

تقييم تغيرات الغطاء النباتي والغطاء الأرضي في حوض سد المزنة بحمص باستخدام مؤشر الاختلاف المعياري للغطاء النباتي (NDVI) ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

ميّار راتب إبراهيم^{1*} و منى بركات¹ و محمد العبد² و علي جوهرة⁴



¹ قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا.

² قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا.

³ الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، دمشق، سوريا.

⁴ مركز بحوث طرطوس، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، طرطوس، سوريا.

(* للمراسلة: ميّار راتب إبراهيم، البريد الإلكتروني: mayar.rateb.ibrahim@gmail.com، جوال: +963947934635)

تاريخ الاستلام: 2026 / 2 / 17 تاريخ القبول: 2026 / 6 / 21

الملخص

هدف هذا البحث لرصد وتحليل التغيرات المكانية والزمانية للغطاء الأرضي وخاصة الغطاء النباتي في منطقة حوض سد المزنة بحمص على مدى عشرين عاماً (2003-2023)، مع تركيز على العقد الأخير (2013-2023)، اعتمد البحث على نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد والتحليل الإحصائي الكمي، تم حساب مؤشر الاختلاف النباتي الطبيعي (NDVI) من مرئيات الأقمار الصناعية، وطبقت ثلاث منهجيات تحليلية وهي: تحليل التغير الكمي السنوي للغطاء النباتي بين عامي (2012 و 2023)، تتبع التغيرات طويلة المدى في الغطاء الأرضي بين نقاط زمنية أساسية (2003، 2013، 2023)، وكشف الديناميكيات والتحوّلات التفصيلية في استعمالات الأرض باستخدام التصنيف المراقب لعامي (2003 و 2023) مع التحقق الميداني، أظهرت النتائج زيادة في مساحة الغطاء النباتي من 7.7% من مساحة الحوض عام 2003 إلى 66% عام 2023، وأدى عامل المناخ لتقلبات سنوية واضحة، حيث تراوحت نسبة الغطاء النباتي بين 35.9% عام 2016 و 87% عام 2021. برز العامل البشري كعامل رئيسي للتغير وفقاً لنتائج التصنيف المراقب، مع تحول أجزاء كبيرة من الأراضي غير المزروعة والحراج إلى حقول زراعية، وصاحب التغير توسع عمراني، كما ساهم عامل التضاريس في الحد من التغيرات، حيث بقيت غطاءات المرتفعات أكثر استقراراً. **الكلمات المفتاحية:** مؤشر الاختلاف النباتي الطبيعي NDVI، الاستشعار عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية، التصنيف المراقب، سد المزنة، الغطاء النباتي.

المقدمة:

يؤدي الغطاء النباتي دور مهم في توازن النظام البيئي (Kong وآخرون، 2017) فهو يحمي التربة من الانجراف المائي عبر تقليل تأثير حدة التصادم بين التربة وقطرات المطر، كذلك يقلل من سرعة الجريان السطحي ويزيد من قدرة تسرب الماء في التربة (Maimouni وآخرون 2021؛ Vásquez-Méndez وآخرون، 2010) ويعد مؤشر هام لدراسة تغير المناخ العالمي حيث له دور حاسم في تفاعل الغلاف الجوي مع المياه والتربة (Yi وآخرون، 2024؛ Ruan وآخرون، 2022؛ Ayantobo وآخرون، 2019) كما تعمل حالة نمو الغطاء النباتي كمؤشر لدراسة لتغير المناخ بسبب استجابته للظروف البيئية (Satti وآخرون، 2024) حيث يرتبط نمو النبات بشكل وثيق بالعوامل المناخية مثل الحرارة والأمطار والرطوبة (Ali وآخرون، 2023؛ Zheng وآخرون، 2019). إن فهم كيفية تأثير المناخ على الغطاء النباتي هو أمر مهم لحماية النظم البيئية (Liu وآخرون، 2024) فقد شهد المناخ تحولات كبيرة عالمياً في السنوات الأخيرة، واتجه المجتمع العلمي للبحث بشكل متزايد لدراسة استجابة الغطاء النباتي لهذه التحولات لفهم آثار هذا التغير المناخي (Lian وآخرون، 2020؛ Spadoni وآخرون، 2020؛ Nanzad وآخرون، 2019)، وتغير المناخ العالمي هو أحد العوامل الرئيسية لتغيرات الغطاء النباتي (Satti وآخرون، 2024؛ S. Huang وآخرون، 2020؛ X. Huang وآخرون،

(2019)، فتمو الغطاء النباتي يكون جيداً في المناطق التي تحتوي مياه وحرارة مناسبة مثل الغابات الاستوائية المطيرة (Han وآخرون، 2019)، وعلى العكس، تكون كثافة الغطاء النباتي أقل في المناطق ذات الحرارة العالية و معدل هطول الأمطار القليل (Campagnolo وآخرون، 2021؛ Chapungu وآخرون، 2020) ومع ذلك، يمكن أن تتباين النباتات بحسب أنواعها في الاستجابة للظروف الحرارية ومعدلات الأمطار (X. Wang وآخرون، 2011) كما تظهر هذه التغيرات في المنطقة الواحدة بحسب الأشهر أو الفصول (عيد والویش، 2017).

فضلاً عن تغير المناخ، يمكن أن يتأثر نمو الغطاء النباتي بمجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية (Nie وآخرون، 2021) ويمكن للعوامل الطبوغرافية وخصوصاً الارتفاع أن تلعب دوراً في تشكيل أنماط الغطاء النباتي في فنلندا، كما تؤثر العوامل الطبوغرافية على التوزيع الغطاء النباتي في الأطلس الكبير (Riihimäki وآخرون، 2017؛ Maimouni وآخرون، 2021)، حيث الارتفاعات المنخفضة قابلة للاستخدام في الممارسات الزراعية، وعلى العكس تبدو المرتفعات ذات التغطية الحرجية صعبة الاستثمار في الزراعة (Zhan وآخرون، 2012)، كما أن للنشاط البشري دور في تغير الغطاء النباتي خصوصاً عبر تغير استعمالات الأراضي من خلال التوسع العمراني واستزراع مساحات غير مزروعة مسبقاً (Gong وآخرون، 2021)، ويمكن أن تؤدي الممارسات الزراعية غير الرشيدة وإزالة الغابات والرعي المفرط والتوسع العمراني أن يؤدي لتدهور الغطاء النباتي (Pande وآخرون، 2023؛ Gao وآخرون، 2022؛ Chen وآخرون، 2023؛ Chu وآخرون، 2019؛ Piedallu وآخرون، 2019)، ولهذه الأنشطة البشرية تأثير على قيم مؤشر الاختلاف الطبيعي للغطاء النباتي (Wang, 2016).

يعد مؤشر الاختلاف الطبيعي للغطاء النباتي NDVI من بين أكثر المؤشرات استخداماً في الأبحاث المتعلقة بمراقبة الغطاء الأرضي (Ren وآخرون، 2023)، فهو يوضح توزيع وخصائص الغطاء النباتي، كما يوفر معلومات قيمة في مجال حماية النظم البيئية وتخطيط الأراضي (Essaadia وآخرون، 2022) ويتميز عن باقي المؤشرات بأنه أقل اعتماداً على خصائص التربة (Lemenkova, 2016) ويمكن حسابه من خلال نطاقات الأشعة تحت الحمراء وتحت الحمراء القريبة (Rouse وآخرون، 1974)، وهو يرتبط بالكوروفيل النباتي (Crichton وآخرون، 2022)، ومؤشر (LAI) (Forzieri وآخرون، 2020) والكتلة الحيوية السطحية (Aalto وآخرون، 2021)، مما يجعله مؤشر أساسي لتقييم تغيرات الغطاء النباتي ونشاط التمثيل الضوئي والكتلة الحية والتغطية النباتية (Z. Wang وآخرون، 2021)، وتساهم بيانات السلاسل الزمنية لمؤشر NDVI بالاعتماد على بيانات الأقمار الصناعية بمراقبة تغيرات المحاصيل، وعلى الرغم من وجود عدم وضوح في الصور الفضائية المستخدمة في دراسة الغطاء النباتي اعتماداً على مؤشر NDVI بسبب تراكم الغيوم، غير أن استخدام هذا المؤشر هو الأكثر شيوعاً (Chen وآخرون، 2024)، وقد استخدم الباحثون هذا المؤشر في تقييم التغيرات الحاصلة على النظام الإيكولوجي والتغيرات على الغطاء النباتي في العديد من المناطق (Nejadrekabi وآخرون، 2022؛ Xuefei وآخرون، 2021؛ Qi وآخرون، 2021؛ Shi وآخرون، 2021؛ Maneja وآخرون، 2020؛ Zhang وآخرون، 2016؛ Höpfner و Scherer، 2011) كما استخدم في دراسة جودة البيئة المائية (Yang et al., 2021) وتغير المناخ (Zhang و Zhe، 2021) وفي دراسات التصحر والحفاظ على التربة والمياه (Zhumanova وآخرون، 2018)، وفي دراسات دور الأمطار في التغيرات الزمانية والمكانية (Ezaidi وآخرون، 2022).

تم استخدام عدة منهجيات لتحليل التباين الزمني والمكاني لـ NDVI مثل استعمال معامل بيرسون لدراسة العلاقة بين المؤشر ومعدل الهطول (Ren وآخرون، 2023) وتقدير المنحدر المتوسط لـ Theil-Sen واختبار أهمية Mann-Kendall (De Jong وآخرون، 2011) وتحليل الاتجاه الخطي (Wang وآخرون، 2015)، وتم استخدام منهجيات تحليلية مختلفة مثل تحليل الطفرات وتحليل

الموجات وتحليل الارتباط لرصد العوامل المرتبة بتغير الغطاء النباتي ومساره (Zheng وآخرون، 2019؛ Li وآخرون، 2019؛ Zhang وآخرون، 2023).

كما اعتمد على المنهج الاستقرائي والتحليلي الوصفي القائم على أدوات التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، بالاستعانة بالأسلوب الكمي في تحليل المظهر الأرضي وإبراز المساحات للغطاء النباتي، لدراسة تغير الغطاء النباتي في جنوب محافظة واسط بالعراق (العتابي وآخرون، 2023).

أهمية البحث وأهدافه:

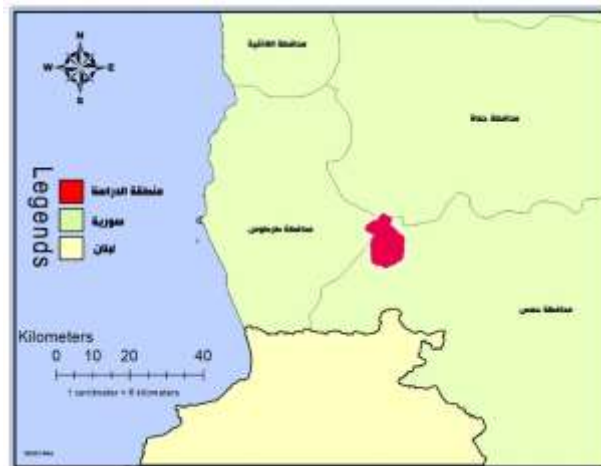
تعرض الغطاء النباتي في سوريا بشكل عام وفي منطقة الدراسة بشكل خاص الى تعديات كثيرة تمثلت بالحرائق والاحتطاب والزحف العمراني فضلاً عن التغيرات المناخية التي سادت في المنطقة والتي أدت إلى انحسار المساحة التي يشغلها وعلى اعتبار الغطاء النباتي اهم مكونات النظام البيئي فان دراسة التغيرات التي طرأت عليه باستخدام طرق سريعة وغير مكلفة كالاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية امر هام وضروري لتسليط الضوء على الأضرار البيئية التي ستتجم عن ذلك.

هدفت الدراسة إلى دراسة تغيرات الغطاء الأرضي خلال الفترات (2003-2023) باستخدام مؤشر NDVI في منطقة حوض سد المزينة، والعوامل المؤثرة على زيادة أو نقصان مساحة التغطية النباتية في المنطقة.

مواد البحث وطرائقه:

أ. مواد البحث:

1. مكان إجراء البحث: أجريت الدراسة في منطقة حوض سد المزينة التي تقع في نقطة التقاء المحافظات الثلاث، حمص وحماة وطرطوس، مع وقوع الجزء الأكبر من الحوض المدروس في محافظة حمص، أما من ناحية الإحداثيات فهي تقع بين دائرتي عرض (34,891) شمالاً و(34,753) جنوباً وخطي طول (36,383) شرقاً و(36,283) غرباً بالقرب من الساحل السوري كما يوضح الشكل (1).



الشكل (1): موقع منطقة الدراسة: الحوض الساكب لسد المزينة، تم إعداده بواسطة الباحثين

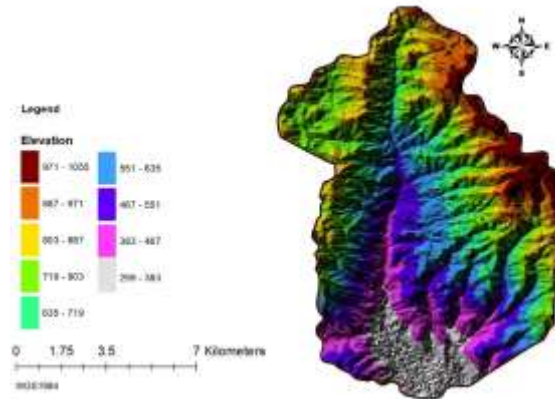
تبلغ مساحة بحيرة السد (93 هكتاراً) وبقدرة تخزينية عظمى تبلغ (19 مليون و200 ألف م³) وبسعة متوسطة تبلغ (10 مليون و750 ألف م³)، ويتم تغذية السد عن طريق قناة جر من تحويلة على نهر راويل بغزارة 5 م³ بالثانية، إضافة إلى نبع الناصرية ونبع الفرلس.

تمتاز منطقة الدراسة بتنوع الغطاء النباتي تحدها من الشمال الشرقي غابات من السرو، ومن الغرب غابات صنوبر، كما تحتوي مزيجاً من الحقول الزراعية والبساتين والأراضي الحراجية، وتسود المنطقة الزراعات القائمة على البساتين مثل التفاح، الزيتون، الخوخ، العنب، وينسب أقل محاصيل الخضروات مثل الطماطم والباذنجان والفليفلة.

2. **الخواص الطبوغرافية:** يتراوح ارتفاع منطقة الدراسة عن سطح البحر بين 299 متر إلى 1050 متر تقريباً وفقاً لبيانات

نموذج الارتفاع الرقمي الموضحة في الشكل (2).

3. **الخواص المناخية:** تمتاز المنطقة بمناخ متوسطي، والجدول (1) يبين تغيرات كميات الهطول ودرجات الحرارة خلال الفترة الواقعة بين (2003-2025).



الشكل (2): نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة

الجدول (1): متوسط الحرارة ومجموع الأمطار السنوي وضمن شهر أيار في حوض سد المزينة للأعوام 2003-2025، تم إعداده بواسطة الباحثين اعتماداً على بيانات المحطة المناخية في سد المزينة.

العام	متوسط درجات الحرارة في العام (C)	متوسط درجات الحرارة في شهر أيار (C)	كميات الهطول في العام (mm)	كميات الهطول في شهر أيار (mm)
2003	18.12	22.21	782.79	7.39
2004	18.17	19.51	456.1	3.05
2005	18.1	20.56	328.3	7.26
2006	17.87	20.45	463.15	2.4
2007	18.34	21.85	514.53	31.14
2008	18.3	19.91	417.71	17.39
2009	18.5	20.1	666.77	4
2010	19.79	21.11	424.33	8.18
2011	17.54	19.01	720.44	29.94
2012	18.49	20.15	918.84	16.6
2013	18.34	21.96	374.24	26.58
2014	18.83	21.14	284.04	12.36
2015	18.45	21.02	452.47	10.69
2016	18.95	20.68	436.79	27.13
2017	18.81	21.12	234.99	11.13
2018	19.46	22.99	603.58	34.42
2019	18.86	22.56	638.42	0.15
2020	19.09	21.35	399.46	21.84
2021	19.23	22.6	421	0.12
2022	18.76	21.1	363.88	19.68
2023	19.42	20.66	704.01	8.36
2024	19.45	20.32	514.34	25.27
2025	19.31	21.83	222	18.17

4. **المرئيات المستخدمة:** تم استعمال صور فضائية التقطها قمرا لاندسات 7 ولاندسات 8 ولاندسات 9 لمنطقة الدراسة بدقة مكانية 30 متر مربع، تم اختيار جميع الصور لتكون في الفترة ذاتها بين 15 نيسان و 15 أيار من كل عام ميلادي، وتم التفاضل بين الأقمار الصناعية لاندسات 7 و8 و9 حسب المتاح من الصور الفضائية الخالية من الغيوم في منطقة الدراسة كما يظهر في الجدول (2)، وعليه تم استعمال القمر الصناعي لاندسات 9 في تحليل الصور الفضائية المأخوذة عام 2023، وتم استعمال القمر الصناعي لاندسات 8 في تحليل الصور الفضائية المأخوذة لأعوام 2013، 2014، 2017، 2018، 2019، 2020، 2021، 2022. وتم استعمال القمر الصناعي لاندسات 7 في تحليل الصور الفضائية المأخوذة لأعوام 2003، 2008، 2009، 2010، 2011، 2012، 2015، 2016.

الجدول (2): نطاقات الأقمار الصناعية المستخدمة لحساب NDVI، والمرئيات المستخدمة حسب كل قمر صناعي

القمر الصناعي	Red النطاق الأحمر	النطاق القريب من الأشعة تحت الحمراء NIR	المرئيات المستخدمة للقمر الصناعي
Landsat 7	النطاق 3 0.69 - 0.63 μm	النطاق 4 0.90 - 0.77 μm	2003، 2008، 2009، 2010، 2011، 2012، 2015، 2016.
Landsat 8	النطاق 4 0.67 - 0.64 μm	النطاق 5 0.88 - 0.85 μm	2013، 2014، 2017، 2018، 2019، 2020، 2021، 2022.
Landsat 9	النطاق 4 0.67 - 0.64 μm	النطاق 5 0.88 - 0.85 μm	2023

وتم إجراء تصحيح للصور الفضائية المأخوذة من القمر الصناعي لاندسات 7 جميعها ما عدا الصورة المأخوذة عام 2003 لعدم الحاجة لإجراء تصحيح، حيث تم التصحيح على برنامج QGIS 3.34.1 باستعمال خوارزمية Fill no data مع الاعتماد على ملفات gap mask الموفرة مع الصور الفضائية.

تم اعتماد هذه الصور الفضائية كمصدر أساسي للحصول على النتائج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، وتم تحديد معامل الاخضرار الطبيعي وتصنيف الغطاء النباتي على أساسه بالمقارنة مع التصنيف المراقب، ثم حساب مساحة وتوزع وتباين الغطاء النباتي بين سنة الأساس للدراسة وسنوات المقارنة، كل على حدة، ومن ثم دراسة البيانات بعد الحصول على نتائج تحليل البيانات الرقمية والوصفية وصنع الجداول والخرائط الرقمية والمنحنيات البيانية، ومن ثم تفسيرها.

تم إجراء 42 زيارة حقلية عام 2023 لأماكن تغطي مساحة الدراسة وأخذ إحداثياتها وتحديد نوعية التغطية الأرضية الموجودة ضمن تصانيف (أراضي غير مزروعة - حراج - حقول - عمران - مسطحات مائية) وتحديد الأنواع النباتية، وتم تحديد التصانيف نفسها لعام 2003 باستعمال التصنيف غير المراقب، وتحديد قيم NDVI لهذه التصانيف واستعمال صور فضائية عالية الدقة، ثم تمت مراجعة انفصالية هذه الأقسام (ROI separability) باستعمال مقاييس (Jeffries-Matusita) و (Transformed Divergence) وكانت لا تقل في أي من التصانيف عن 1.9.

تم استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS في إنشاء قاعدة بيانات جغرافية للدراسة، وتم الاعتماد على هذه التقنية لمعالجة وتحليل البيانات الوصفية والمكانية، وإعداد خريطة الأساس للمنطقة المدروسة، بالإضافة إلى إعادة رسم حدودها استناداً إلى الصور الفضائية وخرائط الغطاء الأرضي، والتحليل الجغرافي لتغيرات الغطاء الأرضي والتحليل الهيدرولوجي والتصنيف المراقب. تم استخدام برنامج ArcGIS (10.8.2) و QGIS (3.34.1) و Google earth pro و ENVI (5.6) في هذه العمليات.

ب. طرق البحث:

1. منهجية البحث: تم اعتماد المنهج التحليلي الوصفي والاستقرائي بناءً على أدوات التحليل المكاني في نظم المعلومات

الجغرافية والاستشعار عن بعد، وتم الاستعانة بالأسلوب الكمي في إبراز مساحات الغطاء النباتي وتحليل المظهر الأرضي في منطقة حوض سد المزينة بحمص.

وتمت الدراسة على ثلاث أقسام بدايةً بدراسة التغير الكمي في الغطاء النباتي في الأعوام من (2012 إلى 2023)، ثم تحديد تغيرات الغطاء الأرضي في حوض الدراسة بين أعوام (2003-2013-2023)، وأخيراً بدراسة ديناميكيات تغير الغطاء النباتي باستخدام التصنيف المراقب (Supervised classification).

2. حساب مؤشر الاختلاف الطبيعي للغطاء النباتي NDVI: تم اقتطاع منطقة الدراسة (حوض سد المزينة) من الصور

الفضائية الملتقطة للأقمار الصناعية Landsat7 وLandsat8 وLandsat9 خلال الشهر الخامس ميلادي لكل عام بدقة 30 متر للأعوام (2003-2023) وأدخلت على برنامج ArcGIS لحساب مؤشر NDVI، وتم تصنيف منطقة الدراسة بالشكل الموضح بالجدول (3)، بعد إنشاء الخرائط لمؤشر NDVI وبالاعتماد على قيم البيكسل بالمقارنة مع التصنيف المراقب.

الجدول (3): مجالات قيم NDVI المناسبة لتصنيف عناصر الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة

قيم NDVI	التصنيف
من 1 إلى 0.3	مسطحات مائية
من 0.3 إلى 0.2	مناطق غير مزروعة
من 0.2 إلى 0.3	غطاء نباتي

تقوم معايير مؤشر الاختلاف النباتي القياسية على الخصائص الطيفية للغطاء النباتي، حيث يقل بشكل كبير من تأثير الإضاءة الشديدة أو الظل الناتج عن الزوايا والوقت المأخوذ للصورة (Kimes وآخرون، 1984) يعرف هذا المؤشر باعتباره فرق الانعكاس بين القنوات القريبة من الأشعة تحت الحمراء والأشعة الحمراء، مقسماً على مجموع الانعكاس في القنوات ذاتها، يحتاج حساب NDVI إلى استخدام قيم من أطيايف الضوء المرئي والقريب (المنطقة الحمراء والقريبة من الأشعة تحت الحمراء) من الصور الفضائية. ويتم حسابه وفقاً للعلاقة التالية (Sellers، 1989):

$$NDVI = \frac{RIR - RR}{RIR + RR}$$

حيث:

RIR: هو الإشعاع في المنطقة القريبة من الأشعة تحت الحمراء.

RR: هو الإشعاع في المنطقة الحمراء.

3. المقاييس الإحصائية: لتحليل اتجاه ووتيرة التغير عبر الزمن، تم حساب ثلاث مقاييس إحصائية رئيسية:

1. التغير:

$$C - B = \text{التغير}$$

حيث:

C = القيمة المقارنة (للفترة اللاحقة)

B = القيمة الأساسية (للفترة المرجعية)

2. النسبة المئوية للتغير:

$$\frac{C - B}{B} \times 100\% = \text{النسبة المئوية للتغير}$$

3. النسبة التغير السنوي:

$$\frac{\text{النسبة المئوية للتغير}}{n} = \text{نسبة التغير السنوي}$$

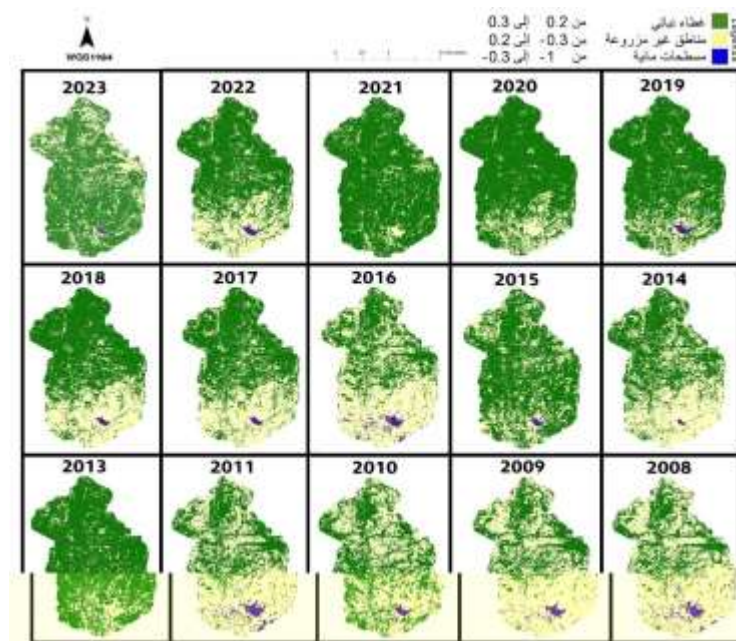
حيث:

N = عدد السنوات بين القيمة الأساسية والقيمة المقارنة.

النتائج والمناقشة:

1. التغير الكمي في الغطاء النباتي في الأعوام من 2012 إلى 2023:

تشير الدراسات السابقة (بركات وآخرون، 2014) إلى أن قيم NDVI من الممكن أن تتركز في مناطق معينة أكثر من الأخرى، حيث يظهر ذلك في الشكل (3).



الشكل (3): تصنيف عناصر الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة اعتماداً على قيم NDVI من الصور الفضائية الملتقطة للأقمار الصناعية Landsat 7 وLandsat 8 وLandsat 9 للأعوام (2008-2009-2010-2011-2013-2014-2015-2016-2018-2019-2020-2021-2022-2023)، تم إعداده بواسطة الباحثين

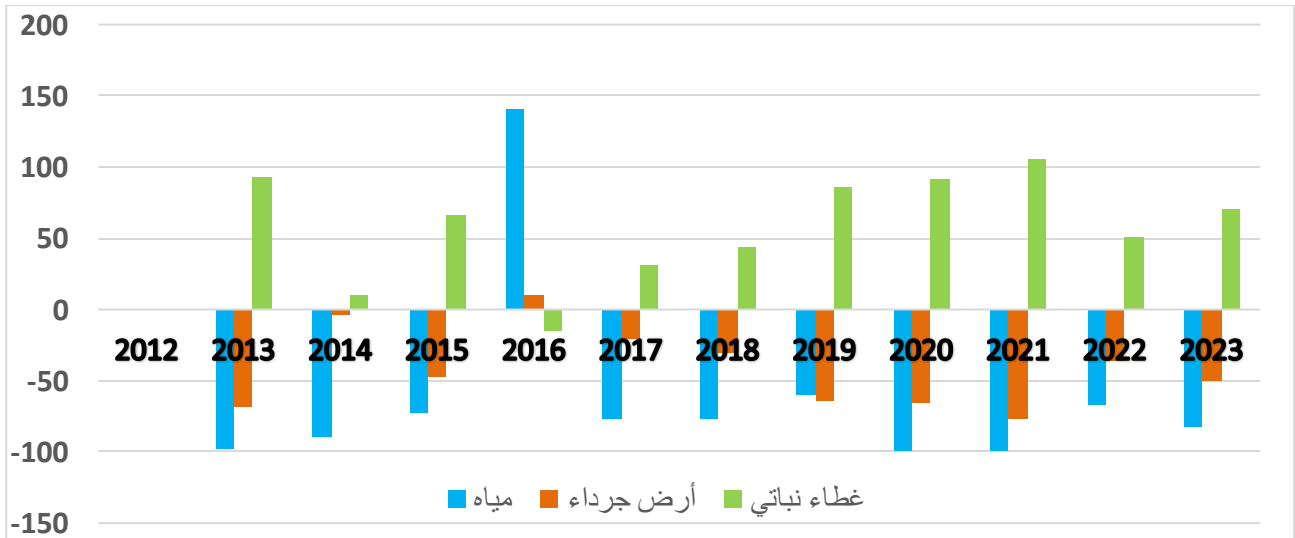
وبحساب المساحات كما يتضح في الجدول (4)، كانت أعلى قيم للتغطية النباتية في منطقة الدراسة تقع في عام 2021، حيث كان الغطاء النباتي يشكل 87.045% من مساحة الدراسة أي أن التغطية النباتية امتدت على مساحة 80.3349 كم²، وهي السنة ذاتها

التي كانت فيها المياه والأراضي غير المزروعة أقل ما يمكن، حيث شكلنا 0.001% و 12.954% على الترتيب. أما النسبة الأدنى للتغطية النباتية كانت في عام 2016 حيث بلغت 35.917% بمساحة تقدر بـ 33.1479 كم²، بينما متوسط نسبة التغطية النباتية في سنوات الدراسة بين 2012 و 2013 فقد بلغ 64.791%، بمساحة 59.7966 كم²، ومتوسط النسبة المئوية للأراضي غير المزروعة في منطقة الدراسة بلغ 34.461%.

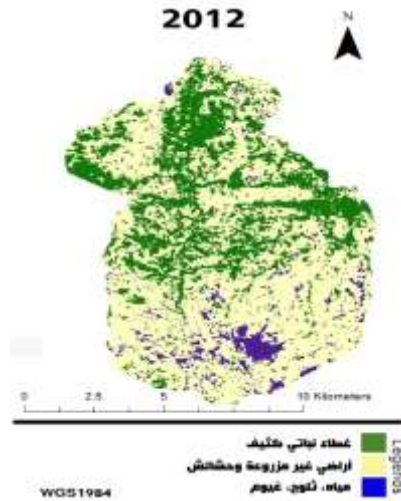
الجدول (4): مساحة عناصر الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة للأعوام من 2012 إلى 2023، تم إعداده بواسطة الباحثين.

العام	الغطاء النباتي (كم ²)	غطاء نباتي %	أرض غير مزروعة %	مياه %
2012	39.1824	42.455	55.398	2.147
2013	75.879	82.217	17.734	0.049
2014	43.0929	46.692	53.082	0.226
2015	64.9908	70.419	29.006	0.574
2016	33.1479	35.917	33.1479	3.033
2017	51.444	55.741	43.763	0.496
2018	56.2716	60.972	38.541	0.488
2019	72.9513	79.045	20.101	0.854
2020	74.8332	81.084	18.912	0.005
2021	80.3349	87.045	12.954	0.001
2022	58.8672	63.784	35.503	0.713
2023	66.564	72.124	27.488	0.388
المتوسط	59.7966	64.791	34.461	0.748
الحد الأدنى	33.1479	35.917	12.954	0.001
الحد الأعلى	80.3349	87.045	61.051	3.033

تم اعتماد سنة 2012 الموضحة بالشكل (5) كسنة أساس للمقارنة مع السنوات العشر التي تليها. وكما يظهر بالشكل (4) فإن نسب التغيير بعناصر التغطية الأرضية الثلاث (النبات، الأرض غير المزروعة، المياه) كانت متفاوتة، حيث كانت أعلى نسبة مئوية للتغيير في عام 2021 بنسبة 105% مقارنة بسنة الأساس، وأقل عام كان في 2016 بنسبة تغيير -15.4% مقارنة بسنة الأساس، وبلغ متوسط التغيير في الغطاء النباتي لسنوات الدراسة 52.611 كما يظهر في الجدول (5).



الشكل (4): نسبة التغيير المئوية لعناصر الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة اعتماداً على قيم NDVI للأعوام (2012 حتى 2023)، تم إعداده بواسطة الباحثين



الشكل (5): تصنيف عناصر الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة اعتماداً على قيم NDVI لعام 2012، تم إعداده بواسطة الباحثين

الجدول (5): نسب تغير مساحات الغطاء الأرضي للأعوام من 2013 إلى 2023 على اعتبار 2012 سنة أساس، تم إعداده بواسطة الباحثين.

العام	نسبة التغير السنوي (%)			النسبة المئوية للتغير (%)			التغير (كم ²)		
	غطاء نباتي	أرض غير مزروعة	مياه	غطاء نباتي	أرض غير مزروعة	مياه	غطاء نباتي	أرض غير مزروعة	مياه
2013	8.514	-6.181	-8.884	93.66	-67.99	-97.73	36.697	-34.760	-1.937
2014	0.907	-0.380	-8.133	9.98	-4.18	-89.46	3.911	-2.138	-1.773
2015	5.988	-4.331	-6.659	65.87	-47.64	-73.25	25.808	-24.357	-1.452
2016	-1.400	0.928	12.840	-15.40	10.20	141.24	-6.035	5.217	2.799
2017	2.845	-1.909	-6.990	31.29	-21.00	-76.88	12.262	-10.738	-1.524
2018	3.965	-2.766	-7.027	43.61	-30.43	-77.29	17.089	-15.557	-1.532
2019	7.835	-5.792	-5.474	86.18	-63.71	-60.22	33.769	-32.576	-1.193
2020	8.272	-5.987	-9.070	90.99	-65.86	-99.77	35.651	-33.674	-1.977
2021	9.548	-6.965	-9.087	105.03	-76.62	-99.95	41.153	-39.172	-1.981
2022	4.567	-3.265	-6.073	50.24	-35.91	-66.80	19.685	-18.361	-1.324
2023	6.353	-4.580	-7.448	69.88	-50.38	-81.93	27.382	-25.758	-1.624
المتوسط	4.783	-3.436	-5.167	52.611	-37.79	-56.83	20.614	-19.323	-1.126
الحد الأدنى	-1.400	-6.965	-9.087	-15.401	-76.61	-99.95	-6.035	-39.172	-1.981
الحد الأعلى	9.548	0.928	12.840	105.028	10.20	141.23	41.153	5.217	2.799

وعلى الرغم من أن مساحة المسطحات المائية في منطقة الدراسة لا تتجاوز الـ 0.748% من مساحة حوض الدراسة، إلا أنه يحتمل أن يكون هناك ترابط عكسي بين نسبة التغير لعنصر المياه وعنصر الغطاء النباتي، وقد يعود ذلك للتأثير المناخي على نمو النباتات الحراجية في منطقة الدراسة، حيث تتغير قيم مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) بحسب الفصل ودرجة الحرارة ومعدل الأمطار (Ghebrezgabher وآخرون، 2020).

2. تغيرات الغطاء الأرضي في حوض الدراسة بين أعوام (2003-2013-2023):

تم الحساب الكمي لتغير بعض عناصر الغطاء الأرضي في حوض سد المزينية في العشرين عاماً بين (2003 و 2023)، بتحديد 3 أعوام للمقارنة (2003، 2013، 2023)، حيث من خلال الجدول (6) يظهر أن مقدار التغير في مساحة الغطاء النباتي قد انخفضت بمساحة 9.315 كم² في عام 2023 مقارنة بعام 2013، أي بمعدل تغيير يبلغ - 12.28% وبنسبة تغير سنوية تبلغ - 1.23% في حين زادت مساحة الأراضي غير المزروعة بمقدار 9.002 كم² بنسبة تغير سنوية تبلغ 5.5%.

الجدول (6): مقدار التغير ونسبة التغير المئوية والسنوية لمساحات عناصر الغطاء الأرضي بين العامين 2013 و 2023، تم إعداده بواسطة الباحثين.

عناصر الغطاء الأرضي	نسبة التغير السنوي %	نسبة التغير %	مقدار التغير كم ²	2023 كم ²	2013 كم ²
غطاء نباتي	-1.23	-12.28	-9.315	66.564	75.879
أراضي غير مزروعة	5.50	55.00	9.002	25.369	16.3674
مسطحات مائية	69.60	696.00	0.313	0.358	0.045

وبالمقارنة بين أعوام 2003 و 2013 بحسب الجدول (7) يظهر أن التغير كان أكبر، حيث بلغ مقدار التغير بالغطاء النباتي 68.212 كم²، أي أن نسبة التغير كان 889.67% بنسبة تغير سنوية 88.97%، في حين انخفضت مساحات الأراضي غير المزروعة والمسطحات المائية، حيث كانت نسبة التغير بالأراضي غير المزروعة تبلغ - 80.35%.

الجدول (7): مقدار التغير ونسبة التغير المئوية والسنوية لمساحات عناصر الغطاء الأرضي بين العامين 2003 و 2013، تم إعداده بواسطة الباحثين

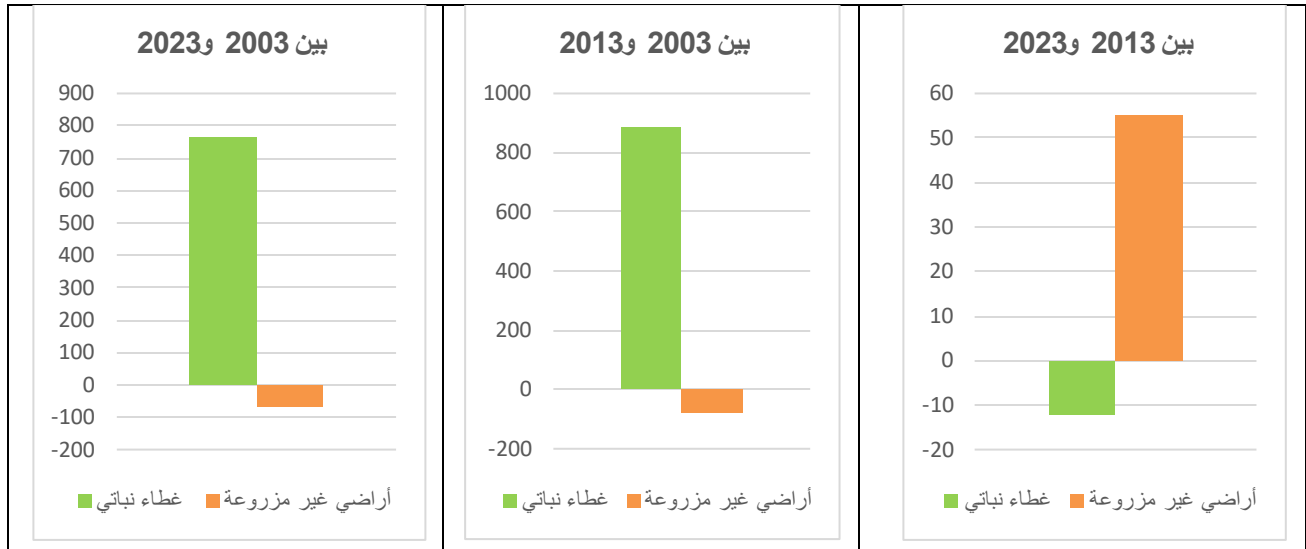
عناصر الغطاء الأرضي	نسبة التغير السنوي %	نسبة التغير %	مقدار التغير كم ²	2013 كم ²	2003 كم ²
غطاء نباتي	88.97	889.67	68.212	75.879	7.6671
أراضي غير مزروعة	-8.03	-80.35	-66.920	16.3674	83.2869
مسطحات مائية	-9.66	-96.64	-1.292	0.045	1.3374

وبالنظر للفترة الكاملة بين 2003 و 2023 كما يوضح الجدول (8) فيظهر أن نسبة التغير السنوية بالنسبة للغطاء النباتي كانت موجبة حيث كانت الزيادة 38.41% سنوياً، بنسبة تغيير كلية 768.18% إيجابية، حيث أصبحت مساحة التغطية النباتية 72.124% من مساحة حوض الدراسة، مقارنة بـ 8.307% فقط في عام 2003.

الجدول (8): مقدار التغير ونسبة التغير المئوية والسنوية لمساحات عناصر الغطاء الأرضي بين العامين 2003 و 2023، تم إعداده بواسطة الباحثين

عناصر الغطاء الأرضي	نسبة التغير السنوي %	نسبة التغير %	مقدار التغير كم ²	2023 كم ²	2003 كم ²
غطاء نباتي	38.41	768.18	58.897	66.564	7.6671
أراضي غير مزروعة	-3.48	-69.54	-57.918	25.369	83.2869
مسطحات مائية	-3.66	-73.22	-0.979	0.358	1.3374

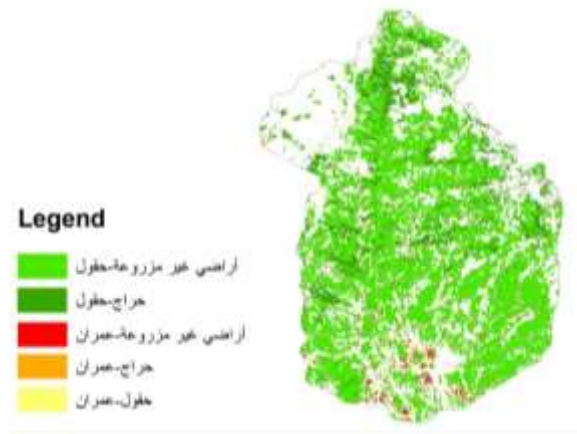
كما يظهر في الشكل (6) كانت نسبة التغير بالنسبة للغطاء النباتي إيجابية بشكل كبير في الأعوام بين 2003 و 2013، حيث وصلت الزيادة في الغطاء النباتي إلى 889.67%، بينما كانت نسبة التغير سلبية بين 2013 و 2023 حيث بلغت -12.28%، بينما كانت النسبة إيجابية بشكل عام في فترات الدراسة حيث بلغت 768.18% بالنسبة للغطاء النباتي، وقد تعود نسب الزيادة الكبيرة بين 2003 و 2013 إلى انخفاض مساحة التغطية النباتية أساساً في عام 2003 حيث كانت 7.6 كم² فقط وهي أقل ب 77% من الحد الأدنى للتغطية النباتية لباقي السنوات المدروسة والذي كان في عام 2016 بمقدار 33.1 كم².



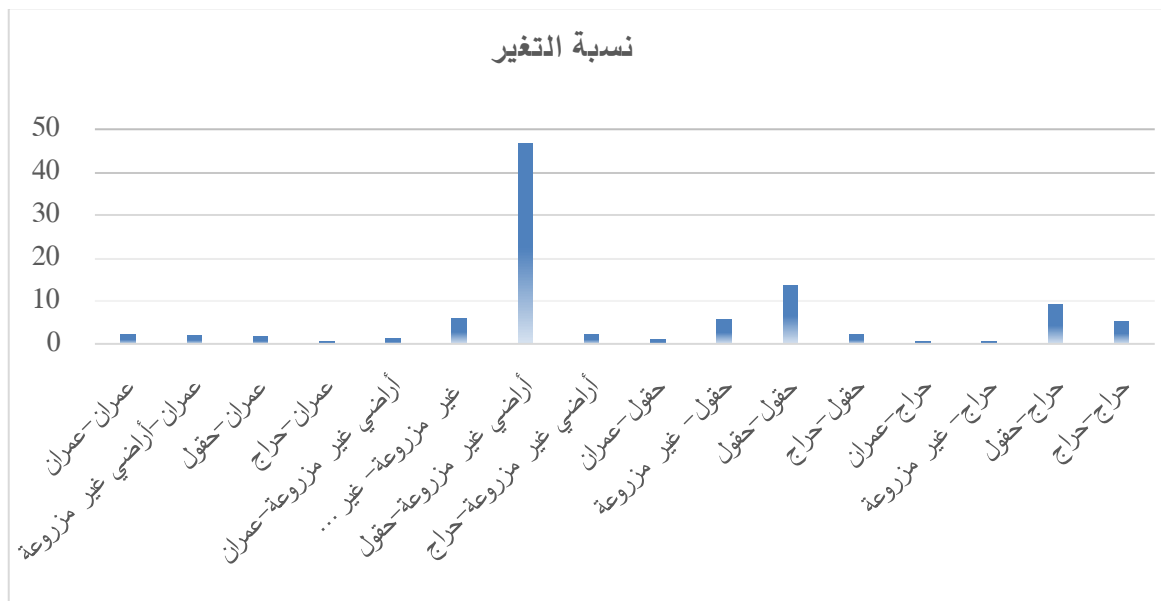
الشكل (6): نسب التغير % بين الأراضي غير المزروعة والغطاء النباتي للأعوام 2003 و 2013 و 2023، تم إعداده بواسطة الباحثين.

3. ديناميكيات تغير الغطاء النباتي باستخدام التصنيف المراقب Supervised classification

تم إنشاء تصنيف مراقب لمنطقة الدراسة لعامي 2003 و 2023 لدراسة التغيرات الحاصلة في العشريين سنة الأخيرة، وتم تصنيف المناطق إلى (عمران - أراضي غير مزروعة - حقول - حراج) من أجل دراسة مدى التأثير البشري (استثمار المناطق الحرجية في الزراعة والبناء العمراني) على التغطية النباتية في المنطقة، حيث تشير الخريطة في الشكل (7) إلى مواضع التغير الحاصل، كما يظهر من المخطط أن النسبة الأكبر في تغير الغطاء النباتي في المنطقة كان لأسباب بشرية، حيث كما هو موضح في الجدول (9) تحولت نسبة 46.734% من تصنيف (أراضي غير مزروعة) إلى تصنيف (حقول) كما يلاحظ زيادة في العمران على حساب الحراج والحقول والأراضي غير المزروعة، وكانت الحصة الأكبر في التحول هي من نصيب الحقول بمقدار 1 كم² والأراضي غير المزروعة بمقدار 1 كم² أيضاً، كما ظهر في البيانات نقصان في مساحات العمران إلى حساب التصنيفات المختلفة، وتحديد أماكن هذا النقصان يمكن تفسير ذلك بأنه قد يكون عائد إلى تأثير الغيوم على قيم NDVI (Chen وآخرون، 2024)، ويظهر تأثير العامل الطبوغرافي جلياً من خلال الخريطة في الشكل (7) حيث تشير المناطق البيضاء إلى المناطق التي لم يحدث فيها تغيير وهي في معظمها مرتفعات في المنطقة الشمالية، أما المناطق الجنوبية فتظهر قمم الجبال باللون الأبيض، لصعوبة تحويل استعمالها من الشكل الأصلي إلى الشكل الحقول والعمران، وهو ما يتوافق مع (Riihimäki وآخرون، 2017؛ Maimouni وآخرون، 2021).



الشكل (7): خريطة لتغيرات بعض عناصر الغطاء الأرضي، تم إعداده بواسطة الباحثين



الشكل (8): مقارنة التغيرات لعناصر الغطاء الأرضي المدروسة اعتماداً على التصنيف المراقب، تم إعداده بواسطة الباحثين

الجدول (9): مساحة ونسب التغيرات لعناصر الغطاء الأرضي المدروسة اعتماداً على التصنيف المراقب، تم إعداده بواسطة الباحثين.

التغير	مساحة التصنيف كم ²	نسبة التصنيف %	التغير	مساحة التصنيف كم ²	نسبة التصنيف %
عمران-عمران	2.077916	2.251473	حقول-عمران	0.924368	1.001575
عمران-أراضي غير مزروعة	1.890393	2.048287	حقول-أراضي غير مزروعة	5.311513	5.755155
عمران-حقول	1.483802	1.607736	حقول-حقول	12.65316	13.71001
عمران-حراج	0.247463	0.268132	حقول-حراج	1.971111	2.135747
أراضي غير مزروعة-عمران	1.071875	1.161403	حراج-عمران	0.040842	0.044253
أراضي غير مزروعة-أراضي غير مزروعة	5.513858	5.974401	حراج-أراضي غير مزروعة	0.486831	0.527493
أراضي غير مزروعة-حقول	43.13201	46.73459	حراج-حقول	8.369376	9.068425
أراضي غير مزروعة-حراج	2.121404	2.298593	حراج-حراج	4.868241	5.274859

الاستنتاجات:

1. إن استخدام مؤشر NDVI يوفر الجهد والوقت والتكاليف في رصد تغييرات الغطاء النباتي باستعمال صور الأقمار الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.
2. تشير النتائج إلى أنه في الفترة من 2003 وحتى 2023، كان هناك تغييرات كبيرة في التوزيع المكاني ونسب عناصر التغطية الأرضية، وكان معظم التغير من الأراضي غير المزروعة إلى حقول وعمران، كما فقدت المناطق الحراجية جزء كبير من مساحتها.
3. توضح النتائج أن التأثير البشري كان واضحاً في تغيير التوزيع المكاني للغطاء النباتي ونوعيته، وتغيير نسب وتوزيع العناصر الأرضية الأخرى.
4. للعامل الطبوغرافي أثر أيضاً في تقليل الأثر البشري، حيث المرتفعات الوعرة صعبة الاستخدام للأغراض الزراعية والعمرانية.

المقترحات:

نظراً لسهولة استعمال مؤشر التغطية النباتية NDVI وجودة بياناته، يوصى باستعماله في دراسات أكثر على الأحواض الساكنة لدراسة تغييرات عناصر التغطية الأرضية كمياً وزمانياً، كما ينصح بدراسة تأثيرات العوامل البشرية والطبوغرافية والمناخية بشكل أوسع في الدراسات اللاحقة على المنطقة وعلى المناطق المجاورة.

المراجع:

- بركات، م.، محفوض، أ.، & كويس، أ. (2014). تقدير عامل الغطاء النباتي C باستخدام مؤشر الاختلاف النباتي القياسي (NDVI) لمنطقة الحوض الأوسط والأدنى لنهر الكبير الشمالي في محافظة اللاذقية/سورية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية- سلسلة الدراسات البيولوجية، 36 (5).
- عيد، ص.، والويش، ي. (2017). دراسة تغييرات الغطاء النباتي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد (دراسة تطبيقية على محافظة اللاذقية). مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية- سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية، 39 (5).
- العنابي، نادية حاتم طعمه، و ميثم عبد الكاظم حميدي. (2023). تقييم تغير الغطاء النباتي في الجزء الجنوبي من محافظة واسط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. *Journal of the College of Education (JCE)*, 49(4), 187-198.
- Aalto, J., Niittynen, P., Riihimäki, H., & Luoto, M. (2021). Cryogenic land surface processes shape vegetation biomass patterns in northern European tundra. *Communications Earth & Environment*, 2(1), 222.
- Ali, S., Basit, A., Umair, M., Makanda, T. A., Khan, F. U., Shi, S., & Ni, J. (2023). Spatio-temporal variations in trends of vegetation and drought changes in relation to climate variability from 1982 to 2019 based on remote sensing data from East Asia. *Journal of Integrative Agriculture*, 22(10), 3193–3208.
- Ayantobo, O. O., & Wei, J. (2019). Appraising regional multi-category and multi-scalar drought monitoring using standardized moisture anomaly index (SZI: A water-energy balance approach. *Journal of Hydrology*, 579, 124139.

- Campagnolo, M. L., Libonati, R., Rodrigues, J. A., & Pereira, J. M. C. (2021). A comprehensive characterization of MODIS daily burned area mapping accuracy across fire sizes in tropical savannas. *Remote Sensing of Environment*, 252, 112115.
- Chapungu, L., Nhamo, L., & Gatti, R. C. (2020). Estimating biomass of savanna grasslands as a proxy of carbon stock using multispectral remote sensing. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 17, 100275.
- Chen, D., Hu, H., Liao, C., Ye, J., Bao, W., Mo, J., Wu, Y., Dong, T., Fan, H., & Pei, J. (2023). Crop NDVI time series construction by fusing Sentinel-1, Sentinel-2, and environmental data with an ensemble-based framework. *Computers and Electronics in Agriculture*, 215, 108388.
- Chen, J., Yang, H., Jin, T., & Wu, K. (2024). Assessment of terrestrial ecosystem sensitivity to climate change in arid, semi-arid, sub-humid, and humid regions using EVI, LAI, and SIF products. *Ecological Indicators*, 158, 111511.
- Chu, H., Venevsky, S., Wu, C., & Wang, M. (2019). NDVI-based vegetation dynamics and its response to climate changes at Amur-Heilongjiang River Basin from 1982 to 2015. *Science of The Total Environment*, 650, 2051–2062.
- Crichton, K. A., Anderson, K., Charman, D. J., & Gallego-Sala, A. (2022). Seasonal climate drivers of peak NDVI in a series of Arctic peatlands. *Science of The Total Environment*, 838, 156419.
- De Jong, R., de Bruin, S., de Wit, A., Schaepman, M. E., & Dent, D. L. (2011). Analysis of monotonic greening and browning trends from global NDVI time-series. *Remote Sensing of Environment*, 115(2), 692–702.
- Essaadia, A., Abdellah, A., Ahmed, A., Abdelouahed, F., & Kamal, E. (2022). The normalized difference vegetation index (NDVI) of the Zat valley, Marrakech: Comparison and dynamics. *Heliyon*, 8(12), e12204.
- Ezaidi, S., Aydda, A., Kabbachi, B., Althuwaynee, O. F., Ezaidi, A., Haddou, M. A., Idoumskine, I., Thorpe, J., Park, H.-J., & Kim, S.-W. (2022). Multi-temporal Landsat-derived NDVI for vegetation cover degradation for the period 1984-2018 in part of the Arganeraie Biosphere Reserve (Morocco). *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 27, 100800.
- Forzieri, G., Miralles, D. G., Ciais, P., Alkama, R., Ryu, Y., Duveiller, G., Zhang, K., Robertson, E., Kautz, M., Martens, B., Jiang, C., Arneth, A., Georgievski, G., Li, W., Ceccherini, G., Anthoni, P., Lawrence, P., Wiltshire, A., Pongratz, J., ... Cescatti, A. (2020). Increased control of vegetation on global terrestrial energy fluxes. *Nature Climate Change*, 10(4), 356–362.
- Gao, W., Zheng, C., Liu, X., Lu, Y., Chen, Y., Wei, Y., & Ma, Y. (2022). NDVI-based vegetation dynamics and their responses to climate change and human activities from 1982 to 2020: A case study in the Mu Us Sandy Land, China. *Ecological Indicators*, 137, 108745.
- Ghebregabher, M. G., Yang, T., Yang, X., & Eyassu Sereke, T. (2020). Assessment of NDVI variations in responses to climate change in the Horn of Africa. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 23(3), 249–26).
- Gong, X., Du, S., Li, F., & Ding, Y. (2021). Study of mesoscale NDVI prediction models in arid and semiarid regions of China under changing environments. *Ecological Indicators*, 131, 108198.

- Han, J.-C., Huang, Y., Zhang, H., & Wu, X. (2019). Characterization of elevation and land cover dependent trends of NDVI variations in the Hexi region, northwest China. *Journal of Environmental Management*, 232, 1037–1048.
- Höpfner, C., & Scherer, D. (2011). Analysis of vegetation and land cover dynamics in north-western Morocco during the last decade using MODIS NDVI time series data. *Biogeosciences*, 8(11), 3359–3373.
- Huang, S., Zheng, X., Ma, L., Wang, H., Huang, Q., Leng, G., Meng, E., & Guo, Y. (2020). Quantitative contribution of climate change and human activities to vegetation cover variations based on GA-SVM model. *Journal of Hydrology*, 584, 124687.
- Huang, X., Zhang, T., Yi, G., He, D., Zhou, X., Li, J., Bie, X., & Miao, J. (2019). Dynamic Changes of NDVI in the Growing Season of the Tibetan Plateau During the Past 17 Years and Its Response to Climate Change. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18), 3452.
- Kimes, D., Holben, B., Tucker, C., & Newcomb, W. (1984). Optimal directional view angles for remote-sensing missions. *International Journal of Remote Sensing*, 5(6), 887–908.
- Kong, D., Zhang, Q., Singh, V. P., & Shi, P. (2017). Seasonal vegetation response to climate change in the Northern Hemisphere (1982–2013). *Global and Planetary Change*, 148, 1–8.
- Lemenkova, P. (2015). Analysis of Landsat NDVI time series for detecting degradation of vegetation. 11–13.
- Li, G., Sun, S., Han, J., Yan, J., Liu, W., Wei, Y., Lu, N., & Sun, Y. (2019). Impacts of Chinese Grain for Green program and climate change on vegetation in the Loess Plateau during 1982–2015. *Science of The Total Environment*, 660, 177–187.
- Lian, X., Piao, S., Li, L. Z. X., Li, Y., Huntingford, C., Ciais, P., Cescatti, A., Janssens, I. A., Peñuelas, J., Buermann, W., Chen, A., Li, X., Myneni, R. B., Wang, X., Wang, Y., Yang, Y., Zeng, Z., Zhang, Y., & McVicar, T. R. (2020). Summer soil drying exacerbated by earlier spring greening of northern vegetation. *Science Advances*, 6(1), eaax0255.
- Liu, L., Gou, X., Wang, X., Yang, M., Qie, L., Pang, G., Wei, S., Zhang, F., Li, Y., Wang, Q., & Wang, T. (2024). Relationship between extreme climate and vegetation in arid and semi-arid mountains in China: A case study of the Qilian Mountains. *Agricultural and Forest Meteorology*, 348, 109938.
- Maimouni, S., Daghor, L., Oukassou, M., Moutaki, S. E., & Lhissou, R. (2021). Evaluate the Effect of Topographic Factors and Lithology on Forest Cover Distribution: A Case Study of the Moroccan High Atlas. *Environmental Modeling & Assessment*, 26(5), 787–801.
- Maneja, R. H., Miller, J. D., Li, W., El-Askary, H., Flandez, A. V. B., Dagoy, J. J., Alcaria, J. F. A., Basali, A. U., Al-Abdulkader, K. A., Loughland, R. A., & Qurban, M. A. (2020). Long-term NDVI and recent vegetation cover profiles of major offshore island nesting sites of sea turtles in Saudi waters of the northern Arabian Gulf. *Ecological Indicators*, 117, 106612.
- Nanzad, L., Zhang, J., Tuvdendorj, B., Nabil, M., Zhang, S., & Bai, Y. (2019). NDVI anomaly for drought monitoring and its correlation with climate factors over Mongolia from 2000 to 2016. *Journal of Arid Environments*, 164, 69–77.

- Nejadrekabi, M., Eslamian, S., & Zareian, M. (2022). Spatial statistics techniques for SPEI and NDVI drought indices: A case study of Khuzestan Province. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(7), 6573–6594.
- Nie, T., Dong, G., Jiang, X., & Lei, Y. (2021). Spatio-temporal changes and driving forces of vegetation coverage on the loess plateau of Northern Shaanxi. *Remote Sensing*, 13(4), 613.
- Pande, C. B., Moharir, K. N., Varade, A. M., Abdo, H. G., Mulla, S., & Yaseen, Z. M. (2023). Intertwined impacts of urbanization and land cover change on urban climate and agriculture in Aurangabad city (MS), India using google earth engine platform. *Journal of Cleaner Production*, 422, 138541.
- Piedallu, C., Chéret, V., Denux, J. P., Perez, V., Azcona, J. S., Seynave, I., & Gégout, J. C. (2019). Soil and climate differently impact NDVI patterns according to the season and the stand type. *Science of The Total Environment*, 651, 2874–2885.
- Qi, G., Bai, H., Zhao, T., Meng, Q., & Zhang, S. (2021). Sensitivity and areal differentiation of vegetation responses to hydrothermal dynamics on the northern and southern slopes of the Qinling Mountains in Shaanxi province. *Journal of Geographical Sciences*, 31(6), 785–801.
- Ren, H., Wen, Z., Liu, Y., Lin, Z., Han, P., Shi, H., Wang, Z., & Su, T. (2023). Vegetation response to changes in climate across different climate zones in China. *Ecological Indicators*, 155, 110932.
- Ren, Y., Zhang, F., Zhao, C., & Cheng, Z. (2023). Attribution of climate change and human activities to vegetation NDVI in Jilin Province, China during 1998–2020. *Ecological Indicators*, 153, 110415.
- Riihimäki, H., Heiskanen, J., & Luoto, M. (2017). The effect of topography on arctic-alpine aboveground biomass and NDVI patterns. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 56, 44–53.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *NASA Spec. Publ*, 351(1), 309.
- Ruan, L., Yan, M., Zhang, L., Fan, X., & Yang, H. (2022). Spatial-temporal NDVI pattern of global mangroves: A growing trend during 2000–2018. *Science of The Total Environment*, 844, 157075.
- Satti, Z., Naveed, M., Shafeeque, M., & Li, L. (2024). Investigating the impact of climate change on trend shifts of vegetation growth in Gilgit Baltistan. *Global and Planetary Change*, 232, 104341.
- Sellers, P. J. (1989). Vegetation-canopy spectral reflectance and biophysical processes.
- Shi, S., Yu, J., Wang, F., Wang, P., Zhang, Y., & Jin, K. (2021). Quantitative contributions of climate change and human activities to vegetation changes over multiple time scales on the Loess Plateau. *Science of The Total Environment*, 755, 142419.
- Spadoni, G. L., Cavalli, A., Congedo, L., & Munafò, M. (2020). Analysis of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) multi-temporal series for the production of forest cartography. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 20, 100419.
- Vásquez-Méndez, R., Ventura-Ramos, E., Oleschko, K., Hernández-Sandoval, L., Parrot, J.-F., & Nearing, M. A. (2010). Soil erosion and runoff in different vegetation patches from semiarid Central Mexico. *CATENA*, 80(3), 162–169.

- Wang, J., Wang, K., Zhang, M., & Zhang, C. (2015). Impacts of climate change and human activities on vegetation cover in hilly southern China. *Ecological Engineering*, 81, 451–461.
- Wang, T. (2016). Vegetation NDVI change and its relationship with climate change and human activities in Yulin, Shaanxi Province of China. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 4(10), 28.
- Wang, X., Piao, S., Ciais, P., Li, J., Friedlingstein, P., Koven, C., & Chen, A. (2011). Spring temperature change and its implication in the change of vegetation growth in North America from 1982 to 2006. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(4), 1240–1245.
- Wang, Z., Lyu, L., Liu, W., Liang, H., Huang, J., & Zhang, Q.-B. (2021). Topographic patterns of forest decline as detected from tree rings and NDVI. *CATENA*, 198, 105011.
- Xuefei, Liu, Guotao, D., & Huazhu, X. (2021). Spatial-temporal variation of NDVI and its responses to precipitation in the upper of Heihe from 2000 to 2019. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 783(1), 012148.
- Yang, L., Feng, Q., Adamowski, J. F., Alizadeh, M. R., Yin, Z., Wen, X., & Zhu, M. (2021). The role of climate change and vegetation greening on the variation of terrestrial evapotranspiration in northwest China's Qilian Mountains. *Science of The Total Environment*, 759, 143532.
- Yi, W., Wang, N., Yu, H., Jiang, Y., Zhang, D., Li, X., Lv, L., & Xie, Z. (2024). An enhanced monitoring method for spatio-temporal dynamics of salt marsh vegetation using google earth engine. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 298, 108658.
- Zhan, Z.-Z., Liu, H.-B., Li, H.-M., Wu, W., & Zhong, B. (2012). The Relationship between NDVI and Terrain Factors—A Case Study of Chongqing. *Procedia Environmental Sciences*, 12, 765–771.
- Zhang, Y., Zhang, L., Wang, J., Dong, G., & Wei, Y. (2023). Quantitative analysis of NDVI driving factors based on the geographical detector model in the Chengdu-Chongqing region, China. *Ecological Indicators*, 155, 110978.
- Zhang, Y., Zhu, Z., Liu, Z., Zeng, Z., Ciais, P., Huang, M., Liu, Y., & Piao, S. (2016). Seasonal and interannual changes in vegetation activity of tropical forests in Southeast Asia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 224, 1–10.
- Zhe, M., & Zhang, X. (2021). Time-lag effects of NDVI responses to climate change in the Yamzhog Yumco Basin, South Tibet. *Ecological Indicators*, 124, 107431.
- Zheng, K., Wei, J.-Z., Pei, J.-Y., Cheng, H., Zhang, X.-L., Huang, F.-Q., Li, F.-M., & Ye, J.-S. (2019). Impacts of climate change and human activities on grassland vegetation variation in the Chinese Loess Plateau. *Science of The Total Environment*, 660, 236–244.
- Zhu, L., Sun, S., Li, Y., Liu, X., & Hu, K. (2023). Effects of climate change and anthropogenic activity on the vegetation greening in the Liaohe River Basin of northeastern China. *Ecological Indicators*, 148, 110105.
- Zhumanova, M., Mönnig, C., Hergarten, C., Darr, D., & Wrage-Mönnig, N. (2018). Assessment of vegetation degradation in mountainous pastures of the Western Tien-Shan, Kyrgyzstan, using eMODIS NDVI. *Ecological Indicators*, 95, 527–543.

Evaluation of vegetation cover and land cover changes in the Mazyneh dam basin in Homs using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Geographic Information Systems, and Remote Sensing

Mayar Rateb Ibrahim^{1*}, Muna Barakat¹, Mohammed Al-Abd² and Ali Jawahra³

¹ Soil and Land Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University. Lattakia. Syria.

² General Organization of Remote Sensing, Damascus, Syria.

³ General Commission for Scientific Agricultural Research, Tartous, Syria.

(*Corresponding author: Mayar Rateb Ibrahim, Email: mayar.rateb.ibrahim@gmail.com)



Received: 17/ 2/ 2026 Accepted: 21/ 6/ 2026

Abstract

This research aimed to monitor and analyze the spatial and temporal changes in land cover, particularly vegetation cover, in the basin of Al-Mazyneh Dam in Homs over a twenty-year period (2003-2023), with a focus on the last decade (2013-2023). The research relied on Geographic Information Systems (GIS), remote sensing (rs), and quantitative statistical analysis. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was calculated from satellite imagery, and three analytical methodologies were applied: analyzing the quantitative annual change in vegetation cover between the years (2012 and 2023), tracking long term changes in land cover between key time points (2003, 2013, 2023), and detecting detailed dynamics and transformations in land use using supervised classification for the years (2003 and 2023) with field verification. The results showed an increase in vegetation cover area from 7.7% of the basin's area in 2003 to 66% in 2023. Climate factors led to clear annual fluctuations, with the vegetation cover percentage ranging between 35.9% in 2016 and 87% in 2021. The human factor emerged as a key driver of change according to the supervised classification results, with large portions of uncultivated and forested lands being converted into agricultural fields, accompanied by urban expansion. Terrain factors also contributed to limiting changes, as the covers of elevated areas remained more stable.

Keywords: Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Remote Sensing, Geographic Information Systems, Supervised Classification, Al-Mazina Dam, Vegetation Cover.