

حركة المواد الارضية ومخاطرها في محافظة أربيل

م. م. زينب إبراهيم حسين

قسم جغرافية- كلية التربية - الجامعة المستنصرية

Zainb Ibraheem Hussain

أ. م. د. اسحق صالح العكام

قسم جغرافية- كلية التربية للبنات - جامعة بغداد

Dr. Issac Salih Alakaam

المستخلص

تضمن البحث دراسة مخاطر ناتجة عن طبيعة اختلاف الخصائص الانحدارية المتمثلة بمخاطر حركة المواد الأرضية في محافظة أربيل، إذ تم تصنيف انواع مخاطر الحركات الأرضية حسب سرعتها، الى (الانزلاقات الأرضية والتساقط الصخري والانقلاب الصخري والدرجة والتدفق الأرضي وزحف التربة).

وبناءً على طبيعة حركة المواد الارضية فوق المنحدرات صنفت خطورة المنحدرات الى ثلاثة مستويات اعتماداً على دليل إمكانية حدوث الانهيارات الأرضية وهي مناطق قليلة الخطورة بلغ عدد مقاطعها (٤) فقط وبنسبة (٩,٥%)، يشغل هذا النطاق المناطق شبه المستقرة الى المستقرة ذات انهيارات القليلة، إذ توجد دور سكنية او طريق سيارات قريبة من الجرف الصخري وارتفاع المنحدر وزاوية ميل المنحدر تكون قليلة، كما ان الكتل الصخرية المنهارة تكون قليلة وصغيرة الحجم وذات تأثير قليل. ومناطق متوسطة الخطورة بمقاطع بلغت (١٥) مقطعاً وبنسبة (٣٥,٧%)، إذ المنحدرات المحاذية لها اقل من حيث درجة الميل والكتل الصخرية المتساقطة ذات أحجام أصغر نسبياً من أحجام المنطقة عالي الخطورة وارتفاع المنحدرات الصخرية اعلى نسبياً من ارتفاعه في النطاق السابق كما ان درجة التجوية تكون متوسطة. ومناطق عالية الخطورة بمقاطع بلغت (٢٣) مقطعاً من مجموع (٤٢) مقطعاً مدروساً وبنسبة (٥٤,٧%) من المجموع الكلي للمقاطع المدروسة، وتكمن خطورتها في شكل وحجم الكتل الصخرية المنهارة ، كما ان الابنية تكون ملاصقة تماماً لحافة المنحدر او تكون مبنية على حافة المنحدر إذ أن هذا يبنى احتمالية حدوث الانهيار في تلك الابنية التي تبنى فوق حافة او الجرف الصخري.

Abstract

This research included the study of hazards caused due to differences in the characters of the slopes; represented by the hazards of Earth materials movement in Erbil Governorate(LindSliding, Rock Fall, Toppling, Rolling, Flow, Soil Creep).

According to the nature of the Earth materials movement above the slopes, the hazards of the slopes were classified into three levels; depending on the

“Index of land slide possibility; following, they are areas with Low hazards, with(4) sections and percentage of (9.5%), this zone includes areas of semi stable to stable with low slides. It includes residential houses or roads nearby to rocky cliffs, the height and slope angle are low. Moreover, the fallen rock blocks are rare, small in size with almost no effect. Areas with Medium hazards, with 15 sections and percentage of (35.7 %), since the slopes are lower and the fallen rocky blocks are smaller in size, as compared to the areas of High hazards, as well the height of the cliffs are higher than the first zone, and the degree of weathering is medium. Areas with High hazards, with (23) sections among(42) studied sections and percentage of(54.7 %) of the total coverage studied area. The hazard is expressed in the size of the fallen rocky blocks; moreover, the buildings are very close to the slopes toes and/ or near the cliffs; therefore, the buildings may possibly collapse down.

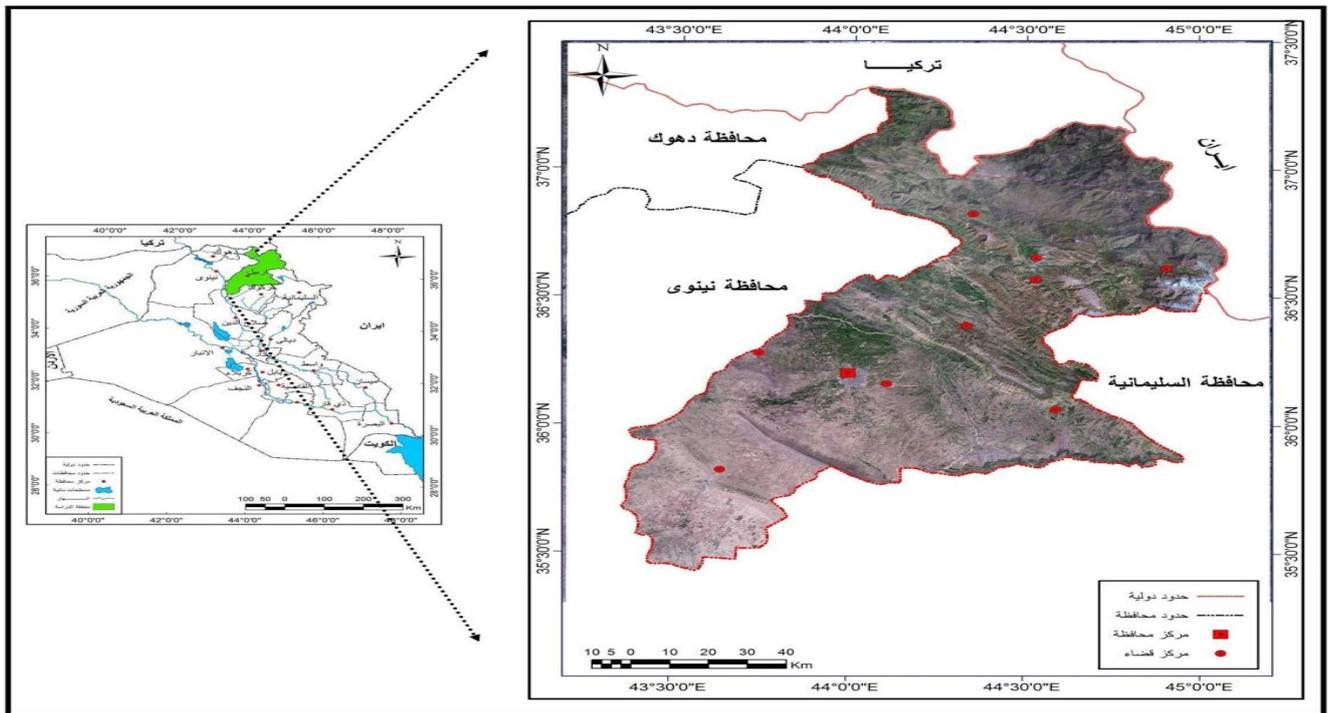
المقدمة:

تعد المنحدرات الأرضية احدى الوسائل المهمة التي من خلالها يمكن التعرف على درجة خطورة حركة المواد الأرضية بالمنطقة ومدى تعرض المنحدرات الأرضية لعمليات حركة المواد الأرضية او توقع احتمال حدوثها في المستقبل، وبالتالي تحديد أماكن الخطورة ومحاولة الحد منها او تجنب إقامة الأنشطة البشرية في الأماكن المعرضة للخطورة.

تتعرض معظم منحدرات الجبلية في محافظة أربيل الى حركة المواد الأرضية على المنحدرات ، سواء كانت هذه المنحدرات طبيعية او صناعية من عمل الانسان، اذ تم حصر هذه اشكال بالاعتماد على المسح الميداني لعدد من المنحدرات المتاخمة لبعض الطرق البرية والمناطق السكنية من محافظة أربيل، فضلاً عن الاعتماد على جدول دليل إمكانية حدوث الانهيارات الأرضية وفق مقدار (Bejerman 2005) لتحديد إمكانية حدوث الانهيارات الأرضية لبعض المقاطع الطولية للمنحدرات وقد تم تحديد هذه المواقع على الخريطة بواسطة جهاز تحديد المواقع الأرضية (GPS) وباستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية.

تقع محافظة اربيل في الجزء الشمال الشرقي من العراق، بين دائرتي عرض (٠٥ ٢١ ٣٥) و(٠٥ ١٩ ٣٧) شمالاً و خطي طول (٥٥ ٢٢ ٤٣) و(٢٥ ٠٦ ٤٥) شرقاً، جغرافياً يحد المنطقة شمالاً الجمهورية التركية، وجنوباً محافظة كركوك، والجمهورية الاسلامية الايرانية ومحافظة السليمانية شرقاً، ومحافظة نينوى ودهوك غرباً، يلاحظ الخريطة(١).

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من خريطة العراق



المصدر:

1- ASTER DEM باستخدام برنامج Arc Map 9.3

٢ - الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس ١/١,٠٠٠,٠٠٠، ٢٠١١.

أولاً: أنواع حركة المواد الأرضية في المحافظة أربيل:

اعتمدت في دراسة حركة المواد الأرضية التي تجري على منحدرات محافظة أربيل على تصنيف (Varnes.P.J1978)، وهو التصنيف الأكثر استخداماً وعلى نطاق واسع والذي يقسم حركات المواد الأرضية إلى أنواع مختلفة وفقاً للمادة المكونة للمنحدر ونوع الحركة^(١). وفيما يلي عرض لأهم اشكال حركة المواد الأرضية المنتشرة في منحدرات منطقة الدراسة:

١- الانزلاق Sliding:

هو حركة قصية Shear movement ذات ابعاد مختلفة تتخذ اتجاه اسفل المنحدر، وعلى سطح مستوي ضمن الكتلة الصخرية، يسمى سطح الانزلاق^(٢). ويمثل الانزلاق أحد عمليات حركة المواد السريعة على سفوح المنحدرات، وهي تحدث بصورة فجائية على الرغم من تشبع موادها بالمياه، ولكن يتوقف تعرض الحافات الصخرية لعملية الانزلاق على عدة شروط منها^(٣):

- ١ . ان تكون درجة الانحدار أكثر من (30°).
- ٢ . ميل الطبقات الصخرية في اتجاه المنحدر.
- ٣ . تعاقب صخور صلبة منفذة للمياه فوق طبقة سميكة من الصخور الطينية وصلصالية.
- ٤ . تشبع الطبقة الطينية بالمياه سواء المتسربة من الطبقة المنفذة العليا أو تحت سطحها.
- ٥ . قلة الغطاء النباتي الذي يعوق عملية الانزلاق.

يقسم الانزلاق بحسب طبيعة سطح الانزلاق الذي تحدث عليه الحركة الى نوعين :

أ . الانزلاق المستوي Plane Sliding:

يحدث الانزلاق المستوي على سطح يميل باتجاه أسفل المنحدر بزوايا اقل من زوايا انحدار المنحدر، إذ يشكل سطحاً بارزاً في وجه المنحدر^(٤).

شوهدت حالات أنزلاقات مستوية في مناطق ذات مستويات التطبيق والتي تحصل على وجه المنحدر بفعل مياه الأمطار الساقطة التي تضعف من قوة التماسك الطبقات بسبب زيادة الضغط الداخلي للفجوات ومن ثم تقليل زوايا الاحتكاك نتيجة تقليل خشونة اسطح الانزلاقات بفعل التجوية بمياه الامطار، فضلاً عن كون اتجاه انحدار سطح المنحدرات متطابقة مع اتجاه ميل الطبقات الصخرية، بسبب نقصان مساحة التماس بين سطوح الفواصل، والكسور، جدول (١) ، والصورة (١).

جدول (١)

التوزيع المكاني لظاهرة الانزلاقات المستوية في منحدرات منطقة الدراسة

الموقع	الطريق	نوع العملية السائدة	عدد الحالات
١	الطريق الرئيس بين مدينة أربيل-سليمانية (السفح الشمالي الشرقي من جبل هيبب سلطان)	انزلاق مستوي	1
٢	طريق صلاح الدين - سقلاوة (سفح الشمالي الشرقي لجبل سفين)	انزلاق مستوي	2
٣	طريق صلاح الدين - سقلاوة - سليمانية (جنوب قضاء سقلاوة) عند أقدم السفح الشمالي الشرقي لجبل سفين	انزلاق مستوي	2
٤	طريق صلاح الدين - سقلاوة - حرير في الجزء الجنوبي الغربي لسفح جبل كير دسور (شمال قضاء سقلاوة)	انزلاق مستوي	1
٥	طريق صلاح الدين - سقلاوة - حرير في قمة جبل كير دسور	انزلاق مستوي	1
٦	الطريق بين قضاء سقلاوة - ماروان في سفح جبل كير دسور الغربي	انزلاق مستوي	2
٧	الطريق الواصل بين شلالات كلي علي بك وبيخال سفح مرتفعات كورك	انزلاق مستوي	4
٨	طريق أربيل - صلاح الدين - جبال بيرمام	انزلاق مستوي	3
٩	طريق أربيل - كويسنجق	انزلاق مستوي	5

المصدر: الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٤/٥/٢٠١٤.

صورة (١) منحدرات معرضة لاحتمالية الانزلاق
المستوي في الطريق المؤدي الى بيخال



المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٤/٥/٧

ب- الانزلاق الاسفيني **Wedge Sliding**:

يحدث الانزلاق الاسفيني على طول خط تقاطع سطحين من الفواصل وبتجاه خط تقاطعهما الذي يكون بارزاً في وجه المنحدر ويميل بزوايا أصغر من زوايا انحدار المنحدر، وأكبر أو مساوياً لزوايا الاحتكاك الداخلي للفواصلين، جدول (٢)، صورة (٢) .

صورة (٢) الانزلاق الاسفيني فوق منحدرات
سلسلة جبال برادوست



المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٣/٩/٧

جدول (٢) التوزيع المكاني لظاهرة الانزلاق الاسفيني في منحدرات منطقة الدراسة

الموقع	الطريق	نوع العملية السائدة	عدد الحالات
١	الطريق الرئيس الرابط بين اربيل-كويسنجق - سليمانية منحدر الجزء الشمالي الشرقي من جبل هيبت سلطان	انزلاق الاسفيني	2
٢	منحدرات سلسلة برادوست كيردسور الجزء الجنوبي الغربي،	انزلاق الاسفيني	٣
٣	في اعلى جبل كيردسور شمال غرب قضاء شقلاوة	انزلاق الاسفيني	1
٤	طريق صلاح الدين - شقلاوة حرير، الجزء الشمالي الشرقي منه	انزلاق الاسفيني	1
٥	طريق شقلاوة- حرير - الجانب الأيسر منه	انزلاق الاسفيني	1
٦	سفح جبل كيردسور شمال قضاء شقلاوة	انزلاق الاسفيني	1
٧	طريق شلال كلي بك مراد وبيخال	انزلاق الاسفيني	2

المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٦/٩/٢٠١٣.

ج- الانزلاق الدوراني Rotational Sliding:

وهي حركة الكتل المنزلقة على سطح مقوس بمسار منحنى ويحدث في المنحدرات الصخرية ذات الشقوق والفواصل الكثيرة، وباتجاهات مختلفة ويحدث في المنحدرات المغطاة بالتربة أيضاً^(٥). يحدث الانزلاق الدوراني فوق تكوينات جيولوجية شديدة الميل، كما يحدث ضمن صخور ذات مسامية عالية كالحجر الرملي او الحجر الطيني، او في الصخور المتكسرة بشدة ذات فواصل متقاربة وعشوائية ومركزة على صخور قليلة أو عديمة النفاذية^(٦)، جدول (٣) والصور (3).

جدول (٣) التوزيع المكاني لظاهرة الانزلاق الدوراني

الموقع	الطريق	نوع العملية السائدة	عدد الحالات
١	الصفح جبل قره جوخ الجنوبية	انزلاق دوراني	1
٢	صفح جبل قره جوخ الشمالية	انزلاق دوراني	1
٣	أعلى جبل سفين (منطقة الراهب شمعون الشقلاوي)	انزلاق دوراني	1
٤	الطريق الرئيس الواصل بين راوندوز وكلاله	انزلاق دوراني	2
٥	طريق بين راوندوز وحاج عمران (منطقة جزيان)	انزلاق دوراني	2
٦	منطقة حاج عمران	انزلاق دوراني	1
٧	قرية بارسرين	انزلاق دوراني	1

المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٤/٥/٦.

صورة (٣) الانزلاق الدوراني في الطريق المؤدي الى ناحية حاج عمران



المصدر: الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠١٤/٥/٦

- السقوط الصخري Rock Fall:

يحدث السقوط الصخري على طول المنحدرات الخالية من الرواسب والتي تزيد انحدارها على (40) إذ تنهار وتسقط الكتل الصخرية وتصطدم بالأرض بدون ان تتعرض للتدحرج أو الانزلاق والاحتكاك بسطح المنحدر إلا مرات معدودة وإن كانت في أغلب الأحوال تتعرض هذه الكتل للتفكك نتيجة لاصطدامها بالأرض^(٧). من خلال المشاهدات الميدانية يمكن القول ان عمليات التجوية تتحكم في أحجام الكتل المتساقطة لما تسهم به من عمليات التمدد والانكماش وما ينتج عنها من زيادة في اتساع الفواصل وبالتالي تكسر الكتل الكبيرة الحجم ومن ثم زيادة كمية المواد المتراكمة عند أسفل السفوح. جدول (٤) والصور (٤).

جدول (٤)

التوزيع المكاني لظاهرة السقوط الصخري في منطقة الدراسة

الموقع	الطريق / المدينة	نوع الانهيار الحاصل	عدد الحالات
١	الحافات الشمالية مضيق سواران	سقوط	1
٢	السفح الشمالي الغربي لجبل هيببت سلطان	سقوط	2
٣	الجزء الجنوبي الغربي لطية ميراوة	سقوط	1
٤	الطريق الذي يربط بين قضاء شقلاوة وماروان ناحية خليفان	سقوط	1
٥	ناحية خليفان	سقوط	2
٦	الطريق الرئيس الواصل بين شلالات كلي علي بك وبيخال	سقوط	4
٧	الجزء الشرقي من جبل برادوست	سقوط	5
٨	أعلى سفح جبل برادوست	سقوط	4
٩	الطريق الواصل بين موقع جومان وناحية حاج عمران	سقوط	6

المصدر: الدراسة الميدانية ، بتاريخ ٢٠١٤/٥/٨.

صورة (٤) صور لظاهرة السقوط الصخري في طريق المؤدي الى مضيق بيخال



المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٤/٥/٦

٣- الانقلاب Toppling:

هو اضطجاع كتلة صخرية ذات أبعاد هندسية معينة بحركة دورانية باتجاه أسفل المنحدر حول محور عند قاعدتها، وهناك شروط لحدوث الانقلاب منها، أن يكون للكتل شكل هندسي مناسب، وان تكون الكتلة معلقة، وان يزول الاسناد عند قدم المنحدر والتماسك خلال الفواصل المحيطة مساوياً صفر^(٨). وعندما تكون نسبة عرض قاعدة الكتلة الصخرية الى طولها اقل من ظل زاوية ميل تلك الكتلة الصخرية^(٩)، تتعرض الطبقات الصخرية في منطقة الدراسة إلى احتمالية الانهيار بظاهرة الانقلاب، وهي تتواجد في عدة مناطق، جدول(٥) الذي يوضح ظاهرة الصخور المعرضة لخطر الانقلاب، والصورة(٥).

جدول (٥) التوزيع المكاني لظاهرة الانقلاب الصخري في منطقة الدراسة

الموقع	الطريق / المدينة	نوع الانهيار	عدد الحالات
١	السهل الجنوبي لجبل قرة جوغ	انقلاب	2
٢	السهل الشمالي الشرقي لجبل قرة جوغ الشمالي	انقلاب	2
٣	السهل الجنوبي الغربي من جبل هيبب سلطان الطريق الرئيس بين اربيل وكويسنجق	انقلاب	3
٤	الطريق الرئيس بين ناحية خليفان وقضاء راوندوز مدخل مدينة خليفان	انقلاب	4

4	انقلاب	سفوح المنطقة المطلة على الطريق الرئيس بين شلالات كلي علي بك وبيخال	٥
2	انقلاب	مضيق كلي علي بك	٦
3	انقلاب	طريق بين جومان وناحية حاج عمران	٧

المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٣/٩/٥ و ٢٠١٤/٩/٧

صورة (٥) ظاهرة الانقلاب في الصخور الكلسية في الطريق الواصل بين طريق كلي علي بك



المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٣/٩/٥

٤- التدرج Rolling:

هو أنهيار كتلة صخرية بهيأة درجة للكتل المنفصلة إلى أسفل المنحدر^(١٠)، تنتزع الكتل الصخرية المنهارة والمتدرجة في منحدرات منطقة الدراسة إلى الأسفل، إذ أن لشكل المنحدر الهندسي أهمية وتأثيره على مسار الكتل الصخرية المتساقطة والذي يكون بشكل درجة صخرية التي تحدث عادة على المنحدرات البسيطة والمتوسطة الانحدار، وتأخذ عدة قفزات أو طيران وافتراض أن الكتلة الصخرية كروية الشكل، يلاحظ جدول (٦)، والصورة (٦).

جدول (٦) التوزيع المكاني لظاهرة الدرجة الصخرية في منحدرات منطقة الدراسة

عدد الحالات	نوع الانهيار الحاصل	الطريق / المدينة	الموقع
1	درجة	قضاء شقلاوة (منطقة عين ترمة)	١
1	درجة	قضاء شقلاوة (منطقة زيوس)، موقع ضريح الراهب شمعون الشقلاوي	٢
1	درجة	طريق شقلاوة-هيران	٣
2	درجة	طريق ديانا-سيدة كان	٤
4	درجة	طريق خليفان-قمة كورك	٥
2	درجة	طريق كلاله-حصاروست	٦
5	درجة	طريق حاج عمران	٧
4	درجة	طريق كويسنجق مرتفعات (هيبت سلطان)	٨

المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٤/٩/٧.

صورة (٦) ظاهرة الدرجة في الطريق المؤدي الى ناحية حاج عمران



المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٤/٥/٨

٥- التدفق Flow:

تعد حركة المواد الأرضية بالتدفق أو الانسياب من ابطاً الحركات الأرضية السابقة ولكن في كل نوع من هذه الأنواع يلاحظ تباين في سرعة الحركة، ينقسم تدفق الحبيبات المكونة للكتل الترابية والحطام الصخري اعتماداً على كمية الماء الموجودة إلى نوعين:

أ- التدفق الطيني الرقيق القوام **Mud flows slurry**: وهي نوع من المواد الأرضية السريعة الحركة وتحدث على حين غرة وبدون سابق إنذار، ولا يمكن التنبؤ بها، إذ أنها تنشأ فجأة، بسبب عواصف الرعد المحلية، وفي المنابع العليا للأودية^(١١). أي أن سرعة التدفق الطيني يعتمد على كمية الأمطار الغزيرة ولو لمدة قصيرة يزيد الاجهاد بزيادة الوزن، ويقلل من قوة التماسك بين الحبيبات. تم مشاهدة عدة حالات من التدفق الطيني في المنطقة والتي تتبع في مساراتها مسار المجاري المائية العليا فوق المنحدرات التي تطل على تحتوي هذه الترسبات على مختلف أنواع الحبيبات من طين ورمل وغرين لكن النسبة الأكبر تكون لحبيبات الطين، كذلك تتواجد منحدرات المنطقة الشمالية الشرقية هذا الجزء تكون مشبعة بالماء نتيجة لسقوط الامطار وذوبان الثلوج في هذا الجزء من المنطقة، جدول (٧)، وصورة (٧).

جدول (٧) التوزيع المكاني لظاهرة التدفق الأرضي في منطقة الدراسة

الموقع	الطريق / المدينة	نوع الانهيار الحاصل	عدد الحالات
١	المنحدرات سلسلة جبال سفين (منطقة شقلاوة)	تدفق ارضي	1
٢	منحدرات جبال كيردة سور منطقة شقلاوة	تدفق أرضي	2
٣	المنحدرات الجبلية المحيطة بوادي ماوران	تدفق أرضي	2
٤	الطريق المؤدي من قرية بارسرين إلى ناحية كلاله	تدفق أرضي	1
٥	منطقة مضيق بيخال	تدفق ارضي	3
٦	منحدرات سلسلة جبال حصاروست في الطريق المؤدي إلى ناحية حاج عمران وفي ناحية سيده كان	تدفق ارضي	5

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠١٤/٥/٦.

صورة (٧) ظاهرة التدفق في طريق بين
قرية بارسرين ومدينة كلاله



المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٤/٥/٧

ب- تدفق الركام Debris Flow :

تم ملاحظة ظاهرة التدفق الركام على منحدرات المحيطة بطريق خليفان وكلي علي بك وفي مضيق كلي علي بك وفي قضاء شقلاوة (منطقة عين ترمة)، وفوق منحدرات كيردة سور شمال شرق قضاء شقلاوة، وفوق منحدرات بين ناحيتي كلاله وحاج عمران، يتميز باحتوائها على مختلف الترسبات تتراوح احجامها ما بين كتل الصخرية كبيرة إلى حبيبات التربة، فضلا عن مخلفات بقايا الاشجار وجذوعها وعلى منحدرات سلسلة جبال كيردسور في قضاء شقلاوة وفي الطريق المؤدي من مدينة أربيل إلى قضاء كويسنجق على منحدرات سلسلة جبال هيببت سلطان، يلاحظ الصور (٨).

صورة (٨) التدفق الركام في طريق كويسنجق



المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٤/٥/٩

٦- زحف التربة Soil Creep:

وهي من انواع حركات الانهيارات الأرضية بطيئة الحركة، يتم نقل حبيبات التربة إلى اسفل المنحدرات، وغالباً ما تتم حركة الزحف ضمن طبقة الرواسب السطحية وهي تتم بصورة فصلية أي عندما تشتد فروقات في درجات الحرارة وكمية الرطوبة المتوفرة، إذ تؤدي إلى تغييرات حجمية في هذه الرواسب تدفعها إلى الزحف.^(١٢)

تنتشر ظاهرة زحف التربة باماكن كبيرة جداً يشير جدول (٨) الى التوزيع المكاني لظاهرة زحف التربة في منطقة الدراسة والتي تظهر ضمن الصخور الضعيفة مثل الطين والطفل في المنحدرات المعتدلة الانحدار عند زاوية انحدار (10) تتحدر هذه التكوينات نحو الاسفل نتيجة تشبعها بالمياه الامطار الساقطة وتراكم الثلوج لاسيما في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي من منطقة الدراسة ولوحظ ان التكوينات الطينية الزاحفة تزحف معها الأشجار والشجيرات والحشائش الصغيرة وتميل نحو أسفل المنحدر ونتيجة للضغط المتزايد نحو اسفل المنحدر مما تسبب ضغطاً متزايداً يؤدي إلى تصدع الجدار الساندة لبعض المنحدرات لاسيما حول المنحدرات المجاورة لطرق السيارات ، يلاحظ الصورة (٩).

جدول (٨) التوزيع المكاني لظاهرة زحف التربة في منطقة الدراسة

الموقع	الطريق / المدينة	نوع الانهيار الحاصل	عدد الحالات
١	داخل قرية دارخورماتو (قضاء مخمور)	زحف التربة	1
٢	شمال شرق جبال هيبب سلطان	زحف التربة	1
٣	شمال غرب مرتفعات هيبب سلطان	زحف التربة	1
٤	شمال شرق منطقة أربيل	زحف التربة	2
٥	طريق اربيل -شقلاوة	زحف التربة	3
٦	طريق صلاح الدين -شقلاوة	زحف التربة	3
٧	قضاء شقلاوة السفح الشمالي الشرقي لجبل سفين	زحف التربة	4
١١	الطريق الرئيس بين خليفان شلال كلي علي بك	زحف التربة	2
١٢	الطريق الرئيس بين كلي علي بك وبيخال	زحف التربة	4
١٦	طريق بين لؤمه واوه وناحية حاج عمران	زحف التربة	10
١٧	ناحية حاج عمران	زحف التربة	7

المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٨/٩/٢٠١٤.

صورة (٩) ظاهرة زحف التربة في الطريق المؤدي الى ناحية حاج عمران



المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٤/٥/٨

ثانياً: العوامل المؤثرة في حركة المواد الأرضية في المنطقة:

١. العوامل الطبيعية: وتشمل:

أ. البنية الجيولوجية والتركيب الصخري:

تعد البنية الجيولوجية والتركيب الصخري عاملاً مهماً في استقرار الكتل الصخرية المهدة بالانهيار، إذ يمكن ان تسرع عملية حدوث الانزلاق ضمنها أو تأخرها وتسهم عناصر عدم الاستقرار المتمثلة بالشقوق والتطبق حدوث الانزلاقات الارضية، وذلك عندما تتوافق بميلها واتجاهاتها مع ميل واتجاه منحدر الصخور المهدة بالانهيار، في حين يتأخر أو ينعدم الانزلاق عند وجود عدم توافق بالميل والاتجاه^(١٣). نجد ان تكوين شيرانش الذي يبلغ مساحته (458.09 كم^٢) وتكوين قمجوقة (372.82 كم^٢) وتكوين عقرة- بخمة (1130.4 كم^٢) وتمتاز هذه التكوينات بانها ذات قدرة عالية على مقاومة عوامل التعرية المختلفة لذلك تتميز قطاعات منحدراتها بشدة انحدارها إلا ان عوامل الضعف الجيولوجية المتمثلة بانتشار الشقوق والفواصل والتي قد تكون شقوق راسية أو أفقية في صخور هذه التكوينات ساهم في حدوث حركة المواد الأرضية.

من خلال الدراسة الميدانية تبين ان الوضع الجيولوجي للصخور غير مستقر اذ تكثر الشقوق والفواصل في اغلب المنحدرات المدروسة، ويلاحظ ان حجم الكتل الصخرية المتساقطة كبيرة الحجم تبعاً لسعة المسافات بين الشقوق والفواصل وهذا ماتم ملاحظته وبشكل واضح في الكثير من الاودية مثل وادي كلي علي بك. كما تزداد كثافة الفواصل والشقوق في تكوينات عصرالاوليكوسين وتكوينات عصر الكريتناسي والجوارسي والترياسي وهي تختلف من حيث الاتجاه والطول لكونها تعرضت للاجهادات نتيجة الحركة الالبية البانية للجبال، وذلك تبعاً لطبيعة كل تكوين تم ملاحظة ابعاد هذه الفواصل وقياسها ووجد ان أغلب الفواصل تأخذ عدة اتجاهات.

كما ان لميل الطبقات (اتجاه التطبيق) دوراً في استقرار الكتل الصخرية وعندما يكون اتجاه ميل طبقات الصخور للمنحدر الصخري الخطر والمهدد بالانزلاق يوافق اتجاه الميل الطبيعي لهذا المنحدر، فانه يؤثر بشكل سلبي على استقراره ويؤدي إلى تسريع حدوث عملية الانزلاق، أما في حال كون اتجاه ميل الطبقات يعاكس اتجاه ميل المنحدر الطبيعي فان ذلك يساعد على استقرار المنحدر وتوازنه كما تم ملاحظة ذلك على سفوح جبل كورك ضمن تكوين قمجوقة المتكون من صخور كلسية ودولومايتية ذات الصلادة العالية اذ يلاحظ ان المنحدر مستقر لان الطبقات شبه افقية ذات ميل بسيط وهو عكس اتجاه ميل الطبقات.

ب- المياه السطحية والجوفية:

تؤدي المياه دوراً هاماً في استقرار المنحدرات الصخرية المهدة بالانزلاقات الأرضية وتكمن فاعلية المياه في دورين أساسيين، يتمثل الدور الأول بمياه الامطار، المياه الجارية، الرطوبة النسبية، الثلوج. تؤدي اشكال التساقط في منطقة الدراسة دوراً مهماً في عدم استقرارية المنحدرات الصخرية محتملة الانهيار، إذ أن معظم حركة المواد الارضية تحدث في الفصول الغزيرة الامطار، اذ تتعرض منطقة الدراسة الى عواصف مطرية شديدة وقد تم ملاحظتها خلال الدراسة الميدانية، اذ تعمل هذه العواصف على سرعة نفاذ السطحي للماء خلال التكوينات الهشة المتمثلة بالتربة وتعمل على سرعة انزلاقها، وقد تم مشاهدة حالات انهيارات في ترسبات الهشيم المتجمعة على اقدام السفوح في طريق حاج عمران مما ساعد على سهولة انجرافها تدريجياً باتجاه الشارع، فضلاً عن كميات الامطار الساقطة التي تؤدي دوراً مهماً في تكوين انزلاقات التربة إذ بلغت أعلى مجموع سنوي لكمية الامطار الساقطة في محطات المنطقة الشمالية والشمالية الشرقية كما في محطة شقلاوة (737.7ملم)، وقل مجموع سنوي في محطات الجنوبية، كما بلغ (201.4ملم) في محطة خبات، تمارس هذه المياه بمرور الزمن دوراً في إشباع فراغات الصخور بالمياه مما يؤدي إلى تفككها وتصبح تحت تأثير كتلتها وقوة الجاذبية ويحصل الانهيار.

اما المياه الجوفية فانها تؤدي دوراً في عدم استقرار الكتل الصخرية محتملة الانهيار إذ أن معظم الانهيارات تحصل ضمن الفصول الممطرة اذ تسهم هذه الامطار في تغذية الينابيع المنتشرة في المنطقة، فعندما يرتفع منسوب المياه السطحية تنتشع صخور المنحدر ومن ثم تؤدي إلى زيادة الضغط الجزئي الداخلي وبالتالي الى انخفاض زاوية الاحتكاك الداخلي وهذا بدوره يؤدي الى الانهيار. كما ان انبثاق العيون المائية من جوانب المنحدرات الجبلية يسهم في حركة المواد الارضية.

ج. الغطاء النباتي:

تعد النباتات عاملاً مؤثراً في استقرار المنحدرات، حيثما تكون الاشجار والنباتات الصغيرة تأخذ كميات كبيرة من المياه خارج التربة، وهذا يقلل من منسوب المياه والذي بدوره يساعد بالحفاظ على استقرار المنحدر، أما من جهة أخرى يعد الغطاء النباتي الكثيف دور في عدم استقرارية

المنحدرات يمكن ان يولد ارتفاعاً بمنسوب المياه مع ارتفاع حصيلة حدوث الانزلاق الارضي، الاستثناء بهذه الحالة هو مع المنحدرات الصخرية إذ يكون لدى الاشجار تأثيراً قليلاً على منسوب المياه لكن جذور هذه الاشجار يمكن ان ترحز وترفع الكتل الصخرية مسببة زيادة مخاطر حركة المواد الأرضية^(١٤).

معظم المخاطر المتعلقة باستقرارية المنحدر والغطاء النباتي في منطقة الدراسة ناتجة عن إزالة الغطاء النباتي من المنحدرات ولاسيما المنحدرات المطلّة على طريق السيارات، وان جزء من الغطاء النباتي يزيد من احتمالية وقوع انهيارات ارضية وذلك بسبب ترك النبات الطبيعي على حافة المنحدر أو تركه فوق غطاء من تربة الضحلة مما يسرع من جرف التربة وسقوط النبات يلاحظ الصورة (١٠)، التي توضح بقاء الشجرة على المنحدر المحاذي للشارع يتكون من ترسبات المصاطب النهرية وان المنحدر غير مستقر بسبب زاوية الميل العالية إذ يلاحظ ان الغطاء النباتي غير متأثراً لكن بمرور الزمن يتشبع المنحدر بالمياه ومن ثم تنهار الشجرة من على المنحدر نحو الاسفل.

صورة (١٠) ميل الشجيرات باتجاه طرق السيارات



المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٤/٥/٦

يتوزع الغطاء النباتي في منطقة الدراسة في المناطق المستوية وفوق المنحدرات البسيطة والمعتدلة بينما يكاد ينعدم أو يقل بدرجة كبيرة فوق القمم الجبلية وأراضي المنحدرات الجبلية، كما تسهم بعض الغابات الاصطناعية في تثبيت بعض السفوح الجبلية كما هو الحال في المنحدرات المحيطة بطريق اربيل - صلاح الدين والتي تغطي معظم سفوح مرتفعات بيرام، وغابات طريق اربيل ناحية قوش تبة، وطريق اربيل - بيران وغابات سفوح جبل كيشكة، وتتوزع غابات اخرى اصطناعية على سفوح زوزك وحرير وعلى جزء سفوح جبل سفين و على سفح جبل باواجي، بينما يقل الغطاء النباتي فوق المنحدرات الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة والتي هي عبارة عن سفوح صخرية جرداء خالية من التربة، وتتوزع الاراضي الخالية من الغطاء النباتي بصورة غير منتظمة ونجد النسبة الأكبر

للمساحة ذات الغطاء النباتي قليل في الجزء وسط وجنوب شرق منطقة الدراسة حيث طبيعة الصخور التي لا تساعد على نمو الغطاء النباتي. ومن خلال الدراسة الميدانية وجد ان بعض الاشجار والشجيرات النامية على سطح المنحدر تساعد على عرقلة حركة المواد، صورة (١١)، في حين انعدام الغطاء النباتي على سطح المنحدرات من العوامل المسؤولة عن قلة تماسك حبيبات التربة على سطح المنحدرات

صورة (١١) توضح استقرار الكتل الصخرية بفعل تواجد النبات الطبيعي فوق منحدرات هيببت سلطان



المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٥/٨

الشديدة مما يؤدي إلى نشاط عمليات التجوية الميكانيكية ويعمل على الاسراع بعملية السقوط الصخري والانزلاقات.

2-العوامل البشرية: ويمكن إجمال تأثير العوامل البشرية المؤثرة في منحدرات المنطقة منها:

أ - شق الطرق في أقدام المنحدرات:

يسهم شق الطرق في حافة قدم المنحدر التقليل من القوى المقاومة للحركة بسبب ازالة الاسناد التحتي للمنحدر مما يسبب حركة المواد الارضية الذي تنشط عليه القوى المقاومة (قوة القص) قد قصر هو الاخر ولكن التأثير الذي اصاب قوى الدفع يعد قليلاً اذا ما قورن بما اصاب قوى المقاومة العاملة ضده لذلك فان ما يحصل كنتيجة كلية لذلك هو تقليل عامل الامان على ذلك المنحدر. صورة (١١).

صورة (١١) توضح القصر الحاصل اسفل المنحدر في طريق كلي علي بك



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠١٤/٥/٦

إذ يعد عامل شق الطرق من أكثر العوامل التي تسبب خطورة حركة المواد في منطقة الدراسة، إذ يعتمد المهندسين إلى عمليات الحفر أو استخدام المتفجرات (الديناميت) لتسهيل عملية الحفر في الصخور الصلبة عند قدم المنحدر مما يؤدي إلى زيادة قوص القصر عند قدم المنحدر وحصول حركة المواد الأرضية، إذ يواجه مهندسو الطرق مشاكل في مد الطرق، لاسيما في المناطق الجبلية ذات الاودية الكثيرة والتي تتصف بأعماق سحيقة وذات سفوح شديدة الانحدار. كما ان بعض سفوح أو المنحدرات الجبلية ذات تكوينات صخرية ضعيفة مما يؤدي إلى حدوث خلخلة في توازن بعض المنحدرات إذ أن بعض هذه المنحدرات تترك بدون مساند مما تتعرض إلى السقوط، وهي تحتاج إلى متابعة ومعالجة مما يزيد من تكاليف انشاء الطرق وبالتالي تترك بدون معالجة واحتمال زيادة المشاكل وتعرض الطرق المارة إلى المخاطر كما هو الحال في الطريق الذي يربط بين مدينتي اربيل-حاج عمران (طريق هاملتون) الذي يمر عبر مضيق كلي علي بك وممر رايات، وتحديداً بين الطريق الرابط بين مضيق كلي علي بك وشلالات بيخال الذي يتعرض باستمرار إلى عمليات التساقط الصخري نتيجة تقطيع اقدام المنحدرات وكذلك التفاوت في صلابة صخور التكوينات الجيولوجية تسبب في حدوث عمليات انهيار صخور كتل كبيرة الحجم يصل قطر الواحدة إلى (80-90cm) أو أكثر، كذلك طريق أربيل - كويسنجق،

ومن أجل التخلص من بعض عوائق الوحدات الجيومورفولوجية يضطر مهندسو الطرق احياناً إلى منحدرات غير المستقرة تترك بدون اي معالجة، وان بعض المنحدرات تزداد خطورتها بعد سقوط الأمطار وذلك بسبب هشاشة التكوينات الجيولوجية المكونة للمنحدرات. كما يلاحظ بقايا بعض الصخور المنحدرات تترك بدون ازالة مما يزيد من تعرض الطرق المارة للخطورة كما يلاحظ من صورة (١٢).

صورة (١٢)
منحدر غير مستقر في تكوين قمجوقة في مضيق كلي
علي بك يوضح بقايا الكتل الصخرية بدون ازالة



الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٤/٥/٦

ولعل حجم الصخور التي تسقط باستمرار في طريق بيخال ندرك حجم الخطورة التي تتعرض لها طرق النقل، ومما يزيد من هذه الخطورة هو قلة مسافة الشارع عن واجهة المنحدر ومن خلال القياسات الميدانية تبين ان اقل مسافة بين الشارع والمنحدر تبلغ (١,٣٤) متر وعرض الشارع (7m) والمسافة من الشارع إلى الوادي (5.5m) و بعض زوايا الانحدار تصل إلى (90°)، يلاحظ الصور (١٣).

صورة (١٣) ابعاد الطريق الجبلي المؤدي الى ناحية حاج عمران



الدراسة الميدانية، بتاريخ ٢٠١٤/٥/٦

اذ تفاوتت أحجام الكتل الصخرية الساقطة وبعدها عن الشارع، صورة(١٤) وكذلك أحجام الصخور المتوقع سقوطها من منحدر إلى آخر، كما تم ملاحظة في أكثر المنحدرات منطقة الدراسة إذ يعتمد المهندسون من اجل السيطرة على بعض حركة الكتل الصخرية محتملة السقوط استخدام وسائل

الحد من تفاقم حالات الانهيار مثل بناء الجدار الساندة للمنحدر، أو إنشاء ساقية أسفل المنحدر تعمل على تصريف مياه الأمطار وكذلك للحيلولة دون وصول المفتتات والصخور إلى وسط الشارع وهي في الواقع حلول مؤقتة وتبقى الخطورة قائمة، إذ تم ملاحظة حالات تصدع بعض الجدار الساند للمنحدرات القريبة من الشارع في المنحدرات ذات الصخور الهشة

صورة (١٤) ابعاد احد الكتل الصخرية الساقطة
في طريق كلى على بك

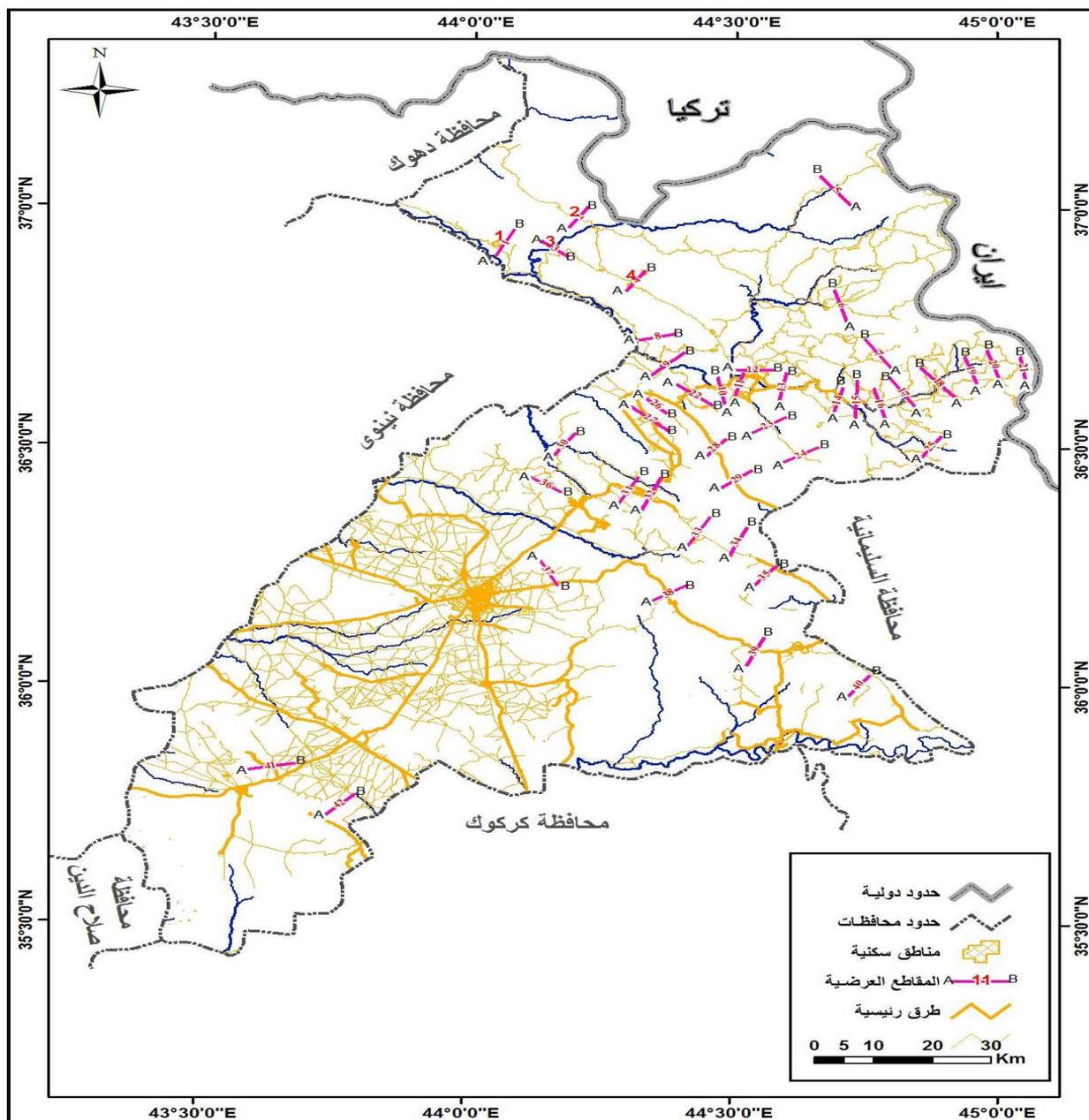


المصدر: الدراسة الميدانية، بتاريخ ٧/٥/٢٠١٤

القابلة لإمتصاص مياه الأمطار، إذ يتعرض إلى حالة عدم التوازن بين قوة المتانة وقوة القص خلف الجدار مما يؤدي الدفع الناتجة من وزن الكتلة الغير مستقرة إلى تصدع الجدران وزيادة الخطورة. ويتبين من الدراسة الميدانية ان معظم الصخور الساقطة على حافة الطريق سوف تتدحرج بمسافة قريبة لتصل إلى الطريق وقد يسبب مخاطر على السيارات المارة بالطريق لاسيما وان الطريق يعاني من قلة المساحة المخصصة لطرق السيارات وقلة المساحة المخصصة للتوقف المفاجئ، مع وجود تقوسات بالطريق والتي لا تسمح بوقت كافي لرد فعل السائق. ولوحظ أيضاً مجموعة من الكتل الصخرية الساقطة من أعلى المنحدرات تجاه الطرق والتي تمت ازاحتها على الجانب الايسر من الطريق من قبل مديرية الطرق والجسور لاسيما على امتداد الطريق الرئيس الواصل ما بين اقصية خليفان و راوندوز وحاج عمران وطريق مدينة اربيل-صلاح الدين- شقلاوة، فضلاً عن شوارع الممتدة في المناطق الاخرى في مناطق بسيطة الالتواء ومعقدة الالتواء، أما السفوح المحاذية للطرق، فتبين ان هذه السفوح ليست مستقرة ولا تمثل خطورة في الوقت الحاضر ومنها ما هو غير مستقر إذ تنشط عليه حركة المواد المفككة ويتوقف ذلك على شدة انحدار هذه السفوح وطبيعية ونوعية الصخور المتكشفة، ولأجل تحديد أماكن السفوح الغير مستقرة والمتاخمة للطرق السريعة فضلاً عن السفوح المجاورة للمدن

تمت دراسة (42) مقطعاً طويلاً ولمختلف السفوح وهي تتفاوت من حيث الارتفاع والانحدار وحجم المواد الساقطة، يلاحظ المقاطع من (1-42) الخريطة (٢)، إذ روعي في اختيار هذه المقاطع إعطاء صورة حقيقية لدرجة انحدار السفح وارتفاعه، فضلاً عن مدى تعرض منحدرات إلى العوامل الطبيعية المتمثلة بالتجوية والعوامل البشرية المتمثلة بعمليات إزاحة وتسوية السفوح وبناء المنشآت السياحية بجوار الطرق العامة.

خريطة (٢) مواقع المقاطع الطولية المختارة لمنحدرات منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على الدراسة الميدانية واستخدام برنامج Arc Map3.9

ب- العمران:

تتمثل الآثار السلبية لتدخل الإنسان وتحفيزه على حركة المواد على السفوح من خلال اقتطاع بعض المناطق الجبلية لبناء بعض المنشآت على أطراف المراكز العمرانية المتاخمة للمرتفعات الجبلية، ونتيجة لتباين مظاهر السطح في المنطقة عمد السكان إلى السكن في المناطق سفوح مرتفعات ذات التكوينات الجيولوجية غير المستقرة إذ يلاحظ آثار حركة المواد الأرضية على بعض هذه المناطق كما في وحالات زحف التربة وحركة المفتتات الحطامية.

وتتمثل الآثار السلبية في إقامة المنشآت في منطقة شقلاوة على محور جبل ميركة سور ومن جبل سفين وإقامة المراكز الرئاسية و السياحية في منطقة جبل كوره ك، والانشاءات الكبيرة الأخرى في مدينة صلاح الدين على محور جبل بيرمام ومصيف (سري رش) الواقع على مسافة (1كم) إلى الشرق من مدينة صلاح الدين. لذا فأن سكن الانسان فوق المنحدرات يسهم في تغيير طبيعة الارض ويقلل من قدرتها على امتصاص الرطوبة، مما يزيد من تعرضها للسيول التي تدمر المنازل والحقول المزروعة عند سقوط الامطار الغزيرة.

ثالثاً- مخاطر الانهيارات الأرضية في المنطقة:

يعد تحديد ورسم خريطة مخاطر الانهيارات الأرضية ذات فائدة كبيرة إذ أنها تحدد مدى المخاطر التي تسببها عدم استقرارية المنحدرات في المناطق غير المستقرة، كذلك فهي تساعد في تحديد المواقع الملائمة لبناء المنشآت الهندسية او الوحدات السكنية، إذ ان معرفة نوع حركة المواد الأرضية الحاصلة والمحتملة في المنحدرات غير المستقرة وتأثيرها في المناطق المجاورة لهذه المنحدرات ومعرفة طريقة المعالجة لهذه الانهيارات ومدى إمكانية ذلك يساعد في تقدير خطورة هذه الانهيارات.

تم الاعتماد على طريقة دليل إمكانية الانهيارات الأرضية، الجدول (٩) (Landslide possibility) "LPI" Index، والمستخدم من قبل (Bejerman 2005) وتعد هذه الطريقة من أفضل الطرق المستخدمة في تقدير درجة خطورة المنحدرات لاسيما وانها معدة للمنحدرات الصخرية المقطوعة بالطرق خلال المناطق الجبلية^(١٥).

يعتمد دليل إمكانية الانهيارات الأرضية (LPI) على عشرة عوامل في تحديد وتقسيم احتمالية الانهيارات الأرضية، وهذه العوامل هي:

١. ارتفاع المنحدر
2. زاوية المنحدر
3. درجة التآكسد في الوحدة الأرضية
٤. درجة التجوية
5. ميل الانقطاعات
٦. المسافة البينية بين الانقطاعات
٧. اتجاه ميل الانقطاعات
٨. الغطاء النباتي
٩. ترشيح المياه
١٠. الانهيارات السابقة.

تم إدراج النتائج المستخرجة من تقسيم الخطورة حسب (LPI) لـ (42) منحدرًا لمنطقة الدراسة جدول (١٠) ، ومن ثم تحديد اصناف الخطورة المختلفة لها وفق جدول (١١) ، ومن ثم تحديد المواقع التي لها صنف الخطورة نفسه على شكل أنطقة، واستناداً الى ذلك صنفت مساحة منطقة الدراسة الى ثلاث أنطقة حسب خطورتها. إذ تم تحديد قيمة دليل إمكانية الانهيارات الارضية عددياً (LPI Value) من مخطط دليل إمكانية الانهيارات الارضية (LPI Chart) عن طريق تقسيم العوامل المذكورة عددياً في المخطط نفسه ثم يتم الاستعانة بجدول (١٢) يتم عن طريقه تصنيف الخطورة الى ثلاثة اصناف اعتماداً على قيمة دليل إمكانية الانهيارات الارضية (LPI Chart)

جدول (٩)

العوامل المؤثرة في حساب مقدار دليل إمكانية حدوث الإنهيارات الأرضية عن (Bejerman 2005)

Landslide Possibility Index (LPI)				
1- SLOPE HEIGHT (M)	ESTIMAT.	2- SLOPE ESTIMAT. ANGLE	3- GRADE OF FRACTURE	ESTIMAT.
1 - 8	1	< 15°	Sound	0
9 - 15	2	15° - 30°	Mod. Fcd.	1
16 - 25	3	30° - 45°	Hg. Fcd.	2
26 - 35	4	45° - 60°	Com. Fcd.	3
> 35	5	> 60°		
4- GRADE OF WEATHERING	ESTIMAT.	5- GRADIENT OF THE DISCONTI- NUITIES	6- SPACING OF THE DISCONTI- NUITIES (M)	ESTIMAT.
Fresh	0	< 15°	> 3	0
Stly. Weathered	1	15° - 30°	1 - 3	1
Mod. Weathered	2	30° - 45°	0.3 - 1	2
Hg. Weathered	3	45° - 60°	0.05 - 0.3	3
Ctly. Weathered	4	> 60°	< 0.05	4
Res. Soil	5			
7- ORIENTATION OF THE DISCONTINUITIES	ESTIMAT.	8- VEGETATION COVER	ESTIMAT.	
Favorable	0	Void (< 20%)	0	
Unfavorable	4	Scarce (20% - 60%)	1	
		Abundant (> 60%)	2	

9- WATER INFILTRATION ESTIMAT.					10- PREVIOUS LANDSLIDES ESTIMAT.														
Inexistent				0	Not registered				0										
Scarce				1	Registered (small volume)				1										
Abundant					Registered (large volume)				2										
Permanent				2															
Seasonal				3															
1	+	2	+	3	+	4	±	5	+	6	+	7	+	8	+	9	+	10	=
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>
I (small) (0-5)		III (low) (11-15)		V (high) (21-25)															
II (very low) (6-10)		IV (moderate) (16-20)		VI (very high) (>25)															
The LPI value is obtained by adding the estimations of attributes 1 to 10. If the orientation of the discontinuities is favorable, subtract the estimation of the gradient.																			
OBSERVATIONS:																			

Bejerman, N.J. Landslide susceptibility along a sector of state road E-55,(Cordoba- Argentina),Geoling 23rd -25th Leate 1818- 5006, Cordoba- Argentina, 2005 ، P 7.

جدول (10) قيم (LPI) لنماذج مقاطع منحدرات منطقة الدراسة وفق طريقة (Bejerman 2005)

تقدير الخطورة	الدرجة	الانهيارات السابقة	ترشيح المياه	الغطاء النباتي	اتجاه ميل الفواصل	المسافة البينية	ميل الفواصل	درجة التجوية	درجة التكرس	زاوية الميل	ارتفاع المنحدر	وصف المنحدر
متوسط	17	2	3	0	4	2	2	2	1	0	1	القطاع ١
عالي	٢٤	٣	١	١	٤	٢	١	٤	٣	٤	١	القطاع ٢
عالي	٢٤	٣	١	٠	٤	١	١	٣	٢	٤	٤	القطاع ٣
عالي	٢٣	١	٣	١	٤	٢	١	٣	٢	٢	٣	القطاع ٤
عالي	٢٥	٣	١	٠	٤	١	٢	٤	٣	٣	٤	القطاع ٥
عالي	٢٤	٣	١	٠	٤	١	٢	٤	٢	٤	٢	القطاع ٦
عالي	٢١	٣	١	٠	٤	١	١	٣	٢	٣	٢	القطاع ٧
عالي	٢٢	٢	٣	٠	٤	٢	٤	٣	٢	١	١	القطاع ٨
متوسط	١٧	٢	٣	٠	٤	٠	٠	٣	٢	٢	١	القطاع ٩

القطاع ١٠	١	٤	٣	٣	٠	٣	٤	٠	٠	٣	٣	٢١	عالي
القطاع ١١	٢	٤	٣	٣	٠	٣	٤	١	٠	٣	٣	٢٤	عالي
القطاع ١٢	١	٠	٣	٣	٠	٣	٠	١	١	١	١	١١	منخفض
القطاع ١٣	٣	٣	٢	٣	١	٣	٤	٢	١	٣	٢	٢٤	عالي
القطاع ١٤	٣	٣	٣	٣	١	٣	٠	١	١	٣	٣	٢٣	عالي
القطاع ١٥	١	٤	٠	٤	٠	٤	٤	٤	٤	٠	٣	٢٢	عالي
القطاع ١٦	٢	٤	٣	٤	١	٤	١	١	١	٤	٣	٢٤	عالي
القطاع ١٧	٤	٢	٣	٣	٠	٣	٤	١	٠	٣	٢	٢٢	عالي
القطاع ١٨	١	٣	٣	٣	٢	٢	٤	٢	٣	٢	٣	٢٢	عالي
القطاع ١٩	١	٣	٣	٤	٢	٤	٠	١	٢	٤	٢	١٩	متوسط
القطاع ٢٠	١	٣	١	٤	٠	٤	٤	٤	٠	٤	٢	٢٣	عالي
القطاع ٢١	٢	٣	٢	٢	٢	٢	٠	٢	٢	٢	٢	١٧	متوسط
القطاع ٢٢	١	٣	٣	٤	٢	٤	٢	٢	٢	٤	١	٢٣	عالي
القطاع ٢٣	١	٣	٢	٤	٢	٤	٠	٢	٢	٤	٢	٢٠	متوسط
القطاع ٢٤	٣	٣	٢	٣	٢	٣	٢	٢	٢	٣	٢	٢٥	عالي
القطاع ٢٥	٢	٣	٢	٣	٢	٣	٤	٢	٢	٣	١	٢٢	عالي
القطاع ٢٦	١	٢	٣	٢	٢	٢	٤	١	١	٢	١	١٨	متوسط
القطاع ٢٧	١	١	٣	٣	٢	٢	٤	٣	٢	٢	١	٢٠	متوسط
القطاع ٢٨	١	٢	٢	٣	٢	٣	٤	٢	٢	٢	٣	٢١	عالي
القطاع ٢٩	١	١	٣	٣	١	٣	٠	١	١	٣	٣	١٤	منخفض
القطاع ٣٠	٣	٤	٢	٢	٢	٢	٠	١	٠	٢	١	١٧	متوسط
القطاع ٣١	١	٣	٢	٢	٢	٢	٤	٢	٢	٢	١	٢١	عالي
القطاع ٣٢	٢	١	٢	٢	١	٢	٤	١	١	٢	١	١٨	متوسط
القطاع ٣٣	١	٢	٣	٤	١	٤	١	٣	١	٤	٢	٢٤	عالي
القطاع ٣٤	١	١	٢	٢	١	٢	٤	٢	١	٢	٣	١٨	متوسط
القطاع ٣٥	١	٣	٢	٢	١	٢	٤	٣	١	٢	١	٢٠	متوسط
القطاع ٣٦	١	٢	٢	٢	٣	٢	٠	٢	٢	٣	٠	١٦	متوسط
القطاع ٣٧	١	٣	١	٢	١	٢	٤	٢	١	٢	٠	١٧	متوسط

القطاع ٣٨	2	1	2	2	2	2	2	4	0	3	1	19	متوسط
القطاع ٣٩	1	1	2	1	1	2	2	4	1	1	3	17	متوسط
القطاع ٤٠	2	3	3	2	1	1	1	4	1	2	3	22	عالي
القطاع ٤١	1	1	2	2	0	1	0	0	0	3	1	11	منخفض
القطاع ٤٢	1	0	2	2	1	1	1	4	0	1	3	15	منخفض

المصدر :

الدراسة الميدانية بالاعتماد على جدول (٩) دليل إمكانية حدوث الإنهيارات الأرضية والمستخدم

من قبل:

Bejerman, N.J .Landslide susceptibility along a sector of state road E-55,(Cordoba- Argentina),Geoling 23rd -25th Leate 1818- 5006, Cordoba- Argentina, 2005 ، P 7.

جدول (١١) أصناف الخطورة المنحدرات الثلاثة اعتماداً على قيمة (Bejerman 2005) (LPI)

LPI Category	صنف دالة احتمالية الانزلاق (LPI)	Hazard Category	صنف الخطورة
I-II	10 >	منخفض الخطورة	Low
III-IV	(11-20)	متوسط الخطورة	Moderate
V-VI	21 <	عالي الخطورة	High

المصدر: اعتماداً على جدول (٩).

وعلى أساس هذا التصنيف فإن المنحدرات الطولية في منطقة الدراسة ، والتي صنفت على أنها ذات LPI منخفضة تكتسب خطورة واطئة ، والمنحدرات ذات LPI متوسطة، تكتسب صنف خطورة متوسطة (Moderate Hazard)، والمنحدر ذو LPI عالية يكتسب صنف خطورة عالية (High Hazard)، جدول (١٢).

جدول (١٢) نتائج تصنيف المقاطع الطولية بموجب (LPI) على اساس درجة الخطورة

النسبة المئوية %	عدد المقاطع	ارقام المقاطع	صنف الخطورة
٩,٥	4	12 ,29 ,41 ,42	منخفضة Low Hazard
٣٥,٧	15	1,9,19,21,23,26,27,30,32, 34,35,36,37,38,39	متوسطة Moderat hazard
٥٤,٨	23	2,3,4,5,6,7,8,10,11,13,14, 15,16,17,18,20,22,24,25, 28,31,33,40	عالية High hazard
١٠٠	42	٤٢	المجموع الكلي للمقاطع

المصدر: بالاعتماد على جدولي (٩ ، ١٠).

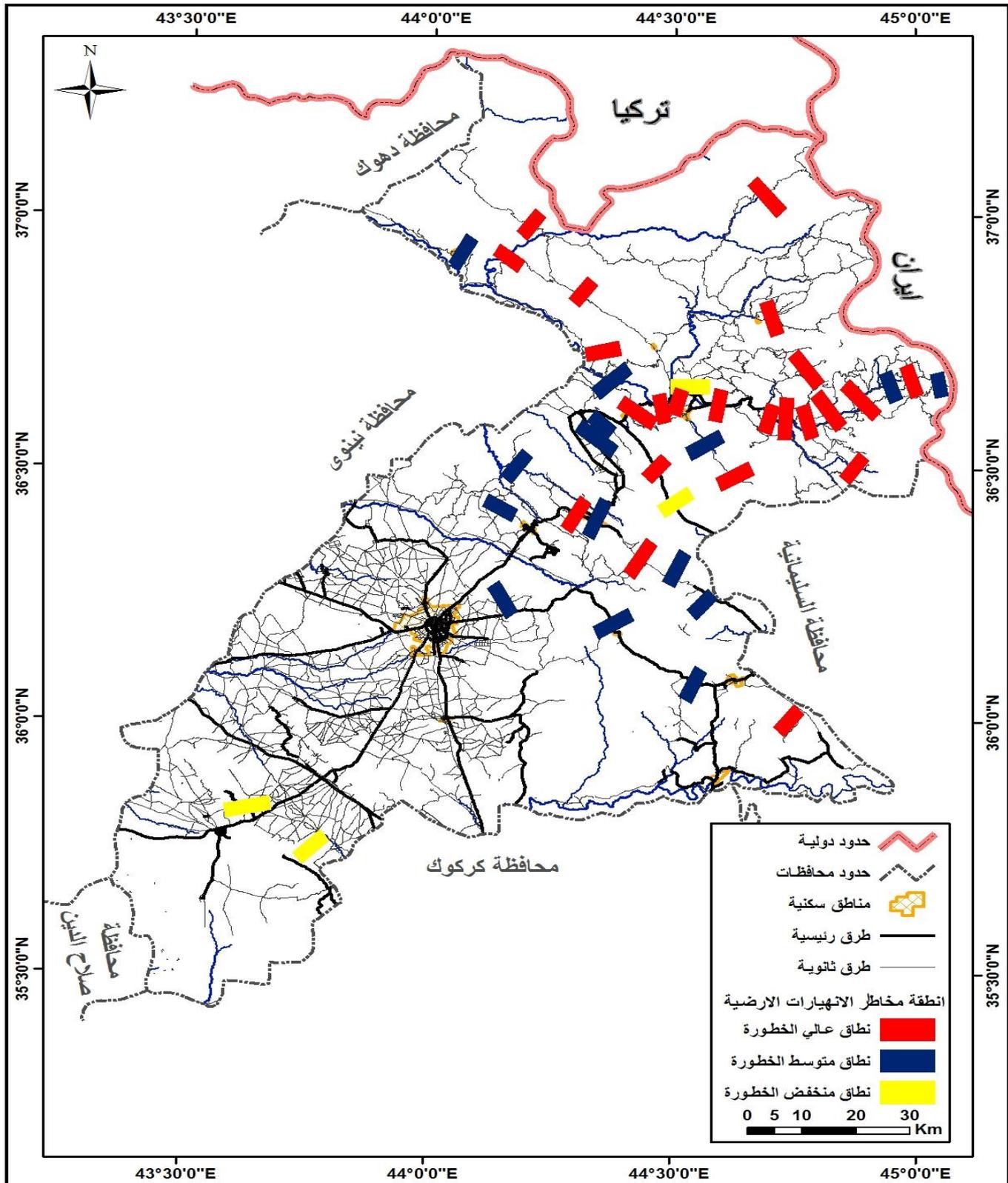
١- مناطق قليلة الخطورة:

بلغ عدد المقاطع التي تشغل المناطق قليلة الخطورة في حركة المواد الارضية (٤) مقاطع وتشكل نسبة (٩,٥%) من المجموع الكلي للمقاطع. يشغل هذا النطاق المناطق شبه المستقرة الى المستقرة ذات انهيارات أقل من سابقتها، اذ توجد دور سكنية او طريق سيارات قريبة من الجرف الصخري وارتفاع وزاوية ميل المنحدر تكون قليلة، كما ان الكتل الصخرية المنهارة تكون قليلة وصغيرة الحجم وذات تأثير قليل، وبذلك فان الخطورة قليلة مقارنة بالمنطقتين السابقتين وهي تغطي مساحة قليلة ضمن المقاطع المدروسة من منطقة الدراسة كما في مقاطع رقم (١٢) - (٢٩ - ٤١ - ٤٢) وخريطة (3)، والمتمثلة في الطريق المؤدي الى منطقة ديانة وناحية كلاله وطريق المؤدي الى ناحية قراج وطريق المؤدي الى ناحية بامرته.

٢- مناطق متوسطة الخطورة:

تأتي هذه المنطقة بعد المناطق قليلة الخطورة، وهي تشكل خطورة متوسطة على المناطق السكنية والطريق العام، بلغ عدد مقاطعها (١٥) مقطع ونسبة (٣٥,٧%) من العدد الكلي للمقاطع، خريطة (٣)، اذ المنحدرات المحاذية لها اقل من حيث درجة الميل والكتل الصخرية المتساقطة ذات أحجام أصغر نسبياً من أحجام المنطقة عالي الخطورة وارتفاع المنحدرات الصخرية اعلى نسبياً من ارتفاعه في النطاق السابق كما ان درجة التجوية تكون متوسطة.

خريطة (٣) مخاطر الانهيارات الأرضية لمنحدرات محافظة اربيل



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (١٠) واستخدام برنامج Arc Map 9.3

٣- مناطق عالية الخطورة:

تشكل المناطق عالية الخطورة مقاطع عالية الخطورة يبلغ عددها (٢٣) مقطعاً ، وبنسبة (٥٤,٧%) من المجموع الكلي لعدد المقاطع، يقع ضمن هذا النطاق المناطق القريبة من المنحدر (الوجه الحر وقدم المنحدر) والمتضمنة الطريق والمناطق السكنية والتي تكون قريبة جداً ولا تبعد عنه مسافة تتراوح بين (1-1.5م)، فضلاً عن وجود كتل صخرية كبيرة تصل ابعادها الى اكثر (٢م)، خريطة (٢)، ويقع ضمن هذه المناطق الطريق والنواحي الممتدة من ناحية خليفان الى ناحية حاج عمران، ومنطقة ميركة سور، طريق كويسنجق، شقلاوة. ويشمل هذا النطاق خطراً على الطرق السيارات المارة وعلى المناطق السكنية والمجمعات السياحية، وتكون خطورتها عالية، وتكمن خطورتها في شكل وحجم الكتل الصخرية المنهارة فكلما كانت الكتل الصخرية كبيرة كان تأثيرها أكبر على المناطق المجاورة لها، إذ أن الابنية تكون ملاصقة تماماً لحافة المنحدر او تكون مبنية على حافة المنحدر إذ أن هذا ينبئ احتمالية حدوث الانهيار في تلك الابنية التي تبنى فوق حافة او الجرف الصخري.

الاستنتاجات والتوصيات :

١. تتعرض منحدرات الجبلية في محافظة أربيل الى نشاط حركة المواد الأرضية والتي من أهمها (الانزلاق الصخري والمتضمن الانزلاق المستوي والانزلاق الاسفيني والانزلاق الدوراني)، السقوط الصخري، الانقلاب الصخري، الدرجة الصخرية، التدفق الطيني رقيق القوام، والتدفق الحبيبي (الحطامي)، وزحف التربة.
٢. تتأثر حركة المواد الأرضية في محافظة أربيل بمجموعة من العوامل منها العوامل الطبيعية والتي من أهمها التركيب الصخري ونظام بنائه، المناخ المتمثل درجات الحرارة والامطار، والعوامل البشرية والمتظمة إزالة الاسناد التحتي للمنحدرات بسبب شق الطرق البرية وإقامة المنشآت العمرانية.
٣. تم تصنيف المنحدرات الارضية المحددة الى احتمالية تعرضها للانزلاقات الارضية الى ثلاث اصناف من الخطورة وهي مناطق ذات احتمالية انهيار قليلة الخطورة وهي تكتسب صنف خطورة واطئة بلغ عددها (٤) مقاطع ، ومناطق ذات احتمالية انهيار متوسطة الخطورة وهي تكتسب صنف خطورة متوسطة بلغ عددها (١٥) مقطعاً، ومناطق ذات احتمالية انهيار عالية الخطورة وهي تكتسب صنف خطورة عالية بلغ عددها (٢٣) مقطعاً، وذلك من حيث تأثيرها على الطرق السيارات والمناطق السكنية، وتبين بعض منحدرات المنطقة تكتسب صنف احتمالية الخطورة العالية، بسبب الميل الشديد للمنحدرات و قرب المسافة من الطرق والمناطق السكنية فضلاً عن ضخامة الكتل الصخرية المنهارة والمحملة وعدم او قلة توفر اعمال الحماية وعدم كفاءتها.

٤. من الدراسة الميدانية تبين ان اكثر مخاطر الانهيارات الارضية التي تكتسب صنف احتمالية انهيار عالية تقع ضمن الطريق الرئيس الرابط بين ناحيتي خليفان وحاج عمران، في حين تكتسب المناطق الاخرى الوسطى والجنوبية صنفين من الخطورة المنخفضة والمتوسطة.

يمكن اقتراح التوصيات التالية:

١. بناء جدار خرساني مسلح ساند للمنحدر، او معدني او استخدام المشبك المعدني اذ ان استخدام هذا النوع سوف يمنع الصخور الصغيرة من السقوط، بينما يتم اسقاط الصخور الاكبر ببطأ اسفل المنحدر بطاقة حركية منخفضة فيه ليمنع من انقلاب الصخور او دحرجتها الى الطريق، فضلاً عن مراقبة الجدار الساند القديم واجراء تحسينات للحد من انهياره.

٢. تحديد اتجاهات التوسع المستقبلي للمراكز العمرانية بما يلائم مع نطاقات قابلية الاراضي لاسيما في المنحدرات، مع التقليل من انشاء المراكز العمرانية فوق المنحدرات المهددة بالانهيار

• الهوامش :

1) Arsalan A. Othman and Richard Gloagye , River Conrres Affected by Landslides and Implications for Hazard Assesment A High Resoution Remote Sensing Case study in NE Iraq-w Iran, Iraq Geological survey, Iraq, 2013, P1029.

2) Goodman, R.E., in watts, C.F., Gillian, D.R.& Hang , H., 2003 Rock slop stability computerized analysis package, www.Radford.earlt-cwatts, 1980.P
٣) محمد مجدي تراب، اشكال الصحارى المصورة^١ دراسة لأهم الظواهر الجيومورفولوجية بالمناطق الجافة وشبه جافة"، كلية الآداب دمنهور، جامعة الإسكندرية، ١٩٩٦، ص١٧٧.

4) Goodman, R.E., in watts, C.F., Gillian, D.R.& Hang , H., 2003 Rock slop stability computerized analysis package, Op.sit,p 8.

5) Al-Saadi, S.N, Models of failure in the Rock Slopes of Injana Area, Central Iraq, Proceeding of the International Symposium on the Geology of Deserts and Desert Environment, Baghdad, Vol,1, 1988, P245.

6) Hamed M.Jassim, zahra'a Norri Rasheed , M.S C Bahra Dhahir Ghafour, Faris Rashied Ahmed, On the Land Slide of Daigala Slope-Kurdistan- Iraq, Koya University , faculty of Engineering , Geoteennical Engineering, Civil Engineering Department, 2014, P505.

٧) محمد صبري محسوب، جيومورفولوجية الاشكال الأرضية، مصدر سابق، ص١١٨.
8) Al-Saadi, S.N, Amethod for Amapping Unstable Slop with Reference to the Coast line of S.W. Dyfed ,wales, Unpub .ph.D.Thesis, University of Bristol,1981, P252.

9) Hoek ,E. and Bray ,J.W. Rock Slopes Engineering Inst .of Mining and Metallurgy .London,1981,p358.

10) Al-Saadi, S.N, Amethod for mapping Unstable slop with Reference to the coastline of S.W. Dy fed wales, Unpub .ph.D.thesis, University of Bristo , P.252.

١١) صلاح الدين بحيري، أشكال الأرض، ط١، دار الفكر ، دمشق ، ١٩٧٩، ص٧٠.

١٢) حسن رمضان سلامة، أصول الجيومورفولوجيا، مصدر سابق، ص١٥٦.

^{١٣} فراس محمد، دراسة جيولوجية للانزلاقات والانهيارات وتأثيراتها السلبية على المنشآت والتجمعات البشرية في شمال اللاذقية، رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية العلوم، جامعة دمشق، ٢٠٠٩، ص ١١٧.

^{١٤}) The Australian Geoguides for Slope Management and Maintenance, Op.sit, P.35.

^{١٥}) Bejerman, N.J .Landslide susceptibility along a sector of state road E-55,(Cordoba- Argentina),Geoling 23rd -25th Leate 1818- 5006, Cordoba-Argentina, 2005 ، P 7.

• المصادر:

١. بحيري، صلاح الدين، أشكال الأرض، ط ١، دار الفكر، دمشق ، ١٩٧٩.
٢. تراب، محمد مجدي، اشكال الصحارى المصورة" دراسة لأهم الظواهر الجيومورفولوجية بالمناطق الجافة وشبه جافة"، كلية الآداب دمنهور، جامعة الإسكندرية، ١٩٩٦.
٣. سلامة، حسن رمضان، أصول الجيومورفولوجيا، ط ٢، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، ٢٠٠٧.
٤. محمد، فراس، دراسة جيولوجية للانزلاقات والانهيارات وتأثيراتها السلبية على المنشآت والتجمعات البشرية في شمال اللاذقية، رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية العلوم، جامعة دمشق، ٢٠٠٩.
5. Al-Saadi, S.N, Models of failure in the Rock Slopes of Injana Area, Central Iraq, Proceeding of the International Symposium on the Geology of Deserts and Desert Environment, Baghdad, Vol, I, 1988.
6. Al-Saadi, S.N, A method for Amapping Unstable Slop with Reference to the Coast line of S.W. Dyfed ,wales, Unpub .ph.D.Thesis, University of Bristol,1981.
7. Arsalan A. Othman and Richard Gloagye , River Conres Affected by Landslides and Implications for Hazard Assesment A High Resoution Remote Sensing Case study in NE Iraq-w Iran, Iraq Geological survey, Iraq, 2013.
8. Al-Saadi, S.N, Amethod for mapping Unstable slop with Reference to the .coastline of S.W. Dy fed wales, Unpub .ph.D.thesis, University of Bristo.
9. Australian Geomechanics Society, Extract from Australian Geomechanics Journal and News of the Australian Geomechanics Society, Land slide Risk Management, V.42, No.1 March 2007.
10. Bejerman, N.J .Landslide susceptibility along a sector of state road E-55,(Cordoba- Argentina),Geoling 23rd -25th Leate 1818- 5006, Cordoba-Argentina,
11. Goodman, R.E., in watts, C.F., Gillian, D.R.& Hang , H., 2003 Rock slop stability computerized analysis package, www.Radford.earlt-cwatts, 1980.
12. Hamed M.Jassim, zahra'a Norri Rasheed , M.S C Bahra Dhahir Ghafour, Faris Rashied Ahmed, On the Land Slide of Daigala Slope-Kurdistan- Iraq, Koya University , faculty of Engineering , Geoteennical Engineering, Civil Engineering Department, 2014.
13. Hoek ,E. and Bray ,J.W. Rock Slopes Engineering Inst .of Mining and Metallurgy .London,1981.