

تقدير حجم التعرية باستخدام نموذج *RUSLE* لحوض وادي العنبر شمال شرق محافظة ميسان

م.م. سهير جواد كاظم

الجامعة المستنصرية / كلية التربية الأساسية

Suherjoud7901@uomustansiriya.edu.iq

المخلص:

في الدراسة الحالية، تم تطبيق المعادلة العالمية المنقحة لخسائر التربة (*RUSLE*)، لتقييم خطر تآكل المياه في حوض وادي العنبر. يتطلب حساب التآكل المعلومات والبيانات من مصادر مختلفة متاحة بتسويات ومقاييس مختلفة. ولذلك تم استخدام نظام المعلومات الجغرافية (*ArcGIS 10.7*)، مما أتاح سهولة وتوفير كبير للوقت في تنظيم ومعالجة البيانات المكانية التي توضح آثار كل عامل يؤثر على تآكل التربة. ويتأثر هذا التآكل بالتضاريس، وهطول الأمطار، وخصائص التربة، وظروف إدارة المحاصيل، وأخيرًا ممارسات الحفظ. بلغ حجم التعرية في الحوض نحو ٦.٥ مليون طن/كـم^٢. مما يبين الحجم الكبير للتعرية الذي يتعرض لها الحوض بواسطة تأثر مؤشرات نموذج *RUSLE* مما يستدعي الإدارة والتخطيط السليم لحل هذه المشكلة التي تتعرض لها الأراضي في منطقة الدراسة. الكلمات المفتاحية: (التعرية المائية، نموذج *RUSLE*، حوض وادي العنبر).

Estimating the extent of erosion using the *RUSLE* model for the Wadi Al-Anbar

Basin, northeast of Maysan Governorate

Suheir Jawad Kazem

Al-Mustansiriya University / College of Basic Education

Abstract:

In the current study, the Revised Universal Soil Loss Equation (*RUSLE*) was applied to evaluate the risk of water erosion in the Wadi Amber basin. Calculating wear requires information and data from different sources available in different formats and scales. Therefore, a geographic information system (*ArcGIS 10.7*) was used, which allowed ease and significant time-saving in organizing and processing spatial data showing the effects of each factor affecting soil erosion. This erosion is affected by topography, rainfall, soil characteristics, crop management conditions, and finally conservation practices. The volume of erosion in the basin reached about 6.5 million tons/km². This shows the large extent of erosion to which the basin is exposed due to the influence of the indicators of the *RUSLE* model, which calls for proper management and planning to solve this problem to which the lands in the study area are exposed.

Keywords: (water erosion, *RUSLE* model, Wadi AL ANber Basin)

١- المقدمة:

لقد تم الاعتقاد على ان تعرية التربة كمشكلة خطيرة ناجمة عن تكثيف الزراعة وتدهور الأراضي وربما بسبب تغير المناخ العالمي (Yang et al., 2003) يعد تعرية التربة مصدر قلق بيئي كبير في العالم لأنه يؤثر سلبا على الموارد الطبيعية ويهدد التنمية المستدامة للمجتمع البشري (Lal, 2003) ولا يؤدي ترسب الرواسب المنقولة عن طريق النهر إلى الخزان إلى تقليل سعة الخزان فحسب، بل يؤدي أيضًا إلى ترسب الرواسب على قاع النهر وضافه. مما يسبب اتساع السهول الفيضية أثناء الفيضانات (Al-Saadi, 2023) (Hassan, 2022). يتفاقم تعرية التربة، وهو الشكل الرئيسي الأول لتدهور التربة، بسبب النشاط الديناميكي لعوامل التعرية مثل الماء والرياح والأنشطة البشرية مثل الأنشطة الزراعية. يمكن أن يحدث كأنواع مختلفة من التعرية، بما في ذلك التعرية الداخلي، والصفائحي، والأخدودي، والمجري المائية (Martín-Moreno et al., 2016) (Hassan & Al-Asadi, 2023b). وإلى جانب مشكلة تدهور الأراضي، فإن إعادة توزيع جزيئات التربة عن طريق المياه لها مشاكل أخرى، تتعلق بانخفاض إنتاجية المحاصيل، وتدهور نوعية المياه، وتراكم الطمي في البحيرات (Ayoubi & Moazzeni Dehaghani, 2020). لذا، فإن تقييم تعرية التربة ومخاطره أمر ضروري لتخطيط وتنفيذ تدابير الحفاظ على التربة. ومن ثم، فإن تقييم تعرية التربة ومخاطره أمر ضروري لمواصلة تخطيط إدارة الاحواض المائية وتنفيذ إجراءات حماية التربة والمياه (Hassan & Al-Asadi, 2023a). لذلك، تزايدت دراسات تعرية التربة خلال العقود القليلة الماضية بسبب النطاق الكبير لتعرية التربة (EI Jazouli et al., 2022). علاوة على ذلك، تم تطوير العديد من التقنيات والنماذج لتقييم فقدان التربة المائي من حيث المعدل والتكرار (Mohammed et al., 2020) إلى جانب طرق المسح الميداني المكلفة، تم تطوير العديد من النماذج الرياضية في جميع أنحاء العالم لتقييم تعرية التربة، من هذه الطرق و النماذج، نموذج *USLE/RUSLE* فقد تم تطبيقها على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم ويرجع ذلك أساسًا إلى البساطة في صياغة النموذج والبيانات المتاحة (Bartsch et al., 2002) لقد ثبت أن *USLE* يقدم تقديرًا جيدًا لتعرية التربة على نطاق المقطع الأرضي. ولتحديد التباين المكاني للعوامل مثل التضاريس والتربة واستخدام الأراضي في مستجمعات المياه، يعد استخدام منهجية نظم المعلومات

الجغرافية (GIS) مناسبة تمامًا إذ يمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتقسيم مستجمعات المياه إلى خلايا شبكية صغيرة ولحساب الخصائص الطبيعية لهذه الخلايا مثل المنحدر واستخدام الأراضي ونوع التربة، وكلها تؤثر على عمليات تآكل التربة وترسبها في مختلف المناطق الفرعية من الحوض (Pandey et al., 2007).

٢- مشكلة الدراسة:

تتمحور مشكلة الدراسة في السؤال التالي:

-كيف تسهم نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في رسم الخرائط الرقمية وحساب معادلات التعرية المائية؟

-ما هو دور مؤشرات نموذج RUSLE في حجم التعرية المائية؟

٣- فرضية الدراسة:

من خلال توظيف نظم المعلومات الجغرافية تم رسم الخرائط الرقمية و تقدير حجم التعرية المائية. -هناك تأثير مباشر لمؤشرات النموذج في استحصال نتائج التعرية المائية ونسبة الاسهام لهذه المؤشرات في تقدير التعرية المائية.

٤- أهمية الدراسة:

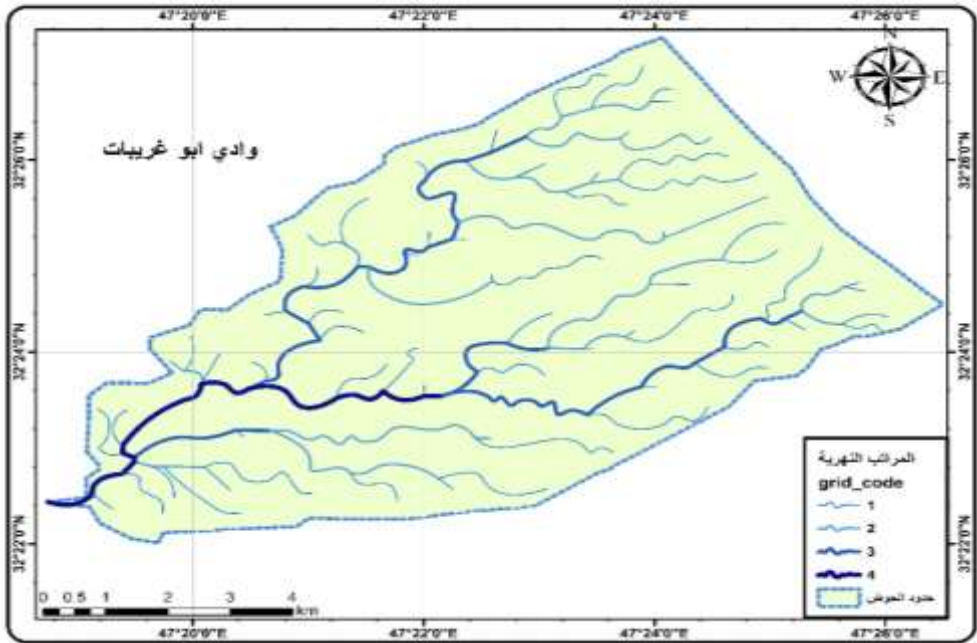
تحظى الدراسة بأهمية كبيرة وذلك من خلال تحديد اهم المشاكل، لاسيما مشكلة فقدان التربة التي من شأنها تؤثر في معظم النشاطات الاقتصادية (الزراعية، الصناعية) في منطقة الدراسة فضلا عن إيجاد الحلول البناءة لادارة وتخطيط الأراضي بهدف التنمية المستدامة لهذا الجانب الحيوي و المؤثر في الاقتصاد و الامن الغذائي و المائي للبلد.

٥- موقع منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي العنبر في شمال شرق محافظة ميسان، اذ تحيط به من جهة الشرق المرتفعات الإيرانية و من الشمال حوض وادي أبو غريبات و من الجنوب الأراضي الزراعية لمقاطعة ام السبيل و الشراهي و من الغرب حوض وادي الطيب، بينما الموقع الفلكي فينحصر بين دائرتي عرض ٢٢-٢٦ و ٢٢-٢٦ شمالا كما يقع بين قوسي طول ٤٧ ١٧ - ٤٧ ٢٧ شرقا، كما تبلغ مساحة الحوض

نحو ٦١٠.٤٣ كم^٢، كما ان الحوض يحظى بأهمية اقتصادية و ذلك من خلال الدور الذي يلعبه بتزويد المساحة الزراعية المحيطة به بالمياه لاسيما خلال فصل الشتاء لكونه موسمي الجريان وبالذات المياه المنحدرة من المرتفعات الشرقية الإيرانية نحو الأراضي العراقية بفعل عامل الانحدار .

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي (dem) مخرجات برنامج Arc gis 10.7

٦- الخصائص الطبيعية المنطقة الدراسة:

في ما يتعلق بالخصائص الجيولوجية فان الحوض يتكون من تكوينات الزمن الثلاثي المتمثلة بتكوين باي حسن الذي يحتل معظم مساحة لاسيما المناطق الشمالية والوسطى من الحوض في حين تمثل الجزء الاخر بترسبات الزمن الجيولوجي الرابع لاسيما ترسبات الهولوسين ، في حين ان الخصائص المتعلقة بالارتفاع للحوض وكما توضحه الخريطة (٢) فان الحوض ينحصر بين خطي ارتفاع ٨٠- ١٨٠ م فوق مستوى سطح البحر مما يؤكد ارتفاع المنطقة بالنسبة لموقعها من السهل الرسوبي ، وهذا ما تؤكد خريطة الارتفاع اذ تبين ان هناك انحدار كبير بين الأجزاء العليا من الحوض بالمقارنة مع

مصعب الحوض مما اسهم بشكل واضح في حجم التعرية المائية وسرعة الجريان المائي في قاع الحوض اذ انحصرت درجة الانحدار بين ٣٢ - ٨٥ درجة فضلا عن الاتجاه الحوض الذي يبين ان الانحدار بشكل عام يكون نحو المناطق الجنوبية المتمثلة بالأراضي الدنيا من الوادي.

٧- مؤشرات معامل *RUSLE* للتعرية المائية:

٧-١- عامل المطر *R*:

يعد مؤشر المطر قوة ديناميكية ، أي بمعنى يعمل على تحريك التربة مما يسمح لسرعة الجريان من نقل هذه الذرات الى مناطق جديدة وترسيبها. يبين الجدول (١) ان المؤشر تم تقسيمه لخمس مناطق في حين المنطقة الأولى بلغت مساحتها (١٩.٣٨ كم^٢) و بنسبة ٣١.٥% بينما المنطقة الثانية بلغت (٩.٢١ كم^٢) ونسبتها ١٤.٩٩% والمنطقة الثالثة (٤.٢٨ كم^٢) وبنسبة (٢٣.٢٤%) والرابعة بلغت مساحتهما (٥.٧ كم^٢) و بنسبة (٩.٣٥%) كما ان المنطقة الخامسة سجلت مساحة قدرها نحو (١٢.٨ كم^٢) و بنسبة (٢٠.٨٦%) تبين نتائج القيم ان المناطق الشمالية من الحوض اكثر تسجيلا لمعدلات التساقط المطري ، مما يؤكد ان التأثير لهذا العامل جليا في عملية حركة الماء و تعرية التربة في منطقة الدراسة.

الجدول (١) مساحة ونسبة معامل تأثير المطر بحسب نموذج *RUSLE* لحوض وادي

العنبر

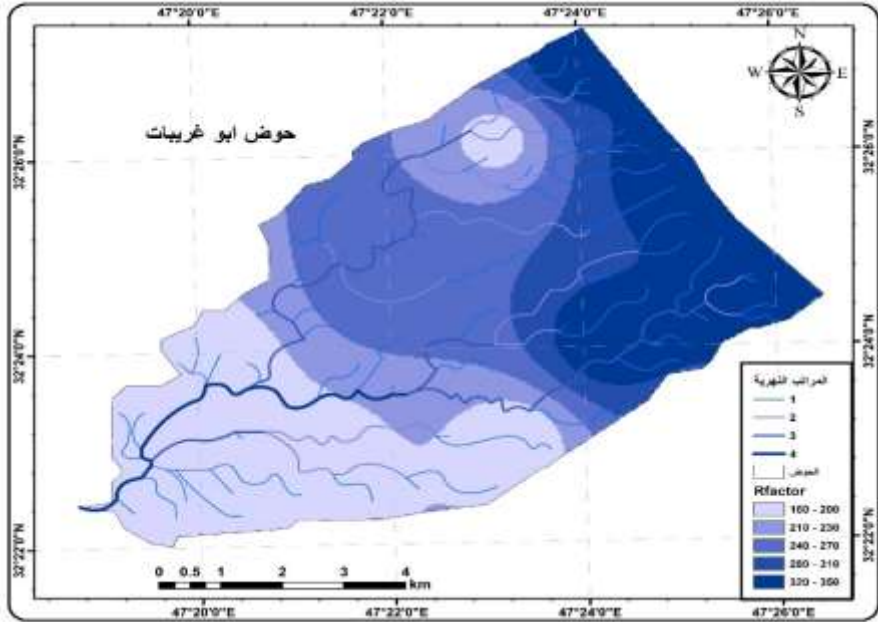
النسبة النسبة النسبة النسبة النسبة النسبة النسبة	المساحة المساحة المساحة المساحة المساحة المساحة المساحة	<i>Rfacto</i> <i>r</i>
31.543	19.380	160 -
76	23	200
14.997	9.2145	210 -
84	49	230
23.244	14.280	240 -
11	99	270
9.3520	5.7458	280 -
43	18	310
20.862	12.817	320 -
25	59	350

اعتمادا على
.GIS10.5

المصدر:

المخرجات برنامج

الخريطة (٢) مؤشر المطر R في حوض وادي العنبر



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

٧-٢- مؤشر الحفاظ على التربة P:

يعد هذا المؤشر عن الدعم الحقلي لنموذج *RUSLE* وذلك عن بوساطة أساليب حفظ التربة من العمليات التعرية، إذ يمثل المؤشر التقنيات المستثمرة في الزراعة (طرق إدارة التربة كأساليب الحراثة واتجاه الزراعة بما في ذلك التحكم في التربة مثل إعادة الغطاء النباتي على المنحدرات) (Bouguerra et al., 2017) *P* هو عامل ممارسة الدعم. وهو يعكس آثار الممارسات التي من شأنها تقليل كمية ومعدل جريان المياه وبالتالي تقليل كمية التآكل. يمثل العامل *P* نسبة فقدان التربة من خلال ممارسة الدعم إلى الزراعة في الصف المستقيم أعلى وأسفل المنحدر. الممارسات الداعمة للأراضي الزراعية الأكثر استخداماً هي الزراعة عبر المنحدرات والزراعة الكنتورية والزراعات الشريطية (Chadli, 2016) يبين الجدول (٢) والخريطة (٣) ان مؤشر قابلية التربة للتعرية الى خمس تصانيف ،ان الصنف الأول بلغت مساحته نحو (٠.٠٣٦ كم^٢) وبنسبة ٠.٠٥% بينما المستوى الثاني

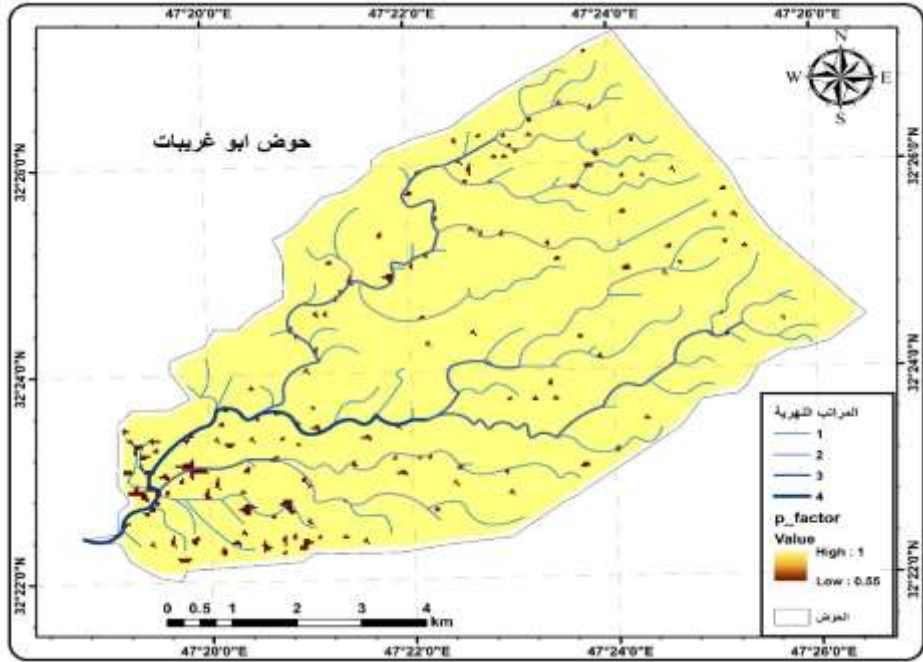
بلغت المساحة بمقدار (٢كم٠.١٧) وبنسبة ٠.٢٨%، و صنف الثالث بلغ نحو(٢كم٠.٢١) وبنسبة ٠.٣٥% . في حين الصنف الرابع بنحو(٢كم٠.٦٩) وبنسبة قدرها ١.١٢% في حين الصنف الخامس بلغت مساحته نحو ٢كم٦٠.٣١ وبنسبة قدرها ٩٨.١٨%.

ونستنتج مما ورد أعلاه لم يتخذ اية أساليب حديثة في إدارة التربة لاسيما ما يتعلق بطريقة الحراثة او الاستخدام الأمثل للري المحاصيل الزراعية بل اتضح ان معظم المساحة قرابة ٩٨% تتعرض العمليات التآكل والتدهور نتيجة اهمال هذه الأراضي من قبل المزارعين وعدم صيانة الأرض بما يتوافق مع المساحات المزروعة والإنتاج.

جدول (٢) مساحة ونسبة مؤشر P في حوض وادي العنبر

النسبة المنوي %	المساحة ٢ كم	P factor
0.05949 1	0.03 6551	0.55
0.28104 3	0.17 267	0.56 - 0.6
0.35284 2	0.21 6783	0.61 - 0.8
1.12827 5	0.69 3203	0.81 - 0.9
98.1783 5	60.3 1997	0.91 - 1

الخريطة (٣) مؤشر P في حوض وادي العنبر بحسب نموذج RUSLE



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

٧-٣- معامـل قابلية التربة للتعرية K:

بناء على تعريف *Veihe* ان التعرية للتربة توضح انعكاس و حساسية تأثير السطح للتعرية وسهولة انفصال ذرات التربة بواسطة الطاقة لقطرات التهاطل وسيورها باثر الجريان السطحي (Veihe, 2002) ان هذا معامل K يبين سهولة فصل مكونات التربة بسبب تاثير القطرات المائية للمطر فضلا عن شدة الجريان للماء على سطح التربة (Al-Saadi, 2023)، كما تم الاستعانة بنوع الترب في منطقة الدراسة للحصول على قيم هذا المؤشر. يبين الجدول (٣) والخريطة (٤) ان مؤشر K تم تصنيفه الى اثنين من

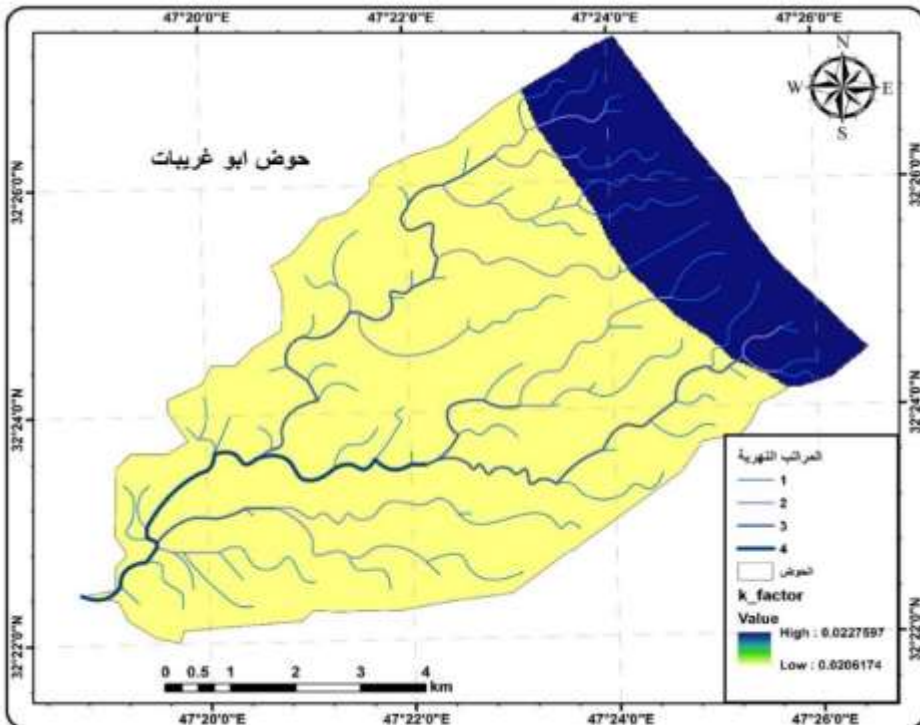
مستويات الصنف الأول بلغت مساحته نحو ٥٠٠٠٤٤ كم^٢ ونسبة ٨١.٥%، بينما الصنف الثاني بلغت مساحته (١١.٣٩ كم^٢) ونسبة ١٨.٥٤% .

النسبة المنوي %	المساحة كم ^٢	<i>K factor</i>
81.45885	50.04765	0.022
18.54115	11.39153	0.020

جدول (٣) مساحة ونسبة مؤشر *K* في حوض وادي العنبر

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

الخريطة (٤) مؤشر معامل قابلية التربة لوادي العنبر



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

٧-٤- مؤشر الانحدار LS:

من العوامل الأساسية في معادلة نموذج التعرية RUSLE، هو معامل الانحدار، تم الاعتماد على طول وشده المنحدر (LS) كعامل طبوغرافي ذات تأثير على حجم التعرية بواسطة جريان السطحي ، كلما زاد طول المنحدر زادت نسبة التعرية (Renard & Freimund, 1994)، في البداية، تم ملء أحواض نموذج التضاريس الرقمية لإزالة العيوب الطفيفة في البيانات. ثم لاحقاً إكمال عدة خطوات، باستخدام وظائف التحليل المكاني في الوضع النقطي. الخطوة الأولى هي إنشاء خطوط نقطية لاتجاه التدفق من كل خلية إلى الخلية المجاورة لها ذات الارتفاع المنخفض (Al-Saadi, 2023) تم استخراج هذا المؤشر بواسطة صندوق الأدوات toolbox في برنامج GIS وبالاستعانة بـMap Algebra وتطبيق المعادلة الآتية:

$$LS = (Flow\ Accumulation\ grid * \frac{Cell\ Size}{22.13})^{0.4} (\frac{Sin(slope\ grid) * 0.01745}{0.0896})^{1.3}$$

تم تصنيف مؤشر LS الى خمس مستويات كما جاء بالجدول (٤) والخريطة (٥) اذ يبين المستوى الأول مساحة قدرها (٥٥.٩٩ كم^٢) ونسبة ٩١.١% بينما ان مستوى الثاني بلغت مساحته نحو (٣.١ كم^٢) ونسبة ٥.١% والمستوى الثالث بلغت مساحته (١.٣١ كم^٢) ونسبة ٢.١٣% و المستوى الرابع بلغت مساحته بمقدار (٠.٧ كم^٢) و نسبة ٠.٧٢%. في حين المستوى الخامس

والأخير بلغت مساحته نحو (٠.٢٢ كم^٢) وبنسبة ٠.٣٧%. واتضح من خلال التحليل ان معظم الأراضي تعرضت الى الانحدار فضلا عن تأثيرها على التعرية وبناء على هذا المؤشر اتضح ان المجاري المائية هي

أكثر
التعرية

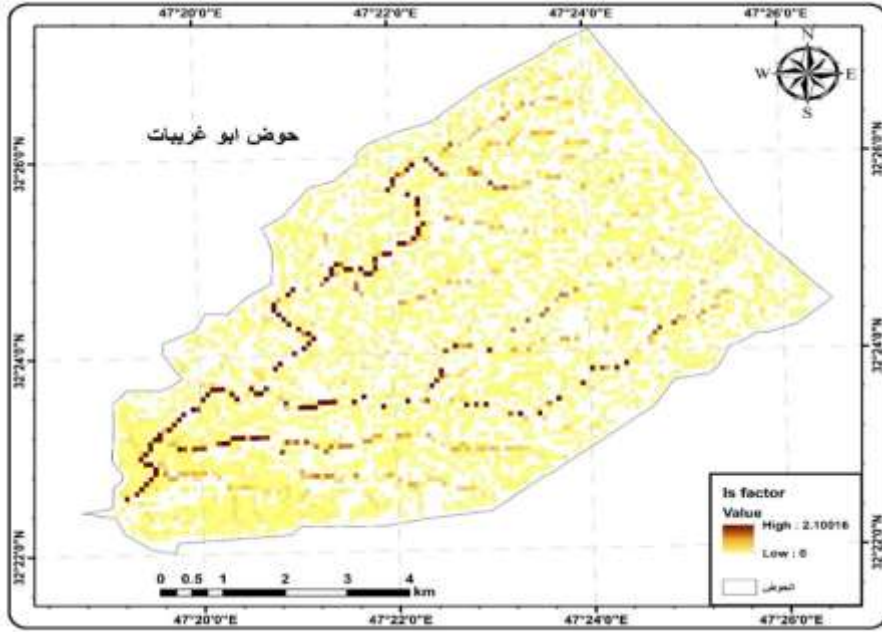
النسبة النوي %	المساحة كم ^٢	LSfactor
91.14364	55.9979	0 - 0.091
5.184818	3.185509	0.092 - 0.33
2.133466	1.310784	0.34 - 0.7
1.165964	0.716359	0.71 - 1.3
0.372116	0.228625	1.4 - 2.1

تأثرا
بمعامل
LS ودورة في نشاط
المائية في الوادي.

الجدول (٤) مساحة ونسبة مؤشر LS لحوض وادي العنبر

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

الخريطة (٥) مؤشر LS في حوض وادي العنبر



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

٧-٥- مؤشر الغطاء النباتي C:

يتم الحصول على هذا المؤشر من المعادلة التالية :

$$NDVI = (B4 - B3) / (B4 + B3)$$

وبعد اخراج المؤشر الغطاء النباتي نستخدم معادلة أخرى للحصول على مؤشر C وهي كالآتي:

$$C = \left[\exp a \frac{NDVI}{B - NDVI} \right]$$

حيث ان معامل a و B بقيمة ثابتة نحو ٢ ، ١ على التوالي. (Knijff et al., 2000)

وهو مساحة الغطاء النباتي بالنسبة لحجم التعرية في منطقة ما (Sharma et al., 2011) يتم

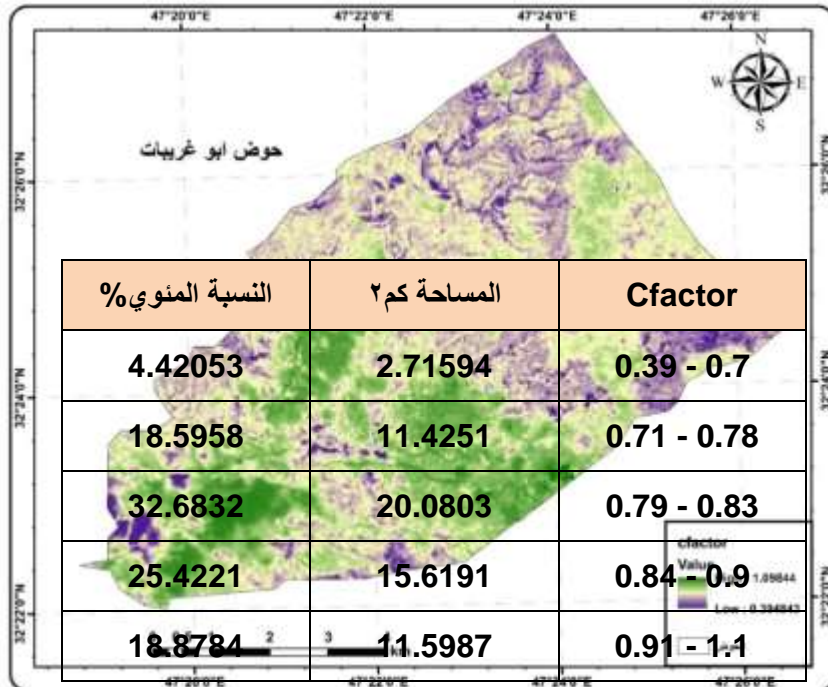
الحصول على هذا المؤشر من خلال معادلة الحصول على الغطاء النباتي او ما يسمى بمؤشر

NDVI (Hui et al., 2010) يوضح الجدول (٥) والخريطة (٦) ان معامل C يقسم الى خمس مناطق اذ بلغت مساحة المنطقة الأولى نحو (٢كم٢.٧) و بنسبة ٤.٤%، والمنطقة الثانية بمساحة قدرها نحو (٢كم١١.٤٢) و بنسبة ١٨.٥٩% في حين ان المنطقة الثالثة بلغت نحو (٢كم٢٠.٠٨) و بنسبة ٣٢.٦٨%، المنطقة الرابعة بمساحة قدرها (٢كم١٥.٦) و بنسبة ٢٥.٤% و المنطقة الأخيرة بلغت ١١.٥٩ كم و بنسبة ١٨.٨٧٧%.

الجدول (٥) مساحة ونسبة مؤشر C في حوض وادي العنبر

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

الخريطة (٦) مؤشر C في حوض وادي العنبر بحسب نموذج RUSLE



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

٧-٦- حجم التعرية المائية بحسب نموذج RUSLE لحوض وادي العنبر:

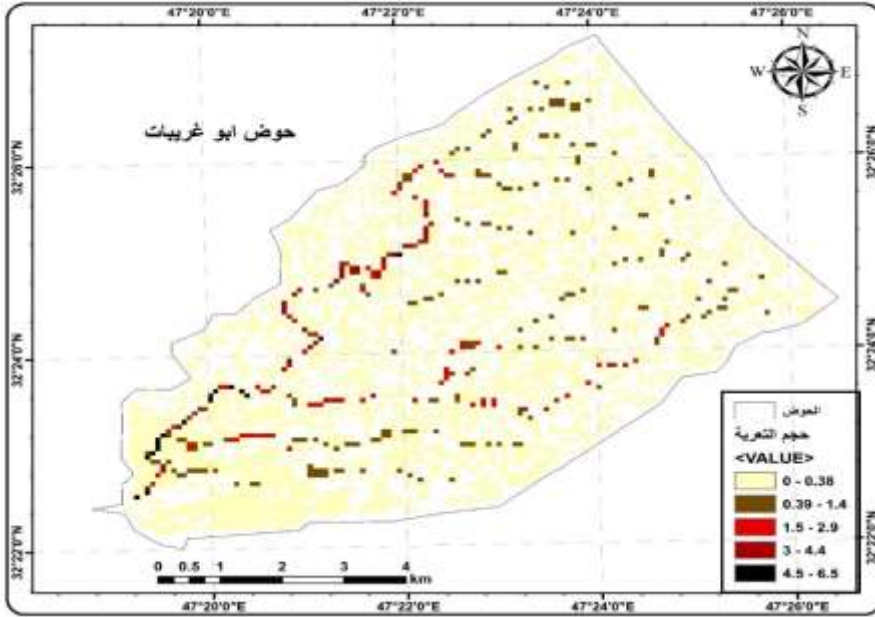
تستخرج التعرية المائية بحساب معامل RUSLE من خمس طبقات بصيغة Raster في برنامج GIS وذلك من خلال toolbox واختيار mapAjbromن ثم ضرب جميع المؤشرات المستخرجة سابقا للحصول على حجم التعرية في وادي العنبر اذ كان حجم التعرية متباينا بين (0.38-6.5 طن/كم/سنة، ان المناطق الأكثر تأثرا بالتعرية تلك الموجودة بالقرب من المجاري المائية الجدول (٦) والخريطة (٧) التي تمثلت بانخفاض الكثافة النباتية.

الجدول (٦) مساحة ونسبة حجم التعرية في حوض وادي العنبر

النسبة المئوية %	المساحة كم ^٢	RUSLE
91.313	56.1019	0 - 0.38
5.51005	3.38533	0.39 - 1.4
1.81186	1.11319	1.5 - 2.9
0.94316	0.57947	3 - 4.4
0.42194	0.25924	4.5 - 6.5

المصدر: اعتمادا على المعادلات الإحصائية و برنامج ARC GIS10.7

الخريطة (٧) حجم التعرية بحسب نموذج *RUSLE* في حوض وادي العنبر



المصدر: اعتمادا على المعادلات الإحصائية و برنامج *ARC GIS10.7*

الاستنتاجات :

أتاحت لنا الدراسة الحالية تحديد كمية التآكل المحتمل ورسم خريطة له في جميع أنحاء حوض العنبر. وفيما يتعلق باستراتيجيات الإدارة للحد من فقدان التربة، فإن التدخل سيركز فقط على عوامل *LS* و *C* و *P*، حيث لا يمكن تغيير عوامل *K*.

- بالنسبة للعامل *C*، فإن اختيار أنواع الزراعة وطرق الحرث سيؤدي إلى تقليل التآكل.

- بالنسبة للعامل *P*، ينبغي استخدام ممارسات الحفظ، مثل الثقافة ضد المنحدر، لضمان

ترسيب الرواسب بالقرب من مصدرها.

- بلغ حجم التعرية في الحوض بين ٠.٣٨ - ٦.٥ مليون/طن/كم^٢.

المصادر :

- 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).*
- Ayoubi, S., & Moazzeni Dehaghani, S. (2020). Identifying impacts of land use change on soil redistribution at different slope positions using magnetic susceptibility. Arabian Journal of Geosciences, 13, 1–11.*
- Bartsch, K. P., Van Miegroet, H., Boettinger, J., & Dobrowolski, J. P. (2002). Using empirical erosion models and GIS to determine erosion risk at Camp Williams, Utah. Journal of Soil and Water Conservation, 57(1), 29–37.*
- Bouguerra, H., Bouanani, A., Khanchoul, K., Derdous, O., & Tachi, S. E. (2017). Mapping erosion prone areas in the Bouhamdane watershed (Algeria) using the Revised Universal Soil Loss Equation through GIS. Journal of Water and Land Development, 32(1), 13.*
- Chadli, K. (2016). Estimation of soil loss using RUSLE model for Sebou watershed (Morocco). Modeling Earth Systems and Environment, 2, 1–10.*
- El Jazouli, A., Barakat, A., & Khellouk, R. (2022). Geotechnical studies for Landslide susceptibility in the high basin of the Oum Er Rbia river (Morocco). Geology, Ecology, and Landscapes, 6(1), 40–47.*
- Hassan, M. W. (2022). Analysis of Teleconnection Patterns on Autumn and Winter Temperatures in Iraq By. Res Militaris, 12(3), 2379–2393.*
- Hassan, M. W., & Al-Asadi, K. A. W. H. (2023a). 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>*
- Hassan, M. W., & Al-Asadi, K. A. W. H. (2023b). Synchronous Impact of the North Atlantic Oscillation (NAO) and Southern Oscillation Index (SOI) (Poles on Temperature and Rain Over Iraq. Israa University Journal for Applied Science, 7, 290–302. <https://doi.org/10.52865/EXZS7896>*
- Hui, L., Xiaoling, C., Lim, K. J., Xiaobin, C., & Sagong, M. (2010). Assessment of soil erosion and sediment yield in Liao watershed, Jiangxi Province, China, Using USLE, GIS, and RS. Journal of Earth Science, 21(6), 941–953.*
- Knijff, J. M., Jones, R. J. A., & Montanarella, L. (2000). Soil erosion risk assessment in Europe EUR 19044 EN. ACM Conference on Electronic Commerce.*

- Lal, R. (2003). Soil erosion and the global carbon budget. Environment International, 29(4), 437–450.*
- Martín-Moreno, C., Martín Duque, J. F., Nicolau Ibarra, J. M., Hernando Rodriguez, N., Sanz Santos, M. A., & Sanchez Castillo, L. (2016). Effects of topography and surface soil cover on erosion for mining reclamation: the experimental spoil heap at El Machorro Mine (Central Spain). Land Degradation & Development, 27(2), 145–159.*
- Mohammed, S., Al-Ebraheem, A., Holb, I. J., Alsafadi, K., Dikkeh, M., Pham, Q. B., Linh, N. T. T., & Szabo, S. (2020). Soil management effects on soil water erosion and runoff in central Syria—A comparative evaluation of general linear model and random forest regression. Water, 12(9), 2529.*
- Pandey, A., Chowdary, V. M., & Mal, B. C. (2007). Identification of critical erosion prone areas in the small agricultural watershed using USLE, GIS and remote sensing. Water Resources Management, 21, 729–746.*
- Renard, K. G., & Freimund, J. R. (1994). Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. Journal of Hydrology, 157(1–4), 287–306.*
- Sharma, A., Tiwari, K. N., & Bhadoria, P. B. S. (2011). Effect of land use land cover change on soil erosion potential in an agricultural watershed. Environmental Monitoring and Assessment, 173, 789–801.*
- Veihe, A. (2002). The spatial variability of erodibility and its relation to soil types: a study from northern Ghana. Geoderma, 106(1–2), 101–120.*
- Yang, D., Kanae, S., Oki, T., Koike, T., & Musiaké, K. (2003). Global potential soil erosion with reference to land use and climate changes. Hydrological Processes, 17(14), 2913–2928. <https://doi.org/10.1002/hyp.1441>*