

النمذجة المكانية للمخاطر الجيومورفولوجية لجبل سنجار وأثارها البيئية

المدرس الدكتور علي عبد الله موسى

المدرس الدكتور: فرح عبدالقادر فالح

جامعة تكريت - كلية التربية بنات

**(Spatial modeling of Geomorphological Risks
of Mount Sinjar and Environmental impacts)**

teacher Dr : Ali Abdullah Mousa

teacher Dr : Farah Abdullqader Faleh

Tikrit University - College of Education for Women



الملخص:

يقع جبل سنجار على الحدود العراقية السورية في شمال غرب العراق في محافظة نينوى؛ إذ يقع الأغلب منه في العراق بشكل طولي، أظهرت الدراسة أهمية نمذجة الأخطار الجيومورفولوجية للمنطقة باعتبارها دراسة استباقية لهذا الموقع الجغرافي من جانب ومن جانب آخر لما أظهرته نتائجها من تحديد لنقاط ودرجات المخاطر في الجبل.

تأثر العراق بالفالق الأناضولي ما خلف عنه جبل سنجار في المنطقة المتموجة من العراق شبه الجبلية والتي يسودها الانحدار من القمة باتجاه الشمال بسكل حاد، وأسفرت الدراسة عن وجود مواطن ضعف كثيرة نتيجة لكثافة التراكيب الخطية من الشقوق والفواصل في الجبل ما أدى لزيادة مناطق الخطورة على المستوى المورفوتكتوني الجيومورفولوجي والهيدرولوجي .

كما تم بناء نموذج للمخاطر في المنطقة من خلال العناصر السابقة واستخراج طبقات لكل نوع وتصنيف مخاطره بالربط بين تلك الطبقات ، وتم عرض الآثار البيئية التي سببتها كل تلك الطبقات وتفاعلها معًا وتفاعل عوامل التعرية والتجوية والأمطار والحرارة معها وذلك بتحديد الأقاليم المتدهورة وأوزانها المساحية بالمنطقة التابعة لمحافظة نينوى.

الكلمات المفتاحية : النمذجة , المخاطر الجيومورفولوجية , المخاطر المورفوتكتونية.

Abstract:

Mount Sinjar is located on the Iraqi–Syrian border in northwestern Iraq in Nineveh Governorate. As most of it is located in Iraq in a longitudinal manner, the study showed the importance of modeling the geomorphological hazards of the region as a proactive study of this geographical location on the one hand and on the other hand because its results revealed the identification of points and degrees of risks in the mountain.

Iraq was affected by the Anatolian Fault, which left Mount Sinjar in the undulating, semi–mountainous region of Iraq, which is dominated by a steep slope from the

summit towards the north. The study resulted in the presence of many weaknesses as a result of the density of the linear structures of cracks and joints in the mountain, which led to an increase in the danger zones at the morphotectonic level. Geomorphology and hydrology. A risk model was also built in the region through the previous elements, extracting layers for each type and classifying its risks by linking those layers. The environmental impacts caused by all those layers and their interaction together and the interaction of erosion, weathering, rain and heat factors with them were presented by identifying the deteriorated regions and their areal weights in the region of Nineveh Governorate. .

Keywords: modeling, geomorphological risks, morphectonic risks.

المقدمة

تشكل العمليات الجيومورفولوجية تغير مفاجئ في أحيان كثيرة في الموقع الجغرافي الذي تحدث فيه؛ ما يشكل مخاطر كبيرة على النظم البيئية بشكل عام، وعليه ولأن هناك درجات من الخطورة تنتج عن التفاعل البيني للظواهر الجغرافية الطبيعية والإنسانية معاً في مكان ما أو مع بعضها فإن من المهم دراسة مدى تأثير البيئة بالعمليات الباطنية أو الخارجية التي يتأثر بها الصخر وطبقات الأرض في جبل سنجار.

تشكل دراسة المخاطر الجيومورفولوجية جانب مهم من الجغرافيا الطبيعية ما يربط بين جغرافية البيئة بالتحديد والجيولوجيا فمن المهم أن يتم استخدام التقنيات الحديثة في علم الجغرافيا من نظم المعلومات الجغرافيا وكافة البرامج المساعدة؛ بغية دراسة أغوار جبل سنجار للتحقق ورصد المخاطر الجيومورفولوجية وأثارها البيئية في منطقة الدراسة وهذا كما في تالي البحث.

مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة بما يلي:

- هل يمكن بناء نماذج مكانية للمخاطر الجيومورفولوجية في جبل سنجار في محافظة نينوى؟
- ما هي أصناف و درجات المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة جبل سنجار؟

• كيف يمكن توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد الحديثة لإعداد قاعدة معلومات جغرافية عن موضوع الدراسة.

• كيف يتم التحليل العلمي للمخاطر الجيومورفولوجية في جبل سنجار؟

• هل تدل المؤشرات المنتقاة في البحث على تدخل عوامل الحرارة والتعرية والمياه في مخاطر الجبل الجيومورفولوجية؟

• هل لتلك المخاطر آثار على النظام البيئي في المنطقة؟

فرضيات الدراسة:

تفترض الدراسة ما يلي:

• يمكن بناء نماذج مكانية للمخاطر الجيومورفولوجية في جبل سنجار في محافظة نينوى

• هناك أصناف للمخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة.

• يمكن توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في بناء قاعدة معلوماتية من خلال بناء نموذج للمخاطر الجيومورفولوجية في منطقة جبل سنجار.

• يتم التحليل العلمي للمخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة من خلال الاستعانة بمؤشرات رقمية خاصة بالدراسات التطبيقية في الجغرافيا الطبيعية لتقييم المخاطر وأثارها.

• تؤثر العوامل الطبيعية في تشكيل المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة جبل سنجار بشكل كمي ملحوظ.

• هناك آثار سلبية للمخاطر الجيومورفولوجية في منطقة جبل سنجار على النظام البيئي في المنطقة.

هدف الدراسة ومبرراتها:

تتعدد المشكلات المترتبة على وجود مخاطر جيومورفولوجية في أي منطقة جغرافية؛ لكنها تزيد في المناطق غير المستقرة في حركاتها الالتوائية كمنطقة الدراسة، وبالتالي فمن المهم أن نقوم بدراسة أماكن الخطورة وتوابعها على البيئة حتى يتم إيجاد حلول علمية لمنطقة للانهايارات المتوقع حدوثها من جبل سنجار مستقبلاً وتقادي هذا من قبل القائمين على التخطيط في مدينة سنجار.

منهجية البحث:

تم الاستعانة بالمنهج التحليلي Analytical Method الذي يقوم على تفسير ما تم استقائه من بيانات من خرائط النظم والمعلومات الجغرافية والمستخرجة من المرئيات الفضائية، وبناء نموذج للمخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة باستخدام نتائج القياسات الكمية من الخرائط.

حدود البحث

الحدود المكانية: في هذا البحث كان دراسة المخاطر الجيومورفولوجية في جبل سنجار بمحافظة نينوى في شمال غرب العراق، على الحدود العراقية -السورية، وهو جبل يمتد تحديداً ضمن الجناح الشمالي لطية سنجار المحدبة، على بعد 160 كم من غربي مدينة الموصل.

الموقع الفلكي: شرقاً $36^{\circ}21'41''$ من الغرب $41^{\circ}42'$

الحدود الزمانية: تم بناء نموذج المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة من المرئية الفضائية لعام 2024.

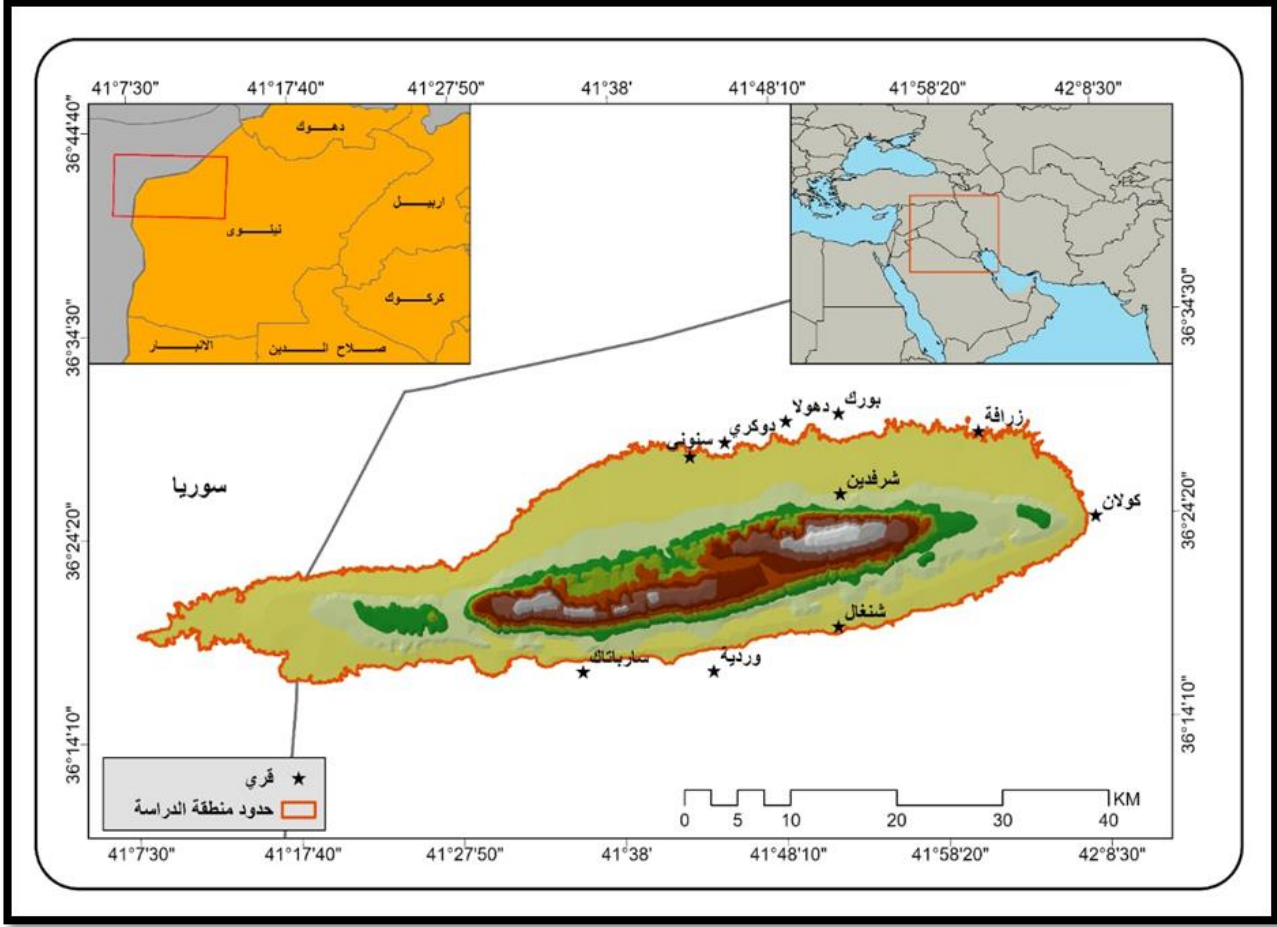
تقنيات الدراسة:

تم استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية من خلال برنامج Arc Gis وتحويل المساحات المستخرجة من البرنامج إلى نسب مئوية بواسطة برامج الحسابات المكتبية.

مفاهيم الدراسة

- **النمذجة model:** هو تبسيط لصورة الواقع المكاني بكل معالمه الجغرافية بما يكشف علاقة تلك المعالم بالمتغيرات المكانية وغير المكانية ومدى التأثير بينهما .
- **الجيومورفولوجيا Geomorphology:** هو علم دراسة أشكال سطح الأرض من حيث النشأة والمظهر (جودة , 2003 , ص10)
- **المخاطر الجيومورفولوجية Geomorphological Hazards:** هي التغير المفاجئ والسريع في عناصر البيئة الطبيعية لسطح الأرض بفعل العمليات الداخلية والخارجية والتي تهدد الإنسان والبيئة (ابو رية , 2020 , 127).

خريطة (1) الموقع الجغرافي لجبل سنجار في محافظة نينوى وبالنسبة للعراق



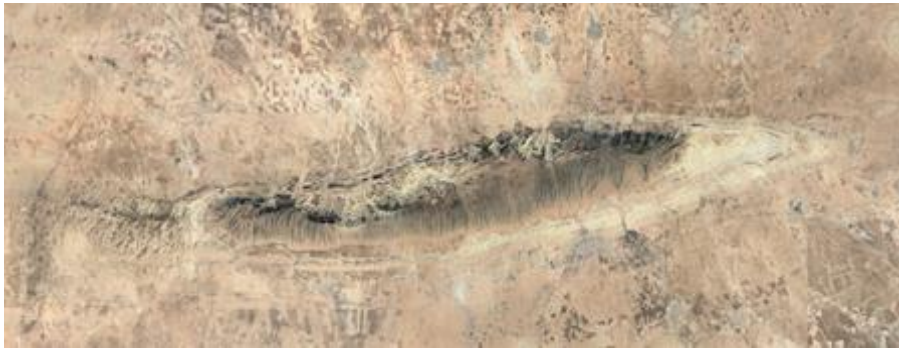
المصدر: اعتماداً على الخريطة الادارية مقياس 1:1000000 والمرئية الفضائية (Land sat8) وبرنامج Arc Gis 10.5

بناء نموذج المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة:

تم الاستعانة بمرئية فضائية من القمر الصناعي 9Landsat بتاريخ 25/10/2024 من موقع USGS

الأمريكي، وتم إدراجها في برنامج Arc Gis وبدأ التعامل مع تلك المرئية كما يلي:

المرئية الفضائية التي تم عليها بناء نتائج البحث



المصدر: مرئية القمر الصناعي 9Landsat بتاريخ 25/10/2024 من موقع USGS الأمريكي، <https://earthexplorer.usgs.gov>

الخطوة الأولى: إدراج المدخلات الأساسية (Inputs): والذي تضمن ستة طبقات راستر من بيانات مختلفة وهذه الطبقات هي:

- الغطاء النباتي.
- التكوينات الجيولوجية.
- الانحدار.
- التعرية.
- التربة.

1) مراحل المعالجة:

المرحلة الأولى: إعادة التصنيف بواسطة أداة (Reclassify):

لكل طبقة مدخلة تم معالجتها باستخدام أداة Reclassify ؛ حيث تم إعادة تصنيف القيم داخل الطبقة بحيث تكون ملائمة للتحليل الجيومورفولوجي حيث تم تقسيم قيم تلك الطبقات إلى فئات (منخفضة، متوسطة، مرتفعة)، و الناتج لكل طبقة هو Output raster الذي يمثل الطبقة بعد إعادة التصنيف.

المرحلة الثانية: الدمج باستخدام حاسبة البيانات النقطية (Raster Calculator):

تستخدم أداة Raster Calculator لدمج الطبقات المُعاد تصنيفها، حيث تقوم الأداة بجمع الطبقات أو تطبيق معادلة حسابية عليها (حيث تم إعطاء أوزان مختلفة لكل طبقة بناءً على أهميتها)، وكان الناتج النهائي هو طبقة واحدة (2RasterC_) تمثل تحليلاً مشتركاً لكل البيانات.

الناتج النهائي:

الطبقة 2RasterC_ هي النتيجة النهائية بعد دمج جميع الطبقات، وتعطي تحليلاً مكانياً يمكن استخدامه لاتخاذ القرارات، مثل: هنا تم توضيح المناطق قليلة ومتوسطة وعالية الخطورة

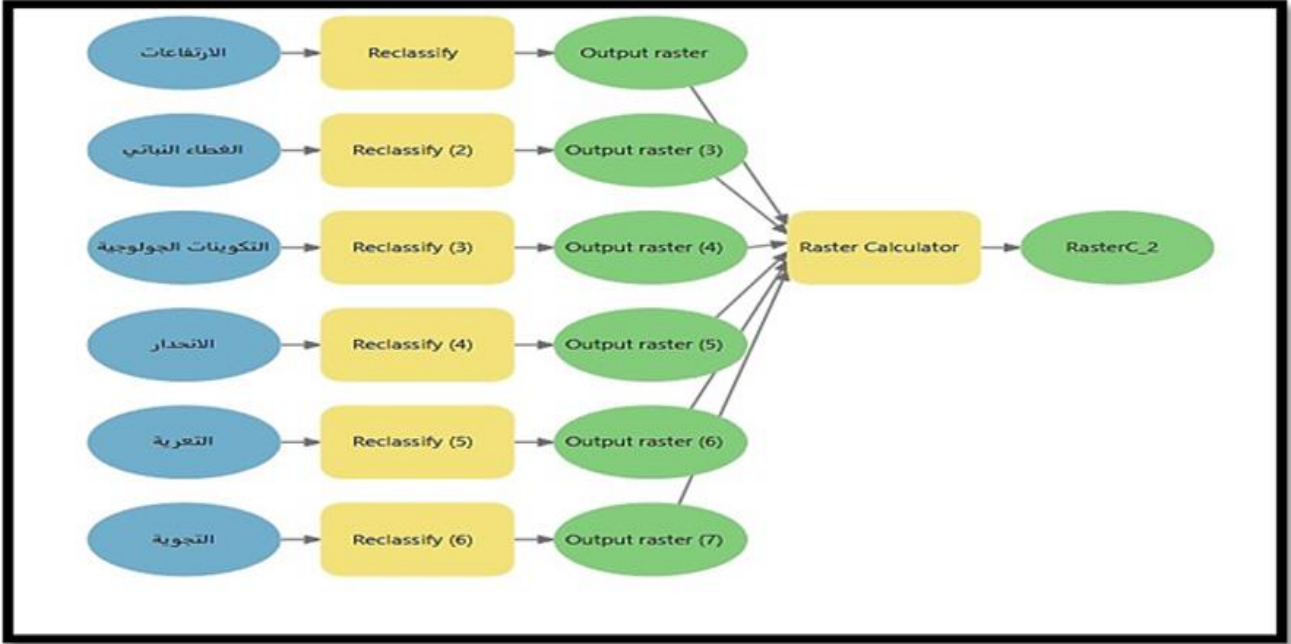
جدول (1) مؤشرات البحث والمعادلات التي تم الاعتماد عليها في إنتاج الخرائط

المعادلة	المؤشر
$\frac{(NIR - Red) / (NIR + Red)}{(band 5 - band 4) / (band5 - band 4)}$	مؤشر النبات الطبيعي NDVI
$BT / (1 + (\lambda * BT / \rho) * \ln(\epsilon))$	مؤشر الحرارة LST
$\frac{(SWIR1+RED)/(NIR+RED)}{(band6 - band4) / (band5+band4)}$	مؤشر التعرية DBSI
$BI = \frac{\{(RED + SWIR) - (NIR + BLUE)\}}{\{(RED + SWIR) + (NIR + BLUE)\}}$	التربة الجرداء BI
$\frac{(Green - Nir) / (Green + Nir)}{(band 3 - band 5) / (band 3 + band 5)}$	المياه NDWI

المصدر: مرثيه القمر الصناعي Landsat 9 بتاريخ 25 /10/ 2024 من موقع USGS الأمريكي،

[/https://earthexplorer.usgs.gov](https://earthexplorer.usgs.gov)

شكل (1) موديل نمذجة الطبقات في منطقة جبل سنجار وإنتاج خريطة المخاطر الجيومورفولوجية



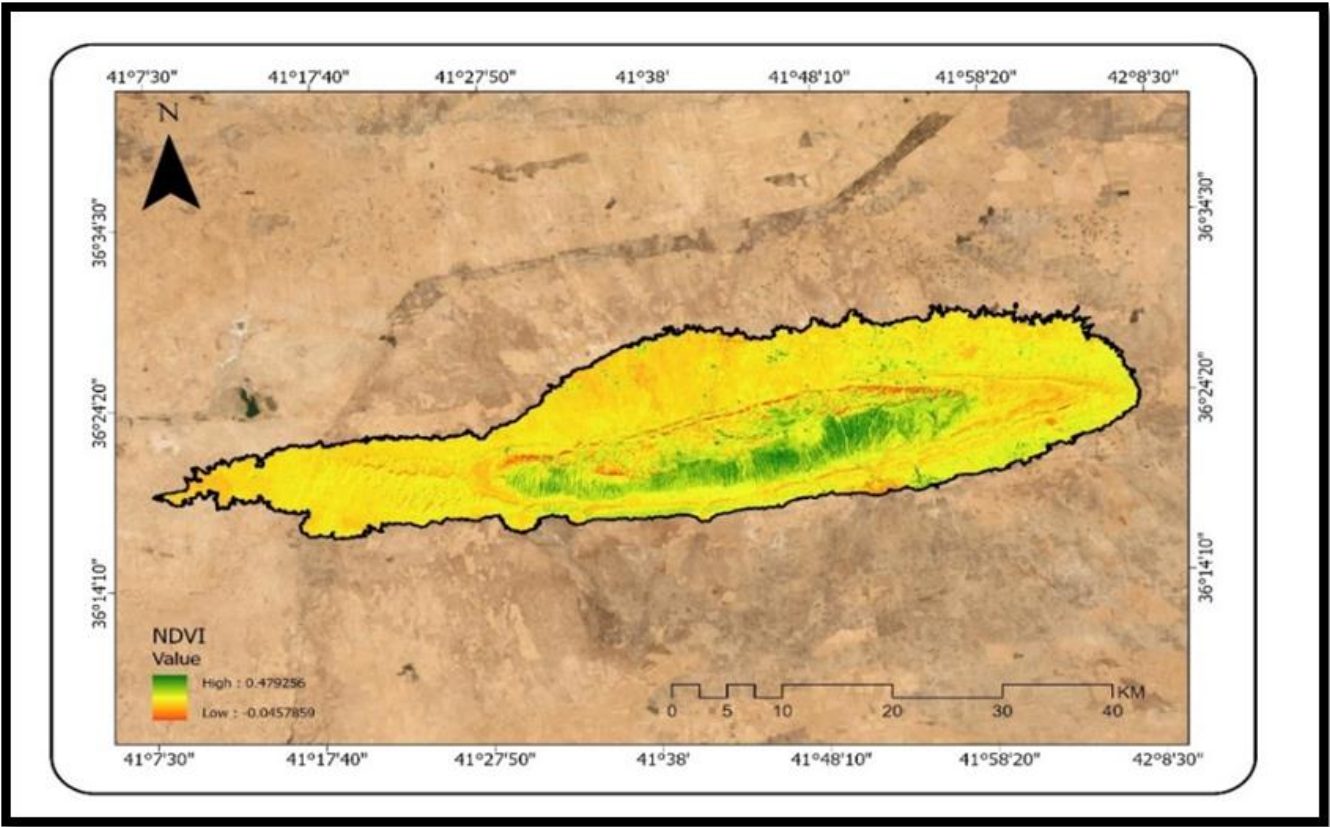
المصدر: عمل الباحث اعتماداً على برنامج Arc Gis

أولاً: مؤشرات التحسس النائي الطباقية منطقة الدراسة

إن التحسس النائي هو استخدام علم له أساليب تقنية لجمع المعلومات اللازمة عن المعالم والأجسام والمناطق من مسافات لها صفة القرب أو البعد (صالح , 2010, ص2) بمعنى أنها تعد دراسة حقلية ولكن عبر التقنيات الحديثة في التحسس النائي للأقمار الصناعية، وهذا يعكس تكلفة أقل وإنتاج خرائطي دقيق للمنطقة ويعني غزارة التحليل الناتج، من خلال الجدول (1) والخاص بمؤشرات البحث والمعادلات التي تم الاعتماد عليها في إنتاج الخرائط نجد أنه تم الأخذ بخمس مؤشرات تم شرحهم بالتفصيل وهم:

1. دليل فرق النبات الطبيعي
2. دليل التربة الجرداء
3. مؤشر دليل المياه
4. مؤشر دليل التعرية
5. مؤشر الحالة الحرارية

خريطة (2) الغطاء النباتي في جبل سنجار 2024



المصدر: مرئيه القمر الصناعي Landsat 9 بتاريخ 25 /10/ 2024 من موقع USGS الأمريكي
[/https://earthexplorer.usgs.gov](https://earthexplorer.usgs.gov).

(1) مؤشر الغطاء النباتي NDVI حسب المرئيات الفضائية

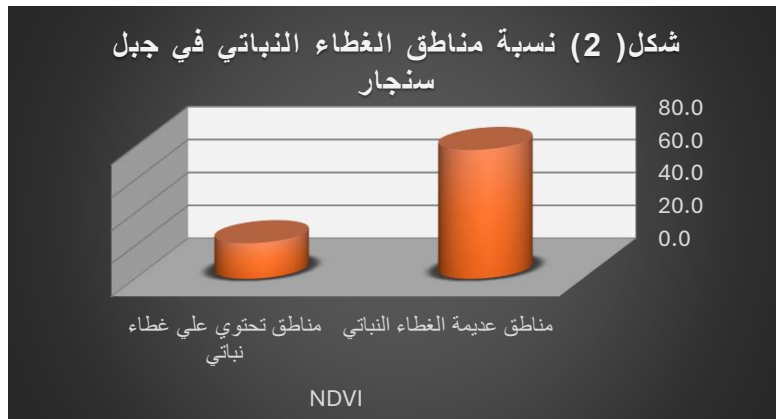
يساعد وجود الغطاء النباتي في أي منطقة على تماسك التربة وعدم تعرضها للتفكك بسهولة ؛ ما يقلل من وجود المخاطر المترتبة على ذلك، وعليه فقد تم استخراج مؤشر فرق النبات الطبيعي لمنطقة الدراسة وفقاً للمعادلة الموجودة بجدول (2) والتي تعتبر القيم الإيجابية لها هي دليل على كثافة الغطاء النباتي والقيم السالبة تشير لقلة كثافة الغطاء النباتي (Rouse, R.H. Haas, and J.A. , 1975 ,69-78)

(Schell) حيث يرتكز قياس هذا المؤشر على حساب الأشعة تحت الحمراء NIR القريبة والأشعة الحمراء RED ؛ بهدف حساب مساحات اللون الأخضر في المنطقة وتصنيف كثافته حسب قيم الدليل، ومن الجدول الخاص بمساحات الغطاء النباتي في منطقة الدراسة (2) والشكل البياني (2) والخريطة التي تم استخراج المساحات منها ما يلي:

جدول(2)مساحة أصناف الغطاء النباتي حسب المؤشر NDVI

المؤشر	الأصناف	المساحة كم ²	%
مؤشر الغطاء النباتي NDVI	مناطق عديمة الغطاء النباتي	893.7	78.3
	مناطق تحتوي على غطاء نباتي	247.3	21.7
	مساحة المنطقة	1141	100

المصدر:خريطة 2

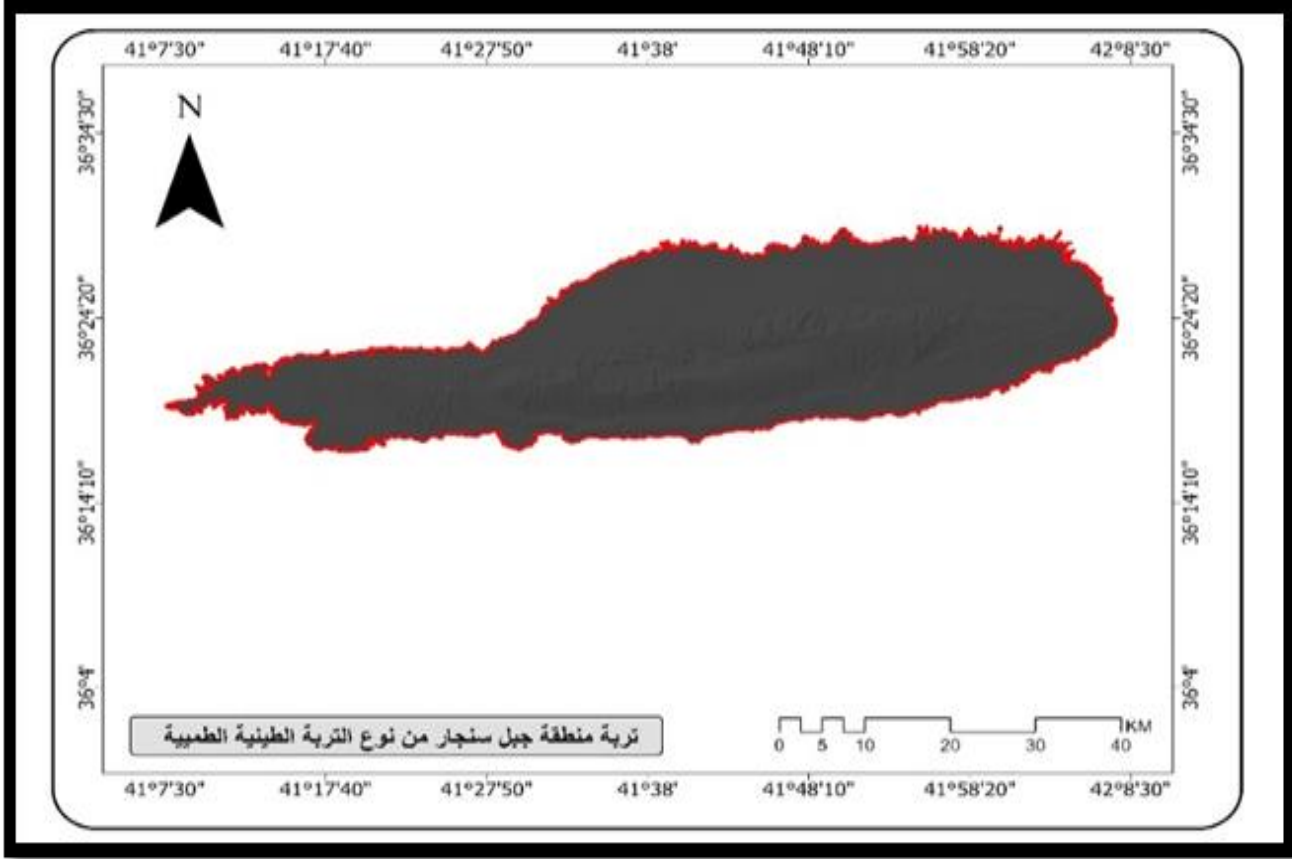


المصدر جدول 2

- يوجد بمنطقة جبل سنجار نوعان من المساحات حسب وجود الغطاء النباتي أعلاهم مساحة هي المناطق عديمة النبات والتي تشكل نحو 78.3% من إجمالي مساحة المنطقة البالغة 141 كم²، بينما شكلت مساحة المناطق التي تحتوي على غطاء نباتي نحو 21.7% فقط من إجمالي مساحة المنطقة بمساحة تقدر بنحو 247.3 كم².

- من خلال الخريطة المستخرجة من المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة نتبين تركيز توزيع الغطاء النباتي في قمة الجبل بشكل شريطي، بينما يخلو سفح الجبل والمنحدرات من النبات الطبيعي ؛ وهذا يعمل على وجود مخاطر طبيعية شديدة نتيجة لتفكك التربة وسهولة الانزلاقات الصخرية بدون موانع.

خريطة (3) أصناف التربة الجرداء في جبل سنجار 2024



المصدر: مرئيه القمر الصناعي Landsat 9 بتاريخ 25/10/2024 من موقع USGS الأمريكي [/https://earthexplorer.usgs.gov](https://earthexplorer.usgs.gov).

(2) مؤشر التربة الجرداء BI

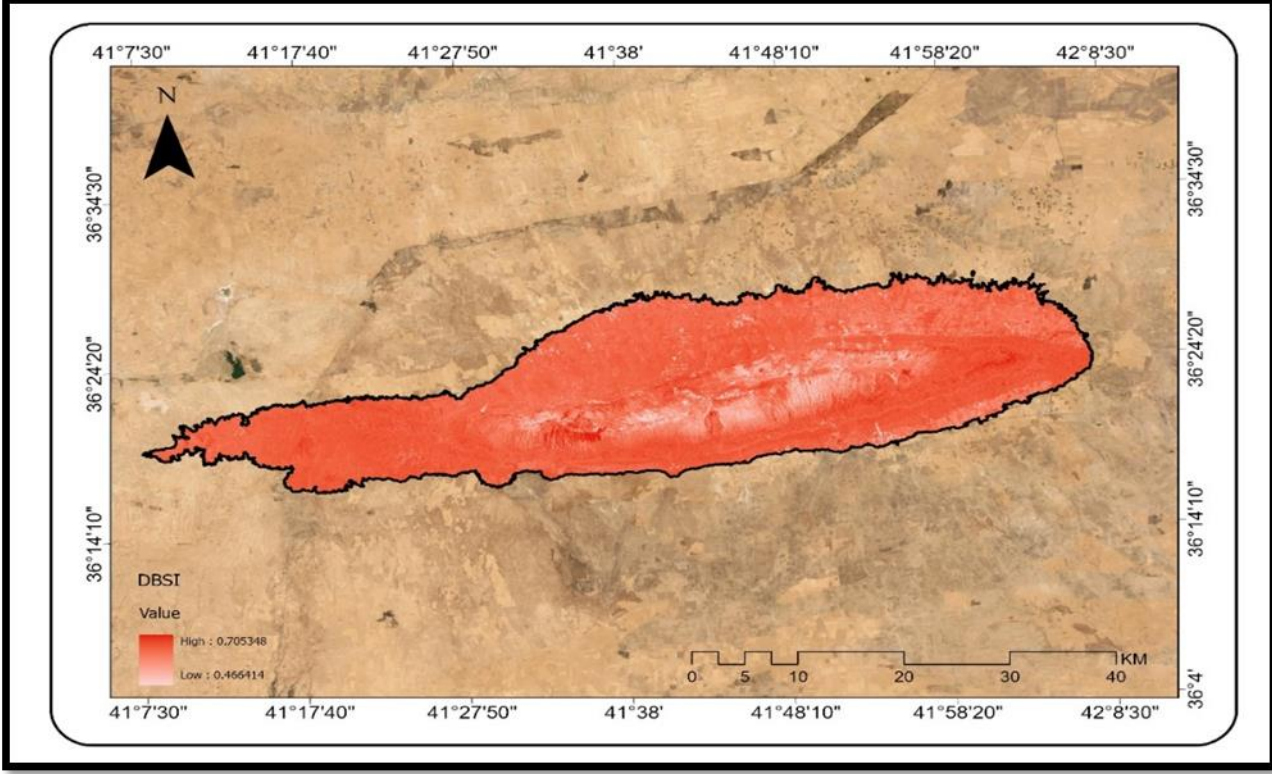
من خلال الخريطة (3) والخاصين بمؤشر التربة الجرداء في منطقة الدراسة نجد أن تربة المنطقة ما بين الطينية والطينية؛ وهذه التربة رغم تماسكها فإنها تتأثر بعوامل كثيرة تغير في تماسكها فتحدث انزلاقات طينية من الجبل، كما يشير الجدول إلى أن هناك

(3) مؤشر التعرية DBSI

يعكس مؤشر التعرية DBSI عدة أمور تسهم في فهم الصورة الحالية للمخاطر الجيومورفولوجية في منطقة جبل سنجار وهذه الأمور هي:

1. قيم تعرية الرياح في المنطقة
2. كثافة الغطاء النباتي
3. انعكاس لديناميكية التربة

خريطة (4) التعرية في جبل سنجار 2024



مرئيه القمر الصناعي Landsat 9 بتاريخ 25 /10/ 2024 من موقع USGS الأمريكي
<https://earthexplorer.usgs.gov>.

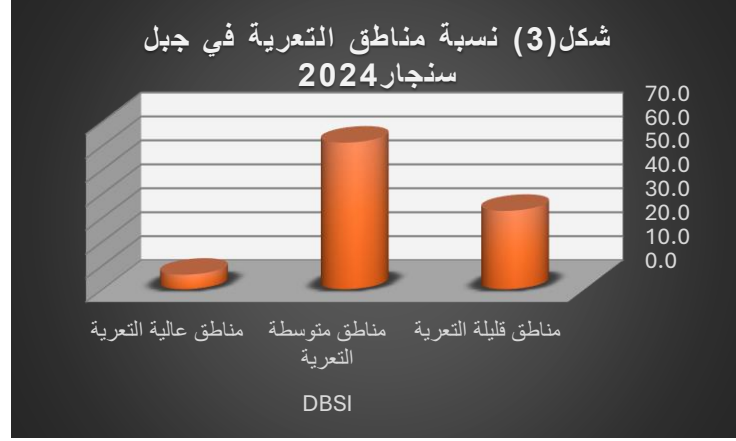
وعليه فيمكن لنا أن نتبين قيم مؤشر التعرية في منطقة جبل سنجار من خلال الجدول (3) الخاص بتصنيف مؤشر التعرية في منطقة الدراسة وتلك الأصناف هي:

جدول (3) مساحة أصناف المناطق حسب مؤشر التعرية في جبل سنجار 2024

المؤشر	الأصناف	المساحة كم ²	%
مؤشر التعرية DBSI	مناطق قليلة التعرية	373.3	32.7
	مناطق متوسطة التعرية	698.4	61.2
	مناطق عالية التعرية	69.3	6.1
	مساحة المنطقة	1141	100

المصدر خريطة 5

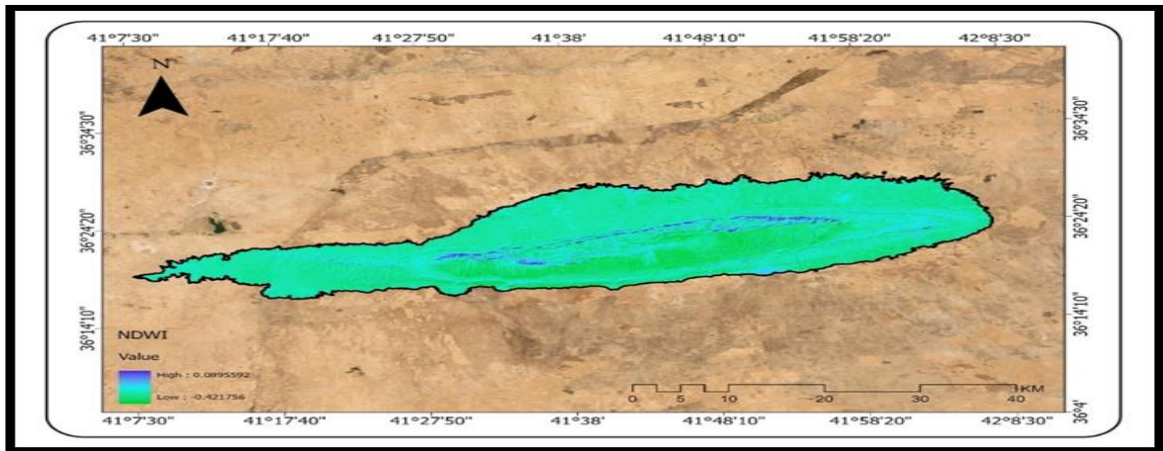
- يوجد بالمنطقة ثلاثة درجات للتعرية وجاء أعلاهم نسبة كما في الشكل البياني (3) المستخرج من الجدول المناطق متوسطة التعرية بنسبة مئوية وصلت إلى 61.2% وقد بلغت مساحة تلك المناطق 698.4 كم² من إجمالي مساحة المنطقة.



المصدر جدول 3

- بالمرتبة الثانية جاءت المناطق قليلة التعرية بنحو 32.7% بإجمالي مساحة تقدر بنحو 373.3 كم²، وهذه المساحة تعكس تماسك متوسط في التربة، بينما في المركز الثالث جاءت المناطق عالية التعرية بنسبة مئوية تصل إلى 6.1% وبمساحة كلية 69.3 كم²، تدل سيادة المناطق متوسطة التعرية أن المخاطر الجيومورفولوجية لهذا العامل متوسطة التأثير على تفكك التربة بالمنطقة؛ نظراً لوجود نسبة مرتفعة وإن كانت أقل للتعرية الشديدة وقليلة التعرية، فعامل التعرية هنا له نسبة لا يستهان بها في تفكك وانزلاق الصخور الجبلية بمختلف حجمها ويتحكم في الحكم مدى مسامية الصخور وطبيعة الفواصل بينها ونوعية عامل التعرية .

خريطة (5) مؤشر المياه في جبل سنجار 2024



المصدر: مرئية القمر الصناعي Landsat 9 بتاريخ 25/10/2024 من موقع USGS الأمريكي <https://earthexplorer.usgs.gov>

جدول (4) مساحة أصناف المناطق حسب مؤشر المياه في جبل سنجان 2024

المؤشر	الأصناف	المساحة كم ²	%
NDWI مؤشر المياه	مناطق لا تحتوي علي تواجد مائي	1137.5	99.7
	مناطق تحتوي علي تواجد مائي	3.5	0.3
	مساحة المنطقة	1141	100

المصدر: خريطة 5

(4) مؤشر المياه Ndvi حسب المرئيات الفضائية

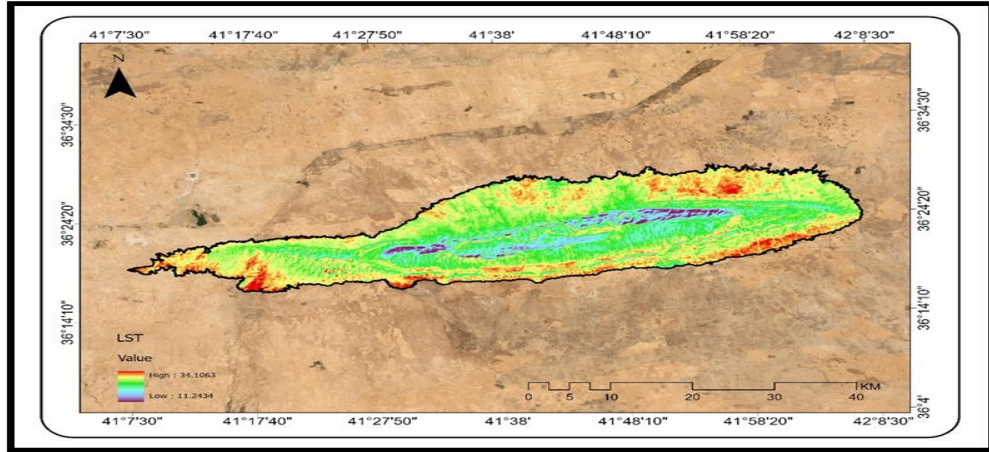
يتميز هذا المؤشر وجود المياه في الأجسام التي تدرس من خلال قياس الأشعة تحت الحمراء NIR القريبة والأشعة الحمراء قصيرة المدى SWIR (الاسدي , 2020 ص 268) ، ومن خلال الجدول (4) تم حساب النسب المئوية للمساحات المائية في منطقة الدراسة ومنه نستنتج :

- من خلال الشكل البياني المستخرج من الجدول السابق وجد أنه تسود في جبل سنجان المناطق التي لا تحتوي على مياه بمساحة تقدر بنحو 1137.5 كم² وبنسبة مئوية تصل إلى 99.7% من مساحة المنطقة، بينما يقل وجود المياه في مساحة تقدر بنحو 3.5 كم² بنسبة مئوية تصل إلى 0.3%

(5) مؤشر الحرارة LTS

إن التفاوت في درجات الحرارة بين فصول السنة بل بين الليل والنهار يعد عامل من عوامل تفكك التربة وتحديدًا التربة الصخرية ، حيث أن هناك تغير في حجم الصخور بالبرودة والحرارة ينشأ عنه تفكك وتكسر فيها ما يسمح بتناثر انزلاقات صخرية خطيرة، وعليه فقد تم الحصول على التفاوت بين درجات الحرارة داخل منطقة الدراسة والذي قطعًا يشكل صورة من صور الخطورة في المنطقة، ومن الجدول (4) و الخريطة (6) نتبين:

خريطة (6) مؤشر الحرارة في جبل سنجان 2024



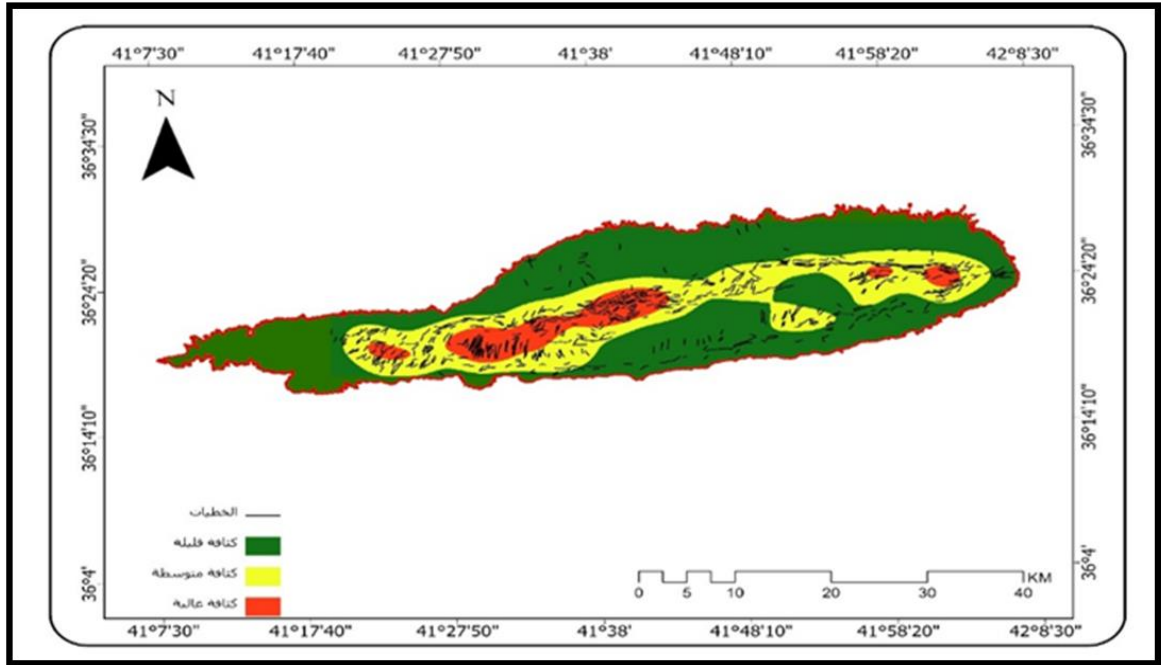
جدول (6) مساحة أصناف المناطق حسب مؤشر الحرارة في جبل سنجار 2024

المؤشر	الأصناف	المساحة كم ²
LST مؤشر الحرارة	أعلى معدل حرارة تم تسجيله	43.1
	أقل معدل حرارة تم تسجيله	11.2

المصدر: الخريطة (6)

- هناك تفاوت كبير بين درجات الحرارة داخل المنطقة فأعلى درجة حرارة كانت 43 درجة مئوية وأقل درجة حرارة كانت 11 درجة مئوية، وفي هذا الفارق ما يحدث تمدد تارة وانكماش تارة أخرى في صخور الجبل خاصة في نطاقاته العليا نتيجة انخفاض الحرارة بالارتفاع ما يحدث تكسر في الصخور وتذرية للناعم منها وانزلاق للأكبر في الحجم نحو الأسفل بفعل الجاذبية؛ ما يشكل مخاطر كبيرة على البيئة في المنطقة.
- من خلال الخريطة نلاحظه أن تفاوت الحرارة ظاهر جداً فاللون البرتقالي يعني شدة الحرارة ونجده منتشر على سفوح ومنحدرات الجبل بينما تنتشر البرودة على القمم.

خريطة (7) مناطق التراكيب الخطية حسب الكثافة في جبل سنجار 2024



مرئية القمر الصناعي Landsat 9 بتاريخ 2024/10/ 25 من موقع USGS الأمريكي

<https://earthexplorer.usgs.gov>.

ثالثاً: بناء نموذج المخاطر الجيومورفولوجية لجبل سنجار

تم بناء نموذج المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة من خلال الخريطة الجيولوجية المورفوتكتونية الجيومورفولوجية والهيدرومورفولوجية ولكل نموذج منهم عدد من الطبقات المكونة للصورة النهائية لنوع المخاطر؛ بغية تحقق أهداف البحث بتحديد أكثر المناطق خطورة في منطقة الدراسة (صبيح، 2019، ص 323)، بعد تحديد كثافة التراكيب الخطية في المنطقة كما في الخريطة (7) ومنها نجد:

- يقصد بالتراكيب الخطية هي مدى انتشار الفوالق والفواصل والشقوق في المنطقة والتي تتناسب درجة كثافتها عكسياً مع حدوث الانزلاقات الأرضية والمخاطر الجيومورفولوجية؛ فكلما كانت الشقوق والفواصل كثيفة كلما كان التفكك في الصخور خطر، وذلك كون أن التراكيب الخطية هي تغيرات بنيوية في الصخور نتيجة العمليات الجيولوجية والتي تشكل نقاط ضعف للطبقات فتكون مهياة لكل عمليات التجوية والتعرية وتكوين مجاري مائية على المنحدرات وبالتالي انزلاقات أرضية (العجيلي، 2014، ص 361)

- تنقسم التراكيب الخطية من حيث الكثافة لثلاثة درجات وقد كانت أعلاهم كثافة في أعلى الجبل في مناطق غير متصلة تحيط بها مناطق متوسطة الكثافة، بينما تنتشر على المنحدرات كثافات أقل في التراكيب الخطية

فيما يلي دراسة لأهم المخاطر في منطقة الدراسة المورفوتكتونية، والجيومورفولوجية، والهيدرومورفولوجية، دراسة أثر كل تلك المخاطر على البيئة في جبل سنجار من خلال نمذجة الأخطار المكانية:

أولاً: المخاطر المورفوتكتونية

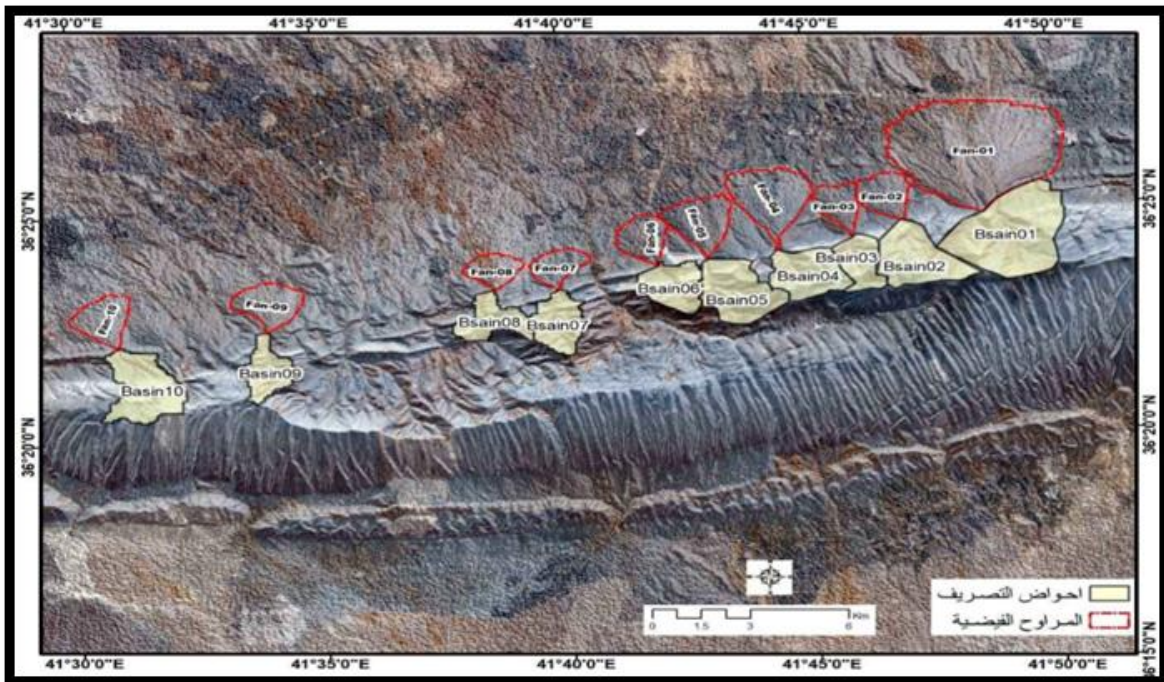
1) تكوين جبل سنجار

يقع جبل سنجار ضمن طية حزام سنجار العالية في شمال غرب العراق؛ حيث يتكون سطح العراق من عدد من الطيات والصدوع والفوالق منها ما هو تحت سطحي له بروز في طبوغرافية المكان وهذه المنطقة لها خصوصية في التضاريس المكونة لها؛ حيث أنها تقع ضمن الطيات الناتجة عن تحرك الفالق الأناضولي المكون لجبال زاغروس، وتمتد طية سنجار بين خطوط طول $41^{\circ} 39' \text{ Long E}$ وخطوط عرض $36^{\circ} 26' \text{ Lat. N}$ وتقع طية سنجار على بعد نحو 120 كم من مدينة الموصل غرباً ويمتد جزء منها في الأراضي السورية (البدراني، العمري، 2009، ص 293)، وتشكل المنطقة التي يقع فيها

الجبل على الحدود العراقية السورية نهاية للمنطقة المتموجة في العراق والتي تغطي نحو 15% من السطح ويطلق عليها المنطقة شبه الجبلية والممتدة من غرب وجنوب العراق إلى جبل سنجار، وهذا يعني تأثر طبوغرافية المنطقة بتواجد تلال وجبال وهضاب ووديان فنجد أن جبل سنجار يبلغ ارتفاعه في هذه المنطقة نحو 900 فوق مستوى سطح البحر، وهو جبل يحيط به منطقة من التلال وتحاذيها منطقة حزام لسلسلة جبال مكحول كفاصل بين نينوى ومحافظة ديالى. هذا وتنتهي أودية الجبل لعدد من المراوح الفيضية التي تشكلت بفعل ما يصبه الوادي ويترسب في المناطق المستوية عند أقدام الجبل والتي تتكون من احصى والحجارة التي تكسرت علاوة على الطين ما شكل خزانات أرضية للمياه الجوفية.

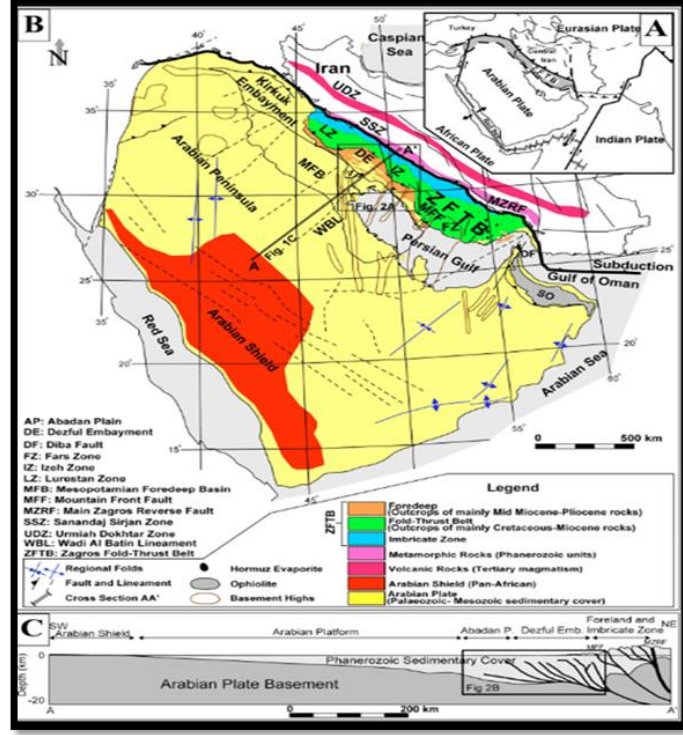
هذا وقد تأثرت العراق بالحركات التكتونية لفالق الأناضول؛ حيث تأثرت المنطقة الشمالية الغربية من العراق بصدام نتج عن تحرك هذا الفالاق في الزمن الجيولوجي من الكريتاسي المتأخر إلى المايوسين الأوسط كسائر العراق باتجاه شمالي غربي جنوبي شرقي، (محمد، ناكري، 2022، ص 412-413) كما يظهر من خلال الخريطة (8) كيف يمتد الحزام الخاص بطيات زاجروس في الصفيحة العربية وأقسامه الهيكلية حيث نجد تأثر منطقة الدراسة ب نطاق Fold-Thrust Belt (ZFTB) Zagros (الحمداني، الحاج، 2005، ص 52)، فالجبل يقع في منطقة الرصيف القاري غير المستقر وقد نشأ نتيجة الحركات الالتوائية التي شكلت جبال طوروس وزاجروس، يتكون الجبل من مقطعين بلغت المسافة بينهما نحو 17 كم.

خريطة (7) توزيع المراوح الفيضية لوديان بجبل سنجار



المصدر: دلفين جعفر محمد و سمير صباح ناكره يى، أحواض التغذية وتأثيراتها في المراوح الفيضية للسفح الشمالي لجبل سنجار باستخدام التقنيات المكانية، جلة جامعة دهوك، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، ، المجلد: 25، العدد 1

خريطة (8) أثر حزام طيات زاغروس في الصفيحة العربية و سطح العراق



Alvar Braathen², Mohamad Mokhtari and Seyed Ahmad Alavi, Interaction of the Zagros Fold–Thrust Belt and the Arabian–type, deep–seated folds in the Abadan Plain and the Dezful Embayment SW Iran EAGE/Geological Society of London, 2006

- المقطع الأول: مقطع كرسى والمتواجد شرق طية سنجار

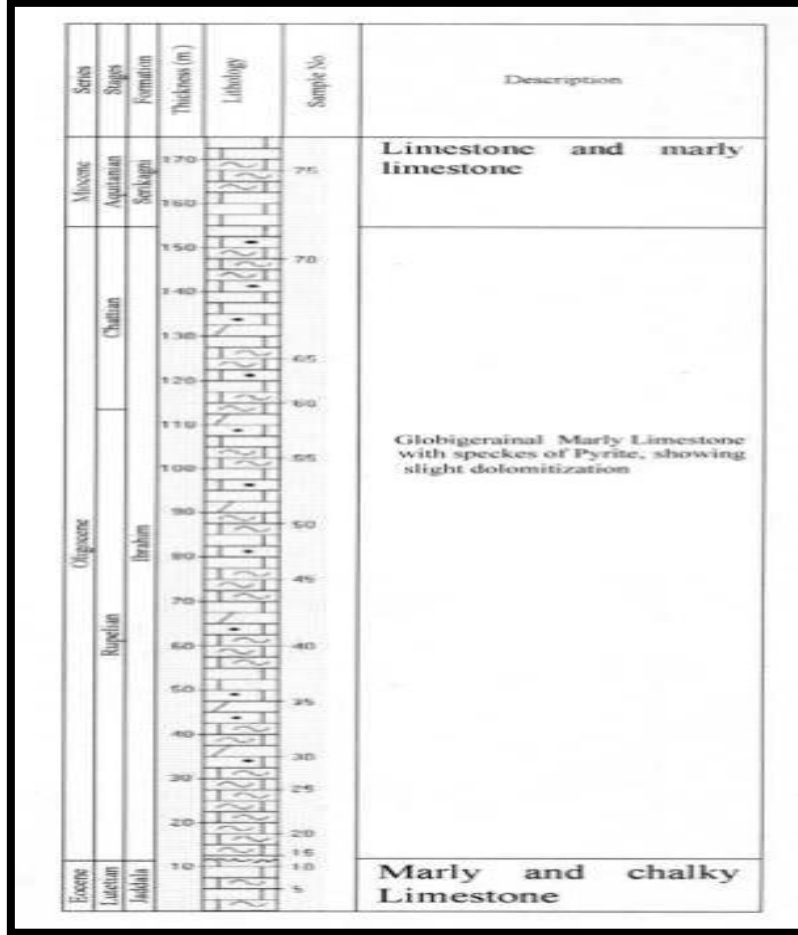
- المقطع الثاني: مقطع سنجار في جنوب الطية

وتشكل الفوالق بين الصخور الموجودة في البنية التركيبية لمنطقة الدراسة نقاط ضعف في التربة ما يؤثر على سهولة وجود انزلاقات أرضية خطيرة نتيجة زيادة نفاذية الصخور، كما أن تملح التربة نتيجة الجفاف والتفكك يتركز أكثر في نطاق الفوالق الأرضية ففي سنجار فالق بطول 130 كم لياس وآخرون، 2020، ص 103، هذا ويمكن تصنيف تركيبات جبل سنجار بأنها أكبر التراكمات السطحية لنمط جبال طوروس بفعل حركات الالتواء الفراتي الذي شكل طية بطول 30 كم في العراق و 30 كم في سوريا.

التكوينات الجيولوجية

ترجع الترسبات في منطقة جبل سنجار إلى العصر Paleocene–Early Eocene وهي ترسبات من الحيويد المشهورة في العراق والمنشرة على طية سنجار بامتداداتها العمودية والجانبية وسحناتها 'الحمداني والحاج، 2005، ص 52' ويتكون جبل سنجار من:

شكل (4) المقطع الجيولوجي لمنطقة الدراسة



المصدر: عمر احمد البدراني و فاروق صنع الله العمري، الطباقية الحياتية لمتحجرات النانو الكلسية لتابعات الاوليغوسين في طية سنجار شمال غرب العراق، كلية العلوم، جامعة الموصل، 2009

- **تكوين شرانش Shiranish Formation** ، هو من أقدم التكوينات المنكشفة في سطح طية سنجار وحده السفلي غير منكشف وهو صورة عدم توافقية مع تكوين Bekhme Formation البخمه حتى عمر للكامبانيان المتأخر إلى المايسترختيان، ويبلغ سمك الطبقة نحو 430 متر وتتكون الطباقية الصخرية للتكوين من صخور المارلي وكل من الحجر الجيري والجيري الرملي ووجود عدسات بريشيا ويمكن تقسيم تكوين شرانش إلى (المتولي، الجبوري، 2003، ص 155-156):

وحدة سفلى، سمكها 45متر مكونة من المارلي الهش ذو السمك القليل والتي تستمر حتى الوحدة السفلى ثم تصبح صلبة ويتغير لونها ، حتى يظهر الحجر الجيري أسفل الوحدة الوسطى والحجر الجيري المارلي، وتتصف الوحدة الوسطى بأنها ذات سمك تتابعي 285متر، وهي مكونة من الحجر الجيري المارلي والرملية والبريشيا وتتعاقب الطبقات مع الهشاشة الصخرية ، وتأتي الوحدة العليا بسمك 100 متر بتكوينات من المارلي والحجر الجيري المارلي والذي يقل سمكه صعودًا حتى النقاء تكوين الشرائش مع تكوين سنجار الجيري للبايوسين – الايوسين المبكر، ويشكل الفاصل بينهما حدة كبيرة.

- **تكوين سنجار Sinjar Formation** ، وهو الطبقة التي تكونت بشكل منفصل بشكل عدم توافق في العمر الجيولوجي للبايوسين إلى الايوسين المبكر .

- **تكوين جدالة**، وهو تكوين ظهر في البايوسين المبكر إلى الأوسط، ويتشكل من تتابع للحجر الطيني الرملية والغرين وطبقات هشة من الحجر الكلسي. (المتولي، 2003، ص271)

- **تكوينات فوقية مختلف عليها** (البدراني ، العمري ، 2009، ص 293)، تكوين سريكانكي في عمر المايوسين المبكر والتي ورد نكرها في دراسات Abawi and Maroof,1988، وتواجد تكوين إبراهيم في عمر الاوليوجوسين الأوسط للمتأخر فوق تكوين الجدالة، وأشار Al-Banna,2004 لتواجد تكوين تارجيل في عمر الاوليوجوسين فوق تكوين الجدالة، وقال Al-Banna and Al -Mutwali,2002 -أن هناك تكوين بلاني في الاوليوجوسين المبكر، ولكن أشار العالم أحد الدارسين العرب إلى خلاصة القول أنه يغطي تكوين الجدالة فعليًا عدد من التكوينات وهم بلاني في عصر الاوليوجوسين الأوسط حتى المتأخر يليه تكوين إبراهيم في عمر المايوسين المبكرة واتفق مع Bellen في وجود تكوين سريكانكي من ثم تكوين الفرات في عمر المايوسين المبكر وفي الأعلى تكوين جريبي في عمر المايوسين الأوسط وفي الأعلى تكوين الفتحة. (رشاد، 2006، بدون صفحة)

ويمكن تقسيم منطقة الدراسة لثلاثة أقسام فيزيوغرافية (الشكري، 2002، ص19) هي:

1. منطقة الحجز الأوسط والتي تمتد الجبل بطوله فيها بتكوينات صخرية تعود لتكوينات سنجار وعليجي الكلسية والتي تقاوم النحت والتعرية بطبيعتها.

2. منطقة الحواجز التركيبية التي تحيط بالجبل على هيئة تلال في تموجات متوسطة الارتفاع، وهي أيضًا مقاومة لعمليات النحت وحي صخور ترجع لتكوينات كل من جدالة وتكوين طبقاته، وسريكانكي و فرات

وجريبي .

3. المنطقة السهلية المنبسطة وهي سهول تراكمية تشكل أقدام انحدارات الجبل المغطاة بإرسابات العصر الرباعي وفيها المراوح الفيضية ورواسب الوديان الموسمية الجريان.

وبما إن العراق جزء من جيولوجية الصحيفة العربية والتي يعد العراق فيها جزء من الجزيرة العربية فقد تم الاستعانة بخريطة شبه الجزيرة العربية الجيولوجية وفيما يلي جدول () يعرض أنواع الرواسب في منطقة الدراسة وخصائصها الجيولوجية الجيومورفولوجية ، هذا وتعد الرموز T ، QT ، و K المستخدمة لها دلالات قياسية تتبع التصنيفات الجيولوجية العالمية. وفي سياق خريطة شبه الجزيرة العربية، فإنها تشير غالبًا إلى أن بالإقليم ككل ثلاثة أنواع من الرواسب التي ترجع كل منها لعصر جيولوجي معين وله دلالة خاصة وخصائص جيومورفولوجية خاصة به وهم:

جدول(7) أنواع الرواسب في منطقة الدراسة وخصائصها الجيولوجية الجيومورفولوجية حسب الخريطة الجيولوجية

الرواسب	الدلالة	نوع الصخر	العمر الجيولوجي	الخصائص الجيومورفولوجية
T (رواسب التراسات) Terrace Deposits	رواسب سطحية تشكلت من عمليات التعرية والترسيب على طول الأودية أو السهول الفيضية.	رواسب غير متماسكة (حصى، رمل، طمي)، تمثل مراحل تراكمية حديثة	ينتمي إلى العصر الحديث (الهولوسين) وربما أجزاء من العصر الجليدي (البليستوسين).	منخفضة التماسك، عرضة للتعرية والانجراف. توجد في المناطق القريبة من الأنهار أو السواحل.
QT (رواسب الرباعي-الثلاثي) Quaternary- Tertiary - Deposits	تكوينات مختلطة تمثل ترسبات من عصريين جيولوجيين: • العصر الرباعي الحقب (Quaternary): الجيولوجية الحديثة (منذ حوالي 2.6 مليون سنة حتى الآن). • العصر الثلاثي (Tertiary): الفترة بين 66 مليون و 2.6 مليون سنة مضت.	رواسب غير متماسكة إلى متماسكة جزئيًا (مثل الحصى والرمل والطين). قد تشمل طبقات رسوبية أعمق وأكثر تماسكًا.	تشكلت خلال فترة الانتقال بين العصرين الثلاثي والرباعي.	متوسطة التماسك. قد تتواجد في المناطق الانتقالية مثل السفوح أو الوديان.

صخور متماسكة، غالبًا ما تشكل مرتفعات أو جبال. تُعتبر خزانات طبيعية للنفط والغاز. أقل عرضة للتعرية بالمقارنة مع التكوينات الأخرى.	تشكلت خلال العصر الطباشيري (آخر عصور حقبة الحياة الوسطى).	صخور رسوبية متماسكة مثل الحجر الجيري، الحجر الرملي، والصخور الطينية. قد تحتوي على رواسب كربونية أو طبقات غنية بالفسفور.	تكوينات جيولوجية تعود إلى العصر الطباشيري الذي (Cretaceous) استمر من حوالي 145 مليون إلى 66 مليون سنة مضت.	K تكوينات الطباشيري Cretaceous) Formations
---	--	---	---	--

المصدر من الخريطة الجيولوجية

T (رواسب التراسات Terrace Deposits) -

QT - (رواسب الرباعي-الثلاثي Quaternary-Tertiary Deposits)

- K تكوينات الطباشيري Cretaceous Formations

1. رواسب التراسات Terrace Deposits - الرمز T

هي رواسب سطحية نتجت عن التعرية والترسيب بطول الأودية أو السهول الفيضية وبها تشكيلات صخور غير متماسكة من حصي، رمل، طمي، ويرجع عمرها إلى العصر الحديث في الهولوسين وربما بعض أجزاء العصر الجليدي في البليستوسين، هذا وتتصف جيولوجية هذه الرواسب لأنها قليلة التماسك معرضة للتعرية والانجراف وهذه صورة من صور المخاطر الجيومورفولوجية في المنطقة؛ وتوجد في المناطق القريبة من الأنهار أو السواحل.

2. رواسب الرباعي-الثلاثي (Quaternary-Tertiary Deposits) ، الرمز QT

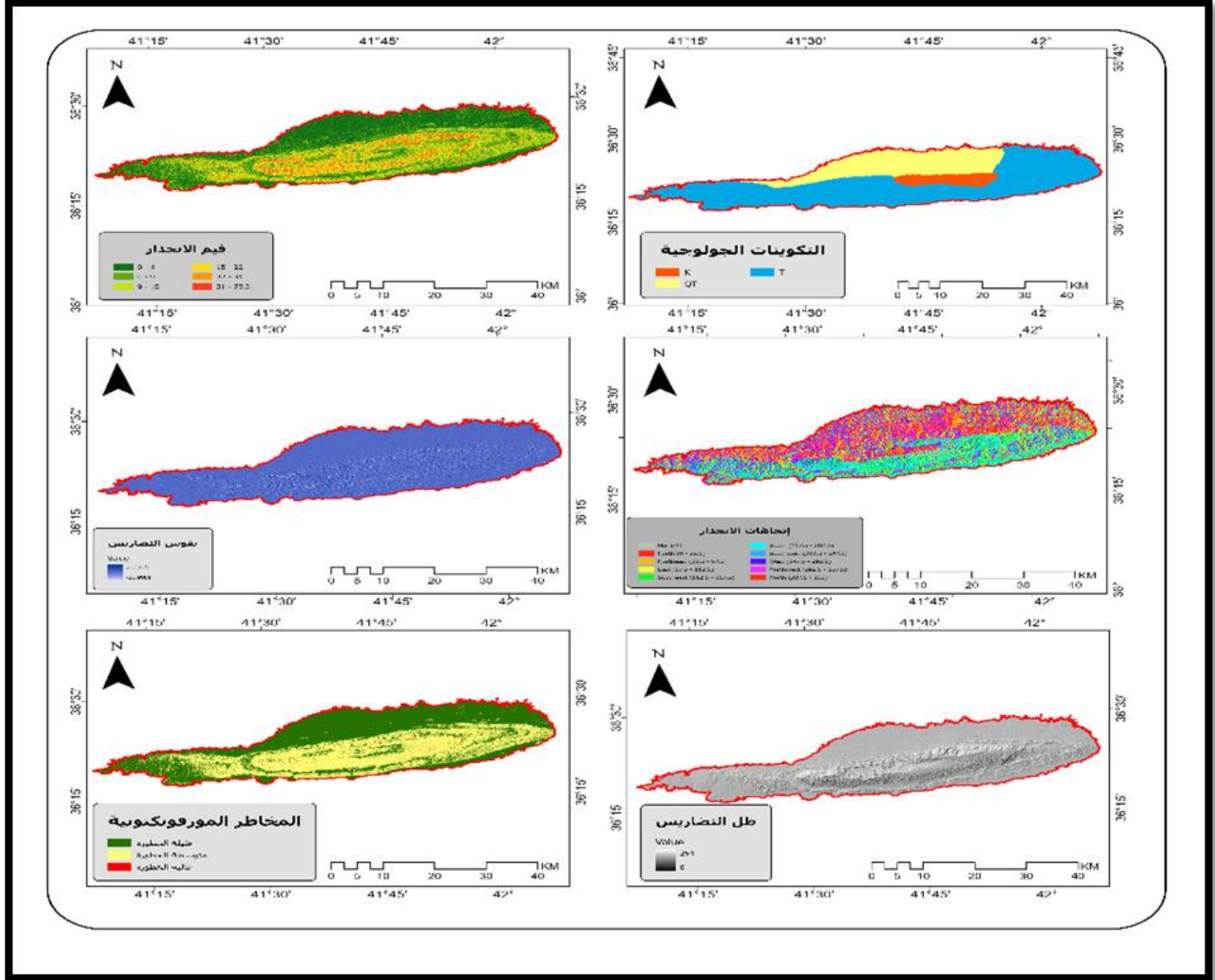
هي رواسب مختلطة من العصر الرباعي منذ 2.6 مليون سنة حتى الآن والعصر الثلاثي منذ 66 مليون إلى 2.6 مليون سنة وتتكون من صخر غير متماسك إلى متماسك جزئيًا حصي، رمل، طين هذا وتكونت تلك الطبقة خلال فترة الانتقال بين العصرين الثلاثي والرباعي وتتصف جيومورفولوجيًا متوسطة التماسك، توجد في المناطق الانتقالية مثل السفوح أو الوديان.

3. تكوينات الطباشيري Cretaceous Formations الرمز K

النمذجة المكانية للمخاطر الجيومورفولوجية لجبل سنجار وأثارها البيئية

تعود إلى العصر الطباشيري منذ حوالي 145 مليون إلى 66 مليون سنة بها صخور رسوبية متماسكة منهم الحجر الجيري، الحجر الرملي، والصخور الطينية، في العمر الجيولوجي العصر الطباشيري آخر عصور حقبة الحياة الوسطى ، جيومورفولوجياً هي صخور متماسكة وغالبًا ما تشكل مرتفعات أو جبال وتُعتبر خزانات طبيعية للنفط والغاز وهي أقل عرضة للتعرية مقارنة بالتكوينات الأخرى.

خريطة (9) المخاطر المورفوتكتونية في جبل سنجار



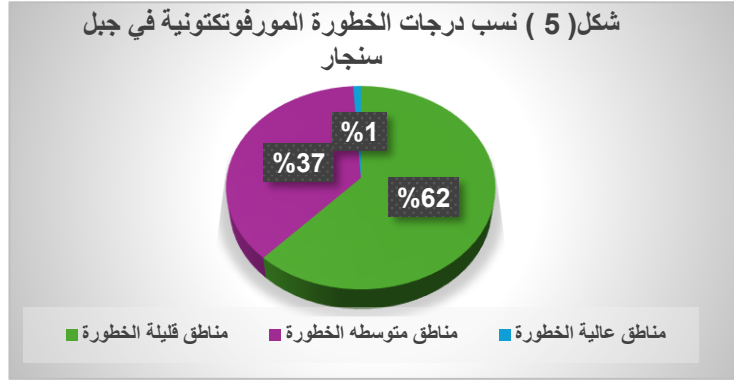
المصدر: مرئية القمر الصناعي 9Landsat بتاريخ 25/10/2024 من موقع USGS الأمريكي <https://earthexplorer.usgs.gov>

درجات الخطورة المورفوتكتونية في منطقة الدراسة:

من خلال الخريطة (9) والجدول (8) والخاصين بالنسب المئوية المساحية لدرجات الخطورة المورفوتكتونية في جبل سنجار 2024 ومن الشكل (5) الخاص بدرجات الخطورة نجد ما يلي:

جدول (8) النسب المساحية لدرجات الخطورة المورفوتكتونية في جبل سنجار 2024

البيان	درجة الخطورة	المساحة كم ²	%
المخاطر المورفوتكتونية	مناطق قليلة الخطورة	705.7	61.8
	مناطق متوسطة الخطورة	423.9	37.2
	مناطق عالية الخطورة	11.4	1.0
	مساحة المنطقة	1141	100.0



المصدر: النسب المساحية لدرجات الخطورة المورفوتكتونية في جبل سنجار 2024

تنقسم درجات الخطورة المورفوتكتونية كما في الخريطة والجدول لثلاثة درجات جاءت الدرجة قليلة الخطورة بالمقدمة بما يتعدى 60% من المساحة الكلية للمنطقة، بينما جاءت الدرجة متوسطة الخطورة بنحو 37.2% من إجمالي مساحة المنطقة ، وهذا يعني أن الخطورة المتوسطة موجودة ولكنها بسيطة نسبة للمناطق قليلة الخطورة .

تتكون خريطة الأخطار المورفوتكتونية من مجموعة عناصر هي:

- خريطة التكوينات الجيولوجية، تشكل التكوينات الجيولوجية كما سبق وشرحنا عامل خطورة كبير نتيجة هشاشة الطبقات في أغلب السطوح.

النمذجة المكانية للمخاطر الجيومورفولوجية لجبل سنجار وأثارها البيئية

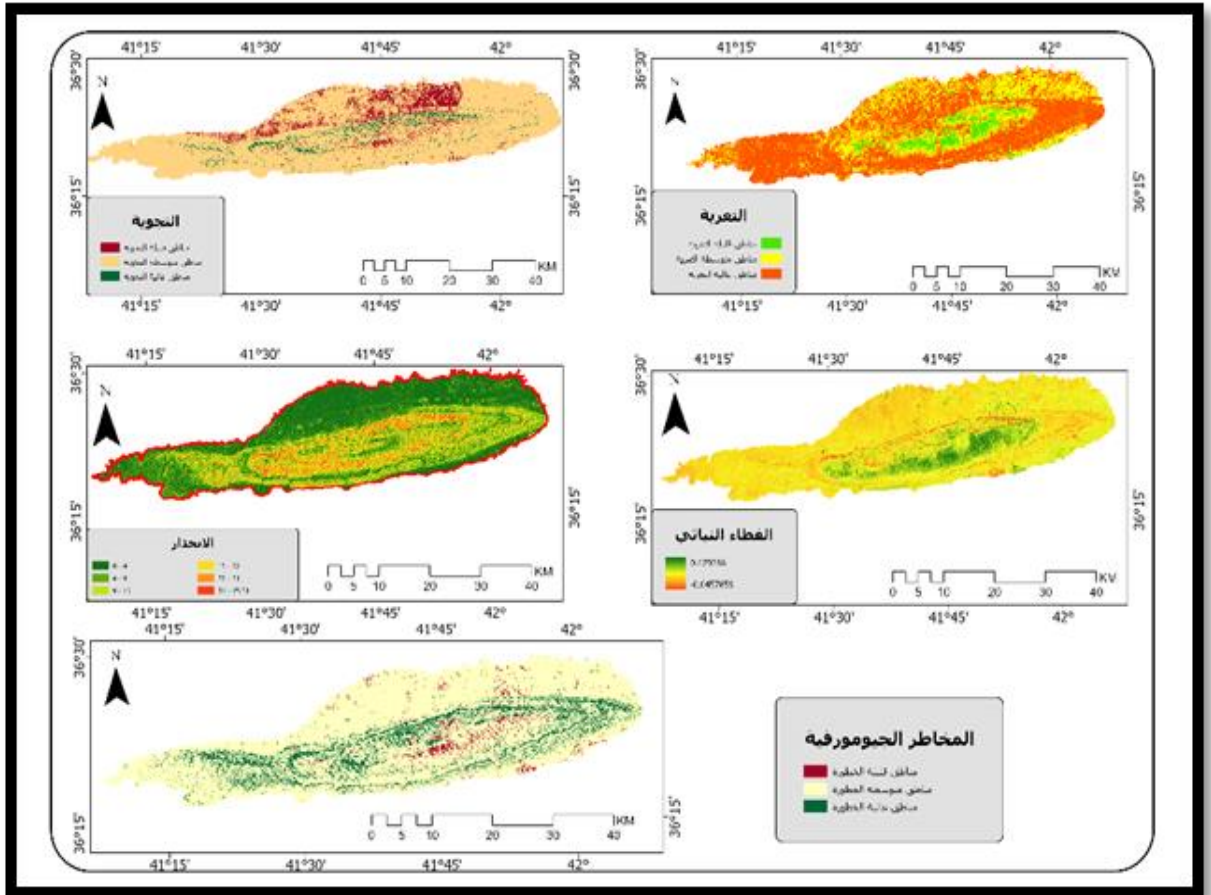
- خريطتي درجات الانحدار واتجاهاته: حيث أن أعلى درجة للانحدار في قمة الجبل وأطرافه ويكون الانحدار حادًا باتجاه الشمال بامتداد الجبل.
- خريطتي تقوس وظل التضاريس ، ومنها نجد أن مناطق تقوس التضاريس تشكل المرتفعات والمناطق المنحدرة والتي تشكل محط خطورة في نفسها حينما تكون الطبقات السطحية والمتوسطة منها مفككة.

ثانيًا: المخاطر الجيومورفولوجية

من خلال خريطة الأخطار الجيومورفولوجية وجدول درجات الخطورة والشكل البياني لهم نجد إن هناك عناصر في الخريطة من شأنها أن تسبب أخطار كبيرة وتؤدي لانهيئات صخرية من الجبل مختلفة الخطورة، حيث نجد أولاً أن تلك العناصر هي:

- التعرية ، بداية فلقد لاحظنا من خلال العرض الجيولوجي للمنطقة أن هناك طبقات غير متماسكة من الصخور ؛ ما يعني أن إمكانية حدوث فوالق وتكسر وانزلاقات صخري وارد جدًا وربما بشدة.

خريطة (10) المخاطر الجيومورفولوجية



المصدر: مرئية القمر الصناعي Landsat 9 بتاريخ 25/10/2024 من موقع USGS الأمريكي <https://earthexplorer.usgs.gov>.

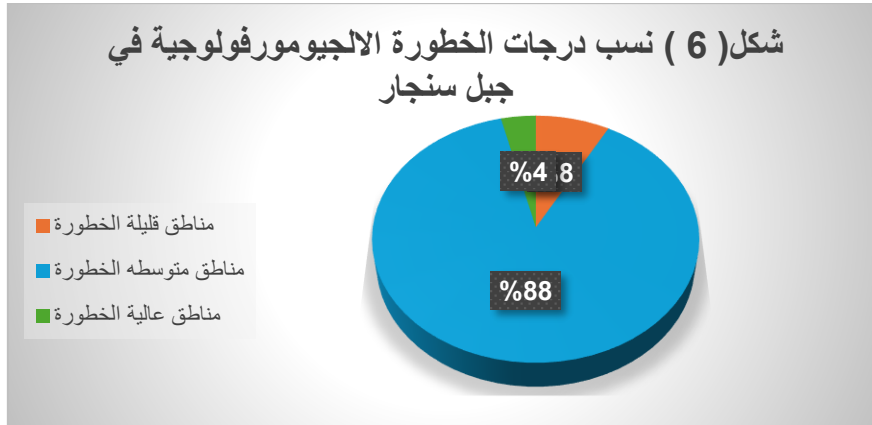
جدول (9) النسب المساحية لدرجات الخطورة الجيومورفولوجية في جبل سنجار 2024

البيان	درجة الخطورة	المساحة كم2	%
المخاطر الجيومورفولوجية	مناطق قليلة الخطورة	91.7	8.04
	مناطق متوسطة الخطورة	1006.4	88.20
	مناطق عالية الخطورة	42.9	3.76
	مساحة المنطقة	1141	100

المصدر: من حسابات برنامج arc gis من المرئية الفضائية

- التجوية ، من خلال الخريطة نلاحظ إن هناك درجات للتجوية منها ما هو متوسط الشدة وهو السائد في نحو 88.20% من المكان بينما يتركز العالي الشدة في القمة بمساحة 3.8%؛ حيث تأثير الأمطار والتكثف نتيجة الارتفاع ما يعد من عوامل التجوية السطحية.
- الغطاء النباتي ، يكاد ينعدم الغطاء النباتي على غالبية الجبل إلا أنه يكون كثيفاً على منحدرات القمة؛ نظراً لتوفر الخصوبة الناتجة عن التعرية القوية والتجوية في هذا المكان وكذلك سقوط الأمطار، إلا إن الإشكالية تكمن في تفكك التربة بصورة أكبر نتيجة لان النبات هو عامل من عوامل تماسك التربة، وهنا نجد مسبب آخر من أسباب الخطورة والانزلاقات الأرضية.
- الانحدار، وهو العامل الذي يجعل من الانزلاقات الأرضية أمر حتمي فكلما كان شديداً زاد الانزلاق والعكس صحيح.
- تتقسم درجات الخطورة من حيث المساحة إلى مناطق متوسطة الخطورة شكلت تقريباً كل المساحة الخاصة بمنطقة الدراسة.

شكل (6) نسبة المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة البحث



المصدر: النسب المساحية لدرجات الخطورة الجيومورفولوجية في جبل سنجار 2024

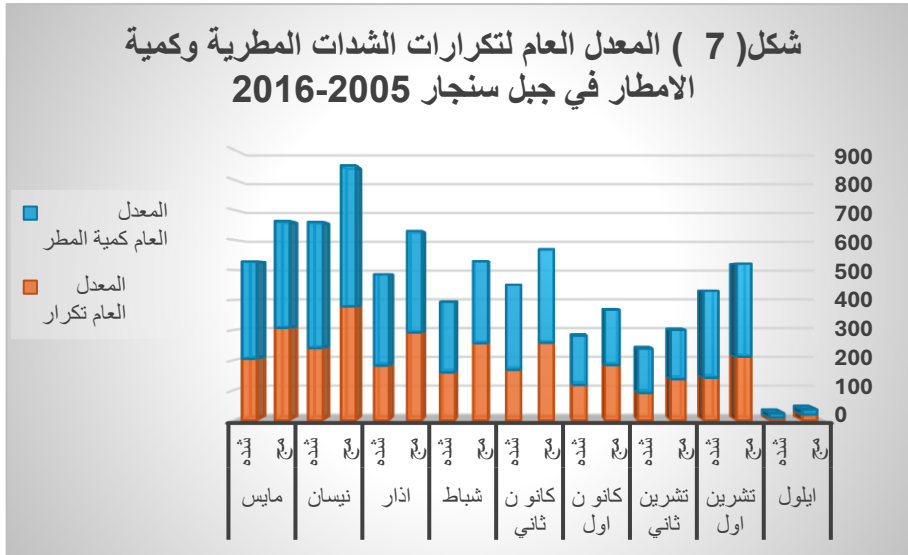
هذا لأن هناك أنواع من المظاهر الجيومورفولوجية عامة حسب الحركة والثبات فإن من أكثرهم خطورة هي المظاهر الجيومورفولوجية المتحركة وهي السفوح المنحدرة والتي بها انهيارات أرضية صخرية -Debris-Avalanche؛ حيث يحدث تساقط متدرج للطبقة السطحية من سفوح المنحدرات المرتفعة ، لذا نجد أن تلك الانهيارات لا بد وأن تحدث بسبب وتتنوع الأسباب التي من شأنها أن تحدث هذا التفكك في الوشاح السطحي للسفوح وهذا التفكك أنواع:

- انزلاقات صخرية ، والتي تحدث عادة بفعل أنواعها فالتجوية الكيميائية Mechanical Weathering والتي يكون نشاطها فاعلاً حسب الخواص الفيزيائية للمنطقة والتي لها فعل عنيف على الصخور؛ فتفككها لأحجام تبدأ من السنتيمتر وحتى الكتل الصخرية .
- انزلاقات طينية الأرضية Earthflow ، ويطلق عليها مرادفات كثيرة وجميعها بمعنى الانهيارات الناتجة عن التجوية الكيميائية وتقاس كمية الانزلاقات الطينية بالأمتار وتتنوع كمياتها حسب فعل التجوية الكيميائية المعتمد على الفواصل اللاحمة بين الصخور ومدى نفاذيتها.

ثالثاً: المخاطر الهيدرولوجية

يشكل الجريان السطحي والأمطار خطورة كبيرة على الصخور والطبقات التكتونية علاوة على نفاذية تلك التكوينات وتجمع المياه فيما بين تلك الرواسب، بخلاف ضعف الصخور الجيرية والرملية أمام المياه، وعليه نجد أن هناك مصادر لتلك المياه متعارف عليها وهم:

- الأمطار حيث نجد من خلال الشكل البياني ل شكل (7) المعدل العام لتكرارات الشدات المطرية وكمية الأمطار في جبل سنجار 2005-2016 أن معدل الأمطار مرتفع في معظم شهور السنة وتكاد ترتفع كمياته بشكل كبير؛ وهذا عامل مؤثر في تفكك التربة ووجود انزلاقات طينية وحصوية كثيرة تشكا مخاطر هيدرولوجية مرتفعة.

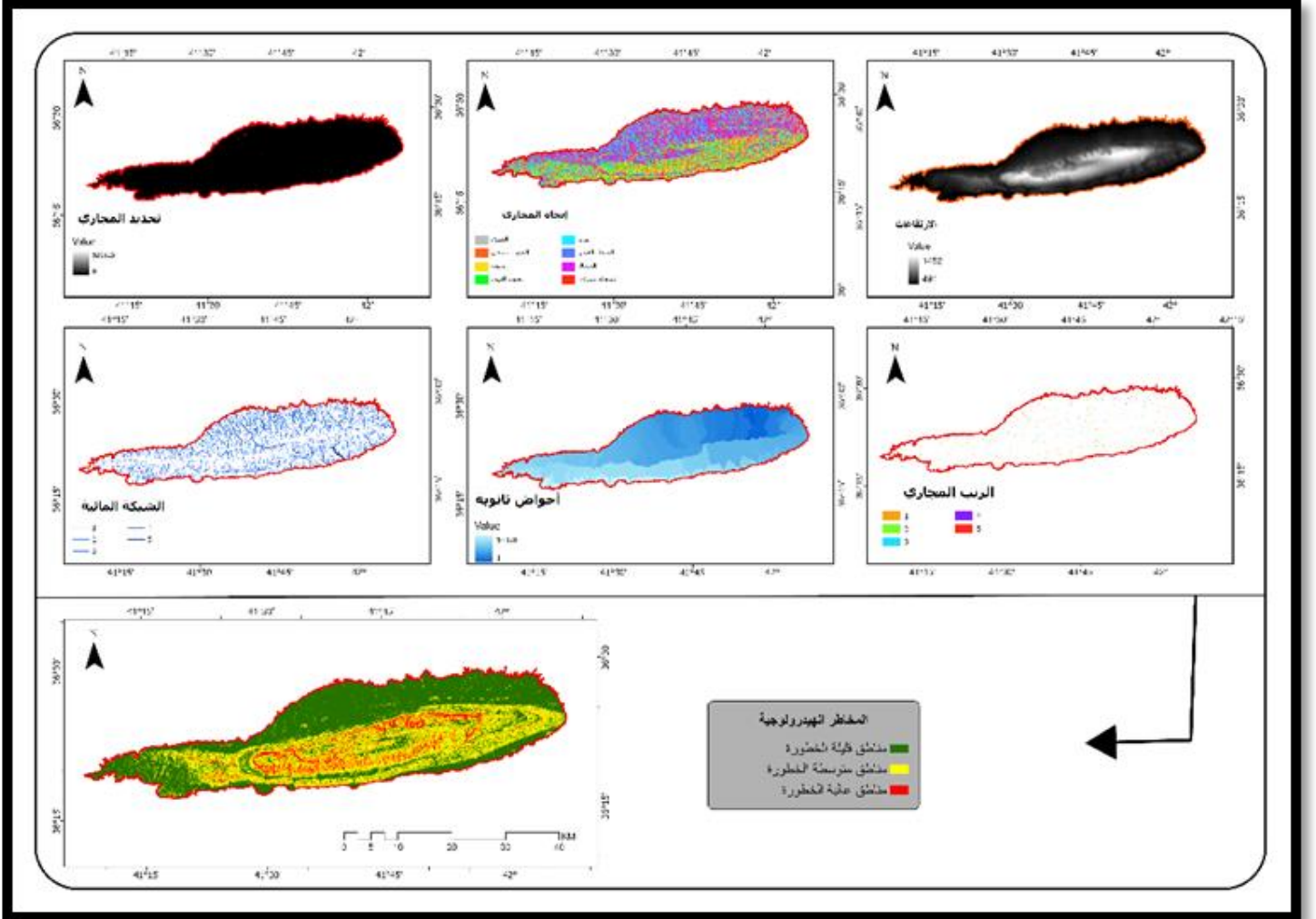


المصدر: بلسم شاكر شنيشل، النمذجة المورفومناخية بفعل الشدات المطرية وأثرها في التدهور البيئي باستخدام RS-GIS حالة دراسية جبل سنجار، مجلة فنون الفراهيدي ، المجلد 11، العدد 3 ، الجزء الثاني ، 2019

- عامل الخزانات المائية الأرضية خاصة عند المراوح الفيضية على أطراف الجبل وعليه فهناك عوامل شكلت المخاطر الهيدرولوجية كما في الخريطة () وهي :

- الارتفاعات والانحدارات: فكلما زاد الارتفاع وحدة الانحدار كلما زاد عامل الانزلاقات الناتجة عن الأمطار.
- المجاري المائية الناتجة عن خط تقسيم المطر؛ حيث نرى في الخريطة مدى كثافتها خاصر في اتجاه الشمال حسب ميل السطح، وهذا أمر يضاعف من درجات الخطورة الجيومورفولوجية.
- تبلغ درجة الخطورة في أعلى الجبل 10% وتقل كلما انحدرنا بنسبة مساحية تصل إلى 60% من المساحة الكلية

خريطة (11) المخاطر الهيدرولوجية



المصدر: مرئية القمر الصناعي 9Landsat بتاريخ 2024/10/25 من موقع USGS الأمريكي <https://earthexplorer.usgs.gov>.

جدول (10) النسب المساحية لدرجات الخطورة الهيدرولوجية في جبل سنجار 2024

البيان	درجة الخطورة	المساحة كم2	%
المخاطر الهيدرولوجية	مناطق قليلة الخطورة	693.4	60.8
	مناطق متوسطة الخطورة	331.9	29.1

10.1	115.7	مناطق عالية الخطورة
100.0	1141	مساحة المنطقة

المصدر: خريطة المخاطر الهيدرولوجية

أثار المخاطر الجيومورفولوجية على البيئة

سبق أن قلنا بأن التغيرات السريعة والمفاجئة في أشكال الأرض بفعل العوامل الباطنية أو الخارجية تعمل على تغيير البيئة وتحولها بشكل يضر بالإنسان والأحياء في النظم البيئية، ولأن النظم الاجتماعية تتداخل مع البيئية فإن أي تغير في سطح الأرض يؤثر سلباً على البيئة التي يعيش فيها ملايين الكائنات مع الإنسان، وعليه نلاحظ من العرض السابق أن هناك خطورة جيومورفولوجية شديدة في منطقة الدراسة نتيجة ارتفاع الجبل ووعورته وتكمن أغلب المخاطر في الجهة الشمالية بعرض الجبل، نتيجة اتجاهات الانحدار ووعورة السفح مع ثبوت فعل التعرية بأنواعها والتجوية كذلك وضعف وجود الغطاء النباتي كلما ابتعدنا عن القمة.

مع وجود كثافة في التراكيب الخطية في مناطق الخطورة ما شكل نقاط ضعف بنيوية تتشكل على أثرها الأخطار الجيومورفولوجية التي تهدد الإنسان وبيئته وتضر بالحياة وكل مفرداتها.

وفي محافظة نينوى حيث يقع جبل سنجار موضوع البحث تدرج أعداد من الأراضي المتدهورة والتي تكون الغطاء البيئي الجيومورفولوجي وهي حسب أوزانها (أمين، وآخرون ، 2020، ص721):

جدول (11) الأراضي المتدهورة في جبل سنجار حسب الوزن المساحي

النوع	الوزن	المساحة كم ²	%
أراضي مشققة ومجاري الوديان موسمية الجريان	5	9062.1	23.4
أراضي معرضة للتصحر وترسب الرمال	4	2688.4	6.94
الحفر الغائرة والكثبان	3	4167.3	108
مناطق ذات تعرية مائية نشطة على التلال والجبال	2	6810.5	17.6
منخفضات السبخات الملحية	1	15959.6	41.3

المصدر: رقية أحمد أمين، وآخرون، نمذجة خريطة الغطاء الأرضي وفق مؤشرات القابلية البيئية لمحافظة نينوى

باستخدام التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة مداد الآداب، العدد الخاص بالمؤتمرات، 2020

- يشير الجدول إلى أنه بالمرتبة الأولى السبخات الملحية من حيث المساحة يليها مناطق ذات تعرية مائية نشطة على التلال والجبال والتي تنطبق على جبل سنجار ومساحتها 17.6% من المحافظة، فالمرتبة

التالية من حيث الأوزان الحفر الغائرة والكثبان ثم الأراضي المعرضة للتصحر في التلال والجبال بنحو 6.94% أما الوديان والأراضي التي تشققت فهي بمساحة تربة عن 23% من المحافظة. هذا يعني أن هناك أخطار بيئية كبيرة في جبل سنجار نتيجة التغيرات الجيومورفولوجية التي نتجت عن عمليات التكوين الباطني والعوامل الخارجية.

■ الاستنتاجات

1. لتقنيات نظم المعلومات الجغرافية أهمية كبيرة في رصد التغيرات الجيومورفولوجية في الجغرافيا بشكل عام وفي نمذجة المخاطر الجيومورفولوجية واثارها البيئية بشكل خاص، حيث توفر تلك التقنيات بيانات رقمية يمكن استخدامها من قبل الدولة في مواجهة تلك الأخطار على البيئة والإنسان.
2. تضم منطقة جبل سنجار عدد كبير من الأراضي المتدهورة بفعل العمليات الجيومورفولوجية والتي تشكل نقاط خطورة وبواطن ضعف في الجبل وتسبب خسائر كبيرة في البيئة وحياتة الإنسان.
3. لا توجد دراسات وافية عن جيومورفولوجية جبل سنجار فبالنتالي فإن لهذه الدراسة السبق في تصنيف المخاطر المكانية للجبل والدفع بنتائج الدراسة لتكون محط مواجهة من المسؤولين.

■ التوصيات

1. يجب توفير بيانات كافية رقمية أو إحصائية عن إرتفاعات المنطقة وعن المخاطر المعروفة قبلاً فيها؛ حتى تفيد دارسين الجغرافيا في هذا المجال المهم.
2. يجب الاهتمام بإدخال نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الجيومورفولوجية والجيولوجية لصعوبة دراسة المناطق الجبلية بشكل ميداني متكامل.
3. أخذ الاحتياطات اللازمة لسكان مدينة سنجار تحديداً لمواجهة أضرار الانزلاقات الأرضية بالمنطقة.
4. بالجبل عدد من الأثار المهمة والتي يجب الحفاظ عليها بمتابعة مناطق الضعف والانزلاق الصخري في المنحدرات خاصة في الشمال من الجبل.

■ المراجع

1. ياس وأخرون، ياس عباس ياس نبراس عباس ، النمذجة الكارتوغرافية اعتماداً على التحليل الكيمائية باستخدام GIS&RS، مجلة مداد الآداب، العدد الخاص بالمؤتمرات، 2020
2. أبورية، أحمد محمد أحمد ، الاتجاهات الحديثة في دراسة الأخطار الجيومورفولوجية في الصحراء الشرقية المصرية، قسم الجغرافيا- كلية الآداب - جامعة الفيوم - مدينة الفيوم، 2020

3. الأسدي, محمد عبدالوهاب حسن ، اعتماد المؤشرات الطيفية في نمذجة المخاطر الجيومورفية باستخدام معطيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية جبل كولان / السليمانية دراسة حالة، مجلة الآداب ، ملحق العدد 134، 2020
4. أمين, رقية أحمد ، وآخرون، نمذجة خريطة الغطاء الأرضي وفق مؤشرات القابلية البيئية لمحافظة نينوى باستخدام التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة مداد الآداب، العدد الخاص بالمؤتمرات، 2020
5. البدراني, العمري, عمر احمد ، فاروق صنع الله ، الطباقية الحياتية لمتحجرات النانو الكلسية لتتابعات الاوليغوسين في طية سنجار شمال غرب العراق، بدون بيانات، 2009
6. جودة, جودة حسنين ، الجيومورفولوجيا علم أشكال سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية، 2003
7. الحمداني, الحاج, عبدالعزيز محمود ، ومحمد أحمد ، نظرة جديدة لطبقية تكوين سنجار (الباليوسين- الأيوسين المبكر) في طية سنجار شمال غرب العراق، مجلة علوم الرافدين، المجلد 16، العدد 1، خاص بعلوم الأرض، 2005
8. رشاد, نوزت ، دراسة الطباقية والرسوبية لتتابعات الايوسين الأوسط- المايوسين المبكر في حوض سنجار شمال غرب العراق، أطروحة دكتوراة غير منشورة كلية العلوم ، جامعة الموصل، 2006
9. الشكرجي, بشار منير يحي عثمان ، دراسة الأنظمة الهيدرولوجية وحصاد مياه الأمطار في المراوح الفيضية في الطرف الشمالي من جبل سنجار باستخدام معطيات التحسس النائي، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، 2002
10. صالح, محمد بن عبدالله بن محمد ، معالجة صور الاستشعار عن البعد الرقمية، باستخدام برنامج الويس ILWIS ، مطبعة الملك فهد الوطنية للنشر، سنة 2010
11. صبيح , عمار محمد ، نمذجة المخاطر الجيومورفولوجية وأثارها البيئية لناحية الشبجة في محافظة النجف الأشرف مجلة الآداب جامعة بغداد، ملحق، 2019
12. العجيلي, عبدالله صبار عبود ، منحدرات سلسلة جبال براتان دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية التربية ، واسط، العدد 15، 2014
13. المتولي, الجبوري, ماجد مجدي ، فارس نجرس ، الطباقية الصخرية والحياتية لتكوين شرانش (الكامبانيان المتأخر-المسترختيان المتأخر) في منطقة سنجار، شمال غرب العراق، مجلة علوم الرافدين، المجلد 16، العدد 1، خاص بعلوم الأرض، 2003
14. محمد, ناكه يي، دلفين جعفر و سمير صباح، أحواض التغذية وتأثيراتها في المراوح الفيضية للسفح الشمالي لجبل سنجار باستخدام التقنيات المكانية، جلة جامعة دهوك، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، ، المجلد: 25، العدد 1، 2022

المراجع الأجنبية:

1. Alvar Braathen², Mohamad Mokhtari and Seyed Ahmad Alavi, Interaction of the Zagros Fold–Thrust Belt and the Arabian-type, deep-seated folds in the Abadan Plain and the Dezful Embayment SW Iran EAGE/Geological Society of London, 2006
2. R.W.2000."Remot Sensing and Digital Image ،Lillesan T.M and Kiefer15- p 724 ،Newyork،Interpretation "Wiley
3. Deering, D.W., J.W. Rouse, R.H. Haas, and J.A. Schell, 1975. Measuring "Forage Production" of Grazing Units From Landsat MSS Data, Proceedings of the 10th International Symposium on Remote Sensing of Environment, II:
4. Maher T. Zainy, Nadhir Al-Ansari, Tobias E. Bauer and Maria Ask, The Tectonic and Structural Classifications of the Western Part of the Zagros Fold and Thrust Belt, North Iraq, Review and Discussion, Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering, vol.7, no. 2, 2017, p75