بين أقل من ٨٥,٧١ إلى أقل من ١٠٢,٨٦٪.
- تمثل الفئة الأولى انتشار كبير فى المدينة تجاوز ثلث مساحتها بمساحة بلغت ١٥,٥٧ كم٢ بنسبة ٣٤,٤٩٪ من المدينة وبدرجة تركز أقل من ٦٠ ميكروجرام/م^{٣} وبنسبة خطورة أقل من ٨٥,٧١٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى ٤,٨٤ كم^{٢} وأدناها تمثيلًا فى المسطحات الخضراء ٠,٩ كم^{٢}.
- تعد الفئة الثانية هى الأكثر انتشارًا فى منطقة الدراسة بدرجة تركز للجسيمات الصلبة أقل من ١٠ مكرون تراوحت بين ٦٠ إلى ٦٤ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة ٢١,٤٤ كم^{٢} بنسبة ٤٧,٥٪ من المدينة بنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٨٥,٧١ إلى أقل من ٩١,٤٣٪ وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى بمساحة ١٣,٢٥ كم^{٢}، وأدناها فى الخدمات الترفيهية بمساحة ٠,٠٩ كم^{٢}.

جدول (١٥) تركز الجسيمات الصلبة في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٩م وتوزيعها على استخدام الأرض

تركز الجسيمات الصلبة في مدينة الشروق											
			توزيع تركز الجسيمات الصلبة في استخدامات الأرض								
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	تحت الإنشاء	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	عسكرية	فضاء	مسطحات خضراء
اقل من ٦٠	15.57	34.49	أقل من ٨٥,٧١	0.75	1.36	1.24	1.93	4.84	2.63	0.2	0.09
64-60	21.44	47.5	من ٨٥,٧١ إلى أقل من ٩١,٤٣	4.65	0.78	1.04	0.09	13.3	0	0.3	1.31
68-64	9.23	20.45	من ٩١,٤٣ إلى أقل من ٩٧,١٤	4.96	0	0.87	0	2.35	0	0.1	1
72-68	1.4	3.1	من ٩٧,١٤ إلى أقل من ١٠٢,٨٦	0	0	0	0	1.4	0	0	0
الإجمالي	45.13	100		10.36	2.14	3.15	2.02	21.8	2.63	0.6	2.4

تركز الجسيمات الصلبة في مدينة بدر												
				توزيع تركز الجسيمات الصلبة في استخدامات الأرض								
الفئات	المساحة كم ٢	% من المنطقة	نسبة الخطورة %	الصناعة	المقابر	تعليم	خدمات	خدمات ترفيهية	سكني	فضاء	مسطحات خضراء	ميناء جاف	تحت الإنشاء
اقل من ٦٩	19.55	24.35	أقل من ٩٨,٥٧	2.38	0.37	0.25	3.68	0	6.24	0.9	1.32	4.15	0.23
73-69	22.2	27.66	من ٩٨,٥٧ إلى أقل من ١٠٤,٢٩	9.25	0	0.26	1.34	0.73	7.51	0	2.7	0	0.41
77-73	19.81	24.67	من ١٠٤,٢٩ إلى أقل من ١١٠	7.17	0	0	2.31	0	7.25	0.1	2.45	٠	0.58
81-77	18.72	23.32	من ١١٠ إلى أقل من ١١٥,٧١	3.98	0	0	1.59	0	5.04	2.1	2.43	٠	3.54
الإجمالي	80.28	100		22.78	0.37	0.51	8.92	0.73	26.04	3.1	8.9	4.15	4.76

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات Land sat 8 وبرنامج Envi 5.3 وبرنامج Arc GIS 10.8.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد مرئيات Land sat 8 وبرنامج Envi 5.3 وبرنامج Arc GIS 10.8.

شكل (١٧) تركز الجسيمات الصلبة في مدينتي الدراسة عام ٢٠١٩م

- تغطى الفئة الثالثة حوالي خمس المدينة حيث تراوح الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر فيما بين ٦٤ إلى ٦٨ ميكروجرام/م^{٣}، بمساحة ٩,٢٣ كم^{٢} بنسبة خطورة تراوحت فيما بين ٩١,٤٣ إلى أقل من ٩٧,١٤٪ وجاء معظمها فى المناطق التى تحت الإنشاء بمساحة ٤,٩٦ كم^{٢} وأدناها فى الأراضى الفضاء بمساحة ٠,٠٥ كم^{٢}.
- تعد الفئة الرابعة الأكثر خطرًا فى المدينة والأقل انتشارًا حيث تراوح تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر فيما بين ٦٨ إلى أقل من ٧٢ ميكروجرام/م^{٣}، بمساحة ١,٤٠ كم^{٢} بنسبة ٣,١٠٪ من المدينة بنسبة خطورة تراوحت بين ٩٧,١٤ إلى أقل من ١٠٢,٨٦٪ وجاء جميعها فى الاستخدام السكنى.

- **مدينة بدر:**

- يشكل عام ٢٠١٩ خطرًا فى تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر على المدينة وذلك لتجاوز الحد القانونى المسموح به حيث تراوح فيما بين أقل من ٦٩ إلى أقل من ٨١ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت فيما بين أقل من ٩٨,٥٧ إلى ١١٥,٧٦٪ وذلك لزيادة النشاط الصناعى فى المدينة.
- تمثل الفئة الأولى ربع مساحة المدينة تقريباً بمساحة بلغت ١٩,٥٥ كم^{٢} بنسبة ٢٤,٣٥٪ من المدينة بنسبة خطورة أقل من ٩٨,٥٧٪ وجاء معظمها فى منطقة الميناء الجاف والمنطقة الصناعية بمساحة (٤,١٥ و٣,٦٨ و٢,٣٨ كم^{٢}) على التوالى، وأدناها فى الاستخدام التعليمى والمناطق التى تحت الإنشاء (٠,٢٥ – ٠,٢٣ كم^{٢}).
- تعد الفئة الثانية هى الأكثر انتشارًا فى المدينة وتكمن خطورتها فى تجاوزها الحد القانونى حيث تراوحت فيما بين ٦٩ إلى ٧٣ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ٢٢,٢ كم^{٢}، ونسبة بلغت ٢٧,٦٦٪ من المدينة بنسبة خطورة ٩٨,٥٧ إلى أقل من ١٠٤,٢٩٪، وجاء معظمها فى الاستخدام الصناعى بمساحة ٩,٢٥ كم^{٢} وتلاه الاستخدام السكنى بمساحة ٧,٥١ كم^{٢} وأدناها تمثيلًا فى الاستخدام التعليمى ٠,٢٦ كم^{٢}.
- تزداد خطورة تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر فى الفئة الثالثة حيث تراوحت فيما بين ٧٣ – ٧٧ ميكروجرام/م^{٣}، وبمساحة ١٩,٨١ كم^{٢} ونسبة ٢٤,٦٧٪ وبنسبة خطورة مرتفعة تراوحت فيما بين ١٠٤,٢٩ إلى أقل من ١١٠٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى والصناعى بمساحة (٧,٢٥ – ٧,١٧ كم^{٢}) على الترتيب، وأدناها فى المناطق التى تحت الإنشاء ٠,٥٨ كم^{٢}.

- تعد الاستخدامات التى تقع فى الفئة الرابعة هى الأكثر خطورة حيث تراوح تركز الجسيمات الصلبة أقل من ١٠ ميكرومتر فيما بين ٧٧ إلى ٨١ ميكروجرام/م^{٣} بمساحة بلغت ١٨,٧٢ كم^{٢} بنسبة ٢٣,٣٢٪ ونسبة خطورة تراوحت بين ١١٠ إلى أقل من ١١٥,٧١٪، وجاء معظمها فى الاستخدام السكنى والصناعى بمساحة (٥,٠٤ – ٣,٩٨ كم^{٢}) وجاء أدناها فى مناطق الخدمات بمساحة ١,٥٩ كم^{٢}.

وبناء على ما سبق يعد عام ٢٠١٩ هو الأكثر خطر وذلك لانخفاض جودة الهواء وتجاوز الحد القانونى المسموح به فى معظم الغازات وذلك لزيادة عدد السكان وزيادة النشاط الصناعى، بالإضافة إلى أن الاستخدام السكنى والصناعي هما الأكثر تضررًا من انخفاض جودة الهواء والذي بدوره يؤثر تأثيرًا مباشر على الحالة الصحية للسكان.

رابعاً: التحليل الجغرافى للحالات المرضية خلال أعوام الدراسة فى مدينتى الدراسة:

يزداد عدد السكان كثيراً فى مدينة الشروق عنه فى مدينة بدر حيث بلغ عدد السكان فى الأولى ٣٨٠٣٥٠ نسمة وفى الثانية ٣١٢٩٩ نسمة على الرغم من صغر مساحة مدينة الشروق مقارنة بمدينة بدر ويعزى ذلك لقدم مدينة الشروق عن مدينة بدر، بالإضافة أن مدينة الشروق من المدن المخطط لها سكنياً فقط بينما مدينة بدر هى مدينة صناعية سكنية، وبناء عليه هناك اختلاف وتباين فى توزيع السكان على مستوى الأحياء وكذلك عدد المرضى وبتحليل جدول (١٦) وشكل (١٨ و١٩) تبين ما يلي:

- **مدينة الشروق:**

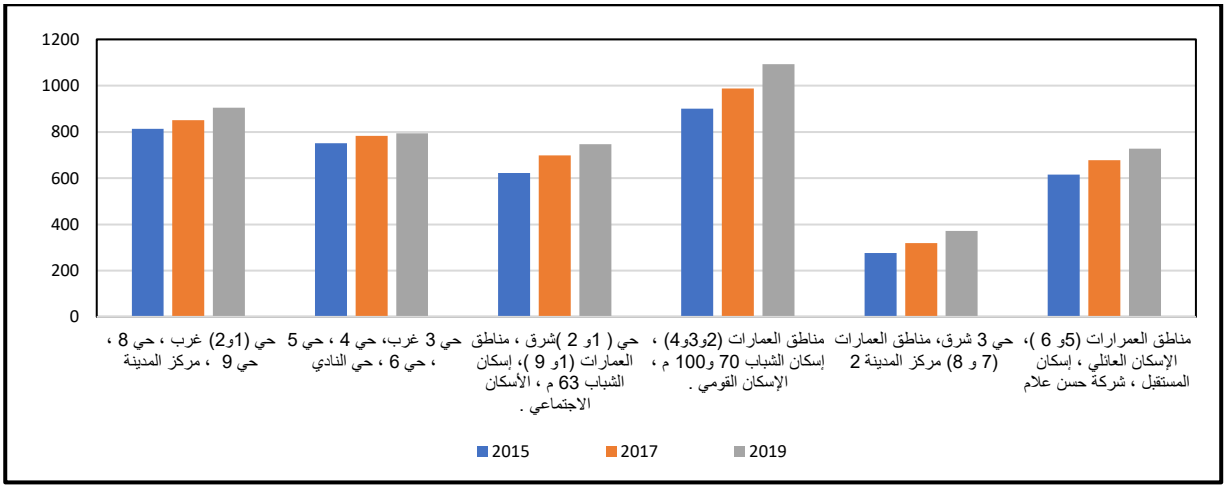
- يتباين عدد السكان على مستوى الأحياء وتعد مناطق العمارات (٢ و٣ و٤) وإسكان الشباب ٧٠ و١٠٠م والإسكان القومى هى الأكثر فى عدد السكان بعدد ٧٨٨٣٤ نسمة بنسبة بلغت ٢٠,٧٣٪ من إجمالى سكان المدينة، وتلاها سكان حى ٣ غرب وحي ٤ وحي ٥ وحي ٦ وحي النادى بعدد ٧٦٢٧٨ نسمة بنسبة ٢٠,٥٪ ويعد حى ٣ شرق ومناطق العمارات ٧ و٨ ومركز المدينة ٢ الأقل فى عدد السكان بعدد ٣٥٢٣٥ نسمة بنسبة ٩,٢٦٪.
- يعد عام ٢٠١٥ هو الأقل فى عدد المرضى المصابون بأمراض الصدر والربو والأنف وتغيير الرئة حيث بلغوا ٥٩٩٣ مريض ويليه عام ٢٠١٧ بعدد ٦٣٣٣ مريض، وبلغ أقصاه فى عام ٢٠١٩ بعدد ٦٦٥٧ مريض وبذلك بلغ إجمالى عدد المرضى الناتج عن تلوث الهواء خلال سنوات الدراسة ١٨٩٨٣ مريض.

جدول (١٦) عدد المترددين بالحالات المرضية على مستوى مستشفيات مدينتي الدراسة خلال أعوام ٢٠١٥ -٢٠١٧-٢٠١٩م

مدينة الشروق									
الأحياء	عدد السكان	%	٢٠١٥		٢٠١٧		٢٠١٩		اجمالي المترددين	% من المترددين
			عدد المترددين	%	عدد المترددين	%	عدد المترددين	%		
حي (١و٢) غرب، حي ٨، حي ٩، مركز المدينة	75968	20	813	13.6	851	13.4	904	13.6	2568	13.53
حي ٣ غرب، حي ٤، حي ٥، حي ٦، حي النادي	76278	20.1	751	12.5	783	12.4	794	11.9	2328	12.26
حي (١و ٢) شرق، مناطق العمارات (١و٩)، إسكان الشباب ٦٣ م، الأسكان الاجتماعي.	56785	14.9	622	10.4	698	11	747	11.2	2067	10.89
مناطق العمارات (٢و٣و٤)، إسكان الشباب ٧٠ و١٠٠ م، الإسكان القومي.	78834	20.7	901	15	987	15.6	1093	16.4	2981	15.7
حي ٣ شرق، مناطق العمارات (٧ و٨) مركز المدينة ٢	35235	9.26	276	4.61	319	5.04	372	5.59	967	5.09
مناطق العمارات (٥و ٦)، الإسكان العائلي، إسكان المستقبل، شركة حسن علام	57250	15.1	615	10.3	678	10.7	728	10.9	2021	10.65
الإجمالي	380350	100	5993	100	6333	100	6657	100	18983	100
مدينة بدر										
الأحياء	عدد السكان	%	٢٠١٥		٢٠١٧		٢٠١٩		اجمالي المترددين	% من المترددين
			عدد المترددين	%	عدد المترددين	%	عدد المترددين	%		
بـــدر ١	457	1.46	13	1.86	18	2.35	27	3.06	58	2.47
الحي الأول والحديقة المركزية	7987	25.5	172	24.6	188	24.6	205	23.2	565	24.06
الحي الثاني ومنطقة الامتداد المستقبلي.	7089	22.7	147	21	152	19.9	171	19.4	470	20.02
الحي الثالث والمنطقة الترفيهية.	11216	35.8	218	31.1	233	30.5	262	29.7	713	30.37
الحي الرابع والباقي من محور مركز المدينة.	1290	4.12	23	3.29	27	3.53	41	4.64	91	3.88
الحـــى المتميز.	228	0.73	8	1.14	11	1.44	15	1.7	34	1.45
المنطقة الصناعية شرق طريق الروبيكى.	3032	9.69	119	17	136	17.8	162	18.4	417	17.76
الإجمالي	31299	100	700	100	765	100	883	100	2348	100

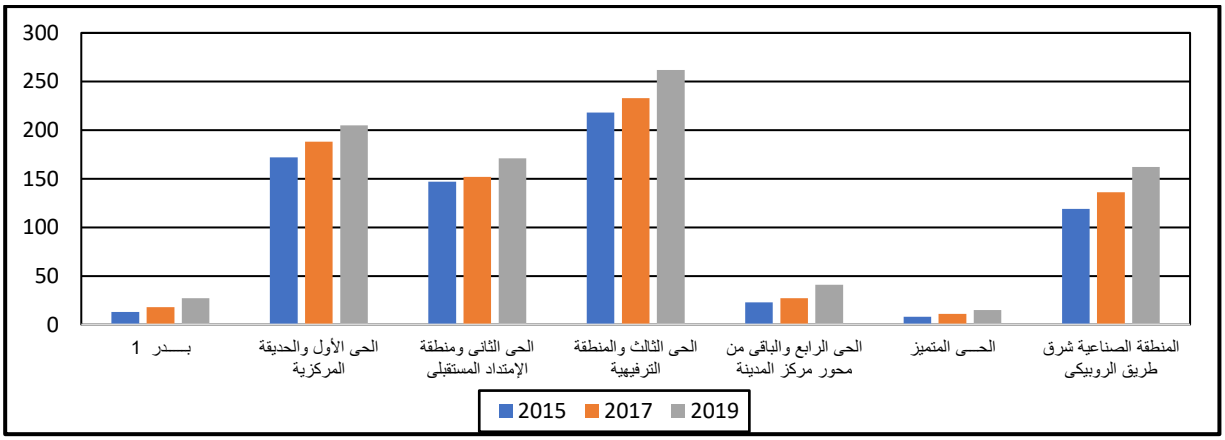
المصدر: ١. الجهازالمركزي للتعبئة والإحصاء تعداد محافظة القاهرة عام ٢٠١٧ لمدينة بدر والتقديري عام ٢٠١٩ لمدينة الشروق.

٢. وزارة الصحة والسكان، المركز القومي لمعلومات وزارة الصحة وحدة نظم المعلومات الصحية، بيانات غير منشورة عام ٢٠١٩.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (١٦).

شكل (١٨) عدد المترددين بأمراض (الصدر والربو والأنف والأذن والحنجرة وتغيير الرئة) على مستوى مستشفيات مدينة الشروق الدراسة خلال أعوام ٢٠١٥ -٢٠١٧-٢٠١٩م



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (١٦).

شكل (١٩) عدد المترددين بأمراض (الصدر والربو والأنف والأذن والحنجرة وتغيير الرئة) على مستوى مستشفيات مدينة بدر الدراسة خلال أعوام ٢٠١٥-٢٠١٧-٢٠١٩م

- تعد مناطق العمارات (٢ و٣ و٤) وإسكان الشباب ٧٠ و١٠٠م والإسكان القومى هى الأكثر عرضه للأمراض الناتجة عن تلوث الهواء حيث زاد عدد المرضى فى كل سنوات الدراسة وبلغ فى عام ٢٠١٥ حوالي ٩٠١ مريض وفى عام ٢٠١٧ أصبحوا ٩٨٧ مريض ليتجاوز العدد الألف فى عام ٢٠١٩ حيث أصبح عدد المرضى ١٠٩٣ مريض وبذلك يصبح إجمالى عدد المرضى فى هذه المناطق ٢٩٨١ مريض بنسبة ١٥,٧٠٪ من إجمالى المرضى فى سنوات الدراسة.
- يأتى حى (١ و٢) غرب وحي ٨ وحي ٩ ومركز المدينة ٢ فى المرتبة الثانية من حيث الإصابة بالأمراض حيث بلغ عدد المرضى عام ٢٠١٥م حوالي ٨١٣ مريض وفى عام ٢٠١٧م ما يقرب من

٨٥١ مريض ليبلغ أقصاه فى عام ٢٠١٩م بعدد ٩٠٤ مريض بإجمالى عدد مرضى ٢٥٦٨ مريض بنسبة ١٣,٥٣٪ من إجمالى المرضى.

- جاء حى ٣ غرب وحى ٤ وحى ٥ وحى ٦ وحى النادى فى المرتبة الثالثة من حيث عدد المرضى بإجمالى بلغ ٢٣٢٨ مريض ونسبة ١٢,٢٦٪ ويعد عام ٢٠١٥م هو الأقل فى عدد المرضى بعدد ٧٥١ نسمة ليصبحوا ٧٨٣ نسمة فى عام ٢٠١٧ وبزيادة منخفضة فى عام ٢١٩ حيث بلغ ٧٩٤ مريض وتلاه فى المرتبة الرابعة حى (١ و٢) شرق ومناطق العمارات (١ و٩) وإسكان شباب ٦٣ متر والإسكان الإجتماعى بعدد مرضى بلغ ٢٠٦٧ مريض بنسبة ١٠,٨٩٪ ويتزايد أيضا من عام ٢٠١٥ إلى عام ٢٠١٩ فبلغا (٦٢٢ ، ٧٤٧ مريض) على الترتيب، ويتشابه معه المرتبة الخامسة بإجمالى عدد مرضى ٢٠٢١ مريض بنسبة ١٠,٦٥٪ وجاءت فى مناطق العمارات ٥ و ٦ والإسكان العائلى وإسكان المستقبل وشركة حسن علام.
- يعد حى ٣ شرق ومناطق العمارات ٧ و٨ ومركز المدينة ٢ هو الأقل عرضه للأمراض حيث بلغ إجمالى عدد المترددين ٩٦٧ مريض بنسبة ٥,٠٩٪ من إجمالى عدد المرضى ويعد عام ٢٠١٥ هو الأقل فى عدد المرضى بعدد ٢٧٦ مريض وبلغ أقصاه فى عام ٢٠١٩م بعدد ٣٧٢ مريض.

- **مدينة بدر:**

- بلغ عدد سكان مدينة بدر ٣١٢٩٩ نسمة ويختلف عدد السكان من حى إلى آخر ويعد أكثرهم سكان الحي الثالث والمنطقة الترفيهية بعدد ١١٢١٦ نسمة بنسبة ٣٥,٨٤٪ من إجمالى سكان المدينة وتلاه الحي الأول والحديقة المركزية بإجمالى ٧٩٨٧ نسمة، وبنسبة ٢٥,٥٢٪ من سكان المدينة، وتلاها الحي الثانى ومنطقة الإمتداد المستقبلى بعدد ٧٠٨٩ نسمة بنسبة ٢٢,٦٥٪ وتلاها المنطقة الصناعية شرق طريق الروبيكى بعدد ٣٠٣٢ نسمة بنسبة ٩,٦٩٪ ويعد الحي المتميز هو الأقل فى عدد السكان بعدد ٢٢٨ بنسبة ٠,٧٣٪ من إجمالى سكان المدينة.
- بلغ إجمالى عدد المترددين على المستشفيات بسبب أمراض الجهاز التنفسي فى مدينة بدر خلال سنوات الدراسة ٢٣٤٨ مريض وبلغ أدناه فى عام ٢٠١٥ بعدد ٧٠٠ مريض وأقصاه فى عام ٢٠١٩ حيث بلغ ٨٨٣ مريض.
- يعد الحي الثالث والمنطقة الترفيهية هما الأكثر تعرض للأمراض الناجمة من انخفاض جودة الهواء بعدد ٢١٨ مريض ليبلغ أقصاه فى عام ٢١٠٩ بعدد ٢٦٢ مريض بإجمالى مرضى ٧١٣ مريض بنسبة ٣٠,٣٧٪ من عدد المرضى.

- يأتى الحى الأول والحديقة المركزية فى المرتبة الثانية من حيث زيادة عدد المرضى حيث بلغ عام ٢٠١٥م ١٧٢ مريض ليزداد إلى ١٨٨ مريض فى عام ٢٠١٧ وتبلغ أقصى زيادة فى عام ٢٠١٩ بعدد ٢٠٥ مريض وتلاه الحى الثانى ومنطقة الامتداد المستقبلى بعدد ١٤٧ مريض فى عام ٢٠١٥ وبلغ أقصى زيادة فى عام ٢٠١٩ بعدد ١٧١ مريض، ليبلغ إجمالى المرضى فى المنطقة ٤٧٠ مريض بنسبة ٢٠,٢٪ من إجمالى مرضى المدينة وتلاه المنطقة الصناعية شرق طريق الروبيكى بعدد ١١٩ مريض فى عام ٢٠١٥ وبلغ أقصى زيادة فى عام ٢٠١٩ بعدد ١٦٢ مريض ليبلغ إجمالى عدد المرضى ٤١٧ مريض بنسبة ١٧,٧٦٪ من إجمالى المرضى فى المدينة.
- يعد الحي المتميز وبدر ١ هما الأقل فى عدد المرضى حيث بلغ (٨ و١٣ مريض) على الترتيب فى عام ٢٠١٥ و(١١ و١٨ مريض) فى عام ٢٠١٧ و(١٥ و٢٧ مريض) فى عام ٢٠١٩ حتى بلغ إجمالى عدد المرضى فيهما ٣٤ – ٥٨ مريض على التوالى.
- وبذلك تبين أن عام ٢٠١٩م هو الأقل فى جودة الهواء وهو الأكبر فى عدد المترددين على المستشفيات فى المدينيتن.

خامسًا: النمذجة المكانية لمدى ملائمة جودة الهواء لصحة الإنسان فى مدينتى الدراسة:

تم بناء نموذج مكانى لقياس مدى ملائمة جودة الهواء لصحة الإنسان فى مدينتى الدراسة بالاعتماد على عدة معايير وهي تركز الغازات المدروسة وعدد السكان واتجاه وسرعة الرياح وعدد المرضى، وبناء عليه تم تقسيم مدينتى الدراسة إلى أربع درجات ملائمة الدرجة الأولى هى الأقل خطورة والأكثر ملائمة لصحة الإنسان حتى الدرجة الرابعة وهي الأكثر خطورة والأقل ملائمة، وتم قياس ذلك على سنوات الدراسة وقياسها بشكل كلى وبتحليل جدول (١٧) والأشكال (٢٠ و٢١ و٢٢ و٢٣) تبين ما يلي:

١. تقييم مدى الملائمة المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء فى عام ٢٠١٥م:

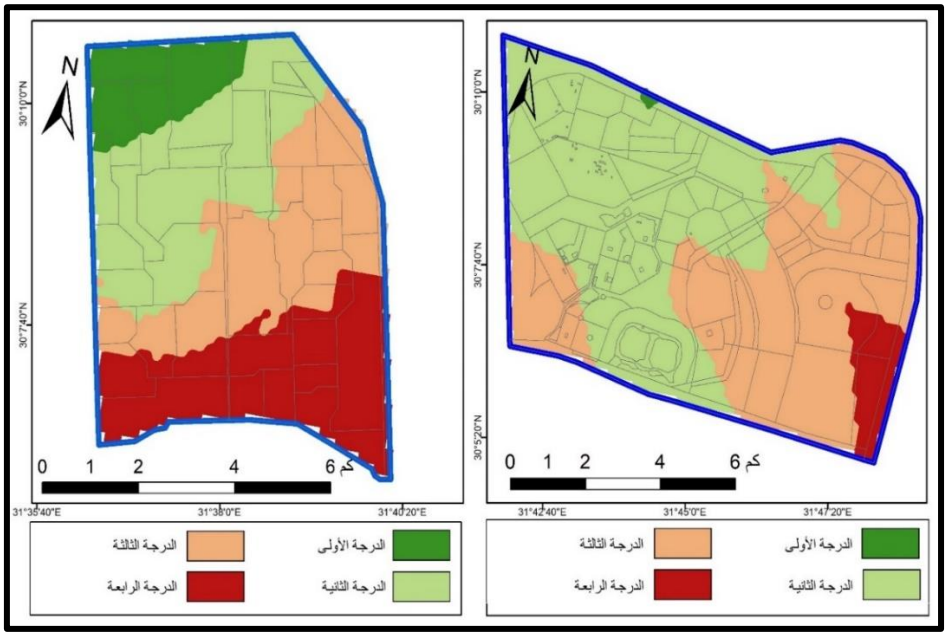
بناء على ما سبق يعد عام ٢٠١٥ م هو الأقل فى تركز الغازات الملوثة، ولذلك هو الأقل فى عدد المرضى فوجد أن مساحة ٥,٦٠ كم^{٢} من مدينة الشروق جاءت فى الدرجة الأولى وهى الأقل خطورة وتركزت فى الأجزاء الشمالية الغربية من المدينة وتلتها فى الدرجة الثانية الأجزاء الشمالية الشرقية وغرب المدينة من حيث جودة الهواء بمساحة تقدر بنحو ١٣,٢٢ كم^{٢} بنسبة ٣٠,٠٢٪ من المدينة، أما الأجزاء الشرقية والوسطى والغربية جاءت فى الدرجة الثالثة من حيث خطورة جودة الهواء بمساحة ١٣,٢٩ كم^{٢}، وتعد الدرجة الرابعة هى الأخطر لزيادة معدلات التلوث وانخفاض جودة الهواء وجاءت فى الأجزاء الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية من المدينة، أما بالنسبة لمدينة بدر فلوحظ انخفاض مساحة الدرجة الأولى الأكثر ملائمة لصحة الإنسان

حيث بلغت ١,٣٢ كم^{٢} فى أقصى شمال المدينة وتزداد مساحة الدرجة الثانية لتبلغ ٤٠,٨٥ كم^{٢}، وجاءت فى الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية والغرب ووسط وجنوب المدينة ويعزى ذلك لبداية نشاط الصناعة واقبال السكان عليها كمدينة صناعية وبها فرص عمل، كما تبين أن ٣٤,٢٩ كم^{٢} أتى فى الدرجة الثالثة وتوجد فى الأجزاء الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية وتقل جودة الهواء بالاتجاه ناحية الجنوب الشرقى حيث جاءت فى الدرجة الرابعة بمساحة ٣,٨٠ كم^{٢}.

جدول (١٧) التوزيع المكاني لدرجة الملائمة والخطورة لصحة الإنسان في مدينتي الدراسة

السنة	درجة الملائمة	مدينة الشروق		مدينة بدر	
		المساحة	% من المدينة	المساحة	% من المدينة
2015	الأولى	5.6	12.42	1.32	1.65
	الثانية	13.55	30.02	40.85	50.89
	الثالثة	13.29	29.45	34.29	42.72
	الرابعة	12.69	28.12	3.8	4.74
2017	الأولى	5.44	12.06	12.46	15.52
	الثانية	20.44	45.29	31.83	39.65
	الثالثة	9.6	21.28	16.27	20.27
	الرابعة	9.64	21.37	19.71	24.56
2019	الأولى	0.86	1.91	3.38	4.21
	الثانية	25.37	56.22	23.7	29.52
	الثالثة	17.4	38.56	41.97	52.28
	الرابعة	1.49	3.31	11.23	13.99
التصنيف العام	الأولى	3.71	8.23	3.06	3.81
	الثانية	17.26	38.23	33.76	42.06
	الثالثة	15.76	34.92	29.21	36.39
	الرابعة	8.4	18.61	14.23	17.73

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الأشكال (٢٠ و٢١ و٢٢ و٢٣) باستخدام Arc GIS 10.8.

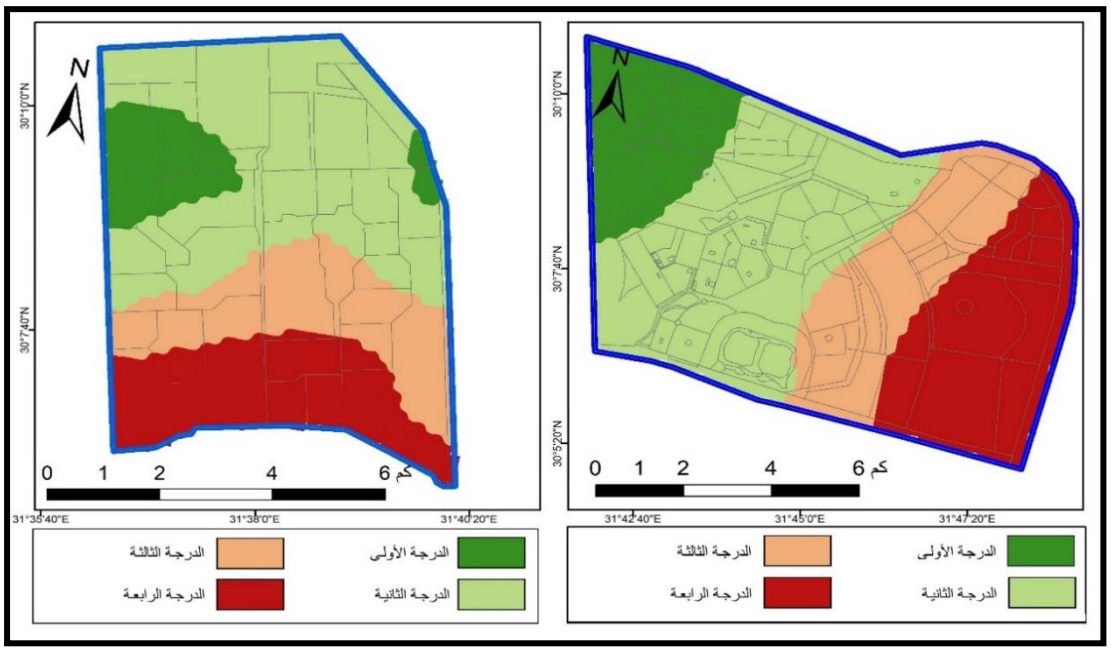


المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على النمذجة والمعايير المستخدمة داخل برنامج Arc GIS 10.8.

شكل (٢٠) الملائمة المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء فى عام ٢٠١٥م

٢. تقييم مدى الملائمة المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء عام ٢٠١٧م:

يزداد معدل التلوث وتركز الغازات فى عام ٢٠١٧ م مقارنة بعام ٢٠١٥م فبالنسبة لمدينة الشروق جاءت الدرجة الأولى فى غرب المدينة وشمال شرقها بمساحة ٥,٤٤ كم^{٢} واستحوذت الدرجة الثانية على معظم المدينة بمساحة بلغت ٢٠,٤٤ كم^{٢} بنسبة ٤٥,٢٩٪ شمال ووسط وشرق وغرب المدينة وهى أقل ملائمة من الدرجة الأولى، أما الدرجة الثالثة فجاءت فى شرق ووسط وغرب المدينة بمساحة بلغت ٩,٦٠ كم^{٢} بنسبة ٢١,٢٨٪، أما الدرجة الرابعة والأقل ملائمة لانخفاض جودة الهواء جاءت فى الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية من المدينة بمساحة بلغت ٩,٦٤ كم^{٢}، أما بالنسبة لمدينة بدر فتعد الدرجة الأولى الأكثر ملائمة لجودة الهواء هى الأقل انتشارًا خلال عام ٢٠١٧م بمساحة ١٢,٤٦ كم^{٢} ووجدت فى الأجزاء الشمالية الغربية من المدينة، أما الدرجة الثانية من حيث الملائمة المكانية فكانت أكثر انتشارًا بمساحة بلغت ٣١,٨٣ كم^{٢} وسادت فى الأجزاء الشمالية والوسطى والجنوبية الغربية من المدينة، وجاءت الدرجة الثالثة فى مساحة قدرت بنحو ١٦,٢٧ كم^{٢} وهى الأكثر خطورة بعد الدرجة الثانية واستحوذت على خمس المدينة فى شمال شرق المدينة حتى جنوب المدينة، ويعد ما يقرب من ربع المدينة غير ملائم حيث جاءت فى الدرجة الرابعة بمساحة بلغت ١٩,٧١ كم^{٢} ونسبة ٢٤,٥٦٪ وجاءت فى الأجزاء الشمالية الشرقية والشرق والجنوب الشرقى من المدينة.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على النمذجة والمعايير المستخدمة داخل برنامج Arc GIS 10.8.

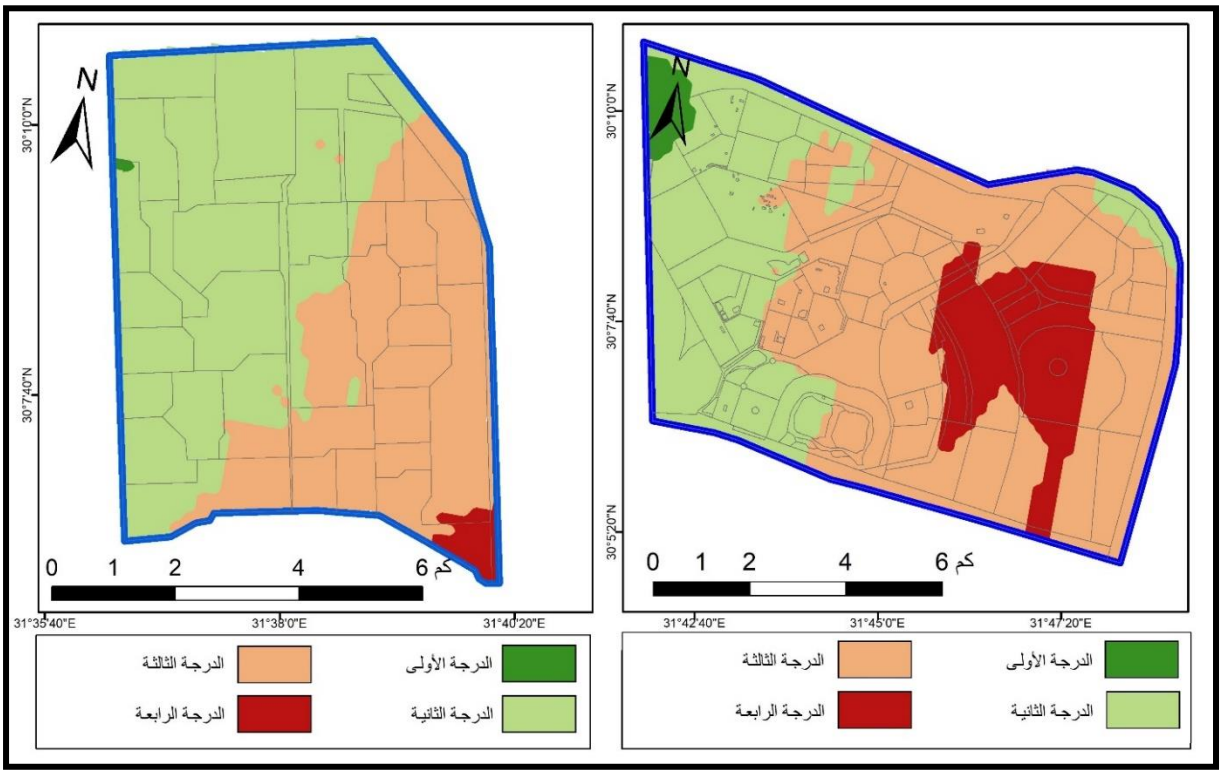
شكل (٢١) الملائمة المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء فى عام ٢٠١٧م

٣. تقييم مدى الملائمة المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء فى عام ٢٠١٩م:

يعد عام ٢٠١٩م هو الأخطر فى تركز الغازات السابقة الدراسة وذلك لتجاوزها الحد القانونى وخاصة فى مدينة بدر وعند قياس مدى ملائمة جودة الهواء، فبالنسبة لمدينة الشروق لوحظ انخفاض بمساحة الدرجة الأولى حيث بلغت ٠,٨٦ كم^{٢} فى أقصى غرب المدينة، بينما جاءت الدرجة الثانية فى مساحة تجاوزت نصف المدينة بمساحة بلغت ٢٥,٣٧ كم^{٢} بنسبة ٥٦,٢٢٪ وجاءت فى الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية ووسط وغرب وجنوب غرب المدينة، ومثلت درجة الملائمة الثالثة مساحة كبيرة أيضا بلغت ١٧,٤٠ كم^{٢} بنسبة ٣٨,٥٦٪ وجاءت فى الأجزاء الشمالية الشرقية وشرق وجنوب ووسط المدينة، أما الأجزاء الجنوبية الشرقية هى الأقل ملائمة لصحة الإنسان حيث جاءت فى الدرجة الرابعة بمساحة منخفضة بلغت ١,٤٩ كم^{٢}، أما بالنسبة لمدينة بدر تبين أن هناك انخفاض فى الدرجة الأولى التى تعد الأكثر ملائمة لصحة الإنسان حيث بلغت ٣,٣٨ كم^{٢} بنسبة ٤,٢١٪، وجاءت فى أقصى شمال غرب المدينة، وتزداد المساحة فى الدرجة الثانية الأقل ملائمة من الأولى بمساحة بلغت ٢٣,٧٠ كم^{٢} بنسبة ٢٩,٥٢٪ وجاءت فى شمال ووسط وغرب وجنوب غرب المدينة، وتعد الدرجة الثالثة هى الأكثر انتشارًا وتعد ذات ملائمة مكانية منخفضة بمساحة أكثر من نصف مساحة المدينة حيث بلغت ٤١,٩٧ كم^{٢} بنسبة ٥٢,٢٨٪ من المدينة، وانتشرت فى الأجزاء الشمالية والوسطى وشرق وجنوب المدينة وتوسطها الدرجة الرابعة والتى تعد الأخطر على صحة الإنسان بمساحة بلغت ١١,٢٣ كم^{٢} بنسبة ١٣,٩٩٪ ويعزى ذلك لوجود المنطقة الصناعية فى وسط المدينة.

٤. تقييم مدى الملائمة المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء فى أعوام الدراسة فى مدينتى الدراسة:

تبين من تحليل جدول (١٧) وشكل (٢٣) أن هناك انخفاض فى مدى الملائمة المكانية لجودة الهواء فى مدينتى الدراسة وذلك لانخفاض مساحة الدرجة الأولى التى تعد المثالية بمدينة الشروق حيث جاءت الدرجة الأولى بمساحة قدرها ٣,٧١ كم^{٢} وبنسبة ٨,٢٣٪ فى شمال غرب المدينة بينما زادت مساحة الدرجة الثانية التى تعد أخطر من الدرجة الأولى بمساحة ١٧,٢٦ كم^{٢} وبنسبة ٣٨,٢٨٪ وتركزت فى شمال المدينة ووسطها والجزء الغربى منها، وظهرت الدرجة الثالثة فى مساحة كبيرة من المدينة حيث بلغت ١٥,٧٦ كم^{٢} وبنسبة ٣٤,٩٢٪، والتي تعد ذات فئة خطيرة وظهرت فى شمال شرق ووسط وجنوب غرب المدينة،

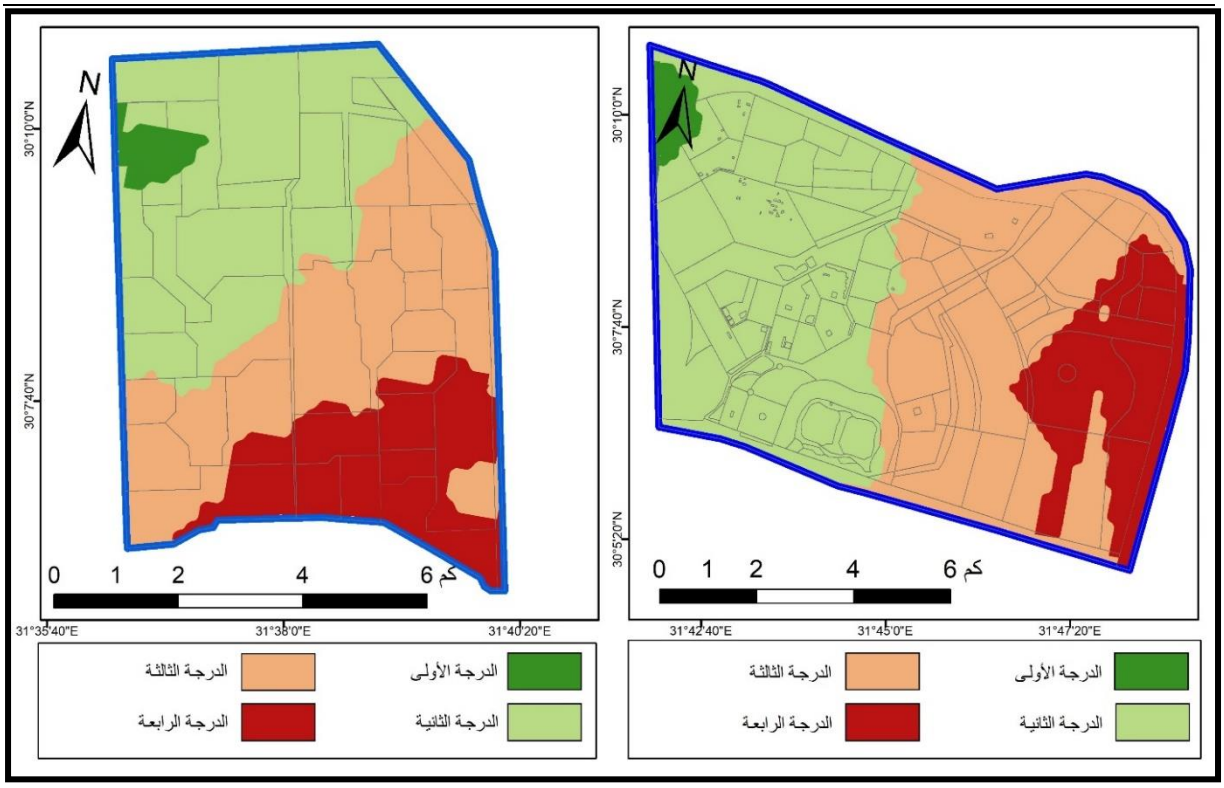


المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على النمذجة والمعايير المستخدمة داخل برنامج Arc GIS 10.8.

شكل (٢٢) الملائمة المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء فى عام ٢٠١٩م

أما الدرجة الرابعة وهى الأخطر على صحة الإنسان والأقل ملائمة فوجدت فى الأجزاء الشرقية والجنوبية من المدينة بمساحة بلغت ٨,٤٠ كم^{٢} وبنسبة ١٨,٦١٪ من المدينة، أما بالنسبة لمدينة بدر فوجد أن هناك انخفاض فى مساحة الدرجة الأولى الاكثر ملائمة حيث بلغت ٣,٠٦ كم^{٢} بنسبة ٣,٨١٪ وسادت فى الأجزاء الشمالية الغربية من المدينة، ووجد أن ما يقرب من نصف المدينة جاء فى الدرجة الثانية من حيث مدى ملائمتها لصحة الإنسان بمساحة بلغت ٣٣,٦٧ كم^{٢} ونسبة ٤٢,٠٦٪ من المدينة وتركزت فى النصف الغربى من المدينة، وظهرت الدرجة الثالثة فى الشمال الشرقى ووسط وجنوب المدينة بمساحة بلغت ٢٩,٢١ كم^{٢} بنسبة ٣٦,٣٩٪ من المدينة، بينما تعد الدرجة الأخطر على مستوى المدينة والتي انتشرت فى الأجزاء الشرقية من المدينة بمساحة ١٤,٢٣ كم^{٢} بنسبة ١٧,٧٣٪.

خلاصة القول تقل جودة الهواء بالاتجاه نحو الجنوب وخاصة الجنوب الشرقى فى مدينة بدر مما يؤثر بشكل سلبي على صحة الإنسان ويعزى ذلك إلى اتجاه الرياح السائد والتى تتحرك من اتجاه الشمال إلى الجنوب، وكذلك تقل جودة الهواء فى وسط وشرق مدينة الشروق فهى تعد من المناطق الأخطر على صحة الإنسان وفق جودة الهواء وذلك وفق النشاط الاقتصادى حيث تتركز الصناعات فى وسط المدينة وكذلك أيضا وفق حركة الرياح.



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على النمذجة والمعايير المستخدمة داخل برنامج Arc GIS 10.8.

شكل (٢٣) الملائمة المكانية لصحة الإنسان وفق جودة الهواء فى جميع أعوام الدراسة

النتائج والتوصيات:

أ. النتائج:

- تصنف مدينة الشروق بأنها مدينة سكنية ووجد ثماني استخدامات للأرض، بينما مدينة بدر تصنف بأنها مدينة متعددة النشاط ما بين السكنى والصناعى ووجد بها عشرة استخدامات للأرض.
- يختلف تركز غاز ثانى أكسيد الكبريت فى مدينتى الدراسة خلال سنوات الدراسة فيعد عام ٢٠١٥ هو الأقل فى تركز الغاز بينما أعلاهم هو عام ٢٠١٩م، حيث تتراوح مابين أقل من ٢٨ إلى ٦٨ ميكروجرام على التوالي، وبذلك تجاوز الحد القانونى المسموح به بنسبة ١١٣,٣٪ وينخفض هذا الحد فى المناطق الحضرية عن المناطق الصناعية وبالنسبة للتوزيع المكانى تبين أن تركز الغاز لم يتجاوز الحد القانونى فى مدينة الشروق إلا فى عام ٢٠١٩ حيث تراوح تركزه فيما بين ٤٠ إلى ٥٢ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت بين ٨٠ إلى ١٠٤٪، وتعد الأجزاء الشمالية والشرقية من المدينة هى الأخطر فى تركز الغازات خلال عام ٢٠١٩، بينما تراوح تركزه فى مدينة بدر فيما بين ٣٤ إلى ٦٨ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة تراوحت بين أقل من ٥٦,٦٧ إلى ١١٣,٣٣٪ وبذلك تجاوزت الحد القانونى المسموح به بنسبة ١٣,٣٣٪ وتعد الأجزاء الوسطى والشرقية والجنوبية الشرقية هى الأكثر خطورة لهذا الغاز.
- تباين تركز غاز ثانى أكسيد النيتروجين فى مدينة الدراسة على المستوى الزمانى والمكانى فعلى المستوى الزمانى يعد عام ٢٠١٩ هو الأكثر خطرًا فى تركز الغاز وذلك لتجاوزه الحد القانونى المسموح به حيث تراوح فيما بين ٣٥ إلى ٨٥ ميكروجرام/م^{٣} فى سنوات الدراسة بينما يعد عام ٢٠١٥ هو الأقل فى تركز الغاز بدرجة خطورة مرتفعة بنسبة تراوحت فيما بين ٥٨,٣٣ إلى ٨٥٪، أما على المستوى المكانى تعد الأجزاء الجنوبية من مدينة الشروق هى الأخطر، والجنوبية والشرقية والشرقية والوسطى هى الأخطر فى تركز الغاز ولك لتجاوزه الحد القانونى المسموح به مما يؤثر سلبًا على صحة السكان.
- يعد غاز أول أكسيد الكربون هو أخطر الغازات الموجودة وذلك لبقاءه فى الجو مدة طويلة تتراوح فيما بين شهرين إلى أربعة أشهر، وتراوح تركزه فى مدينتى الدراسة فيما بين أقل من ٢ فى عام ٢٠١٥ إلى ١٢ ميكروجرام/م^{٣} عام ٢٠١٩، وبذلك يعد أيضا عام ٢٠١٩ هو الأخطر مقارنة بباقى سنوات الدراسة، وتعد الأجزاء الشرقية والجنوبية الشرقية من مدينة الشروق هى الأكثر خطر لزيادة

تركز الغاز بينما تعد الأجزاء الوسطى والشمالية الشرقية والشرقية والجنوبية الشرقية هى الأخطر لتركز هذا الغاز فى مدينة بدر.

- تمثل الجسيمات الصلبة خطر كبير على صحة الإنسان وعلى الرغم من ذلك شهدت زيادة فى تركزه خلال سنوات الدراسة حيث يتجاوز الحد القانونى المسموح به فتراوح فيما بين أقل من ٤,٢ إلى ٨,١ ميكروجرام/م^{٣} بنسبة خطورة وصلت إلى ١١٥,٧١٪ وتمثل أكبر خطورة فى مدينة بدر ويعزى ذلك لوجود المنطقة الصناعية.
- بناء على زيادة انخفاض جودة نوعية الهواء وتجاوز الحد القانونى المسموح به وخاصة فى عام ٢٠١٩ مما توافق مع زيادة عدد مرضى الصدر والربو والأنف وتغيير الرئة حيث يعد عام ٢٠١٥ هو الأقل فى عدد المرضى حيث بلغ فى مدينة الشروق ٥٩٩٣ مريض بينما فى مدينة بدر ٧٠٠ مريض ليزداد عدد المرضى فى عام ٢٠١٩ حيث بلغ ٦٦٥٧ و٨٨٣ مريض على التوالى.
- من خلال بناء نموذج الملائمة المكانية ظهر أن مدينتى الدراسة تعاني من انخفاض جودة الهواء وذلك لانفاض مساحة الدرجة الأولى الأكثر ملائمة، كما تعد درجة الملائمة الثالثة هى الأكثر انتشارًا على مستوى مدينتى الدراسة، بالإضافة أنه تعد الأجزاء الجنوبية الشرقية غير ملائمة لصحة الإنشاء فى مدينة الشروق، بينما جاءت المنطقة الوسطى داخل المنطقة الصناعية بمدينة بدر الأقل ملائمة لصحة الإنسان.

ب. التوصيات:

بناء على ماتوصلت إليه هذه الدراسة من نتائج صاغت الباحثة عدد من التوصيات:

- نشر الوعي لدى العمال والسكان لتقليص مدة التعرض للغازات والروائح الضارة لكي تزيد من درجة وقاية أخطارها بالإضافة إلى الحفاظ على ارتداء الكمامة وخاصة فى المناطق الشديدة التلوث الهوائى.
- سعى الدولة إلى مكافحة الانبعاثات الصادرة أو محطات توليد الكهرباء أو من وسائل المواصلات وفرض الغرامات.
- توجه الدولة لنقل المناطق الصناعية خارج المدن السكنية بحيث تكون فى منصرف الرياح لعدم نقل الملوثات إلى داخل المدن.
- التخطيط للطرق المزدوجة بعيدًا عن المدن السكنية للحد من عوادم السيارات وتشجير جوانب الطريق بأنواع من الشجر التى لديها القدر العالية على تقنية الهواء من الملوثات لعدم تسربها خارج المدينة.

قائمة الملاحق:

ملحق (١)

$$\mathbf{AI = -1001\ Log_{10}} \left(\frac{\boldsymbol{I\ means}}{\boldsymbol{I\ calc\ x\ R}}\right)$$

حيث أن:

I mean = أعلى إنعكاس للغلاف الجوى

I calc = هو كمية الاشعاع المحسوب للجو من خلال تشتت رايلى

R = يعرف بانعكاس لابرت للاعتماد الطيفى للأنعكاس السطحى

(Jinou, 2022, p 5)

ملحق (٢)

$$\text{Mora n's } I = \frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(x_i-\bar{y})(x_j-\bar{y})}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\sum_{i=1}^{n}(x_j-\bar{x})^2}$$

حيث أن:

N = عدد المدن

J, I = هو تركيز عمود No_2 للمدينتين على التوالى

Y = متوسط تركيز ثانى أكسيد النيتروجين

Mora's I > 0 = يعنى ارتباط مكانى إيجابى يوجد ثانى أكسيد النيتروجين

Mora's I < 0 = يعنى ارتباط مكانى سلبى لايوجد ثانى أكسيد النيتروجين

(Guo. X, 2022, p 7)

ملحق (٣)

$$\mathbf{Pm_{10} = 195.7_{Ta} + 14.5}$$

حيث أن:

Areosol optical thickness Aot = Ta

(Retails, Sifakis, 2010, p 75)

قائمة المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

- إبراهيم، ثابت عبد المنعم (٢٠٢١): الآثار البيئية لمشكلة التخلص من النفايات بالحرق، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد ٣٦، شهر يناير.
- الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء، تعداد محافظة القاهرة، ٢٠١٧م.
- توفيق، زينب سعد محمد (٢٠٢٢): الرياح وجودة الهواء بوسط الدلتا المصرية خلال الفترة ٢٠١٨ – ٢٠١٩م "دراسة فى المناخ التطبيقى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية"، مجلة كلية الآداب، جامعة بورسعيد، العدد ٢٢، أكتوبر، ص ٣٩٤ – ٤١٧.
- داهيا، س، آينها وزر، أ. فارو، وآخرون (٢٠٢٠): قاعدة بيانات بؤر انبعاثات ثانى أكسيد الكبريت (So2) فى العالم، دلهى، مركز أبحاث الطاقة والهواء النقى ومنظمة غرينتش، الهند، عدد أكتوبر، ص ٤٦.
- سعيد، محمد هانى وأحمد، على أحمد ومدكور، خالد محمد (٢٠٢٢): نمذجة أخطار ونوعية الهواء وتأثيرها فى صحة مرضى الجهاز التنفسي فى محافظة أسيوط باستخدام مرئيات Landsat & Sentinel 5p وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية، مجلة أبحاث البيئة جامعة أسيوط، مجلد ٢٥، عدد مارس.
- عبد الحليم، كريمة محمد أحمد (٢٠٢٢): الصناعات الكيماوية فى مدينة بدر بمحافظة القاهرة دراسة فى جغرافية الصناعة باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الآداب، جامعة بنها الجزء الثانى، العدد ٥٧ إبريل.
- فقيه، خديجة يحيى (٢٠٢٣): دراسة تأثير الإغلاق أثناء فترة جائحة كوفيد – ١٩ على تغير خريطة تلوث الهواء فى حديقة الرياض باستخدام صور القمر الصناعى sentinel- 5p، شعبة البحوث الجغرافية، جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- محمود، قاسم شاكر (٢٠٢٠): التلوث البيئى فى محافظة بغداد لظاهرة المولدات الكهربائية وتأثيرها على البيئة، مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية بكلية الآداب – جامعة المنوفية، العدد الثلاثون.

- وزارة البيئة (٢٠٢١): جهاز شئون البيئة، الشبكة القومية لرصد ملوثات الهواء المحيط، الإدارة العامة لنوعية الهواء، مركز جامعة القاهرة للحد من المخاطر والبحوث والدراسات البيئية، التقرير الشهرى عن جودة الهواء فى مصر، إبريل ٢٠٢١.
- وزارة البيئة (٢٠٢٢): مراقبة الملوثات الغازية فى المنطقة الهاشمية محافظة الزرقاء التقرير النهائى، الجمعية العلمية الملكية، قسم دراسات الهواء، مركز المياة والبيئة والتغير المناخى.
- وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة (٢٠٠٣): نوعية الهواء فى مصر خلال عام ٢٠٠٣، برنامج المعلومات والرصد البيئى.

ثانيا المراجع الأجنبية:

- *Ding A, Huang. X, and Fu, C, :(2017) Air pollution and weather Interaction in East Asia of ford Res, Encycl, Environ, Sci.*
- *Golwill, D. M. and Hickman, A. J, :(1980) Exposure of drivers to carbon monoxide, JAPCA, 30: 1316.*
- *Guo, X, (2022) Analysis of Spatial temporal distribution characteristics of No2 and their influencing factors in the yang tze river delta based on sentinel-5p satellite data, Atmosphere, Vol 13.*
- *https://earthexplorer.usgs.gov/.*
- *Jinou, Y. B, Zakari. S, Akoton. P and Imoruo I, :(2022) Contribution of sentinel- 5p satellite images for aerosol particles in Benin, Research square, UAC, Vol 19.*
- *Jinou, y. B, Zakari. S, Akoton. P and Imorou. I, :(2022) Contribution of sentin.*
- *Rotalis, :(2010) Urban aerosol mapping-over Athen using the differential textural analysis Algorithm on meres – envisat data, Isprs Journal photogrammetry and remote sensing 17 – 25.*
- *Warner, C. F. :(1981) Air pollution, sconed edition, Hurper and Row publishers, Newyork, p 1107-1142.*

Spatial modeling of air quality in the cities of Shorouk and Badr in Cairo "by using geographic information systems and remote sensing"

Abstract:

The issue of air quality is one of the important topics that directly affects human health. It has been noted recently that there is a deterioration in air quality worldwide in general as a result of urban and industrial expansion. The study cities (Shorouk and Badr) are among the new urban cities, Which has been shown to suffer from a decrease in air quality, as the year 2015 AD is considered the best in terms of air quality, while the year 2019 AD is the lowest quality and most dangerous due to the concentration of gases exceeding the permissible legal limit during this year, in addition to the fact that the air quality index decreases in Badr City compared to Shorouk City due to the presence of industrial activity in the center of the first city, The two cities are also suffering from an increase in the number of respiratory patients, reaching a maximum in 2019, and it became clear that there is a decrease in the area that is considered more suitable for human health according to air quality, as it came in the first degree (ideal), and the third degree (the most dangerous) is the most widespread in the city. The two cities, in addition to the fact that the industrial zone and its vicinity are the most dangerous in terms of air quality in Badr City, and this degree was found in the southeastern parts of Shorouk City, which poses a great danger to the health of the population, which in turn calls for the need for good planning to preserve the urban environment and human health.

key words: *Spatial modeling - Air quality - Sunrise - Badr - Satellite image.*