



ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities

JTUH
جامعة تكريت للعلوم الإنسانية
An article of Tikrit University for Humanities

available online at: www.jtuh.org/

Mohammed Awad Hussein

Tikrit University College of Arts

Mohammed Najm Khalaf

Tikrit University College of Arts

Geomorphological Assessment of Water Erosion in the Area between Al-Tawila and Al-Mahouz, West of Kirkuk Governorate

A B S T R A C T

* Corresponding author: E-mail :
٠٧٨٣٢٩٥١٣٣٢
ma230069prt@st.tu.edu.iq

Keywords:

Geomorphological assessment
water erosion
Al-Mahouz

ARTICLE INFO

Article history:

Received 1 Mar 2025
Received in revised form 25 Mar 2025
Accepted 2 May 2025
Final Proofreading 30 Nov 2025
Available online 30 Nov 2025

E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Water erosion is one of the most prominent geomorphological phenomena that profoundly influences the formation and change of the surface of earth over time, especially in environments characterized by marked climatic and hydrological variability and unstable terrain. The importance of this phenomenon lies in its direct impact on soil stability, declining agricultural land productivity, and deteriorating vegetation cover. It also contributes to the loss of natural resources and, in some cases, the formation of gullies, erosion, and landslides. In light of these challenges, the need for accurate geomorphological studies to shed light on the nature and severity of water erosion is increasing, particularly in areas exposed to intense human pressures, such as uncontrolled urban expansion, overgrazing, clearing of vegetation cover, and irrational land use. Hence, the importance of selecting the area between Al-Tawila and Al-Mahouz, west of Kirkuk Governorate, as it represents an ideal environment for studying the interaction between natural and human factors and their direct impact on the escalation of erosion processes.

© 2025 JTUH, College of Education for Human Sciences, Tikrit University

DOI: <http://doi.org/10.25130/jtuh.32.11.1.2025.15>

التقييم الجيومورفولوجي للتعرية المائية للمنطقة المحصورة بين الطويلعة والماحوز غرب محافظة كركوك

محمد عواد حسين / جامعة تكريت / كلية الآداب

محمد نجم خلف / جامعة تكريت / كلية الآداب

الخلاصة:

تعد التعرية المائية من أبرز الظواهر الجيومورفولوجية التي تؤثر بعمق في تشكيل سطح الأرض وتغييره على مدى الزمن، خاصة في البيئات التي تتسم بتباين مناخي وهيدرولوجي واضح، وتضاريس غير مستقرة. وتكمن أهمية هذه الظاهرة في تأثيرها المباشر على استقرار التربة، وتراجع إنتاجية الأراضي

الزراعية، وتدهور الغطاء النباتي، إلى جانب مساهمتها في فقدان الموارد الطبيعية، وتشكل أخاديد وانجرافات وانزلاقات أرضية في بعض الحالات، في ضوء هذه التحديات، تزداد الحاجة إلى إجراء دراسات جيومورفولوجية دقيقة تسلط الضوء على طبيعة وشدة التعرية المائية، لاسيما في المناطق التي تتعرض لضغوط بشرية مكثفة، مثل التوسع العمراني العشوائي، والرعي الجائر، وإزالة الغطاء النباتي، والاستغلال غير الرشيد للأراضي. ومن هنا، جاءت أهمية اختيار المنطقة الواقعة بين الطويلعة والمحوز غرب محافظة كركوك، كونها تمثل بيئة مثالية لدراسة التفاعل بين العوامل الطبيعية والبشرية، وتأثيرها المباشر في تصاعد عمليات التعرية.

الكلمات المفتاحية : التقييم الجيومورفولوجي - التعرية المائية - المحوز

المقدمة

تُعد التعرية المائية من أبرز الظواهر الجيومورفولوجية التي تؤثر بعمق في تشكيل سطح الأرض وتغييره على مدى الزمن، خاصة في البيئات التي تتسم بتباين مناخي وهيدرولوجي واضح، وتضاريس غير مستقرة. وتكمن أهمية هذه الظاهرة في تأثيرها المباشر على استقرار التربة، وتراجع إنتاجية الأراضي الزراعية، وتدهور الغطاء النباتي، إلى جانب مساهمتها في فقدان الموارد الطبيعية، وتشكل أخاديد وانجرافات وانزلاقات أرضية في بعض الحالات (الدرجي، ٢٠١٩ ، ص٤٣) في ضوء هذه التحديات، تزداد الحاجة إلى إجراء دراسات جيومورفولوجية دقيقة تسلط الضوء على طبيعة وشدة التعرية المائية، لاسيما في المناطق التي تتعرض لضغوط بشرية مكثفة، مثل التوسع العمراني العشوائي، والرعي الجائر، وإزالة الغطاء النباتي، والاستغلال غير الرشيد للأراضي. ومن هنا، جاءت أهمية اختيار المنطقة الواقعة بين الطويلعة والمحوز غرب محافظة كركوك، كونها تمثل بيئة مثالية لدراسة التفاعل بين العوامل الطبيعية والبشرية، وتأثيرها المباشر في تصاعد عمليات التعرية.

مشكلة الدراسة

لغرض الوصول الى تقييم جيومورفولوجي للمنطقة المصحورة بين الطويلعة والمحوز ومن هنا تتمثل مشكلة الدراسة في طرح مجموعة من التساؤلات ومن ثم الاجابة عليها لكي نتمكن من وضع الحلول المناسبة لها ومن هذه التساؤلات ما يأتي:-

1-ما العوامل الطبيعية المؤثرة في عملية التعرية المائية في الاحواض المائية بين منطقة الطويلعة والمحوز غرب محافظة كركوك؟

2-ماهي الاشكال والوحدات الجيومورفولوجية السائدة في منطقة الدراسة؟

3-ماهي أفضل المعادلات لقياس التعري المائية ؟

فرضية الدراسة

تعرف الفرضية بانها تخمين او استنتاج يتوصل اليه الباحث ويتمسك به بشكل مؤقت على ضوء ما لديه من حدس نابع من بيانات ومعلومات وأفكار تتعلق بمشكلة الدراسة وقد تم صياغة فرضية الدراسة على النحو الاتي: (البطيحي ، ٩٨٨ ص٤١)

- 1-تؤثر الخصائص الطبيعية بشكل واضح في التعرية المائية داخل الحوض.
- 2-تسهم عمليات التعرية المائية بتشكيل العديد من الاشكال والوحدات الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة.
- 3-بعض النماذج الرياضية لها امكانية بناء نمذجة رياضية مكانية لحساب كمية التربة المفقودة بفعل عامل التعرية.
- 4- هنالك العديد من المعادلات المستخدمة لقياس التعرية المائية ومنها(جافريلوفيك-مؤشرفورنية-مؤشربيرجسما).

اهمية الدراسة

تعد الدراسات الجيومورفولوجية من الدراسات المهمة التي توفر المسح التكاملي للأرض، إذ تعد هذه الدراسات المنطلق الأساسي الذي تقوم عليه برامج التنمية والتخطيط وإدارة البيئة، وذلك باتخاذ الوحدات الأرضية أساساً في تصميم مشاريع التنمية، لأنها تتصف بتجانس أصلها وشكل سطحها وتماثل في مكوناتها البيئية، مما دفع الى الاهتمام لتحليل العلاقات المكانية وصولاً الى أعداد دراسة لتقييم البيئة الجيومورفولوجية للمنطقة، وتعد هذه الدراسة ضرورة مهمة في تقييم الموارد الطبيعية ومعالجة المشاكل البيئية المرتبطة بالتطور الطبيعي والبشري الحاصل في المنطقة، وتوفير قاعدة بيانات وخرائط جيومورفولوجية متنوعة تساعد بإعطاء صورة واضحة عند القيام بعملية التخطيط والتنمية.

أهداف الدراسة

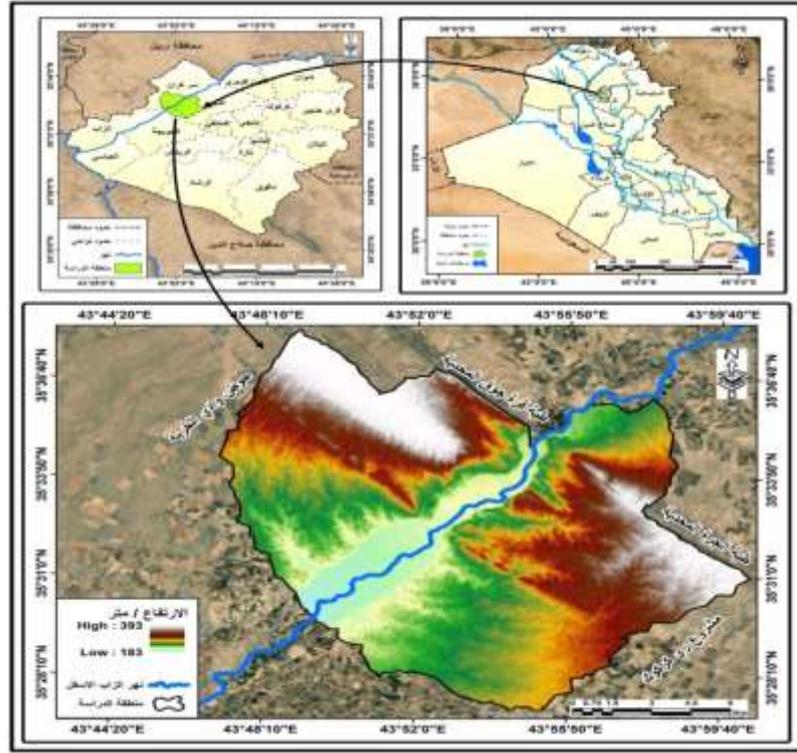
- تهدف الدراسة الى تقديم تقييم جيومورفولوجي عن منطقة الدراسة يمكن من خلالها:-
- 1- التعرف على المظاهر والعوامل الجيومورفولوجية الموجودة في منطقة الدراسة، وتكوين قاعدة بيانات جيومورفولوجية لمنطقة الدراسة.
 - 2- إيجاد العلاقة بين المظاهر الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة مع استخدامات الأرض لها، والتعرف من خلال هذه العلاقة على مقدار تأثير التوسع العمراني لمنطقة الدراسة بالوحدات الجيومورفولوجية.
 - 3- أعداد خرائط جيومورفولوجية متعددة الأغراض لمنطقة الدراسة، بالاعتماد برنامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.

موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في جنوب غرب محافظة كركوك و يحدها من الشمال طية قره جوغ المحدبة ومن الشمال الغربي يحدها حوض وادي الخربه, ومن الجنوب قضاء الحويجة ومن الجنوب الشرقي

مشروع ري كركوك ومن الشمال الشرقي طية الجرة المحدبة, وتمتد منطقة الدراسة البالغة مساحتها ٢٣٧ كم^٢ بين دائرتي عرض 0° 37' 35 - 30° 30' ٢٧ شمالاً، وخطي طول 0" 47' 43 - 40" 29' 43 جنوباً ينظر خريطة رقم (١).

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على خريطة العراق الادارية بمقياس 1:1,000,000, وخريطة محافظة كركوك بمقياس 1:250,000, ومرئية القمر Landsat, والمتحسس (ETM). وبالاعتماد على برنامج (ARC. GIS.10,3)

١-٢ الوضعية التكتونية والبنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة:

١-١-٢ التقسيمات التكتونية لمنطقة الدراسة:

يقسم العراق جيولوجيا الى ثلاث مناطق رئيسة وكل منطقة لها صفاتها التكتونية الخاصة بها لها تاريخها الجيولوجي والجيومورفولوجي وان هذه المناطق هي انعكاسات للوضع التكتوني والتركيبى والرسوبي وكذلك المناخ. وتقسم هذه المناطق الى منطقة الفوالق الزاحفة الرئيسية والمنطقة الالتوائية والمنطقة المنبسطة (الغير الملتوية) وتشمل مناطق الصحراء الغربية والسهل الرسوبي وتقع منطقة الدراسة ضمن نطاق المنطقة الالتوائية ضمن منطقة الالتواءات المنخفضة او ضمن منطقة (اقدام الجبال). (جبر، ٢٠٠٨، ص ١١)

ومنهم بودي وجاسم (Buday and Jassim 1987) اللذين قسما العراق اعتماداً على مفاهيم

الجيوسينكلاين (Geocline) (المعارضى, ١٩٩٦, ص٣٢) وهي كما يلي:

1- السطح المستقر Stable platform

2- السطح غير المستقر Unstable platform

وبدوره تُقسم السطح غير المستقر إلى ثلاثة أنطقة وهي :-

أ- نطاق الطيات العالية High folded zone.

ب- نطاق أقدام التلال Foot hill zone.

ج- نطاق وادي الرافدين Mesopotamian zone.

وعن طريق التقسيم الخاص بمنطقة الدراسة, فقد تبين انها تقع ضمن نطاق الطيات والفوالق الزاحفة حسب تقسيمات (بودي وجاسم) ضمن نطاق التقسيم الثنائي الذي يعد من الرصيف غير المستقر, وتكون الطيات بشكل عام طيات محدبة طولية وضيقة وطيات مقعرة واسعة وعريضة مملوءة بالترسبات الحديثة . (المعارضى, ١٩٩٦, ص٣٢)

وان الاتجاه العام لمحاور الطيات في هذا النطاق يكون شمال غرب -جنوب شرق بموازاة سلسلة زاجروس في الجهة الشمالية الشرقية من النطاق. يقسم النطاق الثاني بدوره على أربعة أحزمة وهي : (Hamed, , 2010, p 142.)

Butma-Mousl Subzone

1-حزام بطمة - الموصل

Cham-chamal -Arbil Subzone

2-حزام جمجمال - اربيل

Mukhul Subzone

3-حزام مكحول

Himreen Subzon

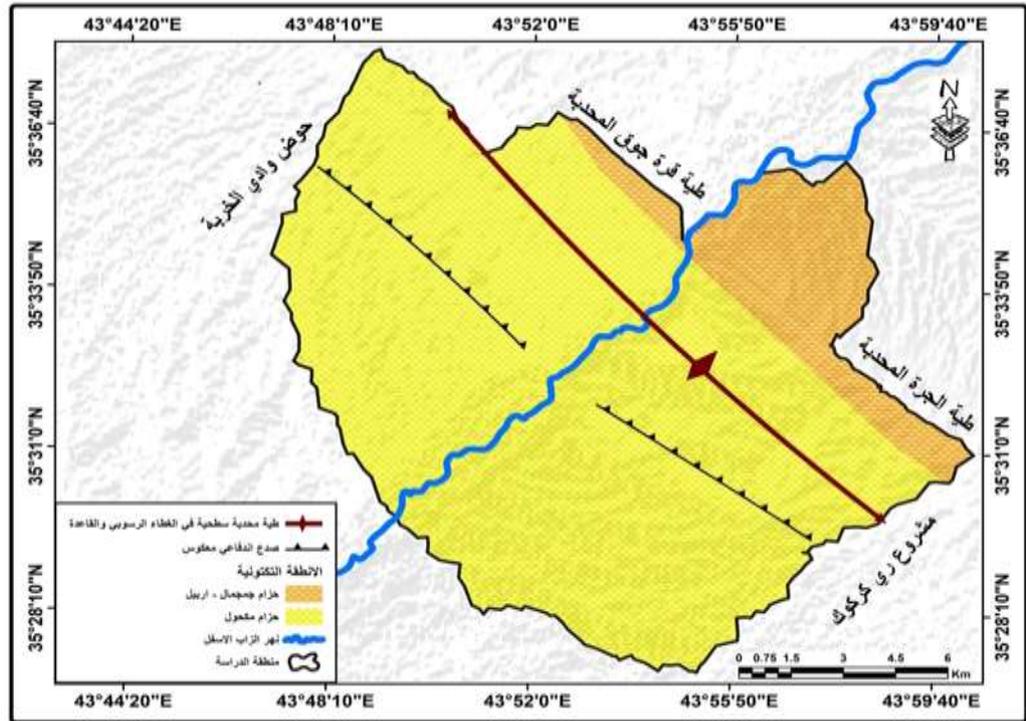
4- حزام حميرين

فقد حصلت أثناء الحقب الماضية ظروف هيدرولوجية وجيومورفولوجية وحياتية مختلفة, أثبتتها الدراسات السابقة والخرائط الجيولوجية. كما إن منطقة الدراسة كانت ضمن بحر (تيشس), الذي تعرض هذا البحر والأراضي المحيطة به الى ظروف بيئية قادت إلى تغيرات عدة حركات أرضية قديمة وتغيرات مناخية وطغيان مياه البحر وانحساره لمرات عدة , ونتجت عنها الوضع الحالي المتمثل بسيادة الصخور الرسوبية بأنواعها المختلفة ذات الخصائص المتباينة, وتأثرها بالحركة الألبية الحديثة. (عبد القادر, ٢٠١١).

يتبين من الخريطة (٢) والجدول (١) لمنطقة الدراسة انها تقع ضمن اقليم حزام مكحول حيث بلغت مساحته (٢٠٥ كم^٢) وبنسبة (٨٦,٥%) ضمن نطاق الطيات الواطئة, وحزام جمجمال اربيل ضمن نطاق الطيات العالية حيث بلغت مساحتها (٣٢ كم^٢) وبنسبة (١٣,٥%) ومن خلالها يظهر لنا ان المنطقة تعرضت لحركات تكتونية في وحداتها الصخرية القاعدية والتي تتصف بغطاءها ذات السمك القليل

فضلا عن قلة وجود الصخور الرسوبية الحوضية العميقة، مما أدى الى تصدعها بشكل عمودي ولا سيما عند الكتل اللاقاعدية. وتتصف تكتونية منطقة الدراسة بوجود الطيات المرتفعة فيها كطية قره جوغ المحدبه والتي يصل ارتفاع اعلى خط كنتور الى 360 م فوق مستوى السطح البحر وادنى خط كنتور بلغ 195م فوق مستوى سطح البحر. (جميل ، ١٩٨٩ ، ص ١٤٧)

خريطة (٢) تكتونية منطقة الدراسة.



المصدر: خريطة العراق التكتونية ١/١٠٠٠,٠٠٠، لوحة رقم ٢، ١٩٨٤، ومخرجات برنامج (Arc map 10.3).

الجدول (١) الأحزمة التكتونية ومساحاتها ونسبها المئوية.

النسبة المئوية	مساحتها كم ^٢	الأحزمة التكتونية
٨٦.٥	205	حزام مكحول
١٣.٥	32	حزام جمجمال - أربيل
١٠٠	237	المجموع

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (٢).

٢-١-٢: جيولوجية منطقة الدراسة:

تنتشر في منطقة الدراسة العديد من التكوينات الجيولوجية وتتراوح اعمارها ما بين المايوسين الى عصر الهلوسين وكما في خريطة (٣) و جدول (٢).

٢-١-٢-١: تكوينات الزمن الثلاثي ويشمل ما يلي:

٢-١-٢-١-٢: تكوين الفتحة

تظهر منكشفات هذا التكوين تقع على جانبي طية قره جوغ المحدبة , ويتألف التكوين في منطقة الدراسة من الصخور الفتاتية من تعاقب متناوب من الحجر الطيني والحجر الرملي والحجر الغريني, وتشكل الصخور الطينية نسبة أعلى من الرملية وتظهر باللون الأحمر في اغلب الأحيان أو باللون الأخضر أحيانا.(كاظم, 2009) ويحوي التكوين تراكيب رسوبية عديدة مثل : التطبق المتقاطع والتطبق المتدرج وكرات الطين كما لوحظ وجود عروق من الجبس الثانوي في الصخور الطينية الحمراء قرب حد التماس مع تكوين إنجانة.(عليوي , ٢٠٠٤, ص٩)

إذ تبلغ مساحة التكوين (٢٣ كم^٢) وبنسبة (٩,٧%) , لذلك توجد العديد من الترسبات لهذا التكوين في منطقة الدراسة.

٢-١-٢-١-٢: تكوين إنجانة

يتألف هذا تكوين من مكونات

صخرية مختلفة أغلبها صخور صلصاليه حمراء أو رمادية سلتية أو صخور طينية سلتية أو رمال أو صخور رملية حمراء أو رمادية وإنَّ ظهور المدملكات يعد بداية تكوين المقدادية.(الشمزيني, ٢٠٠٨, ص٣) ويمثل هذا التكوين المرحلة الانتقالية من البيئة البحرية إلى البيئات القارية وتكون بيئات الترسيب متغيرة ففي البداية تكون قارية ثم تتحول بيئات مائية نهريه , ويكون حد التماس الأسفل مع تكوين الفتحة. وبيئة الترسيب لهذا التكوين نهريه وذلك لوجود الدورات الترسيبية التي يقل حجم رسوبياتها نحو الأعلى. تبلغ مساحة مكاشف هذا التكوين (٣٥) كم^٢, وبنسبة (١٤,٨)%, من تكوينات منطقة الدراسة. (الجنابي, ٢٠٠٨ , ص٩)

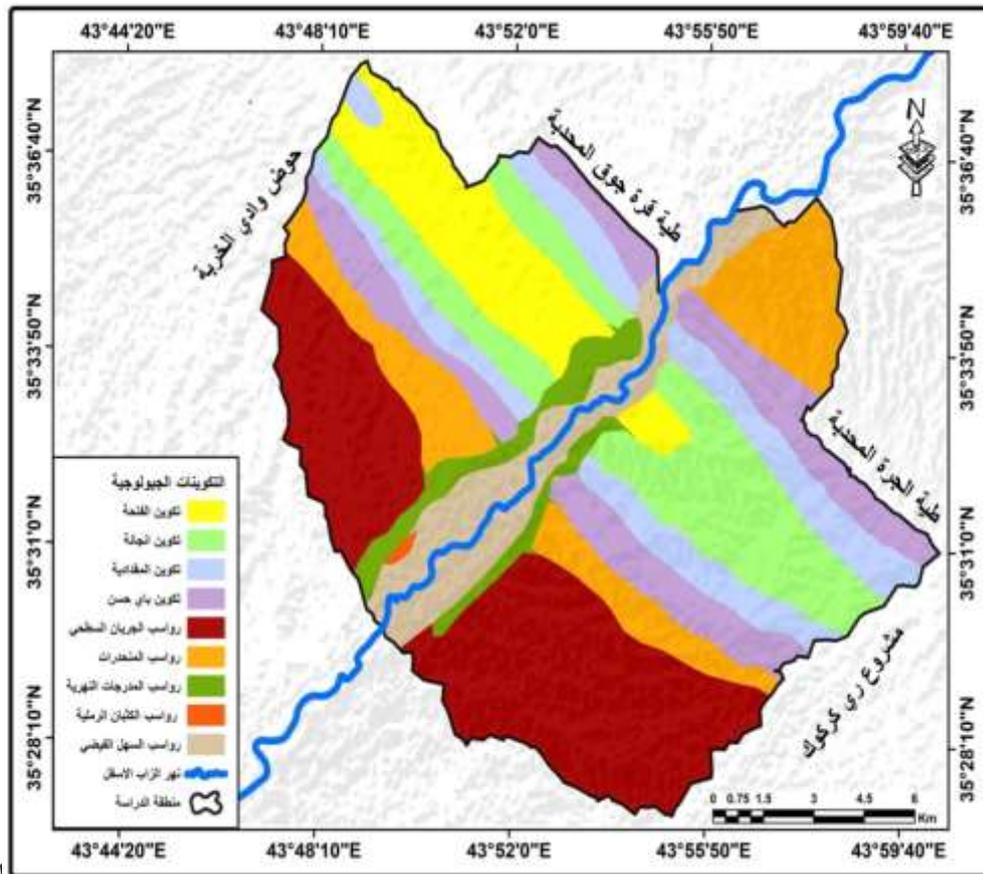
٢-١-٢-١-٢: تكوين المقدادية:

يظهر هذا التكوين في الجهة الجنوبية والشمالية ضمن تلال جمبور وطية حميرين إذ تبلغ مساحة المكشف لهذا التكوين (٢٧) كم^٢, وبنسبة (١١,٤)%. إنَّ بيئة ترسيب هذا التكوين هي بيئة نهريه إذ يكون حده الفاصل السفلي متوافقا مع تكوين إنجانة والحد العلوي يكون متدرجا مع تكوين باي حسن, ويتميز هذا التكوين بوجود الحجر الرملي والحصوي في جزئه الأسفل مع الحجر الطيني والغريني ويوجد في جزئه الأعلى عدسات من الحصى (حماده, ٢٠١٧, ص٣٢) وقد اعتمد كثير من الجيولوجيين على الاختلاف في حجم الحبيبات في التفريق بين تكوين إنجانة وتكوين المقدادية وذلك إنَّ حبيبات تكوين المقدادية أكبر بكثير من حبيبات تكوين الفتحة, ويعكس هذا التكوين بيئة المياه النهريه العذبة والجزء الأسفل منه يعكس الانتقال من بيئة الأحواض باتجاه البيئة القارية (جاسم, ٢٠٠٦, ص٢١)

٤-١-٢-١-٢-١-٢-٤ تكوين باي حسن

ترجع ترسبات هذا التكوين إلى عصر البلايوسين، ويتألف من دورات ترسيبية تتكون كل منها من الحجر الرملي والطيني والحجر الغريني. ونتيجة لذلك، تتميز تربته بتجانس في نسبة المكونات، مثل الرمل والحصى والمواد الغرينية، مما يؤدي إلى تكوين تربة ذات سماكة متوسطة إلى عميقة، تشمل الترب البنية والبنية الحمراء ويغطي هذا التكوين مساحة (٣٠) كم^٢ وبنسبة (١٢,٧) % من مساحة منطقة الدراسة. (صفي الدين، ١٩٦٠، ص١٥)

الخريطة (٣) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة .



المصدر: جمهورية

العراق، وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، لوحة كركوك الجيولوجية، لسنة ٢٠٠١.

الجدول (٢) التكوينات الجيولوجية ومساحاتها ونسبها المؤية في منطقة الدراسة.

ت	التكوين	كم ^٢	النسبة المؤية
١	تكوين الفتحة	23	9.7
٢	تكوين انجانة	35	14.8
٣	تكوين المقادبية	27	11.4

12.7	30	تكوين باي حسن	٤
24.9	59	رواسب الجريان السطحي	٥
12.7	30	رواسب المنحدرات	٦
4.2	10	رواسب المدرجات النهرية	٧
0.4	1	رواسب الكثبان الرملية	٨
9.3	22	الرواسب السهل الفيضي	٩
100	237	المجموع	

المصدر: اعتماداً على خريطة (٣).

٢-١-٣ ارسابات الزمن الرباعي:

تكونت هذه الرواسب خلال الفترة الممتدة من البلايوستوسين إلى الهولوسين، حيث تشمل رواسب الجريان السطحي، ورواسب المنحدرات، ورواسب الفيضانات، بالإضافة إلى الرواسب التي تملأ الأودية والمنخفضات. وتُعد هذه الرواسب الأحدث مقارنةً بالتكوينات السابقة، إذ تظهر على السطح على شكل مفتتات صخرية ذات أحجام متنوع . (محمد، ٢٠٠٨، ص٢٥) وتقسّم الى :

٢-١-٣-١: رواسب الجريان السطحي:

تنتمي هذه الترسبات إلى حقبة الهولوسين، وتغطي مساحة محدودة حول بعض الوديان الكبرى المنتشرة في المنطقة. غالباً ما تتألف من الغرين، والرمل، والطين، مع وجود الحصى في بعض المواقع. كما تحتوي الوديان الممتدة من المرتفعات جنوب المنطقة على صخور متكسرة، وتتميز هذه الترسبات بمقاومة منخفضة، خاصة في مناطق انحدار مجرى نهر الزاب الاسفل. (الجنابي، ٢٠٠١، ص١١)

٢-١-٣-٢: رواسب المنحدرات :

توجد هذه الترسبات على جوانب الطيات المحدبة وعند قدماتها بشكل حزام يحيط بالمناطق المرتفعة في شمال وجنوب المنطقة على جوانب طيتي قرّة جوغ وطية الجرة المحدبة ، تبلغ مساحة هذه الرواسب (٣٠) كم^٢، وبنسبة (١٢,٧) %، وكما في الجدول (١). وتتكون من قطع صخرية كلسية بشكل عام مع وجود قطع صغيرة من الجبس، ويتراوح قطر هذه القطع الصخرية من عدة ملليمترات إلى (٠.٣) م ، ولكن بشكل عام يصل إلى (٠.١٢م).

٢-١-٣: رواسب المدرجات النهرية:

تنتمي هذه الترسبات إلى عصر الهولوسين، حيث تؤدي زيادة نشاط عمليات التجوية في المناطق التلالية إلى إضعاف الصخور وتفتيتها. وقد أسهمت الفيضانات التي وقعت خلال هذا العصر في نقل هذه الرواسب وترسيبها في المناطق المجاورة للأودية النهرية الرئيسية ضمن منطقة الدراسة، بالإضافة إلى وجودها في أحواض المسيلات المائية. وتتكون هذه الترسبات بشكل أساسي من الغرين، والرمل الناعم، والطين. وتبلغ مساحه هذه الرواسب (١٠) كم^٢، وبنسبة (٢, ٤%) من مساحة المنطقة. (جاسم، ٢٠٠٦، ص ٢٤)

٢-١-٤: رواسب الكثبان الرملية:

هي تراكمات من الرمال التي تتشكل بفعل الرياح، وغالبًا ما توجد في المناطق الصحراوية والساحلية (٢). تتكون هذه الرواسب من جزيئات رملية ناتجة عن تآكل الصخور والمعادن، حيث تشغل مساحتها (٢كم^٢) من منطقة الدراسة وبنسبة (٤, ٠) % من مساحة المنطقة.

٢-١-٥: رواسب السهل الفيضي

ترجع هذه الترسبات إلى عصر الهولوسين ، وتبلغ مساحتها (٢٢) كم^٢ وبنسبة (٩,3) % من مساحة المنطقة ويسمك (٣)م ، وتغطي قيعان الوديان المنتشرة في منطقة الدراسة وهي نتاج عمليات التجوية للصخور وعمليات التعرية بفعل السيول والرياح ، وتختلف هذه الترسبات اعتمادا على حجم الوادي ومكان تواجده ولكن بشكل عام فان هذه الترسبات تتكون من الغرين والرمل مع بعض القطع الصخرية والجلاميد. (الجنابي, ٢٠٠١, ص١٢)

٢-٢: التقييم الكمي للتعرية المائية

يتطلب قياس التعرية المائية، من حيث الكم والنوع، توفر إمكانات مادية وبشرية كبيرة، إلى جانب الحاجة إلى فترة زمنية طويلة لإجراء الدراسات اللازمة للحصول على القياسات المطلوبة. لذلك، سعى العديد من العلماء والباحثين إلى تطوير معادلات رياضية تهدف إلى تقدير كميات التربة المفقودة بالاعتماد على مجموعة من المؤشرات المؤثرة في عمليات التعرية.

وقد تم تطوير العديد من النماذج والمعادلات لحساب حجم التعرية وتقدير نواتج الإرسابات، ومن أبرزها وأكثرها استخدامًا، نموذج المعادلة الأمريكية لفقدان التربة (RUSLE) ، ونموذج Gavrilovic، بالإضافة إلى مؤشري دوكلاس وبيرجسما، سيتم تطبيق نموذج Gavrilovic إلى جانب مؤشري دوكلاس وبيرجسما لتقدير كمية الإرسابات الناتجة عن عمليات التعرية في أحواض منطقة الدراسة، وتشمل هذه المؤشرات ما يلي:

٢-٢-١ مؤشر دوكلاس

وضع دوكلاس معادلة لحساب حجم التعرية معتمداً على كمية المطر الفعال ومدى تأثيرها على جرف وتعرية التربة وفق المعادلة الآتية: (أبو سعدة ، ١٩٨٣ ، ص٨٨)

$$S = \frac{1.65(0.03937PE)^{2.3}}{1+0.0007(0.03937PE)^{3.3}}$$

إذ ان :-

S=حجم التعرية المطرية (م^٣، كم^٢، سنة)

PE=التساقط الفعال حسب معادلة ثورنثويت والتي يتم استخراج نتائجها كالآتي (أبو سعدة ، ١٩٨٣ ، ص٩٨)

$$PE = 1.65 \left(\frac{R}{T+12.2} \right)^{10.9}$$

اذ ان :-

R=كمية الامطار السنوي (ملم).

T=معدل درجة الحرارة مقاسة (بالدرجة المئوية) (السامرائي، ٢٠٠٨، ص١١٤)

الجدول (٢) حجم التعرية المطرية لمحطات كركوك ومخمور وفق معادلة دوكلاس.

ت	المحطة	كمية الامطار(ملم/سنة)	معدل درجة الحرارة (م°)	التساقط الفعال(ملم)	حجم التعرية(طن/هكتار)
١	كركوك	٣٣١.٧	٢٠,٧	٧	٢,٠٤
٢	مخمور	٣١١.٣	٢٦,٠١	٧	٢,٠٨

المصدر: بالاعتماد على (جدول ٧,٦,٤) و(معادلة ثورنثويت و دوكلاس).

تم التوصل الى نتائج معادلة دوكلاس وهي كالآتي :

نتائج معادلة دوكلاس $\div 1000 \times 365$.

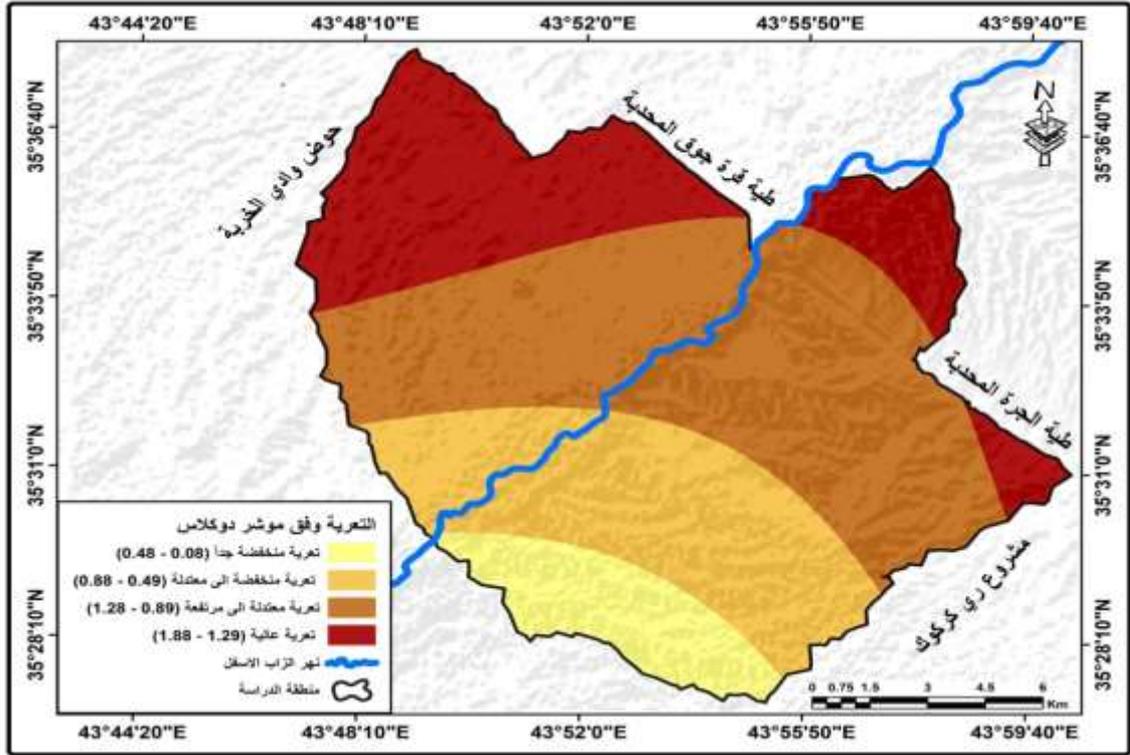
تم توظيف معادلة دوكلاس في تحليل البيانات المتعلقة بالمحطات التي شملتها هذه الدراسة، وقد أفرزت نتائج التحليل القيم الموضحة في الجدول (٢). وتُظهر هذه النتائج تقارباً في معدلات التعرية الناتجة عن الأمطار بين المحطات المختلفة؛ حيث بلغ معدل التعرية المطرية في محطة كركوك (٢.٠٤) م^٣/كم^٢/سنة، في حين سجّلت محطة مخمور قيمة متقاربة بلغت (٢.٠٨) م^٣/كم^٢/سنة. ووفقاً لتصنيف ثورنثويت للجفاف، تُعد هذه المناطق مناطق جافة، إذ بيّنت نتائج المعادلة لمحطتي كركوك ومخمور معدلات تقل عن (١٦)، وهو ما يدل على أن تأثير التعرية المطرية في منطقة الدراسة يُعد محدوداً نسبياً. كما يُلاحظ أن التعرية المائية في المنطقة المدروسة لا

تتبع نمطاً موحدًا، بل تتنوع مظاهرها، ويتضح من الخريطة (٤) والجدول (٣) أن المنطقة يمكن تصنيفها إلى الأصناف التالية:

تُظهر بيانات الجدول (٣) تصنيف منطقة الدراسة إلى أربع فئات بحسب شدة التعرية المائية، وذلك استنادًا إلى نتائج تطبيق معادلة دوكلاس، وقد تم تحديد المساحة والنسبة المئوية لكل فئة على النحو التالي:

- **الفئة الأولى (٠.٠٨-٠.٤٨ م^٣/كم^٢/سنة):** (تمثل المناطق ذات التعرية المنخفضة جدًا، وتبلغ مساحتها ٢١ كم^٢، أي ما يعادل ٨.٩% من إجمالي مساحة الدراسة. وتتميز هذه المناطق بغطاء نباتي جيد نسبيًا، أو تضاريس منبسطة تُسهم في تقليل جريان المياه السطحية.
- **الفئة الثانية (٠.٤٩-٠.٨٨ م^٣/كم^٢/سنة):** (تشمل مناطق ذات تعرية منخفضة إلى معتدلة، وتغطي مساحة قدرها ٥٥ كم^٢، أي ما نسبته ٢٣.٢%. وتنتشر هذه الفئة غالبًا في الأراضي التي تشهد جريانًا مائيًا محدودًا وتكون فيها التربة متماسكة نسبيًا.
- **الفئة الثالثة (٠.٨٩-١.٢٨ م^٣/كم^٢/سنة):** (تمثل المناطق التي تتعرض لتعرية معتدلة إلى مرتفعة، وتشكل أكبر نسبة ضمن منطقة الدراسة بمساحة تبلغ ١٠٢ كم^٢ (٤٣.٠%). وتتميز هذه المناطق بوجود منحدرات نسبية أو قلة في الغطاء النباتي، مما يزيد من احتمالية انجراف التربة.
- **الفئة الرابعة (١.٢٩ م^٣/كم^٢/سنة فأكثر):** (تُعد من المناطق عالية التعرية، حيث تُسجل أعلى معدلات فقدان للتربة نتيجة لحدة الانحدار أو شدة الجريان السطحي، وتغطي مساحة تُقدَّر بـ ٥٩ كم^٢، أي ما نسبته ٢٤.٩% من إجمالي المنطقة. ويبلغ إجمالي مساحة منطقة الدراسة ٢٣٧ كم^٢، تغطيها الفئات الأربع مجتمعة بنسبة ١٠٠%.

الخريطة (٤) تقدير حجم التعرية المائية (م^٣/كم^٢/سنة) لمنطقة الدراسة وفقاً لمؤشر دوكلاس



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول(٢٠).

الجدول (٣) مساحات ونسب مؤشر التعرية حسب مؤشر دوكلاس

النسبة المئوية	المساحة كم ^٢	الفئات	ت
8.9	21	٠.٤٨-٠.٠٨	١
23.2	55	٠.٨٨-٠.٤٩	٢
43.0	102	١.٢٨-٠.٨٩	٣
24.9	59	١.٨٨-١.٢٩ فأكثر	٤
100	237	-	المجموع

المصدر: بالاعتماد على خريطة(١٣).

٢-٢-٢ مؤشر بيرجسما Bergsma

هو أحد المؤشرات المستخدمة لتقييم معدلات التعرية الناتجة عن المياه، سواء كانت بسبب الأمطار أو الجريان السطحي. يعتمد هذا المؤشر على مجموعة من العوامل، مثل نوع التربة، والانحدار، وكمية الهطول المطري، وخصائص الغطاء النباتي، لتقدير مدى تعرض التربة للتعرية. يستخدم هذا المؤشر بشكل رئيسي في الدراسات البيئية والجغرافية لتحديد المناطق الأكثر عرضة لفقدان التربة، مما يساعد في وضع استراتيجيات للحفاظ على التربة وتقليل المخاطر البيئية المرتبطة بالتعرية. ووضع بيرجسما عام (١٩٨٢) هذه المعادلة التي تعتمد على اطوال المجاري السيلية (النهرية) الى المساحة الكلية للحوض المائي.وكما يلي المعادلة الاتية: (محمد، ٢٠٠٨، ص٥٥)

مجموع أطوال الأخاديد في الحوض/م

التعرية الاخودية= —

مساحة الحوض /كم2

وقد صنف (بيرجسما عام ١٩٨٢) التعرية الأخودية حسب هذه المعادلة الى (سبعة اصناف) كما في الجدول (٤).

الجدول(٤) تصنيف درجات التعرية الاخودية حسب مؤشر (بيرجسما١٩٨٢).

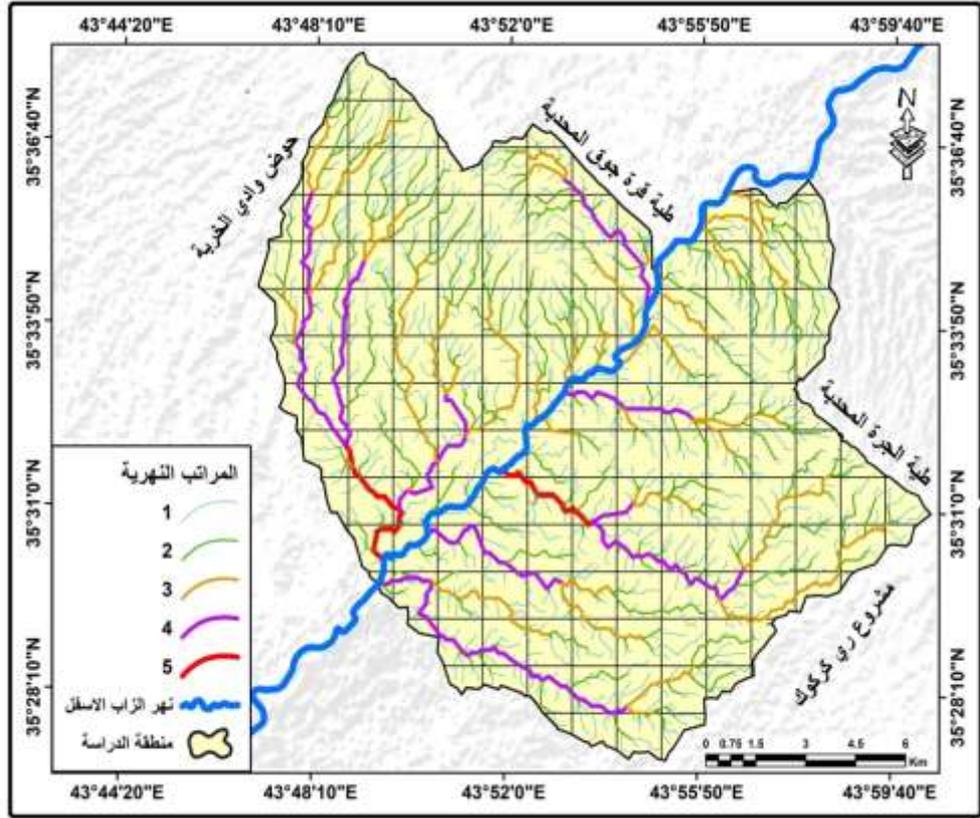
معدل التعرية م/كم٢	الوصف	درجة التعرية
٤٠٠٠٠	نطاق التعرية الخفيفة جداً	١
١٠٠٠-٤٠١	نطاق التعرية الخفيفة	٢
١٥٠٠-١٠٠١	نطاق التعرية المتوسطة	٣
٢٧٠٠-١٥٠١	نطاق التعرية العالية	٤
٣٧٠٠-٢٧٠١	نطاق التعرية العالية جداً	٥
٤٧٠٠-٣٧٠١	نطاق التعرية الشديدة	٦
اكثر من ٤٧٠٠	نطاق التعرية الشديدة جداً	٧

E.IKO, Bergsma, Rainfall Erosion Serveys for conservation Planing, Jor. ITC. Netherlands, 1983,pp166-174.

من خلال برنامج(GIS10.3) تم تقسيم منطقة الدراسة الى شبكة مربعات متساوية المساحة(٢كم) لكل مربع كما في الخريطة (٥) ثم ادراج شبكة الاحواض المائية وتقسيم هذه الشبكة على شبكة المربعات ثم تطبيق قانون (بيرجسما ١٩٨٢) ومن ثم الحصول على نتائج وقيم تدل على معدل التعرية الاخودية في الأحواض المائية كما موضحة في الخريطة(٦) والجدول(٥).

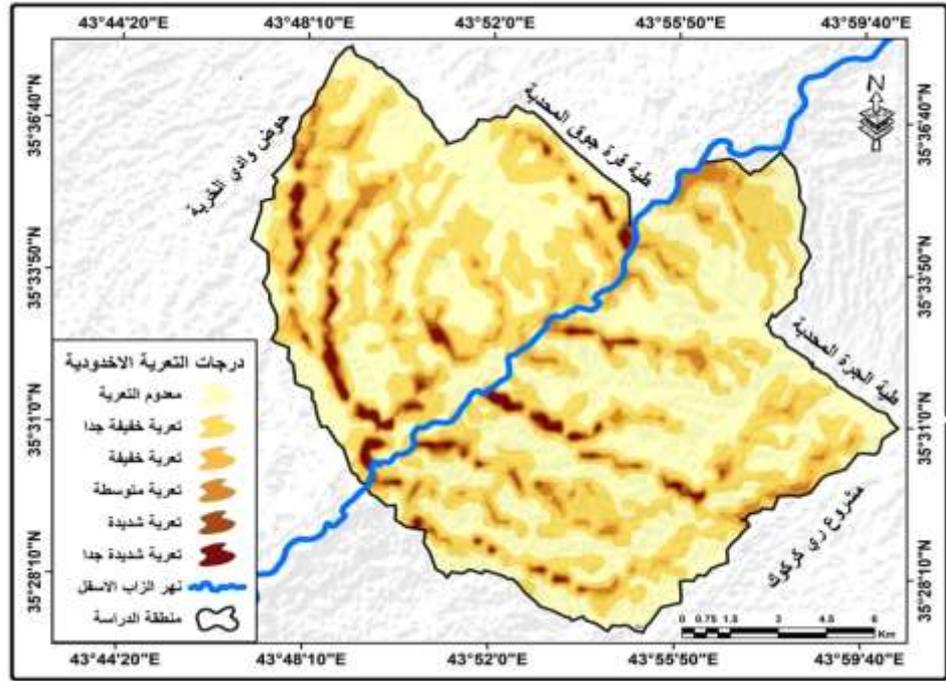
اذ يشير الجدول(٥) ان هناك تباين كمي ومكاني للتعرية الاخودية في منطقة الدراسة حيث سجلت المنطقة (ست درجات للتعرية الاخودية) تراوحت معدلاتها ما بين المعدومه الى الشديدة جداً, اذ شغلت التعرية المعدومة (٠-٤٠٠م/كم٢)المرتبة الاولى من حيث المساحة حيث بلغت (١١١كم٢) وبنسبة (٤٦.٧%) من مساحة الاحواض الكلية في منطقة الدراسة البالغة(٢٣٧كم٢).وجاءت التعرية الخفيفة جداً بالمرتبة الثانية (٤٠١-١٠٠٠) حيث شغلت مساحتها (٨٦كم٢) وبنسبة(٣٦.٢%) من مساحة منطقة الدراسة. تأتي بالمرتبة الثالثة (١٠٠١-١٥٠٠) التعرية الخفيفة حيث شغلت مساحتها(٢٠كم٢) وبنسبة (٨.٥%) من مساحة منطقة الدراسة. كذلك تأتي بالمرتبة الرابعة(١٥٠١-٢٧٠٠) التعرية المتوسطة اذ سجلت مساحتها(١٢كم٢) وبنسبة (٥.٣%) من مساحة منطقة الدراسة. اما بالنسبة للمرتبة

الخامسة (٢٧٠١-٣٧٠٠) التي تقع ضمن صنف التعرية الشديدة فقد سجلت مساحتها (٢كم٤) وبنسبة (١.٥% من مساحة منطقة الدراسة). اما المرتبة السادسة التي تع ضمن تصنيف التعرية الشديدة جداً (٣٧٠١-٤٧٠٠) لقد سجلت مساحتها (٢كم٤) وبنسبة (١.٥%) من مساحة منطقة الدراسة. الخريطة (٥) شبكة المربعات لأحواض منطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (Arc Map Gis 10.3).

الخريطة (٦) التعرية الاخدودية حسب مؤشر بيرجسما ١٩٨٢ في احواض منطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على معادلة بيرجسما ومخرجات برنامج (Arc Map Gis 10.3)

الجدول (٥) معدلات التعرية الاخدودية حسب مؤشر بيرجسما.

ت	التصنيف	درجة التعرية	المساحة/كم ^٢	النسبة %
١	معدوم التعرية	١	111	46.7
٢	تعرية خفيفة جدا	٢	86	36.2
٣	تعرية خفيفة	٣	20	8.5
٤	تعرية متوسطة	٤	12	5.3
٥	تعرية شديدة	٥	4	1.9
٦	تعرية شديدة جدا	٦	4	1.5
-	المجموع	-	237	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة (١٥) ومخرجات برنامج (Gis10.3).

٢-٣ نموذج Gavrilovic لقياس التعرية الكمية (EPM)

يعد نموذج Erosion Potential Method المعروف اختصاراً نموذج (EPM) الذي أعده العالم (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 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 أوروبا الشرقية لتقدير حجم الإرسابات والتعرية المائية الكمية. 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%). (شعوان ، ٢٠١٥، ص٣٠٨)

• بناء انموذج مخاطر التعرية لجافرلوفيك EPM:

يتم في هذه الدراسة تفصيل عملية استنباط مؤشرات نموذج (EPM) وآلية دمجها ضمن معادلة جافرلوفيك للتعرية المائية. يوفر هذا النموذج نوعين من التعرية: الأول يُعرف بالتعرية النوعية المحتملة، والتي تعتمد على جميع المعطيات باستثناء العوامل المناخية، في حين يشير النوع الثاني إلى مفقودات التربة النهائية.

تم الاعتماد على نموذج معادلة جافرلوفيك (Gavrilovic) للتعرية، إلى جانب تقنيات الاستشعار عن بُعد، بهدف جمع المعلومات اللازمة حول منطقة الدراسة، والتي تشمل تصنيف الغطاء الأرضي والتربة. كما تم توظيف نظم المعلومات الجغرافية لتحليل بيانات الارتفاع والانحدار والشبكة المائية (الأحواض الثانوية)، بالإضافة إلى الطبقات الصخرية والتربة، وإنشاء خطوط التساوي للحرارة والتسايط (W)، حيث يتم في هذا السياق استخدام جميع المعطيات، بما في ذلك العوامل المناخية.

تم تطبيق نموذج EPM لتقييم حجم الرواسب الناتجة عن التعرية المائية في أحواض منطقة الدراسة، وذلك بالاعتماد على مجموعة من المتغيرات، مثل درجة الانحدار، وكثافة الغطاء النباتي، ومستويات الأمطار ودرجات الحرارة، بالإضافة إلى التركيب الصخري للمنطقة. من خلال سلسلة من المعادلات: (Zoran Gavrilovic, 80, 11226)

$$T = 1 - 3 - 2 \text{ معامل الحرارة}$$

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

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

$$\sqrt{\frac{C}{10}} + 0.1 T = - \text{ ويستخرج معامل الحرارة من المعادلة التالية:}$$

المعدل السنوي لدرجة الحرارة

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

$$\pi = 3.1415 \text{ قيمة ثابتة}$$

٢-٣-٢ معامل التعرية المحتملة Z

يُعد معامل (Z) مؤشراً على التعرية المحتملة في الأحواض المائية، حيث يُعتبر من العناصر الأساسية ضمن نموذج جافرلوفيك، يساهم هذا المعامل في حساب العديد من المتغيرات التي تؤثر على مستوى التعرية عبر الزمن، بالإضافة إلى تأثير استخدامات الأراضي والأنشطة البشرية المختلفة. يمكن حساب معامل (Z) باستخدام المعادلة التالية: (المشهداني، ٢٠٢٠، ص ١١١)

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

إذ ان:

معامل قابلية التربة للتعرية = Y

معامل حماية التربة = Xa

معامل تطور التعرية وشبكة التصريف = Q

معامل الإنحدار = Ja

وتصنف التعرية بحسب قيمة Z إلى خمس أصناف: جدول (٦)

الجدول (٦) مستويات التعرية المحتملة لقيمة Z

القيمة المتوسطة لمعامل Z	نطاق قيم معامل Z	مستوى التعرية	اصناف التعرية
١.٢٥	اكبر من ١	شديد جدا	الصف الأول
٠.٨٥	٠.٧١ - 1	شديد	الصف الثاني
٠.٥٥	٠.٤١ - ٠.٧	متوسط	الصف الثالث
٠.٣٠	٠.٢ - ٠.٤	خفيف	الصف الرابع
٠.١٠	اصغر من ٠.١٩	خفيف جدا	الصف الخامس

المصدر: Zoran Gavrilovic, Erosion Potential Method An Important Support for Integrated Water Resource Management, Institute for the Development of Water Resources Jaroslav Cerni", Jaroslava Cern 80, 11226 Beograd (Pinosava), Serbia and Montenegro.

أ. الاستنتاجات

١. أكدت الدراسة أن عوامل التعرية المائية تتشط بشكل ملحوظ خلال موسم الأمطار، نتيجة غياب الغطاء النباتي الكثيف في معظم أجزاء المنطقة، مما يسهم في زيادة معدلات الجريان السطحي.

٢. إن التصنيفات الجيومورفولوجية لوحدات الأرض كشفت أن مناطق السفوح المنحدرة تُعد الأكثر حساسية لعمليات الانجراف، بينما أبدت الأراضي المنبسطة مقاومة نسبية للتعرية.
٣. استخدام العديد من مؤشرات قياس التعرية المائية أمثال (فورنية, دوكلاس, بيرجسما), لمعرفة اصناف التعرية في منطقة الدراسة وتبين ان التعرية وفق هذه المؤشرات إنها تعرية متباينة.

ب. المقترحات

١. يُنصح بإجراء دراسات مكملة موسمية تشمل التحليل المناخي والهيدرولوجي لتوفير صورة أشمل عن ديناميكية التعرية في المنطقة..
٢. اقتراح تنفيذ برامج مراقبة طويلة الأمد لمعدلات التعرية باستخدام محطات رصد ميدانية ونماذج حاسوبية.
٣. تشجيع طلبية الدراسات العليا على إجراء دراسات مماثلة لمناطق أخرى مجاورة، بهدف إنشاء قاعدة بيانات وطنية عن التعرية والمخاطر الجيومورفولوجية.

المصادر/

References

1. Saad Ajeel Mubarak Al-Daraji, Applied Geomorphology, First Edition, Dar Al-Hadatha for Printing and Publishing, University of Baghdad, College of Arts, Department of Geography, 2019. Abdul Razzaq Muhammad Al-Batihi, Geographical Research Methods, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, 1988.
2. Muhammad Khalil Muhammad Jabr, Spatial Analysis of River Islands in the Tigris River Course Between the Lower Lazab Estuary and Samarra Dam, Unpublished Master's Thesis, Tikrit University, College of Education, 2008.

3. Hussein Juban Al-Ma'aridi, Geomorphological Study of the Southern Part of the Iraqi Alluvial Plain, Unpublished Master's Thesis, Department of Geography, College of Education, University of Baghdad, 1996.
4. Hamed Hassan Abdulla, Morphometric Parameters Study for the Lower Part of Lesser Zap Using GIS Technique, DIYLA JUORNAL for Pure Science, 2010, p. 142.
5. Farouk Sanallah Al-Omari, Muhammad Maher Al-Radhwani, Historical Geology, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, Mosul, 1993.
6. Omar Nabhan Abdul Qadir, Using the Water Quality Index to Evaluate Selected Well Water in the Debaga Basin Makhmur/Northeastern Iraq, Department of Soil Sciences and Water Resources, Al-Rafidain Journal of Agriculture, Volume 39, Issue 3, 2011.
7. Adel Kamal Jamil and colleagues, Petrology, Higher Education and Scientific Research Press, Baghdad, 1989.
8. Lafta Salman Kazim and others, Facies and Petrographic Study of the Injana Formation in the Hamrin Fold, Northeast of Tikrit, Salah al-Din Governorate, Tikrit Journal of Pure Sciences, Volume 14, Issue (3), 2009.
9. Jaber Hamid Aliwi, Hydrogeochemistry of the Al-Azim Dam Reservoir, PhD Thesis (Unpublished), University of Baghdad, College of Science, 2004.
10. Yousef Saleh Ismail Al-Shamzini, Geomorphological Evaluation of the Debaga Plain, PhD Thesis (Unpublished), University of Mosul, College of Education, 2008. Mahmoud Abdul Hussein Juwail Al-Janabi, "The Hydrochemistry of the Open Aquifer and the Relationship of Its Water to the Groundwater Sediments in the Tikrit-Samarra Basin, East of the Tigris," PhD thesis (unpublished), College of Science, University of Baghdad, 2008.
11. Wurood Moaz Fayeeg Hamada, "River Terraces in Wadi Al-Far'a and Al-Zamour (A Comparative Study)," MA thesis (unpublished), An-Najah National University, College of Graduate Studies, Department of Geography, 2017.
12. Ibtisam Ahmed Jassim, "The Hydrogeomorphology of the Al-Tun Kubri Basin in Kirkuk Governorate," PhD thesis (unpublished), College of Arts, University of Baghdad, 2006.
13. Muhammad Safi Al-Din, "The Earth's Crust," Misr Library Publications, Modern Printing House, Cairo, 1960. Safaa Adnan Jassim Muhammad, Geomorphological Assessment of the Tuz Khurmatu Area Using Geographical Techniques, Master's Thesis (unpublished), Tikrit University, College of Education, 2008.
14. Mahmoud Abdul-Hassan Juwail Al-Janabi, Hydrochemistry of the Open Aquifer and the Relationship of Its Water to the Sediments of the Unsaturated Zone in the Samarra-Tikrit Basin (East of the Tigris), PhD Thesis (unpublished), University of Baghdad, College of Science, 2001.
15. Saeed Muhammad Abu Saada, Hydrology of Arid and Semi-Arid Regions, Journal of the Kuwait Geographical Society, Kuwait, 1983.
16. Qusay Abdul-Majid Al-Samarrai, Principles of Weather and Climate, Al-Yazouri Printing House, Amman, Jordan, Arabic Edition, 2008. Jamal Shawan, "Using Remote Sensing and Geographic Information Systems in the Study of Water Erosion in the Middle Rif: The Amzaz Basin as a Model," Unpublished PhD Thesis, Faculty of Arts and Humanities, Sidi Mohamed Abdellah University, 2015.
17. Zoran Gavrilovic, "EROSION Potential Method: An Important Supplement for Integrated Water Resource Management." Institute for the Development of Water Resources, Jaroslav Cerni, Jaroslava Cernog 80, 11226 Beograd (Pinosava), Serbia and Montenegro.
18. Ismail Jumaa Karim Al-Mashhadani, "Qualitative and Quantitative Assessment of Water Erosion in the Wadi Zarwa Basin in Sulaymaniyah," Unpublished Master's Thesis, Faculty of Arts, University of Iraq, 2020.