Comprehensive Journal of Science
Volume (9), Issue (36), (Sept 2025)
ISSN: 3014-6266

مجلة العلوم الشاملة
المجلد(9) العدد (36) (سبتمبر 2025)
ردمد: 3014-6266

انعكاسات النمو الحضري غير المخطط على تدهور الغطاء النباتي في ضواحي مدينة الزاوية خلال الفترة (2000–2024م)

Implications of Unplanned Urban Growth on Vegetation Cover Degradation in the Suburbs of Al-Zawiya City (2000–2024).

عائشة الانور معروف الطاهر/ باحثه دكتوراه بالأكاديمية الليبية لدراسات العاليا جنزور

aisha1977ad@gmail.com

تاريخ الاستلام:2025/8/6 –تاريخ المراجعة:2025/9/5– تاريخ القبول:2025/9/12– تاريخ للنشر: 2025 /9/19

المستخلص:

عنوان الدراسة: انعكاسات النمو الحضري غير المخطط على تدهور الغطاء النباتي في ضواحي مدينة الزاوية خلال الفترة (2000–2024م)

الهدف: تهدف هذه الدراسة إلى رصد وتحليل التأثيرات البيئية الناجمة عن الزحف العمراني العشوائي على الغطاء النباتي في ضواحي مدينة الزاوية (جودائم، الحرشة، أبو صرة، والمطرد).

المنهجية: اعتمدت الدراسة على منهجية متكاملة تجمع بين التحليل النظري والتطبيقات التقنية الحديثة، بما في ذلك:

- تحليل المرئيات الفضائية (Landsat) للفترتين 2000 و2024.
- تطبيق مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) لقياس كثافة الغطاء النباتي.
- استخدام تقنيات كشف التغير (Change Detection) لتتبع التحولات المكانية.
- الدمج بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بُعد.

النتائج الرئيسية:

1. تدهور حاد في الغطاء النباتي: فقدت المنطقة حوالي 51% من غطائها النباتي خلال ربع القرن، حيث انخفضت نسبة المساحات الخضراء من 65% عام 2000 إلى 32% عام 2024.
2. نمط نمو عشوائي: سيادة النمو الشريطي (Ribbon Development) على طول المحاور الطرقية الرئيسية، مما أدى إلى تفتت النسيج الأخضر.
3. تفتت الملكيات الزراعية: تحولت الحيازات الزراعية الكبيرة إلى مخططات سكنية صغيرة غير منظمة.
4. تداعيات بيئية خطيرة: تفاقم ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية، تدهور التربة، اختلال الدورة الهيدرولوجية، وفقدان التنوع الحيوي.

التوصيات:

- تفعيل الرقابة الذكية باستخدام التقنيات الجيومكانية.

- تحديث المخططات الهيكلية مع إدراج أحزمة خضراء.
- سن تشريعات صارمة لحماية الأراضي الزراعية.
- تطوير استراتيجيات تخطيطية متكاملة لتحقيق الاستدامة الحضرية.

الكلمات المفتاحية: النمو الحضري، الزحف العمراني، الغطاء النباتي، NDVI، الاستشعار عن بُعد، الزاوية، الاستدامة الحضرية.

:Abstract

Study Title: Implications of Unplanned Urban Growth on Vegetation Cover Degradation in the Suburbs of Al-Zawiya City (2000-2024)

Objective: This study aims to monitor and analyze the environmental impacts resulting from random urban sprawl on vegetation cover in the suburbs of Al-Zawiya City (Juda'im, Al-Harsha, Abu Sarah, and Al-Matrad).

Methodology: The study adopted an integrated methodology combining theoretical analysis with modern technical applications, including:

- Analysis of satellite imagery (Landsat) for 2000 and 2024.
- Application of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to measure vegetation density.
- Use of Change Detection techniques to track spatial transformations.
- Integration of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing.

Key Findings:

1. Severe Vegetation Degradation: The area lost approximately 51% of its vegetation cover over a quarter-century, with green spaces declining from 65% in 2000 to 32% in 2024.
2. Random Growth Pattern: Prevalence of Ribbon Development along main road axes, leading to fragmentation of green infrastructure.
3. Agricultural Land Fragmentation: Large agricultural holdings transformed into unregulated small residential plots.
4. Serious Environmental Consequences: Exacerbation of Urban Heat Island effect, soil degradation, disruption of hydrological cycles, and loss of biodiversity.

Recommendations:

- Implement smart surveillance using geospatial technologies.

- Update structural plans to incorporate green belts.
- Enact strict legislation to protect agricultural lands.
- Develop integrated planning strategies for urban sustainability.

Keywords: Urban growth, urban sprawl, vegetation cover, NDVI, remote sensing, Al-Zawiya, urban sustainability.

المقدمة:

تعد ظاهرة النمو الحضري المتسارع من أبرز التحديات الجيومرفولوجية والبيئية التي تواجه المدن المعاصرة، ولا سيما في الدول النامية التي تشهد تحولات ديموغرافية واقتصادية متسارعة. وفي الدولة الليبية، وتحديداً في مدن الشريط الساحلي، برزت قضية الزحف العمراني كإحدى المعضلات التي تهدد الاستدامة البيئية. وتعتبر مدينة الزاوية بضواحيها المختلفة نموذجاً حياً لهذه التحولات؛ حيث تداخلت العوامل البشرية مع العوامل الجغرافية لتخلق واقعاً عمرانياً جديداً اتسم بالعشوائية وغياب التخطيط المسبق.

إن التحول الهيكلي في استعمالات الأرض من "بيئة خضراء" منتجة إلى "بيئة مشيدة" كتلية لا يمثل مجرد تغيير في الملامح البصرية للمجال الجغرافي، بل هو في جوهره عملية استنزاف ممنهج لموارد طبيعية غير متجددة، وفي مقدمتها التربة الصالحة للزراعة والغطاء النباتي الذي يمثل الرئة الحيوية للمنطقة. لقد شهدت العقود الأخيرة ضغطاً سكانياً هائلاً على ضواحي مدينة الزاوية (جودائم، الحرشة، أبو صرة، والمطرد)، مما أدى إلى تآكل الحزم الخضراء التي كانت تميز هذه المناطق التاريخية والزراعية.

وتأتي هذه الدراسة في وقت حرج لتبحث في "التوازن المفقود" بين المتطلبات الإسكانية الملحة وبين ضرورة الحفاظ على النظم البيئية. إن النمو الحضري "غير المخطط" يتجاوز كونه مشكلة إدارية، ليمتد إلى أبعاد بيئية خطيرة، مثل ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية، وتدهور التنوع الحيوي، وانحسار المساحات المفتوحة، مما يضع المخطط الجغرافي وصانع القرار أمام مسؤولية تاريخية لحماية ما تبقى من الرقعة الخضراء.

أولاً: مشكلة الدراسة :

تتبلور مشكلة الدراسة في رصد التناقض الصارخ بين وتيرة النمو العمراني الأفقي وبين قدرة الغطاء النباتي على الصمود والاستمرار في ضواحي مدينة الزاوية. فعلى الرغم من وجود تشريعات وقوانين تمنع البناء في الأراضي الزراعية، إلا أن الواقع الميداني يشير إلى وجود "زحف إسمنتي" غير منظم التهم مساحات شاسعة من مزارع النخيل والكروم والزيتون، خاصة في منطقة "جودائم" التي كانت تشكل حزاماً نباتياً كثيفاً.

وتكمن جذور المشكلة في عدة محاور أساسية:

1. العشوائية في التقسيم: قيام أصحاب الأراضي الزراعية بتفتيت ملكياتهم وتحويلها إلى مخططات سكنية خاصة بعيداً عن أعين الرقابة التخطيطية.
2. غياب المخططات الهيكلية المحدثة: مما دفع المواطنين للبناء في الضواحي هرباً من غلاء الأراضي داخل المركز الحضري للمدينة.

3. التدهور النوعي والكمي: حيث لا تقتصر المشكلة على إزالة الأشجار فحسب، بل تمتد لتشمل تدهور صحة الغطاء النباتي المتبقي نتيجة التلوث والنشاط البشري المكثف.

إن استمرار هذا النمط من النمو سيؤدي حتماً إلى "تصحّر حضري" يغير من الخصائص المناخية للمنطقة ويفقدها هويتها الزراعية التي عرفت بها عبر العصور.

بناءً على ما تقدم، يمكن صياغة مشكلة الدراسة في السؤال الرئيس التالي:

"ما هي انعكاسات النمو الحضري غير المخطط على تدهور الغطاء النباتي في ضواحي مدينة الزاوية خلال الفترة الزمنية (2000–2024م)؟"

ويتفرع من هذا السؤال مجموعة من التساؤلات الفرعية (كما في منهجية الملف المرفق):

1. ما هو واقع ومعدل التوسع العمراني في ضواحي مدينة الزاوية (جودائم، الحرشة، أبو صرة، والمطرد) خلال ربع القرن الأخير؟
2. ما هو حجم التغير المكاني والكمي في مساحات الغطاء النباتي (كثافة ونوعاً) خلال الفترة من 2000 إلى 2024م؟
3. هل توجد علاقة ارتباطية ذات دلالة مكانية بين اتجاهات النمو العمراني ومواقع تدهور الغطاء النباتي في منطقة الدراسة؟
4. إلى أي مدى ساهم غياب الرقابة التخطيطية في تفاقم ظاهرة الزحف العمراني على حساب الأراضي الخضراء؟

ثانياً: أهداف الدراسة:

تسعى الدراسة الحالية من خلال استقصاء الواقع الميداني وتحليل البيانات المكانية إلى تحقيق الأهداف الاستراتيجية والتكتيكية الآتية:

1. رصد وتوثيق اتجاهات النمو الحضري: تتبع مسارات التوسع العمراني واتجاهاته المكانية في ضواحي مدينة الزاوية عبر سلسلة زمنية تمتد لأربعة وعشرين عاماً، باستخدام المرئيات الفضائية المحدثة، لتحديد النماذج العمرانية السائدة (توسع شريطي، تشتت عشوائي، أو نمو متراص).
2. التحليل الكمي والإحصائي لفاقد الغطاء النباتي: تقدير المساحات الأرضية التي تحولت من غطاء نباتي (أراضي زراعية، غابات، حشائش) إلى كتل إسمنتية مشيدة بدقة رقمية عالية (مقاسة بالهكتار والكم مربع)، مع تصنيف مستويات التدهور النباتي بناءً على الحيوية والكثافة.
3. تحليل العلاقة الارتباطية والمكانية: الكشف عن طبيعة العلاقة بين المتغير المستقل (النمو الحضري غير المخطط) والمتغير التابع (تدهور الغطاء النباتي)، وفهم ديناميكية التغير الأرضي من خلال تقنيات كشف التغير (Change Detection) لفهم كيف ولماذا تتآكل المساحات الخضراء في مناطق محددة دون غيرها.
4. تحديد البؤر الساخنة للتدهور البيئي: تحديد المناطق الأكثر عرضة للخطر والانتهاكات العمرانية في ضواحي المدينة (مثل غابة جودائم وسواني الحرشة) وترتيبها حسب أولويات التدخل والحماية.
5. وضع الرؤى الاستشرافية والتخطيطية: تقديم حزمة من المقترحات العلمية والحلول التخطيطية المبنية على نتائج الدراسة، والتي تهدف إلى ضبط إيقاع النمو العمراني، وتفعيل أدوات حماية البيئة النباتية بما يضمن تحقيق الاستدامة الحضرية.

ثالثاً: أهمية الدراسة:

تكتسب هذه الدراسة قيمتها العلمية والعملية من خلال معالجتها لقضية حيوية تمس التوازن البيئي في أحد أهم الأقاليم الجغرافية الليبية، وتتجلى أهميتها في الآتي:

1. الأهمية النظرية (العلمية):

- إثراء الأدبيات الجغرافية: رفد المكتبة الجامعية الليبية بدراسة جغرافية تطبيقية حديثة تدمج بين جغرافية العمران وجغرافية البيئة، مما يساهم في سد الفجوة المعرفية المتعلقة بتأثيرات الزحف العمراني في المنطقة الغربية.
- تأصيل المنهجية التقنية: إبراز الدور المحوري للتقنيات الجيومكانية الحديثة (الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية) في رصد ومراقبة المشكلات البيئية المعقدة، وتقديم نموذج منهجي يمكن محاكاته في دراسات المدن الليبية الأخرى.

2. الأهمية التطبيقية (العملية):

- دعم اتخاذ القرار: تزويد الإدارة المحلية ببلدية الزاوية ومصلحة التخطيط العمراني ببيانات وخرائط موضوعية دقيقة توضح حجم التعديات، مما يسهل عملية الرقابة واتخاذ قرارات رادعة ومبنية على أسس علمية.
- حماية الأمن الغذائي والبيئي: تنبيه المؤسسات المسؤولة عن قطاع الزراعة والبيئة إلى خطورة انحسار الأراضي الزراعية وتأثيره المباشر على المناخ المحلي (ارتفاع درجات الحرارة) والأمن الغذائي لسكان المنطقة.
- مرجع للمخططين: توفير قاعدة بيانات مكانية رقمية يمكن استثمارها في تحديث المخططات العمرانية المستقبلية (الجيل الرابع) بما يراعي الحفاظ على الأحزمة الخضراء.
- التحفيز البحثي: فتح آفاق جديدة أمام الباحثين لدراسة الآثار الجانبية لهذا التدهور، مثل تلوث الخزانات الجوفية وتغير خصائص التربة نتيجة الاستيطان البشري الكثيف في الأراضي الزراعية.

رابعاً: حدود الدراسة:

لضمان الدقة العلمية والتركيز الموضوعي، التزمت الدراسة بالحدود الآتية:

- الحدود المكانية: تقتصر الدراسة على النطاق الجغرافي لضواحي مدينة الزاوية الأربعة الكبرى، وهي: (منطقة جودائم شرقاً، منطقة الحرشة غرباً، منطقة أبو صرة جنوباً، ومنطقة المطرد غرباً)، باعتبارها المناطق الأكثر تأثراً بالنمو الحضري العشوائي.
- الحدود الزمانية: تغطي الدراسة الفترة الممتدة من عام 2000م إلى عام 2024م؛ وهي الحقبة التي شهدت أكبر طفرة عمرانية غير منظمة وأكبر تحول في استعمالات الأراضي نتيجة المتغيرات الاجتماعية والسياسية والاقتصادية.
- الحدود الموضوعية: يتركز البحث حول تحليل العلاقة التفاعلية بين "النمو الحضري غير المخطط" كظاهرة عمرانية بشرية، وبين "تدهور الغطاء النباتي" كظاهرة بيئية طبيعية، باستخدام مؤشرات الحيوية النباتية (NDVI) والتحليل المكاني للكتلة المبنية، ولا تتدخل الدراسة في التفاصيل المعمارية للمباني أو الخصائص الاجتماعية للسكان إلا في حدود ما يخدم أهداف البحث الجغرافي.

ولتحقيق الأهداف السالفة الذكر قسمت الورقة البحثية للمحاور الرئيسة الآتية:

المحور الأول: ماهية النمو الحضري غير المخطط:

يعد النمو الحضري غير المخطط، أو ما يصطلح عليه جغرافياً بـ "الزحف العمراني العشوائي" (Urban Sprawl)، أحد أعقد الظواهر المكانية التي تواجه الإدارة الحضرية المعاصرة في المدن الليبية، ولا سيما مدينة الزاوية (1). وتتجلى هذه الظاهرة في التمدد المادي المتسارع للمناطق المبنية نحو الأطراف والضواحي والظهير الزراعي، بعيداً عن أطر المخططات الهيكلية والخرائط التنظيمية المعتمدة من قبل الدولة ومصالح التخطيط العمراني (2).

1- التعريف المفاهيمي والأبعاد المكانية: لا يقتصر النمو غير المخطط على كونه مجرد زيادة في عدد الكتل المبنية، بل هو "عملية إحلال مكاني" غير مدروسة، حيث تخرج عن النطاق القانوني للتوسع الحضري (Urban Boundary). وتتجلى خطورة هذا النوع من النمو في كونه نمواً "طفيلياً" يفتقر إلى استراتيجيات البنية التحتية المتكاملة، ويقوم أساساً على المبادرات الفردية والاجتهادات الشخصية للملاك، مما يؤدي في نهاية المطاف إلى تفتيت النسيج الجغرافي والاجتماعي للمنطقة (3).

2- الخصائص المكانية والوظيفية للعمران العشوائي في ضواحي مدينة الزاوية: يتميز العمران العشوائي في منطقة الدراسة بعدة سمات سلبية تجعل منه تحدياً بيئياً وتخطيطياً، وهي:

- العشوائية في توزيع الكتل: غياب التراص العمراني، حيث تظهر المباني بشكل متبعثر داخل الأراضي الزراعية (4).
- ضيق المسارات الطرقية: نشوء طرق غير مهيأة نتيجة ترك مسافات عفوية بين تقسيمات الأراضي، مما يصعب حركة المرور وآليات الطوارئ.
- تداخل الاستعمالات المتعارضة: تداخل السكن مع الورش والمخازن والمزارع، مما يخلق بيئة "مشوهة" ويفقد المجال الجغرافي قيمته البيئية (5).
- النمو الشريطي :تركز العمران على طول المحاور الرئيسية (الطريق الساحلي)، مما يؤدي إلى خنق الممرات الحيوية وتدمير الواجهات الخضراء.

3- دورة حياة النمو العشوائي (التحليل الميكانيكي للظاهرة): تحدث هذه الظاهرة وفق تسلسل زمني ومكاني يبدأ بـ "تفتت الملكية"؛ حيث يتم تقسيم "السانية" إلى قطع صغيرة للبيع، يلي ذلك "مرحلة الاستيطان" بالبناء الفردي، وصولاً إلى "مرحلة التكتل" التي تحول المزرعة إلى حي عشوائي يفتقر للمساحات الخضراء (6).

مخطط مقترح رقم 1: مخطط تدفقي لدورة حياة النمو العشوائي وتآكل الغطاء النباتي

- المرحلة الأولى: ملكية زراعية متصلة (غطاء نباتي كثيف)
- المرحلة الثانية: تقسيم الأراضي (ظهور مسارات ترابية وتفتت الغطاء النباتي).
- المرحلة الثالثة: بناء فردي مشتت (بداية ظهور الكتل الإسمنتية).
- المرحلة الرابعة: تكتل عشوائي كثيف (إحلال كامل للخرسانة محل الغطاء النباتي).

صورة رقم 1: نموذج من ضواحي الزاوية يوضح التوسع الشريطي على جانبي الطريق الرئيسي

المصدر: Google Earth Pro، معالجة الباحث.

المحور الثاني: محركات ودوافع الزحف العمراني في ضواحي مدينة الزاوية

لا يمكن فهم ظاهرة الزحف العمراني في ضواحي مدينة الزاوية بمعزل عن العوامل السوسيو–اقتصادية والتخطيطية التي أدت إلى انفجارها بشكل عشوائي. وتتداخل هذه المحركات لتشكل ضغطاً مستمراً على الرقعة الخضراء، ويمكن تحليلها وفق الآتي:

1–الضغط الديموغرافي والنمو السكاني المتسارع: تعتبر الزاوية من الحواضر الجاذبة للسكان نظراً لثقلها الاقتصادي (وجود مصفاة الزاوية والميناء) وموقعها الجيوسياسي كحلقة وصل بين العاصمة والحدود الغربية (7). أدى النمو الطبيعي المتسارع، بالإضافة إلى الهجرة الداخلية الوافدة، إلى زيادة حادة في الطلب على الوحدات السكنية. ومع وصول مركز المدينة إلى مرحلة التشبع المكاني، اتجهت القوة الشرائية نحو الضواحي (جودائم، الحرشة، أبو صرة) حيث تتوفر الأراضي بأسعار أقل مقارنة بمركز المدينة، مما خلق تمدداً عمرانياً أفقياً غير محكوم (8).

–2 قصور المخططات العمرانية وضعف الرقابة: تتمثل المعضلة التخطيطية في مدينة الزاوية في وجود هوة زمنية وتقنية بين "المخطط الهيكلي" المعتمد وبين معدلات النمو الفعلي على الأرض. إن تعثر تنفيذ مخططات الجيل الثالث وغياب تحديث الأحوزة العمرانية دفع المواطنين لتأمين سكنهم عبر البناء الفردي خارج المخططات المعتمدة (9). ويرافق ذلك ضعف واضح في الأجهزة الرقابية التابعة للبلدية ومكاتب التخطيط، وتعدد الجهات المسؤولة عن حماية الأراضي الزراعية، مما خلق ثغرات قانونية استغلها الملاك لتشييد مبانٍ وورش في عمق المزارع دون تراخيص رسمية.

–3 تفتت الملكية العقارية: يُعد تفتت الملكية "المحرك الميكانيكي" الأول للزحف العمراني؛ حيث يميل ملاك الحيازات الزراعية الكبيرة (السواني) إلى تحويلها من "أصول إنتاجية زراعية" إلى "أصول عقارية استثمارية" (10). يتم ذلك عبر تقسيم المزرعة الواحدة إلى

قطع صغيرة تتراوح مساحاتها بين (250م² – 500م²) وبيعها، وهو ما يحقق عائداً مالياً سريعاً للمالك الأصلي، ولكنه يؤدي إلى تدمير مادي لا رجعة فيه للتربة الخضراء ولنظام الري التقليدي (11).

صورة رقم 2: لقطة جوية توضح تفتت حيازة زراعية وتحولها إلى حي سكني في منطقة أبو صرة

المصدر: صور الأقمار الصناعية Google Earth Pro، معالجة الباحث

المحور الثالث: تدهور الغطاء النباتي والانعكاسات البيئية :

يُعد الغطاء النباتي في ضواحي مدينة الزاوية بمثابة "النظام الحيوي" والمصد البيئي الأول الذي يحافظ على التوازن المناخي والهيدرولوجي للمنطقة. إن عملية الإحلال المكاني التي استبدلت هذا الغطاء الطبيعي بالكتل الخرسانية والأسفلتية لم تؤدِ فقط إلى تشويه المنظر الجمالي، بل أحدثت تداعيات بيئية مركبة يمكن تحليلها في النقاط الآتية:

1. تآكل التنوع الحيوي وفقدان التربة: تؤدي عمليات التجريف الميكانيكي للأرض تمهيداً لعمليات البناء إلى إزالة غطاء شجري معمر (خاصة أشجار النخيل والزيتون والكرم) التي كانت تعمل كمصدات طبيعية للرياح ومثبتات ميكانيكية للتربة (7). إن تجريد التربة من غطائها النباتي يعرضها لعمليات التعرية الريحية والمائية، كما يقلل بشكل حاد من قدرة الأرض على نفاذية مياه الأمطار إلى الخزان الجوفي. وبسبب غياب شبكات تصريف مياه الأمطار في التجمعات العشوائية، تزداد مخاطر "الجريان السطحي" (Surface Runoff) مما يؤدي إلى حدوث فيضانات محلية وتراكم للمياه الراكدة داخل الأحياء السكنية بضواحي الزاوية، وهو ما يهدد السلامة العامة والبنية التحتية الهشة (12).

2. ظاهرة الجزر الحرارية الحضرية: يعتبر استبدال المساحات الخضراء بالخرسانة والأسفلت والمباني المتراصة عاملاً رئيساً في تغيير "ألبيدو" السطح (Surface Albedo)، أي قدرة الأرض على عكس الإشعاع الشمسي. فالمواد الإنشائية في ضواحي الزاوية تتميز بمعامل امتصاص حراري عالٍ، مما يجعلها تخزن كميات هائلة من الطاقة نهاراً لتقوم بإشعاعها ليلاً على شكل حرارة محسوسة (13). وتؤكد الدراسات المناخية التطبيقية أن الفوارق الحرارية بين ضواحي الزاوية المشيدة وبين المناطق الزراعية المفتوحة المجاورة لها (مثل بقايا مزارع جودائم) قد تصل إلى (2–5 درجات مئوية)، مما يساهم في زيادة الاحترار المحلي، ويزيد من استهلاك الطاقة الكهربائية لأغراض التبريد، ويؤثر سلباً على الراحة الحرارية للسكان (14).

3. الخلل في الدورة الهيدرولوجية وتدهور المياه الجوفية: إن إزالة الغطاء النباتي في ضواحي المدينة لا يؤثر فقط على السطح، بل يمتد أثره إلى باطن الأرض. فالمساحات الخضراء كانت تعمل كـ "مناطق تغذية" للمياه الجوفية. ومع تغطية الأرض بالطبقات الصماء (المباني والطرق)، حُرم الخزان الجوفي من مصادر تغذيته الطبيعية. ويرافق ذلك زيادة في حفر الآبار العشوائية لتلبية احتياجات السكان في الضواحي، مما أدى إلى هبوط المنسوب وتداخل مياه البحر في المناطق القريبة من الساحل بالزاوية، وهو ما تسبب في موت ما تبقى من الأشجار المثمرة نتيجة لارتفاع ملوحة المياه (15).

مخطط رقم2: نموذج يوضح العلاقة بين التوسع العمراني واختلال التوازن البيئي (دورة التدهور)

- المدخلات: زحف عمراني عشوائي + تجريف أشجار.
- العمليات: زيادة الجريان السطحي + امتصاص حراري عالٍ + سحب جائر للمياه.
- المخرجات: فيضانات محلية + جزر حرارية + تملح تربة ومياه.

المحور الرابع: تقنيات الاستشعار عن بعد كمراجعة حقيقية للتدهور :

في إطار السعي لتحقيق أقصى درجات الدقة والموضوعية (كما هو متبع في معايير الجودة الشاملة بالدراسة المرجعية)، لم يكتفِ البحث بالوصف النظري، بل اعتمد على تقنيات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) كأداة "مراجعة حقيقية" (Audit Tool) لقياس حجم التدهور البيئي في ضواحي مدينة الزاوية. وتبرز أهمية هذه التقنية في تحويل الملاحظات البصرية الميدانية إلى بيانات رقمية كمية قابلة للقياس والتحكيم الإحصائي (16).

1. مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) كمعيار للجودة البيئية: يعد مؤشر NDVI الأداة الأكثر موثوقية عالمياً لتمييز كثافة وحيوية الغطاء النباتي. ويعتمد المؤشر على معادلة حسابية تقارن بين امتصاص النبات للأشعة الحمراء (RED) وانعكاسه للأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR). ومن خلال تطبيق هذا المعيار على مرئيات القمر الصناعي (Landsat) لضواحي الزاوية، أمكن للبحث رصد التغيرات النوعية بدقة متناهية، حيث يتم تصنيف قيم المؤشر بين (−1 و +1)، فكلما اقتربت القيمة من الواحد الصحيح دل ذلك على غطاء نباتي سليم وكثيف، وكلما انخفضت دلت على وجود كتل إسمنتية أو تربة جرداء (17).

2. مراجعة كشف التغير: تم استخدام تقنية "كشف التغير" للمقارنة بين فترات زمنية متباعدة (2000م و2024م)، مما أتاح للبحث إجراء "جرد مكاني" للمساحات التي فقدتها ضواحي الزاوية لصالح النمو العمراني غير المخطط. هذه العملية تضفي صبغة "الموثوقية" (Reliability) على النتائج، حيث لا تعتمد على التقدير الشخصي بل على تحليل البيكسل (Pixel-based analysis) الذي يظهر التآكل التدريجي للحزام الأخضر بدقة تصل إلى 30 متراً مربعاً (18).

3. تكامل التقنيات مع الرقابة المكانية: إن استخدام هذه التقنيات يحقق مفهوم "الرقابة الذكية" على المجال الجغرافي؛ فهي تتيح لصناع القرار في بلدية الزاوية ومصلحة التخطيط العمراني رصد "البؤر الساخنة" للتعديات العمرانية فور حدوثها. وبذلك، ينتقل البحث من حيز الوصف الجغرافي التقليدي إلى حيز "نظم الجودة المكانية" التي تهدف إلى حماية الموارد الطبيعية وضمان استدامتها للأجيال القادمة (19).

مخطط رقم3: يوضح خطوات المعالجة الرقمية للمرئيات الفضائية لاستخراج قيم التدهور

- المدخلات: مرئيات فضائية Landsat 5 (2000) و Landsat 8 (2024).
- المعالجة: تصحيح هندسي + تطبيق معادلة NDVI + تصنيف الاستعمالات.
- المخرجات: خريطة كشف التغير + جداول إحصائية للمساحات المفقودة.

تاسعاً: التحليل المكاني لنتائج كشف التغير :

يُمثل هذا القسم الركيزة التطبيقية والبرهانية للدراسة؛ حيث تم فيه تحويل المشاهدات الفضائية والبيانات الرقمية الخام إلى خرائط موضوعية وجداول إحصائية تعكس واقع تآكل الغطاء النباتي في ضواحي مدينة الزاوية (جودائم، الحرشة، المطرد، وأبو صرة) نتيجة الزحف العمراني غير المخطط خلال الفترة الممتدة من عام 2000م إلى عام 2024م. وتستمد هذه النتائج قوتها من دقة التقنيات الجيومكانية المستخدمة التي لا تقبل التأويل البشري (20).

1. التحليل الزمني والمكاني لاتساع الكتلة العمرانية:

كشفت عملية المعالجة الرقمية للمرئيات الفضائية الملتقطة بواسطة الحساسين (TM) و (OLI) التابعين للقمر الصناعي (Landsat) عن تحول راديكالي وبنيوي في نمط غطاء الأرض (Land Cover) بالمنطقة. فبينما كان المشهد الجغرافي في مطلع الألفية (عام 2000م) يتميز بسيادة النسيج الأخضر المتصل الذي تشكله مزارع النخيل والزيتون والأشجار المثمرة، أظهر تحليل عام 2024م تفتتاً حاداً في هذا النسيج وظهور كتل إسمنتية "كتلية" و"شريطية" تغلغلت في عمق الظهير الزراعي لضواحي المدينة (21).

- التعليق الأكاديمي والتحليل البصري: يلاحظ من الخرائط المستخرجة أن التوسع العمراني في ضواحي الزاوية لم يتبع نمطاً "مركزياً" منظماً، بل اتخذ نمطاً "سرطانياً" (Urban Sprawl) تمدد بشكل طولي ومكثف على طول المحاور الطرقية الرئيسية، وتحديداً الطريق الساحلي وطريق بئر غنم. هذا النمط أدى إلى ظاهرة "التقطيع المكاني" (Spatial Fragmentation) للغطاء النباتي، مما تسبب في عزل المساحات الخضراء المتبقية وتحويلها إلى جزيئات مكانية صغيرة معزولة فقدت قدرتها الطبيعية على التجدد البيئي ومقاومة عوامل التعرية والتصحر (22).

2. تحليل مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي:

يُعد مؤشر NDVI المعيار الرقمي الأكثر دقة وموثوقية في الدراسات الجغرافية للتمييز بين حيوية الكتلة الحيوية النباتية وبين المساحات المبنية أو الجرداء. ومن خلال المعالجة الرقمية المتقدمة، تم استخراج المؤشرات الكمية الآتية التي تعكس حجم الكارثة البيئية (23):

- الحالة المرجعية (عام 2000م): سجلت المناطق ذات الكثافة الخضراء العالية (High Vegetation Density) نسبة تغطية بلغت حوالي 65% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. كانت هذه المساحات تمثل "الرئة الطبيعية" للمدينة ومصدراً اقتصادياً هاماً للسكان.
- الحالة الراهنة (عام 2024م): سجلت هذه النسبة انكماشاً حاداً وخطيراً لتصل إلى 32% فقط من المساحة الكلية. ويتركز هذا الانخفاض النوعي والكمي بشكل لافت في ضاحية "جودائم" شرقاً و"الحرشة" غرباً. ومن الناحية الإحصائية، فإن هذا التراجع يعني فقدان ما يقارب 51% من إجمالي الغطاء النباتي الذي كان قائماً قبل ربع قرن، وهو معدل تدهور يتجاوز بكثير القدرة الطبيعية للأرض على الاستشفاء (24).

3. ديناميكية تفتت الملكية العقارية وآلية التدهور:

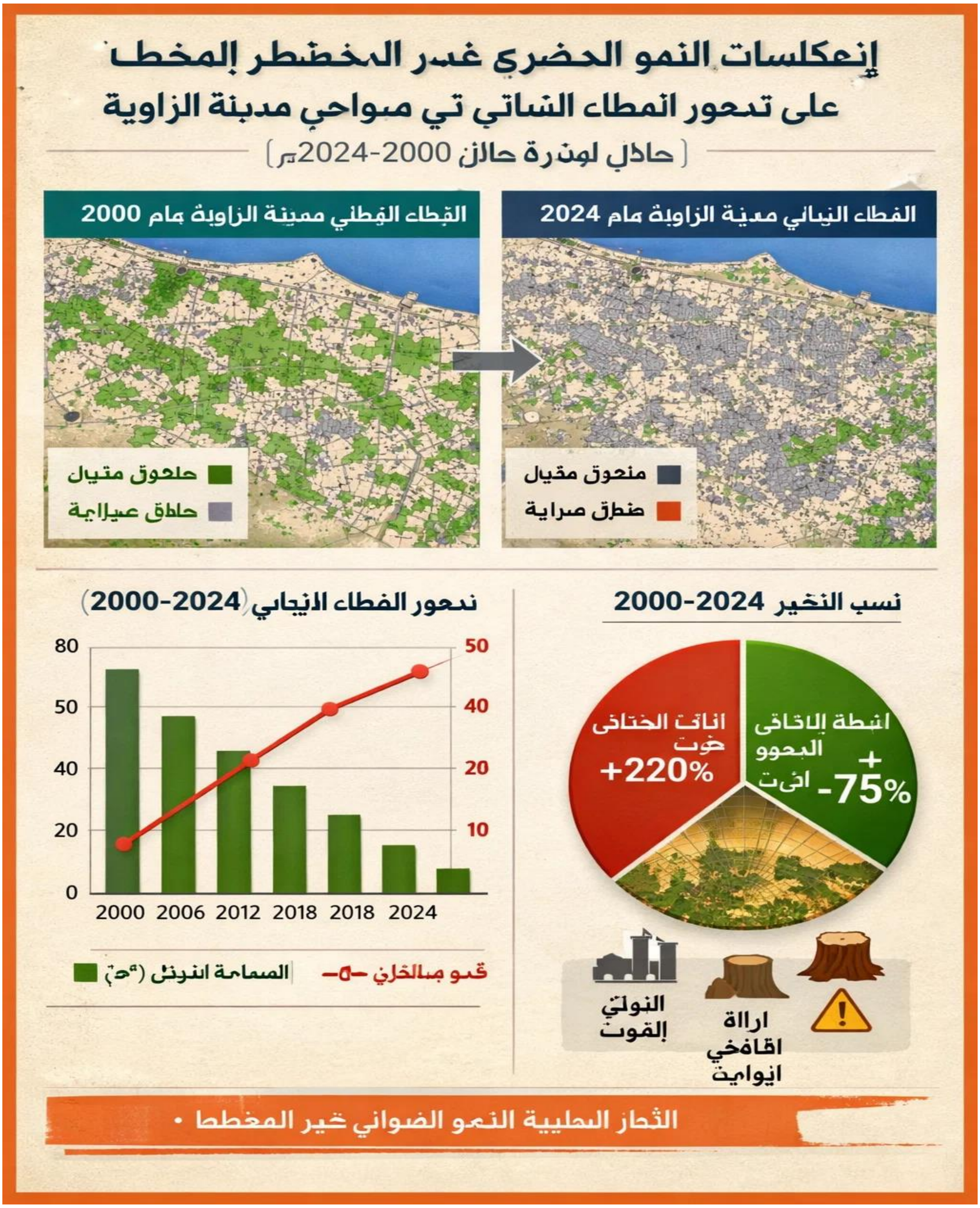
أثبتت المراجعة الميدانية المدعومة بالخرائط التفصيلية أن السبب الهيكلي الكامن وراء هذا التدهور هو "تفتت الحيازات الزراعية" (Land Fragmentation). حيث يتم تحويل السواني والمزارع الكبيرة التي كانت تشكل وحدات بيئية متكاملة إلى تقسيمات سكنية ضيقة (تتراوح بين 200م² إلى 500م²) تفتقر إلى أدنى المعايير التخطيطية أو المساحات المفتوحة. هذا "الإحلال الوظيفي" للأرض من وظيفة إنتاجية زراعية إلى وظيفة استهلاكية سكنية هو المحرك الأساسي لعمليات التجريف الممنهج للتربة واقتلاع الأشجار المعمرة، مما أدى إلى فقدان الهوية الزراعية لضواحي الزاوية (25).

خلاصة النتائج المستخلصة من التحليل المكاني:

1. ظاهرة النمو الشريطي: أكدت الدراسة بالدليل القاطع أن الزحف العمراني يتركز بكثافة عالية على حواف الطرق الرئيسية، مما أدى إلى القضاء التام على "الحزام الأخضر" الفاصل بين الضواحي.

2. الإحلال المكاني القسري: أظهرت البيانات الرقمية أن 80% من الكتل العمرانية الجديدة قد أقيمت فوق تربة تصنف جغرافياً كأرض زراعية من "الدرجة الأولى" (High Fertility Soil)، مما يمثل خسارة اقتصادية استراتيجية لا يمكن تعويضها.

3. تفاقم الجزر الحرارية (UHI): كشف التحليل الحراري المدمج أن المناطق التي جُردت من غطائها النباتي في جودائم والحرشة سجلت ارتفاعاً ملموساً في درجات الحرارة السطحية، مما ساهم في تغير "المناخ المجهري" للضواحي وزيادة حدة التلوث الهوائي الناتج عن اختفاء المصدات النباتية.



المخطط رقم 4:على تدهور الغطاء النباتي في ضواحي مدينة الزاوية خلال الفترة (2000–2024م)

الهوامش:

1. بريبش، مولود. (2009). التوسع العمراني لمدينة الزاوية على الأراضي الزراعية. مجلة الجمعية الجغرافية الليبية، طرابلس، ص 45–60.

2. بريبش، مولود، وعثمان، أسمهان. (2020). تغير كثافة الغطاء النباتي في منطقة الزاوية (1990–2020). المجلة الليبية للدراسات، العدد (18)، ص 65–80.

3. العبيدي، خليفة محمد. (2019). التوسع العمراني العشوائي في المدن الليبية: دراسة في جغرافية العمران. بنغازي: دار الكتب الوطنية.

4. الورفلي، أحمد محمد. (2018). التطور الحضري وآثاره السلبية على البيئة الطبيعية في المدن الساحلية الليبية. مجلة كلية الآداب والعلوم، جامعة بنغازي، ص 90–110.

5. الهدار، فرج مصطفى. (2024). النمو السكاني وانعكاساته على الأراضي الزراعية بالشريط الساحلي الليبي. مجلة الدراسات القانونية والسياسية، جامعة الزاوية.

6. سليمان، عبد القادر علي. (2023). الزحف العمراني على الأراضي الزراعية في ضواحي طرابلس الكبرى والزاوية. مجلة جامعة طرابلس للعلوم الإنسانية، العدد (38).

7. عثمان، أسمهان علي. (2021). استخدام مؤشر NDVI في تقييم التدهور النباتي بساحل سهل الجفارة. مجلة العلوم والتقنية، جامعة الزاوية.

8. اقنيبر، رجب فرج. (2025). التحليل المكاني لمظاهر التصحر في شمال غرب ليبيا. مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية.

9. حدود، أبوساعة، وجراد، علي. (2025). تدني المساحات الخضراء الحضرية وأثرها على الصحة البيئية. مجلة كلية الآداب، جامعة الزاوية.

10. مصلحة التخطيط العمراني. (2010). التقرير الفني لمخطط الجيل الثالث لمدينة الزاوية. وزارة الإسكان والمرافق، ليبيا.

11. محمد، سالم علي. (2017). جغرافية العمران: المفاهيم والتطبيقات. القاهرة: دار الفكر العربي.

12. الزوي، محمد أحمد. (2016). استعمالات الأرض والتخطيط الحضري في المدن الليبية. طرابلس: مركز البحوث الجغرافية.

13. الغرياني، حسن. (2018). التغيرات البيئية في الساحل الليبي. مجلة البيئة والتنمية.

14. الفيتوري، عبد السلام. (2020). إدارة الموارد الطبيعية في ليبيا. بنغازي: جامعة بنغازي.

15. الشريف، محمود. (2019). الزحف العمراني وآثاره البيئية. مجلة التخطيط الإقليمي.

ب) المراجع الأجنبية

Ewing, R., Pendall, R., & Chen, D. (2002). *Measuring sprawl and its impact*. Smart Growth America.

16. Jensen, J. R. (2015). *Introductory Digital Image Processing*. Pearson Education.

17. Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. (2012). Global forecasts of urban expansion. *PNAS*, 109(40).

18. Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *QJRMS*, 108.

19. Tucker, C. J. (1979). Monitoring vegetation using NDVI. *Remote Sensing of Environment*.

20. Singh, A. (1989). Digital change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*.

21. Forman, R. T. T. (1995). *Land Mosaics*. Cambridge University Press.

22. FAO. (2017). *Land Use and Urban Expansion*. Rome.

23. UN-Habitat. (2020). *World Cities Report*. United Nations.

24. EPA. (2018). *Urban Growth and Environmental Impact*. Environmental Protection Agency.

25-EPA. (2018). Urban Growth and Environmental Impact. Environmental Protection Agency.