ISSN: 1812-0512 (Print) 2790-346X (online)

Wasit Journal for Human Sciences

Available online at: https://wjfh.uowasit.edu.iq

OPEN ACCESS

Original article

Spatiotemporal Analysis of Vegetation Cover (NDVI) Using Remote Sensing and SVM in Al-Rutbah District, Iraq

Ali Suleiman Erzik Al-Karbouli [1] , Bilal Moayad Abdulrahim Al-Alousi[2]

University of Anbar, Upper Euphrates Center for Sustainable Development Research, Anbar, Iraq[1]

Ministry of Education, Directorate of Education of Anbar, Anbar, Iraq[2]

***Correspondence author**:
ahmed.rheima@uomustansiriyah.edu.iq
Dr.abeer.y.sakini@uomustansiriyah.edu.iq

Received: 30 March 2026
Accepted: 05 **May** 2026
Published: 01 **August** 2026

DOI:
https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol22.Iss3/Pt1.1822

1812-0512 /© 2026 The Author(s). Published by Wasit Journal for Humanities Sciences, Wasit University. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Cite:
Al-Karbouli, A. S. E., & Al-Alousi, B. M. A. (2026). Spatiotemporal Analysis of Vegetation Cover (NDVI) Using Remote Sensing and SVM in Al-Rutbah District, Iraq . Wasit Journal for Human Sciences, 22(3/Pt1). https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol22.Iss3/Pt1.1822

ABSTRACT

In recent decades western Iraq particularly Al-Rutbah District has experienced significant climatic variability including declining rainfall and rising temperatures, these changes have negatively affected vegetation cover leading to degradation and posing risks to environmental sustainability and agriculture. This study analyzes vegetation dynamics in relation to temperature and rainfall from 1990 to 2024 using artificial intelligence tools, The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was derived from satellite imagery via Google Earth Engine while climatic data were modeled using the Support Vector Machine (SVM) algorithm.

Results show a strong negative correlation between NDVI and temperature (r = –0.84), indicating reduced vegetation density with increasing temperatures, in contrast, NDVI has a strong positive correlation with rainfall (r = 0.91) emphasizing its importance for vegetation growth Rainfall explains 38–41% of NDVI variability The study highlights the value of integrating remote sensing and machine learning to support environmental management in arid regions.

Keywords: NDVI; Climate change; Rainfall; Temperature; Remote sensin

تحليل التغيرات الزمنية للغطاء النباتي (NDVI) باستخدام الخرائط التفاعلية و(SVM) في قضاء الرطبة

ا.م.د علي سليمان ارزيك الكربولي[1]، م.م. بلال مؤيد عبد الرحيم[2]
وزارة التربية، مديرية تربية الأنبار، الأنبار، العراق[1] ، جامعة الأنبار، مركز أعالي الفرات لأبحاث التنمية المستدامة، الأنبار، العراق[2]

المُستخلص

شـهد غرب العراق ولا سـيما قضـاء الرطبة خلال العقود الأخيرة تباينًا مناخيًا ملحوظًا تمثل في انخفاض كميات الأمطار وارتفاع درجات الحرارة. وقد أثرت هذه التغيرات سلبًا على الغطاء النباتي مما أدى إلى تدهوره وتهديد الاستدامة البيئية والأنظمة الزراعية تهدف هذه الدراســـة إلى تحليل ديناميكيات الغطاء النباتي وعلاقته بدرجات الحرارة والأمطار خلال المدة (1990–2024) باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي، تم استخراج مؤشر الفرق المعياري للغطاء النباتي (NDVI) من صور الأقمار الصناعية عبر منصة Google Earth Engine، بينما تم نمذجة البيانات المناخية باستخدام خوارزمية آلة الدعم الناقل (SVM).

أظهرت النتائج وجود علاقة عكسـية قوية بين NDVI ودرجة الحرارة ($r = -0.84$) مما يدل على انخفاض كثافة الغطاء النباتي مع ارتفاع الحرارة في المقابل ظهرت علاقة طردية قوية بين NDVI والأمطار ($r = 0.91$) مما يؤكد أهميتها في نمو الغطاء النباتي. كما أوضـــح تحليل الانحدار أن الأمطار تفســـر (38–41%) من تباين NDVI. وتبرز الدراســـة أهمية دمج تقنيات الاستشعار عن بُعد والتعلم الآلي لدعم الإدارة البيئية في المناطق الجافة.

الكلمات المفتاحية: مؤشر الفرق المعياري للغطاء النباتي (NDVI)؛ التغير المناخي؛ الأمطار؛ درجة الحرارة؛ الاستشعار عن بُعد

1: المقدمة:

تشهد المناطق الصحراوية حول العالم ومنها قضاء الرطبة غرب العراق تغيرات مناخية متسارعة تتمثل في ارتفاع درجات الحرارة وتغير أنماط الهطول مما يؤدي إلى تدهور في النظم البيئية وخصوصًا الغطاء النباتي حيث تمثل درجات الحرارة والامطار مؤشرين حاسمين لفهم مدى تأثر البيئة بهذه التغيرات فهما يؤثران بشكل مباشر على صحة النباتات وفعاليتها البيئية (الخضري والدوسكي ، 2020، ص12) ، وعلى الرغم من أهمية تلك المتغيرات لا تزال هناك فجوة كبيرة في الدراسات التي تدمج التحليل المناخي مع مؤشرات الغطاء النباتي في المناطق الصحراوية العراقية مما يجعل هذا البحث ذو أهمية كبيرة لسد هذه الفجوة المعرفية لاسيما ان قضاء الرطبة يشهد تقلصًا في الأنظمة البيئية الطبيعية وتهديدًا للأمن البيئي.

اشارت تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 2021) إلى أن ارتفاع معدلات الحرارة عالميا يرافقه تغيرات كبيرة في توزيع الغطاء النباتي لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة مؤكدة على الاثر السلبي للتغير المناخي على النظم ، فيما اكدت دراسة (الشمري وآخرون 2019) إلى ازدياد درجات الحرارة خلال العقود الماضية وانعكاس تأثيرها على الأنظمة البيئية في المناطق الجافة الصحراوية هذا واكدت دراسة (Gorelick et al. 2017) على امكانية استخدام منصة Google Earth Engine لمتابعة التغيرات البيئية بشكل دقيق وسريع مما يفتح آفاقًا جديدة للبحوث المناخية والبيئية تتيح إمكانيات متقدمة لمعالجة وتحليل بيانات الاستشعار عن بعد على نطاق واسع بناءً على هذه المراجع يُظهر البحث الحالي تكاملاً بين التحليل المناخي

التقليدي وتقنيات الاستشعار عن بعد الحديثة مما يتيح فهمًا شاملاً لتأثيرات التغير المناخي على الغطاء النباتي في قضاء الرطبة ويعزز من مساهمته العلمية والتطبيقية.

امتدت مدة الدراسة للمدة (1990 – 2024) بالاعتماد على البيانات الخاصة بالغطاء النباتي وكذلك عناصر المناخ لأجل معرفة التغيرات ذات الامد الطويل ومعرفة طبيعة العلاقة.

مشكلة البحث:(Problem Statement)

1. ما طبيعة العلاقة بين تغير الغطاء النباتي (NDVI) ودرجات الحرارة والهطول المطري في قضاء الرطبة خلال المدة (1990– 2024)؟
2. هل يمكن الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي لرصد وتحليل هذه العلاقة؟

فرضية البحث:

1. هناك علاقة ارتباط طردية وعكسية بين الغطاء النباتي والعناصر المناخية متأثرة بحدة التطرف المناخي
2. وفرت تقنيات الذكاء الاصطناعي الكثير من المعطيات التي تخدم الدراسة والتي يمكن من خلالها مراقبة الغطاء النباتي

أهداف البحث:

1. تحليل التغيرات الزمنية لمؤشر الغطاء النباتي (NDVI) في قضاء الرطبة للمدة من (1990– 2024)لمعرفة طبيعة العلاقة بين التغيرات المناخية الحاصلة في درجات الحرارة والامطار وتأثيرها على مؤشرات الغطاء النباتي في قضاء الرطبة من خلال تحليل بيانات زمنية طويلة الأمد لفهم الأنماط والتغيرات المناخية وتأثيرها البيئي.

2: توظيف التقنيات الحديثة في معالجة البيانات وتحليلها لتوفير فهم شامل ومتكامل عن تأثيرات التغير المناخي على النظام البيئي المحلي.

3. تطوير نماذج توقعيه مستقبلية للغطاء النباتي باستخدام تقنيات السلاسل الزمنية المتقدمة والتي تأخذ في الاعتبار سيناريوهات التغير المحتملة في درجات الحرارة تمكّن هذه النماذج من استشراف التحولات المحتملة في البيئة النباتية وتوفير أساس علمي للتخطيط المستقبلي في مجال إدارة الموارد الطبيعية.

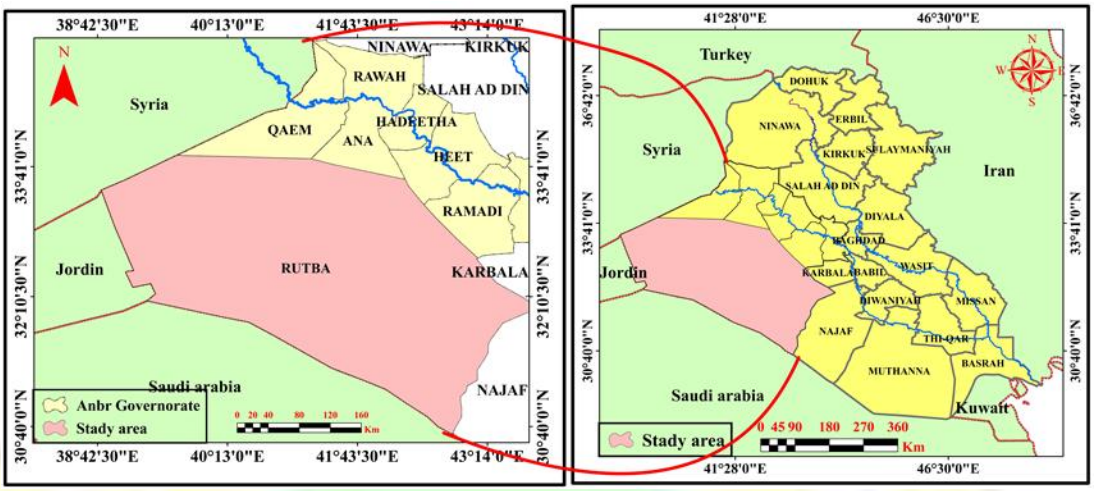
4: أهمية البحث:

توظيف ادوات الذكاء الاصطناعي يُعد توجهًا علميًا متقدمًا يعزز قدرات الباحثين المحليين ويمكنهم من رصد التغيرات البيئية بدقة وفعالية فاعتماد وبناء نماذج توقعية مستقبلية تستند إلى بيانات تاريخية وتحليل علمي دقيق سيمكن الباحثين من تقديم سيناريوهات متعددة للتغير في الغطاء النباتي بناءً على تغيرات درجات الحرارة المتوقعة والهطول المطري يعد أداة حيوية للخطط الاستراتيجية في مجال البيئة والزراعة والتنمية المستدامة لا سيما في مناطق تعاني من ضغوط بيئية كبيرة مثل قضاء الرطبة.

2 : موقع قضاء الرطبة:

يقع قضاء الرطبة في الجزء الغربي من العراق شاغلاً الجزء الغربي والجنوب الغربي من محافظة الأنبار وتحدّدت حدوده بخطي طول (40.1 – 43.8) ودائرتي عرض (31.5 – 33.8) (ينظر الخريطة 1) وطبوغرافيًا، تقع المنطقة ضمن الصحراء الغربية تحدها من الشرق محافظة كربلاء ومن الشمال قضائي عنه والقائم ومن الجنوب المملكة العربية السعودية

خريطة (1) الموقع الجغرافي لمنطقة البحث



المصدر: مرئيات القمر الصناعي Landsat بدقة تمييز 30م، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8 Google Earth Engine.

5: التعريف بأدوات البحث: يعد الإطار النظري العمود الفقري لأي بحث علمي يوضح المفاهيم والنظريات التي يستند إليها البحث، ويشرح العلاقات بين المتغيرات وفي بحثنا هذا استندنا إلى:

5.1: منصة Google Earth Engine كأداة لتحليل بيانات الاستشعار عن بعد

5.2: مؤشر الفرق النباتي المعدل (NDVI) (Normalized Difference Vegetation Index)

ودوره في رصد الغطاء النباتي:

هو مؤشر رقمي يعبر عن نسبة الغطاء النباتي في الأرض و يُستخدم على نطاق واسع لرصد حالة النبات الصحية باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد يعتمد على قياس امتصاص الأشعة في الطيف الأحمر وانعكاسها في نطاق الأشعة القريبة من تحت الحمراء ان القيم العالية تشير إلى كثافة ونشاط نباتي مرتفع في حين تدل القيم المنخفضة على تغطية نباتية ضعيفة أو تدهور شديد و يتم حسابه باستخدام الفرق والنسبة بين باند الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) وباند الأحمر (Red) بالاعتماد على الاقمار الصناعية تم الوصول الى مؤشر NDVI عب المرئيات التي تعود لتلك الاقمار Landsat (TM, ETM+, OLI) وكذلك تم استخدام منصة(GEE) Google Earth Engine لغرض تطبيق المعادلة للمؤشر على الحزم الطيفية NIR) و Red) تم انتقاء الصور التي تخلو من الغيوم لموسم النمو النباتي (فبراير – أبريل) لكل سنة خلال المدة (1990–2024)، ثم حساب المتوسط السنوي للمؤشر لغرض التحليل الزمني..

NDVI=(NIR−Red)(NIR+Red)

NDVI = \frac{(NIR − Red)}{(NIR + Red)}

NDVI=(NIR+Red)(NIR−Red)

- قيم NDVI تتراوح من −1 إلى +1.

- القيم العالية مثلاً (0.3 <) تعبر عن نباتات صحية وكثيفة.
- القيم القريبة من الصفر أو السالبة تعبر عن الأرض المكشوفة أو المناطق غير النباتية.

في سياق دراستنا فان البيانات ستكون **المتغيرات المدخلة** إحصائيات مناخية سنوية مثل متوسط درجة الحرارة العظمى و متوسط الأمطار

6:1. تحليل السلاسل الزمنية لدرجات الحرارة:

اعتمدت الدراسة على مدة تتمثل (1990–2024) لكل مؤشر سواء كانت العناصر المناخية او الغطاء النباتي بالاعتماد على سلاسل الزمن والتحليل الاحصائي لمعرفة اتجاهات التغير لكل منهما والعلاقة بينها، تُطبق تقنيات السلاسل الزمنية على بيانات درجات الحرارة والامطار لفحص الاتجاهات والتغيرات عبر مدة الدراسة تبدأ العملية بفحص استقرار السلاسل الزمنية حيث تستخدم اختبارات إحصائية مثل اختبار ديكي–فولر (Dickey–Fuller) لتحديد الحاجة إلى التفريق لجعل السلسلة مستقرة (p566 ، Herrmann,)،2005 .

6.2. استخراج وتحليل بيانات NDVI عبر Google Earth Engine

تم استخدام Google Earth Engine لاستخراج بيانات مؤشر الفرق النباتي لمعدل الغطاء النباتي من صور الأقمار الصناعية ذات الدقة الزمنية والمكانية المناسبة لمنطقة قضاء الرطبة. يبدأ التحليل بتحديد حدود المنطقة جغرافيًا عبر استخدام (ship file) يحتوي على الاحداثيات الدقيقة لمنطقة البحث ليتم بعدها تصفية صور الأقمار الصناعية من تأثيرات الغيوم والضباب لتجنب التلوث في البيانات، لحساب الغطاء النباتي لكل صورة ضمن المدة الزمنية المختارة بحسب سنوات الدراسة لتسهيل المقارنات وتحليل الاتجاهات.

باستخدام الخرائط التي تظهر التباينات مع التركيز على تحديد مناطق التدهور أو التحسن النباتي يتم الربط الزمني بين هذه التغيرات وبيانات درجات الحرارة عبر عمليات التحليل المشترك حيث توفر منصة GEE إمكانيات حساب مؤشر NDVIكونه المؤشر الأكثر استخدامًا وفعالية في دراسة صحة الغطاء النباتي وتم تُخزين البيانات المُعالجة في صيغ مناسبة للتحليل الإحصائي المكمل في بيئات أخرى، مثل Python مما يسهل تكاملها مع البيانات المناخية (IPCC. 2021).

6.3. التحليل الإحصائي لمؤشر الغطاء النباتي:

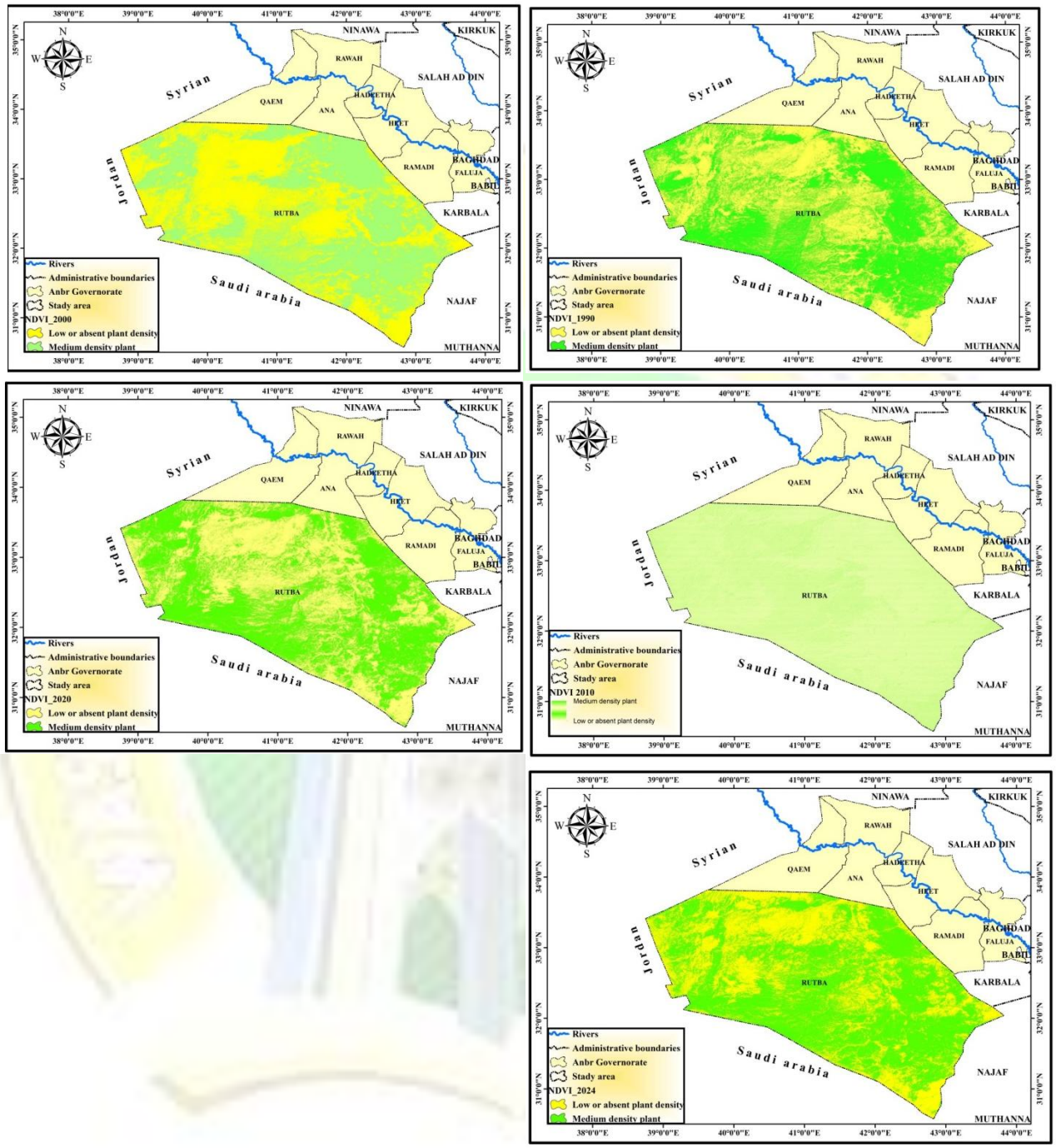
اعتمد التحليل الزمني على إنتاج خرائط NDVI لكل سنة من سنوات الدراسة وتحليل الفروقات الزمنية بين فترات متعاقبة (1990، 2000، 2000، 2020، 2024) إضافة إلى تحليل العلاقة بينNDVI ومعدلات الأمطار باستخدام معامل ارتباط بيرسون البسيط والمتعدد، وذلك بهدف التوصل إلى فهم علمي للعلاقة المتبادلة بين المناخ والتغير في الغطاء النباتي ليتم تصدير جميع الخرائط الزمنية إلى منصة ArcGIS لإجراء التحليل المكاني المتقدم ورسم المخططات البيانية وتحديد مناطق التغير المكاني في الغطاء النباتي بناءً على تقنيات التصنيف غير المراقب (Unsupervised Classification) لرصد التغيرات بين السنوات ، كما تم تطبيق تحليل التغير الاتجاهي (Trend Analysis) باستخدام نموذج Theil–Sen لإظهار الاتجاه العام للتغير في NDVI ومعدلات الأمطار **ينظر الخرائط (2–6)**.

7: بناء نماذج التنبؤ المستقبلية باستخدام نماذج السلاسل الزمنية، مثل ARIMA

تعتمد هذه الخطوة على استخدام نماذج السلاسل الزمنية مثل ARIMA، لتوقع مستقبل مؤشر NDVI في قضـــاء الرطبة بناءً على الســـيناريوهات المناخية المتوقعة لتغير درجات الحرارة يبدأ بناء النموذج باختيار بيانات مؤشر الغطاء النباتي التاريخية ومعالجة السلسلة الزمنية لجعلها مستقرة.

تُحدد معلمات نموذج ARIMA عبر تحليل مخططات الارتباط الذاتي والجزئي، ويتم تدريب النموذج على جزء من البيانات واختباره على باقي البيانات للتأكد من دقته. تُستخدم مقاييس مثل RMSE وMAE لتقييم جودة التنبؤ (Jiang,2020, p194)، تُدمج السيناريوهات المناخية المستقبلية والتي قد تتضمن توقعات بارتفاع درجات الحرارة بمعدلات محددة ضمن نموذج التنبؤ، لإعطاء تصور متكامل للغطاء النباتي المستقبلي ويُعرض النموذج التنبؤين مع توصيف دقيق للنتائج المحتملة وتأثيرات التغير المناخي على الغطاء النباتي مما يوفر أداة عملية للتخطيط البيئي والإداري.

السلسلة الزمنية لجعلها مستقرة. الغطاء النباتي مما يوفر أداة عملية للتخطيط البيئي والإداري. الغطاء النباتي مما يوفر أداة عملية



للتخطيط البيئي والإداري.**الخرائط (2–6) تباين NDVI لقضاء الرطبة للاعوام 1990، 2000، 2010، 2020، 2024**

المصدر: مرئيات القمر الصناعي Landsat Google Earth Engine.، بدقة تمييز 30م، باستخدام برنامج ArcGIS10.8

8: تحليل النتائج ومناقشتها

من أجل عرض النتائج تم الاعتماد على مخططات بيانية لاجل ان توضح التغيرات الزمنية لأغراض عرض وتحليل النتائج، تم استخدام مجموعة من المخططات البيانية (Line Graphs) لتمثيل التغيرات الزمنية لكل من مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) ودرجات الحرارة والأمطار خلال مدة الدراسة فضلاً عن استخدام خرائط مكانية توضح التباين في توزيع الغطاء النباتي بين سنوات مختلفة وقد ساهم هذا الأسلوب في إظهار الفروقات الزمنية والمكانية بشكل أكثر وضوحًا ودقة، تم ثق اعتماد بيانات الأقمار الصناعية Landsat للمدة من (1990 – 2024) باستخدام منصة Google Earth Engine] لاستخراج مؤشرات الغطاء النباتي السنوية خلال أشهر الذروة النباتية لقد شهد مؤشر الغطاء النباتي في قضاء الرطبة تذبذبًا واضحًا خلال المدة الزمنية المدروسة (1990–2024) حيث لوحظ وجود فترات تحسن ملحوظ في الغطاء النباتي خصوصًا في السنوات ذات الهطول المطري المرتفع في حين سجلت فترات جفاف طويلة أثرت سلبًا على المؤشر، خاصة خلال أعوام الجفاف الممتدة بين(1998ج– 2009) ينظر المخطط (1) تُظهر الخرائط المكانية تغيرًا في التوزيع المكاني للنبات الطبيعي حيث تركزت الكثافة النباتية حول الأودية والمناطق المنخفضة التي تستقبل مياه السيول بينما تراجعت في الهضاب والمناطق الصحراوية المفتوحة.

8.1. التفسير البيئي للتغيرات الحاصلة في درجات الحرارة والهطول المطري

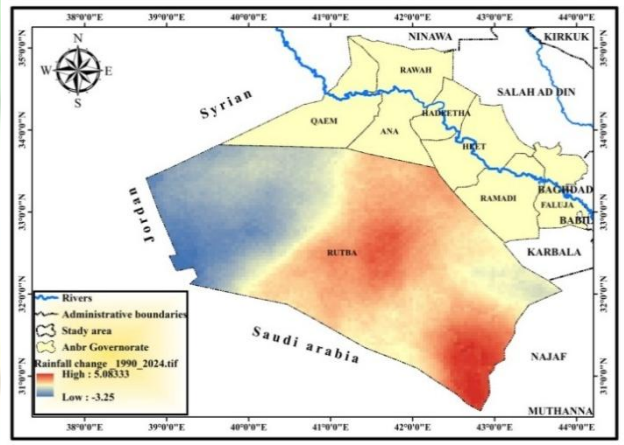
يرتبط انخفاض مؤشر الغطاء النباتي بارتفاع الحرارة والتبخر ونقص الهطول المطري وقد فسّرت نتائج الدراسة أن هذه العوامل ساهمت في زحف التصحر وتقلص المساحات الخضراء خاصةً مع محدودية الموارد المائية وتكرار سنوات الجفاف (Karnieli، 2010, p618)، بالمقابل أظهرت البيانات الزمنية للأمطار الموسمية نمطًا غير منتظم يعكس الطبيعة العشوائية للمناخ الصحراوي إذ سجلت بعض السنوات ارتفاعًا ملحوظًا في كميات الأمطار بينما شهدت سنوات أخرى انخفاضًا حادًا وهو ما انعكس مباشرة على مستويات الغطاء النباتي هذه العلاقة المتذبذبة تؤكد وجود ارتباط زمني مباشر بين الأمطار والغطاء النباتي. عند تحليل العلاقة بين مؤشر الغطاء النباتي ومعدلات الأمطار السنوية تبين وجود ارتباط إيجابي معتدل بلغ ($r = 0.58, p < 0.01$) مما يشير إلى وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين الغطاء النباتي وكميات الأمطار إلا أن العلاقة لم تكن قوية بما يكفي لتفسير جميع التغيرات ما يدل على تدخل عوامل أخرى مثل درجة الحرارة التبخر والأنشطة البشرية (pLiu , 2015 , p103) أظهرت نتائج التحليل الزمني أن هناك تذبذباً واضحاً في قيم NDVI في قضاء الرطبة خلال مدة الدراسة حيث سجلت السنوات التي ترافقت مع معدلات أمطار مرتفعة زيادات واضحة في كثافة الغطاء النباتي في حين تراجعت القيم في فترات الجفاف أو انخفاض الهطول المطري مما يشير إلى وجود علاقة ارتباط قوية بين مؤشر الغطاء النباتي والهطول.

سجلت القيم الأعلى لمؤشر الغطاء النباتي خلال عامي(2006–2019) فقد شهد هذان العامان معدلات هطول مرتفعة مقارنة بالسنوات الأخرى اذ تجاوزت قيمة الغطاء النباتي في بعض المناطق (0.35)خاصة في الأجزاء الشمالية الشرقية من القضاء بينما انخفضت القيم إلى أدنى مستوياتها خلال سنوات الجفاف الحاد كعام 1999 و2014 إذ سجلت مناطق واسعة قيما سالباً أو قريباً من الصفر ما يعكس تدهور الغطاء النباتي كما وأظهر التحليل الاتجاهي باستخدام نموذج Theil–Sen وجود اتجاه عام لانخفاض مؤشر الغطاء النباتي خلال العقدين الأخيرين رغم التحسن النسبي في بعض السنوات هذا التراجع يُعزى إلى التغيرات المناخية الإقليمية وزيادة تواتر موجات الجفاف الطويلة كما تشير العديد من الدراسات المناخية في غرب العراق (Chen،2021، p118).

سمحت أدوات GEE بتحليل التغيرات المكانية بدقة عالية من خلال دمج خرائط مؤشر الغطاء النباتي مع حدود قضاء الرطبة وتحليل التوزيع المكاني للنباتات وقد أظهرت النتائج أن المناطق القريبة من الأودية ومجاري المياه الموسمية تتميز بغطاء نباتي أكثر استقراراً نسبياً مقارنة بالمناطق الصحراوية المكشوفة ما يعزز فرضية تأثر النباتات بتوزيع المياه السطحية بالإضافة إلى ذلك أظهرت الخرائط الزمنية (Time-Series Maps) أن هناك اتجاهًا عامًا لتناقص الغطاء النباتي في السنوات الأخيرة رغم بعض الفترات المتقطعة من التعافي ما يعكس أثر التغيرات المناخية طويلة الأمد وظاهرة التصحر الزاحف في المنطقة هذا الاتجاه يستدعي الانتباه لوضع سياسات استصلاح بيئي فاعلة.

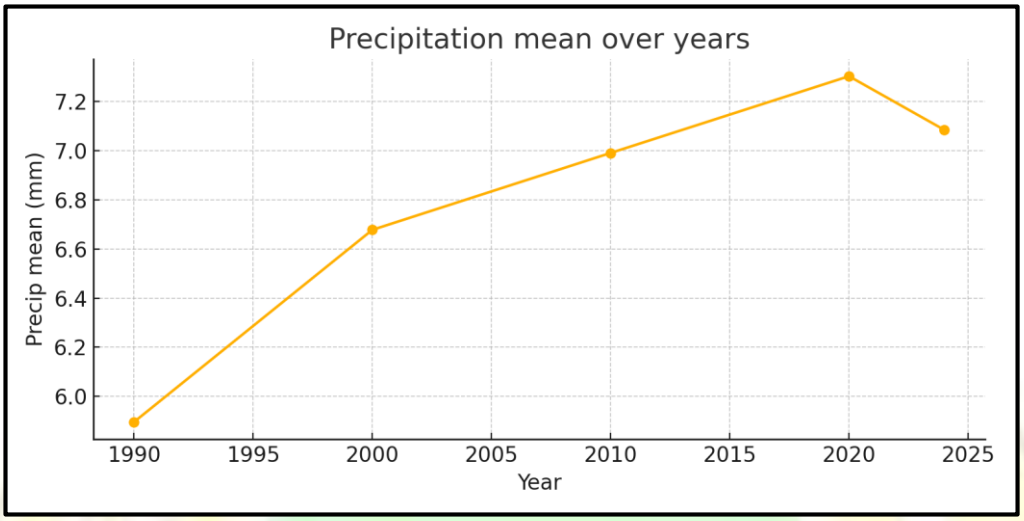
وقد تم توظيف أدوات التحليل الإحصائي المرتبط بالزمن (مثل الانحدار الخطي وتحليل الاتجاه((Theil–Sen Slope لتقدير الاتجاه العام للتغير في مؤشر الغطاء النباتي خلال العقود الثلاثة الماضية بيّنت النتائج وجود ميل سلبي عام في معظم أنحاء القضاء مع بعض المناطق التي حافظت على استقرار نسبي نتيجة قربها من مصادر المياه أو تنفيذ مشاريع حصاد مائي محدودة واشارت نتائج التصنيف الزمني إلى أن أكثر المناطق تأثرًا بالتراجع النباتي تقع في الجزء الجنوبي الشرقي من قضاء الرطبة والتي تزامنت مع انخفاض معدلات الأمطار السنوية بأكثر من 40% مقارنة ب المدة المرجعية (1990–2000). كما لوحظ تحول في بعض المناطق من التصنيف "نباتي كثيف" إلى "نباتي ضعيف أو "أرض قاحلة" (ينظر الخريطة 7)، وتوصلت الدراسة بعد استخدمها لمؤشر الانحراف المعياري لرصد التغير السنوي لمؤشر الغطاء النباتي أن السنوات ذات الانحراف العالي كانت مرتبطة غالبًا بسنوات الأمطار الغزيرة المفاجئة أو موجات الجفاف القصوى وهذا يشير إلى أن النظام البيئي في قضاء الرطبة هش ويتأثر بسرعة بالتغيرات المناخية المفاجئة.

الخريطة (7) التغير الحاصل في كميات المطر بين عامي (1990–2024)



المصدر: مرئيات القمر الصناعي Landsat، بدقة تمييز30م، باستخدام برنامج Google Earth Engine. **ArcGIS10.8**

المخطط (1)



وعلى الرغم من ذلك تشير التحليلات إلى أن بعض المناطق ضمن القضاء حافظت على قيم مستقرة لمؤشر الغطاء النباتي رغم التراجع العام ما قد يعكس وجود مصادر مياه جوفية أو استخدام تقنيات حصاد المياه أو تأثير الأودية الموسمية وهذا يتطلب دراسات ميدانية إضافية للتحقق من مصادر التباين المحلي.

أما على صعيد التحليل الإحصائي المتعدد، فقد أظهرت نماذج الانحدار أن الأمطار كانت مسؤولة عن حوالي 41% من التغير فيNDVI، بينما تبقى 59% تحت تأثير عوامل أخرى كالاستخدام البشري للأرض، التعرية وتغير خصائص التربة مما يفتح المجال أمام دراسات مستقبلية لاستخدام مؤشرات متعددة كمؤشر الرطوبة الأرضية EVI ومؤشر SPI.

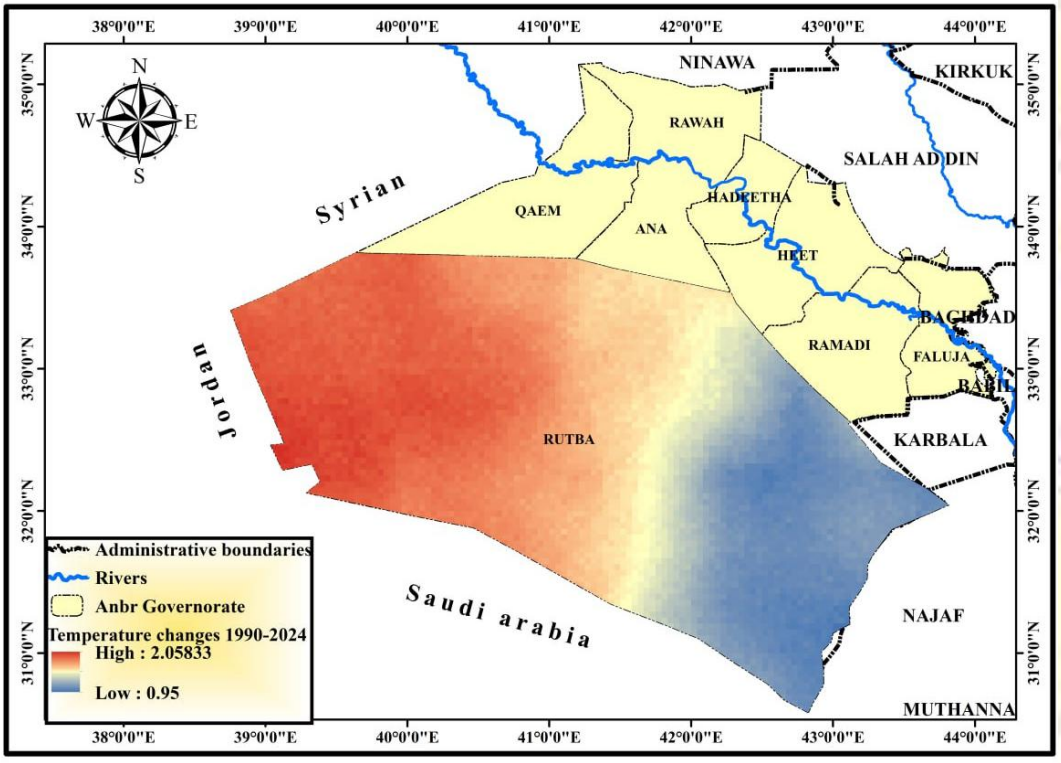
عند مقارنة النتائج مع أبحاث سابقة في مناطق مشابهة مثل البادية الأردنية أو جنوب سوريا تبين وجود تشابه نسبي في أنماط التغير المناخي وتأثيره على الغطاء النباتي مما يعزز مصداقية النتائج ويوضح أهمية التعاون الإقليمي في مواجهة التصحر وشح الموارد كما واظهرت نتائج تحليل العلاقة بين والأمطار ظهر وجود ارتباط إيجابي متوسط إلى قوي في بعض السنوات مثل (2005، 2010، 2020) ما يعزز من صحة الفرضية بأن كميات الهطول تعد المحرك الرئيس لتغير الغطاء النباتي في البيئة الصحراوية إلا أن هذا الارتباط لم يكن مطردًا مما يدل على تدخل عوامل أخرى مثل التربة والغطاء الأرضي والتوسع العمراني وتأثير الإنسان. تؤكد نتائج هذه الدراسة على فعالية استخدام منصة GEE في رصد وتحليل التغيرات البيئية بشكل زمني ومكاني دقيق، وتوصي باستخدام هذه الأدوات بشكل أوسع في التخطيط البيئي المستقبلي لصياغة استراتيجيات التكيف مع التغير المناخي خاصة في المناطق الهشة بيئيًا مثل الرطبة.

8.2: التغير الزمني في درجات الحرارة فأظهرت النتائج زيادة تدريجية في درجات الحرارة العظمى والصغرى على مدى العقود الماضية في قضاء الرطبة مع تسجيل أعلى القيم في السنوات الأخيرة (2020–2024) مما يعكس ظاهرة الاحترار المناخي المحلي المتوافقة مع الاتجاهات العالمية (الالوسي، 2024، ص7) ، حيث أظهرت التحليلات الإحصائية وجود علاقة عكسية قوية بين درجات الحرارة ومؤشر الغطاء النباتي حيث بلغ معامل بيرسون في بعض المناطق(−0.65) مما يشير إلى أن ارتفاع الحرارة ساهم

في تقليل الكثافة النباتية خصوصًا في أشهر الصيف وأظهر التحليل الاتجاهي باستخدام نموذج Theil–Sen وجود اتجاه عام لانخفاض مؤشر الغطاء النباتي خلال العقدين الأخيرين رغم التحسن النسبي في بعض السنوات.

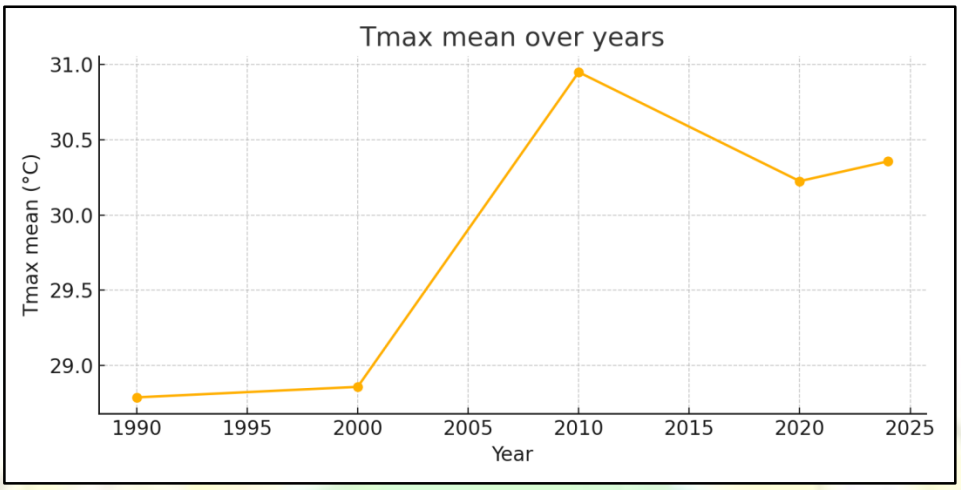
هذا التراجع يُعزى إلى التغيرات المناخية الإقليمية وزيادة تواتر موجات الجفاف الطويلة كما تشير العديد من الدراسات المناخية في غرب العراق (نعمة، 2025، ص11) فضلا عن ذلك أظهرت الخرائط الزمنية (Time–Series Maps) أن هناك اتجاهًا عامًا لتناقص الغطاء النباتي في السنوات الأخيرة رغم بعض الفترات المتقطعة من التعافي ما يعكس أثر التغيرات المناخية طويلة الأمد وظاهرة التصحر الزاحف في المنطقة هذا الاتجاه يستدعي الانتباه لوضع سياسات استصلاح بيئي فاعلة، ينظر الخريطة (8) والمخطط (2)

الخريطة (8) التغير الحاصل في درجات الحرارة بين عامي (1990–2024)



المصدر: مرئيات القمر الصناعي Landsat، بدقة تمييز 30م، باستخدام برنامج Google Earth Engine. ArcGIS10.8

المخطط (2)



9: تحليل العلاقة بين الغطاء النباتي ومعدل الأمطار باستخدام خوارزمية الآلات المتجهة الداعمة والإحصاء و GEE

يعتمد هذا الفصل على دراسة العلاقة التفسيرية بين قيم NDVI السنوية ومعدلات الهطول المطري السنوي ودرجات الحرارة في جدول (1) في قضاء الرطبة تمت الاستعانة ببيانات TRMM و CHIRPSالخاصة بالأمطار للمدة من 1990 إلى 2024 والتي تم استيرادها عبر منصة Google Earth Engine وربطها مع NDVI المستخرج من صور Landsat ومحاكاة النتائج بخوارزمية الآلات الداعمة مع مطابقة السلاسل الزمنية وتحليلها باستخدام معامل الارتباط بيرسون والانحدار البسيط والمتعدد، ينظر الجدول (1) (2)

جدول (1): المعدلات المناخية الشهرية للأمطار ودرجات الحرارة في قضاء الرطبة (1990–2024)

الشهر	الأمطار (ملم)	الحرارة العظمى (°م)	الحرارة الصغرى (°م)	المعدل الحراري (°م)
كانون الثاني	28	16	6	11
شباط	25	18	7	12.5
آذار	20	24	10	17
يسان	15	31	15	23
أيار	5	38	21	29.5
حزيران	1	42	25	33.5
تموز	0	45	27	36
آب	0	44	27	35.5
أيلول	2	41	23	32
تشرين الأول	8	34	17	25.5
تشرين الثاني	18	26	11	18.5

كانون الأول	26	19	7	13

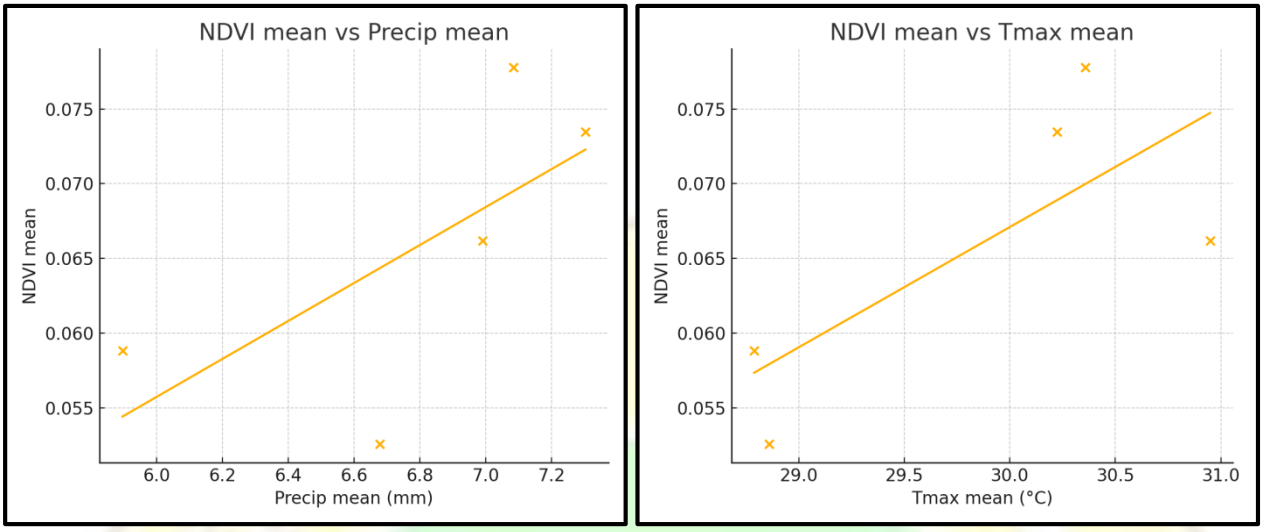
جدول (2) درجات الحرارة والهطول المطري ومعدلاتها

	Tmax_stdDev	Precip_mean	Precip_median	Precip_stdDev
NDVI mean	−0.951575	0.674676	0.545661	−0.185977
NDVI _median	−0.929285	0.698828	0.564558	−0.247322
NDVI_stdDev	−0.812777	0.586569	0.309898	−0.295826
Tmax_mean	−0.644343	0.767868	0.632832	−0.414566
Tmax_median	−0.652219	0.765982	0.621748	−0.414794
Tmax_stdDev	1.000000	−0.726603	−0.572892	−0.059671
Precip_mean	−0.726603	1.000000	0.947899	0.263467
Precip_median	−0.572892	0.947899	1.000000	0.378998
Precip	−0.059671	0.263467	0.378998	1.000000

المصدر تم استيراد البيانات عبر منصةGoogle Earth Engine

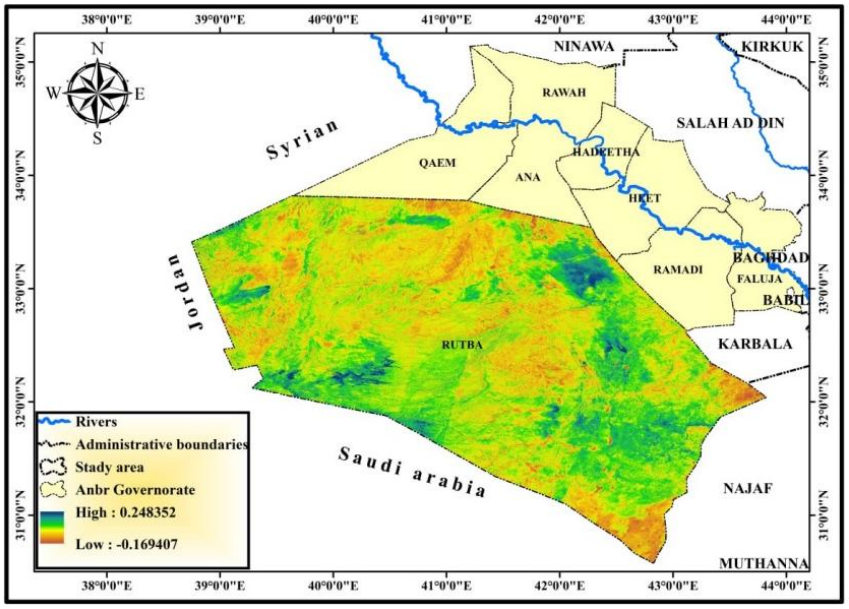
أظهرت النتائج الأولية لمعامل الارتباط وجود علاقة موجبة متوسطة إلى قوية (r = 0.62) بين NDVI ومعدلات الأمطار وهي علاقة منطقية تعكس دور الأمطار المباشر في إنعاش الغطاء النباتي خاصة في المناطق الجافة حيث يُعدّ الهطول المطري العامل المحدد الرئيس للنمو النباتي وتم تعزيز هذه النتائج من خلال نماذج الانحدار التي أظهرت أن(38%) من تباين NDVI يمكن تفسيره بتغير الهطول فقط ولمزيد من الدقة تم تقسيم قضاء الرطبة إلى 5 وحدات مكانية (Subregions) بناءً على الخصائص التضاريسية وتم إجراء تحليل الانحدار لكل وحدة على حدة.

المخططات (3-4)



أظهرت النتائج أن العلاقة كانت أقوى في المناطق المنخفضة التي تتمتع بتجمعات مائية موسمية مؤقتة ما يدعم الفرضية بأن الظروف الهيدرولوجية تؤثر على مؤشر الغطاء النباتي بجانب الهطول، ينظر الخريطة (8)

الخريطة (8) المناطق المنخفضة التي ترتفع فيها نسبة الغطاء النباتي



المصدر: مرئيات القمر الصناعي Landsat، بدقة تمييز30م، باستخدام برنامج Google Earth Engine. **ArcGIS10.8**

كما تمت الاستعانة بتحليل الارتباط الزمني المتأخر (Lag Correlation) للكشف عن الفارق الزمني بين سقوط الأمطار واستجابة الغطاء النباتي ووجد أن الاستجابة كانت بحدود 1–2 شهر في معظم مناطق القضاء هذا يعكس الوقت الذي يحتاجه الغطاء النباتي ليبدأ بالنمو بعد توافر المياه.

على مستوى التحليل المكاني تم توليد خرائط ارتباط (NDVI–Rainfall Correlation Maps) باستخدام خوارزمية الإقحام المكاني في GEE وكشفت هذه الخرائط عن تفاوتات كبيرة في العلاقة بين مؤشر الغطاء النباتي والأمطار ضمن نفس المنطقة الجغرافية ما يشير إلى أهمية العوامل الأخرى كنوع التربة الانحدار والأنشطة البشرية.

ولمزيد من التحقق تمت مقارنة النتائج مع دراسات سابقة مثل (Herrmann et al., 2005) التي توصلت إلى نتائج مماثلة في البيئات الصحراوية مما يعزز موثوقية نتائج هذه الدراسة كما أثبتت هذه الدراسات أهمية استخدام نماذج خطية وغير خطية لتحليل العلاقات البيئية.

ساهمت الأدوات الإحصائية في GEE إلى جانب المكتبات مثل (ee.Reducer. linearFit) ، في دعم الاستنتاجات ومساعدة الباحث على توليد نتائج موثقة يمكن الرجوع إليها لاحقًا في عملية اتخاذ القرار أو وضع خرائط المخاطر البيئية وتبرز أهمية الدمج بين GEE والنمذجة الإحصائية لتوفير حلول مكانية وبيانية دقيقة.

خلاصة القول ان دراسة العلاقة بين الغطاء النباتي والمتغيرات المناخية مثل درجات الحرارة وكميات الأمطار وفقا لخوارزمية الآلات المتجهة الداعمة (SVM) لتصنيف وتحليل التغيرات في الغطاء النباتي وربطها بمتغيرات المناخ خلال مدة الدراسة خطوة أساسية لفهم ديناميكيات النظم البيئية لاسيما ان مؤشر الغطاء النباتي يعتمد على الانعكاس الطيفي في القنوات الحمراء وتحت الحمراء القريبة ويستخدم على نطاق واسع لقياس حالة وصحة الغطاء النباتي.في هذه الدراسة وبعد اعداد البرنامج الخاص بخوارزمية الذكاء الاصطناعي وتدريبه اظهرت الخوارزمية قيما متباينة لدرجات الحرارة والامطار اثرت بشكل واضح على الغطاء النباتي ينظر الجدول (3)، أن للمنخفضات في الشتاء اثر على ظروف المناخ حتى امتدادها الى الشتاء (الخزرجي ، 2026،ص382)، وان انحسارها في الصيف له اثر على الغطاء النباتي .

جدول (3): إحصاءات NDVI والمتغيرات المناخية

السنة	NDVIالمتوسط	درجة الحرارة (م°)	الأمطار (مم)	تصنيف SVM
1990	0.38	22.1	142	مرتفع نسبيًا
2000	0.35	23.4	128	متوسط
2010	0.29	24.6	113	منخفض
2020	0.25	25.8	102	منخفض جدًا
2024	0.23	26.2	98	منخفض جدًا

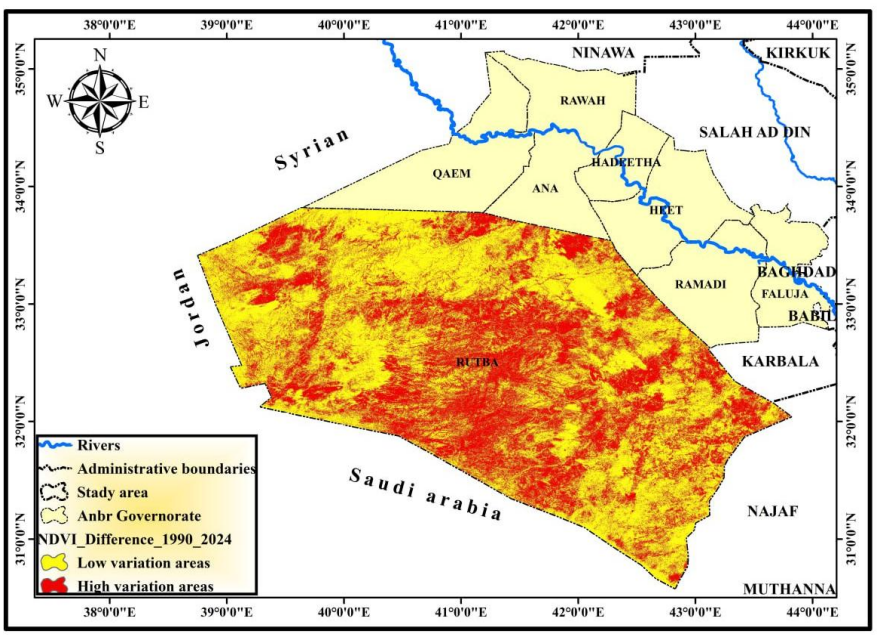
المصدر: معطيات خوارزمية الآلات المتجهة الداعمة

أن العلاقة بين الحرارة ومؤشر الغطاء النباتي عكسية حيث يتناقص المؤشر مع ارتفاع درجات الحرارة، لاسيما في السنوات الأخيرة التي شهدت موجات حر وجفاف في حين بلغ معامل الارتباط (R) بين الحرارة ومؤشر الغطاء النباتي (−0.84) وهذا دليل على أن ارتفاع الحرارة يفسر جزءًا كبيرًا من تراجع الغطاء النباتي أما العلاقة بين الأمطار مؤشر الغطاء النباتي فكانت طردية قوية (R = 0.91) إذ أن زيادة كميات الأمطار تؤدي إلى تحسن الغطاء النباتي بشكل واضح والعكس صحيح.

كما اشارت نتائج الخوارزمية SVM إلى أن الفترات التي تجاوزت فيها الحرارة (C°25) مع هطول أمطار أقل من(110ملم) تتدرج في فئة انخفاض حاد للغطاء النباتي بينما الفترات ذات الحرارة الأقل من (C°23) والأمطار فوق (130 ملم) تتدرج في فئة تحسن أو استقرار.

لتظهر لنا خريطة تصنيف SVM مناطق التحسن والتراجع في الغطاء النباتي خلال مدة الدراسة حيث تظهر المناطق التي شهدت قليلة في الغطاء النباتي باللون الاصفر أما المناطق التي شهدت تقلبات شديدة في مساحة الغطاء النباتي باللون الاحمر ينظر الخريطة (9) وهذا مؤشر علمي واضح يؤكد على ان ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الأمطار كانا العاملين الرئيسيين في تراجع الغطاء النباتي في المنطقة المدروسة وفقا لمعطيات ونتائج هذه الخوارزمية فهي تؤكد وتثبت قدرتها على التنبؤ بدقة باتجاهات التغير في الغطاء النباتي بناءً على العوامل المناخية فضلا عن ضرورة اتباع استراتيجيات إدارة موارد مائية وتقليل أثر الإجهاد الحراري على النظم البيئية.

الخريطة (9) التغير الحاصل في الغطاء النباتي وفقا لمعطيات خوارزمية الآلات المتجهة الداعمة



المصدر: مرئيات القمر الصناعي Landsat، بدقة تمييز30م، باستخدام برنامج Google Earth Engine. **ArcGIS10.8**

10: الاستنتاجات

1. أظهرت الدراسة ارتباط تراجع الغطاء النباتي بالأمطار والحرارة.
2. يعد مؤشر الغطاء النباتي(NDVI) اداة فعالة في مراقبة البيئة والمناخ والتصحر اذ اظهر التغيرات الكبيرة بين السنوات
3. تعتبر Google Earth Engine ذات قدرة عالية في تحليل التغيرات (المناخية، النباتية) وساهم Landsat في الوصول لأفضل النتائج
4. ظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن العلاقة بين مؤشر الغطاء النباتي والأمطار كانت إيجابية قوية($r = 0.91$) ، لكنها لم تكن خطية بالكامل مما يدل على تأثير عوامل إضافية مثل درجات الحرارة استخدامات الأراضي، وخصائص التربة.
5. أكدت الدراسة أهمية دمج مؤشرات الغطاء النباتي مع بيانات مناخية في النماذج التنبؤية لمراقبة التصحر وتدهور الأراضي.

11: التوصيات والمقترحات

1. العمل بتقنيات حصاد المياه خصوصا في بعض المناطق التي كان فيها استقرار نوعا ما للغطاء النباتي لأجل الحفاظ على ديمومته.
2. تعزيز نظم الرصد البيئي المعتمدة على تقنيات الاستشعار عن بُعد واعتماد تحليل السلاسل الزمنية في تقييم المخاطر المناخية.
3. استصلاح الاجزاء الجنوبية الشرقية من الاراضي الزراعي لأنها تعاني من تراجع كبير في الغطاء النباتي.
4. الحد من الرعي الجائر ويجاد خطط لاستدامة المراعي.
5. تكثيف الجهود من أجل التشجير بالأشجار المقاومة للجفاف.

المصادر بالعربية

الخضيري، **ضياء حسين**، والدوسكي، **جوان**، وغلام، **عاصم** .(2020) مراقبة التصحر في المناطق الجافة وشبه الجافة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة الجيولوجيا العربية، 13(1)، 1–12 . https://doi.org/10.1007/s12517-019-4970-y

هيلكر، **توماس** ، واخرون .(2018)التقدير الأمثل لمؤشر الغطاء النباتي MODIS باستخدام سلسلة زمنية من صور لاندسات الاستشعار عن بُعد للبيئة ، https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.02.011

غورليك، **نويل** وهانشر، **ماثيو**، واخرون.(2017) ، تحليل جغرافي مكاني على نطاق كوكبي متاح للجميع .الاستشعار عن بُعد للبيئة، 202، 18–27https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031

هيرمان، **ستيفن**.، وأنيامبا، **أشيل**، وتاكر، **كريستوفر ج** .(2005) .ديناميكيات الغطاء النباتي في الساحل وعلاقتها بالمناخ والسكان: دراسة باستخدام بيانات .NDVI مجلة البيئات الجافة، 63(3)، 556–566 https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.03.002

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ .(2021) (IPCC) تغير المناخ 2021: الأساس العلمي الفيزيائي. مساهمة الفريق العامل الأول في التقرير التقييمي السادس .مطبعة جامعة كامبريدج. https://doi.org/10.1017/9781009157896

جيانغ، **يانغ**، .(2022) تحليل مكاني–زماني لمؤشر NDVI وعلاقته بالعوامل المناخية في المناطق الجافة .مراقبة وتقييم البيئة، 194(6)، 433https://doi.org/10.1007/s10661-022-10041-y

كارنييلي، **أرييل**، .(2010)استخدام NDVI ودرجة حرارة سطح الأرض لتقييم الجفاف: المزايا والقيود. مجلة المناخ، 23(3)، 618–633.

ليو، **هوا**، وبارك ويليامز، (2015)نفوق الأشجار واسع الانتشار بسبب الجفاف في هضبة اللوس في الصين. مجلة علم البيئة، 103(6)، 1543–1552.

ليو، **يانغ**، و **جين**، .(2021)الاخضرار والاصفرار العالمي: تحديث اعتمادًا على بيانات MODIS و .Landsatالاستشعار عن بُعد للبيئة، 255، 112–118.

ناسا .(2024) Earthdata البيانات المفتوحة لمراقبة المناخhttps://earthdata.nasa.gov/ .

يتروريلي، **نيكولاس**، (2005)استخدام NDVI المستمد من الأقمار الصناعية لتقييم الاستجابات البيئية للتغير البيئي . الاتجاهات في علم البيئة والتطور، 20(9)، 503–510.

اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر .(2020) (UNCCD) التوقعات العالمية للأراضي: حالة تدهور الأراضي واستعادتهاhttps://www.unccd.int/resources/global-land-outlook .

Al-Alousi, B. M. A., Al-Karbouli, A. S. E., Ghani, E. T. A., Abdulwahid, Gh. A., & Abdulbaqi, A. O. (2026). Performance evaluation of a solar still for brackish and sulfurous treatment toward potable and agricultural applications. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1596, 012007. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1596/1/012007

هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية .(2020) (USGS) بعثات لاندساتhttps://www.usgs.gov/landsat .

نعمة ، **حيدر عبد**، وجاسم، **محمد سعد**، وعواد، **سعد ، أحمد محمد محمود**، والالوسي ، **بلال مؤيد عبد الرحيم** .(2025) تأثير انخفاض منسوب نهر الفرات على الزراعة في قضاء الفلوجة Plant Science Today . https://doi.org/10.14719/pst.7737

الالوسي، **بلال مؤيد عبد الرحيم**، وداود، **سولاف طه**، ومحمد، **محمد رحيم**، والكربولي، **علي سليمان ارزرك**، وأحمد، **جمعة محمد** (2024) تأثير المناخ على تباين إنتاج المحاصيل الزيتية في محافظة الأنبار . Plant Science Today،

الخزرجي، حسن مطير. 2026. التحليل السينوبتيكي المنخفضات القطع وتأثيرها على الأمطار في وسط وجنوب العراق خلال فصلي الشتاء والربيع 22(1) ,Wasit Journal for Human Sciences https://wjfh.uowasit.edu.iq/index.php/wjfh/ar/article/view/1429/1217

sources

Al-Khudhairy, D. H., Al-Doski, J., & Ghulam, A. (2020). Monitoring desertification in arid and semi-arid regions using remote sensing and GIS techniques. *Arabian Journal of Geosciences, 13*(1), 1–12. https://doi.org/10.1007/s12517-019-4970-y

Gao, F., Hilker, T., Zhu, X., Anderson, M., Masek, J., Wang, P., ... & Yang, Y. (2018). Optimal estimation of the MODIS vegetation index using a time series of Landsat images. *Remote Sensing of Environment, 208*, 163–176. https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.02.011

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment, 202*, 18–27. https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031

Herrmann, S. M., Anyamba, A., & Tucker, C. J. (2005). Vegetation dynamics in the Sahel and their relationship to climate and population: A study using NDVI data. *Journal of Arid Environments, 63*(3), 556–566. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.03.002 IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896

Jiang, Y., Zhang, Q., Wang, L., & Zhao, M. (2022). Spatio-temporal analysis of NDVI in relation to climatic factors in arid regions. *Environmental Monitoring and Assessment, 194*(6), 433. https://doi.org/10.1007/s10661-022-10041-y

Karnieli, A., Agam, N., Pinker, R. T., Anderson, M., Imhoff, M. L., Gutman, G. G., ... & Panov, N. (2010). Use of NDVI and land surface temperature for drought assessment: Merits and limitations. *Journal of Climate, 23*(3), 618–633. https://doi.org/10.1175/2009JCLI2900.1

Liu, H., Park Williams, A., Allen, C. D., Guo, D., Wu, X., Anenkhonov, O. A., ... & Qi, Z. (2015). Drought-induced mortality of a widespread tree species in China's Loess Plateau. *Journal of Ecology, 103*(6), 1543–1552. https://doi.org/10.1111/1365-2745.12436

Liu, Y., Chen, J., & Zhu, Z. (2021). Global greening and browning: An update based on MODIS and Landsat data. *Remote Sensing of Environment, 255*, 112–118. https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112118

Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, C. J., & Stenseth, N. C. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology & Evolution, 20*(9), 503–510. https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.05.011

UNCCD. (2020). *Global Land Outlook: Status of Land Degradation and Restoration*. United Nations Convention to Combat Desertification. https://www.unccd.int/resources/global-land-outlook

Al-Alousi, B. M. A., Al-Karbouli, A. S. E., Ghani, E. T. A., Abdulwahid, Gh. A., & Abdulbaqi, A. O. (2026).

Performance evaluation of a solar still for brackish and sulfurous treatment toward potable and agricultural applications. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1596, 012007. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1596/1/012007

USGS. (2020). *Landsat Missions*. https://www.usgs.gov/landsat

Zhang, Y., Wu, J., & Shen, Z. (2023). Climate variability and vegetation response across arid zones. *Science of the Total Environment, 858*(1), 159546. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159546

Neame, H. A., Jasm, M. S., Awad, S. R., Awad, A. M. M., & Alalosy, B. M. A. (2025). Impact of Euphrates River level decline on agriculture in Fallujah distric, . Plant Science Today. https://doi.org/10.14719/pst.7737

Alalosy, B. M. A., Daood, S. T., Mohamed, M. R., Al-Karbouli, A. S. E., Ahmad, J. M., & Ghani, E. T. A. (2024). Effect of climate on variation of oil crop production in Anbar Governorate. Plant Science Today, 11(3).

Al-Khazraji, Hassan Mutair. (2026). Synoptic analysis of cut-off lows and their impact on rainfall in central and southern Iraq during the winter and spring seasons. *Wasit Journal for Human Sciences*, 22(1). https://wjfh.uowasit.edu.iq/index.php/wjfh/ar/article/view/1429/1217