



تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج EPM

تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج (EPM)

ا. م. د. ناسر سوار نامق

قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة صالح الدين – أربيل، اقليم كردستان، العراق

aso.namaiq@su.edu.krd

م. د. هئمن نصرالدين محمد امين

قسم الجغرافية، كلية التربية، جامعة گرميان – گرميان، اقليم كردستان، العراق

hemin.nasraldin@garmian.edu.krd

م. د. هئرو نصرالدين محمد امين

قسم الجغرافية، كلية العلوم الانسانية، جامعة سليمانية – سليمانية، اقليم كردستان، العراق

hero.mohammedamin@univsul.edu.iq

الكلمات المفتاحية: التعرية المائية، نموذج (EPM)، التعرية المحتملة، مخاطر

كيفية اقتباس البحث

نامق، ناسر سوار ، هئمن نصرالدين محمد امين، هئرو نصرالدين محمد امين ، تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج (EPM) ،مجلة مركز بابل للدراسات الانسانية، آيار ٢٠٢٦، المجلد: ١٦، العدد: ٥ .

هذا البحث من نوع الوصول المفتوح مرخص بموجب رخصة المشاع الإبداعي لحقوق التأليف والنشر (Creative Commons Attribution) تتيح فقط للآخرين تحميل البحث ومشاركته مع الآخرين بشرط نسب العمل الأصلي للمؤلف، ودون القيام بأي تعديل أو استخدامه لأغراض تجارية.

مسجلة في Registered

ROAD

مفهرسة في Indexed

IASJ



**Estimation of Water Erosion Volume in the Abbasan Watershed
Using (EPM) Model**

Aso Swar namaiq

**College of Arts, Salahaddin University/Department of Geography /
Erbil, Erbil, Kurdistan Region, Iraq**

aso.namaiq@su.edu.krd

Hemin Nasraldin M. Amin

**Department of Geography / College of Education, Garmian
University, Kalar, Kurdistan Region, Iraq**

hemin.nasraldin@garmian.edu.krd

Hero Nasraldin M. Amin

**Department of Geography/ College of Human Science, Sulaimani /
University, Sulaimani, Kurdistan Region, Iraq**

hero.mohammedamin@univsul.edu.iq

Keywords : Water Erosion, (EPM) Model, Potential Erosion, Risks.

How To Cite This Article

Namaiq , Aso Swar , Hemin Nasraldin M. Amin , Hero Nasraldin M. Amin , Estimation of Water Erosion Volume in the Abbasan Watershed Using (EPM) Model ,Journal Of Babylon Center For Humanities Studies, May 2026, Volume:16, Issue 5.



[This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Abstract

The aim of this study is to model and analyze water erosion in the Abbasan Basin using the Erosion Potential Method (EPM), which is considered as one of the modern models for quantitatively estimating water erosion in any given area. This model relies on several variables in





تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج EPM

its calculations, particularly: soil erodibility, land cover, erosion development, drainage network, slope, temperature, and total annual precipitation. Based on these variables, the study estimated the volume of water erosion and assessed its severity, with the goal of utilizing the results to understand its impact on various human activities within the basin, especially agricultural practices. The study showed that the potential erosion factor (Z) develops across all slope categories. The evaluation results identified five erosion severity classes, ranging from very slight to very severe. Very slight erosion occupied the largest area, representing 29.17% of the total basin area, while very severe erosion accounted for the smallest area at 12.83%. According to the EPM model results for estimating the volume of water erosion (W), five levels of erosion were identified, with no occurrence of catastrophic erosion as per the Gavrilovic classification. The average annual soil loss in the Abbasan Basin was estimated at 3866.08 m³/km²/year. Generalized erosion occupied the largest proportion (58.54%), while areas with no erosion represented the smallest proportion (0.32%) of the total basin area.

ملخص

يهدف البحث الى نمذجة وتحليل التعرية المائية في حوض وادي عباسان اعتماداً على نموذج (Erosion Potential Method - EPM) الذي يعد من النماذج الحديثة لحساب وتقدير التعرية المائية الكمية في أي منطقة. يعتمد هذا النموذج في حساباته على عدة متغيرات لاسيما (قابلية التربة التعرؤية - الغطاء الارضي - تطور التعرية - شبكة الصرف - الانحدار - معدل الحرارة - مجموع الامطار السنوية). بناء على ذلك، توصل البحث الى تحديد كمية التعرية المائية ودرجة خطورتها بهدف الاستفادة من هذا النتائج لمعرفة مدى تأثيرها على الانشطة البشرية المختلفة داخل الحوض لاسيما نشاط الزراعي. واطهر البحث ان التعرية المائية المحتملة (Z) تتطور فوق جميع فئات الانحدار، اذ اظهرت نتائج التقييم خمس فئات من التعرية تراوحت مستوياتها بين الخفيفة جداً والشديدة جداً، وشغلت التعرية الخفيفة جداً أكبر نسبة في الحوض إذ بلغت (29,17%) و التعرية الشديدة جداً أقل نسبة ب (12,83%) من اجمالي مساحة الحوض. اظهرت نتائج نموذج (EPM) لتقدير حجم التعرية المائية (W)، ان هناك خمس مستويات للتعرية إذ لا توجد فيه التعرية الكارثية حسب تصنيف جافريلوفيك، بلغ متوسط المفقود من التربة في حوض وادي عباسان (3866,08 م³/كم²/السنة). شغلت التعرية المعممة اكبر نسبة (58,54%)، واقل صنف هو غياب التعرية بنسبة (0,32%) من اجمالي مساحة الحوض. اعتمدت البحث على المنهج الاستقرائي بوصفه أحد المناهج الرئيسية، مدعوماً بالوسائل الكمية



والاحصائية، بما في ذلك التقنيات المعتمدة على نظم المعلومات الجغرافية، وذلك بهدف الوصل الى نتائج دقيقة تخدم اهداف البحث.

١ (المقدمة

تعد دراسة التعرية المائية ذات اهمية كبيرة وذلك للتعرف على درجة حساسية السطح بوصفها خطوة اساسية للتقييم البيئي وذلك لانعكاسها على سيادة اصناف وأستعمالات الارض، لانه من أهم العمليات الهيدرولوجية والمسؤولة عن تكوين أشكال سطح الارض وتنظيم التصريف المائي. ومن جهة اخرى تعد التعرية المائية من أبرز المشاكلات الطبيعية التي تؤدي إلى تدهور التربة، إذ يتعرض الاحواض النهرية بشكل مستمر لمخاطر الانجراف والتعرية، و إزالة الطبقة السطحية الخصبة للتربة، مما يسهم في استنزاف الأراضي الصالحة للزراعة التي غالباً ماتكون محدودة في المناطق الجبلية، وتتمثل النتيجة النهائية هي ضعف انتاج الغذاء وتراجع مستوي الامن الغذائي. للوصول الى نتائج اكثر دقة في التعرية المائية نعتمد على نماذج المهمة في البحوث الجغرافية، لانه تحديد الأماكن التي تتعرض لمخاطر التعرية المائية بالطرائق والوسائل التقليدية يعد امراً صعباً ومكلفاً، لاسيما في المساحات الواسعة والتي تتميز بتباين تضاريسها، مما يتطلب استخدام طرائق واساليب تعتمد في بياناتها على أحدث التقنيات المعاصرة، تتميز بسهولة استخدامها وسرعة إنجازها ودقتها في تحديد أماكن الخطورة، فضلاً عن بناء قاعدة بيانات للمناطق المهدة بالانجراف. ولهذا يعد النموذج جافريلوفيك أو مايسمى بـ (Erosion potential Method - EPM)، من اهم النماذج الرياضية التي طورت لدراسة تقدير حجم التعرية المائية في الاحواض المائية أو مناطق المتضرسة المهدة بخطر الانجراف.

١ - ١ (مشكلة البحث

تتمثل مشكلة الدراسة بالسؤال الاتي:

- ماهي أهم العناصر المسؤولة عن تنشيط التعرية المائية في حوض وادي عباسان ؟
- هل تم دراسة التباين المكاني على أساس الاحواض الثانوية او اية وحدة مكانية في البحث ؟
- هل يعد توظيف النماذج الاحصائية ذا جدوى عملية في دراسة التعرية المائية؟

١ - ٢ (فرضية البحث

ويمثل ذلك فيما يأتي:

- تباين في كميات التساقط الامطار والانحدار الارضي من اهم العناصر المسؤولة في تنشيط التعرية المائية في حوض وادي عباسان.
- من الممكن وجود تباين كبير في حجم التربة المفقودة بفعل التعرية المائية في حوض وادي





تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج EPM

عباسان و ذلك بسبب تباين في خصائص العناصر المسؤولة عنها.

- تُعد استخدام النماذج الاحصائية طريقة فعالة في تقدير التعرية المائية.

١ - ٣ (هدف البحث

تهدف الدراسة الى تقدير حجم الرواسب المنقولة في حوض وادي عباسان، باعتماد على نموذج (EPM) يمكن من خلالها تحديد كمية الرواسب المنقولة ودرجة خطورتها للاستفادة منها في معرفة مدى تأثيرها على الانشطة البشرية المختلفة داخل الحوض لاسيما النشاط الزراعي.

١ - ٤ (منهجية البحث

اعتمدت البحث على المنهج الاستقرائي بوصفه أحد المناهج الرئيسية، مدعوماً بالوسائل الكمية والاحصائية، بما في ذلك التقنيات المعتمدة على نظم المعلومات الجغرافية، وذلك بهدف الوصول الى نتائج دقيقة تخدم اهداف البحث.

١ - ٥ (البيانات وطرق العمل: البيانات المستخدمة في هذا البحث تشمل ماياتي:

تم استخدام بيانات متعددة المصادر لتحقيق أهداف البحث. شملت هذه البيانات النماذج الرقمية للارتفاعات (DEM-12.5) التي استُخدمت في تحديد حدود حوض وادي عباسان واستخلاص معدل الانحدار. كما تم تحليل صور الأقمار الصناعية (Landsat) للحصول على مؤشر حماية التربة. بالإضافة إلى ذلك، تم اعتماد تصنيف التربة وفق المجموعات الهيدرولوجية العالمية للتربة (Global Hydrologic Soil Groups) كما هو متوفر على موقع وكالة الفضاء الأمريكية (NASA). كما استُخدمت بيانات درجات الحرارة وكميات الأمطار من المحطات المجاورة لحوض وادي عباسان لاستخلاص مؤشري الحرارة والهطول المطري.

٢ (موقع ومساحة منطقة الدراسة

يمتد حوض وادي عباسان في المنطقة الجبلية لمحافظة كرمانشاه في دولة ايران الى المنطقة الشبه جبلية في اراضي إقليم كردستان العراق، في ناحية ميدان لقضاء خانقين يصب في نهر سيروان، ويعد الحوض أحد الروافد المستمرة لتغذية نهر سيروان. يقع حوض وادي عباسان ما بين حوضي زمكان من الشرق وقورمتوو من الجنوب خريطة (١). وتبلغ مساحته الكلية (٨٧٨,٣٤) كم^٢، منها (٧٢١,٧٣) كم^٢ اي نسبة (٨٢,١٧%) منه تقع في الاراضي الايرانية، والمساحة المتبقية منه البالغة (١٥٦,٦١) كم^٢ اي بنسبة (١٧,٨٣%) تقع في الأراضي العراقية، ومن حيث الموقع الفلكي فإن الحوض يقع ما بين دائرتي عرض (١٥° - ٣٥° - ٣٤° - ٤٥° = ٥٦° - ٣٤°) شمالاً، وخطي طول (١٥° - ٣٦° - ٤٥° - ٢٠° - ٠٧° - ٤٦°) شرقاً.

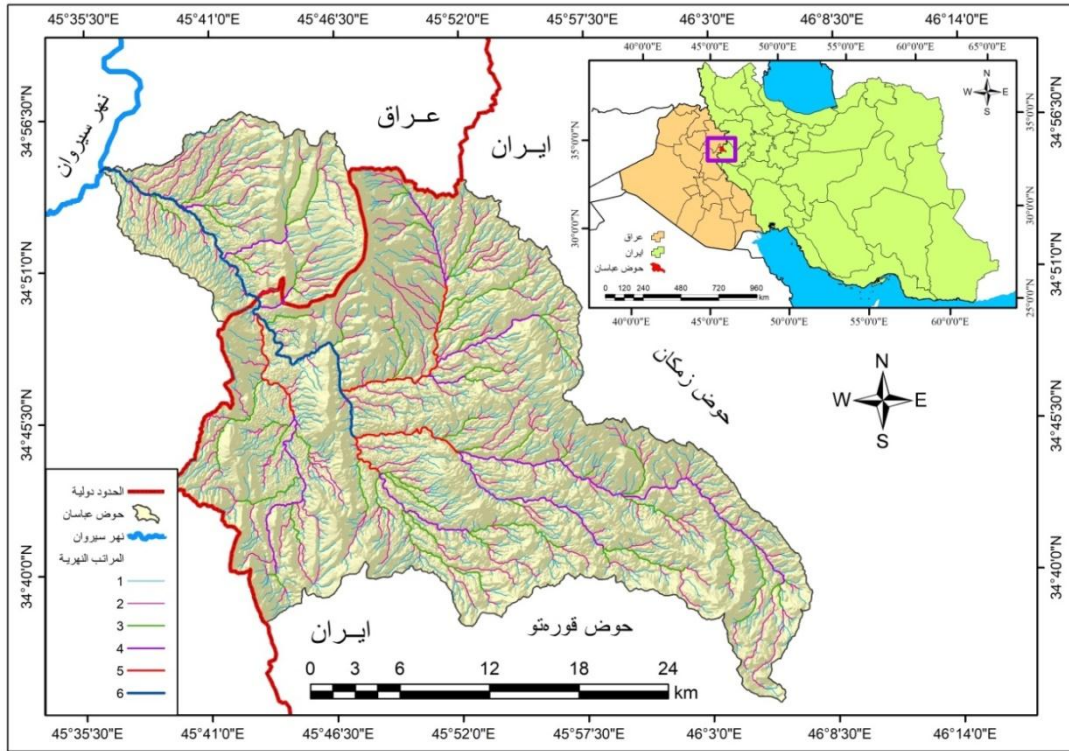


تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج

EPM



خريطة (١) موقع حوض وادي عباسان بالنسبة للعراق وايران



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8.1)، اعتماداً على نموذج ارتفاعات الرقمية (DEM 12.5) لمنطقة الحوض.

٣ (تطبيق نموذج (EPM) لقياس حجم التعرية في حوض وادي عباسان

يعد النموذج (Erosion potential Method) المعروف اختصاراً (EPM) الذي أعده العالم (جافريلوفيك) بالتعاون مع معهد تطوير موارد المياه في يوغسلافيا في منتصف الخمسينات من القرن الماضي، من أهم النماذج المستخدمة لقياس كميات التربة المفقودة بسبب التعرية المائية، وخضع هذا النموذج لعدة تعديلات إلى أن وصل لصيغته النهائية عام (١٩٨٥)م، بعد أن شهد العالم قفزة نوعية في مجال المعلوماتية ونظم المعلومات (المالكي وآخرون، ٢٠٢٤، ص ١٢٥٠). وتبعاً لهذا النموذج تتداخل مجموعة من العوامل في تحديد مقدار من التعرية بفعل المياه السطحية الجارية، منها نوع التربة وخصائصها، ودرجة الانحدار ونوع الغطاء النباتي، وصفات التساقط، وطبيعة الصخور المتواجدة على سطح المنطقة، إضافة إلى الشبكة التصريفية الشكل (١) واثار التعرية ومدى تطورها في المنطقة، اعتماداً على الدراسة الميدانية في المنطقة المدروسة، ويتعامل النموذج مع القيم الموزونة لكل طبقة، باستثناء الامطار أي تداخل بقيمتها الاصلية (ملم/سنة) (امين والبيواتي، ٢٠١٧، ص ١٣). ويتم تطبيق النموذج من خلال مجموعة





تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج EPM

من المعادلات التي اعدھا جافريلوفيك وعلى النحو الاتي(–12, 52). Dragović, N. (2017). 60):

$$W = T \times H \times \pi \times \sqrt{Z^3}$$

W: المعدل السنوي لكمية التعرية (م³/كم²/سنة).

T: معامل الحرارة: (Temperature Coefficient) يعتمد على معدل درجة الحرارة السنوية أو صور أقمار صناعية، ويتم حسابه من المعادلة الاتية:

$$T = \sqrt{\frac{c}{10}} + 0.1$$

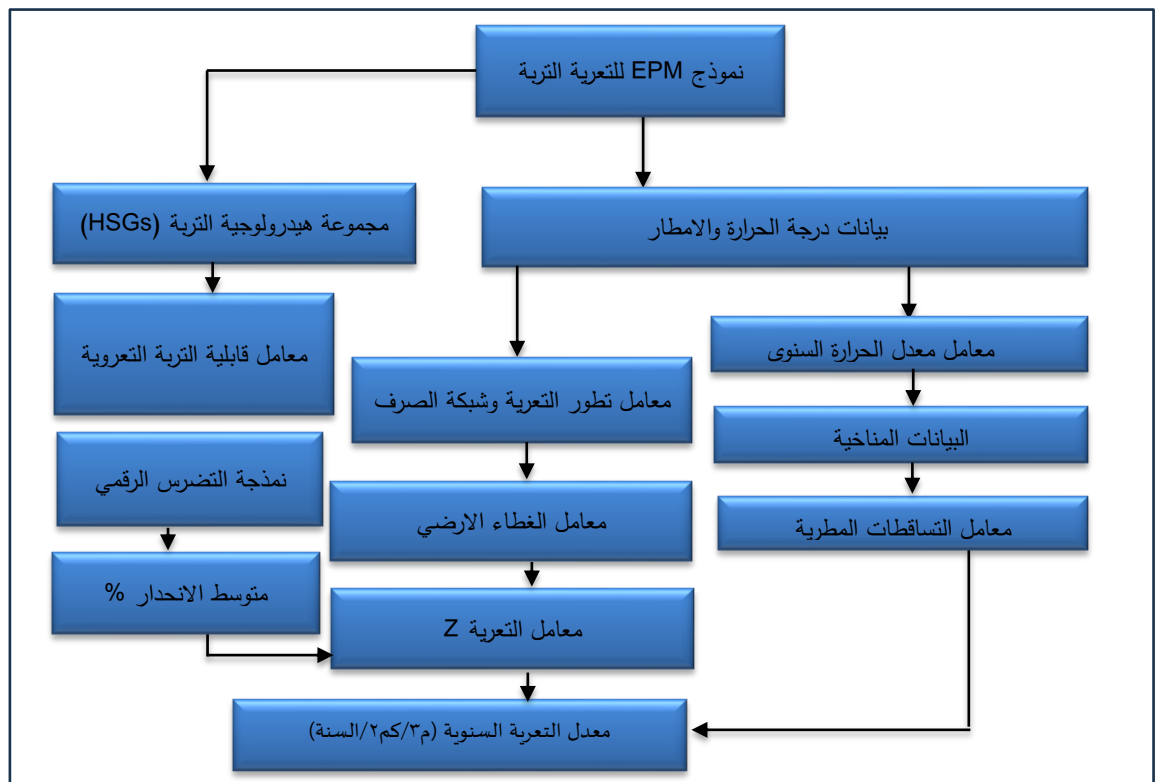
إذ أن: c: المعدل السنوي لدرجة الحرارة.

H: المعدل السنوي للامطار (مم).

π : قيمة ثابتة (3,14159).

Z: معامل التعرية المحتملة

الشكل (1) مخطط حساب نموذج EPM للتعرية التربة



المصدر/ من عمل الباحثين باعتماد على نموذج (EPM).

يعد العنصر (Z) أهم عناصر نموذج (Gavrilovic)، وفي بعض الاحيان يتخذ كمؤشر عن التعرية المائية دون الرجوع لبقية العناصر، أو دون اتمام بقية المعادلات الرياضية، وتكمن أهمية هذا العنصر باعتباره يعطي صورة واضحة عن مدى تطور التعرية المائية وتتبع هذه التغيرات مع الزمن. ويحسب معامل التعرية (Z) عن طريق المعادلة الاتية (Dalaris, M., and other, 2013., pp.2943-2952):

$$Z = Y \times Xa \times (\varphi + \sqrt{Ja})$$

Z: معامل التعرية.

Y: معامل قابلية التربة للتعرية.

Xa: معامل حماية التربة.

φ : معامل تطور التعرية وشبكة التصريف.

Ja: معدل الانحدار (%).

اذ يعتمد نموذج (EPM) على عدد من المتغيرات والمؤشرات التي تتعلق بالتركيب الجيولوجي والتربة والغطاء النباتي والانحدار. وقد تم الاعتماد على توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد في هذه الدراسة لإنجاز المدخلات اللازمة لإتمام حساب التعرية المحتملة (Z) من خلال مخرجات برنامج (Arc Map GIS).

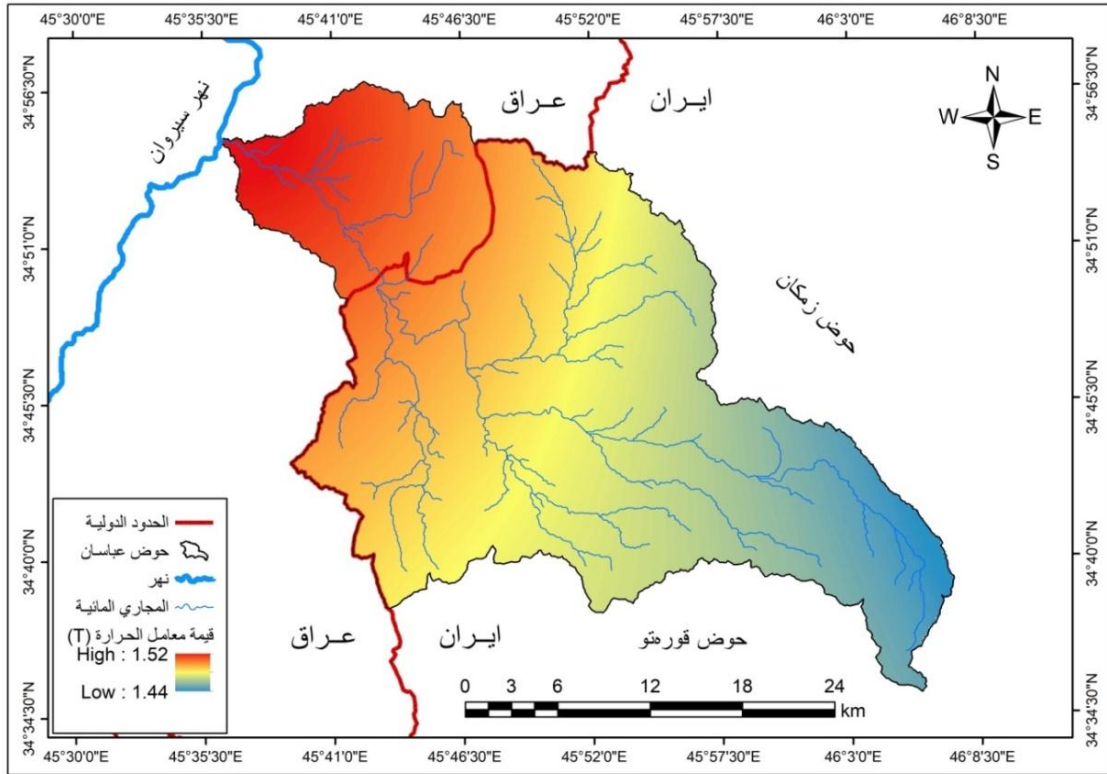
بعد عرض معادلات نموذج (EPM)، سنقوم بتطبيق المؤشرات المستخدمة في النموذج.

٣ - ١) مؤشر درجة الحرارة (T)

تعدّ درجة الحرارة إحدى العوامل المهمة والمؤثرة، إذ أن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى زيادة التبخر وفقدان المياه، كما يسهم في تفاقم الجفاف وتصلّب التربة، إذ يؤدي إلى تدهور التربة (قادر، ٢٠٢٣، ل ١١١) لذا فإن درجة الحرارة تتأثر بشكل غير مباشر. ويعتمد حساب معامل الحرارة على معدل الحرارة السنوي لمنطقة الدراسة وفقاً للمعادلة التي أشرنا اليه سابقاً، وكون حوض عباسان لا يوجد فيها محطات مناخية، فقد تم الاعتماد على بيانات حرارية لسبع محطات محيطية بالحوض، هي محطات (كلار، ميدان، درينديخان، حلبجة، پاوه، جوانرو، سهرپيل زههاو) وللفترة زمنية (٢٠٠٠ - ٢٠٢٤)، وباستخدام نظم المعلومات الجغرافية تم تحويل هذه البيانات الى خريطة تمثل خطوط المتساوي للحرارة في المنطقة باستخدام أداة (Interpolation) في حقل (IDW). وبعد تطبيق معامل الحرارة يتضح من خريطة رقم (٢) أن قيمة معامل الحرارة تتراوح بين (١,٥٢) في منطقة المصب الحوض و (١,٤٤) في منطقة المصدر في قمم الجبال المرتفعة.



خريطة (٢) قيمة معامل الحرارة في حوض وادي عباسان



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8.1)، اعتماداً على بيانات درجة الحرارة في محطات المحيطة، وتطبيق معامل الحرارة.

٣ - ٢) مؤشر التساقط المطري (H)

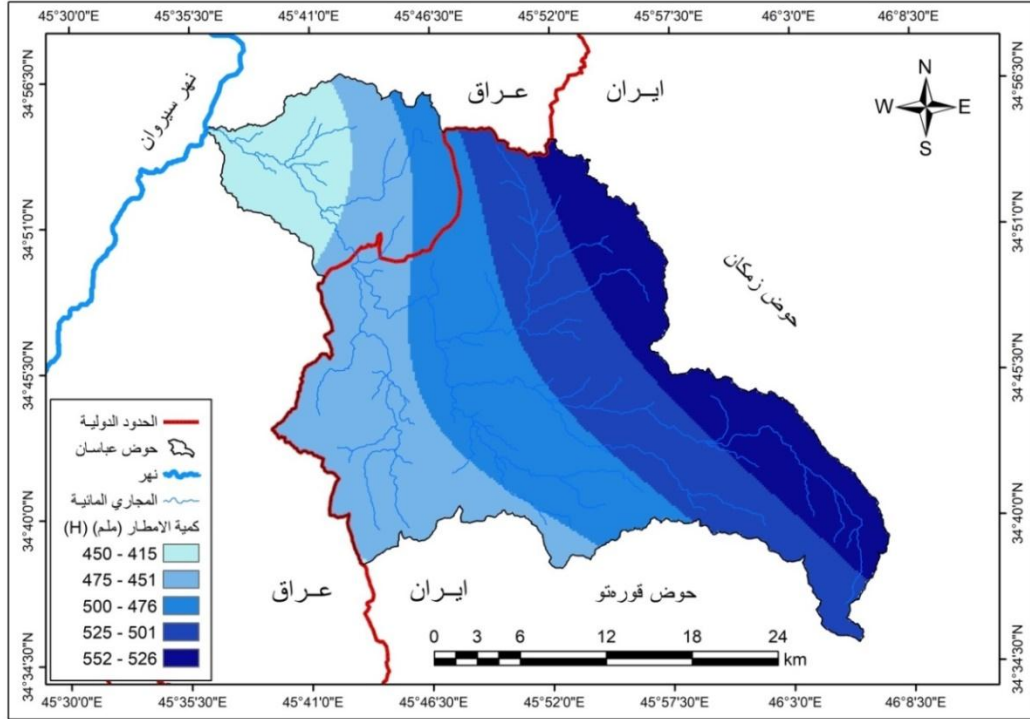
يعتبر التساقط المطري من أهم العوامل التي تؤثر على التعرية المائية إذ إن قطرات الماء المتساقطة تصطدم بالمكشفات الصخرية وتؤثر عليها وتعمل على جرف التربة لاسيما في الأراضي ذات الانحدار الكبير والأراضي الجرداء (طاهر وآخرون، ٢٠٢٤، ص ٥٣٠). إذا كلما زادت شدتها وكميتها واستمراريتها زاد من حدة التعرية، فتعمل على جرف التربة، لاسيما على السفوح المنحدرة ذات غطاء النباتية قليلة، وبما إن التساقطات المطرية تستخدم قيمها العادية بالمليمتر في تطبيق نموذج جافريلوفيك، فقد تم الاعتماد على تقدير كمية متوسط التساقطات السنوية في أي حوض باستخدام نموذج التحليل المكاني في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، وبذلك تم اشتقاق خريطة خطوط المطر المتساوية لقيمة (H) للحوض المائي (المحمدي، ٢٠٢٣، ص ١٤٣١). لاستخراج هذا المعامل تم استخدام بيانات سبع محطات مناخية لسبع محطات محيطة بالحوض كما ذكرنا سابقاً. من خلال خريطة رقم (٣) يتبين لنا توزيع التساقط في حوض وادي عباسان، إذ تراوح ما بين (٤١٥) ملم، يزداد معدل الهطول المطري تدريجياً من

تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج

EPM

المصب الحوض نحو المنبعه حتى يصل الى (٥٥٢) ملم في مناطق المرتفعة للحوض، ويُعزى ذلك إلى التباين في الارتفاع تضاريس سطح الأرض، إذ تقع منطقة المصب ضمن منطقة سهليّة، في حين تقع منطقة المنبع ضمن منطقة جبلية. هذا يعني أنه كلما انتقلنا من منطقة المصب إلى منطقة المنبع تزداد فعالية وتأثير الامطار للتعرية المائية.

خريطة (٣) خطوط الامطار المتساوية في حوض وادي عباسان



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8.1)، اعتماداً على بيانات كمية الامطار في محطات المحيطة.

٣ - ٣) المؤشرات اللازمة لتطبيق نموذج التعرية المحتملة (Z)

معامل (Z) هو أهم عنصر نموذج جافريلوفيك، وقد يكتفى به لوحده كمؤشر على تقدم التعرية في الاحواض المائية. وله فائدة عظيمة في تتبع التغير في مستويات التعرية مع مرور الزمن لأختبار تأثيرات مستويات الممارسة والتغير في الانشطة واستخدامات الارض. وقد صنف مستويات التعرية تبعاً لقيمة (Z) على النحو الذي عرض في جدول رقم (١)، حيث تتدرج هذه القيمة من صفر حينما لا تكون هناك تعرية الى أكثر من (١,٥) حيث تكون التعرية شديدة جداً، وتستخرج قيم معاملات معادلة (Z) من جداول طورت بواسطة جافريلوفيك في الأصل، ثم عدلت فيما بعد عن طريق جملة من الباحثين كما وضح في جدول (٢). ويعد العمل الحقلي أحد ركائز هذا النموذج باعتبار مداخلته في تقدير لقيمة معامل التعرية (Z)، وإن كان هذا من عوامل

ضعف هذا النموذج، إذ أنه يخضع لتقديرات الباحثين بناءً على خلفيتهم العلمية ودقة ملاحظاتهم الحقلية. ومع هذا فإن قيم هذه المعاملات معايرةً بشكل جيد مما يساعد على اختيار الفئة التي تتعلق بحالة التعرية حقلياً (الغامدي، ٢٠٠٩، ص ٢٣-٢٤). وتتضمن معادلة (Z) عدداً من المؤشرات، وهي:

جدول (١) فئات مستويات التعرية تبعاً لقيمة نموذج التعرية المحتملة (Z)

مستوى التعرية	قيمة التعرية
خفيفة جداً	0.01 – 0.19
خفيفة	0.20 – 0.40
متوسطة	0.41 – 0.70
شديدة	0.71 – 1
شديدة جداً	واكثر 1.01 – 1.50

Ostric, M. and Horvat, B., 2008.

جدول (٢) العوامل الوصفية المستخدمة في مؤشرات نموذج التعرية المحتملة (Z)

القيمة	مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y)
0.1 – 0.3	صخور صلبة شديدة المقاومة
0.3 – 0.5	صخور ذات مقاومة متوسطة
0.5 – 0.6	صخور ضعيفة المقاومة
0.6 – 0.8	ركام حطامي ورواسب خشنة وتراب صلصالية
0.8 – 1	رواسب رملية ناعمة وتراب لاقاومة لها
القيمة	مؤشر حماية التربة (Xa)
0.05 – 0.20	غابات مختلطة كثيفة – متوسطة الكثافة وأحراج
0.20 – 0.40	غابات صنوبرية وجنابات متبعثرة وأجمات على جوانب القنوات المائية
0.40 – 0.60	مراع وغبابات أو جنابات متضررة
0.60 – 0.80	مزارع ومراع متضررة
0.80 – 1	أرض جرداء

تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج

EPM

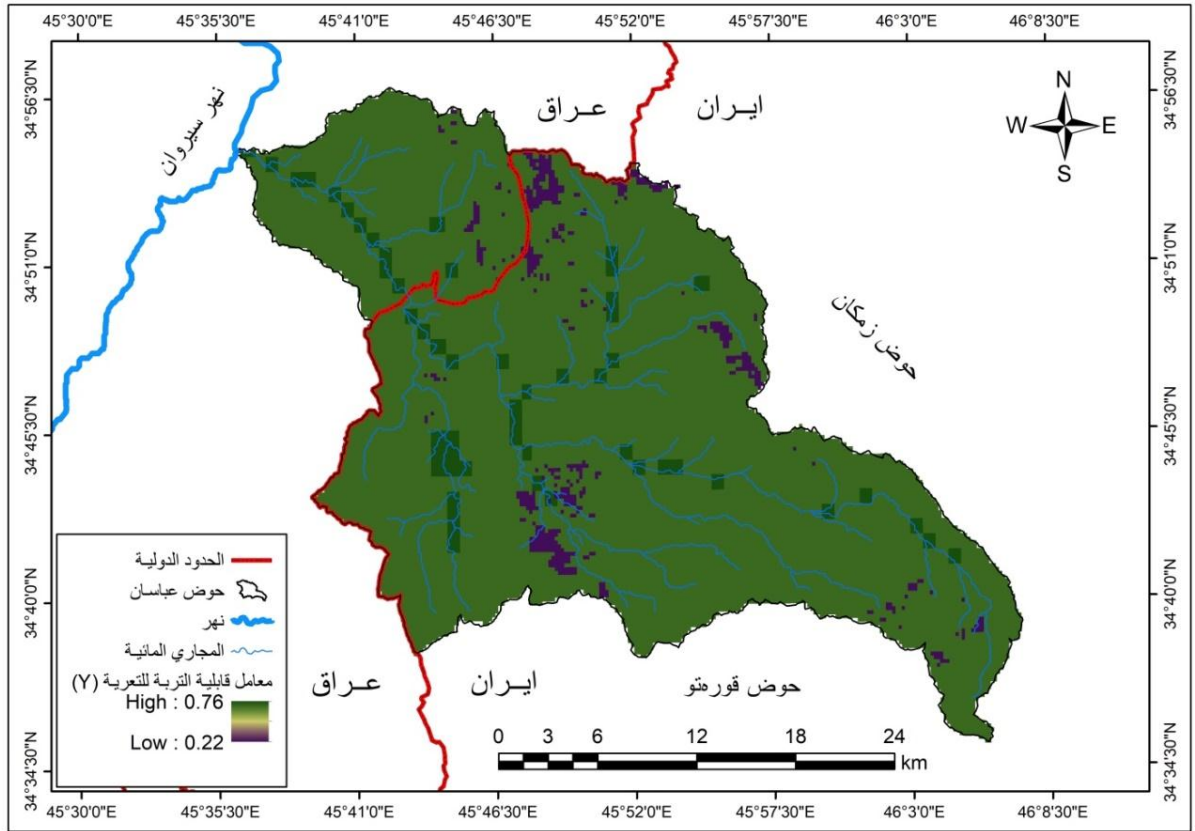
القيمة	مؤشر التعرية الحالية (ϕ)
0.10 - 0.29	تعرية ضعيفة في حوض التصريف
0.30 - 0.49	تعرية في قنوات المائية ٢٠% - ٥٠% من حوض التصريف
0.50 - 0.69	تعرية في الأنهار، الأخاديد، والإرسابات الفيضية، وتعرية كارستية
0.70 - 0.89	٥٠% - ٨٠% من حوض التصريف تحت تأثير التعرية والانزلاقات الأرضية
0.90 - 1	جميع حوض التصريف تحت التعرية

Zorn, M. and Komac, B., 2009.

٣ - ٣ - ١) مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y)

التربة هي واحدة من العناصر التي لها تأثير كبير على تطور المخاطر الجيومورفولوجية، لاسيما المخاطر التعرية وحدوث الفيضان، هناك علاقة عكسية بين القدرة التربة على امتصاص الماء والتدفق جريان المياه على السطح (حمهامين، ٢٠٢٤، ل١٠٥)، تتباين الترب في تماسكها تبعاً للظروف البيئية لأي منطقة، يوضح مؤشر (Y) قابلية التربة للتعرية المائية. لغرض استخراج خصائص التربة في الحوض، و لأن معظم مساحة الحوض تقع في دولة إيران، اعتمدنا على تصنيف التربة من قبل المجموعة هيدرولوجية التربة العالمية (Global Hydrologic Soil Groups) والتي وردت في موقع (NASA) التي فيها خصائص معادلة فيشمر. يتبين خلال خريطة رقم (٤) قيمة معامل قابلية التربة للتعرية (Y) محصورة بين (٠,٢٢ - ٠,٧٦)، إن هناك تباين في درجة مقاومة الصخور للتعرية المائية، فالصخور صلبة ذات شديدة والمتوسطة المقاومة اغلبها تتكون من طبقة طينية متماسكة، تقع في اجزاء المختلفة من الحوض لاسيما في مناطق المرتفعة، أما الصخور ذات المقاومة الضعيفة وقليلة المقاومة اغلبها تتكون من رمل و رواسب الخشنة، هذا النوع من الصخور يحتل اكبر مساحة من حوض وادي عباسان لاسيما المجاري المائية.

خريطة (٤) قيمة قابلية التربة للتعرية في حوض وادي عباسان



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8.1)، اعتماداً على (Global Hydrologic Soil Groups) في موقع (NASA).

٣ - ٢ مؤشر حماية التربة (Xa)

يشير هذا المعامل في نموذج جافيرلوفيك الى كثافة الغطاء النباتي في الحوض والتي تعمل على تقليل سرعة جريان السطحي للمياه، وتثبيت التربة والمساعدة في زيادة نسبة المياه المتسربة والمحافظة على التربة من الانجراف. يؤدي الغطاء النباتي دوراً مهماً في تقليل شدة التعرية المائية من خلال اعتراض أغصان الأشجار لقطرات الامطار وخفض قدرتها على اقتتال ذرات التربة (العاني والمشهداني، ٢٠٢٠، ص ٥٥). وهذه الغطاءات ايضاً تعرقل حركة سير المياه مما يزداد معها عملية التسرب وذلك من خلال ازدياد عدد المسامات في التربة (كريم و محمد، ٢٠٢٤، ص ١٧٥). لضبط قيم مؤشر معامل حماية التربة أنجزنا معامل التغطية النباتية، وقد تم تحديد الغطاء النباتي من المرئيات الفضائية (Landsat 9) من شهور المطيرة في سنة (٢٠٢٤-٢٠٢٥) وهي يبدأ من شهر (٩) الى شهر (٥)، عن طريق مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) كمقياس يستخدم في الاستشعار عن بعد لتحليل وقياس حالة الغطاء النباتي على

تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج

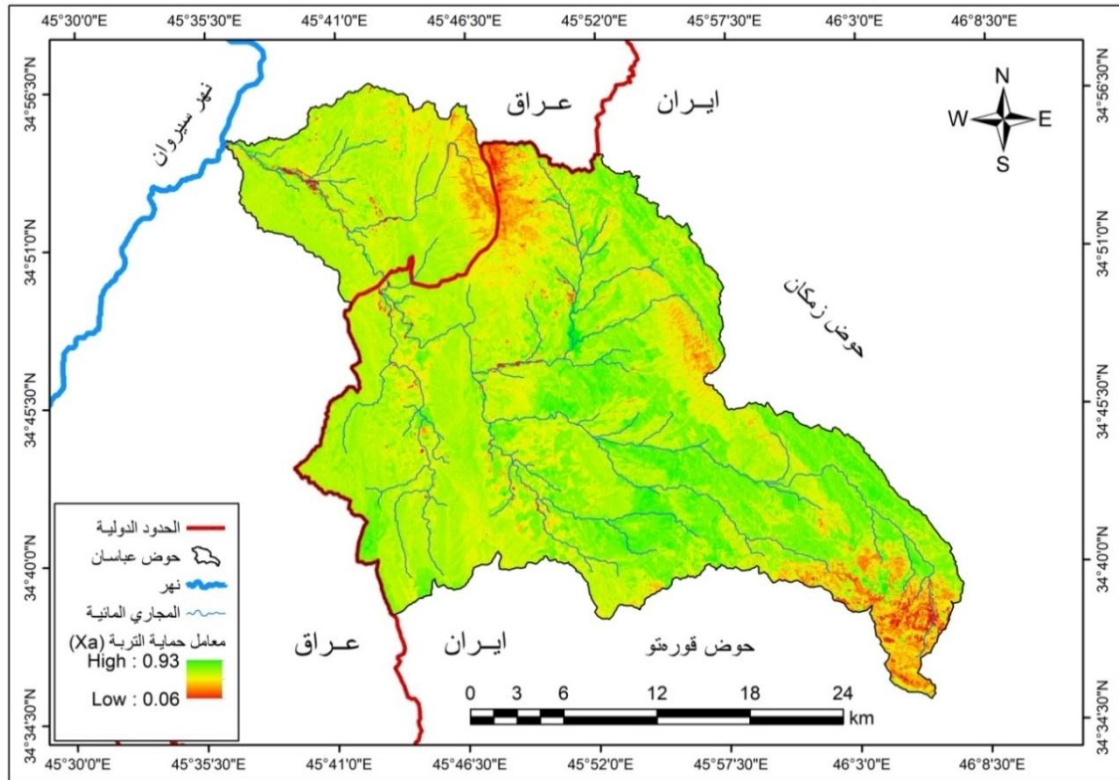
EPM

سطح الأرض. يعتمد المؤشر على تحليل انعكاس الضوء من النباتات في نطاقات طيفية مختلفة، مثل الأحمر والأشعة تحت الحمراء القريبة، لتقييم كثافة وصحة الغطاء النباتي، عن طريق معادلة التي اعدتها (Sobrin, 2004, p. 26). $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ ، تراوحت معدل قيم المؤشر بين (0,64) كأعلى قيمة و (-0,21) كأدنى قيمة، بعد ذلك تم عمل موائمة لهذه النتائج مع المعايير الموضحة في الجدول (2) تم الحساب بحصر القيم الموجبة لمؤشر (NDVI) بين (-0,19 و 0,61) ويسمى المعامل $(XaNDVI)$ ، وأخيرا تم حساب معامل حماية التربة (Xa) بالمعادلة الآتية (مداغش وأخرون، 2021، ص238):

$$Xa = (XaNDVI - 0.61) \times (-1.25)$$

بعد تطبيق معادلة معامل حماية التربة (Xa) يتضح من الخريطة رقم (5) أن القيم تراوح بين (0,93) للأراضي الجرداء و (0,06) للأراضي ذات الغطاء النباتي الكثيف، وتسود الأراضي الجرداء ومزارع ومراع متضررة اغلب المساحة الحوض، وهذا يشير إلى ضعف الغطاء النباتي للتعرية المائية في الحوض.

خريطة (5) قيمة حماية التربة في حوض وادي عباسان



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8.1)، اعتماداً على معامل



تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج EPM

حماية التربة (Xa).

3 - 3 - 3 مؤشر التعرية الحالية (φ)

تتباين قيم مؤشر تطور التعرية اعتماداً على حجم الاحواض المائية والتي تعتمد على شدة الصرف المائي في الحوض ولإيجاد قيم المؤشر يتطلب تحديدها عملاً ميدانياً فضلاً عن المرئيات الفضائية عالية الدقة لاستخراج كثافة الشبكة المائية ومطابقتها (المحمدي، ٢٠٢٣، ص ١٤٣٩). في غياب صور أقمار صناعية بدرجة وضوح عالية (١ متر في متوسط)، تم الاعتماد على المعادلة التي صاغها (Mellivsky 2008) لحساب هذا المؤشر انطلاقاً من صور (Landsat 9) والتي تعتمد على الجزر التربيعي للنطاق الأحمر (R) مقسوم على القيمة القصوى للإشعاع (Qmax)، وتترجم نتائج هذه المعادلة التوزيع المجالي لنطاقات التعرية وفقاً لنسبة الإشعاع بشكل مضطرب مع ارتفاع حدة التعرية. وفق معادلة الآتية (شعوان وآخرون، ٢٠١٣، ص ٨١).

$$\varphi = \sqrt{\frac{R}{Q_{max}}}$$

φ: مؤشر تعرية الحالية.

R: النطاق الاحمر في المرئية الفضائية.

Qmax: القيمة القصوى للإشعاع. إذ تزداد نسبة للإشعاع في الأماكن التي ترتفع فيها شدة التعرية.

بعد تطبيق معادلة مؤشر تعرية الحالية (φ) في حوض وادي عباسان، تراوحت قيم بين (٠,٣٣) للمناطق ذات التعرية المنخفضة الى (٠,٦١) للمناطق ذات التعرية المرتفعة أنظر خريطة رقم (٦)، يعود سبب هذا الاختلاف الى التباين في كثافة شبكة التصريف المائية داخل الحوض.

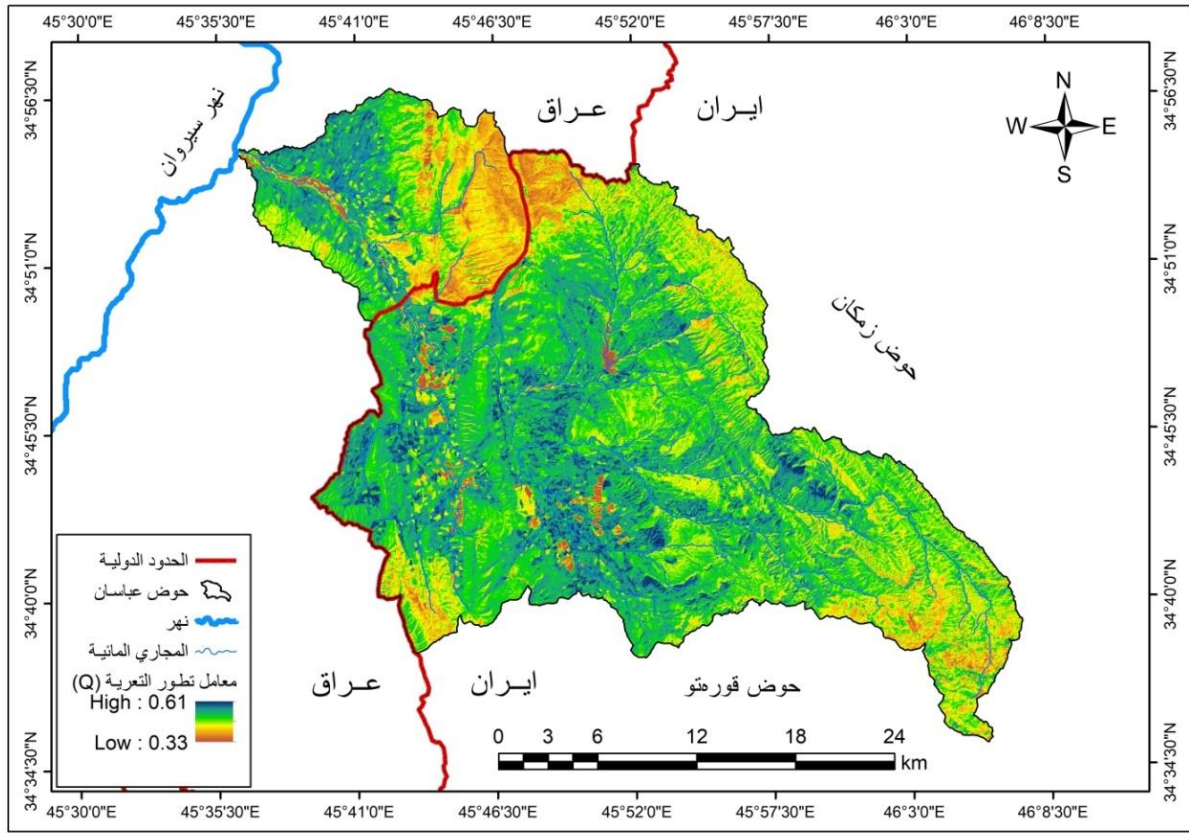


تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج

EPM



خريطة (٦) قيمة مؤشر التعرية الحالية وشبكة التصريف في حوض وادي عباسان



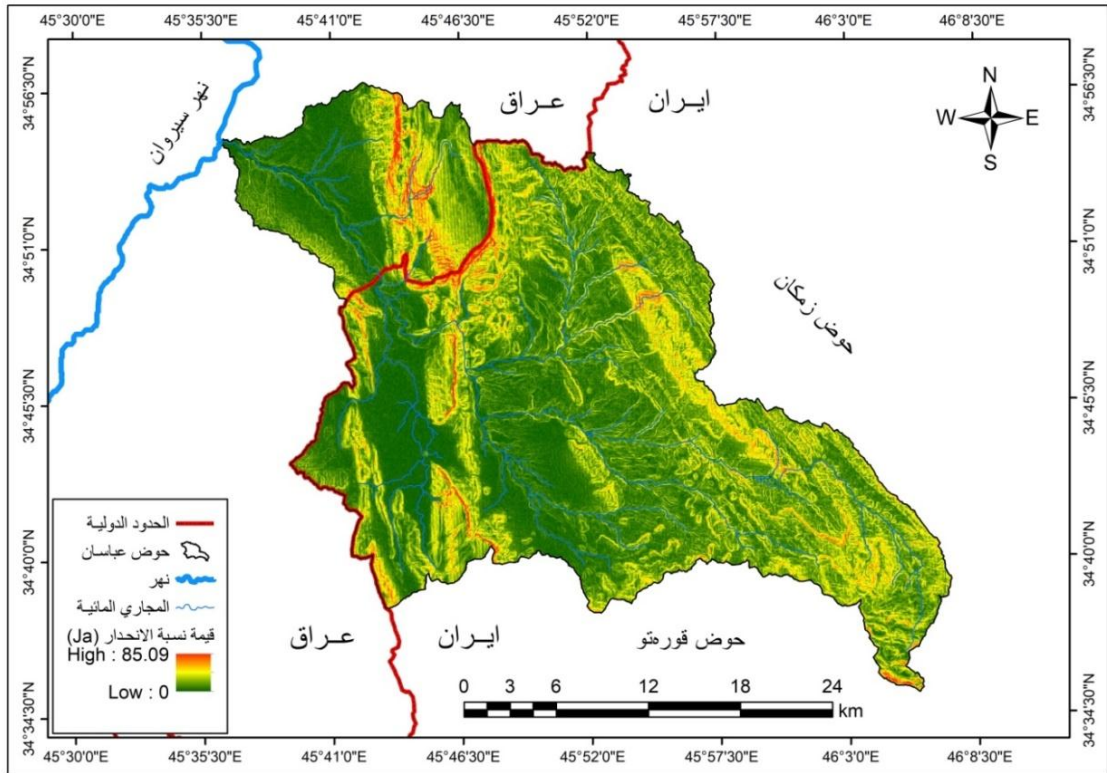
المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8.1)، اعتماداً على معادلة التعرية الحالية وشبكة التصريف (φ).

٣ - ٣ - ٤) مؤشر الانحدار (Ja)

للانحدار تأثير قوي على عمليات تعرية التربة، وينعكس تأثيره على طبيعة وسرعة الجريان السطحي للمياه، فكلما زادت شدة الانحدار، زادت كمية الجريان السطحي وقلت كمية الترشيح وبالتالي زيادة سرعة المياه وطاقتها الحثية (مداغش وأخرون، ٢٠٢١، ص ٢٤٠). ولاستخلاص الانحدار تم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM 12.5) لمنطقة الحوض، لاستخراج قيمة الانحدار النسبي (%) والذي يتناسب طردياً مع قيمة التعرية المائية، فقد تراوحت قيمتها في حوض وادي عباسان (٠ - ٨٥,٠٩%)، خريطة رقم (٧).



خريطة (٧) قيمة مؤشر الانحدار في حوض وادي عباسان



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8.1)، اعتماداً على نموذج ارتفاعات الرقمية (DEM 12.5) لمنطقة الحوض.

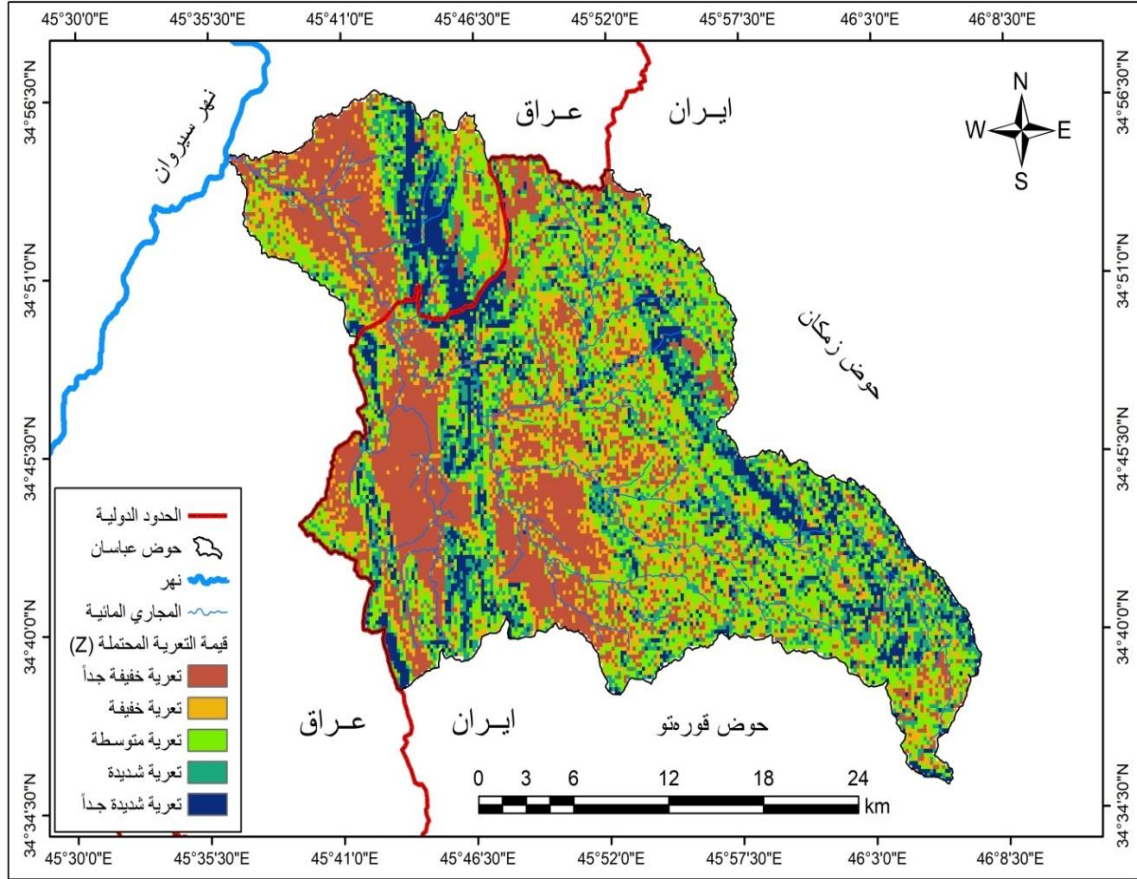
بعد أن تم استخراج قيم المؤشرات اللازمة لتطبيق معادلة التعرية المحتملة (Z)، سيتم تطبيق المعادلة الاتية لاشتقاق الخريطة الخاصة بالتعرية المحتملة، بعد تطبيق المعادلة تم اشتقاق خريطة التعرية المحتملة في الحوض وادي عباسان، وتوضح الخريطة أن التعرية المحتملة تتباين من حيث النوع والمساحة خريطة (٨) وجدول (٣). إن المساحات التي تشغلها أنواع التعرية المحتملة جاءت المتدرجة تقريباً من حيث المساحات الخفيفة جداً التي شغلت أعلى مساحة بلغت (٢٥٦,١٧) كم^٢ ونسبة (٢٩,١٧%) من مجموع المساحة الكلية للحوض متمثلة بأجزاء المصب والجنوب الوسطى للحوض، أما التعرية الضعيفة بمساحة (١٧١,٩٥) كم^٢ ونسبة (١٩,٥٨%) من مجموع المساحة الكلية وغطت الاجزاء المتفرقة من الحوض، وبالنسبة للتعرية المتوسطة والشديدة تبلغ مساحتهم (٢١٦,٧٣) كم^٢ و (١٢٠,٨٤) كم^٢ بنسبة (٢٤,٦٧%) و (١٣,٧٦%) على التوالي، حيث غطت الأجزاء المختلفة من الحوض ولاسيما الأجزاء العليا، وأخيراً التعرية الشديدة جداً شغلت مساحة (١١٢,٦٥) كم^٢ وبلغت نسبتها (١٢,٨٣%) من مساحة الكلية للحوض، وتمثلت في الاجزاء العليا للحوض وامتدت بشكل نطاق واسع من الشمال الى جنوب

تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج

EPM

وكذلك في بعض الاجزاء المختلفة من الحوض، هذا النوع من التعرية المحتملة متوافقة مع طبيعة الخصائص التربة والتكوينات الجيولوجية الضعيفة والانحدارات شديدة.

خريطة (٨) قيمة نموذج التعرية المحتملة في حوض وادي عباسان



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8.1)، اعتماداً على معادلة نموذج التعرية المحتملة (Z).

جدول (٣) فئات مستويات التعرية تبعاً لقيمة نموذج التعرية المحتملة (Z)

نسبة المئوية (%)	مساحة (كم ^٢)	مستوى التعرية	قيمة التعرية
29.17	256.17	خفيفة جداً	0.01 – 0.19
19.58	171.95	خفيفة	0.20 – 0.40
24.67	216.73	متوسطة	0.41 – 0.70
13.76	120.84	شديدة	0.71 – 1
12.83	112.65	شديدة جداً	1.01 – 1.50
100	878.34		مجموع



تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج EPM

المصدر/ من عمل الباحثين اعتماداً على خريطة رقم (٨).

٣ - ٤) حجم التعرية المقدرة من خلال نموذج (EPM)

يرى ميليفسكي و زملاؤه (٢٠٠٨) إن معدلات التعرية السنوية الضعيفة تقل عن (٥٠٠ م^٣/كم^٢/السنة)، وأن معدلات التعرية العالية هي مايتجاوز عن (٨٠٠ م^٣/كم^٢/السنة)، حسب نتائج تطبيق نموذج جافريلوفيك لتكميم التعرية، وقد حدد (Zachar D. 1982) ستة اصناف من التعرية المائية حسب حجم التربة المفقودة، ويوضح الجدول رقم (٤) درجات التعرية التي حددها (Zachar) حسب حجم التعرية (شعوان واخرون، ٢٠١٣، ص ٨٦).

جدول (٤) مستويات التعرية حسب حجم التربة المقتلعة

حجم التربة المقتلعة (م ^٣ /كم ^٢ /السنة)	حدة التعرية
اقل من 50	غياب التعرية او غير ظاهرة
50 - 500	تعرية ضعيفة
500 - 1500	تعرية متوسطة
1500 - 5000	تعرية معممة
5000 - 20000	تعرية قوية
اكثر من 20000	تعرية كارثية

Zachar D., (1982).

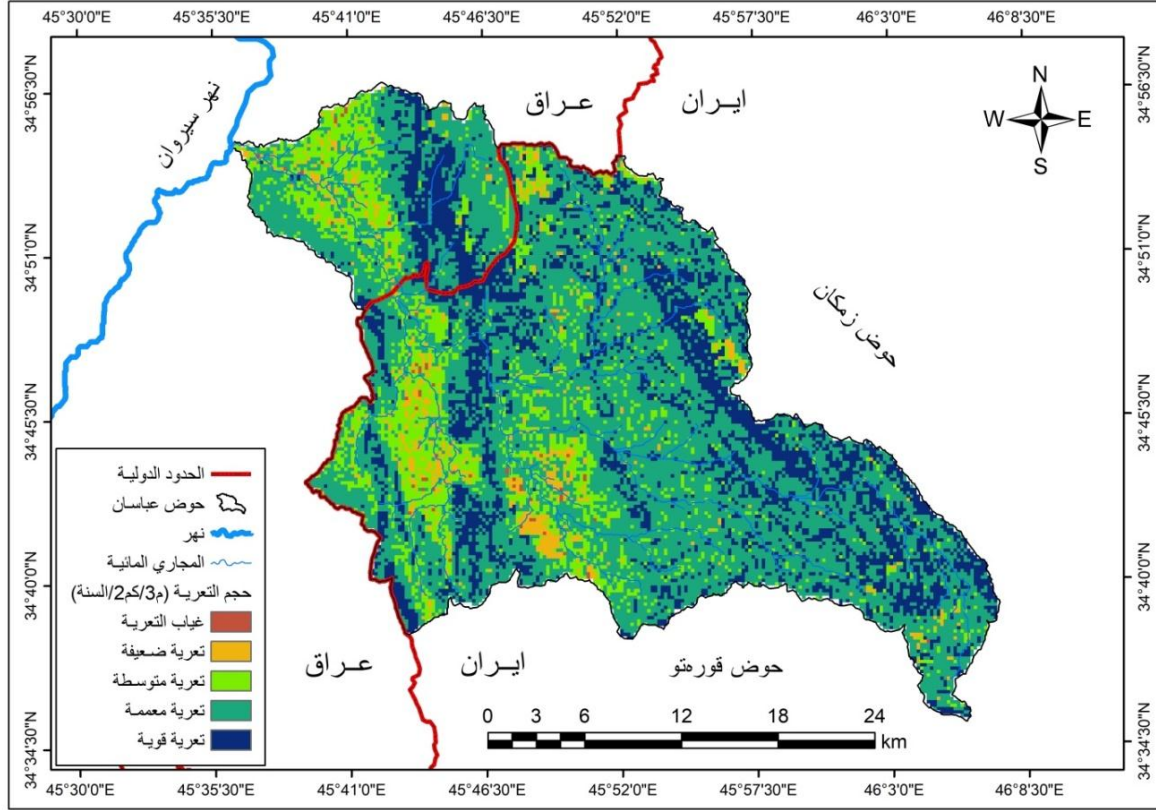
من خلال تطبيق معادلة نموذج (EPM)، تبين أن هناك خمس أصناف من التعرية المائية في حوض وادي عباسان، انظر خريطة (٩) وجدول (٥)، بلغ متوسط المفقود من الترب في حوض وادي عباسان (٣٨٦٦,٠٨ م^٣/كم^٢/السنة). بحيث لاتوجد فيه تعرية كارثية، أما بالنسبة للأصناف الاخرى على نحو الاتي:



تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج

EPM

خريطة (٩) حجم التعرية المقدرة (م^٣/كم^٢/السنة) في حوض وادي عباسان من خلال نموذج (EPM)



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8.1)، اعتماداً على معادلة حجم التعرية المقدرة (W).

جدول (٥) مساحة ونسبة المؤية لمستويات التعرية المقدرة (م^٣/كم^٢/السنة) في حوض وادي عباسان حسب نموذج (EPM)

نسبة المئوية (%)	مساحة (كم ^٢)	حده التعرية	حجم التربة المقتلعة (م ^٣ /كم ^٢ /السنة)
0.32	2.81	غياب التعرية او غير ظاهرة	اقل من 50
4.07	35.76	تعرية ضعيفة	50 – 500
15.13	132.85	تعرية متوسطة	500 – 1500
58.54	514.15	تعرية معمرة	1500 – 5000
21.95	192.77	تعرية قوية	5000 – 20000

-	-	تعرية كارثية	اكثر من 20000
100	878.34		مجموع

المصدر/ من عمل الباحثين اعتماداً على خريطة (٩).

١) غياب التعرية أو غير ظاهرة

تتراوح حجم التربة المفقودة ضمن هذا النوع اقل من (٥٠ م^٣/كم^٢/سنة)، حيث تحتل أقل مساحة بين أصناف الاخرى وتقدر بنحو (٢,٨١) كم^٢، بنسبة (٠,٣٢%) من اجمالي مساحة الحوض، و سبب غياب التعرية فيها يعود إلى قلة الانحدار و صلابة تكوينها الجيولوجي و تواجد الغطاء النباتي فيها، يظهر هذا النوع من التعرية في الأجزاء الجنوبية من حوض وادي عباسان بكمية قليلة.

٢) تعرية ضعيفة

تراوح حجم التربة المفقودة ضمن هذا النوع بين (٥٠ - ٥٠٠ م^٣/كم^٢/سنة)، واحتلت مساحة تقدر بـ(٣٥,٧٦) كم^٢ بنسبة (٤,٠٧%) من اجمالي مساحة الحوض، وتكون متداخلة تقريباً مع صنف الأولى من حيث التواجد.

٣) تعرية متوسطة

تراوح حجم التربة المفقودة ضمن هذا النوع بين (٥٠٠ - ١٥٠٠ م^٣/كم^٢/سنة)، واحتلت مساحة تقدر بـ(١٣٢,٨٥) كم^٢ بنسبة (١٥,١٣%) من اجمالي مساحة الحوض إذ تغطي المنحدرات المتوسطة، و تنتشر هذا الصنف في الاجزاء الشرقي ومنطقة المصب في حوض وادي عباسان.

٤) تعرية معمة

تتراوح حجم التربة المفقودة ضمن هذا النوع بين (١٥٠٠ - ٥٠٠٠ م^٣/كم^٢/سنة)، واحتلت أكبر مساحة من الحوض بحيث تقدر بـ(٥١٤,١٥) كم^٢ بنسبة (٥٨,٥٤%) من اجمالي مساحة الحوض تغطي المنحدرات متوسط الى الشديد، وينتشر في أغلب مناطق الحوض، ولاسيما في الاجزاء العليا.

٥) تعرية قوية

تراوح حجم التربة المفقودة ضمن هذا النوع بين (٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ م^٣/كم^٢/سنة)، واحتلت ثاني أكبر مساحة في الحوض إذ تقدر بـ(١٩٢,٧٧) كم^٢ بنسبة (٢١,٩٥%) من اجمالي مساحة الحوض، تغطي المنحدرات شديدة ذات قلة الغطاء النباتي وهذا يساعد على انجراف التربة وتكون مخاطرها شديدة التأثير على تغير قوام التربة وهدم البناء الاراضي وفقدان الانتاجية، تمتد

تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج

EPM

هذه الصنف من التعرية من الشمال الى جنوب في منطقة الوسطى للحوض، وايضاً من الوسط الحوض الى مناطق المنبع في الحوض.

النتائج

١ (يعد التباين المكاني في مؤشرات المستخدمة في نموذج (EPM)، لاسيما كميات تساقط الامطار والانحدارات السطح الارض، بسبب وجود التباين المكاني في مستويات التعرية المائية في حوض وادي عباسان.

٢ (ساهم الغطاء النباتي في حوض وادي عباسان في تقليل شدة التعرية المائية من خلال سرعة الجريان المائي السطحي.

٣ (ان التعرية المائية المحتملة (Z) تتطور فوق جميع فئات الانحدار، اذ أظهرت نتائج التقييم خمس فئات لمستوياتها تراوحت بين الخفيفة جداً والشديدة جداً، وشغلت التعرية الخفيفة جداً أكبر نسبة بلغت (٢٩,١٧%)، وشغلت التعرية الشديدة جداً أقل نسبة بلغت (١٢,٨٣%) من اجمالي مساحة الحوض.

٤ (أظهرت نتائج نموذج (EPM) لتقدير حجم التعرية المائية (W)، ان هناك خمس مستويات للتعرية فقط لاتوجد التعرية الكارثية حسب تصنيف جافريلوفيك، بلغ متوسط المفقود من التربة في حوض وادي عباسان (٣٨٦٦,٠٨ م^٣/٣ كم^٢/سنة). شغلت التعرية المعممة اكبر نسبة (٥٨,٥٤%)، واقل صنف هو غياب التعرية بنسبة (٠,٣٢%) من اجمالي مساحة الحوض.

٥ (من خلال هذه الدراسة يتبين لنا ان نموذج جافريلوفيك (EPM) أعطى نتائج ذات مستوى عالٍ من الدقة في معرفة مستويات التعرية المائية متلائم مع واقع الحال في الحوض وادي عباسان.

المقترحات

١ (استخدام نموذج (EPM) من خلال تصميم الاداة في برنامج نظم المعلومات الجغرافية تعتمد على تطبيق معادلات هذا النموذج للكشف عن مستويات التعرية المائية والمخاطر التعرية المائية في المشاريع الاستثمارية.

٢ (تحتاج المناطق ذات التعرية المعممة والقوية في حوض وادي عباسان الى المعالجات اللازمة، لاجل محافظة على الانشطة البشرية وتقليل الأخطار جيومورفولوجية.





تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج EPM

٣ (ضرورة العمل على إقامة التدابير اللازمة للتحكم في تدفق السيول كبناء السدود في أعالي حوض وادي عباسان وعند مصب الاحواض الثانوية في المجرى الرئيسي لإنشاء السدود، بهدف الاستزراع وتشتيت سرعة الجريان المائي لتقليل التعرية المائية والحماية من الفيضانات.

المصادر

١. حمه امين، هئمن كمال، (٢٠٢٤)، شيكرندنهويهى جوجرافى مهترسيه جى ومرفيه كان له ناحيهى سيروان و رىگه كانى چار سه ركردنيان، تئزى دكتورا (بألونه كراوه)، زانكوى سوران، فاكته لتي ناداب.

٢. شعوان، جمال واخرون، (٢٠١٣) توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تقييم الكمي للتعرية المائية بحوض وادي أمزاز (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك، مجلة جغرافية المغرب، مجلد ٢٨، العدد ١-٢.

٣. امين، شمال احمد، احمد علي حسن البيواتي، (٢٠١٧)، استخدام نموذج جافريلوفيك لقياس تعرية التربة في حوض نينك- محافظة دهوك، مجلة دار السلام للعلوم الانسانية، العدد ٤.

٤. طاهر، مروة علي واخرون، (٢٠٢٤)، نمذجة التعرية المائية الكمية لمنطقة زاوية ضمن محافظة دهوك باستعمال نموذج EPM، مجلة مداد الاداب، المجلد ١٤ العدد خاص بالمؤتمر.

٥. العاني، رقية احمد محمد امين، اسماعيل جمعة كريك المشهداني، (٢٠٢٠)، التقييم الكمي للتعرية المائية لحوض وادي زراوة باستخدام نموذج (EPM) GAVRILOVIC، مجلة ديالى، العدد سادس والثمانون.

٦. الغامدي، سعد ابوراس، (٢٠٠٩)، تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل تقنيات الاستشعار عن بعد والنظم المعلومات الجغرافية، المجلة المصرية للتغير البيئي، المجلد ١، العدد ١.

٧. قادر، ياسين عبدالله، (٢٠٢٣)، شيكرندنهويهى جوجرافى بؤ مهترسيه جى ومرفيه كان له ئاومزىلى دؤلى بازيان به بهكاره ئنانى GIS & RS، نامهى ماستر (بألونه كراوه)، زانكوى سلئمانى، كؤلى جى زانسته مرقايه تيبه كان.

٨. كريم، حلاو حسن، نزار ياسين محمد، (٢٠٢٤)، تقدير حجم السيول املائية يف حوض نهر ريزان ومخاطرها البيئية، مجلة زانكوى للعلوم الانسانية، العدد ٢٨.

٩. المالكي، نور الهدى جبار شنييت واخرون، (٢٠٢٤)، التقييم الكمي لمخاطر التعرية المائية في سهل السندي باستخدام إنموذج جافريلوفيك EPM، مجلة مداد الاداب، العدد ٣٤.



تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج

EPM



١٠.المحمدي، عبد الباقي الخميس حمادي، (٢٠٢٣)، تقييم مخاطر التعرية المائية لحوض وادي البديعية في بادية الجزيرة - شمال غرب العراق، مجلة مداد الاداب، المجلد ١٣، العدد ٣٣.

١١.مداغش، عبد المجيد احمد وأخرون، (٢٠٢١)، التقدير الكمي للتعرية المائية للتربة في حوض وادي ظهر بتطبيق نموذج جافريلوفيتش وتوظيف نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، مجلة جامعة عمران، العدد ١.

12.Dalaris, M., Psilovikos, A., Sapountzis, M. and Mourtziou, P., 2013. Water erosion assessment in Skiathos Island using the Gavrilović method. *Fresenius Environmental Bulletin*, 22(10), pp.2943-2952.

13.Dragović, N. (2017). *Erosion Potential Method (Gavrilovic Method) Sensitivity Analysis*. *Soil and Water Research*, 12, 52–60.

14.Ostic, M. and Horvat, B., 2008. Land cover/Land use change impact in surface runoff in a small watershed. In *XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia*.

15.Sobrinho, J. A., J. C. Jiménez-Muñoz, and L. Paolini., 2004. "Land Surface Temperature Retrieval from LANDSAT TM 5." *Remote Sensing of Environment* 90: 434–440. doi:10.1016/j.rse.2004.02.003, p. 26.

16.Zachar D., (1982), *Soil Erosion* Amsterdam, Elsevier science publishing company.

17.Zorn, M. and Komac, B., 2009. Response of soil erosion to land use change with particular reference to the last 200 years (Julian Alps, Western Slovenia). *Revista de geomorfologie*, 11, pp.39-47.

Sources

1. Hamamin, Hemin Kamal, (2024), *The Geography of the Geographic Metrics of Sirwan and the History of the Geography of Sirwan*, This is a doctor's note (in Arabic), history, history and etiquette.

2. Chaouan, Jamal et al., (2013) *Employing remote sensing and geographic information systems in quantitative assessment of water erosion in the Amzaz Valley Basin (central countryside) through the Gavrilovic model*, Moroccan Geography Journal, Volume 28, Issue 1-2.





تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي عباسان باستخدام نموذج EPM

3. Amin, Shamal Ahmed, and Ahmed Ali Hassan Al-Babwati (2017), Using the Gavrilovic Model to Measure Soil Erosion in the Nink Basin, Duhok Governorate, Dar Al-Salam Journal of Human Sciences, Issue 4.
4. Taher, Marwa Ali, and others (2024), Quantitative Water Erosion Modeling of the Zawita Area in Duhok Governorate Using the EPM Model, Madad Al-Adab Journal, Volume 14, Conference Special Issue.
5. Al-Ani, Ruqaya Ahmed Mohammed Amin, and Ismail Jumaa Krik Al-Mashhadani (2020), Quantitative Evaluation of Water Erosion in the Wadi Zarawa Basin Using the Gavrilovic (EPM) Model, Diyala Journal, Issue 86.
6. Al-Ghamdi, Saad Aburas, (2009), Applying the Gavrilovic model to estimate the risks of water erosion in the Wadi Noman Basin using remote sensing techniques and geographic information systems, Egyptian Journal of Environmental Change, Volume 1, Issue 1.
7. Qadir, Yassin Abdullah, (2023), What is the meaning of geography with the technology of the German language, which had the advantage of using GIS & RS, Name of Master (in Arabic), Zankı Soleimani, Kılıcı Zansta Marıjvaytikan.
8. Karim, Halaw Hassan, and Nizar Yassin Mohammed, (2024), Estimating the Volume of Floodwater Erosion in the Rezan River Basin and its Environmental Risks, Zanko Journal of Human Sciences, Issue 28.
9. Al-Maliki, Nour Al-Huda Jabbar Shneit, et al., (2024), Quantitative Assessment of Water Erosion Risks in the Sindi Plain Using the Gavrilovich EPM Model, Madad Al-Adab Journal, Issue 34.
10. Al-Muhammadi, Abdulbaqi Al-Khamis Hammadi, (2023), Evaluating Water Erosion Risks in the Wadi Al-Badi'iyah Basin in the Al-Jazira Desert – Northwest Iraq, Madad Al-Adab Journal, Volume 13, Issue 33.
11. Madaghish, Abdulmajid Ahmed, et al., (2021), Quantitative Estimation of Soil Erosion in the Wadi Dhahr Basin by Applying the Gavrilovich Model and Employing Geographic Information Systems and Remote Sensing, Amran University Journal, Issue 1.
12. Dalaris, M., Psilovikos, A. Sapountzis, M. and Mourtziotis, P., 2013. Water erosion assessment in Skiathos Island using the Gavrilović method. Fresenius Environmental Bulletin, 22(10), pp.2943-2952.
13. Dragović, N. (2017). Erosion Potential Method (Gavrilovic Method) Sensitivity Analysis. Soil and Water Research, 12, 52–60.





14. Ostric, M. and Horvat, B., 2008. Land cover/Land use change impact in surface runoff in a small watershed. In XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia.
15. Sobrino, J. A., J. C. Jiménez-Muñoz, and L. Paolini., 2004. "Land Surface Temperature Retrieval from LANDSAT TM 5." Remote Sensing of Environment 90: 434–440. doi:10.1016/j.rse.2004.02.003, p. 26.
16. Zachar D., (1982), Soil Erosion Amsterdam, Elsevier science publishing company.
17. Zorn, M. and Komac, B., 2009. Response of soil erosion to land use change with particular reference to the last 200 years (Julian Alps, Western Slovenia). Revista de geomorphologie, 11, pp.39-47.

