التقدير الكمي للتعرية المائية في حوض وادي عتيل في محافظة السويداء باستخدام نموذج التعرية المحتملة EPM

نبال الصالح[1]* و منيف بوحسون[1] و سامي الحناوي[1]

(1). مركز بحوث السويداء، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(* للمراسلة: د. نبال الصالح، البريد الالكتروني: (nibalmalsaleh@gmail.com

تاريخ الاستلام: 12/ 2/ 2024 تاريخ القبول: 25/ 5/ 2024

الملخص

تعد التعرية المائية أحد أهم المشاكل التي تواجه التربة الزراعية في المناطق الجبلية، ولإدارة هذه المشكلة من الضروري تقدير معدلاتها وتحديد توزعها المكاني. تم تنفيذ هذا البحث في حوض وادي عتيل في السفح الغربي لجبل العرب في محافظة السويداء جنوب غرب سورية، خلال الفترة 2017–2020، بهدف تقدير معدلات التعرية في الحوض وتحديد توزعها المكاني والعوامل المؤثرة فيها. تمت الدراسة باستخدام نموذج التعرية المحتملة Erosion Potential Model (EPM) ونظم المعلومات الجغرافية وبيانات الأقمار الصناعية والقياسات الحقلية. بينت النتائج أن معدلات التعرية تراوحت وسطياً خلال الفترة المدروسة بين 271.7–3172.2 م3/كم2/سنة، وأن 43.8% من مساحة الحوض ذات معدلات تعرية شديدة تركزت في الجزء الشرقي منه، و56% ذات معدلات تعرية متوسطة تركزت في الجزء الغربي من الحوض، وأشارت نتائج التحليل الاحصائي أن مؤشرات نموذج التعرية مجتمعة تؤثر بنسبة 83% من التغيرات الحاصلة في معدلات التعرية، وأن للهطولات المطرية الدور الأكبر في تحديد معدلات التعرية يليها تربة المنطقة ثم الانحدارات، ثم الغطاء النباتي، ثم درجة الحرارة.

الكلمات المفتاحية: التعرية المائية، نموذج التعرية المحتملة، نظم المعلومات الجغرافية، الحوض الساكب

المقدمة:

يعد الانجراف المائي من أهم المشاكل التي تواجه التربة الزراعية وبخاصة في المنحدرات لما يسببه من فقد في المادة الترابية وما يرافقها من فقد في المادة العضوية والعناصر الخصوبية الضرورية للنبات. ويعتبر التحكم في ظاهرة الانجراف تحدياً حقيقياً في مجال الإدارة المتكاملة للأحواض المائية، وتتطلب إدارة هذه المشكلة تقدير معدلاتها وتحديد أسبابها للوصول إلى الحلول ووضع الأولويات، ويتم ذلك إما من خلال القياسات الحقلية والملاحظات الميدانية، أو من خلال نماذج المحاكاة العالمية المعتمدة.

بدأ الاهتمام بمشكلة الانجراف على المستوى المحلي منذ نهاية القرن الماضي، وأجريت العديد من الدراسات لتقدير معدلات الانجراف وتحديد توزعه المكاني، ففي دراسة أجراها كبيبو وجلول (1996) تم تصنيف تربة المنطقة الساحلية وفقاً لشدة انجرافها وكثافة الغطاء النباتي إلى خمس مجموعات، كما نُفذ مشروع مراقبة التصحر ومكافحته في منطقة جبل البشري في محافظة دير الزور، وتم الاعتماد في هذه الدراسة على طريقة القياس الحقلي لتقدير معدلات الانجراف المائي (أكساد،2006)، واستخدم علي وآخرون (2009) برنامج WEPP لتقدير انجراف التربة الناتج عن الهطولات المطرية المفردة لثلاثة منحدرات تلية مختلفة نسبياً

عن بعضها بدرجة الانحدار في مدينة اللاذقية (مزار القطرية)، وقام جسار (2014) بدراسة الانجراف المائي للتربة في منطقة الشيخ بدر في محافظة طرطوس من خلال تطبيق نموذج GeoWEPP، كما أجريت دراسة بهدف التنبؤ بمعدلات التعرية في منطقة حوض سد الحويز، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والمعادلة العالمية المعدلة RUSLE، وأنتجت الدراسة خارطة التنبؤ بكميات الفقد (بركات، 2018)، وكذلك درست الصالح (2021) الانجراف المائي في حوض سد جويلين في منطقة ضهر الجبل في محافظة السويداء بهدف تقدير معدلات الانجراف حقلياً وباستخدام نموذج GeoWEPP وإنتاج خارطة لتوزع إجراءات صيانة التربة، وغيرها الكثير من الدراسات التي لا يمكن ذكرها هنا.

ونظراً لأن العمليات الحقلية تتطلب الكثير من الجهد والوقت والتكلفة، فقد اعتمدت الكثر من الدراسات الحديثة على النماذج الرياضية، ومنها المعادلة العالمية للانجراف USLE وغيرها من النماذج مثل WEPP (Water Erosion Prediction Project) ,GeoWEPP (Geo-spatial Water Erosion Prediction Project), SWAT (Soil and Water Assessment Tool mode), SWAP (Soil, Water, Atmosphere and Plant), EPM (Erosion Potential Model) وتختلف هذه النماذج في مدى قدرتها على محاكاة الواقع تبعاً لظروف المنطقة المدروسة. وفي هذه الدراسة تم استخدام نموذج التعرية المحتملة المعروف اختصاراً بـ EPM حيث يعتبر من النماذج المناسبة لتقدير التعرية في المناطق الجبلية والأحواض الكبرى (Globevink *et al.*,2003)، والمناطق ذات التضاريس المعقدة وأنماط استعمالات الأراضي المتنوعة (Emmanouloudis *et al.*, 2003) وهذا يوافق ظروف منطقة الدراسة. كما يمكنه الاستفادة من بيانات الأقمار الصناعية التي توفر معلومات كافية لتقييم مخاطر التعرية (Gavrilovic *et al.*,2006) وبالتالي ملائمة النموذج للمناطق التي لا يتوفر فيها الحد الأدنى من البيانات وتفتقر إلى الدراسات السابقة للتعرية (Dragicevic *et al.*, 2017).

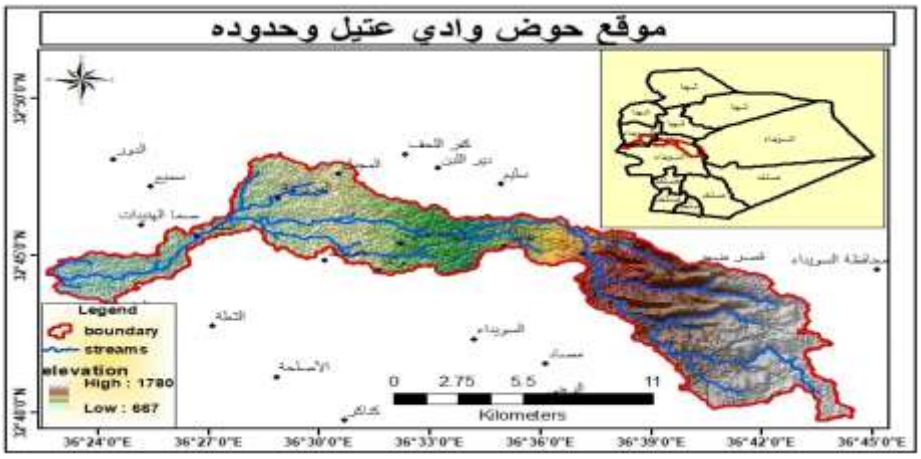
تم تصميم نموذج التعرية المحتملة من قبل Gavrilovic في بداية الخمسينيات من القرن الماضي، ثم جرى تطويره منذ عام 1954، وعرف قفزة نوعية على يد مجموعة من الباحثين عام 1985 بعد التطور في مجال التكنولوجيا، وقد أكدت العديد من الدراسات التي استخدمت هذا النموذج وجود تطابق كبير مع نتائج دراسات طبقت المنهج التقليدي الذي اعتمد على القياسات الحقلية (Haghizadeh *et al.*,2009 و Amini *et al.*,2010 و Elhag *et al.*,2019)، لذلك فقد انتشر استخدام هذا النموذج في دراسات التعرية في مناطق ذات بيئات متعددة ومناخات مختلفة عالمياً، فقد استخدم في السعودية (الغامدي،2008) وفي صربيا (Ratknic *et al.*,2010) وفي المغرب (شعوان وآخرون، 2013) وفي ايطاليا (Milanesi *et al.*,2015) وتشيلي (Dragicevic *et al.*,2016) وكرواتيا (Dragicevic *et al.*,2018) ومقدونيا (Elhag *et al.*,2019) واليمن (مداغش وآخرون،2021) ، وغيرها من دول العالم.

تعد منطقة ضهر الجبل في السويداء من المناطق المهددة بانجراف التربة، نظراً للطبيعة التضاريسية المعقدة والميول الطبوغرافية الشديدة في بعض المناطق، والهطولات المطرية الوفيرة والتي تكون في بعض الأحيان عالية الشدة، إضافةً إلى الأنشطة البشرية المشجعة لحدوث الانجراف مثل إزالة الغطاء العشبي الطبيعي وزراعة الأشجار وما يرافقها من عمليات الحراثة خاصةً المسايرة للجريان السطحي. ويعد قياس معدلات الانجراف، وتصنيف المناطق حسب درجات الانجراف، وتحديد العوامل المؤثرة فيه، الخطوة الأساسية الأولى من أجل إيجاد الحلول الملائمة لكل منطقة، مما يضمن إدارة سليمة للحوض الصباب ككل، والحفاظ على التربة من التدهور. لذا **هدفت هذه الدراسة إلى** تقدير معدلات التعرية المائية كمياً، وتحديد توزعها المكاني في حوض وادي عتيل، بالإضافة إلى تحديد العوامل المؤثرة فيها.

مواد وطرائق الدراسة:

- **منطقة الدراسة:**

يقع حوض وادي عتيل على السفح الغربي لجبل العرب في محافظة السويداء، جنوب غرب سورية، بين خطي طول `36°22 و`36°45 ودائرتي عرض `32°40 و`32°48، ويمتد من منطقة جبلية في الجزء الشرقي منه على ارتفاع حولي 1780م إلى منطقة سهلية ترتفع حوالي 667 م عن سطح البحر في الجزء الغربي، كما يوضح الشكل (1). تبلغ مساحته حوالي 134.5 كم². تتميز تضاريس الحوض المدروس بتنوعها بين المنبسطة تقريباً إلى المتموجة إلى المنحدرة، حيث يتراوح الانحدار بين أقل من 1% إلى أكثر من 30% في بعض المنحدرات في الجزء الشرقي منه. ويلعب العامل الطبوغرافي في هذه المنطقة دوراً كبيراً في بعض خصائص التربة مثل عمق مقطع التربة والتركيب الحبيبي لتربة الآفاق السطحية وخاصة كمية الطين، فتربة الجزء الشرقي من الحوض طينية لومية في الطبقات السطحية وتزداد نسبة الطين تدريجياً باتجاه أسفل المنحدر حيث يصبح قوام التربة طيني ثقيل (الحناوي، 2012). تسود الصخور البركانية (البازلت) التي تعود إلى العصر الحديث Neogene منطقة جبل العرب، وتقسم إلى ثلاث مجموعات من حيث التركيب الكيميائي وهي المعتدلة والقلوية وتحت القلوية، وتسيطر المجموعة الأولى على معظم الصخور، وتسود معادن الأولفين والفلدسبار وخاصة البلاجيوكليز في البازلت الموجود، بالإضافة إلى كميات قليلة من البيروكسينات والأمفيبول والكوارتز (Technoexport, 1962). يختلف متوسط معدل الهطل المطري السنوي في منطقة الدراسة باختلاف الارتفاع عن سطح البحر حيث يبلغ متوسط المعدل السنوي في الجزء الشرقي منه حوالي 555مم، بينما يقل تدريجياً باتجاه الغرب ويبلغ وسطياً حوالي 255مم في الجزء الغربي منه (حسب بيانات الهطولات المطرية التي تم الحصول عليها من مديرية الزراعة في محافظة السويداء)، وتجدر الإشارة إلى اختلاف معدلات الهطل السنوي من سنة لأخرى، كما تتناقص درجات الحرارة باتجاه شرق الحوض بما يتوافق مع الارتفاع عن سطح البحر. تعتبر الأمطار والثلوج المصدر الرئيسي للمياه في المنطقة بشكل عام، حيث تغيب المسيلات المائية السطحية الدائمة، ويقتصر على وجود المسيلات المائية المؤقتة (أودية) خلال فصلي الشتاء والربيع، ويوضح الشكل (1) توزع المسيلات المؤقتة في الحوض، وقد يغيب جريان بعض هذه الأودية في بعض السنوات، حيث يتوقف تدفقها على كمية الأمطار الهاطلة وشدتها. تنتشر زراعة الأشجار المثمرة (التفاح واللوزيات) في المناطق الجبلية من الحوض بينما تغلب زراعة المحاصيل في الجزء الغربي فيه.



الشكل (1): موقع حوض وادي عتيل وحدوده

- **مواد الدراسة:**

- بيانات الهطولات المطرية للسنوات 2017–2018، و2018–2019، و2019–2020 تم الحصول عليها من مديرية الزراعة في محافظة السويداء.
- صور فضائية من القمر الصناعي $Landsat_8$ تم الحصول عليه من الموقع https://earthexplorer.usgs.gov//
- نموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model بدقة 12.5م من الموقع https://vertex.daac.asf.alaska.edu//
- عينات من الطبقة السطحية من التربة (0–30 سم) موزعة ضمن الحوض وفي محيطه.
- البرامج المستخدمة: برنامج $ArcGIS_{10.3}$، برنامج ERDAS imagine V14، برنامج $SPSS_{v25}$.

- **طرائق الدراسة:**

يعتمد تقدير معدلات التعرية المائية وفق نموذج التعرية المحتملة على مجموعة من البيانات تتعلق بطبيعة التربة والانحدار والغطاء النباتي وشبكة التصريف بالإضافة إلى الهطولات المطرية ودرجات الحرارة، حسب العلاقة التالية (Gavrilovic,1962 في Zorn and Komac, 2008):

$$W= H * T * \pi * \sqrt{Z^3} \quad \text{(العلاقة1)}$$

حيث: W: معدل التعرية المائية (م³/كم²/سنة). **H**: مؤشر الهطولات المطرية (مم).

T: مؤشر الحرارة (م°). **Z**: مؤشر التعرية المحتملة.

تم في هذه الدراسة استخدام بعض البيانات الحقلية اللازمة، وتوظيف تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الحصول على بيانات النموذج وإنتاج الخرائط المكانية لكل من المؤشرات المعتمدة وفق الخطوات التالية:

- **حساب مؤشرات النموذج:**

مؤشر الهطولات المطرية (H): تم الحصول على معدلات الهطل المطري السنوية للقرى (ريمة اللحف، الدور، مياماس، المزرعة، ولغا، عتيل، قنوات، الكفر، المشنف، سالي، رساس، عين العرب) الواقعة ضمن الحوض المدروس وفي محيطه لثلاثة مواسم متتالية هي 2017–2018 و2018–2019 و2019–2020 (ملحق1). تم إنتاج خرائط الهطولات المطرية للمواسم الثلاثة بالاعتماد على وظيفة Geostatistical analyst في برنامج GIS وباستخدام طريقة Inverse Distance Weighting (IDW) وهي إحدى الطرق المتبعة في توليد السطوح من بيانات نقطية (GISGeography,2024)

مؤشر الحرارة (T): ويحسب من العلاقة التالية: $T= \sqrt{\frac{C}{10}} + 0.1$ (العلاقة2) (Gavrilovic,1962 في Zorn and Komac, 2008)، حيث أن c: المعدل السنوي لدرجة الحرارة (م°)، ونظراً لعدم توفر معطيات لدرجات الحرارة في المنطقة المدروسة، تم تقديره بالاعتماد على القناة الحرارية في صور $Landsat_8$ من خلال تحويل قيم البكسل إلى درجة حرارة (Chander and Markham,2003). تم الحصول على المعدل السنوي لدرجة الحرارة، من خلال قياس معدلات الحرارة لأشهر السنة لكل من السنوات الثلاث المدروسة، ومن ثم تقدير متوسط المعدل السنوي للحرارة، ومنه تقدير مؤشر الحرارة (T) بواسطة الوظيفة raster calculator في برنامج GIS.

مؤشر التعرية المحتملة (Z): ويضم المؤشرات التالية (Gavrilovic,1962 في Zorn and Komac, 2008):

$$Z = Xa * Y* (\varphi + \sqrt{Ja}) \quad \text{(العلاقة 3) حيث:}$$

مؤشر الانحدار (Ja): ويمثل الانحدار بالنسبة المئوية. تم استخلاصه من نموذج الارتفاع الرقمي $DEM_{12.5}$ ضمن برنامج GIS.

مؤشر تطور التعرية الحالية وشبكة التصريف (φ): يحتاج قياس هذا المعامل عملاً ميدانيا دقيقا وصور فضائية بدقة 1 م، ولكن في غياب هذا النوع من الصور للمنطقة المدروسة، تم الاستعانة بمعادلة Mellivesky (2008) التي تعطي التوزع المكاني للتعرية الحالية بالاعتماد على نسبة الاشعاع في صور $Landsat_8$ وفق الصيغة $\varphi = \sqrt{\frac{TM4}{Qmax}}$ حيث: TM_4 هي القناة الحمراء في صور $Landsat_8$ و Q_{max} القيمة القصوى للإشعاع وتساوي 65535.

مؤشر حماية التربة (Xa): ويعطى بالعلاقة: $Xa = (XaNDVI-0.61) * (-1.25)$ (شعوان وآخرون، 2013) حيث:

XaNDVI: معامل التغطية النباتية المعدل لمواءمة معايير النموذج المعتمد التي حددها Zorn and Komac عام 2008 وذلك بحصر القيم الموجبة لمؤشر التغطية النباتي NDVI بين (0.6 و 0.19-). تم إنتاج خرائط مؤشر حماية التربة لأشهر فصل الشتاء (12–1–2–3–4) لكل من المواسم الثلاثة المدروسة، باستخدام برنامجي Erdas وGIS، ومن ثم حساب متوسط مؤشر الحماية لكل موسم على حدى، بواسطة الوظيفة raster calculator في برنامج GIS.

مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y): ويعطى بالعلاقة $Y=K*1.58$ (شعوان وأخرون،2013).

وتعطى K بالعلاقة التالية (Wischmeier and Smith, 1978):

$K= 2.1\times10^{-6} (12 – OM)M^{1.14} + 0.0325(S - 2) + 0.025(P – 3)$ (العلاقة 4) حيث:

P: صف الناقلية الهيدروليكية، **S:** صف بناء التربة، OM: % المادة العضوية، M: مؤشر قوام التربة ويعطى بالعلاقة:

M= (%السلت + % للرمل الناعم جداً)×(100– %للطين) حيث الرمل الناعم جداً هي الحبيبات التي تتراوح أقطارها بين 50–100 ميكرون حسب التصنيف الأمريكي.

لحساب قيمة هذا المعامل تم الاعتماد على مجموعة من عينات التربة المأخوذة من الطبقة السطحية من التربة (0–30 سم) من مناطق موزعة ضمن الحوض ومحيطه، وإجراء التحاليل المخبرية التالية (يبين الملحق 2 نتائج التحاليل المخبرية):

المادة العضوية: قدرت بطريقة أكسدة الكربون العضوي بمحلول ديكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) في وسط شديد الحموضة (Nelson and Sommers,1982).

التركيب الميكانيكي: بواسطة الهيدروميتر (Day,1965).

بناء التربة: حدد بتمرير وزن محدد من التربة الجافة تماماً في مجموعة من المناخل المتدرجة.

الموصلية الهيروليكية: قدرت باستخدام برنامج Soil Water Characteristic Calculator بالاعتماد على نسب الرمل والطين والمادة العضوية في التربة.

تم إنتاج خارطة المعامل Y بالاعتماد على وظيفة Geostatistical analyst في برنامج GIS وباستخدام طريقة IDW، وهي خارطة واحدة للسنوات المدروسة.

تم استخراج قيم (φ و**Xa** و**Y**) اعتماداً على جداول خاصة تم وضعها من قبل Gavrilovic سنة 1954، ثم عدلت من قبل Zorn and Komac سنة 2008.

- **التحليل الاحصائي:** تم إجراء تحليل الارتباط الخطي وتحليل الانحدار الخطي المتعدد بواسطة برنامج SPSS لمعرفة تأثير مؤشرات نموذج التعرية المحتملة في معدل التعرية وتحديد درجة تأثير كل منها.

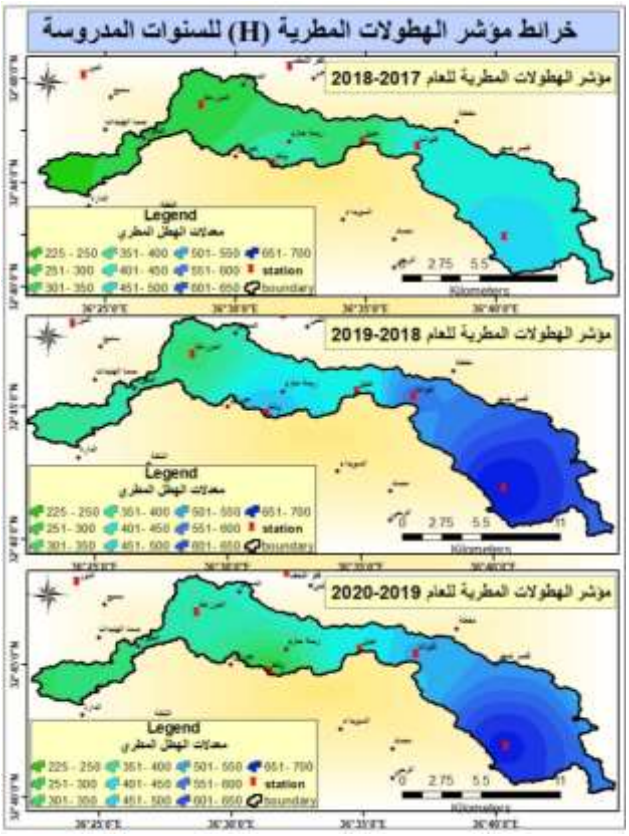
النتائج والمناقشة:

- **مؤشر الهطولات المطرية (H):**

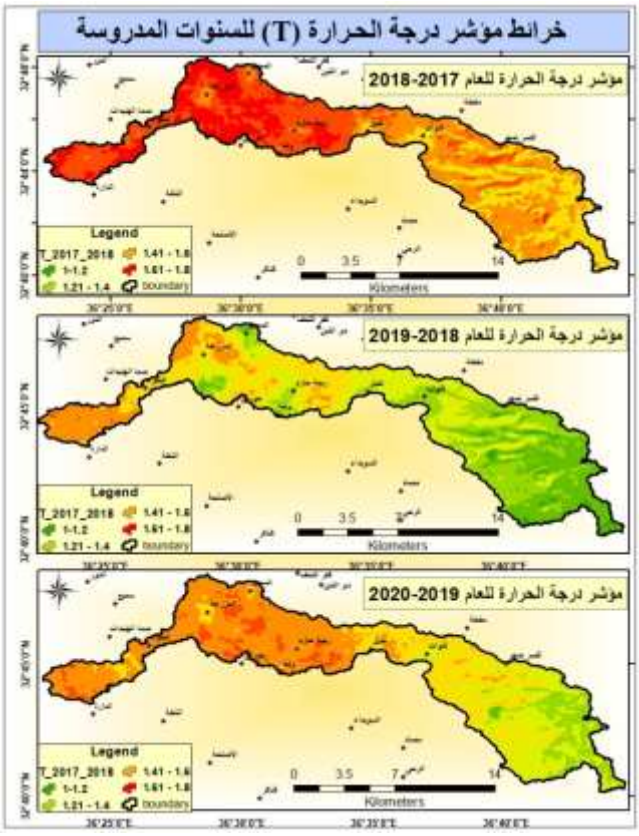
تبين خرائط توزع الهطولات المطرية في الحوض (الشكل 2) بالاعتماد على البيانات التي تم جمعها خلال المواسم المحددة من المحطات المطرية الموزعة ضمن الحوض وفي محيطه، أن الهطولات المطرية تراوحت بين 232–475 مم/سنة في الموسم 2017–2018، وبين 340–673 مم/سنة في الموسم 2018–2019، و283–656.5 مم/سنة في الموسم 2019–2020، وهذا يشير إلى اختلاف معدلات الهطل المطري في المنطقة من سنة لأخرى. كما تختلف معدلات الهطل ضمن الحوض من منطقة لأخرى، حيث تزداد معدلات الهطل في الجزء الشرقي من الحوض مقارنة بالجزء الغربي منه في المواسم الثلاثة، وذلك بسبب زيادة الارتفاع عن سطح البحر كلما اتجهنا من غرب الحوض إلى شرقه (الشكل 1)، كما يظهر من الشكل (2) أن الموسم 2017–2018 هو الأقل هطلاً، في حين أن الموسم 2018–2019 هو الأعلى من حيث كميات الهطل في كافة مناطق الحوض.

- **مؤشر الحرارة (T):**

تراوح المعدل السنوي لحرارة سطح التربة (c) في الحوض بين 12.5–28.9 م° في الموسم 2017–2018، و7.9–24.3 م° في الموسم 2018–2019، و11–24.9 م° في الموسم 2019–2020. يبين الشكل (3) خرائط مؤشر درجة الحرارة (T) الذي قدر بالاعتماد على المعدل السنوي لدرجة الحرارة (حسب العلاقة 2)، حيث تراوح بين 1.16–1.73 و0.94–1.59 و1.09–1.61 للمواسم المدروسة على التوالي. ومنه يظهر أن الحرارة سجلت أعلى معدلاتها في الموسم 2017–2018، وأدنى معدلاتها في الموسم 2018–2019، كما يظهر أن مؤشر الحرارة في الجزء الشرقي من الحوض أقل منه في الجزء الغربي في المواسم الثلاثة، حيث يزداد الارتفاع عن سطح البحر كلما اتجهنا من غرب الحوض باتجاه الشرق، وتنخفض بالتوازي درجة الحرارة.



الشكل (2): خرائط مؤشر الهطولات المطرية للمواسم المدروسة



الشكل (3): خرائط مؤشر درجة الحرارة للمواسم المدروسة

- **مؤشر حماية التربة Xa:**

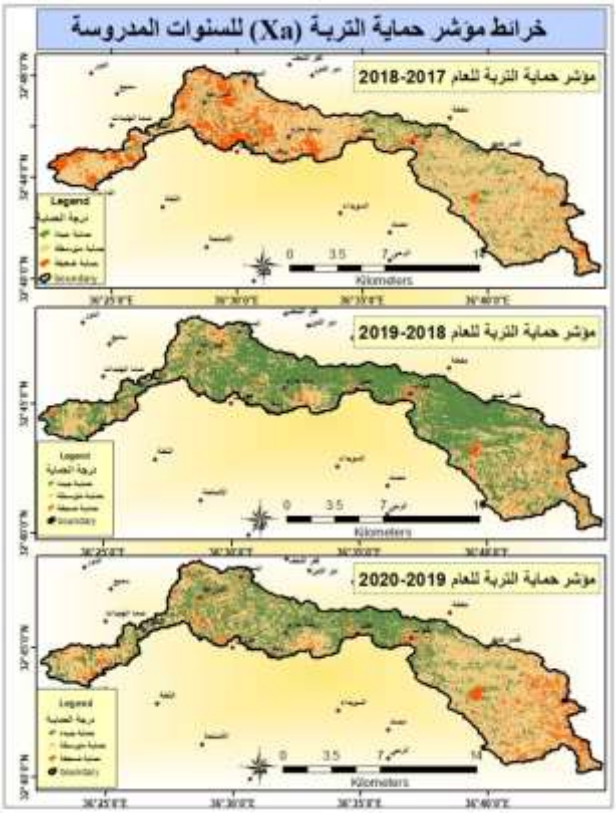
تراوحت قيم مؤشر حماية التربة بين 0.0428–0.980 في الموسم 2017–2018، وبين 0.0125–0.928 في الموسم 2018–2019، وبين 0.0125–0.982 في الموسم 2019–2020، وتصنف هذه القيم إلى خمسة صفوف كما يرد في الجدول (1) (Zorn and Komac, 2008).

الجدول (1): المساحات التي تشغلها صفوف مؤشر حماية التربة في الحوض المدروس

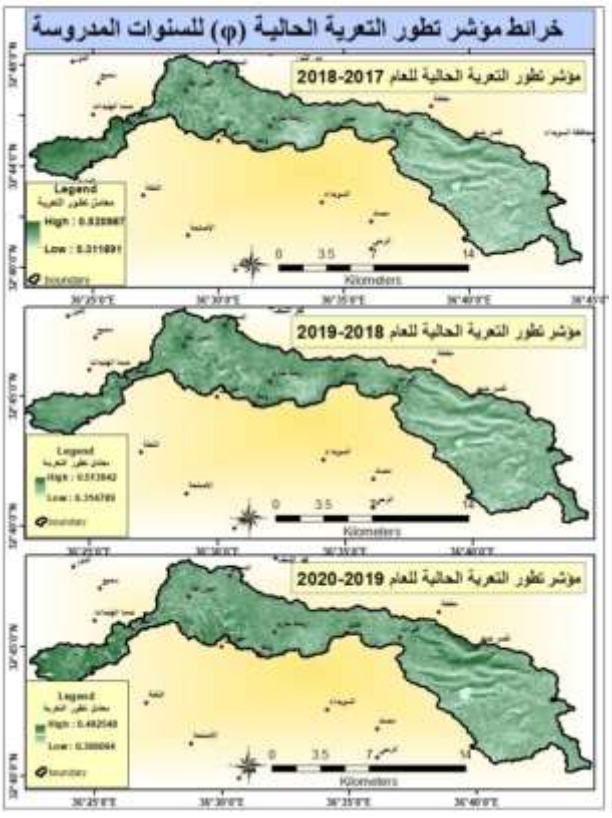
صفوف مؤشر حماية التربة		المساحة التي تشغلها صفوف مؤشر حماية التربة (%)		
القيمة	الوصف	2017-2018	2018-2019	2019-2020
< 0.2	حماية جيدة	0.12	10.75	1.54
0.2 - 0.4		9.97	45.99	29.44
0.4 - 0.6	حماية متوسطة	71.87	37.82	59.02
0.6 - 0.8	حماية ضعيفة	17.91	5.18	9.59
0.8 - 1		0.13	0.26	0.42

تشكل المناطق ذات مؤشر الحماية أقل من 0.4 مناطق ذات حماية جيدة من التعرية حيث تشير إلى تغطية نباتية كثيفة، في حين تشكل المناطق ذات مؤشر الحماية 0.4–0.6 مناطق ذات حماية متوسطة من التعرية حيث تكون التغطية النباتية أقل، أما المناطق ذات مؤشر الحماية أكثر من 0.6 فتشكل المناطق ذات الحماية الضعيفة من التعرية حيث يقل الغطاء النباتي وقد ينعدم.

يظهر من الشكل (4) والجدول (1) أن الغطاء النباتي كان في أفضل حالاته خلال الموسم 2018–2019 يليه الموسم 2019–2020، أما الموسم 2017–2018 فكان مستوى حماية التربة في أدنى مستوياته. ويمكن تفسير ذلك بأن الهطولات المطرية سجلت أعلى معدلات هطل في الموسم 2018–2019 يليه الموسم 2019–2020، أما الموسم 2017–208 فسجل أقل معدلات هطل (الشكل 2) مما شجع الغطاء النباتي على النمو بشكل أفضل خلال الموسم 2018–2019 وأدى إلى ارتفاع مستوى حماية التربة.



الشكل (4): خرائط مؤشر حماية التربة للمواسم المدروسة



الشكل (5): خرائط مؤشر تطور التعرية الحالية للمواسم المدروسة

– **مؤشر تطور التعرية الحالية φ:**

تدل الزيادة في قيم الاشعاع على ارتفاع حدة التعرية وتطور شبكة التصريف (شعوان وآخرون،2013). يبين الشكل (5) أن قيم مؤشر تطور التعرية الحالية في الحوض المدروس تراوحت بين 0.310–0.562 في الموسم 2017–2018، و0.315–0.514 في الموسم 2018–2019، و0.306–0.482 في الموسم 2019–2020، وقد تم تصنيف هذه القيم إلى الصفوف الواردة في الجدول (2) (Zorn and Komac, 2008).

الجدول (2): المساحات التي تشغلها صفوف مؤشر تطور التعرية الحالية في الحوض المدروس

مؤشر تطور التعرية وشبكة التصريف		المساحة التي تشغلها صفوف مؤشر تطور التعرية (%)		
القيمة	الوصف	2017-2018	2018-2019	2019-2020
0.1-0.2	تعرية ضعيفة	-	-	-
0.3-0.5	20–50% من الحوض تحت تأثير التعرية من المسيلات المائية	99.99	99.99	99.99
0.6-0.7	تعرية في الأنهار والأخاديد والرسوبيات الفيضية	0.01	0.01	0.01
0.7-0.8	50–80% من الحوض تحت تأثير التعرية والانزلاقات الأرضية	-	-	-
0.8-1	جميع مساحة الحوض تحت تأثير التعرية	-	-	-

يظهر من الجدول (2) أن مؤشر تطور التعرية الحالية يندرج ضمن الصف الثاني فقط في كامل مساحة الحوض وفي المواسم الثلاثة المدروسة ويأخذ قيمة واحدة (0.4 وسطياً). وهذا يشير إلى أن 20–50% من مساحة الحوض تحت تأثير التعرية من المسيلات المائية.

– **مؤشر قابلية التربة للتعرية Y:**

تراوحت قيمة مؤشر قابلية التربة للتعرية بين 0.1–0.49 (الملحق 2)، وتم تصنيف قيم هذا المؤشر إلى خمسة صفوف كما يرد في الجدول (3) (Zorn and Komac, 2008). يوضح الشكل (6) مواقع عينات التربة في الحوض وخارطة مؤشر قابلية التربة للتعرية، ويظهر من الشكل (6) والجدول (3) أن الحوض يتوزع ضمن الصفين الأول والثاني فقط، حيث تشكل 48.77% من مساحته ترب ذات مقاومة شديدة للتعرية، و51.23% منه ترب ذات مقاومة متوسطة، تتركز في الجزء الشرقي منه. أي أن تربة الحوض بشكل عام ذات مقاومة متوسطة إلى شديدة للتعرية، حيث أن المقاومة الضعيفة للتعرية تمثل المناطق ذات رواسب ركامية أو رواسب خشنة أو ناعمة (zorn *et al.*, 2007).

الجدول (3): المساحات التي تشغلها صفوف مقاومة التربة للتعرية في الحوض المدروس

صفوف معامل قابلية التربة للتعرية		المساحة التي تشغلها صفوف مؤشر قابلية التربة للتعرية (%)
القيمة	الوصف	
0.1 – 0.3	تربة ذات مقاومة شديدة للتعرية	48.77
0.3 – 0.5	تربة ذات مقاومة متوسطة للتعرية	51.23
0.5–0.6	تربة ذات مقاومة ضعيفة للتعرية	-
0.6–0.8	تربة ذات مقاومة ضعيفة جداً	-
0.9–1	تربة لا مقاومة لها	-

تعود انخفاض مقاومة التربة للتعرية في الجزء الشرقي من الحوض إلى انخفاض نسبة الطين كونها منطقة جبلية تعرضت عبر العصور لانجراف الطين وانغساله (حبيب، 2006 والحناوي 2012)، وقد أشارت القياسات الحقلية أن نسبة الطين في هذه

المنطقة تراوحت بين 30–40%، مما يزيد من نسبة السلت والرمل في تربة هذه المنطقة، مقارنة بنسب الطين في الجزء الغربي والتي تراوحت بين 50–60%، وبالتالي فإن ارتفاع نسب الرمل والسلت سيزيد من قيمة مؤشر قوام التربة (M) وستزداد معه قيمة قابلية التربة للانجراف (حسب العلاقة 4)، حيث أن باقي العوامل المؤثرة بقابلية التربة للانجراف (صف البناء وصف الناقلية والمادة العضوية) متشابهة تقريباً في جميع أجزاء الحوض (الملحق 2).

الشكل (6): خارطة مؤشر قابلية التربة للتعرية في الحوض

الشكل (7): خارطة مؤشر الانحدار في الحوض المدروس

– **مؤشر الانحدار (Ja):**

يبين الشكل (7) خارطة الانحدار في الحوض المدروس، وهي واحدة خلال فترة الدراسة. ويبين الجدول (4) توزع أراضي الحوض على صفوف الانحدار حسب دليل مواصفات التربة (الفاو، 2006)، حيث يظهر أن 34.95 % من مساحة الحوض تعتبر أراضٍ متوسطة الانحدار، وعندما يزيد الانحدار عن 10% يصبح الانحدار شديد ويزداد شدةً في الصفوف الأعلى، ومنه فإن 41.38% من المساحة تقع ضمن الانحدارات الشديدة إلى الشديدة جداً، وهذا يدل أن معظم أراضي الحوض متوسطة إلى شديدة الانحدار، وتتركز المناطق ذات الانحدارات الشديدة في الجزء الشرقي من الحوض.

الجدول (4): توزع أراضي الحوض على صفوف الانحدار

صف الانحدار		المساحة (%)	صف الانحدار		المساحة (%)
<2%	منبسطة إلى ميول خفيفة جداً	4.85	15 – 30%	حدور متوسط	16.36
2-5%	ميول خفيفة	18.83	30 – 60%	حدور شديد	5.43
5-10%	ميول متوسطة	34.95	>60%	حدور شديد جداً	0.08
10-15%	ميول شديدة	19.51			

– **مؤشر التعرية المحتمل (Z):**

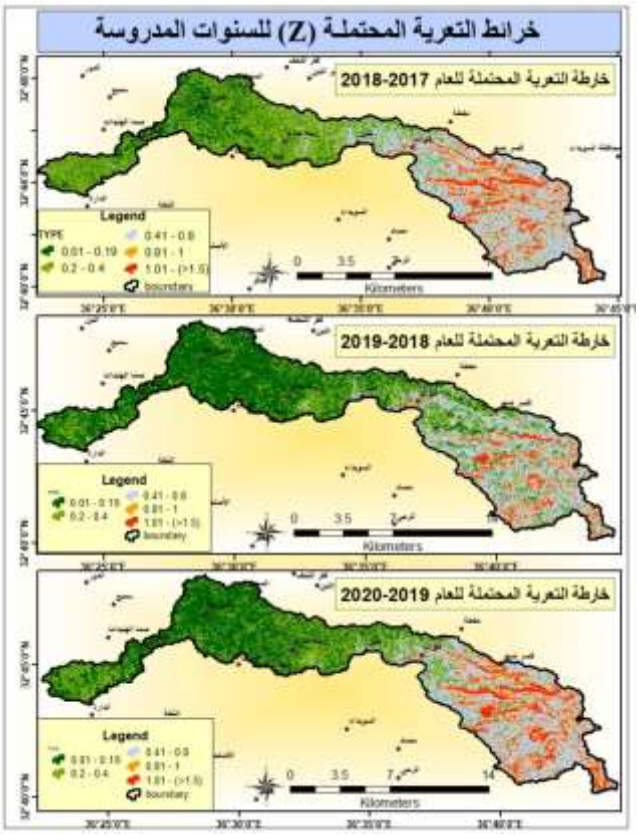
يعتبر مؤشر التعرية المحتملة من أهم المؤشرات الداخلة في حساب معدلات التعرية المائية وفقاً لنموذج التعرية المحتملة (Zorn *et al.*, 2007) وله دور كبير عند دراسة التغيرات في مستويات التعرية مع مرور الزمن لدراسة تأثير الأنشطة البشرية والتغير في استعمالات الأراضي (الغامدي، 2008). واقتصرت بعض دراسات التعرية المائية على تقدير هذا المعامل فقط (Dragicevic *et al.*,2016). تراوحت قيمة مؤشر التعرية المحتملة في الحوض المدروس (حسب العلاقة 3) بين 0.018–2.55 و0.01–2.68 و0.01–2.82 في المواسم المدروسة على التوالي، وقد تم تصنيف هذه القيم حسب الصفوف الواردة في الجدول (5) (Zorn and Komac,2008)، ومنه يظهر أن 16.42% و9.22% و17.76% من مساحة الحوض في المواسم 2017–2018 و2018–2019 و2019–2020 على التوالي ذات معامل تعرية محتملة شديد إلى شديد جداً، في حين شكل 32.11% 25.03% و27.07% من مساحة الحوض في المواسم المدروسة على التوالي مناطق ذات معامل تعرية محتملة متوسط، أما باقي المساحة

51.48% و65.76% و55.21% في السنوات المدروسة على التوالي ذات معامل تعرية خفيف إلى خفيف جداً، أي أن معامل التعرية المحتملة سجل أقل مستوياته في الموسم 2019–2018 وأعلى مستوياته في الموسم 2018–2017، ويظهر ذلك واضحاً في الشكل (8).

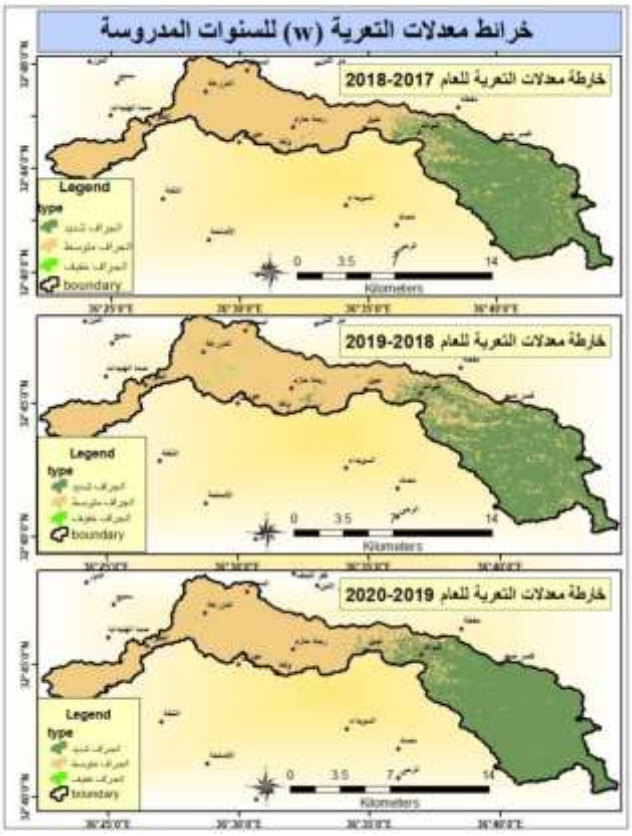
الجدول (5): المساحات التي تشغلها صفوف مؤشر التعرية المحتملة في الحوض المدروس

صفوف مؤشر التعرية المحتملة		المساحة التي تشغلها صفوف مؤشر التعرية (%)		
القيمة	**الوصف**	**2017-2018**	**2018-2019**	**2019-2020**
0.01-0.19	خفيف جداً	14.83	39.24	29.52
0.20-0.4	خفيف	36.65	26.52	25.69
0.41-0.8	متوسط	32.11	25.03	27.03
0.81-1	شديد	10.16	5.53	10.18
1.01-(>1.5)	شديد جداً	6.26	3.69	7.58

يعود انخفاض مستويات التعرية المحتملة في الموسم 2019–2018 إلى زيادة معدل التغطية النباتية (Xa) مقارنة بالموسمين الباقيين (الشكل 4)، حيث أن باقي العوامل المؤثرة بالتعرية المحتملة (مقاومة التربة للتعرية (Y) والانحدار (Ja) وتطور التعرية الحالية (φ) هي واحدة في المواسم الثلاثة المدروسة. ومنه يظهر أن للغطاء النباتي دور واضح في التخفيف من التعرية المائية في منطقة الدراسة، وهذا يتفق مع الكثير من الدراسات التي أكدت دور التغطية النباتية في التخفيف من التعرية المائية (Ramos and Nacci,2000 و Gordon *et al.*, 2008). كما تبين النتائج تركز المناطق ذات مستويات التعرية المحتملة الشديدة والشديدة جداً في الجزء الشرقي من الحوض، ويعود ذلك إلى الانحدارات الشديدة في هذه المناطق (الشكل 7)، بالإضافة إلى أن التربة أقل مقاومة للتعرية مقارنة بالتربة في الجزء الغربي (الشكل 6).



الشكل (8): خرائط مؤشر التعرية المحتملة للمواسم المدروسة



الشكل (9): خرائط معدلات التعرية المائية للمواسم المدروسة

- **معدلات التعرية المقدرة من خلال نموذج التعرية المحتملة:**

تراوحت معدلات التعرية في الحوض المدروس المقدرة حسب العلاقة (1)، بين 276.6–2779.8 م3/كم2/سنة في الموسم 2017–2018 وبين 251–3245.3 م3/كم2/سنة في الموسم 2018–2019 و287.5–3491.6 م3/كم2/سنة في الموسم 2019–2020. ويظهر من النتائج أن معدل التعرية في الموسم 2018–2019 أعلى منه في الموسم 2017–2018 رغم أن مؤشر التعرية المحتملة في الموسم 2017–2018 أعلى، ويعود ذلك إلى ارتفاع معدلات الهطل المطري في الموسم 2018–2019 مقارنة بالموسم 2017–2018. سجلت معدلات التعرية وسطياً في الحوض المدروس 271.7–3172.2 م3/كم2/سنة خلال فترة الدراسة. صنف Zachar (1982) معدلات التعرية إلى الفئات الموضحة في الجدول (6)، ويوضح الشكل (9) توزع مساحات الحوض على فئات التعرية هذه في المواسم المدروسة.

يظهر من الشكل (9) والجدول (6) أن أراضي الحوض تتوزع بين معدلات التعرية المتوسطة والشديدة في المواسم الثلاثة المدروسة. وأن 43.80% من مساحة الحوض وسطياً خلال فترة الدراسة ذات معدلات تعرية شديدة، و56.01% ذات معدلات تعرية متوسطة. كما يظهر أن معدلات التعرية في الموسم 2018–2019 سجلت أدنى مستوياتها مقارنة بالموسمين الباقيين. وتتركز المناطق ذات معدلات التعرية الشديدة في الجزء الشرقي من الحوض حيث تتوافق مع الانحدارات الشديدة ومعدلات الهطل المطري العالية والتربة ذات المقاومة المتوسطة للانجراف.

الجدول (6): المساحات التي تشغلها صفوف التعرية في الحوض المدروس

معدلات التعرية م3/كم2/سنة		المساحة التي تشغلها صفوف معدلات التعرية (%)			
القيمة	الوصف	2017-2018	2018-2019	2019-2020	المتوسط
50-500	تعرية خفيفة	0.09	0.39	0.09	0.19
500 - 1500	تعرية متوسطة	56.87	59.66	51.49	56.01
1500 - 5000	تعرية شديدة	43.04	39.95	48.42	43.80

ولإظهار تأثير المعاملات ودورها في التعرية المائية في المنطقة، تم إجراء تحليل الارتباط الخطي والانحدار الخطي المتعدد بين متوسط معدلات التعرية ومتوسطات قيم المعاملات المؤثرة فيها للمواسم الثلاثة المدروسة. بينت النتائج في الجدول (7) من خلال معامل ارتباط بيرسون أن هناك ارتباط قوي جداً موجب بين معدل التعرية وكلاً من الهطل المطري وقابلية التربة للتعرية بقيمة 85% و84% على التوالي، وارتباط موجب متوسط بين التعرية والانحدار بقيمة 53%، وهذا يتوافق مع الدراسات التي أشارت إلى أن التعرية المائية تزداد بزيادة الهطولات المطرية (Rose, 1961 و Meyer, 1981 والصالح، 2021)، كما أنها تزداد بزيادة درجة الانحدار حيث تزداد الطاقة الحركية للجريان السطحي وتزداد معها قدرة الجريان على اقتلاع وجرف التربة (Shen *et al.*, 2006 و Wang *et al.*, 2017)، في حين أن هناك ارتباط معنوي سلبي بين معدلات التعرية وكلاً من الحرارة والغطاء النباتي، أي كلما زادت التغطية النباتية كلما قلت معدلات التعرية كما ذكر سابقاً، وكما أن الحرارة تعتبر من العوامل المؤثرة في الانجراف من خلال تأثيرها على رطوبة التربة وزيادة عملية التبخر والنتح. بينما لم يكن هناك أي ارتباط بين التعرية ومعامل تطور التعرية الحالية، حيث يأخذ هذا المعامل قيمة واحدة في كامل مساحة الحوض خلال فترة الدراسة.

كما تشير النتائج من خلال قيمة R^2 أن العوامل المؤثرة في التعرية مجتمعةً (T- φ- ***Ja***–Xa– P–Y) تفسر حوالي 83% من التغيرات الحاصلة في معدلات التعرية في المنطقة، وأن هناك ارتباط قوي بين معدل التعرية والعوامل المؤثرة فيه حيث بلغ معامل الارتباط (R) 91%. وأن لجميع المعاملات تأثير في تباين معدلات التعرية حيث تأخذ جميعها دلالة إحصائية 0<1% (F sig)،

وأن للهطل المطري الدور الأكبر في تباينات معدلات التعرية المائية بنسبة 0.496، يليه دور التربة بنسبة 0.343 ومن ثم الانحدار ثم التغطية النباتية وفي النهاية درجات الحرارة ويتضح ذلك من قيمة (B) في الجدول (7).

الجدول (7): نتائج تحليل الارتباط والانحدار الخطي لمتوسط معدلات التعرية ومتوسطات قيم العوامل المؤثرة فيها

المتغير المعتمد	المتغيرات المستقلة	R^2	R	F	F (sig)	B	B (sig)	معامل ارتباط بيرسون
معدل التعرية (w)	قابلية التربة للتعرية (Y)	0.83	0.91	63298.396	.000	0.343	.000	0.842**
	الانحدار (Ja)					0.316	.000	0.530**
	التغطية النباتية (Xa)					0.119	.000	-0.082**
	تطور التعرية الحالية (φ)					0.000	.000	0.00**
	الهطل المطري (P)					0.496	.000	0.853**
	الحرارة (T)					0.051	.000	-0.796**
** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).								

الاستنتاجات والتوصيات:

سمحت هذه الدراسة بتحديد معدلات التعرية المائية في حوض وادي عتيل خلال ثلاث مواسم متتالية تختلف بمعدلات الهطل المطري ودرجات الحرارة ومستويات التغطية النباتية، مما أظهر تأثير تباين هذه العوامل في تغير معدلات التعرية.

وبينت الدراسة أن تربة الحوض تتعرض للتعرية بمستويات متوسطة إلى شديدة، وهذا يستوجب العمل على وضع تدابير لتخفيف الجريان السطحي والتعرية في كامل مساحة الحوض، كإقامة الحواجز والمدرجات والسدات السطحية الصغيرة بالإضافة إلى زيادة التغطية النباتية خاصة في المنحدرات.

كما بينت النتائج أن دمج مختلف مؤشرات التعرية ضمن نموذج التعرية المحتملة EPM باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، سمح بالتقييم الكمي لمعدلات التعرية على مستوى البكسل في الخارطة النهائية، ومكن من دراسة الارتباط بين هذه العوامل جميعها وتحديد العوامل الأكثر تأثيراً ضمن ظروف منطقة الدراسة، حيث تبين أن لمعدلات الهطل المطري وللتربة الدور الأكبر في تغيرات معدلات التعرية، يليها الانحدار، وأن للتغطية النباتية دور واضح في تخفيف معدلات التعرية.

المراجع:

أكساد (2006). مراقبة التصحر ومكافحته في جبل البشري– البادية السورية. منشورات المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد).

بركات، منى علي (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 البيدولوجية. 40(5):11–29.

حبيب، حسن (2006). دراسة بيدولوجية لترب سلسلة طبوغرافية في منطقة ظهر الجبل محافظة السويداء. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 22(1):181–209.

جسار، عبده عبدالله أحمد (2014). دراسة الانجراف المائي للتربة في منطقة الشيخ بدر بمحافظة طرطوس باستخدام النموذج GeoWEPP. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية. 132 صفحة.

الحناوي، سامي. (2012). توصيف بعض الترب في محافظة السويداء وتقويمها باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. رسالة دكتوراه. كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية. 238 صفحة.

شعوان، جمال وفالح علي وصديقي عبدالحميد ومسرار هيثم (2013). توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي للتعرية المائية بحوض وادي أمزار (الريف الأوسط)من خلال نموذج جافريلوفيك. مجلة جغرافية المغرب. 28 (1-2):73-91.

الصالح، نبال (2021). تقييم الانجراف المائي للتربة باستخدام برنامج Geo WEPP والقياس الحقلي وتطبيق بعض إجراءات الصيانة في حوض جويلين /منطقة ضهر الجبل بالسويداء. رسالة دكتوراه. كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية. 150 صفحة.

علي، حيدر يوسف (2009). دراسة الانجراف المائي للتربة في منطقة مزار القطرية (محافظة اللاذقية) باستخدام النموذج WEPP. رسالة ماجستير. كلية الزراعية، جامعة دمشق، سورية.

الغامدي، سعد بوراس (2008). تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. قسم الجغرافيا، جامعة ام القرى، المملكة العربية السعودية.

كبيبو، عيسى وأحمد جلول (1996). دراسة أولية لتصنيف أتربة المنطقة الساحلية وفقاً لشدة انجرافها وذلك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية. 8(6): 240 صفحة.

مداغش، عبد المجيد أحمد ومحمد البكري وعبد الكريم ناشر (2021). التقدير الكمي للتعرية المائية للتربة في حوض وادي ظهر بتطبيق نموذج جافريلوفيتش وتوظيف نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. مجلة جامعة عمران. 1: 231-252.

Amini, S.; B. Rafiei; S. Khodabakhsh; M. Heydari (2010). Estimation of erosion and sediment yield of Ekbatan dam drainage basin with EPM, using GIS. Iranian J Earth Sci. 2:173-180.

Day, P. R (1965). Particle Fractionation and Particle Size Analysis. P. 545- 567. In C.A. Black et al. (ed) Methods of Soil Analysis, Part I. Agronomy 9: 545-567.

Chander, G.; B. Markham (2003). Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Post-calibration Dynamic Ranges. Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 41(11): 2674-2677.

Dragicevic, N.; B. Karleusa; N. Ozanic (2016). A review of the Gavrilovic method (Erosion Potential Method) Application. Gradevinar. 68(9):715-725.

Dragicevic, N.; B. Karleusa; N. Ozanic (2017). Erosion potential method (Gavrilovic method) sensitivity analysis. Soil & Water Res. 12: 51-59.

Dragicevic, N.; B. Karleusa; N. Ozanic (2018. Modification of erosion potential method using climate and land cover parameters. Geomat Nat Haz Risk. 9(1): 1085–1105.

Elhag, M.; T. Kojchevska; S. Boteva (2019). EPM for soil loss estimation in different geomorphologic conditions and data conversion by using GIS. IOP Conf. Ser: Earth Environ. Sci221, pp.1-12, https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/221/1/012079

Emmanouloudis, D. A.; O. P. Christou; E. I. Filippidis (2003). Quantitative estimation of degradation in the Aliaknom River basin using GIS. IAHS Publ. 279:234-240.

FAO (2006). Guidelines for soil description, 4th edition, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Gavrilovic Z.; M. Stefanovic; M. Milojevic; J. Cotric (2006). Erosion Potential Method an important support for integrated water resource management. Presented at XXIIIth conference of the Danubian countries in the hydrological forecasting and hydrological bases of water management, Bled, Slovenia.

Globevink, L., G. Holhevic; J. Rubinic (2003). Applicability of the Gavrilovic method in erosion calculation using spatial data manipulation techniques . IAHS Publication. 279.

Gordon. J. M.; S. J. Bennett; C. V. Alfonso; R. L. Bingner (2008). Modelling long term soil losses on agricultural fields due to ephemeral gully erosion. Journal of Soil and Water. 63: 173–181.

Haghizadeh, A.; L. Teang Shui; E. Godarzi (2009). Forecasting sediment with erosion potential method with emphasis on land use changes at basin. EJGE.14: 1-12.

Mellivesky, I. (2008). Estimation of soil erosion risk in the upper part Bregalinca watershed republic of Macedonia based on digital elevation model and satellite imagery. 5th ICGIS,2008 Istanbul

Meyer, L. D (1981). How rain intensity affects interrill erosion. American Society of Agricultural and Biological Engineers. 24 (6): 1472-1475

Milanesi, L.; M. Pilotti; A. Clerici; Z. Gavrilovic (2015). Application of an improved version of the erosion potential method in alpine areas. IJEGE. 1:17-30.

Nelson, D.W.; L.E. Sommers; (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A. L., Miller, R. H. and keeney, D. R. (Editors), Methods of soil analysis, Part II(2nd Edition). Madison, WI., pp. 1159.

Ramos, M. C; S. Nacci (2000). Soil Sealing and Its Influence on Erosion Rates for Some Soils In The Mediterranean Area. Soil Science in USA. 165 (5): 398-403.

Ratknic, M.; S. Bilibajkic; S. Braunovic; T. Stefanovic (2010). Erosion process in Rogozna (Sauthwest Serbia). BALWOIS 2010 - Ohrid, Republic of Macedonia, pp.1-7. http://balwois.com/wp-content/uploads/old_proc/ffp-1936.pdf

Rose, C. W (1961). Rainfall and soil structure. Soil Science. 91 (1): 49-54.

Shen, Z. Z.; P. L. LIU; Y. S. XIE (2006) . Study of plot soil erosion characteristic under different underlying horizon. Bulletin of Soil and Water Conservation. 26 (3):6-9.

Technoexport (1962). The geomorphological map of Syria, scale 1: 500,000. An explanatory note. Moscow, USSR. 160 p.

Wang, K.; X. Cong; J. Xu; Z. Xu (2017). Research on Characteristics of Soil and Water Loss under Different Slope Conditions. Engineering Research. 129: 434-438.

Wischmeier, W.H.; D. D. Smith (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses A Guide to Conservation Planning, In: Agriculture. U.S.D.o. (Ed.). Agricultural Handbook 537, 537th ed.

Zachar, D (1982). Soil Erosion. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.

Zorn, M.; B. Komac; M. Gabrovec (2007). Influence of land use changes on erosion in the Slovenian Alps. Man In The Landscape Across Frontiers – IGU-LUCC Central Europe Conference 2007 – Proceedings, pp. 221- 234.

Zorn, M.; B. Komac (2008). Response of soil erosion to land use change with particular reference to the last 200 year (Julian Alps, Western Slovenia). Presented at XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia.

GISGeography (2024). Inverse Distance Weighting (IDW) Interpolation. https://gisgeography.com/inverse-distance-weighting-idw-interpolation/

Quantitative Estimation of Water Erosion in Wadi Attil Watershed- Swaida Using Erosion Potential Model (EPM)

Nibal Alsaleh(1)*, Monuif Bouhasson(1) and Sami Alhennawi(1)

(1). General Commission for Scientific Agricultural Research –Damscus, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Nibal ALsaleh. E-Mail: nibalmalsaleh@gmail.com).

Received: 12/2/2024 Accepted: 25/5/2024

Abstract

Water erosion is considered one of the most important problems facing agricultural soil in mountainous areas. In order to manage this problem, it is essential to estimate its rates and its spatial distribution. This study was conducted in Wady Atil watershed in western side of Jabal AL-Arab in swaida governorate south-western Syria, during the period 2017-2020. This study aims at estimate water erosion rates in the watershed, determine the spatial distribution of water erosion, and determine the factors affecting it. The study was conducted by using Erosion Potential Model (EPM), GIS, satellite data and field measurements. Results showed that water erosion rates ranged between 271.7-3172.2 m^3/km^2/year. Meanwhile 43.8% of the watershed area was classified as severe erosion, these areas concentrated in the eastern part, 56% was classified as moderate erosion, these areas concentrated in the western part of the watershed. Results of the statistical analysis indicated that the EPM indicators combined affect water erosion rates by 83%. Rainfall has the largest role in determining erosion rates, followed by soil, slopes, vegetation, then temperature.

Keywords: water erosion, EPM, GIS, Watershed

الملحق (1): معدلات الهطل المطري للمحطات المناخية في المنطقة خلال مواسم الدراسة

المحطة	معدلات الهطل السنوي		
	2017-2018	2018-2019	2019-2020
ريمة اللحف	290	409.5	471
الدور	228.5	369.4	297.4
مياماس	469	673	608
المزرعة	262	340	393
ولغا	384	501	283
عتيل	318.8	426.2	447.6
قنوات	429.3	558.2	504.7
الكفر	433	523	614
المشنف	302.2	526.6	349.7
سالي	426.5	519	551
رساس	288.5	255	268.6
عين العرب	475.8	673.3	656.5

الملحق (2): نتائج التحليل المخبري لعينات التربة في الحوض

الرقم	(المادة العضوية %)	(الطين %)	(الرمل %)	(السلت %)	الرمل الناعم جدا (%)	صف الناقلية	صف البناء	قابلية التربة للتعرية
1	0.85	31.58	32.21	36.21	19.33	2	3	0.46
2	1.86	30	40	30	27.88	3	3	0.49
3	1.2	30	28	42	16.80	2	3	0.48
4	1.45	35.51	23.21	41.28	13.93	2	3	0.40
5	1.75	34	28	38	22.76	2	3	0.45
6	1	35.58	37.21	27.21	22.33	2	3	0.37
7	0.98	37	34	29	20.74	2	3	0.37
8	2.63	38	24	38	18.08	2	3	0.35
9	2.08	39	30	31	23.16	2	3	0.35
10	1.25	41.51	23.28	35.21	13.97	2	3	0.32
11	1.31	33	40	27	22.22	2	3	0.38
12	1.53	42	32	26	23.38	2	3	0.32
13	0.77	30	46	24	12.90	2	3	0.30
14	1.12	45.51	15.21	39.28	9.13	2	3	0.30
15	1.02	47.51	27.21	25.28	16.33	2	3	0.25
16	1.561	46	28	26	12.84	2	3	0.22
17	1.863	52	22	26	13.20	2	3	0.19
18	0.78	55.58	21.21	21.21	12.73	2	3	0.17
19	1.25	56.58	18.99	24.43	11.39	2	3	0.17
20	0.557	56	22	22	10.56	2	3	0.16
21	1.12	57.73	19.06	23.21	11.44	2	3	0.16
22	0.66	61.51	17.21	21.28	10.33	2	3	0.14
23	1.12	61.58	15.21	23.21	9.13	2	3	0.13
24	0.99	61.73	16.06	22.21	9.64	2	3	0.13
25	0.75	62.58	16.21	21.21	9.73	2	3	0.13
26	0.78	63.58	17.21	19.21	10.33	2	3	0.12
27	0.89	63.51	17.21	19.28	10.33	2	3	0.12
28	0.78	62	24	14	19.88	1	3	0.10