Received : 25 / 6 / 2025 Accepted : 21 / 8 / 2025 Published : 12 / 4 / 2026

تطبيق مؤشر فورنير وبرجيسما في حساب التعرية المائية لحوض وادي نيروه في قضاء العمادية/دهوك

م.د. علي سليم حماد عبد الكريم المشهداني

Ali.Saleem1104h@ircoedu.uobaghdad.edu.iq

العراق/ وزارة التربية/ المديرية العامة لتربية بغداد/ الكرخ الأولى

الملخص

تناول البحث مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نيروه في قضاء العمادية التابعة إداريا الى محافظة دهوك في شمال ،مساحة الحوض بلغت (1041.999 كم^2)، لأجل تقدير حجمها وبيان اثارها وتحديد مخاطرها، ولمعرفة مقدار التعرية المطرية اعتمد البحث معادلة فورنير والتعرية المائية الاخدودية اعتمدت معادلة برجيسما وتم تطبيقها على منطقة الحوض وأظهرت خمس درجات للتعرية هي التعرية الشديدة والتعرية العالية جدا والعالية والتعرية المتوسطة والخفيفة، اذ تمتاز منطقة الدراسة بنشاط مخاطر التعرية المائية نتيجة لطبيعتها الجبلية، واظهرت التعرية المطرية في الحوض متباينة بين المحطات وإن أعلى محطة هي محطة العمادية (107.05)، تليها محطة زاخو اذ سجلت (94.90) وحسب مؤشر فورنير فإن محطات منطقة الدراسة تقع ضمن نطاق التعرية المطرية المعتدلة، وتبين من تطبيق معادلة التعرية الاخدودية حسب نظام (Bergsma) بظهور خمس أصناف من التعرية وهي التعرية (الشديدة، العالية جدا، العالية، متوسطة، خفيفة)،إذ شغلت التعرية المتوسطة المساحة الأكبر من مساحة منطقة الدراسة تبلغ (304.45كم2) وبنسبة(29.21%)، وتوصلت الدراسة الى نشر الوعي بين الناس من مخاطر التعرية المطرية والأخدودية ،التوسع في الزراعة بشكل متطور وحسب الدراسة .

الكلمات المفتاحية : برجيسما، التعرية، حوض وادي نيروه

Application of the Fournier and Bergsma index to calculating water erosion in the Valley Niru basin in Al-Amadiya District/Duhok

Inst. Ali Saleem Hammad Abdalkarim Almashhadani (Ph. D)

Iraq / Ministry of Education / General Directorate of Education, Baghdad, Karkh I

Abstract

The research dealt with the risks of water erosion in the Niroh Valley basin in Amadiya district, which is administratively affiliated to Dohuk Governorate in northern Iraq. It is located astronomically between longitudes (43° 20' 0" - 43° 50' 0") west and between latitudes (37° 0' 0" - 37° 20' 0") north. The basin is located within the Sabneh basin, which is one of the tributaries of the Great Zab near the Iraqi-Turkish border. The area of the basin amounted to (1041,999 km2). In order to estimate its size, show its effects and determine its risks, and to know the amount of rain erosion, the research relied on the Fournier equation and the water gully erosion. The Bergesma equation was relied on and applied to the basin area and showed five degrees of erosion: severe erosion, very high erosion, high erosion, medium erosion and light erosion. The study area is characterized by the activity of water erosion risks due to its mountainous nature. Rain erosion in the basin showed variations between stations, and the highest station is the station Amadiya (107.05), followed by Zakho station, which recorded (94.90). According to the Fournier index, the stations in the study area fall within the range of moderate rain erosion. The application of the gully erosion equation according to the (Bergsma) system showed the emergence of five types of erosion, namely (severe, very high, high, medium, light) erosion. Medium erosion occupied the largest area of the study area, amounting to (304.45 km2) and a percentage of (29.21%). The study concluded by spreading awareness among people of the dangers of rain and gully erosion, expanding agriculture in a developed manner, according to the study, especially on slopes to

stabilize the soil from the dangers of erosion, protecting trees from cutting on the slopes, and encouraging farmers to plant perennial trees on the slopes that protect the soil from the dangers of erosion, preventing overgrazing on the slopes and organizing the grazing process periodically.
Keywords: Barjesma, erosion, Nerwa Valley Basin

أولاً : مشكلة الدراسة

1- ماهي العوامل التي ادت إلى نشاط مخاطر التعرية المائية لحوض وادي نيروه؟

2- هل هناك تباين مكاني ضمن أجزاء الحوض؟

ثانياً : فرضية الدراسة

1- هناك عوامل طبيعية اسهمت في نشاط التعرية منها التكوين الصخري والخصائص التضاريسية ونوع التربة وسقوط الامطار المرتبط بالمناخ وزيادة الانحدار في المنطقة وقلة الغطاء النباتي.

2- تظهر في منطقة الحوض انواع التعرية منها التعرية المطرية بالاعتماد على معادلة فورنير والتعرية الاخدودية بالاعتماد على معادلة بيرجسما.

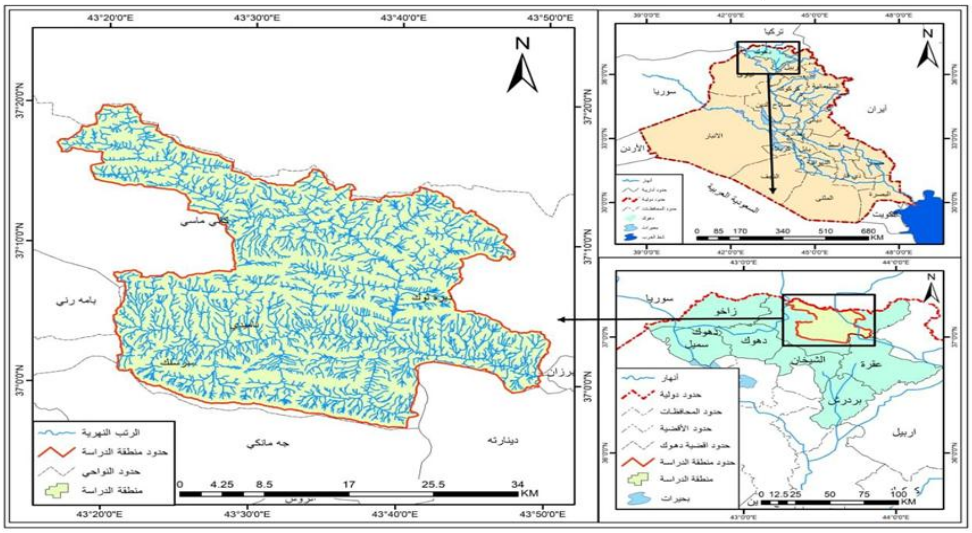
ثالثاً : هدف البحث واهميته

يهدف البحث دراسة وتحليل التعرية المائية بأنواعها المختلفة، ودراسة التعرية المطرية والتعرية الاخدودية وتحديد حجمها وتوزيع انطقة شدتها في منطقة الدراسة كميا، وذلك لتأثيرها الكبير في تكوين بعض الاشكال الأرضية وفقدان التربة وزيادة عكورة المياه، فضلا عن تأثيرها على نشاطات البشرية في منطقة الدراسة.

رابعاً : موقع منطقة الدراسة

تعد منطقة الدراسة المتمثلة بحوض وادي نيروه الواقع مكانياً والتابع أدارياً لمحافظة دهوك الواقعة شمال العراق، إذ يمتد في قضاء العمادية شمال شرق محافظة دهوك، ليقع فلكياً بين خطي طول ("0 '50 °43 - "0 '20 °43) غرباً وبين دائرتي عرض ('0 °37 "0 '20 °37 - "0) شمالا، يقع الحوض ضمن حوض سأبنه الرئيسي وهو من روافد الزاب الكبير بقرب الحدود العراقية – التركية التي تقع في الجزء الشمالي منها ، اما من الجنوب يحيط بها قضاء عقرة وقضاء العمادية ومن الغرب ناحية كاني ماسي وشيلادزي اما الحدود من الشرق ناحية مركه سور والعمادية كما موضح في الخريطة (1)، اما مساحة الحوض بلغت (1041.999 كم^2).

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق ومحافظة دهوك



المصدر: خريطة العراق الإدارية مقياس 1:1000000 ، قسم انتاج الخرائط، المديرية العامة للمساحة، وزارة الموارد المائية، بغداد، العراق، 2020، واستخدام برنامج Arc GIS 10.5

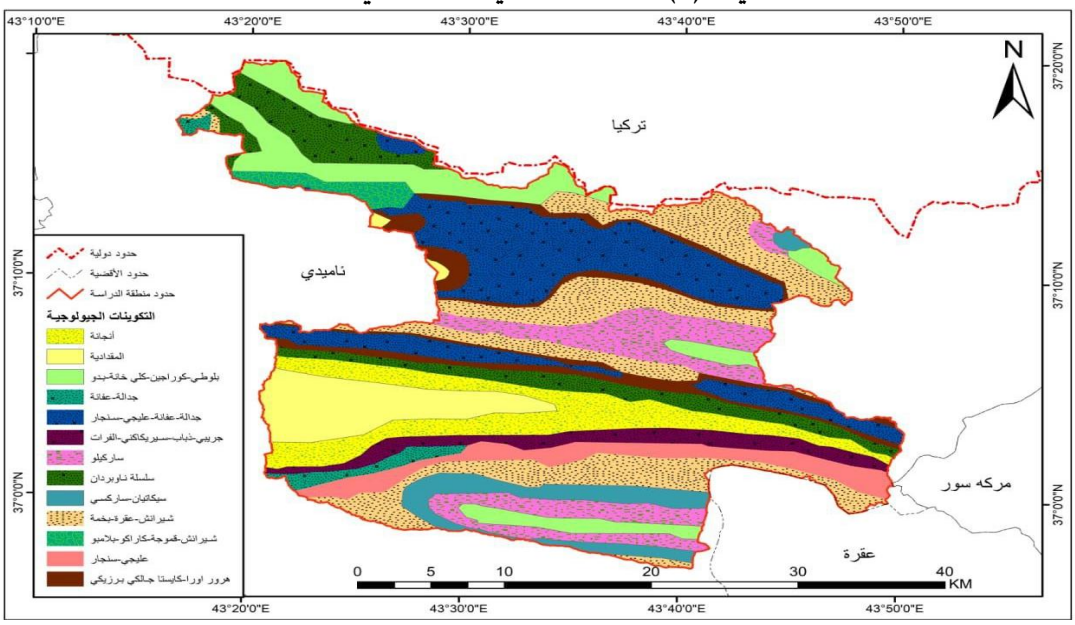
خامسا : الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

تتباين الاشكال الأرضية تبعا لاختلاف البنية الجيولوجية والتكتونية، حيث تتفاعل العوامل والعمليات الجيومورفية المُشكلة للمظاهر الأرضية بشكل مستمر ينتج عنه مجموعة متباينة من الاشكال الأرضية **(عبدالرضا و حسين، 2015، صفحة 231)** (**Abdul-Ridha & Hussein, 2015, p.231**)

أولا : التكوينات الجيولوجية:

التكوينات الصخرية في منطقة الدراسة تتميز بتنوعها، اذ تتراوح عمر التكوينات الصخرية ما بين تكوينات العصر الجيولوجي (الباليوجيني والكريتاسي) وتكوينات العصر الجيولوجي(المايوسين)، لذلك تم تقسيم التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة من الاقدم الى الاحدث، يلاحظ خريطة (2):

خريطة (2) المكاشف الصخرية لحوض وادي نيروه



المصدر: وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، خريطة العراق الجيولوجية، مقياس 1000000:1، الطبعة الثالثة، اعداد فاروجان خاجيك سيساكيان،2012، بغداد، برنامج Arc GIS 10.5.

1-تكوينات العصر الباليوجيني (هرور أورا – كايستاجالكي- برزيكي): يعد هذا التكوين من اقدم التكوينات الصخرية ذات امتدادات عرضية في أجزاء الحوض الوسطى من الشرق الى الغرب وأجزاء من شمال منطقة الدراسة، يتكون تكوين هرور أورا وتكوين برزيكي من الصخور الرسوبية (حجر رملي، طين، شيل) اما تكوين كايستاجالكي يتكون من الصخور الرسوبية والصخور البركانية (بازلت) ، ان هذا التباين ما يجعلها تتفاعل بشكل مختلف مع عملية التعرية المائية ، **(العمري و صادق، 1977، صفحة 11)** (**Al-Omary & Sadiq, 1977, p.11**)، يتراوح سمك هذا التكوين ما بين (200-500 م) وتبلغ مساحة (63.391كم2) وبنسبة (6.083%) من مساحة منطقة الدراسة.

2-تكوينات العصر الكاربوني (جدالة عفانة -عليجي- سنجار): تتكون تكوينات الصخرية عليجي وسنجار من الصخور الرسوبية (حجر رملي، طين، شيل)، ويتراوح سمك هذا التكوين ما بين (200-400 م)، وتبلغ مساحتها (170.966كم2)، وبنسبة (16.407%) ، اذ ان هذه التكوينات لها قابلية عالية للتعرية المائية ، اما تكوين جدالة عفانة يتكون الصخور الكربونية (الحجر الجيري، الدولوميت، الحجر الرملي الطين، شيل) وتتعرض هذه التكوينات الى التعرية المائية العالية خاصتا على السفح المنحدر ، حيث تؤدي السيول الى كشف التكوينات العميقة وتشكيل اشكال جيومورفولوجية، **(العمري و صادق، 1977، صفحة 13)** (**Al-Omary & Sadiq, 1977, p.13**)، وتبلغ مساحتها حوالي (14.776)، وبنسبة (1.418) ، ينتشر هذا التكوين على امتداد عرضي في أجزاء وسطى للحوض من الشرق الى الغرب وأجزاء الشمالية .

3-تكوينات العصر الترياسي (بلوطي – كوراجين – كلي خانة – بدو): تعد هذه تكوينات من زمن الثاني، وتتكون من صخور رسوبية (حجر رملي، حجر طيني، شيل)، وتتميز بوجود صخور رسوبية ذات لون بني واخضر مع وجود طبقات من الحجر الجيري **(Jassim, 1989, p. 60)**، وتبلغ مساحتها حوالي (95.715كم2) وبنسبة (9.185%) من مساحة منطقة الدراسة، اذ ينتشر في جزء بسيط من الشمال الشرقي والشمال الغربي وجزء بسيط من الشرق والجنوب من منطقة الدراسة، وتتأثر هذه التكوينات بشدة بعمليات التعرية المائية.

4-تكوينات العصر جوراسي (سيكاتيان – ساركسي – سلسلة ناوبردان – ساركيلو): تعود تكوينات سيكاتيان وساركسي وسلسلة ناوبردان الى عصر جوراسي المتأخر الذي يتكون من الصخور الكربونية (حجر جيري، دولوميت، طين جيري، حجر رملي)، يتراوح سمكها ما بين (200–400م)، اذ تنتشر تكوينات سيكاتيان وساركسي في جزء بسيط من الشمال الشرقي والجنوب من منطقة الدراسة، **(Varoujan, The Geology Of Erbil And Mahabad Quadrangle, 1998, p. 6)** ، وتبلغ مساحتها (46.038كم2)، وبنسبة (4.418)، اما تكوين سلسلة ناوبردان تنتشر في الوسط على شكل شريط يمتد من الشرق الى الغرب وأجزاء من الشمال الغربي لمنطقة الدراسة ، تبلغ مساحتها (41.542كم2)، وبنسبة (3.951%)، تعود هذه التكوينات في اصلها الى بيئات تكتونية ورسوبية متنوعة ، ،وهذا يساعد الى تعرضها الى تعرية مائية بواسطة الامطار الغزيرة والسيول الموسمية والانحدارات الشديدة في إزالة الطبقات السطحية وكشف البنى الداخلية لهذه التكوينات ، كما تساعد تعمل المجاري المائية والوديان العميقة على نقل الرواسب المتحللة وإعادة ترسيبها في الاحواض المجاورة مشكلة اشكال جيومورفولوجية مميزة اما تكوين ساركيلو يتكون من الصخور الرسوبية (حجر رملي، طين، شيل) ويتراوح سمكها ما بين (100–300م)، وتبلغ مساحتها (104.527كم2)، وبنسبة (10.031%) من مساحة منطقة الدراسة ويتركز في جزء بسيط من الشمال الشرقي وأجزاء من الوسط والجنوب لحوض .

5-تكوينات العصر الكريتاسي الأسفل (شيرانش– قمجوقة –كاراكو– بلامبو): هو احد تكوينات العصر الطباشيري القديم، يتكون من حجر الكلس الذي يكون أحيانا صلصاليا او طينيا ما بين لون ابيض الى رمادي فاتح، جيد التطبق ذو اسطح ملساء **(Varoujan, 2013, pp. 4–5)**، ويتراوح سمك هذا التكوين ما بين (100– 400 م)، وتبلغ مساحتها(16.430كم2)، وبنسبة (1.576%) من مساحة منطقة الدراسة، ويتركز في الجزء الشمال الغربي للحوض ،اذ تخضع هذه التكوينات لتأثيرات واضحة من التعرية المائية نتيجة الامطار الغزيرة والسيول الموسمية والانحدارات الشديدة في منطقة الدراسة .

6-تكوينات العصر الكريتاسي الأعلى (شيرانش – عقرة – بخمة): يتكون من صخور جيرية وصخور جيرية دولومايتية تتميز بلون قهوائي مصفر ورمادي فاتح ويكون على شكل بلورات صلبة جدا **(Varoujan, 2013, pp. 4–5)** وتكون صخوره قوية ومقاومة للتجوية والتعرية، وتبلغ مساحتها حوالي (185.839 كم2)، وبنسبة (17.834%)من مساحة منطقة الدراسة، اذ تتركز هذه التكوينات في جزء الشمالي الشرقي وأجزاء من الوسطى والجنوب من منطقة الدراسة.

7- تكوينات العصر الميوسيني (جريبي – ذباب – سيريكاكني – الفرات): تعود هذه التكوينات الى العصر الميوسيني (زمن الجيولوجي الثالث)، ويتكون من الصخور الرسوبية (حجر رملي، طين، شيل) وصخور بركانية (بازلت) **(العمري و صادق، 1977، صفحة 13) (Al-Omary & Sadiq, 1977 , P13)**، يتراوح سمكها ما بين (100– 500م)، اذ تبلغ مساحتها (43.881كم2) وبنسبة (4.211%) من مساحة منطقة الدراسة، ويتركز في الوسط على شكل شريط يمتد من الشرق الى الغرب للحوض، اذ تتعرض هذه التكوينات الى تعرية مائية نشطة بفعل الامطار الموسمية والسيول.

8-تكوينات العصر الميوسين الأعلى (انجانة): يعود هذا التكوين الى عصر الميوسيني الأعلى، اذ تتكون ترسباته من حجر رملي والطين ذو لون احمر فاتح وعدسات من الحجر الجيري الرمادي، وتتأثر هذه التكوينات بعمليات التعرية المائية نتيجة طبيعة صخورها الطينية والرملية الهشة نسبيا، اذ تبلغ مساحته (96.483كم2) وبنسبة (9.259%) من مساحة منطقة الدراسة، اذ يتركز في الأجزاء الوسطى لمنطقة الدراسة.

9-تكوينات العصر البلايوسين (المقدادية): يعود هذا التكوين الى عصر البلايوسين الأسفل (زمن الثالث)، ويتركز هذه التكوين في الجزء الغربي من حوض وادي نيروه، اذ تتكون صخوره من الحجر الطيني الناعم ذو لون رصاصي المصفر المتحول الى بني مع حجر رملي وحصى، اذ يزداد وجود حصى وتدرجه الحجمي بالاتجاه نحو الأعلى التكوين ، لذلك تتعرض تكوينات المقدادية الى

عمليات التعرية المائية بشدة نتيجة طبيعتها الفتاتية وقلة تماسك الحبيبات(**Al-Musawi , 2007, p. 13**)، ويبلغ سمك هذا التكوين (1000م)، وتبلغ مساحتها نحو (69.336كم2) وبنسبة (6.654%) من مساحة منطقة الدراسة.

ثانيا: تضاريس حوض وادي نيروه:

تتأثر التعرية المائية بخصائص سطح الحوض حيث توجد علاقة بين انحدار سطح الحوض وحجم التعرية المائية، اذ ان الأحواض ذات الانحدار الهيّن تزداد فيها فرص ضياع المياه من طريق عمليتي التبخر، والتسرب في حين أن الاحواض ذات الانحدار الشديد تساعد على سرعة الجريان من ثم تقليل الفاقد من المياه وهذا يزيد عملية التعرية المائية، قسمت منطقة الدراسة الى خمس انطقه تضاريسية تبدأ من أدنى انحدار لتصل أعلى انحدار (**البيواتي، 2013، صفحة 10**) (**Al-Babawati, 2013, P.10**)، يلاحظ الخريطة (3) والجدول (1) وهي:

جدول (1) الانحدار حسب تصنيف زنك

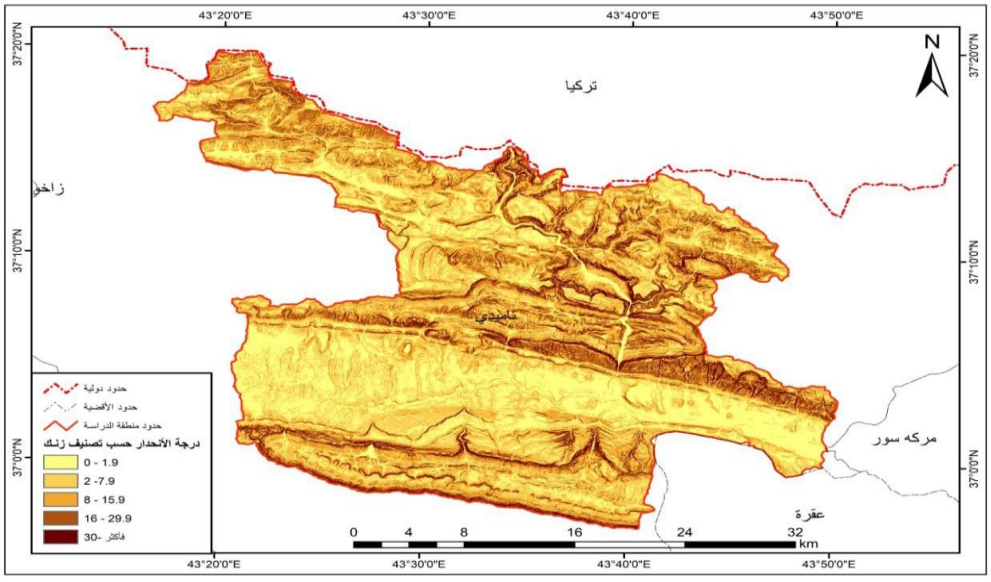
الصنف	الشكل	درجة الانحدار	المساحة (كم^2)	النسبة المئوية %	التصنيف
1	مسطح مستوي	0-1.9°	258.358	24.794	سهل، وادي
2	تموج خفيف	2-7.9°	314.450	30.177	سهول تحاتية نهرية
3	متموج	8-15.9°	264.560	25.389	تلال منخفضة
4	مقطعة (مجزأة)	16-29.9°	160.053	15.359	تلال مرتفعة
5	مقطعة بدرجة عالية	30° فأكثر	44.578	4.278	جبال
المجموع	–	–	1041.999	% 100	–

المصدر: اشتقاق بيانات الارتفاعات الرقمية DEM باستخدام ArcGIS mrcmap9.3.

1-نطاق الاراضي المسطحة :

تتصف هذه المنطقة بقلة الانحدار، وتمثل الاراضي ذات الانحدار القليل ما بين (0-1.9°) ويتمثل ذلك بالسهول الفيضية والاراضي ما بين الاودية بمساحة قدرها (258.358 كم^2) ومكونة ما نسبتها (24.794 %) من مساحة منطقة الدراسة، ويظهر هذا النطاق بشكل مبعثر في الاجزاء الشمالية وتتركز في وسط وجنوب الحوض، ويعد هذا النطاق ذات انحدار ضعيف مما يعني قلة تعرضها الى مخاطر التعرية المائية.

الخريطة (3) الفئات الانحدارية (درجة) في حوض وادي نيروه



المصدر: الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، الخرائط الطبوغرافية، لوحة زاخو، مقياس 1:250000، الارتفاع الرقمي SRTM 2007 بدقة تمييزية 30*30 م.

2- نطاق الاراضي ذات التموج الخفيف:

يشمل هذا النطاق الاراضي ذات التموج الخفيف الذي يكون متوسط انحدارها بين (2-7.9°) وشكلت مساحة قدرها (314.450 كم^2) وبنسبة (30.177%)، ويتصف هذا النطاق بسمك التربة وهي صالحة للزراعة وتظهر هذه المنحدرات بشكل خطوط موازية للمجاري المائية لأحواض منطقة الدراسة، وتكون خطورتها للتعرية محدودة ايضاً ويمكن استعمالها لإنشاء المشاريع المختلفة، ويتركز هذا النطاق في أجزاء متفرقة من الشمال والوسط والجنوب للحوض.

3- نطاق الاراضي المتموجة:

يشمل هذا النطاق التلال المنخفضة التي يبلغ انحدارها ما بين (8-15.9°) ويتصف بالتموج الخفيف ويعزى تموج اشكال هذا النطاق الى العوامل والعلميات الجيومرفولوجية وشكلت مساحة (264.560 كم^2) وبنسبة (25.389%)، وهي منحدرات يمكن استعمالها لأنشاء المشاريع المختلفة، وتتركز في أجزاء متفرقة من الشمال الى الجنوب في منطقة الدراسة.

4- نطاق الاراضي المقطعة (مجزأة):

وهي تلال عالية مقطعة بفعل التعرية المائية الى شبكة متشعبة من الاودية والمرتفعات ويتراوح انحدارها ما بين (16-29.9°) ومساحتها (160.053كم^2) وبنسبة (15.359%) وهي أكثر انواع السفوح انحداراً وتنشط فوقها عمليات التعرية بسبب سرعة الجريان المائي فضلاً عن نشاط عمليات التجوية من مفتتات ورواسب وهي معرضة لمخاطر السيول والتساقط الصخري ايضاً، ولا تصلح هذه الاراضي للاستعمالات البشرية.

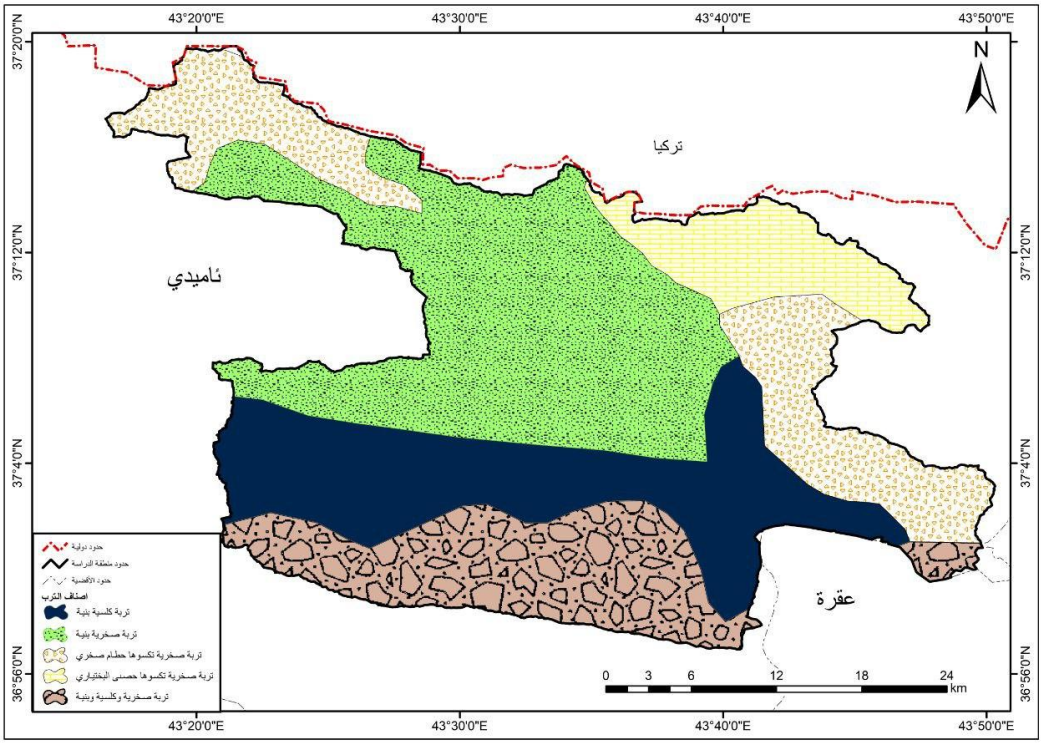
5- نطاق الاراضي المقطعة بدرجة عالية:

تكون هذا النطاق بفعل شدة الحركات التكتونية فضلاً عن نتاج عمليات التجوية والتعرية المائية وتشمل الاراضي التي يزيد مقدارها على (30°) وتبلغ مساحته (44.578كم^2) وبنسبة (4.278%) ويتمثل ذلك بمناطق الجروف الصخرية ومناطق التغير بالانحدار ومناطق خطوط تقسيم المياه بين الاحواض المائية بين تركيا والعراق، ويتركز هذ النطاق بشكل مبعثر في الجزء الشمالي الشرقي وأجزاء من الوسط والجنوب، فضلاً عن الجروف الصخرية المشرفة على مضائق المنطقة وهي اكثر الانحدارات التي تنشط فيها التعرية المائية الشديدة وتكون معرضة لمخاطر السيول والانهيارات الارضية والانزلاقات والتساقط الصخري وهذه المنحدرات لا تصلح للاستخدامات البشرية ابداً.

ثالثا: التربة:

التربة في حوض نيروه تتأثر مباشرة بالتعرية المائية نتيجة الانحدار الشديد والامطار الغزيرة، التربة الضحلة على السفوح تكون أكثر عرضة للتعرية المائية، لان التربة ذات عمق الرقيقة لا تستطيع مقاومة التعرية المائية، بينما كلما كان العمق أكبر مع زيادة المواد الطينية والمواد العضوية ازدادت مقاومة التربة للتعرية المائية، وتم تصنيف التربة في حوض وادي نيروه على أساس تصنيف الطائي وبيورنك الى ما يلي يلاحظ خريطة(4):

خريطة (4) أصناف الترب في حوض وادي نيروه



المصدر: من اعداد الباحث اعتمادا على فليح حسن الطائي، خريطة أراضي العراق الاستكشافية، 1997و بيورنك، خريطة أراضي العراق وأحوال التربة، 1960، العراق، وزارة الزراعة، مديرية المشاريع الزراعية العامة بغداد، باستخدام برنامج Arc map 10.5.

1- **ترية كلسية بنية** : تتكون فوق الصخور الكلسية والدولوماتية، ولونها بني فاتح الى بني داكن نتيجة أكاسيد الحديد والمادة العضوية، اما قوامها تتكون من طمي طيني وطيني يحتوي على حصى وصخور صغيرة، وتتركز في الأجزاء الوسطى للحوض على منحدرات جبلية، مما يجعلها معرضة لمخاطر التعرية المائية، وتبلغ مساحة(180.170كم2) وبنسبة (17.3008%) من مساحة منطقة الدراسة.

2- **ترية صخرية وبنية** : تقع على السفوح الجبلية والمنحدرات الشديدة في الجزء الشمالي والشمال الغربي والاجزاء الوسطى للحوض، وقوامها تتركب من طمي رملي وطمي طيني مع نسبة عالية من الحصى والصخور والمحتوى العضوي ضعيف، وتبلغ مساحة(239.464كم2) وبنسبة (22.9946%) من مساحة منطقة الدراسة، وتتعرض لتعرية مائية بدرجات متفاوتة، وتعد الترية الصخرية هي الأكثر هشاشة وانجرافا من الترية البنية الكلسية اقل هشاشة ولكنها تفقد خصوبتها بسرعة، بسبب مخاطر التعرية المائية.

3- **ترية صخرية تكسوها حطام صخري**: تنتشر في الجزء الشمال الغربي والاجزاء الشرقية للحوض، وتبلغ مساحة (356.357كم2) وبنسبة (34.2191%) من مساحة منطقة الدراسة، وقوامها من الركام والحطام الصخري والطين والمحتوى العضوي قليل، اما خصوبتها منخفضة بسبب الحطام الصخري يقلل من السعة التبادل والماء المتاح للنبات، وهذه الترية تتعرض الى تعرية مائية مما يقلل من خصوبتها ويؤدي الى انجراف هائل للرواسب.

4- **ترية صخرية تكسوها حصى البختياري** : تتشكل هذه الترية نتيجة عمليات التجوية الفيزيائية للصخور الكلسية والدولوماتية ، حيث تتفتت الصخور الى شظايا وحصى مختلطة مع مواد طينية وطمية ، اذ تغطي سطح الترية بالحصى تمنحها خصائص مميزة ، ولكنها في نفس الوقت ضعيفة الخصوبة وسريعة الفقد للرطوبة، **(العاني, 1984, ص49)**، ولا سيما ان الحصى قد يخفف من تأثير التعرية المطرية الا انه يساهم في تركز الجريان وزيادة التعرية الأخدودية ، وتتركز هذه الترية في الجزء الشمال الشرقي وبمساحة تبلغ (87.2898كم2) وبنسبة (8.3820%) من مساحة حوض وادي نيروه.

5- **تربة صخرية وكلسية وبنية:** تتركز هذه التربة في الجنوب وجزء بسيط من الشرق بمساحة (178.113) وبنسبة (17.1033%) من مساحة حوض وادي نيروه، وقوامها تتكون من طمى طيني ونسبة متفاوتة من الشظايا والحصى الصخرية، والعمق متوسط الى ضحل (50-80سم) فوق الصخور الكلسية **(العاني, 1984, ص50)**، وتعد تربة ذات خصوبة متوسطة ولكنها محدودة الاستخدام الزراعي على السفوح الشديدة الانحدار، ولكنها هشة أمام التعرية المائية.

رابعا: الغطاء النباتي:

إن الغطاء النباتي له أهمية كبيره كونه يشكل عاملا جيومورفولوجيا والهيدرولوجيا من خلال كثافته ونوعيته وطبيعته وتوزيعه، اذ يؤثر على مسار العمليات الجيومورفولوجية بفعل وظيفته في الحفاظ على تثبيت التربة وتماسكها وحمايتها من مخاطر التعرية المائية **(Yavuz, 1988, P41)**، وتم تصنيف الغطاء النباتي في حوض وادي نيروه بموجب هذه البيانات الفضائية الى اربعة انطقه وهي كما يلي:

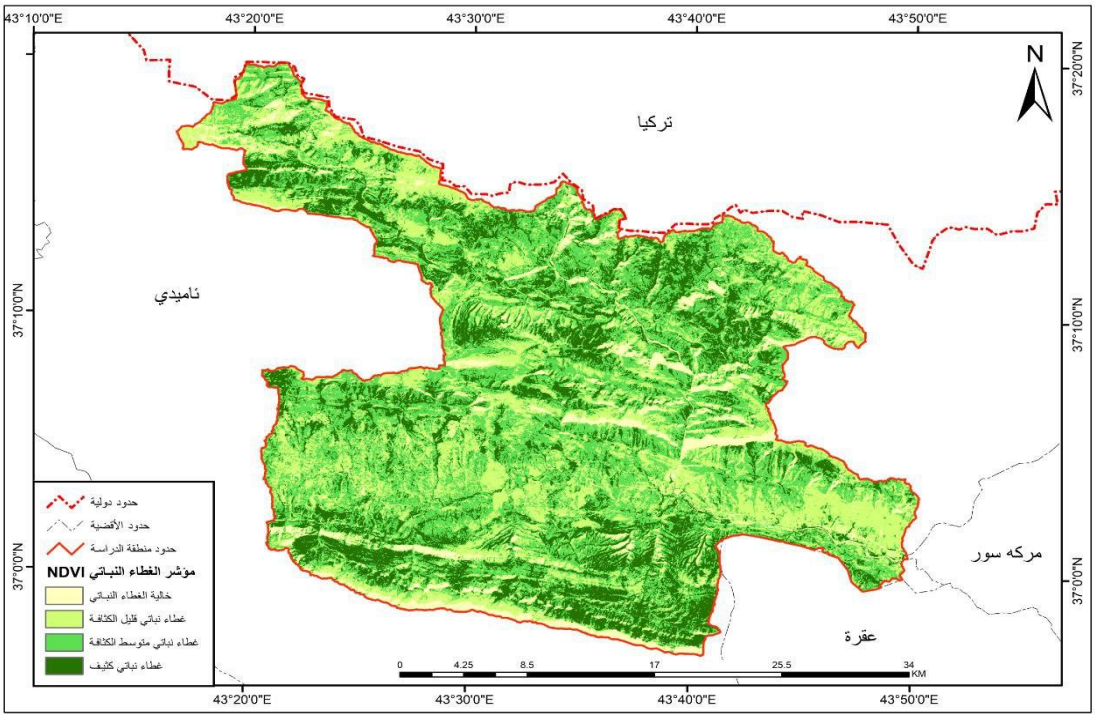
1. نطاق خالي الغطاء النباتي : تبلغ مساحته (69.287كم2) وبنسبة (6.649 %) وهذا النطاق يشكل أصغر انتشار مساحي في جميع أجزاء حوض وادي نيروه.

2. نطاق نباتي قليل الكثافة : تبلغ مساحته (303.850 كم^2) وبنسبة (29.160%) وهذا النطاق يشكل اكبر انتشار مساحي في منطقة حوض وادي نيروه ولكنه الأقل كثافة بالغطاء النباتي، والذي يتمثل بنطاق نباتات ضفاف الانهار، وينتشر في جميع أجزاء الحوض وعلى مساحات واسعة، ومن أنواع النباتات التي تنتشر في هذا النطاق هي (السماق، الصفصاف، التفاح البري، الدردار).

3. نطاق نباتي متوسط الكثافة : تبلغ مساحته (430.884 كم^2) وبنسبة (41.351%) من مساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وتنتشر بشكل مبعثر في جميع اجزاء الحوض، ويتمثل بنطاق نباتات بطون الاودية او السهول الداخلية ومن نباتاته (عرق السوس، الزعرور البري، التين، الكرز، الشوفان).

4. نطاق نباتي كثيف : تبلغ مساحته (237.979 كم^2) وبنسبة (22.838%) من مساحة الكلية لحوض وادي نيروه، وينتشر في مساحات صغيرة ومتقطعة غير متواصلة من الحوض، ويتمثل بنطاق الغابات ويشكل هذا النطاق الجزء الاكثر كثافة لكنه الاقل مساحة في منطقة الدراسة، ويتركز في الأجزاء الشمالية والجنوبية وبشكل مبعثر في وسط الحوض، ومن نباتات هذا النطاق (البلوط، التوت البري، اللوز، البندق، الصنوبر، العنب الجبلي، الجوز)، يلاحظ خريطة (5).

خريطة (5) أنطقه كثافة الغطاء النباتي في حوض وادي نيروه



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة ومعادلة(NDVI) وبرنامج Arc gis 10.4.1

سادسا: التعرية المائية: Water Erosion

تعد عملية ازاحة ميكانيكية لتربة السطح قابلة للنقل من أماكنها الى أماكن أخرى جديدة، وتعمل الأمطار والمياه الجارية على تعرية سطح الأرض وبشكل متباين من مكان لآخر اعتماداً على كمية المياه الساقطة ونوع الصخور ودرجة استجابتها لعوامل التعرية المائية، وتعد التعرية المائية مشكلة خطيرة في مناطق الدراسة، ان وجود امطار قليلة لا يتعارض مع حدوث تعرية شديدة لان التربة غالباً ما تكون مفككة ومعرضة للارتطام المباشر بقطرات المطر، ولا يقتصر اثر المياه الجارية على المناطق المطيرة وحدها بل يتعداها الى المناطق شبه الجافة والصحراوية **(صفي الدين، 1971، صفحة 222)** (**Safi Al-Din, 1971, P.222**).

كما يؤدي تساقط الامطار الفجائية على هذه المناطق الى تكوين سيول جارفة معها كميات كبيرة من الاتربة، نظراً لتأثير منطقة الدراسة بفعالية التعرية المائية مما تنتج عنه مخاطر جيومورفولوجية، لذلك سوف نتناول اشكال التعرية المائية وكما يأتي:

1-التعرية المطرية التصادمية (Rain Erosion):

تعتبر عملية ناتجة من اصطدام زخات مطر فجائية شديدة او قطيرات مطرية كبيرة الحجم على التربة والمفتتات الصخرية المرتكزة على المنحدرات الشديدة الانحدار مما يؤدي الى تطاير المفتتات في الجو بفعل الامطار ثم تنزل بعد ذلك لتتخذ وضعاً جديداً بفعل قوة الجاذبية وهذا ما تشبه القنبلة على الارض، اذ تعمل قطرات المطر على انفصال ذرات التربة والمواد الفتاتية الناعمة وذلك من خلال الضغط الناشئ من اصطدام تلك القطرات المطرية بالجزيئات بصورة مباشرة مسببة تناثر كميات من التربة في الهواء، وقسم منها يتحرك لمرات عديدة مؤدية الى حركة الرواسب عن مواقعها الاصلية، وتعتمد الامطار في نشاطها الحتي على طاقتها الحركية وعلى مدة الامطار وعلى نوعية الغطاء النباتي وتماسك حبيبات التربة **(الدليمي، 2012، صفحة 293)** (**Al-Dulaimi, 2012, P.293**)، يحدث هذا النوع من التعرية في المناطق التي تسقط فيها الأمطار على شكل زخات مطرية ويظهر ذلك بشكل واضح على المنحدرات حيث تنتقل الأجزاء المتناثرة نحو أسفل المنحدر أكثر من الانتقال إلى الأعلى بفعل قوة الجاذبية وتزداد بقلة الغطاء النباتي ونوعيته، ومن أجل استخراج شدة التعرية المطرية في حوض وادي نيروه تم تطبيق معادلة فورنير(Fournier) وهي كما يلي:

$R = P^2 \setminus P$

R= القدرة الحتية للأمطار

P^2= مربع مجموع الأمطار لكل أشهر السنة ملم

P= المجموع السنوي لأمطار/ ملم

جدول (2) شدة التعرية حسب مؤشر فورنير (Fournier)

درجات التعرية	شدة التعرية
أقل من 50	ضعيفة
50-500	معتدلة
500-1000	عالية
أكثر من 1000	عالية جداً

(foegbune & Bello, 2011, p. 24)

ومن خلال تطبيق المعادلة على محطات المنطقة كما في جدول (3) وفقاً لمؤشر فورنير أظهرت قيم تعرية مطرية متباينة بين المحطات وإن أعلى محطة هي محطة العمادية (107.05) سجلت أعلى تعرية مطرية تلتها محطة زاخو اذ سجلت (94.90) وحسب مؤشر فورنير فإن محطات منطقة الدراسة تقع ضمن نطاق التعرية المطرية المعتدلة.

الجدول (3) شدة التعرية المطرية حسب مؤشر فورنير في محطات منطقة الدراسة للمدة 1993-2023

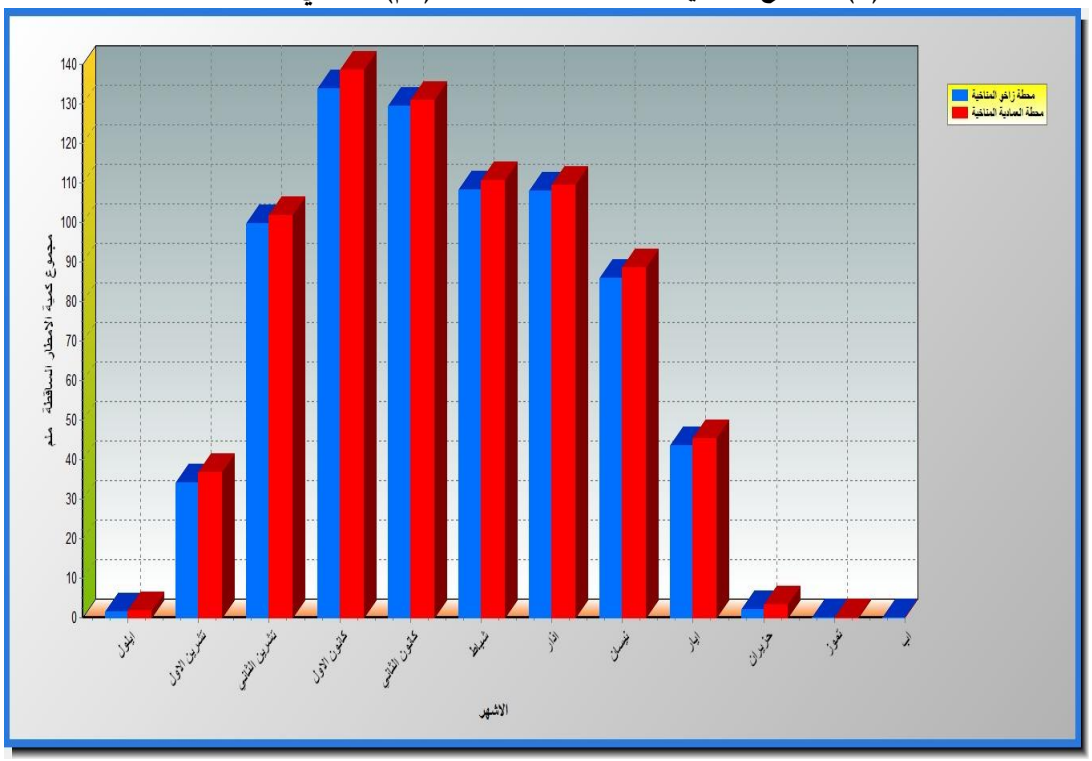
الأشهر	زاخو	النسبة %	التعرية المطرية	العمادية	النسبة %	التعرية المطرية
ك1	133.6	20.80	27.8	138.4	18.06	24.99
ك2	99.6	15.52	15.45	130.8	17.06	22.33
شباط	34.2	5.35	1.82	110.4	14.40	15.91
المجموع الفصلي	267.6	41.67	45.07	379.6	49.53	63.23
اذار	108	16.82	18.17	109.4	14.3	15.62
نيسان	85.7	13.35	11.44	88.6	11.56	10.24
مايس	43.5	6.77	2.95	45.2	5.9	2.67
المجموع الفصلي	237.2	36.94	32.56	243.2	31.73	28.53
حزيران	2.1	0.2	0.007	3.3	0.43	0.01
تموز	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
اب	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
المجموع الفصلي	2.1	0.33	0.007	3.3	0.42	0.01
أيلول	1.4	0.21	0.003	1.7	0.22	0.004
ت1	34.2	5.32	1.82	36.7	4.8	1.76
ت2	99.6	15.52	15.45	101.8	13.3	13.52
المجموع الفصلي	135.2	21.05	17.27	140.2	18.32	15.28
المجموع السنوي	642.1	%100	94.90	766.3	%100	107.05

المصدر بالاعتماد على:

1- مديرية الانواء الجوية في دهوك، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، دهوك، 2023.

2- بالاعتماد على بيانات المحطات المناخية (زاخو، عمادية) ومعادلة فورنير (Fournier)

الشكل(1) المجموع الشهري لكمية الامطار المتساقطة (ملم) لمحطتي زاخو والعمادية



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (3)

2- التعرية الاخدودية (Gullies Erosion):

هي عملية من العمليات الجيومورفولوجية الناجمة عن الماء الجاري السطحي بعمليات الحت، عندما تتوفر ظروف معينة من حيث العمق والانحدار ونوع الصخر المناسب، حيث تعد التعرية الاخدودية مرحله متقدمة من التعرية السيلية، وان الطاقة الحتية للمياه الجارية في الأخاديد تزداد مع زيادة كل من البعد عن خط تقسيم المياه وزيادة الانحدار' **(الشمري، 2025، صفحة 4)** **(Al-Shimmary, 2025, p.4)**وتتكون التعرية الاخدودية عن طريق تعميق التدريجي حيث تأخذ أخاديد التعرية ذات الشكل والحجم المختلف طريقها بالتكوين ويأخذ مقطعها العرضي شكل حرف (V) , اللاتيني وهي مجاري ضيقة غالباً ما تكون حافاتها ذات جوانب شديدة الانحدار، مما يعكس فعل التعرية الرأسية، أما الاخاديد العرضية فشكل مجراه يشبه الحرف (U) وفيها تتفوق التعرية الأفقية على التعرية الرأسية **(الدليمي، التضاريس الأرضية، 2008، صفحة 236)** **(Al-Dulaimi, terrain, 2008, P236)**.لغرض استخراج مقدار التعرية الأخدودية في حوض وادي نيروه فقد تم تطبيق معادلة (Bergsma) يوضح الجدول (4) شدة تعرية، تعتمد هذه المعادلة على مجموع أطوال الأخاديد وأعداد الشبكة المائية، لا سيما ان المساحة التي تشغلها المنطقة لتوضيح هذا النوع وتأثيره على المنطقة، تم تقسم المنطقة إلى مربعات صغيرة حسب كثافة الشبكة التصريفية، إذ كل مربع مساحته (م كم^2) كما موضح بالخريطة (6), حساب معدل التعرية في كل مربع من المربعات والتي تم استخراجها من المرئيات الفضائية وباستخدام برنامج (ArcGIS10.5), وبحسب المعادلة التالية **(Bergsma, 1984, p. 175)**:

$$AE = \frac{\sum L}{A}$$

إذ إن:

AE= معدل التعرية لكل مربع (م/كم^2).

$\sum$L = مجموع أطوال الأخاديد في كل مربع (م).

A = مساحة المربع الواحد (الموقع) (كم^2).

وبعد تطبيق المعادلة أعلاه وملاحظة الجدول (4) ومن ثم مقارنة النتائج المعادلة مع جدول درجات التعرية حسب نظام (Bergsma), حيث يصنف درجة التعرية وشدتها إلى سبع درجات من التعرية, وعليه تم تصنيف التعرية لحوض وادي نيروه

إلى خمس درجات من تعرية تبدأ من التعرية شديدة وتنتهي بالتعرية الخفيفة, كما موضح بالخريطة (6), وكل نطاق يتميز عن الآخر بمقدار شدة ودرجة التعرية باختلاف المنطقة وطبيعتها الجيولوجية ومقدار الانحدار ونظام التساقط المطري والنبات الطبيعي ، ويمكن تقسيمها الى ما يلي:-

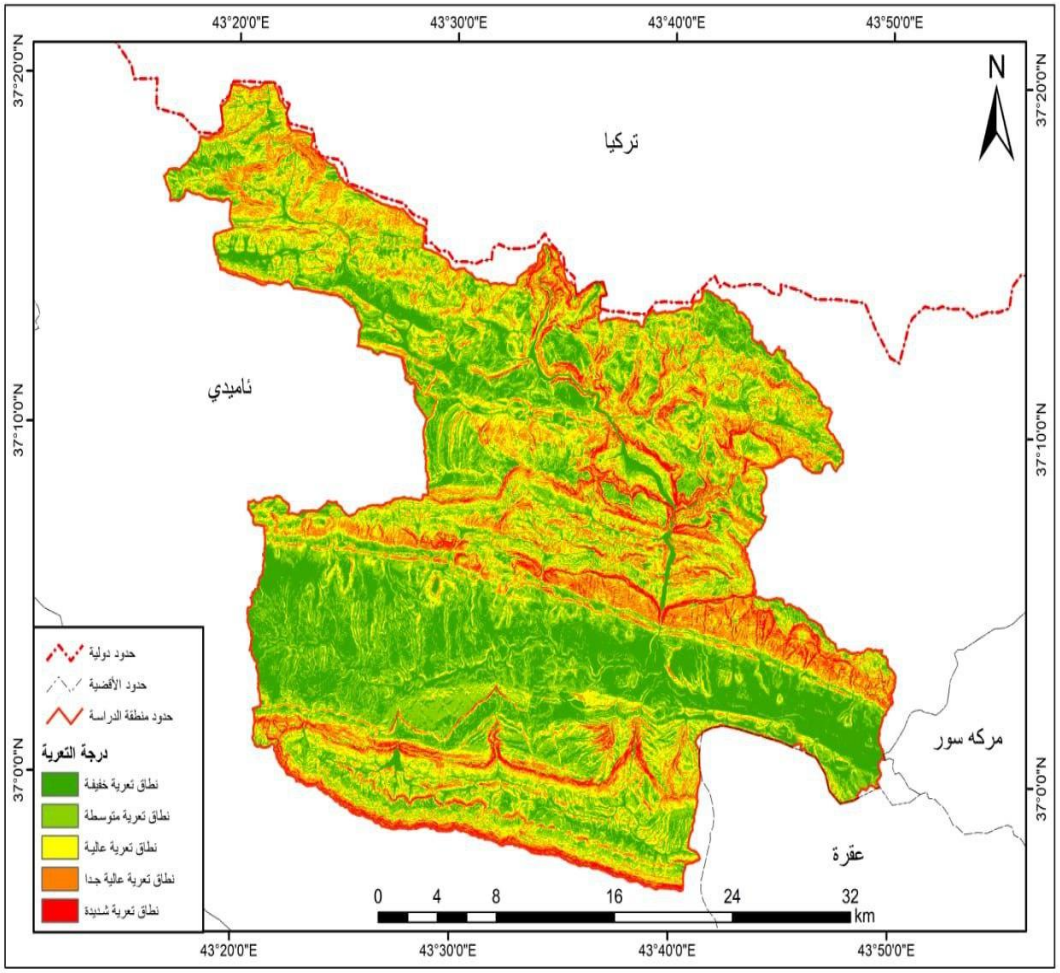
جدول (4) مقدار التعرية حسب نظام Bergsma

درجة التعرية	معدل التعرية م/كم^2	شدة التعرية
1	400 – 1	نطاق تعرية خفيفة جداً
2	1000 – 401	نطاق تعرية خفيفة
3	1500 – 1001	نطاق تعرية متوسطة
4	2700 – 1501	نطاق تعرية عالية
5	3700 – 2701	نطاق تعرية عالية جداً
6	4700 – 3701	نطاق تعرية شديدة
7	4700 فأكثر	نطاق التعرية شديدة جداً

المصدر: (Bergsma, 1984, p. 177)

- **نطاق التعرية الشديدة:** يظهر هذا النطاق ضمن الأجزاء الشمالية وفي الوسط والجنوب، ومعدل تعرية يتراوح بين (3701 – 4700)، والمتمثل بدرجة تعرية (6), مقدار مساحة هذا النطاق (43.57) كم^2, وبنسبة (4.18)%, يزداد نشاط التعرية في هذا النطاق نتيجة إلى الطبيعة الصخرية والانحدار الشديد والتضرس ، حيث تزداد كمية المياه الجارية وتزداد معها التعرية الاخدودية، ويعتبر نطاق التعرية الشديدة اكثر شدة وفعالية من الانطقة التعروية الاخرى .
- **نطاق التعرية العالية جداً:** يبلغ معدل التعرية في هذا النطاق (2701–3700) ويمثل مقدار تعرية (5)، تبلغ مساحة هذا النطاق (158.05) كم^2 وبنسبة (15.16) %, إذ يشغل مساحة صغيرة من منطقة الحوض أن المناطق في هذا النطاق تمثل مناطق الجبلية المتضرسة والمنحدرة، اذ ينتشر هذا النطاق في الأجزاء المحاذية لنطاق التعرية الشديدة ، أن بداية عمل التعرية ونشاطها يبدأ من هذه النطاق.
- **نطاق التعرية العالية:** معدل التعرية في هذا النطاق يتراوح بين (1501 – 2700) والمتمثل بدرجة تعرية (4) حسب وصف التعرية لنظام بيرجسما, تبلغ مساحته (266.56) كم^2, وبنسبة (25.58)%, تمتاز التعرية هنا بالارتفاع حيث يكون عمل المياه الجارية عالي يزداد قوة وشدة وله قابلية على حت الصخور ونقل الرواسب الناتجة عن هذه التعرية، وينتشر هذا النطاق بشكل مبعثر في الأجزاء الشمالية والوسطى وأجزاء من الجنوب.
- **نطاق التعرية المتوسطة:** يتراوح معدل التعرية في هذا النطاق (1001–1500)، وضمن درجة تعرية (3) حسب تصنيف التعرية، إذ يشغل مساحة كبيرة من منطقة الحوض قدرها (304.45) كم^2, وبنسبة (29.21) %.
- **نطاق التعرية الخفيفة:** يتراوح معدل هذا النطاق ما بين (401–1000)، وضمن درجة التعرية(2) حسب تصنيف التعرية وهو أعلى نطاق للتعرية مساحة، اذ يشغل مساحة كبيرة من منطقة الدراسة قدرها (269.35) كم2، وبنسبة (25.84) %، ويتركز في الأجزاء الوسطى وبشكل مبعثر في الأجزاء الشمالية والجنوبية من منطقة الدراسة، ان طبيعة جريان المياه في هذا النطاق بطيء بسبب قلة الانحدار، لذلك تكون التعرية خفيفة واقل خطورة.

خريطة (6) الوحدات المساحية لاستخراج التعرية في حوض وادي نيروه



المصدر: استخدام برنامج ArcGIS 10.5

جدول (5) درجات التعرية الاخدودية لحوض وادي نيروه

درجة التعرية	مساحة الاخاديد درجة /كم^2	النسبة المئوية%	شدة التعرية
2	269.35	25.84	خفيفة
3	304.45	29.21	متوسطة
4	266.56	25.58	عالية
5	158.05	15.16	عالية جداً
6	43.589	4.18	شديدة
المجموع	1041.999	%100	–

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على معادلة (Bergsma) واستخدام برنامج Arc gis pro

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

1- تمتاز منطقة الدراسة بنشاط مخاطر التعرية المائية نتيجة لطبيعتها الجبلية، وهذا له إثر واضح على المظاهر الأرضية وفقدان التربة والمنشأت البشرية.

2- للخصائص الطبيعية (البنية الجيولوجية، التضاريس، المناخ، التربة ،الغطاء النباتي) إثر متحكم في شدة التعرية المطرية والاخدودية.

3- اظهرت التعرية المطرية (التصادمية) في حوض وادي نيروه قيم تعرية مطرية متباينة بين المحطات وإن أعلى محطة هي محطة العمادية (107.05)، تليها محطة زاخو سجلت (94.90) وحسب مؤشر فورنير فإن محطات منطقة الدراسة تقع ضمن نطاق التعرية المطرية المعتدلة.

4- تبين من تطبيق معادلة التعرية الاخدودية حسب نظام (Bergsma) ظهور خمسة أصناف من التعرية وهي التعرية (الشديدة، العالية جدا، العالية، متوسطة، خفيفة)، إذ شغلت التعرية المتوسطة المساحة الأكبر من مساحة منطقة الدراسة اذ بلغت (304.45كم2) وبنسبة (29،21%).

التوصيات

1- نشر الوعي بين الناس عن مخاطر التعرية المطرية والاخدودية.

2- التوسع في الزراعة بشكل متطور وحسب الدراسة، ولا سيما على المنحدرات لتثبيت التربة من مخاطر التعرية.

3- حماية الأشجار من التقطيع في المنحدرات، وتشجيع الفلاحين على زراعة الأشجار المعمرة على المنحدرات التي تحافظ على التربة من مخاطر التعرية.

4- تحسين إدارة المياه عبر انشاء قنوات صرف ومنشآت للتحكم بجريان السيول.

5- منع الرعي الجائر في المنحدرات وتنظيم عملية الرعي بصورة دورية.

المصادر والمراجع

البيواتي، احمد علي حسن. (2013). ***جيومورفومترية حوض وادي استبلان شمال غرب زاخو: دراسة في التنمية المستدامة.*** دهوك: جامعة دهوك: كلية التربية.

الدليمي. خلف حسين علي (2008). ***التضاريس الأرضية.*** عمان: دار صفاء للطباعة والنشر.

الدليمي. خلف حسين علي (2012). ***علم شكل الأرض التطبيقي*** (الطبعة الأولى). عمان: دار صفاء للطباعة والنشر.

العاني، عبد الفتاح (1984). **أساسيات علم التربة**, دار التقني للطباعة والنشر.

الشمري، محمد هشام عبد الرحمن محي. (2025). المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني لأحواض مختارة من منطقة دوكان شمال شرق العراق. ***مجلة الاستاذ للعلوم الانسانية والاجتماعية، 64***(2).

الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين. (2007). ***الخرائط الطبوغرافية***. لوحة زاخو.

صفي الدين، محمد. (1971). ***جيمورفولوجية سطح الأرض.*** دار النهضة للطباعة.

عبدالرضا، أسامة خزعل، و حسين فاطمة نجف. (2015). العمليات الجيومورفولوجية والاشكال الناتجة عنها في محافظة كربلاء. ***مجلة الاستاذ للعلوم الانسانية والاجتماعية، 1***(212).

العمري، فاروق صنع الله و صادق علي. (1977). ***جيولوجيا شمال العراق.*** الموصل: جامعة الموصل.

مديرية الانواء الجوية في دهوك. قسم المناخ. (2023). بيانات غير منشورة. دهوك.

وزارة الصناعة والمعادن. الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين. ***خريطة العراق الجيولوجية***، ط3. اعداد فاروجان خاجيك سيساكيان. بغداد.

وزارة الموارد المائية. المديرية العامة للمساحة. قسم انتاج الخرائط. (2020). ***خريطة العراق الإدارية***. بغداد: العراق.

References

Abdul-Ridha, O. K., & Hussein, F. N. (2015). Geomorphological processes and resulting landforms in Karbala Governorate. *Al-Ustath Journal for Human and Social Sciences, 1*(212).

Al-Ani, A. F. (1984). *Fundamentals of soil science*. Baghdad: Al-Taqani Press.

Al-Babbwati, A. A. H. (2013). *Geomorphometric study of the Esteblan Valley Basin, northwest Zakho: A study in sustainable development* [Master's thesis, University of Duhok, College of Education]. Duhok.

Al-Dulaimi, K. H. A. (2008). *Earth landforms*. Amman: Dar Safa for Printing and Publishing.

Al-Dulaimi, K. H. A. (2012). *Applied geomorphology* (1st ed.). Amman: Dar Safa for Printing and Publishing.

Al-Musawi , H. (2007). *the geology of Zakho Quadragle Report NH-38-9* . Geasurv library.

Al-Omari, F. S., & Sadiq, A. (1977). *Geology of northern Iraq*. Mosul: University of Mosul.

Al-Shammari, M. H. A. R. M. (2025). Geomorphological indicators of tectonic activity in selected basins of the Dukan region, northeast Iraq. *Al-Ustath Journal for Human and Social Sciences, 64*(2).

Bergsma, E. (1984). Rainfall Erosion Surveys for conservation planning. *ITC Journal, 2*.

Directorate of Meteorology in Duhok, Climate Department. (2023). *Unpublished data*. Duhok.

foegbune, G., & Bello, N. (2011). *Rainfall Erosivity pattern of Ogun River Basin Area (Nigeria) using Modified Fournier index.* European Water 35.

General Commission for Geological Survey and Mining. (2007). *Topographic maps: Zakho sheet*. Baghdad.

Here’s the translation of your references into English and formatted according to **APA style**:

Jassim, E. (1989). *final reporton the regional geological survy of lraq.* Geo sarv library.

Ministry of Industry and Minerals, General Commission for Geological Survey and Mining. (n.d.). *Geological map of Iraq* (3rd ed.; Prepared by Farouq Khajik Sisakian). Baghdad.

Ministry of Water Resources, General Directorate of Survey, Cartographic Production Department. (2020). *Administrative map of Iraq*. Baghdad, Iraq.

Safi al-Din, M. (1971). *Geomorphology of the earth’s surface*. Cairo: Dar Al-Nahda Press.

Varoujan, K. (1998). *The Geology Of Erbil And Mahabad Quadrangle*. Baghdad.

Varoujan, K. (2013). geomorphology and morphometry of the greater zab river basin. *larq bulletin of geology and mining*, *1*(3).