



## تحليل خطر التعرية في حوض وادي الرميثة باستخدام نموذج RUSLE

### ومعطيات GIS & RS

أ. د حسين جوبان عريبي المعارضي

[hussain.uraybi@uobasrah.edu.iq](mailto:hussain.uraybi@uobasrah.edu.iq)

الباحثة / بلسم حيدر هاشم العبادي

[pgs.balsam.haider@uobasrah.edu.iq](mailto:pgs.balsam.haider@uobasrah.edu.iq)

جامعة البصرة / كلية التربية للعلوم الإنسانية / العراق

## Erosion Risk Analysis in Valley Al-Rumaitha Basin Using the Rusle Model and RS & GIS Data

Prof. Dr. Hussain Joban Uraybi Al-Moardah

[hussaim.uraybi@uobasrah.edu.iq](mailto:hussaim.uraybi@uobasrah.edu.iq)

Researcher/Balsam Haider Hashem AL- Abadi

[pgs.balsam.haider@uobasrah.edu.iq](mailto:pgs.balsam.haider@uobasrah.edu.iq)

### المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي الرميثة اعتماداً على نموذج (Revised Universal Soil Loss Equation) (RUSLE) بالاستفادة من بيانات الاستشعار عن بعد (RS) وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS). يساهم هذا البحث في دعم عمليات التخطيط البيئي والزراعي من خلال توفير أدوات تحليل مكانية تساعد في تقييم المخاطر واتخاذ القرارات المناسبة للحد من التدهور البيئي في منطقة الدراسة. وتم تجميع وتحليل البيانات المكانية اللازمة لعوامل النموذج، والتي شملت: عامل غزارة المطر (R)، عامل قابلية التربة للتعرية (K)، عامل الطبوغرافيا (LS)، عامل الغطاء النباتي (C)، وعامل ممارسات الحفظ (P). وجرى إعداد الخرائط الرقمية لكل عامل بالاعتماد على صور الأقمار الصناعية، والخرائط الطبوغرافية، وبيانات التربة، ومن ثم دمجها داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية لإنتاج خريطة الفقد السنوي للتربة على مستوى وحدات الحوض. أظهرت النتائج تباينات مكانية واضحة في معدلات التعرية، حيث تبين أنّ المناطق ذات الانحدارات العالية وضعف الغطاء النباتي كانت الأكثر عرضة للفقد، بينما سجّلت المناطق السهلية والقريبة من مجرى الوادي معدلات تعرية منخفضة إلى متوسطة. وبيّنت الدراسة أن حوض وادي الرميثة يعاني من معدلات تعرية تتراوح بين خفيفة وشديدة جداً، مع تركيز القيم الأعلى في الأجزاء الوسطى والغربية من الحوض. كما أثبتت نتائج النموذج فعاليته في تحديد المناطق الحساسة وتقديم قاعدة معلومات موثوقة يمكن الاعتماد عليها في وضع برامج الإدارة المتكاملة والحفاظ على التربة.

**الكلمات المفتاحية:** التعرية المائية، RUSLE، الاستشعار عن بعد RS، نظم المعلومات الجغرافية GIS، حوض وادي الرميثة، العراق.

**Abstract:**

This research aims to estimate the extent of water erosion in the Wadi Al-Rumaytha basin using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) model, utilizing remote sensing (RS) data and Geographic Information Systems (GIS) techniques. This research contributes to supporting environmental and agricultural planning processes by providing spatial analysis tools that aid in risk assessment and informed decision-making to mitigate environmental degradation in the study area. The necessary spatial data for the model's factors were collected and analyzed. These factors included rainfall intensity (R), soil erosion susceptibility (K), topography (LS), vegetation cover (C), and conservation practices (P). Digital maps were created for each factor using satellite imagery, topographic maps, and soil data, and then integrated within a GIS environment to generate an annual soil loss map at the basin unit level. The results revealed clear spatial variations in erosion rates. Areas with steep slopes and sparse vegetation cover were found to be the most vulnerable to loss, while plains and areas near the wadi's course recorded low to moderate erosion rates. The study revealed that the Wadi Al-Rumaytha basin suffers from erosion rates ranging from mild to very severe, with the highest values concentrated in the central and western parts of the basin. The model's results also demonstrated its effectiveness in identifying sensitive areas and providing a reliable database that can be used to develop integrated soil management and conservation programs.

**Keywords:** Water erosion, RUSLE, Remote Sensing (RS), Geographic Information Systems (GIS), Al-Rumaytha valley basin, Iraq.

**المقدمة :**

تعد التعرية المائية من أبرز العمليات الجيومورفولوجية التي تؤثر في تشكيل سطح الأرض، إذ تعمل على نحت الصخور وتعرية التربة تحت تأثير مجموعة من العوامل الطبيعية، أبرزها كمية الأمطار الساقطة، وشدة الجريان السطحي، وطبيعة التكوينات الصخرية، وحجم الرواسب المحمولة بالمياه، إلى جانب المعوقات التي تواجه مسار الجريان، ودرجة الانحدار التي تحدد كميته وقوته. وتظهر شدة التعرية بشكل خاص في الوديان والأحواض النهرية والتلال والسطوح الصخرية المحفورة، ولاسيما في المناطق ذات الصخور الجيرية. وتُعدّ التعرية المائية من أخطر أنواع التعرية التي تتعرض لها الأحواض المائية، إذ يستمر فعلها منذ الأزمنة الجيولوجية القديمة وحتى الوقت الحاضر، مع تباين في شدتها وأثرها تبعًا لاختلاف الظروف المناخية. فقد اتسم مناخ عصر البلايستوسين بارتفاع معدلات الرطوبة، الأمر الذي جعل التعرية المائية أكثر قوة وإنتاجية مقارنة بالحاضر، تاركًا شواهد وآثارًا ما تزال ماثلة إلى يومنا هذا. ومن هنا تأتي أهمية دراسة التعرية المائية في تفسير عمليات تشكيل وتطور أراضي حوض وادي الرميثة، خاصةً أن المنطقة تقع ضمن بيئة صحراوية جافة تمتاز بتربتها الرملية والحجرية. لذا تم الاعتماد على نموذج

(Revise Universal Soil Loss Equation) الذي يعرف باختصار ( RUSLE ) وذلك بناءً على تحديد قيمة العوامل المكونة للنموذج واستخراجها ضمن المعادلات الرياضية الخاصة بالنموذج .

### **اهمية البحث :**

تزايد مخاطر فقدان التربة وترسيب الرسوبيات في المجاري مما يؤثر على الانتاج الزراعي والفعاليات البشرية الاخرى فضلا عن ذلك نقص في الخرائط المكانية الدقيقة لانجراف التربة لحوض وادي الرميثة مما يعيق اتخاذ اجراءات وقائية مستهدفة وكذلك الحاجة المتزايدة لتحديد البؤر الساخنة والتي تمثل مراكز المخاطر الجيومورفولوجية (انجراف التربة ) واعطاء اولية للتدخلات وفق تأثيرها المتوقع .

### **اهداف البحث :**

يهدف هذا البحث إلى تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي الرميثة عبر توظيف نموذج RUSLE بالاستناد إلى بيانات الاستشعار عن بُعد (RS) وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، بهدف تحليل الأنماط المكانية لشدة التعرية وتحديد المناطق الأكثر عرضة لعمليات الانجراف.

### **مشكلة البحث :**

هل يوجد توزيع مكاني واضح للتعرية مرتبط بخصائص مورفومترية كالانحدار وطول الحوض واستخدامات الارض ؟ هل تؤثر التغيرات الموسمية للغطاء النباتي والامطار بشكل كبير على معدلات التعرية ؟ وهل يمكن قياس التعرية من خلال انموذج Rusle ومعطيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

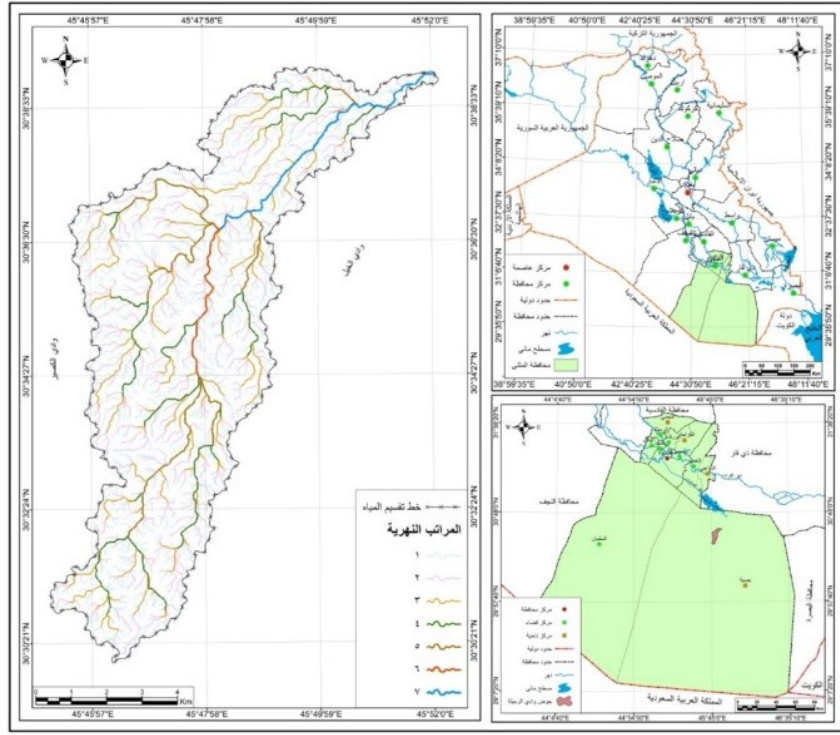
### **فرضية البحث :**

تسهم عوامل الانحدار والامطار والغطاء النباتي بدور كبير في التأثير على تحديد حالات التعرية الحادة في الحوض وتباين حالات التعرية في اراضي الحوض ، فضلاً عن دور انموذج Rusle و معطيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد حالات التعرية

### **حدود منطقة الدراسة :**

يقع حوض وادي الرميثة ضمن هضبة العراق الجنوبية ،وتحديداً ضمن ناحية بصية التابعة لقضاء السلطان احد اقضية محافظة المثنى يلاحظ الخريطة (١-١) يحده من الشرق وادي الخيل ومن الغرب وادي الكصير ، يقع حوض وادي الرميثة فلكياً بين دائرتي عرض (٣٠° ٣٩' ١٨" - ٣٠° ٢٩' ٥٦" شمالاً، وخطي طول (٤٥° ٥٢' ٤" - ٤٥° ٤٥' ١٠" شرقاً ، وتبلغ مساحة الحوض الكلية ( ٦٨.٥ كم٢ )، أما طول الحوض فيبلغ (٢٠.٤٧) كم ،

خريطة (١) موقع حوض وادي الرميثة من العراق ومحافظة المثنى .



المصدر : بلسم حيدر هاشم العبادي ، تحليل جيومورفولوجي لحوض وادي الرميثة شمالي شرقي محافظة المثنى ، رسالة ماجستير ، كلية التربية للعلوم الانسانية ، جامعة البصرة ، ٢٠٢٤، ص٥

### طريقة العمل :

اشتمل العمل على إعداد قواعد بيانات مكانية دقيقة لعوامل النموذج، شملت :عامل غزارة المطر (R) المحسوب من السجلات المطرية طويلة الأمد، وعامل قابلية التربة للتعرية (K) المستمد من الخصائص الفيزيائية للتربة وملمسها، وعامل الطبوغرافيا (LS) المشكل من معالجة نموذج الارتفاع الرقمي، إضافة إلى عامل الغطاء الأرضي/النباتي (C) المستخلص من بيانات الأقمار الصناعية، وعامل ممارسات الحفظ (P) المعتمد على أنماط استخدامات الأرض في منطقة الدراسة.

### المبحث الأول: الخصائص الطبيعية للمنطقة

#### أولاً- جيولوجية منطقة الدراسة:

تشكل رواسب العصر الرباعي النسبة الأكبر من التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة، إذ تعود إلى مرحلتي البلايستوسين والهولوسين، بينما يظهر جزء محدود منها عائداً إلى الزمن الثلاثي. وقد تكونت هذه الرواسب نتيجة العمليات المائية من نقل وإرساب، التي أحدثتها الأودية المنحدرة من شبه الجزيرة العربية خلال عصر البلايستوسين. وتتباين أنماط توزيع هذه الرواسب داخل المنطقة، حيث تضم عدة تكوينات جيولوجية، يمكن بيانها على النحو الآتي:

#### ١- تكوينات الزمن الثلاثي:

تنتشر هذه التكوينات بشكل غير متساوٍ في حوض وادي الرميثة، وتشغل مساحة تقارب ١١.٨٤ كم<sup>2</sup> أي بنسبة ١٧.٢٨٪ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة. وتعود أعمارها إلى مرحلتي البلايوسين والبلايستوسين، ويظهر تتابعها العمودي من الأقدم إلى الأحدث بوضوح

أ- **تكوين الدمام الأعلى** : يرجع عمر هذا التكوين إلى الإيوسين الأعلى، وينتشر جغرافياً في القسمين الأوسط والجنوبي من منطقة الدراسة. يتألف من حجر كلسي كتلي ذي لون رصاصي، ويحتوي على متحجرات، فضلاً عن حزم سيليسية وعُقد من حجر الصوان في جزئه العلوي. كما يتخلله حجر كلسي بلون رصاصي إلى رصاصي مصفر، ويبلغ سمكه نحو ٥ أمتار. تغطي مساحته المنكشفة في منطقة الدراسة حوالي ١٠.١٩ كم<sup>2</sup> بنسبة ١٤.٨٧٪ من المساحة الكلية.

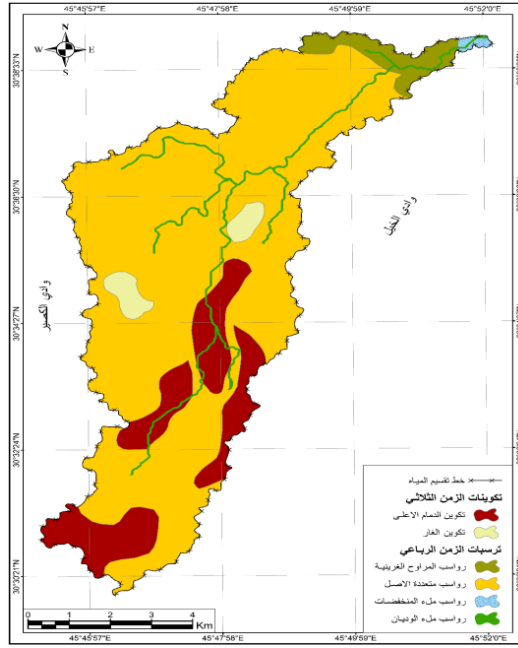
ب- **تكوين الغار** : ينكشف هذا التكوين في حوض وادي الرميثة على شكل بقع متفرقة في الأجزاء الوسطى والغربية وكذلك الوسطى والشرقية من منطقة الدراسة، بمساحة تقارب ١.٦٥ كم<sup>2</sup> أي بنسبة ٢.٤١٪. **ثانياً: ترسبات الزمن الرباعي** : تشغل ترسبات العصر الرباعي الجزء الأكبر من مساحة منطقة الدراسة، حيث تبلغ ٥٦.٦٦ كم<sup>2</sup> أي بنسبة ٨٢.٧٢٪. ويمكن تصنيفها على النحو الآتي:

أ- **ترسبات المراوح الغربية** : تعود هذه الترسبات إلى عصر البلايستوسين من الزمن الرباعي، وتظهر بوضوح عند مصبات الأودية النهرية. تتألف من الحصى ذات الأحجام المختلفة وغير المتماسكة، إضافة إلى قطع من الصخور الكربونية والرمال متنوعة الحجم. تشغل مساحة تقدر بحوالي ٣.٦٧ كم<sup>2</sup> أي بنسبة ٢.٥١٪ من المساحة الكلية.

ب- **ترسبات متعددة الأصل** : تنتشر بشكل ملحوظ في الأجزاء الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية من وادي الرميثة، وقد تم تسجيلها ضمن رقعة سوق الشيوخ الجيولوجية. تعود هذه الترسبات إلى مرحلتي البلايستوسين والهولوسين، وتبلغ مساحتها المنكشفة نحو ٧٧.٤٣ كم<sup>2</sup> أي بنسبة ٥٣.٠٤٪ من إجمالي مساحة المنطقة. **ت- ترسبات ملء المنخفضات** : ترتبط هذه الترسبات بعصر الهولوسين، وتغطي مساحة تقدر بـ ٠.٢٥ كم<sup>2</sup> أي ما يعادل ٠.٣٦٪ من المساحة الكلية. تنتشر في شمال منطقة الدراسة، وغالباً ما تكون في منخفضات ضيقة نسبياً وغير منتظمة الشكل.

ث- **ترسبات ملء الوديان** : تتجمع هذه الترسبات في قيعان الأودية، وتختلف أشكالها وأحجامها تبعاً لطبيعة الصخور الأم وقوة الجريان وحمولته. تشغل مساحة تقارب ٠.٨٦ كم<sup>2</sup> أي بنسبة ١.٢٦٪ من المساحة الكلية

خريطة (٢) التكوينات الجيولوجية المنكشفة في حوض وادي الرميثة

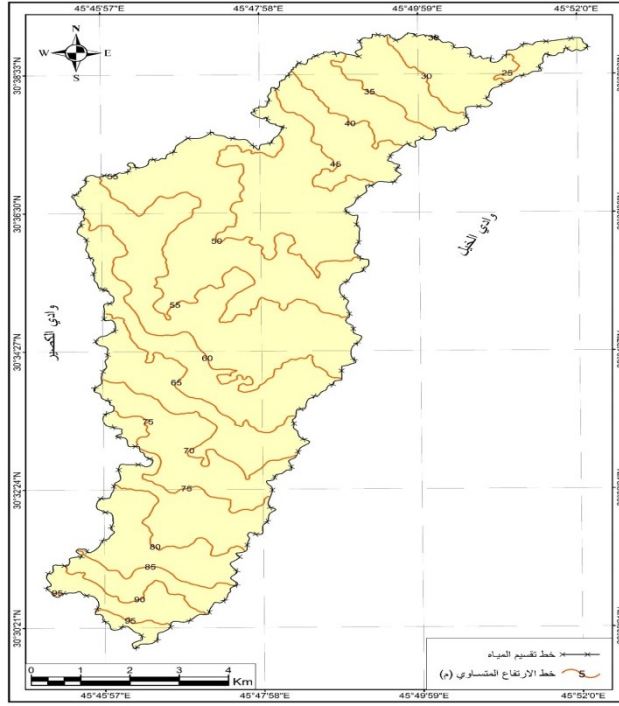


المصدر : الباحثة بالاعتماد على : جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، خرائط جيولوجية ( سوق الشيوخ ) ، بمقياس ١:٢٥٠٠٠٠ ، بغداد ، سنوات مختلفة .

### ثانياً- خصائص السطح والانحدار

تتميز منطقة الدراسة بتنوع تضاريسها السطحية، حيث يتدرج الارتفاع بشكل ملحوظ بين أجزائها المختلفة. فقد سُجِّل أعلى ارتفاع في الأجزاء الجنوبية من الحوض بحدود ٩٥ متراً فوق مستوى سطح البحر، في حين بلغ أدنى ارتفاع عند الأجزاء الشمالية الشرقية لحوض وادي الرميثة نحو ٢٥ متراً فوق مستوى سطح البحر. ويعكس هذا التباين الطبوغرافي وجود مجموعة من المظاهر الأرضية الثانوية مثل التلال، والهضاب، والمنخفضات، إلا أن نسبتها تعد محدودة قياساً بالمساحة العامة للحوض

خريطة (٣) خطوط الكنتور لأراضي الحوض



الباحثة بالاعتماد على  
Arc (DEM٣٠) وبرنامج

المناخية :

المصدر :  
انموذج الارتفاع الرقمي  
GIS 10.8  
ثالثاً الخصائص

وللمناخ تأثير على العمليات الجيومورفولوجية حيث ان اشكال سطح الأرض في حوض الوادي ماهي الإنتاج لتلك الظروف المناخية وان كان اغلبها يرجع في نشأته الى ظروف المناخ القديم لذلك تعد دراسة المناخ لأي منطقة احد الركائز المهمة التي تبنى عليها الدراسات الجيومورفولوجية بوجه عام ودراسة احواض الاودية بوجه خاص . وللاحوال المناخية تأثير متباين على الاشكال الأرضية من خلال عناصره المختلفة ، وهذا التأثير يكون بنسب متفاوتة حسب طبيعة الاشكال الأرضية التي هي انعكاس للعمليات الجيومورفولوجية ، كسرعة معدلات التجوية والتعرية التي تؤثر هي الأخرى الظروف المناخية بشكل مباشر .(١)

جدول (١) الخصائص المناخية للمحطات المعتمدة في منطقة الدراسة

المعدل والمجموع السنوي	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الأول	ايلول	اب	تموز	حزيران	مايس	نيسان	اذار	شباط	كانون الثاني	
٢٦.١	١٣.٩	١٩.٢	٢٧.٥	٣٤	٣٧.٩	٣٨.٣	٣٦.٤	٣٢.٣	٢٥.٥	٢٠.٧	١٤.٧	١٢.٧	حرارة
١١٠.٦	١١.٠	٣٥.٨	٣.٦	٠	٠	٠	٠	٧.٦	١٣.٥	١٥.٧	١١.٤	١٢.٢	طار ملم
٣.٤	٣	٢.٨	٣.١	٣.٢	٣.٥	٤	٤.١	٣.٨	٣.٥	٣.٧	٣.٣	٣.١	ح م / ثا
٣٥.٩٧	٥٤.٨	٤٩.٦	٣٤.٩	٢٣.٧٦	٢٢.١	٢٠.٤	٢٠.٢	٢٤.٥	٣١.٦٧	٣٨.٨٥	٥٠	٦٠.٧	طوبة ببية %
٣٨١١.٤	٩٠	١٣٣.١	٢٨٦	٤٣٢.٢	٥٨٥.٣	٦٢٣.٤	٥٤٩.٩	٤١٥.٢	٢٨١.٧	٢١٠.٣	١١٨.٢	٨٦.٤	فر ملم
٢٦.٨	١٤.٢	١٩.٤	٢٩	٣٥.٣	٣٩.٢	٣٧.٨	٣٧.١	٣٢.٨	٢٦.٢	٢١.٨	١٦	١٣	حرارة

(١) أسامة فالح عبد الحسن المكتوب ، جيومورفولوجية حوض وادي الضباع غرب ناحية بصية واستثماراته باستخدام نظم

المعلومات الجغرافية ( ) رسالة ماجستير ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة المثنى ، ٢٠١٨ ، ص ٣١ .

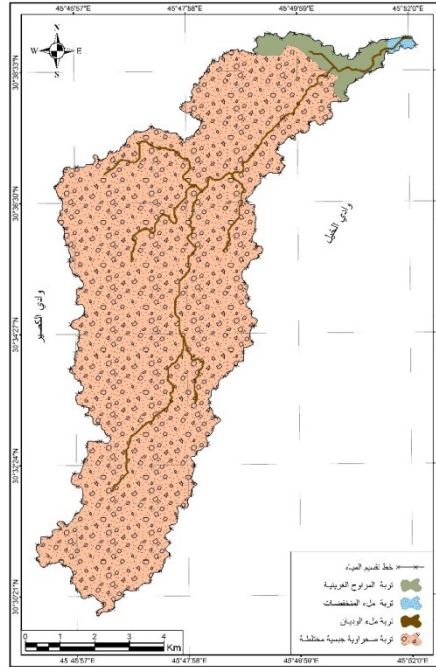
١١٦.	١١.٩	٤٠.	٦.٩	٠	٠	٠	٠	٧.١	١٢.٩	١٦.١	٩	١٢	امطار ملم
٢		٤											
٣.١	٢.٥	٢.٣	٢.٧	٣	٣.٥	٣.٩	٣.٩	٣.٣	٣.٢	٣.٢	٣	٢.٨	رياح م ثا
٣٥.٥	٥٨.٧	٥٣.	٣٢.١	٢١.٧	١٨.	١٦.	١٧.	٢٥.	٣٤.١	٣٩.٤	٥٠.	٥٨.	رطوبة نسبية %
		٥			٨	٥	٨	٣				٣	
٣٧٤٦.	٨٧.١	١٢٢.	٢٧٨.١	٤٢٧.٢	٥٤٨.	٥٨٤.	٥٥٦.	٢٤٠.	٢٨٩.٥	٢٢١.٥	١٢٢.	٨٨.٢	فر ملم
٢		٦			٣	٥	٨	٥			٢		

المصدر ١- جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأقواء الجوية والرصد الزلزالي/ قسم المناخ (بيانات غير منشورة)، بغداد، ٢٠٢٢

فقد اشارت البيانات المناخية في محطات (الساوة،الناصرية ) الى سيادة ظروف الجفاف والعجز المائي في منطقة الدراسة جدول (١) اذ تتميز بضآلة الامطار (١١٠.٦، ١١٦.٢) ملم ، فضلاً عن تذبذبها وطول الفترة القصيرة والمفاجئة ذات الشدة العالية ، بالإضافة الى ارتفاع معدلات درجات الحرارة (٢٦.١،٢٦.٨) م ، والتبخير (٣٧٤٦.٢ ، ٣٨١١.٤) ملم بالترتيب ، ومعدل الرياح (٣.١ ، ٣.٤) م/ثا اما معدل الرطوبة النسبية (٣٥.٥٥ ، ٣٥.٩٧) هذه الخصائص تؤثر على نباين فاعلية العمليات الجيومورفولوجية بما في ذلك عملية التعرية .

رابعاً التربة : يمكن النظر الى التربة هي الطبقة الرقيقة والهشة التي تغطي الغلاف الأرضي يتراوح ارتفاعها بين بضع سنتيمترات الى عدة امتار وهي خليط او مزيج من المعادن والجسيمات العضوية والمعدنية والهواء والماء وهي مهمة عند دراسة الاشكال الأرضية كونها تعد جزءاً من تلك الاشكال (١).

#### خريطة (٤) أنواع الترب في حوض وادي الرميثة



المصدر : الباحثة باعتماد: ١- القمر الأمريكي Landsat 8، مرئية OLI بدقة 30م، 2023.

2- P. Burring, Exploratory Soil Map of Iraq, Scale 1:1000 000, Baghdad, 1960. ولغرض تصنيف الترب لمنطقة الدراسة تم الاعتماد على تصنيف (بيورنيك ، ١٩٦٠) الذي يشمل في منطقة الدراسة أربعة أنواع من الترب ، تتمثل بالتربة الصحراوية الجبسية المختلطة ، حيث تغطي مساحة تبلغ (٤٦.٨٨ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٩٤.٧٢ % )، وتربة المراوح الغرينية تبلغ مساحتها (٢.٥١ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة بلغت (٣.٦٧ %) ، وتربة ملء الوديان بمساحة بلغت (٠.٨٦ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة بلغت (١.٢٦%)، و تربة ملء المنخفضات بلغت مساحتها (٠.٢٥ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (١.٢٦) .

**خامساً : الغطاء النباتي :** يلعب الغطاء النباتي دوراً هاماً في زيادة نشاط او بطئ عمليات التعرية المائية حيث يضعف اثار هذه العملية من خلال منع التصادم المباشر لقطرات المطر بالتربة بل ويفرق قوتها ومن ثم يقل النحت ، وتمت دراسة الغطاء النباتي في حوض وادي الرميثة باستخدام (NDVI) في موسم الشتاء وبالاعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي (Landsat 8) وبدقة تميز (30m) الملتقطة بتاريخ (12/05/2023) فضلاً عن استخدام (Band4.5) للموسم الشتوي ، وتبين وجود أربعة أنماط للغطاء النباتي كما موضح في الجدول ( ٢ ) وتم تقسيم كثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة على النحو الاتي بين اعلى قيمة (60.04) وادنى قيمة (1.14) للموسم الشتوي

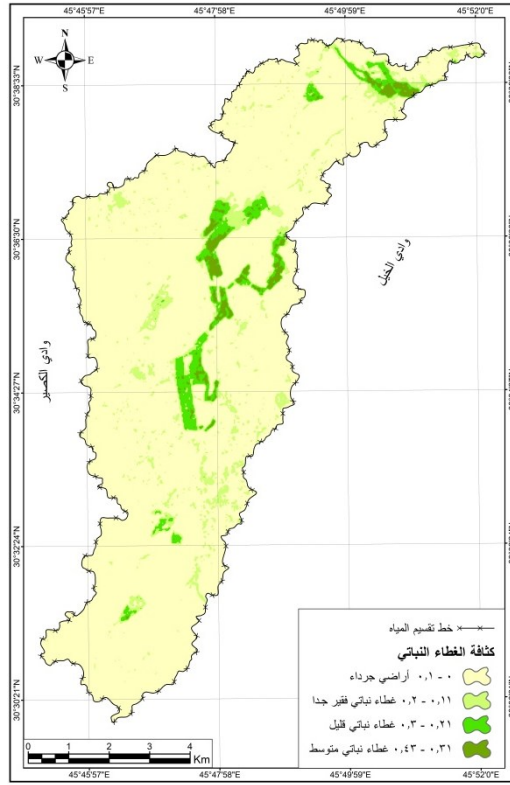
**جدول (٢) كثافة النبات الطبيعي حسب دليل الاخضرار NDVI في حوض وادي**

**الرميثة**

النسبة	المساحة	النوع
٨٧.٦٥	٦٠.٠٤	أراضي جرداء ٠.٠٠١
٧.٠٥	٤.٨٣	غطاء نباتي فقير جداً ٠,١١ - ٠,٢
٣.٦٣	٢.٤٩	غطاء نباتي قليل ٠,٢١ - ٠,٣
١.٦٧	١.١٤	غطاء نباتي متوسط ٠,٤٣ - ٠,٣١
١٠٠	٦٨.٥	المجموع

المصدر : الباحثة بالاعتماد على الخريطة (٥) ومخرجات برنامج Arc GIS10.8

خريطة (٥) مؤشر كثافة الغطاء النباتي في حوض وادي الرميثة



المصدر : الباحثة: بالاعتماد على القمر الأمريكي Landsat 8 ، مرئية OLI ، الحزم (٤ . ٥) بدقة ٣٠ متر  
ثانياً / تطبيق نموذج (RUSLE) لتقدير التعرية المائية للتربة في حوض وادي الرميثة  
يُعدّ نموذج المعادلة العالمية المعدّلة لفقد التربة- Revised Universal Soil Loss Equation) من  
أكثر النماذج الرياضية شيوعاً واستخداماً في تقدير معدلات تعرية التربة بفعل المياه. إذ يُتيح هذا النموذج  
تقدير حجم الفقد في التربة استناداً إلى الخصائص الطبيعية والحيوية لمنطقة الدراسة، فضلاً عن إمكانية  
إنتاج الخرائط اللازمة لتمثيل التوزيع المكاني للتعرية. ويُعبّر عن النموذج بالمعادلة الآتية<sup>(١)</sup>

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

A: معدل السنوي لفقدان التربة (طن /هكتار /السنة )

R: عامل تعرية المطر

K: عامل قابلية التربة للتعرية.

LS: العامل الطبوغرافي الذي يدمج طول المنحدر مع درجة انحداره.

C: عامل الغطاء النباتي

P: مؤشر صيانة التربة

التوزيع المكاني لعوامل انجراف التربة وفقاً لنموذج (RUSLE) بمنطقة حوض وادي الرميثة :

(١)  
Kalambukattu, J. G. & Kumar, S. (2017). Modelling soil erosion risk in a mountainous watershed of Mid-Himalaya by integrating RUSLE model with GIS. Eurasian Journal of Soil Science, 6 (2), 92-105.

١\_ عامل تعرية المطر (R) يُعد مؤشر الأمطار أحد العوامل الرئيسية في نموذج التعرية المعدل RUSLE ، إذ يمثل التأثير المباشر للطاقة المطرية على تآكل التربة وانجرافها. (1) ويُعبّر هذا المؤشر عن قوة وشدة الأمطار وقدرتها على تفكيك جسيمات التربة ونقلها بفعل الجريان السطحي، ويُقاس عادةً من خلال تحليل كمية الأمطار وشدتها وتوزيعها الزمني خلال السنة. ويُعد حساب هذا المؤشر خطوة أساسية في تقدير الفاقد السنوي من التربة، إذ تختلف قيمته تبعاً لاختلاف الأنماط المناخية، فالمناطق ذات الأمطار الغزيرة والعواصف المفاجئة تسجّل قيمًا مرتفعة لمعامل R ، بينما تتخفّض في المناطق الجافة أو ذات الأمطار المنتظمة الهادئة. (2) إن دراسة مؤشر الأمطار ضمن نموذج RUSLE تتيح فهماً أدق للعلاقة بين الظروف المناخية وعمليات التعرية، مما يساعد في وضع استراتيجيات فعّالة لإدارة الأراضي الزراعية والحد من تدهور التربة من خلال تطبيق أساليب الحماية المناسبة (3)

ويمكن احتساب هذا العامل بالاعتماد على المعدل السنوي للأمطار وفقاً للمعادلة التالية (4):

$$R=3.85 IU * 0.35P$$

اذ ان (R) = عامل المطر = (P) = معدل الامطار السنوي.

وعند تطبيقها على حوض وادي الرميثة وكما موضح في الجدول (4) والخريطة (٦) ان الحوض يحتوي خمسة مناطق حسب شدة تاثير التساقط المطري في الحوض اذ تبين ان المنطقة الاولى غطت مساحة (21.25) كم<sup>٢</sup> وبنسبة بلغت (31.02%) ، بينما غطت المنطقة الثانية مساحة قدرها (7.69) كم<sup>٢</sup> وبنسبة (11.23%) في حين شغلت مساحة الفئة الثالثة (10.74) كم<sup>٢</sup> بنسبة (15.68%) وبلغت مساحة المنطقة الرابعة والخامسة مساحة (11.34، 17.48) كم<sup>٢</sup> وبنسبة (25.52 ، 16.55%) على التوالي

جدول (4) مساحة ونسبة مؤشر تعرية المطر (R) في حوض وادي الرميثة

النسبة %	المساحة كم <sup>٢</sup>	R
31.02	21.25	15.41-15
11.23	7.69	15.51-15
15.68	10.74	15.48-15
25.52	17.48	15.45-15
16.55	11.34	15.36-15
100	68.5	المجموع

المصدر : الباحثة بالاعتماد على المعادلات الاحصائية وبرنامج ARC GIS10.8

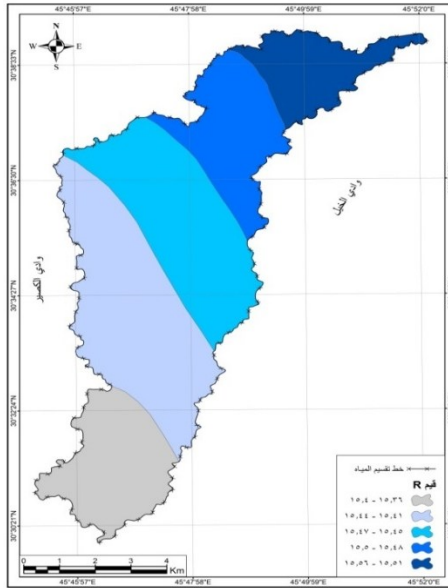
خريطة (6) مؤشر تأثير المطر (R) في حوض وادي الرميثة

(1) Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. USDA Agriculture Handbook No. 537.

(2) Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., & Meusburger, K. (2015). Rainfall erosivity in Europe. Science of the Total Environment, 511, 801–814.

(3) لطائي، جبار عبد الحسين، وعبد الواحد، حسين علي (٢٠١٩). تقدير فقد التربة باستخدام نموذج RUSLE في محافظة واسط – العراق. مجلة جامعة الكوفة للعلوم الجغرافية، المجلد ١١، العدد ٢.

(4) علي حمزة عبد الحسين الجوزي ، تطبيق نموذج (RUSLE) لتقدير التعرية المائية للتربة في حوض وادي الكطابية ، مجلة كلية التربية للعلوم الانسانية جامعة ذي قار ، المجلد (١٤) العدد(٣) ، ٢٠٢٤، ص١٠٤



المصدر : اعتماداً على المعادلات الاحصائية وبرنامج Arc GIS10.8

**مؤشر قابلية التربة للتعرية (K)**: يمثل هذا المعامل مقياساً لمدى قابلية التربة واستجابتها لعمليات التعرية، ويُعد من المؤشرات المهمة في تحديد وتقييم درجة حساسيتها لها. وترتبط هذه القابلية بفقدان التربة أو تماسكها كنتيجة لتفاعل عدة عوامل رئيسية أبرزها كمية الهطول المطري، وشدة الجريان السطحي، ومعدل نفاذية التربة<sup>(١)</sup> وتم تقدير هذا المؤشر وفقاً للمعادلة الآتية<sup>(٢)</sup>

$$\text{ERFAC} - K = 0.32 * \left( \frac{\% \text{السلت}}{\% \text{الرمل} \% \text{الطين}} \right)^b : b=0.27 \text{ رقم ثابت}$$

وعند تطبيق المعادلة على حوض منطقة الدراسة يلاحظ الجدول (5) والخريطة (7) تبين ان قيمة (K) تم تصنيفها الى خمسة مستويات يبين المستوى الاول مساحة قدرها (6.16) كم ٢ ونسبة قدرها (8.99%) بينما المستوى الثاني شغل مساحة بلغت (36.42) كم ٢ ونسبة (53.16%) بنما المستوى الثالث والرابع والخامس بلغ مساحة قدرها (6.87، 5.88، 13.17) كم ٢ على التوالي ، ونسبة قدرها (10.04، 8.58، 19.23%) علة التوالي . جدول (5) مساحة ونسبة مؤشر قابلية التربة للتعرية (K) في حوض وادي الرميثة

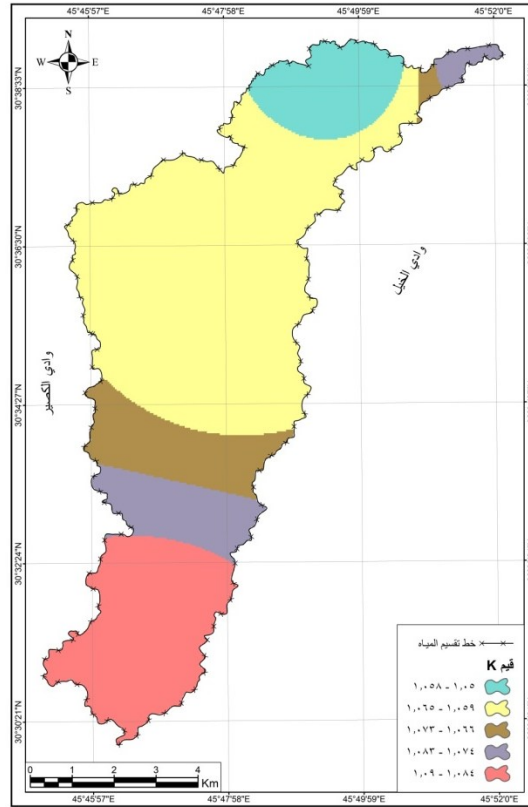
(١) R.Wawer, E. Nowocien, B. Podolski, Real and Calculated K USLE Erodibility Factor for Selected Polish Soil, Polish Journal Of Environmental Studies Vol.14, No (5), 2005, P.655-658.

(٢) وفاء مازن عبد الله ، ، تطبيق نموذج RUSLE لتقدير انجراف التربة في حوض وادي باطاس في اربيل (شمال العراق) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة العصر للعلوم الانسانية والاجتماع ، العدد 9 ، 2023 ، ص 91

النسبة %	المساحة كم <sup>٢</sup>	K .Factor
8.99	6.16	1.05 - 1.058
53.16	36.42	1.059 - 1.065
10.04	6.87	1.066 - 1.073
8.58	5.88	1.074 - 1.083
19.23	13.17	1.084 - 1.09
100	68.5	المجموع

المصدر : اعتماداً على المعادلات الاحصائية وبرنامج ARC GIS 10.8

خريطة (7) معامل قابلية التربة للتعرية (k) لحوض وادي الرمية



المصدر : اعتماداً على المعادلات الاحصائية وبرنامج ARC GIS 10.8

**مؤشر الطبوغرافيا (L.S) :** يُعتبر مؤشر الطبوغرافيا (LS) أحد المؤشرات الهامة في دراسة التعرية المائية للتربة، حيث يعكس العلاقة بين درجة انحدار الحوض وقابلية التربة للتعرية، وذلك بالاعتماد على شدة وسرعة الجريان السطحي للمياه في حوض منطقة الدراسة. يشير مصطلح درجة الانحدار إلى المسافة الأفقية من نقطة بدء الجريان عند منبع الحوض وصولاً إلى مصب الحوض، حيث تنخفض فيها قيم الانحدار. يتم استخراج مؤشر LS باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وبالأخص ArcGIS 10.4.1.A.

## مجلة الفارابي للعلوم الانسانية

بالاعتماد على مجموعة من المتغيرات تشمل: درجة انحدار الحوض، نوع التربة، كمية الأمطار الساقطة وشدتها، وشبكة الجريان المائي. ويمكن تمثيل المؤشر وفق المعادلة التالية<sup>(1)</sup>

$$(L.S = Flo \text{ accumulation}(\text{cell size} + 22.13) \cdot n \cdot 04 + Slop(0.01745 + 0.0896$$

اذ ان مؤشر (L.S) تم تصنيفه في منطقة حوض وادي الرميثة الى خمسة مستويات الجدول (6) والريطة (8) اذ يبين المستوى الاول مساحة قدرها (64.46) كم<sup>2</sup>، ونسبة (94.11%) بينما المستوى الثاني شغل مساحة بلغت (3.31) كم<sup>2</sup> ونسبة (4.83%) بينما المستوى الثالث والرابع والخامس بلغ مساحة قدرها (0.51، 0.18، 0.04) كم<sup>2</sup> ونسبة قدرها (0.75، 0.26، 0.26%) على التوالي .

ويرجع سبب تفاوت قيم مؤشر LS في حوض منطقة الدراسة إلى تباين مستويات الانحدار داخل الحوض. إذ يؤدي زيادة شدة الانحدار وطول المنحدرات إلى زيادة سرعة الجريان السطحي للمياه، مما يؤدي بدوره إلى تآكل التربة. كما أن زيادة أطوال المنحدرات داخل شبكة الحوض النهرية تُسهم في تعزيز التعرية من خلال عمليات النحت التراجعي في المنطقة

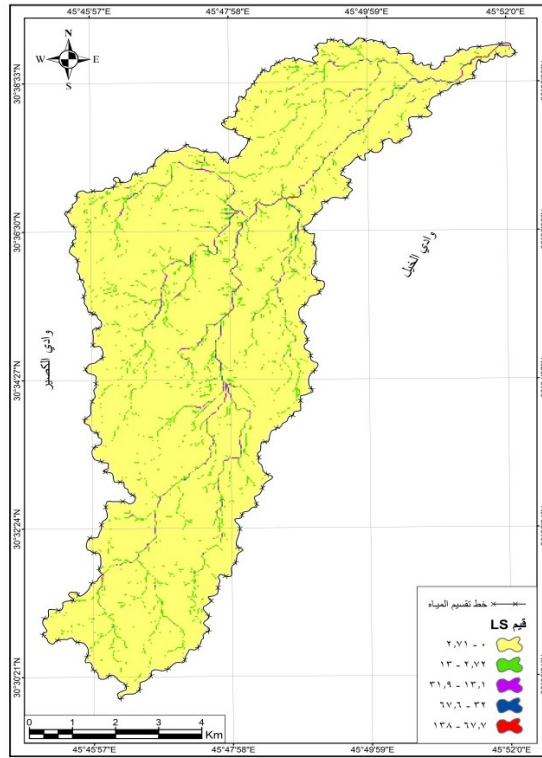
النسبة	المساحة كم <sup>2</sup>	LS
94.11	64.46	0 - 2.71
4.83	3.31	2.72 – 13
0.75	0.51	13.1 - 31.9
0.26	0.18	32 - 67.6
0.26	0.04	67.7 – 138
100.21	68.5	المجموع

الجدول (6) مساحة ونسبة مؤشر قابلية الطبوغرافيا (L.S) في حوض وادي الرميثة

المصدر : اعتماداً على المعادلات الاحصائية وبرنامج ARC GIS 10.8

خريطة (8) مؤشر قابلية التربة للتعرية (L.S) في حوض وادي الرميثة

(1) حسين جويان عريبي المعارضي ، تحليل وتقييم مخاطر التعرية المائية للتربة باستخدام المعادلة العالمية لفقدان التربة (RUSLE) لحوض وادي خوسة شمال شرق محافظة ميسان ، مجلة اوروك ، المجلد (15) ، العدد(3) ، 2022 ، ص 1609



المصدر : اعتماداً على المعادلات الاحصائية وبرنامج ARC GIS 10.8

**مؤشر الغطاء النباتي (C)** يُعد مؤشر الغطاء النباتي المعياري (NDVI) من أهم الأدوات المستخدمة في تحليل الغطاء النباتي وتقدير عامل الغطاء النباتي (C-Factor) في معادلة روسلي (RUSLE) لتقدير معدلات التعرية المائية للتربة. ويُستخدم NDVI لتمثيل العلاقة العكسية بين كثافة الغطاء النباتي ومعدل التعرية، إذ تشير القيم المرتفعة إلى غطاء نباتي كثيف يقلل من انجراف التربة، بينما تدل القيم المنخفضة على أراضٍ مكشوفة تتعرض لفقد كبير في التربة<sup>(١)</sup>. ولحساب هذا المؤشر تم الاعتماد على المعادلة الآتية

$$NDVI = \left( \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \right) \quad (٢)$$

ذ ان :

NIR = قيمة الانعكاس في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (Near Infrared Band)

RED = قيمة الانعكاس في نطاق الأشعة المرئية (Red Band)

وعد تطبيق المعادلة اعلاه وكما موضح في الجدول (7) والخريطة (9) لوحظ ان مؤشر (C) يقسم الى خمسة فئات ، اذا بلغت الفئة الاولى (0.78 - 0.85) وشغلت مساحة (0.83) كم<sup>٢</sup> وبنسبة (1.22%) بينما قيمة الفئة الثانية (0.86 - 0.89) وبمساحة (1.01) كم<sup>٢</sup> وبنسبة (1.48%) من مساحة الحوض بينما الفئة الثالثة والرابعة بلغ مساحة قدرها (0.88 ، 15.35) كم<sup>٢</sup> وبنسبة قدرها (1.29 ، 22.4%) على التوالي بينما بلغت الفئة (0.96 - 0.97) وهي من اكثر الفئات مساحة في هذا المؤشر حيث بلغت (50.43) كم<sup>٢</sup> وبنسبة (73.61%) من مساحة الحوض .

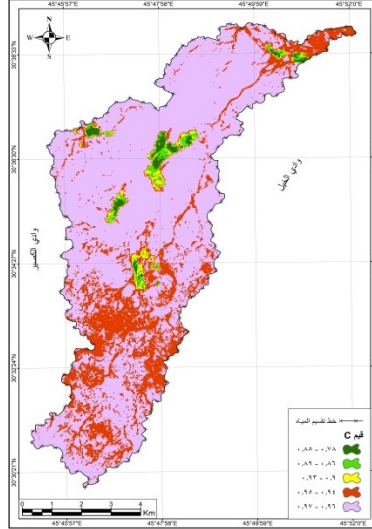
الجدول (7) مساحة ونسبة مؤشر الغطاء النباتي (C) في حوض وادي الرميثة

(١) Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In Third ERTS Symposium, NASA SP-351, Vol. 1, pp. 309–317. NASA, Washington, D.C.

النسبة %	المساحة كم <sup>٢</sup>	C.Factor
1.22	0.83	0.78 - 0.85
1.48	1.01	0.86 - 0.89
1.29	0.88	0.9 - 0.93
22.4	15.35	0.94 - 0.95
73.61	50.43	0.96 - 0.97
100	68.5	المجموع

المصدر : اعتماداً على المعادلات الاحصائية وبرنامج Arc GIS 10.8

خريطة (9) مؤشر الغطاء النباتي (C) في حوض وادي الرميثة



المصدر : اعتماداً على المعادلات الاحصائية وبرنامج Arc GIS 10.8

**مؤشر صيانة التربة (P) :** يُعد عامل دعم الحفاظ على التربة (P) أحد المقاييس الفعّالة في إدارة الأراضي والحفاظ عليها والحد من تدهورها في أي منطقة، لما له من دور أساسي في تقليل سرعة وفعالية الجريان السطحي المسؤول عن التعرية المائية. ويُعرّف هذا العامل بأنه النسبة بين فقدان التربة في ظل تطبيق ممارسات الحفظ الميدانية وبين الفقدان في غياب تلك الممارسات، ويُعبّر عنه بالرمز (P) <sup>(١)</sup> يعتبر هذا العامل من المعايير الرئيسية التي ركز عليها نموذج RUSLE لتقدير فقد التربة، نظراً لأهمية الغطاء النباتي في حماية سطح التربة من تأثير قطرات المطر والجريان السطحي، إذ تكون التربة العارية أكثر عرضة للتعرية المائية بسبب زيادة كثافة الجريان على سطحها <sup>(٢)</sup> يتم اشتقاق قيم هذا العامل من خرائط استعمالات الأراضي وخرائط الانحدار الطبوغرافي، حيث تتراوح قيمه عادة بين (٠-١) وتشير القيم القريبة من (١) إلى ضعف أو غياب ممارسات الحفاظ على التربة وتأثيرها الكبير في زيادة التعرية، بينما تدل القيم المنخفضة على وجود ممارسات فعالة تحد من الانجراف. وقد طُرحت عد معادلات وجدول لتقدير هذا

(١) Farhan. Y., Nawaiseh Spatial Assessment of Soil Erosion Risk Using RUSLE and GIS Techniques, Environ, Earth, Sci, 2015, p74

(٢) Dragicevic N. Karleusa B. Ozanic N. Different Approaches to Estimation of Drainage density and their effect on the erosion potential method, Water J, 2019, P2

## مجلة الفارابي للعلوم الانسانية

المؤشر، ومن بين المعادلات المستخدمة لتحديد معامل الصيانة (P) استناداً إلى درجة انحدار الأرض هي الصيغة التالية<sup>(١)</sup>

$$P = 0.2 + (0.03 * S)$$

حيث:

$$S = \text{درجة انحدار السطح (\%)}$$

ومن خلال معطيات الجدول (8) والخريطة (11) ان مؤشر صيانة التربة تم تقسيمه الى الى خمسة فئات اذ تبين ان الفئة الاولى بلغ مؤشر (P) (0.2 - 0.26) وبمساحة قدرها (29.86) كم<sup>٢</sup> وبنسبة (43.6%) ، بينما بلغ المؤشر في الفئة الثانية (0.27 - 0.3) وبلغت مساحة قدرها (21.21) كم<sup>٢</sup> وبنسبة (30.96%) من مساحة الحوض وسجلت الفئة الثالثة (0.31 - 0.34) وبمساحة بلغت (10.8) كم<sup>٢</sup> وبنسبة (15.76%) بينما الفئة الرابعة (0.35 - 0.41) وبمساحة (5.6) كم<sup>٢</sup> وبنسبة (8.18%) اما الفئة الخامسة (0.42 - 0.73) وبمساحة (1.03) كم<sup>٢</sup> وبنسبة (1.5%)

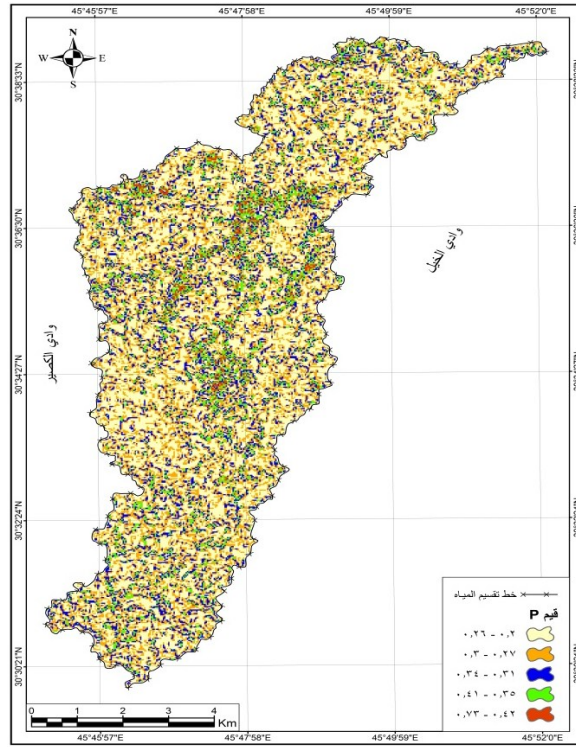
الجدول (8) مساحة ونسبة مؤشر صيانة التربة (P) في حوض وادي الرميثة

النسبة (%)	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	P.Factor
43.6	29.86	0.2 - 0.26
30.96	21.21	0.27 - 0.3
15.76	10.8	0.31 - 0.34
8.18	5.6	0.35 - 0.41
1.5	1.03	0.42 - 0.73
100	68.5	المجموع

المصدر : اعتماداً على المعادلات الاحصائية وبرنامج Arc GIS 10.8

الخريطة (11) مؤشر صيانة التربة (P) في حوض وادي الرميثة

<sup>١</sup> ( ) ليلا على مختارى ، نجمه شفيعى ، ابو الفضل رحمانى برأورد ميزان فرسايش خاك با استفاده از مدل (RUSLE) مطالعه موردى حوضه ى ابريز نور آباد ممنسى ، هيدرو زئومورفولوى ، شماره ى ١٧ ، زمستان ١٣٩٧ ، ص ١٠



المصدر : اعتماداً على المعادلات الاحصائية وبرنامج Arc GIS 10.8

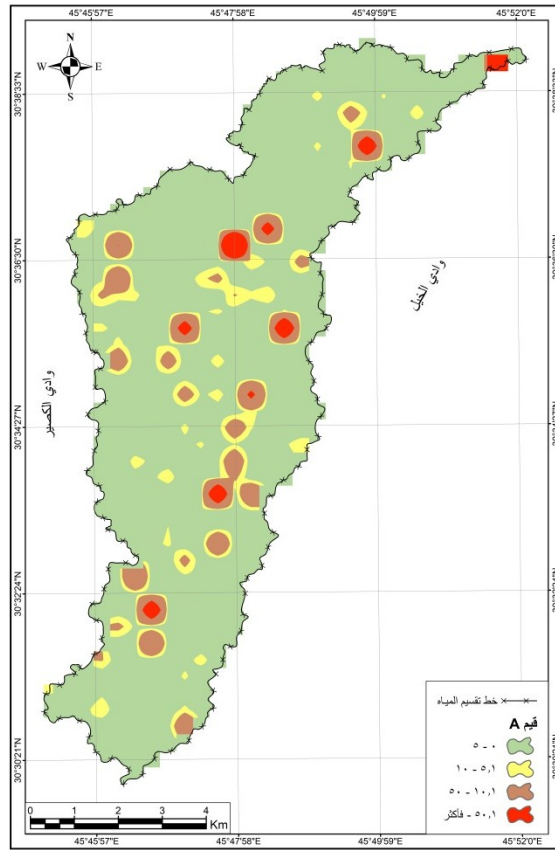
**حجم التعرية المائية (A) (طن / هكتار / سنة )** تشير نتائج خريطة التعرية المائية المحسوبة باستخدام نموذج RUSLE في حوض وادي الرميثة إلى وجود تباين واضح في حجم التعرية المائية (A) ، والذي يُقاس بوحدة طن/هكتار/سنة. ويعتمد هذا التقدير على خمسة مؤشرات رئيسية في النموذج، تشمل: مؤشر تعرية المطر، قابلية التربة للتعرية، المؤشر الطبوغرافي، مؤشر الغطاء النباتي، ومؤشر صيانة التربة. يلاحظ من خلال الجدول (9) والخريطة (12) ان الفئة الاولى للتعرية (5 - 0) تشغل مساحة قدرها (58.93) كم<sup>2</sup> وبنسبة (86.03)% من مساحة الحوض اما الفئة الثانية التي يبلغ حجم التعرية تتراوح بين (10 - 5.1) شغلت مساحة بلغت (5.09) كم<sup>2</sup> بينما الفئة الثالثة فان حجم التعرية فيها تتراوح بين (10.1 - 50) تبلغ مساحتها (2.98) كم<sup>2</sup> وبنسبة بلغت نحو (4.37) % اما الفئة الرابعة شغلت مساحة (1.5) كم<sup>2</sup> وبنسبة (2.18)% من مساحة الحوض الكلية .

جدول (9) مساحة ونسبة حجم التعرية المائية للتربة (A) في حوض وادي الرميثة

النسبة %	المساحة كم <sup>2</sup>	حجم التعرية
86.03	58.93	0 – 5
7.42	5.09	5.1 – 10
4.37	2.98	10.1 – 50
2.18	1.5	50.1 – فأكثر
100	68.5	المجموع

المصدر: اعتماداً على المعادلات الاحصائية وبرنامج Arc GIS10.8

الخريطة (12) حجم التعرية المائية للتربة (A) في حوض وادي الرميثة



المصدر: اعتماداً على المعادلات الاحصائية وبرنامج ARC GIS 10.8

## الاستنتاجات :

ظهر من خلال البحث الاستنتاجات التالية :-

- ١- وقد أظهرت الاستنتاجات أن المناطق ذات الانحدارات العالية وشح الغطاء النباتي تمثل بؤراً للتعرية الشديدة، في حين برزت المناطق السهلية ذات الانحدار الخفيف كأقاليم ذات معدلات تعرية منخفضة إلى متوسطة.
- ٢- وتكشف هذه النتائج عن وجود أجزاء واسعة ضمن فئات التعرية الشديدة جداً، مما يبرز الحاجة الملحة لاعتماد استراتيجيات فعالة لحماية التربة والتقليل من معدلات تدهوره
- ٣- وضحت الدراسة أن العوامل المؤثرة في التعرية المائية للتربة تنصدرها قيمة مؤشر الأمطار (R) ، إذ يُعد هذا العامل من أكثر العناصر اسهاماً في فقدان كميات كبيرة من التربة، وبالتالي تقليص المساحات الصالحة للزراعة.
- ٤- اكدت الدراسة أن معدلات التعرية المائية للتربة تتأثر بشكل مباشر بكل من درجة الانحدار وطول المنحدر، إذ تزداد شدة التعرية بزيادة درجة الانحدار وامتداد طول المنحدر. كما توصلت الدراسة إلى عدم وجود أي إجراءات فعالة لصيانة التربة ضد التعرية المطرية في المنطقة، وإن وُجدت بعض الممارسات فهي غير منظمة وغير مقصودة.

٥- وتؤكد الدراسة أن التكامل بين نموذج RUSLE وبيانات RS وقدرات GIS يوفر إطاراً علمياً متيناً لتقييم حساسية الأحواض المائية للتعرية، ويدعم اتخاذ القرار في تطوير خطط إدارة مستدامة للأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة.

### المقترحات

لتوسع في الدراسات المتعلقة بالانجراف والتعرية المائية و الريحية على حد سواء و بضرورة التوسع في إجراء بحوث اكااديمية إضافية من قبل طلبة الدراسات العليا حول مشكلة انجراف التربة والتعرية، على اعتبار انها من المشاكل البيئية الخطيرة والتي تهدد معظم القطاعات الحيوية في المنطقة . مع الاخذ بنظر الاعتبار اهمية مخاطر انجراف التربة عند تخطيط استعمالات الأرض والمشاريع التنموية في منطقة الدراسة، والاستفادة من الخرائط التفصيلية التي قدمتها الدراسة . وضرورة اعتماد العديد من الاستراتيجيات المستدامة لحماية التربة من الانجراف مع التشديد على ضرورة وضع وتنفيذ العديد من الاستراتيجيات الطويلة الأمد للحفاظ على التربة من التعرية ، وذلك من خلال تحسين الغطاء النباتي وتقليل إزالة المواد العضوية التي تُعد عنصراً أساسياً في تعزيز بنية التربة وقدرتها على مقاومة عمليات الانجراف. و حماية المناطق المعرضة لخطر الانجراف، خصوصاً المرتفعة منها ، اذ توصي الدراسة بالعمل على تأمين حماية فعالة للمناطق الأكثر عرضة لانجراف التربة، وخاصة المناطق ذات الارتفاعات والانحدارات الكبيرة، عبر تطبيق أساليب مناسبة في الزراعة واستخدامات الأراضي بما يحد من شدة التعرية ويعزز استقرار التربة

### المصادر

- ١- الجوزري ، علي حمزة عبد الحسين ، تطبيق نموذج (RUSLE) لتقدير التعرية المائية للتربة في حوض وادي الكطاية ، مجلة كلية التربية للعلوم الانسانية جامعة ذي قار ، المجلد (١٤) العدد(٣) ، ٢٠٢٤ ،
- ٢- الشلش ، علي حسين ، جغرافية التربة ، الطبعة الأولى ، مطبعة جامعة البصرة ، البصرة ، ١٩٨١ ،
- ٣- الطائي، جبار عبد الحسين، وعبد الواحد، حسين علي (٢٠١٩). تقدير فقد التربة باستخدام نموذج RUSLE في محافظة واسط - العراق. مجلة جامعة الكوفة للعلوم الجغرافية، المجلد ١١، العدد ٢.
- ٤- عبد الله ، وفاء مازن ، تطبيق نموذج RUSLE لتقدير انجراف التربة في حوض وادي باطاس في اربيل (شمال العراق ) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، مجلة العصر للعلوم الانسانية والاجتماع ، العدد 9 ، 2023.
- ٥- ليلا على مختارى ، نجمه شفيعى ، ابو الفضل رحمانى برأورد ميزان فرسايش خاك با استفاده از مدل (RUSLE) مطالعه موردي حوضه ى ابريز نور آباد ممنسي ، هيدرو زئومورفولوى ، شماره ى ١٧ ، زمستان ١٣٩٧ .
- ٦- المعارضي ، حسين جوبان عريبي ، تحليل وتقييم مخاطر التعرية المائية للتربة باستخدام المعادلة العالمية لفقدان التربة (RUSLE) لحوض وادي خوسة شمال شرق محافظة ميسان ، مجلة اوروك ، المجلد (١٥) ، العدد(٣) ، ٢٠٢٢ .

٧- المكتوب ، أسامة فالح عبد الحسن ، جيومورفولوجية حوض وادي الضباع غرب ناحية بصرية واستثماراته باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ( ) رسالة ماجستير ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة المثنى ، ٢٠١٨ ،

- 1- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In Third ERTS Symposium, NASA SP-351, Vol. 1, pp. 309–317. NASA, Washington, D.C.
- 2- Dragicevic N. Karleusa B. Ozanic N. Different Approaches to Estimation of Drainage density and their effect on the erosion potential method, Water
- 3- Farhan. Y., Nawaiseh Spatial Assessment of Soil Erosion Risk Using RUSLE and GIS
- 4- Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., & Meusburger, K. (2015). Rainfall erosivity in Europe. Science of the Total Environment, 511, 801–814.
- 5- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. USDA Agriculture Handbook No. 537.
- 6- R.Wawer, E. Nowocien, B. Podolski, Real and Calculated K USLE Erodibility Factor for Selected Polish Soil, Polish Journal Of Environmental Studies Vol.14,No (5), 2005, P.655-658. J,2019,P2
- 7- Kalambukattu, J. G. & Kumar, S. (2017). Modelling soil erosion risk in a mountainous watershed of Mid-Himalaya by integrating RUSLE model with GIS. Eurasian Journal of Soil Science, 6 (2), 92-105.
- 8- Techniques, Environ, Earth, Sci,2015,p74