ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

استخدام البيانات الاستشعارية المفتوحة في دراسة التوسع العمراني وتأثيراته (مدينة جرمانا أنموذجاً)

Using open remote sensing data in studying urban expansion and its effects (Jaramana city as a case study)

أ.د. أسماء محمد مروان الفوال[1]

الملخص

يُعد التوسع العمراني من أبرز التحديات التي تواجه العالم اليوم، إذ يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالنمو السكاني السريع والطلب المتزايد على المساكن والبنية التحتية، ويحمل في طياته أبعاداً بيئية واقتصادية متداخلة. تفاقمت هذه الظاهرة في سورية جراء النزوح الداخلي الناتج عن الثورة، يُعرف التوسع العمراني بأنه الزيادة المستمرة في المناطق المبنية على حساب الأراضي الزراعية والطبيعية، مما يتسبب في تغيرات بيئية عميقة تؤثر على المناخ والتوازن الإيكولوجي.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل تأثير التوسع العمراني على المناخ والأراضي الزراعية وتم اختيار مدينة جرمانا كحالة دراسية خلال الفترة من 1985 إلى 2022، واستُخدمت منصة Google Earth Engine (GEE) كأداة تحليلية متطورة لرصد تغيرات استخدام الأراضي عبر بيانات الاستشعار عن بُعد. وقد تمّ في هذا البحث قياس مساحة التوسع العمراني والأراضي الزراعية المتراجعة، مع تقديم النسب المئوية لهذه التغيرات على مدى ثلاثة عقود، وتوضيح الأسباب وراء هذا التوسع في كل مرحلة زمنية.

شهدت مدينة جرمانا في سورية تحولات جذرية في أنماط استخدام الأرض خلال الفترة من 1985 إلى 2022م، حيث تسارع التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية بفعل النمو السكاني المتزايد والهجرة الداخلية الناجمة عن الثورة السورية.

استخدمت الدراسة منصة Google Earth Engine (GEE) وبيانات GLC_FCS30D عالية الدقة (30 متراً) لمراقبة تغيرات غطاء الأرض وتحليلها كمياً، أظهرت النتائج ارتفاعاً ملحوظاً في المساحات العمرانية، من 2.25 كم² إلى 5.99 كم²، بينما تراجعت الأراضي الزراعية المروية من 1.7 كم² إلى 0.42 كم ²، وتم حساب المتوسطات السنوية والفصلية لدرجات الحرارة خلال الفترة المدروسة واتبين أنها أخذت اتجاهاً تصاعدياً.

الكلمات المفتاحية: استخدام الأرض، غطاء الأرض، التوسع العمراني، الاستشعار عن بعد.

1 أستاذ مساعد في قسم الجغرافية- كلية الآداب والعلوم الانسانية- جامعة دمشق، اختصاص استشعار عن بعد ونظم معلومات جغرافية
asma.alfawal@damascusuniversity.edu.sy

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

Summary:

Urban expansion is one of the most prominent challenges facing the world today, as it is closely linked to rapid population growth and the increasing demand for housing and infrastructure, carrying intertwined environmental and economic dimensions. In Syria, this phenomenon has been exacerbated by internal displacement resulting from the crisis. Urban expansion is defined as the continuous increase in built-up areas at the expense of agricultural and natural lands, leading to profound environmental changes that affect the climate and ecological balance.

This study aims to analyze the impact of urban expansion on climate and agricultural lands and the city of Jaramana was chosen as a case study during the period from 1985 to 2022, utilizing the Google Earth Engine (GEE) platform as an advanced analytical tool to monitor changes in land use through remote sensing data. The research involved measuring the area of urban expansion and the lost agricultural lands, presenting the percentages of these changes over three decades, and elucidating the reasons behind this expansion at each temporal stage.

The city of Jaramana in Syria witnessed radical changes in land use patterns during the period from 1985 to 2022, where urban expansion accelerated at the expense of agricultural lands due to increasing population growth and internal migration resulting from the Syrian crisis. The study employed the GEE platform and high-resolution GLC_FCS30D data (30 meters) to monitor and quantitatively analyze changes in land cover. The results revealed increase in urban areas, from 2.25 km² to 5.99 km², while irrigated agricultural lands decreased from 1.7 km² to 0.42 km², Annual and seasonal average temperatures were calculated during the studied period and showed that they took an upward trend.

Key words: Land Use, Land Cover,Remote Sensing, Urban Expansion.

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

المقدمة:

يُعد التوسع العمراني من الظواهر البارزة التي شهدها العالم في العقود الأخيرة، وقد برز هذا الاتجاه بوضوح في مدن ومناطق الجمهورية العربية السورية مؤخراً. يعود ذلك إلى النمو السكاني المتسارع والتحضر السريع، اللذين زادا الطلب على الأراضي لأغراض السكن وتطوير البنية التحتية. غالباً ما يتم هذا التوسع على حساب الأراضي الزراعية والمساحات الخضراء، مما يؤثر سلباً على المناخ والبيئة، ويؤدي إلى تدهور الموارد الزراعية.

تساهم تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد في رصد التغيرات الناتجة عن التوسع العمراني بدقة، من خلال تحليل الصور الفضائية عبر فترات زمنية مختلفة. تُتيح هذه الأدوات استخلاص نتائج دقيقة تدعم صناع القرار في وضع خطط مستدامة لتطوير الخدمات والبنية التحتية.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل تأثير التوسع العمراني على المناخ والأراضي الزراعية خلال الفترة من 1985 إلى 2022، مستخدمة منصة Google Earth Engine (GEE) كأداة حديثة لرصد ومعالجة بيانات استخدام الأرض.

يُمثل التوسع العمراني تحدياً عالمياً كبيراً في القرن الحادي والعشرين، خاصة في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية والموارد المحدودة. في سورية، تفاقمت هذه الظاهرة بسبب النزوح الداخلي الناجم عن الثورة، مما تسبب في تحولات سريعة في أنماط استخدام الأرض.

أهمية البحث:

تبرز أهمية هذا البحث في كونه يُقدِّم تحليلاً كمياً دقيقاً – باستخدام تقنيات متطورة مثل منصة GEE وبيانات GLC_FCS30D – للعلاقة السببية بين التوسع العمراني السريع في مدينة جرمانا وفقدان الأراضي الزراعية وتأثيرهما المشترك على المناخ والبيئة. كما يكتسب أهمية من خلال:

1. رصد التحولات الجذرية في استخدام الأراضي خلال فترة زمنية طويلة (1985–2022)، خاصةً في ظل ظروف استثنائية كالثورة السورية والنزوح الداخلي.
2. توفير مؤشرات رقمية ملموسة تُجسِّد حجم الضغط على الموارد البيئية والزراعية.
3. توجيه صناع القرار نحو اعتماد سياسات تخطيطية مستدامة، قائمة على أدلة رصدٍ حديثة، لموازنة النمو الحضري مع حماية الأراضي الزراعية والحدّ من الآثار المناخية.

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

أهداف البحث:

1. رصد وتحليل أنماط التغير الزمني في استخدام الأرض (خاصة التوسع العمراني وفقدان الأراضي الزراعية) في مدينة جرمانا خلال الفترة 1985–2022، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد (GEE) وبيانات GLC_FCS30D عالية الدقة.
2. قياس التأثير الكمي للتوسع العمراني على المساحات الزراعية وتقدير معدلات فقدانها عبر العقود الثلاثة الماضية.
3. تقييم الآثار البيئية والمناخية الناجمة عن هذا التحول في استخدام الأرض (مثل تغير الغطاء النباتي، وارتفاع درجات الحرارة المحلية).
4. تطوير خرائط رقمية ديناميكية توضح التوزيع المكاني والزمني للتوسع العمراني وتراجع الأراضي الزراعية.
5. تقديم إطار مقترح لسياسات تخطيط عمراني مستدام يعزز التوازن بين النمو الحضري والحفاظ على الموارد الزراعية والبيئية.

أدوات البحث:

- منصة Google Earth Engine وهي أداة قوية تعتمد على الحوسبة السحابية لتحليل بيانات الاستشعار عن بُعد، تتيح المنصة الوصول إلى صور الأقمار الصناعية من مصادر مثل Landsat وSentinel، بالإضافة لمجموعة بيانات لتصنيف غطاء الأرض مثل GLC_FCS30D مما يمكن الباحثين من تتبع التغيرات في استخدام الأرض على مدى عقود.
- برنامج Google Earth للحصول على مشاهد فضائية تاريخية بقدرة تمييز مكانية عالية.
- برامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS10.2.2.

مواد البحث:

- بيانات نظام تصنيف الأرض GLC_FCS30D، وهو مجموعة بيانات جديدة لمراقبة تغيرات الغطاء الأرضي عالمياً بدقة 30 متر من 1985 إلى 2022، مع تحديثات كل 5 سنوات قبل 2000 وسنوياً بعد ذلك، بإجمالي 26 خطوة زمنية، ويشمل 35 فئة فرعية للغطاء الأرضي،

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

وتم تطويره باستخدام صور Landsat وخوارزمية الكشف المستمر على منصة Google Earth Engine.[1]

- مشاهد فضائية بقدرة تمييز مكانية عالية بتواريخ متعددة من برنامج Google Earth.

نظرة عامة على GLC_FCS30D:

يُعد GLC_FCS30D (Global Land Cover_ Fine Classification System) أول منتج لمراقبة ديناميات الغطاء الأرضي العالمي بدقة 30 متر، يغطي الفترة من 1985 إلى 2022، يشمل 26 خطوة زمنية، مع تحديثات كل 5 سنوات قبل 2000 وسنوياً بعد ذلك، مما يوفر دقة زمنية مفصلة.

يشمل المجموعة 35 صنف فرعي للغطاء الأرضي، مما يوفر نظام تصنيف دقيق يعزز تحليل الغطاء الأرضي مقارنة بالمنتجات العالمية السابقة (X. Zhang, 2024).

تم تطوير GLC_FCS30D باستخدام صور Landsat المتسلسلة الكثيفة من Landsat 5، 7، 8، و9، معالجة لتصحيح الغلاف الجوي والمتاحة على منصة Google Earth Engine التي تسمح بمعالجة كميات هائلة من البيانات مما يضمن القدرة على التوسع والكفاءة في المعالجة، واستخدام خوارزمية الكشف المستمر عن التغيرات (CCD) لتحديد البكسلات المستقرة والمتغيرة، مع نمذجة البيانات الزمنية باستخدام تحويل فوريه لالتقاط التغيرات المفاجئة بسبب الاضطرابات البشرية أو الطبيعية.

وحسب المرجع السابق (X. Zhang, 2024) تم التحقق باستخدام 84,526 عينة موزعة عالمياً فكانت الدقة الإجمالية 80.88% (±0.27%) لنظام التصنيف الأساسي (10 أنواع رئيسية من الغطاء الأرضي)، مما يشير إلى استقرار وموثوقية كبيرة عبر مناطق وسلاسل زمنية مختلفة.

ومع ذلك، هناك بعض القيود التي تؤدي لانخفاض دقة هذا المنتج حيث تؤثر البيانات النادرة من Landsat المبكرة (قبل 2000) على الدقة للفترات الأولى كما تؤثر الأخطاء في المناطق المغطاة بالسحب أو الثلوج على موثوقية البيانات.

1هذه البيانات متاحة مجانا من خلال https://doi.org/10.5281/zenodo.8239305

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

منهجية البحث: باستخدام منصة Google Earth Engine وبيانات تصنيف غطاء الأرض GLC_FCS30D يتم الحصول على احصائيات لأصناف استخدام الأرض لمنطقة الدراسة.

ومن هذه الاحصائيات يمكن تحديد الاتجاه العام لتغير غطاء الأرض، بالإضافة إلى السنوات الحرجة التي حصل بها تغيير كبير في استعمال الأرض، وللتحقق مما حصل فعلا خلال تلك السنوات يمكن تحليل ودراسة المشاهد الفضائية ذات قدرة التمييز المكاني العالية من برنامج Google Earth.

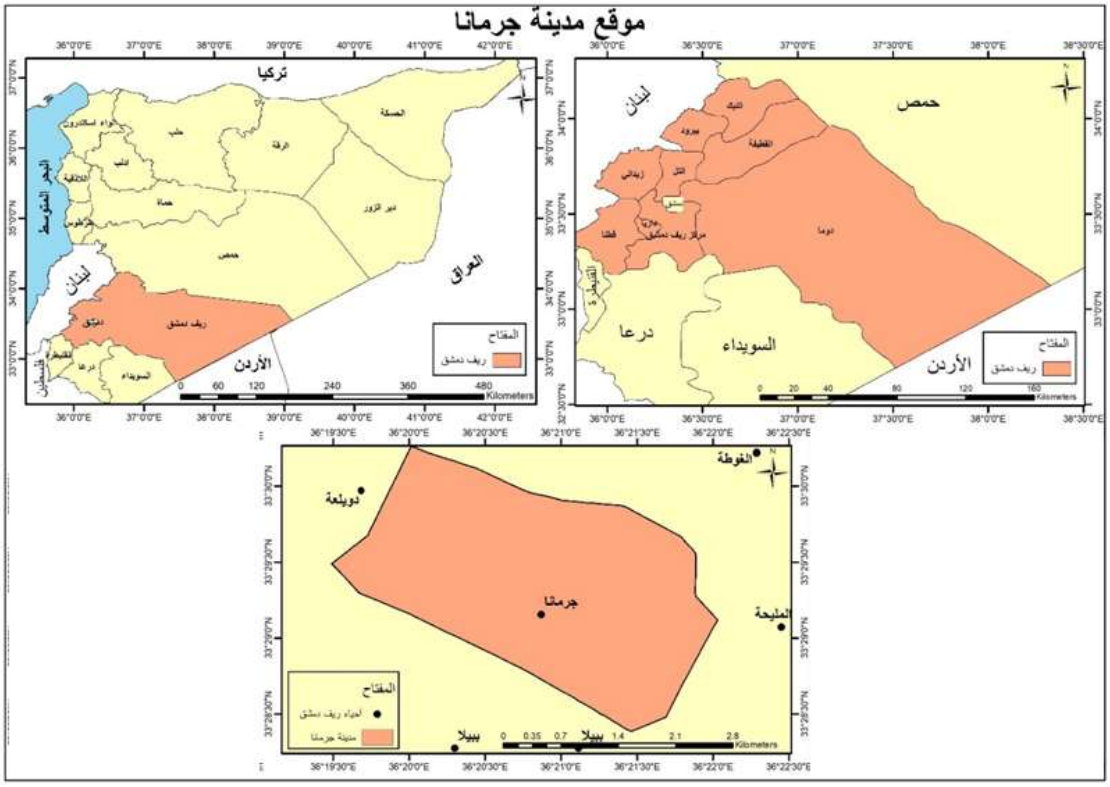
في هذا البحث تم استخدام هذه المنهجية للتعرف على مناطق التوسع العمراني بشكل عام في منطقة الغوطة الشرقية لمدينة دمشق، وذلك لحصر السنوات التي حصل فيها توسع عمراني على حساب الأراضي القابلة للزراعة، وللتحقق واستكمال الدراسة تم اختيار منطقة أصغر كحالة دراسية وهي مدينة جرمانا لتحميل المشاهد الفضائية بقدرة تمييز مكاني عالية خلال هذه التواريخ وذلك باتباع الخطوات التالية:

1. استخراج البيانات: استخدام GEE لاستخلاص إحصائيات غطاء الأرض لفترات زمنية محددة.
2. التحليل الزمني: تحديد السنوات الحرجة للتغيرات (مثل 2000 و2010) عبر مقارنة الصور الفضائية.
3. التحقق الميداني: استخدام صور Google Earth عالية الدقة للتحقق من دقة النتائج.
4. التحليل الكمي: حساب النسب المئوية لفقدان الأراضي الزراعية وزيادة المساحات العمرانية.

الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة الدراسة:

مدينة جرمانا مدينة سورية وهي مركز ناحية في محافظة ريف دمشق، تقع في جنوب شرقي العاصمة دمشق، وتمتد أراضيها بين طريق الغوطة الشرقية من الشمال، وطريق المطار من الجنوب، ومن الشرق تتصل بأراضي بلدة لمليحة، يصلها بدمشق غرباً منطقة الكباس والدويلعة وتبعد عنها مسافة خمسة كيلو مترات تقريباً، وتمتد بين خطي طول ˝50 ´19 °36 و ˝54 ´21 °36 شرق غرينتش ودرجتي عرض ˝10 ´30 °33 و ˝25 ´28 °33 شمال خط الاستواء والخريطة رقم 1 تبين حدود المدينة، تحولت جرمانا اليوم إلى مدينة عصرية حديثة بعماراتها وشوارعها

وأسواقها، بعد أن كانت بلدة ريفية في الغوطة تكثر فيها البساتين، وجرمانا كلمة آرامية تعني الرجال الأشداء. الخريطة رقم 2.



الخريطة (1) موقع مدينة جرمانا

التوسع العمراني في مدينة جرمانا:

التوسع العمراني _وفقاً لـ (منير، 2015)_ هو انتشار الأشكال العمرانية التي ترتبط مع تجمعات موجودة من قبل، و هو عملية مرتبطة بالبحث عن الأشكال المادية للأجوبة المطروحة بالنسبة للمتطلبات الجديدة من مساحات السكن، العمل، وسائل الراحة و الهياكل من وجهة نظر البرمجة و التنظيم وهو عملية استغلال العقار الحضاري بطريقة مستمرة نحو أطراف المدينة، وأيضا عملية زحف النسيج العمراني نحو خارج المدينة سواء كان أفقيا أو رأسيا بطريقة عقلانية[1]، والتوسع في مدينة جرمانا يشمل نوعين من التوسع داخلياً، حيث يعاد هدم البيوت القديمة وانشاء أبنية طابقية عوضاً عنها، وخارجياً حيث تقام الأبنية الحديثة فوق الأراضي الزراعية وهناك العديد من الأسباب والدوافع لهذا التوسع لذلك.

تغيرات استخدام الأرض:

1 بن علي عبد الجبار، مخلوف عبد الله، إشكالية التوسع العمراني في إطار التنمية المستدامة، حالة مدينة الوادي، جامعة العربي بن مهيدي أم الواقي، 2011، ص 8.

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

لتحديد السنوات الرئيسية التي حصل فيها توسع عمراني تم استخدام بيانات غطاء الأرض GLC_FCS30D ضمن منصة Google Earth Engine، وذلك للحصول على مؤشرات التغيرات في مدينة جرمانا وتحديد السنوات الحرجة التي حدثت فيها هذه التغيرات، الجدول (1) يبين أهم التغيرات في مساحة غطاء الأرض (كم^2) خلال سنوات الدراسة.

الجدول (1): أهم التغيرات في مساحات غطاء الأرض كم2 من 1985م إلى 2022م

year	Rainfed cropland الأراضي الزراعية البعلية	Herbaceous cover cropland الأراضي الزراعية المغطاة بالأعشاب	Tree or shrub cover cropland الأراضي الزراعية المغطاة بالأشجار أو الشجيرات	Irrigated cropland الأراضي الزراعية المروية	Sparse vegetation نباتات قليلة	Sparse herbaceous أعشاب قليلة	Impervious surfaces المساحات غير النفاذة	Bare areas مناطق جرداء
1985	0.08	1.15	0.43	1.7	0.02	0.27	2.25	0.16
1990	0.08	1.25	0.44	1.71	0.02	0.25	2.46	0.19
1995	0.07	1.4	0.4	2.11	0.02	0.15	2.72	0.23
2000	0.07	0.38	0.09	1.83	0	0.02	4.97	0.02
2001	0.09	0.46	0.07	1.31	0	0.03	5.38	0.02
2002	0.13	0.48	0.06	1.07	0.01	0.03	5.56	0.02
2003	0.13	0.57	0.07	1.08	0.01	0.01	5.48	0.01
2004	0.16	0.59	0.07	0.94	0.01	0.01	5.57	0.02
2005	0.21	0.54	0.08	0.79	0.02	0.02	5.69	0.02
2006	0.16	0.58	0.07	0.77	0.01	0.03	5.73	0.01
2007	0.14	0.55	0.05	0.73	0.01	0.02	5.86	0.01
2008	0.12	0.61	0.05	0.64	0	0.01	5.9	0.02
2009	0.14	0.61	0.04	0.55	0.01	0.02	5.97	0.02
2010	0.15	0.65	0.04	0.48	0.02	0.03	5.98	0.02
2011	0.17	0.64	0.04	0.45	0.02	0.05	5.98	0.03
2012	0.15	0.64	0.04	0.48	0.02	0.04	5.96	0.03
2013	0.16	0.61	0.03	0.53	0.01	0.03	5.97	0.03

2014	0.14	0.57	0.02	0.59	0.01	0.02	6	0.03
2015	0.16	0.6	0.02	0.55	0.01	0.03	5.98	0.03
2016	0.13	0.65	0.02	0.52	0.01	0.04	5.99	0.03
2017	0.14	0.72	0.02	0.46	0	0.03	5.99	0.02
2018	0.15	0.7	0.01	0.36	0.01	0.05	6.07	0.02
2019	0.18	0.73	0.01	0.33	0	0.04	6.06	0.03
2020	0.18	0.72	0.01	0.32	0	0.04	6.07	0.04
2021	0.17	0.71	0.01	0.35	0.01	0.05	6.04	0.04
2022	0.16	0.69	0.01	0.42	0.02	0.05	5.99	0.05

تحليل تغير غطاء الأرض في جرمانا(1985-2022) :

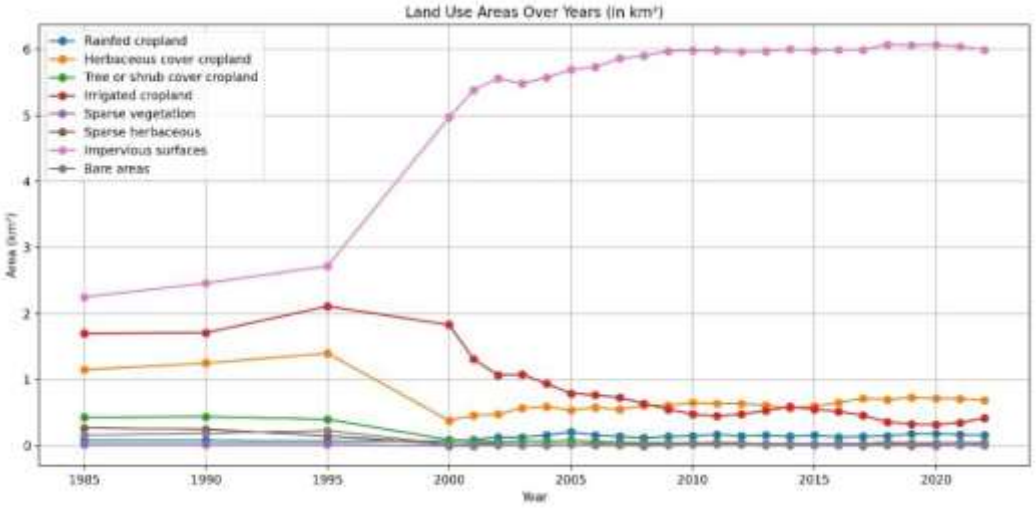
يتبين من الجدول السابق:

- ✓ الارتفاع الكبير في المساحات غير النفاذة (Impervious surfaces) حيث زادت من 2.25 كم² في 1985 إلى 5.99 كم² في 2022 (بزيادة 166%)، مما يشير إلى توسع عمراني كبير، مثل بناء الطرق والمباني، وهو مؤشر رئيسي للتوسع الحضري.
- ✓ تراجع الأراضي الزراعية المروية (Irrigated cropland) حيث انخفضت من 1.7 كم² في 1985 إلى 0.42 كم² في 2022 (بنسبة 75%)، قد يكون ذلك بسبب ندرة المياه أو تحويل الأراضي إلى أغراض غير زراعية.
- ✓ الغطاء العشبي (Herbaceous cover cropland) تقلب بين الارتفاع والانخفاض، لكنه شهد انخفاضاً عاماً من 1.15 كم² إلى 0.69 كم² (بنسبة 40%) قد يعكس تغيرات في الممارسات الزراعية أو التوسع العمراني
- ✓ المناطق الجرداء (Bare areas) زادت من 0.16 كم² إلى 0.05 كم²، لكنها ظلت ثابتة نسبياً مقارنة بغيرها قد تكون مرتبطة بزيادة الأنشطة البشرية أو التدهور البيئي.

سنوات التحول الرئيسية:

في عام 2000 قفزة كبيرة في المساحات غير النفاذة (من 2.72 كم² في 1995 إلى 4.97 كم² في 2000)، مما يشير إلى توسع عمراني كبير وتغيير في سياسات استخدام الأرض، مما يؤدي إلى تأثيرات بيئية كزيادة الجزر الحرارية الحضرية بسبب المساحات غير النفاذة، وإلى أثار اجتماعية واقتصادية يتمثل بالتحول من النشاط الزراعي إلى التركيز على التنمية الحضرية والضغط على الموارد المائية.

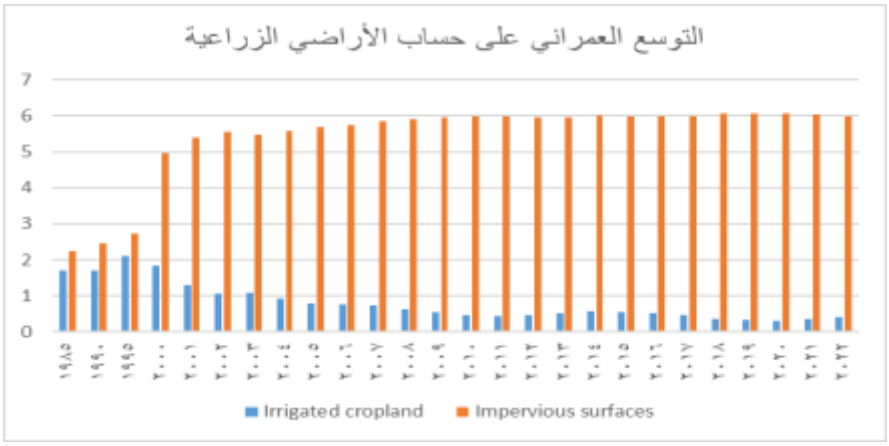
ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604



الشكل (1) نتيجة سنوات التحول الرئيسية في غطاء الأرض في جرمانا من 1985م إلى 2022م

يوضح الرسم البياني التغيرات في مختلف فئات استخدام الأرض، مُقاسةً بالكيلومتر المربع، من عام ١٩٨٥ إلى ٢٠٢٢ في مجموعة البيانات، يُمثل كل خط فئةً مختلفةً من استخدامات الأرض، مما يُتيح لنا رصد الاتجاهات والتحولات في استخدام الأرض بمرور الوقت.

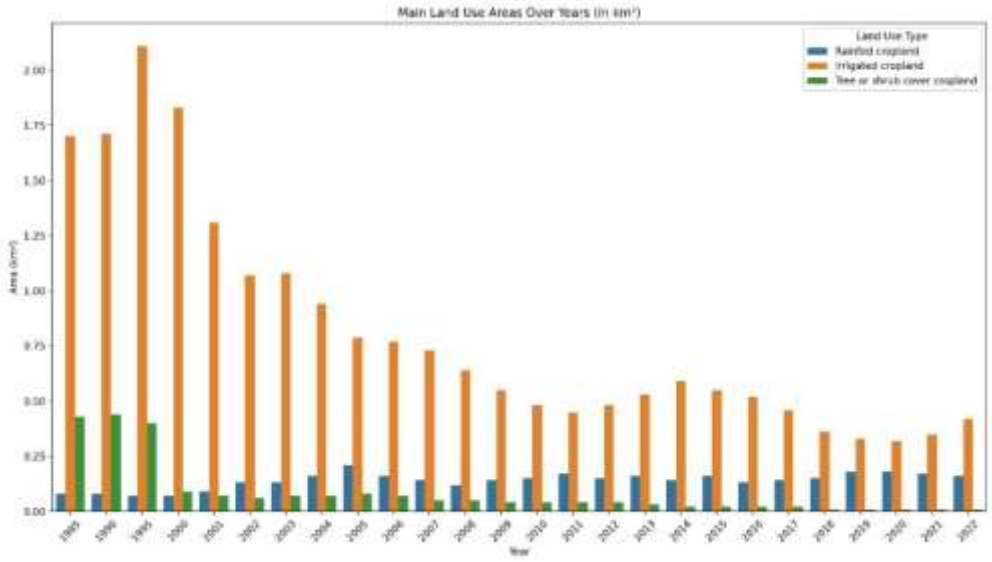
الشكل البياني (2) يبين التغيرات الحاصلة بأهم صنفين لغطاء الأرض في الغوطة وهي المناطق العمرانية والأراضي الزراعية المروية. من هذا المخطط يتبين أن السنوات الحرجة للتغيرات العمرانية حدثت بين عامي 1995 و 2000 ثم حدث استقرار بالمساحات العمرانية ولكن مع تناقص حاد بمساحات الأراضي الزراعية حيث انخفضت هذه المساحة لحدود الخمس تقريبا بين عامي 1995 و 2022.



الشكل (2) يبين تغيرات الصنفين الرئيسيين لغطاء الأرض في منطقة الغوطة

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

ويوضح الشكل (3) المساحات (بالكيلومترات المربعة) لأنواع استخدامات الأراضي الزراعية الرئيسية المختارة على مر السنين، حيث يمثل كل لون نوعاً مختلفاً من أنواع استخدامات الأرض، مما يُسهّل رصد الاتجاهات والتغيرات في هذه الفئات بمرور الوقت.



الشكل (3) شكل لأنواع استخدامات الأراضي الزراعية الرئيسية على مر السنين

مما سبق يمكن اعتبار أن التوسع العمراني الرئيسي حصل قبل عام 2000 لذا سنقسم التوسع العمراني في منطقة جرمانا إلى أربع مراحل كالآتي:

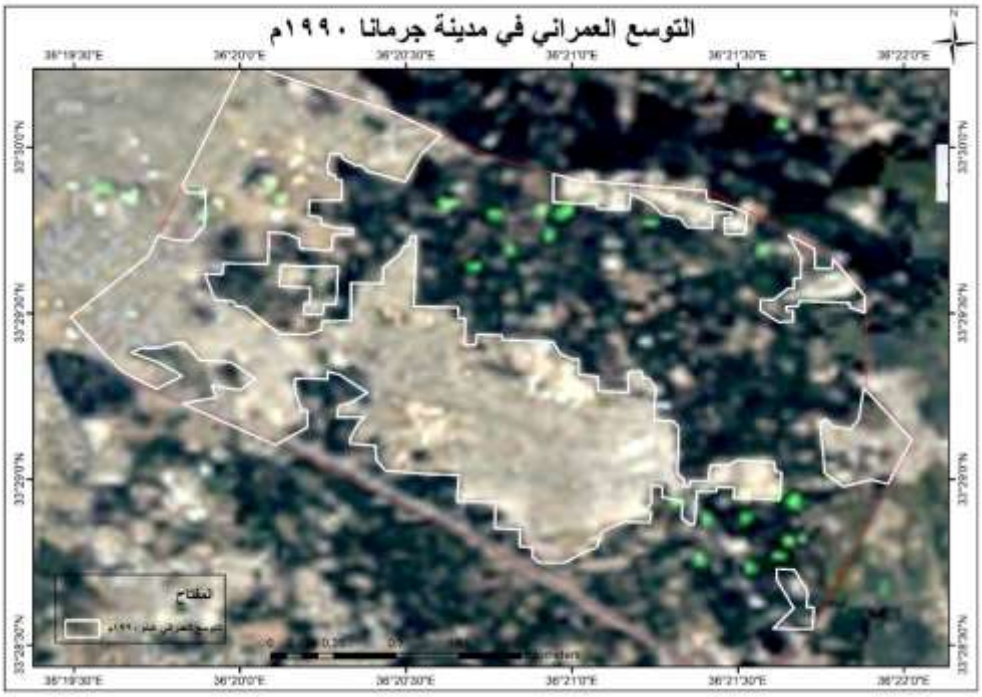
المرحلة الأولى عام 1985:

جميع سكان هذه المرحلة من العائلات الدرزية الذين عملوا في الزراعة، وبعض العائلات المسيحية التي وفدت إلى المنطقة بداية ثمانينات القرن الماضي من محافظة دمشق الذين عملوا في التجارة والخدمات وبعض المهن الحرفية، توزع السكان في أحياء محددة هي (الوحدة، الروضة، السيوف، التلاليح، الآس الشرقي، الموقف، الخضر، البيدر، البعث، النهضة القديمة، القوس) وأجزاء صغيرة من أحياء (القريات، الجنين، الآس الغربي، الحمصي، التربة).

تم استخدام برنامج google earth للحصول على المشهد الفضائي المتوفر لهذه الفترة حيث تبين أن أقدم مشهد فضائي متوفر يعود لعام 1985 وهو مشهد من لاندسات ذو قدرة التمييز المكاني المنخفضة، كما في الخريطة (2) (ولا يوجد مشاهد بقدرة تمييز مكاني عالية إلا بعد شهر آذار لعام 2000) حيث بلغت مساحة المناطق العمرانية 2280670 م^2 ما يعادل 2,3 كم^2، أما مساحة الأراضي الزراعية في تلك الفترة فكانت 2,6 كم (بن علي، 2011) أي أن مساحة الأراضي الزراعية أكثر من نصف حجم المدينة البالغ مساحتها 4,8 كم^2، حيث كانت تنتج المدينة مختلف

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

أنواع الفاكهة والمحاصيل الأخرى، بالإضافة إلى الانتاج الحيواني حيث كانوا يهتمون بتربية الأبقار والأغنام والدجاج.



الخريطة (2) التوسع العمراني في مدينة جرمانا عام 1985م بالاعتماد على صورة تم الحصول عليها من برنامج google earth

المرحلة الثانية عام 2000م:

في هذه المرحلة ازداد التوسع بالاتجاهات الأربعة في أحياء المدينة (الدير، القريات، كرم صمادي، الجمعيات، الجناين، التربة، الحمصي، الآس الغربي، الملعب، النهضة الحديثة) والخريطة (3) تبين هذا التوسع ضمن الأحياء المذكورة، بمساحة وتبلغ 2733000 م^2 ما يعادل 2,7 كم^2 أي أن التوسع زاد بمقدار 0,5 كم^2 بسبب استمرار وفود بعض العائلات من منطقة دمشق والسويداء مما أدى إلى زيادة عدد سكان المنطقة وتنوعها الديموغرافي، وقيام الدولة بتأهيل المدينة من خلال تعبيد الطرق ومد شبكات المياه والصرف الصحي، وإقامة أحياء منظمة، فضلاً عن قيام البعض بالعمل بالتجارة من خلال افتتاح المحال التجارية والخدمات وغيرها.

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

الخريطة (3) التوسع العمراني في مدينة جرمانا عام 2000م بالاعتماد على صورة تم الحصول عليها من برنامج google earth

المرحلة الثالثة 2010 م:

توسعت المدينة في هذه المرحلة بشكل كبير جداً على حساب الأراضي الزراعية حيث تراجعت مساحة الأراضي الزراعية إلى 0,8 كم^2 بحيث لم نعد نرى الأشجار الخضراء إلا في أماكن ضيقة على أطراف المدينة، وازدادت مساحة التوسع العمراني إلى 3993940 م^2 ما يعادل4 كم^2، والخريطة (4) توضح ذلك، ففي هذه المرحلة تحولت جرمانا من مدينة ريفية إلى مدينة حضرية عمرانية عصرية وخدمية، نتيجة ظهور التكنولوجيا والأجهزة الحديثة، وتحسن المستوى المعيشي، إضافة إلى تحسن المستوى العلمي وإكمال عدد كبير من أبناء المدينة تعليمهم الجامعي وتخرج عدد كبير منهم من مختلف الكليات، فضلاً عن وفود أعداد كبيرة من المواطنين العراقيين نتيجة الحرب في العراق إلى المدينة والاستقرار والعمل بها، فاستثمروا قسم كبير من أموالهم في العقارات والتجارة والخدمات التي أدت إلى نهضة كبيرة في المدينة.

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

الخريطة(4) التوسع العمراني في أحياء مدينة جرمانا عام 2010م بالاعتماد على صورة تم الحصول عليها من برنامج google earth

المرحلة الرابعة 2020 م:

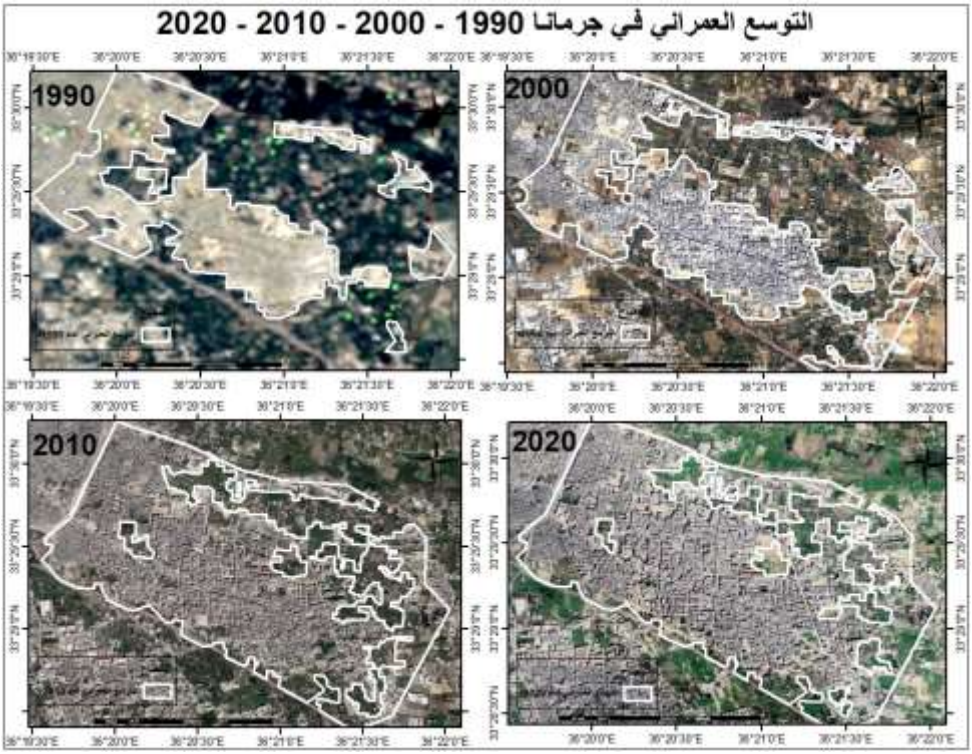
في هذه المرحلة لم نعد نرى المساحات الخضراء باستثناء بعض الأشجار المعدودة على طريق المطار كما تبين الخريطة (5)، حيث تراجعت المساحة المزروعة إلى 0.3 كم^2 ووصلت مساحة التوسع العمراني إلى 4474896 م^2 ما يعادل 4.5 كم^2 كما يظهر على الخريطة رقم 10،وهذا يعود إلى الكثير من الأسباب أهمها الثورة السورية ونزوح المواطنين من مدنهم إلى مدن أكثر أمناً واستقرار فكانت مدينة جرمانا المدينة الحاضنة لكل السوريين بمختلف الأديان حتى وصفها بعض الكتاب أنها سورية الصغيرة نتيجة التنوع الديموغرافي الكبير فيها، وذلك لقربها من مدينة دمشق وتوفر كافة الخدمات فيها بالإضافة إلى توفر فرص العمل، مع ازدياد السكان بشكل كبير كان لابد من توفر المزيد من المساكن لتتسع للأعداد الكبيرة الوافدة إليها، مما زاد الضغط على كافة الموارد والخدمات وكل ذلك على حساب مساحة الأراضي الزراعية حيث أن العمل في العقارات كان أكثر ربحاً من الزراعة مع التغيير الحاصل والتقدم التكنولوجي والمعرفي وتراجع عدد العاملين في الزراعة.

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

وحتى تاريخ اليوم من عام 2024 زحف العمران على كامل المدينة ولم يبق منها غصناً أخضر باستثناء ما وجد ضمن المنتزهات الترفيهية للسكان، وما وجد لأجل الزينة على الطرقات.

الخريطة(5) التوسع العمراني في أحياء مدينة جرمانا عام 2020م بالاعتماد على صورة تم الحصول عليها من برنامج google earth

وتظهر الخريطة (6) اتجاهات التوسع العمراني في المدينة خلال العقود الماضية:



الخريطة (6) التوسع العمراني في أحياء مدينة جرمانا خلال العقود الماضية

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

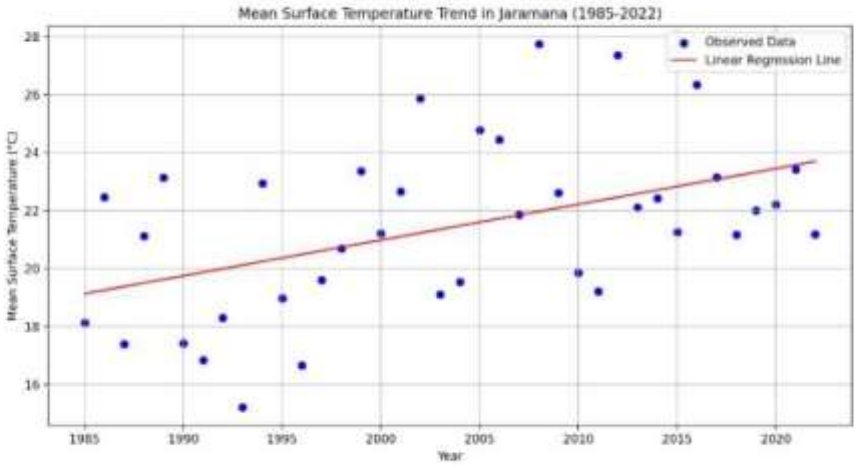
أثر التوسعات العمرانية على المُناخ:

تم حساب المتوسط السنوي لدرجات حرارة السطح من مشاهد لاندسات وتم إنشاء الرسم البياني الذي يوضح اتجاه متوسط درجة الحرارة السطحية في جرمانا من عام 1985 إلى عام 2022م (الجدول 2 والشكل 4)

الجدول (2) المتوسط السنوي لدرجة حرارة السطح في منطقة الدراسة

year	Mean_LST	year	Mean_LST
1985	18.12	**2004**	19.53
1986	22.46	**2005**	24.77
1987	17.38	**2006**	24.45
1988	21.11	**2007**	21.85
1989	23.13	**2008**	27.75
1990	17.42	**2009**	22.62
1991	16.83	**2010**	19.85
1992	18.30	**2011**	19.20
1993	15.21	**2012**	27.36
1994	22.94	**2013**	22.11
1995	18.97	**2014**	22.42
1996	16.65	**2015**	21.25
1997	19.60	**2016**	26.35
1998	20.69	**2017**	23.16
1999	23.35	**2018**	21.16
2000	21.21	**2019**	22.01
2001	22.66	**2020**	22.21
2002	25.86	**2021**	23.42
2003	19.11	**2022**	21.17

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604



الشكل (4) المتوسط السنوي لدرجة حرارة السطح في منطقة الدراسة

تمثل النقاط الزرقاء متوسط درجات الحرارة السطحية المرصودة لكل عام. يشير الخط الأحمر إلى اتجاه الانحدار الخطي ويبلغ حوالي 0.123 درجة مئوية في السنة مُظهراً ارتفاعاً تدريجياً في درجات الحرارة على مر السنين. مما يُشير إلى زيادة ملحوظة في متوسط درجة الحرارة السطحية خلال الفترة المُحللة. على الرغم من وجود تقلبات في البيانات المرصودة، إلا أن الاتجاه العام واضح، مما يدعم الاستنتاج بأن جرمانا شهدت ارتفاعاً في درجات الحرارة السطحية.

لحساب متوسط درجة الحرارة لكل فصل من عام ١٩٨٥ إلى عام ٢٠٢٢ ضمن منطقة الدراسة في جرمانا، يمكن استخدام GEE أيضا حيث تتوفر مجموعة بيانات ERA5 اليومية بيانات درجات الحرارة العالمية، والتي يمكن تصفيتها حسب التاريخ والمنطقة لحساب المتوسطات الموسمية.

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

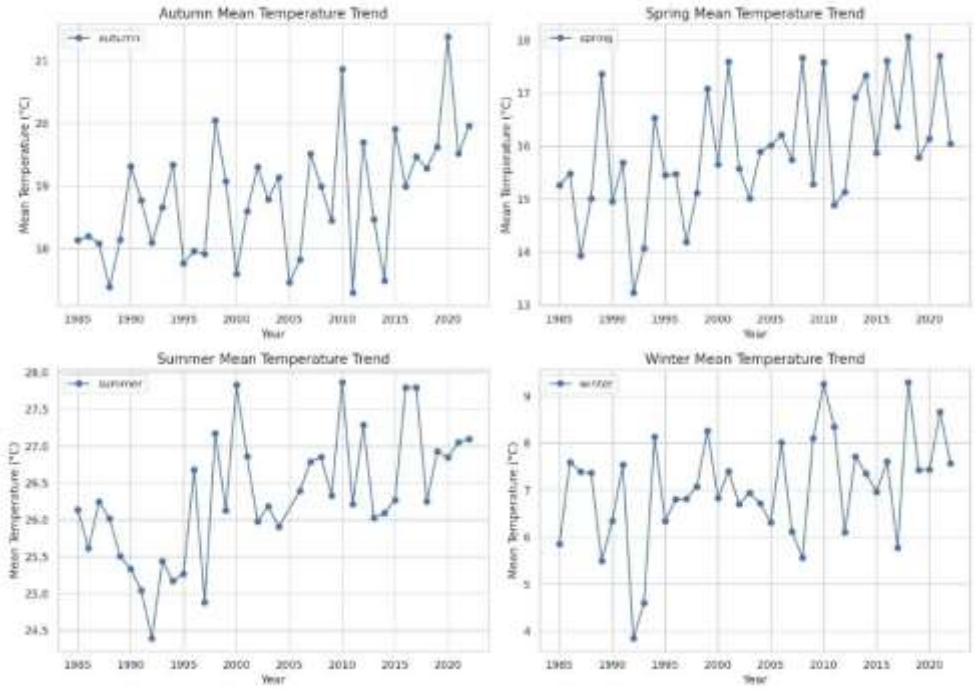
الجدول (3) متوسط درجة الحرارة لكل فصل

Mean temperature				
Year	Winter	spring	summer	autumn
1985	5.85	15.25	26.13	18.13
1986	7.59	15.47	25.61	18.19
1987	7.38	13.93	26.24	18.07
1988	7.37	15.00	26.01	17.38
1989	5.49	17.36	25.50	18.13
1990	6.34	14.95	25.33	19.31
1991	7.53	15.68	25.04	18.76
1992	3.84	13.23	24.39	18.09
1993	4.59	14.06	25.44	18.65
1994	8.13	16.53	25.17	19.33
1995	6.34	15.45	25.26	17.76
1996	6.80	15.47	26.68	17.95
1997	6.81	14.18	24.87	17.91
1998	7.07	15.11	27.17	20.04
1999	8.26	17.07	26.12	19.07
2000	6.82	15.65	27.82	17.58
2001	7.40	17.59	26.86	18.59
2002	6.70	15.57	25.97	19.30
2003	6.94	15.01	26.18	18.78
2004	6.71	15.89	25.90	19.13
2005	6.31	16.00	25.86	17.45
2006	8.01	16.20	26.39	17.82
2007	6.11	15.73	26.78	19.51
2008	5.56	17.66	26.85	18.99

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

2009	8.10	15.28	26.32	18.44
2010	9.26	17.58	27.86	20.86
2011	8.35	14.88	26.21	17.29
2012	6.10	15.13	27.28	19.69
2013	7.71	16.92	26.02	18.46
2014	7.35	17.33	26.09	17.48
2015	6.96	15.87	26.27	19.90
2016	7.61	17.60	27.79	18.99
2017	5.76	16.36	27.79	19.46
2018	9.29	18.06	26.24	19.28
2019	7.43	15.78	26.92	19.62
2020	7.43	16.13	26.84	21.38
2021	8.66	17.69	27.05	19.51
2022	7.57	16.04	27.09	19.96

تم حساب متوسط درجات الحرارة لمنطقة الدراسة خلال فصول السنة، الشكل التالي يبين الاتجاهات العامة لتغير درجات الحرارة.



الشكل (5) شكل لنتائج متوسط درجة الحرارة لكل فصل من عام 1985م إلى عام 2022م

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

تحليل اتجاهات كل فصل:

- ✓ **الشتاء:** يُظهر الرسم البياني ارتفاعاً تدريجياً في درجات الحرارة الشتوية على مر السنين، يشير هذا الاتجاه التصاعدي إلى أن فصول الشتاء أصبحت أكثر اعتدالاً مما قد يؤثر على النظم البيئية.
- ✓ **الربيع:** تشهد درجات الحرارة في الربيع اتجاهاً تصاعدياً ملحوظاً، مما يشير إلى أن فصول الربيع أصبحت أكثر دفئاً، وقد يؤثر هذا الاحترار على أوقات إزهار النباتات والممارسات الزراعية، مما قد يؤدي إلى اختلالات في الدورات الموسمية.
- ✓ **الصيف:** تسجل درجات الحرارة في الصيف أعلى مستوياتها باستمرار، وتظهر اتجاهاً تصاعدياً ملحوظاً، ويشير هذا إلى أن فصول الصيف أصبحت أكثر حرارة، مما قد يؤدي إلى موجات حر أكثر تكراراً وزيادة الطلب على الطاقة للتبريد.
- ✓ **الخريف:** شهدت درجات الحرارة في الخريف تقلبات، ولكنها تشير أيضاً إلى اتجاه تصاعدي عام، ويشير هذا إلى أن فصول الخريف أصبحت أكثر دفئاً، مما قد يؤثر على التحولات الموسمية وسلوك الحياة البرية.
- ✓ بشكل عام، تشير الاتجاهات في جميع الفصول إلى نمط احترار، يتماشى مع التغيرات المناخية الأوسع.

النتائج:

إن ظاهرة الزحف العمراني على حساب الأراضي الزراعية هي ظاهرة عامة تشمل عموم المناطق الريفية ولا تقتصر على منطقة دون أخرى، وهذا تبعاً لأعداد السكان ومساحة الأراضي الزراعية، والعديد من العوامل المؤثرة منها التغير والتطور العلمي والتكنولوجي، وتغير المستوى الاقتصادي والاجتماعي، والاستثمار في مجال العقارات والأنشطة التجارية المتنوعة كل هذه الأسباب أدت إلى النتائج الآتية:

1- من خلال تحليل بياناتGoogle Earth Engine ، أظهرت النتائج زيادة ملحوظة في المساحات العمرانية خلال الفترة من 1985 إلى 2022، مصحوبة بانخفاض مماثل في الأراضي الزراعية.

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

2- في عام 1990م بلغت النسبة المئوية للتوسع العمراني في مدينة جرمانا 45.8% في حين كانت نسبة المساحات الزراعية 54.2% حين كانت أعداد السكان قليلة لا تتجاوز آلاف النسمات وكان الوضع الاقتصادي محدود ويقتصر العمل على الزراعة.

3- في عام 2000م ارتفعت النسبة المئوية للتوسع العمراني في المدينة إلى 56.25% وانخفضت نسبة المساحات الزراعية إلى 43.75% في مرحلة التطور العلمي وبداية الوفود إلى المدينة وتحسن المستوى المعيشي.

4- في عام 2010م ازدادت النسبة المئوية للتوسع العمراني كثيراً في جرمانا حيث بلغت 81,25%، وبالتالي انخفضت جداً نسبة المساحات الزراعية إلى 16.6%، وذلك نتيجة استقرار المواطنين العراقيين فيها واستثمار أموالهم بها بكافة الأعمال، بالإضافة إلى ظهور التكنولوجيا والأجهزة الذكية.

5- في عام 2020م وصلت النسبة المئوية للتوسع العمراني 91.6% في حين انحدرت نسبة المساحات الزراعية إلى 8.3% نتيجة الثورة السورية واستقبال المدينة لكل السوريين، ونتيجة التقدم العلمي والتطور التكنولوجي، والأمان الموجود في هذه المدينة.

6- التوسع أو الزحف العمراني مشكلة خطيرة تعاني منها المناطق الريفية تؤدي إلى تقليل الانتاج الزراعي بشقيه النباتي والحيواني، وبالتالي الاعتماد على البضاعة المستوردة وهذا يضعف الاقتصاد الوطني.

7- تشير التوقعات إلى أن المناطق التي توسعت عمرانياً شهدت ارتفاعاً في درجات الحرارة المحلية بنسبة 1-3 درجات مئوية، نتيجة فقدان الغطاء النباتي وزيادة الأسطح المعبدة، كما أن إزالة الأراضي الزراعية ساهمت في زيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

8- إن استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد من الأدوات المهمة في كشف حجم التوسع العمراني وتحديد المساحات في مدينة جرمانا.

9- التغيرات في غطاء الأرض :

- ارتفعت المساحات غير النفاذة (Impervious surfaces) من 2.25 كم² (1985) إلى 5.99 كم² (2022).
- انخفضت الأراضي الزراعية المروية من 1.7 كم² (1985) إلى 0.42 كم² (2022).
- تراجع الغطاء العشبي بنسبة 40% بسبب التحضر.

10- السنوات الحرجة :

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

- شهد عام 2000 قفزة في التوسع العمراني (من 2.72 كم² إلى 4.97 كم²) بين 2010–2020، وتحولت 91.6% من مساحة المدينة إلى مناطق عمرانية.

11- الآثار المناخية:

- ارتفاع درجة الحرارة المحلية في المناطق المبنية .
- زيادة انبعاثات الكربون بسبب تراجع الغطاء النباتي .

المناقشة:

تؤكد النتائج المتوقعة على العلاقة الوثيقة بين التوسع العمراني والتدهور البيئي، فمن ناحية يؤدي فقدان الأراضي الزراعية إلى تهديد الأمن الغذائي، ومن ناحية أخرى، يفاقم التوسع العمراني من تغير المناخ عبر زيادة انبعاثات الكربون وتقليل قدرة الأراضي على امتصاصه، يبرز هنا دور منصة Google Earth Engine كأداة فعالة في توفير بيانات دقيقة ومحدثة تساعد في فهم هذه الظاهرة بشكل أعمق.

تكشف الدراسة عن تناقض صارخ بين النمو العمراني السريع وتراجع في مساحات الأراضي الزراعية في جرمانا، يُعزى ذلك إلى:

- عدم وجود تشريعات تحمي الأراضي الزراعية.
- ضعف الوعي بأهمية الموارد الطبيعية غير المتجددة.

وتتفق هذه النتائج مع دراسات سابقة (Zhang et al., 2024) التي أشارت إلى دور التخطيط غير المستدام في تفاقم التدهور البيئي .

المقترحات:

1. كشفت النتائج عن تراجع كبير في الإنتاجية الزراعية في المناطق التي شهدت توسعاً عمرانياً مكثفاً، مما يعزز الحاجة إلى سياسات حماية الأراضي الزراعية كسن قوانين صارمة تمنع تحويل الأراضي الزراعية إلى مناطق عمرانية دون دراسات بيئية مسبقة.
2. سياسات التنمية المستدامة: تشجيع التوسع العمراني العمودي (المباني الشاهقة) بدلاً من الأفقي للحفاظ على الأراضي الزراعية.
3. تعزيز التقنيات الحديثة: استخدام أدوات مثل Google Earth Engine في التخطيط العمراني لرصد التغيرات واتخاذ قرارات مستنيرة.
4. محاولة تفعيل القوانين التي تحد من التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية والإشراف على تنفيذها من قبل الجهات الرسمية.

ISSN: 2698 - 6159
ISSN (PRINT): 2699 - 2604

5. ضرورة توعية وإرشاد المزارعين بأهمية وقيمة الأرض الزراعية وبأنها من الموارد الغير قابلة للتعويض في حال فقدانها.
6. سياسات الحماية:
   - سن قوانين تمنع تحويل الأراضي الزراعية إلى عمرانية دون دراسات تأثير بيئي.
   - تشجيع التوسع الرأسي عبر دعم تشييد المباني متعددة الطوابق.
7. التقنيات الحديثة:
   - توظيف منصات مثل GEE في مراقبة التغيرات بشكل دوري.
   - تطوير أنظمة إنذار مبكر للكشف عن التعديات على الأراضي الزراعية.
8. التوعية المجتمعية:
   - تنظيم حملات تثقيفية حول قيمة الأراضي الزراعية.
   - دعم المزارعين عبر توفير حوافز مالية لاستصلاح الأراضي.

الخاتمة:

في هذا البحث تم استخدام منصة Google Earth Engine لتتبع التغيرات في غطاء الأرض بدقة، حيث شهدت جرمانا تحولاً جذرياً في غطاء الأرض من 1985 إلى 2022، حيث ازداد التوسع العمراني بشكل كبير على حساب الأراضي الزراعية وتراجعت المساحات الخضراء والزراعية، مما قد يشكل تحديات بيئية واقتصادية مستقبلية وتداعيات خطيرة على البيئة والأمن الغذائي.

لذا يوصى بدراسة أسباب هذه التحولات (مثل السياسات الحكومية أو النمو السكاني) وتقييم آثارها طويلة المدى للحد من الآثار السلبية وتحقيق التوازن بين النمو العمراني والحفاظ على الموارد الطبيعية لضمان استدامة الكوكب للأجيال القادمة.

توضح هذه الدراسة كيف أدى التوسع العمراني غير المنضبط في جرمانا إلى اختلالات بيئية واقتصادية خطيرة، بينما تقدم تقنيات الاستشعار عن بُعد أدوات فعّالة لرصد هذه التغيرات، فإن الحلول المستدامة تتطلب تعاوناً بين الحكومات والمجتمعات المحلية لتحقيق التوازن بين التنمية العمرانية والحفاظ على الموارد الطبيعية.

المراجع:

1- أبو عمرة، صالح محمد (2010). تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة استخدامات الأرض لمدينة دير البلح. رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية، غزة.

2- الشمري، مسلم كاظم حميد (2006). التحليل المكاني للتوسع والامتداد الحضري للمراكز الحضرية في محافظة ديالي. أطروحة دكتوراة، جامعة بغداد.

3- الشواورة، علي سالم حميدان. (2014). المدن – تضخمها – سلبياتها – تخطيطها، عمان، دار صفاء للنشر والتوزيع.

4- المظفر، محسن عبد الصاحب. (2010). جغرافية المدن، مبادئ وأسس ومنهج ونظريات وتحليلات مكانية. دار صفاء للنشر والتوزيع.

5- بن علي عبد الجبار، مخلوف عبد الله. إشكالية التوسع العمراني في إطار التنمية المستدامة، حالة مدينة الوادي، جامعة العربي بن مهيدي أم الواقي، 2011، ص8.

6- عقربي، بسام ومحسن، ذياب. (2019). التوسع المكاني لمدينة تبوك شمال غرب المملكة العربية السعودية دراسة العوامل المفسرة اعتماداً على مرئيات القمر الصناعي لاندسات، *المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية*.

7- غنيم، عثمان محمد، وأبو زنط، ماجدة أحمد. (2007). التنمية المستديمة فلسفتها وأساليب تخطيطها وأدوات قياسها. عمان، دار صفاء للنشر والتوزيع.

8- وادي منير، بوسية عادل. التوسع العمراني في إطار التنمية المستدامة، مدينة سطيف، جامعة العربي بن مهيدي أم الواقي، 2015، ص11.

9- Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store, (2024): ERA5-land post-processed daily-statistics from 1950 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS), DOI: 10.24381/cds.e9c9c792 (Accessed on DD-MMM-YYYY).

10- Pan, X. Etc, Understanding Urban Expansion on the Tibetan Plateau over the Past Half Century Based on Remote Sensing, The Case of Xining City, China, 2021.

11- RAHIMI, M, H, F, Monitoring the Long-Term Urban Expansion of Zanjan City Using Remote Sensing and Geographic Information Systems, Selcuk University Journal of Engineering ,2018.

12- Zhang, X., Zhao, T., Xu, H., Liu, W., Wang, J., Chen, X., and Liu, L.: GLC_FCS30D: the first global 30 m land-cover dynamics monitoring product with a fine classification system for the period from 1985 to 2022 generated using dense-time-series Landsat imagery and the continuous change-detection method, Earth Syst. Sci. Data, 16, 1353–1381, https://doi.org/10.5194/essd-16-1353-2024, 2024.