

نمذجة الخرائطية لتقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي مرسيس بطريقة

جافريلوفيك (EPM)

م. د. منار عباس برهي

جامعة بابل / كلية التربية للعلوم الإنسانية

hum950.mannar.abbas@uobabylon.edu.iq

المستخلص: تعد التقنيات الحديثة افضل الطرائق وانجحها في بناء نموذج خرائطي للتعرية المائية في منطقة الدراسة تحاكي الواقع للوصول الى مخاطر التعرية ووضع الحلول المستدامة التي تقلل من حدتها ويتم ذلك من خلال الاعتماد الباحث على نموذج جافريلوفيك (EPM) ، يعتمد هذا النموذج على عدد من المتغيرات تتمثل (درجات الحرارة ، الامطار ، الغطاء النباتي وشدة الانحدار) والتي يتم دمجها في بيئة برنامج (Arc Map 10. 13) بالاعتماد على صيغ رياضية للحصول على نموذج خرائطي يبين مستويات التعرية المائية في منطقه الدراسة، قسمت الدراسة الى ثلاث محاور تناول المحول الاول الاطار النظري اما المحور الثاني النمذجة الخرائطية لتقدير حجم التعرية المائية حسب نموذج جافريلوفيك في منطقه لدراسة اما المحور الثالث تطبيق نموذج جافريلوفيك (EPM) لحساب حجم التعرية المائية في منطقه الدراسة.

وبناءً على ذلك فقد توصل الدراسة الى أن منطقة الدراسة تتفاوت فيها مستويات التعرية بين التعرية الضعيف الى التعرية الشديدة جدا لتتراوح مقدار التربة المفقودة بين (50 – 13733 م³/كم³/سنة) موزعه الى اربعة مستويات للتعرية .

الكلمات المفتاحية: نمذجة الخرائطية ، التعرية المائية ، جافريلوفيك الدراسة.

Cartographic modeling to estimate the extent of water erosion in the Wadi Mersis basin using the Gavrilovic (EPM) method.

Dr. M. Manar Abbas Barhi

University of Babylon / College of Education for Humanities

Abstract

Modern technologies are considered the best and most successful methods for building a realistic cartographic model of water erosion in the study area. This model allows researchers to assess erosion risks and develop sustainable solutions to mitigate their severity. The study relies on the Gavrilovic Model (EPM), which incorporates several variables, including temperature, rainfall, vegetation cover, and slope intensity.

These variables are integrated into the ArcMap 10.3.1 software environment using mathematical formulas to generate a cartographic model illustrating water erosion levels in the study area. The study is divided into three sections: the first addresses the theoretical framework; the second focuses on cartographic modeling to estimate the volume of water erosion according to the Gavrilovic model in the study area; and the third applies the Gavrilovic Model (EPM) to calculate the volume of water erosion in the study area.

Based on this, the study concludes that erosion levels in the study area vary from mild to very severe, with soil loss ranging from 50 to 13,733 m³/km³/year, distributed across four erosion levels.

المقدمة

تعد التعرية المائية من المشاكل الطبيعية التي تعمل على تغيير مظاهر سطح الارض وهذا التغيير يعتمد على تفاوت شدتها المرتبط بعدد من المتغيرات وبما ان منطقه الدراسة تقع ضمن المنطقة الجبلية التي تعاني من حساسيتها للعمليات الجيومورفولوجية وهذا ما اثبتته الدراسات السابقة ، لهذا لا بد من التركيز على مستويات التعرية في منطقه الدراسة ، إذا انها تشكل خطرا ليس فقط على استنزاف التربة الصالحة للزراعة فحسب بل على المنشأة البشرية . وللوصول حجم تلك التعرية في منطقه الدراسة استخدام نموذج جافريلوفيك (Gavrilovic)، الذي يعد من أدق النماذج لحساب مستويات التعرية المائية في المساحات الشاسعة ، وذلك لقدرته العالية على الربط التكامل بين المتغيرات البيئية المختلفة. يعتمد النموذج في مخرجاته على تحليل التداخل بين خصائص التربة، والغطاء النباتي، والمعطيات المناخية (الحرارة والأمطار) التي تم معالجتها ضمن بيئة (ArcGIS 10.8) من خلال تطبيق عدد من المعادلات الرياضية ، مما سمح ببناء نموذج خرائطي رقمي يقيس مستويات التعرية المفقودة في منطقة الدراسة .

1- الاطار النظري

1-1- مشكلة البحث :

هل يمكن اعداد نماذج الخرائطية لتقدير حجم التعرية المائية وفق نموذج جافريلوفيك (EPM) في حوض وادي مرسيس ؟

1-2- فرضية البحث:

يمكن اعداد نماذج الخرائطية لتقدير حجم التعرية المائية وفق نموذج جافريلوفيك (EPM) في حوض وادي مرسيس بالاعتماد على التكامل المعلوماتي بين تقنيات الاستشعار عن بعد وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية .

3-1- هدف البحث :

يهدف البحث الى بناء نموذج خرائطي لمستويات التعرية المائية على الترب في حوض منطقة الدراسة ، وتحديد المناطق الاكثر تعرضا للتعرية المائية بالاعتماد على نموذج جافريلوفيك (EPM) وباستعمال معطيات الاستشعار عن بعد وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية .

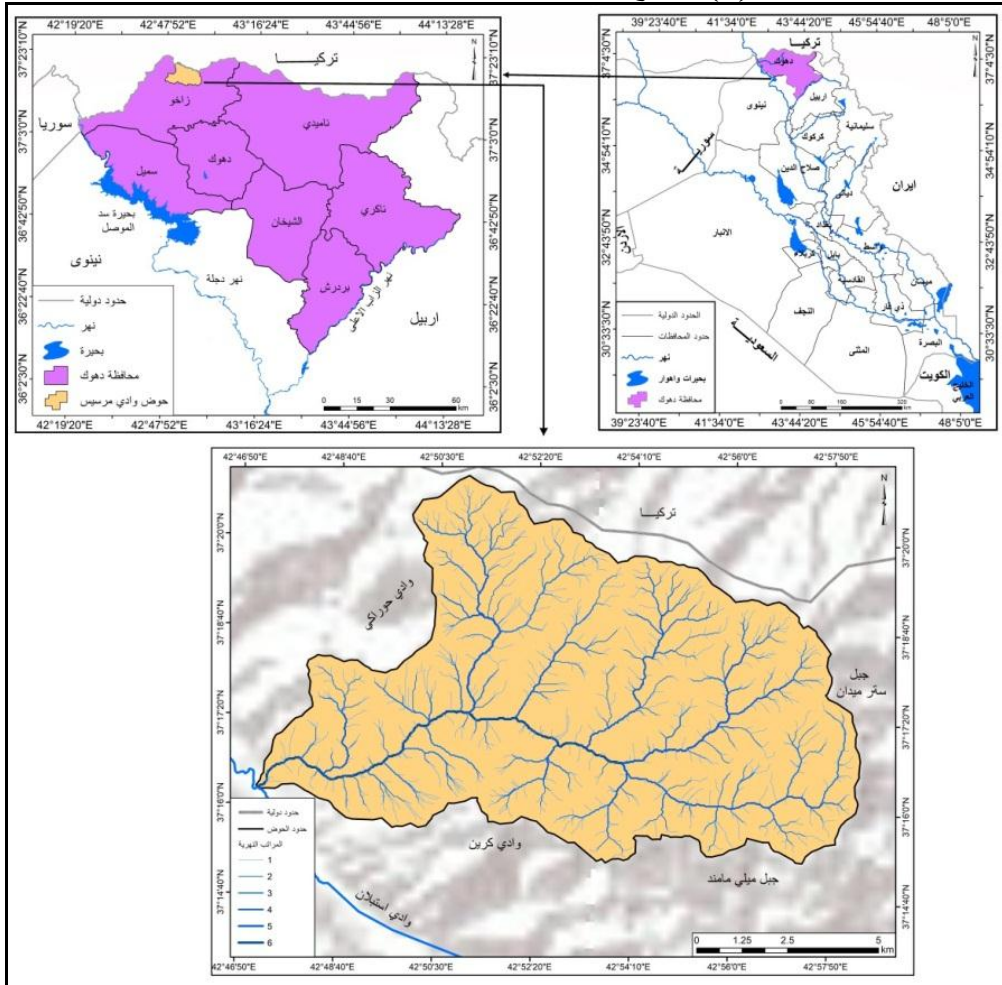
4-1- منهج البحث :

اعتمدت الدراسة على عدة مناهج منها منهج البحث الوصفي كما تم استعمال الاسلوب الكمي باستخدام النماذج الرياضية لتحليل وتوقع حجم التعرية المائية في منطقته الدراسة ، فضلا عن المنهج التجريبي من خلال دراسة محاكاة الواقع بطريقه علمية .

5-1- موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في الجزء شمال العراق ضمن المنطقة الجبلية ، اذ تقع في الشمال من محافظة دهوك في قضاء زاخو يحدها من الشمال تركيا ومن الشمال الشرقي وادي حوراكى ومن الجنوب جبل ميلي مند و وادي كرين اما من الغرب فيحدها جبل ستر ميدان ، اما فلكيا فتقع المنطقة بين دائرتي عرض (37.10- 37.50 شمالا) ، بين خطي طول (42.4- 42.50 شرقا) وهو بذلك يقع ضمن الاقاليم شبه الرطب الى الرطب ، وبمساحه (105 كم²) كما في الخريطة (1)

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من العراق وحدودها



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي وخريطة العراق الادراية بمقياس 1/100000 .

6-1- البيانات والبرامج المستعملة في الدراسة:

اعتمدت الدراسة على نوعين من البيانات اولها البيانات المكانية المتمثلة بالخرائط الادارية للعراق والخرائط طبغرافية والخرائط الجيولوجية وخرائط الترب لبيورنك فضلاً عن بيانات التحسس النائي المتمثلة بالمرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat (OLI 8) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبدقة مكانية مقدارها (30*30 م) ، اما النوع الثاني من البيانات الوصفية المتمثلة بالبيانات الردارية لكميات الامطار في منطقه الدراسة ، فضلاً عن استعمال برنامج (ERDAS 8.5) للمعالجة الرقمية وبرنامج (ARC GIS 10.5) للتحليل المكاني واخراج الخرائط .

2- النمذجة الخرائطية لتقدير حجم التعرية المائية حسب نموذج جافريلوفيك:

يعد النموذج (Erosion Potential Method) والمعروف اختصاراً بأسم (EPM) الذي اعده العالم جافر يلو فيك بالتعاون مع معهد تطوير موارد المياه في يوغسلافيا في منتصف الخمسينات ثم طور في عام 1954م، من أكثر النماذج استعمالاً للتقييم الكمي للتعرية المائية في الوقت الحاضر، ويعتمد هذا الأنموذج على امكانيات التقنيات الحديثة لنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في تطبيق الأنموذج مكانياً⁽¹⁾. ويعد من أكثر النماذج دقة لتقييم التعرية المائية ولاسيما في المناطق المتضرسة والاحواض الجبلية ، كما انه يتجاوز القصور الذي يعم بعض النماذج الأخرى. وقد طُبِّقَ أنموذج جافريلوفيك على نطاق واسع في دول أوروبا الشرقية، إضافة إلى إيطاليا واليونان وسويسرا وإيران، وهي في مجملها مناطق جبلية ذات تضرس عالية. ويتميز هذا الأنموذج بقدرته على تقدير أنواع متعددة من التعرية المائية، مثل التعرية السيلية والأخدودية ، بوصفها نواتج للتعرية السطحية. يعتمد نموذج جافريلوفيك على مجموعة واسعة من المتغيرات، من أبرزها خصائص التربة، والغطاء النباتي، والمعطيات المناخية (الحرارة والأمطار)، وقد جرى اختبار مصداقية نتائج هذا الأنموذج في عدد من الدراسات، من خلال مقارنتها بالقياسات الحقلية، وأظهرت النتائج وجود توافق عالٍ بين الطريقتين. إذ قام دي سيزار وزملاؤه بتقدير التعرية المائية باستخدام أنموذج جافريلوفيك في تسعة عشر موقعاً في سويسرا، ثم قارنوا النتائج بالقياسات الحقلية الميدانية، تبين ان نسبة التطابق بالقياسات بين الاسلوبين اكثر من (95%)⁽²⁾ ويطبق الأنموذج عن طريق سلسلة من المعادلات وعلى النحو الآتي⁽³⁾.

$$W = T * H * \pi \sqrt{Z^3} \dots\dots\dots \text{معادلة رقم (1)}$$

حيث ان

$$W = \text{المعدل السنوي للتعرية (م}^3\text{/كم}^2\text{/ سنة)}$$

$$T = \text{معامل الحرارة والذي يحسب عن طريق المعادلة الآتية}^{(4)}$$

$$T = \sqrt{To \setminus 10 + 0.1} \dots\dots\dots \text{معادلة رقم (2)}$$

حيث ان

$$To = \text{المعدل السنوي لدرجة الحرارة}$$

$$H = \text{المعدل السنوي للامطار (ملم)}$$

$$\pi = \text{معامل ثابت يساوي (3.1415)}$$

$$Z = \text{معامل التعرية النوعية ويحسب عن طريق المعادلة الآتية:}^{(5)}$$

$$Z=Y* Xa* (\Phi +\sqrt{Ja}) \dots\dots\dots(3) \text{ معادلة رقم (3)}$$

=Y معامل قابلية التربة للتعرية

= Xa معامل حماية التربة

=Φ معامل تطور التعرية وشبكة التصريف

- Ja معامل الانحدار وبالنسبة المئوية

1-2- النمذجة الخرائطية للمؤشرات المستعملة في نموذج جافريلو فيك (EPM)

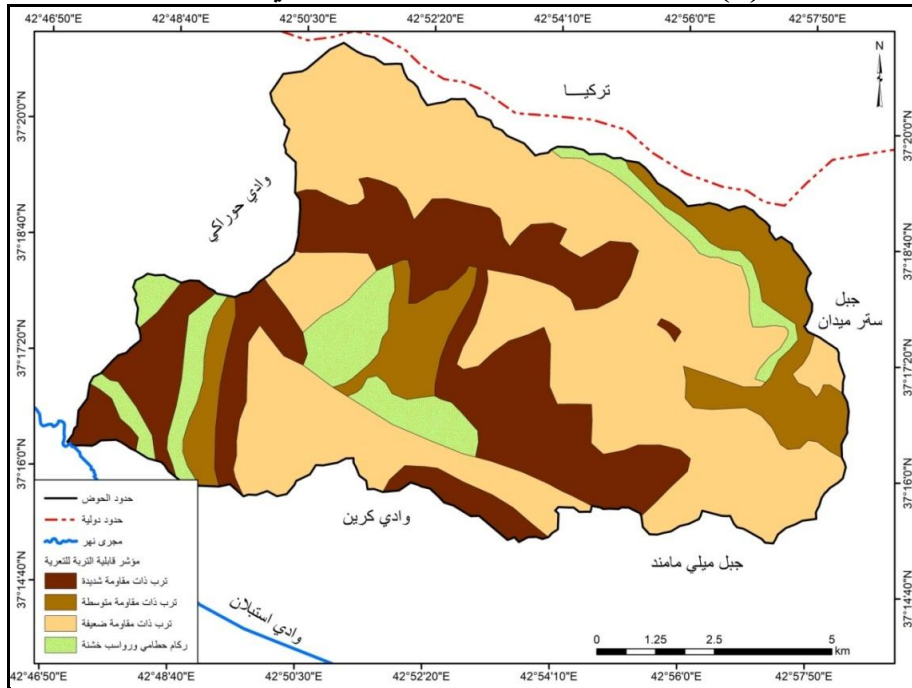
1-1-2- المؤشرات الازمة لاستخراج خرائط نموذج التعرية المحتملة Z .

يعتمد في حسابه معامل التعرية المحتملة (Z) على مجموعة من المؤشرات وتتمثل بما يأتي:

1-1-1-2- خريطة مؤشر قابلية التربة للتعرية Y

يستخرج هذا المؤشر لسطح منطقة الدراسة بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية لمنطقه الدراسة بمقياس وخريطة الترب حسب تصنيف بيرونك ويتم ذلك عن طريق برنامج (Arc map) .
تبين من الجدول (1) والخريطة (2) ان مؤشرات قابلية التربة للتعرية قسمت الى اربع مؤشرات الاول منها تكون في الترب ذات مقاومة شديدة وبالتالي تكون مؤشر تعريتها ضعيفة جدا بمساحه (28.7 كم²) ونسبة (27.3 %) ، اما المؤشر الثاني يكون في الترب ذات مقاومة متوسطة وذات مؤشر تعريته ضعيفة بمساحة (12.8 كم²) ونسبة (12.2 %) ، اما مؤشر الثالث يحصل في الترب ذات مقاومة ضعيفة ومؤشر تعريته متوسط بمساحة (53.6 كم²) ونسبة (51.0%) المؤشر التعرية شديده يحدث في الركام حطامي ورواسب خشنة بمساحة (10 كم²) ونسبة (9.5%) .

خريطة (2) معامل قابلية التربة للتعرية Y في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على

1- وزارة الصناعة ، المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدن ، الخريطة الجيولوجية للعراق بمقياس 1:100000 لسنة 2010 .

2-Buringh , Soils Soil Conditions in Iraq , ministry of Agriculture Directorate General of Agricultura Research Projects

3-وبرنامج Arc Map 10.3.

جدول (1) مساحة قابلية التعرية Y في منطقة الدراسة

النسبة %	المساحة /كم ²	نوع التعرية	قابلية التربة للتعرية
27.3	28.7	ضعيفة جدا	ترب ذات مقاومة شديدة
12.2	12.8	ضعيفة	ترب ذات مقاومة متوسطة
51.0	53.6	متوسط	ترب ذات مقاومة ضعيفة
9.5	10	شديد	ركام حطامي ورواسب خشنة
100	105.1		المجموع

المصدر: بالاعتماد على خريطة (2)

2-1-1-2- مؤشر حماية التربة (Xa)

يعتمد هذا المؤشر في حسابه على كثافة الغطاء النباتي الذي لا يمكن الاستغناء عنها في حساب معدلات التعرية المائية، اذ انه يؤثر في مقاومة تأثير عوامل التعرية في التربة والصخور (6)، من خلال امتداد جذور النباتات التي تمسك أجزاء التربة مع بعضها فتحول دون تفتت الصخور بفعل الامطار أو الرياح (7) فالمناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف تقل فيها عمليات التعرية على العكس من المناطق ذات الغطاء النباتي الضعيف تزداد فيها عمليات التعرية هذا ما حدده جافريلوفيك جدول (2).

جدول (2) معامل حماية التربة (Xa) حسب نموذج جافريلوفيك

متوسط القيمة	قيمة معامل	معامل حماية التربة (Xa)
1.125	0.2 – 0.05	غابات مختلطة كثيفة- متوسطة الكثافة
0.3	0.4 - 0.2	غابات صنوبرية او نباتات مبعثرة على جوانب القنوات المائية
0.5	0.6- 0.4	مراعي و غابات متضررة
0.7	0.8 - 0.6	مراعي ومزارع متضررة
0.9	1.0 – 0.8	اراضي جرداء

المصدر: محمد عباس جابر الحميري، نمذجة الخرائطية لتقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي كاي براخ بطريقه جافريلوفيك باستعمال تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة أبحاث ميسان، المجلد 20، العدد (39) 2024، ص 49.

اعتمد في استخراج قيم مؤشر معامل حماية التربة (Xa) لمنطقة الدراسة على مؤشر (NDVI) الذي صنف الى خمسة اصناف بالاعتماد على المرئية الفضائية من القمر الصناعي (Land sat 8) ولإستخراج قيم مؤشر معامل حماية التربة (Xa) اعتمد على المعادلة الاتية (8).

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

حيث أن:

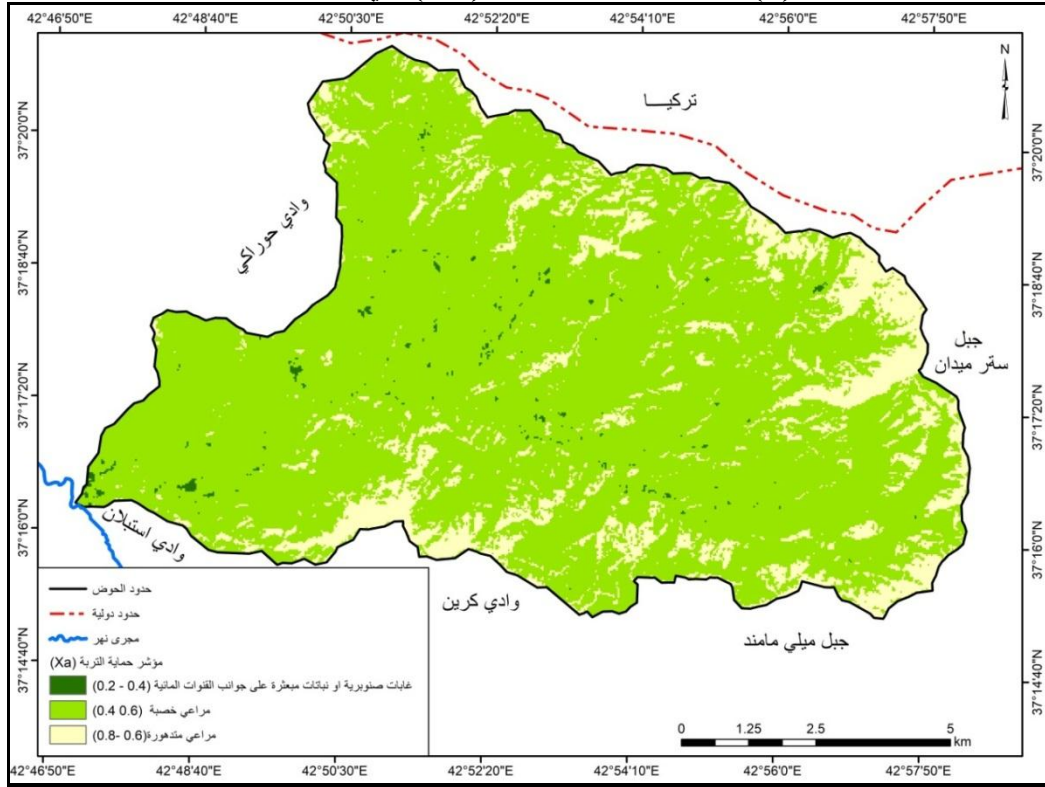
Xa - مؤشر حماية التربة.

XaNDVI - أعلى قيمة في معامل التغطية النباتية.

تبين من جدول (3) وخريطة (3) ان قيم مؤشر معامل حماية التربة (Xa) في منطقة الدراسة وصل فيها مساحة التعرية ضعيفة مساحة (0.6 كم²) ونسبه (0.6 %) يتركز في المناطق ذات غابات صنوبرية في حين تعرية متوسط تركز في المناطق التي تنتشر فيها مراعي

متدهورة بمساحه (88.1 كم²) ونسبة (83.8 %) اما التعرية شديده تركز في المناطق بمساحه (16.4 كم²) ونسبة (15.6 %).

خريطة (3) مؤشر حماية التربة (Xa) في منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على المرئية الفضائية من القمر الصناعي (Land sat 8) .

جدول (3) مؤشر حماية التربة (Xa) في منطقة الدراسة

النسبة %	المساحة كم ²	نوع التعرية	مؤشر حماية التربة Xa
0.6	0.6	ضعيفة	غابات صنوبرية
83.8	88.1	متوسط	مراعي خصبة
15.6	16.4	شديده	مراعي متدهورة
100	105.1		المجموع

المصدر : بالاعتماد على خريطة (3)

3-1-1-2- مؤشر التعرية الحالية Φ

تم حساب مؤشر التعرية الحالية من خلال المعادلة التي صاغها (Metirsky) وبالاعتماد على مرتبة القمر الصناعي (Landsat8) ان يتم ذلك من خلال حساب الجذر التربيعي للنطاق الثالث (TM3) وتقسيمه على اعلى قيمة للإشعاع كون أن زيادة الإشعاع ترتبط بشكل طردي في أن كلما زادت التعرية وفق المعادلة التالية⁽⁹⁾.

$$\Phi = \sqrt{TM3 \setminus QMAX}$$

حيث ان

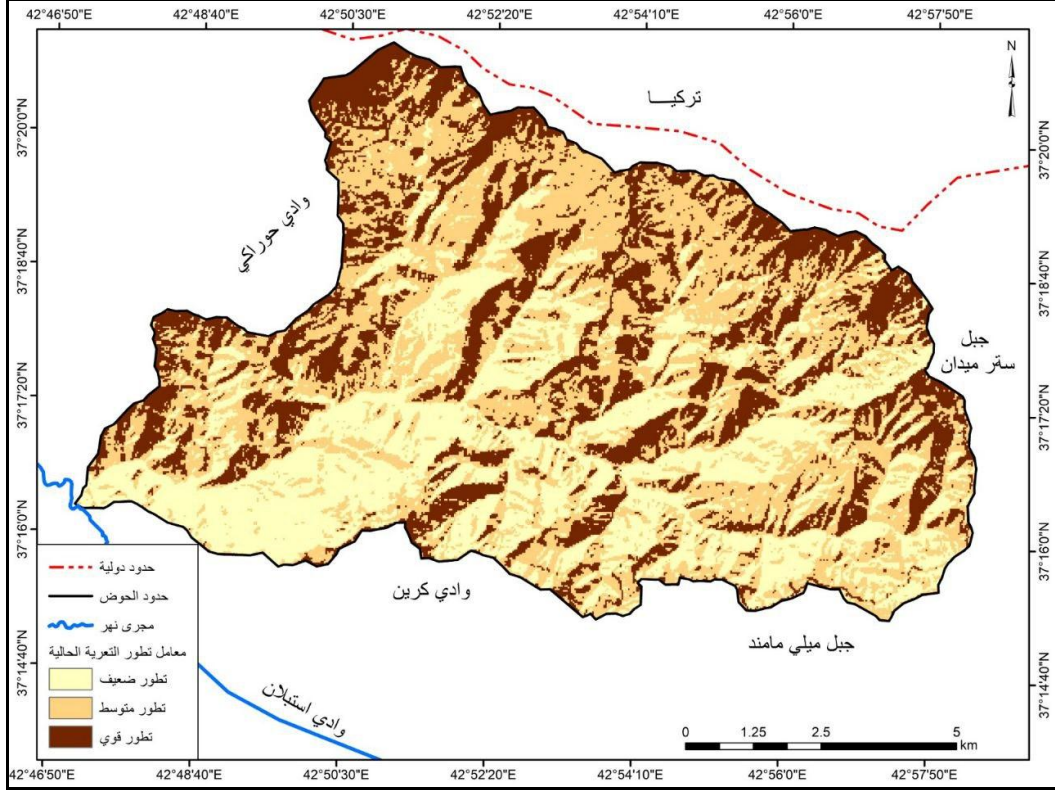
Φ مؤشر التعرية الحالية

TM3 النطاق الثالث في مرئية القمر الصناعي (Landsat) .

Q max - اعلى قيمة للإشعاع .

تبين من خريطة (4) ان هناك ثلاث مستويات للتعرية الحلية تتمثل بتعريه ضعيفة ومتوسطة وقويه .

خريطة (4) مؤشر التعرية الحالية Φ في منطقه الدراسة



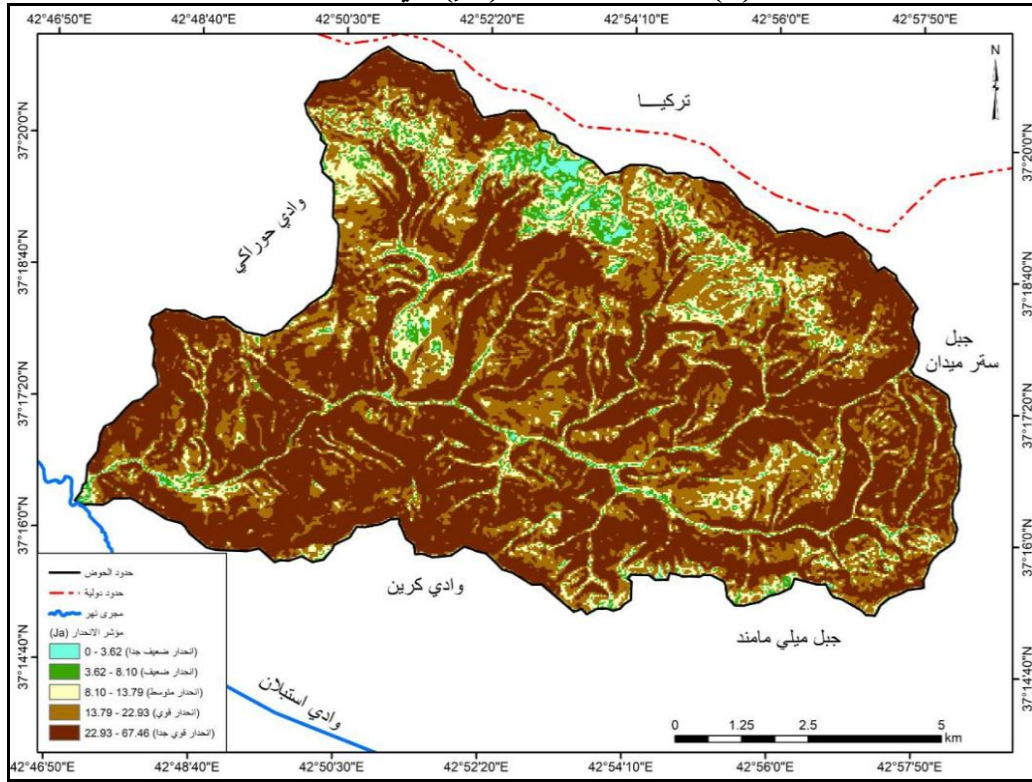
المصدر : بالاعتماد على المرئية الفضائية من القمر الصناعي (Land sat 8) .

4-1-1-2- مؤشر الانحدار (Ja)

يعد الانحدار احد العوامل التي تتحكم في التعرية المائية فهناك علاقه طرديه بين كل منهما فزيادة درجة الانحدار تزداد عملية التعرية المائية والعكس صحيح اذ يؤدي زيادة درجة الانحدار الى زيادة سرعة المياه الجارية وكميتها مما يزيد من قدرة المياه على الحت ونقل المواد المفتتة وبالتالي زيادة المفقود من التربة (10) وقد تم استخلاص هذا المؤشر من خلال الاعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM).

يتبين من جدول (4) وخريطة (5) ، ان درجة انحدار منطقه الدراسة تراوحت بين (0 - 67.46 درجة) كأقل وأعلى درجة انحدار ، وبذلك صنفتم منطقه الدراسة الى خمس اصناف حسب تصنيف (young) ، منها اراضي ذات انحدار ضعيف جدا بمساحة (1.3 كم²) ونسبه (1.3%) ومناطق ذات الانحدار انحدار ضعيف بمساحة (5.1 كم²) ونسبه (4.9%) ، وارياضي ذات انحدار متوسط بمساحة (11.7 كم²) ونسبة (11.1%) ، اما الاراضي ذات الانحدار انحدار قوي ذات مساحة (31.4 كم²) وبنسبة (29.9%) ، فضلا عن اراضي ذات انحدار قوي جدا بمساحة (55.6 كم²) وبنسبه (52.9%).

خريطة (5) مؤشر الانحدار (Ja) في منطقة الدراسة



المصدر بالاعتماد على نموذج الارتفاع لرقمي (DEM)

جدول (4) مؤشر درجة الانحدار (Ja) في منطقه الدراسة

النسبة %	المساحة /كم ²	مؤشر درجة الانحدار	نوع الانحدار
1.3	1.3	0 - 3.62	انحدار ضعيف جدا
4.9	5.1	3.62 - 8.10	انحدار ضعيف
11.1	11.7	8.10 - 13.79	انحدار متوسط
29.9	31.4	13.79 - 22.93	انحدار قوي
52.9	55.6	22.93 - 67.46	انحدار قوي جدا
100.0	105.1	-	المجموع

المصدر : بالاعتماد على خريطة (5) .

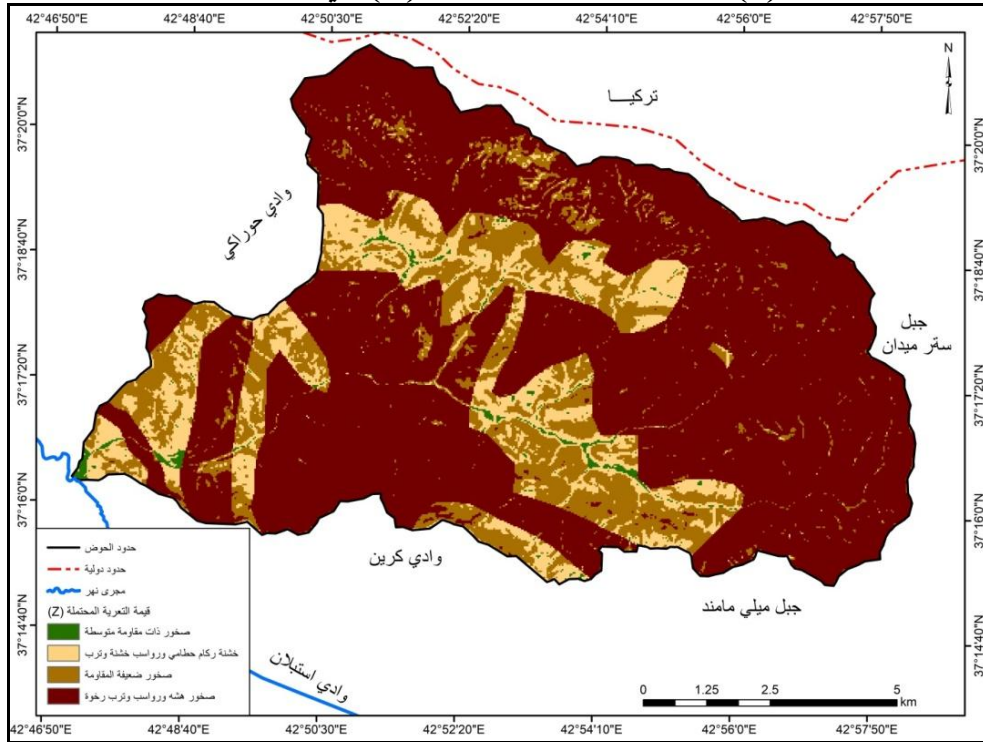
تصنف مستويات التعرية المحتملة تبعا لمؤشر نموذج جافريلوفيك (Z) الى خمس مستويات كما موضحة في الجدول (5) ، وعلى هذا الاساس صنفت التعرية المحتملة (Z) لمنطقه الدراسة الى ثلاث مستويات جدول (6) ، خريطة (6) تمثلت تعرية شديدة جدا بمساحة (72.9 كم²) ونسبة (69.3%) ، اما التعرية شديدة بمساحه (18.3 كم²) ونسبة (17.5%) في حين بلغت مساحة التعرية متوسط (12.9 كم²) وبنسبة (12.3%) اما التعرية الضعيف شغلت مساحة (1.0 كم²) وبنسبة (0.9%) .

جدول (5) فئات مستويات معامل التعرية المحتملة (Z) تبعا لمؤشر نموذج جافريلوفيك

مستوى التعرية المحتملة	متوسط القيمة	قيمة معامل (Z)
خفيفة جدا	0.10	0.01 – 0.19
خفيف	0.30	0.20 – 0.40
متوسط	0.55	0.41 – 0.70
شديدة	0.85	0.71 – 1.0
شديدة جدا	1.25	1.1 – 1.51

المصدر : عبد المجيد احمد مداعش واخرون ،التقدير الكمي للتعرية المائية للتربة في حوض وادي ظهر بتطبيق نموذج جافريلوفيتش وتوظيف نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، مجله عمران ، العدد (1) ، 2012.

خريطة (6) مؤشر التعرية المحتملة (Z) في منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على تطبيق معادلة (3) ومخرجات برنامج (Arc Map 10.1 3).

خريطة (6) مؤشر التعرية المحتملة (Z) في منطقة الدراسة

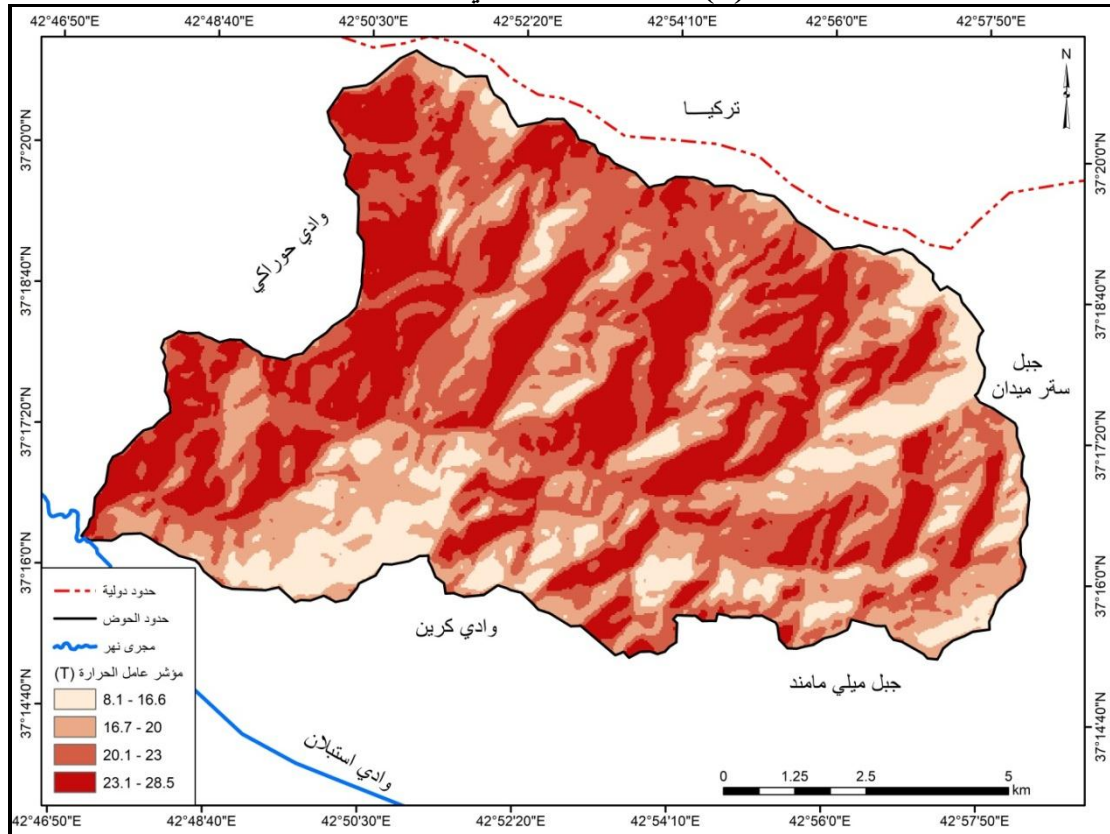
النسبة %	المساحة/ كم ²	نوع التعرية	قيمة التعرية المحتملة Z
69.3	72.9	شديدة جدا	صخور هشه ورواسب وترب رخوة
17.5	18.3	شديد	صخور ضعيفة المقاومة
12.3	12.9	متوسط	خشنة ركام حطامي ورواسب خشنة وترب
0.9	1.0	ضعيف	صخور ذات مقاومة متوسطة
100.0	105.1		المجموع

المصدر : بالاعتماد على خريطة (6) .

2-2- نمذجة مؤشر معامل الحرارة :

تؤثر الحرارة على التعرية المائية من خلال عمليات التبخر النتح التي تعمل زيادتها على تفكك الصخور وتشققها وبالتالي تكون أكثر عرضة لعمليات التعرية، فضلاً عن دور التباينات الحرارية (اليومية والموسمية) في زيادة نشاط عمليات التجوية مما يؤدي الى تحلل الصخور وهيئتها للانجراف⁽¹¹⁾. ويعتمد حساب معامل مؤشر الحرارة لمنطقة الدراسة على المرئية الفضائية (Landsat8). تبين من خريطة (7) اعلى قيم لمؤشر الحرار وصل (28.5° م) بينما ادنى قيمة للمؤشر بلغت (8.1° م).

خريطة (7) معامل الحرارة في منطقه الدراسة



المصدر : بالاعتماد على تطبيق معادلة (2) ومخرجات برنامج (Arc Map 10. 1 3).

2-3- نمذجة مؤشر معامل الامطار

تعد الامطار واحده من اهم المؤشرات التي تؤثر في حجم التربة المفقودة من خلال زياده جريان المياه على سطح الارض وبالتالي زياده كميته التربة المنقولة ولاسيما اذا كان السطح يفتقر الى النباتات، كما تعمل قطرات المطر الى تفكك جزيئات التربة وبالتالي زياده التعرية، فضلاً عن زياده الامطار تؤدي الى زياده رطوبة التربة مما يجعلها عرضة لعمليات التعرية المائية⁽¹²⁾، ونظراً لعدم توفر محطات مناخية تابعة للأنواء الجوية في منطقه الدراسة اعتمد الباحث على اربع محطات مناخية فضائية للحصول على كميات الأمطار، تم اشتقاق خريطة كميات الامطار بالاعتماد على برنامج (Arc Map 10. 1 3).

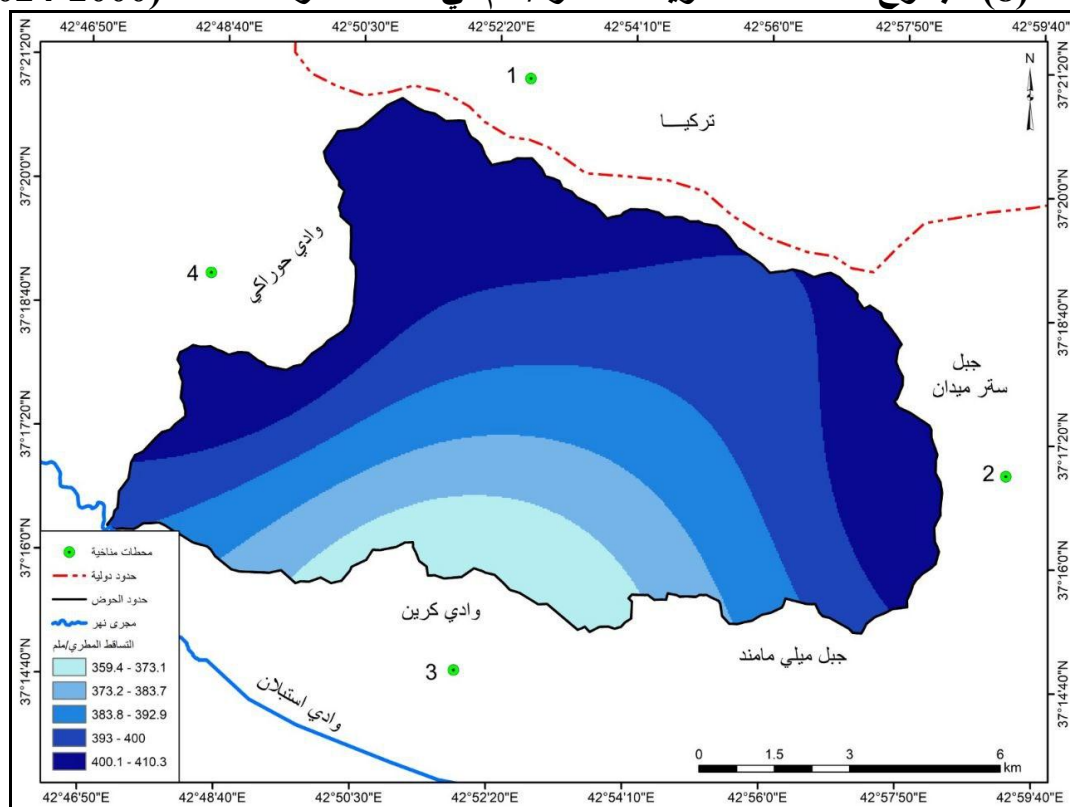
تبين من خريطة (8) وجدول (7)، ان اعلى كميته للأمطار توزعت في الاجزاء الشمالية من منطقه الدراسة لتتراوح بين (400.1- 401.3 ملم) وتتناقص الكميته باتجاه الجنوب لتصل الى كمية تتراوح بين (359.4 – 373.1 ملم) وهذا التناقص يعود الى عامل الارتفاع.

جدول (7) مجموع المعدلات السنوية الامطار /ملم في منطقه الدراسة للمدة (2000-2024)

محطة المناخية	محطة 1	محطة 2	محطة 3	محطة 4
مجموع المعدل السنوي /ملم	406.53	402.72	412.28	353.498

المصدر : <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

خريطة (8) مجموع المعدلات السنوية الامطار /ملم في منطقه الدراسة للمدة (2000-2024)



المصدر : بالاعتماد على جدول (7)

3- تطبيق نموذج جافريلوفيك (EPM) لحساب حجم التعرية المائية .

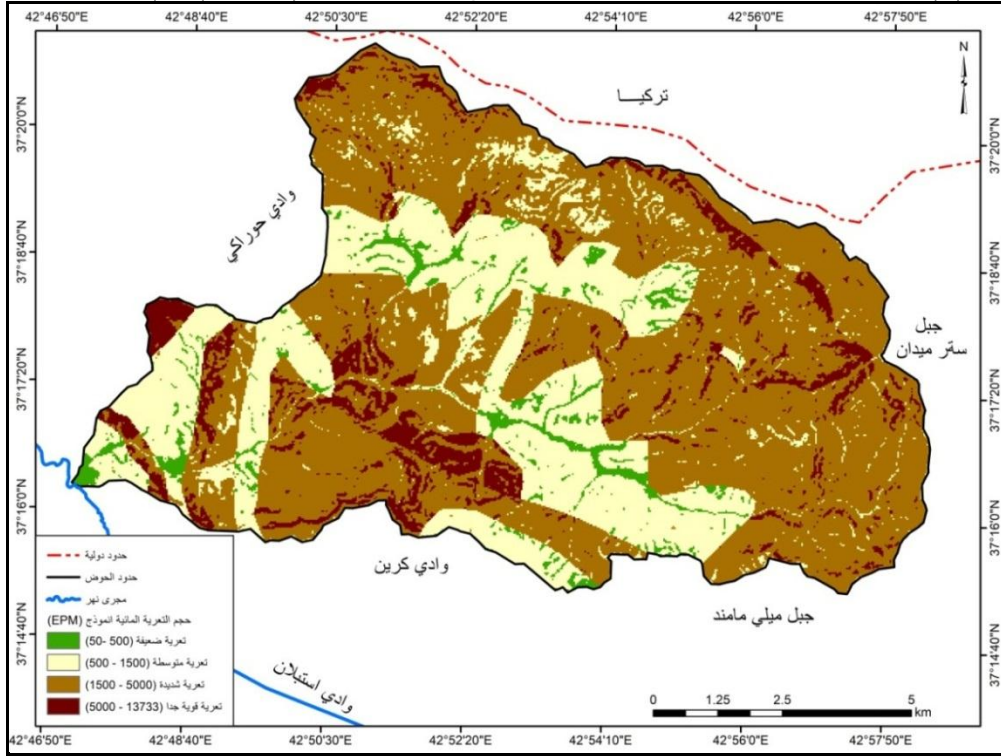
تبين بعد تطبيق معادلة التعرية المائية لمؤشر نموذج جافريلوفيك (EPM) ان هناك تباين مكاني بحجم التربة المفقود في منطقه الدراسة ،اذ اظهرت خريطة (9) وجدول (8) اربعة فئات لحجم الترب المفقودة وهي كما ياتي :

1- تعرية ضعيفة (500 - 50 م³/كم²/السنة) يشغل هذا النوع من التعرية مساحة بلغت (4.0 كم²) وبنسبة (3.9%) من مساحة المنطقة ويرجع سبب ضعف التعرية في هذه الاجزاء الى قلة الانحدار والغطاء النباتي الكثيف الذي ساعده على حماية التربة من الانجراف مما يجعلها مناطق صالحة للزراعة والاستقرار البشري

2- تعرية متوسطة (1500 - 500 م³/كم²/السنة) يحتل هذا النوع من التعرية المرتبة الثانية من حيث المساحة التي يشغلها والبالغة (28.8 كم) وبنسبة (27.4%) من المساحة الكلية للمنطقة

- ويظهر في المناطق ذات الانحدار المتوسط والغطاء النباتي المتوسط مما يجعلها صالحة للزراعة والاستقرار البشري لكن بدرجة اقل من النوع الاول.
- 3- تعرية شديدة (5000- 1500 م³/كم²/ السنة) يحتل هذا النوع من التعرية المرتبة الاولى من المساحة التي يشغلها والبالغة (62.5) وبنسبة (59.5%) من مساحة المنطقة ويظهر في الاجزاء شديدة الانحدار وذات الغطاء النباتي القليل الامر الذي ينعكس على خطورتها وعدم صلاحيتها للزراعة والاستقرار البشري .
- 4- تعرية قوية جدا (5000 -13733 م³/كم²/ السنة) يشغل هذا النوع من التعرية مساحة بلغت (9.7) وبنسبة (9.2%) من المساحة الاجمالية للمنطقة ويظهر في مناطق صغيرة متفرقة من منطقة الدراسة ويعود ذلك الى الانحدار الشديد والغطاء النباتي القليل جدا الامر الذي يؤدي الى زيادة نشاط التعرية المائية وانجراف التربة مما يجعلها مناطق خطرة وغير صالحة للزراعة والاستقرار البشري.

خريطة (9) اصناف التعرية المائية حسب نموذج جافريلوفيك (EPM) في منطقه الدراسة



المصدر : بالاعتماد على تطبيق معادلة (1) ومخرجات برنامج (Arc Map 10. 1 3) .

جدول (8) نوع وحجم التعرية السائدة في منطقه الدراسة حسب نموذج جافريلوفيك (EPM)

النسبة %	المساحة/ كم ²	حجم التربة المفقودة	شدة التعرية وحدتها
3.9	4.0	50 – 500	تعرية ضعيفة
27.4	28.8	500 - 1500	تعرية متوسطة
59.5	62.5	1500 - 5000	تعرية شديدة
9.2	9.7	5000 - 13733	تعرية قوية جدا
100.0	105.1		المجموع

المصدر : بالاعتماد على جدول (9)

الاستنتاجات :

- 1- تتميز تربة منطقة الدراسة حسب مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y) بثلاث مستويات للتعرية (ضعيفة ، متوسط و شديد) واخذت التعرية المتوسطة ما يقارب من نصف مساحة منطقه الدراسة.
- 2- اتضح من خريطة مؤشر حماية التربة (Xa) ان منطقه الدراسة تقع ضمن ثلاث مستويات للتعرية تتمثل (ضعيفة ، متوسط و شديد) واخذت التعرية المتوسطة المساحة الاكبر من منطقة الدراسة لتصل الى (88.1 كم²)
- 3- بينت خريطة التعرية المحتملة (Z) في مطقة الدراسة ان حوض وادي مرسيس ذات خمس اصناف من التعرية (Z) اخذت التعرية الشديدة على أكبر مساحة بلغت (72.9 كم²) لكونها ذات صخور هشة ورواسب وترب رخوة ، تلتها التعرية الشديدة جدًا بمساحة (18.3 كم²)، ثم التعرية المتوسطة بمساحة (12.9 كم²)، في حين بلغت مساحة التعرية الخفيفة (1.0 كم²)، وجاء في المرتبة الأخيرة من حيث المساحة التعرية الخفيفة جدًا بمساحة (1.0 كم²)
- 4- بينت خريطة معامل درجات الحرارة المعتمد في اعدادها على المرئية الفضائية (Landsat8) لمنطقه الدراسة ان معامل مؤشر الحرارة تراوح بين (28.5 م° الى 8.1 م°) كأعلى ولقل قيم للحرارة المسجلة .
- 5- بينت خريطة كميات الامطار المعتمدة في بياناتها على محطات مناخيه فضائية كمييه للأمطار تقل كلما اتجهنا جنوبا .
- 6- أظهر تطبيق معادلة نموذج جافريلوفيك أن منطقة الدراسة تتضمن اربعة اصناف من التعرية تتمثل بالتعرية ضعيفة بمساحة (4.0 كم²) وتعريه تعرية متوسطة بمساحة (28.8 كم²) و تعرية شديدة بمساحة (62.5 كم²) وتعرية قوية جدا بمساحة (9.7 كم²) .

التوصيات :

- 1- تشجيع الباحثين على الدراسات التي تهتم بتحديد المناطق المعرضة للمخاطر الطبيعية ولأسيما التعرية لما لها من فعالية دائمة واثار مستمرة على المدى البعيد .
- 2- تنظيم ومراقبه التوسع الحضري بعيدا عن المناطق المعرضة لخطر التعرية المائية .
- 3- تفعيل تقنية حصاد مياه لاسيما في المناطق المنحدرة لحماية التربة من أخطار التعرية بسبب مياه الفيضانات المتدفقة ، وفي الوقت نفسه تغذية المياه الجوفية.
- 4- العمل على زيادة مساحه الاراضي الخضراء والحد من الرعي الجائر من اجل حمايه التربة من التعرية .

- (1) جمال شعوان واخرون ، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي للتعرية المائية بحوض وادي امزاز (الريف الأوسط من خلال نموذج جافريلوفيك) مجلة جغرافية المغرب المجلد (28) العدد (2) (751) 2013 ص75.
- (2) سعد ابو راس الغامدي تطبيق نموذج جافريلوفيك القدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية المحلة المصرية للتغير البيئي العدد الأول 2009، ص 20-22.
- (3) Jovanovic, S. Erosion and sediment transport in rivers: Gavrilovic method. Water Resources Management, 22(11),2008 ، 1575-1592 .
- (4) Dragovic, N., KARLEUSA,B and OZANICK,N ,Erosion Potential Method (Gavrilović Method) Sensitivity Analysis ,Soil & Water Res. ,12, (1),2017,P52
- (5) Zeghmar, A. ,Marouf ,N., Elhadj Mokhtari, Assessment of soil erosion using the GIS-based erosion potential method in the Kebir Rhumel Watershed, Northeast Algeria, Journal OF Water and Land Development, 2021,p138..
- (6) عباس فاضل السعدي، منطقة الزاب الصغير في العراق دراسة جغرافية لمشاريع الخزن والري وعلاقتها بالإنتاج الزراعي، ط1، مطبعة اسعد، بغداد، 1976، ص83.
- (7) محمد مهدي الصحاف، الموارد المائية والسطحية في القطر المغربي، كلية التربية، جامعة بغداد، 1985، ص231.
- (8) عبد المجيد احمد مداغش واخرون ،التقدير الكمي للتعرية المائية للتربة في حوض وادي ظهر بتطبيق نموذج جافريلوفيتش وتوظيف نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، مجله عمران ، العدد (1) ،2012، ص238 .
- (9) محمد عباس جابر الحميري ، نمذجة الخرائطية لتقدير حجم التعرية المائيه في حوض وادي كاي براخ بطريقه جافريلوفيك باستعمال تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، مجلة أبحاث ميسان ، المجلد 20، العدد (39) ، 2024 ، ص 50 .
- (10) Julien, P. Y. Erosion and sedimentation. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2010 ,P159
- (11) Ibid. P156 .
- (12) Morgan, R. P. C. , Soil erosion and conservation. Blackwell Publishing, Oxford, 2005 , UK.P123.

المصادر :

1. الحميري ، محمد عباس جابر ، نمذجة الخرائطية لتقدير حجم التعرية المائيه في حوض وادي كاي براخ بطريقه جافريلوفيك باستعمال تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، مجلة أبحاث ميسان ، المجلد 20، العدد (39) ، 2024 .
2. السعدي ،عباس فاضل ، منطقة الزاب الصغير في العراق دراسة جغرافية لمشاريع الخزن والري وعلاقتها بالإنتاج الزراعي، ط1، مطبعة اسعد، بغداد .
3. شعوان ، جمال واخرون ، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي للتعرية المائيه بحوض وادي امزاز (الريف الأوسط من خلال نموذج جافريلوفيك) مجلة جغرافية المغرب المجلد (28) العدد (2) (751) 2013 .
4. الصحاف ،محمد مهدي ، الموارد المائية والسطحية في القطر المغربي، كلية التربية، جامعة بغداد، 1985.
5. الغامدي ، سعد ابو راس ، تطبيق نموذج جافريلوفيك التقدير مخاطر التعرية المائيه في حوض وادي نعمان بوسائل تقنيات لاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية المحلة المصرية للتغير البيئي العدد الأول 2009 .
6. مداغش، عبد المجيد احمد واخرون ،التقدير الكمي للتعرية المائيه للتربة في حوض وادي ظهر بتطبيق نموذج جافريلوفيتش وتوظيف نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، مجله عمران ، العدد (1) ، 2012 .
7. Buringh , Soils Soil Conditions in Iraq , ministry of Agriculture Directorate General of Agricultura Research Projects
8. Dragovic, N., KARLEUSA,B and OZANICK,N ,Erosion Potential Method (Gavrilović Method) Sensitivity Analysis ,Soil & Water Res. ,12, (1),2017.
9. Jovanovic, S. Erosion and sediment transport in rivers: Gavrilovic method. Water Resources Management, 22(11),2008 .
10. Julien, P. Y. Erosion and sedimentation. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2010.

11.Morgan, R. P. C. , Soil erosion and conservation. Blackwell Publishing, Oxford, 2005 , UK.

12.Zeghmar, A. ,Marouf ,N., Elhadj Mokhtari, Assessment of soil erosion using the GIS-based erosion potential method in the Kebir Rhumel Watershed, Northeast Algeria, Journal OF Water and Land Development, 2021,

13. وزارة الصناعة ، المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدن خريطة العراق الادراية بمقياس 100000/1

14. وزارة الصناعة ، المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدن ، الخريطة الجيولوجية للعراق بمقياس 1:100000 لسنة 2010 .

15. :<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewe>