



جامعة طرابلس
كلية الزراعة
قسم التربة والمياه

تطبيق نموذج البحر المتوسط واستعمالات الأراضي (موديلس) بسهل الجفارة

عواطف محمد الفرجاني الهباش

بشير أحمد نوير
(أستاذ مشارك)

قدمت الرسالة استكمالاً لمتطلبات الإجازة العالية (الماجستير) في العلوم الزراعية

بتاريخ 29 / شوال / 1443 هـ الموافق 30 / 5 / 2022م



جامعة طرابلس
كلية الزراعة
قسم التربة والمياه

تطبيق نموذج البحر المتوسط واستعمالات الأراضي (موديلس) بسهل الجفارة

عواطف محمد الفرجاني الهباش

بشير أحمد نوير
(أستاذ مشارك)

قدمت الرسالة استكمالاً لمتطلبات الإجازة العالية (الماجستير) في العلوم الزراعية

بتاريخ 29/ شوال / 1443 هـ الموافق 30 / 5 / 2022م

الإقرار

أقر أنا عواطف محمد الفرجاني الهباش بأن ما اشتملت عليه الرسالة إنما هو نتاج جهدي الخاص، باستثناء ما تمت الإشارة إليه حيثما ورد، وأن هذه الرسالة ككل أو أي جزء منها لم يقدم من قبل لنيل أي درجة علمية أو بحث علمي لدى أي مؤسسة تعليمية أو بحثية أخرى، وللجامعة حق توظيف الرسالة والاستفادة منها كمصدر مرجعي للمعلومات لأغراض الاطلاع أو الإعارة أو النشر بما لا يتعارض مع حقوق الملكية الفكرية المقررة بالتشريعات النافذة.

التوقيع:

التاريخ : / / 2023م.



جامعة طرابلس
كلية الزراعة
قسم التربة والمياه

تطبيق نموذج البحر المتوسط واستعمالات الأراضي (موديلس) بسهل الجفارة

عواطف محمد الفرجاني الهباش

الرسالة مُجازة من قبل لجنة المناقشة:

.....(العضو الخارجي)

د. عز الدين الطيب أرحومة (أستاذ مشارك)
كلية الزراعة - جامعة طرابلس - طرابلس (متقاعد)

.....(العضو الداخلي)

د. مختار محمود العالم (أستاذ)
كلية الزراعة - جامعة طرابلس - طرابلس

.....(المشرف)

د. بشير أحمد نوير (أستاذ مشارك)
كلية الزراعة - جامعة طرابلس - طرابلس

الاعتماد

أ. د. هيفاء محمد دوزان
عميد كلية الزراعة

أ. د. خالد رمضان البيدي
مدير مكتب الدراسات العليا
والتدريب

تاريخ الاعتماد / / 2023م

تطبيق نموذج البحر المتوسط واستعمالات الأراضي (موديلس) بسهل الجفارة
عواطف محمد الفرجاني الهباش (رسالة ماجستير)

جامعة طرابلس (2023)

د. بشير أحمد نوير (أستاذ مشارك)

المستخلص

تعتبر نظم الانذار المبكر غاية في الاهمية نظرا لمساهمتها الكبيرة في التنبؤ بالمناطق الاكثر عرضة للتصحّر، ودعم ومساندة صناع القرار في ايجاد الحلول الكفيلة للحد من توسع وانتشار هذه الظاهرة من جهة، وكذلك تطوير وتنفيذ السياسات والاستراتيجيات والخطط والبرامج التي من شأنها إعادة تأهيل الاراضي المتأثرة بالتصحّر. بالإضافة الى حماية الاراضي شديدة التعرض لهذه الظاهرة. أجريت هذه الدراسة لتحديد مظاهر التصحّر في سهل الجفارة في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا الواقعة بين خطي طول "58' 02' 13" شرقاً و"12° 21' 41" شرقاً وبين دائرتي عرض "44' 26' 32" شمالاً و"58' 23° 32" شمالاً وتبلغ مساحة المنطقة المدروسة حوالي 72544 هكتار. تهدف هذه الدراسة إلى بناء نظام انذار مبكر لإخطار التصحّر ونتاج خارطة توضح درجات حساسية المنطقة للتصحّر باستخدام منهجية مؤشرات المناطق الحساسة بيئياً Environmentally Sensitive Areas Index (ESAI) عن طريق تطبيق نموذج MEDALUS. باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد. تم اختيار منطقة الدراسة لأهميتها من الناحية الزراعية والرعية بالإضافة إلى التنوع في الغطاء النباتي. تم من خلال هذا البحث تطبيق نموذج وتطويره تبعاً للظروف المحلية من جهة وكذلك لمدي توفر البيانات والمعلومات من جهة أخرى. وتم اختيار عدد من المؤشرات التي شملت مؤشر جودة التربة، مؤشر جودة المناخ، مؤشر جودة المياه ومؤشر جودة الغطاء النباتي. وتم استبعاد مؤشر جودة الإدارة نظراً لعدم وجود بيانات عن هذا المؤشر بمنطقة الدراسة. أجريت سلسلة من اختبارات الحساسية لكل عامل من عوامل الجودة وذلك لتقييم عمل النموذج من جهة وإيجاد العوامل الحساسة والتي تؤثر بشكل أكبر على نتائج النموذج. كما تم تجربة عدد من السيناريوهات التي اعطيت من خلالها اوزان مختلفة للمؤشرات المستخدمة. ومن خلال تحليل الحساسية البيئية للتصحّر. أظهرت النتائج أن المؤشرات عندما أعطيت لها أوزان متساوية 20% تحصلنا على درجتين من الحساسية ذات حساسية منخفضة 90% كانت السيادة للنباتات الطبيعية، وذات حساسية متوسطة بنسبة 10% بسبب قلة الغطاء النباتي، أما مؤشر المياه الجوفية الذي كان له التأثير الأكبر في منطقة الدراسة وتعريضها إلى التصحّر فكان ما بين المتوسطة 45% والعالية 55% بسبب ارتفاع املاح الكبريتات في مياه هذه الأبار. أما مؤشر جودة التربة فكانت بين المتوسطة بنسبة 70% بسبب القوام الجيد، والعالية بنسبة 30% بسبب القوام رديء جداً (الرملي). تباينت نسب الغطاء النباتي ما بين متوسطة 10% نتيجة لقلة الغطاء النباتي والمنخفضة بنسبة 90% ناتجة عن النباتات الطبيعية، الاراضي الجرداء، المحاجر، المناطق الحضرية، في حين كان مناخ المنطقة ضمن المتوسط بنسبة 99% وهذا راجع إلى تباين توزيع الامطار والحرارة نتيجة لموقع كل محطة وتأثيرها بالمناخ الصحراوي.

الكلمات الدالة: التصحّر وتدهور الأراضي، الحساسية البيئية للتصحّر، سهل جفارة، نموذج البحر المتوسط لأخطار التصحّر.

الإهداء

قال تعالى: (قل إعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون)

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك..

ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك.. ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك..

ولا تطيب الجنة إلا برويتك

الله جل جلاله

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة.. ونصح الأمة.. إلى نبي الرحمة ونور العالمين

سيدنا محمد صلي الله عليه وسلم

إلى من علمني العطاء بدون انتظار إلى من أحمل أسمه بكل افتخار.. أرجو من الله ان يرحمك ويتقبلك

وستبقي كلماتك نجوم أهندي بها اليوم وفي الغد والي الأبد

والذي العزيز.. رحمه الله

إلى ملاكي في الحياة.. إلى معني الحب وإلى معني الحنان والتفاني.. إلى بسمه الحياة وسر الوجود

إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أغلي الحبايب

أمي الحبيبة.. رحمها الله

إلى جميع " إخوتي وأخواتي لدعمهم المتواصل لي... إلى كل أصدقاء العمر

إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة.. اساتذتنا الأفاضل.

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلي آله وصحبه أجمعين. في البداية فإن الشكر لله تعالى في كل وقت وحين، فالله الموفق والمدبر والميسر فهو المنعم والمتفضل قبل كل شيء، أشكره على تحقيق حلمي في استكمال دراستي، والحصول على درجة الماجستير، والشكر موصول لنيبه محمد (عليه أفضل الصلاة والسلام)

اتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى أستاذي الفاضل الدكتور بشير أحمد نوير لتكرمه وتفضله بالإشراف على هذه الرسالة وتفانيه وإبداء الملاحظات القيمة والآراء السديدة التي كان لها الأثر الأكبر في إتمام هذه الرسالة. فجزاءه الله خيرا ووفقه لما يحبه ويرضاه.

اتقدم بالشكر أيضا إلى اللجنة المشرفة على هذه الرسالة الدكتور الفاضل عزالدين الطيب رحومة والدكتور الفاضل مختار محمود العالم، ولكل من أمدني بمرجع أو مصدر، أو ساعدني في الحصول عليه مما أسهم في اغناء هذه الرسالة، كذلك اتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى زميلتي وصديقتي المهندسة فاطمة عبد الله الفرجاني على المجهود الذي بذلته لمساعدتي وتوجيهي ودعمها المستمر طوال مدة البحث، والي جميع أصدقاء العمر في المعهد العالي والمتوسط للتقنيات الزراعية بالغيران وأصدقائي في الجامعة وأخص بالذكر نورية التومي، ولأعضاء هيئة التدريس بالقسم، إليهم جميعا والي كل من ساهم في انجاح هذا العمل العلمي له عظيم الشكر والامتنان.

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
الإهداء	أ
الشكر والتقدير	ب
فهرس المحتويات	ج
فهرس الجداول	و
فهرس الأشكال	ح
1. المقدمة	1
2. الدراسات السابقة	2
1.2. المقصود بالتصحر	2
2.2 الطرق المختلفة لتقييم الحساسية البيئية للتصحر	2
1.2.2. النموذج الايراني لتقييم إمكانيات التصحر	2
2.2.2. مشروع نظام معلومات التصحر لدعم برامج العمل الوطنية في البحر المتوسط	3
3.2.2. مشروع مكافحة التصحر في اوربا المتوسطية	3
4.2.2. مشروع التقييم البيئي لتربة	3
5.2.2. نموذج منظمة الاغذية والزراعة	3
6.2.2. مشروع مراقبة الصحراء	3
7.2.2. نموذج البحر المتوسط للتصحر واستعمال الأراضي	4
3.2. استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية في دراسات مخاطر التصحر	8
1.3.2. تعريف نظم المعلومات الجغرافية	9
2.3.2. مصادر البيانات في نظم المعلومات الجغرافية	9
3.3.2. مميزات نظم المعلومات الجغرافية	9
4.3.2. اهمية نظم المعلومات الجغرافية	9
5.3.2. تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال مخاطر التصحر	9
3. المواد وطرائق البحث	12
1.3. الوصف العام لمنطقة الدراسة	12
2.3. المناخ	12
3.3. جيولوجية المنطقة	12
1.3.3. الترياسي	12
1.1.3.3. تكوين العزيبه	12
2.1.3.3. تكوين ابو شيبه	12
2.3.3. الجوراسي	12
3.3.3. الطباشيري (الكريتاسي)	14
1.3.3.3. تكوين سيدي الصيد	14
2.3.3.3. تكوين نالوت	14
4.3.3. رواسب الرباعي	14
4.3. مصادر المياه في المنطقة	14

15	1.4.3. موارد المياه السطحية
15	2.4.3. المياه الجوفية
15	1.2.4.3. الخزان الجوفي السطحي
15	2.2.4.3. الخزان الجوفي العميق ككلة
15	3.4.3. مجموعة الابار التابعة للشركة العامة للمياه والصرف الصحي
16	4.4.3. مجموعة الابار التي قام بحفرها المواطنون ابتداء من سنة 1985م
16	5.4.3. مياه العيون والينابيع والسدود
16	1.5.4.3. عين الصلاحات
16	2.5.4.3. عين الترك
16	3.5.4.3. عين ابو غيلان
17	5.3. تضاريس المنطقة
17	6.3. تصنيف تربة المنطقة
17	1.6.3. الترب الجافة ذات الافق الجيري البسيط التكوين الضحلة
17	2.6.3. الترب الحديثة التكوين الشائعة والمتأثرة بالمناخ الحار الضحلة
17	3.6.3. الترب الجافة الجبسية الكلسية البسيطة
17	4.6.3. التربة الجافة الجيرية البسيطة النموذجية
18	5.6.3. الترب الجافة ذات الأفق الجبسي الضحلة
18	6.6.3. الترب الجافة ذات الأفق الكلسي بسيط التكوين الملحية
18	7.6.3. الترب الجافة ذات افق التغيير بسيط التكوين الملحية
18	8.6.3. الترب الحديثة التكوين الرسوبية والمتأثرة بالمناخ الحار النموذجية
18	9.6.3. الترب الحديثة التكوين الشائعة والمتأثرة بالمناخ الحار النموذجية
19	10.6.3. الترب الجبلية ذات الافق الجيري الضحلة
19	11.6.3. الترب الجبلية ذات الافق الجيري النموذجية
19	7.3. آليه العمل
19	1.7.3. نموذج البحر المتوسط للتصحّر واستعمالات الاراضي في منطقة الدراسة
19	2.7.3. مرحلة تجميع البيانات
23	3.7.3. مرحلة التحليل الاحصائي
23	1.3.7.3. طريقة مقلوب المسافة الوزنية
23	4.7.3. مرحلة بناء قاعدة بيانات خصائص التربة ونتاج خرائط حساسية التصحر
24	8.3. المؤشرات والمعايير
27	9.3. صفات النموذج (المؤشرات)
27	10.3. منهجية الدراسة
27	1.10.3. مؤشر جودة التربة
31	1.1.10.3. خصائص التربة الطبيعية والكيميائية،
32	2.1.10.3. اوزان خصائص التربة بالاعتماد على الخبرة المحلية
32	3.1.10.3. استخدام خاصية التطابق الموزون ونتاج خريطة مؤشر جودة التربة
33	2.10.3. مؤشر جودة المناخ

39	.....	3.10.3 مؤثر المياه الجوفية
39	.....	4.10.3 مؤشر الغطاء النباتي
46	.....	4. النتائج والمناقشة
46	.....	1.4 درجات حساسية خصائص التربة للتصحرفى منطقة الدراسة
46	.....	1.1.4 درجات حساسية عمق التربة للتصحرفى
46	.....	2.1.4 درجات حساسية المادة العضوية للتصحرفى
46	.....	3.1.4 درجات حساسية قوام التربة للتصحرفى
46	.....	4.1.4 درجات حساسية مادة الاصل للتصحرفى
46	.....	5.1.4 درجات حساسية حجارة السطح للتصحرفى
52	.....	6.1.4 درجات حساسية الميل للتصحرفى
52	.....	7.1.4 تحليل الحساسيه البيئية لمؤشر جودة التربة
58	.....	2.4 درجات حساسية المناخ للتصحرفى منطقة الدراسة
58	.....	1.2.4 درجات حساسية الأمطار للتصحرفى
58	.....	2.2.4 درجات حساسية الجفاف للتصحرفى
58	.....	3.2.4 درجات حساسية اتجاه الميل للتصحرفى
58	.....	4.2.4 مؤشر جودة المناخ
58	.....	3.4 درجات حساسية المياه الجوفية للتصحرفى منطقة الدراسة
58	.....	1.3.4 درجات حساسية منسوب المياه للتصحرفى
58	.....	2.3.4 درجات الكلور
64	.....	3.3.4 درجات الملوحة
64	.....	4.3.4 مؤشر جودة المياه الجوفية
64	.....	4.4 درجات حساسية الغطاء النباتي للتصحرفى منطقة الدراسة
64	.....	1.4.4 درجات مؤشر الغطاء النباتي
64	.....	2.4.4 درجات مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة
64	.....	3.4.4 التصنيف الموجة
70	.....	4.4.4 درجات حساسية مخاطر الحرائق للتصحرفى
70	.....	5.4.4 درجات حساسية مقاومة التعرية للتصحرفى
70	.....	6.4.4 درجات حساسية مقاومة الجفاف للتصحرفى
70	.....	7.4.4 درجات حساسية الغطاء النباتي للتصحرفى
70	.....	8.4.4 مؤشر جودة الغطاء النباتي
70	.....	5.4 تحليل الحساسيه البيئية للتصحرفى
83	.....	5. الاستنتاجات والتوصيات
84	.....	6. المراجع

قائمة الجداول

الرقم	البيان	الصفحة
1.	اختيار المعلمات المطلوبة لتقييم المناطق الحساسة بيئياً.....	28
2.	مؤشرات التربة التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية للتصحّر.....	29
3.	مؤشرات المناخ التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية للتصحّر.....	36
4.	مؤشر جودة المناخ التي يجب أخذه في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية.....	36
5.	مؤشرات المياه الجوفية التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية للتصحّر.....	41
6.	مؤشر جودة المياه الجوفية التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية.....	41
7.	مؤشرات الغطاء النباتي التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية.....	45
8.	مؤشر جودة الغطاء النباتي التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية.....	45
9.	درجات حساسية عمق التربة للتصحّر.....	47
10.	درجات حساسية المادة العضوية للتصحّر.....	48
11.	حساسية قوام التربة للتصحّر.....	49
12.	درجات حساسية مادة الأصل للتصحّر.....	50
13.	درجات حساسية الحجارة على السطح للتصحّر.....	51
14.	درجات حساسية الميل للتصحّر.....	53
15.	الأوزان لجميع السيناريوهات.....	54
16.	درجات جودة التربة للسيناريو (1).....	56
17.	درجات جودة التربة للسيناريو (2).....	56
18.	درجات جودة التربة للسيناريو (3).....	56
19.	درجات جودة التربة للسيناريو (4).....	56
20.	درجات جودة التربة للسيناريو (5).....	57
21.	درجات جودة التربة للسيناريو (6).....	57
22.	درجات جودة التربة للسيناريو (7).....	57
23.	درجات حساسية الامطار للتصحّر.....	59
24.	درجات حساسية الجفاف للتصحّر.....	60
25.	درجات حساسية اتجاه الميل للتصحّر.....	61
26.	درجات مؤشر جودة المناخ للتصحّر.....	62
27.	درجات حساسية منسوب المياه للتصحّر.....	63
28.	درجات الكلور.....	65

66	درجات الملوحة.....	29
67	درجات مؤشر جودة المياه الجوفية للتصحّر.....	30
68	درجات مؤشر الغطاء النباتي NDVI.....	31
69	درجات الغطاء النباتي المعدل للتربة SAVI.....	32
71	درجات التصنيف الموجة.....	33
72	درجات مخاطر الحرائق للتصحّر.....	34
73	درجات مقاومة التعرية للتصحّر.....	35
74	درجات مقاومة الجفاف للتصحّر.....	36
75	درجات الغطاء النباتي للتصحّر.....	37
76	درجات مؤشر جودة الغطاء النباتي.....	38
77	أوزان تحليل الحساسية البيئية للتصحّر لجميع السيناريوهات.....	39
79	درجات حساسية البيئية للسيناريو (1).....	40
79	درجات حساسية البيئية للسيناريو (2).....	41
79	درجات حساسية البيئية للسيناريو (3).....	42
79	درجات حساسية البيئية للسيناريو (4).....	43
80	درجات حساسية البيئية للسيناريو (5).....	44
80	درجات حساسية البيئية للسيناريو (6).....	45
80	درجات حساسية البيئية للسيناريو (7).....	46
80	درجات حساسية البيئية للسيناريو (8).....	47
82	درجات الحساسية البيئية لمنطقة الدراسة.....	48

قائمة الاشكال

الصفحة	البيان	الرقم
11	..... مكونات نظم المعلومات الجغرافية	1.
11	..... مصادر ومعلومات نظم المعلومات الجغرافية	2.
13	..... الموقع العام لمنطقة الدراسة (المصدر الباحث)	3.
20	..... استخراج نسبة الميل من نموذج DEM	4.
21	..... تصنيف التربة في منطقة الدراسة	5.
22	..... مراحل الدراسة	6.
25	..... استخدام التنبؤ المكاني في المناخ والمياه الجوفية	7.
26	..... قطاعات الممثلة المدخلة في ملف الأوكسل	8.
26	..... بناء نموذج MEDLUS في ملف الأوكسل	9.
30	..... نموذج حساسية التصحر المستخدم في منطقة الدراسة	10.
35	..... يوضح استخدام التطابق الموزون وانتاج خريطة مؤشر جودة التربة	11.
37	..... أخذ النقاط للمحطات من موقع NASA	12.
37	..... مواقع المحطات الموجودة في منطقة الدراسة	13.
38	..... يمثل واجهة برنامج CROPWAT. 8.0	14.
38	..... كيفية ادخال البيانات للحصول على طبقة جودة المناخ	15.
40	..... مواقع الآبار الموجودة في منطقة الدراسة	16.
44	..... يوضح التصنيف الغير موجة	17.
44	..... يوضح أخذ المرئية لاندسات 8 من موقع USGS	18.
47	..... درجات حساسية عمق التربة للتصحر	19.
48	..... درجات حساسية المادة العضوية للتصحر	20.
49	..... درجات حساسية قوام التربة للتصحر	21.
50	..... درجات حساسية مادة الاصل للتصحر	22.
51	..... درجات حساسية الحجارة على السطح للتصحر	23.
53	..... درجات حساسية الميل للتصحر	24.
55	..... خريطة تحليل حساسية جودة التربة (للمناطق الحساسة بيئيا للتصحر)، حيث Q1 = عالية الجودة، Q2 = معتدلة الجودة، Q3 = منخفضة الجودة	25.
59	..... درجات حساسية الأمطار للتصحر	26.
60	..... درجات حساسية الجفاف للتصحر	27.

61	درجات حساسية اتجاه الميل للتصحّر	28
62	مؤشر جودة المناخ للتصحّر	29
63	درجات حساسية منسوب المياه للتصحّر	30
65	درجات حساسية الكلور للتصحّر	31
66	درجات حساسية ملوحة المياه للتصحّر	32
67	مؤشر جودة المياه الجوفية	33
68	مؤشر التغطية النباتية NDVI	34
69	مؤشر التغطية النباتية المعدل للتربة SAVI	35
71	يوضح التصنيف الموجة (لاندسات 8)	36
72	درجات مخاطر الحرائق	37
73	درجات مقاومة التعرية للتصحّر	38
74	حساسية مقاومة الجفاف للتصحّر	39
75	درجات حساسية الغطاء النباتي للتصحّر	40
76	مؤشر جودة الغطاء النباتي	41
77	انتاج خرائط جميع السيناريوهات	42
82	خريطة الحساسية البيئية لمنطقة الدراسة (ESAS)	43

1. المقدمة

يعد التصحر وتدهور الأراضي من أهم التحديات التي تواجه الإنتاج الزراعي في العالم، وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. وينص تعريف التصحر حسب اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (UNCCD) بأنه تدهور الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة الناتج عن الأنشطة البشرية والاختلافات المناخية. مما جعل من هذه المناطق أكثر عرضة إلى ما يسمى بظاهرة التصحر. وتطورت بمعدلات متسارعة حيث بلغت نسبة الأراضي المعرضة للتصحر حوالي 40% من نسبة اليابسة (تقرير منظمة التعاون الإسلامي، 2019).

ظاهرة التصحر يتم فيها تحويل مساحات واسعة وخصبة وعالية الإنتاج إلى مساحات فقيرة وهذا راجع إلى المؤثرات البشرية أو للتغيرات المناخية، أو من تأثير العوامل الطبيعية الأخرى. تترتب على ظاهرة التصحر وتدهور الأراضي آثار متعددة الجوانب. فمنها الاجتماعية والاقتصادية وكذلك السياسية. لذلك أهتم العالم عبر المنظمات الدولية وفي مقدمتها الأمم المتحدة بهذه الظاهرة، ويعد مؤتمر الأمم المتحدة للأرض (1992) بربو دي جانيرو من أهم المؤتمرات التي تعني بالتصحر. حيث أهتم المؤتمر بالمناطق المعرضة للتصحر وتقوية قاعدة نظم المعلومات والأرصاد بها ومكافحة تدهور الأراضي وصيانة التربة والغابات، بالإضافة إلى برامج الوعي البيئي وكذلك جدول أعمال القرن (21) التي تعد من أهم الوثائق التاريخية المنبثقة عن هذا المؤتمر.

طُورت العديد من الأنظمة والطرق التي تمكن من تخريط تدهور الأراضي والتنبؤ بآثارها المستقبلية، ومنها نظم الإنذار المبكر يعتبر في غاية الأهمية حيث يزود صانعي القرار بالمعلومات اللازمة وفي الوقت المناسب للسيطرة على هذه الظاهرة وتخفيف من حدتها (Enne وآخرون، 2009).

الهدف الأساسي من هذه الدراسة هي معرفة مدى حساسية منطقة سهل جفارة للتصحر وذلك بأنتباع منهجية البحر المتوسط لتقييم اخطار التصحر واستعمالات الاراضي (MEDALUS). ونظم المعلومات الجغرافية، وذلك بالأخذ في الاعتبار مؤشرات الجودة المناخ، التربة، الغطاء النباتي، المياه الجوفية، ومن ثم إنتاج خرائط حساسية لهذه المؤشرات، لاستخراج الخريطة النهائية التي تمثل حساسية الارض للتصحر تحت ظروف منطقة الدراسة.

2. الدراسات السابقة

2.1. المقصود بالتصحّر

تعددت الآراء لمفهوم ظاهرة التصحر منذ أن عقد أول مؤتمر دولي للتصحّر والذي كان تحت إشراف الأمم المتحدة في نيروبي عام (1977)، وكذلك مؤتمر (ريودي جانيرو) في البرازيل عام (1992) وجميع المؤتمرات التي أجريت بعد ذلك تضمنت عددا من المفاهيم منها:

تضمن مفهوم التصحر عند Menshing (1977) على أنه امتداد مكاني للظروف الصحراوية باتجاه المناطق الرطبة وشبه الرطبة. وفق هذا المفهوم يظهر بأنه قد اقتصر تحديده على المناطق الرطبة وشبه الرطبة وأهم المناطق الجافة وشبه الجافة وهي أكثر المناطق عرضة لهذه المشكلة.

حدد المؤتمر العالمي لليونسكو (1977) الذي عقد في نيروبي على أن التصحر هو وجه من أوجه التدهور الشائع الذي تتعرض له النظم البيئية تحت وطأة الظروف المناخية والاستغلال المفرط للإنسان لمواردها والذي يؤدي إلى تناقص قدرة الإنتاج للأرض وتدهورها.

أوضح Gohnson (1977) بأن التصحر ظاهرة التناقص في إنتاجية النباتات الجافة تحت تأثير العوامل الطبيعية والبشرية. إلا أن هذا المفهوم كان يتضمن تناقص الإنتاج ضمن النباتات الجافة، في حين أن هذه الظاهرة قد ظهرت وبدأت تنتشر في ضمن النباتات شبه الرطبة وحتى الرطبة وتحت تأثيرات ضغط الإنسان على الموارد الطبيعية فيها. حيث عرفته اتفاقية الأمم المتحدة (1994) بأنه تدهور في المناطق الجافة وشبه الجافة وفي المناطق الرطبة وشبه الرطبة والذي ينتج عن عوامل مختلفة تتمثل بالتغيرات المناخية والنشاطات البشرية.

استخدمت العديد من الطرق التي يمكن من خلالها تقييم حساسية التصحر وتدهور الأراضي في مناطق مختلفة من العالم، وخاصة المناطق الجافة وشبه الجافة. ومن هذه الطرق على سبيل المثال.

2.2 الطرق المختلفة لتقييم الحساسية البيئية للتصحّر

هناك العديد من الطرق المستخدمة في برامج تقييم حساسية البيئة للتصحّر، وفيما يلي سرد لبعض نماذج تقييم الأراضي التي وضعت من قبل هيئات ومنظمات علمية ومؤسسات حكومية مختصة في هذا المجال.

1.2.2 النموذج الإيراني لتقييم إمكانات التصحر (Iranian Model of Desertification Potential Assessment (AMDP)

تم استخدامه لتقييم التصحر وتوفير خريطة التصحر باستخدام تسعة معايير و36 مؤشرا في إيران، وتتمثل مزايا هذا النموذج في أنه يقيم إمكانية التصحر لمختلف المناخات الجافة وشبه الجافة، الرطبة، وشبه الرطبة (Ranjbaran وآخرون، 2014).

2.2.2. مشروع نظام معلومات التصحر لدعم برامج العمل الوطنية في البحر المتوسط Desertification Information System to Support National Action Programmes in theMediterranean (DISMED)

تم تمويل هذا المشروع من قبل وكالة البيئة الأوروبية (EEA)، لدعم تطوير خرائط حساسية التصحر والجفاف في بلدان البحر المتوسط، تم الحصول عليه من ثلاث مؤشرات (التربة، المناخ، الغطاء النباتي) (Fons-Esteve و Domingues، 2008).

3.2.2. مشروع مكافحة التصحر في اوربا المتوسطية Mediterranean Anti Dissertification Project (DESERTLINKS)

هو مشروع بحث أوروبي ودولي مُول من قبل المفوضية الأوروبية، بـدفع المساهمة في عمل اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر من خلال تطوير نظام لمؤشر التصحر في منطقة البحر المتوسط الأوروبية.

4.2.2. مشروع التقييم البيئي لتربة Environmental Assessment of Soil for monitoring project (ENVASSO)

تم تمويل هذا المشروع من قبل المفوضية الأوروبية كدعم علمي، وكان الهدف الرئيسي هو تحديد وتوثيق نظام مراقبة التربة أي حماية التربة في القارة، اعتمد المشروع على خبرة 25 عضو في الاتحاد الأوروبي. نجح في مراجعة بيانات التربة ومعاييرها، تم تحديد تسعة تهديدات لجودة التربة، تم اختيار 60 مؤشرا تغطي جميع هذه التهديدات، تم تحديد ثلاث مؤشرات لكل تهديد، وأصبح التصحر قضية رئيسية في مشروع ENVASSO نظرا لطبيعته المتداخلة والارتباط المتزايد بالأحتباس الحراري، وكان من الضروري تحديد المؤشرات الأكثر فائدة التي يمكن أن تتنبأ بالمخاطر المحتملة بالتصحر (Huber وآخرون، 2008).

5.2.2. نموذج منظمة الاغذية والزراعة United Nations Food and Agriculture Organization Model

استخدم لرصد التصحر على المستوي العالمي والاقليمي والمحلي، ويتكون من 22 مؤشرا. قام هذا النموذج بحساب التصحر بشكل أساسي بناءً على الدرجات التي تم أخذها في الاعتبار للمعايير التي تؤثر على التصحر (Drake و Symeonakis، 2004).

6.2.2. مشروع مراقبة الصحراء

ركز على تدهور الاراضي ورصد التصحر في إطار اتفاقية مكافحة التصحر في منطقة شمال البحر المتوسط، وكان الهدف من هذا المشروع هو سد الفجوة بين الاعمال البحثية المكثفة التي تم تنفيذها مؤخرا والاحتياجات التشغيلية (Enne وآخرون، 2009).

7.2.2. نموذج البحر المتوسط للتصحّر واستعمال الأراضي Mediterranean Desertification and Land Use model (MEDALU)

تم تمويله من قبل المفوضية الأوروبية ويركز على اختيار المؤشرات المناسبة على المستويين الأوروبي والوطني، ويمكن تحليل أنواع مختلفة من المعايير (التربة، النبات، المناخ، الإدارة)، حيث يتم ادخال جميع البيانات التي تحدد الطبقات الاربع في نظام المعلومات الجغرافية (GIS). وأكدت معظم الدراسات بأن MEDALUS يتميز ببعض الفوائد عن غيره من الموديلات من حيث أن عناصره يمكن الحصول عليها من تقارير المسوح الميدانية من جهة، ومن جهة أخرى فإن المؤشرات يمكن وضعها على شكل طبقات (Layers) في برامج نظم المعلومات الجغرافية ومن خلالها يتم تحديد المناطق ذات الحساسية للتصحّر حسب مؤشرات الجودة (kosmas، 1999).

رغم وجود عدة منهجيات لرصد مخاطر التصحر وتحديد الأراضي الحساسة للتصحّر، تم اختيار نموذج MEDALUS في معظم بلدان العالم وأظهرت نتائج جيدة ومن هذه الدراسات على سبيل المثال:

قام Basso وآخرون (2000) بتقييم الحساسية البيئية للتصحّر في حوض أغري جنوب إيطاليا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، نتائج هذا البحث استغرقت مدة 3 سنوات للتحقق من عمليات التدهور المتعلقة بالتصحّر في بيئة الأحواض الزراعية. وكان الهدف الرئيسي لهذا البحث تطوير أداة فعالة لتقييم التدهور وأخطار التصحر في القطاع الزراعي. وذلك بتطبيق نموذج البحر المتوسط.

قام Giordan وآخرون (2002) بتحديد المناطق الحساسة للتصحّر في صقلية حيث تم استخدام نموذج البحر المتوسط لتحديد المناطق المعرضة للتصحّر. وقد تم دمج المعلومات ومعالجتها بواسطة نظم المعلومات الجغرافية. وأظهرت النتائج أن 6.9% من أراضي صقلية حساسة بدرجة عالية، 46.5% ذات حساسية معتدلة، 32.5% ذات حساسية منخفضة، 7.2% فقط غير حساسة أما المناطق الأكثر حساسية هي المناطق الداخلية في المقاطعات.

قام Symeonakis (2004) برصد التصحر وتدهور الأراضي في جنوب الصحراء الكبرى بإفريقيا، تم تطوير نظام مراقبة التصحر. وتقييم أربعة مؤشرات باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد، واستخدم في الغطاء النباتي كفاءة المطر (RUE)، وجريان السطوح وتعرية التربة، قدر الغطاء النباتي باستخدام مؤشر معدل نمو النباتات و (NDVI) لتقدير (RUE). بالإضافة إلى هطول الأمطار. تم تصميم نموذج الجريان السطحي باستخدام خدمة المحافظة على التربة (SCS) نموذج Parametrized باستخدام تقديرات سقوط الأمطار، الغطاء النباتي، الغطاء الأرضي، خرائط التربة الرقمية وتعرية التربة والتي تعتبر واحدة من أكثر المؤشرات دلالة على عملية التصحر، تم تجميع المؤشرات الأربعة وإدخالها في نظام الاستشعار عن بعد وتسمح البيانات المحفوظة لكل من الاتجاهات المكانية والزمنية بتحديد التدهور.

اهتم Costantini وآخرون (2005) برسم خريطة للدولة وخطر التصحر في إيطاليا عن طريق الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية للتربة ونموذج EPIC. في جزيرة سردينيا بإيطاليا، أجريت

دراسات على تقييم مخاطر التصحر على المستوى القاري والوطني والإقليمي تجمع بين المناخ، والتربة، والغطاء النباتي، وتهدف هذه الدراسة إلى تقديم المنهجية المستخدمة في إنشاء الأطلس الجديد لمخاطر التصحر في إيطاليا، كما تعتمد المنهجية على استخدام مؤشرات الضغوط وحالة الاستجابة مؤشرات الإستجابة التي تتمثل في الأراضي المستصلحة والحساسة والضعيفة.

اهتم Frega وآخرون (2005) باستخدام المؤشرات المستخدمة للتصحر في كالابريا بإيطاليا، وهي إحدى دول البحر المتوسط التي يهددها التصحر خاصة المناطق الجنوبية وهي صقلية، سردينيا، بوليا، باسيليكاتا وكالابريا، ويتم تحديد المناطق الحساسة بيئيا (ESAI) من خلال المؤشرات الرئيسية المستخدمة لتقدير التربة عن طريق نموذج البحر المتوسط للتصحر واستخدام الأراضي الذي يسمح بتقييم مخاطر التصحر على النطاق الإقليمي، يتم تقييم المؤشرات الأربعة هي (التربة، المناخ، الغطاء النباتي، الإدارة) يصنف كل مؤشر إلى ثلاث مستويات (عالية، معتدلة ومنخفضة) وفقا لتصنيف MEDALUS، يتم إدخالها في نظام المعلومات الجغرافية (GIS)، والذي سيحدد الطبقات المختلفة اعتمادا على مؤشر الجودة، ووصفت القطاعات الرئيسية (حماية التربة، الإدارة المستدامة للموارد الزراعية، وإنخفاض تأثير أنشطة الإنتاج وإعادة توازن الأرض) للحد من آثار التدهور والسماح باستخدام الأراضي بشكل صحيح.

قام Contador وآخرون (2009) برسم خرائط لحساسية الأراضي المتدهورة في جنوب غرب اسبانيا، و تمثل تردي الأراضي ظاهرة ملحوظة منتشرة على نطاق واسع في مناطق مختلفة من العالم كما عانت التربة من ضياع الإنتاج بسبب العوامل الطبيعية والبشرية، كان الهدف من هذه الدراسة هو تحديد الأماكن ذات الحساسية البيئية لتدهور الأراضي في منطقة إكستريمادورا، عن طريق استخدام نموذج البحر المتوسط الذي يحدد هذه المناطق مؤشر (المناطق الحساسة البيئية، مؤشر وكالة الفضاء الأوروبية) الذي يتم فيه إدماج ورسم خرائط للجودة البيئية (المناخ، الغطاء النباتي، التربة) بالإضافة إلى العوامل البشرية (الإدارة).

درس Rasmy وآخرون (2010) نموذج المحاكاة الديناميكية للتصحر في مصر، حيث تم تطوير هذا النموذج عن طريق نموذج MEDALUS التي استخدمته المفوضية الأوروبية، ومن خلال المعادلات المختلفة والرسومات البيانية الناتجة عن المحاكاة. وصمم نموذج المحاكاة باستخدام الرسم البياني واستخدام بيانات متعددة الزمان لمعرفة التغيرات الديناميكية في حساسية التصحر المرتبطة بالطبيعة الديناميكية للبيئة الصحراوية، طبق النموذج على محافظة البحيرة غرب الدلتا مصر، وأظهرت النتائج أن التوسع العمراني، التملح، وعدم تطبيق السياسات تعتبر أكثر المتغيرات إثارة للتصحر.

قام Benabderrahmane وآخرون (2010) بتقييم المناطق الحساسة للتصحر في شرق الجزائر باستخدام نموذج البحر المتوسط، وتم وضع خريطة التصحر من خلال تقييم أربعة مؤشرات هي مؤشر الغطاء النباتي المناخ، التربة والإدارة التي لها التأثير الرئيسي على التطور، تم تحويل بيانات الخرائط إلى بيانات رقمية وضبطها وتنظيمها بواسطة خوارزمية لنظام المعلومات الجغرافية، بالإضافة إلى ذلك

استخدمت صور الأقمار الصناعية ALSAT1 والخرائط الجيولوجية للتربة. وكان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تحديد الأماكن مختلفة الحساسية للتصحّر في منطقة الدراسة.

ركز Salvati و Bajocco (2011) على حساسية الأراضي للتصحّر في جميع أنحاء إيطاليا خلال الفترة بين 1960 و 2008، وكان الهدف من هذه الدراسة هو تحليل اتجاهات المناخ والغطاء النباتي ومتغيرات استخدامات الأراضي التي تعتبر العوامل الأساسية الكامنة وراء التصحّر، بالإضافة إلى حساب مؤشر المناطق الحساسة بيئياً (ESAI) القياسي في 1960 و 1990 و 2000 و 2008، ولوحظ أن هناك زيادة واضحة في مدي حساسية الأراضي اتجاه LD بالإضافة إلى انخفاض كميات الأمطار وزيادة الكثافة السكانية والتكثيف الزراعي، مما دفع إيطاليا إلى تحسين المستوى الإقليمي من خلال المراقبة الدائمة لحساسية LD في المناظر الطبيعية المتوسطة.

قام Bakr وآخرون (2012) بتقييم المناطق الحساسة بيئياً للتصحّر في مصر باستخدام نموذج (MEDALUS) وكان الهدف من هذه الدراسة هي التقييم ورصد، ورسم الخرائط من المناطق الأكثر حساسية للتصحّر، خلال الفترة الزمنية 1984 و 2008 وأظهرت النتائج أن ESAI تغطيها 89 % من مساحة الدراسة، وتم التركيز على المناطق الحساسة للتصحّر من أجل تحقيق الاستخدام المستدام للأراضي في مثل هذه النظم البيئية الزراعية الهشة.

ركز Mhamed (2013) على التقييم المكاني للتصحّر باستخدام نموذج (MEDLAUS) البحر المتوسط للتصحّر واستخدام الأراضي في شمال سيناء، وكان الهدف من هذه الدراسة استخدام التحليلات المكانية ونظام المعلومات الجغرافية (GIS) لتقييم الحساسية البيئية للتصحّر. تم تقييم خمسة مؤشرات هي التربة، المناخ، الغطاء النباتي، والإدارة. واستخدام برنامج Arc-GIS 10 لتحديد الطبقات وتقييم مؤشر التصحّر وإنتاج خريطة للمناطق الحساسة بيئياً في منطقة الدراسة. وأظهرت النتائج أن 65 % من منطقة الدراسة ذات حساسية شديدة للتصحّر، أما 1.2 % منخفضة الحساسية للتصحّر 23% معتدلة الحساسية للتصحّر.

اهتم الراوي والجريسي (2014) بتقييم حساسية الأراضي الزراعية للتصحّر في السهل الرسوبي بالعراق. وتم استخدام نموذج البحر المتوسط بهدف تحديد المناطق الحساسة البيئية للتصحّر الأراضي الزراعية للفترة الزمنية الممتدة من 1985 و 2012. ويعتمد النموذج على عدد من المؤشرات النوعية (نوعية التربة، نوعية الغطاء النباتي، نوعية المناخ). وبينت النتائج أن نسبة مساحة الأراضي الزراعية الحساسة ضمن الصنف الحرج كانت 96.26 % و 55 % وللصنف الهش كانت 20.71 % وللصنف المحتمل كانت 3.74 %، و 0.0 % وللسنتين 1985 و 2012 على التوالي، وأظهرت النتائج إلى وجود زيادة ملحوظة في النوعية المنخفضة للتربة والغطاء النباتي وبمعدل 22.62 هكتار/ سنة و 11.2 هكتار/ سنة بنسبة 0.28 % و 0.14 % سنوياً على التوالي، من مساحة منطقة الدراسة.

استخدم Salvati وآخرون (2014) خريطة للتغيرات طويلة الأجل لحساسية الأراضي لتدهور في إيطاليا، تم تقييم أربعة مؤشرات هي (المناخ، التربة، الغطاء النباتي، الإدارة) ذات الصلة بعمليات التدهور،

لوحظ ان هناك زيادة ملحوظة وسريعة في حساسية الاراضي مع انخفاض جودة الاراضي بسبب التغيرات التي لها علاقة بالبشر.

قام Canora وآخرون (2015) بتطبيق نموذج ميد لوس لتقييم مخاطر التصحر في جنوب ايطاليا وتم تحديد المناطق المعرضة لإخطار التصحر، وأظهرت النتائج ان 35 % من منطقة الدراسة حساسة للغاية، 49% معتدلة الحساسية للتصحر و 12 % لديها حساسية منخفضة 4 % فقط غير حساسة.

قام Taghipour-Javi وآخرون (2016) بجنوب غرب إيران بتعديل وتطوير نموذج البحر المتوسط وتطبيقه على المناطق الأكثر حساسية لظاهرة التصحر لمراقبة مؤشرات التغير في المناطق الحساسة بيئياً (ESAs) للفترة بين 2000 و 2013 بمنطقة الدراسة. وتم تقييم خمسة مؤشرات والتي تشمل جودة التربة، جودة الإدارة ومؤشر المناخ، مؤشر الغطاء النباتي ومؤشر المياه والري. وبينت النتائج ان المناطق التي وصلت إلى حالة حرجة من حيث خطورة التصحر تغطي 7 % من الأراضي الزراعية والمراعي في سنة 2000، بينما وصلت الأراضي المتأثرة في 2013 إلى 24 % . حيث كان معدل الزيادة في التدهور 1.3 % سنوياً. وأكثر من نصف الأراضي الزراعية تأثرت بصفة متوسطة إلى شديدة بتدهور الأراضي والتصحر.

قام Kadovic وآخرون (2016) بدراسة تحليل حساسية الاراضي لتدهور باستخدام نموذج البحر المتوسط في صربيا، وكان الهدف من هذه الدراسة تحديد المناطق المعرضة للتدهور، تم تقييم اربعة مؤشرات رئيسية هي مؤشر التربة، الغطاء النباتي، المناخ، الادارة، وحدد كل مؤشر وفقا لجودته التي تتراوح بين 0.1 و 0.2، وأظهرت النتائج ان 56.26 % من منطقة الدراسة تعتبر حرجة في حين 43.26 % ضعيفة الحساسية للتصحر، و 0.55 % متأثرة بالتصحر، أما 0.01 % غير متأثرة بالتصحر.

رصد Symeonakis وآخرون (2016) حساسية تدهور الاراضي في جزيرة ليسفوس (اليونان)، وهي أكثر المناطق عرضة لتدهور والتصحر (LDD) في منطقة البحر المتوسط، وتم تقييم المناطق الحساسة بيئياً (ESAI) خلال الفترة بين 1990 و 2000 استخدمت خمسة مؤشرات رئيسية هي التربة، المناخ، الغطاء النباتي، المياه الجوفية، والإدارة، ادخلت البيانات في نظام المعلومات الجغرافية (GIS)، وأظهرت النتائج ان 85% من الجزيرة هشّة وحساسة للغاية للتصحر وان المناطق الهشة في ازدياد وتغطي ما يقدر 72% من الجزيرة في عام 1990 و 77 % في عام 2000 ، في حين تنخفض المناطق الحساسة للغاية من 214 الي 113 كم ، ويرجع ذلك أساسا إلى العوامل ذات الصلة بالبشر، واعتبر نموذج البحر المتوسط مفيد في تحليلات اتجاه على المستوى الإقليمي وتحديد النقاط الساخنة LDD في بيانات البحر المتوسط.

قام Lahlaoui وآخرون (2017) بتحديد المناطق الحساسة للتصحر في مستجمعات المياه والوادي المالح بالمغرب باستخدام نموذج البحر المتوسط، وتم التقييم بواسطة أربعة مؤشرات وهي مؤشر التربة، المناخ الإدارة والغطاء النباتي، وأظهرت النتائج أن 35 % من مستجمعات المياه المالحة عالية الحساسية للتصحر وهي تتركز في شمال منطقة الدراسة ويتوافق مع السهول والارتفاع.

اهتمت Boudjemline (2018) بتحديد المناطق الحساسة بيئيا للتصحّر باستخدام نموذج MEDALUS و GIS في حوض الهدنة بالجزائر. وتم تقييم أربعة مؤشرات وهي مؤشر التربة ومؤشر المناخ، ومؤشر الغطاء النباتي، وأظهرت النتائج أن 61 % من منطقة الدراسة منخفضة الحساسية وبشكل خاص المناطق الجبلية، إما المناطق الحساسة إلى التدهور فهي المنطقة السفلي من الحوض. يجب الإشارة إلى ان برمجيات تقييم حساسية البيئة للتصحّر في البحر المتوسط، تم ربطها مع تقنية نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج بعض خرائط واعداد خرائط مخاطر التصحر.

قام Gad (2008) بتتبع وتخريط الحساسية البيئية للتصحّر لبعض واحات الصحراء الغربية بمصر باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، تم تحديد الحساسية البيئية للتصحّر وأختير لإجراء الدراسة ثلاثة مناطق من واحات الصحراء الغربية، استخدمت صور وخرائط جيولوجية وخرائط التربة والبيانات المناخية كمصدر SRTM ونوعية ETM القمر الصناعي للبيانات المستخدمة في تخريط الحساسية البيئية للتصحّر، اظهرت النتائج أن المناطق ذات الحساسية منخفضة للتصحّر كانت 7.3 % من الواحات البحرية، 92.7 % متوسطة الحساسية للتصحّر، 0.80 % من اراضي الواحات خارجة عن الترتيب، اما الاراضي الداخلية ذات حساسية عالية جدا للتصحّر، ولوحظ ان إنتاج خرائط الحساسية البيئية للتصحّر لها أهمية فائقة بواحات الصحراء حيث تؤدي الى التصور الكمي لتأثير عمليات التصحر.

ركز Elhag آخرون (2014) في دراسته على تقييم التصحر باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وغيرها من التقنيات في وادي الكنجر بالسودان. كان الهدف من هذه الدراسة هو رصد ورسم خرائط استخدام الأراضي والغطاء الأرضي (LU / LC) المتعلقة بعمليات الجفاف وزحف الرمال وتدهور الأراضي. واستخدمت الصور الفضائية خلال الفترة بين 1973 و 1987 و 2001 و 2011 لقياس مدى الرمال خلال هذه الفترات، وأوضحت الدراسة أن منطقة شهدت بعض التغييرات خلال الفترة الزمنية. في عام 1973 تم تغطية أكثر من 6.14 % من المساحة الكلية بالرمل، في حين زادت هذه المساحة إلى 7.31 % في عام 1987، ثم انخفضت إلى 6.7 % و 7.31 % في عامي 2001 و 2011 على التوالي. وأوضحت هذه الدراسة بوجود تغيرا ملحوظا بسبب الجفاف وزحف الرمال (تدهور الأراضي). كما أن الكثبان الرملية تحيط بالأراضي المزروعة والتي بدورها ستؤدي إلى فقدان بعض الأراضي المنتجة عن طريق زحف هذه الرمال.

جل هذه الدراسات اوضحت ان استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية في دراسات تقييم مخاطر التصحر يتطلب توافر بيانات ذات جودة ودقة عاليتين وخاصة عندما يتم استخدام نموذج MEDALUS. كما أن هذه الدراسات أشارت إلى أن تطبيق تقنية نظم المعلومات الجغرافية في برامج تقييم التصحر وفرت الجهد والوقت والمال في عملية تحليل البيانات وتفسيرها ومن ثم عرضها.

3.2. استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية في دراسات مخاطر التصحر

هناك العديد من الدراسات التي تم من خلالها استخدمت تقنية نظم المعلومات الجغرافية في دراسات مخاطر التصحر خلال الأونة الاخيرة. وبالتالي لا بد من اعطاء نبذة مختصرة عن المبادئ الأساسية لنظم

المعلومات الجغرافية. تعتبر تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، من أهم الأدوات التي تستخدم في تقييم اخطار التصحر. وتحديد مدي تطورها ودرجة خطورتها وكأداة للإنذار المبكر لهذه الأخطار.

1.3.2. تعريف نظم المعلومات الجغرافية

هو مجمع متناسق يضم مكونات الحاسب الآلي والبرامج وقواعد البيانات والافراد والمدربين، ويقوم هذا المجمع بحصر دقيق للمعلومات المكانية وغير المكانية (الوصفية) وتخزينها وتحديثها ومعالجتها وتحليلها وعرضها (ESRI، 1990). ربما يكون تعريف مؤسسة ازري هو الاعم والاشمل الذي يقدم صورة عامة وواضحة عن مكونات او اهداف نظم المعلومات الجغرافية، وشكل (1) يوضح مكونات نظم المعلومات الجغرافية.

2.3.2. مصادر البيانات فى نظم المعلومات الجغرافية

مصادر البيانات لنظم المعلومات الجغرافية على سبيل المثال خرائط (التربة والجيولوجيا والطرق وغيرها) وملفات وقياسات ومسح حقلى وصور فضائية وصور جوية وجهاز تحديد النقط الأرضية (GPS)، وشكل (2) يوضح مصادر المعلومات فى نظم المعلومات الجغرافية (الخرامى، 2000).

3.3.2. مميزات نظم المعلومات الجغرافية

تمتاز نظم المعلومات الجغرافية بأنها تجمع بين عمليات الاستفسار والاستعلام الخاصة بقواعد البيانات (Data Base) مع إمكانية المشاهدة والتحليل والمعالجة البصرية للبيانات الجغرافية من الخرائط وصور الأقمار الصناعية والصور الجوية.

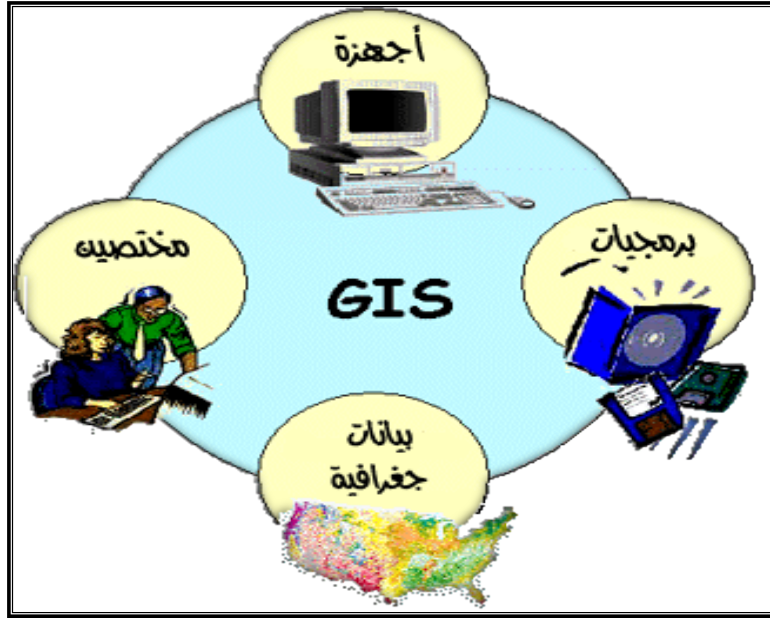
4.3.2. اهمية نظم المعلومات الجغرافية

دمج عمل الجغرافيين الطبيعي والبشري مع بعضه، وكذلك توطيد العلاقة بين الجغرافيا والعلوم المتداخلة معها كالترربة، والنبات، والتخطيط والجيولوجي. الخ. تمثل إطار جيد ومتوافق في تحليل البيانات الجغرافية بنوعها الكمية والوصفية وهذا ما تفرده به نظم المعلومات الجغرافية في قدرتها على تحليل تلك المعلومات سوية. دمج كم هائل من المعلومات او البيانات المكانية وانواع اخري من الصفات والخصائص غير مكانية في مكان واحد والتي تعالج بسرعة كبيرة فتوفر الجهد والوقت والكلفة. عرض المعلومات الجغرافية بطريقة رقمية مترجمة إلى خرائط وهي أكثر قبولا من الجداول، والتي من خلالها يتمكن الباحث منقراءة الخريطة وتحليل وتفسير محتوياتها. اختصار زمن توفير المعلومات المكانية وتحسين دقتها بالاضافة اليقليل عدد العاملين وتخفيض التكلفة. (الدليمي، 2010).

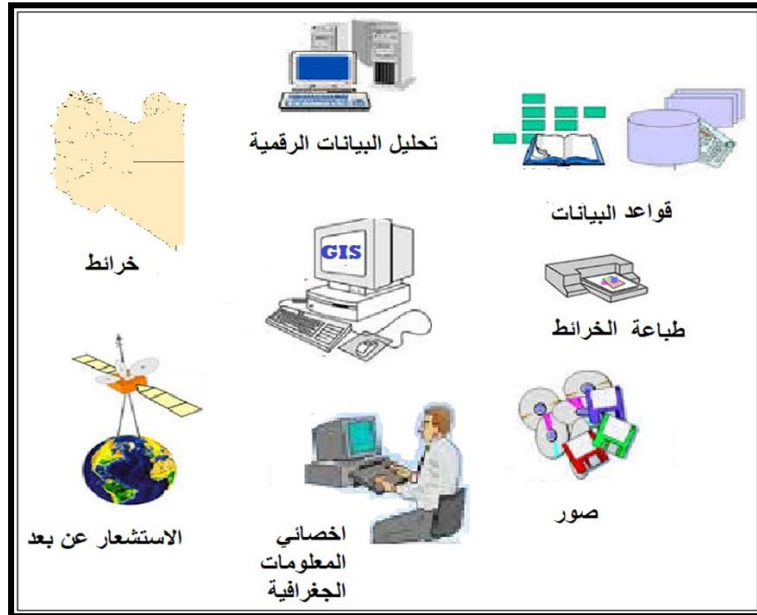
5.3.2. تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية فى مجال مخاطر التصحر

هناك العديد من الدراسات التى تم من خلالها استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية فى مجال مخاطر التصحر على المستويين العربي والاقليمي، حيث افاد (Walke وآخرون، 2012)، ان اجراء

برامج تقييم مخاطر التصحر فى بيئة نظم المعلومات الجغرافية يشمل استعادة البيانات من مصادر مختلفة وتحديث البيانات والنمذجة ومطابقة الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة والبيانات المناخية وبيانات المحصول فى بيئة نظم المعلومات الجغرافية ومن ثم الحصول على خريطة مدي مخاطر التصحر على منطقة ما.



شكل 1. مكونات نظم المعلومات الجغرافية



شكل 2. مصادر ومعلومات نظم المعلومات الجغرافية.

3. المواد وطرائق البحث

1.3. الوصف العام لمنطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في سهل جفاره في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا، وبالتحديد ما بين خطي طول 12° و $21^{\circ} 41'$ شرقاً و $13^{\circ} 02' 58''$ شرقاً وما بين دائرتي عرض $32^{\circ} 26' 44''$ شمالاً و $32^{\circ} 32' 58''$ شمالاً، وتبلغ مساحة المنطقة المدروسة حوالي 72544 هكتار، وشكل (3) يوضح الموقع العام لمنطقة الدراسة.

2.3. المناخ

يعتبر مناخ نموذجاً للمناخ شبه الصحراوي فهو معتدل الحرارة نهاراً على مدار السنة والبرودة ليلاً شتاءً. وتتراوح درجات الحرارة الصغرى بين 5.1 و 16.3 م بينما تتراوح متوسطات درجة الحرارة العظمى بين 17.7 و 36.8 م°.

تهب الرياح الشرقية شتاءً والجنوبية عند نهاية فصل الربيع وبداية فصل الصيف وتكون محملة بالرمال والأترية عادة وبسرعة 2.7 – 3.6 متر/ ثانية. أما الأمطار فهي قليلة التساقط بالوادي بمتوسط هطول سنوي 181.9 مم. وانعكاساً لهذه الظروف فإن الرطوبة النسبية تكون معتدلة معظم شهور السنة حيث تتراوح بين 57 % شهر يوليو و 63 % شهر أكتوبر.

3.3 جيولوجية المنطقة

يوجد بالمنطقة مجموعة من التكوينات تميز بيئة وعمر المنطقة جيولوجياً ونذكرها حسب العمر كالآتي:

1.3.3. الترياسي

1.1.3.3. تكوين الغريزيه

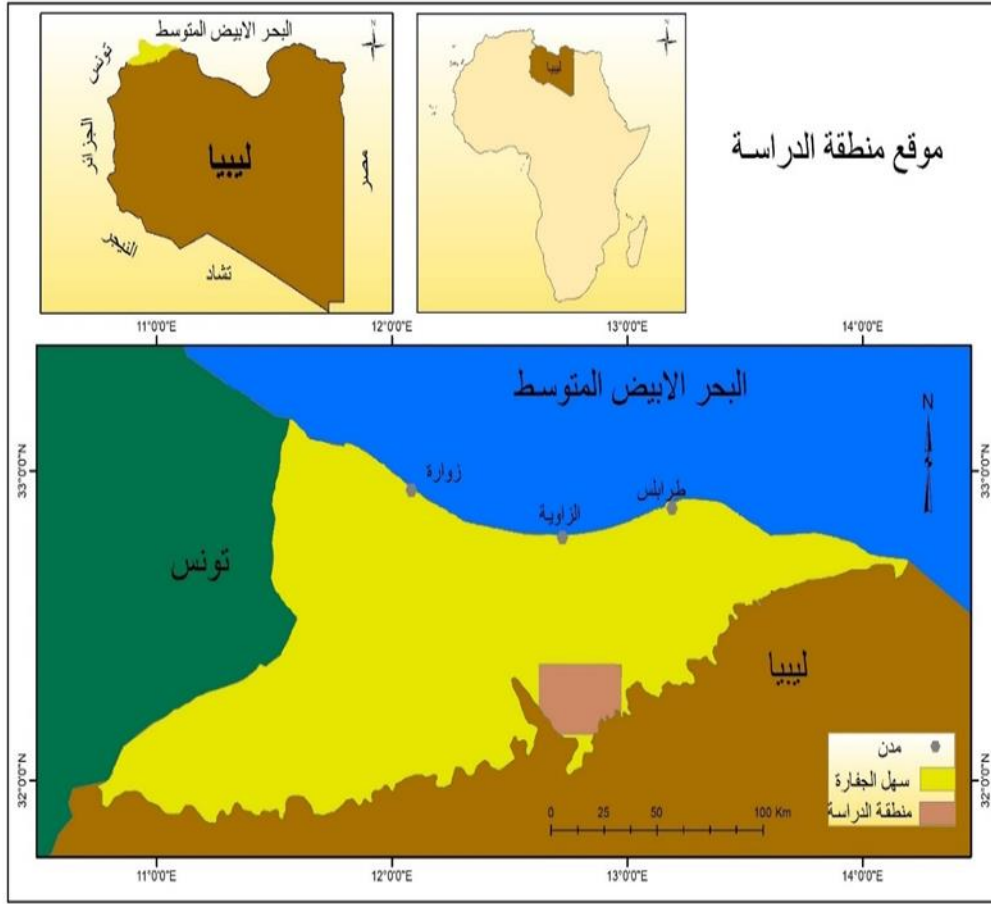
يتكون من احجار جيرية وجيرية دلو مينية والسبب في ذلك هو وجود مواد عضوية، ويرجع ايضا للاكسدة، ويوجد به درنات وعقد صوان على هيئة طبقات رقيقة، وتوجد ايضا ستروماتوليت إما على هيئة طبقات أو محصورة ضمن طبقات هذا التكوين، سمك التكوين 150م وعمره من الترياسي الاوسط الى الاعلى.

2.1.3.3. تكوين ابو شيبه

يتكون من ثلاث مستويات يوجد في المستوي الاول حجر رملي دقيق الحبيبات، به بعض العروق الصغيره، والمستوي الاوسط عبارة عن طبقة رقيقة من الطفلة الطينية الحمراء، وفي الاعلى توجد أحجار رملية، ويرجع اسمه لان القطاع النموذجي متكشف في وادي أبو شيبه وسمك التكوين 162م وعمره يرجع إلى الترياسي العلوي.

2.3.3. الجوراسي

تكوين أبو غيلان: يتكون من أحجار دولوميتية، ويتغير جانبياً إلى جبس المتمثل في بئر الغنم وتوجد في هذا التكوين بعض المستحاثات مثل الرخويات، ويرجع اسمه لمنطقة أبو غيلان ويصل سمكه إلى 60م وعمره ترياسي علوي – جوراسي. من الظواهر الغريبة في هذا التكوين الذي يأتي متوافقاً مع التكوين



شكل 3. الموقع العام لمنطقة الدراسة (المصدر الباحث).

السفلي (أبوشيبية) وغير متوافق مع التكوين الذي يعلوه (ككله). ان تكوين أبوغيلان به بعض الطيات التي لا توجد في ابو شيبية ولا في ككله، ويبدو ان تكوين أبو غيلان قد تأثر بالانهيارات أو التضاضط المتباين وهو في المراحل التكوين الاولي قبل التصخر وقبل تكوين التكوين العلوي، مما أدى إلى تكوين تلك الاشكال المنتهية بصورة محليه وليست نتيجة حركات تكتونية.

3.3.3.3. الطباشيري (الكريتاسي)

تكوين ككلة: يتكون من احجار رملية خشنة إلى متوسطة وتوجد به مستويات طينية، وينقسم إلى ثلاثة اقسام (خشم الزرزور وشكشوك وعضو الرجبان). يزداد سمك التكوين في اتجاه الغرب وفي اغلب المناطق لا يتعدى سمكه 40 م.

1.3.3.3. تكوين سيدي الصيد

ينقسم هذا التكوين إلى عضوين هما:

عضو عين طبي: يتكون من الحجر الجيري الصلب والدولوميت المكون الاساسي للحواف الصخرية بمنطقة غريان بسمك يصل إلى 80م، ويأتي متوافقا مع كل من ككله الذي يقع تحته وتكوين يفرن الذي يعلوه.

عضو يفرن: يتميز هذا العضو بالتبادل بين حجر الجير الصلب سميك التطبيق وحجر الجير الغضاري والجبس في بعض الاماكن ويصل سمكه إلى 70 م. ويكون منحدرات قليلة الميل فوق جروف عين طبي ويحتوي على احافير المحاريات.

2.3.3.3. تكوين نالوت

يتكون من احجار جيرية وجيرية دلوميتية وهو كتلي وصلب ومتبلور ويمثل اخر وأحدث تكوين في الجبل الغربي وجبل نفوسه تحديدا، وهو يكون القمم العالية في منطقة جبل نفوسة والذي يظهر منه هو الجزء السفلي فقط من التكوين، ويرجع اسمه إلى مدينة نالوت.

4.3.3. رواسب الرباعي

يمثل كل الغطاء الرسوبي في منطقة غريان وهو مكون من رواسب الأودية والرواسب المنقولة بالرياح وكذلك الانهيارات الصخرية والركام (مركز البحوث الصناعية، 1975).

4.3. مصادر المياه في المنطقة

يعتبر الماء العنصر الأساسي في كل الانشطة. فقد اعتمد الإنسان في الماضي على مياه الأمطار والأنهار، ولكن نتيجة لتطور الإنسان وزيادة استهلاكه اصبحت هذه الموارد لا تكفي لتلبية كل احتياجاته، لذا أتجه إلى المياه الجوفية لتعويض النقص في تلك المصادر، ويمكن حصر الموارد المائية بمنطقة الدراسة.

1.4.3. موارد المياه السطحية

يعد المطر المصدر الوحيد للمياه السطحية وذلك لخلو المنطقة من أي مجاري دائمة، فالأمطار متذبذبة في كمياتها وموسم سقوطها، وتهطل على هيئة زخات اعصارية متقطعة وخاصة في فصل الخريف والربيع، وتكون كمية الامطار أكثر وفرة في فصل الشتاء، وتقل كميتها كلما اتجهنا جنوبا وغربا، وتتأثر القيمة الفعلية للمطر بعدة عوامل منها درجة التبخر، نوع التربة، وطبيعة انحدار السطوح.

2.4.3 المياه الجوفية

تحتوي منطقة الدراسة على عدة خزانات جوفية هي:

1.2.4.3 الخزان الجوفي السطحي

عبارة عن تكوينات متتابعة من الحجر الجيري الدولوميتي والجوراسي، وتشمل تكوينات غريان ويفرن وعين طبي وتغرنة، ويتراوح سمكها بين 100م و400م وتوصف الآبار المحفورة في هذه التكوينات على سفوح الجبل بالانتاجية الضعيفة والتي تتراوح بين 100 و150م³/ساعة، ويبلغ عمق هذه الابار بين 200 و400 م، والمخزون الجوفي في هذا الخزان عبارة عن عدسات مائية سطحية، يتغذي جزئيا من مياه المطر، ولا يمكن الاعتماد عليها بصفقتها موردا دائما.

2.2.4.3 الخزان الجوفي العميق ككلة

يعد الخزان الرئيسي لمنطقة الدراسة، وينسب إلى العصر الكرييتاسي المبكر والجوراسي الاعلي، يلتحم في اسفله بتكوين أبوشيبية وفي اعلاه بتكوين عين طبي، ويعد في مجمله محصورا او مقيدا، يبلغ عمق الابار المحفورة حاليا بين 600 و800م، تحت سطح الارض، ولا تزيد انتاجيتها عن 30 و60م³/ساعة وتتراوح نسبة الاملاح بين 1200 و2000 جزء/مليون، ونظرا لقله مياه الخزان وارتفاع تكلفة استخراجها، لذلك يوصي المختصون بعدم التوسع في استغلالها والاقتصاد في استخدامها لأغراض الشرب، هذا ويعاني المخزون الجوفي في منطقة الدراسة من استنزاف شديد لا يتناسب مع حجم التغذية السنوية. هناك عدد كبير من الابار العامة والخاصة التي يمكن تصنيفها على النحو الاتي:

3.4.3 مجموعة الابار التابعة للشركة العامة للمياه والصرف الصحي

يبلغ عددها 45 بئرا، أستغل منها 30 بئرا تساهم في امداد المواطنين بنحو 66 % من احتياجاتهم المائية. و27 بئرا منها موجود على امتداد وادي غان الذي يساهم بنسبة 85 % من حجم الامدادات المائية آبار الشركة، في حين تساهم ابار الاصابعة وككلة وبعض العيون ب 15 % من خلال تجميع مياهها في محطات الصلاحات واولاد ابو راس. يتم ضخ مياهها بشكل يومي في خزانات التجميع الارضية والعلوية، وتبلغ القدرة الإنتاجية لجميع الآبار التابعة للشركة العامة للمياه بحوالي 10589م³/يوم.

4.4.3. مجموعة الابار التي قام بحفرها المواطنون ابتداء من سنة 1985م

يبلغ عددها حتى الان 49 بئرا، تتراوح اعماقها بين 100 -250 م، يتم تسويق مياهها في منطقة الدراسة بواسطة السيارات المحملة بالصهاريج وتساهم في توفير حوالي 15490م³، ومع انها تساهم بالتعجيل في استنزاف الموارد الجوفية من المياه، الا انها تعمل على توفير المياه في الوقت الحاضر (القاضي، 2000).

5.4.3. مياه العيون والينابيع والسدود

تعتمد المنطقة على مياه بعض العيون الطبيعية يصل عددها إلى 36 عينا، وهي في تناقص مستمر وبعضها مهدد بسبب تذبذب سقوط الامطار في السنوات الاخيرة. كذلك زيادة معدلات الضخ نتيجة الاستهلاك المفرط. وتعد اغلب العيون المنتشرة في المنطقة من نوع العيون الطبقيّة التي نشأت نتيجة تصادف المياه الجوفية المقيدة في الصدوع متخذة منه منفذا لها، وتزداد انتاجية هذه العيون من المياه عقب سقوط الامطار، وتعد مصدرا مهما لتغذية النباتات الطبيعية التي تتواجد بجانبها (الادارة العامة للسدود والموارد المائية، 2005).

أهم هذه العيون التي لاتزال تنتج في منطقة الدراسة منها عين الصلاحات، الترك، ابوغيلان، الطبي، الكميشات، الا ان الملاحظ على هذه العيون انها غير مستغلة بالشكل الامثل، اما السدود الموجودة في المنطقة هي سد وادي غان ووادي زارت الذي تبلغ سعتها 30 و45 مليون م³، حيث ان كميات المياه بهما تتوقف على كمية الامطار، وأهم هذه العيون.

1.5.4.3. عين الصلاحات

تقع العين بقرية الصلاحات والتي تجمع حولها السكان منذ القدم. مكونين مايسمي حاليا محلة الوادي. والعين في مجملها مجموعة من المنابع، وتعد انتاجية هذه العين عالية اذ تصل إلى حوالي 20 ألف لتر/ ساعة، وتتميز هذه العين بنوعية جيدة من المياه رغم ان مياهها حاليا بدات بالتراجع والنضوب.

2.5.4.3. عين الترك

تقع في منحدر جبلي عن طريق ابو رشادةالجبلي عند تكوين سيدي الصيد، كانت هذه العين تمد المنطقة بمياه الشرب، عبر تجميعها في خزانات وضخها إلى المنطقة عبرشبكة التوزيع حتى سنة 1973م، ثم اهملت بسبب تدني انتاجيتها وتلوث مياهها بسبب القاء مياه الابارالسوداء ومخلفات زيوت السيارات بالقرب منها وقدرت الاملاح الذائبة بمياهها إلى 3000 ملجم/ لتر سنة 1992.

3.5.4.3. عين ابو غيلان

تقع في منتصف الجبل بمنطقة غريان على الطريق الجبلي القديم، تنبع العين من تكوين ابو غيلان وانتاجيتها حاليا تقدر 0.1 لتر /ساعة. وتزداد في موسم المطر لتصل إلى 0.5 لتر/ ساعة وتتميز العين بعدم وجود أي مصدر للتلوث بالقرب منها (الباروني والفتيس، 2005).

5.3. تضاريس المنطقة

من خلال البيانات المتوفرة من نموذج الارتفاع الرقمي نوع EARTHDATA NASA بدقة 12.5 متر عن منطقة الدراسة، لوحظ ان اغلب اجزاء المنطقة انحدارها يتراوح ما بين (0 - 2 %)، وشكل (4) يبين تضاريس منطقة الدراسة.

6.3. تصنيف تربة المنطقة

توجد ثلاثة رتب في منطقة الدراسة هم رتبة Aridsols و Entisols و Inceptisols وتشمل تحت المجموعات الكبرى كما في شكل (5). وفيما يلي سرد لبعض الخصائص والخواص للترب على مستوي تحت المجموعة الكبرى في منطقة الدراسة (Export, S، 1980).

1.6.3. الترب الجافة ذات الافق الجيري البسيط التكوين الضحلة (Lithic Haplocalcids)

هي الترب المحتوية على الافق التشخيصي التحت سطحي الكلسي (Calcic Horizon) بسيط الغير متصلب، وذات عمق اقل من 50 سم، وذات لون فاتح لوجود كربونات الكالسيوم، وقوام التربة متباين من الرملي إلى الطمي رملي والطيني. وتنتشر هذه التربة على مساحة قدرها 77.276 هكتار من منطقة الدراسة.

2.6.3. الترب الحديثة التكوين الشائعة والمتأثرة بالمناخ الحار الضحلة (Lithic Torriorthents)

هي ترب حديثة التكوين خالية من الافاق التشخيصية السطحية وتحت السطحية فيمعدا الأفق السطحي عديمة البناء، وذات مادة عضوية منخفضة، وتصل نسبة الحصى والحجارة في بعض قطاعاتها إلى أكثر من 35 %، وان نسبة الرمل تكون اقل من 85 %، كما ان هذه الترب تكون ذات اعماق اقل من 50 سم، وتنتشر هذه التربة على مساحة تصل إلى 104.325 هكتار في منطقة الدراسة.

3.6.3. الترب الجافة الجبسية الكلسية البسيطة (Gypsic HaplobCalcids)

هذه الترب تحتوي على الافق الجبسي والكلسي. هذه الترب تكون فاتحة اللون نتيجة لوجود الجبس والأملاح وكربونات الكالسيوم، وذات قوام طمي سلتني أو طمي طيني، كما انها عديمة البناء ومندمجة، وفقيرة في المادة العضوية، وبالتالي فان الافق السطحي السائد هو الاوكريك. وتنتشر هذه التربة على مساحة تقدر بـ 66.684 هكتار من منطقة الدراسة.

4.6.3. التربة الجافة الجيرية البسيطة النموذجية (Typic Haplocalcids)

ترب تحتوي على الافق الجيري (Calcic horizon) وعميقة، وذات مستوي ماء ارضي عميق، تتميز بوجود كربونات الكالسيوم على طول القطاع، وذات لون فاتح، وغالباً ما يكون الافق السطحي اوكريك، وفقيراً في المادة العضوية، والقوام كما اشير سابقا يتباين من الرملي إلى الطمي رملي والطيني، وينتشر هذا النوع من التربة في منطقة الدراسة على مساحة قدرها 186.640 هكتار.

5.6.3. التربة الجافة ذات الأفق الجبسي الضحلة (Lithic Haplogypsiids)

هذه التربة كما هو معروف تحتوي على أفق التغيير (Cambic horizon). تتميز بإعادة توزيع لبعض الخصائص مثل كربونات الكالسيوم والطين، والأفق السطحي غالباً ما يكون الأفق الأوكري، وفقيرة في المادة العضوية، وذات لون فاتح، وذات مستوي ارضي عميق. وتتواجد هذه التربة في منطقة الدراسة على مساحة قدرت بحوالي 2.762 هكتار من منطقة الدراسة.

6.6.3. التربة الجافة ذات الأفق الكلسي بسيط التكوين الملحية (SalicHaploCalcids)

هذه التربة تحتوي على الأفق الجبسي والملحي، والأفق السطحي غالباً ما يكون الأوكري، فقيرة في المادة العضوية، ذات لون فاتح، ذات مستوي ماء ارضي عميق. وتتواجد هذه التربة في منطقة الدراسة بحوالي 52.159 هكتار.

7.6.3. التربة الجافة ذات أفق التغيير بسيط التكوين الملحية (Salic Haplo Cambids)

تحتوي على أفق التغيير (Cambic horizon). والأفق السطحي غالباً ما يكون الأفق الأوكري، وفقيرة في المادة العضوية، وذات لون فاتح، وتتواجد هذه التربة في منطقة الدراسة على مساحة 1.354 هكتار.

8.6.3. التربة الحديثة التكوين الرسوبية والمتأثرة بالمناخ الحار النموذجية (Typic Torrifluvents)

هذا النوع من التربة تتميز بسيادة الأفق الأوكري على السطح، وعادة ما يكون لون هذه التربة بني غامق أو بني محمر، وذات مستوي ماء ارضي عميق جداً. تتميز هذه التربة بتأبين القوام، فقد يكون طيني أو طمي طيني أو رملي أو طمي رملي، كذلك قطاعات هذه التربة تتميز باختلاف ما تحتويه من حصى وحجارة، فقد تكون غير حصوية أو قد تصل فيها نسبة الحصى إلى 90%. هذه التربة ضعيفة في محتواها من المادة العضوية، وذات بناء ضعيف، ولكن هذا النوع من التربة يتميز عن غيرها من التربة بقدرة خصوبية أعلى مقارنة بالتربة الأخرى. وتنتشر هذه التربة على مساحة 4.699 هكتار في منطقة الدراسة.

9.6.3. التربة الحديثة التكوين الشائعة والمتأثرة بالمناخ الحار النموذجية (Typic Torriorthents)

هذه التربة تتأثر بالمناخ الجاف والحار، ويكون الأفق السطحي السائد هو الأوكري. هذا النوع من التربة كما أشير سابقاً غالباً ما تكون ذات لون اصفر أو بني مصفر أو بني محمر، كما انها تربة عديمة البناء، وذات مادة عضوية اقل من 1%، وتصل نسبة الحصى والحجارة في بعض قطاعاتها إلى أكثر من 35%، وان نسبة الرمل تكون اقل من 85%، وتشكل هذه التربة ما مساحته 1.839 هكتار من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة.

10.6.3. الترب الجبلية ذات الأفق الجيري الضحلة (Lithic calcixerepts)

هذه الترب متأثرة بمناخ البحر المتوسط وتحتوي على افق الاوكرك وافق الكامبيك، وهي تتميز باللون القرفي وغالبا ماتحتوي على كربونات الكالسيوم، ولا يتعدى عمقها أكثر من 50سم، وتغطي مساحة 6.608 هكتار من منطقة الدراسة.

11.6.3. الترب الجبلية ذات الأفق الجيري النموذجية (Typic calcixerepts)

هي متأثرة بمناخ البحر المتوسط، ذات اللون القرفي، الحصى والحجارة بها قليلة، ضعيفة البناء ذات القوام الرملي او الرملي الطمي، المادة العضوية بها منخفضة، وتشكل هذه الترب ما مساحته 4.475 هكتار من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة.

7.3. آليه العمل

7.3.1. نموذج البحر المتوسط للتصحّر واستعمالات الاراضي في منطقة الدراسة

كما اشير سابقاً تم اختيار نموذج البحر المتوسط للتصحّر واستخدام الاراضي، ولتحقيق اهداف البحث تم تقسيم مراحل الدراسة إلى مرحلتين، وشكل (6) يوضح النموذج العام المستخدم في الدراسة، وفيما يلي سرد لهذه المراحل:

7.3.2. مرحلة تجميع البيانات

في هذه المرحلة تم تجميع البيانات (التربة، المناخ، الغطاء النباتي، المياه الجوفية) وادخالها ومعالجتها في نظم المعلومات الجغرافية والبرامج الاخرى حسب المنهجية الواردة في شكل (6).

لتحقيق اهداف الدراسة أمكن تجميع العديد من البيانات لبناء نموذج حساسية التصحر في منطقة الدراسة، والتي تشمل الأتي:

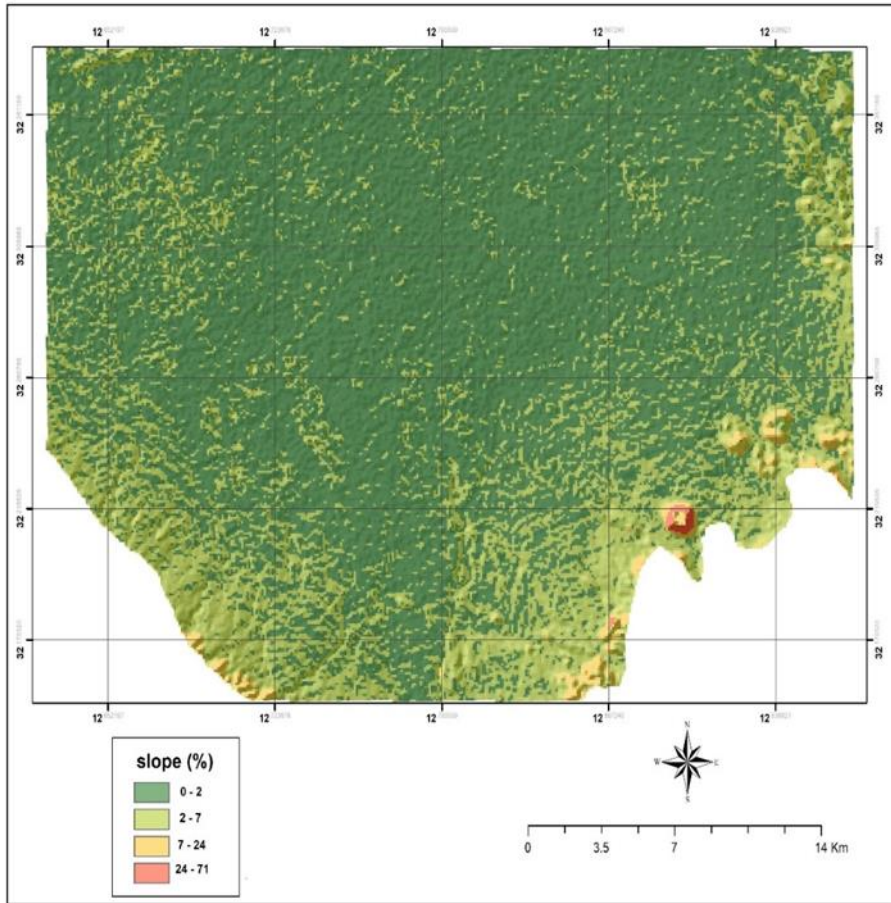
أ- خريطة تصنيف التربة: تم الحصول على خريطة تصنيف التربة الرقمية لمنطقة الدراسة وبمقياس رسم 1:50000 (مشروع التخریط الزراعي، 2006).

ب- تقرير دراسة التربة: يحتوي هذا التقرير على بيانات قطاعات التربة الممثلة، (مشروع التخریط الزراعي، 2006).

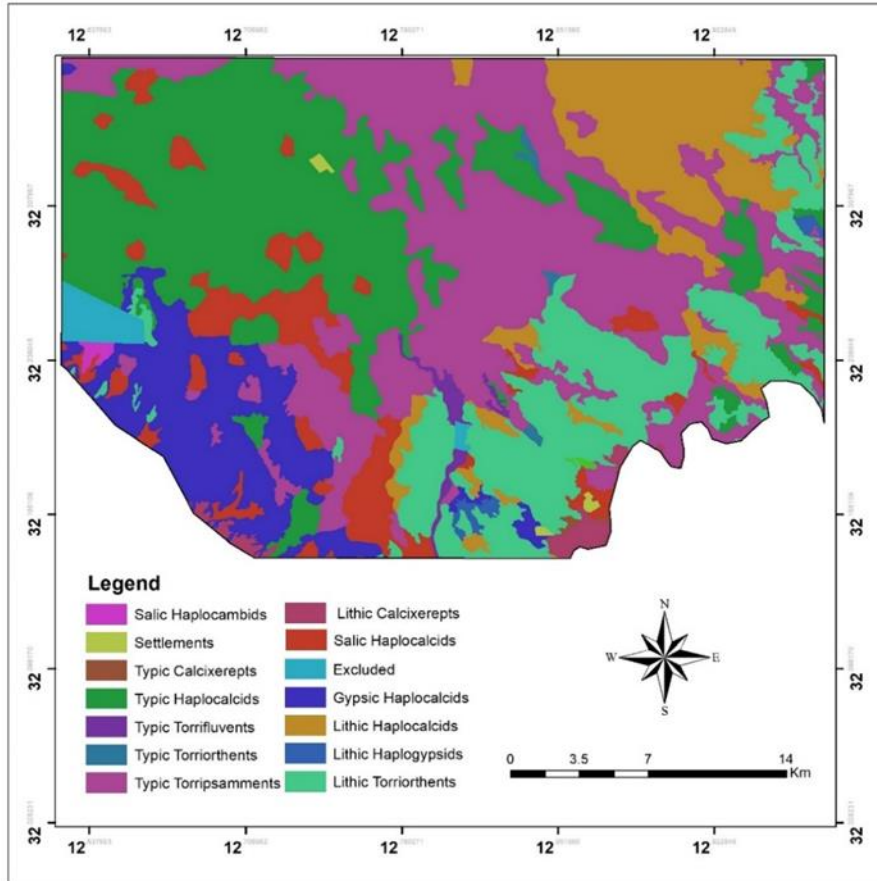
ج- البيانات المناخية: تم الحصول على البيانات المناخية والمتمثلة في المتوسط الشهري لدرجات الحرارة، والمتوفرة من بعض النقاط في نطاق منطقة الدراسة من وكالة ناسا الفضائية للفترة من (1981، 2019).

د- خريطة النموذج الرقمي للأرتفاعات (Digital Elevation Map): تم الحصول على خريطة النموذج الرقمي للأرتفاعات نوع Earthdata Nasa بدقة 12.5 متر.

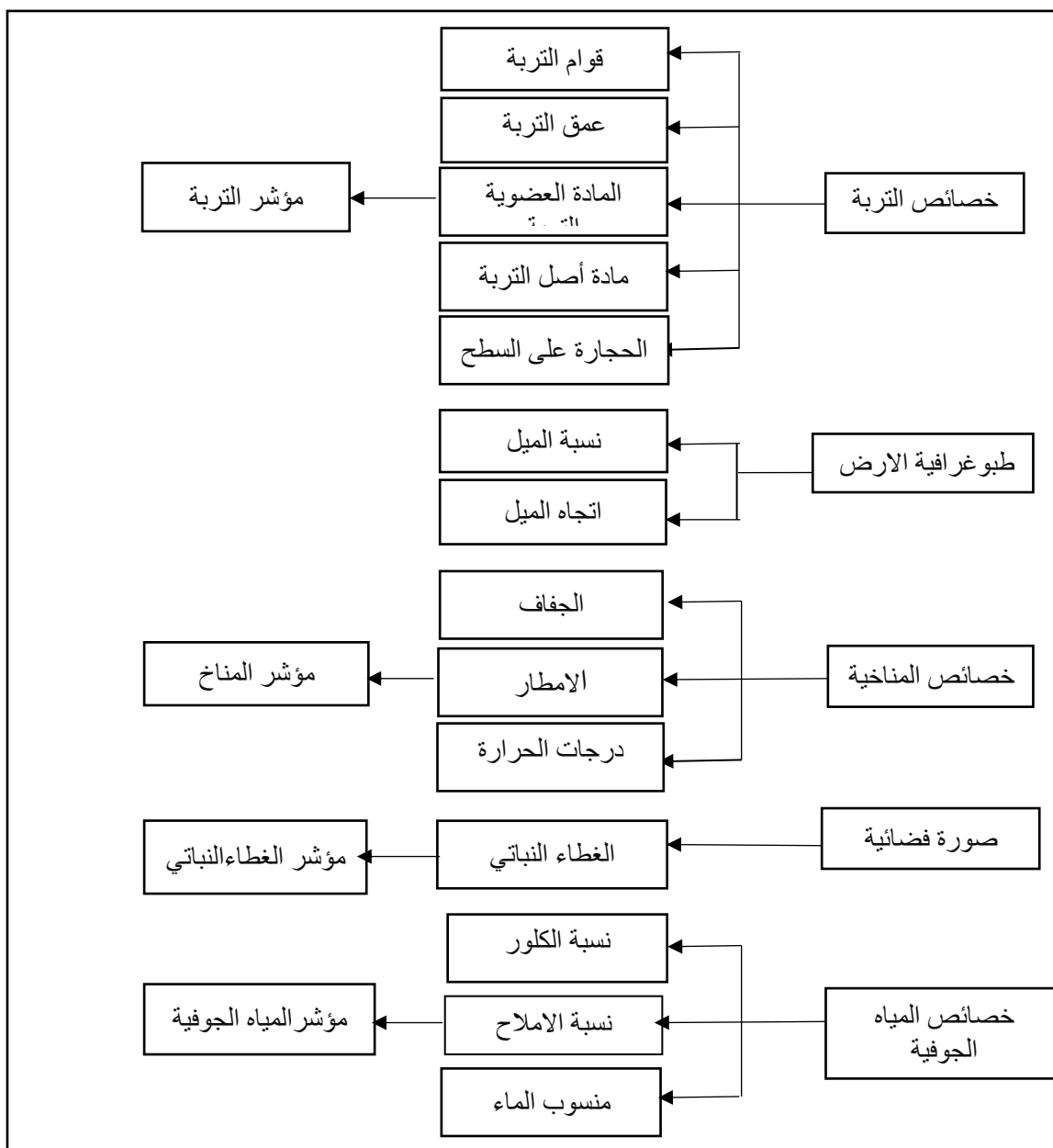
هـ- المياه الجوفية في منطقة الدراسة: تم الحصول على بيانات الابار داخل منطقة الدراسة من (الهيئة العامة للموارد المائية).



شكل 4. استخراج نسبة الميل من نموذج DEM.



شكل 5. تصنيف التربة في منطقة الدراسة.



شكل 6. مراحل الدراسة.

3.7.3. مرحلة التحليل الاحصائي

تم في هذه المرحلة استخدام التحليل الاحصائي مقلوب المسافة الوزنية (IDW) لانتاج خرائط لكل من المياه الجوفية والمناخ فقط، كما تم حساب النسب المئوية والمساحات بالهكتار لكل من خصائص (التربة، المياه الجوفية، المناخ، الغطاء النباتي).

1.3.7.3. طريقة مقلوب المسافة الوزنية (Inverse Distance Weighting)

تعتمد هذه الطريقة على الاستفادة من البيانات المقاسة في نقاط محددة في المنطقة من أجل حساب بيانات مطلوبة في نقاط لا تتوفر فيها أية قياسات، حيث تؤثر بيانات كل نقطة معلومة بشكل أكبر كلما كانت قريبة من النقطة التي لا تتوفر فيها قياسات ويقل تأثيرها كلما ابتعدت عنها، أي أن كل نقطة معلومة يكون لها وزن معين يدخل في الحساب والمعادلة العامة المستخدمة في طريق IDW كما بينها العالم وآخرون (2020) هي:

$$(1) \quad Z^*(u) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(u_i)$$

$$(2) \quad \lambda_i = \frac{\left[\frac{1}{d_i^p} \right]}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}} \quad (i = 1, \dots, n)$$

حيث تمثل d_i المسافة بين النقطة المراد تقدير قيمة الخاصية عندها والنقطة المعلومة $Z^*(u)_i$ النقطة المراد تقدير الخاصية عندها، $Z(u_i)$ النقطة المعلوم عندها قيمة الخاصية، و i ترمز للنقطة، و p أس المسافة لتحديد الوزن، λ معامل الوزن على أساس المسافة، تتلخص فكرة الوزن في إعطاء أوزان خاصة للنقطة عند حساب المركز المتوسط، حيث أن الأوزان لا تعتمد فقط على المسافة الفاصلة بين النقاط، إنما تعتمد أيضا على التوزيع المكاني لهذه النقاط، والذي يعتمد بدوهر على الارتباط الذاتي بين النقاط، ومن عيوب هذه الطريقة أن الخرائط المنتجة أنها تنتج ما يشبه العيون الكروية أو ما يعرف باسم Bulls eyes (Burrough، 1993).

يجب أن تكون البيانات المستخدمة في هذه الطريقة في صورة نقطية أو شبكية، وأن تكون البيانات مستمرة، ولا بد أيضا من معرفة الهدف من الحصول على السطح الرياضي، ومعرفة قيمة الظاهرة المدروسة في مناطق غير مفاصة، وإعطاء حس مكاني للظاهرة التي يتم دراستها، كما يجب أن تكون كافة القيم المتوقعة محصورة ضمن مجال الحدين الأعلى والأدنى في العينة. كما هو موضح في شكل (7). (العالم، 2017).

4.7.3. مرحلة بناء قاعدة بيانات خصائص التربة ونتاج خرائط حساسية التصحر

اشتملت هذه المرحلة على ادخال كافة بيانات قطاعات التربة الممثلة، في ملف اكسل Excel (spreadsheet models)، وذلك لحساب درجات جودة التربة لكافة خصائص التربة الطبيعية والكيميائية، وشكل (8) يوضح بيانات قطاعات التربة الممثلة في ملف اكسل.

تمت الإشارة إلى انه خلال هذه المرحلة تم الاستعانة بالدراسة التي تمت بواسطة Azalarib (2018) والمشار إليها في جدول (2) ومن خلال هذا الجدول اتضح ان اهم خصائص التربة المتأثرة بحساسيتها لتصح: المادة العضوية في التربة، قوام التربة، مادة أصل التربة، ملوحة التربة، الحجارة على سطح التربة، عمق التربة.

البيانات المدخلة في ملف اكسل، والقيم الحدية لحساسية التصحر والمشار إليها في جدول (2) وجدول (3) تم وضعها في ملف اكسل Excel spreadsheet models لبناء نموذج حساسية منطقة الدراسة للتصح (شكل، 9).

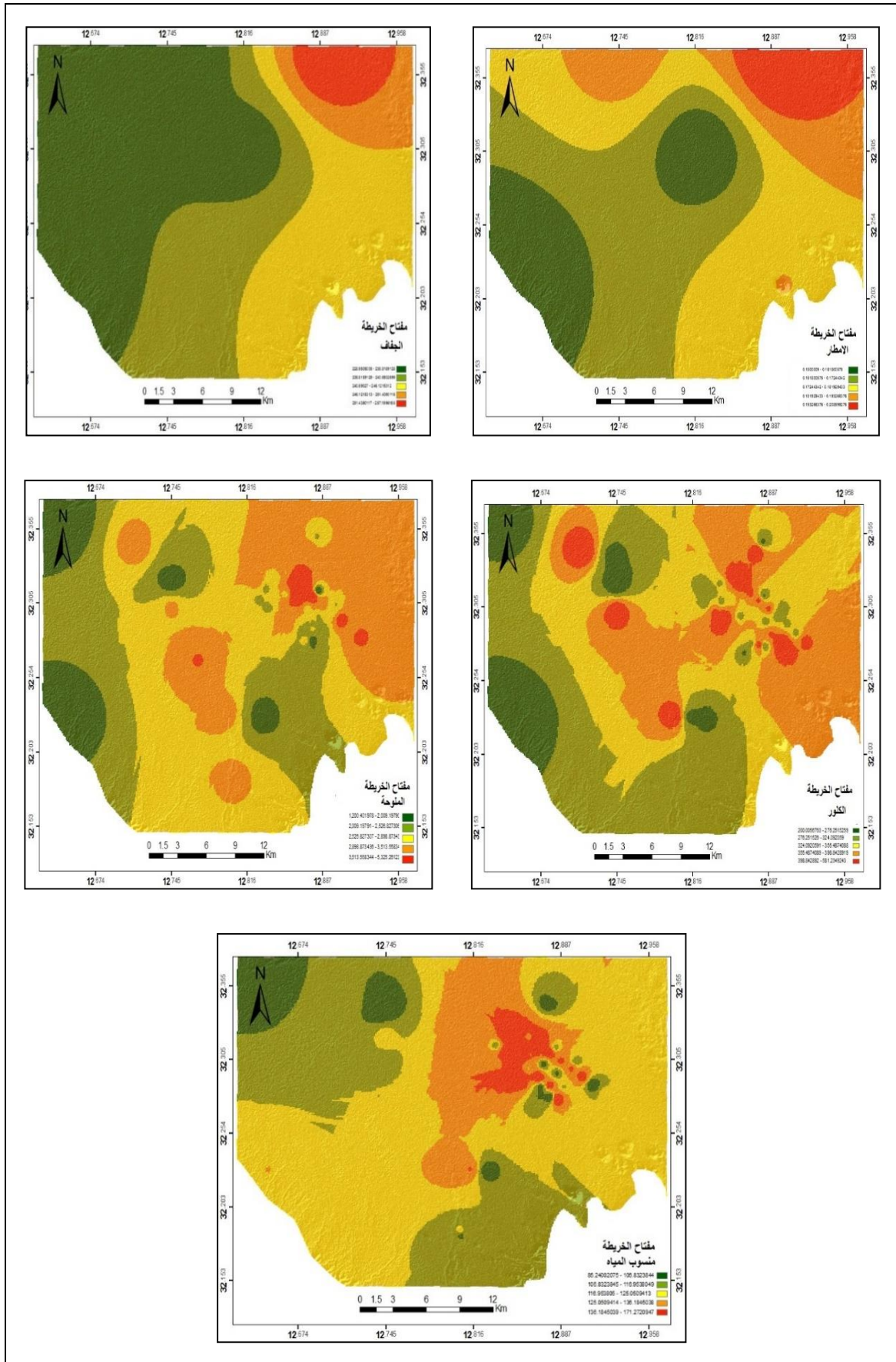
بعد ما تم وضع درجات حساسية التصحر لكل خصائص التربة في ملف اكسل في الخطوة السابقة، تم حفظ النتائج المتحصل عليها في صيغة ملف (csv). وربطها مع خريطة تصنيف التربة الرقمية لمنطقة الدراسة من خلال برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS 10.3) بواسطة عملية تعرف بالربط أو (Join).

8.3. المؤشرات والمعايير

مؤشرات التصحر هي تلك التي تشير إلى احتمال التصحر في حين لا يزال هناك وقت ونطاق لاتخاذ إجراءات تصحيحية. يجب أن تستند المؤشرات الإقليمية إلى مواد المصدر المتاحة، بما في ذلك الصور المستشعرة عن بعد وبيانات الخرائط الطبوغرافية والمناخ والتربة والبيانات الجيولوجية، والتي يمكن استخدامها على المستوى الإقليمي أو الوطني. ويمكن تقسيمها إلى أربع فئات وهي خصائص (التربة، المناخ، الغطاء النباتي والإدارة) (Kosmas وآخرون، 1999) وتقسم أيضا إلى فئات عريضة تعرف بأنها صفات أو معايير.

المؤشر هو معلمة أو فهرس يوفر معلومات موجزة لتوصيف وقياس ورصد مورد ما ويفسر كيف تتطور العمليات مع مرور الوقت وتختلف في المكان، يتم رصدها على فترات منتظمة ومقارنتها بمعيار واحد أو أكثر، ويمكن الوصول إليها وكثيرا ما يتم تعقبها على مدى ثلاث إلى خمس سنوات. وتوفر المؤشرات البيئية معلومات عن حالة واتجاهات البيئة والأنشطة البشرية التي تؤثر على البيئة وعلى تفاعلاتها (EEA، 1998).

وفقا لاتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، فإن مؤشرات التصحر تعرف بأنها "سلسلة متكاملة من المؤشرات الفيزيائية والبيولوجية والاجتماعية والاقتصادية، تهدف إلى تحقيق رصد منتظم لتدهور الأراضي في المناطق المتأثرة واكتساب فهم أفضل لعمليات وآثار الجفاف والتصحر". وتعد ضرورة وضع المؤشرات إحدى الأولويات التي حددتها اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر. ويمكن أن يسهم استخدام المؤشرات عموما في تبسيط العمليات المعقدة وتوفير الأدوات المناسبة لمكافحة التصحر والخصائص الاقتصادية والاجتماعية (Kepner وآخرون، 2006).



شكل 7. استخدام التنبؤ المكاني في المناخ والمياه الجوفية

No	Soil Class	DOMIAN	PARENT. MATERIAL.	Soil Texture	Rock Fragment (%)	Organic Matter (%)	soil depth
1	CS t_Ca	Typic Calcixerepts	Deluvial Deposit	Sandy clay loam	0	0.4	300
2	CS t_Cas	Typic Calcixerepts	Deluvial Deposit	Sandy loam	2	0.4	300
3	CS t_l	Lithic Calcixerepts	Deluvial Deposit	Sand	0	0.2	300
4	CS cr_ca	Lithic Calcixerepts	Deluvial Deposit	Sandy loam	4	0.3	120
5	CS cr_cas	Typic Calcixerepts	Deluvial Deposit	Loamy sand	23	0.5	50
6	FB d_ca	Typic Haplocalcids	Prohuvial Deposit	Sandy loam	3	0.3	300
7	FB d_cas	Salic Haplocalcids	Marine Saline deposit	Sandy loam	0	0.3	150
8	FB d_cag	Gypsic Haplocalcids	Marine Saline deposit	Sandy clay loam	0	1.2	180
9	FB d_casNa	Salic Haplocambids	Prohuvial Deposit	Sandy loam	3	0.3	230
10	FB dcr_ca	Salic Haplocambids	Prohuvial Deposit	Sandy loam	1	0.3	120
11	FB dcr_cas	Salic Haplocambids	Prohuvial Deposit	Sandy clay loam	4	0.3	72
12	FB sd_ca	Typic Torripsamments	Eloian Deposit	Sand	0	0.2	215
13	FB sd_cas	Typic Torripsamments	Eloian Deposit	Sandy loam	0	0.2	200
14	FB sd_cag	Gypsic Haplocalcids	Marine Saline deposit	Sandy clay loam	0	0.3	203
15	FB sd_caNa	Salic Haplocalcids	Marine Saline deposit	Sandy loam	0	0.3	195
16	FB sd_casNa	Salic Haplocalcids	Prohuvial Deposit	Sandy lome	0	0.2	300
17	FB sd_l	Typic Haplocalcids	Prohuvial Deposit	Sand	0	0.1	300
18	FB sd_nca	Typic Torripsamments	Eloian Deposit	Sand	0	0.2	300
19	FB sdcr_ca	Lithic Haplocalcids	Prohuvial Deposit	Loamy sand	0	0.3	120

شكل 8. قطاعات الممتلة المدخلة في ملف الأكسل.

No	Soil Class	DOMAIN	P.M	PM1	Soil Texture	S.T.I	Rock Fragment (%)	R.F.T	Organic Matter (%)
1	CS t_Ca	Typic Calcixerepts	Deluvial Deposit	1.5	Sandy clay loam	1	0	2	0.4
2	CS t_Cas	Typic Calcixerepts	Deluvial Deposit	1.4	Sandy loam	1	2	2	0.4
3	CS t_l	Lithic Calcixerepts	Deluvial Deposit	1.4	Sand	2	0	2	0.2
4	CS cr_ca	Lithic Calcixerepts	Deluvial Deposit	1.4	Sandy loam	1	4	2	0.3
5	CS cr_cas	Typic Calcixerepts	Deluvial Deposit	1.4	Sandy loam	1	23	1.3	0.5
6	FB d_ca	Typic Haplocalcids	Prohuvial Deposit	1.4	Sandy loam	1	3	2	0.3
7	FB d_cas	Salic Haplocalcids	Marine Saline deposit	1.4	Sandy loam	1	0	2	0.3
8	FB d_cag	Gypsic Haplocalcids	Marine Saline deposit	1.4	Sandy clay loam	1	0	2	1.2
9	FB d_casNa	Salic Haplocambids	Prohuvial Deposit	1.4	Sandy loam	1	3	2	0.3
10	FB dcr_ca	Salic Haplocambids	Prohuvial Deposit	1.4	Sandy loam	1	1	2	0.3
11	FB dcr_cas	Salic Haplocambids	Prohuvial Deposit	1.4	Sandy clay loam	1	4	2	0.3
12	FB sd_ca	Typic Torripsamments	Eloian Deposit	1.4	Sand	2	0	2	0.2
13	FB sd_cas	Typic Torripsamments	Eloian Deposit	1.4	Sandy loam	1	0	2	0.2
14	FB sd_cag	Gypsic Haplocalcids	Marine Saline deposit	1.4	Sandy clay loam	1	0	2	0.3
15	FB sd_caNa	Salic Haplocalcids	Marine Saline deposit	1.4	Sandy loam	1	0	2	0.3
16	FB sd_casNa	Salic Haplocalcids	Prohuvial Deposit	1.4	Sandy lome	1	0	2	0.2
17	FB sd_l	Typic Haplocalcids	Prohuvial Deposit	1.4	Sand	2	0	2	0.1
18	FB sd_nca	Typic Torripsamments	Eloian Deposit	1.4	Sand	2	0	2	0.2
19	FB sdcr_ca	Lithic Haplocalcids	Prohuvial Deposit	1.4	Loamy sand	1	0	2	0.3
20	FB sdcr_cas	Salic Haplocalcids	Marine Saline deposit	1.4	Sandy clay loam	1	5	2	0.4
21	FB sdcr_cag	Gypsic Haplocalcids	Marine Saline deposit	1.4	Sandy clay loam	1	0	2	0.1
22	FB sdcr_l	Salic Haplocalcids	Marine Saline deposit	1.4	Sandy loam	2	0	2	0.1
23	FB nd_ca	Typic Torriorthents	Ehuvial-Deluvial Deposit	2	Sandy clay loam	1	0	2	0.1

شكل 9. بناء نموذج MEDLUS في ملف الأكسل.

9.3. صفات النموذج (المؤشرات)

في هذا البحث، تم اختيار مؤشرات التصحر (الصفات)، ومعايير الصفات المستخدمة في تحديد المناطق الحساسة بيئياً (ESAs). باستخدام ثلاثة معايير: تقييم أهمية التصحر، حدوث تأثير المعلمة في منطقة الدراسة المختارة، وتوافر البيانات. تمت صياغة جدول بيانات لتسجيل وترميز أهمية كل معلمة مستخدمة في النموذج. تم تمثيل معيار تقييم "أهمية التصحر" بثلاث فئات: مهم جداً، ومتوسط الأهمية، وأقل أهمية، وقد حصل كل منها على درجات من 1 إلى 3، على التوالي. تم تصنيف المعيار الثاني أيضاً إلى ثلاث فئات، وسجل من 1 إلى 3: الدرجة (1) مما يعني أن المعلمة لها تأثير كبير على منطقة الدراسة؛ درجة (2) تأثير معتدل، والنتيجة (3) تشير إلى أن المعلمة لها تأثير منخفض. يمثل المعيار الثالث بتوافر البيانات المحلية، مع توفر ثلاث فئات:

الدرجة (1) أي المتاحة؛ الدرجة (2) تعني أن البيانات المتاحة لا تغطي منطقة الدراسة بأكملها؛ أخيراً تم استخدام النتيجة (3) للبيانات غير المتوفرة. هكذا تم حساب أهمية المعلمة. إذا كانت الأهمية تحتوي على درجة 1 (هام) أو 2 (مهم إلى حد ما)، فقد تم اختيار المعلمة للاستخدام في النموذج، بينما إذا كانت الدرجة 3 (أقل أهمية)، تم تجاهل المعلمة كما هو موضح في جدول (1).

10.3. منهجية الدراسة

يتميز هذا النموذج ببعض الفوائد عن غيره من حيث ان عناصره يمكن الحصول عليها من تقارير المسوح الميدانية. ويعد نموذج البحر المتوسط التصحر واستخدام الأراضي (MEDALUS)، أحد أهم المشاريع التي تقدمها المفوضية الأوروبية لتقييم التصحر. والذي تم تسميته لاحقاً في عام 1999 باسم المناطق الحساسة بيئياً (ESAs). يحتوي هذا النموذج على مؤشرات يمكن وضعها على هيئة خرائط على شكل طبقات Layers في برنامج Arc GIS. وكذلك البرامج الأخرى مثل برنامج ERDAS IMAGINE، فضلاً عن تميزه بالسرعة الفائقة والدقة في معالجة البيانات. ويركز نموذج (MEDALUS) البحر المتوسط على اختيار المؤشرات المناسبة على المستوى الإقليمي والوطني ويتم تطبيقه لتحديد "المناطق الحساسة بيئياً" (ESAs) لمخاطر التصحر، وتم تنفيذه لأول مرة بجزيرة ليسفوس باليونان، وحوض أغرى بإيطاليا، والبرتغال كما هو موضح في شكل (10). (Kosmas وآخرون، 1999).

1.10.3. مؤشر جودة التربة (Soil Quality Index (SQI))

اعتمد هذا المؤشر على عدد من الخصائص او المؤشرات الثانوية، تم تخصيص درجات تتراوح بين 1، 2 لكل فئة من هذه الفئات على اساس مستوي الحساسية للتصحر، حيث تم منح درجة قوام التربة الجيد درجة 1 والتي تمثل حساسية منخفضة للتصحر، في حين اعطيت التربة الفقيرة الدرجة 2 والتي تمثل حساسية عالية للتصحر، واعطيت القيم المتبقية درجات متساوية بين 1، 2، كما هو موضح في جدول (2). ويتم تعريف جودة التربة بانها قدرة التربة على القيام بوظائفها داخل حدود النظام البيئي بغرض استدامة الانتاجية الحيوية (Pierce و Larson، 1971).

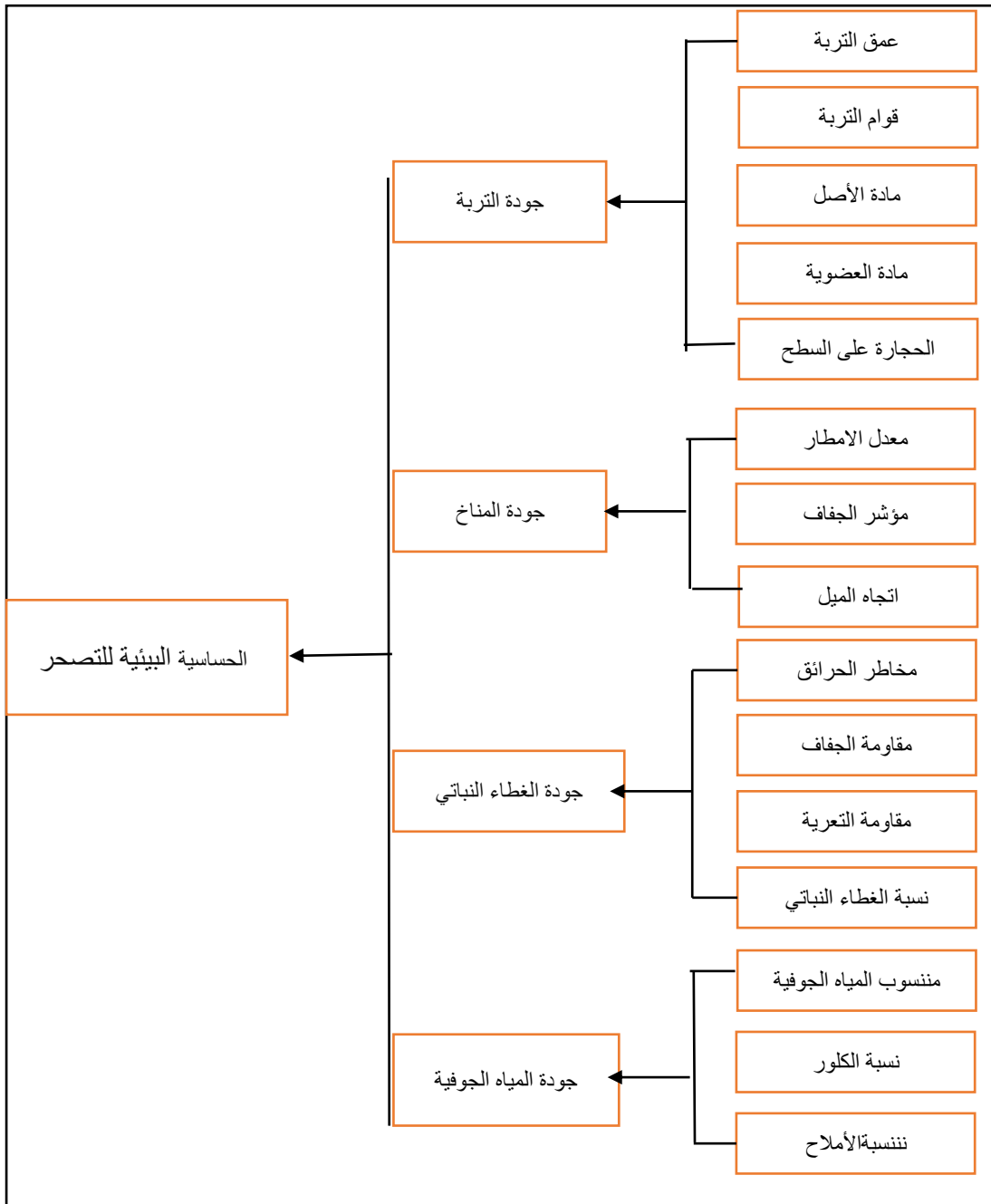
جدول 1. اختيار المعلمات المطلوبة لتقييم المناطق الحساسة بيئياً.

معلومات الاختيار				المعلمة	الجودة
الاهمية في منطقة الدراسة	توافر البيانات في منطقة الدراسة	حدوث تأثير المعلمة في منطقة الدراسة	اهمية تقييم التصحر		
1	1	1	1	هطول الامطار	المناخ
1	1	1	1	الجفاف	
1	1	1	1	الجانب	
1	1	1	1	عمق التربة	التربة
1	1	1	1	القوام	
2	2	1	1	المادة العضوية	
2	2	1	1	مادة الاصل	
1	1	1	1	الحجارة على السطح	
1	1	1	1	الميل	
1	1	1	1	مقاومة التعرية	النبات
1	1	1	1	مقاومة الجفاف	
3	3	3	1	خطر الحريق	
1	1	1	1	الغطاء النباتي	
2	2	1	1	منسوب المياه	المياه الجوفية
1	2	1	1	EC	
1	2	1	1	الكلور (CL ⁻)	

جدول 2. مؤشرات التربة التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية للتصحر.

الوزان	الحالة	الوصف	الفئات	الطبقة
1	طمي رملي، طيني طمي، رملي طيني طمي، طمي	جيدة	1	قوام التربة
1.2	رملي طيني، سلت طمي، سلت طيني طمي	متوسطة	2	
1.6	رملي سلتي، سلت طيني	فقيرة	3	
2	رملي	فقيرة جدا	4	
1	cm150<	عميقة	1	عمق التربة (cm)
1.3	cm 100- 150	متوسطة	2	
1.6	cm 50- 100	ضحلة	3	
2	cm50>	ضحلة جدا	4	
1.5	Alluvial Deposit, Proluvial Deposity, Deluvial Deposit	متوسطة	1	مادة أصل التربة
2	Deposit, Marine Saline ؁Eloian Deposit, Eluvial-Deluvial deposit	عالي	2	
1	% 1<	جيدة	1	مادة عضوية التربة (%)
1.5	% 1 - 0.5	متوسطة	2	
2	% 0.5 >	فقيرة جدا	3	
1	% 60<	شديد الحصى	1	الحجارة على السطح (%)
1.3	% 20 - 60	متوسط	2	
2	% 20 >	قليل	3	
1	%6 >	منبسط	1	الميل (%)
1.2	% 18- 6	قليل الانحدار	2	
1.5	% 35- 18	منحدر	3	
2	% 35 <	شديد الانحدار	4	

المصدر: Kosmas وآخرون (1999).



شكل 10. نموذج حساسية التصحر المستخدم في منطقة الدراسة.

1.1.10.3. خصائص التربة الطبيعية والكيميائية،

تعتبر التربة ناتج لعمليات التجوية للصخور الموجودة بها، وتختلف التربة من مكان إلى آخر تبعاً لاختلاف الظروف الطبيعية، والتربة في حد ذاتها جسم طبيعي متميز تشارك في تكوينه عوامل متنوعة خلال فترات زمنية مختلفة وذلك حسب طبيعة هذه العوامل ونوعية تفاعلها. ومن المعايير الموجودة في مؤشر التربة هي:

قوام التربة (Soil Texture): هو الخاصية الأكثر أهمية الذي يتحكم في رطوبة التربة والعناصر الغذائية الوجودية بها وسعة التخزين والنفاذية وقدرة الاحتفاظ بالماء، تعتبر بنية التربة معلومة مهمة يجب تحديدها، وهي م ضرورية لفهم سلوك التربة وإدارة الأراضي. يمكن تعريف فئات قوام التربة بالمحتوي النسبي للرمال والطين والطين. ويرتبط قوام التربة بقدرة احتجاز الماء، وقدرة تخزين المواد الغذائية، كما يؤثر على قدرة الاحتفاظ بالمياه ومعدل المسامية (Brady وWeil، 1984). الترب الطينية لها القدرة على الاحتفاظ بالماء من الترب الرملية التي تكون أكثر عرضة للجفاف (Kosmas وآخرون، 1999).

عمق التربة (Soil Depth) يعد عمق التربة معلومة أساسية في التصحر. فهو يؤثر على عديد من خصائص التربة، مثل القدرة على الاحتفاظ بالمياه المتاحة، وظروف الصرف والري (Mayaki وآخرون، 1976). يدعم عمق التربة عملية تأصيل النباتات ويزيد من قدرة النباتات على تحمل الاضرار الناجمة عن الرياح. لإعطاء إنتاج جيد تحتاج النباتات إلى ترب عميقة من أجل استخراج الماء والمواد الغذائية. المحاصيل التي تنمو في عمق أقل من 30 سم لها انخفاض كبير في الإنتاج. ووجد نتائج مماثلة لتجارب أجريت في سهل جفارة من قبل (Ben-Mahmoud، 1995).

المادة العضوية للتربة (Soil Organic Matter) تعتبر المادة العضوية في التربة مهمة للعديد من الوظائف، حيث تزود التربة بالنيتروجين والفوسفور والكبريت، زيادة المادة العضوية في التربة سيزيد من كمية المياه اللازمة لنمو النبات (Brady وWeil، 1984) تحتوي تربة سهل الجفارة على مواد عضوية منخفضة، حيث يبلغ الحد الأقصى لها 1.2 %، وذلك بسبب ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الغطاء النباتي بالإضافة إلى انخفاض معدلات هطول الأمطار.

الحجارة على السطح (Stones at surface) تعمل الصخور الموجودة على السطح في الحفاظ على التربة وحمايتها من التعرية، كما لها تأثيرات على الغطاء النباتي، مثل القدرة المائية المتاحة للمحاصيل وزراعة المحاصيل وحصاد المحاصيل وانبات البذور (Kosmas وآخرون، 1993).

مادة أصل التربة (Parent Material) تستجيب التربة بشكل مختلف لتعرية التربة والغطاء النبات والتصحّر وفقاً لموادها الأم خاصة في المناطق الجافة، حيث تترث التربة الخصائص الفيزيائية والكيميائية من مواد الأم، ينتج الحجر الجيري ترب ضحلة في نظام رطوبة جاف نسبياً. تم تصحر العديد من المناطق التي تشكلت من الحجر الجيري خاصة في (المناطق الساحلية)، مع إزالة الغطاء

النباتي بالكامل وتعرية التربة. وفي ظل هذه الظروف الجافة يكون تجديد التربة والنباتات امرا مستحيلا ويصبح التصحر لا رجعة فيه. قسمت مواد الاصل إلى مجموعتين المنتجات الغرينية للتجوية الصخرية، والودائع الرقيقة في الفترة الرباعية (Selkhozpromexport، 1980) وتتشكل الرواسب الرقيقة في الفترة الرباعية من الصخور البركانية والسينوزويك الجيرية والبركانية والرواسب الجليدية. تقع الرواسب الرباعية الرقيقة في الرواسب الطينية، الرواسب الغرينية الوديان(الوادي).

الأنحدار (Slope steepness) يعتبر الانحدار معلمة مهمة في عملية التصحر، تتعلق بتأثير تقعر المنحدرات وتحديدها، مما يؤثر على نظام الري، كفاءة الري، وتصريف التربة، تعرية التربة، متطلبات العمالة، واستخدام الميكنة (FAO، 1979).

تصبح درجة تعرية التربة أقوى عندما تكون زاوية الميل اعلي، ويمكن ان يحدث خطر شديد للتعرية على المنحدرات بين 10 و 12 % (FAO، 1989). وفي المنطقة شبة الجافة تحدث تعرية للتربة بالمنحدرات التي تزيد عن 12% (Kosmas وآخرون، 1999) هذا العامل من العوامل المهمة في تصنيف الاراضي وتقييم مدي ملائمة الاراضي للري حيث انه يؤثر على اساليب الري وكفاءة الري وصرف التربة وانجرافها كما يؤثر على العمليات الزراعية من حراثة وغيرها (Ben-Mahmoud، 1995). وأشار Sys (1980). إلى أن تأثير شكل الارض وانحدارها عاملان مهمان في طرق الري المختلفة لاسيما في طرق الري السطحي والري بالرش لتعلق تأثيرهما بتوزيع كمية مياه الري وتجانس ذلك التوزيع.

2.1.10.3. اوزان خصائص التربة بالاعتماد على الخبرة المحلية

للحصول على أوزان لكافة خصائص التربة، تم في هذه المرحلة من الدراسة إعطاء قيم وزنية لكافة خصائص التربة (القوام، العمق، مادة الاصل، المادة العضوية، الحجاره). المؤثرة في حساسيتها في منطقة الدراسة، حيث اعتمد في وزن هذه الخصائص على بيانات منطقة الدراسة (Raw Data)، وبعض الدراسات المشابهة مثل الدراسة التي تمت من قبل (Azalarib، 2016).

3.1.10.3. استخدام خاصية التطابق الموزون ونتاج خريطة مؤشر جودة التربة

تم خلال هذه الخطوة وضع أوزان لكل طبقة من طبقات خصائص التربة، وذلك باستخدام خاصية (Weighted Overlay) للحصول على طبقة جودة التربة (العمق، القوام، الحجاره، المادة العضوية، مادة الاصل) تحت ظروف منطقة الدراسة. مع الاشارة إلى ان كافة طبقات (خرائط) التربة المتحصل عليها كانت في صورة شبكية او (Raster). وتحصلنا على عدة سناريوهات تمثل مؤشر طبقة التربة وشكل (11) يوضح استخدام التطابق الموزون في انتاج خريطة التربة.

2.10.3. مؤشر جودة المناخ (CQI) Climate Quality Index

يقصد بالمناخ حالة الجو في إقليم معين خلال فترة طويلة جدا، ويعتبر المناخ من العوامل الأساسية والمهمة في تأثيره على نشأة وتطوير الحياة البشرية في أي إقليم من حيث النشاط الزراعي او الصناعي او السكني، ويؤثر المناخ بجميع عناصره من حرارة، امطار، رياح، رطوبة نسبية، تبخر على تكوين البنية الأساسية بالمنطقة.

كان الهدف من جودة المناخ هو تقييم مدى توفر المياه للنباتات، حيث ان كمية الامطار والجفاف وكذلك اتجاه الميل، تؤثر على نمو النبات من خلال التأثير على توفر المياه للنباتات. تم تقييم جودة المناخ باستخدام هذه المعلمات، حيث تم دمج المتوسط السنوي لهطول الامطار ومؤشر الجفاف (النسبة بين هطول الامطار ونقص البخر المحتمل (ETP°) واتجاه الميل) وتم اشتقاق اتجاه الميل من نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة 12.5 متر. حيث يتم الجمع بين المعلمات الثلاثة للحصول على مؤشر جودة المناخ. ومن المعايير الموجودة في مؤشر جودة المناخ كما هو موضح في جدول (3) هي:

الأمطار (Rainfall): تعتبر الامطار هو العمود الفقري التي ترتكز عليه كل الانشطة الزراعية، وهي المصدر الذي تستمد منه المياه العذبة المصدر الرئيسي لمياه الأنهار والبحيرات العذبة والعيون والأودية والمياه الجوفية. وكذلك فان لنظام الهطول وفترة الهطول له أثر مباشر على تنوع استخدام الاراضي. فكمية الامطار الهاطلة في منطقة الدراسة تحدد أنواع النباتات التي تزرع في هذه المنطقة.

كمية الامطار وتوزيعها هي المحددات الرئيسية للنباتات، إن تناقص كمية الامطار التي تقترن بمعدلات عالية من التبخر يقلل من المياه المتاحة لنمو النبات. الامر الذي يوتر بشكل مباشر على كمية المادة العضوية في التربة، وبالتالي تزداد حساسية التربة السطحية للتعرية إذا فقدت المادة العضوية (Kosmas، 1999).

تتميز المناطق التي يكون فيها معدل سقوط امطار اعلي من 300 مم بنمو نباتي جيد جدا وامكانيات زراعية جيدة، في حين المناطق التي يقل فيها معدل سقوط الامطار عن 100 مم لديها نمو نباتات ضعيف وامكانيات زراعية ضعيفة.

تم الحصول على البيانات المناخية من موقع ناسا لخمسة محطات من سنة 1981- 2019 كما هو موضح في شكل (12) و(13). ومنها تم حساب معدل هطول الامطار من سنة 1981 و2019. باستخدام برنامج CROPWAT، ونتاج خريطة هطول الامطار باستخدام عمليات إحصائية The reciprocal of the weight distance (IDW) في Arc GIS.

تم تصنيف هطول الامطار من قبل ايكاردا (2009) إلى أربع فئات على اساس نمو النباتات والاستخدام الزراعي < 300 مم و300-200 مم و200-100 مم و100-50 مم. حيث تم منح درجة

هطول امطار جيدة جدا < 300 مم. الدرجة (1) التي تمثل حساسية منخفضة للتصحّر، في حين ان الدرجة (2) تمثل حساسية عالية للتصحّر، اما الفئات المتبقية تم اعطاءها درجات معتدلة.

الجفاف (Aridity): يعتبر الجفاف عامل مهم في تحديد تطور الغطاء النباتي، حيث تكون النباتات محدودة في المناطق الجافة بسبب قلة هطول الامطار والتبخّر العالي. وعملية البخر نتج هي مجمل الفوائد المائية من سطح التربة والمسطحات المائية والغطاء النباتي. هناك العديد من المؤشرات المستخدمة لتحديد درجة الجفاف لمناخ وتحديد مناطق الجفاف. واحدي هذه المؤشرات هو مؤشر الجفاف بين منظمة الاغذية والزراعة اليونسكو (AI) الذي يعتمد على نسبة (P) هطول الامطار السنوي (PET) معدلات التبخر. كانت الخطوة الاولى في حساب الجفاف هي تقييم التبخر المحتمل تم استخدام درجات الحرارة الصغرى، والحرارة الكبرى، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح، ساعات السطوع الشمسي في برنامج CROPWAT كما هو موضح في شكل (14). بعد حساب PET والامطار تم الحصول على مؤشر الجفاف باستخدام المعادلة التالية:

$$AI = \frac{P}{PET} \quad (4)$$

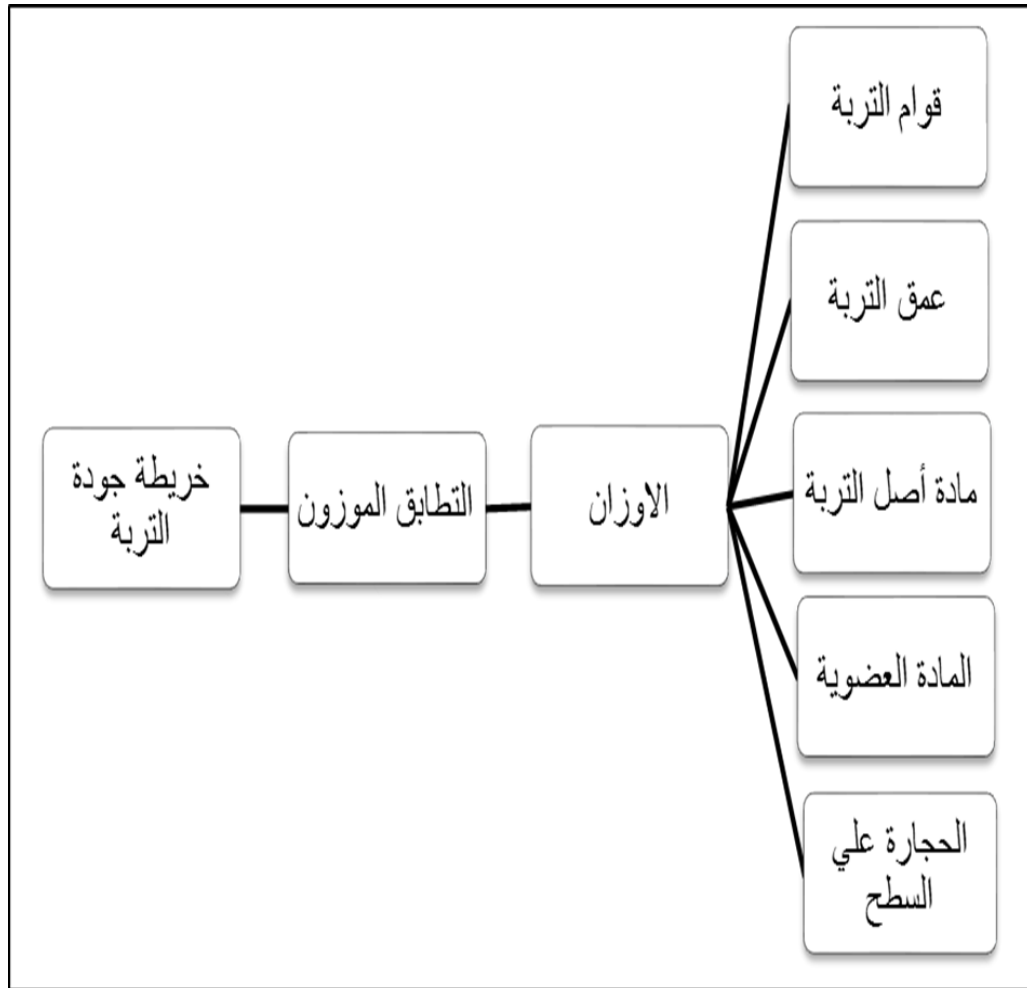
AI مؤشر الجفاف بين منظمة الزراعة واليونسكو، P هطول الامطار السنوي، PET التبخر المحتمل.

تم الحصول على خريطة الجفاف باستخدام الأداة (IDW) في ArcGIS وتصنيفها وفقا لقيم عتبة فئة الجفاف. بعدها تم ادخال الطبقات الثلاثة (الامطار، الجفاف، الاتجاه الميل) ومعالجتها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية للحصول على الخريطة النهائية لمؤشر جودة المناخ كما هو موضح في شكل (15).

اتجاه الميل (Aspect): يعتبر الجانب معلمة مهمة لعمليات تردي الأراضي، يؤثر الجانب على المناخ المحلي من خلال الزاوية والمدة التي تصدم بها اشعة الشمس على سطح الأرض (Kosmas وآخرون، 1995).

تكون المنحدرات ذات الجوانب الجنوبية والغربية في منطقة الدراسة أكثر دفئا ولها معدلات تبخر اعلي وقدرة تخزين اقل، من تلك المنحدرات ذات الجوانب الشمالية او الشرقية. تم اشتقاق الجانب من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة شبكة تبلغ 12.5 متر. باستخدام اتجاهين من الشمال الغربي إلى الشمال الشرقي ومن الجنوب الغربي إلى الجنوب الشرقي. تم الجمع بين المعلمات الثلاث للحصول على خريطة النهائية لمؤشر جودة المناخ كما في جدول (4).

$$\text{مؤشر جودة المناخ} = (\text{الامطار} * \text{الجفاف} * \text{اتجاه الميل}) / 3$$



شكل 11. يوضح استخدام التطابق الموزون ونتاج خريطة مؤشر جودة التربة.

جدول 3. مؤشرات المناخ التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية للتصحر.

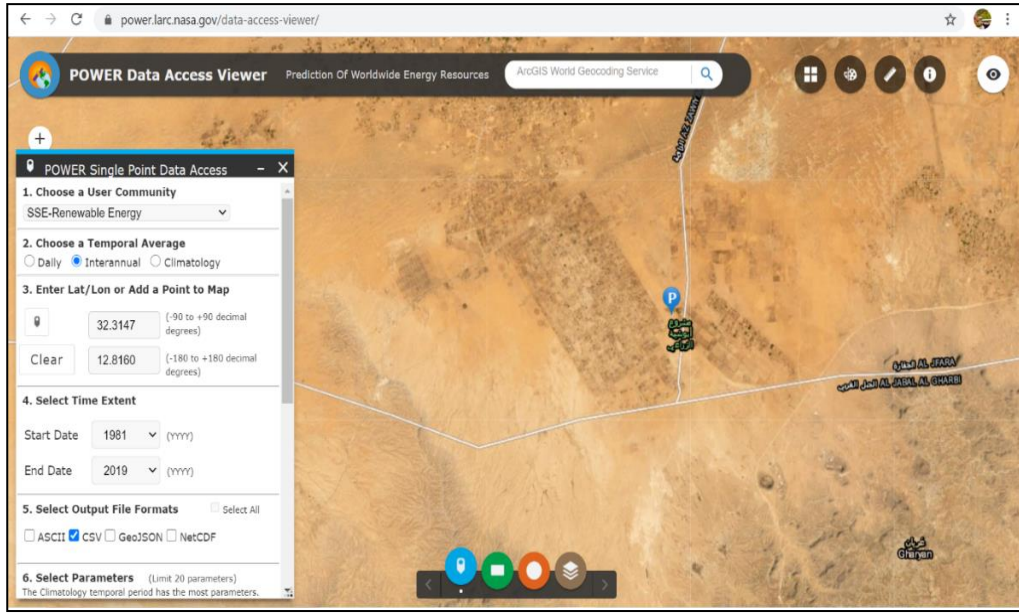
الطبقة	الفئات	الوصف	الحالة	الأوزان
هطول الأمطار (مم)	1	جيد جدا	<300 مم	1
	2	جيد	200-300 مم	1.3
	3	متوسط	100-200 مم	1.6
	4	رديء	>100 مم	2
الجفاف	1	شبه جاف	0.20-0.50	1
	2	جاف(1)	0.12-0.20	1.8
	3	جاف(2)	0.03-0.12	2
اتجاه الميل	1	جيد	NW-NE	1
	2	رديء	SW-SE	2

المصدر: Kosmas وآخرون (1999).

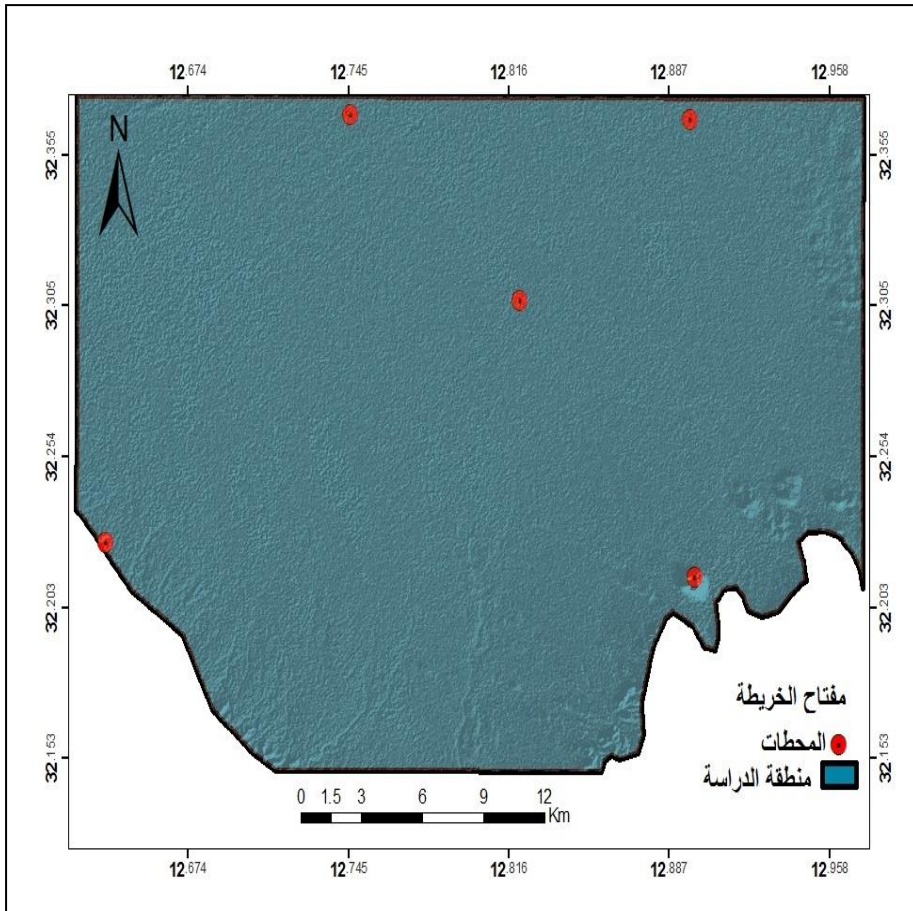
جدول 4. مؤشر جودة المناخ التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية.

مؤشر الجودة	الوصف	الأوزان
المناخ	عالي	1- 1.33
	متوسط	1.33-1.67
	منخفض	1.67-2

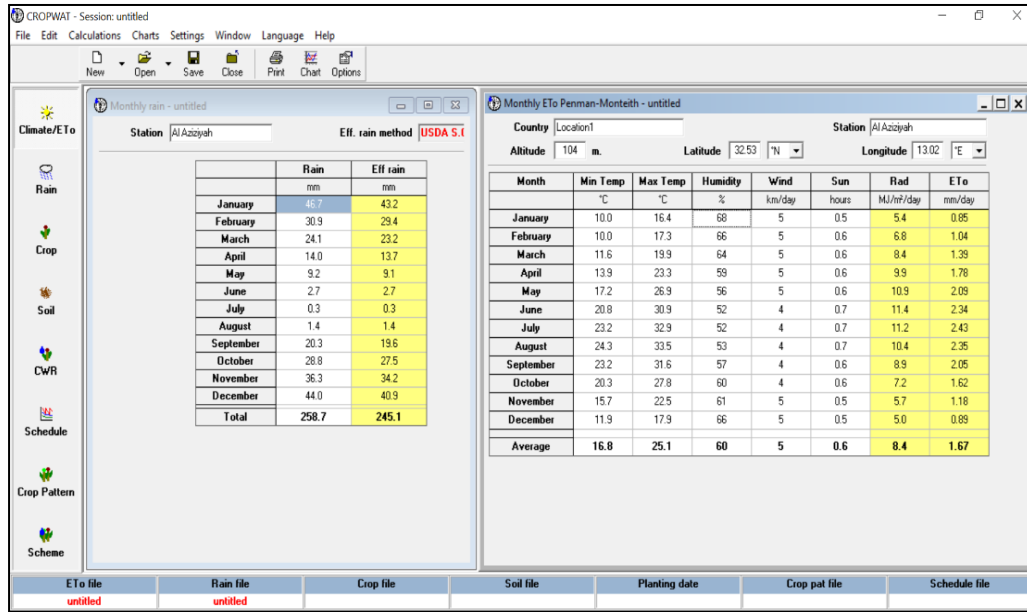
المصدر: Kosmas وآخرون (1999)



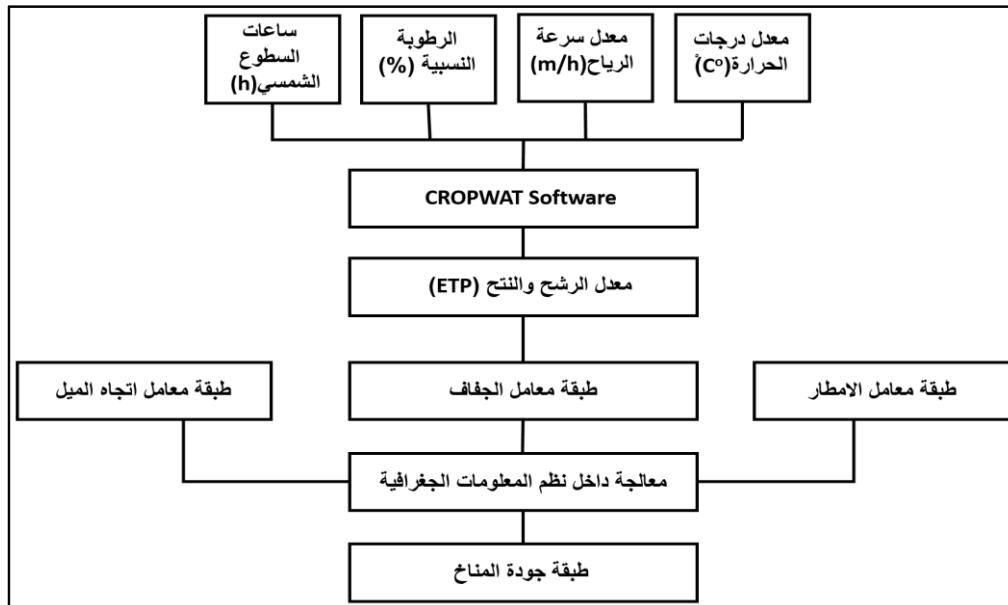
شكل 12. أخذ النقاط للمحطات من موقع NASA.



شكل 13. مواقع المحطات الموجودة في منطقة الدراسة



شكل 14. يمثل واجهة برنامج CROPWAT 8.0.



شكل 15. كيفية ادخال البيانات للحصول على طبقة جودة المناخ.

3.10.3. مؤشر المياه الجوفية (WQI) Water Quality Index

تم الحصول على بيانات المياه الجوفية من الهيئة العامة للمياه ل 48 بئر موجودة في منطقة الدراسة كما هو موضح في شكل (16)، ومن المعايير الموجودة في مؤشر المناخ كما هو في جدول (5) هي:

منسوب المياه الجوفية (WT): حيث يؤدي الإفراط في المياه الجوفية إلى انخفاض مستمر في منسوب المياه الجوفية، مما يؤدي إلى تداخل المياه المالحة في المناطق الساحلية على عكس المناطق الداخلية. صنفت معلمات المياه الجوفية إلى ثلاث فئات.

التوصيل الكهربائي (EC) والكلوريد (CL-): تعد الملوحة أكثر أشكال تلوث المياه الجوفية انتشاراً خاصة في طبقات المياه الجوفية الساحلية. وتعتبر مستويات (CL-)، (EC) هي أبسط مؤشرات تسرب مياه البحر أو تملحها، تم تقييم الملوحة باستخدام المعلمات، حيث تم تصنيفها على أساس تأثيرها بالتصحر، تم تصنيف EC إلى أربع فئات وفقاً (Farajzadeh و Egbal، 2007)، أما CL فصنف إلى أربع فئات وفقاً (Al Farrah وآخرون، 2013).

تم إنتاج خرائط معلمات جودة المياه الجوفية (منسوب المياه الجوفية-التوصيل الكهربائي - الكلوريد) باستخدام مقلوب المسافة الوزنية (IDW) في Arc GIS. وتصنيفها وفقاً لقيم الخصائص الموجودة في جدول (5). تم الجمع بين المعلمات الثلاثة للحصول على الخريطة النهائية التي تمثل مؤشر جودة المياه الجوفية. وتم الحصول عليها من القيم الموجودة في جدول (6).

مؤشر جودة المياه الجوفية = (منسوب المياه الجوفية*التوصيل الكهربائي*الكلوريد) / 3.

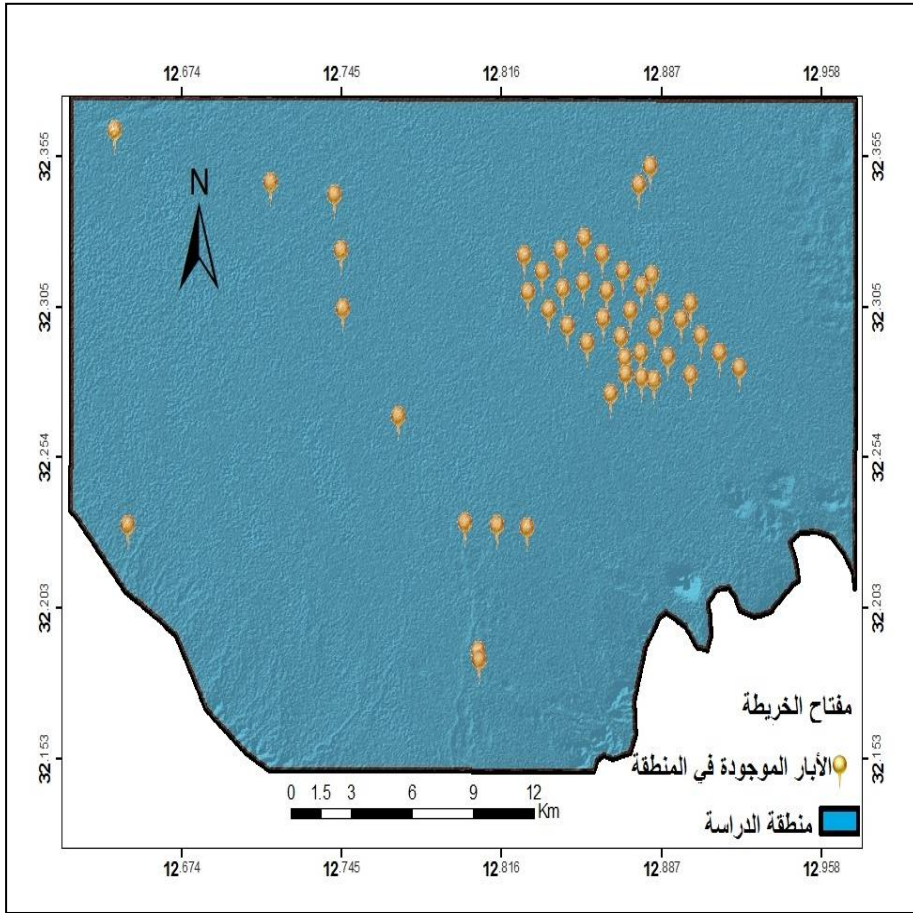
4.10.3. مؤشر الغطاء النباتي (VQI) Vegetation Quality Index

أحد المكونات البيئية التي تلعب دور كبيراً في حفظ التوازن البيئي، وهويضم كافة النباتات الموجودة على سطح الأرض من أشجار أو شجيرات أو حدائق أو نباتات برية صغيرة كانت أو كبيرة والتي نشأت بصورة طبيعية. في نهج MEDALUS يتم تحديد جودة الغطاء النباتي من خلال عدد من المعايير وهي (الحماية من التعرية، مقاومة الجفاف، والغطاء النباتي، مخاطر الحرائق). وتنقسم كل معلمة إلى عدد من الفئات التي ترتبط بدرجات التصحر. تم تصنيف الأنواع السائدة من الغطاء النباتي في منطقة الدراسة وتقسيمها إلى الفئات التالية (الأشجار والشجيرات، النباتات العشبية المعمرة، المحاصيل الزراعية دائمة الخضرة، الأراضي الجرداء، المناطق الحضرية، أراضي صخرية، محاجر).

هناك العديد من مؤشرات الغطاء النباتي (VI) التي تم تطويرها لمراقبة الغطاء النباتي، ومنها مؤشر الغطاء النباتي للفروق الطبيعية (NDIV)، وينحصر مؤشر الغطاء النباتي بين (1 و-1) وكلما اقترب من 1 يؤول كثافة الغطاء النباتي، وكلما اقترب من -1 يؤول إلى انعدام الغطاء النباتي، وقد تم حساب مؤشر الغطاء النباتي باسم القناة الطيفية (الحمراء - وتحت الحمراء) وذلك وفقاً للمعادلة الآتية:

(3)

$$\frac{\text{Band 5} - \text{Band 4}}{\text{Band 5} + \text{Band 4}}$$



شكل 16. مواقع الآبار الموجودة في منطقة الدراسة.

جدول 5. مؤشرات المياه الجوفية التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية.

الوزان	الحالة	الوصف	الفئات	الطبقة
1	50م <	منخفضة	1	منسوب المياه الجوفية
1.5	50-100م	معتدلة	2	
2	100م >	عالية	3	
1	750 <	منخفضة	1	التوصيل الكهربائي (EC)(μS/cm)
1.3	750 -2250	معتدلة	2	
1.6	2250-5000	عالية	3	
2	5000 >	عالية جدا	4	
1	150 <	منخفضة	1	الكالور (CL ⁻) (Mg/L)
1.3	150-300	معتدلة	2	
1.6	300-1000	عالية	3	
2	10000 >	عالية جدا	4	

المصدر: AL Farrah وآخرون (2013)

جدول 6. مؤشر جودة المياه الجوفية التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية.

الأوزان	الوصف	مؤشر الجودة
1-1.33	عالي	المياه الجوفية
1.33- 1.67	متوسط	
1.67- 2	منخفض	

المصدر: Kosmas وآخرون (1999).

تحصلنا على خريطة توضح كثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة. من خلال التدرج الرمادي حيث كلما ازداد السطوح دل على كثافة الغطاء النباتي وكلما ازداد الغموض دل على انخفاض كثافة الغطاء النباتي.

كما استخدم مؤشر الغطاء النباتي المعدل بالتربة (SAVI) ويسعى SAVI إلى تقليل تأثير التربة على تقدير كمية الغطاء النباتي من خلال إدخال عامل تعديل التربة (L). بالنسبة للغطاء النباتي المرتفع، تكون قيمة L هي (0.0 أو 0.25)، وبالنسبة للغطاء النباتي المنخفض أو المنعدم، $L = 1.0$. بالنسبة للغطاء النباتي المتوسط $L = 0.5$ ، وهذه القيمة هي القيمة الأكثر استخدامًا (Huete، 1988). لاحظ Almutairi وآخرون (2013) أن مؤشر SAVI موصى به لإنتاج خرائط الغطاء النباتي للمناطق الجافة وشبه الجافة.

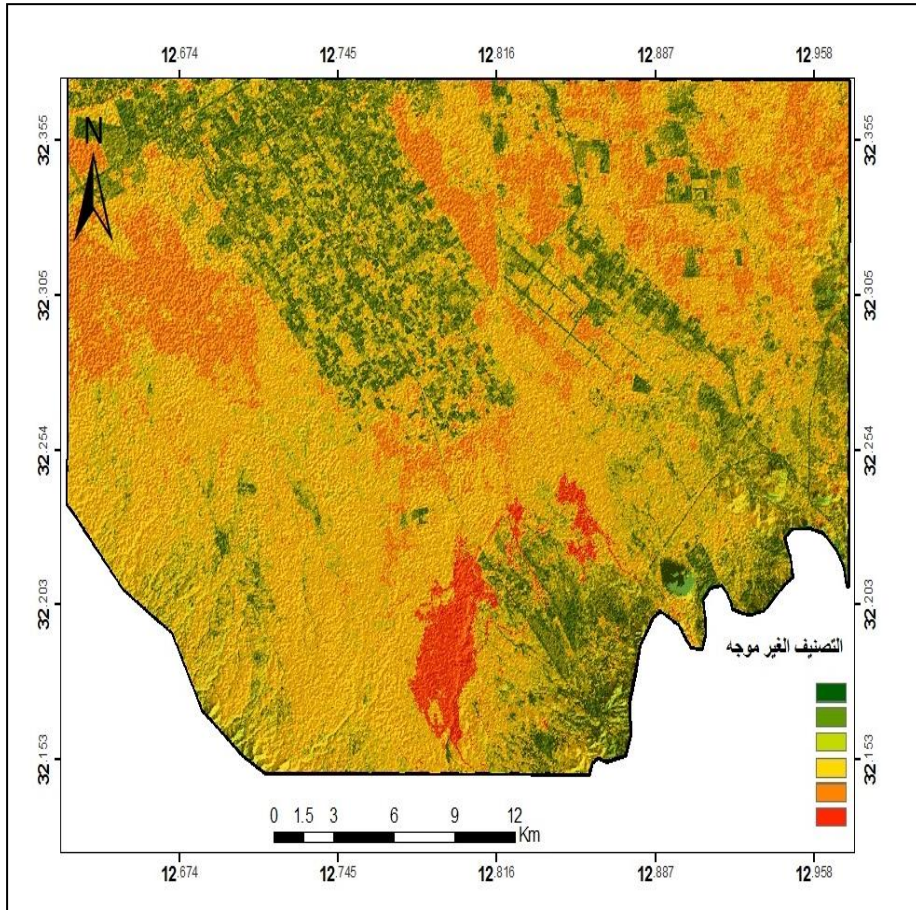
كما يجب الإشارة إلى أنه نتيجة للظروف الأمنية من الصعب إجراء زيارة ميدانية لمنطقة الدراسة لذلك تم الاستعانة بالخريطة المرجعية (2006). بالإضافة إلى دراسات أخرى. تم تصنيف المرئية لاندسات 8 (OLI) تصنيف غير الموجة كما في شكل (17)، للتعرف على المجموعات الموجودة بالصورة بناء على خصائصها الطيفية، والغاية من تصنيف المرئية تصنيف غير موجة (Unsupervised Classification) هو التعرف على خصائص المجموعات الطيفية تمهيدا للقيام بعملية التصنيف الموجة (Supervised Classification) ولتسهيل اختيار مناطق التدريب. تم الحصول على صورة Landsat8 (OLI) من هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS) كما في شكل (18)، بالإضافة إلى صورة عالية الدقة (SPOT 2.5). ومن المعايير الموجودة في مؤشر الغطاء النباتي كما هو موضح في جدول (7) هي: تعرية التربة (Soil Erosion): تعتبر التعرية الريحية والمائية من بين العوامل المؤثرة في تصنيف ملائمة الأراضي للزراعة، حيث لها تأثير خطير على خصوبة التربة وفقدان العناصر الغذائية الهامة، حيث ان الطبقة السطحية من التربة هي الجزء الخصب التي تتجمع بها المواد العضوية والكائنات الحية الدقيقة وجذور النباتات والاكثر عرضة للتعرية (Bakker وآخرون، 2004).

مقاومة الجفاف (Drought resistance): يعتبر الجفاف أحد اهم المظاهر الطبيعية بالغة التعقيد التي تواجه الانظمة البيئية. ينشأ الجفاف عن الانخفاض الطبيعي للأمطار خلال فترة زمنية معينة. ويرتبط غالبا بعوامل اخرى مثل ارتفاع درجات الحرارة، ارتفاع سرعة الرياح، انخفاض الرطوبة النسبية التي تقاوم من شدة حدوته (Sivakumar، 2005).

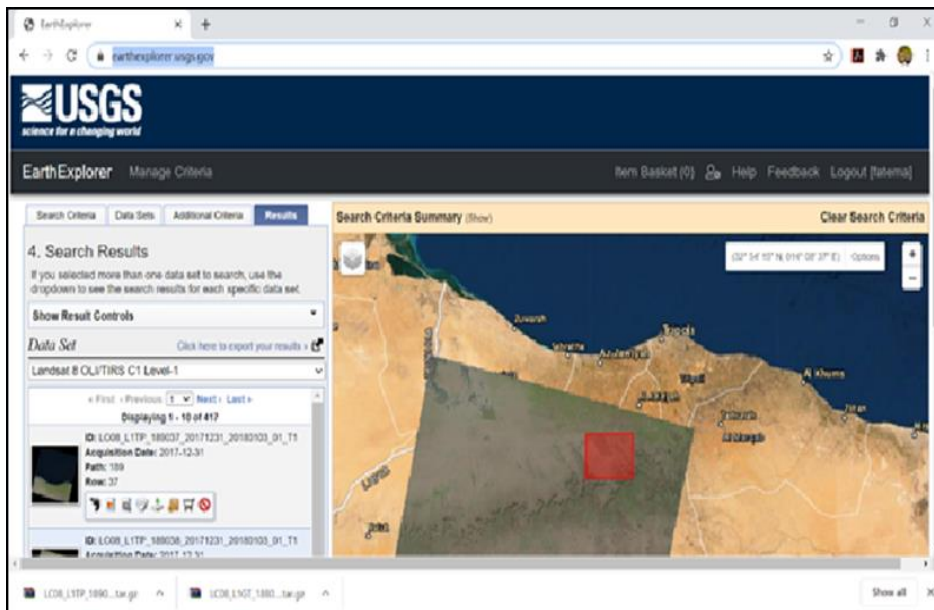
الغطاء النباتي (Vegetation): ينقسم الغطاء النباتي إلى فئات حسب تأثيره على تعرية التربة وتدهور التربة. يمكن تقييم هذا المؤشر عن طريق قياس الانخفاض الطبيعي للغطاء النباتي. وجود الغطاء النباتي المرتفع يقلل من الجريان السطحي وفقدان الرواسب وبالتالي يحمي التربة من التعرية. كما أن الغطاء النباتي المرتفع مهم لإضافة أو توفير المواد العضوية للتربة مما يمنح التربة قدرة أكبر على امتصاص الماء وبالتالي حماية التربة من التعرية. تم تقسيم هذه المعلمة إلى ثلاث فئات: <40% و 10-10% و >10%، وتم منح كل فئة درجة بناءً على مستوى الحساسية إلى التصحر أعطيت فئة الغطاء النباتي

المرتفع درجة 1 تمثل حساسية منخفضة للتصحر، بينما أعطيت فئة الغطاء النباتي المنخفض درجة 2 تمثل حساسية عالية للتصحر. في النهاية تم الجمع بين المعلمات الغطاء النباتي للحصول على خريطة النهائية لمؤشر جودة الغطاء النباتي التي تم حساب قيمها من جدول (8).

$$\text{جودة الغطاء النباتي} = (\text{مقاومة الحرائق} * \text{مقاومة التعرية} * \text{مقاومة الجفاف} * \text{الغطاء النباتي}) / 4$$



شكل 17. يوضح التصنيف الغير موجّه.



شكل 18. يوضح أخذ المرئية لاندسات 8 من موقع USGS.

جدول 7. مؤشرات الغطاء النباتي التي يجب أخذها في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية للتصحر.

الأوزان	الحالة	الوصف	الفئات	الطبقة
1	دائم الخضرة (الأشجار والمحاصيل الزراعية)	منخفض جدا	1	مخاطر الحريق
1.3	نبات العشب المعمر	منخفض	2	
1.6	الشجيرات	متوسط	3	
2	ارض جرداء ومنطقة حضرية	عالي	4	
1	دائم الخضرة (الأشجار والمحاصيل الزراعية)	عالي	1	الحماية من التعرية
1.4	الشجيرات	متوسط	2	
1.6	نبات العشب المعمر	منخفض	3	
2	ارض جرداء ومنطقة حضرية	منخفضة جدا	4	
1	دائم الخضرة (الأشجار والمحاصيل الزراعية)	عالي	1	مقاومة الجفاف
1.4	الشجيرات	متوسط	2	
1.8	نبات عشب معمر	منخفض	3	
2	ارض جرداء منطقة حضرية	منخفض جدا	4	
1	>40%	عالي	1	غطاء النبات
1.8	10-40	منخفض	2	
2	<10	منخفض جدا	3	

المصدر : Nwer (2005).

جدول 8. مؤشر جودة الغطاء النباتي التي يجب أخذه في الاعتبار عند تحديد الحساسية البيئية.

الأوزان	الوصف	مؤشر الجودة
1-1.33	عالي	الغطاء النباتي
1.33- 1.67	متوسط	
1.67- 2	منخفض	

المصدر : Kosmas وآخرون (1999).

4. النتائج والمناقشة

سيتم خلال هذا الجزء التطرق إلى النتائج المتحصل عليها من خلال هذا البحث، والمتمثلة في نتائج درجات حساسية خصائص التربة المختلفة، الغطاء النباتي، نسبة الميل، المناخ، المياه الجوفية، وفق النموذج المستخدم في منطقة الدراسة. أيضا سوف يتم الإشارة في هذا الجزء إلى نتائج أوزان (التربة، الحساسية البيئية لمنطقة الدراسة) المتحصل عليها من المختصين في هذا المجال.

1.4. درجات حساسية خصائص التربة للتصحّر في منطقة الدراسة

1.1.4. درجات حساسية عمق التربة للتصحّر

عند حساب مدي حساسية عمق التربة للتصحّر، اتضح ان منطقة الدراسة بها اعماق مختلفة 18% و 14.3% و 0.7% و 66% على التوالي متوسطة، ضحلة جدا، ضحلة، عميقة، وهذا راجع إلى ان اغلب منطقة الدراسة عميقة تصل إلى أكثر من 150م. جدول (9) يوضح درجات حساسية عمق التربة للتصحّر. شكل (19) درجات حساسية عمق التربة للتصحّر.

2.1.4. درجات حساسية المادة العضوية للتصحّر

عند حساب درجة حساسية التصحّر في منطقة الدراسة بالاعتماد على خاصية المادة العضوية، تبين ان منطقة الدراسة تحتوي على نسبة 9.2% و 14% و 75%، جيدة ومتوسطة وفقيرة. وذلك سبب ان محتواها من المادة العضوية منخفض يصل إلى اقل من 0.5%. نتيجة لانخفاض معدلات هطول الامطار وقلة الغطاء النباتي في المنطقة. جدول (10)، وشكل (20) يوضح درجات حساسية التصحّر وفق خاصية المادة العضوية في التربة.

3.1.4. درجات حساسية قوام التربة للتصحّر

عند حساب درجات حساسية التصحّر وفق خاصية قوام التربة تبين ان 69% من منطقة الدراسة جيدة القوام، اما 30% رديئة جدا، ويرجع السبب إلى ان أغلب المنطقة قوامها جيد، اما النسب القليلة فقوامها رمل. جدول (11)، وشكل (21) يوضح درجات حساسية قوام التربة للتصحّر.

4.1.4. درجات حساسية مادة الاصل للتصحّر

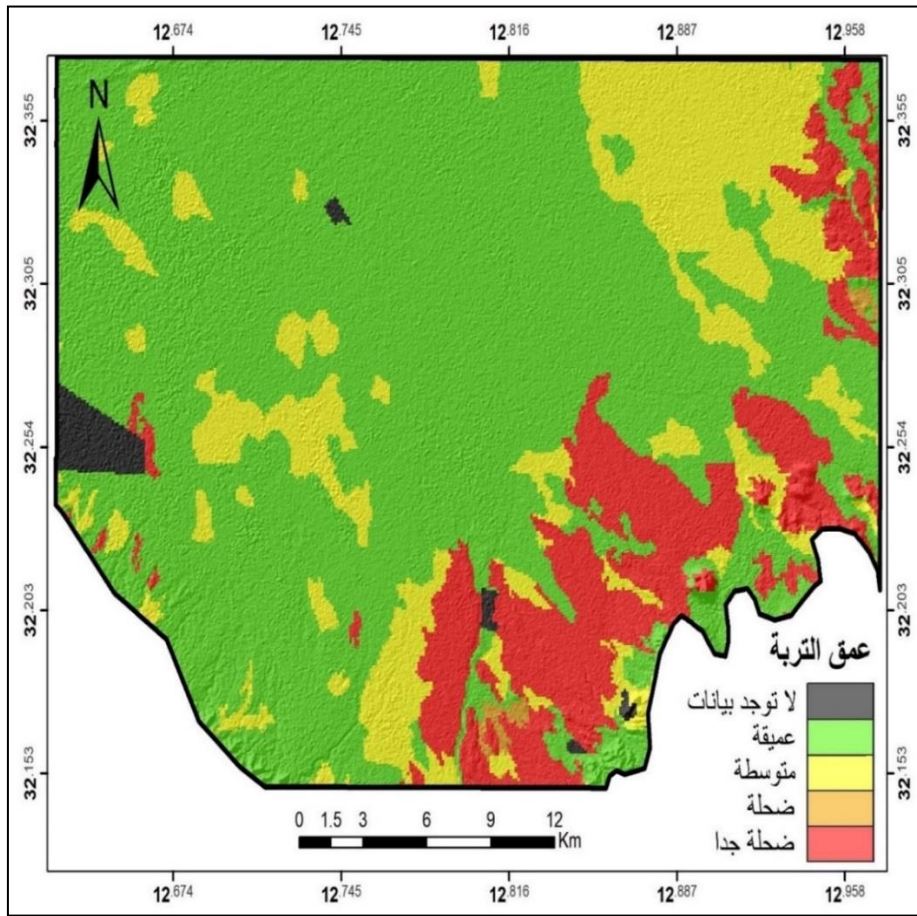
يتضح من خلال حساب حساسية مادة الاصل للتصحّر ان منطقة الدراسة صنفت إلى مجموعتين الاولى معتدلة الحساسية وبنسبة 39%، والثانية عالية الحساسية وبنسبة 60%، وهذا راجع إلى قلة مواد الاصل الرواسب الغرينية) جدول (12)، وشكل (22) يوضح درجات حساسية مادة الاصل للتصحّر.

5.1.4. درجات حساسية حجارة السطح للتصحّر

يتضح من خلال حساب درجات حساسية التصحّر بالاعتماد على خاصية الحجارة. وجد ان 14% من المنطقة الدراسة حجرية، بينما 84% قليلة الحجارة. وبسبب قلة الحجارة على السطح فقد تتعرض منطقة الدراسة للتصحّر. جدول (13)، وشكل (23) يوضح درجات حساسية الحجارة على السطح.

جدول 9. درجات حساسية عمق التربة للتصحّر.

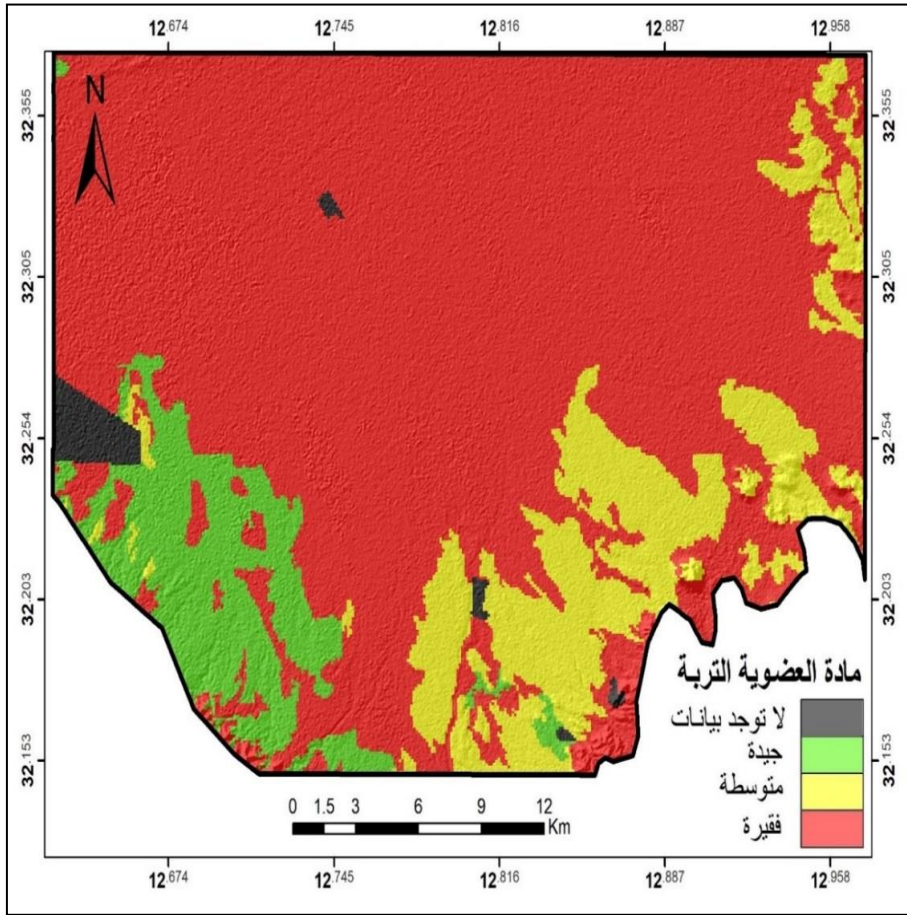
النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات حساسية عمق التربة للتصحّر
1.3	946	لا توجد بيانات
66	479515	عميقة
18	12976	متوسطة
0.4	277	ضحلة
14	10432	ضحلة جدا



شكل 19. درجات حساسية عمق التربة للتصحّر.

جدول 10. درجات حساسية المادة العضوية للتصحّر.

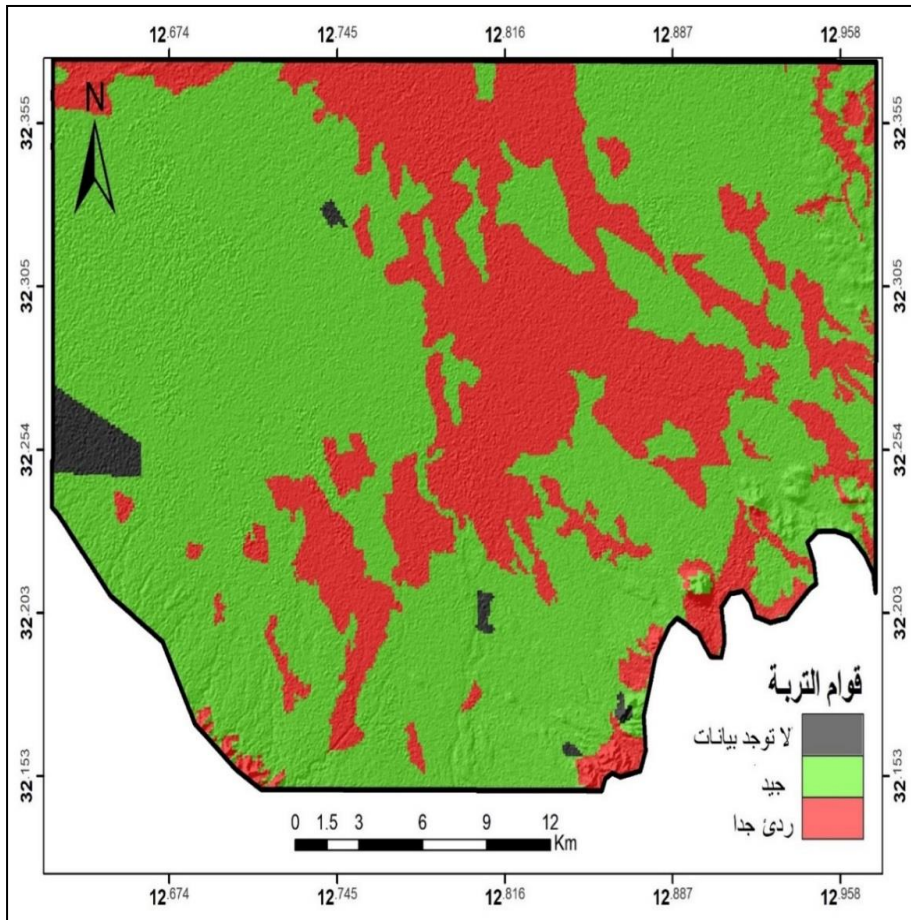
النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات حساسية مادة العضوية للتصحّر
1.3	946	لا توجد بيانات
9.2	6658	جيدة
14.5	10432	متوسطة
75	54513	فقيرة
100	72549	المجموع



شكل 20 . درجات حساسية المادة العضوية للتصحّر.

جدو 11. حساسية قوام التربة للتصحّر.

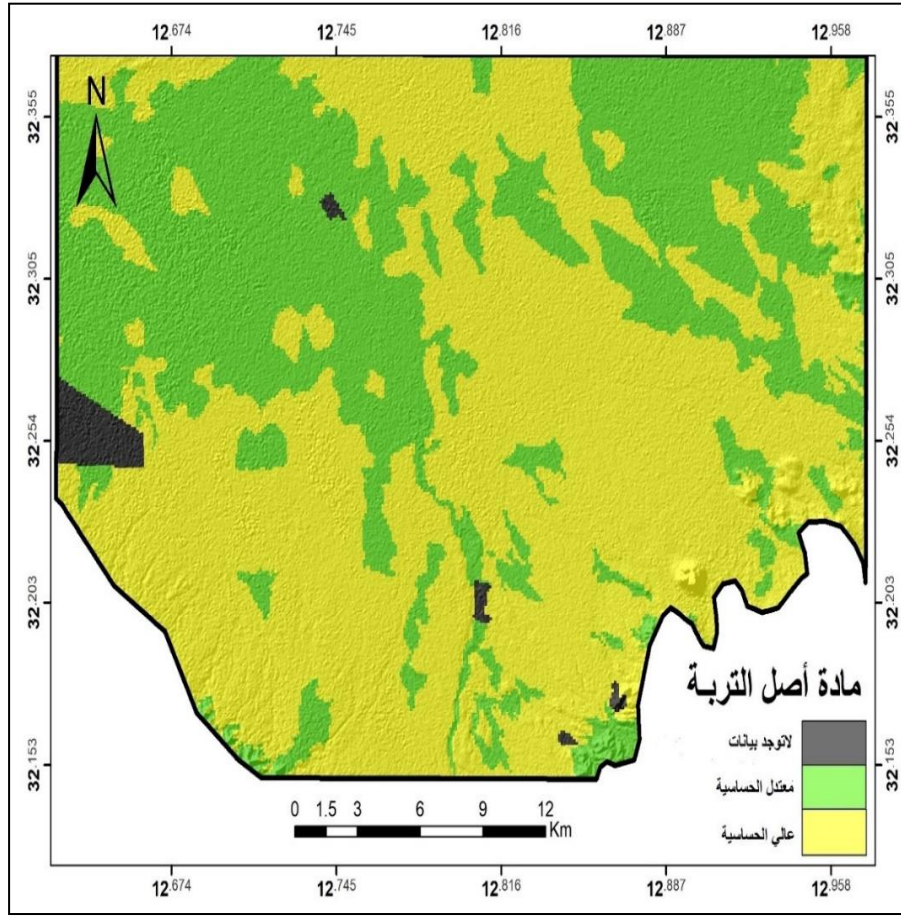
النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات حساسية قوام التربة للتصحّر
1	946	لا توجد بيانات
69	49846	جيد
30	21757	ردئ جدا
100	72549	المجموع



شكل 21. درجات حساسية قوام التربة للتصحّر.

جدول 12. درجات حساسية مادة الاصل للتصحّر.

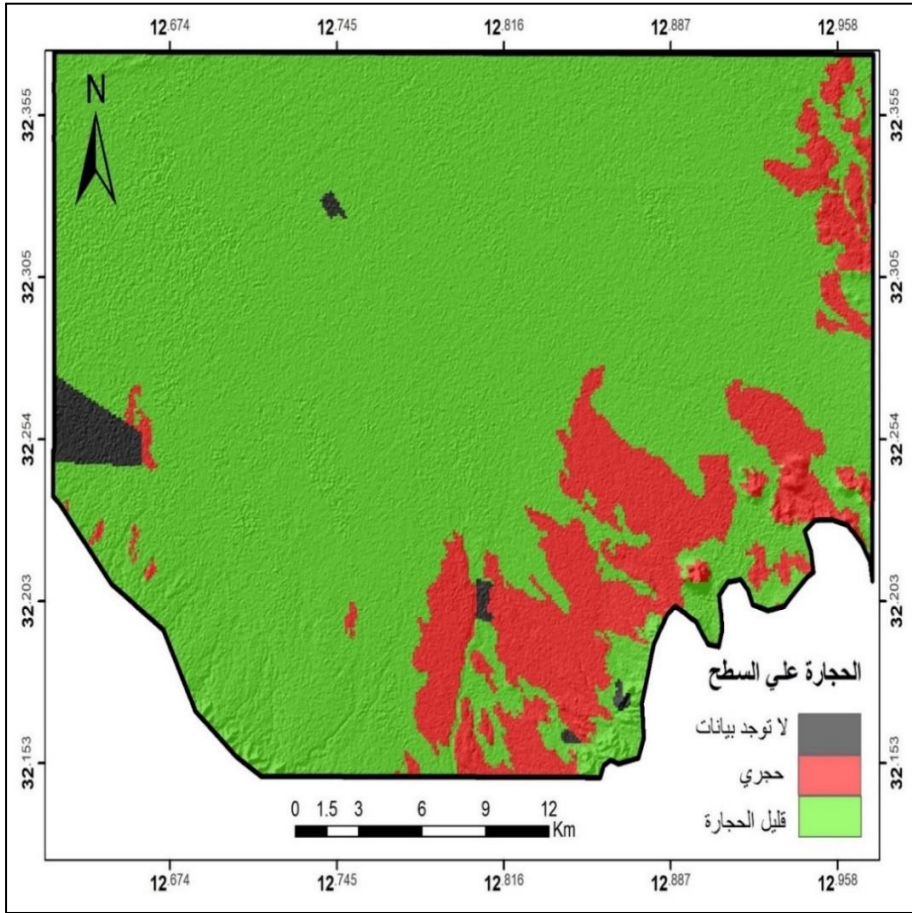
النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات حساسية مادة الاصل للتصحّر
1	946	لا توجد بيانات
39	28025	معتدلة الحساسية
60	43578	عالية الحساسية
100	72549	المجموع



شكل 22. درجات حساسية مادة الاصل للتصحّر.

جدول 13. درجات حساسية الحجارة على السطح للتصحّر.

النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات حساسية الحجارة للتصحّر
1.3	946	لا توجد بيانات
14.4	10432	حجري
84.3	61169	قليل الحجارة
100	72549	المجموع



شكل 23. درجات حساسية الحجارة على السطح للتصحّر.

6.1.4. درجات حساسية الميل للتصحر

اظهرت نتائج الميل ان منطقة الدراسة بها ثلاث درجات، منحدره، قليلة الانحدار، ومنبسطة وبنسبة (0.1%، 4%، 96%). وهذا راجع إلى أن اغلب المنطقة منبسطة لذلك ليس له تأثير في منطقة الدراسة. جدول (14)، وشكل (24) يوضح درجات الميل.

7.1.4. تحليل الحساسية البيئية لمؤشر جودة التربة

المقصود بتحليل الحساسية هو أحد الساليب التقنية المستخدمة في التحليل الكمي للمخاطر وذلك من خلال وضع نماذج تساعد في تحديد أي من تلك المخاطر لها تأثير محتمل مثلا على التصحر.

اجري تحليل الحساسية عن طريق تطبيق الدرجات المختلفة لحساسية التربة. وتم انشاء سبعة سيناريوهات كما تم انتاج خريطة لكل سيناريو. ويوضح جدول (15) الاوزان لجميع السيناريوهات وشكل (25) يوضح خرائط جميع السيناريوهات.

السيناريو (1). عندما تم إعطاء كافة خصائص التربة وزن واحد وهو 20% تم الحصول على فئتين متوسطة ومنخفضة حيث كانت 70% متوسطة و29% منخفضة، اما 1% لا توجد بيانات كما في جدول (16).

السيناريو (2). تحصلنا على فئتين متوسطة ومنخفضة نتيجة الاوزان التي أعطيت كما في جدول (14) حيث كانت نسبة المتوسطة 69% والمنخفضة 30% كما هو موضح في جدول (17).

السيناريو (3). تحصلنا على ثلاث فئات العالية والمتوسطة والمنخفضة، حيث كانت نسبة المتوسطة 60%، والمنخفضة 30%، اما العالية كانت بنسبة 9% كما هو موضح في جدول (18).

السيناريو (4). تحصلنا ايضا على ثلاث فئات المتوسطة والعالية والمنخفضة نتيجة الاوزان حيث كانت العالية بنسبة 54%، والمتوسطة بنسبة 15%، اما المنخفضة بنسبة 30% كما في جدول (19).

السيناريو (5) تحصلنا على فئتين متوسطة ومنخفضة وكانت متوسطة بدرجة عالية 69%، والمنخفضة بنسبة 30% كما هو موضح في جدول (20).

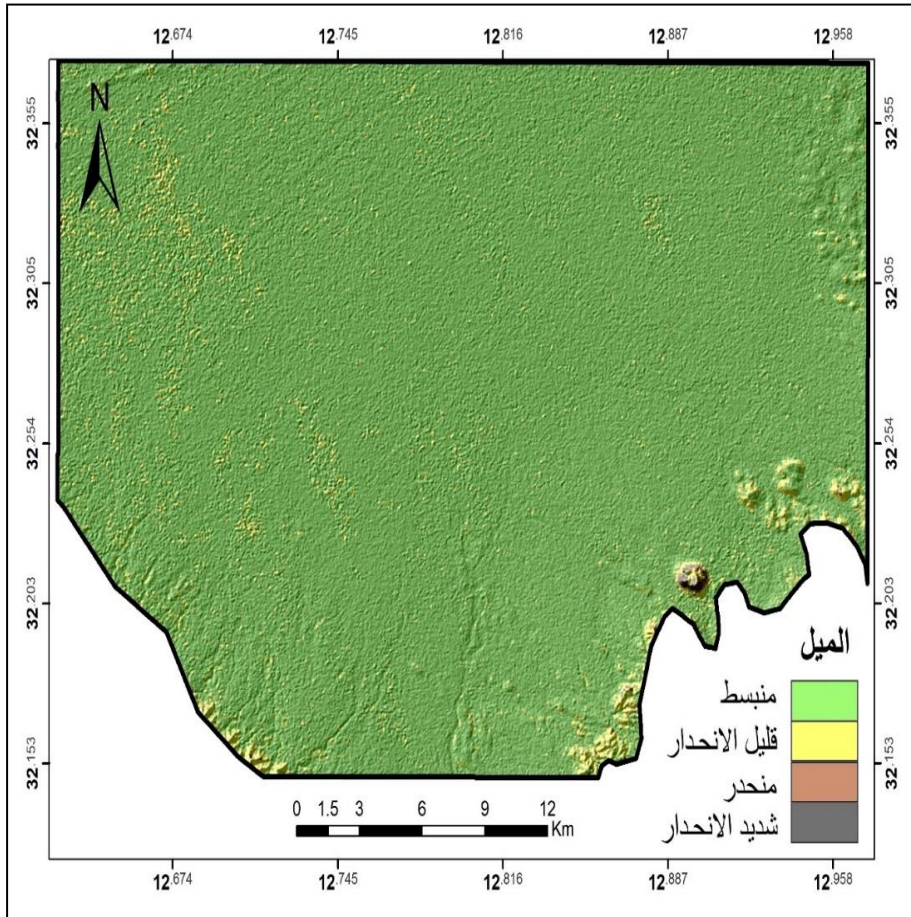
السيناريو (6). تحصلنا على فئتين متوسطة ومنخفضة وكانت المنخفضة بدرجة عالية بنسبة 75%، اما المتوسطة انخفضت بنسبة 24% كما في جدول (21).

السيناريو (7). نتيجة الاوزان التي اعطيت في جدول (14) وكانت المنخفضة بنسبة 84%، اما المتوسطة بنسبة 15% كما هو موضح في جدول (22).

من خلال الاوزان التي وضعت لمعرفة حساسية مؤشر جودة التربة للتصحر، تم اختيار خاصيتين (القوام والحجارة) لمعرفة مدي تأثرهم بالتصحر، فعندما اعطينا اهمية وزنية للقوام (30، 60 و70) في السيناريو (2، 3 و4) زادت مقاومة القوام أي انه ذات حساسية منخفضة للتصحر، وذلك بسبب القوام الجيد. اما الحجارة كانت ذات حساسية عالية للتصحر. فكلما اعطيت أهمية وزنية (30، 70 و80) في السيناريو (5،6،7) كلما قلت مقاومتها، وهذا راجع لقلة الحجارة على السطح مما قد يعرض المنطقة للتصحر.

جدول 14. درجات حساسية الميل للتصحّر.

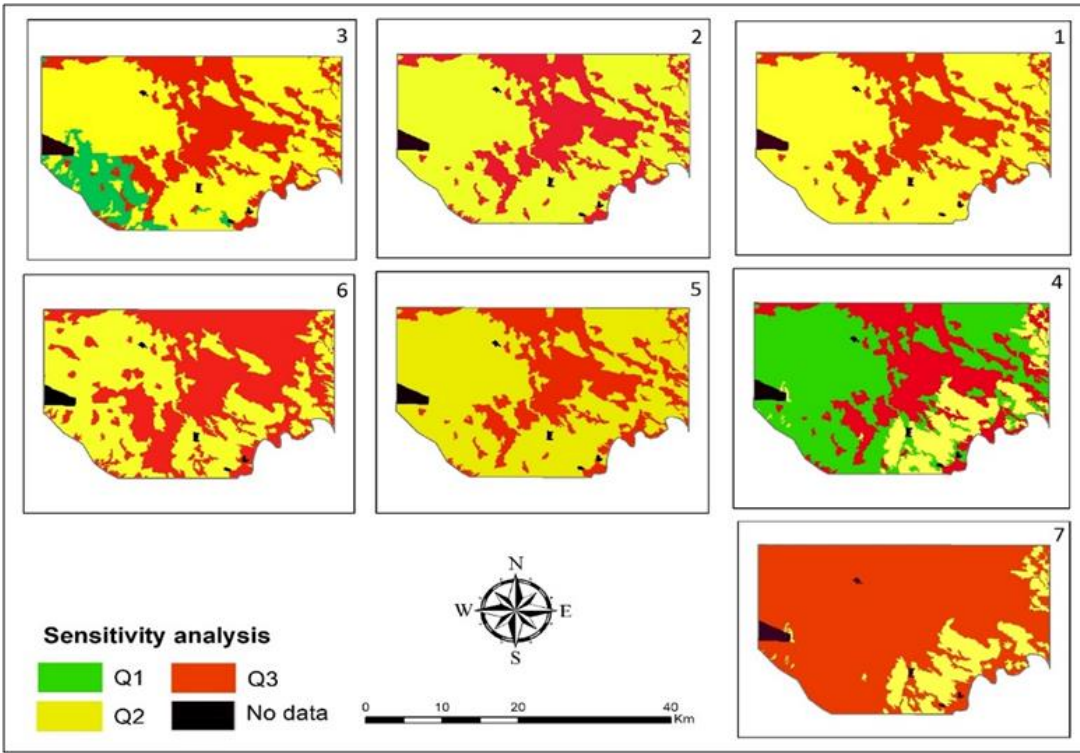
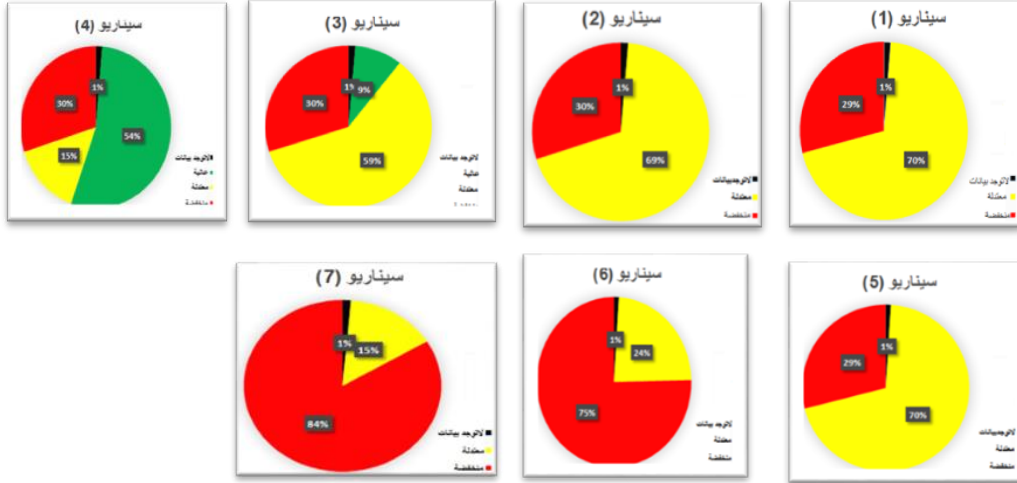
النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات حساسية الميل للتصحّر
96	69182	منبسط
4	3109	قليل الانحدار
0.1	82	منحدر
0.0	35	شديد الانحدار
100	72408	المجموع



شكل 24. درجات حساسية الميل للتصحّر.

جدول 15. الأوزان لجميع السيناريوهات.

السيناريوهات	قوام التربة	عمق التربة	مادة أصل التربة	مادة عضوية التربة	الحجارة على السطح
1	20	20	20	20	20
2	30	25	10	10	25
3	60	10	5	5	20
4	70	10	5	5	10
5	25	25	10	10	30
6	10	10	5	5	70
7	10	5	3	5	80



شكل 25. خريطة تحليل حساسية جودة التربة (للمناطق الحساسة بينيا للتصحّر)، حيث Q1 = عالية الجودة، Q2 = معتدلة الجودة، Q3 = منخفضة الجودة.

جدول 16. درجات جودة التربة للسيناريو (1).

النسبة المئوية (%)	المساحة (الهكتار)	درجة جودة التربة
70	50578	متوسطة الجودة
29	21044	منخفضة الجودة
1	981	لا توجد بيانات
100	72549	المجموع

جدول 17. درجات جودة التربة للسيناريو (2).

النسبة المئوية (%)	المساحة (الهكتار)	درجة جودة التربة
69	49916	متوسطة الجودة
30	21706	منخفضة الجودة
1	981	لا توجد بيانات
100	72549	المجموع

جدول 18. درجات جودة التربة للسيناريو (3).

النسبة المئوية (%)	المساحة (الهكتار)	درجة جودة التربة
9	6665	عالية الجودة
60	43251	متوسطة الجودة
30	21706	منخفضة الجودة
1	981	لا توجد بيانات
100	72549	المجموع

جدول 19. درجات جودة التربة للسيناريو (4).

النسبة المئوية (%)	المساحة (الهكتار)	درجة جودة التربة
54	39216	عالية الجودة
15	10699	متوسطة الجودة
30	21706	منخفضة الجودة
1	981	لا توجد بيانات
100	72549	المجموع

جدول 20. درجات جودة التربة للسيناريو (5).

النسبة المئوية (%)	المساحة (الهكتار)	درجة جودة التربة
69	49916	متوسطة الجودة
30	21706	منخفضة الجودة
1	981	لا توجد بيانات
100	72549	المجموع

جدول 21. درجات جودة التربة للسيناريو (6).

النسبة المئوية (%)	المساحة (الهكتار)	درجة جودة التربة
24	36481	متوسطة الجودة
75	35141	منخفضة الجودة
1	981	لا توجد بيانات
100	72549	المجموع

جدول 22. درجات جودة التربة للسيناريو (7).

النسبة المئوية (%)	المساحة (الهكتار)	درجة جودة التربة
15	10436	متوسطة الجودة
84	61186	منخفضة الجودة
1	981	لا توجد بيانات
100	72603	المجموع

2.4. درجات حساسية المناخ للتصحرفى منطقة الدراسة

1.2.4. درجات حساسية الأمطار للتصحرف

عند حساب مدي حساسية الامطار للتصحرف، اتضح ان 100 % من منطقة الدراسة جيدة، وهذا ناتج عن المناخ الذي يسود المنطقة حيث تكون معدلات هطول الامطار فيها تصل من 200-300م. جدول (23) يوضح درجات حساسية الامطار للتصحرف. شكل (26) درجات حساسية الامطار للتصحرف.

2.2.4. درجات حساسية الجفاف للتصحرف

عند حساب مدي حساسية الجفاف للتصحرف، اتضح ان 100 % من منطقة الدراسة جافة، وذلك بسبب المناخ (الجاف وشبه الجاف) الذي يسود المنطقة حيث يصل مدي الجاف من (0.12-0.20). جدول (24) يوضح درجات حساسية الجفاف للتصحرف. شكل (27). درجات حساسية الجفاف للتصحرف.

3.2.4. درجات حساسية اتجاه الميل للتصحرف

عند حساب مدي حساسية اتجاه الميل للتصحرف، اتضح ان 76 % جيدة، 24 رديئة، وهذا بسبب الاشعة الساقطة على سطح الارض الذي يؤدي إلى دفى المنطقة خاصة الجوانب الجنوبية والغربية على عكس الجوانب الشمالية والشرقية التي تكون اقل دفئا. جدول (25) يوضح درجات حساسية اتجاه الميل للتصحرف. شكل (28). درجات حساسية الجانب للتصحرف.

4.2.4. مؤشر جودة المناخ

تم حساب مؤشر جودة المناخ واتضح ان منطقة الدراسة تتمتع بجودة مناخية متوسطة بنسبة (100%). هذا التباين في الامطار ودرجات الحرارة ناتج عن موقع كل محطة من محطات الارصاد. فالمناطق الجنوبية تتأثر بالمناخ الصحراوي على عكس المناطق الساحلية المتأثرة بمناخ البحر المتوسط. جدول (26) يوضح درجات حساسية مؤشر جودة المناخ للتصحرف. شكل (29). درجات حساسية جودة المناخ للتصحرف.

3.4. درجات حساسية المياه الجوفية للتصحرفى منطقة الدراسة

1.3.4. درجات حساسية منسوب المياه للتصحرف

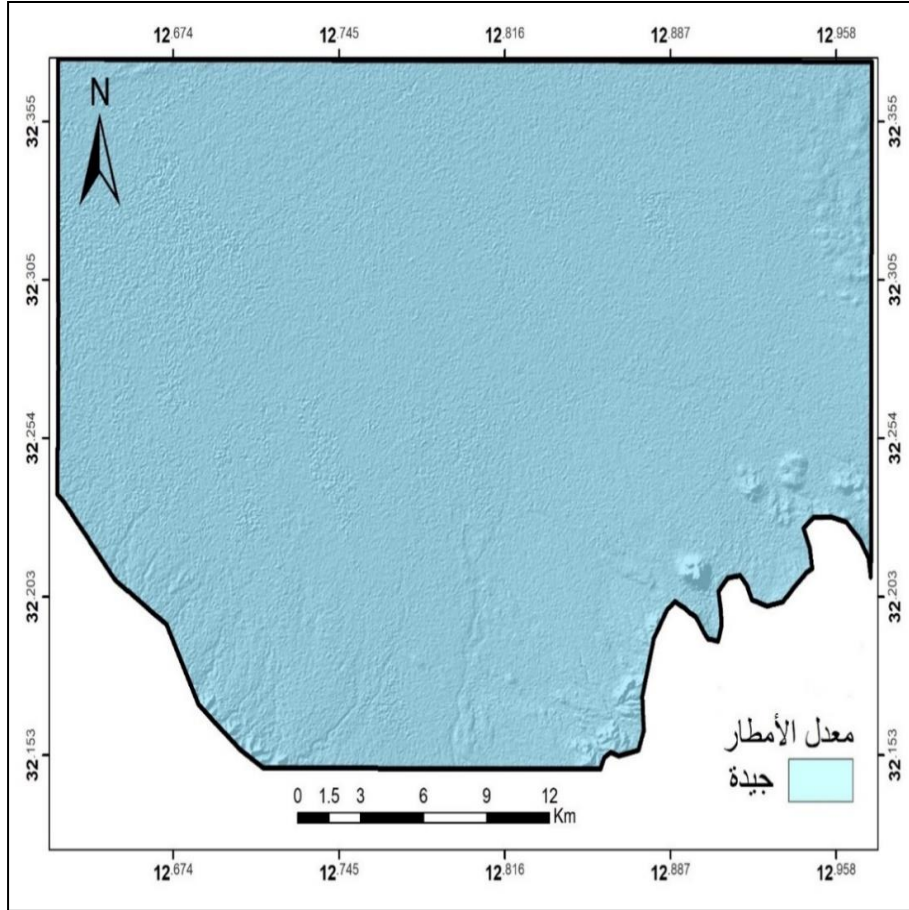
عند حساب مدي حساسية منسوب المياه للتصحرف، اتضح ان غالبية منطقة الدراسة كان منسوب المياه فيها متوسط بنسبة (77 %)، وعالي بنسبة 23%. ويرجع السبب إلى ان مناسيب المياه اغلبها ارتفاعها يصل من (50-100م)، بينما 23% ارتفاعها أكثر من 100م. جدول (27) يوضح درجات حساسية منسوب المياه للتصحرف شكل (30) درجات حساسية منسوب المياه للتصحرف.

2.3.4. درجات الكلور

عند حساب مدي حساسية الكلور للتصحرف، اشارت النتائج ان نسبة الكلور في منطقة الدراسة متوسط وعالي، بنسبة (42 %، 58%). وذلك بسبب التركيزات العالية للكلور التي تصل من (300-1000 لتر). وهذا

جدول 23. درجات حساسية الامطار للتصحّر.

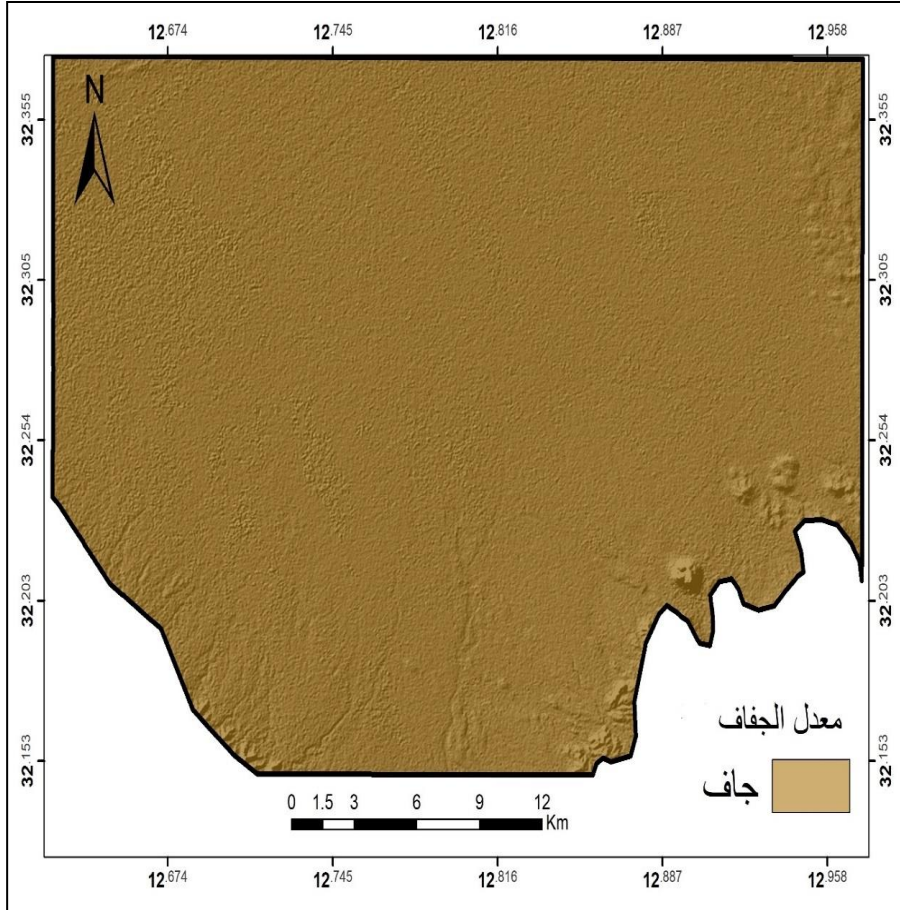
النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	درجات حساسية الامطار للتصحّر
100	725.64.2	جيدة



شكل 26. درجات حساسية الأمطار للتصحّر.

جدول 24. درجات حساسية الجفاف للتصحّر.

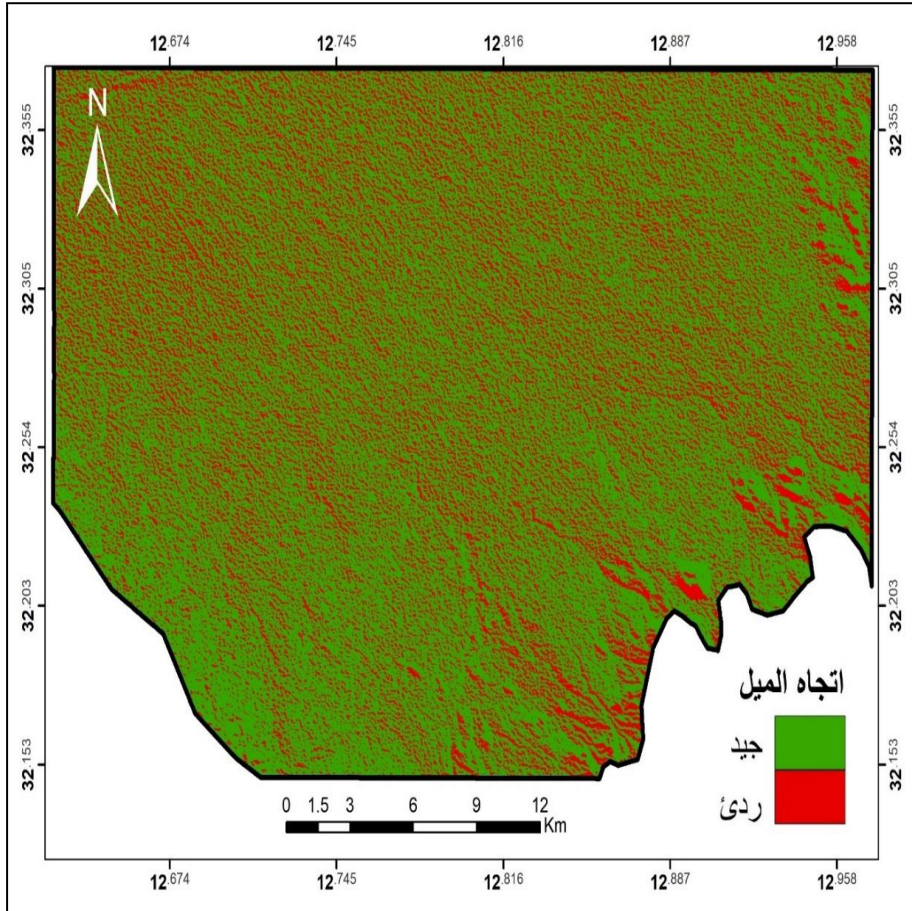
النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	درجات حساسية الجفاف للتصحّر
100	72549	جاف



شكل 27. درجات حساسية الجفاف للتصحّر.

جدول 25. درجات حساسية اتجاه الميل للتصحّر.

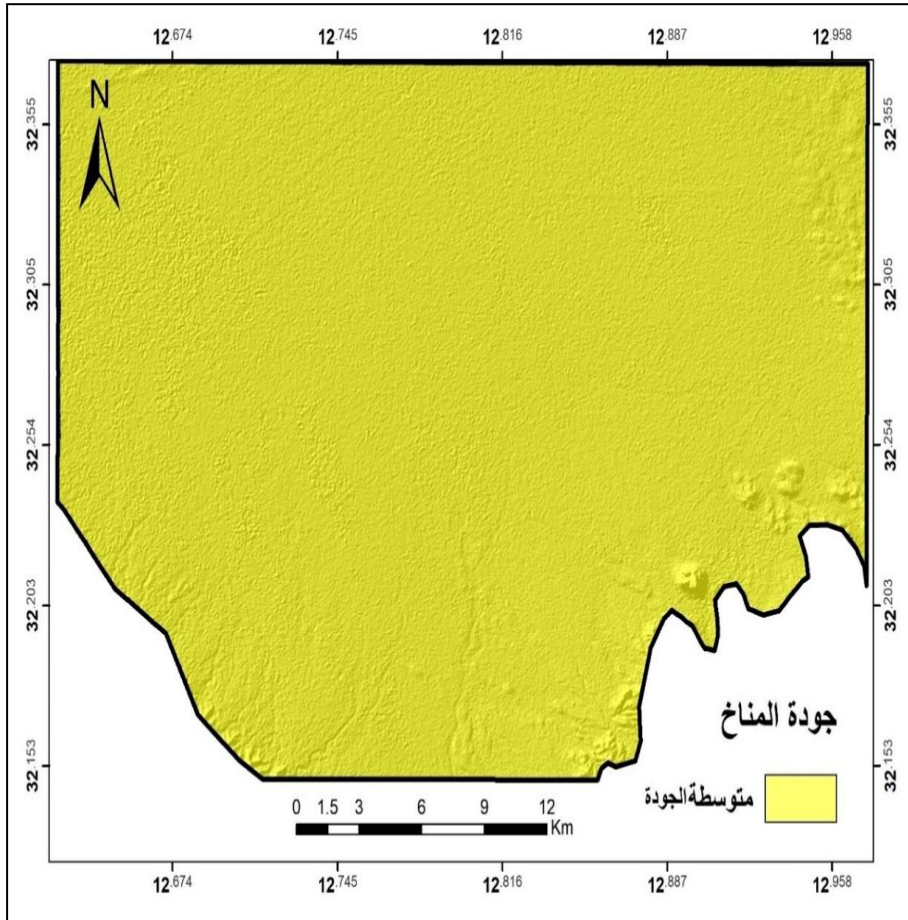
النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	درجات حساسية اتجاه الميل للتصحّر
71	51274.4	جيدة
29	21130.5	ردئ



شكل 28. درجات حساسية اتجاه الميل للتصحّر.

جدول 26. درجات مؤشر جودة المناخ للتصحر.

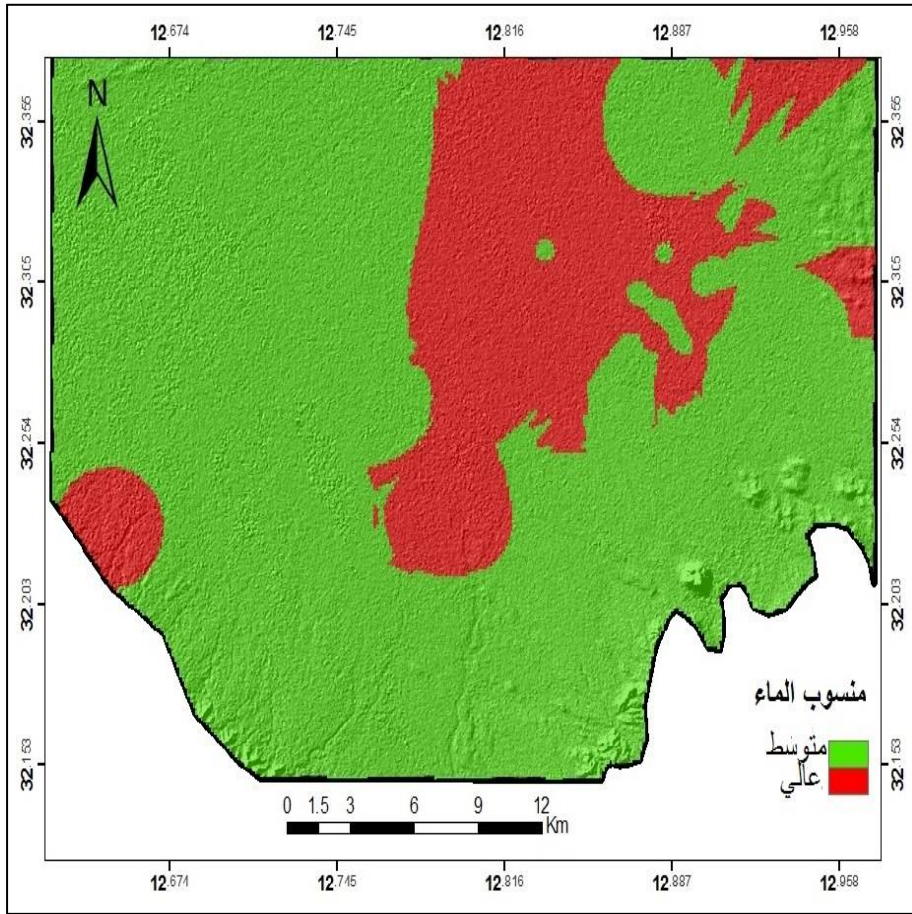
النسبة المئوية %	المساحة (بالهكتار)	مؤشر جودة المناخ
100	72136.16	متوسطة الجودة



شكل 29. مؤشر جودة المناخ للتصحر.

جدول 27. درجات حساسية منسوب المياه للتصحّر.

النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	درجات حساسية منسوب المياه للتصحّر
77	55588.6	متوسط
23	16975.6	عالي
100	72564.2	المجموع



شكل 30. درجات حساسية منسوب المياه للتصحّر.

راجع إلى السحب الشديد للمياه مما ادي إلى ارتفاع الكلور في المياه الجوفية. جدول (28) يوضح درجات حساسية الكلور للتصحّر. شكل (31). درجات حساسية الكلور للتصحّر.

3.3.4. درجات الملوحة

عند حساب مدي حساسية الملوحة للتصحّر، اتضح ان 35 % من منطقة الدراسة متوسطة، و65%، عالية. بسبب تركيزات EC العالية التي تصل من (2250-5000 ميكروثانية/ سم). يرجع السبب إلى التكوينات الجيولوجية للمياه الجوفية التي تحتوي على نسب عالية من املاح الكبريتات. جدول (29) يوضح درجات حساسية الملوحة للتصحّر. شكل (32). درجات حساسية الملوحة للتصحّر.

4.3.4. مؤشر جودة المياه الجوفية

اشارت نتائج جودة المياه الجوفية ان منطقة الدراسة بها درجتين. ذات جودة متوسطة وذات جودة منخفضة بنسبة (45% و55%). نتيجة للتركيزات العالية للكلور الملوحة العالية. بسبب السحب المستمر علي المياه الجوفية مما أدى إلى ارتفاع الكلور بالأضافة إلى التكوين الجيولوجي هذه الابار التي تحتوي على أملاح الكبريتات وهذا قد يعرض المنطقة لخطر التصحّر. جدول (30) يوضح درجات حساسية مؤشر جودة المياه الجوفية للتصحّر. شكل (33). درجات حساسية جودة المياه الجوفية للتصحّر.

4.4. درجات حساسية الغطاء النباتي للتصحرفي منطقة الدراسة

من خلال الدراسة أثبتت تقنية الاستشعار عن بعد فاعليتها وأهميتها في دراسة مثل هذه الظواهر. حيث أنه باستخدام هذه التقنية اختصرنا الكثير من الوقت والجهد والتكلفة في إنجاز مثل هذه الدراسة. وبذلك وجد أن لتقنية الاستشعار عن بعد لها دوراً مهماً وفعالاً.

1.4.4. درجات مؤشر الغطاء النباتي (NDVI)

تم حساب نسبة الغطاء النباتي واطهرت النتائج المتحصلة عليها ان نسبة 91 % لا يوجد غطاء نباتي و8.9 % وجود غطاء نباتي خفيف، ويرجع إلى نسبة الغطاء النباتي أقل من 10%. جدول (31) يوضح مؤشر الغطاء النباتي. شكل (34). درجات الغطاء النباتي.

2.4.4. درجات مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة (SAVI)

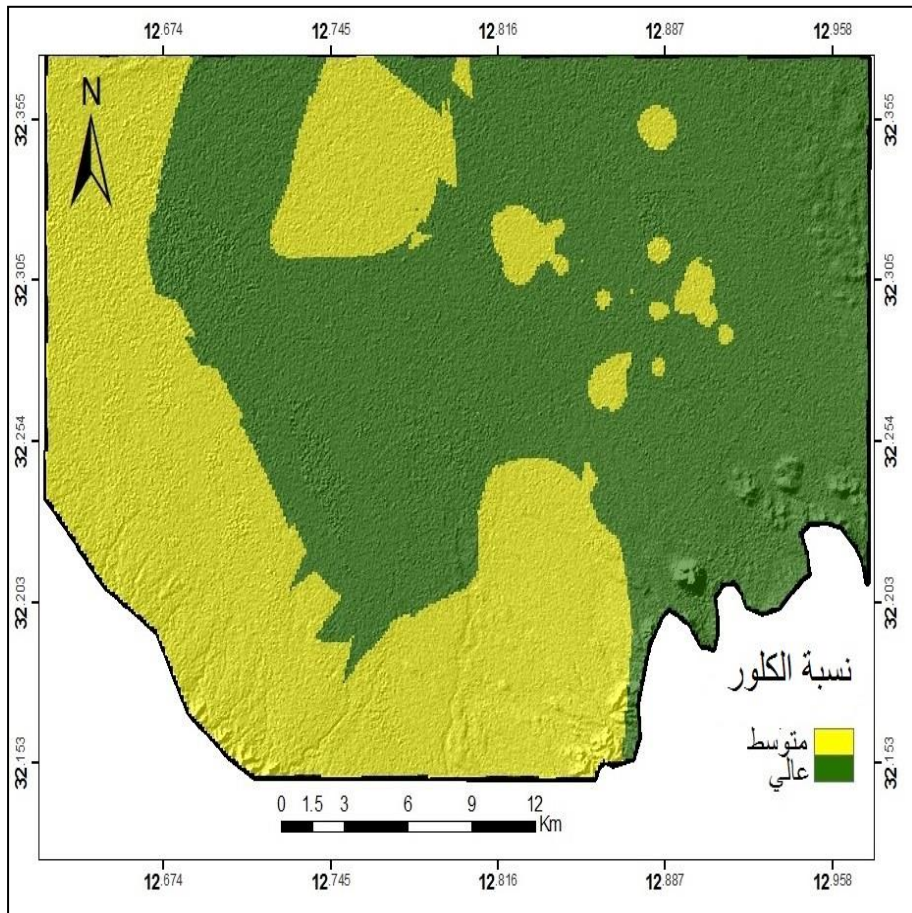
تم حساب نسبة الغطاء النباتي المعدل للتربة واتضح ان الغطاء النباتي الخفيف كان بنسبة 2%، اما 98%. جدول (32) يوضح مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة. شكل (35) درجات الغطاء النباتي المعدل للتربة.

3.4.4. التصنيف الموجة

تبين ان عدد الأصناف هي سبعة أصناف حيث كان أكثر الأصناف مساحة هي النباتات الطبيعية زادت بنسبة 74% وبمساحة 52795 هكتار، بينما الأراضي الخالية زادت بنسبة 10% وبمساحة 7604 هكتار، النباتات المروية قلت بنسبة 6 % وبمساحة 4673 هكتار، النباتات البعلية قلت بنسبة 4 % وبمساحة 2972 هكتار، المنشآت الصناعية والطرق زادت بنسبة 4 % وبمساحة 2921 هكتار، أما

جدول 28. درجات الكلور.

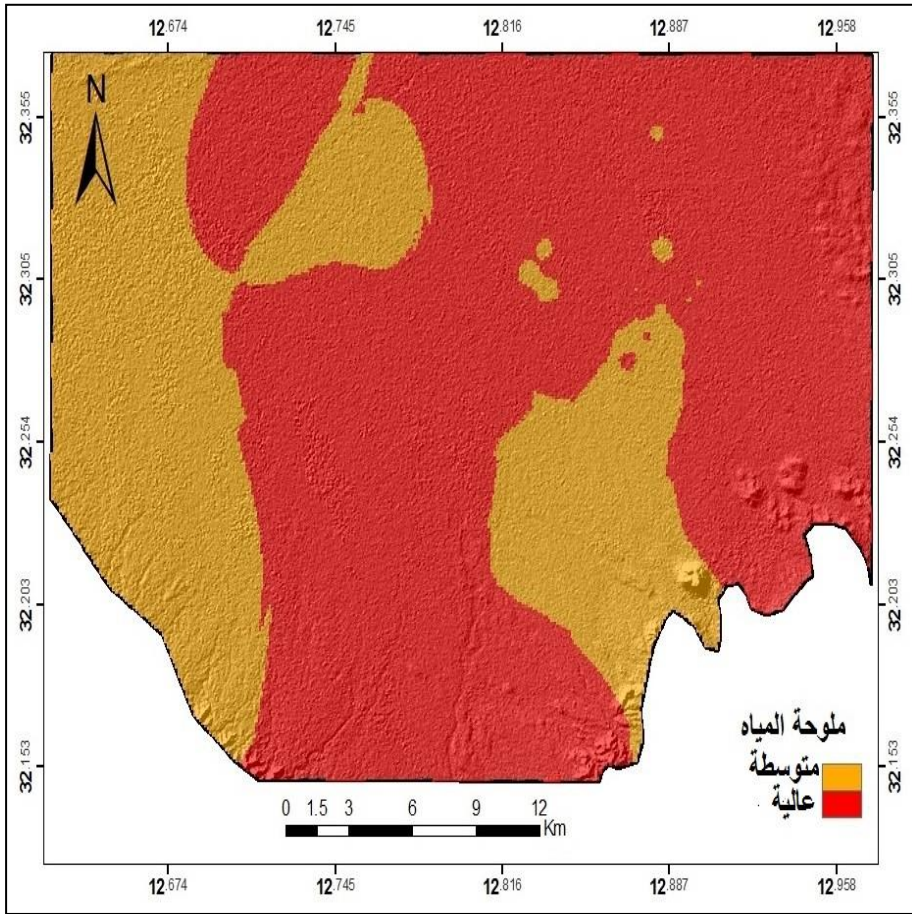
النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	درجات حساسية الكلور للتصحّر
42	30315	متوسط
58	42249	عالي
100	72564	المجموع



شكل 31. درجات حساسية الكلور للتصحّر.

جدول 29. درجات الملوحة.

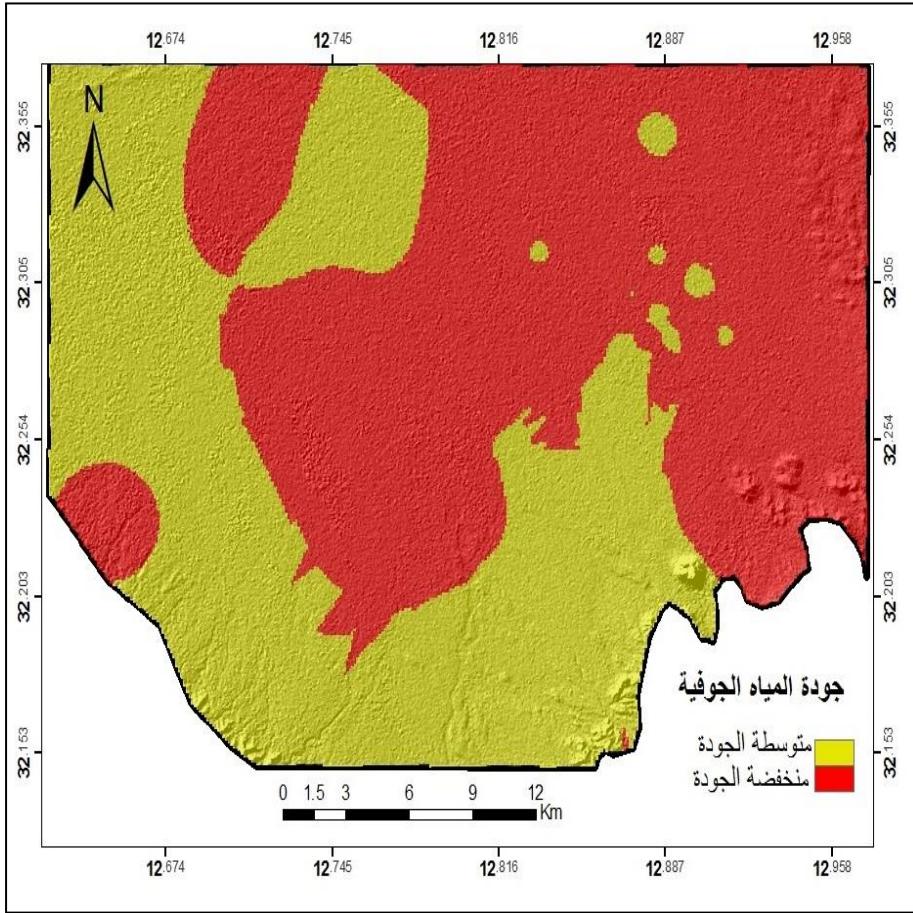
النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	درجات حساسية ملوحة المياه للتصحّر
35	25284	متوسطة
65	47280	عالية
100	72564	المجموع



شكل 32. درجات حساسية ملوحة المياه للتصحّر.

جدول 30. درجات مؤشر جودة المياه الجوفية للتصحر.

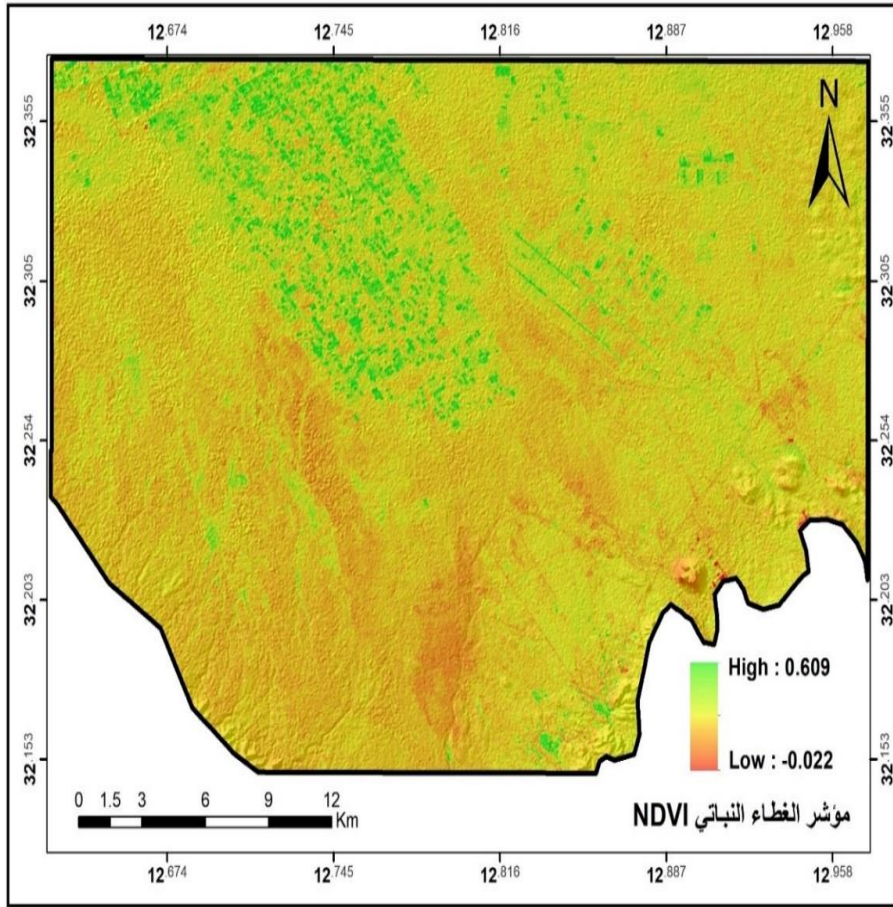
النسب المئوية %	المساحات (هكتار)	مؤشر جودة المياه
45	32948	متوسطة الجودة
55	39615	منخفضة الجودة
100	72564	المجموع



شكل 33. مؤشر جودة المياه الجوفية.

جدول 31. درجات مؤشر الغطاء النباتي NDVI.

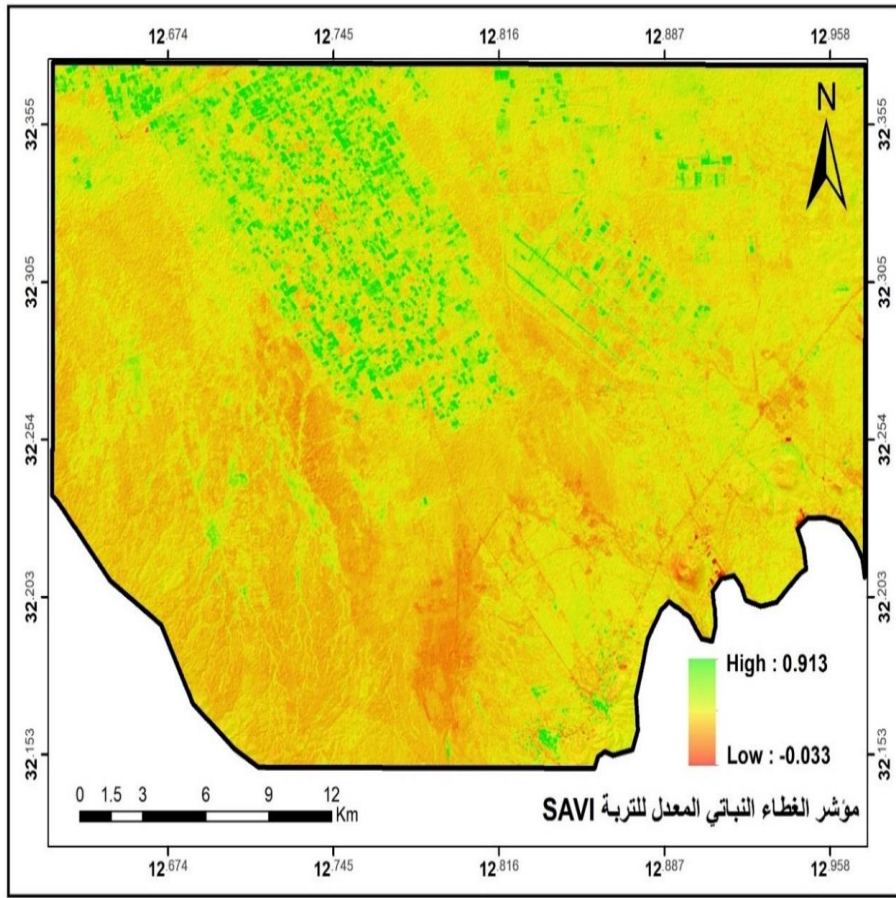
النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	الغطاء النباتي (NDVI)
9 %	6483.24	وجود غطاء نباتي
91 %	66061.98	عدم وجود غطاء نباتي
100	72545.22	المجموع



شكل 34. مؤشر التغطية النباتية NDVI.

جدول 32. درجات الغطاء النباتي المعدل للتربة SAVI.

النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	الغطاء النباتي(SAVI)
2 %	1656.45	وجود غطاء نباتي
98 %	70888.77	عدم وجود غطاء نباتي
100	72545.22	المجموع



شكل 35. مؤشر التغطية النباتية المعدل للتربة SAVI.

المحاجر زادت بنسبة 2% وبمساحة 1345، الاراضي الصخرية كانت بنسبة 0.3 % وبمساحة 258 هكتار. ويرجع السبب في حدوث ذلك إلى عدة أسباب منها مايتعلق بالمناخ كالجفاف وقلة سقوط الأمطار ومنها مايتعلق بممارسات الإنسان الخاطئة واستنزاف للموارد البيئية كعمليات الرعي الجائر والزراعات الموسمية وغيرها التي كانت لها آثار سلبية على النظام البيئي في المنطقة. جدول (33) يوضح تصنيف الغطاء النباتي. شكل (36). درجات تصنيف الغطاء النباتي.

4.4.4. درجات حساسية مخاطر الحرائق للتصحّر

تم حساب نسبة مخاطر الحرائق واتضح ان 16 % عالي و74 % متوسط و10% منخفض جدا. ويرجع السبب إلى المحاصيل الزراعية تكون أكثر تأثراً بخطر الحرائق، اما الاراضي الجرداء والحضرية هي اقل تأثراً بمخاطر الحرائق. جدول (34) يوضح درجات حساسية مخاطر الحرائق. شكل (37). درجات

5.4.4. درجات حساسية مقاومة التعرية للتصحّر.

تم حساب نسبة مقاومة التعرية للتصحرو اتضح ان 10 % عالية المقاومة، اما 74% متوسطة و16 % منخفضة جدا. يمكن تفسير ذلك ان الاشجار دائمة الخضرة والمحاصيل تكون أكثر مقاومة للتعرية، بينما الاراضي الجرداء والحضرية اقل مقاومة للتعرية. جدول (35) يوضح درجات حساسية مقاومة التعرية للتصحّر. شكل (38). درجات مقاومة التعرية للتصحّر.

6.4.4. درجات حساسية مقاومة الجفاف للتصحّر

تم حساب مقاومة الجفاف للتصحرو اتضح ان 10% عالي المقاومة و74 % متوسطة المقاومة و16% منخفض جدا للمقاومة. جدول (36) يوضح درجات حساسية مقاومة الجفاف للتصحّر. شكل (39). درجات مقاومة الجفاف للتصحّر

7.4.4. درجات حساسية الغطاء النباتي للتصحّر

تم حساب نسبة الغطاء النباتي واتضح ان الغطاء النباتي متوسط ونسبته 10%، بينما 90% عالي. جدول (37) يوضح مؤشر الغطاء النباتي. الشكل (40). درجات الغطاء النباتي

8.4.4. مؤشر جودة الغطاء النباتي

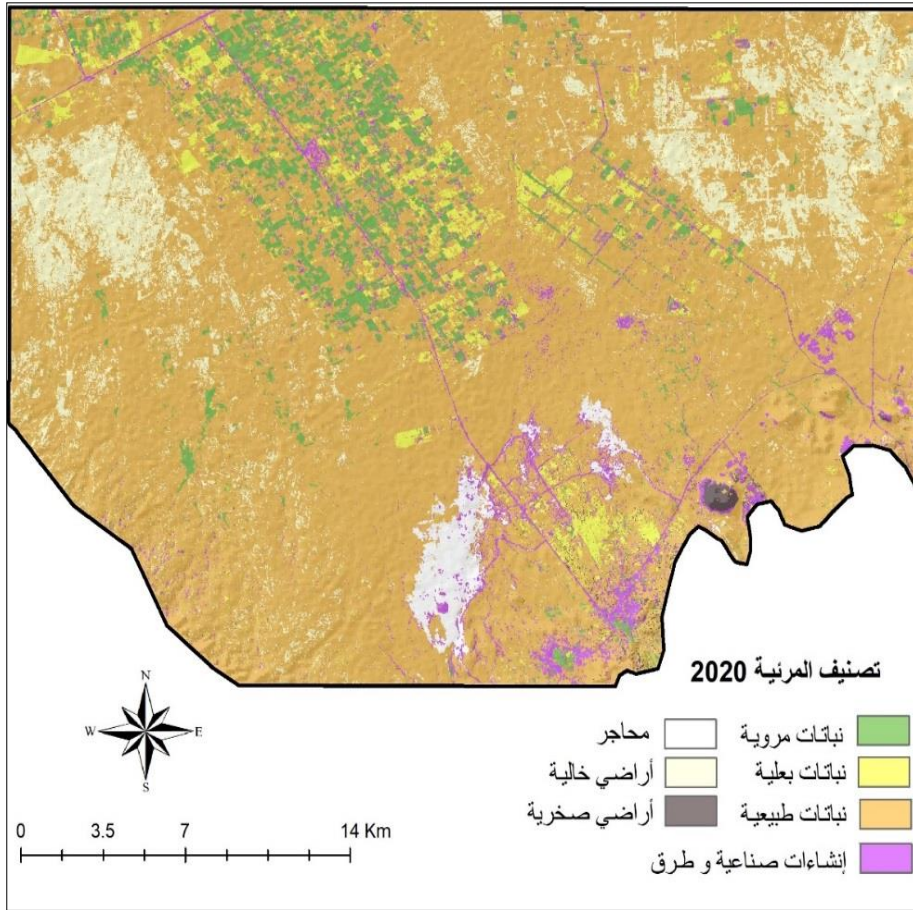
اظهرت نتائج مؤشر جودة الغطاء النباتي ان هناك درجتين من الجودة، ذات جودة عالية 90% م، وذات جودة متوسطة 10% ناتجة من الغطاء النباتي. جدول (38) يوضح درجات حساسية مؤشر جودة الغطاء النباتي للتصحّر. شكل (41). درجات حساسية جودة الغطاء النباتي لتصحّر

5.4. تحليل الحساسية البيئية للتصحّر (ESAS)

اجري تحاليل الحساسية عن طريق تطبيق الدرجات المختلفة لحساسية المؤشرات المختلفة، تم انشاء 8 سيناريوهات، كما تم انتاج خريطة لكل سيناريو. ويوضح جدول (39) الأوزان لجميع السيناريوهات وشكل (42) يوضح خرائط جميع السيناريوهات.

جدول 33. درجات التصنيف الموجة.

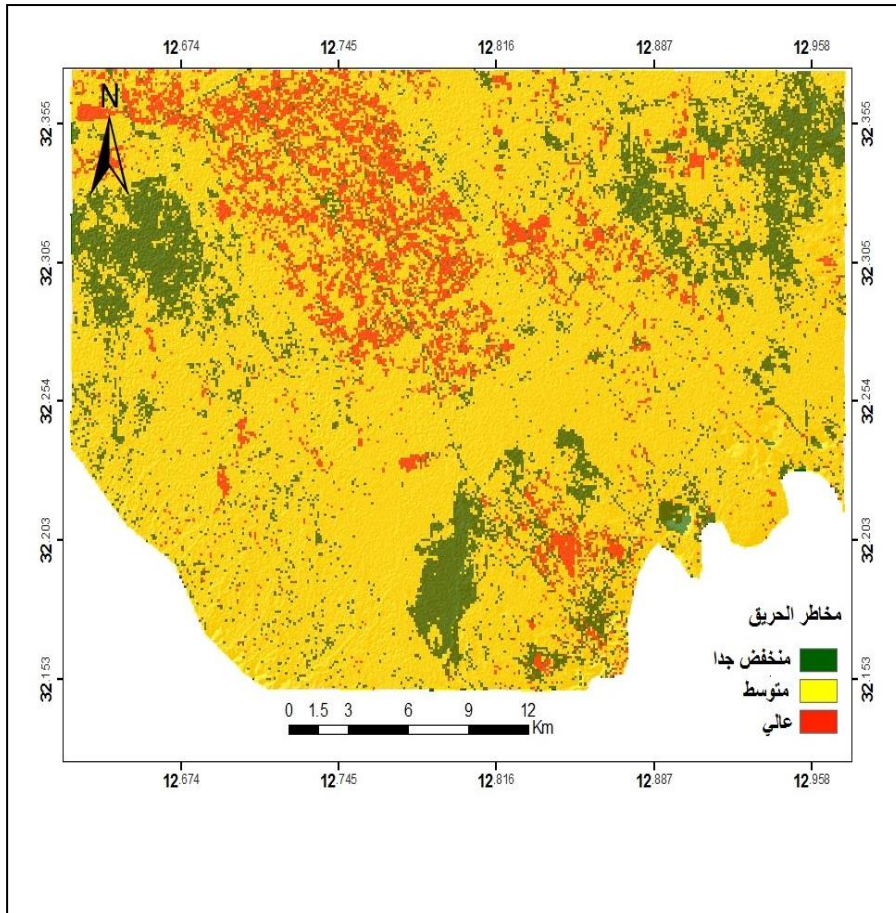
المساحة (%)	المساحة (هكتار)	اسم التصنيف
3.7	2921	انشاءات صناعية وطرق
3.9	2972	نباتات بعلية
6.3	4673	نباتات مروية
74	52795	نباتات طبيعية
10.1	7604	أراضي خالية
0.3	258	أراضي صخرية
1.8	1345	محاجر
100	72564	المجموع



شكل 36. يوضح التصنيف الموجة (لاندرسات 8)

جدول 34. درجات مخاطر الحرائق للتصحر.

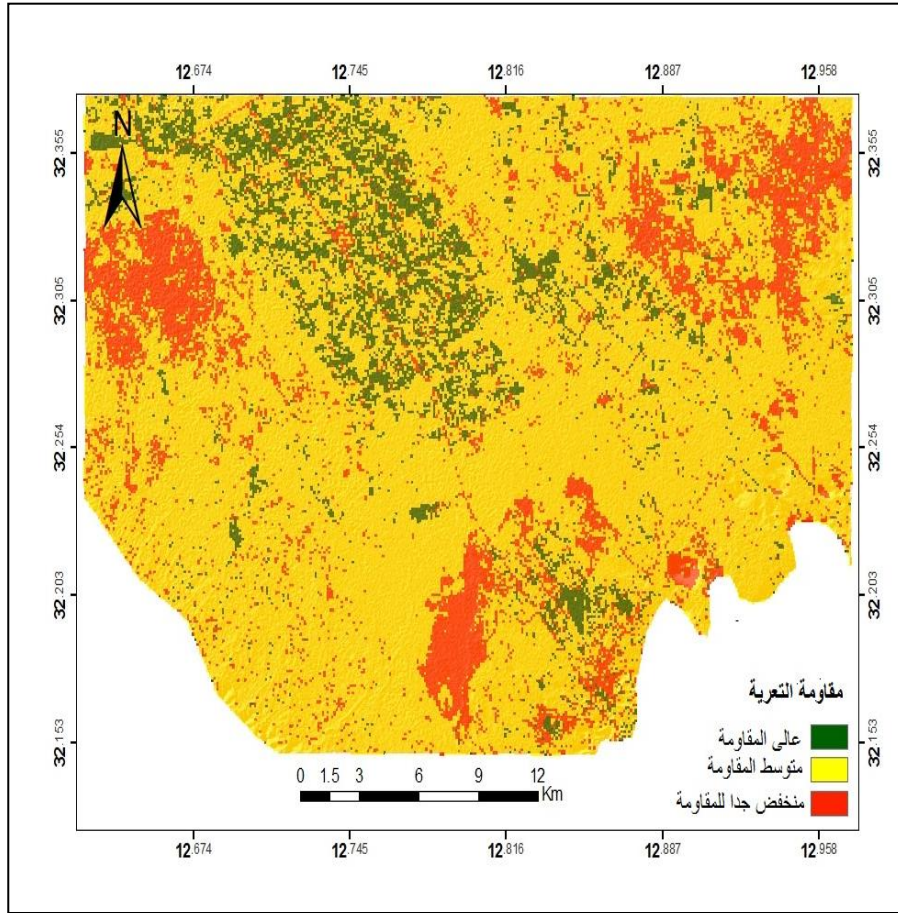
النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	درجات حساسية مخاطر الحرائق للتصحر
16%	11632	منخفض جدا
74%	53508	متوسط
10%	7414	عالي



شكل 37. درجات مخاطر الحرائق.

جدول 35. درجات مقاومة التعرية للتصحر.

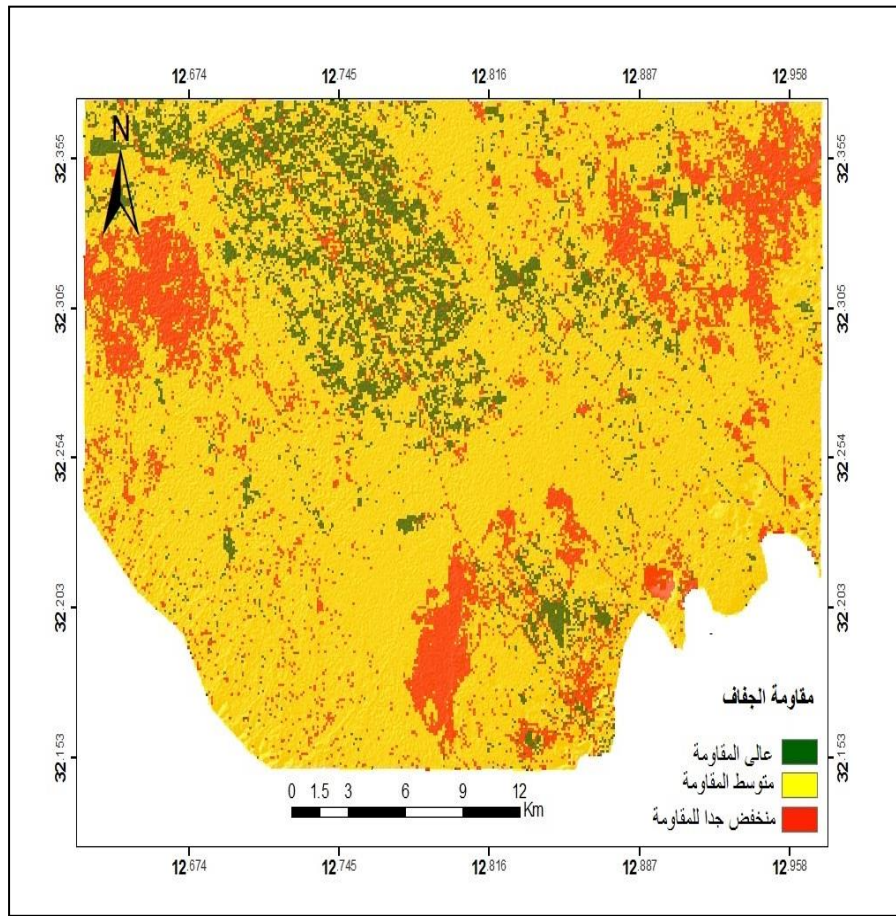
النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	درجات حساسية مقاومة التعرية للتصحر
10 %	7414	عالي مقاومة
74 %	53508	متوسط
16 %	11632	منخفضة جدا
100	72554	المجموع



شكل 38. درجات مقاومة التعرية للتصحر.

جدول 36. درجات مقاومة الجفاف للتصحّر.

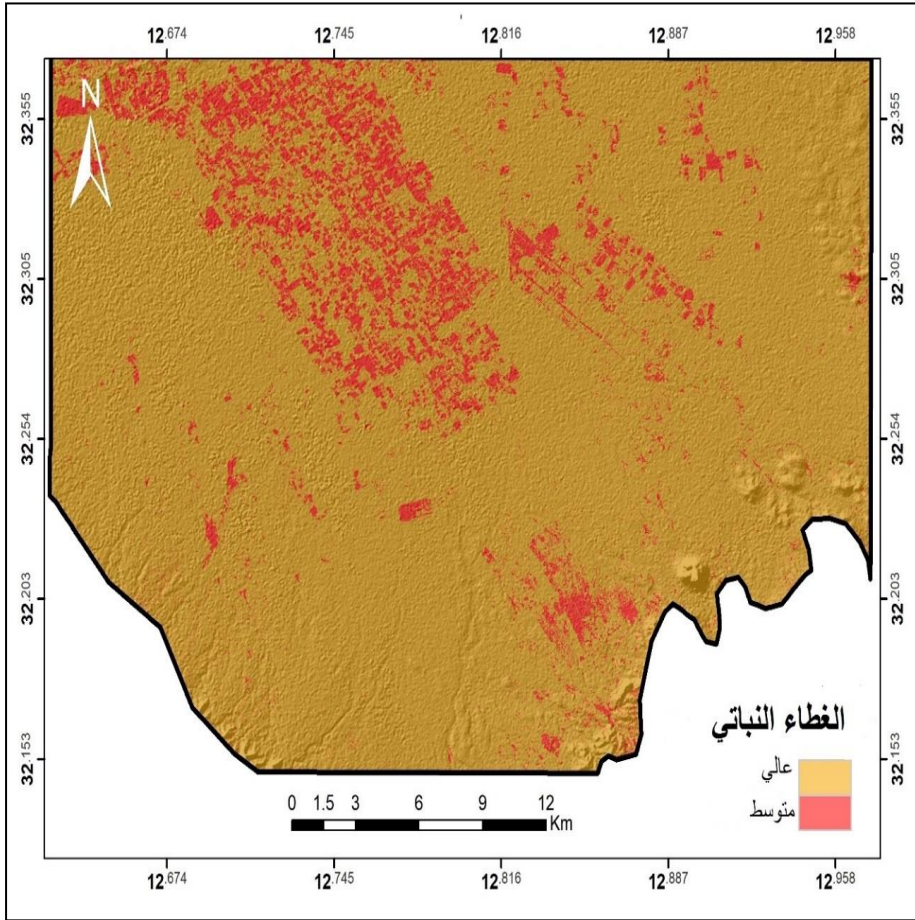
النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	درجات مقاومة الجفاف للتصحّر
6%	4210.7	عالية جدا
6%	4654.3	متوسطة
88%	63691.1	منخفضة جدا
100	72554	المجموع



شكل 39. حساسية مقاومة الجفاف للتصحّر

جدول 37. درجات الغطاء النباتي للتصحر.

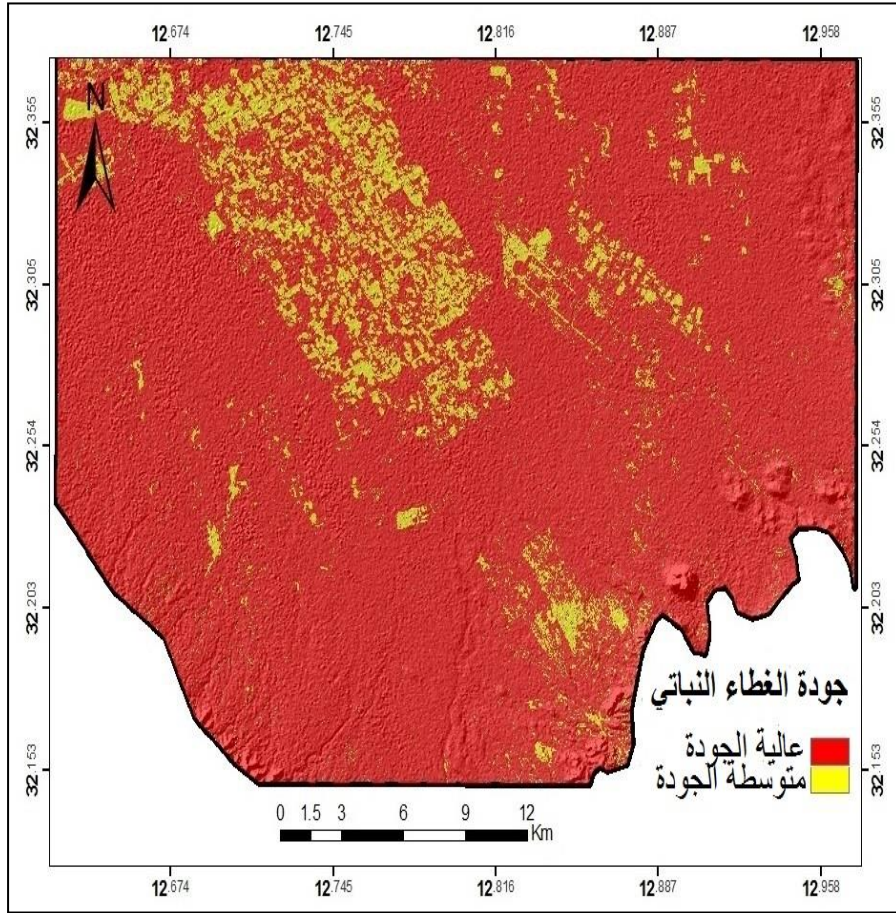
النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	درجات حساسية الغطاء النباتي للتصحر
90 %	65140	عالي
10 %	7414	متوسط
100	72554	المجموع



شكل 40. درجات حساسية الغطاء النباتي للتصحر

جدول 38. درجات مؤشر جودة الغطاء النباتي.

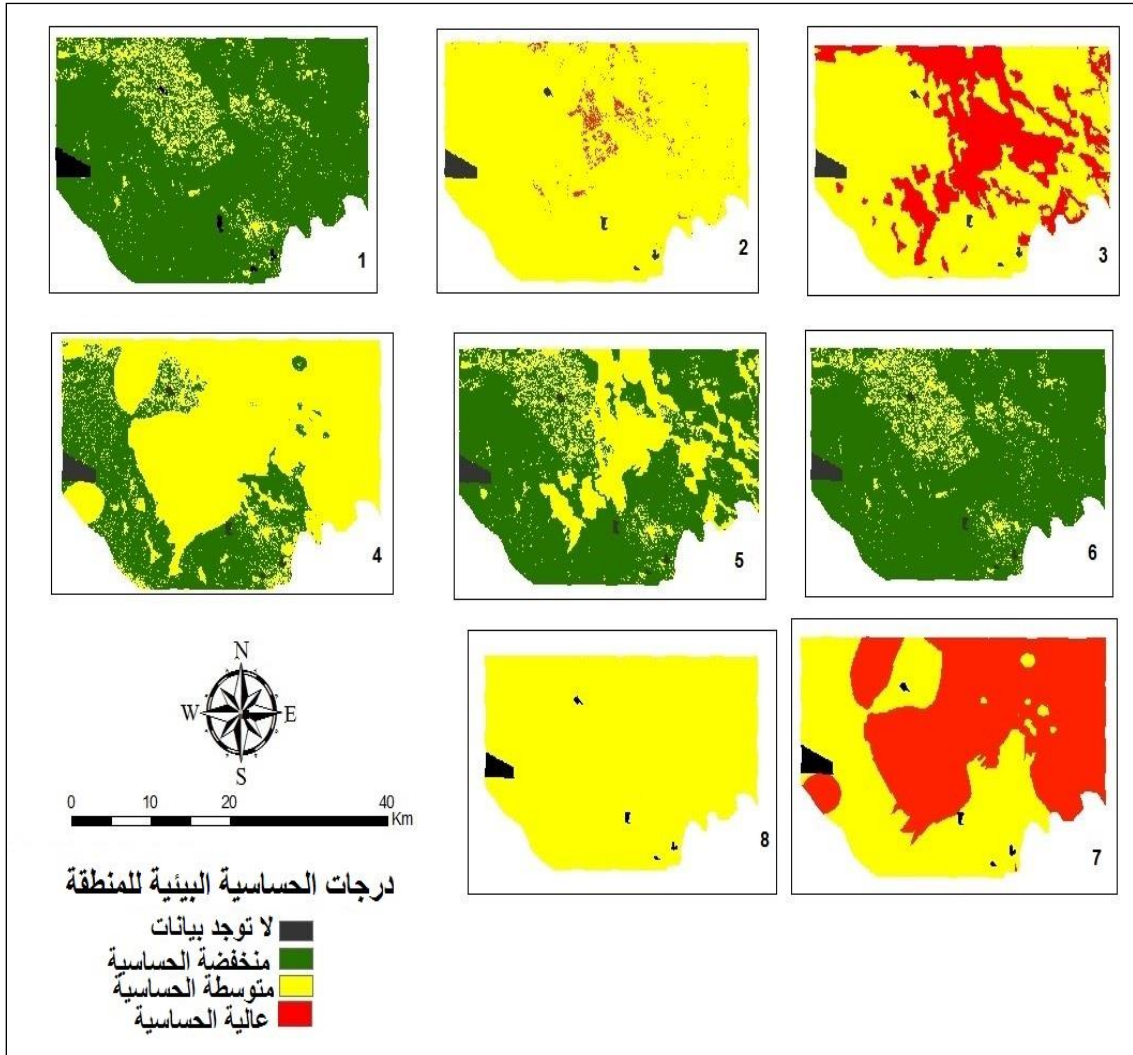
النسبة المئوية %	المساحات (هكتار)	مؤشر جودة الغطاء النباتي للتصحر
90 %	65140	عالية الجودة
10 %	7414	متوسطة الجودة
100	72554	المجموع



شكل 41. مؤشر جودة الغطاء النباتي.

جدول 39. أوزان تحليل الحساسية البيئية للتصحر لجميع السيناريوهات.

السيناريوهات	جودة التربة	جودة المناخ	جودة الغطاء النباتي	جودة المياه الجوفية	جودة الميل
1	20	20	20	20	20
2	50	30	10	5	5
3	70	15	10	3	2
4	10	5	50	30	5
5	10	3	70	15	5
6	2	2	90	4	2
7	10	3	15	70	2
8	10	70	10	3	2



شكل 42. انتاج خرائط جميع السيناريوهات.

السيناريو (1). عندما تم إعطاء كافة مؤشرات الجودة وزن واحد وهو 20 % تم الحصول على درجتين من الحساسية، ذات حساسية منخفضة بنسبة 90 %، وذات حساسية متوسطة بنسبة 10 % كما هو موضح في جدول (40).

السيناريو (2). أعطيت الأهمية لمؤشر جودة التربة تحصلنا على ثلاث فئات من الحساسية ذات حساسية متوسطة بنسبة 96 %، وذات حساسية عالية بنسبة 2.3 %، ولاتوجد بيانات بنسبة 1.3 % كما هو موضح في جدول (41).

السيناريو (3). اعطيت الأهمية أيضا لمؤشر جودة التربة تحصلنا على ثلاث فئات من الحساسية ذات حساسية متوسطة بنسبة 70 %، وذات حساسية عالية بنسبة 30 %، ولاتوجد بيانات بنسبة 3.1 % . وهذا راجع إلى القوام الجيد الذي يمثل 70%، بينما 30% يمثل القوام رديء جدا (رملّي) كما في موضح جدول (42).

السناريو (4). أعطيت الأهمية لمؤشر الغطاء النباتي تحصلنا على ثلاث درجات من الحساسية، ذات حساسية منخفضة وبنسبة 31%، وذات حساسية متوسطة وبنسبة 68%، ولاتوجد بيانات 1.3% كما في جدول (43).

السناريو (5). اعطيت الأهمية أيضا لمؤشر الغطاء النباتي تحصلنا على درجتين من الحساسية، ذات حساسية منخفضة وبنسبة 69 %، وذات حساسية متوسطة وبنسبة 30 %، ولاتوجد بيانات بنسبة 1.3% كما هو موضح في جدول (44).

السيناريو (6). اعطيت الأهمية لمؤشر الغطاء النباتي تحصلنا أيضا على ثلاث درجات من الحساسية، ذات حساسية منخفضة وبنسبة 88 %، وذات حساسية متوسطة وبنسبة 10%، ولا توجد بيانات 1.3 % . وذلك بسبب قلة الغطاء الأقل من 10%، بينما السيادة كانت (للنباتات الطبيعية والاراضي الجرداء والمدن والمحاجر) التي تمثل 88 % كما هو موضح في جدول (45).

السيناريو (7). أعطيت الأهمية لمؤشر المياه الجوفية تحصلنا على ثلاث درجات من الحساسية كانت ذات حساسية متوسطة وبنسبة 44 %، وذات حساسية عالية وبنسبة 55%، ولاتوجد بيانات بنسبة 1.3 % . وذلك بسبب ارتفاع املاح الكبريتات في مياه الآبار وهذا راجع إلى التكوين الجيولوجي لهذه الآبار كما هو موضح في جدول (46).

السيناريو (8). أعطيت الأهمية لمؤشر المناخ فكانت النتيجة المتحصل عليها درجة حساسية واحدة وهي متوسطة الحساسية وبنسبة 100%. السبب في تباين درجات الحرارة والامطار حسب موقع كل محطة نتيجة تأثيرها بمناخ الصحراوي كما هو موضح في جدول (47).

من خلال هذه النتائج اتضح ان النموذج اعطي نتائج دقيقة، وبين العناصر الحساسية والغير حساسة التي لها تأثير على التقييم النهائي كذلك يمكن من خلاله معرفة السبب الذي يؤدي إلى التصحر.

جدول 40. درجات حساسية البيئة للسيناريو (1).

النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات الحساسية البيئة للمؤشرات
90%	64421	منخفضة الحساسية
10%	7539	متوسطة الحساسية
100	71960	المجموع

جدول 41. درجات حساسية البيئة للسيناريو (2).

النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات الحساسية البيئة لمؤشر التربة
1.3%	920	لا توجد بيانات
96%	69406	متوسطة الحساسية
2.3%	1634	عالية الحساسية
100	71960	المجموع

جدول 42. درجات حساسية البيئة للسيناريو (3).

النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات الحساسية البيئة لمؤشر التربة
1.3%	920	لا توجد بيانات
70%	50065	متوسطة الحساسية
29%	20974	عالية الحساسية
100	71960	المجموع

جدول 43. درجات حساسية البيئة للسيناريو (4).

النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات الحساسية البيئة لمؤشر الغطاء
1.3%	920	لا توجد بيانات
70%	22333	منخفضة الحساسية
29%	48706	متوسطة الحساسية
100	71960	المجموع

جدول 44. درجات حساسية البيئة للسيناريو (5).

النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات الحساسية البيئة لمؤشر الغطاء
1.3%	920	لا توجد بيانات
69%	49442	منخفضة الحساسية
30%	21597	متوسطة الحساسية
100	71960	المجموع

جدول 45. درجات حساسية البيئة للسيناريو (6).

النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات الحساسية البيئة لمؤشر الغطاء
1.3%	920	لا توجد بيانات
88%	63501	منخفضة الحساسية
10%	7539	متوسطة الحساسية
100	71960	المجموع

جدول 46. درجات حساسية البيئة للسيناريو (7).

النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات الحساسية البيئة لمؤشر للمياه
1.3%	920	لا توجد بيانات
44%	31767	متوسطة الحساسية
55%	39273	عالية الحساسية
100	71960	المجموع

جدول 47. درجات حساسية البيئة للسيناريو (8).

النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات الحساسية البيئة لمؤشر المناخ
1.3%	920	لا توجد بيانات
99%	71040	متوسطة الحساسية
100	71960	المجموع

بينت النتائج انه عندما اعطيت المؤشرات أوزان متساوية 20 % تحصلنا على درجتين من الحساسية ذات حساسية منخفضة 90 % كانت السيادة للنباتات الطبيعية، وذات حساسية متوسطة بنسبة 10 % بسبب قلة الغطاء النباتي، أما مؤشر المياه الجوفية فكانت ما بين المتوسطة 45 % والعالية 55 % بسبب ارتفاع املاح الكبريتات في مياه هذه الآبار. كذلك مؤشر جودة التربة الذي كان ما بين المتوسطة بنسبة 70 % نتيجة لقوامها الجيد، والعالية بنسبة 30 % بسبب قوامها الرديء جدا (الرملي). تباينت نسب الغطاء النباتي ما بين متوسطة 10% نتيجة لقلّة الغطاء النباتي والمنخفضة بنسبة 90 % ناتجة عن النباتات الطبيعية، الاراضي الجرداء، المحاجر، المناطق الحضرية، في حين كان مناخ المنطقة ضمن المتوسط بنسبة 99% وهذا راجع إلى التباين توزيع الامطار والحرارة نتيجة لموقع كل محطة وتأثيرها بالمناخ الصحراوي يوضح جدول (48) درجات الحساسية النهائية، شكل (43) يوضح الخريطة النهائية للحساسية البيئية لمنطقة الدراسة.

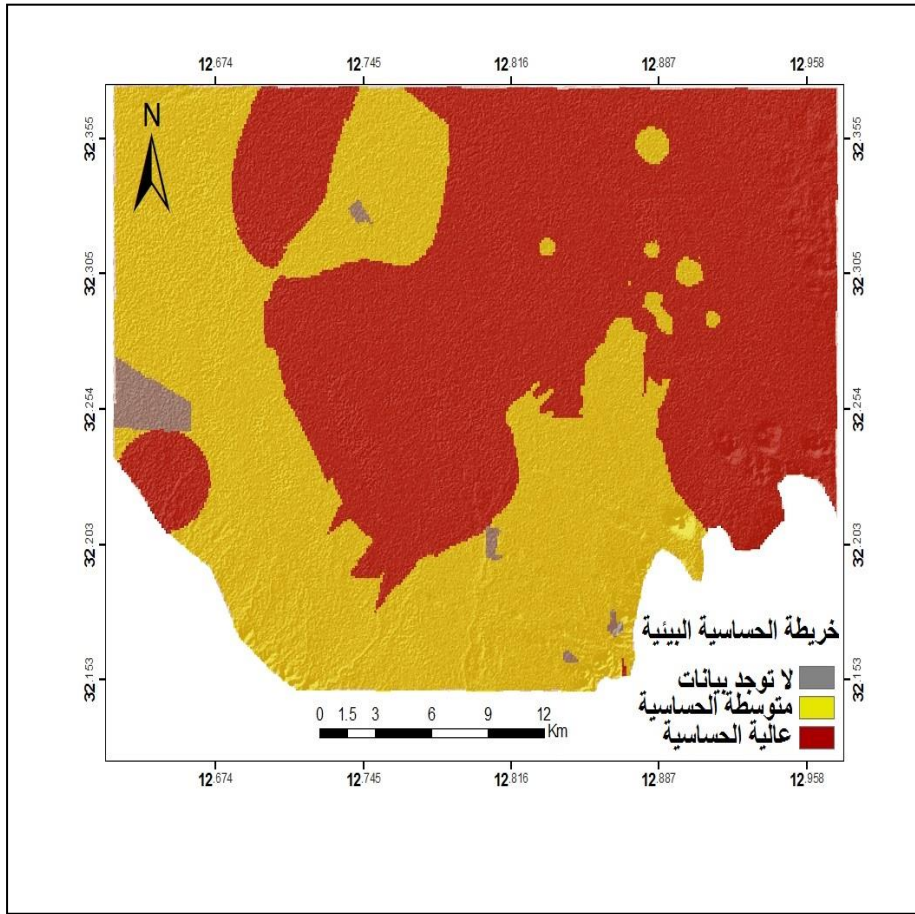
اوضحت هذه الدراسة ان المؤشر المياه الجوفية هو الاكثر تاثير بين هذه المؤشرات بسبب ارتفاع الاملاح الكبريتات في هذه الآبار، وهذا راجع إلى التكوين الجيولوجي لهذه الآبار الذي يحتوي على املاح الكبريتات.

كذلك التقرير الذي تحصلنا عليه من جهاز استثمار مشروع النهر اتضح ان مياه هذه الآبار تعاني من ارتفاع في تركيز الكبريتات والملوحة، وادي ذلك إلى عطل عدد كبير من هذه الآبار وتلف أنابيب الإمداد وملحقاتها. فقد اضطر المزارعين إلى حفر آبار خاصة، نتيجة لنقص المياه وتدني الإنتاج بالمشروع، والذي كان حتى فترة قريبة نموذجاً لجودة ووفرة الإنتاج. (التقرير الفني النهائي لوادي الحي، 2009).

كما طبق نموذج MEDALUS في منطقة حوض البحر المتوسط واعطي نتائج دقيقة. منها الدراسة التي اجرتها نوار البكري (2008) في مصر، استخدمت النموذج خلال الفترة من (1984 و 2008). وأعطت نتائج 100 % حيث صنفت منطقة الدراسة بانها شديدة الحساسية للتصحّر بنسبة 78%. بسبب تأثير الغطاء النباتي.

جدول 48. درجات الحساسية البيئية لمنطقة الدراسة.

النسبة المئوية %	المساحة (هكتار)	درجات الحساسية البيئية لمؤشر للمياه
1.3%	920	لا توجد بيانات
44%	31767	متوسطة الحساسية
55%	39273	عالية الحساسية
100	71960	المجموع



شكل 43. خريطة الحساسية البيئية لمنطقة الدراسة (ESAS).

5. الاستنتاجات والتوصيات

1. نموذج MEDLUS له مدخلات ومخرجات وهويستجيب للتصحر في المدخلات والمخرجات.
2. هذا النموذج اعطي نتائج دقيقة وبيّن العناصر الحساسة والغير حساسة، والتي لها تأثير على التقييم النهائي للتصحر. كما انه قادر على تحديد السبب الرئيسي للتصحر، ومن تم توصي هذه الرسالة الي: -
3. هناك ضرورة لتطوير أنظمة الأنداز مبكر بهدف تحديد المناطق المعرضة للتصحر وأخذ تدابير للحد من مخاطر التصحر، واستخدام ESAS (ميدالوس) لرصد التصحر لتحديد المناطق المتأثرة، حيث يمكن توجيه الجهود بشكل أفضل لمكافحة التصحر.
4. بناء قاعدة بيانات لمعايير التصحر واستيفاء النقص في هذه البيانات وتوفيرها، من اجل أدرج جميع هذه المعايير في عمليات تقييم التصحر المطلوبة لتقييم المناطق الحساسة. مثلا بيانات الادارة الزراعية.
5. تطوير وتنفيذ الاستراتيجيات والخطط اللازمة لمقاومة التصحر بما في ذلك التوعية ورفع مستوى الوعي بأخطار هذه الظاهرة، الامر الذي يؤدي إلى فهم أخطار وأثار الناجمة عن تدهور الأراضي والتصحر.
6. النقص الشديد وصعوبة الحصول على البيانات المناخية، لذلك وجب التنسيق مع مركز الوطني للأرصاد الجوية لتسهيل حصول الباحثين على هذه البيانات وضرورة تحديث بيانات المركز.
7. تقييم أخطار التصحر والأنداز المبكر لهذه الأخطار، يتطلب وجود أداة فعالة لمساعدة صانعي القرار في اتخاذ الاجراءات اللازمة للحد من هذه الأخطار.
8. نظم الأنداز المبكر من الشروط النسبية الملقاة على عاتق الدول اتفاقية الامم المتحدة لمكافحة التصحر. وبالتالي فإن هذا البحث يقدم محاولة جادة في طريق تطوير نظام انداز مبكر في ليبيا في هذا الأطار.

6. المراجع

- الباروني، سليمان والفتيس، رشيد. 2005. العيون بمنطقة الجبل الغربي والواحات الليبية. مجلة الهندسي، 36-37: 56. ص 12-33
- خريطة ليبيا الجيولوجية. 1975. مركز البحوث الصناعية. ليبيا.
- الدليمي، خلف علي. 2010. نظم المعلومات الجغرافية أسس وتطبيقات GIS. الطبعة الأولى. دار الصفاء للتوزيع والنشر، عمان، الأردن.
- الراوي، مثني خليل والجريصي، صلاح مرشد. 2014. تقييم حساسية الأراضي الزراعية في السهل الرسوبي بالعراق باستخدام نموذج MEDALUS، مجلة الانبار للعلوم الزراعية. (12): 70-91.
- العالم، مختار محمود. 2017. التغيرات المكانيّة لبعض خواص التربة الكيمايائية لمنطقة سهل الجفارة (حالة دراسية: طرابلس، وادي المجنين، بن غشير). المجلة الليبية للعلوم الزراعية، 22 (1): 19-34.
- العالم، مختار محمود؛ الزليط، بونس ضو والقماطي، أسماء علي. 2020. تطبيق مقلوب المسافة الوزنية في تخريط بعض الخصائص الكيمايائية للتربة مناطق عين حزام، قرية بطة، تاكنس. مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية، 2(1): 1-20.
- القاضي، محمد عمر. 2000. المنطقة الممتدة من ترهونة شرقاً إلى الأصابعة غرباً. تقرير الهيئة العامة للمياه، ص3.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية. 2000. دراسة حول مؤشرات رصد التصحر في الوطن العربي. جامعة الدول العربية. الإدارة العامة للسود والموارد المائية. 2005. تقرير عن الوضع المائي لمنطقة غريان. ص13.
- الخزامي، محمد عزيز. 2000. نظم المعلومات الجغرافية أساسيات وتطبيقات للجغرافيين. الطبعة الثالثة. منشاه المعارف، الإسكندرية، مصر.
- الهيئة العامة للموارد المائية. 2020. تقرير عن الابار الموجودة في منطقة الدراسة. طرابلس، ليبيا.
- مركز الأبحاث الأحصائية والأقتصادية والتدريب للدول الإسلامية. 2019. تقرير منظمة التعاون الإسلامي.
- مشروع التخريط الزراعي. 2006. المرحلة الأولى، مركز البحوث الزراعية، وزارة الزراعة، ليبيا.
- مكافحة التصحر والجفاف في شمال أفريقيا. 2003. الاجتماع الثامن عشر، المغرب، طنجة 16-18 مايو.
- Almutairi, B., E., A.; Belaid, M. A. and Musa, N. 2013. Comparative study of savi and Ndvi Vegetation Indices in Sulaibiya area (Kuwait) using worldview satellite imagery. International Journal of Geosciences and Geomatics, 1(2): 50-53.
- Ranjbaran, H.; Shurvarzy, H. and Alimohammadi, A. 2014. Mapping desertification using Iranian model of desertification potential assessment (IMDPA) and GIS in golestan province. Iran. Bulletin of Environment, Pharmacology and life sciences, 4: 117-128.
- Al Farrah, N., Van Camp, M. and Walraevens, K., (2013) Deducing transmissivity from specific capacity in the heterogeneous upper aquifer system of Jifarah Plain, NW-Libya. Journal of African Earth Sciences, 85: 12-21.
- Ali, E.S. 2018. The Integrated Model of the Early Warning System (EWS) for Desertification in Libya. Ph.D. College of Water, Energy and Environment. Crankild University. United kingdom.
- Bakker, M. M.; Govers, G. and Rounsevell, M. D. 2004. The crop productivity–erosion relationship: an analysis based on experimental work. Catena, 57(1): 55-76.
- Bakr, N.; Weindorf, D. C.; Bahnassy, M. H. and El-Badawi, M. M. 2012. Multi-temporal assessment of land sensitivity to desertification in a fragile agro-ecosystem: Environmental indicators. Ecological indicators, 15(1): 271-280.

- Basso, F., Bove, E., Dumontet, S.; Ferrara, A.; Pisante, M.; Quaranta, G. and Taberner, M. 2000. 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*, 40(1): 19-35.
- Benabderrahmane, M. C. and Chenchoune, H. 2010. Assessing environmental sensitivity areas to desertification in Eastern Algeria using mediterranean desertification and land use "MEDALUS" model. *Intrnational Journal of Sustainable Water Environ Systems*, 1(1): 5-10.
- Ben-Mahmoud, K. B. 1995. *Libyan soils*. The National Council of Scientific Research, Tripoli, Libya.
- Boudjemline, F., and Semar, A. (2018). Assessment and mapping of desertification sensitivity with MEDALUS model and GIS–Case study: basin of Hodna, Algeria. Department of Geography and Spatial Planning. University of Sciences and Technology Houari Boumediene. *Journal of Water and Land Development*. No.36. Algeria.
- Brady, N. C. and Weil, R. R. 1999. *The nature and properties of soil* 12th ed. Prentice-Hall Inc. Upper Saddle River, New Jersey. 881.
- Canora, F.; D'Angella, A. and Aiello, A. 2015. Quantitative assessment of the sensitivity to desertification in the Bradano River basin (Basilicata, southern Italy). *Journal of Maps*, 11(5): 745-759.
- Contador, J. L.; Schnabel, S.; Gutierrez, A. G. and Fernandez, M. P. 2009. Mapping sensitivity to land degradation in Extremadura. SW Spain. *Land Degradation and Development*, 20 (2): 129-144.
- Costantini, E. A.; Bocci, M.; L'Abate, G.; Fais, A.; Leoni, G.; Loj, G. and Urbano, F. 2005. Mapping the state and risk of desertification in Italy by means of remote sensing, soil GIS and the EPIC model. Methodology validation on the island of Sardinia, Italy. *Exp. Inst. Soil St. Conserv.*, Firenze, Italy.
- Domingues, F., and Fons-Esteve, J. (2008). Mapping sensitivity to desertification (DISMED) Project. EEA-TC-LUSI. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA European Environment Agency. 1998. Identification of indicators for a Transport and Environment Reporting System. Final report.
- Elhag, A. M. H.; Abubaker Haroun, M. A. and Almaleeh, R. E. 2014. Desertification Assessment, using Remote Sensing, GIS and other techniques, Case study: Wadi Al Kanger, Sudan. *J. Nat. Resour. Environ. Study*, 10, 1-6.
- Enne G; Zucca C. and Colombo V. 2009. Desertification monitoring as a tool improve environmental security. In (Eds). Rubio, J. L; Andreu, V. *Human and socioeconomic consequences of desertification: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria*.
- FAO. 1979. *Land evaluation criteria for irrigation*. Rome: Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome-Italy.
- FAO .1989. *Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems*. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome-Italy.

- Farajzadeh, M. and Egbal, M. N. 2007. Evaluation of MEDALUS model for desertification hazard zonation using GIS; study area: Iyzad Khast plain, Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (16): 2622-2630.
- Frega, G., Piro, P., and Mangiardi, R. 2005. Sustainable indicators in desertification phenomena: application to Calabria, Italy. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 81.
- Gad, A. 2008. Assessment and mapping of desertification sensitivity in some of the western desert oases, Egypt, based on Remote Sensing and GIS. National Authority for Remote Sensing and Space Sciences, Egypt. In the third International Conference on Water Resources and Arid Environments and the 1st Arab Water Forum.
- Giordano, L.; Giordano, F.; Grauso, S.; Iannetta, M.; Sciortino, M.; Rossi, L. and Bonati, G. 2002. Identification of areas sensitive to desertification in Sicily Region. ENEA, Centro Ricerche Casaccia, Via Anguillarese, 301, 00060.
- Huber, S.; Prokop, G.; Arrouays, D.; Banko, G.; Bispo, A.; Jones, R. J. A. and Jones, A. R. 2008. Environmental assessment of soil for monitoring. Volume I: Indicators and Criteria (No. JRC 47184). European Communities.
- Huete, A. R. 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote sensing of environment*, 25(3): 295-309.
- Kadović, R.; Bohajar, Y. A. M.; Perović, V.; Simić, S. B.; Todosijević, M.; Tošić, S. and Dovezenski, U. 2016. Land sensitivity analysis of degradation using MEDALUS model: Case study of Deliblato Sands, Serbia. *Archives of Environmental Protection*.
- Kepner, W. G.; Rubio, J. L.; Mouat, D. A. and Pedrazzini, F. (Eds) 2006. Desertification in the Mediterranean Region. A Security Issue: Proceedings of the NATO Mediterranean Dialogue Workshop, Held in Valencia, Spain, 2-5 December 2003. Springer Science and Business Media.
- Kosmas, C. S.; Danalatos, N. G.; Moustakas, N.; Tsatiris, B.; Kallianou, C. and Yassoglou, N. 1993. The impacts of parent material and landscape position on drought and biomass production of wheat under semi-arid conditions. *Soil Technology*, 6(4): 337-349.
- Kosmas, C.; Kirkby, M. J. and Geeson, N. 1999. The medalus project: Mediterranean desertification and land use: manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. EUR, 18882.
- Lahloui, H.; Rhinane, H.; Hilali, A.; Lahssini, S. and Moukrim, S. 2017. Desertification assessment using MEDALUS model in watershed Oued El Maleh, Morocco. *Geosciences*, 7(3): 1 – 16.
- Larson, W. E. and Pierce, F. J. 1991. Conservation and enhancement of soil quality. in evaluation for sustainable land management in the developing world. Proceedings of the international workshop on evaluation for sustainable land management in the developing world, Chiang Rai, Thailand, 15-21 September 1991. [Bangkok, Thailand: International Board for Soil Research and Management, 1991].
- Mayaki, W. C.; Stone, L. R. and Teare, I. D. 1976. Irrigated and non-irrigated soybean, corn, and grain sorghum root systems. *Agronomy Journal*, 68 (3): 532-534.

- Mohamed, E. S. 2013. Spatial assessment of desertification in north Sinai using modified MEDLAUS model. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(12): 4647-4659.
- Nwer, B. A. 2005. The application of land evaluation technique in the north-east of Libya. PhD thesis, Faculty of Environment, National Soil Resources Institute, Cranfield University, Silsoe, United Kingdom.
- Rasmy, M.; Gad, A.; Abdelsalam, H.; and Siwailam, M. 2010. A dynamic simulation model of desertification in Egypt. *The Egyptian Journal of remote sensing and space science*, 13(2): 101-111.
- Salvati, L.; Smiraglia, D.; Bajocco, S.; Ceccarelli, T.; Zitti, M. and Perini, L. 2014. Map of long-term changes in land sensitivity to degradation of Italy. *Journal of Maps*, 10 (1): 65-72.
- Salvati, L., and Bajocco, S. (2011). Land sensitivity to desertification across Italy: past, present, and future. *Applied geography*, 31(1), 223-231.
- Sivakumar, M. V. K.; Das, H. P. and Brunini, O. 2005. Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics. In *Increasing climate variability and change* (pp. 31-72). Springer, Dordrecht.
- Selkhozpromexport (1980) Soil Studies in the Eastern zone of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya. Secretariat for Agricultural Reclamation and Land Development, Tripoli
- Symeonakis, E. and Drake, N. 2004. Monitoring desertification and land degradation over sub-Saharan Africa. *International Journal of remote sensing*, 25(3): 573-592.
- Symeonakis, E.; Karathanasis, N.; Koukoulas, S. and Panagopoulos, G. 2016. Monitoring sensitivity to land degradation and desertification with the environmentally sensitive area index: The case of lesvos island. *Land Degradation and Development*, 27(6): 1562-1573.
- Sys, C. (1980). Paper 3 characteristics and qualities and methods of rating them. *Land Evaluation Guidelines for Rainfed Agriculture: Report*, 52, 23.
- Taghipour-Javi, S.; Fazeli, A. and Kazemi, B. 2016. A case study of desertification hazard mapping using the MEDALUS (ESAs) methodology in southwest Iran. *Journal of Natural Resources and Development*, 6: 01-08.
- Walke, N.; Reddy, G. O.; Maji, A. K. and Thayalan, S. 2012. GIS-based multicriteria overlay analysis in soil-suitability evaluation for cotton (*Gossypium* spp.): A case study in the black soil region of Central India. *Computers and Geosciences*, 41: 108-118.

Application of the Mediterranean model and land use (models) in the Jafara Plain

Awatef Mohamed Alfurjani Alhabbash (Ms.Sci. thesis).

University of Tripoli (2023).

Dr. Bashir Ahmad Nwer (Associate Professor).

Abstract

Early warning systems are very important due to their significant contribution to predicting areas most vulnerable to desertification, and supporting decision-makers in finding solutions to limit the expansion and spread of this phenomenon on one hand, as well as developing and implementing policies, strategies, plans and programs that would rehabilitate lands affected by desertification. As well as protecting lands highly vulnerable to this phenomenon. This study was conducted to determine the risk of desertification in the Jafara Plain in the northwestern part of Libya, located between longitudes 13° 02' 58" east and 12° 21' 41" east and between latitudes 32° 26' 44" north and 58" 23' 32' north. The studied area is about 72,544 hectares. The aim is to build an early warning system to notify desertification and produce a map showing the degree of sensitivity of the area to desertification using the Environmentally Sensitive Areas Index (ESAI Index) methodology by applying MEDALUS model using geographic information systems and remote sensing techniques. The study area was selected because of its importance in agricultural and pastoral activities, in addition to the diversity of vegetation cover. In this research, a model has been developed and applied according to local conditions, as well as to availability of data and information. A number of indicators were selected, including the soil quality index, the climate quality index, the water quality index and the vegetation quality index. The management quality indicator was excluded due to the lack of data on this indicator in the study area. A series of sensitivity tests were conducted for each quality factor in order to evaluate the model's performance and to find the sensitive factors that most affect results of the model. A number of scenarios were also tested, in which different weights were given to the indicators used. Results of analyzing environmental sensitivity of desertification showed that when the indicators were given equal weights of 20%, we obtained two degrees of sensitivity, of low sensitivity, 90% of which was the dominance of natural vegetation, and medium sensitivity of 10% due to lack of vegetation cover. As for the groundwater index, which had the greatest impact in the study area and subjected it to The disposal was between medium 45% and high 55% due to the high sulfate salts in the water of these wells. As for the soil quality index, it was between the medium by 70% due to the good texture, and the high by 30% due to the very poor texture (sandy). The percentage of vegetation cover varied between medium of 10% due to the lack of vegetation cover and a low of 90% combined of natural plants, bare lands, quarries, urban areas. While the climate of the region was within the average by 99% and this is due to the variation in the distribution of rain and heat because of location of each weather station and its impact on the desert climate.

Keywords: Desertification and land degradation, environmental sensitivity to desertification, Jfara Plain, MEDALUS.

Declaration

I Awatef Mohamed Alfurjani Alhabbash the undersigned hereby confirm that the work contained in thesis, unless otherwise referened is the researcher's own work, and has not been previously submitted to meet requirements of an award at this University or any other higher education or research institution, I furthermore, cede copyright of this thesis in favour of University of Tripoli.

Student name: Awatef Mohamed Alfurjani Alhabbash

Signature:

Date:// 2023



**University of Tripoli
Faculty of Agriculture
Department of Soil and Water**

**Application of the Mediterranean model and land use (Models) in
the Jafara plain**

Awatef Mohamed Alfurjani Alhabbash

This thesis has been approved by the examination committee:

Dr. Azzeddin Tayeb Rahoma (Associate Professor) (External xaminer).....
Retired- Faculty of Agriculture - University of Tripoli- Tripoli

Dr. Mukhtar Mahmud Elaalem (Professor) (Internal Examiner).....
Faculty of Agriculture - University of Tripoli - Tripoli

Dr. Bashir Ahmad Nwer (Associate Professor) (Supervisor)
Faculty of Agriculture - University of Tripoli - Tripoli

prof. Khaled Ramadhan Elbeydi
**Head of Graduate Studies
and Training Office**

prof. Haifa Mohamed Duzan
Dean of the Faculty

Date: / /2023



**University of Tripoli
Faculty of Agriculture
Department of Soil and Water**

**Application of the Mediterranean model and land use (Models) in the
Jafara plain**

Awatef Mohamed Alfurjani Alhabbash

**Bashir Ahmad Nwer
(Associate Professor)**

**Thesis was Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
Degree of Master of Agricultural Sciences.**

30/05/2023

