مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (4) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (4) 2013

دراسة خطر الانجراف المائي لترب حوض سد 16 تشرين في محافظة اللاذقية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS

الدكتورة منى بركات*
الدكتورة ايلين محفوض**
أيمن عبد اللطيف كويس***

(تاريخ الإيداع 11 / 3 / 2013. قبل للنشر في 16 / 5 / 2013)

□ ملخّص □

يعد الانجراف المائي للتربة من أبرز المشاكل البيئية التي تتعرض لها ترب الساحل السوري وخصوصا الترب المحيطة بالمستجمعات المائية في محافظة اللاذقية. وتتأثر شدة الانجراف بكل من خواص التربة, درجة الميل, الغطاء النباتي والشدة المطرية ..الخ

اجريت الدراسة في منطقة حوض سد 16 تشرين بهدف إنشاء خريطة خطر الانجراف المائي لحوض السد من اجل تحديد درجة خطورة الانجراف المائي للمناطق الواقعة ضمن نطاق التأثير في حوض السد وتصنيفها بالاعتماد على نموذج كورين.

تم تحديد صفوف كل من (قوام التربة, النسبة المئوية للحصى, عمق التربة) لحساب دليل قابلية التربة للانجراف, وتم إعداد خريطة لعامل قابلية التربة للانجراف باستخدام برنامج ArcGIS 10 وحددت صفوف كل من درجة الميل وعامل الحت المطري وتم دمجها بصفوف عامل قابلية التربة للانجراف ورسمت خريطة خطر الانجراف المحتمل.

أنشئت خريطة خطر الانجراف الفعلي بعد تحديد صفوف الغطاء النباتي ودمجها بصفوف خطر الانجراف المحتمل, حيث بلغت(33.63,46.15,33.87) للصفوف منخفض, متوسط وشديد على التوالي من المساحة المدروسة. كما أظهرت النتائج أن استخدام نموذج CORINE وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية وبرامج الحاسوب ArcGIS وسيلة فعالة في دراسة خطر الانجراف فهي تمكننا من إنشاء خريطة لخطر الانجراف المائي للتربة بشكل سريع وبكلفة أقل.

الكلمات المفتاحية : خطر الانجراف المائي للتربة –نظم المعلومات الجغرافية – حوض سد 16 تشرين– نموذج كورين .

* **أستاذ – قسم علوم التربة والمياه ,كلية الزراعة – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
** **مدرس – قسم الحراج والبيئة – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**
*** **طالب دراسات عليا (دكتوراه) – قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (4) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (4) 2013

Study of the soil water erosion in the basin of 16 Tishreen Dam in the province of Lattakia using Geographic Information System techniques (GIS)

Dr.Mona Barakat*
Dr. Ileen Mahfood**
Aymen A. Al-Kwyes***

(Received 11 / 3 / 2013. Accepted 16 / 5 /2013)

□ ABSTRACT □

Soil water erosion is the most prominent environmental risk facing Syrian costal soils, especially from locations surrounding water basin. The severity of soil water erosion is greatly influenced by soil properties, slope, climate, and vegetation and Rainfall intensity.

This study aims to establish a risk map for soil water erosion in the Sixteen Tishreen basin area in the province of Lattakia to determine and classify the degree of risk for soil water erosion for locations in the study area according to Coordination of Information on the Environment (CORINE) Model.

Collected samples were located using GIS technique and data regarding soil texture, slope and soil depth were classified to calculate the viability for soil erosion. A map for the Erodibility of soil erosion was then established using ArcGIS 10 on which grouped degree of slopes and Erosivity index were superimposed, along with class of soil Erodibility index, in order to establish a map for soil erosion risk.

The actual soil erosion risk map was then established as a result of incorporating grouped vegetation covers with grouped potential erosion risks. Values for actual soil erosion risks were 33.87, 46.15, and 33.63 for low, intermediate and high, respectively in the studied area. It can be concluded that using CORINE model, GIS technique and ArcGIS software is an effective tool to investigate and establish a map that determines the risk for soil water erosion quickly with minimum cost.

Keyword: Risk Water erosion, Geographic information system, Basin of 16Tishreen Dam, CORINE

* **professor at Soil Science and Water Department ,Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia , Syria**
** **Assistant professer,at Forsty and Ecology Department ,Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia ,Syria**
*** **Postgraduate student, at Soil Science and Water Department ,Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia ,Syria**

مقدمة:

الانجراف المائي water erosion هو محصلة التداخل الحاصل بين عامل التربة وعامل المطر (Fiener & Auerswald, 2007) وهو مشكلة كبرى للإنتاج الزراعي لأنه يسبب فقد العناصر الخصوبية في التربة (N,P,K والحبيبات الناعمة في التربة) الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض القدرة الإنتاجية للتربة وبالتالي خروجها من طور الإنتاج الزراعي (Tingting *et al.*, 2008).

لايؤدي الانجراف المائي إلى تدهور التربة فقط بل يعمل على تلوث المسطحات المائية, حيث تصل نواتج انجراف التربة إلى الأحواض المائية المغلقة وتسبب ظاهرة Eutrophication, مما يشجع على نمو الطحالب ونشاط العمليات الحيوية غير الهوائية الامر الذي يؤدي الى تراكم المواد السامة والضارة في الكائنات الحية. كما تقل نسبة الأوكسجين فتموت النباتات الصغيرة والأسماك وتصبح المياه غير صالحة للاستعمال بكافة المجالات, وتفقد تلك الأحواض المائية أهميتها الحيوية والصناعية (Schiettectte, 2007) مما يؤدي إلى فقدان أهم مصدرين ضروريين لاستمرار البشرية وهما الماء والتربة, لذا يعتبر تقييم وتحديد خطورة الانجراف المائي أمراً هاماً وضرورياً من أجل وضع استراتيجيات خاصة لصيانة كل من التربة والمياه.

إن الاعتماد على النماذج الفيزيائية في تقدير الانجراف المائي يحتاج إلى العديد من المؤشرات لذا فإن استخدام النماذج التجريبية في هذا المجال سيكون الأفضل والأكثر أهمية (Yuksel *et al.*, 2008) فهي تسمح بتقدير الانجراف على مساحات واسعة وبجهد وكلفة اقل.

يعتبر استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتقييم خطر انجراف التربة وسيلة فعالة وأثبتت نجاحها في كثير من بلدان العالم (Aydin *et al.*, 2010) لأنها تمكننا من الحصول على قاعدة بيانات واسعة تساعد في تحديد خطورة الانجراف المائي للتربة ومن ثم تحديد الإجراءات المستقبلية اللازمة لحمايتها (Van Rompaey *et al.*, 2003).

ان العوامل التي تؤثر على انجراف التربة متنوعة لكن معظم الباحثين ركزوا على درجة الميل, قابلية التربة للانجراف, الغطاء النباتي بالإضافة إلى كمية الهطول المطري والشدة المطرية (Wawer & Nowocien, 2007).

يتأثر مؤشر قابلية التربة للانجراف بكل من قوام التربة, محتواها من المادة العضوية إضافة إلى بنائها, الذي يؤثر بشكل كبير على معدل الارتشاح وعلى مقاومة حبيبات التربة للتفكك والانفصال والانتقال (Mulder *et al.*, 2011). حيث يبدأ انجراف التربة بالظهور عندما يتدهور البناء الذي يرتبط ارتباطا وثيقا بكل من قوام التربة ومحتواها من المادة العضوية ونوع الكاتيونات السائدة على معقد ادمصاص التربة (Ben-hur, 2001).

تلعب الظروف المناخية دورا" كبيرا" بالإضافة إلى خواص التربة في عملية الانجراف المائي للتربة, والأكثر تأثيرا" هو معدل الهطول السنوي والشدة المطرية واستمراريتها حيث تعمل طاقة المطر الساقطة على تحطيم تجمعات التربة ومن ثم نقلها من منطقة تواجدها الى مناطق اخرى حسب درجة انحدار الارض (Dongli *et al.*, 2010).

ان تقييم خطر انجراف التربة بهدف الإدارة المستدامة للمستجمعات المائية واتخاذ الإجراءات المناسبة لصيانة التربة عن طريق استخدام النماذج التجريبية يقدم لاحقاً فوائد كثيرة لأنها تزودنا بالدلائل التي تفيد في تحديد درجة خطر انجراف التربة في المنطقة. على الرغم من أن خطر انجراف التربة المحتمل potential soil erosion risk لايأخذ بعين الاعتبار استعمالات الأراضي وطبيعة الغطاء النباتي لكنه يقدم فوائد كثيرة اذ يحدد قيمة خطر انجراف التربة في حالة حصول زوالا للغطاء النباتي بسبب مشاكل محتملة كحدوث حرائق الغابات او عملية قطع الاشجار بشكل جائر (Aydin *et al.*, 2010).

هناك نماذج وطرق كثيرة يمكن من خلالها التنبؤ بخطر انجراف التربة او ما يسمى خطر انجراف التربة المحتمل, سيعتمد في هذه الدراسة على احد هذه النماذج وهو تنسيق المعلومات البيئية او ما يسمى بنموذج كورين COoRdination of Information on the Environment. (CORINE)

أهمية البحث وأهدافه :

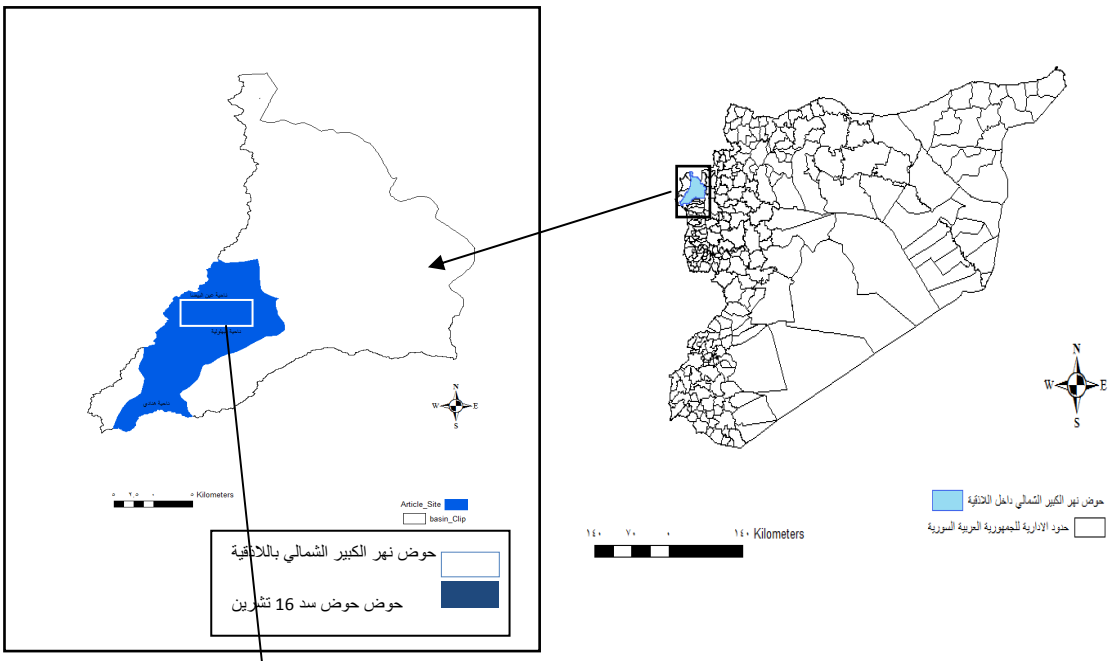
يعد الانجراف المائي للتربة مشكلة خطيرة في المنطقة الساحلية بشكل عام وفي حوض سد 16تشرين بشكل خاص بسبب الحساسية العالية لتربة الموقع للانجراف المائي والتي تعود إلى الانحدار الشديد, التضاريس المموجة, النشاطات البشرية الكثيفة, الاستثمار غير العقلاني للأراضي الزراعية, التطبيقات الزراعية غير الملائمة إضافة إلى كميات الهطول العالية والتي غالبا ما تكون بشدات قادرة على إحداث جريان سطحي وانجراف للتربة, حيث إن وصول نواتج الانجراف إلى حوض السد تلحق به أضرارا كثيرة. إن التنبؤ بخطورة الانجراف الذي يحدث في هذه المنطقة يعد أمرا" هاما" وضروريا" من أجل وضع استراتيجيات مستقبلية هامة لتخفيف خطورة الانجراف في هذه المنطقة.

هدف البحث :

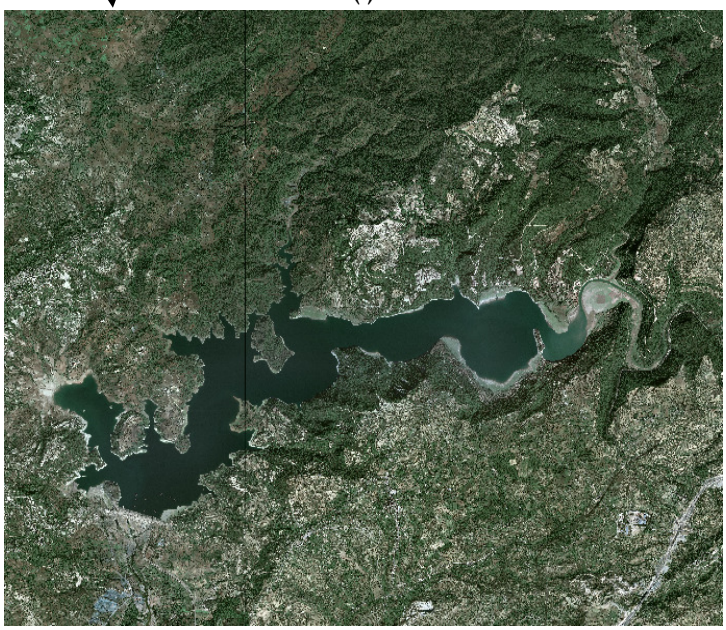
تحديد درجة خطورة الانجراف المائي في منطقة حوض 16 تشرين باستخدام نموذج CORINE وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية واعداد خرائط توضح حجم المشكلة وتوزعها المكاني.

طرائق البحث ومواده:

موقع الدراسة: أجريت الدراسة في منطقة حوض سد 16تشرين على نهر الكبير الشمالي (20 كيلومتر شمال شرق مدينة اللاذقية) موقع جسر خان عطا الله. تبلغ كمية المياه المخزنة في السد 210 مليون متر مكعب مخصصة لإرواء مساحة قدرها 19644 هكتار من الاراضي الزراعية وتأمين كمية 30 مليون متر مكعب لمياه الشرب لقرى المحافظة, يوضح الشكل (1) موقع منطقة الدراسة في محافظة اللاذقية كما يظهر صورة فضائية لمنطقة السد.



(أ)



(ب)

شكل(1) أ–موقع حوض سد 16 تشرين بالنسبة للجمهورية العربية السورية
ب–صورة فضائية للبحيرة

البيانات المناخية: تم الحصول عليها من محطة الأرصاد الجوية الواقعة في محافظة اللاذقية كما موضح في الجدول(1)

جدول (1) المعطيات المناخية لمنطقة الدراسة حسب محطة اللاذقية لعام 2011

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	المجموع
كميات الهطول	454.8	170.8	37.3	2.9	22.2	88.7	0.0	0.0	57.6	55.6	210.8	190.5	1292.2
درجات الحرارة	13.26	13.68	15.04	17.91	21.02	24.02	27.45	28.42	26.91	22.11	14.76	13.23	

جمع عينات التربة:

جمعت عينات التربة من عمق 0–10سم وذلك من 5 نقاط تشكل فيما بينها مغلفاً بريدياً قطره 10م. شكلت منها عينة تربة مركبة, نقلت إلى المخبر, أزيلت الجذور والمخلفات النباتية وجففت هوائيا ونخلت بمنخل قطره2 ملم للحصول على تربة ناعمة ثم أجريت بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية في مخابر كلية الزراعة بجامعة تشرين وقد شملت التحاليل ما يلي:

– تم التحليل الميكانيكي للتربة باستخدام طريقة الهيدرومتر, وتم تحديد القوام باستخدام مثلث القوام حسب التصنيف الأمريكي(USDA).

– تم قياس الناقلية الكهربائية باستخدام جهاز قياس الناقلية الكهربائية لمستخلص1:5 (تربة: ماء مقطر).

– قدرت المادة العضوية بالطريقة اللونية وباستخدام جهاز SPECTROPHOTOMETER

– قدرت كربونات الكالسيوم الكلية بطريقة المعايرة.

– تم تقدير السعة التبادلية الكاتيونية عن طريق إشباع التربة بخلات الصوديوم.

– تم قياس الـ pH لمستخلص 1:5 بواسطة جهاز pH meter.

تم تحديد إحداثيات مكان أخذ العينات باستخدام GPS وأخيرا استخدمت قاعدة البيانات الناتجة في إعداد خريطة باستخدام برنامج Arc GIS 10. يوضح الجدول(2) بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لترب منطقة الدراسة.

جدول (2) بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للترب المدروسة من العمق(0–10)سم ونوع الغطاء النباتي السائد

ت	نوع القوام	%للرمل	%للسلت	%الطين	$CaCO_3$ %	O.M %	CEC م.م/100 غ تربة	pHال	EC مليموز / سم	نوع الغطاء النباتي
1	سلتية طينية	12.16	45.15	42.69	48.75	1.96	22.96	8.05	1.3	حمضيات
2	طينية	14.78	29.95	55.27	46.25	1.14	33.15	8.57	0.3	حمضيات
3	طينية	21.67	23.12	55.21	53.75	6.34	53.525	8.26	0.36	زيتون
4	طينية لومية	34.31	26.58	39.11	40.00	2.73	26.36	8.32	0.20	حمضيات
5	طينية	16.53	36.40	47.07	56.25	3.47	23.81	8.37	0.30	حمضيات

6	رملية لومية	72.54	8.00	19.46	36.25	1.40	17.87	8.61	0.10	حمضيات+سرو+ صبار
7	طينية	39.21	19.88	41.91	57.5	3.12	67.11	8.50	0.11	زيتون
8	طينية	21.95	28.27	47.78	48.75	5.00	46.731	8.04	0.23	صبار+سنديان+ شوكيات
9	طينية	20.37	37.57	42.06	48.75	4.49	43.61	8.32	0.19	صنوبر بروتي
10	طينية	11.06	26.21	62.73	58.75	5.28	45.031	8.29	0.30	سنديان+صنوبر+ بلوط
11	طينية لومية	33.02	37.92	29.06	80.00	3.38	17.87	8.47	0.18	حمضيات+ صنوبر ثمري
12	طينية	16.08	28.69	55.23	56.25	3.26	48.43	8.46	0.20	زيتون كثافة خفيفة
13	طينية	7.72	37.05	55.23	66.25	1.55	39.94	8.70	0.16	صنوبر بروتي
14	طينية لومية	23.52	42.06	34.42	63.75	2.02	21.26	8.62	0.12	زيتون
15	طينية لومية	43.68	17.89	38.43	25.00	2.07	55.22	8.41	0.16	حمضيات
16	سلتيةلومية	34.17	55.05	10.78	68.75	3.88	32.80	8.76	0.15	ارض عارية
17	طينية	36.05	23.25	40.70	18.75	1.97	16.57	8.35	0.23	زيتون
18	طينية	6.35	22.76	70.89	56.25	1.26	18.71	8.93	0.13	زيتون
19	طينية	32.36	17.14	50.50	58.75	1.969	15.82	8.52	0.11	زيتون+صنوبر+سـ ندیان
20	طينية	5.72	31.73	62.54	71.25	1.03	13.51	8.82	0.13	تكشفات صخرية+نباتات جفافية
21	رملية طينية لومية	48.46	23.08	28.46	12.50	1.57	11.08	8.66	0.17	زيتون
22	طينية	7.87	28.76	63.37	50.00	1.18	17.62	8.62	0.14	زيتون+ ليمون
23	رملية طينية لومية	63.47	13.51	23.02	22.00	3.51	15.24	8.12	0.10	صنوبر بروتي+ اشجار حراجية
24	رملية طينية لومية	56.32	15.17	28.51	15.00	2.58	14.83	8.40	0.12	صنوبر+ اشجار حراجية

25	رملية طينية لومية	56.96	16.91	26.13	6.25	2.120	16.69	8.19	0.07	صنوبر بروتي +اشجار حراجية
26	سلتيةلومية	45.58	51.78	2.64	65.00	2.020	54.40	8.28	1.00	تفاحيات+تربة محروثة
27	طينية	28.97	14.22	56.81	1.25	1.357	44.36	8.79	0.17	محاصيل حقلية+ زيتون
28	طينية	17.71	26.67	55.62	41.00	3.055	28.80	8.42	0.37	حمضيات
29	سلتية	13.58	81.44	4.98	55.00	1.539	28.80	8.72	0.14	زيتون
30	سلتية لومية	24.5	70.49	5.01	45.00	2.747	8.90	8.15	0.60	زيتوت+حمضيات
31	طينية	7.83	36.90	55.27	55.00	1.775	27.93	8.53	0.26	حمضيات
22	طينية	8.64	31.61	59.75	51.25	2.520	17.547	8.47	0.23	زيتون

نموذج (CORINE:COoRdination of Information on the Environment): يمكن من خلال هذا النموذج تحديد خطر الانجراف عن طريق حساب بعض المؤشرات التي تؤثر على الانجراف وهي: مؤشر قابلية التربة للانجراف, مؤشر الحت المطري, مؤشر الميل ومؤشر الغطاء النباتي حسب(Aydin *et al.*, 2010)) وكالتالي:

مؤشر قابلية التربة للانجراف Soil Erodibility Index:

يتأثر مؤشر قابلية التربة للانجراف بكل من (قوام التربة, عمق التربة والنسبة المئوية للحصى في التربة) حيث يصنف كل من قوام التربة وعمقها في ثلاثة صفوف, أما النسبة المئوية للحصى فتصنف في صفين والجدول (3) يوضح ذلك. يحسب مؤشر قابلية التربة للانجراف من المعادلة التالية:

الصف	نوع القوام	عمق التربة سم	الحصى%	مؤشر قابلية التربة للانجراف
1	قليلة الانجراف (طينية – رملية طينية–سلتية طينية)	>75	>10	3-0
2	متوسطة الانجراف (رملية طينية لومية–طينية لومية– سلتية طينية لومية– لومية رملية– رملية)	75-25	<10	6-3
3	شديدة الانجراف (لومية– سلتية لومية–سلتية– رملية لومية)	<25		>6

مؤشر قابلية التربة للانجراف= صف القوام X صف عمق التربة X صف % للحصى

جدول (3) صفوف كل من نوع القوام, العمق, والنسبة المئوية للحصى ,ومؤشر قابلية التربة للانجراف حسب CORINE

مؤشر الحت المطري Soil Erosivity Index:

تم حساب مؤشر الحت المطري بالاعتماد على كل من عاملي فورنير (FI:Fournier Index) وباغنولد–كاوسن (BGI:Bagnouls–Gaussen Index) حيث يحسب مؤشر الحت المطري باستخدام العلاقة أدناه:

مؤشر الحت المطري =صف عامل فورنيرX صف عامل باغنولد–كاوسن

يحسب عامل 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

أما عامل باغنولد–كاوسن (BGI) فيحسب وفق المعادلة التالية:

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

حيث t_i: متوسط الحرارة الشهري (مئوي)

P_i: كمية الهطول الشهرية (ملم)

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

لقد تم تقسيم عامل FI إلى 5 صفوف وعامل BGI إلى أربعة صفوف, في حين تم تقسيم مؤشر الحت المطري الى 3 صفوف كما في الجدول التالي:

جدول(4) قيم وصفوف كل من عامل فورنير وعامل باغنولد–كاوسن, ومؤشر الحت المطري حسب نموذج CORINE

الصف	FI	BGI	مؤشر الحت المطري
1	< 60	0	<4
2	90–60	50– 0	8 –4
3	120–90	130 –50	>8
4	160–120	>130	
5	>160		

مؤشر الميل Slop Index

تم تحديد درجة الميل باستخدام النموذج الرقمي للارتفاع DEM وتم تقسيم درجة الميل بالاعتماد على نموذج CORINE إلى 4 صفوف كما في الجدول(5)

جدول(5) قيم وصفوف درجة الميل حسب نموذج CORINE

الصف	درجة الميل%
1	5 >
2	15-5
3	30-15
4	>30

خطر انجراف التربة المحتمل Potential Soil Erosion Risk

تم حساب خطر انجراف التربة المحتمل (الكامن) باستخدام المعادلة التالية:

خطر انجراف التربة المحتمل =صف الميل X صف مؤشر الحت المطري X صف مؤشر قابلية التربة للانجراف

تم تقسيم خطر الانجراف المحتمل الى ثلاث صفوف منخفض (0-5), متوسط (5-11) ومرتفع(11<)

الغطاء النباتي Land Cover

تم تقسيم الغطاء النباتي إلى صفين الأول يؤمن حماية كاملة ويشمل (الغابات- المراعي- أعشاب معمرة) والصف الثاني يشكل حماية غير كاملة (الترب البور والترب المحروثة).

خطر انجراف التربة الفعلي Actual Soil Erosion Risk

حسب خطر الانجراف الفعلي من خلال العلاقة بين خطر الانجراف المحتمل ونوع الغطاء النباتي السائد على سطح التربة, حيث تم حساب خطر الانجراف الفعلي باستخدام المعادلة التالية:

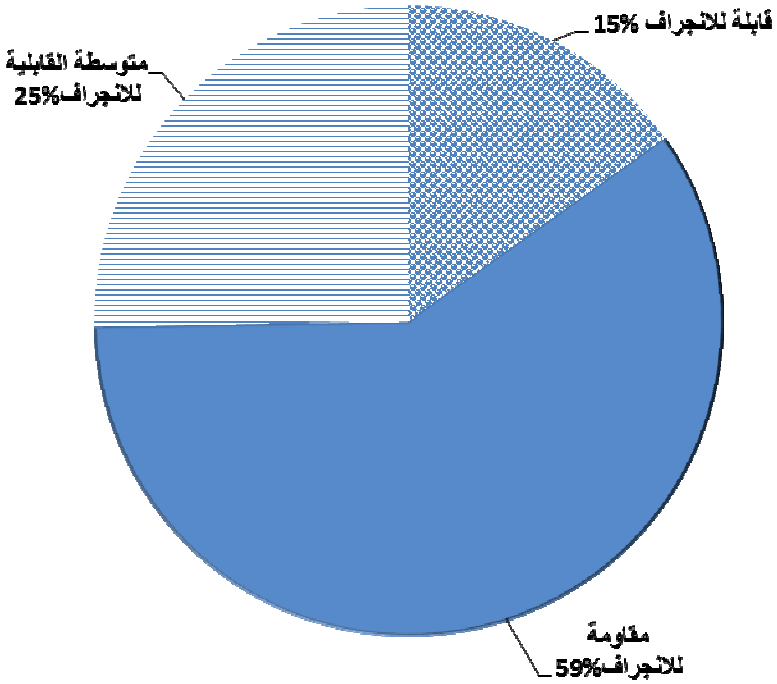
خطر الانجراف الفعلي= صف خطر الانجراف المحتمل x صف الغطاء النباتي

وصنف خطر الانجراف الفعلي إلى ثلاث صفوف منخفض, متوسط ومرتفع.

النتائج والمناقشة:

يبين الجدول (1) أن ترب المواقع المدروسة تباينت في قوامها, كما تباينت في محتواها من المادة العضوية وبالتالي كانت متباينة في سعتها التبادلية الكاتيونية أما من حيث الpH والناقلية الكهربائية فقد كانت متقاربة.

ويلاحظ ان 56%من الترب المدروسة طينية, 13% طينية لومية, 13% رملية طينية لومية, 9% سلتية لومية, 3%سلتية طينية, 3%سلتية و3%رملية لومية. اما تصنيف هذه الترب حسب قابليتها للانجراف من حيث القوام وحسب نموذج كورين يوضحها الشكل رقم (2)



شكل (2) نسب قابلية ترب البحث للانجراف حسب CORINE

والنتائج تتوافق مع نتائج (Corbane *et al.*, 2008) التي أكدت بأن الترب ذات القوام السلتي والرملي الناعم والطيني أكثر مقاومة للانجراف من الترب الرملية والرملية اللومية واللومية.

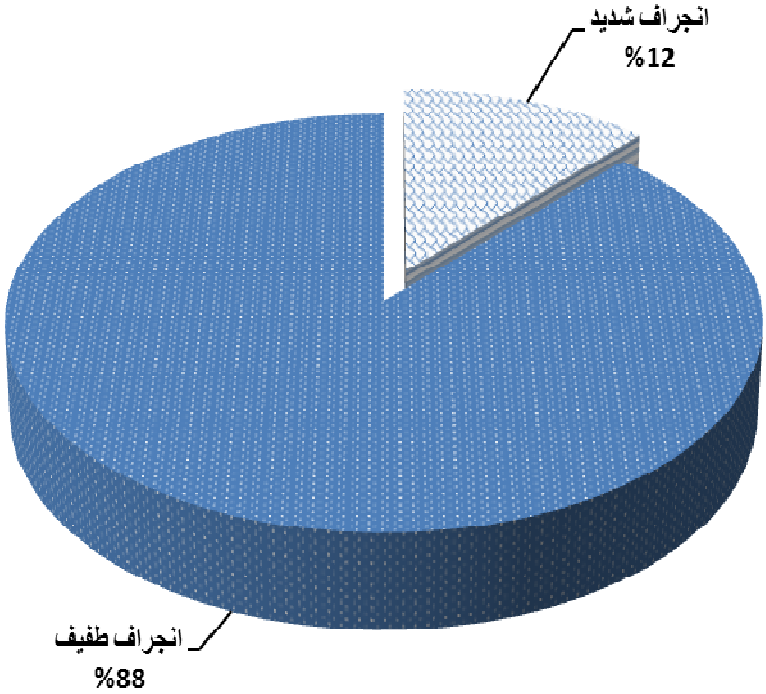
أما صفوف المؤشرات التي درست بالاعتماد على نموذج CORINE يوضحها الجدول (6)

الجدول رقم (6) صفوف المؤشرات المدروسة لمواقع الدراسة حسب CORINE

رقم التربة	صف القوام	صف العمق	صف النسبة المئوية للحصى	صف مؤشر قابلية التربة للانجراف	صف الميل	صف خطر الانجراف المحتمل	صف الغطاء النباتي	صف خطر الانجراف الواقعي
1	1	1	2	1	1	1	1	1
2	1	1	2	1	1	1	1	1
3	1	1	2	1	1	1	1	1
4	2	2	2	3	1	2	1	2
5	1	1	2	1	1	1	1	1
6	3	1	2	2	1	2	1	2
7	1	1	2	1	2	2	1	2
8	1	1	2	1	2	2	1	2

1	1	1	1	1	2	1	1	9
4	2	2	2	1	2	1	1	10
6	2	3	2	2	2	1	2	11
1	1	1	1	1	2	1	1	12
2	2	1	1	1	2	1	1	13
3	1	3	2	3	2	2	2	14
2	1	2	1	3	2	2	2	15
3	1	3	2	2	2	1	3	16
2	2	1	1	1	2	1	1	17
3	1	3	2	2	2	2	1	18
2	1	2	2	1	2	1	1	19
4	2	2	3	1	2	1	1	20
6	2	3	2	2	2	1	2	21
2	2	1	1	1	2	1	1	22
4	2	2	3	1	1	1	2	23
4	2	2	2	1	1	1	2	24
2	2	1	1	1	1	1	2	25
2	1	2	1	2	1	1	3	26
2	1	2	3	1	2	1	1	27
4	2	2	2	1	2	1	1	28
3	1	3	2	2	2	1	3	39
2	1	2	1	2	2	1	3	30
1	1	1	1	1	2	1	1	31
1	1	1	1	1	2	1	1	32

بينت الدراسة أن 12% من الترب المدروسة ذات عمق بين 25–70سم (متوسطة العمق) و88% من الترب ذات عمق أكثر من75سم (عميقة) وبالتالي كلما زاد عمق التربة زادت قدرتها على امتصاص ماء المطر وقلت كمية مياه الجريان السطحي وبالتالي يقل الانجراف (Panda *et al.*, 2005). أما تصنيف الترب ونسب حساسيتها للانجراف تبعا لمؤشر العمق وحسب CORINE موضحة في الشكل(3).



شكل(3) نسب قابلية الترب للانجراف حسب عمق التربة بالاعتماد على CORINE

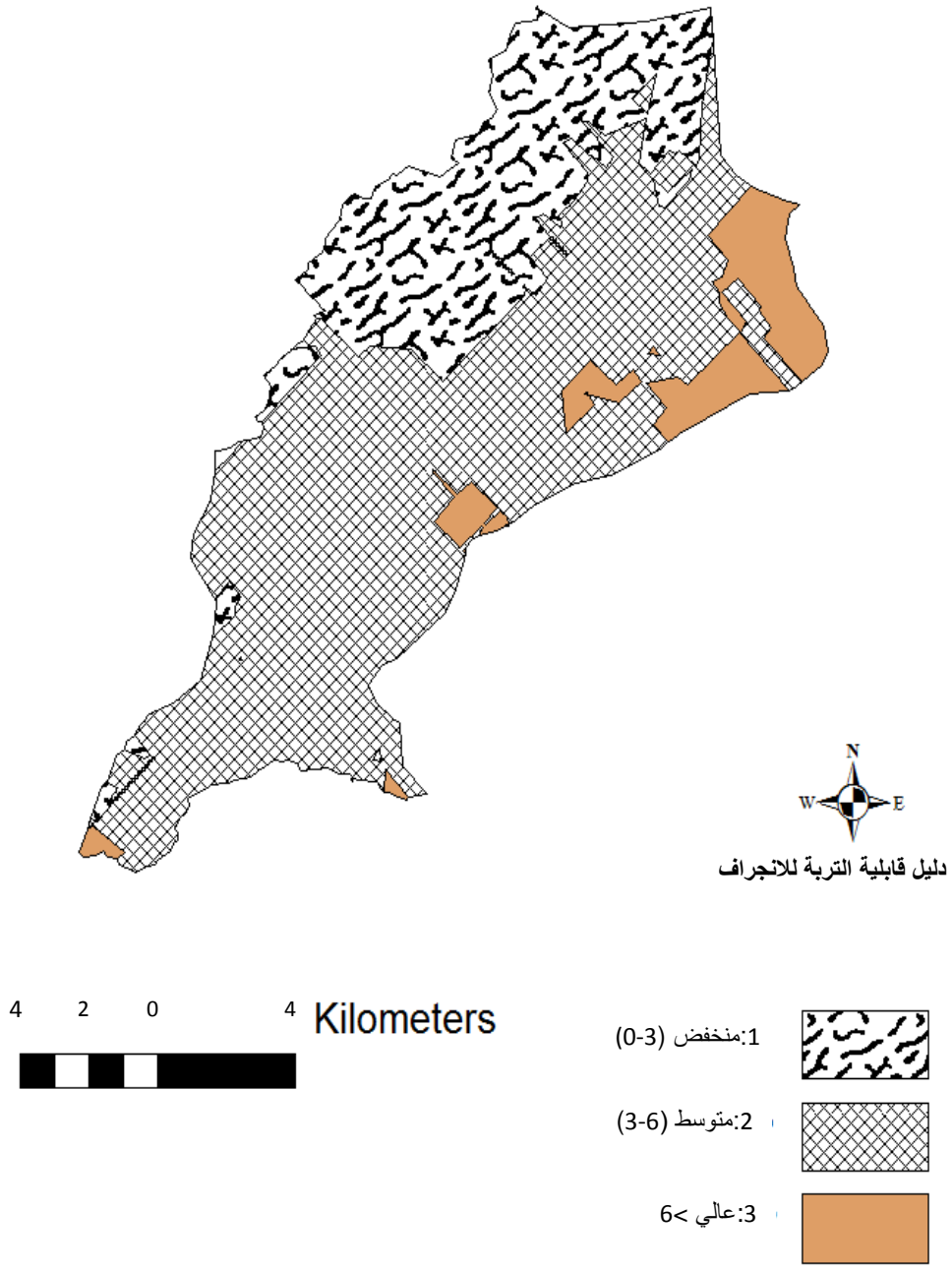
نلاحظ أن 12% من الترب المدروسة كانت النسبة المئوية للحصى فيها أكثر من 10% والباقي منها ذات النسبة المئوية للحصى أقل من 10%. إن وجود الحصى فوق سطح التربة يمكن أن يلعب كعامل حماية للتربة من فعل قطرات المطر لكن بعد بدء عملية الجريان السطحي وجود الحصى فوق سطح التربة يلعب دوراً معاكساً ويسبب الانجراف الجدولي بسبب الدوامات المائية (Yuksel *et al.*, 2008).

أما تصنيف الترب من حيث حماية الحصى للتربة بالاعتماد على مؤشر النسبة المئوية للحصى وحسب كورين يبينها الشكل (4)

:

شكل (4) أصناف الترب حسب النسبة المئوية للحصى ونسب حمايتها للتربة حسب CORINE

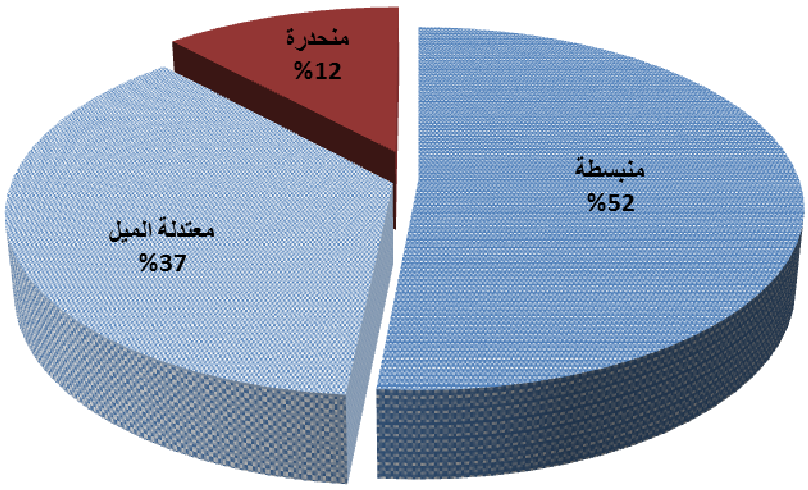
اعدت خريطة مؤشر قابلية التربة للانجراف Soil erodibility من حاصل ضرب صفوف كل من (قوام التربة, عمق التربة والنسبة المئوية للحصى) والشكل التالي يوضح مؤشر قابلية التربة للانجراف لمنطقة الدراسة.



الشكل(5) خريطة مؤشر قابلية الترب للانجراف(Soil Erodibility) لمنطقة الدراسة

يتضح من الشكل أن26.79% من مساحة الأراضي المدروسة كان مؤشر قابليتها للانجراف يقع ضمن الصف الأول قيمة مؤشر قابلية التربة للانجراف تتراوح بين (0–3), ذات قابلية قليلة للانجراف و64.34%من المساحة المدروسة مؤشر قابلية انجرافها ذات قيمة تتراوح بين (3–6) وهي تقع ضمن الصف الثاني أي مؤشر قابليتها للانجراف متوسط أما النسبة الباقية فكانت ذات قابلية عالية للانجراف تقع ضمن الصف الثالث حيث قيمة مؤشر قابلية التربة للانجراف اكبر من 6 حيث بلغت نسبتها 8.87% من مساحة منطقة الدراسة.

أما بالنسبة لدرجة الميل نلاحظ أن حوالي52% من المواقع المدروسة ذات ميل أقل من 0.5% و37% منها ذات ميل (5-15)% في حين كانت نسبة 11%من العينات ذات ميل (15-30)% أما تصنيفها حسب t CORINE يوضحها الشكل التالي:

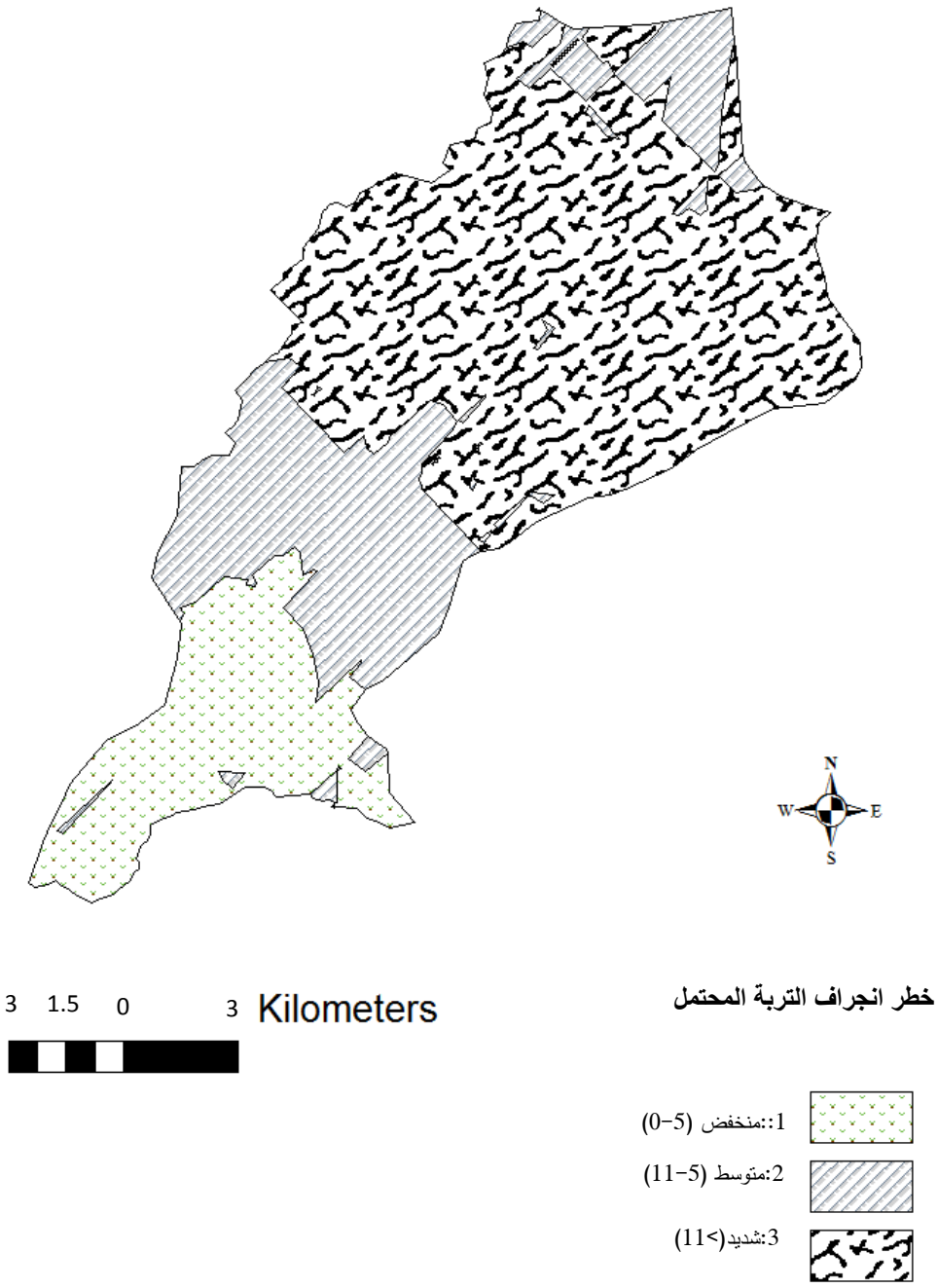


شكل (6) نسب أصناف ميل المواقع المدروسة حسب CORINE

حسب مؤشر الحت المطري بالاعتماد على المعطيات المناخية والمتمثلة بكل من درجة الحرارة والامطار الواردة في الجدول(1) .

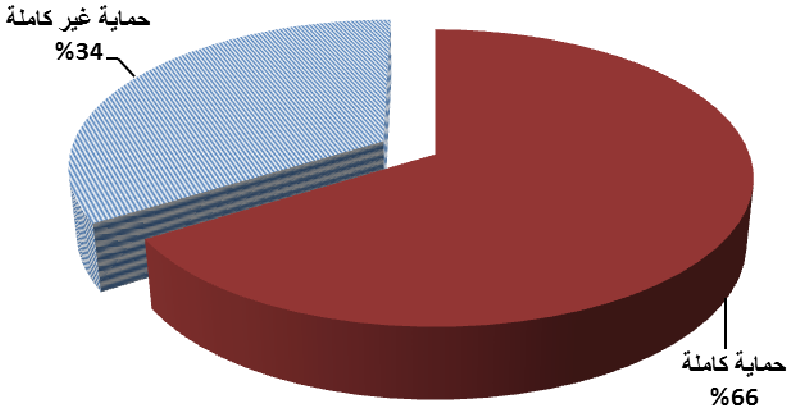
من معطيات المحطة المناخية لمنطقة الدراسة نلاحظ H إن قيمة مؤشر فورنير تساوي 257.83 وتقع في الصف الخامس أما مؤشر باغنولد-كاوسن فقيمته 164.5 تقع ضمن الصف الرابع وبالتالي قيمة مؤشر الحت المطري تساوي ,20 وهي ضمن الصف الثالث أي مؤشر الحت المطري مرتفع.

حسب خطر الانجراف المحتمل في منطقة الدراسة في كل موقع من ضرب صف مؤشر الحت المطري مع صف مؤشر قابلية التربة للانجراف مع صف الميل والقيم التي تم الحصول عليها صنفت حسب CORINE وتم استخدام إحداثيات المواقع المأخوذة باستخدام GPS وأنشأت خريطة خطر الانجراف المحتمل للتربة والشكل (7) يبين ذلك



شكل(7) خريطة خطر انجراف التربة المحتمل

بالنسبة للغطاء النباتي على اعتبار أنه يلعب دورا في التخفيف من حدة التصادم بين قطرات المطر وسطح التربة ويخفف من معدل الجريان السطحي فوق التربة ويحسن معدل الارتشاح (Saavedra&Mannaaerts.,2005) لذا فإن الاعتماد على الغطاء النباتي أساسي من اجل نماذج انجراف التربة. أشارت الدراسة إلى أن66% من المواقع المدروسة ذات حماية تامة(غابة صنوبر –غطاء عشبي كثيف –غابة سنديان) والنسبة الباقية 34% ذات حماية غير كاملة (حمضيات –زيتون –مناطق بائرة –ترب محروثة بقصد الزراعة) كما هو واضح في شكل(8).



شكل رقم (8) نسب الحماية التي يحققها الغطاء النباتي في منطقة الدراسة حسب CORINE

أنشئت خريطة خطر الانجراف الفعلي من حاصل ضرب صف الغطاء النباتي وصف خطر الانجراف المحتمل والشكل التالي يبين مساحات الاراضي مصنفة حسب خطورة الانجراف الفعلي.

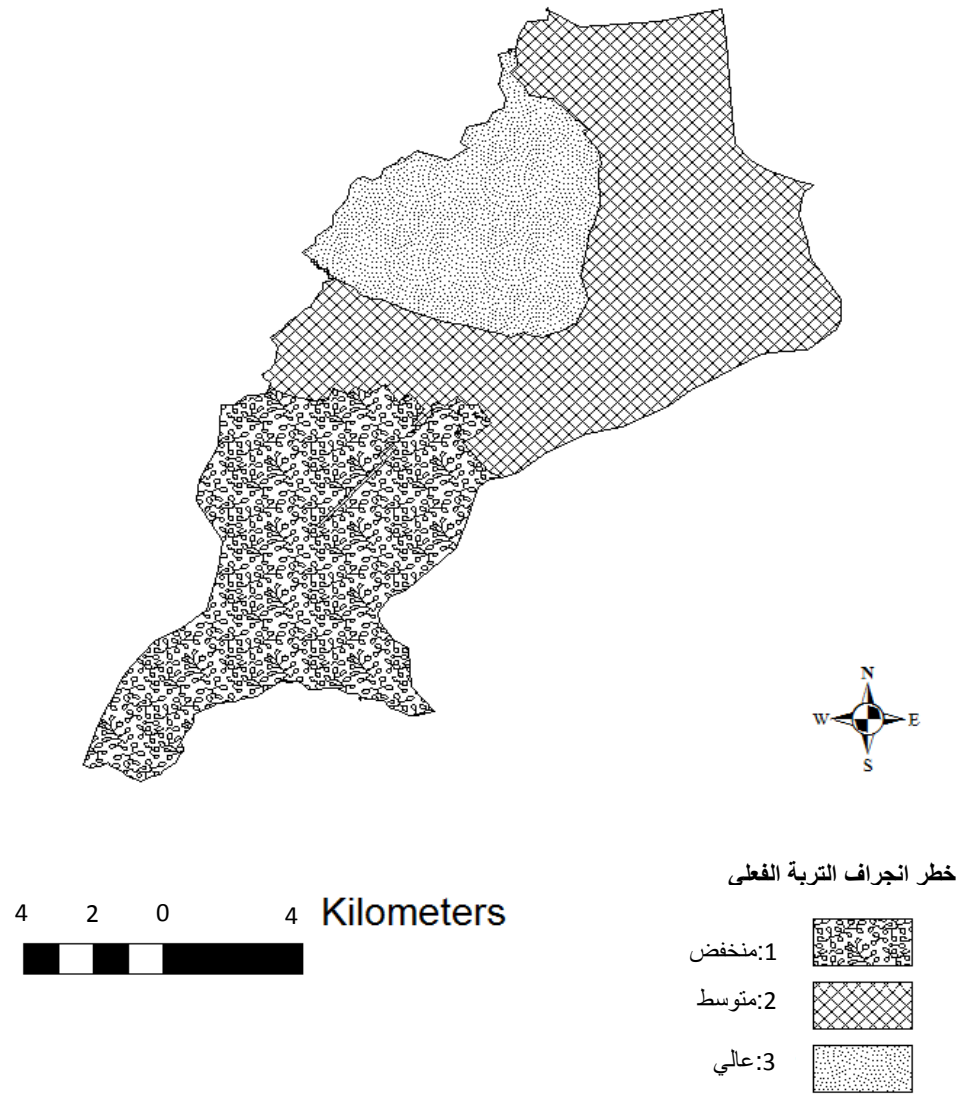
نلاحظ من الشكل(9) والجدول(7) أن النسبة المئوية لخطر الانجراف المحتمل قد بلغت (57.62,25.03,17.35)% للصفوف منخفض, متوسط وشديد على التوالي من مساحة منطقة الدراسة, في حين بلغت النسبة المئوية لخطر الانجراف الفعلي (33.63,46.15,33.87)% للصفوف منخفض, متوسط وشديد على التوالي من المساحة المدروسة.الاختلاف بين خطر الانجراف المحتمل وخطر الانجراف الفعلي يشير إلى دور الغطاء النباتي في حماية التربة من الانجراف. إن إدخال مؤشر الغطاء النباتي عمل على تخفيض نسبة المواقع التي امتازت بخطر انجراف محتمل عالٍ إلى أكثر من النصف وذلك لان الغطاء النباتي يزيد من مقاومة التربة للانجراف (Pouyat *et al*,2007)

أي تحديد خطورة الانجراف دون إدخال مؤشر الغطاء النباتي يمكن أن تعطي فكرة عن احتمال حدوث انجراف للتربة في حال غياب الغطاء النباتي أما لتحديد خطر الانجراف الفعلي لابد من إدخال مؤشر الغطاء النباتي.

والجدول (7) يشير إلى المساحات والنسب التي يشغلها كل صف من صفوف مؤشر قابلية التربة للانجراف وخطر الانجراف المحتمل والفعلي بعد إدخال مؤشر الغطاء النباتي.

جدول(7) المساحات والنسب التي يشغلها كل صف من صفوف مؤشر قابلية التربة للانجراف وخطر الانجراف المحتمل والفعلي

الصف	مؤشر قابلية التربة للانجراف		خطر الانجراف المحتمل		خطر الانجراف الفعلي	
	المساحة(كم2)	%	المساحة(كم2)	%	المساحة(كم2)	%
1:(منخفض)	57.01	33.87	29.21	17.35	57.01	33.87
2:(متوسط)	77.69	46.15	42.14	25.03	77.69	46.15
3:(شديد)	33.63	19.98	96.98	57.62	33.63	19.98
المجموع	168.33	100	168.33	100	168.33	100



شكل (9) خريطة خطر انجراف التربة الفعلي

الاستنتاجات والتوصيات:

أشارت الدراسة إلى أن استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية لوضع خريطة خطر انجراف بالاعتماد على نموذج CORINE هي طريقة فعالة ودقيقة لتقييم خطر انجراف التربة خلال زمن قصير وبكلفة قليلة. رغم أن النموذج لا يقدر كمية التربة المفقودة وكمية الرواسب الواصلة إلى قاع السد لكنه يمكننا من وضع خريطة لخطر انجراف التربة بهدف التخطيط لصيانة التربة كما أن النموذج يزودنا بعلامات مميزة عن خطر انجراف التربة من أجل تطوير صيانة التربة والمياه ومن ثم إجراء دراسات تفصيلية بالنسبة للمساحات التي تتميز بخطر انجراف عالي.

ونوصي بمتابعة الدراسة على مناطق أخرى متباينة بأتربتها وبنوع الغطاء النباتي وباستخدام نموذج كورين.

المراجع :

1-AYDIN, A., HU¨SEYIN, B.TECIMEN., *Temporal soil erosion risk evaluation: a CORINE methodology application at Elmalı dam watershed*, Istanbul. Environ Earth. Environ Earth Sci,61:2010, 1457–1465.

2-BEN-HUR ,M. *Soil conditioner Effects on Runoff and Potato Yield under Sprinkler Irrigation . Agronomy Journal* . 93: 2001,1156-1163.

3-CORBANE C., D. RACLOT, F. JACOB. , J. ALBERGEL, P. ANDRIEUX.,.*Remote sensing of soil surface characteristics from a multiscale classification approach*. Catena,Vol.,75:2008,308–318

4-DONGLI, SHE, SHAO MING'AN, HU WEI& YU SHUANG'EN, *Variability of soil water-physical properties in a small catchment of the Loess Plateau, China*, African Journal of Agricultural Research 5(22), 2010,3041-3049.

5-FIENER,AUERSWALD,*Rotation Effect of Potato,Maize,and Wheat on Soil Erosion by Water*. Soil Sci.Soc.AJ 71: 2007,1919-1925

6-MULDERR .V.L., S. DE BRUIN ., M.E. SCHAEPMAN .,T.R. MAYRTHE *Use of remote sensing in soil and terrain mapping — A review*. GEODER-10649: 2011, 1-19.

7-PANDA,S.S., H. ANDRJANASOLO, D. D. STEELE., *APPLICATION OF GEOTECHNOLOGY TO WATERSHED SOIL CONSERVATION PLANNING AT THE FIELD SCALE* .The Electronic Journal of the International Association for Environmental HydrologyOn the World Wide 13:2005,1-22.

8-POUYAT R.,YESILONIS,D,RUSSELL,J,& NEERCHAL,K, *Soil Chemical and Physical properties That Differente Urban Land –Use cover Types,* SSSA j ,71: 2007 1010-1019.

9-SAAYEDRA., C., C. M. MANNAERTS, *Estimating erosion in Andean catchment combining coarse and fine spatial resolution satellite imagery*. 31st International Symposium on Remote Sensing of Environment,June 20-24, 2005, Saint Petersburg, Russian Federation.

10-SCHIETTECATTE,GABRIELS,CORNELIS.& HOFMAN, *Enrichment of Organic Carbon in Sediment Transport by Interrill and Rill Erosion processes*. SSSAj 72:2007 50-55.

11-TINGTING, LV.,SUN XIAOYUA, ZHANG, DANDANA, XUE ZHENSHANA & GONG JIANMINGA, ,*Assessment of Soil Erosion risk in northern Thailand .The International Archives of the Photogrammetry*, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B8:2008,703-708.

12-VAN ROMPAEY ANTON J.J., PAOLO BAZZOFFI ROBERT J.A. JONES, MONTANARELAa L., GOYERS G.,.*Validation of Soil erosion Risk Assessment in ITALY*. European Soil Bureau Research Report No.12, EUR 20676 EN:2003, 25.

13- WAWER R., E. NOWOCIEN.*Digital Map of Water Erosion Risk in Poland:A Qualitative, Vector-Based Approach*. Polish J. of Environ. Stud. 16, No. 5: 2007,763-772.

14- YUKSEL, ALAADDIN.,GUNDOGAN R., E. AKAY A., *Using the Remote Sensing and GIS Technology for Erosion Risk Mapping of KartalkayaDam Watershed in Kahramanmaras, Turkey*. Sensors J., 8, 2008,4851-4865.