



تقدير حجم التربة المنجرف بفعل التعرية المائية وأثارها البيئية في حوض وادي كلي مرمك- قضاء رانية باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة عبير يحيى أحمد الساكني* كلية التربية/ جامعة المستنصرية

المخلص

معلومات المقالة

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم ظاهرة انجراف التربة بفعل التعرية المائية من خلال استخدام نموذج (Gavrilovic) EPM ، وبعد هذا النموذج من الطرق التجريبية وشبه الكمية التي يمكنها تقدير كمية الايراد الرسوبي فضلاً عن تحديد شدة التعرية المائية والإشارة إلى المناطق التي يتحمل أن تكون مهددة بواسطة التعرية، ويعتمد هذا النموذج على عدة مؤشرات منها ، مؤشر الانحدار ومؤشر حماية التربة ومؤشر الغطاء النباتي ومؤشر التساقط ومؤشر الحرارة ، ومن خلال برنامج نظم المعلومات الجغرافية يمكن دمج هذا المؤشرات لحساب هذا النموذج وتقدير معامل التعرية المحتملة وحجم التربة المنجرفة والتقييم النوعي والكمي لآثارها البيئية ، أظهرت الدراسة أن (67%) من منطقة الدراسة تقع ضمن الدرجتين 5 و 6 التي تعكس قابلية عالية وعالية جداً للانجراف، وقد بينت النتائج أيضاً أن الأمطارو العامل الطبوغرافي الذي يشمل درجة الانحدار وشكل المنحدر والنظام الأرضي يساهم بشكل فعال في حدوث الانجراف المائي، وأن المدرجات تعد وسيلة فعالة للتخفيف من خطورة الانجراف في المنطقة المدروسة، كما أثبتت الدراسة أن برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد هما أداتان فعالتان في رسم خرائط التربة والمشاكل المتعلقة بها لا سيما مشكلة الانجراف المائي واثارها البيئية

© جميع الحقوق محفوظة لدى جامعة المثنى 2020

تاريخ المقالة:

الاستلام: 2020/9/23

تاريخ التعديل: 2020/10/21

قبول النشر: 2020 /10/22

متوفر على النت: 2020/12/14

الكلمات المفتاحية :

انجراف التربة بفعل التعرية المائية

نموذج (Gavrilovic) EPM

نظم المعلومات الجغرافية

حوض وادي كلي مرمك.

المقدمة

التعرية ،مؤشر حماية التربة، مؤشر قابلية التربة على التعرية ، مؤشر الامطار، مؤشر الحرارة) ،ولقد صممت كثير منها لتحديد خطورة الانجراف بعد دمج بعضها عن البعض بعد استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، إذ تم من خلالها التنبؤ بخطر الانجراف التربة وتحديد التوزيع المكاني له، وقد اعتمدت هذه الدراسة على احد هذه النماذج ، وهو نموذج EPM لتقدير حجم انجراف التربة الناتجة عن التعرية المائية.

إن الانجراف المائي من أهم المشاكل البيئية والزراعية التي تحدث في مناطق كثيرة من العالم، اذ ينجم عنه أضرار كثيرة في نفس الموقع الذي تتجلى بانخفاض القدرة الإنتاجية للتربة ، ونتيجة لفقدان عناصر الخصوبة للتربة وأضراراً بعيدة عن الموقع مما يؤدي إلى تدهور في بيئة الأحواض المائية وذلك لوصول نواتج الانجراف إليها.

يختلف تأثير الانجراف المائي على الترب باختلاف عدة عوامل وهي(مؤشر الانحدار، مؤشر قابلية التربة على

- 3- الحاجة الى إجراء المسوحات التفصيلية والتطبيقية لهذه المنطقة للكشف عن مشكلة انجراف التربة التي تعاني منها أراض الحوض.
- 4- تفادي الاخطار الناجمة عن انجراف التربة وانعكاساتها على استخدامات الارض والتدهور البيئي .

منهجية الدراسة : تعتمد الدراسة على المناهج الآتية :

- 1- **المنهج الاستقرائي:** الذي يبدأ بجمع المعلومات من الجزيئات للوصول إلى العموميات .
- 2- **المنهج التحليلي الكمي:** يتمثل في استخدام الأساليب والنماذج الرياضية واستخدام مدلولاتها ونتائجها في تقييم انجراف التربة.
- المنهج التقني المعاصر:** لتحليل البيانات الجغرافية وإعداد خرائط رقمية دقيقة باستخدام التقني المعاصرة ببرمجة GIS وبيانات RS في التحليل والتفسير والتمثيل لهذه الخرائط واعداد قاعدة البيانات الجغرافية الفعالة.
- موقع منطقة الدراسة:**

تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض (36.21) و (36.27) شمالاً وخطي طول (44.35) و (44.41) شرقاً ، وتبلغ مساحتها حوالي (60.27) كم² ، أما جغرافياً فإن حوض وادي كلي مرمك يقع ضمن الحدود الإدارية لمحافظة السليمانية (قضاء رانية)، من الناحية الطبيعية الذي ينحدر من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي يحده من الشمال جبل راسن ومن الشمال الغربي جبل كجوست ومن جهة الشرقية قمة كراوي ديوانة ، ومن الجهة الجنوبية قمة نورحت ومن الجهة الجنوبية الغربية كردي مير حسن ، ومن الغرب قمة بلكي جمدي يلاحظ خريطة (1).

ويعتمد هذا النموذج على اعداد خرائط التي يتم تصميمها على مجموعة من ملفات (شرائح) عديدة، فضلاً عن عدد من الخرائط الرقمية التي توضح التوزيع المكاني للبيانات والعوامل المؤثرة على الانجراف ، والذي يعد من ابسط النماذج واسهلها تطبيقاً ، وقد صمم ليستخدم بشكل خاص في المناطق الأوربية التي تتعرض بشكل كبير لخطر التعرية ومن ثم الانجراف.

مشكلة الدراسة :

يمكن تحديد مشكلة الدراسة بالتساؤلات الآتية:

- 1- هل تعاني منطقة الدراسة من انجراف التربة بفعل التعرية المائية ؟ وما هو حجم التربة المنجرفة ؟
- 2- ماهي الطرق الكمية الخاصة لحساب حجم التربة المنجرفة ؟
- 3- ماهي الآثار البيئية لانجراف التربة في حوض منطقة الدراسة ؟

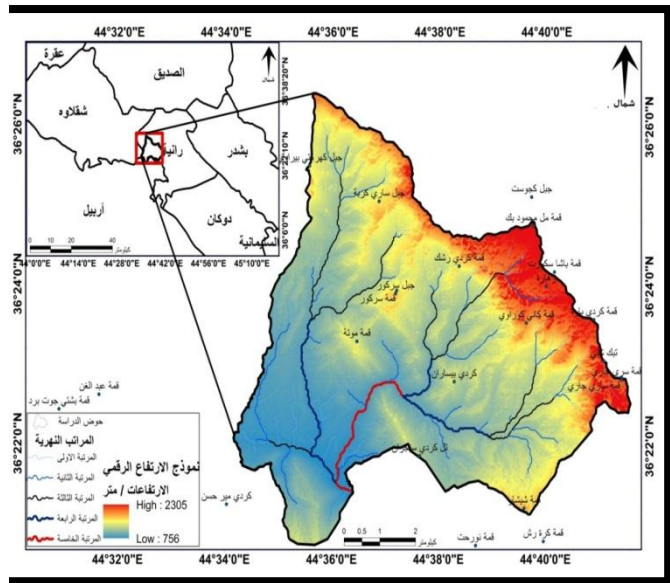
فرضية الدراسة:

يمكن تحديد فرضية الدراسة بالنقاط التالية:

- 1- يعاني حوض منطقة الدراسة من انجراف التربة بسبب غزارة الأمطار ، مما تسبب في انجرافها.
- 2- يمكن تحدد حجم التربة من خلال استخدام الاساليب الكمية في تقدير حجم التربة المنجرفة ومنها نموذج سلوبودان جافريلوفيك Gavrilovic Solobodan.
- أن انجراف التربة له انعكاسات على التدهور البيئي واستخدامات الارض .
- أهمية الدراسة ومبرراتها:**

- 1- تتعرض منطقة الدراسة لمشكلات جيومورفولوجية وهيدرولوجية وبيئية واضحة المعالم.
- 2- عدم وجود دراسة لتقدير معدل انجراف التربة بفعل التعرية المائية لمنطقة حوض وادي كلي مرمك.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من محافظة السليمانية



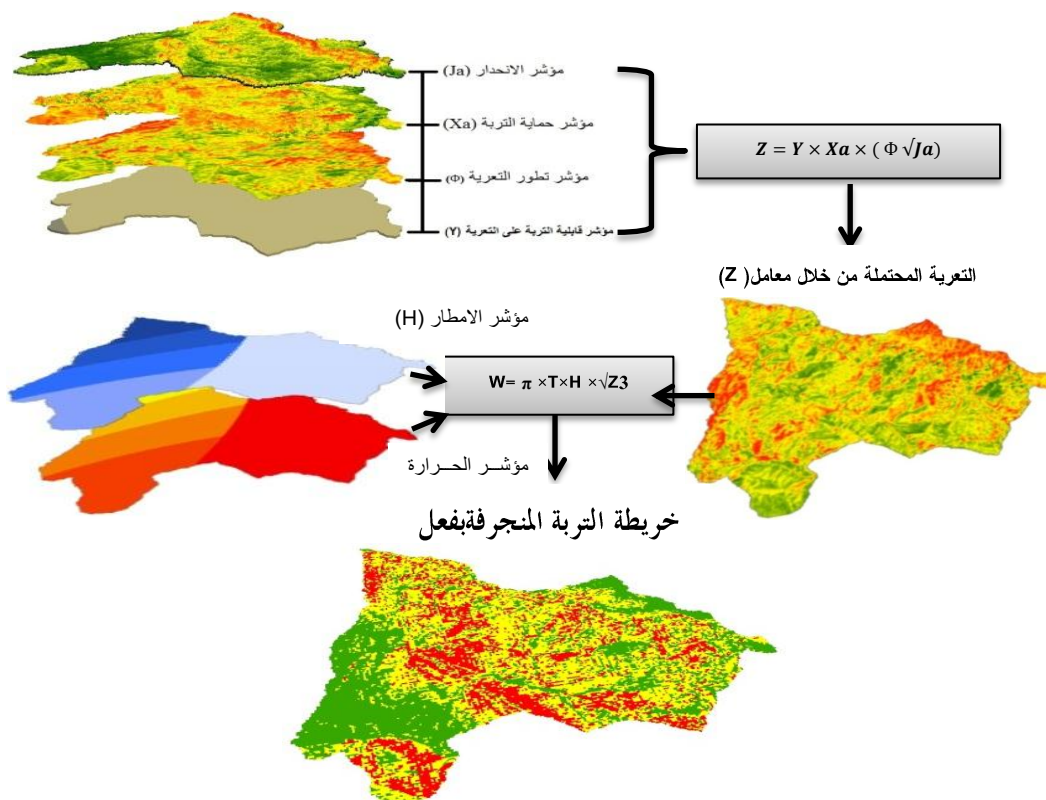
المصدر: جمهورية العراق ، وزارة الري، الهيئة العامة للمساحة،
خريطة محافظة السليمانية الادارية بمقياس ، 1:500000 ، بغداد
2002.

ألية العمل:

يختلف الانجراف عن قابلية الانجراف التي تشير إلى احتمال حدث الانجراف تبعاً لمعطيات بيئة محددة ، بينما يعرف انجراف التربة (بأنه عملية الإزالة الجزئية أو الكلية للمواد المفككة، التي تتكون منها التربة سواء كان ذلك بواسطة الماء ام الرياح أم الإنسان أم مجتمعة)، ولكنه يحدث بشكل رئيس عن طريق تدفق الماء بسرعة وبكميات كبيرة على سطح الأرض بالجريان السطحي، بينما تشمل ميكانيكية الانجراف على فصل جزيئات التربة ونقلها وترسيبها ، والتي يتم الفصل بواسطة طاقة الحث سواء الرياح أم الأمطار. لذلك فإن العملية

بمجمليها تقوم على مدى توفر المادة والطاقة، ونتيجة لهذه العملية تفقد التربة الطبقة السطحية المفتتة والمكونة من تحلل المواد الصخرية وبقايا المواد العضوية المتحللة بفعل البكتريا .

ولتقييم عمليات الانجراف التربة بفعل التعرية المائية في (حوض وادي كلي مرمك) ، فقد تم الاعتماد على نموذج سلوبودان جافريلوفيك Gavrilovic Solobodan أو ما يعرف (EPM)، أن هذا النموذج أصبح هو المعتمد لتقدير تعرية التربة وحصىلة ارساباتها في بلدان أوروبا الشرقية ، وأن هذه النموذج أصبح بمثابة الحل القياسي لحساب التعرية السطحية، كما أختبرت مصداقية هذا النموذج في عدد من الدراسات ، فقد حسب سيزار وزملاءه مقدار التعرية المائية باستخدام نموذج جارفوليك في تسعة عشر موقعاً في سويسرا ، ثم مقارنتها بقياسات حقلية ، حيث وجد أن الارتباط بين القيم المنتجة بكلا الأسلوبين يبلغ 90% ، وبلغت نسبة النجاح في القيم المحسوبة مقارنة بالقيم المقاسة 99% ، وتؤثر عوامل عديدة منها الصخور ودرجة انحدار السطح ودرجة الحرارة وكمية التساقط وخصائص التربة واستخدامات الأرض على القيمة النهائية الناتجة من خلال هذا النموذج ، وإن للعوامل السابقة لها وزن بحكم تأثيرها في التعرية المائية ، باستثناء عامل التساقط الذي يدخل في النموذج بقيمة الأصلية (ملم / السنة)⁽¹⁾ ، ويوضح الشكل (1) الهيكل التنظيمي للنموذج المعتمد.



شكل (1) الهيكل التنظيمي للمنهجية المعتمدة

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على مؤشرات نموذج EPM ومخرجات برنامج ARC.GIS.V.10.3.

$$Z = Y \times Xa \times (\Phi \sqrt{Ja})$$

المعادلة رقم (3): حيث أن:

معامل قابلية التربة للتعرية. Y

معامل حماية التربة. Xa

معدل انحدار التضاريس في منطقة الدراسة (%). Ja

مؤشرات نموذج (EPM)

1- مؤشر الانحدار (Ja):

تعد الانحدارات أحد أهم العوامل في نموذج EPM، إذ يعد من أكثر المعايير التي تحدد شدة التعرية المائية في الاحواض، أن زيادة في سرعة التدفق المياه تحت تأثير الانحدارات تسبب التعرية المائية، أي كلما زادت زاوية الانحدار زاد معدل انجراف التربة سواءً عن طريق القفز بتأثير قطرات المطر الساقطة أو عن طريق المياه الجارية فوق سطح التربة، فإن زيادة الانجراف الناتج عن قطرات

ويتكون هذا النموذج من المعادلات الآتية:

$$W = \pi \times T \times H \times \sqrt{Z/3}$$

حيث أن:

W : متوسط السنوي للتعرية ($م^3/كم^2/السنة$).

H : المعدل السنوي للأمطار (مم).

Z : معدل التعرية.

T = متوسط درجات الحرارة السنوية، يستخرج وفق المعادلة الآتية:

المعادلة رقم (2):

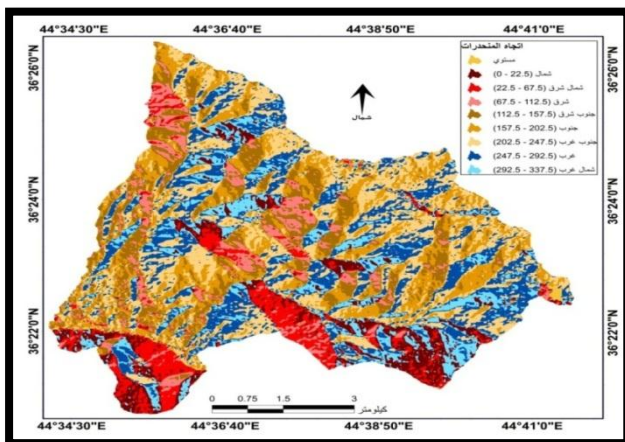
$$T = \sqrt{\frac{C}{10}} + 0.1$$

C = درجات الحرارة ويتم استخراجها.

ونظراً لأهمية اتجاه السفوح في تعرض التربة للتعرية ضمن مناخ منطقة الدراسة، فقد تم تقسيم منحدرات المنطقة بشكل كامل وتحديد مواقع الدراسة الميدانية، حيث تم اتجاه السفوح إلى ثمانية اتجاهات مضافاً إليها الأراضي المستوية كما في خريطة (3).

يتضح من خلال الجدول (2) أن المنحدرات المواجهة للشمال تشكل نسبة (7.4%)، في حين تشكل المنحدرات المواجهة للشرق (6.7)، أما المنحدرات المواجهة للجنوب فتبلغ (17.2)، كما تشكل المنحدرات المواجهة للغرب (17.7%)، ويلاحظ أيضاً أن المنحدرات الجنوبية والغربية تشكل النسبة المرتفعة من مجموع اتجاهات المنحدرات في منطقة الدراسة، ويعود ذلك إلى الدور الكبير الذي تلعبه الأودية الرئيسية لوادي كلي مرمك ذات الامتداد (شرقي - غربي) نتيجة للميل العام لمرتفعاتها، حيث عملت مياه الأمطار والأودية الموسمية المفاجئة على جرف وتعميق مجاري هذه الأودية، مما زاد من نسبة ومساحة السفوح المواجهة للجنوب والغرب، وكذلك فإن الأمطار الساقطة على المنحدرات الغربية والجنوبية للمرتفعات الجبلية لها دور مباشر في جرف وتعرية هذه السفوح لوقوعها في وجه المطر بشكل يفوق المنحدرات الشرقية الواقعة في ظل المطر، مما قلل من نسبتها من المنطقة إلى (6.7%).

خريطة (3) اتجاه المنحدرات في منطقة الدراسة



المطر الساقطة راجع إلى أن المسافة التي تقفزها الحبيبات المتطايرة في اتجاه المنحدر تزداد مع زاوية الانحدار، أما زيادة انجراف التربة بالمياه الجارية مع زيادة زاوية انحدار التربة تؤدي إلى ازدياد قوة دفع الماء الجاري الذي تتناسب طردياً مع زاوية الانحدار.

لقد تم استخلاص مؤشر الانحدار من خلال نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة تمييزية 12.5 متر، يتضح من خلال جدول (1) والخريطة (2)، ومن خلال تحليل فئات الانحدار نجد هيمنة فئتي الانحدار الضعيف والمتوسط بحوالي 57% من مجموع مساحة الحوض والذي يبدأ من المنبع حتى المصب الانحدار، والتي تزداد بحدة نقل المواد المفتتة نتيجة الجريان السيلوي والجاذبية في المفتتة نتيجة الجريان السيلوي والجاذبية الأرضية في الاتجاه الأسفل مع ارتفاع درجات الانحدار، ويرتبط نسبة الانحدارات المتوسطة بحدث التضايرس وبالطبوغرافية الشديدة التقطع الناجمة عن كثافة الأخاديد والشعب وتعميقها.

جدول (1) مساحات مؤشر الانحدار في حوض وادي كلي

فئة الانحدار %	الفئة	اللون	المساحة كم ² %	مرمك
< 11	ضعيفة جداً	خضراء	15.43 %	
12 - 20	ضعيفة	أخضر فاتح	18.53 %	
21 - 31	متوسطة	أصفر	15.55 %	
32 - 45	شديدة	أحمر	7.28 %	
46 >	شديدة جداً	أحمر داكن	3.47 %	
المجموع			60.27	100

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة تمييزية 12.5، ومخرجات برنامج ARC.GIS.V.10.3.

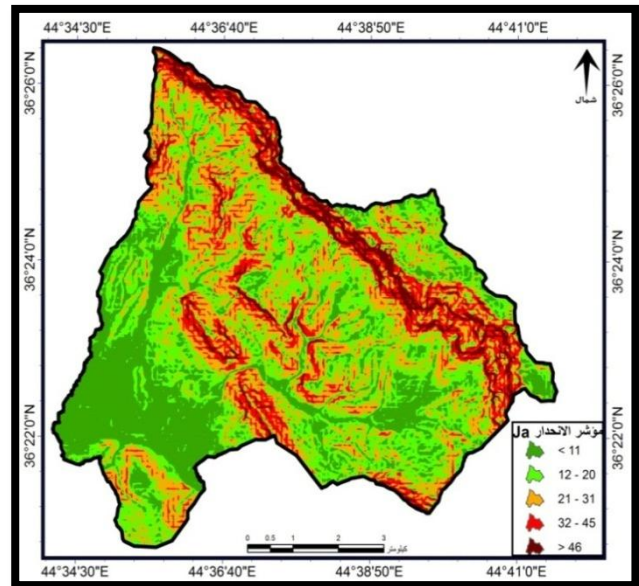
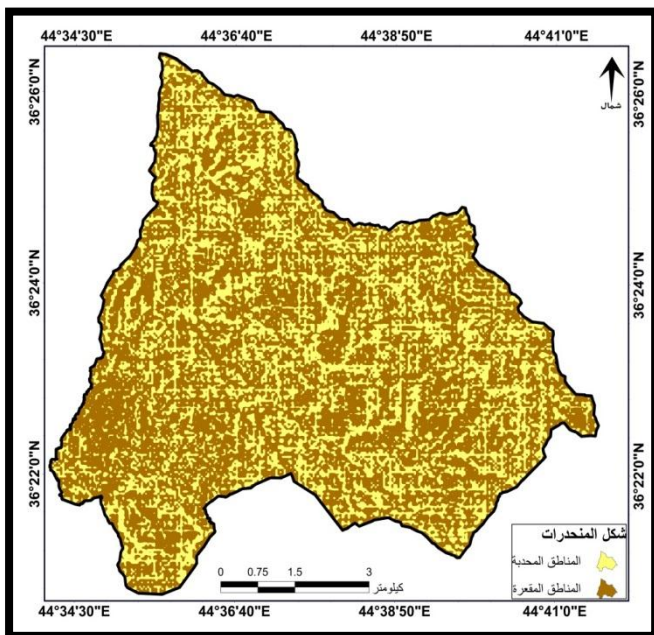
حيث أن درجات الانحدار تبلغ اقصاها عند أسفل المنحدر التي تكون فيها كمية الجريان السطحي قد زادت، ولكن المنحدرات المقعرة (Concave) فيكون معدل انجراف التربة فيها قليل ، لأن الجزء من المنحدر الأكثر انحداراً يقع في أعلى المنحدر قبل أن تزداد كمية الجريان السطحي، وهذا يبين من خلال الجدول (3) و الخريطة (4)، أن المناطق المقعرة تبلغ مساحتها (45.25) كم² بنسبة (75%)، في حين تبلغ مساحة المناطق المحدبة (15.02) كم² بنسبة (25%).

جدول (3) شكل المنحدرات في الحوض

شكل المنحدر	اللون	المساحة كم ²	النسبة %
مقعر		45.25	75%
محدب		15.02	25%
المجموع		60.27	100

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة تمييزية 12.5، ومخرجات برنامج ARC.GIS.V.10.3.

خريطة (4) المناطق المحدبة والمقعرة في الحوض



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة تمييزية 12.5، ومخرجات برنامج ARC.GIS.V.10.3.

جدول (2) مساحات منحدرات منطقة الدراسة بحسب الاتجاهات المختلفة

الاتجاه	اللون	المساحة كم ²	النسبة %
مستوي		0.36	0.6%
شمال (0 - 22.5)		4.47	7.4%
شمال شرق (22.5 - 67.5)		4.13	6.9%
شرق (67.5 - 112.5)		4.02	6.7%
جنوب (112.5 - 157.5)			
شرق (157.5 - 202.5)		7.12	11.8%
جنوب (202.5 - 247.5)		10.34	17.2%
غرب (247.5 - 292.5)		13.33	22.1%
شمال (292.5 - 337.5)		10.65	17.7%
غرب (337.5 - 382.5)		5.85	9.7%
المجموع		60.26	100.0 %

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة تمييزية 12.5، ومخرجات برنامج ARC.GIS.V.10.3.

أما شكل المنحدر له تأثير كبير على عامل التعرية ، فتكون التعرية كبيرة في المنحدرات المحدبة (Convex) ،

متوسط القيمة	Xa	مؤشر حماية التربة
0.15	< 0.2	غابات مختلطة كثيفة، متوسطة الكثافة وإحراج
0.3	- 0.2 0.4	غابات صنوبرية وباقات نباتية مبعثر على جوانب القنوات المائية
0.5	- 0.4 0.6	مراعي وغابات أو جنبات متضررة
0.7	- 0.6 0.8	مزارع ومراعي متضررة
0.9	- 0.8 1.0	أراضي جرداء

Zorn, M, and B. Komac (2008). (Response of soil erosion to land use change with particular reference to the last 200 year (Julian Alps, Western Slovenia). Presented at XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia.

يتضح من خلال الجدول (5) و الخريطة (5) أن مؤشر حماية التربة في منطقة الدراسة تتراوح بين (0.2) إلى (0.6) أن التباين في التغطية النباتية في المنطقة الدراسة له اثاراً في حماية التربة من التعرية، فنجد أن المناطق ذات الغابات الصنوبرية تكون نباتات مبعثرة على جوانب القنوات المائية تحتل الصدارة في نسبة مساحة تواجدتها والبالغة (43%) وتركز في المناطق الجبلية من حوض الدراسة، تليها مناطق الغابات الصنوبرية وباقات نباتية مبعثر على جوانب القنوات المائية والتي تبلغ نسبة مساحتها (32%) وتركز في بطون الاودية، أما مراعي وغابات أو جنبات متضررة تبلغ نسبة مساحتها (25%)

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة تمييزية 12.5، ومخرجات برنامج ARC.GIS.V.10.3.

2- مؤشر حماية التربة (Xa):

يرتبط معامل حماية التربة (Xa) ارتباطاً مباشراً بالغطاء النباتي الذي يلعب دوراً مهماً في الحد من التعرية عن طريق حماية التربة أثناء هطول الأمطار وزيادة نفاذية التربة، إذ يساعد الغطاء النباتي على تخفيض معدلات انجرافها بشكل كبير، ويتناسب ذلك طردياً مع الكثافة هذا الغطاء، والذي يمنع بدوره قطرات المطر الساقطة من الارتطام بسطح التربة مما يحول إلى الحد من انجراف التربة عن طريق الحبيبات المتطايرة من ارتطام القطرات بسطح التربة، بالإضافة إلى ذلك إن الغطاء النباتي يعمل على زيادة تماسك التربة ومقاومتها للتعرية من طريق تماسك جذورها ، أما الجزء العلوي من النبات فوق سطح التربة فيعمل على الحد من سرعة الجريان السطحي وبالتالي يخفض قدرته على جرف التربة (3)

تم أستخلاص مؤشر حماية التربة من مرئيات القمر الاصطناعي Landsat(8) ومن ثم استخراج المؤشر الغطاء الخضري، ومنها تم تطبيق المعادلة الاتية لاستخراج حماية التربة:

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

حيث أن:

$$Xa = \text{مؤشر حماية التربة.}$$

$$XaNDVI = \text{أعلى قيمة في معامل التغطية النباتية .}$$

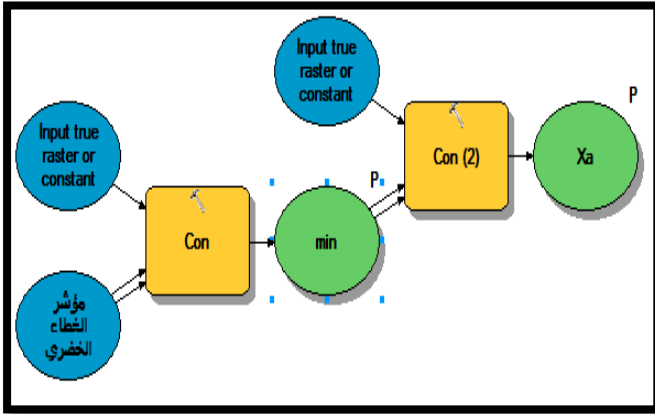
وفقاً لهذا المعادلة تتنوع فئات معامل حماية التربة (Xa) وفقاً لاستخدام الأراضي بين (0.1) للغابات الكثيفة إلى (1) للأراضي الرطبة⁽⁴⁾، كما في الجدول (4).

الجدول (4) العوامل الوصفية لتحديد معامل حماية التربة xa

المصدر: من عمل الباحثين

بالاعتماد على مؤشر حماية التربة ومخرجات برنامج
ARC.GIS10.3.

الشكل (1) نموذج حساب معادلة حماية التربة في ARC.GIS



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على المعادلة المذكورة
اعلاه وبرنامج ARC.GIS10.3.

3- مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y):

تم تعريف قابلية التربة للتعرية (Y) من قبل (Renard et al) على أنه تأثير خصائص التربة على فقد التربة أثناء حالات هطول الأمطار ، وأثبت حساسيته للتعرية المياه من خلال الخصائص الجيولوجية والتربة واستخدامات الأرض⁽⁵⁾ ، وتم تحديد هذا المؤشر بالاعتماد على خريطة التربة لمنظمة الأغذية والزراعة العالمي لسنة 2006 ، وبحسب المعادلة الاتية والجدول (6):

$$Y = 2.1 \times M^{1.14} \times 104(12 - MO) + 3.25(B - 2) + 2.5(C - 3)/100$$

حيث أن :

M: (رمل ناعم% + طيني% - 100).

MO: النسبة المئوية للمواد العضوية.

B: رمز نفاذية التربة (1 إلى 6) .

C: فئة نفاذية التربة. Wischmeier W. H. and Smith.

الجدول (6) معامل قابلية التربة التعرية

متوسط القيمة	الفئات Y	معامل تعرية التربة
0.2	0.3 - 0.1	تربة شديدة الصلابة والمقاومة
0.4	0.5 - 0.3	تربة ذات مقاومة متوسطة

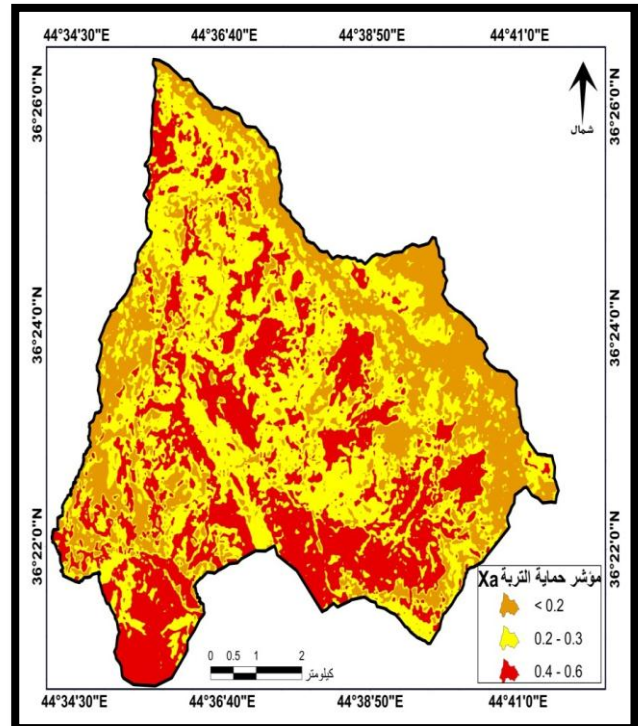
وتتركز في بطون الاودية والمناطق السهلية من الحوض،
ويوضح الشكل (1) نموذج استخراج مؤشر حماية التربة.

جدول (5) معامل حماية التربة xa للحوض

مؤشر حماية التربة	قيمة Xa	اللو ن	المساحة كم ²	النسبة المئوية %
غابات مختلطة كثيفة، متوسطة الكثافة وإحراج	< 0.2		15.15	25
غابات صنوبرية وبقايات نباتية مبعثر على جوانب القنوات المائية	- 0.2 0.3		25.98	43
مراعي وغابات أو جنبات متضررة	- 0.4 0.6		19.12	32
المجموع			60.26	100

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على مؤشر حماية
التربة ومخرجات برنامج ARC.GIS10.3.

خريطة (5) مؤشر حماية التربة Xa في الحوض



ومن أجل نتائج أكثر دقة فإن الباحثين رأى أن يحسن ذلك من خلال التصنيف اعتماداً فقط على نسجة التربة ومعرفة صنف التربة التي تحدد جودة تصريف التربة ، وهو ما يتوافق مع نموذج EPM، يتضح من خلال الجدول والخريطة (6) تتأثر منطقة الدراسة بنوعية التربة من حيث سمكها ونفاذيتها إذ تتعرض للكثير من المشكلات كالانزلاقات الأرضية فالتربة المتماسكة بسبب تجاذب جزيئاتها الصغيرة لوجود روابط كيميائية فضلاً عن المكونات العضوية التي تضم الترب الحاوية على (10%) وأكثر من جزيئات الصلصال تكون أكثر تماسكاً على المنحدرات الأرضية ولا تتعرض للانجراف، أما الترب الجبسية تمتاز بكبرها النسبي بحجم حبيباتها كالرمل ، إذ تحتوي على نسب قليلة من الصلصال فان هذه الترب وسبب عدم تماسك حبيباتها تتعرض للانجراف بشدة لاسيما اذا توفر عامل الامطار، وتوجد في منطقة الدراسة التربة الغابية الجبلية

Luvisoil

وهي كلمة مشتقة من اللغة

صنف التربة	رمل	غرين	طين	وصف التربة	قيمة Y
الترب الغابية الجبلية	58.9	16.2	24.9	طينية غرينية	0.1

اللاتينية وتعني الترب الغابية الحاوية على أفق طيني متجمع بالغسل .

الجدول (7) تصنيف التربة ومعامل قيم (Y) لمنطقة الدراسة

المصدر: خريطة منظمة الأغذية والزراعة FAO ، 2006.

www.fao.org/countryprofiles/en

تربة ذات مقاومة ضعيفة	0.5 - 0.6	0.55
ركامات صخرية ورواسب خشنة وترب صلصالية	0.6 - 0.8	0.7
رواسب رملية ناعمة ترب لا مقاومة لها	0.9 - 1.0	0.65

Estimation of erosion and sediment yield, S. Amini 1, B. Rafiei 2 S. Saadat et .of Ekbatan Dam drainage basin with EPM, using GIS al. / Iranian Journal of Earth Sciences 2 (2010) / 87-106.

عناصر التربة المؤثرة في عملية انجراف التربة بفعل التعرية المائية:

1. نفاذية التربة Soil permeability:

كلما ازدادت نفاذية التربة ازدادت كمية المطر المتسربة إلى داخل التربة على حساب الكمية التي تكون الجريان السطحي فوق التربة، وبالتالي يقل معدل انجراف التربة بهذه المياه الجارية فوق سطح التربة⁽⁶⁾.

2. ح

ج

م

حبيبات التربة Particle size:

كلما ازداد حجم حبيبات التربة ازدادت كتلتها، ومن ثم صعب على المياه الجارية فوق سطح التربة جرفها، وذلك راجع إلى زيادة قوة مقاومة هذه الحبيبات.

لذلك يكون هناك تناسباً عكسياً بين معدل انجراف التربة وحجم حبيبات التربة، إذا تساوت الظروف الأخرى، فنجد أن الترب التي يكون سطحها يغطي بفراشة من الحصى والحصى تكون مقاومة للانجراف بالمياه الجارية، والعكس صحيح، بالنسبة للترب التي يكون قوام طبقتها السطحية ناعم⁽⁷⁾.

3. التحام حبيبات التربة :

يزيد تلاحم حبيبات التربة من مقاومتها للانجراف بالمياه الجارية، لأن هذا التماسك سواء بالمواد العضوية أو الأملاح أو المعادن الطينية يحول دون اقتلاع هذه الحبيبات مع الماء الجاري، لذلك نجد أن الترب المفككة سواء كانت مفككة بشكل طبيعي بسبب فقرها بهذه المواد اللاصقة أم مفككة بفعل الإنسان أكثر عرضة للانجراف بالجريان السطحي⁽⁸⁾.

4- مؤشر تطور التعرية (Φ):

تختلف قيم هذا المؤشر باختلاف حجم الأحواض المائية، ويستلزم من خلال الدراسة الميدانية بالإضافة إلى تفسير وتحليل مرئيات فضائية عالية الدقة وبسبب عدم توافر هذه المرئيات لأسباب متعددة، يتم الإعتماد على معادلة لحساب هذا المؤشر من صور لاندسات والتي صاغها (MILVSKII) ويتم حسابه من خلال المعادلة التالية⁽⁹⁾:

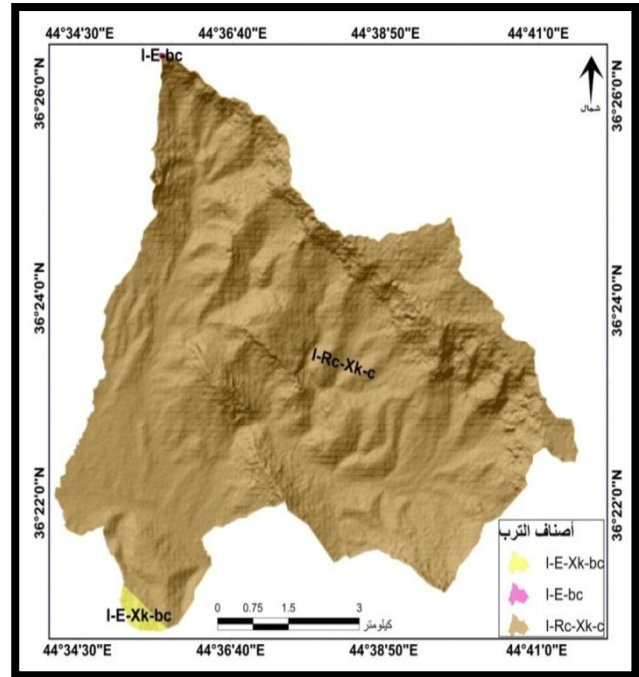
$$\Phi = \frac{\sqrt{TM3}}{QMAX}$$

$tm3$ = الباند الرابع في مرئيات القمر الصناعي Landsat8.

$Qmax$ = القيمة القصوى للإشعاع وهذا يستخرج من الملف الوصفي للمرئية.

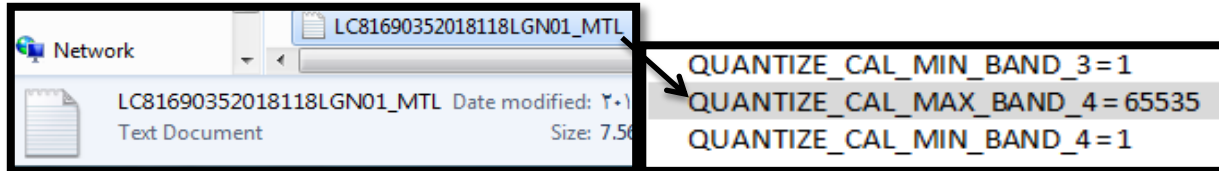
اذ تبلغ القيمة الإشعاع القصوى لهذا النطاق (65.535)، إذ تم استخلاص قيمة من الملف (MTL) المرفق مع حزمة القمر الصناعي (LANDSAT 8) وكما موضح في شكل رقم (2).

الخريطة (6) أصناف الترب في حوض وادي كلي مرمك



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على جدول رقم (7) ومخرجات برنامج ARC.GIS.V.10.3.

الشكل (2) استخراج قيمة الإشعاع القصوى من خلال ملف MTL للنطاق الرابع Band4



المصدر: بالاعتماد على ملف (MTL) المرفق مع القمر الصناعي LANDSAT8.

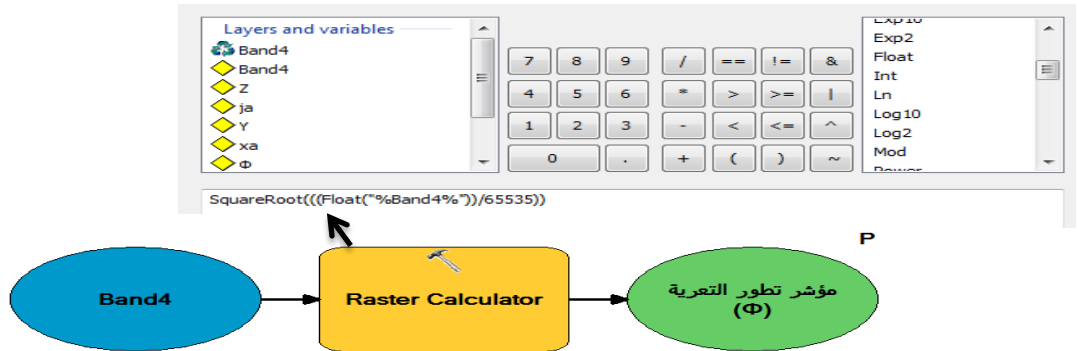
مؤشر حماية التربة	قيمة Xa	اللون	المساحة كم ²	النسبة المئوية %
تعرية في الرتب الرئيسية	-0.3 0.5		48.34	80
تعرية بمختلف القنوات والارسابات النهرية	0.5 - 0.6		11.92	20
المجموع			60.26	100

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على مؤشر تطور تعرية التربة ومخرجات برنامج ARC.GIS10.3.

يتضح من خلال الجدول (8) والخريطة (8)، أن معامل تطور التعرية في حوض وادي كلي مرمك يتكون من فئتي هما التعرية في الرتب الرئيسية وبلغت مساحتها حوالي (48.34) كم² من مساحة الحوض ونسبة (80%)، أما الفئة الثانية هي تعرية بمختلف القنوات والارسابات النهرية وبلغت مساحتها (11.92) كم² ونسبة (20%) من مساحة الحوض، إذ تنتشر الفئة الأولى في اجزاء مختلفة من الحوض أما الفئة الثانية تتركز في الاجزاء الغربية والشرقية من الحوض ، يوضح الشكل (3) نموذج استخراج مؤشر تطور التعرية.

جدول (8) معامل تطور تعرية التربة (Φ) للحوض

شكل (3) نموذج استخراج مؤشر تطور التعرية

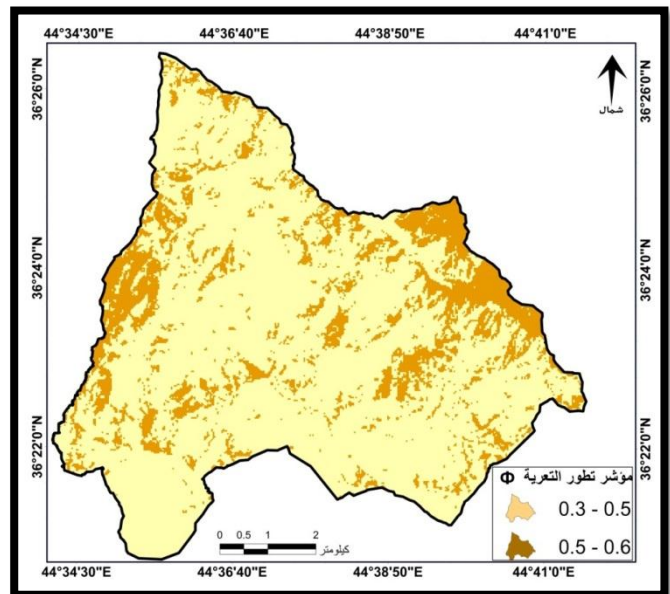


المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على المعادلة المذكورة اعلاه وبرنامج ARC.GIS10.3.

من مياه الأمطار الساقطة، مما يؤثر سلباً في نسبة الجريان السطحي وكميات التربة المنجرفة⁽¹⁰⁾.

تم حساب مؤشر الحرارة من خلال البيانات المناخية لدورة مناخية كاملة 33 عام منذ 1985 م إلى 2018م وتنفيذ أمر IDW على الوادي (كلي مرمك) من خلال عملية الإشتقاق المكاني Spatial Interpolation من نقاط الرصد المناخية في برنامج نظم المعلومات الجغرافية، ونستخدم المتوسط السنوي بالمليمتر، في الخريطة (9) والشكل (4).

الخريطة (8) مؤشر تطور التعرية (Phi) في الحوض

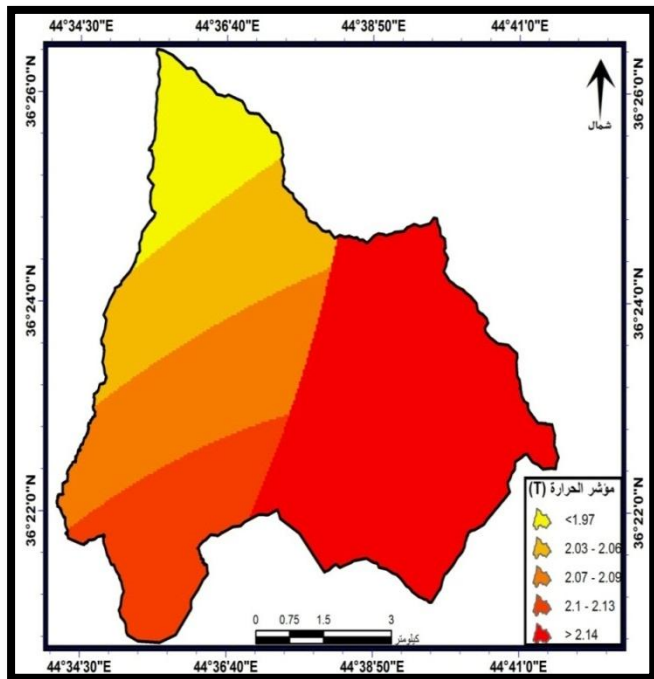


المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على مؤشر تطور التعرية ومخرجات برنامج ARC.GIS10.3.

5- مؤشر الحرارة (T):

يتميز عامل الحرارة بكونه ثاني أهم العوامل المناخية تأثيراً في انجراف التربة في نموذج جافريلوفيك بعد عامل الأمطار، فبارتفاع معدلاتها ترتفع معدلات التبخر، مما يؤدي إلى انخفاض رطوبة التربة فتزداد قدرتها على امتصاص وترشيح مياه الأمطار الساقطة، وبالتالي فإن ارتفاع درجات الحرارة فوق معدلاتها الشهرية خلال موسم سقوط الأمطار في الفترات الزمنية الفاصلة بين المنخفضات الجوية يؤدي إلى جفاف التربة السطحية، ومن ثم إلى رفع قدرتها على استيعاب كميات أكبر

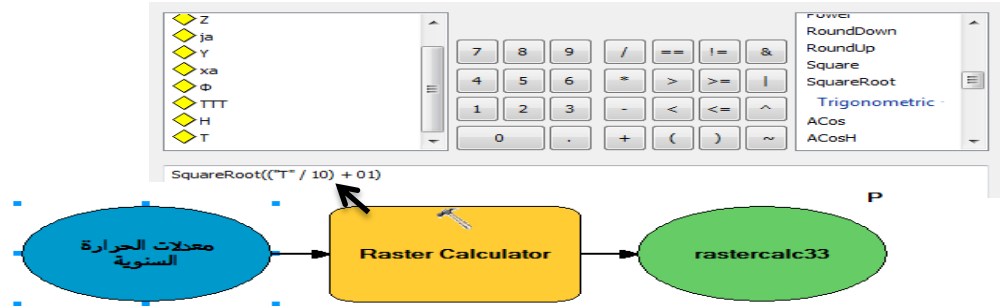
خريطة (9) مؤشر الحالة الحرارية T في الحوض



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على مؤشر

الحرارة ومخرجات برنامج ARC.GIS10.3.

الشكل (4) نموذج مؤشر الحرارة T



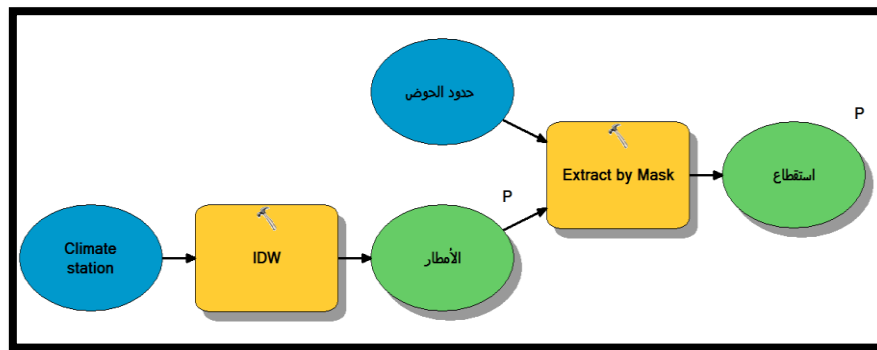
المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على معادلة رقم (2) ومخرجات برنامج ARC.GIS.V.10.3.

6- مؤشر الهطول المطري (H):

لمعدل تسرب الماء داخل التربة ، ازداد معدل الجريان السطحي فوق سطح التربة ومن ثم ازدادت قدرته على جرف التربة⁽¹¹⁾. ولتقدير كمية متوسط التساقطات السنوية في حوض منطقة الدراسة، وقد اعتمدت الى بيانات المحطات الموجودة خارج الحوض لتصحيح قيم التساقطات المقدرة داخل الحوض باستخدام احد طرق الأستكمال المكاني (IDW) inverse distance weighted ، في نظم المعلومات الجغرافية لتفادي المبالغة في القيم المقدرة ، كما في الشكل (5).

هي عبارة كمية المطر الساقطة على مساحة محددة من سطح الأرض خلال زمن محدد، وكلما ازدادت غزارة انهمار المطر ازداد معدل انجراف التربة، بسبب زيادة كمية الجريان السطحي فوق سطح التربة، فالمطر عندما يسقط على سطح التربة إما أن يتسرب إلى داخل التربة وهو ما يعرف بالرشح أو التسرب، أو يبقى على سطح التربة، ومن ثم نحو أسفل المنحدر، وهو ما يعرف بالجريان السطحي، وكلما ازدادت غزارة المطر بالنسبة

الشكل (5) نموذج أستخلاص مؤشر الهطول المطري



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على برنامج ARC.GIS.V.10.3.

0.30	0.20 – 0.40	خفيف
0.10	0.01 – 0.19	خفيف جداً

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على :

Gavrilovic, Z., M. Stefanovic, M. Milojevic, and J. Cotric (2006). "Erosion Potential Method" An Important Support For Integrated Water Resource Management.

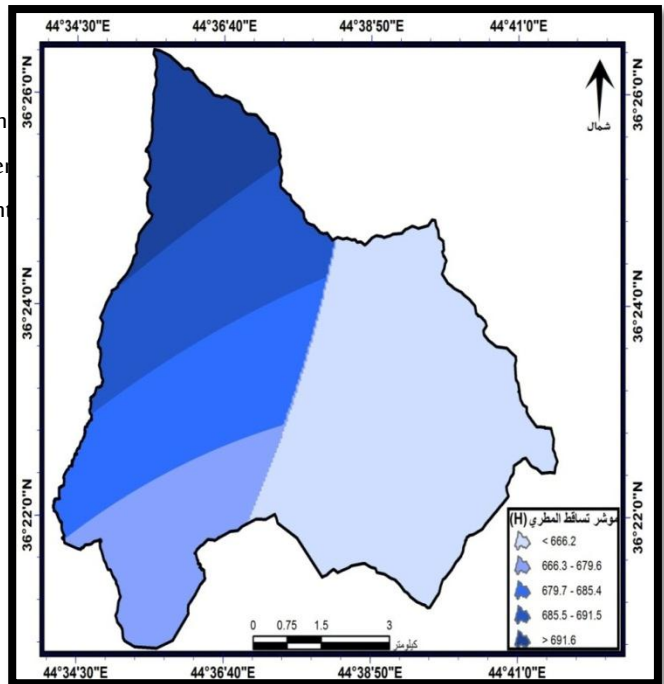
يتضح من خلال الجدول (10) والخريطة (11)، حيث تشكل التعرية الشديدة أكثر جميع مستويات التعرية إذ بلغت نسبتها 45% من مساحة الحوض ، تليها التعرية شديداً جداً 28%، ومن ثم التعرية المتوسطة 27%، إذ تظهر التعرية الشديدة جداً في مناطق اجزاء مختلفة من الحوض ، ويوضح الشكل (6) نموذج استخراج التعرية المحتملة من خلال معامل (Z).

جدول (10) مستويات التعرية المحتملة ومساحتها في الحوض

النسبة المئوية %	المساحة كم ²	مستويات التعرية المحتملة
28	16.82	شديد جداً
45	27.23	شديد
27	16.22	متوسط
100	60.27	المجموع

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على خريطة (10).

الخريطة (10) متوسط هطول الأمطار السنوية في الحوض



يتضح من خلال الخريطة (10) التي توضح تدرج هطول الأمطار في الحوض، في الشمال الشرقي يتجاوز متوسط هطول الأمطار السنوي 691.5 ملم ، ويزداد باتجاه الشرق بمقدار 666.2 ملم بسبب تأثير الارتفاعات والمنحدرات التي تشكل حواجز ضد التأثيرات المتوسطة.

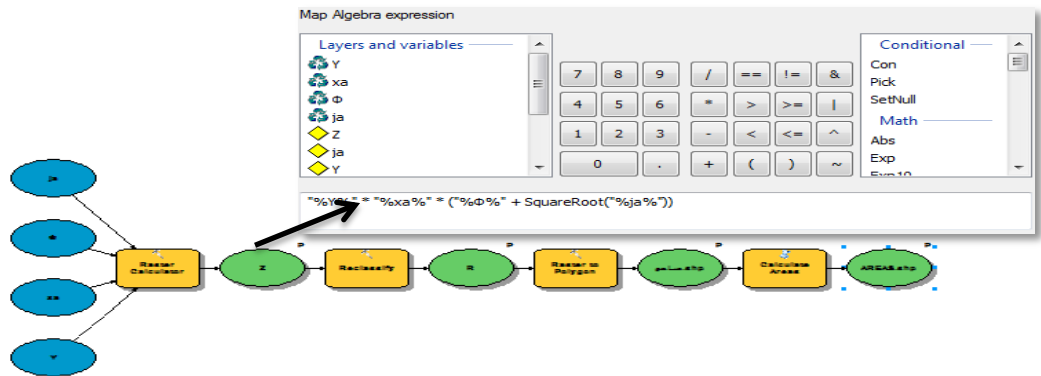
7- التعرية المحتملة من خلال معامل (Z):

تمكن الباحثين من خلال دمج هذه المؤشرات سابقة الذكر في برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من استخلاص التقدير النوعي للتعرية المائية لتمكن من تقدير حجم التربة المنجرفة بفعل التعرية المائية ، حيث تم تصنيف مستويات التعرية المحتملة كما حددها جافريلوفيك في خمسة فئات كما في الجدول (9).

جدول (9) مستويات التعرية المحتملة طبقاً لمعامل Z

مستويات التعرية المحتملة	معامل Z	متوسط القيمة
شديد جداً	أكثر من 1.51 – 1.01	1.25
شديد	1.0 – 0.81	0.85
متوسط	0.80 – 0.41	0.55

الشكل (6) نموذج استخراج التعرية المحتملة من خلال معامل (Z).



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على مخرجات معادلة (1) وبرنامج ARC.GIS.V.10.3.

الخريطة (11) التعرية المحتملة من خلال معامل (Z) المفقودة، ويوضح الجدول التالي درجات التعرية بحسب نموذج

EPM.

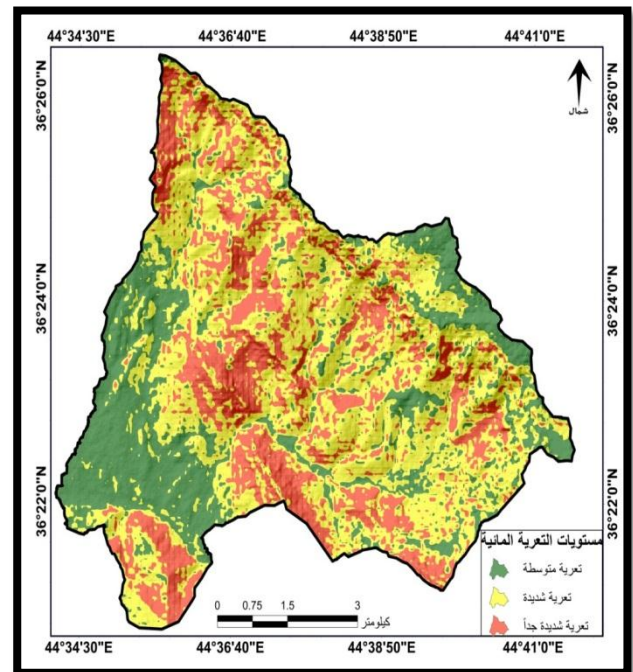
جدول (11) مستويات التعرية بحسب حجم التربة المنجرفة

الفئة	حجم التربة	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 كارثية

ZACHAR D. (1982). Soil Erosion. Amsterdam: Elsevier science publishing company, p547

ومن الملاحظ للجدول (12) والخريطة (12) نجد بأن هناك ثلاث فئات لمستوى التعرية بحسب حجم التربة المنجرفة وهي فئة التعرية المعممة حيث تمثل أقل من 1500-5000 متر مكعب في العام وتشغل أكثر من 33 % من الوادي، وتمثل الفئة التعرية القوية من 20000 إلى 5000 متر مكعب في العام وتعد أكبر قيمة للتعرية وتشغل أكثر من 46 % من مساحة الوادي، أما الفئة الأخيرة وهي الفئة الانحدار الكارثية التي تمثل مستوى التعرية بها من أكثر من 20000، وتشغل حوالي 21% من مساحة الحوض، وتظهر هذه الفئة في الجزء الوسطى والشرقية من منطقة الدراسة.

الجدول (12) مستويات التعرية حسب حجم التربة المنجرفة في الحوض



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على معادلة (3)، ومخرجات

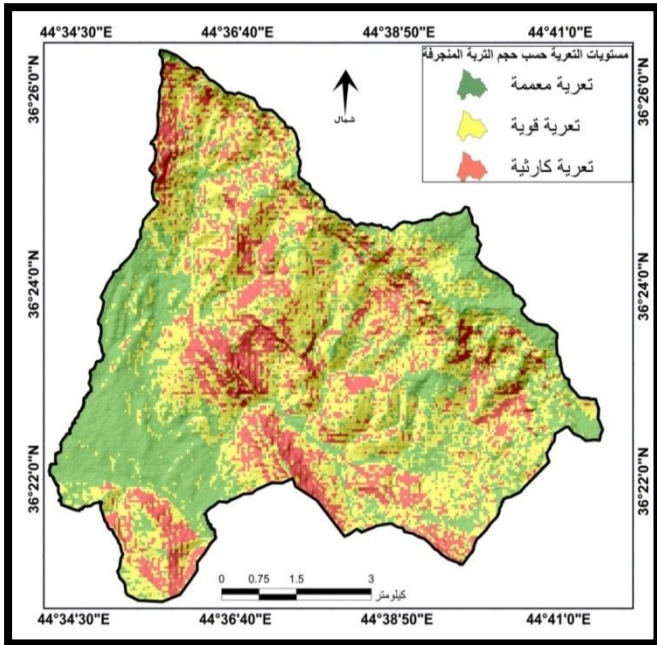
برنامج ARC.GIS.V.10.3.

8- التقدير الكمي للتعرية المائية باستخدام نموذج

EPM:

يرى ميلفسكي وزملاؤه أن معدلات التعرية السنوية الضعيفة تقل عن 500 م³/كم²/السنة، وأن معدلات التعرية العالية هي ما يتجاوز 800 م³/كم²/السنة، بحسب نتائج تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقييم الكمي للتعرية، وقد حدد (Zachar D) ستة أصناف من التعرية المائية بحسب حجم التربة

الخريطة (12) حجم التربة المنجرفة بفعل التعرية المائية في الحوض بتطبيق نموذج جافريلوفيك

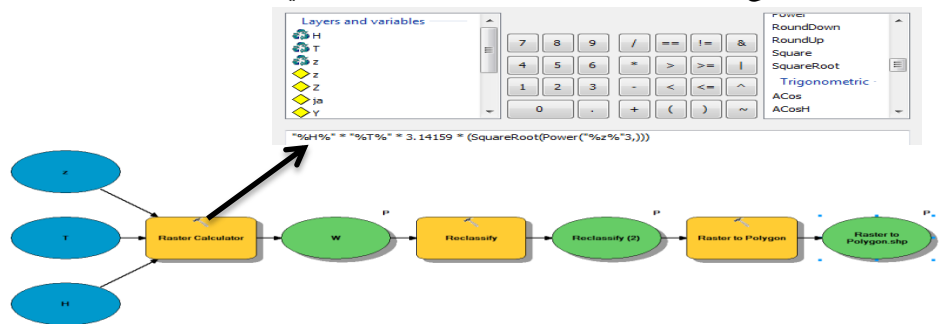


المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على مخرجات معادلة (3) وبرنامج ARC.GIS.V.10.3

حدة التعرية	المساحة (هكتار)	المساحة (كم ²)	%
تعرية معممة	1993.15	19.93	33
تعرية قوية	2730.63	27.31	46
تعرية كارثية	1273.14	12.73	21
المجموع	6001.92	60.27	100

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على مخرجات معادلة (3) وبرنامج ARC.GIS.V.10.3

الشكل (7) نموذج تطبيق معادلة انجراف التربة بفعل التعرية المائية (W)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات معادلة (1) وبرنامج ARC.GIS.V.10.3

المختلفة وديناميكيات التعرية اتجاهات مهمة إلى حد ما كما في الجدول (13).

9- تأثير عوامل التعرية على انجراف التربة : إن التوزيع غير المتكافئ لفقدان التربة في حوض وادي كلي مرمك هو نتيجة للتغير الواسع في تأثيرات كل عامل من عوامل التعرية، إذ تكشف العلاقة الإحصائية بين العوامل

الجدول (13) مصفوفة الارتباط بين معدل فقدان التربة السنوي ومعايير التعرية

مؤشرات نموذج EPM	Z	Y	Ja	Φ	Xa	H	T
التعرية المحتملة (Z)	1	0.37	0.3	0.46	0.49	0.35	0.07
معامل قابلية التربة للتعرية (Y)	0.45	1	0.45	0.41	0.49	0.36	0.01
معدل انحدار التضاريس (Ja)	0.3	0.41	1	0.26	-0.16	0.1	-0.03
مؤشر تطور التعرية (Φ)	0.46	0.49	-0.02	1	0.42	0.02	0.08
معامل حماية التربة (Xa)	0.49	0.49	0.31	-0.16	1	-0.1	0.06
المعدل السنوي للأمطار (H)	0.35	0.36	-0.27	0.1	0.02	1	0.52
متوسط درجات الحرارة السنوية (T)	0.07	0.01	-0.03	0.08	0.06	0.52	1

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على مؤشرات نموذج (EPM).

من خلال لجدول (13) يبين العلاقة القوية بين بيانات خريطة EPM وحماية تعرية التربة ، يبدو أن الأخير هو الأكثر حسماً في ديناميكيات التعرية بمعامل الارتباط من الترتيب 0.49 (24٪)، ويتبعها مؤشرات أنواع التعرية (22.5٪) ، وحساسية التربة للتعرية (18.1٪) ، وهطول الأمطار (17.1٪) ونظام المنحدرات (14.7٪)، وعلى النقيض من ذلك ، فإن حماية التربة نفسها مرتبطة بأنواع التعرية بمعامل ارتباط قدره 0.42، ترتبط أنواع التعرية بقوة إلى حد ما بنظم الانحدار (معامل الارتباط = 0.26)، أما درجات الحرارة في علاقة جيدة مع هطول الأمطار.

10- الأثار البيئية لانجراف التربة بفعل المياه في حوض وادي كلي مرمك:

تكمن الآثار المترتبة على انجراف التربة بفعل مياه الأمطار في انخفاض جودة التربة الذي ينتج عنها فقدان الطبقات العليا الغنية بالمواد المغذية في التربة من المواد العضوية وأي بقايا كائنات حية بالإضافة إلى السماد، ونقل الجزيئات الأصغر من التربة خفيفة الوزن أو طبقات كاملة من التربة التي تضعف الهيكل العام للتربة بل وتغير ملمسها، وتؤثر على قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه، مما يجعلها أكثر عرضة للظروف القاسية مثل الجفاف، يتمثل انجراف التربة بفعل الماء في حركة الرواسب والملوثات الزراعية في المجاري المائية الذي يؤدي إلى إغلاق السدود، والتغيير في أعداد الكائنات الحية للبحيرات مما يؤدي إلى الإخلال بظاهرة التنوع الحيوي، بالإضافة إلى تلوث مياه

الشرب، وفي بعض الحالات، يتسبب انجراف التربة في حدوث الفيضانات بسبب انخفاض قدرة التربة المنجرفة على امتصاص الماء، ويمكن أن تتراكم الرواسب على المنحدرات السفلية مما يؤدي إلى تغييرات في شكل استخدامات الأرض وتضاريسها ، والمبيدات والسماد العضوي التي يتم نقلها في كثير من الأحيان جنباً إلى جنب مع انجراف التربة، تلوث مصادر المياه في مجرى النهر والأراضي الرطبة والبحيرات، وانخفاض جودة المياه مع دخول الرواسب والمواد الغذائية إلى مجرى النهر، فضلاً عن تهديد البنية التحتية مثل الطرق والجسور والمباني⁽¹²⁾.

أظهرت نتائج الدراسة إن لنمط استخدامات الأرض دوراً واضحاً في انجراف التربة، حيث تزداد درجة مخاطر الانجراف في أراضي المحاصيل والحراج المتنائر، مقارنةً مع باقي الاستخدامات عند تماثل العوامل الأخرى، وتقل في الأراضي المغطاة بالحراج متوسط الكثافة والمراعي.

وهذا يتوافق مع أدلة Kosmas أن نمط الاستخدام الأراضي يؤثر بشكل كبير في الجريان السطحي وبالتالي في انجراف التربة، وما أشار إليه (Yan) إلى أن للغابات والمراعي دوراً أكبر بكثير من الأراضي الزراعية في حماية التربة من الانجراف، كما أن للمدرجات دوراً كبيراً في تخفيف مخاطر الانجراف، حيث وجد أنه في المنحدرات التي أنشئت فيها هذه المدرجات تتناقص درجة مخاطر الانجراف مقارنة مع المنحدرات المماثلة التي لم ينشأ فيها مدرجات، حيث تعمل هذه المدرجات على تخفيف شدة الانحدار وبالتالي تخفيف شدة الجريان السطحي، أما تأثير

العامل المطري، فيظهر على المحاصيل المزروعة في المنحدرات، حيث تتعرض المحاصيل في المناطق التي تتلقى أمطاراً تزيد على 691.6 ملم سنوياً لدرجة عالية جداً من مخاطر الانجراف، في حين أن المحاصيل المزروعة في مناطق تتلقى أمطاراً أقل من 666.2 ملم سنوياً تتعرض لدرجة أقل من درجات مخاطر الانجراف، حين تتماثل العوامل الأخرى. أما عامل التربة فلم يكن له دور واضح وأثر كبير في الانجراف لأن خواص التربة المدروسة كانت في أغلب الحالات متجانسة.

الاستنتاجات :

1- أظهرت الدراسة إن للعوامل الطبيعية دوراً مؤثراً في انجراف التربة وهي ، عامل الامطار وعامل الانحدار و

- 4- يجب إقامة المدرجات في المنحدرات لتخفيف درجة الانحدار وبالتالي انجراف التربة، والعمل على صيانة هذه المدرجات بشكل دوري.
- 5- وتشجيع إقامة المحميات في المناطق التي لا تزال تحوي على تجمعات حراجية، بهدف الحفاظ عليها ومساعدتها على التجدد الطبيعي، وتطبيق الاستراتيجيات اللازمة لتجديد الغطاء النباتي وزيادة كثافته وتدهور استخدام الأرض .

الهوامش:

- (1) Ghobadi, S. Pirasteh, B. Pradhan, Determine of Correlation Coefficient between EPM and MPSIAC Models and Generation of Erosion Maps by GIS Techniques in Baghmalek Watershed, Khuzestan, Iran, thSASTech 2011, Khavaran Higher-education Institute, Mashhad, Iran. May 12-14,P5.
- (3) Gavrilovic, Z., M. Stefanovic, M. Milojevic ,and J. Cotric (2006). "Erosion Potential Method " An Important Support For Integrated Water Resource Management. Presented at XXIIIth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia.
- (4) Dragicevic N., Karleusa B. & Ozanic N., 2017. Erosion Potential Method (Gavrilovic Method) sensitivity analysis. Soil Water Res. 12:51–59.
- (5) Wischmeier W. H. & Smith D. D., 1978. Prediction rainfall erosion losses, a guide to conservation planning Science U.S. Dep Agric. Agric. Handbook n° 537.
- (6) أحمد خميس حمادي المحمدي، دور العوامل الجغرافية في تملح تربة قضاء الفلوجة "ناحيي الصقلاوية والكرمة"، رسالة ماجستير، كلية التربية ، ابن رشد، قسم الجغرافية، 2004، ص116-117.
- (7) إبراهيم إبراهيم شريف، علي حسين الشلش، جغرافية التربة ط1، مطبعة جامعة بغداد، بغداد، 1985، ص146.
- (8) أحمد خميس حمادي المحمدي، مصدر سابق، ص121.
- (9) Milevski, I., I. Blinkov, and A. Trendafilov (2008). Soil erosion processes and modeling in the upper Bregalnica catchment. Presented at XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia.

- عامل قابلية التربة للتعرية وعامل تطور التعرية وعامل حماية التربة وعامل الحرارة.
- 2- تم استخدام نموذج سلوبودان جافريلوفيك Gavrilovic Solobodan أو (EPM). وتبرز أهمية هذه المعادلة إن للأمطار الدور الرئيس ودرجات الحرارة والتعرية المحتملة في حدوث انجراف التربة بفعل التعرية المائية.
- 3- تم قياس المتغيرات الدراسة باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية مثل المرئيات الفضائية والصور الجوية واعداد خرائط موضوعية مثل خريطة قابلية التربة للتعرية وخريطة تطور التعرية وخريطة حماية التربة التي تم اشتقاقها من المرئيات الفضائية لحوض الدراسة، أما خريطة الانحدار تم اشتقاقها من نموذج الارتفاع الرقمي لحوض الدراسة بدقة تميزية 12.5 متر.
- 4- تم انتاج خريطة التعرية المحتملة وخريطة مساحات الترب المنجربة بفعل التعرية المائية من خلال دمج المؤشرات اعلاه و تطبيق الاساليب الكمية لتحديد التعرية المائية وانجراف التربة الناتج عن التعرية المائية باستخدام نموذج EPM.

التوصيات:

- 1- حث المتخصصين على تطبيق نموذج جافريلوفيك قبل عملية التخطيط والتنمية في المناطق الجبلية.
- 2- يجب معرفة أسباب تدهور التربة وتحديد لها في كل منطقة، من أجل اتخاذ الإجراء اللازمة لمكافحة التدهور الحاصل، لذلك ينصح بتطوير تكنولوجيا تنبؤ دقيق، لتقييم مدى الانجراف وشدته، وضرورة وضع خرائط قابلية انجراف التربة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.
- 3- إجراء مسوحات لمختلف الأراضي بحيث يتم إصدار خرائط حديثة لترب المنطقة الشمالية من العراق بصورة دقيقة وشاملة ، وكذلك إنتاج خرائط تخص باستخدامات الأراضي بالاعتماد على مرئيات فضائية عالية الدقة .

- to conservation planning Science U.S. Dep Agric. Agric. Handbook 1978.
- 7- Milevski, I., I. Blinkov, and A. Trendafilov, Soil erosion processes and modeling in the upper Bregalnica catchment. Presented at XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia, (2008).
- 8- A. Balasubramanian, 'Soil Erosion – Causes and Effects', www.researchgate.net, Retrieved 06-01-2020
- 9- Bissonnais L. and Papy Y, Les effets du ruissellement et de l'érosion sur les matières en suspension dans l'eau. In : L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau, INRA Editions, 1997.
- (10) A. Balasubramanian, 'Soil Erosion – Causes and Effects', www.researchgate.net, Retrieved 06-01-2020. Edited.
- (11) Bissonnais L. and Papy Y., 1997, Les effets du ruissellement et de l'érosion sur les matières en suspension dans l'eau. In : L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau, INRA Editions, pp.265-279.
- (12) A. Balasubramanian, 'Soil Erosion – Causes and Effects', www.researchgate.net, Retrieved 06-01-2020. Edited.
- المصادر:**
- 1- المحمدي، أحمد خميس حمادي ، دور العوامل الجغرافية في تملح تربة قضاء الفلوجة "ناحيي الصقلاوية والكرمة"، رسالة ماجستير، كلية التربية ، ابن الرشد، قسم الجغرافية، 2004.
- 2- شريف، إبراهيم إبراهيم ، علي حسين الشلش، جغرافية التربة ط1، مطبعة جامعة بغداد، بغداد، 1985.
- 3- Ghobadi, S. Pirasteh, B. Pradhan, Determine of Correlation Coefficient between EPM and MPSIAC Models and Generation of Erosion Maps by GIS Techniques in Baghmalek Watershed, Khuzestan, Iran, thSASTech 2011, Khavaran Higher-education Institute, Mashhad, Iran.
- 4- Gavrilovic, Z., M. Stefanovic, M. Milojevic ,and J. Cotric. Erosion Potential Method" An Important Support For Integrated Water Resource Management. Presented at XXIIIth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia. (2006).
- 5- Dragicevic N., Karleusa B. & Ozanic N., Erosion Potential Method (Gavrilovic Method) sensitivity analysis. Soil Water Res, 2017.
- 6- Wischmeier W. H. & Smith D. D, Prediction rainfall erosion losses, a guide

Abstract

This study aims to evaluate the phenomenon of soil erosion by water erosion through the use of the EPM model. This model is an experimental and semi-quantitative method that can estimate the amount of sedimentary revenue as well as determine the severity of water erosion and indicate the areas that are likely to be threatened by erosion. The model has several indicators, including the regression index, the soil protection index, the vegetation index, the precipitation indicator, and the heat index, and through the Geographic Information Systems program, these indicators can be combined to calculate this model, estimate the potential erosion coefficient, the size of the eroded soil and its qualitative and quantitative for its environmental effects, the study showed that (67%) From the study area lies within grades 5 and 6 that reflect a high and very high susceptibility to erosion, the results also showed that the topographic factor that includes the degree of slope and the shape of the slope and the Earth system and the shape of the Earth contribute effectively to the occurrence of water erosion, and that the terraces are an effective way to reduce the risk Drifting in the studied area, as the study demonstrated that software geographic information systems and data sensing technology are effective tools in soil mapping And the problems related to it, especially the problem of water erosion And its environmental effects.