

تقدير حجم التعرية المائية باستخدام معامل $RUSLE$ لوادي الكرماشية شمال شرق محافظة واسط

م.م. زينب صائب عبد الأمير الجمالي

كلية التربية للبنات / جامعة البصرة

zainab.saaib@uobasrah.edu.iq

المستخلص:

يعد فقدان التربة سبباً رئيساً لتدهور الأراضي في جميع أنحاء العالم، خاصة في أراضي واسعة من المناطق القاحلة وشبه القاحلة، كانت أهداف الدراسة هي تقدير حجم التعرية و تآكل التربة باستخدام عدة مؤشرات لاسيما تأثير معامل المطر، ومعامل قابلية تآكل التربة ، ومعامل الانحدار، ومعامل الغطاء النباتي ومعامل الحفاظ على التربة وذلك من خلال معامل $RUSLE$ فضلاً عن توظيف نظم المعلومات الجغرافية للحصول على النتائج المرتبطة بتعرية التربة في حوض الكرماشية، اذ بينت الدراسة ان حجم التعرية في الحوض تراوح بين ٥-٢٦٥ طن/هكتاراً/سنة، كما ان اكثر المناطق المتأثرة بالتعرية تلك الممتدة على طول المجاري المائية لاسيما المناطق الوسطى والجنوبية من الحوض فضلاً عن المناطق الزراعية المنتشرة على مساحة متباينة من أراضي الحوض لاسيما تلك التي لا تتبع الطرائق الحديثة في الحراثة والري .

الكلمات المفتاحية : التعرية المائية، نموذج $RUSLE$ ، نمذجة خرائط الرقمية للتعرية.

Estimating the extent of erosion using the $RUSLE$ coefficient for Wadi Al-Karmashiya, northeast of Wasit Province

Asst. Lect .Zainab Saeb Abdul Ameer Al-jammali

College of Education for Women, University of Basrah

Abstract:

Soil loss is a major cause of land degradation all over the world, especially in large areas of arid and semi-arid regions. The objectives of the study were to estimate the extent of erosion and soil erosion using several indicators, especially the effect of rain coefficient, soil erodibility coefficient, slope coefficient, and cover coefficient. Plant and soil conservation factors, through $RUSLE$ laboratories, as well as employing geographical information systems to obtain results related to soil erosion in the Karmashiya Basin, as the study showed that the volume of erosion in the basin ranged between 5-265 tons/ha/year, and that the areas most affected by erosion Those extending along the waterways, especially the central and southern regions of the basin, as well as the agricultural areas spread over a diverse area of the basin's lands, especially those that do not follow modern methods of tillage and irrigation.

Keywords: water erosion, $RUSLE$ model, digital mapping of erosion.

المقدمة:

تآكل التربة، الذي يُعرّف بأنه انفصال جزيئات التربة وانتقالها عن طريق الرياح أو الماء، هو عملية طبيعية تحركها عوامل فيزيائية. فقدان التربة المتأثر بهطول الأمطار أو طاقة الرياح، وخصائص التربة، والتضاريس، والغطاء النباتي (Drzewiecki et al., 2014) تحدث التعرية المائية في مناطق واسعة من سطح الأرض، وتعد شدة هذه الظاهرة عاملاً محدداً، في التخطيط والتنمية المستدامة لواقعي السياسات في دول العالم (Panagopoulos & Ferreira, 2010) وتؤدي التعرية إلى انخفاض نسبة خصوبة التربة وتدهور الأراضي الزراعية، كما أن نتائج التربة التي تحدث عنها تؤدي إلى سهولة حركة الجريان في المجاري المائية فضلاً عن تغيير مسارها، أو لربما يكون تآكل التربة بسبب جريان المياه، الذي يرجع أصله إلى عمل الماء في منطقة خالية من الغطاء النباتي (Honorato et al., 2001) كما تعد التعرية من المشكلات التي تؤثر في الموارد الطبيعية، الزراعة والنظام البيئي في أجزاء مختلفة من سطح الأرض، كما أن تآكل التربة مشكلة خطيرة في الزراعة وله الجانب الاقتصادي الأول في البلدان النامية (Erkossa et al., 2015)، ولذلك، فمن الضروري تحديد المناطق المعرضة للتآكل لتطبيق أفضل الطرائق لإدارة تلك المشكلات (Addis & Klik, 2015).

علاوة على ذلك، يؤدي تآكل التربة إلى تلوث المياه عن طريق حمل العناصر الغذائية والمبيدات الحشرية إلى الأنهار وموارد المياه الجوفية، هناك عدة عوامل تزيد من التآكل المائي وهي: هطول الأمطار، ونوع التربة، والانحدار، ونوع الغطاء النباتي، ووجود أو عدم وجودها تدابير المحافظة، والنتيجة المباشرة لتآكل التربة هي انخفاض الإنتاجية بسبب فقدان العناصر الغذائية، والتدهور المادي، وانخفاض سمك التربة، وفي الحالات القصوى، الخسارة الكاملة للتربة. ومن هنا تأتي أهمية تقدير احتمالية هذا التآكل لتنفيذ التدابير الوقائية ضد هذه الخسائر، (Hassan & Al-Chadli, 2016) (Chadli, 2016) (Asadi, 2023) ولتحقيق ذلك يتم استخدام العديد من النماذج العالمية للوصول إلى الدقة وقد اختلفت دقة هذه النماذج في تحديد مناطق انجراف التربة بحسب المعلمات التي يتكون منها النموذج (Nyakatawa et al., 2001). المعادلة العالمية لفقدان التربة *RUSLE* هي النموذج الأكثر استخداماً للتنبؤ بكميات التربة التي تفقدها المياه (Wischmeier & Smith, 1978).

تعد نمذجة فقدان التربة عملية معقدة للغاية بسبب الاختلاف المكاني لعوامل التحكم والبيانات الضخمة المعنية (Bhattarai & Dutta, 2007)، ولكن هذه العملية تصبح أكثر إمكانية من خلال دمج المعلومات والبيانات الناتجة عن استخدام النماذج المكانية عبر تقنيات نظم المعلومات

الجغرافية وتقنيات *RS*، وبالنتيجة فإن تقدير معدل فقدان التربة وتصنيف كثافتها المكانية، مما يسمح بإجراءات حفظ التربة وإدارتها (Yildirim & Erkal, 2013).

مشكلة الدراسة :

تتمحور مشكلة الدراسة بالأسئلة الآتية:

١- ما هي إمكانية تقدير حجم التعرية في حوض وادي الكرماشية؟

٢- هل تتباين قيم معدل التعرية السنوية بناء على مؤشرات نموذج *RUSLE*؟

فرضية الدراسة:

١- من الممكن تقدير حجم التعرية باستخدام معادلة *RUSLE*.

٢- تتباين قيم معدل التعرية باختلاف تصانيف مؤشرات نموذج *RUSLE* للتعرية في حوض وادي الكرماشية.

هدف الدراسة :

١- تقدير أصناف التعرية المائية لحوض وادي الكرماشية.

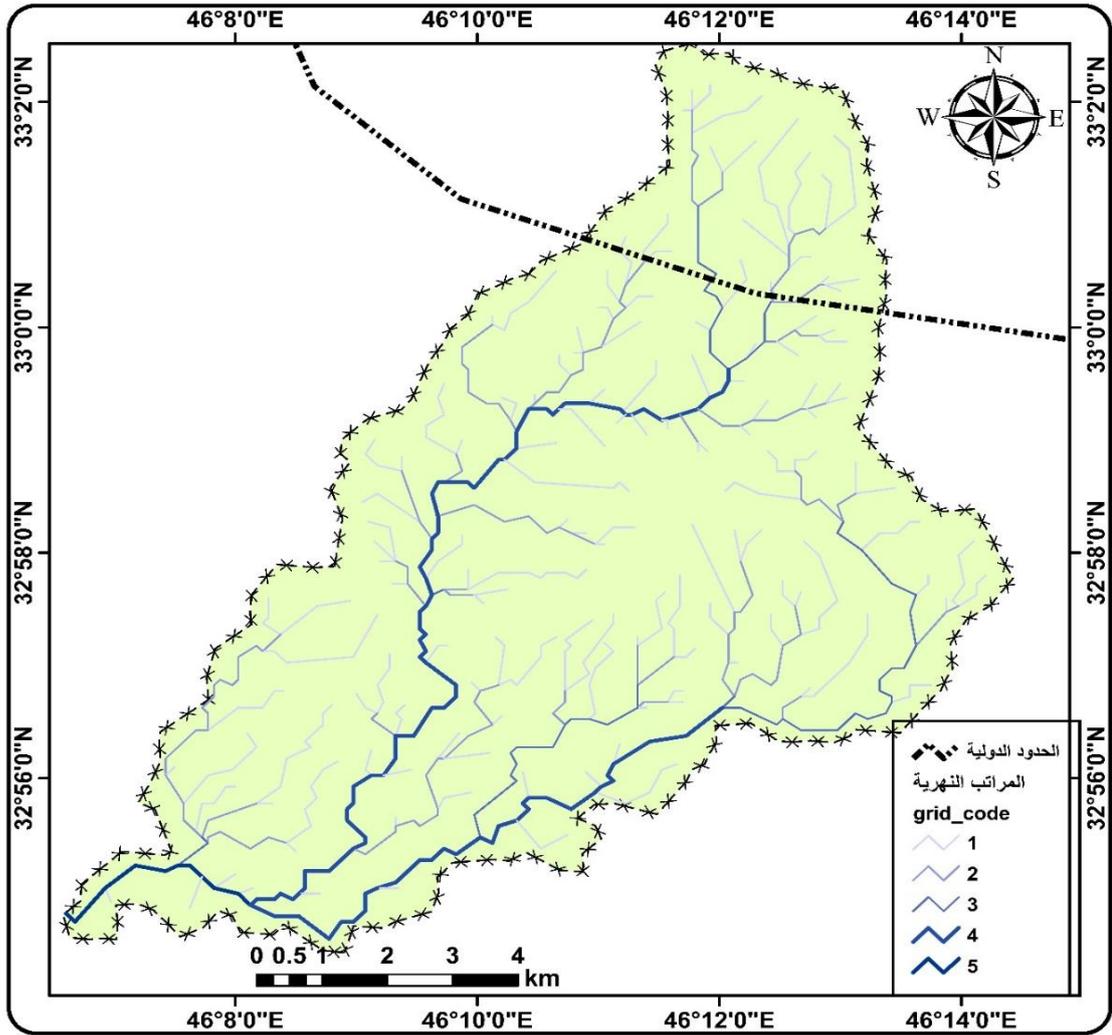
٢- تحديد مخاطر التعرية المائية في الحوض وإمكانية معالجة وإدارتها مشكلة التعرية.

٣- رسم خريطة الاختلاف والتباين المكاني للتعرية في أجزاء الحوض.

موقع منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمال الشرقي من محافظة واسط إذ بلغت مساحة الحوض (٨٦.١٦) كم^٢ يحدها من الشرق والشمال الشرقي المرتفعات الإيرانية لاسيما مرتفعات تونل و من الجنوب محافظة حوض وادي الزيايدي و من الغرب قضاء الكوت ،في حين أن موقعها الفلكي فتتخصر بين دائرتي عرض (2 33 - 54 32) شمالاً و بين خطي طول (14 46 - 6 46) كما تتميز المنطقة بمناخها الجاف وعادة ما تكون موسمية الجريان أي عند حلول فصل الشتاء خريطة (١).

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: الباحثة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي و مخرجات برنامج Arc gis.

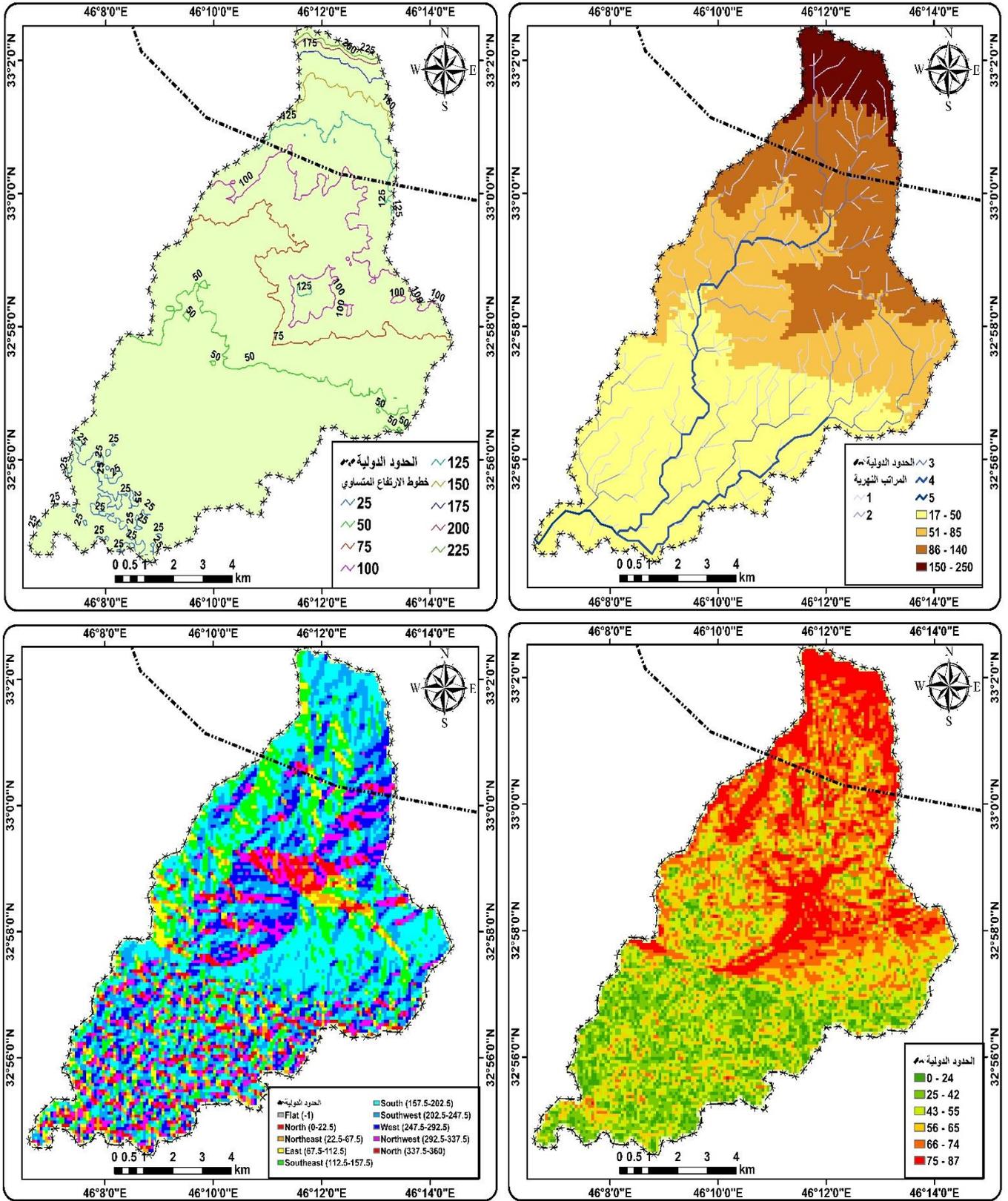
١- الخصائص الطبيعية لحوض وادي الكرماشية:

تبين الخريطة (٢) أن مستويات السطح متباينة لحوض وادي الكرماشية إذ تم تقسيم المنطقة إلى أربعة مستويات من الارتفاع بناء على نموذج الارتفاع الرقمي و تراوحت القيم بين (٥ - ٢٤٥ م) فوق مستوى سطح البحر و يمكن الاستدلال على ماورد أعلاه بالإشارة إلى خريطة الارتفاع المتساوي التي توضح تقارب خطوط التساوي في المناطق العليا للحوض مما يدل على ارتفاع هذه المنطقة والتي تقع ضمن نطاق تلال تونل في الأراضي الإيرانية و تتدرج الارتفاع كلما اتجهنا جنوباً وصولاً إلى المناطق السهلية للأراضي العراقية التي شكلت مروحة فيضية خصبة استثمرت في الزراعة، فضلاً عن ذلك تبين خريطة الانحدار أن المنطقة تتميز بانحدار ذات اتجاه شمالي -جنوبي مما يولد جرياناً سطحياً خلال تساقط الأمطار مما يسبب في سرعة حدوث تآكل التربة وتعريتها في حوض الكرماشية.

خريطة (٢) الخصائص الطبيعية لحوض وادي الكرماشية المتمثلة بالكنتورية والمراتب والانحدارات واتجاهاته

العدد ١ - الجلد ٤٩ - آذار لسنة ٢٠٢٤

مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية



المصدر: الباحثة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي و مخرجات برنامج *arc gis10.5*.

١- مؤشر تأثير المطر (R FACTOR):

بما أنّ حوض الكرماشية يقع في منطقة لا توجد فيها محطة مناخية لقياس العناصر المناخية لاسيما المطر إذ تم الاعتماد على معادلة (Mikhailova et al., 1997) اذ تتمثل المعادلة بما يأتي :

$$R=7.562 \times Pr - 3172$$

اذ R مؤشر تأثير المطر.

PR تعني هطول الأمطار السنوي بالمليمتتر .

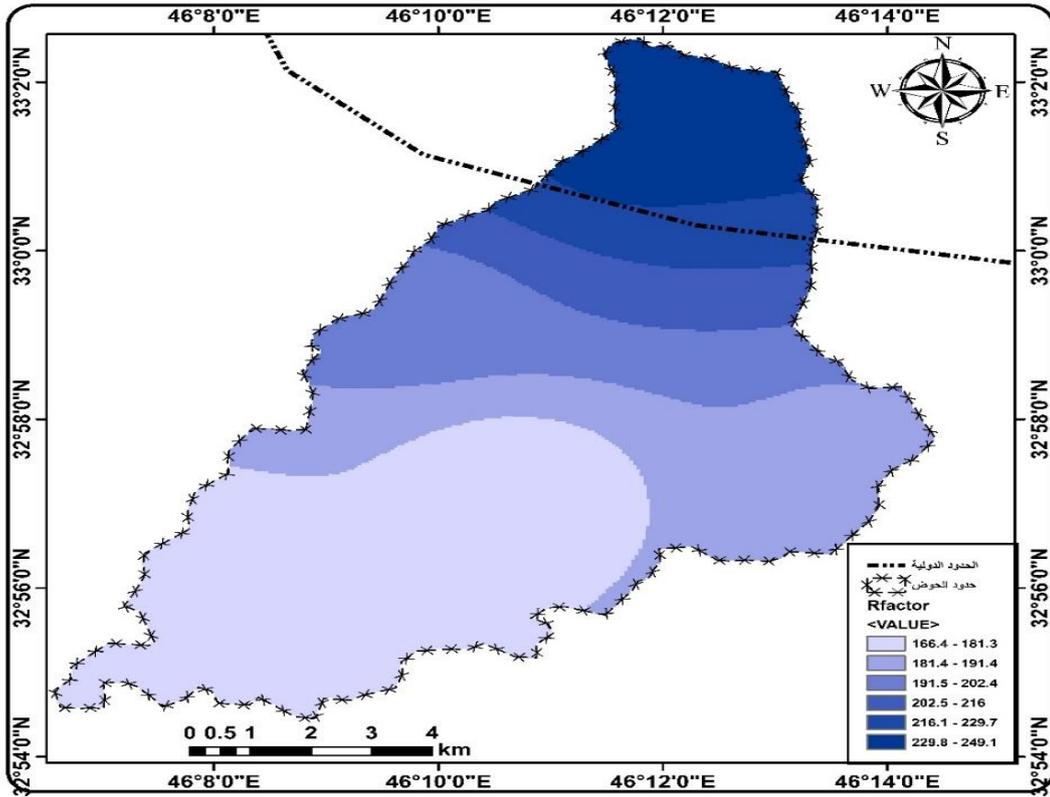
ويلاحظ من الجدول (١) والخريطة (٣) أن معامل الحت المطري يتباين بين أجزاء منطقة الحوض إذ تتراوح القيم بين (١٦٦.٤ - ٢٤٩.١) ملم ، فضلاً عن ذلك ان الفئة الأولى التي تعد أدنى فئة مؤثره في الحت ،بلغت مساحتها نحو (٣٢.٧٦) كم وبنسبة (٣٨.٠٣٪) تليها الفئة الثانية التي بلغت مساحتها بمقدار (١٩.٢٧) كم) و بنسبة (٢٢.٣٧٪) في حين بلغت مساحة الفئة الثالثة نحو (١٣.٠١) كم) و بنسبة نحو (١٥.١٠٪) ، كما يتضح كلما اتجهنا نحو المنابع العليا للحوض تزداد كمية معامل المطر إذ بلغت مساحة الفئة الرابعة نحو (٦.٤٨) كم) و بنسبة (٧.٥٣٪) كذل الحالة تنطبق على الفئة الخامسة التي بلغت مساحتها نحو (٥.٦٧) كم) و بنسبة (٦.٥٨٪) في حين الفئة السادسة بلغت أعلى قيمة للمعامل نحو (٢٤٩.١) ملم) وبمساحة (٨.٩٣) كم) وبنسبة (١٠.٣٧٪).

جدول (١) معامل الحت المطري في حوض وادي الكرماشية

المساحة	النسبة	R factor
32.76864	38.03231	166.4 - 181.3
19.27755	22.37413	181.4 - 191.4
13.01155	15.10161	191.5 - 202.4
6.489789	7.532253	202.5 - 216
5.673339	6.584656	216.1 - 229.7
8.939137	10.37504	229.8 - 249.1
86.160005	%100	المجموع

المصدر: اعتماداً على معادلة (١).

خريطة (٣) معامل تاثير المطر في حوض وادي الكرماشية



المصدر: الباحثة اعتماداً على مخرجات ARC GIS .

٢- معامل قابلية التربة للتآكل (*K FACTOR*):

تبين نتائج معامل قابلية التربة للتعرية ، تأثر خصائص الترب مقدراتها في تعرية التربة ، ويعرف على أنه متوسط التعرية السنوية لكل وحدة التي تنتج من المطر في الإحالات الاعتيادية للترب المكشوفة . ولحساب معامل قابلية التربة لخصائص الترب المتعددة لاسيما النسجة، المواد العضوية ، والبنية والنفاذية ، وقد صممت عدة معادلات لحساب هذا المعامل .

إذ تم الاعتماد على معادلة (Renard, 1997) :

$$K = [(2.1 \cdot 10^4 (12 - OM) M^{1.14} + 3.25 (s - 2) + 2.5(p - 3))] / 100$$

K = قابلية التربة للتآكل

M = الجزئيات الغرينية % + نسب الرمل الناعم % (١٠٠ - الجزئيات الطينية)

OM = نسبة المواد العضوية

S = رمز البنية للترب

P = النفاذية

تقدير حجم التعرية المائية باستخدام معامل *R USLE* لوادي الكرماشية شمال شرق محافظة واسط

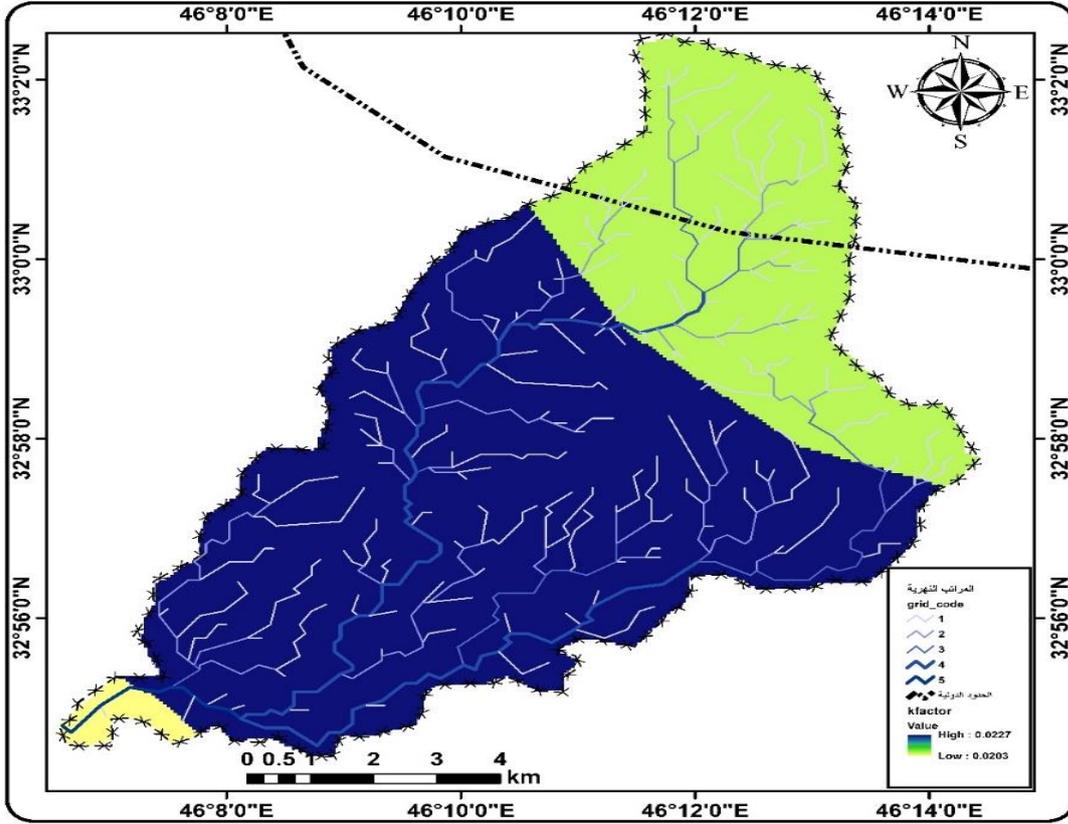
ولاستخراج معامل القابلية للترب على منظمة *FAO* و ذلك لاستخراج أنواع الترب في منطقة الدراسة، كما يتبين من الجدول (٢) والخريطة (٤) بان قيم (*K*) في حوض الكرماشية تتراوح بين (٠.٠٢٠٦ - ٠.٠٢٥٦) كما يتضح تباين هذا المعامل في الحوض إذ بلغ الفئة الأولى مساحتها نحو (٨١.١٧ كم) وبنسبة (٩٤.٢١٣) تليها الفئة الثانية نحو (٤.١٧ كم) و بنسبة (٤.٨٤٪) في حين الفئة الثالثة بلغت مساحتها نحو (٠.١٤٩ كم) و بنسبة (٠.١٧٪) في حين الفئة الثالثة بلغت مساحتها نحو (٠.٥٥٨ كم) و بنسبة (٠.٦٤) في حين الفئة الأخيرة بلغت مساحتها نحو (٠.١٠٨ كم) و بنسبة (٠.١٢٨٪).

جدول (٢) معامل قابلية التربة للتآكل في حوض وادي الكرماشية

المساحة	النسبة	K factor
81.1739	94.213	0.0206
4.17052	4.84044	0.0217
0.149108	0.17306	0.0227
0.558028	0.647665	0.0243
0.108443	0.125862	0.0256

المصدر: الباحثة اعتماداً على النموذج الارتفاع الرقمي و مخرجات برنامج *ARC GIS*.

خريطة (٤) فئات معامل قابلية التربة للتآكل في حوض وادي الكرماشية



المصدر: الباحثة اعتماداً على مخرجات *ARC GIS*.

٣- معامل الانحدار (*LS FACTOR*):

يوضح هذا المعامل تأثير التضاريس على حجم التعرية، إذ يؤثر كل من طول المنحدر (*L*) وتدرج الانحدار (*S*) للتضاريس في معدل تآكل التربة بالمياه، إذ تتأثر درجة التعرية بدرجة الانحدار وطوله، إذ تزداد نسبتها بزيادة درجة الانحدار وشدته إلى زيادة سرعة الجريان مما تنتج عنها زيادة في تآكل التربة، في حين يسبب طول المنحدر زيادة التعرية وذلك بسبب تراكم التدرجي للجريان السطحي نحو أسفل المنحدر. *LS* هو عامل تدرج طول المنحدر. يمثل عامل *LS* نسبة فقدان التربة في ظل ظروف معينة إلى تلك الموجودة في موقع يبلغ انحدار المنحدر "القياسي" فيه ٩٪ وطول المنحدر ٢٢.١٣ متراً. كلما كان المنحدر أكثر انحداراً وأطول، زاد خطر التآكل (Al-Saadi, (Stone & Hilborn, 2012) (2023). استخدمنا نموذج الارتفاع الرقمي (*DEM*) بدقة ٣٠ متراً، تتطلب عوامل الحساب والمكانية *L* و *S* بناءً على بيانات *DEM* العديد من المعالجات المسبقة. في البداية، تم ملء أحواض نموذج التضاريس الرقمية لإزالة العيوب الطفيفة في البيانات. تم لاحقاً إكمال العديد من الخطوات، باستخدام وظائف التحليل المكاني في الوضع النقطي.

تقدير حجم التعرية المائية باستخدام معامل *R USLE* لوادي الكرماشية شمال شرق محافظة واسط

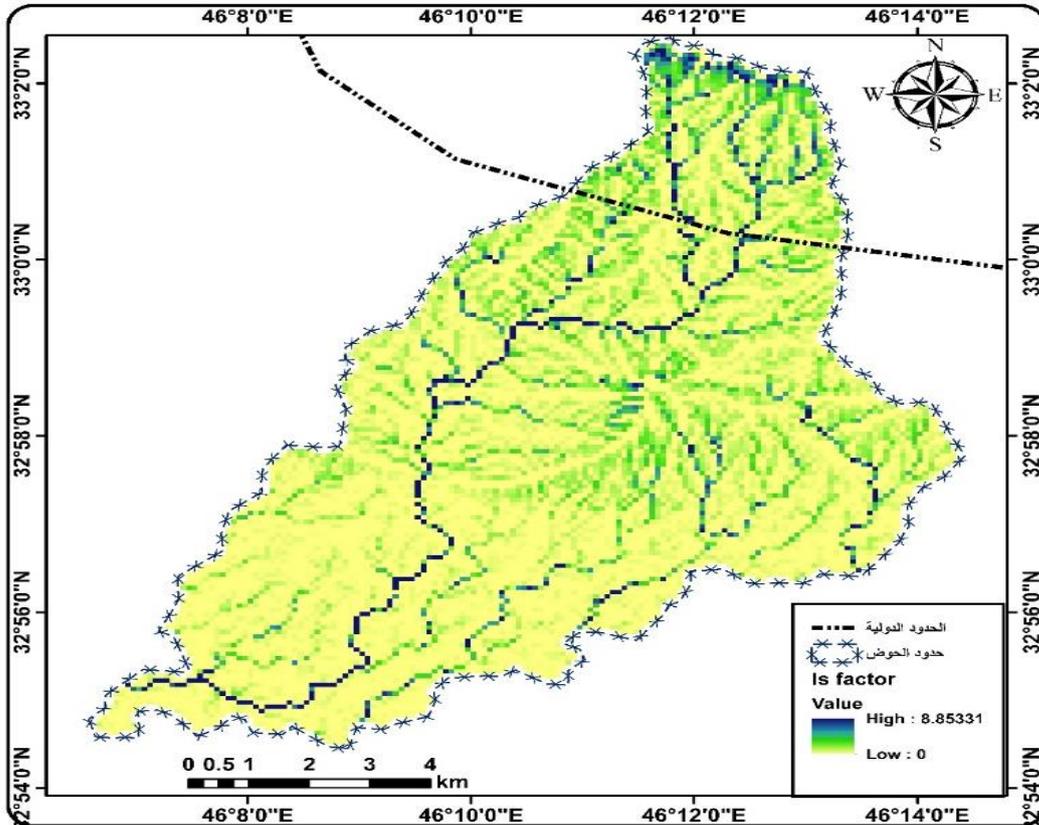
بينت نتائج تحليل معامل الانحدار وكما وارد في الجدول (٣) والخريطة (٥) ان فئات الانحدار تقسم الى ست فئات، كما بلغت مساحة الفئة الأولى نحو (٦٩ كم) ونسبة (٧٦٪) في حين انخفضت مساحة الفئة الثانية وبلغت نحو (١٢ كم) ونسبتها (١٤٪) في حين ان الفئة الثالثة بلغت (١١ كم) ونسبة (٤٪) في حين بلغت مساحة الفئة الرابعة نحو (٤ كم) ونسبة (٣٪) تليها الفئة الخامسة التي بلغت مساحتها (٣ كم) ونسبة (٢٪) والفئة السادسة بلغت مساحتها (١ كم) ونسبة (١٪).

جدول (٣) فئات معامل الانحدار في حوض وادي الكرماشية

المساحة	النسبة	LS FACTOR
69	76	0 - 0.00000174
12	14	0.00000175 - 0.00000625
11	4	0.00000626 - 0.0000146
4	3	0.0000147 - 0.0000285
3	2	0.0000286 - 0.0000524
1	1	0.0000525 - 0.0000885

المصدر: الباحثة اعتماداً على النموذج الارتفاع الرقمي و مخرجات برنامج *ARC GIS*.

خريطة (٥) فئات معامل الانحدار في حوض وادي الكرماشية



المصدر: الباحثة اعتماداً على مخرجات *ARC GIS*.

٤- مؤشر الغطاء النباتي (*C FACTOR*):

مؤشر الغطاء النباتي *C* هو عامل المحاصيل / الغطاء النباتي والإدارة، يتم استخدامه لتحديد الفعالية النسبية لأنظمة إدارة التربة والمحاصيل من حيث منع فقدان التربة. العامل *C* هو نسبة تقارن فقدان التربة من الأرض في ظل نظام المحاصيل وإدارة محدده إلى الخسارة المقابلة من الأراضي البور والحراثة بشكل مستمر (Stone & Hilborn, 2012). يوضح معامل الغطاء النباتي تأثيراً مشتركاً للمتغيرات المرتبطة بالغطاء النباتي فضلاً عن عملية الإدارة الخاصة بالأراضي على تعرية التربة وحجمها (Catari Yujra, 2010)، هناك طرائق متعددة لحساب مؤشر الغطاء النباتي وتباينت تلك الطرائق بين البساطة والتعقد، ومن بين تلك الطرائق استخدام مؤشر (*NDVI*) من الطرائق المبسطة والمتداولة، لحساب هذا المعامل.

جدول (٤)

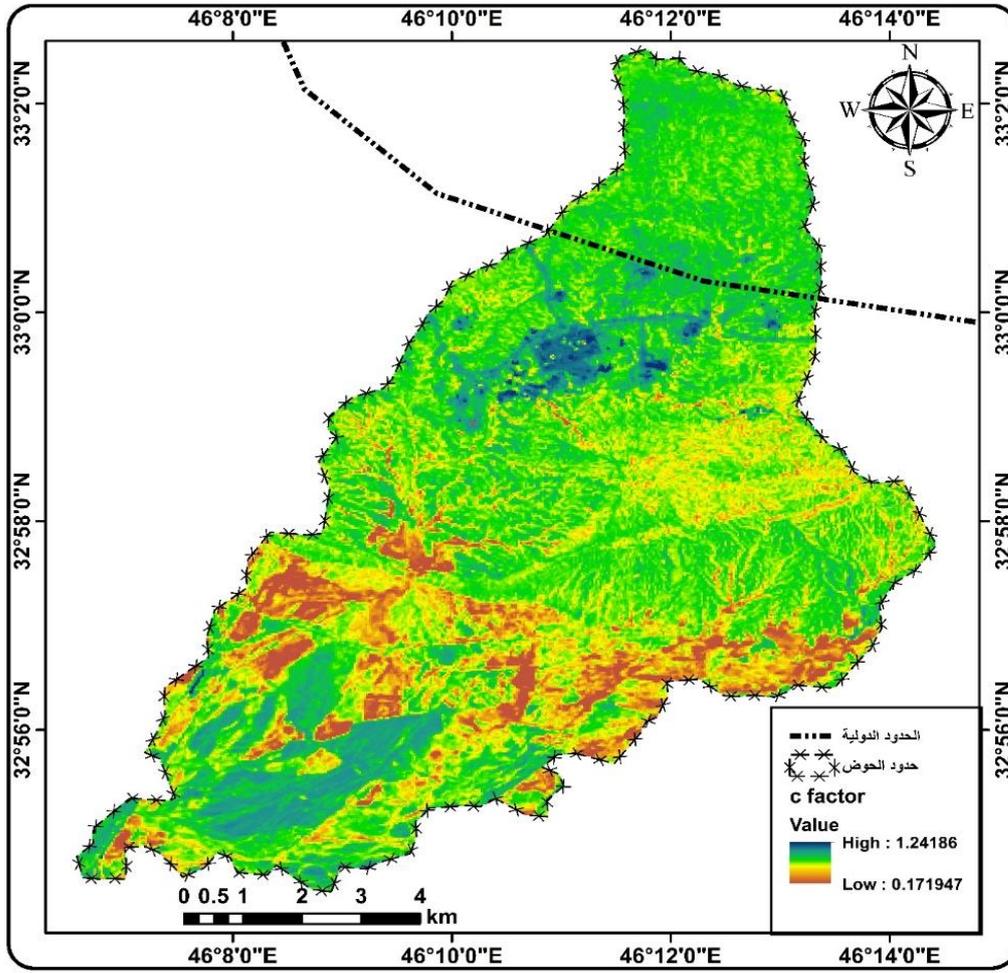
فئات معامل الغطاء النباتي في حوض وادي الكرماشية

المساحة	النسبة	cfactor
3	3	0.172 - 0.503
6	7	0.504 - 0.612
12	13	0.613 - 0.688
24	28	0.689 - 0.743
28	34	0.744 - 0.797
13	14	0.798 - 1.24

المصدر: الباحثة اعتماداً على مخرجات *ARC GIS*.

اذ يتضح من الجدول (٤) والخريطة (٦) ان معامل (*C*) تم تقسيمه الى ست فئات، اذ بلغت مساحة الفئة الأولى (٣كم) وبنسبة (٣٪) في حين الفئة الثانية بلغت (٦كم) وبنسبة (٧٪) كما ان الفئة الثالثة بلغت مساحتها نحو (١٢كم) وبنسبة (١٣٪) تليها الفئة الرابعة اذ بلغ مساحتها (٢٤كم) وبنسبة (٢٨٪) كما زادت مساحة الفئة الخامسة بالمقارنة مع الفئات الأخرى اذ بلغت (٢٨كم) وبنسبة (٣٤٪) في حين ان الفئة الأخيرة تراجعت مساحتها نحو (٣كم) وبنسبة (١٤٪).

خريطة (٦) فئات معامل الغطاء النباتي في حوض وادي الكرماشية



المصدر: الباحثة اعتماداً على مخرجات *ARC GIS*.

٥- مؤشر الحفاظ على التربة (*P factor*):

مؤشر الحفاظ على التربة *P* هو عامل ممارسة الدعم. ويعكس آثار الممارسات التي من شأنها تقليل كمية ومعدله جريان المياه ومن ثم تقليل كمية التآكل. يمثل العامل *P* نسبة فقدان التربة من خلال ممارسة الدعم إلى الزراعة في أعلى وأسفل المنحدر، إن ممارسات الأراضي الزراعية الداعمة الأكثر استخداماً هي زراعة المنحدرات المتقاطعة والزراعة الكنتورية والزراعات الشريطية (Stone & Hilborn, 2012).

يبين الجدول (٥) والخريطة (٧) مؤشر الحفاظ على التربة وقد قسم إلى خمس فئات، إذ بلغت مساحة الفئة الأولى (٠.٢٨ كم) وبنسبة (٠.٣٣) كما بلغت مساحة الفئة الثانية نحو (١.١١ كم) وبنسبة (١.٣) وزادت مساحة الفئة الثالثة بشكل طفيف إذ بلغت (١.١٥ كم) وبنسبة (١.٣) في حين الفئة الرابعة بلغت مساحتها (٤.١ كم) وبنسبة (٤.٨) كما تبين أن الفئة الأخيرة أكثر الفئات تأثيراً بمعامل الانحدار و مؤشر الحفاظ على التربة و هس التي تقع في المناطق الجنوبية من الحوض التي تميزت

تقدير حجم التعرية المائية باستخدام معامل *R USLE* لوادي الكرماشية شمال شرق محافظة واسط

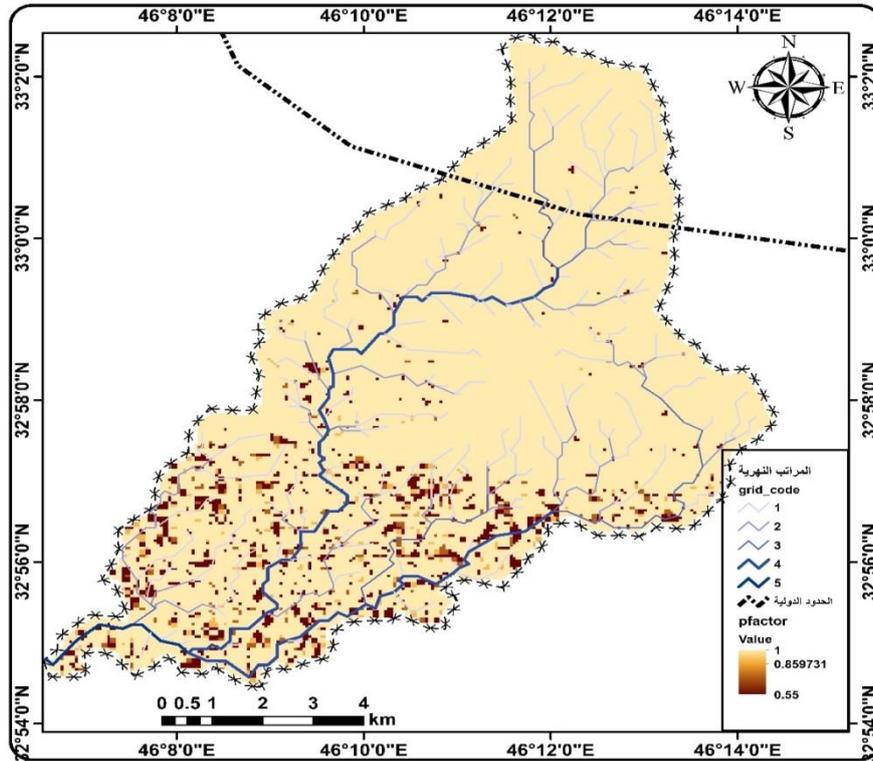
بالزراعة العشوائية وعدم اتباع الطرائق الحديثة في الحرثة فضلاً عن أساليب الري إذ بلغت مساحتها (٧٩.٤٨ كم) ونسبة (٩٢٪).

جدول (٥)

فئات معامل الحفاظ على التربة في حوض وادي الكرماشية

المساحة	النسبة	Pfactor
0.281876	0.33	0.550000012
1.118694	1.3	0.550000012 - 0.599411775
1.156865	1.3	0.599411775 - 0.798823535
4.113623	4.8	0.798823535 - 0.899411767
79.48894	92	0.899411767 - 1

المصدر: الباحثة اعتماداً على مخرجات *ARC GIS*.



خريطة (٧) معامل الحفاظ على التربة في حوض وادي الكرماشية

المصدر: الباحثة اعتماداً على مخرجات برنامج *ARC GIS*.

٦- حجم التعرية المائية بحسب نموذج RUSLE لحوض وادي الكرماشية:

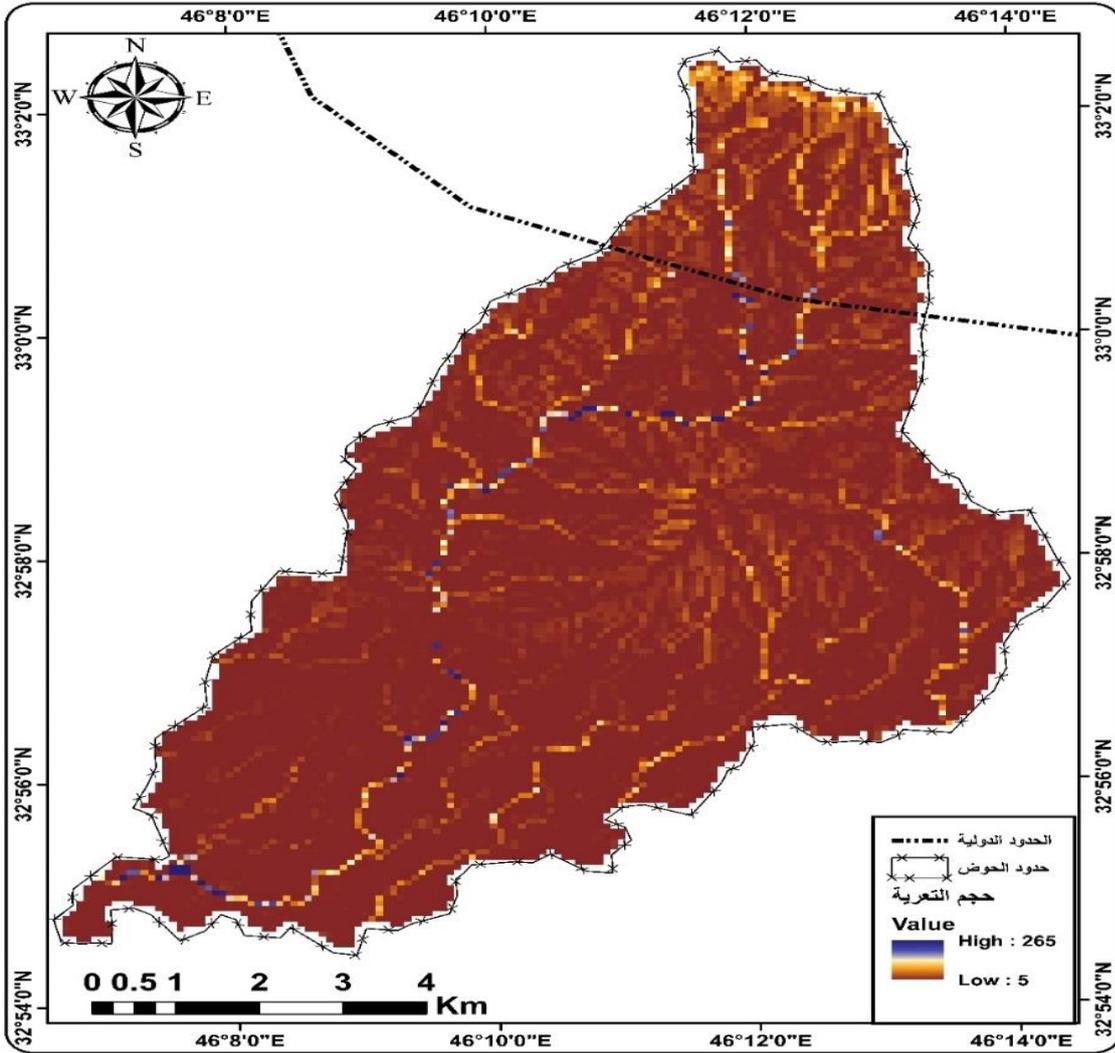
تستخرج التعرية المائية بحساب معامل RUSLE من خمس طبقات بصيغة Raster في برنامج gis وذلك من خلال toolbox واختيار mapAjbra ومن ثم ضرب جميع المؤشرات المستخرجة سابقاً للحصول عن حجم التعرية لحوض وادي الكرماشية إذ كان حجم التعرية متبايناً بين (٥-٢٦٥) طناً/هكتاراً/سنة، إن المناطق تأثراً تأثيراً بالتعرية تلك الموجودة بالقرب من المجاري المائية الجدول (٦) والخريطة (٨) التي تمثلت بانخفاض الكثافة النباتية.

جدول (٦) مساحة ونسبة حجم التعرية في حوض وادي الكرماشية

التعرية / طن/هكتار/سنة	النسبة	المساحة
15-0	7.03	31.12
15-30	15.3	25.5
30-75	17.6	12.31
75-150	20.01	15.11
150-260	40.02	2.12

المصدر: اعتماداً على المعادلات الإحصائية ومخرجات برنامج ARC GIS10.7

الخريطة (٨) حجم التعرية بحسب نموذج *RUSLE* في حوض وادي الكرماشية



المصدر: اعتماداً على المعادلات الإحصائية ومخرجات برنامج ARC GIS10.7

الاستنتاجات:

- بينت نتائج البحث تأثر معظم منطقة الدراسة بالتعرية وبنحو (٥-٢٥٦) طن/هكتاراً/سنة.
- بالنسبة لعامل *LS*، فإن إدارة المدرجات سوف تقلل من طول المنحدر ومن ثم تؤدي إلى انخفاض فقدان التربة
- بالنسبة للعامل *C*، فإن اختيار أنواع الزراعة وطرائق الحرث سيؤدي إلى تقليل التآكل.
- أن معامل المطر من اهم المؤشرات التي اثرت في مجمل المؤشرات الأخرى بل يعد الماكنة لحركة معامل *RUSLE* ونشاطه في حوض وادي الكرماشية.

- Addis, H. K., & Klik, A. (2015). *Predicting the spatial distribution of soil erodibility factor using USLE nomograph in an agricultural watershed, Ethiopia*. International Soil and Water Conservation Research, 3(4), 282–290.
- Al-Saadi, M. W. H. H. (2023). *Analysis and modeling of drought effects based on drought indicators in the eastern region of Missan*. Journal of Sustainable Studies, 5(2).
- Bhattarai, R., & Dutta, D. (2007). *Estimation of soil erosion and sediment yield using GIS at catchment scale*. Water Resources Management, 21, 1635–1647.
- Catari Yujra, G. (2010). *Assessment of uncertainties of soil erosion and sediment yield estimates at two spatial scales in the upper Llobregat basin (se pyrenees, Spain)*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Chadli, K. (2016). *Estimation of soil loss using RUSLE model for Sebou watershed (Morocco)*. Modeling Earth Systems and Environment, 2, 1–10.
- Drzewiecki, W., Wężyk, P., Pierzchalski, M., & Szafrńska, B. (2014). *Quantitative and qualitative assessment of soil erosion risk in Małopolska (Poland), supported by an object-based analysis of high-resolution satellite images*. Pure and Applied Geophysics, 171, 867–895.
- Erkossa, T., Wudneh, A., Desalegn, B., & Taye, G. (2015). *Linking soil erosion to on-site financial cost: lessons from watersheds in the Blue Nile basin*. Solid Earth, 6(2), 765–774.
- Hassan, M. W., & Al-Asadi, K. A. W. H. (2023). *Analysis of large-scale correlations on temperatures over Iraq*. Arab Gulf Journal of Scientific Research, 41(1), 2–17. <https://doi.org/10.1108/AGJSR-05-2022-0046>
- Honorato, R., Barrales, L., Peña, I., & Barrera, F. (2001). *Evaluación del modelo USLE en la estimación de la erosión en seis localidades entre la IV y IX región de Chile*. Ciencia e Investigación Agraria: Revista Latinoamericana de Ciencias de La Agricultura, 28(1), 7–14.
- Mikhailova, E. A., Bryant, R. B., Schwager, S. J., & Smith, S. D. (1997). *Predicting rainfall erosivity in Honduras*. Soil Science Society of America Journal, 61(1), 273–279.

- Nyakatawa, E. Z., Reddy, K. C., & Lemunyon, J. L. (2001). Predicting soil erosion in conservation tillage cotton production systems using the revised universal soil loss equation (RUSLE). Soil and Tillage Research, 57(4), 213–224.*
- Panagopoulos, T., & Ferreira, V. (2010). Erosion risk map of a Foupana river watershed in Algarve, Portugal. WSEAS Transactions on Environment and Development, 6(9), 635–644.*
- Renard, K. G. (1997). Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). US Department of Agriculture, Agricultural Research Service.*
- Stone, R. P., & Hilborn, D. (2012). Universal soil loss equation (USLE) factsheet. Ontario: Ministry of Agriculture. Food and Rural Affairs.*
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning (Issue 537). Department of Agriculture, Science and Education Administration.*
- Yildirim, U., & Erkal, T. (2013). Assessment of soil erosion in the Ihsaniye watershed area, Afyonkarahisar, Turkey. Scientific Research and Essays, 8(10), 388–397.*