

## التقييم الكمي للتعرية المائية لحوض وادي زراوة باستخدام نموذج GAVRILOVC (EPM)

الكلمات المفتاحية: التقييم ، التعرية ، وادي زراوة

أ.د. رقية أحمد محمد أمين العاني إسماعيل جمعة كريم المشهداني

كلية الآداب/الجامعة العراقية ديوان الوقف السني/دائرة التعليم الديني والدراسات الإسلامية

[aliasmael285@gmail.com](mailto:aliasmael285@gmail.com)

[Rugaya\\_Mohamed@aliraqia.edu.iq](mailto:Rugaya_Mohamed@aliraqia.edu.iq)

### الملخص

ويعد نموذج ( EPM ) الذي أعده العالم (GavriloVIC جافريلوفيك) واحد من أهم النماذج المستخدمة لقياس كميات الترب المفقودة بسبب التعرية المائية ، ويعتمد هذا النموذج على عدد من المتغيرات ذات العلاقة بالتعرية كالانحدار ونوع التربة وكثافة الغطاء النباتي، فضلاً عن التساقطات المطرية، وقد طبق هذا النموذج في عددٍ من البلدان الأوربية وحقق نتائج ذات دقة عالية مقارنةً مع الدراسات الميدانية. واعتمدت الدراسة على مرئية فضائية للقمر الصناعي Land sat 8 للعام ٢٠١٨ لغرض تحليل استعمالات الأرض وكثافة الغطاء النباتي. أما البيانات المطرية فنظراً لعدم وجود محطات مناخية قريبة من الحوض تم الاعتماد على الموقع المناخي ( <http://Chrsdata.eng.uci.edu> ) للحصول على كميات الأمطار من تسعة نقاط لمحطات مطرية مفترضة (٣) في داخل الحوض و (٦) محيطية بالحوض من جميع الجهات لتقدير متوسط كميات الأمطار ، وتوصلت الدراسة إلى أن مستويات التعرية في حوض وادي زراوة تراوحت ما بين الضعيفة والمتوسطة والشديدة، أما كمية الترب المفقودة فتراوح بين (٣١٤ - ٢٧٩٠ م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة) والمتوسط العام للترب المفقودة فبلغ (١٥٥٢ م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة)

### المقدمة

تتداخل مجموعة من العوامل في تحديد المقدار الكمي للتعرية بفعل المياه السطحية الجارية؛ منها نوع التربة وخصائصها، ودرجة انحدار السطح، ونوع الغطاء النباتي وكثافته، والتساقطات المطرية ودرجات الحرارة وتوجيه السفوح، وغيرها من العوامل الأخرى. فبعض الترب أكثر قابلية للتعرية من غيرها، مهما تكن باقي العوامل ثابتة. ولحساب التقييم النوعي للتعرية المائية وضعت عدة مؤشرات ونماذج منها: تعد التعرية المائية من الظواهر الطبيعية

المتعلقة بعدة عوامل، كالمناخ، التربة ومدى قابليتها لمقاومة التعرية، والغطاء الأرضي وكثافته، فضلاً عن الانحدار وشدته . وفي السنوات الأخيرة وضعت عدة نماذج لدراسة التعرية المائية من حيث النوع والكم، وأغلب هذه النماذج تتميز بسهولة تطبيقها، وكلفتها المادية قليلة، ومن أهم هذه النماذج وأكثرها استعمالاً في التقييم الكمي (نموذج (EPM) GAVRILOVC

يتطلب قياس التعرية المائية ( كمياً أو نوعاً ) إمكانات مادية وبشرية كبيرة، فضلاً عن الوقت الطويل الذي تستغرقه العمليات من أجل الوصول إلى القياسات المطلوبة. من أجل ذلك عمل العديد من العلماء والباحثين على إيجاد معادلات رياضية لتقدير الكميات المفقودة من التربة اعتماداً على عدد من المؤشرات المؤثرة في عملية التعرية .

### المشكلة :

تتمثل مشكلة الدراسة بمجموعة أسئلة ، وهي :

- ١- ما دور التركيبات الجيولوجية في عملية التعرية المائية وحجمها ؟
- ٢- هل تؤثر طبيعة التضاريس والغطاء النباتي في عملية التعرية المائية ؟
- ٣- ما حجم الترب المفقودة بفعل التعرية المائية داخل حوض وادي زراوة ؟

### الفرضية :

- ١- تلعب التراكيب الجيولوجية دوراً هاماً في عملية التعرية وشدتها .
- ٢- تؤثر التضاريس والغطاء النباتي في تحديد حجم الرسوبيات الناتجة عن التعرية المائية .
- ٣- يمكن حساب حجم الترب المفقودة بالاعتماد على نموذج (Gavrilovic جافريلوفيك)

### الهدف :

حساب حجم الترب المفقود داخل حوض وادي زراوة وتحديد أماكن التباين المكاني للتعرية وشدتها .

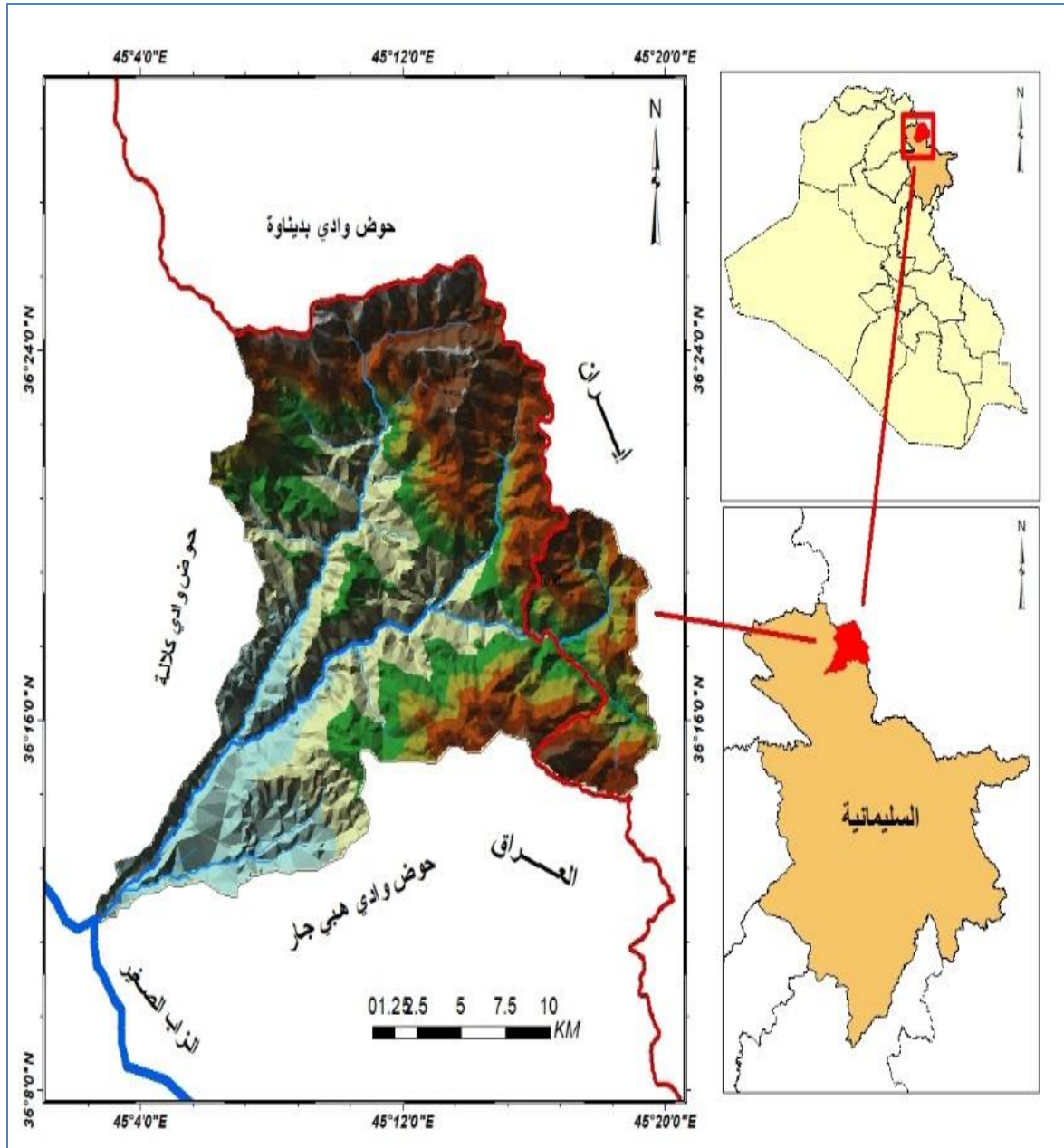
### موقع منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي زراوة في أقصى الشمال الشرقي لمحافظة السليمانية في العراق، تبلغ مساحته (٣٤٥.٦٣ كم<sup>٢</sup>). ينبع من الحدود العراقية الإيرانية، تقع جزء من منابعه ضمن

الحدود السياسية الإيرانية، ويجري داخل أراضي قضاء بشدر، ثم يصب في نهر الزاب الصغير بالقرب من مدينة قلعة دزه .

أما فلكياً يقع الوادي عند دائرة عرض ٤٠° ١١' ٣٦" - ٤٠° ٢٦' ٣٦" شمالاً، وعند خط طول ٨٢° ١٩' ٤٥" - ٨٢° ٢٢' ٢٥" شرقاً . كما مبين في الخريطة رقم (١).

خريطة رقم (١) موقع منطقة الدراسة



- ١- عمل الباحث بالاعتماد على برنامج Arc Map Gis 10.7.1 .
- ٢- وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، الخريطة الطبوغرافية (١:١٠٠٠٠٠٠)، ١٩٩٢ .

## الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة :

## ١- الجيولوجيا :

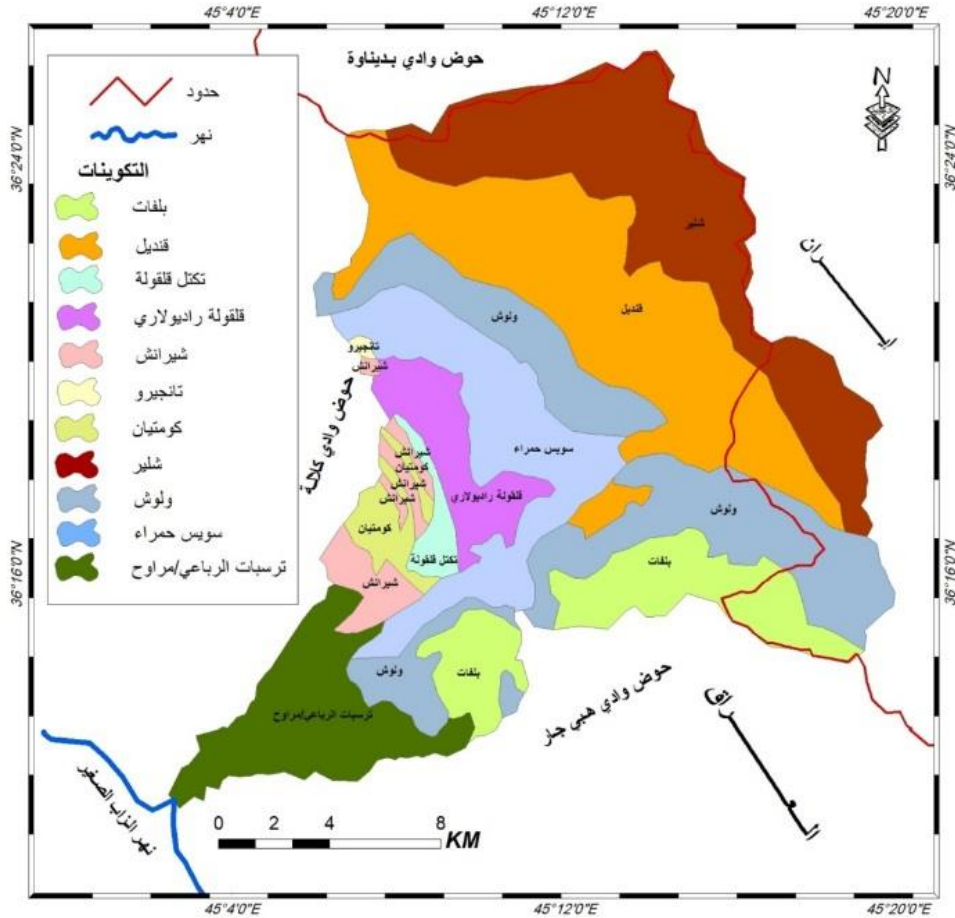
تقع منطقة الدراسة في أقصى شمال شرق العراق ضمن قطاع الالتواءات والطيات zone folded ( الرصيف غير المستقر ) حسب تصنيف ( Buday 1984 ) للعراق تحديداً ضمن النطاق الثانوي ( سليمانية - زاخو ) (Buday, 1984: ١) ، الذي يمتاز بالتعقيد وكثرة الالتواءات والتقطعات نتيجة شدة الحركات التكتونية فعملت على تشكيل طيات مرتفعة تصل إلى ٣٠٠٠ م تقريباً. صخور المنطقة أغلبها نارية و متحولة فضلاً عن الطبقات الرسوبية التي تحوي المعادن كالحديد والنحاس والرصاص (العمرى، ١٩٧٧: ١٧-٢٠) .

تمثل المنطقة نقطة اصطدام للصفحة العربية غرباً بالصفحة الإيرانية شرقاً والصفحة التركية شمالاً ، لذلك فهي تقع ضمن النطاق النشط تكتونياً بفعل الحركة التصادمية التضاغية التي نتج عنها حركات رفع وهبوط وضغط ما بين الصفائح تولدت منها طيات محدبة ومقعرة، فضلاً عن الالتواءات والصدوع الشقوق والفواصل (وزارة الصناعة، قره داغ، ٢٠١٠: ١٣).

تعرضت طبقات المنطقة لاضطراب شديد بسبب هذه الحركة التصادمية فكثرت فيها الانكسارات الزاحفة، واختلطت صخورها اختلاطاً واضحاً، إذ غطت الصخور القديمة الحديثة، فتظهر في أعالي المرتفعات صخور نارية قديمة بجوار صخور رسوبية كالصخور الكلسية والطفل (وزارة الصناعة، أربيل-مهاباد، ١٩٩٨: ٩).

تتباين التكوينات الجيولوجية في حوض وادي زراوة ما بين الضعيفة الهشة وشديدة المقاومة، تبعاً لأصل هذه التكوينات، كونها نارية أو متحولة أو ناتجة عن رسوبيات حديثة. وتغطي منطقة الدراسة عدد من التكوينات الجيولوجية منها المقاوم للتعرية (بلفات، قنديل، كوميتان، شلير) وتشغل مساحة تقدر ( ١٧٠.٨١ كم<sup>٢</sup> ) ونسبة ٥١.١٥ % من مجموع مساحة الحوض. ومنها ذات المقاومة المتوسطة (ولوش، قلقله) والذي يشغل ( ٨٨.٣٦ كم<sup>٢</sup> ) ونسبة ( ٢٥.٦ % )، ومنها الضعيف (شيرانش، تانجيرو، عقرة- بخمة، السويس الحمراء، وترسبات الزمن الرابع) وتغطي مساحة تصل إلى ( ٨٠.٤٦ كم<sup>٢</sup> ) أي ما يعادل ( ٢٣.٢٥ % ) من مجموع الحوض الكلي. كما في الخريطة (٢).

## خريطة ( ٢ ) التكوينات الجيولوجية في حوض وادي زراوة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على :

١- بيانات جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، هيئة المسح الجيولوجي، قسم المسح

الجيولوجي، جيولوجية لوحة أربيل - مهاباد ، بغداد، مايو، ١٩٩٨.

٢- مخرجات برنامج Arc Map GIS 10.7.1 .

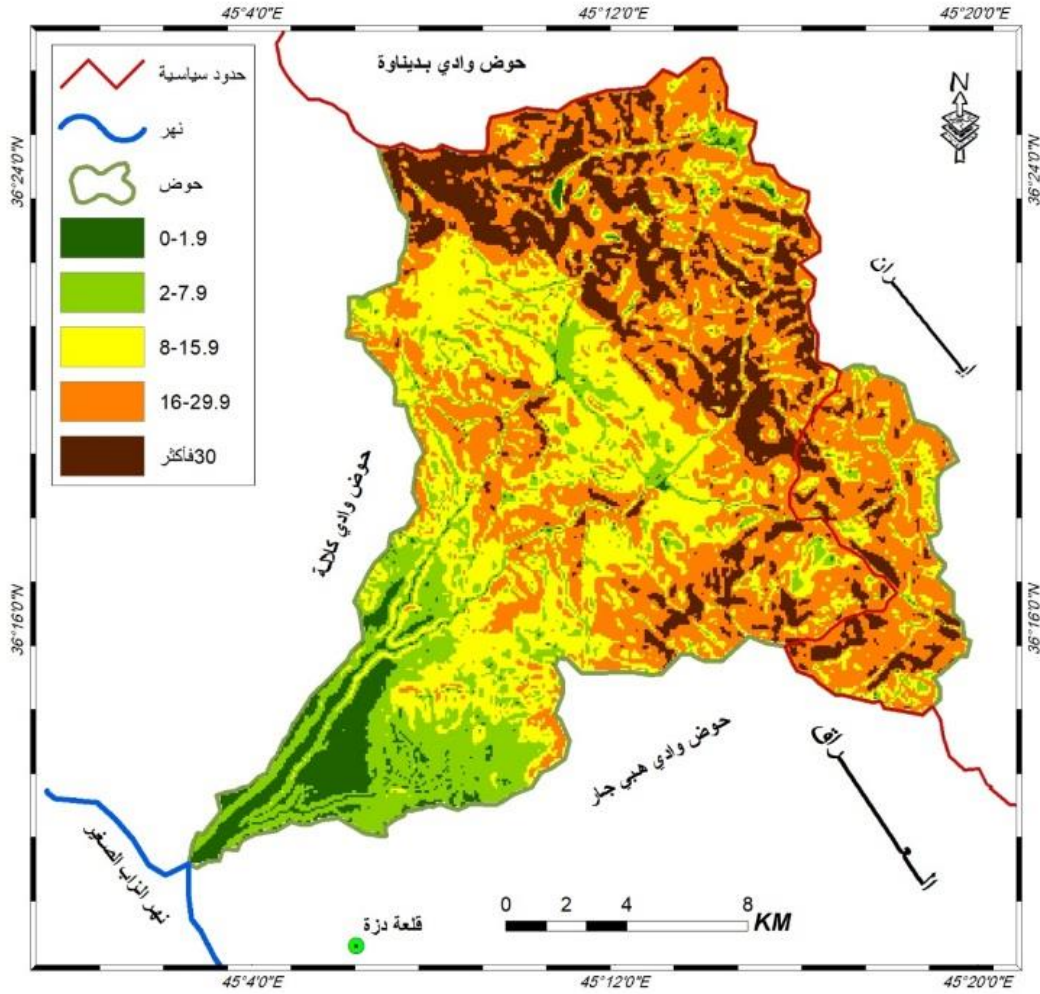
## ٢- الانحدار :

تعد دراسة الانحدارات من الدراسات المهمة كونها تؤثر في جيومورفولوجية السطح من خلال جريان المياه السطحي الذي يعمل على تغيرات مستمرة في شكل سطح الأرض، كذلك لعلاقتها بإنتاج ونقل الرواسب وحركة المواد المفتتة والصخرية (العاني، ٢٠١٠: ٦٢) .

بالاعتماد على تصنيف Zink تراوحت أصناف الانحدار في حوض وادي زراوة بين الأراضي المستوية والأراضي المتقطعة بدرجة عالية كما مبين في الجدول (١). وشكلت الأراضي المتقطعة نسبة عالية من مجموع أراضي الحوض بلغت (٣٨.٢٢ %) ثم الأراضي

المتوسطة بنسبة (٢٧.٢٣%) تلتها الأراضي المتقطعة بدرجة عالية (١٥.١٣%) ثم الأراضي ذات التموج الخفيف (١٥.٠٧%) وأخيراً الأراضي المستوية بنسبة (٤.٣٥%) وبمساحات (١٣٢.١٢ كم<sup>٢</sup>، ٩٤.١٣ كم<sup>٢</sup>، ٥٢.٢٦ كم<sup>٢</sup>، ٥٢.١١ كم<sup>٢</sup>، ١٥.٠١ كم<sup>٢</sup>) على التوالي. كما مبين في الخريطة (٣)

### خريطة (٣) الانحدار في وادي زراوة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على :

١- بيانات جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، هيئة المسح الجيولوجي، قسم

المسح الجيولوجي، جيولوجية لوحة أربيل - مهاباد، بغداد، مايو، ١٩٩٨.

٢- مخرجات برنامج Arc Map GIS 10.7.1 .

جدول ( ١ ) أصناف الانحدارات ومستويات سطح الأرض حسب تصنيف Zink

الفئة	شكل السطح (التضرس)	الانحدار / درجة	تصنيف السطح	المساحة/كم <sup>٢</sup>	النسبة %
١	أراضي مسطحة/مستوية	1.9-0	سهل - وادي	15.01	4.35
٢	أراضي تموج خفيف	7.9-2	سهل - سفوح أقدام الجبال	52.11	15.07
٣	أراضي متموجة	15.9-8	تلال منخفضة	94.13	27.23
٤	أراضي متقطعة	29.9-16	تلال مرتفعة	132.12	38.22
٥	أراضي مقطعة بدرجة عالية	30 فأكثر	جبال عالية	52.26	15.13
			المجموع	٣٤٥.٦٣	١٠٠ %

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وتقنيات برنامج Arc

Map10.7.1

### ٣- المناخ :

يعد المناخ أحد العوامل الطبيعية المهمة المؤثرة في تشكيل المظاهر الأرضية، وتأتي هذه الأهمية من خلال تأثير المناخ المباشر أو غير المباشر في الكثير من العمليات الجيومورفولوجية، إذ ترتبط عمليات التجوية والتعرية وعمليات النقل والإرساب بعناصر المناخ لاسيما الأمطار والحرارة والتبخر، كما أن للمناخ تأثيراً في تباين انتشار النباتات الطبيعية التي تعكس أثرها في الإبطاء أو تسريع عمليات التجوية والتعرية والإرساب (الأيوبي، ٢٠٠١: ٢٤). وينتج عن اختلاف العناصر المناخية أشكال جيومورفوية متباينة حتى وإن تشابهت التضاريس ونوع الصخور وتركيبها (العبدان، ٢٠٠٤: ٣٠).

ومن الجدول (٢) نلاحظ ما يأتي :

- أن المعدل السنوي لدرجة الحرارة للمدة ١٩٨٦ - ٢٠١٨ في محطة دوكان

( ٢١.٢١ م° )

- أدنى درجة حرارة سجلت في شهر كانون الثاني ( ٣.٩ م° )

- أعلى درجة حرارة سجلت في شهر آب ( ٤٣.١ م° )

- سجل معدل المدى الحراري قيمة بلغت ( ١١.٣ م° )

ومن الجدول (٣) نلاحظ ما يأتي :

- بلغ معدل كمية الأمطار (650.7 ملم )

- أعلى كمية تساقط سجلت في شهر كانون الأول وبلغت ( ١١٨.٩ ملم )

ومن الجدول (٤) نلاحظ ما يأتي:

- إن كميات التبخر ترتفع في الأشهر الحارة ( أيار، حزيران ، تموز، آب، أيلول)

لتسبب عجز مائي في المحطتين المذكورتين، ويعود ذلك إلى قلة التساقط المطري

أو انعدامه بسبب تفهقر منخفضات البحر المتوسط نحو الشمال ويقابله ارتفاع في

درجات الحرارة.

- تنخفض كميات التبخر في أشهر (كانون الأول والثاني وشباط وأذار) لتتحقق فائض

مائي جيد يسمح بجريان مياه سطحية مؤثرة

#### جدول (٢) درجات الحرارة في محطة دوكان للمدة ١٩٨٦-٢٠١٨

المدى	المعدل	الدرجة العليا	الدرجة الصغرى	الأشهر
5.3	6.55	9.2	3.9	كانون الثاني
7.6	8.7	12.5	4.9	شباط
8.4	13.1	17.3	8.9	أذار
20.1	22.45	32.5	12.4	نيسان
12.5	24.25	30.5	18	أيار
13.6	31.6	38.4	24.8	حزيران
14.4	35.1	42.3	27.9	تموز
15.9	35.15	43.1	27.2	أب
13.7	30.35	37.2	23.5	أيلول
10.9	24.35	29.8	18.9	تشرين الأول
8	14.5	18.5	10.5	تشرين الثاني
5.4	8.5	11.2	5.8	كانون الأول
11.3	21.21	26.87	15.55	المعدل السنوي

المصدر : جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات اقليم كردستان العراق ، هيئة الأنواء

الجوية ، السليمانية، قسم الاحصاء، بيانات مناخية غير منشورة للمدة من ( ١٩٨٦ -

. (٢٠١٨)



## جدول (٣) كميات الأمطار الساقطة في محطة دوكان للمدة ١٩٨٦-٢٠١٨

الأشهر	محطة دوكان
كانون الثاني	109.2
شباط	90.5
أذار	100.2
نيسان	70.6
أيار	30.5
حزيران	1.1
تموز	0
آب	0
أيلول	2.8
تشرين الأول	38
تشرين الثاني	88.9
كانون الأول	118.9
المجموع السنوي	650.7

المصدر : جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات اقليم كردستان العراق ، هيئة الأنواء الجوية ، السليمانية، قسم الاحصاء، بيانات مناخية غير منشورة للمدة من ( ١٩٨٦-٢٠١٨ ) .

## جدول (٤) كميات التبخر في محطة دوكان حسب معادلة ثورنثويت وإيفانوف

الأشهر	التبخر الكلي إيفانوف	التبخر الممكن ثورنثويت
كانون الثاني	56.43	3.10
شباط	68.07	6.37
اذار	103.99	22.21
نيسان	177.50	95.90
أيار	251.91	128.06
حزيران	411.72	257.72
تموز	492.17	344.67
آب	493.64	326.10
أيلول	386.01	199.09
تشرين الأول	252.94	97.75
تشرين الثاني	116.26	24.73
كانون الأول	67.06	5.99

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على تطبيق معادلتى إيفانوف وثورنثويت على بيانات هيئة الأنواء الجوية ، السليمانية، قسم الاحصاء، بيانات مناخية غير منشورة للمدة من ( ١٩٨٦-٢٠١٨ ) .

## ٤ - التربة :

تؤثر التربة بمواصفاتها وخصائصها (الفيزيائية والكيميائية) في نوعية الجريان المائي لاسيما حجم الحبيبات ونفوذيتها ، فالتربة ذات النسيج الخشن والحبيبات الكبيرة تكون المسامية والنفوذية فيها عالية مما يسمح بتغلغل مياه الأمطار إلى داخل التربة، وبالتالي تقل كمية المياه الجارية على السطح، ويكون الأمر معكوساً في الترب المستقرة ذات النفوذية والمسامية القليلة التي تمنع أو تقلل من التسرب المائي إلى باطن التربة، وبالتالي فإن مياه الأمطار تجري بكامل كميتها وسيمتاز جريانها بالقوة والاندفاع خاصةً في مناطق المنحدرات الجبلية(حسن،٢٠٠٣: ٣٨).

ومن خلال اعتماد تصنيف Buringh للتربة في العراق فإن منطقة الدراسة تتميز بوجود خمسة أصناف من الترب، ينظر الخريطة (٤):-

١-ترب جبلية وعرة : وشغلت مساحة (٣٧.٢٢ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (١٠.٧٦ %) من مساحة الحوض .

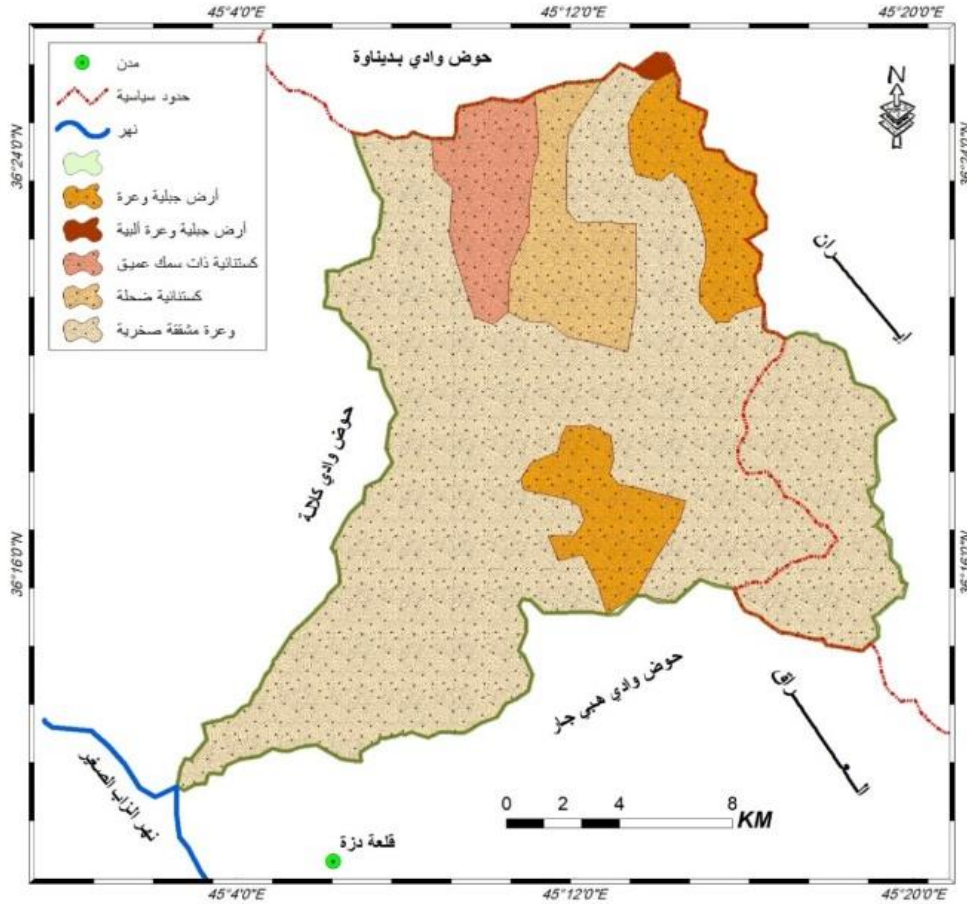
٢-ترب جبلية ألبية عالية جداً: وشغلت مساحة (١.٣٢ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٠.٣٨ %) من مساحة الحوض .

٣-ترب كستنائية ذات سمك عميق : بلغت المساحة التي تشغلها (٢٠.٣٢ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (٥.٨٧ %) من مساحة الحوض .

٤-ترب كستنائية ضحلة: واحتلت مساحة (٢٤.٣٦ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (٧.٠٤ %) من مساحة الحوض.

٥-ترب مشققة صخرية : وشغلت أغلب أراضي الحوض بمساحة بلغت (٢٦٢.٤١ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٧٥.٩٥ %) من مساحة الحوض .

## خريطة (٤) التوزيع المكاني للترب



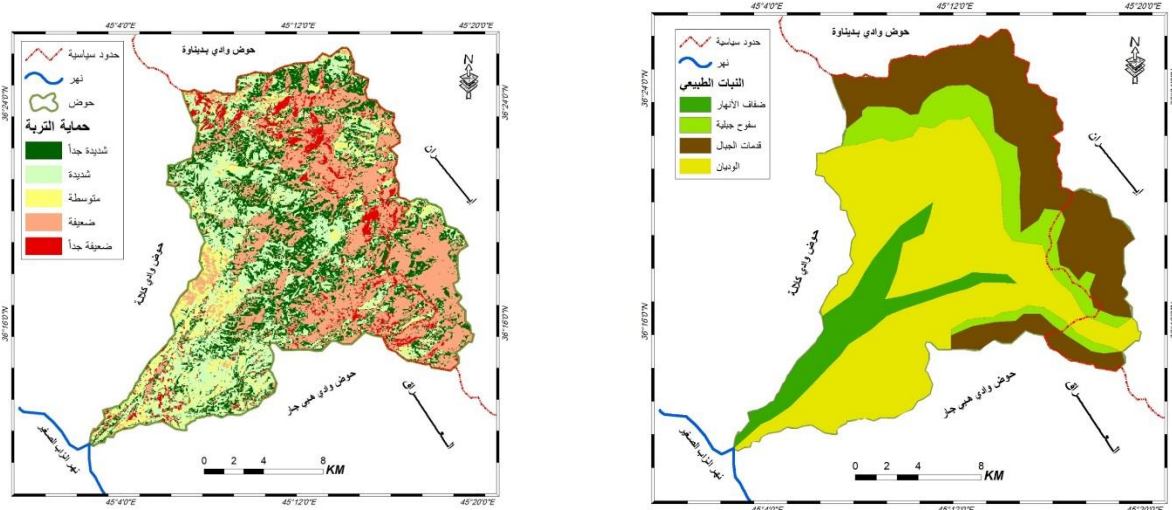
المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على تصنيف بيورنك للتربة وبرنامج Arc Map

GIS10.7.1

### ٥- النباتات الطبيعي :

يعد النبات الطبيعي من العوامل الطبيعية المهمة المؤثرة في منطقة الدراسة. حيث يعمل النبات الطبيعي على تماسك ذرات التربة وحمايتها من الانجراف والتعرية. فضلاً عن وجود النبات الطبيعي يعمل على اعتراض جريان السيول المائية، وإبطاء حركتها، مما يؤثر على كمية الرواسب المنقولة، وبالتالي حدوث إعاقة للمسيلات المائية تسمح بتسرب قسم كبير من المياه الجارية إلى باطن الأرض يساعدها في ذلك وجود تشققات صخرية في المنطقة الجبلية. كما في الخريطة (٥) والخريطة (٦)، ويمكن تقسيم أنواع النباتات الطبيعية في المنطقة إلى :

## خريطة (٥) النبات الطبيعي في حوض وادي زراوة خريطة (٦) كثافة الغطاء النباتي مؤشر حماية التربة



المصدر : الدراسة الميدانية وبرنامج Arc Map GIS10.7.1 ، اشتقاق المؤشر (NDVI)

من معطيات LANDSAT8

١- نباتات ضفاف الأنهار: شغلت مساحة تقدر بـ(٣٥.١ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (١٠.١٥ %) من مساحة الحوض .

٢- نباتات سفوح الجبال: شغلت مساحة (٤٣.٨ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (١٢.٦٦ %) من مساحة الحوض.

٣- نباتات قدمات الجبال: شغلت مساحة (٩٦.٩٨ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٢٨.٠٩ %) من مساحة الحوض.

٤- نباتات الوديان: شغلت مساحة (١٦٩.٧٥ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٤٩.١ %) من مساحة الحوض.

نموذج Gavrilocic لقياس التعرية الكمية ( EPM ) :

ويعد نموذج Erosion Potential Method المعروف اختصاراً بنموذج ( EPM ) الذي أعده العالم (Gavrilocic جافريلوفيك) بالتعاون مع معهد تطوير موارد المياه في يوغسلافيا في منتصف الخمسينات من القرن الماضي، من أهم النماذج المستخدمة لقياس كميات التربة المفقودة بسبب التعرية المائية ، وخضع هذا النموذج لعدة تعديلات وتطويرات إلى أن وصل لصيغته النهائية عام ١٩٨٥ م ، بعد أن شهد العالم قفزة نوعية في مجال المعلوماتية ونظم المعلومات. ويعد هذا النموذج مناسباً لتقييم التعرية في المناطق الجبلية و

المتضرسة، بحيث أصبح هذا النموذج معتمداً في بلدان أوربا الشرقية لتقدير حجم الإرسابات والتعرية المائية الكمية (Globevink, 2003, p.279). ويذكر (Stefanovic ستيفانوفيك) أن هذا النموذج هو الأمثل في حساب حجم التعرية السطحية للمياه، حيث أجريت دراسات لمجموعة من المواقع في سويسرا باستخدام نموذج Gavrilovic ، ثم قورنت بالدراسات الحقلية الميدانية لنفس المواقع، فوجد أن هناك نسبة تطابق بالقياسات بين الأسلوبين بلغت أكثر من ٩٥ % (الغامدي، ٢٠٠٩، ص ٢٢) .

### منهجية تطبيق نموذج Gavrilovic ( EPM ) :

يتم تطبيق هذا النموذج وفق مجموعة من المعادلات الرياضية، وتشمل :

- المعادلة الرئيسية لحساب كميات الإرسابات :

$$W = T \times h \times \pi \times \sqrt{Z^3}$$

حيث أن :

$W$  = المعدل السنوي لكمية التعرية ( م<sup>٣</sup> / كم<sup>٢</sup> / السنة ) .  
 $T$  = معامل الحرارة . ويتم حسابه من المعادلة الآتية :

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

حيث أن  $C$  = المعدل السنوي لدرجة الحرارة

$H$  = المعدل السنوي للأمطار ( ملم )

$\pi$  = قيمة ثابتة ( 3.1415 )

$Z$  = معامل التعرية المحتملة erosion coefficient .

ويعد هذا العنصر أهم عناصر نموذج Gavrilovic ، وفي بعض الأحيان يُتخذ كمؤشر عن التعرية المائية دون الرجوع لبقية العناصر، أو دون اتمام بقية المعادلات الرياضية ، وتكمن أهمية هذا العنصر باعتباره يعطي صورة واضحة عن مدى تطور التعرية المائية وتتبع هذه التغيرات مع الزمن (الغامدي، ص ٢٣) .

### منهجية Gavrilovic جافريلوفيك لاستخراج معامل التعرية المحتملة (Z):

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

ويحسب معامل التعرية  $Z$  عن طريق المعادلة الآتية :

حيث أن :

$Y$  = معامل قابلية التربة للتعرية .

$Xa$  = معامل حماية التربة .

$\varphi$  = معامل تطور التعرية وشبكة التصريف .

$Ja$  = معدل الانحدار ( % ) .

جدول (٥) فئات مستويات معامل التعرية (Z)

مستوى التعرية المحتملة	Z
خفيف جداً	0.01 – 0.19
خفيف	0.20 – 0.40
متوسط	0.41 – 0.80
شديد	0.81 – 1.0
شديد جداً	1.01 – 1.51

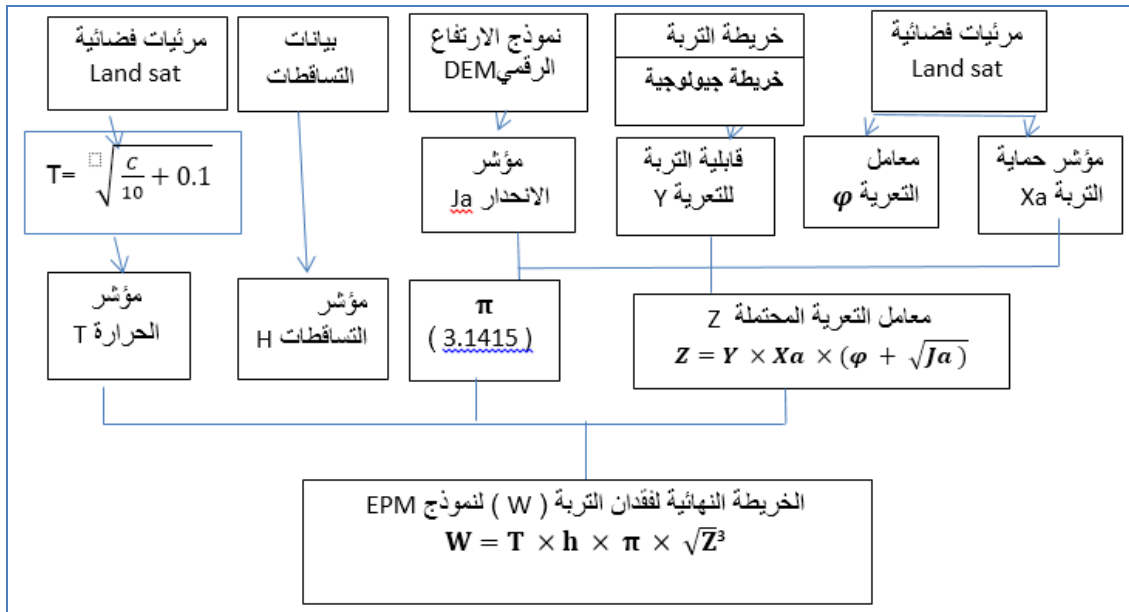
المصدر: شعوان (٢٠١٣، ص ٨٥)

يعتمد نموذج Gavrilovic جافريلوفيك على عدد من المتغيرات والمؤشرات التي تتعلق بالتركيب الجيولوجي وطبيعة الصخور والغطاء النباتي والانحدار، فضلاً عن معلومات حقلية تؤخذ من الدراسة الميدانية. وقد تم الاعتماد على توظيف تقنيات التحسس النائي والاستشعار عن بعد في هذه الدراسة لإنجاز المدخلات اللازمة لإتمام حساب التعرية المحتملة ( Z ) من خلال مخرجات برنامج Arc Map Gis 10.7.1 .

لقد مكن دمج البيانات الخاصة بهذه المعادلة في برنامج Arc Map Gis 10.7.1 من إبراز العلاقات بين العوامل المسببة للتعرية وكمية الترب المفقودة بوقتٍ قصيرٍ وجهدٍ قليلٍ . ويبين الشكل (١) مخططاً للمصادر الأساسية لإعداد المؤشرات الأساسية لإتمام عملية تطبيق نموذج Gavrilovic جافريلوفيك .

- خريطة التربة + خريطة جيولوجية - حساب معامل Y
- بيانات التساقطات \_\_\_\_\_ حساب معامل H
- نموذج الارتفاع الرقمي DEM \_\_\_\_\_ حساب معامل Ja
- صورة القمر الصناعي Land sat 8 — حساب معاملات  $T, Xa, \phi$

الشكل (١) مخطط البيانات اللازمة لإتمام تطبيق نموذج Gavrilovi



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المعادلات الخاصة بنموذج جافريلوفيك ( EPM )

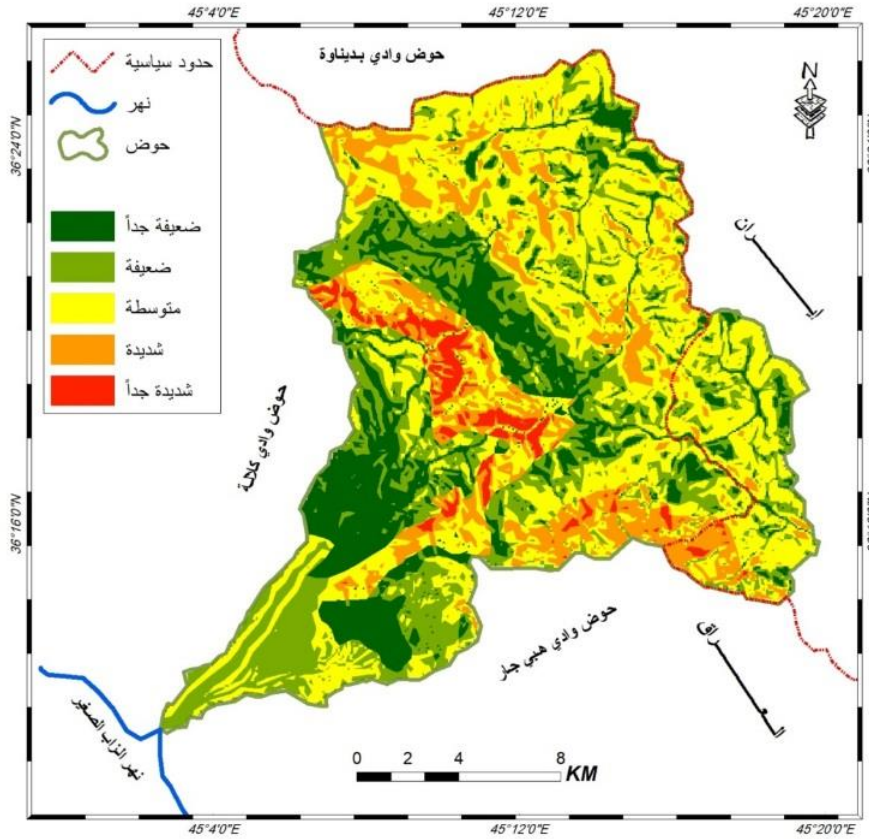
المؤشرات اللازمة لتطبيق نموذج التعرية المحتملة ( Z ):

تتضمن هذه المعادلة عدداً من المؤشرات ، وهي :

١-مؤشر قابلية التربة للتعرية Y :

لاستخراج قيمة هذا المؤشر تم الاعتماد على الخريطة الجيولوجية للحوض ذات المقياس ١:٢٥٠٠٠٠٠ الصادرة من الهيئة العامة للمسح الجيولوجي، وخريطة التربة في الحوض حسب تصنيف بيورنك، ومن خلال معطيات هذه الخرائط تم تصنيف منطقة الدراسة إلى خمسة أصناف حسب قابلية الترب والتكوينات الجيولوجية للتعرية، كما في الخريطة (٧) والجدول (٦) .

## خريطة (٧) قابلية التربة للتعرية في وادي زراوة



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على برنامج Arc Map GIS10.7.1

## جدول (٦) قابلية التربة للتعرية في حوض وادي زراوة حسب تقسيمات Gavrilovic

قيمة معامل Y	قابلية الترب للتعرية
0.1 – 0.3	ترب ذات مقاومة شديدة
0.3 – 0.5	ترب ذات مقاومة متوسطة
0.5 – 0.6	ترب ذات مقاومة ضعيفة
0.6 – 0.8	ركام حطامي ورواسب خشنة
0.8 – 1.0	رواسب رملية ناعمة لا مقاومة لها

المصدر : شعوان (٢٠١٣، ص٧٨)

## مؤشر حماية التربة Xa :

يشير هذا المعامل في نموذج Gavrilovic جافريلوفيك إلى كثافة الغطاء النباتي في الحوض، والتي تعمل على تقليل سرعة الجريان السطحي للمياه، وتثبيت التربة والمساعدة في زيادة نسبة المياه المتسربة والمحافظة على التربة من الانجراف (شعوان، ٢٠١٣، ص٧٩)



يؤدي الغطاء النباتي دوراً مهماً في تقليل شدة التعرية المائية وحماية التربة من خلال اعتراض أغصان الأشجار لقطرات الأمطار وخفض قدرتها على اقتلاع ذرات التربة. وحدد جافريلوفيك معايير لتحديد قيم مؤشر حماية التربة (شعوان، ٢٠١٣، ص ٨٠) ، كما في الجدول (٧) .

جدول (٧) المعايير الخاصة بمؤشر حماية التربة حسب نموذج جافريلوفيك

المعايير الوصفية	قيمة مؤشر حماية التربة Xa
غابات كثيفة أو متوسطة	0.05 – 0.2
غابات صنوبرية أو نباتات مبعثرة على جوانب القنوات المائية	0.2 – 0.4
مراعي خصبة	0.4 – 0.6
مراعي متدهورة	0.6 – 0.8
أراضي جرداء	0.8 – 1.0

المصدر: شعوان(٢٠١٣، ص ٨٠)

ومن خلال صورة القمر الصناعي Land sat 8 لعام ٢٠١٨ تم استخلاص قيم معامل كثافة الغطاء النباتي NDVI بعد أن تم تصنيف الحوض إلى خمسة أصناف وحسب المعايير التي وضعها جافريلوفيك، كما في الخريطة (٦) .

ولاستخراج قيمة المؤشر معامل حماية التربة Xa يتم استخدام المعادلة الآتية :

$$Xa = ( Xa \text{ NDVI} - 0.61 ) * ( -1.25 )$$

يتضح من الخريطة (٦) أن مؤشر حماية التربة Xa يرتفع في الأراضي ذات الكثافة النباتية العالية، وتقل قيمة المؤشر في الأراضي الجرداء، وهذا يبين الدور الذي يلعبه الغطاء النباتي واستعمالات الأرض المختلفة في حماية التربة والمحافظة عليها من التعرية والانجراف.

٢- مؤشر التعرية الحالية  $\phi$  :

حدد Milevski 2008 معادلة خاصة لحساب هذا المؤشر بالاعتماد على مرئية فضائية للقمر 8 Land sat وهي (شعوان، ٢٠١٥، ص ٣١١)

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

حيث أن : TM3 النطاق الثالث في المرئية الفضائية

QMax أقصى قيمة للإشعاع

إذ تزداد نسبة الإشعاع في الأماكن التي ترتفع فيها شدة التعرية .

٣- مؤشر الانحدار : Ja

يتم استخلاص قيمة هذا المؤشر من خلال الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام الأداة Slope — Surface— Spatial Analyst Tools. وتعلب الانحدارات دوراً فاعلاً في التأثير على شدة التعرية، إذ تزداد مع ازدياد شدة الانحدار وتقل مع قلة الانحدار وانعدامه ( أراضي مستوية ) .

استخلاص قيمة التعرية المحتملة Z :

بعد أن تم استخراج قيم المؤشرات اللازمة لتطبيق معادلة التعرية المحتملة Z ، سيتم تطبيق المعادلة الآتية لاشتقاق الخريطة الخاصة بالتعرية المحتملة :

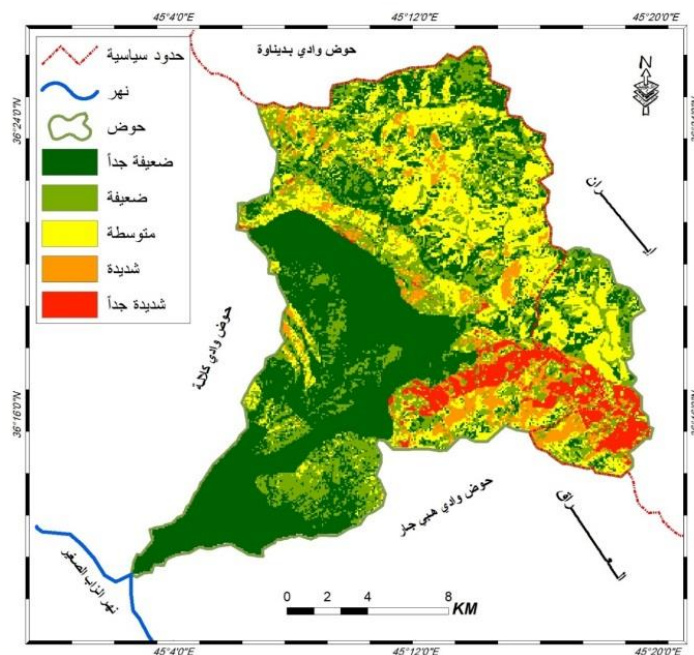
$$Z = Y \times Xa \times (\varphi + \sqrt{Ja})$$

وبعد تطبيق المعادلة تم اشتقاق خريطة التعرية المحتملة في حوض وادي زراوة، وتوضح

الخريطة أن التعرية المحتملة تتباين من حيث النوع والمساحة، كما موضح في الخريطة (٨)

والجدول (٨).

## خريطة (٨) التعرية المحتملة ( Z )



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على برنامج Arc Map GIS10.7.1

أن المساحات التي تشغلها أنواع التعرية المحتملة جاءت متدرجة من حيث المساحات من الضعيفة جداً التي شغلت أعلى مساحة بلغت ( 142.69 كم<sup>٢</sup> ) من مجموع المساحة الكلية للحوض وبنسبة ( 41.28 % ) متمثلةً بأجزاء الحوض الوسطى والدنيا، تلتها التعرية الضعيفة بمساحة ( ٨٢ كم<sup>٢</sup> ) وبنسبة ( 23.72 % ) من مجموع الحوض وغطت الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية وبعض الأجزاء الوسطى من الحوض، ثم التعرية المتوسطة بمساحة ( 79.38 كم<sup>٢</sup> ) بنسبة ( 22.97 % ) تمثلت في الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية وبشكل متداخل مع التعرية الضعيفة، ثم التعرية المحتملة الشديدة وشغلت مساحة ( 24.31 كم<sup>٢</sup> ) وبنسبة ( 7.03 % ) وغطت بعض الأجزاء المتفرقة في وسط وجنوب وشمال الحوض في المناطق ذات الارتفاعات العالية، وأخيراً التعرية المحتملة الشديدة جداً وشغلت مساحة ( 17.25 كم<sup>٢</sup> ) وبلغت نسبتها ( 4.99 % ) وتمثلت في الجزء الجنوبي الشرقي من الحوض متوافقةً مع طبيعة التكوينات الصخرية الضعيفة والانحدارات الشديدة .

## جدول (٨) أنواع التعرية المحتملة ( Z ) ومساحاتها في حوض وادي زراوة

النسبة %	المساحة كم <sup>٢</sup>	نوع التعرية المحتملة
41.28	142.69	ضعيفة جداً
23.72	82	ضعيفة
22.97	79.38	متوسطة
7.03	24.31	شديدة
4.99	17.25	شديدة جداً

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة (٨)

تطبيق نموذج EPM للتقييم الكمي للتعرية المائية :

يتطلب تطبيق هذا النموذج استخلاص مؤشرات جديدة لإدراجها في المعادلة الخاصة

بحساب كميات الترب المفقودة

$$^3W = T \times h \times \pi \times \sqrt{Z}$$

١- مؤشر معامل التساقطات H :

تعد التساقطات المطرية من أهم العوامل المتحكمة بعملية التعرية المائية في حوض وادي زراوة بدءاً من اصطدام قطرات المطر بالمنكشفات الصخرية وتأثيرها عليها، حيث تعمل التساقطات الشديدة ( الشدات المطرية ) على جرف التربة بشكل كبير خاصة في الأراضي ذات الانحدارات العالية ذات الأراضي الجرداء، والتكوينات الصخرية قليلة المقاومة للتعرية، فضلاً عن الجريان السطحي الذي تسببه هذه التساقطات وتأثيره في نشوء القنوات والأخاديد والمسيلات المائية (الغامدي، ص٢٧).

نظراً لعدم وجود محطات مناخية قريبة من الحوض تم الاعتماد على الموقع (<http://Chrsdata.eng.uci.edu>) للحصول على كميات الأمطار من تسعة نقاط لمحطات مطرية مفترضة ( ٣ ) في داخل الحوض و ( ٦ ) محيطة بالحوض من جميع الجهات لتقدير متوسط كميات الأمطار، وباستخدام برنامج Arc Map Gis 10.7.1 والأداة Geostatistical Wizard\_ Geostatistical Analyst تم اشتقاق خريطة معدل التساقطات المطرية في حوض وادي زراوة .

## ٢- مؤشر معامل الحرارة T :

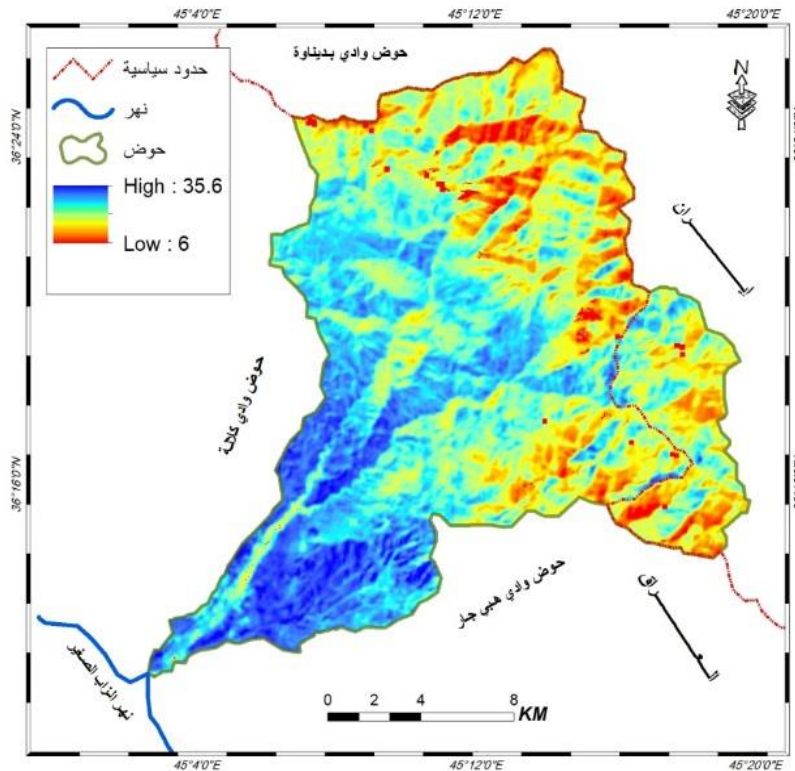
تؤثر الحرارة على كمية المياه في التربة، فالحرارة العالية تزيد من نسبة التبخر والنتح وتيبس التربة وتشققها، لذلك اعتمد جافريلوفيك على معامل الحرارة كعنصر أساسي في تطبيق نموذج EPM .

ولاستخراج قيمة معامل الحرارة T تم الاعتماد على مرئية فضائية من القمر الصناعي Land sat 8 ملتقطة في ( ٢٠١٩/١٠/٦ ) من أجل اشتقاق المعدل السنوي للحرارة، ينظر الخريطة (٩) ثم إدراج قيمة المعدل السنوي للحرارة في المعادلة الآتية لاستخراج قيمة معامل الحرارة T :

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

حيث أن C هو المعدل السنوي للحرارة .

## خريطة (٩) المعدل السنوي للحرارة في حوض وادي زراوة



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على مرئية فضائية من القمر Land sat 8 ملتقطة في

(٢٠١٩/١٠/٦)

## حساب حجم التعرية المائية من خلال نموذج EPM :

وضع (Zachar D. 1982) ستة أصناف من التعرية المائية بحسب كمية التربة المفقودة (Zachar, 1982, p.547)، كما في الجدول (٩). وحدد مجموعة من العلماء والباحثين منهم Milevski أن التعرية تكون ضعيفة إذا كانت دون ٥٠٠ م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة، وتكون عالية في حال تجاوزها ٨٠٠ م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة (شعوان، ٢٠١٥ : ٣٤٣).

## جدول (٩) أصناف التعرية حسب تقسيم (Zachar) الذي اعتمده جافريلوفيك

الفئة	حجم التربة المفقودة (م <sup>٣</sup> /كم <sup>٢</sup> /السنة)	شدة التعرية وحدتها
١	أقل من ٥٠	تعرية غير ظاهرة
٢	٥٠ - ٥٠٠	تعرية ضعيفة
٣	٥٠٠ - ١٥٠٠	تعرية متوسطة
٤	١٥٠٠ - ٥٠٠٠	تعرية شديدة
٥	٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠	تعرية قوية جداً
٦	أكثر من ٢٠٠٠٠	تعرية كارثية

المصدر : Zachar D. 1982

ومن خلال تطبيق معادلة نموذج جافريلوفيك ( $^3W = T \times h \times \pi \times \sqrt{Z}$ ) تبين أن حوض وادي زراوة توجد فيه ثلاثة أصناف من الأصناف التي اعتمدها جافريلوفيك (تعرية ضعيفة ومتوسطة وشديدة)، إذ تراوحت كميات الترب المفقودة داخل الحوض ما بين (٣١٤ - ٢٧٩٠ م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة)، أما متوسط الترب المفقودة فكان (١٥٥٢ م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة). وكما مبين في الخريطة (١٠ و ١١) والجدول (١٠)، إذ يلاحظ أن التعرية المتوسطة التي تتراوح كمية الترب المفقودة فيها بين (٥٠١ - ١٠٠٠ م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة) هي السائدة داخل الحوض إذ غطت أغلب أراضي الحوض وسجلت أعلى مساحة بلغت (291.57 كم<sup>٢</sup>) بنسبة (84.36 %)، وجاءت التعرية الشديدة التي تتراوح كمية الترب المفقودة فيها بين (١٠٠١ - ٢٧٩٠ م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة) بالمرتبة الثانية بمساحة بلغت (53.23 كم<sup>٢</sup>) بنسبة (15.4%)، وشغلت الأجزاء الجنوبية الشرقية من الحوض وبعض الأماكن المتفرقة في شمال وشمال غرب الحوض

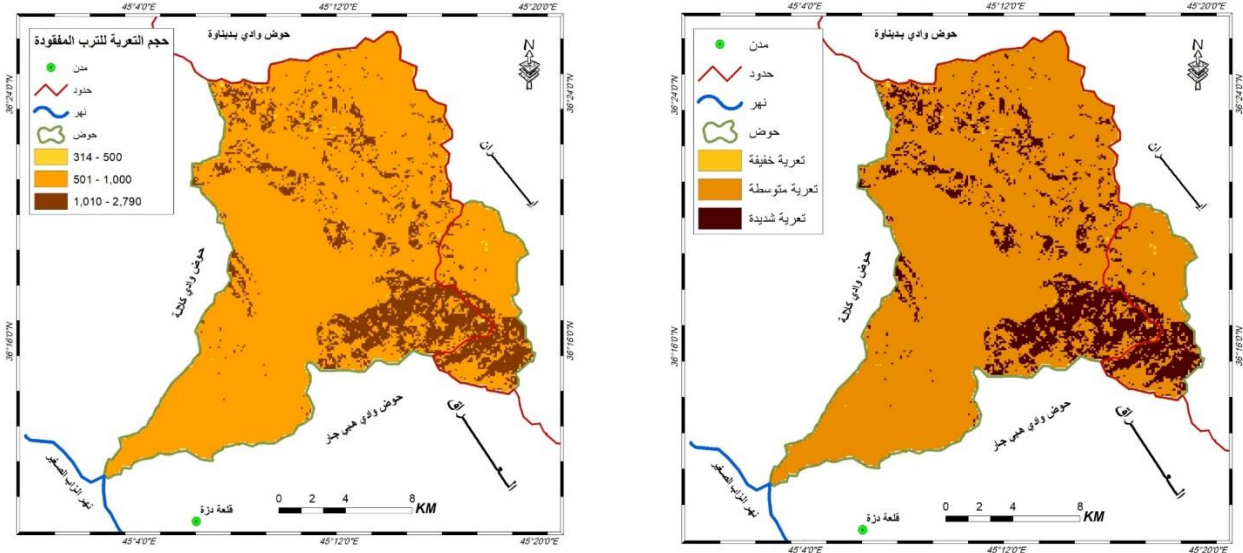
## جدول (١٠) نوع وحجم الترب المفقودة في حوض وادي زراوة

الفئة	حجم الترب المفقودة م <sup>٣</sup> /كم <sup>٢</sup> /السنة	شدة التعرية ونوعها	المساحة كم <sup>٢</sup>	النسبة %
١	٥٠٠ - ٣١٤	ضعيفة	0.83	0.24
٢	١٠٠٠ - ٥٠١	متوسطة	291.57	84.36
٣	٢٧٩٠ - ١٠٠١	شديدة	53.23	15.4
المجموع			345.63	١٠٠

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد الخريطة (١٠) و(١١) وعلى مخرجات ArcMap Gis 10.7.1

بينما احتلت التعرية الخفيفة التي تتراوح كمية الترب المفقودة فيها بين ( 314 - 500 م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة) بالمرتبة الثالثة بمساحة ضئيلة بلغت ( 0.83 كم<sup>٢</sup> ) بنسبة ( 0.24 % )، وشكلت مناطق نقاط صغيرة متفرقة في وسط وشمال الحوض .

خريطة (١٠) نوع التعرية في حوض وادي زراوة خريطة (١١) حجم الترب المفقودة لحوض الوادي



المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على برنامج Arc Map GIS10.7.1

أن نوع وكمية الترب المفقودة جاءت متلائمة مع طبيعة التكوينات الصخرية ودرجة الانحدار، إذ تغطي التكوينات الصخرية قليلة المقاومة الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية من الحوض وتوافق معها انحدار عالي وقلة في الغطاء النباتي سجلت أعلى كمية من الترب المفقودة وكانت مناطق ذات تعرية شديدة ، أما التعرية المتوسطة التي غطت أغلب أراضي الحوض فساعد الانحدار الشديد وصلابة المنكشفات الصخرية على وجودها بشكل واسع ، أما التعرية الضعيفة فغطت المناطق ذات المنكشفات المقاومة للتعرية وطبيعة الأرض غير منحدر

بشكل شديد فضلاً عن وجود الغطاء النباتي الكثيف الذي ساهم في المحافظة على التربة من الانجراف والتعرية .

#### الاستنتاجات :

- ١- تباين التكوينات الجيولوجية في داخل حوض وادي زراوة أدى إلى تباين في نوع وحجم التعرية المائية، تبعاً لصفات الضعف والقوة من حيث الصلابة والمقاومة .
- ٢- أسهم النبات الطبيعي في تقليل شدة التعرية المائية من خلال تقليل سرعة الجريان المائي السطحي .
- ٣- بلغ متوسط المفقود من التربة في حوض وادي زراوة (١٥٥٢ م<sup>٣</sup>/كم<sup>٢</sup>/السنة) وفق نموذج جافريلوفيك (EPM) .
- ٤- إن نوع التعرية وشدتها جاء متلائم مع نوعية المنكشفات الصخرية ومدى مقاومتها للتعرية .

#### Abstract

**Quantitative assessment of water erosion of the Wadi Zarawa basin using (the GAVRILOVC model (EPM**

**Key words: evaluation, erosion, Wadi Zarawa**

**Prof. Ruqayya Ahmed Muhammad Amin Al-Ani Ismail Gomaa Karim Al-Mashhadani**

**College of Arts / Iraqi University, Sunni Endowment Office / Department of Religious Education and Islamic Studies**

The (EPM) model prepared by the scientist Gavrilovic is one of the most important models used to measure the quantities of soils lost due to water erosion. The model is in a number of European countries and has achieved high accuracy results compared to field studies. The study relied on a satellite view of the Land Sat 8 satellite for the year 2018 for the purpose of analyzing the land uses and vegetation density. As for the rain data, due to the lack of climatic stations near the basin, the climate site (Chrsdata.eng.uci.edu) was relied upon to obtain rain amounts from nine points for a supposed rain station (3) inside the basin and (6) surrounding Basin from all sides to estimate the average rainfall. The study found that the levels of erosion in the Wadi Zarawah basin ranged between weak, medium and severe, while the amount of lost soil ranged between (314 - 2790 m<sup>3</sup> / km<sup>2</sup> / year), while the general average of lost soils was (1552 m<sup>3</sup> / km<sup>2</sup> / year)



## المصادر

- حسن، طه الشيخ، المياه والزراعة والسكان ، دار علاء للطباعة والنشر ، الطبعة الأولى، دمشق ، ٢٠٠٣ .
- العمري، فاروق صنع الله وعلي صادق، جيولوجية شمال العراق، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٧٧ .
- الأيوبي، بسام عبد الشريف، جيومورفولوجية مرتفعات كاني دوملان ، رسالة ماجستير (غ م) كلية الآداب ، جامعة بغداد ، ٢٠٠١ .
- شعوان، جمال، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بالريف الأوسط -حوض أمزاز أنموذجاً- أطروحة دكتوراه (غ م)، جامعة سيدي محمد بن عبدالله، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس، ٢٠١٤-٢٠١٥ .
- العاني، رقية أحمد محمد أمين،، جيومورفولوجية سهل السندي، أطروحة دكتوراه (غ م)، كلية التربية، جامعة الموصل، ٢٠١٠ .
- شعوان، جمال، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي
- التعرية المائية بحوض أمزاز (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك، مجلة جغرافية المغرب، عدد ٢ المجلد ٢٨، ٢٠١٣ .
- الغامدي، سعد أبوراس، تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المجلة المصرية للتغير البيئي، العدد الأول، ٢٠٠٩ .
- العبدان، رحيم حميد ثامر، الأشكال الأرضية لحوض وادي عامج، أطروحة دكتوراه (غ م)، كلية الآداب ،جامعة بغداد ، ٢٠٠٤ .
- جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي، والتعدين(جيوسرف)، تقرير عن المخاطر الجيولوجية لحوض قره داغ (غ . م) . ٢٠١٠ .
- جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي

- والتعدين(جيوسرف)، تقرير عن جيولوجية لوحة أربيل مهاباد، Nj 38 – 15 ، Nj 38 – 14
- فارجان خاجيك سيساكيان ، تعريب هالة عطا الموسوي ، بغداد ، ١٩٩٨ .
- جمهورية العراق ، وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي/ بغداد ، قسم المناخ، بيانات غير منشورة للمدة من ( ١٩٨٦ – ٢٠١٨ ) .
- جمهورية العراق، إقليم كردستان العراق، هيئة الأنواء الجوية، أربيل، قسم المناخ، بيانات ( غ م) للمدة من ( ١٩٨٦ – ٢٠١٨ ) .
- Buday , T. and Jassim, Z.1987. The Regional Geology of Iraq, Vol.2, Tectonism, Magmatism and Metamorphism, Directorate of Geological Survey and Mineral Investigation, Bagdad .
- Globevink, L., Holjevic, G., Petkovesk And J., Rubinic (2003); Applicability of the Gavrilovic method in erosion calculation using spatial data manipulation techniques . JAHS publication , N 279.
- Gavrilovic, Z., Stefanovic M. Milojevic. M. And Cotric J. (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.
- Zachar D. (1982): Soil Erosion Amsterdam : Elsevier science publishing company