



Geomorphological Analysis of Landslide Risks Using (RS) and (GIS) Data in the Haditha Area, Western Iraq



<https://doi.org/10.37653/juah.2024.185650>

Mohammed Adil Mohammed1

*Prof. Dr. Ahmed Flayeh Fayadh2

ORCID

1University of Anbar - College of Education for Humanities

2University of Anbar - College of Education for Humanities

Submitted:

10/08/2022

Accepted:

19/09/2022

Published:

15/12/2024

Abstract:

Aims: The current study aimed to identify the natural characteristics and analyze its role in influencing the activity of landslide processes and landslides. It also aimed to analyze the slope characteristics and their impact on these processes, as well as to understand the types of landslides, and finally to examine their effects on the area.

Methodology: The current study adopted the descriptive and analytical approach, based on describing and analyzing natural and morphometric factors to demonstrate their impact on landslide processes in the study area. Results: after analyzing the data, the results showed that the area of 191.9 km² is classified within the high-risk zones, which represents 6% of the total area of the region (3214.36 km²). The results also showed that there are other areas fall within the medium-risk zones, with a total area of 1548.6 km², which accounts for 48.2% of the study area. The third category includes areas with low risk, covering an area of 1473.8 km², representing 45.2% of the study area.

Conclusion: It can be concluded that the study area is composed of weak geological formations, with many structural weaknesses such as fractures, joints, and shear surfaces, as well as detrital formations made of clay, silt, and sand. This has led to a geological structure that facilitates the occurrence of landslides. These landslides were observed in the field, particularly due to slope cutting operations for the construction of commercial establishments and homes, as well as road construction, which increased the shear stress on these slopes.

Keywords: Landslides, (RS) and (GIS) data, Haditha.

©Authors, 2024, College of Education for Humanities University of Anbar. This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



*Corresponding author E-mail :
ed.ahmed.flaih@uoanbar.edu.iq

١٩٣٣

P. ISSN 1995-8463 /E. ISSN 2706-6673

تحليل جيومورفولوجي لمخاطر الانهيارات الأرضية باستخدام بيانات (RS) و (GIS) في منطقة حديثة غربي العراق

م.م. محمد عادل محمد^١ أ.د. احمد فليح فياض^٢

جامعة الانبار- كلية التربية للعلوم الانسانية^١

جامعة الانبار- كلية التربية للعلوم الانسانية^٢

الملخص:

الاهداف: التعرف على الخصائص الطبيعية وتحليل دورها في التأثير على نشاط العمليات والانهيارات الأرضية وتحليل خصائص الانحدار وتأثيرها على تلك العمليات ومعرفة أنواع الانهيارات الارضية وتصنيفها وأنواعها وأثرها على المنطقة وامكانية الحد منه.

المنهج: اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي القائم على وصف وتحليل العوامل الطبيعية والمورفومترية لبيان أثرها على عمليات الانهيارات الأرضية في منطقة الدراسة.

النتائج: أن هناك مساحة بلغت (١٩١.٩ كم²) تقع ضمن مستويات الخطورة العالية من مجموع مساحة المنطقة البالغة (٣٢١٤.٣٦ كم²) مشكلة نسبة (٦ %) من مساحة المنطقة، ومناطق اخرى تقع ضمن مستويات متوسطة الخطورة بمساحة بلغت (١٥٤٨.٦ كم²) شكلت ما نسبته (٤٨.٢ %) من منطقة الدراسة، والمستوى الثالث كان لمناطق قليلة الخطورة وجاءت بمساحة بلغت (١٤٧٣.٨ كم²) ما نسبته (٤٥.٢ %) من منطقة الدراسة.

الخلاصة: إنّ منطقة الدراسة تتكون من تكوينات جيولوجية ضعيفة تكثر فيها تراكيب الضعف الجيولوجي من الفواصل والشقوق وسطوح الانفصال، فضلاً عن التكوينات الفتاتية التي تتكون من الطين والغرين والرمل، مما أدى إلى وجود بنية جيولوجية تساعد على حدوث الانهيارات الأرضية والتي تم مشاهدتها ميدانياً في المنطقة هي عمليات القطع للمنحدرات من أجل انشاء المحال التجارية والمنازل فضلاً عن مد الطرق؛ مما أدى إلى زيادة القس على هذه المنحدرات.

الكلمات المفتاحية: الانهيارات الأرضية، بيانات (RS) و (GIS)، حديثة.

المقدمة :

تعرض منطقة الدراسة الواقعة غربي العراق إلى مخاطر الانهيارات الأرضية المتمثلة ب(الانزلاقات الأرضية، زحف الصخور، تساقط الصخور، الهبوط الأرضي، الانسياب الطيني، زحف التربة، زحف الهشيم)، إذ أن من المستحيل دفع هذه الانهيارات أو منع حدوثها بشكل كامل، ولكن بالإمكان العمل على الحد من تأثيرها والتقليل من الخسائر التي قد تنجم عنها، وذلك بعمل الخرائط التي تحدد المواقع الخطرة والمهددة للأنشطة البشرية، لذلك يروم البحث الحالي إلى تحديد العوامل المساعدة على نشاط عمليات الانهيارات الأرضية وكذلك بيان أنواعها في المنطقة، فضلاً عن دراسة

عدة مواضع للانهيارات واجراء القياسات اللازمة لاستخراج عامل الأمان فيها، إذ اتضح أن جميع المواضع المختارة ينخفض عامل الأمان فيها عن (السياب واخرون، ١٩٨٢، ١٢٩)؛ وهذا يعني أنها معرضة لعمليات الانهيارات الأرضية في أي وقت، كما وتتصف المنحدرات فيها بكونها، بسبب زيادة جهد القص للمنحدرات؛ مما يجعل من الاجراءات الهندسية لتثبيت هذه المنحدرات ضرورة قصوى.

مشكلة الدراسة:

ماهي العوامل المؤدية إلى زيادة نشاط عمليات الانهيار الارضي بأنماطه المختلفة، وما هي الاشكال الارضية المرتبطة بذلك النشاط ومدى انعكاساتها على منطقة الدراسة .

فرضية الدراسة:

إن نشاط عمليات الانهيارات الأرضية تعود إلى عدة أسباب منها ما يتعلق بالبيئة الطبيعية (التكوينات الجيولوجية، والارتفاع، ودرجة الانحدار، المناخ، المحتوى المائي، النبات الطبيعي)، وأخرى تعود لفعل الانسان والناجمة عن الأخطاء المرافقة لنشاطات الانسان المختلفة كشق الطرق وانشاء المباني والنشاطات التجارية.

منهجية الدراسة:

اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي القائم على وصف وتحليل العوامل الطبيعية والمورفومترية لبيان أثرها على عمليات الانهيارات الأرضية في منطقة الدراسة..

أهداف الدراسة:

تسعى الدراسة لتحقيق جملة من الأهداف تتمثل في الآتي:
أ. التعرف على الخصائص الطبيعية وتحليل دورها في التأثير على نشاط العمليات الانهيارات الأرضية.

ب. تحليل خصائص الانحدار وتأثيرها على عمليات الانهيارات الأرضية.

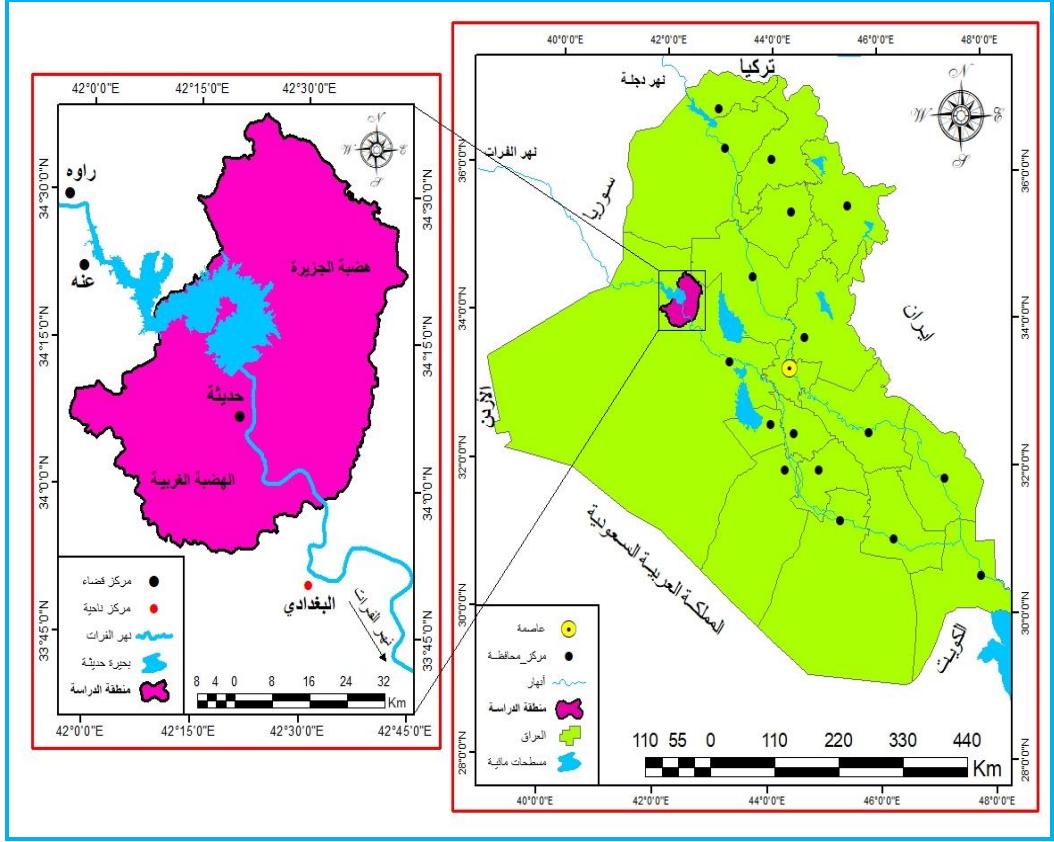
ت. معرفة أنواع الانهيارات الارضية وتصنيفها وأنواعها وأثرها على المنطقة وامكانية الحد

منها.

موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في غرب العراق ضمن محافظة الأنبار، تحديداً ضمن قضاء حديثة، أما فلكياً فهي تقع بين دائرتي عرض (٣٣° ٥٢' ٠" - ٣٤° ٣٨' ٠") شمالاً وبين خطي طول (٠° ٠' - ٤٢° ٤٤' ٠" شرقاً، يُنظر الخريطة (١)، أما عن مساحتها فقد بلغت (٣٢١٤.٣٦ كم²).

خريطة (١) موقع المنطقة من العراق



المصدر: بالاعتماد على وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠٠، بغداد، ٢٠٠٠، نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) بدقة تمييزية (١٢.٥×١٢.٥)، وباستعمال برنامج (Arc GIS 10.8).

Map 1: The study area is located in the western part of Iraq, specifically within the Haditha district in Al-Anbar Governorate. Geographically, it is situated between latitudes 33° 38' 0" N and 33° 52' 0" N, and between longitudes 42° 44' 0" E and 42° 42' 0" E.

أولاً: صخرية منطقة الدراسة:

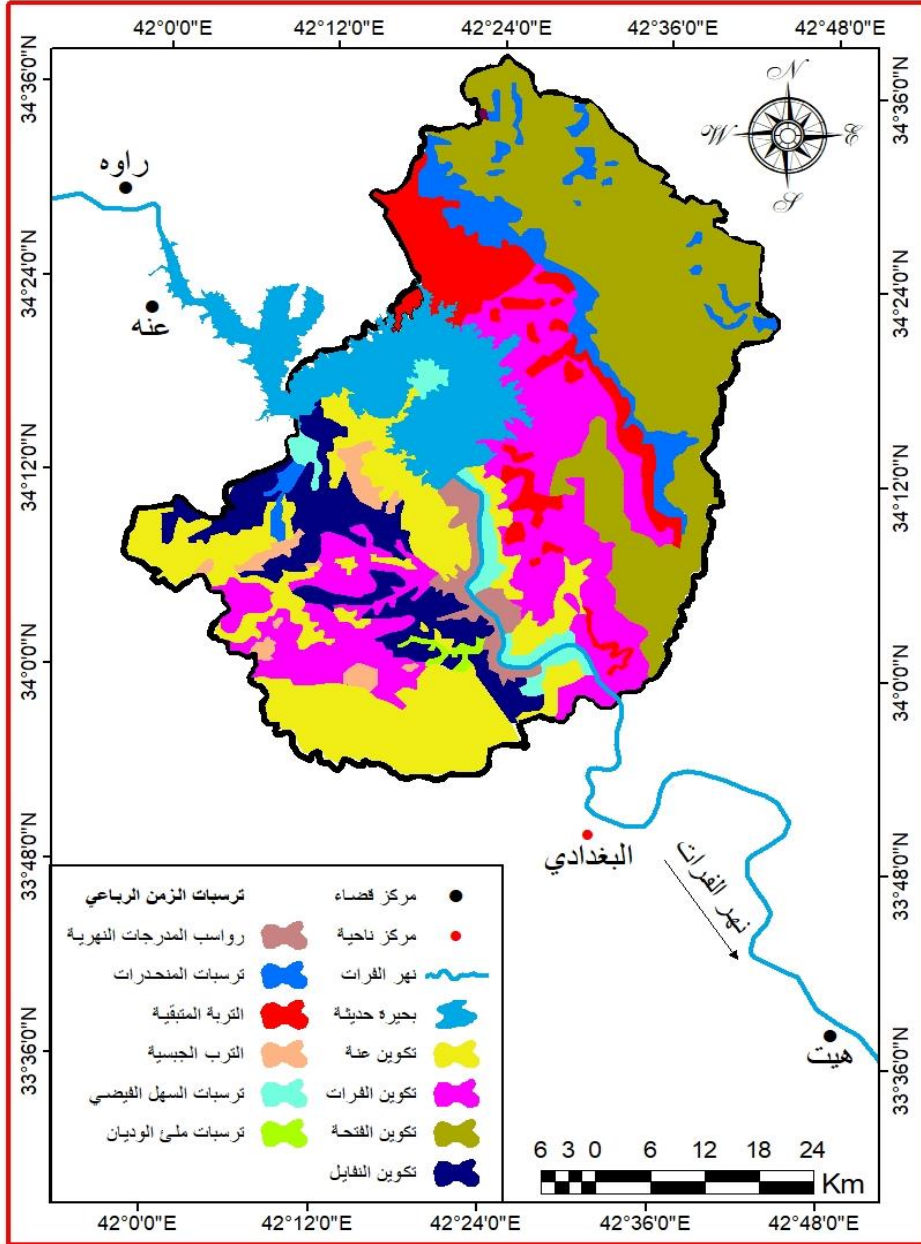
تقع منطقة الدراسة ضمن الرصيف المستقر من أنطقة العراق التركيبية وتمتاز بوجود صدوع تحت سطحية أشهرها صدع (أبو الجير)، تضمنت تكوينات صخرية مُتنوعة تراوحت اعمارها ما بين الزمن الثالث من عصر المايوسين الأسفل (الفرات، الفتحة، النفايل، عنة) وترسبات العصر الرباعي، وتضم هذه التكوينات صخور جيرية ودولوميتية لها القابلية على الاذابة، لاسيما تكويني الفرات والفتحة، يُنظر الخريطة الجيولوجية (٢) والجدول (١).

١-تكوين عنة (الإليجوسين الأعلى) (Anah Formation (Top Aligosin)

يشغل هذا التكوين مساحة صغيرة من منطقة الدراسة بلغت (٥٨٨.٩ كم^٢) وبنسبة

(١٨.٣%) حيث يتكشف هذا التكوين شمال وجنوب نهر الفرات وفي بطون بعض الاودية، كما يظهر في منطقة الحقلانية، أن التكوينات الرئيسية له تكون مغمورة بمياه خزان بحيرة حديثة، إذ يقع المقطع النموذجي له في وادي حقلان شرق منطقة الدراسة وهو ذي حجر جيري سريع الذوبان بالماء وجيد التطبيق (السياب وآخرون، ١٩٨٢، ١٢٩).

خريطة (٢) التوزيع الجغرافي للتكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



المصدر: تنظيم الباحث بالاعتماد على وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي

والتعدين، بغداد، خريطة العراق الجيولوجية، مقياس ١: ١٠٠٠٠٠٠، لعام ٢٠٠٠ م، وباستعمال برنامج (Arc

. (GIS 10.8

Geological Map (2) and Table (1) The study area is located within the stable platform of the tectonic zones of Iraq. It is characterized by the presence of subsurface faults, the most notable of which is the Abu Al-Jir Fault. The area includes a variety of rock formations.

٢- تكوين الفرات (المايوسين الأسفل): (Almallosan Euphrates Formation

down)

يظهر هذا التكوين في نطاق واسع شمال وجنوب نهر الفرات ضمن منطقة الدراسة، يبدأ من وادي بنات الحسن شرقاً إلى وادي زغان غرباً، يشغل مساحة بلغت (٩٦.٩٠٠ كم^٢) وبنسبة بلغت (٢٨%) من المساحة العامة للمنطقة. يُنظر الصورة (١).

٣- تكوين الفتحة (المايوسين الأوسط): (Fatha Formation (Middle Miocene)

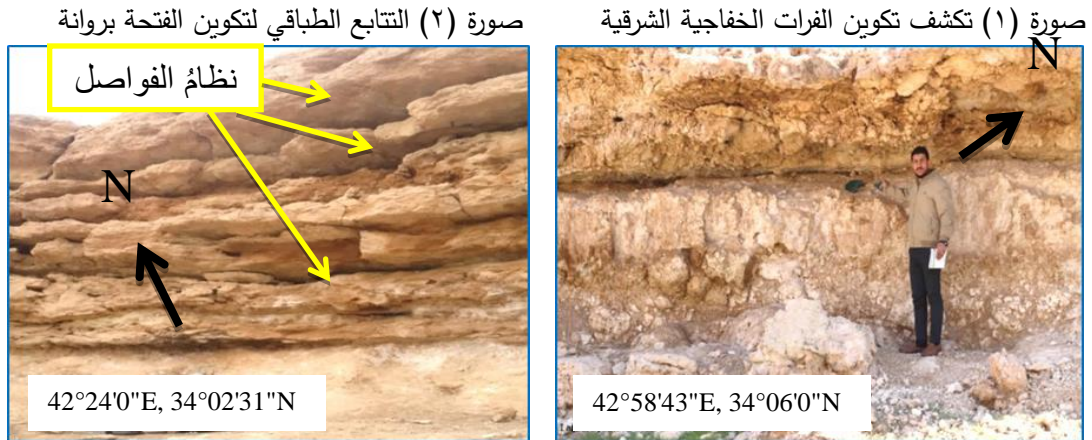
ينكشف هذا التكوين شمال منطقة الدراسة بصورة واسعة على شكل حافات صخرية وتلالٍ مُنعزلةٍ وهضابٍ مُقطعةٍ عاليةٍ نسبياً، يحتوي هذا التكوين على طبقات من الجبس اللامائي والكلس والطين مع المُتججرات والصخور القليلة الصلابة التي تمتاز بقابليتها على الذوبان في الماء والتي أسهمت في تكوين الكهوف والحفر الكارستية والخسفات في المنطقة. يُنظر الصورة (٢).

٤- تكوين النفايل: (المايوسين الاوسط) (Nfayil Formation (Middle Miocene)

ينكشف هذا التكوين جنوب نهر الفرات في مصب وادي زغان وجنوب بحيرة حديثة، على شكل تلال وهضاب مُنعزلة ومُنفصلة، بِسُك يتراوح بين (٧-١٥) م (Sissakian, Mohammed 2007, 105). وأما مساحته فقد بلغت (٢٥٤.٧ كم^٢) وبنسبة (٧.٩%) من المساحة الكلية وبهذا يُعد ثاني أكبر التكوينات الصخرية مساحةً في المنطقة. جدول (١) التكوينات الصخرية مساحتها كم^٢ ونسبتها %

النسبة %	المساحة كم ^٢	التكوين	النسبة %	المساحة كم ^٢	التكوين
٧.١	٢٢٧.٧	الترب المتبقية	١٨.٣	٥٨٨.٩	تكوين عنه
١.٦	٥١.٨	الترب الجبسية	٢٨	٩٠٠.٩٦	تكوين الفرات
٢.٥	٧٧	ترسبات السهل الفيضي	٢٦.٥	٨٥٢.٥	تكوين الفتحة
٠.٤	١٢.٢	رواسب ملئ الوديان	٧.٩	٢٥٤.٧	تكوين النفايل
٢.١	٦٨.٩	رواسب المدرجات النهرية	٥.٦	١٧٩.٧	رواسب المنحدرات
% ١٠٠	٣٢١٤.٣٦				المجموع

المصدر: بالاعتماد على الخريطة (٢) وباستعمال برنامج (Arc GIS 10.8).



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/2/22. المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/2/23

Image 1: This formation appears over a wide area to the north and south of the Euphrates River within the study area. It extends from Wadi Banat Al-Hassan in the east to Wadi Zoghdan in the west. It covers an area of 900.96 km², which represents 28% of the total area of the region.

Image 2: This formation is widely exposed to the north of the study area, appearing as rocky cliffs, isolated hills, and relatively high, dissected plateaus. It contains layers of anhydrous gypsum, limestone, clay, along with fossils and relatively soft rocks.

٥- ترسبات العصر الرباعي: Quaternary Sediments

تتميز منطقة الدراسة بكونها مغطاة بأنواع مختلفة من ترسبات العصر الرباعي الذي يمثل آخر العصور على أساس الترتيب الزمني للجيولوجيا، الصورة (٣). ويمكن تقسيم ترسبات العصر الرباعي على النحو الآتي:-

١- رواسب المدرجات النهرية (البلايوستوسين):- Terraced River

Sediments(Albulaisosan)

تظهر هذه المدرجات على امتداد ضفتي نهر الفرات، وتتكون من حصى مدور ذي حبيبات متوسطة الحجم، يتراوح سمكها ما بين (١-١٢) م. وتبلغ مساحتها (٦٨.٩ كم^٢) أي ما نسبته من المساحة بلغت (٢.١%).

٢- التربة المتبقية (البلايوستوسين - الهولوسين):- Residual Soil

(AlbulaisosanAlheilosen)

تتكشف هذه الترسبات بوضوح شمال نهر الفرات وبحيرة حديثة، مكونة مناطق منبسطة ترتفع فيها نسبة الجبس وبشكل ملحوظ؛ بسبب تكشف تكوين الفتحة الحاوي على طبقات جبسية سميكة، وتظهر على السطح قطع من الصخور ذات أحجام مختلفة تصل إلى (٣-٥) سم، وسمك

التربة المتبقية يتراوح ما بين (١.٥ - ٢) م (قاروجان، وحافظ، ١٩٩٣، ٧-٨)، وتبلغ مساحتها (٢٢٧.٧ كم^٢) وبنسبة بلغت (٧.١%).

٣- ترسبات المنحدرات (البلايوستوسين - الهولوسين):- Depositions Slopes(Albulaisosan Alheilsoen)

تظهر هذه الترسبات شمالي الترب المتبقية شمال نهر الفرات، وتتسم بكونها ذات ميل قليل ضمن أسفل الحافات الرئيسية عاكسة بذلك ما موجود بين المنحدرات والأراضي السهلية، اهم مكونات هذه الترسبات هي الرمل والغرين والطين. أمّا مساحتها فقد بلغت (١٧٩.٧ كم^٢) وبنسبة من المساحة بلغت (٥.٦%).

ترسبات ملء الوديان (الهولوسين):- Sediment Filling Valleys(Alheilsoen)

تشغل هذه الترسبات مساحة بلغت (١٢.٢ كم^٢) وبنسبة (٠.٤%). من المساحة الكلية، ويعد حوض وادي حقلان من أهم المناطق التي تتكشف فيها هذه الترسبات التي تتسم بطبيعتها الفتاتية المتباينة من حيث الحجم والشكل وأهم ارساباتها الحصى الخشن والرمل الناعم وصخور الكلس التي تتراكم عادة في بطون الأودية، يُنظر الصورة (٤)،

صورة (٣) ترسبات العصر الرباعي من الحصى والرمل في منطقة بروانة (رويحة) N خمسة (شيخ حديد) صورة (٤) رواسب ملء الوديان النهرية في وادي



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/2/22.

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2021/2/23.

٤- ترسبات السهل الفيضي (الهولوسين):- Depositions Easy Spate(Alheilsoen)

تتكشف هذه الرواسب على جانبي نهر الفرات ضمن المنطقة وتكون هذه الرواسب من الرمل والغرين والطين مع نسبة قليلة من الحصى الناعم، ويُطلق على هذه الترب المكونة لضفاف الأنهار اسم (تربة كتوف الأنهار). أمّا مساحتها فقد بلغت (٧٧ كم^٢) وبنسبة من المساحة بلغت (٢.٥%).

٥- التربة الجبسية (البلايوستوسين - الهولوسين): Soil Gypsun (AlpulisosanAlheilsoen)

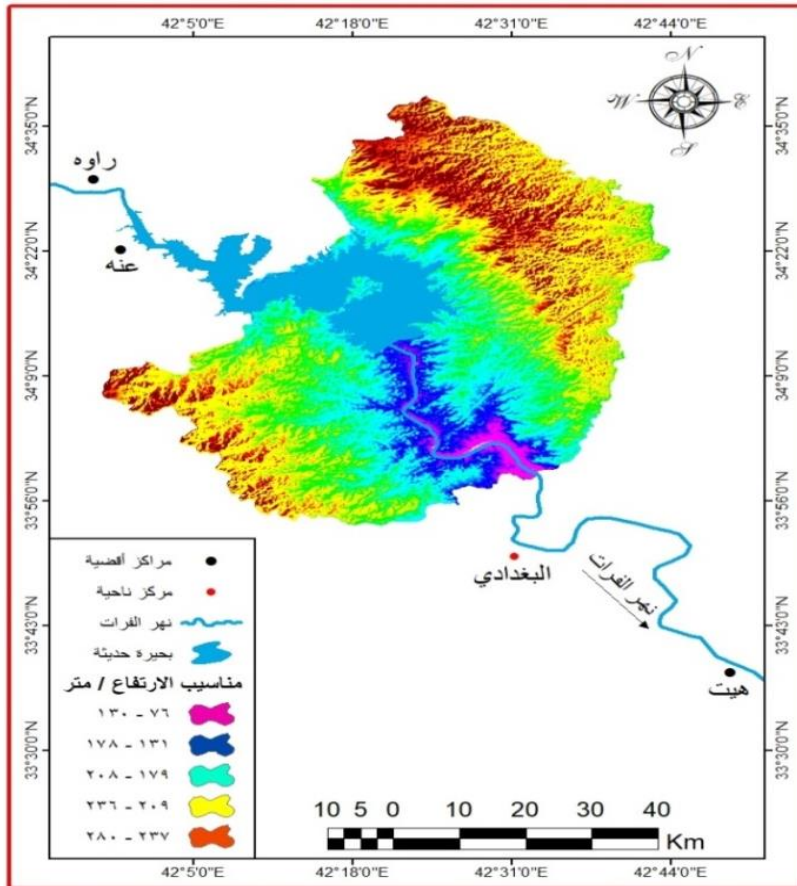
تتكشف هذه التربة جنوب نهر الفرات على مناطق متفرقة، بلغ مجموع مساحتها (٥١.٨ كم^٢) وبنسبة (١.٦%)، من منطقة الدراسة يُنظر الخريطة (٣). تتكون هذه التربة من حبيبات ناعمة إلى مسحوق الجبس ممزوج بتربة غرينية، وفي بعض الأحيان تملأ هذه التربة الفراغات والشقوق والفواصل الموجودة في الطبقات الصخرية،

ثانياً: الطبوغرافيا:

تقع منطقة الدراسة ضمن نظام ارضي هضبي بارتفاعات تتراوح ما بين (٧٦ - ٤٣٤) م عن مستوى سطح البحر بدرجات انحدار تراوحت بين (٠ - أكثر من ١٨).

وتتم عمل مقطع طولي للمنطقة من الشمال إلى الجنوب، يُنظر الشكل (١)، بالإضافة إلى مقطع عرضي يمثل ارتفاعات منطقة الدراسة من الشرق إلى الغرب، يُنظر الشكل (٢)، تم عمل هذه المقاطع من خلال استخدام نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) للمنطقة بدقة تمييزية (٣٠×٣٠) م واستخدام برنامج (Global Mapper_{١٢}).

خريطة (٣) مناسبة الارتفاع في منطقة الدراسة

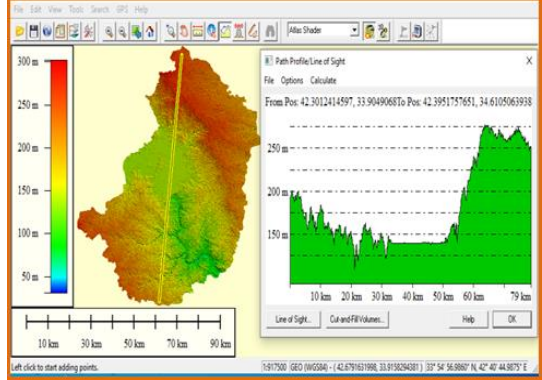
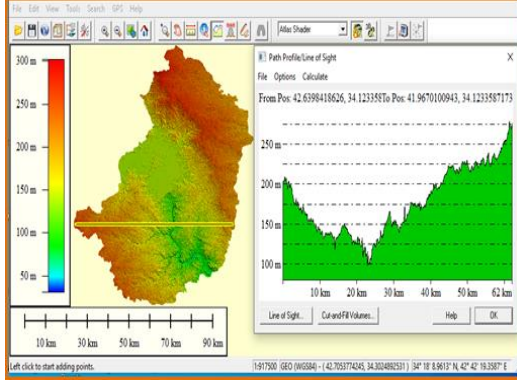


المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) بدقة تمييزية قدرها (12.0×12.0) م وباستخدام برنامج (Arc GIS_{10.8}).

Map 3: These soils are exposed to the south of the Euphrates River in scattered areas, with a total area of 51.8 km², representing 1.6% of the study area.

شكل (٢) مقطع عرضي للمنطقة

شكل (١) مقطع طولي للمنطقة



المصدر: تحليل نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) بدقة تمييزية (12.0×12.0) باستخدام برنامج (Global Mapper₁₂).

A longitudinal section of the area was created from north to south, as shown in Figure 1, in addition to a cross-sectional profile representing the elevations of the study area from east to west, as shown in Figure 2.

الانحدارات : Slopes

كل سطح بينه وبين المستوى الأفقي زاوية (سلامة، ٢٠١٠، ١٤٠)، تشكل المنحدرات نمطا رئيسا من أشكال سطح الأرض البالغة الأهمية في الدراسات الجيومورفولوجية؛ وذلك لانعكاس تأثيرها على استقرارية السفوح ودورها في نشاط العمليات المورفوديناميكية للطبقات الواقعة فوقها كعمليات الانهيارات الأرضية بمجمل أنواعها (داود، ٢٠٠٢، ١٢٠)، كما ويكمن دورها في تحديد شدة حركة مواد سطح الأرض بفعل عمليات التعرية بحسب شدة ذلك الانحدار، واعتمدت الدراسة تصنيف (Young 1975)، في تصنيف الفئات الانحدارية إذ تمّ تصنيف منطقة الدراسة إلى أربع وحدات انحدارية، حسب تصنيف (Young, 1975) (*)، وتبدأ فئات درجات الانحدار حسب هذا التصنيف من (٠-٢)، وتنتهي بفئة الدرجة (١٨)، وهي على النحو الآتي:-

الفئة الأولى (٠ - ١.٩): شغلت هذه الفئة مساحة بلغت (٦٩٣.٤ كم^٢) ونسبة بلغت (٢١.٦%) وهي سطوح ذات انحدار بسيط ناجم عن مخلفات التجوية والتعرية فوق سطح الأرض، وتمثل هذه المنحدرات المناطق المستوية من السهل الفيضي لنهر الفرات والأجزاء المنبسطة من سطح الهضبة الغربية ومنطقة الجزيرة، وهي أراضي تتباعد فيها خطوط الكنتور، وتنتشر في مساحات واسعة في منطقة الدراسة، يُنظر الخريطة (٤).

الفئة الثانية (٢ - ٤.٩): تشغل مساحة تبلغ (٥٣٨.٦ كم^٢) ونسبة (١٦.٧%) من منطقة

الدراسة تتمثل بالمناطق المستوية الواقعة في السهل الفيضي لنهر الفرات والأجزاء المنبسطة من سطح الهضبة الغربية ومنطقة الجزيرة .

الفئة الثالثة (٥ - ٩.٩) : شغلت مساحة (٣١٤.٢ كم^٢) ونسبة (٩.٨%)، تتسم هذه الفئة بكونها ذات تصريف جيد للمياه الجوفية، وتنشط فيها عمليات التجوية والتعرية، وهي مناطق تتقارب فيها خطوط الكنتور أكثر من سابقتها، إذ أنّ تقارب خطوط الكنتور يعني أنّ تكون أكثر ميلاً.

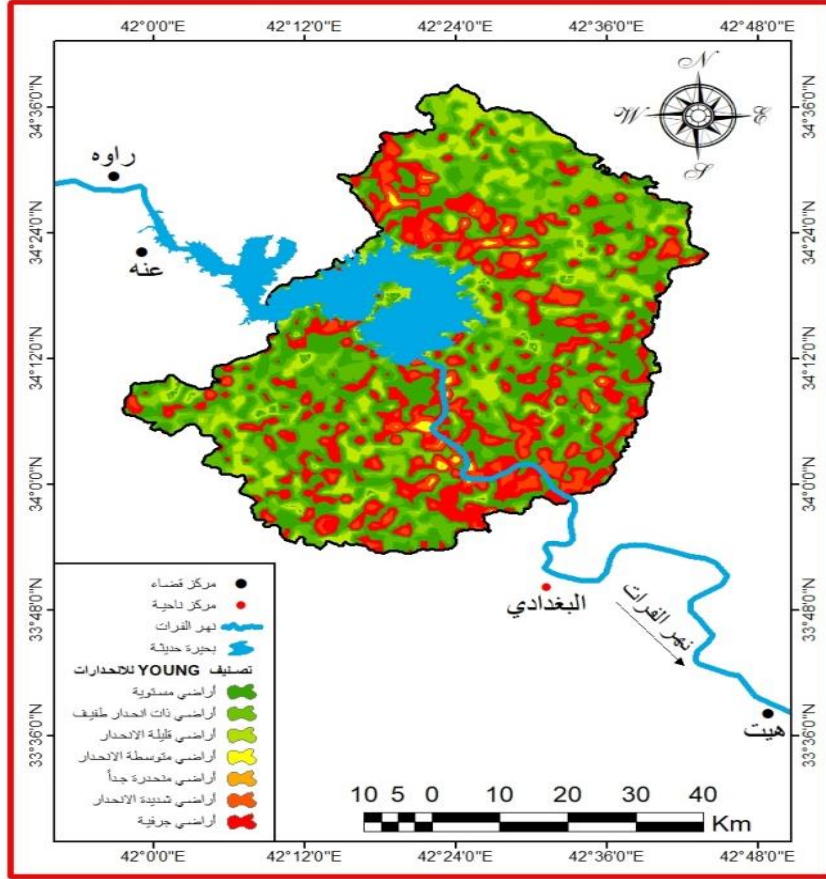
الفئة الرابعة (١٠ - ١٨) : تعاني اراضي هذه الفئة من التضرس مما جعل من عملية استثمارها سواء للأغراض الزراعية أو العمرانية امراً يعترضه الكثير من المعوقات؛ كونها تحتاج إلى أنواع من الآلات، لاسيما ان تلك الاراضي تعاني من نشاط عمليات التعرية المائية على سفوحها، تنتشر في أماكن متفرقة من المنطقة دون تركيز، تبلغ مساحتها (٢٠٤.٧ كم^٢) أي بنسبة بلغت (٦.٤%).

الفئة الخامسة (١٨.١ - ٣٠) : بلغت المساحة التي تغطيها الأراضي المنحدرة جداً بحسب تصنيف (YOUNG) التي تنص زوايا انحدارها بين (١٨.١ - ٣٠) درجة (٢٠١.٣٦ كم^٢) أي بنسبة من المساحة بلغت (٦.٣%) من اجمالي مساحة المنطقة الكلية، يشغل هذا النوع الأراضي المرتفعة والقريبة من منابع الأحواض ولا سيما حوض دولاق وحقلان وزغدان، وهذه الأراضي يصعب استغلالها ويصعب ايصال الخدمات لها؛ بسبب درجة ميل زوايا انحدارها التي تزيد عن (١٨) درجة، يُنظرُ الصورة (٢-١) والجدول (٢).

الفئة السادسة (٣٠.١ - ٤٥) : تبلغ مساحتها (٦١٨.٩ كم^٢) ونسبة بلغت (١٩.٢%) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة الكلية، ويشغل هذا النوع الأراضي المحيطة بالبحيرة وعلى جانبي نهر الفرات في منطقة الدراسة.

الفئة السابعة (٤٥.١ فأكثر) : بلغت المساحة التي تغطيها الأراضي الجرفية بحسب تصنيف (YOUNG) التي تزيد زاوية انحدارها عن (٤٥.١) درجة (٦٤٣.٢ كم^٢) أي بنسبة من المساحة بلغت (٢٠%) من اجمالي مساحة المنطقة الكلية، يشغل هذا النوع الأراضي شمالي البحيرة وفي مناطق متفرقة أخرى من منطقة الدراسة.

خريطة (٤) درجات الانحدار في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) بدقة تمييزية قدرها (١٢.٥×١٢.٥) م

وباستخدام برنامج (Arc GIS_{10.8}).

Map 4: This map depicts surfaces with gentle slopes resulting from weathering and erosion debris on the ground surface. These slopes represent the flat areas of the Euphrates River floodplain, as well as the flat regions of the western plateau and the Jazira area.

تبين مما سبق أن التنوع في درجات الانحدار ما هو الا محصلة العمل الجيومورفولوجي لمياه نهر الفرات والأودية المنحدرة من الهضبة الغربية وهضبة الجزيرة باتجاه وادي نهر الفرات خلال فترتي البلايوسين والهولوسين، والمناخ الجاف الذي طور هذه المنحدرات من خلال عمليات التجوية الميكانيكية ويساعد في ذلك قلة الغطاء النباتي، فضلاً عن أثر النشاطات البشرية وتحويل المنحدرات Slopes ولد علاقة ارتباط في زيادة بعض المظاهر الجيومورفولوجية من خلال ازالة بعض المكاشف الصخرية مما يساعد على زيادة نشاط العمليات المورفوديناميكية على تلك المنحدرات.

جدول (٢) تصنيف المنحدرات ودرجتها ومساحتها (كم^٢) ونسبتها (%) حسب تصنيف (Young,1975)

ت	التصنيف	درجة الانحدار	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	أراضي مستوية	٠ - ٢°	٦٩٣.٤	٢١.٦
٢	أراضي ذات انحدار طفيف	٠.١ - ٥°	٥٣٨.٦	١٦.٧
٣	أراضي قليلة الانحدار	٥.١ - ١٠°	٣١٤.٢	٩.٨
٤	أراضي متوسطة الانحدار	١٠.١ - ١٨°	٢٠٤.٧	٦.٤
٥	أراضي منحدره جداً	١٨.١ - ٣٠°	٢٠١.٣٦	٦.٣
٦	أراضي شديدة الانحدار	٣٠.١ - ٤٥°	٦١٨.٩	١٩.٢
٧	أراضي جرفية	٤٥.١ فأكثر	٦٤٣.٢	٢٠
المجموع			٣٢١٤.٣٦	% ١٠٠

المصدر: بالاعتماد على:

١- تحليل انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييزية (١٢.٥×١٢.٥) متر باستخدام برنامج (Arc GIS_{10.8}).

٢- تغلب جرجيس داود، علم أشكال سطح الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية)، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، الجامعة المستنصرية، كلية التربية، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة، البصرة، ٢٠٠٢، ص ١٢٣-١٢٤.

ثالثاً: المناخ:

تمثل منطقة الدراسة جزءاً من الهضبة الغربية من العراق، إذ تقع ضمن المناخ الجاف حسب تصنيف ثورنثويت، وتم الاعتماد على محطة حديثة في دراسة خصائص المناخ.

تبين من خلال تحليل بيانات الجدول (٣) ارتفاع درجات الحرارة صيفاً يبلغ أقصاها في شهر تموز بمعدل (٤٢.٨) م° وأدنى الدرجات سجلت خلال فصل الشتاء في شهر كانون الثاني بمعدل (١٣.٩) م°، أما الأمطار فمن خلال تحليل بيانات الجدول (٤) يتركز هطول الأمطار في فصل الشتاء، فقد سجل شهر (كانون الثاني) أعلى المعدلات بلغ (٢٤.٨) ملم، في حين كان المجموع السنوي (١٣٦.٧) ملم.

جدول (٣) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى (م) لمحطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٨٠-٢٠٢٠) م

الأشهر المحطات	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	أب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل السنوي
حديثة	١٣.٩	١٦.٨	٢١.٥	٢٨.٧	٣٤.٦	٣٩.٧	٤٢.٨	٤٢.٢	٣٨.٤	٣١.٣	٢٢	١٦.٨	٢٩

المصدر: وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ،

بيانات غير منشورة، ٢٠٢٠.

The analysis of the data in Table (3) shows that the highest temperatures during the summer reach a maximum of 42.8°C in the month of July, while the lowest temperatures are recorded during the winter, with an average of 13.9°C in January.

جدول (٤) المجاميع الشهرية والسنوية للأمطار الهائلة (مم) في محطة حديثة المناخية للمدة

(١٩٨٠-٢٠٢٠) م

المجموع السنوي	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الأول	أيلول	أب	تموز	حزيران	مايس	نيسان	آذار	شباط	كانون الثاني
١٣٦.٧	٢٢.٦	٢٢.٤	٥.٨	-	-	-	-	٥.٧	١٥	١٩.١	٢١.٣	٢٤.٨

المصدر: وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ،

بيانات غير منشورة، ٢٠٢٠.

The analysis of the data in Table (4) shows that rainfall is concentrated in the winter season. The highest monthly rainfall was recorded in January, with an average of 24.8 mm, while the annual total rainfall amounted to 136.7 mm.

رابعاً: التحليل المورفومتري للانهارات الأرضية في منطقة الدراسة

يطلق مصطلح الانهيارات الأرضية (Mass Wasting) على كل العمليات التي تنتج عن نقل المواد الصخرية من أعلى السفوح إلى حضيضها بفعل الجاذبية الأرضية، ويتحكم في ذلك انحدار السطح ورطوبته وغيرها من العوامل سالفة الذكر، وجدير بالذكر أن حركة المواد على السفوح تتباين فيما بينها وفقاً لعوامل عدة أهمها الحجم ونوع التكوينات الصخرية المنقولة وسرعة استجابتها للمؤثرات الخارجية وما ينجم من اخطار من جراء تلك الحركات .

وقد اعتمد الباحث في هذه الدراسة على تصنيف كل من تاربوك ولوتجنز ٢٠٠٨؛ وذلك لسهولته وحدائته وبما يتفق مع أهداف الدراسة (علي، ١٩٩١، ٥٦٧).

- الانزلاقات الأرضية: Land Slides

هي حركات كتليّة سريعة مكوّنة من حطام صخري وترتب تتم بفعل الجاذبية الأرضية والأنشطة البشرية الخاطئة (سلوم وصيام، ٢٠١٨، ٣٧٠)، أو هو حركة قصية Shear movement ذات أبعاد مختلفة تتخذ اتجاه أسفل المنحدر Down Slope، وعلى سطح مستوي في ضمن الكتلة الصخرية، يسمى سطح الانزلاق.

وتنشط الانزلاقات الأرضية حينما تتوفر كتل صخرية أو جلاميد كبيرة الحجم نسبياً تكون متموضعة في أعلى المنحدرات ولكن بشكل غير مستقر أو ثابت بفعل عدم تماسكها مع الصخر الأم لوجود صدوع أو تشققات صخرية، إضافة لوجود مواد طينية مزحلقة، كما يساعد هطول الأمطار وقلة الغطاء النباتي في حدوث هذه الأنزلاقات.

١- الانزلاقات المستوية:

تحدث هذه الانزلاقات في الاسطح التي تميل باتجاه أسفل المنحدر بزوايا أقل من زوايا انحدار المنحدر، مما يجعل سطحاً بارزاً في وجه المنحدر. يُنظر الصور (٥) و(٦)، سُجلت حالات انزلاقات مستوية في مناطق ذات مستويات التطبيق والتي تحصل على وجه المنحدر بفعل مياه الأمطار الساقطة والتي تضعف من قوة التماسك الطبقات بسبب زيادة الضغط الداخلي للفجوات، ومن ثم تقليل زوايا الاحتكاك نتيجة تقليل خشونة اسطح الانزلاقات بفعل التجوية بمياه الامطار، فضلاً عن كون اتجاه انحدار سطح المنحدرات متطابقة مع اتجاه ميل الطبقات الصخرية، بسبب نقصان مساحة التماس بين سطوح الفواصل، والكسور.

صورة (٥) الانزلاق المستوي في وادي بنات الحسن

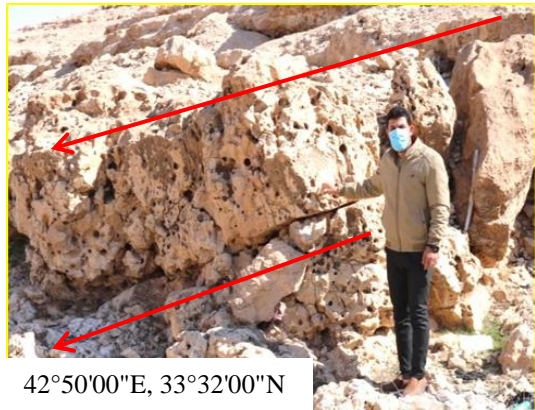
صورة (٦) الانزلاق المستوي في منطقة الخفاجية

الغربية



42°38'20"E, 34°22'00"N

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٨/٢٠٢١.



42°50'00"E, 33°32'00"N

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٢/٢/٢٠٢١.

These slides occur on surfaces that slope down the hill at angles smaller than the slope angles of the hill, creating a protruding surface facing the slope. See images (5) and (6).

٢- الانزلاقات المركبة:

عملية انسياب للمواد الارضية المشبعة بالماء من الجزء السفلي من المنحدر دون تحديد الجزء العلوي؛ مما يسبب هبوط كتل من المواد الارضية، وهذا يعني ان احد انواع الانزلاقات كالدورانية تكون في اعلى المنحدر، اما الاجزاء السفلية فقد تكون من انواع اخرى كالانسياب الطيني أو غيره من انواع الحركة السريعة، يُنظر الخريطة (٧).

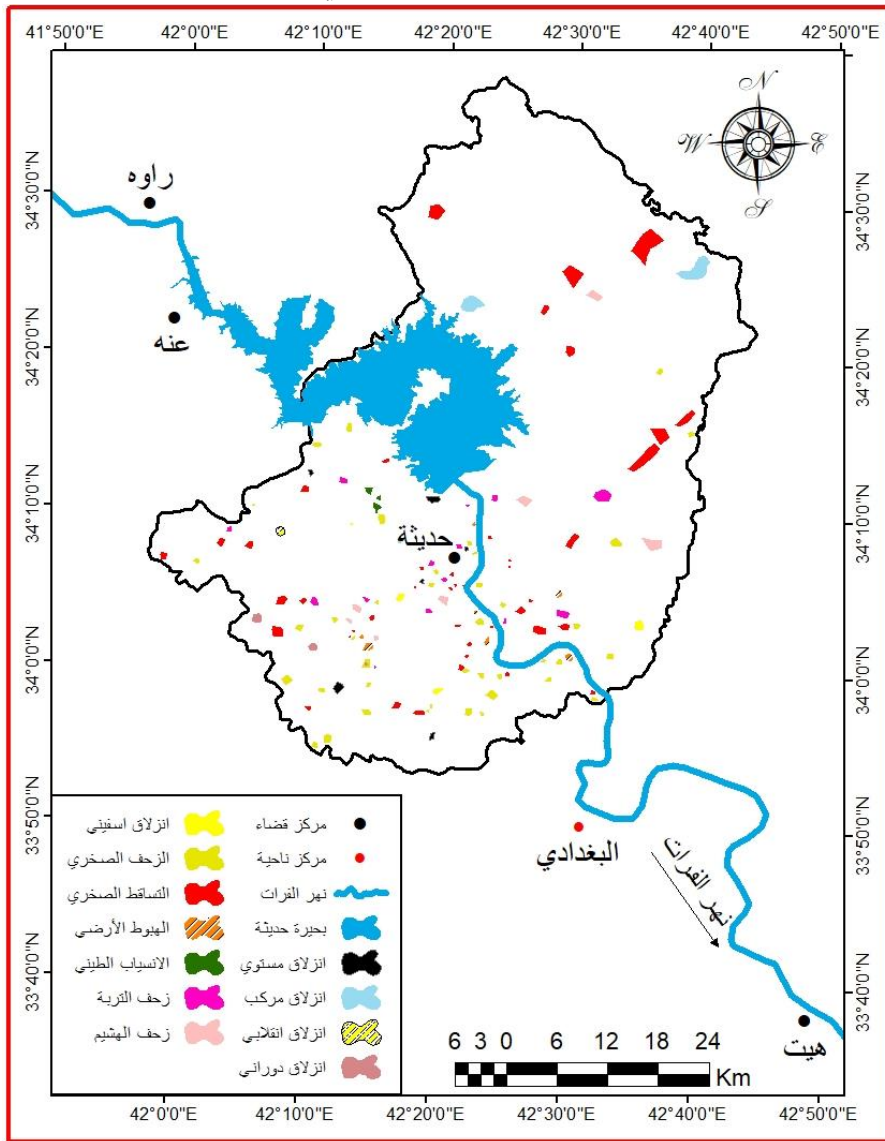
٣- الانزلاقات الدورانية:

تتمثل بحركة الكتل المنزلقة على سطح مقوس بمسار منحنى ويحدث في المنحدرات الصخرية ذات الشقوق والفواصل الكثيرة، وباتجاهات مختلفة ويحدث في المنحدرات المغطاة بالتربة أيضاً (Al Saadi, 1988, 245).

ويحدث الانزلاق الدوراني فوق تكوينات جيولوجية شديدة الميل، ويحدث ضمن صخور ذات مسامية عالية كالحجر الرملي او الحجر الطيني، أو في الصخور المتكسرة بشدة ذات فواصل متقاربة وعشوائية ومرتكزة على صخور قليلة أو عديمة النفاذية (Jassim and Rasheed, 2014, 505).

تحدث هذه الانزلاقات على أسطح مقعرة حينما تكون مواد المنحدر سميكة ويغلب عليها التجانس الحجمي مثل الصلصال، وفي هذا النوع من لانزلاقات يميل الجزء الأعلى من المنحدر إلى الخلف في اتجاه سطح الانزلاق وتتحرك مواد المنحدر وتزلق وكأنها كتلة واحدة، وفي حالات اخرى تتجزأ إلى كتل أصغر عندما تواجه فواصل عرضية متعامدة على سطح الانزلاق أو مائلة عليه (العوضي، ٢٠١٧، ١٤٧)، وتحدث على سطح منحنى وفي صخور ذات انقطاعات كثيرة باتجاهات مختلفة، ويحدث غالباً في المنحدرات التي تتكون من التكوينات الفتاتية والتربة، ينتج عنها كتلا هابطة وغالباً ما تكون مصحوبة بحركات تكتونية معقدة (كيلر، ٢٠١٤، ١٧٥)، ويتميز سطح الانشطار الأرضي تحت الهبوط فيه بشكل يشبه الملعقة أي له منحنى مقعر، ويتكون له جرف هلالى عند أعلى الهبوط، كما تحدث للمواد المكونة له حركة دائرية إلى الوراء، وقد يتكون من وحدة واحدة عند الانزلاق أو مركباً من قوالب عدة (Pipkin, 180)، يعد هذا النوع من الانزلاقات التي تنتشر في منطقة الدراسة، إذ يحدث في التكوينات الضعيفة والهشة من الصخور الطينية والرمية والغرينية في تكويني الفرات والفتحة، والمدملكات الكلسية المختلطة بالطين الجيري بعد عمليات القطع التي تعرضت لها هذه السفوح لإنشاء المحال التجارية والمنازل ومد الطرق.

خريطة (٧) أنواع الانهيارات الأرضية في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على تحليل وتفسير المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة (Land Sat 8) لعام

٢٠٢٠، والدراسة الميدانية للباحث، بتاريخ ٢٣، ٢٤، ٢٥/٨/٢٠٢١، وباستخدام برنامج Arc GIS10.8.

"Map 7: A process of flow of water-saturated ground materials from the lower part of the slope without specifying the upper part, causing the descent of masses of earth materials. This means that one type of slide, such as rotational sliding, occurs at the upper part of the slope, while the lower parts may involve other types such as mudflows or other forms of rapid movement".

٤- الانزلاقات الانقلابية:

هو اضطجاع كتلة صخرية ذات أبعاد هندسية معينة بحركة دورانية باتجاه أسفل المنحدر، وهناك شروط لحدوث الانقلاب منها (أن يكون للكتل شكل هندسي مناسب، وأن تكون الكتلة معلقة،

وأن يزول

الاسناد عند قدم المنحدر والتماسك خلال الفواصل المحيطة مساوياً لصفر) (Al- Saadi, 1981, 252). وعندما تكون نسبة عرض قاعدة الكتلة الصخرية إلى طولها أقل من ظل زاوية ميل تلك الكتلة الصخرية (Hoek and Bary, 1981, 358)، تتعرض الطبقات الصخرية في منطقة الدراسة إلى ظاهرة الانقلاب واحتمالية الانهيار بظاهرة الانقلاب وهي توجد في موضع واحد في منطقة خسفة السلطان جنوب بحيرة حديثة إذ يكون انحدارها بين (٢ - ٤.٩) درجة، وارتفاعها (١٨٧) متر فوق مستوى سطح البحر ومساحتها نحو (٨٠٩) متر مربع وتنتشر في تكون عنه، يُنظر الصور (٧) و(٨).

صورة (٧) انقلاب الصخور الكلسية في الطريق الواصل بين حديثة وعنه
صورة (٨) صخور آيلة للانقلاب منطقة فليلف قرب مدرسة البراعم الابتدائية المختلطة



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٥/٨/٢٠٢١. المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٨/٢٠٢١. ويظهر هذا النوع في منطقة الدراسة في مواقع التقويض العميقة لقواعد المنحدرات الارضية، والتي تكونت مع عمليات القطع والتسوية لإنشاء الطرق والابنية السكنية والمحال التجارية، وكذلك المناطق التي تأثرت بعمليات التقويض؛ بسبب التعرية الاخدودية على جوانب الوديان مثل وادي (حقلان، زعدان)، مما أدى الى انزلاقات انقلابية باتجاه ميل المنحدرات، إذ توجد هناك شروط لحدوث الانزلاقات الانقلابية أهمها:

٥- الانزلاقات الاسفينية:

يحدث على خط تقاطع لسطحين من الانقطاعات وبتجاهه، والذي يكون بارزا خلال المنحدر اي انه يميل بزواوية أصغر من زاوية الميل للمنحدر، وتكون أكبر أو مساوية لزاوية الاحتكاك الداخلي، تأخذ هذه الانزلاقات تدفقات باتجاه اسفل المنحدرات بشكل يشبه المخروط، وغالباً ما تتطور الاسافين في التكوينات الصخرية الهشة التي تتعرض للانقطاعات؛ بسبب عدم استقراريتها.

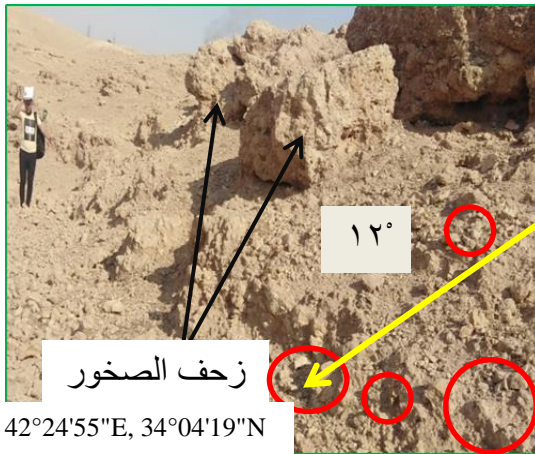
- الزحف الصخري:

يعد الزحف الصخري أبطأ عمليات الانهيارات الأرضية وتختلف أشكاله حسب المواد الصخرية المنقولة، والزحف الصخري يتم بواسطته نقل

كتل صخرية منفردة، وغالباً ما تتم حركة الزحف ضمن طبقة الرواسب السطحية وبصورة فصلية حيثما تشتد الاختلافات في درجة الحرارة وكمية الرطوبة المتوفرة؛ إذ تؤدي إلى تغيرات حجمية في هذه الرواسب تدفعها إلى الزحف.

ويحدث الزحف الصخري بسبب انفصال الكتل الصخرية وزحفها على سطح مائل أو انحناء الجزء العلوي للطبقات الصخرية، وأن انفصال الكتل الكبيرة وحركتها البطيئة يجري بمساعدة انجماد الماء وذوبانه فالمواد التي تكون غير متماسكة تكون معرضة أكثر من غيرها للتحرك بالزحف، فضلاً عن ذلك هناك عوامل أخرى مثل زاوية الانحدار لها دور مهم في سرعة حركة المواد، إذ إن سرعة الزحف تتناسب طردياً مع شدة الانحدار، يكثر هذا النوع من العمليات في المناطق التي تعرضت إلى عمليات من نوع السريع (انزلاق، تساقط صخري) فنتائجها أصبحت بداية لعملية زحف الصخور إذ تقوم هذه الصخور بالتجمع واخذ مسار معين والزحف نحو المناطق التي تقل ارتفاعاً عن موقعها، فضلاً عن أنها تتميز بزاوية انحدار اقل من زوايا انحدار مواضعها، يُنظر الصورة (٩) و(١٠).

صورة (١٠) زحف الصخور منطقة حديثة



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٧/٨/٢٠٢١.

صورة (٩) زحف الصخور في منطقة حديثة



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٨/٢٠٢١.

- التساقط الصخري: Rock fall

هي حركة سريعة جداً للكتل الصخرية فوق المنحدرات الشديدة، يزداد حدوث التساقط في المناطق الجبلية المرتفعة من أعالي الحافات الصخرية إلى ما تحت أقدامها بواسطة فعل الجاذبية الأرضية دون تدخل عوامل نقل أخرى، لذلك تحدث هذه العملية بسرعة كبيرة، وفجائية، ويستغرق حدوثها ثوان معدودات، وأن هذه الظاهرة تكون بفعل الجاذبية الأرضية فضلاً عن الشقوق والفواصل الصخرية التي تعد سبباً جوهرياً في تنشيط هذه العملية؛ لأنها تضعف من مقاومة الصخور وتظافر قوى الدفع والسحب، تظهر عمليات التساقط الصخري في المناطق التي تتميز بأنها شديدة الانحدار أو جرفيه، فضلاً عن تواجدها في مناطق ذات كثافة عالية للتراكيب الخطية والفوالق والفواصل،

يُنظر الصورة (١١)؛ مما يؤدي إلى حالة عدم الاستقرار ويتأثر عامل الجاذبية الأرضية تؤدي إلى حركة مفاجئ للكتل الصخرية، فتسقط على المناطق التي تكون ذات انحدار بسيط إلى متوسط لكي يبدأ بعملية مورفوديناميكية أخرى على هذه المنحدرات، يُنظر الصور (١٢).

يعد الهطول الصخري خطراً واضحاً على النشاط البشري ولكنه عملية جيولوجية مهمة تساعد في توسيع الوديان وجعل الأراضي المرتفعة أوطأ ارتفاعاً، وأن تساقط الحطام والمفتتات شائعاً في مناطق تقطع الانهار الجزء السفلي من ضفافها المؤلفة من مواد غير متماسكة (Al Saadi, 1981).

ويعد حساب مقدار مسافة تدرج الصخور الساقطة في الطريق عامل مهم في تقييم مخاطر الانهيارات الأرضية على الطريق (Al Saadi, 1988)، إذ تتفاوت أحجام الكتل الصخرية الساقطة وبعدها عن طرق السيارات وكذلك أحجام الصخور المتوقع سقوطها من منحدر إلى آخر.

صورة (١١) فاصل في الصخر

صورة (١٢) تساقط الكتل الصخرية في منطقة

الخفاجية الشرقية



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢١/٢/٢٢.

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢١/٢/٢٤.

يبين الجدول (٥) مواقع بعض طرق السيارات المحاذية للسفوح المنحدرة وأحجام الكتل الصخرية الساقطة في منطقة الدراسة، إذ تم ملاحظة عدد كبيرة من الصخور الساقطة على طرق السيارات في المنطقة، إذ يعمل المهندسون من أجل السيطرة على بعض حركة الكتل الصخرية محتملة السقوط باستخدام وسائل متعددة منها بناء الجدران الساندة للمنحدر، يُنظر الصور (١٣) و(١٤)، أو انشاء بعض القنوات المكشوفة أسفل المنحدر تعمل على تصريف المياه السطحية وللحيلولة دون وصول الأحجار الصغيرة والمفتتات إلى وسط الطريق، وهذه عبارة عن حلول مؤقتة إذ تبقى الخطورة قائمة، وتم ملاحظة حالات تصدع بعض الجدران الساندة للمنحدرات القريبة من الشوارع ذات الصخور الهشة القابلة لامتصاص مياه الامطار، يُنظر الصورة (١٥)، مما يعرض الشارع إلى حالة عدم التوازن بين القوة المسلطة عليه من جراء ثقل المركبات وقوة القص خلف الجدران مما يؤدي إلى الدفع الناتج من وزن الكتلة غير

المستقرة إلى تصدع الجدران وزيادة الخطورة.

جدول (٥) مواقع بعض طرق السيارات المحاذية للسفوح المنحدرة وأحجام الكتل الصخرية الساقطة في منطقة الدراسة

موقع الطريق	بعد قاعدة المنحدر عن الطريق (م)	حجم الصخرة الساقطة (سم)
طريق الخفاجية الغربية	٢.٣٥	٨٢
	٢.٨٥	٢٢
	٢.٧٠	٢٩
طريق وادي حقلان	٢.٤٥	٨٩
	٢.٦٥	٧٣
	٣.١٠	٧٨
طريق وادي بنات الحسن	١.٣٥	٩٦
	١.٨٠	٥٤
	١.٧٠	٨٨
طريق وادي بني داهر	٣.٥	٧١
	٢.٤	٨٣
	١.٦٠	٦٨

المصدر: الدراسة الميدانية للباحث واستخدام الشريط المعدني لقياس المسافة، بتاريخ ٢٣، ٢٤، ٢٥/٨/٢٠٢١.

"Table (5) shows the locations of some roadways adjacent to the slopes and the sizes of the rockfall masses in the study area. A large number of fallen rocks were observed on the roads in the area. Engineers are working to control the potential movement of falling rock masses using various methods, including constructing retaining walls for the slope".

صورة (١٤) جدار ساند للطريق الرابط بين منطقة فليفل وألوس

صورة (١٣) جدار ساند للطريق منطقة حقلان



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٨/٢٠٢١.

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٤/٨/٢٠٢١.

صورة (١٥) تصدع الجدار الساند لطريق حقلان سابقاً



42°10'10"E, 33°57'22"N



42°13'29"E, 34°02'30"N

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٤/١٢/٢٠٢١. المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٢/٢/٢٠٢١.
وتبين لدى الباحث من الدراسة الميدانية أن معظم الصخور الساقطة على حافة الطرق سوف تتدحرج بمسافة قريبة لتصل إلى الطريق؛ مما تسبب مخاطر على السيارات والمارة بالطريق، يُنظر الصورة (١٦)، ولاسيما أن أغلب الطرق تعاني من قلة المساحة المخصصة لطرق السيارات وقلة المساحة المخصصة للتوقف المفاجئ، مع وجود الكثير من التدرجات والتقوسات بالطرق والتي لا تسمح بوقت كاف لرد فعل السائقين؛ مما يؤدي إلى كثرة الحوادث.

- الهبوط الأرضي:

وهي حركة هبوط للمواد الأرضية بشكل أفقي بفعل الجاذبية، إذ تحدث بتحلل الطبقة السفلية للمنحدرات بتأثير الماء الجوفي بفعل عملية الاذابة للصخور الجيرية والتي ينتج عنها كهوف جيرية تتعرض سقفها للهبوط والانهيار؛ بسبب قوة الضغط الناتج عن ثقل تراكم الرواسب والمفتتات الصخرية فوق طبقات هشة، فتهدم إلى أسفل المنحدر على شكل كتل صخرية، وغالباً ما تحدث ظاهرة الهبوط الأرضي في السفوح ذات التكوينات الهشة مثل التكوينات الطينية التي توصف بالانتفاخ عند الترطيب والانكماش عند التجفيف، ويظهر الهبوط الأرضي في منطقة الخفاجية الغربية والشرقية ومنطقة السد على جاني نهر الفرات وكذلك على جوانب وديان منطقة الدراسة كوادي حقلان ودولاق وزعدان، يُنظر الصور (١٧) و(١٨).

صورة (١٨) الهبوط الأرضي في وادي بني داهر



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٤/٨/٢٠٢١.

صورة (١٧) الهبوط الأرضي في منطقة الخفاجية



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٦/٨/٢٠٢١.

ويحدث هذا النوع من الانهيارات الأرضية في الدرجة الانحدارية شبة المستوية ما بين (٠ - ١٠) درجة ويسمى بالخسف (Land Subsidence) وهو تغير في مستوى سطح الأرض عن المستوى الطبيعي، ويعرف عند المهندسين بالترقيق أو هبوط أرضي خفيف (Pipkin, Hazlet)، وينتج الهبوط؛ بسبب اختلاف في الجهد المسلط على التربة؛ نتيجة تواجد احمال ثقيلة تجعل سمك طبقة التربة تختلف من مكان لآخر، أو يحدث الهبوط نتيجة القيام بأعمال القص لأنشاء الطرق وحفر الآبار وسحب الماء أو البترول وكذلك القص للمنحدرات وبناء المنازل والمحال التجارية وهذا لا يتم بطريقة صحيحة، فتصبح التربة غير متجانسة، فضلاً عن وجود الكهوف في التربة تحدث خلخلة وتحرك في المفصلات السطحية (Enabling, 177).

- الانسياب الطيني:

يتكون الانسياب الطيني من كتل صخرية ومواد طينية تختلط مع بعضها البعض اختلاطاً تاماً فيكون لها قوام الخرسانة، تنشأ هذه الانسيابات فجأة؛ بسبب العواصف الرعدية وتكون في المنابع العليا للأودية (Jassim and Rasheed, 2014)، إذ تنشأ هذه العملية عند هطول أمطار غزيرة تندفع الى داخل المجرى فتندفع كميات كبيرة من الرواسب على جانبي الوادي، لذا فالماء عامل أساسي في هذه العملية لينتج منه انسياب طيني على شكل لسان من التربة والصخور والماء (Hoek and Bary, 1981)، وان سرعة الانسياب الطيني تعتمد على كمية الأمطار الغزيرة ولو مدة قصيرة يزيد الإجهاد بزيادة الوزن ويقلل قوة التماسك بين الحبيبات كما تحدث عندما يتراكم فتات صخري بكميات كبيرة وتسقط على مدد كميات كبيرة من الأمطار تغسل هذا الفتات وتحركه في القنوات، وتعتمد كذلك على درجة الانحدار، فهي ذات حركة بطيئة الى سريعة، إذ تحدث الحركة على شكل اندفاعات يفصل بين كل اندفاع وآخر ثوان الى ساعات (Poland and Davis, 1969, 2)، تم رصد هذه الظاهرة ميدانياً جنوب بحيرة

حديثاً ضمن منطقة الدراسة؛ مما تسبب انجراف للتربة بشكل ملحوظ والحشائش والأشجار.

- زحف التربة Soil Creep :

وهي من أنواع حركات المواد الأرضية البطيئة تحدث في الطبقات العليا لمنحدرات التربة أو الصخور، بتأثير اجهادات القص والجاذبية الأرضية والمياه، إذ لا يمكن التحسس بها بسهولة وقت حدوثها، ولا تعرف الا بنتائجها، وآثارها المتمثلة بميلان وانحناءات أعمدة الاسيجة، والأشجار على السفوح المائلة (Swanston and Howes)، إذ ان عملية زحف التربة هي محصلة لمختلف العمليات التجوية التي تؤدي الى حدوث حركة في التربة بالتضامن مع قوة الجاذبية، يكون هذا النوع شائعاً في منطقة الدراسة وتنتشر في أغلب منحدراتها ويسبقه انقحاخ أو تخدد للمواد المنهالة، وفي هذه العملية تتمدد الطبقة السطحية وتتكمش في اتجاه موافق لاتجاه ميل السفوح، ومع تكرار هذه العملية يتم انتقال المواد المفككة في اتجاه أدنى السفوح بفعل الجاذبية الأرضية، وتتم هذه الحركة دون الإحساس بها، ويمكن أن يحدث فوق المنحدرات الطفيفة التي لا يتجاوز ميلها درجتين فقط، وعلى الرغم من بطئ حركة هذا النوع إذ يجب مراقبته؛ إلا أنه يمكن تقدير حدوثه بالطرق الاستنتاجية من التغيرات التي تحدث على جوانب المنحدرات في المنطقة إذ يمكن ملاحظة تدلي المواد المفككة نحو الأسفل وتغيير أماكنها، وكذلك تقوس جذوع الأشجار وانحناءها، يُنظر الصور (١٩) و(٢٠).

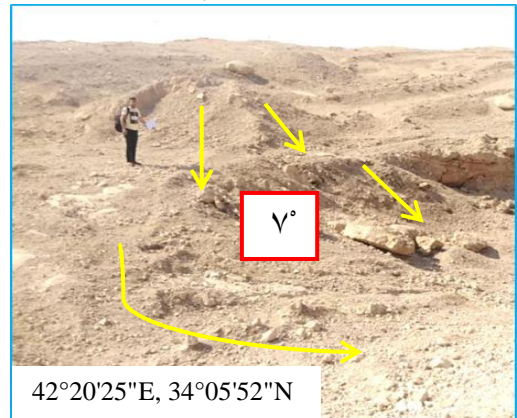
تظهر في أجزاء واسعة ضمن منطقة الدراسة، ولاسيما ضمن المناطق التي تغطيها الترب الجيرية التي تنتشر بشكل واسع في منطقة الدراسة، والبسيطة الى متوسطة الانحدار التي لا تزيد عن (١٥) درجة والقريبة من الأودية (حقلان، دولاقي، زغان) إذ ان العامل الرئيس بهذا النوع من العمليات هو الجاذبية الأرضية التي تقوم بتسليط قوى على التربة مما تدفعها بشكل بطيء للحركة، فضلاً عن فقر منطقة الدراسة إلى الغطاء النباتي الذي يكون كفيلاً بثبيت التربة على سفوح المنحدرات، يُنظر الجدول (٦).

صورة (٢٠) زحف التربة في منطقة ألوس



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٨/٢٠٢١.

صورة (١٩) زحف التربة في منطقة فليفل



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٣/٨/٢٠٢١.

خامساً: تحليل استقرارية المنحدرات (عامل الأمان):

إن حدوث الانهيارات الأرضية على السفوح المنحدرة يتضمن تحديد قوة المقاومة، والقوة المحركة، ونسبتهما التي يطلق عليها عامل الأمان (Factor Safety) ويرمز لها بالرمز (FS)، وقد تم أختار (١٠) مواضع للانهيار في منطقة الدراسة متباينة التكوينات الصخرية، يُنظر الجدول (٧)، لمعرفة عامل الأمان فيها واحتمال حدوث الانهيارات الأرضية عليها، وذلك من خلال استخدام معادلة عامل الأمان للمنحدرات (Varoujan and Mohammed, 2007).

$$\frac{c' + hg \cos^2 \theta (\text{pr} - \text{pwm}) \tan \sigma}{\text{pr} hg \sin \theta \cos \theta}$$

حيث:

FS: عامل الأمان للمنحدرات.

c': قوة التماسك cohesion.

h: سمك طبقة الانزلاق المحتمل.

g: تسارع الجاذبية .

pr: زاوية تراجع سطح الانزلاق.

pw: كثافة الماء

m: سمك الجزء المشبع بالماء (القيمة ١ للطبقات المشبعة بالكامل ، والقيمة صفر للجافة).

σ: زاوية الاحتكاك الداخلي . سطح الانزلاق.

جدول (٦) الخصائص العامة للانهيارات الأرضية في منطقة الدراسة

درجة الانحدار	نوع الانهيار	مساحة م	ارتفاع م	التكوين الجيولوجي	الموقع الفلكي
٩.٩ - ٥	انزلاق مستوي	١٨٠	١٤٣	تكوين عنة	٤٢١٩١٩E N ٣٤١١٠٩
٤.٩ - ٢	انزلاق مستوي	٧٧٧	١٣٨	ترسبات المنحدرات	٤٢٠٩٤٧E N ٣٤١٢٣٢
٤.٩ - ٢	انزلاق مستوي	٩٨٨	٢٢٨	تكوين عنة	٤٢١٩٤٦E N ٣٣٥٥٤٨
٩.٩ - ٥	انزلاق مركب	٥.٤٤٩	٢١٢	تكوين الفتحة	٤٢١٦٥٥E N ٣٤٠٨١٥
٤.٩ - ٢	انزلاق دوراني	٧٩.٣	٢٤٢	تكوين عنة	٤٢٢٢١٥E N ٣٤٠٣٥٨
٤.٩ - ٢	انزلاق دوراني	٨٠.٥	٢٢٢	تكوين الفرات	٤٢١٠٢٢E N ٣٤٠١٢٢
٤.٩ - ٢	انزلاق انقلابي	٨٠.٩	١٨٧	تكوين عنة	٤٢٠٧٤٠E N ٣٤٠٨٤٩
٤.٩ - ٢	انزلاق اسفيني	٨٠.٧	١٧٩	تكوين النفايل	٤٢٣٥٢٤E N ٣٤٠٣١٦
١٨ - ١٠	انزلاق اسفيني	٥٨٦	١٥٥	تكوين الفتحة	٤٢١٩٥٨E N ٣٣٥٨٣٨
٤.٩ - ٢	الزحف الصخري	١٨١	١٦٢	تكوين الفرات	٤٢٢٤٣٧E N ٣٤٠٢١٤
١.٩ - ٠	الزحف الصخري	٣١٩	١٩٦	تكوين الفرات	٤٢٣٣١٣E N ٣٤٠١١١
١٨ - ١٠	الزحف الصخري	٢٢٥	١٦٢	تكوين عنة	٤٢٣٠٣٣E N ٣٤٠٣٠٢
٤.٩ - ٢	الزحف الصخري	١٣٨	١٦٨	تكوين عنة	٤٢٢٤٥٥E N ٣٤٠٤١٩
٤.٩ - ٢	الزحف الصخري	٩٤٠	١٣٨	ترسبات ملئ الوديان	٤٢٢٨٠٨E N ٣٤٠٠٤٨
٤.٩ - ٢	الزحف الصخري	٢٩٩	١٠٤	تكوين الفرات	٤٢٢٤٤٨E N ٣٣٥٩٤٤

درجة الانحدار	نوع الانهيار	مساحة م	ارتفاع م	التكوين الجيولوجي	الموقع الفلكي
٤.٩ - ٢	الزحف الصخري	٤٢٣	٩٠	رواسب المدرجات النهرية	N ٤٢٢٣٢٣E ٣٣٥٩٥١
٤.٩ - ٢	الزحف الصخري	٥٥٧	٩٣	الترب المتبقية	N ٤٢٢٢٠٨E ٣٣٥٩٥٩
٤.٩ - ٢	الزحف الصخري	٢٤٥	٨٤	ترسبات المنحدرات	N ٤٢٢٢٣١E ٣٣٥٧٢٨
١٨ - ١٠	الزحف الصخري	٣٦٨	١٠٨	تكوين الفرات	N ٤٢١٣٢٧E ٣٤٠١٥٧
٤.٩ - ٢	الزحف الصخري	٣٢٠	٨٨	الترب الجبسية	N ٤٢١٥٢٦E ٣٤٠٤٢٦
٤.٩ - ٢	الزحف الصخري	٩٧٧	١٣٤	تكوين الفتحة	N ٤٢١٢٢٥E ٣٤٠٣١١
٤.٩ - ٢	الزحف الصخري	٦٣٩	١٨٦	تكوين الفتحة	N ٤٢١١١٣E ٣٣٥٨٣٧
٤.٩ - ٢	الزحف الصخري	٧١٨	٢١٤	الترب المتبقية	N ٤٢١١٤١E ٣٣٥٥٣١
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	١٩٣	١٠٩	تكوين عنة	N ٤٢٢٤٢٧E ٣٤٠٢٣١
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	١٢٢	٩٢	تكوين عنة	N ٤٢٢٥٣١E ٣٤٠٢٣٠
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	٧٢.٥	٩٠	تكوين الفرات	N ٤٢١٨٥٧E ٣٤٢٩٣٠
٩.٩ - ٥	التساقط الصخري	١٢٨	١١٤	تكوين النفايل	N ٤٢٣٥١١E ٣٤٢٧٤٤
٩.٩ - ٥	التساقط الصخري	٤٧.٩	١٠.٩	ترسبات المنحدرات	N ٤٢٢٩٣٩E ٣٤٢٠٤٢
٩.٩ - ٥	التساقط الصخري	٩٦.٥	١٢٢	ترسبات المنحدرات	N ٤٢٣٨٤٧E ٣٤١٦٣٣
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	١٥٤	٨٦	رواسب المدرجات النهرية	N ٤٢٣٦٥٧E ٣٤١٥٣٤
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	١١٠	٢٢٣	الترب المتبقية	N ٤٢٣٥٢٤E ٣٤١٣٥٥
٩.٩ - ٥	التساقط الصخري	٥٤.٦	١٤٣	تكوين عنة	N ٤٢٣٠٠٦E ٣٤٠٨٣٤
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	١٠.٧٥	٢٣٣	ترسبات ملئ الوديان	N ٤٢٢٦١٩E ٣٤٠٤٤١
٩.٩ - ٥	التساقط الصخري	١٣١	١٢٤	تكوين الفتحة	N ٤٢٢٩٤٧E ٣٤٠٣٥٨
٩.٩ - ٥	التساقط الصخري	٣٠.٩	١٢٨	الترب المتبقية	N ٤٢٣٢٠٤E ٣٥٨٥٢
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	٢٧٠	٨٩	تكوين عنة	N ٤٢٢٥٢٠E ٣٣٥٩٥٠
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	٣.٤٦٥	١٥٤	ترسبات المنحدرات	N ٤٢١٧١٥E ٣٣٥٧٤٢
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	٦٦١	٢٠٣	رواسب المدرجات النهرية	N ٤٢١٣١٣E ٣٤٠٢٢٦
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	٦٧٨	١٩٢	الترب الجبسية	N ٤٢١٨٠٦E ٣٤٠٥٢١
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	١.٧٤٥	٢٤٤	الترب المتبقية	N ٤٢١٠١٠E ٣٣٥٧٢٢
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	١.١٨٥	٩٨	تكوين الفرات	N ٤٢٠٣٣٠E ٣٤٠٧٥٧
١٨ - ١٠	التساقط الصخري	٥٨٥	١٠٧	ترسبات المنحدرات	N ٤١٥٨٤٣E ٣٤٠٦٥٣
٩.٩ - ٥	الهبوط الأرضي	٢٠.٩	١٦٨	تكوين الفرات	N ٤٢٢٩١٤E ٣٤٠٥٥٩
٩.٩ - ٥	الهبوط الأرضي	١٤٦	١٠.٩	تكوين عنة	N ٤٢٠١٤٩E ٣٤٠٢٠٦
٩.٩ - ٥	الهبوط الأرضي	١٤٨	١١٧	تكوين الفرات	N ٤٢٢٢٣٢E ٣٤٠٩٣٢
١.٩ - ٠	الانسحاب الطيني	٥٠.٣	١٧٩	الترب الجبسية	N ٤٢٠١٥٨E ٣٤٠١١٣
١.٩ - ٠	زحف التربة	٨٨.٩	١٨٥	تكوين الفتحة	N ٤٢٣٢٢٦E ٣٤١١٢٨
٤.٩ - ٢	زحف التربة	١٦٨	١٢٧	الترب الجبسية	N ٤٢٢٠٢٥E ٣٤٠٥٥٢
٤.٩ - ٢	زحف التربة	٥٧٥	١٤٨	تكوين النفايل	N ٤٢١٩١٦E ٣٤٠٦٥٨



الموقع الفلكي	التكوين الجيولوجي	ارتفاع م	مساحة م	نوع الانهيار	درجة الانحدار
٣٤٠٨٠٢ N ٤٢٢١٢٥E	تكوين الفرات	١٩٢	٢٩٦	زحف التربة	١.٩ - ٠
٣٤١٢٠٢ N ٤٢١٢٢٥E	تكوين النفايل	١٢٤	٥١١	زحف التربة	١.٩ - ٠

المصدر: الدراسة الميدانية للباحث، بتاريخ ٢٣، ٢٤، ٢٥ / ٨ / ٢٠٢١.

"Table 6: These processes are widely observed in the study area, particularly in regions covered by calcareous soils, which are extensively spread across the study area. They occur in areas with gentle to moderate slopes, not exceeding (15) degrees, and are close to valleys (Hiklan, Dolak, Zaghdan). The main factor in this type of process is gravity, which exerts forces on the soil, causing it to move slowly. Additionally, the lack of vegetation cover in the study area, which would otherwise help stabilize the soil on the slopes, contributes to the movement."

جدول (٧) مواضع الدراسة الحقلية وقيمة معامل الأمان

ت	المنطقة	الموقع الفلكي	نوع التكوين	درجة الانحدار	معامل الأمان (FS)
١	بنات الحسن	٣٤٠٣٣٢N ٤٢٢٢٥٧E	صخرية	٨.٥	٠.٨٣
٢	بنات الحسن	٣٤٠٣٥٨N ٤٢٢٢١٥E	صخرية	١٠	٠.٩٦
٣	خفاجية	٣٤٠٣٢٢N ٤٢٢٥٣٧E	صخرية	١٣.٥	٠.٩٤
٤	خفاجية	٣٤٠٤٠٥N ٤٢٢٢٥٠E	صخرية	٥.٥	٠.٧٩
٥	فليفل	٣٤٠٤٠٧N ٤٢٢٢٤٧E	رملية	١٤	٠.٨٨
٦	وادي حقلان	٣٤٠٦٢٧N ٤٢٢٣٠١E	طينية	١٠.٥	٠.٦٣
٧	وادي حقلان	٣٤٠٦٢٥N ٤٢٢٣٠٣E	طينية	١٥	٠.٧٦
٨	آلوس	٣٤٠٢١٤N ٤٢٢٤٣٧E	صخرية	١١	٠.٩٠
٩	بروانه	٣٤٠٧٢٢N ٤٢٢٥٣٥E	صخرية	٦	٠.٩٣
١٠	بوحيات	٣٤٠٥١٥N ٤٢٢٢٠٢E	رملية	١١.٥	٠.٩٨

المصدر: بالاعتماد على الدراسة الميدانية للباحث، بتاريخ ٢٣، ٢٤، ٢٥ / ٨ / ٢٠٢١.

"Table 7: The occurrence of landslides on sloping surfaces involves determining the resistance force, the driving force, and their ratio, which is referred to as the Safety Factor (FS). Ten locations for landslides with varying rock formations were selected in the study area."

تبين من خلال القياسات الحقلية وتطبيق المعادلة أعلاه أن جميع المواضع المختارة ينخفض عامل الأمان فيها عن (١)؛ وهذا يعني أنها معرضة لعمليات الانهيارات الأرضية في أي وقت، والمنحدرات غير مستقرة، ولا سيما مع زيادة عمليات القص للمنحدرات؛ مما يجعل من الإجراءات الهندسية لتثبيت هذه المنحدرات ضرورة قصوى، وتتباين هذه الإجراءات من المساند الكونكريتية والحوائط من الحجر والحوائط الحديدية، كل حسب نوع المنحدر ودرجة انحداره وعناصر الضعف التي تعترضه.

الاستنتاجات:

- ١- إن منطقة الدراسة تتكون من تكوينات جيولوجية ضعيفة تكثر فيها تراكم الضعف الجيولوجي من الفواصل والشقوق وسطوح الانفصال، فضلاً عن التكوينات الفتاتية التي تتكون من الطين والغرين والرمل، مما أدى إلى وجود بنية جيولوجية تساعد على حدوث الانهيارات الأرضية.
- ٢- من أهم العوامل المساعدة على نشوء الانهيارات الأرضية والتي تم مشاهدتها ميدانياً في المنطقة هي عمليات القطع للمنحدرات من أجل انشاء المحال التجارية والمنازل فضلاً عن مد الطرق؛ مما أدى إلى زيادة القس على هذه المنحدرات.
- ٣- إن الغطاء النبات الفقير كان أحد العوامل المساعدة على الانهيارات الأرضية في المنطقة.

- ٤- إن حركة المياه الجوفية والعيون الكارستية مثل (عين حقلان) أدت إلى زيادة المحتوى الرطوبي للمنحدرات مما زاد من نشاط عمليات الانهيارات الأرضية.
- ٥- سيادة الزحف الصخري والتساقط الصخري في منطقة الدراسة على باقي أنواع الانهيارات الأرضية.

التوصيات:

- ١- ضرورة القيام بالإجراءات الهندسية لتثبيت المنحدرات للحد من مخاطر الانهيارات الأرضية.
- ٢- تجنب القطع المستمر للسفوح المنحدرة من أجل انشاء المحال التجارية والمنازل.
- ٣- القيام بتشجير السفوح الفتاتية المنحدرة لتثبيتها، وإزالة الأوزان فوقها.
- ٤- عمل المساند من الخرسان والحجر والحديد لحماية الأنشطة البشرية من خطر الانهيارات الأرضية.

مصادر البحث:

١. بحيري (١٩٧٩)، صلاح الدين، أشكال الأرض، دار الفكر، الطبعة الأولى، دمشق.
٢. داود (٢٠٠٢)، تغلب جرجيس، علم أشكال سطح الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية)، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، الجامعة المستنصرية، كلية التربية، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة، البصرة.
٣. زراكر (٢٠١٦)، غازي عطية وآخرون، الجيولوجيا البيئية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، مكتب نفع الطيب للطباعة والنشر، جامعة تكريت.
٤. ساندس (١٩٨٣)، جون أي، ، والان - اج اندرسون وروبر كاربول، الجيولوجيا الفيزيائية، الجزء الأول، ترجمة: مجيد عبد جاسم، مطبعة جامعة البصرة.



٥. سلامة (٢٠١٠)، حسن رمضان، أصول الجيومورفولوجية، الطبعة الثانية، دار الميسرة للنشر والتوزيع، عمان.
٦. سلوم (٢٠١٨)، غزوان ونعمان صيام، علم أشكال سطح الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية)، كلية الآداب والعلوم الانسانية، منشورات جامعة دمشق، جامعة دمشق.
٧. السياب (١٩٨٢)، عبدالله وآخرون، جيولوجيا العراق، جامعة الموصل، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر.
٨. سيساكيان (١٩٩٣)، فاروجان خاجيك، شاكر قنبر حافظ، تقرير جيولوجي عن لوحة حديثة، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، بغداد.
٩. صائغ (٢٠٠٥)، عبد الهادي، فاروق العمري، الجيولوجيا الفيزيائية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل.
١٠. صوالحة (٢٠٠٥)، حكم عبد الجبار، الجيولوجيا العامة، دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة، الطبعة التاسعة.
١١. علي (١٩٩١)، مقداد حسين، الجيولوجية الهندسية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
١٢. العوضي (٢٠١٧)، حمدينه عبد القادر، الجيومورفولوجيا دراسة أصولية وتطبيقية لأشكال سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية للطبع والنشر والتوزيع، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية، الجزء الأول.
١٣. كيلر (٢٠١٤)، ادوارد از، الجيولوجيا البيئية، سلسلة الكتب الجامعية المترجمة- العلوم الاساسية، وزارة التعليم العالي، المملكة العربية السعودية.

References:

1. Ahmed M. (2009) Youssef and Norbert H. Maerz, Slope Stability Hazard Assessment and Mitigation Methodology along Eastern Desert Aswan-Cairo High Way, Egypt, Geology Department Sohag University of Science and Technology, 1006, kings high way, Rolla, mo, USA.
2. Al-Saadi,(1981) S.N, A method for Amapping Unstable Slop with Reference to the Coast line of S.W. Dyfyed ,wales, Unpub .ph.D.Thesis, University of Bristol.
3. Al-Saadi, (1988) S.N, Models of failure in the Rock Slopes of Injana Area, Central Iraq, Proceeding of the International Symposium on the Geology of Deserts and Desert Environment, Baghdad, Vol,1.
4. Bernard W.pipkin, Trent, D.D., Richard Hazlet, Geological the Environment, Thomson Brooks/Cole pub.
5. Deltares Enabling Delta Life. Land Subsidence: causes, impacts and adaptive measures, po Box 177, Mor information: Land Subsidence@deltares.nl.
6. Hamed (2014) M.Jassim, zahra'a Norri Rasheed , M.S C Bahra Dhahir Ghafour, Faris Rashied Ahmed, On the Land Slide of Daigala Slope-Kurdistan- Iraq, Koya University , faculty of Engineering , Geoteennical Engineering, Civil Engineering Department,



- 2014.
7. **Hoek (1981),E. and Bray ,J.W.** *Rock Slopes Engineering Inst .of Mining and Metallurgy* .London.
 8. **J.F.Poland (1969) & G.H.Davis.** *Land Subsidence du to Withdrawal of fluids*, geological Society of American, V.2.
 9. **Swanston . D.N& Howes. D. E:(N D):** *Slope movement processes and characteristics*, U.S.Department of Agriculture Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station Forestry Science Laboratory Juneau, Alaska, Recreational Fisheries Branch B.C. Ministry of Environment Victoria, British Columbia.
 10. **Varoujan (2007)·K.,Sissakian and Buthaina S.Mohammed,** Stratigraphy, *Iraqi Bulletin of Geology and Mining*·Special Issue Geology of Iraqi Western Desert·State company of Geological survey and mining,2007.
 11. **Buhayri (1979), Salah Al-Din,** *Landforms*, Dar Al-Fikr, First Edition, Damascus.
 12. **Daoud (2002), Taghleab Jergis,** *Applied Geomorphology*, Ministry of Higher Education and Scientific Research, Al-Mustansiriya University, College of Education, Dar Al-Jamiya for Printing, Publishing, and Translation, Basra.
 13. **Zarakir (2016), Ghazi Atiyah et al.,** *Environmental Geology*, Ministry of Higher Education and Scientific Research, Nafh Al-Tayyib Publishing Office, Tikrit University.
 14. **Sands (1983), John A., Alan W. Anderson, and Robert Carbola,** *Physical Geology*, Volume 1, Translated by: Majid Abdul Jassim, University of Basra Printing Press.
 15. **Salama (2010), Hassan Ramadan,** *Geomorphological Origins*, Second Edition, Dar Al-Maysara for Publishing and Distribution, Amman.
 16. **Saloum (2018), Ghazwan and Nouman Siyam,** *Applied Geomorphology*, Faculty of Arts and Humanities, Damascus University Publications, Damascus University.
 17. **Al-Sayyab (1982), Abdullah et al.,** *Geology of Iraq*, University of Mosul, Directorate of Dar Al-Kutub for Printing and Publishing.
 18. **Sesakian (1993), Faroujan Khajik, Shakir Qanbar Hafiz,** *Geological Report on a Recent Plate*, Ministry of Industry and Minerals, General Company for Geological and Mining Surveys, Baghdad.
 19. **Saigh (2005), Abdul Hadi, Farouq Al-Amri,** *Physical Geology*, Ministry of Higher Education and Scientific Research, University of Mosul.
 20. **Sawalha (2005), Hakam Abdul Jabbar,** *General Geology*, Dar Al-Maysara for Publishing, Distribution, and Printing, Ninth Edition.
 21. **Ali (1991), Muqaddad Hussein,** *Engineering Geology*, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul.
 22. **Al-Awdi (2017), Hamdina Abdul Qader,** *Geomorphology: Fundamental and Applied Study of Landforms*, Dar Al-Ma'arifa University for Printing,

Publishing, and Distribution, Faculty of Arts, Alexandria University, Volume One.

23. **Keller (2014), Edward A.**, *Environmental Geology*, University Textbook Series in Basic Sciences, Ministry of Higher Education, Saudi Arabia

