دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	مراقبة وتقييم التصحر في سرت باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد
المصدر:	أعمال الملتقى الجغرافي الرابع عشر - جغرافية خليج سرت وإمكانياته التنموية
الناشر:	جامعة سرت - كلية الآداب - قسم الجغرافيا والجمعية الجغرافية الليبية
المؤلف الرئيسي:	المحمد، حسين
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2013
مكان انعقاد المؤتمر:	جامعة سرت - ليبيا
رقم المؤتمر:	الرابع عشر
الهيئة المسؤولة:	الجامعة الأسمرية للعلوم الإسلامية. مركز البحوث والدراسات العلمية
الشهر:	أكتوبر
الصفحات:	293 - 312
رقم MD:	765504
نوع المحتوى:	بحوث المؤتمرات
اللغة:	Arabic
قواعد المعلومات:	HumanIndex
مواضيع:	التصحر
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/765504

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

مراقبة وتقييم التَّصحُّر في سِرْت
باستخدام تقنيَّة الاستشعار عن بعد

د. حسين المحمد(*)

1. مقدِّمة:

تُعدُّ ظاهرة التَّصحر 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(العلي وزملاؤه، 2010).

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 شحِّ المياه فيها من بين المستويات الأعلى في العالم (القصاص، 1999؛ أكساد، 2010). 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 (أكساد، 2010). 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% (Lai, 2002) وذلك بفعل أشكالٍ وأسبابٍ مختلفة تتمثَّل بزيادة التَّعرية الرِّيحيَّة والمائيَّة، وازدياد مساحات المناطق المتأثِّرة بالأملاح، وتدهور الغطاء النَّباتي، وظهور الكثبان الرملية

(*) قسم الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة حلب.

واتِّساع رقعتها التي تُعد الوجه المتقدِّم للتَّصحُّر، إضافة إلى النمو السكاني السريع وارتفاع معدل الاستهلاك والاستخدام السيئ للغطاء النباتي وتحويل أراضي المراعي إلى أراضي زراعية أو مناطق سكنية وصناعية والرعي الجائر (أكساد، 2004؛ أكساد، 2010).

تُعد مراقبة وتقييم التَّصحُّر 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 (أكساد، 2010)، 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، لذا يهدف هذا البحث لتحديد مظاهر التَّصحر في محافظة سِرت باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد Remote Sensing Tichniqe، لمِا توفره هذه التِّقنيَّة من تقليل الجهود والإمكانيات الماديَّة، ولما لها من ميِّزاتٍ وقدراتٍ في إمكانيَّة مراقبة ورصد هذه الظَّاهرة في مساحاتٍ واسعةٍ وبأوقاتٍ مختلفةٍ خلال فترةٍ زمنيَّةٍ طويلة نسبياً، إضافةً لقدرة تمييزٍ مكانيةٍ مختلفة (AL-,Hag 1989؛ شلال وزملاؤه، 2006).

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) و Shrestha و Zink (2001) و Lung Lin وزملاؤه (2006) و El-Tantawi (2005) و Elhadi وزملاؤه (2009) والعلي وزملاؤه (2010) وخيرو وزملاؤه (2012) 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 النَّباتيِّ وبخاصَّةٍ في مناطق المراعي، في سبيل كشف المناطق المتدهورة وتحديدها بغرض تطويرها وتحسينها وإدارتها (المنظمة العربيَّة للتَّنمية الزِّراعية، 2003؛ أكساد 2004).

يهدف هذا البحث إلى مراقبة وتقييم التَّصحر في محافظة سِرت، من خلال تقنيَّة الاستشعار عن بُعد ممثَّلةً بمؤشِّر NDVI، ونظم المعلومات الجغرافيَّة خلال الفترة 2001/2000–2013/2012، كما يهدف إلى اكتشاف منحى أو اتِّجاه انتشار ظاهرة التَّصحر وحدود الصَّحراء.

ويفترض البحث أنَّ خصائص منطقة البحث (سِرت) لم تتغيَّر خلال السَّنوات الماضية، وبالتَّالي لا يوجد تصحُّر.

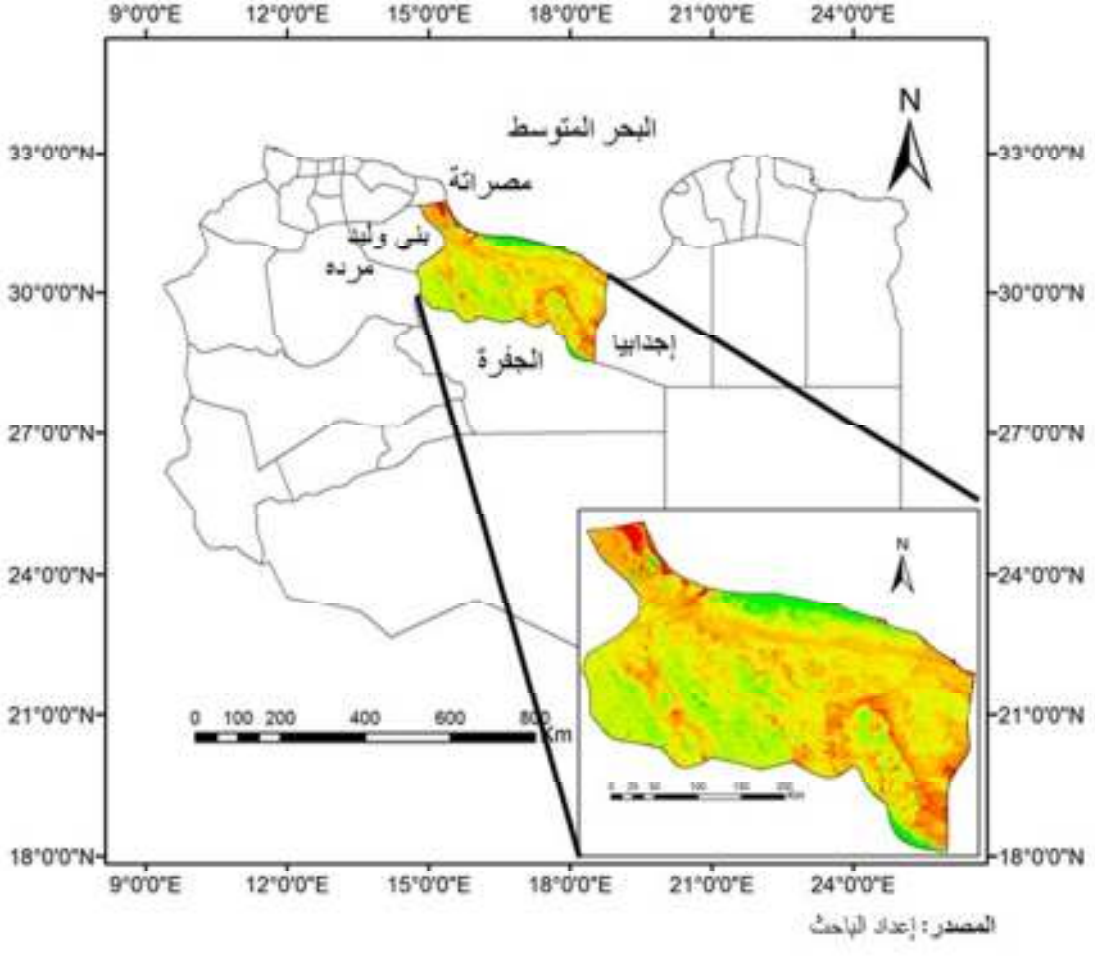
2. منطقة البحث:

تقع منطقة البحث (سِرت) في وسط شمال ليبيا، بين درجتي عرض (31^0 56' 59" - 28^0 30' 75") شمال خطِّ الاستواء، وخطَّي طول (18^0 47' 45" - 14^0 47' 51") شرق غرينتش، وتبلغ مساحتها (75363 كم^2) تقريباً. يحدُّها من الشَّمال البحر المتوسِّط، ومن الشَّرق إجدابيا، ومن الجنوب الكفرة، ومن الغرب مصراتة وبني وليد ومزده (الشَّكل 1). تقع سِرت وفقاً لتصنيف آمبرجيه[1] ضمن المناخ شبه الجاف الحار، والمناخ الجاف الدَّافئ (زكري، 2005). ويبلغ متوسِّط درجات الحرارة فيها 20.5 درجة مئويَّة، والمدى

[1] تصنيف مناخي وضعه العالم الفرنسي آمبرجيه لحوض البحر المتوسط معتمداً على الربط بين الحرارة والأمطار والشروط البيئية للنبات، مستنداً إلى المدى الحراري بين متوسط درجة الحرارة العظمى لآخر شهر في السنة ومتوسط درجة الحرارة الصغرى لأبرد شهر في السنة ووسطي كمية الهطل السنوية (موسى، 1989م)، حيث قسم حوض المتوسط إلى سبع مناخات.

الحراري السَّنوي 9 درجة 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 (El-Tantawi, 2005).

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



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 والمتنوِّعة، حيث تُغطِّي صورها معظم مناطق العالم يوميَّاً. تُحملُ هذه المستشعرات محمولة على قمرين الأوَّل: Terra الذي 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 و100م، فتُعدُّ بذلك ذات أعلى قدرة تمييزٍ مقارنةً مع مستشعرات أقمار نوا المتعدِّدة (AVHRR, ATOVIS) NOAA. تُغطي مستشعرات MODIS اليابسة والماء، وتمتلك 36 قناة طيفيَّة تتراوح ما بين 0.4 um و14.38 um، وتمتدُّ من المجال المرئيِّ وحتى الأشعة تحت الحمراء الحراريَّة (خيرو وزملاؤه، 2012).

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

(Kundu و Dutta, 2010):

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

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 شهرَّيةٌ 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 2013/2012 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 النَّباتيِّ.

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

و2012. واستخدم كذلك بيانات الهطل The Tropical (TRMM)[1] Rainfall Measuring Mission وهي بيانات شهرية بقدرة تمييز مكانية 0.25 ° X 0.25° وهي من عام 1998 حتى 2013. وتم اقتطاع البيانات وفقاً لمنطقة البحث من عام 2000 حتى 2012.

2.3 طريقة البحث: بعد الحصول على البيانات، تمَّ تحويل النِّظام الكارتوغرافيِّ للصُّور الفضائيَّة من مسقط مستوي إلى مسقط إسناد آخر، هو: مسقط ميركاتور المعترض العالمي Universal Mercator (UTM) Transverse، وذلك بحسب النِّطاق المخصَّص لمنطقة البحث، وهو: (WGS_1984_UTM_Zone_30N).

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

1- دراسة تغيُّر الغطاء الأرضي خلال أعوام 2001، و2012.

2- 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) وLung Lin وزملاؤه (2006) بأن مؤشِّر NDVI للصَّحراء أو السُّهوب الصَّحراويَّة يكون دائماً أقل من (0.1). وتُعد 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

[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

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 2013/2012. وقد استُخدمت طريقة المربَّعات الصُّغرى لتحديد الاتِّجاه العام من الدرجة الأولى، كما استُخدِم اختبار (MK [1]) Mann-Kendall لتقدير الدّلالة الإحصائيَّة للاتِّجاه العام عند مستوى ثقة 90%.

3- 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 قِبَل Wu وLong (2001) وZhang وزملاؤه (2007)، وElhadi وزملاؤه (2009) 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.

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

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.

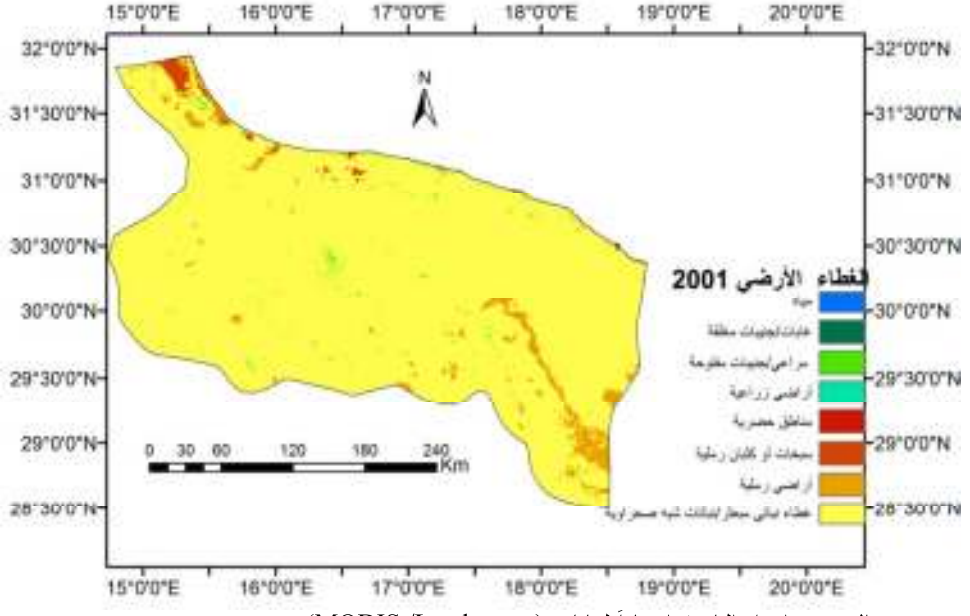
4. النتائج:

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 (العيد والفوال، 2007).

تمت دراسة توزع الغطاء الأرضي (Land cover) في منطقة البحث استناداً إلى بيانات MODIS لعامي 2001م و2012م حسب تصنيف International Geosphere-Biosphere Programme. (IGBP)

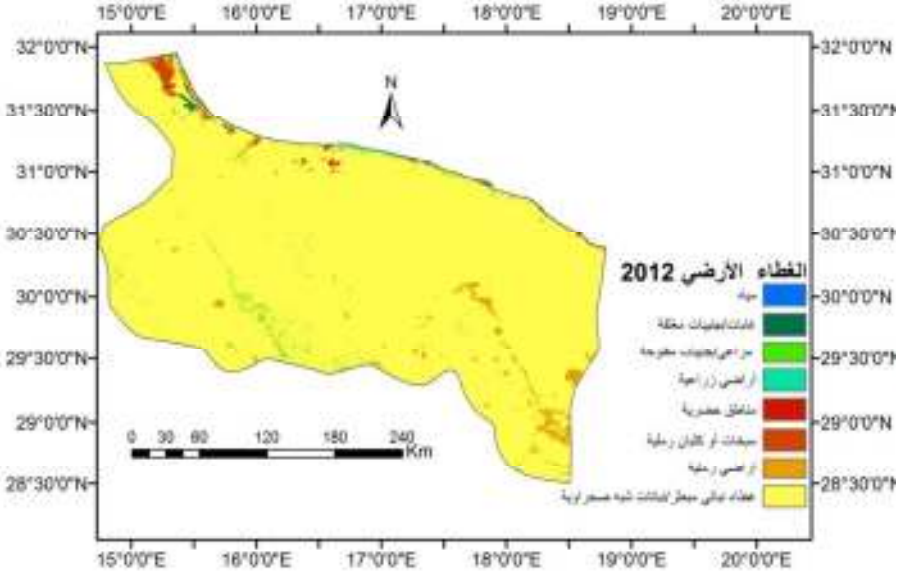
يُظهر الشَّكل(2 و3) والجدول (1) تغيُّرات الغطاء الأرضي خلال الأعوام 2001–وحتى و2012 في محافظة سِرت، ويتبيَّن منه: أنَّه لايوجد تغيُّرٌ إيكلوجيٌّ واضحٌ للغطاء الأرضي في معظم أراضيها خلال الثَّلاثة عشر عامٍ الأخيرة بشكلٍ عام، وتشكِّل الأراضي التي ينتشر فيها غطاءٌ نباتيٌّ مبعثرٌ /نباتات شبه صحراويَّة/ معظم أراضيها أي: ما يقارب 92% في عام 2001م، و95% في 2012م.

الشكل (2): الغطاء الأرضي عام 2001م



المصدر: إعداد الباحث استناداً لبيانات (MODIS /Land cover)

الشكل (3): الغطاء الأرضي عام 2012.



المصدر: إعداد الباحث استناداً لبيانات (MODIS /Land cover)

ويُلاحَظ من الجدول ازدياد أراضي المراعي في عام 2012 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.

جدول (1) تغيُّر الغطاء الأرضي بين عامي 2001 و2012م

نوع الغطاء النباتي	2001		2012		2012-2001		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	100.00	75376.12	100.00	–	–	–

المصدر: إعداد الباحث.

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 2013/2012. 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

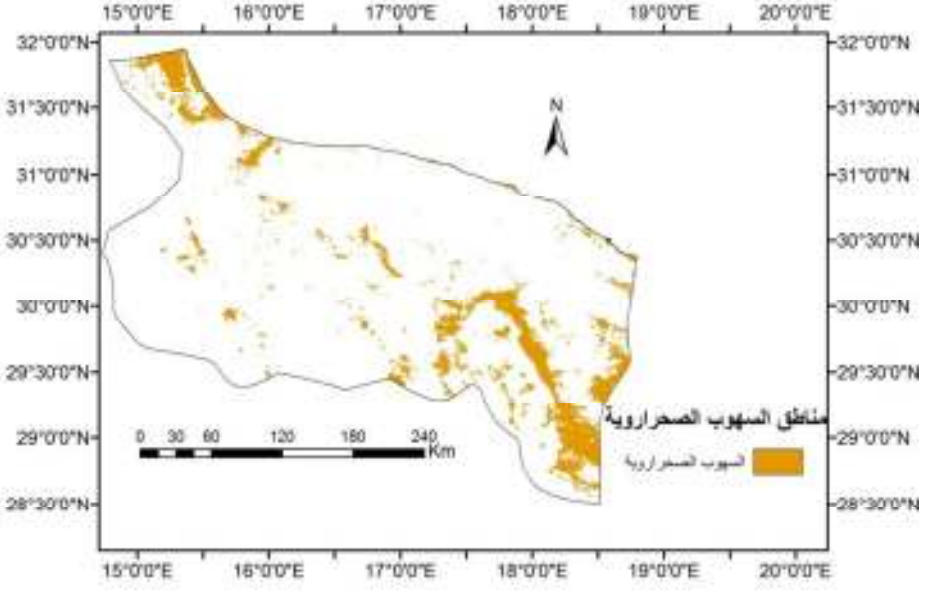
الصَّحراويَّة بمساحةٍ قدرها 10338.06كم2، وتُعدُّ هذه السَّنة من أكثر السَّنوات جفافاً خلال الخمسين سنة الأخيرة في جنوب وشرق البحر المتوسط، بينما تُعَدُّ سنة 2012/2011 أقلَّ السَّنوات انتشاراً لمناطق السُّهوب الصَّحراويَّة بمساحة قدرها 6091.9 كم2، لذا تُعد من السَّنوات الرَّطبة في ليبيا. كما يتبيَّن من 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.

الجدول(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

المصدر: إعداد الباحث

الشَّكل (4) الأنماط المكانيَّة لحدود السُّهوب الصَّحراويَّة من عام 2001/2000 حتى 2013/2012م



المصدر: إعداد الباحث

تُعد 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 (أكساد 2010).

الجدول (3): درجات التَّصحُّر، والاتِّجاه العام للتَّصحُّر للفترة 2001/2000-2013/2012م

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
لايوجد تصحر	19202.4	25.5	1385.7	7.2	53.6
المجموع	75376.5	100.0	-	-	-

المصدر: إعداد الباحث.

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 2013/2012، وقد أظهرت نتائج هذا البحث أنَّ التَّصحُّر في محافظة سِرت بلغ في درجاته المختلفة 74.5 %، وهي نسبةٌ قريبةٌ من التي وجدها Lai (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 السيء للغطاء النباتي وتحويل أراضي المراعي إلى أراضي زراعية والرعي الجائر(أكساد، 2010).

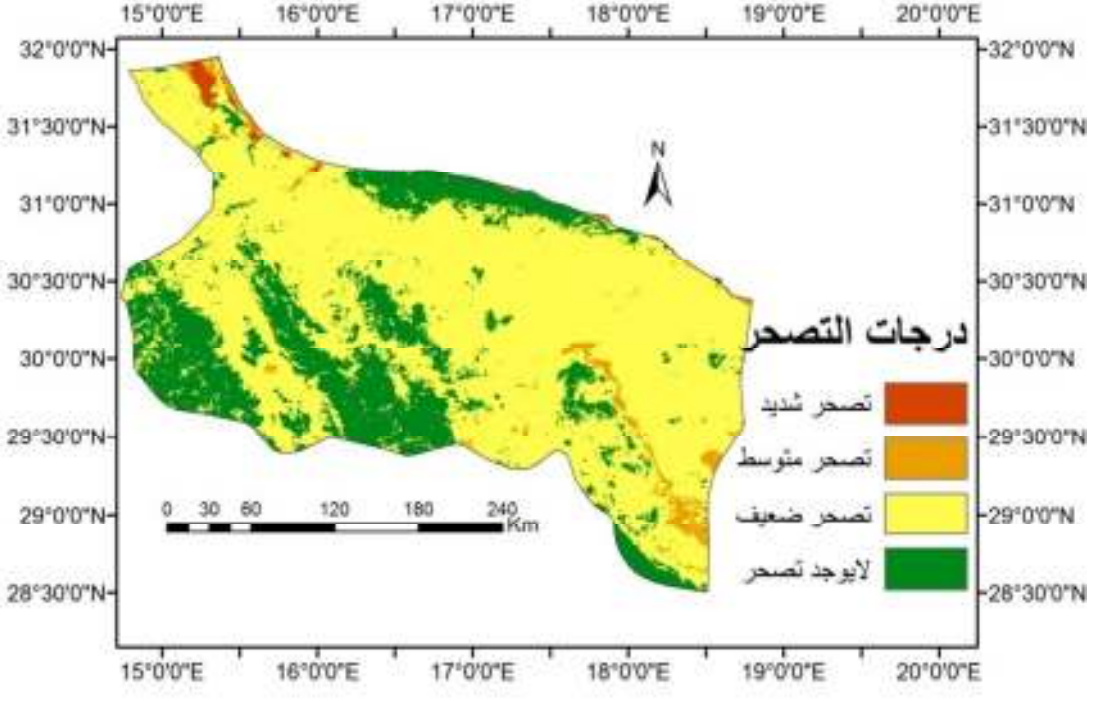
تمَّ تقسيم التَّصحُّر إلى درجاتٍ كما ذُكِر سابقاً في فقرة طريقة البحث وفق الآتي:

- **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 مايعادل 0.6% من مساحة سِرت. والاتجاه العام للتَّصحُّر الشَّديد في تناقصٍ بمعدل 27 % ، إلَّا أنَّه لايوجد 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.

الشكل (5): مناطق انتشار التصحر وفقاً لدرجاته

خلال الفترة 2001/2000-2013/2012م



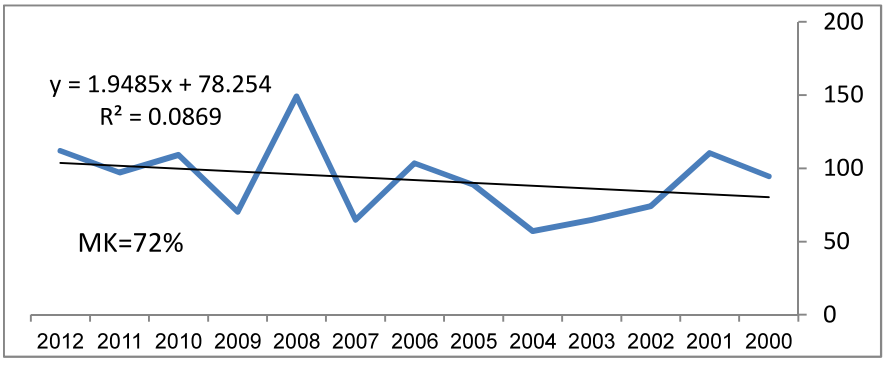
المصدر: إعداد الباحث

نستنتج مما سبق: 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، إضافة الأسباب البشرية ممثلة بالنمو السكاني السريع وارتفاع معدل الاستهلاك والاستخدام السيئ للغطاء النباتي وتحويل أراضي المراعي إلى أراضي زراعية أو مناطق سكنية وصناعية والرعي الجائر (أكساد، 2004؛ أكساد، 2010). وعلى

العموم تبقى الأسباب الطبيعية هي الأكثر تأثيراً في المنطقة نظراً للكثافة المنخفضة للسُّكان في المحافظة مما يجعل التأثيرات البشرية فيها محدودة نسبياً.

الشكل 6: الاتجاه العام للهطل في منطقة سرت

من 2000 حتى 2012 استناداً لبيانات TRIMM.



المصدر: إعداد الباحث استناداً لبيانات TRIMM.

فلذا 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).

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 البيئيِّ.

5. الاستنتاجات والتَّوصيات:

تُشير نتائج البحث: إلى عدم حدوث تغيُّرٍ كبيرٍ في الغطاء الأرضيِّ لسرت خلال الثَّلاثة عشر عامٍ الأخيرة، وبأنَّ أغلب المناطق المُتصحِّرة 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 – تذبذب الهَطل ونوبات الجفاف – وبالأسباب البشريَّة ممثّلة بالاستخدام السيئ للغطاء النباتي والرعي الجائر للمراعي وتحويل أراضي المراعي إلى أراضي زراعية أو مناطق سكنية أوصناعية. 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 النَّباتيِّ عادةً لفترةٍ تُقَدَّرُ بثلاثين عاماً، لذا يجب أخذ نتائج هذا البحث بحذرٍ في صنع السِّياسة، وإعادة النِّظام البيئيِّ، والمراقبة البيئيَّة. كما أنَّ استخدام صور الأقمار الصِّناعيَّة من: NOAA، AVHRR، وMODIS، TERRA ، 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.

المراجع:

المراجع باللُّغة العربية:

1. أكساد. 2010. قضايا التَّصحُّر وتدهور الأراضي في الوطن العربي. المركز العربي لدراسات المناطق الجافَّة والأراضي القاحلة.
2. أكساد. 2004. حالة التَّصحُّر في الوطن العربي (دراسة محدثة). المركز العربي لدراسات المناطق الجافَّة والأراضي القاحلة.
3. 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 (قيد الطباعة).
4. القصّاص، عبد الفتاح .1999. التَّصحُّر، تدهور الأراضي في المناطق الجافَّة. المجلس الوطني للثَّقافة والفنون والآداب، الكويت، سلسلة عالم المعرفة، العدد 242.
5. المنظَّمة العربيَّة للتَّنمية الزِّراعية، 2003. دراسة حول مؤشِّرات رصد التَّصحُّر في الوطن العربي.
6. العلي، جميل ؛ ذياب، علي، السَّعدي، قاسم. 2010. تحديد مناطق التَّصحُّر باستخدام تقنيَّة الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافيَّة في محافظة المثنى. مجلة أوروك للأبحاث العلميَّة،المجلد3 العدد(3).
7. خيرو، عائدة؛ المحمَّد، حسين؛ المحمَّد، سليمان. 2012. تقييم ومراقبة التَّصحُّر باستخدام صور التَّابع الصَّنعي Modis Terra في ناحية الخفسة. مجلة جامعة حلب، سلسلة الآداب والعلوم الإنسانيَّة، العدد 85.
8. رمضان، خالد؛ لولو، عبد الرَّحيم 2010. قضايا التَّصحُّر وتدهور الأراضي في المنطقة العربيَّة. المركز العربي لدراسات المناطق الجافَّة والأراضي القاحلة (أكساد)، دمشق.

9. زكري، يوسف. 2005. مناخ ليبيا، دراسة تطبيقيَّة لأنماط المناخ الفسيولوجي. أطروحة دكتوراه جامعة منتوري، قسنطينة، الجزائر.
10. شلال، جاسم؛ الحسن، عبَّاس؛ جاسم، عبد الكريم. 2006. 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.
11. موسى، علي. 1989. المناخ الإقليمي.مطبعة الاتحاد، جامعة دمشق، دمشق.

المراجع باللُّغة الإنجليزيَّة:

EL-Hag, M. M. 1989. Study of desertification based on Landsat imagery (North-Kordofan, Sudan), Ph. D. Thesis, state University of Ghent, Belgium: 194 P.

Elhadi, E. M., N. Zomrawi., H. Guangdao. 2009. Landscape Change and Sandy Desertification Monitoring and Assessment. American Journal of Environmental Sciences 5 (5): 633-638.

El-Tantawi , Attia Mahmoud. 2005. Climate Change in Libya and Desertification of Jifara Plain Using Geographical Information System and Remote Sensing Techniques. Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. Germany.

Islam, Md.N., H. Uyeda. 2007: Use of TRMM in determining the climatic characteristics of rainfall over Bangladesh, Remote Sensing of Environment, P 264–276.

Jensen, P. L., A. R. Huete. 2001. Assessment of spectral vegetation indices for riparian vegetation in the Colorado River delta. Mexico, J. of Arid Environment, 49(1) PP: 91–110.

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.

Lal, R. (2001): Potential of desertification control to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect, Climatic

change, 51: 35–72, Kluwer Academic Publishers. Amsterdam, Netherlands.
Lung Lin M., C. Ming Chu., J. Shih., Q. Wang., C. Chen., S. Wang., Y. Tao., Y. Lee. 2006. Assessment and monitoring of desertification using satellite imagery of MODIS in East Asia. Agriculture and Hydrology Applications of Remote Sensing, 6411, 641123, 1-9.
Shrestha, D. P., J. A. Zink. 2001. Land use classification in mountainous area: integration of image processing, digital elevation date and field knowledge an application in Nepal. ITC. Enscheds. Netherlands, PP: 1–14.
Wu., B., L. Ci. 2001. Landscape change and desertification development in the Mu Us Sandland, Northern China. J. Arid Environ., 50: 429-444. DOI: 10.1006/jare.2001.0847.
Zhang, Y., Z. Chen, B. Zhu, X. Luo, Y. Guan,S. Guo., Y. Nie. 2007. Land desertification monitoring and assessment in Yulin of Northwest China using remote sensing and Geographic Information Systems (GIS). Environ. Monit.Assess.,147: 327-337.DOI: 10.1007/s10661-007- 0124