

التقييم الكمي لمخاطر التعرية المائية في سهل السندي باستخدام إنموذج  
جافريلوفيك EPM

م. م نور الهدى جبار شنيت المالكي

كلية الآداب - جامعة البصرة

أ.د محمد عبد الوهاب حسن الاسدي

كلية الآداب- جامعة البصرة

أ.د رقية احمد محمد امين

كلية الآداب- الجامعة العراقية

[Ruqaya\\_Mohamed@aliraqia.edu.iq](mailto:Ruqaya_Mohamed@aliraqia.edu.iq)



*Quantitative Assessment of Water Erosion Risk in the Sandi Plain Using  
the Jafarlovic EPM Model*

*Noor Al-Huda J. Sh. Al-Maliki*

*College of Arts - University of Basra*

*Dr. Mohammed A. W. Al-Asadi*

*College of Arts - University of Basra*

*Dr. Raqiya Ahmed M.Amin*

*College of Arts - AL-Iraqia University*



## المستخلص

تناول البحث الموسوم (التقييم الكمي لمخاطر التعرية المائية في سهل السندي باستخدام إنموذج جافريلوفيك EPM) على بناء إنموذج للتعرية المائية ضمن الإقليم الجبلي. اذ عكست هذه العمليات تسارعاً في نشاط عمليات التعرية المائية. لذا برزت الحاجة لتحديد المناطق التي تعاني من خطر التعرية المائية، وتحديد العمليات المسببة لهذه المخاطر او التي تزيد من تأثيرها ومن ثم بناء إنموذج دقيق لتقدير كميات التعرية المائية. تعد التقانات الحديثة المتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد من انجح الطرائق في بناء النماذج التي تحاكي الواقع كونها توفر بيئة برمجية ملائمة هدفها محاكاة الواقع والدقة في النتائج والسرعة في الأداء والسهولة في الاستخدام، كون اغلب الطرق التي قدرت التعرية هي معادلات وصفية لم تهتم بمعالجتها ونمذجتها مكانياً باستخدام التقانات الحديثة. عكفت الدراسة الى استخدام إنموذج (EPM) لجافريلوفيك، ومن ثم بناء امتداد (Extension) له في بيئة برنامج (ARC GIS)، اذ يحتوي على نماذج فرعية تكون بهيئة عوامل (مؤشرات) من الممكن ان تزيد او تحد من التعرية.

الكلمات المفتاحية: مخاطر ، تعرية مائية، إنموذج جافريلوفيك EPM .

## Abstract

The study titled "Quantitative Assessment of Water Erosion Risk in the Sandi Plain Using the Jafarlovic EPM Model" focuses on constructing a model for water erosion within the mountainous region. These processes have led to an acceleration in water erosion activities. Hence, there is a need to identify areas at risk of water erosion, diagnose the processes causing these risks or exacerbating their effects, and subsequently build an accurate model to estimate water erosion quantities. Modern technologies, such as Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing data, are among the most successful methods for building models that simulate reality. They provide a suitable software environment aimed at simulating reality with precision in results, speed in performance, and ease of use. This is because many of the erosion estimation methods are descriptive equations that have not been spatially processed and modeled using modern technologies. The study focused on using the Jafarlovic EPM (Erosion Potential Model) and subsequently constructing an extension for it within the ARC GIS software environment. This extension includes sub-models structured with factors (indicators) that can either increase or mitigate erosion.

*Keywords: hazards, water erosion, Gavrilovik EPM model*

## المقدمة:

تركز الدراسات الجيومورفولوجية الحالية على جوانبها التطبيقية وذلك بسبب التطورات الهائلة التي حصلت في تقنياتها والمتمثلة ببناء النماذج الرقمية ( Digital Models) في بيئة برنامج (ARC GIS). والتحليل الاحصائي، اذ تهدف الدراسة الحالية اساساً الى التقييم الكمي لمخاطر التعرية المائية في سهل السندي باستخدام إنموذج جافريلوفيك EPM ومن ثم تصنيفه وتحليله، وانعكاس ذلك على البيئة الاقتصادية للسكان.

تعد المنطقة الجبلية في العراق إحدى المناطق التي تتعرض بشكل مستمر لمخاطر الانجراف والتعرية المائية التي تعد واحدة من المشاكل البيئية الخطرة لما تسببه من أضرار جسيمة للتربة. وتكمن خطورة التعرية في تدهور العديد من الأوساط سواء البيئية باستنزاف الأراضي الصالحة للزراعة وفقدانها لخصوبتها، أو بتهديد المنشآت البشرية كالسدود بسبب تراكم الرواسب فيها مما يؤدي إلى انخفاض سعتها وتقليل عمرها الزمني، فضلاً عن صعوبة معالجة هذه المشكلة على المدى القريب، فهي تحتاج لمجموعة إجراءات معقدة ووقت طويل.

تعد دراسة التعرية المائية ذات أهمية كبيرة وذلك للتعرف على درجة حساسية السطح بوصفها خطوة اساسية للتقييم البيئي وذلك لانعكاسها على سيادة أصناف واستعمالات الأرض. إذ تبين من الدراسات المشابهة لبيئة منطقة الدراسة والقريبة منها أن المنطقة حساسة للعمليات الجيومورفولوجية.

يعتمد الأنموذج الذي سيتم بناؤه على المؤشرات التي تدخل في بناء هذا النموذج وهي (T H، Q، Y،Ja) أي تدخل المؤشرات بقيمها الحقيقية دون اخضاعها لدوال

عضوية، وذلك للتعرف على كميات التعرية المائية والتي تعكس مخاطراً على بيئة هذه المنطقة، وتأثيراً واضحاً على استخدامات الاراض.

## ١- منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة جغرافياً في الجزء الشمالي من العراق، إذ يقع شمال مدينة الموصل بمسافة ١٢٠ كم تقريباً وتقع على اطرافه الجنوبية مدينة زاخو، يظهر السهل بشكل مثلث قاعدته عند نهر الهيزل غرباً، ويضيق نحو الشرق ويبلغ متوسط عرض السهل ما يقارب ٦ كم، ويحده من الجنوب نهر الخابور وسلسلة جبال بيخير، اما من الشرق فتحده مدينة باطوفة مركز ناحية الكلي، ويعد نهر الهيزل الحدود الدولية بين العراق وتركيا، يُعد سهل السندي أحد أبرز السهول الواقعة ضمن الإقليم الجبلي من العراق.

أما فلكياً فتقع منطقة الدراسة بين ودائرتي عرض (١٠° ٣٧' - ٤٠° ٣٧') شمالاً، بين قوسي طول (٤٢° ٥٠' - ٤٢° ٢٥') شرقاً، هو بذلك يقع مناخياً ضمن الإقليم شبه الرطب الى الرطب، وتبلغ مساحته حوالي (٣٨٣.٣٥٦) كم<sup>٢</sup>، خريطة (١).

## ٢. مشكلة الدراسة وتساؤلاتها :

(يعد إنموذج جافريلوفيك من النماذج المستخدمة في الكشف عن مخاطر التعرية المائية. اذ يعتمد على التعبير المنطقي، المعادلات مقيسه، ومؤشرات. والذي ستعتمد هذه الدراسة عليه لقياس درجة المخاطر). ومنها تنطلق التساؤلات الآتية: -

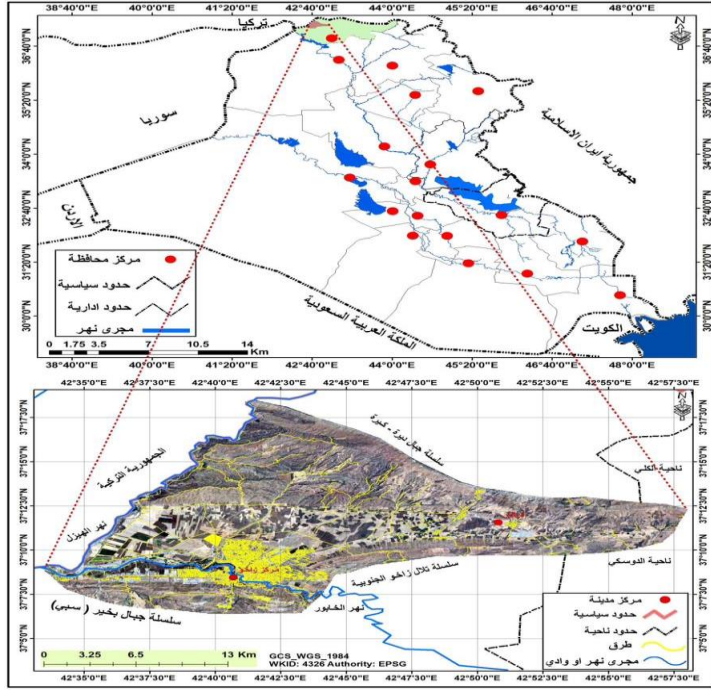
١- ماهي مدخلات هذا النموذج بفرعيه (المحتمل، والشامل)؟

٢- كيف يمكن بناء نماذج فرعية بهيئة ادوات في بيئة برنامج GIS تعمل على

استخراج كميات التعرية المائية؟

٣- هل يمكن ان يعد نموذج جافريلوفيك نموذجاً علمياً استشارياً في إدارة احواض الإقليم الجبلي؟

### خريطة (١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق



المصدر: اعتمادا على المرئية الفضائية (Quickbird2) والمرئية الفضائية (Landsat ٨) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والدراسة الميدانية ومخرجات برنامج Arc gis ١٠.٨.

### ٣-فرضيات الدراسة :

على ضوء التساؤلات المطروحة ضمن حقائق المشكلة الرئيسية سيتم صياغة الفرضيات الآتية:

١-إن منطقة الدراسة في حالة عدم توازن نتيجة لوجود خلل في سير العمليات الجيومورفولوجية انعكس ذلك على المجاري الرئيسية في السهل. مما يؤدي الى تسارع

في عمليات التعرية المائية وبالتالي انعكاسها على الجوانب البيئية لسكان منطقة الدراسة.

٢ - إن نموذج جافريلوفيك من أدق الطرائق في قياس كميات التعرية، وذلك لاعتماده على جميع العوامل التي تزيد أو تحد من التعرية المائية واعتماد اغلب مدخلاته على المرئيات الفضائية التي تقاس بالبيكسل. إن برنامج (ARC GIS) وامتداداته الرئيسة كالبناء الهيكلي (Model Builder) وجبر الخرائط (Map Algebra) من اهم الوسائل التي يمكنها تحويل المعادلات الى أداة برمجية رقمية تعمل على قياس كمية التعرية.

٣- يمكن اعتباره نموذجاً استشارياً للكشف عن مخاطر التعرية في الأقاليم الجبلية.

٤. أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة الى ما يأتي:

١- كيفية بناء نموذج لمخاطر التعرية المائية باستخدام نموذج جافريلوفيك.

٢- الوصول الى نموذج تفسيري واستشاري يدخل الى بيئة برنامج (ARC GIS) لقياس كمية التعرية في الإقليم الجبلي.

٥-ألية بناء إنموذج Gavrilovic لقياس التعرية الكمية (EPM)

يعد النموذج Erosion potential Method المعروف اختصاراً بنموذج (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 الترب المقفودة 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. ويعد مناسباً لتقييم التعرية في المناطق الجبلية

والمضرسة، بحيث أصبح هذا النموذج معتمداً في بلدان أوروبا الشرقية لتقدير حجم الإرسابات والتعرية المائية الكمية، ويذكر (Stefanovic ستيفانوفيك) أن هذا النموذج هو الأمثل في حساب حجم التعرية السطحية للمياه، إذ أجريت دراسات لمجموعة من المواقع في سويسرا باستخدام نموذج Gavrilovic، ثم قورنت بالدراسات الحقلية الميدانية لنفس المواقع، فوجد أن هناك نسبة تطابق بالقياسات بين الأسلوبين بلغت أكثر من ٩٥٪ (الغامدي، ٢٠٠٩، ص ٢٢).

٥-١ منهجية تطبيق نموذج Gavrilovic (EPM): يتم تطبيق هذا النموذج وفق مجموعة من المعادلات الرياضية، (العاني، المشهداني، ٢٠٢٠، ٣٩-٦٤) وتشمل:  
- المعادلة الرئيسية لحساب حجم الإرسابات:

$$W = T \times h \times \pi \times \sqrt{z^3}$$

إذ أن:

$$W = \text{المعدل السنوي لكمية التعرية (م}^3 \text{ / كم}^2 \text{ / السنة).}$$

$$T = \text{معامل الحرارة ويتم حسابه من المعادلة الآتية:}$$

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

إذ أن:

$$T = \text{المعدل السنوي لدرجة الحرارة. } H = \text{المعدل السنوي للأمطار (ملم). } \pi =$$

$$\text{قيمة ثابتة (٣.١٤١٥).}$$

$$Z = \text{معامل التعرية المحتملة erosion coefficient.}$$

يعد العنصر (Z) أهم عناصر نموذج Gavrilovic، وفي بعض الأحيان 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 (الغامدي، ٢٠٠٩، ص ٣٢).

٥-٢ منهجية Gavrilovic جافريلوفيك لاستخراج معامل التعرية المحتملة (Z):  
يحسب معامل التعرية Z عن طريق المعادلة الآتية (العاني، المشهداني، ٢٠٢٠، ٣٩-٦٤):

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

إذ أن:

$Y$  = معامل قابلية التربة للتعرية.  $Xa$  = معامل حماية التربة.

$\varphi$  = معامل تطور التعرية وشبكة التصريف.

$Ja$  = معدل الانحدار (%). جدول (١).

إذ يعتمد نموذج جافريلوفيك على عدد من المتغيرات والمؤشرات التي تتعلق بالتركيب الجيولوجي وطبيعة الصخور والغطاء النباتي والانحدار، فضلاً عن معلومات حقلية تؤخذ من الدراسة الميدانية. وقد تم الاعتماد على توظيف تقنيات التحسس النائي والاستشعار عن بعد في هذه الدراسة لإنجاز المدخلات اللازمة لإتمام حساب التعرية المحتملة (Z) من خلال مخرجات برنامج Arc Map Gis ١٠.٨.



جدول (١) فئات مستويات معامل التعرية (Z)

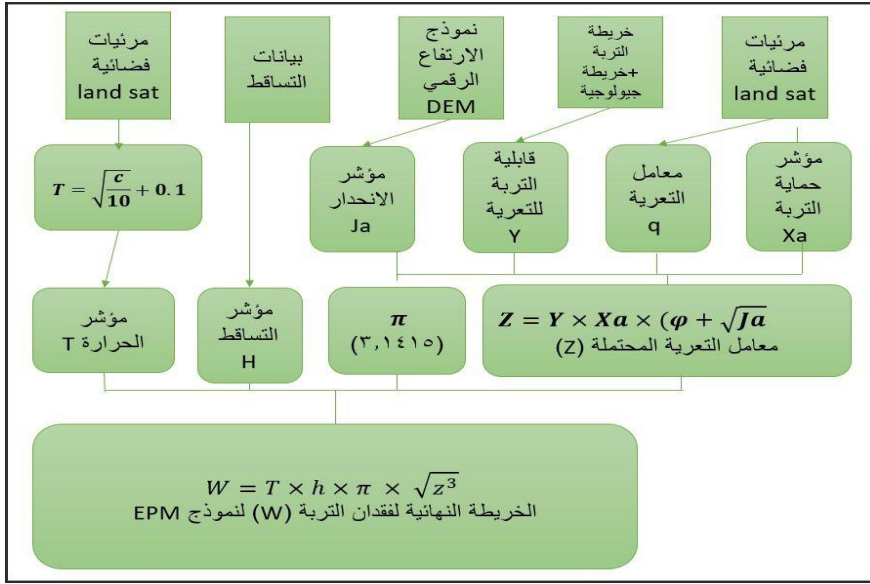
Z	مستوى التعرية المحتملة	ت
٠,١٩-٠,٠١	خفيف جدا	١
٠,٤٠-٠,٢٠	خفيف	٢
٠,٨٠-٠,٤١	متوسط	٣
١,٠-٠,٨١	شديد	٤
١,٥١-١,٠١	شديد جدا	٥

المصدر: جمال شعوان، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي التعرية المائية بحوض أمزاز (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك، مجلة جغرافية المغرب، عدد ٢، المجلد ٢٨، ٢٠١٣، ص ٨٥.

لقد مكن دمج البيانات الخاصة بهذه المعادلة في برنامج Arc Map is 10.8 من إبراز العلاقات بين العوامل المسببة للتعرية وكمية الترب المفقودة بوقت قصير وجهد قليل. ويتبين من الشكل (١) مخططاً للمصادر الأساسية لإعداد المؤشرات الأساسية لإتمام عملية تطبيق نموذج Gavrilovic جافريلوفيك.

- خريطة التربة + خريطة جيولوجية ← حساب معامل Y
- بيانات التساقطات ← حساب معامل H
- نموذج الارتفاع الرقمي DEM ← حساب معامل Ja
- +ث-صورة القمر الصناعي Land sat ٨ ← حساب معاملات  $T, X, \alpha, \varphi$

الشكل (١) مخطط البيانات اللازمة لإتمام تطبيق نموذج Gavrilovic



## ١-٢-٥ المؤشرات اللازمة لتطبيق نموذج التعرية المحتملة (Z)

تتضمن هذه المعادلة عدداً من المؤشرات، وهي:

- ١- مؤشر قابلية التربة للتعرية  $Y$ : لقد تم الاعتماد في استخراج قيم هذا المؤشر على خريطة التربة ضمن تصنيف بيورنك والفاو والخريطة الجيولوجية للمنطقة بغية الحصول على معامل قابلية التربة للتعرية والمعتمدة على درجة صلابة الصخور ونسجة التربة، وفقاً لجدول (٢).

جدول (٢) قابلية التربة للتعرية حسب تقسيمات Gavrilovic في منطقة الدراسة

ت	قابلية التربة للتعرية	قيمة معامل $\gamma$	متوسط القيمة
١	ترب ذات مقاومة شديدة	٠,٣-٠,١	٠,٢
٢	ترب ذات مقاومة متوسطة	٠,٥-٠,٣	٠,٤
٣	ترب ذات مقاومة ضعيفة	٠,٦-٠,٥	٠,٥٥
٤	ركام حطامي ورواسب خشنة	٠,٨-٠,٦	٠,٧
٥	رواسب رملية ناعمة لا مقاومة لها	١,٠-٠,٨	٠,٩٥

Reference: Zorn, M. and Komac, B, 2005: soil erosion on agricultural land in Slovenia- measurements of rill erosion in the besnica valley. Acta geographic slovenica 45-1. Ljubljana.

يتبين خلال جدول (٣)، خريطة (٢)، شكل (2)، أن هناك تباين في درجة مقاومة الصخور للتعرية المائية، فالصخور ذات المقاومة الشديدة والمتوسطة هي التي تتكون من (الحجر الجيري والجبس، الحصى، احجار الرملية) وهذا ينطبق مع تكوينات انجانة والمقدادية بمساحة (٦٢.٧١٥) (٦٨.٩٣٣) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (١٦.٣٦) (١٧.٩٨) % على التوالي لذا تعطى له قيم منخفضة من مؤشر (y) وهي (٠.٢) (٠.٣) بالنسبة للمقاومة الشديدة والمتوسطة. أما فالصخور ذات المقاومة الضعيفة وقليلة المقاومة (ركام حطامي ورواسب خشنة) فتكون رواسبها من (المكتلات الصخرية والحصى، الطفل رمل، طين) وتتنطبق مع تكوين وباي حسن بمساحة البالغة (٦٨.٤٢) (٥٧.٩٧) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (١٧.٨٥) (١٥.١٢) % على التوالي. اما الصخور غير المقاومة (رواسب رملية ناعمة لامقاومة لها) فهي التي تتألف من الغرين والطين والمفتتات الصخرية وبقية (٠.٩) في رواسب الزمن الرباعي، بمساحة البالغة (١٢٥.٣١٨) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٣٢.٦٩) % من أجمالي مساحة المنطقة.

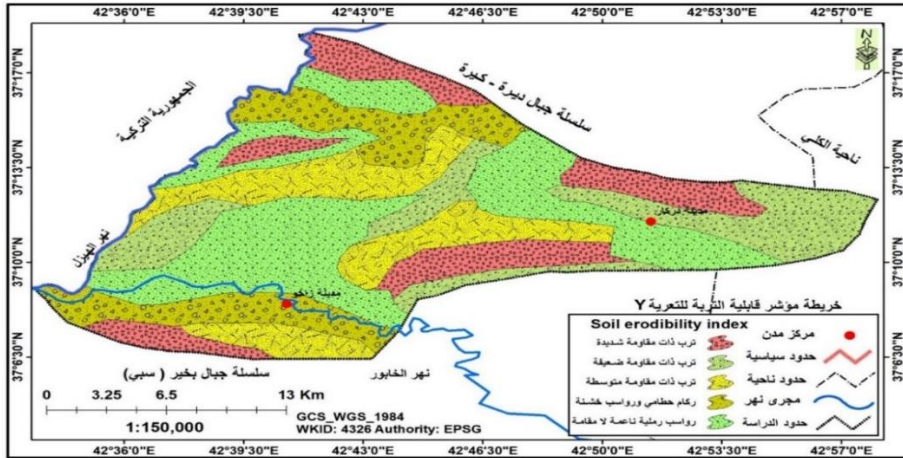
جدول (٣) مؤشر قابلية التربة للتعرية Y في منطقة الدراسة

ت	قابلية التربة للتعرية	نوع التعرية	المساحة	النسبة %
1	ترب ذات مقاومة شديدة	ضعيفة جدا	62.715	16.36
2	ترب ذات مقاومة متوسطة	ضعيفة	68.933	17.98
3	ترب ذات مقاومة ضعيفة	متوسط	68.42	17.85
4	ركام حطامي ورواسب خشنة	شديد	57.97	15.12
5	رواسب رملية ناعمة لا مقاومة لها	شديد جدا	125.318	32.69
	المجموع		383.356	100.00

المصدر: اعتماداً على قيم مؤشر Y والتكوينات الجيولوجية والتربة، ومخرجات برنامج Arc gis

.10.8

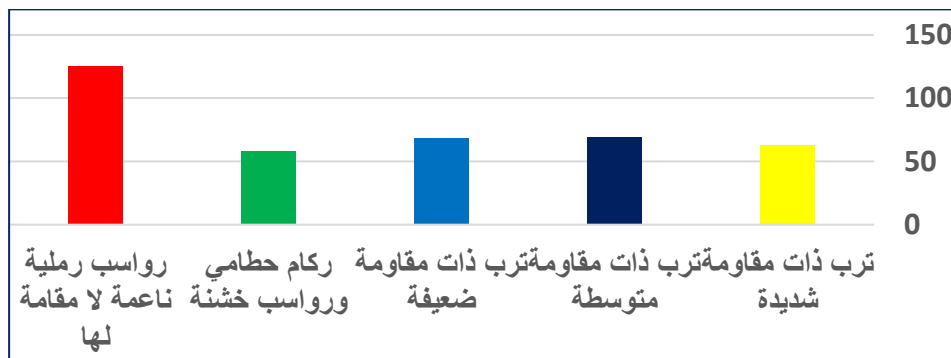
خريطة (٢) مؤشر قابلية التربة للتعرية Y في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على قيم مؤشر Y والتكوينات الجيولوجية والتربة، ومخرجات برنامج Arc gis

.10.8

شكل (٢) مؤشر قابلية التربة للتعرية Y في منطقة الدراسة

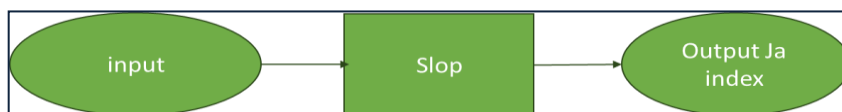


المصدر: اعتماداً على جدول (٣)، خريطة (٢).

٢- مؤشر الانحدار **Slope index (Ja)**: يساعد إعداد خريطة الانحدار وتساعد على توضيح وإبراز المتغير الجيومورفولوجي، وتحديد ملامح نوع وشدة التعرية. تم استخلاص مؤشر الانحدار انطلاقاً من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتصميم أداة خاصة تعمل على اشتقاق هذا المؤشر، الشكل (٣). ويتم استخلاص قيمة هذا المؤشر من خلال الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام الأداة: Spatial

Slope -----Surface----- Analyst Tools

شكل (٣) أنموذج إنتاج مؤشر Ja



المصدر: اعتماداً على model builder باستخدام برنامج Arc gis 10.8.

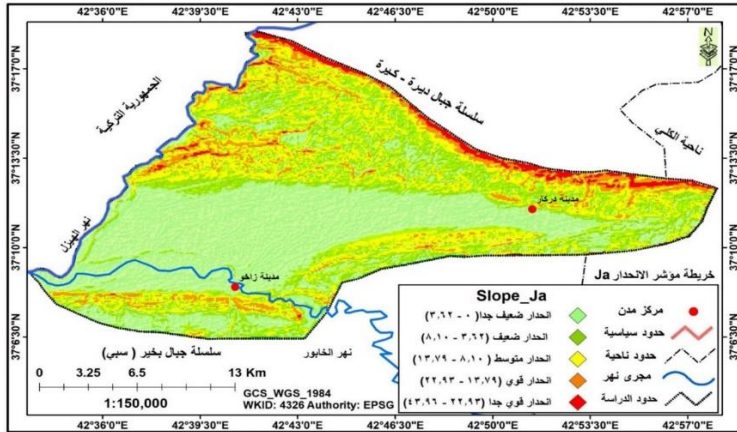
يتبين خلال جدول (٤)، خريطة (٣)، شكل (٤)، جملة من الحقائق أهمها:

جدول (٤) مؤشر الانحدار Ja في منطقة الدراسة

النسبة %	المساحة	المؤشر الانحدار	ت
43.24	165.765	0 - 3.62	1
15.82	60.653	3.62 - 8.10	2
21.58	82.732	8.10 - 13.79	3
5.34	20.454	13.79 - 22.93	4
14.02	53.762	22.93 - 43.96	5
100	383.306	المجموع	

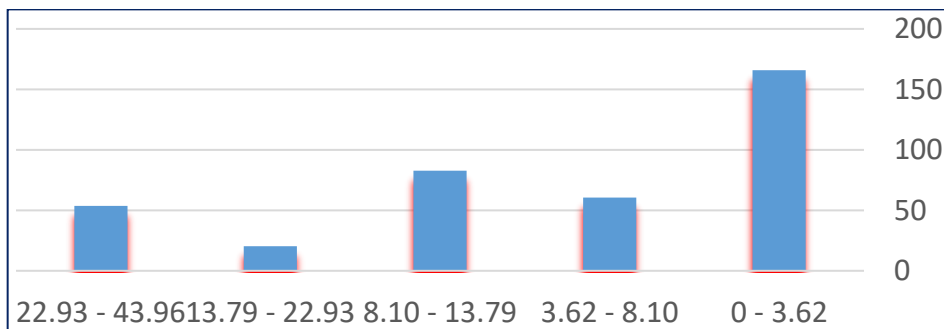
المصدر: اعتمادا على تطبيق إنموذج Ja باستخدام برنامج Arc gis 10.8.

خريطة (٣) مؤشر الانحدار Ja في منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على تطبيق إنموذج Ja باستخدام برنامج Arc gis 10.8.

شكل (٤) مؤشر الانحدار Ja في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على جدول (٤)، خريطة (٣).

١- إن الفئة الأولى والثانية والتي يتراوح انحدارها بين (٠-٣.٦٢) (٣.٦٢-٨.١٠)، تسود في مناطق السهول الفيضية والسهول التجميعة المحصورة بين الطيات المحدبة والتي بلغت مساحتها (١٦٥.٧٦٥) (٦٠.٦٥٣) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٤٣.٢٤) (١٥.٨٢) % على التوالي من مجمل المساحة.

٢- الفئة الثالثة والتي يتراوح انحدارها بين (٨.١٠-١٣.٧٩) تسود في مناطق الحافات المترجعة وتقع على أطراف الطيات المحدبة، إذ تشهد تسارع في عمليات التعرية المائية بسبب التعرية التفاضلية لتعاقب الصخور الصلبة والهشة، ويتواجد فيها أيضاً أنواعاً من تحرك المواد. والتي بلغت مساحتها (٨٢.٧٣٢) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٢١.٥٨) % من إجمالي مساحة المنطقة.

٣- الفئة الرابعة والخامسة والتي يتراوح انحدارها بين (١٣.٧٩-٢٢.٩٢) (٢٢.٩٢-٢٢.٩٢-٤٣.٩٦)، التي تمثل في المناطق المتضرسة أي شمال المنطقة ومناطق تواجد حافات ظهور الخزائير، وايضاً تلعب التعرية التفاضلية دوراً مهماً في تجهيز الرواسب، والتي بلغت مساحتها (٢٠.٤٥٤) (٥٣.٧٦٢) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٥.٣٤) (١٤.٠٢) % على التوالي من إجمالي مساحة المنطقة.

٣- مؤشر حماية التربة  $Xa$ : هذا المعامل في نموذج Gavrilovic جافريلوفيك إلى كثافة الغطاء النباتي في المنطقة، والتي تعمل على تقليل سرعة الجريان السطحي للمياه، وتثبيت التربة والمساعدة في زيادة نسبة المياه المتسربة والمحافظة على التربة من الانجراف (شعوان، ٢٠١٣، ص ٧٩).

يؤدي الغطاء النباتي دوراً مهماً في تقليل شدة التعرية المائية وحماية التربة من خلال اعتراض أغصان الأشجار لقطرات الأمطار وخفض قدرتها على اقتلاع ذرات التربة. وحدد جافريلوفيك معايير لتحديد قيم مؤشر حماية التربة (شعوان، ٢٠١٣، ص ٨٠). جدول (٥).

جدول (٥) المعايير الخاصة بمؤشر حماية التربة حسب نموذج جافريلوفيك

ت	المعايير الوصفية	$Xa$ قيمة مؤشر حماية التربة
١	غابات كثيفة أو متوسطة	٠,٢-٠,٥
٢	غابات صنوبرية أو نباتات مبعثرة على جوانب القنوات المائية	٠,٤-٠,٢
٣	مراعي خصبة	٠,٦-٠,٤
٤	مراعي متدهورة	٠,٨-٠,٦
٥	اراضي جرداء	١,٠-٠,٨

المصدر: جمال شعوان، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي التعرية المائية بحوض أمزاز (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك، مجلة جغرافية المغرب، عدد ٢، المجلد ٢٨، ٢٠١٣، ص ٨٠.

بُغية استخلاص مؤشر حماية التربة ( $Xa$ ) من خلال صور الأقمار الصناعية تم دمج قيم مؤشر معامل التغطية النباتية (NDVI) اعتماداً على صورة القمر الصناعي لاندسات مع قيم ( $Xa$ ) بعد ذلك تم عمل مواءمة لنتائجها المعايير التي حددها كل من (Zorn and Komac, ٢٠٠٨)، وذلك بحصر القيم الموجبة لمؤشر التغطية النباتية في (٠.٩) كأعلى قيمة، والتي تمثل المجالات ذات الكثافة النباتية العالية



بالمنطقة، والقيم المنخفضة (0.5) كأدنى قيمة والتي توافق مجال الأراضي الجرداء. ويتم حسابها من المعادلة الآتية:

$$Xa = (Xa \text{ NDVI} - 0.61) * (- 1.2)$$

إذ أن:

$Xa$  = مؤشر حماية التربة.  $Xa \text{ NDVI}$  = معامل التغطية النباتي المعدل لمواءمة معايير حماية التربة.

وبهذا تصبح قيم مؤشر حماية التربة محصورة بين (0.5-0.9) بالنسبة للمجالات ذات الكثافة النباتية العالية والكثافة النباتية الشبه معدومة، وقد تم تحديد متوسط القيم التي استخدمناها في معادلة ( $Xa$ ) اعتماداً على تطبيق معامل التغطية النباتية للقمر الصناعي (Landsat) لعام 2022 (أمين، واخرون، 2020، 712، 730-). وتم تصميم إنموذج يقوم باستنباط مؤشر ( $Xa$ ) معتمداً بذلك على (band 4 و band 5) في اشتقاق (ndvi)، (أمين، عباس، 2023، 439-466)، وعلى عملية التصنيف الموجه لاشتقاق أنواع الغطاء النباتي بحسب قيم. يتبين خلال جدول (6)، خريطة (4)، شكل (5)، بأن الغابات صنوبرية أو نباتات مبعثرة على جوانب القنوات المائية قد احتلت الصدارة في نسبة مساحة تواجدها وبالباغة (103.754) كم<sup>2</sup>، بنسبة (27.06) % ثم تليها مراعي متدهورة بمساحة (96.132) كم<sup>2</sup>، بنسبة (25.08) % ثم مراعي خصبة فهي أراضي ذات تضرس طفيف الى متوسط تنمو فيها النباتات الحولية، وتزداد كثافتها لاسيما في المواسم الرطبة من السنة، وشغلت مساحة تقدر (75.871) كم<sup>2</sup>، بنسبة (19.79) % ثم غابات كثيفة ومتوسطة وتتركز الغابات المتفرقة في بطون الأودية فبالنسبة للمزارع فهي الأراضي تشغلها سهول فيضية، قدمات وسهول تجميعية الصالحة للزراعة والمزروعة فعلاً سهولة استخدام الآليات

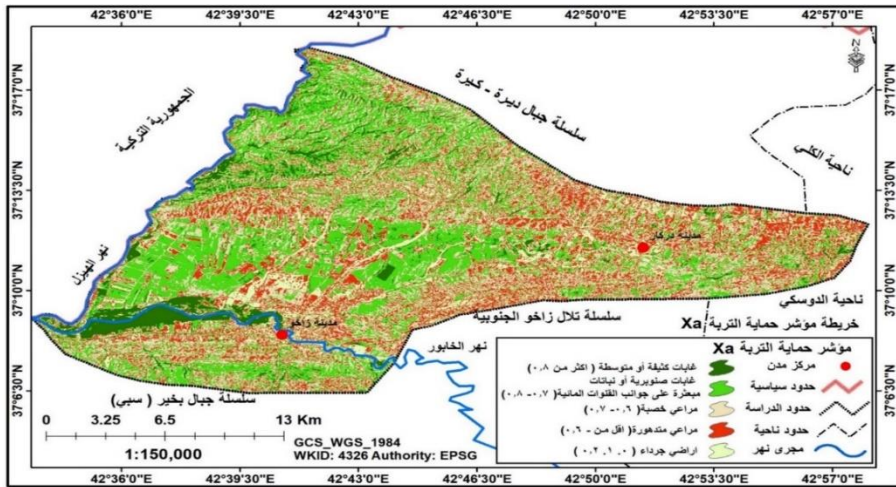
الزراعية فيها، وشغلت مساحة تقدر (٦٣.٨٧٦) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (١٦.٦٦) % . اما الأراضي الجرداء بسبب انكشاف الطبقات الصخرية والتضرس، قد احتلت اقل تركيز في نسبة مساحة تواجدتها وبالبلغة بمساحة (٤٣.٧٢٣) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (١١.٤١) % اجمالي مساحة المنطقة. ونستنتج مما تقدم أن مؤشر حماية التربة Xa يرتفع في الأراضي ذات الكثافة النباتية العالية، وتقل قيمة المؤشر في الأراضي الجرداء، وهذا يبين الدور الذي يلعبه الغطاء النباتي واستعمالات الأرض المختلفة في حماية التربة والمحافظة عليها من التعرية والانجراف.

جدول (٦) مؤشر حماية التربة Xa في منطقة الدراسة

ت	Xa مؤشر حماية التربة	نوع التعرية	المساحة	النسبة %
1	غابات كثيفة أو متوسطة	ضعيفة جدا	63.876	16.66
2	على جوانب القنوات غابات صنوبرية أو نباتات مبعثرة المانية	ضعيفة	103.754	27.06
3	مراعي خصبة	متوسط	75.871	19.79
4	مراعي متدهورة	شديد	96.132	25.08
5	اراضي جرداء	شديد جدا	43.723	11.41
	المجموع		383.356	100.00

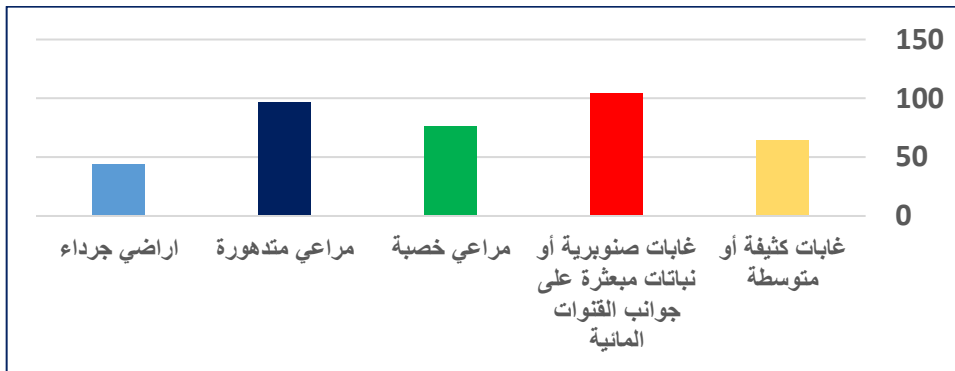
المصدر: اعتمادا على بيانات 8 landsat، ومخرجات برنامج Arc gis 10.8.

خريطة (٤) مؤشر حماية التربة Xa في منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على بيانات landsat 8، ومخرجات برنامج Arc gis 10.8.

شكل (٥) مؤشر حماية التربة Xa في منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على جدول (٦)، خريطة (٤).

٤- مؤشر التعرية الحالية  $\rho$  : حدد Milevsky ٢٠٠٨ معادلة خاصة لحساب هذا المؤشر بالاعتماد على مرئية فضائية للقمر Land sat وهي (شعوان، ٢٠١٣، ص ٣١١):

$$Q = \sqrt{\frac{TM3}{Qmax}}$$

إذ أن:

TM3 = النطاق الثالث في المرئية الفضائية.

Qmax = أقصى قيمة للإشعاع. إذ تزداد نسبة الإشعاع في الأماكن التي ترتفع فيها شدة التعرية.

#### ٥- استخراج قيمة التعرية المحتملة Z:

بعد أن تم استخراج قيم المؤشرات اللازمة لتطبيق معادلة التعرية المحتملة Z، سيتم تطبيق المعادلة الآتية لاشتقاق الخريطة الخاصة بالتعرية المحتملة، بعد تطبيق المعادلة تم اشتقاق خريطة التعرية المحتملة في المنطقة، وتوضح الخريطة أن التعرية المحتملة تتباين من حيث النوع والمساحة، جدول (٧)، خريطة (٥)، شكل (٦)، حيث أن المساحات التي تشغلها أنواع التعرية المحتملة جاءت متدرجة من حيث المساحات من التعرية المحتملة الشديدة جداً التي تتكون من صخور هشة ورواسب وترب رخوة، وتمثلت في الجزء الشمال الغربي من المنطقة متوافقة طبيعة التكوينات الصخرية الضعيفة والانحدارات الشديدة، وشغلت مساحة (٦٧.٩٨٢) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (١٧.٧٣) %، ثم التعرية المحتملة الشديدة التي تتكون من صخور ضعيفة المقاومة وغطت بعض الأجزاء المنفرقة في وسط وجنوب وشمال المنطقة والمناطق ذات الارتفاعات العالية، وشغلت مساحة (٨٩.٨٤٣) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٢٣.٤٤) %، ثم التعرية المتوسطة التي تتكون من ركام حطامي ورواسب خشنة وترب خشنة تمثلت في الأجزاء الشرقية

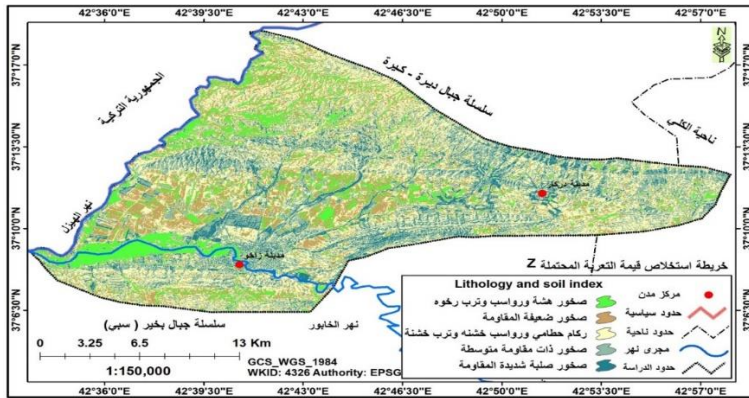
والشمالية الشرقية وبشكل متداخل مع التعرية الضعيفة، وشغلت مساحة (١٠٦.٦٤٣) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٢٧.٨٢) %، تلتها التعرية الضعيفة التي تتكون من صخور ذات مقاومة متوسطة وغطت الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية وبعض الأجزاء الوسطى من المنطقة، وشغلت مساحة (٣٢.٢٥٦) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٨.٤١) %، وأخيراً الضعيفة جداً التي تتكون من صخور صلبة شديدة المقاومة متمثلة بأجزاء الوسطى والجنوبية من المنطقة، وشغلت أعلى مساحة بلغت (٨٦.٦٣٢) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٢٢.٦٠) % من إجمالي مساحة المنطقة.

جدول (7) استخلاص قيمة التعرية المحتملة (Z) في منطقة الدراسة

النسبة %	المساحة كم <sup>٢</sup>	نوع التعرية	Z قيمة التعرية المحتملة	ت
17.73	67.982	شديد جدا	صخور هشنة ورواسب وتراب رخوة	1
23.44	89.843	شديد	صخور ضعيفة المقاومة	2
27.82	106.643	متوسط	خشنة ركام حطامي ورواسب خشنة وتراب	3
8.41	32.256	ضعيفة	صخور ذات مقاومة متوسطة	4
22.60	86.632	ضعيفة جدا	صخور صلبة شديدة المقاومة	5
100.00	383.356		المجموع	

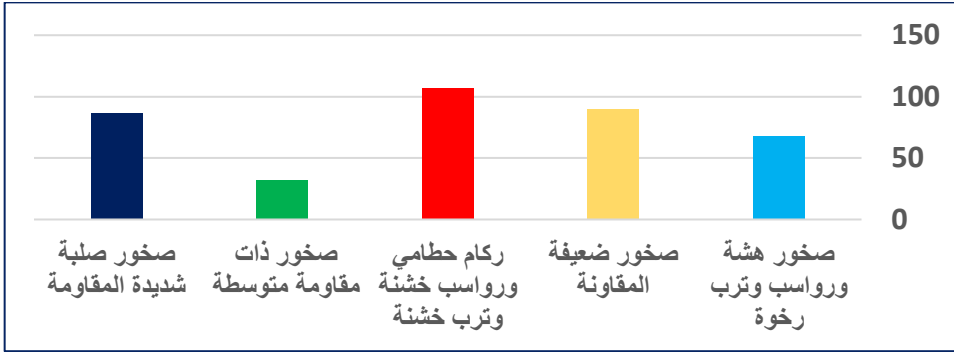
المصدر: اعتمادا على بيانات landsat 8، ومخرجات برنامج Arc gis 10.8.

خريطة (٥) استخلاص قيمة التعرية المحتملة (Z) في منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على بيانات landsat 8، ومخرجات برنامج Arc gis 10.8.

شكل (٦) استخلاص قيمة التعرية المحتملة (Z) في منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على جدول (٧)، خريطة (٥).

٣-٥ تطبيق نموذج EPM للتقييم الكمي للتعرية المائية: يتطلب تطبيق هذا النموذج استخلاص مؤشرات جديدة لإدراجها في المعادلة الخاصة بحساب كميات التربة المفقودة:

١- مؤشر معامل التساقطات H: تعد التساقطات المطرية من أهم العوامل المتحكمة بعملية التعرية المائية في المنطقة، بدءاً من اصطدام قطرات المطر بالمنكشفات الصخرية وتأثيرها عليها، حيث تعمل التساقطات الشديدة (الشدات المطرية) (شنيشل، امين، ٢٠٢٠، ١٨٦-٢٠٩)، على جرف التربة بشكل كبير خاصة في الأراضي ذات الانحدارات العالية ذات الأراضي الجرداء، والتكوينات الصخرية قليلة المقاومة للتعرية، فضلاً عن الجريان السطحي بفعل التساقطات وتأثيره في نشوء القنوات والأخاديد والمسيلات المائية (الغامدي، ٢٠٠٩، ص ٢٧). ونظراً لوجود محطة مناخية واحدة قريبة من المنطقة (محطة زاخو)، (Shnichal, 2020, 1-6) فقد تم الاعتماد على معدلات المجاميع الشهرية للأمطار في المحطات المناخية (دهوك، مانكيش، هكاري) لمدة (٣٢) عاماً، تم اشتقاق خريطة معدل التساقطات المطرية في المنطقة، جدول (٨)، خريطة (٦).

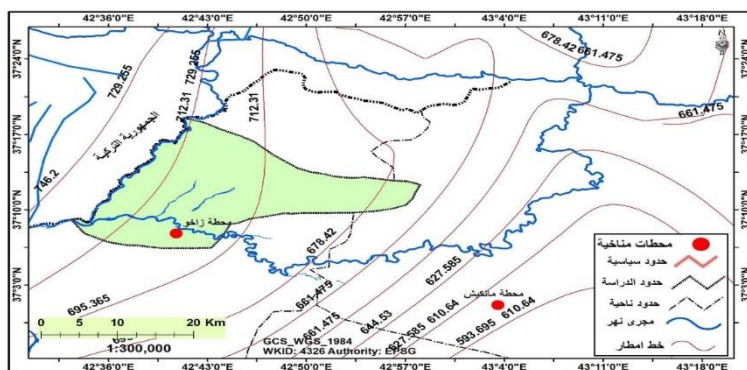
جدول (٨) معدلات المجاميع الشهرية والسنوية للأمطار الساقطة (ملم) في المحطات للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٢)

الاشهر	محطة زاخو	محطة دهوك	محطة مانكيش	محطة هكاري
كانون لثاني	١٢٩,٤	١٠٠,٧٢	٩٢,٦	١٢٢,٣
شباط	١٠٨,٢	٩٤,١٧	٧٩,٨	٧٨,٢
اذار	١٠٨,٠	٩٣,٢٩	٤٤,٤	٦٥,٣
نيسان	٨٥,٨	٦٣,٧٨	٤٤,٠	٥٠,٥
مايس	٤٣,٥	٢٥,٥٣	١٩,٨	٤٩,٥
حزيران	٠,٠	١,٣٧	٠,٠	٥,٨
تموز	٠,٠	٠,٠٦	٠,٠	١,٢
اب	٠,٠	٠,٠٨	٠,٠	٣,١
ايلول	١,٥	٠,٩	٤٩,٤	٢٠,٢
تشرين الاول	٣٤,٢	٢٢,٨٧	٧٠,٤	٦٥,٤
تشرين الثاني	٩٩,٧	٦٢,٥٥	٨٦,٤	٩٦,٥
كانون الاول	١٣٣,٨	١١١,٤٣	١٢١,٠	١٢٩,٢
المجموع السنوي	٧٤٦,٢	٥٧٦,٧٥	٦٠٧,٨	٦٨٧,٢

المصدر: اعتمادا على ١- اقليم كردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزلي، قسم المناخ، (بيانات غير منشورة)، لمحطة زاخو ودهوك ومانكيش للمدة (١٩٨٩-٢٠٢٢).

٢-En.tutiempo.climate data , turkey , hakkare(1989-2022)

خريطة (٦) خطوط الامطار (ملم) في منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على بيانات جدول (٨) باستخدام برنامج Arc gis 10.8

٢-مؤشر معامل الحرارة T: تؤثر الحرارة على كمية المياه في التربة، فالحرارة العالية تزيد من نسبة التبخر والنتح وتيبس التربة وتشققها، لذلك اعتمد جافريلوفيك على معامل الحرارة كعنصر أساسي في تطبيق نموذج EPM، ولاستخراج قيمة معامل الحرارة T تم الاعتماد على مرئية فضائية من القمر الصناعي Land sat ملتقطة في (٢٠٢٢) من أجل اشتقاق المعدل السنوي للحرارة، ثم إدراج قيمة المعدل السنوي للحرارة في المعادلة الآتية لاستخراج قيمة معامل الحرارة ،

يتبين خلال جدول (٩)، خريطة (٧)، شكل (٧)، أن مؤشر معامل الحرارة في الفئة الأولى (ضعيفة جدا) قد شغلت مساحة تقدر (٦٧.٦٩٢) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (١٧.٦٦) % . اما الفئة الثانية (ضعيفة) شغلت مساحة تقدر (٧٢.٨٥٩) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (١٩.٠١) % . اما الفئة الثالثة (متوسط) شغلت مساحة تقدر (٨٩.٨٧٣) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٢٣.٤٤) % . اما الفئة الرابعة (شديد) شغلت اعلى مساحة تقدر (١٥٢.٩٣٢) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٣٩.٨٩) % اجمالي مساحة المنطقة.

جدول (٩) مؤشر معامل الحرارة T في منطقة الدراسة

ت	مؤشر معامل الحرارة	نوع التعرية	المساحة	النسبة %
1	الفئة الأولى	ضعيفة جدا	67.692	17.66
2	الفئة الثانية	ضعيفة	72.859	19.01
3	الفئة الثالثة	متوسط	89.873	23.44
4	الفئة الرابعة	شديد	152.932	39.89
	المجموع			100.00
			383.356	

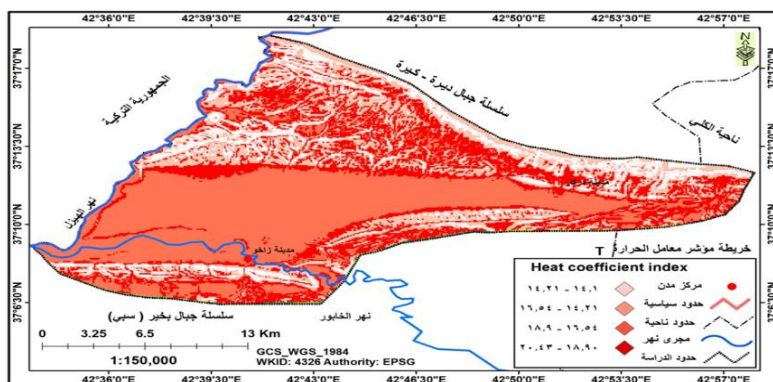
المصدر: اعتمادا على معدل درجة الحرارة الاعتيادية ومخرجات برنامج Arc gis 10.8



### ٣-٣-٢-٤ - حساب حجم التعرية المائية من خلال نموذج EPM

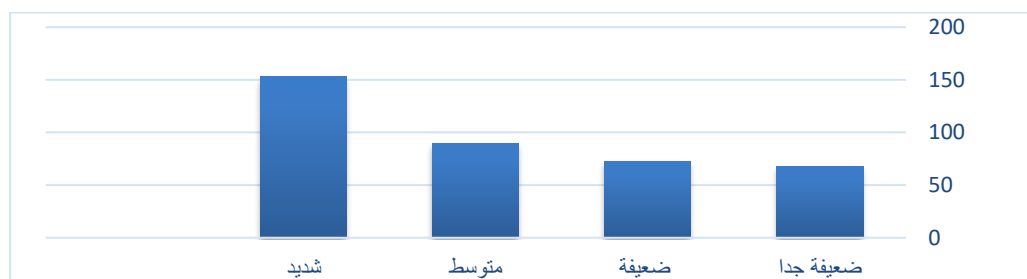
فقد وضع (Zachar) ستة أصناف من التعرية المائية بحسب كمية التربة المفقودة (Zachar, 1982, p547). الجدول (10). وحدد مجموعة من العلماء والباحثين منهم Milevsky أن التعرية تكون ضعيفة إذا كانت دون  $500 \text{ م}^3 / \text{كم}^2 / \text{سنة}$ ، وتكون عالية في حال تجاوزها  $800 \text{ م}^3 / \text{كم}^2 / \text{سنة}$  (شعوان، ٢٠١٣، ص ٣٤٣).

### خريطة (٧) مؤشر معامل الحرارة T في منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على بيانات الارتفاع الرقمي DEM، ومخرجات برنامج Arc gis 10.8.

### شكل (٧) مؤشر معامل الحرارة T في منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على جدول (٩)، خريطة (٧).

جدول (10) أصناف التعرية حسب تقسيم (Zachar) الذي اعتمده جافريلوفيك

ت	شدة التعرية وحدتها	حجم التربة المفقودة (م <sup>3</sup> /كم <sup>2</sup> /السنة)
١	تعرية غير ظاهرة	أقل من ٥٠
٢	تعرية ضعيفة	٥٠-٥٠٠
٣	تعرية متوسطة	١٥٠٠-٥٠٠
٤	تعرية شديدة	٥٠٠٠-١٥٠٠
٥	تعرية قوية جداً	٢٠٠٠٠-٥٠٠٠
٦	تعرية كارثية	٢٠٠٠٠ فأكثر

Zachar D. (1982): Soil Erosion Amsterdam: Elsevier science publishing company, p547.

يتبين خلال جدول (11)، خريطة (٨)، بعد تطبيق معادلة نموذج جافريلوفيك أن

المنطقة فيها جميع الأصناف التي اعتمدها جافريلوفيك على النحو الآتي:

١-تعرية غير ظاهرة: فقد تراوح حجم الترب المفقودة ضمن هذا النوع اقل من (٥٠) م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة، واحتلت مساحة تقدر (٣٤.٧٦٤) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٩.٠٧) % إجمالي المساحة.

٢-تعرية ضعيفة: فقد تراوح حجم الترب المفقودة ضمن هذا النوع بين (٥٠-٥٠٠) م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة، واحتلت أكبر مساحة بـ(١١٢.٧٦٥) كم<sup>٢</sup>، بنسبة(٢٩.٤٢%)إجمالي المساحة.

٣-تعرية متوسطة: فقد تراوحت حجم الترب المفقودة بين (٥٠٠-١٥٠٠) م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة، واحتلت مساحة تقدر (٧٧.٨٧٢) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٢٠.٣١) % إجمالي مساحة المنطقة.

٤-تعرية شديدة: فقد تراوحت حجم الترب المفقودة بين (١٥٠٠-٥٠٠٠) م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة، واحتلت مساحة تقدر (٨٦.٧٦١) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٢٢.٦٣) % إجمالي مساحة المنطقة.

٥- تعرية قوية جداً: فقد تراوحت حجم التربة المفقودة بين (٥٠٠٠-٢٠٠٠٠) م<sup>٣</sup> /كم<sup>٢</sup>/السنة، واحتلت مساحة تقدر (٤٤.٦٣٢) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (١١.٦٤) % إجمالي مساحة المنطقة.

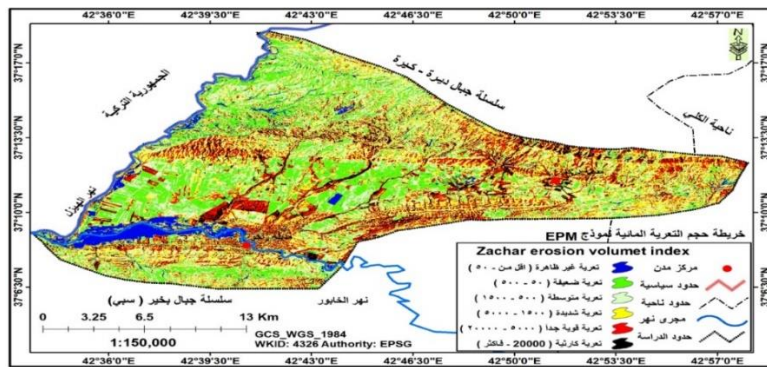
٦- تعرية كارثية: فقد تراوحت حجم التربة المفقودة أكثر من (٢٠٠٠٠) م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة، واحتلت أقل مساحة تقدر (٢٦.٥٦٢) كم<sup>٢</sup>، بنسبة (٦.٩٣) % إجمالي مساحة المنطقة.

جدول (١١) نوع وحجم التربة المفقودة في منطقة الدراسة

ت	شدة التعرية وحدتها	حجم التربة المفقودة (م <sup>٣</sup> /كم <sup>٢</sup> /السنة)	المساحة كم <sup>٢</sup>	النسبة %
1	تعرية غير ظاهرة	أقل من ٥٠	34.764	9.07
2	تعرية ضعيفة	٥٠-٥٠٠	112.765	29.42
3	تعرية متوسطة	١٥٠٠-٥٠٠	77.872	20.31
4	تعرية شديدة	٥٠٠٠-١٥٠٠	86.761	22.63
5	تعرية قوية جداً	٢٠٠٠٠-٥٠٠٠	44.632	11.64
6	تعرية كارثية	٢٠٠٠٠ فأكثر	26.562	6.93
	المجموع		383.356	100.00

المصدر: اعتماداً على بيانات الارتفاع الرقمي DEM، ومخرجات برنامج Arc gis 10.8.

خريطة (٨) حجم التعرية المائية نموذج EPM في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على بيانات الارتفاع الرقمي DEM، ومخرجات برنامج Arc gis 10.8.

نستنتج مما تقدم ما يلي:

١- أن المناطق المعرأة والخالية من الغطاء النباتي يدل على سيادة التضرس الناتج عن التشكيل التكتوني من جهة وتطرف المناخ من جهة أخرى. لقد قادت هذه الحقيقة الى قلة الوحدة الإنتاجية الزراعية الصالحة للزراعة التي يمتلكها الفلاح.

٢- شكلت الأراضي الصالحة للزراعة والتي تتصف بضعف عمليات التعرية وهذا يعني بأن المنطقة ذات محدودية في اعالة التزايد السكاني الحاصل فيها والمعتمد على الإنتاج الزراعي.

٣- تحتاج المناطق ذات التعرية المتوسطة الى معالجات فنية وإدارية في استثمارها عدا الترب المزيجية الواقعة في بطون اوديتها والتي قد استثمرت بالزراعة الديمية والاروائية. ولذا فقد انتشرت القرى على طول الروافد الرئيسية الموجودة في المنطقة بسبب توفر هذه الأراضي سواء كانت خفيفة التعرية أو متوسطة.

٤- تتميز المناطق الواقعة في إقليم الطيات الواطئة جيولوجياً وشبه الجبلي جغرافياً بصفات انتقالية ذات حساسية شديدة في تدهور التربة وتسارع في عمليات التصحر ولذا فأنها تحتاج الى إدارة كفؤة في احداث التنمية المستدامة ومعالجة المناطق المتضرسة عن طريق انشاء محميات رعوية والقيام بإعادة اعمار الأراضي المتدهورة عن طريق تشجير المناطق المتضرسة بالغطاء النباتي الرعوي من جهة وانشاء غابات للاستفادة للسفرات السياحية الشعبية من جهة أخرى.

## الاستنتاجات:

١- إن إنموذج (EPM) من أكثر الطرق تفسيراً لمخاطر التعرية كونه يعمل على مستوى البيكسل ويأخذ بنظر الاعتبار جميع العوامل التي تزيد أو تحد من التعرية. وعند تطبيق هذا النموذج اتضح بأن هناك ستة أصناف لمخاطر التعرية تتدرج من المناطق الشمالية باتجاه الجنوبية اخذة بنظر الاعتبار بطون الأودية وسهولها الفيضية.

٢- ان لبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية القدرة على تصميم وبناء نماذج لمخاطر التعرية المائية اعتماداً على الجبر البولوني (Boolean Algebra)، في بيئة برنامج (ARC GIS)، وهدفها الدقة النتائج أولاً، وتهيئة الخطوة الأولى لتصميم برنامج بهذا الخصوص ثانياً، ودعم الجهات المعنية بهذه النماذج للتخطيط ثالثاً.

٣- تمكنت الدراسة من تصميم امتداد في بيئة برنامج (ARC GIS)، يحتوي على العديد من الأدوات الخاصة باستخراج جميع مؤشرات التعرية (H، Q، Y، Xa، Ja، T)، كما تمكنت هذه الدراسة من دمج المؤشرات وفق معادلة جافريلوفيك للحصول على الأداة النهائية (EPM) والتي تعمل على استخراج درجات التعرية نوعياً وكمياً، وقد تم اختبار هذا النموذج احصائياً باستخدام الانحدار الخطي المتعدد للتأكد من دقته. كما عملت الدراسة على تصميم أدوات تحويليه من أهمها المطابقة الرقمية وتحويل نتائج (EPM) الى مستوى الاحواض الثانوية.

٤- ان المنطقة بجمالها العام تعاني من خطر للتعرية المائية

## التوصيات:

- ١- استخدام نموذج (EPM) لتقدير مخاطر التعرية المائية في المشاريع الاستشارية ضمن المناطق الجبلية وشبه الجبلية، كونه من أكثر الطرق دقة لأنه يقدر حجم التعرية على مستوى البيكسل.
- ٢- تصميم برنامج خاص لقياس كميات التعرية بالطرق المختلفة، تدخل فيه إجراءات أخرى كالقياسات الحقلية والتحليل المختبرية وذلك لحله العديد من المشاكل في التصنيف أي انتماء العنصر لصنف معين.
- ٣- العمل على بناء إنموذج لمعادلة (I.T.C) لقياس نوعية التعرية في المناطق الجافة وشبه الجافة، كونها من الطرق النوعية التي لم تخضع لدراسة تفصيلية دقيقة.

## قائمة المصادر:

- ١- شعوان، جمال، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي التعرية المائية بحوض أمزاز (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك، مجلة جغرافية المغرب، عدد ٢، المجلد ٢٨، ٢٠١٣.
- ٢- الغامدي، سعد أبوراس، تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المجلة المصرية للتغير البيئي، العدد الاول، ٢٠٠٩.
- ٣- م. د بلسم شاكر شنيشل & أ. د. رقية احمد محمد امين. (٢٠٢٠). مخاطر الشدات المطرية على سير العمليات الجيومورفية لمحافظة دهوك شمال غرب العراق باستعمال التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية. مجلة ديالى للبحوث الانسانية. 186-209, 1(85),
- ٣- أ. د. رقية أحمد محمد أمين العاني، إسماعيل جمعة كريم المشهداني، التقييم الكمي للتعرية المائية لحوض وادي زراوة باستخدام نموذج (EPM) GAVRILOVC مجلة ديالى للبحوث الانسانية، ٢٠٢٠.

٤- أ. د رقية احمد محمد امين, أ. م. د محمد عبد الوهاب الاسدي & , أ. م. د هالة محمد سعيد. (٢٠٢٠). نمذجة خريطة الغطاء الأرضي وفق مؤشرات القابلية البيئية لمحافظة نينوى باستخدام التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية: نمذجة خريطة الغطاء الأرضي وفق مؤشرات القابلية البيئية لمحافظة نينوى باستخدام التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية. مداد الآداب 2, (العدد الخاص ٢٠٢٠), ٧١٢-٧٣٠.

٥- أ. د. رقية احمد محمد امين & , الباحث. حسين صدى عباس. (٢٠٢٣). تغيرات الغطاء الأرضي لمنطقة المسيب-بابل باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية: تغيرات الغطاء الأرضي لمنطقة المسيب-بابل باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. مداد الآداب. 439-466, 3(30).

6-Balsam Shaker Shnichal ,2020, Analysis of the Climate Data (Earth Observation Stations and Space Stations) Through Geographic Information System, Indian Journal of Ecology ,46 :8 .pp1-6.

7-Zachar D. (1982): Soil Erosion Amsterdam: Elsevier science publishing company.

-Zorn, M. and Komac, B, 2005: soil erosion on agricultural land in Slovenia-measurements of rill erosion in the besnica valley. Acta geographic slovenica 45-1. Ljubljana.

### **Reference:**

-Chaouane, Jamal, Employing Remote Sensing and GIS in Quantitative Assessment of Water Erosion in Amzaz Basin (Central Countryside) through the Gavrilovic Model, Journal of Geography of Morocco, No. 2, Vol. 28, 2013 .

-Al-Ghamdi, Saad Aburas, Application of Gavrilovic Model for Estimating Water Erosion Risks in Wadi Numan Basin by Remote Sensing and GIS Techniques, Egyptian Journal of Environmental Change, First Issue, 2009٣ .

- Balsam Shaker Shnaishel & ,Prof. Dr. Ruqayya Ahmed Muhammad Amin. (2020). The dangers of rain wrenches on the conduct of geomorphic operations of Dohuk Governorate, northwestern Iraq, using remote sensing and geographic information systems. Diyala Journal of Humanities Research, 1(85), 186-209 .

- Ruqayya Ahmed Muhammad Amin Al-Ani, Ismail Juma Karim Al-Mashhadani, Quantitative Assessment of Water Erosion of Wadi Zarawa Basin Using GAVRILOVC Model (EPM) Diyala Journal for Human Research, 2020
- Ruqaya Ahmed Mohamed Amin, Prof. Dr. Mohamed Abdel Wahab Al-Asadi & ,Prof. Dr. Hala Mohamed Saeed. (2020). Land cover map modeling according to environmental vulnerability indicators for Nineveh Governorate using remote sensing and geographic information systems: Land cover map modeling according to environmental vulnerability indicators for Nineveh Governorate using remote sensing and geographic information systems. Ink of Literature, 2(Special Issue 2020), 712-730
- Ruqayyah Ahmed Muhammad Amin & ,researcher. Hussein Sada Abbas. (2023). Land cover changes for Musayyib-Babylon using remote sensing and GIS data: Land cover changes for Musayyib-Babylon using remote sensing and GIS data. Ink of Literature, 3(30), 439-466.
- Balsam Shaker Shnichal ,2020,Analysis of the Climate Data (Earth Observation Stations and Space Stations) Through Geographic Information System, Indian Journal of Ecology ,46 :8 .pp1-6.-Zachar D. (1982): Soil Erosion Amsterdam: Elsevier science publishing company.
- Zorn, M. and Komac, B, 2005: soil erosion on agricultural land in Slovenia-measurements of rill erosion in the besnica valley. Acta geographic slovenica 45-1. Ljubljana.