

# المخاطر البيئية للتعرية في حوض وادي افي سرکه دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية

Environmental risks of erosion in the Ave Sirka basin  
study in geomorphology

م.د. شيماء ثامر جواد

كلية التربية للعلوم الانسانية/ جامعة الموصل

Dr.Shaymaa Thamer Jawad

College of Education for Human Sciences/ University of Mosul

[Shaymaa\\_alameri@uomosul.edu.iq](mailto:Shaymaa_alameri@uomosul.edu.iq)

## المخلص:

هدف البحث الى تقدير حجم التعرية ومن ثم تحديد مخاطر التعرية في حوض افي سرکه البالغة مساحته (٣١٧.٧ كم<sup>٢</sup>)، وفق نموذج جافريلوفيك (EPM)، باستخدام تقانة نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، من خلال استخلاص الشبكة المائية واعداد طبقات التكوينات الجيولوجية والتربة، والانحدار، وانشاء خطوط التساوي للتساوق المطري وللحرارة، ومن ثم تطبيق نموذج جافريلوفيك عبر سلسلة من المعادلات ضمن بيئة في برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

وتوصل البحث الى ان التعرية المحتملة (الشديدة) لها السيادة في حوض افي سرکه من خلال معامل (Z) والتي شغلت مساحة (١٠٨.٤ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٣٤.١%) من اجمالي مساحة الحوض، كما كانت السيادة في التعرية وفق نموذج جافريلوفيك (EPM) ايضاً للتعرية الشديدة، اذ شغلت مساحة (٨١.٤ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٢٥.٦%). في حين تم تصنيف المخاطر في الحوض لاربعة درجات (ضعيفة-متوسطة-

عالية- عالية جداً)، اذ كانت السيادة لفئة المخاطر ذات الدرجة العالية والتي شغلت مساحة (١٥٢.١ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٤٧.٩%).

**الكلمات المفتاحية:** التعرية- جافريلوفيك- مخاطر

#### Abstract:

The aim of the research is to estimate the environmental risks of erosion in the Ave Sirka Basin according to the Gavrilovic Model (EPM), using GIS and remote sensing technology, by extracting the stream, preparing the layers of geological formations and soil, regression, and establishing isolines for precipitation and temperature, and then applying Gavrilovic model through a series of equations within the spatial analysis functions in the (Arc GIS) program.

The research concluded that the potential (severe) erosion prevailed in the Ave Sirka basin through a coefficient (Z), which occupied an area of (108.4 km<sup>2</sup>) and a percentage (34.1%) of the total area of the basin, while the dominance was in erosion according to the Gavrilovic model (EPM). Also for severe erosion, as it occupied an area of (81.4 km<sup>2</sup>) and a rate of (25.6%). While the risks in the basin were classified into four degrees (weak – medium – high – very high), the risk category was high, which occupied an area (152.1 km<sup>2</sup>), at a rate of (47.9%).

**Key word:** Erosion- Gavrilovic- Risks

#### المقدمة:

تتجلى أهمية الدراسات الجيومورفولوجية في عملية تقييم الآثار البيئية للمخاطر من خلال تحليل الاشكال الارضية والعوامل المؤدية الى تكوين المواد السطحية بواسطة عمليات التعرية، وذلك كون ان هذه الدراسة تهدف الى محاولة قياس مدى مساهمة الجيومورفولوجيا التطبيقية في التعرف على احدى اهم مظاهر التدهور البيئي وهي التعرية الناتجة عن النشاط الجيومورفولوجي للوادي من خلال تطبيق نموذج جافريلوفيك في تقدير التعرية المائية في غياب قياسات فعلية لكمية المواد المنحوتة بواسطة مياه الامطار والجريان السطحي. اذ يعد من النماذج الفعالة لتقييم التعرية في المناطق المتضرسة والاحواض الجبلية، واهم ما يميزه انه يعمل على تقدير مختلف انواع التعرية من خلال التعرية السيلية الى الانزلاقات الارضية كاحدى نواتج التعرية السطحية. وهو مقارنة بالنماذج الاخرى اقرب الى الواقع، وذلك لاعتماده على

مجموعة من المتغيرات التي تأخذ التركيب الصخري والتربة وحالة الغطاء النباتي والانحدار والتساقطات ومتوسطات الحرارة بعين الاعتبار.

### مشكلة البحث

تعد التعرية واحدة من اهم المخاطر البيئية في حوض افي سرکه، والتي تهدد التربة بانجرافها وتعريتها، اذ يقوم البحث على التساؤلات الآتية:

- ١- ما مدى تأثير الخصائص الطبيعية للحوض في التعرية؟
- ٢- هل يمكن قياس كمية التربة المفقودة بفعل التعرية بطريقة تجريبية (جافريلوفيك) في الحوض؟
- ٣- هل مثلت التعرية خطراً بيئياً في حوض افي سرکه؟ وما هي درجة الخطورة؟

### فرضية البحث

- ١- للخصائص الطبيعية اثر بالغ في تعرية الحوض.
- ٢- بالامكان قياس كمية التربة المفقودة بفعل التعرية بمعادلات
- 3- تمثل التعرية خطراً على بيئة الحوض وبدرجات متفاوتة.

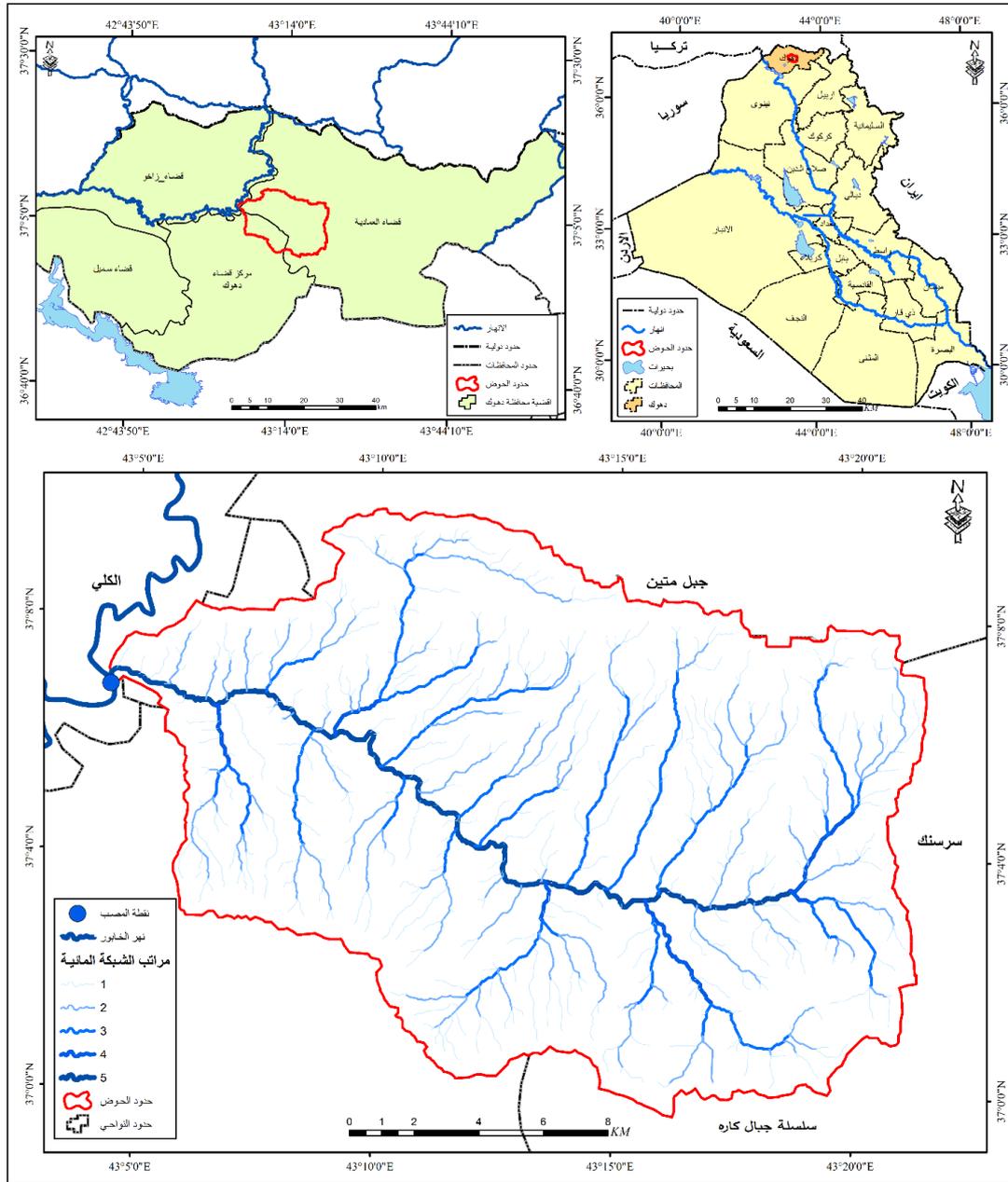
### هدف البحث

يهدف البحث الى تحديد المخاطر البيئية الناتجة عن التعرية في حوض افي سرکه، باستخدام نموذج جافريلوفيك (EPM)، ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، فضلاً اعداد خرائط المؤشرات التي تمثل المدخلات لنموذج جافريلوفيك.

### موقع منطقة الدراسة:

يقع حوض افي سرکه ضمن قضاء العمادية في محافظة دهوك، يحده من الشمال جبل متين، ومن الشرق يتحدد بالأراضي المرتفعة في سرسنگ، وفي الجنوب سلسلة جبال كاره، ومن الغرب نهر الخابور والذي يمثل مصب حوض افي سرکه. كما يشغل مساحة (٣١٧.٧ كم<sup>٢</sup>)، اما فلكياً فيقع الحوض (٣٠، ٥٩، ٣٦ - ١٠، ٣٧) شمالاً وقوسي طول (٢٠، ٠٤، ٤٣ - ٤٠، ٢٢، ٤٣) شرقاً.

خريطة (١): موقع حوض افي سرکه من العراق



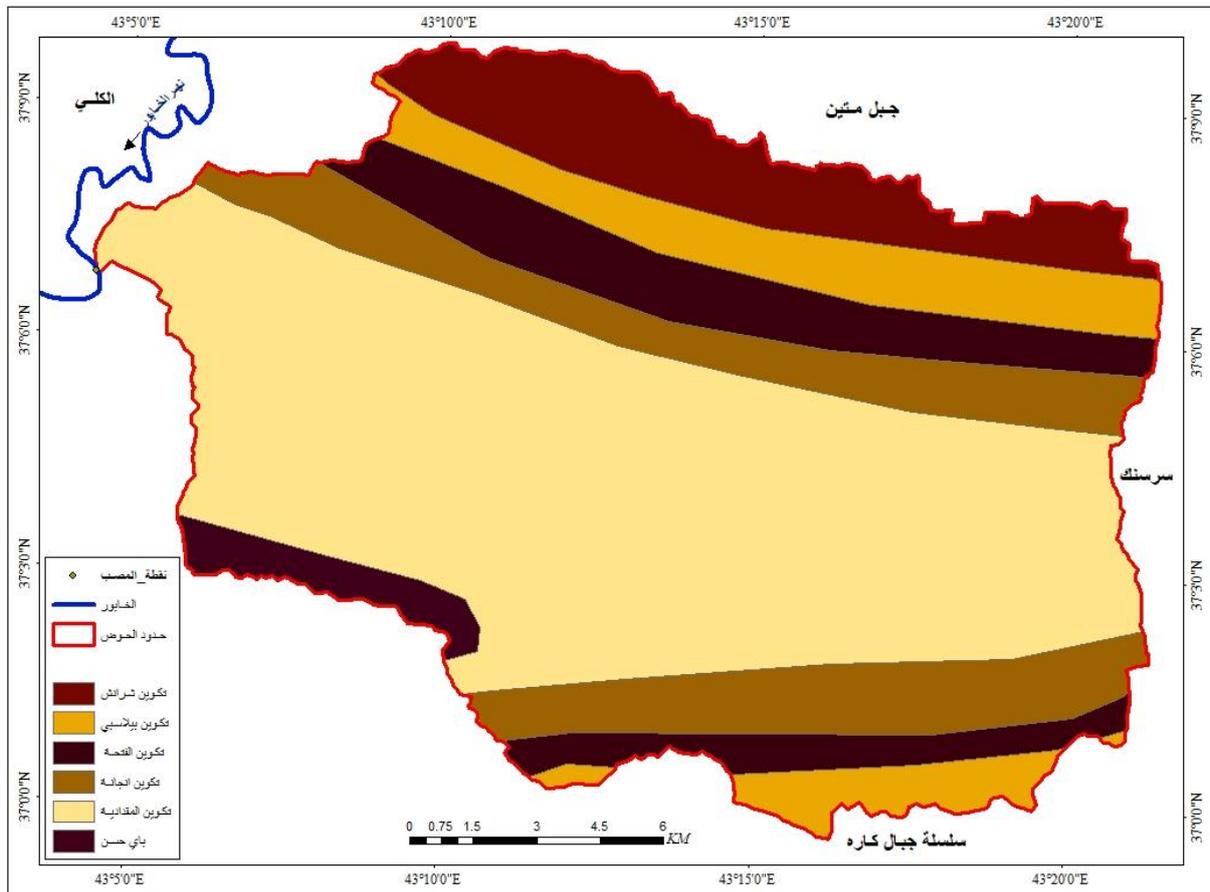
المصدر: اعتماداً على خريطة العراق الادارية، مقياس 1/100000، لسنة ٢٠١١.

## المحور الاول: الخصائص الطبيعية لحوض آفي سرکه

## ١- البنية الجيولوجية:

للتكوينات الصخرية اهمية بالغة في تشكيل سطح الارض وظواهره التضاريسية، من حيث خصائص الصخر الفيزيائية والكيميائية وتجانس احجامها واشكالها والتي تحدد مدى تأثر الصخور بعمليات التجوية والتعرية وامكانية ذوبانها وتحللها<sup>(١)</sup>، كما تتكشف العديد من التكوينات الجيولوجية في حوض آفي سرکه، والمتباينة في اعمارها ما بين الزمن الجيولوجي الثاني (عصر الكريتاسي)، والزمن الجيولوجي الثالث (عصر الآيوسين والميوسين والبلايوسين)، والمتمثلة بالتكوينات الآتية:

## خريطة (٢): التكوينات الجيولوجية في حوض آفي سرکه



المصدر: الشركة العامة للمسح الجيولوجي، والتعدين، الخريطة الجيولوجية للعراق، لوحة زاخو 09-38-Nj، مقياس 1:250,000، الطبعة الأولى، ٢٠٠٨.

## أ- تكوين شيرانش:

ينكشف هذا التكوين في اقصى شمال حوض افي سرکه، يتألف التكوين في النطاق العلوي من طبقة من الطفل وحجر كلس مارلي قليل التطبق في الاسفل، ويتراوح سمك هذا التكوين (٢٥) م<sup>(٢)</sup>، كما يشغل مساحة بلغت (٣٢.١ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (١٠.١%). ينظر الخريطة (٢)

## ب- تكوين بيلاسبي:

يتواجد هذا التكوين قدمات جبل متين في الشمال وفي جنوب الحوض على شكل شريط يمتد من الشرق الى الغرب ويتكون من الدولومايت والحجر الكلسي، مع الحجر الكلسي الطيني والطين الجيري، وهو ذو لونين ابيض ورماسي فاتح<sup>(٣)</sup>، ويشغل مساحة قدرها (٣٢.٥ كم<sup>٢</sup>)، ونسبة (١٠.٢%) من مساحة الحوض الكلية، كما يمتاز بصلابته العالية.

جدول (١): التكوينات الجيولوجية في حوض افي سرکه

ت	التكوين	المساحة/كم <sup>٢</sup>	النسبة
1	تكوين شرانش	32.1	10.1
2	تكوين بيلاسبي	32.5	10.2
3	تكوين الفتحة	36.6	11.5
4	تكوين انجانة	49.1	15.5
5	تكوين المقدادية	160.4	50.5
6	باي حسن	7.0	2.2
	المجموع	317.7	100

المصدر: خريطة (٢)

## ج- تكوين الفتحة

يظهر هذا التكوين بشكل شريط في الشمال والجنوب من حوض افي سرکه بمحاذاة تكوين بيلاسبي، ويتكون من الحجر الطيني الجيري ذي اللون البني المحمر مع طبقات سميقة من الجبس البني المتداخل، مع وجود الحجر الرملي، ويبلغ سمكه (150-310) م<sup>(٤)</sup>، كما يشغل حيز بلغ (٣٦.٦ كم<sup>٢</sup>) ونسبة بلغت (١١.٥%) من اجمالي مساحة الحوض الكلية. ويمتاز باستجابته العالية للعمليات الجيومورفولوجية.

## د- تكوين انجانة

ينكشف هذا التكوين بامتداد من الشرق الى الغرب بمحاذاة تكوين الفتحة في شمال وجنوب الحوض، ويشغل هذا التكوين مساحة بلغت (٤٩.١ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (١٥.٥%)، كما يمتاز بالاستجابة العالية للتعرية،

ويتكون من طبقات رقيقة من الحجر الجيري مع الحجر الجيري والطيني بالتعاقب مع حجر رملي بني محمر<sup>(٥)</sup>.

#### هـ - تكوين المقدادية:

يشغل هذا التكوين الطية المقعرة بين طيتي متين وكاره، وبمساحة واسعة من حوض افي سرکه بلغت (١٦٠.٤ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (٥٠.٥%) وهي تمثل ما يقارب نصف مساحة الحوض، وتظهر بشكل واضح استجابته العالية للعمليات الجيومورفولوجية من تجوية وتعرية، ويتألف من تعاقب الحجر الجيري البني والرصاصي مع الحجر الرملي الرصاصي والحجر الجيري الطيني الناعم ذي اللون الرصاصي المصفر الى البني الفاتح، ويتراوح سمكه بين (100-200)م<sup>(٦)</sup>.

#### و - تكوين باي حسن:

ينكشف هذا التكوين في الاجزاء الجنوبية الغربية من الحوض وبمساحة بلغت (٧٠.٠ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (٢.٢%) من حوض افي سرکه، ويسود فيه تكوينات خشنة من صخور الحجر الطيني والرمل والحصى، كما يبلغ سمكه ما بين (150-450)م<sup>(٧)</sup>.

#### ٢ - خصائص الانحدار

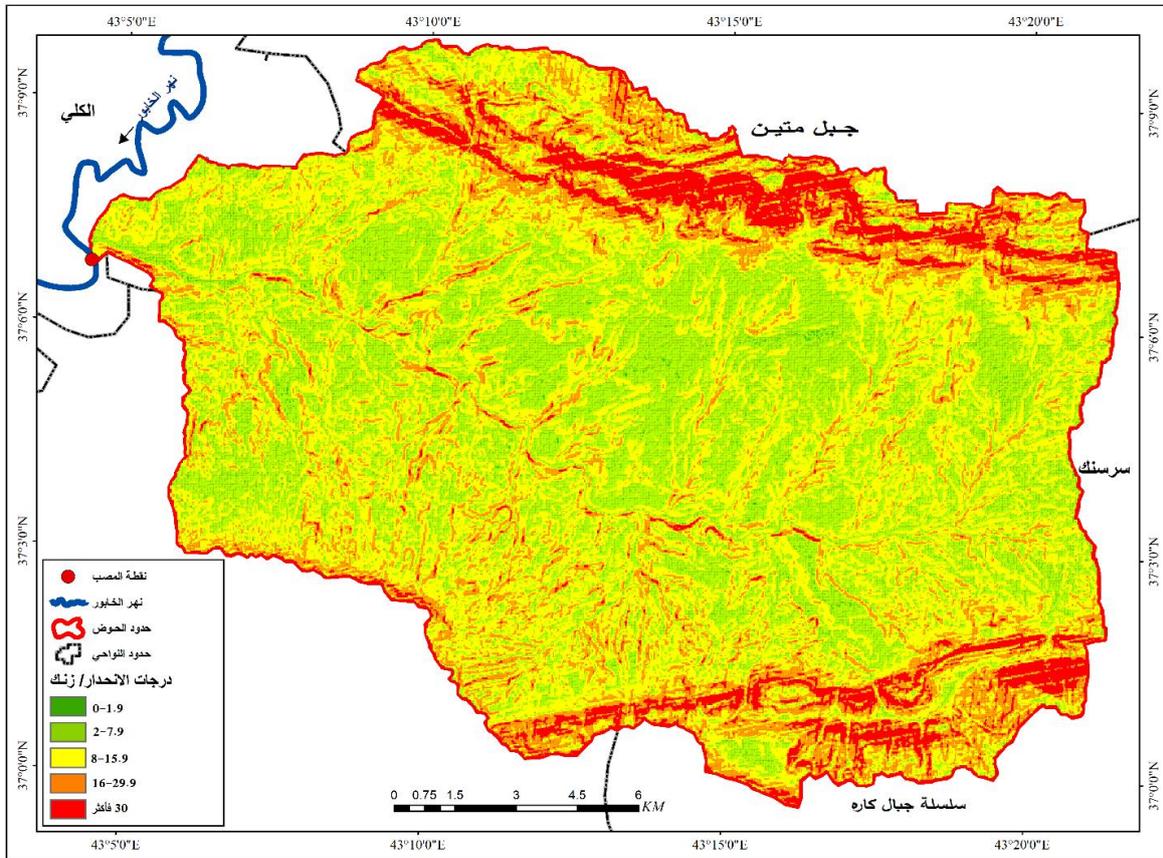
تمثل الانحدارات ميل سطح الارض عن المستوى الافقي بزاوية معينة تدعى زاوية انحدار سطح الارض، وتحدث العمليات الجيومورفولوجية (تعرية وترسيب) على هذه المواقع<sup>(٨)</sup>. وباختلاف الانحدارات تتنوع وتتعدد الأشكال الأرضية، ومن ملاحظة المنطقة قيد الدراسة وحسب تصنيف زنك ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية، وكما موضح في جدول (٢) تبين ان حوض افي سرکه يضم خمسة فئات من الانحدارات وكما موضح في الخريطة (٣)

جدول(٢): اصناف انحدارات حوض افي سرکه حسب تصنيف (Zink)

النسبة%	المساحة/كم <sup>٢</sup>	درجات الانحدار/ زنك	الوصف	الصف
0.6	2.0	٠-١.٩	سهل-وادي	1
35.8	113.6	٢-٧.٩	اقدام جبال-سفوح	2
39.1	124.2	٨-١٥.٩	تلال منخفضة	3
17.2	54.5	١٦-٢٩.٩	تلال مرتفعة	4
7.4	23.5	٣٠ فأكثر	جبال	5
100.0	317.7			المجموع

المصدر: بلاعتماد على تصنيف (Zink) ومخرجات Arc GIS 10.8.

خريطة (٣): انحدارات حوض افي سرکه حسب تصنيف (Zink)



المصدر: جدول (٢) ومخرجات Arc GIS 10.8.

اذ يتمثل نطاق الاراضي المسطحة بالمناطق التي لا يتجاوز انحدارها (١.٩)، اذ شغلت مساحة (٢.٠ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (٠.٦%) من مساحة الحوض وهي مناطق السهول والوديان، في حين تمثل نطاق الاراضي ذات التموج الخفيف في المناطق التي يقل تضرسها ولا يتجاوز انحدارها (٧.٩) وهي تمثل اقدام الجبال، والتي تغطي مساحة (١١٣.٦ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (٣٥.٨%)، بينما تمثل نطاق الاراضي المتموجة بالمناطق التي لا يزيد انحدارها عن (١٥.٩)، والذي شغل مساحة (١٢٤.٢ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (٣٩.١%) من اجمالي مساحة الحوض وهي اكبر النطاقات تواجداً في الحوض، في حين شمل نطاق الاراضي المقطعة-المجزأة المناطق التي لا تتجاوز انحدارها (٢٩.٩)، والتي شغلت مساحة (٥٤.٥ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (١٧.٢%)، اما نطاق الاراضي المقطعة بدرجة عالية فشملت الاراضي التي يكون انحدارها (٣٠ فأكثر)، والتي شغلت مساحة (٢٣.٥ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (٧.٤%).

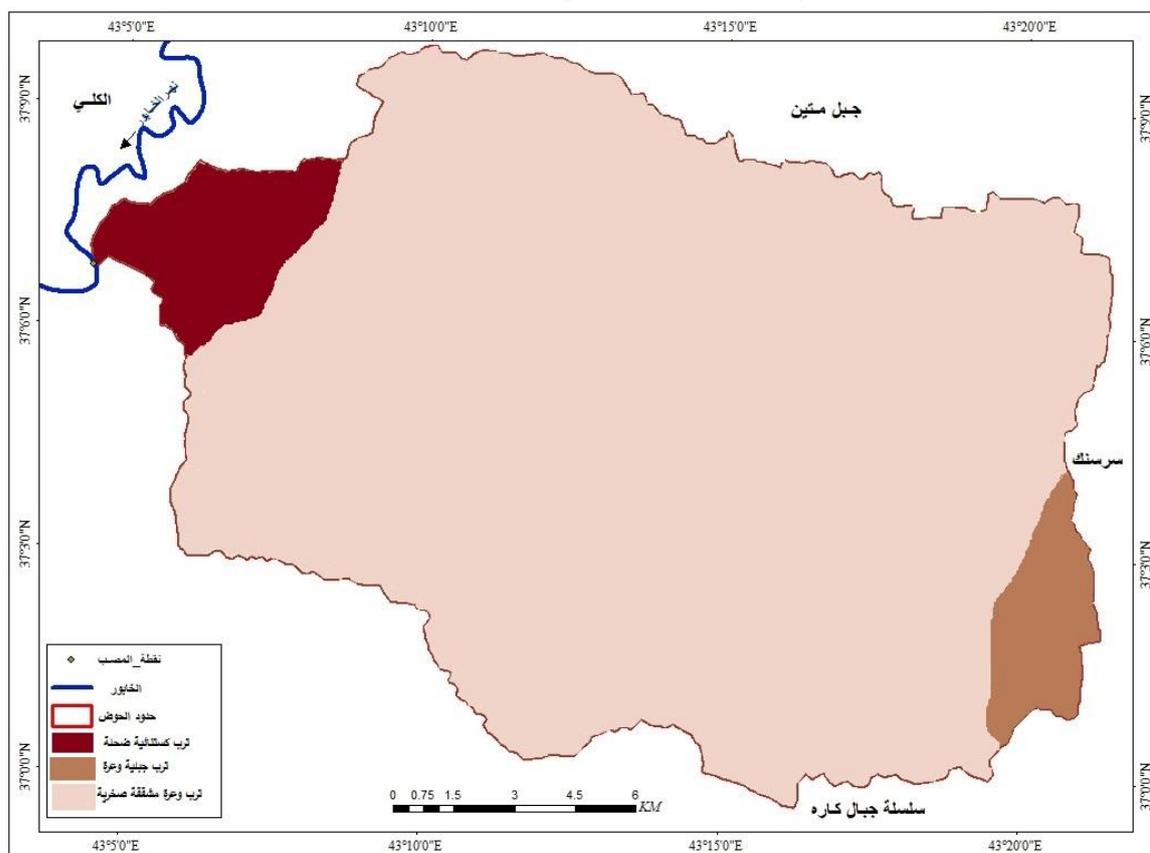
## ٣- خصائص المناخ:

ترتبط جميع العمليات الجيومورفولوجية بعناصر المناخ ارتباطاً وثيقاً وخاصة درجة الحرارة والأمطار والرياح. ويعود ذلك لارتباطه بصورة مباشرة أو غير مباشرة عن تشكيل المظاهر الجيومورفولوجية وينتج عن تباينه أشكال مختلفة، حتى وإن كانت كل من نوع الصخر والتضاريس متشابهة. إذ إن العمليات الجيومورفولوجية هي أكثر موضوعات الجيومورفولوجيا ارتباطاً بالمناخ، بل إنها انعكاساً مباشراً له، ولا يمكن دراسة أي عملية منها دون الأخذ بأهمية المناخ في عين الاعتبار كعامل يتحكم من قريب أو بعيد فيها، ويؤثر على قوتها أو معدلها<sup>(٩)</sup>، إذ يسهم في تحديد أنواع الفعاليات الحياتية ويسرع من عمليات التجوية والتعرية. وتم الاعتماد على البيانات للموقع الرسمي لوكالة ناسا الفضائية ولمدة (٤٠) عاماً.

## ٤- خصائص التربة:

تُمثل التربة جسم طبيعي ديناميكي متطور على سطح الأرض، تكونت صفاته نتيجة لتأثير للطقس والمادة الحية (النباتات والحيوانات) المتداخل على المادة الأم وتحت تأثير الانحدار لفترة من الزمن ينتج عن تجوية الصخور مخلفات غير راسخة تعمل كمادة أم لتطور ما يسمى بمقد التربة الذي يعكس التأثير المتداخل للطقس والاحياء والميلان والزمن على المادة الأم<sup>(١٠)</sup>، كما يمكن تمييز أنواع الترب في حوض افي سرکه حسب تصنيف (Buring) لسنة 1960<sup>(١١)</sup>، وكما موضح في خريطة (٤) وهي كالآتي:

خريطة (٤): ترب حوض افي سرکه حسب تصنيف بيورنك



Buring, P, Soil and Soil conditions in Iraq, Explority soil map of Iraq, N (1), Baghdad, 1960

جدول (٣): انواع ترب حوض افي سرکه حسب تصنيف بيورنك

النسبة	المساحة/كم <sup>٢</sup>	نوع التربة	ت
5.5	17.6	ترب جبلية وعرة	1
٨٤.٩٨	٢٧٠	ترب وعرة مشققة صخرية	٢
10.4	33.1	ترب كستنائية ضحلة وحجرية منحدره	3
١٠٠	٣١٧.٧		المجموع

المصدر: خريطة (٤).

## أ- ترب كستنائية ضحلة وحجرية منحدرية:

تعد هذه الترب افقر الترب بالمواد العضوية لكن اغنى بالمواد المعدنية، ويميل لونها الى الكستنائي او البني الفاتح وذلك لقلّة كثافة الغطاء النباتي، وتكون من الترب القلوية لقلّة امطارها، ويشكل اساس تستغل للرعي<sup>(١٢)</sup>. كما تظهر هذه التربة في الجزء الغربي للحوض عند منطقة المصب وبمساحة (٣٠.١ كم ٢) ونسبة (٩.٥%).

## ب- ترب وعرة مشققة صخرية:

وهي ترب ضحلة جداً تكونت فوق حجارة وصخور معظمها رملية وكلسية وطفلية او جبسية تمثل المادة الاساس التي اشتقت منها<sup>(١٣)</sup>. وتمتد في الحوض بشكل واسع جداً فهي تشكل (٢٧٠ كم ٢) ونسبة (٨٤.٩٨%)، من اجمالي مساحة حوض افي سرکه، وهي اكثر انواع الترب تواجداً في الحوض.

## ج- ترب جبلية وعرة:

هذه الترب تكون ضحلة ضيئلة العمق لشدة انحدار الارض، كما تتصف بظهور المادة الام بعد الافق الاعلى مباشرة، اذ تتعدم فيها الافق وتظهر كصخور قليلة التفكك كالجبسوم وحجر الكلس<sup>(١٤)</sup>، وتظهر في الجزء الجنوب الشرقي من الحوض وبمساحة (١٧.٦ كم ٢) ونسبة (٥.٥%).

## النبات الطبيعي:

للنبات الطبيعي اهمية بالغة في الحد من آثار التعرية التدميرية، من خلال العمل على تماسك التربة ومنع تفككها وانجرافها، والتقليل من سرعة تصادم قطرات المطر الساقطة على سطح الارض واعاقه الجريان المائي السطحي، في حين قلته تؤدي الى زيادة فعالية العمليات الجيومورفولوجية الحثية في الحوض، كما تتأثر كثافة النبات الطبيعي ونوعيته بعدة عوامل منها المناخ والتضاريس والتربة والعامل البشري. تم استخراج كثافة الغطاء النباتي بالاعتماد على مرئية فضائية من القمر الصناعي Land sat 8 والمعادلة الآتية<sup>(١٥)</sup>.

$$NDVI = \frac{Near\ infered-red}{Near\ infered+Red}$$

NDVI = مؤشر الاختلاف الخضري للنبات الطبيعي

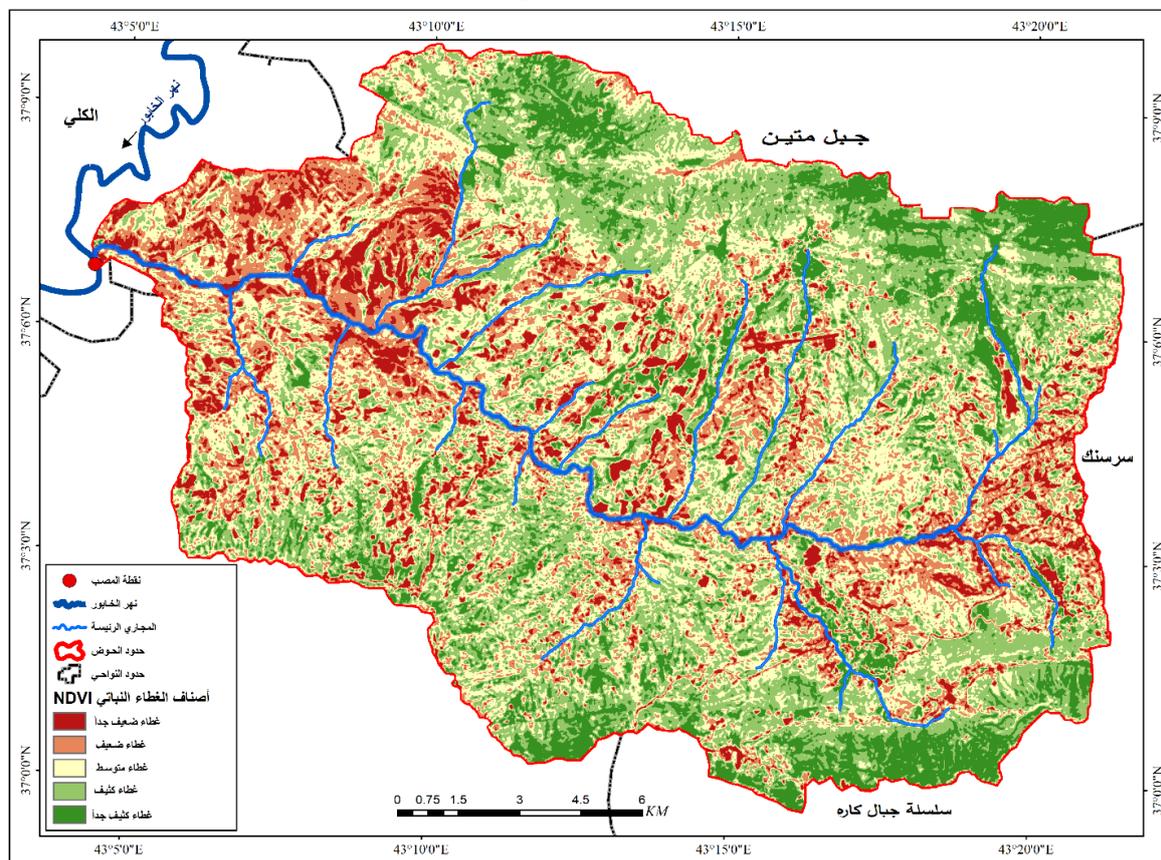
Near inferred-Red = الاشعة تحت الحمراء

Red = الاشعة الحمراء

ويتضح من خلال الجدول (٤) وبعد تطبيق المعادلة ان حوض افي سرکه يسود فيه فئة الغطاء الكثيف بمساحة بلغت (٩٤.٥ كم ٢) ونسبة (٢٩.٧%)، تليها فئة الغطاء المتوسط الكثافة اذ شغلت مساحة

(٩٢.٨ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (٢٩.٢%)، فضلاً عن وجود غطاءات ضعيفة وكثيفة جداً وبدرجات متفاوتة. ينظر الخريطة (٥)

خريطة (٥): النبات الطبيعي في حوض افي سرکه



المصدر: معادلة مؤشر الاختلاف الخضري ومخرجات Arc GIS 10.8.

جدول (٤): كثافة الغطاء النباتي في حوض افي سرکه

النسبة	المساحة/كم <sup>٢</sup>	كثافة الغطاء النباتي NDVI	الوصف	ت
9.4	29.9	غطاء ضعيف جداً	٠.١٧ - ٠.٢٢-	1
18.1	57.4	غطاء ضعيف	٠.٢٢ - ٠.١٨	2
29.2	92.8	غطاء متوسط	٠.٢٧ - ٠.٢٣	3
29.7	94.5	غطاء كثيف	٠.٣٣ - ٠.٢٨	4
13.6	43.1	غطاء كثيف جداً	٠.٦١ - ٠.٣٤	5
100.0	317.7			المجموع

المصدر: خريطة (٥).

**منهجية تطبيق نموذج جافريلوفيك:**

يطبق هذا النموذج وفقاً لسلسلة من المعادلات، كما يعد انموذجاً شاملاً إذ يعتمد هذا النموذج الرياضي جميع العوامل المتحكمة في عملية التعرية، فهو يأخذ بنظر الاعتبار مختلف المتغيرات من تركيب صخري وانحدار وحالة الغطاء النباتي والتربة، فضلاً عن التساقطات ومتوسطات الحرارة. ويتم استخراجها من خلال المعادلة الآتية<sup>(١٦)</sup>:

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

$W$  = معدل التعرية السنوي (م<sup>٣</sup> / كم<sup>٢</sup> / سنة)

$H$  = معدل سنوي للامطار (ملم)

$T$  = معامل الحرارة ويتم استخراجها كما في المعادلة التالية:

$$T = \sqrt{\frac{C}{10} + 0.1} \quad \dots\dots(2)$$

$\pi$  = قيمة ثابتة (٣.١٤)

$Z$  = معامل التعرية المحتملة

$$Z = Y * Xa * (\varphi + \sqrt{Ja}) \quad \dots\dots(3)$$

$Y$  = معامل قابلية التربة للتعرية

$Xa$  = معامل حماية التربة

$\varphi$  = معامل تطور التعرية وشبكة التصريف

$Ja$  = معدل الانحدار

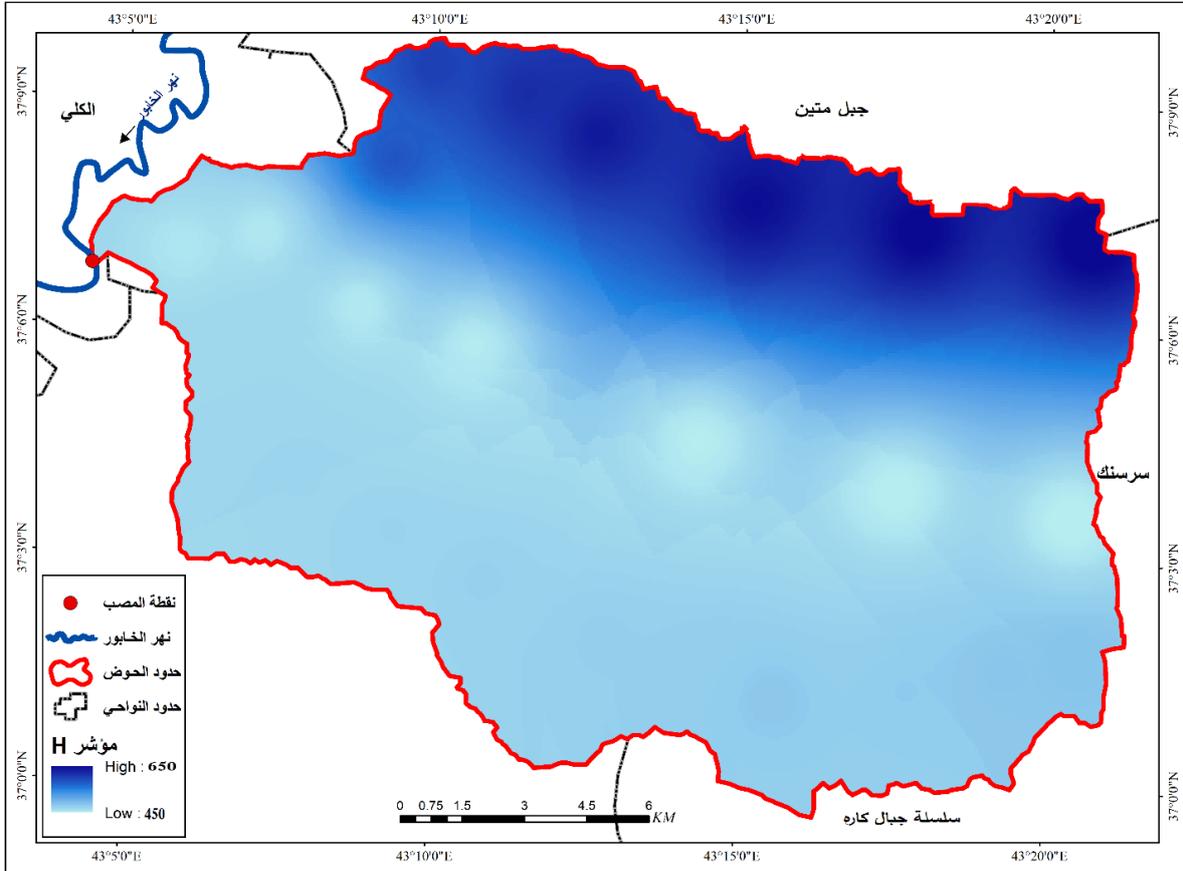
**المؤشرات اللازمة لتطبيق نموذج جافريلوفيك**

١- مؤشر معامل تساقط المطر ( $H$ ):

تعد التساقطات من اهم المؤشرات المستخدمة في نموذج جافريلوفيك؛ لما لها دور في تنشيط عملية التعرية، إذ انها تعمل على تفتيت الصخور وتعمل من خلال تباينها الشهري والفصلي على ايجاد التباينات في عملية التعرية من خلال الارتطام الذي ينتج عن قطرات المطر بسطح التربة، فضلاً عن كون التساقطات عنصر اساس في الجريان السطحي والذي يرسم ملامح الشبكة المائية.

كما تم استخدام متوسط التساقطات المطرية لـ (٤٠) عاماً ومن خلال الاستعانة ببرنامج Arc Map وكما موضح في الخريطة (٦).

خريطة (٦): معدل التساقط المطري في حوض افي سرکه



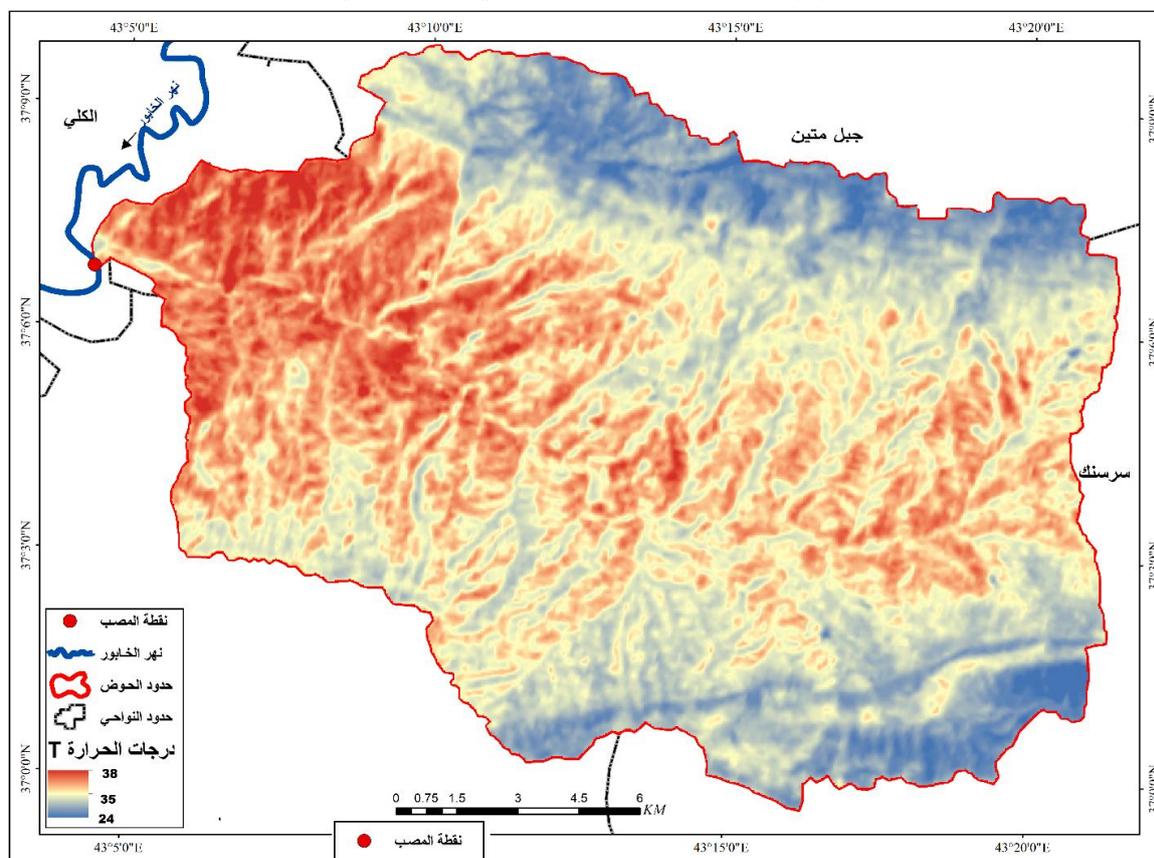
المصدر: بالاعتماد على الموقع المناخي chrsdata ومخرجات Arc GIS 10.8.

## ٢- مؤشر معامل الحرارة (T):

للحرارة اهمية بالغة في تطبيق نموذج جافريلوفيك؛ لما لها من تأثير على المحتوى الرطوبي للتربة، فهي تؤثر وبشكل مباشر في عملية التبخر التي تعمل على جفاف التربة ومن ثم تفكك مكونات الصخور وتعريتها بدرجة اكبر.

ولتحديد قيمة معامل الحرارة تم الاعتماد على معادلة (٢) التي تأخذ متوسط الحرارة السنوي كمتغير اساس لحساب هذا المعامل وكما موضح في الخريطة (٧).

خريطة (٧): معامل درجات الحرارة في حوض افي سرکه



المصدر: بالاعتماد على الموقع المناخي chrsdata ومخرجات Arc GIS 10.8.

### ٣- معامل التعرية المحتملة (Z):

تم الاعتماد على العديد من المتغيرات في تطبيق نموذج جافريلوفيك التي تتعلق بالتربة والانحدار والغطاء النباتي والتركيب الجيولوجي، فضلاً عن الزيارة الميدانية، كما تم توظيف تقانة الاستشعار عن بعد في تحديد تطور التعرية في الحوض.

ولتحديد التعرية المحتملة تم الاعتماد على معادلة (٣) من خلال جداول اعدھا جافريلوفيك وطورها عدد من الباحثين.

ولحساب معامل التعرية المحتملة يتطلب ذلك الحصول على عدة مؤشرات وهي كما يأتي:

#### أ- مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y):

لتحديد مؤشر قابلية التربة للتعرية تم الاعتماد على خريطة التربة والمعدة حسب تصنيف بيرونك والخريطة الجيولوجية بمقياس (١:٢٥٠٠٠٠٠)، وقد خصصت قيم لكل نوع من الصخور تتوافق مع قابلية الصخر

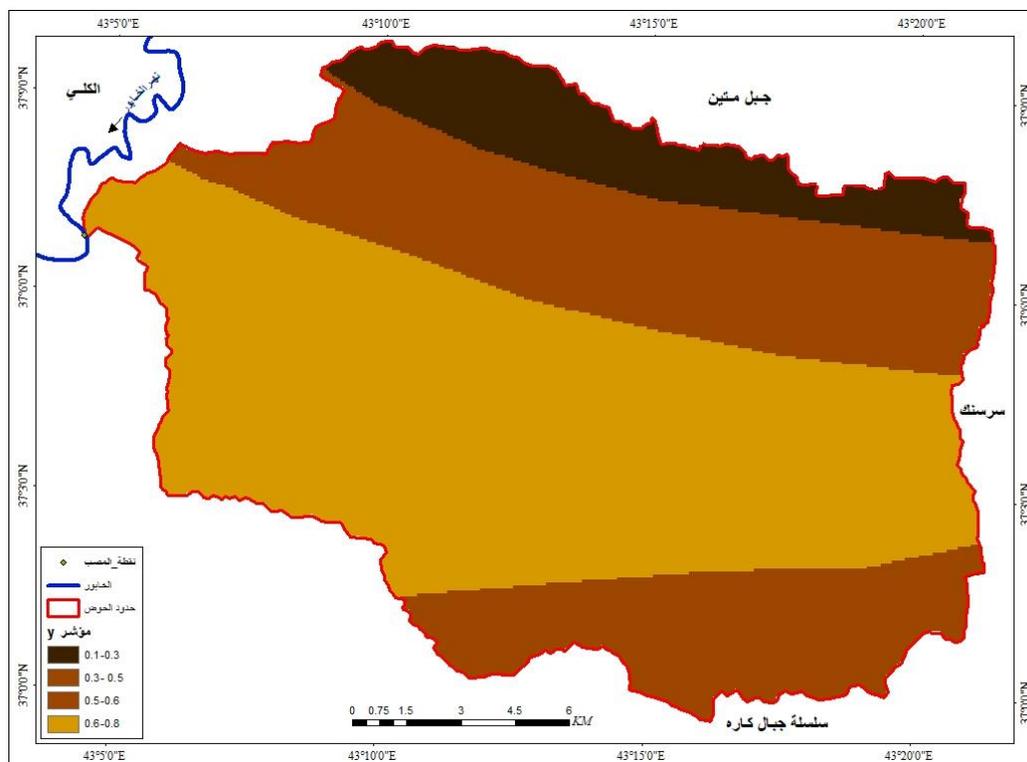
للتعرية السطحية، ومن خلال الخريطة (٨)، تم ملاحظة تبايناً في مقاومة الصخور للتعرية ودرجات متفاوتة، إذ تم تصنيفها الى خمسة فئات بحسب معايير جافريلوفيك وكما في الجدول (٥).

جدول (٥): قابلية التربة للتعرية (٧) حسب معايير جافريلوفيك في حوض افي سرکه

٧	معامل قابلية التربة والتكوينات السطحية للتعرية
٠.١-٠.٣	صخور صلبة شديدة المقاومة
٠.٣-٠.٥	صخور ذات مقاومة متوسطة
٠.٥-٠.٦	صخور ذات مقاومة ضعيفة
٠.٦-٠.٨	ركام صخري ورواسب خشنة
٠.٩-١	رواسب رملية ناعمة لا مقاومة لها

المصدر: اسماعيل عابر كرين، منطقة مخمور (دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية)، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الموصل، ٢٠٢١، ص ١٧٦.

خريطة (٨): مؤشر قابلية التربة للتعرية (٧) في حوض افي سرکه

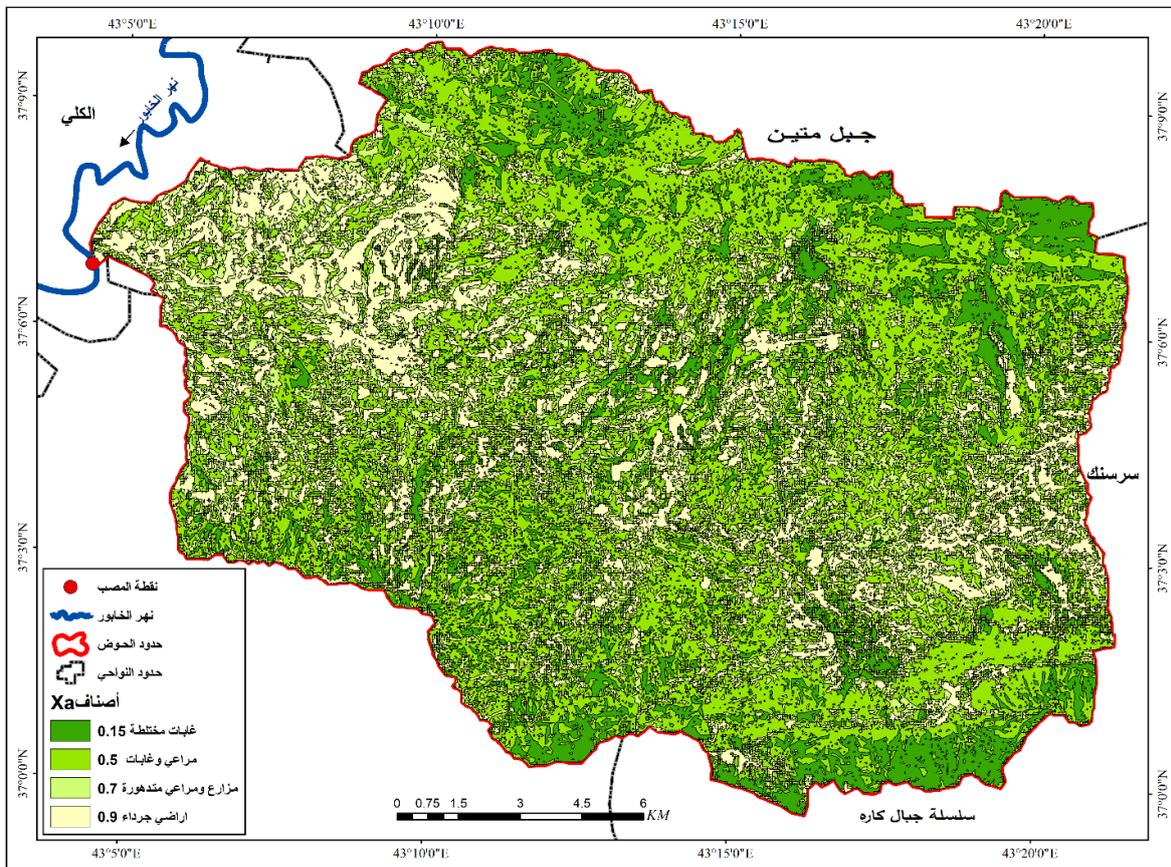


المصدر: بالاعتماد على خريطة التربة والخريطة الجيولوجي ومخرجات Arc GIS 10.8.

## ب- مؤشر حماية التربة (Xa):

للغطاء النباتي دور مهم في حماية التربة من التأثير المباشر في صد التساقطات المطرية وتقليله من اقتلاع التربة، وهنا يدخل كمؤشر مهم في نموذج جافريلوفيك والذي يطلق عليه مستويات كثافة التغطية النباتية والذي يساهم في ابطاء سرعة الجريان السطحي والزيادة نفاذية المياه داخل التربة، والتخلص من انجرافها، كما تم استخراجها باستخدام صور القمر الصناعي Land sat 8 بعد استخراج معامل التغطية النباتية NDVI.

خريطة (٩): مؤشر حماية التربة (Xa) في حوض افي سرکه



المصدر: اعتماداً على تطبيق انموذج (Xa) ومخرجات Arc GIS 10.8 ومعامل التغطية النباتية (NDVI) ومن ثم تصنيف الحوض الى خمسة اصناف وفقاً للمعايير التي حددها جافريلوفيك وكما موضح في جدول (٦)، اذ تم استخراج مؤشر حماية التربة Xa من خلال المعادلة الآتية<sup>(١٧)</sup>:

$$Xa = (XaNDVI - 0.61) * (-1.25)$$

$$Xa = \text{مؤشر حماية التربة}$$

$$XaNDVI = \text{معامل التغطية النباتية المعدل بحسب معايير مؤشر حماية التربة}$$

جدول (٦): حماية التربة (Xa) حسب معايير جافريلوفيك في حوض افي سرکه

Xa	معامل حماية التربة
0.1-0.2	غابات مختلطة كثيفة - متوسطة الكثافة
0.2-0.4	غابات صنوبرية وباقات نباتية مبعثرة على جوانب الفنوات المائية
0.4=0.6	مراعي وغابات
0.6-0.8	مزارع ومراعي متدهورة
0.9-1	مناطق جرداء متدهورة

المصدر: فرحان الجعدي، محمد بوروية، تقدير تعرية التربة في حوض وادي وثيلان جنوبي مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية: دراسة في الجيومورفولوجيا البيئية، مجلة البحث العلمي في الآداب (العلوم الاجتماعية والانسانية)، عدد ٢، ج ١، ٢٠٢١، ١٥١.

جدول (٧): قيم مؤشر حماية التربة Xa في حوض افي سرکه

النسبة	المساحة	Xa اصناف	ت
١٨.٨	59.7	اراضي جرداء	١
٢٢.٧	72.1	مزارع ومراعي متدهورة	٢
٤٤.١	139.8	مراعي وغابات	٣
١٤.٥	46.1	غابات مختلطة	٤
١٠٠	317.7		المجموع

المصدر: جدول (٦) وخريطة (٩).

ج- مؤشر تطور التعرية ( $\phi$ ):

يعتمد هذا المؤشر في استخراجها على مرتبات فضائية عالية الدقة، اذ يقيس التعرية وفقاً لتطور شبكة احواض التصريف المائي؛ لذا تم الاستعانة بمرئية فضائية للقمر 8 Land sat وباعتماد على المعادلة الآتية<sup>(١٨)</sup>:

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

اذ ان:

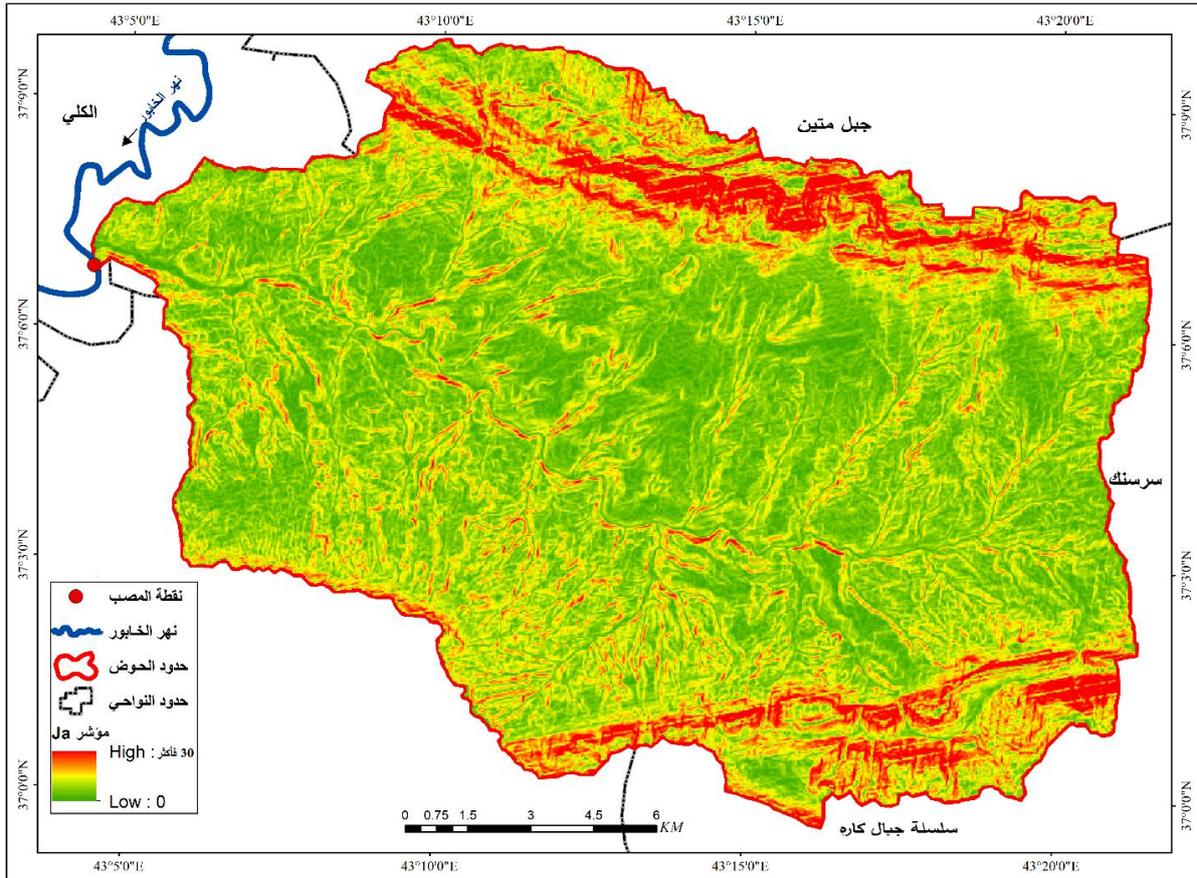
TM3 = النطاق الثالث للمرئية الفضائية

Qmax = اقصى قيمة للاشعاع

## د- مؤشر الانحدار (Ja):

يتم استخراج قيم مؤشر الانحدار من خلال الاعتماد على خريطة الانحدار التي تم استخراجها في محور الخصائص الطبيعية بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، وحسب تصنيف زنك وكما موضح في الخريطة (١٠).

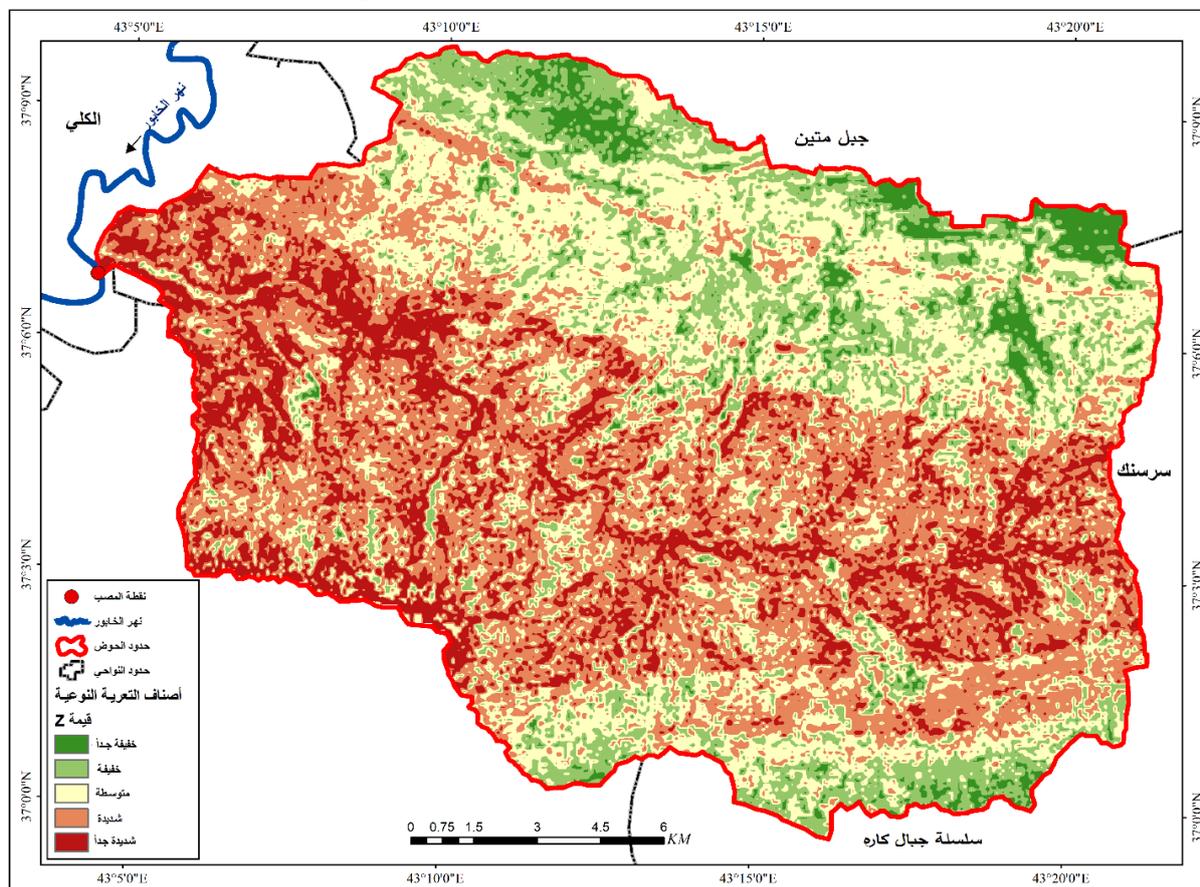
## خريطة (١٠): مؤشر الانحدار (Ja) في حوض افي سرکه



المصدر: بالاعتماد على تصنيف Zink، ومخرجات Arc Map.

ومن خلال المؤشرات التي تم استخراجها الخاصة بالتعرية المحتملة، وبعد تطبيق المعادلة (٣)؛ تم استخراج قيم التعرية المحتملة (Z)، اذ تم دمج الخرائط الخاصة بكل مؤشر داخل نظم المعلومات الجغرافية ولمختلف مؤشرات المعادلة لابرز العلاقات بين العوامل المؤثرة في فقدان التربة بفعل التعرية بسهولة وبوقت قصير. اذ تبين من خلال الخريطة (١١) ان التعرية المحتملة تتباين في مساحاتها ونسبها بين اجزاء الحوض.

خريطة (١١): التعرية المحتملة (Z) في حوض آفي سرکه



المصدر: اعتماداً على معادلة (٣) ومعايير جافريلوفيك

التعرية المحتملة (Z) في حوض آفي سرکه

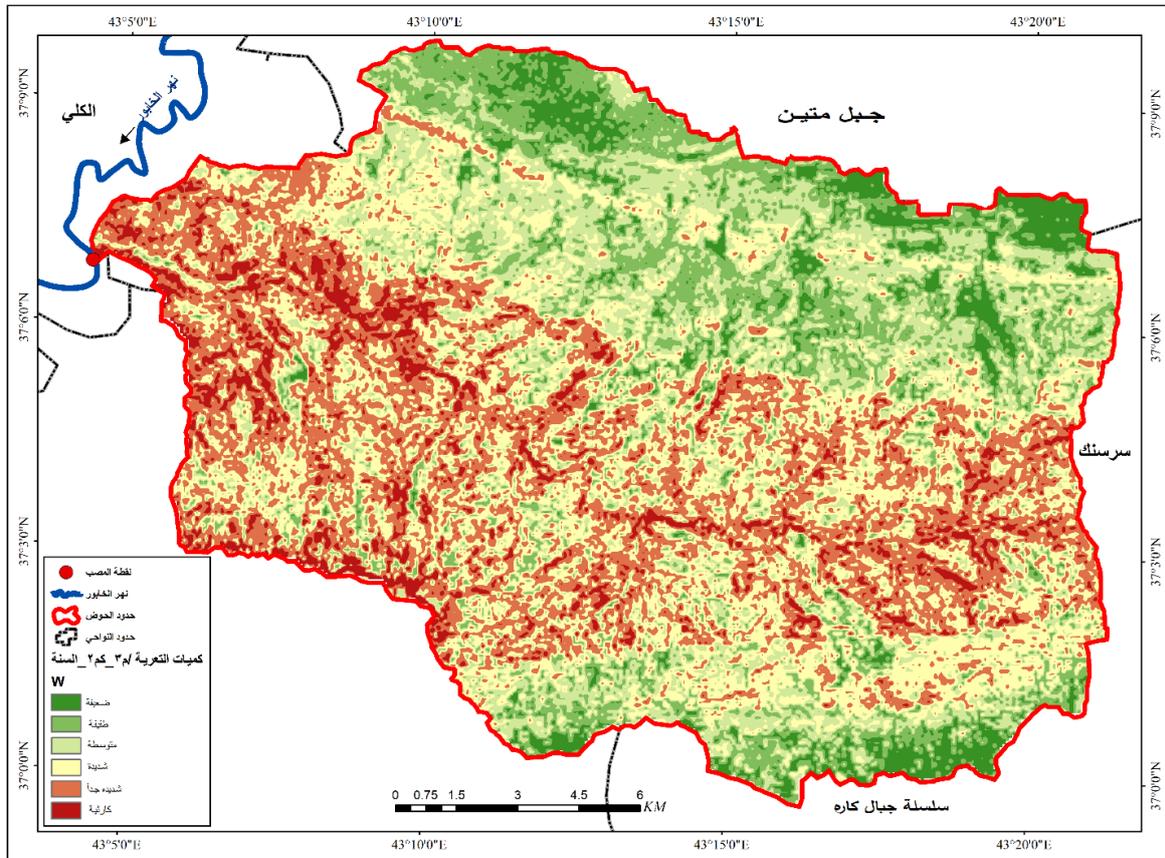
النسبة	المساحة/كم <sup>٢</sup>	القيمة النوعية ل (جافريلوفيك)	أصناف التعرية النوعية Z	ت
8.1	25.8	<0.19	خفيفة جداً	1
14.1	44.9	0.2-0.4	خفيفة	2
28.0	88.8	0.4-0.7	متوسطة	3
34.1	108.4	0.7-1	شديدة	4
15.6	49.7	>1.00	شديدة جداً	5
100.0	317.7			المجموع

المصدر: جمال شعوان، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، في دراسة التعرية المائية بالريف الأوسط- حوض امزاز انموذجاً، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، كلية الآداب، اطروحة غير منشورة، ٢٠١٥، ص ٣١١.

كما تم تصنيف التعرية المحتملة الى خمس اصناف كان اعلاها تواجداً في الحوض التعرية المحتملة الشديدة والتي شغلت مساحة قدرها (١٠٨.٤ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٣٤.١%)، تأتي من بعدها التعرية المتوسطة والتي شغلت مساحة (٨٨.٨ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٢٨.٠%).

ومما تقدم وبعد استخراج جميع المؤشرات الخاصة بمعادلة نموذج جافريلوفيك (EPM)، ومن خلال تطبيق المعادلة (١) الخاصة بحساب كمية التربة المفقودة ومن خلال الخريطة (١٠)، اتضح ان الحوض اشتمل على جميع الاصناف التي اعتمدها جافريلوفيك في نمودجه ودرجات متفاوتة اختلفت بحسب تأثير كل مؤشر، كما تبين ان اكثر الاصناف تواجداً في حوض افي سرکه تمثل بالتعرية الشديدة التي شغلت مساحة (٨١.٤ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة بلغت (٢٥.٦%)، تليها التعرية الشديدة جداً بمساحة بلغت (٧٠.٧ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٢٢.٢%)، فضلاً عن التعرية المتوسطة والطفيفة والضعيفة واخيراً التعرية الكارثية وكما في الجدول (٨).

خريطة (12): كميات التعرية (م<sup>٣</sup>-٢م<sup>٣</sup>-سنة) في حوض افي سرکه



المصدر: بالاعتماد على معادلة (١) لجافريلوفيك، ومخرجات Arc GIS 10.8.

جدول (٨): اصناف التعرية وفق مؤشر W في حوض افي سرکه

ت	حجم التربة المفقودة م <sup>٣</sup> /كم <sup>٢</sup> _ السنة	اصناف التعرية	المساحة/كم <sup>٢</sup>	النسبة %
1	٥٠-٠.١	ضعيفة	34.6	١٠.٩
2	٥٠٠-٥١	طفيفة	44.5	١٤.٠
3	١٥٠٠-٥٠١	متوسطة	61.5	١٩.٤
4	٥٠٠٠-١٥٠١	شديدة	81.4	٢٥.٦
5	٢٠٠٠٠-٥٠٠١	شديدة جداً	70.٧	٢٢.٢
6	٢٠٠٠٠ فأكثر	كارثية	25.0	٧.٩
المجموع			317.7	١٠٠

المصدر: خريطة (١٢)

## مخاطر التعرية في حوض افي سرکه:

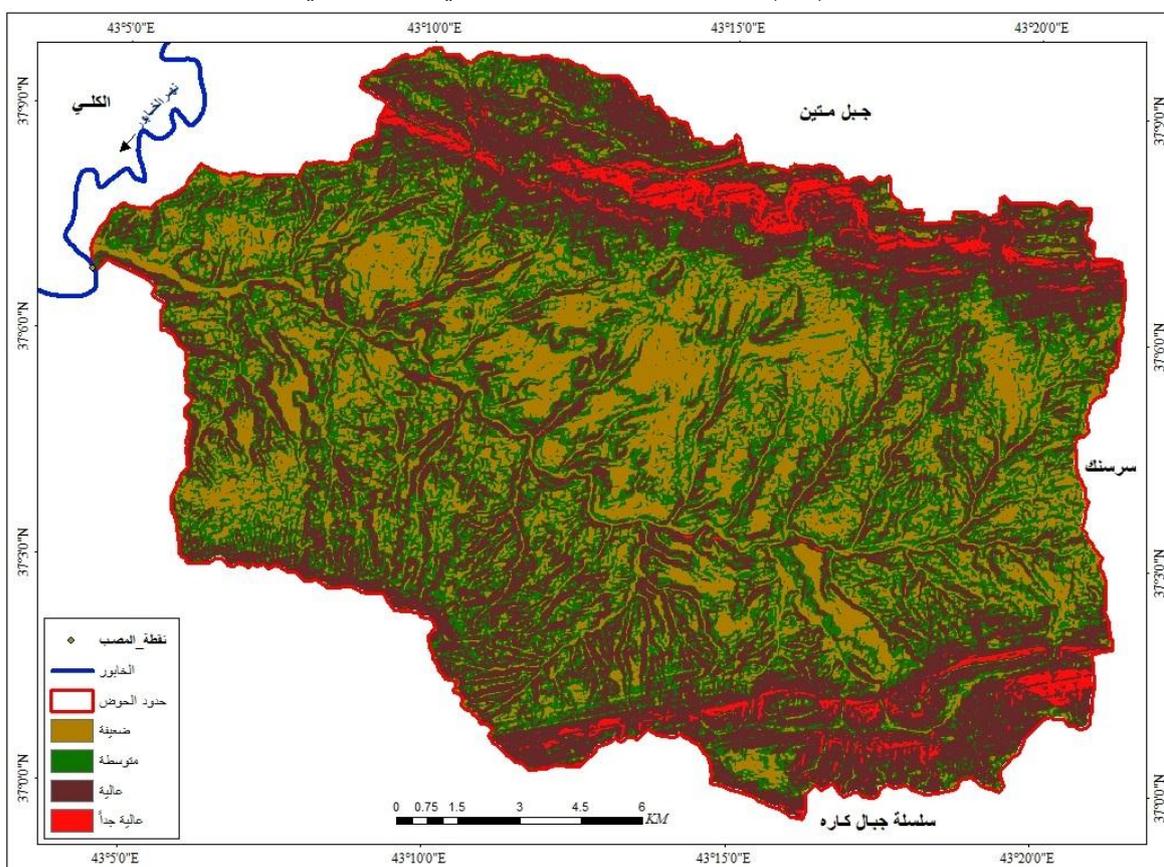
تؤثر التعرية على الطبقة السطحية من التربة، فتعمل على جرفها، ومن ثم تكون عاملاً مهماً في تدهورها وفقدان معظم خصائصها الفيزيائية والكيميائية، إذ تعد التربة احد اهم الموارد الطبيعية والتي ينبغي المحافظة عليها ومتابعتها للتقليل من انجرافها والحد من ضياعها، وبما ان منطقة البحث تتعرض وبشكل مستمر لمخاطر الانجراف والتعرية التي تعد واحدة من المشاكل البيئية الخطرة لما تسببه من ضرر جسيم للتربة، من خلال استنزاف التربة لخصوبتها، فضلاً عن تهديد المنشآت البشرية بمختلف القطاعات، لذا سيتم تحديد مستويات الخطورة لمحاولة ايجاد الحلول المناسبة لتلافيها والحد من مخاطرها، وذلك بالاعتماد على خريطة التعرية وفق نموذج جافريلوفيك (EPM)، بعد القيام بدمج الفئة الاولى (الضعيفة) والفئة الثانية (الخفيفة) واعتبارها تمثل فئة المخاطر الضعيفة والتي تشغل مساحة (٧٩.١ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٢٤.٩%)، والفئة الثالثة (المتوسط) تمثل فئة المخاطر المتوسطة بمساحة (٦١.٥ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (١٩.٢%)، والفئة الرابعة (الشديدة) والفئة الخامسة (الشديدة جداً) تمثل فئة المخاطر العالية وبمساحة (١٥٢.١ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٤٧.٩%)، والفئة السادسة تمثل فئة المخاطر العالية جداً وبمساحة (٢٥.٠ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٧.٩%)، وكما في الجدول (٩) والخريطة (١٣)، اذ تبين ان السيادة للمخاطر العالية في الحوض.

جدول (٩): درجات المخاطر لحوض افي سرکه

النسبة	المساحة	فئة المخاطر	فئة التعرية وفق نموذج جافريلوفيك	الفئة
٢٤.٩	79.1	ضعيفة	ضعيفة+ خفيفة	1
١٩.٣	61.5	متوسطة	متوسطة	2
٤٧.٩	152.1	عالية	شديدة+ شديدة جداً	3
٧.٩	25	عالية جداً	كارثية	4
١٠٠	317.7			المجموع

المصدر: خريطة (١٣)

خريطة (١٣): درجات مخاطر التعرية في حوض افي سرکه



المصدر: بالاعتماد على خريطة (١٢)، وجدول (٨) ومخرجات Arc GIS 10.8.

**الاستنتاجات:**

- ١- نشاط التعرية بفعل التباين في التكوينات الجيولوجية والمنكشفات الصخرية، اذ تنشط في التكوينات الضعيفة وتقل في الاجزاء الصلبة، مما ادى الى التباين في شدتها وكميتها.
- ٢- اتضح من خلال البحث ان اقصى ارتفاع (٢٠٦٧م)، في حين بلغ ادنى ارتفاع (٦٢٨م) في حوض افي سرکه.
- ٣- تبين من خلال البحث سيادة الانحدار المتوسط في الحوض والذي شغل مساحة (١٢٤.٢ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٣٩.١%) ومن ثم الانحدار الطفيف وبمساحة بلغت (١١٣.٦ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٣٥.٨%).
- ٤- ظهر من خلال البحث ان الحوض يستلم كمية كبيرة من التساقطات، الذي اثر في كمية الجريان السطحي وشدة التعرية.
- ٥- اتضح ان الحوض يشمل ثلاث انواع من الترب، حسب تصنيف بيورنك، اذ شغلت الترب الوعرة المشققة الصخرية اكبر مساحة في الحوض.
- ٦- اوضحت الدراسة ان للنبات الطبيعي اثر في العمليات الجيومورفولوجية من خلال حماية التربة من الانجراف والعمل على تماسكها، واعاقه الجريان السطحي.
- ٧- تبين ان هناك تباين في كمية التعرية في حوض افي سرکه، اذ سادت التعرية الشديدة وفق مؤشر (Z)
- ٨- تبين من خلال البحث ان التعرية في حوض افي سرکه وفق نموذج جافريلوفيك (EPM)، تباينت بين الضعيفة بنسبة (١٠.٩%)، والطفيفة بنسبة (١٤.٠%)، والمتوسطة بنسبة (١٩.٤%)، والشديدة بنسبة (٢٥.٦%)، والشديدة جداً بنسبة (٢٢.٢%)، والكارثية بنسبة (٧.٩%)، وبهذا يتضح سيادة التعرية الشديدة والشديدة جداً.

**المقترحات:**

- ١- وضع محطات لقياس كمية الجريان السطحي، وقياس العناصر المناخية.
- ٢- العمل على المحافظة على الغطاء النباتي من خلال زراعة الاماكن الخالية من النبات.
- ٣- متابعة عملية التعرية باعتبارها خطر بيئي يهدد البيئة الطبيعية فضلاً عن انها تهدد النشاطات البشرية، لاجاد الحلول المناسبة.

## الهوامش:

- ١- ابو العينين، حسن، اصول الجيومورفولوجيا، ط٦، الدار الجامعية للطبع والنشر، بيروت، ١٩٧٦.
- ٢- الجعيدى، فرحان، محمد بوروية، تقدير تعرية التربة في حوض وادي وثيلان جنوبي مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية: دراسة في الجيومورفولوجيا البيئية، مجلة البحث العلمي في الآداب (العلوم الاجتماعية والانسانية)، عدد ٢، ج ١، ٢٠٢١.
- ٣- السياب، عبد الله، عبدالله وآخرون، جيولوجيا العراق، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ١٩٨٢.
- ٤- شاور، مال اسماعيل، الجيومورفولوجيا والمناخ دراسة تحليلية للعلاقة بينهما، مكتبة الخانجي، مصر، ١٩٧٩، ص ٢٨-٢٩.
- ٥- شعوان، جمال، وآخرون، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بالريف الأوسط (حوض امزاز نموذجاً)، كلية الآداب والعلوم الانسانية، مختبر الدراسات الجغرافية والتهيئة الكارثوكرافيا، المؤتمر الثالث، مجلة جغرافية المغرب، مجلد ٢٨، عدد ١، ٢٠١٣.
- ٦- شعوان، جمال، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، في دراسة التعرية المائية بالريف الأوسط- حوض امزاز نموذجاً، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، كلية الآداب، اطروحة غير منشورة، ٢٠١٥.
- ٧- شلش، علي حسين، جغرافية التربة، مطبعة جامعة البصرة، ١٩٨١.
- ٨- العاني، عبد الله نجم، مبادئ علم التربة، بغداد، جامعة بغداد، ١٩٨٠.
- ٩- الغرياني مباركة سعد، توظيف التقنيات الجيومكانية لاستخدام مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) لتتبع التغير في الغطاء النباتي في منطقة كعام، المؤتمر دولي لتقنيات الجيومكانية، ليبيا، طرابلس، ٢٠١٦.
- ١٠- كرين، اسماعيل عابر، منطقة مخمور (دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية)، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الموصل، ٢٠٢١، ص ١٧٦.
- ١١- المحسن، اسباهية يونس، الجيومورفولوجيا- اشكال سطح الارض، الموصل، د.ن، ٢٠١٣.
- ١٢- المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، قسم المسح الجيولوجي، التقرير الجيولوجي لرقعة الموصل/ لوحة رقم (ان جي ٣٨-١٣)، ١:٢٥٠٠٠٠، اعداد فارجان خاجيك، تعريب ازهار علي غالب، بغداد، ١٩٩٥.
- ١٣- المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، قسم المسح الجيولوجي، تقرير عن جيولوجية اربيل ومهاباد، ان جي ٣٨-١٤ او ان جي ٣٨-١٥، .
- ١٤- المنشأة العامة للمسح الجيولوجي، والتعدين، الخريطة الجيولوجية للعراق، لوحة زاخو 09-38-Nj، مقياس ١:٢٥٠٠٠٠، الطبعة الأولى، ٢٠٠٨.
- ١٥- المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، قسم المسح الجيولوجي، التقرير الجيولوجي لرقعة الموصل/ لوحة رقم (ان جي ٣٨-٣).

١٦-Varoujan K. Sissakian, FaizaA.Ibrahim, Series of Geological hazard maps of Erbil and Mahabad Quadrangle,op.cit.

١٧-Varoujan K. Sissakian, FaizaA.Ibrahim, Series of Geological hazard maps of Iraq kirkuk Quadrangle, op.cit.

١٨- Buring., P, Soil and Soil conditions in Iraq, Explority soil map of Iraq , N (1), Baghdad, 1960.

١٩- Buring, P, Soil and Soil conditions in Iraq, Explority soil map of Iraq, N (1), Baghdad, 1960.

(١) حسن ابو العينين، اصول الجيومورفولوجيا، ط٦، الدار الجامعية للطبع والنشر، بيروت، ١٩٧٦، ص ١٦٨.  
 (٢) المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، قسم المسح الجيولوجي، التقرير الجيولوجي لرقعة الموصل/ لوحة رقم (ان جي ٣٨-١٣)، ١:٢٥٠٠٠٠، اعداد فارجان خاجيك، تعريب ازهار علي غالب، بغداد، ١٩٩٥، ص ٤.  
 (٣) المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، قسم المسح الجيولوجي، تقرير عن جيولوجية اربيل ومهاباد، ان جي ٣٨-١٤ او ان جي ٣٨-١٥، مصدر سابق، ص ١٤.  
 (٤) المنشأة العامة للمسح الجيولوجي، والتعدين، الخريطة الجيولوجية للعراق، لوحة زاخو Nj-38-09، مقياس ١:٢٥٠٠٠٠، الطبعة الأولى، ٢٠٠٨.

(٥) المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، قسم المسح الجيولوجي، التقرير الجيولوجي لرقعة الموصل/ لوحة رقم (ان جي ٣٨-٣)، مصدر سابق، ص ١٤.

(٦) عبد الله السياب، عبدالله وآخرون، جيولوجيا العراق، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ١٩٨٢، ص ١٣٦.  
 (٧) Varoujan K. Sissakian, FaizaA.Ibrahim, Series of Geological hazard maps of Erbil and Mahabad Quadrangle, op.cit, p13.

(٨) اسباهية يونس محسن، الجيومورفولوجيا- اشكال سطح الارض، الموصل، دن، ٢٠١٣، ص ١٠٥.  
 (٩) امال اسماعيل شاور، الجيومورفولوجيا والمناخ دراسة تحليلية للعلاقة بينهما، مكتبة الخانجي، مصر، ١٩٧٩، ص ٢٨-٢٩.

(١٠) عبد الله نجم العاني، مبادئ علم التربة، بغداد، جامعة بغداد، ١٩٨٠، ص ١٨.  
 (11) Buring., P, Soil and Soil conditions in Iraq, Explority soil map of Iraq , N (1), Baghdad, 1960.

(١٢) علي حسين شلش، جغرافية التربة، مطبعة جامعة البصرة، ١٩٨١، ص ١٤٠.  
 (١٣) جاسم محمد خلف، محاضرات في الجغرافية العراق الطبيعية والاقتصادية والبشرية، ط٢، معهد الدراسات العالمية، القاهرة، ١٩٦١، ص ١٤٢.

- (١٤) عبد الله نجم العاني، مبادئ علم التربة، مصدر سابق، ص ٢٥٨.
- (١٥) مباركة سعد الغرياني، توظيف التقنيات الجيومكانية لاستخدام مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) لتتبع التغير في الغطاء النباتي في منطقة كعام، المؤتمر دولي لتقنيات الجيومكانية، ليبيا، طرابلس، ٢٠١٦، ص ٦.
- (١٦) فرحان الجعيدى، محمد بوروية، تقدير تعرية التربة في حوض وادي وثيلان جنوبي مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية: دراسة في الجيومورفولوجيا البيئية، مجلة البحث العلمي في الآداب (العلوم الاجتماعية والانسانية)، عدد ٢، ج ١، ٢٠٢١، ص ١٤٩-١٥٠.
- (١٧) جمال شعوان، وآخرون، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بالريف الأوسط (حوض امزاز انموذجا)، كلية الآداب والعلوم الانسانية، مختبر الدراسات الجغرافية والتهيئة الكارثوكرافيا، المؤتمر الثالث، مجلة جغرافية المغرب، مجلد ٢٨، عدد ١، ٢٠١٣، ص ٣١١.
- (١٨) جمال شعوان، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، في دراسة التعرية المائية بالريف الأوسط- حوض امزاز انموذجا، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، كلية الآداب، اطروحة غير منشورة، ٢٠١٥، ص ٣١١.

