



## استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتقدير انجراف التربة لمنطقة

جنوب ترهونة.

شعبان عبدالصمد<sup>1</sup> و فرج أبو شناف<sup>2</sup>

1- المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء

2- قسم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة بني وليد.

### المستخلص

تهدف هذه الورقة إلى تقدير كمية انجراف التربة في المنطقة الواقعة جنوب ترهونة وإنتاج خريطة موضحة فيها التوزيع المكاني للأماكن الأكثر عرضة للانجراف بالاستعانة بتقنيات الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في حساب عوامل الانجراف المائي وهي: عامل هطول الأمطار (R)، قابلية تآكل التربة (K)، عامل طول المنحدر (S)، عامل الانحدار المنحدر (LS)، عامل المحاصيل والإدارة (C) عامل ممارسة التحكم في التآكل (P). وفقاً للمعادلة العالمية لفقدان التربة (USLE). بينت النتائج أن 81% من منطقة الدراسة تظهر تآكلاً خفيفاً، حيث يقع في الجزء شبه المنبسط حيث يميل في اتجاه الوسط بدرجة ميل بسيطة حوالي 3.25% و 6% كما أن هذا الجزء يتميز بغطاء نباتي دائم (أشجار فاكهة)، في حين حوالي 16% من منطقة معرضة للانجراف المائي بنسبة متوسطة، بينما حوالي 3% من المنطقة معرضة للانجراف من النوع العالي وذلك بسبب ان هذا الجزء يقع في نطاق المجرى المائي لوادي وشتاتة بالإضافة إلى ذلك يحيط بهذا الجزء المرتفعات العالية نسبياً من الناجيتين الجنوبية والشمالية كما تُظهر المخرجات أنه يمكن تطبيق (RS، GIS) و (USLE) لتحديد فقدان التربة على النطاق الميداني من الناحيتين الكمية والمكانية، وللتنبؤ بمخاطر التعرية على مستجمعات المياه الكبيرة في ليبيا. شريطة توفر بيانات مكانية كافية.

الكلمات الدالة: معادلة فقدان التربة العالمية، الانجراف المائي، GIS، RS.

### المقدمة

الفجائية والإعصارية عالية الشدة وعلى فترات زمنية متقطعة للمناطق الجافة وشبه الجافة (العروود وآخرون، 2024). كما تلعب الممارسات البشرية المختلفة كالرعي الجائر وإزالة الغابات دوراً هاماً في زيادة معدلات فقدان التربة. يعد الانجراف المائي للتربة بأشكاله المتنوعة، من أهم التحديات الكبرى التي تهدد المناطق الزراعية، وتؤدي التعرية المائية إلى تعرية التربة ونقل المواد الصلبة نحو الأودية والمنخفضات والتي تشكل تحدياً للكثير من المزارعين (الغميض وأبو سمور، 2023) لذلك فإن تقييم خطورة انجراف التربة أمر ضروري وهام من أجل اتخاذ الإجراءات والتدابير

تعد التعرية المائية من أهم المخاطر الطبيعية التي لها تأثير واضح في تغير شكل سطح الأرض وتهدد التوازنات البيئية، لا سيما داخل الأوساط الطبيعية للمناطق الجافة وشبه الجافة إذ يعتبر الانجراف أحد أكثر أسباب التدهور انتشاراً على سطح الأرض وتتفاوت شدته بتفاوت العوامل المسببة له ومناطق حدوثه، حيث يتأثر معدل الانجراف المائي بالعلاقات التفاعلية بين مجموعة من العوامل كخواص التربة (مادة الأصل والعمق، القوام، المادة العضوية...)، والخصائص الطبوغرافية كدرجة الانحدار وطوله، نوع الغطاء النباتي، وصفات التساقط والتي تتسم بطبيعتها

للاتصال: شعبان عبدالصمد، المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء

البريد الإلكتروني: [aneshaban@yahoo.com](mailto:aneshaban@yahoo.com)

هاتف: +218915299020

(EPM) Method حيث طور هذا النموذج بالخمسينيات وتم استخدامه مؤخرا بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية في إنشاء الطبقات وتطبيق المعادلات الخاصة بالنموذج (رزقي، 2020) وغيرها من النماذج مثل: نموذج، أداة تقييم التربة والمياه (SWAT) ونموذج المعادلة العالمية لفقد التربة Universal Soil Loss Equation (USLE) التي اقترحها العالمان Wischmeier and Smith, (1978) المعدلة Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Renard, et al., 1997)، من أكثر النماذج شيوعاً فقد استخدمت المعادلة العالمية (USLE) في ليبيا من قبل العديد من البحوث مثل الدراسة التي قام بها (Nwer, 2020) في شمال شرق ليبيا واستخدمت المعادلة العالمية USLE و GIS لتقدير كميات الفقد في التربة وتخريطها. كما قام كل من (حمد وأبوراس، 2023) بدراسة دور الطبوغرافيا واستخدام الأراضي في الانجراف المائي لترب المنحدرات الجنوبية للجبل الأخضر شرق ليبيا وتمثلت أهمية دراسة المسماري (2015) في منطقة أبو ترابة شمال شرق ليبيا. في الوقوف على أسباب انجراف التربة ودور السدود في الحد منه وتبين أن السبب الرئيس وراء الانجراف في المنطقة هو معدلات الهطول المطري وغزارته، لذلك أوصى الباحث بضرورة تكثيف إنشاء السدود للحد من تدفق المياه وتعدد هذه النماذج ناتج عن الاهتمام العالمي بموضوع انجراف التربة لارتباطه بالتخطيط وإدارة الموارد الطبيعية ووضع اقتراحات وحلول لمشكلة تدهور الموارد الطبيعية وتبرز أهمية الدراسة في توضيح أهمية وكيفية استخدام التقنيات المكانية (GIS) وتقنيات (RS) و (USLE) بالإضافة إلى تحديد التباين المكاني لأنماط الانجراف وصولاً إلى إنتاج خارطة للانجراف لتعطي تصوراً واضحاً للمشكلة. بالإضافة إلى غياب الدراسات التي تناولت قضية انجراف التربة في منطقة الدراسة.

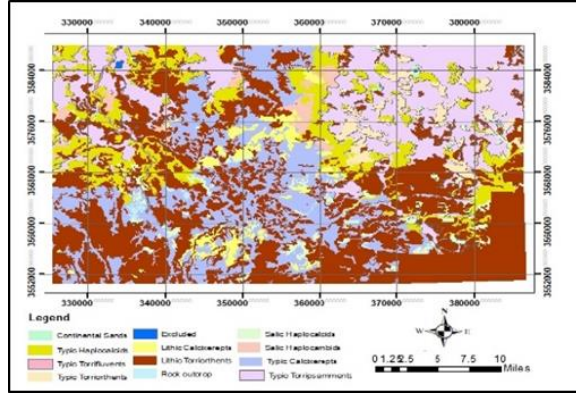
اللازمة لمنع انجراف التربة والمحافظة عليها، لأنه يؤدي إلى ضياع المادة العضوية وفقدان العناصر الخصوبية من التربة وتدهور بناؤها مما يؤدي إلى إنخفاض قدرتها الإنتاجية (بركات، 2018). ووفقاً للدراسات المتعلقة بتقييم مستويات شدة الانجراف، إن الانجراف المائي يتسبب بفقدان حوالي من 0.3% إلى 0.8% من الأراضي الزراعية سنوياً حول العالم (Lafond et al., 2006)، وإن حوالي 10 مليون هكتار من الأراضي الزراعية أصبحت غير منتجة (Gang et al., 2015)، وهذا يشكل خطراً شديداً في المناطق التي تعتمد على النشاط الزراعي، لذا فإن التنبؤ بكميات التربة المفقودة خطوة هامة من أجل تحقيق التنمية المستدامة للأحواض المائية بصفة خاصة وللأراضي الزراعية بصفة عامة ولتفادي أثارها السلبية (بركات، 2018). تعد عملية تقييم تدهور التربة ذات تكاليف مالية عالية وتحتاج إلى بذل الكثير من الوقت والجهد علاوة على ذلك فإن اتباع الطرق التقليدية في تقدير تدهور التربة عن طريق الانجراف المائي يعطى صورة نسبية فقط عن حجم ونوع تدهور التربة بينما دعم الطرق التقليدية من خلال ربطها بالتقانات الحديثة يعتبر وسيلة فعالة حيث يمكن تقدير الانجراف بكفاءة أكبر وبشكل مستمر على مساحات كبيرة من الأراضي، كذلك تعد تطبيقات GIS مفيدة في إعداد خرائط انجراف التربة وتصنيف المناطق الأكثر خطورة (حمد وأبوراس، 2023). وقد أصبح اقتران نماذج التقدير والتنبؤ بانجراف التربة بتقنيات الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) من الاتجاهات الحديثة ووسيلة فعالة في تقدير الانجراف بكفاءة أكبر وبشكل مستمر وعلى مساحات كبيرة من الأراضي (Zhang et al., 2013). وفي الآونة الأخيرة تم تطوير عدة نماذج رياضية وحاسوبية ومن هذه النماذج نموذج تنسيق المعلومات البيئية كورين (CORINE) والذي تم تطبيقه على أراضي حوض نهر الأبرش في طرطوس بسوريا (بركات وآخرون، 2020) ونموذج جافريلوفيك (Gavrilovic model) للتعرية السطحية أو ما يعرف بمسمى Erosion Potential

## المواد وطرائق البحث

### منطقة الدراسة وخصائصها

تقع منطقة الدراسة جنوب مدينة ترهونة بين خطي طول (35.47.29، 35.87.773) وخطي عرض (35.87.733، 39.40.29) يحيط بالمنطقة سلسلة من التبات والمرتفعات الصخرية من جميع الاتجاهات ما يشبه المنخفض يتسع قليلا جتي الشرق والغرب.

شركة سيللخوزبروم أكسبورت الروسية الدراسة للتربة في المنطقة الغربية (1980)، وتم تصنيف التربة باستخدام التصنيف الروسي للتربة تم تحديد ثلاثة أنواع من التربة الرئيسية وتسعة أنواع فرعية في منطقة الدراسة.



شكل 2. خريطة التربة لمنطقة الدراسة.

### الغطاء النباتي

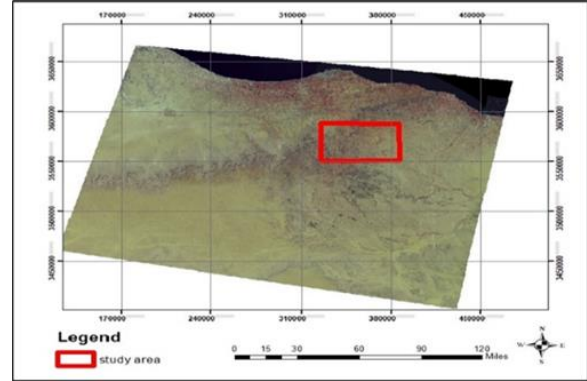
يعكس الغطاء النباتي لأي منطقة نوعيات الترب السائدة بها وكذلك نوع المناخ والبعد والقرب من المياه الجوفية، ويعتبر القزاح والسدر بالإضافة إلى الأعشاب الحولية من أكثر النباتات الطبيعية السائدة بمنطقة الدراسة (Ben Mohmemd *et al.*, 2000).

### المناخ في منطقة الدراسة

يتميز المناخ في منطقة الدراسة بظروف البحر الأبيض المتوسط: حار وجاف في الصيف (يونيو ويوليو وأغسطس)، بارد وممطر في الشتاء. يبلغ متوسط درجة الحرارة 27 درجة مئوية في الصيف و15 درجة مئوية في الشتاء، مع انخفاض هطول الأمطار من حوالي 296 إلى 180 ملم سنويًا من أكتوبر إلى مارس. وتهب على منطقة الدراسة نوعان من الرياح هي الرياح الباردة الرطبة القادمة من الشمال والغرب، والتي تجلب الأمطار إلى المنطقة وتكون أكثر شيوعًا في فصل الشتاء، والرياح الحارة. الجافة القادمة من الجنوب في فصل الصيف (Ben Mohmemd *et al.*, 2000).

### البيانات المستخدمة

لتطبيق نموذج (USLE) لا بد من اشتقاق عدد من المتغيرات والعوامل بالاعتماد على بيانات معدلات الأمطار وقيم الانحدار واستخدامات الأراضي،



شكل 1. خريطة موقع منطقة الدراسة.

### تضاريس وطبوغرافية المنطقة

تتمثل منطقة الدراسة في حوض متسع محيط به من جميع الاتجاهات مرتفعات شبيهة بالتبات مما يجعل هذا الحوض يميل بدرجة بسيطة نحو مركزه كما يتخلله مجرى مائي تحيط به المرتفعات من الجهتين الشمالية والجنوبية وتوجد به تبات تغطيها أشجار السدر وقد تؤدي السيول المحلية في هذا الوادي إلى انجرافات عديدة.

### جيولوجية المنطقة

تشير الدراسات والمعلومات المتوفرة حول التركيب الجيولوجي لمنطقة الدراسة والمواد التي تكونت ونتجت عنها مواد أصل التربة بالمنطقة أنها واقعة تحت تأثير عصر الهولوسين والمتمثل في الترسبات المائية الريحية حيث توجد ترسبات من الغرين والرمال الناعمة مع بعض التدخلات من الجير وهذه المكونات هي الأكثر بمنطقة الدراسة غير أنه توجد تكوينات أخرى متناثرة وفي مواقع متباعدة من العصر الطباشيري الأعلى المتمثلة في تجمعات من الحجر الدولوميتي.

### التربة في منطقة الدراسة

تم إجراء دراسات التربة في منطقة الدراسة من قبل

النموذج العالمي لمعادلة فقدان التربة (USEL) تم تطوير معادلة فقدان التربة العالمية بواسطة Wischmeier and Smith وهو نموذج لديه القدرة على التنبؤ بمتوسط فقدان التربة السنوي على المدى الطويل. ويتطلب النموذج بيانات عن التربة، التضاريس، بيانات مناخية، الغطاء النباتي وإدارة الأرض (Adinarayana *et al.*, 1999) وهو عبارة عن معادلة تتضمن مجموعة من العوامل المؤثرة في عملية الانجراف، وهذه العوامل هي: معامل تعرية المطر (Rainfall Erosivity R)، معامل قابلية التربة للانجراف (Soil Erodibility Factor K)، معامل الطبوغرافيا (Topographic Factor LS)، معامل الغطاء النباتي (Crop Management Factor C) عامل ممارسة الحفاظ على التربة (Conservation Practice P).

وتعد هذه المعادلة من أهم المعادلات التطبيقية، وتقوم أساساً على التنبؤ بمدى تأثير كل عامل من هذه العوامل على حدى، ومن خلال بيئة نظام المعلومات الجغرافية يتم التكامل بين تلك العوامل بعلاقات رياضية يمكن تطبيقها داخل برنامج Arc GIS (10.8) لإنتاج خريطة نهائية تصنف المنطقة المدروسة إلى فئات بحسب قابلية تعرضها لخطر الانجراف، وتحدد قيمة كل معامل بناءً على المعلومات والبيانات الخاصة به المستنبطة من مصادرها، وباستخدام معادلات رياضية مختلفة، ويكون ذلك وفق تطبيق المعادلة العالمية (Ganasri, 2016) بحسب ما يأتي:

$$A = R * K * LS * C * P \quad (1)$$

حيث: A مقدار فقدان التربة في الهكتار الواحد سنوياً، R معدلات الأمطار والجريان السطحي، K مدى قابلية التربة للانجراف، Ls العامل الطبوغرافي طول المنحدر، C معامل إدارة المحاصيل، P ممارسات الحفاظ على التربة.

#### معامل تعرية المطر (Rainfall erosivity (R)

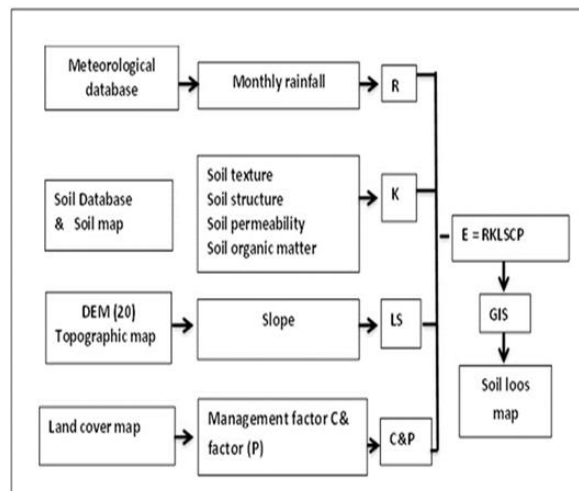
يعتبر عامل التعرية الناجم عن هطول الأمطار أحد أهم العوامل لفهم العمليات الجيومورفولوجية بمنطقة

وخصائص التربة (قوام التربة)، إضافة إلى استخلاص مؤشر التغطية النباتي (Normalized Difference Vegetation Index NDVI) وقد اعتمدت هذه الدراسة على عدة مصادر من المعلومات والبيانات وهي:

- 1- بيانات مناخية تتضمن درجات الحرارة وكميات هطول الأمطار للفترة الممتدة من 1975 إلى 2020.
- 2- الخرائط وتشمل الخرائط الطبوغرافية وخريطة التربة لمنطقة الدراسة بمقياس رسم 1:50000. بالإضافة إلى تقرير دراسة التربة والذي يتضمن الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة.
- 3- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بقدرة تمييزية 30م والذي توفره وكالة المساحة الجيولوجية الأمريكية.
- 4- الصور الفضائية: اعتمدت الدراسة على الصور الفضائية التي يوفرها القمر الصناعي Sentinel 2 بقدرة تمييزية 10م؛ بهدف تصنيف استخدام الأرض استعمالته ولحساب الغطاء النباتي وأنماطه.

#### منهجية الدراسة

جاءت هذه الدراسة لتطبيق نموذج (USEL) ومطابقتها مع خرائط التربة واستعمالات الأراضي الزراعية باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد، شكل (2) يوضح خطوات تطبيق منهجية (USEL).



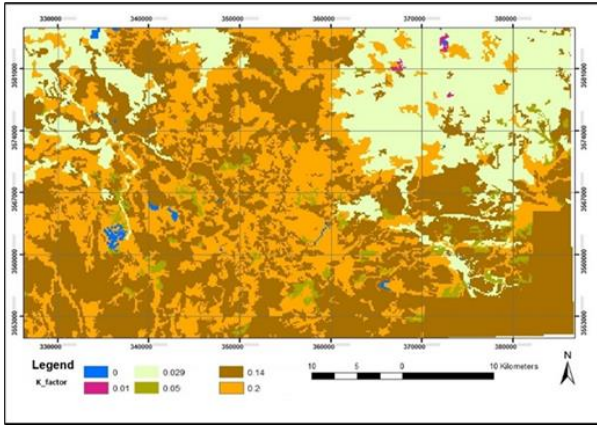
شكل 3. نموذج تطبيق المعادلة العالمية لتقدير انجراف التربة.

استخدام نظم المعلومات الجغرافية.....

الطين، نسبة الرمل، نسبة الطمي البناء، ونفاذية التربة للمياه، الموصلية الكهربائية، درجة الحموضة،  $\text{CaCo}_3\%$ ، والكثافة الظاهرية. إن قابلية التربة للانجراف تزداد مع زيادة نسبة الطمي في التربة وتنخفض مع زيادة نسب الرمل والطين. أما المادة العضوية فتقوم بربط حبيبات التربة مع بعضها وهذا بدوره يزيد من قدرة الحبيبات على التماسك وبالتالي تزداد مقاومتها للانجراف، أما بناء التربة له تأثير كبير على معدل نفاذية التربة للماء، لذا فإن التعرية لن تحدث إذا كان معدل نفاذية التربة أكبر من معدل الهطول. (محمد العبد وآخرون، 2021). يوضح الشكل (5) خريطة لقيم عامل K الحالية في منطقة الدراسة.

$$K = 2.8 * 10^{-7} * M^{1.14} * (12 - a) + 4.3 * 10^{-3} * (b - 2) + 3.3 * (c - 3) \quad (3)$$

حيث: M = محتوى المادة العضوية؛ معلمة حجم جسيمات (Silt % + محتوى رمل ناعم) / (100 - % طين)؛ b = كود بنية التربة (حبيبات دقيقة جدًا = 1، حبيبات دقيقة = 2، حبيبات خشنة = 3، ممتلئ، بلاتي أو ضخم = 4)؛ c = فئة النفاذية (سريع = 1، متوسط إلى سريع = 2، متوسط = 3، بطيء إلى متوسط = 4، بطيء = 5، بطيء جدًا = 6).



شكل 5. قيم معامل قابلية التربة للانجراف (K)

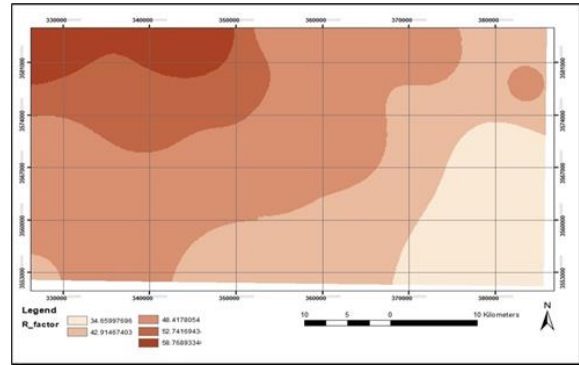
نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) عبارة عن حقول مكانية لقيم ارتفاع التضاريس التي يتم ترتيبها عادةً في شبكة مربعة منتظمة أو في ترتيبات أخرى مثل الشبكة غير المنتظمة المثلثة (TIN, (Zhang and Montgomery,

الدراسة حيث يعبر هذا العامل عن قدرة الهطول المطري على جرف التربة من أراضي غير مغطاة أو محمية (Ebabu et al., 2022) ويتم حسابه من التعبيرات التي تصف طاقة عاصفة مطيرة وأقصى شدة لهطول الأمطار خلال مدة زمنية تقدر بـ 30 دقيقة الشامي، (2023). ويحتاج قياس هذا العامل إلى أجهزة شدة الهطول وخرائط الشدة ومتابعتها لعدة سنوات وفي حالة عدم وجود سجل لشدة هطول الأمطار، يمكن استخدام المعادلات البديلة مثل مؤشر Fournier لحساب عامل R اعتماداً على القيم الشهرية و/ أو السنوية لهطول الأمطار. بالإضافة إلى ذلك يمكن استخدام أداة التحليل المكاني (Interpolation) لاستنتاج هذا العامل، ونظراً لعدم توفر بيانات حول شدة الهطول وخرائط الشدة فقد تم الاعتماد على الطريقة المقترحة حسب Lenard and Freimud (1994). للحصول على قيمة R وفق المعادلة (2) (المغاري، 2021):

$$R = 3.85 * 0.35 * P \quad (2)$$

حيث تمثل P قيمة معدل الأمطار السنوية (مم) في هذه الدراسة، تستند قيمة R المحسوبة إلى بيانات هطول الأمطار لحوالي خمسة وأربعين عامًا (1975-2020) (شكل 4).



شكل 4. قيم عامل تعرية المطر (R).

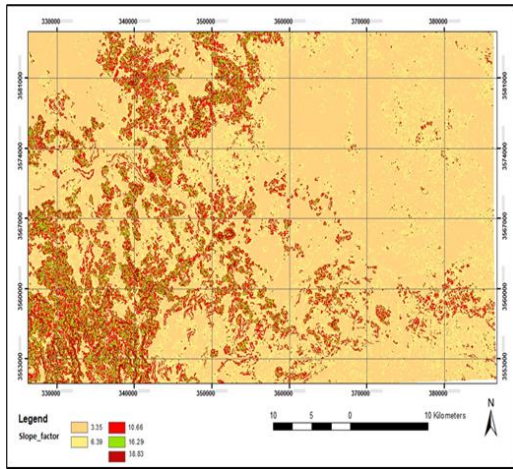
معامل قابلية التربة للتعرية (K)

يعتبر هذا العامل محصلة لقيم العديد من خواص التربة (الخواص الفيزيائية والكيميائية) التي تتأثر بالهطول المطري والجريان السطحي، ومن أهم هذه الخواص كمية المادة العضوية في التربة، القوام، نسبة

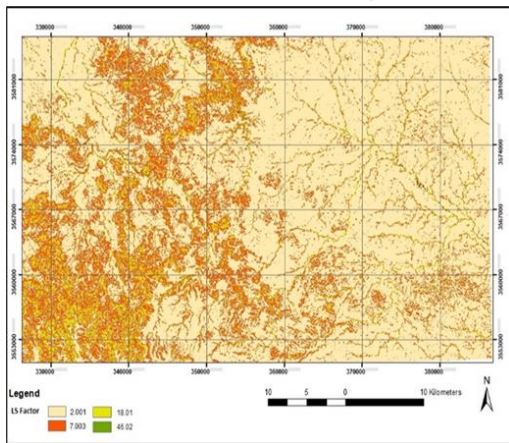
منفصل أو مدمجين في مؤشر طبوغرافي واحد يسمى عامل LS. (الشكل، 7). تم حساب عامل طول المنحدر (LS) شكل (8) بناءً على المعادلة (4) التي حددها (Bizuwerk et al., 2008). وهي على النحو التالي:

$$LS = (\text{power}(\text{flow acc} + z^2), (m+1) - \text{power}(\text{flow acc}, (m+1))) / \text{power}(25, (m+2)) * \text{power}((22.13)/m) \dots(4)$$

= عامل الطبوغرافيا، %S = نسبة الانحدار، m = قيمة متغيرة، Z = حجم الخلية، وتم حساب المعادلة السابقة عن طريق استخدام أداة Raster Calculator Module في بيئة ArcGIS؛ حيث يتطلب حساب هذا العامل تحديد اتجاه الجريان الخارج من الخلية الواحدة Flow Direction في نموذج الارتفاع الرقمي وبعد ذلك تم تحديد الجريان التراكمي في الخلية الواحدة Flow Accumulation.

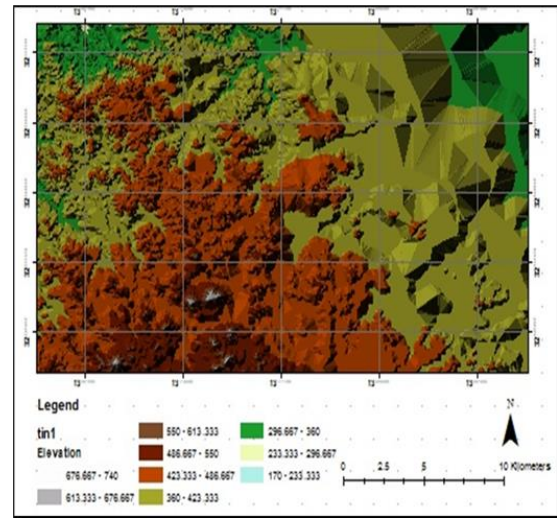


شكل 7. يوضح خريطة لقيم عامل S



شكل 8. يوضح خريطة لقيم عامل LS

(1994). وتجدر الإشارة إلى أن DEM هي ملفات نقطية تتكون من وحدات بكسل حيث يكون لكل بكسل خط عرض وخط طول وارتفاع أو إشارة X وY وZ إلى الموقع. TIN هو ملف متجه حيث يتم ربط النقاط بخطوط تشكل شبكة من المثلثات التي تأخذ أحجامًا ومنحدرات وجوانب مختلفة لتمثيل شكل كائن أو سطح. هناك عدد من الطرق التي يمكن من خلالها اشتقاق DEM، بما في ذلك رقمه خطوط الكنتور من الخرائط الطبوغرافية، والمسوحات الأرضية باستخدام مزواة المستويات، والاستيفاء المجسم لأزواج من الصور الجوية، وكلها تحتوي على أخطاء في القياس في الارتفاع والارتفاع (Grayson, 2001). يمكن تخزين هذه المصادر المتنوعة للبيانات في واحد أو أكثر من التنسيقات التالية: كبيانات ارتفاع النقطة على شبكة منتظمة أو شبكة متكاملة مثلثة أو كخطوط متجهة مخزنة في رسم بياني خطي رقمي (Zhang and Montgomery, 1994). في منطقة الدراسة، تم إنشاء TIN من خطوط الكنتور الرقمية بفواصل 20 مترًا باستخدام Arc GIS (10.8) الشكل (5). كما تم استخدامه مع عنصر شبكي 250 × 250 م لاشتقاق خريطة منحدر لمنطقة الدراسة الشكل (6).



شكل 6. نموذج الارتفاع الرقمي

العامل الطبوغرافي (LS)

يتكون العامل الطبوغرافي من مؤشرين للميل: الطول (L) والانحدار (S) يمكن قياس هذين المؤشرين بشكل

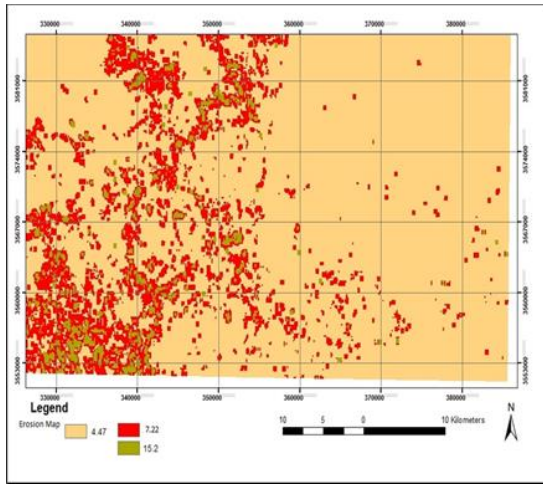
استخدام نظم المعلومات الجغرافية.....

عامل ممارسة الحفاظ على التربة Conservation Practice (P)

يرتبط مؤشر P بالممارسات البشرية التي تقلل من إمكانية التآكل عن طريق الجريان السطحي، يعتمد هذا العامل على الحد من انجراف التربة، ويعطى قيمة افتراضية تتراوح بين (0 - 1) وكلما زادت القيمة واقتربت من 1 دل ذلك على سوء وقلة الممارسات المتبعة للحد من انجراف التربة، ونظراً لغياب تلك الممارسات فقد تم إعطاء 1 لقيمة P.

تطبيق النموذج العالمي لمعادلة فقدان التربة (USLE) Universal Soil Loss Equation

تم تطبيق نموذج USLE لتقدير حجم انجراف التربة بمنطقة الدراسة، وفقاً للمعادلة (1) حيث تم حساب قيم جميع العوامل السابقة بإنشاء ملفات GIS في صيغة نقطية (Raster) بعد حساب قيم جميع عوامل المعادلة تم ضرب هذه العوامل بعضها ببعض داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية بواسطة أداة (Map Algebra Raster Calculator) وإنتاج خريطة نهائية لانجراف التربة لمنطقة الدراسة شكل (10).



شكل (10) خريطة تعرية التربة لمنطقة الدراسة

### النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج المبينة في الجدول (1) و شكل (9) أن حوالي 81% من منطقة الدراسة صُنفت على أنها تظهر تآكلاً "طفيفاً"، وذلك بسبب أن هذا الجزء من منطقة الدراسة يقع في الجزء شبه المنبسط حيث يميل في

عامل إدارة الزراعة والغطاء النباتي: Cropping and Management Factor (C)

يعبر عامل إدارة الزراعة والغطاء النباتي C عن تأثير الغطاء الأرضي على تآكل التربة. حيث يؤثر الغطاء النباتي تأثيراً كبيراً في انجراف التربة؛ من حيث تثبيتها، وتقليل سرعة الجريان المائي، بالإضافة إلى تزويدها بالمواد العضوية الناتجة عن تحلل الكتلة النباتية والتي بدورها تعمل على تثبيت التربة، يعتمد العامل C على معلومات الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة. تم إنتاج خريطة الغطاء الأرضي المشتقة من صور الأقمار الصناعية 2022 وتتراوح قيم هذا العامل بين 0 و 1. تم حساب قيمة هذا العامل عن طريق حساب القرينة النباتية (NDVI)، اعتماداً على البيانات المأخوذة من القمر الصناعي Sentinel-2 الملتقطة في سنة 2022. وفق المعادلة التالية (5):

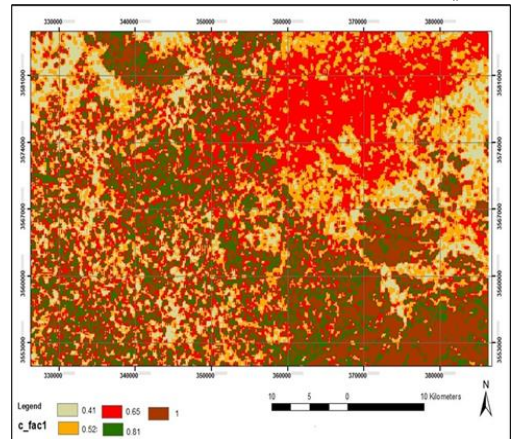
$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (5)$$

حيث تمثل NIR نطاق تحت الحمراء القريبة و R الأشعة الحمراء.

وبعد حساب قيمة NDVI تم حساب قيم عامل إدارة الزراعة والغطاء النباتي: (C) بمنطقة الدراسة وفق المعادلة التالية (6) (ACSAD, 2009):

$$C = 0.431 - (0.0805 * NDVI) \quad (6)$$

وبتطبيق المعادلة السابقة تراوحت قيم العامل C ما بين 1 و 0.41 شكل (9) بين قيم عامل إدارة الزراعة والغطاء النباتي (C) بمنطقة الدراسة.



شكل 9. يوضح خريطة لقيم عامل C

اجراء تحليل للعوامل الداخلة في المعادلة العالمية والتي تشمل: معامل تعرية المطر (R)، معامل قابلية التربة للتعرية (K)، التضاريس (LS) من حيث الانحدار وطوله، عامل إدارة الزراعة والغطاء النباتي (C)، وعامل ممارسة الحفاظ على التربة (P)، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد، بطرق دقيقة ومتكاملة لتوفير خرائط خطر الانجراف المائي لمنطقة الدراسة. وتمكن النتائج المستخلصة من التنبؤ بالمناطق الأكثر تعرضاً للانجراف المائي وتحديد الأولويات للتدخل الوقائي. وتساهم في تحسين إدارة الأراضي الزراعية والحفاظ على موارد التربة والمياه. حماية أحواض المجاري المائية (الوديان) وخزانات المياه من التدهور الناتج عن تراكم الرواسب. توفر هذه الأدوات تكلفة أقل مقارنةً بالطرق التقليدية لقياس الانجراف المائي. باختصار، الجمع بين نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد والمعادلة العالمية للانجراف يساهم في تحقيق فهم أعمق وأكثر دقة للمخاطر البيئية ويعزز من التخطيط المستدام لإدارة الموارد الطبيعية.

### المراجع

الشامي، محمد. 2023. تطبيق نموذج RUSLE لتقدير انجراف التربة باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في حوضي (ذمار- يريم) - اليمن. مجلة جامعة صنعاء للعلوم الإنسانية، المجلد 4 العدد 1.

الشريفات، هاشم. 2023. تقدير قابلية التربة للانجراف في حوض وادي راجب الأردن باستخدام نموذج المعادلة العالمية RUSLE مجلة جامعة النجاح للأبحاث العلوم الإنسانية المجلد 37.

العبد، محمد وجلال، سلهب وهاني، إبراهيم وصفاء، دويري. 2021. تقدير كميات الترب المنجرفة باستخدام معادلة فقدان التربة العالمية وتقنيات الجيوماتيك في محافظة طرطوس، سورية مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية - المجلد 37 العدد 2.

اتجاه الوسط بدرجة ميل بسيطة حوالي 3.25٪ و6٪ كما هو مبين في خريطة المنحدرات، بالإضافة إلى ذلك إن نوع الغطاء النباتي عبارة عن مزارع أشجار فاكهة (زيتون، خوخ، لوز، عنب) مما ساعد في تثبيت التربة بهذا الجزء، وبينما تم تعيين 16٪ من منطقة الدراسة على أنها مناطق معرضة للتعرية "المعتدلة" و3٪ عرضة للتعرية "العالية" وتقع أغلب هذه المناطق في مجرى وادي وشتاته والمرتفعات المحيطة بمنطقة الدراسة من الناحيتين الشمالية والجنوبية حيث؛ أظهرت خريطة المنحدرات أن الفئتين 10٪ و61٪ هي السائدة في هذا الجزء من منطقة الدراسة. أظهرت النتيجة أن أكثر العوامل وضوحاً التي تعزز تآكل التربة وتسبب احتمال فقد التربة العالي هي عوامل طول المنحدر (L) والانحدار (S)، وذلك لأن نطاقات الانحدار من 2.5٪ إلى 7٪ تمثل حوالي 70٪ في حين نطاقات الانحدار من 7٪ إلى 18 ٪ تمثل 30 ٪ من منطقة الدراسة. ويصاحب ذلك عامل تآكل التربة K أعلى نسبياً (0.2-0.14)، مما أدى إلى زيادة فقدان التربة مقارنة بالمناطق المحيطة.

### جدول 1. يوضح نتائج الانجراف المائي

الصف	المساحة بالهكتار	%
خفيف	169668	81
معتدلة	30370.5	16
عالية	6993	3

### الاستنتاج

يمثل استخدام المعادلة العالمية لتقدير الانجراف المائي (USLE) بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بُعد أداة قوية للتقدير والتنبؤ بخطر الانجراف المائي. حيث تتيح نظم المعلومات الجغرافية دمج وتحليل البيانات المكانية والبيئية لتحديد المناطق الأكثر عرضة للانجراف المائي بينما تساهم تقنيات الاستشعار عن بُعد في الحصول على صور فضائية حديثة وعالية الدقة، مما يسمح برصد التغيرات المكانية والزمانية في التربة والغطاء النباتي. حيث أمكن.



- Adinarayana, J.; Rao, K. G.; Krishna, N. R.; Venkatachalam, P. and Suri, J. K. 1999. 'A rule-based soil erosion model for a hilly catchment'. *Catena*, 37, 309–318.
- Barakat. M. 2017. Prediction of spatial Distribution of water erosion risk in Bhmra basin dam soil using Corine model. *Tishreen University journal*. 32 (2): pp:27- 43.
- Barakat, M.; Mahfoud, I. and Jouhra, A. 2017. Assessment of Soil Erosion Risk within Basel al-Assad Basin Area Using GIS and RUSLE. *Tishreen University journal*. 39 (4): pp:20.
- Bizuwerk, A.; Taddese, G. and Getahun, Y. 2008. Application of GIS for Modelling Soil Loss Rate in A wash Basin, Ethiopia. *International Livestock Research Institute, Addis Ababa, Et.*
- Gang, C.; Zhou, W.; Wang, Z.; Chen, Y.; Li, J.; Qi, J.; Odeh, L. and Groisman, P. Y. 2015. Comparative Assessment of Grassland NPP Dynamics in Response to Climate Change in China, North America, Europe and Australia from 1981 to 2010. *J. Agron. Crop. SCI*. 201.57-68.
- Ganasri, B. and Raamesh, H. 2016. Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin, *Geoscience Frontiers*, 7(6): 935-961.
- Grayson, R., and Blöschl, G. (Eds.). 2001. Spatial patterns in catchment hydrology: observations and modeling. *CUP Archive*.
- Htun, Z.K., Aye, S. and Samarakoon, L. 2008. 'Spatial pattern analysis of land degradation using satellite remote sensing data and GIS in Mandalay Watershed, Central .
- العروود، إبراهيم والطراونة، الغميص، عاطف. 2024. تقدير فقدان التربة باستخدام المعادلة العالمية المعدلة لفقدان التربة (RUSLE) حوض زرقاء ماعين: حالة دراسية دراسات: العلوم الإنسانية والاجتماعية، المجلد 51، العدد 2.
- الغميص، عاطف وأبوسمور، حسن. 2023. تقييم مخاطر انجراف التربة في حوض الأزرق باستخدام نموذج التربة والمياه ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. مجلة جامعة النجاح للأبحاث العلوم الإنسانية المجلد 37 العدد 4.
- المغاري، باسم. 2021. تطبيق نموذج RUSLE لتقدير انجراف التربة في قطاع غزة - فلسطين باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة جامعة النجاح، مجلد 1، العدد 35، ص 1- 21.
- المسماري، منصف. 2015. السدود ودورها في الحد من انجراف التربة في منطقة أوتراة، مجلة العلوم والدراسات الإنسانية، مجلد 1، العدد 5، ص 1-11.
- بركات، منى والعبد، محمد وجوهرة، عزالدين. 2020. إعداد خارطة خطر الانجراف المائي لترت حوض نهر الأبرش في طرطوس باستخدام نموذج كورين وGIS. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. العدد 5 مجلد، 42.
- بركات، منى. 2018. التنبؤ بكميات التربة المفقودة بفعل الانجراف المائي في منطقة حوص سد الحويزر باستخدام المعادلة العالمية المعدلة (RULSE) وتقانة نظم المعلومات الجغرافية (GIS).
- حمد، إدريس وأبوراس، مراد. 2023. دور الطبوغرافيا واستخدام الأراضي في الانجراف المائي لترت المنحدرات الجنوبية للجبل الأخضر. مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية. المجلد 4 العدد 2.
- ACSAD. 2009. "Desertification Bulletin", second bulletin, Published in the Arab Centre for the Studies of Arid Zones and Dry Lands in cooperation with GTZ and NCRS in Lebanon.

- Pandey, A.; Chowdary, V. M. and 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(4): 729-746.
- Wischmeier, W. H. and Smith, D. D. 1978. 'Predicting rainfall erosion losses', in USDA Agricultural Research Service Handbook 537. Washington, DC: USDA, p. 57.
- Zhang, W. and Montgomery, D. R. 1994. Digital elevation model grid size, landscape representation, and hydrologic simulations. *Water Resources Research*, 30(4):1019-1028.
- Zhang, H.; Yang, Q.; Li, R.; Liu, Q.; Moore, D.; He, P. and Geissen, V. 2013. Extension of a GIS procedure for calculating the RUSLE equation LS factor. *Computers & Geosciences*, 52, 177-188.
- Lafond, G.; May, W. E.; Stevensont, F. C. and Derksen, D. A. 2006. Effects of Tillage System and Rotation on Crop Production for a thin Black Chemozen in the Canadia Prairies. *Soil Tillage Res.*89. 232-245.
- Morgan, R. P. C. 1995. Soil erosion and conservation, second edition. Essex: Longman Group, UK.
- Mahmoud, K. B.; Mnsur, S. and Gomati, A. 2000. Land degradation and desertification in Libya, Tripoli: Land Degradation and Desertification Research Unit, Libyan Centre for Remote Sensing and Space Science.
- Nwer, B. 2020. The Use of Geographic Information System Soil Erosion Assessment in the North-east of Libya. *The Libyan Journal of Agriculture*, Vol. 25 : No. 1&2.



## Using the Geographical Information System for Soil Erosion Assessment of the South Tarhuna area

Shaban Abdsmod Mnsur<sup>1</sup> and Farag Abushnaf<sup>2</sup>

1- Libyan Centre for Remote Sensing and Space Sciences

2- Soil and Water Department-Faculty of Agriculture-Bani Walid

---

### ABSTRACT

This paper aims to estimate the amount of soil erosion in the area located south of Tarhuna and produces a map showing the spatial distribution of the most vulnerable areas to erosion by using Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS) techniques to calculate soil erosion factors, namely: rainfall factor (R), soil erodibility factor (K), slope length factor (S), slope steepness factor (LS), crop and management factor (C), and conservation practice factor (P), according to the Universal Soil Loss Equation (USLE), which was calculated in the ArcGIS (10.8) software. The results showed that about 81% of the study area were classified as light erosion, which is located in the relatively flat part that slopes towards the center at a slight slope of about 3.25% to 6%, according to slopes map, and it is characterized by permanent vegetation cover (fruit trees), about 16% of the area was moderately vulnerable to erosion, while about 3% of the area was highly vulnerable to erosion due to being located within the watercourse of Wadi Wishitata and surrounded by relatively high southern and northern plateaus. The outputs show that GIS, RS, and USLE can be applied to determine soil loss on both quantitative and spatial scales, and to predict the risk of land degradation on major water catchments in Libya, provided there are sufficient spatial data.

Keywords: Universal soil loss equation, water erosion, GIS, RS.

Corresponding Author: Shaban Mnsur, Libyan Center for Remote Sensing and Space Science.

Phone: +218915299020

Email: anesshaban@yahoo.com

Received: 29/5/2024

Accepted: 30 /11/ 2024