



ISSN: 1817-6798 (Print)

Journal of Tikrit University for Humanities

available online at: www.jtuh.org/
JTUH
 مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية
 Journal of Tikrit University for Humanities
Mohammed Awad Hussein

Tikrit University College of Arts

Mohammed Najm Khalaf

Tikrit University College of Arts

* Corresponding author: E-mail :
 07832951332
 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/>


Journal of Tikrit University for Humanities

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

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.

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 الاداب

محمد نجم خلف/ جامعة تكريت/ كلية الاداب

الخلاصة:

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 أخايد 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 الطويلة 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 أخايد وانجرافات وانزلاقات أرضية في بعض الحالات (الدراجي، 2019 ، ص43) 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 الطويلة 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 الطويلة 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 الطويلة 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 ، 1988ص41)

- 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 الترب المفقودة بفعل عامل التعرية.
- 4- هنالك العديد من المعادلات المستخدمة لقياس التعرية المائية ومنها(جافريلوفيك-مؤشرفورنية-مؤشربرجسما).

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

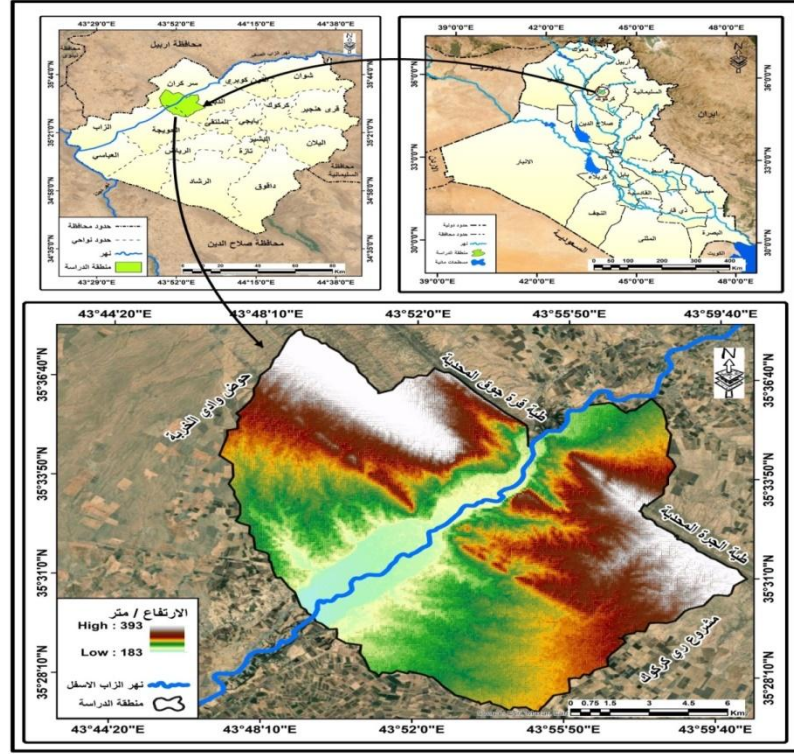
- تهدف الدراسة الى تقديم تقييم جيومورفولوجي عن منطقة الدراسة يمكن من خلالها:-
- 1- التعرف على المظاهر والعوامل الجيومورفولوجية الموجودة في منطقة الدراسة، وتكوين قاعدة بيانات جيومورفولوجية لمنطقة الدراسة.
 - 2- إيجاد العلاقة بين المظاهر الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة مع استخدامات الأرض لها، والتعرف من 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 237 كم² بين دائرتي عرض 0° 37' 35 - 30° 27' 35 شمالاً، وخطي طول 0° 47' 43 - 40° 29' 43 جنوباً ينظر خريطة رقم (1).

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



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

2-1 الوضعية التكتونية والبنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة:

2-1-1 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، 2008، ص11)

ومنهم بودي وجاسم (Buday and Jassim1987) اللذين قسما العراق اعتماداً على مفاهيم

الجيوسينكلاين (Geocline) (المعارضى, 1996, ص32) 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, 1996, ص32)

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

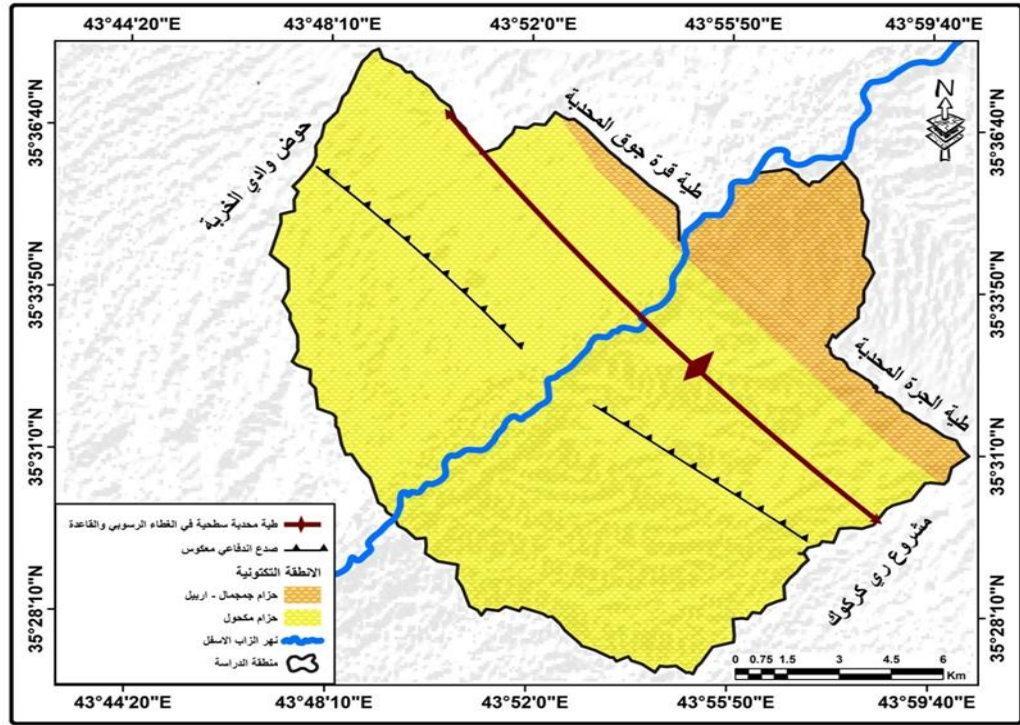
4- حزام حميرين

فقد حصلت أثناء الحقب الماضية ظروف هيدرولوجية وجيومورفولوجية وحياتية مختلفة, أثبتتها الدراسات السابقة والخرائط الجيولوجية. كما إن منطقة الدراسة كانت ضمن بحر (تيش), 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, 2011).

يتبين من الخريطة (2) والجدول (1) لمنطقة الدراسة انها تقع ضمن اقليم حزام مكحول حيث بلغت مساحته (205 كم²) وبنسبة (86,5%) ضمن نطاق الطيات الواطئة, وحزام جمجمال اربيل ضمن نطاق الطيات العالية حيث بلغت مساحتها (32 كم²) وبنسبة (13,5%) 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 195 فوق مستوى سطح البحر. (جميل، 1989، ص 147)

خريطة (2) تكتونية منطقة الدراسة.



المصدر: خريطة العراق التكتونية 1/1000,000، لوحة رقم 2، 1984، ومخرجات برنامج (Arc map 10.3).

الجدول (1) الأحزمة التكتونية ومساحاتها ونسبها المئوية.

النسبة المئوية	مساحتها كم2	الأحزمة التكتونية
86.5	205	حزام مكحول
13.5	32	حزام جمجمال – أربيل
100	237	المجموع

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (2).

2-1-2: جيولوجية منطقة الدراسة:

تنتشر في منطقة الدراسة العديد من التكوينات الجيولوجية وتتراوح اعمارها ما بين المايوسين الى عصر الهلوسين وكما في خريطة (3) و جدول (2).

2-1-2-1: تكوينات الزمن الثلاثي ويشمل ما يلي:

2-1-2-1-2: 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 , 2004, ص9)

إذ تبلغ مساحة التكوين (23 كم²) وبنسبة (9,7%), لذلك توجد العديد من الترسبات لهذا التكوين في منطقة الدراسة.

2-1-2-1-2: تكوين إنجانة

يتألف هذا تكوين من مكونات

صخرية مختلفة أغلبها صخور صلصالية حمراء أو رمادية سلتية أو صخور طينية سلتية أو رمال أو صخور رملية حمراء أو رمادية وإنَّ ظهور المدملكات يعد بداية تكوين المقدادية.(الشمزيني, 2008, ص3) ويمثل هذا التكوين المرحلة الانتقالية من البيئة البحرية إلى البيئات القارية وتكون بيئات الترسيب متغيرة ففي البداية تكون قارية ثم تتحول بيئات مائية نهريّة , ويكون حد التماس الأسفل مع تكوين الفتحة. وبيئة الترسيب لهذا التكوين نهريّة وذلك لوجود الدورات الترسيبية التي يقل حجم رسوبياتها نحو الأعلى. تبلغ مساحة مكاشف هذا التكوين (35 كم²), وبنسبة (14,8%), من تكوينات منطقة الدراسة. (الجنابي، 2008 , ص9)

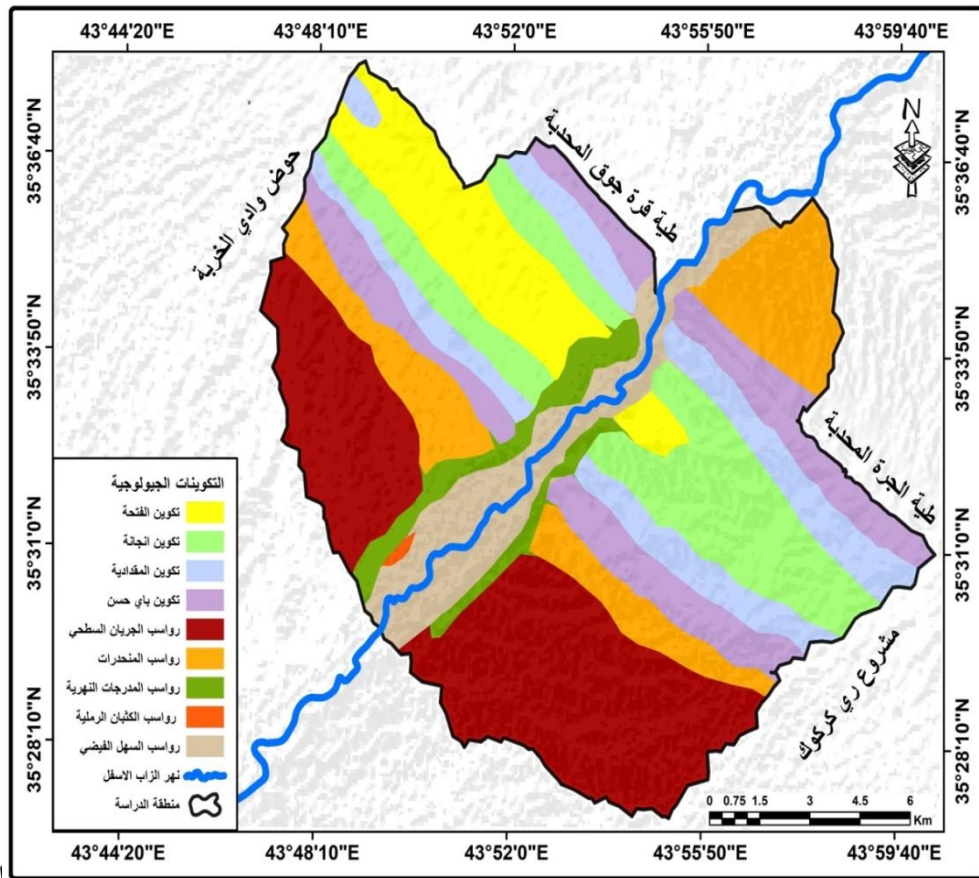
2-1-2-1-2: تكوين المقدادية:

يظهر هذا التكوين في الجهة الجنوبية والشمالية ضمن تلال جمبور وطية حميرين إذ تبلغ مساحة المكشف لهذا التكوين (27 كم²), وبنسبة (11,4%). إنَّ بيئة ترسيب هذا التكوين هي بيئة نهريّة 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، 2017, ص32) 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 النهريّة العذبة والجزء الأسفل منه يعكس الانتقال من بيئة الأحواض باتجاه البيئة القارية (جاسم، 2006، ص21)

2-1-2- 4-1 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 (30) كم² وبنسبة (12,7) % من مساحة منطقة الدراسة. (صفي الدين ، 1960، ص15)

الخريطة (3) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة .



المصدر: جمهورية

العراق، وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، لوحة كركوك الجيولوجية، لسنة 2001.

الجدول (2) التكوينات الجيولوجية ومساحاتها ونسبها المؤية في منطقة الدراسة.

ت	التكوين	كم ²	النسبة المؤية
1	تكوين الفتحة	23	9.7
2	تكوين انجانة	35	14.8
3	تكوين المقادمية	27	11.4

4	تكوين باي حسن	30	12.7
5	رواسب الجريان السطحي	59	24.9
6	رواسب المنحدرات	30	12.7
7	رواسب المدرجات النهرية	10	4.2
8	رواسب الكثبان الرملية	1	0.4
9	الرواسب السهل الفيضي	22	9.3
	المجموع	237	100

المصدر: اعتماداً على خريطة (3).

2-1-3 ارسابات الزمن الرباعي:

تكونت هذه الرواسب خلال الفترة الممتدة من البلايوسين 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 متنوعة . (محمد، 2008، ص25) وتقسم الى :

2-1-3-1: 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، 2001، ص11)

2-1-3-2: 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 (30 كم²)، ونسبة (12,7 %)، وكما في الجدول (1). وتتكون من قطع صخرية كلسية بشكل عام مع وجود قطع صغيرة من الجبس، ويتراوح قطر هذه القطع الصخرية من عدة ملليمترات إلى (0.3 م ، ولكن بشكل عام يصل إلى (0.12م).

2-3-1: رواسب المدرجات النهرية:

تتنتمي 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 (10 كم²)، وبنسبة (2, 4%) من مساحة المنطقة. (جاسم، 2006، ص24)

2-3-1-4: رواسب الكثبان الرملية:

هي تراكمت من الرمال التي تتشكل بفعل الرياح، وغالبًا ما توجد في المناطق الصحراوية والساحلية (2). تتكون هذه الرواسب من جزئيات رملية ناتجة عن تآكل الصخور والمعادن، حيث تشغل مساحتها (1كم²) من منطقة الدراسة وبنسبة (0,4) % من مساحة المنطقة.

2-3-1-5: رواسب السهل الفيضي

ترجع هذه الترسبات إلى عصر الهولوسين ، وتبلغ مساحتها (22 كم²) وبنسبة (3,9) % من مساحة المنطقة ويسمك (3)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 تواجدته ولكن بشكل عام فان هذه الترسبات تتكون من الغرين والرمل مع بعض القطع الصخرية والجلاميد. (الجنابي، 2001، ص12)

2-2: 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:

2-2-1 مؤشر دوكلاس

وضع دوكلاس معادلة لحساب حجم التعرية معتمداً على كمية المطر الفعال ومدى تأثيرها على جرف وتعرية التربة وفق المعادلة الآتية: (أبو سعدة ، 1983 ، ص88)

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

إذ ان :-

S=حجم التعرية المطرية (م³/كم²/سنة)

PE=التساقط الفعال حسب معادلة ثورنثويت والتي يتم استخراج نتائجها كالآتي (أبو سعدة ، 1983 ، ص98)

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

اذ ان :-

R=كمية الامطار السنوي (مم).

T=معدل درجة الحرارة مقاسة (بالدرجة المئوية) (السامرائي,2008,ص114)

الجدول (2) حجم التعرية المطرية لمحطات كركوك ومخمور وفق معادلة دوكلاس.

ت	المحطة	كمية الامطار (مم/سنة)	معدل درجة الحرارة (°م)	التساقط الفعال (مم)	حجم التعرية (طن/هكتار)
1	كركوك	331.7	20,7	7	2,04
2	مخمور	311.3	26,01	7	2,08

المصدر: بالاعتماد على (جدول 7,6,4) و(معادلة ثورنثويت و دوكلاس).

تم التوصل الى نتائج معادلة دوكلاس وهي كالآتي :

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

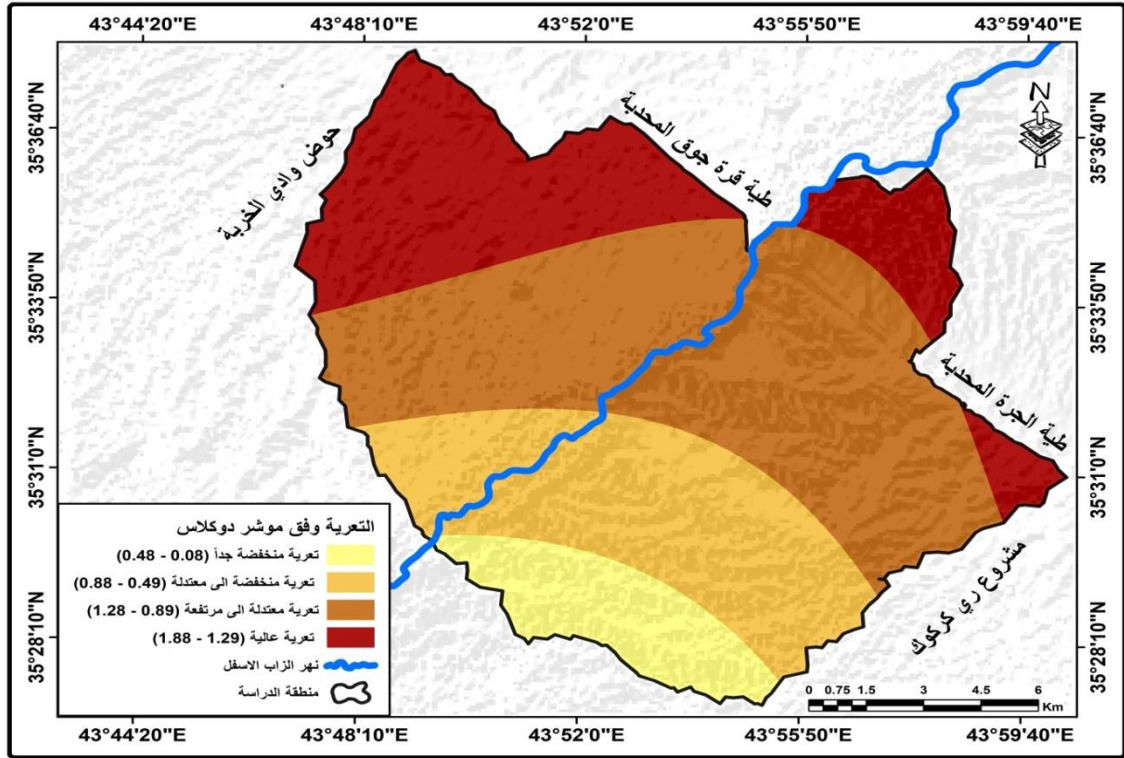
تم توظيف معادلة دوكلاس في تحليل البيانات المتعلقة بالمحطات التي شملتها هذه الدراسة، وقد أفرزت نتائج التحليل القيم الموضحة في الجدول (2). وتُظهر هذه النتائج تقارباً في معدلات التعرية الناتجة عن الأمطار بين المحطات المختلفة؛ حيث بلغ معدل التعرية المطرية في محطة كركوك (2.04) م³/كم²/سنة، في حين سجّلت محطة مخمور قيمة متقاربة بلغت (2.08) م³/كم²/سنة. ووفقاً لتصنيف ثورنثويت للجفاف، تُعد هذه المناطق مناطق جافة، إذ بيّنت نتائج المعادلة لمحطتي كركوك ومخمور معدلات تقل عن (16)، 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 (4) والجدول (3) أن المنطقة يمكن تصنيفها إلى الأصناف التالية:

تُظهر بيانات الجدول (3) 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 (0.08-0.48 م³/كم²/سنة):** (تمثل المناطق ذات التعرية المنخفضة جدًا، وتبلغ مساحتها 21 كم²، أي ما يعادل 8.9% من إجمالي مساحة الدراسة. وتتميز هذه المناطق بغطاء نباتي جيد نسبيًا، أو تضاريس منبسطة تُسهّم في تقليل جريان المياه السطحية.
- **الفئة الثانية (0.49-0.88 م³/كم²/سنة):** (تشمل مناطق ذات تعرية منخفضة إلى معتدلة، وتغطي مساحة قدرها 55 كم²، أي ما نسبته 23.2%. وتنتشر هذه الفئة غالبًا في الأراضي التي تشهد جريانًا مائيًا محدودًا وتكون فيها التربة متماسكة نسبيًا.
- **الفئة الثالثة (0.89-1.28 م³/كم²/سنة):** (تمثل المناطق التي تتعرض لتعرية معتدلة إلى مرتفعة، وتشكل أكبر نسبة ضمن منطقة الدراسة بمساحة تبلغ 102 كم² (43.0%). وتتميز هذه المناطق بوجود منحدرات نسبية أو قلة في الغطاء النباتي، مما يزيد من احتمالية انجراف التربة.
- **الفئة الرابعة (1.29 م³/كم²/سنة فأكثر):** (تُعد من المناطق عالية التعرية، حيث تُسجل أعلى معدلات فقدان للتربة نتيجة لحدة الانحدار أو شدة الجريان السطحي، وتغطي مساحة تُقدّر بـ 59 كم²، أي ما نسبته 24.9% من إجمالي المنطقة. ويبلغ إجمالي مساحة منطقة الدراسة 237 كم²، تغطيها الفئات الأربع مجتمعة بنسبة 100%.

الخريطة (4) تقدير حجم التعرية المائية (م³/كم²/سنة) لمنطقة الدراسة وفقاً لمؤشر دوكلاس



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول(20).

الجدول (3) مساحات ونسب مؤشر التعرية حسب مؤشر دوكلاس

النسبة المئوية	المساحة كم ²	الفئات	ت
8.9	21	0.48-0.08	1
23.2	55	0.88-0.49	2
43.0	102	1.28-0.89	3
24.9	59	1.88 - 1.29 فأكثر	4
100	237	—	المجموع

المصدر: بالاعتماد على خريطة(13).

2-2-2 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 (1982) هذه المعادلة التي تعتمد على أطوال المجاري السيلية (النهرية) الى المساحة الكلية للحوض المائي.وكما يلي المعادلة الاتية: (محمد، 2008، ص55)

مجموع أطوال الأخاديد في الحوض/م

التعرية الاخدودية= —

مساحة الحوض /كم²

وقد صنف (بيرجسما عام 1982) التعرية الأخدودية حسب هذه المعادلة الى (سبعة اصناف) كما في الجدول (4).

الجدول(4) تصنيف درجات التعرية الاخدودية حسب مؤشر (بيرجسما1982).

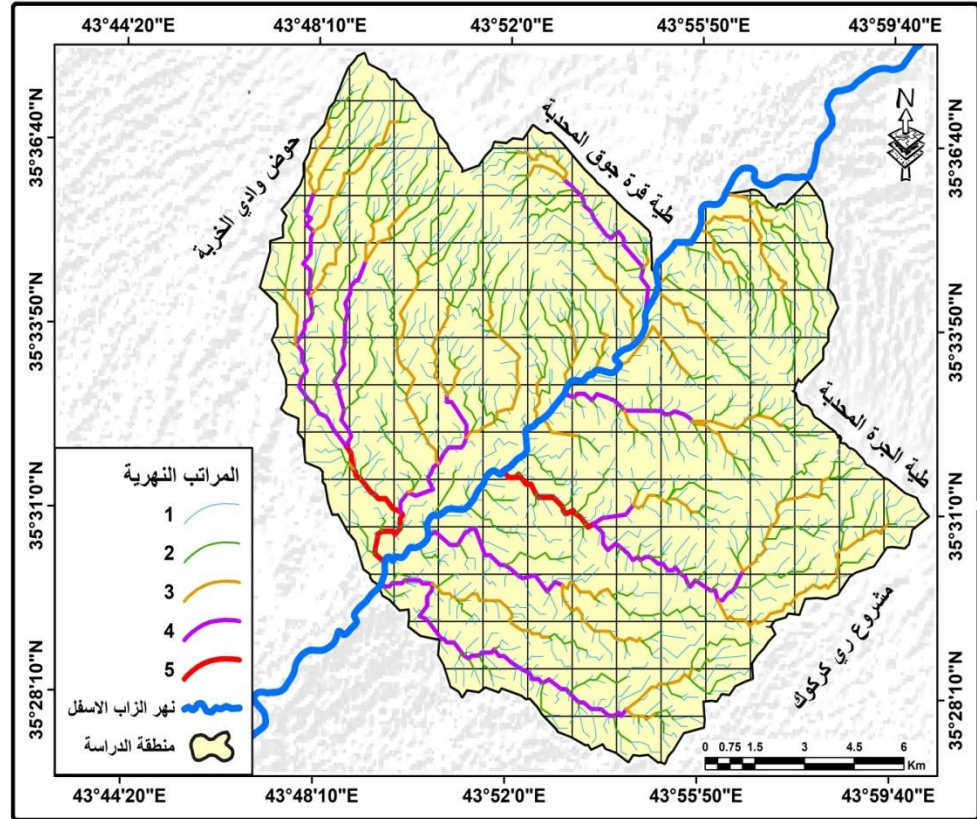
درجة التعرية	الوصف	معدل التعرية م/كم ²
1	نطاق التعرية الخفيفة جداً	400-0
2	نطاق التعرية الخفيفة	1000-401
3	نطاق التعرية المتوسطة	1500-1001
4	نطاق التعرية العالية	2700-1501
5	نطاق التعرية العالية جداً	3700-2701
6	نطاق التعرية الشديدة	4700-3701
7	نطاق التعرية الشديدة جداً	اكتر من 4700

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(1كم²) لكل مربع كما في الخريطة (5) ثم ادراج شبكة الاحواض المائية وتقسيم هذه الشبكة على شبكة المربعات ثم تطبيق قانون (بيرجسما 1982) ومن ثم تم الحصول على نتائج وقيم تدل على معدل التعرية الاخدودية في الأحواض المائية كما موضحة في الخريطة(6) والجدول(5).

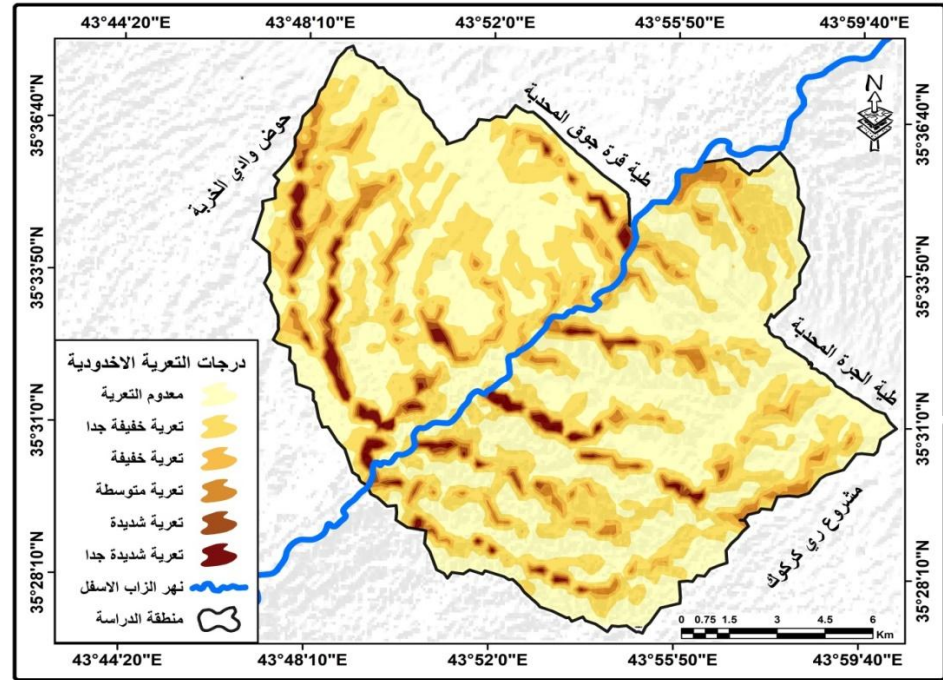
اذ يشير الجدول(5) ان هناك تباين كمي ومكاني للتعرية الاخدودية في منطقة الدراسة حيث سجلت المنطقة (ست درجات للتعرية الاخدودية) تراوحت معدلاتها ما بين المعدومه الى الشديدة جداً, اذ شغلت التعرية المعدومة (0-400م/كم²)المرتبة الاولى من حيث المساحة حيث بلغت (111كم²) وبنسبة (46.7%) من مساحة الاحواض الكلية في منطقة الدراسة البالغة(237كم²).وجاءت التعرية الخفيفة جداً بالمرتبة الثانية (401-1000) حيث شغلت مساحتها (86كم²) وبنسبة(36.2%) من مساحة منطقة الدراسة. تأتي بالمرتبة الثالثة (1001-1500) التعرية الخفيفة حيث شغلت مساحتها(20كم²) وبنسبة (8.5%) من مساحة منطقة الدراسة. كذلك تأتي بالمرتبة الرابعة(1501-2700) التعرية المتوسطة اذ سجلت مساحتها(12كم²) وبنسبة (5.3%) من مساحة منطقة الدراسة. اما بالنسبة للمرتبة

الخامسة (2701-3700) التي تقع ضمن صنف التعرية الشديدة فقد سجلت مساحتها (4كم²) ونسبة (1.5% من مساحة منطقة الدراسة). اما المرتبة السادسة التي تع ضمن تصنيف التعرية الشديدة جداً (3701-4700) لقد سجلت مساحتها (4كم²) ونسبة (1.5%) من مساحة منطقة الدراسة. الخريطة (5) شبكة المربعات لأحواض منطقة الدراسة.



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

الخريطة (6) التعرية الاخدودية حسب مؤشر بيرجسما 1982 في احواض منطقة الدراسة.



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

الجدول (5) معدلات التعرية الاخدودية حسب مؤشر بيرجسما.

ت	التصنيف	درجة التعرية	المساحة/كم ²	النسبة %
1	معدوم التعرية	1	111	46.7
2	تعرية خفيفة جدا	2	86	36.2
3	تعرية خفيفة	3	20	8.5
4	تعرية متوسطة	4	12	5.3
5	تعرية شديدة	5	4	1.9
6	تعرية شديدة جدا	6	4	1.5
-	المجموع	-	237	100

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة (15) ومخرجات برنامج (Gis10.3).

3-2 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 1985 م ، بعد أن شهد العالم قفرة نوعية في مجال المعلوماتية ونظم المعلومات. ويعد هذا النموذج مناسباً لتقييم التعرية في المناطق الجبلية و

المتضرسة، بحيث أصبح هذا النموذج معتمداً في بلدان أوربا الشرقية لتقدير حجم الإرسابات والتعرية المائية الكمية. 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 (95%). (شعوان , 2015, ص308)

• 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 والتساقط (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)

$$T = 1-3-2 \text{ معامل الحرارة}$$

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

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

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

$$\text{المعدل السنوي لدرجة الحرارة}$$

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

$$\pi = 3.1415 \text{ قيمة ثابتة}$$

2-3-2 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، 2020، ص111)

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

إذ أن:

معامل قابلية التربة للتعرية = Y

معامل حماية التربة = Xa

معامل تطور التعرية وشبكة التصريف = Q

معامل الانحدار = Ja

وتصنف التعرية بحسب قيمة Z إلى خمس أصناف: جدول (6)

الجدول (6) مستويات التعرية المحتملة لقيمة Z

اصناف التعرية	مستوية التعرية	نطاق قيم معامل Z	القيمة المتوسطة لمعامل Z
الصنف الأول	شديد جدا	اكبر من 1	1.25
الصنف الثاني	شديد	0.71 - 1	0.85
الصنف الثالث	متوسط	0.41 - 0.7	0.55
الصنف الرابع	خفيف	0.2 - 0.4	0.30
الصنف الخامس	خفيف جدا	اصغر من 0.19	0.10

المصدر: Zoran Gavrilovic, Erosion Potential Method An Imprtant 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

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

2. إن التصنيفات الجيومورفولوجية لوحدات الأرض كشفت أن مناطق السفوح المنحدرة تُعد الأكثر حساسية لعمليات الانجراف، بينما أبدت الأراضي المنبسطة مقاومة نسبية للتعرية.
3. 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

1. يُنصح بإجراء دراسات مكملية موسمية تشمل التحليل المناخي والهيدرولوجي لتوفير صورة أشمل عن ديناميكية التعرية في المنطقة..
2. اقتراح تنفيذ برامج مراقبة طويلة الأمد لمعدلات التعرية باستخدام محطات رصد ميدانية ونماذج حاسوبية.
3. تشجيع طلبة 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 JOURNAL 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 Potientian 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.