تاريخ الاستلام: 2022/11/23م تاريخ القبول: 2022/12/20م تاريخ النشر: 2022/12/31م

التغيّر في المساحات المزروعة خلال فصل الصيف بمنطقة الزهراء باستخدام مؤشّر الفرق المعياريّ للغطاء النباتيّ (NDVI)

د. منصور رمضان غريبي
قسم الجغرافيا- كليّة الآداب
جامعة الزاوية
m.ghareebi@zu.edu.ly

الملخَّص:

يهدف البحث إلى تتبّع التغيّر في المساحات المزروعة خلال فصل الصيف بمنطقة الدراسة للأعوام (1990، 2000، 2010، 2022) باستخدام مؤشّر الفرق المعياريّ للغطاء النباتيّ(Normalized Difference Vegetation Index(NDVI، المشتقّ من بيانات القمر الصناعيّ(LANDSAT)، وتوصّلت الدراسة إلى كفاءة استخدام المؤشّر في استخلاص المساحات المزروعة خلال فصل الصّيف بمنطقة الدراسة، وتبيَّن من الدارسة تراجع مساحة الغطاء الزراعيّ بالمنطقة من(27.1كم^2) عام 1990 إلى(4.9كم^2) عام 2022 وبنسبة تغيّر سلبيّ بلغت(-82%) نتيجة تدهور الموارد الزراعيّة، كما تمكَّنت الدراسة من بناء قاعدة بيانات مكانيّة لتلك التغيّرات، مدعومة بخرائط تبيّن مقدار المساحات المزروعة خلال فصل الصيف بمنطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحيّة: المساحات المزروعة، مؤشّر الفرق المعياريّ للغطاء النباتيّ(NDVI)، الاستشعار عن بعد.

Change in cultivated areas during the summer in Al-Zahraa region Using Standardized Difference Vegetation Index(NDVI)

DR. Mansuor Ramadan Gharibi

Department of Geography

College of Arts / Al-Zawiyah University

Summary:

The research aims to track the change in cultivated areas during the summer season in the study area for the years(1990, 2000, 2010, 2022), using the Normalized Difference Vegetation Index(NDVI), which is derived from(LANDSAT) satellite data. The efficiency of using the indicator in extracting the cultivated areas during the summer in the study area. The study showed a decline in the area of agricultural cover in the region from(27.1 km 2) in 1990 to(4.9 km 2) in 2022, with a negative change rate of(-82%), as a result of the deterioration of resources. The study was also able to build a spatial database for these changes, supported by maps showing the amount of cultivated areas. during the summer in the study area

المقدّمة:

تعدّ الزراعة أحد ركائز التنمية الاقتصاديّة والاجتماعيّة، وتمثّل مصدراً للغذاء والمواد الأوليّة، فتحقيق الأمن الغذائيّ يعتمد على توفير الغذاء من الإنتاج الزراعيّ المحليّ، وقد مثّلت تنمية المتاح من الموارد الزراعيّة، وتحسين إدارتها واستخدامها، أهمّ التحدّيات التي واجهت التنمية الزراعيّة في ليبيا خلال العقود الماضية، بحيث تعرَّضت الموارد الطبيعية خاصّةً الموارد الأرضيّة والمائيّة إلى الاستغلال غير الاقتصاديّ في بعض الحالات وغير الرشيد في الكثير منها[1]؛ ممّا أدّى إلى تراجع الإنتاج الزراعيّ في البلاد، وزيادة الاعتماد على استيراد السلع الزراعيّة لتغطية العجز في الإنتاج المحليّ، فالعديد من العوامل المتداخلة كالجفاف وتدهور منسوب المياه الجوفيّة أثّرت سلباً على المساحات المزروعة خاصةً الزّراعات الصيفيّة، بحيث أصبحت الحاجة ملحّة لمراجعة وتقييم ما آلت إليه البنية الزراعيّة خاصة فيما يتعلّق بمساحة الرقعة الزراعيّة في البلاد، وقد شكّل النقص الحاصل في البيانات الزراعيّة صعوبة بالغة في تتبّع التغيّرات التي شهدها الغطاء الزراعيّ وخاصة خلال العقد المنصرم، الذي شهد غياباً شبه تامٍّ للإحصاءات الزراعيّة الرسميّة، التي جرى آخرها عام (2007)، وتأتي هذه الدراسة لكشف وتتبّع التغيّرات في المساحات الزراعيّة

خلال فصل الصيف بمنطقة الزهراء، اعتمادًا على بيانات مرئيّات الأقمار الصناعيّة ذات النطاقات الطيفيّة المتعدّدة التي يمكن بوساطتها تمييز واشتقاق أنماط الغطاء الأرضيّ من خلال مجموعة من القرائن والدلائل المشتقّة عن طريق المعادلات الرياضيّة بين النطاقات الطيفية، وتعدّ قرينة(NDVI) من أهم القرائن المستخدمة في تمييز الغطاء النباتيّ، ورصد وتتبّع المحاصيل الزراعيّة وتمييز المجموعات النباتيّة وتوزيعها المكانيّ.

مشكلة البحث:

تعاني الزهراء كغيرها من مناطق البلاد من نقص الإحصاءات الرسميّة المتعلّقة بالقطاع الزراعيّ خصوصاً خلال العقد الماضي، فمنذُ عام (2007) لم يتمّ إصدار أيّ إحصاء زراعيّ ممّا أدّى إلى غياب تامّ للبيانات المتعلّقة بالنشاط الزراعيّ، خاصة فيما يتعلّق بما آلت إليه الرقعة الزراعيّة، التي كانت ولا زالت تواجه العديد من التحدّيات الطبيعيّة والاجتماعية، لذلك يحاول الباحث تحديد إمكانيّة استخدام معطيات الاستشعار عن بعد(RS) وتقنيات نظم المعلومات الجغرافيّة(GIS) في تتبّع مساحة الرقعة الزراعيّة وتوزيعها المكانيّ والزمانيّ من خلال مؤشّر الفرق المعياريّ للغطاء النباتيّ(NDVI) بمنطقة الدراسة خلال السنوات (1990، 2000، 2010، 2022).

أهميّة البحث:

تكمن أهميّة البحث في إمكانيّة تتبّع التغيّر في المساحات المزروعة خلال فصل الصيف، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد(RS)، ونظم المعلومات الجغرافيّة(GIS)، وبناء قاعدة بيانات رقميّة للمساحات المزروعة صيفاً في منطقة الدراسة، وتمثيلها وعرضها وإخراجها في شكل خرائط رقميّة.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى كشف ومراقبة التغيّرات التي حدثت لمساحة الرقعة الزراعيّة خلال الفترة الزمنيّة (1990–2022)، باستخدام مؤشّر الفرق المعياريّ للغطاء النباتيّ(NDVI) وتحديد قيم التغيّر المستخلصة من بيانات القمر الصناعيّ (Landsat) وتقييم الوضع الراهن للمساحات المزروعة خلال فصل الصيف بمنطقة الدراسة.

منهج البحث:

اعتمد البحث على المنهج التحليليّ لاشتقاق الغطاء الزراعيّ وتحديد التغيّرات في المساحة المزروعة صيفاً، باستخدام المعادلات الحسابيّة بين النطاقات الطيفيّة لمرئيّات القمر الصناعيّ(Landsat) لاشتقاق قيم مؤشّر التغطية النباتيّة وفصل المساحات المزروعة عن بقيّة أنماط الغطاء الأرضيّ وتمثيلها بخرائط تبيّن التغيّر الحاصل فيها، كما تمّت الاستعانة بالعمل الحقليّ لتصنيف قيم مؤشّر التغطية النباتيّة، من خلال اختيار(16) نقطة تدريب تمثّل مجموعة من مواقع متباينة لأنماط مختلفة من الغطاء الأرضيّ ومقارنتها مع قيم مؤشّر الفرق المعياريّ للغطاء النباتيّ(NDVI) المستخلصة من مرئيّة القمر الصناعيّ (Landsat) لسنة 2022.

بيانات الدّراسة:

اعتمدت الدراسة على مرئيّات القمر الصناعيّ(Landsat) المبيّنة بالجدول(1) وبدقّة مكانيّة (30) متراً للأعوام (1990، 2000، 2010، 2022)، بفاصل زمنيّ يبلغ(32عاماً)، ملتقطة خلال الشهر نفسه من فصل الصيف، تمّ الحصول عليها من موقع هيأة المساحة الجيولوجيّة الأمريكية، وقد تمّ الاعتماد على النطاق الطيفيّ الأحمر(Red) الذي يتراوح طوله الموجيّ ما بين(0.63–0.69) ميكرومتر، ونطاق الأشعّة تحت الحمراء القريبة(Near-Infrared) ذات الطول الموجيّ ما بين(0.76–0.90) ميكرومتر، لاستخلاص الغطاء النباتيّ واشتقاق المساحات المزروعة صيفاً بمنطقة الدراسة.

جدول(1) المرئيّات المستخدمة في الدراسة.

Images	Path / Row	Resolution	Date
LandSat_4	189 / 37	30 m	7-8-1990
LANDSAT_7	189 / 37	30 m	18-8-2000
LANDSAT_5	189 / 37	30 m	21-8-2010
LANDSAT_8	189 / 37	30 m	7-8-2022

المصدر: http://earthexplorer.usgs.gov

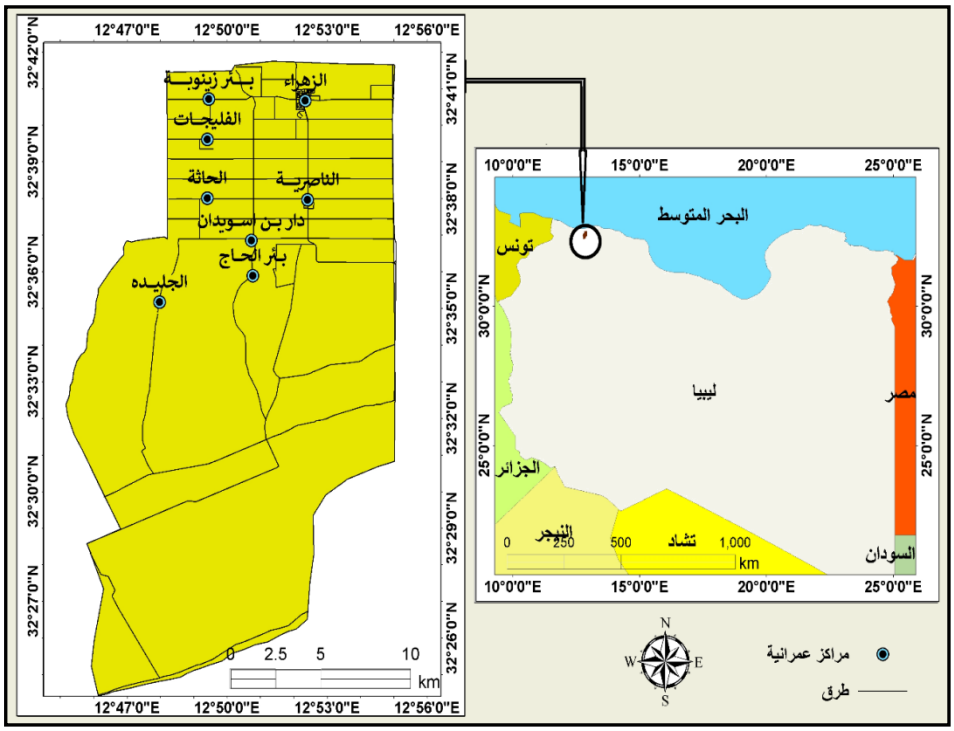
البرمجيّات المستخدمة في الدراسة:

استخدمت برمجيّات (Envi) لاستقطاع منطقة الدراسة، وتصحيح تأثير غازات الغلاف الجويّ من خلال أداة (Quick Atmospheric Correction)، واستخدام أداة (Spear) لعرض المعلم المحدّد في الصورة في برنامج (google Earth)، إضافة إلى عمليّات التحسين على المرئيّات المستقطعة باستخدام أدوات (Enhance) التي تعمل على تعزيز التباين بين أنماط الغطاء الأرضيّ، واستخلاص الغطاء النباتيّ باستخدام أداة (Band Math)، في حين تمّ استخدام برنامج (ArcGIS) لاشتقاق الغطاء الزراعيّ من خلال أداة (Raster calculator) وحساب المساحات المزروعة خلال سنوات الدراسة، وإنتاج الخرائط الموضوعيّة التي تبيّن التغير المكانيّ والزمانيّ للغطاء الزراعيّ بمنطقة الدراسة.

حدود البحث:

- **الحدود الزمانيّة:** تغطي الفترة الزمنيّة لهذه الدراسة مدة (32 سنة)، تمّ خلالها اختيار (4) مرئيّات فضائيّة للقمر الصناعيّ(Land sat)، للأعوام(1990، 2000، 2010، 2022)، وذلك لتتبّع حالة الغطاء النباتيّ واشتقاق الغطاء الزراعيّ المزروع خلال فصل الصيف.
- **الحدود المكانيّة:** تقع منطقة الدراسة في الجزء الشماليّ الغربيّ من ليبيا، وتحديداً في الجزء الأوسط من إقليم سهل الجفارة بين دائرتَي عرض 32.42.30°، 32.25.00° شمالاً وخطَّي طول 12.45.30°، 12.55.30° شرقاً، يحدّها من الشمال منطقة المعمورة ومن الجنوب منطقتا العزيزيّة وغريان، ومن الغرب منطقة الزاويـة، ومن الشّرق تحدّها منطقتا العامريّة والسواني، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة(360) كيلو متر مربّع، والشكل رقم (1) يوضّح موقع منطقة الدراسة

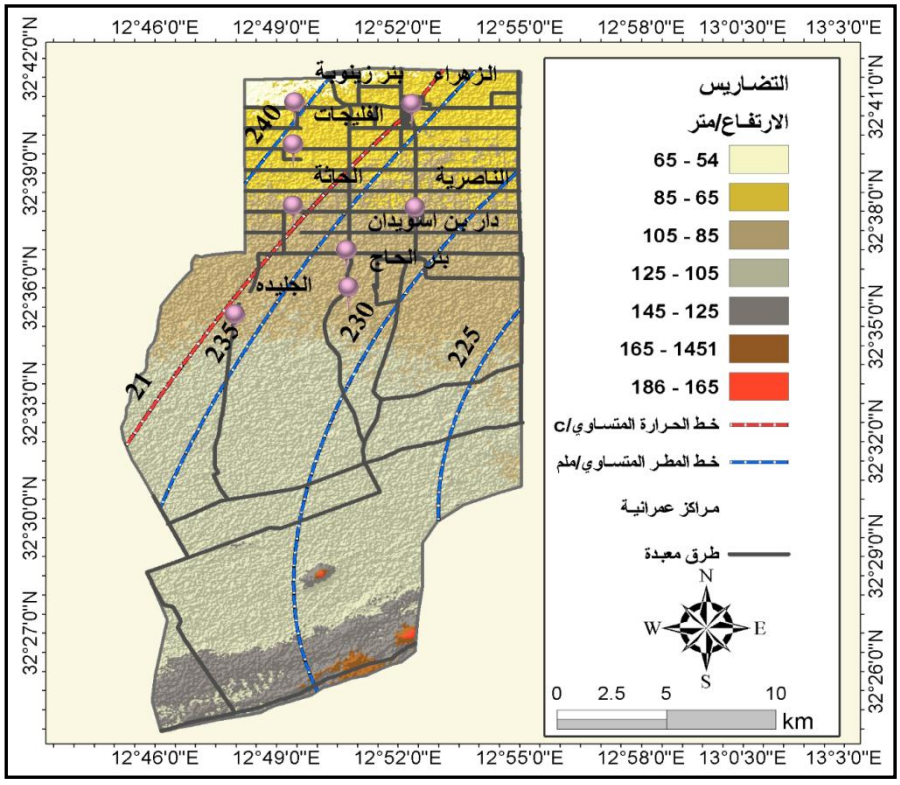
الشكل(1) موقع منطقة الدراسة.



المصدر: الباحث، بناءً على أمانة التخطيط، مصلحة المساحة، الأطلس الوطنيّ، ط1، طرابلس،1978، ص36.

تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الإقليم شبه الجاف، الذي يتّصف بالتباين الفصليّ والسنويّ لعناصر المناخ، ممّا انعكس على الوضع الهيدرولوجيّ وتوزيع الغطاء النباتيّ بشقّيه الطبيعيّ والزراعيّ بالمنطقة، ويغلب على سطح المنطقة الاستواء بشكلٍ عامٍّ، مع وجود بعض التلال المتناثرة في أقصى جنوب المنطقة، ويأخذ سطح المنطقة في الارتفاع التدريجيّ مع الاتّجاه نحو الجنوب، ويتراوح ارتفاعها ما بين (54– 186) متر فوق مستوى سطح البحر، والشكل رقم (2) يوضّح ذلك.

شكل(2) طبوغرافية منطقة الدراسة.



المصدر: الباحث بناءً على: 1) نموذج الارتفاع الرقميّ(SRTM1N32E012V3.2014).

2) بيانات المركز الوطنيّ للأرصاد الجويّة، طرابلس، بيانات غير منشورة.

ويتّصف مناخ المنطقة بعدم الاستقرار، بسبب الصّراع الدائر بين الصحراء من جهةٍ والبحر المتوسّط من جهةٍ أخرى[2]، ويبلغ المعدّل السنويّ لدرجه الحرارة (21م°) التي تسجل أدنى معدّلاتها خلال أشهر الشّتاء، ثم تبدأ في الارتفاع التدريجيّ لتصل إلى أعلى معدّلاتها خلال فصل الصّيف، أمّا أمطار المنطقة فتتّصف بالتباين الفصليّ والسنويّ ويبلغ معدّلها السنويّ (263ملم)، وتسجّل أعلى كميّاتها خلال أشهر الخريف والشّتاء، ثم تبدأ في الانخفاض التدريجيّ خلال أشهر الربيع، بينما يتّصف فصل الصيف بالجفاف، وتنتمي تربة المنطقة إلى التربة الجافة التي تكوّنت من الكثبان الرمليّة المتحرّكة، وهي ذات قوامٍ رمليّ وطمي رمليّ، وهى تربة جيّدة من حيث قدرتها الإنتاجيّة لاحتوائها على كميّات كبيرة من العناصر الغذائيّة، ويبلغ عدد سكان منطقة الدراسة (42368) نسمة[3]، وتضمّ مركزين

حضريين هما (الزهراء والناصريّة)، إضافة إلى عددٍ من القرى الزراعيّة، ويعدّ النشاط الزراعيّ أهم الأنشطة الاقتصاديّة بالمنطقة، وقد شهد تطوّراً كبيراً خلال القرن المنصرم، سواء من حيث الرقعة الزراعيّة أم أساليب مزاولة العمل الزراعيّ.

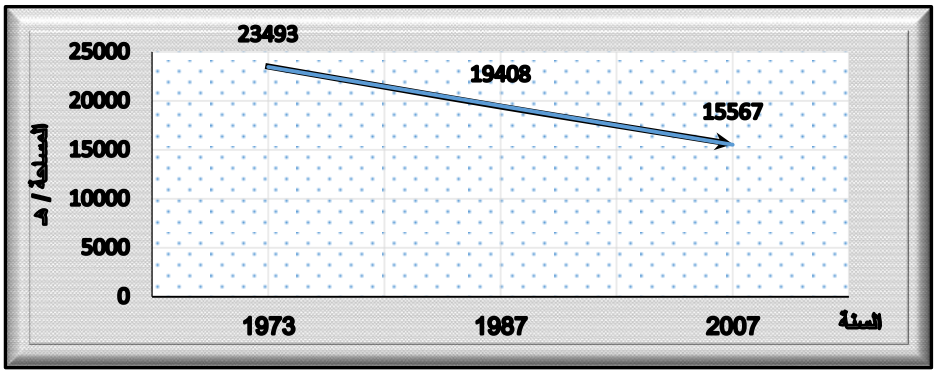
أوّلاً- الغطاء النباتيّ بمنطقة الدراسة:

يرتبط الغطاء النباتي بالعوامل الجغرافيّة الطبيعيّة والبشريّة، إضافةً إلى قدرة الإنسان على حسن استغلال تلك العوامل واستثمارها، وتمثل العوامل الطبيعيّة المحدّد الرئيس لنوع وكثافة الغطاء النباتيّ، ويعدّ المناخ من أبرز تلك العوامل المؤثّرة في الإنتاج الزراعيّ، باعتباره العامل الأكثر تحكّماً في توزيع وكثافة الغطاء النباتيّ، فلكلّ نوعٍ نباتيٍّ ظروف مناخيّة ملائمة لنموه، إضافة إلى طبيعة السطح ونمط التربة الرمليّة السائدة بالمنطقة، بحيث تضافرت كلّ تلك العوامل في وجود نمطين من الغطاء النباتيّ هما:

1. **النبات الطبيعيّ:** ويتمثل في النباتات الطبيعيّة التي تنمو من تلقاء نفسها دون تدخّل من الإنسان، وتشمل الحشائش والشجيرات القصيرة التي تمتاز بتحمّل ظروف الجفاف، من خلال اتّباعها لبعض الطرق التي تتحايل بها عليه، مثل تعميق الجذور، واتّخاذ الأوراق الإبريّة التي تقلّل من عملية النتح، والتغطية بطبقة شمعيّة، وتخزين المياه في جذورها وسيقانها، مثل نباتات الرتم والسدر والقندول، بحيث تكيّفت تلك الأنواع النباتيّة مع الظروف البيئيّة السائدة في المنطقة، خاصّةً فيما يتعلّق بقلّة معدّلات الأمطار الفصليّة والسنويّة وكبر المدى الحراريّ اليوميّ والفصليّ والسنويّ، وبالإضافة إلى تلك الأنواع تنمو في المنطقة حشائش الاستبس، مع بداية موسم المطر خلال فصل الخريف وتنتهي مع نهاية فصل الربيع وبداية فصل الصيف، وقد كان هذا النمط من الغطاء النباتيّ يغطي معظم أراضي منطقة الدارسة، ثمّ شهد هذا النمط تراجعاً كبيراً في توزيعه المساحيّ بالذات منذ مطلع سبعينيّات القرن الماضي، بسبب عمليّات التوسّع الزراعيّ إلى أن أصبح تواجده مقتصراً على الجزء الجنوبيّ من منطقة الدراسة، الذي يجري استغلاله كمراعٍ طبيعيّة، بحيث يمثّل الرعي الاستغلال الاقتصاديّ الرئيس في هذا الجزء.
2. **المحاصيل الزراعيّة والأشجار المثمرة:** يتمثّل هذا النمط في الغطاء النباتيّ الزراعيّ الذي يعتمد على المياه الجوفيّة، ويغطّي أغلب الأجزاء الوسطى والشماليّة من منطقة

الدراسة، من خلال عمليّات التوسّع التي تسارعت منذُ حقبة الاستعمار الإيطاليّ، بحيث كانت المنطقة من بين المناطق المختارة لتنفيذ برامج الاستيطان الزراعيّ، لذا قامت الحكومة الإيطاليّة بتهيئة مساحاتٍ واسعةٍ من أراضي منطقة الدراسة خلال المدّة(1935– 1946)، بلغ إجمالي المساحة التي تمّ استصلاحها منها خلال تلك المدّة(11567) هكتاراً لغرض إقامة مستوطنات زراعيّة فيها، وقد حظيت مستوطنة بيانكي (الزهراء حاليّاً) على(5926) هكتاراً مقسَّمة إلى(168) مزرعة، ومستوطنة جردانية (الناصريّة حالياً) على(5641) هكتاراً مقسَّمة إلى(111) مزرعة[4]، ومع استقلال البلاد تسارعت عمليّة التوسّع الزراعيّ في المنطقة، بحيث استهدفت برامج التنمية الزراعيّة زيادة إنتاجيّة القطاع الزراعيّ من خلال اتّباع جملة من السياسات، أسهمت في زيادة الرقعة الزراعيّة والرفع من إنتاجيّة الأراضي الزراعيّة في المنطقة، مثل تبنّي سياسة الإقراض الزراعيّ، ودعم الأسعار من خلال إنشاء الجمعيّات الزراعية، وسياسة دعم أسعار المنتجات الزراعيّة، وتقديم الإعانات الزراعيّة، ممّا أدّى إلى زيادة مساحة الغطاء النباتيّ الزراعيّ بمنطقة الدارسة، والشكل(3) يوضّح المساحة المزروعة بالمنطقة (1974–2007).

شكل(3) المساحة المزروعة بالمنطقة(1974–2007).



المصدر: من حساب الباحث بناءً على التعداد الزراعيّ، 1974،1987،2007.

ومنه يتّضح التراجع المستمرّ في مساحة الغطاء النباتيّ الزراعيّ التي تراجعت من(23493) هكتاراً عام 1974 إلى(19408) هكتاراً عام 1987، ثمّ انخفضت إلى(15567) هكتاراً عام 2007، ويرجع ذلك التراجع لجملةٍ من العوامل أهمّها: عدم

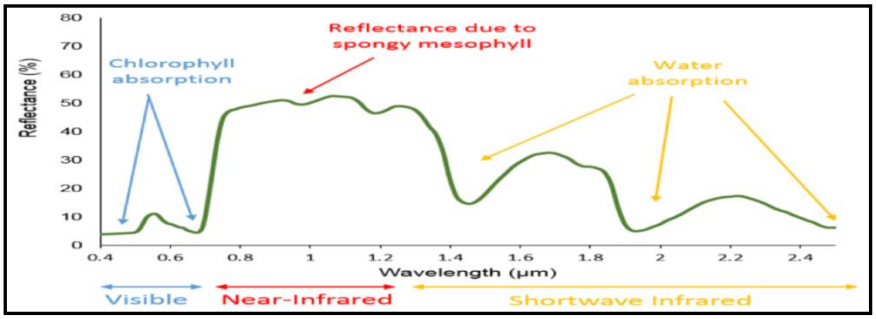
استمراريّة وفاعليّة التنمية الزراعيّة خاصةً فيما يتعلّق بتنمية الموارد الأرضيّة كالتربة والمياه، ممّا أدّى إلى انخفاض إنتاجيّتها، إضافةً إلى عزوف السكّان عن مزاولة حرفة الزراعة خاصةً بعد تخلّي الدولة عن دعم القطاع الزراعيّ، بحيث أدّت تلك العوامل وغيرها إلى تناقص المساحة المزروعة بالمنطقة من عامٍ إلى آخر، وبالرغم من ذلك التراجع فإنّ المركب المحصوليّ بها ما يزال يمتاز بالتنوّع ففيها الأشجار المثمرة كالحمضيّات والزيتون، والمحاصيل الحقليّة كمحاصيل الشعير والبصل والبطاطا، ومحاصيل الخضروات الورقيّة.

وتُعَدّ المحاصيل الصيفيّة من أهمّ المحاصيل التي تتمّ زراعتها بمنطقة الدراسة، وتزرع في أواخر الشتاء وخلال الربيع ويستمرّ نموّها الخضريّ والثمريّ طوال فصل الصّيف، كمحاصيل البطاطا والبصل والبطيخ والخضر الورقيّة وغيرها.

ثانياً– مؤشّر الفرق المعياريّ للغطاء النباتيّ(NDVI):

يُعدّ مؤشر الاختلاف النباتيّ أو مؤشّر التغطية النباتيّة من أكثر الأدلّة القياسيّة استخداماً في استخلاص الغطاء النباتيّ وتوزيعه المكانيّ من خلال المرئيّات الفضائيّة، بحيث يرتبط اشتقاق المؤشّر بالكتلة الحيويّة للنبات ومدى تفاعلها مع الحزم الطيفيّة للأشعة تحت الحمراء القريبة (Near Infrared Band)، والأشعة الحمراء والزرقاء من الضوء المرئيّ (Red and Blue Band)، ومردّ هذه العلاقة ارتفاع انعكاسيّة النبات إلى الأشعة تحت الحمراء القريبة وانخفاضها للأشعة الحمراء والزرقاء من الطيف المرئيّ، كما هو مبيَّن بالشكل(4).

شكل(4) منحنى الانعكاس الطيفيّ للنبات.



Anamaria Roman, Multispectral satellite imagery and airborne laser scanning techniques for the detection of vegetation, ROMANIAN ACADEMY– INSTITUTE OF ARCHAEOLOGY AND HISTORY OF ART CLUJ-NAPOCAmarks, Mega Publishing House Cluj-Napoca,2016,p145.

ومنه يتّضح أنَّ منحنى انعكاس النباتات الخضراء يظهر على شكل (تحدّب وتقعّر)، تقع المناطق المقعَّرة أو الحدود الدنيا في هذا المنحنى ضمن منطقة الطيف المرئيّ المعروف (بحزم امتصاص الكلوروفيل)، إذ إنَّ المواد الملوَّنة (الصبغيّات) في ورق النباتات وخاصة الكلوروفيل تقوم بامتصاص الأشعّة الواردة بشدّة عند الطول الموجيّ(0,45: 0,65) مايكرومتر، وبالتالي فإنَّ العين البشريّة ترى النباتات السليمة بلون أخضر بسبب امتصاص اللونين الأزرق والأحمر وانعكاس اللون الأخضر، ومع نهاية حياة النبات أو تعرّضه للآفات فإنّ الامتصاص الكلوروفيلي للونين الأزرق والأحمر يقلّ فيزداد الانعكاس عند الطول الموجيّ الأحمر، ويظهر لون النبات مصفرّاً (مزيج بين اللون الأخضر والأحمر)، وعند الانتقال من الطيف المرئيّ إلى مجال الأشعّة تحت الحمراء المنعكسة بالقرب من(0,80) مايكرومتر يحصل ارتفاع مفاجئ في منحنى الانعكاس، ويمتدّ حتى يصل إلى المجال المجاور للأشعة تحت الحمراء عند الطول الموجيّ (1,3) مايكرومتر، ففي المنطقة من الطيف (0,80–1) مايكرومتر، يعكس النبات السليم حوالي(50٪) من الأشعّة الواردة عبر الأوراق ويكون الامتصاص في حدِّه الأدنى[5] إذ ليس للصبغيّات سوى تأثيرٍ ضعيفٍ على خصائص الانعكاس للنبات، وأنّ الذي يتحكَّم بالانعكاس في هذا النطاق هو التركيب الداخليّ لخلايا أوراق النبات الذي يختلف باختلاف النبات، ممّا يمكن من تمييز أصناف النوع الواحد من النبات حتى إن تعذَّر ذلك في المجال المرئيّ، ويتمّ حساب المؤشّر بالنسبة إلى مرئيّات (Landsat) بالمعادلة الآتية[6]:

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

وتتمّ صياغة المعادلة باستخدام أداة (Band Math) في برنامج (Envi)، حسب نوع المستشعر كما يلي:

Landsat_4, 5, 7 NDVI =(b4-float(b3) /(b4+float(b3)

Landsat_ 8, NDVI =(b5-float(b4) /(b5+float(b4)

حيث إنَّ:

NIR: الانعكاس الطيفيّ للأشعّة تحت الحمراء القريبة.

R: الانعكاس الطيفيّ للأشعّة الحمراء.

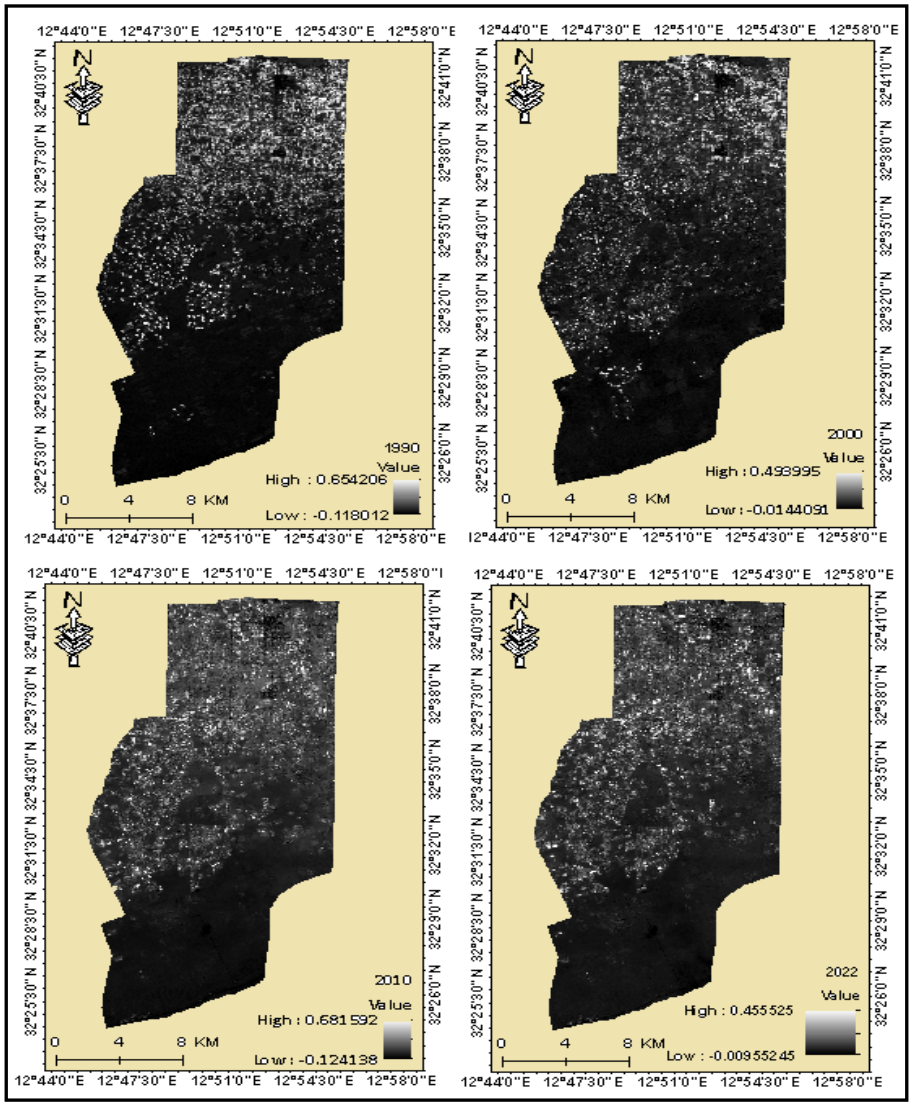
وتتراوح قيم المؤشّر(NDVI) ما بين(1–) إلى(1+)، وكلّما ارتفعت قيمة المؤشّر دلَّ ذلك على زيادة محتوى الكلوروفيل وكثافة النبات، والقيم السالبة تكون ناتجة عن انعكاس أعلى

للنطاق المرئيّ منها في نطاق الأشعّة تحت الحمراء كما هو الحال بالنسبة إلى الأسطح المغطّاة بالتربة العارية والصخور والكتل العمرانيّة.

ثالثاً– استخلاص مؤشّر الفرق المعياريّ للغطاء النباتيّ(NDVI) لمنطقة الدراسة:

تمَّ تتبّع التغيّر في الغطاء النباتيّ في منطقة الدراسة من خلال اشتقاق مؤشّر التغطية النباتيّة (NDVI) للأعوام (1990، 2000، 2010، 2022)، شكل(5) بحيث تراوحت (القيم الموجبة) التي تشير إلى الغطاء النباتيّ ما بين(0.68) عام2010 و(0.45) عام2022، ممّا يدلّ على عدم وجود غطاءٍ نباتيٍّ كثيفٍ جداً، بينما تراوحت أقلّ قيمة للمؤشّر ما بين(0.009–) عام2022، و(0.12–) عام2010، وهي تشير إلى الأراضي البور الخالية من النبات والكتل العمرانيّة، ويمثّل تدرّج اللون الأبيض تدرّج كثافة الغطاء النباتيّ، في حين يشير تدرّج اللون الأسود إلى الأسطح الخالية من الغطاء النباتيّ.

شكل(5) مؤشّر (NDVI) للأعوام (1990، 2000، 2010، 2022)

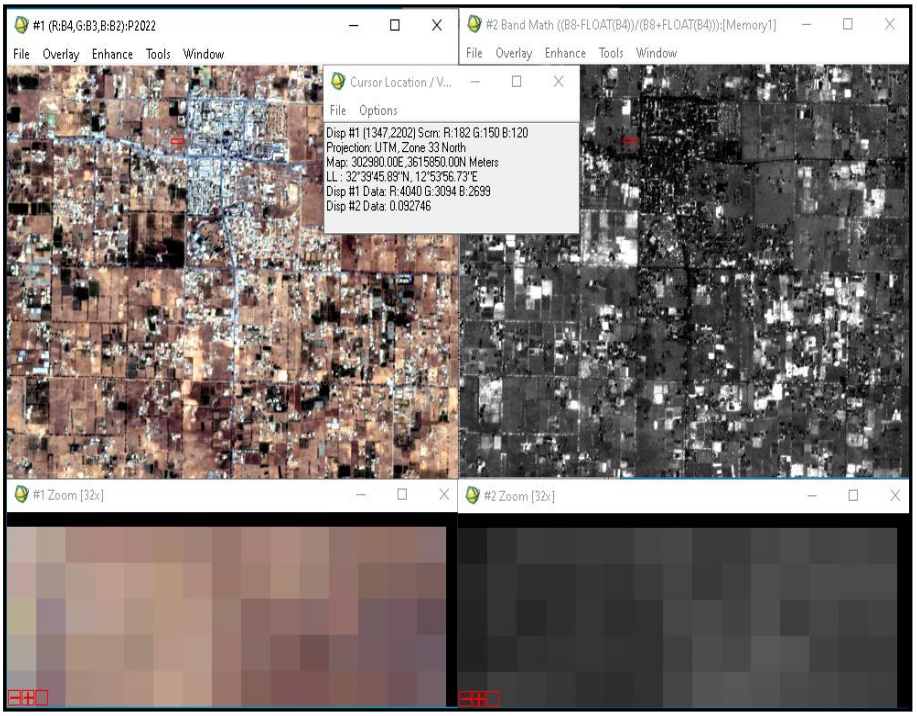


المصدر: الباحث

وبهدف التحقّق من نتائج المؤشّر تمّ تحديد (16) موقعاً تمثّل أنماط الغطاء الأرضيّ، وبعد التحقّق من تلك المواقع المحددة، تمّ أخذ البصمات الطيفيّة الخاصّة بكلِّ نمطٍ من خلال المرئيّة الملتقطة لمنطقة الدراسة لعام (2022) التي تمّت مقارنتها بقيم المؤشّر

المشتقّة من نفس المرئيّة، بعد عملية الرّبط بين المرئيّتين من خلال أداة (Cursor Location Value) شكل(6).

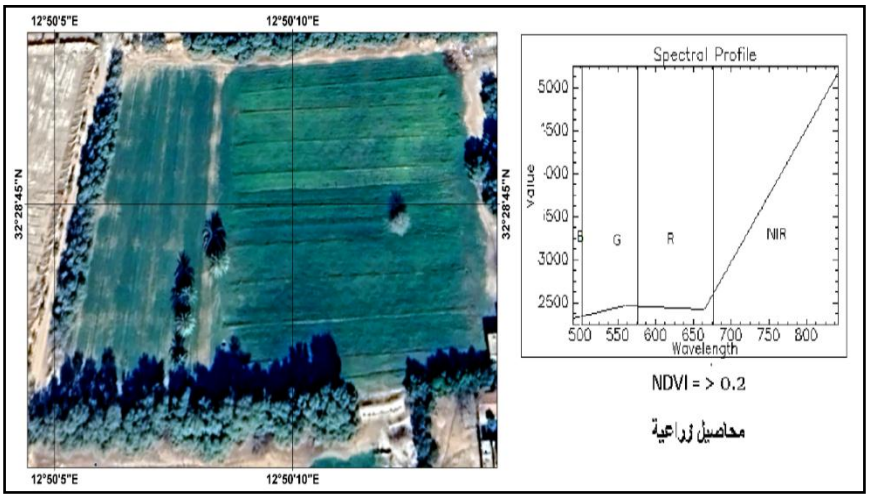
شكل(6) مقارنة قيم (NDVI) بأنماط الغطاء الأرضيّ.



المصدر: الباحث

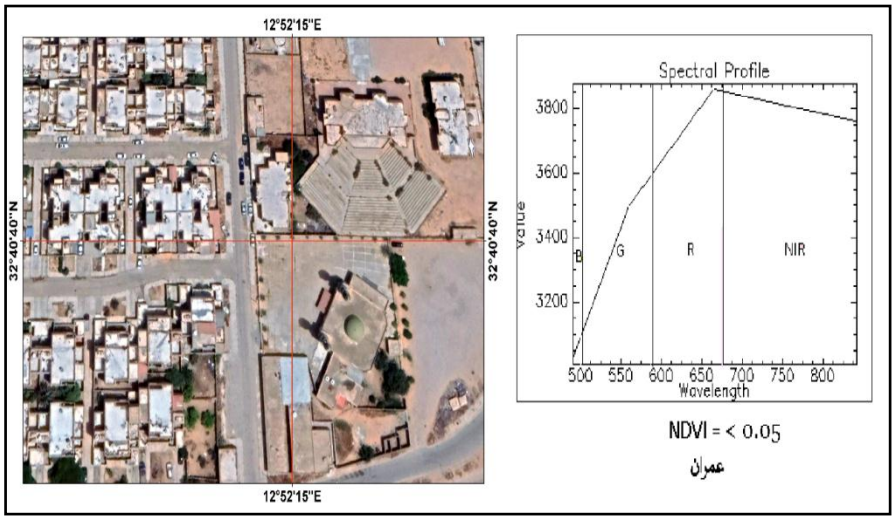
واستخدام أداة (Spear) لعرض المعلم المحدَّد في الصورة في برنامج (google Earth)، كما هو موضَّح بالأشكال(7)،(8)،(9)،(10) تبيّن بأنّ قيم المؤشّر الأكبر من(0.20) تمثّل الغطاء النباتيّ السليم المتمثّل في المحاصيل الزراعيّة والأشجار المثمرة، بحيث تمتاز البصمة الطيفيّة لهذا الغطاء بالامتصاص الشّديد في نطاق الأشعّة الحمراء، والانعكاس الشديد في نطاق الأشعّة تحت الحمراء القريبة، أمّا القيم الأقلّ من(0.05) فتمثّل الكتل العمرانيّة والتربة المكشوفة الخالية تماماً من الغطاء النباتيّ، بحيث يمتاز المنحنى في كلٍّ منهما بالانعكاس المستمرّ في نطاقات الأشعة المرئيّة والأشعة تحت الحمراء القريبة، أمّا القيم التي تتراوح ما بين (0.10–0.20) فتتمثّل في الأراضي المغطّاة بالنباتات المبعثرة التي تمثّل الغطاء النباتيّ الطبيعيّ.

شكل(7) منحنى الانعكاس الطيفيّ للمحاصيل الزراعيّة.



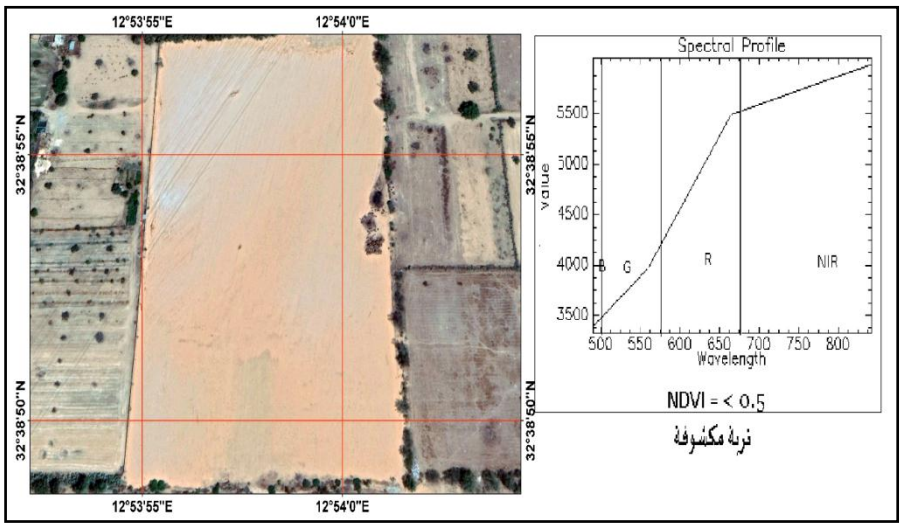
المصدر: الباحث

شكل(8) منحنى الانعكاس الطيفيّ للعمران.



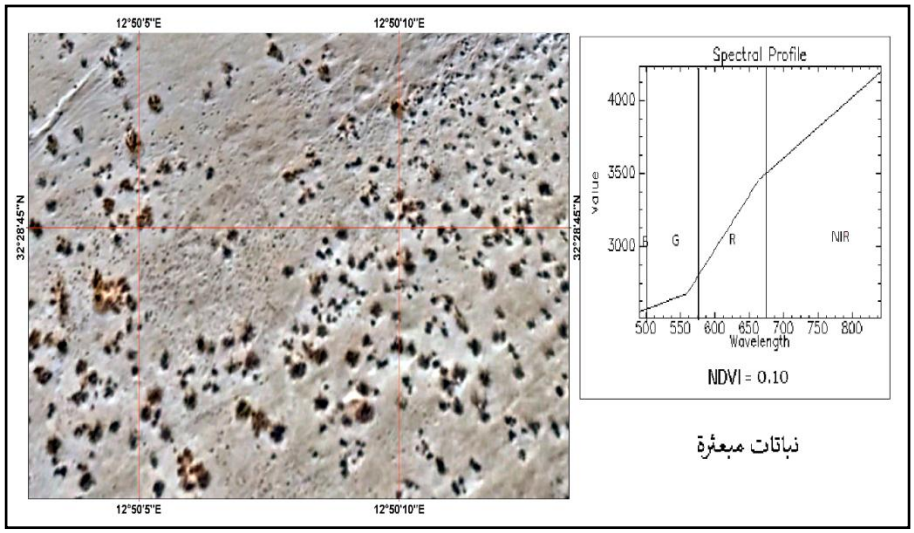
المصدر: الباحث

شكل(9) منحنى الانعكاس الطيفيّ للتربة المكشوفة.



المصدر: الباحث

شكل(10) منحنى الانعكاس الطيفيّ للنباتات المبعثرة.



المصدر: الباحث

لذلك يواجه تصنيف قيم مؤشّر (NDVI) صعوبةً بالغةً بسبب التشابه الكبير في البصمات الطيفيّة للأراضي المغطّاة بالكتل العمرانيّة والأراضي الفضاء والأراضي البور،

والأراضي المغطّاة بالنباتات المبعثرة، بسبب التداخل الكبير في درجات الانعكاس الطيفيّ على المرئيّات الفضائيّة، ممّا أدّى إلى صعوبة الفصل الطيفيّ بين النباتات الفقيرة والمبعثرة والتربة، وعدم وجود بصمة طيفيّة للنباتات الجافة، بحيث تتفوّق الانعكاسيّة الطيفيّة للتربة على الانعكاس الصادر من النباتات المبعثرة، كما هو الحال في منطقة الدراسة، وغيرها من المناطق الجافّة وشبه الجافّة، فالتغيّرات النباتيّة تحدث بمقياس أقلّ من مساحة الخليّة في الماسح المتعدِّد الأطياف للقمر الصناعيّ (landsat7)، وبالتالي يصعب الفصل بين الأعشاب والشجيرات المبعثرة، وبين الأراضي البور التي تشغل مساحاتٍ واسعةً من منطقة الدراسة خاصةً خلال فصل الصيف الذي يخلو من وجود الحشائش التي ينتهي موسم نموّها مع أواخر فصل الربيع وأوائل فصل الصّيف، كما أنّ النباتات والشجيرات الطبيعيّة التي تتخلّل الأراضي البور تنخفض بها نسبة امتصاص الأشعة الحمراء إلى أدنى مستوياتها، بسبب الجفاف الذي يسود المنطقة خلال فصل الصّيف، فيتعذّر بذلك تمييزها وفصلها عن الأنماط الأخرى من الغطاء الأرضيّ، أمّا الغطاء النباتيّ الكثيف المتمثّل في المحاصيل الزراعيّة والأشجار المرويّة، فيمكن تمييزها لوضوح البصمة الطيفيّة، والذي يظهر بتدرّج اللون الأبيض تبعاً للمراحل العمريّة للنبات ونوع المحصول الزراعيّ في المرئيّات المشتقّة لقيم مؤشّر (NDVI).

رابعاً– اشتقاق الغطاء الزراعيّ:

لاشتقاق الغطاء الزراعيّ تمَّ استبعاد قيم المؤشّر الأقلّ من(0.2) باعتبارها لا تمثّل الغطاء الزراعيّ بمنطقة الدراسة، باستخدام أداة (Raster calculator) من خلال المعادلة التالية:

الغطاء الزراعيّ = NDVI > 0.2

والتي أمكن من خلالها فصل الغطاء الزراعيّ عن بقية أنماط الغطاء الأرضيّ، والحصول على مخرجات المعادلة في صيغة شبكيّة، تمَّ تحويلها إلى صيغة اتّجاهيّة، أمكن من خلالها تتبّع التغيّرات التي حدثت لمساحة الغطاء الزراعيّ خلال الأعوام (1990، 2000، 2010، 2022)، كما هو مبيَّن بالجدول(2) والشكل(11).

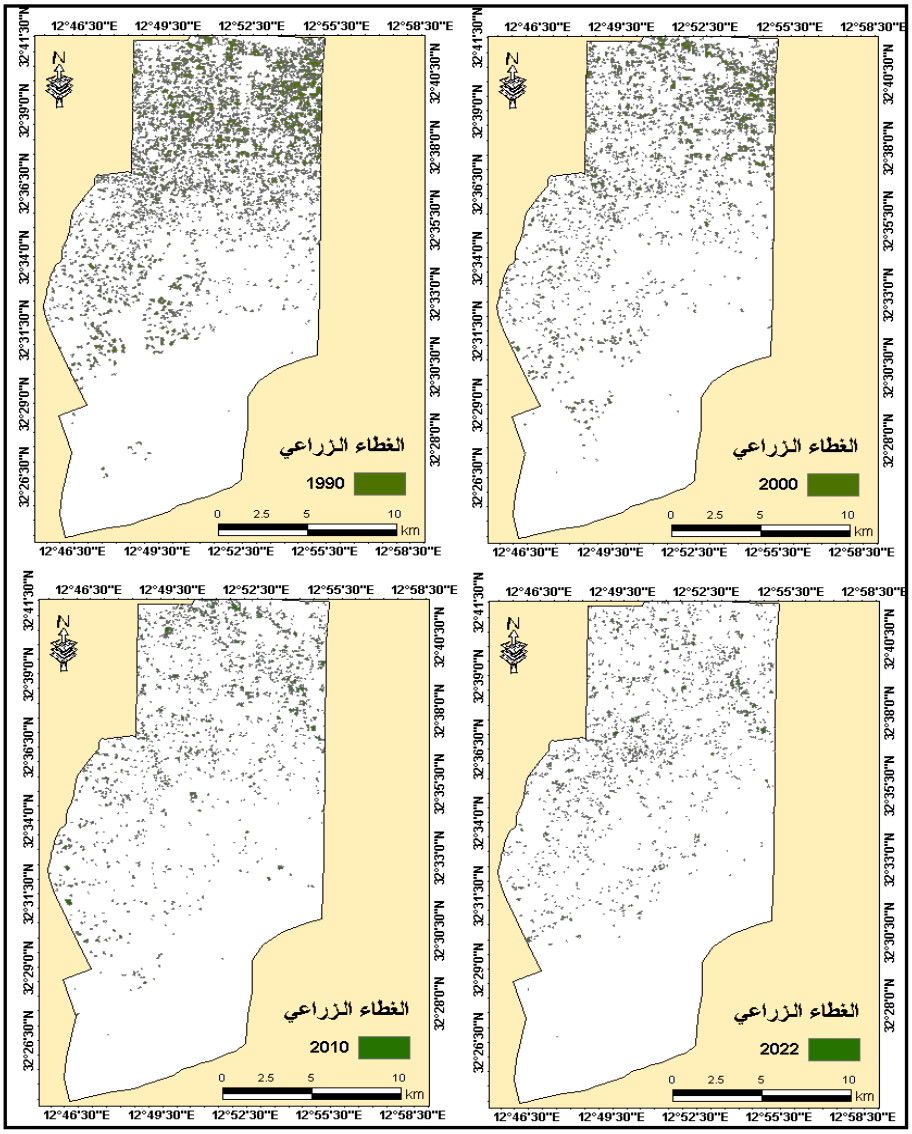
جدول(2) التغيّر في مساحة الغطاء الزراعيّ بالمنطقة خلال المدّة (1990: 2022).

السنة	المساحة(كم2)	النسبة إلى إجماليّ مساحة المنطقة(%)	مقدار التغيّر (كم2)	نسبة التغيّر (%)
1990	27.1	7.5	–	–
2000	15	4.1	-12.1	-0.44
2010	7.1	2	-7.9	-0.52
2022	4.9	1.3	-2.2	0-0.3

المصدر: الباحث.

ومنهما يتّضح التراجع المستمرّ في الغطاء الزراعيّ، حيث انخفضت المساحة المزروعة بالمنطقة من (27.1) كم^2 عام (1990)، وبنسبة (7.5%) من إجمالي مساحة المنطقة، إلى(15) كم^2 عام(2000)، عمّا كانت عليه عام (1990) وبنسبة تغيّر(–44%) وفي عام (2010) انخفضت المساحة المزروعة بـ(7.9) كم^2 عمّا كانت عليه عام (2000) وبنسبة تغيّر(–52%)، كما تراجعت المساحة المزروعة عام (2022) بنحو(2.2) كم2،عمّا كانت عليه عام (2010) وبنسبة تغيّر بلغت(30–%)، بحيث فقدت المنطقة خلال المدّة (1990–2022) حوالي(22.2) كم^2 من غطائها المزروع صيفاً وبنسبة تغيّر بلغت (–82%) عام (2022) عمّا كانت عليه عام (1990).

شكل(11) التغيّر في مساحة الغطاء الزراعيّ بمنطقة الدراسة للأعوام (1990، 2000، 2010، 2022).



المصدر: الباحث

ويرجع الانخفاض المستمرّ في المساحة المزروعة إلى جملةٍ من العوامل، يأتي في مقدّمتها انخفاض منسوب المياه الجوفيّة وتدهور نوعيّتها التي تُعَدّ المصدر المائيّ الرئيس للزراعة بالمنطقة، وقد تعرَّض للاستغلال المفرط طيلة العقود الماضية، نتيجة الحفر

العشوائيّ للآبار، وزيادة الكميّات المتدفّقة من الخزانات الجوفيّة بشكلٍ يفوق كميّات التغذية السنويّة، ممّا أدّى إلى انخفاض منسوب المياه بتلك الخزّانات وصعوبة استخراجها نتيجة ارتفاع تكاليف حفر الآبار، إضافة إلى تدهور نوعيّة المياه المستخرجة، فقد أكّدت العديد من الدراسات التي أجريت في المنطقة على تأثر المياه الجوفيّة إلى حدٍّ كبيرٍ بزيادة تركيز بعض المركّبات عن الحدّ المسموح به محليّاً وعالميّاً، كارتفاع نسبة الأملاح المذابة والكبريت، بسبب الاستغلال غير الرشيد للمياه الجوفيّة بالمنطقة، بحيث ارتفع متوسّط مجموع الأملاح المذابة بالمنطقة خلال المدّة (2003–2014) من(577 ملجم / لتر) إلى(1036 ملجم/ لتر)[7].

وتُعَدّ الأملاح الذائبة في المياه الجوفيّة من أكثر العناصر تأثيراً في التربة والإنتاج الزراعيّ، بحيث يؤدّى التركيز الزائد للأملاح في التربة والمياه إلى إعاقة نموّ المحاصيل الزراعيّة وتدهور إنتاجيّتها، من خلال اختلال العمليّات الحيويّة، كعمليّة البناء الضوئيّ، إضافة إلى زيادة معدّلات الريّ، ونظراً إلى طبيعة تربة المنطقة الرمليّة، فإنّ الأملاح تتراكم في الطبقة العلويّة بها؛ وذلك لسرعة تسرّب الماء بداخلها، كما إنّ ارتفاع معدّلات الحرارة خلال فصل الصّيف يؤدّى إلى سرعة تبخّر مياه الرّيّ وإبقاء الأملاح على سطح التربة، كما تُعَدّ مشكلة التوسّع العمرانيّ على الأراضي الزراعيّة من أكبر المشكلات التي تهدّد مستقبل الرقعة الزراعيّة بالمنطقة، بحيث لا تكاد توجد حيازة زراعيّة تخلو من المباني السكنيّة، الأمر الذي أدّى إلى تفاقم مشكلة الزحف العمرانيّ على الأراضي الزراعيّة، لعدم وجود استراتيجيّة واضحة تساعد على توفير بدائل للبناء داخل الحيازات الزراعيّة، أو تحدّ من النموّ العمرانيّ للمراكز العمرانيّة بالمنطقة، إضافة إلى مشكلة التفتّت الحيازيّ نتيجة تقسيم الحيازات الزراعيّة، وتحوّلها إلى مزارع قزميّة غير مجدية زراعيّاً وتحوّلها إلى أراضٍ بور، وذلك تبعاً لعدد الورثة الذين يتقاسمون مساحة المزرعة، بحيث شكّلت كلّ تلك العوامل وغيرها تحدّيات كبيرة باتت تهدّد مستقبل النشاط الزراعيّ بمنطقة الدراسة.

خامساً– النتائج والتوصيات:

إنّ عملية رصد التغيّر في مساحة الرقعة الزراعيّة باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد على قدرٍ كبيرٍ من الأهميّة، نظراً للحاجة الماسّة لمنهجيّة قابلة للتطبيق لتحديد

مساحة الرقعة الزراعيّة في ظلّ النقص الكبير في البيانات الرسميّة المتعلّقة بالنشاط الزراعيّ، وفيما يلي عرضٌ لأهمّ النتائج والتوصيات التي توصّلت إليها الدراسة:

النتائج:

- إنّ استخدام القرينة النباتيّة (NDVI) في اشتقاق المساحة المزروعة خلال فصل الصّيف تعطي نتائج على قدرٍ كبيرٍ من الدقّة، لسهولة فصل الغطاء الزراعيّ عن النبات الطبيعيّ وبقيّة أنماط الغطاء الأرضيّ.
- تراجع المساحة المزروعة خلال فصل الصيف بمنطقة الدراسة من (27.1) كيلومتر مربع عام (1990) إلى(4.9) كيلومتر مربع عام (2022).
- إنّ التراجع المستمرّ في مساحة الرقعة الزراعيّة، يشير إلى تآكل الموارد الزراعيّة بالمنطقة، نتيجة الممارسات الزراعيّة الخاطئة في استغلالها حيث أدّى ذلك إلى انخفاض إنتاجيّة التربة، وتدهور المياه الجوفيّة، وتقليديّة المركّب المحصوليّ والتفتّت الحيازيّ، والتعدّي على الأراضي الزراعيّة.

التوصيات:

- التأكيد على أهميّة الاستفادة من بيانات الاستشعار عن بعد وتقنية نظم المعلومات الجغرافيّة لمراقبة الغطاء الزراعيّ بشكلٍ دوريٍّ، للوقوف على الأسباب التي تؤدّي إلى التغيّرات السلبيّة للحدّ منها.
- العمل على تنمية الموارد الزراعيّة من خلال تحسين خصائص التربة وحمايتها من التدهور وتخفيف الضغط المفروض على المياه الجوفيّة، بتنويع مصادر مياه الرّيّ وتحسين كفاءة استخدامها من خلال الإدارة الجيدة الفعّالة لنظم الرّيّ.
- إعادة هيكلة المركب المحصوليّ بما يتلاءم مع الظروف البيئيّة السائدة والواقع الحالي لاستخدام الأرض في المنطقة، من خلال الحدّ من زراعة المحاصيل ذات المقننات المائيّة الكبيرة.

المراجع:

1- المنظمة العربيّة للتنمية الزراعيّة، استراتيجيّة التنمية الزراعيّة العربيّة المستدامة للعقدين القادمين 2005- 2025، الخرطوم، 2007، ص1.

2- حسن محمَّد الجديدي، الزراعة المرويّة وأثرها في استنزاف المياه الجوفيّة، في شمال غرب سهل الجفارة، الدار الجماهيريّة للنشر والتوزيع، 1986. ص56.

3- الهيأة العامّة للمعلومات والتوثيق، المسح الوطنيّ للسكّان في ليبيا،2012.

4 عبد القادر مصطفى المجيشي، الاستيطان الزراعيّ الإيطاليّ في ليبيا، منطقة طرابلس، الدار الجماهيريّة للنشر والتوزيع والإعلان، مصراتة،1988، ص52.

5 -Abdulsalami Ahmed Ibrahim, Using Remote Sensing Technique (NDVI) for Monitoring Vegetation, The 3rd International Conference on Water Resources and Arid Environments (2008) and the 1st Arab Water Forum.

6-S. Ahmad, A. Taufik, Classification of Landsat 8 Satellite Data Using NDVI Thresholds, ISSN: 2180 – 1843 e-ISSN: 2289-8131 Vol. 8 No. 4. January 2016, P.37.

7- الهادي عبد الله الشكل، تعيين تركيز الأملاح الذائبة للمياه الجوفيّة بمنطقة الزاوية، مجلّة العلوم والتقنية، العدد 12، كلية التقنية الهندسيّة، طرابلس، أكتوبر،2014، ص8.