

# التقييم الكمي للتعرية المائية في الأحواض جنوب نهر الزاب الصغير باستخدام نموذج جافريلوفي (EPM) (Gavrilovic)

هملمت توفيق سعيد<sup>١</sup>، أحمد ياسين علي<sup>٢</sup>، نالي جواد حمد<sup>٣</sup>

١٠٢٣ قسم جغرافية، كلية التربية، جامعة كويبة، إقليم كردستان، العراق

## المستخلص

تعد التعرية المائية من العمليات المهمة في الدراسات الجيومورفولوجية، حيث تعد من أسرع العمليات تأثيراً في تشكيل المظاهر الجيومورفولوجية، وتشمل هذه العملية جميع المتحركات المائية من مياه سطحية، وتساقط، وكافة أشكال الجريان، وتعد التعرية المائية من أهم المشاكل التي تهدد أهم الموارد الطبيعية في البيئات الجبلية وهي التربة، فهي تمثل الوسط الطبيعي للملائم لإنتاج الموارد الغذائية ومو الغطاء النباتي، حيث تؤثر التعرية في انخفاض القدرة الإنتاجية للتربة من خلال تدهور خصائصها الكيميائية، والفيزيائية، والعضوية. وتتداخل مجموعة العوامل في تحديد مقدار تعرية التربة بفعل المياه السطحية، منها نوع التربة وخصائصها، وإدارة التربة، وأحواض التصريف، ونسيج التربة فقد طورت العديد من النماذج لتقدير تعرية التربة ونواتج الارسابات، ولعل أهمها ما يسمى بنموذج جافريلوفي (Gavrilovic) للتعرية، والذي طُبق عليه جافريلوفي اسم (EPM) اختزالاً لـ (Erosion Potential Method) وقد قام جافريلوفي بتصميم هذا النموذج خلال سنوات الخمسينات، ولم يتم تطبيقه إلا مؤخراً بعد الثورة المعلوماتية والتكنولوجية إذ تمت الاستفادة من نظام المعلومات الجغرافية في تنضيد الطبقات وتطبيق المعدلات الخاصة بهذا النموذج، ويعتبر نموذج (EPM) من النماذج التي طورت بالأحواض الجبلية، والمناطق المتضرسة. يتباين مستويات والكمية التعرية في المنطقة الدراسة فمثال حسب نموذج جافريلوفي مستوى التعرية (شديداً جداً) أخذ المرتبة (الأولى) من مساحة المستوية للتعرية في المنطقة، وحجم التعرية أقل من (50) م<sup>3</sup>، 2م<sup>3</sup>، السنة تحت المرتبة الأولى.

**مفاتيح الكلمات:** التعرية المائية، نموذج جافريلوفي، حماية التربة، نهر الزاب الصغير، معامل التعرية .

## ١. المقدمة<sup>١</sup>

بعد التعرية من العمليات الجيومورفولوجية المتميزة التي تترك أثراً واضحاً على سطح الأرض حيث عملت بمرور الزمن على تغير معاملته وبشكل مستمر وبدون توقف، وبدرجات متفاوتة حسب القوى المسببة لذلك والبيئة، فننعكس أثارها على النشاط البشري في المناطق التي تتعرض لها (الدليبي، 2012، ص179).

وتشمل هذه العملية على جميع المتحركات المائية من مياه سطحية وتساقط وكافة أشكال الجريان (جعفر، 2018، ص149)، وتتداخل مجموعة العوامل في تحديد مقدار تعرية التربة بفعل المياه السطحية، منها نوع التربة وخصائصها وإدارة التربة وأحواض التصريف ونسيج التربة (الغامدي، بدون سنة، ص10-11).

**مشكلة البحث:**

1. ظهرت مشاكل تعرية التربة في منطقة الدراسة، فننعكس أثارها على النشاط البشري في المناطق التي تتعرض لها.
  2. ما هي العلاقة بين العوامل الطبيعية و كمية التعرية المائية
  3. كيف تتوزع قيم التعرية المكاني في أحواض منطقة الدراسة ؟؟
- فرضية البحث:**
1. تتغير معامل قابلية التعرية للتربة حسب نسيج التربة ؟
  2. العلاقة عكسية بين الغطاء النباتي والتعرية المائية .
  3. يزداد المعدل السنوي للتعرية في المناطق القريبة من منطقة الدراسة.
- هدف الدراسة**
1. تحديد مستويات التعرية في التربة ونواتج الأرساب في المنطقة .

البريد الإلكتروني للمؤلف: [helmat.tawfeeq@koyauniversity.org](mailto:helmat.tawfeeq@koyauniversity.org)

حقوق الطبع والنشر © ٢٠٢٦ هملمت توفيق سعيد، أحمد ياسين علي، نالي جواد حمد. هذه مقالة الوصول إليها مفتوح موزعة تحت رخصة المشاع الإبداعي النسبية - CC BY-NC-ND 4.0.

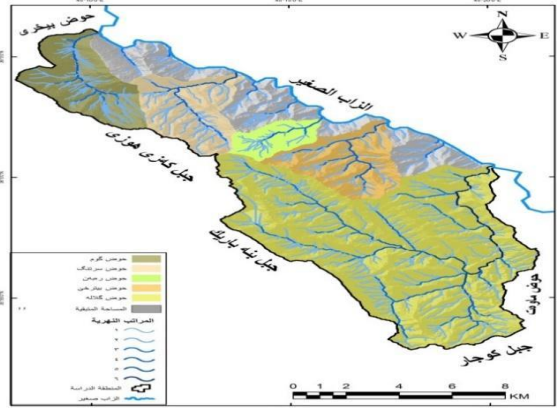


<sup>١</sup> مجلة جامعة كويبة للعلوم الانسانية والاجتماعية. المجلد ٩، العدد ١ (٢٠٢٦)  
أُستلم البحث في ٢٥ حزيران ٢٠٢٤؛ قُبِلَ في ١٠ ايلول ٢٠٢٤  
ورقة بحث منسوخة: نُشرت في ٢٦ شباط ٢٠٢٦

جميع التغيرات الفيزيائية والكيميائية والتي يكون لها في تآكل أو تكوين أو إزالة أشكال السطح (الشمرى، 2012، ص 21).

إذ ان شكل الأرضي لا يمكن فهمه دون معرفة مسبقة لطبيعة العملية التي أدت إلى المشكله، فجميع أشكال سطح الأرض تعرضت إلى عمليات جيومورفولوجية، بحسب طبيعة العوامل والقوى المؤثرة فيها، ودرجات مختلفة التي من أهمها المناخ والبنية الأرضية. (مراد، 2018، ص 82).

تعد التعرية من العمليات الجيومورفولوجية المتميزة التي تترك أثراً واضحاً على سطح الأرض حيث عملت بمرور الزمن على تغير معالمه وبشكل مستمر وبدون توقف، ودرجات متفاوتة حسب القوى المسببة لذلك والبيئة.



خريطة (2) الأحواض المائية في منطقة الدراسة

فتنعكس أثارها على النشاط البشري في المناطق التي تتعرض لها (الدليمي، 2012، ص 179).

ويمكن تعريف التعرية بأن نقل المواد من مكان إلى الآخر، بعد العملية التجوية بأنواعها تبدأ دور التعرية، وتزداد هذه التعرية بأنواعها بزيادة التساقط وسرعة الرياح وكذلك زيادة درجة الانحدار وقلة النبات الطبيعي .

**نموذج جافريلوفيك للتعرية (EPM) (Gavrilovic):** طورت العديد من النماذج لتقدير تعرية التربة ونواتج الارسابات، ولعل أهمها ما يسمى بنموذج جافريلوفيك (Gavrilovic) للتعرية، والذي أطبق عليه جافريلوفيك اسم (EPM) اختزالاً ب ( Erosion Potential Method) (شعوان، 2015، ص 301)

ويعتمد في تطبيق نموذج (EPM) على مؤشرات عديدة معامل الانحدار، ومؤشر الغطاء النباتي، مؤشر حماية التربة، أو خريطة التكوينات الجيولوجية السطحية، والمعدل السنوي لتساقط الأمطار، ومعامل حرارة (دياب، 2019، ص 873)

ويطبق هذا النموذج من خلال سلسلة من المعدلات يمكن توضيحها على النحو الآتي

(الراجحي، 2019، ص 71): Type equation here.

$$1 \dots \dots W = T \times h \times 3.14 \times \sqrt{z^3} \times F$$

W = المعدل السنوي للتعرية م<sup>3</sup>/ك<sup>2</sup>/سنة

T = معامل الحرارة الذي يحسب عن طريق المعادلة الآتية:

$$2 \dots \dots T = (0.1t_o + 0.1)0.5$$

حيث أن

2. استخدام نموذج جافريلوفيك (Gavrilovic) (EPM) أهم نموذج لتقدير التعرية التربة.

3. معرفة كمية التعرية في التربة في المنطقة الدراسة.

**منهج الدراسة والوسائل المستخدمة:** للحصول على أهداف الدراسة تم استخدام منهجي (التحليلي والكمي) لتحليل درجة الانحدار، ومؤشر الغطاء النباتي، ومؤشر حماية التربة، أو خريطة التكوينات الجيولوجية السطحية، والمعدل السنوي لتساقط الأمطار، ومعامل الحرارة، و كمية ونوعية التعرية في التربة في منطقة الدراسة.

. وتم استخدام الوسائل الآتية لحصول هذه العلاقة :

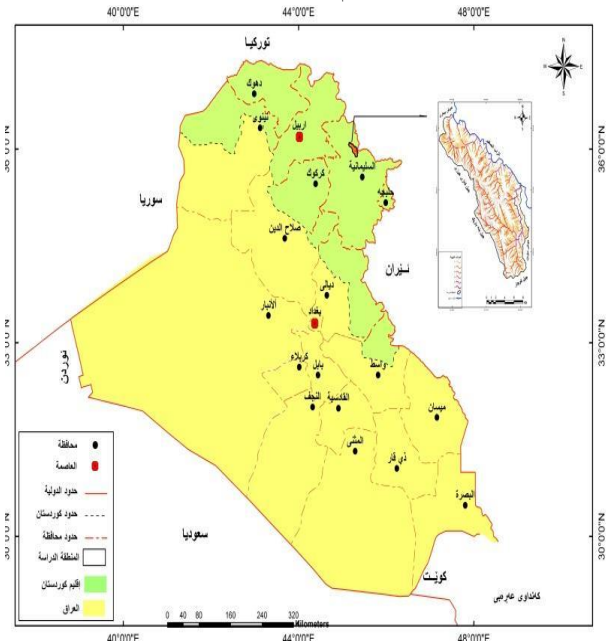
1- نموذج الإرتفاع الرقمي (DEM) بدقة (12.5)م.

2- برنامج (10.8ARC MAP V).

3- المرئية الفضائية (8landsat).

4- شبكات التربة لحصول على النسيج التربة.

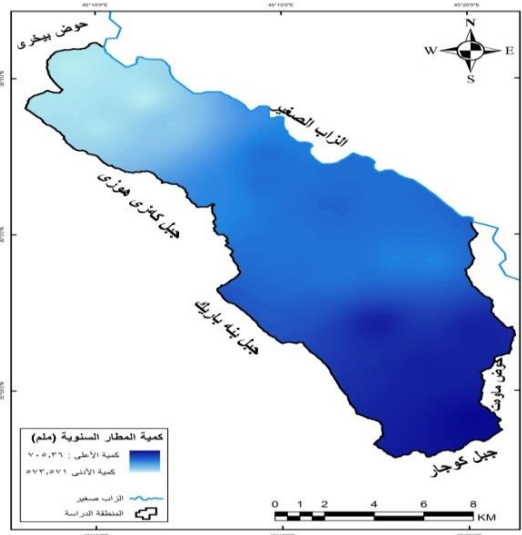
**موقع منطقة الدراسة :** تقع منطقة الدراسة بين دائرتي (36:6:10 ، 35:52:50) والخطوط الطول (45:8:6 ، 45:20:16) وفي الموقع الجغرافي تقع شمال الشرق إقليم كردستان ومحافظة السليمانية، وجنوب نهر الزاب الصغير بين الحوض (كلاله) ووادي (كوم). تتكون من خمسة الأحواض وهي (كوم ، سرتنگ ، رهبن ، بيترخي ، كلاله). ومساحتها تصل الى (192.469)ك<sup>2</sup>.



خريطة (1) موقع منطقة الدراسة

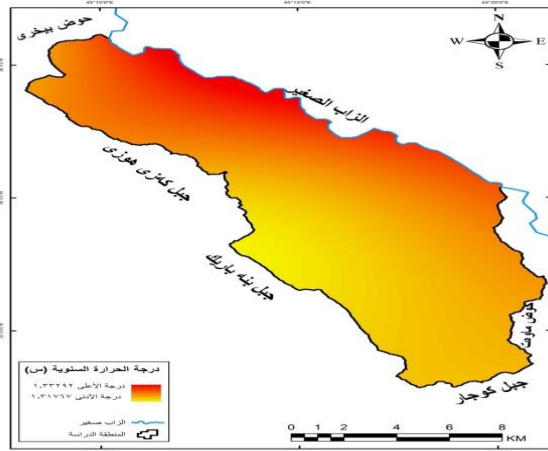
المصدر عمل الباحث اعتماد على نموذج الإرتفاع الرقمي (DEM) بدقة (12.5) م ، وبرنامج (ARC 10.8MAP V).

**تعريف التعرية المائية :** التعرية المائية أحد العمليات الجيومورفولوجية، وتمثل العمليات الجيومورفولوجية هي الوسيلة التي تنفق فيها طاقة العامل لإحداث تغيرات والوسط الذي تتحرك فيه والتي تظهر أثارها في تغير سطح الأرض (المحسن، 2013، ص 77). إن العملية الجيومورفولوجية (Geomorphic Process) هي وسيلة التأثير على صخور القشرة الأرضية ويتكون عليها من أشكال أرضية (Land Forms)، تشمل كل عملية



خريطة (3) المجموع السنوي للأمطار / ملم (H) في منطقة الدراسة

المصدر عمل الباحث اعتماداً على: إقليم كردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، المديرية العامة للأواء الجوية، بيانات محطات (دوكان، جوارتا، ههلسو) المناخية، سجلات غير منشورة، والبيانات المناخية في الموقع (الحوسبة السحابية لبيانات المناخ والاستشعار عن بعد)، وبرنامج ARC MAP (V10.8).



خريطة (4) المعدل السنوي لدرجة الحرارة (T) في منطقة الدراسة

المصدر عمل الباحث اعتماداً على

## ٢- معامل قابلية التربة للتعرية (Y) (Soil Erodibility Coefficient)

لحساب معامل قابلية التربة للتربة تم اعتماد على نسيج التربة ولحصول على البيانات النسيج التربة تم اعتماد على الموقع (شبكات التربة) التربة بعد تنزيلها دمج هذه النسيج بواسطة عملية (Combine) في برنامج (Arc Map)، وكذلك تدخل في مثلث التربة والحصول على خمسة من نوع النسيج التربة وهي (الطين، طيني طمي، غريني الطيني، غريني طيني).

اقليم كردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، المديرية العامة للأواء الجوية، بيانات محطات (دوكان، جوارتا، ههلسو) المناخية، سجلات غير منشورة، والبيانات المناخية

جدول (1)

الفتة	حجم التربة المتقلعة (م <sup>3</sup> /ك <sup>2</sup> /السنة)	حجم التربة المتقلعة على حسب حجم التربة المتقلعة
1	<50	غياب التعرية أو غير ظاهرة
2	50 – 500	تعرية ضعيفة
3	500 – 1500	تعرية متوسطة
4	1500 – 5000	تعرية معمة
5	5000 – 20000	تعرية قوية
6	>20000	تعرية كارثة

المصدر عمل الباحث اعتماداً على (شعوان، 2015، ص343)

خطوات تطبيق التقدير تعرية التربة لنموذج (EPM):

للأعداد كل من طبقات الأمطار (H) والحرارة (T):

تعتمد على البيانات المناخية لكل محطات (دوكان، جوارتا، ههلسو)، والبيانات المناخية في الموقع (الحوسبة السحابية لبيانات المناخ والاستشعار عن بعد)<sup>2</sup>، بعد تطبيق (Interpolation) في برنامج (Arc map) الناتج الآتية:-

1-1-2 المجموع السنوي للأمطار / ملم (H):- تتراوح قيمة هذه الطبقة بين (573.571 - 705.36) ملم، خريطة (3). والعلاقة بين هذه الطبقة والتعرية علاقة طردية بمعنى آخر بزيادة كمية الأمطار تزداد نسبة تعرية المياه والعكس صحيح.

$To =$  المعدل السنوي لدرجة الحرارة.

$H =$  المجموع السنوي للأمطار / ملم.

$F =$  مساحة منطقة الدراسة (ك<sup>2</sup>).

$Z =$  معامل التعرية (Erosion coefficient) وهو من أهم عناصر نموذج جافريلوفيك،

ويحسب معامل التعرية عن طريق

$$Z = Y \times X_a \times (\Phi + \sqrt{f_a}) \dots \dots \dots 3$$

$Y =$  معامل قابلية التربة للتربة (Soil Erodibility Coefficient)

$X_a =$  معامل الحماية للتربة (Soil protection Coefficient)

(Soil and Stream network development Coefficient) معامل التعرية

$\Phi =$  وشبكة الصرف

$f_a =$  معدل انحدر التضاريس في منطقة الدراسة.

جدول (2)

مستوى التعرية	معامل التعرية	متوسط القيمة
شديد جدا	1.01 – أكثر من 1.51	1.25
شديد	0.81 – 1.0	0.85
متوسط	0.41 – 0.80	0.55
خفيف	0.20 – 0.40	0.30
خفيف جدا	0.01 – 0.19	0.10

المصدر عمل الباحث اعتماداً على (شعوان، 2015، ص302).

المعدل السنوي لدرجة الحرارة (T) :- بعد تطبيق المعادلة الثانية على طبقة معامل الحرارة بين لنا أن هذه القيمة في منطقة الدراسة تتراوح بين (1.31 – 1.33).

<sup>1</sup> <https://soilgrids.org>

<sup>2</sup> <https://app.climateengine.org/climateEngine>

$$\varphi = \sqrt{\frac{R}{Q_{max}}}$$

$\varphi$  = معامل التعرية وشبكة الصرف

$R$  = نطاق الأحمر (4)

$Q_{max}$  = القيمة القصوى للبكسيل

تم تتراوح التعرية الحالية في منطقة الدراسة بين (0,35 – 0,55). خريطة (7).

جدول (3)

الأوزان المستخدمة في تقدير قيمة معامل التعرية وفق نموذج (EPM)

Y	معامل قابلية التربة للتعرية
0.3 – 0.1	صخور صلبة شديدة المقاومة
0.5 – 0.3	صخور صلبة شديدة متوسطة
0.6 – 0.5	صخور ضعيفة المقاومة
0.8 – 0.6	ركام حطاي ورواسب خشنة وترب صلصالية
1.0 – 0.9	رواسب رملية ناعمة وترب لا مقاومة لها
<b>Xa</b>	<b>معامل حماية التربة</b>
0.2 – 0.05	غابات مختلطة كثيفة – متوسطة الكثافة وأحراش
0.4 – 0.2	غابات صنوبرية وجنابت متباعدة وأجابت على جوانب القنوات المائية
0.6 – 0.4	مراع وغابات أو جنابت متضررة
0.8 – 0.6	مزارع ومراع متضررة
1.0 – 0.8	أراض جرداء
<b>Φ</b>	<b>معامل تطور التعرية وتطور شبكة التصريف</b>
0.2 – 0.1	تعرية ضعيفة في حوض التصريف
0.5 – 0.3	تعرية في القنوات المائية بين 20% - 50% من حوض التصريف
0.7 – 0.6	تعرية في الأنهار، والأخاديد، والإرسابات الفيضية، وتعرية كارستية
0.9 – 0.8	50% - 80% حوض التصريف تحت تأثير التعرية والانزلاقات الأرضية
1.0	جميع حوض التصريف تحت تأثير التعرية

المصدر عمل الباحث اعتماد على (أمين، بدون سنة، ص18).

##### 5. مؤشر الانحدار: (Ja)

يشكل الانحدار عاملاً مهماً ضمن هذا النموذج، نظراً لدورة الكبيرة في الرفع أو القليل من الجريان السطحي للمياه، حيث أن ارتفاع سرعة جريان المياه المتساقطة تتناسب مع الانحدارات القوية وتزداد باتجاه السافلات ما يسمح باقتلاع ونقل التربة والعكس صحيح (ديداي والهوارى، 2021، ص60)، لأعداد هذا المؤشر تم استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والبرنامج (Arc Map 10.8) عن طريق وظائف Arc Tool Box >> Special Analyses Tools >> surface >> Slope

في الموقع (الحوسبة السحابية لبيانات المناخ والاستشعار عن بعد)، وبرنامج (ARC MAP V10.8).

طبي، (طبي)، وبعد ذلك تقسيم هذه النسيج التربة على ثلاثة الفئات حسب درجة مقاومتها للتعرية خريطة (5).

##### 3. مؤشر حماية التربة (Xa)

يقصد بمؤشر حماية التربة (Xa) في نموذج (Gavrilovic) مستويات كثافة التغطية النباتية التي تساعد في تثبيت التربة وإبطاء سرعة الجريان السطحي وزيادة في النفاذية المياه بداخلها، والتقليل من انجرافها، للغطاء النباتي دور مهم في التقليل من حدة التعرية عن طريق الحماية التربة من التأثيرات المباشرة للتساقطات المطرية (شعوان وآخرون، 2013، ص 79). للأعداد هذه المؤشر (Xa) تطبيق الخطوات التالية:

الخطوة الأولى:- تحتاج الدليل الغطاء النباتي (NDVI): تتميز النبات عن غيره بعكس كمية قليلة من الأشعة الحمراء، وعكس كمية كبيرة من الأشعة تحت الحمراء القريبة، لذلك يمكن الربط بين الكتلة الحيوية للنباتات وقيم الدليل الخضري الذي يحسب من تناسب نطاق الأشعة الحمراء ونطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة منا بمعادلة التالية

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

فتدل على (NDVI) تتراوح قيم دليل الغطاء الخضري من (-0.1 – 1) حيث أن قيم السالبة تشير إلى الغيوم والمياه، والقيام الموجب القريبة إلى للصفر نشير إلى تربة الجرداء، أما القيام الموجب الأعلى

$$NDVI = \text{دليل الغطاء الطبيعي}$$

$$NIR = \text{الأشعة تحت الحمراء}$$

$$RED = \text{الأشعة الحمراء}^{**}$$

وتستخرج النبات الطبيعي عن الطريق المرئيات الفضائية (Landsat 8) باستخدام برنامج (Arc Map V10.8)

الخطوة الثانية:- يحصر دليل الغطاء النباتي بين أدنى قيمة وأعلى قيمة بواسطة أحد وظائف البرنامج (Arc map) وهي (Con)

الخطوة الثالثة:- تطبيق هذه المعادلة الآتية لحساب مؤشر حماية التربة

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

$Xa$  = مؤشر حماية التربة

$Xandvi$  = يحصر دليل الغطاء النباتي بين أدنى قيمة وأعلى قيمة.

تم تتراوح مؤشر حماية التربة بين (0,80 – 0,095) خريطة (6)

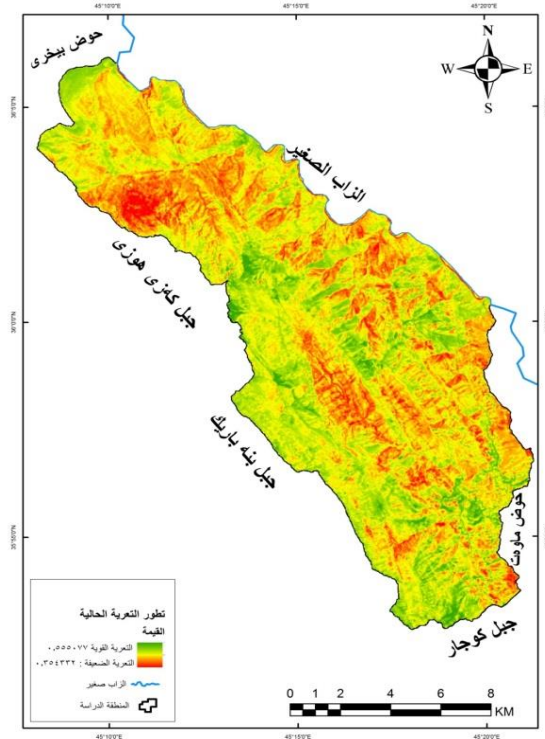
القيمة الأعلى معناه هذه المنطقة قلة كثافة التغطية النباتية التي تسبب بزيادة سرعة الجريان السطحي وقلة نفاذية المياه إلى داخل الأرض، وأيضاً زيادة التعرية أو انجراف التربة، بمعنى آخر طريقة حماية التربة من تأثيرات التساقطات المطرية القليلة، والعكس الصحيح في القيمة الأدنى.

Soil and Stream network development Coefficient ((Φ)-2-4)

##### 4. معامل التعرية وشبكة الصرف

تم الاعتماد على المرئيات الفضائية (Landsat 8) النطاق الأحمر (4) وأعلى قيمة للبيكسل، وهي معادلة الآتية

\*\*<https://agromet.gov.iq/gis.php>



خريطة (7) معامل التعرية وشبكة الصرف في مطقة الدراسة المصدر عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة (12.5)م ، وبرنامج (ARC MAP V10.8)

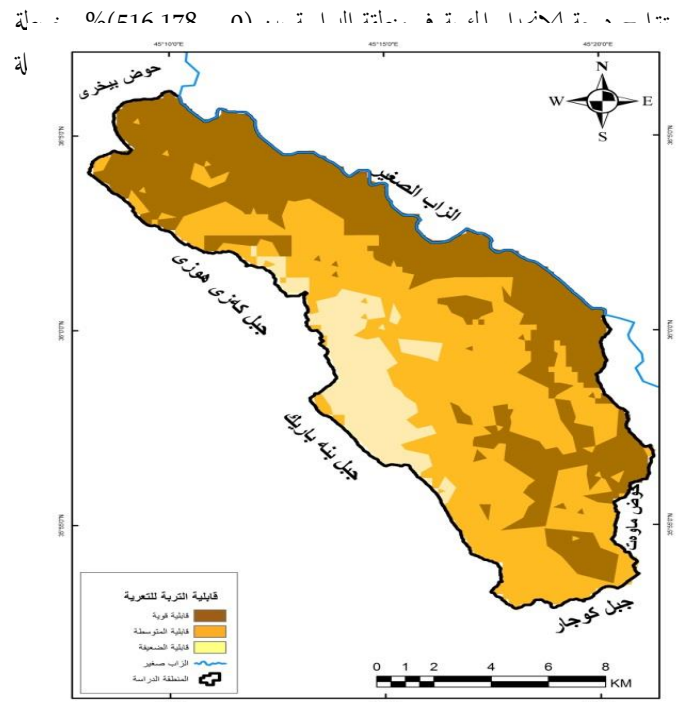
## 6. معامل التعرية (*Erosion coefficient*):-

وهو من أهم عناصر نموذج جافريلوفيك، ولحساب معامل التعرية ( $Z$ ) دمج كل من طبقات (معامل قابلية التعرية للتربة ، معامل الحماية للتربة، معامل التعرية وشبكة الصرف، معدل اخضرار مئوية في منطقة الدراسة) وتطبيق المعادلة (3) عليها بين النتائج الآتية : جدول (2، 4)، خريطة (9).

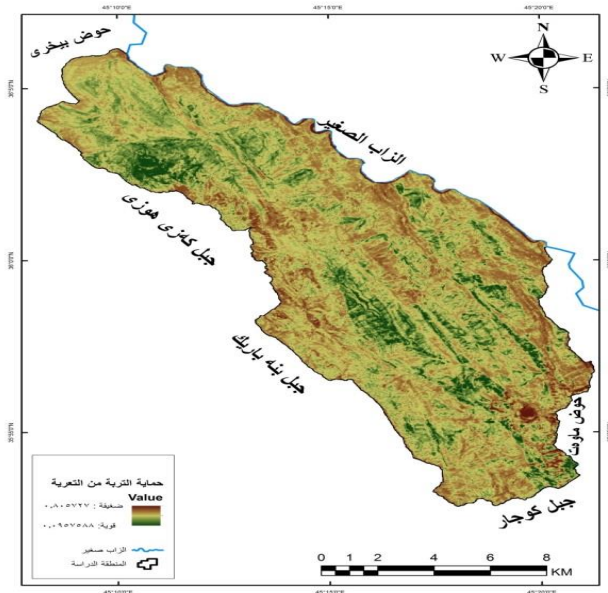
الأول/مستوى التعرية (خفيف جداً) تم أخذ المرتبة (الثانية) تظهر بشكل طولي من الشمال إلى جنوب من ناحية الشرقية أو بمعنى آخر مصبات الأحواض، بمساحة (81.735) كم<sup>2</sup> أي بنسبة (42.47)% من مساحة مستوى التعرية لمنطقة الدراسة الثانية/مستوى التعرية (خفيف) تم أخذ المرتبة (الخامسة) بمساحة (0.135) كم<sup>2</sup> أي بنسبة (0.07)% من مساحة مستوى التعرية لمنطقة الدراسة، ويتكون في مناطق المنفرقة في كل من الأحواض (بيترخي "كلاله).

الثالثة/مستوى التعرية (متوسط):- بمساحة (0.565) كم<sup>2</sup> أي بنسبة (0.29)% من مساحة مستوى التعرية تم تحتل المرتبة (الثالثة)، وتقع في مناطق شمال الشرق حوض (كلاله) وشمال الغرب حوض (سرتنگ).

الرابع/مستوى التعرية (شديد): يقع هذا النوع من مستوى التعرية في مناطق الشمال حوض(رهبن)، وكذلك في حوض (كلاله) لاسيما مناطق .



خريطة (5) معامل قابلية التربة للتعرية ( $Y$ ) في منطقة الدراسة المصدر عمل الباحث اعتماداً على الموقع (<https://soilgrids.org>) وبرنامج (ARC MAP V10.8)



خريطة (6) مؤشر حماية التربة ( $Xa$ ) في منطقة الدراسة المصدر عمل الباحث اعتماداً على: المرئية الفضائية (Landsat8) وبرنامج (ARC MAP V10.8).

جدول (4)

مستويات التعرية تبعاً لقيمة معامل التعرية (Z) لمنطقة الدراسة

مستوى التعرية	المساحة (كم <sup>2</sup> )	النسبة %
خفيف جداً	81.735	42.47
خفيف	0.135	0.07
متوسط	0.565	0.29
شديد	0.167	0.09
شديداً جداً	109.867	57.08
المجموع	192.469	100

7- المعدل السنوي للتعرية 3م/2كم<sup>2</sup>/سنة من خلال نموذج جافروفليك (EPM):-  
لاستخراج المعدل السنوي للتعرية تعتمد على الدمج كل من طبقات (الامطار، والحرارة، ومعامل التعرية، ومساحة منطقة الدراسة، بتطبيق المعادلة (1) تظهر النتائج الآتية:  
جدول (1، 5) خريطة (10).

أ- حجم التعرية أقل من (50) م<sup>3</sup>، 2كم<sup>2</sup>، السنة:- تحتل المرتبة الأولى بمساحة (81.785) كم<sup>2</sup> بنسبة (42.49%) من حجم التعرية في منطقة الدراسة، ويرجع ذلك إلى مساحة التربة من كل نوع (أرض جبيلية وعرة وأرض وعرة مشققة الارضية) كبيرة جداً نسبتها تصل إلى (98.99%) من مساحة التربة في منطقة الدراسة، وأيضاً نسبة تكوين (عقرة - بيخمة) تصل إلى (30.74) %، وكذلك قلة كثافة النبات الطبيعي والذي نسبة كل نوع - كثافة النبات الطبيعي قليلة وكثافة النبات المتوسطة - تصل إلى (93.74) % من مساحة النبات الطبيعي في منطقة الدراسة.

وتقع هذا الحجم من التعرية في كل من مصبات الأحواض ووسط الأحواض (كؤم، سرتنك، بيترخي، كلاله) وأيضاً المنطقة الغربية لحوض (كلاله). السبب في ذلك قلة درجة الانحدار، وكمية الامطار، ومناطق الأودية.

ب- حجم التعرية بين (50 - 500) م<sup>3</sup>، 2كم<sup>2</sup>، السنة:- تظهر بمساحة صغيرة والتي أخذت المرتبة السادسة، والأخر بمساحة (0.151) كم<sup>2</sup> أي بنسبة (0.08)، وتظهر في مناطق وسط حوض (بيترخي) وكذلك المناطق المتفرقة في حوض (كلاله)،

ج- حجم التعرية بين (500 - 1500) م<sup>3</sup>، 2كم<sup>2</sup>، السنة:- يقع هذا النوع من حجم التعرية في شمال شرق حوض (كلاله) وبمساحة (0.645) كم<sup>2</sup> ويحتل المرتبة (الرابعة) أي بنسبة (0.34) % من حجم التعرية

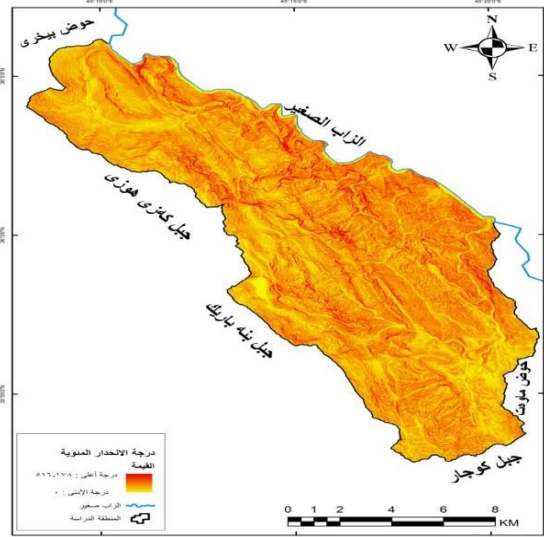
د- حجم التعرية بين (1500 - 5000) م<sup>3</sup>، 2كم<sup>2</sup>، السنة:- يتواجد هذا النوع من حجم التعرية في شمال غرب حوض (كؤم) وشمال شرق وشمال غرب حوض (سرتنك).

جدول (5)

حجم التعرية السنوية حسب نموذج (EPM) في المنطقة الدراسة

حجم التعرية	حجم التربة المقابلة (م <sup>3</sup> /2كم <sup>2</sup> /سنة)	المساحة (كم <sup>2</sup> )	النسبة %
غياب التعرية	<50	81.785	42.49
تعرية ضعيفة	50 - 500	0.151	0.08
تعرية متوسطة	500 - 1500	0.645	0.34
تعرية معقدة	1500 - 5000	0.775	0.40
تعرية قوية	5000 - 20000	46.216	24.01
تعرية كارثة	>20000	62.896	32.68
مجموع		192.469	100.00

المصدر عمل الباحث اعتماداً على خريطة (9).

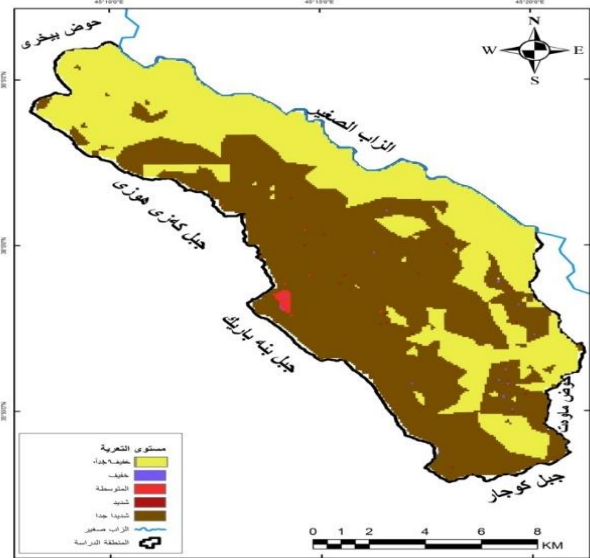


خريطة (8) مؤشر الانحدار (Ja) في المنطقة الدراسة

المصدر عمل الباحث اعتماداً على؛ نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة (12.5) م، وبرنامج (ARC MAP V10.8)

وسط والشرق والغرب، وبمساحة (0.167) كم<sup>2</sup> تحتل المرتبة (الرابعة) أي بنسبة (0.09) % من مستوى التعرية.

الخامس/مستوى التعرية (شديداً جداً) يغطي هذا مستوى التعرية منابع الأحواض لمنطقة الدراسة وكذلك بين كل من الأحواض (كؤم - سرتنك) (سرتنك - ربهن) (بيترخي - كلاله)، وجنوب غرب حوض (كلاله) وأخذ المرتبة (الأولى) من مساحة المستوية للتعرية في منطقة الدراسة وتقدر مساحتها (109,867) بنسبة مئوية بلغت (57.08) % من مستوى التعرية في منطقة الدراسة. وسبب كبر مساحة هذه الفئة في منطقة الدراسة يرجع إلى مساحة المناطق الجبلية وأقدام جبال كبيرة، وزيادة درجة الانحدار، وكمية الأمطار كثيرة، ومساحة التربة من نوع (أرض وعرة مشققة الارضية) كبيرة، وأيضاً تكوين (عقرة - بيخمة) تغطي المناطق الواسعة في المنطقة بالمقارنة مع التكوينات الأخرى، وكذلك قلة التراكيب الخطية.



خريطة (9) مستويات التعرية تبعاً لقيمة معامل التعرية (Z) لمنطقة الدراسة

المصدر عمل الباحث اعتماداً على جدول (2).

(57.08)% من مستوى التعرية في المنطقة الدراسة. ومستوى التعرية (خفيف) تم أخذ المرتبة(الخامسة) والآخر بمساحة (0.135) كم<sup>2</sup> أي بنسبة (0.07)% من مساحة مستوى التعرية لمنطقة الدراسة

1- حجم التعرية أقل من (50) م<sup>3</sup>، 2، 3، السنة:- تحتل المرتبة الأولى بمساحة (81.785) كم<sup>2</sup> بنسبة (42.49)% من حجم التعرية في منطقة الدراسة. حسب نموذج جافريلوفيك. و حجم التعرية بين (50 - 500) م<sup>3</sup>، 2، 3، السنة:- تظهر بمساحة صغيرة والتي أخذت المرتبة السادسة والأخيرة.

2- حجم التعرية أكثر من (20000) م<sup>3</sup>، 2، 3، تقع في المناطق الغربية لمنطقة الدراسة.  
3- وتتراوح درجة الانحدار المتوسطة في منطقة الدراسة بين (0 - 516,178)%، وهذه درجة عالية معناها أن هذه المنطقة ترتفع فيها سرعة الجريان السطحي ويقل فيها سمك التربة وزيادة تعرية المياه.

4- تتراوح التعرية الحالية في منطقة الدراسة بين (0.35 - 0.55).  
5- يتراوح مؤشر حماية التربة بين (0.095 - 0.80) القيمة الأدنى معناها أن هذه المنطقة تتصف بقلّة كثافة التغطية النباتية التي تسبب زيادة التعرية أو انجراف التربة.

## المصادر

أمين، شال أحمد، بدون سنة، العلاقة المكانية بين تعرية التربة والانحدار في قضاء ثاميدي، باستخدام التقانات الحديثة، جامعة دهوك، كلية العلوم الانسانية.

جعفر، علي محسن كامل (2018)، النمذجة الهيدرولوجية وفولجية حوض وادي حُشب وأثره في لتنمية البيئية، جامعة الكوفة، كلية الآداب، أطروحة دكتوراه(غير المنشورة).

الدراسي، سعد عجيل مبارك (2019)، الجيومورفولوجيا التطبيقية، دار الحداثة، بغداد، الطبعة الأولى.

الدليبي، خلف حسين علي (2012)، علم شكل الأرض التطبيقي، دار صفاء، عمان، الطبعة الأولى.

دياب، صلاح محمد صلاح (2019)، استخدام الجيوماتكس لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض خوري بتطبيق نموذج (EPM)، مجلة مركز البحوث الجغرافية والتكولوجرافية، جامعة المنوفية، الجزء الثاني، فبراير.

ديادي والهوري، محمد، عبدالغني (2021)، توظيف نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد و في التقييم النوعي والكمي للتعرية المائية بحوض وادي الحاج (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك (EPM)، المغرب.

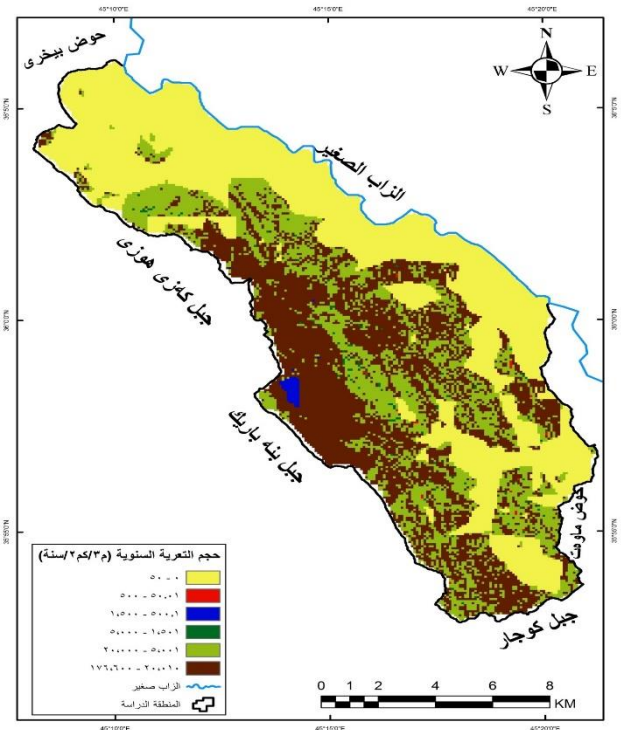
شرف، عبدالعزيز طريح (1993)، المقدمات في الجغرافيا الطبيعية، مطبعة الإنتصار، الاسكندرية. شعوان وآخرون، جمال & عل فالح & عبدالمجيد صديقي & هيثم مسرار (2013)، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بحوض وادي أمزاز (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك، مجلة جغرافية المغرب، مجلد 28، عدد 1-2.

شعوان، جمال (2015)، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بالريف الأوسط (حوض أمزاز أنموذجاً)، جامعة سيدي محمد بن عبدالله، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، أطروحة دكتوراه(غير المنشورة).

الشمرى، قاسم يوسف، 2012، جغرافية التضاريس، دار أسامة، الأردن، عمان، الطبعة الأولى.

الغامدي، سعد أبوإبراهيم، بدون سنة، تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نجان بوسائل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة أم القرى.

مراد، اسراء عبدالواحد علي، 2018، الدلالات الهيدرولوجية لفولجية لنمذجة طرائق الحصاد المائي لحوض وادي الغنابي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، جامعة بغداد، كلية الآداب، أطروحة دكتوراه(غير المنشورة).



خريطة (10) المعدل السنوي للتعرية م<sup>3</sup>/كم<sup>2</sup>/سنة في المنطقة الدراسة المصدر عمل الباحث اعتماد على جدول (3- 10) وبرنامج (ARC MAP V10.8).

## النتائج:

- حسب نموذج جافريلوفيك مستوى التعرية (شديداً جداً) أخذ المرتبة (الأولى) من مساحة المستوية للتعرية في منطقة الدراسة وتقدر مساحتها (109,867) بنسبة مئوية بلغت (57.08)%، وشمال غرب حوض (سرتنگ)، وشمال وشمال شرق حوض (بيترخي)، ووسط حوض (رهبن)، مناطق الشرق والغرب وأقصى شمال غرب حوض (كلاله)، وأيضاً المناطق بين حوضي (سرتنگ - رهبن)، بلغت مساحتها (0.775) كم<sup>2</sup>، وبنسبة (0.40)% وتحتل المرتبة (الخامس).

- حجم التعرية بين (5000 - 20000) م<sup>3</sup>، 2، 3، السنة:- ينكشف في وسط الأحواض (سرتنگ، رهبن، بيترخي)، وأيضاً الشرق والغرب وأقصى شمال حوض (كلاله) وشمال ووسط الشرق وشمال الغرب وشرق حوض (كوم)، وشرق حوض (سرتنگ)، وكذلك المناطق بين كل من الأحواض (كوم - سرتنگ) (سرتنگ - رهبن) (بيترخي - كلاله)، وتحتل المرتبة (الثالث) حيث وصلت المساحة إلى (46.216) كم<sup>2</sup> أي بنسبة (24.01)%.

- حجم التعرية أكثر من (20000) م<sup>3</sup>، 2، 3، السنة:- بمساحة (62.896) كم<sup>2</sup> أي بنسبة (32.68)% من مساحة حجم التعرية تم تحتل المرتبة (الثانية)، وتقع في منابع أحواض منطقة الدراسة، وبين الأحواض (سرتنگ - رهبن)، (بيترخي - كلاله)، ووسط حوض (رهبن)، وشمال شرق الأحواض (بيترخي - كلاله) والسبب في ذلك هو أن هذه المناطق جبلية، وزيادة درجة الانحدار، وكمية الأمطار.