مجلة جامعة دمشق لبحوث الزلازل والكوارث
المجلد 2 العدد(1) – 2025: 41-58

Damascus University Journal of Earthquake and Disaster Research
Vo 2 number (1) -2025: 41-58

استعمال تطبيقات الاستشعار عن بعد في تحديد انحسار الغطاء النباتي الناجم عن الزحف العمراني والحد من تأثيراته البيئية في منطقة داريا في ريف دمشق

علي إبراهيم صالح [1*] رانيه عبد الغني الأحمر [2] حسين عزيز صالح [3]

[1*]. طالب م.ت.ت في علوم إدارة مخاطر الكوارث اختصاص هندسة التخفيف من الكوارث وإعادة الإعمار، المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية–جامعة دمشق. ali.saleh@damascusuniversity.edu.sy

[2]. دكتور، مهندس، عضو هيئة فنية في قسم الهندسة الإنشائية الزلزالية، المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية–جامعة دمشق. rania.alahmar@damascusuniversity.edu.sy

[3]. دكتور، أستاذ في قسم الهندسة الإنشائية الزلزالية، المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية–جامعة دمشق. hussain.saleh@damascusuniversity.edu.sy

الملخص:

يؤدي تكامل تقنيات الاستشعار عن بعد مع نظم المعلومات الجغرافية إلى وجود وسائل بحثية متطورة وخرائط غرضية تساعد في دراسة وتقييم ومراقبة تغيرات الموارد الطبيعية.

تساعد عمليات التحليل والتقييم لبيانات ومعلومات هذه الخرائط على فهم أفضل للوضع الحالي للتوسع العمراني في هذه المناطق، وبالتالي اقتراح سيناريوهات أكثر واقعية من أجل تخطيط هذه المناطق على نحوٍ حضري بحيث تكون أكثر أماناً واستدامةً. تكمن الأهمية العلمية لهذا البحث في تحديد نسبة انحسار الغطاء النباتي لمنطقة داريا في ريف دمشق، وذلك بالاستفادة من هذا التكامل التقاني في رسم خرائط الزحف العمراني للمنطقة المدروسة، وبالتالي تبيان مدى انتشار هذا الزحف بالاعتماد على مؤشري التغيّر الطبيعي للغطاء النباتي والتغيّر الطبيعي للنمو العمراني. تبيّن النتائج الحالية اتساع الرقعة العمرانية مقابل تراجع مساحة الأراضي الزراعية في المنطقة المدروسة مع تحديد نسبها ومساحة انتشارها، مما يؤثر على ازدياد حدة الكوارث والمخاطر التي تهدد سلامة البيئة والأمن الغذائي في منطقة داريا والمناطق المجاورة لها.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد، الزحف العمراني، نظم المعلومات الجغرافية، مؤشر التغيير الطبيعي للغطاء النباتي، مؤشر التغير الطبيعي للنمو الحضري.

تاريخ الإيداع: 2024/5/12
تاريخ القبول: 2024/9/2

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب CC BY-NC-SA

The use of Remote Sensing applications for determining the vegetation decline resulting from the urban sprawl and reducing its environmental impacts in Daraya District in the Damascus Countryside

Ali Ibrahim Saleh[*1] Rania Abdulghani Al-Ahmar[2] Hussain Aziz Saleh[3]

*[1]. Professional Master's student in Disaster Risk Management Sciences (P.M.D.R.M) - Higher Institute of Earthquake Studies and Research - Damascus University. ali.saleh@damascusuniversity.edu.sy

[2]. Dr., Department of Structural Earthquake Engineering - Higher Institute of Earthquake Studies and Research - Damascus University. rania.alahmar@damascusuniversity.edu.sy

[3]. Prof., Department of Structural Earthquake Engineering - Higher Institute of Earthquake Studies and Research - Damascus University. hussain.saleh@damascusuniversity.edu.sy

Received: 12/5/2024
Accepted: 2/9/2024

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

Abstract:

The integration of remote sensing technologies with geographic information systems results in advanced research tools and purpose maps that help in studying, evaluating and monitoring changes in natural resources. The analysis and evaluation of the data and information from these maps helps to better understand the current state of urban expansion in these areas, and thus suggest more realistic scenarios for planning these areas in an urban manner that is safer and more sustainable. The scientific importance of this research lies in determining the percentage of vegetation cover decline in the Daraya area in the Damascus countryside, by taking advantage of this technical integration in drawing urban sprawl maps for the studied area, and thus showing the extent of the spread of this sprawl based on both the natural change index of vegetation cover and the natural change index of urban growth. The current results show the expansion of the urban area compared to the decline in the area of agricultural land in the studied area, and the impact of this expansion on the increase of disasters and hazards that threaten the safety of the environment and food security in the Daraya region and its surrounding areas.

Keywords: Remote Sensing (RS), Urban Sprawl, Geographic Information Systems (GISs), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Built-up Index (NDBI)

المقدمة:

تُعدُّ مشكلة الزحف العمراني على الأراضي الزراعية من المشكلات المستعصية التي تعاني منها معظم دول العالم، ولاسيَّما الدول النامية التي تواجه زيادات سكانية سريعة. يُعّرف التوسع العمراني على أنه الزيادة المستمرة في أعداد السكان سواء كان ذلك في سكن منتظم أو غير منتظم، إذ يؤدي ذلك إلى زيادة الاستعمال غير الفعَّال للأراضي الزراعية محدثاً بذلك خلل في التوازن البيئي، ولا سيَّما في استحداث الأحياء السكنية في هذه الأراضي الزراعية أو بجوارها (خليفة، 2020). نتيجة لذلك، تتناقص مساحة الغطاء النباتي باستمرار حول المدن مع زيادة مساحة البناء، إذْ أنّ النمو العشوائي للأبنية يزيد من التلوث البيئي، وانخفاض نصيب الفرد من الأراضي الزراعية المنتجة، إلخ (قبها، 2014). لذلك، يُعدُّ تحليل الغطاء النباتي باستخدام التقنيات المتطورة وأنشطة التخطيط، ومن ثم الاستخدام الدقيق لبياناته ومعلوماته في الوقت المناسب عاملاً مهمّاً في الحفاظ على التوازن بين البيئة والمجتمع والاقتصاد لتحقيق مجتمع مستدام (Saleh and Allaert, 2011).

في هذا المجال، تستخدم أنظمة الاستشعار عن بعد (Remote Sensing, RS) لدراسة هذا الغطاء وتغيراته المستمرة على نطاق واسع، وذلك من خلال استخراج بيانات هذا الغطاء على شكل رقمي من معالجة الصور الفضائية (satellite images) لأنظمة الاستشعار عن بعد (Saleh, 2016). تكمن أهمية هذه الأنظمة في توفير المعلومات عن المناطق التي يصعب الوصول إليها، إضافةً إلى تأمين تغطية مساحة أكبر لمنطقة الدراسة بالسرعة والدقة والشمولية وتوفير الجهد والكلفة. تغطي هذه الصور الفضائية مساحات شاسعة من سطح الكرة الأرضية، وتتضمن مجموعة البيانات البيئية والمعالم الخاصة الجغرافية لشكل الأرض التي تساعد في دعم مراقبة الغطاء النباتي وإدارة موارده الطبيعية. يمكن استخراج المعلومات المفيدة على نحوٍ سريع من هذه البيانات الجيومكانية الضخمة (Big Geo-Spatial Data)، ومعالجتها بدقة عالية باستخدام تقنيات النمذجة الحاسوبية التي تُعد واحدة من الطرق الرائدة والفعالة لتفسير العديد من المعلومات المفيدة المتعلقة بدراسة وتحليل الغطاء النباتي (Saleh, 2016).

توجد دراسات مرجعية عدّة تناولت استخدام الاستشعار عن بعد في دراسة مشكلة الزحف العمراني على الأراضي الزراعية، ولا سيّما في سورية والدول المجاورة (زيدان، 2022؛ عيد و الويش، 2015؛ Al-Tarawneh Wafa, 2014). نوقشت في هذه الدراسات، على سبيل المثال، موضوع توزيع الأراضي الزراعية في سورية باستعمال الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، والوقوف على العوامل الطبيعية والبشرية التي أدت إلى تراجع مساحة الأراضي الزراعية في الوقت الذي عانت منه سورية من أحداث الحرب الحالية المستمرة منذ آذار 2011. لقد استخدمت الصور الفضائية التي أعطت صورة واضحة تبين تأثير تلك العوامل في توزيع الأراضي الزراعية (زيدان، 2022). كما نوقشت إحدى هذه الدراسات تغيرات الغطاء النباتي باستعمال تقنيات الاستشعار عن بعد من خلال تطبيق قرينة التغيرات النباتية في محافظة الحسكة. إن طرق كشف التغيرات المستخدمة في هذه الدراسة وتطبيقها على مرئيات – Index Vegetation Modis أظهرت حالة النبات، ومساحة انتشاره في الموقع المدروس، إضافةً إلى معرفة تغير الغطاء النباتي مع مرور الزمن، ووضع قواعد بيانات تفيد في معرفة حالة النبات، والمراقبة الدورية لتغيراته (عيد والويش، 2015). تناولت دراسة أخرى مسألة التعرف على أثر الزحف العمراني على الأراضي الزراعية في مدينة جنين، وأسباب هذا الزحف الناجم عن عوامل سياسية واقتصادية واجتماعية، إلخ (قبها، 2014). لقد اشارت نتائج هذه الدراسة إلى أن فقدان مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية يعود إلى غياب التخطيط، وقصور دور المؤسسات الأهلية والحكومية في الحد

من مشكلة الزحف العمراني في المدينة، وإعطاء تراخيص البناء فوق الأراضي الزراعية، إلخ (قبها، 2014). ناقشت دراسة أخرى تأثير ظاهرة الزحف العمراني على الاقتصاد والبيئة والأمن الغذائي الوطني في الأردن (AL-Tarawneh Wafa, 2014)، وعرضت أسبابها وآثارها وعلاقتها مع موضوع تخطيط استخدام الأراضي. أشارت هذه الدراسة أيضاً إلى التجارب العربية والعالمية في مجال الزحف العمراني وكيفية الحد منه، إذْ أوضحت إمكانية استخدام النموذج المصري في مواجهة الزحف العمراني في الأردن، إضافةً إلى نموذج مقاطعة أونتاريو (Ontario) الكندية لأن هذه التجارب أثبتت جدواها في الحد من هذه المشكلة في تلك المناطق، مع إجراء التحليل المطلوب باستخدام المسح الميداني والتصوير الفوتوغرافي والصور الجوية (AL-Tarawneh Wafa, 2014).

تتناول الدراسة الحالية الأسباب التي أدت إلى مشكلة الزحف العمراني في المدن السورية، ولا سيَّما في منطقة داريا في ريف دمشق التي شهدت توسعاً أفقياً كبيراً يشكل خطراً واضحاً على الأراضي الزراعية، وعلى التخطيط الحضري في المدينة (صالح، 2024). نظراً لتحول استعمالات الأراضي الزراعية إلى سكنية وصناعية، كان لابد من تحديد المخاطر الناجمة عن هذه المشكلة، والآثار البيئية المترتبة عن ذلك، ودور البلديات والجهات ذات العلاقة في الحد من هذه المشكلة في منطقة داريا باستعمال تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

1- هدف البحث وأهميته:

تهدف هذه الورقة على بشكل اساسي إلى تقييم التغير الحاصل على مساحات كل من الأراضي الزراعية والبناء في منطقة داريا بالاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد من خلال استخدام مؤشرات مثل مؤشر التغير الطبيعي للغطاء النباتي (Normalized Difference Vegetation Index NDVI)، ومؤشر التغير الطبيعي للنمو العمراني (Normalized Difference Built-up Index, NDBI)، ومن ثم تحديد نسب انحسار الأراضي الزراعية وتزايد البناء خلال الفترة الممتدة من عام 1984 وحتى عام 2022.

تأتي أهمية هذا البحث في تبيان أهمية استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في رسم خرائط الزحف العمراني لمنطقة داريا، ومدى انتشار هذا الزحف وتحديد مؤشرات النمو العمراني واتجاهاته وحجمه التي تساعد المخططين على فهم أفضل لواقع التوسع العمراني، وبالتالي الحصول على دراسات تطبيقية تساعد على وضع سيناريوهات تحاكي على نحو أفضل من أجل التخطيط الحضري. تناول البحث أيضاً وضع بعض الإجراءات والأساليب التي تساعد في الحد من تأثيرات هذا الزحف العمراني في منطقة داريا، وإيجاد الحلول المستديمة والخطط العملية والتقنيات المتطورة التي يمكن استعمالها في الحد من خطر الزحف العمراني على المستوى المحلي والوطني.

2- مواد البحث وطرائقه:

يؤمن استخدام نظام الاستشعار عن بعد المقترن مع نظم المعلومات الجغرافية أدوات فعالة في رسم خرائط الغطاء الأرضي وتحديد وفهم التغيرات السطحية على الأرض والمعلومات عن موارد الأراضي القيِّمة والفعالة للتخطيط الحضري والبنية التحتية لدول العالم كافة وخاصة البلدان النامية. استُعمِلت الصور الفضائية والجوية في رصد التغيرات الحاصلة على المنطقة المدروسة من خلال المقارنة بين هذه الصور خلال مراحل زمنية مختلفة للفترة المحددة للدراسة، ومن ثم معرفة مساحة الأراضي الزراعية المتآكلة نتيجة التوسع العمراني. كما استُعمِلت نظم المعلومات الجغرافية في رسم وإنتاج الخرائط وقياس المساحات الأراضي الزراعية والعمرانية خلال مراحل زمنية مختلفة من فترة الدراسة.

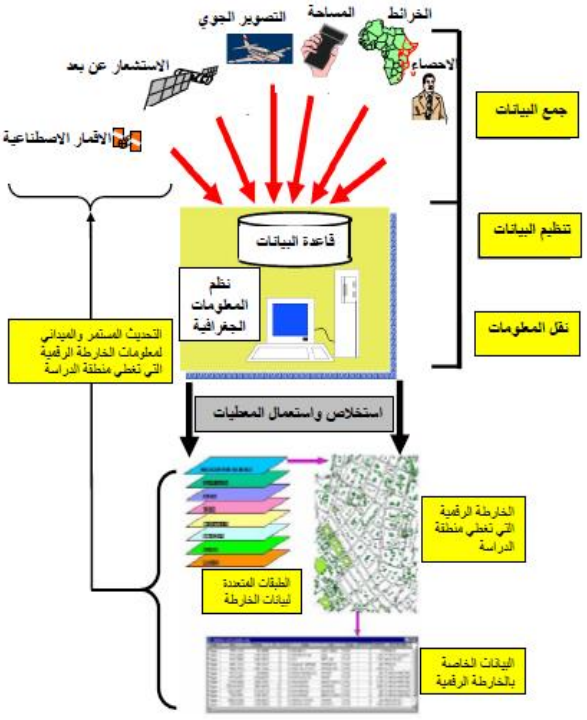
أما بالنسبة لمصادر المعلومات، فقد استُعمِلت مصادر عدّة للبيانات اللازمة لإنجاز هذه الدراسة، أهمها ما يلي:

1) المصادر الرسمية التي تضم المعلومات والبيانات والدراسات والخرائط والمخططات حول موضوع الدراسة والصادرة عن الدوائر الرسمية مثل وزارة الإدارة المحلية والبيئة، وبلدية داريا.

2) المصادر شبه الرسمية التي تشمل الأبحاث والدراسات الصادرة عن المعاهد والمراكز البحثية (صالح، 2024).

3) المصادر الخاصة من خلال تسجيل الملاحظات من خلال المقابلات المباشرة مع بعض المختصين، ولا سيَّما في بلدية داريا، ووزارة الإدارة المحلية والبيئة.

4) بعض الخرائط والصور الفضائية والجوية (google earth –USGS).



الشكل (1) التقنيات الجيومعلوماتية واستخداماتها في تشكيل قاعدة البيانات والخرائط الرقمية (Saleh, 2016).

2-1-التقنيات الجيومعلوماتية:

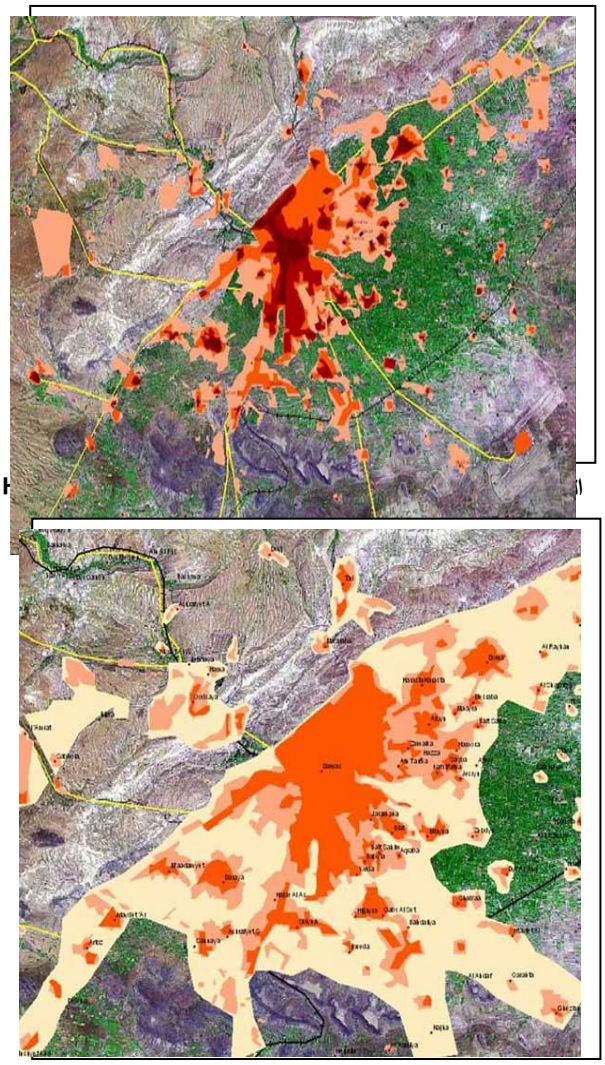
توفر التقنيات الجيومعلوماتية (geoinformation technologies) أدوات متطورة في تفسير وتحليل الصور الفضائية والجوية على نحوٍ دوري بأساليب التحليل البصري أو التحليل الرقمي واستخلاص المعلومات وتقديمها (في أقل وقت ممكن وبتكلفة منخفضة) على شكل صور مُعالجة وخرائط وتقارير وجداول احصائية تساعد في تنفيذ كثير من الأهداف والتطبيقات المتنوعة، إلخ (Saleh, 2016). تشمل التقنيات الجيومعلوماتية [كما هو موضح في الشكل (1)] التخصصات العلمية المتنوعة مثل التصوير الجوي، نظم المعلومات الجغرافية (geographic information systems)، والأنظمة العالمية لتحديد المواقع باستخدام الأقمار الصناعية (global navigation satellite systems)، والاستشعار عن بعد (remote sensing)، والتطبيقات الحاسوبية وقواعد البيانات، والمعالجة الرسومية، والعلوم المساحية ورسم الخرائط، والإحصاءات، الخ.

2-2 أسباب الزحف العمراني وآثاره:

يُقصد بالزحف العمراني توسع المدينة وضواحيها على حساب الأراضي الزراعية والمناطق التي تحيط بها، حيث تؤدي هذه الظاهرة إلى تحويل المناطق الريفية إلى مدن كبيرة بكثافة سكانية عالية على نحو تدريجي. يمكن تعريف الزحف العمراني أيضاً بأنه توسع المنشآت العمرانية على حساب الأراضي الزراعية المخصصة للاستغلال والإنتاج الزراعي، وقد يكون هذا التوسع غير منسق وغير منظم وغير مخطط له، مما يؤدي إلى عدم التساوي في توزيع الموارد الطبيعية والخدمات على السكان، وبالتالي يُعدِّ مشكلة قاسية تعاني منها معظم دول العالم (قبها، 2014).

توجد أسباب عدّة لحدوث الزحف العمراني، أهمها: الزيادة السكانية للمدن، هجرة السكان من الريف الى المدينة، زيادة الأنشطة التجارية والصناعية المترافق مع تنوع وسائل المواصلات الكثيرة التي تؤثر على جودة الهواء الناتج عن

عوادم السيارات، انحسار الغطاء النباتي، التصحر، وقلة المياه وتلوثها بسبب المخلفات الناجمة عن الاستعمال البشري وأعمال البناء، وانخفاض إنتاج الغذاء وارتفاع تكلفته، إلخ (Saleh and Allaert, 2011).



الشكل (3) التوسع المستقبلي لدمشق وضواحيها حتى عام 2020 (HCSR, 2017).

3-3- المخاطر البيئية الناجمة عن الزحف العمراني في سورية

مرت سورية خلال العقود الخمسة الماضية (حتى بداية الأزمة الحالية منذ آذار 2011) بتغيرات هائلة وحققت تطورات كبيرة على الحياة الاجتماعية والاقتصادية للبلاد. في الفترة ذاتها، ارتفع عدد سكان سورية من أقل من 3 ملايين في عام 1970 إلى أكثر من 24 مليون نسمة في بداية عام 2011. على أية حال، فإن هذا الاقتصاد الذي ترك أثراً إيجابياً على سبل عيش الناس لم يكن خالياً من الخطر، حيث يجري استخدام الموارد الطبيعية على نحوٍ غير مستدام، وأنّ توفير الخدمات للمجتمعات المحلية والبنية التحتية الإنمائية معرض لخطر الكوارث التي يمكن أن تؤثر سلباً على وتيرة النمو إذا لم تؤخذ في الاعتبار على النحو الواجب في خطط التنمية (Saleh, 2017). علاوة على ذلك، إن هذه البيئة الهشة تتعرض للتهديد بسبب الكوارث والمخاطر مثل الزلازل والجفاف، نقص المياه، والتحضر غير المنظم، مصادر التلوث والمشكلات الأخرى الناجمة عن فقدان التنوع البيولوجي، والأنشطة الصناعية الضخمة (مثل المنشآت البتروكيميائية والطاقة، والصناعات الكيميائية، إلخ (HCSR, 2017).

تتضمن المخاطر البيئية الناجمة عن الزحف العمراني الذي يؤثر على استدامة البيئة وسلامتها مما يلي:

(1) مخاطر تأكل مساحة الأراضي الزراعية: تتناقص مساحة الأراضي الصالحة للزراعة حول المدينة بسبب زيادة كتل البناء على هذه الأراضي، وهذا يؤدي إلى زيادة نسبة التصحر، وزيادة معدلات التدهور البيئي نتيجة انخفاض المسطحات والمناطق الخضراء، إلخ، (خليفة، 2020). تميزت سورية بالانتشار الواسع والسريع للمدن ذات المستوى الحضري العالي مما أدى إلى مجموعة من التغيرات الاجتماعية والاقتصادية والديموغرافية. لقد أدى ذلك إلى الحاجة إلى مساحات للعيش التي هي محدودة بالفعل، حيث تنقل الملايين من الناس من أراضيهم، وحوّلت ملايين الهكتارات من المساحات الخضراء إلى مناطق للاستخدام السكني والتجاري (HCSR, 2017). يوضح الشكلين (2) و(3) التحضر الحالي والمتوقع مع تزايد الهجرة للمناطق الحضرية الأخرى نحو دمشق، نظراً لتركُّز الفرص في العاصمة (HCSR, 2017). ونتيجة لهذا الحراك،

فإن جزءاً كبيراً من الريف قد فقد طابعه الريفي دون اكتساب أي ميزات حضرية. إن توسيع خيارات التنقل يسمح للمواطنين للسفر إلى مناطق بعيدة من أجل العمل في أي فترة زمنية محددة. للأسف، فشلت أدوات التخطيط المكاني حتى الآن في مواءمة تخطيط النقل والتنمية الحضرية، والتعامل بفعالية مع هذه القضايا. إن نمو المجتمع القائم على الخدمات هو أحد الأسباب الرئيسية وراء زيادة التحضر. يمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات في التقرير الكامل عن قطاع التنمية المحلي والإقليمي (HCSR, 2017).

الشكل (4) السحابة المتكونة فوق دمشق نتيجة تلوث الهواء (EC, 2009).

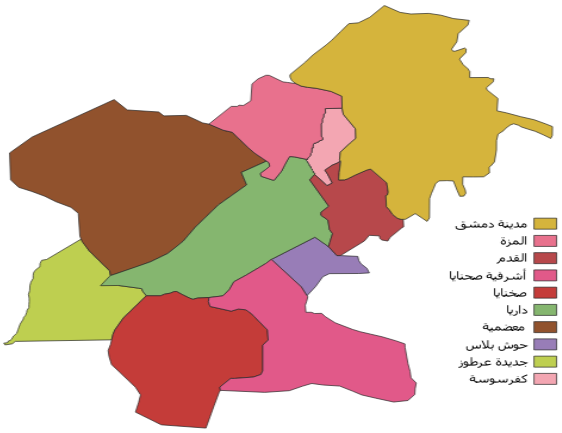
(2) مخاطر تلوث الهواء: يزداد تلوث الهواء بسبب زيادة وسائل المواصلات وتنوعها (الزيادة في عدد المركبات من 65399 في عام 1997 إلى 1.5 مليون في عام 2008)، والتوسع الصناعي والتصميم المادي للمراكز السكانية الرئيسة كما هو الحال في دمشق وحلب، والتدهور المستمر لمعظم الأراضي الطبيعية شبه القاحلة التي تحيط بمعظم المدن السورية يزيد من كميات الغبار وإبقائه في الجو، إلخ (زيدان، 2022).

لقد تدهورت جودة الهواء في سورية في السنوات الأخيرة بشدة وأصبحت محملة بتركيزات عالية من أكاسيد الكبريت والنيتروجين، إلخ. على سبيل المثال، يتسبب قطاع النقل في حوالي 70٪ من تلوث الهواء في المناطق العمرانية مما يؤدي إلى ارتفاع وخطورة الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي كما هو مبين في الشكل (4) لمدينة دمشق (EC, 2009).

(3) مخاطر تلوث المياه والتربة: يزداد استهلاك الماء للاستخدام في المجالات المختلفة، مما يؤدي إلى تلوث المياه بسبب زيادة المخلفات الناتجة عن الاستعمال البشري، إضافةً إلى المخلفات الناتجة عن البناء، إلخ (زيدان، 2022). في السنوات الأخيرة، لقد استخدمت سورية خلال ثمانينيات وتسعينيات القرن الماضي 86–90 ٪ من مخزونها السنوي من المياه وخاصة للأغراض الزراعية. أدى النضوب الناتج عن بعض مصادر المياه الإقليمية، بما في ذلك ينابيع المياه العذبة والانخفاض العام في مستويات المياه الجوفية، إلى نقص خطير. علاوة على ذلك، زادت ملوحة التربة وهذا قلل من خصوبتها وقلَّص من غلة المحاصيل الكلية. بالإضافة إلى ذلك، تتسبب تصريف مياه الفضلات المنزلية والصناعية في تلوث المياه الشديد وخاصة بالقرب من المدن الكبيرة مثل دمشق وحلب (Saleh et al., 2016).

(4) مخاطر تُهدد الأمن الغذائي: إنّ انخفاض إنتاج الغذاء نتيجة اختلال الموارد الطبيعية الرئيسة كالزراعة التي تُعدُّ من أهم الموارد الطبيعية يؤدي إلى ارتفاع تكلفة الموارد الغذائية نتيجة وجود المناطق الزراعية في مناطق بعيدة عن المدن، وعدم توزع الإمكانات والخدمات على نحوٍ عادل، مما يؤدي إلى معاناة قسم كبير من هذه المناطق من ضعف في الإمدادات المعيشية (عيد والويش، 2015؛ HCSR, 2017).

3-4- تقييم الحالة العملية:



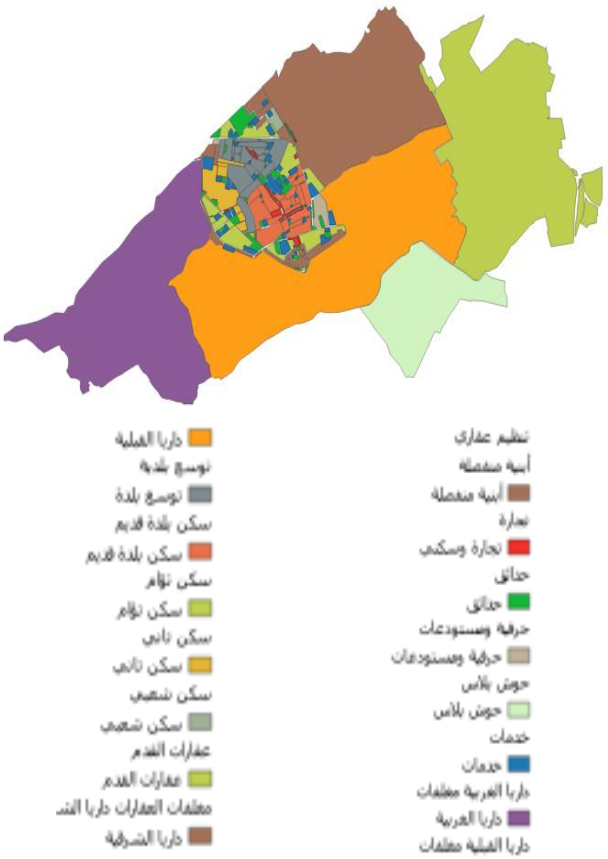
الشكل (5) موقع منطقة الدراسة بالنسبة إلى مدينة دمشق (صالح، 2024).

أ–الوضع الجغرافي: تتوضع داريا في أرض سهلية منبسطة خالية من المرتفعات ومن المنخفضات، وتغلب على أراضيها التربة الغضارية الكلسية التي تشكّلت من عوامل الحت والتعرية والأمطار والسيول كونها محاطة بالهضبات الكثيرة متوسطة الارتفاع (Saleh, 2017). لقد اختيرت منطقة داريا حالة دراسية نموذجية لأسباب عدّة أهمها: أكبر مدن الغوطة الغربية من حيث عدد السكان والمساحة، مركز كبير للزراعة في الغوطة الغربية، تدهور قسم كبير من الأراضي الزراعية فيها، زيادة كبيرة في رقعة البناء، وقربها من مدينة دمشق. يوضح الشكل (5) موقع مدينة داريا بالنسبة إلى مدينة دمشق والمناطق الأخرى المجاورة لها في ريف دمشق.

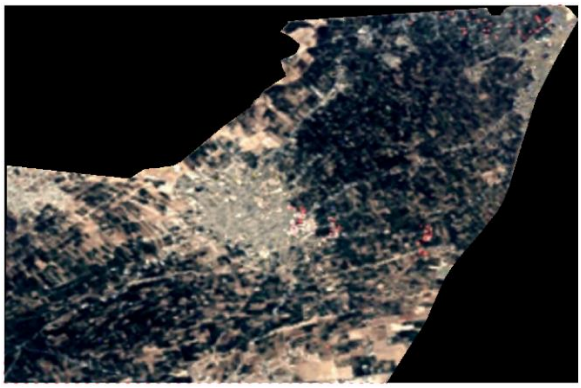
ب–الوضع الاقتصادي: اشتهرت منطقة داريا منذ القدم بأراضيها السهلية وتربتها الخصبة ومناخها المعتدل الصالح للزراعة، إذْ تُعدُّ من المناطق المهمة زراعياً في ريف دمشق. كما اشتهرت بتربية المواشي كالأبقار والأغنام والماعز، وتربية الطيور والدواجن لكن على مستوى أقل. تُعرف داريا تنظيمياً بمناطقها الجغرافية الثلاث الشرقية والغربية والقبلية، حيث تتوزع عقاراتها السكنية والزراعية على هذه المناطق كما هو موضح في الشكل 6 (صالح، 2024). كانت معظم أراضي داريا زراعية، ولكن مع ازدياد عدد السكان فيها بدأ التوسع العمراني غير المنضبط يقرض هذه الأراضي الزراعية من مركز المدينة إلى أقصى أطرافها كما توضح الأشكال (7، 8، 9). إن هذا التآكل في مساحات الأراضي الزراعية المترافق مع ازدياد حدّة الجفاف وقلة الموارد المائية وكثرة آبار المياه العشوائية التي انتشرت على نحوٍ كبير أدى الى فقدان مساحات واسعة من البساتين والحقول الزراعية وهجرة الفلاحين لأراضيهم. إن خسارة هذه الأراضي الزراعية ليس خسارة فقط لمنطقة داريا فحسب بل لمدينة دمشق وريفها بأكمله على نحو عام، حيث كانت داريا تُشكّل المورد الأساس بمنتوجاتها الزراعية والحيوانية وحتى الصناعية في الفترة الأخيرة نظراً لوجود العديد من الشركات والمعامل والمصانع والورشات المتنوعة التي كثرت وانتشرت على أراضيها (وهبي، 2012).

ج–الوضع المناخي: بالنسبة للمناخ الذي يحدد بعناصره المختلفة نوعية المحاصيل وإنتاجها، يُشكّل مناخ غوطة دمشق منطقة انتقالية بين المناخ شبه الجاف البارد والمناخ الصحراوي الجاف، ويتميز بجفافه خلال ستة أشهر من السنة على الأقل، حيث ترتفع الفرق في درجات الحرارة على نحو يومي وسنوي إلى أكثر من 20 درجة، ويبلغ متوسط درجة الحرارة السنوي نحو 17 درجة. تروى أراضي داريا من خلال مصدرين أساسيين هما: نهر الأعوج ونهر بردى. حيث يروي نهر بردى أراضي داريا الشرقية من إحدى أفرع نهر بردى المسمى بنهر الديراني، ويروي نهر الأعوج أراضي داريا الغربية. وتعتمد داريا على المياه الجوفية ومنها ما هو سطحي على أعماق لاتتجاوز 40 متر، ومنها يصل الى ما يقارب 100 متر تحت سطح الأرض. يبلغ معدل الهطول السنوي في منطقة داريا حوالي 200 ملم سنوياً، ويقل هذا المعدل كلما اتجهنا شرقاً، وبالتالي فإن كمية الأمطار تختلف بشكل كبير بين سنة وأخرى، حيث تعود قلة الأمطار لوقوع غوطة دمشق في ظل الجبال التي تصدّ الرياح الماطرة. إن مناخ غوطة دمشق المعتدل الدافئ نسبياً يسمح بزراعة أنواع كثيرة من

المحاصيل الزراعية والأشجار المثمرة الصيفية والشتوية، حيث يبلغ متوسط الرطوبة النسبية حوالي 57 % (وهبي، 2012).



الشكل (6) المخطط التنظيمي لمدينة داريا عام 2012 (تم تعديله بالاعتماد على البيانات من بلدية داريا بتاريخ 2022/6/8)



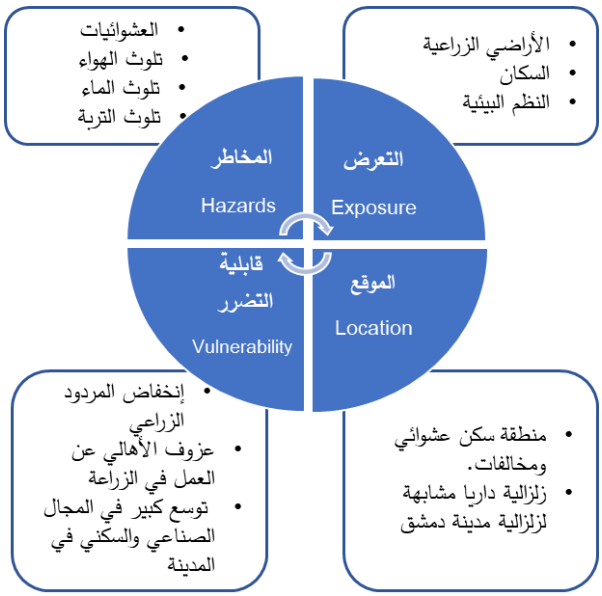
الشكل (7) صورة من Google earth لمنطقة الدراسة بتاريخ 12-1984

الشكل (8) صورة من Google earth لمنطقة الدراسة بتاريخ 12-2001

الشكل (9) صورة من Google earth لمنطقة الدراسة بتاريخ 10-2022

3-5- التعامل مع الحالة الدراسية: التطبيق العملي – الحالة الدراسية في مدينة داريا:

يتناول هذا القسم أسباب إجراء هذه الدراسة البحثية وأهميتها على المستويات المحلية والوطنية بالنسبة للموقع الاستراتيجي لمنطقة داريا للعاصمة دمشق، وكيف يتعرض هذا الموقع المهم لأنواع كثيرة من المخاطر والكوارث التي تعد من الأسباب الكامنة وراء اختيار الحالة الدراسية.



الشكل (10) عناصر خطر الزحف العمراني.

3-5-1. تقييم وتحليل المخاطر والكوارث المحتملة الناتجة عن الزحف العمراني في منطقة داريا:

لقد دُرست عناصر تحديد الخطر (Risk) الناجم عن الزحف العشوائي في منطقة درايا، وتتكون من المخاطر (Hazards) التي تتعرض لها منطقة الدراسة، وقابلية التضرر أو ما يعرف بنقاط الضعف أو الهشاشة (Vulnerabilities)، والموقع غير الآمن (Location)، والمكونات التي تتعرض إلى خطر كارثة الزحف العمراني (Exposure) كما هو موضح في الشكل (10). تختلف عناصر تحديد الخطر من كارثة إلى أخرى وذلك وفقاً لصفات عدّة، أهمها شدة الكارثة ومدى تكرارها (صالح، 2020؛ سيد أحمد وأخرون، 2021؛ Saleh and Allaert, 2012).

3-5-2. تحديد المخاطر البيئية الناجمة عن الزحف العمراني في منطقة داريا:

تعدُّ مرحلة تحديد المخاطر الناجمة عن الزحف العمراني وتحليلها من أهم النقاط الرئيسة في تنفيذ عناصر الاستراتيجية المتبعة للحد من خطر هذا الزحف. يوضح الجدول (1) بعض المخاطر الرئيسة للزحف العمراني، والمستويات المحتملة لحدوث الخطر الناجم عن ذلك. تتضمن هذه المخاطر العشوائيات وتلوث الهواء والماء والتربة التي شُرِحت أعلاه بالتفصيل في الفقرة 3-3.

الجدول (1) المخاطر البيئية الناجمة عن الزحف العمراني

المخاطر	تحديد مستوى الخطر		
	احتمالية	التأثير	الشدة
العشوائيات	عالي	عالي	عالي
تلوث الهواء	متوسط	عالي	عالي
تلوث الماء	متوسط	عالي	عالي
تلوث التربة	متوسط	عالي	عالي

4- النتائج والمناقشة:

4-1- منهجية الدراسة، ومؤشري التغير الطبيعي للغطاء النباتي والنمو الحضري:

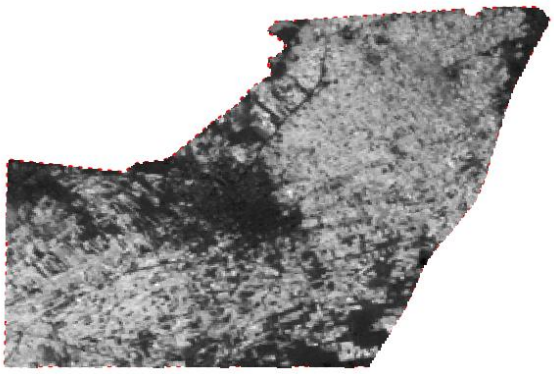
تمّ الاعتماد في هذه الدراسة على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي landsat لسنوات مختلفة وهي على التوالي 1984-2001-2012-2022 لرصد الزحف العمراني في مدينة داريا من خلال مؤشر التغير الطبيعي للغطاء النباتي ومؤشر التغير الطبيعي للنمو الحضري. لقد استخدمت المرئيات الفضائية من موقع الهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (United States Geological Survey) (USGS, 2023)، ومن ثم حدِّدت منطقة الدراسة مع المعايير اللازمة لتنفيذ الدراسة البحثية. لمزيد من المعلومات عن النتائج وتفاصيل البرنامج، وإضافة النطاقات وتحديد حدود الدراسة، واقتصاص المرئيات وفق هذه الحدود، والمعادلات المستعملة في تحديد المؤشرات المطلوبة، يرجى الرجوع الى المرجع (صالح، 2024).

على سبيل المثال، تم تحديد نسبة الغيوم من 0-10 % للحصول على نتائج أكثر دقة، وتحديد الفترة الزمنية للمرئية الفضائية، وتحديد القمر الصناعي المطلوب، الخ. بعد ذلك، تم تحميل المرئية المطلوبة، مع القيام بإضافة النطاقات المطلوبة وهي على التوالي B3-B4-B5 في لاندسات7، حيث

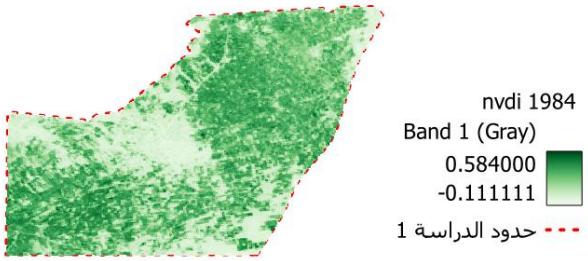
B3 الأشعة الحمراء، B4 الأشعة تحت الحمراء القريبة، B5 الأشعة تحت الحمراء. أما في لاندسات 8 فهي على التوالي B4-B5-B6، حيث B4 الأشعة الحمراء، B5 الأشعة تحت الحمراء القريبة، B6 الأشعة تحت الحمراء.

(أ)–مؤشر التغير الطبيعي للغطاء النباتي: يُعدُّ مؤشر التغير الطبيعي للغطاء النباتي من المؤشرات الطبيعية الأكثر استخداماً في مجال تحليل صور الأقمار الصناعية ودراسة الغطاء النباتي، التصحر، الحرائق وانزلاقات التربة وغيرها من الظواهر الطبيعية. يستخدم هذا المؤشر في قياس الكتلة الحيوية الخضراء (أي درجة اخضرار النبات المتمثلة في عملية تركيز الكلوروفيل بالنبات)، بحيث تعطي انعكاس على الحزمة تحت الحمراء القريبة ومنخفض على الخضراء والزرقاء والحمراء. كما يعطي هذا المؤشر الحالة الصحية للنبات ومقدار قيمة الغطاء النباتي في أي منطقة ونسبة نجاح المحصول أو فشله (Saleh and Allaert, 2011).

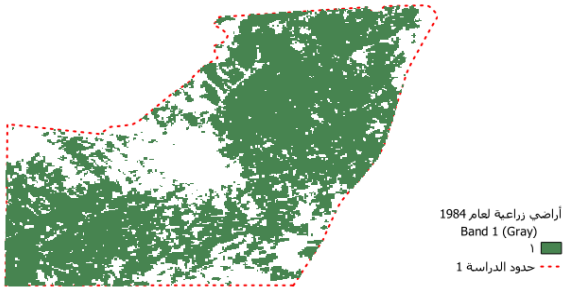
نحصل على المرئيات الفضائية المطلوبة كما في الأشكال (11، 15، 23)، ومن ثم يمكن الحصول على مؤشر القرينة النباتية كما هو موضح في الأشكال (12، 16، 24). كما نحصل على الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة كما هو مبين في الأشكال (13، 17، 21، 25).



الشكل(11) المرئية الفضائية للقمر landsat 5 تاريخ المرئية 24-10-1984 الدقة المكانية 30*30 m2



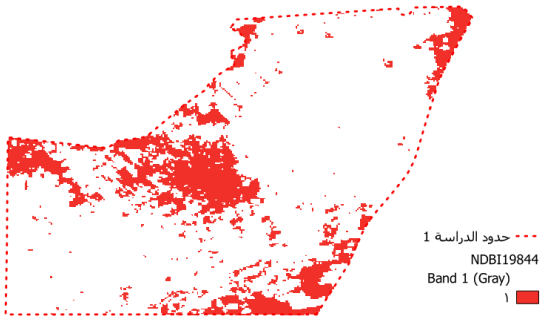
الشكل(12) مخطط مؤشر الغطاء النباتي NDVI لعام 1984



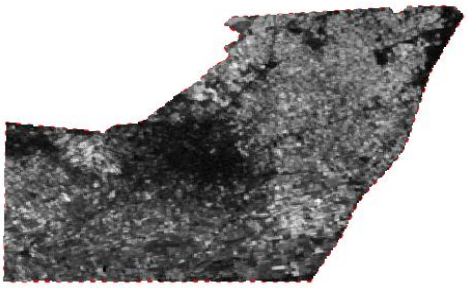
الشكل(13) الأراضي الزراعية لعام 1984 من المرئية الفضائية

(ب)–مؤشر النمو الحضري (NDBI):

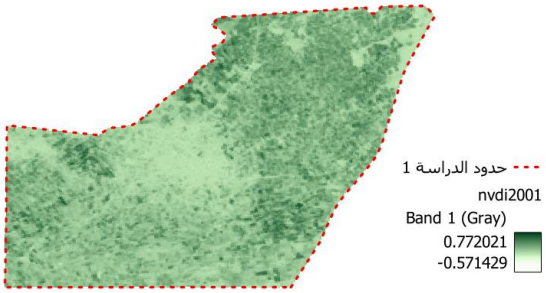
يستخدم هذا المؤشر لمعرفة المناطق الحضرية وانتشارها وذلك من خلال حصر المنشآت العمرانية وأماكن وجودها من خلال الأشعة فوق الحمراء والأشعة تحت الحمراء. نحصل على المرئيات الفضائية المطلوبة، والمخططات التي توضح الكتلة العمرانية في منطقة الدراسة ابتداءً من العام 1984 وحتى العام 2022 كما توضح الأشكال (14، 18، 22، 26).



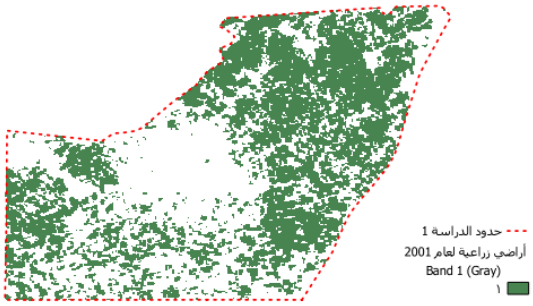
الشكل(14) الكتلة العمرانية عام 1984 من مؤشر النمو العمراني



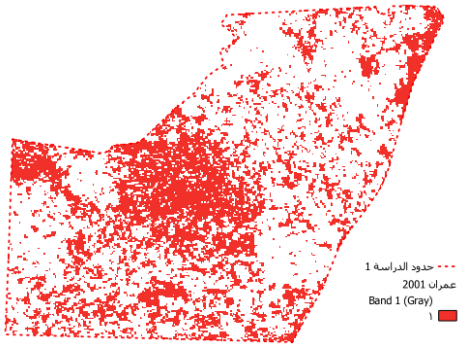
الشكل(15) المرئية الفضائية للقمر landsat 7 تاريخ المرئية 1-2-2001 الدقة المكانية 30*30m2



الشكل(16)مخطط مؤشر الغطاء النباتي لعام 2001

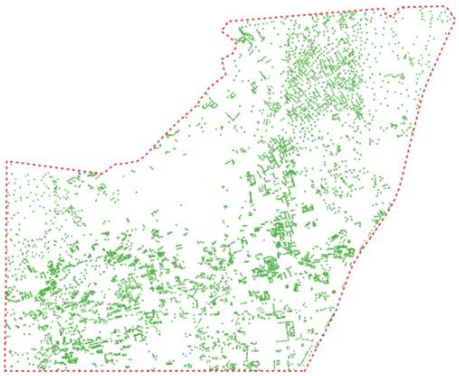


الشكل(17) الأراضي الزراعية لعام 2001 من المرئية الفضائية

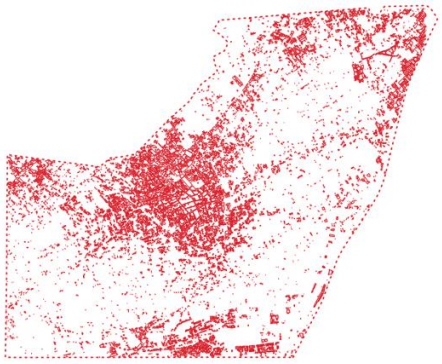


الشكل (18) الكتلة العمرانية عام 2001 من مؤشر النمو العمراني

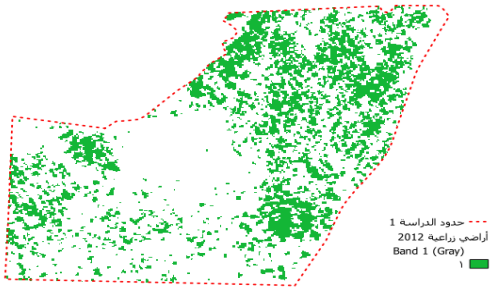
لقد قُورِنت الخرائط الناتجة من المخطط التنظيمي للبلدية (19، 20) مع المخططات الناتجة من الاستشعار عن بعد (21، 22)، وأُعتمدت المساحات المأخوذة من المخطط التنظيمي كما هو مُبيّن في الجدول (2) الذي يوضح التغيرات الطارئة على المساحات الخضراء والبناء خلال مراحل الدراسة.



الشكل(19) الأراضي الزراعية 2012 من المخطط التنظيمي

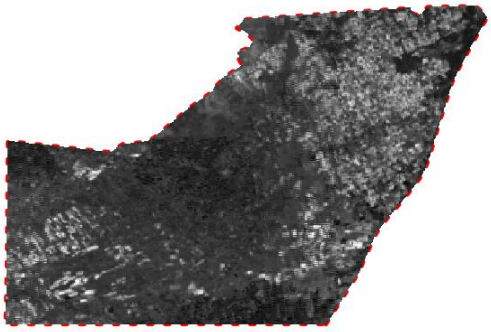


الشكل(20) الكتلة العمرانية عام 2012 من المخطط التنظيمي

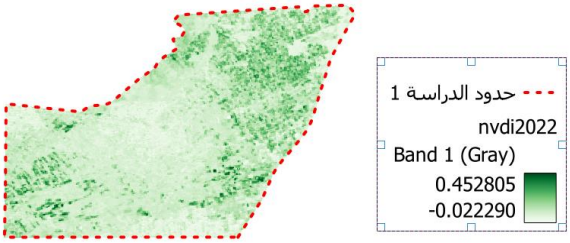


الشكل(21) الأراضي الزراعية لعام 2012 من المرئية الفضائية

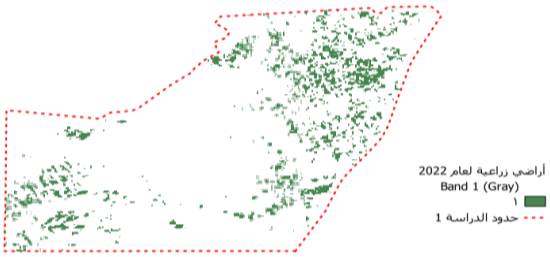
الشكل(22) الكتلة العمرانية عام 2012 من مؤشر النمو العمراني



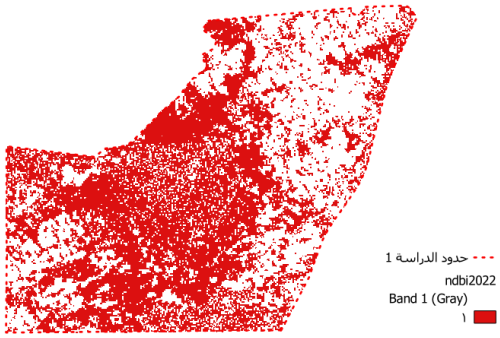
الشكل(23) المرئية الفضائية للقمر landsat 7 تاريخ المرئية 20-12-2022 الدقة المكانية 30*30m2



الشكل(24) مخطط مؤشر الغطاء النباتي لعام 2022



الشكل(25) الأراضي الزراعية لعام 2022 من المرئية الفضائية

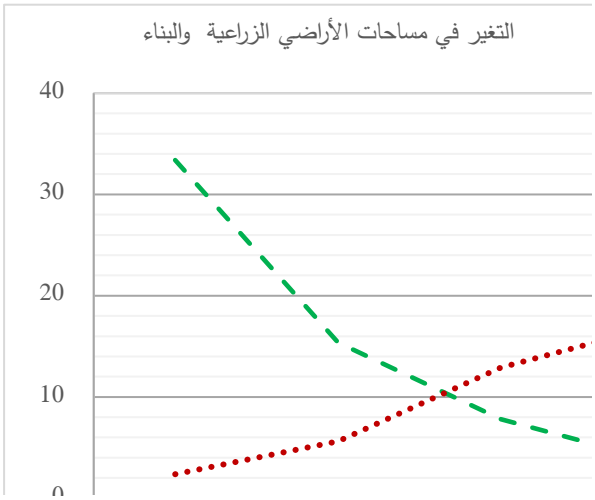


الشكل 26 الكتلة العمرانية عام 2022 من مؤشر النمو العمراني

الجدول (2) التغير في مساحات الأراضي الزراعية والبناء.

الغطاء	أعوام			
	1984	2001	2012	2022
مساحات أراضي زراعية km^2	33.38	15.37	7.8	3.48
مساحة البناء km^2	2.36	5.63	10.1	14.7

ويوضح الشكل (33) تراجع مساحات الأراضي الزراعية وارتفاع مساحات البناء.



الشكل (27) التغيير في مساحات الأراضي الزراعية ومساحات البناء

توصلت هذه الدراسة إلى مجموعة من النتائج التالية:

- بيّن استعمال مؤشر التغير الطبيعي للنمو الحضري (NDBI) اتساع الرقعة العمرانية في منطقة داريا من 2.35 كم مربع عام 1984 إلى 14.69 كم مربع عام 2022، وتوسع الكتلة العمرانية في كل الاتجاهات محاولةً تشكيل حزام واحد من العمران (أي الاتصال مع المناطق المحيطة بمنطقة داريا).
- بيّن استعمال مؤشر التغير الطبيعي للغطاء النباتي (NDVI) تراجع في مساحة الأراضي الزراعية في منطقة داريا من 33.75 كم^2 عام 1984 الى 3.48 كم^2 عام 2022.

4-2- المخاطر البيئية الناجمة عن تأكل الغطاء النباتي والإجراءات المتبعة للحد من هذه المخاطر:

يوضح الجدول (3) الإجراءات المتبعة في الحد من المخاطر البيئية الناجمة عن الزحف العمراني، وتتضمن العشوائيات وتلوث المياه والتربة والهواء (Saleh, 2016).

الجدول (3) الإجراءات المتبعة مع للحد من المخاطر البيئية.

المخاطر	الإجراء المتبع
العشوائيات	التنمية الاقتصادية وتوفير فرص العمل في القرى. إنشاء مشروعات سكنية لذوي الدخل الضعيف. تشجيع ودعم الزراعة والمشاريع الزراعية.
تلوث الماء	صيانة الموارد المائية بشكل دوري والحرص على استعمالها بشكل مستدام. الحرص على عدم استنزف المياه الجوفية.
تلوث التربة	إدارة عمليات الصرف الصحي، والصناعي. إعادة تأهيل الأراضي الملوثة.
تلوث الهواء	اتخاذ التدابير اللازمة من أجل ضبط وصيانة وسائل النقل للحفاظ على الصحة العامة.

4-3- الإدارة المنهجية للحد من المخاطر البيئية الناجمة عن كارثة الزحف العمراني في منطقة داريا:

بعد تحديد المخاطر البيئية الناجمة عن كارثة الزحف العمراني في منطقة داريا وجوارها، وتحليل عناصر خطر هذا الزحف، يتم تحديد الطرق والخطوات اللازمة لتنفيذ الإدارة المنهجية للحد من هذه المخاطر. تتضمن هذه الإدارة خطوات عدّة (صالح، 2020؛ سيد أحمد وأخرون، 2021)، أهمها:

(a) سن القوانين والتشريعات: بناءً على التحليل الحالي للمشكلة وبالاستعانة بالدراسات السابقة في هذا المجال، تم اقتراح منع أو تقليل إعطاء رخص البناء في الأراضي الزراعية ما أمكن، ومنع إقامة المشاريع السكنية على الأراضي الزراعية، وتحويلها نحو المناطق المخصصة للعمران.

(b) تشكيل فريق العمل، ويتكون من:

- القطاع الحكومي الذي يشمل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، وزارة الموارد المائية، وزارة الإدارة المحلية والبيئة، وزارة الإسكان، وزارة الإعلام.
- منظمات حكومية وغير حكومية التي تشمل الاتحاد العام للفلاحين، نقابة المهندسين الزراعيين، نقابة المهندسين، جمعيات أهلية، ومنظمات غير حكومية، وخبراء.

(c) شرح المسؤوليات والإمكانيات وتحليل الموارد المتاحة:

يجب تقديم شرح كافٍ ووافٍ لعناصر الفريق البحثي عن دورهم ضمن الخطة وإطلاعهم على مسؤوليتهم، والتأكد من أنهم على معرفة كافية بالإمكانيات المتوفرة والموارد المتاحة لدى الجهات المشمولة في الفريق البحثي. على سبيل المثال، بالنسبة لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي يكمن دورها في الحفاظ على الأراضي الزراعية، ومنع تدهور أراضي زراعية جديدة، واستصلاح ما أمكن من الأراضي الجديدة، إلخ. أما بالنسبة لوزارة الإدارة المحلية والبيئة، فيكمن دورها في منع البناء على الأراضي الزراعية، وعدم إعطاء تراخيص البناء المخالفة لهذه الشروط، إلخ. يكمن دور وزارة الإسكان في إحداث الأبنية السكنية الجديدة المطابقة للمواصفات الفنية، والتي تكون بعيدة عن الأراضي الزراعية، إلخ. تقوم وزارة الإعلام بنشر وزيادة الوعي نحو مشكلات الزحف العمراني، وآثاره السلبية على الزراعة، والأمن الغذائي.

(d) بناء قدرات فريق العمل وإمكاناته: تتضمن هذه الخطوة التأكد من البنية العملية لفريق العمل، والعمل على تدريبه، ورفع كفاءته ومستوى الوعي والتأكد من تنسيق المهام الموكلة لهم على نحوٍ كامل. يمكن أيضاً إجراء دورات عملية دورية لبعض عناصر الفريق بخصوص استعمال التقنيات المتقدمة اللازمة لهم في تنفيذ مهامهم، وخاصة في مجال الجيومعلوماتية.

(e) المتابعة الدورية والمستمرة لتنفيذ الخطة على أرض الواقع: تتضمن هذه المرحلة القيام باجتماعات منتظمة بين الجهات جميعها والمكونة لفريق العمل بهدف تنسيق المهام بينهم، وإعداد الخطط التنفيذية وكيفية الاستجابة. إن أهم خطوات هذه المرحلة:

1) المراجعة الدورية لعناصر الخطة: إنّ الوضع العام للواقع التنظيمي يتغير باستمرار، وبالتالي من الضرورة بمكان مراجعة الخطة على نحوٍ منتظم، وتعديل مكونات الخطة مرتين في السنة على الأقل. يؤكد هذا الاجراء فعالية الخطة في وقف زحف العمراني في المناطق التي تم العمل بها، مع متابعة التحديث المستمر لقواعد البيانات المستخدمة، والتأكد من إمكانية وصول جميع الجهات إليها. إضافةً إلى هذا الاجراء، يتم تنفيذ التحديث المستمر للمخططات التنظيمية وإصدار المخططات التفصيلية التي تتماشى مع الواقع الفعلي للسكن.

2) الاجتماعات العملية المنتظمة: تهدف هذه الاجتماعات إلى الاستفادة من تجارب الآخرين وخبراتهم والدروس المستفادة، والتعاون مع المنظمات الدولية والإقليمية التي لديها خبرة في هذا المجال. إنّ هذا الاجراء يؤكد ضرورة إشراك الجهات كافة في وضع خطط الاستجابة، والتأكد من معرفة جميع الجهات المهام الموكلة إليهم لتفادي الأخطاء أو تكرار العمل.

(f) الدروس المستفادة (التغذية الراجعة):

للتأكد من صحة عمل الخطة على نحوٍ فعال، تُجرى عادةً سيناريوهات وتدريبات مستمرة لتبيان فيما إذا كانت مكونات هذه الخطة كاملة أو بحاجة إلى تعديل أو إضافة عنصر أو حذفه، إلخ. في هذا الجزء، تم تنفيذ بعض السيناريوهات الافتراضية، وتبين أنه يجب العمل أكثر على هذه النقاط كما يلي:

- زيادة التشريعات والقوانين المتعلقة بحماية الأراضي الزراعية، والحرص على تنفيذها.
- تعزيز دور البلديات في منع الزحف العمراني، ودعمها بالتقنيات المتطورة مثل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتأمين المراقبة الآنية والمستمرة للتوسع العمراني.
- تعديل قوانين البناء بحيث يسمح بزيادة التوسع الرأسي بدلاً من الأفقي، والتوجه إلى التكريس العملي لمفهوم المدن المستدامة، وخاصة في مرحلة إعادة الإعمار التي يتم العمل بها حالياً.
- التواصل مع الجهات ذات العلاقة، ولا سيَّما وزارة الإدارة المحلية والبيئة للاستفادة من المخرجات البحثية لهذه الدراسة العملية والعمل على تطويرها وتطبيقها على نطاق أوسع.

في المستقبل القريب، إن معظم التغيرات البيئية التي تؤثر على منطقة داريا ومعظم مناطق الغوطة سوف تكون مدفوعة بتغير المناخ وتأثيراته القاسية، ولا سيّما ارتفاع درجة الحرارة. لذلك، من المحتمل أن ينزح مئات الآلاف من السكان بسبب هذا الارتفاع، وسيكون الضرر الاقتصادي والبيئي كبيراً بسبب الجفاف والاستخدام الجائر للأراضي. تتناول الدراسات المستقبلية مواجهة التحديات الرئيسة الكثيرة بنجاح من خلال الإدارة المناسبة وخطط التكيف مع عواقب تغير المناخ، والمتطلبات البشرية المتنافسة على الأراضي الزراعية (Saleh and Allaert, 2012). تركّز خطط التكيف على نحوٍ أساس على زيادة القدرة التكيفية للنظم البيئية المتنوعة (المائية، الغذائية، الزراعية) من خلال اجراء التغييرات التقانية في

العمليات أو الممارسات أو المنشآت للحد من خطر الكوارث الطبيعية وغير الطبيعية، ولا سيَّما التغير المناخي والاحتباس الحراري.

5- الخلاصة:

أوضحت الدراسة فعالية استعمال التقنيات الجيومعلوماتية، ولا سيَّما الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رصد الظواهر المكانية مثل الزحف العمراني، ومساعدتها في إعطاء صورة شاملة لأصحاب القرار من خلال البرمجيات مفتوحة المصدر. تؤمن هذه البرمجيات حاجة المخططين في دراسة وفهم النمو العمراني واتجاهاته وحجمه من خلال أدوات بسيطة ومتطورة من دون الحاجة إلى تكاليف مادية أو أدوات معقدة من أجل إعداد هذه الدراسات.

إن أهم الاستنتاجات والمقترحات الحاصلة من هذه الدراسة التطبيقية على منطقة درايا، تشمل:

1) الحزم على نحو صارمٍ في عملية تطبيق القوانين المتعلقة بالبناء من قبل المواطنين، والتأكد من عدم وجود مخالفات في بناء السكن في الأراضي الزراعية، مع تعزيز برامج دعم وتمويل القطاع الزراعي، ولا سيَّما البرامج المتعلقة بالمزارعين.

2) عدم التساهل في فقدان الأراضي الزراعية، والتشدد في تطبيق القوانين البيئية، مع نشر الوعي البيئي بمعرفة أخطار الزحف العمراني، وآثاره السلبية.

3) التأكيد على أهمية إنشاء المساكن الجديدة في الأماكن المحددة في المخططات التنظيمية، والابتعاد عن الأراضي الزراعية، مع المتابعة الدورية للتطور العمراني، وإمكانية تعديل الخطة بما يتناسب مع الواقع الحالي، ووضع مفهوم إدارة خطر الكوارث والمخاطر البيئية في كل القوانين التي تتعلق بالعمران.

بالنسبة للدراسات المستقبلية في مجال إدارة خطر الكوارث في سورية، ولا سيَّما التغير المناخي، تؤكد هذه الدراسة على الأخذ بالحسبان أهمية المخرجات العلمية البحثية التطبيقية الناجمة عن استخدام التقنيات الحديثة في مراقبة النظم البيئية المعرضة بدرجة عالية لقابلية التأثر بتغير المناخ من منظور إنتاج الغذاء، واستقرار السكان، وتوزيع موارد المياه، إلخ. تهدف الدراسة الحالية والدراسات المستقبلية لتكون بمثابة خطة علمية لدعم القدرات والاستراتيجية الوطنية على مواجهة الكوارث بأسلوب علمي بحثي وتطبيقي تنموي.

التمويل: هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

6-References:

- وهبي، صالح. 2012، التطور الزراعي الصناعي في غوطة دمشق وأثره في الحياة الاقتصادية بين القرنين العاشر والثامن عشر، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة دمشق، تم النفاذ إليها بتاريخ 2023/10/10، https://www.damascusuniversity.edu.sy/mag/history/images/stories/pdf/8.pdf
- زيدان، آية محمود محمد، (2022)، "التغير في استعمالات الأراضي الزراعية في سورية باستخدام الاستشعار عن بعد بين عامي (2002–2019)"، جامعة النجاح الوطنية نابلس، فلسطين.
- سيد أحمد، طارق. شاليش، نبراس. حمشو، زاهر. صالح، حسين عزيز. 2021. خطة طوارئ وفق المواصفة ISO45001:2018مبنية على الجيومعلوماتية والإنذار المبكر للحد من خطر الكوارث في مجموعة الاتحاد للكهرباء في مدينة عدرا الصناعية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الاساسية.
- صفية جابر عيد والويش، يارا. (2015)، دراسة تغيرات الغطاء النباتي في محافظة الحسكة باستخدام المرئيات الفضائية .مجلة جامعة تشرين للبحوث و الدراسات العلمية : سلسلة الآداب و العلوم الإنسانية، مج. 37، ع. 5، ص ص. 147–167.، تم النفاذ إليها بتاريخ 2023/10/10، https://journal.tishreen.edu.sy/index.php/humlitr/article/download/1985/1902/7678
- صالح، علي، 2024. تقييم تراجع الغطاء النباتي في منطقة داريا في ريف دمشق باستخدام الاستشعار عن بعد، مشروع تخرج قدم لنيل درجة ماجستير التأهيل والتخصص في علوم إدارة مخاطر الكوارث، اختصاص هندسة التخفيف من الكوارث وإعادة الإعمار، المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية، جامعة دمشق، كانون ثاني.
- صالح، حسين عزيز. 2020. خطة عملية متكاملة لإدارة خطر الكوارث على مواقع التراث الثقافي: حالة دراسية في الإقليم الساحلي السوري. المجلة العربية للبحث العلمي، 2020/1:1–16، شباط،
- قبها، مصطفى جميل مصطفى (2014)، آثر الزحف العمراني في مدينة جنين على الأراضي الزراعية، جامعة النجاح الوطني، كلية الجغرافيا، تم النفاذ إليها بتاريخ 2022/12/11، https://mobt3ath.com/pdf.php?ext=pdf&id=4740&tit
- خليفة، إسماعيل (2020)، محاضرة التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية، جامعة الأنبار، كلية الجغرافيا. تم النفاذ إليها بتاريخ 2023/6/13
- AL TarawnehWafa, Madallah, (2014), "Urban Sprawl on Agricultural Land (Literature Survey of Causes, Effects, Relationship with Land Use Planning and Environment) A Case Study from Jordan (Shihan Municipality Areas). Accessed in 10/10/2023, https://www.noor-book.com/%D9%83%D8%AA%D8%A7%D8%A8-%D8%A7%D8%B3%D8%B3-%D8%A7%D9%84%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%B4%D8%B9%D8%A7%D8%B1-%D8%B9%D9%86-%D8%A8%D8%B9%D8%AF-pdf
- Ambrosia, G., Wegener, S., 2009. Unmanned airborne platforms for disaster remote sensing support. In: Advances in Geoscience and Remote Sensing, 317-346, IN-Tech Publishing, Vienna. https://www.uoanbar.edu.iq/eStoreImages/Bank/24184.pdf

- European Commission, (EC), 2009. Country Environmental Profile for the Syrian Arab Republic. The final report of delegation of the EC to Syria, contract N° 2008/171432; Multiple Framework Contract - Environment, April 2009 (Kasparek, M., & Dimashki, M.).
- Higher Commission for Scientific Research (HCSR), 2017. National Science, Technology and Innovation (HCSR/STI/SYR) policy in Syria. HCSR's publication, Damascus, Syria, accessed in July 2017, http://www.hcsr.gov.sy/.
- Kellens, W., Deckers, P., Saleh, H.A., Vanneuville, W., De Maeyer, Ph., Allaert, G., and De Sutter, R, 2008. A GIS tool for Flood Risk Analysis in Flanders (Belgium). In the proceedings of the 6th International Conference on Computer Simulation in Risk Analysis & Hazard Mitigation, "Risk 2008", Cephalonia, Greece 5th – 7th, May, WIT Press, UK, pp: 21-27. ISBN 978-1-84564-104-7.
- Peng, R., and Tsou, H., 2003. Internet GIS. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc
- Saleh, H. A., & Allaert, G., 2011. Scientific research based optimization and geo-information technologies for integrating environmental planning in disaster management. In: Remote Sensing of the Changing Oceans (ed. Tang), p. 359-390, ISBN: 9783-642-16540-5 Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Saleh, H. A., 2016. Artificial Intelligence and Geo−information Technologies for Disaster Risk Reduction and Management. Al-Rabban Publishing LTD, UK, ISBN:978-0-9935464-1.
- Saleh, H. A., 2017. Disaster Management and the Linkages between the Environmental, Regional and Spatial Planning in Syria. The second PhD thesis, Ghent University Press, ISBN 978-94-6355-066-6.
- Saleh, H. A., Allaert, G., and De Sutter, R. 2016. Towards Efficient Use of Water Resources Management: A Case Study of the Syrian Coastal Region. International Journal of Water, 10(1), 28-54
- Saleh, H. A., & Allaert, G., 2012. Disaster Management and Risk Reduction: Impacts of Sea Level Rise and other Hazards related to Tsunamis on Syrian Coastal Zone (A Case Study on the Lattakia City). In: Typhoon Impacts and Crisis Management, (Eds. Tang & Sui), p. 481-536, ISBN: 978-3-642-40694-2 Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- USGS, 2023, United States Geological Survey https://www.usgs.gov/