



المظاهر الكارستية في منطقة حتارة (دراسة جيومورفولوجية تطبيقية)

م.م ليلاف دشوار محمد سعيد

كلية التربية للعلوم الانسانية, جامعة الموصل

Karst Phenomena in the Hatarah Area (An Applied Geomorphological Study)

M. Laylaf Mashkar Mohammad Saeed

Faculty of Education, University of

Al Mosul

laylaf.dishwar@uomosul.edu.iq<https://orcid.org/0009-0006-4867-0021>

الكلمات المفتاحية: الكارست - الإذابة - الجيومورفولوجية - انجانة - ترب رسوبية - الصخور.

Keywords: Karst – Dissolution – Geomorphological – Injana – Sedimentary soils – Rocks**الملخص**

تشكل الظواهر الكارستية محوراً مهماً في الدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية لارتباطها بالعوامل الجيولوجية والمناخية والهيدرولوجية. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل المظاهر الكارستية في منطقة حتارة شمال العراق ضمن محافظة نينوى، بمساحة 47.15 كم². أظهرت النتائج وجود مظاهر سطحية وتحت سطحية كالإذابة والهبوط الأرضي والانهيارات، رغم أن الصخور السائدة فتاتية وتعود لتكوين انجانة الذي يحتوي على عدسات مارل وكلس تسمح بتسرب المياه عبر الشقوق. تتأثر الطبقات الجبسية لتكوين الفتحة السفلى بالإذابة، مما يؤدي إلى فراغات تحت سطحية تظهر على السطح كانهيارات في الترب الرسوبية عالية المسامية وضعيفة التماسك. تكشف الدراسة عن ترابط معقد بين التكوينات الجيولوجية والهيدرولوجية والترب، مما يسهم في تنوع الأشكال الأرضية. تخلص الدراسة إلى تقييم المخاطر الطبيعية وتقديم أسس علمية لمعالجتها في إطار التنمية المستدامة.

Abstract

Karst phenomena are a crucial topic in applied geomorphological studies due to their link to geological, climatic, and hydrological factors. This study analyzes karst features in the Hatarah area, northern Iraq (Nineveh Governorate), covering 47.15 km². Results reveal surface and subsurface karst manifestations, including dissolution, land subsidence, and collapses, despite the predominance of clastic rocks of the Injana Formation, which contains marl and limestone lenses enabling water infiltration through fissures. The gypsum layers of the underlying Fatha Formation are affected by dissolution, creating subsurface voids that manifest as collapses in highly porous, weakly cohesive sedimentary soils. The study reveals a complex interplay between geological formations, hydrology, and soils, contributing to landform diversity. It concludes with a natural hazard assessment and provides scientific foundations for mitigation within a sustainable development framework.

المقدمة

تعتبر المظاهر الكارستية من الركائز الأساسية في الدراسات الجيومورفولوجية، حيث تمثل نتاجاً لتفاعل معقد بين العوامل الجيولوجية والمناخية والهيدرولوجية. تنشأ هذه المظاهر نتيجة عمليات الإذابة في الصخور القابلة للذوبان، ويصاحبها تطور أشكال سطحية وتحت سطحية مثل الهبوط الأرضي



والتخسفات والانهيارات، مما يضيف أهمية كبيرة على دراستها في مجالات التخطيط العمراني وإدارة الموارد الطبيعية (أبو العينين، 1981).

تكتسي دراسة هذه الظاهرة في منطقة حتارة أهمية خاصة، إذ تقع ضمن نطاق صخري يغلب عليه الترسبات الفتاتية التابعة لتكوين انجانة، المتأثرة بوجود طبقات داخلية جبسية تعود لتكوين الفتحة. يسهم هذا التداخل في ظهور مظاهر الإذابة الكارستية رغم عدم وضوح التكوينات الجيرية السطحية، مما أظهر تعقيداً في العلاقة بين البنية الجيولوجية وحركة المياه الجوفية والعناصر المناخية. وقد أدى ذلك إلى نشوء فجوات تحت سطحية تجلت آثارها على هيئة انهيارات تحت الغطاء الرسوبي.

انطلاقاً مما تقدم، تسعى هذه الدراسة إلى الكشف عن الأبعاد الجيومورفولوجية للمظاهر الكارستية في منطقة حتارة، وتوضيح آليات تشكلها في سياق تطبيقي يدعم تقييم صلاحية الأرض وتوجيه استعمالاتها وفق أسس علمية رصينة.

مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيس الآتي: ما العوامل الطبيعية المسؤولة عن نشوء وتطور الظاهرة الكارستية في منطقة حتارة؟ ويتفرع من هذا التساؤل الأسئلة الآتية:

1. كيف تسهم الخصائص الطبيعية (البنية الجيولوجية، الانحدار، الظروف المناخية) في تكوين الظاهرة الكارستية؟

2. ما دور استمرارية العمليات الجيومورفولوجية، ولا سيما التجوية الكيميائية تحت الغطاء الرسوبي، في تنشيط الإذابة والتآكل عبر المياه المتسربة إلى الطبقات الداخلية لتكوين انجانة؟

3. كيف يمكن تقييم درجة الخطورة في المنطقة عند إنشاء المشاريع والبنى التحتية؟

مبررات الدراسة

يعود اختيار هذا الموضوع إلى ندرة الدراسات الجيومورفولوجية في منطقة حتارة التي تناولت المظاهر الكارستية بشكل تحليلي وتطبيقي. إضافة إلى ذلك، فإن وجود تكوين انجانة المكون من الرمل والطين ذي المقاومة المتفاوتة للعمليات الجيومورفولوجية، ووجود تجاويف تحت سطحية غير مرئية ضمن الرواسب السطحية، يزيد من احتمالية الانهيارات الأرضية ويعزز تطور المظاهر الكارستية.

فرضيات الدراسة

تنطلق الدراسة من الفرضيات الآتية:

1. تتسم طبقات تكوين انجانة بخصائص كارستية تعمل على ترشيح المياه الجارية وتحويلها إلى مسارات ضمن نظام تصريف باطني، مما يؤدي إلى فقدانها تدريجياً عبر شبكة من الشقوق والفواصل تحت سطحية، وتشكل مظاهر الإذابة.

2. تسهم حركة المواد على سطح الأرض في زيادة تعرية الصخور وانكشافها، مما يساعد في تحديد المظاهر الكارستية السطحية والباطنية.

3. تتباين الوديان المنحدرة في منطقة الدراسة من حيث أنماط التصريف المائي وتأثير العناصر المناخية، ولا سيما الأمطار، مما ينعكس على تغير معالم المنطقة وتنوع عملياتها الجيومورفولوجية.

أهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلى:

1. تحليل الخصائص الطبيعية (البنية الجيولوجية، الانحدار، الظروف المناخية) ودورها في تهيئة البيئة المناسبة لعملية التجوية الكيميائية المتمثلة بإذابة الصخور المكشوفة.

2. ربط الإطار النظري بالواقع الميداني لإبراز الدور التطبيقي للجيومورفولوجيا في تقييم صلاحية الأراضي للزراعة والبناء، وتقديم معلومات علمية عن خصائص السطح والبنية الجيولوجية.

3. دعم مجالات تخطيط البنى التحتية واستثمار الموارد الطبيعية وتقييم المخاطر الجيومورفولوجية في المنطقة.

أهمية البحث

يسهم هذا البحث في توضيح الدور الذي تؤديه العمليات الجيومورفولوجية في تشكيل البيئات الكارستية، ويقدم حقائق علمية تمنح بعداً منهجياً للتخطيط العمراني وإدارة الموارد الطبيعية، مما يساعد في الحد من المخاطر الطبيعية كالانهيارات والهبوط الأرضي.

منهجية الدراسة

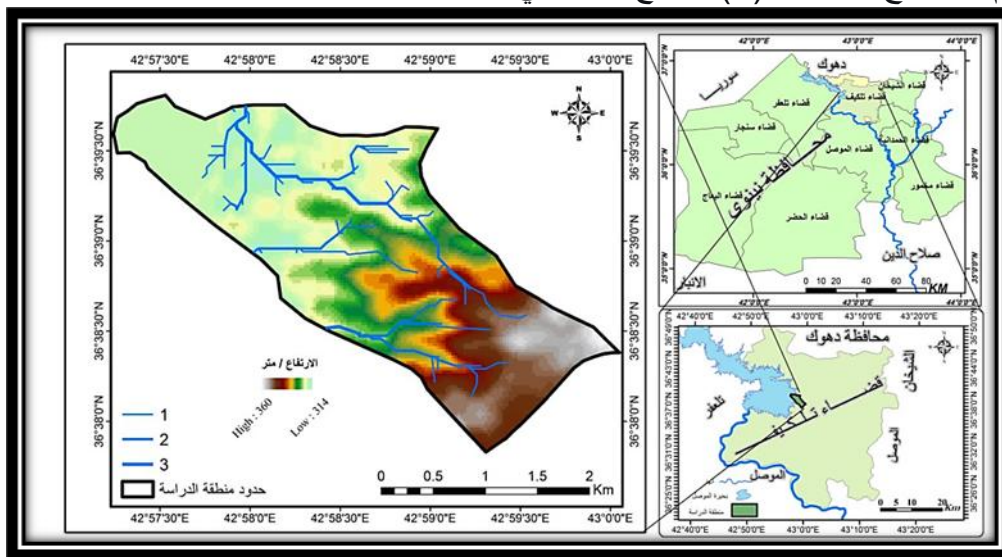
اعتمدت الدراسة على المنهج الاستقرائي التحليلي، ودعمت بالدراسة الميدانية، بالإضافة إلى استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والتحليل الإحصائي والكمي.

الفصل الأول

الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

أولاً: الموقع الجغرافي

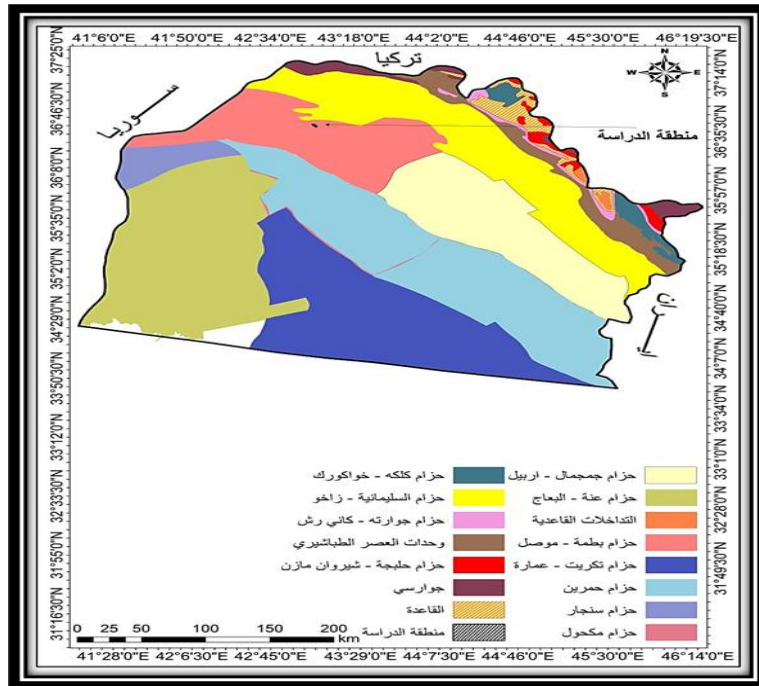
تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي من العراق، ضمن محافظة نينوى وقضاء تليق، وتشكل الأجزاء الشرقية المطلة على بحيرة سد الموصل. تمتد المنطقة بين دائرتي عرض $36^{\circ} 10' 10''$ و $36^{\circ} 36' 64''$ شمالاً، وخطي طول $42^{\circ} 42' 80''$ و $42^{\circ} 42' 95''$ شرقاً، بمساحة إجمالية تقدر بحوالي 47.15 كم². توضح الخارطة (1) الموقع الجغرافي للمنطقة.



المصدر: إعداد الباحثة بالاستناد إلى المرئية الفضائية ونموذج التضرس الرقمي (DEM) وبرنامجي WMS و ARCMAP

ثانياً: الإطار التكتوني

تصنف المنطقة تكتونياً ضمن نطاق التدخلات القاعدية (Basaltic-Gabbroic Intrusions)، وفق التقسيم التكتوني للعراق (AL-Kadhimi et al., 1996). تتميز المنطقة بمراحل شد وتمدد قشري نسبي تزامنت مع نشاط الفوالق العميقة والكسور الإقليمية (بدير، 2002)، مما أسهم في تكوين مناطق الضعف البنيوي مثل نطاق الكسور القص (الحمداي، 1998). تتسم صخور المنطقة بمقاومتها النسبية لعمليات التجوية والتعرية عند انكشافها، مما يؤدي إلى تشكل طبوغرافية تتمثل في جروف وحافات صخرية (الجبوري، 2005). تؤدي التراكيب الخطية والكسور والفوالق دوراً مهماً في توجيه شبكة التصريف السطحي (Buday, 1980). تبين الخارطة (2) الخارطة التكتونية لمنطقة الدراسة.



الخارطة (2): الخارطة التكتونية لمنطقة الدراسة

*المصدر: الشركة العامة للمسح الجيولوجي، عن (AL-Kadhimi et al. 1996)، مقياس رسم 1:1000000.

ثالثاً: البنية الجيولوجية

تشكل البنية الجيولوجية أحد العوامل الرئيسية المؤثرة في العمليات الجيومورفولوجية، فهي تمثل الأساس الذي تطورت منه تضاريس سطح الأرض (المحسن، 2013). تتعكس هذه البنية على درجة المسامية والنفاذية وقابلية الصخور للتشقق، مما يسهم في تنوع المخاطر الجيومورفولوجية. تضم منطقة الدراسة التكوينات الجيولوجية الآتية:

أ. تكوين انجانة (عصر المايوسين الأعلى)

يتمثل هذا التكوين بتعاقبات رسوبية فتاتية تتكون من الحجر الطيني والرمل والغرني المتداخل مع صخور المارل. تتميز صخوره بطبقات رقيقة وتباين في حجم الحبيبات، واحتوائها على تكوينات كلسية، مما يضعف مقاومتها للعمليات الجيومورفولوجية (Buday, 1980; حسين، 2003). يسهم هذا التكوين في تشكيل منحدرات معتدلة نتيجة تأثره بعمليات التجوية الكيميائية والميكانيكية، الناجمة عن التباين الحراري الموسمي والتغير في محتوى الرطوبة. تزيد الطبقات الطينية والغرنية من قابلية الصخور للتشقق والانزلاق، وتعمل على تراجع السفوح بفعل النحت المائي، حيث تتخذ المياه مسارب عبر الشقوق لتشكل أخاديد تجمع المياه، خاصة في الوديان (Jassim & Goff, 2006; أبو العينين، 1998). تحتوي هذه التكوينات على عدسات من المارل والكلس تتيح حدوث ظاهرة الكارست في نطاق محدود، عبر الشقوق والنفاذية التي تعزز تسرب المياه الجارية إلى باطن الأرض. تبلغ مساحة هذا التكوين 0.8 كم²، بنسبة 13.14% من إجمالي مساحة المنطقة، وتتركز في الجزء الأوسط الشمالي الشرقي. يوضح الشكل (1) صخور تكوين انجانة.



شكل (1): صخور تكوين انجانة في منطقة الدراسة
المصدر: التصوير الميداني، 11 فبراير 2026.

ب. الترب الرسوبية (العصر الرباعي)

تمثل هذه الترب الغطاء السطحي للأرض، وتغطي مساحة 5.29 كم²، أي ما نسبته 86.86% من مساحة المنطقة. تتكون من رواسب الطمي والرمل والغرين التي ترسبت بفعل السيول الموسمية والفيضانات المتكررة، وتتركز في قيعان الوديان والأراضي المنخفضة. تتسم هذه الترب بارتفاع مساميتها ونفاذيتها وضعف تماسكها، مما يجعلها عرضة للتعرية والانجراف خاصة أثناء هطول الأمطار. تسهم هذه الرواسب في تطور المظاهر الكارستية من خلال تغذية المياه الجوفية عبر التكوينات الصخرية السفلى، ولا سيما التكوينات الكلسية والجبسية، مما يعزز عمليات الإذابة في الطبقات تحت سطحية (العبيدي، دون تاريخ). يبين الشكل (2) مظاهر الإذابة في الترب الرسوبية.



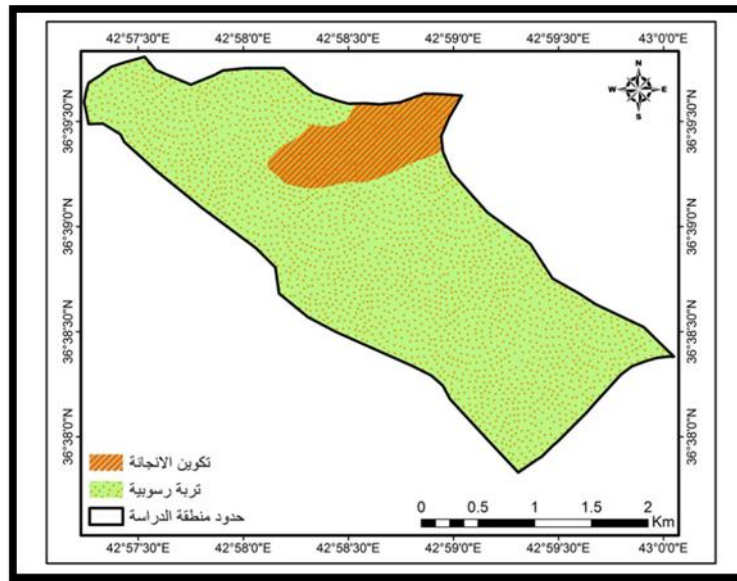
شكل (2): مظاهر الإذابة في الترب الرسوبية
المصدر: التصوير الميداني، 11 فبراير 2026.

يتبين من تحليل التكوينات الجيولوجية وجود تباين واضح في الخصائص المنعكسة على تطور المظاهر الأرضية. فقد أسهم تكوين انجانة بطبائمه ومئاته المتوسطة في تشكيل المنحدرات والسفوح، بينما كان للترب الرسوبية دور بارز في تكوين المظاهر الفيضية والسهلية. شكل هذا التباين أنماطاً تصريفية سطحية متفاوتة الشدة في العمليات الجيومورفولوجية، خاصة في التعرية الأخدودية والانجرافات السطحية. تؤثر الخصائص الجيولوجية كالمسامية والنفاذية وسمك الطبقات، ووجود الشقوق والانكسارات، وميل الطبقات الصخرية، في تطور العمليات الجيومورفولوجية ومنها الإذابة بفعل المياه الجوفية والسطحية في الصخور

الجيرية (أبو العينين، 1981). يوضح الشكل (3) المظاهر الفيضية لأنماط التصريف السطحي المائي، ويبين الجدول (1) التكوينات الجيولوجية في المنطقة، فيما تظهر الخارطة (3) الخريطة الجيولوجية التفصيلية.



شكل (3): المظاهر الفيضية لأنماط التصريف السطحي المائي والتعرية الاخدودية
المصدر: التصوير الميداني، 11 فبراير 2026.



الخارطة (3): الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة
المصدر: وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي، خارطة الموصل الجيولوجية،
مقياس 1:250000، 1995.

الجدول (1): التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

المساحة (كم ²)	(%) النسبة المئوية	التكوين
0.8	13.14	تكوين انجانة
5.29	86.86	تربة رسوبية

المصدر: جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين،
خريطة العراق الجيولوجية، مقياس 1:1000000، 2000؛ وبرنامج ArcMap v10.8.1
رابعاً: الخصائص الانحدارية

تعتبر الخصائص الانحدارية من العوامل الأساسية المساهمة في نشوء وتطور الظاهرة الكارستية، إذ ترتبط عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية بشكل وثيق بدرجات الانحدار، خاصة في المناطق التي تتوفر فيها الخصائص المورفومترية والجيولوجية الملائمة (البدراني، 2002). تؤثر درجة الانحدار في سرعة جريان الماء السطحي ومعدل تسربه، فالانحدار المستوي يطيل فترة بقاء المياه على السطح، مما يسمح بتسربها إلى داخل الصخور ويعزز عملية الإذابة، بينما يقلل الانحدار الشديد من فرص التسرب ويحد من فعالية الإذابة (Thornbury, 1969; Ford & Williams, 2007). يبين الشكل (4) والجدول (2) تحليل بيانات الانحدار في منطقة الدراسة، حيث تسود الأراضي المستوية بنسبة 40.78 %، مما يعزز فرص نفاذ المياه إلى باطن الأرض وتنشيط التجوية الكيميائية (سعيد، 2023؛ البدراني، 2002).

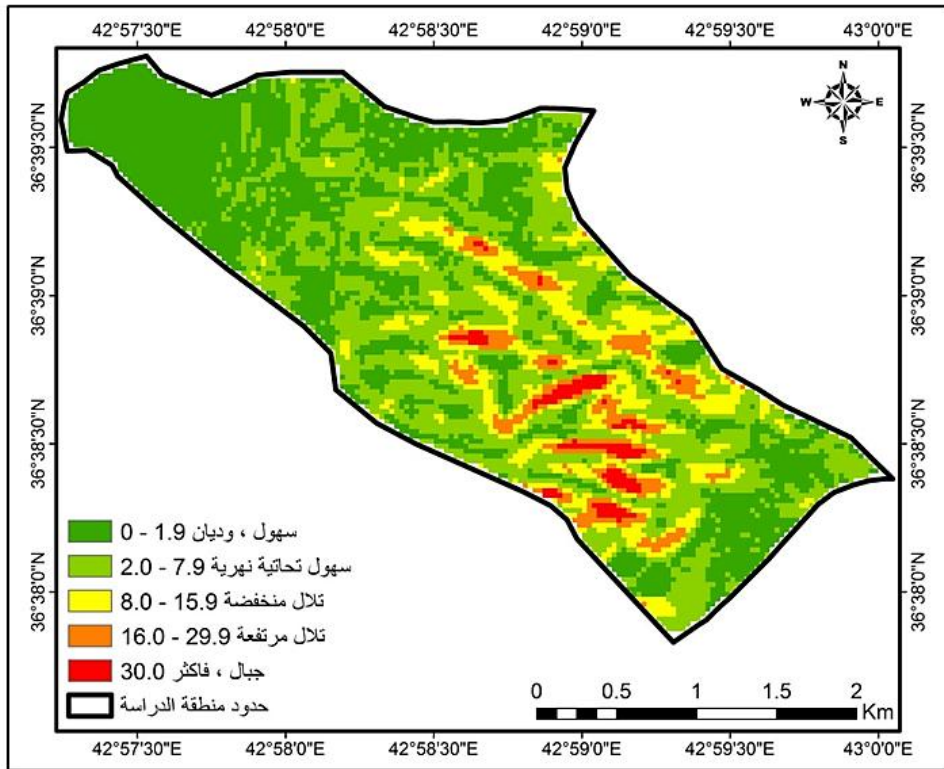
الجدول (2): أصناف الانحدار في منطقة الدراسة حسب تصنيف Zink

النسبة المئوية (%)	المساحة (كم ²)	شكل السطح
40.78	3.1	مسطح (0° - 1.9°)
38.72	0.4	متموج خفيف (2° - 7.9°)
13.04	1.28	متموج (8° - 15.9°)
5.46	0.73	مقطع مجزأ (16° - 29.9°)
2.01	0.58	مقطع بدرجة عالية (>30°)

المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتصنيف (Zink (Stam Marin Ed, 1999).



شكل (4): تضاريس المنطقة من زوايا مختلفة
المصدر: التصوير الميداني، 11 فبراير 2026.



الخارطة (4): خريطة تصنيف الانحدار في منطقة الدراسة

المصدر: بالإعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتصنيف Zink.

يظهر توزيع اتجاهات الانحدار تبايناً واضحاً، حيث يبرز الاتجاه الشمالي الشرقي ثم الشرقي، تليهما الاتجاهات الجنوبية والغربية بنسب متفاوتة. يعزى هذا التباين إلى طبيعة التركيب الجيولوجي والبنية الطبوغرافية السائدة، التي تؤثر بشكل مباشر في توجيه العمليات الجيومورفولوجية وتباين شدة النشاط الكارستي (الجبوري، 2005). يوضح الشكل (5) المظاهر السطحية للانحدارات، والشكل (4) تضاريس المنطقة.



شكل (5): منظر عام للانحدارات في المنطقة
المصدر: التصوير الميداني، 11 فبراير 2026.

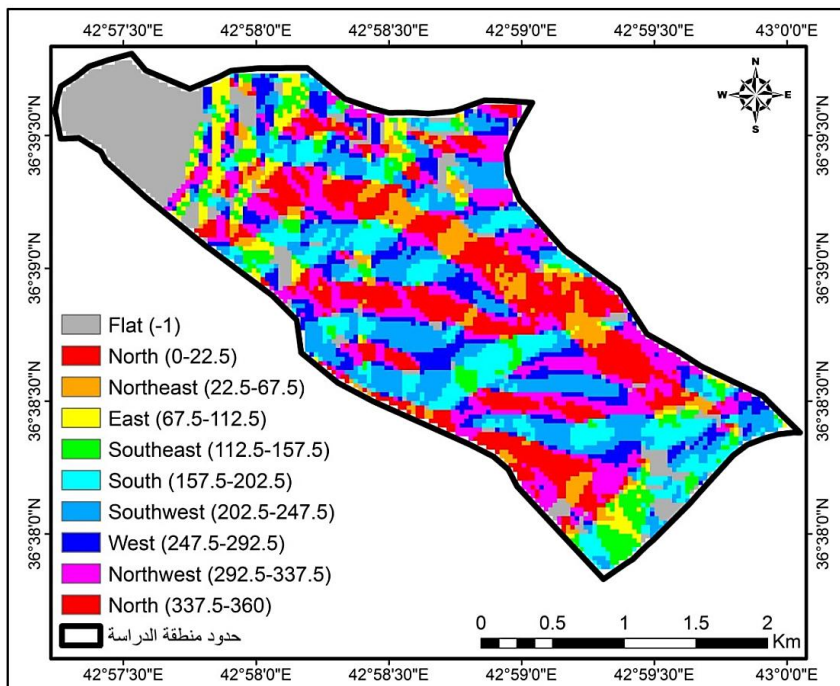
خامساً: اتجاهات الانحدار

يساعد تحليل اتجاهات الانحدار المستخرجة من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) في فهم الخصائص الطبوغرافية للمنطقة، وتحديد أنماط الجريان السطحي، وتحليل عمليات التعرية، وتأثير زاوية سقوط أشعة الشمس في الخصائص الجيومورفولوجية (إبراهيم وآخرون، 2015). يبين الخارطة (5) والجدول (3) أن المناطق السهلية المستوية تمثل النسبة الأكبر (2.16 كم²، 28.42%)، مما يقلل من التعرية الميكانيكية ويزيد من تراكم الرواسب الناعمة (الدليمي، 2012).

الجدول (3): اتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات ArcMap v10.8.1

النسبة المئوية (%)	المساحة (كم ²)	اتجاه الانحدار
3.20	0.15	شمال شرق
4.78	0.26	شرق
4.69	0.25	جنوب شرق
9.61	0.72	جنوب
14.53	0.11	جنوب غرب
10.44	0.79	غرب
11.97	0.8	شمال غرب
12.35	0.85	شمال
28.42	2.16	مستوي



الخارطة (5): خريطة اتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

تتباين نسب بفية الاتجاهات، حيث تشكل المنحدرات الشمالية 12.35%، والشمالية الغربية 11.97%، والغربية 10.44%. يميل التوزيع العام لسطح المنطقة باتجاهين رئيسيين هما الشمال والغرب، مما يؤثر في اتجاه الجريان السطحي للمياه وتجمعها في الأجزاء المنخفضة (Strahler & Strahler, 2013). تمثل المنحدرات الجنوبية 9.61%، بينما تعتبر الاتجاهات الشرقية والجنوبية الشرقية والشمالية الشرقية الأقل نسبة، مما يعكس تأثير هذه الفروق في رطوبة التربة وتباين درجات الحرارة لاختلاف التعرض للإشعاع الشمسي (Ritter et al., 2011).

سادساً: خصائص التربة

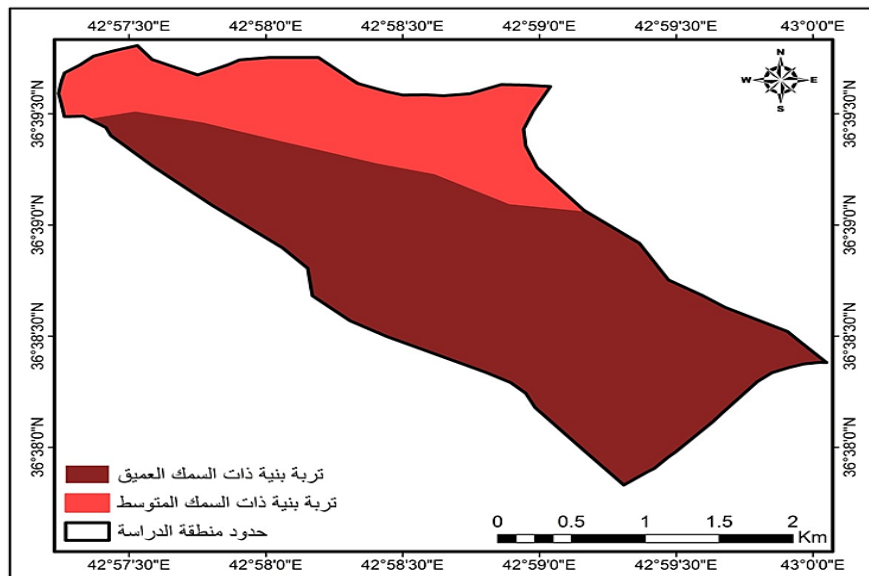
أ. التربة البنية ذات السمك العميق

تتميز هذه التربة بعمقها الذي يمنحها قدرة كبيرة على خزن العناصر الغذائية والرطوبة، واستقرار حبيباتها، مما يقلل من التعرية السطحية ويجعلها ملائمة للاستعمالات الزراعية (الدوري، 2008). يسهم سمكها الكبير في إبطاء حركة المياه الجوفية واستمرار تغذية الفواصل والشقوق، خاصة في الصخور الكلسية، مما يعزز عمليات الكارست في الطبقات الداخلية ويزيد من نسبة الفجوات دون انكشاف صخر الأساس (عبد الزهرة، 2012). تبلغ نسبة هذه التربة 73.73% بمساحة 4.49 كم²، وهي الأكثر انتشاراً في منطقة الدراسة (الخارطة 6 وجدول 4).

الجدول (4): أنواع الترب في منطقة الدراسة

النسبة المئوية (%)	المساحة (كم ²)	صنف التربة
73.73	4.49	تربة بنية عميقة السمك
26.27	1.6	تربة بنية متوسطة السمك

المصدر (1960) BURINGH: وبرنامج ArcMap v10.8.1

**الخارطة (6): خريطة أنواع الترب في منطقة الدراسة**

المصدر (1960) BURINGH: وبرنامج ArcMap v10.8.1

ب. التربة البنية ذات السمك المتوسط

تقدر نسبة هذه التربة بحوالي 1.6 كم² (26.27%)، وتتصف بأنها أقل عمقاً وأفقها متوسطة، وتتميز بنفاذية عالية لقلّة سمكها واحتوائها على مواد خشنة. تقل قدرتها على خزن المياه، وتكون أكثر عرضة

للانجرافات خاصة في سفوح المنحدرات (Brady & Weil, 2016; Huggett, 2017). يعمل سمكها المتوسط على تسريع وصول المياه إلى الصخور الجيرية في المناطق الكارستية، مما يزيد من فاعلية الإذابة ومظاهرها كالحفر والشقوق في الصخور (Ford & Williams, 2007; الجبوري، 2010).

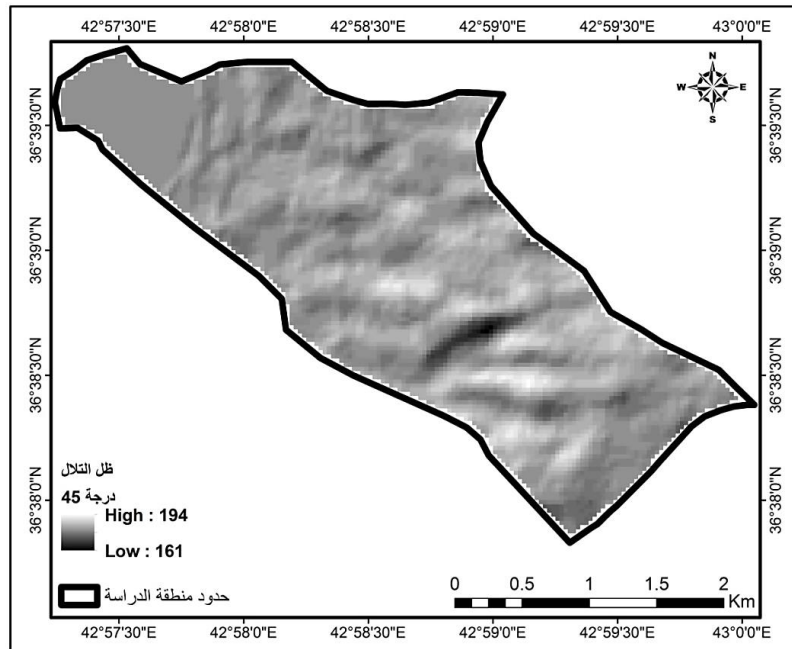
تبين الخارطة (6) والجدول (5) أصناف التربة في منطقة الدراسة واتجاهاتها لتحليلها جيومورفولوجياً، حيث ترتبط خصائص التربة وتوزيعها بالارتفاعات واتجاهات السفوح ودرجة الظلال، بالإضافة إلى وجود الصخور الكلسية التي تهيئ ظهور المظاهر الكارستية (ثورنبري، 1982).

الجدول (5): أصناف التربة في منطقة الدراسة حسب اتجاهات السفوح

المصدر:

النسبة المئوية (%)	المساحة (كم ²)	صنف التربة
56.32	3.43	السفوح المواجهة لأشعة الشمس
43.68	2.66	السفوح الواقعة في ظل التلال

إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات ArcMap v10.8.1



الخارطة (6): خريطة أصناف التربة حسب اتجاه السفوح

المصدر (1960) BURINGH: برنامج ArcMap v10.8.1

تظهر المظاهر الجيومورفولوجية في التضاريس ذات الارتفاع بين 161م و194م، مع تباين في سمك التربة ومدى تطورها. تكون التربة في المناطق الأعلى أقل سمكاً بسبب قوة الجاذبية على حركة المياه السطحية وتعرضها للغسل والانجراف، بينما تتجمع المواد المنقولة في الأجزاء المنخفضة لتشكل تربة متجانسة. (Thornbury, 1969) تؤثر درجة الظلال (45 درجة) في أنواع التجوية من خلال وصول الإشعاع الشمسي إلى السفوح، فالمناطق المشبعة بالرطوبة تنشط فيها التجوية الكيميائية، بينما تسود التجوية الميكانيكية في المناطق المعرضة للشمس لفترات طويلة (أبو العينين، 1980). يوضح الشكل (6) صوراً ميدانية للتربة والتضاريس.



شكل (6): صور ميدانية للتربة والتضاريس في منطقة الدراسة

المصدر: التصوير الميداني، 11 فبراير 2026.

تتسم السفوح المواجهة للشمس (3.43 كم²، 56.32%) بارتفاع معدلات الإشعاع الشمسي وزيادة التبخر وقلة الرطوبة، مما ينشط التجوية الفيزيائية ويؤدي إلى تكوين تربة ضحلة أكثر عرضة للانجرافات. يسهم التباين الحراري اليومي في تكوين الشقوق والفواصل في الصخور الجيرية، وتتسرب مياه الأمطار لتبدأ عملية الإذابة (Summerfield, 1991). أما السفوح الواقعة في ظل التلال (2.66 كم²، 43.68%)، فتقصر فترة تعرضها للإشعاع الشمسي وتزداد رطوبتها، مما يجعل تربتها البنية المتوسطة أكثر تماسكاً مع زيادة المواد العضوية، مما يشجع نشاط التجوية الكيميائية وتوسيع الفواصل والشقوق الصخرية (نعمان، 1990). تنشأ الظاهرة الكارستية نتيجة تفاعل المياه مع الصخور القابلة للذوبان، حيث تختلف شدتها بين السفوح الظلية والمشمسة (Ford & Williams, 2007).

سابعاً: الخصائص المناخية

تقع منطقة الدراسة فلكياً بين دائرتي عرض 36° 10' و 36° 00' شمالاً، وخطي طول 42° 80' و 42° 00' شرقاً. تلعب العناصر المناخية دوراً محورياً في نشوء وتطور العمليات الجيومورفولوجية، وقد تم تحليلها بالاعتماد على بيانات محطة الموصل المناخية للمدة (1980-2012) كما هو موضح في الجدول (6).

الجدول (6): المعدلات الشهرية للعناصر المناخية في محطة الموصل (1980-2012)

الشهر	سرعة الرياح (م/ثا)	الضغط الجوي (مليبار)	الرطوبة النسبية (%)	الأمطار (مم)	درجة الحرارة (م°)	السطوع الفعلي (ساعة)	الإشعاع الشمسي (ملي واط/سم ²)
كانون الأول	0.9	1021.0	78	46.46	8.6	4.7	179.0
كانون الثاني	1.0	1021.3	79	46.75	6.9	4.7	196.9



234.4	6.3	13.4	32.0	65	1019.0	0.7	تشرين الثاني
279.8	5.6	8.8	41.75	74	1019.1	1.3	شباط
341.5	8.1	21.6	21.04	46	1015.0	0.9	تشرين الأول
367.5	6.8	12.8	53.87	67	1015.7	1.4	آذار
459.0	7.9	18.2	47.6	62	1013.0	1.5	نيسان
479.1	10.3	28.7	2.03	32	1008.0	1.1	أيلول
554.7	11.4	33.8	0.93	27	1002.0	1.5	آب
556.5	9.8	24.8	18.55	44	1009.0	1.8	أيار
608.4	11.9	34.7	0.94	25	999.6	1.7	تموز
631.1	12.0	31.2	3.0	28	1004.0	1.8	حزيران
407.3	8.3	20.3	314.92	52.2	1012.2	1.3	المعدل

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأحوال الجوية العراقية والرصد الزلزالي (بيانات غير منشورة)؛ محمد، 2010.

يظهر الجدول تبايناً فصلياً واضحاً يعكس خصائص مناخ البحر المتوسط. بلغ الإشعاع الشمسي ذروته في حزيران (631.1 ملي واط/سم²) وانخفض في كانون الأول (179.0 ملي واط/سم²)، وبلغ أقصى سطوع فعلي في حزيران (12.3 ساعة) لصفاء السماء من الغيوم (السامرائي، 2014). يسهم هذا التباين في تنشيط التجوية الفيزيائية بفعل التمدد والتقلص الحراري للصخور (Bloom, 2020). بلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة 20.3°م، مع تباين كبير بين أعلى درجة عظمى في تموز (43.0°م) وأدنى درجة صغرى في كانون الثاني (2.3°م)، بمدى حراري سنوي 27.9°م. يعود ارتفاع الحرارة صيفاً إلى سيطرة المنخفض الهندي الموسمي، بينما يرتبط الانخفاض الشتوي بالمرتفعات الجوية السيبيرية (الموسوي، 2011). يحفز التذبذب الحراري حول الصفر المئوي عملية التجميد والذوبان في فواصل الصخور، مما يسرع تشكل المنحدرات وتراكم المفتتات (محسوب، 2001). بلغ معدل الأمطار السنوي 315.92 ملم، وهو ضمن النطاق شبه الجاف (شرف، 1985). يتركز نحو 60% من الأمطار (189.97 ملم) في الأشهر الرطبة الرئيسية (كانون الأول، كانون الثاني، شباط، آذار)، مع ذروة مطرية في آذار (53.87 ملم). يرتبط النظام المطري شبه الجاف بتوالي موسمي بين فترة رطبة قصيرة وأخرى جافة طويلة، مما ينعكس على العمليات الجيومورفولوجية كالتعرية المائية والظاهرة الكارستية. ترفع مياه الأمطار المتسربة المحملة بغاز CO₂ من نسبة الإذابة الكيميائية للصخور الكربونية وفق التفاعل: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (عبيد، 1990).

بلغت الرطوبة النسبية أقصاها في كانون الثاني (79%) وأدناها في تموز (25%)، بعلاقة عكسية مع درجات الحرارة. انخفض الضغط الجوي صيفاً إلى 999.6 مليبار في تموز وارتفع شتاءً إلى 1021.3 مليبار، مما يزيد معدلات التبخر وصعود الأملاح بالخاصية الشعرية، وينشط مظاهر التجوية كالفقشور الملحية (Chorley & Viets, 2018). سجلت سرعة الرياح معدلاً سنوياً 1.3 م/ثا، بذروة في أيار وحزيران (1.8 م/ثا)، مما يسهم في النقل الريحي للمواد الناعمة وتعرية التربة في المناطق فقيرة الغطاء النباتي (ولي، 1989).

الفصل الثاني

العمليات الجيومورفولوجية التطبيقية للظاهرة الكارستية

أولاً: الخصائص الكارستية للتكوينات الجيولوجية

تُعرف الظاهرة الكارستية بأنها تلك المظاهر الجيومورفولوجية الناتجة عن إذابة الصخور بفعل التجوية الكيميائية للصخور المحتوية على الجبس والكلس، بوجود الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون (محسوب، 2004)، وفق المعادلة الكيميائية الآتية:



يحتوي تكوين انجانة على عدسات كلسية ومارلية تمثل وسطاً قابلاً للإذابة عند تعرضها للمياه المتسربة عبر الفواصل والشقوق الناتجة عن التفاوت الحراري. تنشط التجوية الميكانيكية وتسمح بتغلغل المياه إلى الداخل، مكونة مسارات باطنية تولد شقوقاً وفواصل كارستية، وهو نمط شائع في البيئات شبه الجافة (أبو العينين، 1980). يعمل هذا التكوين على تطور المظاهر السطحية والتحت سطحية، ويتطلب تحليل مخاطر الإذابة الطبيعية (موسى، 2002).

تبلغ مساحة تكوين انجانة 0.8 كم² (13.14%)، بينما تغطي التربة الرسوبية 5.29 كم² (86.86%). تنتمي التربة الرسوبية بنفاديتها العالية التي تساعد في خلق مجاري مائية سطحية وتحت سطحية وصولاً إلى طبقات الجبس والانهدرايت ضمن تكوين الفتحة أسفل تكوين انجانة. يؤدي ذلك إلى حدوث تجاوزات في الطبقات التحت سطحية وعدم استقرارها. تعمل هذه التربة إلى جانب تكوين انجانة دوراً وسيطاً في تسريب المياه نحو الصخور التحتية (الجبس والانهدرايت)، مما ينشط الإذابة ويظهر على شكل انهيارات أرضية خاصة في السفوح، مما يشكل تهديداً للتخطيط العمراني وطرق النقل والمشاريع الزراعية. يوضح الشكل (7) المظاهر الكارستية السطحية والتحت سطحية في منطقة الدراسة.



شكل (7): مظاهر كارستية سطحية وتحت سطحية في منطقة الدراسة

المصدر: التصوير الميداني، 11 فبراير 2026.

ثانياً: تحليل خصائص الانحدار والتربة وتطور الأشكال الأرضية

يؤدي الانحدار القليل إلى تخزين الماء لفترة أطول، مما يسمح بتسربه إلى الطبقات السفلى، بينما تزداد في الانحدارات الشديدة طاقة الجريان السطحي وتتنوع الفواصل والشقوق في الصخور، مهينة مسارات للتغذية الجوفية (Thornbury, 1969). تبلغ أعلى درجة انحدار (<30°) في المنطقة 0.58 كم² (2.01%)، وتنتشر من الوسط الشرقي إلى الجنوب الغربي. تمثل التربة الوسيط بين السطح والصخر الأساس

ومخازن مؤقتة للمياه. تسهم التربة البنية العميقة (4.49 كم²، 73.73%) في إبطاء حركة المياه داخل الصخور وزيادة التفاعل الكيميائي ونشاط الإذابة، بينما تعمل التربة المتوسطة السمك (1.6 كم²، 26.27%) على تسريع وصول المياه إلى الصخور الأساس رغم نفاذيتها العالية، مما يعزز نشوء وتطور الكارست (نعمان، 1990).

ثالثاً: دور المياه الجوفية في تطور الظاهرة الكارستية

تسهم المياه الجوفية في استمرارية تطور الإذابة بالامتداد الباطني، من خلال المياه المتسربة عبر الترب والشقوق والفواصل التي تتجمع في شقوق أقل نفاذية لتكون خزانات مياه جوفية موسمية. تعمل ديناميكية حركة المياه داخل الفواصل والطبقات على توسيعها بمسارات غير منتظمة، وتكون الإذابة الكارستية أكثر نشاطاً في السفوح المظللة التي تحتفظ بالرطوبة لتثبعتها بغاز CO₂، بينما تسود التجوية الميكانيكية في السفوح المواجهة للإشعاع الشمسي (Chorley et al., 1984).

تبين خرائط المنطقة أن المناطق السهلية المستوية (2.16 كم²، 28.42%) أتاحت فرصة للتغذية الجوفية، بينما تعمل السفوح العليا الأكثر انحداراً على تسريع الجريان السطحي الموسمي. تمثل المنطقة بيئة انتقالية متكاملة التأثير من خلال المكاشف الصخرية ونوع المناخ وأصناف التربة والمياه الجوفية والسطحية في تكوين المظاهر الكارستية. يوضح الشكل (7) مظاهر الإذابة لصخور المنطقة، والشكل (8) أشكالاً انهيارية.



شكل (7): أشكال إذابة في صخور منطقة الدراسة

المصدر: التصوير الميداني، 11 فبراير 2026.



شكل (8) انهيارات أرضية في منطقة الدراسة.

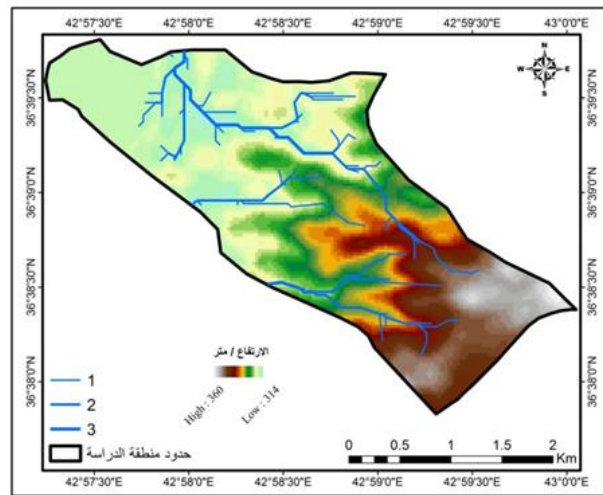
المصدر: التصوير الميداني، 11 فبراير 2026.

رابعاً: خصائص الشبكة التصريفية

تتضح من الخارطة (7) والجدول (7) أن شبكة التصريف المائي في منطقة الدراسة تتسم بخصائص مورفومترية تعكس تبايناً في البنى الجيولوجية والتضاريسية للحوض.
الجدول (7): أطوال وأعداد المراتب المائية في منطقة الدراسة

المرتبة	الطول (متر)	العدد
الأولى	24.02	3
الثانية	56.17	14
الثالثة	95.97	25

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على القياسات المورفومترية.



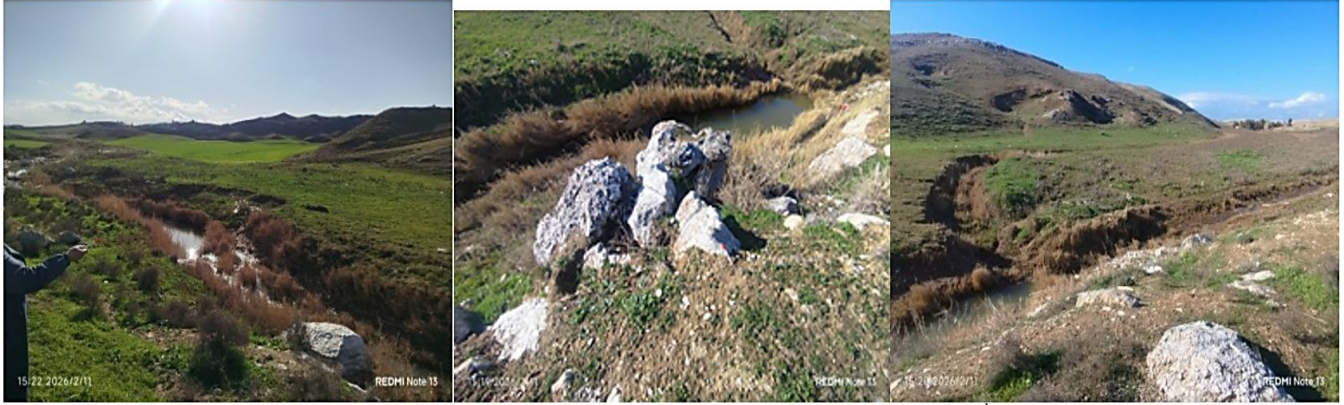
الخارطة (7): شبكة التصريف والمراتب المائية لمنطقة الدراسة

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج WMS

تتمثل مجاري المرتبة الثالثة بالمرتبة الأولى من حيث الطول الكلي (95.97 م) بعدد 25 مجرى، تليها المرتبة الثانية بطول 56.17 م وعدد 14 مجرى، ثم المرتبة الأولى بطول 24.02 م وعدد 3 مجرى. يشير هذا التفاوت والتدرج العددي إلى درجة النضج النسبي في شبكة التصريف المائي، حيث تعكس الزيادة في الأطوال والأعداد اندماج المراتب الصغرى ضمن المجرى الرئيسي (أبو العينين، 1985). يعكس التباين في الارتفاع (100م) والطبوغرافية نمط التصريف الشجري المرتبط بالتكوين الجيولوجية المتجانسة (شرف الدين، 1999). تزداد طاقة جريان الماء بسبب فرق الارتفاع، مما يؤدي إلى تعميق المجاري وتطورها طولياً باتجاه الجنوب، ثم تنخفض الطاقة مع تناقص الانحدار فتسود عملية الترسيب وتراكم المفنتات. تتطور شبكة التصريف كلما اتجهنا نحو الأجزاء العليا من الحوض، حيث تزداد درجات التشعب وتعرض لعمليات جيومورفولوجية من تكامل روافدها الصغيرة المغذية للمجرى الرئيسي (Strahler, 1975).

يمكن تفسير انخفاض عدد مجاري الرتبة الأولى (3) مقارنة بالرتبة الثالثة (25) بأنها مندمجة الروافد الصغيرة نتيجة شدة الانحدار في الأجزاء العليا، أو تعرض بعض المجاري الأولى للطمير الرسوبي في الأجزاء السفلى، إضافة إلى احتمال تسرب جزء منها عبر الشقوق والفواصل الصخرية في الصخور ذات المسامية والنفاذية العالية القابلة للذوبان. يتفق هذا مع خصائص الأحواض الكارستية التي تمثل بضعف الكثافة التصريفية بسبب سيادة التصريف الداخلي الباطني (Ford & Williams, 1989). يوضح

الشكل (9) الجريان السطحي في منطقة الدراسة.



شكل (9): صور للجريان السطحي في منطقة الدراسة

المصدر: التصوير الميداني، 11 فبراير 2026.

تتميز منطقة الدراسة بوجود صخور جبسية بيضاء متأثرة بعملية الإذابة الكارستية، ذات قيمة جمالية يتجاوئها وتشققاتها، إضافة إلى الغطاء الزراعي للأراضي المحيطة مما يعزز قيمتها البيئية والجاذبة للاستثمار السياحي. إلا أنها شهدت تدهوراً بيئياً حديثاً نتيجة استغلالها لجمع النفايات، مما أضعف قيمتها البيئية والبصرية (شكل 10).



شكل (10): صور للتلوث البيئي في منطقة الدراسة المصدر: التصوير الميداني، 11 فبراير 2026.



شكل (11): منظر عام لإحدى مناطق الدراسة

المصدر: الختاري، داود مراد، باحث في التاريخ الحديث واختصاص توثيق، من سكنة المنطقة وذو اطلاع على تاريخها وتطورها الجغرافي، مقابلة شخصية، الموصل، 11 فبراير 2026

الاستنتاجات

1. الموقع: تقع منطقة الدراسة في شمال العراق ضمن محافظة نينوى، بين دائرتي عرض 36° و 66' 10" و 36° 64' 00" شمالاً، وخطي طول 42° 98' 80" و 42° 95' 00" شرقاً، بمساحة 47.15 كم².
2. البنية الجيولوجية: يتكون سطح المنطقة من تكوين انجانة (المايوسين الأعلى) بنسبة 13.14%، والتراب الرسوبية (العصر الرباعي) بنسبة 86.86%. يحتوي تكوين انجانة على تعاقبات رمل وطين وغرين متداخلة مع المارل وعدسات كلسية، مما أتاح تطور الظاهرة الكارستية لقابلية صخورها للإذابة. سهلت التراب الرسوبية عالية المسامية والنفاذية تغذية المياه الجوفية للطبقات التحت سطحية (صخور الانهيدرايت والجبس في تكوين الفتحة)، مما أدى إلى نشوء فجوات باطنية ظهرت على السطح بهيئة إذابة وتخسفات وهبوط أرضي.
3. خصائص الانحدار: تشكل الأراضي المستوية (0°-1.9°) أكبر نسبة في المنطقة بمساحة 3.1 كم² (40.78%)، مما هيأ الظروف الملائمة لركود المياه وتسربها إلى التربة وتنشيط التجوية الكيميائية. تشكل الأراضي شديدة الانحدار (>30°) نسبة 2.01% بمساحة 0.58 كم²، وتعمل على زيادة طاقة الجريان السطحي وتوسيع الفواصل والشقوق.
4. العناصر المناخية: يتميز المناخ بخصائص شبه جافة مع تركيز الأمطار شتاءً (60% من المجموع السنوي). ترتفع معدلات الذوبان خلال ذروة المطر في آذار (53.87 ملم) نتيجة تفاعل مياه الأمطار المحتوية على CO₂ مع صخور المنطقة، مما يعمق المسارات الجوفية ويشبع الفراغات بالمياه وينشط الإذابة.
5. خصائص التربة: تباين تأثير التربة البنية على تطور الكارست باختلاف سمكها. عملت التربة العميقة (73.73%) على إبطاء حركة المياه وزيادة مدة التفاعل الكيميائي، بينما سارعت التربة المتوسطة السمك (26.27%) وصول المياه إلى الداخل وعززت فاعلية الذوبان.
6. الشبكة التصريفية: انخفاض عدد مجاري الرتبة الأولى (3) مقارنة بالرتبة الثالثة (25) يعكس اندماج الروافد الصغيرة في الأجزاء العليا شديدة الانحدار، أو تعرض بعضها للطمس الرسوبي، أو تسرب المياه عبر الشقوق والفواصل في الصخور القابلة للذوبان.
7. مرحلة التطور: تمر منطقة حتارة بمرحلة تطور للظواهر الكارستية تتسم بتوازن بين عملية الإذابة والكشف السطحي لمظاهرها، مما يؤثر في درجة استقرار الأراضي وإمكانية استخدامها في مشاريع التخطيط والتنمية المستقبلية.

التوصيات والمقترحات

1. ضرورة الكشف عن المناطق ضعيفة البنية، واعتماد نتائج هذه الدراسة في استعمالات الأرض والتخطيط العمراني، خاصة للمناطق القريبة من الانحدارات الشديدة المعرضة للهبوط الأرضي والتخسفات المحتملة.
2. إجراء مسوحات جيوفيزيائية تطبيقية قبل تنفيذ المشاريع الهندسية أو الزراعية للكشف عن نسبة الفراغات الباطنية وتقليل احتمالية الهبوط المفاجئ.
3. منع الضخ العشوائي وتنظيم استثمار المياه الجوفية، لما له من أثر في تغيير التوازن الهيدرولوجي للمنطقة وزيادة احتمال الانهيار في الأراضي الكارستية.
4. ضرورة الربط بين تطور الكارست في المنطقة ومستوى مياه بحيرة سد الموصل، لتأثيرها غير المباشر في النظام الهيدرولوجي وتغذية المياه الجوفية المحلية.
5. أوضحت الدراسة ملاءمة بيئة المنطقة لنشوء وتطور المظاهر الكارستية، مما يستلزم إدارة علمية لتحقيق التنمية المستدامة بالاستخدام الأمثل للأرض للحد من المخاطر.



6. توجيه النشاط الزراعي بما يتلاءم مع خصائص التربة والانحدار، وتجنب إنشاء المنشآت العمرانية الثقيلة في التربة النفاذة التي تعلق الصخور القابلة للإذابة.
7. اعتماد نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات التحسس النائي عند تخطيط وإنشاء المشاريع الهندسية وشق الطرق، لرصد التغيرات السطحية بصورة مستمرة.
8. تمثل منطقة حنارة بيئة ملائمة للتنوع الزراعي والاستثمار السياحي والتنموي، لاحتوائها على تربة خصبة وتكوين صخري ذي منظر طبيعي جاذب.

قائمة المصادر والمراجع

أولاً: المراجع العربية

1. أبو العينين، حسن سيد أحمد. (1980). أصول الجيومورفولوجيا. دار النهضة العربية.
2. أبو العينين، حسن سيد أحمد. (1981). أصول الجيومورفولوجيا (ط. 6). دار الجامعية للطباعة والنشر.
3. أبو العينين، سيد أحمد. (1985). أصول الجيومورفولوجيا. دار النهضة العربية.
4. أبو العينين، سيد أحمد. (1998). أصول الجيومورفولوجيا. دار النهضة العربية.
5. إبراهيم، محمد خليل، وآخرون. (2015). التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. جامعة الموصل، كلية الآداب.
6. البدراني، حازم. (2002). الجيومورفولوجيا العامة. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
7. بدير، كاظم محمود. (2002). الجيولوجيا التركيبية. جامعة الموصل، كلية العلوم.
8. الجبوري، أحمد محمود. (2005). الجيولوجيا البنيوية وأثرها في التشكيل السطحي. جامعة الموصل.
9. الجبوري، سالم خليل. (2005). التراكيب الجيولوجية وأثرها في التطور الجيومورفولوجي. جامعة الموصل، كلية التربية.
10. الجبوري، عبد الله خليل. (2010). جيومورفولوجية الأقاليم الجافة. جامعة بغداد.
11. الجزيري، محمد عبد الرحمن. (2002). الجيومورفولوجيا التطبيقية. مكتبة الأنجلو المصرية.
12. الحمداني، عبد الله محمد. (1998). الجيولوجيا البنيوية والتكتونية الإقليمية للعراق الشمالي (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة الموصل، كلية العلوم.
13. حسين، عبد الرحمن محمد. (2003). علم أشكال الأرض (الجيومورفولوجيا). دار المعرفة الجامعية.
14. حصوي، بشار محمود. (2018). تحليل خصائص الانحدار وعلاقتها بالغطاء الأرضي باستخدام تقنيات GIS. مجلة آداب الرافدين، 48(74)، 55.
15. الدليمي، عبد الرزاق محمود. (2012). الجيومورفولوجيا التطبيقية. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
16. الدوري، محمد صبحي. (2008). أسس علم التربة. جامعة الموصل، كلية الزراعة والغابات.
17. سعيد، سعيد منير. (2023). دور الخصائص الجيومورفولوجية في تطور الظواهر الكارستية. مجلة علوم الأرض العراقية، 23(1)، 54-56.
18. السامرائي، قصي عبد المجيد. (2014). المناخ والأقاليم المناخية. دار اليازوري العلمية.
19. شرف، عبد العزيز طريح. (1985). الجغرافية المناخية. دار الفكر العربي.
20. شرف الدين، عبد الله. (1999). علم أشكال سطح الأرض. جامعة القاهرة.
21. الطائي، صبار ناصر. (2021). تطور الأشكال الأرضية في بادية الموصل (دراسة جيومورفولوجية) (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة الموصل، كلية التربية للعلوم الإنسانية.
22. عبد الزهرة، فاضل حميد. (2012). جغرافية التربة. جامعة بغداد، كلية الآداب.



23. العبيدي، عبد الله حسين. (دون تاريخ). *الجيومورفولوجيا التطبيقية: الأسس والعمليات*. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
24. عبيد، محمد صبحي. (1990). *الجيومورفولوجيا التطبيقية*. جامعة بغداد.
25. العزاوي، عبد الله محمد. (1999). *الجيومورفولوجيا التطبيقية*. جامعة بغداد.
26. العزاوي، نوري خليل. (2019). *الجيومورفولوجيا التطبيقية*. دار ابن الأثير للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
27. العاني، سعدي عبد الله. (1990). *العمليات الجيومورفولوجية*. جامعة بغداد.
28. محسوب، محمد صبري. (2001). *جيومورفولوجية الأشكال الأرضية*. دار الفكر العربي.
29. محسوب، محمد صبري. (2004). *أصول الجيومورفولوجيا (ط. 2)*. دار المعرفة الجامعية.
30. المحسن، اسباهية يونس. (2013). *الجيومورفولوجيا - أشكال سطح الأرض (ط. 1)*. بغداد.
31. الموسوي، علي صاحب طالب. (2011). *المناخ التطبيقي*. دار الصفاء للنشر والتوزيع.
32. موسى، حسين عبد العزيز. (2002). *الجيومورفولوجيا التطبيقية*. مكتبة الأنجلو المصرية.
33. نعمان، محمد صبري. (1990). *الجيومورفولوجيا التطبيقية وعلم التربة*. مطبعة جامعة بغداد.
34. ولي، ماجد السيد. (1989). *المناخ وأثر عناصر المناخ في البيئة*. مطبعة جامعة الموصل.
- ثانياً: المراجع الأجنبية
35. AL-Kadhimi, S., et al. (1996). *Tectonic map of Iraq*. State Establishment of Geological Survey and Mining.
36. Bloom, A. (2020). *Geomorphology: A systematic analysis of late Cenozoic landforms*. Pearson Education.
37. Brady, N., & Weil, R. (2016). *The nature and properties of soils (15th ed.)*. Pearson.
38. Buday, T. (1980). *The regional geology of Iraq: Vol. 1. Stratigraphy and paleogeography*. State Organization for Minerals.
39. BURINGH. (1960). *Division of Soil and Agriculture Chemistry*. Directorate General of Agricultural Research and Projects, Ministry of Agriculture.
40. Chorley, R. J., et al. (1984). *Geomorphology*. Methuen.
41. Chorley, R., & Viets, L. (2018). *Geomorphology*. Methuen & Co.
42. Ford, D., & Williams, P. (1989). *Karst geomorphology and hydrology*. Chapman & Hall.
43. Ford, D., & Williams, P. (2007). *Karst hydrogeology and geomorphology*. John Wiley & Sons.
44. Huggett, R. (2017). *Fundamentals of geomorphology*. Routledge.
45. Jassim, S. Z., & Goff, J. C. (2006). *Geology of Iraq*. Dolin, Prague and Moravian Museum.



- Ritter, D. F., Kochel, R. C., & Miller, J. R. (2011). *Process geomorphology*. Waveland Press. .46
- Stam Marin Ed. (1999). *GIS solution in natural resource management*. Tene wable Natural Resources Foundation and National Academy of Sciences-National Research Council. .47
- Strahler, A. N. (1975). *Physical geography* (4th ed.). Wiley. .48
- Strahler, A., & Strahler, A. (2013). *Physical geography: Science and systems of the human environment*. Wiley. .49
- Summerfield, M. A. (1991). *Global geomorphology*. Longman. .50
- Thornbury, W. D. (1969). *Principles of geomorphology*. John Wiley & Sons. .51

ثالثاً: المصادر الرسمية والخرائط

52. جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي. (1995). *خارطة الموصل الجيولوجية (مقياس 1:250000)*.
53. جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعديريين. (2000). *خارطة العراق الجيولوجية (مقياس 1:1000000)*.
54. جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي. (بيانات غير منشورة 1980-2012).
55. محمد، خضر جاسم. (2010). *الموازنة الإشعاعية والموازنة المائية المناخية لمحطات مختارة في محافظة نينوى والمناطق المجاورة لها (أطروحة دكتوراه غير منشورة)*. جامعة الموصل، كلية التربية.
56. الختاري، داود مراد. (2026). *باحث في التاريخ الحديث واختصاص توثيق، من سكنة المنطقة وذو اطلاع على تاريخها وتطورها الجغرافي. مقابلة شخصية، الموصل*.