

تقييم مخاطر التعرية الأخدودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في منطقة نادوشت – شمال العراق

م.م. مروان عبد الله محمد
قسم الجغرافية، كلية الآداب، الجامعة العراقية، العراق
البريد الإلكتروني: mohammed@aliraqia.edu.iq

الملخص

تُعتبر التعرية الأخدودية من أخطر أشكال تدهور التربة التي تواجه العديد من المناطق الزراعية والريفية حول العالم. تحدث هذه الظاهرة نتيجة تركّز جريان المياه السطحية في قنوات ضيقة وعميقة تنحدر تحت سطح الأرض بسرعة، مسببة أخاديد تتوسع وتتعمق مع مرور الوقت، وهو ما يؤدي إلى فقدان جزء كبير من التربة السطحية الخصبة وتدهور الأراضي الزراعية. ويُعد هذا النوع من التعرية من أهم عوامل التصحر وتدهور النظام البيئي، لا سيما في المناطق التي تتسم بظروف مناخية قاسية، أو تركيبة جيولوجية وهيدرولوجية غير مستقرة. ترتبط مخاطر التعرية الأخدودية بعدة عوامل طبيعية وبشرية متشابكة. فمن الناحية الطبيعية، تزداد مخاطر التعرية الأخدودية في المناطق ذات الانحدار التضاريسي الحاد، حيث يزداد تركيز الجريان السطحي وسرعته، مما يعزز من قوة المياه الناحية للأخاديد. بالإضافة إلى ذلك، تلعب نوعية التربة دورًا هامًا، إذ تكون التربة الرملية أو الطينية المفككة أكثر عرضة للنحت والتآكل مقارنة بالتربة الطينية الثقيلة التي تتمتع بقدرة أكبر على التماسك (Lal, 1998). كما يؤثر نمط الهطول المطري في شدة هذه الظاهرة، فهطول الأمطار الغزيرة والمتقطعة يعزز من حدوث جريان سطحي قوي قادر على تشكيل أخاديد في الأرض.

الكلمات المفتاحية: التعرية الأخدودية، نظم المعلومات الجغرافية، منطقة نادوشت، شمال العراق.

Assessment of Gull Erosion Risks Using Geographic Information Systems in the Nadosht Region – Northern Iraq

Marwan Abdullah Mohammed
Department of Geography, College of Arts, Al-Iraqia University, Iraq
Email: mohammed@aliraqia.edu.iq

ABSTRACT

Gull erosion is one of the most serious forms of soil degradation affecting many agricultural and rural areas worldwide. This phenomenon occurs when surface water runoff is concentrated in narrow, deep channels that rapidly erode the land surface, creating gullies that widen and deepen over time. This leads to the loss of a significant portion of fertile topsoil and the degradation of agricultural land. This type of erosion is a major contributor to desertification and ecosystem degradation, particularly in areas with harsh climatic conditions or unstable geological and hydrological structures.

Gull erosion risks are linked to several interconnected natural and human factors. Naturally, the risk of gully erosion increases in areas with steep topographical slopes, where the concentration and velocity of surface runoff are higher, thus enhancing the water's erosive power. Additionally, soil type plays a significant role; loose sandy or clay soils are more susceptible to erosion than heavy clay soils, which possess greater cohesion (Lal, 1998). Rainfall patterns also influence the intensity of this phenomenon; heavy, intermittent rainfall promotes strong surface runoff capable of forming gullies.

Keywords: gully erosion, geographic information systems, Nadosht region, northern Iraq.



العدد (8)
مارس 2026
Volume (8)
March
2026

المجلة العربية
للدراستات الإنسانية والاجتماعية

Arab Journal of Humanities and Social Studies

ISSN online: 3079-4099
ISSN print: 3079-4080

مقدمة

على الصعيد البشري، تزيد الممارسات الزراعية غير المستدامة، مثل الزراعة على الانحدارات الحادة دون تدابير حماية، وقطع الغطاء النباتي بشكل مفرط، والرعي الجائر، من حدة التعرية الأخدودية (Poesen et al., 2003). حيث يؤدي نقص الغطاء النباتي إلى تعرض التربة مباشرة لتأثير الأمطار المتساقطة، مما يسهل من عملية انجراف التربة ونحت الأخاديد.

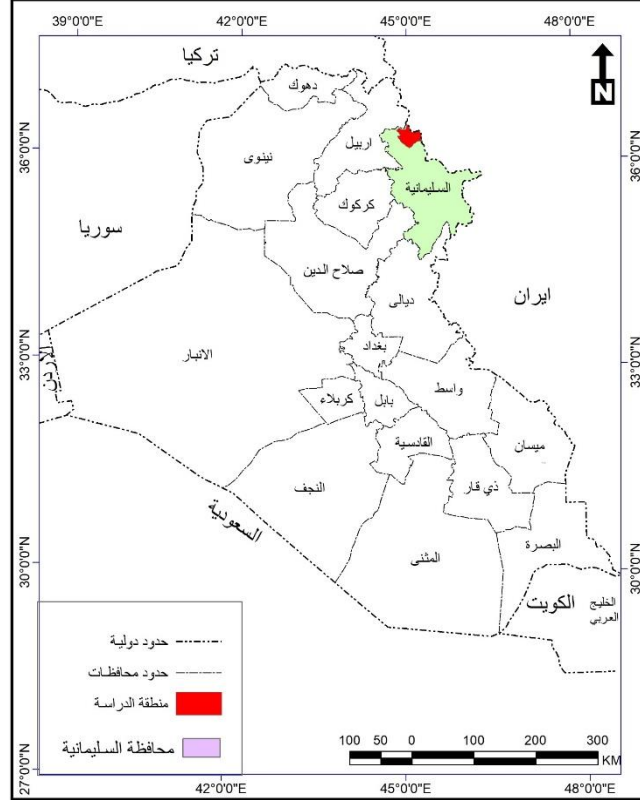
تتعرض آثار التعرية الأخدودية سلبيًا على البيئة والاقتصاد المحلي، فهي تتسبب في فقدان الأراضي الصالحة للزراعة، ما يؤدي إلى تراجع الإنتاجية الزراعية وبالتالي انخفاض الأمن الغذائي (Lal, 1998). كما تؤدي إلى تغييرات في نظم التصريف المائي، ما يزيد من مخاطر الفيضانات المحلية والانجرافات الأرضية (Montgomery, 2007). بالإضافة إلى ذلك، فإن هذه الظاهرة تسهم في تشويه المناظر الطبيعية، وهو ما يؤثر على النواحي الجمالية والبيئية للمنطقة.

على المستوى العالمي، أجريت العديد من الدراسات التي أكدت على أهمية التصدي لمخاطر التعرية الأخدودية، وتطوير استراتيجيات وقائية مستدامة. فقد أشار Poesen وآخرون (2003) إلى أن التعرية الأخدودية تمثل أحد التحديات البيئية الكبرى التي تتطلب تدخلات علمية وتقنية، مع التركيز على تطوير نماذج تقييم فعالة ومناهج للحد من انتشارها. ومن جهته، بين Lal (1998) الأثر الكبير لفقدان التربة الناتج عن التعرية في تدهور خصوبة الأراضي، ودعا إلى ضرورة تبني ممارسات زراعية تحفظ التربة وتحافظ على مواردها الطبيعية. أما Montgomery (2007)، فقد أظهر في دراسته أن المناطق الجبلية والمنحدرات الحادة تحتاج إلى تدابير إدارة بيئية خاصة للحفاظ على استدامة التربة ومنع تدهورها عبر التعرية الأخدودية.

أما على المستوى الإقليمي، لا تزال الدراسات المنشورة حول التعرية الأخدودية محدودة في بعض المناطق مثل العراق وكردستان، ولا سيما في المناطق الريفية مثل نادرش و Bergesma، مما يشير إلى وجود فجوة بحثية واضحة. ورغم ذلك، تشير الملاحظات الميدانية وتقارير الأرصاد الجيولوجية إلى أن هذه المناطق معرضة لظاهرة التعرية الأخدودية بشكل متزايد، خاصة في ظل الظروف المناخية المتغيرة والممارسات الزراعية غير المنظمة (مصدر محلي غير منشور).

تتطلب مواجهة مخاطر التعرية الأخدودية في هذه المناطق إجراء دراسات ميدانية دقيقة، تتضمن استخدام التقنيات الحديثة مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد لرصد وتقييم الأخاديد، إلى جانب تحليل العوامل المؤثرة مثل انحدار الأرض، نوع التربة، ودرجة الغطاء النباتي (Poesen et al., 2003). ويهدف ذلك إلى تطوير استراتيجيات فعالة للحد من التعرية، من خلال تبني ممارسات زراعية مستدامة، إنشاء بنى تحتية لمنع انجراف التربة، وتحسين إدارة الموارد الطبيعية بالتعاون مع المجتمعات المحلية.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من العراق



المصدر: وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس 1:1000000، لسنة 2022.

المواد

في هذه الدراسة تم استخدام مجموعة من المصادر والبيانات المتنوعة التي تُعتبر ضرورية لتحليل التعرية الأخرودية وتقييم مخاطرها في منطقة الدراسة، وتشمل ما يلي:

1. الخرائط الجغرافية والجيولوجية:

تم الاعتماد على الخريطة الإدارية لمنطقة الدراسة بمقياس 1:1,000,000 الصادرة عن وزارة الموارد المائية – الهيئة العامة للمساحة (2022)، بالإضافة إلى الخريطة الجيولوجية بمقياس 1:250,000 الصادرة عن وزارة الصناعة والمعادن – الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني (2000)، وذلك لتحديد التكوينات الصخرية والتوزيع الجغرافي لها.

2. نموذج التضرس الرقمي (DEM):

استخدم نموذج التضرس الرقمي بدقة 30 مترًا مربعًا لعام 2015، والذي تم الحصول عليه من مصادر رسمية، وتمت معالجته باستخدام برنامج ArcMap 10.8 لتوليد خرائط الارتفاعات المتساوية، درجات الانحدار، وشبكات الأودية في منطقة الدراسة.

3. بيانات التربة:

تم الاعتماد على تصنيفات التربة في منطقة الدراسة حسب المصادر المعتمدة، مثل دراسة Buringh (1960) الصادرة عن وزارة الزراعة في بغداد، وكذلك مرجع FAO (2006) والدراسات الحديثة مثل Ziadat & Taimeh (2013)، لتحديد خصائص أنواع التربة ومدى تأثرها بالتعرية.

4. صور الأقمار الصناعية وبيانات الاستشعار عن بعد: تم استخدام صور فضائية حديثة وتقنيات الاستشعار عن بعد لرصد الغطاء النباتي، توزيع الأودية، ومناطق التعرية الأخرودية المختلفة، مما ساعد في تقييم حالة التربة ومدى تعرضها للتآكل.
5. برمجيات نظم المعلومات الجغرافية: (GIS) استخدم برنامج ArcMap 10.8 لتحليل البيانات المكانية المختلفة، وإنشاء خرائط متكاملة تعرض التكوينات الجيولوجية، توزيع التربة، درجات الانحدار، وأنماط التعرية الأخرودية، مما يُمكن من تقييم المخاطر بصورة دقيقة.
6. البيانات المناخية: تم جمع بيانات هطول الأمطار وكثافتها في منطقة الدراسة من محطات الأرصاد الجوية المحلية، وذلك لتحليل تأثير العوامل المناخية على عمليات التعرية.

جدول (1) مساحة التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

الصف	المساحة كم ²	%
تكوين الصخور الحمراء	81	10.0
تكوين بالامبو - عقرة	167	20.5
تكوين تانجرو - شرانش	68	8.3
تكوين شيلار	142	17.5
تكوين كندال	165	20.4
تكوين ولوش	79	9.7
رواسب المراوح الغرينية	110	13.5
المجموع	811	100

تبلغ مساحة الدراسة **811 كم²**. التكوينات الأكبر (بالامبو-عقرة و كندال) تميل إلى فرض بنية صخرية وسلوكيات تصريف تؤثر على الانحدارات والمظهر السطحي؛ بينما التكوينات الرسوبية (رواسب المراوح الغرينية، ولوش) تتحكم في أنواع التربة وخصوبة السهول، وتكون أكثر عرضة للتعرية والتشريد. التوزيع المكاني لهذه التكوينات سيحدد نمط الأودية، تركّز الرواسب، ومواقع الانهيارات أو الانزلاقات.

تكوين بالامبو-عقرة (167 كم² — 20.5%) تكوين واسع الانتشار يبدو أنه يمثل كتلاً صخرية متماسكة تشكل هضاباً أو مصاطب صخرية مقاومة للتعرية، يؤثر في تحديد قمم الانحدار وشبكات التصريف، تربه سطحية رقيقة على الحواف غير مناسبة للزراعة المكثفة، ومخاطره من الانهيارات الصخرية موضعية عند الشقوق لذا يستدعي فحوص مقاطع صخرية وقياس متانة الصخور. حساسيته للتعرية المائية: **منخفضة إلى متوسطة** — السطوح الصخرية المتماسكة تقاوم الجريان السطحي، لكن الشقوق والتصدعات تسمح بتغلغل المياه وتوسع نقاط التعرية عند قواعد الانحدارات وفتحات التصريف، مما يؤدي إلى تآكل موضعي أثناء أحداث الأمطار الغزيرة.

تكوين كندال (165 كم² — 20.4%) على الأرجح صفائح رسوبية متنوعة قد تشكل سهولاً أو منحدرات متدرجة وتجمعات مائية سطحية، قابليته للتعرية تعتمد على محتواه الحبيبي (الرمل/الحصى يجعل منه عرضة للندح بينما الطين يمنح ثباتاً نسبياً)، تربة متباينة من خصبة إلى فقيرة حسب الفراغ/الحصى، وينصح باختبارات حبيبية ونفاذية لتقدير مخاطر التجريف وإمكانية الاستخدام الزراعي. حساسيته للتعرية المائية: **متغيرة من متوسطة إلى عالية** — المناطق الغنية بالرمل والحصى تتعرض لنحوت القنوات والجريان السطحي، بينما الأجزاء الطينية تحت ظروف تشبع قد تتعرض للانجراف الكتلّي والتشقق؛ لذلك تعتمد الحماية على نسبة الحبيبات والغطاء النباتي.

تكوين شيلار (142 كم² — 17.5%) تكوين شيل/طباقية يخلق انحدارات معتدلة إلى حادة ويعرض المنطقة لخطر الانزلاقات الصفاقية خاصة عند تشبع الطبقات بالمياه، تربه طينية رقيقة قابلة للتفتت، ولذلك يجب فحص



العدد (8)
مارس 2026
Volume (8)
March
2026

المجلة العربية
لِلدراسات الإنسانية والاجتماعية

Arab Journal of Humanities and Social Studies

ISSN online: 3079-4099
ISSN print: 3079-4080

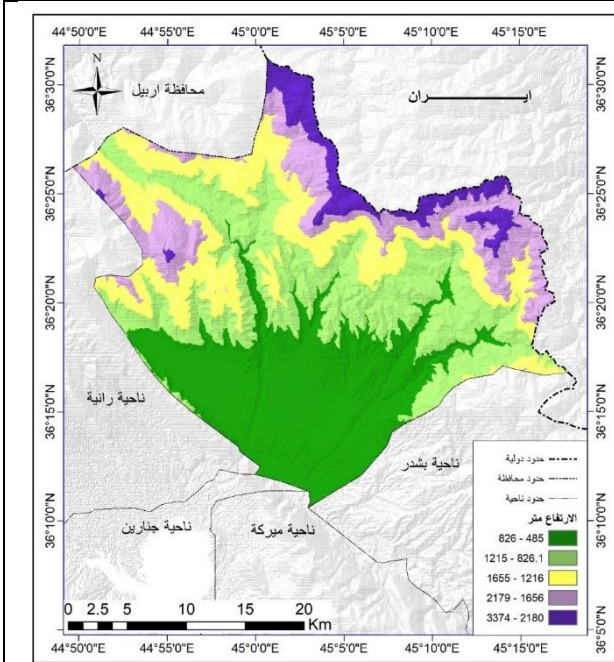
اتجاه وميول الطبقات ومراقبة مستوى المياه الموسمية قبل أي إنشاءات على حواف الانحدار. حساسيته للتعرية المائية: **عالية** — الانحدارات الطباعية عند تشبعها تزيد من قابلية الانزلاق والتعرية الصفاحية، والجريان السطحي يسرع قطع المنحدر ويفتح مسارات للتآكل الطولي والقطعي.

رواسب المراوح الغرينية (110 كم² — 13.5%) : رواسب مروحية مفككة تنشئ سهول ترسيبية من مواد دقيقة ومواد رملية ناعمة، خصوبتها جيدة للزراعة الموسمية لكنها شديدة الحساسية للغسيل والتغيير أثناء الفيضانات، وتسنلزم إدارة فيضانية وحماية بنى تحتية ومسوحات لسماكة الرواسب ومسارات الفيض. حساسيته للتعرية المائية: **جديدة/شديدة جدًا** — المواد المفككة سهلة النقل بالمياه، والجريان الفيضاني يغير توزيع الرواسب بسرعة ويؤدي إلى فقدان التربة وعمليات تجريف واسعة ما لم توجد هياكل تحكم أو غطاء نباتي مستمر.

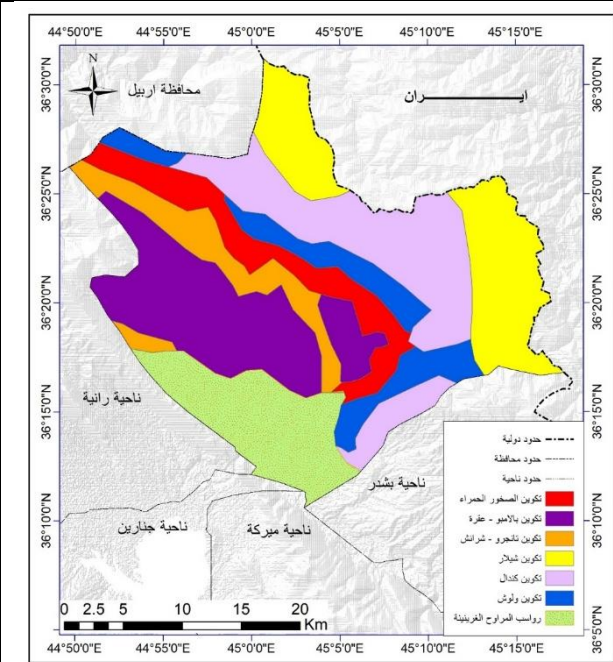
تكوين الصخور الحمراء (81 كم² — 10.0%) : صخور حمراء ناتجة عن أكسدة تحمل معالم صلابة متوسطة تشكل منحدرات ذات مظهر مميز ولها ميل للتفتت السطحي بفعل الطقس، تربها غنية بالحديد وقد تكون محدودة القيمة الزراعية بدون تدخلات، ومن المفيد قياس محتوى أكاسيد الحديد ومقاومة الضغط للصخور. حساسيته للتعرية المائية: **متوسطة** — السطح المتآكسد يتفتت بفعل المطر والرياح، والجريان السطحي يؤدي إلى إزالة المواد المتفتتة عند القواعد ولكنه أبطأ مقارنة بالرواسب المفككة؛ المخاطر تزداد مع انقطاع الغطاء النباتي.

تكوين ولوش (79 كم² — 9.7%) : ترسبات لوش غبارية متماسكة جافًا لكنها تنهار عند البلل، تعطي هضابًا رقيقة وتربة غنية لكنها شديدة التعرض للتعرية المائية والريحية، وأنسب الممارسات هي الحفاظ على الغطاء النباتي وقياسات تحمل التربة وتحديد مناطق عالية الحساسية قبل أي زراعة مكثفة أو بناء. حساسيته للتعرية المائية: **عالية جدًا عند البلل** — اللوش يتماسك جافًا لكنه يفقد تماسكه بسرعة مع الماء فتحدث هبوطات وانهيارات سطحية وتآكل شراحي، لذا يعتبر من أكثر الوحدات عرضة للتآكل خلال الأمطار والفيضانات.

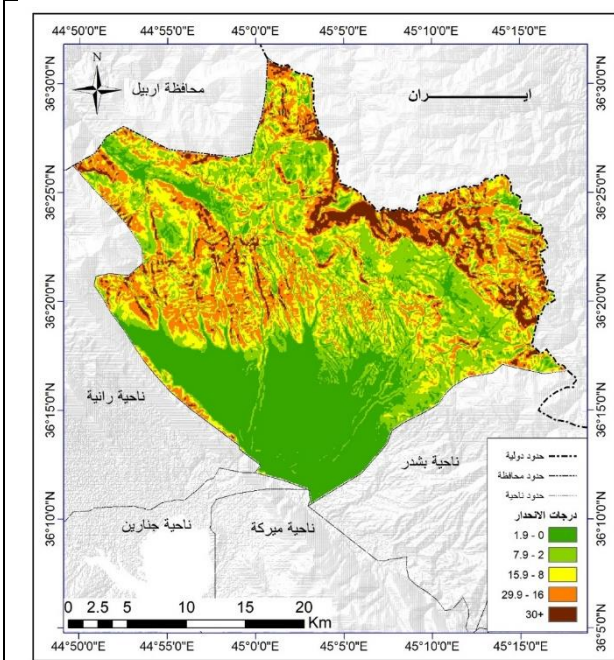
تكوين تانجرو-شراش (68 كم² — 8.3%) : وحدة محلية أصغر قد تتكون من صخور متغايرة أو جيوب رسوبية تؤثر محليًا على تصريف المياه وتضاريس ضيقة، خواصها غير محددة بالاسم فتتطلب أخذ عينات ميدانية سريعة لتحديد التركيب والصلابة والحساسية للتعرية قبل استخلاص توصيات استخدام أراضي أو إنشاءات. حساسيته للتعرية المائية: **محتملة ومتغيرة** — اعتمادًا على كونها رسوبية مفككة أو صخرية متماسكة، قد تتراوح من منخفضة إلى عالية؛ الفحص الميداني ضروري لتحديد التعرض الحقيقي للجريان السطحي والفيضانات.



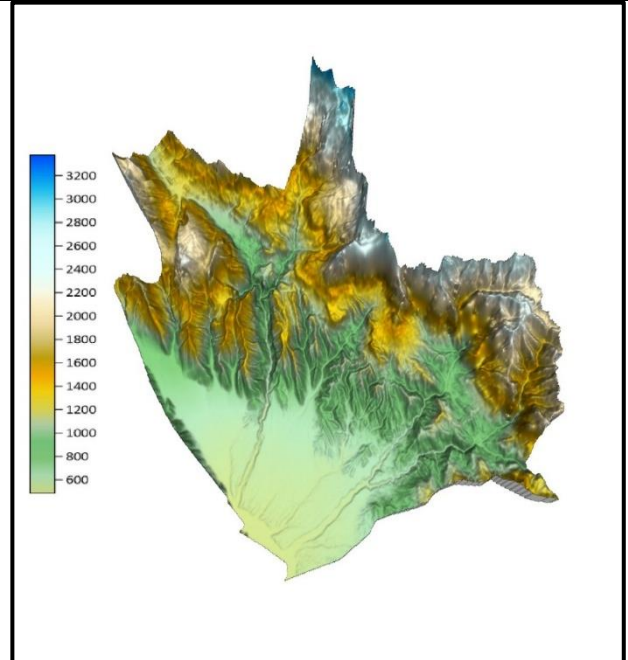
خريطة (3) الارتفاعات المتساوية في منطقة الدراسة



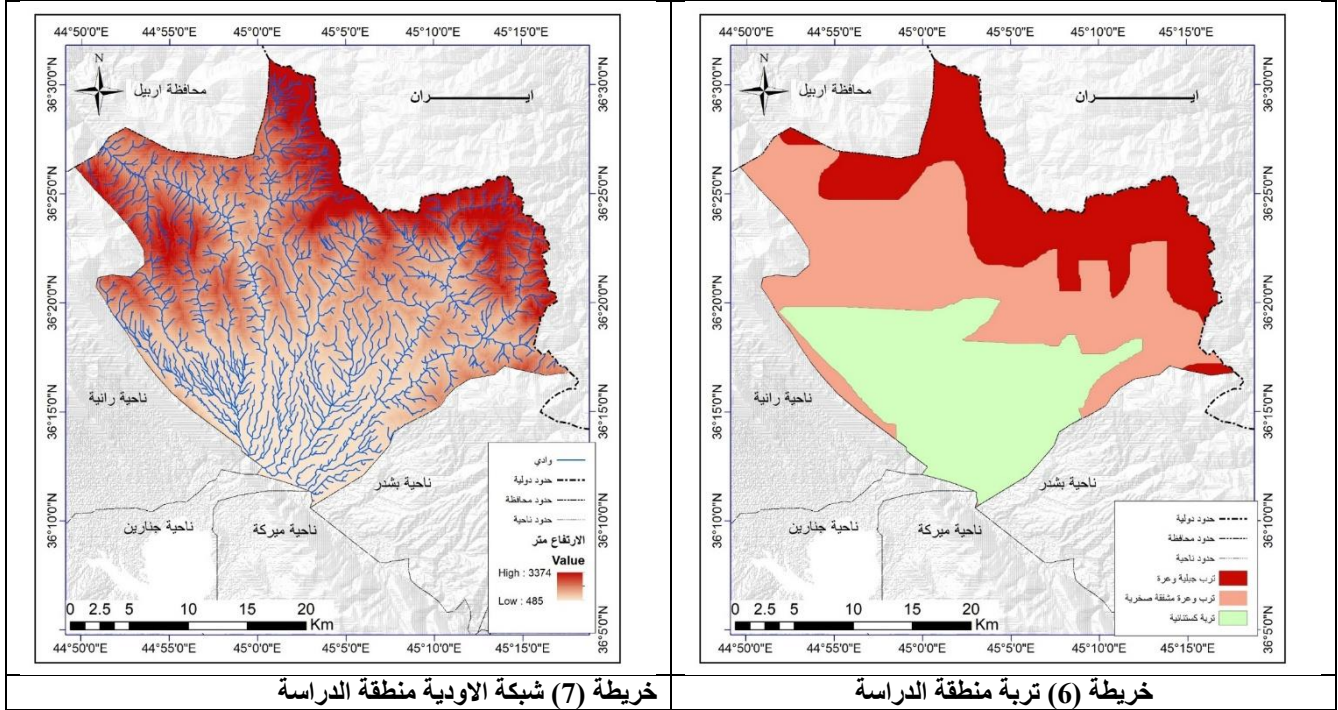
خريطة (2): جيولوجية منطقة الدراسة



خريطة (5) درجات الانحدار في منطقة الدراسة



شكل (4) مجسم سطح في منطقة الدراسة



المصدر: وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعديني، خريطة العراق الجيولوجية، مقياس 1:250000 لسنة 2000.

المصدر: نموذج التضرس الرقمي (DEM) بدقة 30 متر مربع لسنة 2015 ومعالجتها باستخدام Arc Map 10.8 (GIS)

المصدر: نموذج التضرس الرقمي (DEM) بدقة 30 متر مربع لسنة 2015 ومعالجتها باستخدام Arc Map 10.8 (GIS)

المصدر: نموذج التضرس الرقمي (DEM) بدقة 30 متر مربع لسنة 2015 ومعالجتها باستخدام Arc Map 10.8 (GIS)

المصدر: Buringh, P. Soils and Soil Conditions in Iraq. Ministry of Agriculture, Baghdad (1960).

المصدر: نموذج التضرس الرقمي (DEM) بدقة 30 متر مربع لسنة 2015 ومعالجتها باستخدام Arc Map 10.8 (GIS)

تمثل الأراضي ذات الانحدار بين 0 – 1.9 درجة حوالي 214 كم² وبنسبة 26.4% من المساحة الكلية، وهي أسطح مستوية غالبًا ما تتسم بضعف الجريان السطحي وقلة تعرضها للتعرية، ما يجعلها مناسبة للأنشطة الزراعية والاستيطان. أما الانحدارات بين 2 – 7.9 درجة فتغطي مساحة 196 كم² بنسبة 24.2%، وهي أسطح متموجة خفيفة (تموج خفيف) تتعرض لجريان سطحي معتدل مع احتمالية حدوث تعرية مائية طفيفة في حال غياب الغطاء النباتي. وتشغل الانحدارات بين 8 – 15.9 درجة مساحة 188 كم² وبنسبة 23.2%، وتعرف بالأسطح المتموجة التي تسمح بزيادة سرعة الجريان السطحي، مما يرفع احتمالية حدوث التعرية خاصة في فترات الأمطار الغزيرة. أما الأراضي ذات الانحدار بين 16 – 29.9 درجة فتتمدد على مساحة 159 كم² وبنسبة 19.6%، وهي مناطق مقطعة ومجزأة تتعرض لجريان سطحي سريع وتعرية شديدة، وتكون غير مناسبة للأنشطة الزراعية إلا إذا أجريت معالجات كالحواجز الكنتورية. وأخيرًا، تشكل الانحدارات التي تزيد عن 30

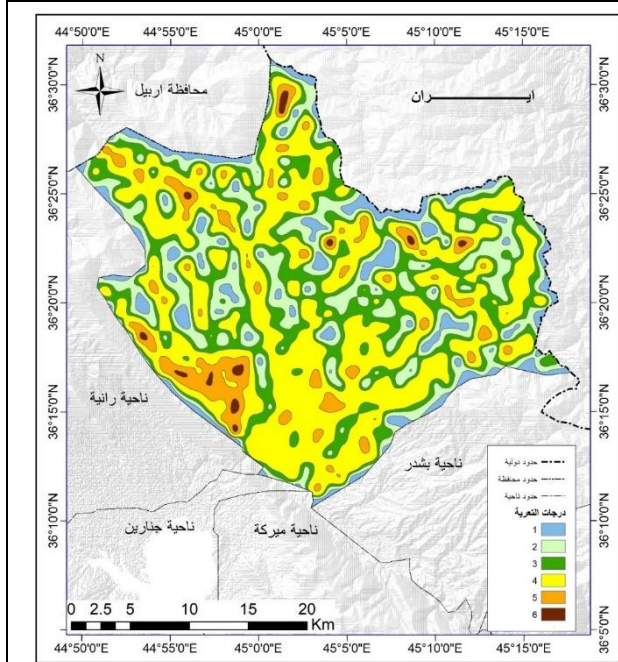
درجة مساحة 54 كم² وبنسبة 6.6%، وهي مناطق شديدة التقطيع والانحدار تتعرض لأعلى معدلات التعرية المائية والانزلاقات الأرضية، ما يجعل استغلالها محدوداً للغاية.

درجات الانحدار	المساحة / كم ²	النسبة المئوية %	نوع السطح
0 - 1.9	214	26.4	سطح مستوي
2 - 7.9	196	24.2	تموج خفسف
8 - 15.9	188	23.2	متموج
16 - 29.9	159	19.6	مقطعة - مجزأة
30+	54	6.6	مقطعة بدرجة عالية
المجموع	811	100.0	

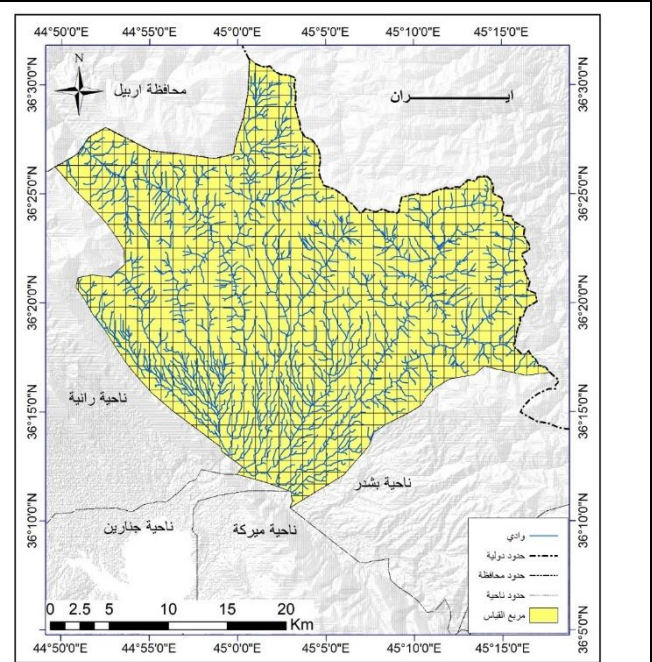
تحتل التربة الجبلية الوعرة مساحة تبلغ 244 كم²، أي ما نسبته 30.1% من المساحة الكلية، وهي تربة ضحلة إلى شديدة الضحولة، تتسم بسطوح شديدة الانحدار وصخور مكشوفة، مما يقلل من قدرتها على دعم الغطاء النباتي أو الزراعة. (FAO, 2006) أما التربة الوعرة المشققة الصخرية فتغطي أكبر نسبة من المساحة، حيث تمتد على 308 كم² وبنسبة 38.0%، وتتميز بوجود شقوق وفواصل صخرية واسعة، مما يجعلها أكثر عرضة للتعرية المائية والريحية، وتحد من الاستعمالات الزراعية إلا في جيوب محدودة (Ziadat & Taimeh, 2013). حين تحتل التربة الكستنائية مساحة 259 كم² بنسبة 31.9%، وهي تربة متوسطة العمق، بنية اللون، جيدة الصرف نسبياً، وتعد من التربة الأكثر ملاءمة للأنشطة الزراعية والرعية إذا ما توفر الغطاء النباتي والإدارة المناسبة. (Brady & Weil, 2017)

جدول (2) مساحة اصناف التربة في منطقة الدراسة

الاصنف	المساحة كم ²	%
تربة جبلية وعرة	244	30.1
تربة وعرة مشققة صخرية	308	38.0
تربة كستنائية	259	31.9
المجموع	811	100.0



خريطة (9) درجات التعرية الأودية منطقة الدراسة



خريطة (8) مربعات قياس التعرية الأودية منطقة الدراسة

المصدر: مخرجات برنامج Arc Map 10.8(G.I.S)
 المصدر: مخرجات برنامج Arc Map 10.8(G.I.S)

في منطقة الدراسة، تعبر درجات التعرية عن مدى تأثير حركة المياه السطحية على تآكل التربة والأرض. كلما زاد طول الأودية في المنطقة، زادت كمية المياه المتدفقة عبر الأرض، مما يزيد من قوة التعرية المائية التي تزيل الطبقات السطحية للتربة.

عندما تكون الأودية قصيرة (0 إلى 400 متر لكل كيلومتر مربع)، تعني أن مياه الأمطار تتجمع وتتحرك ببطء، وهذا يسبب تعرية خفيفة جداً لأن الطاقة الكامنة في المياه غير كافية لحمل الكثير من التربة. (Morgan, 2005) مع زيادة طول الأودية (بين 401 و1500 متر)، تتجمع مياه أكثر وتتسارع في جريانها، فتبدأ قوى المياه في قطع التربة وإزالتها تدريجياً، ما يؤدي إلى تعرية خفيفة إلى متوسطة، خصوصاً إذا كان سطح الأرض مكشوفاً أو مغطى بنباتات قليلة. (Poesen et al., 2003)

عندما تصبح الأودية أطول (1501 إلى 2700 متر)، تزيد سرعة تدفق المياه بشكل كبير، وتتكون قنوات وأودية واضحة في الأرض، وتزداد كمية التربة التي تجرفها المياه، وهو ما يعرف بالتعرية العالية، مما يؤثر سلباً على خصوبة الأرض ويعرضها لخطر الانجراف وفقدان المواد المغذية. (Lal, 1998)

أما في المناطق التي يزيد فيها طول الأودية عن 2700 متر، فتكون التعرية شديدة جداً، إذ تتحول هذه الأودية إلى ممرات قوية لجريان المياه السريعة التي تسبب انزلاقات أرضية وفيضانات محلية، مما يؤدي إلى تدهور الأرض بشكل سريع، ويجعل إدارة التربة والحفاظ عليها أمراً ضرورياً وملحاً. (Montgomery, 2007)

جدول (3) مساحة درجات التعرية الأودية منطقة الدراسة

درجة التعرية	الوصف	طول الأودية /متر/ كم	المساحة كم ²	%
1	تعرية خفيفة جداً	0 - 400	63	7.8
2	تعرية خفيفة	401 - 1000	161	19.9
3	تعرية متوسطة	1001 - 1500	188	23.2
4	تعرية عالية	1501 - 2700	337	41.5

7.0	57	2701 - 3700	تعرية عالية جدا	5
0.6	5	3701 - 4700	تعرية شديدة	6
100	811			المجموع

تغطي المناطق قليلة الخطورة 224 كم² بنسبة 27.6% من مساحة الدراسة، وتمثل هذه المناطق التضاريس المستوية أو ذات الانحدارات المنخفضة (0-2%) التي تقلل من سرعة جريان المياه السطحي وبالتالي تقلل من قدرة المياه على تشكيل الأخاديد. (Morgan, 2005) بالإضافة إلى ذلك، فإن وجود غطاء نباتي كثيف أو ترب متماسكة يزيد من تثبيت التربة ويحد من الانجراف، مما يساهم في تقليل مخاطر التعرية الأخدودية (Poesen et al., 2003). كما أن تماسك التربة والاحتفاظ بالرطوبة في هذه المناطق يعزز من مقاومة التعرية.

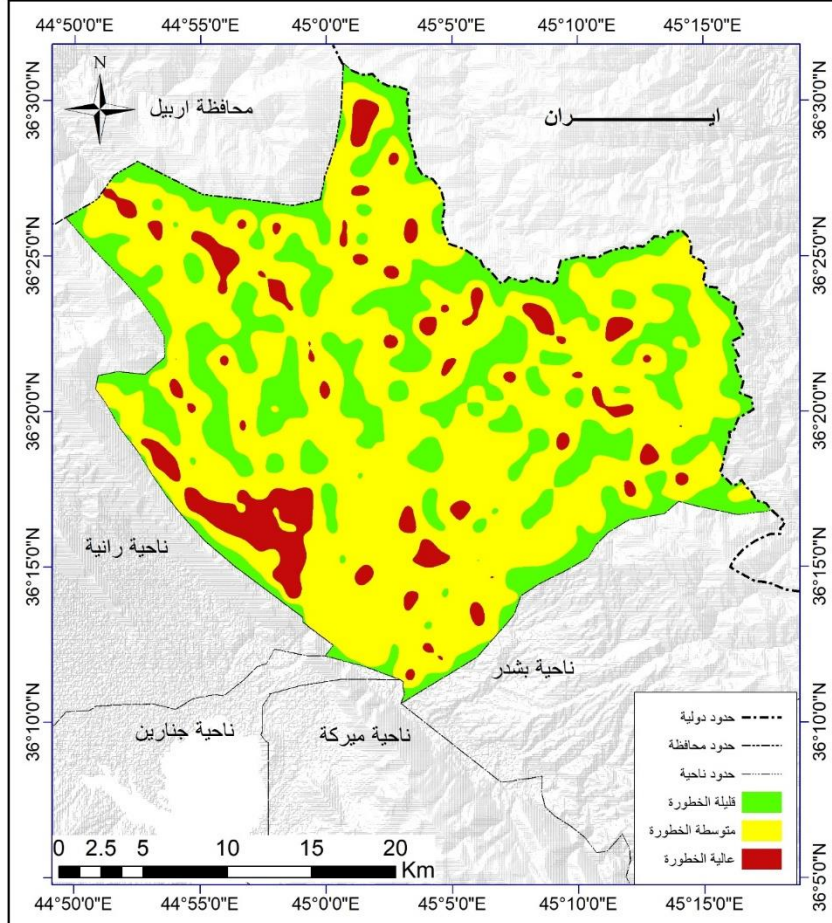
تشكل المناطق ذات الخطورة المتوسطة الجزء الأكبر من مساحة الدراسة بواقع 525 كم² وبنسبة 64.7%، حيث تشمل تضاريس متموجة أو منحدرات معتدلة تتراوح بين 2% و15%. في هذه الظروف، يبدأ الجريان السطحي في التجمع وزيادة سرعته بما يسمح بحدوث تآكل سطحي وتشكيل أخاديد صغيرة ومتوسطة الحجم (Lal, 1998). كما تؤثر نوعية التربة في هذه المناطق، حيث تكون غالباً متوسطة التماسك مما يتيح تحركاً محدوداً للجسيمات، بالإضافة إلى تغيرات الغطاء النباتي حسب الفصول والأنشطة البشرية، مما يجعل مستوى المخاطر متفاوتاً ويتطلب إجراءات وقائية مستمرة.

أما المناطق عالية الخطورة، والتي تغطي 62 كم² بنسبة 7.6%، فتتمثل في مناطق ذات انحدارات حادة (أكثر من 15%) أو تربة مفككة وضعيفة التماسك، مما يسهل تشكل قنوات مائية عميقة وأخاديد واسعة نتيجة لتجمع الجريان السطحي وتركيزه. (Montgomery, 2007) في هذه المناطق، تزيد عمليات إزالة الغطاء النباتي والنشاطات البشرية مثل الزراعة المكثفة والرعي الجائر من سرعة تدهور التربة وازدياد التعرية الأخدودية. وبالتالي، تحتاج هذه المناطق إلى تدابير هندسية صارمة كالبناى على الكنتور، إنشاء مصدات للحركة المائية، وزراعة غطاء نباتي دائم للحد من الأضرار.

جدول (4) مساحة أصناف مخاطر التعرية الأخدودية منطقة الدراسة

الصف	المساحة كم ²	%
قليلة الخطورة	224	27.6
متوسطة الخطورة	525	64.7
عالية الخطورة	62	7.6
المجموع	811	100.0

خريطة (10) أصناف مخاطر التعرية الاخدودية لمنطقة الدراسة



المصدر: مخرجات برنامج Arc Map 10.8(G.I.S)

المصادر

1. FAO. (2006). Guidelines for soil description (4th ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
2. Ziadat, F. M., & Taimeh, A. Y. (2013). Effect of rainfall intensity, slope, land use and antecedent soil moisture on soil erosion in an arid environment. *Land Degradation & Development*, 24(6), 582–590. <https://doi.org/10.1002/ldr.2239>
3. Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). *The Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Pearson Education, Harlow.
4. Morgan, R. P. C. (2005). *Soil erosion and conservation*.
5. Poesen, J., Nachtergaele, J., Verstraeten, G., & Valentin, C. (2003). Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena*, 50(2-4), 91-133.
6. Lal, R. (1998). Soil erosion impact on agronomic productivity and environment quality. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 17(4), 319-464.

7. Montgomery, D. R. (2007). Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(33), 13268-13272.
8. Morgan, R. P. C. (2005). *Soil erosion and conservation* (3rd ed.). Blackwell Publishing.
9. Poesen, J., Nachtergaele, J., Verstraeten, G., & Valentin, C. (2003). Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena*, 50(2-4), 91-133. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(02\)00143-1](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(02)00143-1)
10. Lal, R. (1998). Soil erosion impact on agronomic productivity and environment quality. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 17(4), 319-464. <https://doi.org/10.1080/07352689809701928>
11. Montgomery, D. R. (2007). Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(33), 13268-13272. <https://doi.org/10.1073/pnas.0611508104>
12. وزارة الموارد المائية - الهيئة العامة للمساحة. (2022). الخريطة الإدارية للعراق. بغداد، العراق. مقياس 1:1,000,000.
13. وزارة الصناعة والمعادن - الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني. (2000). الخريطة الجيولوجية للعراق. بغداد، العراق. مقياس 1:250,000.
14. Buringh, P. (1960). *Soils and Soil Conditions in Iraq*. Ministry of Agriculture, Baghdad.
15. Food and Agriculture Organization (FAO). (2006). *Guidelines for Soil Description* (4th ed.). Rome: FAO.
16. Ziadat, F. M., & Taimah, A. Y. (2013). Effect of rainfall intensity, slope, land use and antecedent soil moisture on soil erosion in an arid environment. *Land Degradation & Development*, 24(6), 582-590. <https://doi.org/10.1002/ldr.2239>
17. Esri. (2021). *ArcMap 10.8* [Software]. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
18. بيانات من محطات الأرصاد الجوية المحلية الخاصة بمنطقة الدراسة من وزارة النقل، الهيئة العامة للأرصاد الجوية العراقية، دائرة مناخ إقليم كردستان.