دراسة الحساسية البيئية للتصحر في منطقة الجميل وزوارة بالساحل الغربي لليبيا باستخدام موديل MEDALUS وتقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية

د. عمر ضو عون, جامعة بطرابلس, قسم الجغرافيا, omar_oune@hotmail.com
. شعبان إمحمد عبدالصمد, المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء,
anesshaban@yahoo.com

الملخص

نظرا لمشاكل التصحر التي يعاني منها اغلب مناطق الساحل الغربي من ليبيا، أجريت هذه الدراسة للمنطقة الواقعة في نطاق منطقة الجميل و زوارة،حيث بلغ اجمالي مساحة المنطقة المدروسة حوالي (118478.5) هكتار، وتهدف هذه الدراسة الي انتاج خريطة موحدة توضح درجة الحساسية البيئية للتصحر بالمنطقة ووضع الحلول والمعالجات الممكنة وذلك من خلال دراسة عدد من العوامل و المؤشرات التي لها علاقة كبيرة بالتصحر, ولأهمية هذه المنطقة من حيث تنوع الغطاء النباتي الطبيعي فيها ولعدم وجود تقييم حقيقي للوضع القائم بالمنطقة اعتمدت هذه الدراسة على استخدام نموذج MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) لدراسة الحساسية البيئية للتصحر وقد استخدمت فيها مرئية فضائية للقمر الصناعي لاندسات (TM) لسنة 2016م، ومن خلال النتائج المتحصل عليها من معالجة وتحليل لعوامل ومؤشرات التصحر بالنمطقة تم انتاج خريطة نهائية موحدة توضح درجة الحساسية البيئية للتصحر تبين المناطق ذات الحساسية العالية والمعتدلة والضئيلة بمنطقة الدراسة .

1 المقدمة

يعد التصحر من اخطر المشاكل والتحديات التي تواجه البشرية في الوقت الحاضر ومن الجدير بالملاحظة هنالك فرق بين التصحر والصحراء فالصحراء نظام بيئي تكون من فترة تاريخية سابقة بعد انتهاء العصر المطير وحلول عصر الجفاف (1996,UNCCD) .بينما مفهوم التصحر حسب ما ورد في اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر "إنه " تدهور الاراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة والجافة شبه الرطبة، نتيجة عوامل مختلفة ومن بينها الاختلافات المناخية والأنشطة البشرية". وفي هذا البحث ومن خلال تحليل واقع منطقة الدارسة ورصد ظاهرة التصحر فيها عن طريق استخدام منهجية ESAI (Environmentally Sensitive Areas index) نموذج MEDALUS وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وتوظيفها في توصيف وتصنيف حساسية بيئة منطقة الدارسة لهذه الظاهرة وانتاج خريطة الحساسية للتصحر. تم تطبيق هذا النهج في البيئات القاحلة وشبه القاحلة بما في ذلك جنوب شرق إسبانيا (هوك وآخرون، 2005)، وفي جنوب إيطاليا، تم تطبيق نهج MEDALUS في منطقة بوليا، وهناك أمثلة نموذجية لمثل هذا النهج في إطار MEDALUS وهو مشروع (Mediterranean Desertification and Land Use) ممول من المفوضية الأوروبية (Kirkby et al., 1998; Basso et al., 1999; Kosmas et al., 1999), كما اكدت معظم الدراسات بان نموذج MEDALUS يتميز ببعض الفوائد عن غيره من النماذج من حيث ان عناصره يمكن الحصول عليها من تقاريرالمسوح الميدانية والبيئية من جهة ومن جهة اخرى فان المؤشرات يمكن وضعها على هيئة خرائط على شكل طبقات عن طريق برنامج ArcGIS10.2 وكذلك برنامج ERDAS IMAGINE8.4 الذى تم استخدامه في البحث كما انه يمتاز بالسرعة الفائقة و الدقة في معالجة البيانات.

2 مشكلة الدراسة

تعتبر ظاهرة التصحر من الظواهر التي تهدد الحياة النباتية والحيوانية بصفة عامة وانتشار هذه الظاهرة أدى إلى تناقص في مساحات الغطاء النباتي الطبيعي وكذلك الإنتاج الزراعي بالاضافة الي زحف المناطق

العمرانية على حساب الاراضى الزراعية والغابات والمناطق الرعوية والرعي الجائر ساهم في انتشار هذه الظاهرة، لذا فان ظاهرة التصحر تهديد للحياة البشرية .لذلك تبذل دول العالم مجتمعة من خلال المنظمات العالمية كمنظمة الأمم المتحدة والمنظمات الإقليمية الأخرى جهود لوقف هذه الظاهرة الخطيرة. ونظرا لمشاكل التصحر التي تعاني منها ليبيا والي محدودية الاراضي الزراعية خاصة في منطقة الساحل الغربي لليبيا والي اهمية منطقة الدراسة من حيث التنوع في الغطاء النباتي فإن هذه الظاهرة تهدد بتدهور الاراضي بالمنطقة.

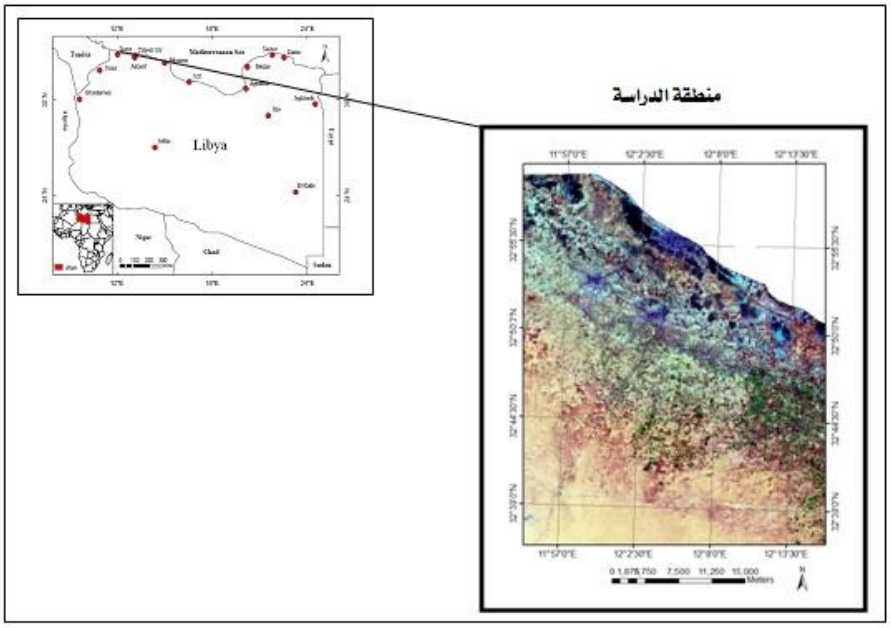
3 أهداف الدراسة

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد درجات حساسية المنطقة للتصحر من خلال انتاج خارطة توضح درجات حساسية المنطقة للتصحر عن طريق استخدام منهجية ESAI (Environmentally Sensitive Areas index) نموذج MEDALUS وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ويستند اختيار منطقة الدراسة لاهميتها من الناحية الزراعية والرعوية بالاضافة الي التنوع في الغطاء النباتي بالمنطقة. ومن خلال النتائج المساهمة في وضع الحلول الازمة للحد من انتشار هذه الظاهرة بالمنطقة ومساعدة صناع القرار في تطوير أفضل الاستراتيجيات على إعادة التأهيل ومكافحة التصحر في الأراضي الحساسة للتصحر.

4 الموقع العام لمنطقة الدارسة

تقع منطقة الدارسة في الساحل الغربي لليبيا تحديداً ضمن نطاق مدينة الجميل وزوارة ، .إذ يحدها ، بين دائرتي عرض " 39 : 32°– "32°:50 وخطي طول "57 : 11° – "30 :12° شرقاً والشكل رقم (1) يوضح موقع منطقة الدراسة

الشكل رقم (1) يوضح موقع منطقة الدراسة



5 البيانات والبرامج

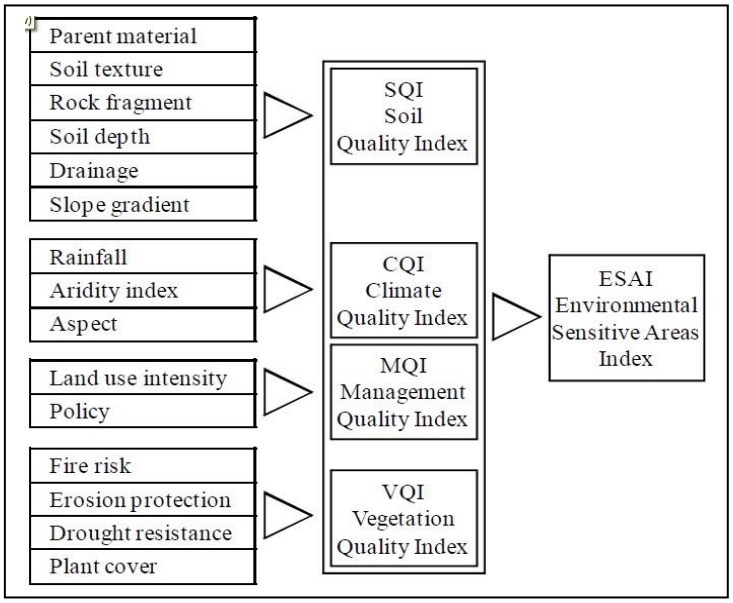
استخدمت في هذا البحث بيانات القمر الاصطناعي Landsat TM ملتقطة بتاريخ 2016/06/30 تغطي منطقة الدراسة تم الحصول عليها من موقع الهيئة الجيولوجية الأمريكية USGS بالاضافة الي الخرائط والبرامج الاتية:

– خرائط طبوغرافية بمقياس رسم 1 : 50000 مصدرها مصلحة للمساحة.
– خرائط التربة بمقياس رسم 1 : 50000 مصدرها الهيئة العامة للمياه.
– معلومات مناخية مصدرها المركز الوطني للارصاد الجوية.
– تقارير حصر وتصنيف الاراضي للمناطق الشمالية الغربية الساحلية مصدرها الهيئة العامة للمياه.
– برنامج ERDAS Imagine 8.4.
– برنامج ARCGIS 10.2

6 منهجية الدراسة

منهجية دراسة الحساسية البيئية للتدهور والتصحر طورت العديد من الموديلات Models وبمختلف المقاييس وبنظريات ومؤشرات متباينة لتقدير نسبة تدهور الارض وتقييم شدة التصحر ومن هذه النماذج MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) الذي استخدم في هذا البحث لحساب دليل الحساسية البيئية للتصحر ESAs اذ اكدت معظم الدراسات بإن MEDALUS يتميز ببعض الفوائد عن غيره من الموديلات من حيث ان عناصره يمكن الحصول عليها من تقاريرالمسوح الميدانية والبيئية من جهة, ومن جهة آخرى فإن المؤشرات يمكن وضعها على شكل طبقات Layers في برامج نظم المعلومات الجغرافية مثل برنامج ArcGIS10.2 وكذلك البرامج الاخرى مثل برنامج ERDAS IMAGINE 8.4 التي استخدمت في هذا البحث ومن خلالها تم تحديد المناطق ذات الحساسة للتصحر حسب مؤشرات الجودة الواردة في شكل رقم (2).

شكل رقم (2) منهجية دراسة الحساسية البيئية للتدهور والتصحر



- مؤشر جودة التربة Soil Quality Index (SQI)
- مؤشر جودة المناخ Climate Quality Index (CQI)
- مؤشر الغطاء النباتي Vegetation Quality Index (VQI)
- ادارة الارض Land management Quality Index (MQI)

وللحصول على خريطة الحساسية البيئية للمنطقة قدرت مؤشرات الجودة باستخدام المعاملات والصيغ التالية:

$$SQI\ (Soil\ Quality\ Index) = (Parent\ material * Texture * Soil\ Depth * Slope)^{1/4}$$

$$CQI\ (Climate\ Quality\ Index) = Aridity$$

$$VQI\ (Vegetation\ Quality\ Index) = (Fire\ risk * Erosion\ protection * Drought\ resistance * Plant\ Cover)^{1/4}$$

$$MQI\ (Management\ Quality\ Index) = (Intensity\ of\ land\ use * Protection\ policies)^{1/2}$$

بعد حساب المؤشرات السابقة والحصول على الطبقات المطلوبة كلاً حسب نوع المؤشر عن طريق برنامج ArcGIS10.2 تم الحصول على مؤشر ESA النهائي كمتوسط هندسي لمؤشرات الجودة.

$$ESA=(SQI*CQI*VQI*MQI)^{1/4}$$

1.6 جودة نوعية التربة

تم الحصول على معلومات عن نوعية التربة من تقارير مسح التربة التفصيلي الصادر عن دراسة التربة لمنطقة الدرسة تشمل (عمق التربة، زاوية الميل، الصرف ، القوام، مادة الاصل والجدول رقم (1) يوضح تصنيف التربة لمنطقة الدراسة و الجدول رقم (2) يوضح مؤشرات الحساسية للتصحر لكل خاصية من خصائص التربة.

جدول رقم (1) يوضح تصنيف التربة لمنطقة الدراسة

Soil Name	Code	Soil texture	Soil depth	Gravel %	Parent Material*
Typic Trorrpsamments	1	S	150	-	Eolian deposit
Typic Haplocalcids	2	SL	125	-	Jeffara formation
Typic Aquisalids	3	SL	82	-	Salanization
Salic Haplosalcids	4	SL	140	-	Jeffara formation
Haplocalcids	5	SL	150	-	Jeffara formation
Torriothents	6	S	100		Eolian deposit
Typic Petrogypsids	6	SL	85	-	Jeffara formation

جدول رقم (2) مؤشرات الحساسية للتصحر لكل خاصية من خصائص التربة

Soil	Class	Description	Score
Parent material	1	Shale, Schists, basic, ultrabasic, conglomerates, unconsolidated.	1
	2	Limestone, marble, granite, rhyolite, iglbrite, gneiss, siltstone, sandstone	1.7
	3	Clayey	2
Texture	1	L, SCL, SL, LS, CL	1
	2	SC, SiL, SiCL	1.2
	3	Si, C, SiC	1.6
	4	S	2
Depth (cm)	1	>75	1
	2	75-30	1.33
	3	15-30	1.66
	4	<15	2
Drain. Cap.	1	Well drained	1
	2	Impetectly drained	1.2
	3	Poorly drained	2
Slope (%)	1	<6	1
	2	6-18	1.2
	3	18-35	1.5
	4	>35	2

دليل تصنيف درجة الحساسية للتربة

Class	Description	Index
1	High Quality	< 1.13
2	Moderate Quality	1.13- 1.45
3	Low Quality	> 1.45

المصدر: تقرير حصر وتصنيف الاراضي للمناطق الشمالية الغربية الساحلية

من خلال تحديد المؤشرات السابقة و الخاصة بحساب جودة التربة (SQI) تم استخدام هذة المعادلة للحصول على معامل جودة التربة و هي كاالتالي:

$$SQI\ (Soil\ Quality\ Index) = (Parent\ material * Texture * Soil\ Depth * Slope)^{1/4}$$

2.6 جودة المناخ

يستند تقييم نوعية المناخ على المعاملات التي تحدد كمية المياه المتاحة للنباتات لتنمو. البيانات المطلوبة لتقييم جودة المناخ هي كالتالي:

أ) درجات الحرارة - درجة حرارة الهواء الشهرية (°C).
ب) الأمطار - كمية الأمطارالشهرية (ملم).
ت) التبخر - متوسط التبخر الشهري (ملم).
ث) سرعة الرياح (متوسط) كم \ ساعة.

جدول رقم (3) لدرجات مؤشر جودة المناخ

Aridity	1	<50	1
	2	50–75	1.1
	3	75–100	1.2
	4	100–125	1.4
	5	125–150	1.8
	6	>150	2
Annual rainfall (mm)	1	>650	1
	2	650–280	1.5
	3	<280	2
Aspect	1	NW–NE	1
	2	SW–SE	2

$$I = [(P - PET) / PET] * 100$$

where:

P = average annual precipitation (mm)

PET = average annual potential evapotranspiration (mm), deriving from the sum of the 12 values of average monthly PET.

من خلال درجات مؤشر جودة المناخ جدول رقم (3) تم تحديد المؤشرات السابقة و الخاصة بحساب جودة المناخ (CQI) حيث تم استخدام هذة المعادلة للحصول على معامل جودة المناخ وهي كالتالي:

$$CQI= (rainfall*aridity*aspect)^{1/3}$$

3.6 جودة نوعية الغطاء النباتي

تم تقييم جودة نوعية الغطاء النباتي من حيث المؤشرات الاتية:

(أ) الغطاء النباتي.

(ب) مقاومة الجفاف.

(ج) خطر الحريق والقدرة على التعافي، وحماية تآكل للتربة.

تم الحصول على البيانات من عدة مصادر ، مثل تصنيف الصور الفضائية والمسح الميداني والجدول رقم (4) يوضح مؤشرات الحساسية لكل خاصية من خصائص الغطاء النباتي ،والجدول رقم (5) يوضح نتيجة تصنيف جودة نوعية الغطاء النباتي لمنطقة الدراسة.

جدول رقم (4) مؤشرات الحساسية لكل خاصية من خصائص الغطاء النباتي

Fire risk	1	Bare land, perennial agricultural crops, annual agricultural crops	1
	2	Annual agricultural crops , deciduous oak, (mixed), mixed Mediterranean **macchia**/evergreen forest	1.3
	3	Mediterranean **macchia**	1.6
	4	Pine forests	2
Erosion protection	1	Mixed Mediterranean **macchia**/evergreen forests	1
	2	Mediterranean **macchia**, pine forests, permanent grasslands, evergreen perennial crops	1.2
	3	Deciduous forests	1.4
	4	Deciduous perennial agricultural crops	1.7
	5	Annual agricultural crops, annual grasslands, vines	2
Drought resistance	1	Mixed Mediterranean macchia/evergreen forests, Mediterranean **macchia**	1
	2	Conifers, deciduous, olives	1.2
	3	Perennial agricultural trees	1.4
	4	Perennial grasslands	1.7
	5	Annual agricultural crops, annual grasslands	2
Plant cover (%)	1	>40	1
	2	10–40	1.8
	3	<10	2

جدول رقم (5) تصنيف جودة نوعية الغطاء النباتي

Class	Description	Index
1	High Quality	1 to 1.2
2	Moderate Quality	1.3- 1.8
3	Low Quality	>1.8

تم تحديد المؤشرات السابقة و الخاصة بحساب جودة الغطاء النباتي من خلال هذه المعادلة التالية:

$$VQI = (\text{fire risk} * \text{erosion protection} * \text{drought resistance} * \text{vegetation cover})^{¼}$$

4.6 **جودة نوعية الادارة**

يتم تقييم نوعية إدارة كثافة استخدام الأرض مقابل الأراضي الزراعية التي تميز تردي نوعية مياه الري، ودرجة الميكنة، استخدام المواد الكيميائية والأسمدة، وأصناف المحاصيل المستخدمة كما هو موضح بجدول رقم (6).

جدول رقم (6) نوعية إدارة كثافة استخدام الأرض

Croplands	1	Low land use intensity	1
	2	Medium land use intensity	1.5
	3	High land use intensity	2
Pasturelands	1	ASR*<SSR*	1
	2	ASR=SSR* to 1.5*SSR*	1.5
	3	ASR>1.5*SSR	2
Management policies	1	High degree of implementation of environmental protection policies	1
	2	Moderate degree of implementation of environmental protection policies	1.5
	3	Low degree of implementation of environmental protection policies	2

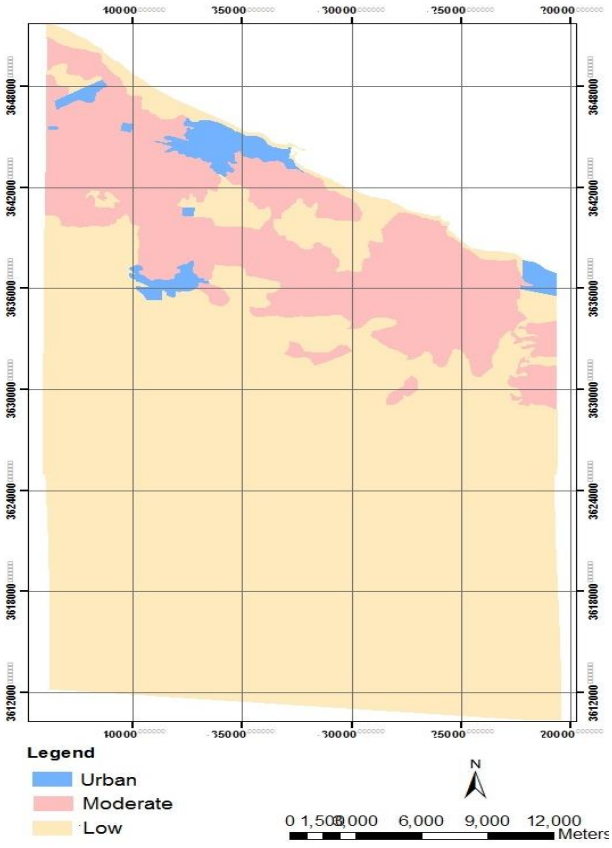
ومن خلال تحديد المؤشرات السابقة تم حساب جودة الادارة من خلال هذه المعادلة

$$MQI = (\text{land use intensity} * \text{policy enforcement})^{1/2}$$

7 النتائج والتحليل

1.7. جودة التربة

تم انتاج خريطة تصنيف جودة التربة شكل رقم (3) حيث تم تصنيف المستوى الأول من نوعية التربة بأنها ' مناطق سبخات'.وتنتشر في المنطقة الشمالية لمنطقة الدراسة، وتم تصنيف مستوى الجودة الثاني باسم ' التربة ذات جودة منخفضة؛ 'Low Soil Quality' تمثل حوالي 92% من الاراضي تم العثور عليها في المناطق التي تتميز بالقوام الرملي وتتميز بحساسية عالية للتصحر، بالاضافة الى ان نسبة الحصى والحجارة أكثر من 20٪. وتشير هذه الخصائص أن التربة كانت الأكثر حساسية للتصحر.



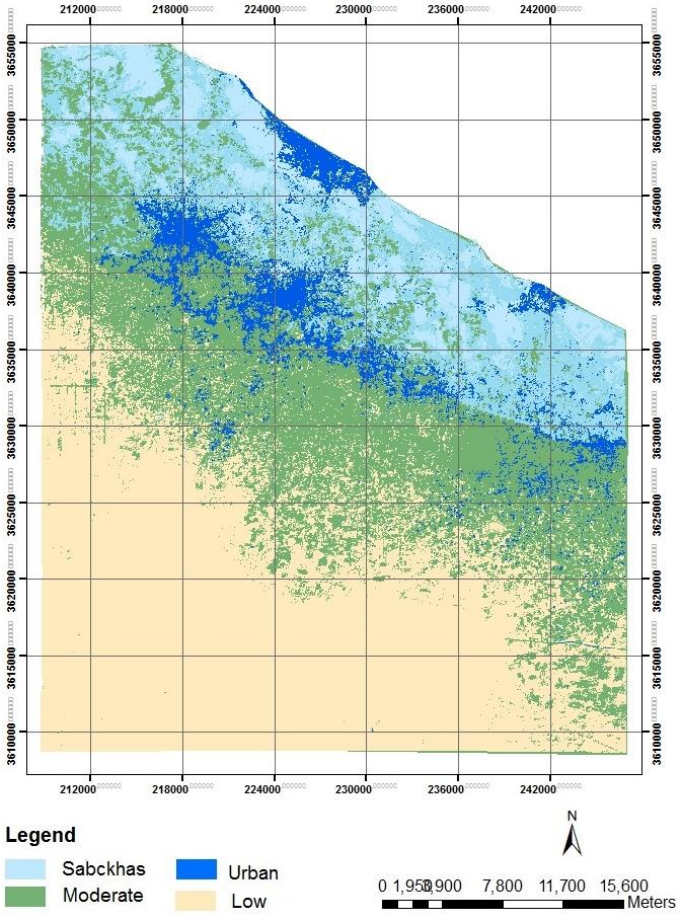
شكل رقم (3) خريطة تصنيف جودة التربة

2.7. جودة المناخ

تم تقييم نوعية المناخ من خلال نتائج استخدام المعادلة الخاصة بجودة المناخ (CQI) وقد تم الحصول على نوعية واحدة من جودة المناخ في منطقة الدراسة وهي ذات جودة معتدلة وباعتبار ان البيانات المناخية التي تم حسلبها تبين ان كميات الأمطار والجفاف وهي نفسها في جميع أنحاء منطقة الدراسة.

3.7. جودة الغطاء النباتي

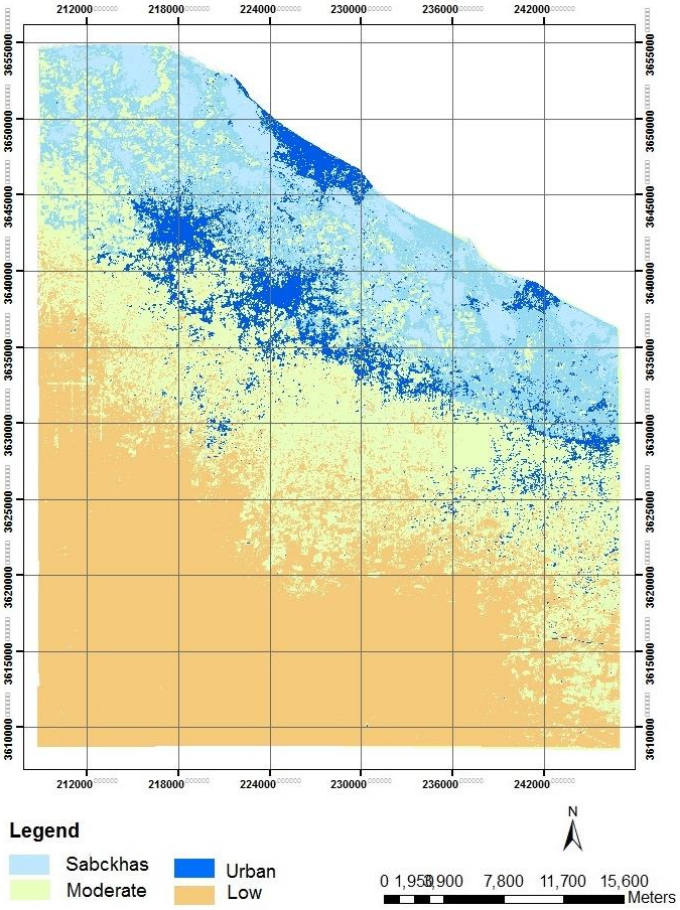
هناك نوعان من صفات الغطاء النباتي في منطقة الدراسة كما هو موضح في شكل (4) وقد صنفت المنطقة الاولي من الغطاء النباتي 'بالمعتدلة' "Moderate" وتمثل 21٪ من المساحة الكلية ويرجع ذلك إلى حقيقة أن الغالبية العظمى من منطقة الدراسة اراضي زراعية والتي تتميز بوجود الأشجار المعمرة دائمة الخضرة الدائمة. ونتيجة لذلك، تم تصنيفها على أنها 'معتدلة' من حيث الحساسية للتصحر ولخطر الحريق ومؤشرات مقاومة الجفاف، في حين تم تصنيف النوع الثاني الذى يمثل حوالي 80% من المساحة الكلية بالمنخفضة "Low" نتيجة تدني الغطاء النباتي وذلك لأن الغالبية من منطقة الدراسة منطقة مراعي، حيث تدهورالغطاء النباتي الطبيعي ، بسبب الرعي الجائر، والزراعة البعلية وانخفاض معدل هطول الأمطار السنوي.



شكل رقم (4) خريطة تصنيف جودة الغطاء النباتي

4.7. جودة الادارة

هناك نوعان من إدارة الجودة في منطقة الدراسة، كما هو موضح في شكل (5) الاولى جودة "معتدلة الإدارة"، وهو ما يمثل 18٪ و "و الثانية جودة منخفض الإدارة"، وهو ما يمثل 80٪، وقد صنفت المنطقة الاولي من جودة لادارة بالمعتدلة حيث تم العثور عليها في مساحة الأراضي الزراعية التي تأثرت بكثافة عالية في استخدام الأراضي كا الزراعات المكثفة، وقد أدى ذلك إلى زيادة واسع النطاق في استخدام المواد الكيميائية والأسمدة والمبيدات الحشرية، وعلاوة على ذلك، تأثرت هذه المنطقة بملوحة المياه الجوفية المستخدمة في الري، التي حولت بعض تلك الترب الى تربة مالحة، بالإضافة إلى ذلك، تناولت السياسات المتصلة بحماية الأراضي حوالي 25-40٪ من المساحة الزراعية، مما أدى إلى تصنيف إدارة الجودة في الأراضي الزراعية على أنها معتدلة، وتصنيف إدارة الجودة الثانية بالمنخفضة حيث تم العثور عليها في مناطق المراعي التي تم تقييم نوعية إدارة أراضي الرعي بمقارنة القدرة الاستيعابية للمنطقة مع العدد الفعلي لحيوانات الرعي في المنطقة، وفقا لمركز البحوث الزراعية (2002)، لا يوجد أي قيود على عدد الحيوانات للرعي في مناطق المراعي وإلى وجود عدد كبير من الحيوانات، وهي نسبة أعلى بكثير من قدرة هذه المراعي، مما أدى إلى الرعي الجائر.

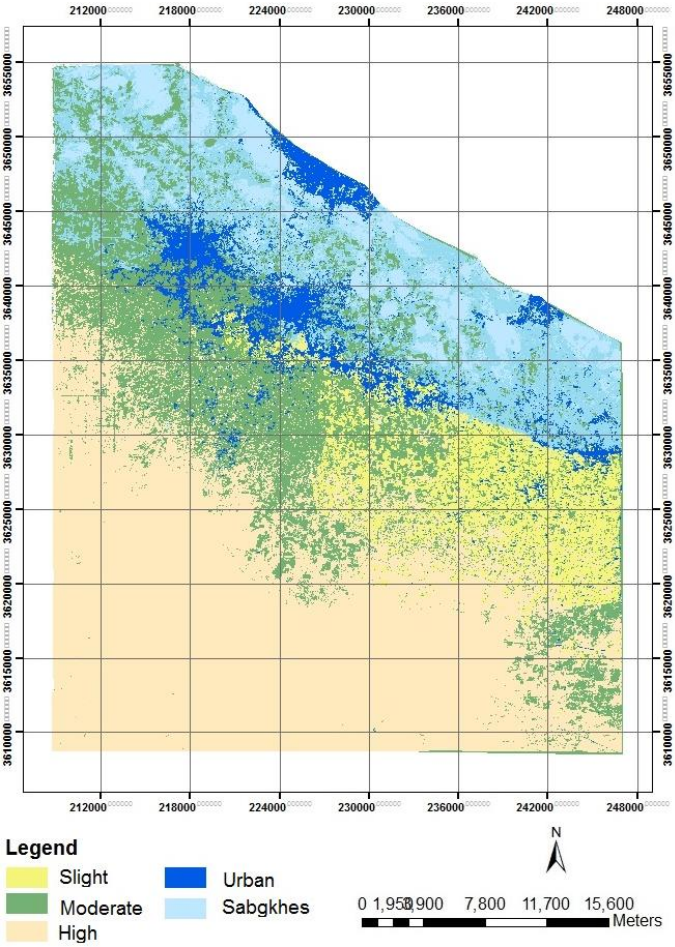


شكل رقم (5)خريطة تصنيف جودة الادارة

وأخيرا، تم عرض النتائج التي تم الحصول عليها من خلال خريطة تصنيف حساسية المنطقة للتصحر الناتجة عن تطبيق منهجية ESAI كما هي موضحة في شكل 6 والجدول 7 حيث تكشف ان المنطقة صنفت الي ثلاثة أصناف منها الصنف الاول ويمثل حوالي 54.15٪ من مساحة منطقة الدراسة صنف بأنه منطقة "عالية الحساسية"، " High Sensitivity " بينما الصنف الثاني الذي يمثل حوالي 36.30٪ من مساحة منطقة الدراسة صنف علي انها منطقة "معتدلة الحساسية ".”Moderate Sensitivity “والصنف الثالث والذي يمثل حوالي 9.15 % صنف على انها منطقة "ضئيلة الحساسية" "Slight Sensitivity " وتأتي هذه النتيجة عن تقييم كل اصنفاف القياس المذكورة أعلاه، ويتضح أن الأنشطة البشرية تلعب الدور الأهم في تسريع عملية التصحر، من خلال سوء إدارة موارد الأرض (المياه والتربة والغطاء النباتي) مما أدى إلى وجود حساسية عالية للتصحر في منطقة الدراسة.

جدول رقم (7) تصنيف حساسية المنطقة للتصحر

Class	Area (ha)	%
High sensitivity	64044.15	54. 15
Moderate sensitivity	43010.31	36.30
Slight sensitivity	11424.05	9.55
Total	118478.5	100%



شكل رقم (6) خريطة تصنيف حساسية المنطقة للتصحر

8 الخلاصة

تعتبر منهجية ESAI (Environmentally Sensitive Areas index) مفيد جداً وسهلة التطبيق في تحديد الاصناف ومؤشرات الحساسية من المناطق المعرضة للتصحر، واهمية هذا النموذج يعطي نتائج موثوقة و أكثر فائدة من غيرها من الطرق المستخدمة بسبب دقتها، والاوزان التى تحدد لكل طبقة من الطبقات، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في مطابقة الخرائط، وفي حساب المؤشرات التي تنتج خريطة التصحر النهائيه (Basso F., 2002)، بالإضافة إلى انتاج خرائط موضوعية، توفر معلومات قيمة بشأن المناخ والتربة ونوعية الغطاء النباتي على المستوى الإقليمي، ومع ذلك، فإن المراقبة الميدانية التقليدية أمرا أساسيا لتقييم التصحر.

المنتج النهائي لهذا البحث، هو انتاج خريطة مصنفة الي ثلاث اصناف يمثل كل صنف درجة حساسية المنطقة للتصحر وهي مناطق عالية الحساسية ومناطق معتدلة الحساسية ومناطق ضئيلة الحساسية ؛ وهذه التصنيفات تعطي نظرة شاملة عن ظاهرة التصحر في المنطقة وتساهم في وضع الحلول الازمة للحد من انتشار هذه الظاهرة بالمنطقة بالاضافة الى ان هذا النهج يساعد صناع القرار في تطوير أفضل الاستراتيجيات والعمل على إعادة التأهيل ومكافحة التصحر في الأراضي الحساسة للتصحر.

9 المراجع

1. Arar A., Chenchouni H., Benabderrahmane M.C. Climate Change and Desertification Risks assessment in Aurès Region (Eastern of Algeria) by Using of Geomatic Data.Presented at the Int. Joint Assembly of IAMAS-IAPSOIACS "MOCA-2009", Montreal, Canada, 2009.
2. Brandt J.C., Thornes J.B. Mediterranean Desertification and Land Use. John Wiley & Sons, London, 1996
3. Basso F., Bove E., Dumontet S., Ferrara A., Pisante M.,Quaranta G., Taberner M. Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy). *Catena* 2002;40:19-35.
4. Chenchouni H., Benabderrahmane M.C., Arar A. Modeling and Mapping Desertification Risk in Eastern Algeria with Geomatic Data. *Proceedings of the IECHAR conference, Al-Ahsa, KSA,* 2010; 213-217.
5. Salvatia L, Zittib M. Convergence or divergence in desertification risk? Scale-based assessment and policy implications in a Mediterranean country. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2009; 52: 957- 971