

Assessment of Soil Erosion Risk within Basel al-Assad Basin Area Using GIS and RUSLE

Dr. Mona Barakat*
Dr. Ilene Mahfoud**
Ali Jouhra***

(Received 9 / 5 / 2017. Accepted 23 / 7 / 2017)

□ 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. To evaluate water erosion risk in Albasel Basin area using revised universal soil loss equation and geographic information system technology, this study was conducted

Factor R was calculated using an equation after collecting rain fall data during 2007-2016. Factor K was calculated as well for every soil sample after estimating soil texture, structure, hydrolic conductivity and organic matter.

Local distribution of K values was showed in a map, and slop factor was determined using DEM(Digital Elevation Model) ,slop degree was showed as well by a map using ArcGIS program .

Land cover factor was calculated using NDVI and factor C was presented in a map by introducing NDVI map in equation using ArcGis program .

To get the map of erosion risk , maps of LS , C ,k were multiplied with R values and the resulted was classified in 4 classes according to erosion risk (, low, medium, hard, and very hard).

The study showed that R factor values 37, K factor values ranged between 0.09-0.29, Ls values were between 0 - 44 , while factor C values were between 0.05-0.76

The study showed as well that regions which suffered from a very erosion risk form 16% of total area of studied region , it localized on river sides which feed lake basin and cover about 12.86 Km² of area.

Key Word :Albasel ALASADE Basin ,Risk Erosion ,Geographic Information System ,Revised Universal Soil Loss Equation

* professor at Soil Science and Water Department ,Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia ,Syria

** Assosiate professor, 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

تقييم خطر الانجراف المائي لترب منطقة حوض سد الشهيد باسل الأسد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والمعادلة العالمية المعدلة

الدكتورة منى علي بركات*

الدكتورة ايلين محفوض**

علي جوهرة***

تاريخ الإيداع 9 / 5 / 2017. قبل للنشر في 23 / 7 / 2017

□ ملخص □

يعد الانجراف المائي للتربة من ابرز المشاكل البيئية التي تتعرض لها ترب الساحل السوري وبشكل خاص الترب المحيطة بالأحواض المائية في محافظة طرطوس. وتتأثر شدة الانجراف بكل من خواص التربة، درجة الميل، الغطاء النباتي والشدة المطرية..الخ.

يهدف هذا البحث إلى تقييم خطر الانجراف المائي في منطقة حوض سد الشهيد باسل الأسد في طرطوس باستخدام تقانة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والمعادلة العالمية المعدلة (RUSLE).

تم حساب العامل R من علاقة حسابية بعد جمع بيانات الهطول المطري للفترة الواقعة بين 2007-2016، من محطة الأرصاد في صافيتا، العامل k تم حساب قيمته لكل عينة ترابية وذلك بعد تحديد كل من القوام، البناء الناقلية الهيدروليكية - المادة العضوية)، واعدت خارطة تبين التوزيع المكاني لقيم K. عامل درجة الميل تم تحديده باستخدام DEM لمنطقة الدراسة حيث تم إعداد خارطة لدرجة الميل أدخلت في علاقة رياضية من خلال برنامج ArcGIS للحصول على خارطة العامل LS، أما عامل الغطاء النباتي C فقد تم حسابه باستخدام NDVI لمنطقة الدراسة واعدت خارطة العامل C لاحقاً بإدخال خارطة NDVI إلى علاقة حسابية باستخدام ArcGIS. للحصول على خارطة خطر الانجراف. تم حساب جداء خرائط كل من (LS, C, K) مع قيمة R وتم تصنيف الخارطة الناتجة إلى أربع مراتب حسب خطورة الانجراف (منخفض - متوسط - شديد - شديد جداً).

أظهرت الدراسة إن قيمة العامل R تساوي 37 وقيم العامل K قد تراوحت بين 0.09 و 0.29 أما قيم العامل LS فقد تراوحت بين 0 و 44 في حين تراوحت قيم العامل C بين 0.05 و 0.76 كما أظهرت الدراسة إن المناطق التي تعاني من خطر انجراف شديد جداً تشكل (16%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وهي تقع في الجهة الشمالية من منطقة الدراسة وتغطي مساحة قدرها (12.86) كم².

الكلمات المفتاحية: سد الشهيد باسل الأسد- خطر الانجراف- نظم المعلومات الجغرافية- المعادلة العالمية

المعدلة لفقد التربة

* أستاذ - قسم علوم التربة والمياه - جامعة تشرين - كلية الزراعة - سورية

** أستاذ مساعد - قسم الحراج والبيئة - جامعة تشرين - كلية الزراعة - سورية

*** طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم علوم التربة والمياه - كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية

مقدمة:

تعد التربة عنصر من العناصر الأساسية في عالمنا الذي نحياه لأنها مكون أساسي في النظام البيئي ، والعنصر الأساسي لجميع أشكال الحياة البشرية ، وهي تساهم بشكل كبير في تطور الحضارات في العالم (Yjiou *et al.*,2014).

اذ يرتبط سبل عيش الجنس البشري ارتباطاً وثيقاً بموارد التربة، وما يزال معظم الناس في العالم يعتمدون اعتماداً رئيسياً على موارد التربة كمصدر لرزقهم(Prosdocimi *et al.*,2016)، غير أن التطور الاقتصادي والزيادة المتسارعة بعدد السكان والتي تجاوزت كل المستويات ساهمت في تدهور التربة ولاسيما بعد زيادة النشاطات البشرية غير العقلانية فزادت معدلات الانجراف وانخفضت خصوبة التربة بشكل واضح إلى حد أصبحت فيه التربة عاجزة عن تامين الاحتياجات الأساسية (غذاء - أخشاب ...) (Zucca and Wuw 2015).

الانجراف المائي أكثر العوامل التي تحد من إنتاجية التربة وخاصة في المناطق الجافة Sunday *et al.*,2012)

وهو يؤثر سلباً على التربة لأنه يؤدي الى ضياع المادة العضوية والحبيبات الناعمة كذلك إلى انخفاض سماكة قطاع التربة فضلاً عن انضغاط التربة وتدهور بنائها (Rabia,2012)، لذا من الضروري تحديد التوزع المكاني لمناطق خطر الانجراف من أجل وضع الاستراتيجيات المناسبة لصيانة التربة باستخدام طرق سريعة وغير مكلفة .

وأكدت الكثير من الدراسات على تركيز أعلى معدلات لانجراف التربة في مناطق البحر الأبيض المتوسط (Rodrigo *et al.*,2015) 80%، اذ بلغت نسبة الأراضي المتدهورة بسبب الانجراف (Rodrigo *et al.*,2015) 80%، ويعد تقدير خطر الانجراف المائي للتربة والتوزع المكاني لهذا الخطر أحد أهم العناصر الرئيسية للتقييم الناجح لانجراف التربة، حيث يمكننا من وضع استراتيجيات ناجحة للحد من فقد التربة، اخذين بعين الاعتبار الظروف الجغرافية المتنوعة للمنطقة المدروسة (Panagopoulos and Ferreira,2010).

استخدمت الكثير من النماذج والموديلات الرياضية لتقييم خطر الانجراف مثل المعادلة العالمية لفقد التربة Universal Soil Loss Equation (USLE)، ومشروع التنبؤ بالانجراف المائي (WEPP) ، وأنموذج كورين (CORIAN) . غير إن أنموذج المعادلة العالمية للتربة قد تفوق على بقية النماذج من حيث سهولة تطبيقه وتوفر البيانات اللازمة لتطبيقه فضلاً عن إن مفرداته مستقاة من عوامل الانجراف (Ouyang and Bartholic.,2001). وقد زاد تطبيق هذا الأنموذج بعد تعديله إلى المعادلة العالمية المعدلة لفقد التربة (RUSLE) ليصبح بالإمكان استخدامه في أنظمة زراعية مختلفة وانحدارات متباينة لاسيما عند دمج مع نظم المعلومات الجغرافية التي تسهل حساب هذه العوامل ، لاسيما عامل الميل وعامل الغطاء النباتي ، وتساعد في تحديد التوزع المكاني للمناطق التي تقع تحت سيطرة خطر انجراف شديد حول الأحواض المائية ، ليتم بعدها وضع مخططات وإجراءات لصيانة التربة في تلك المناطق.

وقد أكدت دراسات كل من (Panagopoulos and Ferreira,2010)، أن كميات التربة المفقودة والمحسوبة باستخدام المعادلة العالمية المعدلة وتقانة نظم المعلومات الجغرافية في البرتغال، بلغت 50طن/هـ/سنة، ومعظمها يصل إلى المسطحات المائية.

وإن تطبيق المعادلة العالمية المعدلة في التنبؤ بكميات التربة المفقودة في حوض نهر الكبير الشمالي: (الحوض الأوسط والأدنى) أظهر إن المنطقة تقسم الى خمس مراتب من حيث كميات التربة المتنبأ بفقدانها قليلة جدا تراوحت فيها كميات الفقد (0-30طن /ه/سنة) وقليلة(30-50طن/ه/سنة) متوسطة(50-70طن /ه/سنة) وشديدة (70-100طن/ه/سنة) وشديدة جدا إذ بلغت كميات التربة المفقودة أكثر من 100طن/ه/سنة (كويس ، 2014).

كذلك أظهرت دراسة بهدف التنبؤ بكميات التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي باستخدام المعادلة العالمية للتربة وتقانة نظم المعلومات الجغرافية في منطقة حوض سد صلاح الدين، إن خطر الانجراف يقع ضمن خمس صفوف منخفض جداً (أقل من 5 طن/ه)، ومنخفض (5-9.5) طن /ه، ومتوسط (9.5-16) طن /ه وعالٍ (16-94)

وتركز في الجزء الغربي والمتوسط ، وعال جداً (أكثر من 94 طن /ه)، (حشمة، 2016).
تم في هذه الدراسة التنبؤ بمناطق خطر الانجراف المائي باستخدام المعادلة العالمية المعدلة ونظم المعلومات الجغرافية في منطقة حوض الشهيد باسل الأسد وذلك من خلال حسابها ومن ثم تصنيفها إلى عدد من المراتب استناداً إلى الكميات المفقودة من التربة بالانجراف.

أهمية البحث وأهدافه

بعد الانجراف المائي للتربة مشكلة خطيرة في المنطقة الساحلية بشكل عام وفي حوض سد الشهيد باسل الأسد، بشكل خاص بسبب الحساسية العالية لتربة الموقع للانجراف المائي والتي تعود الى الانحدار الشديد، التضاريس المموجة، النشاطات البشرية الكثيفة، الاستثمار غير العقلاني للأراضي الزراعية، إضافة إلى معدل الهطول السنوي المرتفع والذي غالباً ما تكون بشدات قادرة على إحداث جريان سطحي وانجراف للتربة، ووصول نواتج الانجراف إلى حوض السد سيلحق به أضراراً كثيرة. لذا نرى أن تقييم مؤشرات الانجراف المائي وتحديد خطورته في منطقة حوض سد الشهيد باسل، سيقدم لاحقاً فوائد كثيرة من أجل وضع استراتيجيات خاصة ومناسبة للتقليل من شدة الانجراف لترتب تلك المنطقة والمحافظة على القيمة الحيوية والاقتصادية للسد لذا كان الهدف من هذا البحث :

تقييم خطر الانجراف المائي في منطقة حوض سد الشهيد باسل الأسد باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والمعادلة العالمية المعدلة .

طرائق البحث ومواده

1-مكان وزمان إجراء البحث: تم إجراء البحث في جامعة تشرين خلال العام 2016-2017

2-موقع الدراسة

أجريت الدراسة في منطقة حوض سد الشهيد باسل الأسد، الذي يقع على بعد 20 كم شرق مدينة طرطوس، يبعد 7 كم عن صافيتا سعته التخزينية 103 مليون م³، يغذيه نهر الابرش وهو مخصص لري 10160 هكتار من الأراضي الزراعية والشكل (1) يبين موقع الدراسة.



شكل (1) حوض سد الشهيد باسل الأسد أ- بالنسبة للجمهورية العربية السورية ب- بالنسبة لمحافظة طرطوس

3- جمع عينات التربة :

جمعت عينات التربة (35 عينة) من عمق 0-10سم ، وذلك من 5 نقاط تشكل فيما بينها مغلف بريدي قطره 10م. شكلت منها عينة تربة مركبة، نقلت إلى المخبر، أزيلت الجذور والمخلفات النباتية وجففت هوائياً ونخلت بمنخل قطره 2ملم 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 لمستخلص 5:1 (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.

- للحصول على رتبة صف البناء تم تنخيل عينات التربة تنخيل جاف بمناخل متدرجة في أقطارها من الأعلى

إلى الأسفل 3_2_1_0,5-0,25 مم وتم حساب القطر المتوسط للحبيبات الموزونة باستخدام التنخيل الجاف من العلاقة التالية:

$$MWD = \sum_i^n W_i . X_i \quad (3.1)$$

حيث n: عدد رتب أحجام الحبيبات

X: القطر المتوسط لرتبة حجمية معينة

W_i: وزن الحبيبات المركبة في ذلك المدى الحجمي كنسبة من الوزن الكلي للعينة

- تم حساب الناقلية الهيدروليكية باستخدام برنامج Soil Water Characteristics Calculator

- تم تحديد إحداثيات مكان اخذ العينات باستخدام GPS وأخيرا استخدمت قاعدة البيانات الناتجة في إعداد

خريطة

باستخدام برنامج Arc GIS 10. يوضح الجدول (1) بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لعينات ترب منطقة

الدراسة.

جدول(1): بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لعينات ترب منطقة الدراسة

رقم العينة	الرمل %	الطين %	السلت %	نوع القوام	% OM	PH	EC ملموز/سم	%CaCO ₃
1	31.77	38.77	29.46	طيني لومي	3.14	8.4	0.104	12.5
2	45.5	39.72	14.78	طيني لومي	2.86	8	0.113	25.00
3	29.28	54.37	16.35	طيني	0.42	7.7	0.091	77.5
4	16.25	68.42	15.33	طيني	1.71	7.5	0.117	15.00
5	51.53	30.15	18.32	رملي طيني لومي	3.43	7.8	0.098	20.00
6	33.77	53.79	12.44	طيني	0.28	7.5	0.21	68.75
7	37.68	35.39	26.23	طيني لومي	2.29	7.5	0.122	21.25
8	26.96	62.46	10.58	طيني	4.71	7.7	0.117	25.00
9	32.77	39.46	27.77	طيني لومي	0.42	7.8	0.118	30.00
10	42.86	40.72	16.42	طيني	3.57	7.3	0.177	40.00
11	18.38	43.48	38.14	طيني	0.45	8.1	0.136	47.5
12	21.84	60.35	17.81	طيني	1.85	7.8	0.08	37.5
13	12.11	64.88	23.01	طيني	3.57	7.79	0.151	20.00
14	17.39	64.72	17.89	طيني	0.29	7.67	0.103	18.75
15	33.79	48.95	17.26	طيني	0.45	7.7	0.091	67.5
16	24.11	61.75	14.14	طيني	1.43	7.9	0.07	58.75
17	31.5	27	41.5	طيني لومي	1.85	7.8	0.18	61.2
18	22.5	37	40.5	طيني لومي	1.85	7.2	0.20	60.5
19	52.33	25.03	22.64	رملي طيني لومي	1.37	8.32	0.10	34.35
20	72.59	19.12	8.29	رملي لومي	0.14	8.45	0.09	29.44
21	94.52	4.42	1.06	رملي	0.028	8.13	0.17	15.34
22	5	60	35	طيني	0.57	7.9	0.07	75.5

36.89	0.11	7.89	2.25	طيني	21.16	63.3	15.54	23
34.12	0.15	7.77	3.52	طيني	29.3	60.26	10.44	24
62.86	0.14	8.29	2.35	طيني	23.28	73.84	2.87	25
22.77	0.15	8.60	2.21	طيني	29.55	66.08	4.37	26
41.22	0.25	8.33	2.38	طيني	31.71	62.48	5.81	27
40.00	0.09	8.56	2.27	طيني	33.5	48.7	17.8	28
63.00	0.18	7.68	1.81	طيني	16.69	65.99	17.32	29
25.00	0.11	8.44	0.77	رملي لومي	19.86	19.77	60.37	30
18.75	0.14	7.76	0.68	رملي طيني لومي	23.35	25.77	50.88	31
52.3	0.19	7.18	2.13	طيني لومي	22.5	35	42.5	32
57.8	0.09	7.4	1.55	طيني	24	53	23	33
65.5	0.16	7.95	1.03	رملي طيني لومي	15	30	55	34
59.8	0.08	8.02	1.81	طيني لومي	22.5	37.5	40	35

كما تم تحديد نوع الغطاء الأرضي في عينات مساحتها (100*100) م، بحيث تمثل عينة التربة مركز عينة الغطاء الأرضي.

3- حساب مؤشرات المعادلة العالمية للانجراف RUSLE:

تم حساب مؤشرات المعادلة العالمية لفقد التربة، ومن ثم تم تقسيم كل مؤشر من المؤشرات الى مراتب بعد أن تم إعداد خارطة لكل من: (الغطاء الأرضي، عامل قابلية التربة للانجراف، عامل الطبوغرافية) وفيما يلي شرح لطريقة حساب كل مؤشر:

$$A = R * K * L * S * C * P \quad (3.2)$$

حيث أن:

A = كمية التربة المفقودة بالانجراف المائي طن/هـ/سنة.

4-1 عامل الحث المطري R : تم الحصول على بيانات معدلات هطول الأمطار الشهرية للفترة 2007-

2016. من محطة الأرصاد الجوية في منطقة صافيتا، باعتبارها اقرب محطة الى موقع الدراسة وحسبت القيمة المتوسطة لمعدل الهطول السنوي للسنوات السابقة ثم حسبت قيمة R من العلاقة التالية:

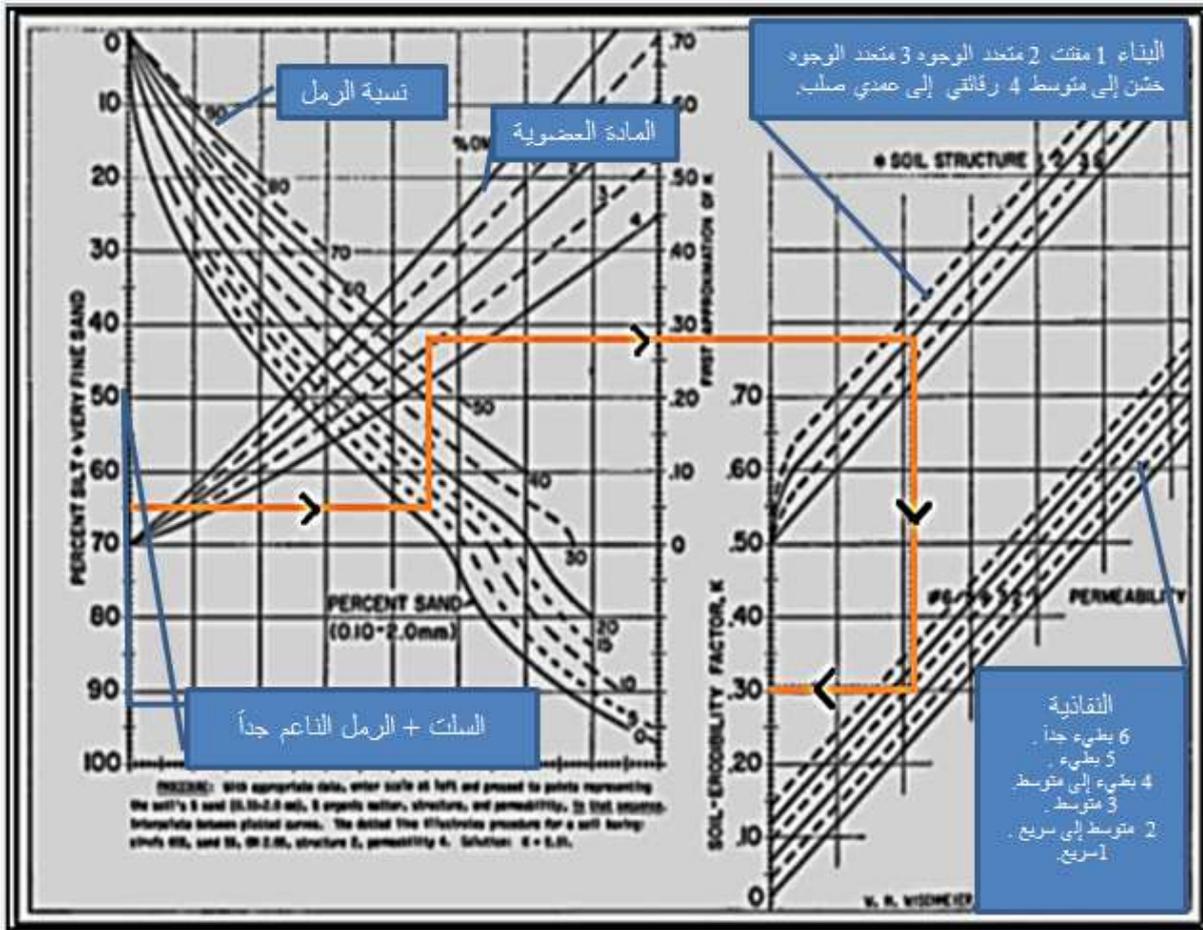
$$R = 23.61 * e^{(0.0048 * P)} \quad (3.3) \quad (\text{El Taif et al., 2010})$$

حيث أن P : معدل الأمطار السنوي

e : العدد النيبيري

4-2: عامل قابلية التربة للانجراف K :

تم حساب قيمة K بالاعتماد على مخطط (Wischmeire 1971)

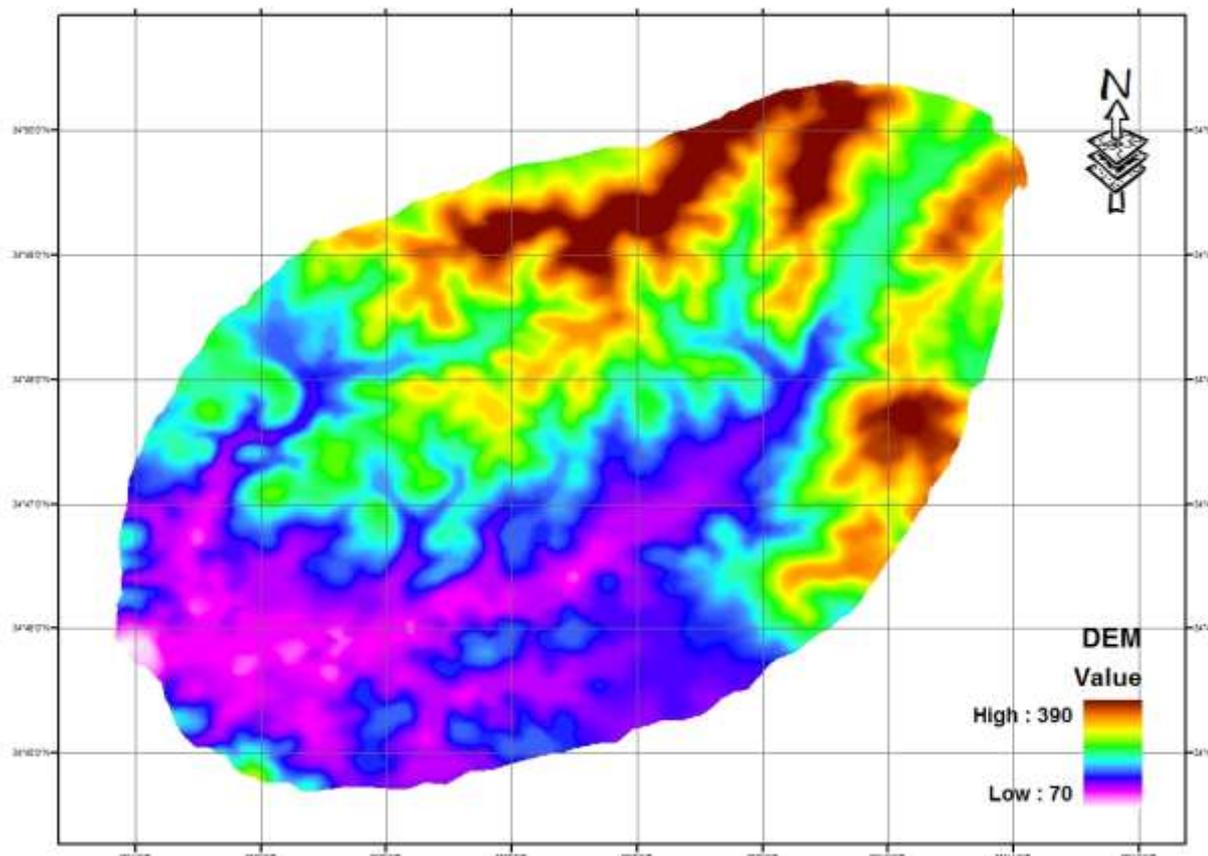


مخطط (1) حساب قيمة K بالاعتماد على مخطط Wischmeire.

بعد حساب قيم K تم إعداد خارطة تمثل قيم عامل قابلية التربة للانجراف بتطبيق خوارزمية "kriking" على شريحة العينات الممثلة لقابلية التربة للانجراف وحصلنا على خارطة تمثل توزيع لقيم K في منطقة الدراسة.

4-3 عامل الميل (LS):

من أجل حساب العامل LS حسب في البداية عامل درجة الميل (S) باستخدام النموذج الرقمي للارتفاع (DEM (Digital Elevation Model) شكل (2) تم اقتطاعها من النموذج الرقمي للارتفاع لمحافظة طرطوس بدقة 30م.



شكل (2) النموذج الرقمي للارتفاع (DEM) لمنطقة الدراسة

وباستخدام برنامج Arc GIS تم إنشاء خارطة درجة الميل باستخدام تطبيق التحليل السطحي Surface Analyses وأدخلت الخارطة في العلاقة التي أوردها (Kumar and Kushwaha,2013).

$$LS(r) = (m + 1) [A(r) / 22.13]^m [\sin \beta(r) / 0.09]^n \quad (3.4)$$

حيث إن n, m : ثابتان تبلغ قيمتهما (1.3,0.6) على التوالي

$A(r)$: عرض الخلية المكونة ل (DEM) وتبلغ قيمته 30 م.

$\beta(r)$: درجة الميل (خارطة الميل).

r : احداثيات موقع الدراسة

أدخلت العلاقة السابقة إلى برنامج Arc GIS وبواسطة Raster Calculator تم الحصول على خارطة تمثل

العامل LS

4-4 عامل الغطاء الأرضي (C) : يمثل الغطاء الأرضي كل ما يوجد على سطح الأرض (غابات - أعشاب

- أراضي زراعية - تكشفات صخرية - عمران - مسطحات مائية). من أجل حساب عامل الغطاء الأرضي تم في البداية حساب مؤشر الاختلاف النباتي القياسي Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)، يعرف هذا المؤشر بأنه فرق الانعكاس بين القناتين تحت الحمراء والحمرء مقسوماً على حاصل جمع الانعكاس في نفس

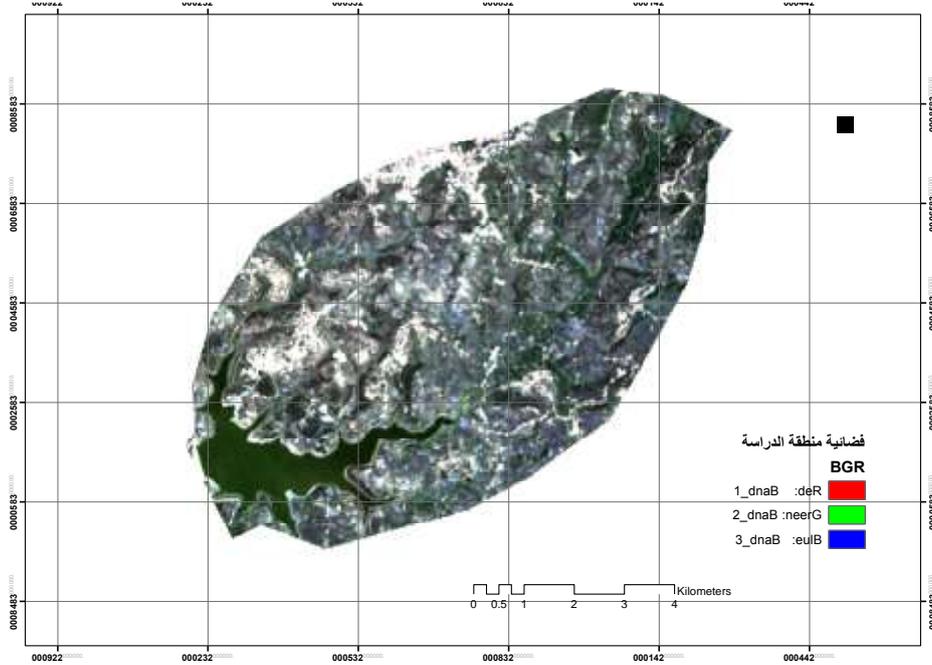
القناتين وذلك حسب ما ذكره الباحث (Sellers et al., 1989):

$$NDVI = \frac{RIR - RR}{RIR + RR} \quad (3.5)$$

RIR : انعكاس الأشعة في القناة تحت الحمراء

RR : انعكاس الأشعة في القناة الحمراء

تم حساب مؤشر الاختلاف القياسي NDVI لمنطقة الدراسة باستخدام الصورة الفضائية للـ Landsat TM مأخوذة في 28 آب 2016 بدقة 30 الشكل (3)



شكل (3) صورة فضائية Landsat TM للعام 2016 تمثل منطقة الدراسة

تم حساب مؤشر NDVI لمنطقة الدراسة على الصورة الفضائية باستخدام Erdas imagine 8.4 وتم إعداد خارطة NDVI لمنطقة الدراسة و حسبت قيم العامل C لاحقاً من خلال العلاقة الحسابية التي وضعها (Karaburun, 2010) وهي :

$$C \text{ factor} = 1.02 - 1.21 * NDVI \quad (3.6)$$

والتي تسمح بتقدير عامل الغطاء النباتي بدلالة مؤشر NDVI وباستخدام برنامج Arc GIS بواسطة Raster Calculator وقد استخدمت هذه العلاقة في كثير من المناطق ذات المناخ المتوسطي وأعطت نتائج جيدة. **P-5-4: عامل صيانة التربة:** في هذه الدراسة تساوي (1) لعدم إتباع أي إجراءات لصيانة التربة في مواقع الدراسة .

النتائج والمناقشة:

يوضح الجدول رقم (1)، أن ترب المنطقة المدروسة اغلبها ذات قوام طيني، كلسية ذات درجة حموضة مائلة للقلوية، أما محتواها من الاملاح فكان منخفضاً.

1- عامل الحت المطري (R):

يوضح الجدول رقم (2) قيم العامل R خلال السنوات 2016-2007

الجدول رقم (2) يظهر قيم العامل R خلال السنوات 2016-2007

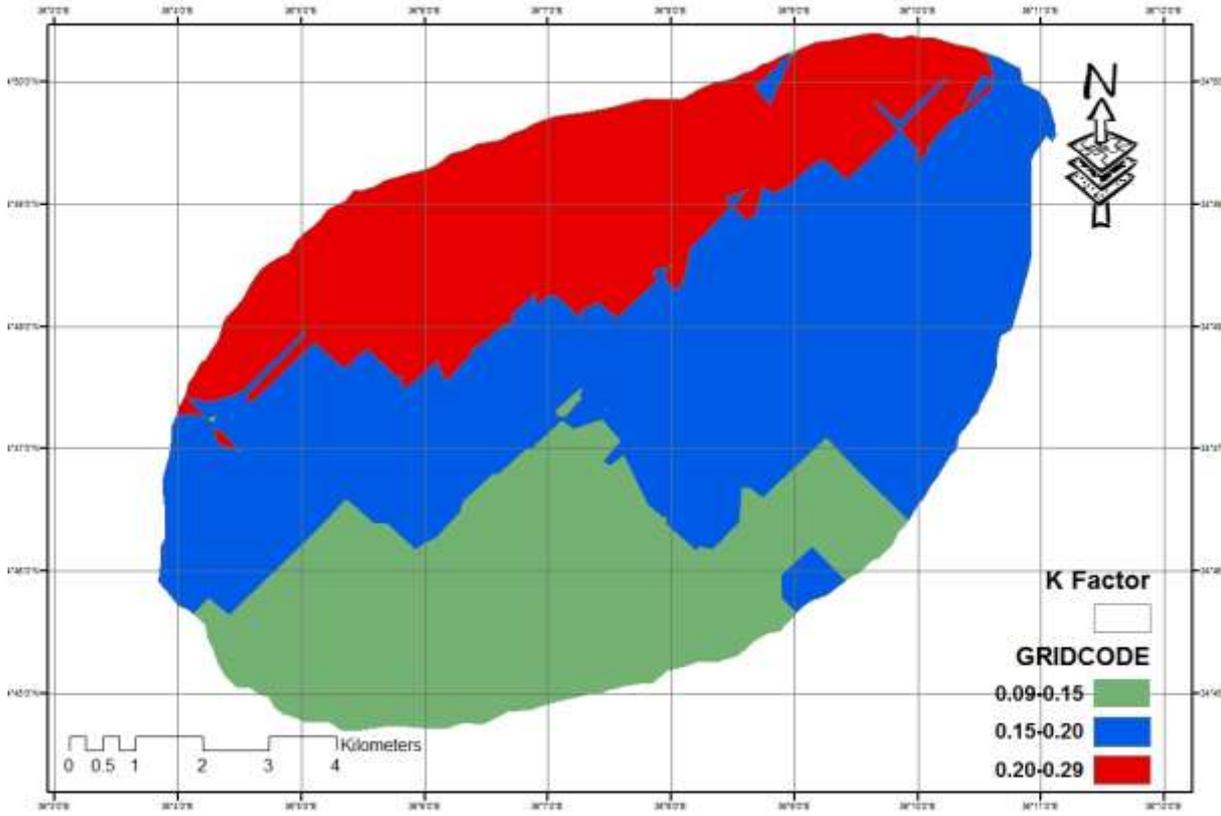
العام	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
R	35.22	33.17	39.31	35.22	37.39	45.22	43.88	29.12	38.92	33.50
المتوسط	37.1									

بلغت قيمة عامل الحت المطري في منطقة الدراسة (37.1) وهي القيمة المتوسطة لعامل الحت المطري

للسنوات 2016-2007

2 - عامل قابلية التربة للانجراف (K):

يعد مؤشر قابلية التربة للانجراف من أهم المؤشرات الخاصة بالتربة والتي تستخدم للتعبير عن مدى قابلية التربة للانجراف تشير القيم العالية للعامل k على حساسية التربة للانجراف في حين تشير القيم المنخفضة الى مقاومة التربة وهو يرتبط بكل من : قوام التربة ومحتواها من المادة العضوية فهو يزداد في الترب الفقيرة بالطين وبالمادة العضوية والتي تقل فيها نسبة التجمعات الترابية الكبيرة (Macro aggregate) ذات القطر الأكبر من 0,25مم وهذا ما بينته الدراسة حيث إن القيم العالية (0.20 - 0.29) لهذا العامل تركزت في الجزء الشمالي وهذا يعود إلى انخفاض محتوى ترب تلك المنطقة من الطين من جهة و فقرها بالمادة العضوية من جهة أخرى. أما القيم المتوسطة لعامل قابلية التربة للانجراف فقد تركزت في المنطقة المتوسطة من منطقة الدراسة إذ تراوحت قيم عامل قابلية التربة للانجراف بين (0.15-0.20) في حين تركزت القيم المنخفضة في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة والشكل التالي يبين التوزيع المكاني لقيم K.



شكل (4) مراتب عامل قابلية التربة للانجراف (K) في منطقة الدراسة

أما توزيع قيم K حسب المراتب وحسب المساحة التي يشغلها كل صف يوضحها الجدول التالي

جدول رقم (3) المساحة التي يشغلها كل صف من مراتب عامل قابلية للانجراف لمنطقة الدراسة

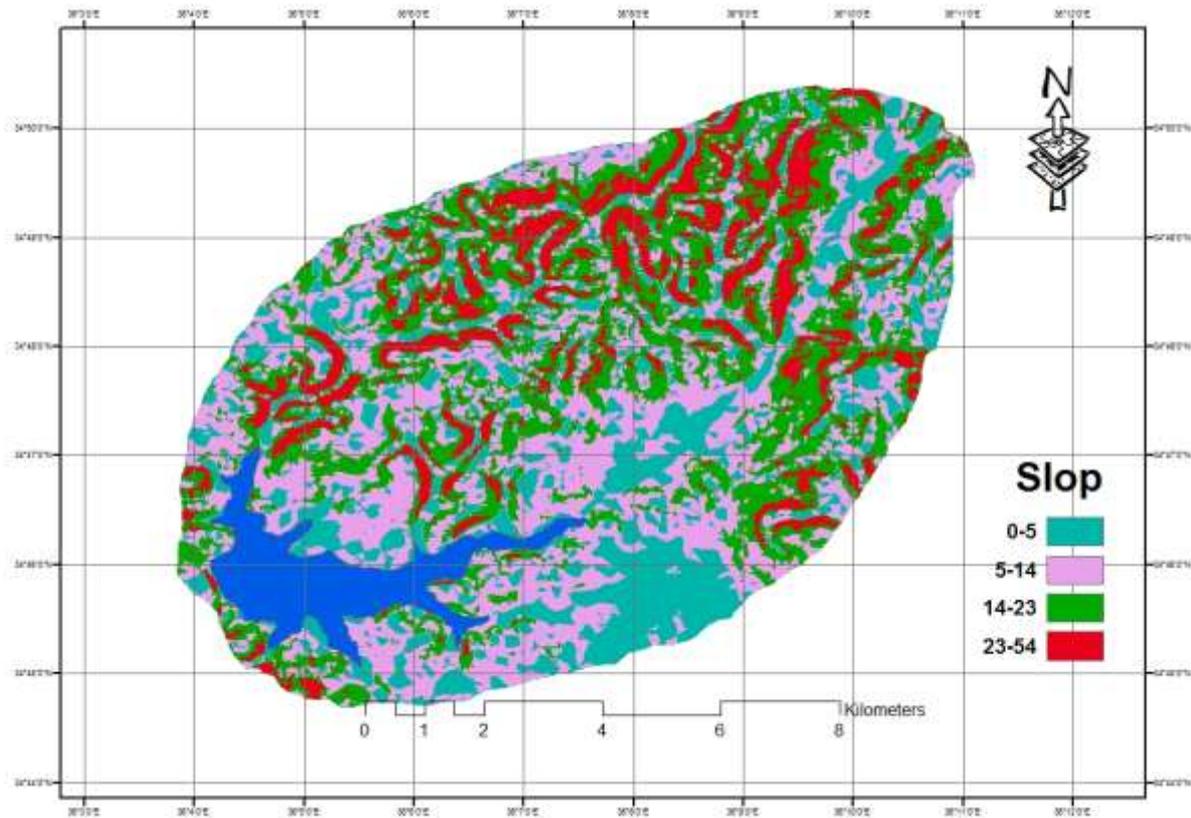
رقم الصف	قيم K	المساحة التي يشغلها (كم ²)	النسبة المئوية %	التصنيف
1	0.15-0.09	21.58	26.82%	منخفضة
2	0.20-0.15	36.66	45.65	متوسطة
3	0.29-0.20	22.22	27.53	مرتفعة
المجموع		80.46	100	

شكلت مساحة الجزء الذي كان فيه عامل قابلية التربة للانجراف مرتفع 27.53% من المساحة الكلية وقد شغلت مساحة الجزء ذات القيم المتوسطة 45.65% من إجمالي المساحة المدروسة في حين لم تتجاوز مساحة المناطق التي امتازت بقيم منخفضة للعامل K (26.82%).

3- عامل الميل (S)

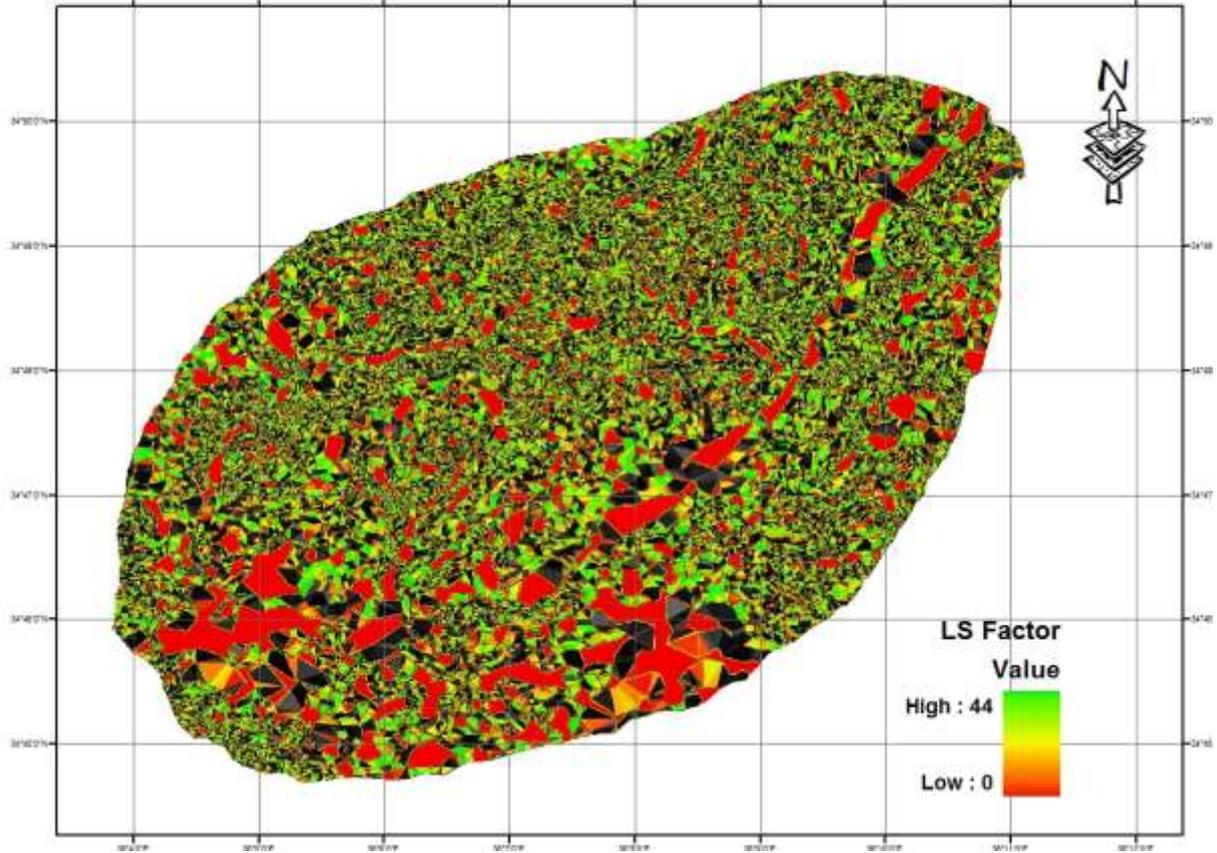
يؤثر عامل الميل على كمية التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي من خلال طول ودرجة الميل فزيادة طول المنحدر تزداد كمية التربة المفقودة بسبب زيادة مسافة الجريان السطحي كما تزداد مع زيادة درجة الميل بسبب زيادة سرعة الجريان.

يبين الشكل (5) تغيرات قيم درجة الميل المنخفضة اذ تراوحت قيم عامل درجة الميل من 0 إلى 5 وتركزت في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة أما المناطق الشديدة الانحدار فقد تركزت في الجزء الأوسط والجزء الشمالي والشمالي الشرقي، حيث تراوحت درجة الميل بين 14 و54، في حين تركزت المناطق المتوسطة الميل في المنطقة الوسطى للدراسة (5-14)%.



شكل (5) مراتب درجة الميل في منطقة الدراسة

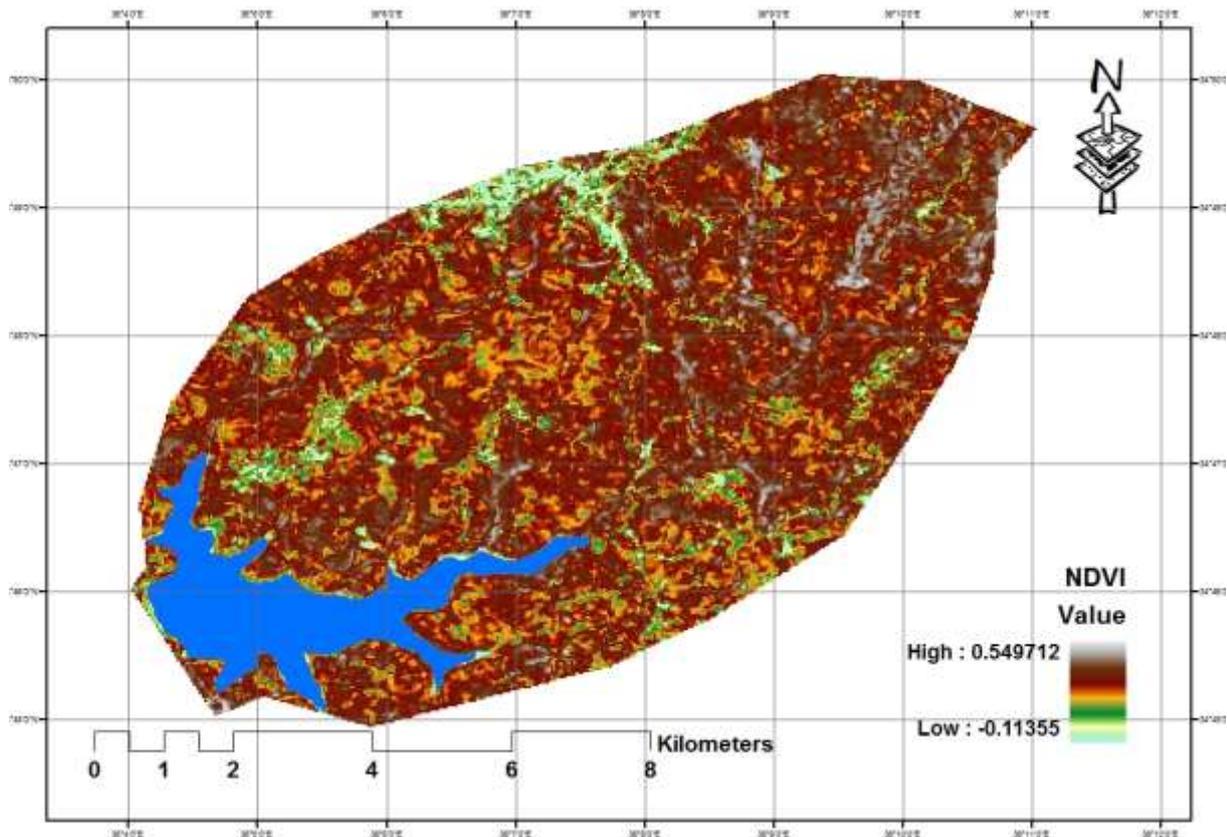
قيم عامل الطبوغرافية (LS) في منطقة الدراسة وتوزعها المكاني يوضحها الشكل (6)، اذ تراوحت قيمه بين الصفر في المناطق المنبسطة و 44 في المناطق الشديدة الانحدار. ويتضح من الشكل التداخل الكبير بين التضاريس الشديدة الانحدار والقليلة الانحدار الأمر الذي يؤكد ضرورة استخدام النموذج الرقمي للارتفاع لحساب عامل الطبوغرافية في منطقة الدراسة



شكل (6) مراتب عامل الطبوغرافية (LS) في منطقة الدراسة

4- عامل الغطاء النباتي C

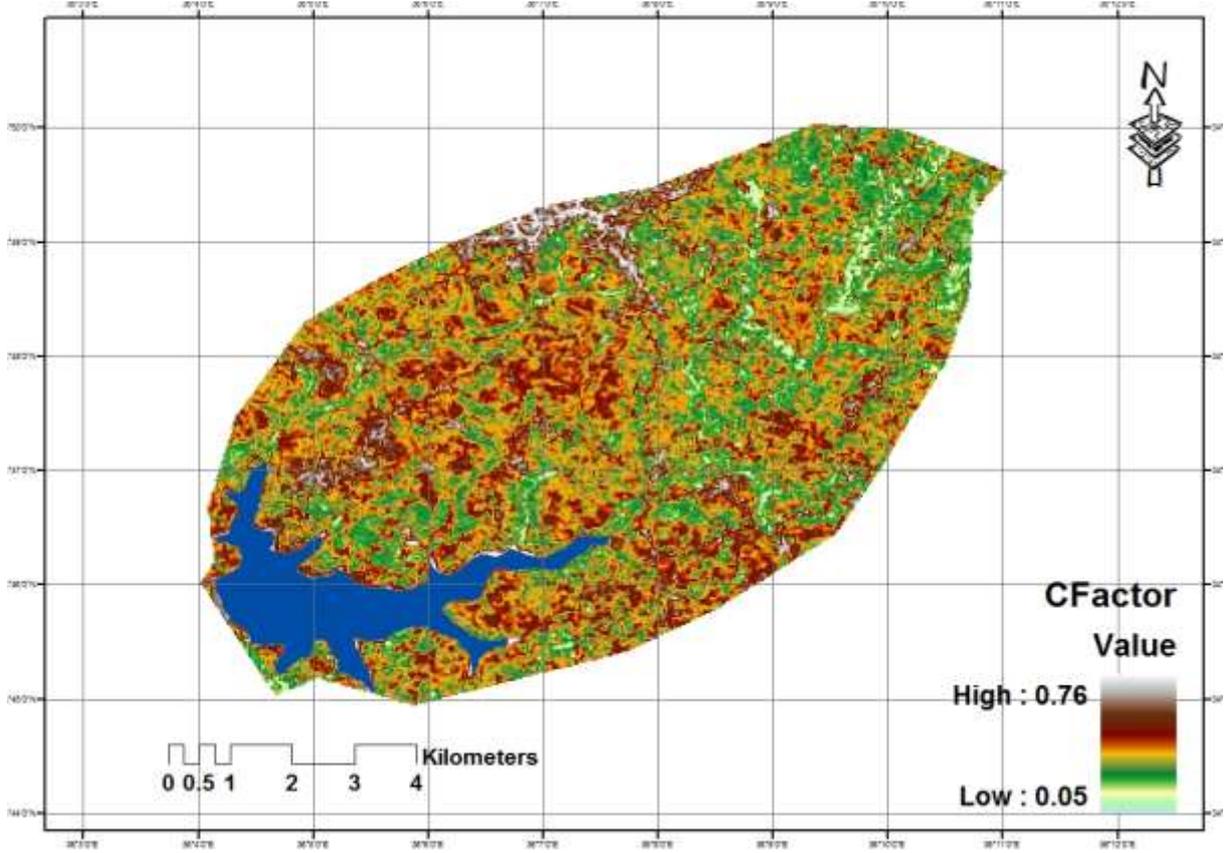
بعد مؤشر عامل الاختلاف النباتي القياسي أهم المؤشرات التي يمكن استخدامها للتعرف على حالة الغطاء الأرضي فهناك علاقة طردية بين قيم هذا المؤشر التي تتراوح بين (-1 و+1) وكثافة الغطاء النباتي فهو يزداد مع زيادة كثافة الغطاء النباتي. تشير خارطة مؤشر NDVI لمنطقة الدراسة الشكل (6) إلى أن قيم المؤشر تراوحت بين (-0.11) في الجزء الشمالي للحوض وشمال السد حيث يقل الغطاء النباتي وتسود التربة العارية والتكشفات الصخرية و(0.54) في الجزء الشرقي والمتوسط حيث يوجد الغطاء النباتي بكثافة عالية (الغابات والأعشاب).



الشكل (7) قيم مؤشر الاختلاف النباتي القياسي لعام 2016 في منطقة الدراسة

كما يعد الغطاء النباتي من أهم العوامل التي تؤثر على انجراف التربة إذ يعمل على تقليل سرعة الجريان السطحي ويقلل حدة التصادم بين قطرات المطر وسطح التربة ويمنع الفعل التخريبي لها (Anejionuet al, 2013). بعد أعداد خارطة NDVI، حسبت قيم العامل (C) من العلاقة المذكورة سابقا وتم رسم خارطة توضح توزيع قيم عامل (C) في منطقة الدراسة.

يبين الشكل (8) انخفاض قيم عامل الغطاء النباتي (C) في المناطق الشرقية، بينما تظهر قيم عالية ل (NDVI) حيث بلغت قيمة العامل C في تلك المناطق حداً الأدنى (0.05) حيث توجد الغابات والأعشاب والتي تؤمن حماية جيدة للتربة، في حين ارتفعت قيمه في الجزء الشمالي والأوسط من منطقة الدراسة، بينما كانت قيم منخفضة ل (NDVI). لتصل أعلى قيمة ل C إلى 0.76 في مناطق وجود العمران والتكشفات الصخرية، بينما كانت قيم C متوسطة في مناطق زراعة الحمضيات والزيتون وهذا يتوافق مع دراسة (Estoque and Murayama, 2011) التي أكدت العلاقة العكسية بين قيم (C) وكثافة الغطاء النباتي والعلاقة الايجابية بين قيم NDVI وكثافة الغطاء النباتي .

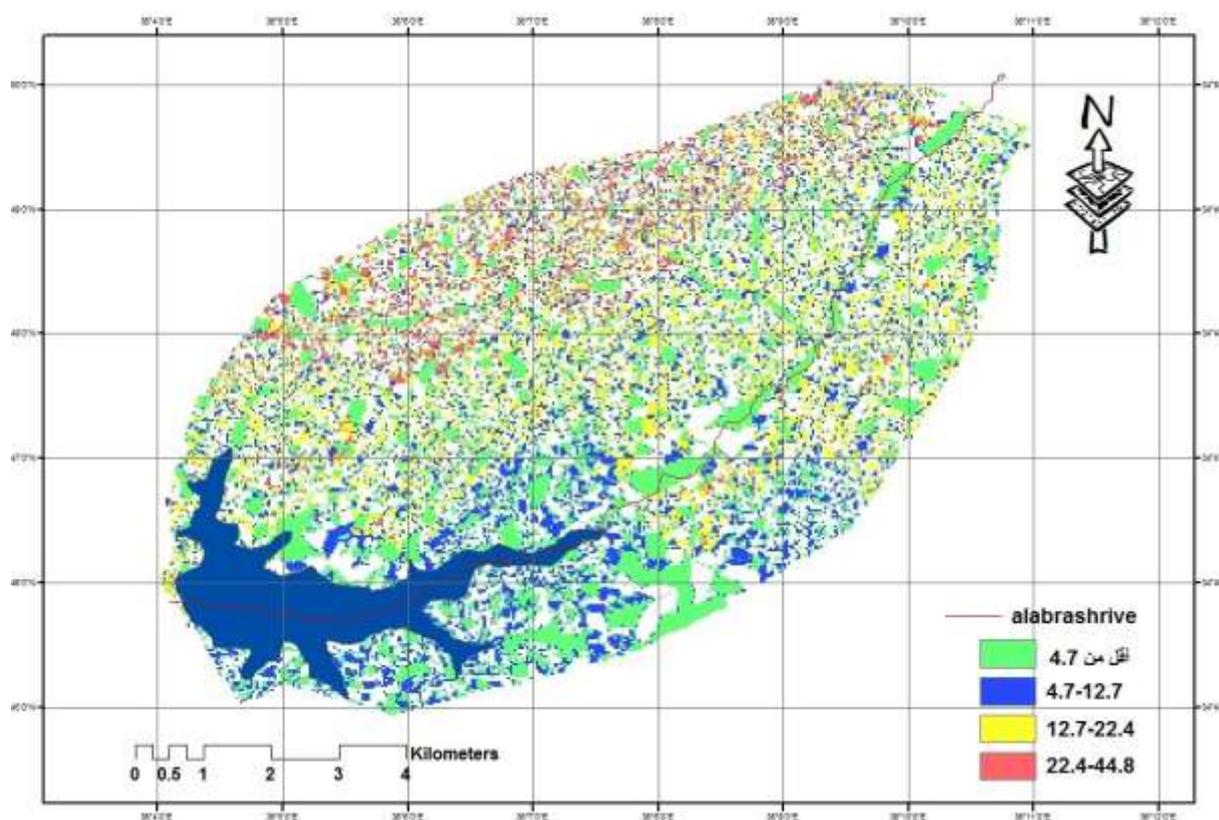


شكل (8) عامل الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

5- التنبؤ بكميات التربة المفقودة:

بعد حساب مفردات المعادلة العالمية المعدلة وإعداد خارطة لكل منها تم الحصول على خارطة التنبؤ بكمية التربة المفقودة من جداء خرائط المفردات مع بعضها البعض.

تم تقسيم خارطة التنبؤ بكمية التربة المفقودة إلى أربع مراتب تبعا لدرجة الخطورة كما هو مبين في الشكل (9)



شكل (9) توزيع مراتب خطورة الانجراف في منطقة الدراسة

تركزت المناطق التي تعاني من خطر منخفض حول مجرى النهر وشغلت مساحة لا بأس بها (21.23) كم² إذ لم تتجاوز كمية الفقد فيها (4.7) طن /هـ سنة، وتركزت المناطق التي تعاني من خطورة متوسطة في أعلى وأسفل بحيرة السد والجزء الجنوبي من منطقة الدراسة إذ بلغت كمية التربة المفقودة (4.7-12.7) طن /هـ /سنة، وهي شغلت مساحة قدرها (30.83) كم²، أما المناطق التي تعاني من خطر عالٍ فقد تركزت في الجزء المتوسط وبعض الأجزاء الشرقية والغربية لمنطقة الدراسة إذ بلغت كميات التربة المفقودة (12.7-22.4) طن/هـ/سنة) و المساحة التي شغلها هذا الجزء (15.54) كم²، أما المناطق التي تعاني من خطورة عالية جداً فقد تركزت في الجزء الشمالي وهي تشغل مساحة قدرها (12.86) كم².

والجدول التالي يبين النسب المئوية والمساحة التي شغلها كل صف من المراتب وكمية التربة المفقودة

جدول (5) المساحات والنسب المئوية لمراتب خطر الانجراف وكمية التربة المفقودة

رقم الصف	المساحة التي يشغلها (كم ²)	النسبة المئوية	كمية التربة المفقودة طن/هـ/سنة	تصنيف الخطورة
1	21.23	26.38	4.9	خطر منخفض
2	30.83	38.31	12.7-4.9	خطر متوسط
3	15.54	19.31	22.4-12.7	خطر عال
4	12.86	16	44.8-22.4	خطر عال جداً
المجموع	80.46	100		

إن مساحة المناطق التي تعاني من خطر منخفض ومتوسط ، تشغل الجزء الأكبر من منطقة الدراسة مما يشير إلى أن منطقة الدراسة تعاني من خطر انجراف منخفض إلى متوسط وهذا يتوافق مع الدراسة التي قام بها برنامج الأمم

المتحدة لحماية البيئة بالتعاون مع مركز الاستشعار عن بعد (UNEP عام 2004). والتي أشارت فيها إلى أن منطقة طرطوس تعاني من خطر انجراف منخفض الى متوسط . غير إن ما يجب لفت الإشارة إليه إن المناطق التي تعاني من خطورة عالية جداً تركزت في المنطقة الشمالية ذات التربة العالية القابلية للانجراف والتغطية النباتية الضعيفة، لذا يجب اتخاذ الإجراءات المناسبة كإضافة المحسنات لزيادة ثباته بناء وزيادة التغطية النباتية.

الاستنتاجات والمقترحات:

الاستنتاجات :

من خلال حساب مؤشرات المعادلة العالمية لفقد التربة وتحديد التوزيع المكاني لها تم التوصل إلى مايلي:

- بلغت قيمة عامل الحت المطري R في منطقة الدراسة 37.1
- كانت قيم معامل قابلية التربة للانجراف (K) منخفضة في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة ، حيث تسود التربة الغنية بالمادة العضوية و الطين ومتوسطة في الجزء الأوسط منها، في حين كانت قيم عامل K مرتفعة في الجزء الشمالي لمنطقة الدراسة .

- تركزت المناطق الشديدة الانحدار في الجزء الشمالي والشمال الشرقي من منطقة الدراسة
أما المناطق القليلة الانحدار فقد تركزت بشكل أساسي في الجزء الجنوبي والمتوسط من منطقة الدراسة
- بلغت أدنى قيمة للعامل LS صفر في حين بلغت أعلى قيمة له 44 وكان هناك تداخل كبير ومعقد للتوزيع المكاني لقيم هذا العامل في منطقة الدراسة.

- تراوحت قيم العامل NDVI بين (-0.11) والتي تركزت بشكل أساسي في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة وشمال بحيرة السد و(0.54) التي تركزت في الجزء الشرقي المتوسط . في حين اتخذ العامل C منحى مخالف حيث تركزت القيم العالية للعامل C (0.76) في الجزء الشمالي والمتوسط من منطقة الدراسة بينما كانت قيم العامل C منخفضة في الجزء الشرقي و الجنوب الشرقي (0.05).

- تركزت المناطق التي تمتاز بخطورة انجراف عالية وعالية جداً بشكل أساسي في الجزء الشمالي والمتوسط من منطقة الدراسة

- أن استخدام أنموذج المعادلة العالمية المعدلة وتقانة نظم المعلومات الجغرافية، في التنبؤ بكميات التربة المفقودة طريقة سهلة وسريعة توفر الكثير من الجهد والوقت وتفيد في تحديد مناطق خطورة الانجراف وبالتالي ستساعد لاحقاً في وضع برامج صيانة التربة بشكل علمي مقبول وبأقل التكاليف.

التوصيات :

استناداً الى ماتوصلنا إليه نقترح استخدام مثل هذه التقانات من اجل التنبؤ عن خطر الانجراف في مناطق المستجمعات المائية ، كما نقترح باستخدام نماذج أخرى في نفس المنطقة ومناطق أخرى. ومن اجل تسليط الضوء على

المناطق التي ستعرض الى خطر الانجراف المائي . وبالتالي محاولة تقليله عن طريق وضع برامج وخطط لحماية وصيانة التربة المحيطة بالأحواض المائية في المنطقة الساحلية.

المراجع:

- 1- حشمة، محار. تقييم بعض مؤشرات الانجراف المائي في منطقة حوض سد صلاح الدين باستخدام GIS رسالة ماجستير ، كلية الزراعة، جامعة تشرين، (2016)، 99.
- 2-كويس، أيمن.دراسة خطر انجراف تربة حوض نهر الكبير الشمالي في محافظة اللاذقية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية .رسالة دكتوراه،كلية الزراعة،جامعة تشرين،2014، 142.
- 3- ANEJIONU, OBINNA C.D., PETER C. NWILO and ELIJAH S. Ebinne. *Long Term Assessment and Mapping of Erosion Hotspots in South East Nigeria*. Remote Sensing for Landuse and Planning - 6448 Abuja, Nigeria:2013,pp(1-19).
- 4- BONIFACIO E, STANCHI S, FALSONE G,. *Soil aggregation, erodibility and erosion rates in mountain soils (NW Alps, Italy)*. Solid Earth(6). 2015:403-414
- 5-ELTAIF, N. I., GHARAIBEH, M. A., AL HAMAD, M. N., *Approximation of Rainfall Erosivity Factors in North Jordan*, pub Elsevier Pedosphere 20(6):2010, pp(711–717).
- 6-ESTOQUE, R., YUJI MURAYAMAC., *Spatio-Temporal Urban Land Use/Cover Change Analysis in a Hill Station: The Case of Baguio City, Philippines*. Procedia Social and Behavioral Sciences (21) :2011,pp (326–335).
- 7-Karaburun, Ahmet . *Estimation of C factor for soil erosion modeling using NDVI in Buyukcekmece watershed*. Ozean Journal of Applied Sciences 3(1):2010,pp(77-85).
- 8-KUMAR, S., KUSHWAHA.P. *Modelling soil erosion risk based on RUSLE-3D using GIS in a Shivalik sub-watershed*. J. Earth Syst. Sci. Vol122(2):2013,pp(389–398).
- 9-OUYANG, D., BARTHOLIC, J., *Predicting Sediment Delivery Ratio in Saginaw Bay Watershed*. Proceedings of the 22nd National Association of Environmental Professionals Conference. May 19-23, 2001, Orlando, FL. 659-671
- 10-PANAGOPOULOS, T., FERREIRA,V.*Erosion Risk Map of a Foupana River Watershed in Algarve, Portugal*. WSEAS TRANSACTIONS on ENVIRONMENT and DEVELOPMENT, Vol. 6(9):2010, 635.
- 11- PROSDOCIMI, M., CERDÀ, A., GONZÁLEZ-PELAYO, O., GIMÉNEZ-MORERA, A., JORDÁN, A., PEREIRA, P., NOVARA, A., BREVIK, E. C., MAHMOODABADIM., KEESSTRA, S., GARCÍA ORENES, F., RITSEMA. C. *The use of barley straw residues to avoid high erosion and runoff rates on persimmo plantations in Eastern Spain under low frequency-high magnitude simulated rainfall, events* Soil Research 54:2016,pp(154–165).
- 12-RABIA AH. *Mapping Soil Erosion Risk Using Rusle, Gis and Remote Sensing*. The 4th International Congress of ECSSS, EUROSOIL soil science for the benefit of mankind and environment ,2012,1082.
- 13-RODRIGO COMINO, J., BRINGS, C., LASSU, T., ISERLOH, T., SENCIALES, J. M., Martínez Murillo, J. F., Ruiz Sinoga, J. D., Seeger, M., Ries, J. B., *Rainfall and human activity impacts on soil losses and rill erosion in vineyards (Ruwer Valley, Germany)*, Solid Earth, 6,2015, 823–837

- 14-SELLERS, P. J. *Vegetation- canopy spectral reflectance and biophysical processes. In Theory and Applications of Optical Remote Sensing. edited by G. Asrar, Wiley, New York:1989. pp.(279-335).*
- 15- SUNDAY, E. O., MOHAMMED, M. B., JOHN, C. N., HERMANSAH, Y. W., CHARLES, A., TOSHIYUKI, W.,. *Soil degradation induced decline in productivity of sub-Saharan African soils: the prospects of looking downwards the lowlands with the Sawah ecotechnology, Appl. Environ. Soil Sci., 2012.1-13* .
- 16-UNEP [United Nations Environment Programme].Project funded by the European comssiion life third contries,"Improving Coastal Land Degradation monitoring in Lebanon and Syria,2004.
- 17-WISCHMEIER, W.H., JOHNSON, C.B., CROSS, B.V., *A soil erodibility nomograph for farmland and conservation. 26: 1971,pp(189-192).*
- 18- YJJOU M, BOUABID R, EL HMAIDI A, ESSAHLAOUI A, El ABASSI M. *Modeling of water erosion using GIS and Universal Soil Loss Equation in the Oum Er-Rbia watershed. The International Journal of Engineering and Science (IJES) 3(8): 2014;pp 83-91.*
- 19- ZUCCA C, Wu W, DESSENA L, MULAS M. *Assessing the effectiveness of land restoration interventions in dry lands by multitemporal remote sensing – A case study in Ouled Dlim (Marrakech, Morocco). Land Degrad. Develop(26).2015,80-91.*