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

هملت توفيق سعيد[1]، أحمد ياسين علي[2]، نالى جواد حمد[3]

[1،2،3] قسم جغرافية ،كلية التربية، جامعة كويا، 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 الملائم لإنتاج الموارد الغذائية ونمو الغطاء النباتي، حيث تؤثر التعرية في انخفاض القدرة الإنتاجية للتربة من خلال تدهور خصائصها الكيمياوية، والفيزياوية، والعضوية. وتتداخل مجموعة العوامل في تحديد مقدار تعرية التربة بفعل المياه السطحية، منها نوع التربة وخصائصها، وإدارة التربة ،وأحواض التصريف، ونسيج التربة فقدطورت العديد من النماذج لتقدير تعرية التربة ونواتج الارسابات، ولعل أهمها ما يسمى بنموذج جافريلوفيك (Gavrilovic) للتعرية، والذي طُبق عليه جافريلوفيك اسم (EPM) اختزالاً لـ (Erosion Potential Method) وقد قام جافريلوفيك بتصميم هذا النموذج خلال سنوات الخمسينات، ولم يتم تطبيقه إلا مؤخرا 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 جافريلوفيك مستوى التعرية (شديدا جداً) أخذ المرتبة (الأولى) من مساحة المستوية للتعرية في المنطقة، وحجم التعرية أقل من (50) م3،كم2،السنة تحتل المرتبة الأولى.

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

١. المقدمة [1]

يعد التعرية من العمليات الجيومورفولوجية المتميزة التي تترك أثاراً واضحة على سطح الأرض حيث عملت بمرور الزمن على تغير معامله وبشكل مستمر وبدون توقف، وبدرجات متفاوتة حسب القوى المسببة لذلك والبيئة، فتنعكس أثارها على النشاط البشري في المناطق التي تتعرض لها (الدليمي،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 ، فتنعكس 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 المكانيا 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 .

[1]. مجلة جامعة كويه للعلوم الانسانية والاجتماعية. المجلد ٩، العدد ١ (٢٠٢٦)
أُستلم البحث في ٢٥ حوزيران ٢٠٢٤؛ قُبل في ١٠ ايلول ٢٠٢٤
ورقة بحث منتظمة: نُشرت في ٢٦ شاط ٢٠٢٦

البريد الإلكتروني للمؤلف: helmat.tawfeeq@koyauniversity.org

حقوق الطبع والنشر © ٢٠٢٦ هملت توفيق سعيد، أحمد ياسين علي، نالى جواد حمد. هذه مقالة الوصول اليها مفتوح موزعة تحت رخصة المشاع الإبداعي النسبية - CC BY-NC-ND 40.

Original Article |DOI: https://doi.org/10.14500/kujhss.v9n1y2026.pp87-93

2. استخدام نموذج جافريلوفيك (Gavrilovic) (EPM) أهم نموذج لتقديرالتعرية 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 لتساقطات لأمطار، ومعامل الحرارة، و كمية ونوعية التعرية في التربة في منطقة الدراسة.

. وتم استخدام الوسائل الآتية لحصول هذه العلاقة :

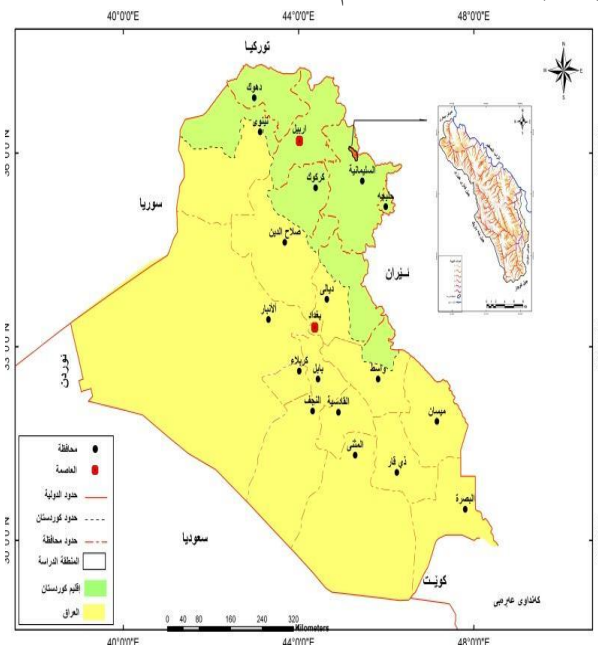
1- نموذج الإرتفاع الرقمي (DEM) بدقة (12.5)م.

2- برنامج (10.8ARC MAP V).

3- المرئية الفضائية (8landsat).

4- شبكات التربة لحصول عل 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 كوردستان ومحافظة السليمانية، وجنوب نهر الزاب الصغير بين الحوض (گلاله) ووادي (گۆم). تتكون من خمسة الأحواض وهي (گۆم ، سرتنگ ، رەبەن ، بيترخى ، گلاله). ومساحتها تصل الى (192.469)كم2.



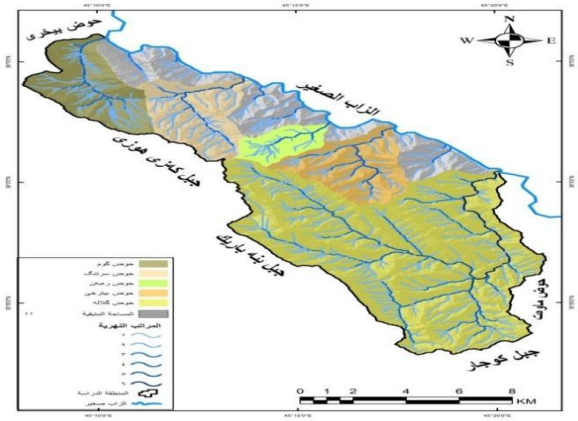
خريطة (1) موقع منطقة الدراسة

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 تتفق فيها طاقة العامل لإحداث تغيرات والوسط الذي تتحرك فيه والتي تظهر أثارها في تغير سطح الأرض (المحسن،2013،ص77)، إن العملية الجيومورفولوجية (Geomorphic Process) هي وسيلة التأثير على صخور القشرة الأرضية ويتكون عليها من أشكال أرضية (Land Forms)، تشمل كل عملية جميع التغيرات الفيزيائية والكيميائية والتي يكون لها في تحوير أو تكوين أو إزالة أشكال السطح (الشمري،2012، ص21).

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، وبدرجات مختلفة التي من أهمها المناخ والبنية الأرضية.(مراد،2018،ص82).

تعد التعرية من العمليات الجيومورفولوجية المتميزة التي تترك أثاراً واضحة على سطح الأرض حيث عملت بمرور الزمن على تغير معامله وبشكل مستمر وبدون توقف، وبدرجات 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، ص179).

ويمكن تعريف التعرية بأن نقل المواد من مكان إلى الأخر، 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 (Gavrilovic) (EPM): 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 عديده معامل الانحدار، ومؤشر الغطاء النباتي، مؤشر حماية التربة، أو خريطة التكوينات الجيولوجية السطحية، والمعدل السنوي لتساقط الأمطار، ومعامل حرارة(دياب،2019،ص873)

ويطبق هذا النموذج من خلال سلسلة من المعدلات يمكن توضحها على النحو الأتي :(الدراجي،2019، ص71). Type equation here.

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

W= المعدل السنوي للتعرية م3/كم2/سنة

T= معامل الحرارة الذي يحسب عن طريق المعادلة الأتية:

$$2 \dots\dots T = (0.1\text{to} + 0.1)0.5$$

حيث أن

جدول (1)

حجم التعرية في التربة على حسب حجم التربة المقتلعة

الفئة	حجم التربة المقتلعة (م3/كم2/السنة)	حدة التعرية
1	<50	غياب التعرية أو غير ظاهرة
2	50 – 500	تعرية ضعيفة
3	500 – 1500	تعرية متوسطة
4	1500 – 5000	تعرية معممة
5	5000 – 20000	تعرية قوية
6	>20000	تعرية كارثة

لمصدر عمل الباحث اعتمادا 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 ، چوارتا ،هەلشو)، والبيانات المناخية في الموقع (الحوسبة السحابية لبيانات المناخ والاستشعار عن بعد)[2]، بعد تطبيق (*Interpolation*) في برنامج (*Arc map*) النتائج الآتية:-

1-1-2المجموع 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 (كم2).

Z = معامل التعرية (*Erosion coefficient*) وهو من أهم عناصر نموذج جافريلوفيك، ويحسب معامل التعرية عن طريق

$$Z=YxXax(\Phi+\sqrt{Ja})\ldots\ldots 3$$

Y = معامل قابلية التعرية للتربة (*Soil Erodibility Coefficient*)

Xa = معامل الحماية للتربة(*Soil protection Coefficient*)

Soil and Stream network development Coefficient(معامل التعرية وشبكة الصرف= Φ

Ja = معدل انحدار التضاريس في منطقة الدراسة.

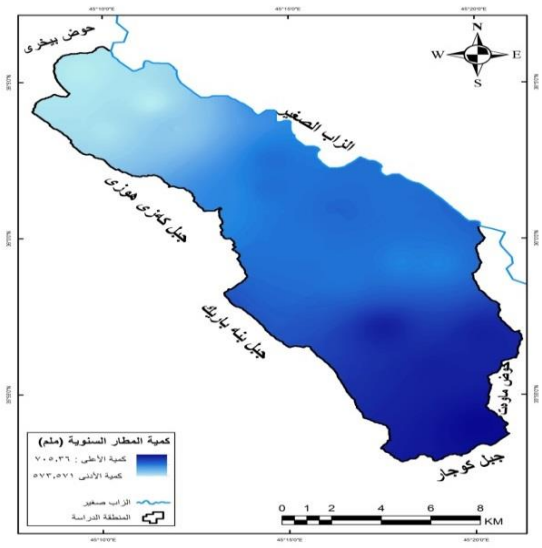
جدول (2)

فئات مستويات التعرية تبعاً لقيمة معامل (*Z*)

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

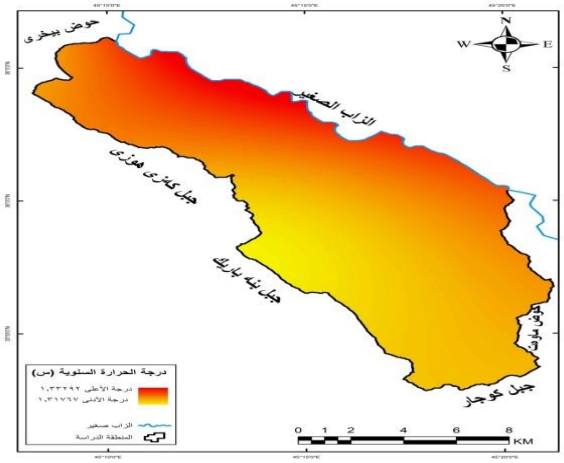
المصدر عمل الباحث اعتمادا على (شعوان،2015 ،ص302).

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).



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

المصدر عمل الباحث اعتماداً على؛ إقليم كوردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية، بيانات محطات (دوكان ، چوارتا ، هەلشو) 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 التعرية للتربة تم اعتماد على نسيج التربة ولحصول على البيانات النسيج التربة تم تعتمد 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 كوردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، المديرية العامة للأنواء الجوية، بيانات محطات (دوكان ، چوارتا ، هەلشو) المناخية، سجلات غير منشورة. والبيانات المناخية

[2] https://app.climateengine.org/climateEngine

*https://soilgrids.org

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

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

٣. 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 والزيادة في النفاذية المياه بداخليها، والتقليص من انجرافيها، للغطاء النباتي دور مهم في التقليص من حدة التعرية عن طريق الحماية التربة من التأثيرات المباشرة للتساقطات المطرية (شعوان وأخرون،2013 ، ص79).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 الاشعة الحمراء ونطاق الاشعة تحت الحمراء القريبة منا بمعادلة التالية

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

فتدل على (*NDVI*) تتراوح قيم دليل الغطاء الخضري من (-١.٠ – ١)

حيث أن قيم السالبة تشير إلى الغيوم والمياه، والقيام الموجب القريبة إلى للصفر نشير إلى تربة الجرداء، أما القيام الموجب الأعلى

NDVI = دليل الغطاء الطبيعي

NIR=الأشعة تحت الحمراء

RED=الأشعة الحمراء[**]

وتستخرج النبات الطبيعي عن الطريق المرئيات الفضائية (*Landsat8*) 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 الترب

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

تم تتراوح مؤشر حماية التربة بين (0,095 – 0,80) **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 ألأدنى.

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

٤. معامل التعرية وشبكة الصرف

تم االأعتماد على المرئيات الفضائية (Landsat8) النطاق الأحمر (4) وأعلى قيمة للبيكسل، وهي معادلة الآتية

$$\varphi = \sqrt{\frac{R}{Qmax}}$$

φ= معامل التعرية وشبكة الصرف

R= نطاق الأحمر (4)

Qmax= 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)

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

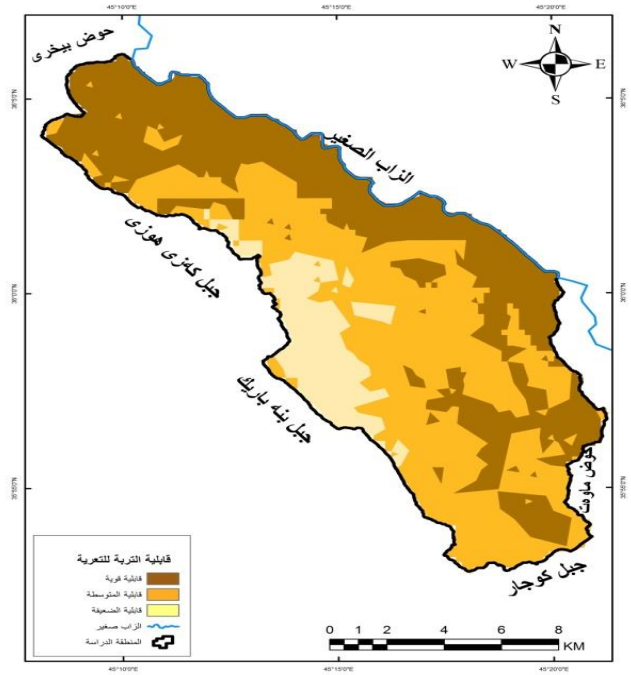
المصدر عمل الباحث اعتماد على (أمين، بدون سنة، ص18).

٥. مؤشر الانحدار-:(Ja)

يشكل الانحدار عاملا مهما 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 والهواري،2021،ص60)، لأعداد هذا المؤشر تم استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والبرنامج (Arc Map10.8) عن طريق وظائف

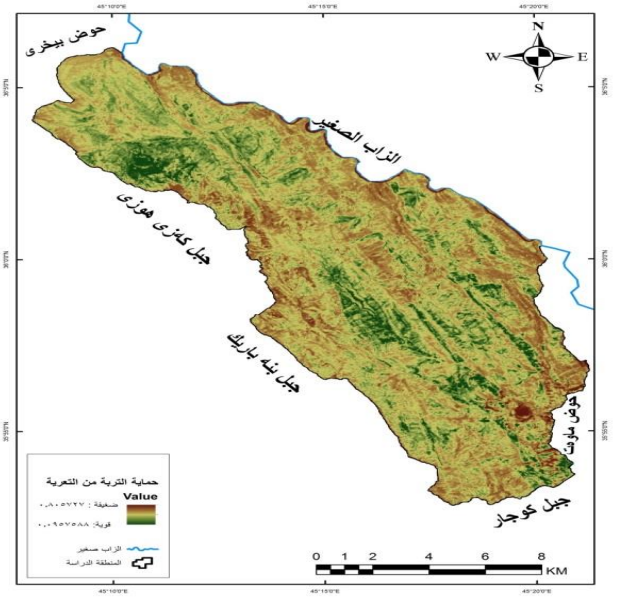
Arc Tool Box >>Special Analyses Tools>> surface >> Slope

[**]https://agromet.gov.iq/gis.php



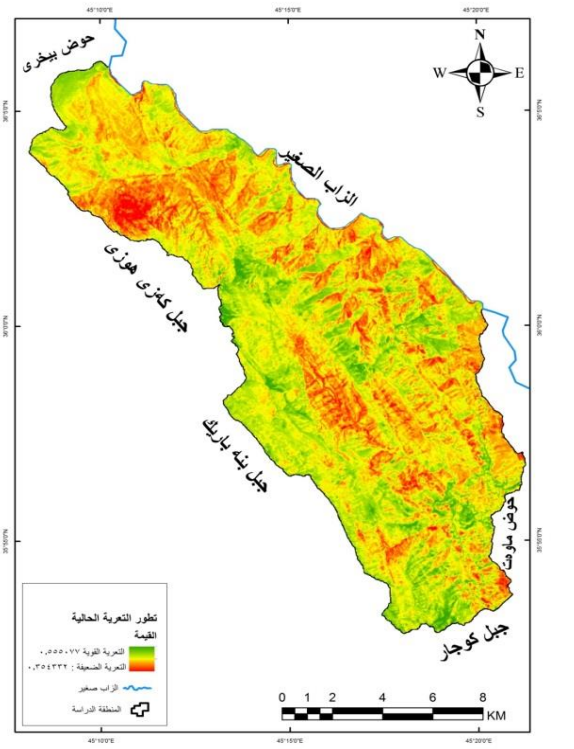
خريطة (5) معامل قابلية التربة للتعرية (Y) في منطقة الدراسة

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).



خريطة (7) معامل التعرية وشبكة الصرف في مطقة الدراسة

المصدر عمل الباحث اعتماد على نموذج الإرتفاع الرقمي (DEM) بدقة (12.5)م ، وبرنامج (ARC MAP V10.8)

٦. معامل التعرية (*Erosion coefficient*):-

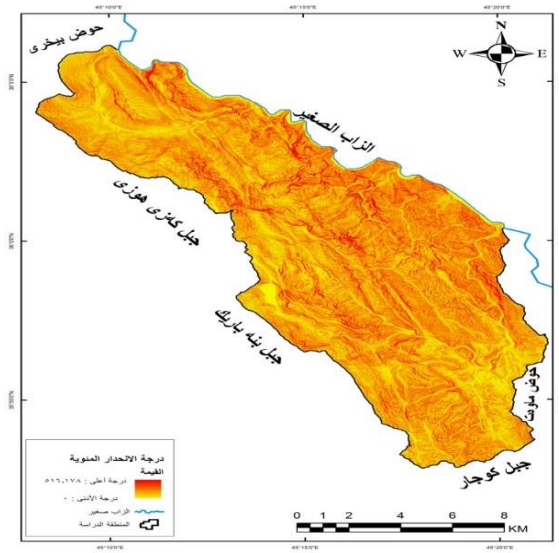
وهو من أهم عناصر نموذج جافريلوفيك، ولحساب معامل التعرية (Z) دمج كل من طبقات (معامل قابلية التعرية للتربة ، معامل الحماية للتربة، معامل التعرية وشبكة الصرف، معدل انحدار مئوية في منطقة الدراسة) وتطبيق المعادلة (3) عليها يبين النتائج الآتية : **جدول (2، 4)، خريطة (9).**

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)كم2 أي بنسبة (42.47)% من مساحة مستوي التعرية لمنطقة الدراسة

الثانية/مستوى التعرية (خفيف) تم أخذ المرتبة(الخامسة) بمساحة (0.135)كم2 أي بنسبة (0.07)% من مساحة مستوي التعرية لمنطقة الدراسة، ويتكون في مناطق المتفرقة في كل من الأحواض (بيترخى " گلاله).

الثالثة/مستوى التعرية (متوسط):- بمساحة (0.565)كم2 أي بنسبة (0.29)% من مساحة مستوي التعرية تم تحتل المرتبة (الثالثة)، وتقع في مناطق شمال الشرق حوض (گلاله) وشمال الغرب حوض (سرتنگ).

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

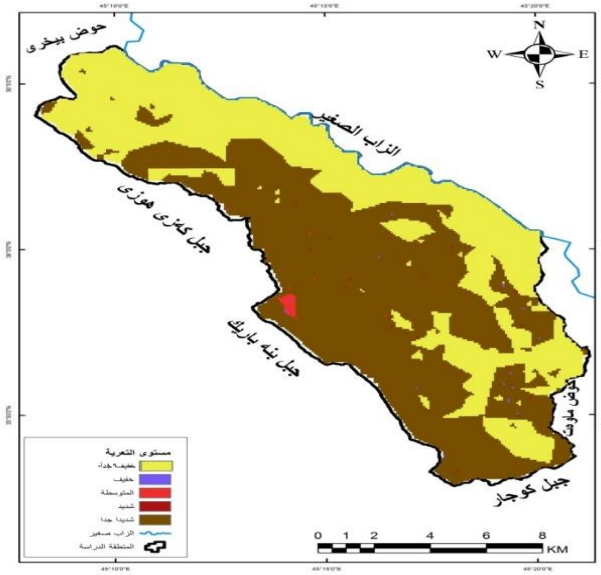


خريطة (8) مؤشر *الانحدار* (Ja) في المنطقة الدراسة

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

وسط والشرق والغربها، وبمساحة (0.167)كم2 تحتل المرتبة (الرابعة) أي بنسبة (0.09)% من مستوى التعرية.

الخامس/مستوى التعرية (شديدا جداً) يغطي هذا مستوى التعرية منابع الأحواض لمنطقة الدراسة وكذلك بين كل من الأحواض (گوم - سرتنگ)(سرتنگ – رەبەن)(بيترخى – گلاله)، وجنوب غرب حوض (گلاله) 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 بالمُقارنة مع التكوينات الأخرى، وكذلك قلة التراكيب الخطية.



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

المصدر عمل الباحث اعتماد على جدول (2).

جدول (4)

مستويات التعرية تبعاً لقيمة معامل التعرية (Z) لمنطقة الدراسة

مستوى التعرية	المساحة (كم2)	المئوية%
خفيف جدا	81.735	42.47
خفيف	0.135	0.07
متوسط	0.565	0.29
شديد	0.167	0.09
شديدا جدا	109.867	57.08
المجموع	192.469	100

-7- المعدل السنوي للتعرية م3/كم2/سنة من خلال نموذج جافرلوفيك(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) م3،كم2،السنة:- تحتل المرتبة الأولى بمساحة (81.785)كم2 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 جدا 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 ــ كثافة النبات الطبيعي قليلة وكثافة النبات المتوسطة ــ تصل إلى (93.74)% من مساحة النبات الطبيعي في منطقة الدراسة.

وتقع هذا الحجم من التعرية في كل من مصبات الأحواض ووسط الأحواض (گوم ، سرتنگ ، بيترخى ، گلاله) وأيضاً المنطقة الغربية لحوض (گلاله).السبب في ذلك قلة درجة الانحدار ،وكمية الامطار ،ومناطق الأودية.

ب- حجم التعرية بين(50 - 500)م3،كم2،السنة:- تظهر بمساحة صغيرة و التي أخذت المرتبة السادسة ،والأخر بمساحة (0.151)كم2 أي بنسبة (0.08)، وتظهر في مناطق وسط حوض (بيترخى) وكذلك المناطق المتفرقة في حوض (گلاله)،

ج- حجم التعرية بين (500 - 1500) م3،كم2،السنة:- يقع هذه النوع من حجم التعرية في شمال شرق حوض (گلاله) وبمساحة (0.645)كم2 ويحتل المرتبة (الرابعة) أي بنسبة (0.34)% من حجم التعرية

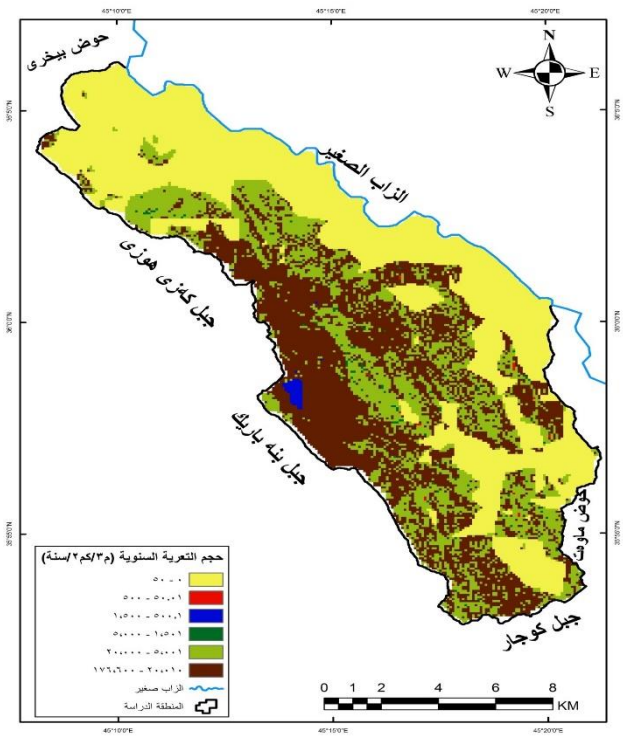
ء- حجم التعرية بين (1500 - 5000) م3،كم2،السنة:- يتواجد هذا النوع من حجم التعرية في شمال غرب حوض (گوم) وشمال شرق وشمال غرب حوض (سرتنك).

جدول (5)

حجم التعرية السنوية حسب نموذج (EPM) في المنطقة الدراسة

حجم التعرية	حجم التربة المقتلعة (م3/كم2/السنة)	المساحة (كم2)	المئوية%
غياب التعرية	<50	81.785	42.49
تعرية ضعيفة	50 – 500	0.151	0.08
تعرية متوسط	500 – 1500	0.645	0.34
تعرية معممة	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 (10) المعدل السنوي للتعرية م3/كم2/سنة في المنطقة الدراسة
المصدر عمل الباحث اعتماد على جدول (3 -10) وبرنامج (ARC MAP V10.8).

النتائج:

- حسب نموذج جافريلوفيك مستوى التعرية (شديدا 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 (بيترخى)، وسط حوض (رەبەن)، مناطق الشرق والغرب وأقصى شمال غرب حوض (گلاله)، وأيضا المناطق بين حوضي (سرتنگ – رەبەن)، بلغت مساحتها (0.775)كم2 ،وبنسبة (0.40)% وتحتل المرتبة (الخامس).

- حجم التعرية بين (5000 - 20000)م3،كم2،السنة:- ينكشف في وسط الأحواض (سرتنگ ، رەبەن ، بيترخى)، وأيضاً الشرق والغرب وأقصى شمال حوض (گلاله) وشمال ووشمال الشرق وشمال الغرب وشرق حوض (گۆم)، وشرق حوض (سرتنگ)، وكذلك المناطق بين كل من الأحواض (گۆم - سرتنگ)(سرتنگ – رەبەن)(بيترخى – گلاله)، وتحتل المرتبة (الثالث) حيث وصلت المساحة إلى (46.216)كم2 أي بنسبة (24.01)%.

- حجم التعرية أكثر من (20000)م3،كم2،السنة:- بمساحة (62.896)كم2 أي بنسبة (32.68)% من مساحة حجم التعرية تم تحتل المرتبة (الثانية)، وتقع في منابع أحواض منطقة الدراسة، وبين الأحواض (سرتنگ – رەبەن)،(بيترخى – گلاله)، ووسط حوض (رەبەن)، وشمال شرق الأحواض (بيترخى – گلاله) والسبب في ذلك هو أن هذه المناطق جبلية، وزيادة درجة الانحدار، وكمية الأمطار.

(57.08)%. من مستوى التعرية في المنطقة الدراسة. ومستوى التعرية (خفيف) تم أخذ المرتبة(الخامسة) والآخر بمساحة (0.135)كم2 أي بنسبة (0.07)% من مساحة مستوى التعرية لمنطقة الدراسة

1- حجم التعرية أقل من (50) م3،كم2،السنة:- تحتل المرتبة الأولى بمساحة (81.785)كم2 بنسبة (42.49)% من حجم التعرية في منطقة الدراسة. حسب نموذج جافريلوفيك. و حجم التعرية بين(50 - 500)م3،كم2،السنة:- تظهر بمساحة صغيرة والتي أخذت المرتبة السادسة والأخيرة.

2- حجم التعرية أكثر من (20000)م3،كم2 تقع في المناطق الغربية لمنطقة الدراسة.

3- وتتراوح درجة الانحدار المئوية 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 معناه أن هذه المنطقة تتصف بقلة كثافة التغطية النباتية التي تسبب زيادة التعرية أو انجراف التربة.

المصادر

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

جعفر،على محسين كامل (٢٠١٨)، النمذجة الهيدروجيومورفولوجية لحوض وادي حُسُب وأثرهُ في لتنمية البيئية، جامعة الكوفة، كلية الآداب، أطروحة دكتوراه(غير المنشورة).

الدراجي، سعد عجيل مبارك (٢٠١٩)، الجيومورفولوجيا التطبيقية، دار الحداثة، بغداد، الطبعة الأولى.

الدليمي، خلف حسين علي (٢٠١٢)، علم شكل الأرض التطبيقي، دار صفاء، عمان، الطبعة الأولى.

دياب، صلاح محمد صلاح (٢٠١٩)، استخدام الجيوماتكس لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض خورى بتطبيق نموذج (EPM)، مجلة مركز البحوث الجغرافية و الكارتوجرافية، جامعة المنوفية، الجزء الثاني، فبراير.

ديداي والهواري، محمد ،عبدالغني (٢٠٢١)، توظيف نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد و في التقيم النوعي والكي للتعرية المائية بحوض وادي الحاج (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك(EPM)، المغرب.

شرف، عبدالعزيز طريح (١٩٩٣)، المقدمات في الجغرافيا الطبيعية، مطبعة الإنتصار، الاسكندرية.

شعوان وأخرون، جمال& على فالح& عبدالحميد صديقي& هيثم مسرار (٢٠١٣)، توظيف الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بحوض وادي أمزاز (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك، مجلة جغرافية المغرب، مجلد 28، عدد1-2.

شعوان، جمال (٢٠١٥)، توظيف الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بالريف الأوسط (حوض أمزاز أنموذجاً)، جامعة سيدي محمد بن عبدالله، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، أطروحة دكتوراه(غير المنشورة).

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

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

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