

## رصد تغير المسطحات الخضراء باستخدام التقنيات الجيومكانية

في محافظة العلا- المملكة العربية السعودية

د/ سلافة صلاح الدين عبدالقادر حاج الصافي

قسم الجغرافيا - جامعه الملك سعود

## المستخلص:

تركز الدراسة على رصد التغير في مساحة المسطحات الخضراء في محافظة العلا؛ حيث تهدف إلى تحديد التغير الزمني للمسطحات الخضراء للفترة ما بين عامي 2013-2021م، من خلال تطبيق المنهج التحليلي الكمي، وباستخدام التقنيات الجيومكانية منها: مرئيات القمر الصناعي لاندسات (Landsat 8)، وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد من خلال برامج (ArcGIS) و(ERDAS) و(Google Earth)، وذلك في عمليتي الحصول ومعالجة البيانات لتغطية منطقة الدراسة، والتي تطلب تغطيتها أربع مرئيات أرقامها كالاتي:

(Row42- Path172 / Row41- Path172 / Row42- Path171/ Row41- Path171)، وقد تم

تطبيق عملية التصنيف المراقب، ومؤشري الغطاء النباتي (NDVI)، و(RVI) في استخراج مساحة المسطحات الخضراء، وتوصلت الدراسة بناء على عملية التصنيف المراقب أن محافظة العلا شهدت زيادة في مساحة المسطحات الخضراء؛ إذ تغيرت المساحة من 5349.3 هكتار عام 2013 إلى 13349.6 هكتار عام 2021 بمتوسط زيادة سنوي بلغ نحو 31%، كما تبين من تطبيق مؤشري الغطاء النباتي (NDVI) و(RVI) أن مساحة المسطحات الخضراء زادت من 7902 و7900 هكتار عام 2013 إلى 12027 و12022 هكتار عام 2021 على التوالي، بمتوسط زيادة سنوي بلغ نحو 19% لكلا المؤشرين. وأظهرت الدراسة وجود اختلاف في دقة التصنيف؛ حيث تبين وجود تباين واضح في قيم مساحات المسطحات الخضراء ما بين نتائج التصنيف المراقب ومؤشري الغطاء النباتي، على الرغم من أنها تتوافق في الاتجاه العام نحو الزيادة. وتوصي الدراسة الجهات المعنية بضرورة التوسع في عمليات التشجير في إطار مبادرة السعودية الخضراء، والتي سوف تسهم في تقليل الكربون وتعزيز مفهوم التنمية المستدامة.

**الكلمات الرئيسية:** المسطحات الخضراء، التصنيف المراقب، مؤشر الغطاء النباتي، العلا.

**Abstract:**

The study focuses on monitoring the change in Green landscaping in Al-Ula Governorate; Aims to determine the time change of Green landscaping for the period between 2013-2021 AD, through the application of the quantitative analytical approach, and using geospatial techniques, including: Landsat 8 satellite images, GIS and remote

sensing techniques through two programs (ArcGIS, ERDAS and Google Earth). This is to obtain and process the data to cover the study area, which requires coverage of four images which numbers are as follows: (Path171- Row41/ Path171-Row42/ Path172-Row41/ Path172-Row42). Supervised classification process, Vegetation index's (NDVI), and (RVI) were applied in the extraction of Green landscaping. The study concluded, based on Supervised classification process, that Al-Ula governorate witnessed an increase in Green landscaping; The area changed from 5,349.3 hectares in 2013 to 13,349.6 hectares in 2021 with an average annual increase of about 31%, as it was shown by the application of Vegetation index (NDVI) and (RVI) that the area increased from 7,902 and 7900 hectares in 2013 to 12027 and 12,022 hectares in 2021 respectively, with an average annual increase of about 19% for both indexes. The study showed a difference in classification accuracy; It was found that there is a clear discrepancy in the values of Green landscaping between the results of Supervised classification and Vegetation index, although it's are corresponding in the general trend towards increase. The study recommends the concerned authorities to expand afforestation operations within the framework of the Green Saudi Initiative, which will contribute to reducing carbon and enhancing the concept of sustainable development.

**Keywords:** Green landscaping, Supervised classification, Vegetation index, Alula

#### المقدمة:

تشهد محافظات المملكة العربية السعودية في الوقت الراهن اهتماماً ملحوظاً في تطوير المناطق الحضرية، ويبرهن على ذلك التأسيس الجيد للبنية التحتية للمدن الحضرية، غير أن النمو الحضري وتطوره تحيط به العديد من التحديات منها: نسبة مساحة المسطحات الخضراء في نطاق استخدامات أراضي التجمعات العمرانية؛ حيث يعد مؤشر المساحات الخضراء من حدائق وملاعب ونوادي ومناطق ترفيهية مفتوحة من المؤشرات الهامة للتنمية البيئية المستدامة.

ذلك وتعد تكنولوجيا الاستشعار عن بعد والتقنيات الجيومكانية من الأساليب الحديثة والمعاصرة في تحديد استخدامات الأرض (Dousset and Gourmelon 2003; Xiao and Weng 2007; Sun et al 2012)؛ حيث تعد مرثيات الأقمار الصناعية متعددة الأطياف فعالة للغاية للحصول على فهم أفضل لطبيعة استخدام الأرض (Ahmadi & Nusrath, 2012)، ذلك ومن الأهمية بمكان الحصول على بيانات استخدامات الأراضي التي تسهم في وضع السياسات والتخطيط المستمر من قبل متخذي القرار لرؤى تنموية أفضل (Jaafari, 2013 and Nazarismani). وقد تناولت وناقشت العديد من الدراسات منها: (زريقات والحسبان، 2012، والدليمي، 2015، والزيدي، 2015، والمحمد واخون، 2018) مؤشرات النبات في دراسة حالة الغطاء النباتي، وكانت لها نتائج إيجابية في الكشف وتحليل التغير في الغطاء النباتي، وقد بينت الدراسات قدرة مؤشر النبات (NDVI) و (RVI) في استخراج مساحات المسطحات الخضراء. كذلك اشار (عيد وعيسى، 2016) أنه يمكن الاعتماد على التصنيف

المراقب في استخراج بيانات استخدام الأرض باستخدام مرئيات عالية الوضوح الطيفي والمكاني، وبعد إجراء تصنيف استخدام الأرض، كما يجب تحديد دقة البيانات. ويعد تقييم الدقة أو التحقق من صحتها خطوة مهمة في معالجة بيانات الاستشعار عن بعد، والتي تحدد قيمة المعلومات الخاصة بالبيانات الناتجة للمستخدم (Abubaker, et al; 2013).

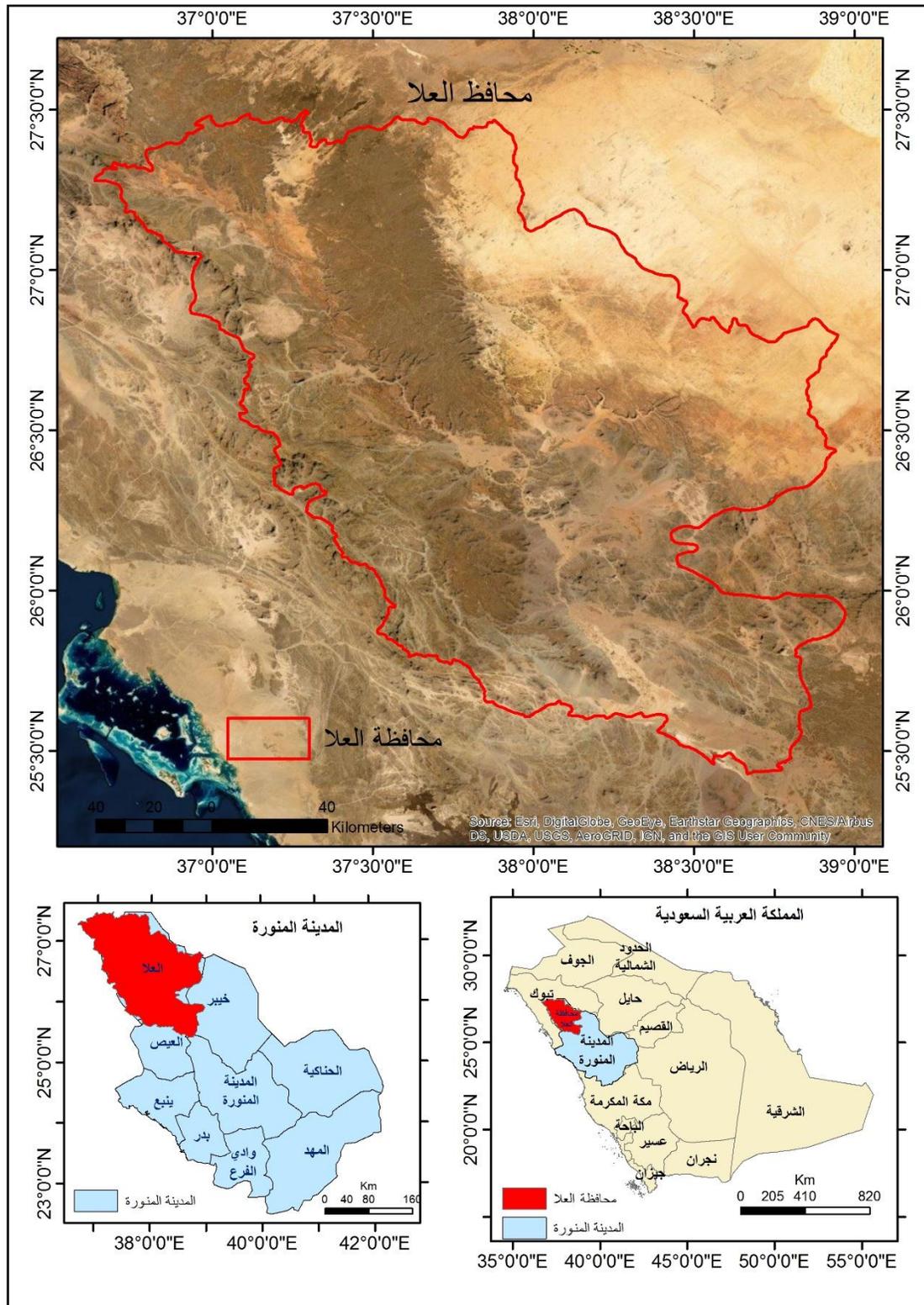
وتشهد منطقة المدينة المنورة عامة، ومحافظة العلا بخاصة في الآونة الأخيرة اهتماماً ملحوظاً في ظل مبادرة السعودية الخضراء بمساحة المسطحات الخضراء، والتي يقابله تحدياً للظروف البيئية السائدة بالمنطقة، ومن هنا جاءت فكرة البحث في الاعتماد على التقنيات المكانية في كشف ورصد تغير المسطحات الخضراء خلال الفترة ما بين عامي 2013-2021م، لتحديد حالات الزيادة أو النقصان في المسطحات الخضراء باستخدام مؤشري اختلاف النبات المعياري (NDVI) و(RVI)، وعملية التصنيف المراقب (Supervised Classification).

### أهمية الدراسة:

تتصدر الأهمية الأكاديمية للدراسة في أنها تتناول مجالاً من المجالات غير المغطاة ضمن البناء النظري عن المسطحات الخضراء لمنطقة الدراسة؛ حيث تسهم التقنيات المستخدمة في تصنيف استخدام الأرض بسهولة ودقة عالية رصد ومراقبة المسطحات الخضراء؛ حيث تُعد تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية مصدراً مهماً في دراسة الظواهر والتغيرات المكانية على سطح الأرض، لما تقدمه من معلومات دقيقة ومتعددة (أحمد، 2012)، مما يؤدي إلى تطور عمليات التخطيط الحضري، وتحقيق مؤشر من مؤشرات التنمية المستدامة. ذلك وتأتي الأهمية العملية في أن تحديد المسطحات الخضراء من الأهمية لإحداث التوازن البيئي؛ حيث يمكن أن يحدد مدى الاستفادة منها في تقليل غاز الكربون؛ ويعطي ذلك قيمة وأهمية على المستويين المحلي والدولي.

### منطقة الدراسة:

تقع محافظة العلا في الشمال الغربي من المملكة العربية السعودية، وتتبع إدارياً منطقة المدينة المنورة، يحدها من الشمال والغرب منطقة تبوك، ومن الشرق منطقة تبوك ومحافظة خيبر، ومن الجنوب المدينة المنورة ومحافظة ينبع وتمتد بين دائرتي عرض  $25^{\circ}30'$  و  $27^{\circ}30'$  شمالاً، وخطي طول  $36^{\circ}45'$  و  $39^{\circ}15'$  شرقاً (الشكل 1). وتبلغ مساحتها (29261 كم<sup>2</sup>) وتمثل 19.6% من مساحة منطقة المدينة المنورة، وتأتي في المرتبة الأولى من حيث مساحة منطقة المدينة المنورة، وتشهد المحافظة نمواً سياحياً، وتعد من المناطق الواعدة سياحياً من منظور التنمية السياحية المستدامة.



الشكل (1): منطقة الدراسة.

**مشكلة الدراسة:**

تعد المسطحات الخضراء في محافظة العلا من المؤشرات الهامة لتحقيق التنمية المستدامة، إلا أنها تتعرض لعدد من المحددات نتيجة الظروف الطبيعية والبشرية حيث ذكرت دراسات عديدة ان المملكة العربية السعودية متأثرة بحالات الجفاف (الزبيدي، 2015). ومن هنا ظهرت المشكلة البحثية التي تدور حول التغير الذي ينتاب المسطحات الخضراء في ظل الظروف البيئية التي تتصف بها محافظة العلا. ولمواكبة التطور السريع الذي حققته المشاريع التتموية في محافظة العلا كان لابد من معرفة الاستخدامات المختلفة، والتركيز على المساحات الخضراء التي تؤدي إلى تغيرات حرارية، التي بدورها تؤثر مباشرة على النشاط السياحي والأنشطة البشرية والاقتصادية الأخرى. لذلك من الضروري معرفة مساحة المسطحات الخضراء الذي سيساعد متخذي القرار والمخططين في إدارة وتنفيذ مشاريع التوسع في مساحات المسطحات الخضراء.

**أهداف الدراسة:**

الهدف الرئيس من البحث رصد التغير في مساحات المسطحات الخضراء بتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، لما ثبت من خلال نتائج الدراسات السابقة من جدواها وإمكانيتها الحصول على نتائج جيدة، وبخاصة من تطبيق مؤشرات النبات، ويندرج من الهدف الرئيس الأهداف التالية:

- تحديد التغير في مساحة المسطحات الخضراء في محافظة العلا باستخدام التصنيف المراقب لعامي 2013 و2021.
- تحديد التغير في مساحة المسطحات الخضراء في محافظة العلا باستخدام مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) لعامي 2013 و2021.
- تحديد التغير في مساحة المسطحات الخضراء في محافظة العلا باستخدام مؤشر النبات النسبي (RVI) لعامي 2013 و2021.
- ايجاد دقة التصنيف من عمليات التصنيف المراقب، ومؤشري الغطاء النباتي (NDVI)، و (RVI) لعامي 2013 و2021.

**الدراسات السابقة:**

تم تناول موضوعات استخدام الأراضي، وكشف تغير الغطاء الأرضي في المناطق الحضرية سريعة النمو من قبل العديد من الباحثين، منها: دراسة (البغدادى واخرون 2012) لمساحات الغطاء الارضي في محافظة النجف باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، بهدف تصنيف الأرض، عن طريق نهج تحليلي باستخدام التصنيف المراقب والتصنيف الغير مراقب من المرئيات الفضائية للقم (Landsat 7). وتوصلت الدراسة إلى خمس تصنيفات لمنطقة

الدراسة، هي: الأراضي الحضري، والأراضي الزراعية، الأراضي الرطبة، والأراضي الجرداء، والمياه، وتم التحقق من التصنيفات بالزيارات الميدانية.

وتناولت دراسة (زريقات والحسبان، 2012) التغير الزمني والمكاني للأنماط المختلفة للغطاء الأرضي، واستخدام الأرض في قضاء برما الواقع في محافظة جرش شمال الأردن في الفترة بين عامي 1978-2009، باستخدام الصور الجوية. وتوصلت الدراسة إلى عدة نتائج منها: التغير في الأراضي المبنية والأراضي الزراعية بنسبة 500% و10.3% على التوالي.

وقيمت دراسة (الزبيدي، 2015) حالة الجفاف في المناطق الغربية من محافظة الطائف للفترة من 1984 إلى عام 2010، بتطبيق مؤشر الحالة النباتية (VCI)، ومؤشر الحالة الحرارية (TCI)، ومؤشر الصحة النباتية (VHI)، ومؤشر التغطية النباتية (OSAVI)، عن طريق المعالجة الرقمية لمريئات الفضائية، وأسفرت الدراسة عن تدهور الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

وتناولت دراسة (عيد وعيسى، 2016) تصنيف استخدام الأرض وتوزيع الغطاء النباتي للأعوام 1990-2000، باستخدام مريئات القمر الأمريكي لاندسات (Landsat)، باتباع طريقة التصنيف الرقمي، وأظهرت الدراسة زيادة في مساحات الأراضي الزراعية، وقد بلغت دقة التصنيف 79%.

ورصد (المحمد واخرون، 2018) الغطاء النباتي في حوض وادي العرب بعمان في الفترة من عام 1984 إلى عام 2015، بهدف كشف وتحليل التغير في الغطاء النباتي، باستخدام أربعة مؤشرات نباتية، وهي: مؤشر النبات النسبي (RVI)، ومؤشر النبات المعدل للتربة (SAVI)، ومؤشر النبات المحسن الثاني (EVI2)، ومؤشر التغطية النباتي (NDVI)، وبالاستعانة ببيانات القمر الصناعي Landsat TM , Landsat8، وأظهرت النتائج أن مؤشر النبات المحسن الثاني، هو أفضل المؤشرات لتحديد التغيرات في منطقة الدراسة.

ودرس تلهان وتقيري (Tilahun & Teferie, 2015) تقييم الدقة لتصنيف استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي باستخدام برنامج قوقل ارث في منطقة كلتي اولو، التي تقع في ولاية تقري بإثيوبيا عام 2014. بالاعتماد على تحليل مريئة القمر الأمريكي لاندسات (Landsat 8)، وباستخدام مخطط التصنيف الخاضع للإشراف لتصنيف الصور، وصنفت فئات استخدام الأرض والغطاء الأرضي إلى: الأراضي الزراعية، وأراضي المستوطنات، وأراضي الرعي، وأراضي الغابات، وأراضي الأدغال، والمسطحات المائية، والأراضي المجردة/الصخرية. وبعد التصنيف تم إنشاء 100 نقطة عشوائية في ArcGIS، وتحويل النقاط العشوائية إلى KML، بغاية فتحها في قوقل ارث لتقييم دقة التصنيف. وتوصلت الدراسة إلى أن الدقة الإجمالية لاستخدام الأرض والغطاء الأرضي لعام 2014 هي: 82.00%.

وتناولت دراسة (Alkaradaghi, et al; 2018) تقييم استخدامات الأراضي وتغير الغطاء الأرضي من خلال تطور المستوطنات في محافظة السليمانية من عام 2001 إلى عام 2017، باستخدام مريئات القمر الصناعي

لاندسات في فترات مختلفة، باستخدام برامج الاستشعار عن بعد، وبطريقة الاحتمالية القصوى. وتم تصنيف منطقة الدراسة إلى أربع فئات، هي: الغابات، والنباتات، والتربة، والاستيطان. وأبرزت نتائج تحليل الكشف عن التغير، زيادة مساحة الاستيطان من 3.87% عام 2001 إلى 12.86% عام 2017. كما تم استخدام نموذج، وظهرت نتائج تقييم الدقة للمريثات المصنفة، أن الدقة إجمالية تتراوح من 78.83% إلى 90.09% من عام 2001 إلى 2017م.

تناولت دراسة (Damtea, et al; 2020) التحليل الزمني والمكاني لتغيرات الغطاء الأرضي في حوض تشيموجا، إثيوبيا، باستخدام مريثات لاندسات و Google Earth، باستخدام التصنيف المراقب؛ حيث استخدم الباحثون عينات للتدريب، ثم مقارنة مخرجات التحليل مع برنامج Google Earth، والزيارات الميدانية، وتوصلت الدراسة إلى وجود زيادة في مساحة المناطق الزراعية من 1987 إلى 2017م، وتبين من مخرجات دقة التصنيف، أن الدقة الإجمالية 85.4%.

#### منهجية الدراسة وأساليبها:

لتحقيق أهداف الدراسة تم الاعتماد على المنهج التحليلي الكمي؛ لتوضيح التباين في مساحات المسطحات الخضراء في محافظة العلا، وباستخدام التقنيات الجيومكانية منها: مريثات القمر الصناعي لاندسات (Landsat 8)، وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد من خلال برنامجي (ArcGIS) و (ERDAS)، وذلك في عمليتي الحصول ومعالجة البيانات لتغطية منطقة الدراسة، والتي تطلب تغطيتها أربع مريثات أرقامها كالاتي: (171 Row41-Path / Row42- Path172 / Row41- Path172 / Row42- Path172)، وقد تم تطبيق عملية التصنيف المراقب، ومؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI)، وكذلك مؤشر النبات النسبي (RVI) في استخراج مساحة المسطحات الخضراء. وقد تم الاعتماد على مريثات المنطقة لعامي 2013 و 2021، واختيار نفس التوقيت الزمني للمريثات. ولكون المنطقة تغطي بمسارين؛ فلذلك تم الاعتماد على أقرب فتره زمنية بين المسارين لتجنب الاختلاف في الخصائص الطبيعية للمنطقة (الجدول 1). واتبعت الدراسة الإجراءات المنهجية الآتية:

**تجهيز البيانات:** تم الحصول على المريثات من الموقع (USGS) - كما سبق الذكر - والتي تتصف بأقل سحب، ومأخوذة في نفس التوقيت. ولتغطية منطقة الدراسة كان الاعتماد على أربع مريثات للعام 2013، وكذلك أربع مريثات للعام 2021. وتحتوي كل مريثة على إحدى عشرة نطاق، وقد تم منها تخصيص النطاقات 3-4-5 والنطاق 8 للدراسة.

**معالجة البيانات:** تم معالجة النطاقات 3-4-5 والنطاق 8 من خلال برامج إيرداس ERDAS، حتى يمكن ادراجها وتحليلها.

دمج المرئيات: تم عملية التحسين ودمج النطاقات 3 و4 و5، لكل شرائح منطقة الدراسة المرقمة حسب المسار والصف كما يلي: (41-171 / 42-171 / 41-172 / 42-172 / 41-172)، للحصول على مرئية ملونة توضح منطقة الدراسة.

موزايك للمرئيات: تمت عملية موزايك للمرئيات المدمجة، مع تحسين الألوان، وتحسين التطابق، وكذلك تم عملية موزايك للنطاق 8.

تحسين الوضوح المكاني: درجة الوضوح المكاني لمرئيات القمر الصناعي لاندسات 8 Landsat 30 متر، وذلك للنطاقات (3-4-5)، و15 متر للنطاق 8. ولتحسين الوضوح المكاني للنطاقات (3-4-5) تم دمجها معاً للنطاق الأحادي عالي الوضوح، للحصول على مرئية ذات وضوح مكاني وتحمل نفس صفات النطاقات، والتي يمكن من خلال تصنيفها تحديد استخدامات الأراضي منها بدقة أوضح.

استخلاص مساحة المسطحات الخضراء: لإجراء عمليات التحليل المختلفة واستخلاص مساحة المسطحات الخضراء من التصنيفات للمرئيات للعام 2013 وللعام 2021، تم اقتطاع المرئيات وفق خريطة حدود محافظة العلا، وتطبيق الآتي:

#### التصنيف المراقب (Supervised Classification):

يتضمن التصنيف في الاستشعار عن بعد تجميع وحدات الخلايا في المرئية في مجموعة (صغيرة نسبياً) من الفئات، بحيث يكون للخلايا في نفس الفئة خصائص متشابهة. ويعتمد غالبية تصنيف المرئيات على اكتشاف أنماط الاستجابة الطيفية لفئات الغطاء الأرضي في النطاقات المستخدمة، والقدرة على التمييز بشكل موثوق بين هذه التوقيعات وأنماط الاستجابة الطيفية الأخرى. وينقسم التصنيف بوجه عام إلى محورين رئيسيين الأول: أسلوب التصنيف المراقب والآخر: أسلوب التصنيف غير المراقب؛ حيث إن الطبقات الطيفية يتم تجميعها أولاً طبقاً لمعلومات المرئيات الذي يتم فيه اختيار خوارزمية تأخذ مجموعة البيانات، وفق عملية إحصائية إلى الفئات المطلوبة. أما التصنيف المراقب فيتطلب معرفة مسبقة بالغطاء الأرضي في الدراسة، وتستخدم البيانات متعددة الأطياف أو فائقة الأطياف من وحدات الخلايا في منطقة العينة أو التوقيعات الطيفية من المكتبة الطيفية لتدريب خوارزمية التصنيف بمجرد التدريب، ويمكن بعد ذلك تطبيق الخوارزمية على الصورة بأكملها، ويتم الحصول على مرئية التصنيف النهائية (Ismail, et al; 2009).

تم في هذه الدراسة إجراء التصنيف المراقب ببرنامج ERDAS؛ حيث تم تحديد المواقع داخل المرئية بالاعتماد على الخرائط وبرنامج Google Earth، فيما يعرف بمناطق التدريب أو ملف البصمة الطيفية، ومن ثم تم التصنيف وفق طريقة الاحتمالية العظمى (Maximum Likelihood Classification)، والتي تعتبر الأكثر استعمالاً في عمليات التصنيف. ثم استخلاص مساحة المسطحات الخضراء من التصنيفات للمرئيات للعامي 2013 و2021.

**مؤشر النبات (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI):**

يعتمد مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) على الأشعة الحمراء والأشعة تحت الحمراء القريبة، ويتطبيق المعادلة التالية:

$$(NDVI) = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

ويتطبيق المعادلة على مرئيات 8 Landsat :

$$(NDVI) = (Band 5 - Band 4) / (Band 5 + Band 4)$$

ويكون ناتج قيمة (NDVI) محصور بين 1- إلى 1+، وكل ما كانت القيمة أقرب إلى 1+ يدل على كثافة النبات.

**مؤشر النبات (Ratio Vegetation Index (RVI):**

يعتمد مؤشر النبات النسبي (RVI) على الأشعة الحمراء والأشعة تحت الحمراء القريبة، ويتطبيق المعادلة التالية:

$$(RVI) = (NIR) / (Red)$$

ويتطبيق المعادلة على مرئيات 8 Landsat :

$$(RVI) = (Band 5) / (Band 4)$$

وكلما اقترب ناتج قيمة (RVI) من 1 يدل على عدم وجود نبات، وكلما زادت القيمة عن 1 يدل على وجود النبات (المحمد وآخرون، 2018).

**اختبار التحقق من دقة التصنيف (Accuracy Assessment):**

بعد اختبار التحقق من الاختبارات التي تتم عند اجراء عمليات التصنيف المراقب أو التصنيف الغير مراقب، للتأكد من صحة النتائج. وقد تم اختبار دقة التصنيف لعملية التصنيف المراقب في برامج (ERDAS)؛ حيث تم توزيع 100 نقطة عشوائية في منطقة الدراسة لمخرج التصنيف ثم مقارنتها بمرئية المنطقة. ويمكن أيضا اختبار الدقة للتأكد من نسبة صحة نتائج المؤشرات (NDVI) (RVI)، وفيها تم هذا التطبيق في برامج (ArcGIS)؛ حيث تم إضافة 60 نقطة عشوائية لنتائج المؤشرات في منطقة الدراسة، ثم مقارنتها بمرئية المنطقة.

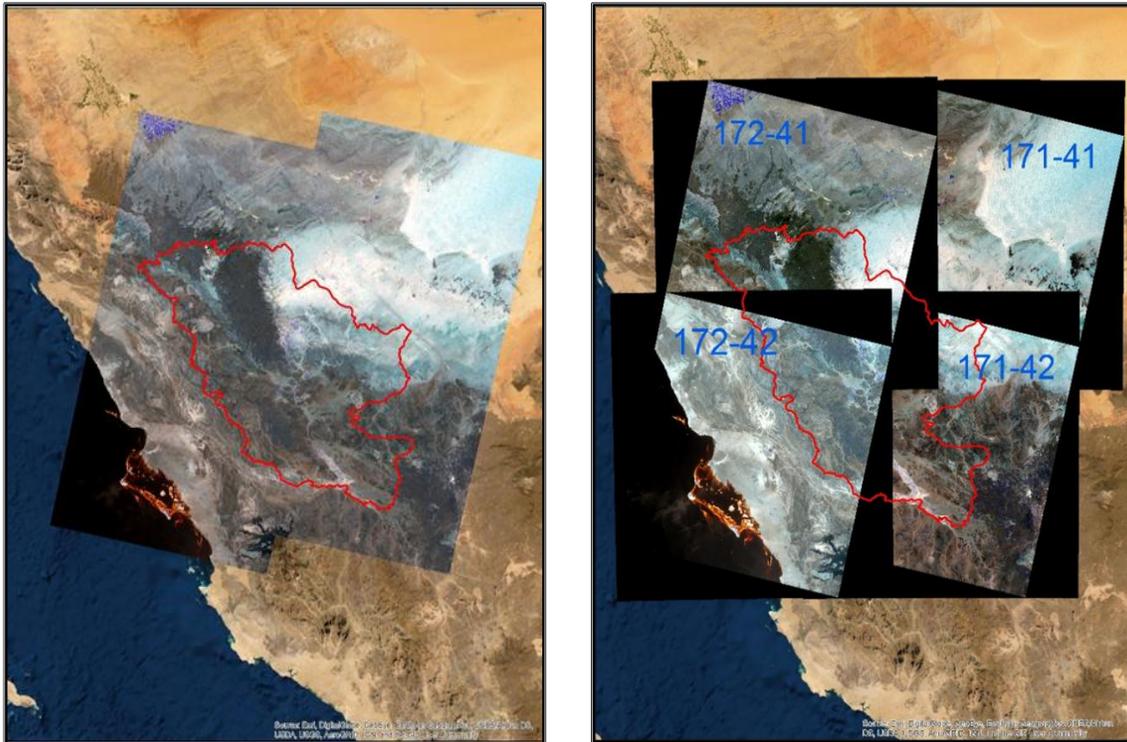
## مصادر البيانات:

اعتمدت الدراسة على مرئيات القمر الصناعي لاندسات (Landsat 8)، والتي تم الحصول عليها من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (United State Geological Survey (USGS). ولتغطية منطقة الدراسة تتطلب الأمر أربع لقطات، والجدول (1) يوضح البيانات المتعلقة بالمرئيات التي استخدمت في الدراسة، كما يبين الشكل (2) موقع المرئيات المستخدمة ودمجها، وعملية موزايك للمرئيات المدمجة مع تحسين التوافق.

الجدول (1): بيانات المرئيات المستخدمة في الدراسة

النطاقات المستخدمة (Bands)	تاريخ المرئية		Row (الصف)	Path (المسار)
Band3= Green Band4= Red	05/07/2021	15/07/2013	41	171
	05/07/2021	15/07/2013	42	171
Band5= Near Infrared (NIR) Band8= Panchromatic	12/07/2021	06/07/2013	41	172
	12/07/2021	06/07/2013	42	172

(المصدر: Landsat8 , Landsat TM)



الشكل (2): موقع المرئيات وعمل موزايك لها في منطقة الدراسة.

## التحليل والمناقشة:

## أولاً: التصنيف المراقب

لتصنيف وتحديد استخدامات الأراضي في محافظة العلا، تم دمج النطاقات 3-4-5 و 8 لزيادة درجة الوضوح (الشكل 3). ثم تمت عملية التصنيف المراقب للمريثيات في عامي 2013 و 2021، والتي استخدم فيها أخذ عينات تدريب دقيقة لمنطقة الدراسة، ثم تقسيم المنطقة إلى خمس فئات تدريبية هي: مناطق زراعية، ومناطق رملية، ومناطق منبسطة وعمرانية، ومناطق مرتفعة، ومناطق حرات، كما هو موضح في الشكل (4). وقد تم الاعتماد على وبرنامج Google Earth للتأكد من أخذ البصمات التدريبية من مناطق التدريب. وقد أخذت هذه البصمات الطيفية، وإجريت عملية التصنيف عدة مرات إلى أن تم الحصول على أفضل النتائج.

تم تصدير المنطقة ذات الغطاء النباتي إلى ملف خرائطي لتحديد المساحات الخضراء، وتبين أن مساحة الطبقة ذات الغطاء النباتي لعام (2013) تساوي 5349.3 هكتار، وأن مساحة الطبقة ذات الغطاء النباتي لعام (2021) تساوي 13349.6 هكتار.

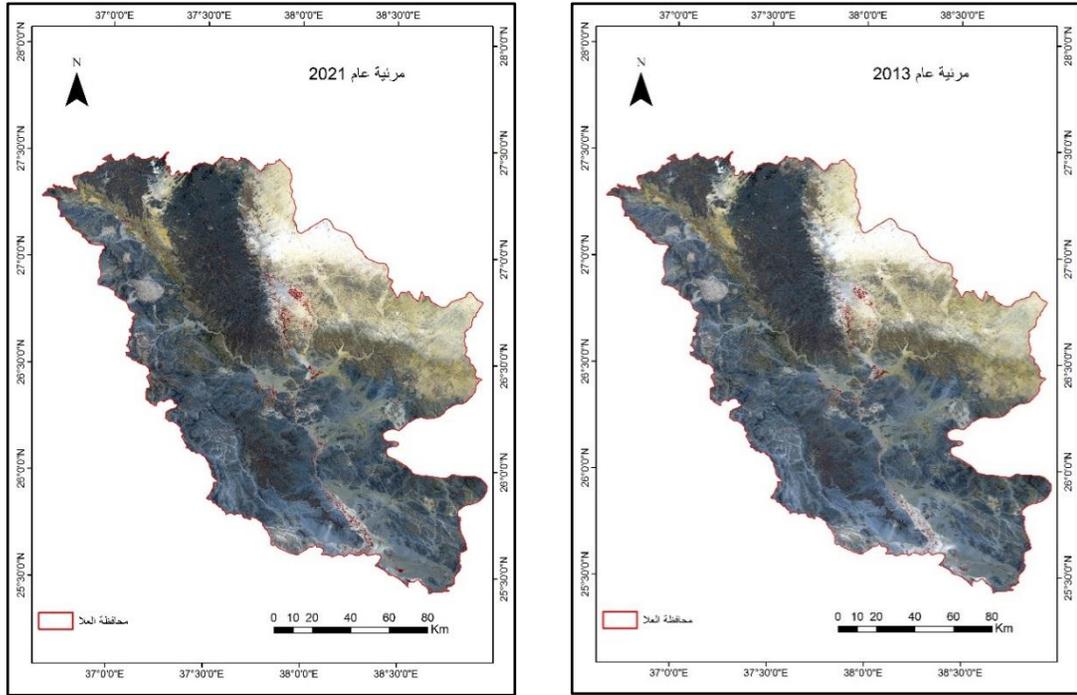
تم حساب دقة التصنيف، وقد كانت نتائج الدقة الإجمالية %58.5 و %63.3، وقيمة معامل كبا 0.40 و 0.52 للسنوات 2013 و 2021 على التوالي (الجدول 3). وبناء على معايير الخرداجي وآخرون ( Alkaradaghi, et al; 2018) يمكن تصنيف الدقة للعام 2013 على أنها مقبولة، أما بالنسبة لعام 2021 فيمكن أن تتصف بالمناسبة.

## ثانياً: مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI)

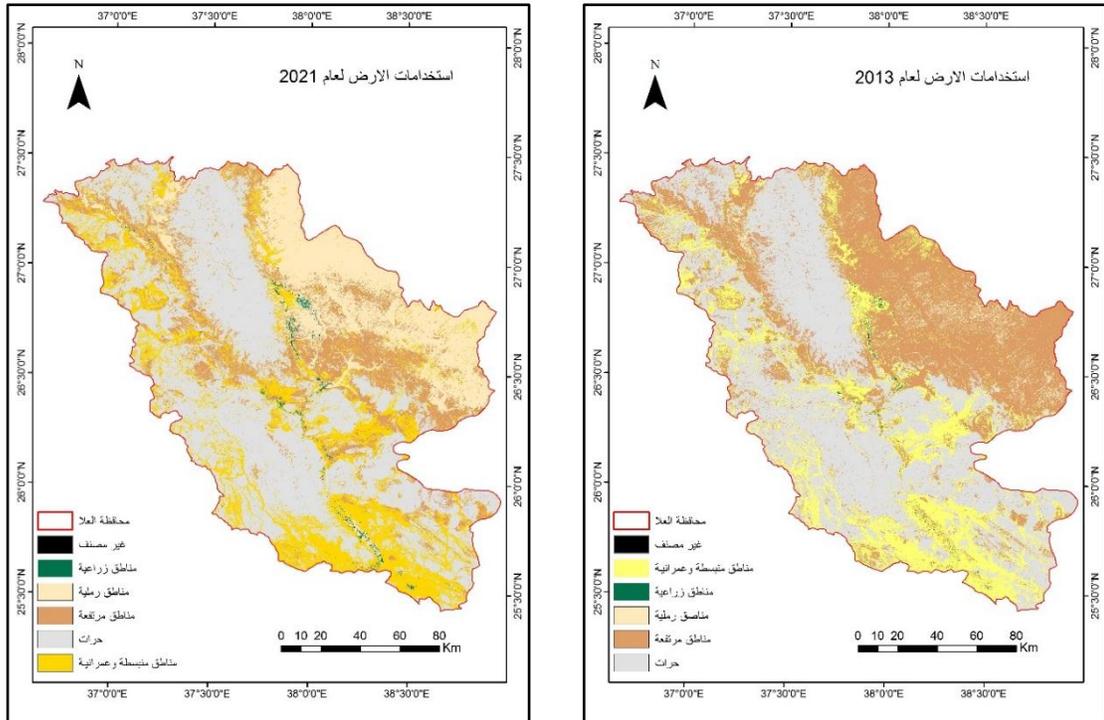
تم تطبيق مؤشر النبات لمريثيات منطقة الدراسة، باستخدام مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI)، وقد تبين من خرائط مؤشر (NDVI)، كما في الشكل (5) أن مساحة الغطاء النباتي لعام (2013) بلغت 7902 هكتار، وأن مساحة الغطاء النباتي لعام (2021) بلغت 12027 هكتار. وأظهرت نتائج دقة التصنيف، نسب مرتفعة؛ حيث بلغت %96.7 و %98.3 لعامي 2013 و 2021 على التوالي.

## ثالثاً: مؤشر النبات النسبي (RVI)

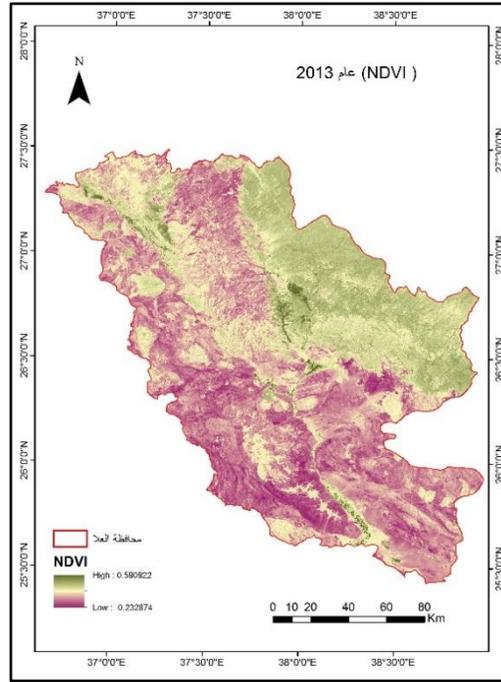
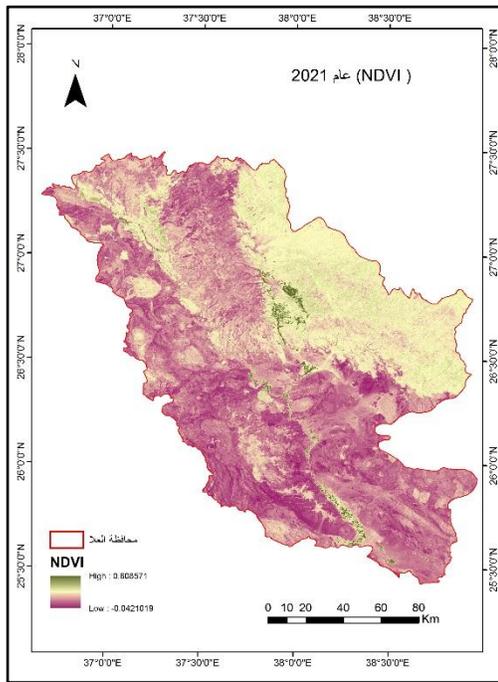
تم تطبيق مؤشر النبات لمريثيات منطقة الدراسة، باستخدام مؤشر النبات النسبي (RVI)، وقد أظهرت خرائط المؤشر (RVI)، كما في الشكل (6) أن مساحة الغطاء النباتي لعام (2013) بلغت 7900 هكتار، وأن مساحة الغطاء النباتي لعام (2021) بلغت 12022 هكتار. وأظهرت نتائج دقة التصنيف نسب مرتفعة؛ حيث بلغت %95 لكلا من عامي 2013 و 2021.



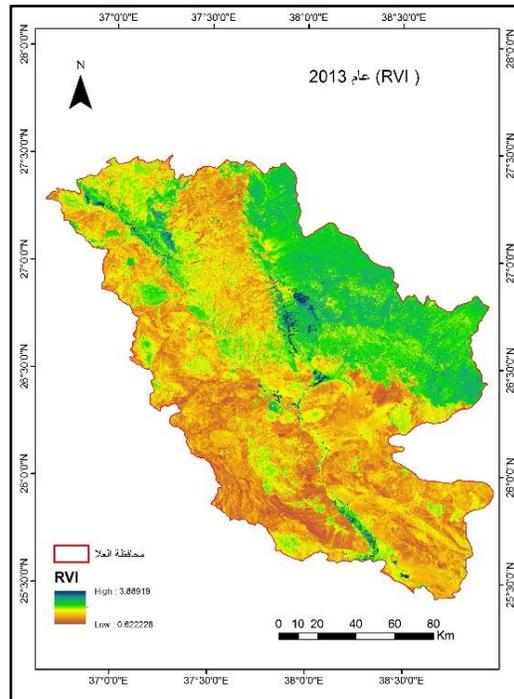
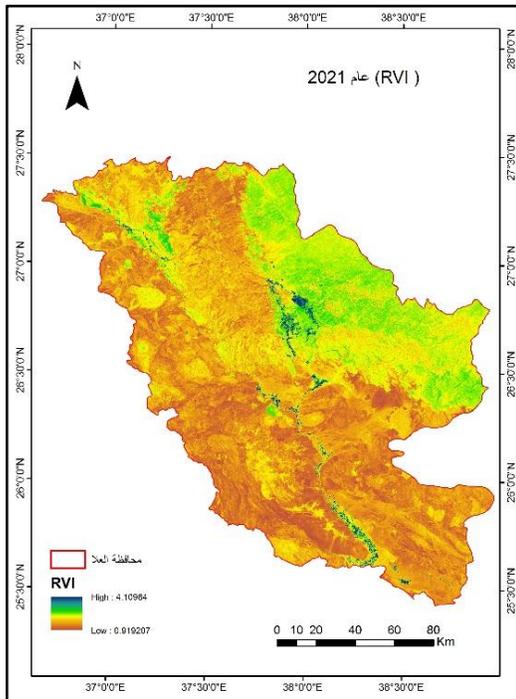
الشكل (3): دمج المناطق 3-4-5 والنطاق 8 لمرنيات منطقة الدراسة في عامي 2013 و 2021م.



الشكل (4): استخدامات الأراضي طبقاً للتصنيف المراقب لمرنيات منطقة الدراسة في عامي 2013 و 2021م.



الشكل (5): نتائج تطبيق مؤشر النبات (NDVI) لمربيات منطقة الدراسة في عامي 2021 و 2013م.



الشكل (6): نتائج تطبيق مؤشر النبات (RVI) لمربيات منطقة الدراسة في عامي 2021 و 2013م.

ومن دراسة وتحليل نتائج قياس مساحة المسطحات الخضراء في محافظة العلا بالجدولين (2) و(3) تبين وجود اختلاف واضح في مساحات المسطحات الخضراء بالمقارنة ما بين طريقة التصنيف المراقب وبين استخدام مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI)، ومؤشر النبات النسبي (RVI). وينطبق ذلك أيضا من حيث دقة التصنيف. غير أنه من الملاحظ وجود توافق في نتائج القياس ودقة التصنيف بالمقارنة ما بين مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI)، ومؤشر النبات النسبي (RVI)، وبخاصة في استخراج المساحات. وكما أشار (Clark,2010) إلى أنه يعزى الاختلاف ما بين نتائج القياس إلى عدة أسباب منها: جودة التصنيف وكذلك عملية الموزايك.

جدول (2): نتائج قياس مساحة المسطحات الخضراء في محافظة العلا.

المساحة (هكتار)			البيان
مؤشر النبات (RVI)	مؤشر النبات (NDVI)	التصنيف المراقب	
7900	7902	5349.3	2013
12022	12026	13349.6	2021

جدول (3): نتائج قياس دقة التصنيف ما بين الطرق المستخدمة.

مؤشر النبات (%) (RVI)	مؤشر النبات (%) (NDVI)	التصنيف المراقب		البيان
		Overall classification accuracy (%)	Overall Kappa Statistics	
95	96.7	5349.3	0.40	2013
95	98.3	13349.6	0.52	2021

### النتائج والتوصيات:

ركزت هذه الدراسة على استخلاص مناطق المسطحات الخضراء في محافظة العلا، لما لها أهمية بارزة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وبخاصة التنمية السياحية المستدامة. وقد تم استخدام التقنيات الجيومكانية في الحصول على البيانات لعامي 2013 و2021 من مرئيات القمر الصناعي Landsat 8 بدقة وضوح 30 متر، وذلك للنطاقات (3-4-5)، و15 متر للنطاق 8. ولتحسين الوضوح المكاني للنطاقات (3-4-5) تم دمجها معا للنطاق الأحادي عالي الوضوح، ونتج عن ذلك مرئيات لها وضوح طيفي ومكاني عالي.

تمت عملية التصنيف المراقب؛ حيث تم تصنيف المنطقة إلى خمسة تصنيفات تشمل: المسطحات الخضراء، ثم تم تصدير طبقة المسطحات الخضراء، واستخراج المساحات لعامي 2013 و2021. وظهرت النتائج اتساع

المسطحات الخضراء من 5349.3 هكتار عام 2013 إلى 13349.6 هكتار عام 2021، أي بزيادة بنحو 250% من المساحات الخضراء، بمتوسط زيادة سنوي بلغ نحو 31%.

وتشير نتائج مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI)، إلى أن اتساع المسطحات الخضراء من 7902 هكتار عام 2013 إلى 12027 هكتار عام 2021 أي بزيادة بنحو 152% من المساحات الخضراء، بمتوسط زيادة سنوي بلغ نحو 19%.

وتشير نتائج مؤشر النبات النسبي (RVI)، إلى أن اتساع المسطحات الخضراء من 7900 هكتار عام 2013 إلى 12022 هكتار عام 2021 أي بزيادة 152% من المساحات الخضراء، بمتوسط زيادة سنوي بلغ نحو 19%. ويلاحظ وجود توافق في نتائج مؤشرات النبات سواء أكان (NDVI) أم (RVI).

وأظهرت هذه الدراسة وجود اختلاف في المساحات الخضراء ما بين الطرق المستخدمة في التطبيق، وكذلك دقة التصنيف المستخرجة سواء أكان ذلك من التصنيف المراقب أم مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) أم مؤشر النبات النسبي (RVI). غير أن جميعها تتفق في الاتجاه العام على زيادة مساحات المسطحات الخضراء.

وبناء على النتائج تعد التقنيات الجيومكانية؛ وبخاصة أدوات تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية طرق فعالة في كشف التغيرات الزمانية والمكانية بالنسبة للمساحات الخضراء، غير أن وجود اختلاف في استخلاص النتائج في تطبيق التصنيف المراقب ومؤشري النبات (NDVI) و (RVI)، يتطلب مزيد من الدراسات لاختيار أفضل الطرق لاستخلاص المسطحات الخضراء، وعلى الجانب الآخر توصي الدراسة الجهات المعنية بضرورة التوسع في عمليات التشجير في إطار مبادرة السعودية الخضراء، والتي سوف تسهم في تقليل الكربون وتعزيز مفهوم التنمية المستدامة.

## المصادر والمراجع

### أولاً: المراجع العربية.

البغدادي، عبد الصاحب ناجي. الموسوي، حسين محمد علي. والعداري، سراء عبد طه ضيف (2012). تخمين مساحات الغطاء الأرضي في محافظة النجف باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. آداب الكوفة. 1(14).

أحمد، مراد إساعيل (2012). مراقبة تغيرات الغطاء الأرضي لنماذج مختارة من محافظات أربيل، كركوك، سلبيمانية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية، المجلد 7. العدد 3.

الدليمي، اياد عبد الله خلف (2015). استخدام دليل الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) وبعض المؤشرات النباتية لرصد التصحر والكتبان الرملية في بيجي/ العراق. مجلة تكريت للعلوم الصرفة. 20 (1).

- الزبيدي، حليلة إبراهيم (2015). تقييم حالة الجفاف باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد دراسة تطبيقية على المناطق الغربية لمحافظة الطائف بالمملكة العربية السعودية. مجلة الآداب والعلوم الاجتماعية. 63-74.
- زريقات، دلال. الحسين، يسري (2012). كشف التغير في الغطاء الأرضي باستخدام الصور الجوية ونظم المعلومات الجغرافية في قضاء برمّة/ جرش. المجلة الأردنية للعلوم الاجتماعية. المجلد 5. العدد 1.
- عيد، صفية وعيسى مناع (2016). تصنيف استخدامات الأراضي وتوزيع الغطاء النبات باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد: مركز ناحية المزرعة انموزجا. مجلة جامعة تشرين. سلسلة الآداب والعلوم الاجتماعية. المجلد 38. العدد 1.
- المحمد، هيفاء أحمد. البلبيسي، حسام هشام. وأبو سمر، حسن يوسف (2018). كشف وتحليل التغير في الغطاء النباتي باستخدام المؤشرات النباتية الطيفية. مجلة دراسات العلوم الإنسانية والاجتماعية. المجلد 45. العدد 1.

#### ثانيًا: المراجع غير العربية:

- Abubaker, H. M, Elhag A.M.H. and Salih, A.M. Accuracy Assessment of Land Use and Land Cover Classification (LU/LC) Case study of Shomadi area-Renk County-Upper Nile State, South Sudan. International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3, Issue 5. (2013).
- Ahmadi H, Nusrath A. (2012). Vegetation change Detection of Neka River in Iran by using remote sensing and GIS, Journal of geography and Geology, 2. (1), pp. 58-67.
- Alkaradaghi Karwan, Ali Salahalddin S., Al-Ansari Nadhir, Laue Jan (2018). Evaluation of Land Use & Land Cover Change Using Multi-Temporal Landsat Imagery: A Case Study Sulaimaniyah Governorate, Iraq. Journal of Geographic Information System, 10, 247-260.
- Clark, M.L., A.T. Mitchell, G.H. Ricardo and R. George (2010). A scalable approach to mapping annual land cover at 250 m using MODIS time series data: A case study in the Dry Chaco ecoregion of South America. Remote Sens. Environ., 114:2816 -2832 .
- Damtea Wubeshet, Kim Dongyeob and Im Sangjun (2020). Spatiotemporal Analysis of Land Cover Changes in the Chemoga Basin, Ethiopia, Using Landsat and Google Earth Images. Sustainability, 12, 3607.
- Dousset B, Gourmelon F (2003) Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperatures and land cover. ISPRS J Photogramm 58:43-54.
- Ismail Mohd Hasmadi, HZ Pakhriazad, MF Shahrin (2009). Evaluating supervised and unsupervised techniques for land cover mapping using remote sensing data. Malaysian Journal of Society and Space 5 issue 1 (1 - 10).
- Jaafari, Shirkou and Nazarisaman, Aliakbar (2013). Comparison between Land Use/Land Cover Mapping Through Landsat and Google Earth Imagery American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 13 (6): 763-768.
- Sun Qinqin, Wu Zhifeng and Tan Jianjun (2012). The relationship between land surface temperature and land use/land cover in Guangzhou, China. Environ Earth Sci 65:1687-1694.

Tilahun Abineh, Teferie Bogale (2015). Accuracy Assessment of Land Use Land Cover Classification using Google Earth. American Journal of Environmental Protection 4(4): 193-198.

Xiao H, Weng Q (2007). The impact of land use and land cover changes on land surface temperature in a Karst area of China. J Environ Manage 85(1):245-257.