المخاطر الجيومورفولوجية لطرق نقل المنطقة الجبلية في محافظة أربيل (طريق جنديان)

Geomorphological Hazards to Transportation Routes in the Mountainous Region of Erbil Governorate (Jindiyān Road as a Case Study)

م.م. زينه عبد مرزوك

ديوان الوقف السني/دائرة التعليم الديني والدراسات الإسلامية

ZinamayZook@gmqil.com

الملخص

تتناول هذه الدراسة تحليل المخاطر الجيومورفولوجية التي تتعرض لها طرق النقل في المناطق الجبلية بمحافظة أربيل، متخذةً من طريق جنديان أنموذجًا تطبيقيًا. وتهدف إلى تحديد أنواع هذه المخاطر ومواقعها وربطها بالعوامل الطبيعية، ولا سيّما الجيولوجيا ودرجات الانحدار. اعتمدت الدراسة على العمل الميداني وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. وقد أظهرت النتائج تركز المخاطر في المناطق ذات الانحدارات الشديدة والتكوينات الجيولوجية الهشة، مع دور ملحوظ للعامل البشري في تفاقمها.

الكلمات المفتاحية: ((المخاطر الجيومورفولوجية، طرق النقل الجبلية، نظم المعلومات الجغرافية))

Abstract

This study analyzes geomorphological hazards affecting transportation routes in the mountainous region of Erbil Governorate, using Jindiyān Road as a case study. It aims to identify hazard types and locations and to relate them to natural factors, particularly geology and slope gradients. The research relies on field investigations and GIS and remote sensing techniques. Results reveal a concentration of hazards in areas of steep slopes and weak geological formations, with a significant contribution of human activities to hazard intensification.

Keywor :((Geomorphological Hazards, MountainTransportation Routes, GIS))

المقدمة

تُعدّ الطرق البرية من أهم مقومات التنمية المكانية والاقتصادية، لكونها الوسيلة الرئيسة لربط الوحدات الإدارية والمناطق السكنية بمراكز النشاط المختلفة، ولا سيّما في البيئات الجبلية التي تتسم بوعورة السطح وشدة التقطّع التضاريسي. وتواجه طرق النقل في هذه المناطق تحديات طبيعية متزايدة، تتمثل في المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن تفاعل العوامل

الجيولوجية والمناخية والبنيوية مع الأنشطة البشرية، الأمر الذي يجعلها أكثر عرضة لحركات المواد، والانهيارات الأرضية، والتساقطات الصخرية، والتعرية المائية.

وتُعد محافظة أربيل، ولا سيما مناطقها الجبلية الشمالية الشرقية، من أكثر مناطق إقليم كردستان تأثرًا بهذه المخاطر، لما تتميز به من انحدارات شديدة، وتراكيب جيولوجية معقدة، ومناخ رطب نسبيًا خلال فصلي الشتاء والربيع. ويُعد طريق جنديان أحد الطرق الجبلية الحيوية التي تربط بين قضائي سوران وجومان، فضلًا عن كونه طريقًا سياحيًا مهمًا يخدم مصيف جنديان، مما يزيد من أهمية دراسته من منظور جيومورفولوجي تطبيقي.

وانطلاقًا من ذلك، تسعى هذه الدراسة إلى تحليل المخاطر الجيومورفولوجية التي يتعرض لها طريق جنديان، من خلال ربط الخصائص الطبيعية للمنطقة (الجيولوجيا، التضاريس، الانحدار، الغطاء النباتي) بمظاهر الخطر، بالاعتماد على الدراسة الميدانية وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.

❖ **أهمية البحث:** تنبع أهمية هذا البحث من عدة جوانب، أبرزها:

الأهمية التطبيقية، إذ تسهم الدراسة في تشخيص المخاطر الجيومورفولوجية التي تهدد طريقًا حيويًا في منطقة جبلية ذات أهمية سياحية واقتصادية، بما يساعد في تقليل الخسائر البشرية والمادية، والأهمية التخطيطية، عبر توفير قاعدة بيانات مكانية دقيقة يمكن الاستفادة منها في تخطيط الطرق الجبلية وصيانتها، واتخاذ الإجراءات الوقائية المناسبة، أما الأهمية العلمية، لكون البحث يدمج بين التحليل الجيومورفولوجي والدراسة المكانية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وهو اتجاه حديث في الدراسات الجغرافية التطبيقية، وكذلك أهمية المنطقة المدروسة، إذ تفتقر منطقة جنديان إلى دراسات متخصصة تتناول المخاطر الجيومورفولوجية لطرق النقل رغم تكرار الحوادث والانزلاقات فيها.

❖ **مبررات اختيار الموضوع:** جاء اختيار هذا الموضوع للأسباب الآتية:

تكرار حدوث الانزلاقات الأرضية والتساقطات الصخرية على طريق جنديان، وما تسببه من تعطّل الحركة المرورية وحدوث خسائر بشرية ومادية، والطبيعة الجبلية الوعرة للمنطقة، وشدة الانحدارات، وغياب البدائل الفعلية للطرق، مما يزيد من خطورة أي ضرر يصيب الطريق، وكذلك الحاجة العلمية والعملية إلى دراسات تطبيقية تُعنى بالمخاطر الجيومورفولوجية لطرق النقل في المناطق الجبلية، وإمكانية توظيف تقنيات الاستشعار عن

بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحليل هذه المخاطر وإخراج خرائط تخدم الجهات المختصة.

❖ **هدف البحث:** يهدف البحث إلى تحقيق ما يأتي:

- تحديد مواقع المخاطر الجيومورفولوجية التي يتعرض لها طريق جنديان، وتصنيف أنواعها ودرجات خطورتها.
- تحليل العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة في حدوث هذه المخاطر، ولا سيما عامل الانحدار والبنية الجيولوجية.
- إعداد خرائط مكانية للمخاطر الجيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.
- اقتراح حلول ومعالجات علمية يمكن تطبيقها للحد من هذه المخاطر أو التخفيف من آثارها مستقبلًا.

❖ **إشكالية البحث:** تنطلق الدراسة من الإشكالية الرئيسة الآتية:

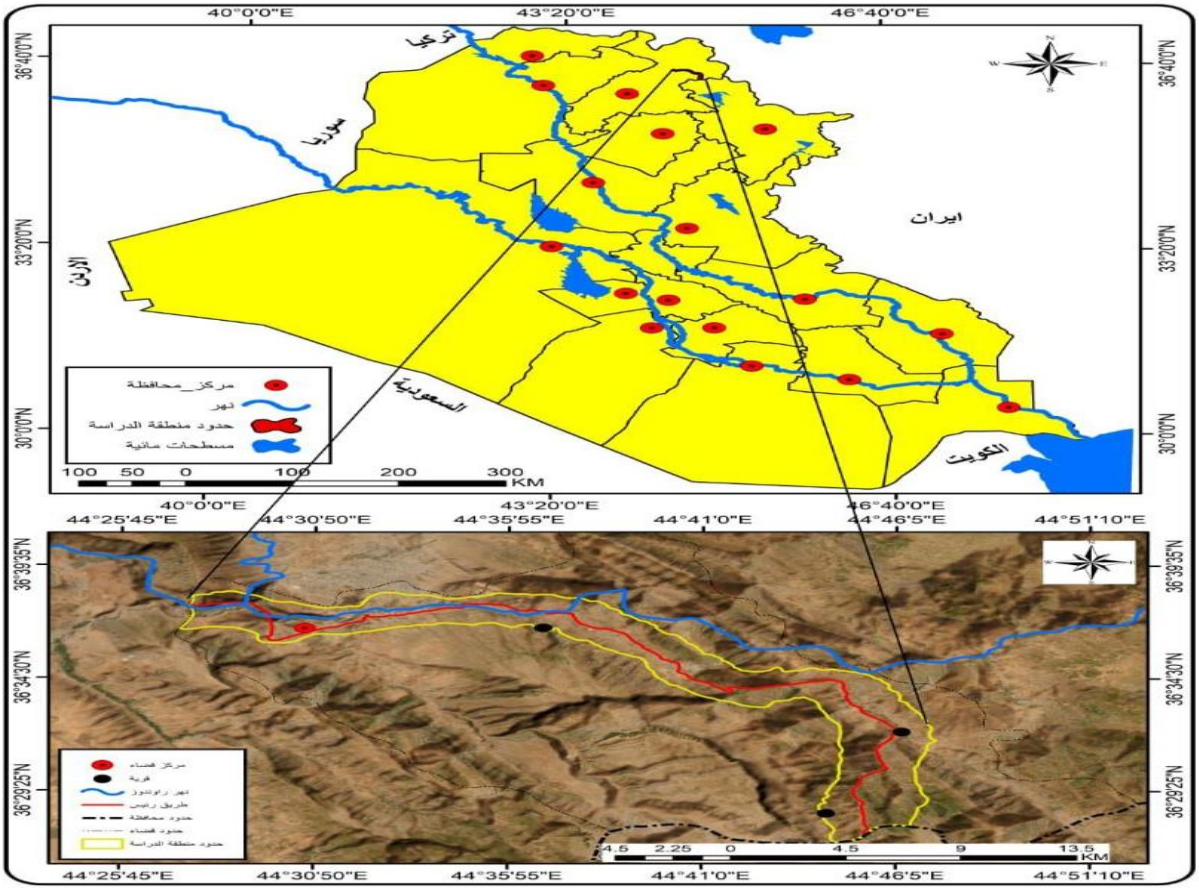
ما طبيعة المخاطر الجيومورفولوجية التي يتعرض لها طريق جنديان في المنطقة الجبلية من محافظة أربيل، وما العوامل الطبيعية والبشرية المسؤولة عن نشأتها وتفاقمها؟، ويتفرع عن هذه الإشكالية عدد من التساؤلات الفرعية، منها:

- ما أنواع المخاطر الجيومورفولوجية السائدة على طول طريق جنديان؟
- أين تتركز هذه المخاطر مكانيًا، وما درجات خطورتها؟
- ما دور الانحدار والبنية الجيولوجية في تحفيز حركة المواد؟
- إلى أي مدى أسهم العامل البشري في زيادة حدة هذه المخاطر؟

❖ **موقع الدراسة :**

تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض (36° 27' 0" N)و (36° 38' 30" N) شمالاً وخطي طول و (44°27'30"E) (44°47'30"E) شرقاً طريق (جنديان) يقع مصيف جنديان على الطريق الرئيس بين قضائي سوران وجومان . يبعد (١١٢) كم عن اربيل وخمسة كيلومترات عن سوران على منحدر جبل هندرين في قضاء راوندوز . وهو من المصايف المشهورة في أربيل . يشتهر بعين ماء سحرية، وتبلغ مساحة المنطقة الكلية ١١٦.٧٥ كم

خريطة (١) حدود منطقة الدراسة



المصدر DEM 12.5 وباستخدام برنامج Arc Gls 10.4

المبحث الأول

((تحليل الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة))

تتأثر جيومورفولوجية منطقة الدراسة بمجموعة من العوامل الطبيعيةأبرزها:-

- **الجيولوجيا :**

إن دراسة الوضع الجيولوجي ذات أهمية في الدراسات الجيومورفولوجية باعتبار ان البنية الجيولوجية تعد عاملا مهماً في ظهور الاشكال الأرضية وتطورها ، والمقصود بالبنية نوعية الصخور ووضعيتها ، وتختلف الصخور اختلافاً كبيراً في درجة صلابتها ومقدار مقاومتها للعمليات الجيومورفولوجية ، فمنها ما هو سريع التأثر لقلة صلابته ومنها ما هو صلب

المقاوم .[1] أما وضعية الصخور فتعني مقدار استجابتها وتأثرها بالعمليات الباطنية، والمتمثلة بالحركات الالتوائية والانكسارية وما ينتج عنها من صدوع وفواصل إن وجود الشقوق والتصدعات بكثرة في صخور المنطقة على الرغم من صلابتها إلا أن تعرضها للتجوية باستمرار أدى إلى انتشار هذه الظاهرة ووجود المفتتات بجميع أحجامها على جوانب المنحدرات، مما زاد من احتمالية الخطورة .

- **تنكشف التكوينات الجيولوجية التالية في منطقة الدراسة :**

العصر الكريتاسي : يشتمل هذا العصر مجموعة من التكوينات وهي كالاتي:-

- تكوين بالمبو : ينكشف هذا التكوين من طبقات من الحجر الجيري والطفل والحجر الجيري الرملي والحجر الرملي الكلسي،[2] تظهر في مناطق متفرقة من منطقة الدراسة عند سفوح جبال هندرين وتبلغ المساحة ٤٧.٨٥ كم٢ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة .
- تكوين جيا غارا : يتكون هذا التكوين من صخور الحجر الجيري والحجر الجيري الصفائحي، وينكشف عند جنوب غرب منطقة الدراسة وكذلك مع امتداد نهر راوندوز والأجزاء الغربية، يتكون التكوين مع تناوب من الصخر الجيري الداكن وطبقات الحجر الجيري الغنية بالمواد العضوية (الحجر الجيري الحجري)، يبلغ ١٣.٥٣ كم ٢ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة ونسبة ١١.٥٨ %.[3]
- تكوين تانجيرو : يتألف هذا التكوين من صخور المارل الغريني والغرين والرمل والمجمعات والحجر الرملي. ينكشف في مناطق متفرقة ، إذ ينكشف في الشمالي الشرقي وفي الشرق من منطقة الدراسة

---

[1]) كربل، عبد الاله رزوقي، علم الأشكال الأرضية (الجيومورفولوجيا) ، جامعة البصرة ، البصرة ، ، ١٩٨٦ ، ص ٢٦

(٢) ناهدة جمال الطالباني، المياه الجوفية في منطقة ما بين الزابين في العراق واستغلالها، رسالة ماجستير (غ. م)،كلية الآداب، جامعة بغداد،١٩٦٨، ص٧٧-٧٨.

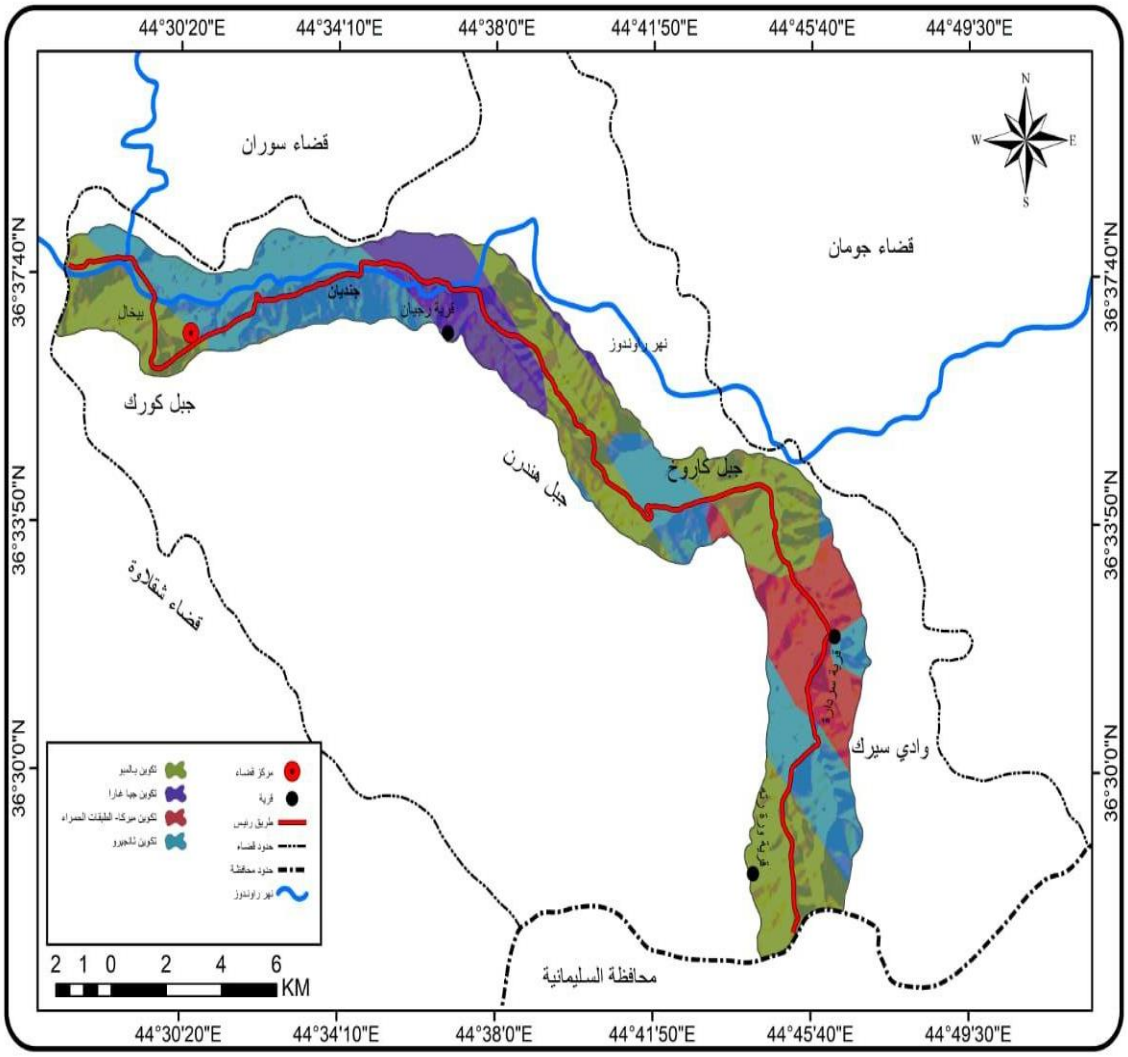
[3]) ناهدة جمال الطالباني ، المياه الجوفية في منطقة ما بين الزابين في العراق واستغلالها، رسالة ماجستير (غ. م)،كلية الآداب، جامعة بغداد،١٩٦٨، ص٧٩-٨٠.

، وينكشف هذا التكوين في جبال كاروخ شرقي ويمتد هذا التكوين إلى الجنوب عند وادي سيرك في منطقة الدراسة وتبلغ مساحته ٤٠.٨٨ كم ٢ من المساحة الكلية وبنسبة ٣٥.٠١ % .[١]

❖ **العصر(الاوليكوسين) :**

➢ تكوين ميركا –الطبقات الحمراء: وهي تمتد ضمن الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة ، تتألف من قمم صخرية ، ومن أحجار رملية ، حصوية [٢] وتبلغ مساحته ١٤.٤٥ كم٢ من المساحة الكلية ونسبة ١٢.٣٧%

الخريطة (٢) جيولوجية منطقة الدراسة



(١)صفاء الدين فخري عبد المجيد ، دراسة جيولوجية تركيبية لطيات قرة جوغ ، رسالة ماجستير (غ . م) كلية العلوم ، جامعة بغداد ، ١٩٩٣، ص٢٠١

(٢) Varoujan K. Sissakian, Faiza A.Ibrahim, Series of Geological hazard maps of Erbil and Mahabad Quadrangle, op. cit, p11.

المصدر: اعتماد وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، قسم الجيولوجيا تقرير عن جيولوجية لوحة أربيل (٣٨-٣) ni، تقدير رقم (٢٨١٧) ، مقياس ١/ ٢٥٠٠٠٠، ٢٠١٤

الجدول (١) التكاوين الجيولوجيا لمنطقة الدراسة

التكوين	المساحة (كم^{٢})	النسبة (%)
بالمبو	٤٧.٨٥	٤٠.٩٨
جيا غارا	١٣.٥٣	١١.٥٨
تانجرو	٤٠.٨٨	٣٥.٠١
ميركا- الطبقات الحمراء	١٤.٤٥	١٢.٣٧
المجموع	١١٦.٧٥	١٠٠

١- وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة المسح الجيولوجي والتحري المعدني ، قسم الجيولوجيا ، تقرير عن جيولوجية لوحة أربيل_ راوندوز (٣٨-٥) NJ ، مقياس ١/٢٥٠٠٠٠ ، ٢٠١٤.

٢ -مخرجات برنامج Arc Cis

❖ **التضاريس:** إن منطقة الدراسة تُعّد من المناطق ذات الالتواءات العالية ، إذ تشكل السلاسل الجبلية الحد الأقصى في المنطقة بين (جبال معقدة الالتواء) و(سلسلة جبال بسيطة الالتواء) ، لذا هي قريبة من منطقة التصادم، أثر هذا الموقع بشكل كبير على طبوغرافية المنطقة من الناحية (الجيولوجية ، والتراكيب ، والجومورفولوجية ، والمناخية).

إنَّ تضاريس المنطقة ناتجة عن البنية الجيولوجية والحركات التي تعرضت لها والمناخ الذي ترك اثره على سطح الأرض ، إذ إن التضاريس تتناول الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر والاشكال الناتجة عنها، وتتصف المنطقة بان جبالها عالية ومعقدة الالتواء وتفصل بين سلاسلها وديان ضيقة

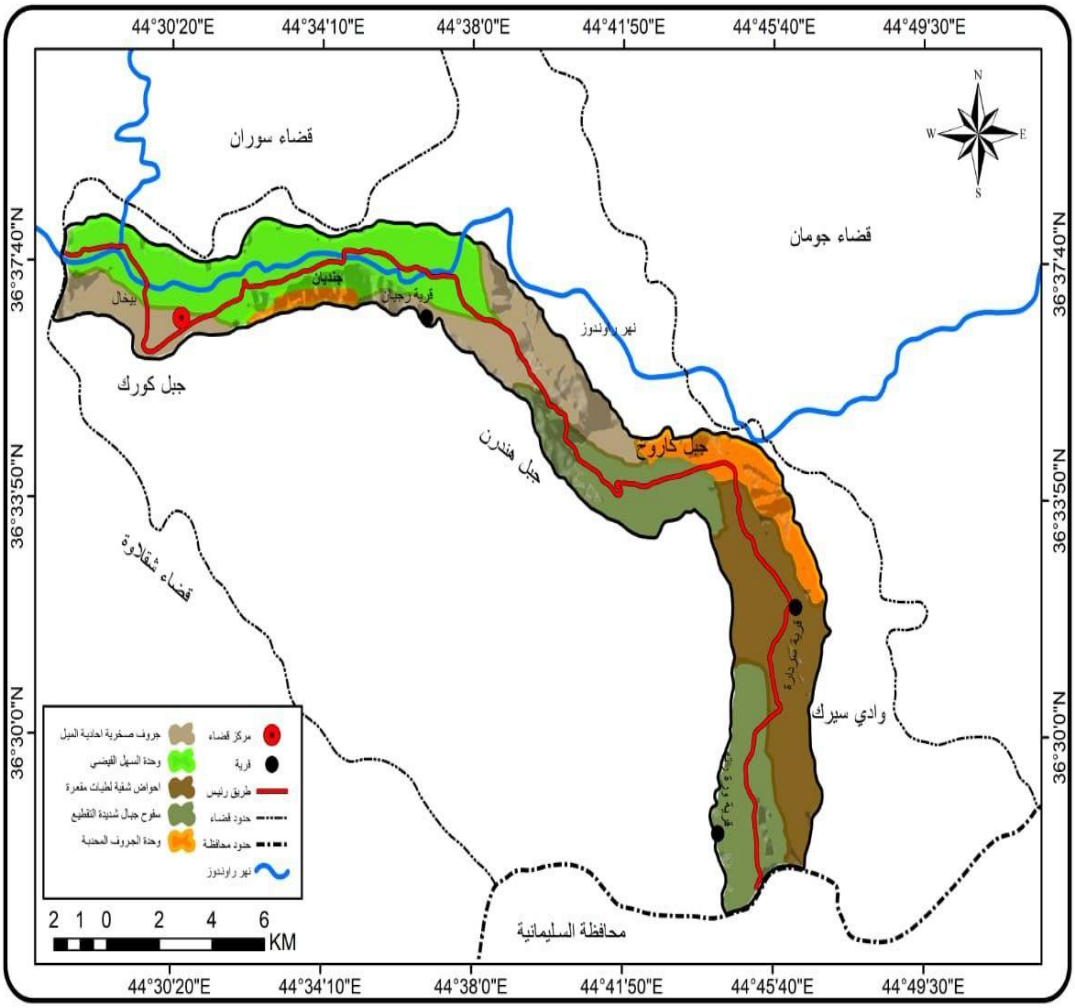
عميقة نسبياً، وتتكون جبالها من الصخور النارية والمتحولة القديمة والرسوبية شديدة المقاومة والصخور الكلسية [1]

ومن أهم ظاهرات السطح في منطقة الدراسة : -

١. **جبال هندرين:** تُعدّ الجبال من اهم مظاهر السطح التي تنتشر في مناطق عديدة من قضاء رواندز، ومن اهم الجبال في منطقة الدراسة هو جبل هندرين – يقع جبل هندرين في القسم الجنوب الشرقي من القضاء، ويرتفع(٢٥٩٨م) فوق مستوى سطح البحر، ويطلق عليه العين السحرية، إذ يطل هذا الجبل على مصيف جنديان، وغابات الهندرين، لذا من الممكن استغلال هذهِ المنطقة مستقبلاً.

٢. **جبل كورك:** يقع في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة، ويبلغ ارتفاعه(٢١٢٥م) فوق مستوى سطح البحر.

(١) هاشم ياسين حمد امين الحديد، اطلس الموارد الطبيعية لمحافظة أربيل ، رسالة ماجستير،(غير منشورة) جامعة صلاح الدين، كلية الآداب، ٢٠٠٠م،ص٧٩.

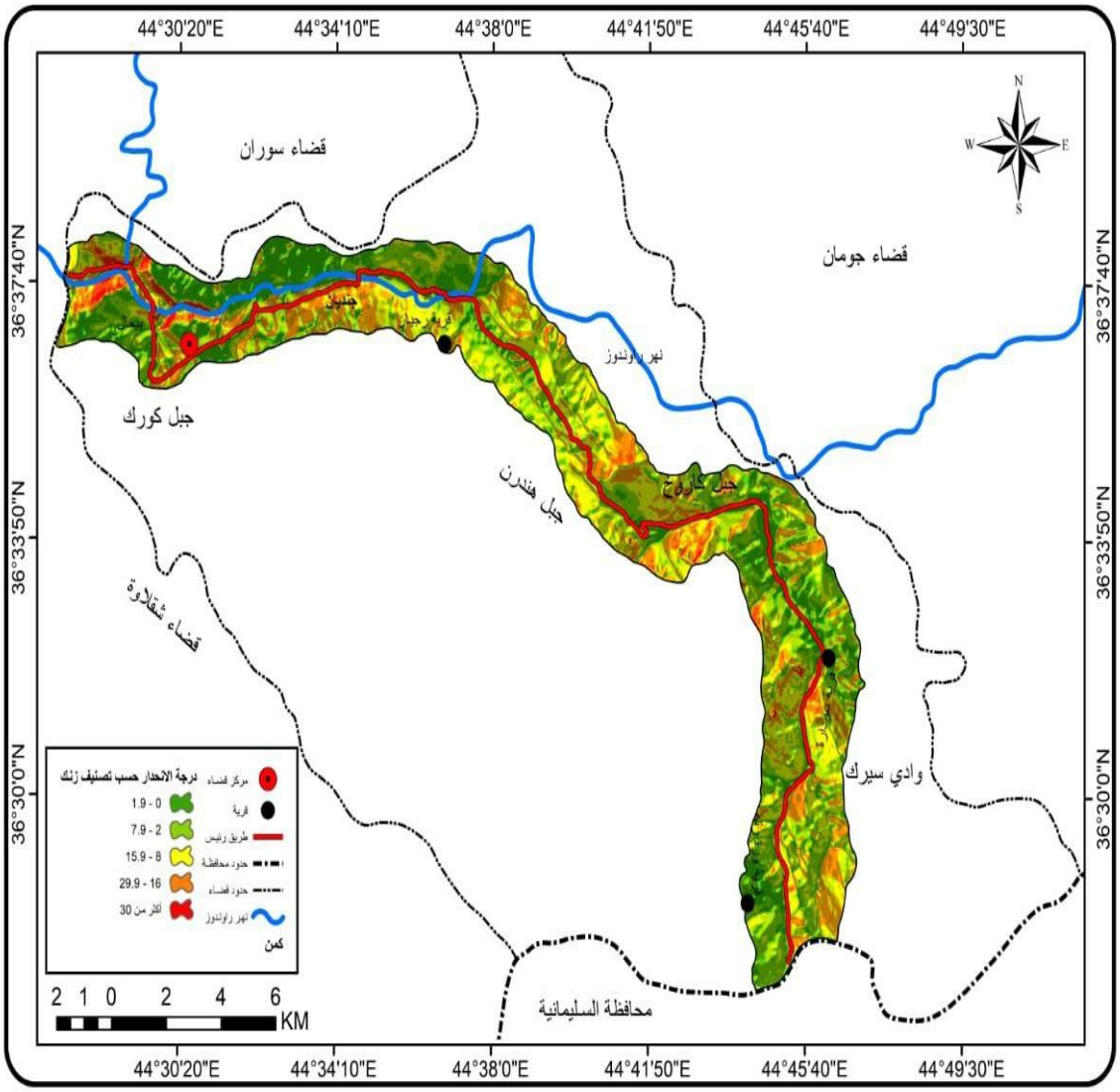


المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وباستخدام برنامج (Arc)

الانحـــدار:

تُعد دراسة الانحدار ذات أهمية بالغة في الدراسات الجيومورفولوجية لما له علاقة بالعمليات الجيومورفولوجية وتطورها التي تسهم في نشأت الأشكال الجيومورفولوجية ، وستجري دراسة الانحدارات التي اشتقت من بيانات الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة وتمثيل المنطقة بنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) من خلال الاعتماد على التصنيف الجيومورفولوجي الذي أعده Zink عام (١٩٨٩)، إذ يعمل هذا التصنيف في تحدد الأشكال الأرضية على اساس الانحدار، إذ تتباين تضاريس المنطقة في ارتفاعاتها مما يعني تعدد الأشكال الأرضية وكذلك اختلاف بدرجات انحدارها من مكان إلى آخر .

خريطة (٤) الانحدار حسب تصنيف زنك لمنطقة الدراسة



الفئة بالدرجة	التصنيف	الشكل	المساحة (كم٢)	النسبة (%)
٠ – ١.٩ °	مسطح	أراضي سهلية	٢٥.٨٨	٢٢.١٦
٢ – ٧.٩ °	تموج خفيف	تحاتية أقدام الجبال	٣٤.٧٥	٢٩.٧٦
٨ – ١٥.٩ °	متموجة	تلال منخفضة	٢٧.٦٤	٢٣.٦٧
١٦ – ٢٩.٩ °	مقطعة	تلال مرتفعة	١٨.٥٠	١٥.٨٤
٣٠ ° فأكثر	مقطعة بدرجة عالية	جبال	٩.٨١	٨.٤٠
المجموع	–	–	١١٦.٧٥	١٠٠

المصدر:- جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، الهياه العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة الجيولوجية، مقياس، 1:250000 لسنة ٢٠٢١ .

جدول (٢) أصناف الانحدارات ومستويات سطح الأرض في منطقة الدراسة

المصدر : اعتمادا على خريطة (٤) .

١. **أراضي مسطحة** : تقع الأراضي المسطحة بحسب تصنيف زنك بين درجة الانحدار(٠ – ١.٩ °)، إذ بلغت مساحته (٢٥.٨٨ كم٢) وبنسبة (٢٢.١٦ %) من المساحة الكلية للمنطقة ، وهي أقل الفئات درجة ومساحة ، إذ تسمى بالأراضي ذات الانحدار القليل أو الطفيف ، وتتوزع هذهِ الأرضي بشكل طبقات خفيفة في الجزء الشمالي الشرقي م ن منطقة

٢. **أراضي (متموج خفيف)** : يضم هذا النطاق الأرضي الذي يبلغ انحدارها (٢ – ٧.٩ °) والتي تكون أراضيها ذات تموج خفيف، وقد بلغت مساحة هذا الانحدار (٣٤.٧٥كم٢) وبنسبة (٢٩.٧٦ %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة مما يشير إلى ان الأراضي المتموجة تأخذ نسبة أعلى من الأرضي(المسطحة – والمستوية)

٣. **أرضي متموجة** : يضم هذا النطاق الأراضي التي يبلغ انحدارها ما بين (٨ – ١٥.٩ °) ويكون التموج واضح في هذا الانحدار وشغلت مساحته (٢٧.٦٤ كم٢) وبنسبة (٢٣.٦٧) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتُعدّ هذهِ الفئة متوسطة .

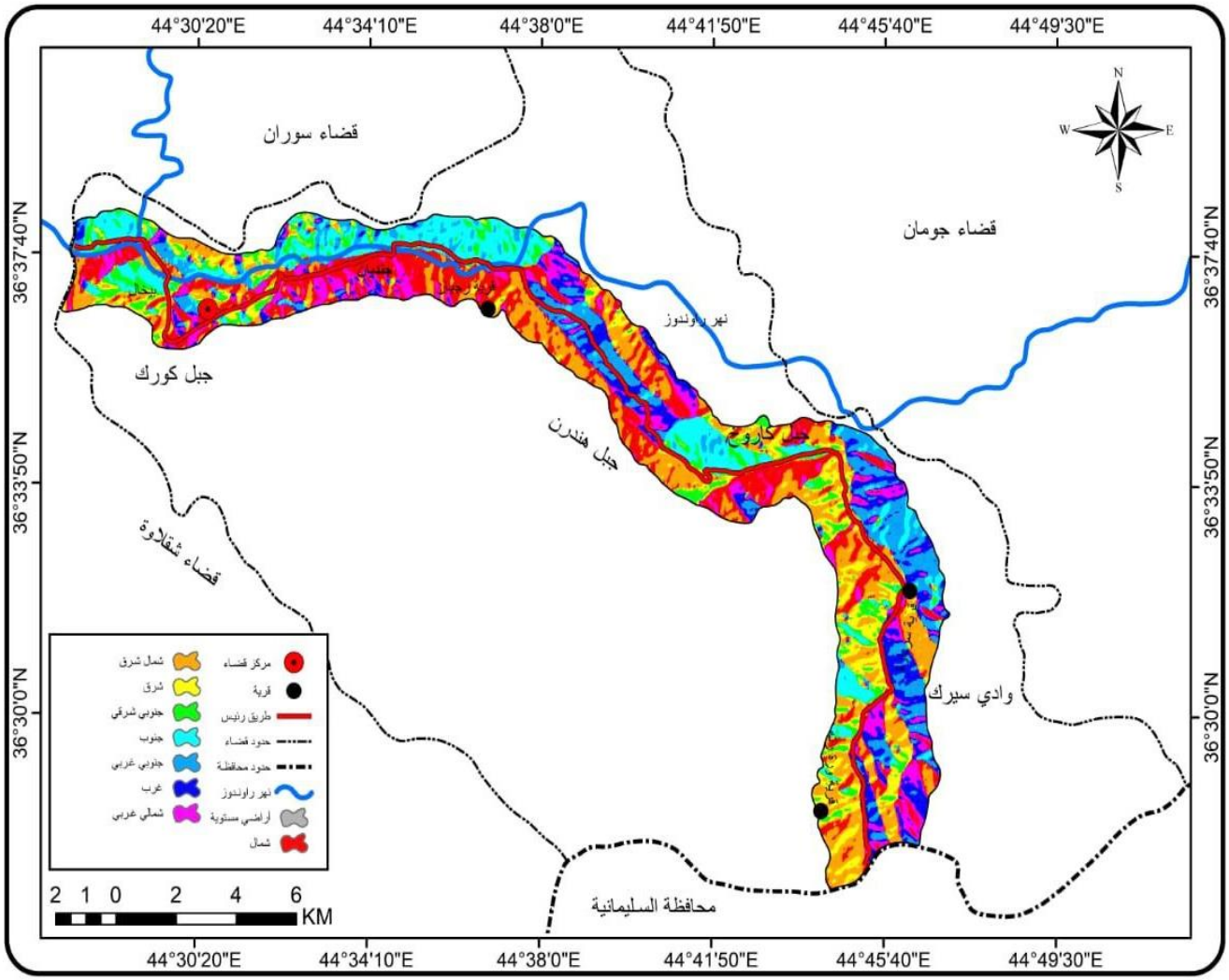
٤. **مناطق(مقطعه)** : يضم هذا النطاق الأراضي التي بلغ انحدارها ما بين (١٦ – ٢٩.٩°) ويكون التموج واضح في هذا الانحدار ويشغل مساحة بلغت (١٨.٥٠ كم٢) ونسبة (١٥.٨٤ %) من المساحة الكلية من منطقة الدراسة .

٥. **انحدار(مقطعه بدرجة عالية)** : تقع الأراضي المقطعة بدرجة عالية وهذا النطاقُ يعد من أكثر النطاقات اتساعاً بين النطاقات السابقة إذ يبلغ هذا النطاق(٣٠ ° فأكثر) إذ تنتشر هذهِ الأراضي بمساحة بلغت(٩.٨١كم٢) وبنسبة (٨.٤٠%)من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

٦. **اتجاه الانحدار** : إنّ معظم اتجاهات الانحدار لمنطقة الدراسة هي من نوع (جنوب) وتبلغ مساحتها حوالي ٢٥.٣٧٢ وبنسبة ٢١.٧٣ % من اجمالي مساحة منطقة الدراسة ، وتأتي الاتجاهات (الجنوب الغربي) بالمرتبة الثانية والثالثة ، بمساحة ٢٣.٢٨ كم^{٢} ، وبنسبة (١٩.٩٤ %) على التوالي من المساحة الكلية للمنطقة، وان اقل الاتجاهات انحداراً في المنطقة هي (مستوي)

بمساحة بلغت حوالي (٤.٦٩) كم^{٢} أي بنسبة ٤.٠١% على التوالي من جملة مساحة منطقة الدراسة.

خريطة (٥) اتجاه الانحدار لمنطقة الدراسة



جدول (٣) اتجاه الانحدار لمنطقة الدراسة

ت	اتجاه الانحدار	زاوية اتجاه الانحدار بالدرجة	المساحة (كم^2)	النسبة (%)
١	مستوي	٠	٤.٦٩	٤.٠١
٢	شمال	٠ – ٢٢.٥	١٨.٠٦	١٥.٤٦
٣	شمال شرق	٢٢.٥ – ٦٧.٥	٩.٢٧	٧.٩٤
٤	شرق	٦٧.٥ – ١١٢.٥	٨.٨٤	٧.٥٧
٥	جنوب شرق	١١٢.٥ – ١٥٧.٥	١٣.٤٧	١١.٥٣
٦	جنوب	١٥٧.٥ – ٢٠٢.٥	٢٥.٣٧	٢١.٧٣
٧	جنوب غرب	٢٠٢.٥ – ٢٤٧.٥	٢٣.٢٨	١٩.٩٤
٨	غرب	٢٤٧.٥ – ٢٩٢.٥	٧.٦٣	٦.٥٣
٩	شمال غرب	٢٩٢.٥ – ٣٦٠	٦.١٤	٥.٢٥
المجموع		–	١١٦.٧٥	١٠٠

المصدر: الاعتماد على1-dem.srtm Aster.res lution 30m .19+2

2-Arc Gis v.10 .Arcscene.

٣-جمهورية العراق ، وزارة الموارد المائية ، المديرية العامة للمساحة خرائط طبوغرافية ١:١٠٠٠،٠٠٠ ، لسنة ٢٠١٢

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (٥)

الصورة (١)

التساقط الصخري

الصورة (٢)

الانزلاق الكتلي

الصورة (٣)

الانزلاق الدوراني

❖ **الغطاء النباتي:** يُعدّ الغطاء النباتي انعكاسا للعوامل الطبيعية، إذ هو ثمرة التفاعل ما بين التضاريس والموارد المائية والتربة، ويتحكم عنصر التساقط في نوعيته وتوزيعه الجغرافي وشدته، إذ يستلم أكبر كمية من الأمطار لذا تختلف في غطائها النباتي عن بقية مناطق العراق.[1] تبعاً لذلك يمكن تقسيم الغطاء النباتي في المنطقة كما في خريطة (٧)

١. **كثافة عالية جداً:** تنتشر بشكل متفرق من منطقة الدراسة كما موضح في خريطة(٧)،إذ تظهر في الجزء الشمالي الشرقي وفي جهة الغرب والجنوبي الغربي مساحتها(٢٩.٨٢) وبنسبة(٥٩٦،٤ %) تشمل نباتات الأعشاب الواطئة والشجيرات التي تنمو بشكل وسادات متلاحمة ومتقاربة.

٢. **كثافة عالية** : ينتشر بشكل واسع من منطقة الدراسة بمساحة(٣٢.١٧كم٢)، وبنسبة (٦٤٣،٤ %) فوق مستوى سطح البحر وهي تظهر في نطاق محدود من منطقة الدراسة من الجبال الوعرة الشاهقة الارتفاع التي يصعب وصول الأنسان إليها تتمثل، بالغابات الصنوبرية مثل أشجار الأرز الأبيض والجنار والسرو والصنوبر تنتشر هذهِ الغابات .

٣. **متوسطة الكثافة** : يتواجد في الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية ويظهر في الجزء الغربي من منطقة الدراسة وفي الجنوب والجنوبي الغربي والجنوبي الشرقي وكما موضح في خريطة (٧)، إذ بلغت مساحة هذا الغطاء حوالي(٢٣.٤٨كم٢) وبنسبة (٤٦٩،٦ %) تنتشر بين أودية الجبال وعلى ضفاف الأنهار وتضم أصناف متنوعة من النباتات منها أشجار التفاح، فضلا عن حشائش الاستبس، أشجار الصفصاف والدردار والدلب، أشجار الاسفندار

٤. **كثافة قليلة:** تنتشر في الجنوب بشكل واضح وأجزاء متفرقة وقليلة في الشمال والشوق والوسط كما موضح في خريطة (٧)، بمساحة(١٧.٧٠كم٢) وبنسبة (٣٥٤ %) وتكون غابات طبيعية من الأشجار الصنوبرية واشجار البلوط فضلاً عن الأراضي الزراعية إذ استغل السكان المناطق المنخفضة في منطقة الدراسة بزراعة مختلف المحاصيل الزراعية.

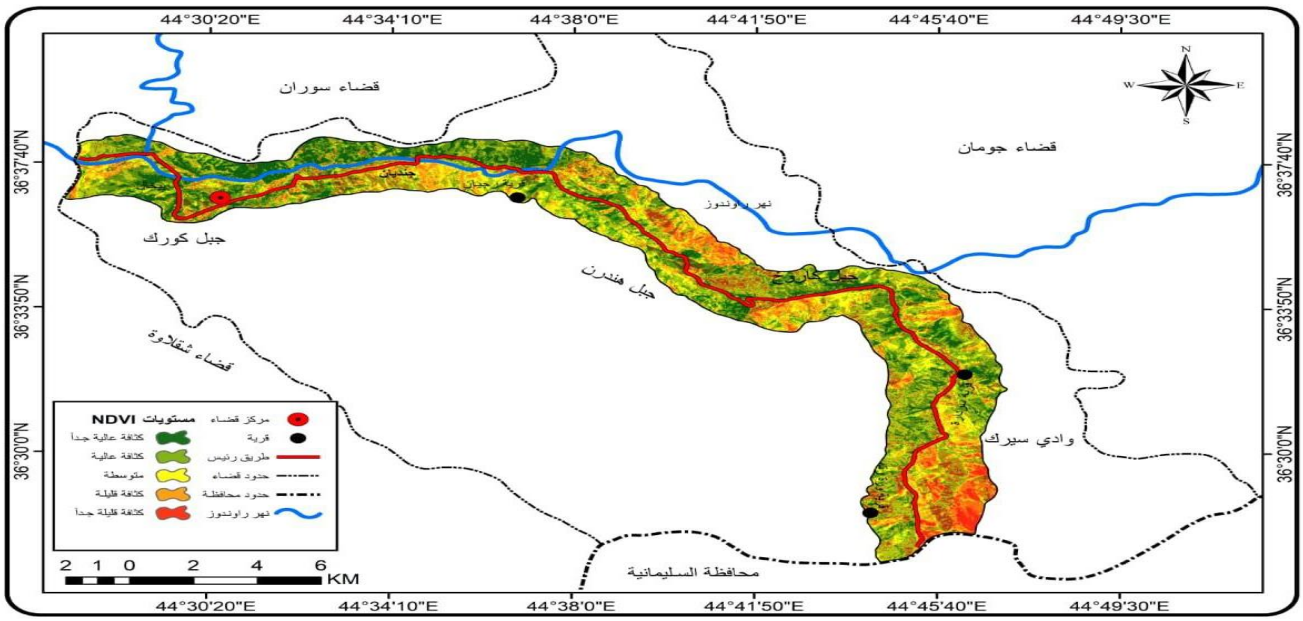
٥. **كثافة قليلة جداً إلى معدومة** : بلغت مساحة هذا الغطاء (١٣.٥٨كم٢) وبنسبة (٢٧١،٦ %)؛ إن الغطاء النباتي دورا في إعاقة الجريان السطحي وزيادة تسرب المياه إلى باطن الأرض،

---

(١) جاسم محمد الخلف، محاضرات في جغرافية العراق الطبيعية والاقتصادية والبشرية معهد الدراسات العربية العالية، الطبعة الثانية، ١٩٦١، ص١٩١

وتعمل مادة الدبال الناتجة من بقايا المواد المتحللة في التربة على تزويد المياه بثاني أوكسيد الكربون الذي يُعدّ العنصر الأساس في تكوين حامض الكربونيك مما يعني كميات أكبر من الصخور الجيرية المذابة.(١)

الخريطة (٧) مؤشر الغطاء النباتي NDVI لبيان كثافة النبات



المصدر/ جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن ، المنشاة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة الجيولوجية، مقياس، 1:250000 لسنة ٢٠٢١ .

الجدول (٥) الغطاء النباتي لمنطقة الدراسة

الفئة	نوع الكثافة	المساحة (كم٢)	النسبة (%)
٠.٧ – ١	كثافة عالية جداً	٢٩.٨٢	٥٩٦،٤
٠.٥ – ٠.٧	كثافة عالية	٣٢.١٧	٦٤٣،٤
٠.٣ – ٠.٥	متوسطة	٢٣.٤٨	٤٦٩،٦

(٨) شاكر خصباك، العراق الشمالي دراسة للنواحي الطبيعية والبشرية، مطبعة شفيق، الطبعة الاولي، بغداد، ١٩٧٣.

٠.٢ – ٠.٣	كثافة قليلة	١٧.٧٠	٣٥٤
٠.٠١ – ٠.٢	كثافة قليلة جداً إلى معدومة	١٣.٥٨	٢٧١،٦

المصدر: اعتماداً على خريطة (٧)

المبحث الثاني

مطابقة الخصائص الطبيعية بمواقع المخاطر الجيومورفولوجية

إبراز أنواع المخاطر الجيومورفولوجية ، فضلاً عن تحديد مواقعها الجغرافية وتعريف بكل منها و تصنيفها العلمي، ثم ربطها مكانياً بالعوامل الطبيعية المؤثرة عليها، تحديداً (الجيولوجيا ودرجة الانحدار)، واللذان لهما دور بارز في حدوث حركة المواد بالإضافة الى إعداد خارطة المواقع المعرضة لحدوث حركة المواد بأنواعها. وقبل الخوض بأنواع الاخطار الموجودة في منطقة الدراسة، ربما من الضروري وضع تعريف للأخطار الجيومورفولوجية

❖ **تعريف المخاطر الجيومورفولوجية** : يقصد بالأخطار الجيومورفولوجية تلك الأخطار التي تهدد وتسبب اضرارا للنشاط البشري وحياة الأنسان والتي تنجم عن العوامل والعمليات المشكلة لسطح الأرض ، وعلى هذا يدخل ضمن مفهوم الأخطار الجيومورفولوجية ، ان اي عامل يشكل سطح الأرض سواء كان مناخيا أو جيولوجيا أو جيومورفولوجيا أو فلكيا أو بشريا.

تتمثل خطورة طريق (جنديان) في كثرة الانحناءات وشدة انحدارات السفوح المشرفة عليه، فشكلت تلك المظاهر خطورة كبيرة. يضاف إليها عمليات تدمير الطريق الناتجة عن الحركات التكتونية وحركات المواد والسيول والانهيارات الأرضية و تتقسم الاخطار الجيومورفولوجية السائدة في المنطقة إلى الانواع الآتية:

❖ **حركات مواد السطح** : هي حركة المواد الارضية المفككة أو الكتل الصخرية من أعالي المتحدر نحو أقدامها بفعل تأثير الجاذبية الأرضية.[١] وعندما تتفوق القوة الدافعة للحركة على القوة المقاومة لها

(١) النقاش، عدنان ومهدي الصحاف ١٩٨٩، الجيومورفولوجية، مطبعة التعليم العالي بغداد، من ٢١٥

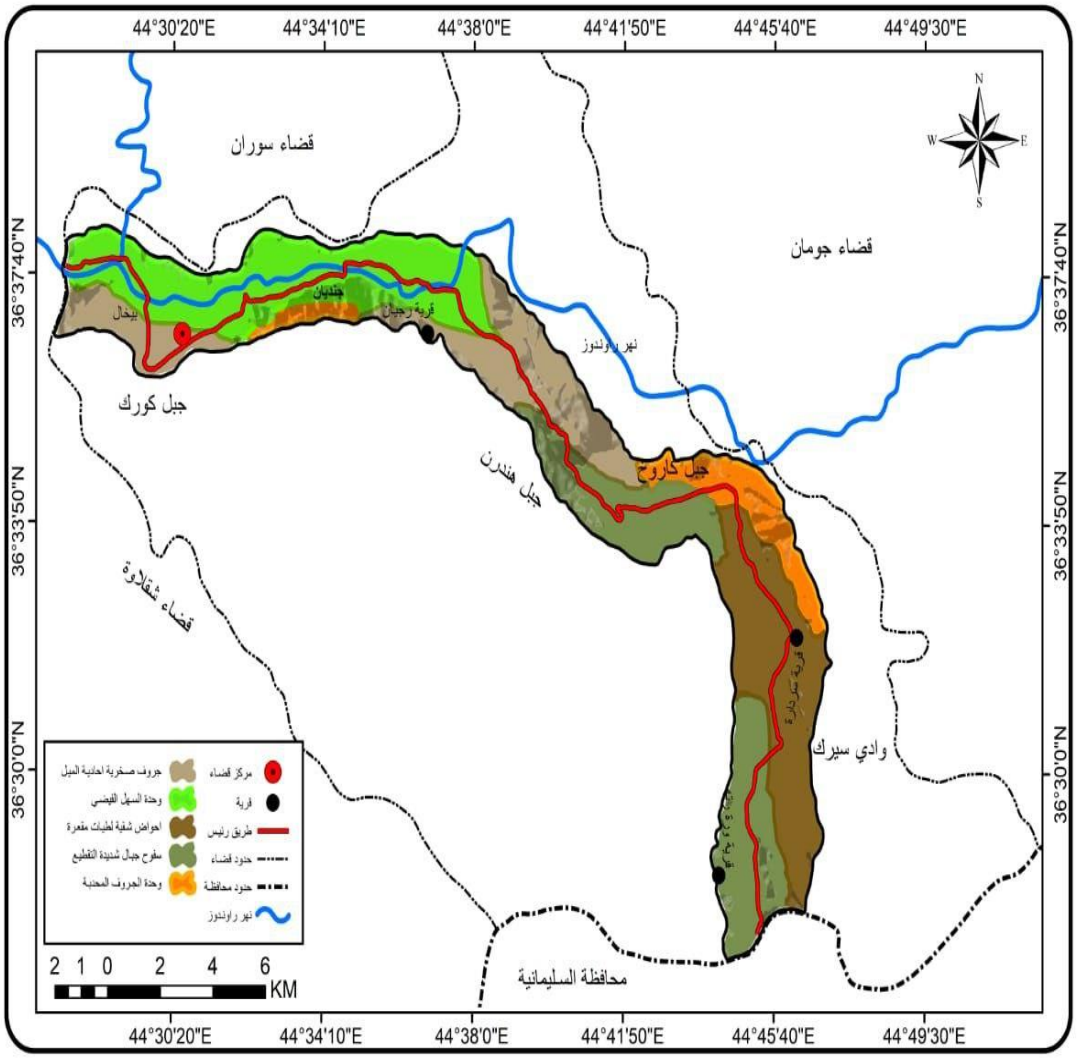
..[1]أضافة الى وجود صخور سميكة هشة سريعة الاذابة تقع تحت الصخور الصلبة المتأثرة بالشقوق والفواصل فينتج عن ذوبان هذه الصخور مواد غروية مما يسهل عملية تحرك المواد .[2]

عندما تنفصل المواد عن القاعدة تتحرك حالما تتوفر العوامل المسببة للحركة، وفي الغالب تتداخل تلك العوامل مع بعضها وتتمثل بعدة عوامل بعضها أساسي كالجاذبية الارضية وتوفر المنحدر، وبعضها الآخر ثانوي منها مناخية وجيولوجية، هيدرلوجية ، جيومورفلوجية وعوامل بشرية. وإن ميكانيكية الحركة تتمثل في تغلب قوة الجاذبية الارضية على قوة التماسك الصخري للمنحدر عند إذن تتحرك من المواقع العليا الى المواقع السفلى وتتفاوت سرعة الحركة بين زحف جريان – انزلاق – انهدام ويلعب تطرف العناصر المناخية دوراً لا يستهان به في تشكيل هذه العملية لاسيما في السفوح المواجهة للأشعة الشمسية وتساقط الامطار. فأتساع المديات الحرارية اليومية وتكرار التجمد والذوبان، والتجفيف والترطيب وحجم قطرات المطر وتراكم الثلوج في المنطقة بكميات غزيرة على المنحدر وتبعثر الغطاء النباتي كلها عوامل تتسبب في زيادة الاجهاد وبالتالي حدوث حركة للمواد الصخرية من أعالي المنحدرات نحو أسفلها بسبب الجاذبية الارضية ويساعد تحركها من أعالي المنحدر تأثر الصخور بالمفاصل والشقوق وخاصة عند تشبع الرواسب الصخرية بالمياه وكذلك عند حدوث التطرفات في درجات الحرارة.

(1) كيلو، ادورد ١٩٨٢، ترجمة غسان السبتي، الجيولوجيا ، ط٣١، مطابع التعليم العالي، أربيل، ص ١٩٧ .

[2]) إبراهيم غادة محمد سليم وآخرون ١٩٩٤، مبادئ الجيولوجيا والجيومورفولوجيا ، دار التقني للطباعة والنشر، بغداد ، ص ٤١٦

الخريطة (٦) الوحدات الأرضية لمنطقة الدراسة



المصدر : استخدم الخريطة الطبوغرافية للمنطقة مقياس ١/ ٥٠٠٠٠ مرئيات اللاندسات ٨

الصنف	الخصائص	المساحة (كم)	النسبة
وحدة الجروف المحدبة	انحدرات شديدة ذات شكل محدب غالباً انهيارات صخرية عند التشبع بالمياه مع جرف عالي للمواد المفككة	١٠.٤٠	١٧٣
وحدة الاحواض الشقية لطيات مقعرة	انحدارات شديدة تزيد عن ٣٠ درجة سطح وعر انجرافات سيلية وانهيارات للسفوح ذات طبيعة جبلية وعرة تنشط فيها العمليات المورفوديناميكية واودية خانقية	٣٤.٨٤	٥٨٠
وحدة الجروف الصخرية احادية الميل	تمثل نهاية الطيات المحدبة تمتاز بانحدارات شديدة ومنتظمة باتجاه فردي نشاط عالي لحركة المواد وبشكل مراحل، ومن الأشكال السائدة هي الهوك باك ، كويستا، الميزى.	٢٠.٧٤	٣٤٥
وحدة سفوح الجبال شديدة التقطيع	تمتاز بوعورتها الشديدة جداً مع صعوبة الاستغلال في اي مجال تنشط فيها التعرية الاخدودية انحداراتها جرفيه تزيد عن ٤٥ درجة مع انعدام صفت الاستقرار للمواد سيادة الانهيارات الصخرية	٢٣.٥٥	٣٩٢،٥
وحدة السهل الفيضي	اكثر انبساطاً من الوحدات الاخرى يمتد على جانبي نهر راوندوز اراضيها اكثر انبساطاً واقل خطورةً قلت درجات الانحدار اكثر استغلالاً من غيرها في مجالات اقتصادية وعمرانية مختلفة	٢٧.٢٢	٤٥٣

الجدول (٤) الوحدات الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة

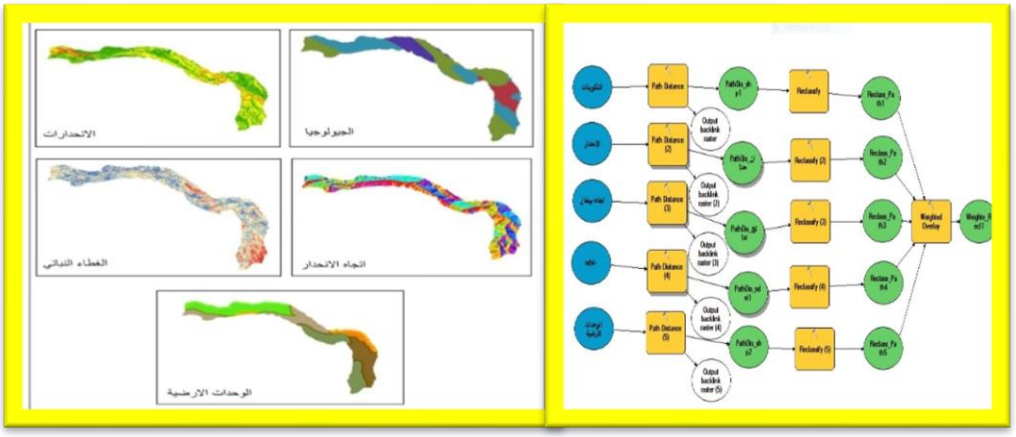
المصدر: الاعتماد على الخريطة (٦)

- **وحدة الجروف المحدبة :** بلغت مساحة هذه الوحدات ١٠.٤٠كم ٢ ونسبة ١٧٣% وهي انحدرات شديدة ذات شكل محدب غالباً انهيارات صخرية عند التشبع بالمياه مع جرف عالي للمواد المفككة يقع جزء منها الى الوسط من الجهة الشرقية والجزء الاخر الى الجانب الشمالي بالقرب من مصايف وشلالات جنديان
- **وحدة الاحواض الشقية لطيات مقعرة :** انحدارات شديدة تزيد عن ٣٠ درجة سطح وعر انجرافات سيلية وانهيارات للسفوح ذات طبيعة جبلية وعرة تنشط فيها العمليات المورفوديناميكية واودية خانقية، وتلغ مساحة هذه الوحدة ٣٤.٨٤ كم٢ ونسبة ٥٨٠% وهذه الوحدة تتكشف الى جنوب شرق منطقة الدراسة في الخريطة والجدول (٤).
- **وحدة الجروف الصخرية احادية الميل:** تمثل نهاية الطيات المحدبة تمتاز بانحدارات شديدة ومنتظمة باتجاه فردي نشاط عالي لحركة المواد وبشكل مراحل، ومن الأشكال السائدة هي الهوك باك، كويستا، الميزى. وهي تشغل مساحة ٢٠.٧٤كم ٢ بنسبة بلغت ٣٤٥%تمتد هذه الوحدة الى الشمال الشرقي والشمال الغربي من منطقة الدراسة.
- **وحدة سفوح الجبال شديدة التقطيع :** تمتاز بوعورتها الشديدة جداً مع صعوبة الاستغلال في اي مجال تنشط فيها التعرية الاخدودية انحداراتها جرفيه تزيد عن ٤٥ درجة مع انعدام صفت الاستقرار للمواد سيادة الانهيارات الصخرية ، بلغت مساحة هذه الوحدة ٢٣.٥٥كم والنسبة بلغت ٣٩٢،٥% تمتد الى الجنوب من منطقة الدراسة وتتواجد في الوسط بالقرب من جبل كاروخ كما موضح في الخريطة .
- **وحدة السهل الفيضي :** اكثر انبساطاً من الوحدات الاخرى يمتد على جانبي نهر راوندوز اراضيها اكثر انبساطاً واقل خطورةً قلت درجات الانحدار اكثر استغلالاً من غيرها في مجالات اقتصادية وعمرانية مختلفة وتبلغت مساحتها ٢٧.٢٢كم٢ وبنسبة بلغت ٤٥٣ % وتتواجد هذه الوحدة في الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة .

صورة (٤) شلال جنديان ضمن منطقة الدراسة

المعامل	الفئة	وزن الفئة	المعامل	الفئة	الوزن
الجيولوجيا (١٥)%	١	٣	الانحدارات (٣٥)%	٠ – ١.٩	٣
	٢	٤		٢ – ٧.٩	٣
	٣	٥		٨ –١٥.٩	٨
	٤	٣		١٦ – ٢٩.٩	٩
	–	–		اكثر من ٣٠	١٢
المعامل	الفئة	الوزن	المعامل	الفئة	الوزن
اتجاهات الانحدار (٢٠)%	١	٣	الغطاء النباتي (١٥)%	١ – ٠.٦	٨
	٢	٣		٠.٦ – ٠.٤	٢
	٣	٢		٠.٤ – ٠.٣	٢
	٤	٢		٠.٣ – ٠.٢	٢
	٥	٢		٠.٢ – ٠.٠١	١
	٦	٢		–	–
	٧	٢		–	–
	٨	٢		–	–
	٩	٢		–	–
المعامل	الفئة	الوزن			
الوحدات الارضية (١٥)%	١	٥			
	٢	٣			
	٣	٢			
	٤	٣			
	٥	٢			

شكل (١) الطبقات الداخلية في موديل المخاطر الجيومورفولوجية



المصدر : بالاعتماد على برنامج arc gis v. 10.3

المصدر : بالاعتماد على طريقة التركيب الخطي الموزون وباستخدام برنامج (Arc GIS 10.4).

❖ **الحركة البطيئة لمواد سطح** : ان عمليات زحف التربة والمفتتات الصخرية على طول سفوح الجبال و منحدارتها بصورة بطيئة بحيث لا يمكن مشاهدتها إلا بدراستها عن كتب لمدة فترة طويلة . [١]وعلى هذا تضم أنواع الانهيار الأرضي البطيء وعمليات زحف التربة وزحف ركام السفوح وعمليات الزحف الصخري التي تؤدي إلى انحدار كتل منفردة من الصخر انحدارا بطيئاً على طول سفح جبلي وعمليات انحدار كميات كبيرة من المفتتات الصخرية المشبعة بالمياه على طول منحدر ما دون أن يحددها مجرى مائي واضح، وهي التي اطلق عليها "شارب" اسم الانهيار المشبع بالمياه أو تدفق التربة و يوجد عدة أنواع من حركة المواد البطيئة في المنطقة وهي:

١. **زحف التربة** : يحدث زحف التربة على المنحدرات المعتدلة والتي تتكون من طبقة سميكة من التربة، وتساعد رطوبة التربة على تنشيط هذه الحركة، حيث تتعرض تلك التكوينات إلى الزحف نحو الأسفل عندما تتشبع بالماء بعد سقوط الأمطار وذوبان الثلوج، ومن الشواهد الواضحة في المنطقة وجود عدة أماكن تعرضت لعمليات انكسار وانحراف الطريق بسبب ارتفاع المحتوى الرطوبي للتربة وللطبقات الواقعة أسفل الطريق.

[١]) صفي الدين، محمد ١٩٩١، جيومورفولوجية قشرة الأرض، دار النهضة العربية، بيروت، ص ١٤١

٢. **زحف الصخور:** هي حركة للكتل الصخرية الجافة بمفردها دون إختلاطها بأية رواسب أخرى نحو أسفل المتحدرات عن طريق زحف التربة والانزلاق ، وهي حركة بطيئة وتدريجية. تتكون بسبب التجوية الفيزيائية [١]

٣. **تدفق الحطام الصخرى :** تتواجد عند قواعد المرتفعات بأنواعها على هيئة أكوام من مجمعات الحطام الصخري التي تتألف من كتل مختلفة الأحجام والأشكال وصلت إلى مواضعها أما بالسقوط أو التدحرج على أسطح المنحدرات، بالإضافة إلى ذلك تشتمل هذه الأكوام على جزيئات دقيقة، وتتسبب هطول الامطار خلال فصل الشتاء في حدوث هذه الحركة بدرجة كبيرة . [٢]

٤. **خطورة حركة المواد على السفوح:** عبر استعمال أساليب التحليل المكانية المتاحة في نظم المعلومات الجغرافية لتحديد المناطق المهددة بالتساقط الصخري نتيجة حركة المواد على السفوح ، بالاعتماد على ما يلي:

أ. تحديد درجات خطورة التساقط الصخري على أساس خريطة التضرس المحلي يعتبر التضرس المحلي مقياس ذو أهمية كبيرة حيث يوضح الاختلاف والتباين فيما بين مناسيب الأجزاء المرتفعة وما يجاورها من أجزاء منخفضة ، وكلما زاد الاختلاف زاد التضرس وبالتالي زادت درجة الخطورة. **ب. تم الاعتماد على النضرس المحلي في تحديد المواقع المهددة** بالتساقط الصخري نتيجة

حركة المواد على السفوح فى منطقة الدراسة وتحديد درجة خطورتها. وتصنيف نائج الفروق لمجموعة من الفئات وبناء على هذه التصنيفات تم التصنيف المنطقة إلى ثلاث فئات تبعاً لدرجة الخطورة ، وتختلف كل منطقة عن الأخرى من حيث شدة التضرس ومساحة منطقة التأثر، ولابد من الإشارة إلى الآتي:

١. **مناطق خطرة بدرجة كبيرة جداً:** وهي تلك التى يسود بها التضرس المحلي الشديد والذي يزيد عن ١٠٠٠ متر ، وهو يغطي مساحة بلغت مساحته ١٧.٢٨ كم بنسبة ١٤.٨٠ % من إجمالي مساحة منطقة الدراسة وهي مساحة صغيرة بالنسبة لمساحة منطقة الدراسة وتتمثل في أعالي الجبال والقمم الجبلية في غرب المنطقة وتعتبر هذه المنطقة من أكثر المناطق خطورة لتضرسها الكبير ، صورة (٤).

[١]) الدليمي، خلف حسين، مصدر سابق، ص ٢٠٢.

١٤) بحيري، صلاح الدين، أشكال الأرض، ط ٢ ، دار الفكر، دمشق، ٢٠٠١، ص ٥٨.

٢. **مناطق خطرة بدرجة كبيرة** : يسود بها التضرس المحلي الكبير والذي تزيد عن ٥٠٠ متر وتقل عن ١٠٠ متر وتغطي هذه الفئة مساحة بلغت مساحته ٣٧.٢٠ كم بنسبة ٣١.٨٦% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة وتكمن خطورة هذه الفئة فى الجزء الشمالي من منطقة الدراسة حيث تتركز في معظمها مناطق الأنشطة التعدينية والمناجم والمحاجر بالمنطقة.

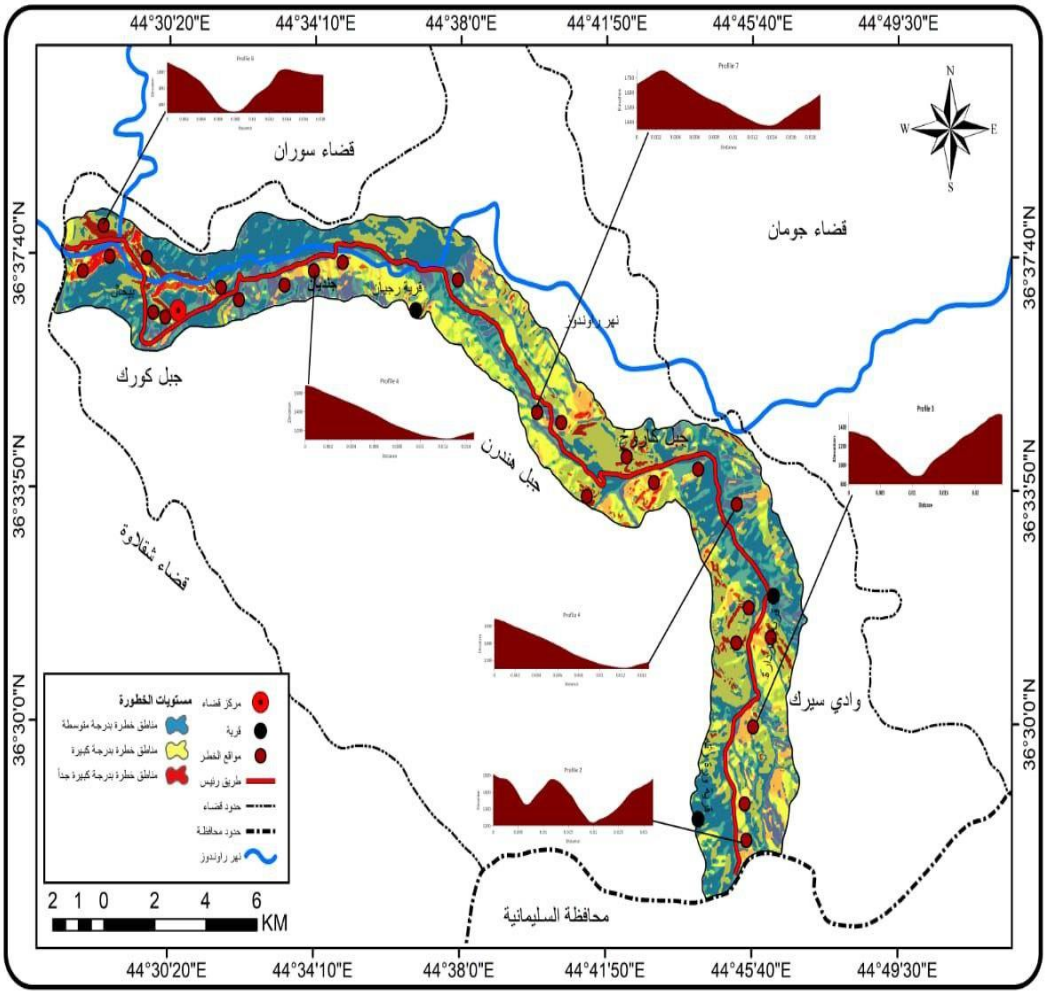
٣. **مناطق متوسطة الخطورة** : يسود بها تضرس محلي ، وتغطي هذه الفئة مساحة بلغت مساحته ٦٢.٢٧كم بنسبة ٥٣.٣٣% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة ويتمثل في سفوح جوانب الأودية ويكثر فى هذا النطاق الفواصل والشفوق التي تقوم بدورها في التسريع من حركة المواد الصخرية على السفوح .

الصورة (٤) خطورة تساقط الصخور على الطرقات في منطقة الدراسة

المصدر:

https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=244620411187322&id=100066789180940

الخريطة (٧) مستويات الخطورة في منطقة الدراسة



المصدر/ جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن ، المنشاة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة الجيولوجية، مقياس، 1:250000 لسنة ٢٠٢١ .

الجدول (٧) مستوى الخطورة لمنطقة الدراسة

مستويات الخطر	المساحة (كم)	النسبة (%)
مناطق خطرة بدرجة كبيرة جداً	١٧.٢٨	١٤.٨٠
مناطق خطرة بدرجة كبيرة	٣٧.٢٠	٣١.٨٦
مناطق خطرة بدرجة متوسطة	٦٢.٢٧	٥٣.٣٣
المجموع	١١٦.٧٥	١٠٠

المصدر : الاعتماد على الخريطة (٨)

❖ **الاستنتاجات :**

١. تظهر المخاطر الجيومورفولوجية على التكوينات الجيولوجية المختلفة ومن أكثر التكوينات تعرضها لحدوث المخاطر هي تكوينات: بالمبو -- تانجرو
٢. تتميز منطقة الدراسة برطوبة المناخ في فصلي الشتاء والربيع، وإستلامها لكميات تساقط كبيرة تعمل على تنشيط عمليات التجوية وبالتالي حدوث حركات المواد و التعرية المائية الشديدة.
٣. ظهر بأن العامل البشري كان أحد الأسباب الرئيسية في حدوث حركة المواد في عدة أماكن على طول الطريق، نتيجة لأعمال القطع الرأسي وإختيار التوقيت غير المناسب لقطع المنحدرات كانجاز العمل خلال فصل الشتاء.
٤. ان تأثير عامل درجة الانحدار أكثر وضوحاً، تأثير إتجاهات الانحدار حيث وجدت حركة المواد في مختلف الاتجاهات.

التوصيات :

١. عمل مسح شامل على مستوى شبكة الطرق الجبلية في المحافظة أو على مستوى أقليم كوردستان، لتحديد المواقع التي حدثت فيها التصدعات نتيجة لإعمال شق الطرق وتحديد الموقع الخطرة وكذلك تحديد درجة الخطورة ..

٢. المراقبة الدائمة لحركة الكتل وللشقوق والتصدعات الموجودة في المواقع الخطرة لاسيما خلال موسم سقوط الأمطار، وذلك المعرفة سرعة حركة الكتل واتساع الشقوق أو ظهور شقوق الجديدة

٣. تجنب انشاء المناطق السكنية في المنطقة، وكذلك تجنب انشاء السدود فيها .

المصادر:

- Varoujan K. Sissakian, Faiza A.Ibrahim, Series of Geological hazard maps of Erbil and Mahabad Quadrangle, op. cit, p11.
- إبراهيم غادة محمد سليم وآخرون ١٩٩٤، مبادئ الجيولوجيا، والجيومورفولوجيا ، دار التقني للطباعة والنشر، بغداد ، ص ٤١٦
- بحيري، صلاح الدين، أشكال الأرض، ط ٢ ، دار الفكر، دمشق، ٢٠٠١،
- جاسم محمد الخلف، محاضرات في جغرافية العراق الطبيعية والاقتصادية والبشرية معهد الدراسات العربية العالية، الطبعة الثانية، ١٩٦١، ص١٩١
- الدليمي، خلف حسين، مصدر سابق، ص ٢٠٢.
- شاكر خصباك، العراق الشمالي دراسة للنواحي الطبيعية والبشرية، مطبعة شفيق، الطبعة الاولي، بغداد، ١٩٧٣.
- صفاء الدين فخري عبد المجيد ، دراسة جيولوجية تركيبية لطيات قرة جوغ ، رسالة ماجستير (غ . م) كلية العلوم ، جامعة بغداد ، ١٩٩٣، ص٢٠١
- صفي الدين، محمد ١٩٩١، جيومورفولوجية قشرة الأرض، دار النهضة العربية، بيروت، ص ١٤١
- كربل، عبد الاله رزوقي، علم الأشكال الأرضية (الجيومورفولوجيا) ، جامعة البصرة ، البصرة ، ١٩٨٦ .
- كيلو، ادورد ١٩٨٢، ترجمة غسان السبتي، الجيولوجيا ، ط٣١، مطابع التعليم العالي، أربيل.
- ناهدة جمال الطالباني، المياه الجوفية في منطقة ما بين الزابين في العراق واستغلالها، رسالة ماجستير (غ. م)،كلية الآداب، جامعة بغداد،١٩٦٨

- ناهدة جمال الطالباني، المياه الجوفية في منطقة ما بين الزابين في العراق واستغلالها، رسالة ماجستير (غ. م)،كلية الآداب، جامعة بغداد،١٩٦٨.
- النقاش، عدنان ومهدي الصحاف ١٩٨٩، الجيومورفولوجية، مطبعة التعليم العالي بغداد.
- هاشم ياسين حمد امين الحديد، اطلس الموارد الطبيعية لمحافظة أربيل ، رسالة ماجستير ،(غير منشورة) جامعة صلاح الدين، كلية الآداب، ٢٠٠٠م.

References

- Sissakian, Varoujan K. and Ibrahim, Faiza A. (n.d.). Series of Geological hazard maps of Erbil and Mahabad Quadrangle. *op. cit.*,
- Ibrahim, G. M. Salim et al. (1994). Principles of Geology and Geomorphology (*Mabādi' al-Jīyūlūjīya wa al-Jīyūmūrfūlūjīyā*). Dār al-Taqnī li al-Ṭibā'a wa al-Nashr, Baghdad,
- Buḥayrī, Ṣalāḥ al-Dīn. (2001). Earth Shapes (*Ashkāl al-Arḍ*). 2nd ed., Dār al-Fikr, Damascus
- Al-Khalaf, Jāssim Muḥammad. (1961). Lectures in the Natural, Economic and Human Geography of Iraq (*Muḥāḍarāt fī Jughrāfiyat al-'Irāq al-Ṭabī'īyya wa al-Iqtiṣādīyya wa al-Basharīyya*). 2nd ed., Institute of Higher Arabic Studies,
- Al-Dulaimi, Khalaf Ḥusayn. (n.d.). Previous Source (*Maṣdar sābiq*),
- Khuṣbāk, Shākir. (1973). Northern Iraq: A Study of the Natural and Human Aspects (*Al-'Irāq al-Shamālī: Dirāsa li al-Nawāḥī al-Ṭabī'īyya wa al-Basharīyya*). 1st ed., Shafīq Press, Baghdad.
- Abdul-Majid, Ṣafā' al-Dīn Fakhrī. (1993). A Structural Geological Study of Qara Jog Folds (*Dirāsat Jīyūlūjīya Tarkībīyya li Ṭayyāt Qarat Jōgh*). M.Sc. Thesis (Unpublished), College of Science, University of Baghdad,
- Ṣafī al-Dīn, Muḥammad. (1991). Geomorphology of the Earth's Crust (*Jīyūmūrfūlūjīyyat Qishrat al-Arḍ*). Dār al-Nahḍa al-'Arabīyya, Beirut,
- Karbal, 'Abd al-Ilāh Razzūqī. (1986). The Science of Landforms (Geomorphology) (*'Ilm al-Ashkāl al-Arḍīyya (al-Jīyūmūrfūlūjīyā*). University of Basra, Basra,
- Killo, Edward. (1982). Geology (*Al-Jīyūlūjīyā*). Trans. Ghassān Al-Sabtī. 31st ed., Higher Education Presses, Erbil,

- Al-Ṭālibānī, Nāhida Jamāl. (1968). Groundwater in the Area Between the Two Zabs in Iraq and its Exploitation (*Al-Miyāh al-Jawfīyya fī Minṭaqat mā bayn al-Zābayn fī al-ʻIrāq wa Istighlālihā*). M.A. Thesis (Unpublished), College of Arts, University of Baghdad,
- Al-Ṭālibānī, Nāhida Jamāl. (1968). Groundwater in the Area Between the Two Zabs in Iraq and its Exploitation (*Al-Miyāh al-Jawfīyya fī Minṭaqat mā bayn al-Zābayn fī al-ʻIrāq wa Istighlālihā*). M.A. Thesis (Unpublished), College of Arts, University of Baghdad,.
- Al-Naqqāsh, ʻAdnān and Al-Ṣaḥḥāf, Mahdī. (1989). Geomorphology (*Al-Jīyūmūrfūlūjīyā*). Higher Education Press, Baghdad,
- Ḥamīd Amīn al-Ḥadīd, Hāshim Yāsīn. (2000). Atlas of Natural Resources for Erbil Governorate (*Aṭlas al-Mawārid al-Ṭabīʻīyya li Muḥāfaẓat Arbil*). M.A. Thesis (Unpublished), College of Arts, Salahaddin University,