



## الخصائص المورفومترية لحوض وادي الكومل- شمال العراق

نوزاد يوسف عبدالرحمن سلي<sup>1\*</sup> ID، فوز حميد حمو النيش<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> قسم الجغرافيا، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

### المخلص

يهدف البحث إلى استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في الكشف عن الخصائص المورفومترية لحوض وادي الكومل في العراق المتمثلة بالخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية والخصائص التصريفية للشبكة المائية، فضلاً عن الأنماط التصريفية للحوض، لبناء قاعدة معلومات رقمية مورفومترية للحوض. اعتمد البحث على تحليل المرئيات الفضائية (Land Sat8 (OLI وأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والدراسة الميدانية، واستخدام برنامج Arc GIS Desktop 10.8 في أعداد الخرائط لشبكات التصريف المائي وتحديد المراتب للمجري المائية وحساب المعاملات المورفومترية. تم الاعتماد على بيانات محطات الرصد الجوية للتعرف على نوعية مناخ المنطقة، كما تم الاعتماد على المنهج التحليلي والمنهج الكمي لتحليل وقياس المتغيرات المورفومترية، وإنتاج خريطة الشبكة النهرية وتصنيف مراتبها حسب طريقة ستريلر. من ثم تم تحليل الخصائص الطبيعية المؤثرة في الحوض منها التكوينات الجيولوجية والخصائص الطبوغرافية والمناخ والتربة والنبات الطبيعي. يقع حوض وادي الكومل في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي من العراق ضمن المنطقة المتموجة والجبلية العالية بين محافظتي نينوى ودهوك. بلغت مساحة الحوض الكلي (926.29) كم<sup>2</sup> وبطول يقارب من (70) كم، وبلغ عدد المراتب النهرية ستة تباينت في أعداد جداول وأطوالها بحسب مراتبها، فبلغ مجموع أعداد مجاري جداول الحوض (3242) مجرى، يرجع هذا التباين إلى عمليات تكوينها ونشأتها فضلاً عن التباين في الخصائص البيئية المكونة لها، كذلك ظهر تباين في الخصائص التضاريسية للحوض بين أجزائه المختلفة لاختلاف طبوغرافية المنطقة.

### معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام: 30- اغسطس-2024

تاريخ المراجعة: 08- اكتوبر-2024

تاريخ القبول: 21- نوفمبر-2024

تاريخ النشر الالكتروني: 01- يناير-2026

الكلمات المفتاحية:

المورفومتري،

أنماط الصرف،

تكوين بيلاسيبي،

رواسب المنحدرات،

الاستطالة،

المراسلة:

الاسم: نوزاد يوسف عبدالرحمن سلي

Email:

nowzad.22ehp147@student.uomosul.edu.iq

# Morphometric Characteristics Wadi Al-Kumel Basin Northern Iraq

Nowzad Y. Seli <sup>1\*</sup> , Fawaz H. Al-Nish <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Geography, College of Education for Humanities, University of Mosul, Mosul, Iraq.

## Article information

**Received:** 30- Aug -2024

**Revised:** 08- Oct -2024

**Accepted:** 21- Nov -2024

**Available online:** 01- Jan – 2026

### Keywords:

Morphometrics,  
Drainage Patterns,  
Pila Spi Formation,  
Slope Deposits,  
Elongation,

### Correspondence:

**Name:** Nowzad Y. Seli

### Email:

[nowzad.22ehp147@student.uomosul.edu.iq](mailto:nowzad.22ehp147@student.uomosul.edu.iq)

## ABSTRACT

This research aims to utilize GIS techniques to identify the morphometric characteristics of the Wadi Al-Kumel basin in Iraq, encompassing its spatial, morphological, topographical, and drainage characteristics, as well as the drainage patterns of the basin, to establish a digital morphometric information base for the basin. The research is based on the analysis of Landsat 8 (OLI) satellite images, digital elevation models (DEM), and field studies, utilizing ArcGIS Desktop 10.8 to prepare maps for drainage networks, determine waterway ranks, and calculate morphometric parameters. The data of the meteorological stations are relied upon to identify the type of climate of the region. The analytical and quantitative approaches are also relied upon to analyze and measure the morphometric variables, producing a map of the river network and classifying its ranks according to the Strehler method, and then analyzing the natural characteristics affecting the basin, including geological formations, topographic characteristics, climate, soil, and natural vegetation. The Wadi Al-Kumel basin is located in the northern and northeastern parts of Iraq within the undulating and high mountainous region between Nineveh and Dohuk Governorates. The total basin area reaches (926.29) km<sup>2</sup> and a length of approximately (70) km. The number of river levels reaches six, varying in streams number and lengths according to their levels. The total number of basin streams reaches 3242 streams. This variation is due to the processes of their formation and origin, in addition to the variation in the environmental characteristics that compose them. There is also a variation in the topographic characteristics of the different parts of the basin due to the difference in the topography of the region.

DOI: [10.3389/injes.v26i1.60184](https://doi.org/10.3389/injes.v26i1.60184), ©Authors, 2026, College of Science, University of Mosul.

This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

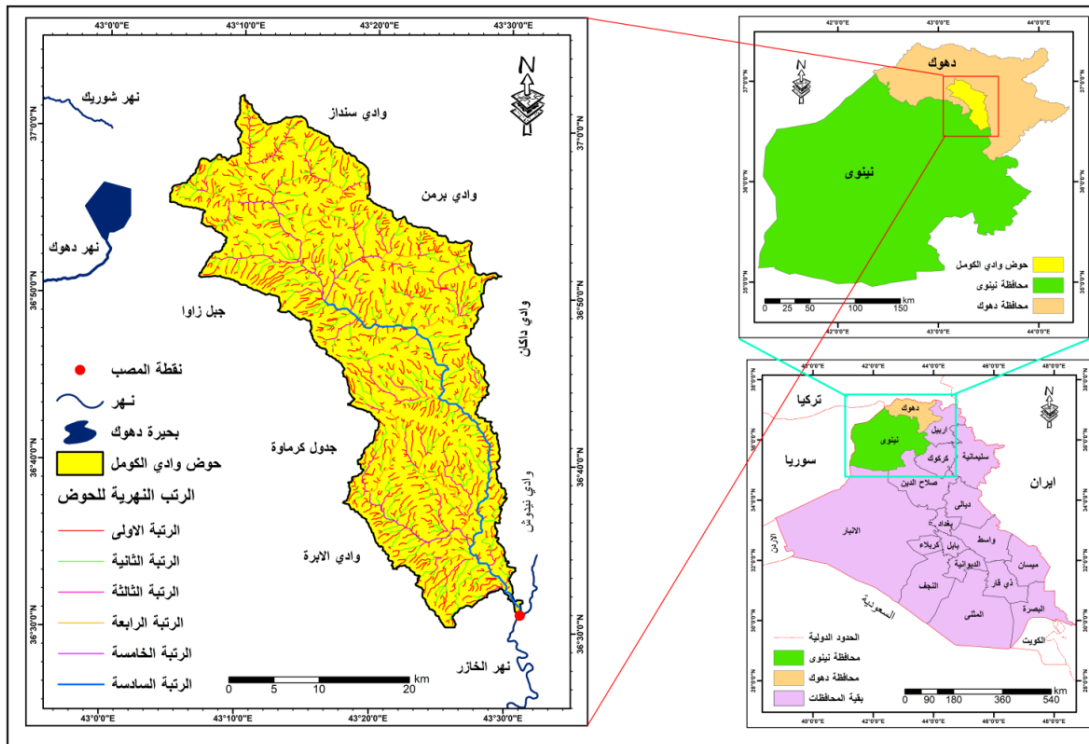
## المقدمة

تمثل دراسة الأحواض المائية جانبا كبيرا من اهتمام الجيومورفولوجيين، لما لهذه الأحواض من دلالات جيومورفية وبيئية عديدة. ترتبط الأحواض المائية عامة ارتباطاً مباشراً بالعوامل الطبيعية خاصة (البنية والجيولوجيا وانحدار السطح والمناخ والتربة والغطاء النباتي)، كما يعتمد التحليل المورفومتري بدرجة كبيرة على تحليل الارتفاع ودرجات الانحدار واتجاهاته، معظم البيانات المورفومترية من خلال الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة وأنموذج الارتفاع الرقمي لها. تعد دراسة الأحواض المائية اتجاه حديث في الجيومورفولوجيا الكمية التي تعتمد على التحليل الإحصائي والمعادلات الرياضية لدراسة الأشكال الأرضية، ويعد دراسة الأحواض المائية أساساً في الدراسات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية. هذه الدراسة قاعدة ضرورية لاهتمامات علمية أخرى كذلك المتعلقة بالمصادر المائية والتربة والهندسة الجيولوجية، إذ تتفاعل هذه العوامل لتساهم في تطوير السمات الجيومورفولوجية التي تميز هذا الحوض. تمثل منطقة الدراسة وحدة طبيعية جيومورفولوجية وهيدرولوجية متكاملة تساعد في الكشف عن العديد من المظاهر والأشكال الأرضية فيها.

تهدف الدراسة إلى تحليل الخصائص الطبيعية لحوض منطقة الدراسة (الجيولوجيا، الانحدار، المناخ، التربة، النبات الطبيعي)، والتعرف على مكونات وتفاصيل هذه الخصائص ومدى تأثيرها على مظاهر سطح الأرض في المنطقة وتأثير هذه الخصائص على الخصائص الهيدرولوجية والمورفومترية والعمليات الجيومورفية في حوض منطقة الدراسة. تهدف تحليل المعاملات المورفومترية من خلال المعادلات الرياضية الى التعرف على خصائص الحوض وخصائص الشبكة التصريفية فيها والمراحل التي وصل إليها الحوض وتأثير عامل الانحدار والتضرس ودرجة الوعورة على الكثافة التصريفية وأنماط شبكات الصرف في حوض وادي الكومل.

### موقع وحدود منطقة الدراسة

يشغل حوض وادي الكومل مساحة تقدر بـ (926.29 كم<sup>2</sup>) ويمتد عبر أراضي محافظتي نينوى ودهوك ويصب في نهر الخازر أحد روافد نهر الزاب الكبير شمالي العراق. يمتد الحوض فلكياً بين دائرتي عرض (36° 29' 43") و (37° 02' 41") و بين خطي طول (43° 03' 46") و (43° 31' 55") شرقاً. يحد المنطقة طبيعياً من جهة الشرق عدد من الوديان منها (سبندار، برمن، دكان، نيدوش)، ومن الشمال الغربي نهر شوريك، ومن الغرب جبل زاوا وجدول كرموة، ومن الجنوب الغربي وادي الابرة، ومن الجنوب نهر الخازر، حيث يصب النهر فيه في الجزء الجنوبي الشرقي من الحوض عند التقائه بنهر الخازر بطول يصل الى ما يقارب (70) كم.



الشكل 1. موقع حوض وادي الكومل في العراق.

### الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

#### الجيولوجيا

تعمل البنية الأرضية الجيولوجية على إظهار المكاشف الصخرية نتيجة لعوامل بنيوية وترسيبية من العمليات التي حدثت وتحدثت في المنطقة وهي أحد أبرز العوامل التي لها علاقة بتشكيل المظهر الأرضي وإحدى الخصائص التي تركز عليها الدراسات الجيومورفولوجية المرافقة للتطورات البيئية عبر الزمن من خلال الحركات الأرضية الناتجة بفعل العمليات الباطنية من طي الطبقات والتصدع والشقوق والفواصل الصخرية. وتوفر فهماً أعمق للعمليات الجيولوجية والتأثيرات البيئية

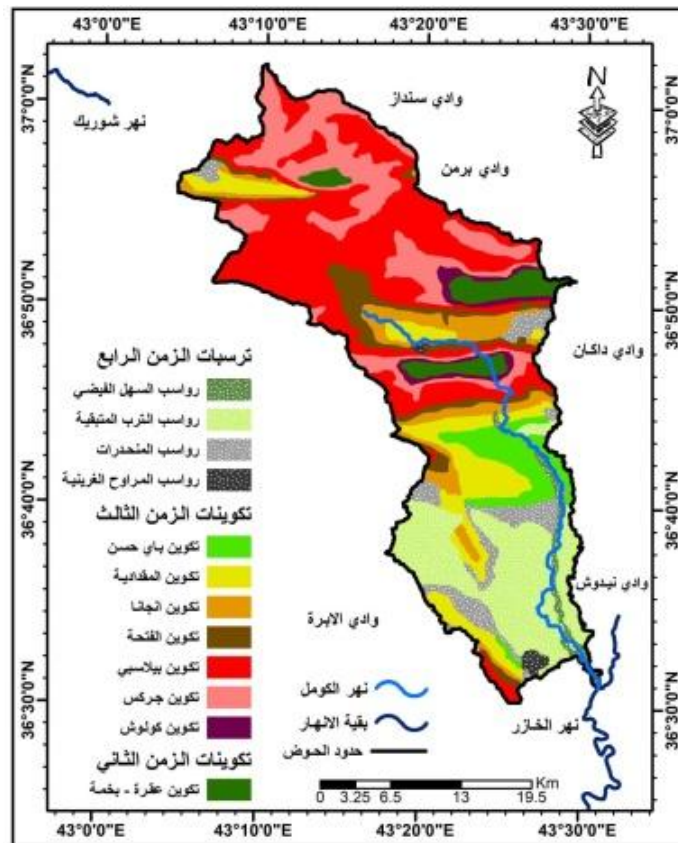
والموارد الطبيعية في هذه المنطقة، وتساعد في تحسين التخطيط لغرض التنمية المستدامة وتقليل المخاطر الجيومورفية المحتملة. والتي كما تقوم عليها مختلف العمليات الجيومورفولوجية سواء كانت في هذه المنطقة أو في مناطق أخرى.

### التكوينات الجيولوجية (الطباقية) في منطقة الدراسة

أبرز التكوينات الجيولوجية التي ظهرت في منطقة الدراسة التي تنحصر ما بين تكويني (عقرة - بخمة) التابع إلى تكوينات الزمن الجيولوجي الثاني وتكوينات الزمن الجيولوجي الرابع والمتمثل بـ (رواسب السهل الفيضي) حسب الخريطة الجيولوجية للمنطقة (الشكل 2) ومعطيات الجدول (1) وتم تصنيفها من الأقدم إلى الأحدث بالشكل التالي:

### تكوينات الزمن الجيولوجي الثاني

تكوين عقرة - بخمة: يشكل التكوينان كتلة سميكة واحدة من الحجر الجيري، بعمر الكريتاسي الأعلى الذي ينتمي إلى نهاية العصر الجيولوجي الثاني، ويتكون هذان التكوينان من صخور جيرية شعابية وصخور جيرية شعابية أمامية، وتشير بعض الدراسات إلى القول بأن وحدة بخمة أكثر تدلماً من وحدة عقرة (Sayab et al., 1982).



الشكل 2. التكوينات الجيولوجية المكتشفة في منطقة الدراسة (المصدر: جمهورية العراق وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ولوحة الموصل الجيولوجية 13 - 38 - Nj، بمقياس رسم 1:250000، لسنة 1995، ومخرجات برنامج Arc GIS Desktop V.10.8).

### تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث

1- تكوين كولوش: يعد هذا التكوين من ترسبات الباليوسين، وهو عبارة عن كميات هائلة من صخور المدملكات والحصى والرمال التي تعود جميعها إلى عصر الباليوسين والايوسين المبكر والتابعان إلى الزمن الثالث (Al-Omari and Alisadik, 1977).

3- تكوين بيلاسيبي: يعود هذا التكوين الى عصر الايوسين من الزمن الحيوولوجي الثالث وهو أكثر انتشاراً في منطقة الدراسة، وهو يتشكل من جزأين علوي وسفلي، الجزء العلوي منه يتكون من طبقة الحجر الجيري الابيض والرمادي والمارل الطباشيري مع الصوان، بينما نلاحظ معدن الكوارتز نحو الاعلى، أما الجزء السفلي من هذا التكوين يتمثل بطبقة من الحجر الجيري مع متحجرات من الطحالب أو الصدف والحجر الجيري والدولومايت والطباشيري مع الصوان ( Jassim and Goff, 2006).

[illegible]

4- تكوين فتحة: يتبع هذا التكوين ترسبات عصر المايوسين التابع إلى الزمن الجيولوجي الثالث. ومن المعروف أن هذا العصر حدثت فيه معظم الحركات الألبية، يتألف هذا التكوين من الانهايدريت والجبس والملح والمتداخلة مع الحجر الجيري والمارل، كما ويُعد هذا التكوين ضمن منطقة انتقالية تتكون من الانهايدريت والحجر الطيني والحجر الجيري الرقيق (Jassim and Goff, 2006).

- 5- تكوين انجانة : يعود هذا التكوين أيضاً لعصر المايوسين، وهو من أكثر ترسبات عصر المايوسين المتأخر انتشاراً في شمال العراق، يحتوي على الحجر الرملي والحجر الطيني والغريني (Mohsen, 2018) .
- 6- تكوين مقدادية : يعد من تكوينات عصر البلايوسين، ويتألف من طبقات متداخلة من الحجر الطيني الاحمر والحجر الغريني والحجر الرملي، ويوجد في الغالب عند أقدام الجبال، حيث يكون لون طبقاته رمادياً فاتحاً ذا حبيبات ناعمة (Al-Janabi, 2016).
- 7- تكوين باي حسن : يُعتبر هذا التكوين من ترسبات عصر البلايوسين أيضاً، ويتألف من ترسبات المولاس والمدملكات والحجر الطيني والغريني والحجر الرملي الذي يشكل القسم الاكبر ولاسيما الجزء الاسفل، بينما تشكل المدملكات الجزء الاعلى منه (Mohsen, 2018).

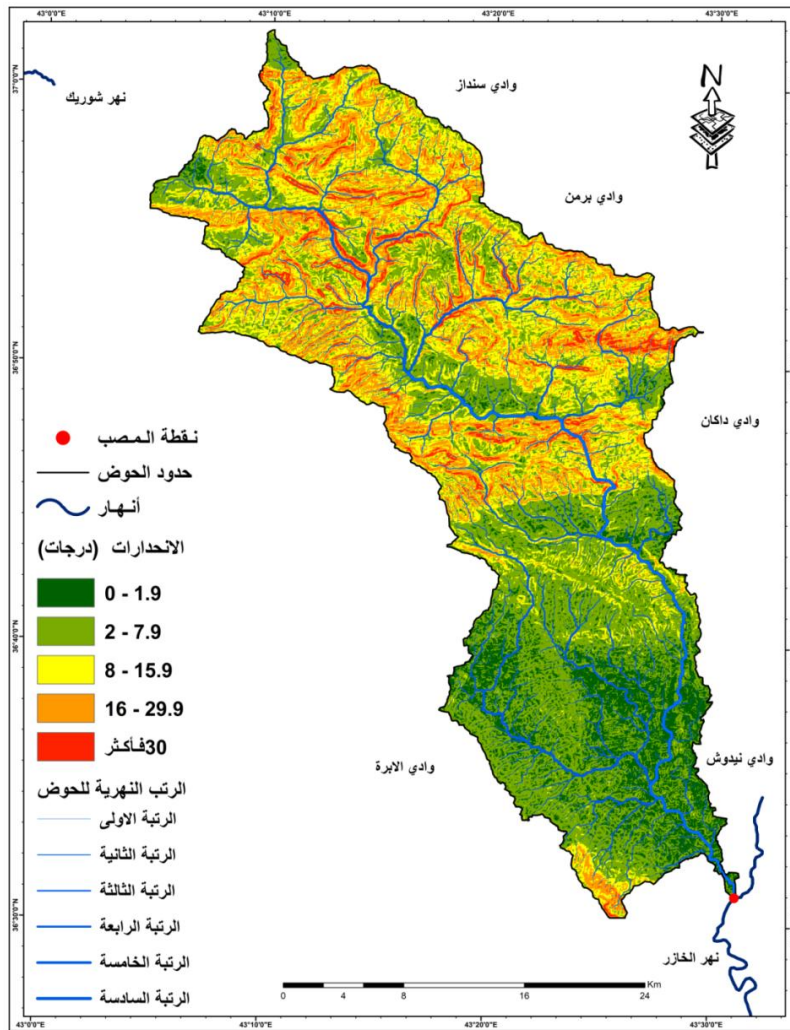
#### ترسبات الزمن الجيولوجي الرابع

- 1- رواسب المراوح الغرينية: هي من ترسبات عصر البلايستوسين، ويتمثل هذا التكوين بوجود الحصى ورمال مخلوطة مع ترسبات حصوية أو على شكل عدسات، ويشترك الغرين والطين الغريني مع الرمال لتكوين المراوح الغرينية بمساحات واسعة في أغلب المناطق المشابهة لهذه الرواسب (Al-Obaidi, 2015).
- 2- رواسب المنحدرات: هي رواسب حديثة تعود لعصر الهولوسين، وتُعد من الترسبات المتباينة في خصائصها الشكلية والحجمية التي تتراوح ما بين الحصى المتباين والرمال والغرين فضلاً عن قطع الحجارة التي تسقط من أعالي المرتفعات، ناهيك عن الطين وخليط من الرسوبيات (Allawi, 2021).
- 3- رواسب الترب المتبقية: هي كذلك رواسب حديثة من ترسبات عصر الهولوسين مشتقة من الصخور التي تستند عليها وتبقى فوق تلك الصخور، فهي تحتوي على المعادن الأولية نفسها الموجودة في صخور الأساس لأنها ناتجة من عملية التجوية الموضعية للصخور ذاتها، حيث عُدت القشرة الجبسية في بعض المناطق بسبب احتوائها على نسبة عالية من الجبس الثانوي، وتشمل هذه الرواسب مواد رملية وغرينية وطينية مع فتات صخري من حجر الكلس بلون بني مصفر الى رمادي (Al-Halbousi, 2005) اعتماداً بالأصل على صخور الأم التي تستند عليها.
- 4- رواسب السهل الفيضي: يتراوح عمرها ما بين (البلايستوسين والهولوسين)، تعد من الرسوبيات الحديثة التكوين التي تتميز بانبساطها، وتتكون من الطين والغرين والرمال، وفي بعض الاحيان توجد فيها قطع صخرية بحجم الجلاميد ويكون ترسيبها معتمداً على كمية المياه الموسمية الجارية (Al-Maamourimohamed, 2016).

#### خصائص الانحدار

- 1- المنحدرات: المنحدر هو ميل سطح الأرض عن خط الأفق أو الميلان الذي يربط بين نقطتين مختلفتين المنسوب، ويعبر عن الانحدار بالدرجة أو النسبة المئوية (Salama, 2004)، إذ تمثل أحد عناصر مظاهر السطح التي يتم تحليلها باستخدام أساليب قياسية وتحليلية لعلاقتها الوطيدة بالنشاط البشري بأشكاله المختلفة (Al-Dulaimi, 2018). تم الاعتماد على بيانات أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لحوض وادي الكومل، واستخدام تصنيف زنك (Zink) لتصنيف درجات الانحدار في المنطقة والتي تضم خمس فئات تصنيفية لدرجات الانحدار كما موضح بالخريطة (3) والجدول (2)، وهي تستخدم في تحديد أنواع التضاريس والأشكال الأرضية على مستوى الأرض، كما أن خريطة المنحدرات تساعد في توضيح وإبراز المتغيرات الجيومورفية. تسود في منطقة الدراسة أنظمة معقدة من المنحدرات المحدبة والمقعرة وبامتدادات متباينة منها الطويلة والمتوسطة والقصيرة، إذ تختلف أطوالها باختلاف القوى المؤثرة في نشأتها فضلاً عن العوامل والعمليات الجيومورفية ضمن المنطقة والحافات المعقدة التركيب بسبب التكوينات الصخرية والمتمثلة بتعاقب الصخور الصلبة واللينية فضلاً عن تأثرها الشديد بالحركات التكتونية.

2- تصنيف زنك Zink: أعدّه العالم زنك عام (1988-1989)، وهو تصنيف جيومورفولوجي هرمي متسلسل يتكون من خمسة مستويات تصنيفية للمنحدرات الأرضية. من مميزات هذا التصنيف أنه يعطي صورة أكثر وضوحاً عن المنحدرات الأرضية (Al-Dulaimi, 2018). إذ تم تطبيقه على حوض وادي الكومل لبيان زوايا الانحدار ضمن منطقة الدراسة حسب هذا التصنيف، وتبين الخريطة (3) والجدول (2) الخصائص والصفات الإحصائية الآتية:



الشكل 3. أصناف الانحدار بالدرجات ومستويات التضرس حسب تصنيف زنك (Zink, 1988-1989) لمنطقة الدراسة.

الجدول 2: أصناف الانحدار ومستويات التضرس ومساحة ونسب الانحدارات حسب تصنيف (Zink) لمنطقة الدراسة.

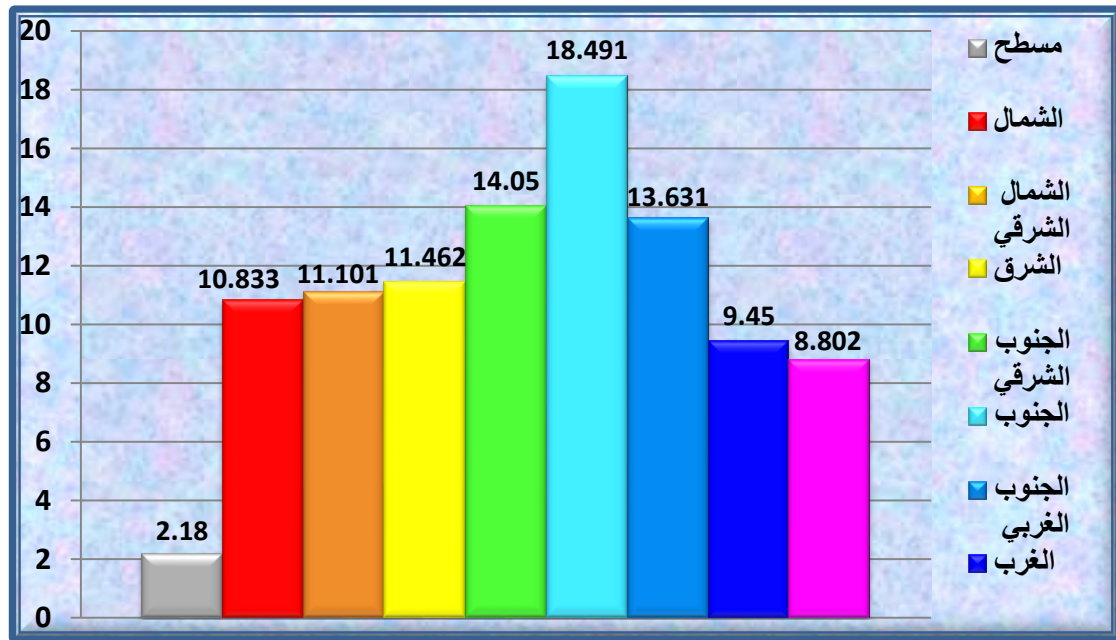
ت	شكل التضرس	درجة الانحدار	تصنيف السطح	المساحة كم <sup>2</sup>	النسبة %	مجموع النسب لمعرفة المرحلة التي تمر بها المنطقة
1	مسطح - مستوي	0 <sup>0</sup> - 1.9 <sup>0</sup>	سهول الوديان	126.540	13.661	53.205
2	تموج خفيف	2 <sup>0</sup> - 7.9 <sup>0</sup>	سهول نهريّة - أقدام جبال	366.292	39.544	
3	متموج	8 <sup>0</sup> - 15.9 <sup>0</sup>	تلال منخفضة	235.926	25.470	25.470
4	مقطعة - مجزأة	16 <sup>0</sup> - 29.9 <sup>0</sup>	تلال مرتفعة	166.002	17.921	21.325
5	مقطعة بدرجة عالية	30 <sup>0</sup> فأكثر	جبال	31.530	3.404	
			المجموع	926.29	% 100	100

3- اتجاه الانحدار: يعرف اتجاه الانحدار بأنه الجهة التي ينحدر منها أو يميل نحوها السطح، فمن العوامل التي تؤثر في تباين نشاط العمليات المورفومناخية والمورفوديناميكية على السطح هي جهة الانحدار أو ميل السطح نحوها، ومقدار ما تستلمه هذه الجهة من عناصر مناخية وأي عنصر مناخي يغلب تأثيره على جهة الانحدار هذه دون الأخرى (Al-Obaidi, 2022). ان دراسة الانحدارات من حيث اتجاه المنحدر لها أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفية والهيدروجيومورفية، إذ تساعد على التنبؤ باتجاه حركة المياه وحركة مواد السطح، كما يمكن من خلالها إبراز القيمة

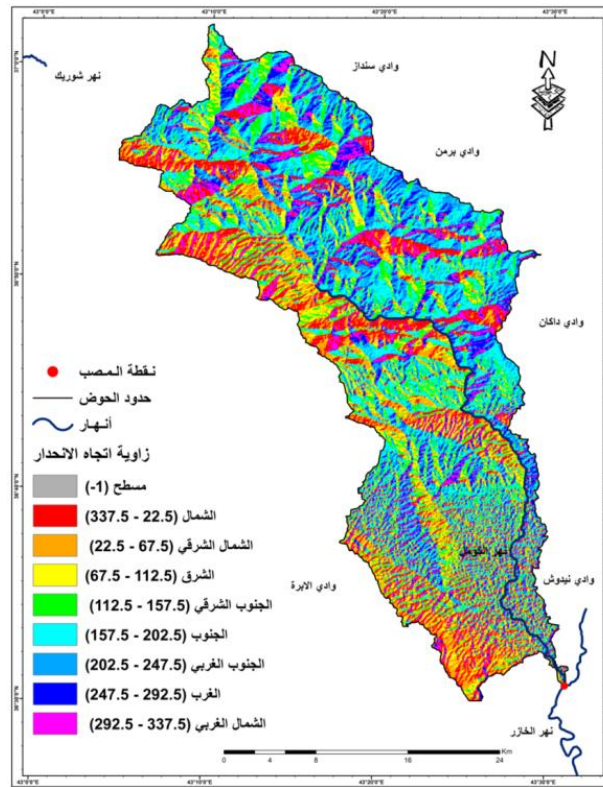
المكانية للمنحدر ومعرفة العديد من المحددات منها انماط التصريف حيث لها تأثير على درجة انجراف التربة، وتحديد المناطق المعرضة لعمليات النحت والترسيب. فعند ملاحظة خريطة الاتجاه (4) لانحدارات منطقة الدراسة، المصمم في برنامج (Arc GIS 10.8) من خلال عملية الاشتقاق من أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، يتضح أن هناك تعدد في اتجاهات الانحدار للحوض التي بلغت (9) اتجاهات تتفق مع اتجاهات التضرس للحوض وبعض المناطق القليلة المسطحة، وحسب الجدول (3) ظهر أقل فئة اتجاه للمسطح بدرجة انحدار (0 - 1)° بمساحة (20.186) كم<sup>2</sup> ونسبة (2.180) %، وأعلى فئة اتجاه للجنوبي بدرجة انحدار (157.5-202.5)° بمساحة (171.279) كم<sup>2</sup> ونسبتها (18.491) % (الجدول 3).

الجدول 3: مساحات ونسب زوايا اتجاه الانحدار في منطقة الدراسة.

ت	درجة الزاوية	اتجاه الانحدار	المساحة (كم <sup>2</sup> )	النسبة المئوية (%)	اللون
1	0 - 1	مسطح	20.186	2.180	
2	337.5 - 22.5	الشمال	100.345	10.833	
3	22.5 - 67.5	الشمال الشرقي	102.826	11.101	
4	67.5 - 112.5	الشرق	106.178	11.462	
5	112.5 - 157.5	الجنوب الشرقي	130.145	14.050	
6	157.5 - 202.5	الجنوب	171.279	18.491	
7	202.5 - 247.5	الجنوب الغربي	126.263	13.631	
8	247.5 - 292.5	الغرب	87.526	9.450	
9	292.5 - 337.5	الشمال الغربي	81.541	8.802	
		المجموع	926.29	100	



الشكل 4. النسب المئوية لزوايا اتجاه الانحدار.



الشكل 5. زوايا اتجاه الانحدار لحوض وادي الكومل.

### المناخ:

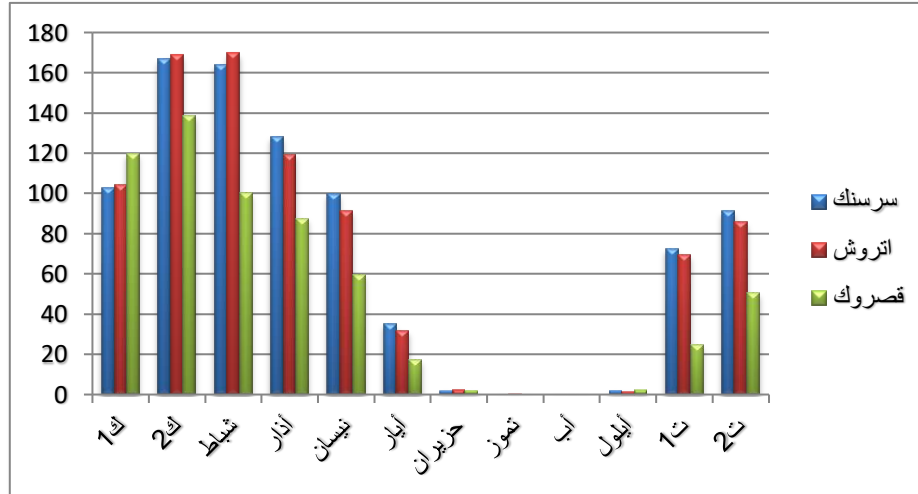
يعد المناخ من أهم المكونات البيئة الطبيعية والمسبب في التغيرات التي تحصل ضمن البيئة، لذا تبرز أهمية دراسته لكونه الأساس المهم الذي تتألف منه الصورة الكاملة للبيئة الطبيعية السائدة في منطقة الدراسة.

ولمعرفة طبيعة المناخ في أي منطقة يتطلب دراسة تتسم بشيء من التفصيل حتى يمكن إعطاء صورة واقعية عن ظروفها المناخية الخاصة وذلك بالاعتماد على ما يتم تسجيله من قبل هيئة الأرصاد الجوية (Alganaby, 2013). فالأمطار تُعد المصدر الرئيس لكل المياه التي تجري فوق سطح الأرض وما يترشح منها إلى باطن الأرض؛ والماء الجاري وما يقوم به من عمليات النحت والنقل والترسيب هو أهم عوامل التعرية وأكثرها أثراً في تشكيل مظاهر سطح الأرض. وعليه يمكن توضيح أثر المناخ على جيومورفولوجية حوض وادي الكومل من خلال معرفة المناخ في الزمن الحالي:

1- الأمطار: هناك عدة عوامل تتحكم في التباين الزمني والمكاني لكميات الأمطار الساقطة ضمن منطقة الدراسة، فالارتفاع عن مستوى سطح البحر يزيد من كميات الأمطار وبالعكس، وكذلك لاتجاه السلاسل الجبلية والمرتفعات من الجهة التي تواجه أو تعاكس اتجاه الرياح الدور الكبير في تباين كميات الأمطار الساقطة في الأجزاء المختلفة من منطقة الدراسة، كما تعد المنخفضات الجوية المصدر الأساس للرطوبة والأمطار في العراق وخاصةً في فصلي الشتاء والربيع. وعليه فإن المدة التي تسقط فيها أعلى كميات المطر فوق العراق هي المدة نفسها التي تكثر فيها المنخفضات الجوية (Majed, 2008). وإن الموقع الفلكي للمنطقة جعلها ضمن نطاق مرور المنخفضات الجوية المتوسطة والتي يبدأ وصولها بأعداد محدودة من منتصف تشرين الأول ثم تزداد تدريجياً بتقدم فصل الشتاء. تعد الأمطار من العوامل المناخية المؤثرة بصورة مباشرة وغير مباشرة في التصريف المائي للأنهار، ويبدو المناخ فيها مناخاً جبلياً رغم أمطاره التي ربما تصل إلى 25 سم أو أكثر والتي تسببها الرياح الغربية وأعاصيرها (Maaruf et al, 2016). وكانت قيم الأمطار المسجلة في محطة أتروش التي تم الاعتماد عليها في المعادلات الرياضية بكونها واقعة في منتصف منطقة الدراسة تقريباً، وكميات الأمطار فيها بلغت أدنى قيمة في محطة أتروش في شهر آب (0.1) ملم، وبلغت أعلى قيمة لها في شهر شباط (169.6) ملم، وكان مجموع الساقط المطر السنوي فيها (805.3) ملم (الجدول 4).

الجدول 4: المعدلات الشهرية للأمطار (مم) للمدة (2012-2022) في محطات منطقة الدراسة.

الأشهر المحطات	ك1	ك2	شباط	أذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت1	ت2	المعدل الشهري	المجموع
سرسنك	102.5	166.8	164.1	128	99.6	35.2	1.8	0	0	1.9	72.3	91.2	71.2	854.4
أتروش	104.3	168.9	169.6	119.4	91.4	31.8	2.4	0.1	0	1.7	69.4	85.9	57.5	805.3
قصر ووك	119.8	138.7	100.3	87.6	59.7	17.2	1.9	0	0	2.1	24.8	50.5	48	575.6

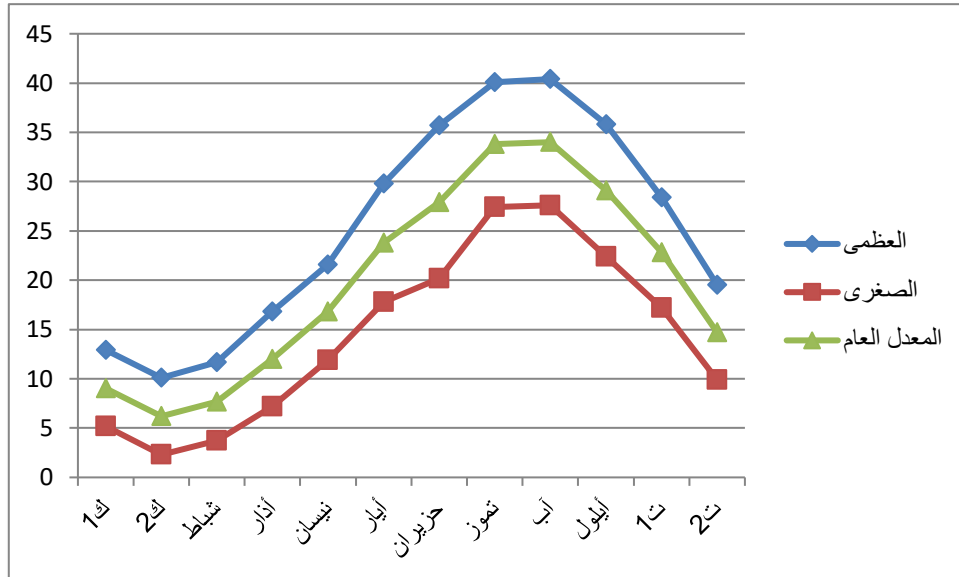


الشكل 6. المخطط البياني للمعدلات الشهرية للأمطار (مم) لمحطات منطقة الدراسة.

2- درجة الحرارة: إن لدرجات الحرارة تأثيراً كبيراً في أشكال الأرض، فضلاً عن العوامل الأخرى، ويظهر هذا التأثير من خلال دورها في عمليات التجوية وبشكل خاص الفيزيائية منها، ولهذا فالتباين الكبير في درجات الحرارة ومن فصل الى آخر والمدى الحراري واختلاف درجات الحرارة بين الليل والنهار تعمل على تمدد المعادن الموجودة في الصخور وتقلصها. ومع تكرار عملية التمدد والتقلص هذه يحدث ظاهرة التقشر الصخري وتفتيت الصخور، إذ أن التباين في الارتفاع عن مستوى سطح البحر بين أجزاء المنطقة وتأثرها بالرياح والكتل الهوائية المتباينة في الخصائص تخلق تبايناً في الخصائص الحرارية لأجزاء منطقة الدراسة. ومن خلال الجدول (5) نستنتج ما يلي: بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة للمحطة المختارة ضمن منطقة الدراسة وهي أتروش الواقعة في وسط منطقة الدراسة (19.8) م°، وقد بلغ معدل درجة الحرارة لشهر كانون الثاني وهو أبرد الشهور (6.2) م°، وسبب هذا الانخفاض في درجات الحرارة هو تعرض المنطقة الى الكتل الهوائية الباردة القادمة من المرتفع السيبيري والأوربي وخاصة في فصل الشتاء بالإضافة الى عامل الارتفاع لمنطقة الدراسة.

الجدول 5: المعدل العام للمعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة (سليزية°) لمحطات منطقة الدراسة (2012 - 2022).

الأشهر الحرارة سليزية°	ك1	ك2	شباط	أذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت1	ت2	المعدل السنوي
العظمى	12.9	10.1	11.7	16.8	21.6	29.8	35.7	40.1	40.4	35.8	28.4	19.5	25.2
الصغرى	5.2	2.3	3.7	7.2	11.9	17.8	20.2	27.4	27.6	22.4	17.2	9.9	14.4
المعدل العام	9.05	6.2	7.7	12	16.8	23.8	27.9	33.8	34	29.1	22.8	14.7	19.8
المعدل الفصلي	7.7	17.5	31.9	22.2	19.8								



شكل 7. معدلات الحرارة لمنطقة الدراسة.

- دي مارتون: أستخدم دي مارتون قرينة الجفاف حسب المعادلة التالية (AlSamurai, 2008) بالاعتماد على بيانات محطة أتروش كحالة وسطية بين محطات منطقة الدراسة:

$$\text{قرينة الجفاف} = \frac{\text{كمية المطر السنوي}}{\text{متوسط درجة الحرارة السنوي} + 10}$$

$$27.02 = \frac{805.3}{10 + 19.8} = \text{قرينة الجفاف}$$

وعلى أساس نتائج المعادلة، فإن مناخ الأقاليم يكون كالتالي:

مناخ جاف = أقل من 5

مناخ شبه جاف = 5 - 10

مناخ شبه رطب = 10 - 20

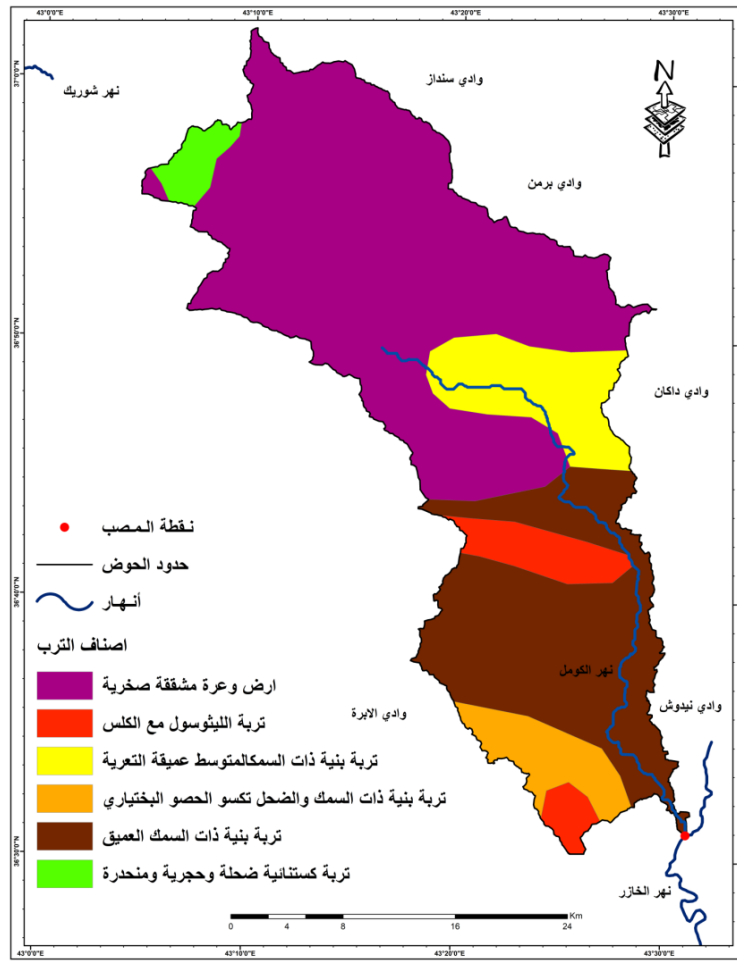
مناخ رطب = 20 - 30

إذن بالاعتماد على بيانات محطة أتروش كانت نتيجة المعادلة (27.02)، وهذا يشير بأن المنطقة تقع ضمن المناخ

الرطب.

التربة:

يقصد بها الطبقة المفتتة من القشرة الأرضية التي تكونت نتيجة لتفتت الصخور الأصلية عبر أزمنة جيولوجية قديمة بفعل العوامل المختلفة من (ماء وهواء وتجوية وتعرية) وأكسبها الخصائص الفيزيائية والكيميائية، وهي الطبقة الهشة التي لا يتجاوز عمقها بضع سنتيمترات إلى بضعة أمتار والتي يعيش بها الإنسان والنبات والحيوان الذي يتأثر بها ويؤثر عليها (Al-Muzaffar, 2016). تتكون التربة من العناصر الناتجة عن التجوية للصخور الأم تحت تأثير عوامل مناخية وبيولوجية (Anaab, 2006). وانطلاقاً من هذا، يمكن تصنيف الترب حسب المكان الذي نشأت فيه، وفي حوض وادي الكومل نجد ستة أنواع من الترب حسب الشكل (8) والجدول (6) التي تم استخراجها بالاعتماد على تصنيف و خريطة بيورك (Burring, 1960) والمعدة من قبله، وعن طريق برنامج Arc GIS Desktop 10.8 من خلال أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وهي كالتالي:



الشكل 8. أصناف التربة في منطقة الدراسة حسب تصنيف بيورنك (Buringh, 1960).

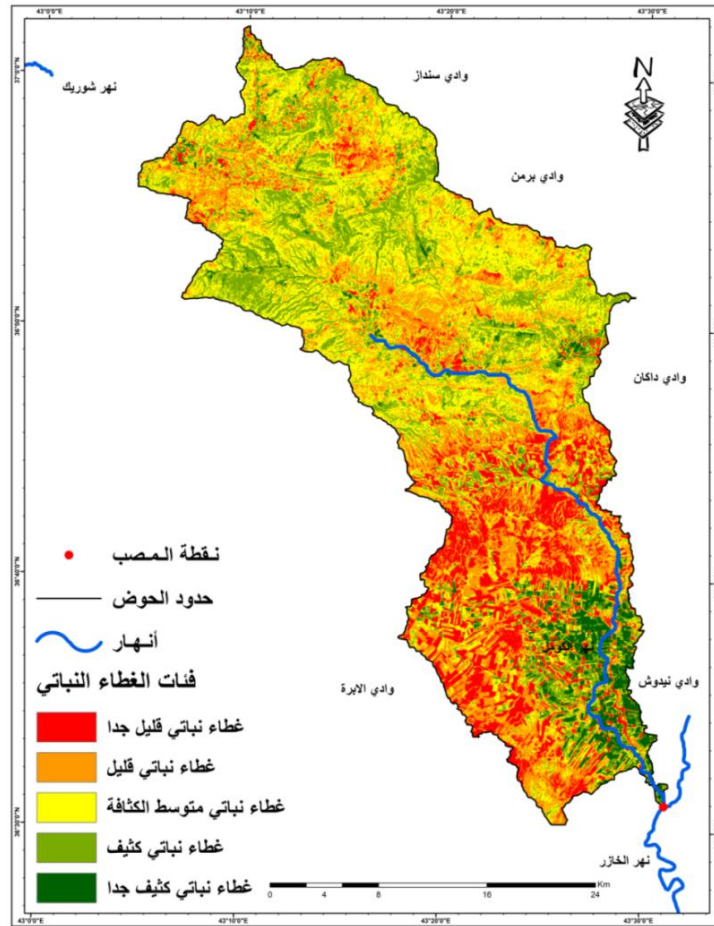
الجدول رقم 6: أصناف التربة في منطقة الدراسة حسب تصنيف بيورنك (Buringh, 1960).

ت	الصف	المساحة (كم <sup>2</sup> )	النسبة المئوية (%)
1	أراضي وعرة مشققة صخرية	495.602	53.504
2	تربة الليثوسول مع الكلس	47.591	5.137
3	تربة بنية ذات السمك المتوسط عميقة التعرية	45.61	4.924
4	تربة بنية ذات السمك والضحل تكسو الحصو البختياري	82.050	8.857
5	تربة بنية ذات السمك العميق	236.087	25.488
6	تربة كستنائية ضحلة وحجرية ومنحدرة	19.350	2.090
	المجموع	926.29	100

### الغطاء النباتي:

تم تصنيف الغطاء النباتي ضمن منطقة الدراسة حسب الشكل (9) والجدول (7) كما يلي:

1- أنواع الغطاء النباتي: يتكون الغطاء النباتي بشكل عام نتيجة لتفاعل عدة عوامل طبيعية فيما بينها، منها المناخ والتضاريس والتربة والموارد المائية، ويكون نتيجة مباشرة لها. ويعد المناخ من أهم العوامل، إذ يساعد في تحديد أنواع النباتات الطبيعية من خلال معرفة الظروف المناخية السائدة في المنطقة. كما يؤثر النبات الطبيعي تأثيراً واضحاً في التصريف المائي للأحواض من خلال عرقلة الجريان المائي السطحي على سطح الأرض مما يؤدي إلى زيادة نسبة التسرب في التربة. وعلى ضوء ما تقدم ظهرت أعلى نسبة غطاء نباتي (34.167%) وهو متوسط الكثافة، وأقل نسبة غطاء نباتي (4.843%) وهو كثيف جداً حسب بيانات الجدول (7) المستخرجة من أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) عن طريق برنامج Arc GIS Desktop V 10.8.



الشكل 9. التوزيع الجغرافي للغطاء النباتي باستخدام مؤشر (NDVI) في منطقة الدراسة.

الجدول 7: مساحات ونسب الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

ت	كثافة الغطاء النباتي	المساحة (كم <sup>2</sup> )	النسبة المئوية (%)
1	غطاء نباتي قليل جداً	135.383	14.616
2	غطاء نباتي قليل	234.784	25.346
3	غطاء نباتي متوسط الكثافة	316.486	34.167
4	غطاء نباتي كثيف	194.786	21.028
5	غطاء نباتي كثيف جداً	44.851	4.843
	المجموع	926.29	100

2- الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف Morphometric Characteristics For Drainage Network: تشكل خصائص الأحواض المائية نظاماً مفتوحاً مثالياً يعكس درجة عالية من العلاقات المتبادلة ذات حساسية عالية قائمة بين الخصائص الحوضية من جهة وبينها وبين الخصائص البيئية من جهة أخرى (Salama, 2007). ويمكن توضيح ذلك من خلال الخصائص الحوضية التالية:

#### الخصائص المساحية والشكلية لحوض الكومل

1 الخصائص المساحية Areas Morphometric: إنَّ لمساحة الأحواض النهرية أهمية كبيرة لأنها تؤثر بصورة مباشرة على حجم الجريان المائي، ومن المعلوم أنَّ الأحواض المائية تتباين في مساحاتها طبقاً للظروف المناخية السائدة في المنطقة ونوعية الصخور التي تتكون منها الطبقات والحركات الأرضية التي حدثت في المنطقة وكذلك التضاريس الأرضية للمنطقة، بالإضافة إلى عامل الزمن، إضافةً إلى عوامل أخرى تساهم في تشكُّل الحوض. كما أنَّ الأحواض المائية تميل إلى زيادة مساحتها إذ تنشط فيها عملية الحت المائي في ظل الظروف المناخية الرطبة، وإذا كانت الصخور لينة يسهل تعريضها، كذلك إذا تعرضت إلى حركات تكتونية تؤدي إلى انخفاض أراضي مجاورة أو رفع أخرى مما تؤدي بالنتيجة إلى تغيير مجاري بعض الأودية والأنهار إلى أحواض أخرى (Albabawaty, 1995). كما نجد أنَّ الأحواض

الكبيرة تقل فيها نسبة التضرر مما يقلل من معدلات الحت أو التعرية المائية (Adra, 2007). يوضح الجدول (8) ادناه هذه الخصائص.

الجدول (8) الخصائص المساحية لحوض وادي الكومل.

المساحة/كم <sup>2</sup>	الطول المثالي/كم	عرض الحوض/كم	محيط الحوض/كم
926.29	65.22	14.2	213.96

أ- مساحة الحوض Basin Area: تُعد مساحة الحوض من المتغيرات المورفومترية المهمة التي لها تأثير واضح على حجم التصريف المائي داخل الحوض. وتوجد علاقة طردية بين كل من مساحة الحوض وحجم التصريف المائي في الحوض (Aldaraji, 2010). وتختلف المساحات الحوضية التي تغذي الأنهار بالمياه من إقليم إلى آخر (Al-Maliki, 2016)، كما يمكن الاستفادة منها في القياسات المورفومترية الأخرى مثل (كثافة التصريف، الكثافة العددية والمعامل الهيسومري وغيرها من الخصائص). وتبلغ المساحة الكلية لحوض الدراسة (926.29) كم<sup>2</sup>. تختلف الأحواض في مردودها المائي ومقدار مساهمتها في الكثافة التصريفية. وبالنظر لمساحة الحوض الحالي، فإن حجم التصريف المائي وكميات الرواسب تكون كبيرة في الحوض لكون مساحته كبيرة ويحتوي على كميات كبيرة من الرسوبيات بسبب كبر حجم الحوض.

ب- طول الحوض Basin Length: هو الخط المستقيم الذي يبدأ من مصب الحوض إلى أبعد نقطة في محيطه. ولطول الحوض دور مهم في عملية الجريان السطحي، فهو يتحكم بمدة تفريغ الحوض لمياهه وحمولته الترسيبية، كما تتناسب معدلات التسرب لطبقات التربة والتبخر مع طول الحوض تناسباً طردياً وذلك لتباطؤ سرعة المياه الجارية بالاتجاه نحو مصب الحوض بسبب قلة عامل انحدار السطح واتساع القنوات والمجاري المائية (Al-Shammari). ولأحواض المائية نوعان من الأطوال وهما الطول الحقيقي والطول المثالي. ومن خلال الدراسة والاطلاع، فإن زيادة طول المجرى يقلل من خطر الفيضان في القنوات والمجاري المائية لضياعه أثناء الجريان عن طريق فقدان كميات من المياه عن طريق الترشح لطبقات الأرض وتبخر كميات أخرى بفعل الحرارة.

ج- عرض الحوض Basin Width: هو المسافة المستقيمة العرضية بين أبعد نقطتين في محيط الحوض. وفي هذا الجانب لا يمكن الاعتماد على قياس أحادي البعد لعرض الحوض نظراً لاختلاف أشكال أحواض المياه بسبب تباين الشكل وكثرة المنحنيات والتعرجات في محيط الحوض (Al-Jubouri, 2024). يَعد عرض الحوض من المتغيرات المورفومترية المهمة التي تساعد في تحديد شكل الحوض من خلال النسبة بين مساحة الحوض (كم<sup>2</sup>) إلى طول الحوض (كم). من أجل الدقة في الاستنتاج وبيان أشكال الأحواض المائية ومحيطها، فقد تم الاعتماد على المعادلة التالية (Aldaraji, 2010):

$$\text{متوسط العرض} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{طول الحوض كم}}$$

وأُتضح من خلال تطبيق المعادلة وكما موضح في الجدول (8) بأن متوسط عرض الحوض بلغ (14.2) كم. أن زيادة عرض الحوض يؤدي إلى زيادة ما يتلقاه من كميات التساقط ومن ثم زيادة الجريان السطحي، كما أن له تأثيراً في زيادة معدل التبخر.

د- محيط الحوض Basin Perimeter: يُعد محيط الحوض عاملاً مهماً في القياسات المورفومترية التي تُعبر عن أشكال الأحواض التصريفية وتضاريسها. ويتم قياسه بتتبع خطوط تقسيم المياه التي تفصل الحوض عن الأحواض المجاورة، أي أنه هو الإطار الخارجي الذي يُحيط بالحوض ويفصل بينه وبين الأحواض الأخرى (Al-Shammari, 2021). وبزيادة طول المحيط يزداد انتشار الحوض وتوسعه، ثم يزداد تطوره الجيومورفي. من خلال الجدول (8) بلغ محيط الحوض في منطقة الدراسة (213.96) كم.

2- الخصائص الشكلية Shapes Morphometric: تعكس أشكال الأحواض النهرية في أغلب الأحيان خصائص تكوينها الجيولوجي في مرحلة مبكرة، وعوامل أخرى في مرحلة متأخرة، ويؤثر الشكل الذي يتخذه الحوض على الخصائص التصريفية للمياه وعلى العمل الحثي له، وتعد الخصائص الشكلية أحد العوامل المؤثرة في هيدرولوجية الروافد النهرية وخصائصها المورفومترية فهي تؤثر على وقت التركيز الذي يحدده قوة وسرعة ذروة التصريف النهري في الحوض فتزداد هذه الفيضانات قوة مع التناقص في زمن التركيز نتيجةً للانخفاض المحتمل في كمية المياه المتبخرة والمتسربة من التدفقات المائية في مجاري الروافد النهرية (Al-Azzawi, 2021).

نسبة المطابقة Fitness Ratio: يُقصد به نسبة طول القناة الرئيسية على محيط الحوض المائي وهي مقياس لمدى نسبة تطابق الطبوغرافية، ويوضح مدى نسبة التطابق التضاريسي للحوض، تتراوح قيمها ما بين (0 - 1) وتشير القيم المنخفضة أو القريبة من الصفر إلى تضاريس وعرة ومنحدرات شديدة، في حين تشير القيم المرتفعة أو القريبة من الواحد الصحيح إلى تضاريس منبسطة نسبياً وقليلة الانحدار في الحوض (Salman, 2022)، ويمكن التعبير عن نسبة المطابقة بـ (RF) من خلال المعادلة الآتية (Hasan, 2023):

$$RF = Lc / P$$

حيث أن:  $Lc$  = طول القناة الرئيسي (كم)؛  $P$  = محيط الحوض  
بعد تطبيق المعادلة أعلاه تم الحصول على النتيجة وبلغت نسبة المطابقة في الحوض (0.30) وهذا دليل بأنّ النهر ينحدر من مناطق ذات تضاريس وعرة وأراضي شديدة الانحدار.

ب- نسبة الاستدارة Circularity: إن هذه القرينة أقترحها ميلتون (Melton, 1958) ومعرفة نسبة الاستدارة تبين مدى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري، إذ كلما أقترب قيم نسبة الاستدارة من العدد الواحد الصحيح يعني اقتراب الحوض من الشكل الدائري، وفي هذه الحالة يُوصف الحوض بأنه بلغ قمة التطور والحت الجانبي والتراجعي من خلال مناطق تقسيم المياه وتطور الجريانات القنوية المجاورة، وكلما أقترب من الصفر يعني ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري (Al-Taai, 2017).

ويمكن حساب نسبة الاستدارة ( $Rc$ ) من خلال العلاقة التالية (Kartick and Sutapa, 2019):

$$Rc = 4\pi A/P^2$$

حيث أن:  $A$  = مساحة الحوض؛  $\pi = 3.14$ ؛  $P$  = محيط الحوض  
من خلال المعادلة كانت نتيجة نسبة الاستدارة في الحوض (0.25)، بما أنّ النتيجة قريبة من الصفر فهذا يعني ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري ودليل على أنّ خط تقسيم المياه متعرج وربما يحصل أسر نهري في الحوض، وأنّ الحوض في بداية دورته الحثية.

ج- نسبة الاستطالة Elongation Ratio: تصف نسبة الاستطالة امتداد مساحة الحوض المائي بمقارنتها بشكل مستطيل، وتتنخفض هذه النسبة عادةً في الأحواض الطويلة، بينما تزداد في الأحواض التي يختلف عرضها مع امتدادها، أي يزيد عرضها باتجاه مساواته مع طول الحوض. كما تعبر استطالة الحوض عن شكل الحوض وهو يُعد انعكاساً لأثر الخصائص الجيولوجية والبنوية إلى جانب أهميتها في معرفة سرعة الوصول إلى قمة الفيضان في حالة حدوث السيل، كما تفيد في تحديد المراحل الحثية التي وصل إليها الحوض النهري. وتتراوح نسبة الاستطالة ما بين (0 - 1)، فإذا كانت النتيجة أقرب من الواحد الصحيح، يكون الشكل قريباً من الاستطالة، وإذا كانت قريبة من الصفر، كان له شكل مختلف (Alganay, 2013).

ويمكن الحصول على معامل الاستطالة ( $Re$ ) من خلال المعادلة التالية (Kartick and Sutapa, 2019):

$$Re = \frac{2\sqrt{A/\pi}}{LB}$$

حيث أن:  $A =$  مساحة الحوض؛  $\pi = 3.14$ ؛  $LB =$  طول الحوض

من خلال نتيجة المعادلة، كان معامل الاستطالة مساوياً لـ (0.53)، وكما مبين في الجدول (9)، فهو قريب من الصفر، مما يدل على اقتراب الحوض من الاستطالة، ومثل هذه الأشكال تميل إلى تقليل أطوالها وزيادة أعدادها خاصة في المراتب الدنيا، ويزداد طول المجرى الرئيس للحوض، مما يعمل على تناقص الصبيب المائي بسبب طول المسافة التي يقطعها المجرى والزمن المستغرق ويؤدي إلى زيادة التربة فيه وزيادة التبخر من مياهه.

د- نسبة تماسك المحيط: يُعد مقياس نسبة تماسك المحيط مقياساً آخر لتأكيد اقتراب الحوض من الشكل الدائري أو الابتعاد منه. فكلما كان الناتج قريباً من العدد (1) الصحيح، أبتعد شكل الحوض عن الشكل الدائري ويتم استخراجها من المعادلة التالية (Ismael, 2017):

$$\left| \frac{1}{\text{نسبة تماسك المساحة (الاستدارة)}} \right| = \text{نسبة تماسك المحيط}$$

اظهرت نتيجة المعادلة اعلاه اقتراب النتيجة من العدد الواحد الصحيح كما في الجدول (9)، وهذا يعني أن الحوض ابتعد عن الشكل الدائري، وهو دليل على زيادة نسبة تعرجات محيطه وقلة درجة تناسقه.

هـ- معامل شكل الحوض Form Factor Ratio: يعطي هذا المعامل فكرة عن مدى تناسق و انتظام الشكل العام لأحواض التصريف المائي من خلال العلاقة بين مساحة الحوض وطول الحوض ، فتشير القيم المنخفضة البعيدة عن العدد واحد الصحيح إلى عدم تناسق و انتظام شكل الحوض وتغير عرضه من منطقة إلى أخرى ، واقتربه من الشكل الثلاثي ، بينما القيم المرتفعة القريبة من العدد واحد الصحيح تشير إلى اقتراب الشكل من شكل المربع ، فإذا كانت النتائج تتراوح ما بين (0.1 – 0.4) فإن شكل الحوض قريب من شكل المثلث شديد التعرج ، أما إذا كانت النتائج ما بين (0.4 – 0.6) فإن شكل الحوض أقرب إلى الشكل المربع شديد التعرج ، وإذا كانت النتيجة أكبر من (0.6) فإن شكل الحوض مربع شديد الانتظام، ويتم استخراج معامل شكل الحوض من خلال المعادلة التالية (Al-Saadi, 2023) وضعها Horton عام (1932):

$$\frac{\text{كم}^2 \text{ الحوض}}{\text{كم}}$$

بعد تطبيق المعادلة ظهرت النتيجة (0.21)، لذا فإن شكل الحوض غير منتظم وقريب من شكل المثلث شديد التعرج.

الجدول 9: الخصائص الشكلية لحوض وادي الكومل.

معامل الانبعاج	نسبة تماسك المحيط	نسبة الاستطالة	نسبة الاستدارة	معامل الشكل	نسبة المطابقة
1.15	1	0.52	0.25	0.21	0.30

و- معامل الانبعاج Lemniscates: يدل معامل الانبعاج على العلاقة بين مربع طول حوض التصريف إلى أربعة أمثال مساحته كما في المعادلة أدناه، وهو يدل على مدى التشابه بين شكل الحوض التصريفي والشكل الكمثري، نظراً إلى أن معظم أحواض التصريف المتناسقة الشكل تميل إلى الشكل الكمثري وليس الدائري تماماً، حيث تدل القيمة المرتفعة للمعامل إلى الزيادة في الاستطالة لحوض التصريف، وسيادة عمليات النحت الرأسية أكثر من النحت الجانبي، بينما تدل القيم المنخفضة إلى زيادة انبعاج شكل الحوض، مما يدل على زيادة أطوال المجاري وأعدادها في الرتب الدنيا مع زيادة عمليات النحت الرأسية والجانبي (Hamid, 2016). يمكن إيجاد معامل الانبعاج ( $K$ ) من خلال تطبيق المعادلة التالية:

$$K = \frac{LB^2}{4 \times A}$$

حيث أن:  $LB^2 =$  مربع طول الحوض؛  $A =$  مساحة الحوض

ظهرت نتيجة المعادلة (1.15)، وبما أن القيمة أكبر من واحد، فإن الحوض يتميز بانبعاج شديد وزيادة استطالة حوض التصريف وبالتالي قلة أعداد مجاريها المائية وقلة أطوالها وخاصة في المراتب الدنيا، وسيادة عمليات النحت الرأسية أكثر من النحت الجانبي.

### الخصائص التضاريسية للحوض Basin Relief Characterizes

تُعد هذه من الخصائص المهمة في الدراسات المورفومترية، ولنتائج هذه الخصائص دلائل مهمة فهي تساعد في معرفة القدرات الحثية للمجرى المائي وتقدير حجم الرواسب المنقولة، فضلاً عن معرفة طبيعة ونوع الأشكال الأرضية المرتبطة بها، وكذلك معرفة المرحلة الجيومورفية التي يمر بها الحوض المائي (Al-Azzawi, 2021).

1- معدل التضرس Relief Ratio : (يعرف أيضاً بنسبة التضرس أو معامل التضرس) وهو أحد المقاييس المهمة لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية لأي منطقة. تُعد قيمته مؤشراً جيداً لتقدير حجم الرواسب المنقولة، إذ تزداد نسبتها مع زيادة التضرس، وتساهم في تكوين الأشكال الجيومورفية المختلفة، وتعمل على زيادة سرعة وصول الناتج المائي نحو الانحدارات القليلة أو الأراضي المنبسطة باتجاه المصب، كما لها دور في زيادة فعالية التعرية النهرية وما يرتبط بها من نقل كميات كبيرة من الرواسب، وتخفض نسبة التضرس في الأحواض ذات المساحة الكبيرة، وتدل القيم المرتفعة لنسبة التضرس إلى زيادة الكثافة التصريفية وعمق المجاري المائية (Salman, 2021). ويمكن التعبير عن معامل أو نسبة التضرس من خلال إيجاد الفرق بين أخفض نقطة وأعلى نقطة في الحوض مقسوماً على طول الحوض، ويمكن الحصول على معامل التضرس من خلال تطبيق المعادلة التالية (Al-Dulaimi, 2017):

$$\text{معامل التضرس} = \frac{\text{تضرس الحوض (أعلى نقطة - أدنى نقطة)}}{\text{طول الحوض (م)}}$$

من خلال نتيجة المعادلة التي بلغ (19.69) فهي منخفضة مما يدل على انخفاض بحجم الرواسب المنقولة وببطء وصول الناتج المائي نحو الانحدارات القليلة والأراضي المنبسطة.

2- التضاريس النسبية: وهي تعبير عن العلاقة بين قيمة التضرس ومحيط الحوض، حيث تشير القيم المنخفضة إلى ضعف مقاومة الصخور ونشاط عمليات التعرية، في حين تدل القيم المرتفعة على صلابة الصخور ومقاومتها لنشاط عمليات التعرية، وتعطي هذه النسبة صورة واضحة عن مساحة الحوض، فتدل القيم المرتفعة على صغر المساحة الحوضية، في حين تدل القيم المنخفضة على كُبر المساحة الحوضية، وناتج المعادلة هو إيجاد علاقة ارتباط سالبة بين التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخور لعمليات التعرية عند تشابه الأحوال المناخية، كما أنها تُعبر عن درجة التضرس الطبوغرافي في الحوض، ويتم إيجاد التضرس النسبي من خلال المعادلة التالية (Al-Dulaimi, 2017):

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{تضاريس الحوض / م}}{\text{محيط الحوض / كم}}$$

بلغ القيمة (6) (الجدول 10) وهي قليلة وتدل على ضعف مقاومة الصخور ونشاط عملية التعرية، كما تدل على كبر المساحة الحوضية.

### الجدول 10: الخصائص التضاريسية لحوض وادي الكومل.

أعلى ارتفاع / م	أدنى ارتفاع / م	التضرس / م	طول الحوض / كم	محيط الحوض / كم	معامل التضرس	التضاريس النسبية م/كم	قيمة الوعورة	التكامل الهيسومتري
1589	305	1284	65.22	213.29	19.69	6	2.16	0.72

3- قيمة الوعورة Ruggedness Number: تشير قيمة الوعورة إلى مدى تضرس الحوض ومدى انحدار الحوض المائي فيه ويعني ارتفاع هذه القيمة شدة التضرس وسيادة التعرية المائية ونقل الرواسب من المنابع العليا للأحواض إلى أسفل المنحدرات، أي أن قيمة الوعورة تزداد بزيادة الكثافة التصريفية في الحوض من جهة وزيادة التضرس ومن ثم زيادة عملية الحث المائي ونقل الرواسب. ويتم الحصول على قيمة الوعورة من خلال المعادلة الآتية (Ismael, 2017):

$$\text{تضريس الحوض} \times \text{الكثافة التصريفية كم}^2 / \text{كم}^2 = \text{قيمة الوعرة}$$

$$1000$$

من خلال المعادلة ظهر النتيجة (2.16) وهي قيمة مرتفعة تدل على شدة التضرس للحوض وخاصة في الأجزاء الشمالية منه أي في مناطق المنابع وسيادة التعرية المائية فيه وتدل كذلك على نقل الرواسب من المنابع العليا الشديدة الانحدار نحو أسفل المنحدرات وزيادة الكثافة التصريفية في هذه المناطق الوعرة.

4- التكامل الهيسومتري Hypsometric Integral : يُعد التكامل الهيسومتري من أدق المعاملات المورفومترية تمثيلاً للفترة الزمنية التي قطعتها الدورة النحتية للأحواض التصريفية، فضلاً عن قياسه لدرجة التضرس الحوضي وإعطاء فكرة واضحة عن الارتباط بين الأشكال التضاريسية الحالية والأشكال التضاريسية القديمة. من خلال نتائج هذا المعامل يمكن معرفة المرحلة المورفولوجية التي وصل إليها الحوض كلياً أو أية تباينات أخرى في أجزاء الحوض نفسه، فالمناطق الشديدة الانحدار تدل على أنها مازالت في مرحلة الشباب وبداية النضوج، بينما تشير الأجزاء القليلة الانحدار على أنها وصلت إلى مرحلة متقدمة من الدورة النحتية (Al-Saadi, 2023)، إذ تُشير القيم المرتفعة للمعامل إلى زيادة مساحة أحواض التصريف وانخفاض المدى التضاريسي له مما يدل على التقدم العمري لهذه الأحواض. ويتم حساب المعامل وفق المعادلة التالية :

$$\frac{\text{مساحة الحوض} / \text{كم}^2}{\text{تضريس الحوض} / \text{م}} = \text{التكامل الهيسومتري}$$

أظهرت نتيجة المعادلة قيمة (0.72) وهي تشير إلى كبر مساحة الحوض وتقدم عمره ووصوله إلى مرحلة نضج متقدمة ومرحلة متقدمة من الدورة النحتية.

خصائص الشبكة النهرية : يمكن دراسة الشبكة المائية للحوض من خلال الخصائص التالية:

1- المراتب النهرية Stream Order: صنفت المراتب النهرية وفقاً لطريقة (ستريلر)، الذي يبين أن الأودية والمجاري الصغيرة لاتلتقي بأي مجرى آخر ببدايتها وهي تعد مرتبة أولى، وبالتقاء مجريين من المرتبة الأولى يتشكل مجرى المرتبة الثانية، وبتحاد مجريين من المرتبة الثانية يتشكل المرتبة الثالثة ... وهكذا تتشكل بقية المراتب من التقاء مجاري أدنى منها لتشكل مجرى أعلى مرتبة، حتى بلوغ الحوض أعلى مرتبة نهرية (Al-Jaaf, 2005)، يبين الجدول (11) أعداد ومراتب المجاري النهرية للحوض.

الجدول 11: المراتب النهرية وأعداد المجاري ونسبة التشعب لحوض وادي الكومل.

الحوض	أعداد المجاري المائية بحسب رتبها في الحوض						أجمالي عدد المجاري
	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة	
الكومل	1242	570	292	13	3	1	2121

2- نسبة التشعب Bifurcation Ratio: هي درجة تفرع الشبكة النهرية أو مقدار التباين الحاصل بين فروع المراتب المختلفة للحوض، وتقاس حسب طريقة (Horton) المعدلة، وهي عبارة عن النسبة بين عدد المجاري في مرتبة ما على عدد المجاري في المرتبة التي تليها، وتعد هذه النسبة أحد العوامل التي تتحكم في معدل التصريف الذي بدوره يؤثر في تشكيل المرواح الفيضانية، حيث زيادة معدل التصريف تتبعها زيادة في طاقة المياه وقدرتها على القيام بعمليات التعرية لأسطح أحواض التصريف (Slman, 2022).

$$\frac{\text{مجموع أطوال المجري في مرتبة ما}}{\text{عدد المجري في المرتبة التي تليها}} = \text{نسبة التشعب}$$

بلغ نسبة التشعب (6.79) (الجدول 12) وهي أكثر من (5) حسب الحدود التي وضعها ستريلر، مما يدل على أنَّ الحوض يقع ضمن المنطقة الجبلية الشديدة التضرس والانحدار والتقطع خاصةً في مناطق منابع الحوض في أجزائه الشمالية، وشكله القريب من الاستطالة الذي زاد من نسبة التشعب مما ساعد على تمرير وحركة المياه بمدة زمنية طويلة.

الجدول 12: نسبة التشعب لحوض وادي الكومل.

الحوض	الرتب					نسبة التشعب
	1	1/2	3/2	4/3	5/4	6/5
وادي الكومل	2.18	1.95	22.46	4.34	3	6.79

3- أطوال المجاري Stream length : إنَّ لدراسة أطوال المجاري المائية أهمية كبيرة في الدراسات المورفومترية إذ أنَّ هناك علاقة بين حوض المجرى المائي وأطوال المجاري المختلفة، وإنَّ مجاري المرتبة الأولى تكون أقصر طولاً، وكلما تقدمت رتبة المجرى المائي زاد طول ذلك المجرى، ويبين الجدول (13) أطوال المجاري (كم) حسب المراتب النهرية لحوض منطقة الدراسة.

الجدول 13: أطوال المجاري/ كم حسب المراتب النهرية لحوض الكومل.

الحوض	أطوال المجاري المائية بحسب رتبها في الحوض						أجمالي أطوال المجاري
	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة	
الكومل	823.60	397.67	166.03	73.72	41.96	52.91	1555.89

#### 4- كثافة التصريف Drainage Density:

أ- كثافة الصرف الطولية Longitudinal Drainage Density : تمثل كثافة الصرف الطولية مجموعة أطوال المراتب النهرية في الحوض إلى مساحته الكلية، ويمكن استخراجها من خلال المعادلة التالية (Al-Majidi, 2023) :

$$\text{كثافة الصرف الطولية} = \frac{\text{مجموع أطوال المجري / كم}}{\text{مساحة الحوض / كم}^2}$$

بلغ الكثافة التصريفية للحوض (1.68) كم/كم<sup>2</sup> وهي كثافة منخفضة بحسب الحدود التي وضعها ستريلر، ويعود هذا إلى الظروف المناخية التي تؤثر على شكل المجاري المائية وكذلك النفاذية العالية التي تتميز بها المنطقة بسبب نوعية التكوينات الجيولوجية والصخرية التي تتميز بنفاذية عالية نوعاً ما منها الصخور الرملية والصخور الكلسية التي تتشكل منها منطقة الدراسة.

ب- كثافة الصرف العددية Numerical Drainage Density : وتسمى أيضاً التكرار النهرية، ويقصد بها النسبة بين عدد الجداول المائية لجميع الرتب المسجلة للحوض إلى مساحته، إنَّ زيادة عدد المجاري بواسطة التعرية يؤدي إلى زيادة في أطوال مجاريها ويمكن التعبير عنها من خلال المعادلة التالية (Al-Majidi, 2023):

$$\text{كثافة الصرف العددية} = \frac{\text{مجموع أعداد المجري}}{\text{مساحة الحوض / كم}^2}$$

بحسب نتيجة المعادلة بلغ الكثافة العددية للصرف (2.29) مجري/كم (الجدول 14). لذا، فإنَّ هذه الزيادة في العدد تعكس زيادة عامل التعرية الذي يؤدي إلى زيادة عدد المجاري وأطوالها، كما يؤدي إلى الزيادة في كمية التصريف المائي للحوض.

الجدول 14: كثافات التصريف الطولية والعددية لحوض وادي الكومل.

مجموع أطوال المجاري / كم	مجموع أعداد المجاري	المساحة / كم <sup>2</sup>	الكثافة الطولية / كم <sup>2</sup>	كثافة كثافة الصرف	الكثافة العددية للصرف (مجري/ كم)
1555.89	2121	926.29	1.68	منخفض	2.29

5- النسيج الحوضي Basin Texture: إن دراسة مؤشر النسيج الحوضي يتأثر بمجموعة من العوامل، لاسيما العوامل المناخية وطبيعة التراكيب الخطية وخصائص التربة والغطاء النباتي (Al-Zarfi, 2021)، ويوضح نسيج شبكة التصريف وكثافة الوحدة المساحية فضلاً عن شدة التطور النحتي للمجاري المائية، ويستخرج من خلال المعادلة الآتية (Al-Zuhairi, 2020):

$$\frac{\text{النسيج الحوضي}}{\text{محيط الحوض / كم}} = \frac{\text{أعداد أودية الحوض}}{\text{محيط الحوض / كم}}$$

بعد تطبيق المعادلة أعلاه ظهر لدينا النتيجة (9.94)، وحسب تصنيف (Smith)، فإن الحوض يقع ضمن الفئة الخامسة ذات النسيج الناعم جداً.

6- معامل الانعطاف Reflecting Factor: هو نسبة الطول الحقيقي للمجرى المائي إلى الطول المثالي، إذ يُقصد بالطول الحقيقي هو المسافة التي يقطعها المجرى من منبعه إلى مصبه على اليابسة، أما الطول المثالي فهو يمثل أقصر مسافة يسلكها المجرى ما بين المنبع والمصب، ويُحسب من المعادلة التالية (Al-Zuhairi, 2020):

$$\frac{\text{معامل الانعطاف}}{\text{طول المجرى المثالي / كم}} = \frac{\text{طول المجرى الحقيقي / كم}}{\text{طول المجرى المثالي / كم}}$$

من خلال النتيجة التي تم الحصول عليها من تطبيق المعادلة بلغ معامل الانعطاف (1.34) وبهذا فإن شكل النهر ملتوي.

الجدول 15: النسيج الحوضي ومعامل الانعطاف لحوض وادي الكومل.

شكل النهر	معامل الانعطاف	نوع النسيج	النسيج الحوضي	طول النهر المثالي	طول النهر الحقيقي
ملتوي	1.34	ناعم جداً	9.94	65.22	87.43

#### أنماط التصريف النهري لحوض منطقة الدراسة

تُعد أنماط التصريف للأنهار خلاصة التأثيرات المناخية والتضاريسية والبشرية والعوامل الطبيعية الأخرى على أحواض التصريف ومن أهم هذه العوامل التي تتحكم بأشكال التصريف للأنهار (Jarei and Diya al-din, 2018) هي:

- 1- طبيعة الانحدار
- 2- اختلاف التراكيب الصخرية ونظام بنية الطبقات
- 3- مدى التجانس الصخري
- 4- الظروف المناخية التي يتعرض لها الإقليم ولاسيما التساقط
- 5- التطور الجيومورفي لحوض التصريف
- 6- تأثير حركات الرفع، والتصدع في تعديل شكل التصريف النهري

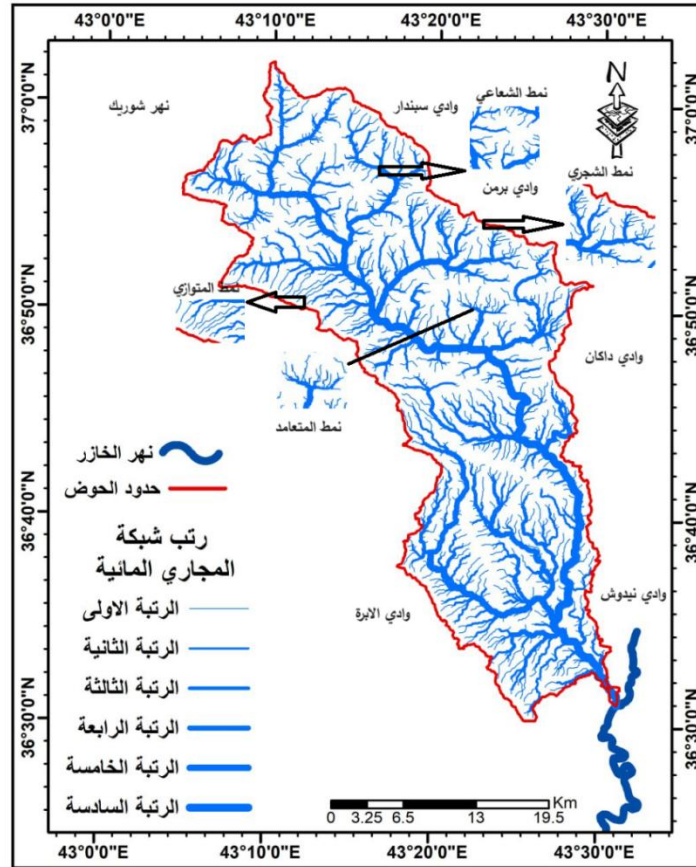
وأهم أنماط التصريف النهري هي:

- 1- نمط التصريف المتوازي Parallel Drainage Pattern: مجاري طويلة تجري بشكل متواز وتُفصل بينها مسافات متقاربة ومتساوية.
- 2- نمط التصريف الشجري Dendritic Drainage Pattern: يعد من أكثر الأنماط انتشاراً ويتميز بتشعب الروافد النهرية بشكل غير منتظم يشبه تفرعات الشجرة، وعادةً ما تكون الزوايا التي تكونها الوديان غير قائمة، وهذا النوع من التصريف

ينشأ فوق الصخور الرسوبية بشكل خاص والأراضي التي تكون قليلة التضرس إلى سهلية وتكون البنية فيها ضعيفة ومتجانسة صخرياً. وظهر هذا النمط في العديد من مناطق حوض منطقة الدراسة (Al-Dulaimi, 2017).

3- نمط التصريف الشعاعي Radial Drainage Pattern: تتجه المجاري التي تتحد من أعلى القمم الجبلية في اتجاهات عديدة متخذة شكلاً شعاعياً.

4- نمط التصريف المتعامد: يتكون هذا النوع في المناطق التي تحتوي على فواصل وشقوق وصدوع التي تتبعها المجاري وتلتقي مع بعضها بزوايا شبه قائمة.



الشكل 10. الشبكة النهرية وأنماط التصريف لحوض وادي الكومل.

### الاستنتاجات

1- أثرت العوامل الطبيعية من بنية جيولوجية وطبوغرافية السطح والانحدار وعناصر المناخ في الخصائص المورفومترية والكثافة التصريفية للحوض.

2- ينبع حوض نهر الكومل من المناطق الجبلية في شمال وشمال شرق العراق وهي من الانهار المؤقتة الجريان، وبلغ مساحة حوضه (926.29 كم<sup>2</sup>)، وبارتفاع بلغ بين (305 - 1589) م فوق مستوى سطح البحر.

3- وجود تباين في الخصائص الشكلية للحوض منها (الاستدارة، الاستطالة، معامل شكل الحوض، معامل الانبعاث، الاندماج، قيمة الوعورة والتكامل الهيسومتري).

4- تتباين الخصائص التضاريسية لحوض نهر الكومل من حيث (التضرس، نسبة التضرس، قيم الوعورة، التكامل الهيسومتري)، إذ يمر النهر بمرحلة الشباب وبداية النضج حسب نتائج التكامل الهيسومتري.

5- أظهرت شبكة التصريف عدة أنماط تصريفية تبعاً للبنية الجيولوجية وتأثير درجة الانحدار وهي (الشجري، المتوازي، الشعاعي والمتعامد).

6- ينتهي حوض وادي الكومل بالمرتبة السادسة وفقاً لتصنيف ستريتر، ويعد من الأحواض الكبيرة في المنطقة حيث بلغ مساحته (926,29) كم<sup>2</sup> وهو متباين في خصائصه المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص الشبكة التصريفية وفقاً للخصائص الطبيعية المختلفة للحوض.

7- إن استخدام برنامج Arc GIS وإداة التحليل المورفومتري Morphometric Toolbox اعطت كفاءة ودقة وسرعة كبيرة في اجراء التحليل المورفومتري للأحواض الكبيرة في المساحة، حيث من الصعوبة إجراء مثل هذه التحليلات بالطرق التقليدية.

8- ظهر اثنا عشر تكويناً جيولوجياً في حوض منطقة الدراسة تعود إلى عدة عصور وأزمنة جيولوجية، وتتميز هذه التكوينات بمكونات وخصائص مختلفة لها تأثير كبير في أشكال السطح والخصائص المورفومترية للحوض في منطقة الدراسة.

### التوصيات

من خلال النتائج التي توصل إليها البحث نوصي بما يلي:

- 1- ضرورة إجراء دراسة هيدرولوجية تفصيلية وإنشاء محطات هيدرولوجية تهدف إلى تقدير حجم التصريف المائي والاستفادة منها في المشاريع التنموية، لكون أغلب الوديان والمجاري المائية في المنطقة موسمية الجريان.
- 2- العمل على بناء السدود والخزانات المائية والسدود الترابية الصغيرة تهدف إلى حصاد المياه الأمطار في موسم التساقط والاستفادة منها في تنمية النشاط الزراعي والثروة الحيوانية وتغذية المياه الجوفية.
- 3- دراسة كمية ونوعية الرواسب المنقولة خلال مواسم الفيضانات التي تحدث في الوادي، وإجراء مسح أرضي للرواسب المنقولة للاستفادة منها في الصناعات المختلفة.

### References

- Al-Maamouri, M.K.M., 2016. Geomorphological analysis of material movement of the northeastern slopes of the Makhoul hill range overlooking the village of Mashak using digital modeling, PhD Thesis (unpublished), College of Education, Tikrit University, 155 P. (In Arabic)
- Adra, N.A.M., 2007. Geomorphology of the upper river drainage basin of the Hebron Valley, MSc Thesis (unpublished), An-Najah National University, Nablus, Palestine, 118 P. (In Arabic)
- Al-Azzawi, H.M.F., 2021. A geomorphological model for estimating the volume of surface runoff in the Wadi Izyana Basin in Erbil Governorate, MSc Thesis (unpublished), College of Education for Girls, University of Baghdad, 162 P. (In Arabic)
- Albabawaty, A.A.H., 1995. Wadi Al-Ajeej Basin in Iraq and uses its terrestrial forms, PhD Thesis (unpublished), College of Arts, University of Baghdad, 164 P. (In Arabic)
- Aldaraji, S.A.M., 2010. Fundamentals of Geomorphology, Kunuz Al-Ma'rifa, Amman, Jordan, 1<sup>st</sup> Edition, 134 P. (In Arabic)
- Al-Dulaimi, A.M.K., 2018. A geomorphological analysis of the land slopes in Shaqlawa district and its impact on human activity using remote sensing techniques and geographic information systems (unpublished PhD Thesis), Anbar University, College of Education for the Humanities, 111 P. (In Arabic)
- Al-Dulaimi, K.H., 2017. Rivers, an applied geohydromorphometric study, Safaa Publishing and Distribution House, Amman, Jordan, 1st edition, 92 P. (In Arabic)
- Al-Dulaimi, K.H., 2018. Landforms, a field study, Anbar University, Iraq, Safaa Publishing and Distribution House-Amman, 1<sup>st</sup> Edition, 190 P. (In Arabic)

- Alganay, J.M., 2013. Geomorphology of the Wadi Suf El-Jin Basin, MSc Thesis (unpublished), Faculty of Arts, University of Sirte, 155 P. (In Arabic)
- Al-Halbousi, F.J.K., 2005. Geomorphology of the Wadi Al-Asadi Basin, MSc Thesis (unpublished), Ibn Rushd College of Education, University of Baghdad, 122 P. (In Arabic)
- Al-jaf, J.R.A.F., 2005. Geomorphology of Barakra Mountain and its river basins and its applications, unpublished MSc Thesis, College of Arts, University of Baghdad, 132 P.
- Al-Janabi, B.A.A.H., 2016. Geomorphological evaluation of the slopes of the Garh Range, PhD Thesis (unpublished), College of Education - Ibn Rushd, Baghdad, 221 P. (In Arabic)
- Al-Jubouri, S.I.I.A, 2024. Geomorphological assessment of the Wadi Amlak Basin in Dohuk Governorate, MSc Thesis (unpublished), College of Education for Human Sciences, Tikrit University, 175 P. (In Arabic)
- Allawi, S.J.H., 2021. Geomorphology of Wadi Badush Basin (Baghal), MSc Thesis (unpublished), College of Education, University of Mosul, 130 P. (In Arabic)
- Al-Majidi, M.H.J., 2023. Hydrological indicators of the main morphometric parameters of the Diyala River Basin, MSc Thesis (unpublished), College of Education for Human Sciences, University of Basra, 174 P. (In Arabic)
- Al-Maliki, A.S, 2016. Basics of Geomorphology, Al-Wadah Publishing House, Jordan, Dijlah Library for Printing and Publishing, Baghdad, 1<sup>st</sup> Edition, 186 P. (In Arabic)
- Al-Muzaffar, S.M., 2016. Soil Geography, College of Arts, University of Kufa, 180 P. (In Arabic)
- Al-Obaidi, A.H.M., 2015. Geomorphology of the Wadi Naft Basin-eastern Diyala Governorate/Iraq, PhD Thesis (unpublished), College of Education, University of Diyala, 227 P. (In Arabic)
- Al-Obaidi, D.K., 2022. Geomorphological assessment of Altun Kubri district in Kirkuk Governorate, MSc Thesis (unpublished), College of Education for Human Sciences, Tikrit University, 139 P. (In Arabic)
- Al-Omari, F.S. and Ali, S., 1977. Geology of Northern Iraq, National Library, Baghdad, 117 P. (In Arabic)
- Al-Rubaie, S.A.B., 2021. A hydrogeomorphological assessment of the Wadi Abu Dalaiya basin in Al-Jazeera region for the purposes of water harvesting, MSc Thesis (unpublished), College of Education for Human Sciences, Anbar University, 109 P. (In Arabic)
- Al-Saadi, H.M.A., 2023. Landforms of Wadi Roser Basin in Dohuk Governorate using Geographic Information Systems, MSc Thesis (unpublished), University of Maysan, College of Education, 100 P. (In Arabic)
- Al-Samurai, Q.A.M., 2008. Climate and Climate Regions, Dar Al-Yazurdi for Publishing and Distribution, Amman, Jordan, 148 P.
- Al-Shammari, M.A.A., 2023, Characteristics of surface runoff in the Wadi Ghariba Basin and the possibility of investing in water harvesting, MSc Thesis (unpublished), College of Education, Al-Mustansiriya University, 150 P. (In Arabic)
- Al-Shammari, M.H. and Abdel, A.R.M., 2021. Hydrogeomorphological risk assessment of the Bashadr region in Sulaymaniyah Governorate, PhD Thesis (unpublished), Ibn Rushd College of Education, for the Human Sciences, University of Baghdad, 148 P. (In Arabic)

- Al-Ta'i, A.T.H., 2017. Geomorphology of the Duerig Flood Fan using GIS (GIS) and remote sensing (RS), MSc Thesis (unpublished), College of Arts, University of Basra, 97 P. (In Arabic)
- Al-Zarfi, N.Q.M., 2021. Hydrological assessment of the possibility of harvesting rainwater in the Muthanna Desert (Wadi Al-Ghadhari - an applied study), MSc Thesis (unpublished), College of Education for Human Sciences, Muthanna University, 76 P. (In Arabic)
- Al-Zuhairi, N.S.H., 2020. Hydrogeomorphological assessment of the northeastern Kalar basins and its impact on sustainable development, College of Education for Human Sciences, PhD Thesis (unpublished), University of Diyala, 103 P. (In Arabic)
- Anaab, R., 2006. Estimating the risk of erosion in the Timgad Basin and its impact on the Kedia Dam-a multi-criteria approach, MSc Thesis (unpublished), People's Democratic Republic of Algeria, Batna, Colonel Hadj Lakhdar University, Faculty of Science, Department of Earth Sciences, 137 P. (In Arabic)
- Hamid, H.T.M., 2016. Geomorphological characteristics of the Glatt region, northeast of Maysan Governorate, MSc Thesis (unpublished), College of Education, University of Wasit, 74 P. (In Arabic)
- Hasan, I.J.D., 2023. Hydrology of valley basins and water harvesting west of Lake Sawa, MSc Thesis (unpublished), College of Education for Girls, University of Baghdad, 154 P. (In Arabic)
- Ismael, G.J., 2017. Geomorphological characteristics of the Wadi Kani Masi basin in Dohuk, MSc Thesis (unpublished), University of Baghdad, College of Education / Ibn Rushd, 73 P. (In Arabic)
- Jarei, T.M. and Diya, A.H., 2018. Morphometry of the Saffron River Basin in the Northeast of Maysan Governorate, A Study in Applied Geomorphology, Journal of the College of Education, Issue 10, Wasit, 343 P. (In Arabic) [DOI:10.31185/eduj.Vol1.Iss10.449](https://doi.org/10.31185/eduj.Vol1.Iss10.449)
- Jassim, S.Z.J. and Goff, J.C., 2006. Published by Dolin, printed in the Czech Republic, first edition, 166 P.
- Kartick, C.M., Sutapa, S., and Pritam, Z., 2019. Morphometric Analysis of Ajay River Basin Using Geospatial Technique, Geographical Review of India, 361 P.
- Maaruf, F.J., 2016. The Natural, Demographic, and Economic Geography of Iraq: A Study in Regional Geography, Dar Degla, Amman, Jordan, pp. 79-80. (In Arabic)
- Majed, H.M.S., 2008. The effect of geomorphological processes on land use in the district of Kosanjak (unpublished PhD Thesis), College of Education for Girls, University of Baghdad, 147 P. (In Arabic)
- Mohsen, S. H, 2018, Geomorphology of Wadi Nidush Basin, PhD Thesis (unpublished), College of Education for Girls, University of Baghdad, 197 P. (In Arabic)
- Salama, H.R., 2004. Fundamentals of Geomorphology, Al Masirah Publishing House, Amman - Jordan, 1st edition, 140 P. (In Arabic)
- Salama, H.R., 2007. Fundamentals of Geomorphology, Dar Al Masirah for Publishing and Distribution, Amman, Jordan, 2<sup>nd</sup> Edition, 73 P. (In Arabic)
- Salman, J.F.M., 2022. Morphological changes of the Rania Al-Faydiya fan (northern Iraq), a geomorphological study, PhD Thesis (unpublished), College of Education for Girls, University of Baghdad, 258 P. (In Arabic)
- Sayab, A., Faruk, S.A., Jassm, A.J., and Nadir, A., 1982. Geology of Iraq, University of Mosul, 112 P.