

مخاطر التعرية المائية وأثارها البيئية لمدينة دربندخان حسب نموذج (EPM) (بحث مستل)

أ.د.ساية سلام صابر

قسم الجغرافية، كلية العلوم الأنسانية، جامعة السليمانية

Saya.sabir@univsal.edu.iq

محمد جمعة حميد

mohammed.jumaa@garmian.edu.krd

جامعة گهريمان

تاريخ قبول النشر: ٢١-٩-٢٥٠٢٥

تاريخ استلام البحث: ١٥-٨-٢٥٠٢٥

ملخص البحث

يهدف البحث إلى التعرف على خصائص عملية التعرية المائية لمدينة دربندخان ومدى المخاطر الجيومورفولوجية التي تسببها العملية من خلال استخدام نموذج (EPM)، حيث تتركز مشكلة البحث حول حجم التربة المفقودة، ومن بين أضرارها الواضحة في مدينة دربندخان وحدود منطقة الدراسة هو هدم الطرق وأساسات المباني والقناطر وغيرها من الإنشاءات الهندسية وخاصة في حالة وجود منحدرات، هذا بالإضافة إلى تأثيراتها البيئية مثل دفع الملوثات والتي تجرفها مياه الأمطار مثل الزيوت والمعادن الثقيلة من الشوارع وترسيب الرواسب في نهر سيروان وبحيرة (ديوانة)، وماينتج عنها من أنسداد في المجاري المائية، وتآكل البنية التحتية واختلال التوازن البيئي حيث هناك علاقة تفاعلية بين تلوث المسطحات المائية وتدهور التربة من جهة وتأثيرها في السلسلة الغذائية المحلية في المنطقة من جهة أخرى، عن طريق الاعتماد على أنموذج (جافريلوفيك)، بالأستناد لصخرية منطقة الدراسة، ومعدل درجة الانحدار، والغطاء الأرضي، ومؤشر الأمطار والحرارة الماخوذة من عدة محطات مناخية، ومن ثم الاعتماد على معطيات القمرالصناعي، حيث صنفت مستويات التعرية المائية في منطقة الدراسة إلى ستة فئات حيث بلغت الفئة الشاملة نحو (٤٨٪) وفئة التعرية القوية بنسبة (٢٤،٩٪) من مساحة منطقة الدراسة البالغة ٢٤،٩ كم^٢.

الكلمات المفتاحية: تعرية، التربة، نموذج (EPM)، مدينة دربندخان، الأثر البيئي.

پوختهى توژیژنه وه

ئامانجى ليكۆلینه وه كه دياريكردنى تايبه تمه نديه كانى پرۆسهى وهرينى ئاوه له شارى (دهر به نديخان) و رادهى ئه وه ترسييه جيومورفولۆژيانه ي كه به هۆى پرۆسه كه وه دروست ده بن له ريگه ي به كارهيئاننى مۆديلى EPM، كه پرسى

تویژینه وه که سهنتره له سهر بری و قهبارهی خاکی له دهستچوو، بۆ ئه وهی گرنگترین زیانمان بۆ ده ریخات، که بریتیبیه له دهستدانی مادده خۆراکییه کانی خاک و گۆرانکاری له پیکهاته که پیدایا، که ده بیته هۆی وه رینی رووی زهوی چینیکه، و به مجۆره مه ترسی له سهر چینه کانی خواره وهی دروست ده کات، که زۆرجار پیکهاته به کی نه رمتربان هه به له چاو ئه وانهی سهر وهی. ده رئه نجامی ته واوی پرؤسه ی وه رینی ئاو بریتیبیه له تیکدانی پیکهاته ی زهوی و له دهستدانی به ره می خاک و بیکاریگه ری یان ئه گه ری سود وه رگرتن لپی له چالاکیه جۆراو جۆره کانی مرؤقايه تیدا، هه روه ها له نیو زیانه دیاره کانیدا له شاری ده ربه ندیخان و سنووری ناوچه ی لیکۆلینه وه که، تیکدانی رینگاوبان و بناغه کانی بیناسازی و که وانه و بیناسازی به ئه ندازیارییه کانی دیکه یه، به تایبه تی له حاله تی بوونی لیواره کان. ئه مه ش جگه له کاریگه ریه ژینگه ییه کانی وه ک پرزانی بیسه که ره کانی وه ک پۆن و کانزا قورسه کان له شه قامه کانه وه، نیشتنی نیشتوو و له ئه نجامدا گیرانی رپه وه ی ئاوه کان، وه رینی ژیرخانی ئاو و ناهاوسه نگی ژینگه یی، که په یوه ندیه کی کارلیککارانه له نیوان بیسه بوونی ئاوه کان و تیکچوونی ئاودیری له لایه ک و کاریگه ری زنجیره خۆراکییه ناوخوییه کانی ناوچه که له لایه کی دیکه وه هه یه. له لایه کی تره وه پشتبه ستن به مۆدیلی (گافریلۆفیچ)، به پشتبه ستن به به ردینی ناوچه ی لیکۆلینه وه که، تیکرای پله ی لیوار، پوو پۆشی زهوی، بارانبارین و پیوه ره کانی پله ی گه رمی که له چه ند ویستگه به کی که شه وه وا وه رگیراوه، و پاشان پشت به ستن به داتا کانی مانگی ده سترکد، ئاستی وه رینی ئاو له ناوچه ی لیکۆلینه وه که دا پۆلینکرا بۆ شه ش پۆل، که پۆلی گشتگیر یان گشتگیر گه یشته نزیکه ی (۴۸٪) و پۆلی وه رینی به هپز به پیی (۲۴، ۹٪) ی رووبه ری رووبه ری تویژینه وه که ۲۴.۹ km².

کلله وشه: خاک، وه رینی زهوی، مۆدیلی EPM، شاری ده ربه ندیخان، کاریگه ری له سهر ژینگه.

Research Summary

The research aims to identify the characteristics of the water erosion process in the city of (Darbandikhan) and the extent of the geomorphological risks caused by the process through the use of the EPM model, where the research issue is centred on the amount and volume of soil lost, to show us the most important damage, which is the loss of soil nutrients and the change in its texture, which leads to the erosion of the surface layer, and thus poses a danger to the layers below it, which are often of a softer texture than those above it. The results of the entire process of water erosion are the destruction of the ground structure, the loss of the productivity of the soil and its ineffectiveness or the possibility of benefiting from it in various human activities, and among its obvious damages in the city of Darbandikhan and the boundaries of the study area is the destruction of roads, building foundations, arches and other engineering constructions, especially in the case of the presence of slopes. This is in addition to its environmental impacts such as the runoff of pollutants such as oils and heavy metals from the streets, sediment deposition and the resulting clogging of waterways, infrastructure erosion and environmental imbalance, where there is an interactive relationship between the pollution of water bodies and the deterioration of irrigation on the one hand and the impact of the local food chain in the region on the other. On the other hand, relying on the (Gavrilovic) model, based on the rockiness of the study area, the average degree of slope, land cover, rainfall and temperature index taken from several climate stations, and then relying on satellite data, the levels of water erosion in the study area were classified into six categories, where the generalized or comprehensive category reached about (48%) and the category of strong erosion by (24, 9%) of the area of the study area of 24.9 km².

Keywords: Soil, erosion, EPM model, Darbandikhan city, environmental impact.

المقدمة:

تعد التعرية المائية واحدة من أهم العمليات الجيومورفولوجية التي كانت مسؤولة عن تكوين أشكال سطح الأرض عبر الأزمنة الجيولوجية، حيث تعمل التعرية من خلال المياه المتدفقة، سواء كانت أنهاراً أو أمطاراً أو سيولاً، على نحت الصخور وحمل الرواسب وترسيبها في أماكن أخرى، وينتج عن التعرية المائية خلق أشكال أرضية مختلفة مثل الوديان والسهول الفيضية، وحفر الأخاديد، مما يوضح دورها في تكوين أشكال سطح الأرض، وعلاوة عن تأثيرها الجيومورفولوجي، تصل تأثيرات التعرية المائية إلى المراكز الحضرية والعمرائية، حيث تتسبب الرواسب المنقولة بالمياه لمشاكل هندسية وبيئية خطيرة حيث تقوم بتدمير (الموائل الطبيعية) التعرية تدمر النظم البيئية البرية والمائية، مما يؤثر على النباتات والحيوانات التي تعتمد على هذه الموائل، حيث تؤدي زيادة الترسبات في المراكز الحضرية إلى انسداد المجاري، وتدهور جودة المياه، وزيادة مخاطر الفيضانات، والتأثير على البنية التحتية، وكل ذلك يتطلب إجراءات تخفيفية مكلفة، وبالتالي يسعى هذا البحث إلى دراسة عملية التعرية المائية، وشرح مساهمتها في تشكيل سطح الأرض، وبشكل خاص مساهمة رواسبها في المناطق الحضرية، من خلال الحديث عن العمليات الطبيعية التي تسرع أو تؤخر العملية، عن طريق معرفة ديناميكيات وسلوك التعرية المائية، يمكن وضع تدخلات مستدامة لإدارة المياه والتربة لتعزيز حماية البيئة والبنية التحتية في المراكز الحضرية للحد من التدهور بسبب العمليات الجيومورفولوجية.

مشكلة البحث: تتجلى المشكلة الرئيسية في موقع مدينة دربندخان والتي تكون في نهاية المنطقة الجبلية ذات تضاريس متنوعة، وذات درجات أنحدار مختلفة، مما يؤدي إلى تنوع في أصناف التعرية المائية وماهي المشاكل والتحديات الناجمة عن هذه العملية في المدينة ونلخص مشكلة الدراسة بعدة أسئلة:

- ١- ماهي العوامل او الخصائص الطبيعية الأكثر دوراً وتأثيراً في زيادة التعرية المائية ؟
- ٢- ماهي أصناف التعرية المائية الخطرة، وماهي أعلى فئة خطورة للتعرية المائية في مدينة دربندخان، وكم هي كمية الترب المفقودة ؟

فرضية البحث:

- ١- عامل الأنحدار ومعدل التساقط السنوي وتباين الغطاء النباتي في منطقة الدراسة من أكثر العوامل تأثيراً و دوراً في زيادة نشاط عملية التعرية المائية.
- ٢- من خلال استخدام بعض النماذج الرياضية يوفر إمكانية حساب كمية وحجم الترب المفقودة وبناء قاعدة بيانات مكانية لها والتعرف على مستويات وفئات التعرية المائية .

هدف البحث:

- ١- يهدف البحث إلى التعرف على خصائص عملية التعرية المائية لمدينة دربندخان ومدى المخاطر الجيومورفولوجية التي تسببها العملية من خلال استخدام نموذج (EPM).

٢- تحديد المناطق الحضرية الأكثر عرضة لمخاطر التعرية المائية، وحساب حجم التربة المفقودة.

٣- دمج وتوحيد الخرائط لخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة من أجل الوصول إلى حجم التعرية المحتملة في حدود منطقة الدراسة ورسم خارطة جيومورفولوجية لفئات التعرية المائية وحجم التربة المقتلعة، والتعرف على سلوك وديناميكية ونشاط التعرية المائية في المدينة وتحديد مخاطرها الأنية والمستقبلية.

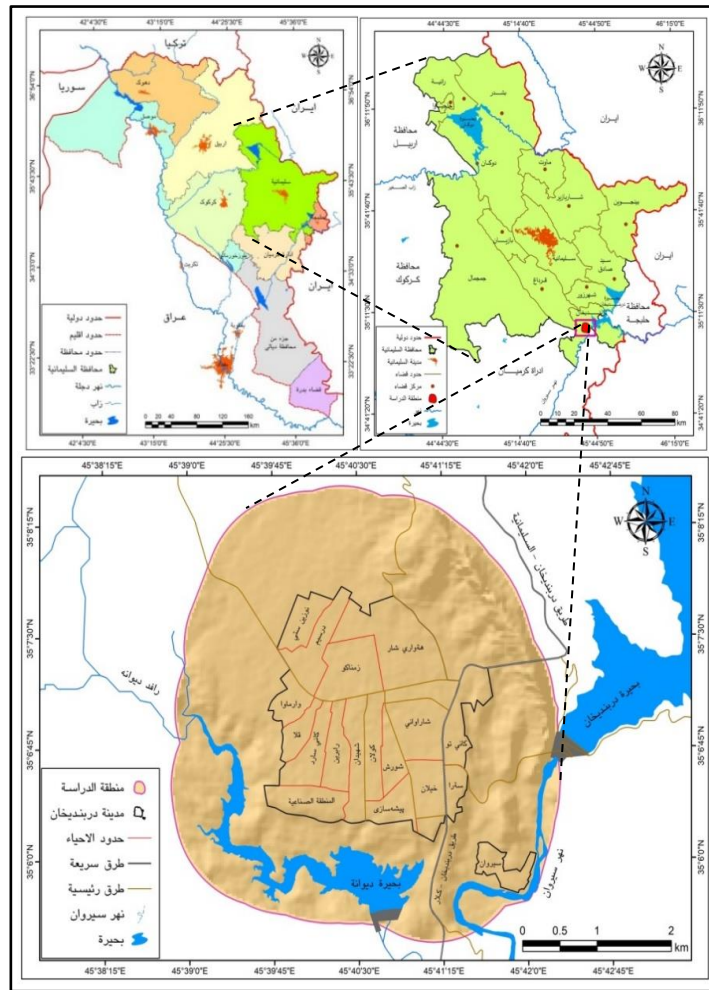
أهمية البحث :

معرفة مدى خطورة التعرية المائية وتأثيراتها البيئية على المناطق والاحياء السكنية داخل مدينة دربندخان، وتحديد التباين المكاني لمستويات وفئات التعرية المائية داخل المدينة.

منهجية الدراسة: اعتمدت هذه الدراسة على تقنيات الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في إيجاد حجم التربة المفقودة ومدى وخطورتها في حدود منطقة الدراسة، من خلال استخدام نموذج (EPM) ويتلخص دور الاستشعار عن بعد في تحليل وتفسير صور الاقمار الصناعية من أجل إنشاء خارطة الغطاء النباتي، ومؤشر مقاومة التربة للتعرية (Y) ومؤشر حماية التربة (Xa)، مؤشر تطور التعرية وشبكة التصريف المائي (Ja) معدل الأنحدار، وهذا بالإضافة لخرائط مؤشرات كل من الحرارة والامطار والتي تم الاعتماد على بيانات محطات السليمانية ، دربندخان، ججمال.

منطقة الدراسة: تمثل مدينة دربندخان مركز قضاء دربندخان وهي تابعة من الناحية الادارية لمحافظة السليمانية في شرق إقليم كردستان العراق، وتقع في نهاية حدود المنطقة الجبلية، تقع بين دائرتي عرض (٢٧ " ٠٥ ' ٣٥ ° - ٣٠ " ٠٨ ' ٣٥ °) شمالاً، وما بين خطي طول (٥٠ " ٣٨ ' ٤٥ ° - ١٨ " ٤٢ ' ٤٥ °) شرقاً، وتمثلت الحدود الجغرافية لمنطقة الدراسة بحدود طبيعية وهي عبارة عن سلسلة جبال (برانان) من الشمال، في حين يحد المنطقة من الجهة الشرقية جبل زمناكو وجبل بمو بالإضافة لنهر سيروان (ديالى) ، في الوقت التي تمثلت الحدود الغربية بجبلي (كولان، زردة) ، اما بالنسبة للحدود الجنوبية فتمثلت بالحدود الادارية لناحيتي (ميدان وبيياز) ، كما هو في الخارطة رقم (١) ، ومن أجل معرفة تأثير عملية التعرية المائية وخطورتها على المدينة قمنا باعطاء (Buffer Zone) ، للمساحة الادارية لحدود بلدية دربندخان البالغة (١٢,٥ كم^٢) وهي آلية حماية متعددة الأغراض، فهي تُستخدم لحماية المدن وسكانها من المخاطر الطبيعية كالفيضانات ومخاطر العمليات الجيومورفولوجية المختلفة بواقع (١٢٥٠م) لكي يكون مجموع مساحة منطقة الدراسة (٢٤,٩ كم^٢).

خارطة (1) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للمحافظة السلیمانية و اقليم كوردستان



المصدر: من عمل الباحث بأستخدام (Arc Map GIS 10.8.1)، وبالأعتماد على:

1) هاشم ياسين وئوانى تر، ئه تلهسى ههريمى كوردستانى عيراق، عيراق وجيهان، چاپخانهى تينووس، چاپى به كه م، 2009، ل 81.

2) مديرية احصاء السلیمانية، شعبة GIS، الخارطة الادارية لمدينة السلیمانية، 2024.

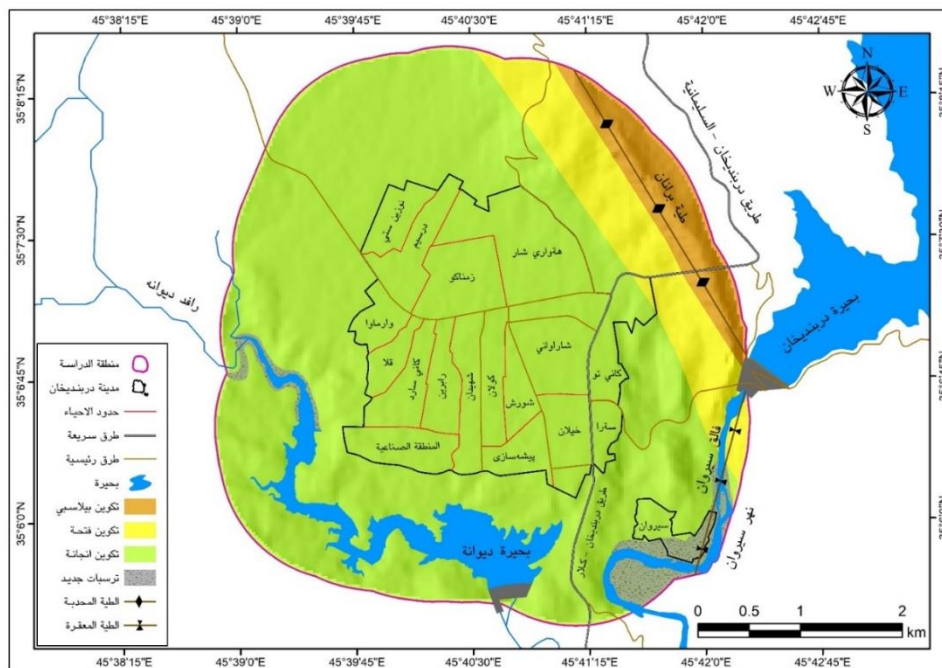
3) رئاسة بلدية دربنديخان، شعبة التملك، 2024.

المحور الاول: الخصائص الطبيعية لمنطقه الدراسة:

اولا: الخصائص الجيولوجية: بالنسبة لحالة منطقة الدراسة من الأئطقة التكتونية فأنها تقع ضمن الرصيف غير المستقر (Unstable Shelf or Folded Zone)، ضمن نطاق الطيات العالية يتميز هذا النطاق من الناحية البنيوية بوجود الطيات المحدبة والمقعرة، (الساكني، 199، ص 27)، تتواجد في منطقة الدراسة طية محدبة واحدة والمتمثلة بطية برانان كما هو موضح في الخارطة (2)، والتي تقع في الحد الشمال الشرقي من منطقة الدراسة والمتمثلة بمرتفعات جبال (برانان) والذي يكون اقصى ارتفاع لها (954م) في منطقة الدراسة، وتبرز تراكيب بنيوية أخرى في منطقة الدراسة مثل صدع

سیروان وتقع في الحد الشرقي من منطقة الدراسة على طول أمتداد منطقة الدراسة من تلك الجهة، ويعد هذا الصدع من أبرز المحددات الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة لأنها تكون الفاصل ضمن الحد الشرقي لمدينة دربندخان عن الأراضي التي تقع في الضفة الأخرى من نهر سيروان (ديالى) ويحد بشكل واضح من استخداماتها البشرية، ويبرز حدود هذا الصدع في الجنوب الشرقي لأقليم كردستان على الحدود ما بين العراق وأيران ما بين محافظة حلبجة وقضاء بنجوين، وتمتد باتجاه الجنوب الشرقي على طول نهر سيروان (ديالى) حتى وصولها إلى بحيرة حميرين ومن ثم نحو الجنوب الغربي من العراق (مه حه مه د نه مین، ۲۰۲۴، ل ۹)، أما بالنسبة لصخرية وتكوينات منطقة الدراسة فهي كالآتي:-

خارطة رقم (۲) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



المصدر من عمل الباحث باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8.1)، وبالاعتماد على:

FAO Northern Iraq, Coordination Office, Geological Map of Qaradagh-Kalar Basin, Scale 1:250000

١_ تكوين بيلاسبي (**Pallasby Formation**): ويتألف هذا التكوين بصورة رئيسة من طبقات الحجر الجيري والمارل والحجر الطباشيري، مع رقائق من الصلصال والمواد الفتاتية في بعض اجزائه القريبة من تكوين الجركس، وصخوره ذات لون يتراوح ما بين الأبيض والأصفر ويميل إلى الأبيض المصفر وهو جيد التطابق، وهو من بيئة ترسيبية بحرية ضحلة (السياب واخرون، ١٩٨٢، ص ١٢٤)، ويشغل هذا التكوين مساحة (١,٢٦) كم^٢ من منطقة الدراسة بنسبة (٥,٢٣٪) ويمتد بشكل شريط او نطاق في الحد الشمالي الشرقي لمنطقة الدراسة، يظهر كشریط حول طية دربندخان او المعروف (بطية برانان)، وتعتبر المكاشف الصخرية ضمن هذا التكوين صالحة للأستثمار البشري في المجالات المتنوعة وذلك بسبب مقاومتها العالية للعوامل الخارجية والمتمثلة بالعمليات الجيومورفولوجية (Baday, 1980, p.237).

٢_ تكوين الفتحة (الفارس الاسفل) (**Fatha Formation**): يتكون من خلال دورات متعاقبة قليلة السمك من المتحجرات والحجر الجيري و الدولومايت والحجر الرملي بلون أخضر فاتح يحتوي على الجبسون وبلورات سليينية

خضراء و حمراء ، أما البيئة الترسيبية لهذا التكوين فهي بيئة ترسيبية بحرية ، ويمتد هذا التكوين بشكل شريط متدرج من أسفل تكوين بيلاسبي في منطقة الدراسة وتغطي الحد الشمالي الشرق من مدينة دربندیخان ، وتبلغ مساحته في منطقة الدراسة (٢,٠٣) كم وبنسبة (٨,٤٣٪) ، وتغطي الحدود الشمالية لمناطق (كانی توو، هه واری شار) ، ويتصل تكوين الفتحة تدريجيا مع تكوين أنجانة (العميري وصادق، ١٩٧٧، ص١٣٨).

٣- تكوين أنجانة (الفارس الاعلى) (Injana Formation): ويتألف من صخور صلصالية حمراء وصخور طينية وغرينية ورملية ذات لون حمراء ، إن بيئة الترسيبية لهذا التكوين هي ظروف مياه نهريه عذبة وتكونت ضمن بيئة قارية ، تتكون ترسباتها من طبقات من الحجر الرملي ذات اللون الأحمر والأخضر، وتأخذ الحبيبات بالترسيب من الخشن إلى الناعم وبالتدرج ، وطبقات من الحجر الطيني ومتداخلة مع طبقة رقيقة من الجبس سمكها نحو (٢٠ سم) ، وقد قلت سمك هذه الطبقات بفعل العمليات الجيومورفولوجية المتعاقبة، ويشغل هذا التكوين معظم مساحة منطقة الدراسة حسب الخارطة رقم (٢)، ويمتد بشكل شريط متناسق وعريض على امتداد منطقة الدراسة من جنوب تكوين الفتحة حيث تغطي هذا التكوين غالبية الاحياء السكنية في المدينة وصولاً إلى جنوب مدينة دربندیخان ، وعلى ضفتي نهر سيروان في منطقة الدراسة ثم يختفي مع وادي النهر جنوباً ، وبشكل مساحة هذا التكوين نحو (١٩,٨٧) كم وبنسبة (٨٢,٤٢٪) من منطقة الدراسة والتي تعد من أكبر التكوينات التي تشغل حيزاً مساحياً داخل مركز مدينة دربندیخان (البالاني، ٢٠١٠، ص١٠).

صورة (١) أختلاف وتباين التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



المصدر: ألتقطت من قبل الباحث بتواريخ (٢٠٢٥/١/٣)، (٢٠٢٥/٢/١١) ، (٢٠٢٥/٤/٩)

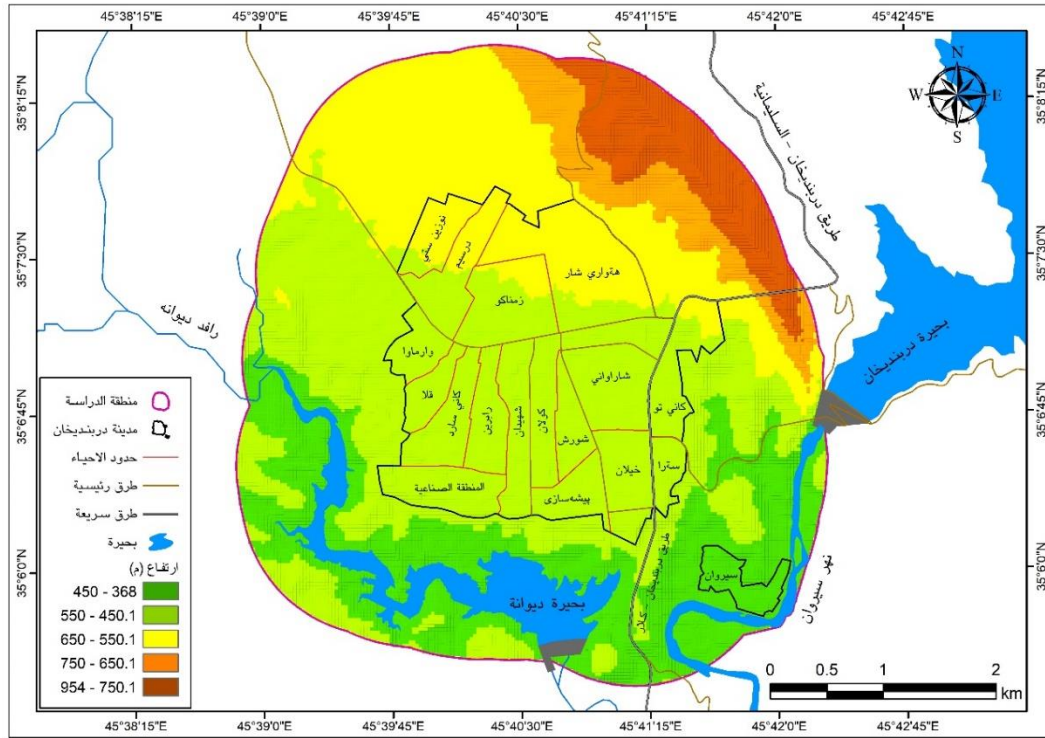
٤- ترسبات الزمن الرباعي (الترسبات الحديثة) (Quaternary Sediments): وهي بصورة عامة تتكون من الترسبات المختلفة ، وهي أحدث الطبقات والتكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة وأنتقلت هذه الترسبات بفعل الجاذبية وعامل الأنحدر والشبكة المائية بالإضافة إلى المسيلات الامائية الاتية من المناطق العالية إلى المناطق المنخفضة والسهول وكذلك الوديان (سورداشي، ١٩٩٨، ص ٨٠) ، وأن هذه الترسبات كانت العامل الابرز في تشكيل ظواهر جيومورفولوجية متنوعة في منطقة الدراسة مثل (ترسبات المنحدرات-مدرجات الانهار -والمرواح الغرينية -والسهول الفيضية) وتظهر هذه الترسبات كما هو في الخارطة (٢) حول مجاري الانهار والوديان والروافد، ولاسيما نهر سيروان (ديالى) ورافد ديوانة، وتتكون ترسباتها من الحصى والمواد الرابطة بينهما والمتمثلة بالرملية الغرينية أو الطينية وفي بعض الأحيان تكون جبسية ولكن بنسبة قليلة جداً (٢٠١٠، ص ١٤) ، وتغطي هذه الترسبات منطقة الدراسة من جهتين رئيسيتين ، أولهما الحد الجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة والمتمثلة باطراف نهر سيروان والحد الجنوب الغربي المتمثلة بترسبات ملئت الوديان المحيطة برافد ديوانة ، ويصل مساحة هذا التكوين حوالي (٠,٩٣) كم^٢ وبنسبة (٣,٨٨ %) من المجموع الكلي من مساحة منطقة الدراسة .

ثانيا: الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة: تم تحليل خصائص الارتفاع بالاعتماد على انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييزية ١٢,٥ متراً و باستخدام برنامج (Arc Map . GIS. ١٠,٨.1)، تم تسجيل خمس فئات رئيسية على وفق درجة الارتفاع وتقع منطقة الدراسة في نهاية المنطقة الجبلية التي تتميز بطابعها المتعرج والمتموج، إذ تتباين تضاريس المنطقة ما بين الأرتفاع والأنخفاض، ومن خلال ملاحظة خارطة أرتفاعات منطقة الدراسة إذ بلغ أدنى أرتفاع لها (٣٦٨ م) فوق مستوى سطح البحر ضمن منطقة الدراسة والتي تتضمن حوض الخزان المائي لبحيرة (ديوانة)، والمناطق المحيطة بنهر سيروان والأحياء السكنية بالقرب منها ، وأعلى أرتفاع لها (٩٥٤ م) والمتمثلة بقمة جبل (برانان)، كما يتضح من الخارطة رقم (٣) والجدول رقم (١) أن الفئة (٥٠٠-٤٥٠) هي الاكثر انتشاراً في منطقة الدراسة والتي تمثل مركز مدينة دربندخان ومعظم الأحياء السكنية، وبنسبة تصل نحو (٤١,٨ %) من منطقة الدراسة وأن الفئة الثانية من حيث المساحة هي الارتفاعات التي تتراوح ما بين (٣٦٨-٤٥٠) متراً عن مستوى سطح البحر وبنسبة تصل إلى (٢٥,٥٧ %) من منطقة الدراسة والتي تغطي الجهة الجنوبية والجنوبية الشرقية بصورة كاملة، أما الفئة أقل حيزاً في منطقة الدراسة هي الفئة (٧٥٠- ٦٥٠,١) وبنسبة (١,١٩ %) ، وتمثل منطقة متنوعة من حيث التضاريس حيث هي بمثابة أقدام الجبال وبداية الهضاب والسهول .

ومن أجل تحليل الخصائص التضاريسية بدقة أكبر ومعرفة تأثيرها على حجم التعرية المائية في منطقة الدراسة، و معرفة الخصائص الإنحدارية تم الاعتماد على تصنيف زنك (Zink) ، لأنه مرتبط بتحديد الظاهرة على وفق درجة انحدار السطح مما يس هل على الباحثين التعامل معه ، بالإضافة الى سهولة تطبيقه بوصفه مقياساً في البيئات الجغرافية المختلفة، ومن خلال أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ، وباستخدام برنامج ArcMap v10.8 ، حيث تم تصنيف المنحدرات في منطقة الدراسة إلى خمسة أصناف حسب الخارطة (٤) والجدول (٢)، وبالنظر إلى خارطة أنحدار منطقة

الدراسة يتبين لنا أن نطاق الأراضي ذات التموج الخفيف والتي تتميز بقلة تضرسها اذ تتراوح أنحدارها ما بين (٧,٩ - ٢) ، ويغطي مساحة (١٠,٩٣) كم^٢ مايشكل نسبة (٤٥,٣٧%) من منطقة الدراسة، مايقابلها نطاق الأراضي المتقطعة بدرجة عالية (٣٠ فاكتر) ، حيث تكون أراضي هذا النطاق على شكل أراضٍ جبلية وعرة وعالية، وتقدر مساحتها حوالي (١,٠٣) كم^٢ اي مايعادل نسبة (٤,٢٨%) وبحسب هذه المعطيات والاختلافات الواضحة في معدل درجات أنحدر منطقة الدراسة بالنتيجة تؤثر بشكل واضح على أصناف التعرية وشدتها في منطقة الدراسة .

خارطة رقم (٣) الفئات التضاريسية لمنطقة الدراسة



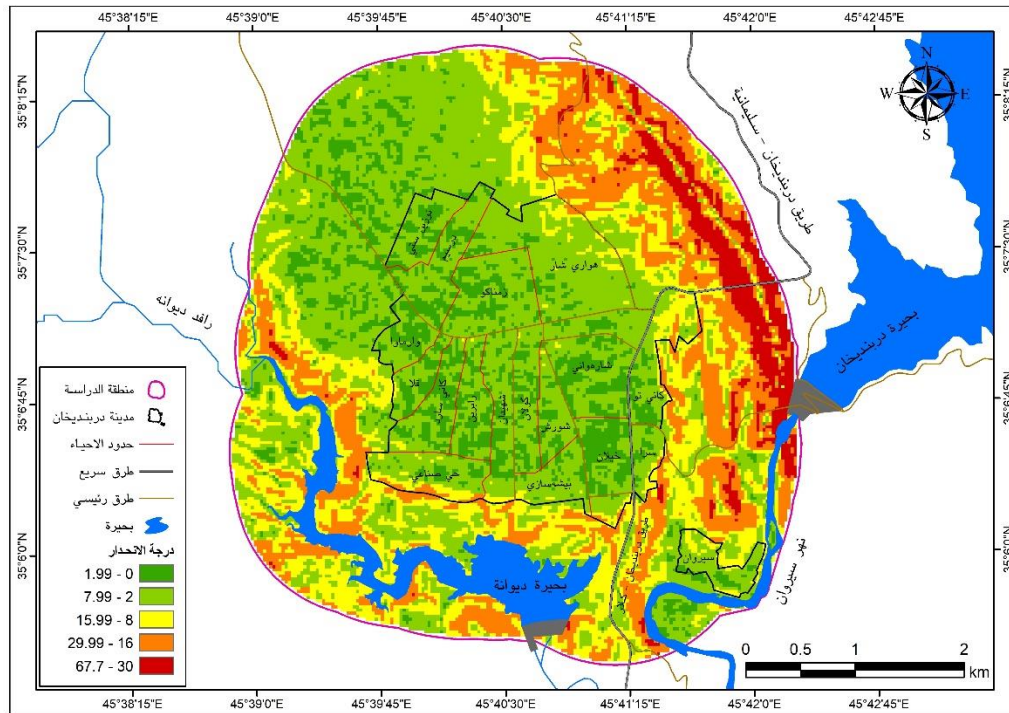
المصدر: اعتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج ArcMap v10.8.1

جدول رقم (١) أرتفاعات منطقة الدراسة

النسبة المئوية %	المساحة / كم ²	الارتفاع
٢٥,٥٧	٦,١٦	٣٦٨-٤٥٠
٤١,٨٠	١٠,٠٧	٤٥٠,١-٥٥٠
٢١,٢١	٥,١١	٥٥٠,١-٦٥٠
٤,٩٤	١,١٩	٦٥٠,١-٧٥٠
٦,٤٨	١,٥٦	٧٥٠,١-٩٥٤
100	٢٤,٩ كم ²	المجموع

المصدر: اعتمادا على الخارطة (٣) وبرنامج ArcMap v.10.8.1

خارطة رقم (٤) الانحدارات فى منطقة الدراسة حسب تصنيف (Zingg1994)



المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج ArcMap v10.8.1

الجدول (٢) أصناف الانحدارات ومستويات تضرس الأرض لمنطقة الدراسة حسب تصنيف (Zingg1994)

الصفة	شكل التضرس	درجة الانحدار	تصنيف السطح	المساحة / كم ²	النسبة المئوية %
1	مسطح - مستوي	1.99 - 0	سهل-وادي	3.13	١٢,٩٩
2	تموج خفيف	7.99 - 2	سهول تحتية (أقدام الجبال)	10.93	45.37
3	متموج	8-15.99	تلال منخفضة	5.02	20.84
4	متقطعة مجزأة	16-29.99	تلال مرتفعة	3.98	16.52
5	متقطعة بدرجة عالية	30 فأكثر	جبال	1.03	4.28
		المجموع		٢٤,٩	١٠٠

المصدر اعتماداً على: على الخريطة وبرنامج ArcMap v 10.8.1

المحور الثاني: تقدير حجم خطورة التعرية المائية في مدينة دربندخان عن طريق استخدام نموذج EPM

تم تطوير مجموعة من النماذج لتقدير تعرية التربة وكمية الرواسب، ومن أهمها نموذج (Gavrilovc Model) للتعرية، والذي أطلق عليه سلوبودان جافريلوفيك (EPM) Erosion Potential Method، الذي عمل عليه بالتعاون مع آخرين في معهد تطوير موارد المياه في يوغسلافيا، ما بين عامي (١٩٥٢-١٩٧٦م) ولم يتم تنفيذه إلا مؤخراً بعد الثورة المعلوماتية والتكنولوجية، وأصبح النموذج المتبع لتقدير تعرية التربة وكمية الرواسب في بلدان شرق أوروبا خلال المدة الماضية، إذ تمت الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية في تصنيف الطبقات وتطبيق المعادلات الخاصة بهذا النموذج، ويعتبر نموذج EPM من النماذج التي طورت للمناطق المتضررة (Globevink, et. al, 2003, p.279)، وتم تطبيق النموذج لقياس التقييم الكمي للتعرية المائية في مدينة دربندخان والمناطق المحاطة بها لأهميته في حساب كمية الرواسب الناتجة عن التعرية المائية في السفوح والمنحدرات التي تقع ضمن منطقة الدراسة، وفق مجموعة من المتغيرات مثل (التكوين الجيولوجي، ودرجة الانحدار، كثافة الغطاء النباتي، الامطار والحرارة)، وفق سلسلة من المعادلات كالاتي :-

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

W - المعدل السنوي للتعرية (م³/كم²/السنة)

$$T = \sqrt{\frac{c}{10}} + 0.$$

T- معامل الحرارة ويستخرج من المعادلة:

إذ ان C - المعدل السنوي لدرجة الحرارة

H- المعدل السنوي للأمطار π قيمة ثابتة (٣,١٤١٥)

ويعتبر معامل (Z) مؤشراً على التعرية المحتملة في الاحواض المائية، وهو من أهم عناصر نموذج جافريلوفيك، إذ تدخل في معطياته مجموعة من المتغيرات التي تسمح بتتبع التغير في مستويات التعرية مع مرور الزمن والتغير في الأنشطة واستخدامات البشرية للأرض، ويحسب معامل Z بالمعادلة الآتية:

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

Y = مؤشر قابلية التربة للتعرية: Xa = مؤشر حماية التربة

φ = مؤشر تطور التعرية وشبكة التصريف المائي: Ja = معدل الانحدار (Zoran&Komac, 2008, p.21-28)

المؤشرات المستخدمة ضمن النموذج:

أ- مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y): يعرف مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y) بأنها تأثير خصائص التربة على حجم التربة المنجرفة أثناء مدة التساقط المطري، وأثبتت قابليته للتعرية المائية من خلال تحليل الخصائص الجيولوجية واستخدامات الأرض (شعوان واخرون، ٢٠١٣، ص ١٧)، واستخدام مؤشر أحجام دقائق التربة حيث هنالك علاقة طردية واضحة مع محتويات الرمل الناعم بينما تكون العلاقة عكسية تماماً مع التربة ذات الاحجام الخشنة وفق الاعتماد على المعادلة الآتية (معتوق، ٢٠٢١، ص ٨٤٥) ومن خلال استخدام مؤشر القوة الجيولوجية (GSI (Geological Strength Index) ومن خلال استخدام (Lansat8) وعن طريق استعمال نظم المعلومات الجغرافية.

(Band. Red – Band. Blue)

$$Y = \frac{\text{Band. Red} - \text{Band. Blue}}{\text{Band. Red} + \text{Band. Blue} + \text{Band. Green}}$$

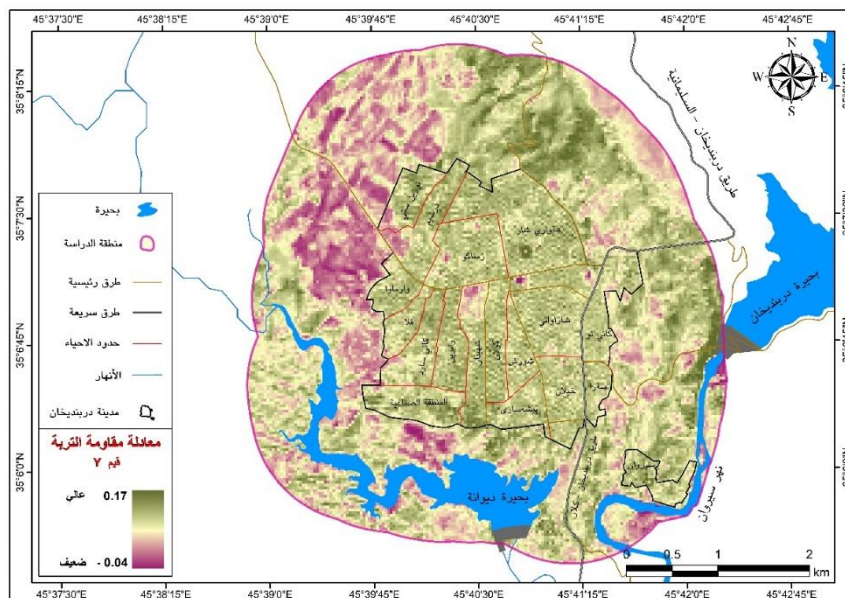
وكما في الخارطة (5) والجدول (3) يتبين ان زيادة هذا المؤشر هو دلالة واضحة على قوام خشن وكلما كانت قيم معامل (Y) عالية كلما كانت حجوم دقائق الرمل كبيرة وقريبة من التحلل و يتراوح ما بين (0,17) درجة عالية للأجزاء الشمالية والشمالي الشرقي وبدرجات متفاوتة حسب نوعية الغطاء الأرضي ونوع التربة لمنطقة الدراسة متضمنة جميع الأحياء السكنية ومركز المدينة أيضاً، و(0,04) درجة منخفضة للأجزاء الشمالية الغربية من المدينة و القيم المنخفضة هي دلالة على حجوم الدقائق الناعمة ، وتحتل حجوم الدقائق الناعمة مساحة (7,2) كم² وبنسبة 29,9% ، أما بالنسبة لمساحة حجوم الدقائق المتوسطة بلغت نحو (0,05) كم² ، فيما شغلت حجوم الدقائق الخشنة والكبيرة النسبة الأعلى بواقع (47%) و(11,8) كم² ، من أجمالي مساحة منطقة الدراسة.

جدول (3) معادلة قابلية التربة (Y)

ت	حجوم دقائق التربة	مساحة (كم ²)	نسبة (%)	قابلية المقاومة
1	حجوم الدقائق الناعمة	7.2	29.9	قوية
3	حجوم الدقائق المتوسطة	0,05	22,8	متوسطة
4	حجوم الدقائق الخشنة	11,8	47,3	ضعيفة
	المجموع	24,09	100	

المصدر/ من عمل الباحث بالأعتماد على خريطة (5).

خارطة رقم (5) قيم معامل Y



المصدر: بالأعتماد على الصور الفضائية (8 Land sat) ، وباند (B4) الحمراء، وباند (B3) الخضراء وباند (B2) الزرقاء

ب- مؤشر حماية التربة Xa : لمعامل (Xa) علاقة مباشرة بالغطاء النباتي وله دور في الحد من التعرية وخفض معدلات تعرية وأنجراف التربة خلال مدة سقوط الأمطار وبالتالي زيادة نفاذيتها، ويتناسب طردياً مع كثافة الغطاء الذي يمنع قطرات الامطار المتساقطة من التصادم بسطح التربة مما يحد من أنجراف التربة فضلاً عن إن الغطاء النباتي يزيد تماسك التربة ومقاومتها للتعرية، حيث الجزء الأعلى من النبات يعمل على الحد من سرعة الجريان المائي وبالتالي يقلل من قدرته على جرف التربة واستخرج هذا المتغير يعتمد على مؤشر الاختلاف النباتي (NDVI)، وتحسب بالمعادلة الآتية (٢٠٢١، ص ٨٤٧) :-

$$NDVI = \frac{NIR.BAND - RED.BAND}{NIRBAND + RED.BAND}$$

تم تصنيف مناطق المدينة ومنطقة الدراسة إلى خمس أصناف بحسب المعايير التي حددها جافريلوفيك، حساب Xa وفق المعادلة الآتية:

$$Xa = (Xa NDVI - 0.61) * (-1.25)$$

Xa = مؤشر حماية التربة: $Xa NDVI$ = معدل الغطاء النباتي

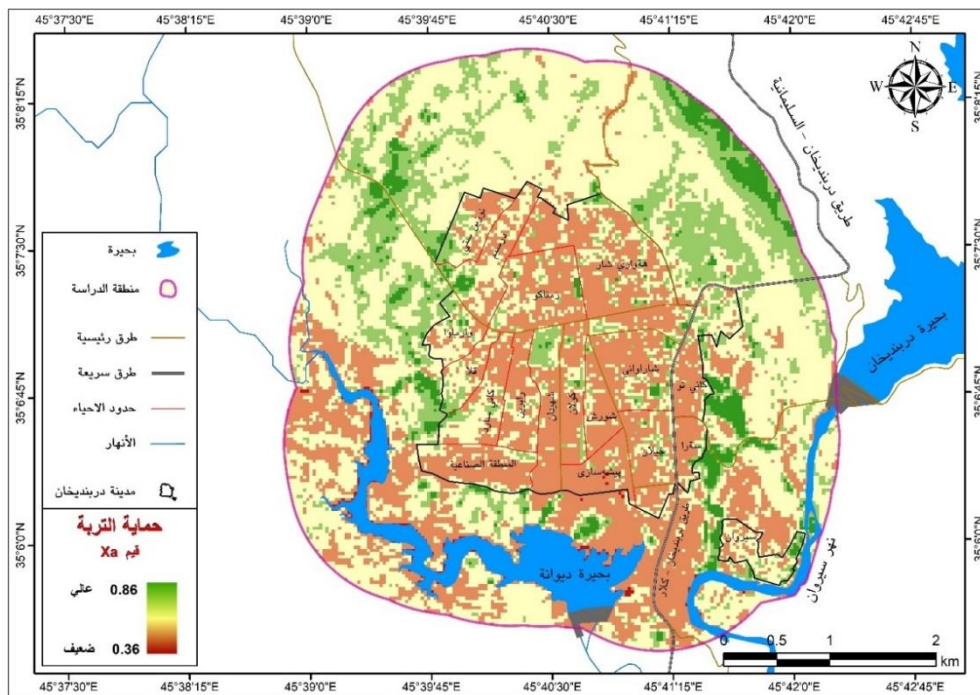
كما موضح في الخارطة رقم (٦) والجدول (٤) ومن نتيجة المعادلة يتضح لنا أن المحصلة النهائية هي مرتبطة بالغطاء النباتي في منطقة الدراسة و بقيمة المؤشر والتي هي الأخرى تنحصر ما بين (٠-١) حيث أعلى قيمة هي (٠,٨٦) و التي تكون قريبة من (١) هي دلالة واضحة على قلة الغطاء النباتي والاراضي الجرداء والتي تكون ذات مستوى عالي من الخطورة وتتميز بضعفها التام في مواجهة نشاط التعرية المائية في منطقة الدراسة وبعكسها تماماً كلما أنخفضت قيمة المؤشر وقربها من (٠) ، تكون دلالة على امتلاك المنطقة لغطاء نباتي جيد وتقل فيها نشاط التعرية وأدنى قيمة للمؤشر في منطقة الدراسة هي (٠,٣٦) والتي تكون ذات حماية عالية مقارنة بالمناطق الاخرى ، وتعتبر الفئة (٠,٦٣ - ٠,٦٦) من أكبر الفئات مساحة في منطقة الدراسة بواقع (١٠,٥٥) كم^٢ وبنسبة (٤٣٪) من إجمالي منطقة الدراسة والتي تكون ذات حماية متوسطة للتربة والتي تشكل المناطق القريبة جداً من الأحياء السكنية وترتفع قيمة المؤشر تدريجياً كلما أزدادت درجة أنحدار المنطقة وتكون عالية جدا في قمة السفوح والمرتفعات التي تعرضت لعمليات التعرية سابقاً والتي تكون نقطة بداية نحو الجريان المائي وزيادة قوة النحت المائي حتى تصل أثارها إلى حدود الأحياء السكنية وخاصة في أحياء (كاني تو، درسيم، هة واري شار، نوزين ستي).

جدول (٤) حماية التربة

ت	قيم Xa حماية التربة	مساحة (كم ^٢)	نسبة (%)	مستوا الخطورة
١	٠,٥٦ - ٠,٣٦	٠,٩	٣,٧	ضعيفة
٢	٠,٦٢ - ٠,٥٧	٣,٨٣	١٥,٩	
٣	٠,٦٦ - ٠,٦٣	١٠,٥٥	٤٣,٨	متوسطة
٤	٠,٧٢ - ٠,٦٧	٧,٦	٣١,٦	شديدة
٥	٠,٨٦ - ٠,٧٣	١,٢	٥	
	المجموع	٢٤,٠٩	١٠٠	

المصدر/ من عمل الباحث بأعتماد على خريطة (٦).

خارطة رقم (٦) قيم معامل xa



المصدر: من عمل الباحث بالأعتماد على تحليل فايل (DEM 12.5) بواسطة برنامج (Arc GIS V.10.8).

ج- مؤشر تطور التعرية الحالية ϕ : بصورة عامة يقع مؤشر تطور التعرية الحالية تحت تأثير عوامل مهمة منها (نوع التركيب الصخري، والأنحدار، والغطاء النباتي) ومن أجل تحديد تلك القيم يتطلب الكثير من الجهد والوقت والتكلفة، حيث من أجل هذا المقصد أستطاعة (Milevsik) من تطوير معادلة بهذا الخصوص هي كالتالي (صالح و فياض، ٢٠٢٢، ص ٢٢):-

$$\phi = \sqrt{\text{Red (B4)} / Q \max}$$

ϕ = قيمة تطور التعرية الحالية

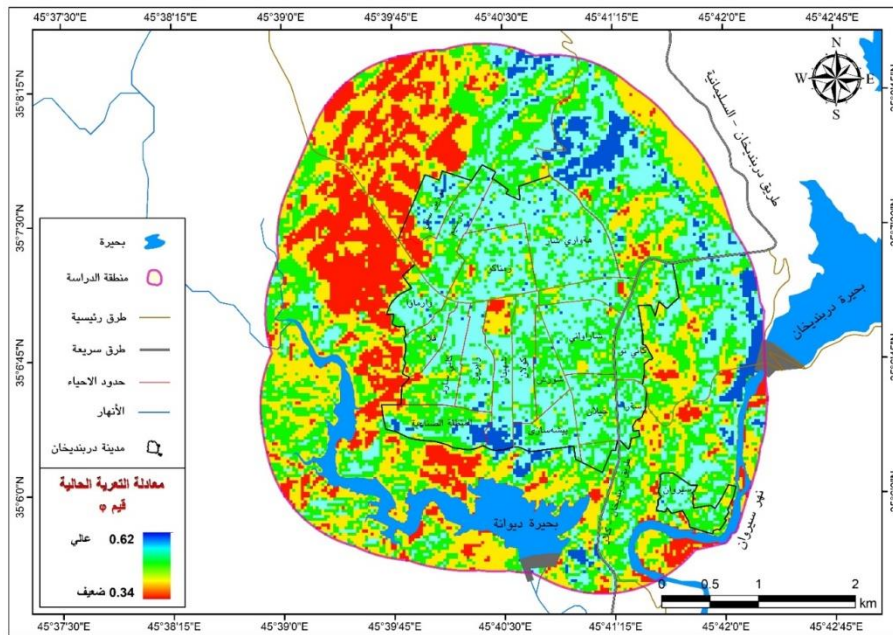
Red (B4) = البند الرابع من القمر الصناعي الثامن ذات اللون الاحمر

Q max = أعلى قيمة انعكاسية ضمن البند الرابع

وقيمة هذه المعادلة عادة ماتكون ما بين (٠-١) والقيم التي تكون قريبة من الصفر هي المناطق التي تشهد أستقرارية تامة من حيث التعرية المائية، أما القيم القريبة من (١) هي إشارة واضحة للمناطق التي تشهد عدم أستقرارية من حيث نشاط التعرية المائية، وفي منطقة الدراسة بالتحديد تكون قيمة معامل تطور التعرية (٠,٦٢) هي أعلى قيمة للتطور التعرية والتي تشمل المناطق الجرداء من الغطاء النباتي وأنحداراتها ونوعيتها تربتها تكون مساعدة على تطور وحدوث التعرية المائية، ومن خلال ملاحظة الجدول (٥) يتبين أن مساحة الفئات التي تشهد تطور في التعرية تشكل نسبة كبيرة من مساحة منطقة الدراسة، في المقابل أدنى قيمة للتعرية الحالية تبلغ (٠,٣٤) والتي تبلغ مساحتها (٤,١٣) كم^٢ وبنسبة (١٧,٢٪) وتنتشر مساحة هذه الفئة في مدينة دربندخان والضواحي القريبة منها كما في الخارطة (٧) حيث هي بمثابة

أشارة على قلة أو أنعدام تطور تعرية التربة، لان هذه المناطق تشهد توازن وأستقرار واضح من حيث الغطاء النباتي وانحداراتها تكون قليلة وبنية تربتها ذات مقاومة عالية للتعرية.

خارطة رقم (٧) قيمة معامل ϕ



المصدر:بأعتماد على الصور الفضائية (Land sat8) ، وباند(B4) الحمراء، وبواسطة برنامج (Arc GIS V.10.8).

جدول (٥) معادلة التعرية الحالية مساحتها ونسبتها ϕ

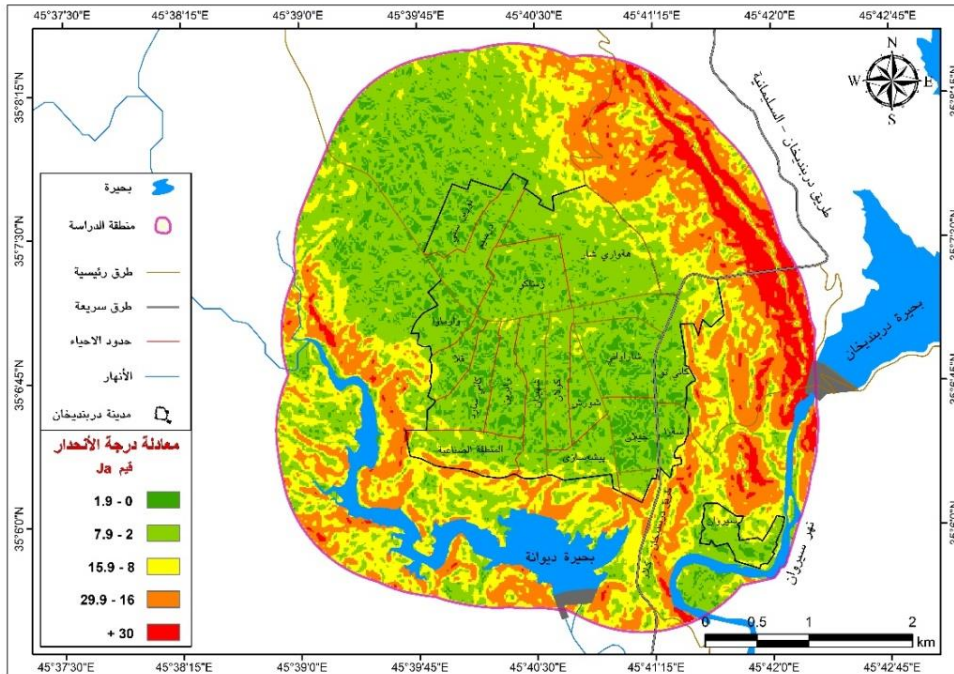
ت	معادلة التعرية الحالية	مساحة (٢كم)	نسبة (%)	مدى الأستقرارية
١	٠,٣٩ - ٠,٣٤	٤,١٣	١٧,٢	مناطق مستقرة
٢	٠,٤٣ - ٠,٤٠	٦,١١	٢٥,٤	مناطق متوسطة الأستقرارية
٣	٠,٤٥ - ٠,٤٣	٦,٦	٢٧,٤	
٤	٠,٤٩ - ٠,٤٦	٦,٣٤	٢٦,٣	مناطق غير مستقرة (حرجة)
٥	٠,٦٢ - ٠,٥٠	٠,٩	٣,٧	
	المجموع	٢٤,٠٩	١٠٠	

مصدر/ من عمل الباحث بأعتماد على خريطة (٧).

د-معدل درجة الانحدار **Ja** : تمتلك منطقة الدراسة شبكة من المنحدرات تحيط بها من جميع الأتجاهات بأستثناء الحد الغربي من المدينة، تناولنا درجات الانحدار وأصنافها ضمن المحور الأول حسب تصنيف (Zink) و تعتبر من القيم المهمة ضمن معادلة جافريلوفيك وتم أستخدامها من أجل الوصول إلى قيم Ja بواسطة جملة من المعادلات الحسابية كما هو موضح ضمن خارطة رقم (٨) ، وتوجد علاقة قوية بين درجة الأانحدار وأساليب جريان المياه وتجمعها وحدوث

السیول والفیضانات المفاجئة من جهة، وحرکة مواد السفوح من جهة أخرى ، حیث ترتبط شدة المخاطر الجيومورفولوجية بدرجات الانحدار ارتباطاً وثيقاً حیث كلما زادت درجة الانحدار زادت معها عمليات الانزلاق والانهيار وسقوط المواد وبتالي أنجرافها (المقيلي، ٢٠٠٣، ص ٣٥)

خارطة رقم (٨) قيم ja



المصدر: من عمل الباحث بالأعتماد على (Land sat8 Band 4-3) بتاريخ (٢٠٢٥-٤-٢) ومن خلال تنفيذ عملية (NDVI) بواسطة برنامج (Arc GIS V.10.8).

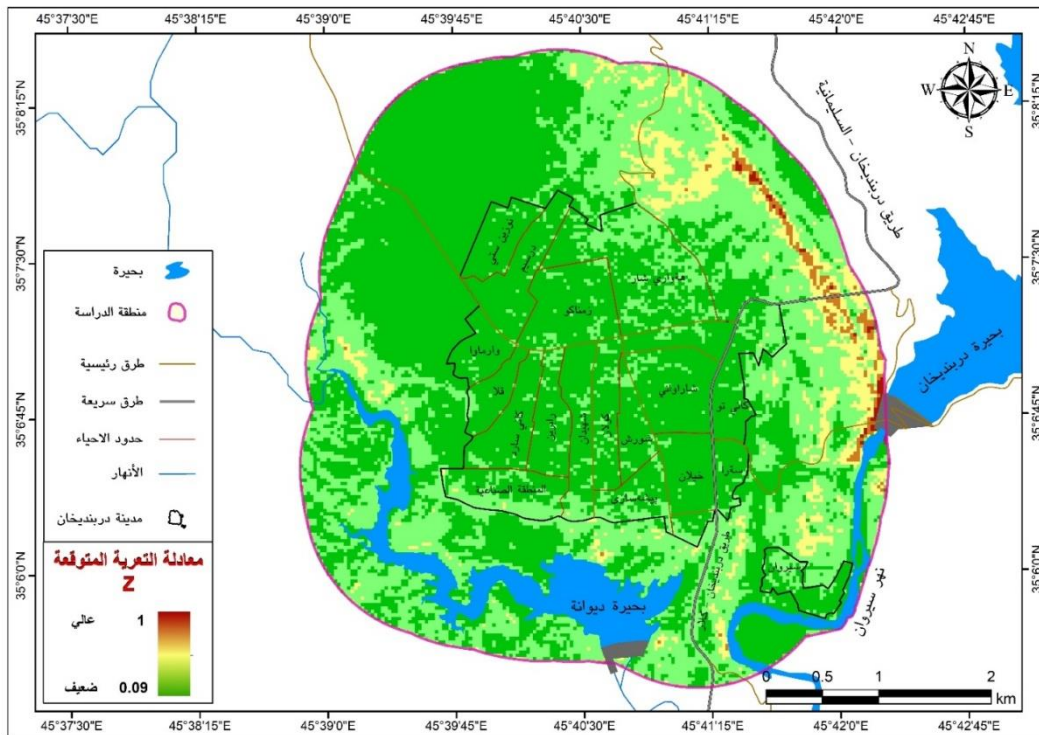
ج- مؤشر التعرية المحتملة Z: تعتبر واحدة من المؤشرات المهمة ضمن نموذج (جافريلوفيك)، والتي تعتمد كلياً في سياقها على الخرائط السابقة وبالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية، والتي تتوحد فيها جميع القيم من خلال المعادلة الآتية $Z = Y * Xa (\varphi + \sqrt{Ja})$ وهذا يعني توحيد خرائط مؤشر قابلية التربة للتعرية (Y)، مؤشر حماية التربة (Xa)، مؤشر تطور التعرية الحالية (φ)، وخارطة معدل درجة الانحدار (Ja)، والتي من خلالها يتم تحديد المناطق المستقرة والمناطق التي تشهد نشاط التعرية المائية (محمد، ٢٠٢١، ص ١٠٤١)، وبحسب نتائج الخارطة رقم (٩) وجدول رقم (6) التعرية المحتملة في مدينة دربنديخان مقسمة إلى خمسة أصناف والتي قيمتها ما بين (٠،٩-١) حيث بلغت مساحة المناطق ذات التعرية الشديدة والشديدة جداً نحو (٠،٤٨) كم^٢ وتشمل المناطق الشمالية من المدينة وذلك بسبب قلة الغطاء النباتي ودرجة أنحدار المنطقة ونوعية تربتها، أما بالنسبة للمناطق التي تشهد تعرية متوسطة بلغت مساحتها (١) كم^٢ وتشمل بعض الاجزاء الشمالية والشمالية الشرقية وخاصة حي (سيروان)، اما مناطق ذات التعرية الضعيفة والضعيفة جداً بلغت (٢٢،٣) كم^٢.

جدول رقم (6) مستوى الحجم التعرية المحتملة في مدينة درينديخان (Z)

ت	التصنيف	قوة التعرية	مساحة (كم ²)	نسبة (%)	مستوى الخطورة
1	0.09 – 0.19	ضعيف جداً	14.3	59.4	ضعيف
	0.20 – 0.40	ضعيف	8	33.2	
3	0.41 – 0.60	متوسط	1.3	5.4	متوسط
4	0.61 – 0.80	الشديد	0.32	1.3	شديد
	0.81 – 1.00	شديد جداً	0.16	0.7	
المجموع			124.0	100	

المصدر: بالاعتماد على بيانات الخارطة رقم (9) وبرنامج Arc GIS V.10.8

خارطة رقم (9) معامل التعرية المتوقعة (Z)



المصدر: من خلال نتائج تطبيق معادلة قيم التعرية المتوقعة وبرنامج Arc GIS V.10.8

تطبيق النموذج ومناقشته وفق سلسلة من المعادلات والمؤشرات وهي :

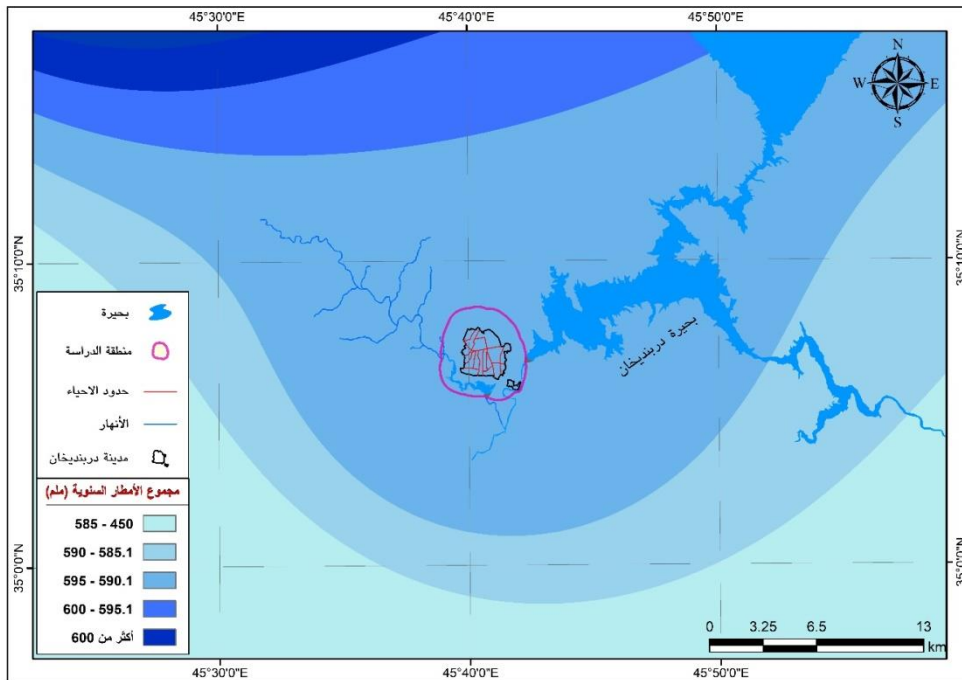
$$W = H * T * \pi * \sqrt{Z^3}$$

أ- مؤشر التساقط **H** : تعمل زخات المطر بصورة مستمرة على تعرية الطبقة السطحية من التربة، ويتوقف معدل تناثر زخات المطر على عدة عوامل مهمة مثل قوة السقوط على الأرض ومدى استجابة التربة للقوة التعرؤية لزخات المطر، ويؤثر الانحدار على تعرية زخات المطر، فتناثر زخات المطر ليس لها تأثير واضح على المناطق المستوية بقدر تأثيره على المنحدرات، و إن تعرية زخات المطر تسود عند خط تقسيم المياه، وبالابتعاد عنه يمكن أن تبدأ التعرية

jsh.univsul.edu.iq

الصفاحية أوالمسيلية أوالأخدودية(العبدان والسامرائي، ٢٠٠٨، ص ٣٢٧). ومن أجل الحصول على الخارطة المطرية التي أهتم بها (جافريلوفيك) في معادلته، تم الاعتماد على البيانات المناخية من محطات (السليمانية، دربندخان، جمجمال)، وللفترة الزمنية (٢٠٢٣-٢٠٠٠) وتم تقسيها إلى خمسة اصناف حسب الخارطة رقم (١٠) حيث تقع منطقة الدراسة ضمن الصنف المتوسط .

خارطة رقم (١٠) معامل (H)



المصدر: الباحث اعتمادا على

-أقليم كوردستان العراق ، وزارة الموارد المائية ، مديرية سد دربندخان ، محطة ارساد دربندخان ، بيانات غير منشورة ، ٢٠٢٣.

-أقليم كوردستان العراق ، وزارة الزراعة والري ، مديرية زراعة السليمانية ، قسم المناخ الزراعي ، بيانات غير منشورة ، ٢٠٢٣ ،

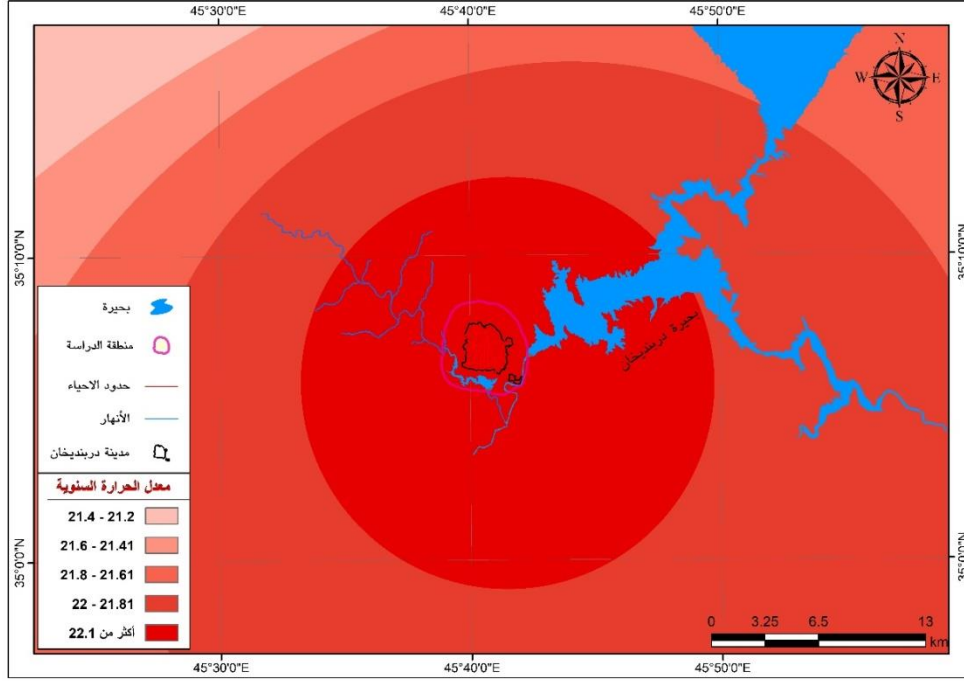
ب-مؤشر الحرارة **T** : يعتبر الحرارة ثاني أهم عناصر المناخ من بعد الأمطار تأثيراً في عملية أنجراف التربة بحسب نموذج(جافريلوفيك) حيث ارتفاع معدلات الحرارة تزيد من معدلات التبخر وتنخفض رطوبة التربة، وتزيد من قابليتها على أمتصاص وترشيح مياة الأمطار ، ممايوثر عكسياً في نسبة الجريان المائي وحجم الترب المقتلعة (٢٠٢١، ص ٨٥٣)، وتم تحديد مؤشر الحرارة بالاعتماد على معادلة خاصة، تأخذ متوسط الحرارة السنوي كمتغير أساسي لحساب هذا المؤشر بحسب الخارطة رقم (١٠).

$$T = \sqrt{\frac{c}{10}} + 0.1$$

حيث T= المعدل السنوي لدرجة الحرارة السليزية

jsh.univsul.edu.iq

تم ألعتماد على البیانات المناخیة من محطات (السلیمانیة، دربندیخان، جمجمال) وتم تقسیها إلى خمسة اصناف حسب الخارطة رقم (١٠) حیث تقع منطقة الدراسة ضمن الصنف الخامس من حیث درجة الحرارة وتأثیراتها. خارطة رقم (١١) معامل (T)



المصدر: الباحث اعتمادا على

(١) أقليم كوردستان العراق ، وزارة الموارد المائیة ، مدیریة سد دربندیخان ، محطة ارصاد دربندیخان ، بیانات غیر منشورة ، ٢٠٢٣.

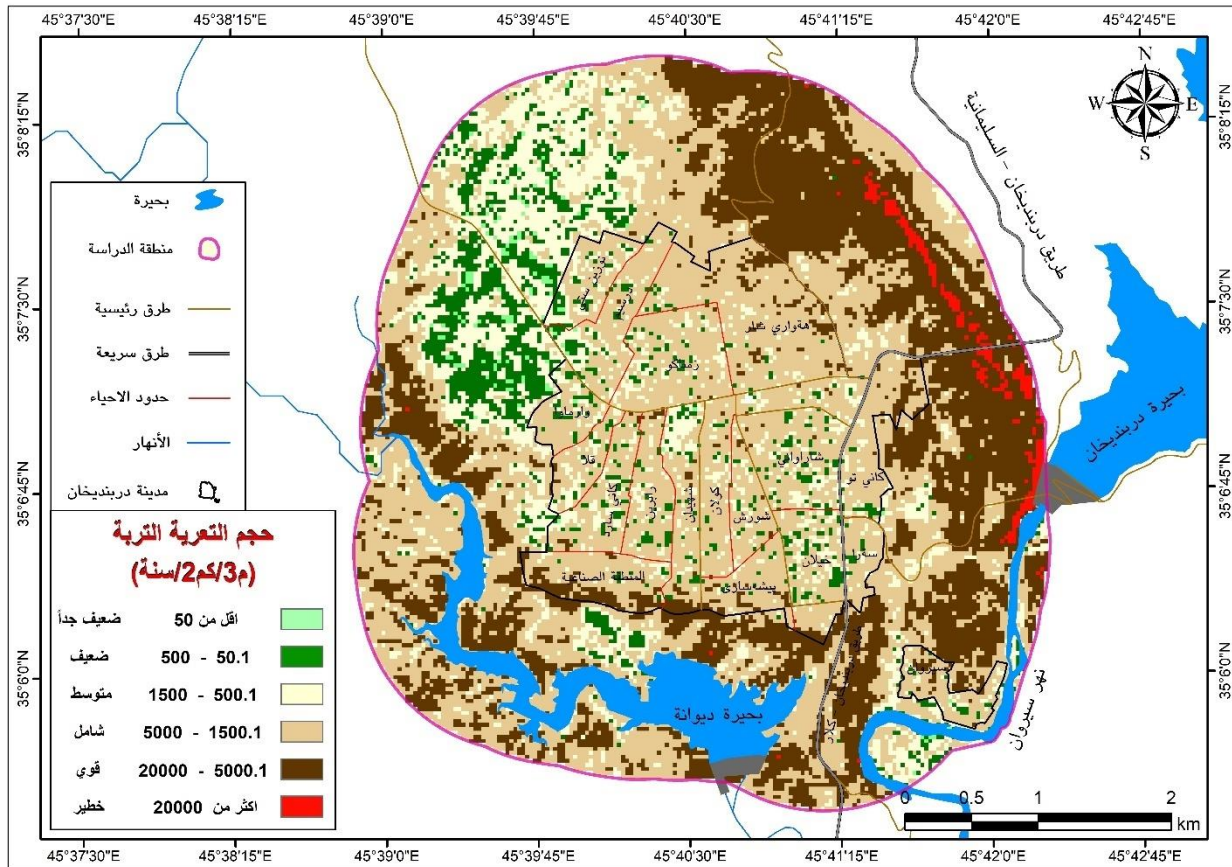
(٢) أقليم كوردستان العراق ، وزارة الزراعة والری ، مدیریة زراعة السلیمانیة ، قسم المناخ الزراعی ، بیانات غیر منشورة ، ٢٠٢٣.

ج- $W =$ المعدل السنوي للتعریة (م³/كم²/السنة)

وضعة (Zachar D. 1982) ستة أصناف من التعریة المائیة بحسب كمية التربة المفقودة. بحسب الجدول () ، وحدد (Milevski) بأن التعریة تكون قليلة إذا كانت أقل من 500 م³/كم²/سنة. وتكون عالیة إذا تجاوزت 800 م³/كم²/سنة (Zachar, 1982, p.547)، وبحسب نتیجة الخارطة رقم (١٢) وأستخدام سلسلة من المعادلات قسمت أصناف التعریة فی منطقة الدراسة إلى ستة فئات كالآتی :-

الفئة الأولى/ التعریة الضعیفة جداً (أقل من ٥٠ م³/كم²/السنة) : تشمل هذه الفئة الحد الشرقي من مدینة دربندیخان ، حیث تحتل أقل مساحة من بین الفئات الأخرى وتقدر بنحو (٠,٢) كم^٢ وبنسبة (٠,٨٪) من أجمالی منطقة الدراسة وتكون مستوى التعریة فیها محدودة جداً بسبب قلة أنحدار المنطقة وأنبساط أراضيها وتواجد الغطاء النباتی وتنتشر بصورة مبعثرة ایضاً ضمن أحياء (المنطقة الصناعیة ، خیلان ، شورش).

خارطة رقم (١٢) حجم التعریة فی مدینة دربندیخان حسب نموذج جافریلوفیج (W)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على نتيجته المعادله الأساسية لجافريلوفيك

الفئة الثانية /التعرية الضعيفة (0.1 - 50.1 م³/كم²/السنة): تشمل هذه الفئة أيضاً الحد الشرقي من المدينة، وتكون متداخلة مع الفئة الأولى من حيث التواجد لكن بمساحة أكبر نسبياً حيث بلغت (1.7) كم² وبنسبة (7.1%) من إجمالي منطقة الدراسة وتنتشر ضمن مناطق واحياء (ورماوا، هه واري شار، خيلان).

صورة رقم (2) مجالات التعرية الضعيفة وترسباتها في حدود حي (هه واري شار)



المصدر: ألتقطت من قبل الباحث بتاريخ 13/2/2025

الجدول (7) مستويات و حجم التعرية بحسب الترب المفقودة في مدينة دربنديخان باعتماد نموذج (EPM)

ت	حجم التعرية (م ³ /كم ² /سنة)	انواع التعرية	مساحة (كم ²)	نسبة (%)	مستوى الخطورة
١	اقل من ٥٠	ضعيفة جداً	0.2	0.8	غير واضحة
٢	٥٠,١ - ٥٠٠	ضعيف	1.7	7.1	ضعيف
٣	٥٠٠,١ - ١٥٠٠	متوسط	4.1	17	متوسط
٤	١٥٠٠,١ - ٥٠٠٠	شاملة أو معممة	11.6	48.2	متوسط الشدة
٥	٥٠٠٠,١ - ٢٠٠٠٠	قوية	6	24.9	شديدة
٦	أكثر من ٢٠٠٠٠	خطيرة	0.48	2	كارثية
			٢٤,٠٩	١٠٠	

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة (١٢) وبرنامج Arc GIS V.10.8.1

الفئة الثالثة/ التعرية المتوسطة (١,٥٠٠ - ١٥٠٠ م³/كم²/السنة) : تكون هذه الفئة منتشرة ومبعثرة في عدة مناطق

من المدينة وبمساحة (٤,١) كم^٢ وبنسبة (١٧٪) من منطقة الدراسة وخاصة في مناطق (سيروان، كاني سارد)

صورة رقم (٣) مجالات التعرية المتوسطة بالقرب من محطة إنتاج الطاقة الكهربائية في دربنديخان



المصدر: من قبل الباحث بتاريخ 1/2/2025

الفئة الرابعة/ التعرية المعممة أو الشاملة (١,١٥٠٠ - ٥٠٠٠ م³/كم²/السنة) : تعتبر هذه الفئة من أكثر الفئات أنتشاراً

في المدينة حيث تغطي قرابة نصف مساحة منطقة الدراسة بنحو (١١,٦) كم وبنسبة (٤٨,٢٪) ، وتغطي معظم المناطق السكنية والمرافق العامة والمنطقة الصناعية، ويمكن ملاحظة تأثيرات وترسبات هذه الفئة عند تساقط الامطار في معظم شوارع وازقة المدينة والتاثير الاكبر غالباً يكون عند ترسيب الحمولة المعلقة للتعرية المائية في بحيرة (ديوانة) خاصة بسبب قرب المنطقة الصناعية مما يتم تجريف جميع المخلفات والملوثات المتمثلة (بالزيوت والمعادن الثقيلة) في مياه البحيرة .

صورة رقم (٤) مجالات التعرية المعممة في طرق وشوارع المدينة



المصدر: رئاسة بلدية دربندخان، قسم الارشيف، ٢٠٢٣

الفئة الخامسة/ التعرية القوية (١، ٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ م^٣/كم^٢/السنة) : تتمدد هذه الفئة على شكل حزام او شريط حول مدينة دربندخان، وبمساحة تبلغ (٦) كم^٢ وبنسبة (٢٤,٩٪) من منطقة الدراسة وتتميز مناطق هذه الفئة بالأحذارات العالية وقلة الغطاء النباتي المساعد على أنجراف التربة وتكون مخاطرها شديدة التأثير على تغير قوام التربة، وهدم البناء الأرضي، وفقدان الانتاجية، وكذلك ألحاق الضرر بالأنشاءات الهندسية وخاصة هدم أساسات الأعمدة الكهربائية ، هذا بالاضافة الى تأثيراتها البيئية الواضحة من حيث تلوث مياة نهر (سيروان) بالحمولة المعلقة وكذلك تجريف الزيوت والمعادن المركزة من داخل المنطقة الصناعية الى المجاري المائية القريبة منها لكونها تحيط بالمدينة من جميع الجهات عدا الجهة الشمالية الغربية من المدينة ، وتتركز نشاط هذه الفئة في كل من أحياء (بييشة سازي ، كاني تو، سيروان، خيلان ، هقواري شار) وغالباً ما تكون معالجة أثار هذه الفئة مكلفة جداً مئة قبل السلطات المحلية للمدينة وذلك بسبب انسداد معظم شبكات الصرف الصحي في مواسم تساقط الأمطار ضمن المرتفعات المحيطة بالمدينة وغالباً ما يتم تغير مسار طريق السلیمانیة-دربندخان بسبب ترسبات التعرية المائية التي تغلق النفق الرابط بين المدينتين.

الفئة السادسة/ التعرية القوية او الكارثية (أكثر من ٢٠٠٠٠ م^٣/كم^٢/السنة) : تعتبر هذه الفئة من أخطر مستويات التعرية حيث تكون حجم الترب المقتلعة والمفقودة أكثر من (٢٠٠٠ م^٣/كم^٢/السنة) ، وتكون هذا الفئة على شكل نطاق ضيق يمتد على طول سلسلة جبال برنان وتكون مخاطرها كارثية من حيث تجمع رواسب الترب المنقولة على الطريق الرئيسي دربندخان-السلیمانیة وكذلك ظهور المكاشف الصخرية بصورة واضحة على السفوح المجاورة لسدة دربندخان مما يكون عامل مساعد على زيادة الشقوق والفواصل في تلك المناطق، حيث تكون درجة أنحدار تلك السفوح عالية جداً، وتشغل مساحة (٠,٤٨) كم^٢ من منطقة الدراسة وبنسبة (٢٪) وتمتاز هذه الفئة بخلوها من الغطاء النباتي بصورة تامة، وبالنتيجة هدم البناء الأرضي وفقدان أنتاجية التربة وعدم فعاليتها أو إمكانية الاستفادة منها في الأنشطة البشرية المختلفة، ومن الاضرار الملحوظة للتعرية المائية في مدينة دربندخان هو هدم الطرق وأساسات المباني والقناطر وغيرها من الأنشاءات الهندسية وخاصة في حالة وجود منحدرات ، وهذا بالاضافة إلى تأثيراتها البيئية حيث تؤدي التعرية المائية إلى عدة تحولات وتغيرات بيئية، والتي تكون ناجمة عن أنتقال التربة والماء إلى أماكن أخرى غير اماكنها الفعلية ، حيث تقوم بترسيب حمولتها(المعلقة) التي غالباً ما تكون تحتوي على عناصر بتراكيز مرتفعة تؤدي بدورها التلوث المائي خاصة عند المرتفعات المحاذية لنهر سيروان عند مجمع (كمبي خوار) .

صورة رقم (٥) مجالات التعرية القوية بالقرب من حي (نوزین سیتی) ونفق دربندیخان



المصدر: من قبل الباحث بتاريخ 15/2/2025، ١٢/2/2025

الاستنتاجات:

- ١- يعد نموذج (EPM) أكثر الطرق توضيحاً لمخاطر التعرية المائية بجميع أصنافها، واثبتت فعاليتها من خلال الدقة الفائقة في النتائج كونه يأخذ بنظر الاعتبار جميع العوامل الطبيعية وتوحيد جميع الخرائط من أجل معرفة العوامل التي تزيد أو تقلل من نشاط وتأثير التعرية المائية.
- ٢- أثبتت الدراسة أن ٧٥,١٪ من مساحة منطقة الدراسة تقع ضمن فئة التعرية الشاملة والقوية والشديدة.
- ٣- من خلال استخدام مؤشر القوة الجيولوجية (Geological Strength Index) ومن خلال استخدام (Lansat8)، يتبين لنا مساحة حجوم الدقائق الخشنة للتربة تبلغ (١١,٨) كم^٢ وبنسبة (٤٨,٣٪) من مساحة منطقة الدراسة.
- ٤- فئة التعرية القوية (١,٥٠٠ - ٢,٠٠٠ م^٣/كم^٢/السنة)، تتمدد هذه الفئة على شكل حزام أو شريط حول مدينة دربندیخان، وبمساحة تبلغ (٦) كم^٢ وبنسبة (٢٤,٩٪)، وهي من أكثر الفئات خطورة نضراً للمساحة والحيز التي يمتلكها وكذلك تأثيراتها البيئية الواضحة.
- ٥- يعد مؤشر التساقط المطري والتي قيمتها بين (٦٠٠-٤٥٠) ملم سنوياً، وعامل والانحدار في منطقة الدراسة من أهم العوامل المواترة على نتائج نموذج التعرية المائية وحجم التربة المفقودة سنوياً.

التوصيات:

- ١- اعتماد سياسات حظر أو تقييد التوسع في المناطق المصنفة عالية الخطورة أو فوق الرواسب الحديثة، والاخذ بعين الاعتبار المناطق الأكثر عرضة لمخاطر التعرية المائية عند أقرار مشروع عمراني أو منشآت خدمية في منطقة الدراسة وخاصة المناطق المعرضة لمخاطر الفيضانات واستخدام الطرق الحديثة في تغطية المنحدرات ذات التكوينات الهشة.
- ٢- بناء سدود تفتيت الطاقة (check dams) وحواجز تقليل سرعة الجريان داخل المسيلات المائية تُصمم بحيث تقلل طاقة تدفق المياه، تُستعمل في مواجهة السيول الصغيرة والمتوسطة لمنع تعمق الأخاديد.
- ٣- دمج نتائج تقييم المخاطر الجيومورفولوجية في مخططات أستعمالات الأرضي للبلديات المحلية والتراخيص العمرانية، ويُمنع إصدار تراخيص إنشاء دون دراسات جيولوجية وهيدرولوجية لمواقع الانشاءات العمرانية.
- ٤- توعية السكان بخطورة التعرية المائية وأنجراف التربة والحث على زيادة الغطاء النباتي وتوسيع رقعة الغابات الصناعية.

الهوامش:

- ١- هاشم یاسین وئوانی تر، ئه تله سی هه ریمی کوردستانی عیراق، عیراق وجیهان، چاپخانه ی تیوووس، چاپی یه که م، ٢٠٠٩، ل ٨١.
- ٢- مديريةه أحصاء السليمانية، شعبة GIS، الخارطة ألداریة لمدينة السليمانية، ٢٠٢٤.
- ٣- رئاسة بلدية دربندیخان، شعبة التملیک، ٢٠٢٤.
- ٤- **FAO Northern Iraq, Coordination Office, Geological Map of Qaradagh-Kalar Basin, Scale 1:250000**
- ٥- أقليم كوردستان العراق، وزارة الموارد المائية، مديريةه سد دربندیخان، محطة ارساد دربندیخان، بیانات غیر منشورة، ٢٠٢٣.
- ٦- أقليم كوردستان العراق، وزارة الزراعة والري، مديريةه زراعة السليمانية، قسم المناخ الزراعي، بیانات غیر منشورة، ٢٠٢٣.

المصادر:

- ١- الساكني، جعفر، ١٩٩٩، *الوجيز في الجيولوجيا النفطية للعراق والشرق الاوسط*، مطابع شركة نفط الشمال.
- ٢- مه حه مه د ئه مین، هیمن نه سره دین. ٢٠٢٤، *جوگرافیای هه ریمی کوردستانی عیراق*، چاپخانه ی گه نج، چاپی یه که م.
- ٣- الزنکنة، لیث محمود، ٢٠١٣، *أثر بعض العناصر المناخية في تشكيل مظاهر السطح في قضاء دربندیخان*، مجلة جامعة گرمیان، العدد الأول.
- ٤- العميري، فاروق صنع الله، علي صادق، ١٩٧٧، *جيولوجيا شمال العراق*، دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل.
- ٥- البالاني، نخشان محمد، ٢٠١٠، *جيومورفولوجية منطقة كلار- دراسة تطبيقية*، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة السليمانية، كلية العلوم الانسانية.
- ٦- سورداشي، علي محمود، ١٩٩٨، *أصل ونشأة الاراضي وجبال كوردستان العراق*، مجلة زانكو- المجلد (٢)، الخاص بالمؤتمر العلمي الثالث لجامعة صلاح الدين، أربيل.
- ٧- معتوق، صفية شاكر، ٢٠٢١، *توظيف التقنيات الجغرافية الحديثة في تقدير حجم التعرية المائية لحوض وادي سره خاتون بالاعتماد على نموذج EPM*، مجلة كلية التربية الأساسية، العدد (١١١)، المجلد ٢٧.
- ٨- صالح، فياض، عبدالقادر مهدي، أحمد فليح، ٢٠٢٢، *(النمذجة المكانية لنشاط عمليات التعرية باعتماد نموذج EPM وباستخدام تقنيات الجيوماتكس وادي الثرثار دراسة حالة)*، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الانسانية، العدد ٤، المجلد ٢.
- ٩- المقيلي، محمد عياد، ٢٠٠٣، *المخاطر الهيدروجيومورفولوجية*، دار الشموع للثقافة، ليبيا، الطبعة الاولى.
- ١٠- محمد، حمدي نبیه، ٢٠٢١، *(توظيف الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقدير الكمي للتعرية المائية بحوض وادي العريش باستخدام نموذج جافريلوفيتش)*، كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ، مجلة الدراسات الانسانية والادبية، المجلد ٢٥، العدد ٣.
- ١١- العبدان، السامرائي، رحيم حميد، محمد جعفر، ٢٠٠٨، *التعرية المطرية لسفوح منحدرات تلال حميرين باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS*، مجلة كلية الآداب، جامعة بغداد، العدد ٨١.
- 12- GLOBEVINK, L., HOLJEVIC, G., PETKOVESK AND J., RUBINIC; Applicability of the Gavrilovic method in erosion calculation using spatial data manipulation techniques. JAHS publication, 2003, N 279.
- 13- Zorn, M, and B. Komac, 2008. Response of soil erosion to land use change with particular reference to the last 200 years (Julian Alps, Western Slovenia), Presented at XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Slovenia.
- 14- Zachar D. 1982, Soil Erosion, Amsterdam: Elsevier Science Publishing Company.
- 15- Baday. 1980. the Regiona (geology) of Iraq. vol. 1, stratigraphy and Paleogeography, Baghdad.