



المجلة الجغرافية العربية

تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية

تقييم الوضع البيئي الحضري في مدينة الرياض وأثر التوسع العمراني عليه

ما بين (٢٠٠٠م - ٢٠٢٢م)

أ. شيخة محمد العاجزة

طالبة دراسات عليا - قسم الجغرافيا - جامعة الملك سعود



كافة حقوق النشر محفوظة للجمعية الجغرافية المصرية
وجميع الآراء 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 بينط 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 (١٢ اسم عرض × ١٨ اسم 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

رئيس مجلس إدارة المجلة	أ.د. محمد زكي السديمي
نائب رئيس مجلس إدارة المجلة ورئيس التحرير	أ.د. إسماعيل يوسف إسماعيل
مدير التحرير	أ.د. مصطفى محمد البغدادي
محرر تنفيذي	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
مدقق لغوي	د. بشير الشوربجي

مجلس إدارة الجمعية الجغرافية المصرية

رئيس مجلس إدارة الجمعية	أ.د. محمد زكي السديمي
نائب رئيس مجلس إدارة الجمعية	أ.د. عبد الله علام عبده علام
أمين عام الجمعية	أ.د. إسماعيل يوسف إسماعيل
أمين صندوق الجمعية	أ.د. مسعد السيد أحمد بجري
عضو مجلس إدارة الجمعية	أ.د. فتحي محمد أبو عيانة
عضو مجلس إدارة الجمعية	أ.د. أحمد حسن إبراهيم
عضو مجلس إدارة الجمعية	أ.د. أحمد السيد الزامل
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. عيبر إبراهيم عبد الله

الهيئة الاستشارية

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

فهرس المحتويات

ص	العنوان	م
١	المُلخص	
٢	المقدمة	
٣	مشكلة الدراسة	
٣	أهداف الدراسة	
٣	تساؤلات الدراسة	
٤	منطقة الدراسة	
٥	الدراسات السابقة	
١٠	منهجية الدراسة	
٢٣-١٢	التحليل والمناقشة	
١٢	أ. مؤشر الغطاء النباتي (SAVI)	
١٤	ب. مؤشر العمران (NDBI)	
١٦	ج. مؤشر الرطوبة	
١٨	د. مؤشر الجفاف	
٢٠	هـ. تحليل المكونات الرئيسي	
٢١	و. المؤشر البيئي المتكامل (IEI)	
٢٤	النتائج	
٢٨-٢٥	قائمة المراجع	
٢٩	المُلخص باللغة الإنجليزية	

فهرس الأشكال والخرائط

ص	العنوان	م
٤	منطقة الدراسة	١
١٢	مؤشر الغطاء النباتي عام ٢٠٠٠م	٢
١٣	مؤشر الغطاء النباتي عام ٢٠١٣م	٣
١٣	مؤشر الغطاء النباتي عام ٢٠٢٢م	٤
١٤	مؤشر العمران لعام ٢٠٠٠م	٥
١٥	مؤشر العمران لعام ٢٠١٣م	٦

١٥	مؤشر العمران لعام ٢٠٢٢ م	٧
١٦	مؤشر الرطوبة لعام ٢٠٠٠ م	٨
١٧	مؤشر الرطوبة لعام ٢٠١٣ م	٩
١٧	مؤشر الرطوبة لعام ٢٠٢٢ م	١٠
١٨	مؤشر الجفاف لعام ٢٠٠٠ م	١١
١٩	مؤشر الجفاف لعام ٢٠١٣ م	١٢
١٩	مؤشر الجفاف لعام ٢٠٢٢ م	١٣
٢٠	تحليل المكونات الرئيسي	١٤
٢١	مؤشر IEI لعام ٢٠٠٠ م	١٥
٢٢	مؤشر IEI لعام ٢٠١٣ م	١٦
٢٢	مؤشر IEI لعام ٢٠٢٢ م	١٧

فهرس الجداول

ص	العنوان	م
١١	بيانات الدراسة	١
٢٣	احصائيات المؤشر البيئي المتكامل	٢

المُلخَص:

تتناول الدراسة تقييم الوضع البيئي في مدينة الرياض وعلاقتها بالتوسع العمراني، إذ تعتبر البيئة أحد المحاور الرئيسية التي يوليها المجتمع الدولي والمملكة العربية السعودية اهتماماً بالغ الأهمية. وتحقيق الاستدامة البيئية يُعتبر هدفاً أساسياً في رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠م للحفاظ على البيئة الطبيعية والموارد الطبيعية للأجيال الحالية والمستقبلية، بالتزامن مع تحقيق التنمية، وتواجه مدينة الرياض تحديات بيئية متعددة نتيجة للنمو السكاني السريع والتوسع العمراني، مما أدى إلى زيادة الضغط على الموارد البيئية للمدينة. وبسبب هذا الضغط، تدهورت العديد من الموارد الطبيعية بشكل يؤثر سلباً على التنمية الحالية والمستقبلية للمدينة. وعليه هدفت الدراسة إلى تقييم الوضع البيئي خلال فترات زمنية بواسطة المؤشر البيئي المتكامل (IEI) المكون من أربعة مؤشرات (الغطاء النباتي، العمران، الرطوبة، الجفاف) بالاستعانة بالتقنيات الجيومكانية، ولقد تبين من خلال أبرز النتائج التي تم استخلاصها، أن حجم الكتلة العمرانية لمدينة الرياض خلال فترة الدراسة تضاعفت من ٤٤٢ كم^٢ حتى ٩٨٨ كم^٢ مما كانت عليه في عام ٢٠٠٠م، وبينت كذلك النتائج في كل من عام (٢٠٠٠، ٢٠١٣، ٢٠٢٢م) أن منطقة الحالة البيئية الضعيفة والفقيرة تتوزع في الغالب على المناطق الحضرية، في حين أن المناطق ذات الحالة الجيدة تقع باتجاه خارج المناطق الحضرية الى الجزء الشمالي والغربي من مدينة الرياض، يستمر وضع البيئة الضعيفة بالتزايد حيث كانت في عام ٢٠٠٠م في عام ٢٠٠٠م تشكل ٧٪ ما يعادل ٤٢٠ كم^٢ وازدادت في عام ٢٠١٣ إلى ٦٨١ كم^٢ وفي عام ٢٠٢٢ بلغت ٦٢٥ كم^٢. وتم استخدام تحليل بيرسون لمعرفة العلاقة ما بين التوسع العمراني والحالة البيئية الحضرية الضعيفة وكانت العلاقة طردية قوية (٠,٨) بمعنى أنه كلما زادت المناطق العمرانية كلما زادت المناطق البيئية الضعيفة.

الكلمات المفتاحية: التوسع العمراني، البيئة الحضرية، التقنيات الجيومكانية، الاستشعار عن

بعد، المؤشر البيئي المتكامل.

المقدمة:

يتجه العالم بنسبة كبيرة نحو التحضر والعيش في المدن، حيث يعيش ما يقارب من (٥٤٪) من سكان العالم في المدن، ومن المحتمل أن ترتفع هذه النسبة إلى (٦٦٪) بحلول عام ٢٠٢٥م. (United Nations, 2014) ويساهم تزايد الطلب على المساحات الحضرية، والزيادة في عدد السكان إلى ارتفاع نسب التوسع العمراني، حيث تبدأ المناطق الحضرية بالتوسع على حساب الأراضي الزراعية أو الأراضي الفضاء الموجودة على أطراف المدن وضواحيها، كما تزداد الكثافة الداخلية للمدينة بحيث تمتد الاستخدامات الحضرية على حساب الاستخدامات الأخرى والغطاء النباتي (القرني والزامل، ٢٠١٩).

وتعد البيئة العنصر الأكثر تأثراً في التوسع العمراني، حيث يساهم التأثير سلباً على خدمات علم البيئة التي يحصل عليها الإنسان من البيئة كالطاقة، والمياه، وغيرها من الموارد (Morelli & Møller, 2015). من حيث زيادة الطلب على الموارد يؤدي إلى تزايد الغازات الدفيئة والاحتباس الحراري، وايضاً يساهم التوسع العمراني بانحسار مساحات الغطاء النباتي وتقلصها مما يحمل تأثيرات كبيرة على درجة الحرارة والتربة وغيرها من المقومات البيئية (Yang, et al., 2021).

منذ الطفرة الاقتصادية التي شهدتها المملكة العربية السعودية في القرن العشرين، بدأ عمليات التحضر بالتزايد حيث زادت نسبة سكان المدن بسرعة كبيرة من (١٧,٥٪) لعام ١٩٥٥م إلى (٦٥,٩٪) لعام ١٩٨٠م، و(٨٨,٥٪) لعام ٢٠٠٥م (AbouKorin, 2011). ولقد ساهم التوسع العمراني الذي شهدته معظم المدن السعودية إلى حدوث العديد من المشكلات البيئية كالتلوث واستنزاف الموارد الطبيعية. (Abdelatti, et al., 2017).

وتعد مدينة الرياض واحدة من أهم المدن السعودية التي شهدت نمواً كبيراً حيث ارتفع عدد سكانها واتسعت مساحتها بصورة كبيرة وشهدت توسعاً عمرانياً كبيراً نحو أطرافها والمدن المجاورة (الوهبي والزامل، ٢٠٢١)، إذ بلغت نسبة التمدد العمراني (٨٢,٩٪) بين عامين ١٩٨٧-٢٠١٧م (التويجري وآخرون، ٢٠١٨)، وعليه سيؤدي النمو السكاني والعمراني المطرد للتجمعات الحضرية إلى اكتظاظ السكان في مناطق معينة، الأمر الذي يهدد بزيادة الآثار البيئية السلبية مالم يواكب هذا النمو تطوير وتنظيمات وضوابط بيئية ملائمة (الهيئة الملكية لمدينة الرياض، ٢٠١٩م).

ومن هنا جاءت هذه الدراسة لتقييم الحالة البيئية الحضرية في مدينة الرياض خلال فترة زمنية تمتد من عام (٢٠٠٠-٢٠٢٢م) باستخدام المؤشر البيئي المتكامل (Integrated Ecological Index)

والتقنيات الجيومكانية، والتي ستسهم في فهم طبيعة التوسع العمراني في المنطقة محل الدراسة وانعكاسات هذا التوسع على مكونات البيئة الحضرية، وبالتالي، تحليل ودراسة المشكلات البيئية الحضرية التي من شأنها الحد من هذه المشكلات ومعالجتها كخطوة لتحقيق التنمية المستدامة وبناء مناطق حضرية صديقة للبيئة ومقوماتها.

مشكلة الدراسة:

تعد مدينة الرياض مركزاً حضرياً هاماً شهدت توسعاً عمرانياً واسعاً نتيجة للزيادة السكانية حيث بلغ إجمالي السكان (٥٢٥٤٥٦٠) نسمة عام ٢٠١٠م، ليرتفع ويصل إلى (٧,٠٠٩,١٢٠) نسمة في ٢٠٢٢م (هيئة الإحصاء، ٢٠٢٢) يؤثر بشكل أو بآخر على البيئة الحضرية، وفي ظل الإنجازات التنموية الهائلة والتركيز الكبير على النتائج التي حققتها المملكة في هذا المجال، فإن برامج خطة التحول الوطني جاءت لتؤكد على أهمية حماية البيئة والمحافظة على مقوماتها وتهيتها بصورة مناسبة (الوحيبي والزمال، ٢٠٢١)، لذا فإن من المهم العمل على إجراء تقييم مستمر وفعال للحالة البيئية للمنطقة وذلك كأساس لعملية اتخاذ القرارات والسياسات الفاعلة في تحسين هذا الوضع الراهن ومعالجة مشاكله، ويمكن القول إن مشكلة الدراسة في قلة الدراسات التي تقيم الوضع الراهن للبيئة الحضرية ومدى تأثير العمليات العمرانية الحضرية عليها.

أهداف الدراسة:

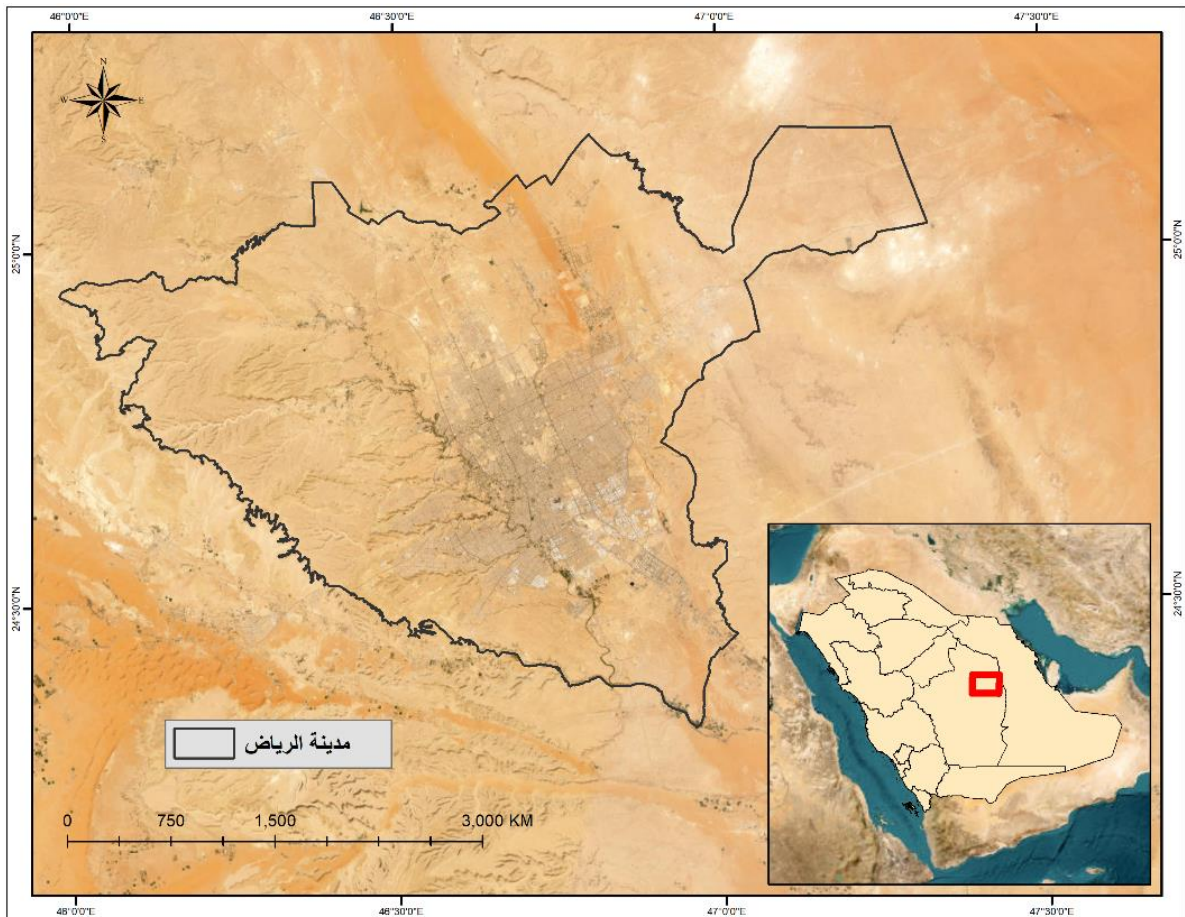
- تقييم الحالة البيئية الحضرية لمدينة الرياض خلال فترات زمنية في الفترة من ٢٠٠٠ - ٢٠٢٢.
- التعرف على طبيعة العلاقة الارتباطية بين التوسع العمراني والحالة البيئية الحضرية لمدينة الرياض خلال فترات زمنية في الفترة من ٢٠٠٠ - ٢٠٢٢.

تساؤلات الدراسة:

- ما تقييم الحالة البيئية الحضرية لمدينة الرياض خلال فترات زمنية في الفترة من ٢٠٠٠ - ٢٠٢٢.
- ما طبيعة العلاقة الارتباطية بين التوسع العمراني والحالة البيئية الحضرية لمدينة الرياض خلال فترات زمنية في الفترة من ٢٠٠٠ - ٢٠٢٢.

منطقة الدراسة:

تعد مدينة الرياض عاصمة المملكة العربية السعودية وتقع ما بين دائرتي عرض (٠٧° ٢٣' - ٠٢٤° ٢٠' ١٠") درجة شمالاً، وما بين خطي طول (٥٧° ٢٧' ٤٦" - ١٤° ٥٥' ٤٦") درجة شرقاً كما في الشكل (١)، وارتفاع حوالي ٦٠٠م فوق سطح البحر (الهيئة الملكية لمدينة الرياض، ٢٠١٧)، وهي واحدة من أسرع مدن العالم نموًا؛ مما يسبب الكثير من التحديات على المستوى الاجتماعي والاقتصادي والبيئي بلغ معدل النمو السكاني لمدينة الرياض لعام ١٤٣٨ هـ (٤٪) وهو بالمقارنة مع المعدل العالمي (٢,٥٪) عالي للغاية، ويترتب على هذا النمو تحديات تتمثل في توفير السكن والخدمات والمرافق وفرص العمل لتجنب الأزمات الحضرية التي قد تنشأ نتيجة لهذا المعدل العالي، حيث إنه من المتوقع أن يصل عدد سكان المدينة بحلول عام ٢٠٥٠ إلى (٩,٥) مليون نسمة، ويترتب على هذه الزيادة استهلاكًا سريعًا للموارد الطبيعية (الهيئة الملكية لمدينة الرياض، ١٤٣٨ هـ).



الشكل (١) منطقة الدراسة / المصدر: الهيئة الملكية لمدينة الرياض، ٢٠١٧

الدراسات السابقة:

يستعرض هذا الجزء الدراسات السابقة التي اهتمت بموضوع تقييم البيئة الحضرية وعلاقتها بالتوسع العمراني. وتم تقسيمها إلى أربعة أجزاء متناسبة مع موضوع الدراسة وإجراءاته المنهجية. أولاً الدراسات التي ناقشت تقييم الغطاء النباتي، ثانياً: تقييم مؤشر الرطوبة، ثالثاً: تقييم مؤشر الجفاف، ورابعاً: الدراسات التي استخدمت المؤشر البيئي المتكامل (IEI).

أولاً: تقييم مؤشر الغطاء النباتي:

يؤثر التوسع العمراني على الأراضي الزراعية وهذا التأثير يتركز على قيام هذا التوسع على حساب هذه الأراضي، وفي دراسة (الوهيبي والزلامل، ٢٠٢١) والتي جاءت على تحليل أثر الزحف العمراني على الأراضي الزراعية في مدينة الرياض من خلال المنهج التاريخي والوصفي ومنهج التحليل المكاني لتتبع مراحل الزحف العمراني على الأراضي الزراعية في محل الدراسة (حي المصانع في الرياض)، كما استخدمت أساليب البحث الكمية والنوعية وذلك من خلال توزيع استبيان على عينة مختارة عشوائياً، قوامها (٢٧٢) شخص، من سكان المنطقة، بالإضافة إلى إجراء مقابلات ميدانية مع بعض المختصين وأصحاب الأراضي الزراعية، من جهة أخرى تم الحصول على بعض المعلومات من التقارير الرسمية الصادرة عن بعض الجهات المختصة. وبينت نتائج هذه الدراسة إلى أن الزحف العمراني على الأراضي الزراعية له أثر على الفراغات الطبيعية المفتوحة، ويساهم في تقليص الأراضي الزراعية وانحسارها. وفي دراسة (المبارك والحاجي، ٢٠١٩) والتي أجريت في مدينة الأحساء السعودية، تبين أن الزحف العمراني في محافظة يتجه إلى الأراضي الزراعية وخاصة تلك المجاورة للطرق الرئيسية، كما أوضحت الدراسة أن استخدام تقنية الاستشعار عن بعد تساعد في التعرف على اتجاه التوسع العمراني، كما بينت الدراسة أن نظم المعلومات الجغرافية وتقنية الاستشعار عن بعد تساعد المخططين على اتخاذ القرارات التصميمية والتي من شأنها حماية الأراضي الزراعية مع الأخذ بعين الاعتبار الخصائص الطبيعية والاجتماعية للمحافظة وسكانها. وتم التوصل إلى هذه المعلومات بالاعتماد على المنهج الوصفي والمنهج الوصفي الإيضاحي والمنهج الميداني، بالإضافة إلى المنهج التاريخي. حيث تم الحصول على المعلومات اللازمة من خلال مراجعة الدراسات والكتب والمنشورات ذات الصلة، الإحصاءات، الزيارات الميدانية، والخرائط والصور الجوية. لتحقيق أهداف الدراسة تم استخدام برنامج

التحليل الإحصائي (SPSS)، تقنية الاستشعار عن بعد، معالجة وتحليلي بيانات المرئيات الفضائية في نظام آي آر ماير (ER Mapper)، تحويل الصور الرقمية والمرئيات إلى ملفات من نوع الصور الرقمية.

وفي مدينتي رام الله والبييرة الفلسطينية أجرى (كتانة، ٢٠٠٩) دراسة هدفت إلى تتبع مراحل التطور العمراني الذي شهدته المدينتين محل الدراسة، موضحة توجه الزحف وأسباب التوسع بهذه الاتجاهات ونتائجها، وأشار أن الاحتلال الإسرائيلي ساهم بصورة كبيرة في الوضع العمراني لمدينتي رام الله والبييرة، حيث يعمل على تحديد اتجاهات النمو ويقدم تسهيلات في مناطق معينة ويمنعها في أخرى، علاوة على ذلك فإن النمو السكاني في هاتين المدينتين ازداد بفعل ممارسات الاحتلال والظروف التي شهدتها فلسطين منذ عام ١٩٤٨م. من جهة أخرى، بينت الدراسة أن الزيادة السكانية والتوسع الذي شهدته هاتين المدينتين أدى إلى زيادة الأعباء على البلديات والسلطات المسؤولة، كما ساهمت في تفاقم أزمة المرور والازدحام المروري، وتم التوصل إلى هذه النتائج من خلال الاعتماد على المنهج التاريخي والمنهج الوصفي الإيضاحي من خلال اجراء بعض المقابلات، كما تم العمل على استخدام الصور الجوية وذلك لتفسير نمط التوسع واتجاهه وتحليل هذه الصور من خلال نظم المعلومات الجغرافية وبرامج الاستشعار عن بعد.

وفي الولايات المتحدة الأمريكية، فحصت دراسة (Yuan, 2007) التوسع العمراني في مدينة مانكاتو الأمريكية وتأثيره على البيئة المحلية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد عالية الدقة. وذلك بالاعتماد على المنهج التاريخي الوصفي والمنهج التحليلي، حيث تمت معالجة الصور لمعرفة الفتوغرافية من خلال تقنيات الاستشعار عن بعد. وتوصلت الدراسة أن التوسع العمراني أدى إلى زيادة نسبة الأسطح غير المنفذة للمناطق الحضرية بنسبة (١٤,٣%) وذلك على امتداد كمية مماثلة (١٥,١%) من الأراضي الزراعية والعشبية لمنطقة مانكاتو. كما بينت الدراسة تأثير التوسع على الجريان السطحي المحلي ونوعية المياه، وتعطي هذه النتائج لصانعي القرار جدولة زمنية ومكانية لتغير المناظر الطبيعية والآثار البيئية والاقتصادية التي يمكن أن تنتج منها.

وأشارت دراسة (Yang et al., 2021) والتي بحثت في أثر التوسع العمراني على الغطاء النباتي في الصين خلال الأعوام الثمانية عشر الأولى من القرن الواحد والعشرين، من خلال قياس التغيرات في المساحة الحضرية وفرق الغطاء النباتي الطبيعي (Normalized Difference Vegetation Index -NDVI) في التجمعات الحضرية في الصين من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢٠١٨، وتبين المدينة أظهرت درجة عالية في

مؤشر فرق الغطاء النباتي، مما يعني حدوث تدهور للغطاء النباتي بنسبة عالية في المناطق الحضرية، إلا أن المراكز الحضرية شهدت تحسن في مستوى الغطاء النباتي وذلك بسبب الجهود التي تركز على زيادة المساحات الخضراء في المناطق الحضرية كمؤشر لكفاءة التصميم الحضري وفعاليتته، وفي السياق ذاته أجرى (Nora et al., 2017) دراسة لتحديد أثر هذا التوسع على بنية المساحات الخضراء من خلال استخدام نموذج تغيير الأراضي -سلسلة ماركوف (Land Change Modeler (LCM) -Markov Chain)، وتحديد معاملات على التغييرات التي لوحظت بين عامي (١٩٨٨-١٩٨٩) و(١٩٩٩) والتحقق منها بالشكل الحضري الملاحظ لعام ٢٠١٤، والعمل على استخدام هذه النماذج لمحاكاة التوسع الحضري لعام ٢٠٣٠ ومن ثم مقارنة استخدامات الأراضي لعام ٢٠٣٠ مع المخطط الأساسي لها، فإنه الدراسة أشارت إلى وجود اختلافات كبيرة في الهيكل لكانى المتوقع لعام ٢٠٣٠ والتنمية المخطط لها وذلك من حيث الكثافة، المسافة، الشكل، والنمط المكاني، كما بينت الدراسة أن النمط المكاني يتأثر بصورة كبيرة بالتوسع الحضري السريع وسياسات التخطيط.

ثانياً: تقييم مؤشر الرطوبة:

أصبح التغير المناخي واحداً من أهم المشاكل التي تتركز المجتمعات على المستوى الدولي، والمحلي في العقود الأخيرة. حيث أجمع العلماء على أن زيادة درجات الحرارة والتغيرات المناخية المفاجئة لها مخاطر فورية، وأخرى على المدى الطويل على التكوين البيئي والعمراني للمجتمعات، وللمواطنين. وتشير الدلائل إلى أن أحد أسباب التغير المناخي هو التمدد الحضري (مركز الإدارة المحلية، ٢٠٢٢)، وقد أوضحت دراسة (Ahmed & Al-Ramahi, 2022) بأن تقدم العمران في بغداد بشكل سريع، أثر سلباً على مناخ المنطقة. وقامت بدراسة العلاقة بين التحضر والرطوبة النسبية في مدينة بغداد، باستخدام صور الاستشعار عن بعد والبيانات التي تم تنزيلها من المركز الأوروبي للتنبؤ (ECMWF) لمدينة بغداد. من خلال حساب عدة عوامل، مثل الرطوبة النسبية (RH) ودرجة الحرارة (Ta) والتبخّر، وتأكيد التغييرات التي لوحظت في المناطق الحضرية تمت معالجة صور Landsat 5 وLandsat 8 وتحليلها لعام ٢٠١٠ حتى عام ٢٠٢٠. أثبتت الدراسة أن هناك علاقة واضحة بين التوسع العمراني ومعدل الرطوبة النسبية وكيفية زيادة مناطق البناء ومعدل الزيادة في درجات الحرارة فيها. وتم تقييم تأثير مستوى الرطوبة النسبية على المناخ المحلي لمدينة بغداد من عام ٢٠١٠ إلى عام ٢٠٢٠، حيث زاد البناء التراكمي من ١٩,٦٠٪ إلى ٢٧,٤٤٪. في حين أن الغطاء النباتي الصحي في حساب NDVI قد اختفى تقريباً مع انخفاض نسبته من ٠,٠٥٪ إلى ٠,٠٠٪، وفي دراسة (Li, et al., 2021) التي أجريت في التجمعات

الحضرية في بكين وتيانجين وخبي ساهمت في معرفة أثر التوسع الحضري على رطوبة الغلاف الجوي، وتم استخدام الملاحظات من ١٣٣ محطة أرصاد جوية لتحليل الاتجاه طويل المدى للرطوبة الجوية وتأثير التوسع الحضري خلال الفترة ١٩٦١-٢٠١٤. تم تقييم تأثير التوسع العمراني على الرطوبة من خلال حساب الفروق في اتجاهات الرطوبة الجوية بين السلاسل الحضرية والريفية وأظهرت النتائج أن المناطق الحضرية، تتميز بانخفاض الرطوبة النسبية وضغط بخار الماء والرطوبة النوعية وزيادة عجز ضغط البخار. وظهر اتجاه الرطوبة أكثر بروزاً ($p < 0.05$) في الربيع والخريف، بينما حدث اتجاه أضعف نسبياً في الصيف والشتاء.

ثالثاً: تقييم مؤشر الجفاف:

يؤثر التوسع العمراني أيضاً على التربة ودرجة رطوبتها والعناصر الموجودة فيها، وأشارت دراسة (Gardi et al., 2021) إلى تأثير التوسع العمراني على التربة، حيث بحثت العلاقة بين التوسع الحضري ومستوى جفاف التربة وتدهورها في اليونان، تم فحص حالة التربة خلال الفترة (٢٠٠٠-٢٠١٠)، وأشارت الدراسة أن الضواحي التي شهدت توسع عمراني كثيف خلال هذه الفترة تتسم تربتها بالجفاف، والافتقار للعناصر مما يجعلها ذات جودة منخفضة مقارنة بغيرها من المناطق التي شهدت توسعاً عمرانياً بدرجة أقل. علاوة على ذلك، وتؤدي الأنشطة المرتبطة بالنمو العمراني إلى تدهور التربة، حيث تعمل هذه الأنشطة على ضغط التربة ونقلها وتلويثها، مما يؤثر على اضطراب النظم البيئية للتربة المحلية والتأثير على جودتها، وهذا ما أكدت عليه دراسة (Lavy et al., 2016)، والتي هدفت إلى دراسة تأثير التوسع العمراني على موارد التربة وخصائصها المتمثلة في؛ تخزين المياه المتاحة، لإنتاجية الزراعية، والكربون العضوي للتربة الموجودة في وسط أركنساس من عام ١٩٩٤ إلى عام ٢٠٣٠. وبينت نتائج الدراسة أن كافة هذه الخصائص تدهورت مع زيادة مستوى التوسع الحضري في المنطقة، ومن المتوقع أن يزيد هذا التدهور وتنخفض جودة التربة في هذه المنطقة بزيادة التوسع العمراني عام ٢٠٣٠. كما يساهم التوسع العمراني في انجراف التربة وتآكلها وهذا ما بينته دراسة (Li-Yan Wang et al., 2018)، حيث هدفت الدراسة إلى معرفة أثر التوسع العمراني على تآكل التربة وانجرافها خلال الفترة ما بين عام ٢٠٠٠ و٢٠١٠، تم استخدام معادلتين تجريبيتين؛ المعادلة العالمية المعدلة لفقدان التربة ومعادلة تآكل الرياح المنقحة، وذلك لتقدير شدة تآكل التربة، وتم توظيف بالانحدار الخطي لنموذج التغير في التربة مع زيادة التوسع العمراني.

رابعاً: استخدام المؤشر البيئي المتكامل (IEI):

يعد المؤشر البيئي المتكامل واحد من أهم المؤشرات الحديثة المستخدمة في تقييم الوضع البيئي في المناطق الحضرية، وتم استخدامه في دراسة (Indrawati, et al., 2020) وباستخدام هذا المؤشر تم التعرف على الوضع البيئي وتحديد أثر كثافة التوسع العمراني على جودة البيئة الحضرية، ولتحقيق ذلك تم الاعتماد على بيانات الاستشعار عن بعد (Landsat TM / ETM) و(Landsat-8 OLI)، ولتقييم البيئة الحضرية تم استخدام المؤشر البيئي المتكامل ولمكون من أربعة مؤشرات فرعية وهي؛ درجة الخضرة، درجة الرطوبة، درجة الجفاف، ودرجة التجميع التراكمي. بينت النتائج أن المساحة الحضرية زادت بمتوسط مساحة توسعية مقدارها (٣,٩) كيلومتر مربع في الفترة (٢٠٠٥-٢٠١٥) وزاد مؤشر كثافة التوسع خلال الفترة (٢٠١١-٢٠١٥) بمقدار (٢,١) مرة عن (٢٠٠٥-٢٠١١). علاوة على ذلك أوضحت الدراسة أن تدهور الوضع البيئي الحضري لمدينة سيمارانج ينتشر بنمط باتجاه الغرب والجنوب والجنوب الشرقي والشرق، حيث يوجد أدنى درجة للمؤشر البيئي المتكامل في الأجزاء الوسطى والشمالية من مدينة سيمارانج. وبالتالي يتضح وجود أثر سلبي لزيادة كثافة التوسع الحضري على الحالة البيئية الحضرية.

وقام (Indrawati, et al., 2020) بتحليل الوضع البيئي الحضري لمدينة سيمارانج من خلال الحصول على صورة (Landsat-8 OLI) في موسم الأمطار وموسم الجفاف، يتمثل الوضع البيئي الحضري من خلال مكونين رئيسيين، هما سطح الأرض والذي يشمل البيئة المبنية، والغطاء النباتي، والمناخ والمتمثل في درجة رطوبة سطح الأرض ودرجة الجفاف. ويتم تقييم الوضع البيئي من خلال المؤشر البيئي المتكامل والذي يضم أربعة مؤشرات قادرة على قياس وتقييم الوضع الخاص بمكونات البيئة الحضرية الأربعة، وتم استخدام تحليل المكون الرئيسي لضغط المؤشرات الأربعة ووضعها ضمن مؤشر واحد. أشارت نتائج الدراسة إلى وجود اختلافات في الوضع البيئي الحضري في المواسم المختلفة، حيث تختلف الظروف البيئية الحضرية في مواسم الجفاف والمطر، حيث تصبح أفضل في موسم الأمطار مقارنة بموسم الجفاف.

وفي دراسة (Zhu, et al., 2019) هدفت إلى تحليل تأثير المؤشرات الإيكولوجية المستشعرة عن بعد على ديناميكية البيئة الحرارية الحضرية باستخدام المؤشر البيئي المتكامل في الصين وقامت الدراسة باستخدام المؤشرات البيئية الأربعة وتشمل (مؤشر الغطاء النباتي، البيئة المبنية، ودرجة الرطوبة، ودرجة

الجفاف) وتحليل تأثيرها على درجة حرارة سطح الارض (LST) واعتمدت على ٢٤ صورة من القمر لاندسات تغطي المنطقة من عام ١٩٩٢ الى ٢٠١٤، ولتقييم تأثير المؤشرات البيئية على درجة حرارة سطح الارض تم استخدام المؤشر البيئي المتكامل (IEI) وتشير النتائج ان هذه المؤشرات لها تأثير واضح ومرتبطة ارتباطاً سلبياً بدرجة حرارة سطح الارض في جميع التواريخ، حيث أن مؤشر الغطاء النباتي ومؤشر الرطوبة على ارتباط سلبى مع درجة حرارة السطح، في حين أن مؤشر الجفاف والبيئة المبنية يرتبطان بشكل إيجابي مع درجة حرارة السطح. بالإضافة أن مؤشر الغطاء النباتي له تأثير عميق على توزيع درجة حرارة سطح الارض مقارنة مع المؤشرات البيئية الأخرى.

وبالإطلاع على الدراسات السابقة نجد أنها تطرقت لموضوع أثر التوسع العمراني على الغطاء النباتي، والتجمع العمراني وايضاً اثره على كل من عناصر الرطوبة والجفاف، حيث تسعى جميعها للتعرف على أثر التوسع العمراني على مكونات البيئة الحضرية باستخدام التقنيات الجيومكانية، وتتفق الدراسة الحالية في منهجية الدراسة مع (Indrawati, et al., 2020) في استخدام المؤشر البيئي المتكامل في تقييم وضع البيئة الحضرية خلال فترات زمنية، وانفردت هذه الدراسة في استخدام المؤشر البيئي المتكامل (IEI) وتطبيقه على منطقة جافة في فترات زمنية ومن المتوقع أن تتفق الدراسة مع نتائج الدراسات السابقة والمعنية في دراسة اثر التوسع العمراني على البيئة الحضرية ومكوناتها في وجود أثر سلبى للتوسع العمراني على مكونات البيئة الحضرية.

منهجية الدراسة:

أ. منهج الدراسة:

اتبعت هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لوصف وتحليل التغيرات التي طرأت على البيئة خلال فترات زمنية وعلاقتها بالتوسع العمراني، واعتمدت على المنهج التجريبي في استخدام المؤشر البيئي المتكامل (IEI) لتقييم البيئة الحضرية.

ب. إجراءات الدراسة وأهم المراحل:

تمثلت إجراءات الدراسة أهم مراحلها ابتداءً من جمع البيانات ومعالجتها ثم تحليل البيانات والوصول الى تقييم الحالة البيئية الحضرية.

١. جمع البيانات ومعالجتها: وهي مرحلة جمعت فيها البيانات الحصول على المرئيات الفضائية من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS خلال فترات زمنية كما في الجدول رقم (١). ثم جرت معالجتها وذلك لتهيئتها لتطبيق التحليلات ببرامج نظم المعلومات الجغرافية، كالتصحيح الهندسي للمرئيات وعمل موازيك واقتطاع المرئيات على حدود منطقة الدراسة.

جدول (١) بيانات الدراسة

الدقة المكانية	القمر الصناعي	الشهر	السنة
٣٠ متر	Landsat 5	أغسطس	٢٠٠٠م
٣٠ متر	Landsat 8	أغسطس	٢٠١٣م
٣٠ متر	Landsat 8	أغسطس	٢٠٢٢م

٢. تقييم الحالة البيئية الحضرية سيتم توظيف المؤشر البيئي المتكامل لتقييم الوضع البيئي (IEI)، والذي يحتوي على أربع مؤشرات هي:

- درجة التجمع العمراني (Normalized Difference Build-up Index- NDBI).

$$NDBI = SWIR1 - NIR / SWIR1 + NIR$$

- مؤشر الخضرة (Normalized difference vegetation index – NDVI)

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

- مؤشر رطوبة سطح الأرض (Normalized Difference Moisture Index- NDMI)

$$NDMI = NIR - SWIR2 / NIR + SWIR2$$

- درجة الجفاف (Normalized Difference Soil Index – NDSI)

$$NDSI = BSI + NDISI / 2$$

$$BSI = SWIR1 + RED - BLUE - NIR / SWIR + RED + BLUE + NIR$$

$$MNDWI = GREEN - SWIR1 / GREEN + SWIR1$$

$$NDISI = TIR - [MNDWI + NIR + SWIR1 / 3] / TIR + [MNDWI + NIR + SWIR1 / 3]$$

٣. بناء المؤشر البيئي الحراري (IEI) سيتم استخدام تحليل المكون الرئيسي PCA اعتماداً على دراسة

(Indrawati, et al., 2020) ودراسة (Zhu, et al., 2019).

$$IEI = 1 - \sum ai(PC)i$$

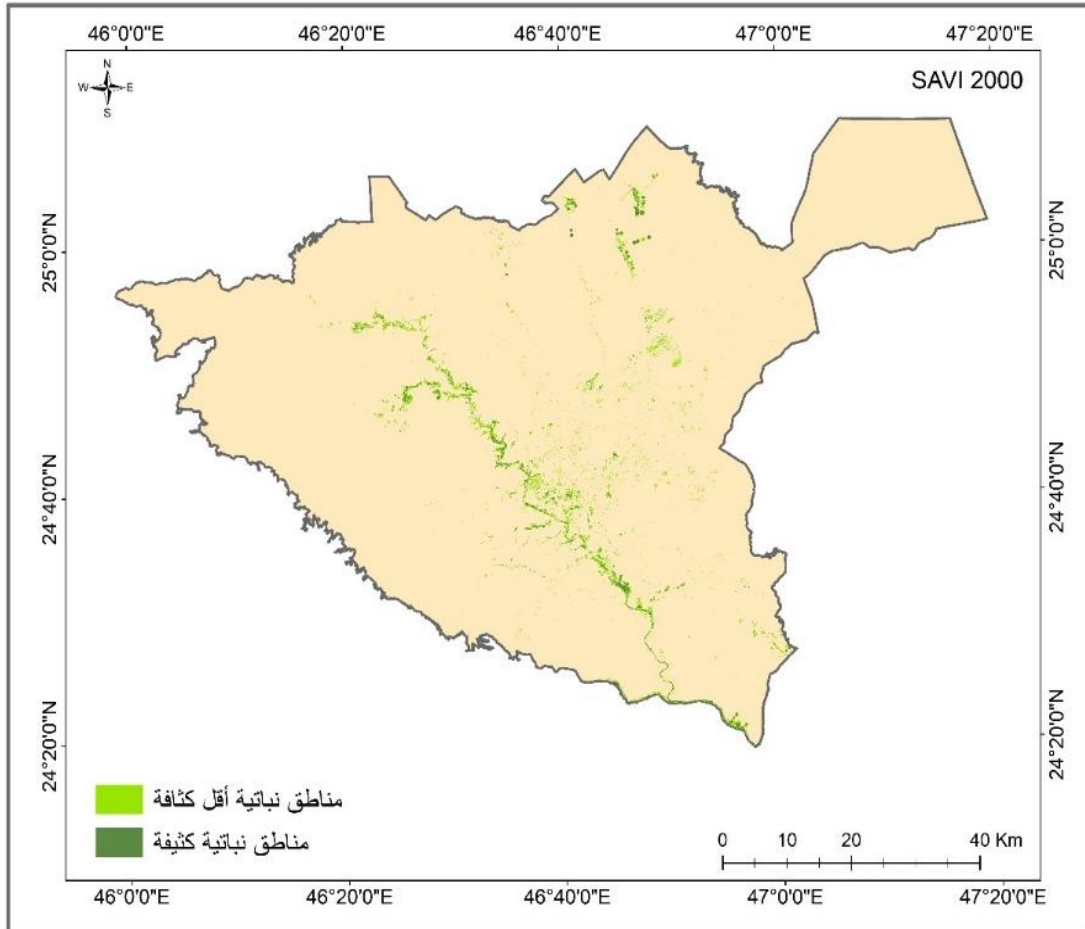
حيث $\sum ai(PC)i$ = يمثل مجموع المكون الرئيسي لكل مؤشر

٤. استخدام المعالجة الإحصائية من خلال معامل ارتباط بيرسون (Pearson correlation analysis) في تحديد العلاقة بين ظاهرتين سلبياً أو ايجابياً ويقع معامل الارتباط دائماً في مدى (+) إلى (-) (أبو عيانة، ١٩٨٧) لمعرفة العلاقة بين التوسع العمراني وحالة البيئة الحضرية.

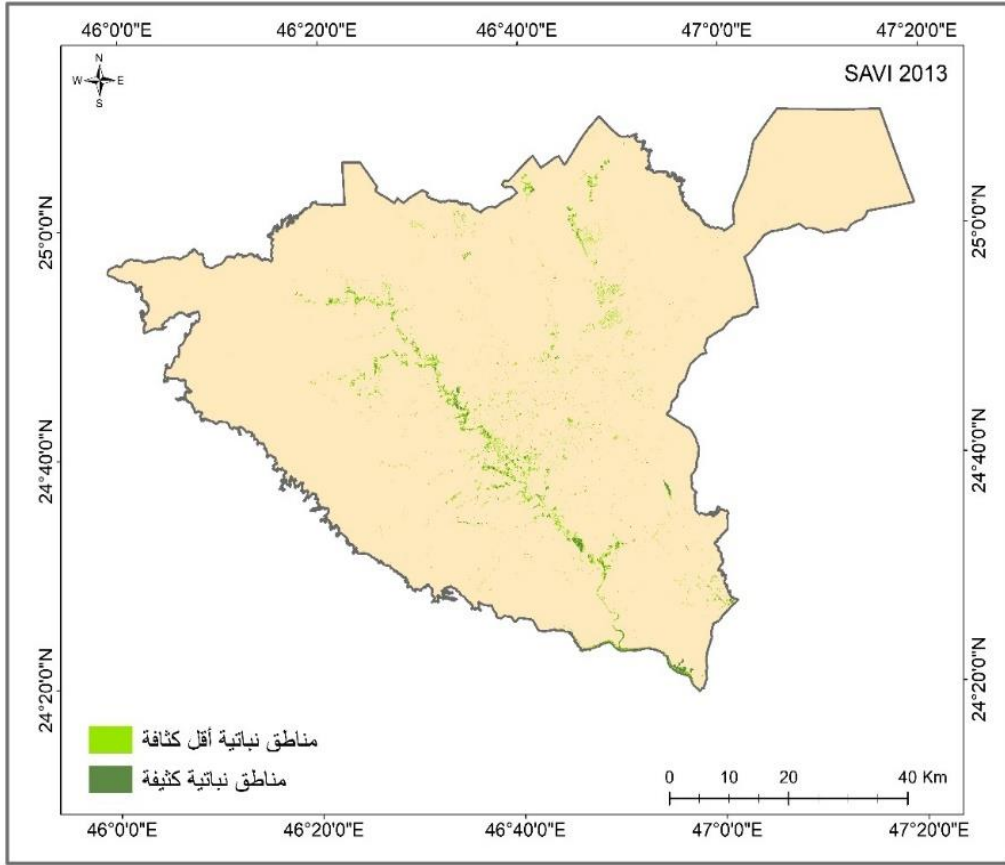
التحليل والمناقشة:

أ. مؤشر الغطاء النباتي (SAVI):

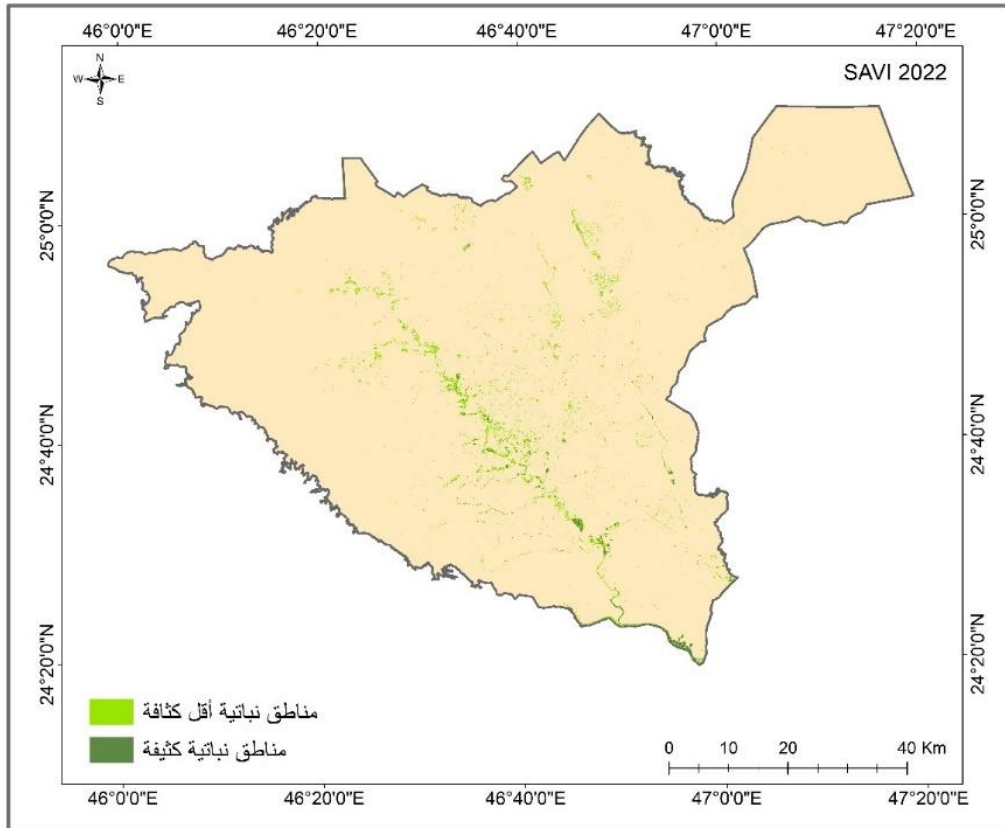
تم استخدام مؤشر (SAVI) في استخلاص مساحة الغطاء النباتي لمنطقة الدراسة خلال فترات زمنية محددة (٢٠٠٠م، ٢٠١٣م، ٢٠٢٢م) ومن خلاله اتضح في عام ٢٠٠٠م أن المناطق الزراعية انتشرت على مساحة ١٢١ كم^٢ وتتمركز حوالي ضفاف وادي حنيفة والمناطق غير المأهولة بالسكان. وفي عام ٢٠١٣م بلغت مساحة الغطاء النباتي حوالي ١٠٣ كم^٢، وانخفضت بنسبة ١٥٪ عما كانت عليه في عام ٢٠٠٠م. وفيما يتعلق بمساحة الغطاء النباتي في عام ٢٠٢٢م بلغت مساحة الغطاء النباتي ١٠٤ كم^٢ وبزيادة ٨٪ النسبة الأعلى كانت في النباتات قليلة الكثافة.



الشكل (٢) مؤشر الغطاء النباتي عام ٢٠٠٠م - المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات لاندسات ٥



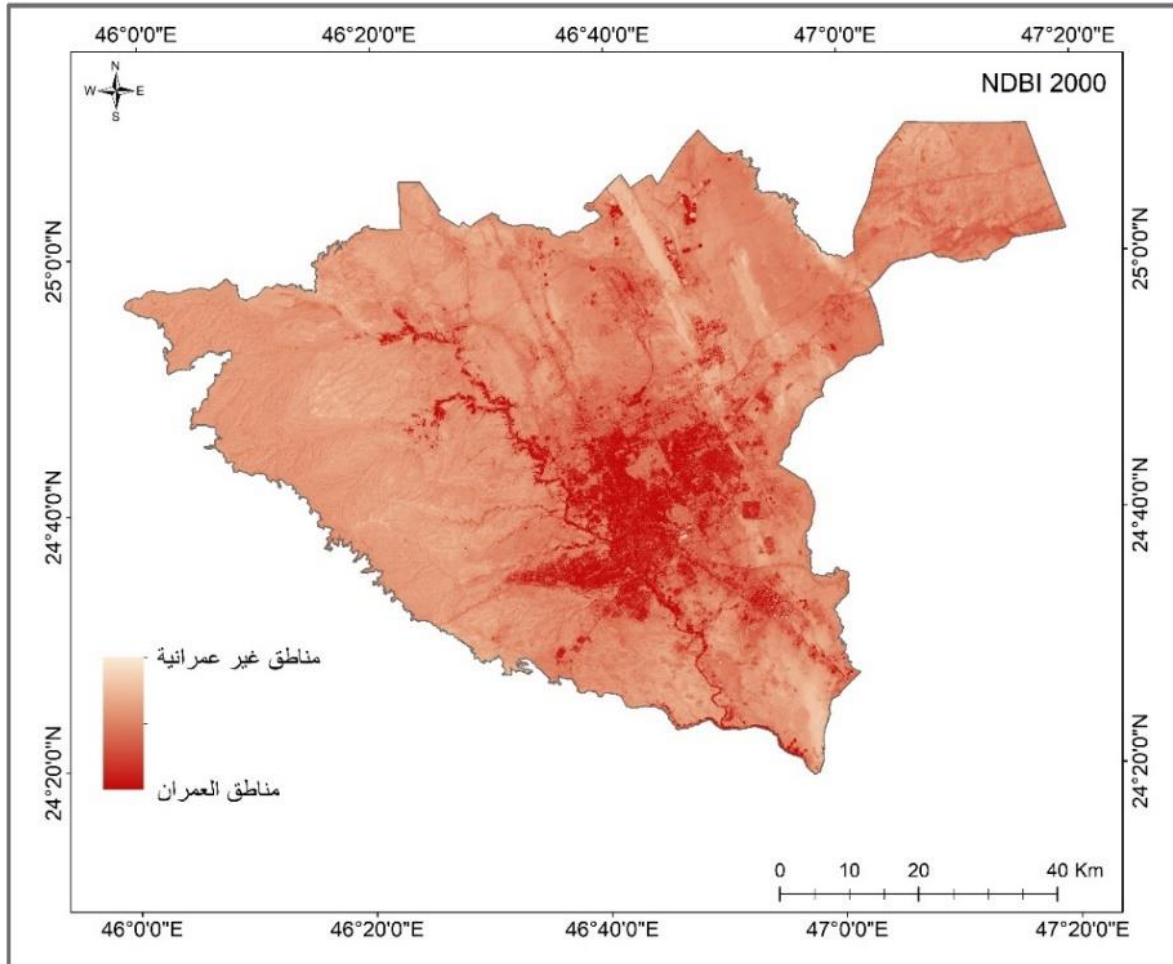
الشكل (٣) مؤشر الغطاء النباتي عام ٢٠١٣م - المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات لاندسات ٨



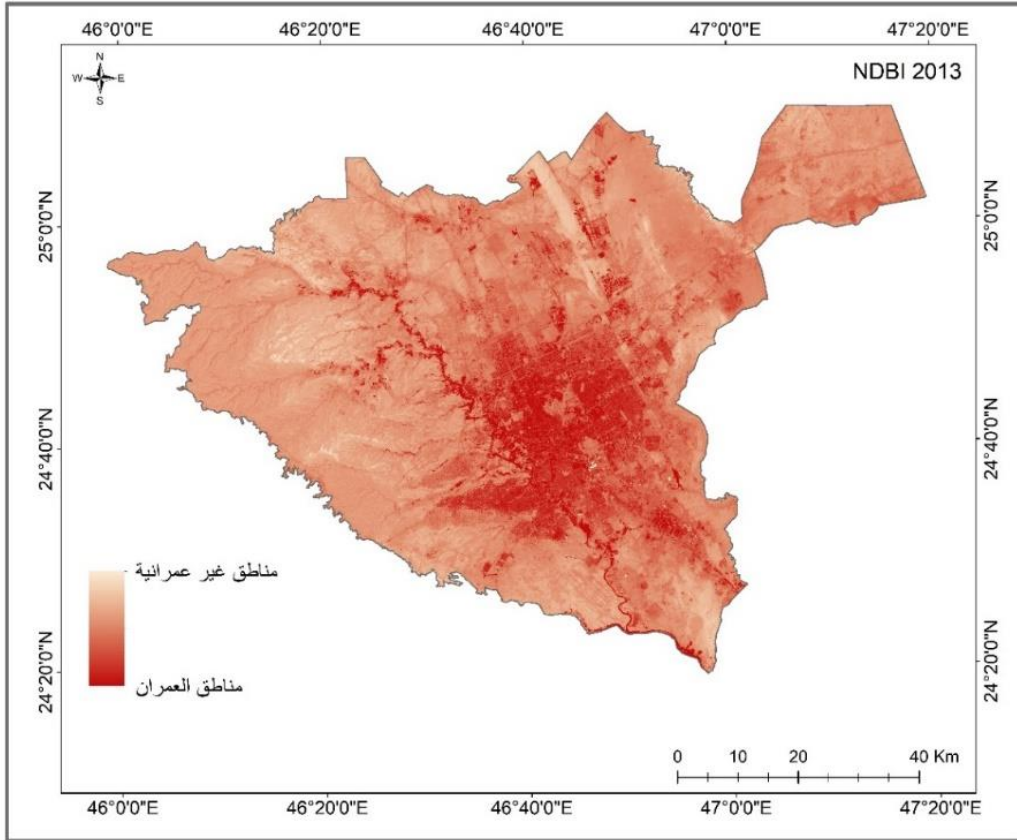
الشكل (٤) مؤشر الغطاء النباتي عام ٢٠٢٢م - المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات لاندسات ٨

ب. مؤشر العمران (NDBI):

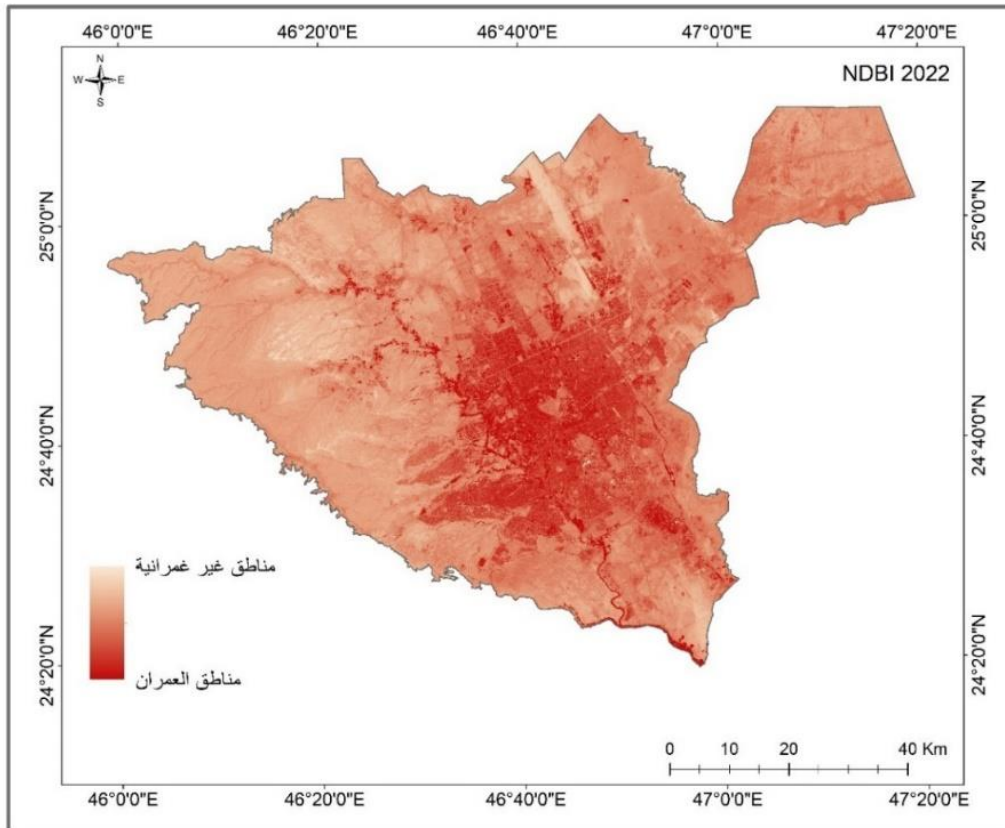
أن تتبع التوسع العمراني للمدينة ذات أهمية كبيرة وذلك للكشف عن الظروف الجغرافية التي ساهمت في نشأة المدينة وتطور العمران خلال الفترات الزمنية، وقد ساعدت التقنيات الحديثة في رصد التوسع العمراني، حيث اعتمدت الدراسة على المرئيات الفضائية وتحليلها، واستنتاج حدود النطاق العمراني لمدينة الرياض عام (٢٠٠٠، ٢٠١٣، ٢٠٢٢م) حيث بلغت مساحة الكتلة العمرانية عام ٢٠٠٠م الشكل رقم (٥). حوالي ٤٤٢ كم^٢، بينما في عام ٢٠١٣م الشكل رقم (٦). بلغت المساحة حوالي ٧٦٠ كم^٢، وفي عام ٢٠٢٢م ارتفعت مساحة الكتلة العمرانية الى ٩٨٨ كم^٢ وبزيادة مقدارها نحو ٢٢٨ كم^٢ الشكل رقم (٧). عما كانت عليه في الفترة السابقة بمعدل نمو ٢٤٪.



الشكل (٥) مؤشر العمران لعام ٢٠٠٠م - المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات لاندسات ٥



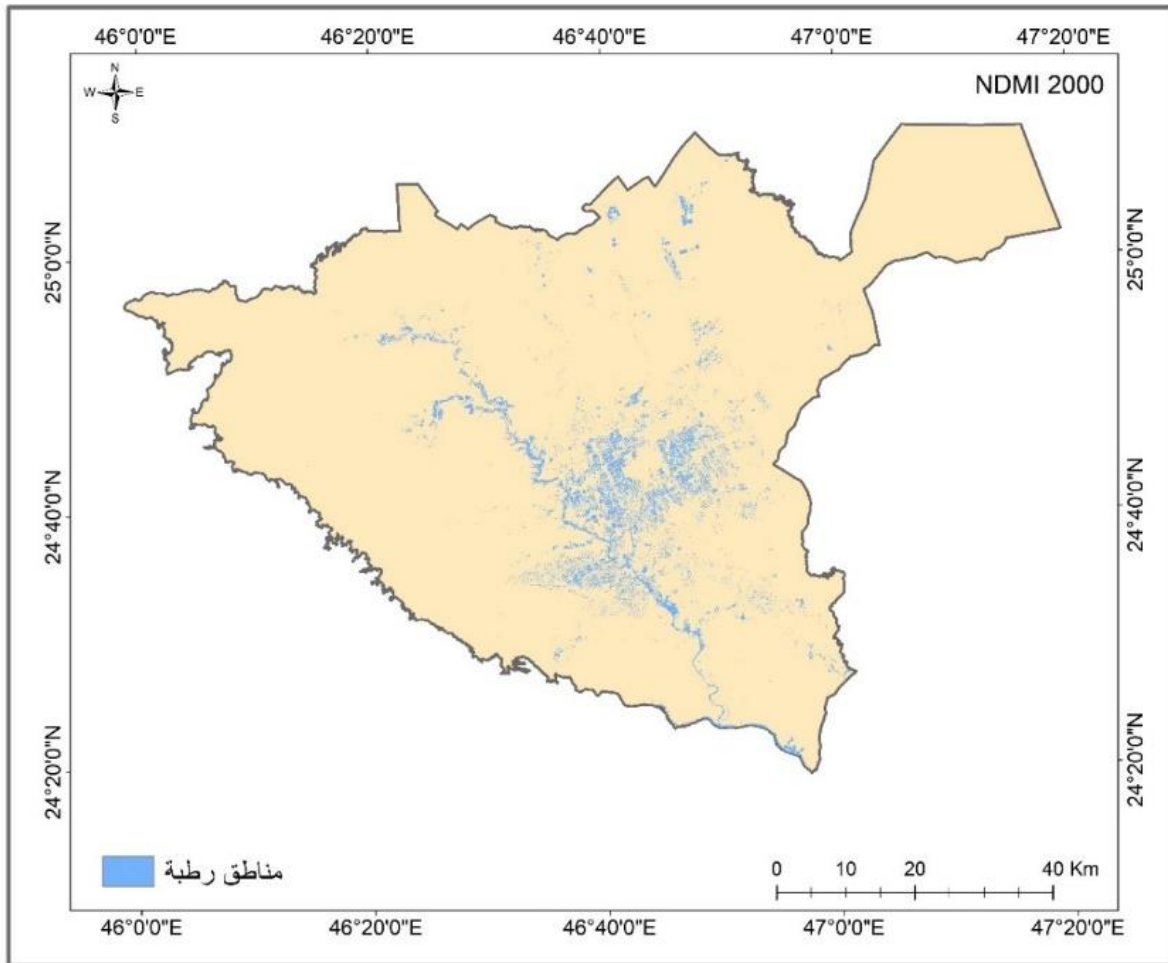
الشكل (٦) مؤشر العمران لعام ٢٠١٣م - المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات لاندسات ٨



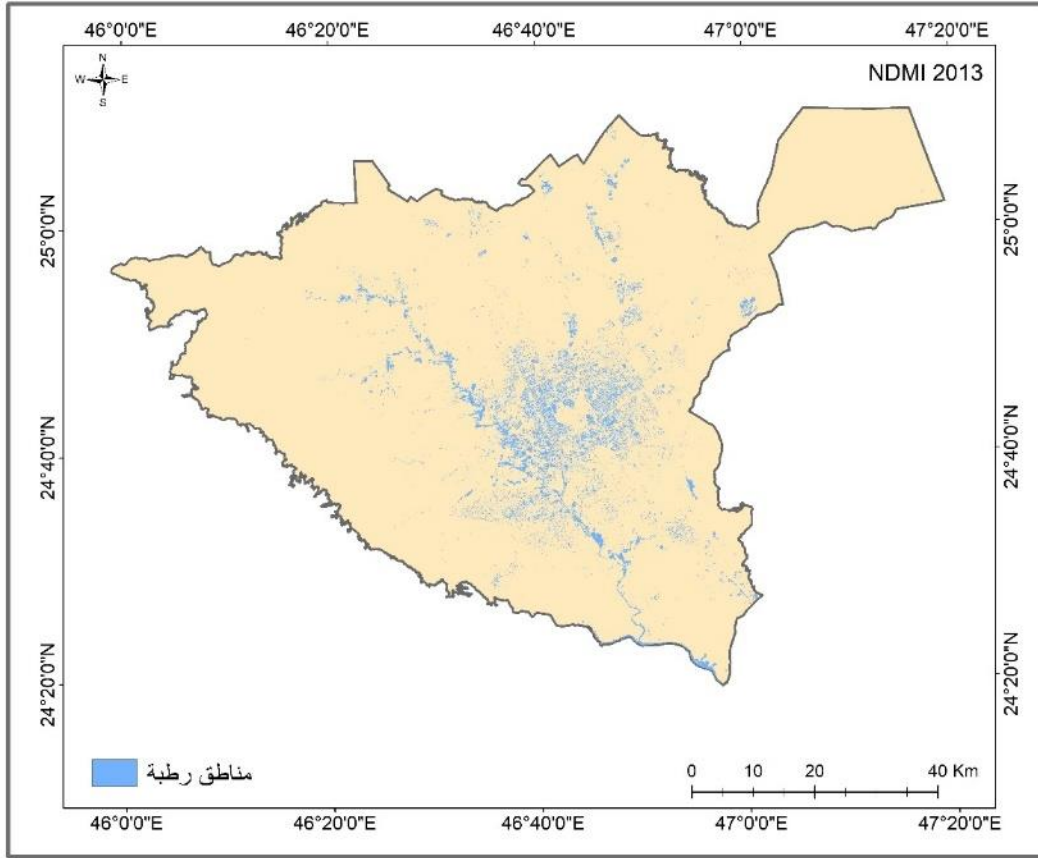
الشكل (٧) مؤشر العمران لعام ٢٠٢٢م - المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات لاندسات ٨

ج. مؤشر الرطوبة:

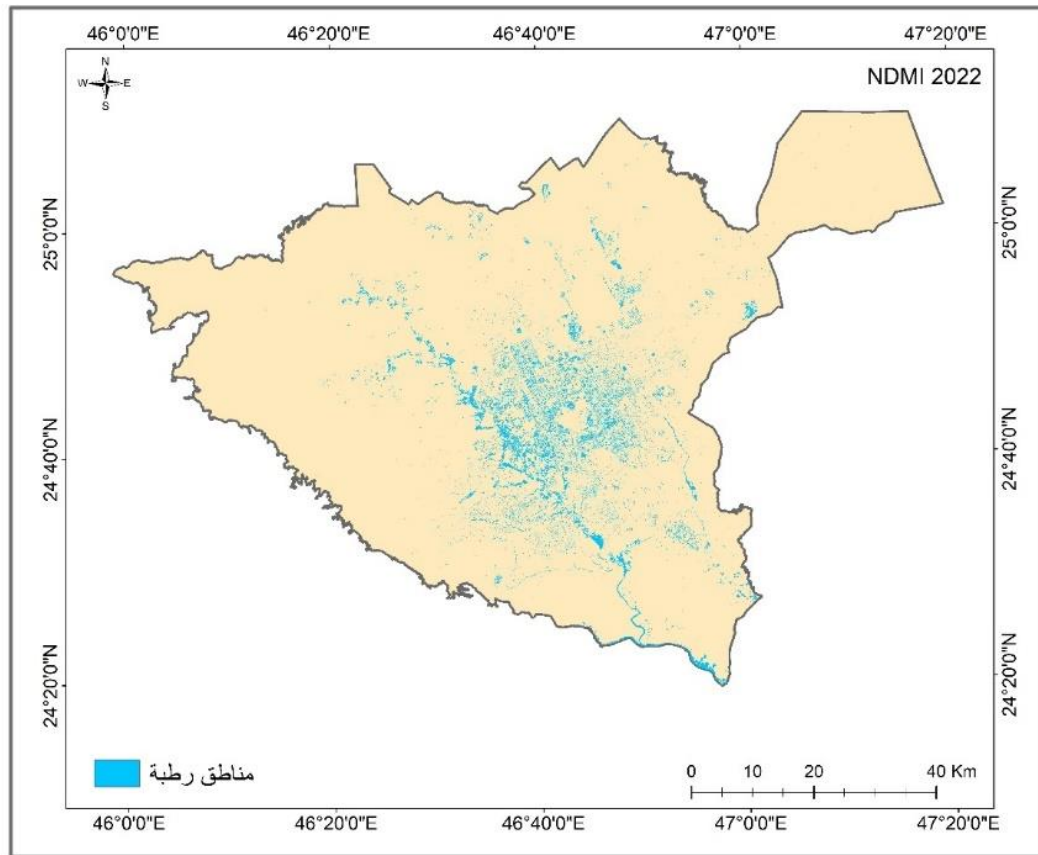
يعكس مؤشر رطوبة NDMI محتوى الرطوبة في التربة والغطاء النباتي (Prasad et al., 2010). يعطي هذا المؤشر مستويات الرطوبة في الغطاء النباتي حيث يستخدم الأشعة تحت الحمراء القريبة ونطاق الأشعة تحت الحمراء القصيرة من الطيف الكهرومغناطيسي، وتتراوح قيمة هذا المؤشر بين (١) - (١) تمثل القيم الموجبة المناطق ذات الرطوبة العالية بينما القيم السالبة تمثل القيم ذات الرطوبة المنخفضة والتي تعاني من الجفاف. وعليه يتضح من الشكل (٨)، (٩)، (١٠). نجد أن المناطق الرطبة في عام (٢٠٠٠، ٢٠١٣، ٢٠٢٢م) تنتشر على المناطق السكنية والزراعية.



الشكل (٨) مؤشر الرطوبة لعام ٢٠٠٠م - المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات لاندسات ٥



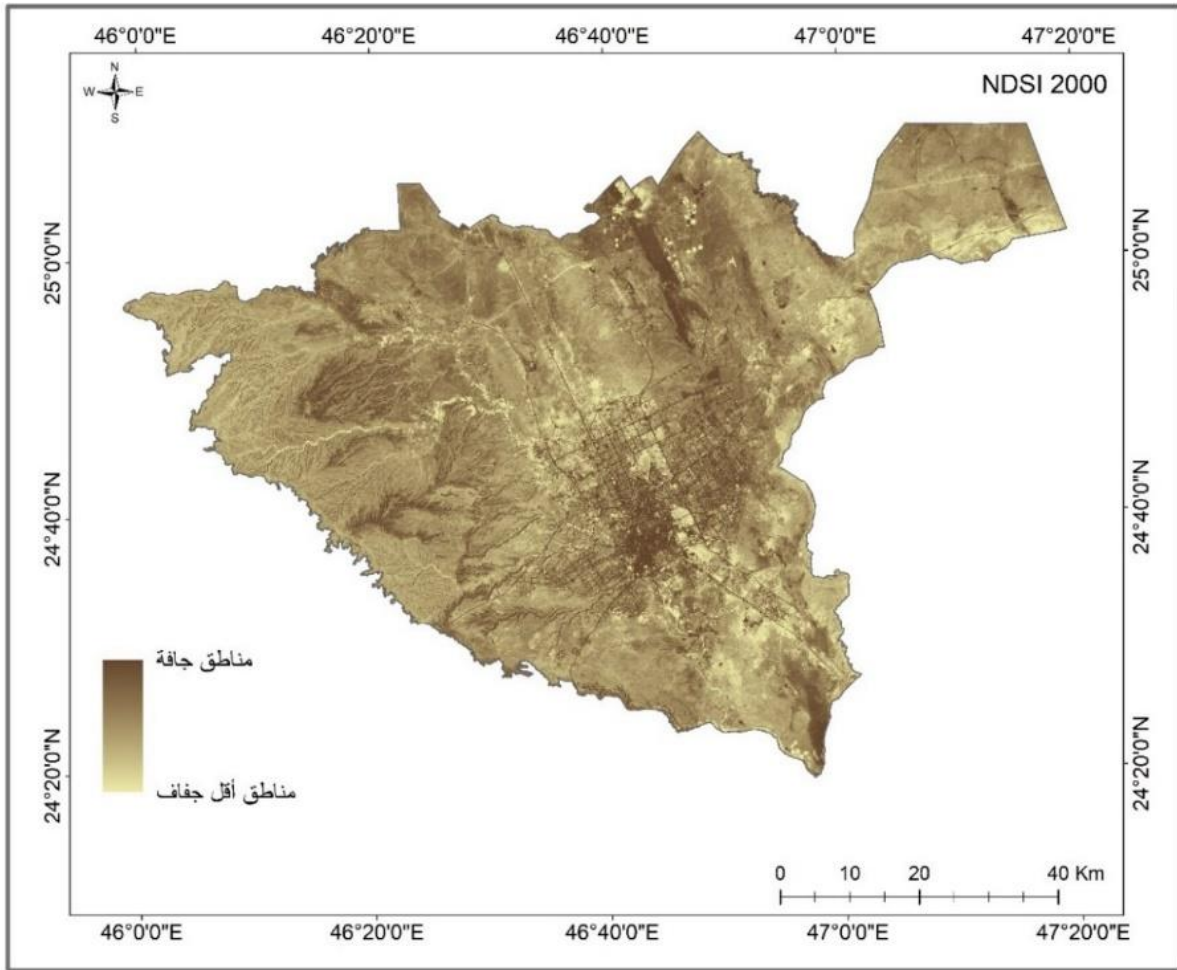
الشكل (٩) مؤشر الرطوبة لعام ٢٠١٣م - المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات لاندسات ٨



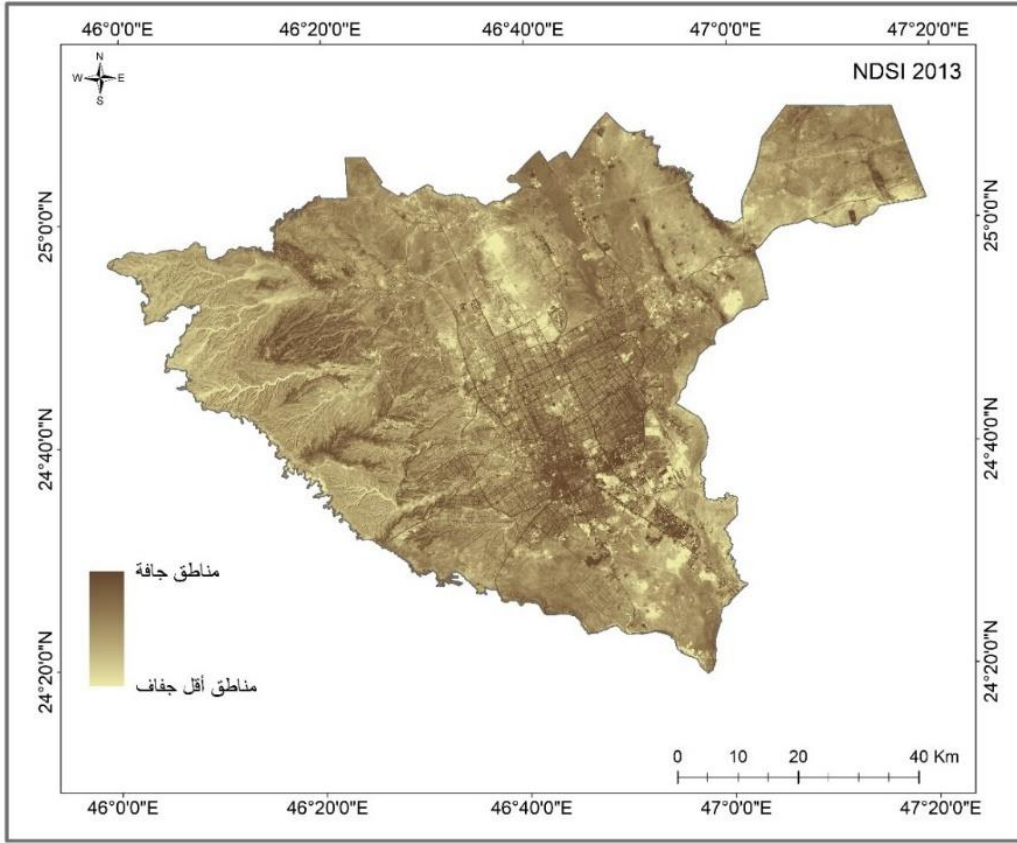
الشكل (١٠) مؤشر الرطوبة لعام ٢٠٢٢م - المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات لاندسات ٨

د. مؤشر الجفاف:

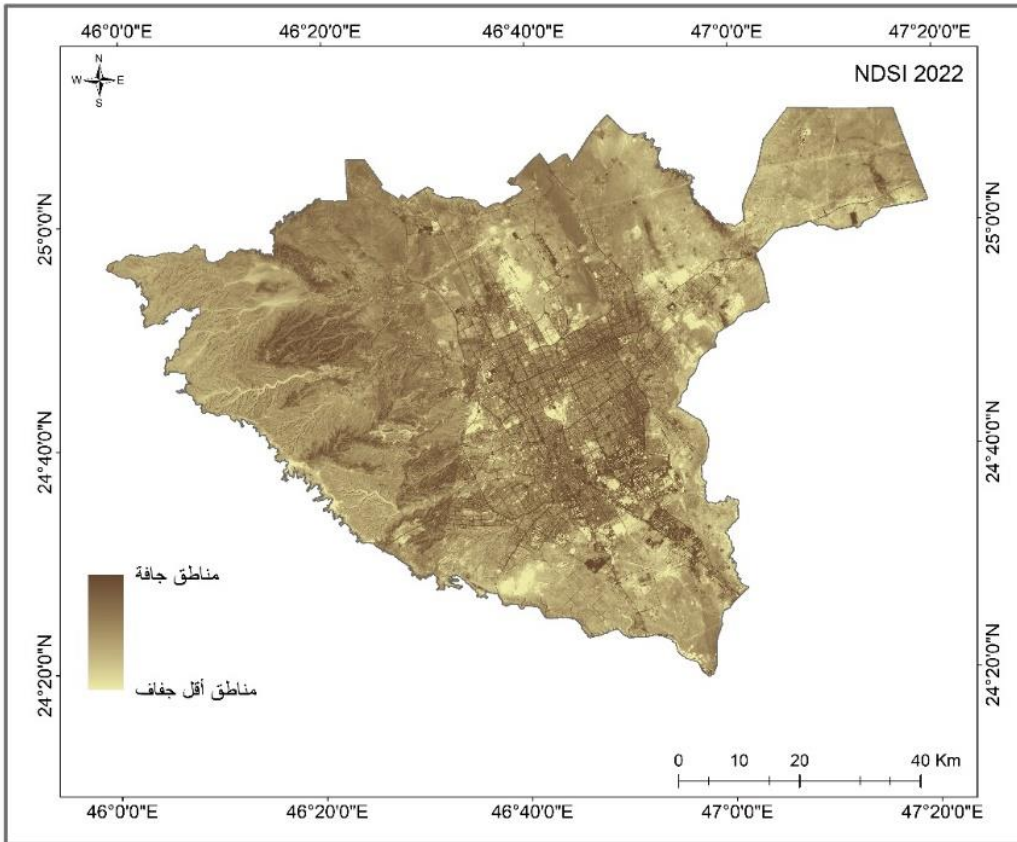
مؤشر الجفاف يستخدم لتحديد التربة المكشوفة الجرداء حيث يتم حسابه مع مراعات مؤشر السطح NDISI للنظر إلى توزيع الأرض الجرداء باعتباره يحدد درجة الجفاف (Xu et al., 2013). ومن خلال الشكل (١١)، (١٢)، (١٣). نجد ارتفاع نسبة الجفاف بنسبة عالية ويعود ذلك أن مناخ المنطقة صحراوي قاري يتميز بالجفاف في فصل الصيف مع امطار غير مضمونة (وزارة الداخلية، ٢٠١٧). وبناء على ذلك نجد ان الجفاف يتوزع بشكل عام في المدينة ويتركز على المناطق السكنية.



الشكل (١١) مؤشر الجفاف لعام ٢٠٠٠م - المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات لاندسات ٥



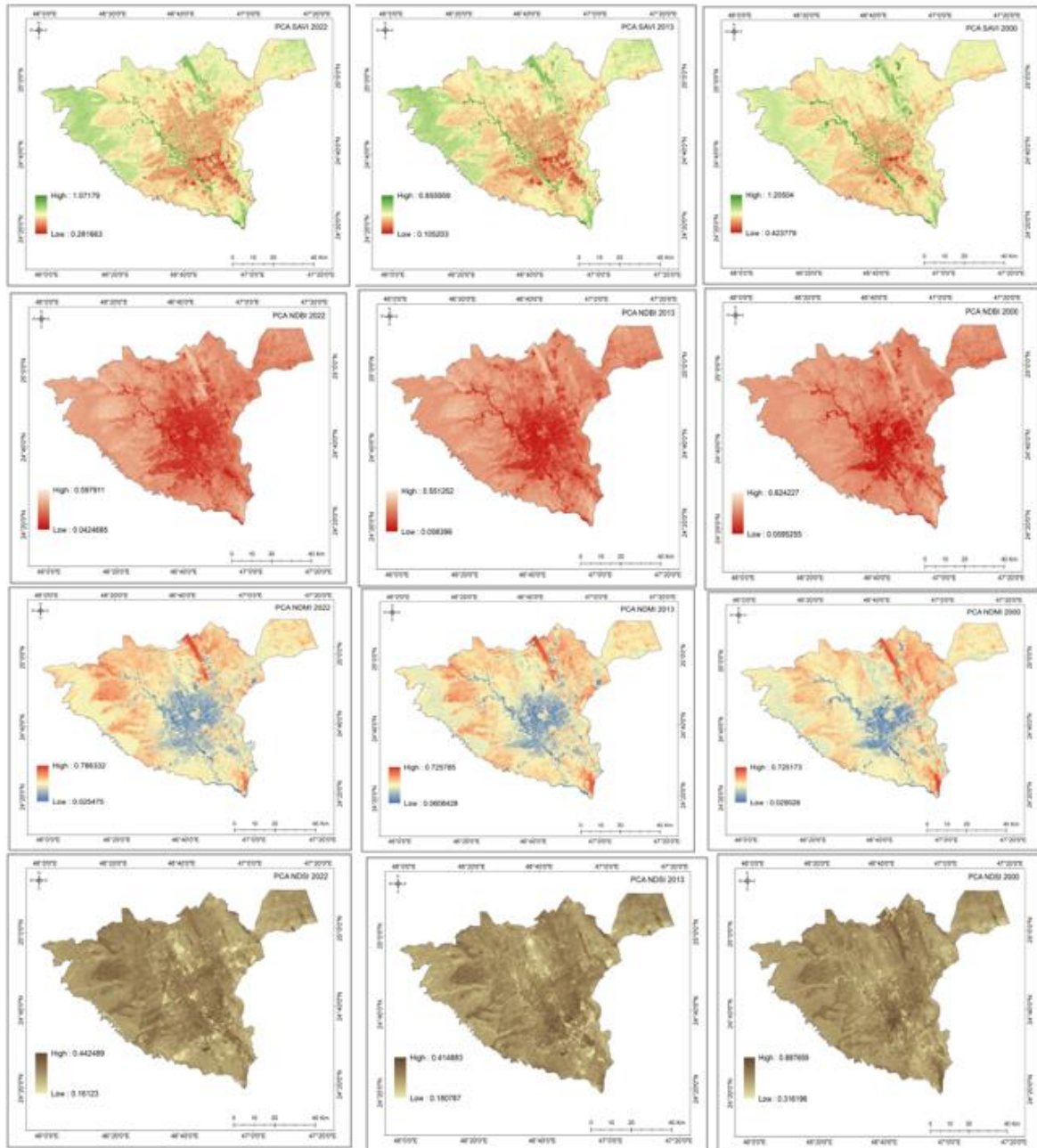
الشكل (١٢) مؤشر الجفاف لعام ٢٠١٣م - المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات لاندسات ٨



الشكل (١٣) مؤشر الجفاف لعام ٢٠٢٢م - المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على بيانات لاندسات ٨

هـ. تحليل المكونات الرئيسي:

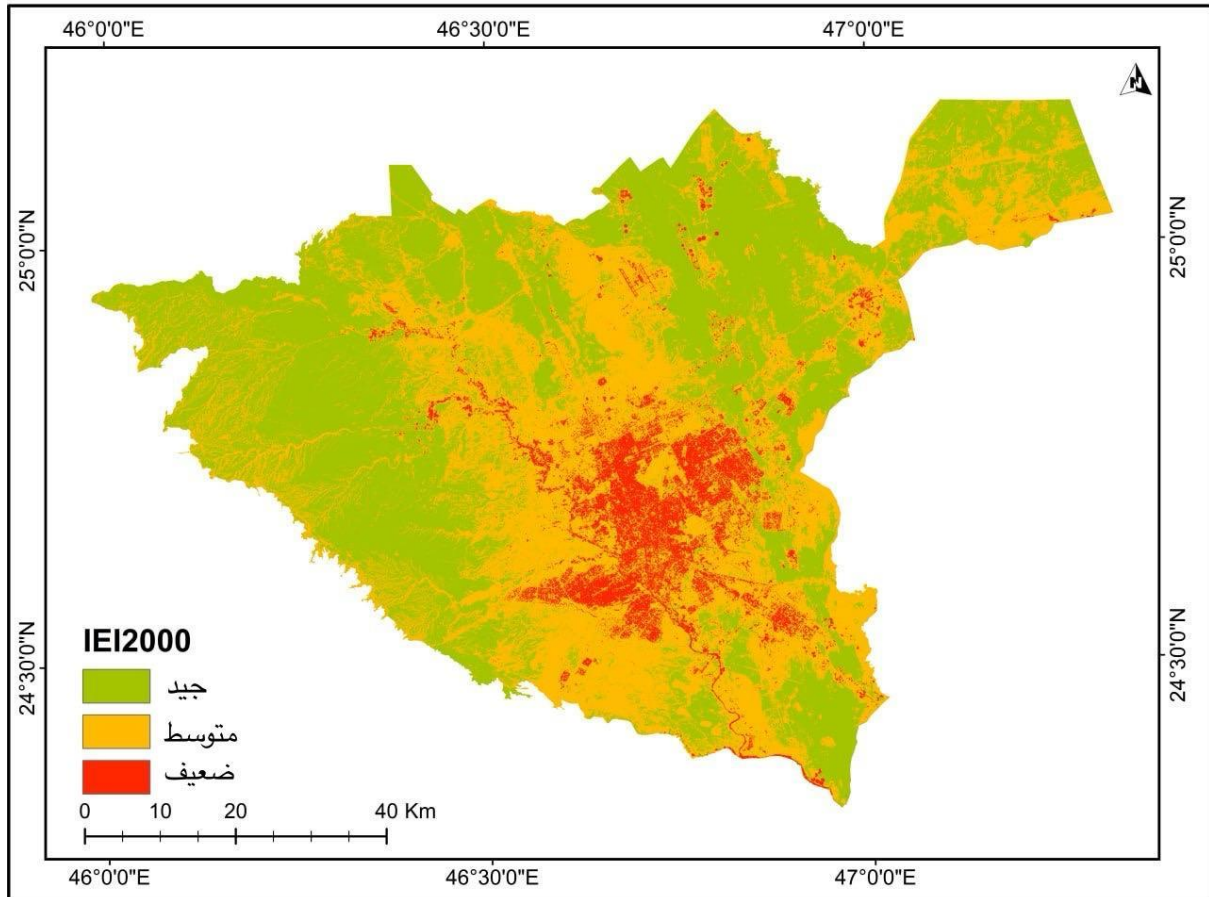
المؤشرات المدروسة لا تكفي لوحدها في تقدير ودراسة تطور البيئة الحرارية الأرض لذلك من المهم أن تدمج المعلومات الخاصة بالمعاملات البيئية لذلك تم استخدام تقنية (PCA) Principal Components لقياس وزن المعامل وتكون قيمته بين ٠ و ١ كما في الشكل (١٤) قبل تشكيل المؤشر كمؤشر بيئي جديد.



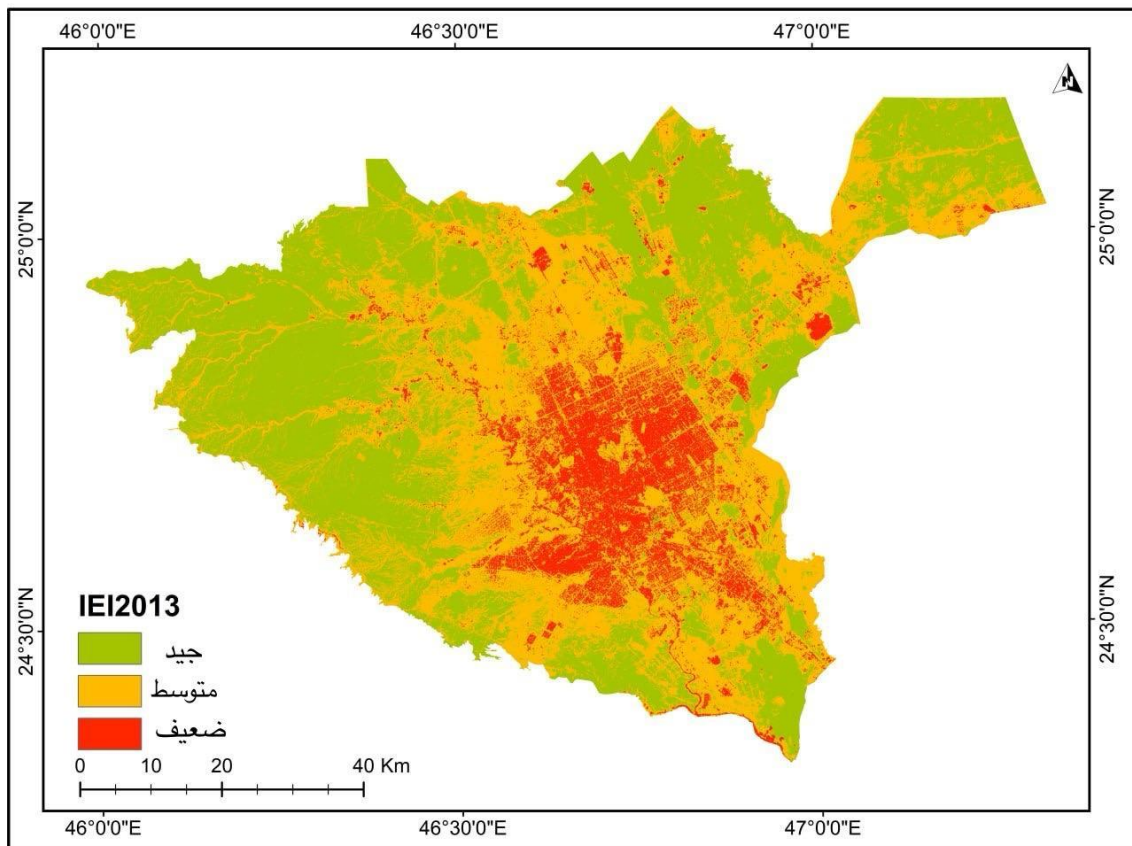
الشكل (١٤) تحليل المكونات الرئيسي - عمل الباحثة

و. المؤشر البيئي المتكامل (IEI):

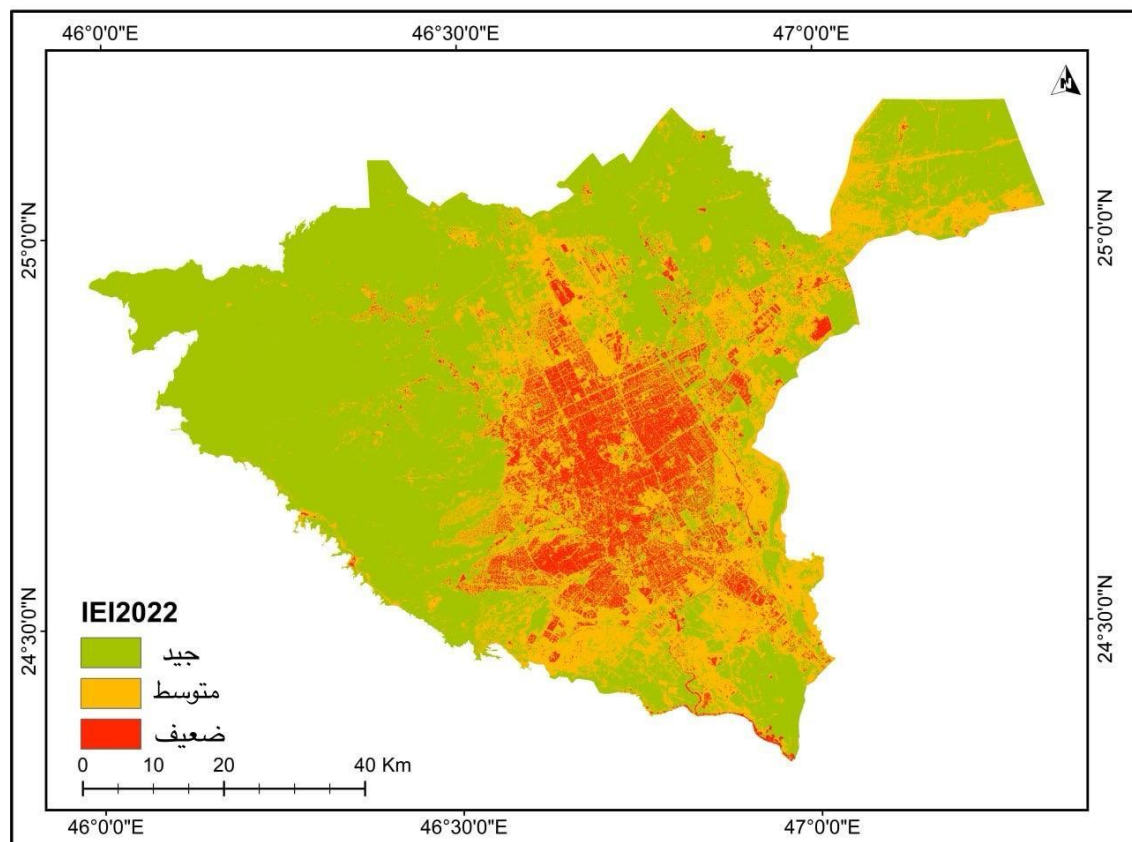
بعد الانتهاء من تحليل المؤشرات الاربعة (مؤشر العمران، مؤشر الخضرة، مؤشر الرطوبة، مؤشر الجفاف)، وعمل المكون الرئيسي لكل من هذه المؤشرات تم حساب المؤشر البيئي المتكامل (IEI) وهو مؤشر يعمل على تقييم الحالة البيئية الحضرية، والتنبؤ بها بدقة، وتتراوح القيمة من ١ الى ١- وتم تصنيفها من جيد الى فقير، وقد أظهرت النتائج في كل من عام (٢٠٠٠، ٢٠١٣، ٢٠٢٢م) أن منطقة الحالة البيئية الضعيفة والفقيرة تتوزع في الغالب على المناطق الحضرية، في حين أن المناطق ذات الحالة البيئية الجيدة تقع باتجاه خارج المناطق الحضرية الى الجزء الشمالي والغربي من مدينة الرياض خلال الفترات الزمنية كما في الشكل (١٥)، (١٦)، (١٧).



الشكل (١٥) مؤشر IEI لعام ٢٠٠٠م - عمل الباحثة



الشكل (١٦) مؤشر IEI لعام ٢٠١٣م - عمل الباحثة



الشكل (١٧) مؤشر IEI لعام ٢٠٢٢م - عمل الباحثة

جدول (٢) احصائيات المؤشر البيئي المتكامل

السنة	جيد كم	جيد %	متوسط كم	متوسط %	ضعيف كم	ضعيف %	المجموع كم
٢٠٠٠	٢٩٤٧	%٤٩,٤٤	٢٥٩٤	%٤٣,٥٢	٤٢٠	%٧,٠٥	٥٩٦١
٢٠١٣	٢٧١٦	%٤٥,٥٦	٢٥٦٤	%٤٣,٠١	٦٨١	%١١,٤٢	٥٩٦١
٢٠٢٢	٣٦٠٢	%٦٠,٤٣	١٧٣٤	%٢٩,٠٩	٦٢٥	%١٠,٤٨	٥٩٦١

من خلال التحليل للأعوام (٢٠٠٠، ٢٠١٣، ٢٠٢٢م) في الجدول رقم (٢). تم استنتاج ثلاث تصنيفات في تقييم الحالة البيئية الحضرية (جيد، متوسط، ضعيف)، من خلاله تبين أن مستوى الحالة البيئية الجيدة يمثل النسبة الأعلى خلال الفترات الزمنية حيث بلغت مساحته في عام ٢٠٠٠م ٢٩٤٧ كم^٢ بنسبة ٤٩% من مساحة المدينة، بينما في عام ٢٠١٣م انخفض بمقدار ٢٣١ كم^٢ ليصل الى ٢٧١٦ كم^٢، وارتفع في عام ٢٠٢٢م ليصل إلى ٣٦٠٢ كم^٢ بنسبة ٦٠% من مساحة المدينة. يليه الوضع البيئي المتوسط بنسبة ٤٣% في عام ٢٠٠٠م واخذ نفس القيمة في عام ٢٠١٣م ثم انخفض في عام ٢٠٢٢م إلى ٢٩%. وعلى العكس من ذلك زادت المناطق ذات الحالة البيئية الضعيفة حيث كانت في عام ٢٠٠٠م تشكل ٧% ما يعادل ٤٢٠ كم^٢ وازدادت في عام ٢٠١٣م إلى ٦٨١ كم^٢ وفي عام ٢٠٢٢م بلغت ٦٢٥ كم^٢، وبناء على نتائج المؤشر اتفقت الدراسة مع نتائج الدراسات السابقة والمعنية في دراسة تقييم البيئة الحضرية وعلاقتها بالتوسع العمراني كدراسة (Indrawati, et al., 2020)، في وجود أثر سلبي للتوسع العمراني على مكونات البيئة الحضرية.

لقياس قوة واتجاه العلاقة الخطية بين التوسع العمراني والحالة البيئية الضعيفة تم التحقق بواسطة تحليل ارتباط بيرسون وتبين بأن العلاقة بين المتغيرين العمران وضعف الحالة البيئية الناتج من عدة مؤشرات الذي تم دمجهم بواسطة المؤشر البيئي الحراري، نتج أن العلاقة ارتباطية قوية حيث بلغت (٠,٨) بمعنى أنه كلما زادت المناطق العمرانية كلما زادت المناطق البيئية الضعيفة.

النتائج:

- من التحليل نجد زيادة الرقعة العمرانية خلال الأعوام المدروسة (٢٠٠٠ - ٢٠١٣ - ٢٠٢٢) م من ٤٤٢ كم^٢ حتى ٩٨٨ كم^٢ في عام ٢٠٢٢م وهذه الزيادة تشكل نسبة نمو حوالي ٢٤٪.
- المناطق الزراعية انتشرت على مساحة ١٢١ كم^٢ وفي عام ٢٠١٣م بلغت مساحة الغطاء النباتي حوالي ١٠٣ كم^٢، وانخفضت بنسبة ١٥٪ عما كانت عليه في عام ٢٠٠٠م. وفيما يتعلق بمساحة الغطاء النباتي في عام ٢٠٢٢م بلغت مساحة الغطاء النباتي ١٠٤ كم^٢ وبزيادة ٨٪ النسبة الأعلى كانت في النباتات قليلة الكثافة ويعتبر السبب الرئيسي في زيادة نسبة المساحات الخضراء في مدينة الرياض قيام مشروع الرياض الخضراء وهو أحد المشاريع الكبرى للمساهمة في تحقيق أهداف رؤية المملكة ٢٠٣٠م (الهيئة الملكية لمدينة الرياض، ٢٠١٩م).
- نجد أن المناطق الرطبة في عام (٢٠٠٠، ٢٠١٣، ٢٠٢٢م) تنتشر على المناطق السكنية والزراعية.
- نجد ارتفاع نسبة الجفاف بنسبة عالية ويعود ذلك أن مناخ المنطقة صحراوي قاري يتميز بالجفاف في فصل الصيف مع امطار غير مضمونة (وزارة الداخلية، ٢٠١٧). وبناء على ذلك نجد أن الجفاف يتوزع بشكل عام في المدينة ويتركز على المناطق السكنية.
- نتيجة المكون الرئيسي الحالة البيئية الضعيفة والفقيرة تتوزع في الغالب على المناطق الحضرية، في حين أن المناطق ذات الحالة البيئية الجيدة تقع باتجاه خارج المناطق الحضرية إلى الجزء الشمالي والغربي من مدينة الرياض خلال الفترات الزمنية.
- تبين بأن العلاقة بين التوسع العمراني والحالة البيئية الضعيفة علاقة قوية بمعنى أنه كلما زادت المناطق العمرانية كلما زادت المناطق البيئية الضعيفة.

قائمة المراجع

المراجع العربية:

- التويجري، حمد أحمد ؛ العتيبي، محمد هزاع ؛ المدلج، عبدالله محمد ؛ والمالكي، فواز معيض. (٢٠١٨): التمدد العمراني لمدينة الرياض (١٩٨٧-٢٠١٧) دراسة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة العمارة والتخطيط، ٣٠(٢)، ١٩٥-٢١٣.
- أبو عيانة، فتحي محمد (١٩٨٧): السكان والعمران الحضري، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- القرني، عبد الله بن علي ؛ والزامل، وليد بن سعد (٢٠١٩): أثر الزحف العمراني على البيئة الطبيعية في منطقة الباحة في المملكة العربية السعودية، ملتقى البيئة الجغرافي برؤية ٢٠٣٠ (الصفحات ١-٣)، الرياض، المملكة العربية السعودية جامعة الأميرة نورة.
- المبارك، حصة عبد العزيز ؛ والحاجي، زكية راضي محمد (٢٠١٩)، الزحف العمراني على المناطق الزراعية وأثاره البيئية في محافظة الاحساء باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المنوفية، ٣٠(١١٧)، ٢٢١٣ - ٢٢٤٠.
- الوهيبي، ريما بنت صالح ؛ والزامل، وليد سعد (٢٠٢١): أثر الزحف العمراني على الأراضي الزراعية حالة دراسية حي المصانع في مدينة الرياض، مجلة الاقتصاد الزراعي والتنمية الريفية، جامعة قناة السويس، ٧(١)، ١١٧-١٢٩.
- كتانه، محمد تيسير أحمد (٢٠٠٩): دراسة الزحف العمراني وأثره على البيئة والأراضي الزراعية في مدينتي (رام الله والبيرة) باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رام الله، فلسطين، جامعة بيرزيت.

المراجع الأجنبية:

- Abdelatti, H., Elhadary, Y., & Babiker, A. A. (2017). Nature and Trend of Urban Growth in Saudi Arabia: Resources and Environment, 7(3), 69-80.

- AbouKorin, A. A. (2011). Impacts of Rapid Urbanisation in the Arab World: the Case of Dammam Metropolitan Area, Saudi Arabia. 5th Int'l Conference and Workshop on Built Environment in Developing Countries (ICBEDC 2011) At: Universiti Sains Malaysia, (pp. 1-25). Pulau Pinang, Malaysia.
- Ahmed, S. M., & Al-Ramahi, F. K. M. (2022). Evaluate the Effect of Relative Humidity in the Atmosphere of Baghdad City urban expansion Using Remote Sensing Data. Iraqi Journal of Science, 1848-1859.
- Gardi, C., Florczyk, A. J., & Scalenghe, R. (2021). Outlook from the soil perspective of urban expansion and food security. Heliyon, 7, 1-11.
- Indrawati, L., Murti, S. H., & Rachmawati, R. (2020). Integrated ecological index (IEI) for urban ecological status based on remote sensing data: a study at Semarang – Indonesia. The Fifth International Conferences of Indonesian Society for Remote Sensing. 55, pp. 1-10. Indonesia: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.
- Indrawati, L., Murti, S. H., Rachmawati, R., & Aji, D. S. (2020). effect of urban expansion intensity on urban ecological status utilizing remote sensing and gis: a study of semarang-indonesia. The 3rd Environmental Resources Management in Global Region. 451, pp. 1-11. indonesia: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.
- Lavy, B. L., Julian, J. P., & Jawarneh, R. N. (2016). The Impact of Past and Future Urban Expansion on Soil Resources in Central Arkansas, 1994–2030. Applied Geograph, 2(1), 25-39.
- Li-Yan Wang, Y. X., Rao, E.-M., Jiang, L., Xiao, Y., & Ouyang, Z.-Y. (2018). An Assessment of the Impact of Urbanization on Soil Erosion in Inner Mongolia. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18, 1-13.

- Morelli, F., & Møller, A. P. (2015). Concerns about the use of ecosystem services as a tool for nature conservation: From misleading concepts to providing a “price” for nature, but not a “value”. *European Journal of Ecology*, 1(1), 68-70.
- Nora, A. N., Corstanjea, R., Harrisa, J. A., & Brewer, T. (2017). Impact of rapid urban expansion on green space structure. *Ecological Indicators*, 81, 272-284.
- Prasad, P. R. C., Nagabhatla, N., Reddy, C. S., Gupta, S., Rajan, K. S., Raza, S. H., & Dutt, C. B. S. (2010). Assessing forest canopy closure in a geospatial medium to address management concerns for tropical islands—Southeast Asia. *Environmental monitoring and assessment*, 160, 541-553.
- United Nations (2014a). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, High lights*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). (ST/ESA/SER.A/352).
- Li, X., Fan, W., Wang, L., Luo, M., Yao, R., Wang, S., & Wang, L. (2021). Effect of urban expansion on atmospheric humidity in Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration. *Science of the Total Environment*, 759, 144305.
- Xu, H., Lin, D., & Tang, F. (2013). The impact of impervious surface development on land surface temperature in a subtropical city: Xiamen, China. *International Journal of Climatology*, 33(8), 1873-1883.
- Yang, K., Sun, W., Luo, Y., & Zhao, L. (2021). Impact of urban expansion on vegetation: The case of China (2000–2018). *Journal of Environmental Management*, 291, 1-9.
- Yang, Y., Zhang, H., Zhao, X., Chen, Z., Wang, A., Zhao, E., & Cao, H. (2021). Effects of Urbanization on Ecosystem Services in the Shandong

Peninsula Urban Agglomeration, in China: The Case of Weifang City. Urban Science, 5(54), 1-16.

- Yuan, F. (2007). URBAN EXPANSION AND ITS ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS USING HIGH RESOLUTION REMOTE SENSING DATA: A CASE STUDY IN THE GREATER MANKATO AREA. ASPRS 2007 Annual Conference, (pp. 1-6). Tampa, Florida.
- Zhu, X., Wang, X., Yan, D., Liu, Z., & Zhou, Y. (2018). Analysis of remotely-sensed ecological indexes' influence on urban thermal environment dynamic using an integrated ecological index: a case study of xi'an, china. International Journal of Remote Sensing, 1-27.

المراجع الالكترونية:

- الهيئة الملكية لمدينة الرياض (٢٠١٧): مدينة الرياض، استرجع في ٢٠ أكتوبر، ٢٠٢٢، متاح على / (rcrc.gov.sa).
- الإدارة المحلية (٢٠٢٣): التغير المناخي، استرجع في ٢٠ أكتوبر، ٢٠٢٢، متاح على / [/http://www.ksclg.org](http://www.ksclg.org)
- هيئة الاحصاء (٢٠٢٢): تعداد السعودية، السكان، متاح على / [./https://portal.saudicensus.sa](https://portal.saudicensus.sa)
- وزارة الداخلية (٢٠١٧): نبذة عن منطقة الرياض، استرجع في أغسطس، ٢٠٢٣، متاح على / (moi.gov.sa).

Abstract

The study examines the environmental assessment in Riyadh city and its correlation with urban expansion. The environment is a crucial focal point, garnering significant attention from the international community and the Kingdom of Saudi Arabia. Achieving environmental sustainability is a fundamental goal in Saudi Arabia's Vision 2030, aiming to preserve the natural environment and resources for current and future generations alongside development. Riyadh faces various environmental challenges due to rapid population growth and urban expansion, resulting in increased pressure on its environmental resources. Consequently, many natural resources have deteriorated, negatively impacting the city's current and future development. The study aimed to evaluate the environmental situation over time using the Integrated Environmental Index (IEI) comprising four indicators (vegetative cover, urbanization, humidity, drought) utilizing geospatial techniques. The key findings revealed a doubling of Riyadh's urban footprint from 442 km² to 988 km² during the study period compared to 2000. Moreover, areas with poor environmental conditions were predominantly within urban areas, while those with excellent conditions were located towards the city's outskirts. The prevalence of poor environmental conditions continued to increase, constituting 7% of the total area in 2000, rising to 681 km² in 2013, and reaching 625 km² in 2022. Pearson correlation analysis indicated a strong positive correlation coefficient of 0.8 between urban expansion and weak urban environmental conditions, highlighting that as urban areas expand, weak environmental areas also increase

Keywords: urbanization, urban environment, geospatial techniques, remote sensing, integrated environmental index