JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ
العدد التاسع والأربعون
(٩٩) (١٢٠)

تقدير حجم التعرية المائية في حوض وادي جلال شمال غربي محافظة دهوك باستخدام طريقة جافريلوفيك (EPM)

م. حيدر خيري غضيه البديري
المديرية العامة للتربية في محافظة القادسية
hayder.khairi@uobasrah.edu.iq

المستخلص:

يعد نموذج جافريلوفيك EPM من أهم النماذج الهيدرولوجية العالمية التي تستخدم في تقدير حجم التعرية المائية في الاحواض الجبلية والناتجة عن الجريان السيلي، تم تطبيق النموذج على حوض وادي جلال في محافظة دهوك، وقد بينت الدراسة الى وجود تباين مكاني في شدة التعرية، إذ سجلت الأجزاء الشمالية معدلات أعلى مقارنة بالأجزاء الجنوبية. كما أظهرت الدراسة ان مستويات انجراف التربة المحتملة Z المصنفة كتعرية خفيفة ومتوسطة تغطي حوالي ٦٠.٦٩% من مساحة الحوض وهي نتيجة طبيعية لخصائص المنطقة الجبلية الوعرة ذات الأمطار الغزيرة التي تصل الى ٧٤٨ ملم/سنة، كشفت الدراسة ان الفئة التي يتراوح فيها حجم التربة المفقودة W بين ٥٠ – ١٥٠٠ م^{٣}/كم^{٢}/سنوياً وهي تشكل ما يقارب ٥٨.١٩% من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: حوض وادي جلال، التعرية المائية، نموذج جافريلوفيك.

Estimating the extent of water erosion in the Jalal Valley basin, Northwestern of Duhok Governorate, using the Gavrilovic Method (EPM).

M. Haider Khairi Ghadhiya Al-Badiri
General Directorate of Education in Al-Qadisiyah Governorate
khairi@uobasrah.edu.iq

Abstract:

The Gavrilovic EPM model is one of the most important global hydrological analyses used to determine the volume of water erosion in mountain basins resulting from runoff. It was applied to the Jalal Valley

JOBS مجلة العلوم الأساسية Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

basin in Duhok Governorate. The study revealed spatial variations in erosion depth, with the northern parts exhibiting greater erosion compared to the southern parts. The study also showed that soil erosion levels (Z) were moderate, covering approximately 60.69% of the vegetation area. This is typical for the mountainous region with an average annual rainfall of 748 mm/year. Furthermore, the study found that the range of water volume (W) between 50 and 1500 m^3/km^2/year constitutes 58.19% of the total area studied.

Keywords: Jalal Valley Basin, Water Erosion, Gavrilovic Model.

١. المقدمة:

تعرف التعرية المائية بأنها عملية انفصال ونقل وإعادة ترسيب دقائق التربة والمواد الصخرية من سطح الأرض بفعل مياه الأمطار المتساقطة والجريان السطحي (Drzewiecki et al., 2014) تمثل التعرية المائية ظاهرة طبيعية تكون مرافقة للدورة الهيدرولوجية الا انها تتفاوت من مكان لأخر تبعاً لاختلاف مجموعة من العوامل الجغرافية (الطبيعية والبشرية) منها الشدة والاستمرارية المطرية، والتكوينات الجيولوجية، وخصائص التربة الفيزيائية والكيميائية، ودرجة انحدار السطح ، وكثافة الغطاء النباتي، فضلاً عن الأنشطة البشرية التي تسهم في زيادة معدلات التعرية كالتوسع العمراني وقطع الاشجار والرعي الجائر (Chdli, 2016).

تزداد خطورة التعرية المائية في المناطق الجبلية كما هو الحال في حوض وادي جلال شمال غربي محافظة دهوك بسبب شدة انحداره وغزارة الأمطار المتساقطة في شمال العراق، فضلاً عن ضحالة التربة مما يقلل من الفاقد المائي وزيادة حجم الجريان السطحي.

لتعرية التربة مشكلات خطيرة على الزراعة والنظام البيئي فهي تهدد إنتاجية الأراضي الزراعية التي تفقد كميات كبيرة من تربتها وموادها العضوية سنوياً، كما تشكل خطراً على طرق النقل والمناطق السكنية التي تتعرض الى الانهيارات وانجراف التربة وتآكلها (Erkossa et al., 2015).

ان المشاكل التي تطرحها التعرية المائية جعلتها تحظى بأهمية كبيرة في الدراسات الاكاديمية ولذلك لابد من معرفة حجم التعرية في حوض وادي جلال وتحديد المناطق المعرضة للتعرية لإدارة تلك المشكلات (Addis & Klik, 2015).

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

ولتحقيق ذلك تم الاستعانة بنموذج جافريلوفيك EPM الذي أعده العالم Gavrilovic عام ١٩٥٤ بالتعاون مع معهد تطوير الموارد المائية في يوغسلافيا سابقاً والذي يمثل أكثر النماذج دقة لتقدير كمية التربة المفقودة بفعل التعرية المائية في المناطق الجبلية (العاني، ٢٠٢٠) ولم يطبق الا بعد ظهور الثورة المعلومآتية والتكنولوجية بشكل واسع في الآونة الاخيرة (شعوان، ٢٠١٥).

١.١. مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة البحث بالتساؤلات الآتية:

١. ما حجم الترب المفقودة بفعل التعرية المائية في حوض وادي جلال؟

٢. هل للعوامل الطبيعية دور في التأثير على حجم التعرية المائية في منطقة الدراسة؟

٢.١. فرضية البحث:

يمكن الإجابة على التساؤلات السابقة بالشكل الآتي:

١. بالإمكان معرفة حجم الترب المفقودة بفعل التعرية المائية في حوض وادي جلال من خلال استخدام نموذج EPM.

٢. للعوامل الطبيعية كالمناخ والتضاريس والنبات الطبيعي دور مهم في تحديد كمية الرواسب الناتجة عن التعرية المائية وتباين حجمها زمانياً ومكانياً في منطقة الدراسة.

٣.١. هدف البحث:

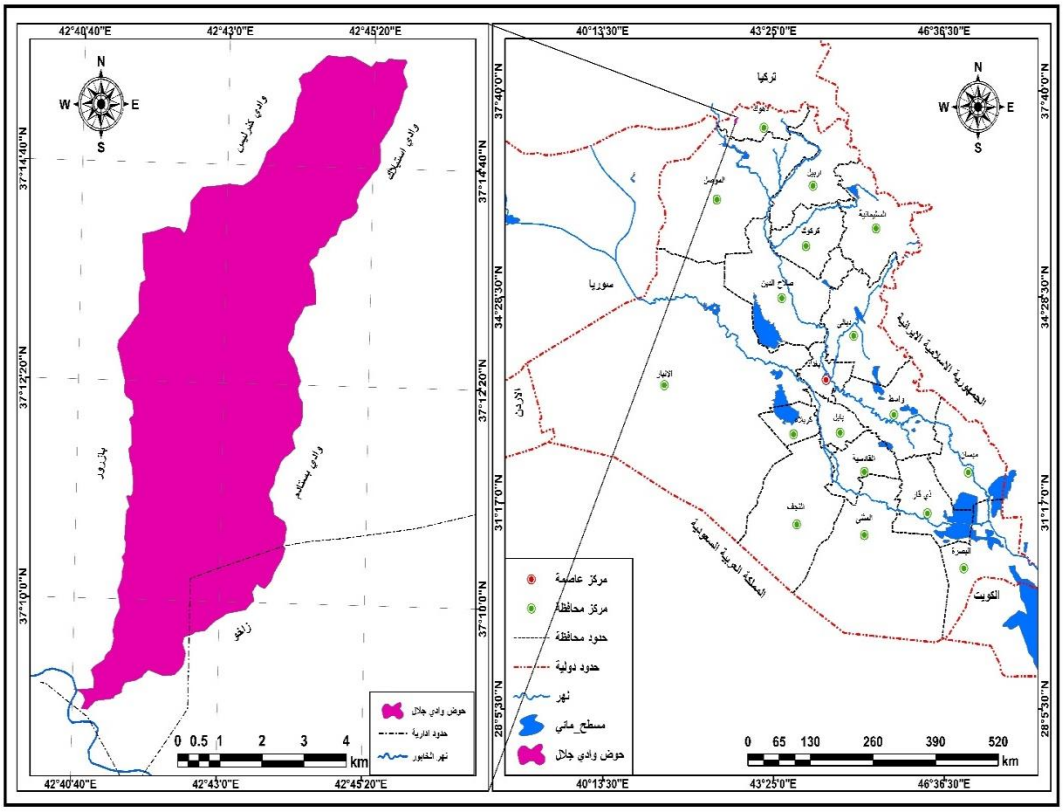
تهدف هذه الدراسة الى معرفة حجم الرواسب الناتجة عن التعرية المائية في حوض وادي جلال شمال غربي محافظة دهوك من خلال استخدام نموذج جافريلوفيك EPM، فضلاً عن تحديد الإمكان الأكثر تعرضاً لمخاطر التعرية المائية في منطقة الدراسة من اجل معالجتها.

٤.١. موقع منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي جلال في شمال غربي محافظة دهوك ويحده من الشمال الشرقي وادي استبلاك ومن الشمال الغربي وادي كنرليس ومن جهة الجنوب الشرقي قضاء زاخو، في حين يحده من الغرب بازرور، ينظر الخريطة (١). أما فلكياً فيقع حوض وادي جلال بين دائرة (٣٥″٨′٣٧°- ٠٧″١٦′٣٧°) وخط طول (٣٠″٤٠′٤٢°- ١٠″٤٦′٤٢°)، ينظر الخريطة (١)، وبذلك تقدر مساحته الكلية بحدود ٤١.٦٤ كم^{٢}.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

الخريطة ١ موقع منطقة الدراسة



المصدر: وزارة الموارد المائية، خريطة العراق الإدارية، نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج Arc. GIS 10.8.

٢. الخصائص الطبيعية في منطقة الدراسة:

١.٢. التكوينات الجيولوجية:

تعكس التكوينات الجيولوجية خصائص المنطقة من حيث نوعية الصخور وتركيبها وتوزيعها، فضلاً عن تحديد درجة نفاذية الصخور ومدى تأثيرها على حجم الجريان السطحي والتغذية الجوفية (العمري، ٢٠٠١).

تبين من الخريطة (٢) والجدول (١) وجود خمس تكوينات جيولوجية في حوض وادي جلال وهي تتباين في مساحتها، اذ تشكل الرواسب المتعددة أكبر مساحة وبحدود ١٧.٣٣ كم^{٢} بنسبة مقدارها ٤١.٦٢% من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وهو يتواجد في الجزء الجنوبي للحوض، في حين شكل تكوين بلاسي – انفانا نحو ٢.٢٩ كم^{٢} من مساحة الحوض وبنسبة مقدارها ٥.٥٠% لكون

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

مساحتها صغيرة جداً وهي بذلك تآتي بالمرتبة الأخيرة من حيث المساحة علما ان تواجدها يتركز في أقصى الجزء الشمالي من منطقة الدراسة.

التكوينات الجيولوجية	المساحة/ كم٢	النسبة %
تكوين الفتحة	٢.٦٣	٦.٣٢
تكوين المقدادية	٨.٦٢	٢٠.٧٠
تكوين المقدادية – انجانه	١٠.٧٧	٢٥.٨٦
تكوين بيلاسي– انفانا	٢.٢٩	٥.٥٠
رواسب متعددة	١٧.٣٣	٤١.٦٢
المجموع	**٤١.٦٤**	١٠٠

الجدول ١ التكوينات الجيولوجية في حوض وادي جلال

المصدر: بالاعتماد على الخريطة ٣.

٢.٢. السطح:

يؤثر السطح بشكل كبير في طبيعة الجريان السطحي ووصول موجة الفيضان ففي المناطق شديدة الانحدار تزداد سرعة الجريان السطحي مما يقلل من نسب التبخر والتسرب مع حدوث زيادة في حجم التعرية المائية، في حين تقل سرعة الجريان السطحي ويزداد التبخر والتسرب وتقل كمية الترب المنجرفة في المناطق المنبسطة او قليلة الانحدار (Wang, et al., 2018, p.2).

تبين من الجدول (٢) ان حوض وادي جلال تم تقسيمه إلى خمس فئات وقد جاءت الفئة الأولى (٤٢٠– ٥١٠) بالمرتبة الأولى من حيث المساحة بنحو ١٤.٤٣ كم^{٢} أي ٣٤.٦٥% من مساحة الحوض الكلية، وهي تشغل الجزء الجنوبي للحوض، ينظر الخريطة (٣)، بينما جاءت الفئة الخامسة (٧٨٠ – ٩٢٠) بالمرتبة الأخيرة بحدود ٢.٥٧ كم^{٢} أي ٦.١٧% من مساحة الحوض الاجمالية وهي تشغل الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة. اتضح مما سبق ان الشكل العام للانحدار في منطقة الدراسة يكون من الشمال والشمال الشرقي باتجاه الجنوب والجنوب الغربي.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

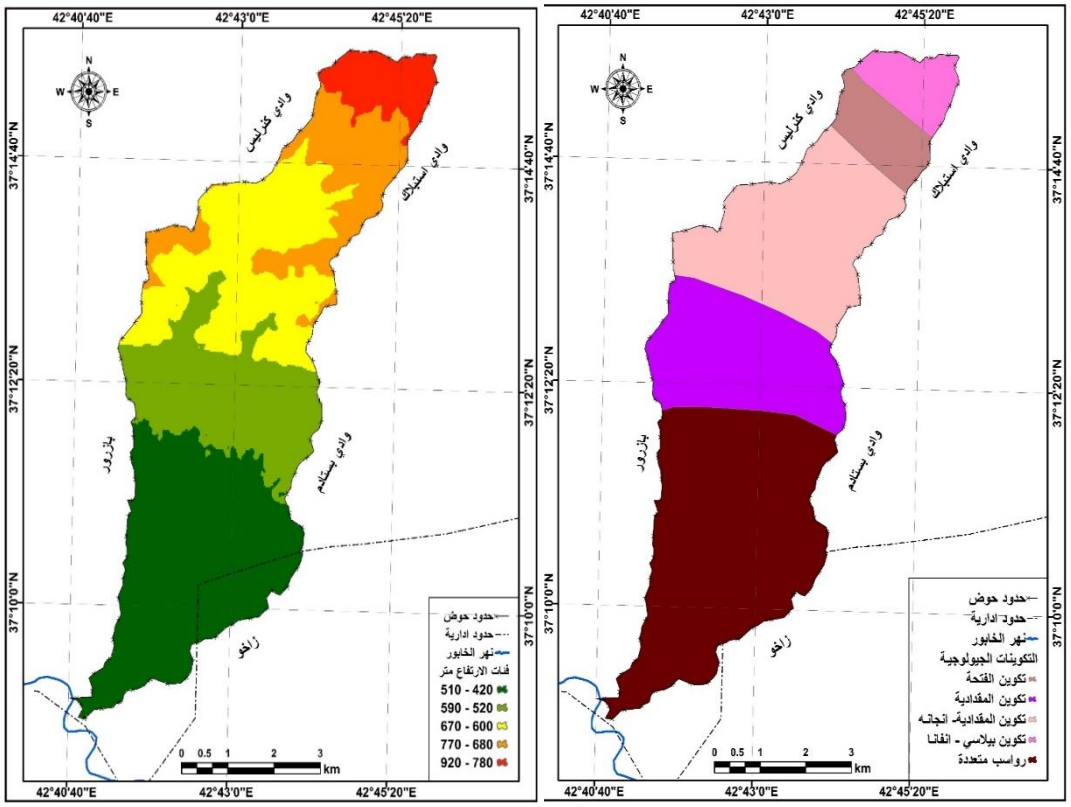
الجدول ٢ فئات الارتفاع (متر) في حوض وادي جلال

فئات الارتفاع	المساحة/ كم٢	النسبة %
٤٢٠ - ٥١٠	١٤.٤٣	٣٤.٦٥
٥٢٠ -٥٩٠	٨.٧٧	٢١.٠٦
٦٠٠ - ٦٧٠	٩.٩٦	٢٣.٩٢
٦٨٠ - ٧٧٠	٥.٩١	١٤.١٩
٧٨٠ - ٩٢٠	٢.٥٧	٦.١٧
المجموع	**٤١.٦٤**	**١٠٠**

المصدر: الاعتماد على الخريطة ٣.

الخريطة 2 التكوينات الجيولوجية في حوض وادي جلال

الخريطة ٣ فئات الارتفاع (متر) لحوض وادي جلال



المصدر: الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، لوحة دهوك الجيولوجية ١/ ٢٥٠٠٠٠، برنامج Arc.GIS 10.8

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

٣.٢. المناخ:

تكتسب دراسة المناخ أهمية خاصة في مجال الهيدرولوجيا نظراً لدوره الرئيس في تفسير السلوك المائي والرسوبي داخل الاحواض وتقدير مدى تعرضها لمخاطر الفيضانات او الجفاف مما يجعل مناخ المنطقة أحد اهم المحددات الأساسية في فهم خصائصها الطبيعية وتخطيط إدارتها المائية.

تم الاستعانة بالبيانات المناخية المسجلة في المحطات المناخية (زاخو، دهوك، سميل) وللمدة من ٢٠٠٥- ٢٠٢٤، ينظر الجدول (٣).

يشير التحليل المناخي الى وجود تباين طفيف في درجة الحرارة خلال السنة، اذ بلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة حوالي ١٨.٢٦، ١٩.٢٥، ١٩.٧ مْ في المحطات زاخو، دهوك، سميل على التوالي، اما بالنسبة للأمطار المتساقطة فقد بلغ مجموعها السنوي حوالي ٥٥٩، ٧٤٨، ٤٨٩.١ ملم سنوياً في المحطات زاخو، دهوك، سميل تواليا.

الجدول ٣ المعدلات الشهرية والسنوية لعنصري الحرارة والأمطار في محطات (زاخو، دهوك، سميل) للمدة ٢٠٠٥- ٢٠٢٤.

العناصر / الشهر	محطة زاخو		محطة دهوك		محطة سميل	
	درجة الحرارة(مْ)	الأمطار/ملم	درجة الحرارة(مْ)	الأمطار/ملم	درجة الحرارة(مْ)	الأمطار/ملم
كانون الثاني	8.1	١١٧.٦١	7.2	192.5	8.1	٩٤.٥
شباط	9.1	٩٤.٣٥	10.3	101.5	9.1	٥١.٦
آذار	11.3	٧٦.٧٧	12.1	227.6	11.3	١٠٠.٣
نيسان	16.7	٦٥.٩٦	18.2	39.3	20.3	٦٣.٦
آيار	21.5	٢١.١٩	23.9	122.2	21.5	٢٣.١
حزيران	30.7	٢.١١	28.4	2	31.2	١.١
تموز	31.2	٠	31.2	0	32.5	٠
آب	28.8	٠	32.4	0	32.7	٠
أيلول	21.5	١.٧٧	25.9	19.1	27.8	١.٦
تشرين الاول	17.9	٢٤.٥٦	18.6	2.8	20.3	١٨.٦
تشرين الثاني	13.3	٥٨.٢٠	13.3	34.2	13.2	٥٢.١
كانون الاول	9.1	٩٦.٤٨	9.5	6.8	9	٨٢.٦
المعدل/ المجموع	١٨.٢٦	٥٥٩	١٩.٢٥	748	19.7	٤٨٩.١

المصدر: الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ (بيانات غير منشورة)، إقليم كردستان، ٢٠٢٥.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

٤.٢. التربة:

تعرف التربة بأنها المورد الطبيعي المتكون من معادن ومواد عضوية وسوائل يتخللها الهواء الذي يملأ مسامات التربة وهي تتكون من افق او أكثر حسب العوامل المؤثرة في تكوينها كعمليات النقل والارساب (Department of Agriculture soil Conservation service, 1999, p.9). تعد التربة من العوامل المهمة المتحكمة في الجريان السطحي ومن ثم في حجم التعرية المائية، فالتربة الضحلة الواقعة فوق طبقة صخرية او تربة طينية ذات نفاذية قليلة تعجل من حدوث الجريان السطحي وتزيد من حجم التعرية، في حين تسهم التربة السميكة ذات النفاذية العالية في زيادة تسرب المياه نحو الأسفل مما يقلل من فرص تكوين الجريان السطحي الذي يتسبب بحدوث تعرية مائية.

يوجد في حوض وادي جلال ثلاث انواع من الترب، ينظر الجدول (٣) والخريطة (٤) وقد تبين ان التربة الكستنائية ذات السمك العميق تشكل المساحة الأكبر في الحوض بنحو ٢١.١٣ كم أي ما نسبته ٥٠.٧٤% من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة وهي تتواجد في الجزء الجنوبي الحوض، بينما جاءت التربة الوعرة المشققة الصخرية في المرتبة الأخيرة من حيث المساحة بنحو ١.٧٦ كم أي بنسبة مقدارها ٤.٢٣% من المساحة الكلية وهي تتواجد في أقصى الجزء الشمالي لحوض وادي جلال.

الجدول ٤ أنواع الترب في حوض وادي جلال

أنواع التربة	المساحة/ كم^2	النسبة %
تربة وعرة مشققة صخرية	1.76	4.23
تربة كستنائية ذات سمك عميق	21.13	50.74
تربة كستنائية ضحلة وحجرية منحدرة	18.75	45.03
المجموع	41.64	١٠٠

المصدر: الاعتماد على الخريطة ٤.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

٥.٢. الغطاء النباتي:

للنبات الطبيعي أهمية كبيرة في حماية التربة من عمليات التعرية المائية والريحية، اذ يعمل على تماسكها ومنع تفككها وانجرافها ويقلل من سرعة ارتطام قطرات المطر المتساقطة على سطح الارض مما يقلل من تعرية التربة (الاسدي، ٢٠٢٣)، وهو يمثل استجابة للظروف المناخية السائدة من درجات الحرارة وكمية الأمطار وتوزيعها وصفاتها ونوعية التربة ومدى غناها بالمواد العضوية وتفكك جزيئاتها.

اتضح من الخريطة (٥) والجدول (٥) ان صنف الأراضي الجرداء تمثل اعلى مساحة وبحدود ٥٥ كم أي بنسبة ٥٠% من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة وهي تتوزع في الجزء الشرقي للحوض، في حين مثلت الأراضي ذات الغطاء النباتي القليل أدنى مساحة بنحو ٥٥ كم وبنسبة مقدارها ٥٠% من مساحة الحوض الكلية وهو ينتشر في الجزء الغربي لمنطقة الدراسة.

الجدول ٥ كثافة الغطاء النباتي وفق مؤشر NDVI في حوض وادي جلال

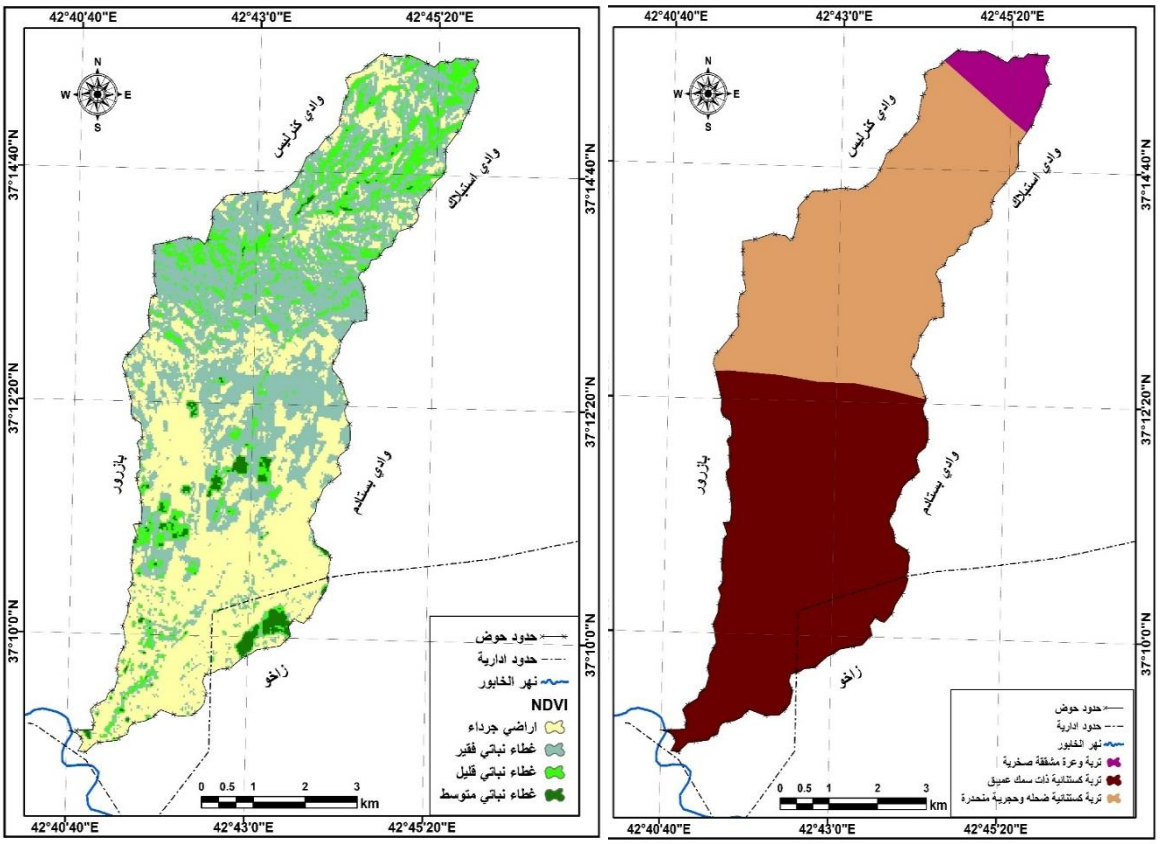
فئات NDVI	المساحة/ كم^{٢}	النسبة %
أراضي جرداء	18.05	43.35
غطاء نباتي فقير	17.72	42.56
غطاء نباتي قليل	5.12	12.30
غطاء نباتي متوسط	0.75	1.80
المجموع	41.64	١٠٠

المصدر: الاعتماد على الخريطة ٥.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

الخريطة ٤ أنواع الترب في حوض وادي جلال

الخريطة ٥ كثافة الغطاء النباتي في حوض وادي جلال



المصدر: الهيئة العامة للمساحة، الخرائط الطبوغرافية ١/ ١٠٠٠٠٠ والمرئية الفضائية للقمر الامريكي (Landsat 2020) وبرنامج Arc. GIS 10.8.

٣. مؤشرات التعرية المائية حسب نموذج جافريلوفيك EPM:

١.٣. مؤشر قيم الأمطار H

تعد الأمطار المحرك الأساس لعوامل التعرية المائية، إذ يعمل التساقط على تفتيت حبيبات التربة ومع زيادة الأمطار بالنسبة لمعدل تسرب الماء داخل التربة يزداد معدل الجريان السطحي ومن ثم ازدياد معدل انجراف التربة، لا سيما في المناطق التي يكون فيها الغطاء النباتي قليل ودرجة انحدارها شديدة ومن ثم يلحق ضرراً كبيراً في النظم البيئية للأوساط الطبيعية (Lillesand & Kiefer, 1987). تم اشتقاق خريطة التساقط المطري في حوض وادي جلال بالاعتماد على ثلاث محطات مناخية هي (زاخو، دهوك، سميل) للمدة من ٢٠٠٥ – ٢٠٢٤.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

تبين من الخريطة (٦) وجود تباين في توزيع التساقط المطري في حوض وادي جلال بشكل يتلائم مع عامل الارتفاع، اذ تتراوح اعلى فئات التساقط المطري ما بين (٦٥٩.١ – ٧٤٨) ملم في الأجزاء الشمالية للحوض، في حين تراوحت اقل فئة للأمطار ما بين (٥٠٨ – ٦٠٠) ملم لتغطي الأجزاء الجنوبية لمنطقة الدراسة.

٢.٣. مؤشر الحرارة T

تساهم درجة الحرارة في تنشيط عملية التعرية، إذ إنها تعمل على تفكيك الصخور وتهشيمها وتقليل محتواها الرطوبي ومن ثم تصبح قابلة للنقل بفعل الجريان السطحي، لا سيما عند تساقط الأمطار في فصل الخريف والتي تأتي بعد فترة تجفيف طويلة للترب خلال فصل الصيف.

تم اشتقاق مؤشر الحرارة بالاعتماد على متوسط الحرارة السنوي كمؤشر أساسي كما هو مبين في القانون الآتي:

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

T= مؤشر قيم الحرارة

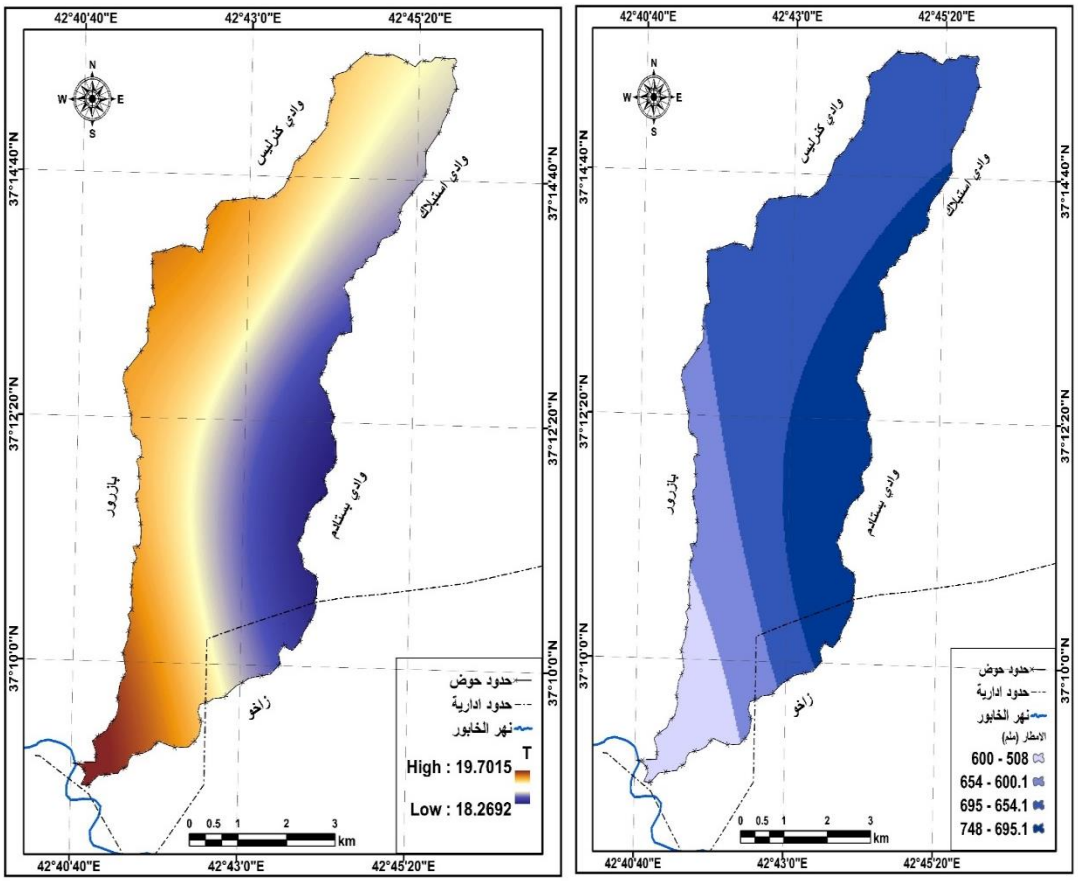
C= المتوسط السنوي لدرجة الحرارة

تبين من الخريطة (٧) ان اعلى قيم معامل الحرارة بلغت نحو ١٩.٧٠ م لتمثل النصف الغربي لحوض وادي جلال من شماله الى جنوبه، في حين بلغت ادناها نحو ١٨.٢٦ م لتمثل النصف الشرقي للحوض.

مجلة العلوم الاساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الاساسية

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

الخريطة ٦ قيم الأمطار H في حوض وادي جلال الخريطة ٧ قيم الأمطار H في حوض وادي جلال



المصدر: الاعتماد على البيانات المناخية باستخدام برنامج Arc. GIS 10.8.

٣.٣. مؤشر التعرية المائية المحتملة Z

١.٣.٣. مؤشر الانحدار Ja

يعد مؤشر الانحدار Ja من أكثر المؤشرات التي تسهم في تحديد شدة التعرية المائية في الاحواض النهرية وتزداد شدة التعرية في الأجزاء شديدة الانحدار لما تسببه من زيادة في سرعة تدفق الجريان السطحي وهذا يعني وجود علاقة ارتباط طردية بين الانحدار والتعرية المائية فكلما زادت زاوية الانحدار زادت معها التعرية والعكس صحيح.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

تم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM لاشتقاق عامل الانحدار بالنسبة المئوية، وقد تبين من الخريطة (٨) أن النسب المئوية لعامل الانحدار تقل في الجزء الجنوبي لحوض وادي جلال عند مصب الحوض في نهر الخابور ويزداد الانحدار بشكل تدريجي كلما اتجهنا من وسط الوادي نحو الشمال، حيث تكون المنطقة مرتفعة وشديدة الانحدار ليصل انحدارها حسب تصنيف زنك حوالي ٦٧.٧٣%.

٢.٣.٣. مؤشر التعرية الحالية: Q

يستخرج مؤشر التعرية الحالية Q بالاعتماد على المعادلة الآتية:

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

Q = مؤشر التعرية الحالية
$TM3$ = النطاق الثالث في المرئية الفضائية
$Qmax$ = أقصى قيمة للإشعاع

$$Xa = (Xa\ NDVI - 0.61) * (-1.25)$$

Xa= مؤشر حماية التربة.
$Xa\ NDVI$ = معامل التغطية النباتية المعدل لمواءمة معايير مؤشر حماية التربة.

اتضح من خلال معطيات المعادلة أعلاه وكما ورد في الخريطة (٩) ان غالبية الأجزاء الجنوبية لحوض وادي جلال وأجزاء اخرى متفرقة في الحوض سجلت اعلى قيم مؤشر التعرية الحالية Q وبحدود ٠.٥٣، في حين سجلت الأجزاء الشمالية للحوض اقل قيم مؤشر التعرية الحالية Q بنحو ٠.٣٥

٣.٣.٣. معامل حماية التربة Xa

يرتبط معامل Xa ارتباط مباشر بالغطاء النباتي لما له من دور كبير في حماية التربة من الانجراف، اذ ان جذوره تعمل على تثبيت التربة وزيادة تماسكها ومقاومتها للتعرية، كما ان أسطح النبات تعمل كمصدات للأمطار المتساقطة فتمنع او تخفف من ارتطام الأمطار بالتربة بشكل مباشر

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

مما يقلل من قدرتها على جرف التربة. وقد حدد جافريلوفيك معايير لقيم مؤشر حماية التربة (المشهداني، ٢٠٢٠: ٥٤- ٥٥)، تم حسب قيم Xa وفق المعادلة الآتية:

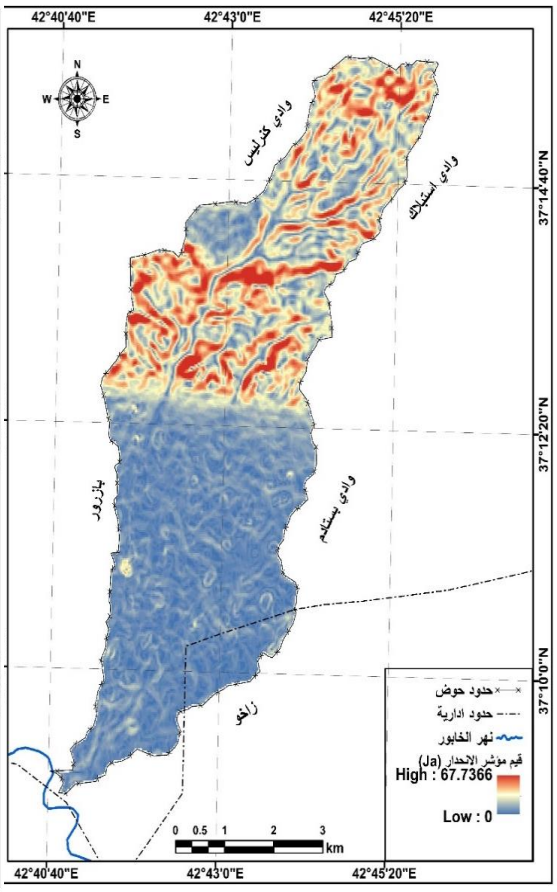
$$Xa = (XaNDVI - 0.61) * (-1.25)$$

Xa = مؤشر حماية التربة.

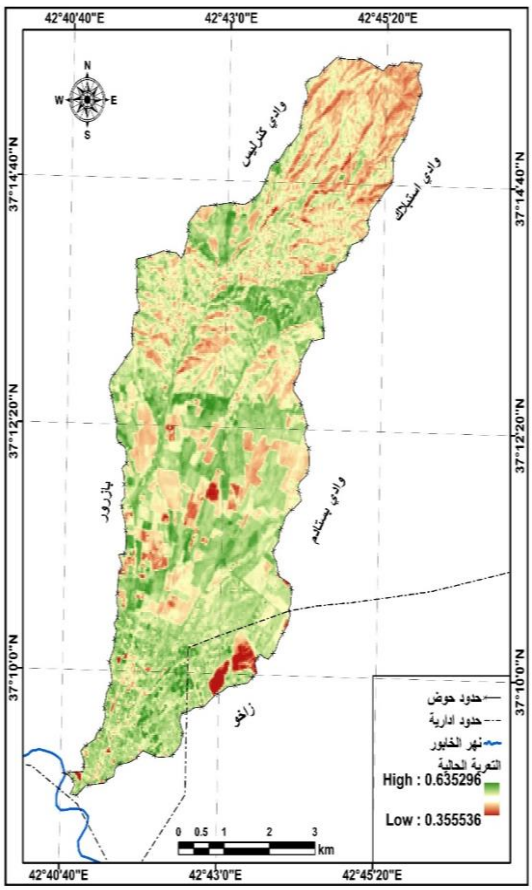
$XaNDVI$ = معامل التغطية النباتية المعدل لملاءمة معايير مؤشر حماية التربة.

تبين من المعادلة أعلاه وكما ورد في الخريطة (١٠) ان اعلى قيم معامل حماية التربة بلغت نحو ٠.٨٠، وهي تشغل غالبية الحوض، بينما بلغت أدناها حوالي ٠.١٦ وهي تشغل أجزاء صغيرة جداً ومبعثرة في الحوض.

الخريطة ٨ مؤشر الانحدار Ja في حوض وادي جلال



الخريطة ٩ التعرية الحالية Q في حوض وادي جلال



المصدر: الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM، والمرئيات الفضائية باستخدام برنامج Arc. GIS 10.8.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

٤.٣.٣. معامل قابلية التربة للتعرية Y

تعد التربة من أهم العوامل التي تتحكم في نظام جريان المياه السطحية وذلك بحسب نفاذيتها كما ان درجة مقاومتها للتعرية المائية تتحكم في سرعة حركة الرواسب (Wischmeier & Smith, 1978). تمت دراسة معامل Y بالاعتماد على معادلة (فيشمير) وكما يآتي:

$$Y = 0.00021 * (12 - om)M1.14 + 3.25(S - 2) + \frac{2.5(P - 3)}{100} * 1.58$$

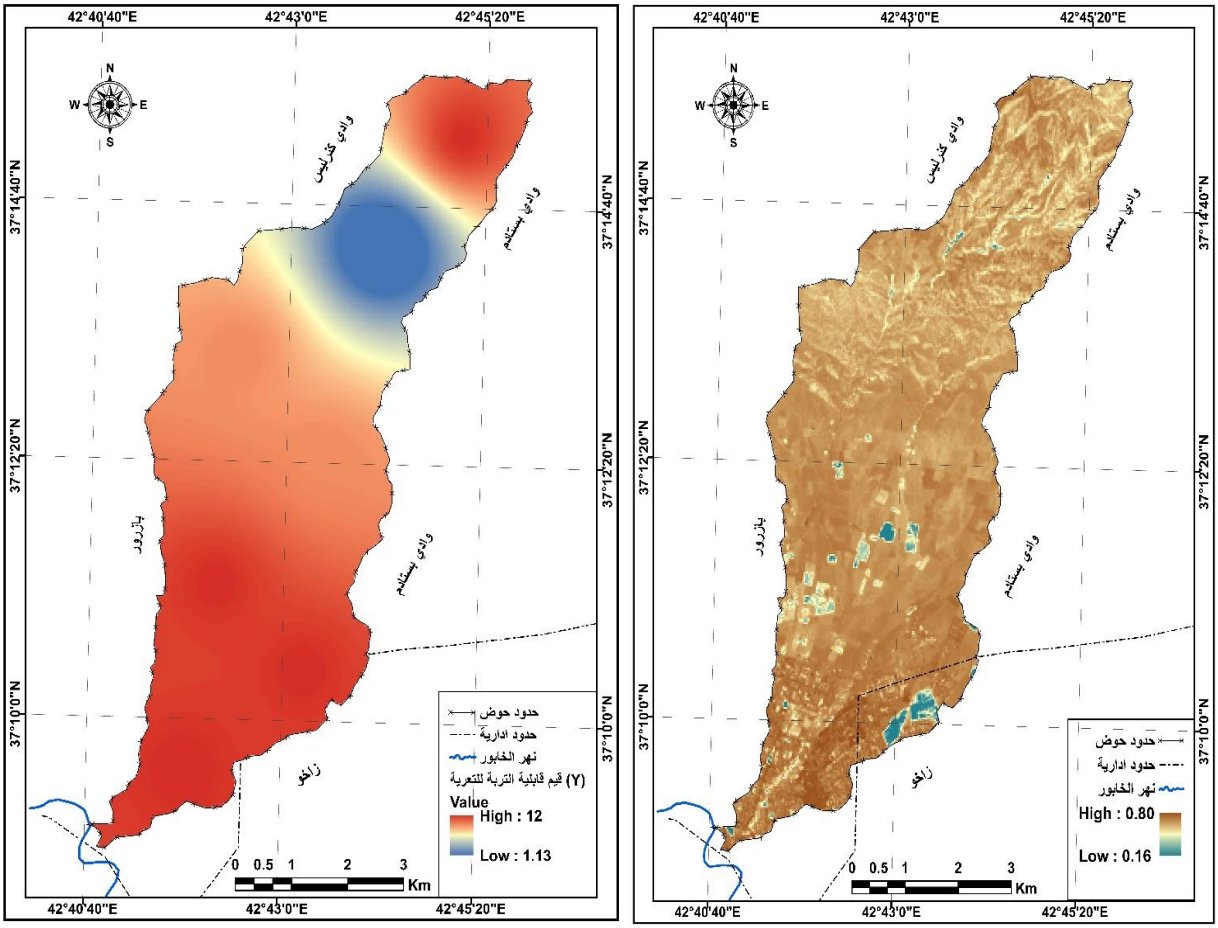
Y = معامل قابلية التربة للتعرية.
om = نسبة المادة العضوية
M = (نسبة الطين – ١٠٠) * (الرمال الدقيقة + نسبة الطمى)
S = رمز البنية
P = معامل النفاذية

أشارت المعادلة أعلاه وكما مبين في الخريطة (١١) أن أعلى قيم مؤشر قابلية التربة للتعرية Y بلغت نحو ١٢ وهي تشمل الغالبية العظمى لحوض وادي جلال، لا سيما في الأجزاء الشمالية والجنوبية، بينما بلغت أدنى القيم في الأجزاء الوسطى لمنطقة الدراسة وبحدود ١.١٣

مجلة العلوم الاساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الاساسية

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

الخريطة ١٠ حماية التربة Xa في حوض وادي جلال الخريطة ١١ قابلية التربة للتعرية Y في حوض وادي جلال



المصدر: الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج Arc. GIS 10.8.

بعد تطبيق معادلة التعرية المحتملة Z وكما مبين في الجدول (6) والخريطة (12) اتضح شمول منطقة الدراسة بجميع فئات التعرية المحتملة، إذ تبين أن فئة التعرية من نوع متوسطة شغلت أكبر مساحة بحدود ١٣.١٧ كم^{٢} أي ما نسبته ٣١.٦٣% من مساحة الحوض الكلية، وهي تتواجد بشكل مبعثر في الحوض مع وجود تركيز اكثر في الجزء الجنوبي لمنطقة الدراسة، بينما شغلت الفئة شديدة جداً اقل مساحة بنحو ٣.٣٣ كم^{٢} أي بنسبة مقدارها ٨% من المساحة الإجمالية لمنطقة الدراسة، وهي تكون واضحة في أقصى الجزء الشمالي للحوض بسبب الطبوغرافية المعقدة.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

نوع التعرية المحتملة Z	المساحة/ كم٢	النسبة%
خفيفة جداً	٥.٣٨	١٢.٩٢
خفيفة	١٢.١٠	٢٩.٠٦
متوسطة	١٣.١٧	٣١.٦٣
شديدة	٧.٦٦	١٨.٤٠
شديدة جداً	٣.٣٣	٨
المجموع	٤١.٦٤	١٠٠

الجدول 6 مستويات معامل التعرية المحتملة Z في حوض وادي جلال

المصدر: الاعتماد على مخرجات برنامج Arc. GIS 10.8.

٤. التقدير الكمي للتعرية المائية W وفق نموذج EPM

يعد نموذج EPM من أفضل النماذج الرياضية لتقدير كمية الترب المنجرفة بفعل التعرية المائية، إذ تم تطبيقه في كثير من الدراسات بمختلف دول العالم منها دراسة سيزار وزملائه لتقدير التعرية المائية في سويسرا بالاعتماد على ١٩ موقع وقد تمت دراستها حقلياً فتبين ان نسبة التطابق بين نموذج جافريلوفيك ونتائج العمل الحقلي متطابقة بنسبة ٩٩%. وقد أشار (Zachar D, 1982) الى وجود ست فئات للتعرية المائية بحسم حجم التربة المفقودة. ويرى (Milevski et, al, 2008) ان معدلات التعرية المائية السنوية العالية هي ما تتجاوز ٨٠٠ م٣/كم٢/سنوياً، وان معدلات التعرية السنوية الضعيفة تقل عن ٥٠٠ م٣/كم٢/سنوياً. تم تقدير حجم التعرية المائية حسب نموذج جافريلوفيك من خلال المعادلة الآتية:

$$(W = \pi * T * H * \sqrt{Z3})$$

W = المتوسط السنوي للتعرية (م٣/كم٢/سنوياً).

T = متوسط درجات الحرارة السنوي (درجة مئوية).

H = المعدل السنوي للأمطار (ملم).

Z = معدل التعرية المحتملة.

تبين من الجدول (7) والخريطة (13) ان المناطق التي لا تتعرض للتعرية المائية والتي تمثل الفئة اقل من ٥٠ م٣/كم٢/سنوياً هي المناطق الوسطى في القسم الشمالي للحوض بالقرب من وادي

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

كنرليس وهي تشغل مساحة تقدر بحدود ٦.٣٩ كم٢ أي ما نسبته ١٥.٣٥% من مساحة الحوض الكلية، اما مناطق التعرية الضعيفة والتي تمثل الفئة من ٥٠- ٥٠٠ م٣/كم٢/سنوياً فهي تشغل اكبر مساحة بنحو ١٣.٠٥ أي بنسبة مقدارها ٣١.٣٤% من مساحة الحوض الكلية، وهي تتوزع بشكل مبعثر في عموم منطقة الدراسة، بينما تمثل التعرية الكارثية ذات الفئة اكبر من ٢٠٠٠٠ م٣/كم٢/سنوياً أقل مساحة بحدود ١.١٢ لتشكل نسبة مقدارها ٢.٦٩% من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة وهي تنتشر بشكل مبعثر في الأجزاء الوسطى الشمالية لحوض وادي جلال.

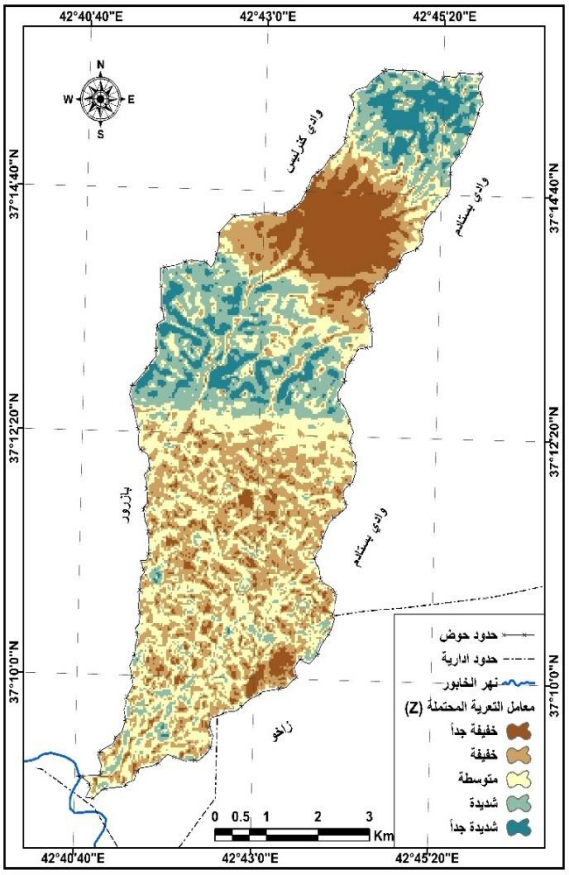
الفئة	حجم التربة المنجرفة W (م٣/كم٢/سنوياً)	مستويات التعرية	المساحة/ كم٢	النسبة%
١	اقل من ٥٠	لا توجد تعرية	6.39	15.35
٢	٥٠ – ٥٠٠	تعرية ضعيفة	13.05	31.34
٣	٥٠٠ – ١٥٠٠	تعرية متوسطة	11.18	26.85
٤	١٥٠٠ – ٥٠٠٠	تعرية قوية	6.07	14.58
٥	٥٠٠٠ – ٢٠٠٠٠	تعرية قوية جداً	3.83	9.20
٦	اكبر من ٢٠٠٠٠	تعرية كارثية	1.12	2.69
المجموع			٤١.٦٤	١٠٠

الجدول 7 حجم التربة المنجرفة (م٣/كم٢/سنوياً) W في حوض وادي جلال

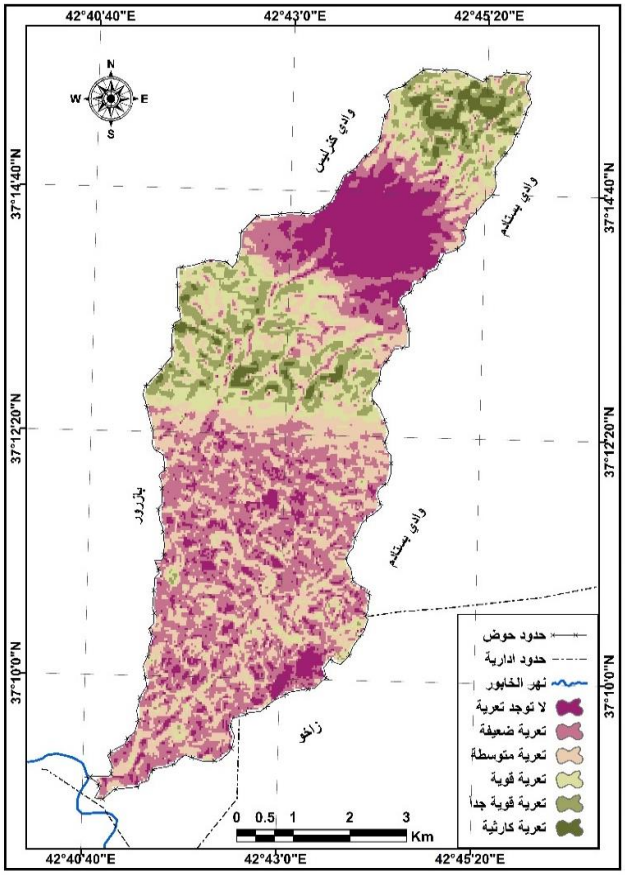
المصدر: الاعتماد على (Gavrilovic, al, 2006) (Zachar D.,1982)، ومخرجات Arc. GIS 10.8.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

الخريطة 12 التعرية المحتملة Z في حوض وادي جلال



الخريطة 13 مستويات حجم التعرية W في حوض وادي جلال



المصدر: الاعتماد على المعادلات الرياضية

باستخدام برنامج Arc. GIS 10.8.

٥. الاستنتاجات:

١. تبين من الدراسة أن للعوامل الطبيعية والمتمثلة بالتكوينات الجيولوجية، والسطح، والمناخ، والتربة، فضلاً عن الغطاء النباتي دور مؤثر في انجراف التربة، كما ان التباين في تلك الخصائص ادة الى تباين حجم التربة المفقودة في منطقة الدراسة.

٢. أعطى نموذج جافريلوفيك EPM نتائج دقيقة في معرفة مستويات التعرية المائية، اذ اتضح ان ٥٨.١٩% من منطقة الدراسة تقع ضمن الدرجتين الثالثة والرابعة والتي تمثل مستويات التعرية الخفيفة والمتوسطة، وهو نتيجة لوقع الحوض في المنطقة الجبلية في العراق حيث الطبوغرافية المضرسة وارتفاع كمية الأمطار المتساقطة والتي تصل الى ٧٤٨ ملم/سنة.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

٣. بينت الدراسة ارتفاع احتمالية التعرية القوية كونها هيمنت على ٦٠.٦٩% من المساحة الاجمالية لحوض وادي جلال.

٤. إن درجة التعرية تتباين من موقع لأخر في حوض وادي جلال، اذ تزداد شدة التعرية المائية في الأجزاء الشمالية وتقل في الأجزاء الجنوبية.

٦. المقترحات:

١. العمل على تشجير المناطق ذات الانحدارات الشديدة لتقليل حجم الترب المفقودة ويتم ذلك من خلال تشجيرها.

٢. استخدام نموذج جافريلوفيك EPM لتقدير حجم التعرية المائية في الاحواض المائية الأخرى لكونه يعطي نتائج دقيقة.

٣. ضرورة اعتماد زراعة المساطب في المناطق المنحدرة لتقليل دور الجريان السيلي في جرف التربة.

٤. بناء السدود الصغيرة في مجاري الاودية لتقليل سرعة المياه، ومن ثم تقليل قدرتها على النحت والنقل.

٥. الحد من ظاهرة الرعي الجائر التي تعد من اهم العوامل الحيوية المتسببة في تدهور التربة، اذ ان الضغط المفرط عليها يقلل من نفاذيتها ومن ثم يزيد من سرعة الجريان السطحي.

المصادر:

١.الاسدي، صفاء عبد الامير رشم (٢٠٢٣) الهيدرولوجيا والموارد المائية، دار المعارف للكتب الجامعية، مجمع باب الزبير العراق البصرة.

٢.شعوان، جمال (٢٠١٥) توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التعرية المائية بالريف الأوسط – حوض امزاز انموذجاً، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، قسم الجغرافية، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، فاس.

٣.العاني، رقية احمد امين (٢٠٢٠) التقييم الكمي للتعرية المائية لحوض وادي زوارة باستخدام نموذج جافريلوفيك EPM، مجلة ديالى، العدد ٨٦، العراق.

٤.العمري، فاروق صنع الله (٢٠٠١) مبادئ علم الجيولوجيا، دار الكتاب الجديد المتحدة، بيروت.

٥. المشهداني، إسماعيل جمعة كريم (٢٠٢٠) التقييم الكمي والنوعي للتعرية المائية لحوض وادي زراوة في السليمانية، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، الجامعة العراقية، قسم الجغرافية.

6. Addis, H. K., & Klik, A. (2015). Predicting the spatial distribution of soil erodibility factor using USLE nomograph in an agricultural watershed, Ethiopia. International Soil and Water Conservation Research, 3(4), 282-290.

7. Chadli, K. (2016). Estimation of soil loss using RUSLE model for Sebou watershed (Morocco). Modeling Earth Systems and Environment, 2(2), 51.

8. Drzewiecki, W., Wężyk, P., Pierzchalski, M., & Szafrańska, B. (2014). Quantitative and qualitative assessment of soil erosion risk in Małopolska (Poland), supported by an object-based analysis of high-resolution satellite images. Pure and Applied Geophysics, 171(6), 867-895.

9. Erkossa, T., Wudneh, A., Desalegn, B., & Taye, G. (2015). Linking soil erosion to on-site financial cost: lessons from watersheds in the Blue Nile basin. Solid Earth, 6(2), 765-774.

10.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.

11.Lillesand, T. M. and R. W. Keifer. (1987) Remote sensing image interpretation. 2th ed., Johan Wiley and Sons Co. New York..

12.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.

13.Soil Survey Staff. (1999). Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (Agriculture Handbook No. 436). Washington, DC: United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

14.Wang, C., Shang, S., Jia, D., Han, Y., Sauvage, S., Sánchez-Pérez, J., Kuramochi, K. and Hatano, R. (2018). Integrated Effects of Land Use and

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والأربعون
٢٠٢٦م /١٤٤٨هـ

Topography onStreamflow Response to Precipitation in anAgriculture-Forest Dominated Northern Watershed. Water, 10(5),633, 1-21.

15.Wischmeier W. H. & Smith D. D., 1978. Prediction rainfall erosion losses, a guide to conservation planning Science U.S. Dep Agric. Agric. Handbook, 537.

16.Zachar D. Soil Erosion. (1982) Amsterdam: Elsevier science publishing company.

مجلة العلوم الاساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الاساسية