African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 4, Issue 4, 2025
Page No: 732-747
Website: https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index
ISI 2025: 1.126 **SJIFactor 2024: 6.752** **معامل التأثير العربي: 1.62**

Geomorphological Analysis and Morphometric Characteristics of Wadi Jarjir Using Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS)

Tarik Al-Mabrouk Al-Bakoush [1 *], Mohamed Altahir Meelad [2]
[1] Waha Oil Company, National Oil Company, Tripoli, Libya
[2] Department of Geology, Facualty of Science, Al-Jafara University, Al-Zahrah, Libya

تحليل الملامح الجيولوجية والخصائص المورفومترية لوادي جرجير باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (*GIS*)

طارق المبروك البكوش [1*]، محمد الطاهر ميلاد [2]
[1] شركة الواحة، المؤسسة الوطنية للنفط، طرابلس، ليبيا
[2] قسم الجيولوجيا، كلية العلوم والموارد الطبيعية، جامعة الجفارة، الزهراء، ليبيا

[*]Corresponding author: : 1tariqalbakoush1@gmail.com

Received: September 30, 2025	Accepted: December 11, 2025	Published: December 20, 2025

Abstract

This study examines the morphometric characteristics and their geomorphological implications for Wadi Jirjir, which is considered one of the semi-arid valleys in northwestern Libya. The upper course of Wadi Jirjir originates on the northwestern slopes of the Western Mountain and extends north to south until it reaches Senawan near the Tunisian border. The wadi suffers from the scarcity of surface water, with significant fluctuations from year to year.

The analysis of the morphometric characteristics was based on Geographic Information Systems (GIS), using ArcMap 10.8 and digital elevation data obtained from the United States Geological Survey (USGS), with a spatial resolution of 30 meters. The study aimed to delineate the drainage basin and stream network from the DEM using GIS techniques, develop a morphometric database for the wadi, and produce a series of thematic maps derived from this database.

One of the key findings of the study is the geomorphological youth of the basin, as indicated by the high relief ratio, which reached 2.7 m/km. The study recommends the use of modern geospatial technologies, particularly GIS, in morphometric analyses, along with high-resolution digital elevation models. It also emphasizes the importance of developing comprehensive geographic databases to support decision-making and planning standards for various services, enabling GIS specialists to apply spatial suitability analyses effectively.

Keywords: Wadi Jirjir, Morphometry, Geographic Information Systems (GIS), Geomorphology.

الملخص

يتناول موضوع البحث تحليل الخصائص المورفومترية ومدلولاتها الجيومورفولوجية لوادي جرجير، الذي يعد أحد الأودية شبه الجافة. يقع وادي جرجير في الشمال الغربي لليبيا، ويقع المجري الأعلى للوادي في السفوح الشمالية الغربية للجبل الغربي، متجهاً من الشمال إلى الجنوب حتى يصل إلى سيناون، ويمتد غربا إلى الحدود التونسية، ويعاني الوادي من قلة المياه السطحية وشحّها من عام إلى أخر. وقد اعتمد البحث في استخلاص الخصائص المورفومترية على نظم المعلومات الجغرافية (GIS) متمثلة في برنامج ArcMap 10.8 ومصادر بياناتها الرقمية لمنطقة وادي جرجير من موقع المسح الجيولوجي الأمريكي، بدقة تمييز مكانية تبلغ 30م. وهدفت الدراسة إلى اشتقاق أحواض الشبكة النهرية من طبقةDEM ، باستخدام برنامج نظم معلومات الجغرافية، وبناء قواعد البيانات لخصائص المورفومترية للوادي، والخروج بمجموعة من

 Copyright: © 2025 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/).

الخرائط للوادي بناء على قاعدة البيانات التي تم استخراجها. وكان من أهم النتائج لهذه الدراسة حداثة الدورة الجيومورفولوجية للوادي من خلال ارتفاع نسبة التضاريس في الوادي حيث بلغت 2.7 م/كم.
وأوصى البحث باستخدام التقنيات الحديثة المتمثلة في نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات المورفومترية، مع استخدام بيانات عالية الدقة مثل نموذج الارتفاعات الرقمية، لبناء قواعد بيانات جغرافية، من شأنها مساعدة الجهات المختصة في اتخاذ القرارات المناسبة، وذلك من خلال وضع المعايير التخطيطية لجميع أنوع الخدمات، حتى يستطيع أخصائي نظم المعلومات الجغرافية العمل وفقا لهذه المعايير واستخدامها في الملائمة المكانية.

الكلمات المفتاحية: وادي جرجير، مورفومترية، نظم المعلومات الجغرافية، جيومورفولوجى.

1- مقدمة :

يعود ظهور علم المورفومترية إلى أربعينيات القرن الماضي بفضل الدراسات الرائدة لهورتون. ومنذ بداية الدراسات المورفومترية لأحواض التصريف، تعددت طرق ووسائل البحث فيها لمواكبة الوسائل العلمية المتاحة، وكان المنهج السائد حتى وقت قريب استخراج القياسات المورفومترية بالاعتماد على مقاييس الخرائط الطبوغرافية المتوفرة في كل بلد. تعدّ الجيومورفولوجيا من أهم فروع الجغرافيا الطبيعية التي تهتم بوصف وتحليل أشكال سطح الأرض المختلفة، وقد مرت بعدة مراحل تطورية حتى وصلت إلى ماهي عليه الآن من اهتمام بمجالات التطبيق والقياس الكمي بدلا من الوصف النظري، ومن بين التطبيقات الجيومرفولوجية نجد أن الدراسات المورفومترية هي نقطة الارتكاز لكثير من المهتمين بعلوم موارد المياه وأشكال التضاريس والعلاقات المتبادلة بين المناخ والجيولوجيا والنبات والتربة في إطار بيئي له خصائص متميزة. ويبرز علم المورفومترية - وهو علم قياس الأشكال الأرضية - بوصفه أحد أهم العلوم التي تمكن من جمع خصائص علمية، ذات دلالات جيومرفولوجية وهيدرولوجية ومناخية وجيولوجية من العمليات السائدة في أحواض التصريف. ومما يلحظ في هذا الصدد، ندرة البحوث المورفومترية في المنطقة العربية، على الرغم من أهميتها للأحواض المائية، ويرجع ذلك لكونها تستوجب الدقة الشديدة في القياسات الميدانية المورفومترية، خاصة عند استخدام الطرق التقليدية التي تنطوي على جهداً ومشقة وعرضة للأخطاء آلية والبشرية. ولم تعد الطرق الميدانية التقليدية للقياسات المورفومترية عملية أو تتماشى مع التقدم العلمي الكبير الذي أحرزته الدول المتقدمة في مجال نظم المعلومات الجغرافية ومدخلات البيانات الخاصة بها، مثل نماذج الارتفاع الرقمية (DEM).

2- مشكلة البحث

تمكن مشكلة البحث في عدم وجود قاعدة بيانات تهدف لحساب وتحليل الخصائص المورفومترية لوادي جرجير، ويتطلب حل هذه المعضلة استخدام أساليب حديثة عالية الدقة (مثل أنظمة المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاع الرقمية) للحصول على مقاييس شبكة الوادي بأقل قدر من الوقت والجهد.

3- أهمية البحث

تم استخدم برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcMap 10.8، إلى جانب مصادر البيانات الرقمية مثل نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، ومن خلال برنامج نظم المعلومات الجغرافية تم بناء قاعدة بيانات مورفومترية لمنطقة الوادي وشبكة التصريف المائي في الوادي كظاهرة طبيعية مورفومترية. حددنا اتجاه التدفق واستخرجنا العديد من الخصائص المورفومترية للوادي، وأنتجنا خرائط رقمية مورفومترية دقيقة للشبكة النهرية بطريقة آلية. وهذا ما يؤكد أهمية الدراسة، التي أسهمت في بناء قاعدة بيانات مورفومترية لمنطقة الوادي، بهدف مساعدة مختلف الهيئات الحكومية في تطوير مشاريع المياه بما في ذلك الخزانات وغيرها، إلى جانب باحثين أخرين في الدراسات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة.

4- فرضيات البحث

- قدرة نظم المعلومات الجغرافية على توفير الوقت والجهد مع توفير قياسات مورفومترية دقيقة لمنطقة الدراسة.
- قدرة عمل نظم المعلومات الجغرافية سيؤدي إلى بناء قاعدة بيانات مورفومترية دقيقة.
- قدرة نضم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاع الرقمية DEM تعطي قياسات ونتائج دقيقة.

5- أهداف البحث

- دراسة الخصائص الموفومترية لوادي جرجير، بما في ذلك الخصائص المساحية والشكلية والمحيطية والشبكية.
- بناء قاعدة معلومات جغرافية رقمية للوادي تمكن من القيام بالتحليل والتعديل عليها.
- إنشاء خرائط رقمية تتضمن الخصائص المورفومترية والطبيعية لوادي جرجير باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ونموذج DEM ، وبيان أهمية استخدام المعادلات الرياضية في دراسة الشبكة النهرية وخصائص الوادي.

 Copyright: © 2025 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/).

6- منهجية البحث

تأسس البحث على منهج التحليلي (الكمي)، ومن خلال هذا المنهج الذي يعتمد على نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الخاصة بمنطقة الدراسة، يمكن تحليل هذه البيانات باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 10.8 واستخدام التحليل الإحصائي لتحديد واشتقاق الخصائص المورفومترية للوادي، وإنتاج الخرائط الرقمية، وبناء قاعدة بيانات مورفومترية للوادي، بغية الوصول إلى الارتباطات المكانية بين المتغيرات والمدلولات الجيومرفولوجية التي تميزها.

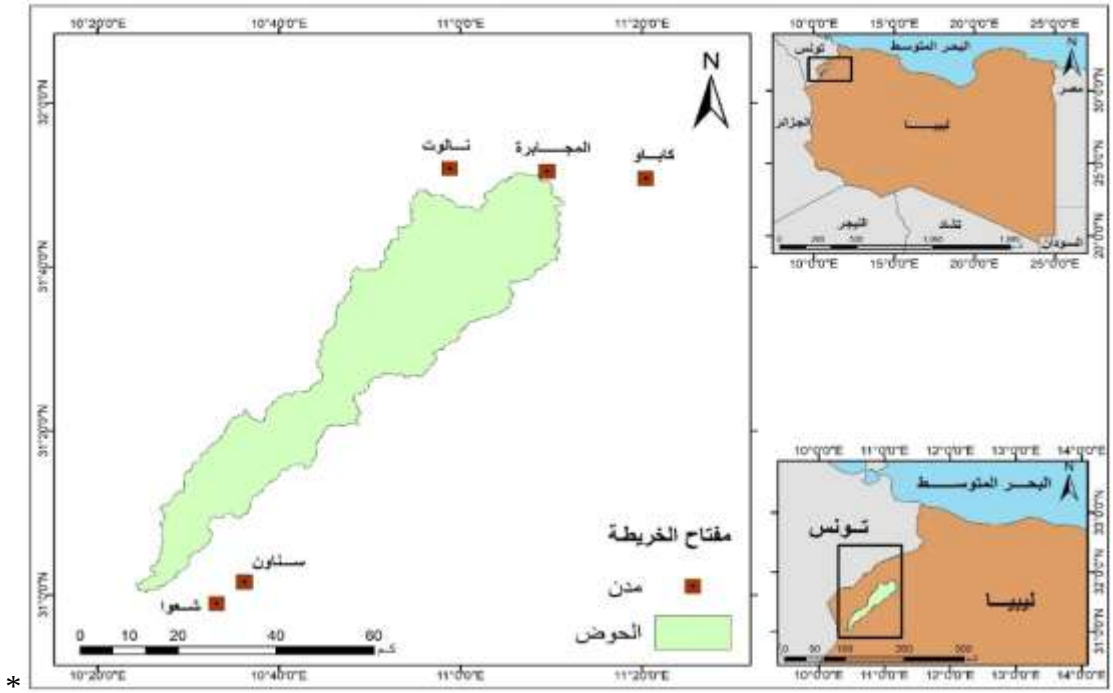
7- البيانات المستخدمة ومصادرها

تعتمد الدراسة على البيانات المشتقة من:

- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لمنطقة الدراسة من موقع المسح الجيولوجي الامريكي، بدقة تمييز مكانية تبلغ 30م.
- خريطة نالوت الجيولوجية رقم (4.32) التي أنتجها مركز البحوث الصناعية، نسخة عام 1975م بمقياس رسم 250000.1.
- الخريطة الطبوغرافية لوحة رقم (1488/1) الصادرة عن هيئة المساحة لعام 1973 بمقياس رسم 1:50000.
- بيانات الأرصاد الجوية لمحطة نالوت.
- الأبحاث والكتب والمراجع ذات العلاقة بمنطقة الدارسة.
- الدراسة الميدانية.

8- منطقة الدراسة

يقع وادي جرجير ضمن منطقة تمتد من نالوت إلى سيناون والشعواء في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا، عند خطي عرض "31°51'37.954شمالاً، "31°0'29.423جنوباً، وخطي طول "11°10'34.7 شرقاً "10°24'15.671 غرباً. ويتراوح ارتفاعه من 716 متراً عند منبعه على حافة الجبل إلى 400 متر فوق مستوى سطح البحر عند نهاية الوادي. ويبعد عن طرابلس حوالي 270 كم كما هو موضح في الشكل (1). ويقع الجزء العلوي من الوادي في سفوح جبل نفوسة الشمالية حيث تحيط به منطقتي المجابرة ونالوت، ويمتد جنوباً إلى سيناون وشعواء، وغرباً نحو تونس.



الشكل (1) منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحثين أستنادا إلى نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) باستخدام ArcMap

9- الخصائص الطبيعية لوادي جرجير:

يتميز وادي جرجير بمجموعة من الخصائص الطبيعية والجيولوجية والمناخية التي انعكست بشكل واضح على أشكال السطح، وخصائص الانحدار، والتكوينات الجيولوجية، وذلك لفهم العمليات الجيومورفولوجية ، وتطور أشكال الأرض في الحوض المائي. وفيما يأتي عرض موجز لأهم هذه الخصائص:

 Copyright: © 2025 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/).

أولاً : طبيعة السطح

1. **الارتفاعات :**

يتراوح ارتفاع المنطقة بين 716–400م فوق سطح البحر.

تزداد الارتفاعات باتجاه الشمال الغربي. تبلغ المساحة الإجمالية للوادي 1691.7كم²، وتوزع الارتفاعات فيها كالتالي:

- 400–466 م (8.7%)
- 466–515 م (26%)
- 515–562 م (27%)
- 562–609 م (23.5%)
- 609–716 م (14.3%)

يشير هذا التدرج إلى تضاريس شبه منبسطة في الجنوب والشرق، وأكثر ارتفاعا في الأطراف الشمالية الغربية.

2. **الانحدارات :**

أظهرت نتائج تحليل الانحدار باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) أن:

- 93 %من المساحة حوض ذات انحدار خفيف(°5>)
- 5.4 % متوسط الانحدار(°10–5)
- 1.3 %فقط شديد الانحدار(°10>)

وهذا يعني أن أغلب منحدرات الوادي خفيفة، مما يساعد على استقرار التربة وقلة الجريان السطحي السريع.

ثانيا: الجيولوجيا

يقع وادي جرجير ضمن القطاع الغربي من جبل نفوسة ويشترك مع نالوت في نفس التراكيب الجيولوجية. وقد بدأت هذه التراكيب في الظهور فوق سطح البحر منذ نهاية الزمن الثاني وبداية الثالث نتيجة الحركات التكتونية. ويتكون التسلسل الطبقي في الحوض من الأعلى إلى الأسفل كما موضح في الشكل (2) :

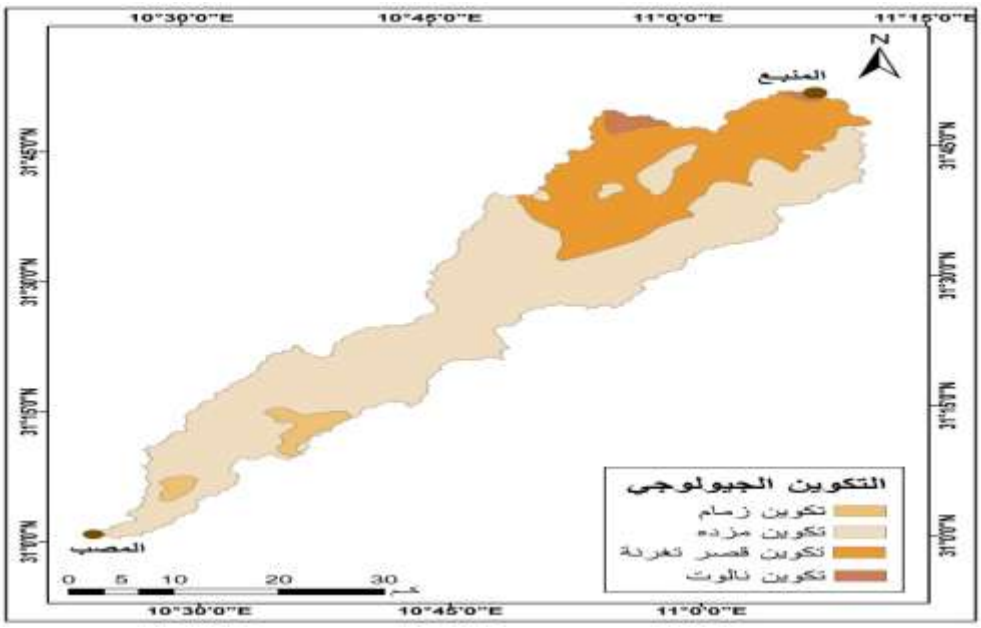
1. **تكوين زمام** - حجر جيري دولوميتي (كريتاوي متأخر)
2. **تكوين مزدة** - ثلاثة أعضاء رئيسية (تغرنة، معزوزة، التالة)
3. **تكوين قصر تغرنة** - مارل وحجر جيري مارلي (تيروني متأخر)
4. **تكوين نالوت** - حجر جيري دولوميتي وصوان (تيروني مبكر)

ثالثا: المناخ

يتأثر وادي جرجير بمزيج من المناخ المتوسطي والمناخ الصحراوي، بسبب ارتفاعه _(~600م) وبعده عن البحر (~120كم):

1. **السطوع الشمسي والتبخر :**
   - أعلى سطوع في يوليو (12 ساعة/يوم)، وأقل في ديسمبر (6.8 ساعة).
   - يزيد التبخر في الصيف ويقل في الشتاء، مما يؤثر على توازن المياه الجوفية.
2. **درجات الحرارة :**
   - **صيف حار :**أعلى درجات الحرارة في يونيو–أغسطس (حتى 34.5°م).
   - **شتاء بارد :**أدنى درجات الحرارة في يناير (5.4°م صغرى، 13.6°م كبرى).

 Copyright: © 2025 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/).



الشكل (2) : التكوين الجيولوجي لوادي جرجير

المصدر: باحث يعتمد على ArcGIS والخريطة الجيولوجية للوحة نالوت لمركز البحوث الصناعية لعام (1975)

- المتوسط السنوي 19.5°م.
- التغير الحراري الكبير يسبب تجوية ميكانيكية نشطة.

3. الضغط الجوي والرياح :

- في الشتاء : ضغط مرتفع على اليابسة ومنخفض على البحر، ورياح شمالية غربية باردة تسبب انخفاض الحرارة وأحياناً الثلوج.
- في الصيف : رياح قبلية جافة ودافئة.
- متوسط سرعة الرياح السنوي يتراوح بين 6–10عقدة، وأعلاها في الشتاء والربيع.

4. **الأمطار** :

- معدل الأمطار السنوي 153.5ملم.
- الأمطار غير منتظمة وتتفاوت سنوياً (من 37 ملم عام 1981 إلى 568.8 ملم عام 1976).
- تتركز في الشتاء (يناير- فبراير).
- 5– 10% فقط من مياه الأمطار تتغلغل لتغذية المياه الجوفية بسبب التبخر العالي.

يتميز وادي جرجير بتضاريس معتدلة وانحدارات خفيفة، وجيولوجيا رسوبية كلسية تعود للعصور الكريتاسية، ومناخ شبه صحراوي متأثر بالبحر المتوسط، يتسم بحرارة عالية صيفاً، وبرودة وجفاف شتاءً مع أمطار موسمية غير منتظمة. هذه العوامل مجتمعة تشكّل الأساس لفهم العمليات الجيومورفولوجية وتخطيط استخدامات الأراضي في المنطقة.

10- الخصائص المورفومترية (القياسات الشكلية) لوادي جرجير

يتناول هذا البحث دراسة الخصائص المورفومترية لوادي جرجير ،بما يشمل المقاييس المساحية والشكلية مثل المساحة والطول والعرض والمحيط ودرجة التضارس والنسيج الطبوغرافي .ويهدف البحث إلى تحليل العلاقة بين هذه الخصائص والعوامل الجيومورفولوجية والمناخية والجيولوجية، لفهم تطور الوادي وشبكة تصريفه المائي.

أولاً: الخصائص المساحية

الجدول (1) : الخصائص المورفومترية (المساحية).

المتغير	القيمة	الملاحظات
مساحة الوادي	1691.75كم²	تم حسابها ببرنامج ArcGIS
طول الوادي	116.77كم	من المنبع الى المصب
عرض الوادي	14.4كم	متوسط محسوب من خمسة مقاطع
محيط الوادي	372.30كم	يحدد خط تقسيم المياه بين الاحواض المجاورة

المصدر: الباحثين بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

 Copyright: © 2025 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/).

يتضح من خلال جدول (1) أن هذه القيم تشير إلى طول الوادي طويل وامتداده، مما يؤثر على نمط التصريف والجريان السطحي.

ثانياً: الخصائص الشكلية

تهدف إلى تحديد شكل الوادي ومدى انتظامه، باستخدام مجموعة من المعاملات الرياضية:

الجدول (2) : الخصائص المورفومترية (الشكلية).

المعامل	القيمة	الدلالة
معامل الاستدارة (RC)	0.16	الوادي غير دائري، في مرحلة الشباب الجيومورفولوجية
معامل الشكل (Ff)	0.014	شكل مستطيل ممدود
معامل الاستطالة (Re)	0.40	وادي مستطيل ذو تصريف منخفض
معامل الاندماج(Cc)	2.57	الجيومرفولوجية بسبب الشكل غير المنتظم للوادي، وعدم التناسق بين طول الوادي ومساحته، وكثرة التعرجات المحيطة بالوادي.
نسبة الطول إلى العرض	8.05	يدل على استطالة كبيرة
نسبة تماسك المحيط	2.5	بعيد عن الشكل الدائري
التعرج النسبي للمحيط	17.12	قلة التعرجات، بداية الدورة الجيومورفولوجية

المصدر: الباحثين بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

نلاحظ من خلال الجدول (2) : إن الشكل العام للوادي مستطيل، قليل الاستدارة، كثير التعرجات، مما يدل على أنه في مرحلة الشباب الجيومورفولوجية ولم يكتمل تطوره بعد.

ثالثاً: الخصائص التضاريسية:

الجدول (3) : الخصائص المورفومترية (التضاريس).

المتغير	القيمة	التفسير
أعلى نقطة	716م	شمال غرب الوادي
أدنى نقطة	400م	عند المصب
التضريس الكلي(Ra)	316م	فرق الارتفاع بين أعلى وأدنى نقطة
نسبة التضارس(Rc)	2.7م/كم	متوسطة مقارنة بالوديان الأخرى
التضاريس النسبة (Rhp)	1.92م/كم	مرتفعة ← تضرس قوي وبداية دورة نحت
قيمة الوعورة (Rn)	0.76	وادي ذو وعورة عالية
النسيج الطبوغرافي (T)	32.06 مجرى/كم²	نسيج ناعم جداً، منطقة شبه جافة
التكامل الهبسومتر (Hi)	0.89	مرحلة الشباب الجيومورفولوجية

المصدر: الباحثين بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

نلاحظ من خلال جدول **(3):** أن وادي جرجير يتميز بتضارس ووعورة مرتفعة ونسيج طبوغرافي ناعم يدلّ على نشاط نحت قوي ومرحلة جيومورفولوجية شابة.

رابعاً: التحليل الهبسومتري

يُعَدّ التحليل الهبسومتري من أهم المؤشرات الكمية المستخدمة في دراسة العلاقة بين تضاريس الأودية وعمليات التعرية الناتجة عن الجريان السطحي. ويهدف هذا التحليل إلى تحديد المرحلة الزمنية التي يمر بها حوض التصريف ضمن دورته الجيومورفولوجية. ويعتمد التحليل الهبسومتري على منهجين رئيسيين، هما :**التكامل الهبسومتري** و**المنحنى الهبسومتري**، اللذان يقدّمان مؤشرات مهمة حول طبيعة وتطور الحوض ودرجة نضجه الجيومورفولوجي.

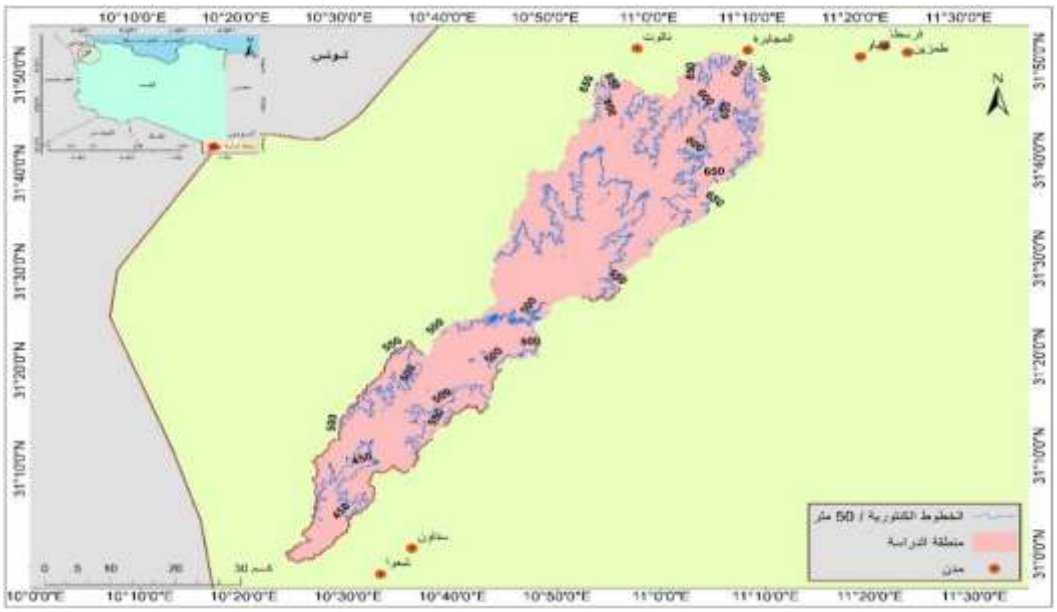
1. **التكامل الهبسومتري:**

القيمة ← 0.89 = تدل على أن الوادي في مرحلة الشباب، أي أنه نشط جيومورفولوجياً. تم استخراج قيمة التكامل الهبسومتري لوادي جرجير من خلال برنامج Arc Map10.8 باستخدام نموذج DEM كما موضح في الشكل (3) .

2. المنحنى الهبسومتري

ويظهر المنحنى كما في الشكل (4) أن وادي جرجيرمايزال في طور النمو الجيومورفولوجي،مع تضاريس وعرة ،وانحدارات حادة، وكذلك يشير المنحني إلى خضوع الوادي لعمليات نحت قوية وفعالة، وكذلك مع مع نتائج المعاملات المورفومترية للخصائص التضاريسية كما موضح جدول (4).

 Copyright: © 2025 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/).

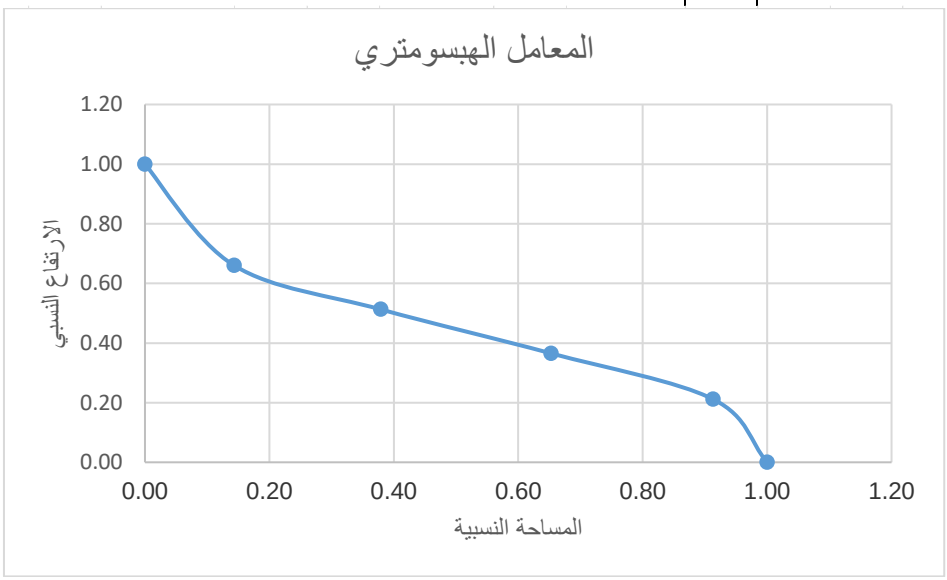


الشكل (3) : الخريطة الكنتورية لوادي جرجير

المصدر: عمل الباحثين باستخدام برنامج Arc Map10.8.

جدول (4) المنحي الهبسومتري

								HI		A	a/A	h	h/H
Value	COUNT	AREA	AREA KM2	MIN	MAX	RANGE	MEAN	MEAN-MIN	HI	المساحة النسبية			الارتفاع النسبية
1	180553	0.0139	146.733343	400	466	66	442.31	42.30719512	0.641	1691.8	1	66	0.212
2	542511	0.0419	440.892439	467	515	48	490.69	23.69052425	0.3589	1545	0.913	114	0.365
3	569834	0.044	463.097526	516	562	46	540.31	24.31109586	0.3683	1104.1	0.653	160	0.513
4	490673	0.0379	398.764294	563	609	46	584.39	21.3854828	0.324	641.03	0.379	206	0.66
5	298102	0.023	242.264061	610	716	106	634.81	24.81302708	0.376	242.26	0.143	312	1
									0.41		**0.62**		**0.55**



الشكل (4) المنحني الهبسومتري لوادي جرجير

ونلاحظ من خلال الشكل (4) المنحني على عدم وصول الحوض إلى مرحلة النضج.

 Copyright: © 2025 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 (5) : الخصائص الشكلية المرتبطة بالمنحني لوادي جرجير

المتغير المورفومتري	أعلى نقطة	أدنى نقطة	التضاريس الكلية	التضرس النسبي م / كم	التضاريس النسبية م / كم	درجة وعورة	المعامل الهبسومتري
وادي جرجير	716	400	316	2.7	1.92	0.76	0.89

من خلال الجدول (4)(5) يشير الارتفاع الكبير بين أعلى وأدنى نقطة (316 م) ونسبتي التضرس والتضاريس المرتفعتين (2.7 و1.92 م/كم) إلى أن وادي جرجير يتمتع بتضاريس وعرة ونشاط نحت قوي. كما تعكس قيمة الوعورة 0.76 والتكامل الهبسومتري المرتفع 0.89 ،أن الوادي في مرحلة الشباب الجيومورفولوجية ويخضع لعمليات تطور طبوغرافي فعّال.

الخصائص المورفومترية.

تتناول هذه الورقة الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف النهري لوادي جرجيركما في الشكل (5،6،7)، التي تعبّر عن شكل وتطور الحوض من خلال تحليل رتب المجاري، وعدد الروافد، وأطوالها، كثافتها، ونسب التشعب، واتجاهاتها، بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرامج نظم المعلومات الجغرافية.(ArcGIS 10.8) . كما هو موضح في الجدول التالي .

جدول (6) : خصائص شبكة تصريف الأنهار في الوادي

الخاصية	القيمة
عدد الرتب (U)	7
عدد الروافد (Nd)	11939
أطوال الروافد Km (L)	4909.7553
كثافة التصريف km/km (Dd)	2.9
نسبة التشعب (Rb)	1.8
التكرار النهري مجري/Km²(Df)	7.05
بقاء المجري(C)	0.3

1. عدد الروافد النهرية

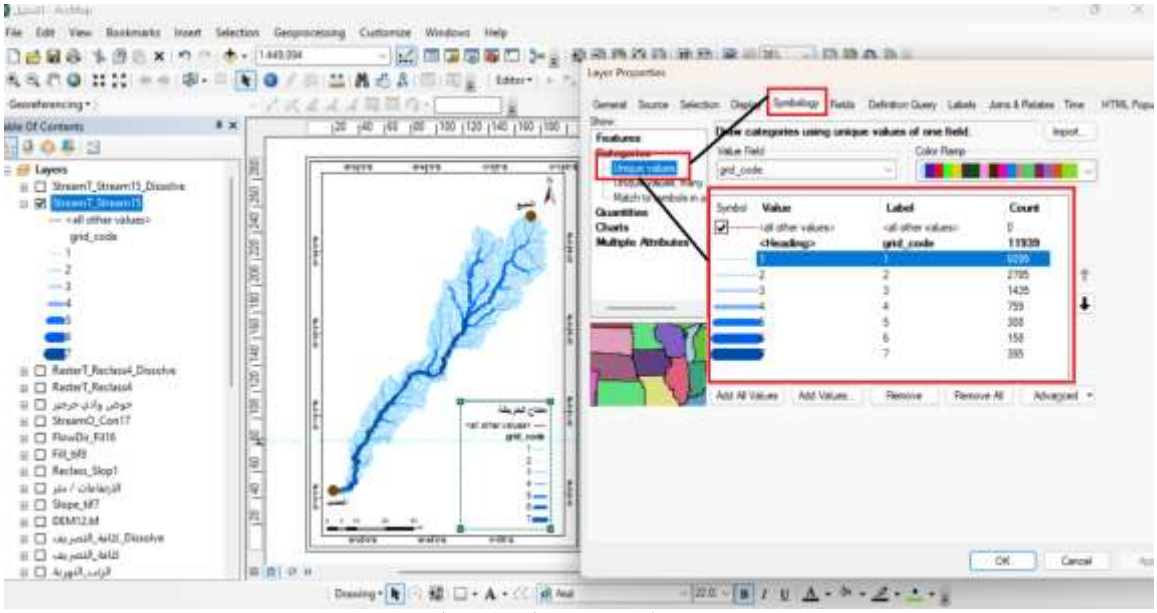
بلغ إجمالي عدد الروافد 11,939 رافداً ، كما موضح في جدول (7)،و تم تصنيفها إلى سبع رتب وفق نظام Strahler (1957).

جدول (7) : يبين عدد الروافد للشبكة المياه وادي جرجير

رتبة	عدد الروافد المائية	النسبة ٪
الأولي 1	6099	51.9
الثانية 2	2785	23.3
الثالثة 3	1435	12.0
رابعة 4	759	6.3
الخامسة 5	308	2.5
السادسة 6	158	1.3
السابعة 7	395	3.3
مجموع	**11939**	**100.0**

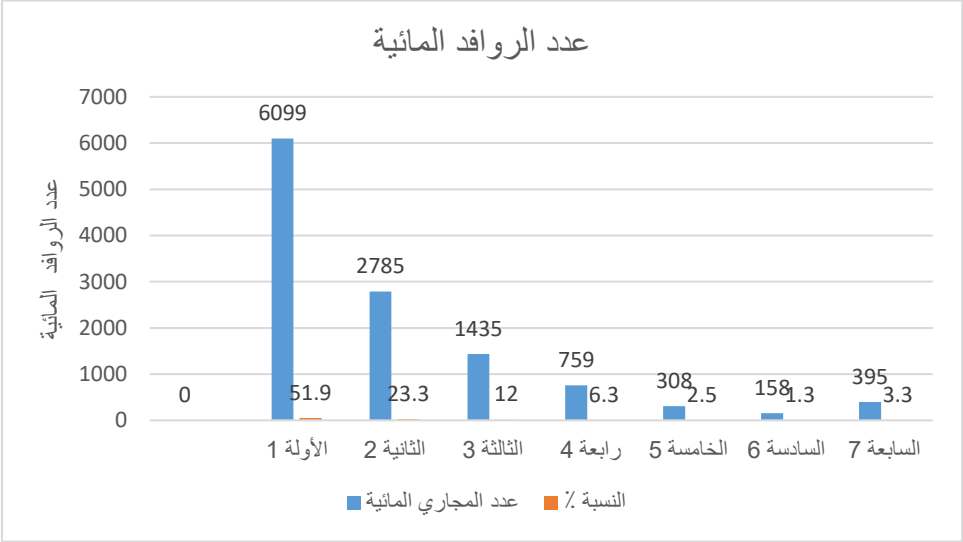
يظهر الجدول (7) أن إجمالي روافد وادي جرجير بلغ**11,939 رافداً** ، حيث تستحوذ الرتبتان الأولى والثانية على 75.2% من مجموع الروافد، وهو نمط شائع في الأحواض شبه الجافة ذات الغطاء النباتي المحدود. كما يتناقص عدد الروافد تدريجياً مع ارتفاع الرتبة، بما يتوافق مع **قانون هورتون لعدد المجاري المائية (1945) .**

 Copyright: © 2025 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/).

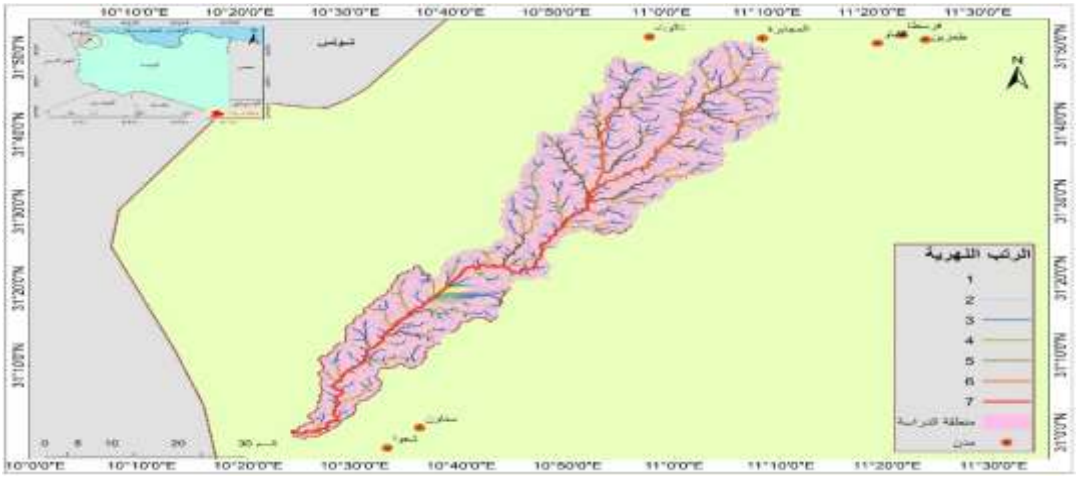


الشكل (5) : يوضح مراتب النهر وعدد الممرات المائية في وادي جرجير

المصدر: عمل الباحثين على أساس نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) باستخدام Arc Map10.8.2.



الشكل (6) : العلاقة بين الرتب وأعداد مجاري المياه في وادي جرجير



الشكل (7) : يوضح المراتب النهرية في وادي جرجير

المصدر: عمل الباحثين على أساس نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) باستخدام Arc Map10.8.2.

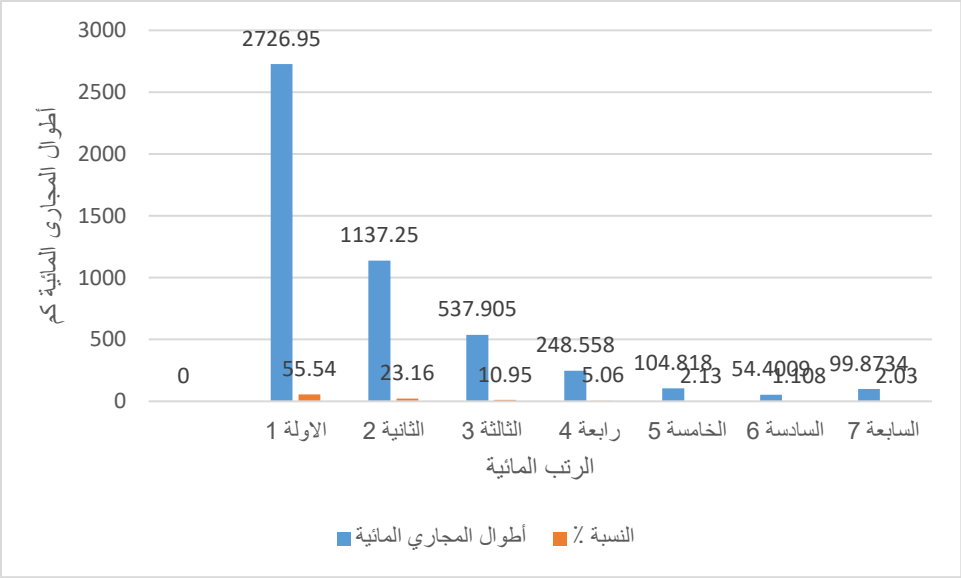
 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

2. أطوال المجاري المائية

يشير طول المجاري المائية إلى مجموع أطوال المجاري المائية على مستوى الوادي، وكذلك أطوال هذه المجاري على مستوى الرتب، كما موضح في جدول (20) وذلك لأن عدد الجداول في كل رتبة يتناسب طرديا مع طولها، ويوضح الشكل (8) العلاقة البيانية بين أطوال المجاري والرتب. إجمالي أطوال المجاري 4,909.75 كم وتتوزع كالتالي:

جدول (8) : أطوال مجاري شبكة مياه وادي جرجير

الرتبة	الطول (كم)	النسبة%
الأولى	2726.95	55.54
الثانية	1137.25	23.16
الثالثة	537.9	10.95
الرابعة	248.6	5.06
الخامسة	104.8	2.13
السادسة	54.4	1.11
السابعة	99.9	2.03



الشكل (8) : العلاقة بين الرتب وأطوال المجاري المياه في وادي جرجير.

نلاحظ من خلال الشكل وجدول(8/ 8) أن أكثر من ثلثي أطوال المجاري تتركز في الرتبتين الأولى والثانية، مما يعكس كثافة تصريف مرتفعة في بدايات الوادي.

1. نسبة التشعب (Bifurcation Ratio) : .

يُظهر تحليل نسبة التشعّب في وادي جرجير أن القيمة المتوسطة بلغت1.8، وهي أقل من المدى الطبيعي الذي حدده Strahler(1954) (3–5)، مما يشير إلى تأثير واضح للتضاريس الصلبة والبنية الجيولوجية غير المتجانسة، إضافةً إلى تذبذب الأمطار. وتعكس هذه القيمة المنخفضة سيادة الجريان السطحي السريع واحتمالية ارتفاع شدة الفيضانات، فضلاً عن تحكم العوامل البنيوية في نمط شبكة التصريف.

2. كثافة التصريف(Drainage Density) :

تم حسابها وفق معادلة Horton (1945):

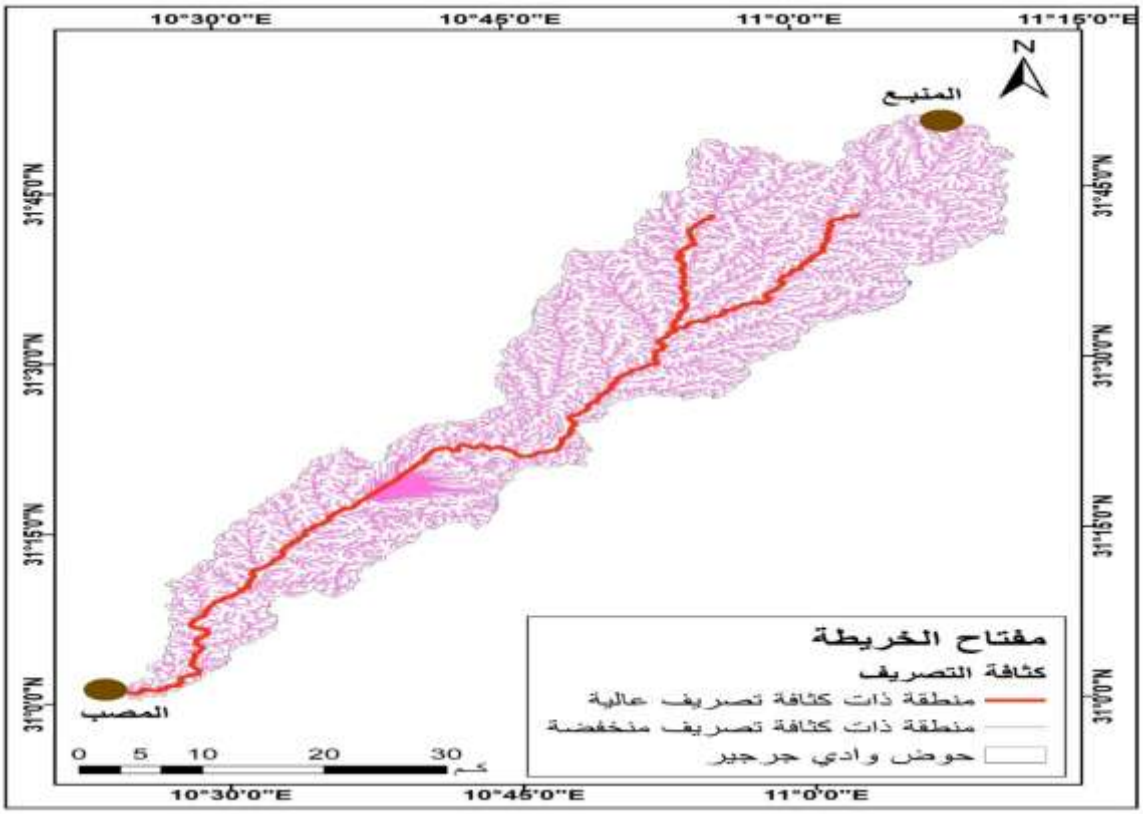
$$Dd = \frac{L}{A} = \frac{4909.75}{1691.75} = 2.9 \text{ كم/كم}^2$$

- تصنف على أنها كثافة منخفضة، بسبب:
  - وجود صخور جيرية شديدة الصلابة ونفاذة.
  - تربة رملية تسمح بتسرب المياه.

 Copyright: © 2025 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 (9) يوضح كثافة تصريف وادي جرجير

المتغير المورفومتري	إجمالي أطوال المجاري المائية	مساحة الوادي	كثافة التصريف
قيمة	4909.7553	1691.7517	2.9
كثافة التصريف			
	المساحة / كم²	**النسبة ٪**	
كثافة التصريف منخفضة	46.760556	96.915	
كثافة التصريف عالية	1.488244	3.085	
المجموع	48.2488	100	



الشكل (9) : كثافة التصريف في وادي جرجير.

3. اتجاهات الروافد:

- الاتجاه الغالب: الجنوب والغرب والجنوب الغربي (تغطي نحو 45% من المساحة)
- الاتجاه الأدنى: الشمال الشرقي (4.25%)

الاتجاهات تتوافق مع الانحدار العام للسطح و البنية الصخرية

4. التكرار النهري(Stream Frequency) :

- يمثل عدد المجاري في الكيلومتر المربع الواحد:

$$DF = \frac{Nu}{A} = \frac{11939}{1691.75} = 7.05 \text{ مجرى / كم}^2$$

- قيمة متوسطة الى منخفضة مقارنة بالأحواض شبه الجافة.
- تدل على ان الحوض في مرحلة الشباب الجيومورفولوجية

 Copyright: © 2025 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/).

5. **معدل بقاء المجاري(Constant of Channel Maintenance) :**

$$C = \frac{A}{L} = \frac{1691.75}{4909.75} = 0.3 \text{ كم}^2/\text{كم}$$

- قلة الجريان السطحي.
- سيادة النحت الرأسي.
- الوادي في طور التكوين المبكر.

6. **القطاعات الطولية والعرضية :**
   - **القطاع الطولي :**
   - يمتد الوادي لمسافة 116كم من منسوب 640 م إلى 400 م.
   - ظهر تباين في الانحدار بين المقعر والمحدب ← دلالة على تنوع الصخور وتباين صلابتها.
   - الصخور الهشة (مارل – حجر جيري) تشكل قيعان الأودية، والصلبة (دولوميت) تشكل التلال والمصائد الصخرية.
   - **القطاع العرضي :**
   - يوضح انحدارات شديدة وطيات محدبة ومقعرة.
   - يتركز النحت الرأسي في وسط الوادي.
   - يشير الى الوادي في مرحلة الشباب الجيومورفولوجي.

الخصائص الهيدرولوجية للوادي جرجير:

جدول (10) : يوضح الخصائص الهيدرولوجية للوادي جرجير

الخاصية	المعادلة / القيمة	التفسير
زمن التركيز (Tc)	9.8ساعة	الزمن اللازم لوصول مياه المطر من أبعد نقطة إلى المصب
سرعة الجريان	11.9كم/ساعة	سرعة تدفق المياه داخل المجرى الرئيسي
معامل الفيضان(Cf)	10.44	منخفض نسبيًا ← تأثر بانخفاض الكثافة التصريفية

وادي جرجير يتميز بـ:

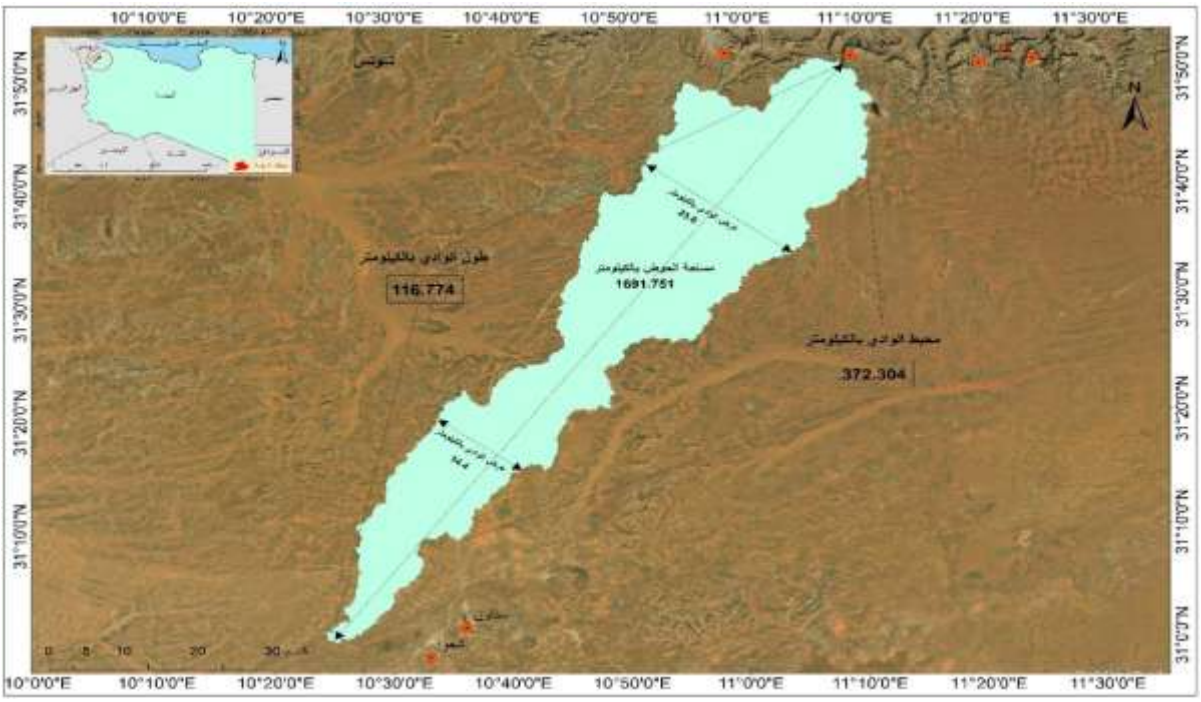
- شبكة تصريف متطورة من 7 رتب.
- كثافة تصريف منخفضة (2.9) وتكرار متوسط(7.05) .
- نسبة تشعب منخفضة (1.8) تدل على صلابة الصخور وقلة التجانس المناخي.
- تضاريس وعرة جزئياً ومرحلة شباب جيومورفولوجية مبكرة.
- المناخ الجاف والتكوينات الجيرية عاملان رئيسيان في تشكيل النمط الحالي لشبكة التصريف

12 - النتائج:

تم دراسة الخصائص المورفومترية لوادي جرجير باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وخلصت الدراسة إلى الاستنتاجات التالية:

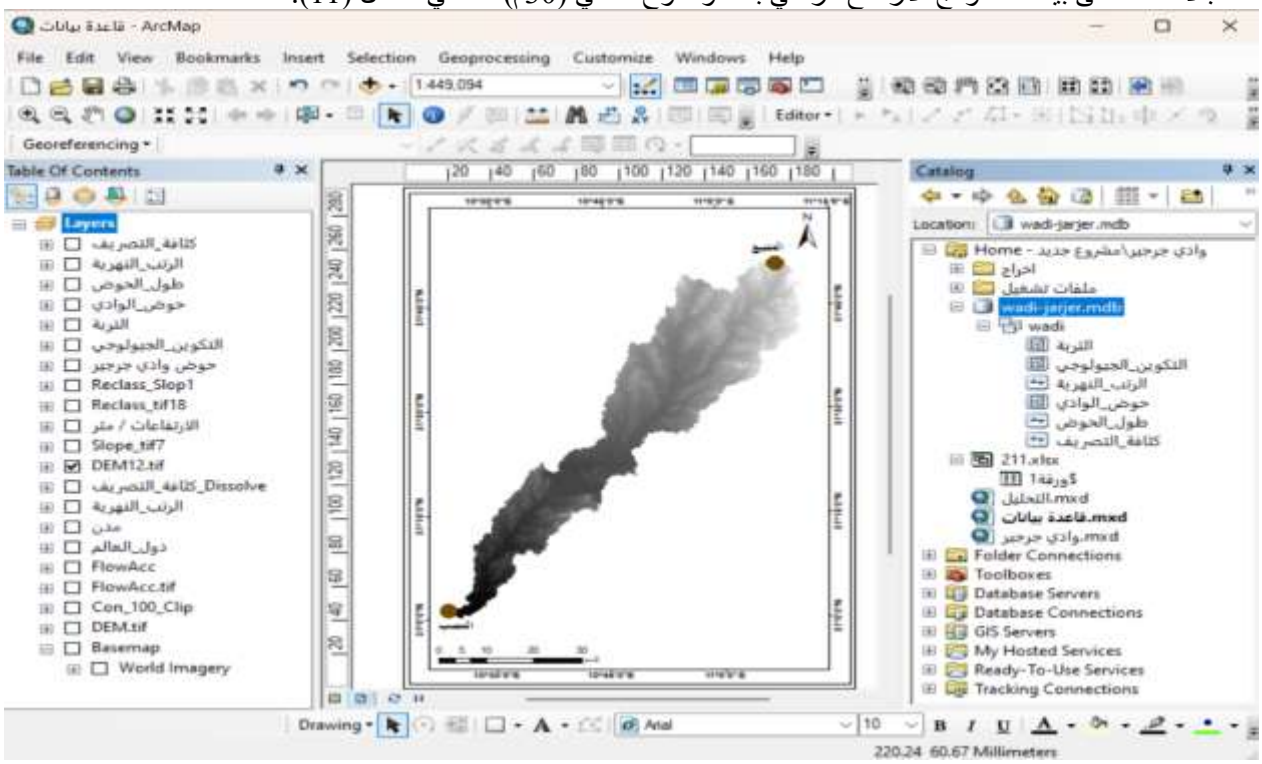
1. تم الحصول على القياسات المورفومترية للوادي ككل كما في الشكل (10).

 Copyright: © 2025 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/).



الشكل (10) : القياسات المورفومترية للوادي.

2. بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية لوادي جرجير من خلال استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي بدقة وضوح مكاني (30م) كما في الشكل (11).



الشكل (11) : الخصائص المورفومترية لوادي جرجير.

3. إنتاج الخرائط الرقمية بالاعتماد على القياسات المورفومترية المستخرجة والمخزنة في قاعدة البيانات الجغرافية للوادي وهي ما يقارب 16 خريطة.

 Copyright: © 2025 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. يمكن تلخيص أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة فيما يتعلق بالخصائص المساحية والشكلية فيما يلي:
- مساحة حوض وادي جرجير حوالي 1691.751م² ويعد من الأودية الكبيرة.
- يميل الوادي إلى الاستطالة، حيث سجل معامل استدارة 0.16، ومعامل استطالة 0.40، ومعامل الشكل الوادي 0.014، كما أن نسبة الطول إلى العرض سجلت 8.05.

5. توصلت الدراسة إلى نتائج متعلقة بالخصائص التضاريسية للوادي تتمثل في التالي:
- سجل الوادي فارق ارتفاع وصل إلى 316م، حيث أعلى منسوب في الوادي سجل 716م، وأدنى منسوب سجل 400م.
- ارتفاع قيمة التضرس حيث سجلت 2.7 م/كم، في حين سجلت قيمة التضرس النسبي 1.92%، وقيمة الوعورة 0.76، مما يشير إلى أن الوادي في بداية دورته الجيومورفولوجية.
- تراوحت درجة انحدار السطح في الوادي (0 -21.865°)، وحوالي 93.16 % من مساحة الوادي وتصنف بأنها خفيفة الانحدار اقل من 5°، و5.475 % تصنف بأنها متوسطة وتتراوح ما بين (5 -10)، وحوالي 1.365 % منها شديدة الانحدار أي أكبر من 10°.
- سجلت قيمة النسيج الطبوغرافي للوادي 31.7 مجرى / كم، وبالتالي يقع ضمن النسيج الطبوغرافي الناعم مما يشير الي أن الوادي في بداية دورته الجيومرفولوجية.
- يمر الوادي في مرحلة النضج ومازال في بداية دورته الجيومرفولوجية، فقد أشارت دراسة التكامل الهبسومتري الي ارتفاع قيمة 0.89% بمعني أن عوامل التعرية قامت بإزالة 0.11% فقط من كمية المواد الصخرية في الوادي.

6. توصلت الدراسة الي النتائج المتعلقة بالشبكة النهرية وتمثلت في التالي:
- بلغ عدد المجاري في وادي جرجير 8884 رافد بنسبة 75.22% لمجاري الرتبة الأولى والثانية وهذه النسبة متقاربة من أحواض المناطق الجافة وشبه الجافة، وتبين وجود تباين كبير في أطوال المجاري، وأن المجاري الطويلة نسبتها قليلة.
- يتكون وادي جرجير من سبعة رتب حسب تصنيف Strahler 1957 حيث يتناقص عدد المجاري بزيادة رتبها، وتزداد متوسطات أطوال المجاري بزيادة الرتب.
- سجلت نسبة التشعب في الوادي 1.8، في حين سجل التكرار النهري 9.5 مجرى/كم مربع، وكثافة التصريف 2.9 كم/كم مربع وهي تعد قيم منخفضة، ويعود ذلك إلى نفاذية السطح وقلة الانحدار وإلى طبيعة مناخ المنطقة وكذلك إلى تكوينها الصخرية والذي هو عبارة عن الصخور الجيرية ذات النفاذية العالية التي تقلل من الجريان السطحي.
- بلغت قيمة ثابت بقاء المجرى 0.3 كم²/كم مما يشير إلى وجود تباين بين المساحة الوادي ومجموع أطوال المجاري المائية مما ينتج عنه انخفاض الكثافة التصريفية للشبكة المائية.

7. تم من خلال قياس أبعاد الوادي وإجراء معادلات معاملات الأشكال الهندسية، أن وادي جرجير أقرب إلى الاستطالة، ويشير معامل الشكل
إلى أنه يتخذ الشكل المستطيل ويبعد عن الاستدارة لذلك فهو يتسع عند المنبع ويضيق عند المصب، والشكل الذي يتخذه الوادي له دلالات
جيومورفولوجية .

8. يتميز وادي جرجير بنسيج تصريف ناعم ونمط تصريف شجري في معظم أجزائه، مما يدل على تجانس التركيب الصخري المكون من
الحجر الجيري والدولوميتي الرملي.

9. من خلال جميع المعاملات الجيومورفومترية اتضح أن سطح الوادي قليل التضرس والانحدار، وتعد الخصائص الجيومورفولوجية التي
أظهرتها تلك المعاملات ليس لها تأثير سلبي قوي على استعمالات الأراضي زراعياً وسكانياً، حيث يوجد بالوادي خط النهر الصناعي الذي يمر على مرتفعات الوادي، مما يسهل استغلال مياه النهر في الزراعة والتطور العمراني في المنطقة.

13- التوصيات:

1. ضرورة توظيف برمجيات نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية في الدراسات الطبيعية والجيومورفولوجية المتعلقة بالخصائص المورفومترية لأحواض التصريف النهري.
2. استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في إنشاء قواعد بيانات جغرافية رقمية يسهل تقديمها لمتخذي القرار للأحواض النهرية.

 Copyright: © 2025 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. اشتقاق شبكات التصريف النهري في ليبيا باستخدام نماذج الارتفاعات الرقمية بدقة 30 متر.
4. العمل على بناء السدود التعويقية على بعض الروافد للحماية من انجراف التربة.
5. العمل على حفر خزانات أرضية، وذلك لقرب خط النهر الصناعي الذي يمر في الجزء العلوي للوادي، كي تستخدم مياهها في ري الزرع ومحاربة التصحر.
6. منع الرعي للمحافظة على الغطاء النباتي وتقليل من التصحر في المنطقة.

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

14- المراجع

1. أبو العينين، حسن سيد احمد (2006)، أصول الجيومورفولوجيا. دار النهضة العربية. بيروت.
2. أبو رية، أحمد محمد أحمد (2007)، المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيج دراسة جيومرفولوجية. رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، جامعة الإسكندرية، كلية الأدب.
3. أبو شنب، أحمد عبد الكريم (2005)، السياحة في شعبية نالوت، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة المرقب.
4. أبوراضي، فتحي عبد العزيز (2004)، الأصول العامة في الجيومورفولوجيا. دار النهضة العربية، بيروت.
5. أشكندالي، فهمي أحمد (2010)، أثر التركيب الصخري ونظام بنية الطبقات في تشكيل بعض الظاهرات الجيومورفولوجية في وادي زمزم، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، أكاديمية الدراسات العليا، طرابلس. ليبيا.
6. آل سعود، مشاعل (2002)، تطبيقات تقنية الاستشعار عن بعد والأساليب الجيوديسية المتطورة في دراسة المورفومترية الوديان الجافة. الجمعية الجغرافية الكويتية 51 - 1.
7. علاجي، آمنة بنت أحمد بن محمد (2010)، تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة أ م القرى، المملكة العربية السعودية.
8. Chandniha, S. K. and Kansal, M. L. (2014) Prioritization of Sub-Watersheds Based on Morphometric Analysis Using Geospatial Technique in Piperiya Watershed, India, Appl Water Sci :1-10.
9. Dhawaskar, P. (2015) Morphometric Analysis of Mhadei River Basin Using SRTM Data and GIS, Standard International Journals, 1 (4): 1-7.
10. Geographical Information System-Based Morphometric Analysis of Bharathapuzha River Basin, Kerala, India, Appl Water Sci, 3:467–477.
11. Horton, R. E. (1945) Erosinal development of streams and their drainage basins Hydrophysical approach to quantitative morphology, Geol. Soc. America Bull., 56: 275- 370.
12. Horton, R.E. (1932). Drainage basin characteristics, Transactions, American Geophysical Union, 13, 350-.16

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 **AJAPAS** and/or the editor(s). **AJAPAS** 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: © 2025 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/).

ملحق: زيارة حقلية الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

مناطق الرعي بالوادي:

مزروعات أشجار الزيتون:

 Copyright: © 2025 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/).