

## التنبؤ بكميات التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي في منطقة حوض سد الحويز باستخدام المعادلة العالمية المعدلة (RUSLE) وتقانة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

الدكتورة منى علي بركات\*

تاريخ الإيداع 29 / 5 / 2018. قبل للنشر في 3 / 10 / 2018

### □ ملخص □

يهدف هذا البحث إلى التنبؤ بكميات التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي في منطقة حوض سد الحويز باستخدام تقانة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والمعادلة العالمية المعدلة (RUSLE)

تم حساب معامل الحت المطري R من علاقة حسابية بعد جمع بيانات الهطول المطري للفترة الواقعة بين 2008-2017، من محطة الأرصاد الجوية في مطار الباسل، وتم حساب قيم k لكل عينة ترابية وذلك بعد تحديد كل من: القوام، البناء، الناقلية الهيدروليكية المشبعة -المادة العضوية) وأعدت خارطة تبين التوزيع المكاني لقيم K. تم تحديد الميل باستخدام DEM لمنطقة الدراسة أدخلت خارطة الميل في علاقة رياضية من خلال برنامج ArGIS للحصول على خارطة العامل LS، واستخدمت NDVI لمنطقة الدراسة لحسب العامل C. للحصول على خارطة التنبؤ بكميات التربة المفقودة تم حساب جداء خرائط كل من (LS,C,K,) مع قيمة R.

أظهرت نتائج الدراسة ان قيمة R في منطقة الدراسة تساوي 342.78، أما قيم العامل K فقد تراوحت بين 0.7 و 0.28 وتركزت الترب ذات القيم المنخفضة في الجزء المتوسط لمنطقة الدراسة، في حين تراوحت قيم عامل الميل بين 0 و 38.87، بينما تراوحت قيم العامل C بين 0.29 في الأجزاء الغربية و 0.98 في الأجزاء الشرقية. تم تصنيف خارطة التنبؤ بكميات الفقد إلى أربع مراتب حسب خطورة الانجراف (خطر منخفض جدا -منخفض - متوسط -شديد).

صنفت نتائج كميات التربة المفقودة المحتملة في منطقة الدراسة إلى أربع صفوف كالاتي: قليلة جدا وتراوحت كميات الفقد بين 0-5طن/ه/سنة، والقليلة وبلغت (5-12) طن /ه/ سنة، والمتوسطة وكانت (12-24) طن /ه/ سنة والشديدة اذ تجاوزت كميات التربة المحتمل فقدها 24طن/ه/سنة.

الكلمات المفتاحية: حوض سد الحويز -الانجراف المائي -نظم المعلومات الجغرافية - المعادلة العالمية المعدلة لفقد التربة

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

## Prediction of the Soil Lost Ammount by Water Erosion in the Hawiz Dam Basin region Using the Revised Universal Soil Equation (RUSLE) and Geographic Information System Technology(GIS)

Dr. Mona Baraka \*

(Received 29 / 5 / 2018. Accepted 3 / 10 /2018 )

### □ ABSTRACT □

The aim of this research is to predict the quantities of soil lost by the water erosion in the Al-Hawiz Dam basin area using GIS and RUSL. R factor was calculated through matimatical equation after collecting rain data during 2008-2017 from weather station at Basel-Al-Assad airport .k value of each soil sampl was calculated after determination of txture,structure,saturated hydrolic conductivity, and organic matter).a map were prepared showed local distribution of k values .slop factor was determined as well as using DEM for studied region, and slop map was introduced in mathematical equation through a GIS to obtain LS map .NDV used for studied region to calculate C map.To obtain predictive map of soil lost quantitis ,maps of LS,C,K was multiplied with R value.

The results showed that R value in studied region 342.78 ,while k factor value was 0.7-0.28.soil with low value concentrated at medium part of studied region,whil slop factor value was between 0 and 38.87.C factor value was 0.29 at west part and 0.98 at east part .prediction map of lost quantites was classified in to 4 degrees according erosion risk ( very low risk ,low,medium,high .The results of soil lost quantities were classified in to 4 classes in studied region : very low( 0-5 ) t/h/year,low( 5-12 ) t/h/year and medium ( 12-24 t/h/year and severe in which soil loss exceeded 24 t/h/year

**Key Word** : Hawiz Dam Basin ,Water Erosion,Geographic Information System,Revised Universal Soil Loss Equation

---

\*Professor, Department of Soil and Water Science , Faculty of Agriculture Tishreen University, Lattakia, Syria

**مقدمة:**

يعرف الانجراف بأنه انفصال وانتقال مواد التربة بفعل عوامل الحت والنقل ( الرياح والامطار ) اذ تفاقمت مشكلة فقد التربة بفعل الانجراف المائي وزادت تأثيراتها السلبية على الأراضي الزراعية وبيئة الغابات ( Belasri et al.,2017). فالانجراف المائي من المشاكل الكبرى التي يواجهها الإنتاج الزراعي ، لأنه يسبب فقد العناصر الخصوبية في التربة ( N,P,K والحبيبات الناعمة ) كما يؤدي الى انخفاض القدرة الإنتاجية للتربة ،وتشير الدراسات المتعلقة بتقييم مستويات شدة الانجراف ، ان الانجراف المائي مسؤولا عن خروج ما نسبته 0.3 الى 0.8 % سنويا من الأراضي الزراعية في العالم ( Lafond et al.,2006) وحسب دراسات ( Gang et al.,2015) تبلغ مساحة الأراضي الزراعية في العالم ، والتي أصبحت غير منتجة بسبب الانجراف المائي 10 مليون هكتار ،وهذا يشكل خطرا شديدا لا سيما في المناطق التي تعتمد على النشاط الزراعي مثل سوريا ، لذا فان التنبؤ بكميات التربة المفقودة خطوة هامة لا بد منها من اجل اتخاذ التدابير اللازمة للحفاظ عليها .

استخدمت نماذج عديدة لتقييم خطورة الانجراف في مناطق الاحواض المائية تباينت فيما بينها من البسيط الى المعقد، وكذلك تباينت من حيث البيانات اللازمة وقدرتها على التنبؤ بفقد التربة (Chadli, 2016).

كانت المعادلة العالمية لفقد التربة ومازالت أحد أهم النماذج التطبيقية التي استخدمت في تقدير كميات التربة المفقودة بالانجراف المائي لان مفردات هذه المعادلة مستقاة من العوامل الرئيسية التي تؤثر في الانجراف (عامل الحت المطري -الطوبوغرافية عامل قابلية التربة للانجراف -الغطاء النباتي -عامل صيانة التربة ) حيث يمكن الحصول على كمية التربة المفقودة بعد تقدير قيم هذه العوامل وضربها ببعضها (Xiaohua et al.,2011)

غير إن استخدام تقانة نظم المعلومات الجغرافية وتقانة الاستشعار عن بعد سهل عملية تقدير مفردات المعادلة العالمية ومكن من تحديد التوزيع المكاني لمناطق الخطورة وأثبت فاعليته في مناطق المستجمعات المائية حيث أمكن التنبؤ بكميات التربة التي قد تفقد بالانجراف المائي ( Ishtiyag, 2013)

ففي دراسة أجريت بهدف تقييم خطر الانجراف المائي في احد الاحواض المائية في الهند باستخدام المعادلة العالمية المعدلة وتقانة نظم المعلومات الجغرافية تبين ان الحد الأعلى من فقد التربة بلغ 17.73طن /ه/سنة حيث تكثر الغابات المتدهورة الواقعة على منحدرات شديدة (Parasannakuma et al., 2013)

وفي دراسة أجريت في غانا على نهر Densu للتنبؤ بخطر إنجراف التربة باستخدام المعادلة العالمية المعدلة وتقانة نظم المعلومات الجغرافية تبين أن خطر الانجراف منخفض في 88 % من منطقة الحوض المدروس ومتوسط في 6 % منها في حين كان خطر الانجراف عال في 3 % قد شكلت المساحة التي يسود فيها خطر عال جدا 3% من مساحة الحوض المدروس ،وكما أشارت الدراسة إلى أن المناطق التي عانت من خطر انجراف شديد جدا وكانت ذات درجة انحدار عالية (George et al.,2013)

في بعض الدراسات طبقت RUSLE ضمن نظام ال GIS وذلك عند التنبؤ بكميات التربة المفقودة في حوض نهر الكبير الشمالي حيث قسمت الدراسة الحوض الى خمس مناطق : المنطقة الأولى تراوحت فيها كميات الفقد بين (0-30) طن /ه/سنة ، المنطقة الثانية تراوحت فيها كميات الفقد بين ( 30و50) طن /ه/سنة المنطقة الثالثة تراوحت فيها كميات التربة المفقودة بين ( 50و70) طن /ه /سنة المنطقة الرابعة تراوحت فيها كميات الفقد بين ( 70 و100) طن /ه /سنة اما المنطقة الخامسة فقد بلغت فيها كميات الفقد اكثر من 100طن/ه/سنة (كويس،2014)

كذلك تم تقدير كميات التربة المفقودة في حوض KULHAN في الهند باستخدام RUSLE تم اعداد خارطة لمؤشر الانجراف صنفت خطورة الانجراف فيها الى 6 صفوف من حيث كميات الفقد وهي : الصف الأول لا يوجد خطورة حيث كانت كميات الفقد اقل من 5طن /هـ/سنة ، الصف الثاني خطر الانجراف منخفض تراوحت كميات الفقد بين ( 5 و10 ) طن /هـ/سنة ، الصف الثالث خطر الانجراف متوسط تراوحت كميات الفقد بين ( 10 و20 ) طن /هـ/سنة ، الصف الرابع خطر الانجراف عال تراوحت كميات الفقد بين ( 20 و40 ) طن /هـ/سنة ، الصف الخامس خطر الانجراف عال جدا تراوحت كميات الفقد بين ( 40 و80 ) طن/هـ/سنة الصف السادس خطر الانجراف عال جدا جدا بلغت كميات الفقد أكثر من 80طن/هـ/سنة ( Devatha et al.,2015 )

كذلك أظهرت دراسة بهدف التنبؤ بكميات التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي باستخدام المعادلة العالمية المعدلة RUSLE وال GIS في منطقة حوض سد صلاح الدين ان خطر الانجراف المائي يقع ضمن خمس صفوف : منخفض جدا اقل من 5طن/هـ/سنة ، منخفض تتراوح كميات الفقد بين (5و9,5)طن/هـ/سنة ومتوسط تراوحت كميات الفقد بين (9,5 و16)طن /هـ/سنة وعال تراوحت كميات الفقد بين ( 16 و94)طن /هـ/سنة وترکز في الجزء الغربي والمتوسط وعال جدا تجاوزت كميات الفقد 94طن/هـ/سنة ( حشمة ، 2016 )

أجريت دراسة في الجزائر لإعداد خارطة انجراف للتربة في منطقة حوض Bouhmdan باستخدام المعادلة العالمية ونظم المعلومات الجغرافية حيث تبين ان 16% من المساحة المدروسة تقع تحت سيطرة خطر انجراف منخفض جدا وان 41%منها تعاني من خطر منخفض كما ان 28% من المساحة المدروسة خطر الانجراف فيها متوسط اما الخطر العالي والعالي جدا فقد شغل 12% و3%على الترتيب من مساحة المنطقة المدروسة ( Bouguerra et al.,2017 )

### أهمية البحث وأهدافه :

يعد حوض سد الحويز من أهم المستجمعات المائية في الساحل السوري وهو ذو أهمية زراعية وحيوية ويقع تحت تهديدات الانجراف المائي بسبب توفر الظروف المشجعة لعملية انجراف التربة مثل كميات الهطول العالية، الانحدارات الشديدة، والنشاطات الزراعية الكثيفة لذا نرى ان تقييم مؤشرات الانجراف المائي وتحديد خطورته من خلال التنبؤ بكميات التربة المفقودة في تلك المنطقة سيقدم لاحقا فوائد كثيرة من اجل وضع استراتيجيات خاصة ومناسبة للتقليل من شدة الانجراف والمحافظة على القيمة الحيوية والاقتصادية للسد لذا كان الهدف من هذا البحث :  
إذا هدفت هذه الدراسة إلى: التنبؤ بكميات التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي باستخدام المعادلة العالمية المعدلة وتقانة نظم المعلومات الجغرافية

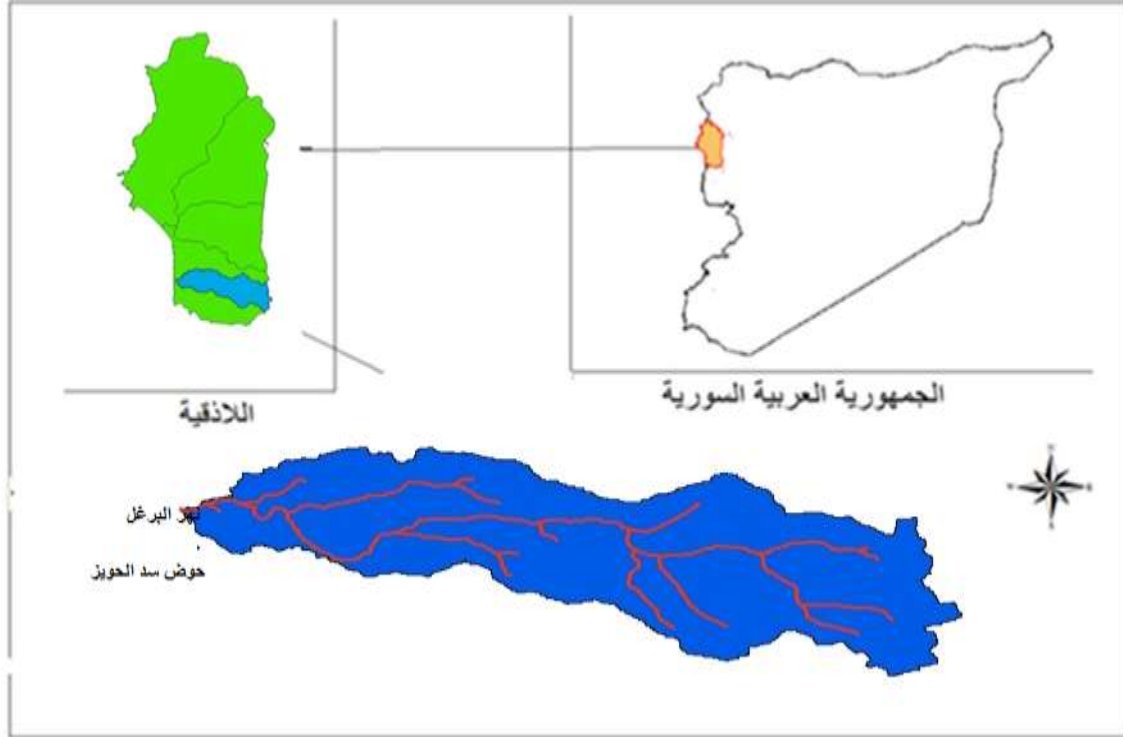
### طرائق البحث ومواده:

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

### 2 موقع الدراسة:

أجريت الدراسة في الأراضي المحيطة بسد الحويز والواقع على بعد 9كم جنوب شرق مدينة جبلة . يغذي السد نهر البرغل ،مساحة البحيرة 95هكتار وهو مخصص لارواء مساحة قدرها 400هكتار من الأراضي الزراعية وتغطي الدراسة مساحة قدرها 163.13كم<sup>2</sup>. حيث يتمثل الغطاء الأرضي بالمكونات التالية: زيتون ،حمضيات، محاصيل حقلية

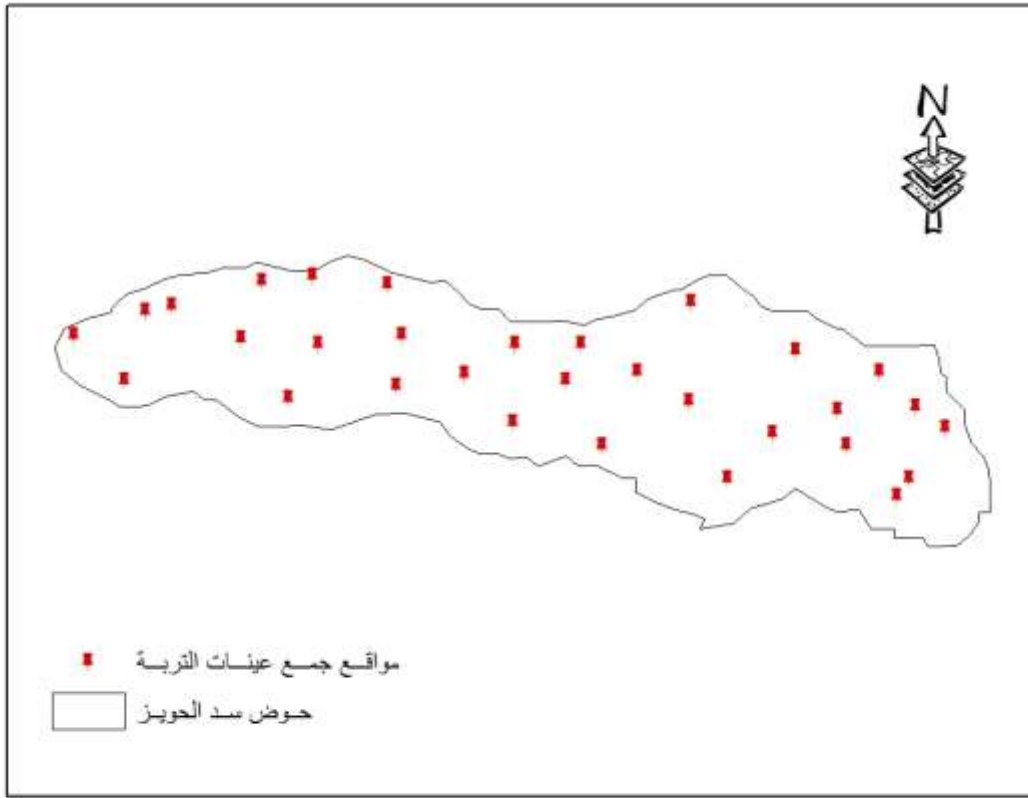
وخضروات ، أشجار مثمرة ، مروج وغابات وبين الشكل (1) موقع الدراسة ضمن محافظة اللاذقية و على خريطة سوريا



شكل (1) موقع الدراسة أ- بالنسبة للجمهورية العربية السورية ب- بالنسبة لمحافظة اللاذقية

### 3- جمع عينات التربة :

تم جمع 31 عينة ترابية موزعة بشكل عشوائي في منطقة الدراسة وتم تحديد احداثيات مكان اخذ العينات باستخدام جهاز التموضع الجغرافي (GPS) Global Position System والشكل 2 يبين توزيع العينات في منطقة الدراسة



الشكل (2) توزيع العينات في منطقة الدراسة

جمعت عينات التربة من عمق 0-25 سم وذلك من 5 نقاط تشكل فيما بينها مغلف بريدي قطره 10م. شكلت منها عينة تربة مركبة، نقلت إلى المخبر، أزيلت الجذور والمخلفات النباتية وجففت هوائيا ونخلت بمنخل قطره 2 ملم للحصول على تربة ناعمة ثم أجريت عليها بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية وقد شملت التحاليل ما يلي:

- تم التحليل الميكانيكي للتربة باستخدام طريقة الهيدرومتر، وتم تحديد القوام باستخدام مثلث القوام حسب التصنيف الأمريكي (USDA). (Gupta, 2000)

- قدرت المادة العضوية بالهضم الرطب بديكرومات البوتاسيوم ثم بالمعايرة

- قدرت كربونات الكالسيوم الكلية بطريقة المعايرة الرجعية بحمض كلور الماء

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

جمعت نتائج تحليل عينات التربة في الجدول رقم 1

جدول (1) بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لتربة منطقة الدراسة

رقم العينة	نوع القوام	% رمل	% سلت	% طين	CaCO <sub>3</sub> %	OM %	PH
1	طيني	35.43	22.89	41.68	18.75	2.86	8.1
2	سلتي طيني	12.16	45.15	42.69	72.5	2.71	8.25
3	لومية	43.74	30.27	25.99	53.75	2.14	8.16
4	طيني	28.08	30.16	41.76	56.25	3.003	8.21
5	رملّي لومي	72.54	8	19.46	63.75	4.29	7.6
6	لومي	41.72	22.63	35.65	76.25	1.85	8.02
7	رملّي لومي	48.63	26.16	25.21	51.25	3.57	7.6

8.26	1.57	86.25	41.32	41.98	16.7	سلي طيني	8
7.97	3.43	73.75	56.81	14.22	28.97	طيني	9
8.18	2.43	85	55.62	26.67	17.71	طينية	10
7.6	3.57	51.25	25.21	26.16	48.63	رملي لومي	11
8.28	1.43	55	22.99	40.24	36.77	لومي	12
8.15	3.28	78.75	34.42	42.06	23.52	طيني لومي	13
8.2	1.14	75	24.3	25.51	50.19	رملي لومي	14
8.2	2.2	62.5	24.31	25.51	50.18	لومي رملي	15
8.76	3.88	68.75	23.52	42.06	34.42	طيني لومي	16
8.29	2.97	45	47.42	35.41	17.17	طيني	17
8.21	1.37	34	19.73	30.15	50.12	لومي	18
8.56	2.86	47.32	53.14	30.21	16.65	طيني	19
8.45	0.14	29.44	46.94	23.85	29.21	طيني	20
8.13	0.28	15.34	60.33	22.67	17	طيني	21
8.17	1.97	56	41.53	20.09	38.38	طيني	22
7.89	2.25	36	50.29	38.08	11.63	طيني	23
8.5	2.27	40	46.09	21.78	32.13	طيني	24
8.6	2.2	22.77	39.95	43.55	16.5	سلي طيني	25
8.3	2.38	41	40.25	47.2	12.55	سلي طيني	26
7.6	1.8	63	22.63	35.56	41.81	لومي	27
7.7	0.86	18.75	19.47	43.51	37.02	لومي	28
7.8	3.43	20	61.49	18.01	20.5	طيني	29
8.6	1.92	65	38.77	29.46	31.77	طيني لومي	30
8.3	0.8	47	49.22	20.76	30.02	طيني	31

بالنسبة لعينات التغطية الأرضية فقد تم تحديد نوع الغطاء الأرضي في عينات مساحتها 100 x 100 م بحيث تمثل عينة التربة مركز عينة الغطاء الأرضي، تم تحديد احداثيات مكان اخذ العينات باستخدام الـ GPS وأخيرا استخدمت قاعدة البيانات الناتجة في اعداد خرائط باستخدام برنامج Arc GIS 10 للحصول على رتبة صف البناء تم تنخيل عينات التربة تنخيلا جافا بمناخل متدرجة في أقطارها من الأعلى إلى الأسفل 0.25، 0.5، 1، 2، 3، 5 و تم حساب القطر المتوسط للحبيبات الموزونة باستخدام التنخيل الجاف من العلاقة التالية:

$$MWD = \sum_{i=1}^n w_i * X_i$$

حيث n: عدد رتب أحجام الحبيبات

X: القطر المتوسط لرتبة حجمية معينة

W<sub>i</sub>: وزن الحبيبات الجافة تماما في ذلك المدى الحجمي كنسبة من الوزن الكلي للعينة الجافة تماما

- تم حساب الناقلية الهيدروليكية باستخدام برنامج Soil Water Characteristics Calculator المعطيات التي اعتمدها البرنامج: النسبة المئوية للطين والنسبة المئوية للرمل، المادة العضوية، الـ pH، الناقلية الكهربائية

### 3-4 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:

$$A = R * K * L * S * C * P$$

حيث أن:

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

**R** : عامل الحت المطري من اجل حساب قيمة العامل R تم جمع بيانات معدلات الهطول المطري السنوية للفترة 2008-2017 من محطة الأرصاد الجوية في مطار الباسل باعتبارها اقرب محطة الى موقع الدراسة جدول (2) وحسبت قيمة العامل IR لكل عام باستخدام العلاقة التالية

$R = 3,85 + 0,35(P)$  حسب ( Lenard and Freimud,1994 ) وذلك لان هذه المعادلة كانت الأكثر ملائمة للظروف الساحلية ( جوهرة ، 2017 حشمة ، 2016 )

حيث ان P : معدل الهطول السنوي

واخذت القيمة المتوسطة للعامل R للفترة المدروسة

جدول ( 2 ) المعدل السنوي المطري للفترة 2008-2017 ( محطة الأرصاد الجوية في مطار الباسل )

العام	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
P	1476.18	1207.4	554.5	989.9	1135.5	626.4	713.7	771.1	858.2	626.5

**K** : عامل قابلية التربة للانجراف وتم حسابه وفق ( wischmeir and Smith ,1978 ) من العلاقة التالية:

$$K = 2,1 \times 10^{-6} \times M^{1,14} \times (12 - OM) + 0,0325 \times (D - 2) + 0,025 \times (4 - P)$$

**M** : مؤشر قوام التربة وهو يحسب من العلاقة التالية

$$M = (\% \text{ للسلت} + \% \text{ للرمل الناعم جدا}) (100 - \% \text{ للطين})$$

الرمل الناعم جدا : هي الحبيبات التي تتراوح اقطارها من 50-100 ميكرون حسب التصنيف الأمريكي من أجل حساب الرمل الناعم جدا تم امرار معلق التربة بعد اجراء مراحل التحليل الميكانيكي بمنخلين علوي قطر ثقوبه 100ميكرون وسفلي قطر ثقوبه 50 ميكرون وبعدها اخذت التربة التي بقيت على المنخل السفلي (50ميكرون) وجففت في الفرن على درجة 105م وحسبت نسبتها المئوية بتقسيم وزنها على الوزن الكلي للعينة الجاف تماما .

**OM** : % للمادة العضوية

**P** : صف الناقلية الهيدروليكية

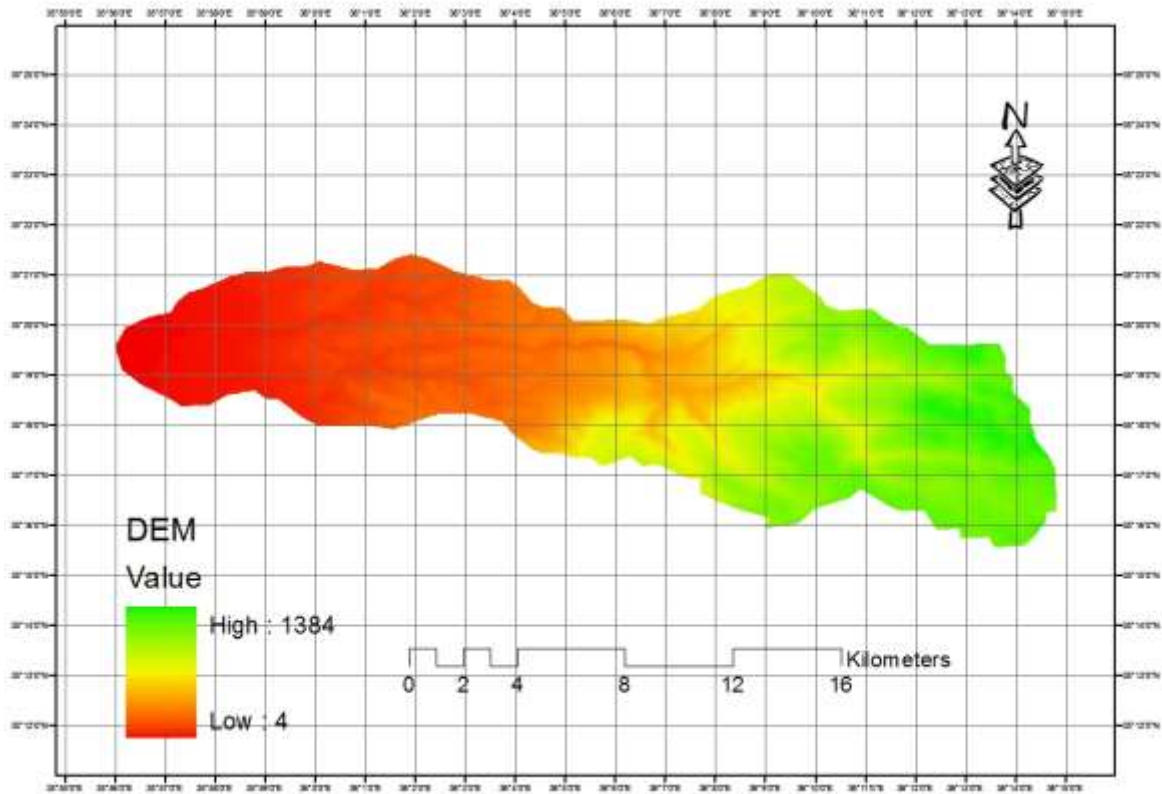
**D** : صف القطر المتوسط الموزون

بعد حساب قيم K تم إعداد خارطة تمثل قيم عامل قابلية التربة للانجراف بتطبيق خوارزمية krikig على شريحة العينات الممثلة لقابلية الترب للانجراف وحصلنا على خارطة تمثل توزع القيم K في منطقة الدراسة

### عامل الميل LS

من اجل حساب العامل LS حسب في البداية عامل درجة الميل (S) باستخدام النموذج الرقمي للارتفاع ( Digital DEM ( Elevation Model شكل ( 3 ) تم اقتطاعها من النموذج الرقمي للارتفاع لمحافظة اللاذقية بدقة 30م





شكل ( 3 ) 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 )

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

حيث إن:

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

**A(r)**: عرض الخلية المكونة لـ (DEM) وتبلغ قيمته 30 م.

**β(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

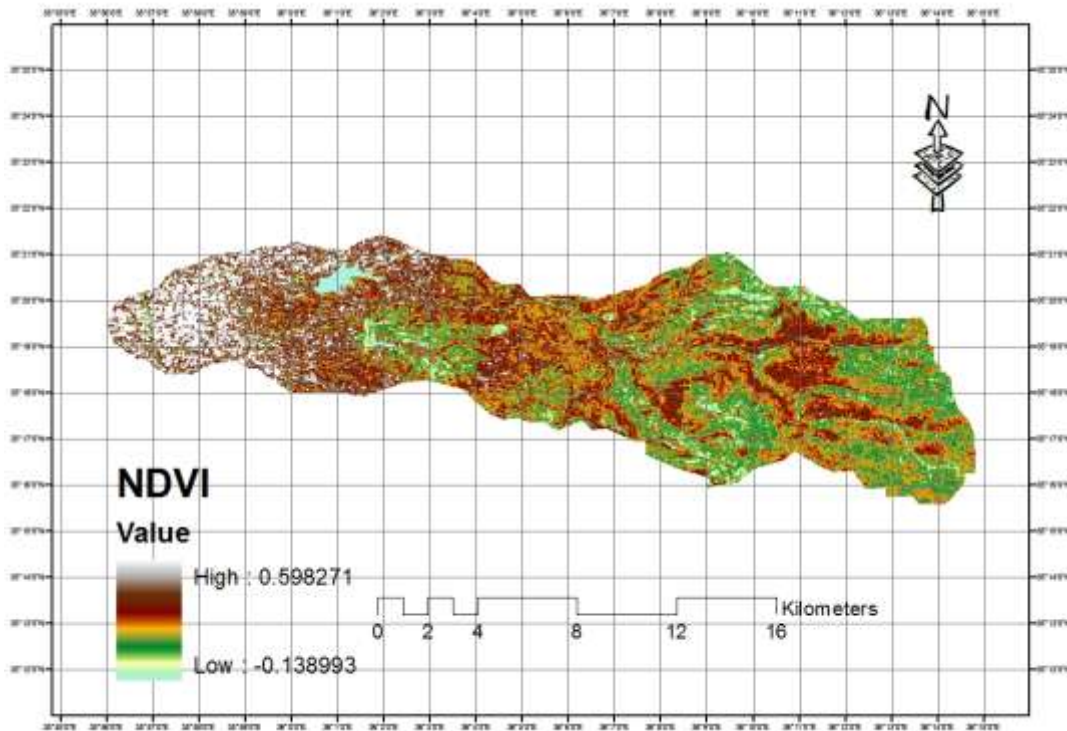
**عامل الغطاء الأرضي (C)** : يمثل الغطاء الأرضي كل ما يوجد على سطح الأرض (غابات - أعشاب - أراضي زراعية - تكشفات صخرية - عمران - مسطحات مائية ) من أجل حساب عامل الغطاء الأرضي تم في البداية حساب مؤشر الاختلاف النباتي القياسي ( Normalized Difference Vegetation Index ) (NDVI) يعرف هذا المؤشر بأنه فرق الانعكاس بين القناتين تحت الحمراء والحمرات مقسوماً على حاصل جمع الانعكاس في نفس القناتين وذلك حسب ما ذكره الباحث (Sellers et al, 1989):

$$NDVI = \frac{RIR - RR}{RIR + RR}$$

RIR : انعكاس الأشعة في القناة تحت الحمراء

RR : انعكاس الأشعة في القناة الحمراء

تم حساب مؤشر الاختلاف القياسي NDVI لمنطقة الدراسة بالاعتماد على صورة فضائية من التابع 8 Landsar والتي حصلنا عليها من الموقع <http://eartheexplorer.usgs.gov> وهي جميعها بدقة 30 م وتحتوي على 11 قناة طيفية مأخوذة في تشرين الأول للعام 2017 الشكل (4)



الشكل (4) قيم مؤشر الاختلاف النباتي القياسي لعام 2017 في منطقة الدراسة

حسبت قيم العامل C لاحقا من خلال العلاقة الحسابية التي وضعها Van Der Knijff and (Montanarella,1999) والتي تسمح بتقدير عامل الغطاء النباتي بدلالة مؤشر NDVI وباستخدام برنامج Arc GIS بواسطة Raster Calculator وهي

$$C = (e)^{-\alpha \left( \frac{NDVI}{\beta - NDVI} \right)}$$

حيث  $\alpha$ ،  $\beta$ : ثوابت تحدد من شكل المنحني الذي يربط بين NDVI و C Factor وحسب الدراسات المرجعية أعطت قيم  $\alpha=2$  و  $\beta=1$  افضل النتائج في هذا المجال (Belasri and Lakhouili,2016)، Parveen and (Kumar,2012) وذلك في المناطق المتوسطة أي التي تخضع لمناخ البحر الأبيض المتوسط.  
P: عامل صيانة التربة هذه الدراسة تساوي (1) لعدم إتباع أي إجراءات لصيانة التربة في مواقع الدراسة .

## النتائج والمناقشة:

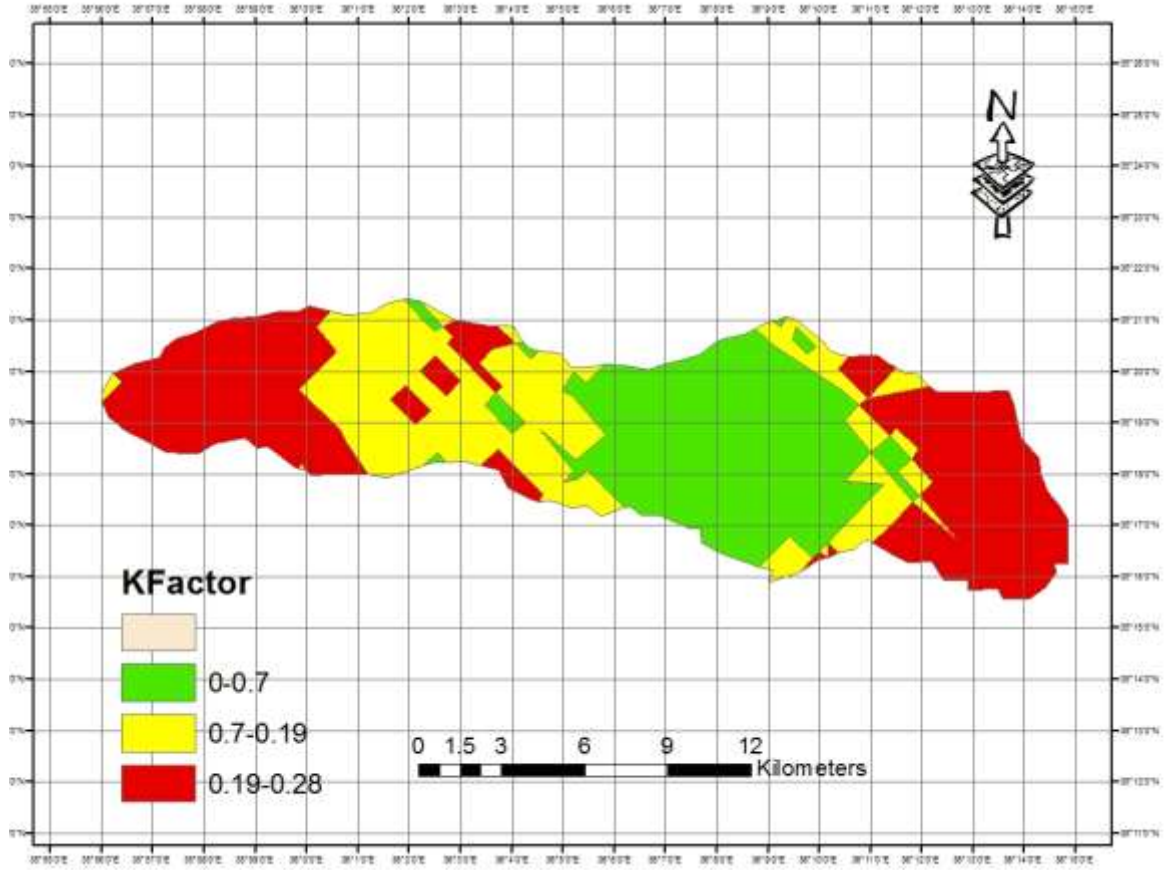
يوضح الجدول رقم 1 ان ترب المنطقة المدروسة متباينة القوام كلسية ذات درجة تفاعل مائلة للقلوية غير مالحة  
**1- عامل الحت المطري (R):** بعد حساب قيمة R لكل عام استنادا للعلاقة المذكورة سابقا حسب القيمة المتوسطة  
 لعامل الحت المطري للسنوات 2008-2017 في منطقة الدراسة وبلغت 342.78 وفق جدول 3

جدول (3) قيم العامل R للفترة الواقعة بين 2008 و2017 في منطقة الدراسة

العام	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
قيمة R	520.15	426.44	197.92	350.31	401.27	223.09	253.64	273.73	304.46	223.12
المتوسط	342.78									

## 2- عامل قابلية التربة للانجراف: (K)

يعد مؤشر قابلية التربة للانجراف من أهم المؤشرات الخاصة بالتربة والتي تستخدم للتعبير عن مدى قابلية التربة  
 للانجراف وهو يرتبط بكل من : قوام التربة ومحتواها من المادة العضوية (Ben-hur, 2001). فهو يزداد في الترب  
 الفقيرة بالطين وبالمادة العضوية إذ تقل فيها نسبة التجمعات الترابية الكبيرة (Macro aggregate) ذات القطر  
 الأكبر من 0,25 مم (Belasri et al., 2017)  
 وهذا ما بينته الدراسة حيث إن القيم العالية (0,19 - 0,28) لهذا العامل تركزت في الجزء الغربي والشرقي وهذا يعود  
 إلى انخفاض محتوى ترب تلك المنطقة من الطين من جهة وفقرها بالمادة العضوية من جهة أخرى  
 أما القيم المتوسطة لعامل قابلية التربة للانجراف فقد تركزت في المنطقة المتوسطة والجنوبية والشمالية الشرقية من  
 منطقة الدراسة إذ تراوحت قيم عامل قابلية التربة للانجراف بين (0,07-0,19) في حين تركزت القيم المنخفضة في  
 الجزء الأوسط الشرقي من منطقة الدراسة والشكل التالي يبين التوزيع المكاني لقيم k



شكل (5) مراتب عامل قابلية التربة للانجراف (K) في منطقة الدراسة  
أما توزع قيم K حسب المراتب وحسب المساحة التي يشغلها كل صف يوضحها الجدول التالي

جدول رقم (4) المساحة التي يشغلها كل صف من مراتب عامل قابلية للانجراف للدراسة

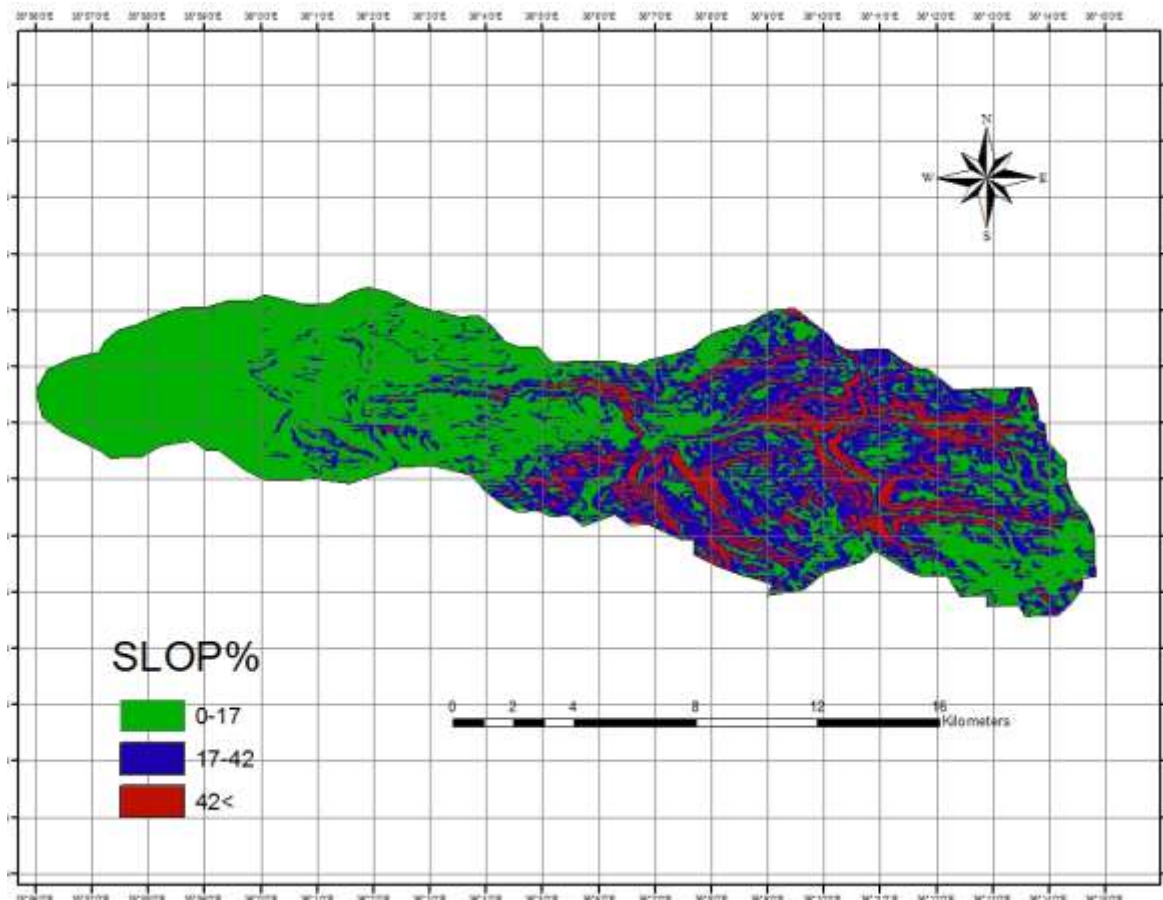
رقم الصف	قيم K	المساحة التي يشغلها (كم <sup>2</sup> )	النسبة المئوية %	التصنيف
1	0.07-0	48.45	29.66	منخفض
2	0.19-0.07	63.76	39.16	متوسطة
3	0.28-0.19	50.92	31.18	مرتفع
المجموع		163.33	100	

شكلت مساحة الجزء الذي كان فيه عامل قابلية التربة للانجراف منخفض 29.66% من المساحة الكلية وقد شغلت مساحة الجزء ذات القيم المتوسطة 39.16% من اجمال المساحة المدروسة في حين شكلت مساحة المناطق التي اتصفت بقيم عالية للعامل K 31.18% من المساحة الكلية.

### 3- عامل الميل S

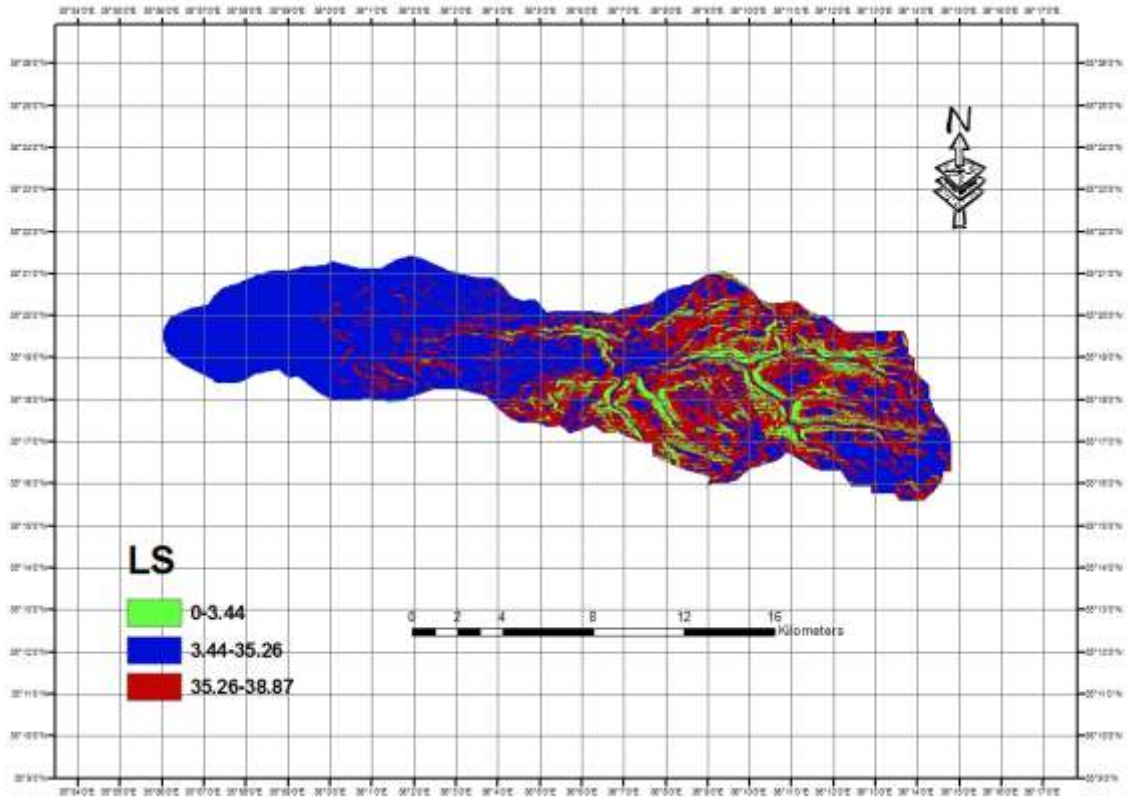
يؤثر عامل الميل على كمية التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي من خلال طول ودرجة الميل فزيادة طول الميل تزداد كمية التربة المفقودة بسبب زيادة مسافة الجريان السطحي كما تزداد مع زيادة درجة الميل بسبب زيادة سرعة الجريان.

يلاحظ الشكل (4) تغيرات قيم درجة الميل حيث تراوحت قيم عامل درجة الميل من 0 إلى 17 وتركزت في الجزء الغربي والوسط وبعض مناطق الجزء الشرقي الجنوبي من منطقة الدراسة أما المناطق المتوسطة والشديدة الانحدار فقد تركزت في الجزء الأوسط الجنوبي والغربي



شكل (6) مراتب درجة الميل في منطقة الدراسة

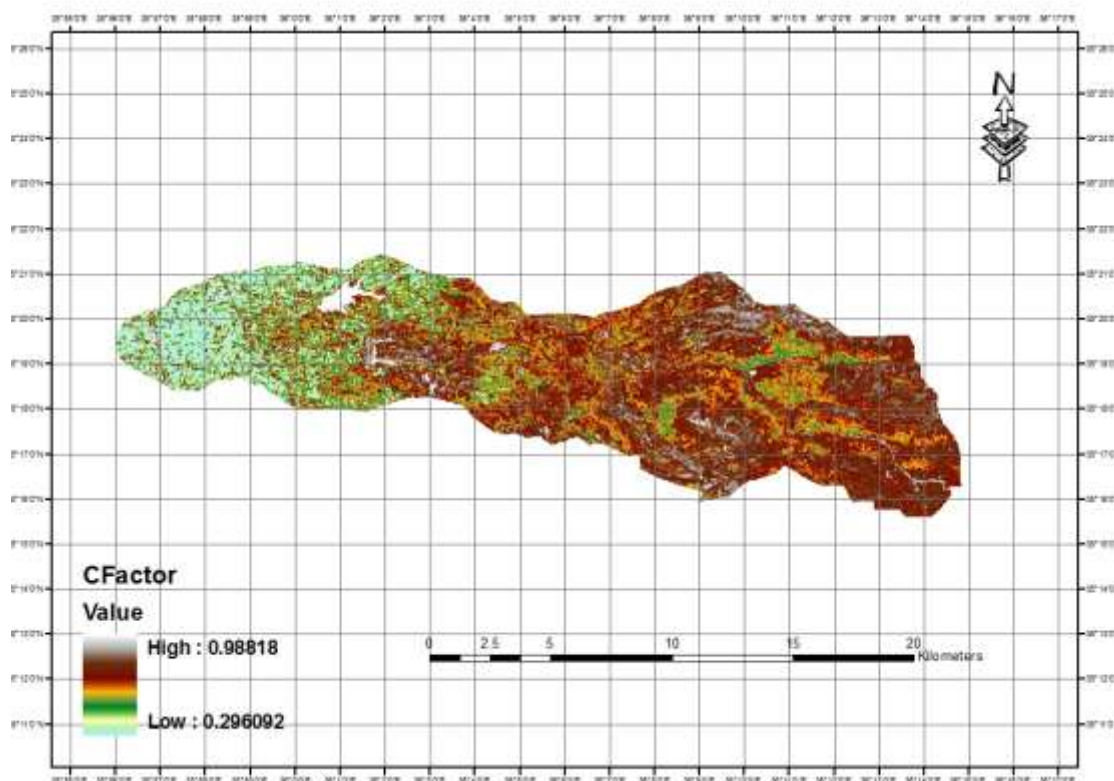
أما قيم عامل الطبوغرافية (LS) في منطقة الدراسة وتوزعها المكاني يوضحها الشكل (7) إذ تراوحت قيمه بين الصفر في المناطق المنبسطة و 38 في المناطق الشديدة الانحدار. واضح من الشكل التداخل الكبير بين التضاريس الشديدة الانحدار والقليلة الانحدار الأمر الذي يؤكد ضرورة استخدام النموذج الرقمي للارتفاع لحساب عامل الطبوغرافية في المنطقة الساحلية وهذا ما أكدته كل من كويس، 2014، حشمة، 2016، وجوهرة 2018.



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

### 3- عامل الغطاء النباتي C

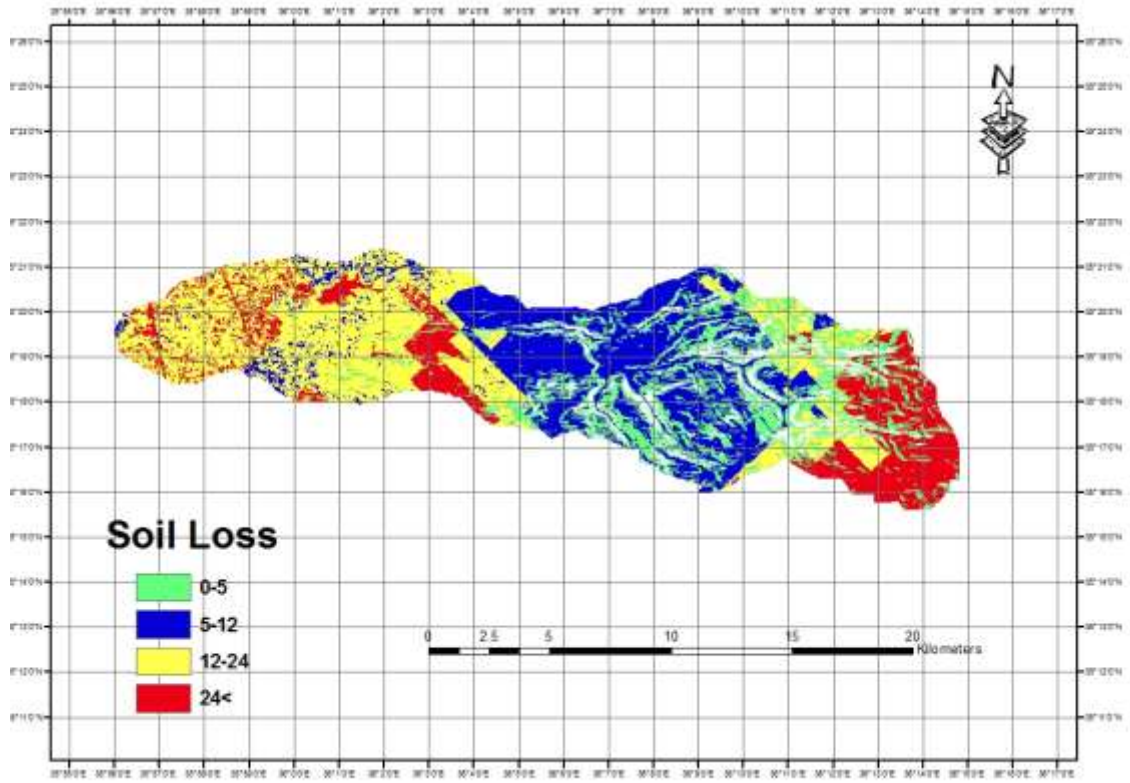
يعد الغطاء النباتي من أهم العوامل التي تؤثر على انجراف التربة إذ يعمل على تقليل سرعة الجريان السطحي ويقلل حدة التصادم بين قطرات المطر وسطح التربة ويمنع الفعل التخريبي لها (Anejionu *et al*, 2013). بعد اعداد خارطة NDVI . حسبت قيم العامل (C) من العلاقة المذكورة سابقا وتم رسم خارطة توضح توزيع قيم عامل (C) في منطقة الدراسة. يبين الشكل (7) انخفاض قيم عامل الغطاء النباتي (C) في المناطق الغربية، (قيم عالية ل NDVI ) حيث بلغت قيمة العامل C في تلك المناطق حدها الأدنى (0.29) حيث توجد الاشجار والأعشاب والتي تؤمن حماية جيدة للتربة ، في حين ارتفعت قيمه في الجزء الشرقي والأوسط من منطقة الدراسة ، (قيم منخفضة ل NDVI) لتصل إلى أعلى قيمة لها 0.98 في مناطق وجود العمران والتكشفات الصخرية ، بينما كانت قيم C متوسطة في مناطق زراعة الحمضيات والزيتون



شكل (7) عامل الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

#### 4- 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 اربع مراتب تبعا لدرجة الخطورة كما هو مبين في الشكل (8) تركزت المناطق التي تعاني من خطر منخفض جدا في الجزء المتوسط من منطقة الدراسة وبعض المناطق في الجزء الغربي وشغلت مساحة قليلة جدا (15.13) كم<sup>2</sup> اذ لم تتجاوز كمية الفقد فيها (5)طن /هـ سنة ، وتركزت المناطق التي تعاني من خطورة منخفضة في المنطقة المتوسطة والجزء الجنوبي الغربي حيث تراوحت كمية التربة المفقودة بين(5و12) طن /هـ /سنة وهي شغلت مساحة قدرها (57.17)كم<sup>2</sup>، أما المناطق التي تعاني من خطر متوسط فقد تركزت بشكل رئيسي في الجزء الغربي اذ تراوحت كميات التربة المفقودة بين(12-24)طن/هـ/سنة و المساحة التي شغلها هذا الجزء (63.57) كم<sup>2</sup> في حين تركزت المناطق التي تعاني من خطورة عالية في الجزء الشرقي والمتوسط الغربي من منطقة الدراسة اذ بلغت كميات التربة المفقودة (> 24) طن /ها /سنة وشغلت مساحة قدرها (27.46) كم<sup>2</sup>والجدول (5) يبين النسب المئوية والمساحة التي شغلها كل صف من المراتب



شكل (8) توزيع مراتب خطورة الانجراف في منطقة الدراسة

والجدول (5) يبين النسب المئوية والمساحة التي شغلها كل صف من المراتب

جدول (5) المساحات والنسب المئوية لمراتب خطر الانجراف

رقم الصف	المساحة التي يشغلها (كم <sup>2</sup> )	النسبة المئوية	كمية التربة المفقودة	تصنيف الخطورة
1	15,13	9.26	5-0	خطر منخفض جدا
2	57,17	35.01	12-5	خطر منخفض
3	63,57	38.92	24-12	خطر متوسط
4	27.26	16.81	24<	خطر عال
المجموع	163.13	100		

إن مساحة المناطق التي تعاني من خطر متوسط ومنخفض تشغل الجزء الأكبر من منطقة الدراسة مما يشير إلى إن منطقة الدراسة تعاني من خطر انجراف منخفض إلى متوسط .

### الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال حساب مؤشرات المعادلة العالمية لفقد التربة وتحديد التوزيع المكاني لها تم التوصل إلى مايلي:  
بلغت قيمة عامل الحد المطري R في منطقة الدراسة 342.78



-كانت قيم معامل قابلية التربة للانجراف (K) في الجزء المتوسط الشرقي من منطقة الدراسة منخفضة حيث تسود الترب الغنية بالمادة العضوية و الطين (0.07) ومتوسطة في الجزء المتوسط الغربي (0.07-0.19) في حين كانت قيم عامل K مرتفعة في الجزء الشرقي و الغربي لمنطقة الدراسة (0.19-0.28)

-تركزت المناطق الشديدة الانحدار في الجزء الشرقي والمتوسط من منطقة الدراسة، أما المناطق القليلة الانحدار فقد تركزت بشكل أساسي في الجزء الغربي من منطقة الدراسة

- بلغت ادني قيمة للعامل LS 3 في حين بلغت أعلى قيمة له 38 وكان هناك تداخل كبير ومعقد للتوزيع المكاني لقيم هذا العامل في منطقة الدراسة

-تراوحت قيم العامل NDVI بين -0.13 والتي تركزت بشكل أساسي في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة و(0.59) التي تركزت في الجزء الغربي في حين اتخذ العامل C منحى مخالف حيث تركزت القيم العالية للعامل C (0.98) في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة بينما كانت قيم العامل C في الجزء الغربي و الجنوب الشرقي (0.29)

-شغلت المناطق التي تتصف بخطورة انجراف عالية مساحة قدرها 27.46 كم<sup>2</sup> وهي تشكل 16% من المساحة الكلية وتركزت بشكل أساسي في الجزء الغربي والمتوسط في حين شغلت المناطق التي تعاني من خطورة منخفضة ومنخفضة جدا 72.3 كم<sup>2</sup> وهي تشكل 44.27% من المساحة الكلية وتركزت في الجزء الجنوب الغربي الأجزاء الغربية أما المناطق التي اتصفت بخطورة متوسطة فقد شغلت مساحة قدرها 63.57 كم<sup>2</sup> وهي تشكل 38,92% من المساحة الكلية وتركزت في الجزء المتوسط

ان استخدام النموذج الرقمي للارتفاع DEM وتقانة نظم المعلومات الجغرافية في حساب مفردات المعادلة العالمية لفقد التربة طريقة سهلة وسريعة توفر الكثير من الجهد والوقت وتفيد في التنبؤ بكميات الفقد وفي تحديد مناطق خطورة الانجراف وبالتالي ستساعد لاحقا في وضع برامج صيانة التربة بشكل علمي مقبول وبأقل التكاليف.

### التوصيات

توصي الدراسة باستخدام مثل هذه التقانات في التنبؤ عن خطر الانجراف في مناطق المستجمعات المائية كما نوصي بدراسة نماذج أخرى في نفس المنطقة ومناطق أخرى .

### المراجع

- 1-جوهرة، علي . تقييم خطر الانجراف المائي في منطقة حوض سد الشهيد باسل الأسد في طرطوس. رسالة ماجستير كلية الزراعة -جامعة تشرين، 2018
- 2-حشمة ، محار 2016. تقييم بعض مؤشرات الانجراف المائي في منطقة حوض سد صلاح الدين باستخدام ال GIS . رسالة ماجستير، كلية الزراعة -جامعة تشرين 2016
- 3-كويس، أيمن .دراسة خطر انجراف ترب حوض نهر اكبير الشمالي في محافظة اللاذقية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية .رسالة دكتوراة، كلية الزراعة ،جامعة تشرين، 2014
- 4-AGEL,D.lihan,T.SAHIBIN.A.R and RAHMAN,Z.A .,Application of the RUSLE Model Inforecasting Soil Erosion Atdownstream of the Pahang River Basin,Malaysia, Journal of Applied Sciences Research N.1 ,2013, 413-424
- 5- ANEJIONU, O., C.D., PETER C. NWILO and E. S. EBINNE. Long Term Assessment and Mapping of Erosion Hotspots in South East Nigeria. Remote Sensing for Land use and Planning,2013 - 6448 Abuja, Nigeria: 1-19.

- 6- BELASRI ,A and LAKHOUILI ,A and Iben Halima ..*Soil Erodibility Mapping and its Correlation With Soil Properties of Oued ELMakhazin Watershed Morocco* .journal of Materials and Environmental Sciences N.8 ,2017,3208-3215
- 7- BEN-HUR ,M. *Soil conditioner Effects on Runoff and Potato Yield under Sprinkler Irrigation* . *Agronomy Journal* . 93. 2001, 1156-1163.
- 8- BOUGUERRA,H.,BOUANANI,A.KHANCHOUK,K.,DERDOUS,O.TACHI,S. *.Mapping Prone Areas in The Bouhamdane Watershed (Algeria)Using The Revised Universal Soil Loss Equation Through GIS* .Journal of Water and Land Development ,N.32,2017, 13-23
- 9- BELASRI A.,and LAKHOUILI, A. ..*Estimation of Soil Erosion Risk Using the Universal Soil loss Equation (USLE)and Geo-Information Technology in Oued EL Makhazine Watershed,Marocco*.Journal of Geographic Information System.2016
- 10 - CHADLI,K.,*Estimation of Soil Loss Using RUSLE Model for Sebou Watershed (Morocco)*Model Earth Syst Environ.doi:10.2016
- 11 -DEVATHA,C.P.,VAIBHAVDESHPANDE.,M.S.RENUKAPRASAD..*Estimation of Soil LOSS Using USLE Model for Kuhan Watershed Chattisgrah-Acasestudy*.Aquatic Procedia N.4,2015,1429-14436
- 12- GANG,C.,ZHOU,W.,WANG,Z.,CHEN,Y.,LI,J.,QI,J.,ODEH,L.,GROISMAN,P.Y *..Comparative Assessment of Grassland NPP Dynamics in Response to Climate Change in China,North America,Europe and Australia From 1981to2010*.J.Agron.CropSCI.,201.2015,57-68
- 13- GEORGE ASHIAGBOR,ERIC.K.FORKUO1,PROSPERLAARI2..*Modeling Soil Erosion Using RUSLE and GIS Tools*. IJRSG, 2.2013,2319-3484
- 14- GUPTA,P.K.. *Soil ,Plant, Water and Fertilizer analysis* Agrobios india ,jodhur, New Dalhi, India.2000, p.438
- 15 - ISHTIYAQ AHMAD and M. K. VEREMA..*Application of USLE Model & GIS in Estimation of Soil Erosion for Tandula Reservoir*. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering..N. 3.,2013, 570-576
- 16-KUMAR, S., and S P S KUSHWAHA.2013. *Modelling soil erosion risk based on RUSLE-3D using GIS in a Shivalik sub-watershed*. J. Earth Syst. Sci. N.2,2013, 389–398.
- 17 -LAFOND ,g.p., May ,W.E.,STEVENSONt,f.c DERKSEN,D.A.,*Effects of Tillage System and Rotation on Crop Production for a thin Black Chemozen in the Canadian Prairies* .Soil Tillage Res.89.2006,232-245
- 18- LENARD,K.G.and FREIMUD.J.R..*Using Monthly Precipitation Data to Estimate The R-Factor in Revised USLE*.J.of.Hydrology 157.1994,287-30
- 19-PARVEEN R.,and KUMAR U..*Integrate Approach of Universal Soil Loss Equation(USLE)and Geographic Information System (GIS) FOR Soil Loss Risk Assessment in Upper South Koel Basin,Jharkhand*.Journal of Geographic Information System N.4,2012,588-596
- 20- PARASANNAKUMAR,H.VIJITH,S.ABINOD,N.GEETHA, *,Estimation of Soil Erosion Risk Within aSmall Mountainous Sub-Watershed in Kerala,India,Using Revised Universal Soil LOSS Equation (RUSLS)and geo-Information technology* journal homepage ;N.3,2013,209-215.
- 1821 -SELLERS, P., and J. V. CANOPY. 1989. *Spectral Reflectance and Biophysical Processes. In Theory and Applications of Optical Remote Sensing*. edited by G. Asrar, Wiley, New York,1989, 279-335.

- 22-** VANDERKNIJFF,J.N.,JONES,R.J.A.and MONTANARELLA,L.. *Soil Erosion Risk Assessment in Europe* .EUR 19044 EN ,office for official publications of the European Communities ,Luxembourg,34,1999
- 23-**XIAOHUA,X.,X.X.FA,L.SHENG,FUSHASHA,WUGAOWEI..2011.*SoilErosion Environmental Analysis of the Three Gorges Reservoir AreaBased on the "3S" Technology.Procedia*. Environmental sciences.N,. 10 .2011,2218 – 2225.
- 24-** WISCHMEIER .W.H and SMITH .D.D,1978 Predicting rainfall Erosion Losses: A guide to Conservation Planning Agriculture Hand book NO.537 .US Department of Agriculture Washington DCN.537,1978,,133- 270