



(٢٣٣) (٢٦٤)

العدد الثامن
والثلاثون

تقدير حجم التعرية المائية في وادي شور آب شرقي محافظة واسط بتطبيق نموذج EMP

(جافريلوفيك) باستخدام GIS و RS

أ.م.د. عباس فاضل عبيد القره غولي

كلية التربية الأساسية/جامعة واسط

abbasalwan@uowasit.edu.iq

المستخلص:

تعد التعرية المائية من أبرز العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في البيئات شبه الجافة، إذ تسهم في تفكك التربة وتغيير أشكال سطح الأرض، مما ينعكس سلباً على الإنتاج الزراعي واستدامة استخدامات الأراضي. يهدف هذا البحث إلى تقدير حجم التعرية المائية في وادي شور آب الواقع شرق محافظة واسط، بالاعتماد على تطبيق نموذج جافريلوفيك (EPM) بالدمج مع تقنيات الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS). وقد جرى توظيف البيانات الطبوغرافية والمناخية والجيولوجية إلى جانب صور الأقمار الصناعية لاشتقاق المتغيرات المؤثرة في التعرية مثل الانحدار، ونوعية التربة، والغطاء النباتي، وشبكة التصريف المائي. أظهرت نتائج التحليل أن مساحة وادي شور آب تتعرض لمستويات متفاوتة من التعرية، حيث تهيمن الفئات المتوسطة والشديدة على نسبة كبيرة من مساحة الحوض، بينما ظهرت مناطق محدودة ذات تعرية ضعيفة جداً أو ضعيفة. كما تبين أن غياب الغطاء النباتي وكثرة الأنشطة البشرية مثل الرعي والحراثة وفتح المقالع ساهمت في زيادة معدلات التعرية خاصة في المناطق ذات الانحدارات العالية. وبالنتيجة، أثبتت الدراسة أن دمج نموذج EMP مع تقنيات GIS و RS يوفر دقة عالية في تحديد البؤر الساخنة للتعرية وإعداد خرائط مكانية دقيقة تسهم في دعم اتخاذ القرار من أجل الإدارة المستدامة للأراضي والحد من مخاطر التدهور البيئي.



الكلمات المفتاحية: التعرية المائية، وادي شور آب، نموذج جافريلوفيك (EPM) ، نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، الاستشعار عن بعد (RS).

Estimating the Volume of Water Erosion in Shor Ab Valley, East of Wasit Governorate, Using the EPM (Gavriloć) Model with GIS and RS

Asst. Prof. Dr. Abbas Fadel Ubayd Al-Qarah Ghuli

Department of Geography, College of Basic Education, University of Wasit

abbasalwan@uowasit.edu.iq

abstract:

Water erosion is one of the most significant geomorphological processes affecting semi-arid environments, as it contributes to soil disintegration and the alteration of landforms, which in turn negatively impacts agricultural productivity and the sustainability of land use. This study aims to estimate the volume of water erosion in the Shor Ab Valley, located east of Wasit Governorate, by applying the Gavrilovic Model (EPM) integrated with Remote Sensing (RS) techniques and Geographic Information Systems (GIS). Topographic, climatic, and geological data, along with satellite imagery, were employed to derive the variables influencing erosion such as slope, soil characteristics, vegetation cover, and drainage network. The analysis revealed that the Shor Ab Valley is exposed to varying levels of erosion, with moderate to severe categories dominating large parts of the basin, while limited areas exhibited very low to low erosion. The findings also showed that the absence of vegetation cover and the intensification of human activities such as grazing, plowing, quarrying, and land clearing have contributed to the acceleration of erosion, especially in areas of steep slopes. Consequently, the study demonstrated that integrating the EPM model with GIS and RS provides high accuracy in identifying erosion hotspots and



producing spatially precise maps, which support decision-making for sustainable land management and mitigating the risks of environmental degradation.

Keywords: Water Erosion, Shor Ab Valley, Gavrilovic Model (EPM), Geographic Information Systems (GIS), Remote Sensing (RS).

المقدمة

تشكل التعرية المائية أحد أبرز العوامل المؤثرة في النظم الأرضية شبه الجافة، إذ تُسرّع تفكك المواد الرسوبية ونقلها وتُحدث تغييرات مكانية وزمانية في أشكال سطح الأرض، بما ينعكس على الإنتاج الزراعي، واستدامة استعمالات الأرض، وشبكات البنى التحتية. وفي البيئات السهلية-الهوامشية شرقي محافظة واسط، تتأثر الأودية الموسمية—ومنها وادي شور آب—بهطولات مطرية متباينة الشدة والتواتر، ويغطى نباتي متذبذب، وبنشاط بشري متزايد (حرث مفرط، رعي، فتح مسارات، واستخراج مواد). يوفّر نموذج الجافريلوفيك (EMP) إطاراً كمياً لتقدير القابلية للتعرية والإنتاج الرسوبي على مستوى الحوض، وعند دمج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد يمكن اشتقاق متغيراته مكانياً (الانحدار، البنية الصخرية، الغطاء/استخدامات الأرض، كثافة الشبكة المائية، مطر فعال...) وبناء خرائط التعرية ومناطق السخونة (Hotspots). ينطلق هذا البحث من توظيف EMP داخل بيئة GIS/RS لتقديم تقدير مكاني-كمي دقيق لحجم التعرية المائية في وادي شور آب، ودعم قرارات الإدارة المستدامة للأراضي

مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في السؤال الآتي: ما حجم التعرية المائية والإنتاج الرسوبي السنوي في وادي شور آب، وكيف يتوزع مكانياً ضمن وحدات الحوض عند تطبيق نموذج EMP واشتقاق مدخلاته باستخدام GIS وRS؟

فرضية البحث

الفرضية الرئيسية: يؤدي دمج نموذج EMP مع بيانات الاستشعار عن بُعد ونماذج الارتفاع الرقمية في بيئة GIS إلى تقديرات مكانية موثوقة للتعرية والإنتاج الرسوبي في وادي شور آب، تكشف عن تدرّج واضح في الشدة مرتبط بعوامل الانحدار والبنية الصخرية وكثافة التصريف والغطاء الأرضي.



هدف البحث

يهدف البحث الى تحديد المناطق الاكثر عرضة للتعرية وانتاج خرائط توضح درجة خطورتها في منطقة الدراسة .

أهمية البحث

علمياً ومنهجياً: يطوّر تطبيقاً محلياً لنموذج EMP في بيئة شبه جافة عراقية، ويعرض منهجية قابلة لإعادة الاستخدام تربط بين المعادلة الكلاسيكية والاشتقاق المكاني لمتغيراتها عبر GIS و RS (انحدار، مطر فعّال، عوامل صخرية/بنائية، استعمالات الأرض).

عملياً وتطبيقياً: يقدّم خرائط أولوية للتدخل الوقائي (تبنيد، مصدات حجرية/ترايبية، إعادة تشجير، تحسين ممارسات الحراثة) ويوجّه مواقع منشآت حصاد المياه الصغيرة.

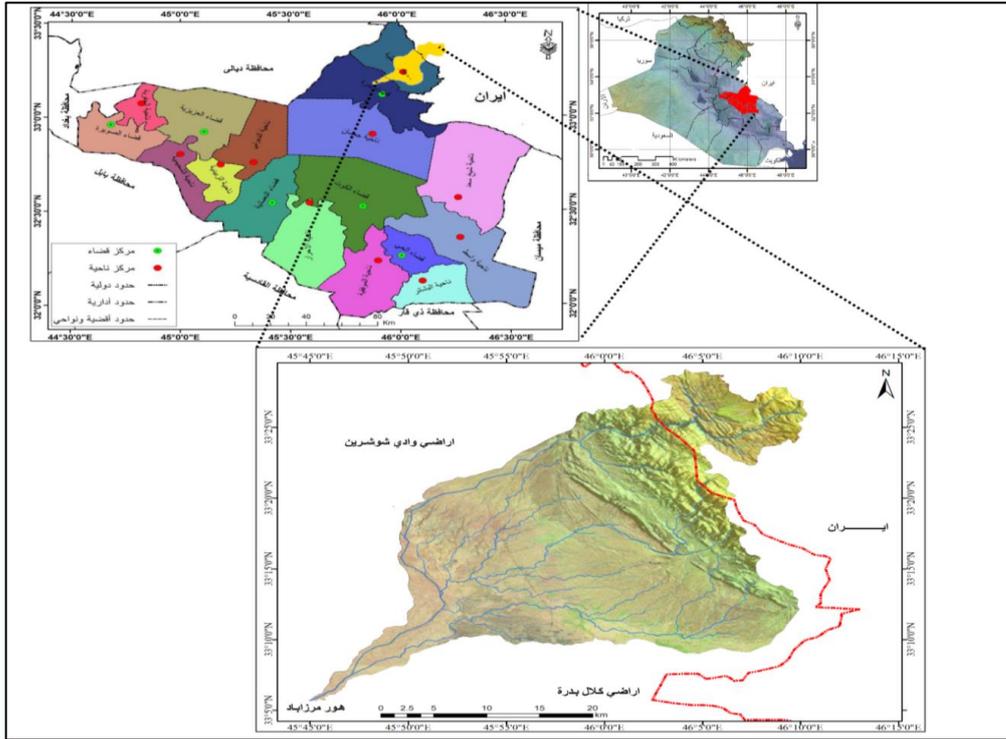
تنموياً: يرفد خطط التنمية المستدامة في المنطقة عبر الحد من فقد التربة، وتقليل طمر القنوات والمنشآت، وحماية البنى التحتية الريفية.

معرفةياً: يوفّر قاعدة بيانات مكانية وطبقات موضوعية يمكن تحديثها دورياً لمراقبة التغيّر الزمني للتعرية.

منطقة الدراسة

يقع في وادي شور آب الذي يمتد شرق محافظة واسط ضمن بيئة شبه جافة تابعة لحوض نهر دجلة. ويحدد موقعها الفلكي بين دائرتي عرض $33^{\circ}00'$ و $33^{\circ}30'$ شمالاً وبين خطي طول $45^{\circ}45'$ و $46^{\circ}10'$ شرقاً، مما يجعلها واقعة في القسم الشرقي من وسط العراق. وتمتاز المنطقة بتضاريس متنوعة تتدرج من أراضي مستوية إلى منحدرات شديدة، إضافة إلى كونها تتأثر بشكل واضح بالأنشطة البشرية مثل الرعي والحراثة وفتح المقالع وإزالة الغطاء النباتي، فضلاً عن العوامل الطبيعية كالأمطار والانحدار. هذه الخصائص جعلت وادي شور آب مهياً لحدوث التعرية المائية بنسب متفاوتة، وهو ما دفع إلى اختياره ميداناً لتطبيق النماذج الجيومورفولوجية وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد لتقدير حجم التعرية وتوزيعها المكاني.

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على الخريطة الادرية للعراق ذات مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ لعام ١٩٩٧

تقدير حجم التعرية المائية في وادي شور آب شرقي محافظة واسط

طورت العديد من النماذج لتقدير تعرية التربة ونواتج الارسابات. ولعل أهمها ما يسمى بنموذج جافريلوفيك Gavrilovic Model للتعرية، والذي أطلق عليه جافريلوفيك إسم EPM اختزالاً بـ Erosion Potential Method. وقد قام جافريلوفيك Gavrilovic بتصميم هذا النموذج خلال سنوات الخمسينيات، ولم يتم تطبيقه إلا مؤخراً بعد الثورة المعلوماتية والتكنولوجية، إذ تمت الاستفادة من نظام المعلومات الجغرافية في تنضيد الطبقات وتطبيق المعادلات الخاصة بهذا النموذج. ويعتبر نموذج EPM من النماذج التي طورت بالأحواض الجبلية، والمناطق المتضرسة .



يعتمد في تطبيق نموذج EPM على مؤشرات عديدة (الانحدار وحالة الغطاء النباتي والتربة أو التكوينات السطحية والتساقطات وكذلك الحرارة) وينفرد هذا النموذج عن غيره بإدراج عامل الحرارة كمؤشر إضافي لتقييم التعرية المائية.

إن نموذج (EPM) وهو اختصاراً لـ (Erosion Potential Method) ويعد من أنسب النماذج في تقييم التعرية في المناطق الواسعة ، إذ تم تصميم هذا النموذج من قبل (Gavrilovic) في خمسينيات القرن الماضي ثم قام بتطويره عام ١٩٥٤ ، وقد شهد هذا النموذج في عام ١٩٨٥ قفزة نوعية في تطوره على يد مجموعة من الباحثين بعد التطور الكبير الذي حصل في المجالات المعلوماتية فضلاً عن التطور الكبير الذي حصل في مجال برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، ويتميز هذا النموذج بكونه يقدر أنواع مختلفة من التعرية مما جعله نموذجاً مناسباً للتطبيق في بلدان مختلفة من أوروبا الشرقية وإيطاليا واليونان وسويسرا وإيران - وهي بلدان جبلية شديدة التضرس - وخاصة بعد ما اختبرت مصداقية نتائجه في عدد من الدراسات وقورنت بنتائج القياسات الميدانية وتبين وجود توافق كبير بين نتائج الأتمودج مع نتائج القياسات الميدانية ويعتمد هذا النموذج في تطبيقه على مجموعة من المتغيرات تشمل التركيب الصخري وخصائص الانحدار والغطاء النباتي والتربة والأمطار ودرجات الحرارة شكل (١) ، ويطبق هذا النموذج وفق سلسلة من المعادلات وهي على النحو الآتي :

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

إذ أن:

$$W = \text{المعدل السنوي للتعرية (م}^3/\text{كم}^2/\text{السنة).}$$

$$T = \text{معامل الحرارة ويستخرج من المعادلة .}$$

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

إذ أن:

$$C = \text{المعدل السنوي لدرجة الحرارة .}$$

$$H = \text{المعدل السنوي للأمطار (مم) .}$$

$$\pi = \text{معامل ثابت يساوي (٣,١٤١٥) .}$$

$Z =$ معامل التعرية المحتملة وهو أهم عناصر نموذج جافريلوفيك وقد يكتفى به لوحده كمؤشر على تقدم التعرية في الأحواض المائية ويحسب هذا المعامل من خلال المعادلة التالية (شعوان ، محمد ، ٢٠١٣ ، ص ٧٦).

إذ أن:

$$z = Y \times Xa \times (\phi + \sqrt{Ja})$$

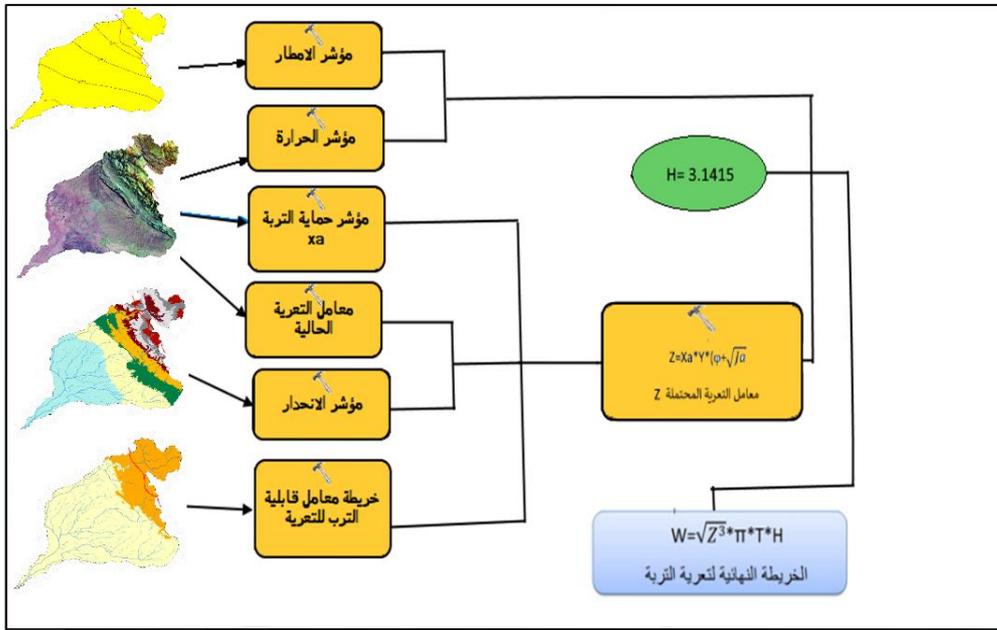
Y = معامل قابلية التربة للتعرية .

Xa = معامل حماية التربة .

ϕ = معامل تطور التعرية وشبكة التصريف .

Ja = معدل الانحدار (%) .

شكل (١) مخطط انسيابي يبين مراحل العمل في نموذج جافريلوفيك



المصدر: بالاعتماد على نموذج جافريلوفيك .
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الأساسية

اولاً : نمذجة المؤشرات المستعملة في نموذج جافريلوفيك (EPM) :

١- نمذجة مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y) : لاستخراج هذا المؤشر لقابلية التربة للتعرية المائية، تم استخدام معادلة فيشماير التالية، بالاعتماد على خصائص التربة العراقية كما هو موضح في تقرير منظمة الأغذية والزراعة. (Laaraj Marouan, 2012, P4):

$$Y = (0,00021 \times (12 - OM) M^{1.14} + 3.25 (S-2) + 2.5(P-3)) / 100$$

إذ أن :

Y = معامل قابلية التربة للتعرية.

OM = نسبة المادة العضوية.

M = النسيج (نسبة الطمي + الرمال) \times (نسبة الطين - ١٠٠).

S = رمز العينة .

P = معامل النفاذية .

وبعد تطبيق المعادلة أعلاه اتضح بان ترب منطقة الدراسة ذات مقاومة متوسطة اذ تراوحت قيمها بحسب معامل قابلية الأتربة او الصخور للتعرية بين (٠,٣ - ٠,٥) في أجزاء الشمالية من منطقة الدراسة ، والنوع الاخر هي تربة ضعيفة المقاومة قيمها تتراوح (٠,٥ - ٠,٦) في أغلب أجزاء منطقة الدراسة جدول (١) خريطة (٢) .

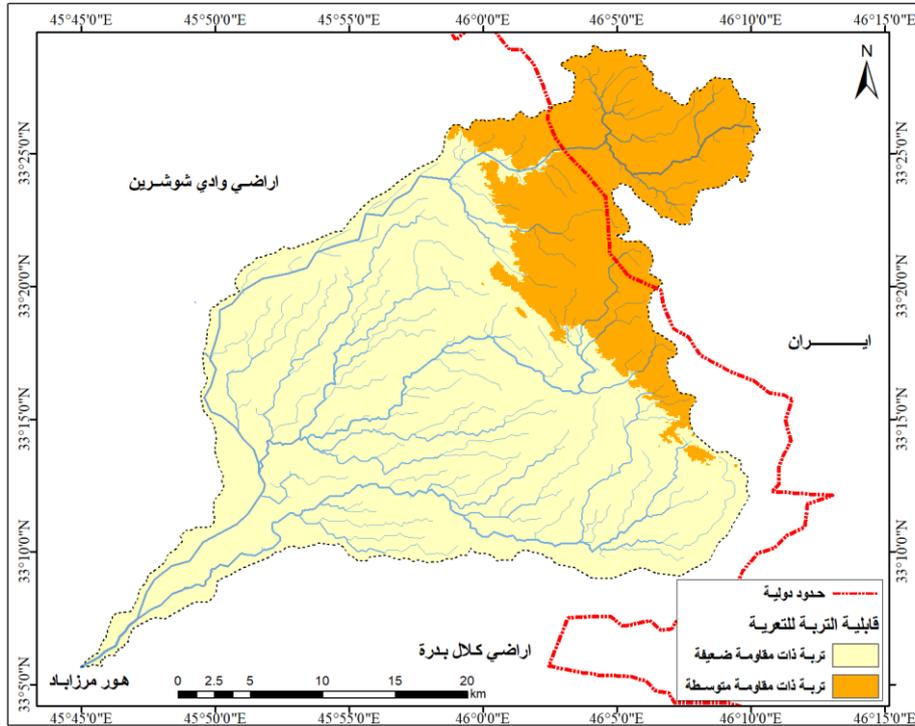
جدول (١)

معامل قابلية الاتربة أو الصخور للتعرية

متوسط القيمة	قيمة معامل Y	معامل قابلية التربة للتعرية
٠,٢	٠,٣ - ٠,١	ترب ذات مقاومة شديدة
٠,٤	٠,٥ - ٠,٣	ترب ذات مقاومة متوسطة
٠,٥٥	٠,٦ - ٠,٥	ترب ذات مقاومة ضعيفة
٠,٧	٠,٨ - ٠,٦	ركام حطامي ورواسب خشنة
٠,٩٥	٠,١ - ٠,٩	رواسب رملية ناعمة لا مقاومة لها

Laaraj Marouane', Benaabidate Lahcen and Mesnage Valérie, Assessment and mapping of water erosion by the integration of the Gavrilovic "EPM" model in the Inaouene watershed, Morocco, Laboratory of Functional Ecology and Environment Engineering, University of Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fez, Morocco, 2021, p4.

خريطة (٢) قابلية التربة للتعرية



المصدر : الباحثان بالاعتماد على خريطة تربة العراق تصنيف بيورنك والطائي واستخدام معادلة فيشماير

٢- نمذجة مؤشر حماية التربة (Xa) : ويستند هذا المؤشر إلى مستويات كثافة الغطاء النباتي التي تعمل على استقرار التربة وتقليل معدلات الجريان السطحي وزيادة النفاذية داخل التربة والحد من تآكل التربة. ويلعب الغطاء النباتي دوراً مهماً في الحد من شدة التعرية وحماية التربة من خلال تظليل أغصان الأشجار والحد من قدرتها على اقتلاع جزيئات التربة وتدميرها. وضع غافريلوفيتش معايير تحديد قيم مؤشر حماية التربة كما هو موضح في الجدول أدناه.

جدول (٢)

معامل حماية التربة (Xa)

متوسط القيمة	قيمة معامل Xa	معامل حماية التربة
١,١٢٥	٠,٢ - ٠,٠٥	غابات مختلطة كثيفة - متوسطة الكثافة
٠,٣	٠,٤ - ٠,٢	غابات صنوبرية او نباتات مبعثرة على جوانب القنوات المائية
٠,٥	٠,٦ - ٠,٤	مراعي وغابات متضررة
٠,٧	٠,٨ - ٠,٦	مراعي ومزارع متضررة
٠,٩	١,٠ - ٠,٨	اراضي جرداء

Assessment of soil erosion using the GIS-based erosion potential method in the Kebir Rhumel Watershed, Northeast Algeria, Watershed DEVELOPMENT, p138, 2021, Amer Zeghmar, Nadir Marouf, Elhadj Mokhtari

وقد تم استخلاص قيم مؤشر حماية التربة (Xa) من خلال مرئيات القمر الصناعي (Landsat-8) اذ تم من خلالها استخلاص قيم معامل كثافة الغطاء النباتي (NDVI) بعد أن تم تصنيف منطقة الدراسة الى خمس أصناف وفق المعايير الذي وضعها جافريلوفيك ولاستخراج قيم مؤشر هذا المعامل فقد تم الاعتماد على المعادلة أدناه (Amer Zeghmar, 2021, P138)

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

إذ أن :

Xa = مؤشر حماية التربة .

XaNDVI = معامل التغطية النباتية المعدل لمواءمة معايير مؤشر حماية التربة .

ان مؤشر حماية التربة (Xa) يرتفع في المناطق ذات الكثافة النباتية العالية والتي تتراوح قيمها بين (٠,٢ - ٠,٠٥) ، يشير جدول تصنيف معامل حماية التربة في منطقة الدراسة إلى أن المساحة



الكلية البالغة (٤٧٤,٦) كم² تتوزع بشكل غير متوازن بين مستويات الحماية المختلفة. إذ يتضح أن الفئة المسيطرة هي "ضعيفة جداً" حيث تغطي مساحة (200.8) كم² أي ما يعادل (٤٢,٣)% من إجمالي المساحة، وهو ما يكشف عن ضعف واضح في قدرة التربة على مقاومة التعرية في جزء كبير من المنطقة. تليها الفئة "ضعيفة" بمساحة (١١٠,١) كم² بنسبة (٢٣,٢)%، مما يعني أن ما يقارب ربع المنطقة يتميز بضعف في الحماية أيضاً. أما الفئة "متوسطة" فتغطي (٧٥) كم² أي (١٥,٨) % فقط، وهي مساحة محدودة نسبياً مقارنة بالفئات الأضعف. بينما الفئتان "شديدة" و"شديدة جداً" لا تمثلان سوى نسباً صغيرة من المساحة الكلية، إذ تغطيان معاً ما يقارب (١٩)% فقط، وهي النسبة الأقل، ما يعني أن المناطق التي تتمتع بقدرة عالية على حماية التربة من التعرية محدودة جداً. وبذلك يتضح أن التربة في منطقة الدراسة تعاني بشكل عام من هشاشة واضحة، إذ إن أغلب المساحات تقع ضمن الفئات الضعيفة، الأمر الذي يعكس خطورة التدهور البيئي ويدعو إلى اتخاذ إجراءات لإدارة وحماية التربة بشكل أفضل.

٣- نمذجة مؤشر التعرية الحالية (ϕ): تم حساب هذا المؤشر من خلال المعادلة التي صاغها (Mellivsky 2008) وبالاعتماد على مرئية القمر الصناعي (Landsat) إذ يتم ذلك من خلال حساب الجذر التربيعي للنطاق الثالث (TM3) وتقسيمه على اعلى قيمة للإشعاع (Q_{max}) كون أن زيادة الإشعاع ترتبط بشكل مطرد بزيادة التعرية اي أن كلما زادت التعرية كان هناك المزيد من المنكشفات الصخرية وعلى وفق المعادلة أدناه : (I. Stefano Vic ، L.,Gavrilovic) ، (P67،2006،

$$\phi = \sqrt{\frac{TM3}{Q_{max}}}$$

مجلة العلوم الأساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الأساسية

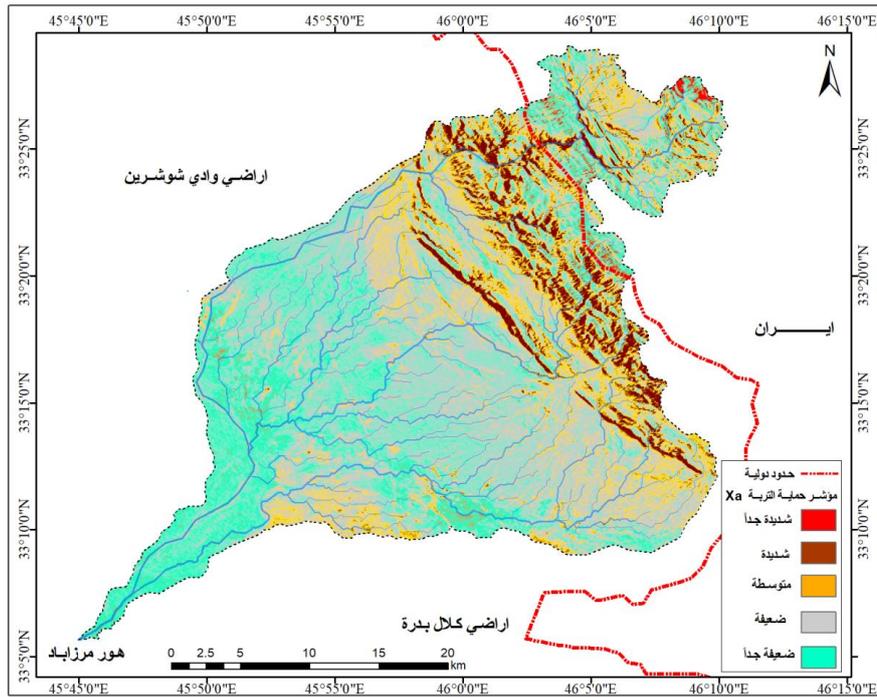
إذ إن :

ϕ = مؤشر حماية التعرية الحالية .

TM3 = النطاق الثالث في مرئية القمر الصناعي (Landsat) .

Qmax = اعلى قيمة للإشعاع .

خريطة (٣) مؤشر حماية التربة Xa في منطقة الدراسة



المصدر : الباحثان بالاعتماد على المرئية الفضائية LANDSEAT 8 واستخدام معادلة مؤشر

حماية التربة Xa

مجلة العلوم الأساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الأساسية

جدول (٣)

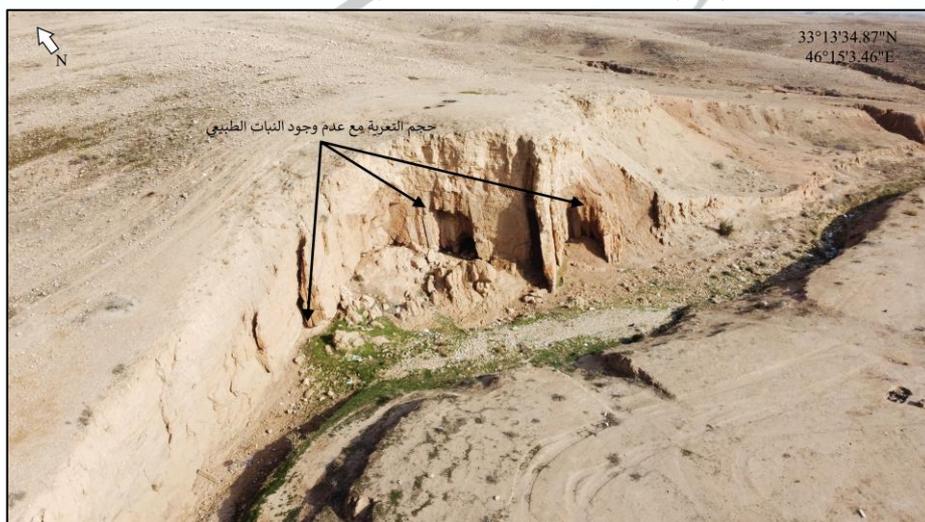
صنف معامل حماية التربة (Xa) ومساحته ونسبته المئوية في منطقة الدراسة

النسبة المئوية %	المساحة كم ^٢	معامل حماية التربة
١٠,٥	49.8	شديد جداً
٨,٢	38.9	شديدة
١٥,٨	75.0	متوسطة
٢٣,٢	110.1	ضعيفة
٤٢,٣	200.8	ضعيفة جداً
١٠٠	٤٧٤,٦	المجموع

المصدر : بالاعتماد على خريطة (٣) .

صورة جوية (١)

انعدام النبات الطبيعي في الاجزاء الضعيفة جدا في حماية التربة جنوب منطقة الدراسة



المصدر : الباحثان بالاعتماد على الطائرة المسيرة Dji mavic mini التقطت بتاريخ

٢٠٢٥/٢/١٥

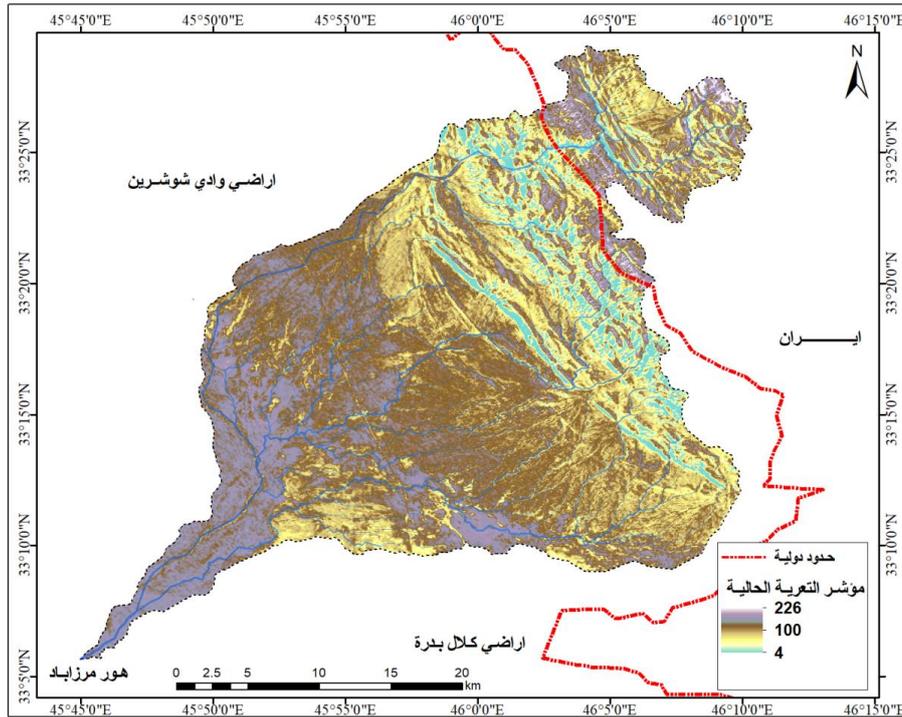
وقد تنحصر قيمة مؤشر التعرية الحالية (ϕ) بين (٠,١ - ١) إذ يشير الرقم الأول الى تعرية ضعيفة في احواض التصريف المائي ، بينما يشير الرقم الأخير الى ان جميع حوض التصريف يقع تحت تأثير التعرية جدول (٤) ، وبعد تطبيق معادلة هذا المؤشر على منطقة الدراسة تبين بأن اعلى قيمة سجلت وفق هذا المعيار هي (٠,٥٦) وأدنى قيمة سجلت (٠,٣١) ، وبحسب معامل تطور التعرية الحالية وشبكة التصريف فإن الحوض يقع ضمن تعرية في القنوات المائية بين (٢٠ - ٥٠%) من حوض التصريف خريطة (٤) .

جدول (٤) معامل تطور التعرية الحالية (ϕ)

قيمة معامل ϕ	معامل تطور التعرية وشبكة التصريف
٠,٢ - ٠,١	تعرية ضعيفة في حوض التصريف
٠,٥ - ٠,٣	تعرية في القنوات المائية بين ٥٠ - ٢٠ % من حوض التصريف
٠,٧ - ٠,٦	تعرية في الأنهار والأخاديد والإرسابات الفيضية وتعرية كارستية
٠,٩ - ٠,٨	٥٠ - ٨٠% من حوض التصريف تحت تأثير التعرية و الانزلاقات الأرضية
١,٠	جميع حوض التصريف تحت تأثير التعرية

Abdeni Elalui ، et al ، Soil Erosion under Future Climate Change Scenarios in a Semi-Arid Region ، Science Agadir، IbnZohr University، Agadir ، Morocco ،2023،p6.

خريطة (٤) مؤشر التعرية الحالية في منطقة الدراسة



المصدر : الباحثان بالاعتماد على المرئية الفضائية 8 LANDSEAT واستخدام معادلة مؤشر التعرية الحالية (ϕ)

مجلة العلوم الأساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الأساسية

٤- نمذجة مؤشر الانحدار (Ja) : يهدف هذا المؤشر إلى بيان المنحدرات. فالمنحدرات لها دور فعال في التأثير على شدة التآكل، فيزداد التآكل مع زيادة حدة المنحدرات ويقل مع قلة أو انعدام المنحدرات، وقد تم استخلاص قيم هذا المؤشر من خلال الاعتماد على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ، ، (Abdeni Elalui, et al, 2023, P6) كما صنفت انحدارات منطقة الدراسة بالاعتماد على تصنيف (young) إلى خمس أصناف ، جدول (٥) خريطة (٥) وهي كالآتي .



أ - أراضٍ مستوية : يتضمن هذا المستوى الأراضي التي لا تتجاوز زاوية انحدارها عن (٢°) وتنتشر على مساحة تصل إلى (٢١٣,١ كم^٢) ونسبة (٤٤,٩ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة الكلية وتسود في الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة .

ب- أراضٍ خفيفة الانحدار: تعد هذه الفئة الانحدارية التي تنحصر زوايا انحدارها بين (٥° - ١٠°) أقل انتشاراً من الفئة التي تسبقها فقد بلغت مساحة الأراضي التي تشغلها هذه الفئة حوالي (٣٠١,٧ كم^٢) ونسبة (١١٩,٦%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة الكلية .

ج- أراضٍ معتدلة الانحدار: تشمل الأراضي التي تنحصر زوايا انحدارها بين (١٠° - ١٨°) وتعد أراضي ذات انحدارات متوسطة وتبلغ مساحتها (٥٥,٥ كم^٢) ونسبة (١١,٧%) من مساحة منطقة الدراسة الكلية، وتنتشر بشكل متصل في معظم أجزاء منطقة الدراسة وتكون محاذاة للأراضي خفيفة الانحدار .

د- أراضٍ شديدة الانحدار: تشمل الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين (١٨° - ٣٠°) وهي تشغل المساحة ضمن منطقة الدراسة إذ تبلغ (٤٦,٥ كم^٢) ونسبة (٩,٨%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة الكلية وتمتاز بأنها ذات انحدارات شديدة وتشمل جميع المناطق المرتفعة في منطقة الدراسة .

هـ- أراضٍ شديدة الانحدار جداً: تشمل الأراضي التي تنحصر زوايا انحدارها بين (٣٠° - ٤٥°) وتبلغ مساحتها (٣٩,٩ كم^٢) ونسبة (٨,٤%) من مساحة منطقة الدراسة وتتمثل هذه الانحدارات في مناطق القمم الجبلية في الجانب الايراني شمال منطقة الدراسة والذي يمثل منابع الاودية .

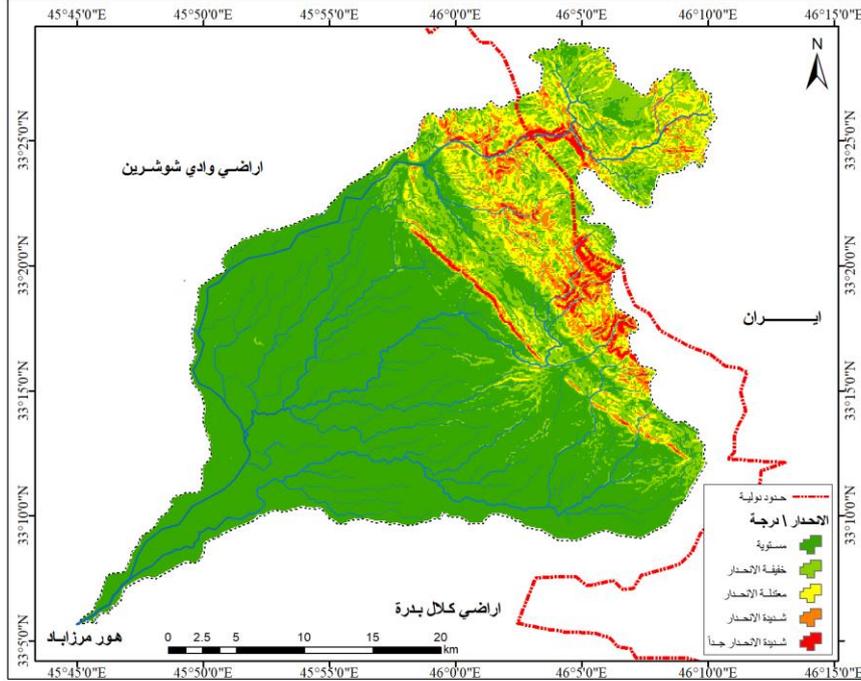


جدول (٥) أشكال تضرس الأرض وزوايا الانحدار وفق تصنيف (Young)

النسبة المئوية	المساحة / كم ^٢	زاوية الانحدار بالدرجات	السطح	ت
44.9	213.1	°٢ - °٠	أرضٍ مستوية	١
25.2	119.6	°١٠ - °٥	أرضٍ خفيفة الانحدار	٢
11.7	55.5	°١٨ - °١٠	أرضٍ معتدلة الانحدار	٣
9.8	46.5	°٣٠ - °١٨	أرضٍ شديدة الانحدار	٤
8.4	39.9	°٤٥ - °٣٠	أرضٍ شديدة الانحدار جداً	٥
١٠٠	٤٧٤,٦		المجموع	

المصدر: بالاعتماد على: ١- تغلب جرجيس داود ، علم أشكال سطح الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية) ، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة / فرع البصرة ، ٢٠٠٢ ، ص١٢٣-١٢٤-٢٠١ خريطة (٥) .
 للعلوم التربوية والبيئية وطرائق التدريس للعلوم الأساسية

خريطة (٥) نمذجة درجات الانحدار وفق نموذج young



المصدر : الباحثان بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي ذات دقة ٣٠ متر

- نمذجة استخلاص قيمة التعرية المحتملة (Z) : يعبر

$$z=Y \times Xa \times (\phi + \sqrt{Ja})$$

معامل (Z) عن التعرية المحتملة ، اذ يعد من أهم عناصر

نموذج جافريلوفيك وقد يدخل في حسابه مجموعة من المتغيرات

التي تم حسابها مسبقاً ، كما له فوائد كثيرة منها تتبع التغيرات في مستويات التعرية مع مرور الزمن لاختبار تأثيرات مستويات الممارسة والتغير في الأنشطة واستعمالات الارض ،(كاظم ، محمد ،

٢٠٢٠، ص٥٣) ويتم حساب هذا المؤشر من خلال المعادلة الآتية :

وقد تصنف مستويات التعرية تبعاً لمؤشر نموذج جافريلوفيك (Z) الى خمس مستويات كما هي

موضحة في جدول (٦) .

جدول (٦)

فئات مستويات التعرية المحتملة تبعاً لقيمة معامل (Z)

مستوى التعرية المحتملة	متوسط القيمة	قيمة معامل (Z)
خفيفة جداً	٠,١٠	٠,٠١ - ٠,١٩
خفيفة	٠,٣٠	٠,٢٠ - ٠,٤٠
متوسطة	٠,٥٥	٠,٤١ - ٠,٨٠
شديدة	٠,٨٥	٠,٨١ - ١,٠
شديدة جداً	١,٢٥	١٠,١ - >١,٥١

GAVRILOVIC, Z. STEFANOVIC M. MILOJEVIC M. AND COTRIC J. Erosion Potential Method Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Sloveni, (2006).

وبعد تطبيق المعادلة أعلاه تم اشتقاق خريطة التعرية المحتملة في منطقة الدراسة ، إذ تبين من خريطة (٦) وجدول (٦) يبين جدول أصناف معامل التعرية المحتملة (Z) أن المساحة الإجمالية تقارب (٤٧٤,٦) كم²، موزعة على خمس درجات من الشدة. تنصدر الفئة الشديدة المشهد بمساحة (٢٠٩,٨) كم² تمثل (٤٤,٢) % من المنطقة، ما يعني أن ما يقارب نصف المساحة معرض لتعرية مرتفعة تستدعي أعلى درجات الحماية والإدارة. تليها الفئة المتوسطة بمساحة (١٤٢,٩) كم² ونسبة ٣٠,١ %، وهي كتلة واسعة من الأراضي ذات خطر ملحوظ يحتاج إلى إجراءات وقائية وتحسينات في الغطاء الأرضي لمنع تحولها إلى شديدة. أما الفئة شديدة جداً، فرغم أنها الأصغر نسبياً من حيث التغطية بمساحة (٣١,٨) كم² ونسبة (٦,٧) %، فإنها تمثل بؤراً حرجية ذات حساسية عالية للتدهور السريع، وتحتاج عادةً إلى تدخلات عاجلة ومكثفة. في المقابل، تُظهر الفئات الأقل خطراً نطاقات محدودة نسبياً؛ إذ تغطي الفئة الخفيفة مساحة (٥٠,٣) كم² بما نسبته (١٠,٦) %، وهي مناطق يمكن الحفاظ على استقرارها عبر ممارسات إدارة بسيطة نسبياً لمنع تدهورها. كما تمتد الفئة الخفيفة جداً

على (٣٩,٩) كم² وتشكل (٨,٤)% فقط من المساحة، وهي الأجزاء الأكثر استقراراً حالياً من حيث التعرض للتعرية.

عند جمع الفئات المتوسطة إلى شديد جداً يتضح أن (٣٨٤,٥) كم²، أي (٨١,٠)% من منطقة الدراسة، تقع ضمن نطاقات خطر تحتاج إلى درجات متفاوتة من المعالجة والوقاية، بينما لا تتجاوز المساحات ذات الخطر المنخفض (خفيفة جداً + خفيفة) (٩٠,٢) كم² بما نسبته (١٩,٠)%. هذه القسمة تُظهر بوضوح أن الغالبية العظمى من المنطقة تعاني من تعرية محتملة متوسطة إلى مرتفعة، مع تركيز ملحوظ في الفئة الشديدة، ما يوجّه التوصيف العام نحو أولوية إدارة المناطق الشديدة وشديد جداً، بالتوازي مع إجراءات وقائية في الحزام المتوسط لمنع انتقاله إلى درجات أعلى من التعرية. وهذا يتفق مع الانحدارات المتوسطة والقوية الخالية من الغطاء النباتي .

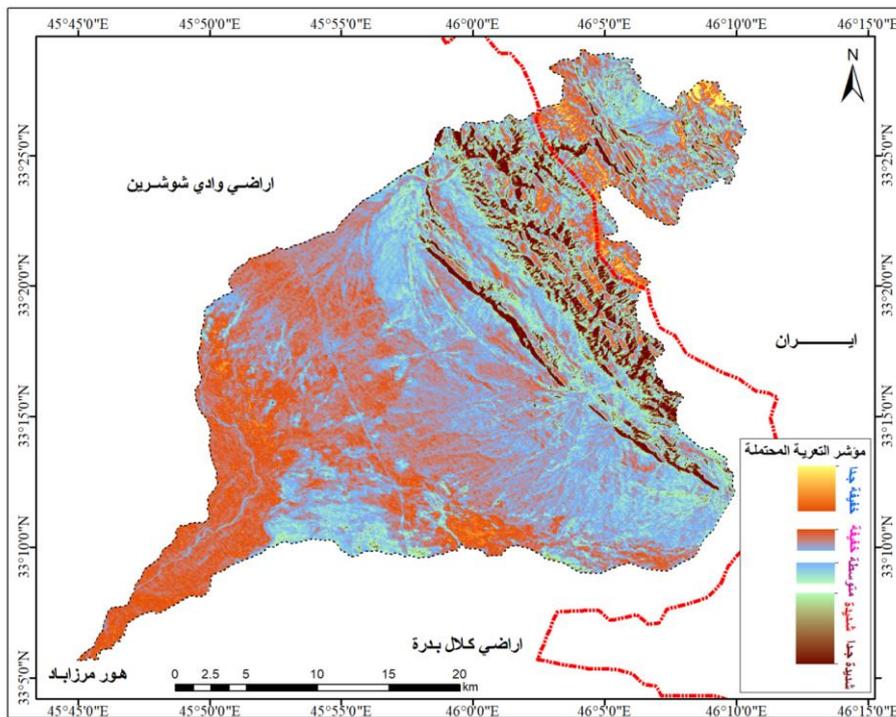
جدول (٧)

اصناف معامل التعرية المحتملة (Z) ومساحاتها ونسبها المئوية في منطقة الدراسة

معامل التعرية المحتملة	المساحة كم ²	النسبة المئوية %
خفيفة جداً	39.9	٨,٤
خفيفة	50.3	١٠,٦
متوسطة	142.9	٣٠,١
شديدة	209.8	٤٤,٢
شديد جداً	31.8	٦,٧
المجموع	٤٧٤,٦	١٠٠

المصدر : بالاعتماد على خريطة (٦) .

خريطة (٦) مستويات التعرية المحتملة Z في منطقة الدراسة



المصدر : الباحثان بالاعتماد على المرئية الفضائية 8 LANDSEAT واستخدام معادلة التعرية المحتملة Z

ثانياً : نمذجة تطبيق نموذج (EPM) للتقييم الكمي للتعرية المائية :

١. نمذجة مؤشر معامل الحرارة (T) :

تعد الحرارة عاملاً من عوامل التعرية في هذا النموذج إذ إن لها تأثيراً واضحاً في إنتاجية المياه في التربة. فالحرارة الشديدة تزيد من شدة التبخر، مما يؤدي إلى ظهور شبكة كثيفة من التشققات الصلبة التي تؤدي إلى انهيار الطبقات الطينية، بينما تؤدي التقلبات الحرارية المستمرة إلى انهيار المكونات



الصخرية والطبقات السطحية يعتمد جافريلوفيك على الحرارة كعامل في نموذج EPM ويتم تحديد قيمة المعامل الحراري بمعادلة خاصة تأخذ متوسط درجة الحرارة تم تحديد قيم المعاملات الحرارية بمعادلة خاصة تأخذ متوسط درجة الحرارة السنوي كمتغيرة أساسية لحساب هذا المعامل ويحسب هذا المعامل على وفق المعادلة الآتية : (P67،2006، I. Stefano Vic ، L.،Gavrilovic) :

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

إذ إن :

T = مؤشر معامل الحرارة .

C = المعدل السنوي لدرجة الحرارة .

ونظراً لعدم توفر معطيات مناخية دقيقة تتعلق بدرجات الحرارة بمحطات الرصد فقد تم الاعتماد على المرئيات الفضائية العائدة للقمر الصناعي (Landsat-8) لتحديد هذا المؤشر ولحساب درجة الحرارة نقوم بالمرحل التالية :-

المرحلة الأولى: نقوم بهذه المرحلة بتحويل قيم البكسل إلى قيم الاشعاع بإعادة إسقاط البيانات باستعمال طريقة التحويل الخطي العكسية عن طريق معادلة التحويل الآتية :

$$\text{Radiance} = \frac{L_{\min} - L_{\max}}{Q_{ca}L_{\max} - Q_{ca}L_{\min}} * (DN - Q_{ca}L_{\min}) + L_{\min}$$

إذ إن :
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الأساسية

L_{\max} = أقصى قيمة للإشعاع .

L_{\min} = ادنى قيمة للإشعاع .

$Q_{ca}L_{\max}$ = أعلى قيمة يأخذها البكسل .

$Q_{ca}L_{\min}$ = أدنى يأخذها البكسل .

DN = قيمة البكسل



المرحلة الثانية : نقوم بهذه المرحلة التحويل من الإشعاع Radiance إلى درجة الحرارة الكلفينية ، وذلك بالاعتماد على المعادلة التالية :

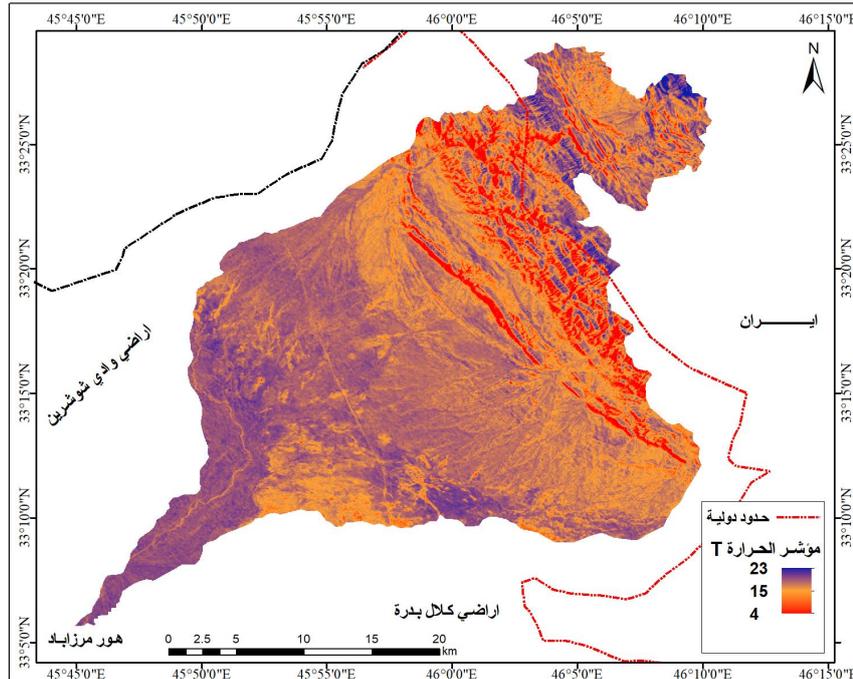
$$T = \frac{K}{\ln\left(\frac{K1}{\text{Radiance}}\right) + 1}$$

إذ إنَّ القيمتين K1 و K2 ثوابت تتغير بتغير القمر الصناعي، إذ انها بالنسبة للقمر الصناعي لاندسات ذات المتحسس (TM-5) تصل القيم إلى K1 = 607.76 و K2= 1260.56 أما بالنسبة للمتحسس (OLI) فتصلا إلى 8853,774 و 0789,1321 على التوالي .

المرحلة الثالثة : أما في هذه المرحلة فيتم تحويل درجات الحرارة من الكلفن إلى المئوي عن طريق طرح القيمة ٢٧٣,١٥ من القيمة الناتجة عن المعادلة أعلاه .

وبعد تطبيق المعادلة أعلاه تم الحصول على خريطة (٨) التي تبين قيم مؤشر معامل الحرارة في منطقة الدراسة إذ تبين منها أن أعلى قيمة بلغت لمؤشر الحرارة (٢٣) ، بينما بلغت أدنى قيمة (٤) .

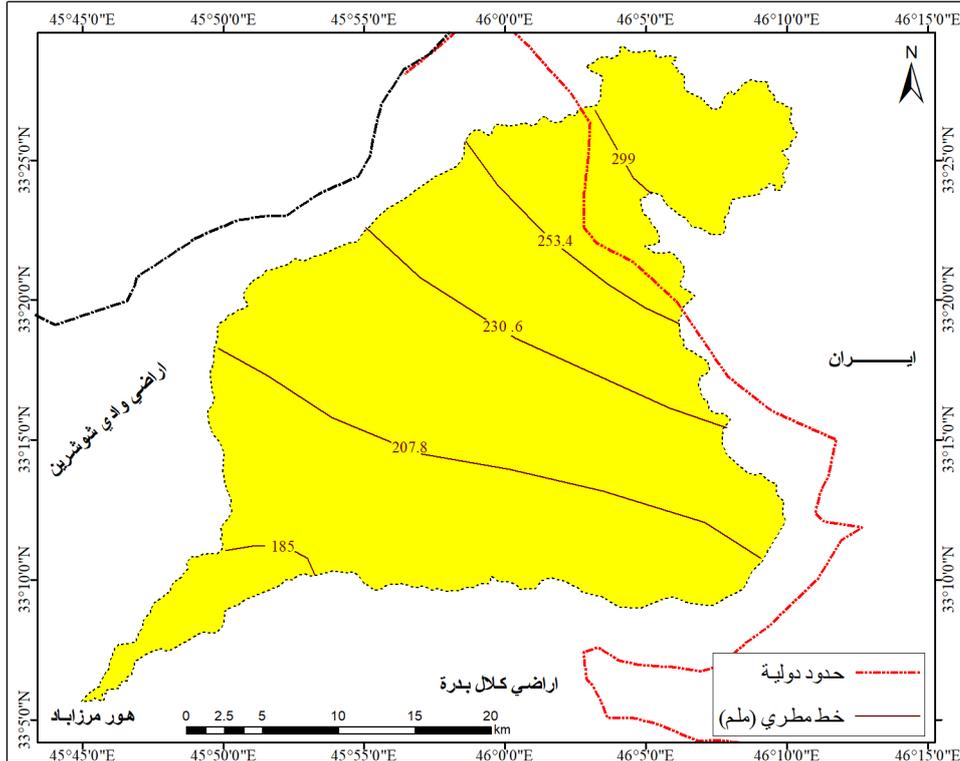
خريطة (٨) مؤشر معامل الحرارة T في منطقة الدراسة



المصدر : الباحثان بالاعتماد على المرئية الفضائية LANDSEAT 8 واستخدام معادلة معامل الحرارة T

2- نمذجة مؤشر معامل التساقطات (H) : تمارس قطرات المطر نشاطاً حثياً يؤدي إلى تفكيك حبيبات التربة وانتزاعها من على السطح. وتعتمد التعرية بفعل الامطار بصورة رئيسة على خصائص الأمطار والتي تتمثل بمعدل وكمية الامطار الساقطة وسرعة القطرات المائية ، كما ان السطح والتربة لها اثر كبير في التأثير على التعرية بفعل التساقط المطري ، وتنشط التعرية عند سقوط الأمطار على شكل زخات مطرية شديدة فينتج عنها تقويت حبيبات التربة المتماسكة مما يؤدي تحويلها إلى حبيبات منفردة تقفز مع أجزاء قطرات المطر المتناثرة بشكل عشوائي وقد تنقل الأجزاء المتناثرة أسفل المنحدرات بفعل قوة الجاذبية الأرضية مما يترتب عليه جريان الماء نحو المناطق السهلية فينتج عنها تعرية السطح العلوي للتربة (I. Blinkov, I. Milevski, and A. Trendafilov, 2008, P121) ويتضح من الخريطة (٩) تباين توزيع التساقطات المطرية بمنطقة الدراسة ، إذ سجلت اعلى القيم في القسم الشمالي من المنطقة حيث تصل الى (٢٩٩ ملم) بينما سجلت ادنى

القيم في القسم الجنوبية إذ بلغت (١٨٥ ملم) ويعود هذا التباين في كمية الامطار الى العامل الطبوغرافي المتمثل بالارتفاعات وهذا سوف يؤدي إلى تعرية مائية بأشكال مختلفة .
خريطة (٩) مؤشر التساقط (H) ملم في منطقة الدراسة



المصدر : الباحثان بالاعتماد على المرئية الفضائية LANDSEAT 8 واستخدام معدل مجاميع الامطار في المعادلات المدروسة (علي الغري ، بدره ، ايلام)
ثالثاً : نمذجة حساب حجم التعرية المقدرة من خلال نموذج (EPM) :

يرى مجموعة من العلماء والباحثين ومنهم (Milevski) أن معدلات التعرية تكون ضعيفة إذا كانت دون ٥٠٠ م^٣/كم^٢/السنة، وتكون عالية في حال تجاوزها ٨٠٠ م^٣/كم^٢/السنة. وقد حدد زاخار في عام ١٩٨٢ ستة أصناف من التعرية المائية بحسب كمية التربة المفقودة والتي تبدأ بتعرية غير ظاهرة إذا كان حجم التعرية اقل من ٥٠٠ م^٣/كم^٢/السنة وتنتهي بتعرية كارثية إذا كان حجم التعرية أكثر من ٢٠٠٠٠ م^٣/كم^٢/السنة جدول (٩) . وبعد تطبيق معادلة نموذج جافريلوفيك ($W = \sqrt{Z^3} T \times H \times \pi$) تم الحصول على خريطة (٩) جدول (٩) يوضح صورة دقيقة عن أنواع التعرية



السائدة في منطقة الدراسة من خلال ربط حجم الفاقد من التربة ($\text{م}^3/\text{كم}^2/\text{سنة}$) مع المساحة المتأثرة والنسبة المئوية لها.

يتبين أن الفئة الأولى، وهي التعرية المتوسطة التي يتراوح حجمها بين ٧٥٠ - ١٤٧٠ $\text{م}^3/\text{كم}^2/\text{سنة}$ ، تسيطر على أكبر مساحة تبلغ ($٢٠٨,٣ \text{ كم}^2$)، أي ما نسبته ($٤٣,٩\%$) من إجمالي المنطقة. هذه النسبة الكبيرة تعكس أن ما يقارب نصف مساحة المنطقة يتعرض لفقدان متوسط للتربة، وهو مستوى لا يزال قابلاً للسيطرة إذا ما وُضعت إجراءات وقائية مناسبة.

أما الفئة الثانية، وهي التعرية الشديدة بحجم يتراوح بين ١٦٣٠ - ٤٧٨٠ $\text{م}^3/\text{كم}^2/\text{سنة}$ ، فتغطي مساحة ١٧٠,٤ كم^2 وتشكل $٣٥,٩\%$ من المساحة الكلية. هذا يشير إلى أن ثلث المنطقة تقريباً يعاني من مستويات مرتفعة من التعرية، ما قد يؤدي إلى تدهور خصوبة التربة وفقدان الإنتاجية الزراعية إذا لم تتم معالجته.

بينما الفئة الثالثة، التعرية الشديدة جداً التي يصل حجمها إلى ٦٧٠٠ - ٢٠٠٠٠ $\text{م}^3/\text{كم}^2/\text{سنة}$ ، فهي الأقل من حيث المساحة إذ تغطي ($٩٥,٩ \text{ كم}^2$) بنسبة ($٢٠,٢\%$) فقط، لكنها الأخطر من حيث الأثر البيئي، إذ تمثل مناطق بالغة الحساسية لتدهور التربة والانجراف السريع.

وبذلك يظهر أن حوالي ٥٦% من مساحة المنطقة (الفئتان الشديدة والشديدة جداً) تعاني من تعرية مرتفعة إلى خطيرة، بينما أقل من النصف ($٤٣,٩\%$) يقع ضمن التعرية المتوسطة. هذا التوزيع يبين أن المنطقة بأغلبها تواجه خطر التعرية بدرجات مختلفة، وأنها بحاجة إلى برامج وقائية وإدارة متكاملة للحد من خسائر التربة وصيانة مواردها



جدول (٨)

أصناف التعرية حسب زخار لحساب الترب المفقودة

شدة التعرية	حجم التعرية م ^٣ / كم ^٢ / السنة	الفئة
تعرية غير ظاهرة	اقل من ٥٠	1
تعرية ضعيفة	٥٠ - ٥٠٠	2
تعرية متوسطة	٥٠٠ - ١٥٠٠	3
تعرية شديدة	١٥٠٠ - ٥٠٠٠	٤
تعرية شديدة جداً	٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠	٥
تعرية كارثية	أكثر من ٢٠٠٠٠	٦

،Zachar. D. Soil Erosion Amsterdam: Elsevier science publishing company

p547،1982

جدول (٩)

انواع التعرية السائدة ومساحاتها ونسبها المئوية في منطقة الدراسة

النسبة المئوية	المساحة (كم ^٢)	نوع التعرية	حجم التعرية م ^٣ / كم ^٢ / السنة	الفئة
43.9	208.3	تعرية متوسطة	١٤٧٠ - ٧٥٠	1
35.9	170.4	تعرية شديدة	٤٧٨٠ - ١٦٣٠	٢
20.2	95.9	تعرية شديدة جداً	٢٠٠٠٠ - ٦٧٠٠	٣
١٠٠	٤٧٤,٦	المجموع		

المصدر : بالاعتماد على خريطة (٩) .



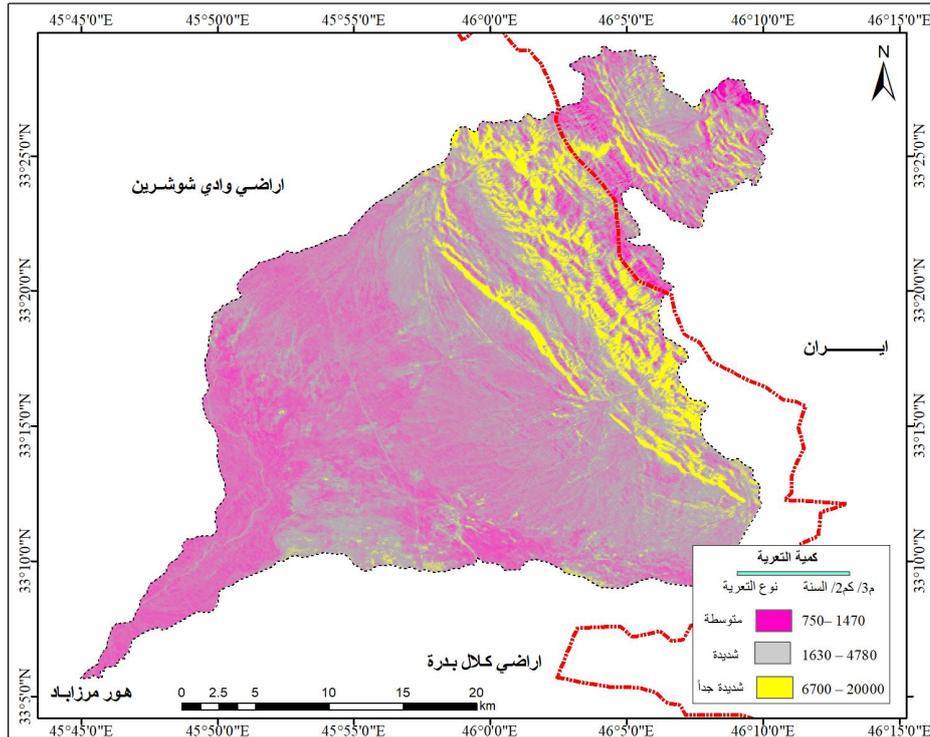
مما تقدم يمكن القول في جدول (٧) ظهر أن الفئة الشديدة من حيث معامل التعرية المحتملة تغطي أكبر مساحة بلغت (٢٠٩,٨ كم² بنسبة (٤٤,٢) %، تليها الفئة المتوسطة بمساحة (١٤٢,٩) كم² بنسبة (٣٠,١) %، ثم تأتي الفئات الأقل خطورة (خفيفة جداً وخفيفة) بنسبة (١٩) % فقط من المساحة، وأخيراً الفئة شديدة جداً بنسبة (٦,٧) % أي أن التوقعات النظرية تشير إلى أن ما يقارب ثلاثة أرباع المنطقة تقع ضمن نطاق خطر متوسط إلى شديد.

وعند النظر إلى جدول (٩) الخاص بأنواع التعرية السائدة فعلياً، نجد أن الواقع يتوافق إلى حد كبير مع التوقعات، حيث تسيطر فئة التعرية المتوسطة على مساحة (٢٠٨,٣) كم² بنسبة (٤٣,٩) %، وهي قريبة جداً من مساحة "المعامل الشديد" في الجدول السابق. كذلك نجد أن فئة التعرية الشديدة تغطي (١٧٠,٤) كم² بنسبة (٣٥,٩) %، وهو ما يتوافق مع الفئة "المتوسطة" في معامل التعرية المحتملة التي شكلت نحو (٣٠) %، مما يعني أن الكثير من الأراضي المتوقعة أن تكون متوسطة أصبحت بالفعل ضمن الشديدة. أما الفئة الأخطر وهي التعرية الشديدة جداً فتبلغ مساحتها (٩٥,٩) كم² بنسبة (٢٠,٢) %، وهي أكبر بكثير من نسبة الفئة "شديدة جداً" في التوقعات النظرية (٦,٧) %، ما يكشف عن انتقال مساحات واسعة عملياً من مستويات متوسطة أو شديدة إلى مستوى شديد جداً نتيجة عوامل طبيعية وبشرية.

الخلاصة أن المقارنة بين الجدولين توضح وجود توافق نسبي بين معامل التعرية المحتملة والواقع، لكن مع ملاحظة مهمة وهي أن شدة التعرية الواقعية (الجدول ٩) أخطر من التوقعات النظرية (الجدول ٧)، حيث ارتفعت مساحة التعرية الشديدة جداً من (٦,٧) % متوقعة إلى أكثر من (٢٠) % فعلية، وهذا مؤشر على تسارع عمليات التدهور وعدم كفاية الغطاء النباتي والإجراءات الوقائية.

خريطة (١٠)

انواع التعرية السائدة في منطقة الدراسة



المصدر : الباحثان بالاعتماد على المرئية الفضائية 8 LANDSEAT واستخدام معادلة جافريلوفيك الخلاصة أن المقارنة بين معامل التعرية المحتملة (Z) وأنواع التعرية السائدة في منطقة الدراسة تكشف عن فجوة واضحة بين التوقعات النظرية والواقع العملي، حيث تبين أن شدة التعرية الواقعية تفوق ما هو متوقع. ففي حين أشار معامل التعرية المحتملة إلى أن الفئة "شديد جداً" لا تتجاوز (٦,٧) %، أظهرت النتائج الفعلية أن هذه الفئة ارتفعت إلى أكثر من (٢٠) % من مساحة المنطقة. وهذا يعني أن مساحات واسعة انتقلت من مستويات متوسطة أو شديدة إلى شديدة جداً نتيجة عوامل طبيعية وبشرية متراكمة، ما يعكس خطورة الوضع البيئي وضرورة الإسراع في وضع برامج فعالة لإدارة التربة والحد من تدهورها.



الاستنتاجات:

١. أظهرت الدراسة أن التعرية المائية في وادي شور آب تتأثر بشكل رئيس بعوامل الانحدار، الغطاء النباتي، نوعية التربة، وشبكة التصريف.
٢. نتائج تطبيق نموذج EPM متوافقة مع المؤشرات الميدانية وتؤكد دقة دمج الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم المكاني.
٣. معظم مساحة الحوض تقع ضمن الفئات المتوسطة إلى الشديدة من حيث قابلية التعرية، مما يشير إلى خطورة بيئية وزراعية.
٤. الغطاء النباتي المحدود وعمليات النشاط البشري (رعي، زراعة غير مستدامة) ساهمت في زيادة معدلات التعرية.
٥. الأراضي ذات الانحدارات الشديدة تمثل أكثر المناطق تعرضاً للتعرية وفقدان التربة.
٦. مؤشر التعرية الحالية أظهر أن أكثر من نصف مساحة الحوض معرضة لتدهور بيئي واضح.
٧. الخرائط الناتجة من الدراسة وفرت أداة دقيقة لتحديد أولويات الإدارة المكانية للأراضي.

التوصيات:

١. ضرورة زيادة الغطاء النباتي عبر مشاريع التشجير وإعادة الغطاء الطبيعي للحد من التعرية.
٢. اعتماد خطط إدارة مستدامة للأراضي الزراعية تشمل تقنيات الحصاد المائي والحراثة الكنتورية.
٣. مراقبة دورية باستخدام تقنيات GIS و RS لمتابعة التغيرات المكانية في التعرية والتصحر.
٤. الحد من النشاطات البشرية غير المنظمة (مثل الرعي الجائر والمحاجر) في المناطق الحساسة بيئياً.



٥. إقامة مصاطب وسواتر ترابية في الأراضي شديدة الانحدار لتثبيت التربة وتقليل جريان المياه.

٦. إشراك المجتمعات المحلية في برامج توعية وحملات لمكافحة التدهور البيئي.

٧. تشجيع الجهات الحكومية والأكاديمية على تكرار الدراسة في أحواض أخرى لتكوين قاعدة بيانات وطنية عن التعرية.

قائمة المصادر

1. Abdeni Elalui ، et al ، Soil Erosion under Future Climate Change Scenarios in a Semi-Arid Region ، Science Agadir، IbnZohr University، Agadir ، Morocco ،2023،p6.
2. Amer Zeghmar"، Nadir Marouf"، Elhadj Mokhtari ، Assessment of soil erosion using the GIS-based erosion potential method in the Kebir Rhumel Watershed، Northeast Algeria ،JOURNAL OF WATER AND LAND DEVELOPMENT ، 2021 ، p138.
3. GAVRILOVIC، Z. STEFANOVIC M. MILOJEVIC M. AND COTRIC J. Erosion Potential Method Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management، Bled، Sloveni، (2006).P77.
4. Laaraj Marouane'، Benaabidate Lahcen and Mesnage Valérie، Assessment and mapping of water erosion by the integration of the Gavrilovic "EPM" model in the Inaouene watershed، Morocco ،Laboratory of Functional Ecology and Environment Engineering ، University of Sidi Mohamed Ben Abdellah، Fez، Morocco، 2021،p4.
5. 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
6. ابتهاج تقي حسن استخدام الأدلة ((DBA) NDVI ، NDT)) لكشف التغيرات في غطاء الأرض لمناطق مختارة من محافظة النجف للحقبة بين (٢٠٠٦-٢٠٠١) باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد ، مجلة الكوفة للفيزياء ، المجلد (٦) ، العدد (٢) ، ٢٠١٤ ، ص١٤.
7. جمال شعوان، وآخرون، توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الكمي للتعرية المائية في حوض واد أمزاز (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك، مجلة جغرافية المغرب، عدد



خاص بأعمال المؤتمر الثالث للجغرافيين المغاربة ١٧ - ١٨ يناير ٢٠١٣ مجلد (٢٨) العدد (١ - ٢) ،
٢٠١٣ ، ص٧٦.

٨. محمد احمد كاظم تصنيف بعض ترب منطقة شط العرب في محافظة البصرة وتقييم ملائمة الأراضي
للأغراض الزراعية بالاستعانة بتقانات الاستشعار عن بعد، اطروحة دكتوراه (غير منشورة) كلية الزراعة ،
جامعة البصرة ، ص٥٣.



مجلة العلوم الأساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الأساسية