المخاطر الجيومورفولوجية لحركة المواد الأرضية على طريق هاملتون في وادي كلي علي بك (بين مضيقي زاركلى و بالك) دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية

الكلمات المفتاحية: المخاطر الجيومورفولوجية، وادي كلي علي بك، طريق هاملتون

أ.م.د. سنور أحمد رسول
جامعة صلاح الدين – كلية الآداب
snur.rasool@su.edu.krd

تاريخ استلام البحث ٢٠٢٢/١٢/٢٩ تاريخ قبول نشر البحث ٢٠٢٣/١/١١

الملخص

تتناول الدراسة حركة مواد السطح على طريق هاملتون في وادي كلي علي بك بين مضيقى زاركلي وبالك، الواقعين ضمن المنطقة الجبلية العالية في الأجزاء الشمالية والشمالية والشرقية من محافظة أربيل، يبلغ طول هذا الطريق (١٢.٣٠ كم) بمساحة تبلغ (١٨.٥٧كم٢).

من خلال هذه الدراسة، تم إبراز الخصائص الطبيعية وأثرها ودورها في حدوث حركة هذه المواد وانهيارها مثل الجيولوجيا، والمناخ، والتضاريس، والانحدار، والتربة، وكذلك توضيح مظاهرها المتمثلة بحركة المواد الموجودة على السطح من القطع الصخارية والتربة، سواء أكانت تلك الحركات بطيئة أو سريعة. كما حددت الدراسة مواقع مخاطر حركة المواد على طول هذا الطريق باستخدام جهاز الـ(GPS) واستخدام المرئيات الفضائية، وبالاعتماد على برنامج الـ(ARC GIS) وبيانات نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM).

توصلت الدراسة إلى أنّ للمناخ تاثيراً كبيراً في حركة المواد من خلال التساقط الثلجي والصقيع بفعل انخفاض درجة الحرارة، وهذا ما يؤثر بشكل سلبي في مد الطرق، ويزيد من التكلفة الاقتصادية لمثل هكذا مشاريع، وأن الذي يزيد من تفاقم المشكلة أكثر هو أن منطقة الدراسة من أكثر المناطق الجبلية تعقيداً في مدّ الطرق خلالها وذلك بسبب انحدار سفوحها وعدم استقرارها وتساقط الكتل الصخرية على أشكالها المختلفة.

المقدمة

تتفاقم المخاطر والكوارث الطبيعية وتزداد يوماً بعد يوم مهددة حياة الانسان بل مقومات بيئته الطبيعية، والمخاطر الطبيعية انواع متعددة متباينة في خصائصها وقوتها واثارها التدميرية وسرعتها.

تعد حركة المواد الارضية جزء كبير من المخاطر الطبيعية في المنطقة ، والتي تباينت في اثارها من موقع الى اخر على هذا الطريق وتتباين في درجة خطورتها ، وتتمثل مخاطر حركة المواد على المنحدرات والجريان السيلي اقوى هذه المخاطر واكثرها خطورة لتكرارها في فترات غير معروفة ومن الصعب توقعها . تبرز اهمية دراسة هذه المخاطر لكونها دراسة تطبيقية تتمثل باستخدام التقنيات الحديثة (GIS) التي يتم من خلال استخدام هذه التقنية لرصد وتحديد المخاطر ورسم خريطة للمناطق الخطرة للطريق المدروس، وعلى ضوئها وضع بعض المقترحات التي تعمل على تفادي أو التقليل من شدة حركة المواد في المنطقة .

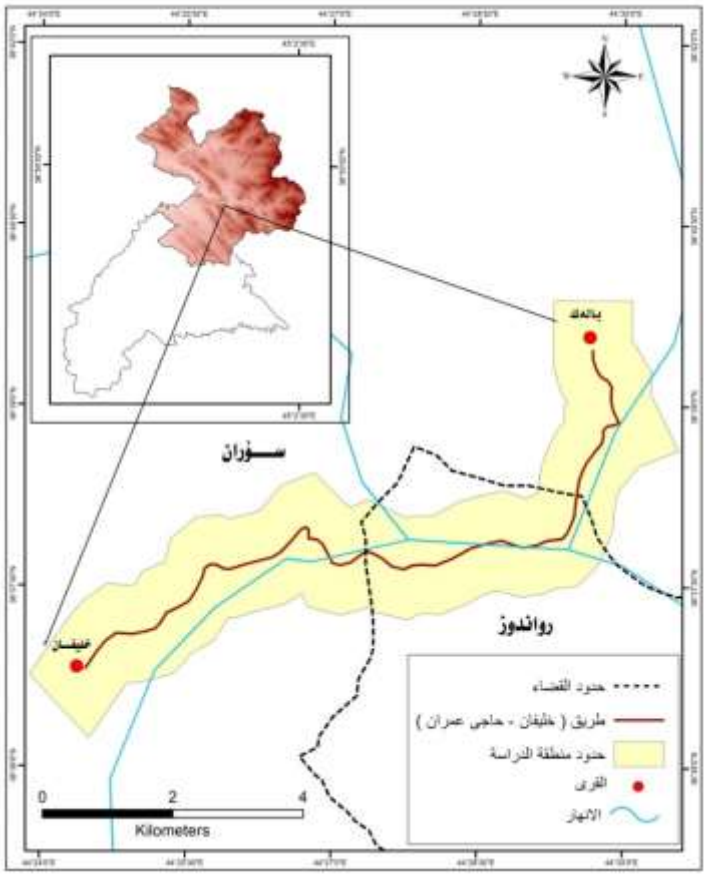
موقع منطقة الدراسة :.

تقع ضمن المنطقة الجبلية العالية في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من محافظة أربيل، يحدّها من الغرب الحدود الإدارية لمحافظة دهوك ويحدها من الجنوب الشرقي الحدود الادارية لمحافظة السليمانية، بينما يحدها شرقاَ الحدود الدولية بين اقليم كوردستان العراق وايران، ويحدها شمالاَ الحدود الدولية بين إقليم كوردستان العراق وتركيا، أما من جهة الجنوب فتحدد بمقدمات جبل بني حرير الذي يبلغ ارتفاعها (١٤٣٤م)، أما في الشرق فتحدد بجبال الذي يبلغ ارتفاعها (٢١١٥ م) ، وتحدد منطقة الدراسة من جهة الغرب بجبال برادوست بارتفاع يبلغ (٢٠٥٨ م).

تقع المنطقة الجبلية في محافظة أربيل بين دائرتي عرض (َ٥١ ْ٣٥ - َ١٨ ْ٣٧) شمالاً وخطي الطول (َ٤٩ ْ٤٣ - َ٠٥ ْ٤٥) شرقاً. خريطة (١)

خريطة رقم (١)

موقع طريق (زاركلي – بالك) في محافظة اربيل



المصدر : بالاعتماد على: حكومة إقليم كوردستان ، وزارة التخطيط ، مديرية المعلومات والخرائط ، قسم الخرائط ،اربيل ، ٢٠١٥ .

مشكلة البحث:

بالإمكان إجمال أهم المشاكل من خلال النقاط الآتية:

١. هل العوامل الطبيعية السائدة في المنطقة تؤثر بشكل سلبي على الطريق وتسبب مخاطر؟
٢. هل لعاملي المناخ والانحدار دور في ظهور هذا النمط من المخاطر في المنطقة؟
٣. هل تتوفر إمكانية التقليل والحد من هذه المخاطر وبأي وسيلة يمكن تحقيق ذلك؟

فرضية البحث:

١. ان العوامل الطبيعية السائدة والعمليات لها اثار سلبية تكون ذات اخطار على الطريق

٢. إن عامل المناخ والانحدار الشديد لجانبي الطريق (الصورتين رقم ١ و ٢) هما العاملان الرئيسان اللذان يتسببان في حدوث-حركة المواد.

٣. يمكن الحد من هذه الظاهرة والتقليل منها عند تطبيق مجموعة من الإجراءات الهندسية المدروسة والعمليات التخطيطية.

أهداف البحث:

تتعدد الأهداف التي تقوم عليها هذه الدراسة والتي منها ماياتي :

١. دراسة الخصائص الطبيعية للمنطقة (البنية الجيولوجية، والتضاريس، والمناخ، والانحدار، والتربة)، ومعرفة آثارها في نشوء وتطور حركة المواد الأرضية (المخاطر الجيومورفولوجية).

٢. رسم خريطة لحركة المواد الأرضية، حيث يتم من خلالها تحديد المناطق المعرضة لمخاطر حركة المواد على المنحدرات ودرجاتها.

٣. وضع مجموعة من المقترحات للحد من المخاطر(حركة المواد) التي تتعرض لها منطقة الدراسة.

مبررات البحث :

تكمن مبررات البحث في وجود عدة أماكن تعرضت الى حركة المواد بأنواعها المختلفة، مما أثر سلباً في الطريق الرئيس، وتسبب ذلك في حدوث الخسائر البشرية من خلال حدوث الانزلاقات والتساقطات الصخرية وكذلك التسبب بالحوادث المرورية على الطريق المدروس.

طريقة العمل:

لغرض تحقيق أهداف الدراسة، قامت الباحثة بدراسة ميدانية الى المنطقة لتسجيل الملعومات المتعلقة بمواقع المخاطر الجيومورفولوجية باستخدام جهاز (GPS) وتحديد أنواعها وتصنيفها حسب تصنيف (Sharp1938) للمخاطر الجيومورفولوجية، كما يظهر ذلك المخاطر في الخريطة (٢) والجدول (١). فقد تم استخدام المرئيات الفضائية لرسم خريطة منطقة الدراسة اعتماداً على برنامج (Arc GIS)، وبيانات نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM 30m) لرسم خريطة التضاريس وخريطة الانحدار، ثم مطابقتها بمواقع المخاطر المنطقة. وتقدر المساحة المدروسة بـ(١٨.٥٧ كم٢)، وقد تم اعتماد مسافة (٧٥٠ م) على جانبي الطريق باستخدام معامل مسافة معيارية (Buffer) داخل برنامج (Arc GIS 10.6).

جدول (١) مواقع المخاطر الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة

رقم	الموقع		الارتفاع / م
	دائرة العرض	خط الطول	
١	٣٦° ٣٧′ ٤٣″	٤٤° ٢٥′ ٥٩″	٦٦٢
٢	٣٦° ٣٧′ ٦٨″	٤٤° ٢٦′ ١٥″	٦٢٩
٣	٣٦° ٣٧′ ٦″	٤٤° ٢٧′ ٩″	٥٢٧
٤	٣٦° ٣٧′ ٧″	٤٤° ٢٨′ ٢٨″	٥١٦
٥	٣٦° ٣٧′ ٧″	٤٤° ٢٨′ ٢٨″	٥١٦
٦	٣٦° ٣٧′ ٨″	٤٤° ٢٨′ ٤٣″	٥٢٣
٧	٣٦° ٣٧′ ٨″	٤٤° ٢٨′ ٧١″	٥٣٠
٨	٣٦° ٣٧′ ٠″	٤٤° ٢٩′ ٤٥″	٥٣٠
٩	٣٦° ٣٧′ ٥″	٤٤° ٢٩′ ٩١″	٥٥٥

المصدر: الدراسة الميدانية لموقع منطقة الدراسة بتاريخ ٣-١١ ٢٠٢٢ باستخدام جهاز (GPS)

خريطة (٢)

موقع المخاطر الجيومورفولوجية

المصدر: بالاعتماد على:

١. الدراسة الميدانية ، باستخدام جهاز (GPS)

٢. بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) و برنامج (Arc GIS)

المحور الأول: تحديد وتعريف منطقة قيد البحث

اولا: تحديد طرق هاملتون (زاركلي – بالك)

طريق هاملتون (زاركلي – بالك) :.

يمثل طريق (**زاركلي – بالك**) أحد الشرايين لحياة سكان قضاء سوران وروانـدوز، فهو يربط مركز قضاء سوران بمركز محافظة أربيل و مركز قضاء شقلاوة . ويبدأ من مقدمات جبل (بني حرير) على خط ارتفاع (٦٢٥م) فوق مستوى سطح البحر. وتبدأ منطقة الدراسة بنقطة التقاطع بين دائرة العرض (٣٦ ٣٦) شمالاً، وخط الطول (٢٢ ٤٤) شرقاً. وتنتهي بنقطة التقاطع بين دائرة العرض (٣٩ ٣٦) شمالاً وخطّ الطول (٢٩ ٤٤) شرقاً.

يبلغ طول الطريق قيد البحث (١٢.٣٠ كم)، وتتمثل خطورة هذا الطريق بشدة انحدارات جوانبه (الصورة رقم ١) و بتعرضه لحركات المواد وكذلك عمليات تدمير الطرق الناتجة عن حركة هذه المواد (الصورة رقم ٢).

الصورة رقم ١: صورة حقلية لجزء من مضيق كلي علي بك تبين شدة انحدار جانبي الطريق

الصورة رقم ٢: صورة حقلية تبين القطع الصخارية الموجودة على السفوح والتي تتساقط على الطريق بسبب الأمطار والحركة الاهتزازية الناتجة من حركة الشاحنات الثقيلة.

ثانياً: الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة ودورها في حدوث الانهيارات الارضية:

تتأثر منطقة الدراسة بمجموعة من العوامل الطبيعية ومنها .

١. **الجيولوجيا:**

تعد دراسة الوضع الجيولوجي ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية، وإن البنية الجيولوجية عامل رئيس من عوامل ظهور الأشكال الارضية و تطورها، وتختلف الصخور اختلافاً كبيراً في درجة صلابتها ومقدار مقاومتها للعمليات الجيومورفولوجية. فمنها ما هو سريع التأثر لقلة صلابته وما هو صلب مقاوم([1]). وتتراوح أعمار هذه التكوينات بين (عصر الكريتاسي والأيوسين). تتكشف التكوينات الجيولوجية التالية في منطقة الدراسة من الاقدم الى الأحدث: خريطة رقم (٣)

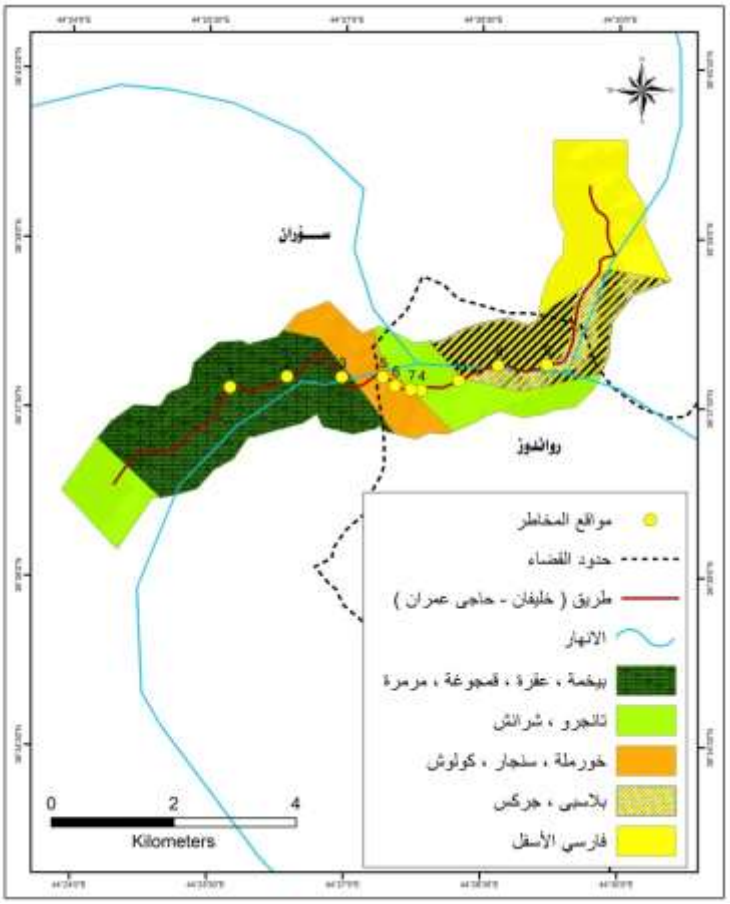
أ / تكوينات العصر الكريتاسي: تضم تكوينات (قمجوغة، وعقرة، وسرمورد، وبلامبو، وبخمة، وشرانش، وتانجرو) وهي تحتوي على طبقات من الصخور الجيرية والدولوماتية وحجر الطفل الأسود والمارل والصلصل الغرين ذات المسامية العالية.

تشغل هذه التكوينات مساحة كبيرة من منطقة الدراسة، ولا سيما الأجزاء الوسطى والجنوبية من منطقة الدراسة .

ب / تكوينات عصر الايوسين: تتكون معظم ترسباتها من حجر الكلس والحجر الطيني والحجر الرملي والطفل والحصى المتمثلة بتكوينات (خورمالة، وسنجار، وكولوش، وجركس، وبيلاسبي)، وتظهر هذه التكوينات في المناطق الشمالية الغربية من منطقة الدراسة وأجزاء من المناطق الوسطى.

جـ / تكوينات عصر المايوسين: ينكشف تكوين فارس الأسفل في الجهات الشمالية لمنطقة الدراسة. وتصف بترسيب دوري للرواسب والذي تمثل بتعاقب صخور الجبس والحجر الجيري والطين.

خريطة (٣) الجيولوجية الطباقية



المصدر: بالاعتماد على:

١. هاشم ياسين حمدامين – أطلس الموارد الطبيعية لمحافظة أربيل وإدارة الأرض فيها للأغراض الزراعية – رسالة ماجستير – مقدمة الى كلية الاداب – جامعة صلاح الدين – ٢٠٠٠ – الجزء الثاني – خارطة رقم (٨)

٢. Sissakian.v.k and Yokana,R,Y,Regional Geological Mapping Of Erbil- Shaqlawa – Koisanjaq- Redar area State Organization For Minerals,Baghdad ,1978.

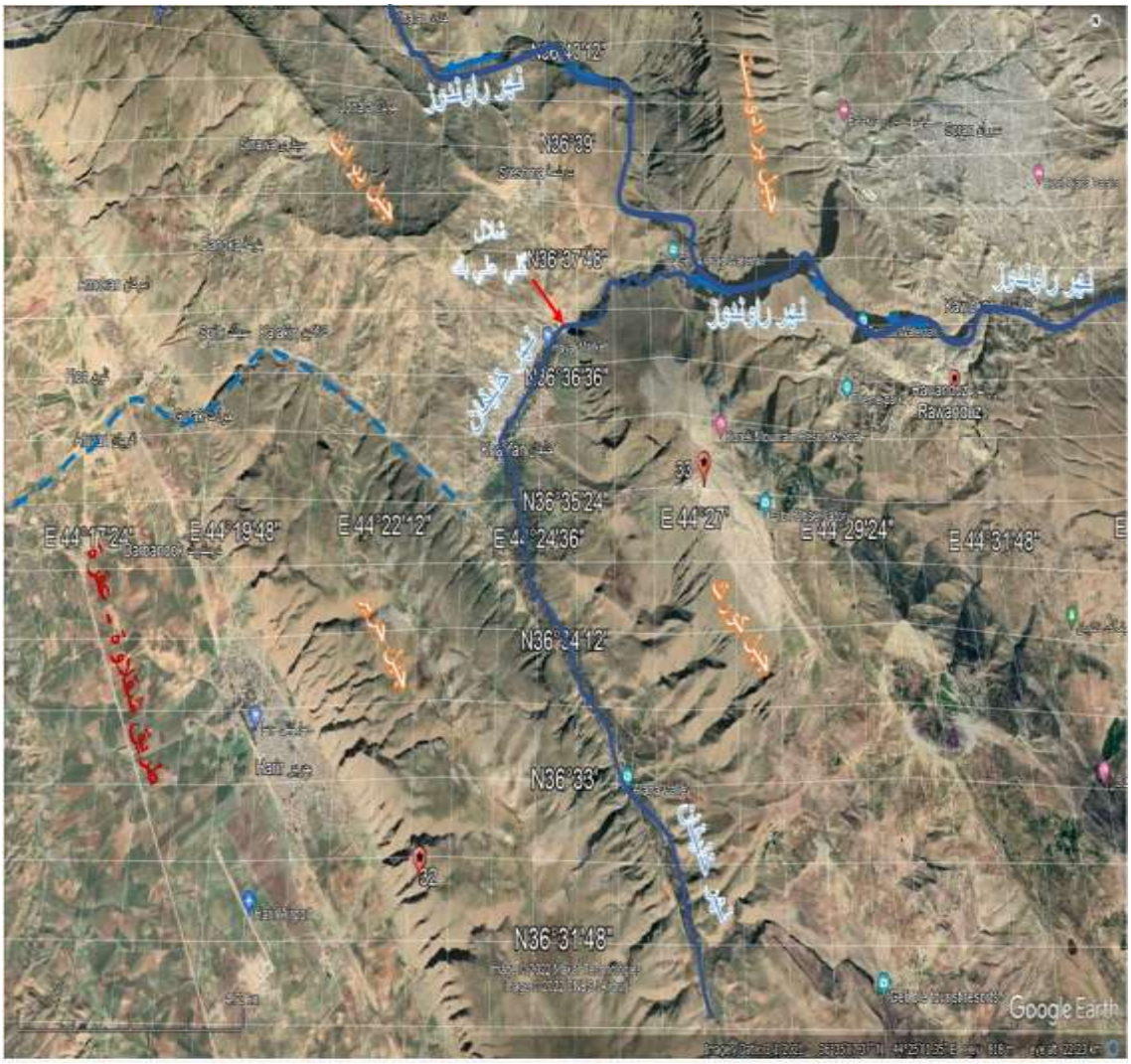
ويعد مضيق كلي علي بك من المضائق النادرة جداً في العالم، اذ يسير الماء في المضيق باتجاهين مختلفين ومتعاكسين. من الجنوب، يدخل نهر خليفان المضيق، ويسير الماء باتجاه الشمال (الصورة رقم ٣)، بينما من الشمال، يدخل نهر راوندوز المضيق ويسير باتجاه الجنوب. ويلتقي نهر خليفان بنهر راوندوز في منتصف المضيق وبعد شلال كلي علي بك بحوالي ٩٠٠ متر. ويقطع نهر راوندوز الحافة الغربية للمضيق ويخرج من مضيق كلي علي بك ويسير باتجاه الغرب (الصورة رقم ٣) ليصب في نهر الزاب الاعلى قبل مضيق بخمة([٢]). ويعود السبب في ذلك إلى وجود طية مقعرة بين طية كورك المحدبة في الجنوب وطية برادوست في الشمال، حيث يستغل نهر راوندوز المنخفض الموجود بسبب الطية المحدبة ويشق طريقه باتجاه الغرب. ومن الجدير بالذكر أن نهر خليفان كان يسير باتجاه الشمال الغربي (الصورة رقم ٣) موازياً لجبل حرير ويقطع جبل حرير في مضيق عامودي على جبل حرير ويخرج غرب مدينة حرير بحوالي ٣ كلم. ولا تزال آثار المروحة الفيضية المتكونة بسبب نهر خليفان الذي كان يقطع جبل حرير واضحة جداً، وترسبات المروحة المتكونة من الحصى والمدملكات يمكن مشاهدتها عند تقاطع الطريق القادم من جبل حرير مع طريق شقلاوة – عقرة (الصورة رقم ٤) ([٣]).

٢- التضاريس:

تمثل جزءاً من المنطقة الجبلية، إذ تغلب عليها صفة التضرس الشديد لظهور سلاسل جبلية عديدة ضمن المنطقة انعكست على درجة تضرسها، فضلاً عن انحدرات محلية لكل سلسلة جبلية. ويتحكم في تضاريس المنطقة ثلاثة عوامل رئيسية هي (تركيبية المنطقة) (الطبيعة الصخرية) (المناخ)، وعلى الرغم من سيطرة البيئة الجبلية على معظم مساحة منطقة الدراسة يمكن تقسيم التضاريس إلى:

١/ وحدة المرتفعات: تشمل المناطق الجنوبية والغربية والشرقية لمنطقة الدراسة، ويتراوح ارتقاع جبالها بين (١٤٣٤-٢١١٥م) فوق مستوى سطح البحر، وتعد هذه المنطقة من أكثر الوحدات التضاريسية تعقيداً وتضرساً وتتميز جبال هذه المنطقة بانحدارها و وعورتها وعدم انتظام في التواءاتها. وتعد الزيادة في درجة الانحدار إحدى الأسباب الرئيسة لإحداث حركة المواد الأرضية بأنواعها المختلفة.

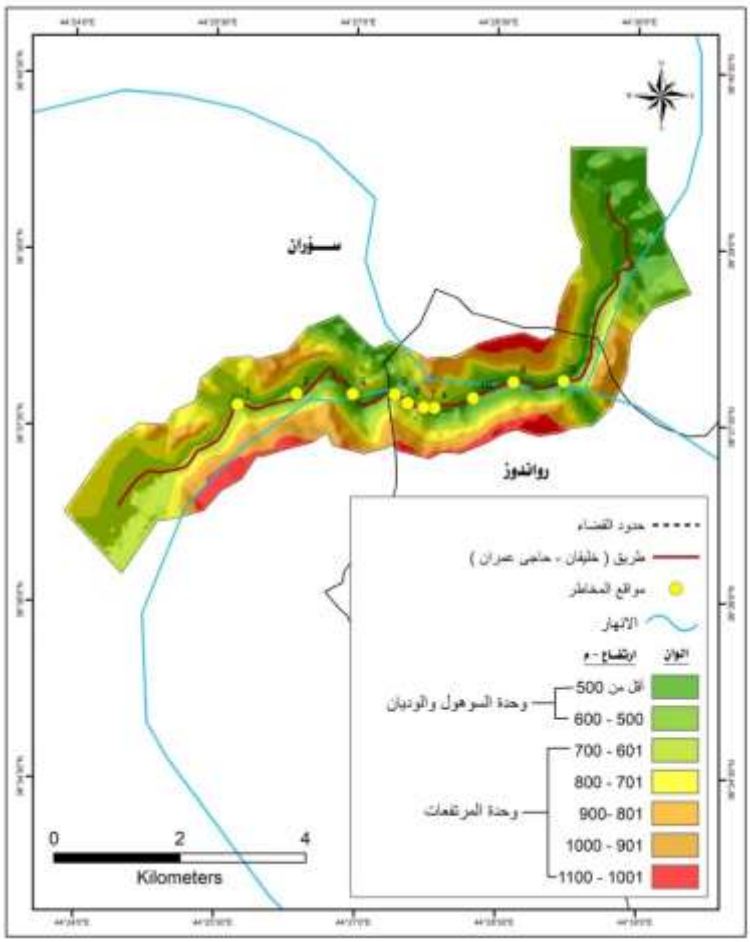
٢ / وحدة الوديان والسهول: تشمل الأجزاء الشمالية والوسطى لمنطقة الدراسة، ويتراوح ارتفاعها بين (٤٠٠ – ٦٠٠ م) فوق مستوى سطح البحر – خريطة رقم (٤)



الصورة رقم ٣: مرئية فضائية (Google Earth) تبين موديل التقاء نهر خليفان مع نهر راوندوز وخروج نهر راوندوز من مضيق كلي علي بك وكذلك المسار القديم لنهر خليفان الذي كان يقطع جبل حرير

الصورة (٤) صورة حقلية لترسبات المروحة الفيضية قرب طريق شقلاوة – عقرة

خريطة (٤) تضاريس منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات النموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) و برنامج (Arc Gis)

٣- الخصائص الانحدارية لمنطقة الدراسة

أ / **درجة الانحدار**: يعد الانحدار من أكثر المواضع أهمية لدى الجيومورفولوجي، لأهميته في التحليل الجيومورفولوجي ونظراً لتعدد تطبيقاته، فهو يشغل حيزاً واسعاً في دراسات علم الأشكال الارضية، ويصاحبه ظهور وتطور كثير من المظاهر الجيومورفولوجية مثل حركات المواد والتعرية من جهة، ومن جهة أخرى فإن الانحدار أحد أهم الاسباب تأثيراً في تحديد استخدامات الأرض والنشاطات البشرية المختلفة([٤]).

وفقاً لتصنيف (يونك) اعتماداً على بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem 30m) وكما يتضح في الخريطة (٥) والجدول (٢) تنقسم منطقة الدراسة إلى الأنطقة الانحدارية الاتية:

١. (> ٤٠ْ): يشمل هذا الانحدار المناطق الشرقية والغربية من منطقة الدراسة، إذ تشغل هذه الفئة حوالي (٥,٠٣ كم٢) بنسبة بلغت (٢٧,٠٦ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة.

٢. (> ٣٠ْ – ٤٠ْ): يشير هذا النوع من الانحدار في المناطق الجنوبية والوسطى، وتبلغ مساحتها (٣,٧٧ كم٢) بنسبة بلغت (٢٠,٢٩ %) من مجموع منطقة الدراسة.

٣. (> ١٨ – ٣٠ْ): يظهر هذا الانحدار في الأجزاء الشرقية والوسطى، وتبلغ مساحة هذه الفئة (٣,٥١ كم٢)) بنسبة بلغت (١٨,٩ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة.

٤. (> ١٠ – ١٨ْ): يظهر هذا الانحدار في جميع أجزاء منطقة الدراسة بشكل غير منتظم، وتبلغ مساحة هذه الفئة (٢,٦٥كم٢) بنسبة بلغت (١٤,٢٧ %) من مجموع منطقة الدراسة.

٥. (> ٥ – ١٠ْ): ينتشر هذا الانحدار بشكل غير منتظم ضمن مساحة منطقة الدراسة، حيث يظهر قي الأجزاء الوسطى والجنوبية مع بعض الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية وتبلغ مساخته (٢,٠٦ كم٢) بنسبة بلغت (٦,٣١ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة.

٦. (> ٢ – ٥ْ) يظهر هذا الانحدار في الجهة الغربية والجنوبية والشمالية في منطقة الدراسة حيث تبلغ مساحة هذه الفئة (١,١٧ كم٢) وبنسبة بلغت (٦,٣١ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة .

٧. (صفر – ٢ْ) تشغل هذه الفئة المناطق الشمالية والجنوبية من المنطقة وتبلغ مساحتها (٠,٣٨ كم٢) بنسبة بلغت (٢,٠٧ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة.

يمكن القول استنادا على ماذكرناه، إن المناطق الشرقية والغربية تحتل المرتبة الأولى من حيث الانحدار وبالتالي حركة المواد فيها وعدم استقراريتها وتعريتها من السفوح العالية. وتتمثل تلك المرتفعات بجبلي (كورك وبرادوست).

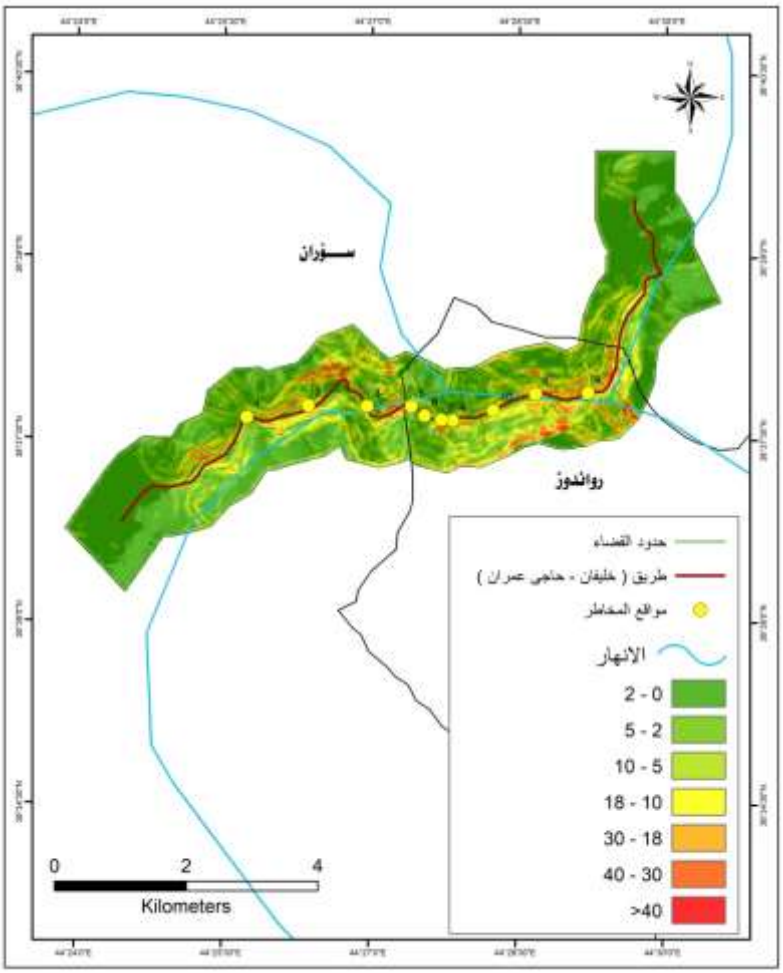
أما بعض أجزاء المناطق الجنوبية والوسطى فتحتل المرتبة الثانية ويتمثل ذلك بوجود جبل حرير، أما الجهات الأقل انحدارا فتأتي بالمرتبات الأخيرة، حيث تحتل تلك الفئة المناطق الشمالية بالدرجة الأولى والتي هي عبارة عن السهول والأراضي المنخفضة، وبعض المناطق الجنوبية بالدرجة الثانية.

جدول (٢) فئات الانحدار حسب تصنيف يونك

ت	درجة الانحدار	نوع الانحدار	مساحة / كم٢	نسبة %
١	> ٤٠	جرف	٥.٠٣	٢٧.٠٦
٢	> ٣٠ – ٤٠	حاد جداً	٣.٧٧	٢٠.٢٩
٣	> ١٨ – ٣٠	حاد	٣.٥١	١٨.٩٠
٤	> ١٠ – ١٨	حاد معتدل	٢.٦٥	١٤.٢٧
٥	> ٥ – ١٠	معتدل	٢.٠٦	١١.١٠
٦	> ٢ – ٥	مستوى	١.١٧	٦.٣١
٧	صفر – ٢	مسطح	٠.٣٨	٢.٠٧
المجموع		–	١٨.٥٧	١٠٠

المصدر: بالاعتماد على: بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) و برنامج (Arc Gis).

خريطة (٥) درجات الانحدار لمنطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على: بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) و برنامج (Arc Gis)

ب/ **اتجاه الانحدار:**

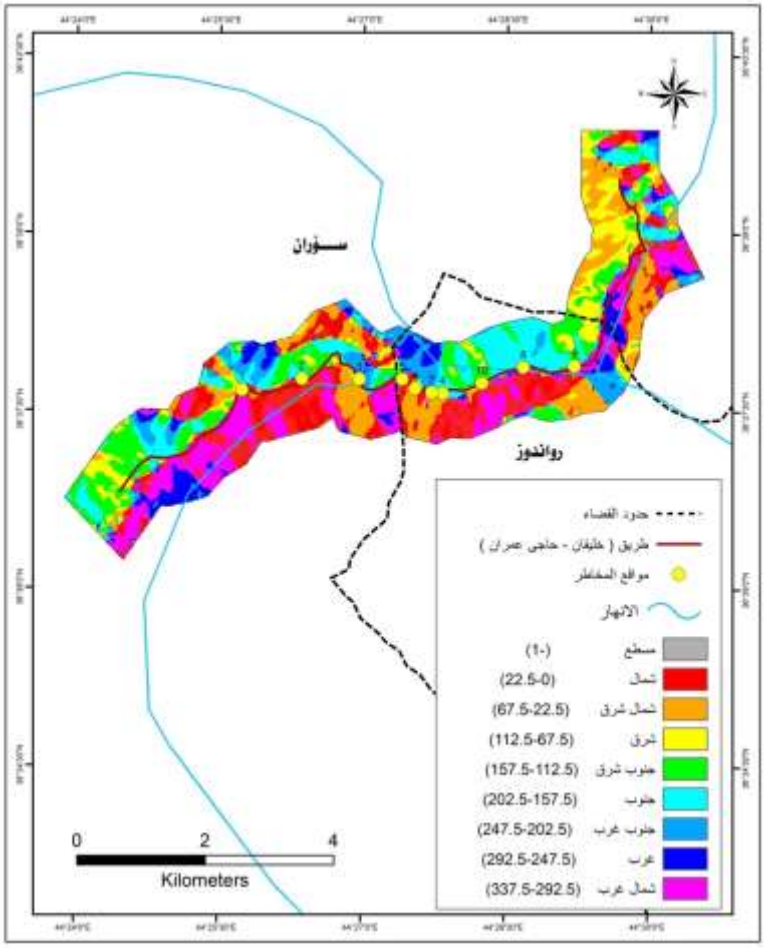
يؤثر اتجاه الانحدار في تباين درجات الحرارة والأمطار، ويؤثر كذلك في تباين كميات التبخر وكذلك في حدوث حركات المواد، و يظهر من الجدول (٣) و الخريطة (٦) أن أعلى نسبة لاتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة هي من نوع (الشمال الغربي) و تبلغ مساحته حوالي (٣.٠٠ كم٢) بنسبة (١٦.١٧ %) من إجمالى مساحة منطقة الدراسة، ويأتي اتجاه (الجنوب الغربي) بالمرتبة الثانية بمساحة (٢.٨٦ كم٢) وبنسبة بلغت (١٥.٣٨ %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة . وأقل الاتجاهات الانحدارية مساحة هو الاتجاه (المستوى و الجنوب) بمساحة (١.٢٤ و ١.٣٧ كم٢)، أي بنسبة (٦.٧٠ % و ٧.٤٠ %) على التوالي من جملة مساحة منطقة الدراسة.

جدول (٣) اتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة

ز	الاتجاهات	مساحة كم٢	النسبة %
١	مستوى		
٢	الشمال	١.٢٤	٦.٧٠
٣	الشمال الشرقي	٢.٠٤	١٠.٩٧
٤	الشرق	١.٨٨	١٠.١٥
٥	الجنوب	٢.٠٢	١٠.٨٧
٦	الشرقي	٢.٠٨	١١.١٩
٧	الجنوب	١.٣٧	٧.٤٠
٨	الجنوب الغربي	٢.٨٦	١٥.٣٨
٩	الغرب	٢.٠٨	١١.١٨
	الشمال الغربي	٣.٠٠	١٦.١٧
المجموع		١٨.٦٧	

المصدر: بالاعتماد على: بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) و برنامج (Arc Gis).

خريطة (٦) اتجاهات الانحدار لمنطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) و برنامج (Arc Gis).

٤- المناخ:

للمناخ دور كبير في تشكيل معالم سطح الأرض الطبيعية، كعامل يتحكم بشكل مباشر أو غير مباشر بالعمليات الجيومورفولوجية، فهو يؤثر في شدة معدلات التجوية والانهيار الأرضي وعمليات الإرساب، وترتبط هذه العمليات ارتباطاً وثيقاً بعناصر المناخ ولا سيما التساقط المطري والثلجي والحرارة. فمعدلات التعرية ومقدار الجريان، وتطور السفوح وغيرها من العوامل، ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالمناخ، فضلاً عن تأثيرها في كثافة الغطاء النباتي ونوعيته. وتتبع منطقة الدراسة مناخياً نظام إقليم مناخ البحر المتوسط المعتدل صيفا وبارد وممطر

شتاء"(Csb) حسب تصنيف كوبن، وهي تمتاز بكثرة أمطارها التي تزيد على (٨٠٠ ملم سنوياً) وتكون مصحوبة بتساقط كمية الثلوج، فتكون سبباً في التعرية ولا سيما السفوح المنحدرة بشدة.

وبغية التعرف على مناخ منطقة الدراسة من الافضل تناول بعض عناصره الرئيسة ومن هذه العناصر:

أ / درجات الحرارة: تعد درجة الحرارة من أهم عناصر المناخ لما لها من تأثير مباشر في عناصر المناخ الأخرى و خاصة في المناطق ذات درجات الحرارة المرتفعة صيفاً والمنخفضة شتاءً، ويظهر من معطيات الجدول (٤) ما يأتي:

– بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة لمحطة (سوران) (١٦.٧ مْ). وبلغ معدل درجة الحرارة لشهر كانون الثاني الذي يمثل أبرد اكثر اشهر السنة برودةً (٤.٥ مْ)، بينما يمثل شهر تموز أحر أشهر السنة حرارةً، حيث بلغ معدل درجات الحرارة (٣٢.٣ مْ) والسبب في ذلك يعود إلى طول فترة النهار مع صفاء السماء وجفاف الهواء.

– بلغ ارتفاع المدى الحراري السنوي لمحطة منطقة الدراسة (٢٧.٩ مْ) ويمكن القول إن الاختلاف في درجات الحرارة اليومية أثناء (الليل و النهار) يؤدي الى استمرار تمدد الصخور وانكماشها، ومن ثم الى تفتت وتقشر الحبيبات المعدنية والأسطح الصخرية بواسطة التجوية الفيزياوية، وذلك لأن أكثر وسائل التجوية الفيزياوية شيوعا هو التفاوت الحراري الذي يؤدي الى إضعاف مقاومة الصخور وبالتالي تهيئة الحيز المناسب لعوامل النحت والتعرية .

جدول (٤) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة لمحطة سوران خلال المدة (٢٠٠٠- ٢٠٢١)

الأشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الأول
درجات الحرارة / م	٤.٥	٧.٧	١١.١	١٥.٢	٢١.٤	٢٩.١	٣٢.٣	٣١.٦	٢٧.٢	١٩.٧	١٢.٤	٦.٧1

المصدر: حكومة اقليم كوردستان، وزارة النقل والمواصلات، مديرية الأنواء الجوية، بيانات عن درجة الحرارة لمحطة سوران للمدة من(٢٠٠٠ – ٢٠٢١) بيانات غير منشورة .

ب / الأمطار:

تعد الأمطار من أهم العناصر من حيث مساهمتها بدرجة كبيرة في عمليات التجوية والتعرية ومن ثم في نشوء العديد من الانهيارات الأرضية والحافات الأرضية، كما تسهم المياه الجارية في نقل الرواسب وتتباين المفتتات الناتجة عن عمليات التجوية وتباين حجمها تبعاً لكمية الأمطار الساقطة، وعامل الانحدار ونوع الصخور.

يظهر من خلال الجدول (٥) خصائص الأمطار وتأثيراته في المنطقة وعلى نحو الآتي:

يبدأ موسم سقوط الأمطار في منطقة الدراسة من شهر تشرين الأول ويستمر لغاية شهر مايس، وبلغ المجموع السنوي للأمطار الساقطة لمحطة سوران (٣٦٩.٦ ملم)، وتصل قيمة التساقط في شهر كانون الثاني (١١٢ ملم)، وينقطع سقوط الأمطار في اشهر الصيف.

جدول (٥) المجموع الشهري والسنوي للأمطار الساقطة (ملم) لمحطة سوران خلال المدة (٢٠١٠-٢٠٢١)

الاشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الأول	المجموع السنوي
الامطار/ ملم	١١٢	٣٢	٤٥.٧	٧٢.٥	١٠.٩	-	-	-	١١.٢	٣٤.٥	٤٠.٤	٥٥.٤	٣٦٩.٦

المصدر: حكومة اقليم كوردستان، وزارة النقل والمواصلات، مديرية الأنواء الجوية، بيانات عن كمية الأمطار الساقطة لمحطة سوران للمدة من (٢٠١٠ – ٢٠٢١).

إن الأمطار تتسبب في تكون عمليات جيومورفولوجية سريعة و شديدة الخطورة، ولا سيما تعرية التربة، إذ تلعب الأمطار دوراً كبيراً في انجراف التربة وتعرض الصخر لعوامل الجو مباشرة من خلال عمليات التعرية المختلفة الصفائحية أو الأخدودية. كما تعتمد التعرية المطرية على خصائص الأمطار من حيث التوزيع الحجمي لقطرات المطر وسرعة الارتطام بالسطح، فضلاً عن عامل التضاريس وخصائص الغطاءات الأرضية الاخرى (الغطاء النباتي والتربة) (٥). إن وجود بعض الطبقات الطينية التي توجد فيها الكتل الصخرية المعرضة للسقوط (الصورة رقم ٢) تساعد على حدوث الانهيارات الصخرية، لأن هذه الطبقات لها قابلية شديدة لامتصاص مياه الأمطار والانتفاخ والتشقق بعد فقدانها للمياه، وبذلك تكون محفزة لحدوث الانهيارات في المنطقة.

ج – الثلوج

تشهد المنطقة تساقط الثلوج بكميات كبيرة ، اذ ان المنطقة بحكم موقعها الجغرافي المتمثل في المنطقة الجبلية العالية تتساقط فيها الثلوج سنويا الا ان نسب وكميات تساقطها تتباين من سنة الى اخرى. ويظهر من الجدول (٦) ان كمية الثلج المتساقط خلال مدة (٢٠١٠-٢٠٢١) بلغت (١٧٥.٥) سم سنويا ، وشهدت سنة (٢٠١١) تساقط الثلوج بكميات كبيرة وصلت الى (٣٠٧) سم . وان تساقط الثلوج بهذه الكمية تؤدي الى تعرية التربة وخاصة في المناطق المنحدرة والى الانهيار الثلجي نحو الاسفل مما يؤدي الى سد طرق المواصلات .

ويمكن القول بان الثلوج تبقى متراكمة لمدة طويلة في المناطق التي يزيد ارتفاعهاعن (١٢٠٠) م وتختلف كمية تساقط الثلوج بحسب ارتفاعات او انخفاضات وقمم الجبال .

جدول(٦) المعدل السنوي لتساقط الثلوج في محطة سوران خلال المدة (٢٠١٠- ٢٠٢١)

السنوات	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	٢٠١٦	٢٠١٧	٢٠١٨	٢٠١٩	٢٠٢٠	٢٠٢١	المعدل السنوي
كمية الثلج المتساقط	١٤٠	٣٠٧	٢٦٩	٢٠٥	٢٦٢	٢٣٤	٢٥١	١٣٧	١٠٧	٢٣	٨٧	٨٥	١٧٥.٥

المصدر :حكومة اقليم كوردستان ، وزارة النقل والمواصلات، مديرية الأنواء الجوية، بيانات عن كمية الثلج المتساقط لمحطة سوران للمدة من (٢٠١٠ – ٢٠٢١).

٥-التربة:

يمكن تميز نوعين من الترب في منطقة الدراسة:

١- تربة الأراضي الوعرة المشققة الصخرية :.

يشغل هذا النوع من التربة مساحة صغيرة من (الأجزاء الوسطى)، تتميز هذه التربة بتباين ألوانها إذ يتراوح بين اللون البني الغامق والبني المحمر و تتعرض هذه التربة باستمرار لعملية التعرية المائية بسب شدة انحدار المناطق التي تتكون عليها، وتكون التربة ضحلة في المنحدرات وتتراوح كمية التساقط بين (٦٠٠ – ٩٠٠ ملم) سنوياً.

٢- التربة الكستنائية الضحلة و الحجرية المنحدرة:

يظهر هذا النوع من التربة في الأجزاء الشمالية والجنوبية، ويتصف هذا النوع من التربة بأنها هشة ذات لون بني غامق الى بني فاتح وتحتوي على مواد عضوية تتراوح ما بين (١ – ٤%). وهي تربة مفككة وهشة في طبقاتها السطحية وضحلة وحجرية في بعض الأماكن. وتتكون مثل هذه التربة في المناطق التي تتراوح امطارها بين (٤٠٠ – ٦٠٠ ملم) سنوياً([٦]).

إن التربة تعتبر إحدى العوامل الطبيعية المسببة للأنهيار في المنطقة، ويعزى سبب ذلك الى أن تربة ذات نسجة طينية ثقيلة، إذ تتغلغل المياه الجوفية في أراضي المنطقة الجبلية داخل الترب بصورة موازية لسطح الارض أي بصورة مائلة باتجاه أسفل المنحدر بذلك تولد المياه الجوفية قوة ضغط كبيرة على الجزئيات الصلبة المكونة للمنحدر، وكلما زادت كمية

المياه النافذة داخل التربة وصلت التربة الى حد الإشباع وزادت خطورة وزحف التربة بسبب زيادة الضغط الداخلي للجزئيات المائية داخل التربة.

المحور الثاني: مظاهر الانهيارات الأرضية – مخاطرها – معالجتها:

أولاً: حركة مواد السطح:

يطلق على عملية تحرك الكتل الصخارية أو الغطاء الرسوبي وبعض الكتل الصخرية من أعالي المنحدرات الى أسفل وما تحت اقدامها دون ان يقوم بعملية التحرك او النقل أي من عوامل التعرية اسم (تحرك المواد Mass Movement). وتتم حركة زحف المواد و تدفقها من أعالي المنحدرات الى أسفلها بفعل الجاذبية الأرضية وأثر طبيعة انحدار السطح ومدى تشبع التربة بالمياه([٧]).

تعكس حركة المواد والكتل الصخرية لأية منطقة فاعلية التجوية والتعرية التي غالباً ماتحدث على المنحدرات والسفوح، والعامل الرئيسي المسبب لهذه الحركات هو قوة الجاذبية الأرضية، الوضعية التركيبية والتكتونية، والنظام الهيدرولوجي، فضلاً عن الهزات الارضية، والانقطاعات التركيبية كالشقوق والصدوع ([٨]).

اعتمدنا في تقسيم حركة المواد على تقسيم شارب (Sharp 1938) جدول (٧) الذي يعتمد بدوره في تقسيمه على أساس اختلاف سرعة حركة المواد المنزلقة من ناحية وطبيعة المواد التي تأثرت بهذه الحركة من ناحية أخرى.

وتنقسم حركة المواد اعتماداً على ذلك إلى:

أ: حركة بطيئة لمواد سطح الارض وتشمل :.

١/ زحف التربة (Soil creep):

وهو عبارة عن زحف غطاء التربة السطحية ويحدث تقريباً على جميع المنحدرات المغطاة بغطاء من التربة، وهو حركة غير مدركة إلا أنها يمكن التعرف عليه من خلال ملاحظة آثاره من انحاءات الأسيجة والاشجار، ويكثر حدوث الزحف في المنحدرات المعتدلة – المتوسطة التي تقل درجة انحدارها عن (٣٥°) تقريباً، فهي ظاهرة واضحة في البيئات التي تتغير الرطوبة وحرارة التربة فيها فصلياً([٩]). الصورة (٥)

الصورة (٥) زحف التربة

٢/ زحف الصخور (Rock creep):

هي حركة الكتل الصخرية الجافة بمفردها دون اختلاطها بأية رواسب أخرى نحو أسفل المنحدرات عن طريق زحف التربة والانزلاق، وهي حركة بطيئة وتدريجية([١٠]). وهذه الحالة واضحة الانتشار في أجزاء واسعة من منطقة الدراسة (الصورة ٦).

جدول (٧) تصنيف(Sharp1938) لحركة مواد السطح المختلفة

الحركة البطيئة للمواد	الحركة السريعة للمواد	الانزلاقات الارضية
زحف المواد Creep	انسياب المواد الترابية Earth Flow	الانزلاقات الكبرى Land Slides
زحف التربةSoilCreep	انسياب المواد الطينية Mud Flow	الانزلاقات الثانوية Slump
زحف الارسابات TalusCreep	انهيار المفتتات الصخرية Debris Avalanche	انزلاق المفتتات الصخرية Debris Slide
زحف الصخورRockCreep	الهبوط الارضي Subsidence	تساقط المفتتات الصخرية Debris Fall
زحف ارسابات الجلاميد والطفل الجليدي Rock-glacier Creep		انزلاق الكتل الصخرية Rock Slide
زحف مواد التربة والغطاءات الارسابية المتشبعة بالمياه Solifluction		تساقط الكتل الصخريةRock Fall

مصدر الجدول : حسن سيد احمد ابو العينين ، اصول الجيومورفولوجيا دراسة الاشكال التضاريسية لسطح الارض ، ١٩٨١،ص٣١٥.

الصورة (٦) زحف الصخور

٣/ زحف الركام الصخري (Talus creep):

تتواجد هذه الظاهرة عند قواعد المرتفعات بأنواعها على هيئة أكوام من مجمعات الحطام الصخري، وهي تتألف من كتل مختلفة الأحجام والأشكال وصلت إلى مواضعها أما بالسقوط أو التدحرج على السطح المنحدرات، بالإضافة إلى ذلك تشمل هذه الأكوام على جزئيات دقيقة ويتسبب هطول الأمطار خلال الشتاء في حدوث هذه الحركة بدرجة كبيرة([١١]). صورة (٧)

صورة (٧) زحف الركام الصخري

ب: حركات سريعة لمواد سطح الارض وتشمل:

١/ تساقط الكتل الصخرية: (Rock fall):

يعد تساقط الكتل الصخرية من أسرع أواع حركة مواد سطح الأرض، حيث تشمل تساقط كتل صخرية في السفوح إلى أسفل المنحدر واصطدامها بالارض. ومعظم حدوث هذه العملية الجيومورفولوجية في المناطق الجبلية في أشهر الربيع بصفة خاصة عندما تتعاقب التجمد مع الذوبان([١٢]). وتسقط الكتل الصخرية والمفتتات الصخرية نحو الأسفل باتجاه الطريق (الصورة٨).

الصورة (٨) تساقط الكتل الصخرية

٢/ انسياب المواد الطينية (Mud flow):

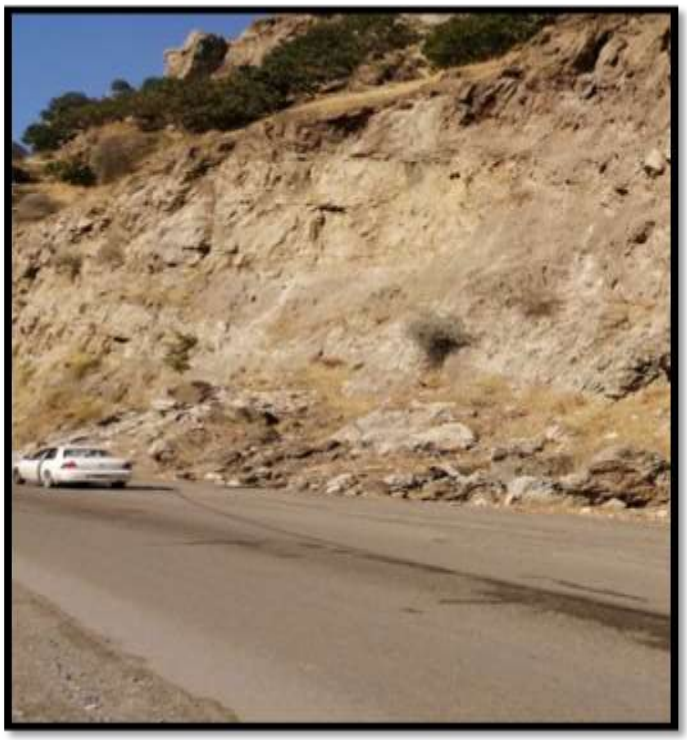
تحدث هذه الظاهرة في السفوح التي تتكون من رواسب طينية هشة ذات سمك كبير وترتكز على طبقات صخارية صلبة، وعندما تتشبع تلك التكوينات بالماء تقلل من تماسكها وتزيد من ثقلها ويزداد الضغط المائي في جزيئات التربة وتقل زاوية الاحتكاك ([١٣]). تنشط هذه التدفعات مع توفير كمية عالية من المياه بفعل هطول أمطار غزيرة أو ذوبان الثلوج في المناطق الجبلية بشكل من السفوح الجبلية العالية وانتهاءً بالمناطق السهلية المنخفضة (الصورة ٩).

الصورة (٩) انسياب المواد الطينية

٣/ انهيار المفتتات الصخرية (Debris avalanche):

أحياناً تنحدر المفتتات الصخرية على طول المنحدر بأحجام مختلفة، وتحتوي على كميات محدودة جداً من المياه، هذا النوع من الحركة تشير إلى طول الطريق الرئيس، والعامل الرئيس المسبب لهذه الحركة هو تأكل المنحدرات عن قطعها كنتيجة لعمليات إنشاء الطرق (الصورة ١٠)

الصورة (١٠) انهيار المفتتات الصخرية



ثانياً: مخاطر حركة المواد في منطقة الدراسة وطرق معالجتها

يقصد بـ(الأخطار الجيومورفولوجية Geomorphological Hazards)، تلك الأخطار التي تهدد وتسبب أضراراً للنشاط البشري وحياة الإنسان والتي تنجم عن العوامل والعمليات المشكلة لسطح الأرض. وعلى هذا يدخل ضمن مفهوم الأخطار الجيومورفولوجية أيّ عامل يشكل سطح الأرض سواء كان مناخياً أو جيولوجيا أو جيومورفولوجيا أو بشرياً.

ويظهر دور الإنسان كعامل مساعد لحدوث المخاطر الجيومورفولوجية على الطرق عند اختيار الوقت غير المناسب لعمليات شق الطرق المتمثل بموسم التساقط ، مما يؤدي الى تغلغل المياه في الطبقات المشققة ووصولها الى الطبقات السفلى، الأمر الذي يؤدي الى تغيير الصفات الفيزياوية للتكوينات بالاضافة إلى ضعف استقرارية الطبقات الصخرية مما يؤدي الى

حدوث حركات مواد السطح. كما أنه في كثير من الأحيان يسبب أعمال التفجير المصاحبة لمد الطرق بالاضافة الى تاثير الاهتزازات الناجمة عن استخدام الالات والمعدات الانشائية في خلخلة طبقات الصخور المشققة وبالتالي يساعد في حدوث عمليات تحرك المواد([١٤]).

يعدّ تحديد مخاطر الانهيارات الأرضية ذات فائدة كبيرة، إذ إنها تحدد مدى المخاطر التي يسببها عدم استقرارية المنحدرات، وكذلك فهي تساعد في تحديد المواقع الملائمة لبناء المنشآت الهندسية أو الوحدات السكنية. إن معرفة نوع حركة المواد الأرضية المحتملة في المنحدرات غير المستقرة وتأثيرها في المناطق المجاورة لهذه المنحدرات ومعرفة طريقة المعالجة لهذه الانهيارات يساعد في تقدير خطورة هذه الانهيارات ([١٥]).

يتعرض الطريق في منطقة الدراسة الى كثير من المخاطر، وذلك لأن هذا الطريق يقع على طريق هاملتون، وتحديداً بين مضيقي زاركلي وبالك (صورة رقم ٢) الذي يبدأ من وادي كلي علي بك الى بداية مدينة سوران، حيث يتعرض هذا الطريق باستمرار الى عمليات التساقط الصخري نتيجة تقطع أقدام المنحدرات، ويسبب كذلك التفاوت في صلابة صخور التكوينات الجيولوجية في حدوث عمليات انهيار الصخور ذات الكتل كبيرة الحجم. وهي بذلك تحدث مشكلة على الطريق بالنسبة للسيارات ومركبات النقل وخاصة في فصل التساقط المطري. وإن معظم الطرق في منطقة الدراسة تعاني من ضيق المسار، ومن قلة المساحة المخصصة للتوقف المفاجئ بسبب ضيق المكان، وعلى الرغم من جهود الحكومة في تخصيص بعض المساحات على جانبي الطريق لذلك الغرض إلاّ أنها تعد قليلة، ولا يفي بالغرض المطلوب لزيادة حركة المرور عليها.

طرق معالجة المشكلة في منطقة الدراسة:

هناك عدة معالجات يمكن وضعها للحدّ من مخاطر هذه المشكلة وتتضمن:

١/ إنشاء المصدات – الكونكريتية أو الخشبية أو المعدنية، وتدريج انحدار السفوح المعرضة لظاهرة الانهيارات او تشجير بعض السفوح فضلاً عن إمكانية اتباع الطريق الملائم للخطوط الكنتورية واتباع محاور الأراضي الكائنة مابين الأودية.

٢/ إجراء مسوحات موقعية باستمرار للمناطق غير المستقرة والتحكم في انهيار بعض أجزائها الخطرة ووضع الحلول المناسبة لكي لا تسبب مشاكل مستقبلية.

٣/ بناء مجموعة من الإنشاءات الهندسية المتمثلة بجدار الأمان الموضوع على المنحدرات بجانب الطرق الحاوية لفتحات صغيرة لتصريف مياه الأمطار، ويجب أن تحتوي الجدران على فتحات أو نوافذ تهوية (تصريف) لكي لا يتسبب الضغط الناجم (الدفع) في هدم الجدران.

الاستنتاجات

١/ إن السبب الرئيس لحدوث الانهيارات الأرضية في منطقة الدراسة يعود إلى العوامل الطبيعية المتمثلة بالدرجة الاولى في التساقط الثلجي والامطار والتضاريس والانحدار والتركيب الصخري ونوعية التربة.

٢ / تتعرض منطقة الدراسة إلى حركة المواد الأرضية بأنواعها المختلفة وتصنف تلك الحركة الى بطيئة وتشمل (زحف التربة، وزحف الصخور، وزحف الركام الصخري) ، وإلى حركة سريعة للمواد تشمل (تساقط الكتل الصخرية، وأسياب المواد الطينية، وانهيار مفتتات الصخرية)، وإن أسباب خلق الأشكال والمظاهر تختلف من موضع الى آخر ضمن منطقة الدراسة.

٣/ تعدّ منطقة الدراسة من أكثر المناطق الجبلية تعقيداً في مد الطرق خلالها، وذلك للانحدار الشديد لسفوحها وعدم استقرارها، وربما تخترقها عدة أودية وتتعرض جوانبها دائماً لعميات زحف التربة وتساقط الصخور.

٤/ تكمن خطورة هذه المنطقة في شكل حجم الكتل الصخرية المنهارة على طرق السيارات والمركبات، فكلما كانت الكتل الصخرية كبيرة، كان تأثيرها أكبر في الطرق والمناطق المجاورة لها.

التوصيات

١ / حماية الطرق من الانهيارات الأرضية عن طريق المراقبة الدائمة لحركة الكتل والتصدعات الموجودة في المواضع الخطرة، ولا سيما خلال مواسم سقوط الامطار.

٢ / دراسة درجة الانحدار ونوعية صخور السفوح العليا ومدى تأثرها بظاهرة الانهيار والزحف الأرضي تفادياً لحدوث مشاكل بيئية معقدة .

٣ / مشاركة الاشخاص ذو الخبرات في اختصاصات مختلفة ولاسيماعند إنشاء الطرق أو في حالة صيانتها وإصلاحها في المنطقة الجبلية (عامة) وفي منطقة الدراسة خاصة.

Geomorphologic hazards of the Mass Wasting on the Hamilton Road in the valley of Gili Ali Beg (between the Corges Zargali and Balak) A study in Applied Geomorphology

Keywords: geomorphologic hazards,Valley of Gili Ali Beg, Hamilton Road

Ass.Prof.Dr. Snur Ahmed Rasool
Salahaddin University - College of Arts - Department of Geography

Abstract

The study deals the Mass Wasting on the Hamilton Road in the valley of Gili Ali Beg between the Corge of Zargali and Balak, located within the high mountainous region in the northern, northern and eastern parts of Erbil Governorate. The length of this road is (12.30 km) with an area of (18.57 km2).

Through this study,display the natural characteristics, their impact and their role in the occurrence of the movement and collapse of these mass such as geology, climate, topography, slope, and soil were highlighted, as well as an explanation of their manifestations represented by the movement of mass on the surface of rock and soil pieces, whether those movements are slow or fast. The study also identified the locations of the hazards of movement of mass along this road using the (GPS) and satellite Image, and by relying on the (ARC GIS) program and the data of the Digital Elevation Model (DEM).

The study reached a set of conclusions, the most important of which is that natural factors are the main cause of the occurrence of this problem, and that which aggravates the problem is that the study area is one of the most complex mountainous areas in laying roads through it, due to the slope of its slopes, its instability, and the fall of rock masses in its various forms.

الهوامش

(١) عبد الإله رزوقي كربل، علم الأشكال الأرضية الجيومورفولوجيا، مطبعة جامعة الموصل، الموصل، ١٩٨٠، ص٢٦.

(٢) Sissakian, V.K., Abdul Jabbar, M.F., Al-Ansari, N. and Knutsson, 2015. Development of Gulley Ali Beg Gorge in Rawandooz Area, Northern Iraq. Engineering, Vol.7, p.16-30.

(٣) Sissakian, V.K., Ghafur, A., Al-Ansari, N.,Abdulhaq, H.A. and Omer, H.O., 2021. Indicating the Role of Geological Conditions in the Shaping of Hareer Anticline, Iraqi Kurdistan Region. Open Journal of Geology, Vol. 11, p. 696 – 711

(٤) هوزان صادق مولود، الاشكال الأرضية في منطقة سهل حرير وأحواضها النهرية مع تطبيقاتها، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الاداب، جامعة صلاح الدين، ٢٠١٤، ص٣٣.

(٥) محمد فائد حسن، أسس الجيومورفولوجيا المناخية، دمشق، ١٩٩٦، ص٩٤.

(٦) ليلى محمد قهره مان، التوزيع الجغرافي للترب في محافظة اربيل، مجلة زانكو، العدد الخاص بوقائع المؤثر العلمي الثالث، ١٩٩٧، ص١٩٦ .

(٧) حسن سيد احمد أبو العينين، أصول الجيومورفولوجيا دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، الطبعة السادسة، ١٩٨١، ص٣١٠ .

(٨) يوسف صالح اسماعيل، التعرية في حوض وادي دوين – دراسة في جيومورفولوجيا التطبيقية، رسالة ماجستيرمقدمة الى كلية الاداب، جامعة صلاح الدين، ٢٠٠٢، ص١٢٤.

(٩) هوزان صادق مولود، مصدر سابق، ص٧٩ .

(١٠) سامان قادر، المظاهر الجيومورفولوجية لحوض وادي شلغة و تطبيقاتها، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الاداب ، جامعة صلاح الدين، ٢٠١٣، ص٨٠.

(١١) حكمت عبدالعزيز واخرون ،المخاطر الجيومورفولوجية في المنطقة الجبلية من محافظة اربيل، طريق سبيلك – ميركسور، نموذجاً (دراسة في الجيمورفولوجية التطبيقية)، مجلة زانكو، ٢٠١٦، ص٤٣.

(١٢) محمد صفي الدين، جيومورفولوجية قشرة الارض، لبنان، ١٩٩٩، ص٤٦.

(١٣) خلف حسين على الدليمي، علم شكل الارض التطبيقي (جيومورفولوجية التطبيقية)، عمان، ٢٠١٢، ص٢٥٨.

(١٤) جميل عبد الرب ناجي، الانزلاقات الأرضية بانشاء الطرق الجبلية ودور الانسان في وقوعها – دراسة حالة – مجلة العلوم والتكنولوجيا – مجلد (١٣)، العدد (١)، ٢٠٠٨، ص٨. http://ust.edu/ojs/index.php?journal=JST&page=article&op=view&path%5B%5D=138

(١٥) اسحق صالح العكام وزينب ابراهيم حسين، حركة المواد الأرضية ومخاطرها في محافظة أربيل، مجلة كلية التربية، الجامعة المستنصرية، العدد ٦، ٢٠١٥، ص٣٤.

المصادر

- اسحق صالح العكام وزينب إبراهيم حسين، حركة المواد الأرضية ومخاطرها في محافظة أربيل، مجلة كلية التربية، الجامعة المستنصرية، العدد ٦، ٢٠١٥.
- جميل عبد الرب ناجي، الانزلاقات الأرضية بانشاء الطرق الجبلية ودور الانسان في وقوعها – دراسة حالة – مجلة العلوم والتكنولوجيا – مجلد (١٣)، العدد (١)، ٢٠٠٨. http://ust.edu/ojs/index.php?journal=JST&page=article&op=view&path%5B%5D=138 .
- حسن سيد أحمد ابو العينين، أصول الجيومورفولوجيا دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، الطبعة السادسة، ١٩٨١.
- حكمت عبدالعزيز واخرون المخاطر الجيومورفولوجية في المنطقة الجبلية من محافظة أربيل، طريق سبيلك – ميركسور، نموذجاً (دراسة في الجيمورفولوجية التطبيقية)، مجلة زانكو، ٢٠١٦.
- خلف حسين على الدليمي، علم شكل الأرض التطبيقي (جيمورفولوجية التطبيقية)، عمان، ٢٠١٢.
- سامان قادر، المظاهر الجيومورفولوجية لحوض وادي شلغة و تطبيقاتها، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الاداب، جامعة صلاح الدين، ٢٠١٣.
- عبد الإله رزوقي كربل، علم الأشكال الأرضية الجيومورفولوجيا، مطبعة جامعة الموصل، الموصل، ١٩٨٠.
- ليلى محمد قهره مان، التوزيع الجغرافي للترب في محافظة اربيل، مجلة زانكو، العدد الخاص بوقائع المؤثر العلمي الثالث، ١٩٩٧.
- محمد صفي الدين، جيومورفولوجية قشرة الأرض، لبنان، ١٩٩٩.
- محمد فائد حسن، أسس الجيومورفولوجيا المناخية، دمشق، ١٩٩٦.
- هوزان صادق مولود، الاشكال الأرضية في منطقة سهل حرير وأحواضها النهرية مع تطبيقاتها، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الاداب، جامعة صلاح الدين، ٢٠١٤.

- يوسف صالح اسماعيل، التعرية في حوض وادي دوين – دراسة في جيومورفولوجيا التطبيقية، رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الاداب، جامعة صلاح الدين، ٢٠٠٢، ص١٢٤.
- Sissakian, V.K., Abdul Jabbar, M.F., Al-Ansari, N. and Knutsson, 2015. Development of Gulley Ali Beg Gorge in Rawandooz Area, Northern Iraq. Engineering, Vol.7, p.16-30.
- Sissakian, V.K., Ghafur, A., Al-Ansari, N.,Abdulhaq, H.A. and Omer, H.O., 2021. Indicating the Role of Geological Conditions in the Shaping of Hareer Anticline, Iraqi Kurdistan Region. Open Journal of Geology, Vol. 11, p. 696 – 711