

## النمذجة المكانية لتقدير الانجراف المائي للتربة في حوض نهر خليفة باستخدام نموذج RUSLE

د. يوسف العلي\*

ميرنا شذود\*\*

(تاريخ الإيداع 2023/ 10/11. قُبِلَ للنشر في 2023/ 12/10)

□ ملخص □

تعد النمذجة المكانية المتعددة المعايير أحد أبرز الطرائق الحديثة المعتمدة في التتبع والرصد المكاني، لمخاطر الظواهر التي تشكل تهديداً حقيقياً للموارد الطبيعية أو لتوازن المنظومة الإيكولوجية. هدف هذا البحث إلى تقدير المعدل السنوي للانجراف المائي للتربة في حوض نهر خليفة باستخدام نموذج RUSLE. جرى تقدير قيم كل عامل من العوامل المؤثرة في انجراف التربة المائي، وتحديد توزيعها المكاني في بيئة نظم المعلومات الجغرافية GIS. ثم جرى تقدير المعدل السنوي للانجراف المائي للتربة ونمذجته في حوض نهر خليفة باستخدام نموذج RUSLE، وقد تراوحت قيم هذا المعدل من 0 إلى 118 طن. هكتار<sup>-1</sup>. سنة<sup>-1</sup>. وعليه صُنِفَ خطر انجراف التربة المائي في الحوض المدروس ضمن خمس فئات تبعاً لقيم المعدل السنوي للانجراف، كما جرى تحديد النسبة المئوية للمساحة التي تشغلها كل فئة ضمن الحوض وهي على الترتيب (0-0.5 خطر منخفض جداً) بنسبة 68.11%، (0.5-1 خطر منخفض) بنسبة 13.79%، (1-2 خطر متوسط) بنسبة 11.4%، (2-5 خطر شديد) بنسبة 5.46%، (<5 خطر شديد جداً) بنسبة 1.24%. تركزت قيم الانجراف العليا في المناطق التي ارتفعت فيها قيم عامل التعرية المطرية مع العامل الطبوغرافي وذلك في الأجزاء الشرقية، والشمالية الشرقية، والشمالية الغربية من منطقة البحث. الكلمات المفتاحية: حوض نهر خليفة، التقدير الكمي، الانجراف المائي للتربة، نموذج RUSLE.

\* أستاذ مساعد – قسم الجغرافية – كلية الآداب والعلوم الإنسانية في جامعة طرطوس، طرطوس، سورية.  
\*\* ماجستير في الجغرافية الطبيعية - قسم الجغرافية - كلية الآداب والعلوم الإنسانية - جامعة طرطوس، طرطوس، سورية

## Spatial modeling for estimating soil water erosion in Khalifa River basin using RUSLE model

Dr.Youssef ALali\*

Mirna shaddoud\*\*

(Received 11/10 /2023. Accepted 10/12/2023)

### □ ABSTRACT □

Multi-criteria spatial modeling is one of the most prominent modern methods adopted in tracking and spatial monitoring of the dangers of phenomena that pose a real threat to natural resources or to the balance of the ecosystem. The aim of this research was to estimate the annual rate of soil water erosion in the Khalifa River basin using the RUSLE model.

The values of each of the factors influencing the soil water erosion were estimated, and their spatial distribution in the GIS environment was determined. The annual rate of soil water erosion was estimated and modeled in the Khalifa River basin using the RUSLE model and the values of this rate ranged from 0 to 118 tons. hectares<sup>-1</sup>. year<sup>-1</sup>.

Accordingly, the risk of soil water erosion in the studied basin was classified into five categories according to the values of the annual rate of erosion, and the percentage of the area occupied by each category within the basin was determined, respectively (0-0.5 very low risk) by 68.11%, (0.5-1 low risk) by 13.79%, (1-2 medium risk) by 11.4%, (2-5 severe risk) by 5.46%, (<5 very severe risk) by 1.24%.

The highest erosion values were concentrated in the areas where the values rainfall erosivity factor increased with the topography factor, namely in the eastern, northeastern, and northwestern parts of the research area.

**Keywords:** Khalifa River Basin, Quantitative estimation, Soil water erosion, RUSLE model.

---

\* Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Arts and humanities, Tartus University, Tartous, Syria

\*\* Master in Physical Geography - Department of Geography- Faculty of Arts and Humanities at Tartous University- Tartous - Syria

## 1- المقدمة

يعد انجراف التربة المائي أحد أبرز الأخطار التي تهدد النظم الجيوبئية؛ نظراً للعلاقة الوثيقة والتأثير المتبادل بين التربة المنجرفة وعناصر النظم البيئية (Zhao *et al.*, 2019). يشكل انجراف التربة المائي تهديداً حقيقياً للتنمية المستدامة، وذلك بسبب العواقب الاقتصادية والاجتماعية على مختلف المقاييس الزمكانية، وخاصةً في البلدان النامية (Keesstra *et al.*, 2016)

يعد رصد خطر انجراف التربة المائي أحد أبرز الطرق الحديثة المتبعة لحفظ التربة وضمان استدامة إنتاجيتها، إلا أن تتبعه بالاعتماد على القياس الحقلية أمر متطلب، مكلف، يستغرق الكثير من الوقت، وعليه طور العديد من الباحثين عدة نماذج لتقدير انجراف التربة المائي أبرزها (CORIN، WEPP، RUSLE) وغيرها من النماذج التجريبية، وفي هذا الصدد صُنّف نموذج RUSLE بأنه النموذج الأكثر استخداماً وتطبيقاً عالمياً (Panagos *et al.*, 2015)، وأيضاً في البيئات المتوسطة (De Leo, 2022)، ويعزى ذلك للمرونة التي يتيحها هذا النموذج لدى إدخال البيانات وتقدير بارامترات النمذجة.

يعد إقليم الساحل السوري ووحداته الطبيعية أحد البقع الجغرافية الأكثر عرضةً لخطر الانجراف المائي للتربة، إذ تزداد حدته تبعاً لعدة عوامل جغرافية طبيعية أبرزها، الهطل المطري الشديد والمركز بعد فترات من انحباس المطر، ضحالة التربة وهشاشتها وخاصة على المنحدرات وفي المرتفعات العالية، غلبة الغطاء النباتي الرعوي والزراعي المبعثر المحدود الكثافة والذي لا يحمي التربة بشكل دائم، فضلاً عن درجات الانحدار الشديدة. وعليه تؤثر هذه العوامل في زيادة معدلات الانجراف المائي للتربة في حوض نهر خليفة كونه يتبع منظومة إقليم الساحل السوري.

لقد أجريت أبحاث محدودة لتقدير الانجراف المائي للتربة في الجزء الجنوبي من هذه الإقليم وعلى وجه التحديد في جنوبه الشرقي (العبد وآخرون، 2021; Alsafadi *et al.*, 2022)، وبالتالي فإن هذا البحث يمكن أن يساعد في تقديم خطاً مقترحة لحفظ التربة في ضوء ندرة البيانات المتعلقة بظاهرة الانجراف، وبالتالي يمكن أن يساهم في تحقيق الإدارة المستدامة على مستوى الوحدات الجغرافية اللاندشافتية.

## 2- أهمية البحث وأهدافه

يعد التتبع والتقصي المكاني لمواضع الانجراف المائي للتربة وتمايز شدتها أمراً بالغ الأهمية، نظراً لدوره في تحقيق استدامة الموارد الطبيعية وتوازنها بشكل عام، والموارد الزراعية بشكل خاص، على اختلاف المقاييس الزمانية والمكانية، في إطار وضع خطط تسمح بالتحكم بحدة المشكلة قبل تفاقمها، وتحولها إلى إشكالية تزداد عواقبها دون جدوى حلها.

تأتي أهمية البحث مما تمثله طرائق النمذجة المكانية المتعددة المعايير من دور حاسم في تحديد قابلية الوحدات الجغرافية الطبيعية لحدوث انجراف التربة المائي، وتباين شدة هذه القابلية، وبالتالي تمثل النمذجة المكانية الطريقة الأسرع في ترتيب مواضع الخطر المحتمل من حيث شدتها والمساحات المعرضة لها في المنطقة المدروسة.

### ويهدف البحث إلى:

- 1- تقدير بارامترات نموذج RUSLE وتحديد التوزيع المكاني لها في حوض نهر خليفة.
- 2- تحديد المناطق الأكثر عرضة للانجراف المائي وتقييمها في ضوء التأثير المتداخل لمختلف عوامل الانجراف المائي باستخدام النمذجة المكانية في حوض نهر خليفة.
- 3- تحديد العوامل الجغرافية الطبيعية الأكثر تأثيراً في الانجراف المائي للتربة في حوض نهر خليفة.

### 3- طرائق البحث وأدواته

#### 3-1 منطقة البحث

##### الموقع الجغرافي والفلكي

يمثل حوض نهر خليفة أحد أبرز الأحواض الفرعية التابعة للمنظومة حوض نهر الكبير الجنوبي الهيدرولوجية، متوضعاً في الجزء الشمالي الغربي منه إذ يتحدد بحوض نهر العروس شمالاً وحوض نهر أبو الورد جنوباً، وحوض نهر راويل شرقاً كما يوضح الشكل (1)، مشكلاً بذلك مساحة تجميعية قُدرت بـ 80.55 كم<sup>2</sup> ممتدةً بين دائرتي عرض 18° 45' 34" و 34° 39' 44" شمال خط الاستواء، وقوسي طول 6° 5' 36" و 37° 17' 36" شرق غرينتش.

##### طبوغرافياً

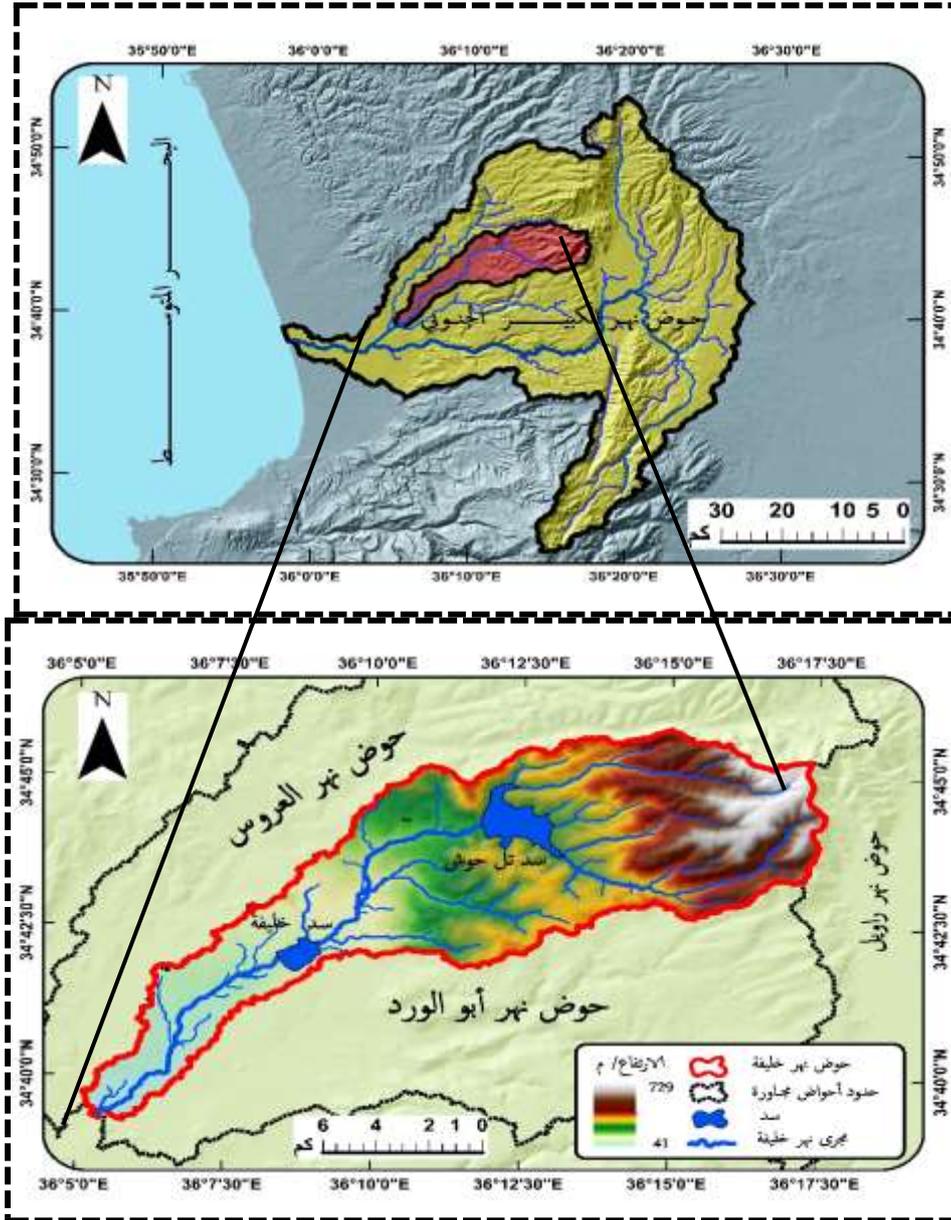
يتراوح ارتفاع منطقة البحث من 41 م عند نقطة تركيزه بالقرب من قرية المشيرفة وأعلى ارتفاع عند تلة قنوتة إلى الشرق من قلعة الحصن في أقصى الشمال 729 م، وتتراوح درجات الانحدار من 0 إلى 42.15°.

##### جيولوجياً

تغلب تشكيلات الحقب الثالث الجيولوجي والمتمثلة بـ بازلت النيوجين  $\beta N$  في الأجزاء الشمالية العليا، وبازلت البليوسين  $\beta N2-b$  مع الطف  $\beta N2-t$  في الأجزاء الوسطى والدنيا، مع وجود تشكيلات السينومانيان الأدنى  $C_4S$  (تشكيلة صلنفة) والأعلى  $C_4B$  (تشكيلة الحنفية) في أقصى الشمال الغربي، إضافة لتشكيلات الرباعي  $FQ3$  و  $FQ4$  على امتداد مجاري الروافد (مديرية المسح والدراسات الجيولوجية، 1980؛ 1982).

##### مناخياً

يتميز مناخ منطقة البحث بفصلين أساسيين صيف حار جاف، وشتاء معتدل ماطر ورطب، مع اعتداليين انتقاليين ربيعي وخريفي، يتراوح معدل الهطل المطري السنوي المقدر مكانياً خلال الدورة المناخية (1993-2022) من 448.38 إلى 889.57 ملم/سنة، وذلك باعتماد أربع محطات مطرية (كرتو، برج عرب) ومناخية (تلكلخ، قلعة الحصن)، أما متوسط درجة الحرارة فيتراوح في فصل الصيف من 19°-23°، وفي فصل الشتاء بين 10°-14°، أحر الأشهر آب والأبرد كانون الثاني (المديرية العامة للأرصاد الجوية، 2022).



الشكل (1): موقع منطقة البحث جغرافياً وفلكياً

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي وبيانات مديرية الموارد المائية في محافظة طرطوس

### هيدرولوجياً

ترتسم شبكة نهر خليفة الهيدرولوجية في أرض هضبية سهلية في الغالب من سفوح المنحدرات في أقصى الشمال والشمال الشرقي والتي تتمثل بـ تلة فنوتة، وظهر العالي، وظهر سركييس، وظهر التلة، على شكل مسيلات تتجمع لتكون كل من رافد السدوي ورافد أبو نعة ورافد بجزيينا، والتي تتحد باتجاه الجنوب الغربي مكونة سد تل حوش، ليتابع نهر خليفة مساره ملتقياً بعدة رافد من جهة الشرق كرافد بحاح وبعد بضعة كيلومترات يلتقي بساروت عين العبر ومن ثم يتابع مسيره لتتجمع مياه في القسم الجنوبي الشرقي على شكل سد خليفة، ويُسمى بنهر السبع قرب نقطة التقائه بنهر أبو الورد بالقرب من قرية المشيرفة (مديرية الموارد المائية في طرطوس، 2015).

## بشرياً

يوجد في منطقة البحث حوالي 15 مركزاً عمرانياً أبرزها (أرزونة، تل سنون، تل حوش، نعة، شلوح، عمار الحصن)، والتي تصنف في الغالب كقرى، أما النشاط الاقتصادي لأغلب السكان فزراعي، حيث تعد زراعة الأشجار المثمرة وعلى وجه التحديد الزيتون والليمون والمحاصيل الحقلية المروية أهم الحاصلات الزراعية في الحوض.

## 2-3 البيانات المدخلة

تتم عملية النمذجة المكانية وفق تراتب ثلاث مراحل أساسية وهي المدخلات، العمليات (المعالجة)، المخرجات، وفي هذا السياق تتطلب عملية النمذجة المكانية باستخدام نموذج (RUSLE) العديد من البيانات لاستخدامها كمدخلات، ويتم الحصول عليها من خلال عمليات المسح الحقلية والمعالجة المخبرية من جهة، أو اعتماداً على بيانات الاستشعار عن بعد من جهة أخرى، فضلاً عن جمع وتبويب البيانات المتوفرة لدى الجهات والمؤسسات ذات الصلة، ومن ثم تحديد العلاقات الرياضية الأنسب لمعالجة هذه البيانات إحصائياً وتقنياً وهذا ما يسمى بالعمليات، وصولاً إلى إخراج الخرائط الكارتوغرافية (المخرجات)، التي تحدد التوزع المكاني لخطر الظاهرة. وعليه تم اعتماد على البيانات الآتية:

- **بيانات رقمية:** جرى اعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة مكانية خلوية (12.5\*12.5) والتي جرى الحصول عليها من الموقع الإلكتروني <https://www.alaska.edu/sardata/plasar/>، ثم تصحيحها مكانياً وجغرافياً بما يتناسب مع إحداثيات الجمهورية العربية السورية عن طريق تغيير نظم الإحداثيات في برنامج Geographic Coordinate System Arc GIS وإلى Project Coordinate System، كما جرى اعتماد مرئية فضائية من القمر الصناعي Sentinel-2A بدقة تمييز مكانية (10\*10) والتي تم الحصول عليها من الموقع الإلكتروني <http://scihub.copernicus.eu/dhus>، وهي مأخوذة في شهر آيار 2022 م.
- **بيانات مناخية:** جرى اعتماد بيانات الهطل المطري الشهرية من أربع محطات مطرية ومناخية ضمن حدود منطقة البحث وبالقرب منها، وهي على الترتيب تبعاً للارتفاع : (كرتو، برج عرب، تكلخ، قلعة الحصن)، خلال الدورة المناخية (1993-2022)، لتحديد تأثير العنصر المناخي (المطر) أحد العوامل الرئيسية في حدوث الانجراف المائي للتربة.
- **بيانات حقلية ومخبرية:** جرى اعتماد نتائج التحاليل المخبرية لـ 15 عينة تربة جُمعت من عدة مناطق في الحوض على عمق 10 سم، مع الأخذ بالحسبان عدة معايير تتعلق بأخذها ك نمط استخدام الأراضي، والقرب من القرى، ودرجة الانحدار، بما يتناسب مع علاقات النمذجة المكانية المعتمدة (RUSLE).

## 3-3 بارامترات نموذج RUSLE

يعد نموذج RUSLE أحد أكثر النماذج المعتمدة في تقدير معدلات انجراف التربة المائي في وحدة المساحة، إذ أثبتت فعاليته ودقة نتائجه عالمياً (Zerihun *et al.*, 2018)، وفي البيئات المتوسطة (De Leo, 2022)، يعتمد هذا النموذج خمسة بارامترات (تعريف المطر، قابلية الانجراف، الطبوغرافية، الغطاء الأرضي، تدابير الحفظ) كما توضح العلاقة (1):

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \text{ (العلاقة 1)}$$

حيث **A**: معدل كمية الفقد السنوي للتربة طن. هكتار<sup>-1</sup>. سنة<sup>-1</sup>، **R**: عامل تعرية المطر ميجا جول. ملم. هكتار<sup>-1</sup>. ساعة<sup>-1</sup>. سنة<sup>-1</sup>

**K**: قابلية الانجراف طن. هكتار. ميجا جول<sup>-1</sup>. ملم<sup>-1</sup>، **LS**: عامل الطبوغرافية ، **C**: عامل الغطاء الأرضي، **P**: عامل تدابير الحفظ.

### 1-3-3 عامل تعرية المطر (R)

يمثل عامل تعرية المطر R القياس الكمي لتأثير الطاقة الحركية لقطرات المطر في جرف التربة، إذ يعكس التأثير المتبادل لكل من المطر والجريان السطحي في تفكيك جزيئات التربة وإزاحتها ونقلها ( Nampak *et al.*, 2018)، اقترح Wischmeier و Smith (1978) طريقة للتقدير الكمي لهذا العامل من خلال جداء الطاقة الحركية للمطر وشدتها القصوى خلال 30 دقيقة، ونظراً لعدم وجود أجهزة قياس الشدة المطرية في منطقة البحث، أُعدمت إحدى الصيغ الرياضية (Lo *et al.*, 1985) والتي جرى استخدامها في عدة مناطق ذات بيئة مناخية متشابهة لمنطقة البحث (بركات، 2018؛ المغازي، 2021) ، والمتوافقة مع البيانات المتوفرة المدخلة والتي تعطي بالعلاقة:

$$R = 3.85 + 0.35 P \text{ (العلاقة 2)}$$

حيث **R**: عامل تعرية المطر ميجا جول. ملم. هكتار<sup>-1</sup>. ساعة<sup>-1</sup>. سنة<sup>-1</sup>، **P**: المعدل السنوي للمطر

المطري

### 2-3-3 عامل قابلية الانجراف K

يعكس عامل قابلية الانجراف K التماسك البنائي لجزيئات التربة السطحية ومقاومتها لتتابع عمليات الفصل والنقل، بعبارة أخرى يعكس دور خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية في تسارع جرف التربة ( Koirala *et al.*, 2019). تتراوح قيم العامل k من 0 إلى 1 حيث تشير القيم العليا التي تقترب من 1 إلى ترب ذات قابلية عالية للانجراف والعكس صحيح، تم اعتماد نتائج التحليل المخبري لعينات التربة المأخوذة في منطقة البحث، ومن ثم تقدير قيم العامل K وفق طريقة (Sharply and Williams, 1990) والمطبقة على مستوى حوض الساحل (Alsafadi *et al.*, 2022) وفق العلاقة (3) العلاقة (3):

$$K = 0.1317 \left( 0.2 + 0.3e^{0.0256 \cdot SAN \left( \frac{1-SIL}{100} \right)} \right) \cdot \left( \frac{SIL}{CLA} \right)^{0.3} \cdot \left( 1 - \frac{0.25 \cdot OM}{OM + e^{(3.72 - 2.95OM)}} \right) \cdot \left( 1 - \frac{0.7 \cdot SN_1}{SN_1 + e^{(22.9 SN_1 - 5.51)}} \right)$$

.....(العلاقة 3)

حيث: **SAN**: الرمل %، **SIL**: السلت %، **CLA**: الطين %، **OM**: المادة العضوية %، **SN<sub>1</sub>** = 1-

**SAN/ 100**

### 3-3-3 عامل الطبوغرافية LS

يُظهر عامل الطبوغرافية LS دور التضاريس في زيادة كميات الفقد السنوي للتربة، إذ يعكس التأثير المشترك لكل من طول المنحدر L وشدته S؛ وذلك من خلال زيادة حجم الجريان السطحي وسرعته ( Wischmeier and Smith, 1978)، في البحث الحالي، قُدرت قيم عامل الطبوغرافية اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة خلوية مكانية (12.5\*12.5) ، وذلك باتباع طريقة (Moor and Brush, 1986) والتي تعطي بالعلاقة (4):

$$LS = \left( \text{Flow Accumulation} \times \frac{\text{Cell size}}{22.1} \right)^{0.4} \cdot \left( \frac{\text{Sin slope}}{0.09} \right)^{1.3}$$

حيث **Flow Accumulation**: طول الجريانات الخلوية التراكمية، **Cell size**: حجم خلية نموذج الارتفاع

الرقمي المعتمد، **Sine Slope**: ظل زاوية الانحدار.

### 3-3-4 عامل الغطاء الأرضي C

يعكس عامل الغطاء الأرضي C التأثير المتبادل لنمط استخدام الأراضي والطاقة الحركية لقطرات المطر في الوصول لسطح التربة، وتشكيل الجريان السطحي لإحداث مراحل جرف التربة (Ozsoy and Askey, 2015)، تتراوح قيم العامل C بين 0 و 1 إذ تشير القيم العالية إلى وجود تغطية شبه معدومة إلى معدومة، وبالتالي جرف أكثر والعكس صحيح. تم اعتماد تصنيف الغطاء النباتي لإعداد خريطة استخدام الأراضي، وقُدرت قيم العامل C تبعاً لطريقة (Wischmeier and Smith, 1978; USDA-SCS, 1972) وذلك بإعطاء قيم 0، 0.004، 0.3، 0.4 للبناء والماء، الغطاء الغابي، أراضي المراعي، أراضي المحاصيل الحقلية على الترتيب.

### 3-3-5 عامل تدابير الحفظ P

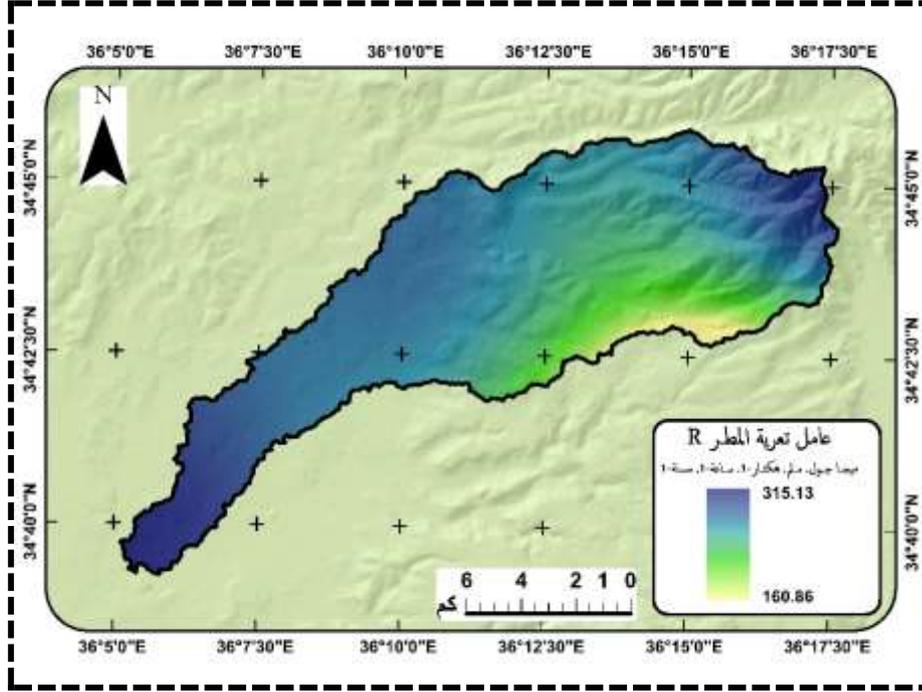
يظهر عامل تدابير الحفظ أثر الإجراءات والتعديلات المطبقة لحفظ التربة، خاصةً في المناطق ذات درجات الانحدار المتوسطة، وذلك من خلال تقليل حجم الجريان السطحي وسرعته (Ghosal and Bhattacharya, 2020)، تتراوح قيم العامل P من 0 إلى 1، حيث تشير القيم التي تقترب من 0 إلى وجود تدابير متبعة، وبالتالي تقليل فقد التربة والعكس صحيح. وقد أُعطي العامل P في هذا البحث قيمة تساوي 1، والتي تشير إلى ندرة وقلة تدابير الحفظ المتبعة وفق ما أظهرته عمليات المسح الميداني وبما يتوافق مع النشاط الزراعي وتوزعه بالقرب من التجمعات السكنية.

## 4 النتائج والمناقشة

أُعدت بارامترات النمذجة المكانية لاستخراج مخرج كارتوغرافي موحد الدقة، وتمت مطابقتها (تراكبها) مع بعضها البعض وصولاً لخريطة انجراف التربة، بعد موازنة ومعايرة قيم كل عامل من هذه العوامل كالتالي:

### 4-1 العامل الأول (R) (Rainfall Erosivity Factor):

قُدرت قيم العامل R في منطقة البحث من 160.86 إلى 315.13 ميجا جول. ملم. هكتار<sup>-1</sup>. ساعة<sup>-1</sup>. وهي متوافقة مع التوزيع المكاني لقيم الهطل المطري كما يوضح الشكل (2).  
تلحظ أعلى قيمة للعامل R في الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية من الحوض والتي تفسر بأثر التضاريس على كمية الهطل (الهطل التضريسي)، كما تلحظ قيم عالية في الأجزاء الدنيا من الحوض كون هذه المنطقة تقع بين سلسلة جبال لبنان الشرقية من جهة، ومدخل حمص الغربي من جهة أخرى ضمن ما يعرف بفتحة حمص، أما القيم المتوسطة فلوحظت في الأجزاء الوسطى والأجزاء الشمالية والشمالية الغربية والتي تتناسب طردياً مع الارتفاع، وبالمقابل سُجلت أدنى القيم تبعاً لبيانات محطات الرصد المطرية والمناخية في الجنوب الشرقي من الحوض المدروس؛ والذي يفسر بتدني الارتفاع النسبي وتأخر وصول المؤثرات البحرية ما يجعلها تتلقى أقل كمية هطل مطري.



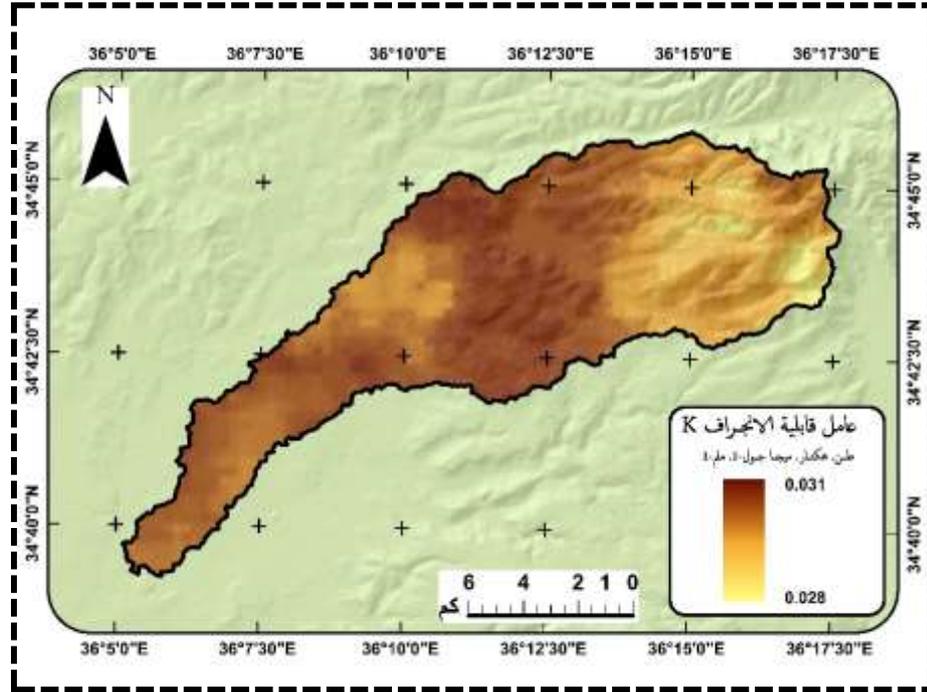
الشكل (2): التوزيع المكاني لعامل تعرية المطر R في منطقة البحث

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات محطات الرصد المطرية والمناخية وتطبيق العلاقة (2)

الجدير ذكره أن تباين قيم العامل R يختلف تبعاً لمدى كفاية محطات الرصد المطرية والمناخية من حيث العدد والتوزيع المكاني. ويشار إلى أن أبحاثاً عديدة اعتمدت طرائق الصيغ الرياضية البديلة، وعلى وجه التحديد الصيغة المعتمدة في هذا البحث (بركات، 2018؛ المغازي، 2020)، وخلصت تلك الأبحاث إلى نتائج تتوافق مع نتائج اعتمدت المؤشر الأساس وقياس الشدات المطرية، وذلك في مواقع مختارة من منطقة الشيخ بدر؛ إذ تراوحت القيم من 170.47 حتى 875.43 (محمد وآخرون، 2016)، وأيضاً لمواقع مختارة في اللاذقية والذي تراوح من 260.91 حتى 1063.01 (Mohammed *et al.*, 2021).

#### 2-4 العامل الثاني (K) (Soil Erodibility Factor):

قُدرت قيم العامل K من 0.028 إلى 0.031 طن. هكتار. ميغاجول-1. ملم-1 كما يوضح الشكل (3)، إذ تشكل القيم المصنفة كقيم منخفضة إلى متوسطة غالبية مساحة منطقة البحث 42.45 كم<sup>2</sup> متركزة على وجه التحديد في مناطق المحاصيل الحقلية المروية، تليها المناطق المصنفة كمراعي في الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية.



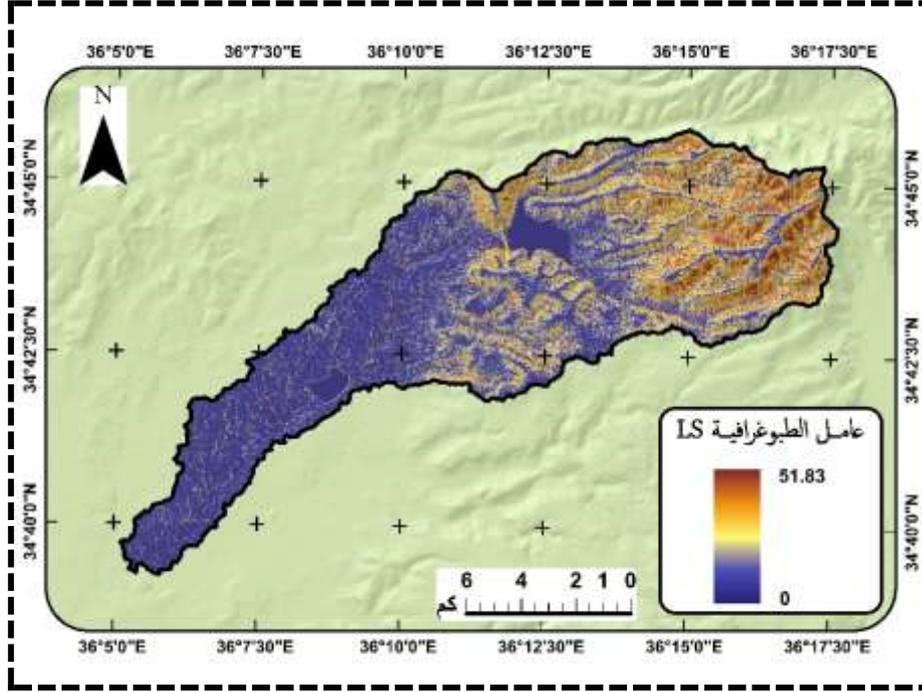
الشكل (3): التوزيع المكاني لعامل قابلية الانجراف K في منطقة البحث

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على نتائج المسح الميداني وتطبيق العلاقة (3)

بشكل عام، يمكن تصنيف قيم العامل K أنها قيم منخفضة؛ ويعزى ذلك لاستحواذ القوام الطيني على 52.7% من المساحة الإجمالية للحوض، أما القيم التي صنفت قيماً عالية نسبياً فقد لوحظت في المناطق ذات القوام الطيني اللومي والطيني السلتي إذ تتدرج زيادةً تبعاً لنسبة السلت، وهذا ما تمت ملاحظته في مناطق المحاصيل المروية المحاطة بكل من سد خليفة وسد تل حوش، ويجدر بالذكر أن قيم العامل K تتقارب مع قيم قابلية الانجراف على مستوى حوض الساحل ككل (Alsafadi *et al.*, 2022) والتي تراوحت من 0.035 - 0.048 وأيضاً مع القيم في حوض نهر الكبير الشمالي (Almohamad, 2020) والتي تراوحت من 0.019 إلى 0.024 مع تباين نسبي تبعاً لخصائص تربة منطقة البحث.

#### 3-4 العامل الثالث (LS) (Slope Length and Steepness Factor):

قدرت قيم عامل الطبوغرافية من 0 إلى 51.83، حيث يمكن ملاحظة القيم العالية في أقصى الأجزاء العليا من منطقة البحث ذات الانحدار الشديد كما يوضح الشكل (4).



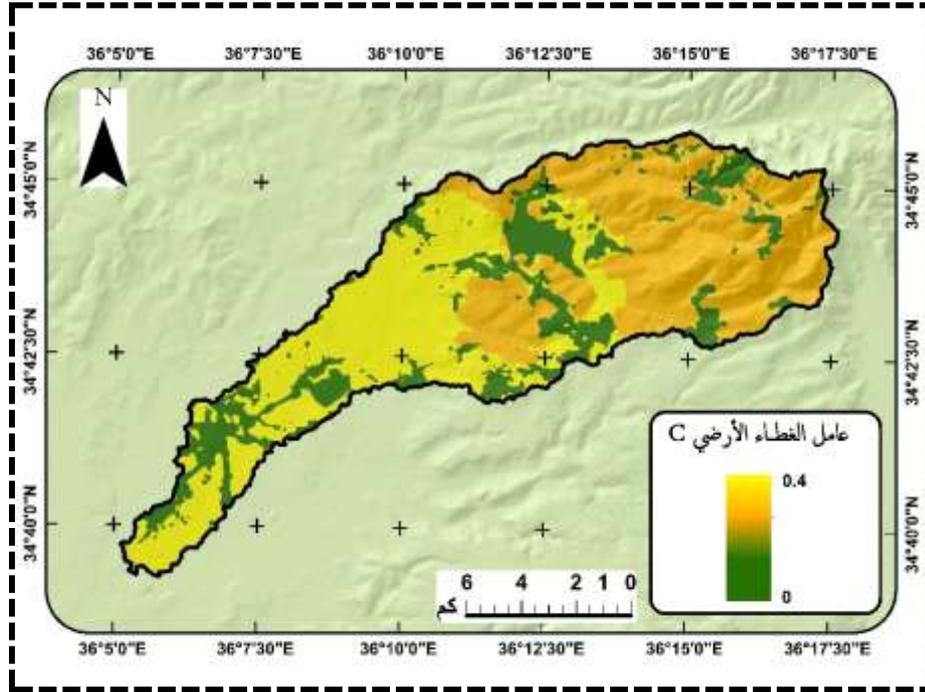
الشكل (4): التوزيع المكاني لعامل الطبوغرافية LS في منطقة البحث

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وتطبيق العلاقة (4)

يُفسر تركيز قيم عامل LS العالية في الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية (العليا) من الحوض على وجه التحديد لتضافر وتكامل عملي الارتفاع العالي من جهة، بالتوازي مع درجات الانحدار العالية من جهة أخرى، ما يعزز تشكل الجريان السطحي إذا ما تمت مقارنتها بالمناطق المنبسطة، أي أن المناطق ذات قيم LS العالية أكثر عرضة للانجراف في منطقة البحث، وهذا يتفق مع نتائج (Mohammed *et al.*, 2020) الذي أشار إلى الدور الأبرز للتضاريس إذ إنه رغم تماثل كثافة الغطاء النباتي ونوعه سُجلت قيم الفقد العالية في المناطق التي تزايدت فيها درجات الانحدار، وهذا ما يفسر القيم العالية لعامل الطبوغرافية في الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية من منطقة البحث حيث التغطية النباتية المتوسطة، وازدادت القيم عموماً بازدياد درجات الانحدار.

#### 4-4 العامل الرابع (C) (Land Cover Factor):

صُنفت منطقة البحث تبعاً لتغطيتها الأرضية ضمن خمس فئات وهي على الترتيب تبعاً للمساحة التي تشغلها كل فئة: أراضي المراعي، الأراضي الزراعية (المحاصيل الحقلية)، المناطق السكنية، السدود، الغطاء الغابي. وعليه تبعاً لنوع التغطية الأرضية أُعطيت لكل نمط استخدام أراضي قيمة تتوافق مع تأثير الغطاء الأرضي في الانجراف، كما يوضح الشكل (5) والجدول (1).



الشكل (5): التوزيع المكاني لعامل الغطاء الأرضي C في منطقة البحث

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مرئية فضائية 2022 Sentinel-2A والجدول (1)

جدول (1): قيم العامل C تبعاً لنمط استخدام الأراضي والمساحات التي يغطيها

قيم العامل C	النسبة المئوية (%)	المساحة (كم <sup>2</sup> )	نمط استخدام الأراضي
0	16.49	13.28	المناطق السكنية
0	3.43	2.76	السدود
0.004	1.45	1.17	الغابات
0.3	41.44	33.38	أراضي المراعي
0.4	37.19	29.96	الأراضي الزراعية

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على خريطة استخدام الأراضي في بيئة GIS

لوحظت القيم العليا للغطاء الأرضي 0.4 في أراضي المحاصيل الحقلية المتوضعة أسفل سد تل حوش وسد خليفة، كون تربتها مكشوفة، بعبارة أخرى تعد ذات تغطية أرضية متذبذبة تبعاً لطرق وأساليب الزراعة ومواعيدها، تليها مناطق المراعي التي أعطيت قيمة تعادل 0.3 كون غطائها الأرضي عشبياً يتداخل في بعض مواضعه مع أراضي الزيتون. أي أن مناطق المحاصيل الحقلية ومناطق المراعي التي تستحوذ النسبة الأكبر من المساحة (78.63%) هي المناطق الأكثر عرضة لانجراف التربة المائي في ضوء تكامل العوامل الأخرى، أما مناطق الغطاء الغابي فيكون الانجراف فيها شبه معدوم والتي تشكل 1.45% فقط؛ نظراً للمظلة التاجية للغابة، ومع ذلك أعطيت قيمة 0.004 مراعاةً للتأثير غير المباشر لقدرة المطر في جرف التربة. كما أنّ كل من مناطق البناء والماء مستنثة من تقدير كميات التربة المنجرفة في النمذجة المكانية باستخدام RUSLE وذلك لعدم وجود تربة، وبالتالي أعطيت قيمة تساوي 0، حيث شكلت تلك المناطق 19.92% من مساحة الحوض، وقد طبقت هذه الطريقة في دراسات سابقة ضمن إقليم الساحل (Abdo et al., 2022).

#### 5-4 العامل الخامس (P) (Conservation Support Practice Factor):

أعطى العامل P قيمة تساوي 1، وذلك لأنه على الرغم من وجود بعض من تدابير الحفظ فقد كانت محدودة جداً وبمساحات لا تتجاوز بضعة كيلومترات مربعة، وفي مناطق ذات درجات انحدار قليلة، وبالتالي على مستوى الإخراج الخلوي لا تشكل توزيعاً مكانياً مؤثراً في الظاهرة، وعليه تم إهماله في كامل منطقة البحث.

#### 6-4 معدل انجراف التربة السنوي (A)(Average soil loss)

تم تقدير انجراف التربة السنوي اعتماداً على دمج المخرجات الكارتوغرافية لكل عامل من العوامل المدخلة في نموذج RUSLE المطبق في هذا البحث، عقب توحيد دقة كل مخرج بما يتناسب مع دقة نموذج الارتفاع الرقمي (12.5\*12.5)، وعليه تراوحت قيم معدلات انجراف التربة المائي السنوي من 0 إلى 118 طن. هكتار<sup>-1</sup>. سنة<sup>-1</sup>، أما القيمة المتوسطة لمعدل الانجراف فبلغت 26.6 طن. هكتار<sup>-1</sup>. سنة<sup>-1</sup>. في الخطوة التالية تمت مراجعة التصنيفات المعتمدة محلياً ومقارنتها مع العتبة الحدية المقبولة لمعدلات الانجراف، وصُنّف تبعاً لذلك خطر الانجراف ضمن خمس فئات كما يوضح الجدول (2) وهي: خطر منخفض جداً، منخفض، متوسط، شديد، شديد جداً.

يعد تحديد العتبة الحدية المقبولة للانجراف المائي الخطوة الأولى لتقييم شدة خطر هذه الظاهرة، وبعبارة أخرى المعيار الأهم في الأبحاث التي تهدف للتقييم والتقدير الكمي والمكاني لها، وتتباين هذه العتبة بشكل عام تبعاً لظروف وخصائص البيئة المحلية، وخصائص منطقة البحث خاصةً. وعليه تباينت قيم العتبات الحدية المحلية المعتمدة في تحديد شدة خطر الانجراف المائي للتربة وتوزعه المكاني على مستوى حوض الساحل، وقد تراوحت من 0.50 حتى 5.50 طن. هكتار<sup>-1</sup>. سنة<sup>-1</sup>، بحسب دراستي (نحال، 1968: كيبو ونيصافي 1997).

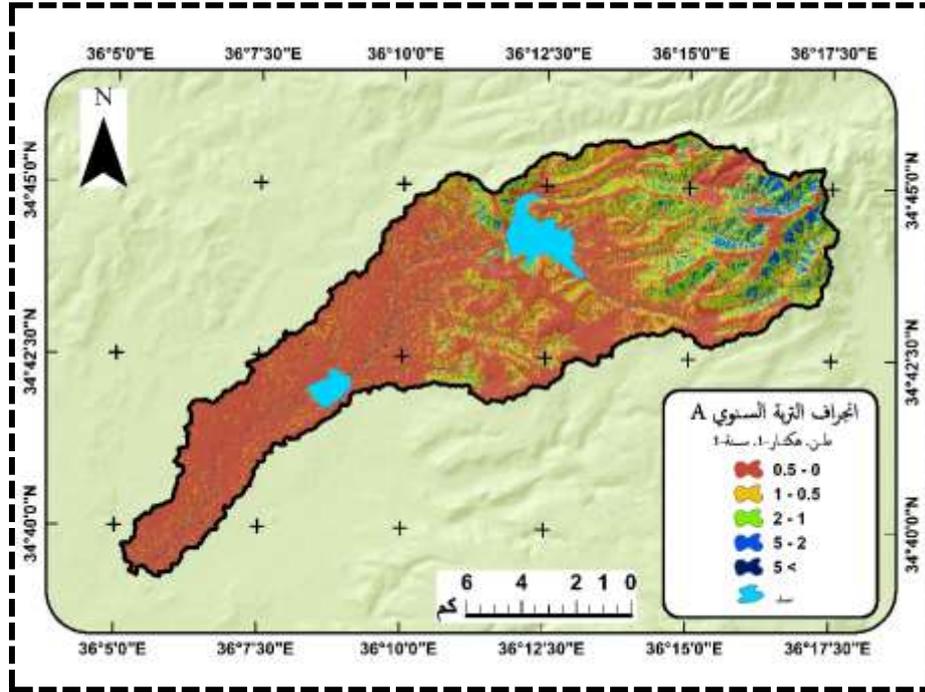
جدول رقم (2): تصنيف الأراضي وفقاً لشدة خطر الانجراف المائي والمساحات التي تشغلها

شدة الخطر (التقييم)	معدل الانجراف المائي للتربة (طن. هكتار <sup>-1</sup> . سنة <sup>-1</sup> )	المساحة (كم <sup>2</sup> )	النسبة المئوية (%)
منخفض جداً	0 - 0.5	54.86	68.11
منخفض	0.5 - 1	11.11	13.79
متوسط	1 - 2	9.18	11.4
شديد	2 - 5	4.4	5.46
شديد جداً	5 - 118	1	1.24

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على المخرجات السابقة في بيئة GIS

تختلف قيم العتبات الحدية بشكل عام تبعاً للعوامل الجيولوجية المؤثرة في تشكيل التربة فيما إذا كانت تتوضع فوق صخرة أو قاسية أو فوق مواد غير متماسكة متباينة في درجة نفوذيتها، ونظراً لضعف التربة في أغلب المواقع ضمن حوض نهر خليفة وفق ما أظهره مقطع التربة، والمسح الميداني، وبعد مقارنة التشكيلات الجيولوجية للمنطقة تم اعتماد المجال (1- 2 طن. هكتار<sup>-1</sup>. سنة) كمتيار للعتبة الحدية للانجراف المائي كون التربة عموماً قليلة السماكة وحساسة حتى للمعدلات المنخفضة للانجراف.

يُلاحظ من الجدول (2) أن الأراضي التي يكون فيها انجراف التربة السنوي منخفضاً- منخفضاً جداً تستحوذ على المساحة الأكبر 65.97 كم<sup>2</sup>، وهي بذلك تشكل حوالي 81.9% من مساحة الحوض، أما الأراضي التي تواجه خطر متوسط والمقابلة للعتبة الحدية فشكلت 9.18 كم<sup>2</sup>، أي ما يمثل 11.4%، أما مناطق الخطر الشديد والشديد جداً فشكلت 5.4 كم<sup>2</sup>، أي حوالي 6.7% من منطقة البحث.



الشكل (6): التوزيع المكاني للانجراف المائي في منطقة البحث

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على المخرجات السابقة وتطبيق العلاقة (1)

يتبين من الشكل (6) تركيز المناطق التي تواجه خطر شديد إلى شديد جداً في الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية، أما مناطق الخطر المتوسط فتوجد مبعثرة في الأجزاء الوسطى والشمالية والشمالية الغربية من الحوض وبعض المواضع المتناثرة حول سد تل حوش.

يفسر تركيز المناطق الأكثر عرضة لخطر الانجراف في الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية من الحوض إلى توافق العاملين الأساسيين في زيادة حدة الانجراف المائي؛ "الهطل المطري والانحدار الشديد"، إذ إنّ تلك الأجزاء تتلقى الكمية الأكبر من الهطل المطري المتضافر في تأثيره مع العامل الطبوغرافي (ارتفاع يزيد عن 700 متر فوق سطح البحر وانحدارات شديدة). كما تُصنف الأراضي في تلك الأجزاء من الحوض أيضاً بكونها ذات تغطية أرضية متوسطة نسبياً يتداخل فيها الغطاء العشبي مع تكشفات صخرية، الأمر الذي يرحج تأثير التضاريس وعلى وجه التحديد الانحدار وغلبته على تأثير الغطاء النباتي في تحديد مواضع الخطر الفعلي للانجراف المائي. ولدى استعراض التوزيع المكاني للخرائط المدخلة وتراكبها، يُلاحظ أيضاً غلبة تأثير عامل الطبوغرافية إذ تجاوزت قيمته في الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية 50، مما يحفز تسارع الانجراف المائي على سفوح منحدراتها.

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أنّ غالبية منطقة البحث تراوح خطر الانجراف فيها من 0 إلى ما يزيد عن 5 طن. هكتار<sup>-1</sup>. سنة<sup>-1</sup>، وبمقارنة هذه النتيجة مع نتائج أبحاث مماثلة طبقت نموذج RUSLE على مستوى حوض الساحل، تبين أنها تتوافق مع نتيجة (Mohammed *et al.*, 2021)، حيث قُدر الانجراف في مواقع مختارة من اللاذقية من 0 إلى ما يزيد عن 10 طن. هكتار<sup>-1</sup>. سنة<sup>-1</sup> في أغلب المواقع، بينما هي دون النتائج التي استحصل عليها كل من (بركات، 2018؛ العبد وآخرين، 2021)؛ ويمكن أن يُفسر انخفاضها بسبب تراجع تأثير العامل الأول الهطل المطري كون منطقة الدراسة أقل ارتفاعاً من مناطق الدراسات المذكورة آنفاً. كما تتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة حقلية تجريبية لتقدير الانجراف المائي في موقع غابة عين الجوز في طرطوس، إذ تراوحت معدلات فقد التربة فيه من 0 إلى 7.22 طن. هكتار<sup>-1</sup>. سنة<sup>-1</sup> (العلي وآخرون، 2014).

بشكل عام تشكل المناطق التي وصفت أنها مناطق ذات خطر شديد إلى شديد للغاية نسبة 6.7% من المساحة الكلية لمنطقة البحث، وهي نسبة قريبة مما حصل عليه (Almohamad, 2020) في حوض نهر الكبير الشمالي إذ شكلت مناطق الخطر فيه 8.5% ، وأيضاً تتوافق مع نتيجة (Abdo, 2021) في حوض وادي قنديل، حيث شكلت 5.2% كما أنها تتقارب مع النسبة المئوية لمواقع الخطر على مستوى محافظة طرطوس، والتي شكلت 3.8% فقط (العبد وآخرون، 2021).

تبين عموماً أن النتائج التي تم التوصل إليها في منطقة البحث " حوض نهر خليفة " تتوافق مع نتائج عدة أبحاث أجريت على مستوى حوض الساحل، وعلى اختلاف المقاييس المكانية والزمانية وهذا التقارب يلحظ في قيم معدل الانجراف من جهة، وفي النسبة المئوية للمساحات التي تشغلها فئات مواقع الخطر الفعلي من جهة أخرى، ما يؤكد فعالية نموذج RUSLE في تقدير انجراف التربة المائي.

### الاستنتاجات

- تجاوز معدلات الانجراف المائي للتربة الحد المسموح به ضمن الحوض معايير الاستدامة البيئية، لدى مقارنتها مع الحدود المسموحة في البيئات المتوسطة.
- يتقدم العامل الطبوغرافي على العوامل الأخرى في التأثير بظاهرة الانجراف ضمن حوض نهر خليفة، كما يظهر التوزيع المكاني للمواقع الأكثر عرضة لخطر الانجراف المائي للتربة في الحوض.
- أسهم تخزين الماء في سدي تل حوش وخليفة في الحد من حجم الجريان السطحي الناتج عن الهطولات، وبالتالي أدى إلى انخفاض قيم الانجراف المائي ضمن الحوض مقارنة بأحواض أخرى في إقليم الساحل.

## المقترحات

- إجراء دراسات دورية باستخدام النمذجة المكانية، لرصد خطر الانجراف المائي للتربة في الحوض للوقوف على تطور هذه الظاهرة.
- العمل على زيادة كثافة الغطاء النباتي من خلال عمليات التشجير، وخاصةً في الأجزاء العليا من الحوض.

## المراجع

- بركات، منى، (2018): التنبؤ بكميات التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي في منطقة حوض سد الحويز باستخدام المعادلة العالمية المعدلة *RUSLE* وتقانة نظم المعلومات الجغرافية GIS. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية. (40)، 5. ص: 11-29.
- العبد، محمد، سلهب، جلال، ابراهيم، هاني و دويري، صفا، (2021): تقدير كميات التربة المنجرفة باستخدام معادلة فقدان التربة العالمية والجيوماتيك في محافظة طرطوس، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، العدد 2، 29-49.
- العلي، يوسف، الشاطر، زهير، خضر، رشا (2014): تأثير الحرائق على انجراف التربة وفقدان بعض العناصر المعدنية في غابة عين الجوز- طرطوس، مجلة جامعة تشرين للبحوث العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، (36) 2، 277-290.
- كبيبو، عيسى، نيسافي، إبراهيم. (1997): الانجراف المائي وخطورته على أترية المنطقة الساحلية في القطر العربي السوري، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الزراعية 19(7)، 143-153.
- محمد، صفوان، كبيبو، عيسى، الشهابي، عمران و محفوض، ايلين. (2016): تقدير الانجراف المائي في منطقة الشيخ بدر- سوريا باستخدام المعادلة العالمية للانجراف *RUSLE* وبرنامج *WEPP*، *International Journal of Environment and Water*، 5، 102-113.
- المغازي، باسم، (2021): تطبيق نموذج *RUSLE* لتقدير انجراف التربة في قطاع غزة / فلسطين باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة الأبحاث والدراسات العلمية. العدد. (4) 37، ص: 289-305.
- نحال، إبراهيم، (1986): الانجراف المائي في القطر العربي السوري وطرائق مكافحة وصيانة التربة والمياه، منشورات جامعة حلب، العدد السادس، 79-110.
- Abdo, H. (2021). *Estimating water erosion using RUSLE, GIS and remote sensing in Wadi-Qandeeel River basin, Lattakia, Syria. Indian National Sci. Acad.*87(3):514-523.
- Abdo. H., Almohamad. H., Al Dughairi. A., and Al-Mutiry. M. (2022). *Quantifying the water soil erosion rate using RUSLE, GIS, and RS approach for Al-Qshish River Basin, Lattakia, Syria. GEOFIZIKA*, 39 (2), 1-21.
- Almohamad, H. (2020). *Impact of land cover change due to armed conflicts on soil erosion in the basin of the northern Al-kabeer river in Syria using the rusle model, Water (Switzerland)*, 12, 1-22.
- Alsafadi, K., Bi, SH., Abdo, H., AlSayah, M., Ratonyi, T., Harsanyi, E., Mohammed, S. (2022) *Spatial-temporal dynamic impact of changes in rainfall erosivity*

and vegetation coverage on soil erosion in the Eastern Mediterranean, *Environmental Science and Pollution Research*, <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24012-6>.

– De Leo, S. (2022), Drivers of soil erosion in a Mediterranean agro-sylvo-pastoral system: *A systemic assessment of RUSLE model predicted value and perceived soil erosion risk in southern Tuscany (Italy)*, MSc Thesis Wageningen University, 94 p.

– Ghosal, K. Bhattacharya, S. (2020). *A Review of RUSLE Model*, *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*. 48(4):689–707.

– Keesstra, D.S.; Bouma, J.; Wallinga, J.; Tittonell, P.; Smith, P.; Cerdà, A.; Montanarella, L.; Quinton, J.N.; Pachepsky, Y.; van der Putten, W.H.; et al. (2016) *The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals*. *Soil*, 2, 111–128.

– Koirala, P, Thakuri, S., Joshi, S., Chauhan, R. (2019). *Estimation of Soil Erosion in Nepal using a RUSLE modeling and geospatial tool*. *Geosciences*, 9, 147.

– Lo, A., El-Swaify, S.A., Dangler, E.W. and Shinshiro, L., (1985). Effectiveness of El30 as an erosivity index in Hawaii. In: S.A. El-Swaify, W.C. Moldenhauer and A. Lo (Editors), *Soil Erosion and Conservation*. Soil Conservation Society of America, Ankeny, p.384–392.

– Mohammed, S., Abdo, H. G., Szabo, S., Pham, Q. B., Holb, I. J., Linh, N. T. T., Anh, D. T., Alsafadi, K., Mokhtar, A., Kbibo, I., Ibrahim, J. and Rodrigo-Comino, J. (2020). Estimating human impacts on soil erosion considering different hillslope inclinations and land uses in the coastal region of Syria, *Water*, 12 (10), 1-20.

– Mohammed, S., Khallouf, A., Alshiehabi, O., Pham, Q.B., Linh, N.T.T., Anh, D.T., Hars' anyi, E. (2021). Predicting soil erosion hazard in Lattakia governorate (W Syria). *International Journal of Sediment Research*. 36 (2), 207-220.

– Moore, I. D. and Burch, G. J. (1986). Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50, 1294–1298.

– Nampak, H., Pradhan, B., MojaddadiRizeei, H., Park, H.J., (2018). Assessment of land cover and land use change impact on soil loss in a tropical catchment by using multitemporal SPOT-5 satellite images and revised universal soil loss equation model. *Land Degrad. Dev.* 29 (10), 3440–3455

– Ozsoy, G. and Aksoy, E. (2015): *Estimation of soil erosion risk within an important agricultural sub-watershed in Bursa, Turkey*, in relation to rapid urbanization. *Environ. Monit. Assess.*, 187, 419.

– Panagos, P.; Borrelli, P.; Meusburger, K. (2015). *A new European slope length and steepness factor (LS-factor) for modeling soil erosion by water*. *Geosciences*, 5, 117–126.

– Sharpley, A., and Williams, J. (1990). *EPIC-erosion/productivity impact calculator: 1. Model documentation (p. 1768)*. Washington: US Department of Agriculture Technical Bulletin No.

– USDA-SCS. (1972). *'Hydrology' in SCS national engineering handbook, section 4*. Washington DC: US Department of Agriculture.

– Wischmeier, W. H., and Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses – A guide to conservation planning*, agriculture handbook No. 537. USDA/Science.

- Zerihun, M., Mohammedyasin, M.S., Sewnet, D., Adem, A.A., Lakew, M., (2018). Assessment of soil erosion using RUSLE, GIS and remote sensing in NW Ethiopia. Geoderma regional 12, 83–90.
- Zhao, J., Yang, Z., Govers, G., (2019). Soil and water conservation measures reduce soil and water losses in China but not down to background levels: evidence from erosion plot data. Geoderma 337, 729–741.

#### المصادر

- المديرية العامة للأرصاد الجوية (2022). وزارة الدفاع، دمشق، سورية.
- مديرية المسح والدراسات الجيولوجية (1980). الخريطة الجيولوجية لسورية - رقعة طرطوس صافيتا - ومذكرتها الإيضاحية، وزارة النفط والثروة المعدنية، سورية.
- مديرية المسح والدراسات الجيولوجية (1980). الخريطة الجيولوجية لسورية - رقعة الحميدية حلبا - ومذكرتها الإيضاحية، وزارة النفط والثروة المعدنية، سورية.
- مديرية المسح والدراسات الجيولوجية (1982). الخريطة الجيولوجية لسورية - رقعة الحصن - ومذكرتها الإيضاحية، وزارة النفط والثروة المعدنية، سورية.
- مديرية المسح والدراسات الجيولوجية (1982). الخريطة الجيولوجية لسورية - رقعة تكلخ - ومذكرتها الإيضاحية، وزارة النفط والثروة المعدنية، سورية.
- مديرية الموارد المائية في طرطوس (2015). مشروع دراسة الموازنة المائية التفصيلية في حوض الكبير الجنوبي - التقرير السنوي، وزارة الري، سورية.