المجلة الجغرافية العربية
تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية

الحساسية البيئية للتصحر شمال غرب محافظة بني سويف باستخدام نموذج MEDALUS

د. هاني ربيع نادي محمد
مدرس جغرافية البيئة،
كلية الآداب - جامعة بني سويف

سلسلة بحوث جغرافية (مارس ٢٠٢٢) العدد المائة والواحد والسبعون

كافة حقوق النشر محفوظة للجمعية الجغرافية المصرية
وجميع الآراء الواردة فى بحوث هذه السلسلة تعبر عن آراء أصحابها ولا تعبر بالضرورة عن وجهات نظر الجمعية الجغرافية المصرية

الترقيم الدولى الموحد للطباعة : ١١١٠-١٩١١
الترقيم الدولى الموحد الإلكتروني: ٢٦٨٢-٤٧٩٥
الموقع على شبكة الانترنت: www.egyptiangs.com

Copyright ® 2022, Printed by Al-Resala Press, Tel.: 0122 65 78 757 e-mail: gamal_elnady@yahoo.com
All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of it may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from The Egyptian Geographical Society.

فهرس المحتويات

الموضـــــــــوع	صفحة
المُلخص.	١
المُقدمة.	١
منطقة الدراسة.	٣
إشكالية الدراسة.	٣
أهداف الدراسة.	٥
مناهج الدراسة.	٥
مصادر الدراسة.	٥
أولاً – العوامل الجغرافية المؤثرة في التصحر :	٧
١) التكوينات الجيولوجية السطحية.	٧
٢) تضاريس المنطقة.	١١
٣) أنماط الانحدارات.	١٣
٤) اتجاهات الانحدارات.	١٤
٥) الأقسام التضاريسية بالمنطقة.	١٦
٦) الخصائص المناخية.	١٨
٧) خصائص التربة.	٢٥
ثانياً – نموذج MEDALUS لحساسية التربة للتصحر :	٢٨
١) مؤشر جودة التربة.	٣٠
٢) مؤشر جودة الغطاء النباتي.	٣٧
٣) مؤشر جودة المناخ.	٤٥
٤) مؤشر الحساسية البيئية للتصحر.	٥١
النتائج والتوصيات.	٥٥
ملحق الصور الفوتوغرافية.	٥٨
المراجع.	٦٠
الملخص الأجنبى.	٦٣

فهرس الجداول

م	عنوان الجدول	صفحة
١	التكوينات الجيولوجية السطحية في منطقة الدراسة.	٨
٢	فئات الارتفاع الرئيسة بمنطقة الدراسة.	١١
٣	أنماط الانحدرات بمنطقة الدراسة.	١٤
٤	اتجاهات الانحدرات بمنطقة الدراسة.	١٥
٥	الأقسام التضاريسية الرئيسية بمنطقة الدراسة.	١٧
٦	درجة الحرارة بمحطات منطقة الدراسة.	١٩
٧	معدلات التبخر بمحطات منطقة الدراسة.	٢١
٨	معدلات المطر بمحطات منطقة الدراسة.	٢١
٩	القيمة الفعلية للمطر (مؤشر الجفاف) عند ديمارتون.	٢٣
١٠	مؤشر الجفاف بمحطات منطقة الدراسة.	٢٤
١١	أنماط التربة بمنطقة الدراسة.	٢٥
١٢	فئات مؤشر مادة الأصل وأوزانها بمنطقة الدراسة.	٣١
١٣	فئات مؤشر نسيج التربة وأوزانها بمنطقة الدراسة.	٣٢
١٤	فئات مؤشر عمق قطاع التربة وأوزانها بمنطقة الدراسة.	٣٤
١٥	فئات مؤشر درجة انحدار السطح وأوزانها بمنطقة الدراسة.	٣٥
١٦	المؤشر الاجمالي لنوعية التربة وأوزانها بمنطقة الدراسة.	٣٦
١٧	فئات مؤشر كثافة الغطاء النباتي وأوزانها بمنطقة الدراسة.	٣٩
١٨	فئات مؤشر خطر الحرائق وأوزانها بمنطقة الدراسة.	٤٠
١٩	فئات مؤشر حماية التربة من التعرية وأوزانها بمنطقة الدراسة.	٤٢
٢٠	فئات مؤشر حماية التربة من الجفاف وأوزانها بمنطقة الدراسة.	٤٣
٢١	المؤشر الاجمالي لجودة الغطاء النباتي وأوزانه بمنطقة الدراسة.	٤٤
٢٢	فئات مؤشر التساقط (المطر) وأوزانها بمنطقة الدراسة.	٤٧
٢٣	فئات مؤشر الجفاف وأوزانها بمنطقة الدراسة.	٤٩
٢٤	فئات مؤشر اتجاه الانحدار وأوزانها بمنطقة الدراسة.	٥٠
٢٥	المؤشر الاجمالي لجودة المناخ وأوزانه بمنطقة الدراسة.	٥٠
٢٦	فئات مؤشر الحساسية البيئية للتصحر وأوزانه بمنطقة الدراسة.	٥٣

فهرس الأشكال والخرائط

م	عنوان الشكل أو الخريطة	صفحة
١	موقع منطقة الدراسة.	٤
٢	جيولوجية منطقة الدراسة.	٩
٣	الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة.	١٢
٤	توزيع متوسط درجة الحرارة بمنطقة الدراسة.	٢٠
٥	توزيع معدلات التبخر بمنطقة الدراسة.	٢٢
٦	كمية المطر بمنطقة الدراسة.	٢٢
٧	أنماط التربة بمنطقة الدراسة.	٢٦
٨	مؤشرات جودة التربة بمنطقة الدراسة.	٣٣
٩	مؤشر جودة التربة الكلي بمنطقة الدراسة.	٣٧
١٠	مؤشرات جودة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة.	٤١
١١	مؤشر جودة الغطاء النباتي الكلي بمنطقة الدراسة.	٤٥
١٢	مؤشرات جودة المناخ بمنطقة الدراسة.	٤٨
١٣	مؤشر جودة المناخ الكلي بمنطقة الدراسة.	٥١
١٤	نموذج تقييم الحساسية البيئية للتصحر باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.	٥٢
١٥	الحساسية البيئية للتصحر بمنطقة الدراسة.	٥٤

فهرس الصور الفوتوغرافية

م	عنوان الصورة	صفحة
١	تربة هوامش السهل الفيضي.	٥٨
٢	التربة الرملية الكوارتزية شمال منطقة الدراسة علي جانب طريق القاهرة أسيوط.	٥٨
٣	تربة الترسيبات الحديثة.	٥٨
٤	انتشار الأحجار والمفتتات الصخرية في التربة المنقولة غرب قرية الهرم.	٥٨
٥	تربة ذات نسيج رملي شمال غرب المنطقة.	٥٨
٦	معدلات تصحر مرتفعة بطريق ميدوم.	٥٨
٧	زراعة القمح في تربة جيدة الاستصلاح بطريق ميدوم.	٥٩
٨	غطاء نباتي متوسط إلي قليل الكثافة عند بداية طريق الواسطي.	٥٩
٩	زراعة نبات التين الشوكي المقاوم للجفاف بطريق ميدوم.	٥٩
١٠	زراعة الشعير بمنطقة هوامش منخفض الفيوم جنوب شرق منطقة الدراسة.	٥٩
١١	عمليات الاستصلاح الزراعي بالجهود الذاتية غرب قرية ميدوم.	٥٩
١٢	تربة منقولة ببقايا النباتات لرفع درجة جدارتها الإنتاجية.	٥٩

المُلخص

قام الاتحاد الأوروبي بدعم مشروع لتقدير حجم التصحر بمنطقة دول البحر المتوسط الأوربية تحت عنوان European Union- Mediterranean Environmennts Desertifction and Land Use Project (EU-MEDALUS)، حيث يعمل هذا النموذج علي تصنيف الأراضي وفق درجة حساسيتها البيئية للتصحر وذلك من خلال قياس مجموعة من العناصر التي تساهم في ذلك. وبتطبيق هذا النموذج علي منطقة شمال غرب محافظة بني سويف والتي تمثل ظهيراً صحراوياً للمحافظة يفصلها عن محافظة الفيوم، فقد اتضح أن حوالي ١٢,١% من مساحة المنطقة ذات مؤشر جودة تربة منخفض و٤٨,٨% من مساحتها ذات مؤشر جودة تربة جيد، كذلك فإن حوالي ٨٣,٦% من مساحة المنطقة ذات مشر غطاء نباتي منخفض الجودة جداً في حين أن ٨,٧% من مساحتها ذات مؤشر جودة غطاء نباتي جيد، كما أتضح من الدراسة أيضا أن ٥٧,٥% من مساحة المنطقة ذات مؤشر جودة مناخ منخفضة في حين أن ٣٩,٧% من مساحتها ذات مؤشر جودة مناخ جيدة. وقد انتهت الدراسة إلي أن ٢٣,٥% من مساحة المنطقة ذات مؤشر حساسية بيئية للتصحر عالي جداً وأن ٥٩,٤% من مساحتها مناطق غير حساسة بيئياً للتصحر.

الكلمات المفتاحية: الحساسية البيئية، التصحر، جودة التربة، جودة الغطاء النباتي، جودة المناخ.

المُقدمة:

تعد التربة أحد الموارد البيئية الطبيعية المهمة التي يتم الاعتماد عليها في عملية الانتاج الزراعي، حيث تستدعي الضرورة استخدام الوسائل العلمية المتقدمة في استغلالها لتحقيق انتاج زراعي مستدام. وتعرف مبادرة الأمم المتحدة لمواجهة التصحر الصادرة في سبتمبر عام ١٩٩٤م عملية التصحر علي أنها تدهور الأراضي بالمناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة والناتجة عن عوامل مختلفة تشمل التغير المناخي والنشاط البشري، حيث تم تطوير نماذج رياضية تتناول المفهوم الكمي لتحليل التصحر (Gad, 2008, p. 1)، وبالتالي فإن مثل هذا التركيز علي النظم البيئية يسلط الضوء علي انخفاض انتاجية النبات

والكتلة الحيوية المتغيرة وانخفاض التنوع في أشكال الحياة (Farajzadeh and Egbal, 2007, p. 2622).

ويعد الجفاف من أكثر المشكلات البيئية تعقيداً، والأقل فهما عن سائر المشكلات الطبيعية، حيث أنه يؤثر في السكان وأنشطتهم، ويفوق بكثير أي مشكلة أخري (عبد القادر، ١٩٩٧، ص ٢٠١). فكثيرا ما تتعرض له مناطق العالم المختلفة – خلال فترات غير محدودة– خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث شهدت العصور التاريخية حالات من الجفاف الميترولوجي والتي نتجت من انعدام المطر لفترات معينة مما أدي إلي تعرض المناطق التي حل بها لكوارث بيئية خطيرة تمثلت في نقص شديد في المحاصيل الزراعية وتدمير الحياة الحيوانية والنباتية وهجرة جماعية للسكان. كما يمكن أن ينتج الجفاف من حدوث نقصان في المطر وزيادة في التبخر/نتح Evapotranspiration مسبباً تدهور في خصائص التربة وتعرضها لعمليات التعرية الريحية (محسوب، ١٩٩٨، ص ١٠٨). وعلي الناحية الآخري فإن التصحر يعد أحد أخطر المشكلات البيئية التي تعاني منها المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة، حيث يؤدي إلي اختلال التوازن البيئي وتدهور خصائص التربة الحيوية وإنخفاض قدرتها الانتاجية مما يهدد عمليات التنمية، (العامر، ٢٠١٩، ص ٢). وتتعرض الأقاليم الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة إلي تدهور بيئي خطير يؤدي إلي زيادة تكرار فترات الجفاف وتنشط عوامل التصحر نتيجة لتزامن مؤثرات النمو السكاني مع ظروف مناخية غير ملائمة خاصة وأن الأراضي القابلة للتصحر أكثر من غيرها في هذه الأقاليم. وتمثل الحساسية البيئية للتصحر مدي قدرة التربة علي تحمل التغيرات التي تحدث بها نتيجة العديد من الظروف الطبيعة والبشرية والتي يترتب عليها تغير الخصائص الطبيعية لها وما يرتبط به من تغير في قدرتها علي الانبات والزراعة.

ويعتبر نموذج MEDALUS بمثابة مشروع دولي لاستقصاء آثار التصحر علي الأراضي في دول حوض البحر الأبيض المتوسط (الشرباصي، ٢٠١٩، ص ٣٢٦)، حيث قام الاتحاد الأوروبي بدعم مشروع لتقدير حجم التصحر بمنطقة دول البحر المتوسط الأوربية تحت عنوان European Union- Mediterranean Environmennts Desertifction and Land Use project (EU-MEDALUS)، حيث يعمل هذا النموذج علي تصنيف الأراضي وفق درجة حساسيتها البيئية للتصحر وذلك من خلال قياس مجموعة من العناصر التي تساهم بدور واضح في ذلك (بغدادي، ٢٠١٢، ص ١٦٢).

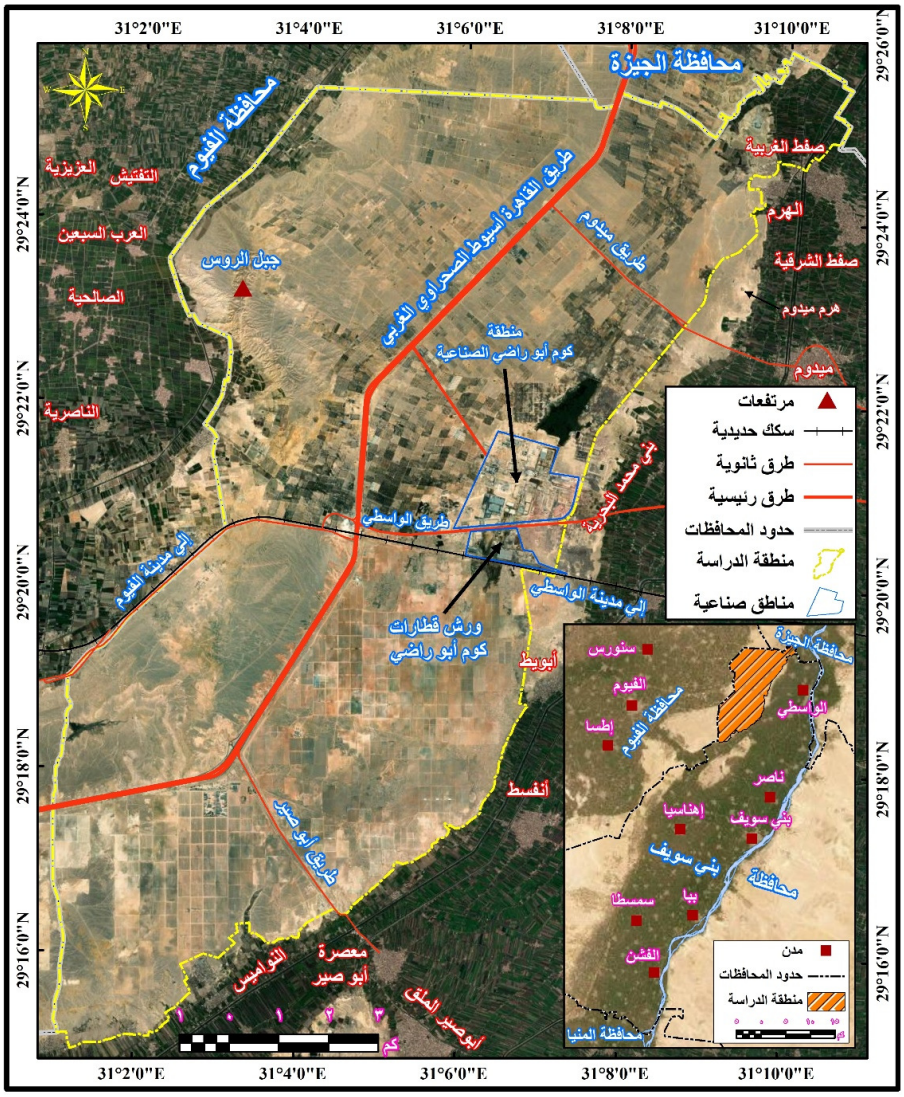
ويعد نموج MEDALUS نموذجاً مركباً حيث يعتمد علي العديد من المتغيرات التي تربط بينهما علاقة مكانية مركبة، ويجمع هذا النموذج بين خصائص تربة منطقة الدراسة والخصائص المناخية وخصائص الغطاء النباتي وخصائص السطح (عوض، ٢٠١٨، ص ٢٢٩).

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في الظهير الصحراوي الشمالي الغربي لمحافظة بني سويف، حيث تمتد بين دائرتي عرض ٥٩,٥" ١٤' ٢٩° – ٥٣,٢" ٢٥' ٢٩° شمالاً وبين خطي طول ٥٨,٤" ٠' ٣١° – ٤٦,٢" ١٠' ٣١° شرقاً (شكل ١). وتشكل منطقة الدراسة حاجزاً صحراوياً بين السهل الفيضي لنهر النيل في محافظة بني سويف وبين المنطقة السهلية في قاع منخفض الفيوم وحوافه في محافظة الفيوم، ويمر خلال المنطقة طريق القاهرة أسيوط الصحراوي الغربي الذي يكاد ينصفها إلي نصفين متساويين في المساحة حيث تنتشر علي جوانبه مناطق الاستصلاح الزراعي خاصة شمال طريق الواسطي مع العلم أن عمليات الاستصلاح جارية بشكل كبير جنوب هذا الطريق. وتمتد من الطريق الصحراوي بعض الوصلات التي تربط الطريق بالسهل الفيضي شرقاً أو منخفض الفيوم غرباً مثل وصلة ميدوم والواسطي وأبو صير ناحية بني سويف ووصلة الفيوم ناحية منخفض الفيوم غرباً، فضلاً عن خط السكة الحديدية الذي يربط بين مدينتي الواسطي والفيوم. وتبلغ مساحتها الإجمالية ١٥٢,٥ كم^{٢}، حيث تمتد المنطقة بمحور جنوبي غربي شمالي شرقي بطول بلغ ٢٤,٦ كم وبمتوسط عرض بلغ ٦,٦ كم، حيث تتسع في الشمال وتضيق في الوسط والجنوب بسبب اقتراب منخفض الفيوم من السهل الفيضي شرقاً.

إشكالية الدراسة:

تتمثل إشكالية الدراسة في ارتفاع درجة الحساسية البيئية للتصحر في بعض أجزاء منطقة الدراسة نتيجة بعض الظروف الطبيعية المرتبطة بخصائص التربة والغطاء النباتي والمناخ، الأمر الذي يهدد بتصحر مساحة كبيرة من الأراضي المنزرعة بالفعل بخطر التصحر وفقدانها القدرة علي الإنبات والزراعة والانتاج.



شكل (١) : موقع منطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠، عام ٢٠٠٥ والجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء عام ٢٠١٧م ومرئيات القمر الصناعي (Landsat-8 (OLI 2022، والدراسة الميدانية.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلي الآتي:

١. دراسة العوامل الجغرافية المؤثرة في عملية التصحر.
٢. تقييم جودة التربة بمنطقة الدراسة.
٣. تقييم جودة الغطاء النباتي وتحديد دوره في عملية التصحر.
٤. تقييم جودة المناخ بمنطقة الدراسة.
٥. حساب المؤشر الإجمالي للحساسية البيئية للتصحر بمنطقة الدراسة.

مناهج الدراسة:

اعتمدت الدراسة علي المنهج الموضوعي في تقييم الحساسية البيئية للتصحر من خلال تقسيم الدراسة إلي عدة أقسام فرعية تتدرج بدورها تحت الفكرة الرئيسية للبحث. كما اعتمدت الدراسة علي المنهج التحليلي لنتائج تطبيق مؤشر الحساسية البيئية للتصحر والمؤشرات الفرعية التي تتدرج تحته والذي ترتب عليه تحديد درجات تعرض التربة بمنطقة الدراسة للتصحر، فضلا عن استخدام المنهج الأصولي في دراسة العوامل المؤثرة في التصحر، هذا إلي جانب منهجية التحليل المكاني والتي تتفق مع المنهج التحليلي والذي يعتمد علي الأساليب الكمية الحديثة في تفسير نشأة وتطور الظاهرات وربطها ببعضها البعض. كما اعتمدت الدراسة علي بعض الأساليب مثل الاسلوب الكمي والذي تم الاعتماد عليه في تحليل البيانات الاحصائية، والاسلوب الكارتوجرافي والذي تم استخدامه في صياغة بيانات الدراسة بشكل كارتوجرافي علي هيئة خرائط وأشكال بيانية.

مصادر الدراسة:

اعتمدت الدراسة الحالية علي المصادر الآتية:

أ- الدراسات السابقة:

تتمثل الدراسات التي تناولت موضوع أو منطقة الدراسة فيما يلي :

- دراسة **(Kosmas, et al., 1999)**: بعنوان المؤشرات الرئيسية للتصحر ورسم خرائط للمناطق الحساسة بيئيًا للتصحر، المفوضية الأوروبية، الطاقة والبيئة والتنمية المستدامة، حيث تناول دراسة المؤشرات الرئيسية والفرعية للحساسية البيئية للتصحر.

- دراسة **(Ali and El-Baroudy, 2006)**: بعنوان استخدام نظم المعلومات الجغرافية في رسم خرائط الحساسية البيئية للتصحر في منخفض وادي النطرون، مصر، حيث تم تطبيق المؤشر علي وادي النطرون وأثبتت الدراسة أن ١٢,٥٦% من مساحة المنطقة ذات حساسية بيئية عالية للتصحر.
- دراسة **(Gad and Lotfy, 2006)**: بعنوان استخدام الاستشعار من البعد ونظم المعلومات الجغرافية في عمل خرائط الحساسية البيئية لتصحر الأراضي المصرية، حيث أثبتت الدراسة أن ٨٦,١% من مساحة الأراضي المصرية ذات حساسية عالية للتصحر.
- دراسة **(Gad, 2008)**: بعنوان تتبع وتخريط الحساسية البيئية للتصحر في واحات الصحراء الغربية بمصر باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، حيث تناول البحث دراسة مؤشرات جودة التربة وجودة الغطاء النباتي وجودة المناخ في واحات البحرية والداخلة والخارجة.
- دراسة **(Hegazi, et al., 2009)**: بعنوان تقييم ورسم خرائط حساسية التصحر في المنطقة الساحلية الشمالية الغربية، مصر، حيث تم تطبيق النموذج علي الجزء الشمالي الغربي من مصر وأثبتت الدراسة أن دليل حساسية المنطقة للتصحر البيئي كان يقع تحت الحالة الحرجة من التدهور في مرحلتيه الأولي والثانية.
- دراسة **(نرمين نتعي زهير حنا الله، ٢٠١٠)**: بعنوان المشكلات البيئية في محافظة بني سويف دراسة في الجغرافيا التطبيقية، حيث تناولت بالدراسة مشكلات الهواء والسيول والتربة بالمحافظة ككل.
- دراسة **(سيدة سيد رسلان سلامة، ٢٠١٤)**: بعنوان الامكانات الجغرافية لتخطيط المنطقة الصحراوية بين محافظتي الفيوم وبني سويف، دراسة في جغرافية التخطيط، حيث تناولت العوامل الطبيعية والديموجرافية للمنطقة والتجمعات العمرانية والإمكانات الاقتصادية للتخطيط وخرائط استخدام الأرض الحالي والمقترح بالمنطقة.
- دراسة **(شربات بشندي عطية عوض، ٢٠١٨)**: بعنوان مشكلات التربة في منخفض الخارجة، دراسة جغرافية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، حيث طبقت نموذج MEDALUS علي تربة المنخفض وأثبتت أن ٥٢,٦% من مساحة المنخفض ذات حساسية بيئية عالية للتصحر.

- دراسة (**محمود إبراهيم دسوقي بغددي، ٢٠١٨**): بعنوان التحليل المكاني للحساسية البيئية لإقليم بحيرة قارون شمال منخفض الفيوم بمصر، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار، حيث تناول دراسة الحساسية البيئية ليابس بحيرة قارون بتطبيق نموذج MEDALUS، حيث أثبتت الدراسة أن ٢٧,٦% من مساحة المنطقة ذات حساسية بيئية عالية للتصحر.

ب- الخرائط والصور الفضائية:

اعتمدت الدراسة علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠ ومقياس ١ : ١٠٠,٠٠ من إنتاج الهيئة المصرية العامة للمساحة ممثلة في لوحة الواسطي، كما اعتمدت أيضا علي الخرائط الجيولوجية من إنتاج شركة كونكو كورال مقياس رسم ١: ٥٠٠,٠٠٠ لوحة بني سويف NH36SW. هذا إلي جانب خرائط التربة التي انتجتها أكاديمية البحث العلمي للتربة في مصر مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ لعام ١٩٨٧ مصر العيا (لوحة ١).

ج- الدراسة الميدانية:

ساهم قرب منطقة الدراسة من محل إقامة الباحث من القيام بأكثر من زيارة للمنطقة وذلك في فبراير ٢٠٢١م ويونيو ٢٠٢١م ويناير ٢٠٢٢م وذلك للتحقق الحقلي من الظاهرات الرئيسية بالمنطقة ورصد الأنماط المختلفة للتربة والتحقق من مطابقتها للخرائط المستخدمة في الدراسة، إلي جانب تحديد مناطق كثافة الغطاء النباتي والمناطق المعرضة لخطر التعرية بشقيها المائي والهوائي والمناطق المعرضة لخطر الحرائق حيث مناطق توزيع النباتات الجافة وحجم الغطاء النباتي ومواسم الزراعة تحديداً مناطق الاستصلاح الزراعي ونوع المحاصيل الزراعية المستخدمة في النموذج، هذا إلي جانب التقاط الصور الفوتوغرافية لظاهرات سطح الأرض في المنطقة.

أولاً – العوامل الجغرافية المؤثرة في التصحر :

١) التكوينات الجيولوجية السطحية:

يوضح الجدول رقم (١) والشكل رقم (٢) التكوينات الجيولوجية السطحية بمنطقة الدراسة والتي تتألف مما يلي:

- **تكوين وادي الريان:** أقدم التكوينات الجيولوجية في المنطقة، والذي يرجع إلي الإيوسين الأوسط، حيث يتالف هذا التكوين من الحجر الجيري البحري الضحل الغني بحفريات النيموليت مع تتابعات من الطفل الأخضر والطفل الرملي (Sobhy, 1996, p. 32)، حيث يغطى التكوين من أعلى بطبقة من الحجر الجيرى الحفرى بسمك ١٠ مترا (Mohamed, 1997, p. 12). ويغطي هذا التكوين حوالي ٥١,٥ كم^{٢} بنسبة ٣٣,٨% من جملة مساحة المنطقة ويمتد في وسط المنطقة بشكل طولي من الشمال إلي الجنوب علي امتداد حافة منخفض الفيوم الشرقية. وقد أثرت هذه التكوينات في حساسية التربة للتصحر من خلال تأثيرها في مؤشر عمق قطاع التربة الضحل جداً عالي الحساسية وكذلك مؤشر نسيج التربة الخفيف إلي متوسط منخفض الحساسية.

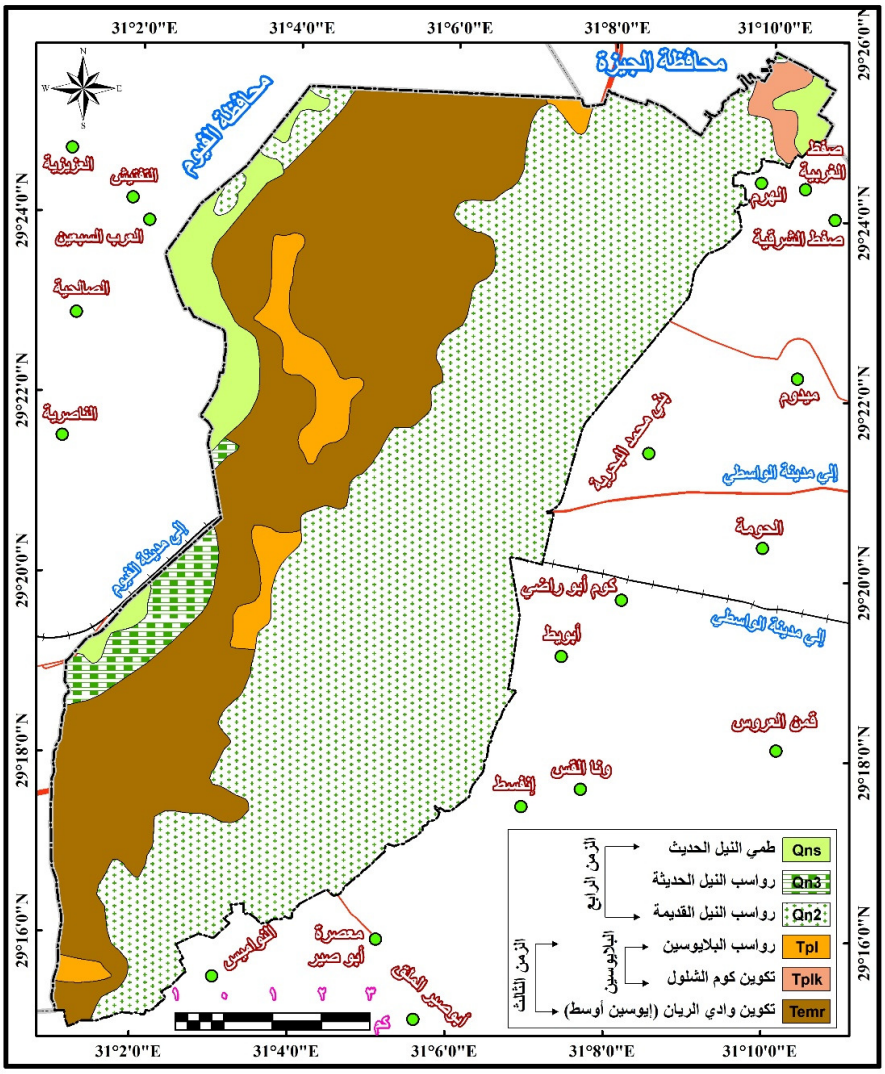
جدول (١) : التكوينات الجيولوجية السطحية في منطقة الدراسة.

الزمن	العصر	التكوين الجيولوجي	المساحة (كم^{٢})	(%)	مساحة الزمن (كم^{٢})	مساحة الزمن (%)
الرابع	هولوسين	طمي النيل الحديث	٦,٥	٤,٣	٩٤,٢	٦١,٨
	بلايستوسين	رواسب النيل الحديثة	٤,١	٢,٧		
		رواسب النيل القديمة	٨٣,٦	٥٤,٨		
الثالث	بلايوسين	رواسب البلايوسين	٥,٥	٣,٦	٥٨,٣	٣٨,٢
		تكوين كوم الشلول	١,٣	٠,٨		
	إيوسين أوسط	تكوين وادي الريان	٥١,٥	٣٣,٨		
الإجمالي			**١٥٢,٥**	**١٠٠**	**١٥٢,٥**	**١٠٠**

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل رقم (٢).

- **تكوين كوم الشلول:** يعلو تكوين كوم الشلول تكوين المعادي الذي ينتمي إلي الإيوسين العلوي في عدم توافق (Faiad, 2000, p. 63)، حيث يتألف هذا التكوين من الحجر الرملي والمارل والحجر الجيري والحصى والذي يتراوح لونه بين البني والبني المصفر، وتبلغ مساحته حوالي ١,٣ كم^{٢} بما نسبته نحو ٠,٨% من إجمالي

مساحة المنطقة وهو أقل التكوينات الجيولوجية السطحية انتشاراً، حيث يظهر شمال شرق المنطقة وتحديداً علي هامش السهل الفيضي غرب قرية الهرم، حيث يستخدم في عمليات التحجير للحصول علي مواد البناء. وقد ارتبط هذا التكوين بالحساسية البيئة المنخفضة وفق مؤشر مادة الأصل والذي يضم التكوينات الجيولوجية المتماسكة والتي تتألف من الحجر الرملي والجيري الصلب.



شكل (٢) : جيولوجية منطقة الدراسة.

المصدر: كونكوكورال لوحة بني سويف مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠، ١٩٨٧م.

- **رواسب البلايوسين:** تتألف من طين غير مصنف ورمل وكونجلوميرايت وكوارتز، وهي رواسب بحرية غنية بالحفريات (Shaehata, 1986, p. 56)، وتشكل هذه الرواسب ٥,٥ كم^{٢} بنسبة ٣,٦% من مساحة المنطقة وتظهر في الجزء الأوسط من المنطقة علي منحدرات جبل الروس والي الجنوب منه. وقد أثرت هذه التكوينات في حساسية التربة للتصحر من خلال تأثيرها في مؤشر عمق قطاع التربة الضحل جداً عالي الحساسية.
- **رواسب النيل القديمة:** تشكل هذه الرواسب أكثر التكوينات السطحية انتشاراً بمنطقة الدراسة حيث تغطي حوالي ٨٣,٦ كم^{٢} بنسبة ٥٤,٨% من مساحة المنطقة حيث تغطي الجزء الشرقي منها وتمتد بمحاذاة السهل الفيضي شرقاً وعلي هوامش منخفض الفيوم في الشمال الغربي، وتتكون من الرمال المختلطة بالحصى والحصباء التى اشتقت من صخور الحجر الرملى النوبى (Tamer, 1986, p. 16)، ويتراوح سمك هذه الرواسب بين أقل من نصف متراً إلى أكثر من خمسة أمتار في وادي الريان (Attiah, 1949, p. 20)، بينما يصل سمكها إلي ٧٠ متر في وادي النيل (سعيد، ٢٠٠١، ص ص ٥٩-٦١)، حيث تشكل هذه الرواسب الطبقة الأساسية الحاملة للمياه فى أرجاء المعمور فى مصر، وفيها يقع خزان المياه الجوفية الأساسى تحت الدلتا وفى وادى النيل. وقد أثرت هذه الطبقة بشكل واضح في حساسية التربة للتصحر من خلال تأثيرها في مؤشر المادة الأصل للتربة والتي تقع فيها هذه الرواسب في فئة الحساسية العالية للتصحر وكذلك مؤشر نسيج التربة حيث جاءت في فئة النسيج الخشن مرتفع الحساسية بينما جاءت في فئة عمق قطاع التربة المتوسط قليل الحساسية للتصحر.
- **رواسب النيل الحديثة:** تغطي هذه الرواسب حوالي ٤,١ كم^{٢} بنسبة ٢,٧% من مساحة المنطقة وهي عبارة عن رواسب من الرمل الناعم والطفل مع الحصي أو الصلصال مع الحصي (Abd El-Baky, 1972, p. 16)، حيث تظهر هذه الرواسب جنوب غرب منطقة الدراسة علي الهوامش الشرقية لمنخفض الفيوم. وترتبط هذه الرواسب بالحساسية البيئية العالية للتصحر من حيث مادة الأصل الهشة ونسيج التربة الخشن الذي يجعل التربة عرضة للتصحر بمعدلات سريعة.
- **طمي النيل الحديث:** يتألف من الرمل الناعم والطفل والحصى، حيث ترتكز فوق الرواسب النيلية القديمة أعلي تكوينات الإيوسين الأوسط في غير توافق، وتغطي هذه

الرواسب ٦,٥ كم^{٢} بنسبة ٤,٣% من مساحة المنطقة حيث تمتد في هوماش السهل الفيضي شمال شرق المنطقة كما تظهر علي الهوامش الشرقية لمنخفض الفيوم غرب جبل الرواس في الغرب. وقد ارتبطت هذه الرواسب بقطاع التربة العميق الذي يقلل من حساسية التربة للتصحر وكذلك ترتبط بمؤشر نسيج التربة الخفيف الي المتوسط ذو الحساسية المنخفضة للتصحر.

يتضح من دراسة التكوينات الجيولوجية بالمنطقة أن ٦٥,٤% من مساحتها تتألف من الرواسب الحصوية والرملية والطفل والطين وهي مكونات ذات حساسية عالية للتصحر من حيث مؤشرات مادة الأصل ونسيج التربة، في حين أن ٣٤,٦% من مساحتها تتألف من الصخور الجيرية والرملية ذات الحساسية العالية من حيث مؤشر عمق قطاع التربة.

٢) تضاريس المنطقة:

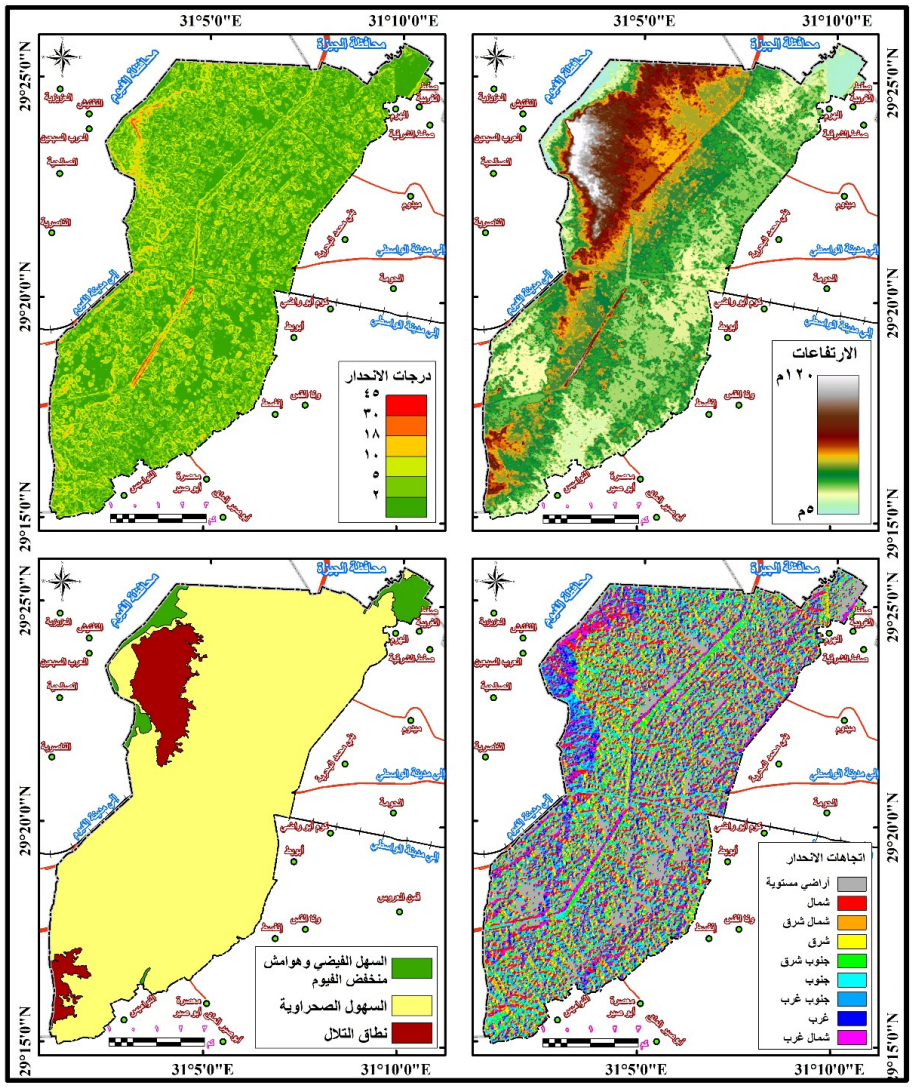
يوضح الجدول (٢) والشكل (٣) فئات الارتفاع الرئيسية بمنطقة الدراسة والذي يتضح منهما ما يلي:

- يتراوح منسوب سطح منطقة الدراسة بين ٥م كأدني منسوب وذلك في غرب المنطقة علي الهوامش الشرقية لمنخفض الفيوم إلي الشرق من عزبة عب السبعين التابعة لمركز طامية وبين ١١٩م كأعلي منسوب في قمة جبل الروس غرب المنطقة، وقد بلغ المدى التضاريسي في المنطقة ١١٤م.

جدول (٢) : فئات الارتفاع الرئيسة بمنطقة الدراسة.

المنسوب	المساحة (كم^{٢})	(%)
أقل من ٢٥م	٤,٦	٣,٠
من ٢٥ – ٥٠م	١١١,١	٧٢,٩
من ٥٠ – ٧٥م	٥,٤	٣,٥
٧٥ – ١٠٠	٣٠,٩	٢٠,٣
١٠٠م فأكثر	٠,٥	٠,٣
الإجمالي	**١٥٢,٥**	**١٠٠**

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل رقم (٣).



شكل (٣) : الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة.

المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠ والملفات الرقمية التي تنتجها هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS والدراسة الميدانية.

- تغطي المناطق التي يقل منسوبها عن ٢٥م نحو ٣,٠% من مساحة المنطقة وتنتشر في قطاعين الأول في الشمال الشرقي حيث الأطراف الغربية للسهل الفيضي بقريتي صفط الغربية والهرم وهي أراضي زراعية خصبة شكلتها رواسب نهر النيل، أما

القطاع الثاني فيظهر في الشمال الغربي للمنطقة علي هوامش منخفض الفيوم الشرقية والتي تمثل امتداداً شرقيا للأراضي الزراعية بالمنخفض التي شكلتها رواسب بحيرة الفيوم العذبة والتي انكمشت تدريجياً مكونة خلفها شواطئ بحيرية مغطاه برواسب النيل الخصبة.

- تغطي المناطق التي يتراوح منسوبها بين ٢٥-٥٠م نحو ٧٢,٩% من مساحة المنطقة أي ما يقرب من ثلاثة أرباع مساحتها وتتمثل في أراضي الظهير الصحراوي للسهل الفيضي ومنخفض الفيوم وهي عبارة عن سهول صحراوية منبسطة قليلة الإنحدار يغطي سطحها بالرواسب الرملية مختلفة الأحجام.
- تمثل المناطق التي يزيد منسوبها علي ٥٠م فتغطي نحو ٢٤,١% من مساحة المنطقة أي ما يقرب من ربع مساحتها وتظهر وسط المنطقة في قطاعين الأول في الشمال والشمال الغربي ممثلة في جبل الروس ومنحدراته وهو الجزء الأعلي من حيث منسوب السطح بالمنطقة، أما القطاع الثاني فيمتد في جنوب غرب المنطقة ممثلاً في منحدرات جبل اللاهون داخل حدود المنطقة والذي لايتعدي منسوبه ٨٤م داخل حدود المنطقة.

بعد العرض السابق لخصائص نموج الارتفاع الرقمي بالمنطقة يلاحظ أن سطح المنطقة سطح منبسط قليل المنسوب في معظم قطاعاته عدا الجزء الجبلي في الشمال الغربي والمنحدرات الجبلية في الجنوب الغربي. وقد ساهمت قلة منسوب السطح في انخفاض درجات انحداره مما أثر في انخفاض حساسية التربة للتصحر والتي تزيد مع الانحدارات الشديدة.

٣) أنماط الانحدارات:

يوضح الجدول (٣) والشكل (٣) انحدارات سطح المنطقة والذي يتضح منه ما يلي:

- تغطي الأراضي المستوية وشبه المستوية نحو ٣٩,٧% من مساحة المنطقة أي ما يزيد قليلا عن ثلث مساحتها، والتي تنتشر في أطراف السهل الفيضي شرقياً وهوامش منخفض الفيوم غرباً وعلي امتداد السهل الصحراوية في وسط منطقة الدراسة، وهي أراضي ذات حساسية منخفضة جدا للتصحر.

- تغطي الأراضي هينة الانحدار والتي تتراوح درجة انحدارها بين (٢ – ٥ درجة) نحو ٤٠,١% من جملة مساحة المنطقة، حيث تمتد بمحاذاة أراضي النمط السابق ويشكلان معاً أكثر من ثلاثة أرباع مساحة المنطقة وهي أراضي منخفضة الحساسية للتصحر حتي درجة انحدار ٣,٥° حيث تقع ضمن نطاق فئة الحساسية المنخفضة.
- تشكل الأراضي متوسطة وفوق متوسطة الانحدار (٥ – ١٨ درجة) ١٩,٩% من مساحة المنطقة وتظهر علي جوانب مجاري الأودية الجافة الصغيرة التي تجري علي سطح المنطقة أو علي جوانب المنحدرات الجبلية، حيث تقع هذه الأراضي في فئة الحساسية المعتدلة نسبياً والشديدة للتصحر.
- تغطي المناطق شديدة الانحدار وشديدة الانحدار جداً (١٨ – ٤٥ درجة) نحو ٠,٣% من جملة مساحة المنطقة وهي نسبة قليلة جداً تظهر علي جوانب جبل الروس في الشمال الغربي والتي تقع ضمن فئة الحساسية البيئية الشديدة والشديدة جداً للتصحر.

جدول (٣) : أنماط الانحدرات بمنطقة الدراسة.

أنماط الانحدارات	المساحة (كم٢)	(%)
من صفر – أقل من ٢ درجة (الأراضي المستوية وشبه المستوية)	٦٠,٦	٣٩,٧
من ٢ – أقل من ٥ درجات (الأراضي هينة الانحدار)	٦١,١	٤٠,١
من ٥ – أقل من ١٠ درجات (الأراضي متوسطة الانحدار)	٢٧,١	١٧,٨
من ١٠ – أقل من ١٨ درجة (الأراضي فوق متوسطة الانحدار)	٣,٢	٢,١
من ١٨ – أقل من ٣٠ درجة (الأراضي شديدة الانحدار)	٠,٤	٠,٢
من ٣٠ – أقل من ٤٥ درجة (الأراضي شديدة الانحدار جدا)	٠,١	٠,١
الإجمالي	**١٥٢,٥**	**١٠٠**

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (٣).

٤) اتجاهات الانحدارات:

يوضح الجدول (٤) والشكل (٣) اتجاهات انحدارات سطح المنطقة والذي يتضح منه ما يلي:

جدول (٤) : اتجاهات الانحدرات بمنطقة الدراسة.

اتجاهات الانحدار	المساحة (كم^{٢})	(%)
أراضي مستوية	١٨,١	١١,٨
شمال	١٦,٣	١٠,٩
شمال شرق	١٧,٢	١١,٣
شرق	١٤,٩	٩,٨
جنوب شرق	١٨,٤	١٢
جنوب	٢٠	١٣,١
جنوب غرب	١٧,٩	١١,٧
غرب	١٣,٥	٨,٨
شمال غرب	١٦,٢	١٠,٦
الإجمالي	**١٥٢,٥**	**١٠٠**

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (٣).

- تبلغ مساحة الأراضي التي تنحدر ناحية الشرق ٩,٨% من مساحة المنطقة وتظهر غرب منطقة الدراسة وهي أراضي ذات حساسية بيئية منخفضة للتصحر.
- تغطي الأراضي التي تنحدر ناحية الغرب ٨,٨% من مساحة المنطقة وتظهر بوضوح غرب وشمال غرب المنطقة وهي أراضي ذات حساسية بيئية مرتفعة للتصحر.
- تشكل الأراضي المستوية نحو ١١,٨% من جملة مساحة المنطقة حيث تظهر شمال شرق المنطقة حيث أراضي السهل الفيضي، كما تظهر في مناطق متعددة بوسط منطقة الدراسة حيث السهول الصحراوية المنبسطة وكذلك جنوب غربها. وتعد الأراضي المستوية أراضي ذات حساسية عالية للتصحر وفق مؤشرات جودة المناخ حيث تتسم بارتفاع درجة حرارتها ومن ثم ارتفاع معدلات التبخر وفقدان محتوي التربة من المياه مما يؤدي إلي زيادة إحتمالية تصحرها.
- تغطي الأراضي التي تنحدر ناحية الشمال وتضم اتجاهات (الشمال والشمال الشرقي والشمال الغربي) نحو ٣٢,٨% من جملة مساحة المنطقة وتظهر بوضوح شمال غرب وجنوب شرق المنطقة، وهي أراضي ذات حساسية بيئية منخفضة للتصحر.

- تشكل الأراضي ذات الاتجاه الجنوبي والتي تضم اتجاهات الجنوب والجنوب الشرقي والجنوب الغربي حوالي ٣٦,٨% من مساحة المنطقة وتظهر في وسط المنطقة وشرقها وأقصي شمالها الغربي، وهي أراضي ذات حساسية بيئية مرتفعة للتصحر.

٥) الأقسام التضاريسية بالمنطقة:

يوضح الجدول (٥) والشكل (٣) مظاهر سطح المنطقة والذي يتضح منه ما يلي :

- **السهل الفيضي وهوامش منخفض الفيوم:** تبلغ مساحة هذا القسم التضاريسي حوالي ٥,٨ كم^{٢} بنسبة ٣,٨% من جملة مساحة المنطقة. ويمتد السهل الفيضي في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة وتحديداً في الشمال الشرقي بالاضافة إلي شريط ضيق جداً في الجنوب الشرقي، حيث يتألف من الرواسب الطمييية التي جلبها النهر معه. ومن خلال الدراسة الميدانية ودراسة الخرائط الطبوغرافية وصور الأقمار الصناعية يلاحظ إقتران إراضي السهل الفيضي بنمط التربة الطينية ذات القطاع العميق وهو نمط ذو حساسية بيئية منخفضة للتصحر وفق مؤشر عمق قطاع التربة، كما أنها تربة ذات نسيج ناعم ومن ثم فهي ذات حساسية عالية للتصحر وفق مؤشر نسيج التربة. كذلك يتسم هذا القسم التضاريسي بانخفاض معدلات انحدار السطح ويغلب عليه السطح المستوي مما يؤثر بوضوح في مدي الحساسية البيئية للتصحر. علي الجانب الغربي من المنطقة تظهر أراضي هوامش منخفض الفيوم وهي عبارة عن خليط بين الأراضي الخصبة في منخفض الفيوم وبين تربة الهوامش الصحراوية ات النسيج الرملي والحصوي الخشن وفي كل الأحول يتسم هذا القطاع بدرجات الانحدار التي تزيد علي ٥° درجات وانحدار أراضيه ناحية الشمال الغربي صوب منخفض الفيوم مما أثر في الحساسية البيئية للتصحر وفق مؤشرات عمق التربة ونسيجها واتجاه الانحدار ودرجة الانحدار.
- **السهول الصحراوية:** تمتد في الإجزاء الوسطي من المنطقة، حيث تغطي حوالي ١٣٤,٠ كم^{٢} بنسبة ٨٧,٩% من جملة مساحة المنطقة، وتتألف من صخور الحجر الرملي والحجر الجيري بالاضافة إلي الرواسب الرملية المفككة. ويغلب علي سطح هذه السهول عدم التضرس وقلة الانحدار إلا في المناطق القريبة من منحدرات التلال الموجودة في غرب المنطقة، حيث تأخذ درجات الانحدار في الارتفاع

التدريجي. وقد تم استصلاح أجزاء من هذه السهول والمحصورة بين الطريق الصحراوي غرباً والسهل الفيضي في الشرق وذلك إلي الشمال من مدخل الواسطي، كذلك يتم العمل علي استصلاح بعض الأراضي للزراعة جنوب النطاق السابق، فضلا عن عمليات الاستصلاح الزراعي في الجزء الغربي من المنطقة ناحية الهوامش الشرقية لمنخفض الفيوم. وقد أثر جميع ما سبق في هذا النطاق التضاريسي من حيث التكوين الجيولوجي ودرجة انحدار السطح واتجاهه ونمط التربة وعمليات الاستصلاح الزراعي علي الحساسية البيئية للتصحر علي النحو الذي سيتم عرضه عند دراسة نموذج التصحر بالمنطقة.

جدول (٥) : الأقسام التضاريسية الرئيسية بمنطقة الدراسة.

الوحدات التضاريسية	المساحة (كم^{٢})	(%)
السهل الفيضي وهوامش منخفض الفيوم	٥,٨	٣,٨
السهول الصحراوية	١٣٤,٠	٨٧,٩
نطاق التلال	١٢,٧	٨,٣
الإجمالي	**١٥٢,٥**	**١٠٠**

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (٣).

- **نطاق التلال:** يمتد هذا النطاق التضاريسي في الجزء الغربي والجنوبي الغربي من المنطقة ممثلا في جبل الروس في الغرب ومنحدرات جبل اللاهون في الجنوب الغربي، ويغطي هذا القسم التضاريسي نحو ١٢,٧ كم^{٢} بنسبة ٨,٣% من جملة مساحة منطقة الدراسة. ويعد جبل الروس أعلي أجزاء منطقة الدراسة حيث يصل منسوبه إلي ١١٩م ويمتد في محور شمالي جنوبي بطول بلغ ٦,٢ كم ومتوسط عرض بلغ ١,٨ كم، ويتالف سطحه من الصخور الجيرية التي يتألف منها تكوين وادي الريان بالاضافة إلي رواسب البلايوسين غير المصنفة. وتتباين درجات انحدار السطح في نطاق جبل الروس الذي يشرف بمنحدرات شديدة علي منخفض الفيوم غربا بينما تأخذ منحدراته في الانحدار التدريجي بالاتجاه ناحية السهول الصحرواية في الشرق مما أثر في درجة الحساسية البيئية للتصحر من حيث مؤشر الانحدار واتجاه الانحدار ومادة الأصل. أما منحدرات جبل اللاهون فتظهر في

الجزء الجنوبي الغربي من المنطقة والتي تمثل امتداداً شرقياً وشمالياً شرقياً له داخل منطقة الدراسة، والذي يصل منسوبه إلي ٨٤م، حيث يبلغ طوله نحو ٢,٧ كم ومتوسط عرضه حوالي ٠,٦ كم ويتألف سطحه من صخور الحجر الجيري حيث تكوين وادي والريان بالاضافة إلي رواسب البلايوسين غير المصنفة، وينحدر سطحه بشكل تدريجي داخل منطقة الدراسة.

٦) الخصائص المناخية:

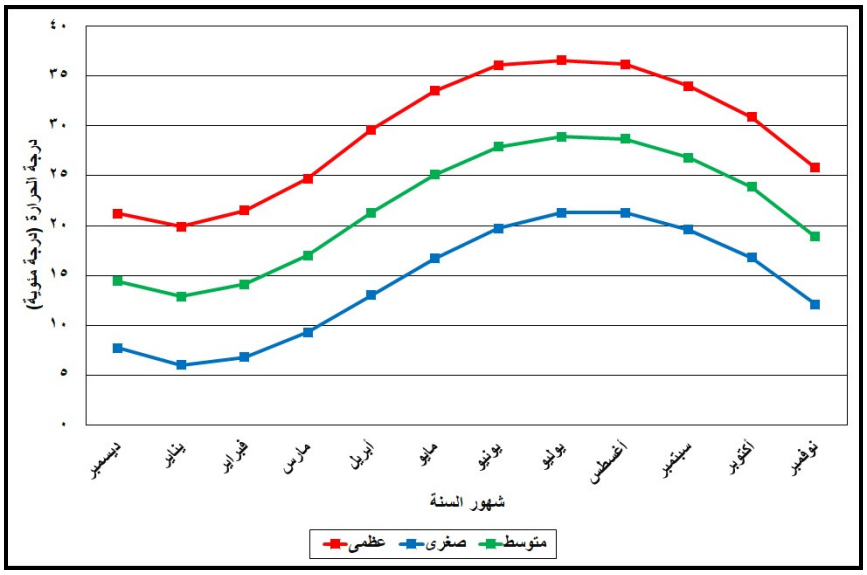
تم الاعتماد علي بيانات محطة بني سويف والفيوم والجيزة في دراسة الظروف المناخية بمنطقة الدراسة والتي تؤثر في الحساسية البيئية للتصحر والتي تتمثل في العناصر الآتية:

- **الحرارة:** يعد عنصر الحرارة أحد أهم العناصر المناخية المؤثرة في الحساسية البيئية للتصحر حيث تعمل درجة الحرارة المرتفعة علي رفع حرارة التربة وفقدان محتواها الرطوبي ومن ثم جفافها وتصحرها. ويساهم عنصر الحرارة في حساب معامل الجفاف والذي يعد أحد أهم المؤشرات المناخية التي تشير إلي أثر الظروف المناخية في عملية التصحر وفق نموج MEDALUS. ويوضح الجدول رقم (٦) درجة الحرارة بمحطات منطقة الدراسة حيث بلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمي ٢٩,١° درجة مئوية، حيث تراوحت بين ٢٨,٣° في الجيزة وبين ٢٩,٦° في الفيوم بينما بلغت ٢٩,٥° في بني سويف. وترتفع درجة الحرارة صيفاً ليصل متوسطها إلي ٣٦,٦° في شهر يوليو حيث بلغت ٣٧,٢° في نفس الشهر في محطتي الفيوم وبني سويف بينما بلغت ٣٥,٤° في نفس الشهر في الجيزة. أما درجة الحرارة الصغرى فقد بلغ متوسطها السنوي ١٤,٢° درجة مئوية حيث تراوحت بين ١٣,٨° درجة مئوية في محطة الجيزة وبين ١٤,٥° درجة مئوية في بني سويف وبين ١٤,٢° درجة مئوية في محطة الفيوم. ويعد شهر يناير أبرد شهور السنة حيث بلغ متوسط درجة الحرارة الصغرى فيه نحو ٦,٠° درجة مئوية تصل إلي ٥,٨° درجة في بني سويف بينما تصل إلي ٦,٢° درجة مئوية في الجيزة و ٦,٠° درجة مئوية في الفيوم. وقد بلغ المتوسط الشهري لدرجة الحرارة ٢١,٦° درجة مئوية، يصل هذا المتوسط إلي ٢٢,٠° في بني سويف و ٢١,٩° في الفيوم بينما بلغ ٢١,٠° في الجيزة (شكل ٤).

جدول (٦) : درجة الحرارة بمحطات منطقة الدراسة.

المحطة	البيان	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المتوسط الفصلي
الجيزة	عظمى	٢١,٢	١٩,٧	٢١,٣	٢٤,٢	٢٨,٥	٣٢,٣	٣٤,٧	٣٥,٤	٣٤,٧	٣٢,٣	٣٠,٠	٢٥,٧	٢٨,٣
	صغرى	٨,١	٦,٢	٧,٠	٩,٠	١٢,٢	١٥,٨	١٩,٠	٢٠,٦	٢٠,٨	١٨,٨	١٦,٢	١٢,٢	١٣,٨
	متوسط	١٤,٦	١٢,٨	١٤,١	١٦,٦	٢٠,٣	٢٤,٠	٢٦,٨	٢٨,٠	٢٧,٧	٢٥,٥	٢٣,١	١٨,٩	٢١,٠
بني سويف	عظمى	٢٠,٨	١٩,٦	٢١,٥	٢٤,٨	٣٠,٢	٣٤,٢	٣٧,٠	٣٧,٢	٣٦,٨	٣٤,٨	٣١,٣	٢٥,٨	٢٩,٥
	صغرى	٧,٤	٥,٨	٦,٨	٩,٧	١٣,٧	١٧,٥	٢٠,٤	٢١,٧	٢١,٧	٢٠,١	١٧,٠	١٢,٠	١٤,٥
	متوسط	١٤,١	١٢,٧	١٤,٢	١٧,٣	٢٢,٠	٢٥,٩	٢٨,٧	٢٩,٥	٢٩,٣	٢٧,٥	٢٤,٢	١٨,٩	٢٢,٠
الفيوم	عظمى	٢١,٥	٢٠,٣	٢١,٦	٢٥,٠	٣٠,٢	٣٤,١	٣٦,٧	٣٧,٢	٣٧,٠	٣٤,٩	٣١,٥	٢٦,٠	٢٩,٦
	صغرى	٧,٧	٦,٠	٦,٥	٩,٣	١٣,٠	١٦,٨	١٩,٧	٢١,٥	٢١,٥	٢٠,٠	١٧,٢	١٢,١	١٤,٢
	متوسط	١٤,٦	١٣,١	١٤,٠	١٧,١	٢١,٦	٢٥,٤	٢٨,٢	٢٩,٣	٢٩,٢	٢٧,٤	٢٤,٣	١٩,٠	٢١,٩
المتوسط	**عظمى**	**٢١,٢**	**١٩,٩**	**٢١,٥**	**٢٤,٧**	**٢٩,٦**	**٣٣,٥**	**٣٦,١**	**٣٦,٦**	**٣٦,٢**	**٣٤,٠**	**٣٠,٩**	**٢٥,٨**	**٢٩,١**
	صغرى	**٧,٧**	**٦,٠**	**٦,٨**	**٩,٣**	**١٣,٠**	**١٦,٧**	**١٩,٧**	**٢١,٣**	**٢١,٣**	**١٩,٦**	**١٦,٨**	**١٢,١**	**١٤,٢**
	متوسط	**١٤,٤**	**١٢,٩**	**١٤,١**	**١٧,٠**	**٢١,٣**	**٢٥,١**	**٢٧,٩**	**٢٨,٩**	**٢٨,٧**	**٢٦,٨**	**٢٣,٩**	**١٨,٩**	**٢١,٦**

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة، ٢٠٠٥.



شكل (٤) : توزيع متوسط درجة الحرارة بمنطقة الدراسة.

- **التبخر:** انعكس ارتفاع درجة الحرارة علي معدلات التبخر بالمنطقة حيث بلغ المتوسط السنوي للتبخر في منطقة الدراسة ٨,٠ مم، حيث يرتفع هذا المعدل ليصل إلي ١٠,٥ مم في بني سويف بينما ينخفض ليصل إلي ٦,٦ مم في الجيزة وقد سجلت الفيوم معدل تبخر بلغ ٧,٠ مم (جدول ٧). ويعد شهر يونيو أعلي هور السنة من حيث معدل التبخر والذي بلغ ١٢,٣ مم، حيث يصل هذا المعدل إلي ١٦,٥ مم في بني سويف بينما بلغ ١٠,٥ في الجيزة في نفس الشهر في حين بلغ ١١,٠ مم في الفيوم ولكن في شهر يوليو. ويؤدي زيادة معدلات التبخر إلي ارتفاع معدلات فقدان التربة لمحتواها الرطوبي ومن ثم جفافها ثم تصحرها (شكل ٥).
- **المطر:** بلغ المتوسط السنوي للمطر في المنطقة ١,٣ مم، حيث يرتفع هذا المتوسط ليصل إلي ٢,٢مم في الجيزة بينما يصل إلي ٠,٩ مم في محطتي بني سويف والفيوم (جدول ٨ وشكل ٦). ويعد شهر ديسمبر أعلي شهور السنة من حيث كمية المطر والتي بلغ متوسطها ٣,٤ مم، في حين يعد شهر يناير أعلي شهور السنة من حيث كمية المطر في الجيزة بمتوسط بلغ ٥,٩ مم، ويأتي شهر أبريل كأعلي شهور السنة من حيث كمية المطر في بني سويف بمتوسط بلغ ١,٩ مم وشهر مارس بالنسبة للفيوم بمتوسط بلغ ٢,٣ مم. وتتسم شهور فصل الصيف بإنعدام المطر، بينما يتركز المطر شتاءً ويقل في الربيع والخريف.

جدول (٧) : معدلات التبخر بمحطات منطقة الدراسة.

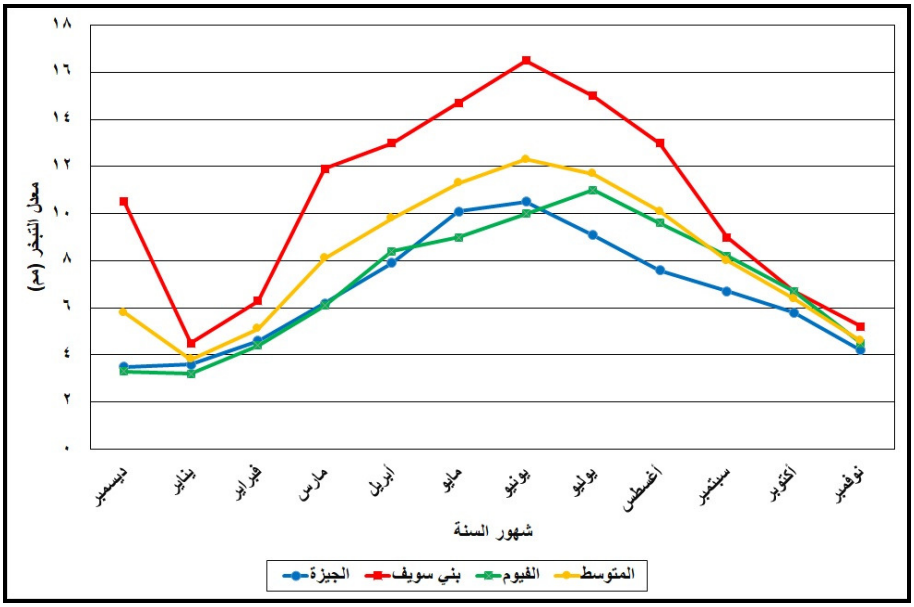
المحطة	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المتوسط الفصلي
الجيزة	٣,٥	٣,٦	٤,٦	٦,٢	٧,٩	١٠,١	١٠,٥	٩,١	٧,٦	٦,٧	٥,٨	٤,٢	٦,٦
بني سويف	١٠,٥	٤,٥	٦,٣	١١,٩	١٣,٠	١٤,٧	١٦,٥	١٥,٠	١٣,٠	٩,٠	٦,٧	٥,٢	١٠,٥
الفيوم	٣,٣	٣,٢	٤,٤	٦,١	٨,٤	٩,٠	١٠,٠	١١,٠	٩,٦	٨,٢	٦,٧	٤,٥	٧,٠
المتوسط	**٥,٨**	**٣,٨**	**٥,١**	**٨,١**	**٩,٨**	**١١,٣**	**١٢,٣**	**١١,٧**	**١٠,١**	**٨,٠**	**٦,٤**	**٤,٦**	٨,٠

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة، ٢٠٠٥.

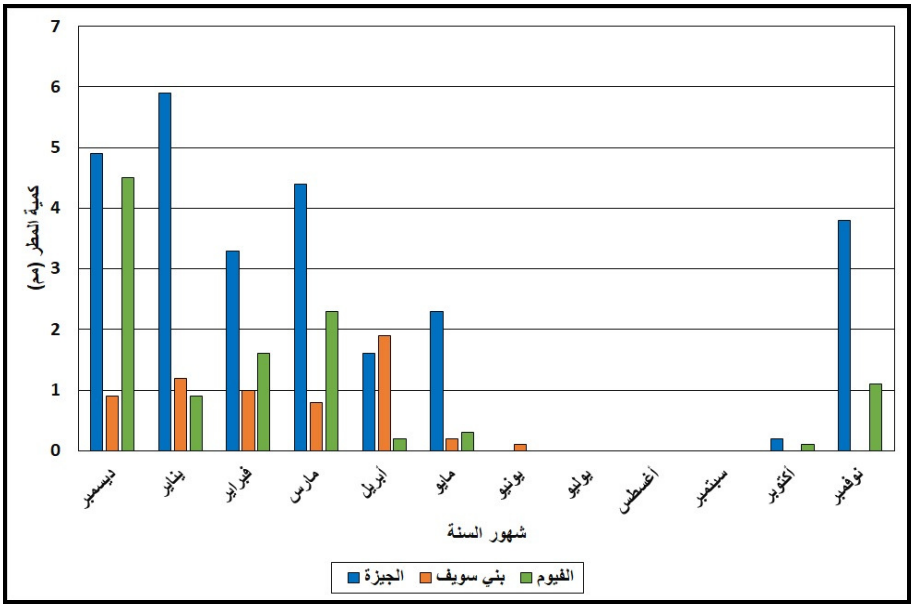
جدول (٨) : معدلات المطر بمحطات منطقة الدراسة.

المحطة	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المتوسط الفصلي
الجيزة	٤,٩	٥,٩	٣,٣	٤,٤	١,٦	٢,٣	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٢	٣,٨	٢,٢
بني سويف	٠,٩	١,٢	١,٠	٠,٨	١,٩	٠,٢	٠,١	صفر	صفر	أثر	صفر	أثر	٠,٩
الفيوم	٤,٥	٠,٩	١,٦	٢,٣	٠,٢	٠,٣	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,١	١,١	٠,٩
المتوسط	٣,٤	٢,٧	٢,٠	٢,٥	١,٢	٠,٩	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	١,٣

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية.



شكل (٥) : توزيع معدلات التبخر بمنطقة الدراسة.



شكل (٦) : كمية المطر بمنطقة الدراسة.

- **مؤشر الجفاف:** يعد الجفاف أحد الأسباب الرئيسية لحدوث التصحر، حيث يؤدي الجفاف إلي فقدان التربة محتواها المائي مما يعجل من تصحرها. وقد تم الاعتماد علي معادلة ديمارتون De Martonne لحساب معيار الجفاف والذي يتمثل في القيمة الفعلية للمطر عن طريق العلاقة بين كمية المطر السنوي بالملليمتر ومعدل درجة الحرارة بالدرجات المئوية وذلك وفق المعادلة الآتية:

$$\text{مؤشر الجفاف} = \frac{\text{(معدل المطر السنوي (مم))}}{\text{(معدل درجة الحرارة (درجة مئوية) + ١٠)}}$$

جدول (٩) : القيمة الفعلية للمطر (مؤشر الجفاف) عند ديمارتون.

م	مؤشر الجفاف	صفة الإقليم	نوع الغطاء النباتي
١	أقل من ٥	جاف	صحراء
٢	من ٥ – ١٠	شبه جاف	حشائش قصيرة
٣	من ١٠ – ٢٠	رطب نوعاً ما	إستبس
٤	من ٢٠ – ٣٠	رطب	حشائش غنية
٥	٣٠ فأكثر	شديد الرطوبة	غابات

المصدر: محمد فوزي (٢٠٢٠): جغرافية الأراضي الجافة، بني سويف، ص ٢٩.

ووفقاً لمؤشر الجفاف تتدرج الأقاليم وفق أمطارها الفعلية إلي الأقسام التي يوضحها الجدول (٩). والجدول (١٠) يوضح القيمة الفعلية للمطر في محطات منطقة الدراسة والذي يتضح منه أن المتوسط العام لمؤشر الجفاف بالمنطقة بلغ ٠,٠٥ وبالتالي تقع المنطقة في نطاق الأقاليم الجافة، حيث يرتفع هذا المتوسط ليصل إلي ٠,٠٨ في الجيزة بينما ينخفض إلي ٠,٠٢ في بني سويف.

جدول (١٠) : مؤشر الجفاف بمحطات منطقة الدراسة.

المحطة	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المتوسط الفصلي
الجيزة	٠,٢	٠,٢٦	٠,١٤	٠,١٧	٠,٠٧	٠,٠٥	٠	٠	٠	٠	٠,٠١	٠,١٣	٠,٠٨
بني سويف	٠,٠٤	٠,٠٥	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,٠٦	٠,٠١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠,٠٢
الفيوم	٠,١٨	٠,٠٤	٠,٠٧	٠,٠٨	٠,٠١	٠,٠١	٠	٠	٠	٠	٠	٠,٠٤	٠,٠٤
المتوسط	**٠,١٤**	**٠,١٢**	**٠,٠٨**	**٠,٠٩**	**٠,٠٤**	**٠,٠٣**	٠	٠	٠	٠	٠	**٠,٠٦**	**٠,٠٥**

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي معادلة ديمارتون وجدول رقم (٦) و رقم (٨).

٧) خصائص التربة:

تم الاعتماد في دراسة تربة منطقة الدراسة علي خرائط أكاديمية البحث العلمي للتربة في مصر مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ لعام ١٩٨٧، والتي تتبع التصنيف الأمريكي للتربة، ويوضح الجدول (١١) والشكل (٧) أنماط التربة بمنطقة الدراسة، وفيما يلي عرض لأنماط التربة في المنطقة:

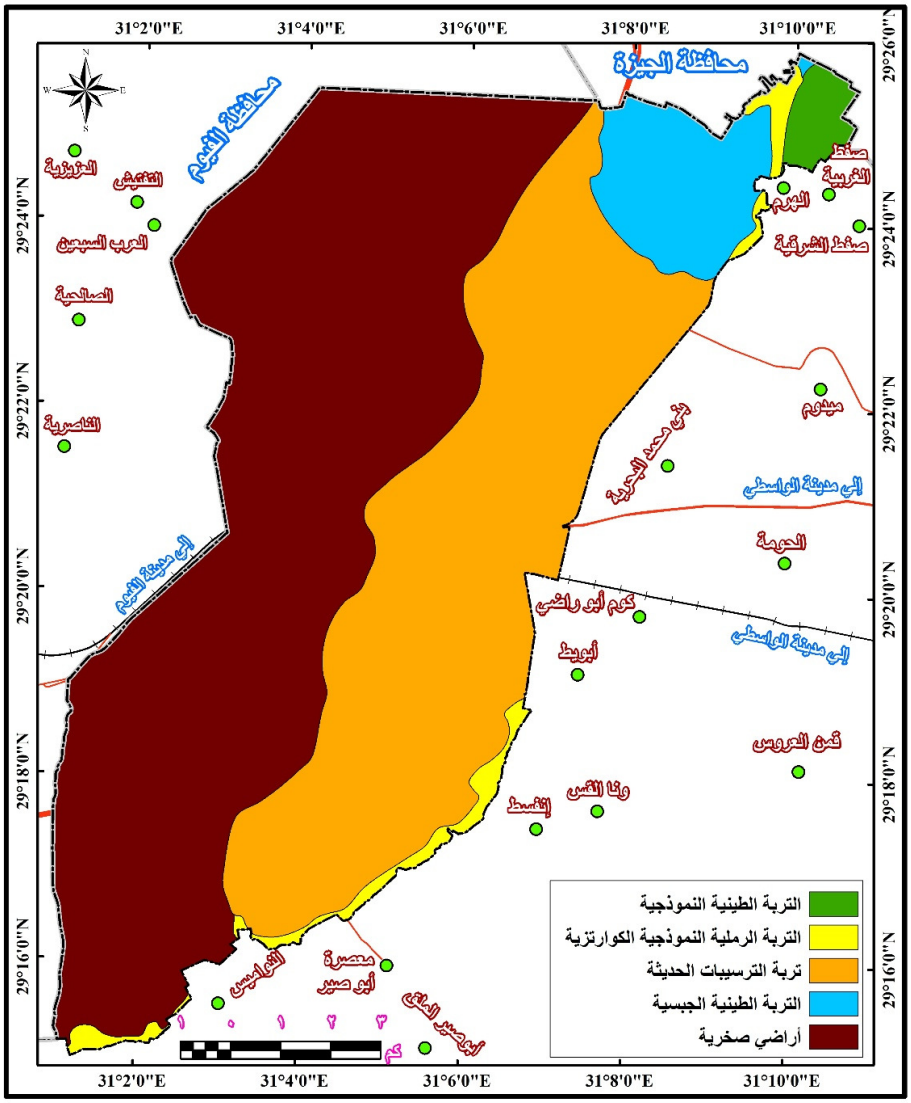
جدول (١١) : أنماط التربة بمنطقة الدراسة.

نمط التربة	المساحة (كم^{٢})	(%)
التربة الطينية النموذجية	٢,٢	١,٥
التربة الرملية النموذجية الكوارتزية	٣,٦	٢,٤
تربة الترسيبات الحديثة	٥٤,٥	٣٥,٧
التربة الطينية الجبسية	٩,٥	٦,٢
أراضي صخرية	٨٢,٧	٥٤,٢
الإجمالي	**١٥٢,٥**	**١٠٠**

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً علي الشكل (٧).

- **التربة الطينية النموذجية Typic Torrerts:** أحد أنماط التربة في منطقة الدراسة والتي تنتمي إلي رتبة Vertsols وهي ترب حديثة كونتها الرواسب المائية في السهول الفيضية، وتعد واحدة من أفضل التربات في مصر (صورة ١). وتبدو التربة الطينية النموذجية ذات لون بني داكن، حيث تحتوي علي الطين بنسبة تزيد علي ٤٥% والطفل بنسبة تزيد علي ٣٥%، كما تبدو هذه التربة مشققة حتى عمق ١م، كما أنها تربة ذات قوام ناعم إلي ناعم جدا، حيث تبدو متماسكة ومندمجة في الطبقة السطحية وأكثر اندماجاً وتماسكاً بالتعمق فيها، ومن ثم تحتاج هذه التربة إلي مزيد من الرعاية الزراعية ممثلة في الحرث العميق واستخدام الجبس الزراعي لتقليل درجة تماسكها. ويتسم هذا النمط بأنه ذو حساسية بيئية عالية للتصحر من حيث مؤشر نسيج التربة كما أنها ذات حساسية بيئية منخفضة من حيث مؤشر عمق

قطاع التربة. ويغطي هذا النمط من أنماط التربة نحو ٢,٢ كم^{٢} بنسبة ١,٥% من مساحة المنطقة، حيث يظهر في الجزء الشمالي الشرقي من المنطقة حيث الهامش الغربي للسهل الفيضي في منطقة الدراسة.



شكل (٧) : أنماط التربة بمنطقة الدراسة.

المصدر: أكاديمية البحث العلمي، خرائط التربة بالوجه القبلي لوحة (١) ١٩٨٧م.

- **التربة الحديثة الرملية النموذجية الكوارتزية Typic Quartizipsamments:** أحد أنماط التربة في المنطقة والتي تنتمي إلي رتبة Psamments، وهي تربة حديثة ذات قوام رملي في الطبقة السطحية بعمق ٢٥ سم وحتى عمق ١م من سطح التربة. وتمتاز التربة الحديثة الرملية النموذجية الكوارتزية بتكوينها من الرواسب الرملية العميقة، حيث تبدو علي هيئة تربة خشنة القوام رملية إلي رملية حصوية وتحتوي علي بعض التداخلات من المواد السليكية والجيرية، كما تتسم بأنها تربة جيدة التهوية شديدة المسامية درجة أحتفاظها بالمياه قليلة (صورة ٢). ويعد هذا النمط من أنماط التربة ذو حساسية بيئية عالية للتصحر من حيث مؤشر نسيج التربة وذو حساسية بيئية منخفضة من حيث مؤشر عمق قطاع التربة. ويغطي هذا النمط نحو ٣,٦ كم^{٢} بنسبة ٢,٤% من مساحة منطقة الدراسة، حيث تمتد علي هيئة شريط ضيق علي امتداد الحد الشرقي للمنطقة الملاصق للسهل الفيضي شرقاً.
- **تربة الترسيبات الحديثة Typic Torriorthents:** أحد أنماط التربة الحديثة في المنطقة والتي تنتمي إلي رتبة Orthents، وهي تربة حديثة التكوين ذات قوام طميي أو طيني وقطاعها غير عميق وتتميز بالانخفاض المنتظم لمحتواها من المادة العضوية مع العمق. وبصفة عامة فهي عبارة عن رواسب نهرية قديمة جاءت بها الأودية الجافة وتنتشر علي أطراف المنطقة. وقد تكونت هذه التربة في ظل ظروف بيئية جافة وبالتالي فهي أقل تجانساً في قطاعها كما تتسم بانخفاض محتواها من الحصي حيث تبدو رملية في قطاعها العلوي وحصوية في قطاعها السفلي (صورة ٣). ويعد هذا النمط ذا حساسية بيئية مرتفعة للتصحر من حيث مؤشر نسيج التربة وحساسية متوسطة من حيث عمق قطاع التربة. ويغطي هذا النمط نحو ٥٤,٥ كم^{٢} بنسبة ٣٥,٧% من مساحة المنطقة، حيث تغطي الجزء الشرقي من المنطقة غرب طريق القاهرة أسيوط الصحراوي الغربي، وهي تمثل أهم مناطق الاستصلاح الزراعي في المنطقة.
- **التربة الطينية الجبسية Petrogypsic Gypsiorthids:** أحد أنماط التربة الجافة في المنطقة والتي تنتمي إلي الترسيبات التي ليس لها صفات محددة Orthents، وهي تربة حديثة تتألف من الطين والجبس ذات الأفق الصخرى أو صخري له حدود علوية في حدود ١٠٠ سم من سطح التربة. وتوجد هذه التربة في المناطق الجافة جدًا من العالم حيث تحتوي المادة الأم على نسبة عالية من الجبس. وعندما يكون الأفق الصخري قريبًا من السطح، فإن التقشر يشكل أنماطًا سداسية زائفة على سطح

التربة (Soil Survey Staff, 1999, p. 386). ويؤثر نمط التربة الجبسية في الحساسية البيئية للتصحر من حيث مؤشر نسيج التربة وعمق قطاع التربة حيث يقع هذا النمط في فئة الحساسية المرتفعة نسبياً في كلا المؤشرين. ويغطي هذا النمط نحو ٩,٥ كم^{٢} بنسبة ٦,٢% من مساحة المنطقة تظهر شمال وشمال شرق المنطقة وذلك إلي الغرب من قرية الهرم وقرية ميدوم.

- **الأراضي الصخرية Rock lands:** تظهر الأراضي الصخرية في الجزء الغربي من منطقة الدراسة ممثلا في نطاق التلال الغربية ومنحدراتها داخل حدود المنطقة. ويعد هذا النمط من أنماط التربة ذا حساسية بيئية عالية للتصحر من حيث مؤشر عمق قطاع التربة كما أنه ذو حساسية بيئية منخفض للتصحر من حيث مؤشر نسيج التربة. وتغطي الأراضي الصخرية حوالي ٨٢,٧ كم^{٢} بنسبة ٥٤,٢% من مساحة المنطقة.

ثانياً – نموذج MEDALUS لحساسية التربة للتصحر :

يعد نموذج MEDALUS أحد أهم النماذج المستخدمة في قياس حساسية التربة للتصحر في منطقة محلية والذي يعرف أيضا بمؤشر الحساسية البيئية Environmental Sensitivity Index (ESI)، حيث يجمع النموذج بين أربعة مؤشرات فرعية لقياس حساسية التربة للتصحر، وهي مؤشرات جودة التربة وجودة الغطاء النباتي وجودة المناخ وجودة الإدارة. وقد تم الاعتماد علي مؤشرات جودة التربة وجودة الغطاء النباتي وجودة المناخ في هذه الدراسة واستثناء مؤشر جودة الإدارة نظراً لوقوع منطقة الدراسة في نطاق الظهير الصحراوي بعيداً عن حدود القرى التي يمكن من خلالها حساب بعض عناصر هذا المؤشر مثل عناصر الكثافة السكانية الزراعية والتكثيف الزراعي ومعدل النمو السكاني ومؤشر نسبة كبار السن. وقد اعتمد (Gad and Lotfy, 2006) علي ثلاثة مؤشرات لقياس حساسية التربة للتصحر هي مؤشرات جودة التربة وجودة الغطاء النباتي وجودة المناخ، في حين اعتمد (Gad, 2008) علي مؤشرين فقط هما مؤشر جودة التربة ومؤشر جودة الغطاء النباتي، كما اعتمدت (شربات بشندي، ٢٠١٨) علي ثلاثة مؤشرات هي مؤشرات جودة التربة وجودة الغطاء النباتي وجودة المناخ. ويهدف هذا النموذج إلي تقييم مخاطر التصحر في منطقة محلية باستخدام مؤشر الحساسية البيئية من خلال الجمع بين البيانات المتاحة عن جودة التربة والغطاء النباتي والمناخ، حيث تتميز هذه الأداة بالمرونة في حساب درجة الخطورة اعتماداً علي البيانات المتاحة كما أنه يمكن إضافة

بعض العناصر الجديدة إليها وفق المعطيات البيئية. كما تتمثل الأهداف الثانوية لهذا النموذج في استقصاء السيناريوهات المحتملة في استخدام الأرض وتدهور التربة. وتتمثل أهمية هذا النموذج في امكانية دمج المعلومات المختلفة عن التربة والغطاء النباتي والمناخ وفق ظروف بيئية معينة ضمن نظام معياري للحصول علي درجة الحساسية البيئية للتصحر. ويتم حساب مؤشر الحساسية البيئية للتصحر وفق المعادلة الآتية:

$$DSI = (SQI * VQI * CQI)^{1/3}$$ (Gad and Lotfy, 2006, p. 6)

حيث أن ***DSI*** مؤشر حساسية التصحر Desertification Sensitivity Index وأن ***SQI*** مؤشر جودة التربة وأن ***VQI*** مؤشر جودة الغطاء النباتي وأن ***CQI*** مؤشر جودة المناخ.

وقد تم استبعاد مناطق الاستخدامات البشرية الممثلة في منطقة كوم أبوراضي الصناعية وورش قطارات كوم أبوراضي ومحطة صرف الوسطي من تطبيق نموج MEDALUS والتي تغطي نحو ٤,٣ كم^{٢} بنسبة ٢,٨% من مساحة منطقة الدراسة. وتنقسم نتائج هذا المؤشر إلي خمسة أقسام تحدد فئات الحساسية البيئية للتصحر وهي:

- **المناطق غير المتأثرة بالتصحر:** وهي المناطق التي تكون فيها العوامل الحرجة منخفضة جدًا أو غير موجودة، مع توازن جيد بين العوامل البيئية والاجتماعية والاقتصادية.
- **المناطق قليلة التأثر بالتصحر:** وهي المناطق المهددة بالتصحر في ظل تغير مناخي كبير، إذا تم تنفيذ مزيج معين من استخدام الأراضي أو حيث ستؤدي التأثيرات الخارجية إلى مشاكل خطيرة. وقد يشمل ذلك أيضًا الأراضي المهجورة التي لا تدار بشكل صحيح.
- **المناطق متوسطة التأثر بالتصحر:** وهي المناطق التي يحتمل أن يؤدي فيها أي تغيير في التوازن الدقيق بين النشاط الطبيعي والبشري إلى التصحر.
- **المناطق المتأثرة بالتصحر:** وهي المناطق التي تدهورت بالفعل بشكل كبير من خلال سوء الاستخدام في الماضي، مما يشكل تهديدًا لبيئة المناطق المحيطة أو مع عمليات تصحر واضحة.
- **المناطق شديدة التأثر بالتصحر:** وهي المناطق التي تدهورت بشكل كبير جداً يعوق إمكانية استعادتها.

وفيما يلي عرض لمؤشرات الحساسية البيئية للتصحر بمنطقة الدراسة:

١) مؤشر جودة التربة:

تعتبر خصائص التربة عاملاً مهمًا للغاية في النظم البيئية الأرضية في المناطق شبه القاحلة والجافة شبه الرطبة، لاسيما فيما يتعلق بتأثيرها على الجدارة الانتاجية للتربة، حيث تبدأ عملية التصحر عندما تصبح التربة غير قادرة علي تزويد النبات بالماء والمغذيات في ظل ضحالة عمق قطاع التربة الذي تنفذ فيه جذور النبات للحصول علي الماء والغذاء. ويتم حساب مؤشر جودة التربة الكلي من خلال المعادلة الآتية:

$$SQI = (Ip * It * Id * Is) ¼ \quad \text{(Gad and Lotfy, 2006, p. 3)}$$

حيث أن ***SQI*** مؤشر جودة التربة Soil Quality Index وأن ***Ip*** مؤشر مادة الأصل وأن ***It*** مؤشر نسيج التربة وأن ***Id*** مؤشر عمق قطاع التربة وأن Is مؤشر درجة الانحدار.

وفيما يلي عرض لمؤشرات جودة التربة:

أ- مؤشر مادة الأصل:

تعد مادة الأصل عاملاً مكونًا للتربة يؤثر على خصائصها وعلي نمو النبات وتآكل التربة ومرونة النظام البيئي. ووترتبط التربة ارتباطاً وثيقاً بمادة الأصل التي اشتقت منها، فالتربة المتكونة من الحجر الجيري عادةً ما تكون ذات ملمس ناعم إلى حد ما، وبطيئة النفاذية، وذات درجة حموضة عالية، وتشبع قاعدي مرتفع وحالة مغذية عالية، أما التربة المتكونة من أحجار رملية تكون عادةً ذات قوام خشن، ونفاذية عالية، ودرجة حموضة منخفضة، انخفاض التشبع الأساسي، وانخفاض حالة المغذيات[1] (صورة ٤). ويوضح الجدول (١٢) والشكل (٨) فئات مؤشر مادة الأصل والذي يتضح منهما أن ٦٢,٦% من مساحة المنطقة ذات مادة أصل ردئية، حيث تتألف مادة الأصل فيها من الرواسب الرملية والطميية والطينية وهي السمة الغالبة علي سطح المنطقة، حيثت تغطي الجزء الشرقي والأوسط بالاضافة إلي الهوامش الغربية للمنطقة. وتغطي الأجزاء ذات مادة الأصل متوسطة التماسك والتي تتألف من الحجر الرملي والجيري حوالي ٣٣,٨% من مساحة المنطقة حيث تنتشر في الجزء الغربي والأوسط من المنطقة، في حين تغطي الأجزاء جيدة التماسك نحو ٠,٨% من مساحة المنطقة وتظهر أقصي شمال شرق المنطقة في نطاق السهل الفيضي غرب قرية صفط الغربية.

---

(1) parent_material (europa.eu)

جدول (١٢) : فئات مؤشر مادة الأصل وأوزانها بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	الوصف	المؤشر	المساحة (كم^{٢})	(%)
١	جيد (متماسك)	الحجر الجيري، الدولوميت، الحجر الرملي غير الهش، طبقة الحجر الجيري الصلب.	١	١,٣	٠,٨
٢	متوسط (متوسط التماسك)	الحجر الجيري البحري، الحجر الرملي الهش.	١,٥	٥١,٥	٣٣,٨
٣	ردئ (هش)	الطين الجيري، والطين، الرواسب الرملية، والطمي، والطين.	٢,٠	٩٥,٤	٦٢,٦

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (٨).

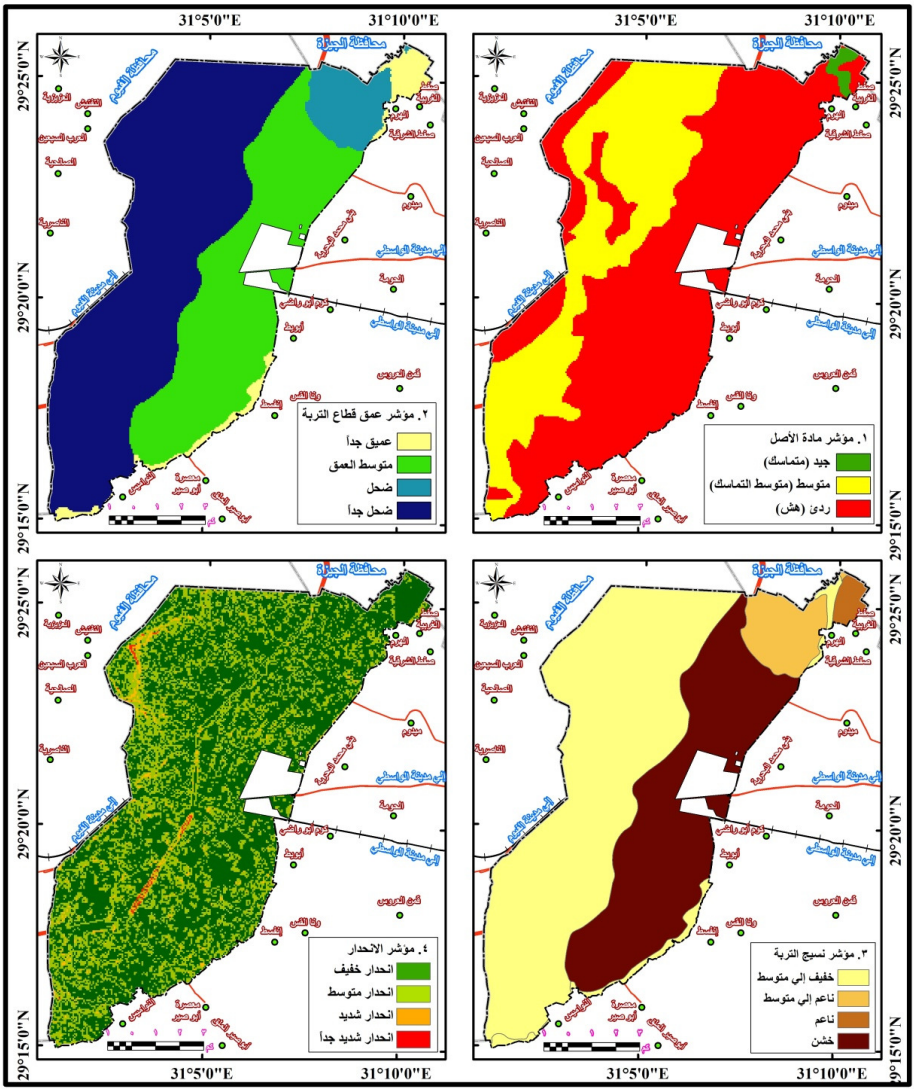
ب- مؤشر نسيج التربة:

يقصد بنسيج التربة حجم الحبيبات التي تتكون منها التربة ونسبة المواد التي يتألف منها ممثلة في الرمل والطمي والطين، وبصفة عامة فإن نسيج التربة يتغير ببطء مع مرور الوقت. ويؤثر نسيج التربة تأثيراً عميقاً على تصريف التربة، والقدرة على الاحتفاظ بالمياه، ودرجة حرارة التربة، وتآكل التربة، فضلاً عن الخصوبة والإنتاجية. ويوضح الجدول (١٣) والشكل (٨) فئات مؤشر نسيج التربة والذي يتضح منهما أن حوالي ٣٤,٣% من مساحة منطقة الدراسة ذات تربة مرتفعة الحساسة للتصحر والتي تنتشر في الجزء الشرقي من المنطقة شرق طريق القاهرة أسيوط الصحراوي الغرابي، حيث تتمثل في التربة الرملية الخشنة والتربة الطينية الطميية الناعمة، حيث تؤثر التعرية بفعل الرياح بشكل كبير في التربة الرملية الزراعية في المناطق ذات المواسم الجافة، حيث تزيد معدلات نحت الرياح عند إزالة الغطاء النباتي مما يهدد بتصحر التربة (صورة ٥)، بينما التربة الطينية ذات تصريف ضعيف للمياه الزائدة وقد تصبح مشبعة بالمياه. ويؤثر نسيج التربة على مقاومة التربة للتعرية، كلما كان نسيج التربة خشناً، كانت مقاومة التربة للتعرية أقل. كذلك يلاحظ من الجدول أيضاً أن ٥٦,٧% من مساحة المنطقة ذات نسيج تربة قليل الحساسية للتصحر والذي يتمثل في خليط الرمل والطمي والذي ينشتر في الجزء الغربي من المنطقة غرب طريق القاهرة أسيوط الصحراوي الغربي، في حين أن ٦,٢% من مساحتها ذات نسيج تربة متوسط الحساسية، حيث تظهر شمال شرق المنطقة.

جدول (١٣) : فئات مؤشر نسيج التربة وأوزانها بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	الوصف	المؤشر	المساحة (كم^{٢})	(%)
١	خفيف إلي متوسط	رمل طمي، طمي رملي، متوازن	١	٨٦,٤	٥٦,٧
٢	ناعم إلي متوسط	طين طمي، رمل طيني، طمي طيني رملي	١,٦٦	٩,٥	٦,٢
٣	ناعم	طيني ناعم – طمي طيني	٢	٢,١	١,٤
٤	خشن	رملي	٢	٥٠,٢	٣٢,٩

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (٨).



شكل (٨) : مؤشرات جودة التربة بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي: كونكوكورال لوحة بني سويف مقيـــاس ١ : ٥٠٠٠٠٠، أكاديميـــة البحث العلمي، خرائط التربة بالوجه القبلي لوحة (١) ١٩٨٧م، والملفات الرقمية التي تنتجها هيئة المســـاحة الجيولوجية الأمريكية USGS.

ج- مؤشر عمق قطاع التربة:

يعد عمق قطاع التربة أحد أهم مؤشرات جودة التربة، فكلما كانت التربة ذات قطاع عميق كلما ساهم ذلك في امتداد جذور النباتات في التربة للحصول علي المياه والمغذيات ومن ثم تثبيت التربة ومنع تعريتها وانجرافها وتدهورها. ويعد تدهور التربة بسبب التعرية تهديدًا خطيرًا لنوعية التربة وإنتاجيتها في المناطق الصحراوية والجبلية، حيث تعتمد معدلات تآكل التربة إلى حد كبير على سمك ونوعية التربة السطحية وطبيعة التربة التحتية. وبشكل عام فإن التربة العميقة لا تتأثر بعمليات التعرية وتكون مقاومة لعمليات التصحر، في حين أن معظم التربات الجبلية ضحلة أو لها بعض الخصائص غير المرغوب فيها مثل الأفق الصخري والتي تؤثر سلبًا على عملية الإنبات[1]. ويوضح الجدول (١٤) والشكل (٨) فئات مؤشر عمق قطاع التربة بمنطقة الدراسة والذي يتضح منهما أن ٥٤,٣% من مساحة المنطقة ذات قطاع تربة ضحل جداً ممثلا في تربة السهول الصحراوية والمرتفعات الغربية من المنطقة وبالتالي فهي ذات حساسية بيئية مرتفعة للتصحر، في حين أن ٣,٨% من مساحة المنطقة ذات قطاع عميق جداً والذي يظهر شمال شرق المنطقة في نطاق السهل الفيضي، بينما تغطي التربة ذات القطاع متوسط العمق حوالي ٣٢,٩% من مساحة المنطقة والتي تتمثل في الجزء الشرقي من المنطقة بينما تغطي المناطق ذات التربة الضحلة حوالي ٦,٢% من مساحة المنطقة.

جدول (١٤) : فئات مؤشر عمق قطاع التربة وأوزانها بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	الوصف	المؤشر	المساحة (كم^2)	(%)
١	عميق جداً	أكثر من ١٠٠ سم	١	٥,٧	٣,٨
٢	متوسط العمق	من ١٠٠ – ٥٠ سم	١,٣٣	٥٠,٢	٣٢,٩
٣	غير عميق (ضحل)	من ٥٠ – ٢٥ سم	١,٦٦	٩,٥	٦,٢
٤	رقيق جدا (ضحل جدا)	أقل من ٢٥ سم	٢	٨٢,٨	٥٤,٣

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (٨).

(1) soil_depth (europa.eu)

د- مؤشر الانحدار:

يعد مؤشر انحدار السطح من المؤشرات المهمة التي يتألف منها نموذج MEDALUS والتي تعكس أثر الانحدار في معدلات جودة التربة وإنعكاس ذلك علي الحساسية البيئية للتصحر وذلك من خلال تأثير درجة انحدار السطح في درجة نشاط عوامل التعرية الخارجية ممثلة في التعرية المائية والهوائية والتي تزيد معدلاتها مع الأسطح شديدة الانحدار وتقل بإنحفاض الانحدار، فضلا عن تأثيرها الواضح علي حركة المواد علي المنحدرات وما يترتب عليه من تدهور نوعية التربة. ويوضح الجدول (١٥) والشكل (٨) فئات مؤشر الانحدار والذي يتضح منهما أن ٦١,١% من مساحة المنطقة ذات معدل انحدار خفيف يقل عن ٣,٥ درجة أو ٦% وبالتالي فهي مناطق ذات حساسية بيئية منخفضة للتصحر والتي تظهر علي امتداد السهول الصحراوية والمناطق المنبسطة بمنطقة الدراسة، في حين أن ٣٣,٣% من مساحة المنطقة ذات معدل انحدار معتدل نسبيا يتراوح بين ٣,٥-١٠,٠ درجة ويظهر علي جوانب منخفض الفيوم والسهل الفيضي وعلي جوانب التلال بنطاق السهول الصحراوية. كذلك فإن ٢,٨% من مساحة المنطقة ذات انحدارات شديدة وشديدة جداً حيث تزيد درجة انحدارها علي ١٠,٠ درجة وتتمثل في قمم المرتفعات شمال غرب وجنوب منطقة الدراسة وهي منحدرات ذات حساسية بيئية عالية للتصحر.

جدول (١٥) : فئات مؤشر درجة انحدار السطح وأوزانها بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	الوصف	المؤشر	المساحة (كم٢)	(%)
١	خفيف	أقل من ٦% (أقل من ٣,٥ درجة)	١	٩٣,٢	٦١,١
٢	معتدل نسبياً	من ٦-١٨% (من ٣,٥ - ١٠,٠ درجة)	١,٣٣	٥٠,٧	٣٣,٣
٣	شديد	من ١٨-٣٥% (من ١٠ - ١٩ درجة)	١,٦٦	٣,٥	٢,٣
٤	شديد جداً	٣٥% فأكثر (١٩ درجة فأكثر)	٢	٠,٨	٠,٥

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (٨).

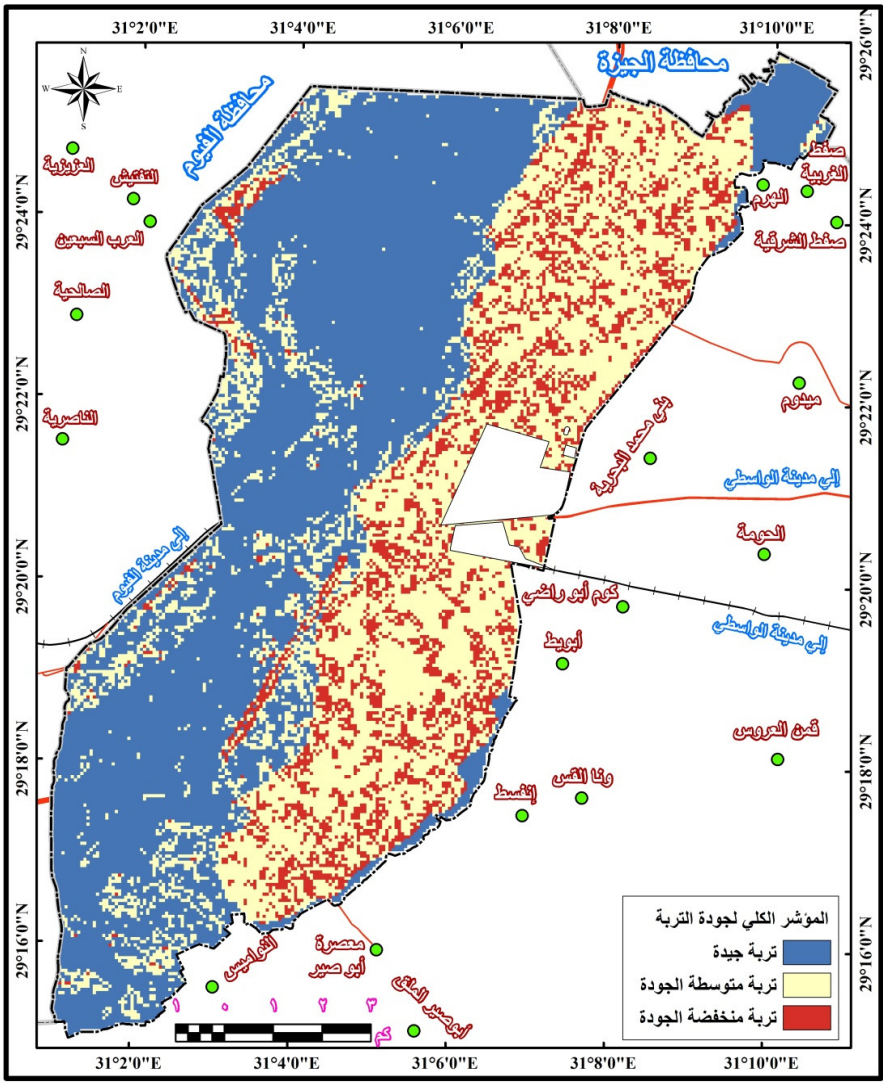
هـ- المؤشر الكلي لجودة التربة:

يمثل المؤشر الكلي لجودة التربة ناتج معادلة جودة التربة والتي تم من خلالها جبر خرائط المؤشرات الأربعة سابقة الذكر في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية للحصول علي المؤشر الاجمالي لجودة التربة في منطقة الدراسة. ويوضح الجدول (١٦) والشكل (٩) المؤشر الاجمالي لنوعية التربة بمنطقة الدراسة والذي يتضح منهما أن ١٢,١% من تربة منطقة الدراسة ذات جودة منخفضة والتي يزيد فيها مؤشر جودة التربة علي ١,٤٥، وهي التربة خشنة القوام ذات مادة الأصل الهشة والانحدار المرتفع والعمق القليل والتي تمتد شرق منطقة الدراسة حيث هوامش السهل الفيضي لنهر النيل ومناطق الاستصلاح الزراعي شرق طريق القاهرة أسيوط الصحراوي الغربي ونطاق المرتفاعات غرب المنطقة (صورة ٦). كذلك يلاحظ أن ٤٨,٨% من مساحة المنطقة ذات جودة جيدة وتظهر في الجزء الغربي من منطقة الدراسة حيث تتسم بمادة الأصل المتماسكة ونسيج التربة المتداخل بين الطمي والرمل والقطاع العميق والانحدار المنخفض عدا نطاق التلال، في حين تغطي المناطق ذات الجودة المتوسطة ٣٦,٣% من مساحة المنطقة وتظهر في الجزء الشرقي منها.

جدول (١٦) : المؤشر الاجمالي لنوعية التربة وأوزانها بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	المؤشر	المساحة (كم٢)	(%)
١	جيدة	أقل من ١,١٣	٧٤,٤	٤٨,٨
٢	متوسطة	من ١,١٣ – ١,٤٥	٥٥,٤	٣٦,٣
٣	منخفضة	١,٤٥ فأكثر	١٨,٤	١٢,١

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (٩).



شكل (٩) : مؤشر جودة التربة الكلي بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي الشكل (٨).

٢) مؤشر جودة الغطاء النباتي:

يمثل الغطاء النباتي أحد المؤشرات الرئيسية التي يتكون منها نموذج MEDALUS لتقييم الحساسية البيئية للتصحر، حيث يتم حساب هذا المؤشر اعتماداً علي أربعة مؤشرات فرعية تتمثل في مؤشر كثافة الغطاء النباتي ومؤشر خطر الحرائق ومؤشر حماية التربة

من التعرية ومؤشر حماية التربة من الجفاف. ويعد الغطاء النباتي أحد أهم العناصر التي تتحكم في عملية التصحر، فالغطاء النباتي يعمل علي تثبيت التربة وحمايتها من التعرية والتدهور مما يعوق تصحرها، خاصة في البيئات ذات النظم البيئية الهشة مثل بيئات هوامش السهل الفيضي والظهير الصحراوي الجاف التي تقع فيها منطقة الدراسة. كذلك يساهم النبات في خفض معدلات درجة حرارة التربة من خلال حجب أشعة الشمس المباشرة من الوصول إلي التربة الأمر الذي يقلل من معدلات التبخر فيها ومن ثم تقليل معدلات جفافها وتصحرها. وعلي الناحية الأخرى فإن انخفاض كثافة الغطاء النباتي بشكل دائم أو بعد الحصاد وترك التربة عارية لفترة يؤدي إلي تدهورها نتيجة تعرضها لعمليات التذرية والجفاف التي تعمل علي تدهور خصائصها، أو نتيجة عرضها المباشر لقطرات المطر ومن ثم تعريتها مائياً. ويتم حساب مؤشر جودة الغطاء النباتي الكلي من خلال المعادلة الآتية:

$$VQI = (I\,Ep * I\,Dr * I\,Vc * IFR)^{1}/_{4}$$ (Ali & El-Baroudy, 2006, p. 159)

حيث أن ***VQI*** مؤشر جودة الغطاء النباتي Vegetation Quality Index وأن ***I Ep*** مؤشر حماية التربة من التعرية وأن ***I Dr*** مؤشر حماية التربة من الجفاف وأن ***I Vc*** مؤشر كثافة الغطاء النباتي وأن ***IFR*** مؤشر خطر الحرائق.

وفيما يلي عرض لمؤشرات جودة الغطاء النباتي :

أ- مؤشر كثافة الغطاء النباتي:

يقيس مؤشر كثافة الغطاء النباتي المساحة المغطاة بالنباتات الخضراء والذي يعرف أيضا بمؤشر الورقة الخضراء (Chen, et al., 1997, p. 429) وهو تعبير بديل لمصطلح الغطاء النباتي يعطي مساحة الأوراق بالمتر المربع المقابل لمساحة متر مربع من الأرض. ويعد عامل كثافة الغطاء النباتي من العوامل المهمة التي تؤثر في عملية التصحر، حيث يؤدي إلي حماية التربة من التعرية الهوائية والمائية إلي جانب زيادة معدل المواد العضوية في التربة واستقرار مجموع التربة والقدرة علي الاحتفاظ بالمياه وخفض معدلات الجريان السطحي وفقدان رواسب ومكونات التربة. وقد تم تحديد كثافة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة من خلال استخلاص الغطاء النباتي من صورة القمر الصناعي

Landsat (8) OLI_TIRS بتاريخ ١ فبراير ٢٠٢٢م وذلك للوحة ١٧٦/٤٠ بدرجة وضوح ٣٠ متر وجودة ٩,٠ وغطاء سحابي بنسبة ٢,٦٦%. وقد تم استخلاص الغطاء النباتي في الصورة من خلال دليل الفرق النباتي المتعامد The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)، وذلك وفق المعادلة الآتية:

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

حيث أن ***NDVI*** دليل الفروق النباتية المتعامد وأن ***NIR*** تمثل الاستجابة الطيفية في منطقة الأشعة تحت الحمراء القريبة وأن ***R*** تمثل الاستجابة الطيفية في المنطقة الحمراء.

ويوضح الجدول (١٧) فئات مؤشر كثافة الغطاء النباتي وأوزانها النسبية (شكل ١٠)، والذي يتضح منهم أن الأراضي ذات الغطاء النباتي الكثيف تمثل ٢,٠% من مساحة المنطقة والتي تقع في نطاق السهل الفيضي في الشمال الشرقي وهوامش منخفض الفيوم في الشمال الغربي (صورة ٧)، بينما تغطي الأراضي ذات الغطاء النباتي متوسط الكثافة نحو ٢,٧% من مساحة المنطقة والتي تظهر وسط المنطقة حيث مناطق الاستصلاح الزراعي (صورة ٨). أما المناطق التي تتسم بالغطاء النباتي منخفض الكثافة فتغطي ١١,٢% من مساحة المنطقة وتظهر حول مناطق الاستصلاح الزراعي وسط المنطقة، بينما تغطي المناطق ذات الغطاء النباتي منخفض الكثافة جداً حوالي ٨١,٣% من مساحة المنطقة وتتمثل في السهول الصحراوية المتسعة والمنحدرات الجبلية غرب المنطقة وجنوبها.

جدول (١٧) : فئات مؤشر كثافة الغطاء النباتي وأوزانها بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	الوصف	المؤشر	المساحة (كم٢)	(%)
١	مرتفعة	أكبر من ٤٠%	١	٣,١	٢,٠
٢	متوسطة	من ٤٠ –٣٠%	١,٣٣	٤,٠	٢,٧
٣	منخفضة	من ٣٠–١٠%	١,٦٦	١٧,١	١١,٢
٤	منخفضة جداً	أقل من ١٠%	٢	١٢٤	٨١,٣

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (١٠).

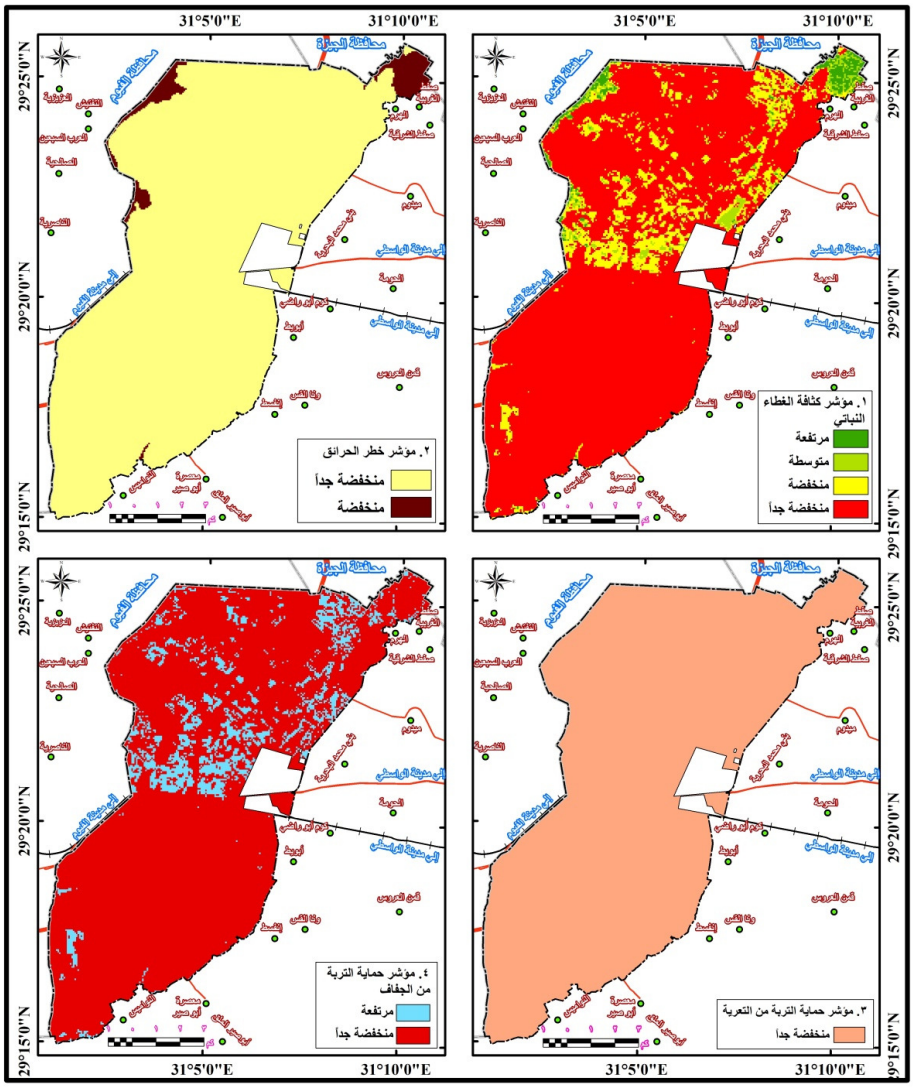
ب- مؤشر خطر الحرائق:

تعد الحرائق جزءًا من عمليات النظام البيئي الطبيعي في العديد من مناطق العالم حيث يصبح الغطاء النباتي قابلاً للاشتعال خلال موسم الجفاف أو خلال السنوات الجافة في المناطق الرطبة. وتزداد احتمالية انتشار الحرائق في الأقاليم شبه الرطبة وشبه الجافة، غيرأن هذه الاحتمالية تنخفض في الأقاليم الجافة التي تتميز بغطاء نباتي فقير يمثل إنعكاساً للظروف المناخية السائدة بها. وتختلف النظم البيئية فيما بينها في التكيف مع الحرائق من حيث كثافة الغطاء النباتي ومعدل تعرضها للحرائق، وبشكل عام فإن النظم التي لا تتعرض للحرائق باستمرار تعد نظم ذات حساسية للحرائق، حيث تعد عرضة للتدهور والتصحر بعد حدوث الحرائق (Vallejo and Valdecantos, 2008, p. 1). وترتبط معدلات خطر الحرائق ارتباطاً وثيقاً بكثافة الغطاء النباتي السائد إلي جانب الظروف المناخية، ويوضح الجدول (١٨) والشكل (١٠) فئات مؤشر خطر الحرائق بمنطقة الدراسة والذي يتضح منهما أن ٩٣,٤% من مساحة المنطقة ذات مؤشر منخفض جداً للحرائق نظراً لانخفاض كثافة الغطاء النباتي به، في حين أن ٣,٨% من مساحة المنطقة ذات مؤشر منخفض للحرائق والذي يظهر في المناطق الزراعية شمال شرق وشمال غرب المنطقة.

جدول (١٨) : فئات مؤشر خطر الحرائق وأوزانها بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	الوصف	المؤشر	المساحة (كم^2)	(%)
١	منخفضة جداً	الأرض الجرداء والمحاصيل الزراعية المعمرة والمحاصيل الزراعية السنوية (الذرة والتبغ وعباد الشمس)	١	١٤٢,٤	٩٣,٤
٢	منخفضة	المحاصيل الزراعية السنوية (الحبوب، الأراضي العشبية)، البلوط النفضي، البحر الأبيض المتوسط المختلط، غابات الماكيا دائمة الخضرة	١,٣٣	٥,٨	٣,٨
٣	متوسطة	غابات Macchia البحر المتوسط	١,٦٦	-	-
٤	مرتفعة	غابات الصنوبر	٢	-	-

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (١٠).



شكل (١٠) : مؤشرات جودة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي: Landsat (8) OLI_TIRS والشكل (٣).

ج- مؤشر حماية التربة من التعرية:

تعكس عملية تعرية التربة وتآكلها الشكل العام لمدي صحة النظام البيئي وتوازنه، حيث تشكل عوامل التعرية الخارجية أحد الأسباب الرئيسية التي تعمل علي تدهور حالة التربة وتصحرها. ويؤدي تعرض أنماط معينة من التربة إلي عوامل

التعرية خاصة التربات المفككة والجافة في البيئات الجافة، حيث يؤدي ذلك إلي فقدان التربة مكوناتها وانخفاض انتاجيتها ومن ثم تدهورها وتصحرها بعد ذلك. ويعتمد حجم تآكل التربة وتعريتها علي عمق قطاع التربة ونسيجها وخصائص التضاريس ودرجة انحدار السطح والظروف المناخية السائدة، فضلاً عن خصائص الغطاء النباتي السائد التي تمثل العامل المهم في نشاط عوامل التعرية الخارجية من عدمه. وبشكل عام يمكن القول أن تعرية التربة سواء بواسطة المياه أو الهواء في ظل قلة عمق قطاع التربة وانخفاض كثافة الغطاء النباتي يؤدي إلي تصحرها (Hegazi, et al., 2009, p. 55). ويوضح الجدول (١٩) والشكل (١٠) فئات مؤشر حماية التربة من التعرية والذي يتضح منهما أن منطقة الدراسة بالكامل تقع في نطاق الحماية المنخفضة جداً من تعرية التربة والتي تنتشر في بيئات المحاصيل الزراعية السنوية (الحبوب) والمراعي السنوية والكروم إلي جانب الأراضي الخالية من الغطاء النباتي (Kosmas, et al., 1999, p. 24).

جدول (١٩) : فئات مؤشر حماية التربة من التعرية وأوزانها بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	الوصف	المؤشر	المساحة (كم٢)	(%)
١	مرتفعة جداً	غابات Macchia البحر المتوسط المختلطة والغابات دائمة الخضرة	١	–	–
٢	مرتفعة	غابات Macchia البحر المتوسط وغابات الصنوبر والمراعي الدائمة والمحاصيل المعمرة دائمة الخضرة	١,٢	–	–
٣	متوسطة	الغابات النفضية	١,٤	–	–
٤	منخفضة	المحاصيل الزراعية المعمرة المتساقطة (اللوز، البساتين)	١,٧	–	–
٥	منخفضة جداً	المحاصيل الزراعية السنوية (الحبوب) والمراعي السنوية والكروم	٢	١٤٨,٢	٩٧,٢

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (١٠).

د- مؤشر حماية التربة من الجفاف:

يمثل مؤشر حماية التربة من الجفاف نوعاً من التكامل بين نمط الغطاء النباتي السائد ونوع التربة وحالة المناخ، حيث يؤدي انخفاض كثافة الغطاء النباتي إلي رفع معدلات جفاف التربة وبالتالي تصحرها. وتتمثل الاستجابة الرئيسية للنباتات عند زيادة معدلات الجفاف في انخفاض مؤشر مساحة الأوراق والذي قد يكون مفيدًا على المدى القصير لأنه يقلل من النتح، ولكن مثل هذا الجفاف سيزيد من احتمالية تآكل التربة عند سقوط المطر أو عند نشاط الرياح، حيث يتم تقليل الغطاء النباتي الواقي (Kosmas, et al., 1999, p. 25). بينما يضطر السكان إلي زراعة بعض المحاصيل المقاومة للجفاف مثل الزيتون أو التين الشوكي (صورة ٩). ويوضح الجدول (٢٠) والشكل (١٠) فئات مؤشر حماية التربة من الجفاف والذي يتضح منه أن ١١,٢% من مساحة منطقة الدراسة ذات حماية مرتفعة من الجفاف والتي تتمثل في مزارع الزيتون بمناطق الاستصلاح الزراعي علي جانبي طريق القاهرة أسيوط الصحراوي الغربي، بينما تغطي مناطق الحماية المنخفضة نحو ٨٦,٠% من مساحة المنطقة.

جدول (٢٠) : فئات مؤشر حماية التربة من الجفاف وأوزانها بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	الوصف	المؤشر	المساحة (كم^2)	(%)
١	مرتفعة جداً	غابات Macchia البحر المتوسط المختلطة والغابات دائمة الخضرة وغابات Macchia البحر المتوسط	١	–	–
٢	مرتفعة	الصنوبريات والنفضية والزيتون	١,٢	١٧,١	١١,٢
٣	متوسطة	الأشجار الزراعية المعمرة (الكروم، اللوز، أوكراند)	١,٤	–	–
٤	منخفضة	المراعي المعمرة	١,٧	–	–
٥	منخفضة جداً	المحاصيل الزراعية السنوية، المراعي السنوية	٢	١٣١,١	٨٦,٠

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (١٠).

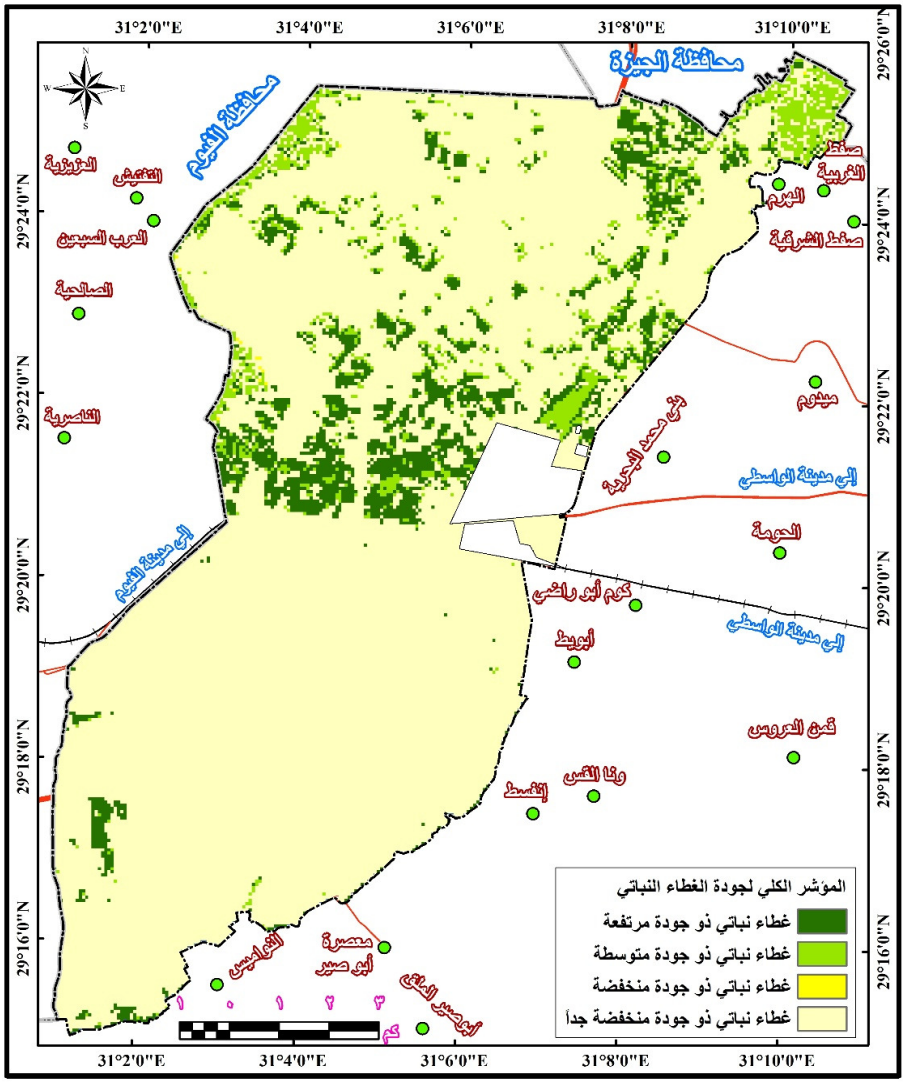
هـ- المؤشر الكلي لجودة الغطاء النباتي:

يمثل المؤشر الكلي لجودة الغطاء النباتي ناتج معادلة جودة الغطاء النباتي والتي تم من خلالها جبر خرائط المؤشرات الأربعة سابقة الذكر في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية للحصول علي المؤشر الاجمالي لجودة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة. ويوضح الجدول (٢١) والشكل (١١) المؤشر الاجمالي لجودة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة والذي يتضح منهما أن ٨٣,٦% من الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة ذات جودة منخفضة والتي يزيد فيها مؤشر جودة الغطاء النباتي علي ١,٤، وهي الأجزاء ذات الغطاء النباتي منخفض الكثافة وذات حماية منخفضة من التعرية ومن الجفاف كذلك والذي يتمثل في مناطق السهول الصحراوية ومناطق التلال المرتفعة بمنطقة الدراسة، بينما تشكل المناطق ذات الغطاء النباتي متوسط الجودة والمرتفع نحو ١٣,٥% وتظهر في المناطق الزراعية ذات الغطاء النباتي المختلف والتي تتسم بغطاء نباتي يعمل علي حماية التربة من الجفاف والتعرية ويقلل من معدلات البخر وفقدان التربة رطوبتها (صورة ١٠).

جدول (٢١) : المؤشر الاجمالي لجودة الغطاء النباتي وأوزانه بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	المؤشر	المساحة (كم^2)	(%)
١	جيدة	أقل من ١,٢	١٣,٣	٨,٧
٢	متوسطة	من ١,٢ – ١,٤	٧,٣	٤,٨
٣	منخفضة	من ١,٤ – ١,٦	٠,١	٠,١
٤	منخفضة جداً	١,٦ فأكثر	١٢٧,٥	٨٣,٦

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (١١).



شكل (١١) : مؤشر جودة الغطاء النباتي الكلي بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي الشكل (١٠).

٣) مؤشر جودة المناخ:

تمثل الظروف المناخية عاملاً رئيسياً من ضمن العوامل المسببة لحدوث الجفاف والتصحر، فالمشكلتان تصنفان علي أنهما مشكلات بيئية مرتبطة بالمناخ. ويتم تقييم جودة المناخ باستخدام العناصر التي تؤثر على توافر المياه للنباتات، مثل كمية

الأمطار ودرجة حرارة الهواء والجفاف. وتساعد الظروف الجوية التي تتميز بها المناطق الصحراوية بشكل كبير في حدوث التصحر وذلك بسبب ارتفاع معدلات حدوث البخر–نتح التي تفوق معدلات التساقط وبالتالي تسبب عجزاً في الميزان المائي ينتج عنه الجفاف والتصحر، حيث أن تناقص كميات الأمطار المصحوبة بمعدلات عالية من التبخر يقلل بشكل كبير من محتوى رطوبة التربة المتاح لنمو النبات والذي يؤثر بدوره في انخفاض إنتاج الكتلة الحيوية مما يؤثر بشكل مباشر على محتوى المادة العضوية للتربة، وتراكم واستقرار أفق السطح ضد التعرية. وعلي الناحية الأخرى فإن التساقط المطري يعمل علي رفع معدلات تآكل التربة وتدهورها في المناطق الخالية من النبات مما يؤثر في جودتها. ويتم حساب مؤشر جودة المناخ وفق المعادلة الآتية:

$$CQI = (I r * I a * I s)^{1/3}$$ (Hegazi, et al., 2009, p. 33)

حيث أن ***CQI*** مؤشر جودة المناخ Climate Quality Index وأن ***I r*** مؤشر التساقط (المطر) وأن ***I a*** مؤشر الجفاف وأن ***I s*** مؤشر اتجاه الانحدار.

وفيما يلي عرض لمؤشرات جودة المناخ :

أ- مؤشر التساقط (المطر):

يقيس مؤشر التساقط كمية المطر التي تتلقاها منطقة الدراسة والتي تؤثر في حدوث التصحر أو تدهور نوعية التربة، حيث يؤدي انحباس المطر لفترات طويلة إلي جفاف التربة في المناطق غير المروية بمنطقة الدراسة والتي تتمثل في السهول الصحراوية بما تضمه من مناطق استصلاح زراعي يتم ريها بالرش او بالتنقيط، حيث تتأثر هذه المناطق بقلة معدلات التساقط والتي يترتب عليها جفاف التربة نتيجة ارتفاع معدلات التبخر منها بسبب ارتفاع درجة الحرارة ومن ثم تدهورها وتصحرها. وتجدر الإشارة إلي أن منطقة الدراسة تمثل جزءً من المناخ الصحراوي الجاف الذي يتسم بقلة المطر وأن أمطاره تسقط في فصل الشتاء وتقل في فصلي الخريف والربيع وتنعدم في فصل الصيف الجاف الحار. ونظراً للظروف المناخية للمنطقة فإن سقوط المطر يكون علي هيئة رخات غزيرة سريعة في وقت محدود مما قد يكون له أثر

سلبي في جرف التربة خاصة في المناطق ذات الانحدارات الشديدة في نطاق التلال الجبلية بالمنطقة. ويوضح الجدول (٢٢) والشكل (١٢) فئات مؤشر التساقط بمنطقة الدراسة والذي يتضح منهما وقوع منطقة الدراسة بالكامل في الفئة قليلة المطر والتي يقل متوسطها السنوي من المطر عن ٢٨٠ مم وبالتالي فهي ذات حساسية بيئية مرتفعة للتصحر وفق هذا المؤشر.

جدول (٢٢) : فئات مؤشر التساقط (المطر) وأوزانها بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	الوصف	المؤشر	المساحة (كم^{٢})	(%)
١	ممطر	أكثر من ٦٥٠ مم/سنة	١	_	_
٢	متوسط المطر	من ٦٥٠ – ٢٨٠ مم/سنة	١,٥	_	_
٣	قليل المطر	أقل من ٢٨٠ مم/سنة	٢	١٤٨,٢	٩٧,٢

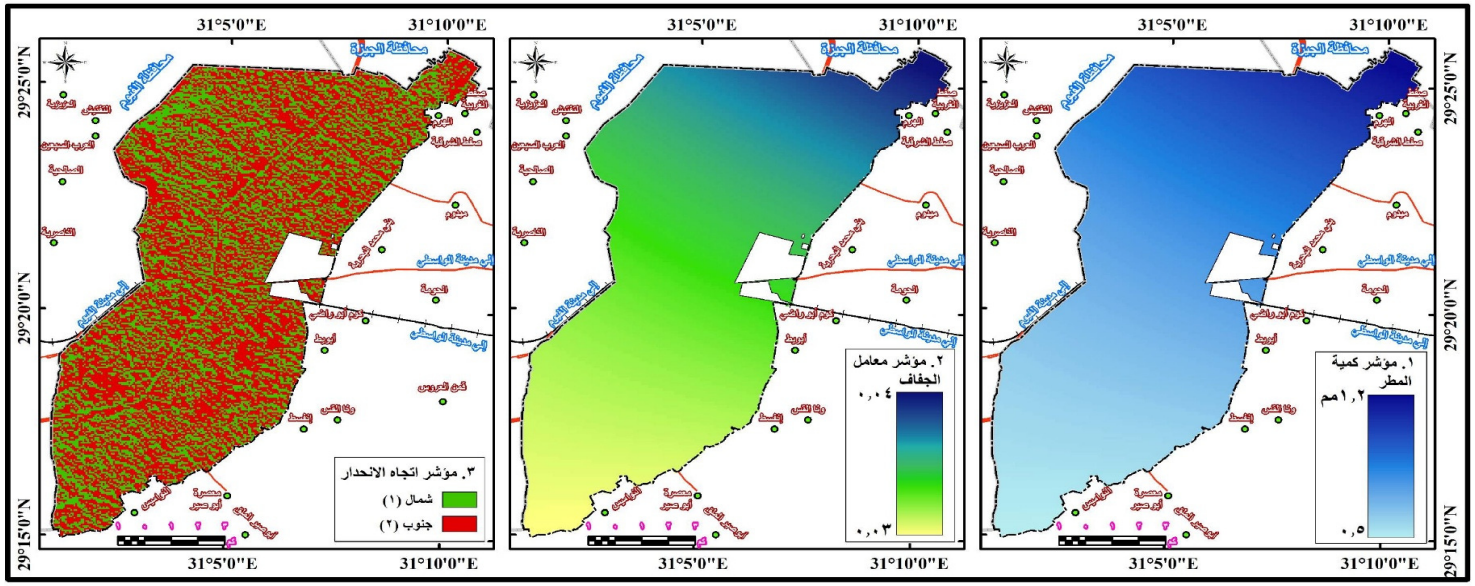
المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (١٢).

ب- مؤشر الجفاف:

يعكس مؤشر الجفاف العلاقة بين درجة الحرارة ومعدلات التساقط وأثر ذلك في معدلات التصحر بالمنطقة، فهو مؤشر لمتوسط المياه المتاحة في التربة، يعرف بأنه النسبة بين متوسط تساقط الأمطار السنوي ومتوسط التبخر النتح السنوي، حيث يعد عاملاً بيئياً حاسماً يؤثر على تطور الغطاء النباتي وبالتالي التعرية المطرية من خلال مراعاة سقوط الأمطار ودرجة حرارة الهواء[١]. وقد تم الاعتماد علي مؤشر ديمارتون De Martonne لحساب مؤشر الجفاف وذلك لسهولة حسابه وتوفر بياناته. ويوضح الجدول (٢٣) والشكل (١٢) فئات مؤشر الجفاف بمنطقة الدراسة والذي يتضح منهما وقوع المنطقة بالكامل في نطاق المناخ الجاف الذي تقل فيه قيمة المؤشر عن ٥ وبالتالي فالمنطقة ذات حساسية بيئة مرتفعة للتصحر وفق هذا المؤشر.

---

(1) aridity_index_(1) (europa.eu)



شكل (١٢) : مؤشرات جودة المناخ بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي جدول (٨) وجدول (١٠) وشكل (٣).

جدول (٢٣) : فئات مؤشر الجفاف وأوزانها بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	الوصف	المؤشر	المساحة (كم٢)	(%)
١	شديد الرطوبة	٣٠ فأكثر	١	–	–
٢	رطب	من ٢٠ – أقل من ٣٠	١,٤	–	–
٣	رطب نوعا ما	من ١٠ – أقل من ٢٠	١,٦	–	–
٤	شبه جاف	من ٥ – أقل من ١٠	١,٨	–	–
٥	جاف	أقل من ٥	٢	١٤٨,٢	٩٧,٢

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (١٢).

ج- مؤشر اتجاه الانحدار:

يقيس هذا المؤشر اتجاهات انحدار الأسطح في منطقة الدراسة، حيث يؤثر اتجاه المنحدر في زاوية ومدة سقوط الأشعة الشمسية علي المنحدرات، حيث تصبح المنحدرات ذات الاتجاه الجنوبي والغربي أكثر دفئاً ولها معدلات حرارة وتبخر أعلي وقدرة تخزين مياه أقل ومحتوي أقل من المادة العضوية من المنحدرات التي تتجه ناحية الشمال والشرق (Kosmas, et al., 1999, p. 22)، وبالتالي فإن الغطاء النباتي علي المنحدرات الجنوبية أقل جودة وكثافة من الغطاء النباتي علي المنحدرات الشمالية. ويؤثر التباين في اتجاهات الانحدار على توزيع الطاقة ومياه المطر والمغذيات النباتية والغطاء النباتي وذلك من خلال التأثير في مدي تعرض التربة للرياح وسقوط المطر، إلي جانب ظروف الصرف الطبيعي والجريان السطحي والتعرية وإزالة الرواسب بفعل الرياح. وقد أظهرت القياسات في منطقة البحر المتوسط أن معدلات نحت التربة علي المنحدرات المتجهة ناحية الجنوب الشرقي والجنوب الغربي أعلي من معدلاتها علي المنحدرات التي تتجه ناحية الشمال الشرقي والشمال الغربي. ويوضح الجدول (٢٤) والشكل (١٢) فئات مؤشر اتجاه الانحدار بمنطقة الدراسة والذي يتضح منهما أن ٤١,٢% من مساحة المنطقة ذات اتجاهات شمالية وشمالية شرقية وشمالية غربية وشرقية، وهي أتجاهات ذات حساسية بيئية أقل تجاه التصحر، في حين أن ٥٦,٠% من جملة مساحة المنطقة ذات اتجاهات جنوبية وجنوبية شرقية وجنوبية غربية وغربية ومستوية وهي اتجاهات ذات حساسية بيئية عالية للتصحر.

جدول (٢٤) : فئات مؤشر اتجاه الانحدار وأوزانها بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	الوصف	المؤشر	المساحة (كم٢)	(%)
١	شمال	شمال- شمال شرق - شمال غرب - شرق	١	٦٢,٨	٤١,٢
٢	جنوب	جنوب - جنوب شرق - جنوب غرب - غرب - مستوي	٢	٨٥,٤	٥٦,٠

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (١٢).

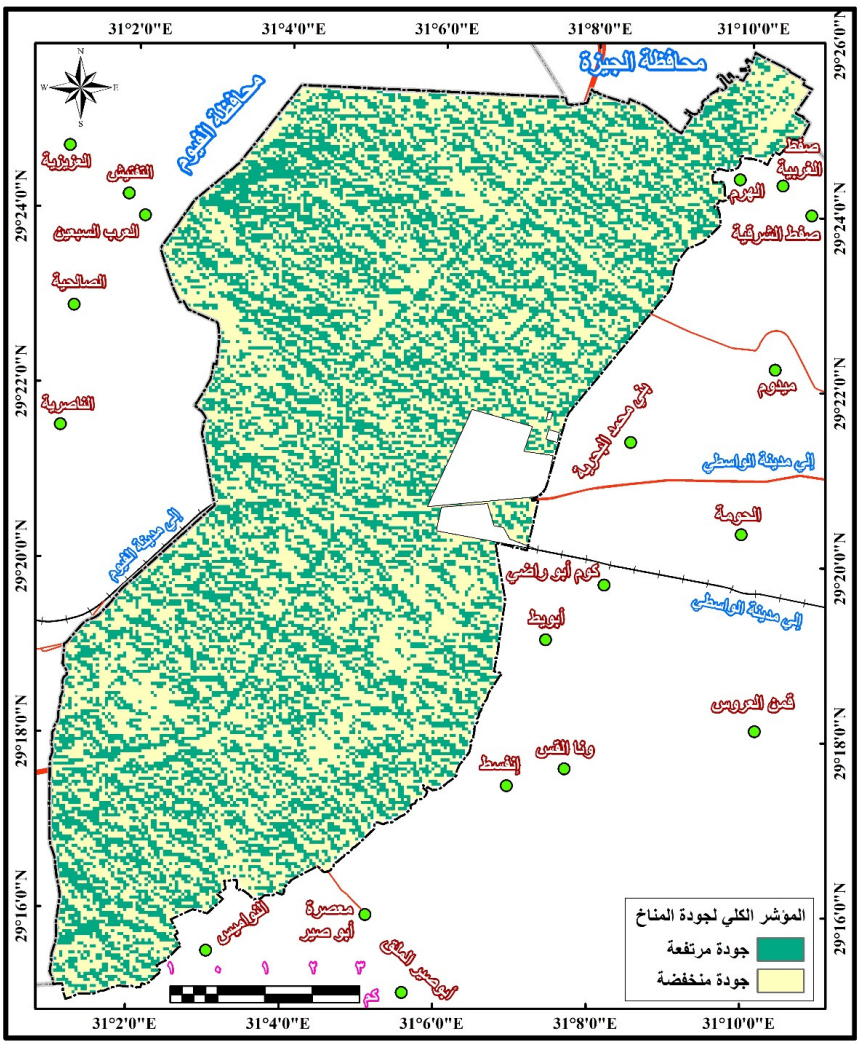
د- المؤشر الكلي لجودة المناخ:

يمثل المؤشر الكلي لجودة المناخ ناتج معادلة جودة المناخ والتي تم من خلالها جبر خرائط المؤشرات الثلاثة سابقة الذكر في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية للحصول علي المؤشر الاجمالي لجودة المناخ في منطقة الدراسة. ويوضح الجدول (٢٥) والشكل (١٣) المؤشر الاجمالي لجودة المناخ بمنطقة الدراسة والذي يتضح منهما أن ٥٧,٥% من مساحة المنطقة ذات جودة مناخية منخفضة، حيث تمثل هذه الفئة المناطق ذات الاتجاهات الجنوبية والغربية والمستوية في ظل انخفاض جودة مؤشر التساقط ومؤشر الجفاف، في حين تشكل المناطق ذات جودة المناخ المرتفعة نحو ٣٩,٧% من مساحة المنطقة وتتمثل في المناطق ذات الاتجاهات الشمالية والشرقية.

جدول (٢٥) : المؤشر الاجمالي لجودة المناخ وأوزانه بمنطقة الدراسة.

الفئة	الحالة	المؤشر	المساحة (كم٢)	(%)
١	جيدة	أقل من ١,١٥	٦٠,٥	٣٩,٧
٢	متوسطة	من ١,١٥ - ١,٨١	-	-
٣	منخفضة	١,٨١ فأكثر	٨٧,٧	٥٧,٥

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (١٣).



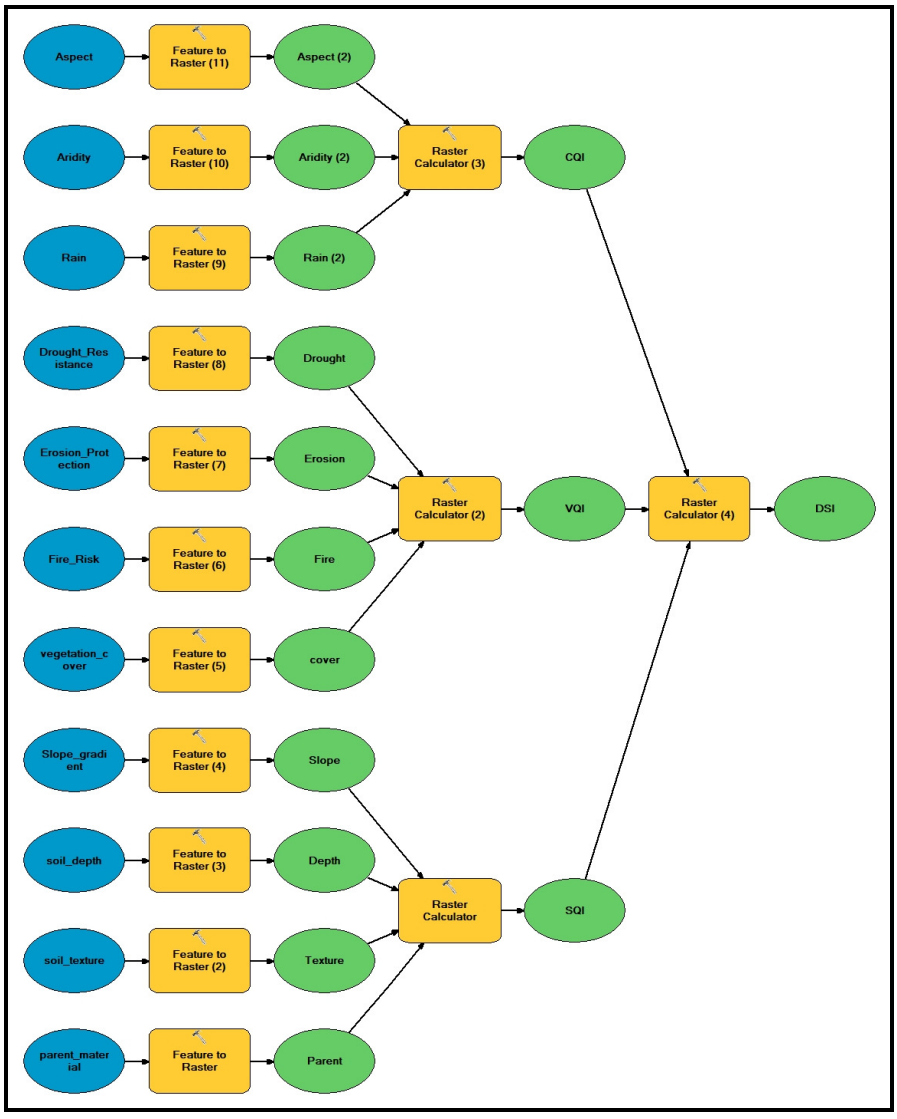
شكل (١٣) : مؤشر جودة المناخ الكلي بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي الشكل (١٢).

٤) مؤشر الحساسية البيئية للتصحر:

يقيس هذا المؤشر الحساسية البيئية للتصحر بمنطقة الدراسة من خلال تحديد المناطق الحساسة بيئياً للتصحر Environmental Sensitivity Area (ESA's) وذلك بحساب مؤشر حساسية التصحر Desertification Sensitivity Index (DSI) وفق المعادلة التي سبق ذكرها لهذا المؤشر. وقد تم الاعتماد علي برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في حساب هذا المؤشر

والتي من خلالها تم جبر الطبقات مع بعضها البعض وذلك بعد تحديد أوزانها النسبية وفق المعادلة الرئيسية ووفق المعادلات الفرعية لباقي المؤشرات، حيث تم بناء نموذج لحساب هذا المؤشر (شكل ١٤)، يمكن استخدامه فيما بعد وتطبيقه علي اي منطقة بعد إدخال مدخلاته للحصول علي نتائج توضح مؤشر الحساسية البيئية للتصحر.



شكل (١٤) : نموذج تقييم الحساسية البيئية للتصحر باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي برنامج Arc GIS 10.8.

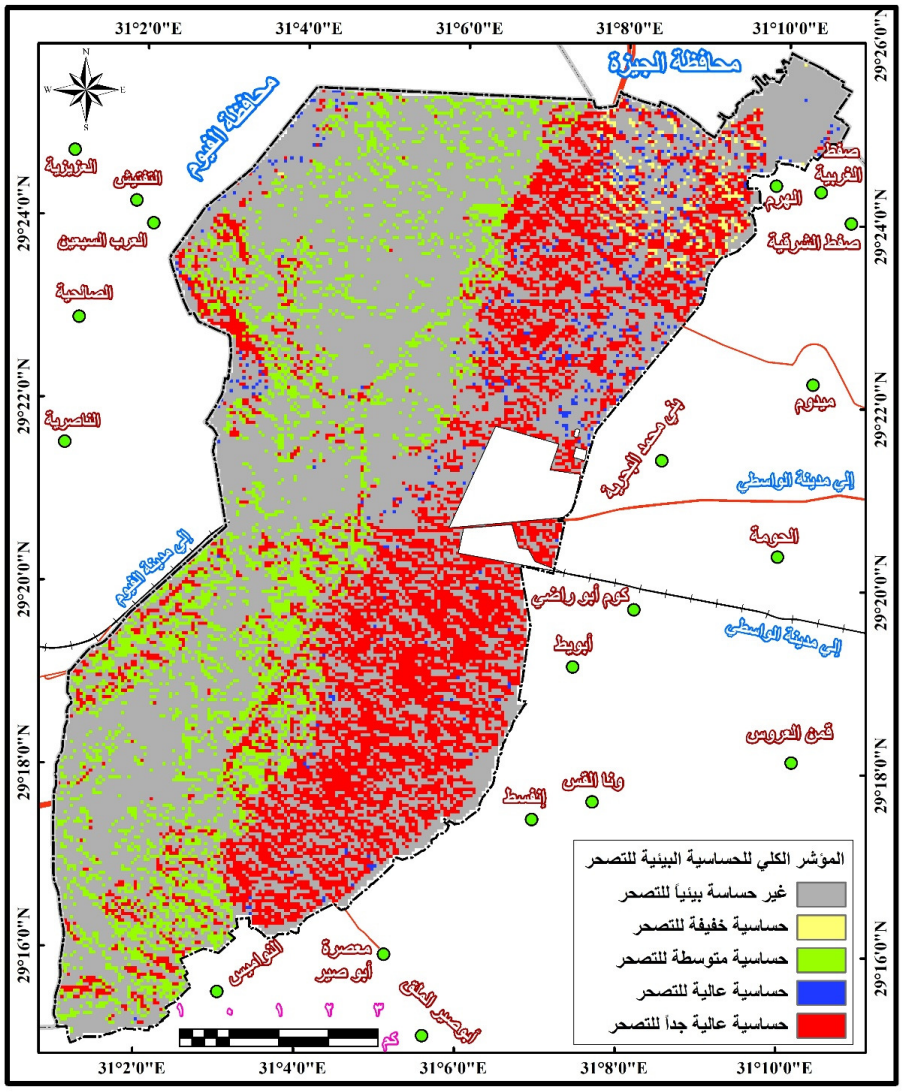
ويوضح الجدول (٢٦) والشكل (١٥) فئات الحساسية البيئية للتصحر بمنطقة الدراسة والذي يتضح منهما ما يلي :

جدول (٢٦) : فئات مؤشر الحساسية البيئية للتصحر وأوزانه بمنطقة الدراسة.

الفئة	المؤشر	وصف الحساسية	المساحة (كم^{٢})	(%)
١	أقل من ١,٢	غير حساسة بيئياً للتصحر	٩٠,٥	٥٩,٤
٢	من ١,٢– ١,٣	حساسية خفيفة للتصحر	٢,٥	١,٦
٣	من ١,٣ – ١,٤	حساسية متوسطة للتصحر	١٦,٦	١٠,٩
٤	من ١,٤ – ١,٦	حساسية عالية للتصحر	٢,٨	١,٨
٥	١,٦ فأكثر	حساسية عالية جداً للتصحر	٣٥,٨	٢٣,٥
الإجمالي			**١٤٨,٢**	**٩٧,٢**

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (١٥).

- تغطي المناطق غير المتأثرة بالتصحر وهي المناطق التي يقل فيها مؤشر الحساسية للتصحر عن ١,٢ حوالي ٥٩,٤% من مساحة منطقة الدراسة. وهذه المناطق التي تكون فيها العوامل الحرجة منخفضة جدًا أو غير موجودة، مع توازن جيد بين العوامل البيئية المختلفة. وتظهر هذه المناطق في نطاق السهول الصحراوية غرب طريق القاهرة أسيوط الصحراوي الغربي وفي المناطق الزراعية بنطاق السهل الفيضي وهوامش منخفض الفيوم.
- تشكل المناطق قليلة التأثر بالتصحر، وهي المناطق التي يتراوح فيها مؤشر التصحر بين ١,٢–١,٣ حوالي ١,٦% من مساحة المنطقة. وهي المناطق المهددة بالتصحر في ظل تغير مناخي كبير، إذا تم تنفيذ مزيج معين من استخدام الأراضي أو حيث ستؤدي التأثيرات الخارجية إلى مشاكل خطيرة. وقد يشمل ذلك أيضًا الأراضي المهجورة التي لا تدار بشكل صحيح. وتظهر هذه الأراضي في الجزء الشمالي الشرقي من المنطقة في نطاق توزيع التربة الطينية الجبسية.



شكل (١٥) : الحساسية البيئية للتصحر بمنطقة الدراسة.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي شكل (٩) وشكل (١١) وشكل (١٣).

- تستحوذ المناطق متوسطة التأثر بالتصحر، وهي المناطق التي يتراوح فيها مؤشر التصحر بين ١,٣-١,٤ علي حوالي ١٠,٩% من مساحة المنطقة. وهي المناطق التي يحتمل أن يؤدي فيها أي تغيير في التوازن الدقيق بين النشاط الطبيعي والبشري إلى التصحر. وتظهر هذه الأراضي بوضوح غرب طريق القاهرة أسيوط

الصحراوي الغربي في مناطق الاستصلاح الزراعي غرب الطريق وعلي الهوامش الشرقية لمنخفض الفيوم. كذلك تظهر هذه الأراضي في مناطق الاستصلاح القديم غرب قرية ميدوم (صورة ١١).

- تبلغ مساحة المناطق المتأثرة بالتصحر، وهي المناطق التي تتراوح فيها قيمة مؤشر التصحر بين ١,٤-١,٦ حوالي ١,٨% من مساحة المنطقة. وهي المناطق التي تدهورت بالفعل بشكل كبير من خلال سوء الاستخدام في الماضي، مما يشكل تهديدًا لبيئة المناطق المحيطة أو مع عمليات تصحر واضحة. زتظهر هذه الأراضي في قطاعين الأول شرق طريق القاهرة أسيوط الصحراوي الغربي في نطاق أراضي الاستصلاح الزراعي فيما بين طريق ميدوم وطريق الواسطي حيث يلاحظ من خلال الدراسة الميدانية انخفاض القدرة الانتاجية للتربة علي الانبات في هذا القطاع نتيجة ارتفاع نسبة الملوحة ومستوي الماء الباطني الواضح، أما النطاق الثاني فيظهر في مناطق الاستصلاح الزراعي شرق منخفض الفيوم ويلاحظ من الدراسة الميدانية تأثر هذا الجزء بشكل كبير بارتفاع مستوي الماء الباطني.
- تشكل المناطق شديدة التأثر بالتصحر، وهي المناطق التي يزيد فيها مؤشر التصحر علي ١,٦ حوالي ٢٣,٥% من مساحة المنطقة. وهي المناطق التي تدهورت بشكل كبير جداً يعوق إمكانية استعادتها. وتظهر هذه الأراضي في نطاق الاسصلاح الزراعي شرق طريق القاهرة أسيوط الزراعي، حيث مادة الأصل من الرواسب الرديئة الهشة ونسيج التربة الخشن وقطاع التربة متوسط العمق والانحدار المتوسط وكثافة الغطاء النباتي المنخفضة ومؤشر الحماية من التعرية والجفاف المنخفض، حيث يضطر السكان إلي نقل تربة تحتوي علي بقايا النباتات لرفع معدلات خصوبتها (صورة ١٢).

النتائج والتوصيات:

يتضح من خلال العرض السابق ما يلي :

- تقع منطقة الدراسة في الظهير الصحراوي الشمالي الغربي لمحافظة بني سويف، حيث يتألف سطحها من الرواسب الحصوية والرملية والطفل والطين بنسبة ٦٥,٤%، وهي أجزاء ذات حساسية بيئية عالية للتصحر، بينما يتشكل ٣٤,٦% من مساحتها من الصخور الجيرية والرملية وهي ذات حساسية بيئية منخفضة للتصحر.

- يتراوح منسوب سطح المنطقة الدراسة بين ٥م كأدني منسوب وبين ١١٩م كأعلي منسوب بمدى تضاريسي بلغ ١١٤م، كما أن ٧٩,٨% من مساحتها ذات انحدارات هينة وبسيطة وهي مناطق منخفضة الحساسية للتصحر وأن ٠,٣% من مساحتها ذات انحدارات شديدة وشديدة جداً وهي مناطق ذات حساسية بيئية عالية للتصحر. كذلك يتجه نحو ٤١,٢% من مساحتها ناحية الشمال وهي مناطق منخفضة الحساسية للتصحر بينما يتجه ٥٦,٠% من مساحتها ناحية الجنوب وهي مناطق ذات حساسية مرتفعة للتصحر.
- يتسم مناخ المنطقة بارتفاع درجة الحرارة التي بلغ متوسطها ٢١,٦° درجة وارتفاع معدلات التبخر والتي بلغ متوسطها ٨,٠ مم وانخفاض كمية المطر والتي بلغ متوسطها ١,٣ مم، كما تقع المنطقة في نطاق المناخ الجاف حسب مؤشر ديمارتون للجفاف.
- تتألف المنطقة من أنماط مختلفة من التربة حيث تغطي التربة الطينة ١,٥% من مساحتها بينما تغطي التربة الرملية ٢,٤% من مساحتها وتغطي تربة الترسيبات الحديثة حوالي ٣٥,٧% من مساحتها وتشكل التربة الطينية الجبسية نحو ٦,٢% من مساحتها وتغطي الأراضي الصحرية نحو ٥٤,٢% من مساحتها ولكل نمط من هذه الأنماط درجة معينة من الحساسية تجاه مؤشرات الحساسية المختلفة.
- يشير مؤشر جودة التربة بالمنطقة إلي أن ١٢,١% من مساحتها ذات جودة منخفضة والتي تمتد شرق منطقة الدراسة، في حين أن ٤٨,٨% من مساحتها ذات جودة جيدة وتظهر في الجزء الغربي من منطقة الدراسة، في حين تغطي المناطق ذات الجودة المتوسطة ٣٦,٣% من مساحة المنطقة.
- يتضح من مؤشر جودة الغطاء النباتي بالمنطقة أن ٨٣,٦% من الغطاء النباتي بها الدراسة ذاو جودة منخفضة جداً والذي يتمثل في مناطق السهول الصحراوية ومناطق التلال المرتفعة، وأن ٨,٧% من مساحتها ذات غطاء نباتي جيد وأن ٤,٨% من مساحتها ذات غطاء نباتي متوسط الجودة، في حين تشكل المناطق منخفضة الجودة نحو ٠,١% من مساحتها.
- يُظهر مؤشر جودة المناخ أن ٥٧,٥% من مساحة المنطقة ذات جودة مناخية منخفضة، في حين تشكل المناطق ذات جودة المناخ المرتفعة نحو ٣٩,٧% من مساحة المنطقة وتتمثل في المناطق ذات الاتجاهات الشمالية والشرقية في ظل انخفاض مؤشر التساقط والجفاف بالمنطقة.

- يوضح المؤشر الإجمالي للحساسية البيئية للتصحر بمنطقة الدراسة أن ٥٩,٤% من مساحة المنطقة غير حساسة بيئياً للتصحر، في حين أن ٢٣,٥% من مساحتها ذو حساسية عالية جداً للتصحر وأن ١٤,٣% من مساحتها تتراوح حساسيتها البيئية بين الخفيفة إلي العالية.

ومن خلال ما سبق توصي الدراسة بالآتي:

- زراعة المحاصيل المقاومة للجفاف خاصة في المناطق ذات الحساسية البيئية العالية للتصحر.
- ضرورة مراعاة تطبيق الوسائل العلمية الحديثة في عمليات استصلاح الأراضي الزراعية في المنطقة المحصورة بين طريق الواسطي وطريق أبوصير لضمان خفض معدلات الحساسية البيئية للتصحر.
- وقف علميات الاستصلاح غير المخطط علي امتداد طريق الواسطي وميدوم وهوامش منخفض الفيوم جنوب غرب المنطقة والتي يترتب عليها تدهور التربة وتصحرها.
- استخدام الأسمدة الزراعية التي تعمل علي رفع قدرة الأراضي المستصلحة الانتاجية والحفاظ عليها من التدهور.
- استخدام تربة منقولة جيدة الفرز خالية من المفتتات الصحرية التي تعوق عمليات الانبات وترفع حساسية التربة للتصحر.
- ضرورة الاهتمام بعمليات الصرف الزراعي في المنطقة وذلك للحد من معدلات ارتفاع منسوب الماء الأراضي التي تساهم في تملح التربة وتصحرها.
- ضبط عمل مطة صرف الواسطي التي تقع داخل المنطقة ويترتب علي عملها تسرب المياه نحو التربة السطحية وطبقات تحت السطح مما يعمل علي تدهور التربة.
- تشجير المناطق التي تعاني من ارتفاع معدلات الحساسية البيئية للتصحر لرفع درجة مقاومتها لعوامل التصحر المختلفة.
- تنظيم دروات تدريبة لأصحاب المزارع بمنطقة الدراسة تهدف إلي تدريبهم علي كيفية الحفاظ علي خصائص التربة والحد من معدلات تصحرها.

ملحق الصور الفوتوغرافية

صورة (١) : تربة هوامش السهل الفيضي.

صورة (٢) : التربة الرملية الكوارتزية شمال منطقة الدراسة علي جانب طريق القاهرة أسيوط.

صورة (٣) : تربة الترسيبات الحديثة.

صورة (٤) : انتشار الأحجار والمفتتات الصخرية في التربة المنقولة غرب قرية الهرم.

صورة (٥) : تربة ذات نسيج رملي شمال غرب المنطقة.

صورة (٦) : معدلات تصحر مرتفعة بطريق ميدوم.

صورة (٧) : زراعة القمح في تربة جيدة الاستصلاح بطريق ميدوم.

صورة (٨) : غطاء نباتي متوسط إلي قليل الكثافة عند بداية طريق الواسطي.

صورة (٩) : زراعة نبات التين الشوكي المقاوم للجفاف بطريق ميدوم.

صورة (١٠) : زراعة الشعير بمنطقة هوامش منخفض الفيوم جنوب شرق منطقة الدراسة.

صورة (١١) : عمليات الاستصلاح الزراعي بالجهود الذاتية غرب قرية ميدوم.

صورة (١٢) : تربة منقولة ببقايا النباتات لرفع درجة جدارتها الإنتاجية.

المراجع

أولاً – المراجع باللغة العربية:

١. أسماء نعمت الله عبد الشافي الشرباصي (٢٠١٩): إدارة الأراضي الزراعية وعلاقتها بالجدارة الانتاجية للتربة في مراكز محافظة الدقهلية غرب فرع دمياط، دراسة في الجغرافية الاقتصادية باستخدام الجيومعلوماتية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب – جامعة المنصورة.

٢. سيدة سيد رسلان سلامة (٢٠١٤): الامكانات الجغرافية لتخطيط المنطقة الصحراوية بين محافظتي الفيوم وبني سويف، دراسة في جغرافية الخطيط، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب – جامعة بني سويف.

٣. شربات بشندي عطية عوض (٢٠١٨): مشكلات التربة في منخفض الخارجة، دراسة جغرافية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب – جامعة القاهرة.

٤. عبد القادر عبد العزيز علي (١٩٩٧): الأخطار البيئية – التحديات والأمل، طنطا.

٥. محمد صبري محسوب ومحمد إبراهيم أرباب (١٩٩٨): الأخطار والكوارث الطبيعية – الحدث والمواجهة، معالجة جغرافية، دار الفكر العربي، القاهرة.

٦. محمود إبراهيم دسوقي بغدادي (٢٠١٢): تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في التقييم الجيوبيئي لدعم التنمية المستدامة بمنخفض الوحات البحرية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب – جامعة المنصورة.

٧. محمود إبراهيم دسوقي بغدادي (٢٠١٨): التحليل المكاني للحساسية البيئية لإقليم بحيرة قارون شمال منخفض الفيوم بمصر، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، المجلة الجغرافية لنظم المعلومات الجغرافية، جامعة الملك سعود والجمعية الجغرافية السعودية، مج ١١، ع٢.

٨. منصور إبراهيم خليفة العامر (٢٠١٩): التصحر بواحة الإحساء، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب – جامعة الملك فيصل.

٩. نجيب فهمي سعيد (٢٠٠١): نهر النيل (نشأته واستخدام مياهه فى الماضى والمستقبل)، الطبعة الثانية، دار الهلال، القاهرة.
١٠. نرمين نتعي زهير حنا الله (٢٠١٠): المشكلات البيئية في محافظة بني سويف، دراسة في الجغرافيا التطبيقية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية – جامعة عين شمس.

ثانياً – المراجع باللغة غير العربية:

1. Abd El-Baky, A.A. (1972): Hydro geological conditions and paleohydro-geological reconstruction of Faiyum and Wadi El-Raiyan, unpublished M. Sc. thesis, geology dept. fac. sci. Cairo univ.
2. Ali, R. and El-Baroudy, A. (2006): Use of GIS in Mapping the Environmental Sensitivity to Desertification in Wadi El Natrun Depression, Egypt, Australian Journal of Basic and Applied Sciences.
3. Attiah, M.I. (1949): Geological survey of Wadi El-Raiyan depression for its utilization as a flood escape or reservoir. Report, ministry of public works.
4. Chen, J.M., et al. (1997): Leaf area index measurements, Journal of Geophysical Research Atmospheres, Vol. 102, No. D24, December 26.
5. Faiad, B.J. (2000): "Hydrogeological and Geophysical Assessment of the groundwater, Surface water and Soil resources for the Reclamation Activities in the area between Beni Suef and El-Fayium,West of the Nile Valley, Egypt". Ph.D thesis, Fac of Sc, Ain Shams Univ.
6. 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.
7. Gad, A.A., and Lotfy, I. (2006): Use of Remote Sensing and GIS in Mapping the Environmental Sensitivity Areas for Desertification of Egyptian territory, The 2nd International Conf. on Water Resources & Arid Environment.
8. Gad, A.A. (2008): Assessment and Mapping of Desertification Sensitivity in Some of the Western Desert Oases, Egypt, Based on Remote Sensing and GIS, The 3rd International Conference on Water Resources and Arid Environments (2008) and the 1st Arab Water Forum.
9. Hegazi, A.M. et al. (2009): Assessment and Mapping of Desertification Sensitivity in the Northwestern Coastal Zone, Egypt, Egyptian J. Desert Res, Volume 59 Special Edition.
10. Kosmas, C., Kirkby, M. and Geeson, N. (1999): Key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to

desertification. European Commission, Energy, Environment and Sustainable Development, EUR 18882, 87.
11. Mohamed, E.M. (1997): "Geophysical study on the area between latitudes 25° - 29° and longitudes 31° - 33° 30' E, Eastern Desert of Egypt". Ph.D thesis, Fac of Sc, Ain Shams Univ.
12. Shaehata, M. Ab-Elfattaah (1986): Geological and Hydrogical Studies on Southern part of El-Giza Governorate, El-Saff Area, Ph.D. Thesis, Fac. of Science, Zagazig University.
13. Sobhy, A.M. (1996): "Hydrogeophysical – Hydrogeological for the nile valley tract stretched between Beni Suef and El-Saff, Egypt" Ph.D. Thesis, Fac. of Sci. Ain Shams Univ.
14. Soil Survey Staff (1999): Soil Taxonomy A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service Agriculture Handbook, Number 436, U.S. Government printing Office, Washington, USA.
15. Tamer, M.A. (1986): Subsurface geology of the Faiyum region. Unpublished M. Sc. thesis, geology dept. fac. sci. Tanta univ.
16. Vallejo, R. and Valdecantos, A. (2008): Desertification Processes: Fire, In book: Land Care in Desertification Affected Areas. From Science towards Application, Chapter: Booklet B2. Fire, Editors: Universidade Nova de Lisboa.

Environmental Sensitivity to Desertification in Northwest Beni Suef Governorate Using MEDALUS Model

Dr. Hany Rabie Nady Mohamed
Lecturer of Environmental Geography and GIS & RS,
Faculty of Arts - Beni Suef University

ABSTRACT

The European Union has supported a project to estimate the extent of desertification in the European Mediterranean region under the title European Union-Mediterranean Environmennts Desertification and Land Use project (EU-MEDALUS). This model classifies lands according to their degree of environmental sensitivity to desertification by measuring a set of elements that contribute to it. By applying this model to the northwestern region of Beni Suef Governorate, which represents a desert backwater for the governorate that separates it from Fayoum Governorate, it became clear that about 12.1% of the area of the region has a low soil quality index and 48.8% of its area has a good soil quality index, and about 83.6% of the area of the area with a very low quality vegetation cover, while 8.7% of its area has a good vegetation cover quality indicator, as it was clear from the study that 57.5% of the area of the area has a low climate quality indicator, while 39.7% of its area has a quality indicator good atmosphere. The study concluded that 23.5% of the area's area has a very high environmental sensitivity index, and that 59.4% of its area is environmentally insensitive to desertification.

Key Words: Environmental sensitivity, Desertification, Soil quality, Vegetation cover quality, Climate quality.