



تطبيق أنموذج كورين في تقدير خطر انجراف ترب حوض نهر الكبير الشمالي في محافظة اللاذقية (سورية) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS

The Application of COREIN Model to Estimate Soil Erosion Risk in the Basin of Northern Al-Kabeer River in Lattakia/SYRIA Province Using Geographic Information System Techniques (GIS)

د. منى بركات⁽¹⁾ د. ايلين محفوظ⁽²⁾ م. أيمن عبد اللطيف كويس⁽¹⁾

Mona Barakat

Ilene Mahfoud

Aymen A. Kwyes

(1) قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. aimen_alrubaie@yahoo.com

(2) قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

الملخص

يُعد خطر انجراف التربة من أهم المشاكل والتحديات التي تواجه العملية الزراعية في الساحل السوري في وقتنا الحالي، ولاسيما المناطق المحيطة بالأنهار والتجمعات المائية.

تهدف هذه الدراسة إلى تصنيف خطر الانجراف المائي للتربة، وتوضيح توزيعه في الحوض الأوسط والأدنى لنهر الكبير الشمالي (محافظة اللاذقية/ سورية)، وذلك بالاعتماد على أنموذج كورين.

تم في المرحلة الأولى حساب عامل قابلية التربة للانجراف من خلال تقدير كل من قوام التربة، وعمقها والنسبة المئوية للتغطية السطحية بالحصى، حيث تم تصنيف هذه الخصائص حسب درجة تأثيرها في انجراف التربة، ومن ثم اعداد الخرائط التي توضح ذلك، ومن جهة أخرى تم حساب معام الحتّ المطري وإعداد خارطة الانحدار في منطقة الدراسة، وتحديد صفوفها وفقاً لدرجة تأثيرها في انجراف التربة. كما تم اعداد خارطة الخطر المحتمل للانجراف بالاعتماد على مقاطعة جميع المعلومات التي تم التوصل إليها من قابلية التربة للانجراف، وعامل الحتّ المطري ودرجة الميل لمنطقة الدراسة باستخدام تقانات نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

تضمنت المرحلة الثانية من البحث دراسة نوع الغطاء الأرضي (Land Cover) لمواقع الدراسة، وتصنيفها إلى صنفين حسب درجة الحماية التي توفرها للتربة، ثم أعدت خارطة الخطر الفعلي للانجراف بعد مقاطعة صفوف الغطاء الأرضي مع صفوف الخطر المحتمل للانجراف على كامل موقع الدراسة.

أظهرت النتائج أن 2.47% من المساحة المدروسة تواجه خطر الانجراف الشديد، في حين أن خطر الانجراف كان متوسطاً في 22.18%، ومنخفضاً في 75.35% من المساحة المدروسة. حيث تركزت مناطق خطر الانجراف الشديد في وسط منطقة الدراسة وشمالها. كما أكدت الدراسة أن الغطاء الأرضي هو العامل الأكثر تأثيراً في انجراف التربة، إذ أدى إلى خفض الخطر المحتمل للانجراف بنسبة قدرها 60.93%.

الكلمات المفتاحية: خطر الانجراف المائي للتربة، نظم المعلومات الجغرافية، نهر الكبير الشمالي، أنموذج كورين.

Abstract

The soil water erosion risk is one of the most important problems and challenges facing the agricultural process in the Syrian coast at present, especially those areas surrounding rivers and water leaks.

This study aims to classify soil erosion risk based on co-ordination of Information on the Environment (COREIN) model for

the near and middle basin part of the Northern Al-Kabeer River (Lattakia province).

To achieve this objective, the first phase of the study was to evaluate the soil erosion viability by estimating soil texture, soil depth and stoniness percentage. Consequently, soil erosion viabilities were classified according to their influencing degree in soil erosion. The potential risk erosion map was based on crossing all information obtained from soil erodibility, erosivity index and the degree of slope on study area by using GIS technologies.

The land cover map of study area was produced and classified to two classes depending on soil protection degree. Then, an actual risk map of soil erosion was prepared after crossing land cover and potential risk erosion classes of study sites.

The results showed that 2.47% of the study area facing high risk of soil erosion, while the soil risk was moderate in 22.18% and low in 75.35% of the study area. The high risk erosion spots are mainly located in the center and northern parts of the study area. Moreover, the study confirmed that the land cover is the most influential factor in soil water erosion, which reduced about 60.93% of the high risk of potential soil erosion.

Keyword: Risk Water Erosion, Geographic information System, Al-Kabeer Northern River, COREIN Methodology.

المقدمة

الانجراف المائي (Water Erosion) هو محصلة التداخل الحاصل بين عامل التربة والعامل المطري (Kertesz و Jakab, 2011)، وهو أحد أهم المشاكل البيئية والزراعية، لأنه يسبب فقدان عناصر الخصوبة في التربة (N.P.K والحبيبات الناعمة)، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض القدرة الإنتاجية للتربة، وبالتالي خروجها من طور الإنتاج الزراعي (Tingting وزملاؤه، 2008)، كما يعمل على تلوّث المسطحات المائية إذ أن نواتج انجراف التربة تصل إلى الأحواض المائية المغلقة وتسبب ظاهرة الاثراء الغذائي (Eutrophication)، فتفقد بذلك أهميتها الحيوية والاقتصادية (Schietecatte, 2007)، مما يؤدي بالنتيجة إلى فقدان أهم مصدرين ضروريين لاستمرار البشرية وهما الماء والتربة، ولاسيما أن عمليات انجراف التربة تتم بشكل سريع بعكس عمليات تشكل التربة التي تتم ببطء شديد.

إن العوامل المؤثرة في الانجراف المائي للتربة في سورية بشكل عام وفي الساحل السوري بشكل خاص كثيرة ومتنوعة، وقد تم التأكيد عليها في دراسة قامت بها UNEP (2004) وأبرزها الأمطار، وانحدار التربة والغطاء النباتي، لذا فإن تحديد أماكن خطورة الانجراف وتقييمها أمر مهم وضروري من أجل وضع الاستراتيجيات الملائمة لصيانة التربة والمياه.

إن تحديد مناطق خطورة الانجراف المائي بالطرائق التقليدية من خلال تقدير كميات التربة المفقودة يعد أمراً صعباً وغير ممكن في المناطق ذات المساحات الكبيرة والمتباينة في تضاريسها، ويحتاج إلى بذل الكثير من الجهود وصرف مبالغ هائلة (Zhang وزملاؤه، 2010 Ren وزملاؤه، 2011)، مما يتطلب إيجاد طرائق بديلة وسريعة تساعد على تحديد المناطق المهددة بالانجراف من أجل الإسراع باتخاذ الإجراءات المناسبة للحد من عمليات التدهور، كاستخدام بعض النماذج التجريبية التي تعتمد على قياس عوامل الانجراف محلياً كعامل الحث المطري، وعامل قابلية التربة للانجراف، وعامل التضاريس وعامل الغطاء النباتي، والتي أعطت نتائج جيدة بشكل أسرع وأقل كلفة عند استخدامها مع تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (Prasann وزملاؤه، 2013)، والتي تُعد إحدى الأدوات الفاعلة في عملية دراسة الغطاء النباتي ومراقبة التغيرات التي تعترضه خلال فترات زمنية مختلفة (Ahmad و Verma، 2013)، وتساعد على الحصول على قاعدة بيانات مكانية واسعة لتحديد المناطق المهددة بخطور الانجراف المائي، وتمكن من تحديد معدل التدهور ووضع الاستراتيجيات والمخططات اللازمة لصيانة ترب تلك المناطق (Sakthivel وزملاؤه، 2011).

استخدم الكثير من النماذج في تحديد خطورة الانجراف بالاعتماد على تقانات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، إذ تم من خلالها التنبؤ بخطور انجراف التربة وتحديد توزيعه المكاني (Aydin وزملاؤه، 2010)، لذا سيتم الاعتماد في هذه الدراسة على أحد هذه النماذج، وهو أنموذج تنسيق المعلومات البيئية: Coordination of Information Environment-CORINE.

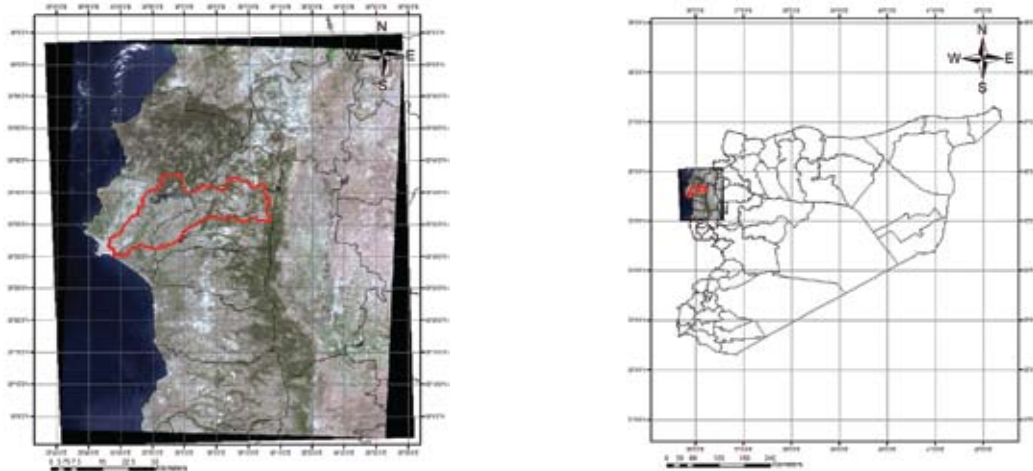
تؤدي العوامل المسببة للانجراف في منطقة حوض نهر الكبير الشمالي في محافظة اللاذقية (النشاط البشري، والهطولات العالية، والتضاريس الموجة شديدة الانحدار) إلى فقد الترب الزراعية وتدهور صفاتها الخصوبية، وانخفاض قدرتها الإنتاجية، كما أن وصول نواتج الانجراف إلى مجرى النهر يؤدي إلى تلوّث مياه الحوض وانخفاض قيمته الحيوية والزراعية.

إن صعوبة تحديد مناطق خطورة الانجراف عن طريق تقدير كميات التربة المفقودة في هذه المنطقة بسبب كبر مساحتها من جهة، ووعورتها من جهة، يحتم استخدام التقانات الحديثة كنظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحديد وتقييم خطورة الانجراف، بحيث تكون حجر الأساس عند وضع الإجراءات اللازمة لصيانة التربة والحد من انجرافها، وعليه هدفت هذه الدراسة إلى تحديد خطر انجراف التربة وتوزيعه مكانياً في منطقة الحوض الأوسط والأدنى لنهر الكبير الشمالي في محافظة اللاذقية/سورية، بالاعتماد على أنموذج كورين (COREIN).

مواد البحث وطرائقه

1- منطقة الدراسة :

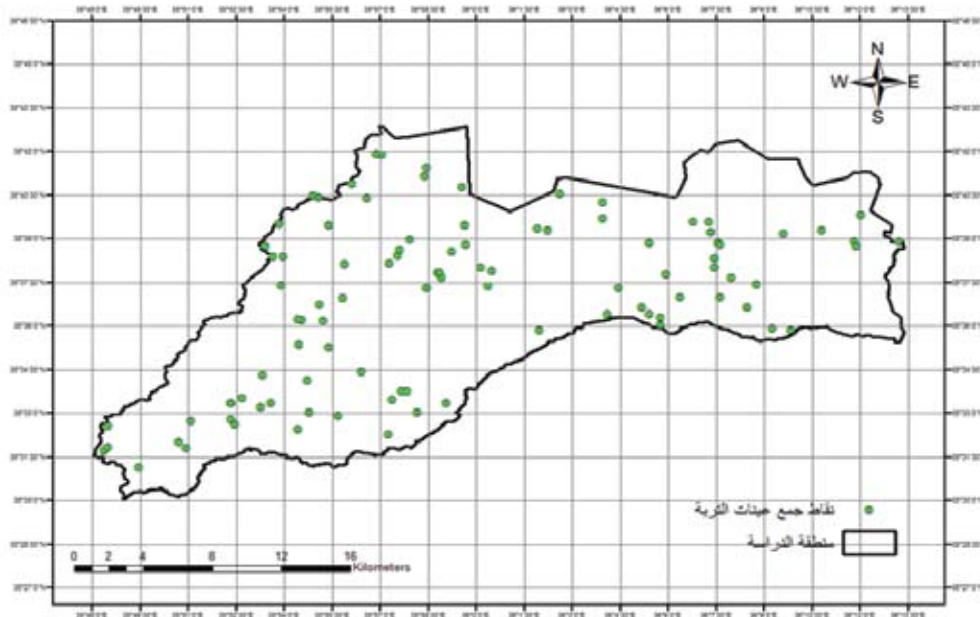
أجريت الدراسة في الحوض الأوسط والأدنى لنهر الكبير الشمالي في محافظة اللاذقية (سورية)، والذي يُعدّ من أكبر الأنهار الساحلية، إذ ينبع من النهاية الشمالية الغربية لجبال اللاذقية، وتحديداً من المرتفع الواقع عند الحدود التركية والمعروف بجبال الأنصاري شمالي محافظة اللاذقية، وتغطي الدراسة مساحة قدرها 430.43 كم²، كما يبلغ الارتفاع في بعض المناطق نحو 1530 م، ويتمثل الغطاء النباتي بالمكونات الآتية: زراعات حقلية وغابات وبساتين من الحمضيات والزيتون والأشجار المثمرة الأخرى، ويبين الشكل 1 موقع الدراسة على خارطة التقسيمات الإدارية لسورية وضمن محافظة اللاذقية.



الشكل 1. موقع منطقة الدراسة على خارطة سورية (أ)، وضمن محافظة اللاذقية (ب).

2- جمع عينات التربة :

جُمعت 100 عينة تربة من مواقع موزعة بشكل عشوائي في منطقة الدراسة (الشكل 2)، إذ أُخذت العينات في كل موقع من 5 نقاط تشكّل فيما بينها مغلماً بريدياً متساوي الأضلاع طول قطره 10 م من عمق 0 إلى 10 سم، وشُكّلت منها عينة تربة مركّبة، ونقلت إلى المخبر، وأزيلت الجذور والمخلفات النباتية، وجفّت هوائياً، ونُخلت بمنخل قطره 2 ملم للحصول على تربة ناعمة، ثم أُجريت بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية في مخابر كلية الزراعة بجامعة تشرين (اللاذقية، سورية).



الشكل 2. خارطة تبين نقاط جمع عينات التربة في منطقة الدراسة.

تم إجراء التحليل الميكانيكي للتربة باستخدام طريقة الهيدرومتر، وتحديد قوام التربة باستخدام مثلث القوام حسب التصنيف الأمريكي (USDA)، كما تم تحديد النسبة المئوية للتغطية السطحية بالحصى، وذلك بأخذ مساحة قدرها 1م² من موقع العينة ثم قياس نسبة التغطية بالحصى، وتم قياس عمق التربة من خلال استخدام قضيب معدني مدرج غرس في التربة في مركز العينة، أما مواقع العينات فحددت باستخدام جهاز نظام الموقع العالمي (GPS) Global Position System.

تم جمع البيانات المناخية (كميات الهطول الشهرية ودرجات الحرارة) من محطة الأرصاد الجوية في بوقا لأحد عشر سنة (من 2001 إلى 2011)، حيث تراوحت قيم معدل الأمطار السنوية بين 550 و 1006 ملم، فيما تراوحت قيم معدلات الحرارة الشهرية بين 12 و 28 م°.

3- أنموذج كورين -CORINE - Coordination of Information Environment :

تعتمد منهجية العمل في تقويم خطر الانجراف المائي للتربة باستخدام أنموذج كورين، على حساب بعض العوامل المؤثرة في الانجراف وهي: عامل قابلية التربة للانجراف، وعامل الحت المطري، وعامل الميل وعامل الغطاء النباتي، إذ تم حساب كلا من المؤشرات السابقة كما يأتي:

مؤشر قابلية التربة للانجراف (Soil Erodibility Index):

يتأثر مؤشر قابلية التربة للانجراف بكل من قوام التربة، وعمقها والنسبة المئوية للتغطية السطحية بالحصى، إذ يصنف كل من قوام التربة إلى أربعة صفوف، وعمقها إلى ثلاثة صفوف، أما النسبة المئوية للتغطية السطحية بالحصى فتصنف في صفين (الجدول 1)، ويُحسب مؤشر قابلية التربة للانجراف وفق المعادلة الآتية:

مؤشر قابلية التربة للانجراف = صف قوام التربة × صف عمق التربة × صف النسبة المئوية للحصى

الجدول 1. صفوف كل من نوع القوام، والعمق ومؤشر قابلية التربة للانجراف حسب أنموذج CORINE.

الصف	نوع قوام التربة	عمق التربة (سم)	مؤشر قابلية التربة للانجراف	صف التغطية السطحية بالحصى
0	تكشفات صخرية	-	0	-
1	قليلة القابلية للانجراف (طينية، رملية طينية، سلتية طينية)	>75	3-0	<10%
2	متوسطة القابلية للانجراف (رملية طينية لومية، طينية لومية، سلتية طينية لومية، لومية رملية، رملية)	75-25	6-3	>10%
3	شديدة القابلية للانجراف (لومية، سلتية لومية، سلتية رملية لومية)	<25	6<	

مؤشر الحت المطر (Erosivity Index):

تم حساب مؤشر الحت المطري بالاعتماد على كل من عاملي فورنير (Fourier Index): FI، وباغنولد - غاوسن (BGI: Bagnouls - Gaussen Index) إذ يحسب مؤشر الحت المطري باستخدام العلاقة التالية:

مؤشر الحت المطري = صف مؤشر فورنير × صف مؤشر باغنولد - غاوسن

ويحسب مؤشر فورنير (FI) وفق المعادلة التالية:

$$FI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P}$$

حيث:

P_i : كمية الهطول الشهرية (ملم).

P : المجموع السنوي للهطول المطري (ملم).

$$BGI = \sum_{i=1}^{12} (2t_i - P_i) K_i$$

حيث:

t_i : متوسط الحرارة الشهري (م°).

K_i : تحسب قيمتها عندما تكون $2t_i - P_i > 0$.

إذ تم حساب العامل K_i من خلال العلاقة ($K_i=2t_i-\pi$)، وهي تحسب عندما $2t_i-\pi>0$ وتهمل إذا كانت هذه النسبة اقل من الصفر. وعليه تم تقسيم مؤشر FI إلى خمسة صفوف ومؤشر BGI إلى أربعة صفوف، في حين تم تقسيم مؤشر الحثّ المطري إلى ثلاثة صفوف (الجدول 2).

الجدول 2. قيم و صفوف كل من مؤشر فورنير ومؤشر باغنولد-غاوسن، ومؤشر الحثّ المطري.

الصف	FI	توصيف الصف	BGI	توصيف الصف	مؤشر الحثّ المطري	توصيف الصف
1	60 >	منخفض جداً	0	رطب	4 >	منخفض
2	90 - 60	منخفض	50 - 0	شبه رطب	8 - 4	متوسط
3	120-90	متوسط	130 - 50	جاف	8 <	عالي
4	160-120	عالي	130 <	جاف جدا		
5	160 <	عالي جداً				

الجدول 3. قيم و صفوف درجة الميل حسب نموذج CORINE.

الصف	درجة الميل (%)	توصيف الصف
1	5 >	منبسطة إلى مائلة
2	15-5	متوسطة الميل
3	30-15	شديدة الميل
4	30 <	شديدة جدا

مؤشر الميل (Slop Index):

حددت درجة الميل باستخدام النموذج الرقمي للارتفاع Digital Elevation Model - DEM، وتم الحصول عليه من الهيئة العامة للاستشعار عن بعد (GORS) في دمشق، وتم انتاج DEM من مرثيات Aster بدقة 30 م. كما تم تقسيم درجة الميل بالاعتماد على أنموذج CORINE إلى أربعة صفوف (الجدول 3).

الخطر المحتمل لانجراف التربة (Potential Soil Erosion Risk):

تم حساب الخطر المحتمل (الكامن) لانجراف التربة باستخدام المعادلة الآتية:

الخطر المحتمل لانجراف التربة = صف مؤشر قابلية التربة لانجراف x صف مؤشر الحثّ المطري x صف الميل

وتم تقسيم الخطر المحتمل لانجراف إلى أربعة صفوف: لا يوجد خطر (0)، ومنخفض (0-5)، ومتوسط (5-11) ومرتفع (>11).

الغطاء الأرضي (Land Cover):

تم الحصول على خارطة تمثل مختلف أنواع التغطية الأرضية في منطقة الدراسة باستخدام صورة فضائية من نوع لاندسات (TM5) مأخوذة بتاريخ 2011/8/28. وتم تصنيف صفوف التغطية الأرضية الممثلة بهذه الخارطة حسب درجة حمايتها للتربة ووفق أنموذج كورين إلى صنفين: (1) حماية تامة (Fully Protected) ويشمل الغابات، والمسطحات المائية، والبناء، والطرق والتكشفات الصخرية. (2) حماية غير تامة (Not Fully Protected)، و يشمل أراضي المحاصيل والأشجار المثمرة (كالتفاحيات واللوزيات... الخ)، بالإضافة إلى أراضي الزيتون والحمضيات.

الخطر الفعلي لانجراف التربة (Actual Soil Erosion Risk):

تم حساب الخطر الفعلي لانجراف التربة من خلال تحديد صف الخطر المحتمل، ومن ثم تحديد صف الغطاء الأرضي، وبحسب الخطر الفعلي وفق الصيغة التالية:

الخطر الفعلي لانجراف = صف الخطر المحتمل لانجراف x صف الغطاء الأرضي

وصُنّف الخطر الفعلي لانجراف إلى ثلاثة صفوف: منخفض، ومتوسط ومرتفع.

إعداد الخرائط:

تم استخدام برنامج ArcGIS10 في الحصول على الخرائط المطلوبة لكل مؤشر من المؤشرات السابقة باستثناء مؤشر الحثّ المطري، حيث تم الحصول على خرائط خصائص التربة (قوام التربة، وعمقها، والنسبة المئوية للتغطية بالحصى) بتطبيق لوجاريتم Kriging على العينات التي تم جمعها حقلياً. ويعبر هذا اللوجاريتم عن عملية احصائية جغرافية تسمح بتقدير سطح ما بالاعتماد على قيم مجموعة من النقاط الموزعة (العينات) على هذا السطح والمثلة لظاهرة معينة، ويعتمد المبدأ الأساس على نظرية المتغير الموقعي The Regionalized Variable Theory، والتي تفترض بأن تغير الظاهرة الممثلة بمجموعة من العينات النقطية الموزعة على سطح ما وفق المكان يكون متجانساً من الناحية الاحصائية في أنحاء السطح كافة، إذ تم توزيع الصفات المدروسة للتربة من قوام وعمق ونسبة التغطية بالحصى في مناطق العينات على كامل منطقة الدراسة. وفي خطوة لاحقة، تم استخدام

الخرائط الثلاث الممتلئة لخصائص التربة في الحصول على خارطة قابلية التربة للانجراف، إذ أن هذه الخارطة تمثل حاصل ضرب الخرائط الثلاث السابقة الذكر فيما بينها.

تم بعد ذلك إعداد خارطة الميل التي تم الحصول عليها باستخدام الموديل الرقمي للارتفاع (DEM) بدقة مكانية 30 م. بعد ذلك تم إعداد خارطة الخطر الكامن للانجراف عن طريق عملية جداء لخريطتي قابلية التربة للانجراف والميل مع قيمة مؤشر العامل المطري وفق المعادلة المذكورة سابقاً.

في مرحلة لاحقة، تم إعداد خارطة التغطية الأرضية Land cover لموقع الدراسة بالاعتماد على صورة فضائية للتابع Landsat TM مأخوذة في 28 آب/أغسطس من عام 2011، من خلال تطبيق تقانة التصنيف المراقب Supervised Classification على الصورة المذكورة، وذلك باستخدام برنامج Imagine 8.4 ERDAS. وتم إسقاط 75 عينة حقلية على الصورة الفضائية بهدف تحديد مناطق التدريب (Training Zones)، والتي تم استخدامها في جمع المعلومات الطيفية الممتلئة لمختلف أنواع التغطية الأرضية في منطقة الدراسة، ونُفذت عملية التصنيف المراقب باستخدام لوغاريتم الاحتمال الأعظم (Maximum Likelihood). وتمثلت التغطية الأرضية في الصورة الناتجة عن عملية التصنيف من خلال خمسة صفوف: (1) غابات، (2) مسطحات مائية، (3) بناء وطرق وتكشفات صخرية، (4) محاصيل وأشجار مثمرة، (5) حمضيات وزيتون. تم بعد ذلك اختبار دقة عملية التصنيف باستخدام مصفوفة الخطأ (Error Matrix). ثم إعادة تصنيف خارطة التغطية الأرضية الناتجة عن عملية التصنيف وفق أنموذج كورين إلى صنفين: (1) حماية تامة (Fully Protected) و (2) حماية غير تامة (Not Fully Protected).

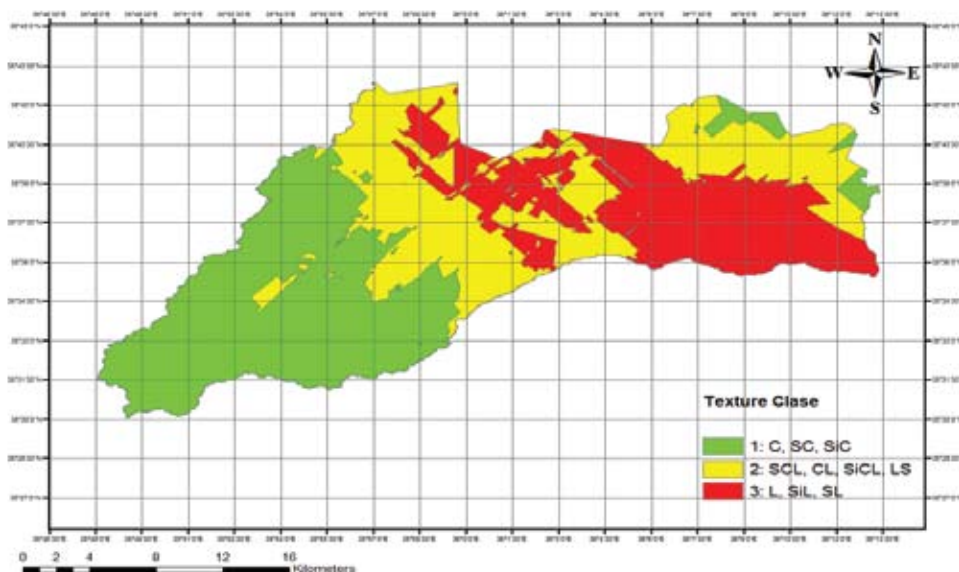
وتم في المرحلة الأخيرة إعداد خارطة الخطر الفعلي للانجراف المائي للتربة في منطقة الدراسة وفق أنموذج كورين من خلال عملية جداء لخارطة الخطر الكامن للانجراف مع خارطة التغطية الأرضية المعاد تصنيفها إلى صنفين حسب درجة حمايتها للتربة.

النتائج والمناقشة

1- مؤشر قابلية التربة للانجراف:

قوام التربة:

تعدّ الترب ذات القوام السليتي الطيني والرملية الناعم والطيني أكثر مقاومةً للانجراف من الترب الرملية والرملية اللومية واللومية (Corbane وزملاؤه، 2008). ولوحظ أنّ 37.52% من الترب المدروسة كانت ذات قوام (C, SC, SiC) والتي تتميز بمقاومتها الشديدة للانجراف، في حين 35.81% كان من الترب ذات قوام (SCL, CL, SiCL, LS) وهي ترب متوسطة المقاومة للانجراف، و 26.67% منها ذات قوام (L, SiL, SL)، وهي ترب ضعيفة المقاومة للانجراف. ويوضح الشكل 3 أصناف قوام الترب وتوزعها ضمن منطقة الدراسة.

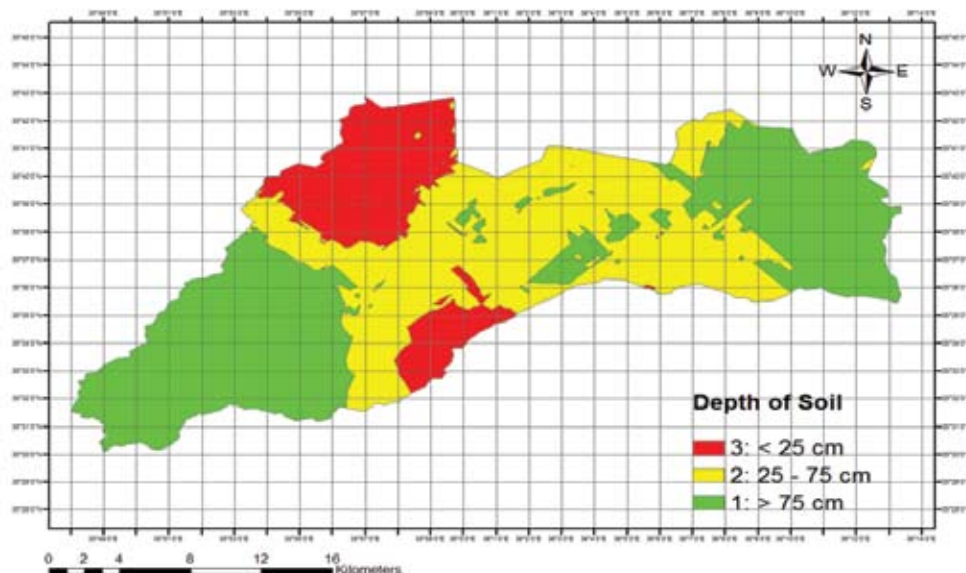


الشكل 3. خارطة صفوف قوام التربة لمنطقة الدراسة.

عمق التربة:

كلما ازداد عمق التربة ازدادت قدرتها على امتصاص ماء المطر، وقلّت كمية مياه الجريان السطحي وبالتالي قلّ الانجراف (Marina وزملاؤه، 2008). وبينت الدراسة أنّ 44.40% من الترب كانت ذات عمق أكثر من 75 سم وكانت قليلة القابلية للانجراف، و 39% من الترب المدروسة

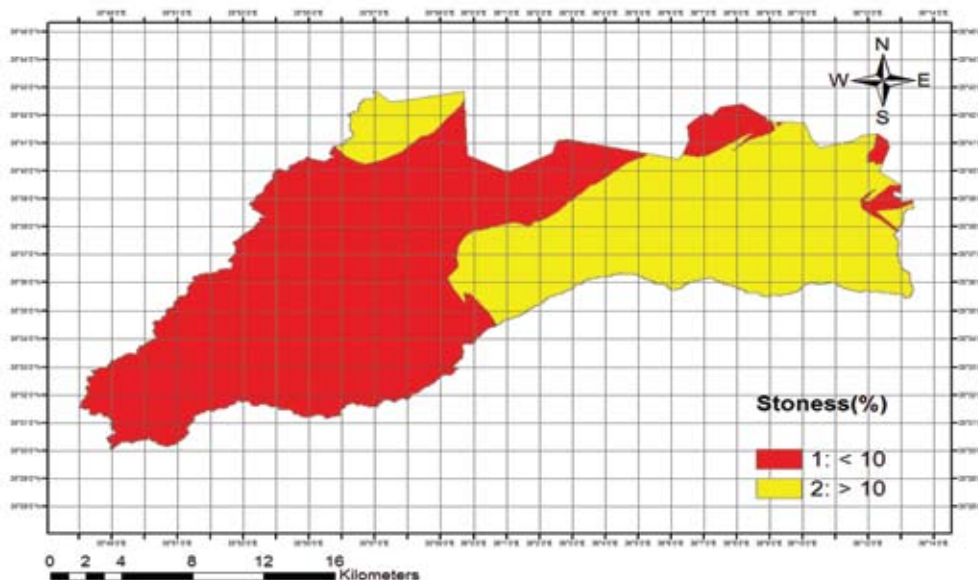
ذات عمق بين 25 إلى 70 سم وصُنفت بأنها متوسطة القابلية للانجراف، في حين بلغت نسبة الترب شديدة القابلية للانجراف 16.16 % وهي ذات عمق أقل من 25 سم (الشكل 4).



الشكل 4. خارطة صفوف عمق التربة في منطقة الدراسة.

التغطية السطحية للتربة بالحصى:

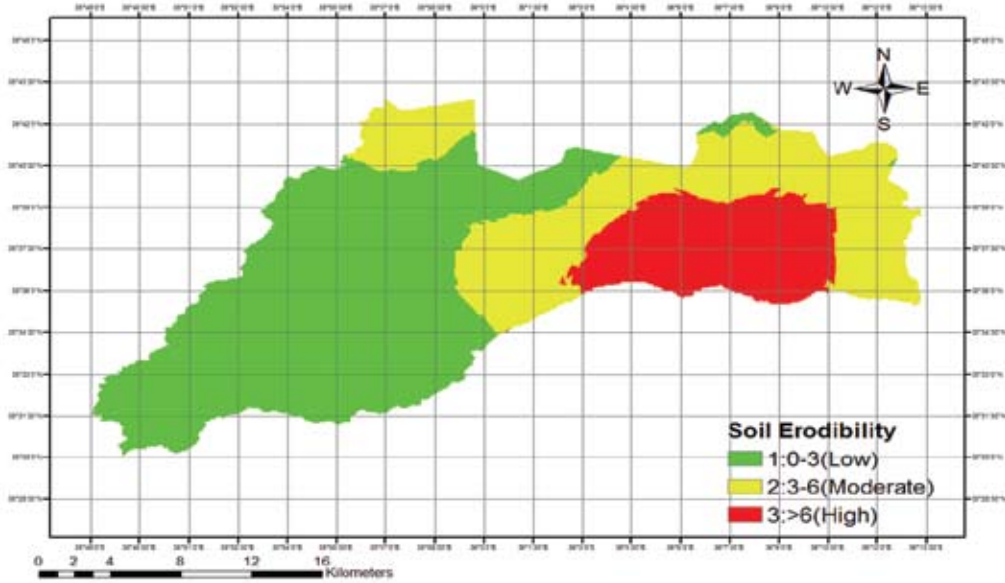
إن وجود الحصى فوق سطح التربة يمكن أن يشكل عامل حماية للتربة من تأثير قطرات المطر (Yuksel وزملاؤه، 2008)، ووجد أن 41.31 % من الترب المدروسة ذات تغطية سطحية أكثر من 10 %، حيث توفر حماية تامة للتربة، فيما بلغت نسبة التربة ذات التغطية السطحية (أقل من 10 %)، والتي توفر حماية غير تامة 58.69 % من منطقة الدراسة (الشكل 5).



الشكل 5. خارطة صفوف التغطية السطحية للتربة بالحصى في منطقة الدراسة.

قابلية التربة للانجراف:

تم إعداد خارطة قابلية الترب للانجراف من حاصل ضرب صفوف كل من قوام التربة وعمقها والنسبة المئوية للتغطية السطحية بالحصى فيها كما ذكر سابقاً في طريقة العمل، ويوضح الشكل 6 مؤشّر قابلية التربة للانجراف في منطقة الدراسة.

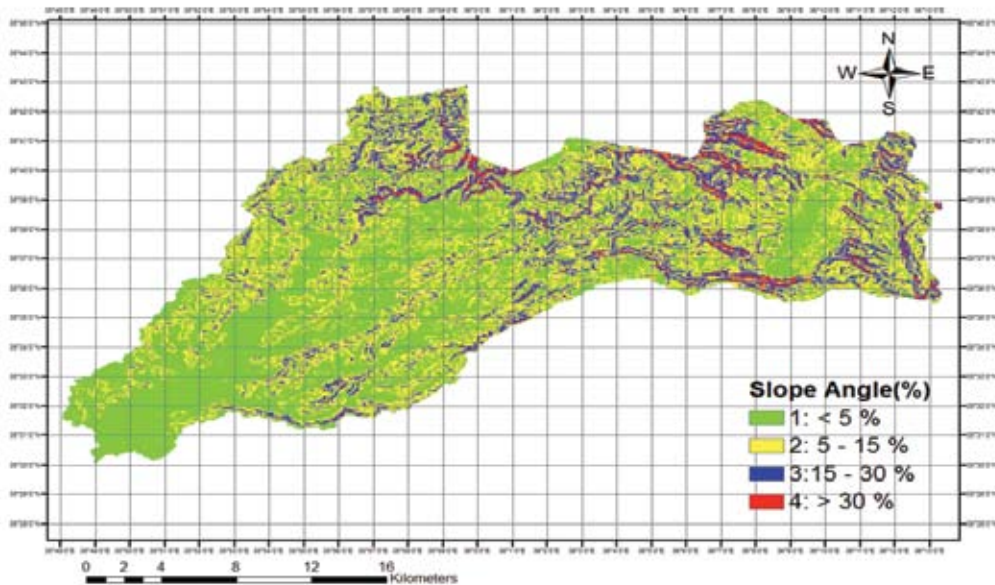


الشكل 6. خارطة صفوف قابلية التربة للانجراف (Soil Erodibility) لمنطقة الدراسة.

يتضح من الشكل السابق أنّ 53.41% من مساحة الأراضي المدروسة كان مؤشر قابليتها للانجراف يقع ضمن الصف الأول، إذ تراوحت قيمة مؤشر قابلية التربة للانجراف بين 0 و 3، أي ذات قابلية قليلة للانجراف، في حين بلغت قيمة المؤشر من 3 و 6 ولوحظت في 30.45% من المساحة المدروسة، وبالتالي فهي تقع ضمن الصف الثاني، أي ذات قابلية متوسطة للانجراف، أما النسبة الباقية من مساحة المنطقة المدروسة (16.14%) فتقع ضمن الصف الثالث، وهي ذات قابلية عالية للانجراف حيث كان مؤشر قابليتها للانجراف أكبر من 6.

2. درجة الميل:

يُعدّ الميل من أهم العوامل المسببة لانجراف التربة، نظراً لتأثيره في معدل الجريان السطحي وفي كمية الماء النافذة إلى التربة (Clemens و Dragut, 2012). وتم الحصول على خارطة الميل باستخدام الأنموذج الرقمي للارتفاع مصنفة إلى أربعة صفوف حسب CORINE، إذ بلغت نسبة درجة الميل المنخفض في الصف الأول 46.17% وشغلت مساحة قدرها 198.79 كم²، فيما بلغت درجة الميل المتوسط في الصف الثاني نسبة 38.9% وبمساحة قدرها 167.47 كم²، بينما بلغت درجة الميل الشديد 12.44% مساحة قدرها 53.57 كم²، أما الانحدار الشديد جداً فبلغت نسبته 2.49% وبمساحة قدرها 10.7 كم² من منطقة الدراسة كما هو مبين في الشكل 7.



الشكل 7. درجات ميل المواقع المدروسة حسب CORINE.

3- مؤشّر الحتّ المطري:

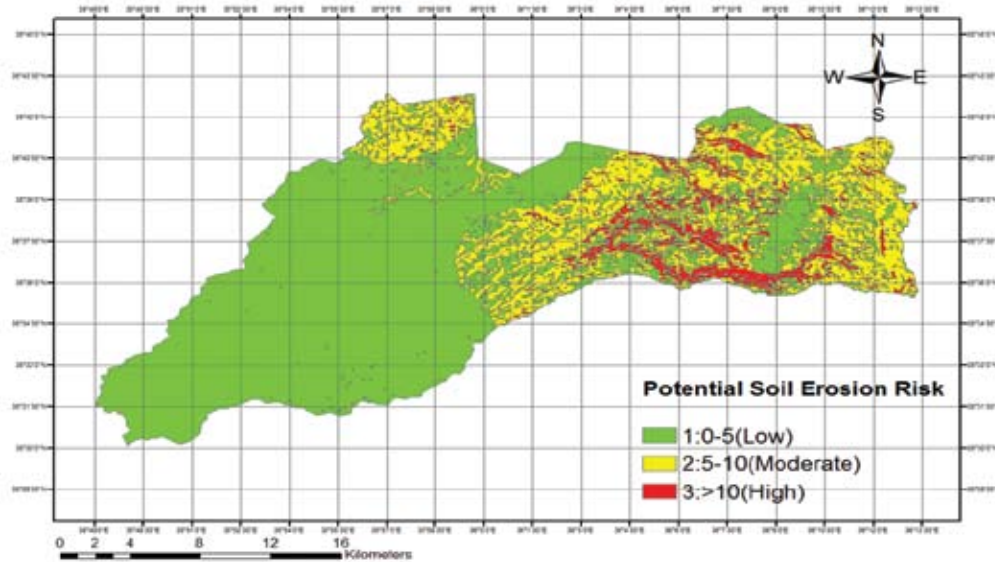
تم حساب قيم مؤشّر الحتّ المطري والواردة في الجدول 4، بالاعتماد على المعطيات المناخية والمتمثلة بكل من درجة الحرارة والأمطار، حيث يلاحظ أنّ قيمة مؤشّر فورنير المحسوب (MFI) من معطيات المحطة المناخية لمنطقة الدراسة تساوي 135.456، وتقع في الصف الرابع بحسب كورين، بينما بلغت قيمة مؤشّر باغنولد- غاوسن (BGI) 244.77، وتقع ضمن الصف الرابع وفق كورين، وبالتالي فإنّ قيمة مؤشّر الحتّ المطري (EI) تساوي 16، وهي ضمن الصف الثالث، ممّا يدلّ على ارتفاع مؤشّر الحتّ المطري.

الجدول 4. قيم معامل فورنر ومعامل باغنولد - غاوسن للسنوات من 2000 إلى 2010

المتوسط	السنوات											المرتبة
	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	
135.46	116.35	156.15	137.47	122.9	85.07	75.17	187.28	151.42	111.34	236.38	110.47	MFI
244.77	351.54	1183.24	235.18	250.8	201.3	198.1	302.7	229.6	255.40	213.78	270.83	BGI
16												EI

4- الخطر المحتمل لانجراف التربة:

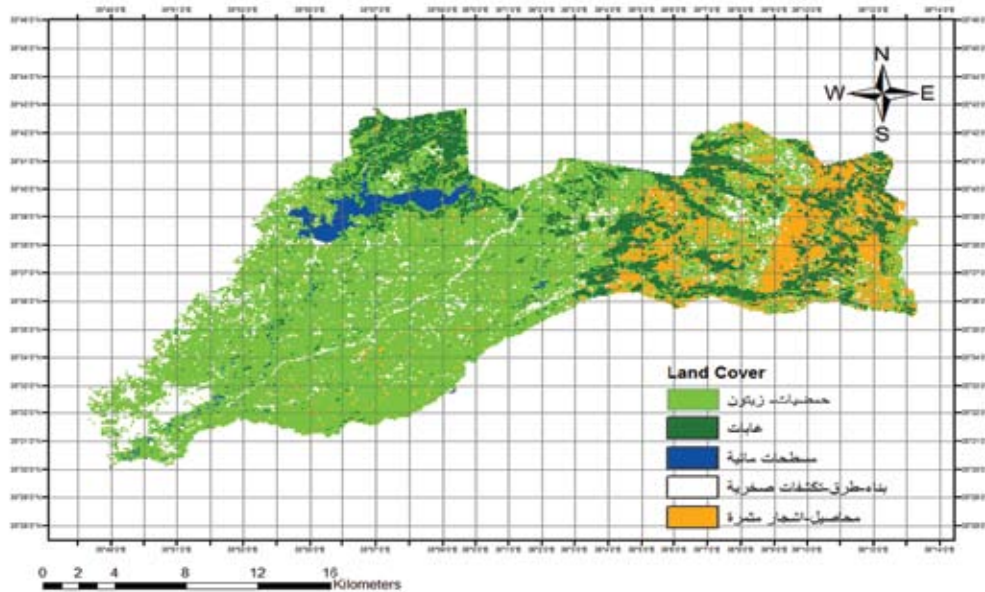
يبين الشكل 8 أن 6.40% فقط من المساحة المدروسة كان الخطر المحتمل لانجراف التربة فيها شديداً، وتركز في المناطق الشرقية ذات الانحدار الشديد جداً، في حين كان الخطر المحتمل متوسطاً في 28.85% من مساحة منطقة الدراسة، وتركز في المناطق الوسطى والشرقية، بينما تركّز الخطر القليل في المناطق الوسطى والجنوبية فيها، وبلغت نسبته 64.74% من المساحة المدروسة.



الشكل 8. خارطة الخطر المحتمل لانجراف التربة

5- مؤشّر الغطاء الأرضي:

يسهم الغطاء الأرضي في التخفيف من حدة التصادم بين قطرات المطر وسطح التربة، ويخفف من معدل الجريان السطحي فوق التربة، ويقلل من حدّة وخطورة انجراف التربة (Estoquea و Murayam، 2011)، وبناءً عليه فقد تم الاعتماد على الغطاء الأرضي بشكل رئيس لتقدير الخطر الفعلي لانجراف التربة. يوضح الشكل 9 خارطة الغطاء الأرضي الناتجة عن عملية التصنيف المراقب بدقة تصنيف قدرها 87.44%، كما هو موضح في الجدول 5 الذي يعبر عن مصفوفة الخطأ، وتُظهر خارطة الغطاء الأرضي أنّ الجزء الأكبر من منطقة الدراسة يستخدم في زراعة الحمضيات والزيتون، ولاسيما غربي ووسط منطقة الدراسة، في حين تنتشر الغابات على مساحات قليلة في الجزء الشمالي بالقرب من سد 16 تشرين، وكذلك في الجزء الشرقي، حيث تتواجد معها مساحات مزروعة بالأشجار المثمرة كاللوزيات والتفاحيات، فضلاً عن المحاصيل الزراعية.



الشكل 9. خارطة الغطاء النباتي Land cover لمنطقة الدراسة، وهي تمثل مختلف أنواع التغطية الأرضية الموجودة في منطقة الدراسة.

الجدول 5. مصفوفة الخطأ لعملية التصنيف المراقب.

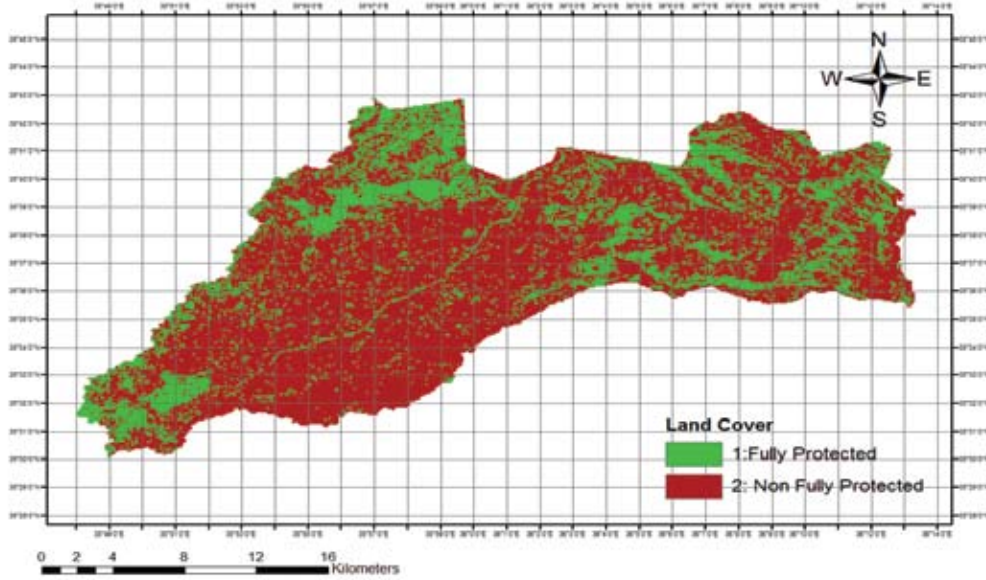
نوع الغطاء الأرضي	مصادر البيانات					دقة التصنيف (%)	
	غابات	مسطحات مائية	بناء و طرق و تكشفات صخرية	محاصيل، أشجار مثمرة	حمضيات و زيتون		المجموع
غابات	610	1	0	1	225	837	72.88
مسطحات مائية	0	1181	0	0	18	1199	98.49
بناء، طرق، تكشفات صخرية	3	2	1033	10	232	1280	80.70
محاصيل، أشجار مثمرة	0	0	2	827	123	952	86.87
حمضيات، زيتون	9	37	10	26	4636	4718	98.26
المجموع	622	1221	1045	864	5234	8986	87.44
دقة التصنيف (%)	72.88	98.49	80.70	86.87	98.26		

يمثل الشكل 10 خارطة الغطاء الأرضي بعد إعادة تصنيفها وفق نموذج كورين إلى صنفين (حماية تامة وحماية غير تامة)، حيث تشير الدراسة إلى أن 27.10% من منطقة الدراسة ذات حماية تامة (غابات، مسطحات مائية، ومنشآت وأبنية، وطرق وتكشفات صخرية)، وإن 72.9% من المساحة المدروسة ذات حماية غير كاملة، وهي تشمل الأراضي المزروعة بالحمضيات والزيتون والأشجار المثمرة والمحاصيل.

6- الخطر الفعلي لانجراف التربة :

يبين الجدول 6 الاختلاف بين مساحات الخطر المحتمل ومساحات الخطر الفعلي لانجراف التربة، وهذا يعود إلى دور الغطاء الأرضي في التقليل من خطر انجراف التربة، إذ انخفضت نسبة المناطق التي صنفت بأنها ذات درجة خطورة شديدة في خارطة الخطر المحتمل لانجراف من 6.40% إلى 2.47% في خارطة الخطر الفعلي، وذلك بعد أخذ عامل الغطاء الأرضي بالحسبان، أي بنسبة 60.93%. وهذا يتوافق مع ما أشار إليه Ekpenyong (2013) في تأكيده لدور الغطاء النباتي في التقليل من الخطر المحتمل لانجراف، نظراً للحماية والتغطية التي يقدمها للتربة، ومن ناحية أخرى فإن نسبة المناطق التي صنفت بأنها تقع تحت الخطر القليل في خارطة الخطر المحتمل ازدادت من 64.74% إلى 75.35%. وانخفضت في الخطر المتوسط من 28.85% إلى 22.18% في خارطة الخطر الفعلي لانجراف.

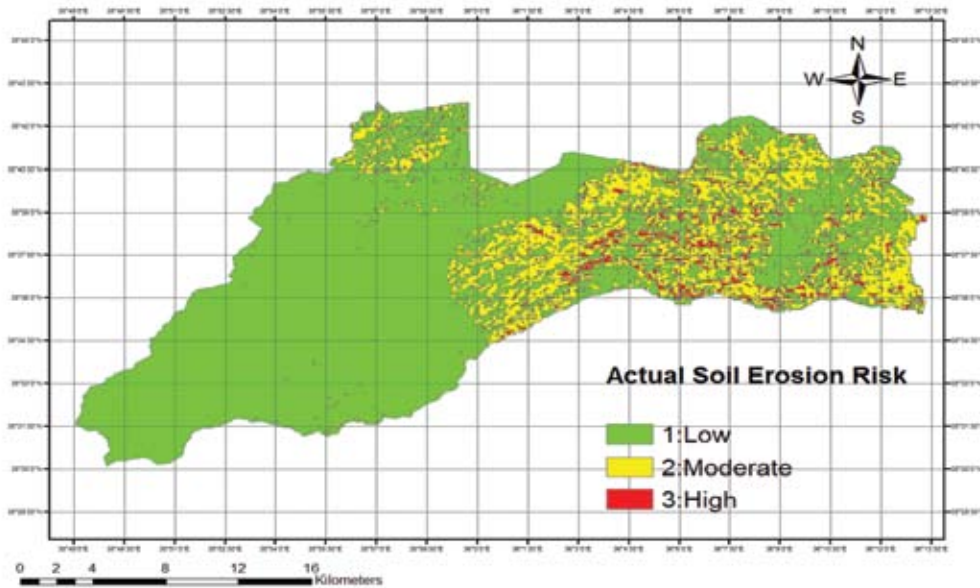
وتركزت مناطق الخطر الفعلي الشديد لانجراف التربة في الأجزاء الوسطى والشرقية لمنطقة الدراسة، كذلك الأمر بالنسبة للخطر الفعلي المتوسط فتركز أيضاً في الأجزاء الوسطى والشرقية والوسطى الشمالية، بينما تركّز الخطر الفعلي المنخفض في الأجزاء الوسطى والغربية منها (الشكل 11).



الشكل 10 . خارطة صفوف التغطية الأرضية في منطقة الدراسة.

الجدول 6. قيم الخطر المحتمل والفعلي للانجراف.

الخطر الفعلي للانجراف		الخطر المحتمل للانجراف		الصف
(%)	المساحة (كم ²)	(%)	المساحة (كم ²)	
75.35	324.41	64.74	278.73	1: (منخفض)
22.18	95.53	28.85	124.21	2: (متوسط)
2.47	10.59	6.40	27.59	3: (شديد)
100	430.53	100	430.53	المجموع



الشكل 11 . خارطة الخطر الفعلي لانجراف التربة في منطقة الدراسة.

الاستنتاجات والمقترحات

- أشارت الدراسة إلى الدور الإيجابي الذي يؤديه الغطاء الأرضي في حماية التربة من الانجراف، إذ انخفضت قيم الخطر الفعلي لانجراف التربة مقارنةً بالخطر المحتمل لانجرافها بعد إدخال عامل الغطاء الأرضي، والذي أدى إلى خفض قيمة الخطر الفعلي بنسبة 60.93% من قيمة الخطر المحتمل لصف التربة شديدة خطورة الانجراف.
- إن استخدام تقانات نظم المعلومات الجغرافية لوضع خارطة خطر الانجراف بالاعتماد على أنموذج CORINE هي طريقة فعالة وسريعة لتقويم خطر انجراف التربة وبكلفة قليلة ومساحة كبيرة، فقد أثبتت هذه التقانة فعاليتها في إظهار تأثير كل مؤشر مستخدم في أنموذج كورين في الخطر الفعلي للانجراف، وساعد على تحديد التوزع المكاني لمناطق الخطورة، الأمر الذي يؤدي إلى تسهيل وتسريع وضع الاستراتيجيات واتخاذ الإجراءات الضرورية لحماية تلك التربة.
- يُوصى بمتابعة الدراسة على مناطق أخرى متباينة من حيث التربة والغطاء النباتي والظروف المناخية وباستخدام أنموذج كورين.

المراجع

- Ahmad, I., and M. K. Verma. 2013. «Application of USLE Model and GIS in Estimation of Soil Erosion for Reservoir.» International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 3(4): 570-576.
- Aydin, A., H. useyin and B. Tecimen. 2010. «Temporal soil erosion risk evaluation: a CORINE methodology application at Elmalı dam watershed, Istanbul.» Environ Earth Sci, 61: 1457-1465.
- Corbane C., D. Raclot, F. Jacob, J. Albergel, and P. Andrieux. 2008. «Remote sensing of soil surface characteristics from a multiscale classification approach.» Catena, 75: 308-318
- Draguț, L., and E. Clemens. 2012. «Automated object-based classification of topography from SRTM data». Geomorphology, 141-142 : 21-33.
- Ekpenyong., R. E. 2013. "An Assessment of Land Cover Change and Erosion risk in Akwa Ibom State of Nigeria using the Coordination of information on the Environment (CORINE) methodology." Greener Journal of Physical Sciences, 3 (3): 76-89.
- Estoquea, Ronald C., and Yuji Murayama. 2011. "Spatio-Temporal Urban Land Use/Cover Change Analysis in a Hill Station: The Case of Baguio City, Philippines." Procedia Social and Behavioral Sciences, 21: 326-335.
- Kertész Á. and G. Jakab. 2011. "Gully erosion in Hungary, review and case study ." Procedia Social and Behavioral Sciences, 19: 693-701.
- 8- Marina B. Vega and J. M. Febles. 2008. "Application of the new method of evaluation of the soil erosion (EVERC) and the model MMF in soils of the Mamposton cattle production basin in Havana province Cuba." Cuban Journal of Agricultural Science, 42(3): 309-314.
- Prasann., P., A. Rajesh, S. Evany Nithya, and D. P. Allen. 2013. "Remote Sensing And GIS For Change Detection And Eco Degradation Studies In The Nilgiris – South India." International Journal of Chem Tech Research, 5(3): 1379-1386.
- Ren, Sheng-ming, Yin Liang and Bo Sun. 2011. "Quantitative Analysis on the Influence of Long-term Soil and water conservation Measures Harnessing on Runoff and Sediment Yield of Watershed." Procedia Environmental Sciences, 10: 1732-1740.
- Sakthivel., R, N. Jawahar Raj, V. Pugazhendi, S. Rajendran, and A. Alagappamoses. 2011. "Remote Sensing and GIS for Soil Erosion Prone areas Assessment: A case study from Kalrayan hills, Part of Eastern Ghats, Tamil Nadu, India." Archives of Applied Science Research, 3(6): 369-376.
- Schiettecatte, Gabriels, and Cornelis and Hofman. 2007. "Enrichment of Organic Carbon in Sediment Transport by Interrill and Rill Erosion processes." SSSAj 72(2): 50-55.
- Tingting, LV., Sun, Xiaoyua, Zhang, Dandana, Xue, Zhenshana and Gong, Jianminga. 2008. "Assessment of Soil Erosion risk in northern Thailand .The International Archives of the Photogrammetry." Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVII. Part B8: 703-708.
- UNEP. 2004. "Improving Coastal Land Degradation monitoring in LEBANON and SYRIA."
- Yuksel, A., R.E. Gundogan and A. Akay. 2008. "Using the Remote Sensing and GIS Technology for Erosion Risk Mapping of Kartalkaya Dam Watershed in Kahramanmaras, Turkey." Sensors J, 8: 4851-4865.
- Zhang, Zhaoling, Shiliang, Liua, and Shikui Donga. 2010. "Ecological Security Assessment of Yuan River Watershed Based on Landscape Pattern and Soil Erosion". Procedia Environmental Sciences, 2: 613-618.