

التحليل الجيومورفولوجي لمخاطر منحدرات جبل جنارا في شمال العراق

أ.م.د. زينب إبراهيم حسين

دكتوراه جغرافية طبيعية/ تخصص جيومورفولوجي تطبيقي/ تدريسية/ قسم جغرافية
كلية التربية / الجامعة المستنصرية.

Zainbebrahim@uomustansiriyah.edu.iq

07708708804

مستخلص البحث:

اهتم البحث بدراسة المؤشرات الجيومورفولوجية المؤثرة على منحدرات جبل جنارا الواقع في الجزء الشمالي من العراق ضمن نطاق الطيات العالية، باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية وبالاعتماد على الدراسة الميدانية، بهدف تحديد مستوى احتمالية خطورة الانهيارات الأرضية فوق منحدرات جبل جنارا وذلك عن طريق إجراء نمذجة رياضية للمؤشرات الجيومورفولوجية المعتمدة. وتم إنتاج خريطة احتمالية لمخاطر الانهيارات الأرضية في المنطقة وتصنيفها إلى خمسة مستويات، وتبين أن مناطق الخطورة متوسطة الانهيارات الأرضية تشكل النسبة الأكبر وبلغت (32.1 %) وبمساحة (92 كم²)، تليها مناطق منخفضة الخطورة نسبتها (24.0 %) بمساحة بلغت (69 كم²)، مناطق عالية الخطورة نسبتها (22.3 %) بمساحة بلغت (64 كم²)، ومناطق عالية الخطورة جداً بنسبة (12.5 %) وبمساحة (36 كم²) من جملة مساحة المنطقة البالغة (287 كم²).

الكلمات المفتاحية:

جبل جنارا، المؤشرات الجيومورفولوجية، الانهيارات الأرضية، نمذجة.

مشكلة البحث:

يمكن صياغة مشكلة البحث من خلال التساؤلات الآتية:

1. ماهي اهم العوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي تسهم في حدوث انهيارات ارضية في جبل جنارا؟
2. ماهي اهم المناطق المعرضة لخطورة الانهيارات الأرضية في جبل جنارا، وما مستوى خطورتها؟

فرضية البحث :-

1. توجد عدة عوامل وعمليات جيومورفولوجية تسهم في حدوث مخاطر الانهيارات الأرضية في جبل جنارا.
2. تتباين المناطق المعرضة لخطورة الانهيارات الأرضية وكما تتباين في مستويات خطورتها بتنوع العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المسببة لها.

ثالثاً هدف البحث :-

1. يهدف البحث الى دراسة المؤشرات الجيومورفولوجية التي تسهم في حدوث الانهيارات الأرضية فوق منحدرات جبل جنارا.
2. إنتاج خريطة احتمالية الانهيارات الأرضية لتحديد مستويات الخطورة في جبل جنارا عن طريق تطبيق نموذج رياضي بالاعتماد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية والدراسة الميدانية.

رابعاً موقع منطقة البحث:

يقع جبل جنارا في الجزء الشمالي من العراق، بين دائرتي عرض (36 44 50 °) و(55 00 36 °) شمالاً، وبين خطي قوسي طول (30 42 43 °) و(00 16 44 °) شرقاً، يشغل مساحة (287 كم²)، أقصى طول له يبلغ (52.6 كم)، وأقصى عرض (7.7 كم)، يمتد جبل جنارا بموازاة

نهر الزاب الكبير من الشمال والشمال الشرقي، وعلى امتداد الشمال الغربي تحده منحدرات شمال غرب جبال برادوست، ومن الجنوب سلسلة جبل عقرة ونهر كومل ومن الجنوب الغربي سلسلة جبل پيرات، ومن الغرب نهر الخازر، يتبع جبل جنازا إدارياً إلى محافظة دهوك في قضاء عقرة وضمن ناحية دينارته، وسابقاً كانت المنطقة تابعة إدارياً إلى محافظة نينوى حسب خرائط المساحة العامة، يلاحظ الخريطة (1).

الخصائص الطبيعية لمنطقة البحث:-

أولاً) التكتونية والبنية الجيولوجية :

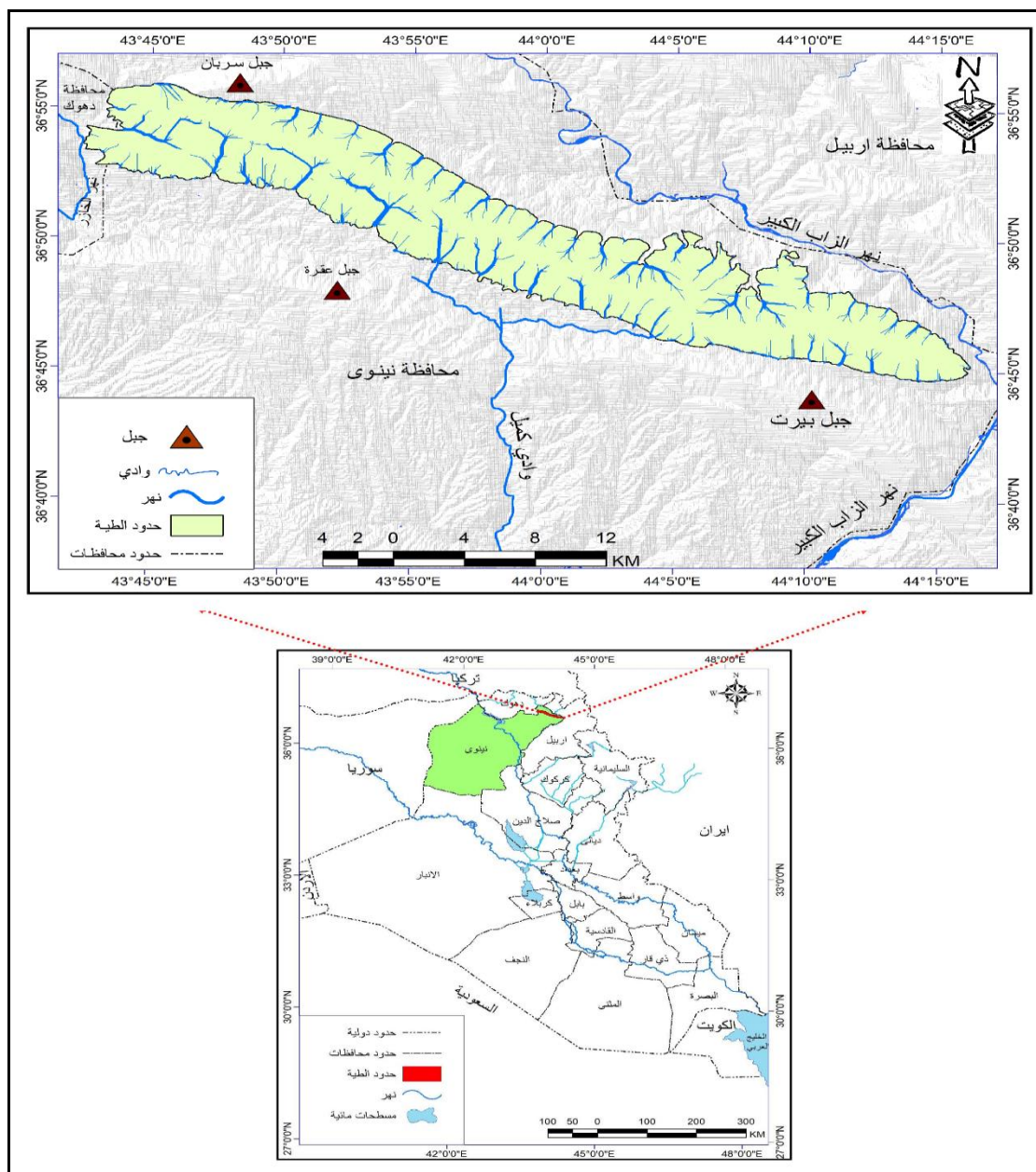
تقع منطقة البحث تكتونياً ضمن نطاق الطيات العالية غير المستقرة التي تأثرت بحركات التشوه بسبب حركة الصفائح العربية الدورانية بعكس اتجاه عقارب الساعة باتجاه الصفائح الإيرانية والتركية، إذ تقع منطقة البحث في مقدمة هذا الجزء من الصفائح العربية⁽¹⁾، أثرت هذه العمليات في تنوع التكوينات الجيولوجية في منطقة البحث والتي تمتد من عصر الميوسين حتى العصر الرباعي، يلاحظ الخريطة (2). وهي كالآتي :

1. **تكوين الفتحة:** (عصر الميوسين): يتكون من صخور متعاقبة على شكل دورات ترسيبية ويتكون من الصخور الطينية ذات اللون البني المحمر والمارل الأخضر والصخور الكلسية⁽²⁾، وينكشف ضمن منطقة محدودة في الجزء الجنوب الغربي من منطقة البحث.

2. **تكوين انجانة:** (عصر الميوسين): يتألف من احجار رملية بنية واحجار طينية، ينكشف التكوين على طول اطراف الجزء الجنوبي الغربي فقط من منطقة البحث.

3. **تكوين بلاسي:** (عصر الأيوسين): يتكون من الحجر الجيري والحجر الجيري الدولومايتي، يظهر ضمن منطقة محدودة في الجزء الجنوب الغربي من منطقة البحث.

خريطة (1) موقع جبل جنارا من العراق

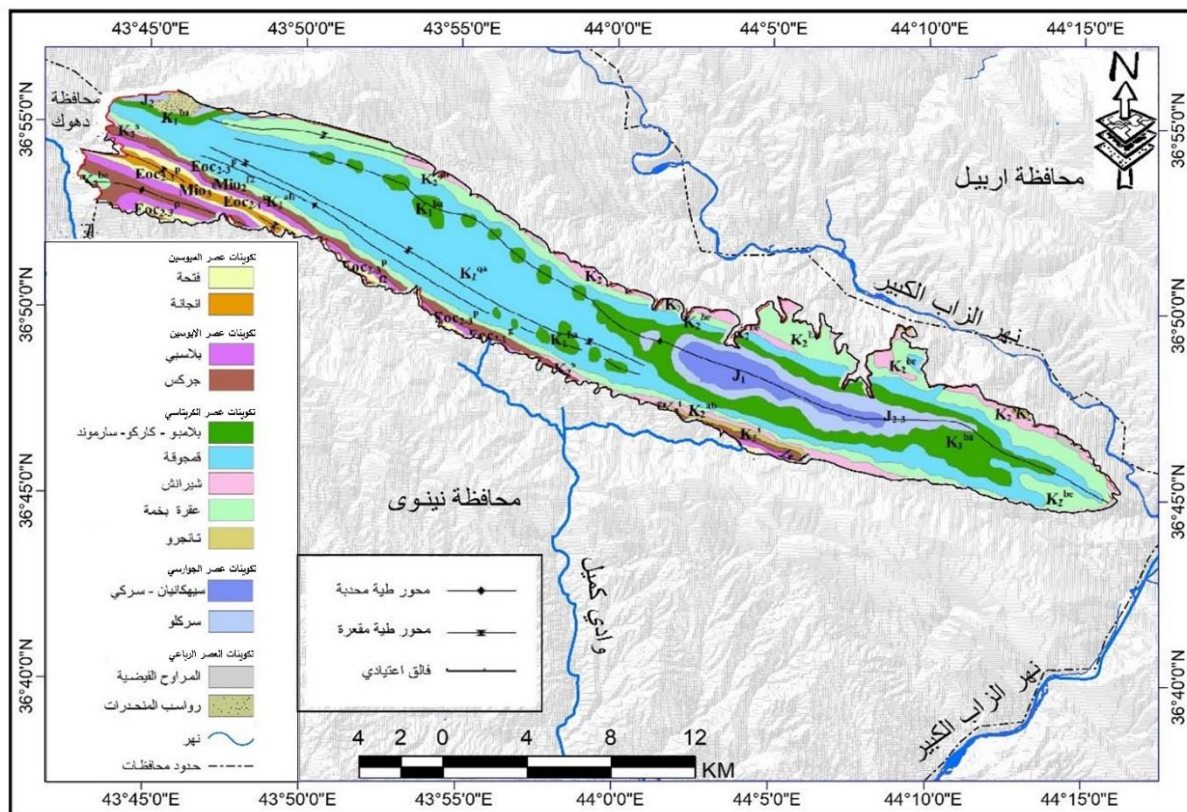


المصدر: المرئية الفضائية لسنة 2015 واستخدام برنامج Arc Map 10.5

4. تكوين جركس: (عصر الأيوسين): يتكون من طبقات رقيقة من الحجر الكلسي الدولوميتي مع درنات من حجر الصوان مع طبقات متوسطة من الحجر الجيري وطبقات من المارل الرمادية اللون⁽³⁾، ينكشف ضمن منطقة محدودة في الجزء الجنوب الغربي من منطقة البحث.

5. **تكوين بلامبو، كراكو، سرمود:** (عصر الكريتاسي): يتألف من الحجر الجيري والطفل والحجر الجيري الرملي والحجر الرملي والتراب الكلسي⁽⁴⁾. تظهر في الأجزاء الشرقية من منطقة البحث سيما الجنوبية الشرقية ومناطق متفرقة من الجزء الشمال الغربي.
6. **تكوين قمجوقة:** (عصر الكريتاسي): يتألف من الحجر الجيري والحجر الجيري الدولومايتي⁽⁵⁾، يشكل المساحة الغالبة من منطقة البحث، وينكشف في لب جبل جنارا وعلى طول محوره، يلاحظ صورة (2 و3).
7. **تكوين شيرانش:** (عصر الكريتاسي): يتألف من الحجر الكلسي والطباشيري ذو التطبيق الجيد ولونه ابيض واخضر مصفر يظهر بشكل شريط ضيق جداً على امتداد قدماء منطقة البحث الشمالية والجنوبية، يلاحظ صورة (4).
9. **تكوين تانجيرو:** (عصر الكريتاسي): يتألف التكوين من رواسب طينية ذات لون اخضر مصفر داكن، يتكون من الحجر الرملي والحجر الطيني والصخر الزيتي، يظهر بشكل شريط قليل المساحة ضمن الجزء الجنوب الغرب⁽⁶⁾.
10. **تكوين عقرة – بخمة:** (عصر الكريتاسي): يتألف تكوين عقرة من الحجر الجيري والدولومايت مرجاني وشديد التبلور، شديد الصلابة لونه رمادي فاتح يتراوح سمكه من (75-315 م)⁽⁷⁾، ينكشف هذا التكوين بشكل شريط ضيق على امتداد الأجزاء الشرقية والأجزاء الغربية من منطقة البحث، يلاحظ صورة (1).
10. **تكوين سيكانيان، سركي:** (عصر الجوراسي): يتكون من الدولومايت وحجر كلسي طباقى صلب ذي الوان قاتمة، اما سركي فيتكون من صخور دولومايتية واحجار كلسية صلبة⁽⁸⁾. يظهر في الجزء الشرقي من منطقة البحث.
11. **تكوين سركلو:** (عصر الجوراسي): يتكون من احجار كلسية ذات طبقة رقيقة وطبقات من الحجر الجيري مارلي⁽⁹⁾ يظهر في مناطق صغيرة عند قدماء الجزء الشمال الغربي من منطقة البحث.
12. **ترسبات العصر الرباعي:** المتضمنة ترسبات المراوح الفيضانية والتي تظهر عند مناطق صغيرة في الجزء الشمالي من منطقة البحث، وترسبات المنحدرات التي تظهر عند الجزء الشمال الغربي من منطقة البحث.

خريطة (2) البنية الجيولوجية لمنطقة البحث



1. Varoujan, k. Sissakian, and Saffa FA Fouad. "Geological map of Iraq , scale 1:1000.000, 2012". Iraq Bulletin of Geology and Mining, 11.12015.

صورة (2)



المصدر: الدراسة الميدانية، جانب من منحدر جبل جنارا ذو انحدار أكثر من (45°) ، تكوين قمجوقة ذات الصخور جيرية، بتاريخ 2023/3/13

صورة (1)



المصدر: الدراسة الميدانية، منحدر تكوين عقرة - بخمة طريق عند محور جبل جنارا يلاحظ حجم الفواصل والشقوق في الصخور الجيرية في أعلى المنحدر واحجام كتل صخرية آيلة للسقوط نحو قدم المنحدر وهي تشكل خطورة على الطريق السيارات، بتاريخ 2023/3/14

صورة (4)



المصدر: الدراسة الميدانية، جانب من منحدر جبل جنارا متباين الانحدار يلاحظ اختلاف في صلابة الصخور بسبب تعرض الطبقات الصخرية لعملية الضغط والتشوه نتج عنها انقلاب في التكوينات الصخرية وانكشاف تكوينات شيرانيش وبتجاه اليسار تكوين بخمة ومن ثم قمجوقة، بتاريخ 2023/3/13

صورة (3)



المصدر: الدراسة الميدانية، تكوين قمجوقة ضمن الطبقات الافقية، يلاحظ تساقط صخري وتراكم ترسبات التالوس عند اسفل المنحدرات قمة محور جبل جنارا بسبب كثرة الفواصل والشقوق واثر التجوية الميكانيكية، بتاريخ 2023/3/14

ثانياً الخصائص التضاريسية:-

1. ارتفاع منطقة البحث:

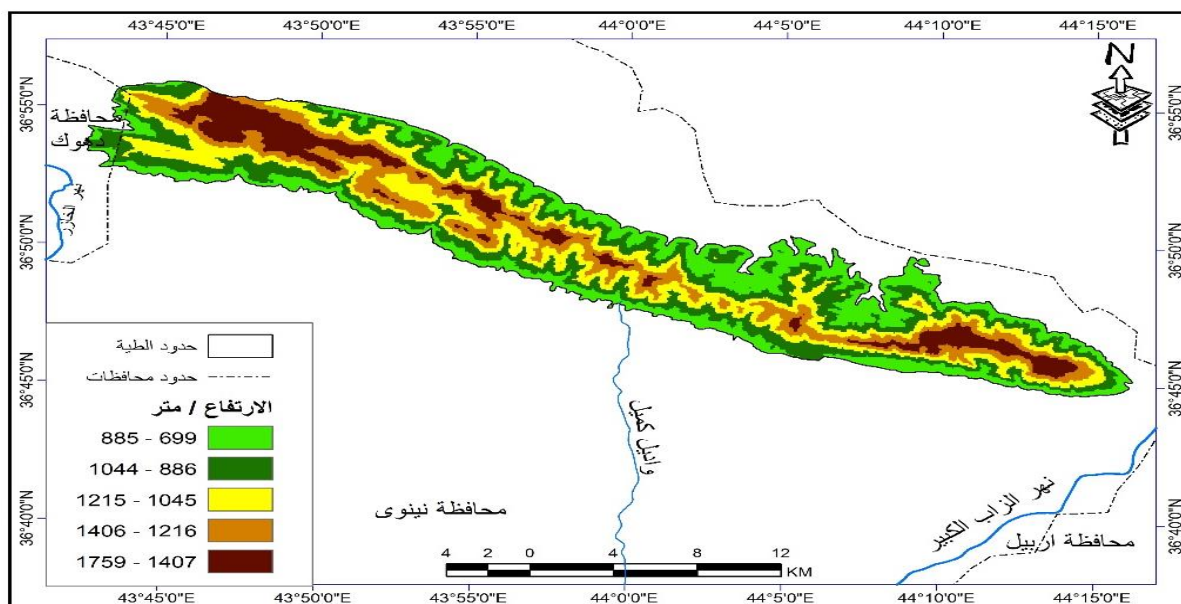
تنوعت فئات الارتفاع في جبل جنارا، وتبين ان أقصى ارتفاع يتراوح بين (1407-1759م) يشغل طرفي الجناح الشمال الغربي والشرقي وعلى امتداد محور الجبل بنسبة بلغت (10.8%) من مساحة منطقة البحث، وهي تشكل اقل المناطق امتداداً، يقل ارتفاع جبل جنارا حتى يصل الى ارتفاع يتراوح بين (699-885م) فوق مستوى سطح البحر، وهي تشغل امتداداً قدمات سفوح الجبل سيما الشمالية والجنوبية، يلاحظ الجدول (1) والخريطة (3).

جدول (1) فئات الارتفاع ومساحتها في منطقة البحث

فئة الارتفاع (م)	المساحة / كم ²	النسبة المئوية %
885 – 699	74	25.8
1044 - 886	75	26.1
1215 - 1045	60	20.9
1406 - 1216	47	16.4
1759 - 1407	31	10.8
المجموع	287	100.0

المصدر: اعتماداً على خريطة (3)

خريطة (3) فئات الارتفاع في منطقة البحث



المصدر: المرئية الفضائية DEM لسنة 2015 واستخدام برنامج Arc Map

2. انحدارات جبل جنارا :-

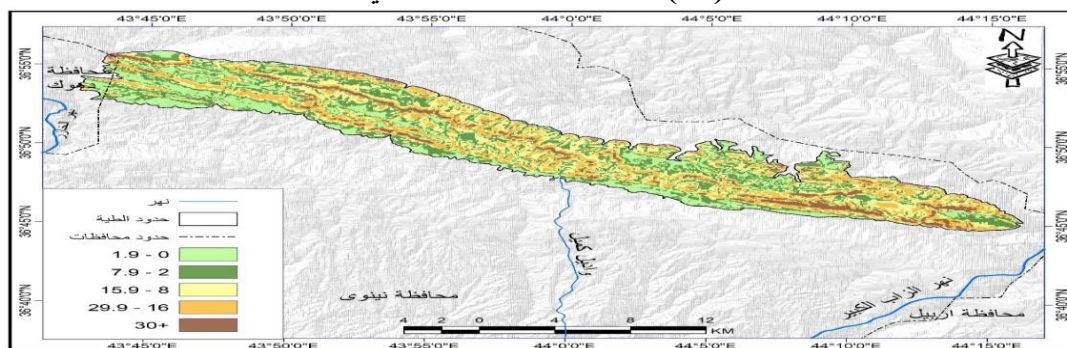
اسفر التباين التضاريسي عن تنوع في درجات الانحدار وبالاغتماد على تصنيف (Zaink) تم تصنيف منحدرات جبل جنارا الى فئات انحدارية جدول (2) وخريطة (4)، إذ شكلت المنحدرات المتموجة تموجاً خفيفاً (2- 7.9°) غالبية منحدرات منطقة البحث بنسبة بلغت (26.8%) من مساحة منطقة البحث. إذ تسود هذه الفئة من المنحدرات في الجناح الشمال الغربي والجنوب الغربي، وفي الجناح الشمال الشرقي والجنوب الشرقي، ويلاحظ تأثر هذه المنحدرات بعمليات الحت المائية. في حين جاءت المنحدرات المتموجة (8- 15.9°) في المرتبة الثانية من حيث المساحة التي تشغلها بنسبة تصل الى (28.8%) من مساحة المنطقة، وهي تشغل منطقة مركز طية جنارا. تليها المنحدرات الأراضي المستوية (0- 1.9°) في المرتبة الثالثة بنسبة بلغت (21.3%) من مساحة المنطقة، وهي تغطي مناطق متفرقة مترافقة في الامتداد مع اراض ذات انحدارات (7.9- 2°) في الجناح الغربي من جبل جنارا، وعلى امتداد قدمات الجناح الجنوبي من جنارا وهي تشكل مناطق البيدمنت. في حين جاءت المنحدرات المقطعة المجزأة (16- 29.9°) بعد المنحدرات المستوية، إذ بلغت نسبتها (19.5%) من مساحة منطقة البحث وهي منحدرات تأثرت بعمليات التعرية المائية. اما المنحدرات المقطعة بدرجة عالية (30°+) فتعد اقل المنحدرات انتشاراً بلغت نسبتها (6.6%) وهي تغطي الأجزاء الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية كما تشغل محور جبل جنارا.

جدول (2) فئات درجات الانحدار في جبل جنارا

درجات الانحدار	المساحة / كم ²	النسبة %	نوع السطح
1.9 - 0	61	21.3	سطح مستوي
7.9 - 2	77	26.8	تموج خفيف
15.9 - 8	74	25.8	متموج
29.9 - 16	56	19.5	مقطعة – مجزأة
30+	19	6.6	مقطعة بدرجة عالية
المجموع	287	100.0	-

المصدر: اعتماداً على مرئية الفضائية نوع DEM لسنة 2015 واستخدام برنامج Arc Map (10.5)

خريطة (4) فئات درجات الانحدار في جبل جنارا



المصدر: اعتماداً على مرئية الفضائية نوع DEM لسنة 2015 وباستخدام برنامج (Arc Map 10.5)

نجد أن عمليات التعرية المائية في منطقة البحث خلال فترات البلايستوسين، إذ عملت التعرية المائية على تقطيع جوانب السفوح وتحويلها إلى جروف صخرية وهذا بدوره يزيد من نشاط التيار المائي وتحفز من حركة المواد الأرضية. إذ عملت التكوينات الجيولوجية في المنطقة والمتمثلة بتكوينات الحجر الجيري التي تتصف بسرعة استجابتها لعمليات الحث المائي مما ساعد على زيادة تعميق الرأسى للأودية مما أدى إلى زيادة انتشار الجروف الصخرية ضمن الجناح الجنوب الشرقي والشمال الغربي من المنطقة.

3. اتجاه الانحدار في جبل جنارا :

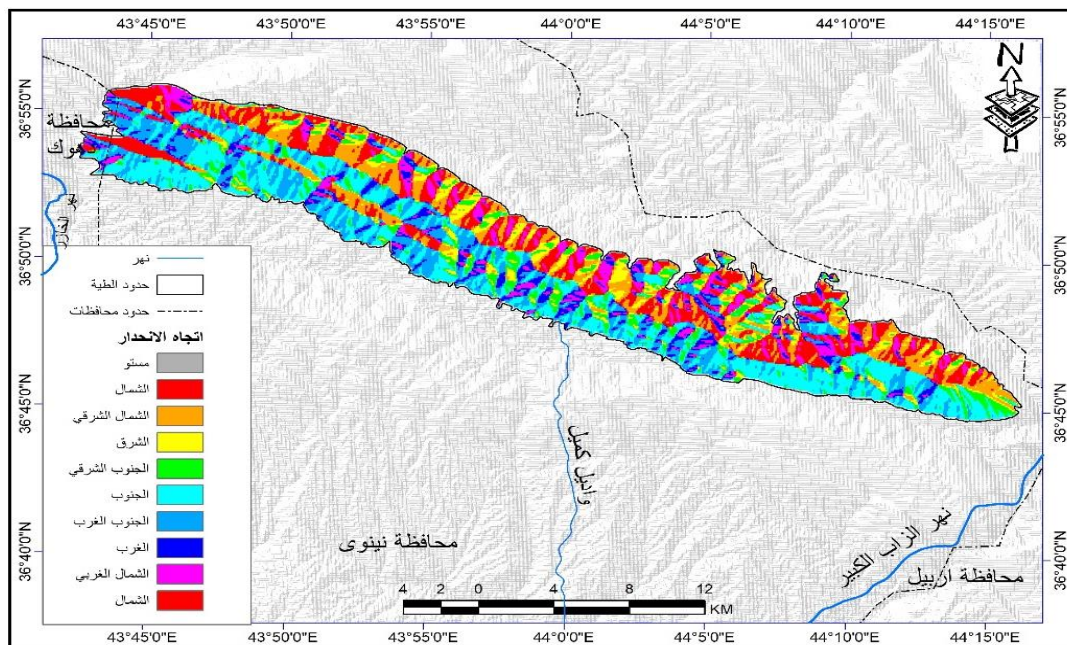
اتجاه الانحدار العام لجبل جنارا هو اتجاه الشمال الغربي- الجنوب الشرقي، في حين تتباين اتجاهات الانحدار الرئيسة والفرعية في جبل جنارا كما توجد بعض الانحدارات المستوية، نجد أن المنحدرات التي تتجه نحو الشمال نسبتها (21.6%) من مساحة منطقة البحث، ويمثل هذا الاتجاه الانحدار السائد في منطقة البحث. يليه الاتجاه الجنوبي بنسبة بلغت (16.0%) من مساحة منطقة البحث. ثم بقية الاتجاهات التي تراوحت نسبتها بين (13.2%) للاتجاه المستوي وبين (6.3%) للاتجاهين الغربي والشمال الغربي، يلاحظ جدول (3) والخريطة (5). نجد أن للإجهادات الالبية التي تعرضت لها المنطقة دور في اتخاذ جبل جنارا الاتجاه الشمالي والجنوب والجنوب الغربي فضلاً عن نشاط عمليات التعرية المائية التي أسهمت في تقطيع المنحدرات سيما الجزء الجنوب الشرقي منها.

جدول (3) اتجاه زاوية الانحدار ونسبها المئوية في جبل جنارا

النسبة المئوية %	زاوية اتجاه الانحدار	اتجاه الانحدار
13.2	38	مستو
21.6	62	الشمال
6.6	19	الشمال الشرقي
7.7	22	الشرق
11.1	32	الجنوب الشرقي
16.0	46	الجنوب
11.1	32	الجنوب الغربي
6.3	18	الغرب
6.3	18	الشمال الغربي
100.0	287	المجموع

المصدر: اعتماداً على مرئية الفضائية نوع DEM لسنة 2015 وباستخدام برنامج (Arc Map 10.5)

خريطة (5) اتجاه زاوية الانحدار في جبل جنارا



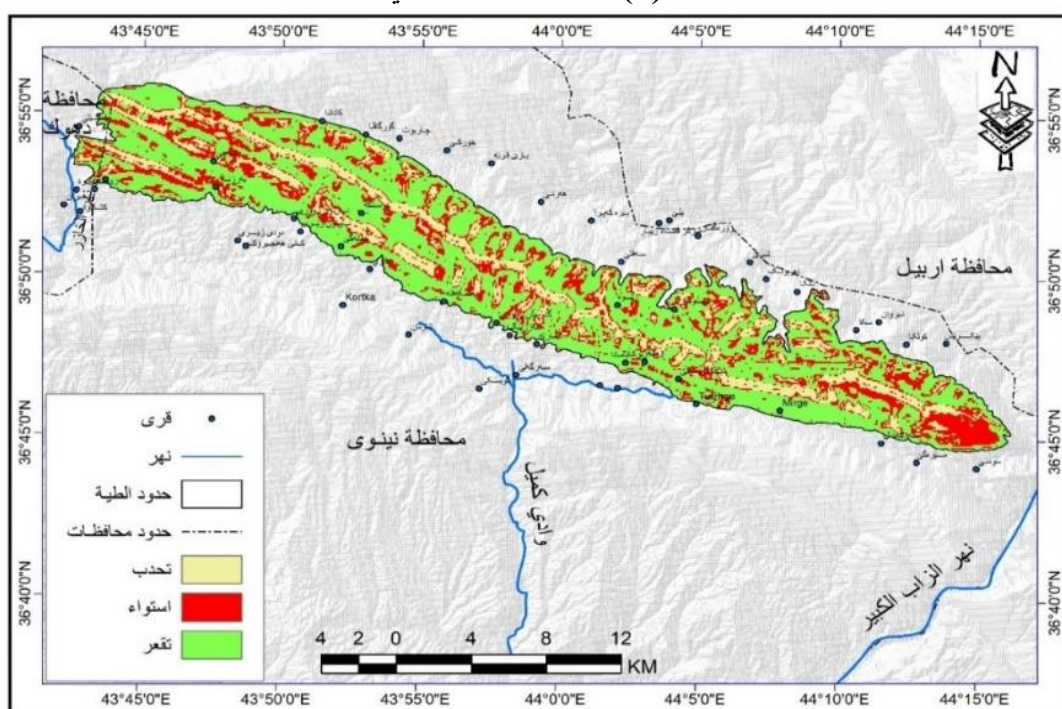
المصدر: اعتمادا على مرئية الفضائية نوع DEM لسنة 2015 وباستخدام برنامج (Arc Map 10.5)
4. تحليل تقوس منحدرات جبل جنارا:

الغاية من تحليل معدلات تقوس المنحدرات هي التعرف على أشكالها المحدبة، المقعرة، المستقيمة وعلاقتها بأشكال الانهيارات الأرضية، فمعدلات التقوس المقعرة تحفز من نشاط عمليات الانهيارات المواد الأرضية. ولغرض تحديد معدلات التقوس، تم استخراج خريطة تقوس المنحدرات جبل جنارا، إذ يشير الجدول (4) والخريطة (6) الى وجود ثلاث مجموعات لتقوس المنحدرات الأولى وهي ذات القيم السالبة وتشير الى العناصر المقعرة، إذ شغلت نسبتها (47.7%) وبمساحة بلغت (137 كم²) والمجموعة الثانية فهي ذات قيم موجبة وتشير الى تحذب المنحدرات وتغطي نسبة (34.1%) وبمساحة بلغت (98 كم²). أما المجموعة الثالثة، شغلها العناصر المستقيمة بنسبة (18.1%) وبمساحة (52 كم²). إذ يشير التوزيع العام لعناصر التقوس لمنحدرات منطقة البحث الى وجود فوارق للوحدات المقعرة والمحدبة والمستقيمة، إذ تكون السيادة للعناصر المقعرة بمعنى أن منحدرات منطقة البحث تميل الى التقعر والتحذب بنسب اعلى من الاستقامة. ويدل سيادة العنصر المقعر في منحدرات جبل جنارا الى اثر فعل التعرية الاخدودية في تشكيل المنحدرات، والى انتشار اسطح الفواصل والشقوق المنتشرة في الصخور سيما تكوينات قمجوق وعقرة بخمة، فضلاً عن اثر نشاط عملية التجوية الميكانيكية والكيميائية ومن هذا نستدل على نشاط عمليات الانهيارات الأرضية فوق منحدرات منطقة البحث.

جدول (4) أصناف التقوس ومساحتها ونسبها في جبل جنارا

النسبة المئوية %	المساحة / كم ²	الصنف المنحدر
47.7	137	تقعر
34.1	98	تحذب
18.1	52	استواء
100.0	287	المجموع

المصدر: اعتماداً على مرنية الفضائية نوع DEM لسنة 2015 واستخدام برنامج (Arc Map 10.5)
خريطة (6) أصناف التقوس في جبل جنارا



المصدر: اعتماداً على مرنية الفضائية نوع DEM لسنة 2015 واستخدام برنامج (Arc Map 10.5)

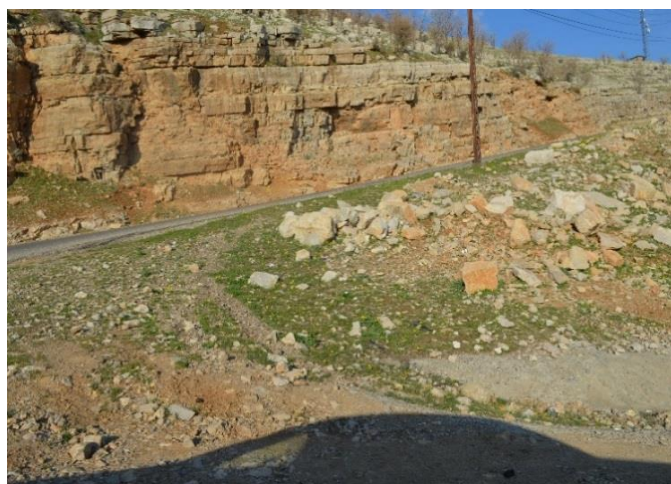
■ المؤشرات الجيومورفولوجية لمنطقة البحث :

1. مؤشر المسافة عن الفوالق Distance From Faults Index :-

التركيب الصخري أحد أهم العوامل التي تسهم في أستقرارية الكتل الصخرية المهددة بالانهيار الأرضي وتسهم عناصر عدم الاستقرارية الممثلة بالشقوق والتطبق في حدوث الانهيارات الأرضية وذلك عندما يتوافق ميلها واتجاهاتها مع ميل واتجاه منحدر الصخور المهددة بالانهيار⁽¹¹⁾. من الدراسة الميدانية تم ملاحظة حالات كثيرة من الانهيار الأرضي في واجهات منحدرات منطقة البحث والنتيجة بفعل تباين في امتداد واتجاه الفواصل والشقوق إذ تأخذ اتجاهات عمودية وافقية وكما يتراوح امتدادها بين سنتمترات وبضعة أمتار، يلاحظ صور (5 و6). من مراجعة الخريطة الجيولوجية رقم (2) تبين ان المنطقة توجد فيها أربعة فوالق رئيسية تأخذ اتجاه (الشمال الغربي- الجنوب الشرقي) وهي تمتد لمسافة طويلة موازية لمحور جبل جنارا فضلاً عن انتشار الصدوع. تم

استخراج فئات المسافة عن الفوالق والصدوع في جبل جنارا واتضح ان اقل مسافة تتراوح بين [0-100م] بلغت مساحتها [72كم²]، وهي تشير الى شدة تقارب المسافة بين الصدوع والفوالق. وأعلى فئة بلغت [1000م] وبمساحة بلغت [1كم²] يلاحظ الجدول (7) والخريطة (8)، نجد ان اعلى تركيز لمؤشر الفوالق والصدوع على امتداد محور جبل جنارا، ان الاختلاف في مسافات الفوالق راجع الى الاختلاف في سمك التكوينات الجيولوجية وتأثر المنطقة بالحركات التكتونية. ان تأثر منطقة البحث بالحركات الأرضية الإقليمية والمحلية أدت بدورها الى تكسر وتصدع البيئة الصخرية وبالتالي ساعدت على حدوث انهيارات أرضية⁽¹²⁾.

صورة (6)



المصدر: الدراسة الميدانية، يلاحظ اسطح التطبق وتباين اتجاهات الشقوق والفواصل واثره في حدوث عملية السقوط الصخري فوق السطح الجنوبي الغربي من جبل جنارا وبدرجة انحدار اكثر من (80°)، كما نجد اثار الكتل الصخرية المزلة من الطريق بتاريخ 2023 /3/14.

صورة (5)



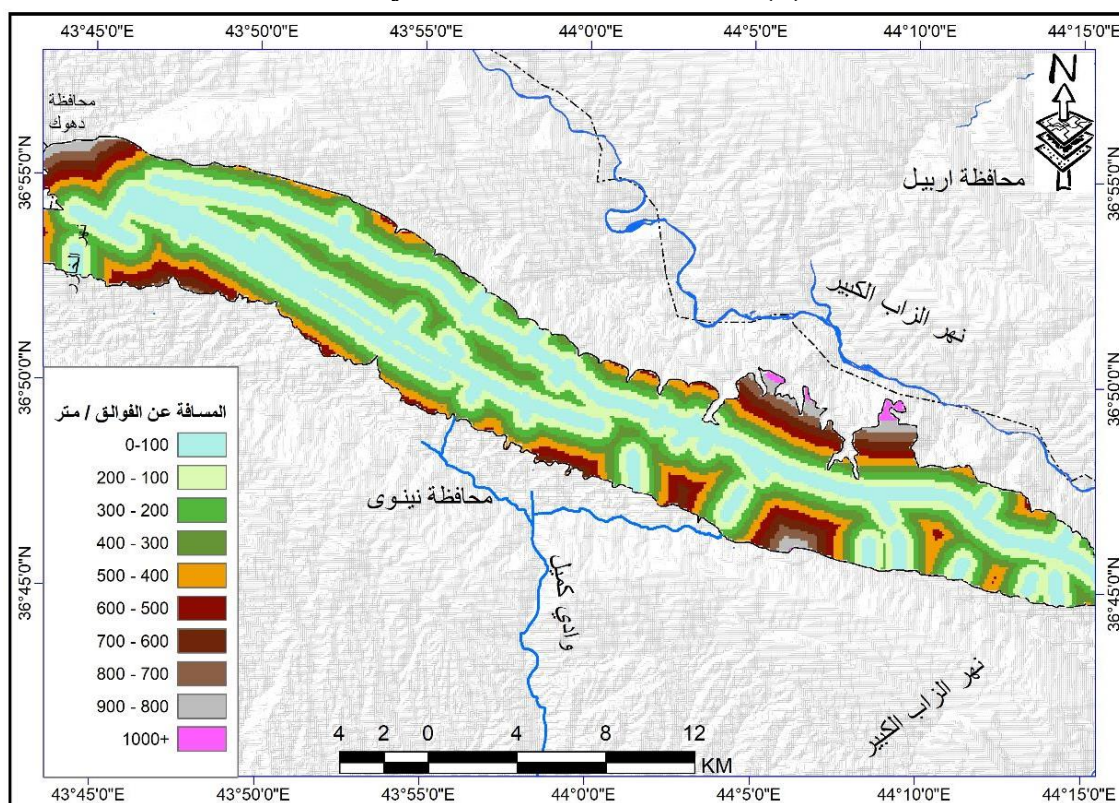
المصدر: الدراسة الميدانية، يلاحظ احجام الكتل الصخرية المنهارة بفعل عملية الانزلاق الصخري ومن ثم السقوط الصخري بسبب ميل اسطح التطبق مع اتجاه الانحدار وبدرجة (35°) وبفعل عملية التجوية ونجد كبر حجم الكتل المنهارة بسبب اتساع وتباين مسافة الفواصل والشقوق فوق السطح الجنوبي من جبل جنارا، بتاريخ 2023/3/14.

جدول (7) مؤشر المسافة عن الفوالق ومساحتها لجبل جنارا

ت	المسافة عن الفوالق / متر	المساحة كم ²
1.	100-0	72
2.	200-100	65
3.	300-200	49
4.	400-300	39
5.	500-400	25
6.	600-500	16
7.	700-600	11
8.	800-700	6
9.	900-800	3
10.	1000	1
	المجموع	287

المصدر: اعتماداً على خريطة منطقة البحث واستخدام برنامج (Arc GIS 10.5).

خريطة (9) مؤشر المسافة عن الفوالق في جبل جنارا



المصدر: اعتماداً على خريطة الجيولوجية واستخدام برنامج (Arc GIS 10.5)

2. مؤشر التعرية الاخدودية في جبل جنارا :

تعد التعرية المائية أحد القوى التي تؤثر في مدى استقرار المنحدرات الأرضية، إذ تسبب إزالة المواد الأرضية الواقعة عند الحافة السفلى للمنحدر فتزيد من شدة انحداره فيقل عامل الأمان مما يساعد في تجدد نشاط الانهيارات الأرضية غير الفعالة إلى انهيارات فعالة نشطة⁽¹³⁾، ولتحديد درجات خطورة حركة المواد الأرضية في جبل جنارا، تم الاعتماد على نظام (Bergsma1983) من خريطة شبكة التصريف المائي لحساب معدل التعرية الاخدودية في جبل جنارا، إذ قسمت شبكة التصريف في جبل جنارا إلى وحدات مساحية متساوية، وأعطيت هذه المساحات أحداثيات سينية وصادية بغية تحديد مواقعها على الخرائط، ثم تبع ذلك جمع أطوال الأخاديد في كل مربع باستخدام برنامج (Arc Map 9.3) ثم استخدمت معادلة حساب معدل التعرية لكل مربع من خلال المعادلة الآتية⁽¹⁴⁾:

$$AE = \sum L/A$$

AE = معدل التعرية الاخدودية لكل مربع (م/كم²)

L = طول الأخاديد داخل المربع الواحد (م)

A = مساحة منطقة المربع الواحد (كم²)

والذي يقسم درجات التعرية الاخدودية إلى سبع درجات، ومن تطبيق هذا التصنيف ظهرت لدينا سبع درجات تعرية في جبل جنارا، الجدول (5) والخريطة (7).

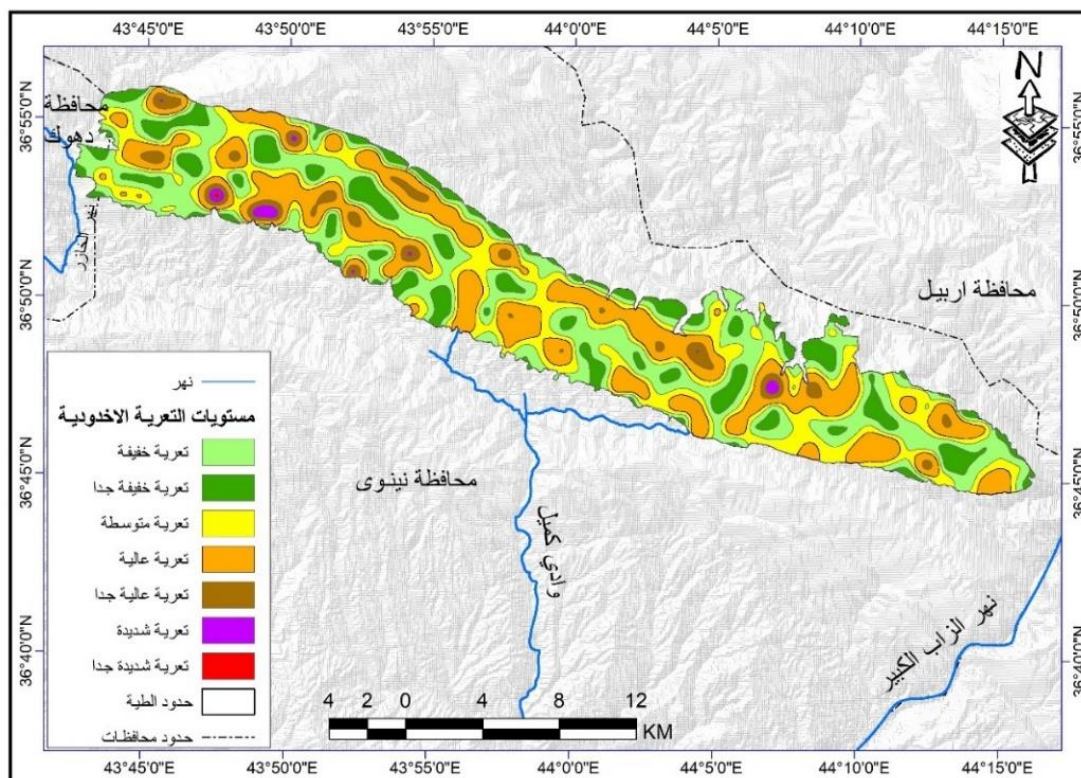
جدول (5) مساحة فئات التعرية الاخدودية في جبل جنارا

درجة التعرية	فئات التعرية	المساحة / كم ²	%	صنف التعرية
1	0 – 400	40.0	13.91	تعرية خفيفة جدا
2	401 – 1000	87.5	30.45	تعرية خفيفة
3	1001 – 1500	68.8	23.91	تعرية متوسطة
4	1501 – 2700	79.2	27.53	تعرية عالية
5	2701 – 3700	10.3	3.57	تعرية عالية جدا
6	3701 – 4700	1.7	0.60	تعرية شديدة
7	4700 فأكثر	0.1	0.03	تعرية شديدة جدا
	المجموع	287.5	100.00	

المصدر: اعتمادا على خريطة شبكة التصريف المائية للشبكة المائية لجبل جنارا مقياس 1/100000 واستخدام

Arc GIS (10.5)

خريطة (7) درجات التعرية الاخدودية في منطقة البحث



المصدر: اعتمادا على خريطة وجدول (5) واستخدام برنامج (Arc Gis 10.5)

■ مخاطر التعرية الاخدودية في جبل جنارا :

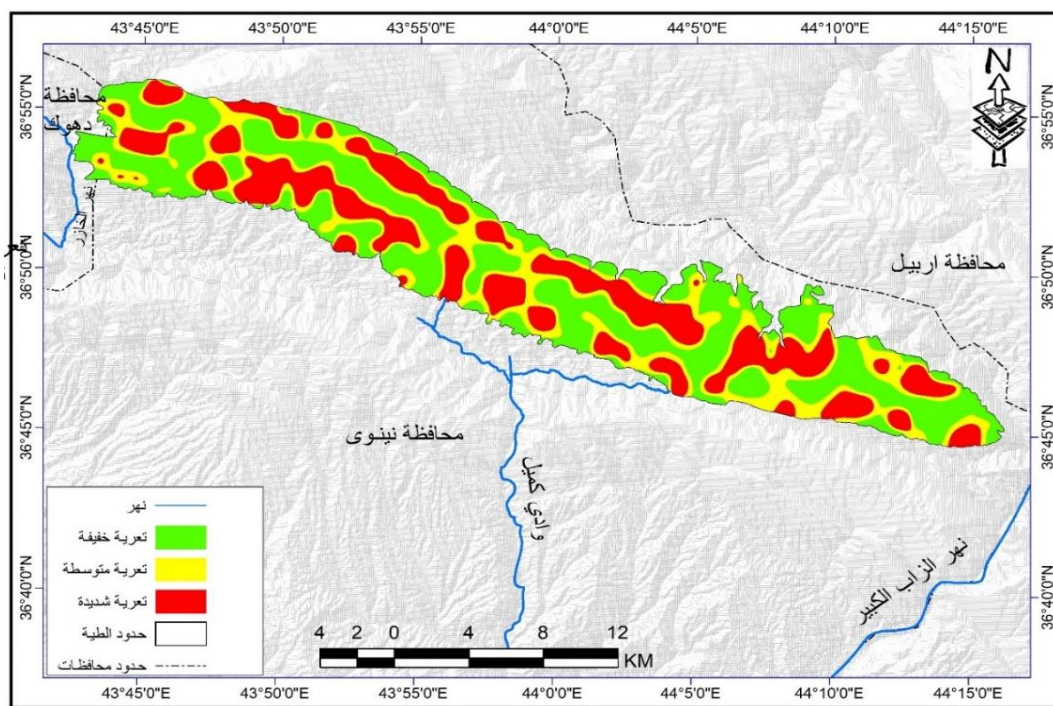
من اجل انتاج خريطة مخاطر التعرية الاخدودية في جبل جنارا، تم الاعتماد على الجدول (4) لتحديد اصناف مخاطر التعرية الاخدودية وكما موضح في الجدول (6) والخريطة (8)، والصور (7 و8).

جدول (6) اصناف خطورة التعرية الاخدودية ومساحتها في جبل جنارا

النسبة المئوية %	المساحة / كم ²	صنف التعرية
44.35	127.5	تعرية خفيفة
23.93	68.8	تعرية متوسطة
31.72	91.2	تعرية شديدة
100	287.5	المجموع

المصدر: اعتماداً على خريطة الشبكة المائية لجبل جنارا مقياس 1/100000 وجدول (4) واستخدام برنامج (Arc Gis 10.5)

خريطة (8) مخاطر درجات التعرية الاخدودية في منطقة البحث



المصدر: اعتمادا على خريطة (7) وجدول (5)

أولاً) نطاق التعرية قليلة الخطورة :

يشغل هذا الصنف درجات تعرية [1-2-3] ومعدلات تعرية قليلة محصورة بين [15000-1 كم²] ، بلغت المساحة المتأثرة بالتعرية الاخدودية قليلة الخطورة [127.5 كم²] ونسبة [44.35 %] من مساحة منطقة البحث ، ويعد من أوسع الانطقة مساحة ، أذ يشغل أجزاء معينة من محور جبل جنارا وبعض قممات الجبل على امتداد الجزء الشمالي والشمالي الشرقي من جبل جنارا .

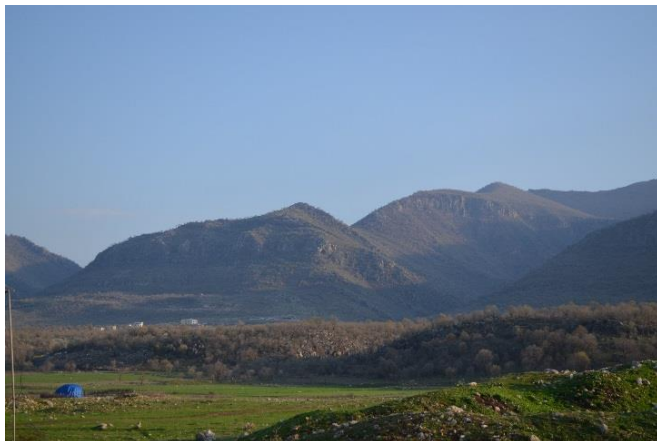
ثانياً) نطاق التعرية المتوسطة الخطورة :

يتمثل بدرجات التعرية التي تتراوح بين [4,5] وبمعدلات تعرية أخدودية متوسطة محصورة بين [1501- 3700 كم²] ، شكلت المساحة المتأثرة بالتعرية الاخدودية (68.8 كم²) ونسبة (23.93 %) من مساحة منطقة البحث. يشغل هذا النطاق المناطق متفرقة سيما المحاذية لأنطقة شديدة الخطورة ، وضمن هذا النطاق تبدأ معدلات التعرية بالظهور سيما التكوينات القابلة لعملية التعرية المائية كتكوين عقرة - بخمة وتكوين سركي - سيهكانيان، جدول (6)، والخريطة (8) .

ثالثاً) نطاق التعرية الشديدة:

تقع درجات التعرية في هذا النطاق بين [3701 - 4700 كم²] المتمثلة بدرجات تعرية أخدودية [6 , 7] وبلغت المساحة المتأثرة بهذا النطاق [91.2 كم²] ونسبة [31.7 %] من مساحة منطقة البحث، تشغل مناطق متفرقة من جبل جنارا، اذ عملت الشقوق والفوالق على التسريع من نشاط عملية التعرية المائية، إذ أشارت العديد من الدراسات إلى سيطرة التراكيب الخطية على تطور شبكات التصريف المائي⁽¹⁵⁾ ،

صورة (8)



المصدر: الدراسة الميدانية، اثار التعرية الاخدودية
فوق السفح الجنوب الغربي لجبل جنارا، بتاريخ
2023/3/14

صورة (7)



المصدر: الدراسة الميدانية، اثار التعرية الاخدودية
فوق السفح الغربي لجبل جنارا، بتاريخ 2023/3/14

3. مؤشر الرطوبة الطبوغرافي (Topographic Wettness Index):

يعبر مؤشر الرطوبة (TWI) عن احتمالية التوزيع المكاني لتركز الرطوبة وعن التحكم في الخصائص التضاريسية بالعمليات الهيدرولوجية بالاعتماد على خرائط شبكات التصريف المائية، تم استخراجها بالاعتماد على المعادلة الآتية⁽¹⁶⁾:

$$TWI = \ln \frac{a}{\tan B}$$

إذ أن

a = تراكم التدفقات المائية (م)

$\tan B$ = الانحدارات

إذ تم استخراج المعادلة من العلاقة بين مركبة (Accumulated flow) وزاوية الانحدار التضاريسي من خلال (Calculation Raster) ومن خلال تقنية نظم المعلومات الجغرافية. يصنف (TWI) اتجاه حركة المياه عند نقطة معينة في المنحدر بتأثير الجاذبية الأرضية، فالموقع الذي يحتوي على منحدر متموج سيكون لها قيمة مؤثر (TWI) عالية وبالتالي يحتمل أن تكون رطوبة عالية وعلى العكس من ذلك، فالموقع التي يحتوي على منحدر شديد ستكون لها قيمة منخفضة لمؤشر (TWI) وبالتالي انخفاض فعالية جريان الماء⁽¹⁷⁾. أظهرت نتائج معادلة أن مؤشر (TWI) كما في الجدول (8) والخريطة (10) يتوزع وفق فئات متدرجة، إذ جاءت القيم المنخفضة بمستوى رطوبي واطئ، وهي تتركز في المناطق ذات الارتفاع الشديد والانحدارات الشديدة وتراوحت مساحتها بين [56.32 - 110.04 كم²]. في حين جاءت القيم المرتفعة لـ (TWI) وتتركز في المناطق المنخفضة سيما شبكة

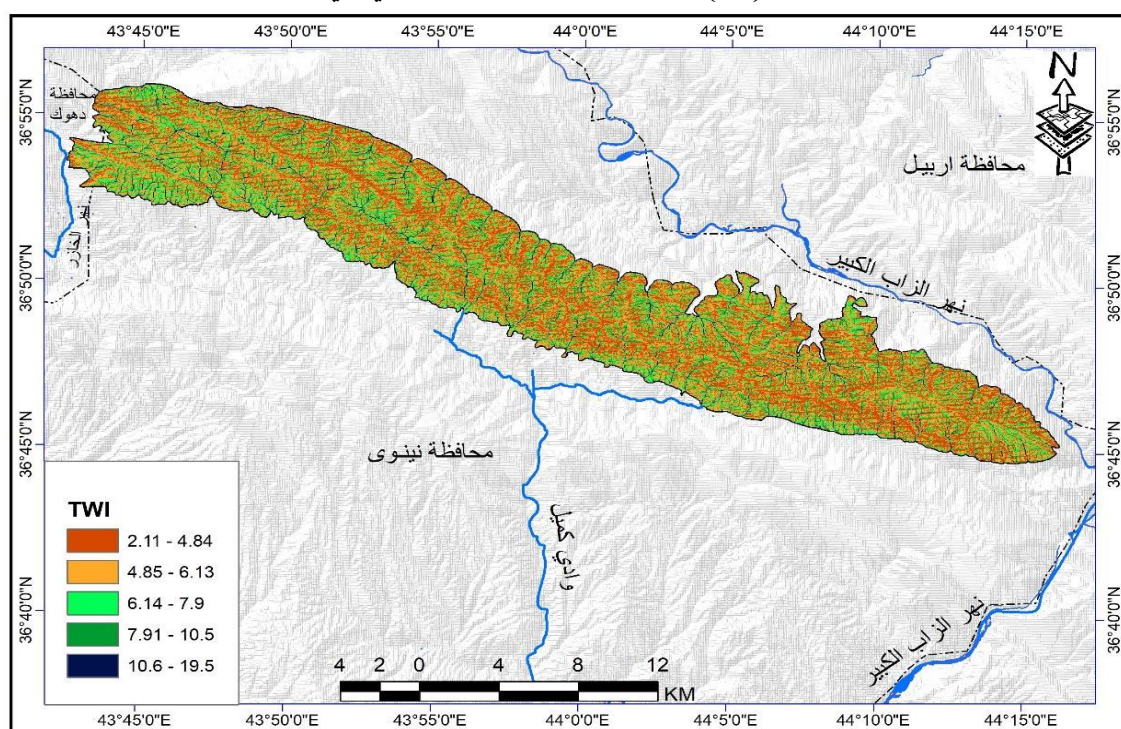
الأودية النهرية والمنحدرات المستوية والمتموجة تموجاً خفيفاً وتراوحت مساحتها بين [7.9-22.50 كم²]، وهي ذات مستوى رطوبي عالٍ، ان زيادة المحتوى الرطوبة (TWI) ناتج عن تغلغل التساقط المطري وجريان المياه داخل الشقوق والفواصل مما اسهم في نشاط عملية الانهيارات الأرضية في جبل جنارا.

جدول (8) مؤشر الرطوبة الطبوغرافي في جبل جنارا

ت	فئات Twi	الصف	المساحة / كم ²	%
1.	4.84 - 2.11	عالٍ	91.00	31.71
2.	6.13 - 4.85	عالٍ	110.04	38.34
3.	7.9 - 6.14	متوسط	56.37	19.64
4.	10.5 - 7.91	قليل	22.50	7.84
5.	19.5 - 10.6	قليل	7.09	2.47
	مجموع		287.00	100.00

المصدر: اعتماداً على خريطة منطقة البحث واستخدام برنامج Arc GIS (10.5).

الخريطة (10) مؤشر الرطوبة الطبوغرافي في جبل جنارا



المصدر: اعتماداً على خريطة شبكة التصريف منطقة البحث واستخدام برنامج Arc GIS (10.5).

4. مؤشر قوة التيار المائي Stream Power Index :-

هو مؤشر لقياس سرعة الجريان المائي وأثره في حدوث عملية تعرية التربة، والذي يمكن استخدامه لوصف قدرة الجريان على التعرية المائية عند نقطة معينة من السطح، تم حساب مؤشر التيار المائي وفق الصيغة الآتية⁽¹⁸⁾:

$$SPI = As \times \tan \beta$$

إذ أن:

AS = مستجمعات المياه (م²/م)

$\tan \beta$ = درجة الانحدار بالدرجات

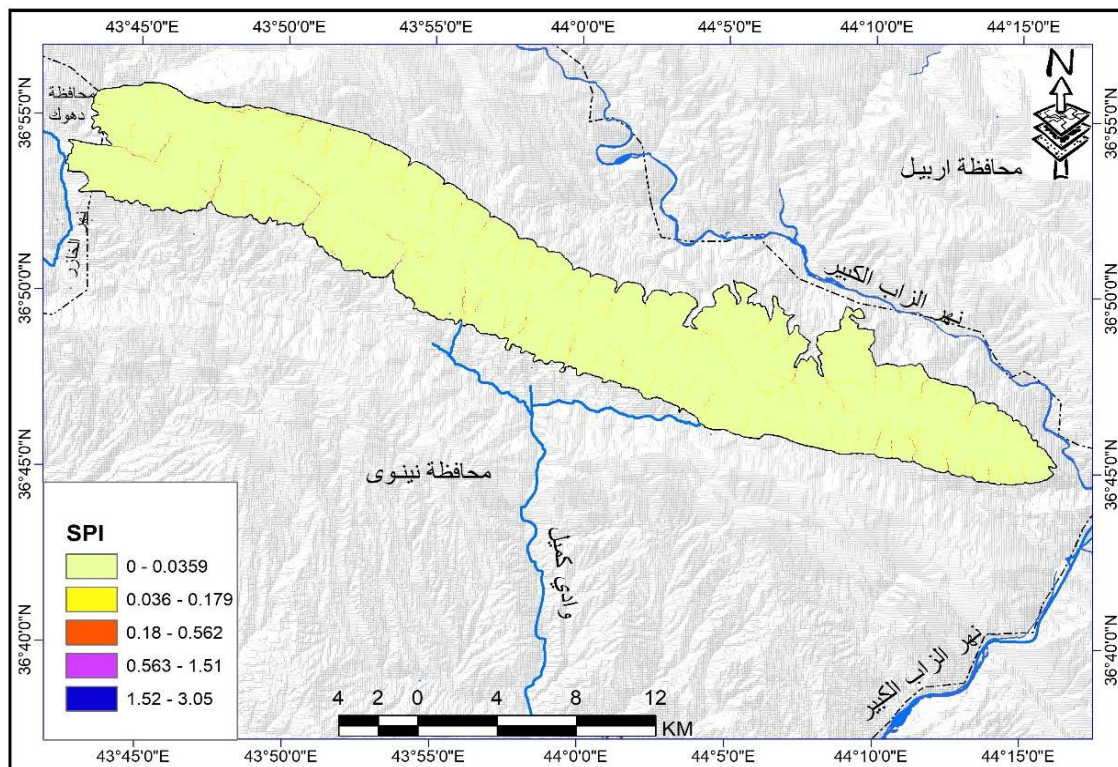
اذ تسهم التيارات المائية في حدوث انهيار ارضي عن طريق التعرية المائية وتسبب خللاً في توازن المنحدرات⁽¹⁹⁾. استخدمت المعادلة الاخيرة بالاعتماد على برنامج Arc GIS (10.5) ومن مرئية الفضائية DEM لمنطقة البحث أظهرت نتائج مؤشر (SPI) في جبل جنارا في الجدول (9) والخريطة (11). واتضح ان قيم SPI جاءت مرتفعة وتم تصنيفها الى فئات وتبين ان قوة التيار المائي يتركز بشكل رئيس على امتداد شبكة التصريف المائي بجبل جنارا. اذ تراوحت قيم المؤشر بين (0 - 0.0359) وبمساحة بلغت (282.00 كم²) وهي قيم تشير الى ان اغلب مساحة منطقة البحث ذات مؤشر عالٍ وبين (1.52-3.05) وبمساحة بلغت (0.01 كم²)، إن معامل التيار المائي يتركز بشكل رئيس على طول مجاري التصريف المائي مع تغير مقداره وتأثيره على التوزيع حسب مقدار انحراف اتجاه المجرى وفارق الارتفاع عن سطح البحر. كما نجد أن قوة التيار المائي على اكتاف الأودية ذات قيم اقل مقارنة مع القيم المجاورة لها ضمن نفس المجرى وكما أنها تركز ضمن مناطق مقدمات الجبل مترافقة مع قلة الانحدار، ولذا يتضح ان قوة الجريان المائي في جبل جنارا تسبب خلل في توازن المنحدرات وبالتالي حدوث انهيارات ارضية.

جدول (9) فئات مؤشر التيار المائي ومساحتها في جبل جنارا

ت	فئات Spi	المساحة / كم ²	النسبة المئوية %
1.	0 - 0.0359	282.00	98.26
2.	0.036 - 0.179	4.37	1.52
3.	0.18 - 0.562	0.57	0.20
4.	0.563 - 1.51	0.05	0.02
5.	1.52 - 3.05	0.01	0.00
	مجموع	287.00	100.00

المصدر: اعتماداً على خريطة شبكة الاودية منطقة البحث واستخدام برنامج Arc GIS (10.5).

خريطة (11) مؤشر التيار المائي في جبل جنارا



المصدر: اعتماداً على خريطة منطقة البحث واستخدام برنامج (Arc GIS 10.5)

5. مؤشر المسافة عن الجداول النهرية Distance From Rivers Index:

أن عدم استقرار المنحدر ناتج بسبب متاخمة مواقع المنحدرات للقناة النهرية إذ تخضع مواقع المنحدرات الأرضية المجاورة لقناة النهر لضغوط مسامية أعلى وتسرب قوي في محاولة لتوصيف شكل وطبيعة استقرار المنحدر⁽²⁰⁾. ولغرض إيجاد ارتباط بين الخصائص الهيدرولوجية والتضاريسية ومدى ارتباطه بحدوث الانهيارات الأرضية، تم تحديد هذه العلاقة من خلال إيجاد المسافة بين الجداول النهرية عن المنحدرات كما موضحة في الجدول (10) والخريطة (12). تبين أن أقل مسافة عن الجدول تتراوح بين (0-38.9م)، بمساحة بلغت (68كم²) وهي تشكل أغلب مساحة منطقة البحث وهذا يشير إلى تقارب المسافات بين الجداول النهرية في منحدرات منطقة البحث ، وبين أعلى مسافة بلغت (578-763م) بمساحة بلغت (2كم²)، إذ يدل انخفاض قيمة المسافات بين مجاري شبكة التصريف النهري إلى زيادة وتقارب مجاريها، مما يدل على قلة نفاذية تكويناتها الصخرية وضعف صلابتها، كما تقل قيم هذه الصفة في المناطق ضعيفة الانحدار بينما ترتفع قيمتها في الأراضي المنحدرة وعلى جوانب المرتفعات وواجهات الحافات الصخرية، كما أن المسافات التي تفصل بين مجاري شبكة التصريف تكون متباعدة إلى حد كبير في الرتبة الواحدة سيما إذا ما اختلفت عوامل تشكيلها الجيولوجية والعكس الصحيح⁽²¹⁾. وهذا يشير إلى أن معظم الانهيارات الأرضية تخضع للضغط المستمر في المواضع القريبة من شبكة الجداول النهرية، إذ إن الجداول النهرية تتدفق بشكل أغزر باتجاه قاعدة المنحدر أو جوانب المنحدر مما يسبب عدم استقرارية المنحدر من خلال

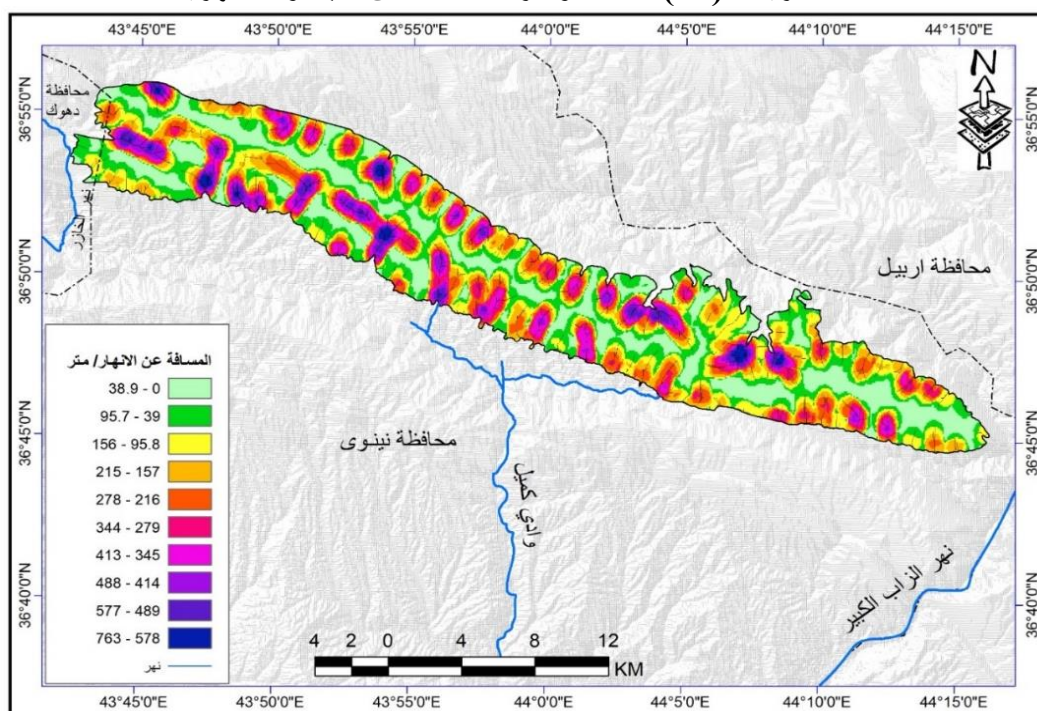
تآكل سطح المنحدر وتفرض بالتالي على هذا المنحدر السفلي تقعرًا مميزاً للمظهر الجانبي له، يلاحظ الصور (9 و10).

جدول (10) فئات مؤشر المسافة عن الجداول النهرية ومساحتها

ت	المسافة عن الأنهار / متر	المساحة كم ²
1.	38.9 - 0	68
2.	95.7 - 39	61
3.	156 - 95.8	45
4.	215 - 157	33
5.	278 - 216	25
6.	344 - 279	21
7.	413 - 345	13
8.	488 - 414	11
9.	577 - 489	8
10.	763 - 578	2
	المجموع	287

المصدر: اعتماداً على خريطة منطقة البحث واستخدام برنامج Arc GIS (10.5).

خريطة (12) فئات مؤشر المسافة عن الجداول النهرية



المصدر: اعتماداً على خريطة منطقة البحث واستخدام برنامج Arc GIS (10.5).

صورة (10)



المصدر: الدراسة الميدانية، يلاحظ تدفق الجريان المائي عند أسفل قاعدة المنحدر السفوح الجنوبية ضمن تكوين قمجوقة، بتاريخ 2023/3/14

صورة (9)



المصدر: الدراسة الميدانية، اثار عملية الحت النهري عند منحدر يبلغ انحداره (35°)، وعملية دحرجة الصخور في السفوح الجنوبية الغربية لجبل جنارا، بتاريخ 2023/3/14

6. مؤشر المسافة عن الطرق الجبلية Distance from roads Tndex

أن خطورة الانزلاق الأرضي قد تزداد شدة على مقربة من الطرق الجبلية السريعة بسبب سوء التصميم الهندسي السيء في بعض الأحيان⁽²²⁾، والمتمثل بقطع قدم المنحدر مما يسبب عدم استقرار المنحدر على الرغم من توازن المنحدر قبل انشاء الطريق⁽²³⁾. نجد ان الطرق في منطقة البحث مقسمة الى نوعين طرق معبدة وطرق ترابية والتي تربط المناطق بعضها ببعض. ولغرض تحديد مدى تعرض هذه الطرق في المنطقة لخطر الانهيارات الأرضية تم حساب مؤشر بعد المسافة عن المنحدرات كما موضحة نتائجها في الجدول (11) والخريطة (13).

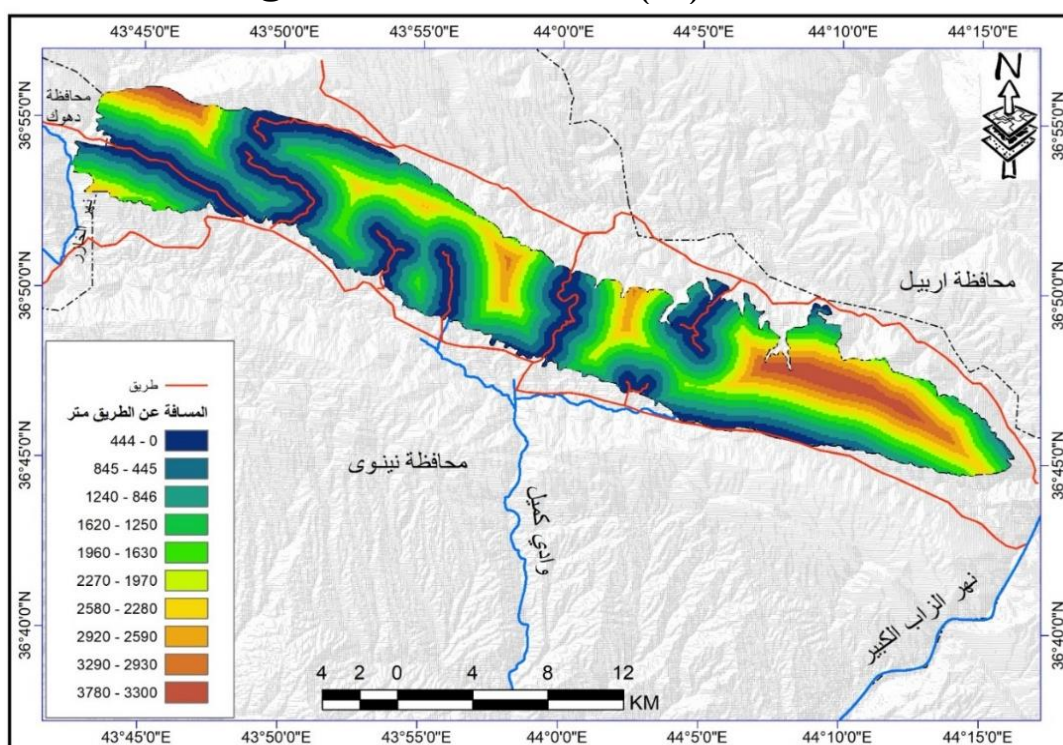
إذ يتضح أن معظم الطرق القريبة من قدمات المنحدرات الجبلية معرضة لخطر الانهيار الأرضي، وقد تم توثيق الكثير من حالات الانهيارات الأرضية على مقربة من الطرق الجبلية، لكن يمكن الإشارة الى ان هذه الحالات تزداد بسبب عدم وجود نظام تصريف مائي على جوانب الطرق في منطقة البحث، إذ ان وجود مثل هذه الميزة قد تقلل من استقرار المنحدرات القريبة من الطريق، يلاحظ صور (11 و 12). إذ تم تقسيمها الى فئات تراوحت الفئة الأولى بين (0-444م) وبمساحة بلغت (47كم²) وهي تشكل اغلب مساحة منطقة البحث، وبين اعلى مسافة تراوحت فئتها بين (3300-3780م) بمسافة (7كم²) وهي تشكل اقل مساحة بين فئات المنطقة، اما المساحة الغالبة فهي (48كم²) ذات المسافة التي تتراوح بين (846 – 1240م) يلاحظ صور (13 و 14).

جدول (11) فئات المسافة ومساحتها عن الطرق الجبلية

ت	المسافة عن الطرق الجبلية / م	المساحة كم ²
1.	444 - 0	47
2.	845 - 445	41
3.	1240 - 846	48
4.	1620 - 1250	40
5.	1960 - 1630	33
6.	2270 - 1970	27
7.	2580 - 2280	20
8.	2920 - 2590	14
9.	3290 - 2930	10
10.	3780 - 3300	7
	المجموع	287

المصدر: اعتماداً على خريطة منطقة البحث واستخدام برنامج (Arc GIS 10.5).

خريطة (13) فئات مؤشر المسافة عن الطرق الجبلية



صورة (12)



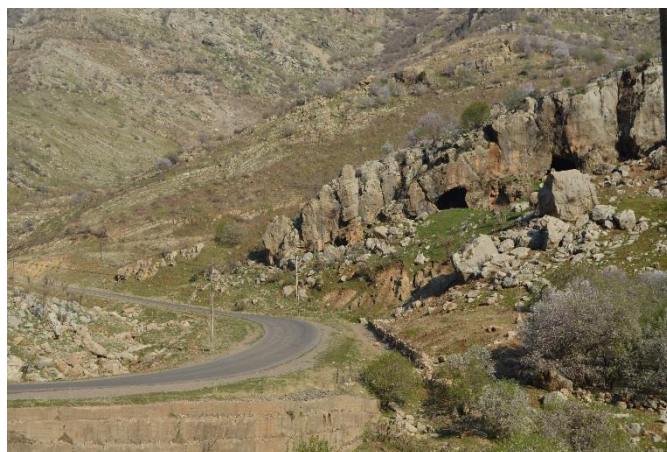
المصدر: الدراسة الميدانية، يلاحظ قرب قدم المنحدر من انعطافات الطريق محور جبل جنارا ضمن تكوين قمجوقة، وحجم الكتل الصخرية المتدرجة باتجاه الطريق، بتاريخ

صورة (11)



المصدر: الدراسة الميدانية، توضح قرب قدم المنحدر من حافة الطريق وانعدام المسافة المخصصة لوقوف السيارات كما نجد كتل صخرية متدرجة والبعض آيل للسقوط نحو قدم المنحدر ضمن ترسبات العصر الرباعي مما يشكل خطورة على الطرق السيارات، بتوسط محور جبل جنارا، بتاريخ 2023 /3/14

صورة (14)



المصدر: الدراسة الميدانية، جانب من منحدر محور جبل جنارا يلاحظ قرب الشارع من قدم المنحدر وخطورة احجام الكتل المنفصلة وآيله للدرجة بفعل عملية التجوية الميكانيكية على طريق السيارات بتاريخ 2023 /3/13

صورة (13)



المصدر: الدراسة الميدانية، جانب من منحدر جبل جنار بانحدار يبلغ (70°) ضمن تكوين قمجوقة يلاحظ ضيق عرض الطريق الممتد في وسط محور جبل جنارا والذي لا يتجاوز (4م) ، بتاريخ 2023 /3/13

■ نمذجة مؤشرات مخاطر الانهيارات الأرضية في جبل جنارا :

لغرض تصنيف منطقة البحث تبعا لدرجة خطورتها وتحديد المناطق الأكثر خطورة تم الاعتماد على الخصائص الطبيعية والمؤشرات الجيومورفولوجية لمنطقة البحث والمتمثلة بـ [البنية الجيولوجية، الخصائص التضاريسية، خصائص تقوس المنحدرات، مؤشر المسافة عن الفوالق، التعرية الاخدودية، ومؤشر الرطوبة الطبوغرافي، ومؤشر قوة التيار المائي، ومؤشر المسافة عن الجداول النهرية، مؤشر المسافة عن الطرق الجبلية]، يلاحظ جدول (12)، أذ تم عمل نمذجة خرائطية للمؤشرات المذكورة بعد إعطاء وزن نوعي لكل مؤشر لإنتاج خريطة احتمالية مخاطر الانهيارات الأرضية لطية جنارا وتصنيفها الى خمسة مستويات من احتمالية الخطورة انهيارات المنحدرات وهي ذات مستوى خطورة منخفضة جداً، مستوى خطورة منخفضة، ومستوى خطورة متوسطة، ومستوى خطورة عالية، ومستوى خطورة عالية جداً، الجدول (13) والخريطة (14)، وهي كالآتي:

1. مناطق منخفضة الخطورة جداً: تشكل اقل المناطق امتداداً وخطورة بلغت مساحة (26 كم²) وبنسبة (9.1 %) من مساحة منطقة البحث، وهي مناطق شبه مستقرة الى مستقرة تتركز ضمن الطرف الشمال الشرقي والشمال الغربي ومناطق متفرقة ضمن قدمات جبل جنارا سيما الجزء الجنوب الغربي، اذ توجد دور سكنية او طرق السيارات قريبة من المنحدرات كما في قرى دارتون زووري، ودارتون زيري ودودي زيري، وكاني هانجيرزكي، وكادانا، وجمشكيتي، نالكا، بذلك فان احتمالية تعرضها لخطورة الانهيارات الأرضية قليلة وذات تأثير اقل من مستويات الخطورة الأخرى.

جدول (12)

أصناف المؤشرات الجيومورفولوجية المعتمدة في نمذجة مخاطر منحدرات جبل جنارا

ت	الطبقة المؤشرات الجيومورفولوجية	وزن الطبقة
1.	طبقة التكوينات الجيولوجية	12
2.	طبقة الارتفاعات	8
3.	طبقة الانحدارات	13
4.	طبقة المسافة عن الفوالق	10
5.	طبقة تقوس المنحدرات	10
6.	طبقة التعرية الاخدودية	13
7.	طبقة مؤشر التماثل الطبوغرافي	8
8.	طبقة قوة التيار المائي	8
9.	طبقة المسافة عن الجداول النهرية	10
10	طبقة المسافة عن الطرق الجبلية	8

المصدر: بالاعتماد على المؤشرات الجيومورفولوجية لمنطقة البحث، ونتائج المعادلة الوزنية

2. **مناطق منخفضة الخطورة :** بلغت هذه المنطقة مساحة مقدارها (69 كم²) ونسبة (24.0%) من مساحة منطقة البحث، كما في قرى ميره كي الواقعة عند السفح الجنوب الغربي ، وجاربوت وخوركي ، و بازئ قرنه ، و هه رنى ، وبيره كه پرا ، و ده ربوتگ، وسفطة، الواقعة عند السفوح الشمالية الشرقية والشمالية الغربية من جبل جنارا. و قرية شندر الواقعة عند الطرف السفح الشرقي من جبل جنارا، اذ تبين من الدراسة الميدانية ان معظم هذه القرى تستغل سطح البيدمنت المغطى بالأعشاب و اراضي المراوح الفيضية الصغيرة والسهول المستوية لنهر الزاب الكبير لأغراض السكن، اذ تم استغلالها للسكن من دون مراعاة تعرض هذه المجمعات السكنية لخطورة الجريان السيلي اذ غالبا ما تكون هذه الاسطح معرضة لعمليات التعرية المائية وبالتالي زحف ترسبات التالوس، يلاحظ صور (15 و 16).

3. **مناطق متوسطة الخطورة :** تعد من اوسع المناطق مساحة بلغت (92 كم²) ونسبة (32.1%) من مساحة منطقة البحث، وهي تشكل خطورة متوسطة على السكن وطرق السيارات، اذ ان السفوح المحاذية لها اقل من حيث درجة الانحدار وحجم الكتل الصخرية المنهارة وآيلة للسقوط. يتركز هذا المستوى في الجزء الشرقي ومناطق متباينة التوزيع في الجزء الغربي لجبل جنارا فضلاً عن أجزاء متفرقة ضمن الأجزاء الوسطى منها ، كما في قرى دوسنكة، و زيركا ، و دفري.

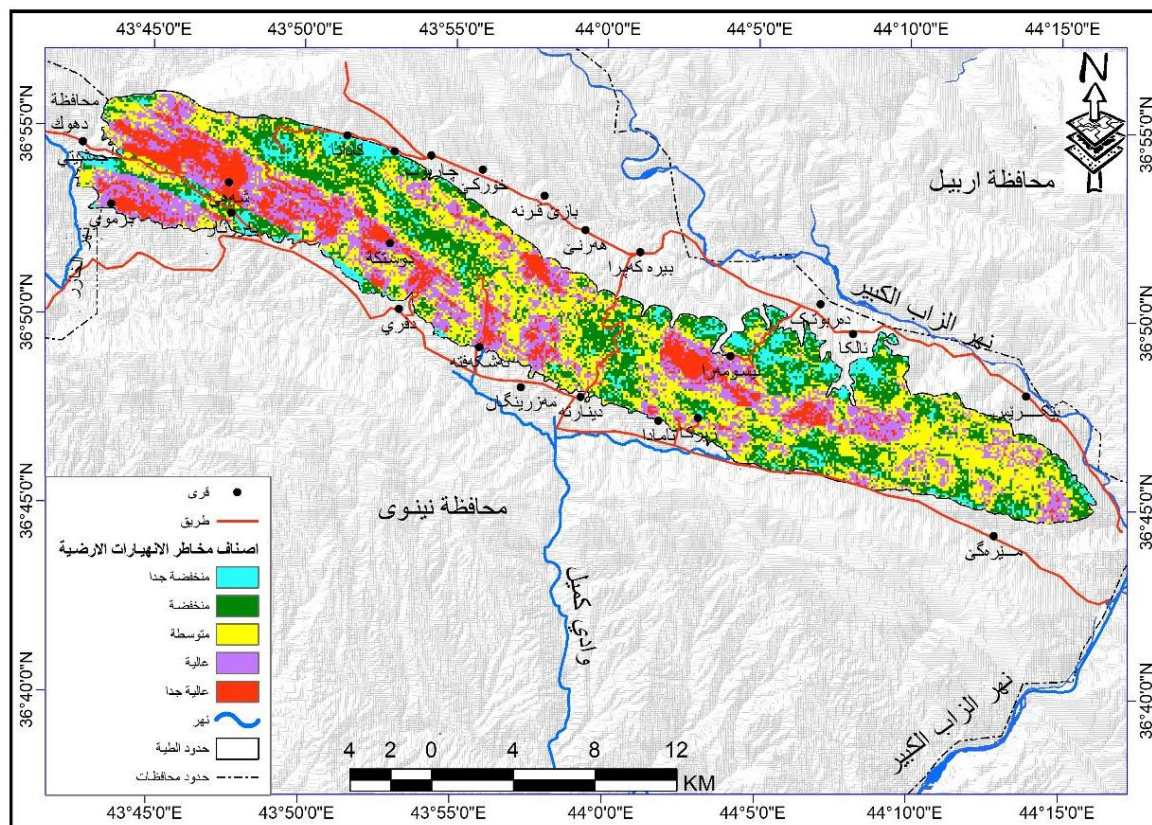
4. **مناطق عالية الخطورة :** بلغت مساحة مناطق عالية الخطورة (64 كم²) ونسبة (22.3%) من مساحة منطقة البحث ، وتكون خطورتها عالية على الأنشطة البشرية بسبب قربها من حافة قدم المنحدر، اذ ان المسافة بينها وبين المنحدر لا تتجاوز (1-2م) وهذا ينبيى احتمالية تعرضها لخطر الانهيارات الأرضية كما في قرى قربومه زرينگان، و نيسومه را الواقعة عند السفح الشمالي، و (و شه هئ)، و دینارته الواقعة عند السفح الجنوبي لجبل جنارا ، يلاحظ صور (17 و 18).

جدول (13) أصناف مخاطر الانهيارات الأرضية ومساحتها في جبل جنارا

ت	أصناف مخاطر الانهيارات الأرضية	المساحة كم ²	% النسبة
1 .	مناطق منخفضة جداً	26	9.1
2.	مناطق منخفضة	69	24.0
3.	مناطق متوسطة	92	32.1
4.	عالية مناطق	64	22.3
5.	عالية جداً مناطق	36	12.5
	المجموع	287	100

المصدر: اعتماداً على المؤشرات الجيومورفولوجية لمنطقة البحث واستخدام برنامج Arc GIS (10.5).

خريطة (14) أصناف مخاطر احتمالية الانهيارات الأرضية في جبل جنارا



المصدر: اعتماداً على المؤشرات الجيومورفولوجية لمنطقة البحث

صورة (16)

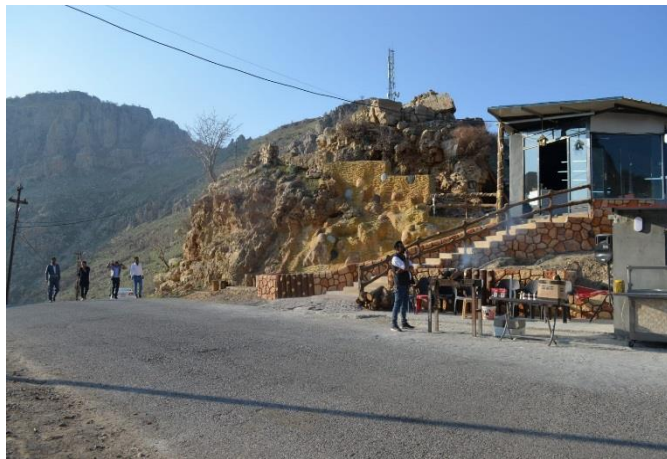
صورة (15)



المصدر: الدراسة الميدانية، جانب من مجرى نهر الزاب الكبير عند الحافة الشرقية من جبل جنارا، بتاريخ 2023/3/13

المصدر: الدراسة الميدانية، جانب من التجمعات السكنية فوق أراضي البیدمنت ذات الانحدار يتراوح بين (4-6°) على امتداد السفوح الشمالية لجبل جنارا، قرية (بيره كه پرا)، بتاريخ 2023/3/13

صورة (18)



المصدر: الدراسة الميدانية، النشاطات البشرية المتمثلة بكافتريا
يلاحظ حجم الكتل الصخرية المهدة بالسقوط عند السفح جبل
جنارا، قرية دينارته، بتاريخ 2023/3/14

صورة (17)



المصدر: الدراسة الميدانية، يلاحظ حجم الكتل المتدحرجة عند
السفح الجنوبي لجبل جنار، وعند القدمات الجبل نجد النشاطات
البشرية المتمثلة بجامع مزكه فتاحي، قرية دينارته، بتاريخ

5. مناطق عالية الخطورة جداً: تشغل مناطق عالية الخطورة جداً مساحة تبلغ (36 كم²) ونسبة (12.5%) من مساحة منطقة البحث. تكون مناطق عالية الخطورة جداً على طريق السيارات التي تكون ملاصقة جداً لحافة قدم المنحدر فضلاً عن منعطفات الطريق والتي تتبع درجات الانحدار وحجم الكتل الصخرية المنهارة والآيلة للسقوط نحو الطريق. وكذلك المناطق السكنية ضمن طرفي جبل جنارا الغربي والجنوب الغربي والجزاء الوسطى منه، كما في قرى برموي، و به رزنار، و خانه كي، وئامادا، و ئه شكه فته، ودوستكة، برموي، وسركي، يلاحظ صور (19 و 20).

صورة (20)



الدراسة الميدانية: يلاحظ احجام الكتل المتدحرجة من
اعلى المنحدر نحو الدور السكنية والقريبة من الطريق
السيارات، بتاريخ 2023/3/14

صورة (19)



المصدر: الدراسة الميدانية، جانب من منحدر جبل جنارا
بانحدار يبلغ (45°) يلاحظ احجام الكتل الصخرية المتدحرجة
نحو حافة الطريق، بتاريخ 2023/3/14

الاستنتاجات:-

1. ان جبل جنارا عبارة عن طية محدبة تأخذ اتجاه شمال غرب – جنوب شرق، مما يعكس تعرض المنطقة لعمليات الضغط بسبب الحركات التكتونية مما نتج عنها تشوه وتباين درجات الانحدار واتجاه الانحدار وكثرة الشقوق والفوالق، اذ أسهمت هذه الحركات بدور بارز في تعرض منحدرات المنطقة الى نشاط الانهيارات الأرضية.
 2. تتمتع المنطقة بشبكة تصريف مائية غريزة أسهمت في تعرض منحدراتها الى نشاط عمليات التعرية الاخودية وتباين في تأثير نشاط قوة التيار المائي السطحي مما أسهم في تحفيز حركة المواد الأرضية.
 3. بسبب التدخلات البشرية سيما عمليات شق الطرق في محور وفي قدمات منطقة البحث واطرافها وإقامة الدور سبب خلخلة في توازن المنحدرات وجعلها عرضة لعمليات الانهيارات الأرضية. اذ ان معظم الطرق في قدمات المنحدرات ضيقة، اذ تم قياس بعضها ميدانياً ولا يتجاوز عرضها (4.5م)، سيما وادي كلي زنطة – جنار وطريق قرية دينارته. ومن الدراسة الميدانية تم توثيق تعرض معظم الطرق في المنطقة لخطر الانهيارات الأرضية المتضمنة التساقط الصخري والانقلاب الصخري والدرجة وزحف التربة.
 4. اعتماداً على المؤشرات الجيومورفولوجية وبالأستعانة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية والدراسة الميدانية، تم انتاج خريطة احتمالية خطورة الانهيارات الأرضية في منحدرات جبل جنارا وصنف الى خمسة أصناف، وتبين ان صنف الخطورة المتوسطة هو السائد في جبل جنارا ونسبة بلغت (32.1%)، اما بقية الأصناف فهي تتدرج من الأقل خطورة وهي مناطق منخفضة نسبتها (24.0%) ، وعالية الخطورة (22.3%) ، والعالية جداً نسبتها (12.2%) ، والمنخفضة جداً بنسبة (9.1%) من مساحة منطقة البحث.
 5. اظهرت الدراسة ان للمؤشرات الجيومورفولوجية دوراً مهماً ويمكن الاعتماد عليها لتحديد درجات خطورة المنحدرات الأرضية والكشف عن احتمالية تعرض الأنشطة البشرية المقامة عليها او بالقرب منها لخطورة الانهيارات الأرضية.
- ### المقترحات :
1. تثبيت المنحدرات الحاوية على اسطح التطبيق بمواد لاحمة تعمل على زيادة تماسكها واستخدام نظام الاسلاك المعدنية المشبكة لحماية الأنشطة البشرية من احتمالية تعرضها لخطورة الانهيارات الأرضية.
 2. الابتعاد عن إقامة الأنشطة البشرية من مجمعات سياحة وصناعية ودور سكنية او شق الطرق في المواقع القريبة من المنحدرات الأرضية ذات الاستقرار الضعيف، الا بعد دراسات علمية مستفيضة.
 3. مراقبة المنحدرات الأرضية بصورة دورية لتجنب مخاطر حركة المواد الأرضية والحد من وصولها الى طريق السيارات.
 4. اعداد برامج التوعية وإرشاد المواطنين باحتمالية تأثير مخاطر حركة المواد الأرضية على التنمية عامةً وخسائر الأرواح والممتلكات على وجه الخصوص، وذلك عن طريق وضع ارشادات إعلامية سيما عند مداخل المنطقة وفي منعطفات الطرق ذات الارتفاعات المختلفة.
 5. انتاج وتصميم نظام نمذجة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية مهمته توفير البيانات عن الطرق والمناطق السكنية والأنشطة العامة وتحديد الاماكن المعرضة للخطورة والملائمة لإقامة المنشآت السياحية والسكنية.

6. إجراء المزيد من الدراسات الجيومورفولوجية للتعرف على الوحدات الجيومورفولوجية وإثرها على الأنشطة البشرية في منطقة البحث.
الهوامش:

- 1) Rayan Gh. Thannoun, and another, Three Dimensional Terrain Modeling for Tectonic Geomorphology of Ghinara Anticline, Northern Iraq, Iraqi Geological Journal, 54(IC), 53-65, 2021, P 54.
- 2) Varoujan, k. Sissakian the geology of erbile and mahabad quadrangle sheet NJ-38-15, Scale 1:250.000 geosurv In . Rep .No, 2462, Baghdad, Iraq.
- 3) Ahmad T Shihab, Structural andrsis using remote sensing and Gis Techniques in the high foloded Zone between Harir and bradost auticlines, northeast Iraq, University of Baghdadm college of science , 2015, p 96.
- 4) Ahmad T Shihab, Structural andrsis using remote sensing and Gis Techniques in the high foloded Zone between Harir and bradost auticlines, northeast Iraq, University of Baghdadm college of science , 2015, p 96
- 5) ناهدة جمال الطالباني، المياه الجوفية في منطقة ما بين الزابيين في العراق واستغلالها، مطبعة باد، السليمانية، 2009، ص3.
- 6) Ahmad T Shihab, Structural andrsis using remote sensing and Gis Techniques in the high foloded Zone between Harir and broadest anticlines, northeast Iraq, University of Baghdad college of science , 2015, p 96
- 7) Varoujan, k. Sissakian the geology of erbile and mahabad quadrangle sheet NJ-38-15, Scale 1:250.000 geosurv In . Rep .No, 2462, Baghdad, Iraq. p6.
- 8) Varoujan, k. Sissakian, GEOMORPHOMETRY of The GREATER ZAB RIVER BASIN, NORTH OF IRAQI, Bulletin of Geology and mining Vol9, No.3. 2013, P32.
- 9) Omar S. Aqrawi and Aahid Y. AL Mallah , Hydrogeochemical Assessment of Selected Springs water in Aqra Area, Duhok .Governorate ,Northern Iraq , 2021, p136
- 10) Varoujan, k. Sissakian the geology of erbile and mahabad quadrangle sheet NJ-38-15, Scale 1:250.000 geosurv In . Rep .No, 2462, Baghdad, Iraq. p12.
- 11) فراس، محمد ، دراسة جيولوجية للانزلاقات والانهيارات وتأثيراتها السلبية على المنشآت والتجمعات البشرية في شمال اللاذقية، رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية العلوم، جامعة دمشق، 2009، ص117.
- 12) منال شاكر علي الكبيسي، مورفوتكتونية نهر دجلة وروافده ضمن نطاق الطيات في العراق، كلية العلوم، جامعة بغداد ، رسالة ماجستير (غير منشورة)، 2000، ص77.
- 13) ادور كيلر، ترجمة: غسان محمد السبتي، الجيولوجيا البيئية ، ط3، أربيل، جامعة صلاح الدين ، 1982، ص 234.
- 14) E.Iko.Bergsma, Rain Fall Erosion Surveys for Conservation Planning, ITC, Journal, issue3, 1982, P167.
- 15) منال شاكر علي الكبيسي، مورفوتكتونية نهر دجلة وروافده ضمن نطاق الطيات في العراق، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية العلوم، جامعة بغداد، 2000، ص 126.

- 16)B. Riadi, B Barns, Widiat maka, MJPY an uar, Pramudya, Identification and delineation of arras flood hazard using hight accuracy of DEM data ,IOP publishing, Series: Earth and Environmental Sciencelug, 2017, P3.
- 17)B. Riadi, B Barns, Widiat maka, MJPY an uar, Pramudya, Identification and delineation of arras flood hazard using hight accuracy of DEM data,IOP publishing, Series: Earth and Environmental Sciencelug, 2017, P3.
- 18) Syamsul Bachri ,and others Landslide Susceptibility Mapping (LSM) in Kelud Volcano Using Spatial Multi-Criteria Evaluation ‘see discussions stats author profiles for this publication ‘july2019‘ p5.
- 19) Maryam Mokhtari, Sahar Abedian Spatial prediction of landslide susceptibility in Taleghan basin, Iran Stochastic Environmental Research and Risk Assesement , 2019, P9.
- 20) F.J.S wanson and nother, SOME EFFECTS OF SLOPE MOVEMENTS ON RIVER CHANNELS, INTERNATIONAL Symposium on Erosion, Debris flow and Disaster prevention September 3-5 Tsukuba, Japan 1985, P385.
- 21) فتحي عبد العزيز أبو راضي ، الأصول العامة في الجيومورفولوجيا (علم دراسة اشكال سطح الارض)، دار 12 النهضة العربية، بيروت، 2004.
- 22) A. Brenning, and Another, Landslide susceptibility near highways is in ereased by lorder of magnitude in the Andes of southern Ecuador, loja province, Natural Hazard and Earth System Sciences, 15, 45-57, 2015, p51.
- 23) Gökhan Demir, and another , Land slide susceptibility assessment of the North Anatolian 1Fault Zone (Turkey) by GIS – based frequency ratio and index of entropy models ,manus cript under review for journal Nat ,Hazard Earth Syst .Sci .published :18 October m2016 p 5.

المصادر العربية:

1. أبو راضي، فتحي عبد العزيز ، الأصول العامة في الجيومورفولوجيا (علم دراسة اشكال سطح الارض)، دار النهضة العربية، بيروت، 2004.
2. الكبيسي، منال شاكر علي ،مورفوتكتونية نهر دجلة ورافده ضمن نطاق الطيات في العراق، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، 2000.
3. كيلر، ادور، ترجمة: غسان محمد السبتي ،الجيولوجيا البيئية ، ط3، أربيل ،جامعة صلاح الدين ، 1982.
4. محمد، فراس، دراسة جيولوجية للانزلاقات والانهيارات وتأثيراتها السلبية على المنشآت والتجمعات البشرية في شمال اللاذقية، رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية العلوم، جامعة دمشق، 2009، ص117.
5. ناهدة جمال الطالباني، المياه الجوفية في منطقة ما بين الزابين في العراق واستغلالها، مطبعة باد، السليمانية، 2009.

المصادر الأجنبية:

- 1-A. Brenning, and Another, Landslide susceptibility near highways is increased by order of magnitude in the Andes of southern Ecuador, Loja province, Natural Hazard and Earth System Sciences, 15, 45-57, 2015.
- 2-Ahmad T Shihab, Structural analysis using remote sensing and GIS Techniques in the high folded Zone between Harir and Bradost anticlines, northeast Iraq, University of Baghdad college of science, 2015.
- 3-B. Riadi, B Barns, Widiat maka, MJPY and uar, Pramudya, Identification and delineation of arras flood hazard using high accuracy of DEM data, IOP publishing, Series: Earth and Environmental Science, 2017.
- 4-E.Iko.Bergsma, Rain Fall Erosion Surveys for Conservation Planning, ITC, Journal, issue 3, 1982.
- 5-F.J.S. Wanson and another, SOME EFFECTS OF SLOPE MOVEMENTS ON RIVER CHANNELS, INTERNATIONAL Symposium on Erosion, Debris flow and Disaster prevention September 3-5 Tsukuba, Japan 1985.
- 6-Gökhan Demir, and another, Land slide susceptibility assessment of the North Anatolian Fault Zone (Turkey) by GIS – based frequency ratio and index of entropy models, manuscript under review for journal Nat. Hazard Earth Syst. Sci. published: 18 October 2016.
- 7-Jassim, Sasd Z. and Jeremyn, C. Goff, Geology of Iraq 1st edition, Dolin, Prague and Moravian, Museum, Brno, Czech Republic, 2006.
- 8- Maryam Mokhtari, Sahar Abedian Spatial prediction of landslide susceptibility in Taleghan basin, Iran Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 2019.
- 9- Omar S. Aqrabi and Aahid Y. AL Mallah, Hydrogeochemical Assessment of Selected Springs water in Aqra Area, Duhok Governorate, Northern Iraq, 2021.
- 10- Rayan Gh. Thannoun, and another, Three Dimensional Terrain Modeling for Tectonic Geomorphology of Ghinara Anticline, Northern Iraq, Iraqi Geological Journal, 54(1C), 53-65, 2021.
- 11- Syamsul Bachri, and others Landslide Susceptibility Mapping (LSM) in Kelud Volcano Using Spatial Multi-Criteria Evaluation, see discussions stats author profiles for this publication, July 2019.
- 12- Varoujan, K. Sissakian, GEOMORPHOMETRY of The GREATER ZAB RIVER BASIN, NORTH OF IRAQI, Bulletin of Geology and Mining Vol 9, No.3. 2013.

13- Varoujan, k. Sissakian the geology of erbile and mahabad quadrangle sheet NJ-38-15, Scale 1:250.000 geosurv In . Rep .No, 2462 ,Baghdad ,Iraq.

**Geomorphological analysis of the slopes' hazards in Chinara Mountain,
Northern Iraq**

Zainb Ibraheem Hussain

Physical Geography PhD / Applied Geomorphology / Teaching / Geography
Department / College of Education / Al-Mustansiriya University.

Zainbebrahim@uomustansiriyah.edu.iq

07708708804

Abstract:

The research focused on studying the geomorphological indicators affecting the slopes of Chainara Mountain that is located in the northern part of Iraq within the High Folds Belt, using geographic information systems technology and relying on the field study, with the aim of determining the level of probability of landslides over the slopes of Chinara, by conducting approved mathematical modeling of geomorphological indicators. A map of the potential for landslide hazards in the region was produced and classified into five levels. It was found that areas with moderate risk of landslides constitute the largest percentage, amounting to (32.1%) with an area of (92 km²), followed by low risk areas with a rate of (24.0%) with an area of (69 km²), High-risk areas, with a rate of (22.3%), with an area of (64 km²), and very high-risk areas, with a rate of (12.5%), with an area of (36 km²) out of the total area of the region amounting to (287 km²).

key words: Chinara Mountain, geomorphological indicators, Mass Movement, modelling.