Journal of the College of Education for Humanities
University of Thi-Qar \ ISSN:2707-5672
مجلة كلية التربيـة للعلـوم الانسـانيـة
جامعة ذي قار / الرقم المعياري 2707-5672
https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i4

العمليات الجيومورفولوجية والاشكال الأرضية الناتجة عنها في حوض بنصلاوة في محافظة أربيل

أكرم مراد اميري
akram.m.amery@utq.edu.iq
مديرية تربية ذي قار، العراق

ا. م .د فالح شمخي نصيف
قسم الجغرافيا، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة ذي قار، العراق
dr.falh.s@utq.edu.iq

المخلص

يتناول هذا البحث دراسة العمليات الجيومورفولوجية الفاعلة في تشكيل سطح الأرض داخل حوض بنصلاوة الواقع في محافظة أربيل شمال العراق، تحديدًا بين خطي طول (E – 44°16'3"E"38'2°44) ودائرتي عرض (N – 36°14'53"N"5'8°36). وقد تم تحليل الأشكال الأرضية الناتجة عن هذه العمليات ضمن إطار تصنيفي علمي، تركز الدراسة على ثلاثة محاور رئيسية العمليات التكتونية والبنيوية، العمليات المناخية، والعمليات الديناميكية كشفت نتائج التحليل عن تنوع كبير في الأشكال الجيومورفولوجية مثل الهضاب، الموائد الصخرية، التلال، الكويستا، الشواهد الصخرية، الباد لاندز، الحافات الصخرية، وغيرها، الناتجة عن تداخل تلك العمليات، كما تم استخدام معادلة Bergsma (1982) لقياس شدة التعرية الأخدودية، التي أظهرت أربع درجات من التعرية ضمن الحوض، تراوحت بين خفيفة جدًا وعالية، اعتمادًا على معدلات أطوال المجاري النهرية مقارنة بمساحة الحوض تُعد هذه الدراسة مهمة في توثيق وتحليل العمليات الطبيعية المؤثرة في تطور حوض بنصلاوة، وتوفر أساسًا علميًا لإدارة الموارد الطبيعية وتخطيط استخدام الأرض مستقبلاً.

الكلمات المفتاحية: العمليات الجيومورفولوجية، الأشكال الأرضية، حوض بنصلاوة، تصنيف بيرجسما.

Journal of the College of Education for Humanities
University of Thi-Qar \ ISSN:2707-5672
مجلة كلية التربيـة للعلـوم الانسـانيـة
جامعة ذي قار / الرقم المعياري 2707-5672
https://doi.org/10.32792/utq/jedh/v15i4

Geomorphological Processes and Their Resulting Landforms in the Bansalawa Basin, Erbil Governorate

Akram Murad Amiri Al-Salhi
akram.m.amery@utq.edu.iq
Dhi Qar Education Directorate, Iraq

Asst. Prof. Dr. Falih Shamkhi Nassif Al-Hasnawi
Department of Geography, College of Education for Humanities Thi Qar University, Iraq
dr.falh.s@utq.edu.iq

Abstract

This research investigates the geomorphological processes shaping the surface of the Benslawa Basin, located in Erbil Governorate, northern Iraq, specifically between longitudes 44°2'38"E and 44°16'3"E, and latitudes 36°8'5"N and 36°14'53"N. The study analyzes the resulting landforms within a structured scientific framework focusing on three major aspects: tectonic-structural, climatic, and dynamic processes The results reveal a wide diversity of geomorphological features including plateaus, mesas, hills, cuestas, rock buttes, badlands, escarpments, and others—formed through the complex interaction of these processes Gully erosion intensity was assessed using Bergsma's (1982) model, which identified four levels of erosion across the basin, ranging from very slight to high, based on stream length-to-area ratios This study contributes significantly to the understanding and documentation of natural forces shaping the Benslawa Basin and provides a scientific basis for future land-use planning and environmental resource management

Keywords: Geomorphological processes, Benslawa Basin, Bergsma classification.

المقدمة

تُعد العمليات الجيومورفولوجية من العوامل الأساسية في تشكيل المظاهر الطبيعية لسطح الأرض، إذ تسهم في نحت الصخور، ونقل الفتات الصخري، وترسيبه في مواقع مختلفة، مما يؤدي إلى تنوع واضح في الأشكال الأرضية وتوزيعها المكاني. وتُعد هذه العمليات نتاجًا لتفاعل معقّد بين العوامل البنيوية، والمناخية، والمائية، والبيولوجية، ما يجعل دراستها ضرورية لفهم تطوّر التضاريس، والقدرة على التنبؤ بالتغيرات المستقبلية لسطح الأرض حيث تتفاعل العوامل البنيوية والمناخية والمائية لتشكيل سطح الأرض، تكتسب هذه العمليات أهمية مضاعفة نظرًا لحساسية هذه المناطق للتغيرات المناخية من جهة، ولطبيعة التكوينات الجيولوجية المتنوعة من جهة أخرى. إذ تُظهر هذه المناطق تباينًا واضحًا في درجات التجوية، وكفاءة التصريف السطحي، وحدّة الانحدارات، ما يؤدي إلى تنشيط عمليات التعرية المائية، والانزلاقات الأرضية، والزحف والانهيار، وخاصة في الأحواض الجبلية وشبه الجبلية. يهدف هذا البحث إلى دراسة العمليات الجيومورفولوجية الفاعلة في حوض بنصلاوة وتحليل الأشكال الأرضية الناتجة عنها، مع توظيف تصنيف (Bergsma1982) في تقييم شدة التعرية الأخدودية، وذلك لتحديد مدى تأثير هذه العمليات على تطور الحوض.

1 ـ مشكلة الدراسة:

ما مدى تأثير العمليات الجيومورفولوجية المختلفة في تشكيل وتطور الأشكال الأرضية في حوض بنصلاوة؟ وما طبيعة العلاقة بين هذه العمليات والظروف البنيوية والمناخية والموقعية في الحوض؟

2 ـ فرضية البحث:

تُفترض أن العمليات الجيومورفولوجية (البنيوية، المناخية، والمائية) في حوض بنصلاوة تتكامل لتُشكل وتُوزع الأشكال الأرضية، وأن شدة التعرية الأخدودية، المقاسة بنموذج Bergsma، تعكس تأثير هذه العمليات على التطور الجغرافي للحوض.

3 ـ هدف البحث:

تحديد العمليات الجيومورفولوجية السائدة في حوض بنصلاوة، تصنيف وتحليل الأشكال الأرضية الناتجة عنها، وتقييم شدة التعرية الأخدودية باستخدام نموذج (Bergsma1982)، مع ربط كل ذلك بالخصائص الجغرافية، الجيولوجية، والمناخية للحوض.

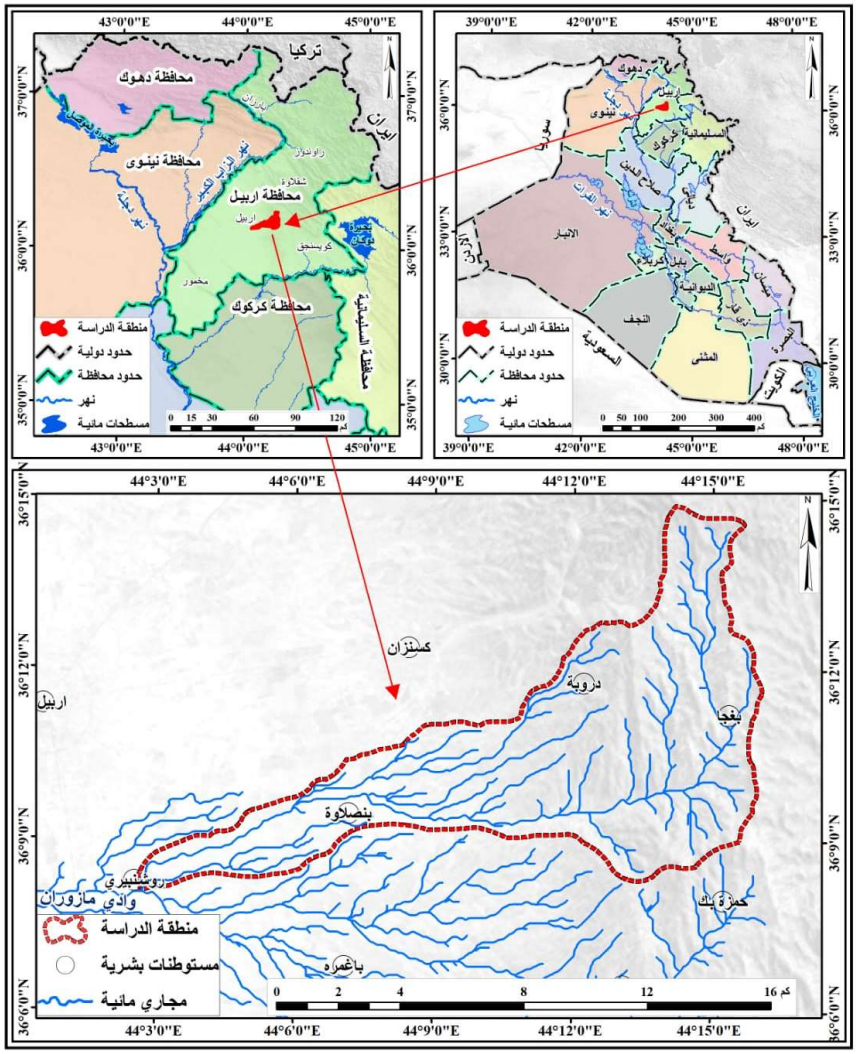
4 ـ منهجية البحث:

اعتمد البحث المنهج الوصفي التحليلي، باستخدام البيانات الطبوغرافية والجيولوجية، وتحليل الصور الفضائية ونماذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، بالإضافة إلى تطبيق معادلة (Bergsma1982) لتصنيف شدة التعرية الأخدودية.

5 ـ حدود منطقة الدراسة:

يقع حوض بنصلاوة في محافظة أربيل شمال العراق، بين خطي طول 44°2'38"E و44°3'16"E، ودائرتي عرض 36°8'5"N و36°14'53"N، وتبلغ مساحته حوالي 89.945 كم². يتميز الحوض بتنوع تضاريسه، حيث يشمل تلالًا وهضابًا ومنحدرات، وتخترقه مجاري مائية موسمية تتأثر المنطقة بمناخ شبه جاف، بشتاء ماطر وصيف جاف، ما ينعكس في النشاط التعرّيي الملحوظ، يلاحظ الخريطة (1).

خريطة (1) منطقة الدراسة



المصدر: خريطة العراق الادارية مقياس 1:1000000، قسم انتاج الخرائط، المديرية العامة للمساحة، وزارة الموارد المائية، بغداد، العراق ،2015.

التكوينات الأرضية والمناخية في منطقة الدراسة:

تقع معظم الأراضي العراقية ضمن الصفيحة العربية، بينما يمتد جزء صغير فقط في أقصى الشمال الشرقي داخل الصفيحة الأوراسية، ويفصل بينهما الفاصل الزاكروسي التكتوني. وتنقسم الصفيحة العربية إلى منصتين: داخلية مستقرة، وخارجية غير مستقرة. وتُعد منطقة الدراسة – حوض بنصلاوة – جزءًا من المنصة الخارجية غير المستقرة، وتحديدًا ضمن نطاق الطيات الواطئة (Low Folded Zone) في حزام جمجمال–أربيل، الواقع شمال شرق العراق تتميّز هذه المنطقة بتركيب بنيوي نشط، ناتج عن التصادم بين الصفيحتين العربية والأوراسية (Saffa F.A. Fouad,2015,pp1-2)، ما أدى إلى نشوء طيات واسعة الاتجاه وشديدة التنوع تمتد من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي ويُعد هذا الإطار التكتوني أساسًا مهمًا لفهم العمليات الجيومورفولوجية النشطة والأشكال الأرضية الناتجة عنها في الحوض تكوينات وترسبات منطقة الدراسة (حوض بنصلاوة).

أولا – البنية الجيولوجية والتكوين الترسبي لمنطقة الدراسة:

تتميز منطقة الدراسة بتركيب جيولوجي معقد ناتج عن تعاقب فترات جيولوجية، تنقسم إلى تكوينات الزمن الثلاثي (أبرزها تكوين باي حسن البلايوستوسيني في الشرق، المكون من تكتلات وصخور رسوبية تشير لبيئة نهرية) وترسبات الزمن الرباعي

(البلايوستوسين والهولوسين) التي تشمل الترب المتبقية وترسبات المنحدرات وتنتشر في الأجزاء الوسطى والغربية. يُعد فهم هذه التكوينات أساسيًا لتحليل التطور الجيولوجي والجيومورفولوجي للمنطقة وتأثيرها على مواردها وخصائصها الهيدرولوجية تتميز منطقة الدراسة (حوض بنصلاوة) بتركيب جيولوجي معقد ناتج عن تعاقب فترات جيولوجية حيث تنقسم التكوينات الرئيسية إلى الزمن الثلاثي والزمن الرباعي.

أ - تكوينات الزمن الثلاثي: تتمثل أساسًا في **تكوين باي حسن (عصر البلايوستوسين):**

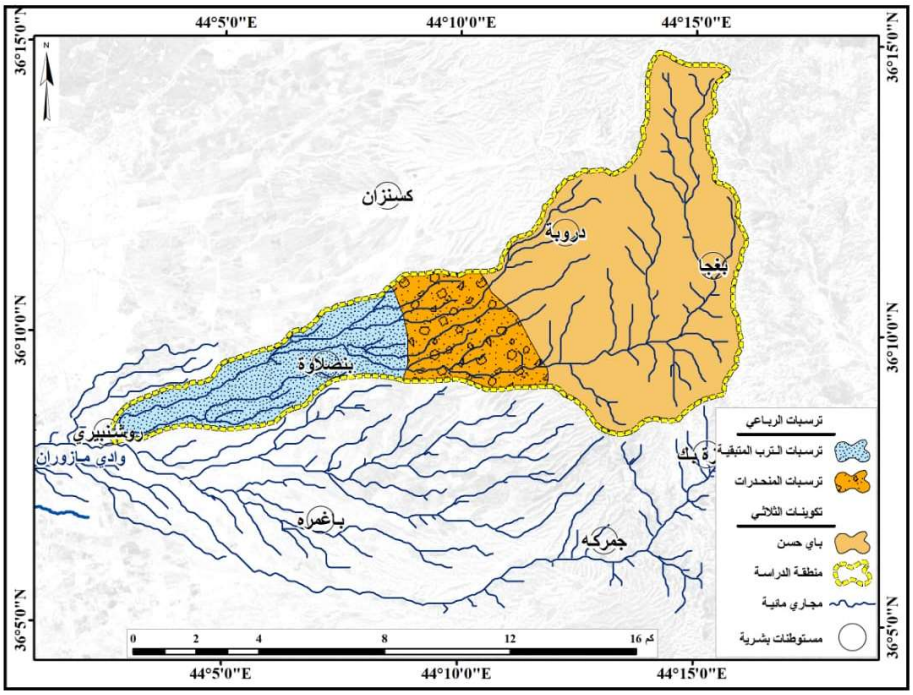
الذي يغطي الجزء الشرقي من الحوض (حوالي 24.76% من المساحة) يتألف هذا التكوين من تكتلات خشنة وصخور رسوبية (حجر طيني بني محمر ورمل خشن)، وتشير خصائصه إلى بيئة ترسيب نهرية قديم (Varoujan K. Sissakian,2022,pp5-6)، يبلغ أقصى سمك له (2500 متر) ويتناقص شمالًا وغربًا يضم التكوين قبتين جيولوجيتين (كثكة وداود) تشكلان تركيبًا هلاليًا وتبرز أهميته بوجود حقل باي حسن النفطي (Torhan Mudher AL mufti,2019,p24) . انظر الى خريطة (2).

ب - أما ترسبات الزمن الرباعي (البلايوستوسين والهولوسين) فتنتشر في الأجزاء الوسطى والغربية من الحوض، وتشمل نوعين رئيسيين:

1 - **ترسبات الترب المتبقية:** تربة تكونت في موقعها الأصلي من الصخور الأم بفعل التجوية دون نقل واضح، وتغطي حوالي (7.89%) من مساحة الحوض. تتميز بطبيعتها الطينية والطمية، ويتراوح سمكها من (20 سم إلى 1 متر)، وتنتشر بشكل خاص في الجهة الغربية (عبد الإله رزوقي كربل،1986، ص105).

2- **ترسبات المنحدرات:** تقع في المنطقة الوسطى كمنطقة انتقالية بين تكوين باي حسن والترب المتبقية وتغطي حوالي (5.62%) من المساحة تتكون من مواد فتاتية متنوعة (حصى، رمال، غرين، طين، صخور متكسرة) وتشير إلى نشاط جيومورفولوجي مستمر يتضمن التجوية الميكانيكية والانزلاقات السطحية. غالبًا ما تكون ضعيفة التماسك ومعرضة للتعرية يُعد فهم هذه التكوينات والترسبات ضروريًا لتحليل التطور الجيولوجي والجيومورفولوجي للمنطقة، وتأثيرها على الموارد الطبيعية والخصائص الهيدرولوجية (جيهان عبود شوشي،2021، ص12). ينظر الى خريطة (2).

خريطة (2) جيولوجية منطقة الدراسة

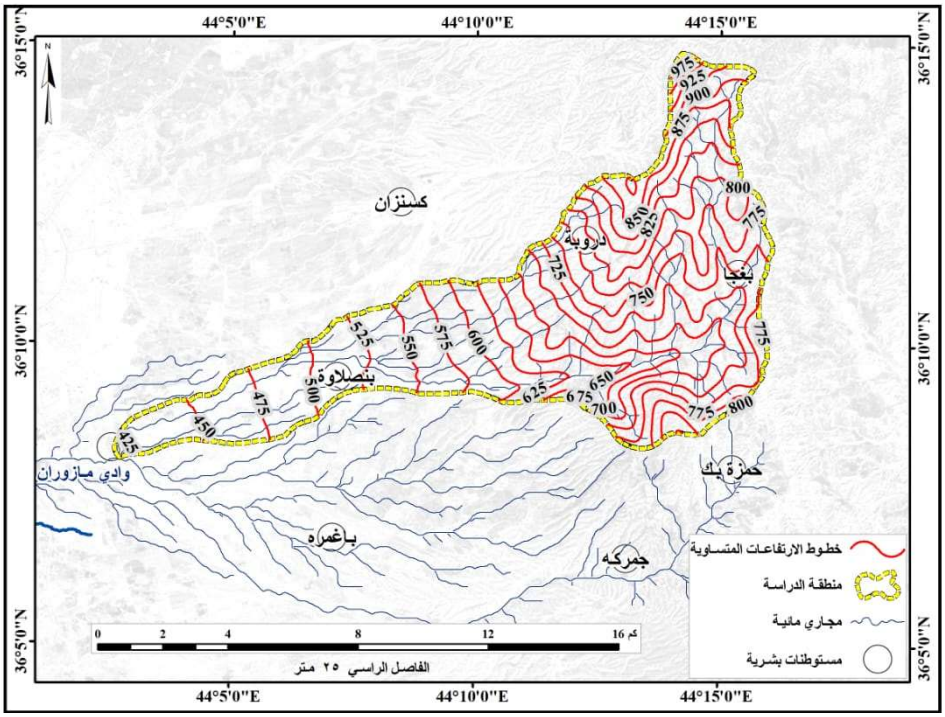


المصدر: لوحة اربيل الجيولوجية مقياس 250000:1، هيأة المسح الجيولوجي العراقية، وزارة الصناعة والمعادن، بغداد العراق، الطبعة الثانية ،2014.

ثانيا ـ السطح (الارتفاع وطبيعة الانحدار في منطقة الدراسة)

تتميز منطقة الدراسة بتضاريس متنوعة تشمل ارتفاعات متباينة وانحدارات متفاوتة، حيث ترتفع الأرض تدريجيًا من الغرب المنخفض إلى الشرق المرتفع. وتظهر الانحدارات الحادة خاصة في السفوح الشرقية، كما في مناطق تكوين باي حسن، بينما تسود الأراضي المتموجة والمسطحة في الغرب والوسط، مما يؤثر في توزيع التربة، حركة المياه السطحية، واستقرار المنحدرات. تعكس خطوط الارتفاع المتساوي (الكنتورية) هذه الفروقات، فكلما اقتربت الخطوط من بعضها دلّ ذلك على شدة الانحدار والعكس صحيح كما تشير التعرجات الكثيفة لهذه الخطوط إلى وعورة السطح (هاشم محمد يحيى المصرف،1982،ص62-64) تُظهر الخريطة الكنتورية أن أعلى نقطة في الحوض تبلغ نحو (950 مترًا) في شماله، بينما تبلغ أدنى نقطة (375 مترًا) في وادي كوردرة غربًا، حيث السطح منبسط نسبيًا، هذا التباين الطوبوغرافي يُعد من العوامل الجوهرية المؤثرة في التصريف السطحي، التعرية، استقرار التربة، وتوزيع الغطاء النباتي، مما يعكس دور التضاريس في تشكيل البيئة الجيومورفولوجية للمنطقة. تشكل خصائص الانحدار، من حيث درجته واتجاهه، عوامل جيومورفولوجية محورية في صياغة معالم سطح الأرض داخل حوض بنصلاوة، يُعرّف الانحدار بأنه ميل سطح الأرض عن خط الأفق أي الميل الذي يربط بين نقطتين تختلفان في الارتفاع أو حتى في حالة التساوي في المنسوب، كما هو الحال في الأسطح المستوية وتُقاس درجة الانحدار عادةً بالدرجات، ولا تتجاوز في الغالب (40 درجة) في البيئات الطبيعية المعتدلة (حسن رمضان سلامة،2024، ص140). درجة فدرجة الانحدار تحدد مدى ميل السطح، وتؤثر مباشرة على سرعة جريان المياه السطحية؛ فكلما زاد الميل، زادت سرعة الجريان، وبالتالي تزداد قابلية التربة للتعرية والانجراف نتيجة لارتفاع الطاقة الحركية للمياه أما اتجاه الانحدار فيلعب دوراً أساسياً في توجيه حركة المياه والمواد السطحية، كما يؤثر في المناخ الجزئي للمنحدر، مثل كمية الإشعاع الشمسي المستلمة، مما ينعكس على خصائص الرطوبة، درجة الحرارة، وتوزيع الغطاء النباتي ولا يقتصر تأثير هذه الخصائص على العمليات الطبيعية، بل يمتد ليشمل توزيع الأنشطة الزراعية والبشرية من هنا، يُعد تحليل دقيق لدرجة واتجاه الانحدار أمراً جوهرياً لفهم التوزيع الطبوغرافي للحوض وديناميكية العمليات الجيومورفولوجية الفاعلة فيه. انظر الى خريطة (3).

خريطة (3) خطوط الارتفاع المتساوية (خطوط الكنتور) لمنطقة الدراسة



المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي DEM بقدرة تميزية 30*30 متر بالاعتماد على برنامجArc Gis

ثالثا ـ المناخ (القديم والحديث)

يلعب المناخ دورًا محوريًا في تشكيل المظاهر الجيومورفولوجية، حيث تؤثر التغيرات المناخية عبر العصور في العمليات الخارجية كالحت، والنقل، والتعرية.

1 - المناخ القديم (Paleoclimate)

شهدت منطقة الدراسة تحولات مناخية متعاقبة بين فترات مطيرة وأخرى جافة منذ نهاية الزمن الثاني وبداية الزمن الثالث، متزامنة مع الحركات التكتونية الألبية التي أسهمت في نشأة المرتفعات سادت في البداية ظروف مدارية رطبة تطورت لاحقًا إلى مناخ شبه مداري من نوع البحر المتوسط (فاضل باقر الحسني،1978، ص376). وفي الزمن الرباعي مرت الأرض بفترات جليدية (مثل: جينز، مندل، ريس، فورم)، تخللتها فترات دافئة في العروض الدنيا هذه التغيرات أدت إلى تشكّل أشكال سطحية متنوعة كالأودية الناجمة عن التعرية المائية (ازل احمد السعيدي،2024، ص31). بينما أدت الفترات الجافة إلى تنشيط التعرية الريحية في عصر الهولوسين، ازداد معدل الأمطار وارتفعت درجات الحرارة نسبيًا حتى الألف السادس قبل الميلاد، مما ساعد في نشوء حضارات كالسومرية والبابلية. لاحقًا، سادت فترات جفاف وعواصف مطرية متكررة حتى منتصف الألف الثاني قبل الميلاد، تبعتها فترات باردة حتى عام (450 ق.م.) (احمد طه شهاب، 1996، ص38).

2 - المناخ الحديث (Current Climate)

يؤدي المناخ دورًا أساسيًا في تشكيل المظاهر الجيومورفولوجية من خلال تأثيره المباشر على العمليات السطحية كالتجوية والتعرية، وكذلك على انتشار الغطاء النباتي والحيوانات، مما يؤثر في تسارع أو تباطؤ هذه العمليات، شهد العراق خلال الأزمنة الجيولوجية تغيرات مناخية واسعة النطاق أسهمت في انقراض وظهور أنواع مختلفة من الكائنات الحية وتؤكد الأدلة الجيولوجية أن هذه التغيرات كانت عالمية النطاق، وأسهمت في إعادة تشكيل سطح الأرض بالتوازي مع الحركات التكتونية والعمليات الجيومورفولوجية. وقد لعبت الظروف المناخية في فترات مختلفة دورًا مهمًا في تحديد خصائص سطح الأرض وتوزيع الكائنات الحية (Robert J. Braidwood And Bruce Howe,1960,pp72-74). تُعد العناصر المناخية الأساسية (مثل: الإشعاع الشمسي، درجات الحرارة، الأمطار، الرياح، الرطوبة، والتبخر) من العوامل المؤثرة في تطوير الأشكال الأرضية وذلك بحسب طبيعة الصخور واستجابتها للعوامل المناخية يتسم مناخ حوض بنصلاوة بخصائص مناخية معتدلة نسبيًا، تتأثر بموقعه الجغرافي وتضاريسه ويُعد مناخ المنطقة من العوامل الأساسية المؤثرة في تشكيل المظاهر الجيومورفولوجية، من خلال عناصره المتنوعة التي تتفاوت تأثيراتها من فصل إلى آخر. يُعد الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة من أهم العوامل المناخية المؤثرة في تشكيل البيئة الطبيعية والعمليات الجيومورفولوجية. يتغير الإشعاع الشمسي على مدار السنة، حيث يزداد في أشهر الصيف (حزيران، تموز، آب) بفعل طول النهار وصفاء الجو، مما يُعزز من التبخر والتجوية، بينما ينخفض في الشتاء (كانون الأول، كانون الثاني، شباط) بسبب قصر النهار وكثرة الغيوم (علي حسن موسى،1994، ص22). أما درجات الحرارة، فتبلغ ذروتها صيفًا، مسببة تباينًا حراريًا يُنشط عمليات التقشر الصخري، وتنخفض شتاءً بفعل الكتل الهوائية الباردة، مما يزيد من فعالية التجوية بالصقيع، ويسهم في تفكك الصخور وتغير أشكال السطح (علي صاحب طالب الموسوي،2011، ص163). ان الرياح في الحوض تمثل حركة أفقية للهواء تسهم في إعادة التوازن الحراري من خلال انتقالها بين مناطق الضغط المرتفع والمنخفض وتؤدي الرياح دورًا مهمًا في عمليات النحت والنقل والارساب، حيث تسجل محطة أربيل المناخية معدلات سنوية لسرعة الرياح تتراوح بين (1.5–3.1 م/ثا)، وتبلغ ذروتها في الصيف، خاصة في شهري حزيران وتموز (. أما في الشتاء، فتكون أقل نشاطًا، نتيجة استقرار الضغط الجوي (صباح محمود الراوي وعدنان هزاع البياتي،2011، ص125). الأمطار في المنطقة تتسم بتوزيع غير منتظم، وتحدث غالبًا خلال فصل الشتاء، نتيجة لتأثير المنخفضات الجوية المتوسطية تُعد أمطار الحوض بمعظمها من النوع التضاريسي، إذ يسهم ارتفاع المنطقة في زيادة كميتها مقارنةً بالمناطق المنخفضة وقد بلغ المعدل السنوي للأمطار في محطة أربيل (422.5 ملم)، وكان شهر كانون الثاني الأعلى تساقطًا (70 ملم)، فيما تنعدم تقريبًا خلال فصل الصيف (عبد الزهرة علي الجنابي،2017، ص164). الرطوبة النسبية تُظهر علاقة عكسية مع درجة الحرارة، إذ ترتفع في الشتاء وتنخفض في الصيف وتُعد عاملاً مهمًا في عمليات التجوية والتعرية ويبلغ معدل الرطوبة السنوي في المنطقة (45.7%) حيث سجلت أعلى القيم في الشتاء (تصل إلى 65.2%)، وأدناها في الصيف (أقل من 18%)، مما يعكس تفاوتًا كبيرًا في مدى الرطوبة بين الفصول (حسن ابو سمور وعلي غانم،1998،ص63)، أما التبخر–النتح فيُعد من أكثر العناصر المناخية تأثيرًا على التوازن المائي في المنطقة ويتأثر بشكل رئيسي بدرجة الحرارة التي ترتفع بشدة في الصيف مما يؤدي إلى زيادة معدلات الفقد المائي في محطة أربيل، بلغت قيم التبخر–النتح خلال الصيف أكثر من (400 ملم) شهريًا، مقابل أقل من (60 ملم) في أشهر الشتاء ويسهم هذا التباين في التأثير على

خصائص التربة ومدى احتفاظها بالرطوبة، ويؤدي في فترات الجفاف إلى تشقق سطح التربة وضعف الإنتاجية الزراعية، بصورة عامة(مصطفى فلاح الحساني،2020 ،ص78). يُعد مناخ حوض بنصلاوة مناخًا متغيرًا موسميًا، حيث تسود فيه فترات جفاف صيفية واضحة، وهطول شتوي معتدل إلى غزير نسبيًا، وهو ما ينعكس على العمليات الجيومورفولوجية، والتوازن الهيدرولوجي، والأنشطة البشرية ضمن الحوض. انظر الى جدول (1).

جدول (1) البيانات المناخية لحوض بنصلاوة محطة أربيل، للفترة2012–2022

الشهر	درجة الحرارة		السطوع الشمسي	التبخرالنتح	الأمطار	سرعة الرياح	الرطوبة النسبية
	العظمى (°م)	الصغرى (°م)	(ساعة/يوم)	ملم()	)ملم(	) م/ثا(	(%)
كانون الثاني	13	3.3	4.8	56.5	70	2.1	65.2
شباط	15	6	6.2	73.1	68	2.2	61.3
آذار	19	9.7	8.1	123	66	2.3	58.7
نيسان	21	9.8	9.8	133	46.5	2.4	49.8
أيار	33	17.3	10.0	199	30	2.5	39
حزيران	37	24.3	11.5	394.3	2.1	2.6	23.3
تموز	42	23.9	11.2	447.5	0.2	2.7	17.6
آب	41	27.7	10.2	402.3	0.1	2.6	17.9
أيلول	35	22.8	8.7	286	3.4	2.1	20.3
تشرين الأول	29	18	6.8	200	22	2.1	32.4
تشرين الثاني	21	11	5.2	125	46	2	52.8
كانون الأول	16	6	4.4	55.3	68.2	1.2	64.6
المعدل/المجموع السنوي	27	14.9	8.7	2070.9	422.5	2.23	45.7

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات موقع ناسا باور المناخية

التربة (Soil)

تُعد التربة الطبقة السطحية الهشة التي تغطي أجزاء واسعة من سطح اليابسة، ويتفاوت سمكها حسب طبيعة المنطقة والعوامل المؤثرة في تكوينها. وهي ناتج ديناميكي لتفاعل طويل الأمد بين مكونات الغلاف الصخري والمائي والغازي والحيوي، ما يجعلها عنصرًا أساسًا في العمليات الجيومورفولوجية (Malcolm E. Sumner, 2011,p-1). تتكون التربة بفعل عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية التي تُفتت الصخور وتحلل مركباتها المعدنية، وتُشكّل الرواسب الناتجة المادة الأولية للتربة، سواء أكانت محلية أم منقولة، وتلعب عدة عوامل دورًا في تحديد خصائص التربة، منها: الصخور الأم التي تحدد نسيج التربة وتركيبها المعدني والمناخ الذي يؤثر في معدل التجوية وتراكم المواد العضوية، والتضاريس التي تتحكم في تدفق المياه ومعدلات التعرية بالإضافة إلى النشاط الحيوي وعامل الزمن الذي يحدد درجة تطور التربة وتمايز آفاقها (ناظم انيس عيسى، 2014، ص45).

يمثل فهم هذه العوامل أساسًا مهمًا في تقييم استخدامات الأراضي وتحديد مدى ملاءمتها للأنشطة المختلفة، ولا سيما في المناطق الحساسة جيومورفولوجيًا كأحواض التصريف شبه الجافة، وتتجلى أهمية التربة في كونها عنصرًا فاعلًا في العمليات السطحية مثل الزحف والانزلاقات والانجراف، لا سيما في المناطق المنحدرة أو شبه الجافة لذا فإن فهم خصائص التربة وتوزيعها يعد خطوة ضرورية لتحليل دينامية الحوض النهري وتفسير الأنماط الجيومورفولوجية الناتجة (Mohd Ashaq,et al,2025,p79-80).

العمليات الجيومورفولوجية والاشكال الارضية الناتجة عنها في حوض بنصلاوة

تمهيد:

العمليات الجيومورفولوجية هي العمليات التي تشكل سطح الأرض، وتؤدي إلى تغييرات في التضاريس. هناك نوعان رئيسيان من هذه العمليات: داخلية وخارجية، العمليات الداخلية تشمل الحركات التكتونية مثل الالتواء والانكسار، بينما تشمل العمليات الخارجية التجوية والتآكل والترسيب هذه العمليات تخلق أشكالًا أرضية مختلفة، مثل الجبال والهضاب والسهول والأنهار والوديان، وسوف نتطرق الى العمليات التي ساهمت في تشكيل مظاهر سطح الأرض ومنها (اولا العمليات التكتونية والتركيبية، ثانيا. العمليات المناخية، ثالثا. العمليات الديناميكية):

أولا- العمليات التكتونية والتركيبية: محركات تشكيل الأرض

تُعد العمليات التكتونية من أبرز العوامل التي تُسهم في تشكيل سطح الأرض إذ تنشأ من باطن الأرض وتظهر آثارها عبر حركات بطيئة أو سريعة فالحركات البطيئة – مثل الحركات الرأسية التي ترفع أو تخفض القارات، والحركات الأفقية التي تسبب الالتواءات – تحدث على مدى عصور جيولوجية طويلة(عبد العزيز طريح شرف، 2000،ص196). ، وينتج عنها طيات وصدوع وشقوق تُضعف الصخور وتُمهّد لتأثير العمليات الجيومورفولوجية السطحية أما الحركات التكتونية السريعة كالبراكين والزلازل، فتُحدث تغيرات فجائية على سطح الأرض، وتشكل تضاريس جديدة في فترات زمنية قصيرة رغم أن تأثيرها يكون موضعيًا(دعاء مشاري محمد الكناني،2022،ص117). وتُعد هذه العمليات مسؤولة عن تكوين الجبال والهضاب والسهول المتموجة لا سيما أن معظم السمات التضاريسية الحالية يُعتقد أنها تشكلت خلال الحركات التكتونية الحديثة التي بدأت في أواخر العصر الميوسيني، كما في جبال الألب والقوقاز (V. V. Beloussov,1980 ,20).

وهكذا، فإن تنوع الأشكال الأرضية في أي منطقة هو نتيجة لتفاعل معقّد بين النشاط التكتوني والعمليات البنيوية والجيومورفولوجية السائدة، مما يعكس الطبيعة الديناميكية المستمرة لسطح الأرض.

ينتج عن تفاعل النشاط التكتوني والعمليات التركيبية مع عوامل التعرية والتجوية أشكال أرضية متنوعة، من أبرزها:

1- الهضاب: مساحات مرتفعة شبه مستوية، تتكون من أنواع مختلفة (تكتونية، متبقية، بركانية) وتُشكّل بفعل التعرية النهرية والتجوية (S. P. Sinha, Faguni Ram,1993,p147).

2- الميسا (الموائد الصخرية): هضاب صغيرة ذات جوانب شديدة الانحدار وأسطح مستوية، تتكون نتيجة تآكل الطبقات الصخرية اللينة تاركةً الصلبة بارزة (محمد حسن علي حميد الجبوري،2017، ص123).

3- التلال: مرتفعات أرضية أقل حجمًا من الهضاب، ذات أشكال متنوعة وجوانب يزيد انحدارها عن 5 درجات (حسام جاد الرب، 2007، ص65). انظر الى صورة (1)

4- الكويستا: شكل أرضي ذو حافة شديدة الانحدار وسطح مائل ببطء، ينشأ عن التباين في مقاومة الطبقات الصخرية المائلة للتعرية (محمد مجدي تراب، 1993، ص65).

5- البيوت (الشواهد الصخرية): بقايا نحت متقدم للميسا، تتكون عندما تنهار الطبقات الهشة السفلية تاركةً طبقة صخرية صلبة عمودية (نورة عبد التواب السيد،2008، ص29).

6- الباد لاندز: تضاريس وعرة ومتقطعة بشدة، تشكلت بفعل التعرية المائية المكثفة وتتميز بكثافة التصريف ونقص الغطاء النباتي (يوسف توني،1964، ص62).

7- الهوك باك (ظهور الحلوف): حافات صخرية شديدة الانحدار وموازية لميل الطبقات الصخرية، تنتج عن التآكل التفاضلي للصخور (شذى سالم ابراهيم الخفاجي وحسين عذاب خليف الموسوي،2022، ص352).

8- الحافات الصخرية (Escarpments): منحدرات صخرية تزيد عن 45 درجة، تتشكل بفعل النحت الطبيعي للمياه أو التدخل البشري (حمد فليح فياض علي اللهيبي، 2018، ص899). انظر الى صورة (2).

صورة (1) توضح التلال في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية في 2025/4/25

صورة (2) الحافات الصخرية في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة في 2025/4/24

ثانيا ـ العمليات المناخية والأشكال الناتجة عنها (المورفومناخية):

تُعد العمليات المورفومناخية نتاج التفاعل بين العوامل المناخية (كالحرارة، الأمطار، الرياح) والعمليات السطحية (مثل التجوية والتعرية)، حيث تساهم بشكل فعّال في تشكيل سطح الأرض وتطوره. وتُعرف الجيومورفولوجيا المناخية بأنها دراسة تأثير المناخ في نحت وتكوين التضاريس المختلفة. قدّم ديفيس نموذج "الدورة الجغرافية" لفهم تطور التضاريس عبر مراحل (الشباب، النضج، والشيخوخة)، بينما أكّد جون هاك على دور الحركات التكتونية والتجوية والتعرية في صياغة الأشكال الأرضية، مع دمج تأثير الإنسان في هذا التغير.

1: التجوية (Weathering): هي تفكك أو تحلل الصخور في موقعها (محمد صبري محسوب، 2005، ص111). وتنقسم إلى نوعين:

أ. التجوية الفيزيائية (الميكانيكية): تؤدي إلى تفتيت الصخور دون تغيير في تركيبها الكيميائي (Randall Schaetzl and Sharon Anderson,2005,p227)، وتحدث بطرق متعددة منها:

1- التباين الحراري: نتيجة التمدد والانكماش بفعل اختلاف درجات الحرارة، ويؤدي إلى تقشر الصخور.

2- وتد الصقيع: تجمد الماء داخل الشقوق يؤدي إلى تفتت الصخور.

3- التجوية الملحية: تراكم بلورات الأملاح داخل الصخور يؤدي إلى تكسيرها.

أشكال التجوية الفيزيائية في منطقة الدراسة:

1 - التقشر الصخري: انفصال صفائح رقيقة من سطح الصخر نتيجة تغيّرات الضغط والحرارة (سعد الله نجم النعيمي،2021، ص123).

2 - المظهر العمداني: تكوّن أعمدة صخرية نتيجة اتساع الفواصل الطبيعية، خاصة في الصخور البركانية (سعد الله نجم النعيمي،2021، ص124).

3- التفلق الصخري: انقسام الصخور إلى كتل بسبب التغير الحراري المفاجئ (جمعة محمد الغناي، 2013، ص92).

4 - المنحدرات الفتاتية: تراكم حطام الصخور عند قواعد المنحدرات بسبب التجوية (Andrew S. Goudie,2006, p915).

5 - التفكك الحبيبي: تفتت الصخور إلى حبيبات مفردة نتيجة اختلاف خواص التمدد للمعادن المكوّنة لها (Gita Duggal, Philip Burrett,2010, p10). انظر الصورة (3).

صورة (3) التفكك الحبيبي للصخور في منطقة الدراسة.

المصدر: الدراسة الميدانية في 2025/4/24

2: التجوية الكيميائية (Chemical Weathering)

التجوية الكيميائية هي عملية تُغيّر التركيب الكيميائي للمعادن داخل الصخور بفعل تفاعلات مع الماء والهواء، مما يؤدي إلى تحلل الصخور وتفككها. تزداد هذه العمليات في المناطق الدافئة والرطبة، حيث تتوفر الحرارة والرطوبة لتسريع التفاعلات (محمد صبري محسوب، 1997، ص91). أبرز عمليات التجوية الكيميائية:

1 - الذوبان (Solution): تتفكك المعادن القابلة للذوبان (مثل الهالايت والجبس) بفعل الماء المحتوي على ثاني أكسيد الكربون، مؤديًا إلى تحللها إلى أيونات. تعتمد فعالية الذوبان على حرارة الماء، حركته، وتركيز الحموضة (pH) (سعد الله نجم النعيمي،2021، ص126).

2 - الأكسدة والاختزال (Oxidation & Reduction): تحدث الأكسدة عندما يتفاعل الأكسجين مع الحديد لتكوين أكاسيد الحديد (مثل الهيماتيت)، مسببة تصبغات حمراء أو صدئة على الصخور، أما الاختزال، فهو إزالة الأكسجين من المركبات، ويحدث غالبًا في البيئات الرطبة سيئة الصرف، مسببًا ألوانًا باهتة أو خضراء (ادوارد جي تاربوك واخرون،2014، ص181).

3 - التحلل المائي والتميؤ (Hydrolysis & Hydration): في التحلل المائي، يتفاعل الماء مع معادن السيليكات ليحوّلها إلى طين، أما التميؤ فيتم عندما تمتص المعادن الماء، مما يغيّر تركيبها البلوري ويؤدي إلى تضخمها وتقشرها (فؤاد عبد الوهاب العمري واخرون،2025، ص113).

4 - الكربنة (Carbonation): تحدث عند ذوبان ثاني أكسيد الكربون في مياه الأمطار مكونًا حمض الكربونيك، الذي يهاجم الصخور الجيرية ويذيبها. تُعد الكربنة فعالة جدًا في تفكيك الصخور الكربونية وتشكل الكهوف والأحواض الكارستية ((فؤاد عبد الوهاب العمري واخرون،2025، ص114).

3: التجوية البيولوجية (Bioweathering):

التجوية البيولوجية هي عملية تحلل الصخور بفعل الكائنات الحية، وتحدث بطرق فيزيائية وكيميائية. تسهم جذور النباتات في فتح الشقوق الصخرية عبر الضغط الميكانيكي، بينما تقوم الكائنات الدقيقة (كالبكتيريا والفطريات) بإفراز أحماض عضوية تُذيب المعادن. تشمل العمليات الحيوية الأخرى: اختراق الأشنات والبكتيريا الزرقاء لأسطح الصخور، وتآكل الصخور الكربوناتية مثل الحجر الجيري بفعل نشاط الكائنات الدقيقة، وتشكُّل الأغشية الحيوية (Biofilms) التي تُسرّع التجوية الكيميائية (Mr. Mohd Saqib,2024, p300).

العوامل المؤثرة في التجوية:

1 - نوع الصخور: الصلابة والتركيب المعدني والمسامية تؤثر في مدى التجوية.

2 - المناخ: الحرارة والرطوبة تنشطان التجوية الكيميائية، أما التغيرات الحرارية والجليد فتؤثر في الفيزيائية.

3 - التضاريس: تؤثر في نوع التجوية من خلال الانحدار، والتعرض لأشعة الشمس، والرطوبة.

ثالثا ـ التعرية المائية وأنواعها في منطقة الدراسة:

تُعد التعرية المائية من أهم العمليات المورفومناخية المؤثرة في تشكيل سطح الأرض، حيث تتسبب في تفتيت، نقل، وترسيب التربة والمواد الصخرية بفعل المياه الجارية. وهي ظاهرة فعّالة في منطقة الدراسة، خصوصًا خلال فترات التهطال الغزير والسيول، وتزداد حدتها في المناطق المنحدرة والخالية من الغطاء النباتي (يحيى محمد نبهان،2008، ص64).

أنواع التعرية المائية:

أ ـ التعرية الصفائحية (Sheet Erosion): تتمثل في إزالة طبقة رقيقة من التربة بشكل موحّد نتيجة جريان المياه فوق السطح دون تجمعها في قنوات واضحة. تحدث في الأراضي المستوية أو منخفضة المسامية، وتؤدي إلى فقدان الطبقة الخصبة من التربة (فريد مجيد عيد وفاضل احمد شهاب،2016، ص305).

ب - تعرية المسيلات المائية (Rill Erosion):

تتكون فيها قنوات صغيرة ضحلة لا يتجاوز عمقها بضع سنتيمترات، نتيجة تركّز المياه السطحية على المنحدرات. غالبًا ما تختفي هذه المسيلات في موسم الجفاف، وهي مرحلة متقدمة من التعرية الصفائحية (انتصار مسهر عويد وهالة محمد سعيد،2021، ص472).

ت - التعرية المطرية (Rain Erosion):

تحدث عند اصطدام قطرات المطر بسطح التربة، ما يؤدي إلى تفتيت حبيباتها وتحريكها. تعد من أخطر المراحل الأولية لتدهور التربة، وتزداد شدتها بغياب الغطاء النباتي وكثافة الأمطار (نورجان عصمت نوري صاري كهية، 2023، ص4). انظر الى صورة (3).

صورة (3) التعرية المطرية في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية في 2025/4/24

ث - التعرية الأخدودية (Gully Erosion):

تشكل أخاديد عميقة نتيجة الجريان المائي القوي في الترب الهشة أو ذات الانحدار الكبير. قد يصل عمق الأخاديد إلى أكثر من (30 مترًا) (حسوني جدوع عبد الله،2010، ص27). تُعد مرحلة متقدمة من التعرية وتؤثر بشكل واضح على الاستقرار الطوبوغرافي للحوض، انظر الى صورة (4) تصنيف شدة التعرية في حوض بنصلاوة وفق (Bergsma, 1982): تم قياس معدلات التعرية باستخدام معادلة تعتمد على أطوال المجاري ونسبة مساحتها إلى مساحة الحوض، ونتج عن ذلك تقسيم الحوض إلى أربع درجات:

1 - تعرية خفيفة جدًا حيث بلغت مساحتها حوالي (2.291 كم^2) وبنسبة بلغت (2.55 %) مناطق منخفضة بلا مجاري.

2 - تعرية خفيفة حيث بلغت مساحتها حوالي (9.391 كم^2) وبنسبة بلغت (10.44%) مجاري أولية ومسيلات.

3 - تعرية متوسطة كانت مساحتها (38.050كم^2) وبنسبة (34.22 %) تنشط تعرية جانبية مما يؤدي الى طول مجاريها.

4 - تعرية عالية حيث بلغت مساحتها حوالي (44.034 كم^2) وبنسبة (48.96%) وتكون مجاري رتب عليا وصخور هشة.

صورة (4) توضح التعرية الاخدودية في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية في 2025/4/24

الأشكال الناتجة عن التعرية المائية في حوض بنصلاوة

تُنتج التعرية المائية عددًا من الأشكال الجيومورفولوجية نتيجة لتأثير المياه الجارية في نحت الصخور وتفكيك التربة ونقل الرواسب. وقد ساهمت هذه العمليات عبر الزمن في تشكيل سطح حوض بنصلاوة، وأبرز تلك الأشكال:

1. **الحافات والجروف الصخرية:** تتشكل بفعل التعرية الرأسية والجانبية في الصخور الصلبة كالكلس والدولوميت، وتتميز بشدة انحدارها وارتباطها بالبنية الطبقية للصخور. تُعد من العلامات البارزة في المناطق الجبلية، خاصة على أطراف الأودية (محمد طالب سالم نصار العنزي،2022، ص60).

2. الأودية (Valleys): تُعد نتاجًا لعمليات النحت المائي، وتأخذ غالبًا الشكل "V" نتيجة التعرية الرأسية (Christine Webster,2005,p5-7). كما في الصورة (3). وتُصنّف في حوض وادي مازوران إلى:

أ - أودية تابعة: تتبع اتجاه ميل الطبقات.

ب - أودية تالية: تتكون بمحاذاة الفواصل والتكوينات الضعيفة.

ج - أودية تلقائية: تنشأ دون ارتباط بالبنية الجيولوجية، غالبًا في الصخور اللينة، وتتبع نمط التصريف الشجري.

3. الخوانق (Canyons): أودية ضيقة ذات جوانب شديدة الانحدار، تتشكل نتيجة النحت العمودي القوي للأنهار في مراحلها الشبابية، خاصة في المناطق المرتفعة والصخور الصلبة (Yves Earhart,2025,p1).

4. المدرجات النهرية (River Terraces): سطوح مرتفعة تشكلت بفعل تتابع الترسيب والنحت خلال تطور النهر. تمثل كل مصطبة مرحلة استقرار جيومورفولوجي، وتترتب زمنيًا من الأعلى إلى الأسفل حسب نشاط النهر (احمد عبد الستار جابر العذاري، 2005، ص95).

5. سفوح المنحدرات (Cliffsides): أسطح مائلة بدرجات انحدار منخفضة، تتكون بفعل التجوية والتعرية المائية، حيث تُزال المواد الدقيقة وتُترك المواد الخشنة في مكانها، مكوّنة سطوحًا ركامية منحدرة (وفاء حميد حسن الفتلاوي ،2022، ص103). انظر الى صورة (4)

صورة (3) توضح الاودية الفرعية لتشكيل وادي أكبر في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية في 2025/4/25

صورة (4) تمثل سفوح المنحدرات في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2025/4/25

ثالثاً: عمليات الترسيب (Processes of Deposition)

تُعدّ عملية الترسيب المرحلة النهائية في دورة العمليات الجيومورفولوجية، وتحدث عندما تفقد عوامل النقل كالرياح والمياه قدرتها على حمل الرواسب، فترسبها في المناطق المنخفضة. وهي عملية معاكسة للتعرية، إذ تعمل على بناء ورفع سطح الأرض تتأثر عملية الترسيب بعوامل عدة، أبرزها ضعف عامل النقل، أو اصطدام الرواسب بعائق طبيعي أو اصطناعي وتؤدي هذه العملية إلى تكوين أشكال أرضية ترسيبية تُسجّل تاريخ النظم النهرية وتطوّرها (جاسم علي البناي ،2017، ص179)، ومن أبرز الأشكال الترسيبية المائية في الحوض:

1 - السهول الفيضية: أراضٍ منبسطة على جانبي المجرى، تتكوّن من رواسب دقيقة كالطمي والغرين، وتختلف خصائصها حسب شدة الفيضانات الموسمية (عدنان باقر النقاش ومهدي محمد الصحاف،1989، ص317).

2 - المراوح الطمية: تتكوّن عند مخارج الأودية نتيجة لترسيب الرواسب الخشنة على شكل مروحة عند انخفاض الانحدار، وتعد مناطق مهمة لتخزين المياه والرواسب (مجيد ملوك السامرائي،2022، ص148).

3 - ترسبات قاع الوادي: تشمل مزيجاً من الحصى والرمال والطين، تتفاوت في الحجم والنوع تبعًا للانحدار وسرعة الجريان وتُشكّل سجلاً لظروف البيئة النهرية (قاسم يوسف شتيت،2015، ص179). انظر الى صورة (5).

صورة (5) ترسبات قاع الوادي في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2025/4/25

العمليات الديناميكية (Dynamic Processes)

تُعد العمليات المورفوديناميكية من أبرز العمليات الجيومورفولوجية السطحية المسؤولة عن تشكيل تضاريس الأرض، وهي تشمل حركة المواد المفككة والصخور من المرتفعات إلى أسفل المنحدرات بفعل الجاذبية، دون تدخل مباشر من عوامل التعرية الأخرى. تتأثر هذه الحركات بعوامل عدة مثل زاوية الميل، ضغط المسام، والماء الذي يقلل الاحتكاك بين الجزيئات ويزيد من عدم الاستقرار (صفية شاكر معتوق، 2019، ص170)، تُصنف العمليات الديناميكية إلى:

أولاً: الحركات البطيئة

1 - زحف التربة (Soil Creep): حركة تدريجية للتربة بفعل الرطوبة والتجمد والانكماش، وتتسارع بفعل الأنشطة البشرية، وتظهر آثارها على الأشجار والمنشآت (K.S. Richards, R.R. Arnett and S. Ellis,1985,p-142). انظر الى صورة (6).

2 - الزحف الصخري (Rock Creep): حركة بطيئة للصخور على المنحدرات بفعل التغيرات الحرارية والرطوبة، ويؤدي إلى تشوه المنحدرات وانكشاف طبقات صخرية جديدة (صفية شاكر معتوق، حسين جوبان عريبي،2019، ص171).

ثانيًا: الحركات السريعة

1 - التساقط الصخري (Rock Fall): سقوط مفاجئ للكتل الصخرية من منحدرات شديدة الميل نتيجة الفواصل والتجوية (محمد صبري محسوب، 1997، ص116)

2 - الانزلاق الصخري (Landslide): انحدار كتل صخرية أو مفتتة نحو الأسفل بسبب ضعف الترابط الداخلي (جعفر حسين محمود، 2004، ص94)

3 - تدفقات التربة (Earth Flow): انسياب التربة المشبعة بالماء على شكل طبقات، خاصة في المناطق الباردة (حسن سيد احمد ابو العينين، 1966، ص331).

4 - الانزلاقات السطحية للترب المفككة: انزلاق الترب الخفيفة بفعل الماء أو الأحمال الزائدة، يؤدي إلى إزالة الغطاء النباتي (تغلب جرجيس داود ،2002، ص131). انظر الى صورة (6).

5 - تدفقات الركام (Debris Flow): تجمعات من الحطام الصخري تتكون عند سفوح الجبال، وتتخذ شكل مخاريط أو مراوح ركامية (ازل احمد حسن السعيدي، 2024، ص 89).

6 - الهبوط الصخري (Rock Subsidence): هبوط مفاجئ بسبب وجود طبقات قابلة للذوبان مثل الحجر الجيري، خاصة عند تسرب المياه تُعد هذه العمليات عوامل رئيسية في تشكيل السطح الأرضي وتحديد استقراره، وتتطلب مراقبة مستمرة خصوصًا في المناطق الجبلية والمأهولة (بشار فؤاد عباس، 2015، ص106).

صورة (6) توضح طبيعة ازلاق التربة من المرتفعات في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2025/4/26

صورة (7) توضح زحف التربة في منطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2025/4/24

العوامل المؤثرة في العمليات الديناميكية لسطح الأرض

تتأثر العمليات الديناميكية بعدد من العوامل الطبيعية التي تتحكم في نشأة الحركات الأرضية وتطوّرها، وتشمل:

1. التركيب الصخري

يلعب نوع الصخور وتركيبها الجيولوجي دورًا أساسيًا في استقرار المنحدرات. فالصخور المتشققة أو المتفتتة أكثر عرضة للانهيار والزحف، بينما تُظهر الصخور الصلبة مقاومة أعلى، خصوصًا إذا كانت غير متأثرة بفواصل أو شقوق. ومع ذلك، قد يؤدي وجود طبقات صلبة فوق أخرى لينة إلى اضطراب التوازن، خاصةً عند تعرّض الطبقات السفلى للتعرية أو تشبعها بالمياه، مما يزيد من احتمالية حدوث الانزلاقات أو الانهيارات نتيجة لانخفاض التماسك وزيادة الوزن (حسن سيد احمد ابو العينين، 1966، ص322).

2. الظروف المناخية: تؤثر العوامل المناخية بشكل مباشر في العمليات الديناميكية من خلال دورات التجمد والذوبان، وكميات الأمطار، والتجوية الميكانيكية والكيميائية. فتجمد المياه داخل الفواصل الصخرية يؤدي إلى تمددها وتعجيل التفكك، كما تسهم التجوية الكيميائية في إنتاج مواد ناعمة تقلل من استقرار التربة. وتؤدي الرطوبة العالية إلى تشبّع التربة وزيادة قابليتها للانزلاق، في حين تُضعف دورات الجفاف والرطوبة من تماسك التربة، خاصة في المناطق الطينية (حسن رمضان سلامة، 2004، ص154).

3. الغلاف النباتي: يُؤدي الغطاء النباتي دورًا مزدوجًا؛ حيث تعمل جذور النباتات على تثبيت التربة والحد من الانجراف، لكنها قد تُسهم أيضًا في تفتيت الصخور بمرور الزمن، خصوصًا عند تغلغل الجذور في الشقوق والفواصل.

4. طبيعة المنحدر: تعد زاوية الميل، واتجاه المنحدر، وارتفاعه من العوامل الحاسمة في تحديد استقراره. فكلما زاد ميل المنحدر زادت معه احتمالية الانهيارات. وتؤثر طبيعة المواد المُكوّنة للمنحدر – سواء كانت رواسب مفككة أو صخورًا مكشوفة – في مدى مقاومته للحركات الأرضية. كما تلعب الخصائص البنائية للصخور مثل نوع المادة اللاحمة، والمسامية، وتماسك الحبيبات دورًا في استقرار السفوح الجبلية، خاصة في المناطق التي يغطيها غطاء ترابي (محمود فاضل عبد الجميلي، 2025، ص278). انظر الى جدول (3)

جدول (3) أنواع الحركات على المنحدرات وحسب تصنيف Sharp

أنواع الحركة	نوع المادة		
	صخور الاساس	التربة	ناعمة
السقوط	سقوط صخري	الخشنة	سقوط ارضي
الانقلاب	انقلاب صخري	انقلاب الحطام	انقلاب ارضي
دوراني	وحدات قليلة: عملية الهبوط/ الانهيارات/تساقط المفتتات الرسوبية		

انزلاقات	انزلاقات كتل صخرية: انزلاقات كتل الحطام/ انزلاقات أرضية		
انتقالي	وحدات متعددة: انزلاقات صخرية/ انزلاقات الحطام/ انزلاقات ارضية		
انتشار جانبي	انتشار صخري	انتشار الحطام	انتشار ارضي
الجريان	الجريان الصخري	جريان الحطام	جريان ارضي
	زحف التربة		
نمط معقد	خليط من عدة أنواع من الحركات الرئيسية		

المصدر: رحيم حميد عبد ثامر العبدان، الاشكال الارضية لحوض وادي عامج، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة بغداد، 2004، ص 122.

الاستنتاجات

1 - تداخل العمليات الجيومورفولوجية: أظهرت نتائج الدراسة أن حوض بنصلاوة يتأثر بعدة عمليات جيومورفولوجية متداخلة، تشمل العمليات التكتونية والمناخية والديناميكية، ما أدى إلى تنوع واضح في الأشكال الأرضية ضمن الحوض.

2 - دور البنية الجيولوجية: ساهمت البنية الجيولوجية المعقدة للحوض، لا سيما وجود الطيات والانكسارات، في تحديد نمط التضاريس، وتوجيه العمليات السطحية، خاصةً في مناطق تكوين باي حسن.

3 - التباين التضاريسي والجيومورفولوجي: يتميز الحوض بتباين طبوغرافي ملحوظ، يظهر في تفاوت الارتفاعات والانحدارات، مما انعكس على شدة التعرية، وتوزيع الأشكال الأرضية كالأودية، المدرجات، التلال، والشواهد الصخرية.

4 - شدة التعرية الأخدودية: باستخدام نموذج Bergsma (1982)، تم تحديد أربع درجات من التعرية تتراوح بين الخفيفة جدًا والعالية، حيث غطّت التعرية العالية نحو 49% من مساحة الحوض، ما يشير إلى نشاط جيومورفولوجي مرتفع.

5 - أثر المناخ على العمليات السطحية: ساهمت العناصر المناخية كالأمطار والحرارة والتبخر في تنشيط عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية، والتعرية المائية، خاصةً خلال فصول الشتاء المطيرة والصيف الجاف.

6 - العمليات الديناميكية وتأثيرها في استقرار المنحدرات: سجّلت الدراسة وجود انزلاقات وزحوف أرضية متعددة، ناجمة عن تداخل العوامل البنيوية والمناخية، وضعف تماسك التربة، مما يؤكد تأثير العمليات الديناميكية في تشكيل سطح الحوض.

7 - أهمية تصنيف الأشكال الأرضية: مكّن التصنيف العلمي للأشكال الأرضية من فهم طبيعة العمليات المسببة لها، وتقييم خطورتها الجيومورفولوجية، وتحديد المناطق ذات القابلية العالية للانجراف أو الانزلاق.

المقترحات

1 - إجراء دراسات تفصيلية ميدانية: يُوصى بإجراء مسوحات ميدانية دورية لرصد التغيرات الجيومورفولوجية داخل الحوض، خاصةً في المناطق المعرضة للتعرية والانزلاقات الأرضية.

2 - اعتماد نتائج الدراسة في تخطيط استخدام الأراضي: ينبغي توظيف نتائج البحث في سياسات استخدام الأرض، مع تجنّب البناء أو الزراعة في المناطق ذات التعرية العالية أو الانحدارات الشديدة.

3 - تعزيز الغطاء النباتي الطبيعي: للحد من التعرية المائية والريحية، يُقترح تنفيذ برامج لإعادة تأهيل الأراضي المتدهورة عبر تعزيز الغطاء النباتي، لا سيما في مناطق الزحف والانهيار.

4 - إنشاء خرائط خطر جيومورفولوجي: على الجهات المعنية إعداد خرائط متخصصة لتحديد مناطق الخطورة الجيومورفولوجية، مثل الانهيارات، والانزلاقات، والتعرية الشديدة.

5 - دمج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد: يُوصى باستخدام تقنيات حديثة في مراقبة وتحليل العمليات الجيومورفولوجية، لتقديم بيانات دقيقة تسهم في إدارة الموارد الطبيعية بشكل مستدام.

6 - تعميم الدراسة على أودية مشابهة: يُمكن اعتماد منهجية هذه الدراسة كنموذج لتحليل العمليات الجيومورفولوجية في أحواض أخرى داخل العراق، ولا سيما في المناطق الجبلية أو شبه الجبلية.

المصادر

(1 Saffa F.A. Fouad, TECTONIC MAP OF IRAQ, SCALE 1: 1000 000, 3rd EDITION, Iraqi Bulletin of Geology _ and Mining Vol.11, No.1,2015.

(2 Varoujan K. Sissakian, et al, Neotectonic Indications in Iraq (North of the Arabian Plate) Analytical Overview, Geotectonics Vol.57, No.5, 2023.

(3 Torhan Mudher AL mufti, Identify the main faults on Kithkeh dome (Bai Hassan structure) using remote sensing techniques, Journal of Petroleum, Vol. 9 No. 3,2019.

4) عبد الإله رزوقي كربل، علم الاشكال الارضية الجيومورفولوجيا،جامعة البصرة ـ البصرة، 1986.

5) جيهان عبود شوشي، هيدروجيومورفولوجية حوض وادي كردة سور في محافظة اربيل، رسالة ماجستير، كلية التربية للبنات، جامعة بغداد ،2021.

6) هاشم محمد يحيى المصرف، مبادئ علم الخرائط، مطبعة الاديب البغدادي، بغداد، 1982.

7) حسن رمضان سلامة، اصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، الأردن، 2004
8) فاضل باقر الحسني تطور مناخ العراق عبر الأزمنة الجيولوجية والعصور التاريخية كلية التربية مجلة الجغرافية المجلد العاشر مطبعة العاني بغداد 1978.
9) ازل احمد السعيدي، التحليل الجيومورفي لتقييم الترب في قضاء الحر وسبل استثمارها، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة ذي قار، 2024.
10) احمد طه شهاب، تغير المناخ وأثره على انتاجية بعض المحاصيل الزراعية في العراق، اطروحة دكتوراه جامعة بغداد، كلية الآداب، 1996.

(11 Robert J. Braidwood and Bruce Howe, Prehistoric Investigations in Iraqi Kurdistan, The University of Chicago Press,1960.

12) علي حسن موسى، اساسيات علم المناخ، ط1، 1994، ص 22 و23.
13) علي صاحب طالب الموسوي، علم المناخ التطبيقي، ط١، جامعة الكوفة، كلية التربية للبنات،2011.
14) صباح محمود الراوي وعدنان هزاع البياتي، أسس علم المناخ، دار ابن الاثير للطباعة والنشر، الطبعة الأخيرة،2011.
15) عبد الزهرة علي الجنابي، الجغرافيا العامة الطبيعية والبشرية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان الأردن، الطبعة الأولى، 2017.

16) حسن ابو سمور وعلي غانم، المدخل الى علم الجغرافيا الطبيعية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الطبعة الأولى، 1998.
17) مصطفى فلاح الحساني، مناخ العراق اسس وتطبيقات، الطبعة الأولى، دار مسامير للطباعة والنشر والتوزيع، السماوة، العراق، 2020.

18) Malcolm e. Sumner, Handbook of soil science, Crc press boca Raton London, New York Washington, 2011

19) ناظم انيس عيسى، جغرافية الترب، جامعة دمشق، كلية الآداب والعلوم الانسانية، 2014.
20) Mohd Ashaq, et al, Soil Science and Plant Nutrition, DvS Scientific Publication,2025. .
21) عبد العزيز طريح شرف، الجغرافيا المناخية والنباتية، دار المعرفة الجامعية، القاهرة، 2000، ص 186_ 187.يوسف عبد المجيد فايد، جغرافية المناخ والنبات، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، 1971.
22) عبد العزيز طريح شرف الجغرافيا الطبيعية اشكال سطح الارض الإسكندرية مؤسسة الثقافة الجامعية، 2000.
23) دعاء مشاري محمد الكناني، جيومورفولوجية وهيدرولوجية حوض وادي التليل شمال شرقي محافظة ميسان، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة واسط، 2022.
24) V. V. Beloussov،Geotectonics ،Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York1980 ،. P20

25) S. P. Sinha, Faguni Ram, Manager Prasad, Hari Ram Nangalia, Instant Encyclopaedia of Geography, Published by K. M. Rai Mittal for Mittal, First Edition, NEW DELHI-INDIA, 1993.

26) محمد حسن علي حميد الجبوري، التقييم الهيدروجيومورفولوجي لحوض وادي قرين السماد، اطروحة دكتوراه كلية الآداب جامعة بغداد 2017.
27) حسام جاد الرب، الجغرافيا العامة، مكتبة الكتب الالكترونية العربية، 2007.
28) محمد مجدي تراب، اشكال الصحاري المصورة (دراسة لأهم الظاهرات الجيومورفولوجية بالمناطق الجافة وشبه الجافة)، كليه الآداب جامعة الإسكندرية، 1993.
29) نورة عبد التواب السيد، مبادئ الجيومورفولوجية، مكتبة الانجلو المصرية، 2008.
30) يوسف توني، معجم المصطلحات الجغرافية، دار الفكر العربي، 1964.
31) شذى سالم ابراهيم الخفاجي وحسين عذاب خليف الموسوي، الاشكال الارضية لحوض وادي شوشيرين شمال شرقي محافظة واسط، مجلة كلية التربية، جامعة واسط، المجلد 48، العدد 3، 2022.
32) حمد فليح فياض علي اللهيبي، تحليل جيومورفولوجي لمخاطر الانزلاقات الارضية على طريق خدران الجبلي شمالي العراق، مجلة مدد الآداب، عدد خاص بالمؤتمرات 2018 2019، كلية التربية للعلوم الإنسانية جامعة الانبار.
33) محمد صبري محسوب، مبادئ الجغرافيا الطبيعية، (د. ن) القاهرة، 2005.
34) Randall Schaetzl and Sharon Anderson, Soils Genesis and Geomorphology, Cambridge University Press, New York, 2005.
35) سعد الله نجم النعيمي، التربة السليمة وصحة الغذاء، دار الكتب العلمية، 2021.
36) جمعة محمد الغناي، جيومورفولوجية حوض وادي سوف الجين، جامعة سرت كلية الآداب، 2013.
37) Andrew S. Goudie, Encyclopedia of Geomorphology, published in the Taylor & Francis e-Library, 2006, p915.
38) Gita Duggal, Philip Burrett, Longman Geography, Longman Geography, 2010 .
39) محمد صبري محسوب، جيومورفولوجية الاشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة، ط1، 1997.
40) ادوارد جي تاربوك واخرون، الارض مقدمة في الجيولوجيا الفيزيائية، العبيكان للنشر،2014.
41) فؤاد عبد الوهاب العمري، رقية احمد الأمين، امير محمد الدليمي، المدخل الى الجيومورفولوجيا النهرية، مصدر سابق، ص113.
42) Mr. Mohd Saqib, Petrology Laboratory, EduGorilla Publication, 2024.
43) يحيى محمد نبهان، معجم مصطلحات الجغرافيا، دار يافا العلمية، للنشر والتوزيع، 2008.
44) فريد مجيد عيد وفاضل احمد شهاب، تلوث التربة، دار اليازوري للنشر والتوزيع، 2016.
45) انتصار مسهر عويد وهالة محمد سعيد، تقييم حجم التعرية المائية في احواض شمال شرق قضاء خانقين ديالى مجلة ديالى، العدد الثامن والثمانون، 2021.

46) نورجان عصمت نوري صاري كهية، تقييم خطورة التعرية المائية لحوض شوان في محافظة كركوك باستخدام التقنيات الجيومكانية رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة كركوك،2023.

47) حسوني جدوع عبد الله، التصحر تدهور النظام البيئي، دار دجلة للنشر والتوزيع، عمان، ط1، 2010.

46) محمد طالب سالم نصار العنزي، المخاطر جيومورفولوجية واثارها البيئية على منطقة الرحالية في محافظة الانبار، كلية الاداب، جامعة الانبار، رسالة ماجستير، 2022.

48) Christine Webster، Valleys، Capstone Press 2005, P5-7.
49) Yves Earhart, Canyons of America, Publisher: Publifye AS, 2025.

50) احمد عبد الستار جابر العذاري، هيدروجيومورفولوجية منطقة الوديان غرب الفرات شمال الهضبة الغربية العراقية، اطروحة دكتوراه، كلية الاداب، جامعة بغداد، 2005.

51) وفاء حميد حسن الفتلاوي، جيومورفولوجية وهيدرولوجية احواض جبل بخير الشمالية وامكانية استثمارها باستعمال التقنيات الحديثة، مصدر سابق.

52) جاسم علي البناي، الأغلفة الأربعة (مقدمة في الجغرافيا الطبيعية والنظام الأرضي)، مركز العلوم الطبيعية، 2017.

53) عدنان باقر النقاش ومهدي محمد الصحاف، الجيومورفولوجي، مصدر سابق.
54) مجيد ملوك السامرائي، الجغرافية والمنظور المكاني التنمية الجديدة، دار اليازوري العلمية، 2022.

55) قاسم يوسف شتيت، الاشكال الارضية في حوض وادي المعاذر، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية، جامعة بابل، (العدد 21)، 2015.

56) صفية شاكر معتوق، حسين جوبان عريبي مجلة الخليج العربي، المجلد (47)، العدد (1-2)، 2019.

57) K.S. Richards, R.R. Arnett and S. Ellis, Geomorphology and Soils, ROUTLEDGE LIBRARY EDITIONS: GEOLOGY, 1985.

58) جعفر حسين محمود، تقييم المخاطر البيئية في حوض نهر الكور رافد نهر خاصة صو العظيم باستخدام التقنيات الجغرافية، اطروح الدكتوراه، كليه التربية، جامعة تكريت، 2004.

59) حسن سيد احمد ابو العينين، اصول الجيومورفولوجيا (دراسة الاشكال التضاريسية لسطح الارض)، مؤسسة الثقافة الجامعية، ط3، جامعة الإسكندرية، 1966.

60) تغلب جرجيس داود، علم اشكال سطح الارض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية)، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، 2002.

61) بشار فؤاد عباس، معروف الاشكال الارضية لحوض وادي ابو حضير في بادية السلمان جنوب غرب العراق، اطروحة الدكتوراه، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة،2015.