المخاطر الجيومورفولوجية وأثرها على طرق النقل في ناحية زهلان بمحافظة السليمانية

أ.م.د سعدون مشرف حسين جديع الشعباني
جامعة الأنبار – كلية الآداب
sadoon.mashreef@uoanbar.edu.iq

Geomorphological Risks and Their Impact on Transportation in the Zhelan Subdistrict, Sulaymaniyah Governorate

Assistant Professor Dr. Saadoun Mushrif Hussein Jdeia Al-Shaabani
University of Anbar – College of Arts

المستخلص

تناول البحث دراسة المخاطر الجيومورفولوجية وأثرها على طرق النقل في ناحية زهلان، التابعة ادارياً لقضاء شاربازير بمحافظة السليمانية، التي تقع بين دائرتي عرض (ْ٠٠ ً٤١ ٍ٣٥ – ْ٠٠ ً٤٩ ٍ٣٥) شمالاً، وخطي طول (ْ٠٠ ً٣٦ ٍ٤٥ – ْ٠٠ ً٤٩ ٍ٤٥) شرقاً؛ فشغلت مساحة قدرها (٢٠٣) كم٢، التي تقع على ارتفاع ما بين (٩٥٧.٨ – ٢٠٠٠)م فوق مستوى سطح البحر، وتم دراسة الخصائص الطبيعية وبيان دورها كعامل مسبب في تباين المخاطر الجيومورفولوجية، المتمثلة بجرف وتدمير وقطع الطرق بالمسيلات المائية، والانهيارات الأرضية والانزلاقات الكتل الصخرية، وتم تقسيم منطقة الدراسة إلى خمسة أصناف للتعرية الأخدودية، حسب معادلة (Bergsma 1983)، ومن ثم تم إجراء مطابقة الخرائط وفق خاصية (maps overly) في برنامج (Arc maps) التي تعمل على ربط خمس طبقات، كالبنية الجيولوجية، والارتفاعات، ودرجة الانحدار، والتعرية، والغطاء النباتي، ومن ثم استخراج خريطة مخاطر طرق النقل، التي حددت ثلاثة أصناف من الخطورة وهي مناطق قليلة الخطورة، وشغلت مساحة (١٧) كم٢، وبنسبة (٨.٤٪) من المساحة الكلية، وبلغت أطوال الطرق فيها (١٤) كم، وبنسبة (١٥.٨٪) من المجموع الكلي لأطوال الطرق؛ ومناطق متوسطة الخطورة، شغلت مساحة (١١٨) كم٢، وبنسبة (٥٨.١٪)من المساحة الاجمالية، وبلغت اطوال الطرق في منطقة متوسطة الخطورة (٤١) كم، وبنسبة (٤٥.٣٪) من المجموع الكلي لأطوال الطرق، في حين شغلت مساحة المناطق الخطرة (٦٨) كم٢، وبنسبة (٣٣.٥٪) من مساحة منطقة الدراسة، وبلغت اطوال الطرق الخطرة (٣٥) كم، وبنسبة (٣٨.٧٪) من المجموع الكلي لأطوال الطرق البالغة (٩٠) كم.

الكلمات المفتاحية:- المخاطر ، الجيومورفولوجية ، طرق النقل، ناحية زهلا..

Abstract

The Current research examines the Geomorphological risks and their Impact on transportation routes in the Zhelan subdistrict, administratively affiliated with Sharbazher District in Sulaymaniyah Governorate, the area lies between the latitudes (35°41′00″ – 35°49′00″) north and the longitudes (45°36′00″ – 45°49′00″) east. It covers an area of approximately (203) km² and is situated at elevations ranging from (957.8 to 2000) meters above sea level. This research studies its natural properties and their role as a contributing factor in the variation of the geographical risks. These risks are erosion, destruction, and the cutting of roads by water channels, as well as landslides and rock mass movements. The studied area is classified into five categories of gully erosion according to the (Bergsma, 1983) equation. Subsequently, map matching was carried out using the (Maps Overlay) function in the ArcGIS program, which integrates five layers: geological structure, elevation, slope gradient, erosion, and vegetation cover. A transportation hazard map is generated, the map identified three levels of risk: low-risk areas, covering (17) km² or (8.4%) of the total area, with road lengths of (14) km, representing (15.8%) of the total road network; medium-risk areas, covering (118) km² or (58.1%) of the total area, with road lengths of (41) km, representing (45.3%) of the total road lengths; while high-risk areas covered (68) km², accounting for (33.5%) of the study area, with hazardous road lengths reaching (35) km, representing (38.7%) of the total road network length of (90) km.

Keywords: Risks, Geomorphology, Transportation Routes, Zhelan Subdistrict

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

تُعدّ دراسة المخاطر الجيومورفولوجية التي مؤثرة بشكل كبير في سلامة طرق النقل في ناحية زهلان، إذ تُسهم البنية الجيولوجية والطوبوغرافية وخصائص التربة والصخور، في زيادة المخاطر الجيومورفولوجية، فعند إنشاء شبكات طرق النقل بدون تخطيط ودراسة مسبقة، مما يؤدي إلى تعرضها إلى المخاطر الجيومورفولوجية المتمثلة بالسيول الجارفة والانهيارات الأرضية والانزلاقات الصخرية والمفتتات التربة والصخور بأحجام مختلفة، التي تسهم في تدمير الطرق، يجب الأخذ بنظر الاعتبار بعض الاحتياطات والاجراءات اللازمة لتقليل وتفادي المشاكل المتوقعة والحفاظ على سلامة شبكة الطرق المقامة او التي سوف تقام في المستقبل.

مشكلة البحث

١- هل للخصائص الطبيعية أثر على طرق النقل في منطقة الدراسة؟

٢- ما هي المخاطر الجيومورفولوجية المؤثرة على طرق النقل في ناحية زهلان؟

٣- هل للمخاطر الجيومورفولوجية تأثيرا واضحا على طرق النقل في ناحية زهلان؟

فرضية البحث

١- تُعدّ الخصائص الطبيعية المتمثلة بالبنية الجيولوجية وطوبوغرافية السطح والارتفاعات عن مستوى سطح البحر، ودرجة الانحدار واتجاهه، وعناصر المناخية ولا سيما الامطار، ونوعية التربة، مؤثرة على طرق النقل في ناحية زهلان.

٢- أنّ الجريان السيلي والانهيارات الطينية، والانزلاقات الصخرية، وحركة المواد سطح الارض من التربة والمفتتات ذات أحجام مختلفة، وعمليات التعرية، تُعدّ جميعها من أبرز المخاطر الجيومورفولوجية التي تتعرض لها طرق النقل في ناحية زهلان.

٣- هناك أثر واضح للمخاطر الجيومورفولوجية على طرق النقل في ناحية زهلان، وصنفت تلك المخاطر إلى ثلاثة مستويات، تحددت حسب درجة خطورتها إلى، مناطق قليلة الخطورة ومتوسطة الخطورة ومناطق الخطرة.

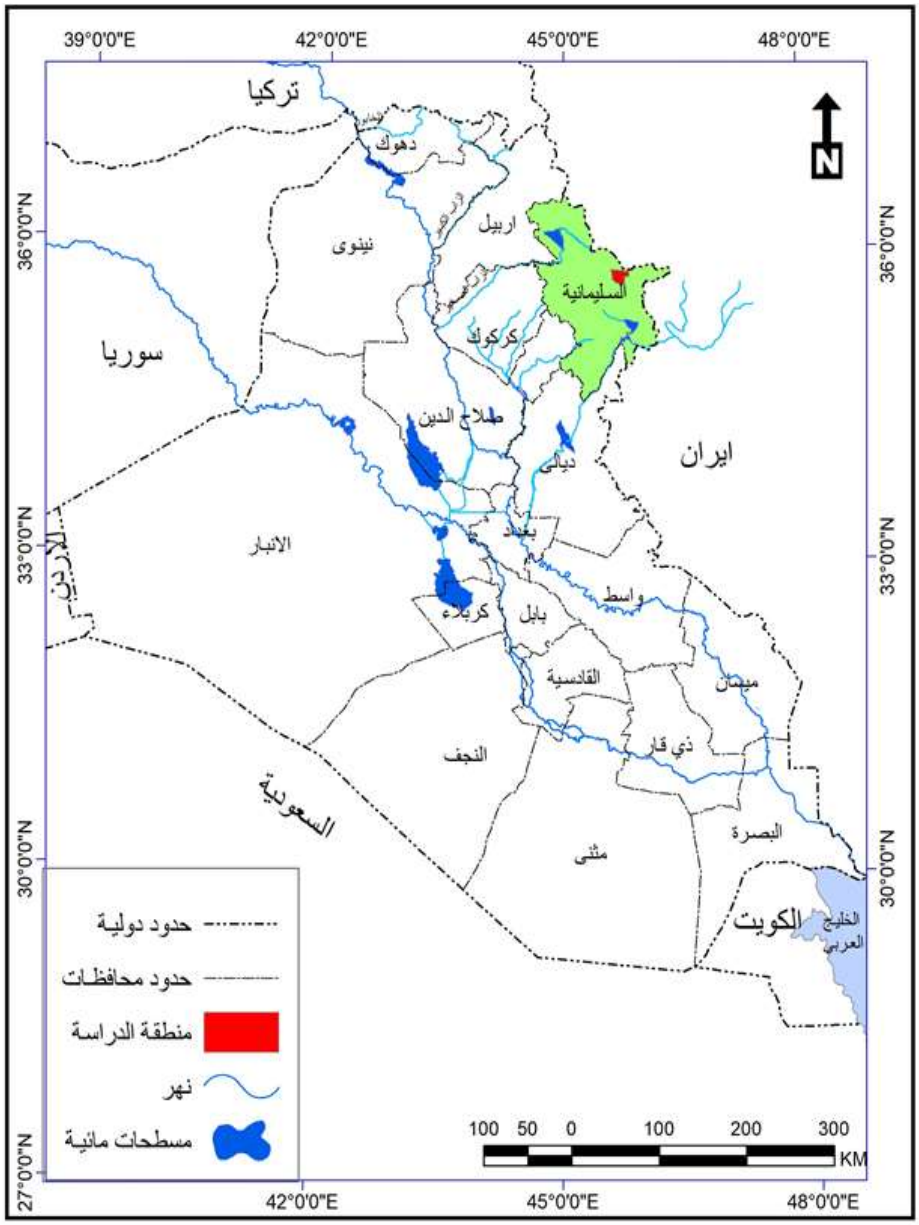
هدف البحث

معرفة تباين أثر الخصائص الجيومورفولوجية على طرق النقل في منطقة الدراسة، والكشف عن المخاطر والآثار المترتبة على تلك الطرق، وتصنيفها حسب درجة خطورتها، ومن ثم تحديد الطرق الخطرة في ناحية زهلان، وكيفية الحد منها أو تقليل هذه المخاطر.

حدود منطقة البحث

تقع ناحية زهلان شمال شرق محافظة السليمانية، التابعة اداريّا لقضاء شاربازير، التي تحده من جهة الشمال ناحية باسني، ومن جهة الشرق تحده قضاء بنجوين، ومن جهة الجنوب قضاء سيد صادق، ومن الغرب تحده ناحية جوارتا، وتحده من جهة الجنوب الغربي ناحية سيتيك، كما توضح الخريطة (١) وبلغت مساحته (٢٠٣) كم٢، أما الموقع الفلكي، فيقع بين دائرتي عرض (ً٠٠ ٍ٤١ ْ٣٥ – ً٠٠ ٍ٤٩ ْ٣٥) شمالاً، وخطي طول (ً٠٠ ٍ٣٦ ْ٤٥ – ً٠٠ ٍ٤٩ ْ٤٥) شرقاً .

الخريطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق



المصدر: وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠، لسنة ٢٠٢٢.

المبحث الأول: الخصائص الطبيعية في ناحية زهلان

أولا: التكوينات الجيولوجية:- تلعب التكوينات الجيولوجية دوراً اساسياً في تخطيط وتنفيذ الطرق في منطقة الدراسة، وكذلك تحدد درجة التأثير والمخاطر الجيومورفولوجية التي تتعرض لها الطرق، المتمثلة بتحرك المواد الأرضية والسيول الجارفة والانهيارات والتساقط الصخري، ولاسيما في المناطق الجبلية، وتسهم المنطقة بتنوع الكبير في التكوينات الجيولوجية، كما موضح في الخريطة (٢) والجدول (١).

١- الصخور الحمراء:- ينتشر هذا التكوين في الأجزاء الغربية من منطقة الدراسة، ويعد ثاني أكبر تكوينات الجيولوجية في المنطقة، الذي شغل مساحة (٤٧) كم٢، وبنسبة (٢٣.٢٪) من مساحة منطقة الدراسة.

٢- تكوين قلقلة:- يشغل هذا التكوين الأجزاء الوسطى والشرقية لمنطقة الدراسة، إذ يُعدّ أكبر التكوينات الجيولوجية مساحة، بلغت (١٣٤) كم٢، وبنسبة (٦٥.٨٪) من المساحة الإجمالية للمنطقة، ويتكون من مدملكات الراديولارية والطفل والحجر الجيري ومدملكات الحصوية، وترجع إلى عصر الكريتاسي الأسفل (العمري، ١٩٧٧، ص٢٤).

٣- تكوين بالمبو- كوميتان:- يقع هذا التكوين جنوب غرب منطقة الدراسة، يُعدّ ثالث أكبر التكوينات الجيولوجية، ويشغل مساحة قدرها (١٩) كم٢، وبنسبة (٩.٤٪) من مساحة منطقة الدراسة.

٤- تكوين تانجيرو – شرانش:- يُعدّ أقل التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة مساحة، إذ بلغت (١) كم٢، وبنسبة (٠.٥٪) من المساحة الإجمالية، ويتركز في أقصى جنوب غرب منطقة الدراسة، ويتألف من الحجر الطيني، والحجر الرملي والجيري، والحجر المارل ذات اللون الأزرق، وتعاقب طبقات الشيل، ويرجع إلى عصر

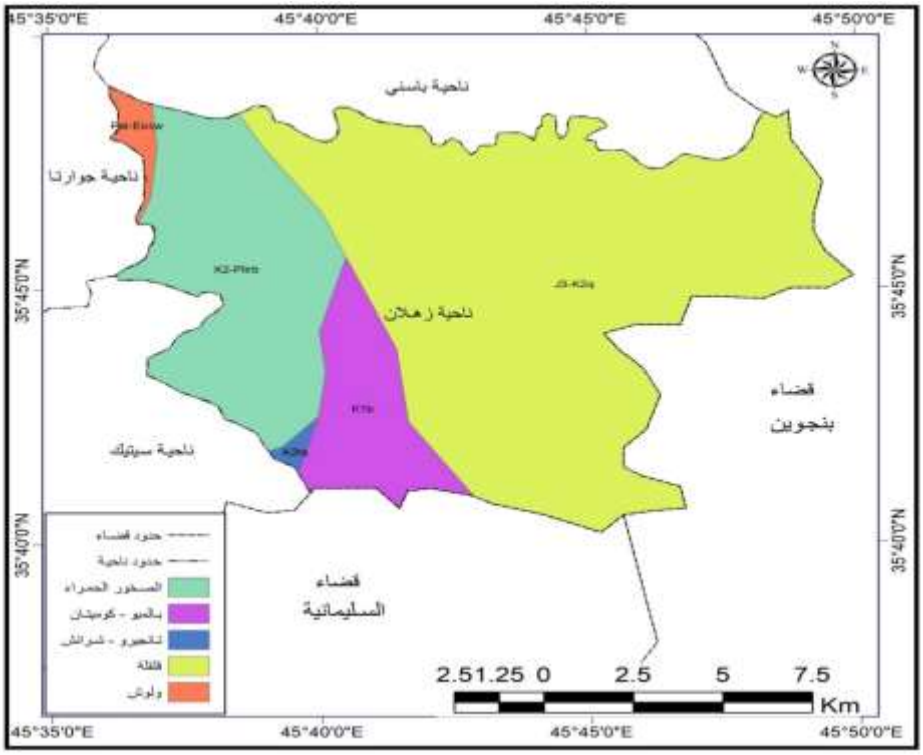
الكريتاسي الأعلى، ويسهم هذا التكوين في زيادة مخاطر الجيومورفولوجية والانزلاقات الأرضية، وتفتت الصخور الطينية، مما يؤدي الى ضعف استقرار المنحدرات، ولاسيما في مناطق سقوط الأمطار.

٥- تكوين ولوش:- يقع هذا التكوين في أقصى الشمال الغربي من منطقة الدراسة، الموازية للحدود الإدارية لناحية جوارتا، وبلغت مساحته (٣) كم٢، وبنسبة (١.٣٪) من المساحة الإجمالية، ويتألف هذا التكوين من الحجر الرملي ذي اللون الأخضر، وحجر الطفل، والصخور الطينية والرملية والغرينية (خلف، ٢٠٢٥، ص٢٧٨).

ثانيا: الطوبوغرافية:- تعد الطوبوغرافية من أبرز الخصائص الطبيعية المؤثرة في حدوث المخاطر الجيومورفولوجية، وذلك لارتباطها بدرجة التضرس ودرجة الانحدار وشدته، مما يؤدي إلى حدوث عمليات الجيومورفولوجية، ولاسيما في السفوح الشديدة الانحدار، التي تزيد من عملية حت التربة ونشاط التعرية المائية، نتيجة سرعة جريان المياه، التي تتعرض إلى مخاطر الفيضان، فضلاً عن حركة المواد الصخرية والانزلاقات والانهيارات الطينية، من أجل إبراز صورة واضحة عن أثر الطوبوغرافية على طرق النقل في قضاء زهلان، ولابد من التركيز على الآتي:

١- نطاقات الارتفاعات المتساوية:- تتباين الارتفاعات في منطقة الدراسة، ما بين (٩٥٧.٨ – ٢٠٠٠) م فوق مستوى سطح البحر، ويمكن تقسيم منطقة الدراسة إلى خمسة نطاقات تضاريسية وحسب

الخريطة (٢) التكوينات الجيولوجية في ناحية زهلان



المصدر: وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة العراق الجيولوجية ، مقياس ١:٢٥٠٠٠٠ لسنة ٢٠٠٠.

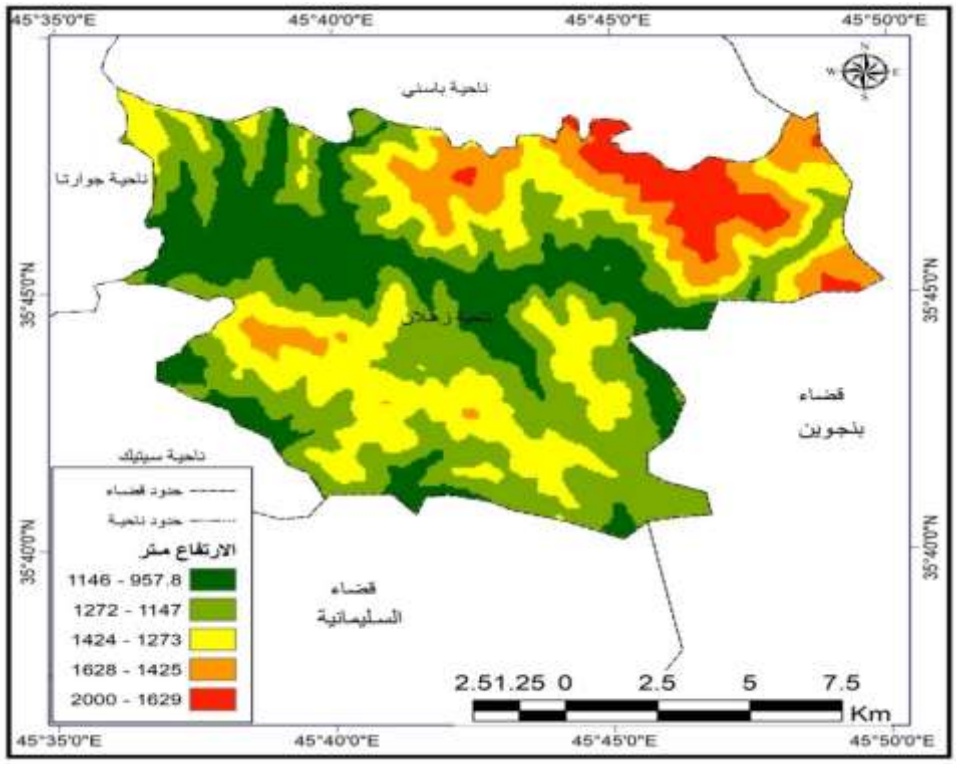
الجدول (١) مساحة التكوينات الجيولوجية في ناحية زهلان

ت	الصنف	المساحة كم٢	%
١	بالمبو – كوميتان	19	9.4
٢	تانجيرو – شرانش	1	0.5
٣	ولوش	3	1.3
٤	الصخور الحمراء	47	23.2
٥	قلقلة	134	65.8
٦	المجموع	203	100

المصدر: تم استخراج المساحات باستخدام برنامج (GIS) Arc Map 10.8

الارتفاع عن مستوى سطح البحر، كما موضح في الخريطة (٣) والجدول(٢).

الخريطة (٣) الارتفاعات المتساوية في ناحية زهلان



المصدر: نموذج التضرس الرقمي (DEM) بدقة ٣٠ متر مربع لسنة ٢٠١٥ ومعالجتها باستخدام Arc Map 10.8 (GIS)

الجدول (٢) مساحة الارتفاعات المتساوية في ناحية زهلان

ت	الارتفاع عن مستوى سطح البحر/م	المساحة كم٢	النسبة %
١	٩٥٧.٨ – ١١٤٦	٤٧	٢٣.١٥
٢	١١٤٧ – ١٢٧٢	٧٠	٣٤.٤٨
٣	١٢٧٣ – ١٤٢٤	٥٣	٢٦.١١
٤	١٤٢٥ – ١٦٢٨	٢٢	١٠.٨٤
٥	١٦٢٩ – ٢٠٠٠	١١	٥.٤٢
٦	المجموع	٢٠٣	١٠٠

المصدر:- بالاعتماد على الخريطة (٣).

أ- النطاق الأول (٩٥٧.٨ – ١١٤٦) م فوق مستوى سطح البحر، يتركز في الأجزاء الوسطى الممتدة من الشرق إلى الغرب، وبعض الأجزاء الجنوبية، تكون منطقة سهلية قليلة الانحدار مقارنة بتضاريس المنطقة، وتتألف من ترسبات الطينية والرملية والغرينية وترسبات الأنهار ولاسيما في مناطق إقدام التلال، وتشغل مساحة (٤٧) كم٢، وبنسبة (٢٣.١٥٪) من مساحة منطقة الدراسة، التي يقل فيها المخاطر الجيومورفولوجية.

ب- النطاق الثاني (١١٤٧ – ١٢٧٢) متر، وتشمل الأراضي القدمات أو أراضي المراوح الفيضية، التي تُعدّ أكبر نطاقات الارتفاع من حيث المساحة، فبلغت (٧٠) كم٢، وبنسبة (٣٤.٤٨٪) من المساحة الإجمالية في المنطقة.

ت- النطاق الثالث (١١ ٧٣ – ١٤٢٤) متر، يُعدّ ثاني أكبر نطاقات الارتفاع، التي شغلت مساحتها (٥٣) كم٢، وبنسبة (٢٦.١١٪) من المساحة الكلية، التي تشمل منحدرات السلاسل التلال، التي تتعرض إلى مخاطر الجيومورفولوجية المتمثلة بالتعرية والجرف التربة، عند سقوط الأمطار وزياده عمليات التعرية الإخدودية فيها التي تؤثر على طرق النقل في منطقة الدراسة.

ث- النطاق الرابع (١٤٢٥ – ١٦٢٨) متر، ويشمل هذا النطاق منطقة التلال، التي تتركز في الشمال والشمال الشرقي، وبعض مناطق صغيرة في الأجزاء الغربية من منطقة الدراسة، تُعدَّ هذه المناطق غير مستقرة، إذ تؤدي الى حدوث مخاطر الجيومورفولوجية وتلحق أضراراً جسيمة في شبكة الطرق الموجودة او التي ستخطط في المستقبل، وشغلت مساحة قدرها (٢٢) كم٢، وبنسبة (١٠.٨٤٪) من مساحة منطقة الدراسة.

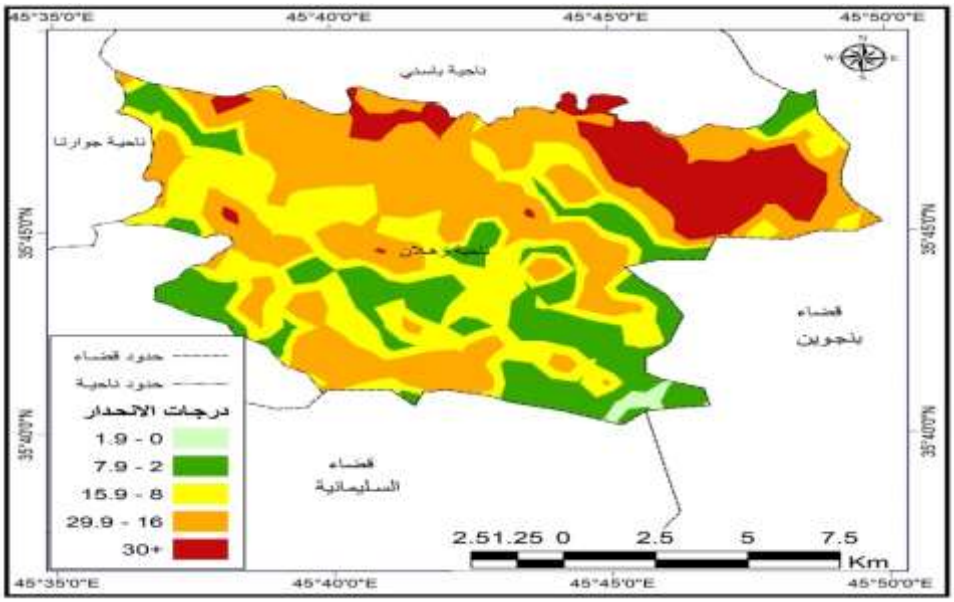
ج- النطاق الخامس (١٦٢٩ – ٢٠٠٠) متر، والتي تشمل السلاسل الجبلية المرتفعة التي تقع في ناحيه زهلان، ويتركز هذا النطاق في أقصى الشمال الشرقي من المنطقة، إذ تُعدّ أكثر المناطق المؤثرة على طرق النقل، التي تتعرض إلى الانهيارات الأرضية والانزلاقات الصخرية وحركة المواد على تلك المنحدرات، فضلاً عن السيول الجارفة التي تدمر الطرق في المنطقة، وشغلت مساحة (١١) كم٢، وبنسبة (٥.٤٢٪) من المساحة الإجمالية في المنطقة.

٢- الانحدارات:- تعد دراسة الانحدارات ذات أهمية كبيرة في التخطيط والتنفيذ الطرق النقل في ناحية زهلان ، وتكون القيم القياسية للانحدار في الطرق السريعة، إذا كانت مناطق مستوية تكون درجة الانحدار ملائمة بين (١- ٣٪)، أما في المناطق المتموجة تكون درجة الانحدار (٣ – ٥٪)، وفي المناطق الجبلية بين (٥ – ٧٪) كحد أقصى (مصطفى، ١٩٥٠،ص٤٤-٥٠)، أما إذا ارتفعت درجة الانحدار أكثر من الحد المسموح، فسوف تؤثر في تحديد مسارات الطرق، وتجنب المنحدرات الشديدة، مما يتطلب تكاليف باهظة لإنشاء الطرق والجسور والأنفاق، ومن خلال ملاحظة الخريطة (٤) والجدول (٣) ،تم تصنيف منطقة الدراسة إلى خمس فئات انحدارية حسب تصنيف زنك وهي:

أ- فئة الأراضي المستوية (٠ْ – ١.٩ْ)، وتشكل مساحة قدرها (٢) كم٢، وبنسبة (١٪) من مساحة منطقة الدراسة، تُعدّ من أفضل الفئات الانحدارية والملائمة لإنشاء طرق النقل، ولا تحتاج إلى عمليات القطع والتسوية والردم، وانخفاض تكاليف الإنشاء، وتكون أكثر كفاءة مقارنة بالمناطق الجبلية

ب- فئة الأراضي ذات تموج خفيف (٢ْ – ٧.٩ْ)، وبلغت مساحته (٣٩) كم٢، وبنسبة (١٩.٢٪) من مساحة منطقة الدراسة، وتعرض هذه الفئة إلى مخاطر الجيومورفولوجية، وتحرك المواد

الخريطة (٤) درجات الانحدار في ناحية زهلان



المصدر: نموذج التضرس الرقمي (DEM) بدقة ٣٠ متر مربع لسنة ٢٠١٥ ومعالجتها باستخدام Arc Map 10.8 (GIS)

الجدول (٣) درجات الانحدار حسب تصنيف في ناحية زهلان

ت	درجات الانحدار	المساحة / كم٢	النسبة المئوية %	نوع السطح
١	٠ – ١.٩	2.0	1.0	سطح مستوي
٢	٢ – ٧.٩	39.0	19.2	تموج خفسف
٣	٨ – ١٥.٩	58.0	28.6	متموج
٤	١٦ – ٢٩.٩	79.0	38.9	مقطعة – مجزأة
٥	30+	25.0	12.3	مقطعة بدرجة عالية
٦	المجموع	203	100.0	

المصدر: تم استخراج المساحات باستخدام برنامج Arc Map 10.8 (GIS) وبالاعتماد على الخريطة (٤)

الأرضية المنخفضة، إلا في حالة وجود عوامل تُساعد في حدوث تلك المخاطر المتمثلة بالأنشطة البشرية او سقوط الأمطار، التي تؤدي إلى زعزعة استقرارية التربة، أو قد تحدث بعض التحركات للتربة، لكنها تكون طفيفة ونادرة نسبياً.

ت- فئة الأراضي المتموجة (٨° – ١٥.٩°)، إذ تغطي مساحة قدرها (٥٨) كم٢، وبنسبة(٢٨.٦٪) من المساحة الإجمالية للمنطقة، وهذه الفئة تتطلب عند استغلالها اتخاذ إجراءات الحيطة والحذر، وقد تؤدي إلى الانهيارات الأرضية والانزلاقات الطينية، وتكون أكثر وضوحاً بعد سقوط الأمطار او عند ذوبان الثلوج.

ث- فئة الأراضي مقطع- مجزأة (١٦° – ٢٩.٩°) ، وتشغل مساحة (٧٩) كم٢، وبنسبة (٣٨.٩٪) من المساحة الكلية للمنطقة، وتُعدّ من أخطر الأماكن التي يحدث فيها تحرك المواد الأرضية والانهيارات والانزلاقات الطينية بسبب الجاذبية الأرضية.

ج- فئة الأراضي مقطعة بدرجة عالية (أكثر من ٣٠°)، فبلغت مساحته (٢٥) كم٢، وبنسبة (١٢.٣٪) من مساحة منطقة الدراسة، تُعدّ أكثر الأماكن خطورة، التي تتعرض الى الانهيارات الصخرية بشكل مفاجئ وسريع، مما يؤدي إلى قطع وتلف طرق النقل، وهذه الأماكن التي تحتاج إلى بعض الإجراءات اللازمة مثل بناء جدران ساندة او استعمال أشباك معدنية، لمنع سقوط الكتل الصخرية.

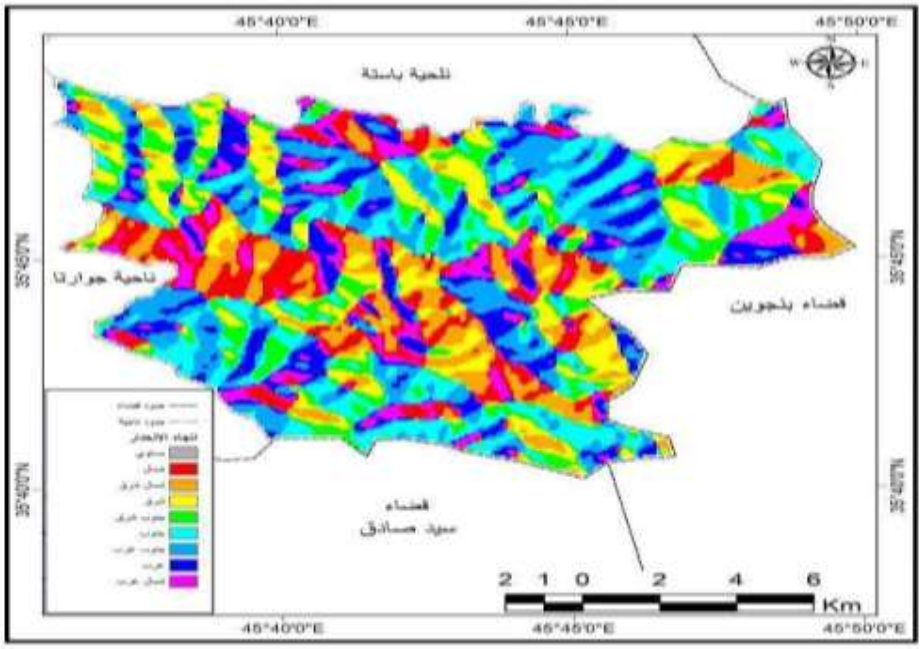
٣- اتجاه الانحدار:- يُعدّ اتجاه الانحدار من العوامل المهمة التي تؤدي إلى نشاط التعرية المائية، وحركة مواد الأرضية والانزلاقات الكتل الصخرية والانهيارات الطينية، باتجاه المنحدر فتصبح مناطق غير ملائمة لطرق النقل. وتبين من خلال ملاحظة الخريطة (٥) والجدول (٤)، إن أكبر اتجاهات الانحدار من حيث المساحة، هو الاتجاه الشمالي، فبلغت مساحته (٣٣) كم٢، وبنسبة (١٦.٢٥٪) من المساحة

الإجمالية للمنطقة، وأقلها مساحة هو الاتجاه الشمال الغربي، وتغطي مساحة قدرها (١٥) كم٢، وبنسبة (٧.٣٩٪) من مساحة منطقة الدراسة.

ثالثا: المناخ:- تُؤدي العناصر المناخية دوراً مهماً في حدوث العديد من المخاطر الجيومورفولوجية، وعمليات التجوية الميكانيكية، نتيجة ارتفاع وانخفاض في درجات الحرارة، وتبين من خلال تحليل الجدول (٥) إن أعلى معدل في درجة الحرارة سجلت في شهر تموز (٣٣.٠٥) مْ، وأدنى معدل في درجة الحرارة سجلت في شهر كانون الثاني (٦.١٥) مْ، في حين إن مجموع الأمطار سجلت في محطة السليمانية (٧٢٣.٩) ملم، وتكون شدتها في شهر كانون الثاني سجلت (١٥٤.٨) ملم، تُعدّ هذه الكمية كافية لجريان السيلي والتعرية المائية، التي تؤدي إلى جرف وإزالة المواد الأرضية وترطيبها وعرضها لخطر انزلاقها او سقوطها، ولا سيما المناطق التي تقع تحت نطاق التأثير، فضلاً عن التجوية الكيميائية التي تعمل على إذابة الصخور القابلة للذوبان، مما يؤثر على طرق النقل، في حين سجل أعلى معدل لسرعة الرياح في شهر نيسان (٢.٧) م/ثا، بينما سجل أدنى معدل لسرعة الرياح في شهر شباط (١.٣) م/ثا.

رابعا: التربة:- تُعدّ التربة من الخصائص الطبيعية ذات التأثير المباشر في تخطيط وتنفيذ شبكة الطرق (الشعباني، ٢٠١٥ ، ص٣٩)، ومدى تحملها للضغط الناجم عن ثقل المركبات، فضلا عن مدى استجابتها للعمليات التعرية والتجوية وكمية المياه المتسربة الى باطن الأرض، ويختلف سمكها من مكان الى اخر،

الخريطة (٥) اتجاه الانحدار في ناحية زهلان



المصدر: نموذج التضرس الرقمي (DEM) بدقة ٣٠ متر مربع لسنة ٢٠١٥ ومعالجتها باستخدام Arc Map 10.8 (GIS)

الجدول (٤) مساحات اتجاه الانحدار في ناحية زهلان

ت	اتجاه الانحدار	مساحة اتجاه الانحدار	النسبة %
١	المستوية	١٨	٨.٩
٢	الشمال	٣٣	١٦.٢٥
٣	الشمال الشرقي	٢٣	١١.٣٣
٤	الشرق	١٩	٩.٣٥
٥	الجنوب الشرقي	٢٢	١٠.٨٣
٦	الجنوب	٢٧	١٣.٣
٧	الجنوب الغربي	٢٥	١٢.٣١
٨	الغرب	٢١	١٠.٣٤
٩	الشمال الغربي	١٥	٧.٣٩
١٠	المجموع	٢٠٣	١٠٠

المصدر: تم استخراج المساحات باستخدام برنامج Arc Map 10.8 (GIS) وبالاعتماد على الخريطة (٥)

الجدول (٥) المعدل الشهري والسنوي لعناصر المناخ في محطة السليمانية للمدة (١٩٩٥-٢٠٢٥)

الشهر	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل
درجة الحرارة مْ	٦.١٥	٩.٤٥	١٠.٩	١٧.٥	٢٢.٧٥	٢٩	٣٣.٠٥	٣٢.٩	٢٩.٢٥	٢١.٤٥	١٤.٣	٩.٧٥	١٩.٧
مجموع الأمطار ملم	١٥٤.٨	١٠١.٩	١٤١.٤	٨٣.٣	٣٩.٢	١.٩	٠	٠	٣.٦	٣٠.٢	٥١.١	١١٦.٥	٧٢٣.٩
سرعة الرياح م/ثا	١.٦	١.٣	١.٨	٢.٧	٢.٤	٢.٦	٢.١	١.٩	١.٨	١.٤	١.٥	١.٧	١.٩

المصدر: وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية ، والرصد الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة.

وتكون ضحلة في المناطق الجبلية وشديدة الانحدار، بينما يزداد سمكها في بطون الأودية، والمناطق ذات الانحدار الطفيف، وعند اقدام الجبال بفعل تعرية السفوح وترسيبها. من خلال تحليل الخريطة (٦) والجدول (٦)، تبين أنّ هناك نوعين رئيسيين من التربة في منطقة الدراسة، حسب تصنيف بيورنك (Buringh، ١٩٦٠، p227) هما:

١- تربة الأراضي الجبلية الوعرة:- تركز هذه الترب في الجهات الشمالية والشمالية الشرقية، إذ تغطي مساحة قدرها (٧) كم٢، وبنسبة (٣.٤٪) من مساحة منطقة الدراسة، وتتألف تربتها من الصخور النارية والمتحولة وأحجار الكلس، وتكون تربتها ضحلة قليلة السمك، ولاسيما مناطق المرتفعات والشديدة الانحدار.

٢- تربة الأراضي الوعرة المشققة الصخرية، إذ تغطي هذه الترب معظم أجزاء منطقة الدراسة، وبلغت مساحتها (١٩٦) كم٢، وبنسبة (٩٦.٦٪) من المساحة الإجمالية للمنطقة، وتظهر بشكل مفتتات صخرية.

خامسا: الغطاء النباتي:- يُعدّ للغطاء النباتي أهمية كبيرة في تثبيت التربة، وصخور السفوح الجبلية، ولتقليل من خطورة عمليات التعرية الريحية والمائية، والحفاظ عليها

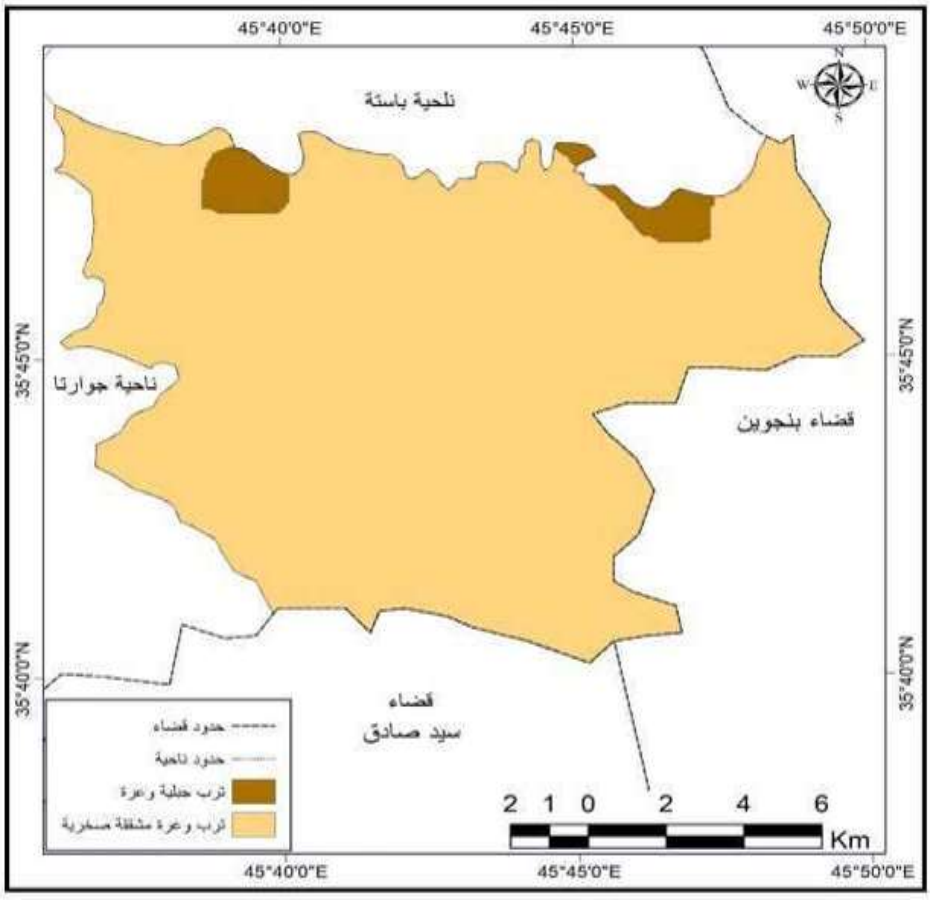
من السيول الجارفة، الناتجة عن التساقط المطري، تم تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة الى ثلاثة اصناف، كما موضح في الخريطة (٧) والجدول (٧).

١- غابات طبيعية:- شغلت الغابات الطبيعية أكبر مساحة في منطقة الدراسة، فبلغت (٩٧) كم٢، وبنسبة (٤٨.٧٨٪) من المساحة الإجمالية للمنطقة، وتركزت في الأجزاء الشرقية والجنوبية والجنوبية الشرقية، وتكون على شكل نباتات دائمة الخضرة.

٢- نباتات الأعشاب:- تظهر هذه النباتات في الأجزاء الشمالية والغربية والشمالية الغربية، وتكون من مناطق المراعي المهمة في ناحية زهلان، وشغلت مساحة قدرها (٧١) كم٢، وبنسبة (٣٤.٩٧٪) من المساحة الإجمالية.

٣- نباتات ضفاف الأنهار:- تظهر هذه النباتات على شكل شريط طولي من الغرب الى الجنوب الشرقي، وفي بعض الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية، وشغلت مساحة قدرها (٣٥) كم٢، وبنسبة (١٧.٢٥٪) من المساحة الكلية للمنطقة، وتتوزع هذه النباتات على ضفاف الأنهار وقيعان الوديان.

الخريطة (٦) أنواع الترب في ناحية زهلان



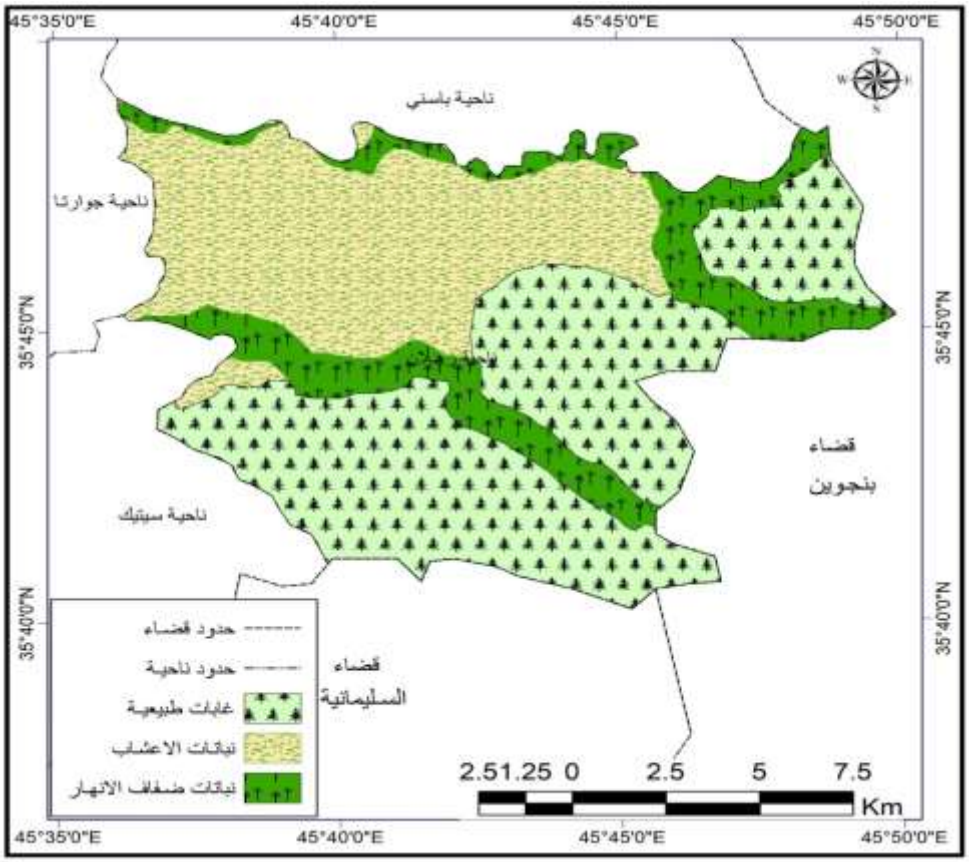
المصدر: Buringh, soils and soil conditions in Iraq. Ministry of Agriculture , Baghdad(1960.p227)

الجدول (٦) مساحة أنواع الترب ونسبتها المئوية في ناحية زهلان

ت	أصناف الترب	المساحة كم٢	النسبة %
١	تربة الأراضي الجبلية الوعرة	٧	٣.٤
٢	تربة الأراضي الوعرة المشققة الصخرية	١٩٦	٩٦.٦
٣	المجموع	٢٠٣	١٠٠

المصدر: تم استخراج المساحات باستخدام برنامج (GIS) Arc Map 10.8 وبالاعتماد على الخريطة (٦)

الخريطة (٧) الغطاء النباتي في ناحية زهلان



المصدر: مرئية فضائية (LandSat .8) بدقة ٣٠ متر مربع لسنة ٢٠٢٤

ومعالجتها باستخدام برنامج (G.I.S)Arc Map 10.8

الجدول (٧) مساحة أصناف الغطاء النباتي ونسبتها المئوية في ناحية زهلان

ت	أصناف الغطاء النباتي	المساحة كم٢	النسبة %
١	نباتات ضفاف الانهار	٣٥	١٧.٢٥
٢	نباتات الاعشاب	٧١	٣٤.٩٧
٣	غابات طبيعية	٩٧	٤٧.٧٨
٤	المجموع	٢٠٣	١٠٠

المصدر: تم استخراج المساحات باستخدام برنامج (GIS) Arc Map 10.8 وبالاعتماد على الخريطة (٦)

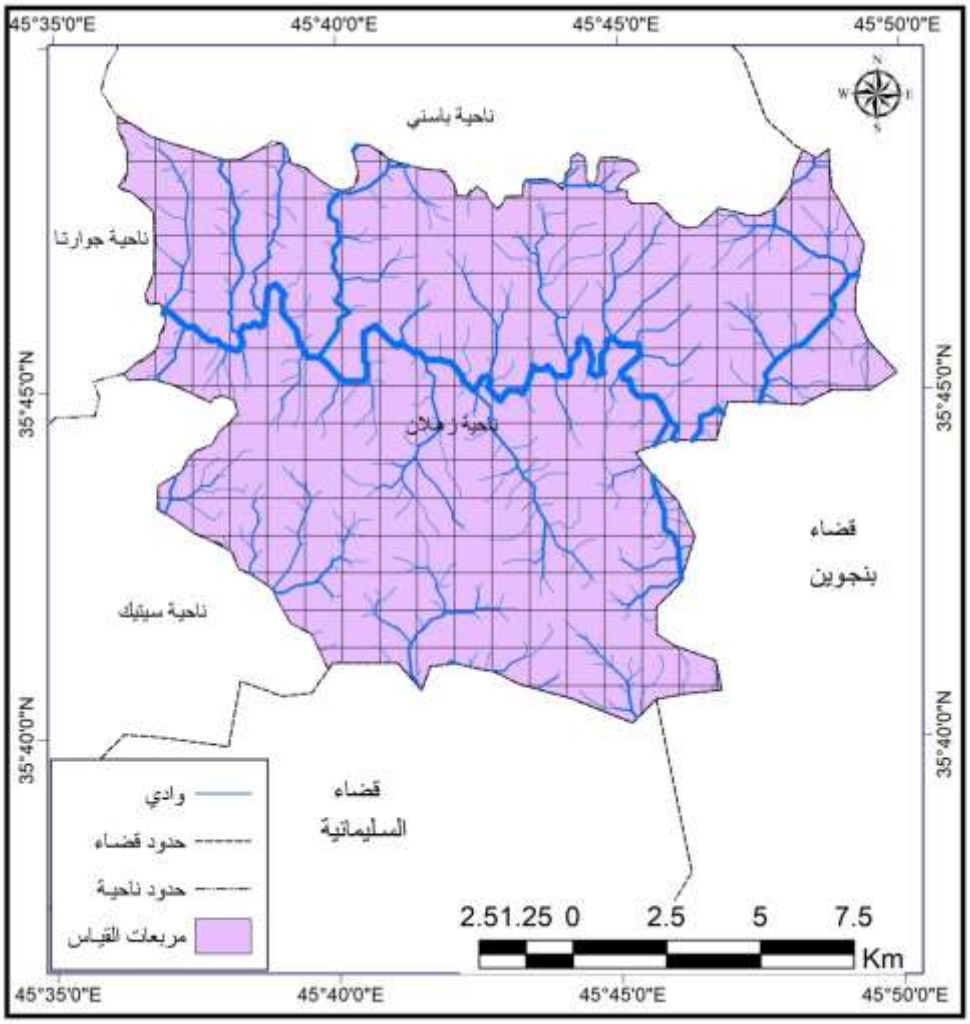
المبحث الثاني: التعرية الاخدودية في ناحية زهلان:-

تُعدّ التعرية الاخدودية من أهم العمليات الجيومورفولوجية، التي تؤثر على سطح الأرض، وتترك آثاراً واضحة وبدرجات متباينة حسب القوة المسببة ونوع البنية الجيولوجية التي تحدث فيها (ابو راضي،٢٠٠٤، ص٢٤٧)، مما يؤدي الى تآكل التربة أو الصخور اللينة نتيجة تدفق كميات كبيرة من المياه باتجاه المنحدر لتكوين اخاديد عميقة، ولاسيما في أثناء العواصف المطرية الشديدة (العطواني،٢٠١٥،ص٢١٢)، وتتسع هذه الأخاديد لتصل إلى عرض (١) متر، وعمقها الى عدّة امتار، ومن اجل قياس حجم التعرية الاخدودية في ناحية زهلان، بالاعتماد على المعادلة (Bergsma 1983.p166-174).

معدل التعرية = مجموع أطوال الأخاديد في كل مربع (م) / مساحة المربع الواحد (كم٢)

يتم تقسيم منطقة الدراسة إلى مربعات، كما موضح في الخريطة (٨).

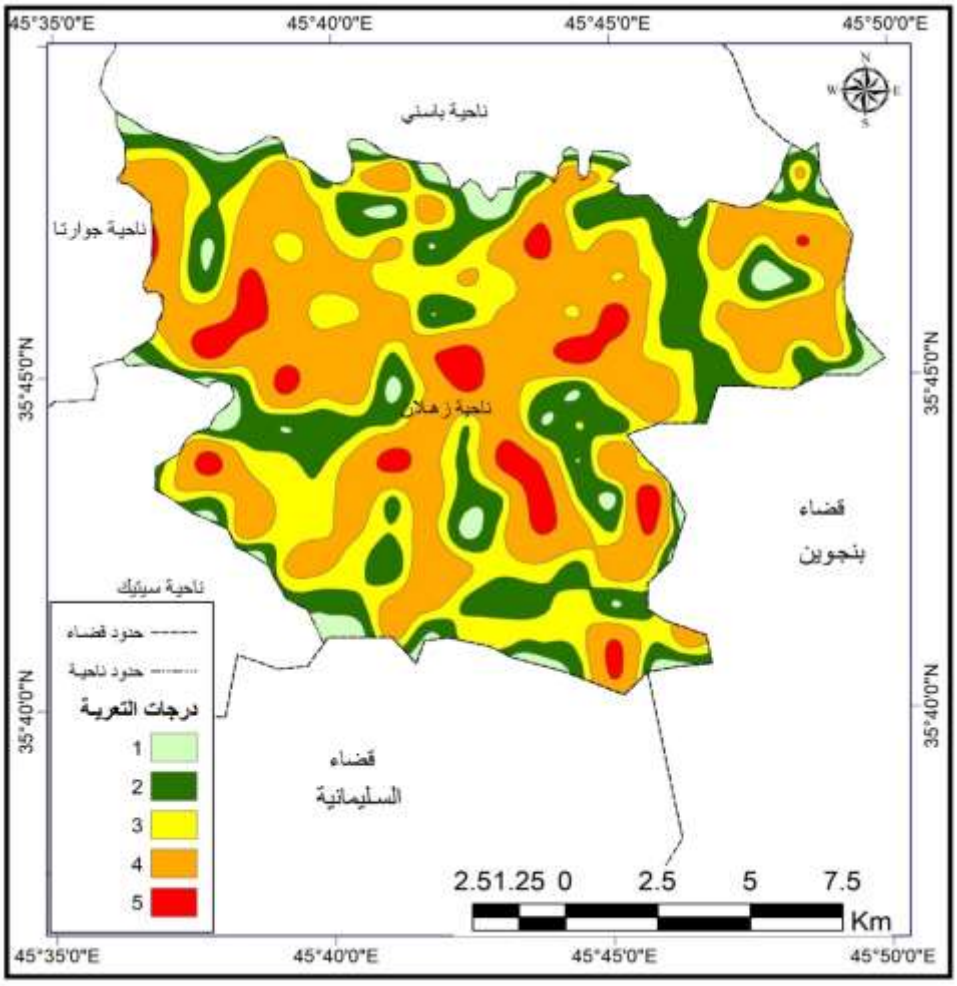
الخريطة (٨) قياس التعرية الأخدودية في ناحية زهلان



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

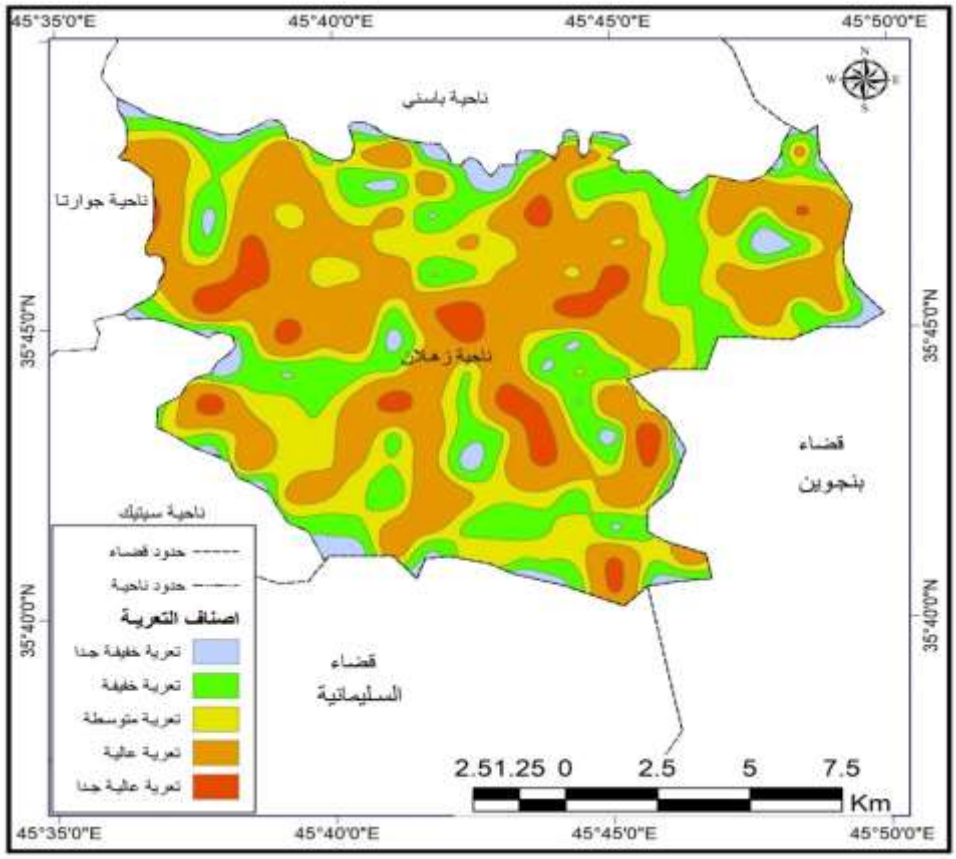
وتبين من خلال نتائج تطبيق المعادلة، تم تصنيف منطقة الدراسة الى خمسة أصناف التعروية، كما موضح في الخريطة (٩) و(١٠) والجدول (٨).

الخريطة (٩) درجات التعرية الأخدودية في ناحية زهلان



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

الخريطة (١٠) أصناف درجات التعرية الأخدودية في ناحية زهلان



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

الجدول (٨) مساحة أصناف التعرية حسب معادلة (Bergsma) في ناحية زهلان

درجة التعرية	صنف التعرية	اطوال الاخاديد/كم٢	المساحة كم٢	%
1	تعرية خفيفة جدا	0 - 400	9	4.4
2	تعرية خفيفة	401 - 1000	46	22.7
3	تعرية متوسطة	1001 - 1500	54	26.6
4	تعرية عالية	1501 - 2700	83	40.9
5	تعرية عالية جدا	2701 - 3700	11	5.4
المجموع			203	100.0

المصدر: تم استخراج المساحات باستخدام برنامج (GIS) Arc Map 10.8

١- الصنف الأول: التعرية الخفيفة جداً:- تقع ضمن الفئة (٠ - ٤٠٠)، تُعدّ أصغر أصناف التعرية مساحة، فبلغت (٩) كم٢، وبنسبة (٤.٤٪) من مساحة منطقة الدراسة.

٢- الصنف الثاني: التعرية الخفيفة:- تتراوح فئتها التعروية بين (٤٠١ - ١٠٠٠)، وشغلت مساحة (٤٦) كم٢، وبنسبة (٢٢.٧٪) من المساحة الإجمالية.

٣- الصنف الثالث: التعرية المتوسطة:- تندرج تحت الفئة (١٠٠١ - ١٥٠٠)، تُعدّ ثاني أكبر أصناف التعرية الأخدودية في المنطقة، وتغطي مساحة قدرها (٥٤) كم٢، وبنسبة (٢٦.٦٪) من المساحة الإجمالية للمنطقة، وتكون فعالية التعرية في هذا الصنف متوسطة الشدة؛ بسبب تباين التركيب الصخري، فضلا عن أن درجة انحدارها أقل مقارنة بالأصناف الأخرى.

٤- الصنف الرابع: التعرية العالية:- تصنف ضمن الفئة (١٥٠١ - ٢٧٠٠)، يُعدّ من أكبر أصناف التعرية مساحة، فبلغت (٨٣) كم٢، وبنسبة (٤٠.٩٪) من المساحة الكلية، فتميزت فعالية التعرية في هذا الصنف بالارتفاع، إذ يكون عمل المسيلات المائية عالية الكفاءة والسرعة في حت الصخور، ونقل الرواسب والمفتتات الصخرية لأماكن أخرى.

٥- الصنف الخامس: التعرية العالية جدا:- تقع داخل اطار الفئة (٢٧٠١ - ٣٧٠٠)، وشغلت المساحة قدرها (١١) كم٢، وبنسبة (٥.٤٪) من مساحة منطقة الدراسة، وتميز هذا الصنف بالتعرية المائية العالية جدا، نتيجة التباين في البنية الجيولوجية الأقل صلابة، ولاسيما ترسبات الزمن الرابع، فضلاً عن سرعة المسيلات المائية نظرا لشدة الانحدار، مما يزيد من نشاط التعرية وجرف التربة التي تؤثر على طرق النقل في هذا الصنف.

المبحث الثالث: المخاطر الجيومورفولوجية في ناحية زهلان

أولا: عمل انموذج المخاطر الجيومورفولوجية في ناحية زهلان :- إنّ بناء إنموذج لتحديد درجة المخاطر الجيو مورفولوجية المحتملة في منطقة الدراسة، مما يتطلب تحليل وتطابق الخرائط وفق خاصية (Maps overly) في برنامج (Arc Maps)، التي تعمل على ربط خمس طبقات منها درجة الانحدار والارتفاعات عن مستوى سطح البحر، ودرجة التعرية والغطاء النباتي والتركيب الجيولوجي، كما موضح في الشكل (١). وقد أعطيت أوزاناً لكل طبقة من تلك الطبقات لإنتاج خريطة وبيانات جديدة، وتحدد المخاطر الجيومورفولوجية المؤثرة على طرق النقل حسب اصناف الخطورة، كما موضح في الخريطة (١١) والجدول (٩)، ظهرت ثلاثة اصناف للخطورة.

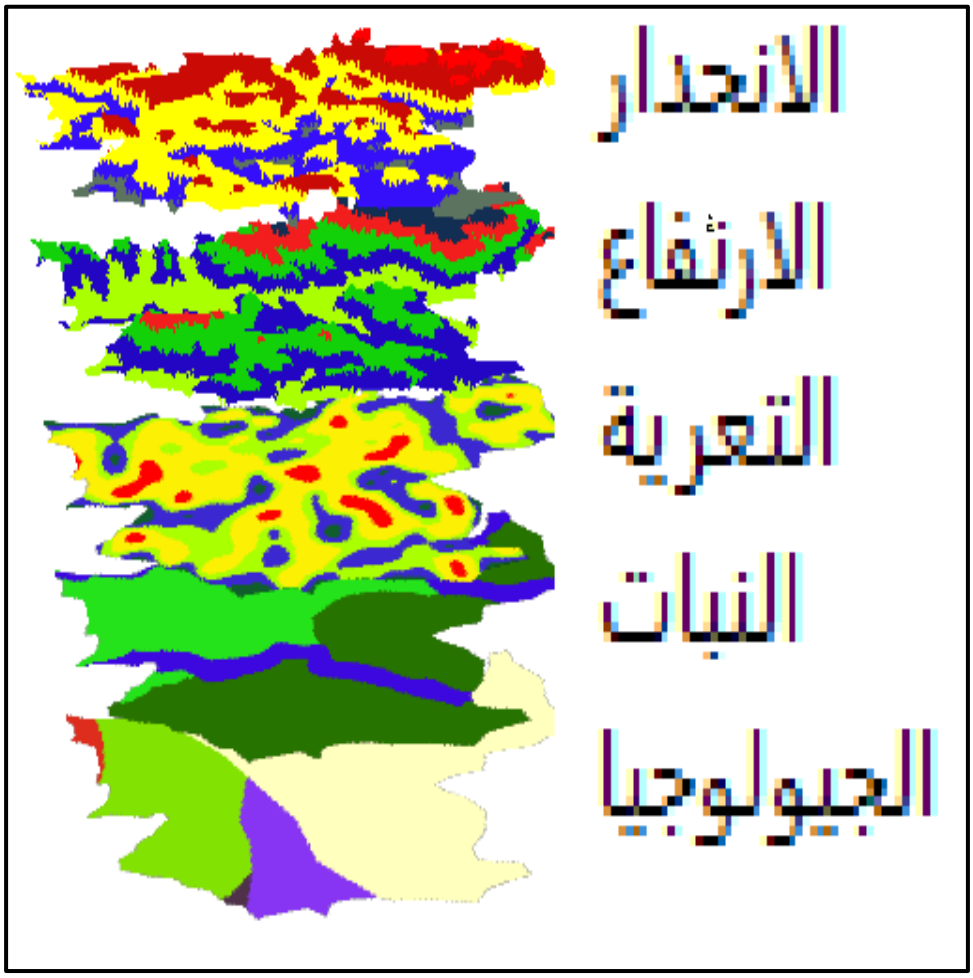
١- مناطق قليله الخطورة:- يتركز هذا الصنف في الأجزاء الغربية من منطقة الدراسة، التي تُعدّ من أكثر المناطق الملائمة لإنشاء طرق النقل، فشغلت مساحة (١٧) كم٢، وبنسبة (٨.٤٪) من المساحة الإجمالية للمنطقة.

٢- مناطق متوسطة الخطورة:- شكلت أكثر من نصف مساحة المنطقة، وتكون ملائمتها لإنشاء طرق النقل متوسطة، مما يتطلب بعض الاجراءات الوقائية وانشاء قنوات صغيرة لتصريف المياه وعدم تجمعها وتثبيت التربة لمنع الانزلاقات والانهيارات الطفيفة، وركزت في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية والغربية من منطقة الدراسة، وبلغت مساحتها (١١٨) كم٢، وبنسبة (٥٨.١٪) من المساحة الإجمالية.

٣- مناطق خطرة:- وتركزت في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية والشمالية الشرقية في منطقة الدراسة، وتكون هذه المناطق عالية الخطورة على طرق النقل، مما يتطلب إنشاء قنوات صغيرة لتصريف المياه بعيداً عن الطرق، وبناء حواجز ومساند

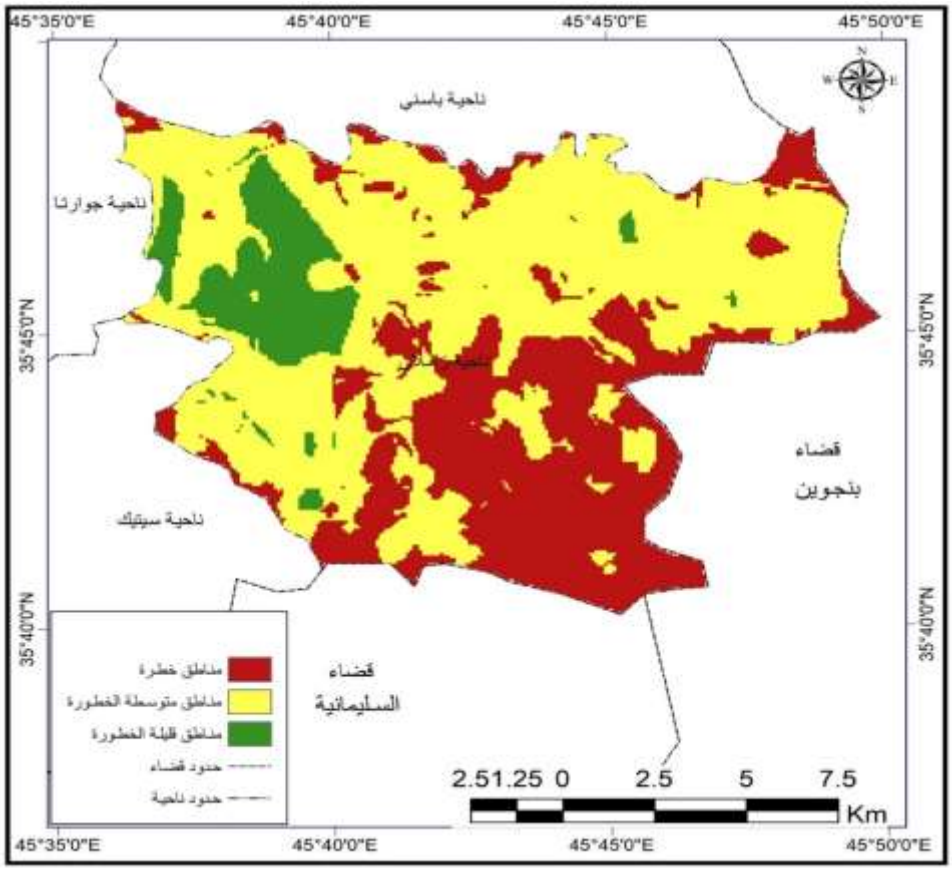
لدعم التربة من الانهيارات والانزلاقات وقد تشكل خطراً على الارواح والبنى التحتية في المنطقة، فشغلت مساحة قدرها (٦٨) كم٢، وبنسبة (٣٣.٥٪) من المساحة الكلية.

الشكل (١) الطبقات المدخلة في نمذجة المخاطر في ناحية زهلان



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

الخريطة (١١) أصناف المخاطر الجيومورفولوجية في ناحية زهلان



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

الجدول (٩) مساحات أصناف المخاطر الجيومورفولوجية في ناحية زهلان

ت	صنف الخطورة	المساحة كم٢	%
١	مناطق خطرة	68	33.5
٢	مناطق متوسطة الخطورة	118	58.1
٣	مناطق قليلة الخطورة	17	8.4
٤	المجموع	203	100.0

المصدر: تم استخراج المساحات باستخدام برنامج Arc Map 10.8 (GIS) . بالاعتماد على الخريطة (١١)

ثانيا: تصنيف طرق النقل حسب درجة الخطورة في ناحية زهلان

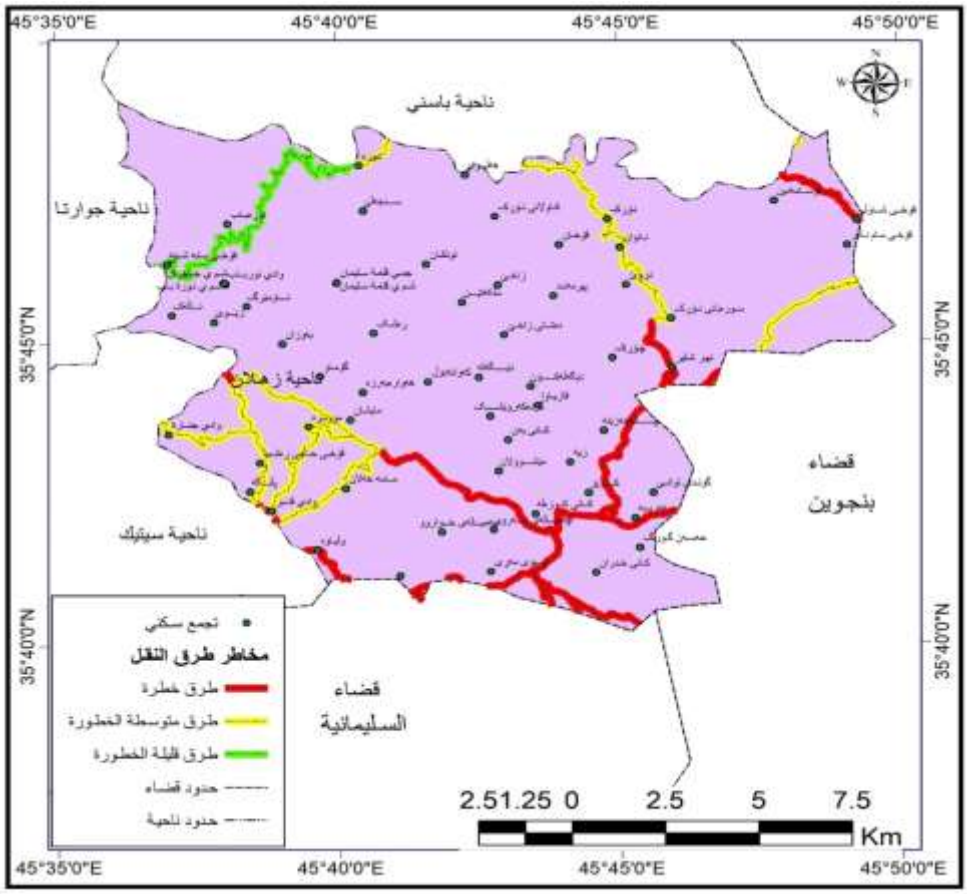
إنّ الخصائص الطبيعية المتمثلة بالتركيب الجيولوجي والارتفاع عن مستوى سطح البحر ودرجة الانحدار والتعرية والغطاء النباتي، لها دور في تحديد درجة المخاطر الجيومورفولوجية في ناحية زهلان، التي تسبب خسائر واضرار مادية في الأرواح والممتلكات والخدمات البنى التحتية، فضلاً عن تحديد مناطق قليلة الخطورة، تكون ملائمة لجميع الأنشطة البشرية، ولاسيما طرق النقل، كذلك الحال في مناطق متوسطة الخطورة، أما المناطق الخطرة، التي تؤثر في طرق النقل المقامة في منطقة الدراسة، او التي ستقام في المستقبل، وتكون أكثر عرضه لانهيارات الأرضية والانزلاقات كتل صخرية، وحركة المواد سطح الأرض والمسيلات المائية، من خلال مطابقة خريطة المخاطر الجيومورفولوجية في ناحية زهلان مع طرق النقل في نفس المنطقة، كما موضح في الخريطة (١٢) والجدول (١٠)، تبين ان طرق النقل في منطقة الدراسة، تكون متباينة من حيث الاطوال ودرجة الخطورة.

١- طرق قليلة الخطورة:- تركز هذه الطرق في الأجزاء الشمالية الغربية في منطقة الدراسة، التي بلغت أطوالها الممتدة في المناطق قليلة الخطورة (١٤) كم، وبنسبة (١٥.٨٪) من المجموع الكلي لأطوال الطرق في ناحية زهلان، التي تميزت بانبساط سطحها وقلة انحدارها، مما ساعد على تخطيط وتنفيذ شبكة طرق النقل .

٢- طرق متوسطة الخطورة:- تقع هذه الطرق في الأجزاء الشمالية والشرقية والغربية المتمثلة بالمناطق متوسطة الخطورة، التي بلغت اطوالها (٤١) كم، وبنسبة (٤٥.٣٪) من المجموع الكلي لأطوال الطرق في منطقة الدراسة، التي تشكل أعلى نسبة بين اطوال المنطقة، وتتعرض هذه الطرق الى احتمالية سقوط كتل صخرية، وحركة المواد الأرضية ومياه الجارفة والانهيارات الأرضية.

٣- طرق خطرة:- تتركز هذه الطرق في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية، فضلا عن الأجزاء الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة، تُعدّ ثاني أطول طرق النقل في المنطقة، التي بلغت اطوالها في المناطق الخطرة (٣٥) كم، وبنسبة (٣٨.٧٪) من المجموع الكلي لأطوال الطرق في منطقة الدراسة، التي تتعرض الى المخاطر الجيومورفولوجية لامتدادها في المناطق الجبلية وشديده الانحدار، مما يساعد على حدوث التعرية الأخدودية وتساقط كتل الصخرية ذات احجام المتباينة، والانهيارات والانزلاقات الطينية، التي تحدث أثناء المسيلات المائية التي تتخلل الفواصل والشقوق الموجودة فيها، وبالتالي تساعد على حدوث الانزلاقات بشكل سريع ومفاجئ، فضلاً عن حركة مواد سطح الأرض والتربة والمفتتات التي تسقط نحو الأسفل، وتؤدي إلى قطع طرق النقل، فضلاً عن حدوث خسائر مادية في الأرواح والممتلكات، ونلاحظ سفوح المنحدرات والمناطق المرتفعة تتأثر بهذه العملية أكثر من غيرها.

الخريطة (١٢) أصناف الطرق حسب درجة الخطورة في ناحية زهلان



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

الجدول (١٠) اطوال الطرق حسب درجة الخطورة في ناحية زهلان

ت	صنف الطريق	الطول كم	%
١	طرق خطرة	35	38.7
٢	طرق متوسطة الخطورة	41	45.3
٣	طرق قليلة الخطورة	14	15.8
٤	المجموع	90	100.0

المصدر: تم استخراج أطوال الطرق باستخدام برنامج (GIS) Arc Map 10.8 . بالاعتماد على الخريطة (١٢)

الاستنتاجات

١- تسهم منطقة الدراسة بتنوع الكبير في التكوينات الجيولوجية، وتقع معظم المنطقة ضمن تكوين قلقلة، ويتركز في الأجزاء الوسطى والشرقية لمنطقة الدراسة، وشغلت مساحة (١٣٤) كم٢، وبنسبة (٦٥.٨٪) من المساحة الإجمالية للمنطقة ، أما تكوين تانجيرو – شرانش يُعدّ أقل التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة مساحة، اذ بلغت (١) كم٢، وبنسبة (٠.٥٪) من المساحة الإجمالية، ويتركز في اقصى جنوب غرب منطقة الدراسة.

٢- تم تقسيم منطقة الدراسة إلى خمسة نطاقات تضاريسية حسب الارتفاعات عن مستوى سطح البحر، التي تراوحت ما بين (٩٥٧.٨ – ١١٤٦) م ، و (١٦٢٩ – ٢٠٠٠) م فوق مستوى سطح البحر.

٣- تقع اغلب منطقة الدراسة ضمن فئة الأراضي مقطع- مجزأة بين درجة الانحدار (١٦ْ – ٢٩.٩ْ) وتشغل مساحة (٧٩) كم٢، وبنسبة (٣٨.٩٪) من المساحة الكلية للمنطقة، تُعدّ من أخطر الأماكن التي تحدث فيها تحرك المواد الأرضية والانهيارات والانزلاقات الطينية بسبب الجاذبية الأرضية. وأقل مساحة تقع ضمن فئة الأراضي المستوية (٠ْ – ١.٩ْ)، وتشكل مساحة قدرها (٢) كم٢، وبنسبة (١٪) من مساحة منطقة الدراسة.

٤- تم تصنيف منطقة الدراسة إلى خمسة أصناف التعروية، حسب المعادلة (Bergsma)، أكبر مساحة للمنطقة تقع ضمن صنف التعرية العالية (١٥٠١ – ٢٧٠٠)، فبلغت (٨٣) كم٢، وبنسبة (٤٠.٩٪) من المساحة الكلية، أما تعرية الخفيفة جدا تقع ضمن الفئة (٠ – ٤٠٠)، تُعدّ أصغر اصناف التعرية مساحة، فبلغت (٩) كم٢، وبنسبة (٤.٤٪) من مساحة منطقة الدراسة.

٥- تتباين طرق النقل في منطقة الدراسة من حيث الاطوال ودرجة الخطورة، فبلغت طول الطرق بالمناطق متوسطة الخطورة (٤١) كم، وبنسبة (٤٥.٣٪) من مجموع الكلي لأطوال الطرق في منطقة الدراسة، التي تشكل أعلى نسبة بين اطوال المنطقة، بينما بلغت اطوالها في المناطق الخطرة (٣٥) كم، وبنسبة (٣٨.٧٪) من مجموع الكلي لأطوال الطرق في منطقة الدراسة، في حين بلغت طول الطرق في المناطق قليلة الخطورة (١٤) كم، وبنسبة (١٥.٨٪) من مجموع الكلي لأطوال الطرق للمنطقة.

التوصيات

١- إعداد قاعدة بيانات وافية عن المخاطر الجيومورفولوجية قبل تخطيط وتنفيذ طرق النقل في منطقة الدراسة.

٢- بناء خرسانات كونكريتية واستعمال صفائح حديدية، واشباك معدنية لدعم التربة والصخور، ولاسيما في المناطق شديدة الانحدار وبالقرب من طرق النقل لمنع الانهيارات والانزلاقات الصخرية.

٣- قطع السفوح شديدة الانحدار وإزالة الترب والصخور غير المستقرة، وانشاء مدرجات لتثبيت السفح، لتخفيف زاوية الانحدار وجعلها أكثر أمانا، وعمل القنوات مائية صغيرة لنقل المياه بعيداً عن الطرق، لتقليل من المخاطر الجيومورفولوجية، مما يضمن سلامة واستمرارية شبكات النقل.

٤- الاهتمام بالغطاء النباتي الذي يُعدّ من الوسائل المهمة للحد من المخاطر الجيومورفولوجية، إذ يعمل على تقليل تأثير مياه الأمطار على انجراف التربة وتثبيتها من الانهيارات والانزلاقات الطينية وكتل الصخرية.

الهوامش

١- فاروق صنع الله العمري، علي صادق، جيولوجيا شمال العراق، جامعة البصرة، ١٩٧٧،ص٢٤ .

٢- سهاد شلال خلف، التعرية الأخدودية في ناحية زهلان في محافظة السليمانية، مجلة ديالى للبحوث الأنسانية، العدد(١٠٦)، المجلد (٢)، كانون الأول، ٢٠٢٥، ص ٢٧٨.

٣- محمد عبدالمنعم مصطفى، واخرون، هندسة الطرق وتثبيت التربة، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة، ط١، ١٩٥٠،ص٤٤-٥٠.

٤- سعدون مشرف حسين جديع الشعباني، أهمية المعلومات الجيوتقنية في تخطيط المشاريع الهندسية في مدينة الرمادي، اطروحة دكتوراه، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة الأنبار، ٢٠١٥، ص٣٩.

5- Buringh, soils and soil conditions in lraq. Ministry of Agriculture , Baghdad(1960.p227)

٦- فتحي عبدالعزيز ابو راضي، الاصول العامة في الجيومورفولوجية، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان، ٢٠٠٤، ص٢٤٨.

٧- زينب ابراهيم حسين العطواني، التباين المكاني للظواهر الجيومورفولوجية الخطرة في محافظة اربيل، اطروحة دكتوراه، جامعة المستنصرية، كلية التربية، ٢٠١٥، ص٢١٢

المصادر

١- ابو راضي، فتحي عبدالعزيز ، الاصول العامة في الجيومورفولوجية، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان، ٢٠٠٤.

٢- خلف، سهاد شلال ، التعرية الأخدودية في ناحية زهلان في محافظة السليمانية، مجلة ديالى للبحوث الأنسانية، العدد(١٠٦)، المجلد (٢)، كانون الأول، ٢٠٢٥.

٣- الشعباني، سعدون مشرف حسين جديع ، أهمية المعلومات الجيوتقنية في تخطيط المشاريع الهندسية في مدينة الرمادي، اطروحة دكتوراه، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة الأنبار، ٢٠١٥.

٤- العطواني، زينب ابراهيم حسين ، التباين المكاني للظواهر الجيومورفولوجية الخطرة في محافظة اربيل، اطروحة دكتوراه، جامعة المستنصرية، كلية التربية، ٢٠١٥.

٥- العمري ،فاروق صنع الله ، علي صادق، جيولوجيا شمال العراق، جامعة البصرة، ١٩٧٧.

٦- مصطفى ،محمد عبدالمنعم ، واخرون، هندسة الطرق وتثبيت التربة، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة، ط١، ١٩٥٠.

٧- وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة العراق الجيولوجية ، مقياس ١:٢٥٠٠٠٠ لسنة ٢٠٠٠.

٨- وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠، لسنة ٢٠٢٢.

٩- وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية ، والرصد الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة.

10- Buringh, soils and soil conditions in lraq. Ministry of Agriculture , Baghdad(1960)

References

1- Abu Radi, Fathi Abdulaziz, General Principles of Geomorphology, Dar Al-Nahda Al-Arabiya, Beirut, Lebanon, 2004.
2- Khalaf, Suhad Shallal, Gulling Erosion in the Zahlan District of Sulaymaniyah Governorate, Diyala Journal of Humanities Research, Issue (106), Volume (2), December 2025.

3- Al-Shaabani, Saadoun Mushrif Hussein Jadie, The Importance of Geotechnical Information in Engineering Project Planning in Ramadi City, PhD Dissertation, College of Education for Humanities, University of Anbar, 2015.
4- Al-Atwani, Zainab Ibrahim Hussein, Spatial Variation of Hazardous Geomorphological Phenomena in Erbil Governorate, PhD Dissertation, Al-Mustansiriya University, College of Education, 2015.
5. Al-Omari, Farouk Sanallah, and Ali Sadiq, Geology of Northern Iraq, University of Basra, 1977.
6. Mustafa, Muhammad Abdul-Munim, and others, Road Engineering and Soil Stabilization, Anglo-Egyptian Library, Cairo, 1st ed., 1950.
7. Ministry of Industry and Minerals, General Authority for Geological Survey and Mineral Exploration, Geological Map of Iraq, scale 1:250,000, 2000.
8. Ministry of Water Resources, General Authority for Survey, Administrative Map of Iraq, scale 1:1,000,000, 2022.
9. Ministry of Transport and Communications, General Authority for Meteorology and Seismic Monitoring, Climate Department, unpublished data.
10- Buringh, soils and soil conditions in lraq. Ministry of Agriculture , Baghdad(1960)