Estimating the Risks of Water Erosion According to the EPM Model and its Relationship to Slope in the Rizan River Basin

Nzar Yasin Muhammad[1], Halaw Hussain Karem[2]
University of Salahaddin, college of Arts, department of geography

DOI: https://doi.org/10.31918/twejer.2574.50

Published: 15/1/2025

Abstract

This study aims to estimate the level of water erosion in the Rezan River Basin, by applying the Gavrilovic model and finding the spatial relationship between erosion values and regression rates in the basin. The inductive approach and analytical method were relied upon to reach the goal of the study. Geographic information systems (Arc GIS) techniques were used to prepare the model requirements, which are categories of elevation and slope, layers of rock structures and soil, establishing lines of equal temperature and rainfall, then applying the Gavrilovic equation. According to the results of potential erosion, it appeared that more than half of the area of the region is dominated by generalized erosion that quantity ranges between (5000 – 20000 m3/ km2/ year) representing 57.6% of the area of the study area. The smallest area showed strong erosion, the amount of which ranges between (5000 – 20000 m3/ km2/ year), representing 5.4%. Through the spatial intersection between the layers of erosion and the degrees of slope, it appeared that erosion increases with the increase in slope rates in the study area.

Keyword: *Internet, teaching process, scientific research, colleges of education*

تقدير مخاطر التعرية المائية حسب نموذج (EPM)
وعلاقتها بالانحدار في حوض نهر ريزان

م.م. نزار ياسين محمد
nzar.mohammad@su.edu.krd
جامعة صلاح الدين – كلية الآداب - قسم الجغرافية

ا.م. د. حلاو حسين كريم
halaw.kareem@su.edu.krd
جامعة صلاح الدين – كلية الآداب - قسم الجغرافية

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقدير مستوى التعرية المائية في حوض نهر ريزان، بتطبيق نموذج جافريلوفيك وإيجاد العلاقة المكانية بين قيم التعرية ومعدلات الانحدار في الحوض. تم الاعتماد على المنهج الاستقرائي والأسلوب التحليلي في الوصول إلى هدف الدراسة. واستخدمت تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في إعداد متطلبات النموذج والمتمثلة في فئات الارتفاع والانحدار، طبقات التراكيب الصخرية والتربة، وإنشاء خطوط الحرارة والأمطار المتساوية، ومن ثم تطبيق معادلة جافريلوفيك.

ظهر حسب نتائج التعرية المحتملة أن أكثر من نصف مساحة المنطقة تسود فيها التعرية المعممة التي تتراوح كميتها بين (١٥٠٠ - ٥٠٠٠)م٣/كم٢/سنة، مشكلاً نسبة (٥٧,٦٪) من مساحة منطقة الدراسة. وأقل مساحة ظهرت فيها التعرية القوية التي تتراوح كميتها بين (٥٠٠٠ -٢٠٠٠٠) م٣/كم٢/سنة بنسبة (٥,٤٪). وعبر التقاطع المكاني بين طبقتي التعرية ودرجات الانحدار ظهر بأن التعرية تزداد بازدياد معدلات الانحدار في منطقة الدراسة.

الكلمات الدالة : التعرية المائية المحتملة للتربة، تصنيف (زينك) للانحدار، نموذج جافرولوفيك، العلاقة المكانية .

١. المقدمة

تعد التعرية المائية من أهم المخاطر الطبيعية التي لها تأثير واضح في السطح وتهدد التوازنات البيئية وتترك آثارها واضحة على انخفاض القدرة الإنتاجية للتربة على وفقدان أهميتها الاقتصادية، تحدث عملية التعرية المائية بفعل الماء الجاري، وتتباين شدتها نتيجة لتأثير مجموعة من العوامل منها نوع التربة وخصائصها، درجة الانحدار، نوع الغطاء الأرضي، صفات التساقط. ويطلق على استجابة التربة للتعرية مصطلح قابلية التربة للتعرية، وتعتمد قابلية التربة للتعرية على نسيج التربة ومحتواها من المواد العضوية (شعوان٢٠١٣: ص٧٣-٩١). كما تعد التعرية المائية من أخطرالعمليات الجيومورفولجية المؤثرة في بيئة التربة من حيث سمكها وقابليتها الإنتاجية وتغييرالكثير من الخصائص الفيزياوية و الكيمياوية، إن تحديد الأماكن التي تتعرض للمخاطر بواسطة الطرائق المباشرة يتطلب تجهيزات وإمكانات مادية وبشرية، ومدة زمنية طويلة وهو يعد أمرا صعبا ومكلفاً لذا يلجأ عدد من الباحثين إلى تطوير المعادلات الرياضية لتقدير فقدان التربة في العلاقة مع مختلف المؤشرات التي تؤثر في التعرية. من أبرز هذه المعادلات ما يسمى بنموذج جافرولوفيك للتعرية والمعروفة اختصارا باسم (Gavrilovic Erosion Potential Model)، يعدّ هذا النموذج من النمإذج المناسة لتقييم التعرية بالمناطق المتضرسة والأحواض الجبلية. يعتمد في تطبيق هذا النموذج على مجموعة من المتغيرات التي تأخذ بعين الاعتبار التركيب الصخري، الانحدار، حالة الغطاء النباتي، التربة، التساقطات ومتوسطات درجات الحرارة (شعوان ٢٠١٥ : ص ٧٧) .تسهم بيانات الاستشعار عن البعد والأدوات الموجودة في البرنامج نظم المعلومات الجغرافية في توفير المتطلبات الأساسية لتطبيق نموذج تقدير التعرية المائية على سطح منطقة الدراسة بصورة كاملة.

مشكلة البحث :-

يمكن تحديد مشكلة البحث عبر النقاط الآتية:

١- مدى خطورة التعرية المائية للتربة في حوض نهر ريزان، و كيف تتوزع القيم المحتملة لها مكانياً؟

٢- ما هي العلاقة المكانية بين تعرية التربة ومعدل الانحدار في منطقة الدراسة ؟

فرضية البحث : -

١- تعد التعرية المائية من المخاطر البيئية في حوض نهر ريزان وتتراوح شدتها بين المتوسطة إلى القوية، وتتباين القيم المحتملة لها من مكان إلى آخر.

٢- هناك علاقة مكانية وثيقة بين تعرية التربة ومعدل الانحدار في منطقة الدراسة.

أهمية البحث :-

تكمن أهمية الدراسة في محأولته معالجة أحد أهم المخاطرالبيئية في منطقة الدراسة والمتمثلة بالتعرية المائية التي تركت آثارا واضحا على سطح المنطقة، وقامت بمرور الزمن على تغيير معالمه بشكل مستمر وبدون توقف. وتعكس هذه الخطورة آثارها على النشاط البشري في المناطق التي تتعرض لها، منها تقلص مساحة الأراضي الصالحة للزراعة وتعرض المنشأت والمشاريع إلى التدمير.

هدف البحث : -

تهدف هذه الدراسة إلى تقدير حجم التعرية المائية في حوض نهر ريزان ومدى خطورتها وتباين كميتها مكانيا من جهة لأخرى، اعتمادا على نموذج (EPM) للتعرية المائية. وكذلك تحديد العلاقة المكانية بين أصناف التعرية المحتملة ومعدلات الانحدار في منطقة الدراسة، ومدى إمكانية الاستفادة من بيانات الاستشعار عن بعد وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية.

منهجية البحث : -

لتحقيق هدف الدراسة استخدمت المنهج الاستقرائي، وأسلوب التحليل المكاني وذلك بالاعتماد على تقنية (GIS) بهدف تقدير التعرية المائية المحتملة للتربة وإبراز العلاقة المكانية بينها وبين معدل الانحدار في حوض نهر ريزان وذلك عبر محورين، الأول ارتبط باستخدام نموذج جافرولوفيك (EPM) ودراسة المتغيرات الداخلة في النموذج، أما المحور الثاني فاهتم بتطبيق النموذج وتحليل العلاقة المكانية بين درجات التعرية ودرجات الانحدار.

البيانات المستخدمة في الدراسة : -

من أجل تطبيق نموذج التعرية (EPM) تم الاعتماد على مجموعة من البيانات الأساسية المتنوعة يمكن حصرها فيما ياتي :-

١- بيانات كميات الأمطار الساقطة ودرجات الحرارة لمحطتي ميركه سور وسوران ، للفترة ٢٠١٤-٢٠٢٢من مديرية الأنواء الجوية.

٢- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تميزية ٣٠* ٣٠من الموقع الجيولوجي الأمريكي (USGS)

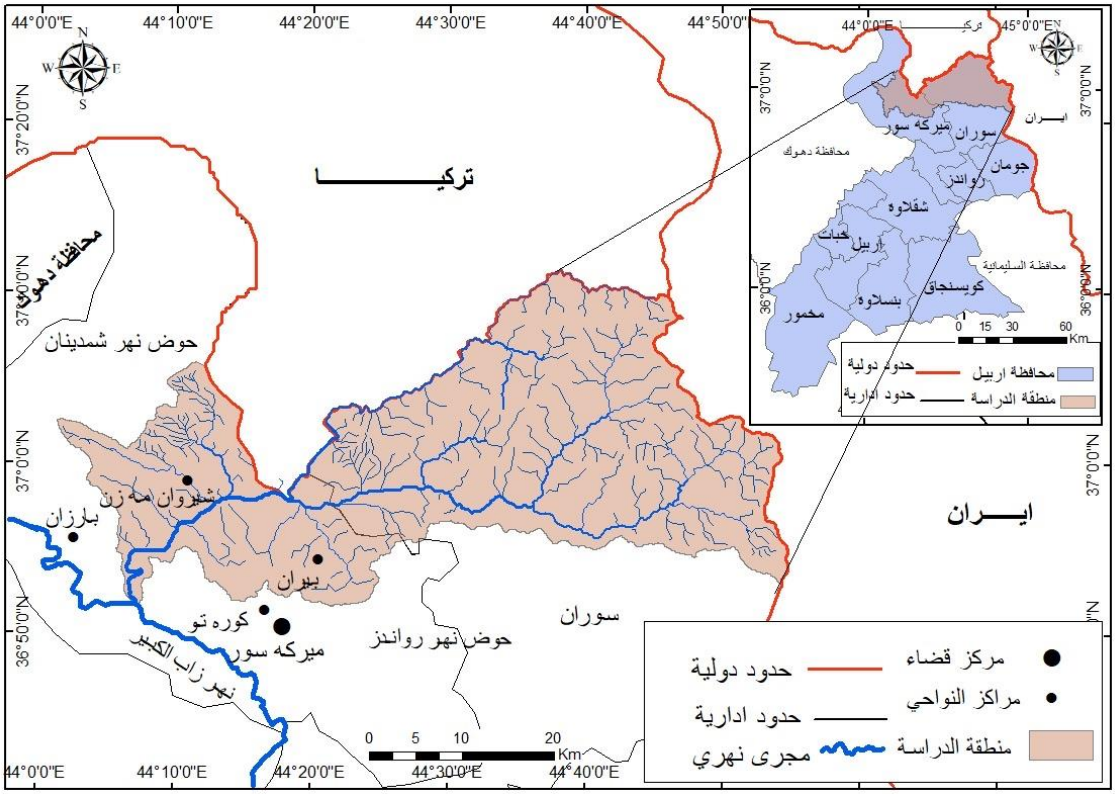
٣- المرئية الفضائية (بتاريخ ٢١,٨,٢٠٢٣)LAND SAT OLI 8 من الموقع الجيولجي الأمريكي (USGS)

٢- منطقة الدراسة

يعد نهرريزان أحد روافد نهر الزاب الكبير من الجهة اليسرى. يقع الجزء الأكبر من حوض هذا النهر في الجهة الشمالية الشرقية من محافظة أربيل في إقليم كوردستان العراق، والجزء الآخر تقع داخل الأراضي

التركية، إذ تبلغ المساحة الإجمالية للحوض (١٨٣٦,٧) كم٢ يقع ضمن إقليم كوردستان مساحة (١٤٢٩,٣) كم ٢ مشكلاً (٧٧,٨%) من المساحة الإجمالية، والمساحة الباقية (٤٠٧,٥٠)كم٢ تقع ضمن الأراضي التركية، وتتمثل منطقة الدراسة بالجزء الواقع ضمن إقليم كوردستان العراق فيمتد هذا الجزء من الحوض بين دائرتي العرض (٣٦،٥٤َ ° و ٣٧،٠٩َ °) شمالاً، وبين خطي الطول (٤٤،٠٣َ ° و ٤٤،٥٥َ °) شرقاً. الخريطة (١). يحد منطقة الدراسة من الشمال والشمال الشرقي الخط الحدودي الفاصل بين كل من إيران والعراق وتركيا، أما من الجنوب فتحده حوض نهر رواندوز (أحد روافد نهر الزاب الكبير)، أما من الغرب والجنوب الغربي فتحده مرتفعات بيران وشيرين وسليم خان التي تشكل خطاً لتقسيم المياه بين حوض نهر ريزان ومجاري صغيرة تصب في المجرى الرئيسي لنهر الزاب الكبير. يمتد حوض نهر ريزان من الشرق إلى الغرب موافقا بذلك الانحدار العام للمنطقة حيث تقع منابعه في الشمال والشمال الشرقي عند الحدود العراقية الإيرانية والعراقية التركية ومصبه على نهر الزاب الكبير في الجنوب الغربي في منطقة ريزان، يبلغ طول نهر ريزان من منبعه لحد التقائه بنهر الزاب الكبير ٨٥ كم.

الخريطة (١) موقع منطقة الدراسة من محافظة أربيل



المصدر : حكومة إقليم كوردستان العراق، وزارة التخطيط و المواصلات، هيئة احصاء الإقليم، سنة ٢٠١١

٣. نموذج جافرولوفيك

تم تطويرالعديد من النماذج لتقدير حجم تعرية التربة، ومن أبرزها نموذج (Gavrilovic Model Erosion Potential) والذي أطلق عليه جافرولوفيك الذي عمل عليه بالتعاون مع آخرين في تطوير

الموارد المائية في يوغسلافيا وسابقا مابين عامي (١٩٥٢-١٩٧٦)، ولم يتم تطبيقه إلا مؤخرا بعد الثورة المعلوماتية والأليكترونية، إذ تمت الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية في إعداد وتحديد الطبقات وتطبيق المعادلات الخاصة لهذا النموذج، و يعدّ نموذج (EPM) من النمإذج طورت بالأحواض الجبلية والمناطق المضرسة .(فارس ٢٠١٧: ص). ولهذا هي ملائمة لمنطقة الدراسة كونها منطقة جبلية ومضرسة، تتأثر القيمة النهائية للنموذج بعوامل نوع الصخور ودرجة الانحدار، درجة الحرارة وكمية التساقط، وخصائص التربة، واستخدامات الأرض. ولكل عامل من هذه العوامل وزنا معينا تحكم تأثيره في التعرية المائية باستثناء عامل التساقط المطري الذي بقيمته الإجمالية (ملم / سنة). وينفرد هذا النموذج عن غيره باستخدام عامل الحرارة كمؤثر إضافي لتقدير التعرية المائية.

يقدر معدل التعرية المائية السنوية حسب نموذج EPM عبر سلسلة من المعادلات على النحو الاتي : -

٣-١/ قيمة التعرية المائية (EPM) : يستخرج حسب المعادلة الاتية : (الغامدي : ٢٠٠٩، ص٨-٣٣)

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

EPM= المعدل السنوي لكمية التعرية (م٣/ كم٢ / السنة).

H= المعدل السنوي للأمطارملم

T = معامل الحرارة / النسبة الثابتة

Π= النسبة الثابتة (٣,١٤)

Z= معامل التعرية المحتملة

٣-٢/معامل التعرية المحتملة (Z) : يستخرج عبر المعادلة الآتية: (A.Bilasri :2017, 3208-3215)

إذ إن :

$$Z = Y * Xa(\phi + \sqrt{ja})$$

Y= معامل قابلية التربة للتعرية

Xa=معامل حماية التربة

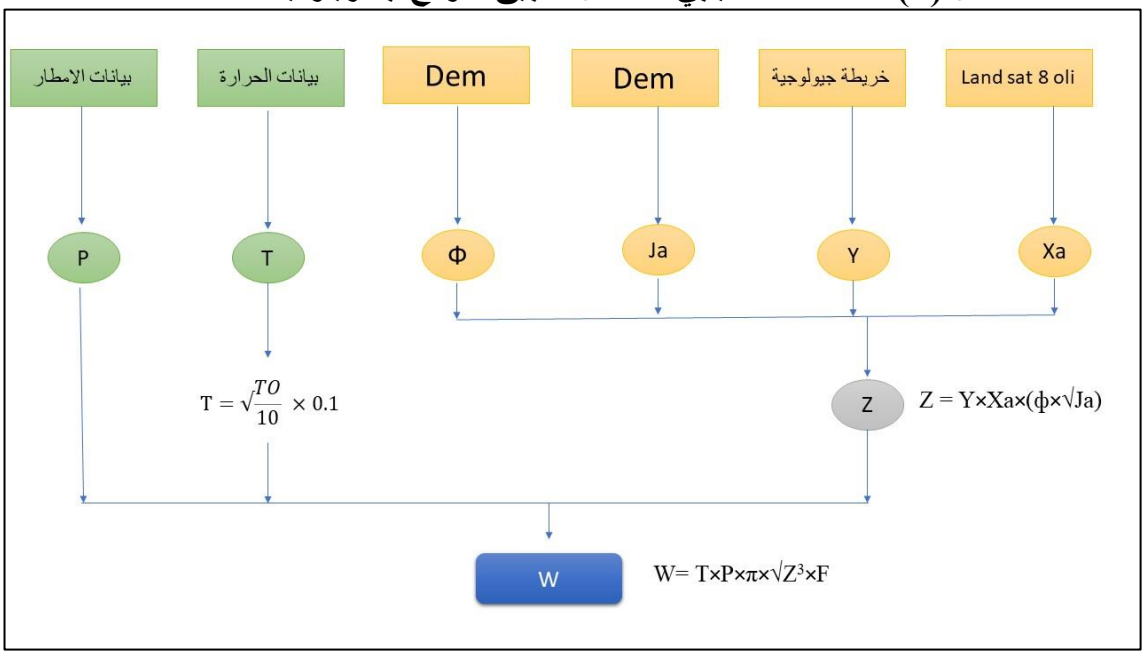
ϕ = معامل تطورالتعرية وشبكة التصريف

Ja= معامل الانحدار

يتطلب الإعداد لتطبيق نموذج جافرولوفيك عددا كبيرا من البيانات تتعلق بطبيعة الصخور، والتركيب الجيولوجي والانحدار، والتربة والتساقط ودرجات الحرارة وغطاءات الأرض. وقد ارتكزت هذه الدراسة كليا على المعالجة الآلية لبيانات الأقمار الصناعية وعلى توظيف نظم المعلومات الجغرافية في تجهيز

بيانات الدراسة كمدخلات لنموذج جافرولوفيك، ومن ثم مخرجاته آليا عن طريق برنامج (GIS). ويبين شكل رقم (١) مخططا انسيابيا لأهم إجراءات التطبيق في نظام جافرولوفيك.

شكل (١) المخطط الانسيابي لتسلسل تطبيق نموذج جافريلوفيك



من عمل الباحث

ويتم احتساب قيم (ϕ, Xa ,Y)من الجدول (١)، أما قيمة (Z) فتعد من أهم مدخلات النموذج، كما يمكن الاعتماد عليها كمؤشر على تطور التعرية في الأحواض المائية ويتم مقارنة قيمة (Z) مع مستويات التعرية على وفق الجدول (٢) .

الجدول (١) العوامل الوصفية المستخدمة في تقدير قيمة معامل التعرية

معامل قابلية التربة للتعرية	Y
صخور صلبة شديدة المقاومة	٠,١ - ٠,٣
صخور ذات مقاومة متوسطة	٠,٣ - ٠,٥
صخور ضعيفة المقاومة	٠,٥ - ٠,٦
ركام حطامي ورواسب خشنة وترب صلصالية	٠,٦ - ٠,٨
رواسب رملية ناعمة وترب لا مقاومة لها	٠,٨ - ١,٠
معامل حماية التربة	**Xa**
غابات مختلطة كثيفة – متوسطة الكثافة وأحراش	٠,٠٥ - ٠,٢
غابات صنوبرية وجنبات متبعثرة وأجمات على جوانب القنوات المائية	٠,٢ - ٠,٤
مراع وغابات أو جنبات متضررة	٠,٤ - ٠,٦
مزارع ومراع متضررة	٠,٦ - ٠,٨
أراض جرداء	٠,٨ - ١,٠
معامل تطور التعرية وتطور شبكة التصريف	**Φ**
تعرية ضعيفة في حوض التصريف	٠,١ - ٠,٢
تعرية في القنوات المائية بين ٢٠% - ٥٠% من حوض التصريف	٠,٣ - ٠,٥
تعرية في الأنهار، والأخاديد، والإرسابات الفيضية، وتعرية كارستية	٠,٦ - ٠,٧
٥٠٪ - ٨٠٪ من حوض التصريف تحت تأثير التعرية والانزلاقات الأرضية	٠,٨ - ٠,٩
جميع حوض التصريف تحت تأثير التعرية	١,٠

(Zorn,M.and B.Komac : 2008, p97)

الجدول (٢) مستويات التعرية تبعا لقيم قابلية التعرية

مستوى التعرية	معامل التعرية	متوسط القيم
شديدة جدا	اكثرمن ١	١,٢٥
شديدة	٠,٧١ - ١,٠	٠,٨٥
متوسطة	٠,٤١ - ٠,٧٠	٠,٥٥
خفيفة	٠,٢٠ - ٠,٤٠	٠,٣٠
خفيفة جدا	٠,٠١ - ٠,١٩	٠,١٠

(Ostric :2008 , p 291)

٤- حساب العوامل المستخدمة في نموذج جافريلوفيك

تتمثل المعامل المستخدمة في نموذج التعرية المحتملة حسب طريقة جافريلوفيك (EPM) بما يأتي :

٤,١. معامل الحرارة (T) 29

تحسب معامل الحرارة T عبر المعادلة الآتية: (الغامدي:٢٠٠٩، ص٨-٣٣)

$$T= \sqrt{(t/10+0.1)}$$

إذ إن :-

T= معامل الحرارة

t = المعدل السنوي للدرجة الحرارة المئوي

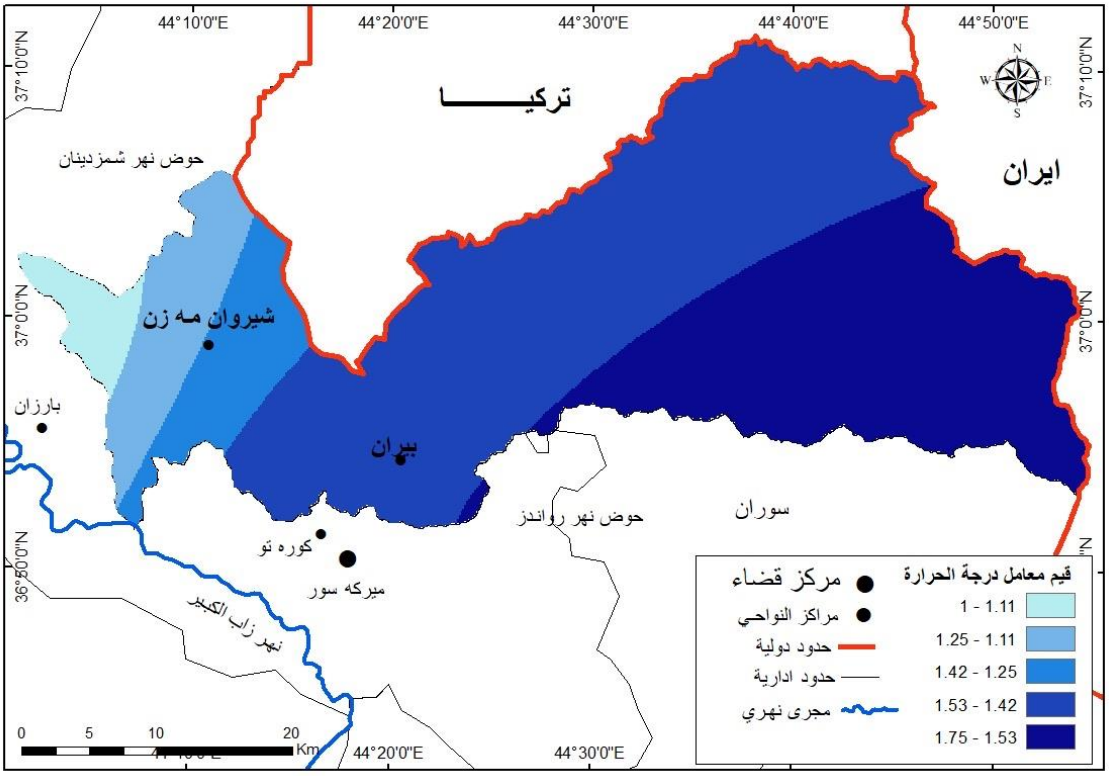
بغية الحصول على معامل الحرارة لمنطقة الدراسة تم الاعتماد على بيانات تأثير داخل الحوض أو خارجها، وهما ميركسور و سوران الواقعة في جنوب الحوض، و تم إنشاء خطوط الحرارة المتساوية ومن ثم اقتطع منطقة الدراسة، وعن طريق المعادلة الخاص بمعامل الحرارة (T) تم اشتقاق قيم معامل الحرارة للحوض .والتي تظهر في الجدول (٣) و الخريطة(2).

جدول(٣) معدلات درجات الحرارة لمحطتي ميركسور وسوران لحوض نهر ريزان للفترة بين (٢٠١٤-٢٠٢٢)

الاشهر	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	المعدل السنوي
المعدل	6.65	4.12	5.92	10.65	14.65	19.75	28.85	31.85	29.95	24.35	18.4	11.9	17.05

المصدر : حكومة إقليم كوردستان العراق، وزارة النقل والمواصلا ت، قسم التخطيط والمتابعة، شعبة البيانات

الخريطة (٢) قيم معامل درجة الحرارة لحوض نهر ريزان



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc GIS.10.7).اعتمادا على بيانات الجدول حرارة (٣) باستخدام معادلة الحرارة (T).

طبقات درجات الحرارة (T): تم الاعتماد على بيانات الحرارة من الجدول (3) بهدف تهيئة الطبقة، على وفق المعادلة التي ذكرت لإعطاء وزن لكل خلية في ضوء ذلك.

٢,٤. المعدل السنوي للأمطار (H):

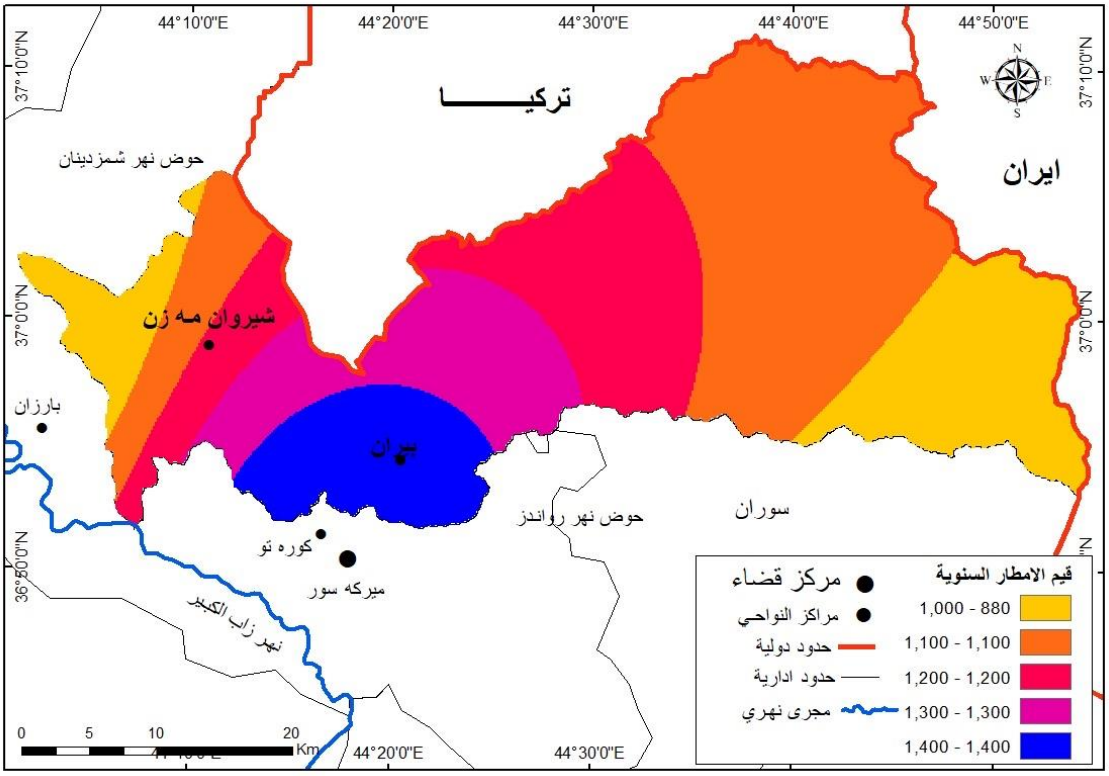
تعد تعرية التربة بسبب المياه مؤشراً على خصائص تساقط الأمطار، إذ لقوة اصطدام قطرات الماء بالإضافة إلى المياه السطحية الجارية تأثيرفي تاكل طبقات التربة السطحية وخاصة الجرداء منها لمعامل الحرارة. تم إنشاء طبقة خطوط المطر المتساوية لمنطقة الدراسة اعتمادا على البيانات المناخية جدول (٤) لمحطتي (ميركەسور وسوران) الواقعتان جنوب حوض نهر ريزان،، تمثل الخريطة (٣) قيم خطوط الأمطار المتساوية إذ تتراوح بين (٨٨٠ملم – ١٤٠٠ ملم) وتستعمل في نموذج جافريلوفيك معدلات السنوية للأمطار بقيمتها العادية (ملم) من دون تغيير.

جدول (٤) معدلات الأمطار السنوية لمحطتي ميركسور وسوران للفترة بين (٢٠١٤-٢٠٢٢)

الاشهر	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	المجموع السنوي
المعدل	178.99	197.27	136.4	206.3	102.6	40.22	0	0	0	3.88	66.33	139.11	1070

المصدر: حكومة إقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و المواصلا ت، قسم التخطيط و المتابعة، شعبة البيانات

الخريطة (٣) قيم الأمطار السنوية لحوض نهر ريزان



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc GIS.10.7).اعتمادا على بيانات الجدول (٤) باستخدام معادلة الحرارة (P)

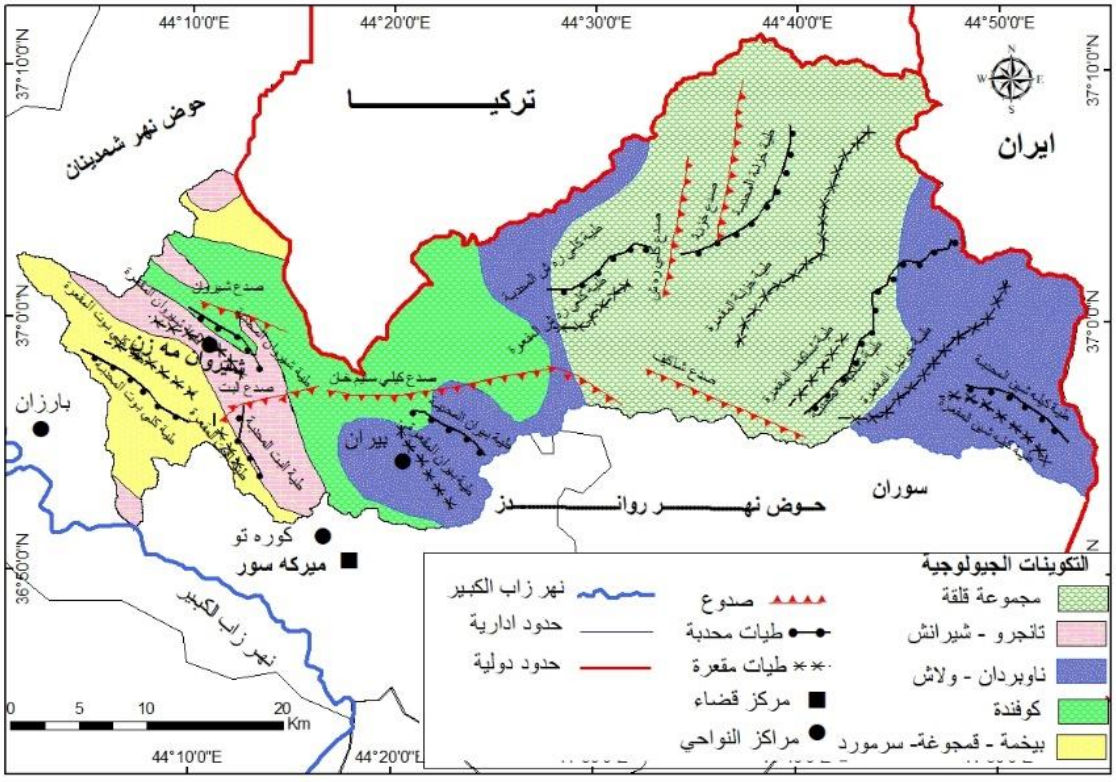
المعدل السنوي للأمطار (p): اعتمدت على بيانات الأمطار لمحطتين تقع خارج منطقة الدراسة، محطة (ميركه سور وسوران) لسنوات ٢٠١٤-٢٠٢٢، لإنشاء خارطة خطوط المطر المتساوية، ويتم إدخالها في النموذج بطبيعتها الحقيقة.

٣,٤. معامل التعرية المحتملة (Z) والمعامل المستخدمة فيها:

١,٣,٤. معامل قابلية التربة للتعرية (Y).

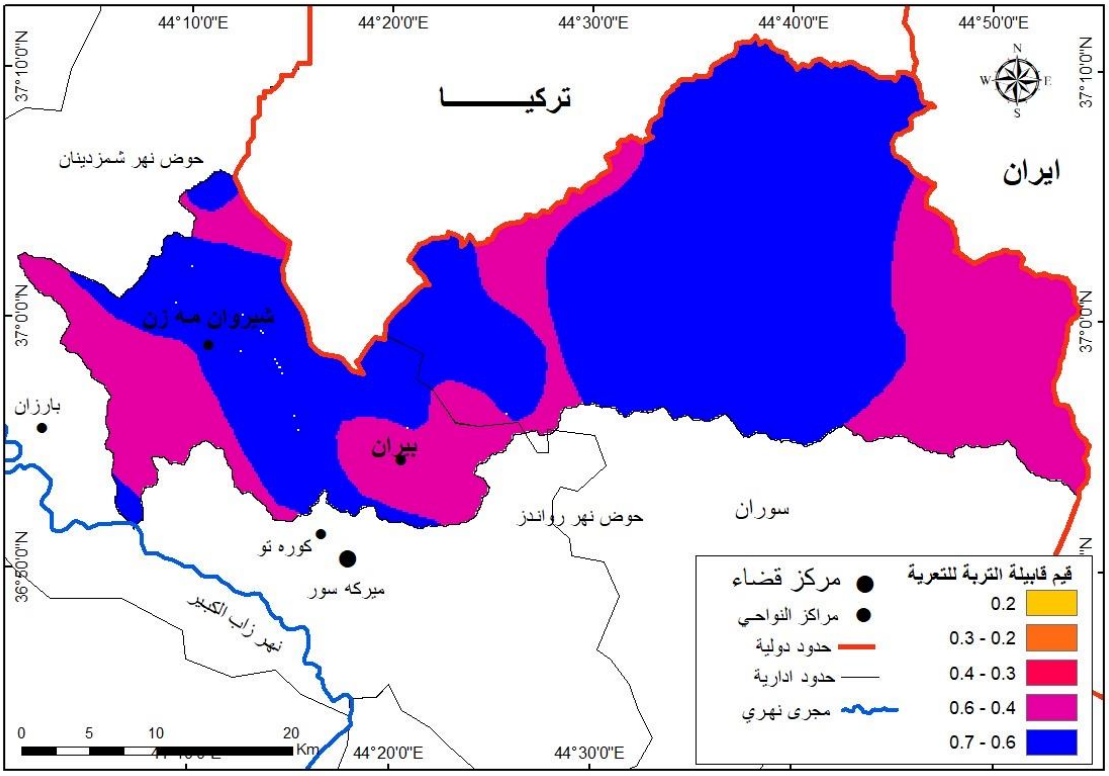
يتم تعريفه بأنه عبارة عن متوسط التعرية السنوية لكل وحدة الناتج عن هطول الأمطار في الحالة الاعتيادية للترية المكشوفة، وتكون على منحدر تمت مؤخرا حراثتها صعودا و نزولا دون تطبيق الممارسات الداعمة فيها، وتوكن درجة انحدارها (٥) و بطول يبلغ ٢٢ مترا (Wischmeer : 1978, p8).وتم الاعتماد على الخريطة الجيولوجية (٤) لتكوينات سطح منطقة الدراسة وتم إعادة تصنيفها بهدف إعطاء وزن مناسب لكل طبقة صخرية على وفق قيم الجدول (1)، كما تم تصنيف ترب منطقة الدراسة على وفق قيم الجدول نفسه و من ثم دمج الطبقتين بهدف احتواء كل خلية من الخلايا على وزن حسب مقاومتها للتعرية لتصبح الطبقتان قيمة (Y).كما تظهر من الخريطة (٥).

الخريطة (٤) الخصائص الجيولوجية لحوض نهر ريزان



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc GIS.10.7)اعتمادا على:
(Geological Map Of Al – Mosul Quadrangle, :2007, p38)
(Geological map of zakho quadrangle: 2007 , p 38)

الخريطة (٥) قيم قابلية التربة للتعرية في حوض نهر ريزان

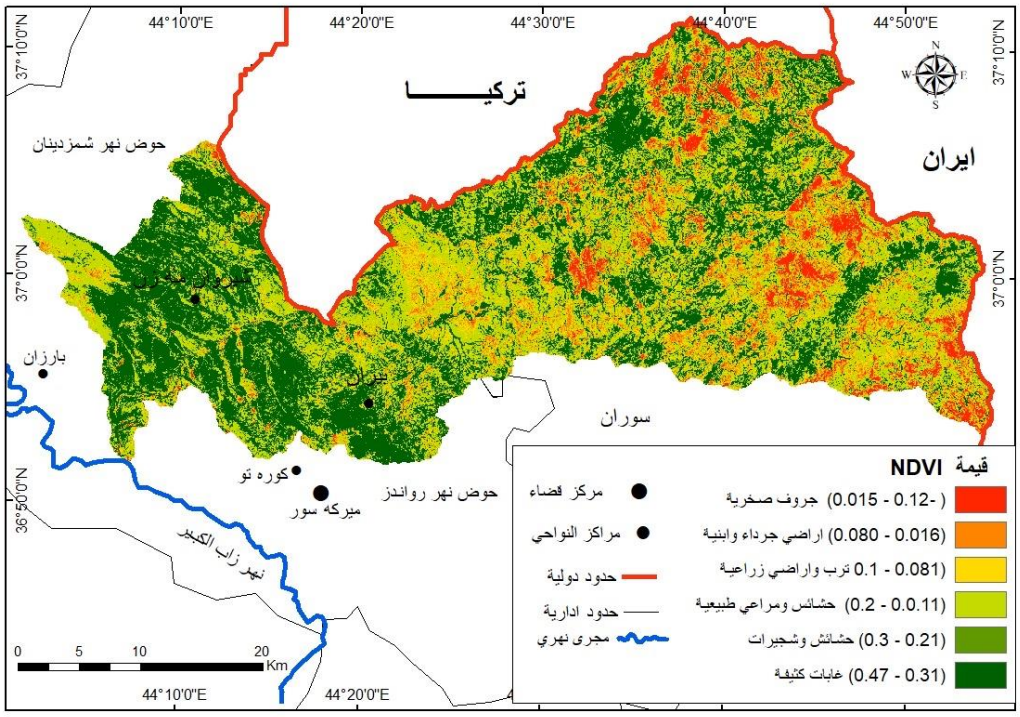


المصدر : من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc GIS.10.7)اعتمادا على الخريطة (٤).

٢,٣,٤. معامل حماية التربة (Xa)

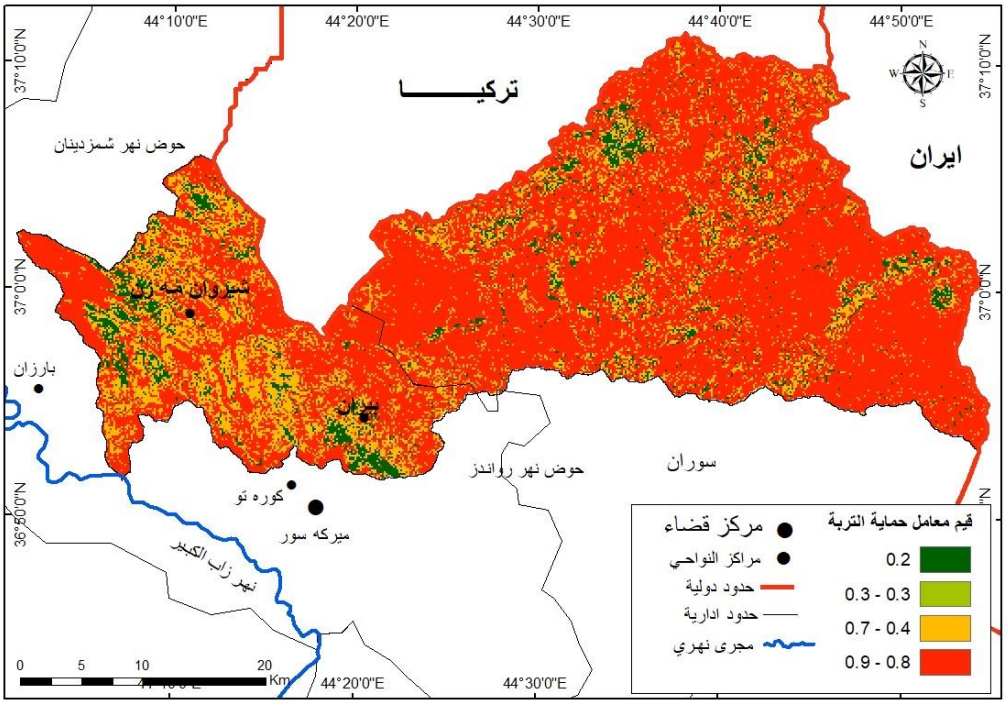
تركّز معامل حماية التربة على كثافة الغطاء النباتي التي تساعد في تقوية التربة، وإبطاء سرعة الجريان السطحي للمياه، ومساعدة تسربها داخل التربة، ومن ثم حماية التربة من الانجراف والتعرية. بغية تحديد قيمة هذا المعامل تم حساب معامل التغطية النباتية المعروفة بـ (NDVI)، وتم تصنيف هذه القيم على أساس قيم معامل حماية التربة التي جاء في نموذج جافرولوفيك، الجدول (١).يظهر من خريطة (٦) والخريطة (٧).

الخريطة (٦) توزيع الغطاء النباتي في حوض نهر ريزان



المصدر : من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc GIS.10.7) بالاعتماد على المرئية الفضائية (لاند ساد – أو ايل ئاي – ٨) بتاريخ-٢١ ٨-٢٠٢٣.

الخريطة (٧) قيم معامل حماية التربة في حوض نهر ريزان



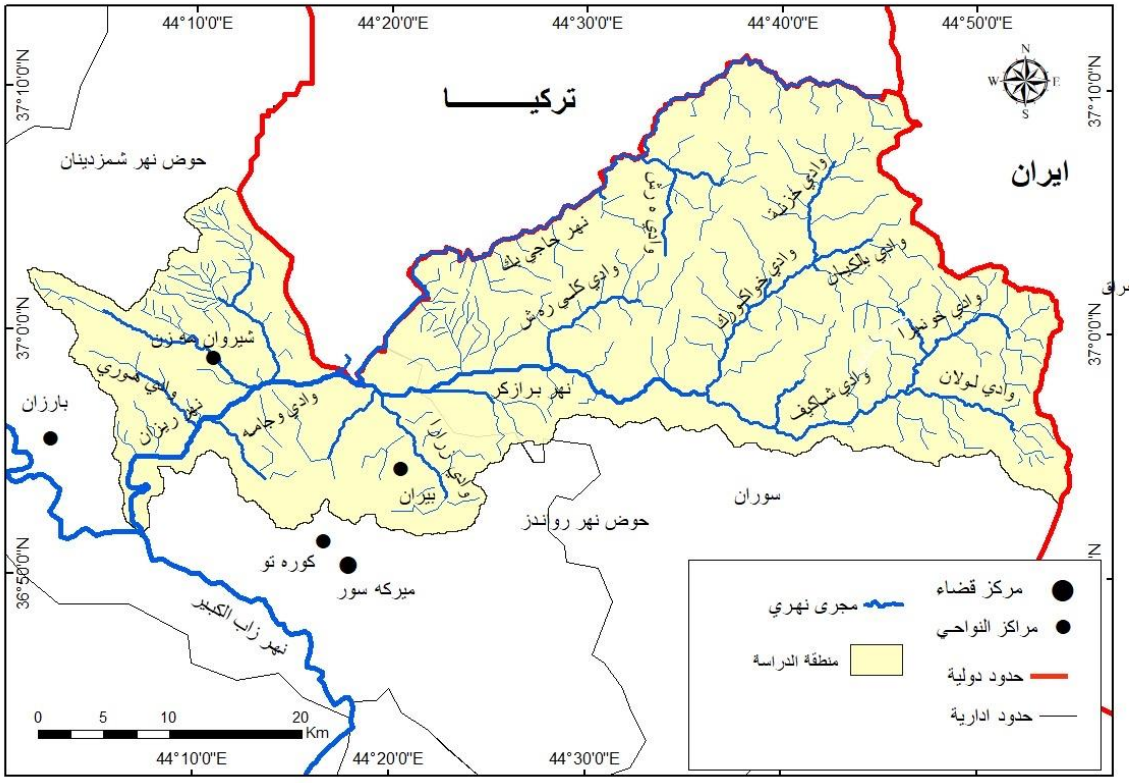
المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc GIS.10.7) اعتمادا الخريطة (٦) على وفق معاير الجدول (١).

٣,٣,٤. معامل تطور التعرية وشبكة التصريف (Φ)

في الآونة الأخيرة تم تحليل كثافة الصرف للكشف عن العلاقة بينها وبين العديد من العوامل، مثل كمية الرواسب وتعرية وقابلية التربة للتعرية، هناك ترابط وثيق بين كثافة الصرف وكمية التعرية المائية، وأكدت الدراسة(et al,. Clubb:2016,p56) على وجود علاقة إيجابية متسقة بين كثافة الصرف ومقدار التعرية في مناطق عدة كانت تكويناتها الصخرية وخصائصها المناخية متباينة وغير متشابه (Sharply: 1968, p26)من أجل احتساب قيمة معامل تطور التعرية وشبكة التصريف تم الاعتماد على كثافة الشبكة المائية للمنطقة (٨-٩) التي تم حسابها عن طريق الأداة (Line density) في برنامج (Arcmap) وصنفت القيم حسب ماجاء في نموذج جافريلوفيك الجدول (١).

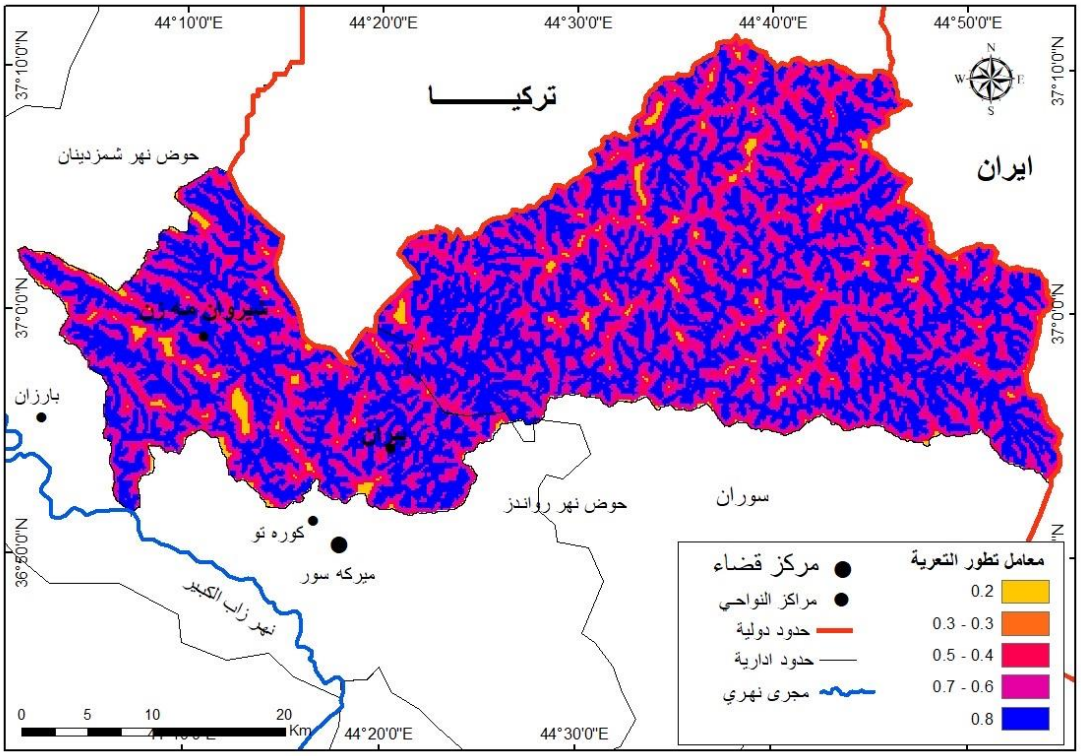
وظهرت النتيجة حسب الخريطة (٩) خمسة أصناف حسب قيمة معامل تطور التعرية وشبكة التصريف (ϕ)، ونلاحظ بأن مساحة كبيرة من منطقة الدراسة حوالي (٥٠٪-٨٠٪) منها تتراوح قيمة معامل التعرية فيها بين (٠,٨)، وهذا يدل على شدة التعرية الأخدودية بدلالة شبكة التصريف النهري في هذه المساحة.

الخريطة (٨) الشبكة التصريفية لحوض نهر ريزان



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc GIS.10.7) بالاعتماد على ملف الارتفاع الرقمي (DIM) لمنطقة الدراسة ٢٠٢٣.

الخريطة (٩) معامل تعرية التربة



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc GIS.10.7) اعتمادا على بيانات الخريطة (٨) على وفق معاير الجدول (١).

٤.٣.٤ معامل الانحدار (Ja)

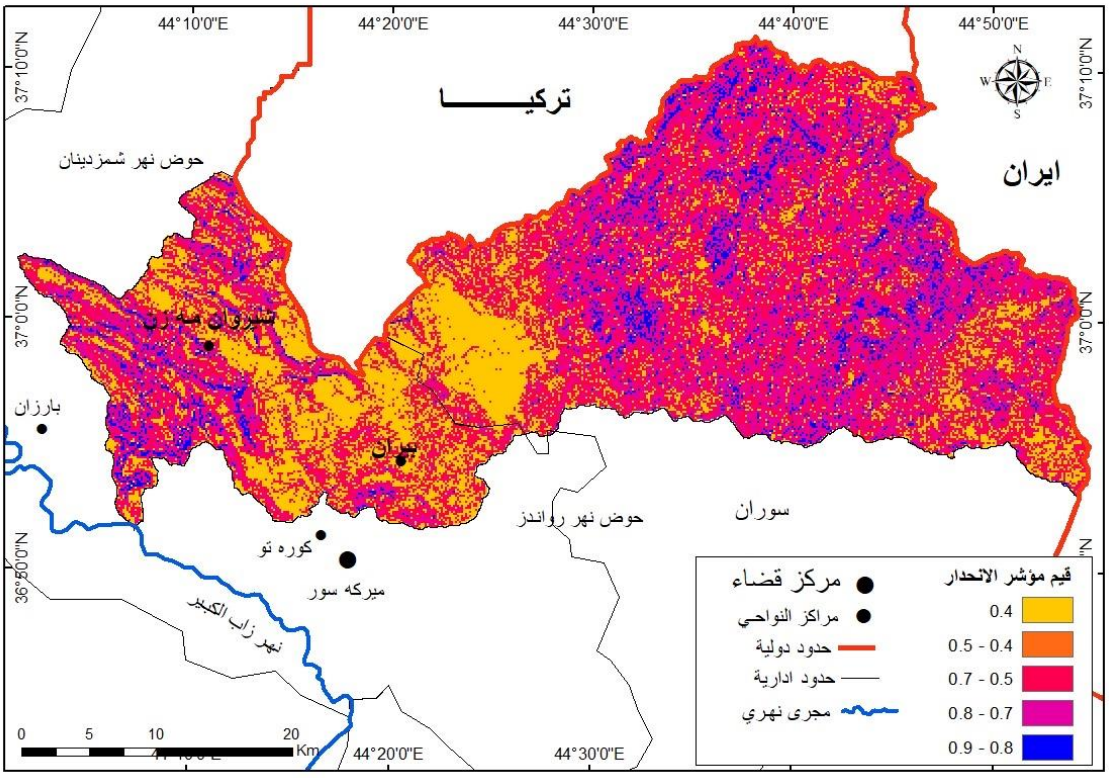
نظرا لأهمية الانحدارات في التحليلات الجيوموروفولوجية وتعدد تطبيقاتها، فتعد من المواضيع المهمة التي تهتم بها الجيوموروفولوجيون، وذلك لتوسع مجالاتها في دراسة علم أشكال الأرض، و التطورات التي تحصل خصوصا في المخاطر الجيومورفولوجية ودورها الرئيس في تحديد الاستخدامات البشرية .(قهرمان : ٢٠٠٤، ص ٣٨)عد متوسط الانحدار ذو تأثير إيجابي جلي على قابلية التربة للتعرية ومعدلاتها، بعد استخراج طبقة نسبة الانحدار في منطقة الدراسة، و بغية تحديد قيمة معامل الانحدار المستخدمة في نموذج جافرولوفيك أعطيت القيم الموزونة للنسب الانحدار في الحوض والتي تم استخدامها في نموذج جافرولوفيك كما يظهرمن الجدول (٥) و تمثل الخريطة (١٠) قيم معامل االنحدار لمنطقة الدراسة.

جدول (٥) قيم معامل الانحدار

نسبة الانحدار	معامل ja
%10-0	0.05
%20-10	0.15
%40-20	0.3
%60-40	0.5
%80-60	0.7

المصدر :(Dragicevic : 2016,p 718)

الخريطة (١٠) قيم معامل الانحدار في حوض نهر ريزان



المصدر : من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc GIS.10.7) على وفق معاير الجدول (٥)

وتم بناء هذه الطبقة من ملف (EPM) لمنطقة الدراسة باستخدام برنامج (GIS) وذلك باستخراج انحدار المنطقة بالنسب المئوية، وإعادة تصنيفها تبعا للقيم الوزنية كما هو وارد في الجدول (١).

٤. ٣. ٥. استخراج قيمة معامل التعرية المحتملة (Z)

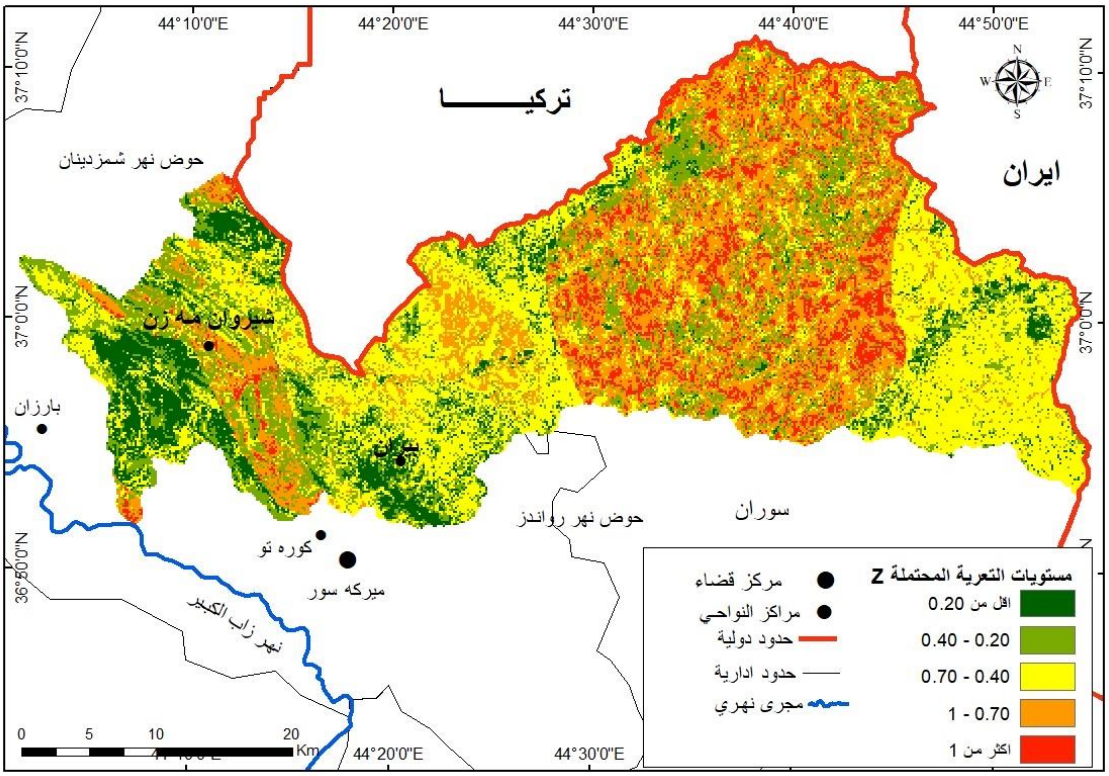
في ضوء الأداة (Raster Calculator) ضمن برنامج (ArcGIS) تم احتساب قيمة التعرية المحتملة (Z) حسب المعادلة المعدة لاحتساب هذا المؤشر في نموذج جافولوفيك. يعدّ معامل (Z) مؤشرا على التعرية المحتملة في الأحواض المائية، وهو من أهم عناصر نموذج جافريوفيك، إذ يمكن عبره معرفة التعرية في الأحواض المائية. وتصنف مستويات التعرية تبعا لهذه القيمة إلى خمس فئات كما هو موضح في الجدول (٦).

الجدول (٦) مساحات نطاق التعرية حسب قيمة (Z)

مستويا ت التعرية المحتملة (Z)		
الفئات	المساحة كم ٢	%
اقل من ٠,٢٠	138.7	9.7
0.40-0.20	322.5	22.6
0.70-0.40	481.6	33.7
1-0.70	376.2	26.3
اكثر من ١	110.3	7.7
المجموع	**1429.4**	**100**

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الخريطة (١١)

الخريطة (١١) مستويات التعرية المحتملة في حوض نهر ريزان



المصدر : من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc GIS.10.7).على وفق معادلة Z

٤.٤ استخراج قيمة التعرية المائية (EPM)

يعد استخراج قيمة التعرية المائية (W) الخطوة الأخيرة في نموذج جافريلوفيك باستخدام الأداة (Raster Calculator) في برنامج (ArcGIS)، إذ تم احتساب قيمة التعرية المائية لحوض وادي ريزان بالاعتماد على معادلة جافريلوفيك. حسب نتائج تطبيق النموذج حدد أربعة مستويات من التعرية كما يظهر الخريطة (١٢) و الجدول (٧) والتي تتراوح بين التعرية الضعيفة والتعرية القوية، وهي كالآتي:

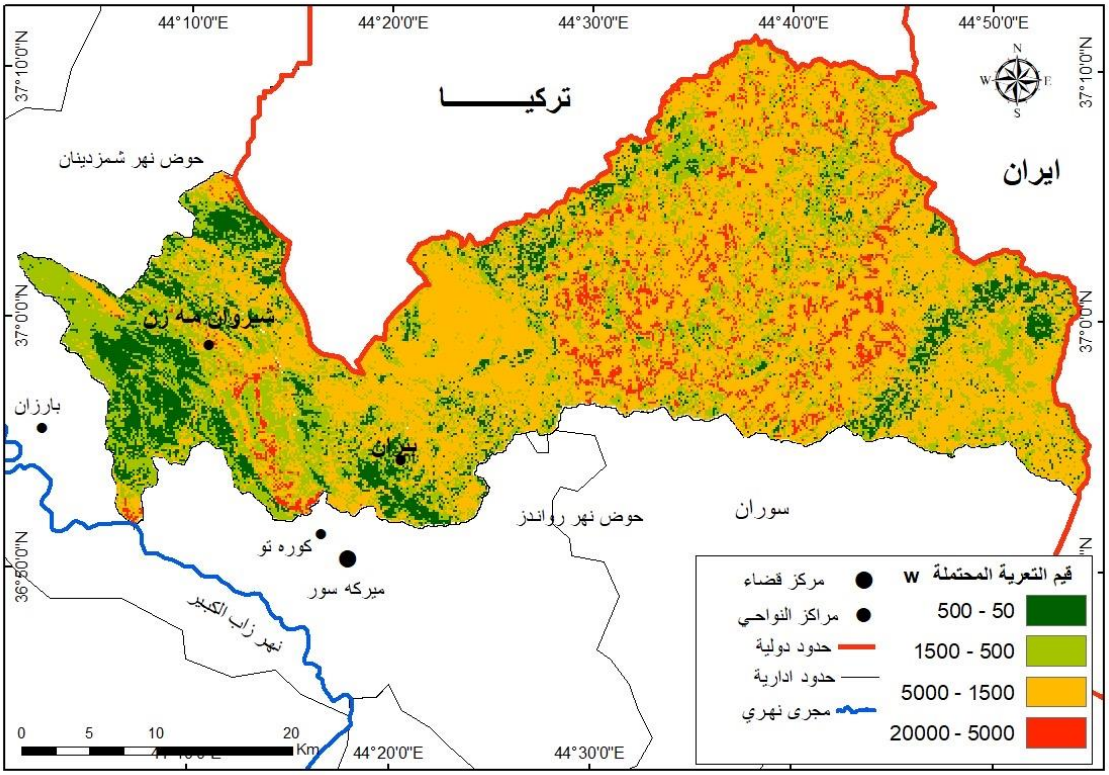
١- المستوى الأول: تشمل الفئة أقل من (٥٠٠ م^{٣}/كم^{٢}/سنة) والتي تقع ضمن حدود التعرية الضعيفة، و تتمثل بالمناطق ذات الانحدار القليل (مناطق الترسيب). وتظهر في معظم أجزاء منطقة الدراسة ولاسيما المناطق شبه المستوية ومقدمات الجبال والسهول البينية، هذه الفئة تصل مساحتها إلى (١٨٠,١ كم^{٢}) مشكلا نسبة (١٢,٦٪) من مساحة منطقة الدراسة.

٢- المستوى الثاني: تتمثل هذه الفئة بالتعرية المتوسطة والتي تتراوح قيمتها بين (٥٠٠ – ١٥٠٠ م^{٣}/كم^{٢}/سنة)، و بلغت مساحتها (٣٤٩,٢ كم^{٢}) مشكلاً (٢٤,٤٪) من مساحة منطقة الدراسة، تظهر هذه الفئة في الأراضي السهلية والانحدارات المفتوحة، التي تقل فيها التعرية نظرا لقلة درجة انحدارها، التي تغطي أجزاء واسعة من سهل برازكرومقدمات الجبال في منطقة الدراسة .

٣- المستوى الثالث: تشمل هذه الفئة التعرية المعممة والتي تتراوح قيمتها بين (١٥٠٠ – ٥٠٠٠ م^{٣}/كم^{٢}/سنة)، وتظهرفي مقدمات الجبال والتلال والسفوح العليا للجبال وجوانب الأودية النهرية في المنطقة، وتنشط فعالية التعرية فيها نظرلشدة درجة انحدارها، بالإضافة إلى سرعة الجريان السطحي وهما المسؤولان عن تراكم نشاط حركة المواد. وتغطي هذه الفئة مساحة (٨٢٣,٥ كم^{٢}) مشكلا(٥٧,٦٪) من مساحة منطقة الدراسة.

٤- المستوى الرابع: تعد هذه الفئة من أشد درجات التعرية تبعا للنموذج في منطقة الدراسة، وتسمى بالتعرية القوية والتي تتراوح قيمتها بين (٥٠٠٠ – ٢٠٠٠٠ م^{٣}/كم^{٢}/سنة)، لاتغطي هذه الفئة سوى مساحات قليلة من منطقة الدراسة التي تصل إلى (٧٦,٥ كم^{٢}) ومشكلاً (٥,٤٪) من مساحة منطقة الدراسة، وتغطي جميع السفوح العليا وقمم الجبال والمرتفعات حيث تزداد فيها درجة الانحدار، مما يزداد فيها نسبة الجريان السطحي وازدياد قوة الجذب عن قوة الاحتكاك، و التي ينتج عنها حركة المواد فيها ومنها تعرية التربة، مناطق انتشارها جبل (خواكورك – شيروان مه زن – كاني بوت) حواف الأودية النهرية حيث تقل فيها الغطاء النباتي مع تكوينات صخرية ضعيفة مما يزداد من عملية تعرية وانجراف التربة تعد من أبرز أنواعها.

الخريطة (١٢) قيم التعرية المحتملة



المصدر : من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc GIS.10.7).على وفق معادلة W

الجدول (٧) درجات التعرية ومساحاتها حسب نموذج w / EPM

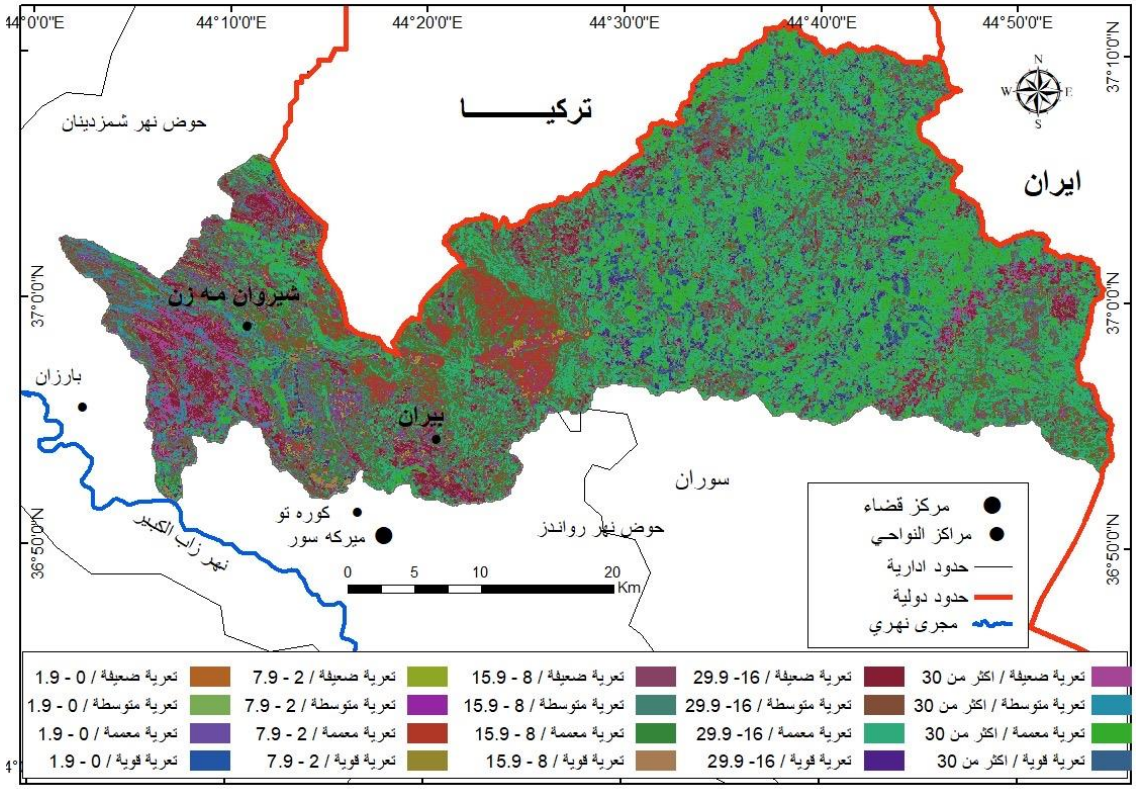
الفئات	صفة التربة	المساحة كم٢	%
500-50	ضعيفة	180.1	12.6
1500-500	تعرية متوسطة	349.2	24.4
5000-1500	تعرية معممة	823.5	57.6
20000-5000	تعرية قوية	76.5	5.4
المجموع		1429.3	100

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الخريطة12

٥- نتائج العلاقة المكانية بين الفئات التعرية ودرجات الانحدار.

يمكن تعريف عملية التطابق بإنتاج أو إعداد خريطة من مكونات متعددة لمجموعة من البيانات والمعلومات المختلفة، أو ذات ظواهر متعددة من مصادر مختلفة، حيث يتم وضع خريطة تجمع كافة الظواهر المراد دراستها وتحديدها حسب الأهداف المطلوبة(Longman: 1988,p 119-120.) الهدف من ايجاد العلاقة بين المتغيرين هومعرفة تأثير متغير على متغير اخر وتحديد العلاقة بينهما.ولتحديد العلاقة تم الاعتماد على برنامج (Arc GIS) عبر تطبيق الأداة (Raster Calculator) لدمج طبقة الانحدار على وفق تصنيف (Zink) على وفق الخريطة التعروية (١٣) و الناتج تتمثل بالجدول (٨) .وعبرها يمكن توضيحها كالآتي : -

الخريطة (١٣) العلاقة المكانية بين تعرية التربة والانحدار في حوض نهر ريزان



من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc GIS10.7) اعتمادا على الخريطة ١٠-١٢

الجدول (٨) العلاقة المكانية بين تعرية التربة والانحدار في حوض نهر ريزان

فئات الانحدار وفق نموذج (ZINK)	تعرية ضعيفة		تعرية متوسطة		تعرية معممة		تعرية قوية		المجموع	%
	مساحة /كم٢	%	مساحة /كم٢	%	مساحة /كم٢	%	مساحة /كم٢	%		
1.9-0	1.8	0.1	4.4	0.3	25.2	1.8	0.3	0.02	31.7	2.2
7.9-2	25.1	1.8	56.7	4	138.6	9.7	12.4	0.9	232.8	16.3
15.9-8	49.5	3.5	102.3	7.2	234.7	16.4	23.5	1.6	410	28.7
29.9-16	96.8	6.8	176.2	12.3	382.5	26.8	21.1	1.5	676.6	47.3
اكثر من ٣٠	6.9	0.5	9.6	0.7	42.5	3	19.2	1.3	78.2	5.5
المجموع	**180.1**	**12.7**	**349.2**	**24.5**	**823.5**	**57.7**	**76.5**	**5.32**	**1429.3**	**100**

من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الخريطة ١٣

١-الفئة الأولى : بين التعرية الضعيفة ودرجات الانحدار.

تزداد التعرية بازدياد درجة الانحدار، إذ تشـــمل فئة الانحدار (٠-١,٩) درجة مســـاحة تصـــل إلى (١,٨كم٢) ومشكلا نسبة (٠,١٪) من مساحة منطقة الدراسة، بينما تزداد لتصل إلى (٢٥,١كم٢) في فئة الانحدار (٢-٧,٩) درجة، و إلى (٤٩,٥كم٢) في الفئة الانحدارية (١٥,٩,٨) درجة، بينما تقل في الفئات الأخرى لتصل إلى (٦,٩كم٢) في فئة الانحدار أكثر من ٣٠درجة، ويعود ذلك إلى قلة مساحة فئة الانحدار في المنطقة و أكثرها تعد جروفا صخريا.

٢-الفئة الثانية : بين التعرية المتوسطة ودرجات الانحدار.

و هي الأخرى التي تزداد فيها التعرية مع ازدياد درجة الانحدار، إذ تشـــغل فئة الانحدار (٠-١,٩) درجة مساحة من التعرية تصل إلى (٤,٤كم٢) مشكلا نسبة (٠,٣٪) من مساحة المنطقة، و(٥٦,٧كم) في فئة الانحدار (٢-.٧,٩) درجة، ثم تبدأ بالارتفاع مرة أخرى في فئات الانحدار التي تزيد عن (٩) لحد تصـــل إلى الفئة التي أكثر من ٣٠ درجة عندها تبدأ بالانخفاض و تصـــل إلى (٩,٦كم٢) ومشـــكلا نســـبة (٩,٦٪) من مساحة العامة لمنطقة الدراسة.

٣-الفئة الثالثة : بين التعرية المعممة ودرجات الانحدار.

تشـغل فئة الانحدار (٢٩,٩,١٦) أعلى مسـتويات التعرية لتشـغل مسـاحة تصـل إلى (٣٨٢,٥كم٢) و مشكلا نسبة (٢٦,٨٪)، من مساحة التعرية في منطقة الدراسة، بينما تقل المساحة في فئة الانحدار أكثر من (٣٠) درجة لتصل إلى (٤٢,٥كم٢) مشكلا نسبة (٣٪) من مساحة منطقة الدراسة.

٤-الفئة الرابعة : بين التعرية القوية ودرجات الانحدار.

و هي الأخرى التي تزيد فيها درجة التعرية مع ازدياد درجة الانحدار، إذ بلغت في فئة الانحدار(٢٩,٩,١٦) درجة نسبة ما تصل إلى (١,٥٪) من مساحة التعرية في المنطقة، وتقل هذه النسبة في فئة الانحدار (٠-١,٩) درجة إلى (٠,٠٢٪) من مساحة منطقة الدراسة على الرغم من قلة التعرية القوية في المنطقة بشكل عام .

وعلى وفق ما سبق، تشير عملية التقاطع بين التعرية المائية ودرجات الانحدار على وفق تصنيف (زينك) بأن هناك تقاطعاً إيجابيًا بشكل عام، إذ بلغت فئة الانحدار (٠-١,٩) درجة مساحة من التعرية في كل مستوايتها (٢,٢٪) فقط من مساحة منطقة الدراسة، ثم تزداد لتصل إلى (١٦,٣٪) من مساحة التعرية في فئة الانحدار (٧,٩-٢) درجة، (٢٨,٧٪) و (٤٧,٣٪) في فئات الانحدار (١٥,٩-٨) درجة و (٢٩,٩-١٦) درجة على التوالي، ثم تبدأ بالانخفاض في فئة الانحدار التي تزيد زاوية ميلانها عن (٣٠) درجة إلى (٥,٥٪) فقط من مساحة التعرية في منطقة الدراسة، ويعود ذلك لانخفاض التعرية في تلك الفئة على الرغم من انحدارها الكبير إلا أن معظم تلك المناطق إما تكون جروف صخرية خالية من التربة أو مناطق تغطيها التربة بسمك قليل، مما يقل معها عملية التعرية، فضلا عن أن تلك الفئة الانحدارية تشغل أقل الفئات مساحة من حوض نهر ريزان .

٦/ الاستنتاجات

١- ظهرت حسب نتائج نموذج جافرولوفيك (EPM) للتعرية المائية في حوض نهر ريزان (٤) أصناف من مستويات التعرية، تمثلت بمستويات التعرية (الضعيفة، المتوسطة، المعممة والقوية).

٢- ظهر حسب نتائج التعرية المحتملة أن أكثر من نصف مساحة المنطقة تسود فيها التعرية المعممة بنسبة (٥٧,٦٪) من مساحة منطقة الدراسة. وأقل مساحة ظهرت فيها التعرية القوية بنسبة (٥,٤٪).

٣- أما فيما يخص بالعلاقة التقاطعية بين درجة الانحدار والتعرية، فتظهر التقاطع بشكل واضح، تغطي فئة الانحدار (٠-١,٩) درجة (٢,٢٪) من مساحة المنطقة، وتزداد لتصل إلى (١٦,٣٪) (٢٨,٧٪) من مساحة منطقة الدراسة للتعرية، في فئات الانحدار (٧,٩-٢) درجة و (١٥,٩-٨) درجة بشكل متتالي.

الهوامش

1- Zorn,M.and B.Komac (2008).Response of soil erosion to land use change with particular reference to the last 200 year (Julain Alps , Western

Slovenia).Paper presented at the “IAG Regional Confrence on Geomorphology : Landslides , Floods and Global Environmental change in Mountain Regions “, September 15-25 , 2008 , Brasov , Romania ,2008.

2- Ostric , M.and B.Horvat Land covert / Land use change impact in surface runoff in asmall watershed.Presented at XXIV th Confrence of the Danubain Countries on the Hydrological forecasting and hydrological Bases of Water management , Bled , Slovenia(2008)

3- N.Dragicevic , B.Karleusa, N.Ozanic, Areview of the Gravilovic method (erosion potential method) application , GRADEVINAR 68 (2016).

4- Salahaddin.S, et al , GIS Based Soil Erosion Estimation Using EPM Method , Garmiyan Area , Kurdistan Region , Iraq , Journal Of civil Engineering And architecture 10(2016) .

قائمة المصادر العربية

١- شعوان،جمال شعوان وآخرون، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي للتعرية المائية بحوض وادي امزاز (الريف الاوسط) عبر نموذج جافلريلوفيك ، مجلة جغرافية المغرب، مجلد (٢٨)، عدد (١-٢)، ٢٠١٣.

٢- شعوان، جمال شعوان ، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بالريف الاوسط، اطروحة دكتوراه، جامعة سيدي بن محمد عبد الله، المغرب، ٢٠١٥.

٣- فارس ،محمد حمه صالح، تقييم جغرافي لاستخدامات الموارد المائية في حوض نهر زلم، رسالة ماجستير، جامعة صلاح الدين ،قسم الجغرافية ،أربيل، ٢٠١٧.

٤-الغامدي ، سعد ابو راس ، تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية، المجلة المصرية للتغير البيئي، العدد الأول، ٢٠٠٩.

٥-الغامدي ، سعد ابو راس ، تطبيق نموذج جافرولوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المجلة المصرية للتغيير البيئي، العدد الأول، ٢٠٠٩.

٦- قهرمان، ليلى محمد ، التحليل الجغرافي لخصائص ومشاكل ترب محافظة أربيل وقابلية اراضيها الإنتاجية، اطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة صلاح الدين، ٢٠٠٤.

قائمة المصادر الانكليزية

1-A.Bilasri et al .Siol erodibility mapping and its correlation with soil properties of Qued ELMakhazine water sheed , Morocco , Journal of Materials and Environmental Sciences , 2017 .

2- Wischmeer, W.H., Smith , D,D.” Predicting Rianfull Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning “, Agriculture Handbook No.537, .١٩٧٨

3-Clubb, F., Mudd, S., Attal, M., MIlodowski , D .., and Greive , Sh “ the relationship between drainage density , erosion rate , and hilltop curvature : Implications for sediment transport process “ Journal of geophysical Research : Earth Surface ,2016.

4-Sharply, A.N. and Williams, J.R., (1990).” EPIC- Erosion / Productivity Impact Calculater, 1. Model Documentation “, Technical Bulletin, No,1968.

5-Longman, An Introduction to Geographical Information system. 1998.

خەملاندنی مەترسییەکانی وەرینی ئاو بەپێی مۆدێلی EPM و پەیوەندییەکەی بە لێوارەوە لە حەوزی ڕووباری ریزان

ئەم توێژینەوەیە ئامانجی خەملاندنی ئاستی وەرینی ئاوە لە حەوزی ڕووباری ریزان، بەکارهێنانی مۆدێلی گاڤریلۆڤیچ و دۆزینەوەی پەیوەندی فەزایی نێوان بەهاکانی وەرینی ئاو و ڕێژەی لێوارەکان لە حەوزەکەدا. بۆ گەیشتن بە ئامانجی توێژینەوەکە، ڕێبازی ئیندێکتیف و شێوازی شیکاری بەکارهێنران. تەکنیکەکانی سیستەمی زانیاری جوگرافی بۆ ئامادەکردنی پێداویستیەکانی مۆدێل بەکارهێنران، کە بریتی بوون لە پۆلەکانی بەرزی و لێوارەکان، چینەکانی پێکهاتەی بەرد و خاک، و دامەزراندنی هێڵی هاوگەرمی و بارانبارین، دواتر بەکارهێنانی هاوکێشەی گاڤریلۆڤیچ.

ئەنجامی وەرینی ئەگەری دەریخست کە زیاتر لە نیوەی ناوچەکە بە وەرینی گشتگیر زاڵە، بە بڕی لە نێوان (١٥٠٠ - ٥٠٠٠) م٣/کم٢/ساڵ، کە (٥٧.٦٪)ی ڕووبەری لێکۆڵینەوەکە پێکدەهێنێت. بچووکترین ڕووبەر وەرینی بەهێزی نیشان دا، بە بڕی لە نێوان (٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠) م٣/کم٢/ساڵ، بە ڕێژەی لەسەدا (٥.٤٪). لە ڕێگەی بڕینی فەزایی نێوان دوو چینەکەی وەرینی زەوی و پلەکانی لێوارەوە، دەرکەوت کە وەرینی زەوی لەگەڵ زیادبوونی ڕێژەی لێوارەکان لە ناوچەی لێکۆڵینەوەکەدا زیاد دەکات.

الكلمات الدالة : التعرية المائية المحتملة للتربة، تصنيف (زينك) للانحدار، نموذج جافرولوفيك، العلاقة المكانية .