Comprehensive Journal of Humanities and Educational Studies
المجلة الشاملة للدراسات الإنسانية التربوية
Volume 2, Issue 1, 2026, Pages: 468-485
Journal homepage :http://cjhes.com.ly/index.php/cjhes/en/index

Hydrological study of the Wadi Jarf basin using Geographic Information Systems

Mosa Khaleel Saeid [1 *], Jumaa Ali Elmalian [2]
[1,2] Department of Geography, Faculty of Arts, Al-Asmarya Islamic University, Libya

دراسة هيدرولوجية لحوض وادي جارف باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

موسى خليل سعيد [1*]، جمعة علي المليان [2]
[2،1] قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الأسمرية الإسلامية، ليبيا

[*]Corresponding author: m.saeid@asmarya.edu.ly

Received: October 24, 2025	Accepted: January 26, 2026	Published: February 08, 2026

Abstract:
This scientific paper investigates the hydrological and morphometric characteristics of the Wadi Jarf basin, located in the Sirte region of central Libya, utilizing Geographic Information Systems (GIS) and Digital Elevation Model (DEM) data with a resolution of 12 meters. The research aims to establish a precise database for the basin's spatial, formal, and topographical features to understand their direct influence on hydrological behavior, including runoff volume and peak discharge. The methodology integrates regional, analytical, and quantitative approaches, applying various mathematical equations to derive critical parameters. Results indicate that the basin covers a substantial area of 2519.81 km² with a perimeter of 341.69 km and a length of 103 km. Morphometric analysis reveals that the basin's shape tends toward an elongated or triangular form rather than circular, with a circularity ratio of 0.271 and an elongation ratio of 0.55. These geometric properties, combined with a low average slope of 2.9 meters per kilometer, significantly impact the flow timing. Hydrologically, the study found that the concentration time reaches 21 hours and the lag time is 12.6 hours, reflecting the slow response of the basin to rainfall events due to its large area and low relief. The estimated annual runoff volume is approximately 0.021 billion cubic meters, representing only 4.38% of the total rainfall, while the flow velocity was recorded at 4.9 m³/hour. The drainage network consists of six orders with a total of 3429 stream segments, showing a low drainage density of 1.36 km/km². The hypsometric integral of 29.18 suggests the basin has reached an advanced geomorphological stage (old age). The study concludes that the risk of flash floods is relatively low and recommends leveraging these GIS-based results for sustainable water resource management and agricultural planning in the region.

Keywords: Wadi Jarf Basin, Digital Elevation Model (DEM), Geographic Information Systems (GIS), Hydrological Characteristics, Concentration Time, Flow Velocity.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الملخص
تتناول هذه الورقة العلمية دراسة الخصائص الهيدرولوجية والمورفومترية لحوض وادي جارف الواقع في منطقة سرت بوسط ليبيا، وذلك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييز 12 متراً .يهدف البحث إلى بناء قاعدة بيانات دقيقة للسمات المساحية والشكلية والتضاريسية للحوض لفهم تأثيرها المباشر على السلوك الهيدرولوجي، بما في ذلك حجم الجريان وذروة التصريف .اعتمدت المنهجية على التكامل بين المناهج الإقليمية والتحليلية والكمية، مع تطبيق معادلات رياضية متنوعة لاستخراج المؤشرات الحيوية .أظهرت النتائج أن الحوض يغطي مساحة كبيرة بلغت 2519.81 كلم²، بمحيط قدره 341.69 كلم وطول يصل إلى 103 كلم .وكشف التحليل المورفومتري أن شكل الحوض يميل إلى الاستطالة أو الشكل المثلثي بدلاً من الاستدارة، حيث بلغت نسبة الاستدارة 0.271 ونسبة الاستطالة 0.55 .هذه الخصائص الهندسية، مضافة إلى انخفاض معدل الانحدار البالغ 2.9 متر لكل كيلومتر، أثرت بشكل كبير على توقيتات التدفق .ومن الناحية الهيدرولوجية، وجدت الدراسة أن زمن التركيز يصل إلى 21 ساعة وزمن التباطؤ 12.6 ساعة، مما يعكس استجابة الحوض البطيئة للعواصف المطرية نتيجة اتساع المساحة وقلة التضرس .كما قُدر حجم الجريان السطحي السنوي بنحو 0.021 مليار متر مكعب، وهو ما يمثل 4.38% فقط من إجمالي الأمطار، بينما بلغت سرعة الجريان 4.9 م³/ساعة . وتتكون شبكة التصريف من ست رتب تضم 3429 مجرى مائي، مع كثافة تصريف منخفضة بلغت 1.36 كلم/كلم² .ويشير التكامل الهبسومتري البالغ 29.18 إلى وصول الحوض لمرحلة متقدمة من الدورة الجيومورفولوجية (مرحلة الشيخوخة) .خلصت الدراسة إلى أن خطر الفيضانات يعتبر منخفضاً نسبياً، وأوصت بضرورة الاستفادة من هذه النتائج القائمة على نظم المعلومات الجغرافية في إدارة الموارد المائية والتخطيط الزراعي المستدام في المنطقة.

الكلمات المفتاحية :حوض وادي جارف، نموذج الارتفاعات الرقمي(DEM) ، نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، الخصائص الهيدرولوجية، زمن التركيز، سرعة الجريان.

المقدمة

إن الدراسات الجغرافية عامة والجيومورفولوجية خاصة تعتمد على المنهج الوصفي في عملية البحث، ولكن مع التطور العلمي أصبحت الوسائل الإحصائية علامة مميزة في البحوث الجيومورفولوجية، وخاصة بعد الدراسات التي قام بها روبرت هورتون (Horton) عام 1945م؛ حيث ظهرت بعدها الدراسات المورفومترية في الدراسة الهيدرومورفولوجية (ناصر، 2016)، إذ يمكن الحصول على البيانات الكمية المميزة للخصائص المساحية والتضاريسية والشكلية لأحواض الأودية من القياسات التي تُجرى على الخرائط الخاصة بالمنطقة، ولكن هذه البيانات تتضمن الكثير من المعلومات النسبية وليست كلها مؤكدة؛ وذلك بسبب اختلاف دقة الخرائط الكنتورية والطبوغرافية حسب مقياس الرسم .وبعد التطور العلمي في نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد في معالجة الخرائط والمرئيات الفضائية ونماذج الارتفاع الرقمي(Digital Elevation Model - DEM) ، أصبح لها دور كبير في الحصول على التحليل والقياسات الهيدرولوجية لأحواض الأودية بشكل دقيق وأسرع زمنياً (بن طاهر، 2022). ويقصد بالتحليل المورفومتري هو عملية التحليل الكمي وقياس الخصائص الهندسية لمظاهر سطح الأرض، ومن هذا الأساس تعد الدراسات المورفومترية ذات أهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية؛ لأنها حجر الأساس في دراسة أحواض التصريف المائي، لكونها تعمل على بناء قاعدة بيانات لخصائص الحوض المساحية والشكلية والتضاريسية، وتوضيح السمات والدلالات الهيدرولوجية والمورفولوجية التي يمكن من خلالها ربط نوع العلاقات التي تجمع بين متغيرات الحوض (الدليمي والجابري، 2018) .والهدف من هذا البحث هو معرفة أهم السمات والمدلولات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية لحوض وادي جارف، من خلال دراسة وتحليل خصائصه المورفومترية والهيدرولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وبالاعتماد

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

على نموذج الارتفاعات الرقمية؛ وذلك باعتباره أحد أهم الأودية التي تقع في منطقة سرت بوسط ليبيا، والاستفادة من نتائج هذا البحث في الدراسات التخطيطية والتنموية بالمنطقة.

مشكلة البحث :

يمكن صياغة تساؤلات الدراسة في السؤالين التاليين:

1. ما هي أهم الخصائص المورفومترية لحوض وادي جارف التي لها علاقة بالدراسات الهيدرولوجية؟
2. ما هي أهم الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي جارف؟

الفرضيات :

تعد فرضيات الدراسة إجابة مؤقتة لتساؤلات المشكلة، حيث تُقبل أو تُرفض بعد استكمال الدراسة، ولهذا يمكن صياغة الفرضيات على النحو التالي:

1. توجد العديد من الخصائص المورفومترية لحوض وادي جارف، والتي تتنوع حسب الخصائص المساحية والتضاريسية والشبكة المائية التي لها علاقة بهيدرولوجية الوادي.
2. توجد مجموعة من الخصائص الهيدرولوجية لوادي جارف يمكن من خلالها دراسة الحوض هيدرولوجياً.

الأهداف :

تتمثل أهداف البحث في النقاط التالية:

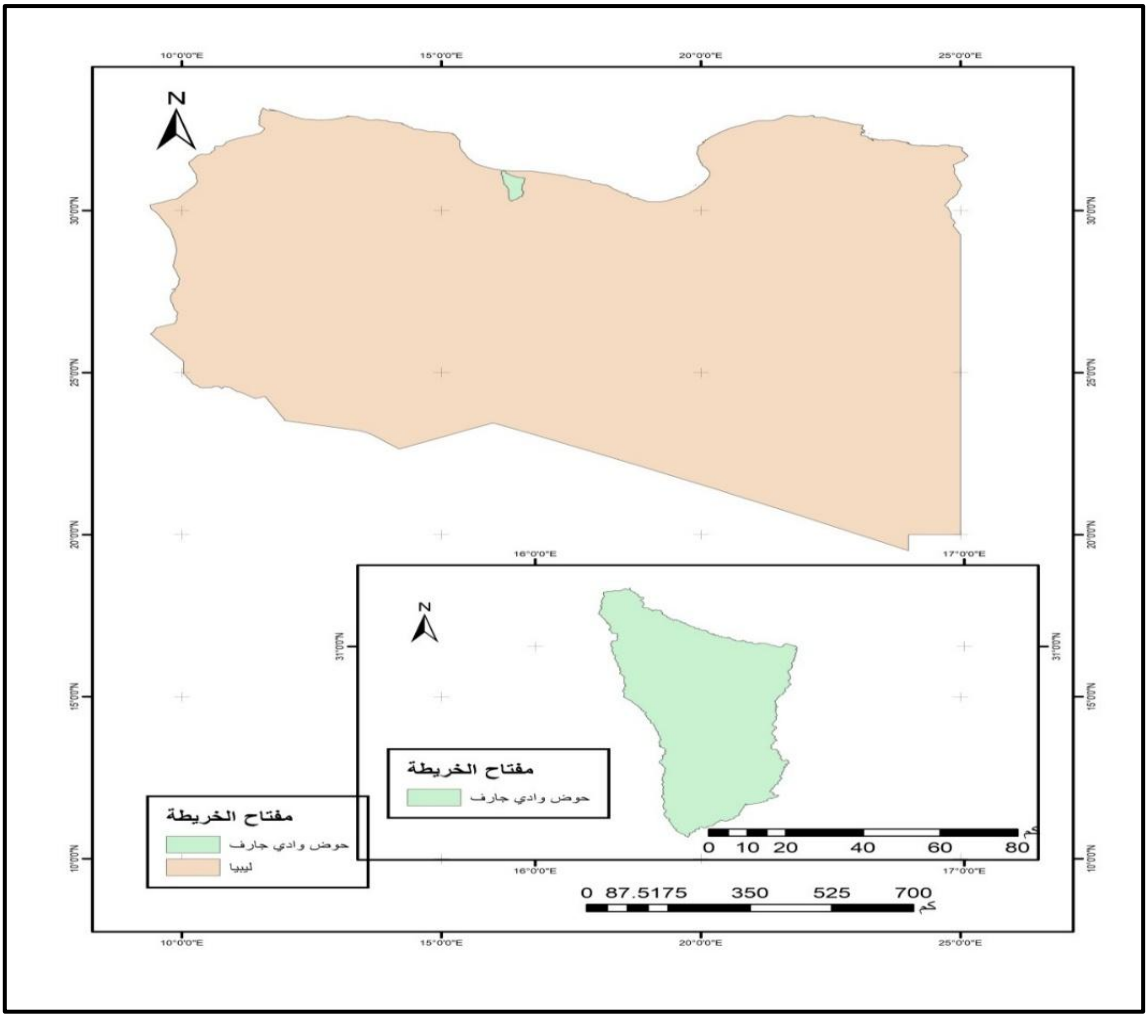
1. تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي جارف والمتمثلة في الخصائص المساحية والتضاريسية والشكلية وخصائص شبكات التصريف المائي.
2. التعرف على أهم المدلولات الهيدرومورفولوجية لحوض وادي جارف.
3. التعرف على أهم الخصائص الهيدرولوجية لحوض الوادي.
4. التعرف على قدرة تقنية نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات قابلة للتطوير والتحديث، والاعتماد عليها في إعداد خرائط تساهم في وضع الخطط التنموية الخاصة بالموارد المائية.

الأهمية:

تأتي أهمية دراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي جارف باعتباره من أهم الأودية التي تقع في وسط ليبيا وبالتحديد في منطقة سرت، وهذه المنطقة تُعد من المناطق شبه الجافة التي يقطنها العديد من السكان الذين يمارسون حرفتي الزراعة والرعي (المزوغي وعون، 2020). إن تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية يساعد الجهات المسؤولة في إجراء الخطط التنموية وخاصة في مجال الزراعة، كما تتمثل أهمية هذه الدراسة فيما ستضيفه من معلومات علمية تثري المكتبة الجغرافية عن أحد أهم الأودية في ليبيا.

منطقة الدراسة :يقع وادي جارف في المنطقة الوسطى شمال ليبيا وبالتحديد في منطقة سرت، حيث يمتد بين دائرتي عرض 30° 17' إلى 31° 13' شمالاً، وبين خطي طول 16° 08' إلى 16° 36' شرقاً، وهو يمتد من المناطق المرتفعة الجنوبية باتجاه الشمال ليصب في البحر المتوسط كما هو موضح بالخريطة رقم (1).

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



خريطة (1): موقع منطقة الدراسة.
المصدر: عمل الباحثين باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية.

منهجية البحث :
تم الاعتماد على عدة مناهج للبحث من أجل ضمان تحليل شامل يحقق أهداف البحث والوصول إلى نتائج دقيقة، وتتمثل هذه المناهج في الآتي:

1. المنهج الإقليمي: تم الاعتماد عليه في دراسة ووصف إقليم الدراسة وهو حوض وادي جارف.
2. المنهج التحليلي: تم الاعتماد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية في هذا المنهج لاستخراج الخصائص الطبيعية بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي.(DEM)
3. المنهج الكمي الإحصائي: تم الاعتماد على العديد من المعادلات الرياضية والإحصائية الموجودة في متن البحث؛ وذلك من أجل استنباط الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي جارف ومدلولاتها الهيدرومورفولوجية (الدليمي والنيش، 2024).

البيانات والتقنيات المستخدمة في البحث
اعتمدت الدراسة في استقاء بياناتها وتحليلها على حزمة من التقنيات الجيومكانية والبيانات الرقمية الحديثة، وذلك لضمان دقة النتائج المورفومترية والهيدرولوجية:

1. **نموذج الارتفاع الرقمي :(Digital Elevation Model - DEM)** تم استخدام بيانات القمر الصناعي ASTERبدقة تمييز مكاني تبلغ 12مترًا .يُعد هذا النموذج الركيزة الأساسية في استنتاق

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

حدود الحوض، ورسم شبكة التصريف المائي، واستخراج المعاملات التضاريسية مثل الانحدار والارتفاع.

2. **نظم المعلومات الجغرافية :(ArcGIS 10.3)** تم استخدام هذا البرنامج المتقدم كبيئة معالجة وتحليل رئيسية؛ حيث أُجريت من خلاله عمليات المعالجة الهيدرولوجية (Hydrology Tools) لنموذج الارتفاع الرقمي، وحساب المتغيرات المورفومترية الكمية، فضلاً عن إنتاج الخرائط الموضوعية النهائية لمنطقة الدراسة بجودة عالية.

الدراسات السابقة

استعرض البحث مجموعة من الدراسات المرجعية التي تناولت أحواض الأودية في بيئات مشابهة، وذلك لتأصيل المنهجية المتبعة:

1. **دراسة ناصر :(2016)** أجرت مقارنة بين نماذج الارتفاع الرقمية (ASTERوSRTM3) في استخلاص الخصائص المورفومترية لحوض وادي تنزوفت جنوب غرب ليبيا. هدفت الدراسة إلى تبيان الفروقات الجوهرية في الدقة المكانية وتأثيرها على القياسات المورفومترية المشتقة آلياً، مما عزز أهمية اختيار النموذج الأنسب للدراسات الهيدرولوجية.
2. **دراسة الرابحي :(2017)** ركزت على حوض وادي زازا وشبكته التصريفية، وهدفت إلى تحديد العلاقة بين الخصائص المورفومترية وعملية الجريان السطحي. أسهمت الدراسة في اختيار الموقع الأمثل لبناء سد الوادي بناءً على الخصائص التضاريسية وأبعاد الحوض، مما يبرز الأهمية التطبيقية للتحليل المورفومتري في الإدارة المائية.
3. **دراسة قناو :(2021)** تناولت أثر المناخ على التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي لبدة. ركزت على الخصائص المساحية والشكلية والشبكة المائية، وهدفت إلى قياس المتغيرات المورفومترية ومدى إسهامها في فهم مراحل تطور الحوض وتشكيله الجيومورفولوجي الحالي.
4. **دراسة بن طاهر :(2022)** قدمت تحليلاً مورفومترياً شاملاً لأحواض التصريف بمدينة بنغازي. تميزت الدراسة باستخدام المعادلات الإحصائية الدقيقة لاستخراج المعاملات التضاريسية والشكلية، والاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية في رسم الصور الجوية والخرائط التفصيلية التي توضح أنظمة التصريف المائي.

الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للحوض

يُعد التحليل المورفومتري مدخلاً رئيسياً لفهم السلوك الهيدرولوجي، حيث ترتبط الخصائص الهندسية للحوض ارتباطاً وثيقاً بآليات الاستجابة للمطرة وحجم الجريان.

أولاً: الخصائص المورفومترية

تشمل مجموعة القياسات الكمية التي تصف البنية الجيومورفولوجية لحوض وادي جارف، وهي كالتالي:

1. الخصائص المساحية :تكتسب الخصائص المساحية أهمية قصوى لأن مساحة الحوض تمثل الوعاء الذي يستقبل التساقط المطري. فكلما اتسعت المساحة، زادت كمية الأمطار الساقطة التي تتحول إلى جريان سطحي، مما يؤدي إلى زيادة الفائض المائي (شوشي، 2021). وقد تم استخراج المعاملات التالية:

1.1 مساحة الحوض :(Area) هي المساحة الأرضية التي تنحصر داخل خط تقسيم المياه، وتصرف مياهها عبر شبكة من المجاري نحو المصب الرئيسي. تؤثر المساحة في طول المجاري وكثافتها، وبالتالي في حجم الرواسب المنقولة وقوة التصريف (قناو، 2021). كما أن هناك علاقة طردية بين المساحة ونشاط عمليات التعرية المائية، خاصة في المناطق ذات البنية الجيولوجية الضعيفة (سلمان، 2022). بلغت مساحة حوض وادي جارف 2519.81كلم²، وهي مساحة شاسعة تصنفه ضمن الأحواض الكبيرة في المنطقة.

2.1 محيط الحوض :(Perimeter) هو طول الخط الخارجي الذي يحيط بالحوض ويفصل بينه وبين الأحواض المجاورة، ويمر عادة عبر القمم والمرتفعات. يُعد المحيط متغيراً حيوياً يدخل في حساب

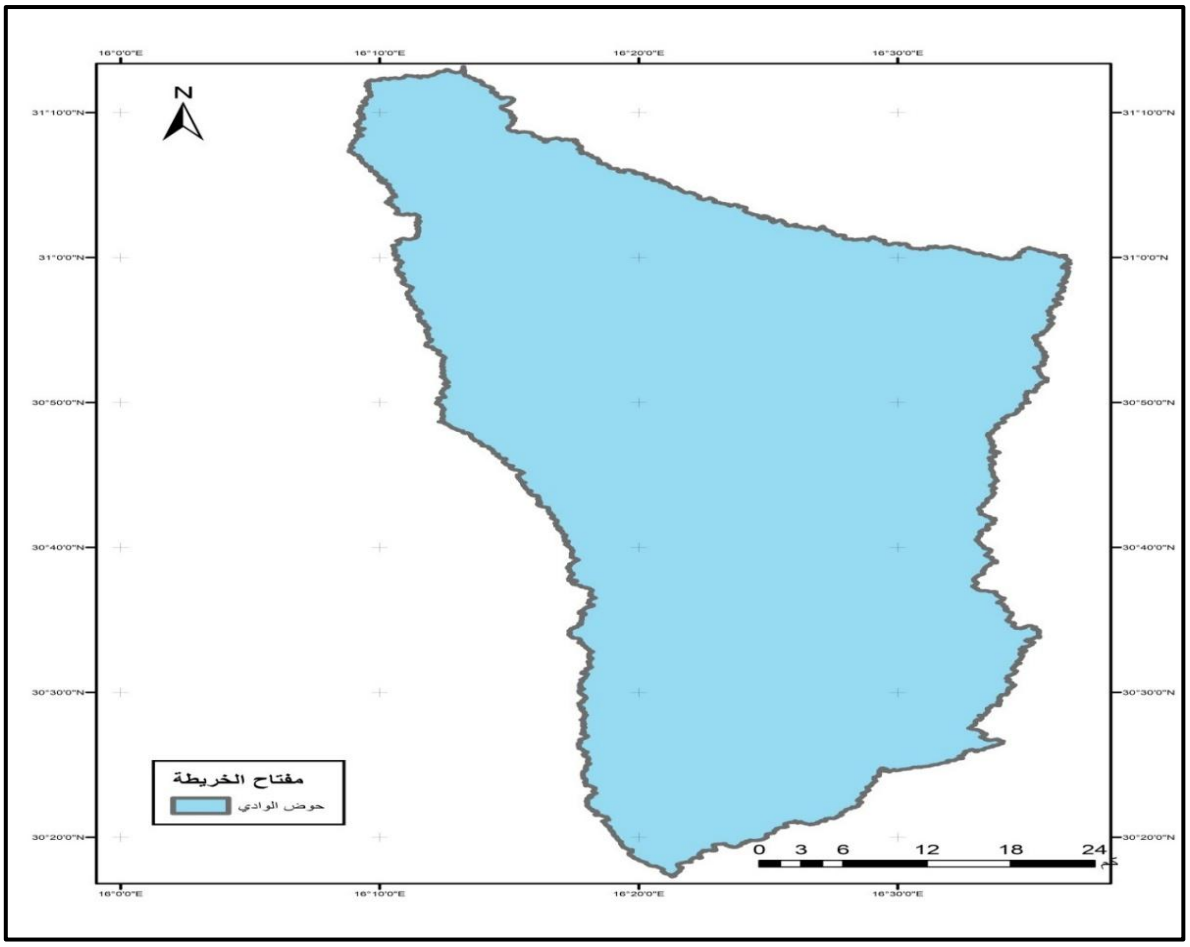
 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مؤشرات الشكل مثل معامل الاستدارة والاستطالة (الرابحي، 2017؛ الدليمي والجابري، 2018). بلغ محيط الحوض 341.69كلم.

3.1 طول الحوض (Basin Length): يمثل المسافة المستقيمة من المصب إلى أبعد نقطة على محيط الحوض. يؤثر الطول بشكل مباشر على "زمن التركيز"؛ فالحوض الطويل يسمح بتدفق المياه بشكل أكثر تنظيماً ويقلل من فرص حدوث فيضانات مفاجئة وعنيفة مقارنة بالأحواض القصيرة والمستديرة (مجيد، 2025). بلغ طول حوض وادي جارف 103كلم.

4.1 عرض الحوض (Basin Width): يُحسب بقسمة مساحة الحوض على طوله (العرض المتوسط)، أو بقياس أقصى اتساع عمودي على المحور الطولي. يؤثر العرض على كمية التساقط المستقبَلة؛ حيث إن اتساع الحوض يزيد من فرصة اعتراض العواصف المطرية (الدليمي والنيش، 2024). بلغ العرض المتوسط للحوض 24.4كلم، بينما بلغ أقصى عرض له 38كلم .من خلال الخريطة (2)، يظهر أن الحوض يتسع من جهة واحدة، مما يمنحه شكلاً يميل إلى المثلث، وهو ما يعني هيدرولوجياً أن قمة الفيضان فيه تكون منخفضة نسبياً وغير متزامنة التدفق.

2. الخصائص الشكلية :تُستخدم مؤشرات الشكل لتحديد درجة اقتراب أو ابتعاد الحوض من الشكل الدائري. يؤثر الشكل على سرعة وصول مياه الجريان من أطراف الحوض إلى المصب (شوشي، 2021). فالأحواض المستديرة تتصف بـ "فيضانات عنيفة" نظراً لوصول مياه الروافد في وقت واحد، بينما الأحواض المستطيلة أو الطولية تمتاز بتوزيع الجريان على فترات زمنية متباعدة، مما يقلل من خطورة الفيضان (العرفي، 2017).



الخريطة (2) شكل حوض وادي جارف.
المصدر: عمل الباحثان باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

تعد دراسة شكل الحوض من أهم ركائز التحليل المورفومتري؛ إذ تعكس درجة التطور الجيومورفولوجي للحوض وتتحكم في الخصائص الهيدرولوجية، لاسيما زمن التركيز وذروة الجريان. وقد تم حساب المؤشرات التالية:

1.2 نسبة الاستدارة:(Circularity Ratio - Rc)

تُعد هذه النسبة مؤشراً كمياً يوضح مدى اقتراب الحوض من الشكل الدائري، وتتراوح قيمتها بين (0 و1). فكلما اقتربت القيمة من الواحد الصحيح، دل ذلك على أن الحوض يقترب من الشكل الدائري، مما يعني استجابة هيدرولوجية سريعة وفيضانات فجائية وعنيفة. أما إذا ابتعدت القيمة عن الواحد، فإن الحوض يميل نحو الاستطالة (قناو، 2021).
وتُحسب نسبة الاستدارة وفق المعادلة التالية:

$$RC=\frac{12.57A}{P^2}$$

حيث إن (A) :مساحة الحوض، و (P)محيط الحوض، و(12.57) هي القيمة التقريبية لـ.(4π)
وبتطبيق المعادلة على حوض وادي جارف، بلغت القيمة 0.271؛ وهي قيمة منخفضة تؤكد ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري واقترابه من الشكل المستطيل، مما يشير إلى أن موجات الفيضان فيه – في حال حدوثها – تستغرق وقتاً أطول للوصول إلى المصب، وتكون أقل خطورة مقارنة بالأحواض المستديرة.

2.2 معامل شكل الحوض:(Form Factor - Rf)

يعطي هذا المعامل فكرة عن مدى تناسق الحوض وانتظام شكله العام من خلال الربط بين المساحة ومربع الطول. فإذا اقتربت القيمة من الواحد، كان الحوض متناسقاً وعريضاً، وإذا انخفضت، دل ذلك على عدم التناسق واقتراب الشكل من المثلث (المزوغي وعون، 2020). وتصنف القيم كالتالي: (0.1 - 0.4) شكل مثلثي شديد التعرج، (0.4 - 0.6) مربع متعرج، وأكثر من (0.6) مربع منتظم.
ويستخرج وفق المعادلة :

$$Rf = A/L^2$$

(العرفي، 2017).
وبلغ معامل الشكل لحوض وادي جارف 0.237، مما يؤكد أن الحوض يأخذ شكلاً مثلثياً شديد التعرج، وهو ما يتوافق مع الخصائص المساحية المرصودة.

2.3 نسبة الاستطالة:(Elongation Ratio - Re)

تعبر هذه النسبة عن العلاقة بين قطر دائرة لها نفس مساحة الحوض وطول الحوض نفسه. وتتراوح أيضاً بين (0 و1)؛ فالقيم القريبة من الصفر تشير إلى استطالة عالية (شكل مستطيل)، بينما القيم القريبة من الواحد تشير إلى شكل دائري (سلمان، 2022). ويعد الحوض عالي الاستطالة إذا كانت قيمته بين (0.3 - 0.5)، ومتوسط الاستطالة بين (0.5 - 0.7) (المرفجي، 2024).
وتُحسب وفق المعادلة:

$$Re = \frac{2}{L} x \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

(الدليمي والنيش، 2024).

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

وعند التطبيق، بلغت نسبة الاستطالة 0.55، مما يصنف الحوض كحوض متوسط الاستطالة .تشير هذه النتيجة إلى أن الحوض قد قطع مرحلة زمنية متقدمة في دورته الحتية والتعروية، حيث تزداد الاستطالة مع تقدم النحر الرأسي والجانبي للمجاري المائية.

2.4 معامل الاندماج:(Compacting Coefficient)
يستخدم لقياس مدى التناسق بين محيط الحوض ومساحته، ومدى تماسك أجزاء الحوض جغرافياً. تشير القيم التي تزيد عن الواحد الصحيح إلى زيادة في تعرج المحيط والابتعاد عن الشكل الدائري، مما يعني ضعف الترابط المائي بين أطراف الحوض، بينما تدل القيم الأقل من الواحد على الانتظام.

$$C_C = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot A}}$$

حيث إن:

- Cc معامل الاندماج.
- P محيط الحوض (كلم).
- Aمساحة الحوض (كلم²).
- π النسبة الثابتة.(3.14)

(المرفجي، 2024).
وبعد التطبيق، وجد أن معامل اندماج الحوض بلغ 1.92، وهي قيمة مرتفعة تؤكد ابتعاد الحوض تماماً عن الشكل الدائري واقترابه من الاستطالة، مما يقلل من احتمالية تزامن تدفق مياه الروافد عند المصب.

2.5 معامل الانبعاج:(Lemniscate Ratio - K) يكتسب هذا المعامل أهميته من خلال مقارنة شكل الحوض بالشكل "الكمثري"، وهو ما يعالج بعض القصور في نسبة الاستدارة. تقع القيمة عادة بين (0 و1)؛ فكلما انخفضت القيمة عن الواحد، دل ذلك على انبعاج وتفلطح الحوض وازدياد نشاط المجاري الأولية والحت الرأسي، مما يعكس مرحلة متقدمة من التطور الجيومورفولوجي (سلوم، 2012). أما القيم التي تتجاوز الواحد، فتشير إلى اتجاه الحوض نحو الشكل المستطيل ويستخرج معامل الانبعاج وفق المعادلة التالية:

$$k = \frac{L^2}{4 \cdot A}$$

حيث إن:

- Kمعامل الانبعاج.
- Lطول الحوض (كلم).
- Aمساحة الحوض (كلم²).

(العلواني، 2004).
وبلغت قيمة معامل الانبعاج لوادي جارف 1.1؛ وهي قيمة تزيد عن الواحد الصحيح، مما يعزز الاستنتاجات السابقة بأن الحوض يميل في تكوينه العام نحو الشكل المستطيل مبتعداً عن الشكل الكمثري أو الدائري.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

3. الخصائص التضاريسية:(Topographic Characteristics)

تعد الخصائص التضاريسية من أهم العوامل المؤثرة في السلوك الهيدرولوجي لأحواض الأودية؛ حيث تتحكم في سرعة الجريان السطحي، وزمن التركيز، وقدرة المياه على النحت والترسيب (سلمان، 2022).

1.3 نسبة التضرس:(Relief Ratio)

تُستخدم نسبة التضرس كمقياس لدرجة انحدار الحوض العام، وهي مؤشر لتقدير حجم الرواسب المنقولة التي تزداد بزيادة هذه النسبة. كما تساهم النسبة المرتفعة في زيادة سرعة التدفق المائي، مما يرفع من فاعلية التعرية المائية. وتجدر الإشارة إلى أن هذه النسبة تنخفض عادةً في الأحواض ذات المساحات الكبيرة (سلمان، 2022).

وتُستخرج وفق المعادلة التالية (قناو، 2021):

$$RH = \frac{H}{L}$$

حيث إن:

- Rh: نسبة التضرس.
- H: التضرس الكلي (الفرق بين أعلى وأخفض نقطة).
- L: طول الحوض.

وبالنظر إلى البيانات المستخرجة من نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) ، تصل أعلى نقطة في حوض وادي جارف إلى 290مترًا، بينما تبلغ أخفض نقطة 4-أمتار (تحت مستوى سطح البحر)، كما هو موضح في الخريطة رقم (3). وبتطبيق المعادلة، بلغت نسبة التضرس 2.9؛ وهي نسبة منخفضة تؤكد اتساع مساحة الحوض ووصوله إلى مرحلة متقدمة من دورتة الحتية، مما يفسر انخفاض حجم الرواسب المنقولة نتيجة قلة التضرس.

2.3 التضاريس النسبية:(Relative Relief)

تعبر عن العلاقة بين الارتفاع الكلي للحوض وطول محيطه. تشير القيم المنخفضة إلى ضعف مقاومة الصخور لنشاط التعرية والنحت الرأسي، وغالباً ما ترتبط بالأحواض ذات المساحات الكبيرة. أما القيم المرتفعة فتشير إلى صغر المساحة وزيادة مقاومة الصخور (سلمان، 2014).

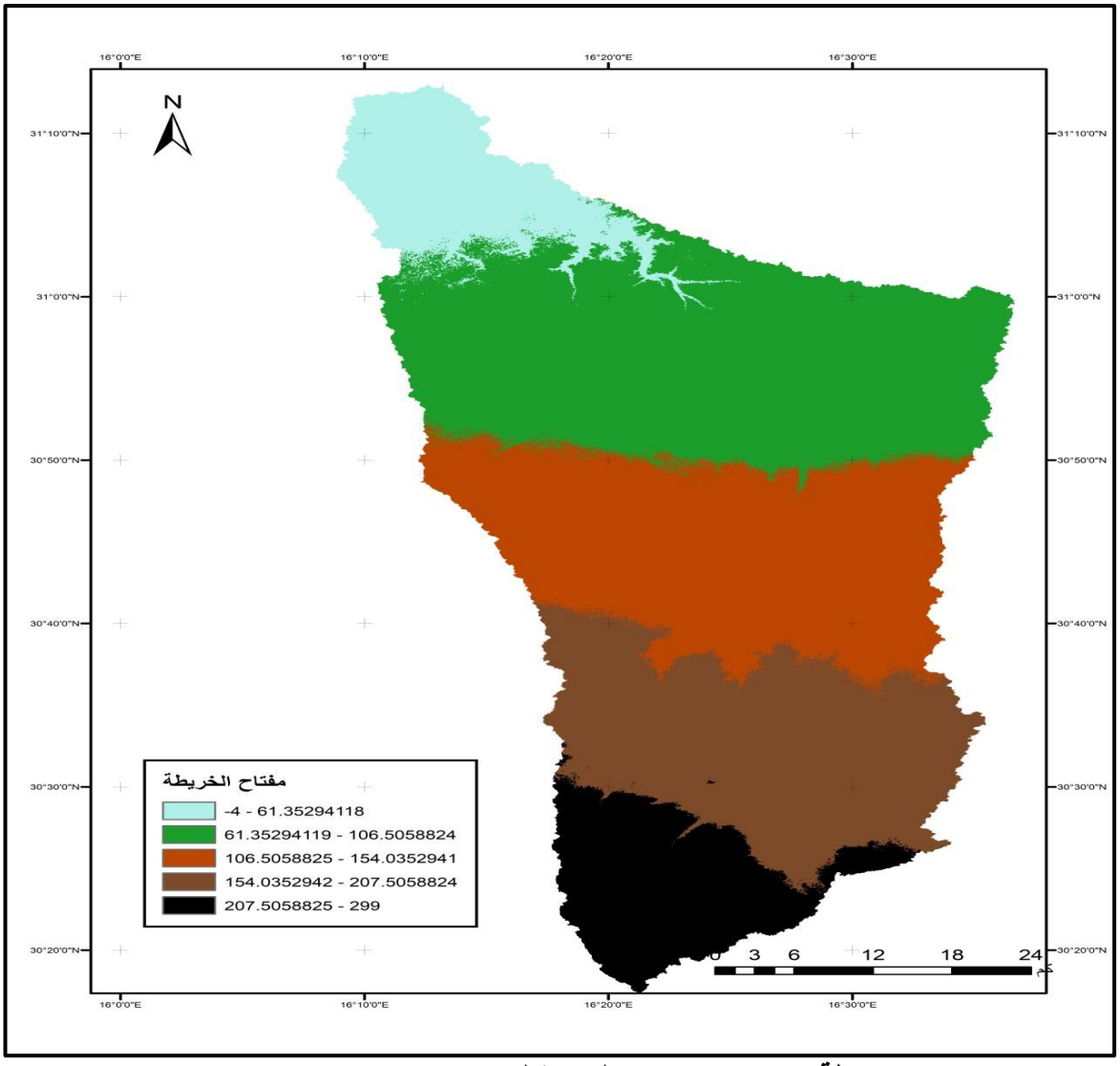
وتُحسب بالمعادلة التالية (الرواشدة وآخرون، 2017):

$$Rlr = H * 100/P$$

حيث إن P :هو محيط الحوض.

وعند تطبيق المعادلة على حوض وادي جارف، بلغت القيمة 0.088؛ وهي من القيم الصغيرة التي تدلل بوضوح على كبر مساحة الحوض وطول محيطه مقارنة بارتفاعه.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



خريطة (3): الارتفاعات الرقمية لحوض وادي جارف**(DEM)**
المصدر: عمل الباحثين باستخدام تقنية (GIS) بناءً على بيانات.(ASTER GDEM)

3.3 التكامل الهبسومتري:(Hypsometric Integral - Hi)

يُعد من أدق المؤشرات المورفومترية للتعبير عن المرحلة الجيومورفولوجية التي يمر بها الحوض؛ فهو يحدد النسبة المتبقية من كتلة الحوض التي لم تتعرض للنحت (مجيد، 2025).
ويُحسب وفق المعادلة التالية:

$$Hi = Average\ Elevation - Min\ Elevation / Max\ Elevation - Min\ Elevation$$

يُصنف الحوض جيومورفولوجياً بناءً على قيمة Hiإلى ثلاث مراحل (المزوغي وعون، 2020):

1. **مرحلة الشباب :**إذا كانت القيمة بين.(60 - 79.5%)
2. **مرحلة النضج :**إذا كانت القيمة بين.(40 - 60%)
3. **مرحلة الشيخوخة :**إذا كانت القيمة أقل من.(40%)

وبتطبيق المعادلة، بلغت نسبة التكامل الهبسومتري لحوض وادي جارف 29.18%، مما يعني أن الحوض قد وصل إلى مرحلة الشيخوخة، حيث تم نحت معظم تضاريسه وتوسعت مساحته على حساب المرتفعات.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

4.3 قيمة الوعورة:(Ruggedness Number)

تجمع هذه القيمة بين تضرس الحوض وكثافة التصريف المائي لتعكس درجة وعورة السطح ومدى انحدار المجاري. تتأثر هذه القيمة بالمرحلة الحتية؛ فتكون منخفضة في البداية، ثم تصل لذروتها في مرحلة النضج، لتعاود الانخفاض في نهاية الدورة (الغزاوي وآخرون، 2019).
وتُستخرج بالمعادلة التالية:

$$Rn = Dd * H/1000$$

حيث إن Dd :هي كثافة التصريف المائي.

وبلغت قيمة الوعورة في حوض وادي جارف 0.38؛ وهي قيمة منخفضة جداً تعزز النتائج السابقة التي تشير إلى أن الحوض يمر بأواخر دورته الحتية (مرحلة الشيخوخة)، حيث يتسم السطح بالاستواء النسبي وقلة التضرس الحاد.

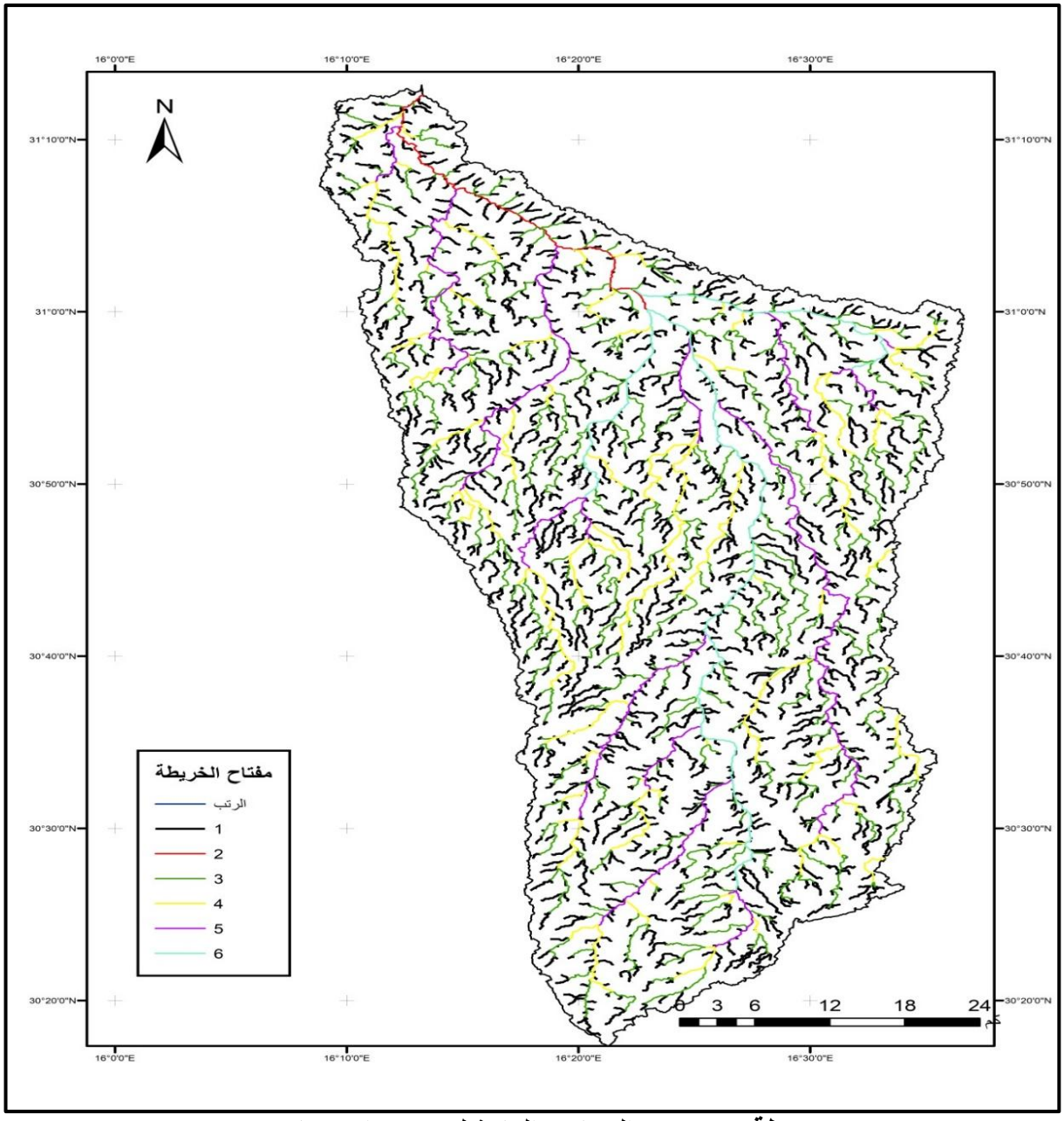
4. خصائص الشبكة المائية:(Drainage Network Characteristics)

تُعد شبكة التصريف المائي الشرايين الحيوية للحوض، حيث تعكس طبيعة التفاعل بين البنية الجيولوجية، والمناخ، والغطاء النباتي، وتتحكم بشكل مباشر في ميكانيكية الجريان السطحي.

1.4 رتب المجاري المائية:(Stream Ordering)

يُعد تصنيف رتب المجاري أمراً بالغ الأهمية لفهم النظام الهيدروليكي وتوزيع المياه داخل الحوض. ويُقصد بها التدرج الرقمي للروافد المكونة للشبكة (تيم، 2015). تبدأ الشبكة برتبة أولى تضم المجاري الصغيرة التي لا تغذيها روافد أخرى، وعند التقاء مجريين من الرتبة الأولى يتكون مجرى من الرتبة الثانية، وهكذا صعوداً حتى المصب (الرابحي، 2017). وتوضح الخريطة رقم (4) التوزيع المكاني لهذه الرتب في حوض وادي جارف.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



خريطة (4): رتب المجاري المائية لحوض وادي جارف.

المصدر: عمل الباحثين باستخدام تقنية (GIS) بناءً على نموذج الارتفاع الرقمي.(DEM)

2.4 أعداد المجاري المائية وأطوالها:

يُعد حصر أعداد وأطوال المجاري مؤشراً جوهرياً لتحديد المرحلة الجيومورفولوجية للحوض ونسبة التشعب. فزيادة أعداد المجاري ترتبط بتقدم الدورة التحاتية (الرابحي، 2017)، بينما تعكس أطوالها خصائص الجريان السطحي والزمن الذي يستغرقه التدفق للوصول من المنبع إلى المصب (الدليمي والنيش، 2024).

من خلال تحليل البيانات في الجدول (1)، يتضح أن حوض وادي جارف يتكون من 6رتب نهرية، بإجمالي 3429مجرى مائي، تمتد على طول كلي يبلغ 3343.9كلم .وتستحوذ الرتبة الأولى على النصيب الأكبر من حيث العدد (1733 مجرى) والطول (1741.8 كلم)، مما يعكس كثافة الروافد المغذية في أعالي الحوض.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

جدول (1): أعداد وأطوال المجاري المائية حسب الرتب

الرتبة	عدد المجاري	الطول (كلم)	النسبة %
1	1733	1741.8	52.1
2	764	809.6	24.2
3	388	376	11.2
4	316	253.2	7.6
5	171	125.6	3.8
6	57	37.7	1.1
المجموع	3429	3343.9	%100

المصدر: عمل الباحثين باستخدام تقنيات.ArcGIS 10.3

3.4 نسبة التشعب:(Bifurcation Ratio - Rb)

تتحكم هذه النسبة في معدل التصريف المائي؛ حيث توجد علاقة عكسية بينها وبين احتمالية حدوث الفيضانات العنيفة. فالقيم المنخفضة تسمح بتجمع سريع للمياه، بينما القيم المرتفعة تؤدي إلى تشتت الجريان وتأخير وصوله للمصب (المزوغي وعون، 2020).
وتُستخرج وفق المعادلة التالية (الدليمي، 2000):

$$Rb = Nu/Nu + 1$$

حيث إن Nu :هو عدد المجاري في رتبة معينة، و Nu+1هو عدد المجاري في الرتبة التي تليها مباشرة.

جدول (2): نسبة التشعب للمجاري المائية في الحوض

الرتبة	عدد المجاري	نسبة التشعب
1	1733	2.26
2	764	1.96
3	388	1.22
4	316	1.84
5	171	3
6	57	--
المعدل	3429	2.1

المصدر: عمل الباحثين بناءً على نتائج التحليل المورفومتري.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

بلغ المعدل العام لنسبة التشعب 2.1. ويُلاحظ أن النسب تتباين بين الرتب، إلا أنها تظل ضمن النطاق الذي يشير إلى انخفاض خطر الفيضانات الفجائية، نظراً لتوزع المياه على شبكة واسعة من الروافد.

4.4 الكثافة التصريفية:(Drainage Density - Dd)

تُعبر عن العلاقة بين إجمالي أطوال المجاري ومساحة الحوض. وهي مؤشر لسرعة الجريان وكفاءة التصريف؛ فكلما زادت الكثافة، ازدادت سرعة الاستجابة المائية وعمليات النحت (محمد، 2007).
وتُحسب بالصيغة التالية:

$$Dd = \frac{\sum L}{A}$$

وبتطبيق المعادلة، بلغت الكثافة التصريفية في حوض وادي جارف 1.36كلم/كلم². وبمقارنة هذه النتيجة بالتصنيفات العالمية، تُعد هذه الكثافة منخفضة، وهو ما يُعزى إلى كبر مساحة الحوض، وقلة تضرسه، وسيادة المناخ شبه الجاف الذي يقلل من تشكل مجارٍ مائية دائمة أو كثيفة.

ثانياً: الخصائص الهيدرولوجية(Hydrological Characteristics)

تعد دراسة الجريان السطحي والمعاملات المرتبطة به حجر الزاوية في الدراسات الهيدرولوجية، لا سيما في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تعاني من عجز مائي وتذبذب في معدلات التساقط. يهدف هذا القسم إلى تقدير حجم الجريان السطحي، وزمن التركيز، وزمن التباطؤ، وسرعة الجريان، وذروة التصريف لحوض وادي جارف.

1.تقدير حجم الجريان السطحي:(Runoff Volume Estimation)

تكتسب دراسة حجم الجريان أهمية قصوى في مشاريع الحصاد المائي وتنمية الموارد المائية في المناطق التي تعتمد على الأمطار الموسمية. تم الاعتماد في هذه الدراسة على طريقة بيرلي (Barley Method) التي تدمج بين المتغيرات المناخية والطبوغرافية (مجيد، 2025)، وذلك وفق المعادلة التالية:

$$R = C \cdot I \cdot \frac{s \cdot w}{L}$$

حيث إن:

- R: حجم الجريان السطحي المتوقع (مليار متر مكعب).
- C: معامل ثابت يقدر بـ 0.30.
- I: حجم المطر السنوي الكلي (مليار متر مكعب). ويُحسب بضرب معدل الأمطار (191 ملم كمتوسط للفترة 1989-2022) في مساحة الحوض.
- S: معدل الانحدار (متر/كلم).
- W: معدل عرض الحوض (متر).
- L: طول الحوض (كلم).

وبعد التعويض بالقيم الخاصة بالحوض، اتضح أن حجم الجريان السطحي بلغ 0.021مليار متر مكعب سنوياً. وبمقارنة هذه القيمة بإجمالي حجم الأمطار الساقطة (0.48 مليار متر مكعب)، نجد أن كفاءة الجريان لا تتجاوز 4.38%، بينما تُفقد النسبة الأكبر (95.62%) عبر التبخر والنتح والتسرب العميق، مما يشير إلى ندرة حدوث جريان سطحي دائم.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

2. زمن التركيز:(Time of Concentration - Tc)
هو الفترة الزمنية اللازمة لسرعة وصول المياه من أبعد نقطة في الحوض إلى المصب (الشامخ والمبروك، 2022). توجد علاقة عكسية بين هذا الزمن واحتمالية حدوث الفيضانات الفجائية.
ويُستخرج وفق المعادلة التالية (الرابحي، 2017):

$$Tc = \frac{L \cdot \sqrt{A}}{H\,max - H_{min}}$$

وبتطبيق المعادلة، وصل زمن التركيز في حوض وادي جارف إلى 21ساعة .ويُعزى هذا الزمن المرتفع إلى اتساع مساحة الحوض، وطول المجرى، وقلة التضرس العام، مما يؤدي إلى تباطؤ حركة المياه السطحية.

3. زمن التباطؤ:(Lag Time - Tl)
يمثل الفاصل الزمني بين مركز ثقل التساقط المطري وذروة الجريان السطحي. يعكس هذا المعامل مدى استجابة الحوض للعواصف المطرية؛ فكلما كان الحوض واسعاً وانحداره بسيطاً، زاد زمن التباطؤ (مجيد، 2025).
ويُحسب وفق العلاقة:

$$Tl = 0.6 \,.Tc$$

وبناءً على نتائج زمن التركيز، بلغ زمن التباطؤ 12.6ساعة .تعني هذه القيمة أن الجريان الفعلي يحتاج إلى وقت طويل ليبدأ بعد استمرار التساقط، مما يقلل من عنصر المفاجأة في الفيضانات.

4. سرعة الجريان:(Flow Velocity)
ترتبط سرعة الجريان ارتباطاً طردياً بمعدل انحدار الحوض؛ فكلما زاد الميل زادت الطاقة الحركية للمياه. وتُستخرج من خلال العلاقة:

$$Velocity = L/Tc$$

وبلغت سرعة الجريان في حوض وادي جارف 4.9كلم/ساعة (أو ما يعادل القيم المستخرجة م³/ساعة حسب السياق الحسابي). وهي قيمة منخفضة ناتجة عن معدل انحدار لا يتجاوز 2.9متر/كلم، ومدى تضاريسي محدود (303 أمتار) موزّع على طول كبير (103 كلم).

5. ذروة التصريف:(Peak Discharge - Qp)
يُستخدم هذا المعامل لحساب أقصى كمية مياه يمكن أن يفرغها الحوض عند المصب في لحظة زمنية معينة، ويتأثر بكثافة الأمطار ومساحة الحوض (الحلبوسي، 2021).
ويُحسب وفق المعادلة التالية:

$$Q_P = \frac{C \cdot A}{Ti}$$

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

حيث إن (C) هو معامل ثابت مقداره .2.08وبتطبيق المعادلة، بلغت ذروة التصريف المتوقعة 415.96 م³/ثانية .تمثل هذه القيمة أقصى تدفق محتمل في حالات العواصف المطرية الشديدة، وهي ضرورية لتصميم المنشآت الهيدروليكية والحماية من السيول.

النتائج

من خلال الدراسة التحليلية والمورفومترية لحوض وادي جارف، خلص البحث إلى النتائج الجوهرية التالية:

1. فاعلية التقنيات الجيومكانية :أثبتت الدراسة أن التكامل بين نماذج الارتفاع الرقمية (DEM) وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) يتيح بناء قاعدة بيانات مكانية وهيدرولوجية ذات دقة عالية. هذه التقنيات تجاوزت القصور في الخرائط الورقية التقليدية، ووفرت قياسات دقيقة للمعاملات التي يصعب حصرها ميدانياً، مما يجعلها أداة لا غنى عنها في التخطيط المائي (بن طاهر، 2022).
2. الضخامة المساحية وأثرها الهيدرولوجي :يصنف حوض وادي جارف ضمن الأحواض الكبيرة في المنطقة الوسطى بليبيا، حيث بلغت مساحته 2519.81كلم² بمحيط 341.69كلم .إن هذا الاتساع المساحي، مع طول حوض يصل إلى 103كلم وعرض أقصى يبلغ 38كلم، يلعب دوراً مزدوجاً؛ فهو من جهة يزيد من كمية الأمطار المستقبلة، ومن جهة أخرى يشتت الجريان السطحي ويطيل مساراته، مما يقلل من حدة الاستجابة الهيدرولوجية الفورية.
3. الهندسة الشكلية وتشتت التدفق :أكدت المؤشرات الشكلية ابتعاد الحوض تماماً عن الشكل الدائري؛ حيث انخفضت نسبة الاستدارة إلى 0.271، بينما بلغت نسبة الاستطالة .0.55كما كشف معامل الشكل (0.237) عن نمط مثلثي شديد التعرج. هذه الخصائص الهندسية تعني هيدرولوجياً أن الروافد لا تصب مياهها في وقت واحد عند المصب، مما يؤدي إلى تسطح منحنى التصريف المائي وتقليل مخاطر الفيضانات الفجائية (قناو، 2021.(
4. المرحلة الجيومورفولوجية والشيخوخة التضاريسية :كشفت الخصائص التضاريسية عن وصول الحوض لمرحلة متقدمة من الدورة الحتية (مرحلة الشيخوخة)؛ حيث انخفضت نسبة التضرس إلى 2.86والتضاريس النسبية إلى .0.088ويؤكد التكامل الهبسومتري البالغ 29.18أن معظم كتلة الحوض قد تعرضت للنحت عبر الأزمنة الجيولوجية، مما أدى إلى سيادة الاستواء النسبي وقلة الانحدارات الحادة.
5. كفاءة شبكة التصريف :يتميز الحوض بشبكة تصريف متطورة من الرتبة السادسة، تضم 3429 مجرى بطول إجمالي 3343.9كلم .ورغم كثرة المجاري، إلا أن معدل التشعب المنخفض (2.1) يشير إلى سيادة التحكم البنيوي والليثولوجي، ويؤكد أن الشبكة تعمل على توزيع المياه بشكل يقلل من تركيز التدفق في مسارات عنيفة.
6. ضعف كفاءة الجريان السطحي :كشفت التقديرات الهيدرولوجية أن حجم الجريان السطحي الفعلي لا يمثل سوى 4.38%من إجمالي الأمطار الساقطة، بينما تذهب الكتلة الأكبر (95.62%) كفواقد طبيعية. هذه النتيجة تشير إلى أن الحوض في حالته الطبيعية لا يشكل خطراً فيضانياً داهماً، بل يحتاج إلى تقنيات حصاد مائي للاستفادة من الفائض البسيط المتوفر.
7. التباطؤ الهيدرولوجي :أدى التفاعل بين المساحة الشاسعة وقلة التضرس إلى رفع "زمن التركيز" إلى 21ساعة، وزمن التباطؤ إلى 12.6ساعة .هذا التأخير الزمني بين سقوط المطر وبداية الجريان يمنح فرصة كبيرة لعمليات الرشح والتبخر، ويجعل سرعة الجريان منخفضة (4.9 م³/ساعة (نتيجة لضعف الانحدار العام الذي لم يتجاوز 2.9متر/كلم.
8. سعة التصريف القصوى :بلغت ذروة التصريف المحتملة 415.96م³/ثانية، وهي قيمة تمثل الحد الأقصى للجريان في الحالات الاستثنائية، مما يستوجب أخذها في الاعتبار عند تصميم المنشآت الهيدروليكية أو الطرق التي تقطع مسارات الوادي.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

التوصيات

بناءً على النتائج السابقة، توصي الدراسة بالآتي:

1. تبني النمذجة الجيومكانية الحديثة :ضرورة تحول الجهات المختصة (كالهيئة العامة للموارد المائية) نحو الاعتماد الكلي على نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في دراسة الأحواض المائية، لما توفره من دقة وسرعة في اتخاذ القرار مقارنة بالطرق التقليدية.
2. الاستثمار في البيانات عالية الدقة :التوصية باستخدام نماذج ارتفاع رقمية (DEM) ذات دقة مكانية أعلى (مثل 5 متر أو 1 متر إن توفرت) ومرئيات فضائية حديثة، لتدقيق القياسات المورفومترية، خاصة في المناطق ذات التضرس المنخفض التي تتأثر فيها دقة النتائج بوضوح البيانات (ناصر، 2016).
3. إنشاء أطلس هيدرولوجي وطني :ضرورة القيام بدراسات مماثلة وشاملة لكافة الأحواض والأودية الليبية لبناء قاعدة بيانات مورفومترية موحدة، تساهم في وضع خرائط لمخاطر السيول وتحديد أنسب المواقع لمشاريع التنمية الزراعية والحصاد المائي.
4. تفعيل مشاريع الحصاد المائي :نظراً لضخامة مساحة الحوض وانخفاض سرعة الجريان، يوصى بإنشاء سدات ترابية أو خزانات جوفية في المناطق ذات الرتب النهرية المتقدمة لاستغلال حجم الجريان السنوي (0.021 مليار م^3) في أغراض الري والرعي.
5. الإدارة المستدامة للمناطق شبه الجافة :ضرورة دمج النتائج المورفومترية (مثل مرحلة الشيخوخة وقلة التضرس) في خطط التوسع العمراني والزراعي بمنطقة سرت، لضمان حماية التجمعات السكانية من مسارات الجريان المحتملة رغم انخفاض سرعتها.

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

المراجع

[1] الرابحي، منير صالح .(2017) .تقييم سد وادي زازا دراسة للعوامل الجيومورفولوجية المؤثرة في اختيار موقع السدود [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة بنغازي.

[2] الرواشدة، شذا، والمساعدة، إبراهيم، والطراونة، مهند. (2017). الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي الحسا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية .*مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الإنسانية)*، (6)*31*، 965-998.

[3] الشامخ، نعيمة موسى، والمبروك، الصيد ضو. (2022). دراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي الأثل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج الارتفاعات الرقمية . *مجلة القرطاس للعلوم الإنسانية والتطبيقية*، (17)، 230-265.

[4] العلواني، محمد عطايا .(2004) .*التحليل الرياضي الجيومورفومتري لبعض الأودية الساحلية بمنطقة الجبل الأخضر* [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة بنغازي.

[5] الغزاوي، منعم علي، والجياشي، علي داخل، والعتابي، إياد عبد. (2019). التحليل المورفومتري لحوض وادي أم الخشاف جنوب غرب العراق: دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد .*مجلة دراسات: العلوم الإنسانية والاجتماعية*، (2)*46*، 360-385.

[6] المزوغي، طارق حامد، وعون، عمر ضو. (2020، نوفمبر) .*دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي غان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية* .بحث مقدم إلى المؤتمر الدولي الثالث للتقنيات الجيومكانية، طرابلس، ليبيا.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[7] المفرجي، زهراء علاء .(2024) .التحليل المكاني للخصائص المورفومترية لأحواض وديان جنوب جبل كيره في محافظة دهوك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة ميسان.

[8] بن طاهر، لبنى سليمان. (2022). التحليل المورفومتري لأحواض أودية التصريف بمدينة بنغازي بالتكامل بين نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد .*مجلة البحوث الهندسية والعلوم التطبيقية*، (10)، 15-45.

[9] تيم، فيروز كامل .(2015) .*حوض وادي زقلاب دراسة جيومورفولوجية* [رسالة ماجستير غير منشورة]. الجامعة الإسلامية غزة.

[10] الدليمي، خلف، والجابري، علي .(2018) .استخدام الجيوماتكس في دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض الأودية الجافة .دار صفا للنشر والتوزيع.

[11] الدليمي، عبد الرزاق نائف، والنيش، فواز حميد. (2024). التحليل المورفومتري لأحواض التصريف المائي لمنطقة زاوة .*مجلة التربية للعلوم الإنسانية*، المجلد الرابع، 400-425.

[12] سلوم، غزوان محمد. (2012). حوض وادي هريرة دراسة جيومورفولوجية .*مجلة جامعة دمشق*، *28*(3)، 545-578.

[13] سلمان، جميلة فاخر .(2022) .التغيرات المورفولوجية لمروحة رانية الفيضية (شمال العراق) دراسة جيومورفولوجية [أطروحة دكتوراه غير منشورة]. جامعة بغداد.

[14] شوشي، جيهان عبود .(2021) .*هيدرولوجية حوض وادي كردة سور في محافظة أربيل* [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة بغداد.

[15] قناو، خالد أحمد .(2021) .*المناخ وأثره على التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي لبدة* [أطروحة دكتوراه غير منشورة]. جامعة طرابلس.

[16] مجيد، مسرة غالب .(2025) .الدلالات الهيدرولوجية للمعاملات المورفومترية الرئيسة لحوض كديرة العضبي في محافظة البصرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة البصرة.

[17] محمد، نزيه علي .(2007) .*جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الأعلى من وادي الخليل* [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة النجاح الوطنية.

[18] ناصر، شوقي أحمد. (2016، ديسمبر) .*مقارنة بين نموذجي الارتفاعات (SRTM3 & ASTER GDEM) في استخلاص الخصائص المورفومترية لحوض وادي تنزوفت* .بحث مقدم إلى المؤتمر الدولي الثاني للتقنيات الجيومكانية، طرابلس، ليبيا.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **CJHES** and/or the editor(s). **CJHES** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).