



النمذجة المكانية للتعرية النوعية والكمية في حوض وادي كاني كور (شمال العراق) باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

د. اسراء عبدالواحد علي مراد
الجامعة العراقية/ كلية الاداب

israaabdulwahidali@aliraqia.edu.iq

التخصص العام للبحث: جغرافية طبيعية	التخصص الدقيق للبحث: هيدروجيومورفولوجي ونظم معلومات جغرافية والاستشعار عن بعد
------------------------------------	---

المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى تحليل وتقييم التعرية النوعية والكمية في حوض وادي كاني كور (شمال العراق) بالاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS). تم تطبيق معادلة Erosion Potential Method (EPM)) لبناء نماذج مكانية تحدد مستويات الانجراف الرسوبي، وذلك من خلال دمج بيانات الهطول المطري، الانحدار الطبوغرافي، خصائص التربة، والغطاء الأرضي. أظهرت النتائج أن تكوينات باي حسن والمقدادية التي تغطي أكثر من نصف مساحة الحوض تمتاز بقابلية متوسطة إلى عالية للتعرية، في حين أن نحو 94% من مساحة الحوض تتسم بضعف أو انعدام الحماية الطبيعية نتيجة هيمنة المزارع المتدهورة والأراضي الجرداء. كما بينت نمذجة التعرية النوعية أن 92% من مساحة الحوض تقع ضمن فئتي التعرية المتوسطة والشديدة، بينما أظهرت النتائج الكمية أن الغالبية العظمى (50.6%) تتعرض لفقدان تربة بمعدلات متوسطة (99-1500 م³/كم²/سنة)، مقابل 37.1% بتعرية معمرة و12.3% بتعرية قوية. توضح هذه النتائج أن الحوض يتميز بحساسية عالية للانجراف الرسوبي، الأمر الذي يستدعي وضع برامج فعالة لإدارة التربة والمياه، تتضمن إعادة تأهيل الغطاء النباتي وتبني ممارسات زراعية مستدامة للحد من التدهور البيئي.

الكلمات المفتاحية: التعرية، النمذجة المكانية، GIS، الاستشعار عن بعد، حوض وادي كاني كور، EPM.

المقدمة:

تعد التعرية المائية من أبرز العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في النظم البيئية والهيدرولوجية، لما تسببه من فقدان للتربة وتدهور للغطاء النباتي، فضلاً عن تأثيرها المباشر في تراجع الإنتاج الزراعي وتزايد مخاطر الفيضانات والترسيب في المجاري المائية والسدود. وتبرز خطورة هذه الظاهرة بشكل خاص في الأحواض الجبلية وشبه الجبلية التي تتسم بتعقيدها الطبوغرافي وتنوعها الجيولوجي والمناخي. وفي هذا السياق، يُعد حوض وادي كاني كور شمال العراق من الأحواض النهرية التي تعاني من مخاطر التعرية والانجراف الرسوبي نتيجة طبيعة تكويناته الجيولوجية الهشة، والانحدارات المتفاوتة، إلى جانب التدهور الواضح في الغطاء النباتي بسبب النشاط البشري غير المنظم.

لقد طُورت عدة نماذج كمية ونوعية لتقدير شدة التعرية، من أبرزها المعادلة العالمية لفقد الترابي (USLE) والنسخة المعدلة منها (RUSLE)، فضلاً عن نموذج Erosion Potential Method (EPM) الذي يُعد من النماذج الفعالة في البيئات الجبلية، نظراً لقدرته على دمج العوامل المناخية والطبوغرافية والجيولوجية والغطاء الأرضي في صيغة مكانية كمية دقيقة. من هنا، يهدف هذا البحث إلى النمذجة المكانية للتعرية النوعية والكمية في حوض وادي كاني كور باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وذلك لتحديد المناطق الأكثر عرضة لفقدان التربة وتقييم معدلات الانجراف الرسوبي. وتكمن أهمية الدراسة في تقديم قاعدة بيانات مكانية يمكن الاستناد إليها في

وضع استراتيجيات إدارة الأراضي والمياه، والحد من تدهور التربة، وتعزيز الممارسات الزراعية المستدامة بما يضمن تحقيق توازن بيئي أفضل في المنطقة.

مشكلة البحث:

تُعد التعرية المائية من أخطر العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في الأحواض النهرية، لما تسببه من فقدان للتربة وتدهور للموارد الطبيعية. وانطلاقاً من ذلك، يبرز التساؤل الرئيس للبحث: ما هي شدة واتساع التعرية النوعية والكمية في حوض وادي كاني كور، وكيف يمكن نمذجتها مكانياً باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)؟

فرضية البحث:

تفترض هذه الدراسة أن حوض وادي كاني كور يتميز بظروف طبيعية تجعله بيئة شديدة التأثر بالتعرية المائية، إذ تؤدي هشاشة التكوينات الجيولوجية وتباين الانحدارات الطبوغرافية وتدهور الغطاء النباتي إلى زيادة معدلات الفقد الرسوبي. وبناءً على ذلك، يمكن من خلال تطبيق معادلة EPM ودمج تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) الكشف عن التوزيع المكاني لشدة التعرية النوعية والكمية، وتحديد المناطق الأكثر خطورة، بما يساهم في وضع حلول علمية للإدارة المستدامة للتربة والمياه في المنطقة.

اهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في توظيف تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتقدير شدة التعرية النوعية والكمية في حوض وادي كاني كور، بما يوفر قاعدة بيانات مكانية دقيقة تساعد في تحديد المناطق الأكثر تعرضاً للانجراف الرسوبي. ويسهم ذلك في دعم خطط الإدارة المستدامة للتربة والمياه، والحد من مخاطر التدهور البيئي في المنطقة.

اهداف البحث:

1. تحليل الخصائص الجيومورفولوجية والجيولوجية والمناخية لحوض وادي كاني كور وعلاقتها بظاهرة التعرية.
2. تقدير شدة التعرية النوعية والكمية باستخدام معادلة EPM بالاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS). وإعداد خرائط مكانية توضح التوزيع الجغرافي للتعرية ومناطق الخطورة البيئية داخل الحوض.

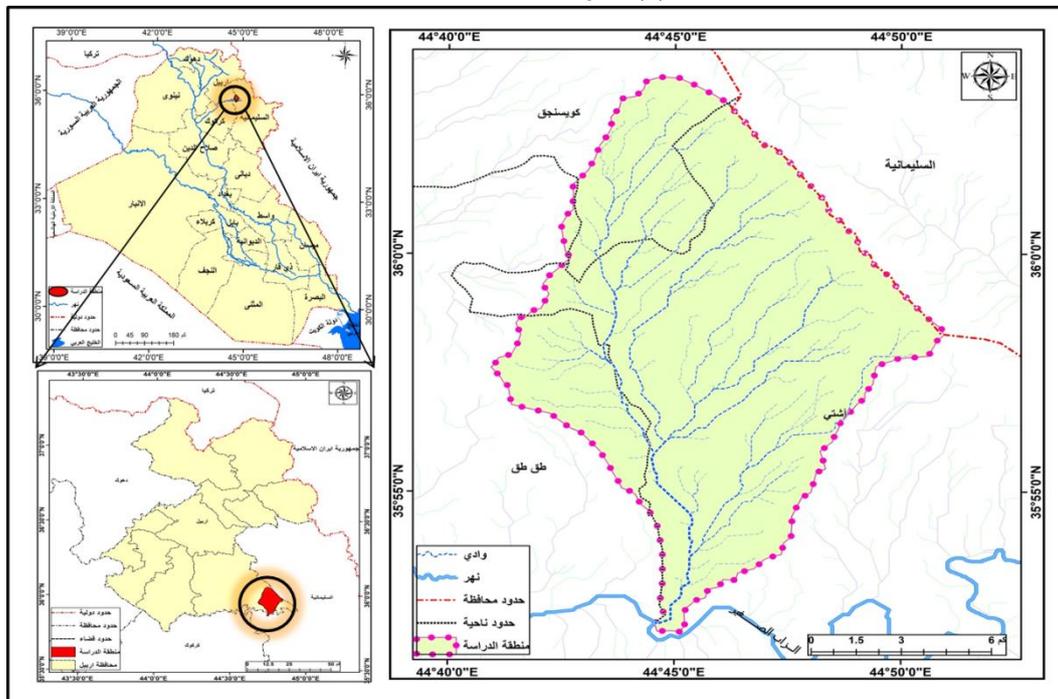
منهجية البحث:

اعتمد البحث على منهج التحليل المكاني الكمي لتقييم التعرية في حوض وادي كاني كور شمال العراق باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS). تم تحديد حدود الحوض ومعالمة الطبوغرافية بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة 10 م، وتحليل الانحدار وشبكة التصريف المائي لتحديد مناطق الجريان السطحي الفعال. تم جمع بيانات الهطول المطري من المحطات القريبة وتمثيلها مكانياً بأسلوب الاستيفاء المكاني (Kriging)، كما أُعدت خرائط الغطاء الأرضي باستخدام صور القمر الصناعي Sentinel-2 (2024) بتقنية التصنيف الإشرافي، وخرائط التكوينات الجيولوجية والتراب من مصادر الهيئة العامة للمسح الجيولوجي العراقية. اعتمدت الدراسة معادلة Erosion Potential Method (EPM) لتقدير التعرية النوعية والكمية، من خلال دمج العوامل المؤثرة (قابلية الصخور، الغطاء الأرضي، الانحدار، الجريان السطحي) داخل بيئة GIS لإنتاج خرائط رقمية توضح توزيع شدة التعرية ومعدلات الفقد الرسوبي (م³/كم²/سنة). وقد تم تحليل النتائج مكانياً لتحديد المناطق الأكثر تعرضاً للتعرية واقتراح إجراءات للإدارة المستدامة للتربة والمياه.

حدود البحث:

يقع حوض كاني كور في ضمن الحدود الادارية لمحافظة اربيل وتحديدًا في قضاء كويسنجق، ضمن ناحيتي اشتي وكويسنجق، يلاحظ خريطة (1)، اما الحدود الفلكية قيمتد بين دائرتي عرض (36°3'43"N - 35°52'7"N) وبين خطي طول (44°50'46"E - 44°40'55"E)، و تبلغ المساحة الاجمالية حوالي (160.3) كم² فيما يبلغ طول مجرى الوادي قرابة (23.8) كم، ويتجه بمساره العام نحو الجنوب الشرقي ليصب في نهر الزاب الصغير.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من العراق



المصدر: بالاعتماد على : وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية ، مقياس 1000000/1 ، سنة 2021 ، ومخرجات برنامج Arc map 10.8.

اولاً- النمذجة المكانية للتعرية النوعية المحتملة لحوض وادي كاني كور:

تُعد التعرية النوعية من الركائز الأساسية لفهم ديناميكية الانجراف الرسوبي داخل الأحواض النهرية، إذ تركز على تحديد العوامل المكانية المؤثرة دون النظر مباشرة إلى كمية التربة المفقودة. وقد طُوّرت العديد من النماذج لتقدير التعرية النوعية، منها نموذج USLE أو المعادلة العالمية لفقد الترابي، الذي يعتمد على الانحدار، طول المنحدر، الغطاء النباتي، خصائص التربة وشدة المطر، ونموذج RUSLE أو النسخة المعدلة من USLE، والذي يوفر تقديرات أكثر دقة من خلال تعديلات على العوامل الأساسية. في هذه الدراسة، تم الاعتماد على نموذج EPM (Erosion Potential Method) كأداة فعّالة لتقدير القدرة النسبية للتعرية داخل الحوض، إذ يقوم بدمج المتغيرات الطبوغرافية والمناخية وخصائص التربة في صيغة كمية مكانية تسمح بتحديد المناطق الأكثر عرضة للتعرية بدقة، مما يدعم التخطيط البيئي ووضع استراتيجيات فعّالة للحد من مخاطر الانجراف الرسوبي في حوض وادي كاني كور. وللكشف عن التعرية النوعية المحتملة تم الاعتماد على معادلة الاتية (Gavrilovic,2008):

$$Z=Y *Xa*(\Phi\sqrt{Ja})$$

حيث ان: Z معامل التعرية النوعية ، Y معامل قابلية التربة للتعرية ، Xa معامل حماية التربة ، Φ معامل تطور التعرية وشبكة التصريف ، Ja معدل الانحدار (%)

وتتراوح قيم معامل Z عادةً بين (0 - 1)، وهو ما يعكس تدرجاً في مستويات التعرية من الضعيفة جداً إلى الشديدة جداً. إذ كلما ارتفعت قيمة معامل التعرية النوعية (Z) ارتفع مستوى التعرية المحتملة، وبالعكس كلما انخفضت قيمته دلّ

ذلك على انخفاض شدة التعرية. وبالاعتماد على هذه المعادلة، تم استخراج المؤشرات المكانية الرئيسية التي أسهمت في تحديد نوع التعرية المحتملة في حوض وادي كاني كور، وعلى النحو الآتي:

1-معامل قابلية التربة للتعرية (y):

تمثل قابلية التربة للتعرية أو معامل (Y) القدرة النسبية للتربة أو الصخور على الانجراف عند تعرضها للأمطار وتدفق المياه السطحية، وهي تعتمد على خصائص التربة الطبيعية مثل التركيب الحبيبي، الصلابة، والمحتوى العضوي، إذ تكون التربة أو الصخور الرملية (غير متماسكة) أكثر عرضة للتعرية بينما التربة ذات البنية الجيدة والصخور الصلبة تظهر مقاومة أعلى. في نموذج (EPM) ، يتم تصنيف الوحدات الجيولوجية المختلفة داخل الحوض بناءً على مقاومة التربة للتعرية مع تحديد قيم عديدة تتراوح عادة بين (0.5 – 2) وفقاً (Gavrilović , 1970) ، يلاحظ جدول(1).

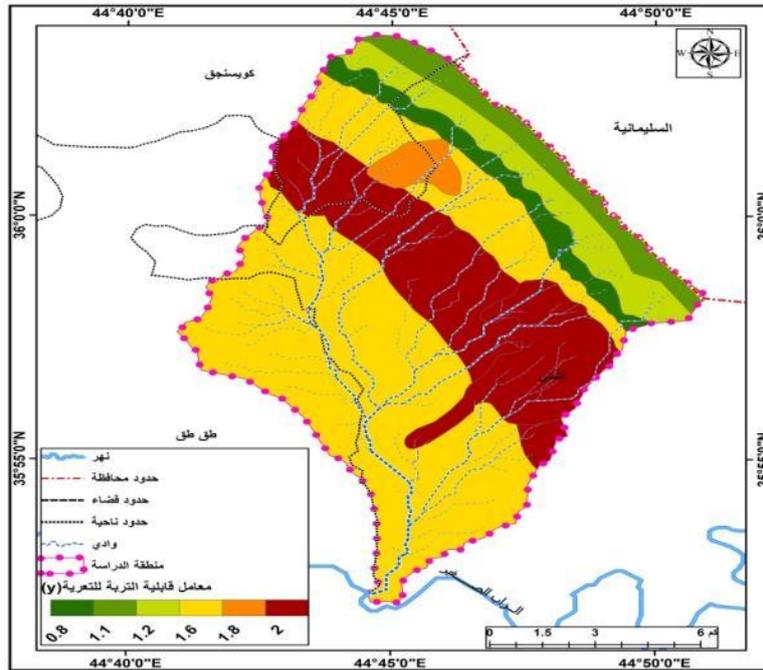
جدول(1) قيم معامل (Y) لأنواع التربة والصخور استناداً إلى نموذج (Gavrilović (1970)

التعرض للتعرية	معامل قابلية التربة للتعرية (y)	نوع التربة/الصخور
معرضة جداً للتعرية	2	الرمل والحصى والمواد غير المتماسكة
معرضة للتعرية بدرجة متوسطة	1.6	الترسبات اللوسية والطينية
مقاومة جزئية للتعرية	1.2	الحجر الجيري المتحلل والمارل
مقاومة للتعرية	0.5-0.8	الصخور الصلبة والطين الثقيل

Gavrilović, S. (1970). Savremeni načini proračunavanja bujičnih nanosa i izrada karata erozije. In Seminar Erozija, Bujični Tokovi i Rečni Nanos. Belgrade. (pp. 85–100).

ويتضح من خريطة(2) وجدول(2)، أن تكوين باي حسن يشغل النسبة الأكبر من مساحة الحوض بمقدار (41.4%)، وهو يتكون من طمي مختلط ورمل، ويُصنف ضمن التكوينات متوسطة القابلية للتعرية إذ بلغت معامل (y) حوالي (1.6) ، مما يجعله المساهم الرئيس في عمليات الانجراف الرسوبي داخل الحوض. أما تكوين المقدادية فيأتي بالمرتبة الثانية من إذ المساحة (16.7%)، وهو يتميز بوجود رمال وحصى و مواد غير متماسكة، ما يرفع معامل قابليته للتعرية إلى (2)، الأمر الذي يعكس شدة تعرضه للانجراف مقارنة بباقي التكوينات. أما تكوين انجانا يحتل نسبة (10.6%) من المساحة الكلية، مكوناً من ترسبات لوسية وطينية ذات قابلية متوسطة للتعرية بمعامل (y) بلغت (1.6). وعلى الرغم من مساحته الأقل مقارنة بتكويني باي حسن والمقادية، إلا أن طبيعة رواسبه تجعله مساهماً مهماً في تسريع الانجراف في أجزاء محددة من الحوض.

خريطة(2) التوزيع المكاني لقيم معامل قابلية التربة للتعرية (y) لمنطقة الدراسة



المصدر: مخرجات برنامج Arc map 10.8.

اما التكوينات ذات المساحات المحدودة مثل ترسبات المراوح الغرينية التي تغطي حوالي (2.3%) وترسبات المنحدرات بنسبة (9.8%) تُظهر قابلية عالية جداً للتعرية، إذ تراوحت معاملات التعرية بين (1.8 و 2) نتيجة هشاشتها وافتقارها للتماسك، مما يجعلها مناطق عالية الخطورة على الرغم من صغر مساحتها. هذه التكوينات الهشة والضعيفة غالباً ما تتكون من حبيبات رملية أو غرينية غير متماسكة، ولا يوجد فيها غطاء نباتي كافٍ، ما يزيد من تعرضها للانجراف بفعل مياه الأمطار أو السيول. في المقابل، التكوينات الأكثر مقاومة للتعرية مثل تكوين البلاسي بنسبة 8%، وتكوين الجركس بنسبة 6%، وتكوين الفتحة بنسبة (5.2%)، تتميز بانخفاض معاملات التعرية إلى حوالي (0.8-1.2)، وذلك بسبب طبيعتها المكونة من صخور رسوبية متماسكة أو طينية رطبة، ما يمنحها استقراراً نسبياً ويجعلها أقل عرضة للانجراف (علي، 2025، ص1081).

بشكل عام، تغطي التكوينات متوسطة إلى عالية القابلية للتعرية نحو (58%) من مساحة الحوض، بما في ذلك باي حسن والمقدادية وانجانا وترسبات المنحدرات والمروحة الغرينية، مما يشير إلى أن الحوض ككل حساس جداً للانجراف الرسوبي. ويعزى ذلك إلى انتشار التكوينات الهشة وغير المتماسكة التي تزيد من إنتاج الرواسب وتكثف خطورة التعرية، الأمر الذي يستلزم وضع برامج فعالة لإدارة التربة والمياه للحد من التدهور البيئي والحفاظ على خصوبة الأراضي. كما أن توزيع التكوينات الجيولوجية يعكس التباين في حساسية الحوض، إذ تعمل التكوينات الأكثر ثباتاً كحواجز طبيعية تقلل من تدفق الرواسب، بينما تُعتبر التكوينات الهشة مصادر رئيسية للرسوبيات المنقولة خلال الفيضانات والهطولات الغزيرة.

جدول (2) المنكشفات الجيولوجية في حوض وادي كاني كور وفق معامل قابلية التربة للتعرية (Y) استناداً إلى نموذج Gavrilović (1970)

النسبة المئوية %	المساحة/كم2	التعرض للتعرية	معامل قابلية التربة للتعرية (y)	نوع التربة/الصخور	المنكشفات الجيولوجية
9.8	15.7	معرضة جداً للتعرية	2	رمل وحصى ومواد غير متماسكة	ترسبات منحدرات
2.3	3.7	معرضة جداً للتعرية	1.8	رمل وغرين	ترسبات المروحة الغرينية
8	12.9	مقاومة جزئية للتعرية	1.2	حجر جيري متحلل/مازل	بلاسي

41.4	66.3	معرضة للتعرية بدرجة متوسطة	1.6	طمي مختلط ورمل	باي حسن
10.6	16.9	معرضة للتعرية بدرجة متوسطة	1.6	ترسبات لوسية/طينية	انجانا
16.7	26.7	معرضة جداً للتعرية	2	رمل وحصى ومواد غير متماسكة	المقدادية
5.2	8.4	مقاومة جزئية للتعرية	0.8	طين/تربة طينية رطبة	الفتحة
6	9.6	مقاومة جزئية للتعرية	1.1	صخور رسوبية متماسكة	الجرس
100	160.3	المجموع			

1-State Establishment of Geological Survey and Mining (GEGSURV), Department of Geological Survey. (1992). The Geology of Kirkuk Quadrangle, Sheet NI-38-2 (GM 9), Scale 1:250,000. By Varoujan K. Sissakian (Chief Geologist). Baghdad. 2- State Company of Geological Survey and Mining (GEGSURV), Directorate of Geological Survey, Geological Survey Department. (1998). The Geology of Erbil and Mahabad Quadrangle, Sheet NJ-38-14 & NJ-38-15 (GM 5 & 6), Scale 1:250,000. By Varoujan K. Sissakian (Chief Geologist). Baghdad.

2-معامل حماية التربة (Xa):

يعكس معامل حماية التربة (Xa) مدى قدرة الغطاء النباتي أو استخدامات الأرض المختلفة على الحد من شدة عمليات التعرية. كلما كانت قيمة (Xa) منخفضة، دل ذلك على وجود حماية عالية للتربة، في حين القيم المرتفعة لمعامل (Xa) والتي تقترب من (1) ، فإن التربة تصبح أكثر عرضة للتعرية نتيجة قلة الغطاء النباتي أو تحوله إلى أراضٍ جرداء (Zorn, M., & Komac, B. (2008))، وللكشف ان دور الغطاء النباتي في منطقة الدراسة فقد تم الاعتماد على مرئية فضائية لاندسات بتاريخ (2024/4/29) ، لاستخراج مؤشر NDVI (Normalized Difference Vegetation) الأساس لتقييم الغطاء النباتي والكثافة الحيوية للمنطقة. ويُستخلص من خلال الفرق بين الانعكاس في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) ونطاق الأحمر (RED) من خلال المعادلة التالية:

$$NDVI = ((NIR - RED) / (NIR + RED))$$

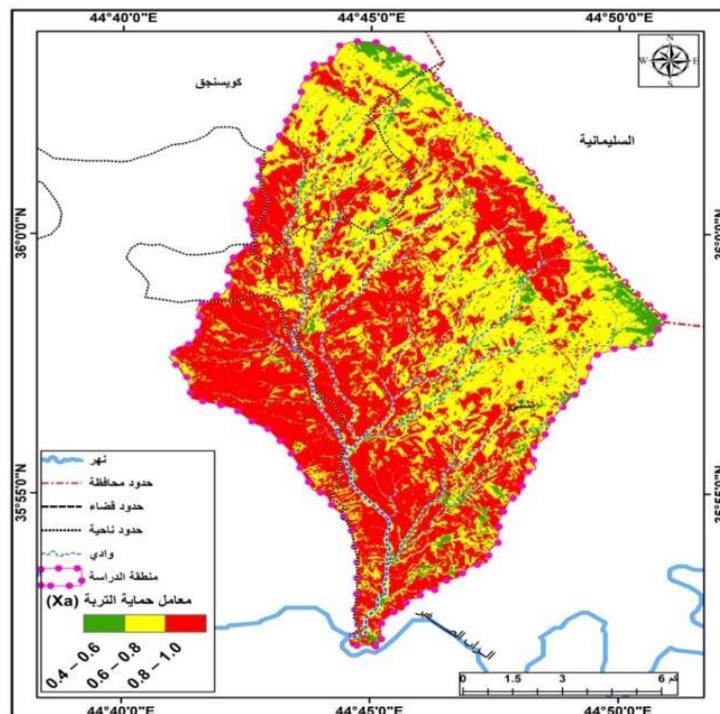
وبعد تطبيق المعادلة تم الحصول على قيم NDVI التي تراوحت بين (0-0.6) ، وهو نطاق يشمل عادة التربة المكشوفة وصولاً إلى الغطاء النباتي المتوسط الكثافة ، ولأجل استخراج معامل مؤشر التربة (Xa) تم اتباع المعايير التي وضعها (GORDIAN & KENNEDY, 2008) لقيم NDVI ضمن نطاق محدد يناسب تحديد وتصنيف درجة ضعف التربة وتأثرها بعوامل التعرية، بناءً على خصائصها الفيزيائية ومقاومتها للحركة أو التفتت، من خلال حصر قيمة NDVI بين (-0.19) و(0.6) من خلال أداة شرطية (Conditional) ضمن ادوات التحليل المكاني Spatial Analyst Tools ،التي تستخدم في تحليل البيانات النقطية (Raster) لتطبيق معالجة مختلفة بناءً على قيم البكسلات في البيانات النقطية المدخلة. إذا تحقق الشرط، سيتم تطبيق قيمة أو نطاق معين؛ وإذا لم يتحقق، سيتم تطبيق قيمة أو نطاق آخر. وعلى هذا الأساس تم استخراج مؤشر (Xa) من خلال تطبيق المعادلة التالية (Dragicevic, (2017)):

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

اذ ان : $Xa =$ معامل حماية التربة ، $XaNDVI =$ قيم NDVI المعدل.

ويتضح من خريطة (3) وجدول (3) ان توزيع معاملات حماية التربة (Xa) ضمن حوض وادي كاني كور وفقاً لنموذج (Gavrilović, 1970)، قُسم الغطاء الأرضي إلى ثلاث فئات رئيسية: المراعي الخصبة، المزارع المتدهورة، والأراضي الجرداء، وعلى النحو الآتي:

خريطة (3) التوزيع المكاني لقيم معامل حماية التربة (Xa) وفق نموذج EPM



المصدر: بالاعتماد على جدول(2) و مخرجات برنامج Arc map 10.8.

جدول (3) تصنيف الغطاء الأرضي ومعامل حماية التربة (Xa) وفق نموذج EPM

النسبة المئوية	المساحة (كم ²)	متوسط قيم (Xa)	قيم Xa	مؤشر حماية التربة (XaNDVI)	قيم (NDVI)
5.6%	9.0	0.5	0.4 – 0.6	مراعي خصبة	0.6 – 0.2
44.6%	71.5	0.7	0.6 – 0.8	مزارع متدهورة	0.2 – 0.1
49.8%	79.8	0.9	0.8 – 1.0	الأراضي الجرداء	0.1 - 0
100	160.3		مجموع		

المصدر: بالاعتماد على المرئية الفضائية (لاند سات 8) بتاريخ (2024/4/29)، بدقة تميز 30 متر ، ومخرجات برنامج Arc map 10.8.

• **المراعي الخصبة (0.4 – 0.6، متوسط القيمة (0.5):**
تشكل مساحة تقدر بـ 9.0 كم² أي ما نسبته 5.6% من المساحة الكلية للحوض. هذه الفئة تُظهر أعلى قدرة على حماية التربة نسبياً، بفضل وجود غطاء نباتي يساعد على تقليل شدة التعرية ويعزز الاستقرار السطحي.

• **المزارع المتدهورة (0.6 – 0.8، متوسط القيمة (0.7):**
تغطي مساحة تبلغ 71.5 كم² بنسبة 44.6% من إجمالي مساحة الحوض، ما يعكس حالة متوسطة من الحماية. تدهور الغطاء النباتي في هذه المناطق يؤدي إلى تقليل فعاليتها في الحد من التعرية، مما يجعلها مناطق حرجة معرضة لخطر الانجراف خاصة مع الأمطار الغزيرة.

• **الأراضي الجرداء (0.8 – 1.0، متوسط القيمة (0.9):**
تحتل النسبة الأكبر بمساحة 79.8 كم² أي ما يعادل 49.8% من المساحة الكلية. تمثل هذه الفئة مناطق تكاد تنعدم فيها الحماية الطبيعية للتربة نتيجة افتقارها للغطاء النباتي، مما يجعلها الأكثر عرضة لعمليات التعرية والانجراف، وبالتالي فهي تشكل المصدر الرئيسي لإنتاج الرسوبيات في الحوض.

يستنتج مما سبق ان أكثر من 94% من مساحة الحوض (المزارع المتدهورة ، و الأراضي الجرداء) تعاني من ضعف أو انعدام الحماية الطبيعية للتربة، مما يعكس خطورة الوضع البيئي و يبرز الحاجة إلى إجراءات إدارية مثل إعادة التشجير، تحسين المراعي، واعتماد ممارسات زراعية مستدامة للحد من الانجراف الرسوبي وتحقيق توازن بيئي أفضل.

3- مؤشر تطور التعرية(Φ):

يعكس مؤشر تطور التعرية (Φ) التغيرات المرتبطة بالخصائص الطبوغرافية والهيدرولوجية، إذ يعتمد بشكل أساسي على كل من الغطاء الأرضي المكشوف ومسار الجريان السطحي في المنطقة. وفقاً للمعادلة التي اقترحها Milevsky (2008) :

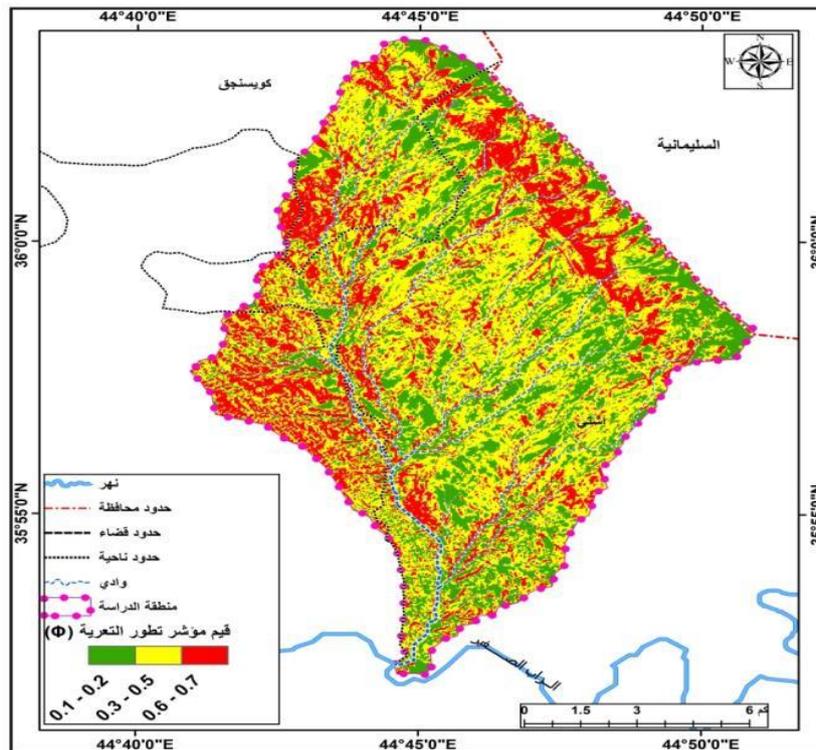
$$\phi = \sqrt{\frac{TM4}{\max Q}}$$

اذ ان : Φ مؤشر تطور التعرية الحالية ، TM4 الباند الرابع للمرئية الفضائية ، max Q ويستخرج بالاعتماد على معرفة قيمة Bit Depth (عمق البت) للمرئية الفضائية وتم استخراجها من ملف (MTL) للباندا الرابع، وقيمتها(589.4). يمكن تقدير هذا المؤشر باستخدام الصور الفضائية Landsat بتاريخ 2024/4/29، اذ يُستخدم الباند الرابع (Red Band) لتمثيل الخصائص الطيفية للغطاء الأرضي أو التربة المكشوفة، بينما يُمثل (Qmax) الحد الأقصى للجريان السطحي أو تراكم المياه على سطح الحوض.

ويتضح من خريطة(4) وجدول(4) ، أن المساحة الأكبر من الحوض تقع ضمن فئة التعرية المتوسطة، اذ بلغت قيمة Φ حوالي (0.3 – 0.5)، و بلغت مساحتها 79.0 كم² أي ما نسبته 49.3% من إجمالي مساحة الحوض، وهو ما يعكس أن نصف المساحة تقريباً معرض لتطور مظاهر التعرية بدرجة متوسطة. بينما جاءت فئة التعرية الضعيفة بقيم Φ ، بلغت(0.1 – 0.2) بمساحة 40.8 كم² وبنسبة 25.5%، مما يشير إلى وجود مناطق مستقرة نسبياً أو محمية من التعرية بفعل الغطاء الأرضي أو طبيعة الصخور.

أما فئة التعرية الشديدة فقد سجلت قيم Φ مقدار(0.6 – 0.7) ، وبمساحة تقدر 40.5 كم² بنسبة 25.2%، وهو ما يعكس أن ربع مساحة الحوض تقريباً يعاني من ظروف تضاريسية أو جيولوجية تجعل التعرية أكثر حدة، مثل الانحدارات العالية أو الصخور المفككة. يمكن القول إن الحوض يسيطر عليه النمط المتوسط للتعرية، مع وجود مساحات ملحوظة معرضة للتعرية الشديدة، مما يشير إلى ضرورة إجراءات وقائية لاسيما في المناطق الحساسة ذات الانحدارات العالية، للحفاظ على التربة وتقليل مخاطر الانجراف.

خريطة(4) التوزيع المكاني لقيم مؤشر تطور التعرية(Φ)



المصدر: بالاعتماد على المرئية الفضائية (لاند سات 8) بتاريخ (2024/4/29)، بدقة تميز 30 متر ، ومخرجات برنامج Arc map 10.8.

جدول (4) قيم مؤشر تطور التعرية (Φ) وفق Milevsky (2008)

النسبة المئوية (%)	المساحة (كم ²)	الوصف	قيم مؤشر تطور التعرية (Φ)
25.5	40.8	تعرية ضعيفة	0.1 – 0.2
49.3	79.0	تعرية متوسطة	0.3 – 0.5
25.2	40.5	تعرية شديدة	0.6 – 0.7
100	160.3	المجموع	

المصدر: بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc map 10.8.

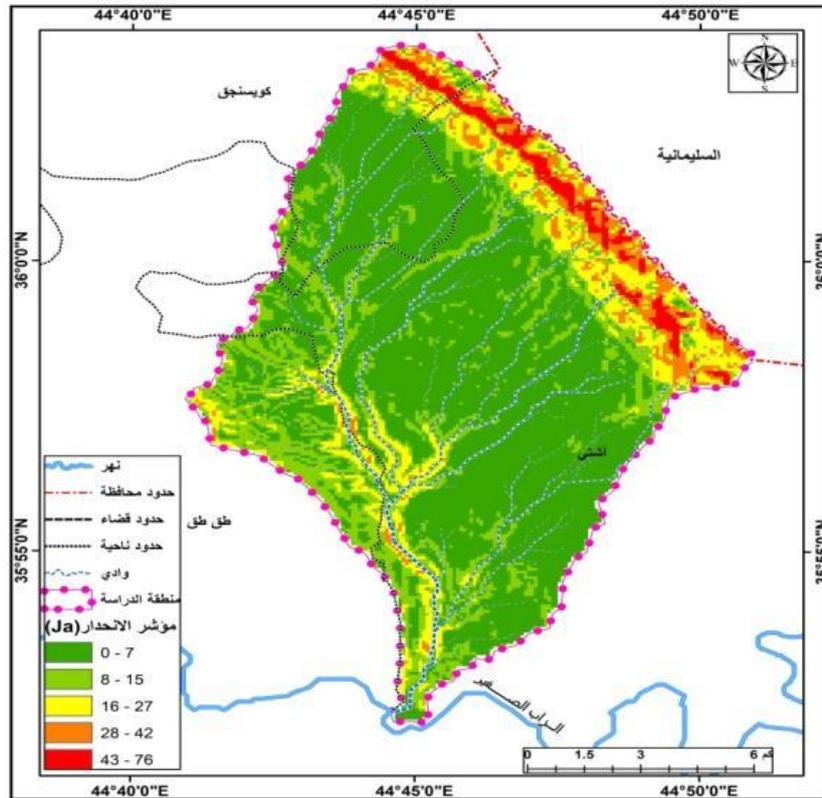
4- مؤشر الانحدار الطوبوغرافي (Ja) :

يعد الانحدار من أهم المحددات في العمليات الجيومورفولوجية ، إذ أن زيادة الانحدار تؤدي إلى ارتفاع سرعة الجريان السطحي، مما يرفع من قدرة المياه على فصل ونقل الحبيبات الترابية في حوض وادي كاني كور، وتم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model - DEM) لمنطقة الدراسة لاستخراج درجة الانحدار بالنسبة المئوية ضمن بيئة التحليل المكاني ضمن برنامج (Arc map). ويتضح من خريطة (5)، وجدول (5)، أن أكثر من نصف المساحة (60.6%) تقع ضمن الفئة السهلية (0-7%)، وهو ما يعكس انتشار الأجزاء المنبسطة والأراضي الزراعية ذات قابلية أقل للتعرية. وتأتي بعدها فئة السهول (8-15%) التي تشكل 21.5% من مساحة الحوض، وهي مناطق ذات انحدار معتدل، مما يجعلها أكثر عرضة للتعرية المائية مقارنة بالمناطق السهلية.

أما التلال المنخفضة (16-27%) فتشكل 9.9% من مساحة الحوض، وهي مناطق انتقالية تنسم بتضاريس أكثر وعورة. بينما تحتل التلال المرتفعة (28-42%) نسبة 5.1%، وتتميز بزيادة خطورة التعرية بسبب الانحدار الواضح وضعف استقرار التربة. وأخيراً، تشغل المناطق الجبلية (43-76%) مساحة محدودة (2.9%) لكنها تُعد الأكثر تعرضاً للتعرية والانجراف نتيجة شدة الانحدار وقوة الجريان السطحي.

وبذلك، يُظهر التوزيع الطبوغرافي للحوض أن الغالبية العظمى من المساحة تقع ضمن الانحدارات المنخفضة، إلا أن المناطق الجبلية والتلال المرتفعة، رغم مساحتها المحدودة، تمثل بؤراً رئيسية لعمليات التعرية والانجراف الرسوبي.

خريطة (5) التوزيع المكاني لقيم مؤشر الانحدار (Ja)



المصدر: مخرجات برنامج Arc map 10.8.

جدول (5) درجة الانحدار ومساحتها في حوض وادي كاني كور

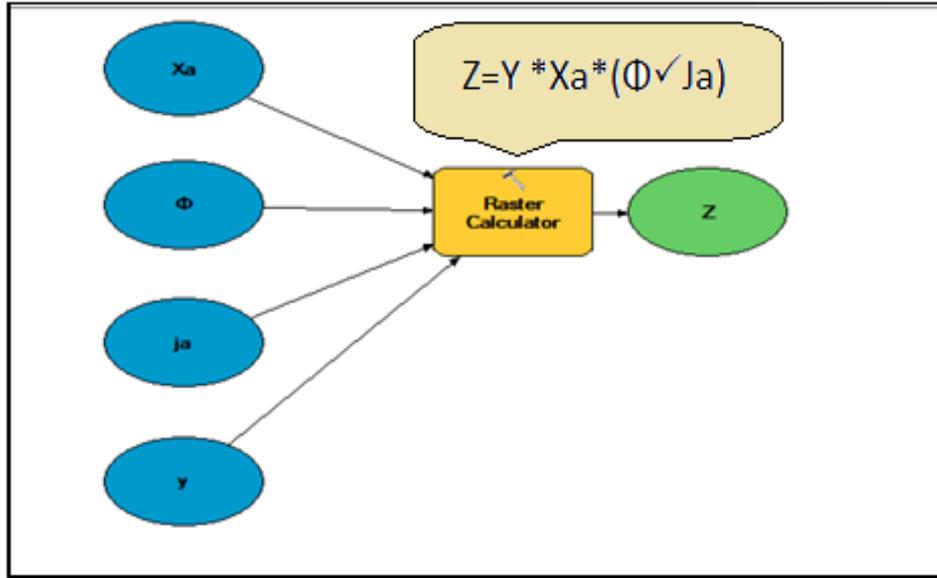
النسبة المئوية (%)	مساحة/كم ²	الوصف	درجة الانحدار (%)
60.6	97.2	سهلية	0 - 7
21.5	34.5	سهول	8 - 15
9.9	15.9	تلال منخفضة	16 - 27
5.1	8.2	تلال مرتفعة	28 - 42
2.8	4.5	جبال	43 - 76
100	160.3		

المصدر: مخرجات برنامج Arc map 10.8.

5-بناء نموذج (EPM) لقياس التعرية النوعية المحتملة (z) في حوض وادي كاني كور :

تم استخدام Model Builder ضمن بيئة ArcGIS لإنشاء نموذج متكامل يحاكي عمليات تقدير شدة التعرية النوعية المحتملة في منطقة الدراسة. إذ يتيح Model Builder إمكانية ربط الأدوات المكانية المختلفة بشكل سلس، وإجراء العمليات الحسابية المتسلسلة على البيانات بدون الحاجة للتدخل اليدوي المتكرر، ما يضمن دقة وسرعة أكبر في تحليل البيانات المكانية. إذ تم ادخال مؤشرات المؤثرة في قياس التعرية النوعية والمتمثلة بمعامل (x) و(Φ) و(Ja) و(y) يلاحظ شكل(1).

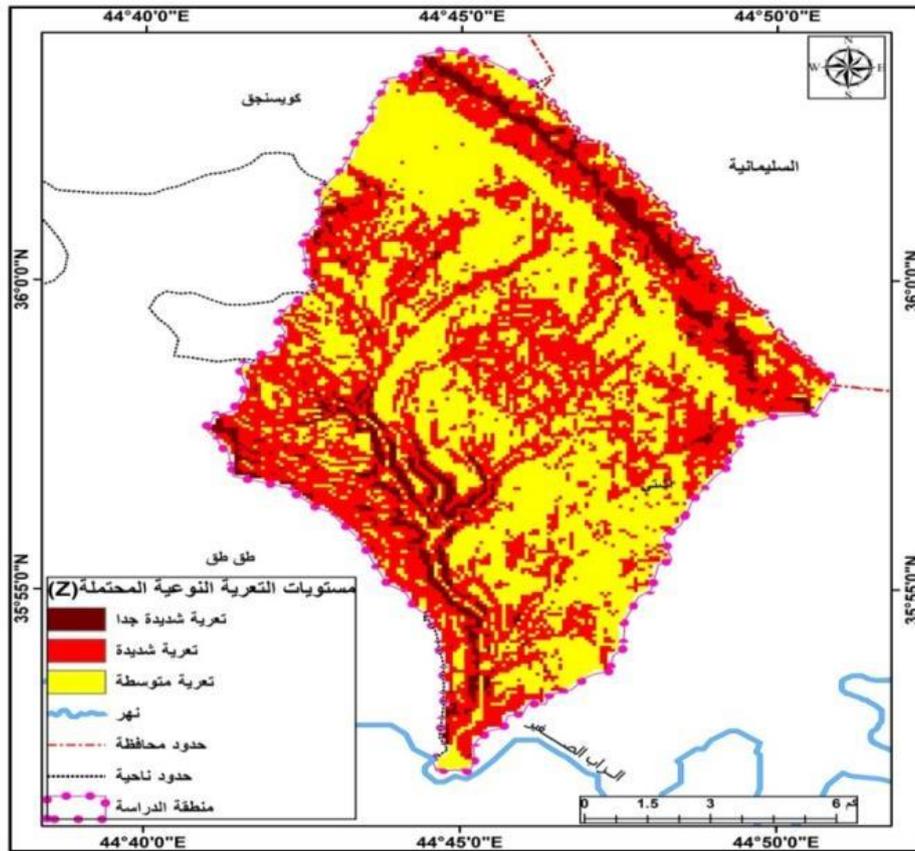
شكل (1) بناء نموذج (EPM) لقياس التعرية النوعية المحتملة (Z)



المصدر: مخرجات برنامج Arc map 10.8.

ويتضح من خريطة (6) وجدول (6)، تباين معامل التعرية النوعية (Z) في حوض وادي كاني كور، إذ أن النسبة الأكبر من المساحة (47.4%) تقع ضمن فئة التعرية المتوسطة إذ بلغت معامل (Z) حوالي (0.55)، وهي مناطق معرضة لفقدان التربة بمعدلات معتدلة نتيجة تأثيرات الانحدار والغطاء الأرضي.

خريطة (6) التوزيع المكاني للتعرية النوعية المحتملة لحوض وادي كاني كور



المصدر: مخرجات برنامج Arc map 10.8.

جدول (6) تصنيف فئات التعرية بناءً على قيمة معامل (Z) وفق نموذج Gavrilovic

النسبة المئوية	المساحة/كم ²	متوسط القيمة	وصف التعرية	قيمة معامل Z
7.3	11.7	1.25	تعرية شديدة جدا (خنادق، أخاديد، انزلاقات صخرية، إلخ)	$Z > 1$
45.3	72.6	0.85	تعرية شديدة	$0.71 < Z \leq 1$
47.4	76.0	0.55	تعرية متوسطة	$0.41 < Z \leq 0.7$

المصدر: مخرجات برنامج Arc map 10.8.

كما تشكل مناطق التعرية الشديدة نسبة 45.3% من مساحة الحوض، وهو ما يعكس وجود مساحات واسعة ذات حساسية عالية للتعرية والانجراف الرسوبي، خصوصاً في المناطق ذات الانحدارات المتوسطة إلى العالية والغطاء النباتي المتدهور. أما فئة التعرية الشديدة جداً، فتغطي مساحة محدودة (7.3%)، لكنها تمثل بؤراً حرجة لعمليات التعرية المكثفة مثل تشكل الأخاديد والانزلاقات الأرضية، مما يجعلها الأكثر خطورة من الناحية البيئية والهيدرولوجية.

وبذلك يتضح أن أكثر من 92% من مساحة الحوض تقع ضمن فئتي التعرية المتوسطة والشديدة، مما يعكس قابلية عالية لفقدان التربة، وهو ما يستدعي خطاً لإدارة الأراضي والحفاظ على الغطاء النباتي للحد من مخاطر الانجراف الرسوبي.

ثانياً- النمذجة المكانية للتعرية الكمية المحتملة لحوض وادي كاني كور:

بالاعتماد على نموذج (EPM) لتقدير كمية التربة المفقودة والانجراف الرسوبي. والذي يعتمد على دمج الخصائص المناخية (الأمطار والحرارة) مع المؤشرات المورفومترية والجيولوجية (معامل التعرية النوعية)، وفق المعادلة التالية، (Gavrilović, 1982, p547):

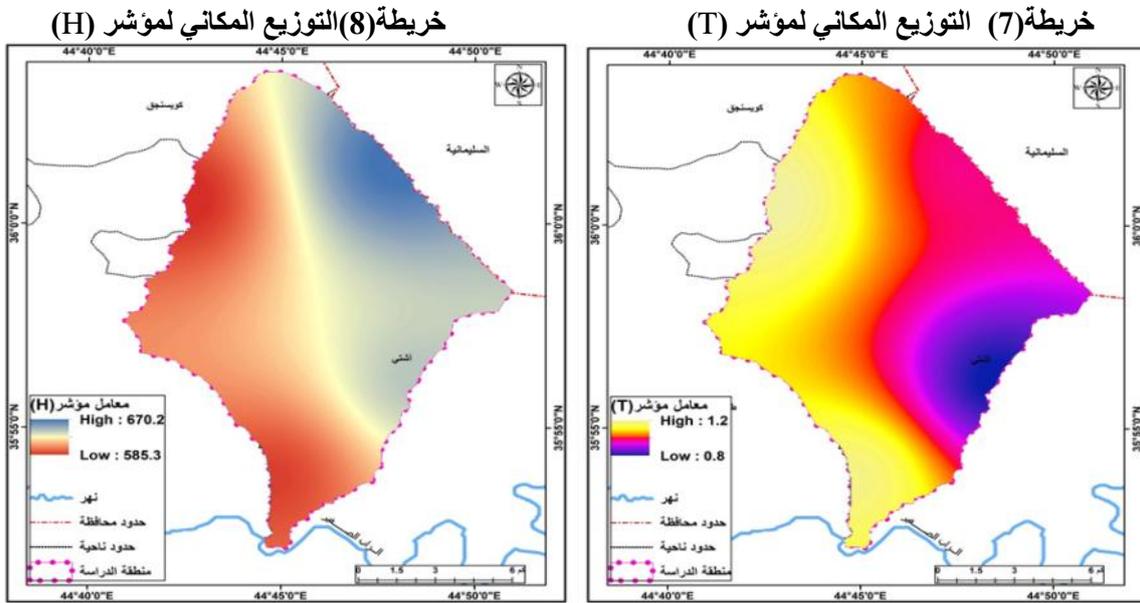
$$W=H*T*\pi *\sqrt{Z^3}$$

اذ تمثل:

- W حجم التربة المفقودة (م³/كم²/سنة).
- H مؤشر الأمطار (مم/سنة)، ويمثل شدة الهطول المطري المؤثر في التعرية.
- T مؤشر الحرارة ، ويُحسب وفق العلاقة $T=C/10 * 0.1$ اذ C هو معدل الحرارة السنوي (م°).
- Z معامل التعرية النوعية، ويعكس تأثير العوامل الجيولوجية والمورفولوجية والغطاء النباتي على شدة التعرية.
- π يمثل قيمة 3.141593 وهو قيمة ثابتة يدخل في تركيب النموذج.

وتُظهر نتائج المعادلة أن قيم معامل التعرية الكمية (W) الأقل من (50 م³/كم²/سنة) تُعد مؤشراً على غياب تأثير التعرية الفعلي، بينما القيم المرتفعة التي تزيد عن (20000 م³/كم²/سنة) تعكس حالات تعرية كارثية ذات مخاطر عالية على التربة والبيئة (ZACHAR, (1982), p547). ولغرض احتساب المعاملات المناخية الرئيسية (مؤشر الأمطار ومؤشر الحرارة) التي تدخل في بناء النموذج، تم الاعتماد على بيانات مناخية مستخلصة من محطات الرصد بالأقمار الصناعية للفترة الممتدة بين (2000–2024) (NASA).

اذ تم إدخال هذه البيانات إلى بيئة نظم المعلومات الجغرافية ومعالجتها باستخدام أدوات التحليل المكاني (Spatial Analyst Tools) في برنامج ArcMap ، ومن ثم تمثيلها مكانياً عبر خرائط توضح التوزيع المكاني للأمطار ودرجات الحرارة ضمن منطقة الدراسة، كما هو موضح في الخرائط (7) و(8).



المصدر: مخرجات برنامج Arc map 10.8

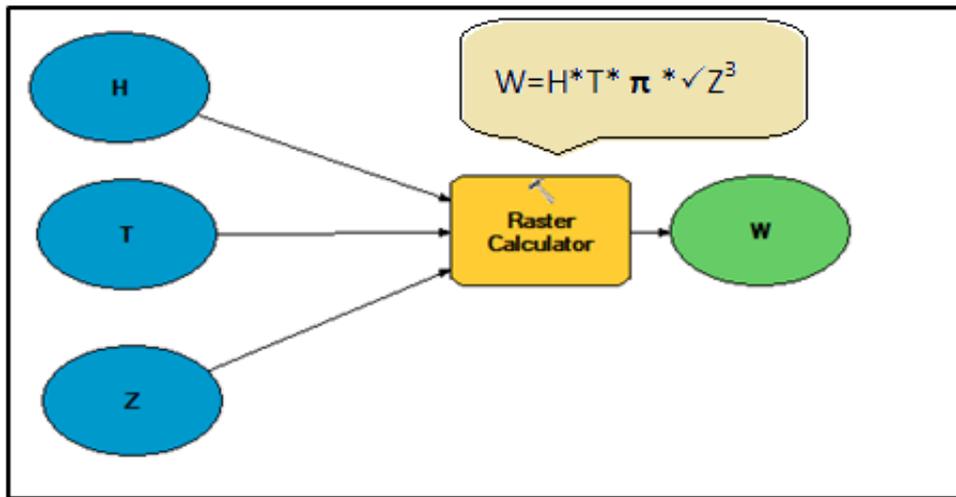
المصدر: مخرجات برنامج Arc map 10.8

اذ يتضح التباين المكاني لدرجات الحرارة السنوية داخل حوض وادي كاني كور، اذ تُظهر المناطق المنبسطة والقريبة من المجرى الرئيس للوادي معدلات حرارة أعلى نسبياً مقارنة بالمناطق الجبلية ذات الارتفاعات الأعلى التي تسجل معدلات أقل. ويؤثر هذا التباين في زيادة معدلات التبخر في الأجزاء السهلية، ما يقلل من رطوبة التربة ويجعلها أكثر هشاشة وقابلة للتعرية عند سقوط الأمطار. اما بالنسبة لمجموع الامطار السنوي، فيتضح ان هناك زيادة باتجاه

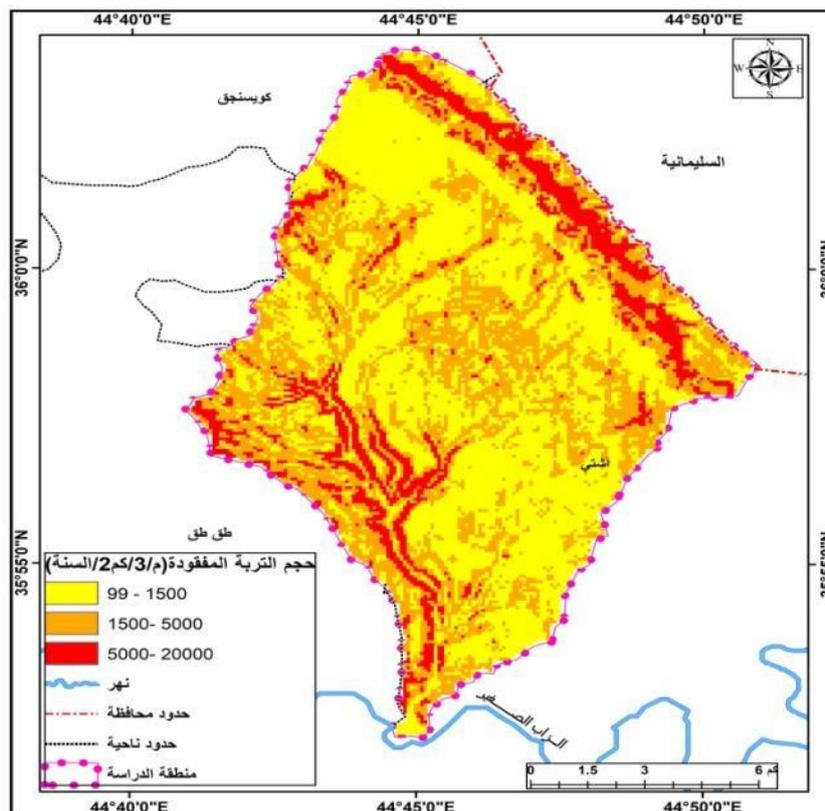
المناطق المرتفعة من الحوض مقارنة بالأجزاء المنخفضة. وتؤدي غزارة الأمطار في هذه المناطق إلى تعزيز الجريان السطحي وزيادة طاقة المياه في فصل ونقل الحبيبات الترابية، مما يرفع من معدلات التعرية والانجراف الرسوبي. يتضح أن العلاقة بين المؤشرين (T) و (H) تفاعلية، إذ تسهم الحرارة المرتفعة في إضعاف الغطاء النباتي وزيادة تعرض التربة، بينما تعمل الأمطار الغزيرة على تسريع عملية الانجراف. وبذلك يُعد التباين المكاني لهذين العاملين أحد المحددات الرئيسية لشدة التعرية في حوض وادي كاني كور.

وبعد الحصول على المؤشرات المناخية ، تم تطبيق نموذج التعرية المكانية (W) داخل Model Builder ، يلاحظ شكل (2) ، ومن ملاحظة نتائج تحليل خريطة (9) وجدول (7)، يتضح تباين التوزيع المكاني لحجم التربة المفقودة (م³/كم²/سنة) في حوض وادي كاني كور وفق معادلة EPM ، وأن التعرية لا تتوزع بشكل متجانس، بل تختلف شدتها تبعاً لخصائص السطح والغطاء الأرضي والظروف المناخية ، وعلى النحو الآتي:

شكل (2) بناء نموذج (EPM) لقياس التعرية الكمية (w)



المصدر: مخرجات برنامج Arc map 10.8. خريطة (9) التوزيع المكاني لمعامل التعرية الكمية (w) لحوض وادي كاني كور



المصدر: مخرجات برنامج Arc map 10.8.

جدول (7) حجم الفقد الرسوبي (W) الناتج عن التعرية الكمية في الحوض اعتمادًا على نموذج (epm)

النسبة المئوية %	المساحة (كم ²)	حجم التربة المفقودة (م ³ /كم ² /سنة)	حدة التعرية
50.3	80.6	99 – 1500	تعرية متوسطة
37.3	59.8	1500 – 5000	تعرية معمرة
12.4	19.9	5000 – 20000	تعرية قوية
100.0	160.3	—	المجموع

المصدر: مخرجات برنامج Arc map 10.8.

إضافة إلى ذلك، تشير نتائج البحث الحالي إلى أن ضعف الغطاء النباتي وتدهور الأراضي الزراعية (التي تغطي نحو 94% من مساحة الحوض) يعدان من أهم العوامل المتحكمة في شدة التعرية. وهو ما يتفق مع ما توصل إليه Panagos وآخرون (Panagos Panagos, 2015)، في دراستهم الأوروبية الواسعة النطاق حول عامل الغطاء الأرضي في تقليل التعرية، إذ أكدوا أن المناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف تسجل معدلات فقد للتربة أقل بكثير مقارنة بالأراضي المكشوفة. بناءً على ذلك، يمكن القول إن حوض وادي كاني كور يمثل نموذجًا بيئيًا حساسًا شبيهًا بأحواض أخرى في شمال العراق والشرق الأوسط، وأن إدارة التربة والمياه فيه تتطلب تدخلات عاجلة تستند إلى النتائج الرقمية التي وفرتها النمذجة المكانية.

1- مناطق التعرية المتوسطة :

تسود فيها فئة التعرية المتوسطة بمعامل (w) تقدر (99-1500 م³/كم²/سنة)، إذ تنتشر الأراضي الزراعية والمزارع المتدهورة. وعلى الرغم من أن الانحدار منخفض نسبيًا (0-7%)، إلا أن تدهور الغطاء النباتي يجعل التربة أكثر هشاشة وفقدانًا. وتمثل هذه الفئة النسبة الأكبر من مساحة الحوض بمقدار 80.6 كم² أي 50.3% من المساحة الكلية، وهو ما يفسر اتساعها وتوزعها على غالبية الأجزاء الوسطى من الحوض.

2- مناطق التعرية المعممة:

تتركز فيها فئة التعرية المعممة بمعامل (w) تقدر (1500–5000 م³/كم²/سنة)، والتي تتوافق مع الانحدارات المتوسطة (8–27%). ويؤدي تداخل الانحدار مع ضعف الحماية النباتية إلى زيادة الجريان السطحي وتعميم فقد التربة على نطاقات أوسع. وقد بلغت مساحة هذه الفئة 59.8 كم² أي ما نسبته 37.3% من مساحة الحوض، مما يعكس خطورتها في المدى المتوسط، لاسيما مع استمرار التدهور البيئي.

1. مناطق التعرية القوية :

تُظهر فئة التعرية القوية بمعامل (w) تقدر (5000–20000 م³/كم²/سنة)، إذ تسود الصخور الهشة (مثل تكوين المقدادية وترسبات المنحدرات) إلى جانب الانحدارات العالية (28–76%). هذه العوامل مجتمعة توفر بيئة مثالية لتسارع الانجراف وتشكل الأحاديد والخنادق. وتغطي هذه الفئة مساحة 19.9 كم² أي ما نسبته 12.4% من المساحة الكلية للحوض، ورغم صغر مساحتها فإنها تمثل البؤر الأكثر خطورة بيئياً وهيدرولوجياً.

وبالرجوع لنتائج النمذجة النوعية للتعرية في حوض وادي كاني كور تشير إلى أن غالبية مساحة الحوض (92%) تقع ضمن فئتي التعرية المتوسطة والشديدة، وهو ما انعكس في التقديرات التعرية الكمية التي أظهرت أن نصف مساحة الحوض تقريباً (50.3%) تتعرض لفقدان تربة بمعدلات متوسطة، مقابل 37.3% بتعرية معممة و12.4% بتعرية قوية. هذه النتائج تتوافق مع طبيعة التكوينات الجيولوجية الهشة والانحدارات الطبوغرافية المتوسطة إلى الشديدة التي تميز المنطقة. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه دراسة عبد الكريم، (عبد الكريم، 2025) عن حوض وادي شبو رسور في محافظة السليمانية، إذ أظهرت النمذجة باستخدام معادلة EPM أن معظم مساحة الحوض تقع ضمن فئات التعرية المتوسطة والمعممة نتيجة الانحدارات المتوسطة وضعف الغطاء النباتي. كما تتقارب مع نتائج Milevski (2008)، التي أوضحت أن الأحواض الجبلية في البيئات المتوسطة تُظهر معدلات انجراف مرتفعة في المناطق المتموجة نتيجة التفاعل بين الانحدار والأمطار الموسمية.

الاستنتاجات:

1. بينت الدراسة أن التكوينات الجيولوجية الهشة (مثل تكوين المقدادية وترسبات المنحدرات) تحتل ما يقارب 27% من مساحة الحوض، وهي الأكثر قابلية للتعرية مقارنة بالتكوينات الصلبة.
2. تبين أن أكثر من 94% من مساحة الحوض تعاني من ضعف أو انعدام الحماية الطبيعية للتربة بسبب هيمنة الأراضي الجرداء (49.8%) والمزارع المتدهورة (44.6%).
3. أظهر مؤشر تطور التعرية (Φ) أن نصف مساحة الحوض تقريباً (49.3%) تقع ضمن فئة التعرية المتوسطة، وحوالي 25.2% من التعرية الشديدة، وهو ما يعكس خطورة الوضع البيئي.
4. أظهرت نتائج معامل التعرية النوعية (Z) أن نحو 92% من مساحة الحوض تقع ضمن فئتي التعرية المتوسطة والشديدة، مما يعني أن غالبية الحوض معرضة لفقدان التربة.
5. كشفت نتائج التعرية الكمية (W) أن الفئة المتوسطة (99–1500 م³/كم²/سنة) تغطي نصف المساحة تقريباً (50.3%) بينما تقع 49.7% من الحوض ضمن الفئات الأعلى خطورة (المعممة والقوية).
6. العلاقة المكانية بين الانحدار، طبيعة التكوينات، والغطاء الأرضي أوضحت أن شدة التعرية ترتبط طردياً مع زيادة الانحدار وهشاشة الصخور وعكسياً مع كثافة الغطاء النباتي.

التوصيات:

1. إعادة تأهيل الغطاء النباتي من خلال برامج التشجير واستخدام الأنواع المحلية المقاومة للجفاف لتعزيز الحماية الطبيعية للتربة.
2. اعتماد ممارسات زراعية مستدامة مثل الزراعة الكنتورية، مصدات الرياح، لتقليل فقد الرسوبي في المناطق الزراعية.
3. تحديد مناطق الخطورة العالية (12.4% من المساحة) كأولوية في خطط الإدارة البيئية، مع منع النشاط البشري غير المنظم مثل الرعي الجائر فيها.

4. استخدام تقنيات حصاد المياه (مثل السدود الصغيرة والحقول الحجرية) لتقليل سرعة الجريان السطحي وتعزيز تغذية المياه الجوفية.
5. مراقبة دورية باستخدام الاستشعار عن بعد لمتابعة التغيرات في الغطاء الأرضي وشدة التعرية، بما يضمن تحديث قاعدة البيانات المكانية بشكل مستمر.

المصادر:

1. Gavrilovic, Z., Stefanovic, M., Milovanovic, I., Cotric, J., & Milojevic, M. (2008). *Torrent classification – Base of rational management of erosive regions*. In *XXIVth Conference of the Danubian Countries* (pp. 1–9). Bled, Slovenia.
2. علي، أ. (2025). دمج تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي للتنبؤ بالجريان السطحي والاستدامة البيئية – دراسة مستقبلية (2025-2050) لحوض وادي حقلان. مجلة مداد الاداب، المجلد (15) (العدد 21). <https://midad-aladab.org/index.php/midadaladab/article/view/2217>
3. Zorn, M., & Komac, B. (2008). *Response of soil erosion to land use change with particular reference to the last 200 years (Julian Alps, Western Slovenia)*. Presented at the *XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management*, Bled, Slovenia.
4. Dragicevic, N., Karleusa, B., & Ozanic, N. (2017). *Erosion Potential Method (Gavrilovic Method) sensitivity analysis*. *Soil and Water Research*, 12(1), 59–67.
5. Milevski, I., Blinkov, I., & Trendafilov, A. K. (2008). *Soil erosion processes and modeling in the upper Bregalnica catchment*. Paper presented at the *XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management*, Bled, Slovenia.
6. Gavrilović, S. (1972). *Engineering of torrential flows and erosion*. Belgrade: Institute of Hydrology.
7. Zachar, D. (1982). *Soil erosion*. Amsterdam: Elsevier Science Publishing Company.
8. عبد الكريم، عامر محمود. (2025). تقدير كمي لحجم التعرية المائية وآثارها الجيومورفولوجية في حوض وادي شيبو رسور في محافظة السليمانية باستخدام التقنيات الجغرافية المعاصرة. مجلة دجلة للعلوم الإنسانية.
9. Milevski, I. (2008). *Application of remote sensing and GIS for modeling of soil erosion in mountainous watersheds*. *International Symposium on Remote Sensing of Environment*, 1–7.
10. Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., Alewell, C., Lugato, E., & Montanarella, L. (2015). *Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale*. *Land Use Policy*, 48, 38–50.
11. State Establishment of Geological Survey and Mining (GEGSURV), Department of Geological Survey. (1992). *The Geology of Kirkuk Quadrangle, Sheet NI-38-2 (GM 9), Scale 1:250,000*. By Varoujan K. Sissakian (Chief Geologist). Baghdad.
12. State Company of Geological Survey and Mining (GEGSURV), Directorate of Geological Survey, Geological Survey Department. (1998). *The Geology of Erbil and Mahabad Quadrangle, Sheet NJ-38-14 & NJ-38-15 (GM 5 & 6), Scale 1:250,000*. By Varoujan K. Sissakian (Chief Geologist). Baghdad.
13. NASA. (n.d.). *Global Precipitation Measurement (GPM) or Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) [Dataset]*. NASA Goddard Space Flight Center.
14. وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة. (2021). *خريطة العراق الإدارية، مقياس 1:1,000,000*. ومخرجات برنامج ArcMap 10.8.

Spatial Modeling of Qualitative and Quantitative Erosion in the Kani Kor Basin (Northern Iraq) Using Remote Sensing and Geographic Information Systems

Dr. Israa Abdulwahid Ali Murad
Iraqi University / College of Arts
israaabdulwahidali@aliraqia.edu.iq

Abstract:

This study aims to analyze and assess both qualitative and quantitative soil erosion in the Kani Kur watershed, northern Iraq, using remote sensing and Geographic Information Systems (GIS) techniques. The Erosion Potential Method (EPM) was employed to develop spatial models that determine sediment yield levels by integrating rainfall data, topographic slope, soil properties, and land cover. Results indicate that the Bay Hasan and Muqdadiyah formations, covering over half of the watershed area, exhibit moderate to high erosion susceptibility, while approximately 94% of the watershed shows weak or no natural protection due to degraded farmlands and bare lands. Qualitative erosion modeling revealed that 92% of the watershed falls within moderate to severe erosion classes, whereas quantitative analysis showed that the majority (50.6%) experiences moderate soil loss rates (99–1500 m³/km²/year), compared to 37.1% under generalized erosion and 12.3% under severe erosion. These findings highlight the high sensitivity of the watershed to sediment transport, emphasizing the need for effective soil and water management strategies, including vegetation restoration and sustainable agricultural practices to mitigate environmental degradation.

Keywords: Erosion, Spatial Modeling, GIS, Remote Sensing, Kani Kur Watershed, EPM