مجلة العلوم الطبيعية
والحياتية والتطبيقية
العدد الثالث – المجلد الأول
أكتوبر 2017
ISSN: 2518-5780

المجلة العربية للعلوم و نشر الأبحاث
Arab Journal of Sciences & Research Publishing
AJSRP

مراقبة وتقييم المناظر الطبيعية في سِرْت (ليبيا)

حسين أحمد المحمد[1] بدرية محمد عمر بكر حبيب[2]

1 قسم الجغرافية || الكلية السابعة || جامعة غيسن || ألمانيا.

2 قسم الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية || كلية الآداب || جامعة الإمام عبد الرحمن بن فيصل || الدمام || المملكة العربية السعودية

الملخص: إن تغير الظروف الإيكولوجية والاجتماعية والاقتصادية يجعل تدهور الأراضي، مصدر قلقٍ كبيرٍ في منطقة البحر المتوسط. يهدف هذا البحث إلى دراسة الأنماط المكانيَّة والزّمانية لديناميكيّات الغطاء الأرضي، وتحديد معدل واتجاه هذه لديناميكيّات في محافظة سرت (ليبيا)، ومراقبة التَّصحُّر وتقييمه فيها اعتماداً على تقنيَّة الاستشعار عن بعد، ونُظُم المعلومات الجغرافيَّة، من خلال استخدام مُنتَجي الغطاء الأرضي(**MCD12Q1**) لعام 2001 و2014، وقيم مؤشِّر **NDVI (MOD13A3)** من بيانات **MODID/TERRA** من سنة 2001- وحتَّى 2014 وكذلك وبيانات الهطول **TRMM** الأمطار للفترة 2001-2014. وقد أظهرت النتائج انخفاضاً في الكثبان الرَّملية الثَّابتة، والكثبان الرَّملية الشبه ثابتة بمعدل تغيير قدره 15.66 و 116.37 كم 2 في السَّنة على التَّوالي، إلَّا أنه لا يوجد للاتجاه أي دلالةٍ إحصائيَّة. وفي الوقت نفسه ازداد الغطاء النباتي بمعدل زيادة 112 كم 2 في السَّنة وبدون دلالة إحصائيَّة كذلك. كما أظهرت النتائج أنَّه لا يوجد اتجاه ذو دلالةٍ إحصائيَّةٍ لتراجع التَّصحُّر، إذ انخفضت مناطق التَّصحُّر الشَّديدة والمتوسطة بنحو (25٪) خلال فترة الدِّراسة. وبناء عليه فلا يزال من الضَّروريِّ مواصلة رصد وتقييم الأراضي المُتصحِّرة باستخدام الاستشعار عن بعد ولفترات طويلة الأجل، إضافة إلى إدارة البيئات الهشة في المنطقة حتى نتمكن من تحديد التغيرات في ديناميكية الغطاء النباتي.

الكلمات المفتاحية: المناظر الطبيعية، التصحر، الاستشعار عن بعد، سرت، ليبيا.

1. مقدِّمة:

تُعدُّ مراقبة حدود التدهور الأراضي والتصحر من الظَّواهر المُهمَّة التي يجب دراستها، ومعرفة تأثيراتها السَّلبية على البيئة في المناطق الجافَّة وشبه الجافَّة في المنطقة العربيَّة، وذلك في سبيل تجنُّب مخاطرها الكبيرة على المراعي والأراضي الزِّراعية والمنشآت المدنيَّة وطرق المواصلات[1].

تتَّصف المنطقة العربية عموماً وليبيا خصوصاً بمناخها الجاف منذ 5000 عام وحتَّى الآن، وبظروفها المناخيَّة غير الملائمة بشكلٍ عام، وبمحدوديَّة مواردها الطَّبيعيَّة بما في ذلك المياه والتُّربة والغطاء النَّباتي، كما تعدُّ مستويات شحّ المياه فيها من بين المستويات الأعلى في العالم [3,2]. إذ أنَّ معدَّلات الهطول فيها منخفضة، وغير منتظمة، وعاصفيَّة، كما يتميَّز مناخها باتِّساع المدى الحراري اليومي والسَّنوي، وبحدوث موجات حر شديدة، وحالات جفاف متكررة، ممَّا يجعلها عرضة لظاهرة التَّصحُّر[2]. ويُشير التَّوزع النِّسبي لأراضي ليبيا إلى أنَّ 98% من أراضيها تتَّصف بمعدَّل هطولٍ مطريٍّ سنويٍّ يقلُّ عن 400 مم، ومعظمها مهدَّدةٌ بالتَّصحُّر حيث وصلت نسبة الأراضي المتأثِّرة بالتَّصحُّر 78%[4] وذلك بفعل أشكالٍ وأسبابٍ مختلفة تتمثَّل بزيادة التَّعرية الرِّيحيَّة والمائيَّة، وازدياد مساحات المناطق المتأثِّرة بالأملاح، وتدهور الغطاء النَّباتي، وظهور الكثبان الرملية واتِّساع رقعتها والتي تُعتَبر الوجه المتقدِّم للتَّصحُّر، بالإضافة إلى النمو السكاني السريع وارتفاع معدل الاستهلاك والاستخدام السيء للغطاء النباتي وتحويل أراضي المراعي إلى أراضي زراعية أو مناطق سكنية وصناعية والرعي الجائر[5,3].

تُعتَبر مراقبة وتقييم المناظر الطبيعية جزء من الفعاليات والأنشطة المُتَّبعة لمعالجة التَّصحُّر والحدُّ من أثاره السَّلبية. يتصدر هذه الأنشطة رصد المناطق المعرَّضة للتَّغيرات في الغطاء النَّباتي وتقدير مدى تدهور الأراضي[3]، لما لتلك الظَّواهر من منعكساتٍ سلبيةٍ على النُّظم البيئيَّة والموارد الطَّبيعية واستقرار السُّكان. تتطلب مراقبة التَّصحر وتقييمه باستخدام الطُّرق الحقليَّة الكثير من الوقت والجهد والمال، إضافةً إلى صعوبة تغطية محافظةٍ بأكملها[7,6]..

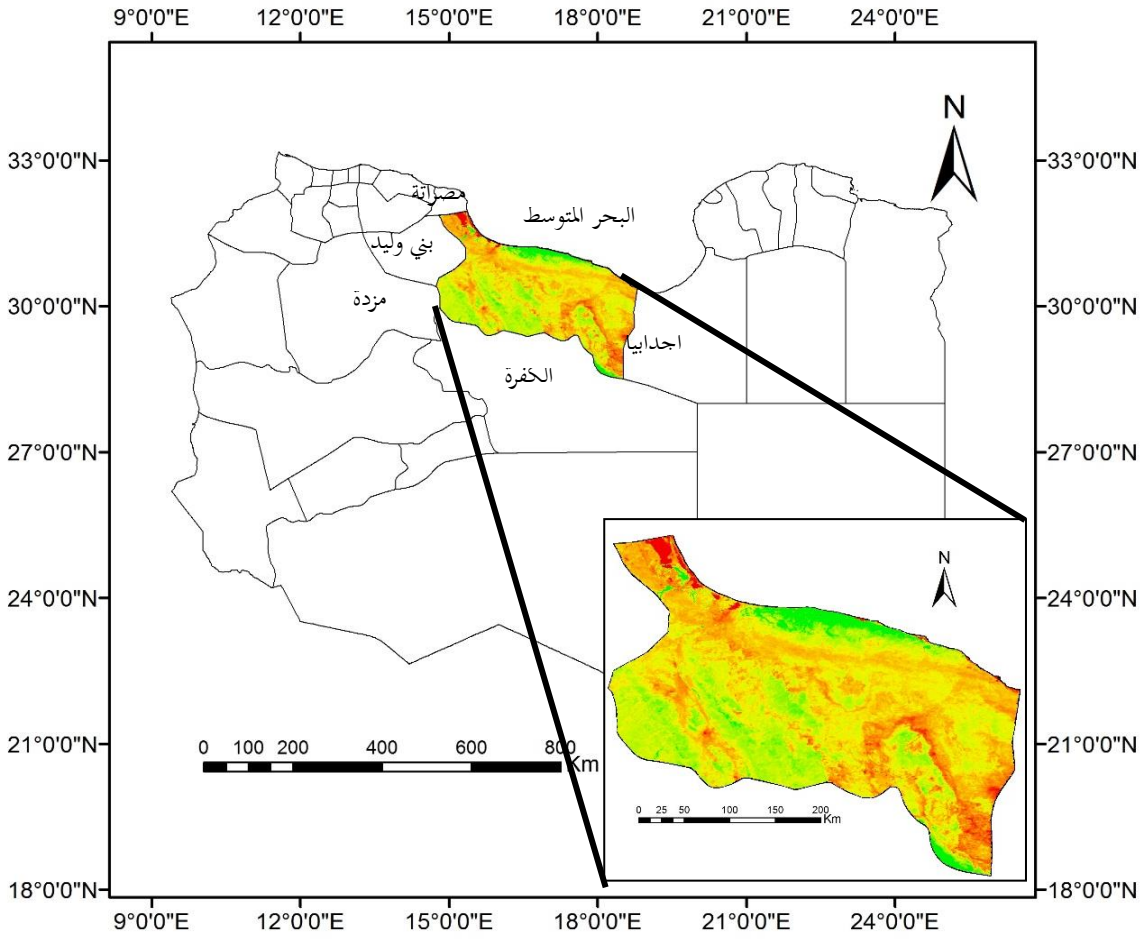
يُستخدم دليل الاختلافات الخضريَّة الطَّبيعيَّة (Normalized Differences Vegetation Index (NDVI) لتحديد التَّغيُّر في الكتلة الحيويَّة، ولتحديد وتقييم حالة التَّصحر عن طريق قياس الأشعَّة الطَّيفيَّة المنعكسة والنَّاجمة عن التَّفاعل بين النَّباتات والأشعة السَّاقطة عليها ضمن الأشعَّة تحت الحمراء القريبة والأشعَّة المرئيَّة الحمراء. وقد أشارت دراساتٌ منها:Jensen (2001)[8] وShrestha وZink (2001)[9] وLung Lin وزملاؤه [10] (2006) و-El Tantawi (2005) [11]وElhadi وزملاؤه (2009[12] والعلي وزملاؤه (2010)[1] وخيرو وزملاؤه (2012)[13] إلى أهميَّة وإمكانيَّة الاستفادة من حساب قيم دليل الاختلافات الخضريَّة الطَّبيعي في دراسة حالة التَّصحُّر ضمن أطوال موجيَّة مختلفة. وعلى صعيد المنطقة العربيَّة فقد أُجريَت العديد من الدِّراسات عن التَّصحُّر من خلال المنظَّمة العربيَّة للتَّنمية الزِّراعيَّة، والمركز العربي لدراسة الأراضي الجافَّة والقاحلة (أكساد) وذلك بهدف رصد تغيُّرات الغطاء النَّباتيّ وبخاصَّةٍ في مناطق المراعي، في سبيل كشف المناطق المتدهورة وتحديدها بغرض تطويرها وتحسينها وإدارتها[3,14].

يهدف هذا البحث إلى مراقبة وتقييم المناظر الطبيعية والتصحر في محافظة سِرت (ليبيا)، من خلال تقنيَّة الاستشعار عن بُعد ممثَّلةً بمؤشِّر NDVI، ونظم المعلومات الجغرافيَّة خلال الفترة 2014/2013-2001/2000، كما يهدف إلى اكتشاف منحى أو اتِّجاه انتشار ظاهرة التَّصحر وحدود الصَّحراء.

2.منطقة البحث:

تقع منطقة البحث (سِرت) في وسط شمال ليبيا، بين درجتي عرض ("0.75 '30 280-"59 '56 310) شمال خطِّ الاستواء، وخطَّي طول ("5.1 '47 140-"45 '47 180) شرق غرينتش، وتبلغ مساحتها (75363 كم2) تقريباً. يحدُّها من الشَّمال البحر المتوسِّط، ومن الشَّرق اجدابيا، ومن الجنوب الكفرة، ومن الغرب مصراتة وبني وليد ومزدة (الشَّكل 1).

تقع سِرت وفقاً لتصنيف آمبرجيه ضمن المناخ شبه الجاف الحار، والمناخ الجاف الدَّافئ[15]. ويبلغ متوسِّط درجات الحرارة فيها 20.5 درجة مئويَّة، والمدى الحراري السَّنوي 9 مئوية. كما ويحدث الهطل فيها ابتداءً من شهر تشرين الأوَّل(أكتوبر) ولغاية أيَّار(مايو)، ويبلغ ذروته في أشهر الشِّتاء، بينما تتناقص كميَّته من الشَّمال إلى الجنوب ومن الغرب إلى الشَّرق، حيث يتراوح معدل الهطل ما بين 50-200 ملم/السَّنة[11].



الشكل (1): موقع منطقة البحث سرت من ليبيا. المصدر: إعداد الباحثين

3.البيانات وطريقة البحث:

1.3 البيانات:

تمَّ الاعتماد في هذا البحث على بيانات المُستشعر (MODIS) Moderate Resolution Imaging Spectro radiometer المحمول على قمر Terra. تُعتبر هذه البيانات ذات أهميَّة كبيرة في الدِّراسات البيئيَّة والمناخيَّة لِمَا لها من قدرةٍ على التَّغطية العالية والمتنوّعة، حيث تُغطِّي صورها معظم مناطق العالم يوميَّاً. تُحملُ هذه المستشعرات محمولة على قمرين الأوَّل: Terraالذي أُطلق في 18 ديسمبر 1999، والثَّاني:Aqua الذي أُطلق في 4 أيَّار (مايو) 2002. تُقدِّم هذه المُستشعرات بنوعيها بياناتٍ ذات قدرة تمييزٍ عالية ومتنوعة، إذ تبلغ قدرة تمييزها المكانيَّة: 250م و500م و1000م، فتُعدُّ بذلك ذات أعلى قدرة تمييزٍ مقارنةً مع مستشعرات أقمار نوا المتعدِّدة NOAA (AVHRR, ATOVIS). تُغطي مستشعرات MODIS اليابسة والماء، وتمتلك 36 قناة طيفيَّة تتراوح ما بين 0.4 um و14.38 um، وتمتدُّ من المجال المرئيّ وحتى الأشعة تحت الحمراء الحراريَّة[13].

صدرت مؤخَّراً الكثير من منتجات MODIS ، ومن هذه المنتجات دليل الاختلافات الخضريَّة الطَّبيعيَّة NDVI (Normalized Differences Vegetation Index). يُعطي مؤشِّر NDVI معلوماتٍ موثوقةٍ عن ديناميكيَّة الغطاء النَّباتي

لأنَّه الأقلُّ تأثُّراً بزاوية ارتفاع الشَّمس وبإضاءتها، لذلك تمَّ استخدام قرينة NDVI لرصد مناطق الصَّحراء، والتَّحقق من ديناميكيَّة التَّوزع المكاني للغطاء الأخضر في منطقة البحث. ويتمُّ حساب مؤشر (NDVI) وفقاً للمعادلة الآتية :[16]

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

حيث أن NIR: قيمة انعكاس الأشعَّة تحت الحمراء القريبة، R : قيمة انعكاس الأشعَّة المرئيَّة الحمراء.

تمثل الصورة الناتجة عن حساب معادلة قرينة التغيرات النباتية (NDVI) انتشار وتوزع الغطاء النباتي، وتتناسب كثافة الغطاء النباتي وحيويته طرداً مع قيمة (NDVI) وذلك لأنه تتناسب الأشعة تحت الحمراء القريبة المنعكسة طرداً مع المحتوى المائي وحجم الخلايا النباتية بينما تكون العلاقة عكسية مع الأشعة الحمراء بسبب زيادة الامتصاص من قبل اليخضور (Chlorophyll) بعملية التمثيل الضوئي.

تتدرج قيمة (NDVI) من /-1/ إلى /+1/، وتكون الكثافة النباتية مرتفعة إذا كانت قيمة القرينة أكبر من /0.4/، ومتوسطة /0.2-0.4/، ومنخفضة /0.1-0.2/ أما القيمة أصغر من /0.1/ فتدل على الترب الجرداء، وأصغر من /0.001/ تدل على الغيوم.

استُخدم في هذا البحث بيانات NDVI من نموذج (MOD13A3 of Terra)، وهي بياناتٌ شهريَّةٌ ذات قدرة تمييزها المكانيّة (1 كم). بهدف مراقبة وتقييم التَّصحُّر في سرت، فقد تمَّ اقتطاع منطقة البحث من لوحتين:

الأولى: تشمل شمال ليبيا، وأجزاء من البحر المتوسِّط، وأوربا.

والثَّانية: تقع إلى جنوبها، وتشمل معظم أجزاء ليبيا، وتونس، ومصر. وقد تمَّ الحصول على قيم مؤشِّر NDVI لمنطقة البحث خلال الفترة الممتدَّة من 2001/2000 وحتَّى 2014/2013 للأشهر الخمسة الآتية من كلِّ سنة: تشرين الثاني (نوفمبر)، وكانون الأول(ديسمبر)، وكانون الثاني (يناير)، وشباط (فبراير)، وآذار(مارس). نظراً لِمَا تتميَّز به هذه الأشهر من كثافةٍ في الغطاء النَّباتيّ.

كما استُخدم في هذا البحث نموذج الغطاء الأرضي (MCD12Q1) بقدرة تمييزٍ مكانيَّةٍ 500م لرصد تغيُّر الغطاء الأرضي لكلٍّ من الأعوام 2001، و2014.

- واستخدم كذلك بيانات الهطل (TRMM)[1] The Tropical Rainfall Measuring Mission وهي بيانات شهرية بقدرة تمييز مكانية 0.25 ° X 0.25° وهي من عام 1998 حتى 2016. وتم اقتطاع البيانات وفقاً لمنطقة البحث من عام 2001 حتى 2014.

2.3 طريقة البحث:

يعتمد هذا البحث على المنهج التحليلي والذي يعتمد على تحليل صور الأقمار الصناعية بالإضافة إلى المنهج الإحصائي. فبعد الحصول على البيانات، تمَّ تحويل النِّظام الكارتوغرافيّ للصُّور الفضائيَّة من مسقط مستوي إلى مسقط إسناد آخر، هو: مسقط ميركاتور المعترض العالمي Universal Transverse Mercator (UTM)، وذلك بحسب النِّطاق المخصَّص لمنطقة البحث، وهو: (WGS_1984_UTM_Zone_30N).

لقد تمّ اتباع المراحل الآتية من أجل تقييم ومراقبة التَّصحُّر استناداً إلى بيانات NDVI:

دراسة تغيُّر الغطاء الأرضي خلال أعوام 2001، و2014.

[1] تعد TRMM أول قمر صناعي أطلق لقياس الهطل بأنواعه المختلفة، وهو نتاج تعاون بحثي بين الولايات المتحدة (NASA) واليابان National Space Development Agency (NASDA) ، حيث أن موضوعها الأساسي هو تقدير رأسي لصافي الحرارة المنطلقة من تكاثف بخار الماء في الغلاف الجوي Condensation of water vapor in atmosphere وبخاصة منطقة التجمع بين المدارية Inter tropical convergence zone (ITCZ)

تقدير الحدِّ الفاصل بين أراضي السُّهوب الصَّحراويَّة، والأراضي العشبيَّة.

تُشير الدِّراسات السَّابقة إلى أنَّ التَّغيُّرات الموسميَّة لمؤشِّر الغطاء النَّباتي NDVI ذات صلةٍ بالتَّغيرات الفيزيولوجيَّة له، لذا اعتُمد عليه لرصد التوزيع الفيزيولوجي، ومكانيَّة الغطاء النَّباتي استناداً إلى بيانات الاستشعار عن بعد. لقد أظهرت عدة دراسات منها: الفوال وزملاؤه (2011) [17] وLung Lin وزملاؤه (2006) [10] بأن مؤشِّر NDVI للصَّحراء أو السُّهوب الصَّحراويَّة يكون دائماً أقل من (0.1). وتُعتبَر القيمة 0.1 في هذه المنطقة مفيدةٌ للتَّمييز بين أنواع الغطاء النَّباتي، ومساحات التُّربة غير المزروعة كالأراضي الجرداء والصَّحراء، لذا يجب استخدام الحدِّ الأدنى لتحديد المساحات المُتصحِّرة عن غيرها في المنطقة المدروسة، كما تجدر الإشارة إلى أن قيمة NDVI أقل من 0.1 لا تفترض بأنّ مساحات منطقة البحث قد تحوَّلت إلى صحراء تماماً، بل إنَّها قد مرَّت بظروفٍ مشابهةٍ لظروف الصَّحراء وخصائصها. ووفقاً لذلك تمَّ رصد تغيُّرات الصحراء في سرت واتِّجاه حدودها من 2001/2000 وحتَّى 2014/2013. وقد استُخدمت طريقة المربَّعات الصُّغرى لتحديد الاتِّجاه العام من الدرجة الأولى، كما استُخدِم اختبار(MK^2) Mann-Kendall لتقدير الدّلالة الإحصائيَّة للاتِّجاه العام عند مستوى ثقة 90%.

رصد تغيُّرات التَّصحُّر:

تُؤدِّي عمليات الرَّصد والمراقبة دوراً مهمَّاً في تحديد حالة التَّصحُّر، ومعرفة درجة خطورته، وذلك في سبيل اتِّخاذ الإجراءات اللَّازمة لمكافحته. وقد تمَّ تصنيف قيم المؤشِّر NDVI لتحديد درجات التَّصحر وفق الطَّريقة الموصوفة من قِبَلWu وLong (2001)[18] وZhang وزملاؤه (2007)[19] ، وElhadi وزملاؤه (2009)[10] كالآتي:

- قيم NDVI أصغر من 0.079، والتَّغطية النَّباتية أقل من 15%، وتنشر في المنطقة الكثبان الرَّملية المتحرِّكة أو السَّبخات الملحيَّة وبالتَّالي يكون التَّصحُّر شديداً.

- قيم NDVI بين أكبر من 0.079، وأصغر من 0.103، والتَّغطية النَّباتيَّة أقل من 15-30%، وتنشر في المنطقة الأراضي الرَّمليَّة، وقد تنتشر الكثبان الرَّملية نصف المتحرِّكة وبالتالي يكون التَّصحُّر متوسطاً.

- قيم NDVI أكبر من 0.103، وأصغر من 1.38 والتَّغطية النَّباتية أقل من 50%، وتنشر في المنطقة الأراضي الرَّمليَّة الثَّابتة مع غطاءٍ نباتيٍّ مُبعثَر، وبالتَّالي يكون التَّصحُّر ضعيفاً.

وبعد تصنيف قيم NDVI تمَّ رسم خرائط درجات التَّصحُّر، وتحديد الاتِّجاه العام لدرجات التَّصحُّر خلال الثَّلاثة عشر عامٍ الأخيرة من خلال: طريقة المربَّعات الصُّغرى، واختبار،KM لفحص الدَّلالة الإحصائيَّة للاتِّجاه العام. استخدم في هذا البحث لإنتاج الجداول والخرائط برنامج Excel وبرنامج ARCGIS 10.

4. النتائج:

1.4 رصد تغيُّر الغطاء الأرضي:

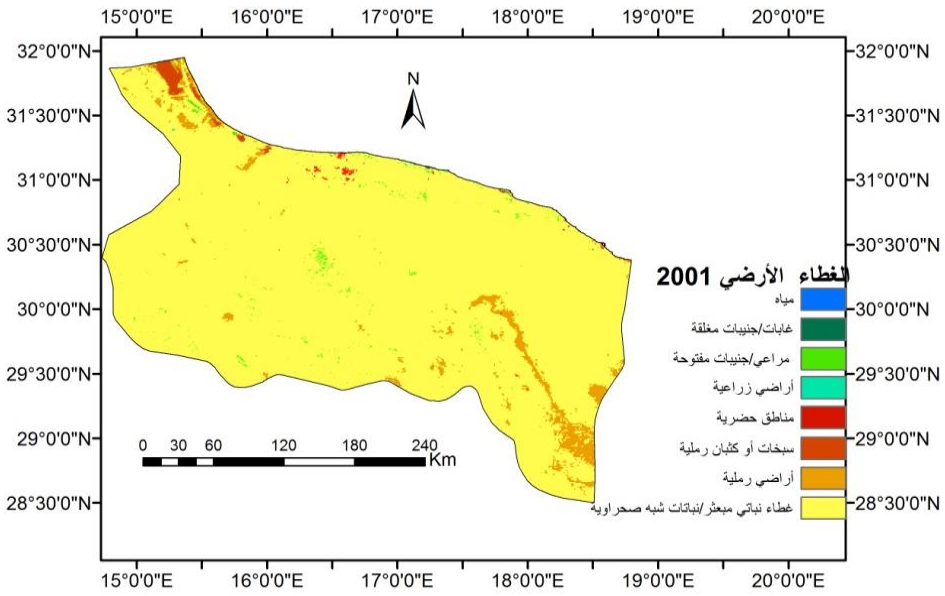
إنَّ مراقبة التَّغيرات الطَّارئة على الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي ضرورية لمواجهة المشاكل الطارئة لهذه الأراضي، وصيانتها، والمحافظة عليها، وتنميتها، واستغلالها الاستغلال الأمثل[17].

تمت دراسة توزع الغطاء الأرضي (Land cover) في منطقة البحث استناداً إلى بيانات MODIS لعامي 2001 و2014 حسب تصنيف International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP).

يُظهر الشَّكل(2 و3) والجدول (1) تغيُّرات الغطاء الأرضي خلال الأعوام 2001-وحتى و2014 في محافظة سِرت، ويتبيَّن منه: أنَّه لا يوجد تغيُّرٌ إيكلوجيٌّ واضحٌ للغطاء الأرضي في معظم أراضيها خلال الثَّلاثة عشر عامٍ الأخيرة بشكلٍ عام،

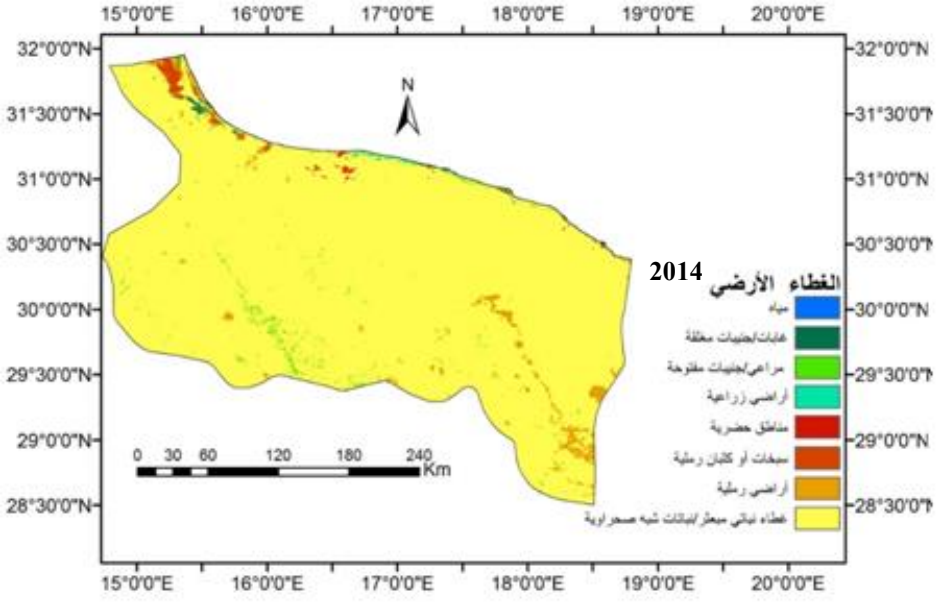
[2] يعتبر اختبار Mann-Kendall من الاختبارات اللامعلميه وتستخدم دون الحاجة إلى عمل افتراضات حول توزيع المجتمع.

وتشكِّل الأراضي التي ينتشر فيها غطاءٌ نباتيٌّ مبعثرٌ/نباتات شبه صحراويَّة/ معظم أراضيها أي: ما يقارب 92% في عام 2001، و95% في 2014.



الشكل (2): الغطاء الأرضي عام 2001

الشكل (2): الغطاء الأرضي عام 2001 استناداً لبيانات (MODIS /Land cover)، ويُلاحَظ من الجدول ازدياد أراضي المراعي في عام 2014 عمَّا كانت عليه في 2001 بمعدَّل 14كم2 /السَّنة، وبالمقابل فقد تراجعت أراضي الكثبان الرَّملية المتحرِّكة بمعدَّل 15كم2/السَّنة، بينما تراجعت أراضي الكثبان الرَّملية النِّصف ثابتة بمعدَّل 116كم2/السَّنة.



الشكل (3): الغطاء الأرضي عام 2014 استناداً لبيانات (MODIS /Land cover).

جدول (1): تغيُّر الغطاء الأرضي بين عامي 2001 و2014:

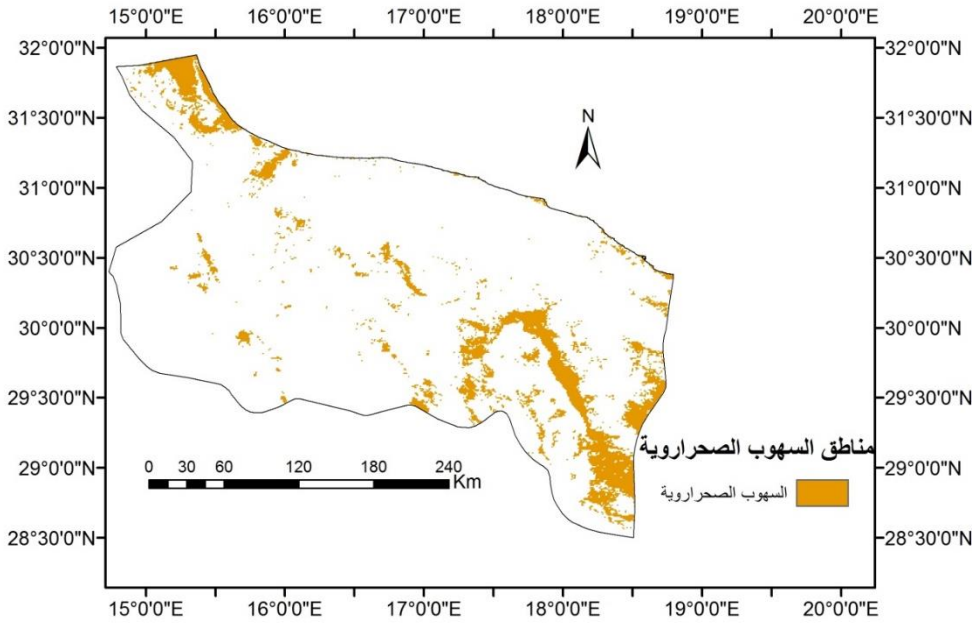
نوع الغطاء النباتي	2001		4201		-4201 2001		معدل التغير كم2/سنة
	كم2	%	كم2	%	كم2	%	
مياه	18.60	0.02	7.08	0.01	11.52	0.02	-1.05
غابات	1.25	0.00	0.30	0.00	0.95	0.00	-0.09
مراعي	473.29	0.63	633.40	0.84	-160.11	-0.21	14.56
أراضي زراعية	12.59	0.02	83.07	0.11	-70.47	-0.09	6.41
مناطق حضرية	129.95	0.17	132.00	0.18	-2.06	0.00	0.19
سبخات أو كثبان رملية ثابتة	465.84	0.63	293.61	0.39	172.23	0.23	-15.66
أرضي رملية (كثبان نصف ثابتة)	3433.10	4.55	2153.01	2.86	1280.09	1.70	-116.37
غطاء نباتي مبعثر	70841.5	93.98	72073.65	95.62	-1232.15	-1.63	112.01
المجموع	75376.12	100	75376.12	100	-	-	-

2.4 التَّبدلات السَّنوية لأراضي السُّهوب الصَّحراويَّة:

تمَّ تمثيل التَّبدلات السَّنوية لأراضي السُّهوب الصَّحراويَّة في الشَّكل(4) والجَّدول (2) من خلال سلسلة بياناتٍ تضمُّ خمسة أشهر من عام 2001/2000 وحتَّى عام 2014/2013. ويتبيَّن من الجدول أنَّ متوسط مساحة السُّهوب الصَّحراويَّة خلال فترة البحث تقدر بـ 7927.6 كم2 أي بما يعادل 10.5% من مساحة سرت، تتوزَّع في جنوب شرق سرت، وفي أقصى شمال غربها، وفي عدَّة أجزاء متناثرة في وسطها. وقد شهدت سنة 2009/2008 أوسع انتشارٍ لمناطق السُّهوب الصَّحراويَّة بمساحةٍ قدرها 10338.06كم2، وتُعدُّ هذه السَّنة من أكثر السَّنوات جفافاً خلال الخمسين سنة الأخيرة في جنوب وشرق البحر المتوسط، بينما تُعَدُّ سنة 2012/2011 أقلَّ السَّنوات انتشاراً لمناطق السُّهوب الصَّحراويَّة بمساحة قدرها 6091.9 كم2، لذا تُعتبَر من السَّنوات الرَّطبة في ليبيا. كما يتبيَّن من الجَّدول أنَّ الاتِّجاه العام لحدود الصَّحراء في تراجعٍ بنسبة قدرها 15% خلال ثلاثة عشر عاماً، إلَّا أنَّ هذا التَّراجع ليس ذو ثقةٍ أو دلالة وفقاً لاختبار Mann-Kedall حيث سجَّل الاختبار قيمة 67% فقط.

جدول(2): مناطق السهوب الصحراوية والاتجاه العام لها.

المساحة(كم2)	نسبتها من المساحة الكلية %	الاتجاه العام(كم2)	الاتجاه العام(%)	درجة الثقة MK (%)
7927.58	10.5	-1207	-15.2	67



الشَّكل (4) الأنماط المكانيَّة لحدود السُّهوب الصَّحراويَّة من عام 2001/2000 حتى 2014/2013.

تُعتَبَر معايير التَّصحُّر توصيفاً للعمليات المسؤولة عن حدوث التَّصحُّر، وتحديد درجاته والمناطق الأشد تضرُّراً به أو تعرُّضاً له، كما تُمكِّن الجهات المعنيَّة من ترتيب الأولويات في معالجة المشاكل النَّاجمة عنه، ووضع استراتيجياتٍ لمكافحتة وإعادة تأهيل الأراضي المتدهورة[3].

لقد تمَّ تحديد درجات التَّصحُّر استناداً لقيم مؤشِّر NDVI لمدة خمسة أشهر (تشرين الثاني (نوفمبر)، وكانون الأول(ديسمبر)، وكانون الثاني (يناير)، وشباط (فبراير)، وآذار(مارس)) من عام 2001/2000 حتَّى 2014/2013، وقد أظهرت نتائج هذا البحث أنَّ التَّصحُّر في محافظة سِرت بلغ في درجاته المختلفة 74.5 %، وهي نسبةٌ قريبةٌ من التي وجدها Lal (2002) في عموم ليبيا، حيث بلغت 78.1%. وتعود أسباب التصحر إلى أسباب طبيعية وبشرية تتمثَّل في زيادة التَّعرية الرِّيحيَّة والمائيَّة وتدهور الغطاء النباتي والنمو السكاني السريع وارتفاع معدل الاستهلاك والاستخدام السئ للغطاء النباتي وتحويل أراضي المراعي إلى أراضي زراعية والرعي الجائر[3].

تمَّ تقسيم التَّصحُّر إلى درجاتٍ كما ذُكِر سابقاً في فقرة طريقة البحث وفق الآتي:

التَّصحُّر الشَّديد: يظهر في الشَّكل (5) بلونٍ بنيٍّ غامق، وتنتشر في المنطقة الكثبان الرَّملية المتحرِّكة أو السَّبخات، وتصل التَّغطية النَّباتية فيها إلى 15% فقط على شكل أعشابٍ مبعثرة، وتغطِّي الكثبان الرَّملية 50-70% من مجموع الأراضي الرَّملية. تتميَّز المنطقة بالانجراف الرِّيحي الواسع الانتشار. وقد وصل متوسط مساحة هذه المنطقة خلال سنوات البحث إلى 433.7 كم2 أي ما يعادل 0.6% من مساحة سِرت. والاتجاه العام للتَّصحُّر الشَّديد في تناقصٍ بمعدل 27 % ، إلَّا أنَّه لا يوجد أيُّ دلالةٍ إحصائيَّة لهذا التَّناقص وفقاً لاختبار MK عند مستوى ثقة 90% حيث وصلت درجة الثِّقة إلى 60% (الجدول 3).

التَّصحُّر المتوسط: يظهر في الشَّكل (5) بلونٍ بنيٍّ فاتح، وتنتشر في المنطقة الكثبان الرَّمليَّة نصف المتحرِّكة، وتصل التَّغطية النَّباتيَّة فيها إلى 15-30%، وتغطِّي الكثبان الرَّمليَّة نصف المتحركة 30-70% من مجموع الأراضي الرَّملية. تتميز المنطقة بظهور بقعٍ ينتشر فيها الانجراف الرِّيحي حيث تآكلت فيها المراعي والأراضي الزِّراعيَّة. وقد وصل

متوسط مساحة هذه المنطقة خلال سنوات البحث إلى 2433.8 كم2، أي: ما يُعادِل 3.2 % من مساحة سِرت. وقد أظهرت نتائج الاتِّجاه العام أنَّ هناك تناقصاً في معدَّل التَّصحُّر المتوسِّط بمقدار 25%، لكن بدون دلالةٍ إحصائية (الجدول 3).

التَّصحُّر الضَّعيف: يظهر في الشَّكل (5) بلونٍ بنيٍّ أصفر، أراضيه مغطَّاةٌ بالرِّمال الثَّابتة والنَّباتات، تصل التَّغطية النَّباتيَّة فيه إلى 30-50%. تشغل هذه الدَّرجة من التَّصحُّر أكثر من 70 % من مساحة سِرت. وقد تناقصت مساحتها بنسبةٍ قليلةٍ مقارنةً بالدَّرجتين السَّابقتين بمقدار 1.7% فقط (الجدول3)، وبدون أيِّ دلالةٍ إحصائيَّة.

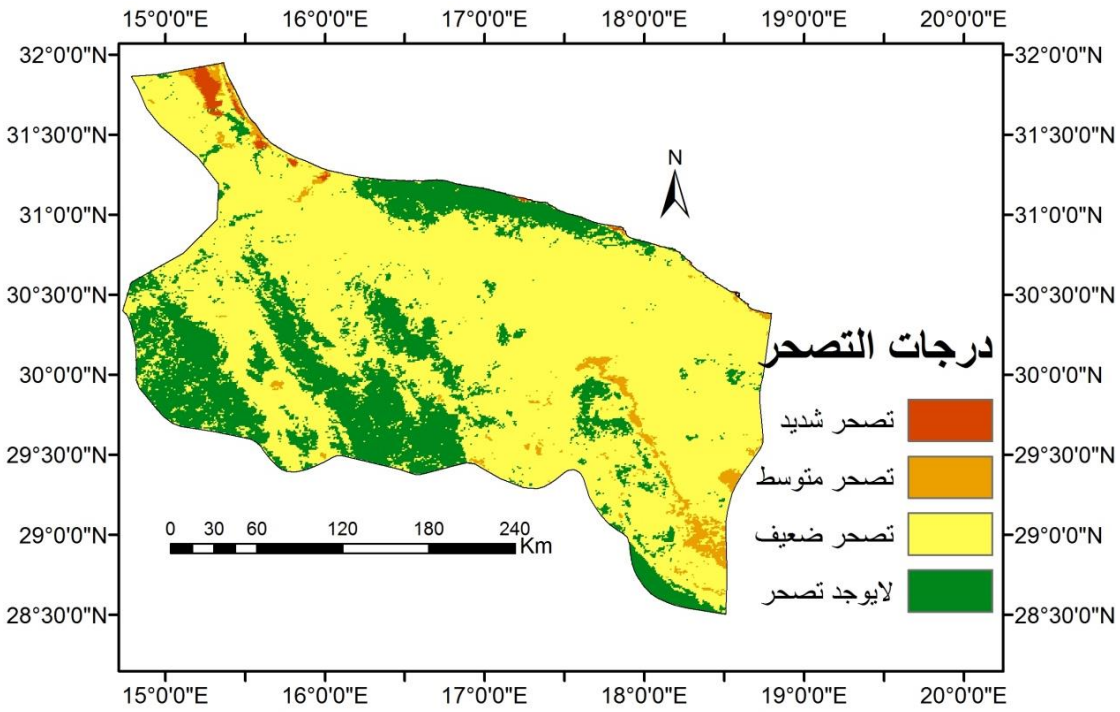
الأراضي غير المتأثرة بالتَّصحُّر: تظهر في الشَّكل (5) بلونٍ أخضر وفي هذه المنطقة لا تظهر أيُّ بقعٍ للكثبان الرَّمليَّة المتحرِّكة، وتصل التَّغطية النَّباتية فيها إلى أكثر من 50%. وتبلغ مساحتها 19202.4كم2 (25.5%). إنَّ التَّناقص الحاصل في درجات التَّصحُّر السَّابقة أدَّى بالضَّرورة إلى تزايد مساحات الأراضي غير المتأثرة بالتَّصحُّر، حيث تزايد الاتِّجاه العام بمقدار 7.2%، وبدون أيِّ دلالةٍ إحصائيَّةٍ أيضاً.

جدول (3): درجات التَّصحُّر، والاتِّجاه العام للتَّصحُّر للفترة 2001/2000-2014/2013:

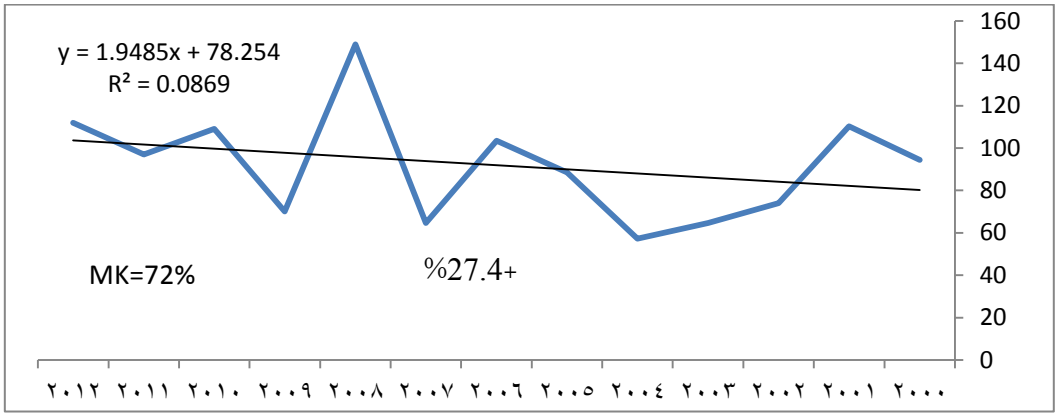
درجات التصحر	المساحة(كم2)	النسبة(%)	الاتجاه العام (كم2)	الاتجاه العام (%)	درجة الثقة MK (%)
تصحر شديد	433.7	0.6	-120.0	-27.7	60.7
تصحر متوسط	2433.8	3.2	-620.6	-25.5	77.8
تصحر خفيف	53306.6	70.7	-929.4	-1.7	37.5
لا يوجد تصحر	19202.4	25.5	1385.7	7.2	53.6
المجموع	75376.5	100.0	-	-	-

نستنتج ممَّاسبق: ميل المناطق المُتصحِّرة في سِرت للاستقرار- ويعدُّ هذا مؤشِّراً جيِّداً- ، كما أنَّ التَّصحُّر في سِرت يرتبط بالأسباب الطَّبيعيَّة ممثلة بتذبذب الهطل ونوبات الجفاف مما يؤدي إلى التعرية الريحية والمائية في المنطقة[19] ، بالإضافة الأسباب البشرية ممثلة بالنمو السكاني السريع وارتفاع معدل الاستهلاك والاستخدام السيء للغطاء النباتي وتحويل أراضي المراعي إلى أراضي زراعية أو مناطق سكنية وصناعية والرعي الجائر[3,5] وخاصة حول مدينة سرت في شمال غرب محافظة سرت. وعلى العموم تبقى الأسباب الطبيعية هي الأكثر تأثيراً في المنطقة نظراً للكثافة المنخفضة للسُّكان في المحافظة مما يجعل التأثيرات البشرية فيها محدودة نسبياً.

فلدى تحليل الاتِّجاه العام للهطل خلال سنوات البحث تبيَّن أنَّه في تزايدٍ بنسبة 27% في عموم سِرت، إلَّا أنَّ هذا التَّزايد ليس له أيِّ دلالةٍ إحصائيَّة ونسبة التزايد هذه قريبة من نسبة التي كان يتناقص بها التصحر (الشكل 6).



الشكل(5): مناطق انتشار التصحر وفقاً لدرجاته خلال الفترة 2014/2013-2001/2000.



الشكل(6): الاتجاه العام للهطل في محافظة سرت من 2000 حتى 2012 استناداً لبيانات TRIMM.

وعلى اعتبار أنَّ سِرت من المناطق الهامشيَّة ذات الموارد المحدودة، وأنَّها عُرضَةٌ للتَّقلُّبات المناخيَّة، فإنه من الواجب استغلال مواردها استغلالاً متوازناً، لأنَّ أيَّ استغلالٍ غير متوازنٍ يُحدِثُ نقصاً في الموارد البيئيَّة، وقد لا يمكن تعويض هذا النَّقص على المدى القريب، بسبب ضعف عمليَّة التَّعويض، وبطء العمليَّة الحيويَّة، ممَّا يؤدِّي إلى زيادة مساحة الأراضي المُتصحِّرة، وإحداث خللٍ في التَّوازن البيئيّ.

5. الاستنتاجات والتَّوصيات:

تُشير نتائج البحث: إلى عدم حدوث تغيُّرٍ كبيرٍ في الغطاء الأرضيّ لسرت خلال الثَّلاثة عشر عامٍ الأخيرة، وبأنَّ أغلب المناطق المُتصحِّرة أو ذات الظروف الصحراوية فيها مستقرَّةٌ تقريباً وبنسبةٍ تُقدَّر بـ 74% من أراضيها، وبالرَّغم من أنَّها شهدت تناقصاً في مساحتها إلَّا أنَّه تناقصٌ ليس ذو دلالة معنوية. كما تبيَّن أنَّ التَّصحُّر في سرت يرتبط بالأسباب الطَّبيعيَّة بالدرجة الأولى - تذبذب الهَطل ونوبات الجفاف – وبالأسباب البشريَّة بالدرجة الثانية ممثّلة بالاستخدام السيء للغطاء النباتي والرعي الجائر للمراعي وتحويل أراضي المراعي إلى أراضي زراعية أو مناطق سكنية وصناعية. كما تبيّن أنَّ الهَطل خلال فترة البحث تزايد في سِرت بنسبة 20% بدون دلالة معنوية ممَّا أدَّى إلى تراجعٍ طفيفٍ للمناطق المُتصحِّرة. وقد استُخدِم في هذا البحث بيانات NDVI لفترة ثلاثة عشرة عامٍ الأخيرة، بينما تتمُّ دراسة تطوُّر الغطاء النَّباتيّ عادةً لفترةٍ تُقَدَّرُ بثلاثين عاماً، لذا يجب أخذ نتائج هذا البحث بحذرٍ في صنع السِّياسة، وإعادة النِّظام البيئيّ، والمراقبة البيئيَّة. كما أنَّ استخدام صور الأقمار الصِّناعيَّة من: NOAA، AVHRR، وTERRA،MODIS ، ودمجها مع بعضها سيساعد في فهم تغيُّراتٍ طويلة المدى للتَّصحُّر في سِرت، وفي معرفة التَّوزيعات الفعليَّة للمناطق المُتصحِّرة والمناطق الأكثر حساسيَّةً للتَّصحُّر، وبالتَّالي وضع السِّياسات المناسبة لها.

قائمة المراجع والمصادر:

1. العلي، جميل ؛ ذياب، علي، السَّعدي، قاسم، تحديد مناطق التَّصحُّر باستخدام تقنيَّة الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافيَّة في محافظة المثنى. *مجلة أوروك للأبحاث العلميَّة*، المجلد3 العدد**3**، (2010).
2. القصّاص، عبد الفتاح ،. التَّصحُّر، تدهور الأراضي في المناطق الجافَّة ، *سلسلة عالم المعرفة*، العدد **242**، ص 179، (1999).
3. أكساد، *قضايا التَّصحُّر وتدهور الأراضي في الوطن العربي*، المركز العربي لدراسات المناطق الجافَّة والأراضي القاحلة، دمشق، ص 106 (2010).
4. Lal, R. Potential of Desertification Control to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect. *Clim. Change* **51,** 35–72 (2001).
5. أكساد، *حالة التَّصحُّر في الوطن العربي (دراسة محدثة)*، المركز العربي لدراسات المناطق الجافَّة والأراضي القاحلة، دمشق، (2004)
6. EL-Hag, M. M. 1989. Study of desertification based on Landsat imagery (North-Kordofan, Sudan), Ph. D. Thesis, state University of Ghent, Belgium, (1989).
7. شلال، جاسم؛ الحسن، عبَّاس؛ جاسم، عبد الكريم. *استخدام دليل الاختلافات الخضريَّة الطَّبيعي (NDVI) في تحديد وتقييم حالة التدهور للغطاء النباتي في منطقة جبل سنجار/ محافظة نينوى*، ندوة دوليَّة في الاستشعار عن بعد والنُّظم الرَّافدة، الصَّبورة، دمشق، (2006).
8. Jensen, P. L., & Heute, A. R. Assessment of spectral vegetation indices for riparian vegetation in the Colorado River delta. Mexico, *J. of Arid Environment*, **49**(1) 91–110 (2001).
9. Shrestha, D. P. & Zink, J. A. 2001. Land use classification in mountainous area: integration of image processing, digital elevation date and field knowledge an application in Nepal. ITC. Enscheds. Netherlands, 1–14 (2001)

10. Lung Lin M., Ming, C., Chu, J., Shih, Q., Wang, C., Chen, S., Wang, Y. & Lee, Y. Assessment and monitoring of desertification using satellite imagery of MODIS in East Asia. *Agriculture and Hydrology Applications of Remote Sensing, 6411*, 1-9 (2006).
11. El-Tantawi, A. M. *Climate Change in Libya and Desertification of Jifara Plain Using Geographical Information System and Remote Sensing Techniques*. Johannes Gutenberg-University in Mainz. Germany (2005).
12. Elhadi, E. M., Nagi, Z. & Hu, G. Landscape Change and Sandy Desertification Monitoring and Assessment. *American Journal of Environmental Sciences* **5,** 633–638 (2009).
13. خيرو، عائدة؛ المحمَّد، حسين؛ المحمَّد، سليمان، تقييم ومراقبة التَّصحُّر باستخدام صور التَّابع الصَّنعي موديس/ تيرا في ناحية الخفسة، *مجلة جامعة حلب، سلسلة الآداب والعلوم الإنسانيَّة*، العدد **85**، 37-50 (2012).
14. المنظَّمة العربيَّة للتَّنمية الزِّراعية، *دراسة حول مؤشِّرات رصد التَّصحُّر في الوطن العربي*، الخرطوم، ص 126 (2003).
15. زكري، يوسف، *مناخ ليبيا، دراسة تطبيقيَّة لأنماط المناخ الفسيولوجي*، أطروحة دكتوراه جامعة منتوري، قسنطينة، الجزائر، (2005).
16. Kundu, A. & D. Dutta. 2010. Monitoring desertification risk through climate change and human interference using Remote sensing and GIS techniques. *International journal of geomatics and geociences*, **2 (1),** 21-33 (2010).
17. الفوَّال، أسماء، عيد، صفيَّة؛ رقية، محمد، 2011. علاقة قرينة التَّغيرات النَّباتيَّة (NDVI) بكمية الهَطْل المطري في بعض محطَّات المنطقة الوسطى والشَّماليَّة الغربيَّة من سوريَّة. *مجلة بحوث جامعة دمشق، سلسلة الآداب والعلوم الإنسانيَّة*، العدد **12**، 72-95 (2011).
18. Wu, B.; Ci, L.J. Landscape change and desertification development in the Mu Us Sandland, northern China. *J. Arid Environ.* **2002**, *50*, 429–444.7
19. Ali Saad, Ali Manour, Mohd Shariff, Noresah, Gairola, S. (2011). Nature and causes of land degradation and desertification in Libya: Need for sustainable land management. *African Journal of Biotechnology*, *10*(63), 13680–13687.

Abstract:

Changing ecological and socio-economic circumstances make land degradation a major concern in Mediterranean area. The objectives were to examine the spatiotemporal patterns of land use/cover dynamics and quantify the rate and direction of these dynamics in Sirte, Libya. Remotely sensed data including Land cover (MCD12Q1), MODIS NDVI (MOD13A3) for 2001-2014 and TRIMM precipitation data for 2001-2014 were interpreted. The results showed no significant trend; but a decrease in sand dunes and semi-fixed sand dunes with a change rate of 15.66 and 116.37 $km^2\ year^{-1}$, respectively, in the meantime the vegetation cover has increased with an increasing rate of 112 $km^2\ year^{-1}$. The results also showed that the high-, and medium degree desertification area has decreased by about (25 %) but showed no significant changes. However, land desertification monitoring and Assessment using remote sensing still needs to be continued and also refined for the purpose of long-term monitoring and the management of fragile environments in the area.

Keywords: Landscape, desertification, remote sensing, Sirte, Libya