ISSN: 1812-0512 (Print) 2790-346X (online)

Wasit Journal for Human Sciences

Available online at: https://wjfh.uowasit.edu.iq

OPEN ACCESS

Original article

Soil Class affected by snow cover factor and erosion process in Ekmala - Dohuk area using RS-GIS techniques

Mustafa Qasim Ali[1], Quds Osama Qawam[2], Israa Abd ALHussein Abas[3]

College of Arts - Department of Geography and Geographic Information Systems

***Correspondence author**:
mustafa.q@coart.uobaghdad.edu.iq
qods.hassan@coart.uobaghdad.edu.iq
israa.abd1808a@coart.uobaghdad.edu.iq

Received:17 **May** 2026
Accepted: 07 **June** 2026
Published: 01 **August** 2026

DOI:
https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol22.Iss3/Pt1.1995

1812-0512 /© 2026 The Author(s). Published by Wasit Journal for Humanities Sciences, Wasit University. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Cite:
Ali, M. Q., Qawam, Q. O., & Abas, I. A. A. (2026). Soil Class affected by snow cover factor and erosion process in Ikmala -Dohuk area using RS-GIS techniques. Wasit Journal for Human Sciences, 22(3/Pt1). https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol22.Iss3/Pt1.1995

ABSTRACT

The soil types in the study area are exposed to water erosion due to surface runoff within river channels, varying spatially for lithological, pedological, vegetation cover density, terrain characteristics (height, slope, aspect), and snowfall distribution. The study was conducted in the Ikmalah area, northern Iraq, within Dohuk Governorate's administrative boundaries, covering 93.4 km². It aims to build a qualitative assessment model for water erosion and snow accumulation using the Stream Power Index (SPI) and Normalized Difference Snow Index (NDSI). A Model Builder was constructed within ArcMap 10.4.1, and its properties were modified to define the spatial analysis mechanism based on a Digital Elevation Model (DEM). Results identified soil types and their areas exposed to various erosion degrees, those subject to snow accumulation, and the river network reaching the fourth order.

Keywords: GIS ،SPI ،NDSI

اصناف الترب المتأثرة بعامل الغطاء الثلجي وعملية التعرية في منطقة ئيكماله-دهوك باستخدام تقنيات RS- GIS

م.م مصطفى قاسم علي[1]، ا.م.د. قدس اسامة قوام[2]، م.م اسراء عبد الحسين عباس[3]
جامعة بغداد/كلية الآداب/ قسم الجغرافية ونظم المعلومات الجغرافية

المُستخلص

تتعرض اصناف ترب منطقة الدراسة إلى عمليات التعرية المائية نتيجة الجريان المائي في المراتب النهرية، والتي تتباين مكانياً لأسباب ليثولوجية وبيدولوجية وتباين كثافة الغطاء النباتي فضلاً عن تباين خصائص التضاريس المتمثلة بالارتفاع والانحدار واتجاه الانحدار، وتباين التوزيع الجغرافي للتساقط الثلجي، طبقت الدراسة على منطقة ئيكماله ضمن الحدود الإدارية لقضاء العمادية لمحافظة دهوك في إقليم كوردستان العراق ، بلغت مساحة منطقة الدراسة (93.4/ كم^2)، يهدف البحث إلى بناء انموذج التقييم النوعي لعمليات التعرية المائية وتراكم الثلوج، باستخدام مؤشر قوة النهر (SPI)، ومؤشر الثلج المعياري (NDSI)، ولتنفيذ ذلك تم بناء انموذج (Model Builder)، ومن ثم العمل على تغيير خصائص الانموذج (Model Properties) ليتمكن برنامج (ArcMap 10.4.1) من تحديد الية التحليل المكاني، اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، توصل البحث إلى نتائج عدة وهي تحديد اصناف الترب ومساحتها التي تعرض إلى درجات تعرية عدة فضلاً عن الاصناف التي تتعرض إلى تراكم الثلج، فضلاً عن تحديد شبكة المراتب النهرية التي وصلت إلى المرتبة الرابعة.

الكلمات المفتاحية:GIS ، SPI، NDSI

المقدمة:

تعد التربة من أهم عناصر البيئة الطبيعية التي تسهم في تحقيق التوازن البيئي واستمرار النشاط البشري والزراعي في مختلف البيئات الجغرافية، إذ تتأثر بخصائص السطح والعوامل المناخية والغطاء النباتي التي تحدد قابليتها للتعرية أو تراكم الغطاء الثلجي، تقع منطقة ئيكماله ضمن الحدود الادارية لمحافظة دهوك– قضاء العمادية ضمن ناحية برواري بالا عند الحدود العراقية– التركية، بلغت مساحة منطقة الدراسة (93.4/ كم^2)، تقع بين قوسي طول ("43°0'54–"43°16'13) شرقا و دائرتي عرض ("37°22'24–"37°15'37) شمالا، ينظر الخريطة (1). وهي من المناطق التي تتباين فيها العوامل والعمليات الجيومورفولوجية بشكل واضح نتيجة التنوع التضاريسي والمناخي الذي يميزها، تتباين أصناف الترب في المنطقة تبعًا للعوامل الليثولوجية والبيدولوجية واختلاف كثافة الغطاء النباتي وخصائص الانحدار والارتفاع واتجاه الميل، مما يجعلها بيئة نشطة من حيث العمليات السطحية وبخاصة عمليات التعرية المائية التي تحدث نتيجة الجريان السطحي في المراتب النهرية، فضلاً عن تأثير تراكم الثلوج في فترات الشتاء وما تسببه من تغير في رطوبة السطح واستقرار التربة بعد الذوبان، وهو ما يؤدي إلى اختلاف درجات تعرضها للتعرية.

يهدف البحث إلى إنشاء قاعدة بيانات مكانية متكاملة لأصناف الترب في منطقة الدراسة وتصنيفها وتقييم المخاطر التي تتعرض لها بفعل عمليات التعرية المائية وتأثير الغطاء الثلجي، وذلك من خلال اعتماد مؤشرات كمية مكانية تسهم في بناء نموذج

تفسيري للعلاقات المكانية بين عناصر السطح والعمليات الجيومورفولوجية. إذ استخدمت الدراسة مؤشر قوة النهر لقياس شدة الجريان وتأثيره في التعرية، ومؤشر الثلج المعياري لتحديد مناطق تراكم الثلوج ومدى انعكاسها على خصائص التربة.

تكمن أهمية البحث في كونه يسهم في إعداد قاعدة علمية يمكن الاعتماد عليها في إدارة الأراضي وتخطيط استخدامها في المناطق الجبلية، وتحديد المواقع الأكثر عرضة لتدهور التربة بفعل التعرية أو تراكم الثلوج، بما يتيح وضع استراتيجيات مناسبة للحد من الآثار البيئية السلبية وضمان استدامة الموارد الطبيعية في إقليم كوردستان العراق.

2- طرق العمل وجمع البيانات:

اعتمدت الدراسة في تنفيذ مراحلها على جمع البيانات المناخية من محطات الأرصاد الفضائية المتاحة عبر موقع وكالة ناسا للطاقة والطقس (**NASA POWER**)، اذ تم الاستعانة بهذه البيانات لتحليل الظروف المناخية المؤثرة في عمليات التعرية وتراكم الثلوج ضمن منطقة الدراسة، أما الكشف عن الغطاء الثلجي فقد تم باستخدام المؤشر المعياري للثلج (Normalized Difference Snow Index – NDSI) الذي يعتمد على حساب الفرق في الانعكاس بين الأشعة المرئية (الحزمة الخضراء) والموجات تحت الحمراء القصيرة، وفق المعادلة التالية:

$$NDSI = (B3 - B6) / (B3 + B6)$$ **(Riggs, 1994, pp. 1942–1944)**

لغرض تحليل قوة الجريان المائي وتأثيره في عمليات التعرية الثلجية، تم استخدام مؤشر قوة النهر (Stream Power Index – SPI) بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model – DEM) بدقة 30 متر والذي يمثل الأساس في استخراج المعطيات الطبوغرافية المتمثلة في اتجاه جريان المياه (Flow Direction Layer)، ومناطق تجمع المياه (Flow Accumulation Layer)، ودرجات الانحدار (Slope Layer)، ويحسب مؤشر قوة النهر وفق المعادلة التالية (**Al-Awadhi,2023**):

$$SPI = \text{Flow Accumulation} \times \text{Cell Size} \times \tan(\text{Slope} \times 0.017453)$$

حيث تمثل قيمة Flow Accumulation عدد الخلايا التي تصب في كل نقطة من شبكة التصريف، أما Cell Size فهي حجم الخلية المكانية للبيانات المستخرجة من انموذج الارتفاع الرقمي، بينما تمثل Slope درجة انحدار السطح عند كل خلية مكانية، يسهم هذا المؤشر في تحديد اصناف الترب الأكثر تعرضاً لعمليات النحت المائي وزيادة طاقة الجريان السطحي، مما يتيح تقييم مخاطر التعرية ضمن بيئة التحليل المكاني باستخدام تقنيات RS & GIS.

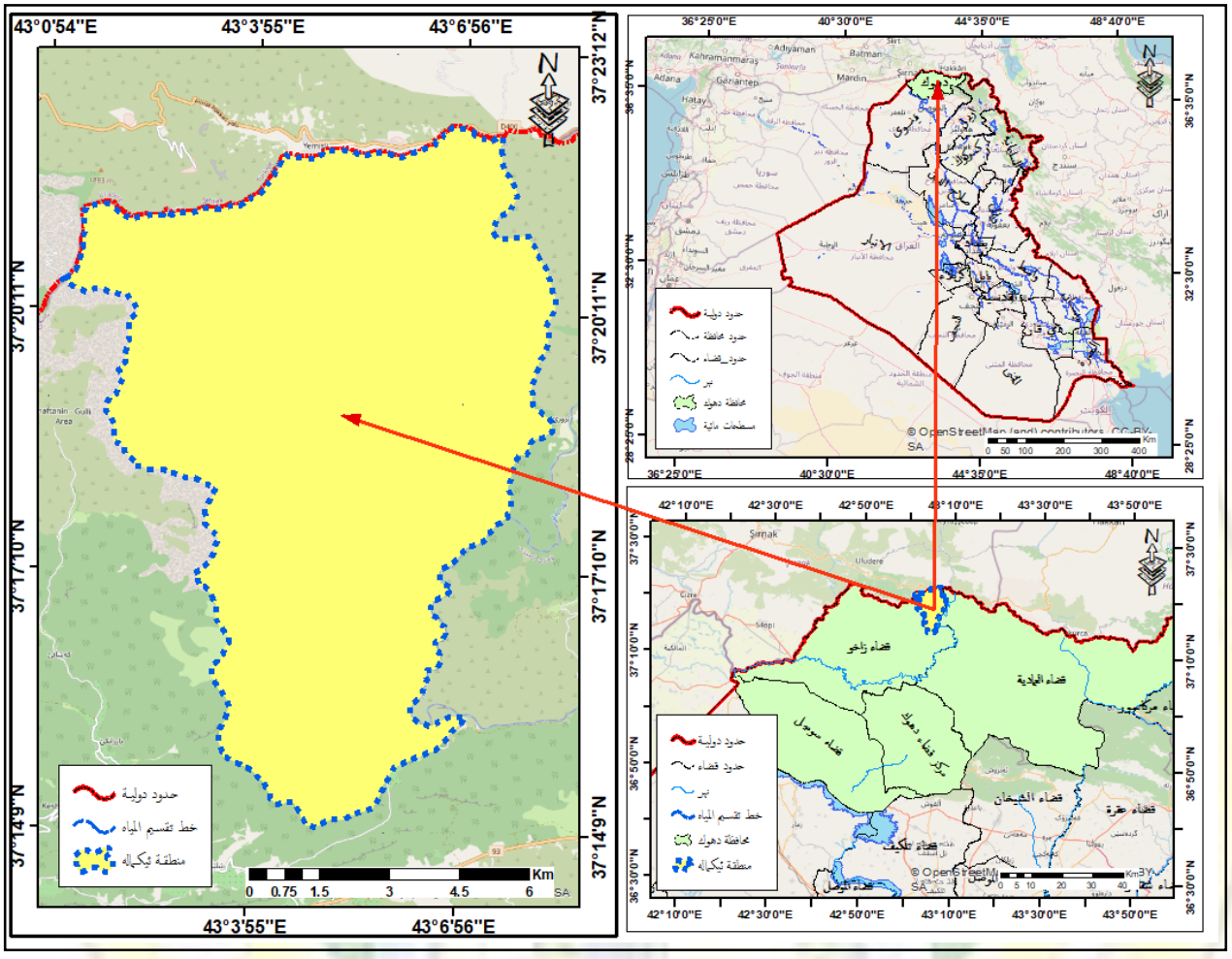
3- النتائج والمناقشة:

3-1/ عامل المناخ:

يتطلب مراقبة جودة التربة جمع البيانات والعينات من ترب منطقة الدراسة واستخدمت بيانات **(power nasa)**، لمعرفة الأثر البيئي للعناصر المناخية على الخصائص النوعية للتربة في منطقة الدراسة عن طريق امتصاصها للعناصر المناخية كالحرارة والتساقط بالإضافة لعنصر التبخر **(الكعبي، 2025، ص. 240)**. اذ يؤثر المناخ بشكل مباشر على خصائص التربة في منطقة ئيكماله حيث تلعب درجات حرارة سطح التربة وحرارة الهواء دورا رئيسيا في تحديد معدل التجوية وخصائص الرطوبة في التربة كما يؤثر مجموع التساقط المطري والثلجي في تغذية التربة بالمياه ويحدد توزيع المواد العضوية والمعادن ونوعية التربة في مختلف

مناطق الدراسة وتؤدي التغيرات في هذه العناصر المناخية إلى اختلاف تصنيف التربة ودرجة تعرضها لعمليات التعرية المائية كما تساهم الظروف المناخية في تحديد قابلية التربة للاستخدام الزراعي **(Govay,2025)**.

الخريطة (1) موقع منطقة الدراس



المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على: جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، قسم انتاج الخرائط، خريطة العراق الادارية 1:1000000، وخريطة محافظة دهوك الادارية مقياس 1:250000 2010، بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية **(U.S. Geological Survey)**، انموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة 30م، وتقنيات برنامج Arc Map10.4.1.

لتحليل عامل المناخ تم الاعتماد على بيانات **(NASA POWER)** ضمن موقع شمال منطقة الدراسة وعلى ارتفاع 1913.3 عن سطح الأرض ، لعدم وجود بيانات حكومية رسمية لمنطقة الدراسة، إذ يتبين من الجدول (1)، إن البيانات المناخية المسجلة للمنطقة لدرجات حرارة سطح التربة تسجل بيانات سالبة في بعض الشهور تبدأ من شهر كانون الأول ويصل اقصى انخفاض في شهر كانون الثاني إذ بلغت –6.74 درجة مئوية هذه الأشهر تعتبر فترة تراكم غطاء ثلجي، ثم تعاود الارتفاع من شهر آذار ليصل اقصى ارتفاع لها في شهر تموز 25.33 درجة مئوية مما يعني هذه الشهور فترات ذوبان ثلجي وبالتالي زيادة الجريان السطحي، إن التربة في هذه الحالة تكون رطبة وهشة بعد ذوبان الثلوج وذات تأثير عالية بالتعرية المائية، ويتزامن مع بداية

الذوبان زيادة في مجموع التساقط فقد سجل أعلى قيمة في شهر آذار وبلغ 83.05 ملم وتكون تعرية اشد، ليصل أدنى قيمة في تموز وآب اذ بلغت 1.33 ملم و 1.40 ملم على التوالي، ان جفاف هذه الشهور يؤدي الى تشقق الترب وتعرضها للتجوية الفيزيائية نتيجة ارتفاع الحرارة عن الأشهر السابقة .

الجدول (1) المعدلات الشهرية والسنوية لبعض العناصر المناخية للمدة (2013-2024)

الشهر	معدل درجة حرارة سطح التربة TS (°م)	معدل درجة حرارة الهواء (°م)	متوسط مجموع التساقط (ملم)
كانون الثاني	-6.74	9.90	61.49
شباط	-4.30	12.83	45.05
اذار	1.79	15.62	83.05
نيسان	7.42	22.86	55.15
ايار	12.89	29.65	41.42
حزيران	20.01	34.89	5.41
تموز	25.33	36.23	1.33
اب	24.18	36.71	1.40
ايلول	19.40	34.01	5.64
تشرين الاول	11.26	27.91	37.73
تشرين الثاني	2.94	18.19	51.18
كانون الاول	-3.31	12.37	57.51
المعدل السنوي	9.23	24.26	446.36

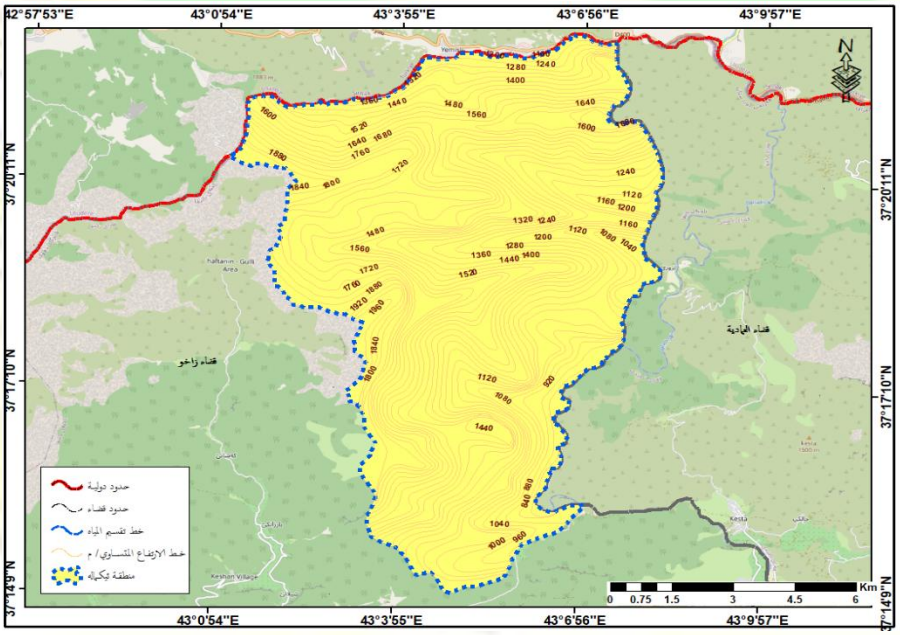
المصدر: الباحثين بالاعتماد على: (NASA POWER)

3-2/ عامل التضاريس

تعد التضاريس من العوامل المهمة التي تؤثر في التربة ومخاطر التعرية والتجمّد فارتفاع الموقع يزيد تراكم الثلوج ويزيد تشبع التربة بالمياه والانحدار الكبير يزيد سرعة الجريان وقوة التعرية بينما شكل المنحدر ان كان محدبا او مقوسا او مستويا يؤثر في توزيع المياه والجريان والمنحدرات المستوية او المقوسة اقل عرضة للتعرية مقارنة بالمحدبة ويؤدي تباين هذه العوامل في منطقة الدراسة الى تفاوت واضح في تعرض التربة للثلوج والمياه ومن ثم عملية التعرية **(Sensoy،2014, pp.110-114)**.

يظهر من الخريطة (2)، المنطقة تقع بين خطي ارتفاع 1960م في اقصى غربي المنطقة، الى 840م في الجنوب الشرقي للمنطقة، وعند تحليل فئات الارتفاع المتساوية في الخريطة (3) والجدول (2)، يظهر ان الفئة الاولى بين 810.3 و1,112 مترا تمثل اكبر مساحة في المنطقة بواقع 22.47 كم^2 ونسبة 24.06% بينما الفئة الثالثة بين 1,319 و1,514 مترا تمثل اصغر مساحة بواقع 11.42 كم^2 ونسبة 12.23% يؤثر هذا التباين على التربة حيث الفئة الدنيا اكثر استقرارا وتعرضا اقل للتعرية بينما الفئات العليا مع الانحدار الاعلى والتراكم الثلجي الاكبر تزيد فيها مخاطر الجريان المائي والتعرية وبالتالي تحديد الفئات العليا والمناطق الاكثر عرضة للثلوج .

الخريطة (2) خط الارتفاع المتساوي في منطقة الدراسة

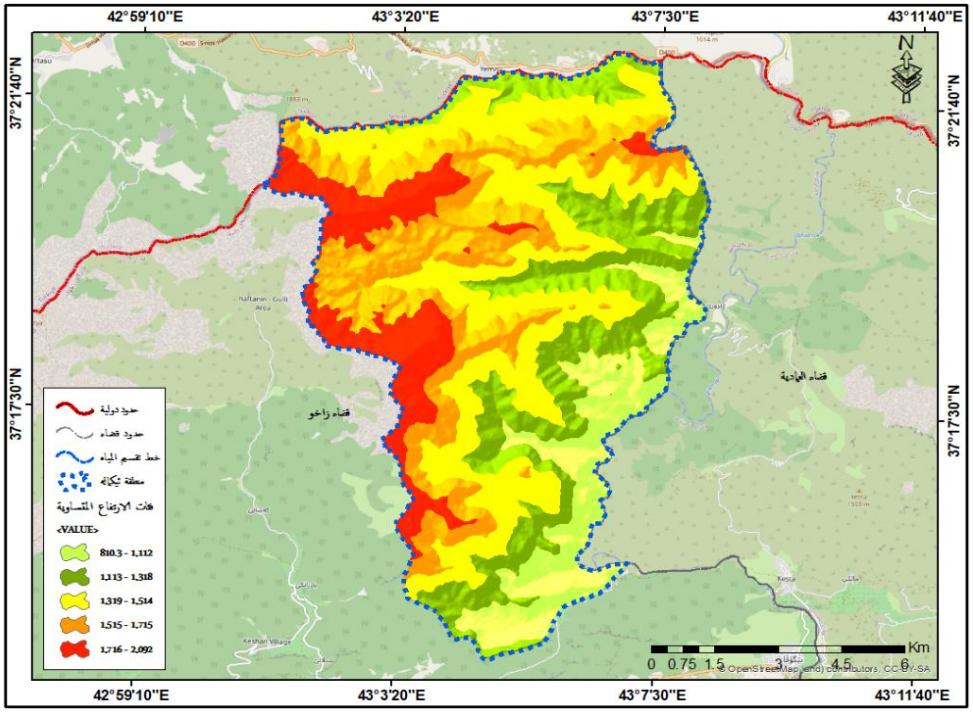


المصدر : عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، انموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة 30م، وبرنامج Arc Map.

والجريان يساعد في تقييم مخاطر التي تتعرض إليها الترب في منطقة الدراسة، كما يتبين من الخريطة (4) والجدول (3)، أن الفئة الاولى ذات الانحدار 0.22 – 22 درجة تمثل اصغر مساحة في المنطقة بواقع 8.63 كم^2 ونسبة 9.23% بينما الفئة الرابعة ذات الانحدار 45 – 53 درجة تمثل اكبر مساحة بواقع 28.01 كم^{2}ونسبة 29.97% الانحدار يؤثر بشكل مباشر على تعرض التربة للتعرية والجريان المائي فالمناطق ذات الانحدار المنخفض اكثر استقرارا والتربة فيها اقل تعرضا لمخاطر الترب

بينما الفئات ذات الانحدار الكبير تزداد فيها قوة الجريان المائي وسرعة نقل الرسوبيات والتعرية وتحديد هذه الفئات يساعد في معرفة المناطق الاكثر عرضة لتأثير تراكم الثلوج والمياه، وتشير البيانات في الخريطة (5) والجدول (4)، إلى أن شكل المنحدر المستوي يمثل الاكبر مساحة في المنطقة بواقع 50.6 كم^2 ونسبة 54.18% هذا الشكل من المنحدر يساعد على تراكم الثلوج بشكل اكبر مقارنة بالمحدب والمقعر لأن المياه والثلوج تتحرك ببطء وتستقر على السطح المستوي مما يزيد من تشبع التربة ويؤثر على جريان المياه عند الذوبان ويزيد من تعرض التربة لمخاطر الترب المرتبطة بالانجراف والتعرية المائية. ينظر الشكل (1).

الخريطة (3) فئات الارتفاع المتساوية في منطقة الدراسة



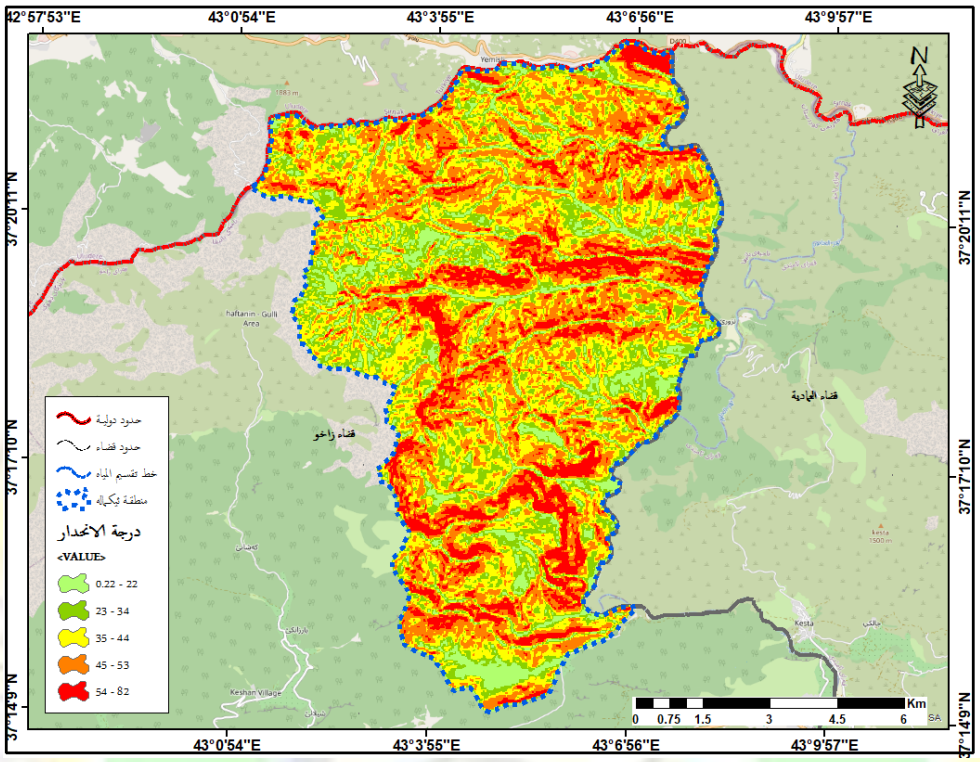
المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية **(U.S. Geological Survey)**، انموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة 30م، وبرنامج Arc Map.

الجدول (2) فئات الارتفاعات المتساوية ومساحتها/ ك م2 ونسبتها المئوية % في منطقة ئيكماله

الفئة	فئة الارتفاع/ م	المساحة/ كم^2	النسبة %
الفئة الأولى	1,112 – 810.3	22.47	24.06
الفئة الثانية	1,318 – 1,113	22.25	23.82
الفئة الثالثة	1,514 – 1,319	11.42	12.23
الفئة الرابعة	1,715 – 1,515	22.08	23.64
الفئة الخامسة	2,092 – 1,716	15.18	16.25
المساحة الكلية		93.4	100

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخريطة (3).

الخريطة (4) درجة الانحدار في منطقة الدراسة



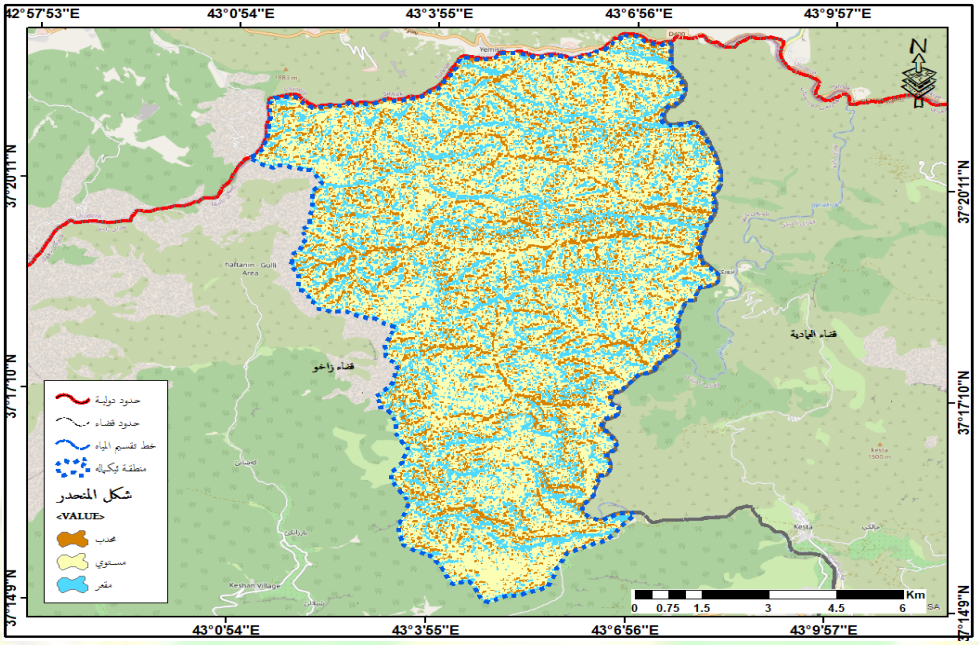
المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية **(U.S. Geological Survey)**، انموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة 30م، وبرنامج Arc Map.

الجدول (3) فئات درجات الانحدار ومساحتها/ ك م2 ونسبتها المئوية % في منطقة ئيكماله

الفئات	الانحدار/ درجة	المساحة/ كم^2	النسبة %
الفئة الأولى	22 – 0.22	8.63	9.23
الفئة الثانية	34 – 23	16.97	18.16
الفئة الثالثة	44 – 35	26.97	28.86
الفئة الرابعة	53 – 45	28.01	29.97
الفئة الخامسة	82 – 54	12.88	13.78
المساحة الكلية		93.46	100

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخريطة (4).

الخريطة (5) شكل المنحدر في منطقة الدراسة



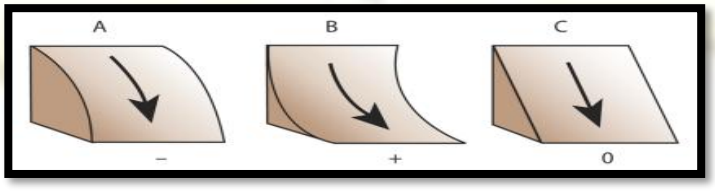
المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية **(U.S. Geological Survey)**، انموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة 30م، وبرنامج Arc Map.

الجدول (4) شكل المنحدر في منطقة الدراسة

الصنف	المساحة /كم^2	النسبة%
منحدر محدب	18.09	19.37
منحدر مستوي	50.6	54.18
منحدر مقعر	24.7	26.45
المساحة الكلية	93.4	100

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخريطة (5).

الشكل (1) توضيح شكل المنحدر



A محدب، B– مقعر، C –

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات **(Esri, 2016)**

3-3/ اصناف الترب حسب نظام تصنيف التربة الدولي ت.ت.د WRB_soil في منطقة الدراسة

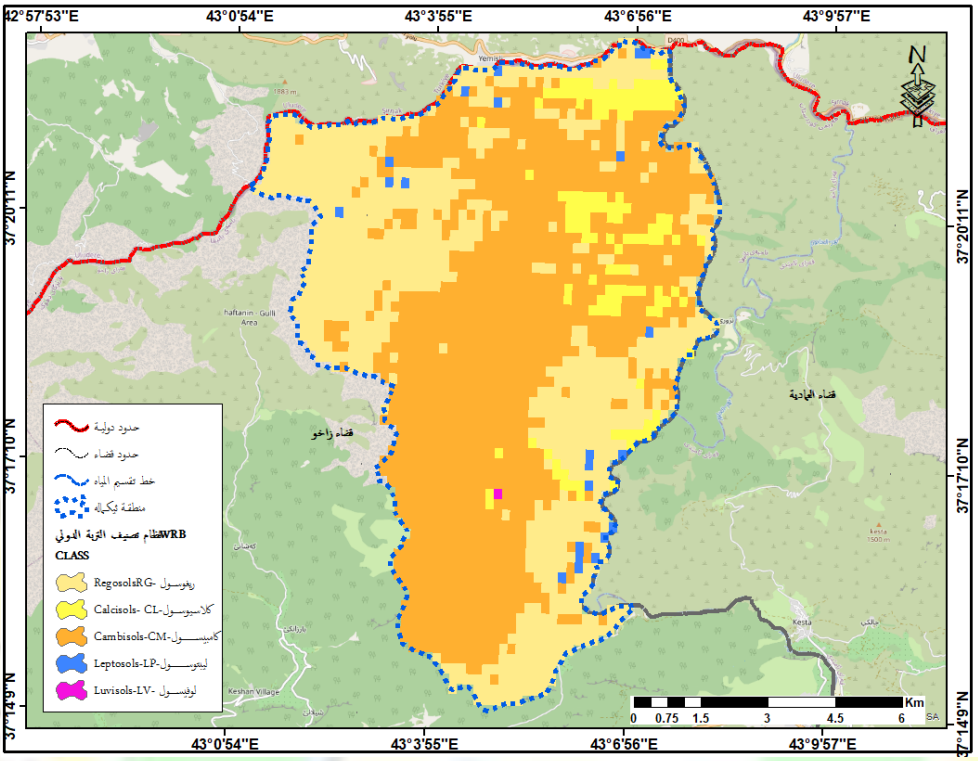
تم تصنيف التربة في منطقة الدراسة اعتمادا على نظام تصنيف التربة الدولي World Reference Base For Soilوهو نظام قياسي دولي لتصنيف التربة معتمد من الاتحاد الدولي لعلوم التربة – International Union of soil Sciences IUSS، اذ تم استبدال نظام الفاو لتصنيف التربة بهذا النظام، بعد كفله من الاتحاد الدولي لعلوم التربة ومنظمة الاغذية والزراعة للامم المتحدة الفاو عبر قسم تطوير الاراضي والمياه فيها، يعتمد هذا النظام على مفاهيم حديثة لتصنيف التربة (تصنيف وزارة الزراعة الامريكية للتربة) **(Jahn, 2004)**.

تشير البيانات في الخريطة (6) والجدول (5)، إلى أن اصناف الترب في منطقة الدراسة تتفاوت بشكل واضح من حيث المساحة والنسبة يغلب على المنطقة تربة كامبيوسول بواقع 51.6 كم^2 ونسبة 55.25% وتتميز هذه التربة بعمق متوسط إلى عالي وقدرة جيدة على الاحتفاظ بالمياه ولكنها معرضة للتعرية في المناطق ذات الانحدار الكبير وتراكم الثلوج القوي بينما تأتي تربة ريغوسول في المرتبة الثانية بواقع 35.04 كم^2 ونسبة 37.52% وتتميز بانها سطحية وضعيفة التماسك اكثر عرضة للجريان المائي السريع وانجراف المواد السطحية في المناطق المنحدرة وتساهم تراكمات الثلوج والجريان عند الذوبان في زيادة مخاطر الترب فيها اما باقي الاصناف مثل كالسيسول بواقع 5.78 كم^2 ونسبة 6.18% فهي اكثر قلوية وتظهر في مناطق محددة بينما ليبتوسول 0.94 كم^2 بنسبة 0.01% و لوفيسول 0.04 كم^2 فهي تغطي مساحات ضئيلة وتتمثل اهميتها في تأثيرها المحدود على توزيع مخاطر الترب، ويرتبط توزيع هذه الاصناف بشكل مباشر بالارتفاع والانحدار وشكل المنحدر ففي المناطق العليا والمنحدرة تزداد مخاطر الترب خاصة على اصناف التربة السطحية الضعيفة بينما الترب الاكثر عمقا واحتفاظا بالمياه تواجه مخاطر اقل ولكن تراكم الثلوج والجريان السطحي يزيد من تعرضها للتعرية في الفترات الماطرة والجليدية ومن ثم فإن فهم توزيع هذه الاصناف يساعد في تقييم المخاطر الترب في منطقة الدراسة وتحديد المناطق الاكثر حاجة للتدابير الوقائية.

3-4/ اشتقاق مؤشر الغطاء الثلجي NDSI:

تم استخدام عتبة مؤشر الغطاء الثلجي ((NDSI أكبر من 0.4 لتسليط الضوء على وجود الثلج، فقد تم استخدام قيمة انعكاسية للأشعة تحت الحمراء القريبة أكبر من 0.11 لإخفاء بكسلات الماء من أجل تحسين دقة تصنيف مؤشر سلامة الغلاف الجوي (NDSI)، على الرغم من أن مقياس NDSIيتراوح بين 1 إلى +1، إلا أن دراسات مختلفة اقترحت أن عتبة ثابتة تبلغ 0.4 هي الأمثل لرسم خرائط الغطاء الثلجي كما اقترحه العالم هال ديكز **(Hall, D.K.; Riggs, G.A,1995)**.

الخريطة (6) اصناف الترب حسب نظام تصنيف التربة الدولي ت.ت.د WRB_soil في منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات مجموعة عمل الإتحاد الدولي لعلوم التربة ت.ت.د 2006. القاعدة المرجعية العالمية لموارد التربة 2007. الطبعة الثانية. تقارير موارد التربة العالمية رقم 103. الفاو، روما، **(Poggio et al., 2021; SoilGrids, 2021)** وتقانات برنامج ArcMap10.2.2.

الجدول (5) مساحة ونسبة اصناف الترب حسب نظام تصنيف التربة الدولي ت.ت.د WRB_soil في منطقة ئيكماله

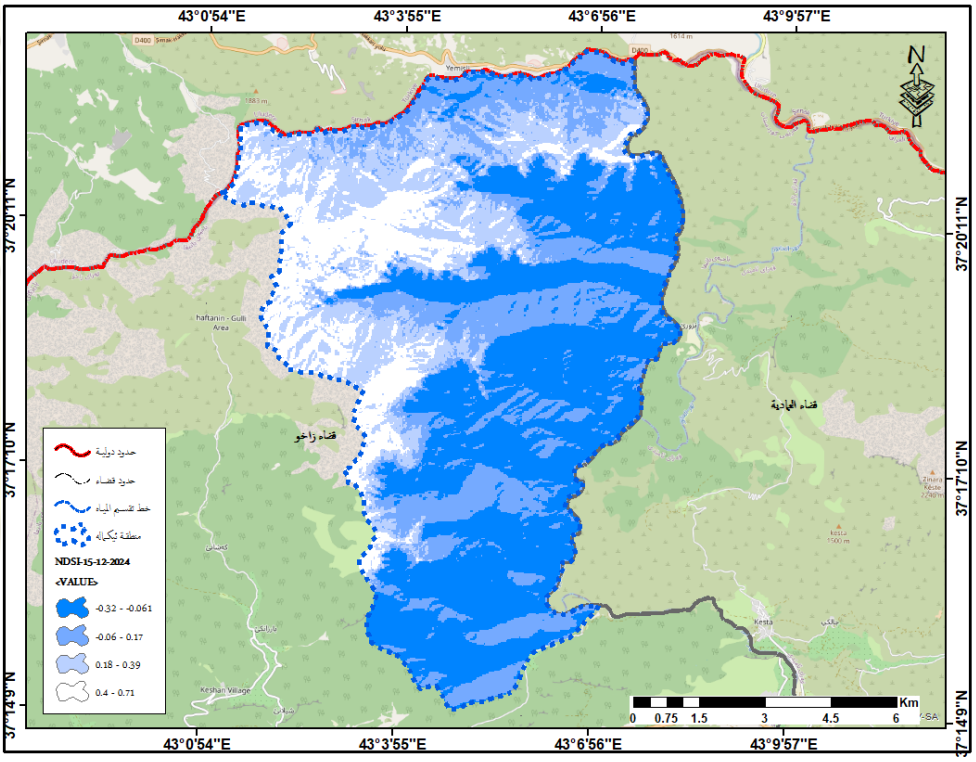
الصنف	المساحة /كم^2	النسبة%
Regosols- ريغوسول (RG)	35.04	37.52
Calcisols-كالسيسول (CL)	5.78	6.18
Cambisols-كامبيوسول (CM)	51.6	55.25
Leptosols -ليبتوسول (LP)	0.94	1.01
Luvisols - لوفيسول (LV)	0.04	0.05
المساحة الكلية	93.4	100

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخريطة (6).

تشير بيانات مؤشر الغطاء الثلجي NDSI التي تظهرها الخريطة (7) في منطقة الدراسة بتاريخ 14-12-2024 كيوم ثلجي شهدتها منطقة الدراسة اذ بلغت درجة الحرارة الهواء في هذا اليوم (-2.86°م) وهو ليس موعداً ثابتاً لنزول الثلوج لكن هي فترة

تزداد فيها احتمالية التساقط الثلجي وذلك لان الظروف الحرارية مناسبة اكثر اذ تهبط الحرارة بشكل واضح وتبدأ الكتل الهوائية القطبية والقارية الباردة تغطي المنطقة، فالجدول (6) يبين أصناف الترب حسب تصنيف(WRB) الدولي لمنطقة الدراسة إلى أن اكبر مساحة تغطيها القيم السالبة بين −0.32 و−0.061 بواقع 38.31 كم^2 ونسبة 41.02% وتشير هذه القيم الى مناطق لا تغطيها الثلوج او تغطية ضعيفة نسبيا. بينما القيم الايجابية التي تزيد على 0.4 تمثل 13.81 كم^2 ونسبة 14.78% وتشير إلى تراكم ثلجي كبير يظهر في المناطق المرتفعة والمنحدرة بشكل معتدل وتغطي التربة فيها طبقة ثلجية يمكن أن تؤثر على رطوبة التربة والجريان المائي عند الذوبان وتزيد من قوة الجريان وفرص التعرية المائية. أما القيم الوسيطة بين −0.06 و0.39 فتشير الى تراكم متوسط للثلوج يغطي حوالي 41.28 كم^2 مجتمعة، وتظهر في المرتفعات المتوسطة والمنحدرات المعتدلة ويؤثر تراكم الثلوج في هذه المساحات الكبيرة على التربة بشكل مباشر فمع ذوبان الثلوج تتشبع التربة بالمياه مما يزيد من احتمالية الانجراف والتعرية وتكون الترب السطحية الضعيفة اكثر عرضة للتلف بينما الترب العميقة تحتفظ بالرطوبة بشكل افضل وبالتالي يحدد توزيع قيم NDSI نمط تراكم الثلوج ومناطق تشبع التربة والجريان المائي ويؤكد على اهمية ربط التحليل المناخي بتوزيع التربة والانحدار لتقييم مخاطر الترب في منطقة الدراسة.

الخريطة (7) مؤشر الغطاء الثلجي في منطقة الدراسة بتاريخ NDSI−15−12−2024



المصدر: الباحثين بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية **(U.S. Geological Survey)**، بيانات القمر الصناعي Landsat−OLI−8،(Green B3− SWIR−1B6) بتاريخ (2024/12/15) وبرنامج Arc Map.

الجدول (6) تباين مساحة ونسبة مؤشر الغطاء الثلجي NDSI في منطقة الدراسة

التاريخ	قيم المؤشر	المساحة/ كم^2	النسبة المئوية %
NDSI-15-12-2024	(0.061-) – (0.32-)	38.31	41.02
	0.17 – (0.06-)	23.63	25.3
	0.39 – 0.18	17.65	18.9
	0.71 – 0.4	13.81	14.78
	المجموع	93.4	100

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخريطة (7).

3-5: الحوض وشبكة المراتب النهرية:

تعد مناطق تقسيم المياه وشبكة المراتب النهرية بما فيها الأودية الرئيسة والسفوح التي تمتد ما بين خطوط تقسيم المياه والمصب من أهم مكونات الحوض المائي إذ تتحكم هذه العناصر في اتجاه الجريان وتوزيع المياه والرسوبيات وبالتالي تؤثر مباشرة في مخاطر الترب الناتجة عن التعرية والجريان السطحي **(رمضان، 2013، ص.198)**.

بلغت مساحة منطقة الدراسة 93.4/ كم^2، لذا تشير البيانات في الخريطة (8) والجدول (7)، الى ان غالبية المراتب النهرية في منطقة الدراسة تنتمي للمرتبة الاولى بعدد 125 وبنسبة 71.02% من اجمالي المراتب وطولها 62.16 كم، وتمثل هذه المراتب المراحل الابتدائية للحوض حيث يكون الانحدار كبيرا وتتركز قوة النهر بشكل معتدل إلا أن تراكم الجريان في المراتب الدنيا يزيد من قدرة المياه على الحت ونقل الرسوبيات بينما المراتب العليا مثل المرتبة الرابعة التي تحتوي على مرتبة واحدة وبنسبة 0.56 وطولها 8.28 كم، تمثل المراحل النهائية للحوض بانحدار اقل لكن قوة المياه تتجمع فيها عبر المراتب العليا مسببة ضغطا اكبر على التربة، وصنف التربة الذي يقع ضمن هذه المراتب معرض اكثر للتعرية المائية بسبب تركيز قوة النهر وزيادة سرعة الجريان والتآكل ويظهر من التحليل أن التربة في المراتب الاولى والثانية تتعرض بشكل مباشر لأحداث الحت السطحي بينما التربة في المراتب العليا تكون اكثر عرضة لنقل الرسوبيات ومن ثم فان توزيع المراتب النهرية وطولها وانحدارها والنسبة التي تمثلها لكل مرتبة يمثل عاملاً اساسياً في تحديد مخاطر الترب وتوجيه الاستراتيجيات المناسبة للحد من التعرية في منطقة الدراسة.

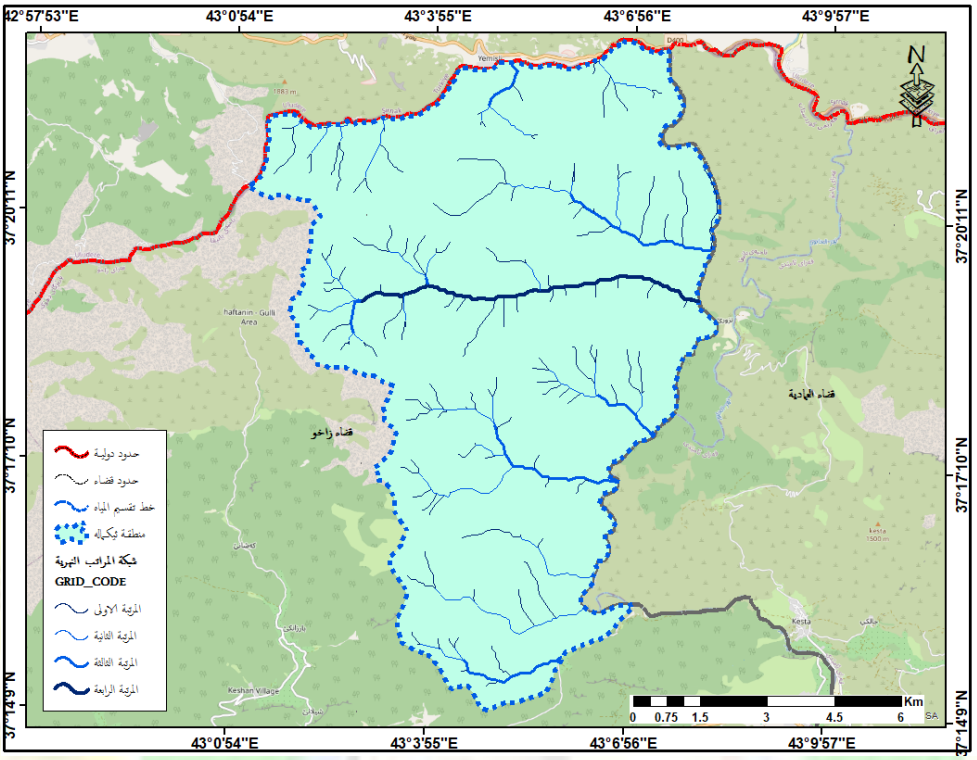
3-6/ اعداد خرائط اصناف الترب المعرضة لعملية التعرية المائية المعرضة لتراكم الغطاء الثلجي:

3-6-1/ مؤشر قوة النهر Stream Power Index (SPI)

تم رسم حدود المنطقة بناءً على خط تقسيم المياه والذي يمثله نهر الخابور ، إذ تشير البيانات في الخريطة (9) والجدول (10)، إلى أن غالبية مساحة منطقة الدراسة 90.78 كم^2 وبنسبة 97.2% تقع ضمن فئة مؤشر قوة النهر 0 – 43، هذه المناطق تتعرض لقوة نهر منخفضة نسبيا، ما يجعل التربة فيها اكثر استقرارا والتعرية ضعيفة، المناطق القليلة ذات القوة المتوسطة 1.79 كم^2 وبنسبة 1.92 تقع غالبا في المراتب النهرية الدنيا ذات الانحدار الكبير، هنا يزداد تركيز المياه وسرعة الجريان، ما يزيد من قدرة النهر على نقل الرسوبيات والتربة السطحية، الفئة العليا من القوة 0.82 كم^2 وبنسبة 0.88 تمثل مناطق محدودة للغاية،

لكنها مسؤولة عن اكبر تأثير على التربة نتيجة قوة الجريان المركزة. يوضح هذا التوزيع ان المراتب النهرية والانحدار يحددان نمط تعرض التربة لمخاطر الترب، ويؤكد ضرورة التركيز على المناطق المنحدرة والمرتفعة عند تقييم التعرية ووضع خطط الوقاية.

الخريطة (8) الحوض وشبكة المراتب النهرية في منطقة الدراسة



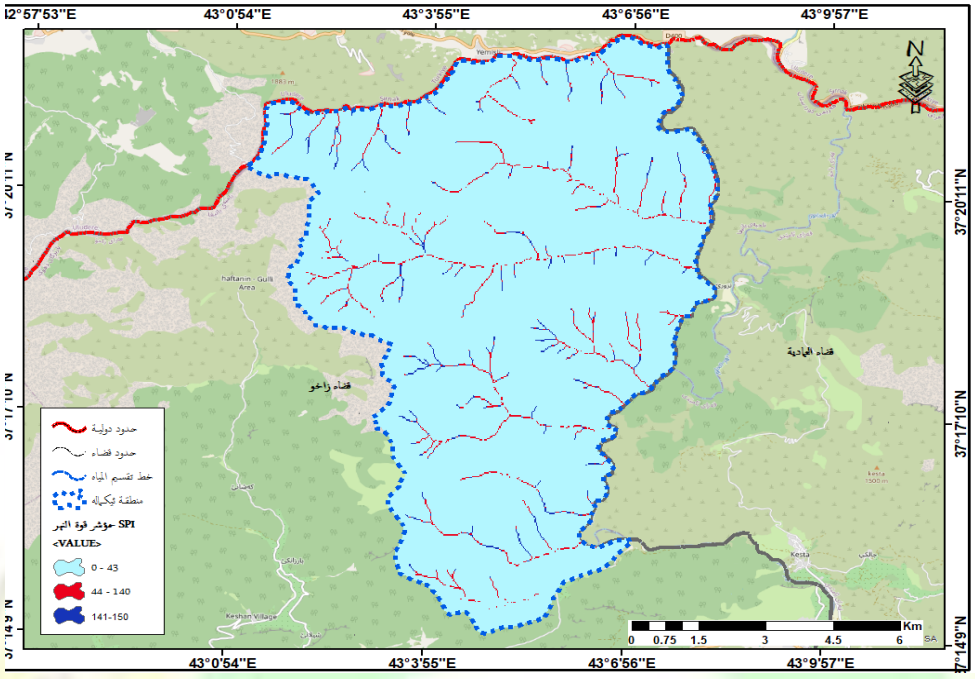
المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية **(U.S. Geological Survey)**، انموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة 30 م، وتقنيات برنامج Arc Map10.4.1.

الجدول (7) المراتب النهرية لتفرعات نهر الخابور وما يجاوره في منطقة الدراسة

المرتبة	العدد	النسبة %	الطول/ كم
المرتبة الأولى	125	71.02	62.16
المرتبة الثانية	38	21.59	31.09
المرتبة الثالثة	12	6.81	14.06
المرتبة الرابعة	1	0.56	8.28
المجموع	176	100	115.60

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخريطة (8).

الخريطة (9) مؤشر قوة ال نهر SPI



المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية **(U.S. Geological Survey)**، انموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة 30م،(0.017453 × Slope) Tan × Cell Size × Flow Accumulation = SPI ، وتقنيات برنامج Arc Map10.4.1.

الجدول (8) تباين مساحة ونسبة مؤشر قوة ال نهر SPI في منطقة الدراسة

قيمة المؤشر	المساحة/ كم^2	النسبة المئوية %
43 – 0	90.78	97.2
140 – 44	1.79	1.92
150 – 141	0.82	0.88

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخريطة (9).

3-6-2/ اصناف الترب المعرضة لعملية تراكم الغطاء الثلجي على أساس القيم المختارة في برنامج Arcmap:

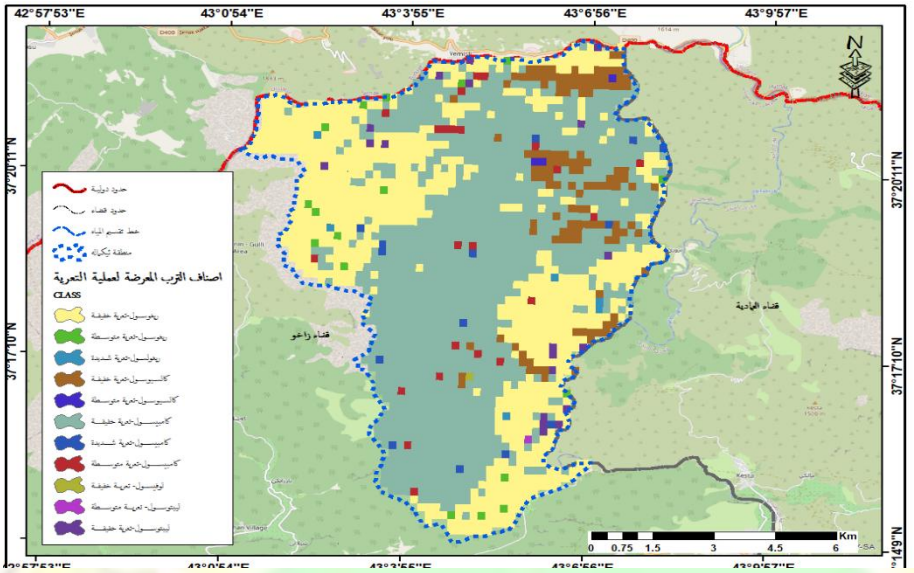
لتحديد الامتداد المكاني للطبقات التي تسهم في ايجاد التباين المكاني للترب التي تتعرض إلى عملية التعرية واصناف الترب التي تتعرض إلى الانجماد، يتم تحويل امتداد كل من (خريطة اصناف الترب، خريطة مؤشر قوة النهر، خريطة مؤشر تجمع الثلج) من خلال اعادة تصنيفها على اساس القيم المختارة (Reclassfiy) من صندوق الادوات (Toolbox)، ومن ثم اختيار اداة (Overlay) ومن ثم (Weighted Sum)، إذ تم مطابقة خريطة اصناف الترب مع خريطة مؤشر قوة النهر لاستخلاص اصناف

الترب المعرضة إلى التعرية، وتم مطابقة خريطة اصناف الترب مع خريطة مؤشر تجمع الثلج لاستخلاص الاصناف التي تتعرض الى تراكم الثلج وتبين الاتي :

من الخريطة (10) والجدول (9)، تبين أن التعرية الخفيفة تغطي معظم مساحة المنطقة حيث تسيطر تربة كامبيسول بواقع 50.48 ك م2 ونسبة 54.04% تليها ريغوسول 33.64 ك م2 ونسبة 36.01% مما يعني أن هذه الاصناف تواجه تعرضا منخفضا للتعرية مع استقرار نسبي للتربة. التعرية المتوسطة تظهر في مساحات صغيرة مثل كامبيسول 1 ك م2 ونسبة 1% وريغوسول 0.74 ك م2 ونسبة 0.79 بينما الاصناف الاكثر تعرضا للتعرية الشديدة محدودة للغاية مثل كامبيسول 0.61 ك م2 ونسبة 0.65% وريغوسول 0.26 ك م2 ونسبة 0.28% وتكون هذه الاصناف في المناطق المنحدرة وعالية الانحدار والمرتفعات حيث تزداد قوة الجريان ونقل الرسوبيات. الاصناف الاخرى مثل ليبتوسول وكالسيسول ولوفيسول تشغل مساحات صغيرة نسبيا وتعرضها للتعرية يتراوح بين الخفيفة والمتوسطة، كما يظهر من التحليل أن الأكثر تعرضاً للتعرية هي الكامبيوسول والريغوسول في المناطق المنحدرة، بينما الأدنى تعرضا هي الترب السطحية والاصناف قليلة الانتشار مثل لوفيسول وليبتوسول، ما يعكس ارتباط شدة التعرية بالانحدار ، تراكم المياه والثلوج، وتركيز قوة النهر في المراتب النهرية المختلفة.

كما يتبين من الخريطة (11) والجدول (12)، تشير البيانات إلى أن اصناف الترب الاكثر تعرضا للانجماد بفعل تراكم الثلوج هي كامبيسول وريغوسول حيث تغطي كامبيسول مع غطاء ثلجي رقيق 10.42 كم^2 ونسبة 33.62% بينما كامبيسول مع غطاء ثلجي سميك تغطي 4.84 كم^2 ونسبة 15.61% وتأتي ريغوسول مع غطاء ثلجي سميك 8.83 كم^2 ونسبة 28.49% وريغوسول مع غطاء ثلجي رقيق 6.26 كم^2 ونسبة 20.20% وتشير هذه القيم إلى أن تراكم الثلوج يؤثر بشكل مباشر على هذه الاصناف نظرا لأنها تشغل مساحات واسعة وتتركز في المرتفعات والمناطق المنحدرة المعتدلة حيث يزداد تراكم المياه والثلوج ويؤدي إلى الانجراف الجزئي للتربة وتغير خصائص الرطوبة، الاصناف الأخرى مثل ليبتوسول وكالسيسول تغطي مساحات ضئيلة نسبيا وتتأثر بانجماد محدود، يظهر من التحليل أن الكامبيسول والريغوسول هما الاصناف الاكثر تعرضا لتأثير الانجماد بفعل الثلوج ويحدد هذا التركيز مناطق تراكم الثلوج والجريان المائي والتربة الاكثر حاجة لتقييم مخاطر الترب في منطقة الدراسة.

الخريطة (10) اصناف الترب المعرضة لعملية التعرية المائية في منطقة الدراسة



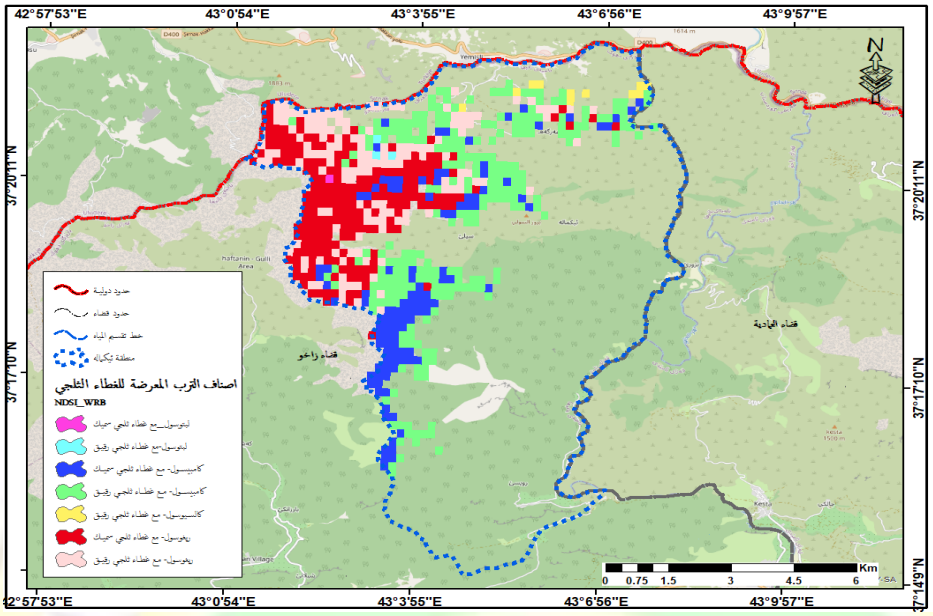
المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على اداة (Overlay)، وتقنيات برنامج Arc Map10.4.1.

الجدول (9) مساحة ونسبة اصناف الترب المعرضة لعملية التعرية في منطقة الدراسة

الصنف	المساحة /كم^2	النسبة%
ريغوسول–تعرية خفيفة	33.64	36.01
كامبيسول–تعرية خفيفة	50.48	54.04
ليبتوسول–تعرية خفيفة	0.82	0.88
كالسيوسول–تعرية خفيفة	5.64	6.04
ريغوسول–تعرية متوسطة	0.74	0.79
كامبيسول–تعرية متوسطة	1	1.07
كالسيوسول–تعرية متوسطة	0.13	0.14
ريغولسول–تعرية شديدة	0.26	0.28
كامبيسول–تعرية شديدة	0.61	0.65
لوفيسول– تعرية خفيفة	0.04	0.05
ليبتوسول– تعرية متوسطة	0.04	0.05
المساحة الكلية	93.4	100

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخريطة (10).

الخريطة (11) اصناف الترب المعرضة لتراكم الغطاء الثلجي في منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على اداة (Overlay)، وتقنيات برنامج Arc Map10.4.1.

الجدول (10) مساحة ونسبة اصناف الترب المعرضة لتراكم الغطاء الثلجي في منطقة الدراسة

الصنف	المساحة /كم^2	النسبة%
لبتوسول_مع غطاء ثلجي سميك	0.04	0.3
لبتوسول–مع غطاء ثلجي رقيق	0.13	0.6
كامبيسول– مع غطاء ثلجي سميك	4.84	15.61
كامبيسول– مع غطاء ثلجي رقيق	10.42	33.62
كالسيوسول– مع غطاء ثلجي رقيق	0.47	1.51
ريغوسول– مع غطاء ثلجي سميك	8.83	28.49
ريغوسول– مع غطاء ثلجي رقيق	6.26	20.20
المساحة الكلية	30.99	100

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخريطة (11).

4- الاستنتاجات

1. تتفاوت اصناف الترب في منطقة الدراسة في تعرضها للتعرية والانجماد بفعل الجريان المائي وتراكم الثلوج، حيث تعتبر كامبيسول وريغوسول الاكثر تأثراً.
2. الانحدار الكبير للمرتفعات يزيد من شدة التعرية والجريان المائي، بينما المنحدرات المستوية تساعد على تراكم الثلوج وتثبيت التربة.
3. المنحدر المستوي يغطي أكبر مساحة ويساهم في تراكم المياه والثلوج وزيادة رطوبة التربة، ما يؤثر على شدة تعرض التربة للانجراف عند ذوبان الثلوج في منطقة الدراسة.
4. توزيع المراتب النهرية وطولها يؤثر مباشرة على قوة النهر (SPI) ويحدد المناطق الاكثر عرضة للتعرية والنقل الرسوبي، حيث تتركز القوة في المراتب الدنيا ذات الانحدار الكبير.
5. تراكم الثلوج (NDSI) يظهر تأثيره الاكبر على اصناف الترب ذات المساحات الكبيرة مثل كامبيسول وريغوسول، مما يستلزم تقييم مخاطر الترب وفق الانحدار وتوزيع الثلوج والمراتب النهرية.
6. بناء قاعدة بيانات للتربة وجغرافية شاملة باستخدام RS وGIS يتيح تقييم المخاطر المائية والتربة بشكل دقيق وتحديد المناطق الاكثر حاجة لتدابير الحماية.

5- المقترحات:

1. تشجير المنحدرات العالية وتقوية الغطاء النباتي في المناطق الاكثر تعرضا للتعرية للحد من فقدان التربة.
2. تشجيع استخدام تقنيات حصاد المياه في المنحدرات المستوية لمنطقة الدراسة للاستفادة من ذوبان الثلوج في تحسين الرطوبة الزراعية.
3. توسيع الدراسة لتشمل دور التغير المناخي في زيادة تراكم الثلوج وتذبذب معدلات الجريان المائي وتأثيره على خصائص التربة.
4. دمج بيانات الأقمار الصناعية الحديثة عالية الدقة مع النمذجة الجيومورفولوجية لتحديث تقييم مخاطر الترب سنويا.
5. تشجيع البحوث التطبيقية لربط مؤشرات التعرية والانجماد بالإنتاج الزراعي المحلي.

المصادر العربية:

1- حسن رمضان سلامة. (2013). اصول الجيومورفولوجيا. عمان، دار المسيرة للنشر والتوزيع، ط4، ص198.

2- الكعبي ك. ع. خ. (2025). الأثر البيئي لعناصر المناخ على تربة منطقة البتار في قضاء الكوت .*مجلة واسط للعلوم ال انسانية*267(4)*21* , 239-،

https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol21.Iss4.1169

المصادر الإنكليزية:

1.Al-Awadhi, J., Abd el-aal, A., Misak, R., & Abdulhadi, A. (2023). Geo- and environmental hazard studies in Kuwait. In A. E. K. Abd el-aal, J. M. Al-Awadhi, & A. Al-Dousari (Eds.), *The Geology of Kuwait* . Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16727-0_8

2.Govay, M. B. I., & Kaka, H. T. (2025). Rainfall time series analysis in semiarid region of Duhok Governorate, Iraqi Kurdistan Region. *Journal of College of Agriculture, University of Baghdad*. https://doi.org/10.36103/5p5db041

3.Hall, D. K., Riggs, G. A., & Salomonson, V. V. (1995). Development of methods for mapping global snow-cover using moderate resolution spectroradiometer data. ***Remote Sensing of Environment***, 54(2), 127-140.

4.Jahn, R., Joisten, H., & Kabala, C. (2004, September). ***The "Reference Soil Series" concept of the first European joint soil map at a scale of 1:50,000, sheet Zittau – a framework to upgrade the information content of lower level WRB units***. Paper presented at EUROSOIL 2004, Freiburg im Breisgau, Germany.

5.Riggs, G., Hall, D., & Salomonson, V. (1994). A snow index for the Landsat Thematic Mapper and Moderate Resolution Imaging Spectrometer. In ***IGARSS '94: 1994 International Geoscience and Remote Sensing Symposium*** (Vol. 4, pp. 1942-1944). IEEE.

6.Sensoy, H., & Kara, Ö. (2014). Slope shape effect on runoff and soil erosion under natural rainfall conditions. *iForest*, 7(2), 110-114. https://doi.org/10.3832/ifor0845-007

المصادر من النت:

1- Esri. (2016). *ArcGIS Desktop* (Version 10.4.1) [Computer software]. Environmental Systems Research Institute. https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-desktop/resources

2- NASA POWER. (2026, May 16). *NASA POWER Data Access Viewer (DAV)*. https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer

3- SoilGrids. (2021). *SoilGrids 2.0 - Global gridded soil information* [Data set]. ISRIC - World Soil Information. https://soilgrids.org/

4- U.S. Geological Survey. (n.d.). *EarthExplorer*. https://earthexplorer.usgs.gov/