تحليل الخصائص المورفومترية في وادي أمحيرث باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

د. سيد أحمد محمّد الأمين أجيه
قسم الجغرافيا/ كلية الآداب والعلوم الإنسانية/ جامعة نواكشوط – موريتانيا
sidahjeih@gmail.com

الملخص:

تهدف الدراسة إلى تحديد الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف النهري لأحد أهم الأودية الجافة في شمال مقاطعة أوجفت هو وادي أمحيرث وذلك باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية للكشف عن الخصائص المورفومترية والمتمثّلة في الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص الشبكة التصريفية من أجل بناء قاعدة بيانات جغرافية للحوض. تمّ إنتاج خريطة الشبكة النهرية لحوض وادي أمحيرث وتمّ تصنيفها حسب طريقة ستريلر، وبلغت مساحة الحوض 207.96 كم^2، وبلغ محيطه 114.86 كم وطوله 30,86 كم وتبيّن من الدراسة التحليلية أنّ شكل الحوض يميل إلى الشكل المستطيل أكثر من الشكل الدائري. ويطبع شبكة المجاري المائية في الحوض التباين من حيث أعدادها وأطولها من رتبة لأخرى بسبب عمليات تكوينها ونشأتها فضلًا عن التباين في الخصائص التضاريسية للحوض. ووصل العدد الإجمالي لمجاري الشبكة المائية في حوض وادي أمحيرث إلى 781 مجرى، وبلغ مجموع أطوالها إلى 495.87 كم.

الكلمات المفتاحية: التحليل المورفومتري، نظم المعلومات الجغرافية، نموذج الارتفاع الرقمي، وادي أمحيرث.

تاريخ الاستلام:
2026/02/28
تاريخ القبول:
2026/04/24
تاريخ النشر:
2026/07/01

OPEN ACCESS

حقوق النشر: © 2026 للمؤلف (للمؤلفين). والناشر مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية. هذه المقالة منشورة بنظام الوصول المفتوح، ويتم توزيعها وفق شروط وأحكام ترخيص المشاع الإبداعي الدولي:

CC BY-NC-SA 04

Vol. 6, Issue.2, July 2026, pp29-54
ISSN : 2789-4843 (Online) 3080-0463 (print)
المجلد 6 العدد 2 ، يوليو 2026م

Journal of Libya for Geographical Studies
مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية

Morphometric Analysis of Wadi Amhairith Using Geographic Information Systems (GIS)

sid'ahmed med lemine djeh
Department of geography, Faculty of Letters and Human Sciences
University of Nouakchott -Mauritania
sidahjeih@gmail.com

Abstract:

This study aims to identify the morphometric characteristics of the drainage network of one of the most important dry valleys in northern Oujeft Province, namely Wadi Amhairith, using Geographic Information Systems (GIS) technology. The study focuses on revealing the morphometric characteristics represented by the areal, shape, relief, and drainage network properties in order to establish a geographic database for the basin. A drainage network map of the Wadi Amhairith Basin was produced and classified according to the Strahler stream-ordering method. The basin covers an area of 207.96 km², with a perimeter of 114.86 km and a length of 30.86 km. The analytical results indicate that the basin shape tends more toward a rectangular form than a circular one. The drainage network is characterized by variations in the number and lengths of streams from one order to another due to their formation processes and origins, as well as differences in the basin's topographic characteristics. The total number of streams within the Wadi Amhairith Basin reached 781 channels, with a combined length of 495.87 km.

Keywords: Morphometric Analysis, Geographic Information Systems (GIS), Digital Elevation Model (DEM), Wadi Amhairith.

Received: 28/02/2026

Accepted: 24/04/2026

Published: 01/07/2026

Copyright © 2026 by the author(s). Published by the Journal of Libya for Geographical Studies. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution International License:

CC BY-NC-SA 04

المقدمة:

تُعدّ دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض المائية على قدر كبير من الأهمية حيث ترتبط تلك الخصائص ارتباطًا وثيقًا بالعوامل الطبيعية المؤثرة في شبكة التصريف السطحية بالحوض والتي هي انعكاس حتمي لما يؤثر في شكلها من عوامل المناخ والتضاريس والتربة والتراكيب الصخرية والغطاء النباتي، ويُعدّ قياس وتحليل شبكة التصريف السطحي للمياه من المهمات الأساسية في الدراسات المورفومترية وهو على غاية من الأهمية في العديد من التطبيقات الجيومرفولوجية والهيدرولوجية للحوض النهري، من قبيل نظم التصريف وحركة المياه وكميتها وسرعتها وتقييم إمكانيات المياه السطحية والجوفية نظرًا لقوة العلاقة بين المعطيات المورفومترية والهيدرولوجية.

فتحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية من المواضيع المهمة في أبحاث الجيومورلوجيا التطبيقية الحديثة حيث يُمكِّن من فهم العوامل الطبيعية المؤثرة والمشكلة للأحواض المائية وشبكتها التصريفية ومواردها المائية، فعلى ضوء التحليل المورفومتري لتلك الأحواض يمكن استنباط الأسس المناسبة لإدارة الموارد المائية وحصادها والتنبؤ بالفيضانات، وهي أمور في غاية الأهمية خاصة في البيئات الجافة وشبه الجافة.

وأصبح الأنموذج الرقمي للتضرس DEM أحد الوسائل الحديثة في دراسة الخواص المتعلقة بطوبوغرافية وهيدرولوجية الوديان بدل الطرق التقليدية، لذلك تمّ الاعتماد في هذه الدراسة على تحليل أنموذج الارتفاع الرقمي DEM للمنطقة بدقة تمييزية 30م وذلك بالاستعانة بنظم المعلومات الجغرافية من أجل إنشاء قاعدة بيانات جغرافية لحوض الوادي ورسم شبكته المائية كمظاهر طبيعة ومورفولوجية لها علاقة بتحديد استخدام الأرض الأمثل في الحوض، مما يعطي تصورًا مهما للمشاريع المتعلقة بإعادة التأهيل البيئي وتلافي مشكلة مخاطر السيول بشكل عام ومعرفة الطرق المناسبة لاستغلال المياه بشكل أفضل وقيام المنشآت مثل السدود وغيرها.

مشكلة البحث:

تشوب الدراسات التقليدية لاستنباط الخصائص المورفومترية لأحواض الأودية عادة الكثير من الأخطاء وعدم الدقة في النتائج فضلًا عن الكلفة والجهد. لذلك اعتمدت هذه الدراسة على تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) التي توفر الدقة والسرعة في التحليل المورفومتري

للأحواض المائية ببناء قاعدة بيانات مورفومترية وهيدرولوجية. وتظهر مشكلة الدراسة في محاولة الإجابة على التساؤلات الآتية:

1. ما هي الخصائص المورفومترية والتضاريسية المميزة لحوض وادي أمحيرث؟
2. كيف يمكن لنظم المعلومات الجغرافية توفير قاعدة بيانات جغرافية مورفومترية لأحواض التصريف يمكن الاستفادة منها في التحليل المكاني لاستدامة الخطط التنموية؟

فرضيات البحث:

1. تلعب الخصائص الطبيعية دورًا مهمًا في التأثير على الخصائص المورفومترية في حوض وادي امحيرث.
2. يمكن بناء قاعدة بيانات جغرافية دقيقة للخصائص المورفومترية لحوض وادي أمحيرث باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية.

أهمية البحث:

وتظهر من النقاط الآتية:

1. تكمن أهمية الدراسة في كونها أول دراسة تهتم بتحليل الجانب الجيومرفولوجي لحوض وادي أمحيرث.
2. استخدامها التقنيات الحديثة الدقيقة في تحليل البيانات المكانية وربطها بالبيانات الوصفية مما يساعد في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي أمحيرث بشكل يسمح ببناء قاعد بيانات جغرافية ذات متغيرات مورفومترية تسمح بالوصول إلى نتائج سريعة ودقيقة ومتنوعة مقارنة بالطرق التقليدية تساعد المهتمين في الدراسات البيئية التطبيقية على تطوير تنمية وادي أمحيرث في مختلف المجالات.

أهداف البحث:

تسعى هذه الدراسة إلى استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لدراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي أمحيرث بتحليل الخصائص المساحية والطولية والشكلية والتضاريسية وخصائص شبكة التصريف المائي. كما تهدف الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات جغرافية رقمية للحوض ذات متغيرات موفومترية وبطرق آلية ذات مصادر بيانات متقدمة وإجراء التحليلات المكانية للخروج بنتائج سريعة ودقيقة يمكن استخدامها في الدراسات البيئية التطبيقية للمساهمة في تنمية الوادي في مجالات متعددة.

منهجية البحث:

اعتمد البحث على المنهج التحليلي الكمي في دراسة الخصائص المورفومترية للحوض وتفسيرها وتطبيق المعادلات للمتغيرات المورفومترية، وعلى المنهج الوصفي في وصف الظاهرات وجمع البيانات والمعلومات التي تساعد على رصد مختلف الظاهرات الموجودة في الحوض وتحديد خصائصه وأبعاده.

أدوات البحث: استخدم البحث عدة أدوات ساهمت في تحقيق أهدافه مثل الأسلوب الكمي لتحليل الظاهرات المختلفة وتطبيق المعادلات الرياضية والإحصائية لاستخلاص النتائج المورفومترية إضافة إلى الأسلوب الكارتوغرافي الذي مكن من رسم الخرائط التي تعالج الموضوع وتساهم في عرض أبعاده وتوضيحه، هذا فضلًا عن الاستعانة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية وأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM).

الدراسات السابقة:

– **دراسة (حمدان وعمر، 2010)**، هدفت إلى تعريف أهمية برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في قياس عناصر التغطية الخطية والمساحية لحساب بعض الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف النهري، ومقارنة تلك البيانات بالوسائل التقليدية التي شملت الخريطة الكونتورية والصور الجوية والعمل الميداني للجزء الأعلى لحوض الرميمين وسط الأردن، وتوصّلت الدراسة إلى عدم وجود فروق كبيرة للخصائص المورفومترية للحوض بكل الأسلوبين.

– **دراسة (العمري، 2011)**، تناولت تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأنظمة التصريف لمجموعة من أحواض التصريف في منطقة أريتر– عدن، مستعينة بأنموذج التضرس الرقمي (DEM) المشتق من البيانات الردارية، وتوصّل البحث إلى تحديد الخصائص الهندسية لهذه الأحواض في شكل معطيات رقمية، وبرهن بالتحليل الهيبسومتري إلى أنّ الأحواض الثلاثة المدروسة مازالت في مرحلة الشباب التي تتميز بكبر نسبة النحت أكثر من الإرساب، إضافة إلى كبر نسبة التضرس خاصة وادي الطويلة مما يدل دلالة واضحة على أنّه يمر بمنطقة شديدة التضرس، ويدل هذا على زيادة نسبة حمولة الرواسب المنقولة للمياه الجارية فيه.

– **دراسة (عنيبة، 2018)**، تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، وقد هدفت الدراسة إلى حساب وتحليل الخصائص المورفومترية

للحوض بالاعتماد على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، وبالاستعانة بنظم المعلومات الجغرافية من أجل استخراج الخصائص المورفومترية المساحية والتضاريسية، فضلًا عن خصائص الشبكة التصريفية، ومن أجل ذلك تمّ استخدام العديد من المؤشرات الرياضية الخاصة بحساب قيم المتغيرات المورفومترية.

أدوات البحث:

اعتمدت الدراسة على البيانات المكانية المتاحة لمنطقة الدراسة والتي من ضمنها:

– الخريطة الطبوغرافية مقياس 1:200000 الصادرة عن المعهد القومي الفرنسي–باريس سنة 1967، لوحة شنقيط.

– الخريطة الجيولوجية للجمهورية الإسلامية الموريتانية مقياس 1:1000000 المكتب الجيولوجي والتعدين 1968.

– بيانات أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييزية 30م.

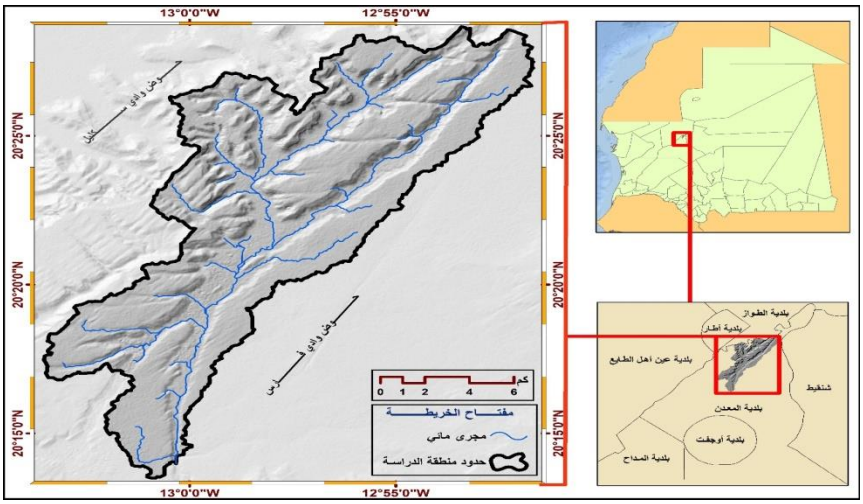
أولًا: خصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة:

1. موقع ومناخ منطقة الدراسة: تقع منطقة الدراسة (حوض واد امحيرث) في أقصى شمال الحدود الإدارية لبلدية معدن العرفان ضمن مقاطعة أوجفت التابعة لولاية آدرار وسط البلاد الموريتانية وتدخل الأطراف الشمالية للحوض في الحدود الإدارية لكل من مقاطعتي شنقيط وأطار ويمتد الحوض فلكيًا بين دائرتي عرض ً25 َ13 ˚20 وً44 َ28 ˚20 شمال خط الاستواء وبين خطي طول ً07 َ52 ˚12 وً25 َ03 ˚13 غربا، ويقع جغرافيا بين حوض وادي فارس من الشرق وحوض وادي سكليل من الغرب، وبعد التقائه بحوض وادي فارس عند حدود نهاية الدراسة الحالية يكونان مجرى جديد يُعرف بالواد الأبيض قبل أنْ يصب في واد سكليل لستتمر رحلة مياهه نحو الحوض التجمعي المعروف بيغرف، وتبلغ مساحة حوض وادي أمحيرث 207.96 كم^2. ويتميز سطحه بالتدرج في الارتفاع من الشمال نحو الجنوب، وعلى المجرى الرئيسي لحوض وادي أمحيرث تقوم واحدة من أهم الواحات في آدرار عرفت بنفس الاسم (واحة أمحيرث) أصبحت نواة للاستقرار البشري مع الزمن والذي تجسد في ظهور قرية أمحيرث الحالية. وتبيّن الخريطة رقم (1) موقع منطقة الدراسة.

ويتميز المناخ في حوض واد أمحيرث كباقي مناخ المنطقة بارتفاع قيم الحرارة صيفا وانخفاضها نسبيًا شتاء ويبلغ متوسط درجة الحرارة السنوي في محطة أطار 28.9 درجة مئوية وهي أقرب

المحطات المناخية من حوض الدراسة، كما يتميز بجفاف مناخه طوال العام وبأمطاره القليلة والمتذبذبة والتي تقل في بعض السنوات عن 50 ملم ولا تزيد في أكثر حالات غزارتها عن حدود 200 ملم، وبمتوسط عام في حدود 70 ملم سنويًا.

الخريطة (1) موقع حوض وادي أمحيرث.

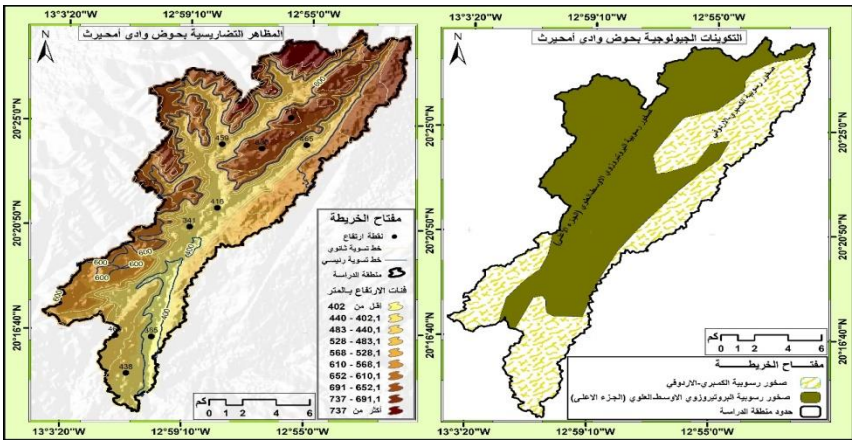


المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الخريطة الطبوغرافية 1967م، مقياس رسم 1:200000. ونموذج الارتفاع الرقمي DEM لمنطقة الدراسة.

2. الخصائص التضاريسية والجيولوجية لمنطقة الدراسة: تضاريس المنطقة جزء من تضاريس هضبة آدرار، فوادي أمحيرث هو أحد الأودية التي تمزق ظهر هذه الهضبة، ويغلب على تضاريس الحوض بشكل عام التدرج في الارتفاع من الشمال نحو الجنوب وهو اتجاه الانحدار العام للهضبة حيث توجد أعلى الارتفاعات في أقسامه الشمالية والشمالية الغربية، ويصل المدى العام للتضاريس أو ما يُعرف بالتضاريس القصوى إلى 497م والذي يعني الفارق بين أعلى نقطة في المنطقة 808م في أعالي الحوض واخفض نقطة به 311م في الجنوب، ويُعدّ الجانب الغربي من الحوض أكثر ارتفاعًا عمومًا من جانبه الشرقي، وهو ما يبدو واضحًا من الخريطة رقم (2. 3) التي تظهر بعض الملامح الطبوغرافية لحوض وادي أمحيرث.

Vol. 6, Issue.2, July 2026, pp29-54
ISSN : 2789-4843 (Online) 3080-0463 (print)
المجلد 6 العدد 2 / يوليو 2026م
Journal of Libya for Geographical Studies
مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية

الخريطتان (2. 3) المظاهر التضاريسية والجيولوجية في حوض وادي أمحيرث



المصدر: عمل الباحث اعتمادًا على بيانات الخريطة الجيولوجية لموريتانيا مقياس رسم وأنموذج الارتفاع الرقمي DEM.

ومن الناحية الجيولوجية فمنطقة الدراسة هي جزء من حوض تاودني الكبير وتغلب على مظاهر السطح فيها تكوينات صخرية رسوبية قديمة تعود لما قبل الكامبري (البروتيزوروي) والكامبري الاردفيشي، وهي في معظمها صخور رسوبية تختلف نفاذيتها من مكان إلى آخر وتؤثر طبيعة تلك النفاذية على الجريان السطحي والكمية المائية التي تحملها الطبقات الجوفية.

ثانيًا: التحليل المورفومتري للخصائص المساحية والشكلية (الهندسية) للحوض.

الخصائص المورفومترية للحوض هي نتاج للعوامل الطبيعية المتمثّلة في التكوين الصخري والبنية الجيولوجية والمناخ السائد والغطاء النباتي. ودراستها تساعد في إلقاء الضوء على الخصائص الهيدرولوجية للحوض وما لذلك من أهمية ترتبط بالأنشطة البشرية وتنمية الحوض، ولدراسة الخصائص المورفومترية لواد أمحيرث نتناول النقاط الآتية:

1. الخصائص المساحية للحوض: ترتبط الخصائص المساحية بشكل مباشر بخصائص نوع الصخور ونظامه من ناحية وبالظروف المناخية من ناجية أخرى، (بدوي، وآخرون، 2019، ص 1852)، ويمكن دراسة الخصائص المساحية لأي حوض من النقاط الآتية:

أ. **مساحة الحوض Basin Area**: تُعدّ مساحة الحوض من المتغيرات المورفومترية المهمة؛ وذلك لعلاقتها بنظام شبكة التصريف، خاصة ما يتعلق بأعداد وأطوال المجاري، ومن ثم كمية الصرف وحجم الرواسب المنقولة (كليو، 1988، ص54). كما تأتي أهميتها من تأثيرها

المباشر على حجم الجريان المائي، فضلًا عن استخدامها في حساب العديد من المتغيرات الموفومترية الأخرى. وتمّ الاعتماد في قياس مساحة واد أمحيرث على برنامج ArcMap الملحق ببرنامج ArcGIS 10.8، وبلغت مساحته 207.96 كم^2، كما هو واضح من الجدول رقم (1) وهو بذلك يكون من الأحواض صغيرة المساحة خاصة إذا قورن بأحواض ذات مساحات كبيرة.

ب. طول الحوض Basin length: يُعدّ الطول الحوضي من المعاملات التي يتم قياسها لحساب بعض المعاملات المورفومترية مثل دراسة أشكال الأحواض أو إيضاح خصائصها التضاريسية (جودة وآخرون، 1991، ص290). ولطول الحوض دور مهم في عملية الجريان السطحي، فهو يتحكم بمدة تفريغ مياهه وحمولته الرسوبية، كما تتناسب معدلات التبخر والتسرب مع طول الحوض تناسبا طرديا وذلك لتباطؤ سرعة المياه الجارية نحو مخرج الحوض بسبب قلة انحدار السطح. ويقاس طول الحوض بخط مستقيم على امتداد المجرى الرئيسي من نقطة المصب إلى أعلى نقطة في الحوض. وقيس طول حوض وادي أمحيرث بطريقة آلية عن طريق أداة القياس Measurements الموجودة في برنامج ArcMap الملحق ببرنامج ArcGIS 10.8، وبلغ طوله 30.86 كم. وهو ما يبيّنه الجدول رقم (1).

ج. محيط الحوض Basin perimeter: يقصد بمحيط الحوض خط تقسيم المياه الذي يفصل بين الحوض المدروس والأحواض المجاورة له أي هو الحدود الخارجية للحوض. وتمّ قياس محيط حوض منطقة الدراسة بصورة آلية بالاستعانة برنامج ArcMap وأنموذج الارتفاع الرقمي DEM، ووصل محيط الحوض إلى 114.86 كم. وهو ما يبدو من الجدول رقم (1).

الجدول (1) الخصائص المساحية لحوض وادي امحيرث.

المتغير المورفومتري	مساحة الحوض كم^2	محيط الحوض كم	طول الحوض كم	عرض الحوض كم
القيمة	207.96	114.86	30.86	06.73

المصدر: الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.8.

د. عرض الحوض Basin width: عبارة عن معدل عرض مجموعة من الخطوط المتعامدة على أقصى طول في الحوض، وتستخدم عوضًا عن ذلك معادلة قسمة مساحة الحوض على طوله، كما هو الحال في الصيغة الرياضية الآتية: (الشمري، 2021، ص150).

$$\text{عرض الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض /كم}^2}{\text{طول الحوض كم}}$$

بلغ متوسط عرض حوض واد أمحيرث 6.73 كم، وهو ما يظهر من الجدول رقم (1) وهذا يعني أنّ عرض الحوض صغير مقارنة بطوله حيث بلغت نسبة الطول إلى العرض 4.58 كم، وهو ما يشير إلى استطالة الحوض، وفي مثل هذه الحالة التي يزيد فيها الطول على العرض تصل المياه فيها إلى المجرى الرئيس في أوقات مختلفة، ومن ثم يستمر الجريان السطحي لمدة أطول مع انخفاض قيمة الفيض المائي.

2. تحليل الخصائص الشكلية لحوض وادي أمحيرث: لدراسة الخصائص الشكلية للأحواض المائية أهمية كبيرة في معرفة التطور الجيومرفولوجي والعمليات التي شكلته إلى جانب معرفة تأثير الشكل على حجم التصريف النهري مما يسهم في تحديد درجة الفيضانات وفي إمكانية عمليات قياس التعرية المائية ومقدار كمية التصريف إلى المجرى الرئيسي. ويتحكم شكل الحوض بصورة رئيسية في آلية تدفق المياه وسرعة جريانها في الروافد، فضلًا عن وقت وصولها إلى المصب ويتم عادة تقييم شكل الحوض بمقارنته بالأشكال الهندسية الشائعة (الدائرة، المثلث، المستطيل، المخروط) فإذا كان شكل الحوض دائريًا فإنّ مياهه تصل إلى المصب الرئيس في نفس الوقت تقريبًا ومن ثّمّ يحدث ارتفاع سريع في منسوب المياه (جريان مائي غير منتظم زمانيا وكمية التصريف تكون عالية).

أمّا في حالة كان شكل الحوض مستطيلًا أو قريبًا منه فيتميز بفيضانات أقل خطرًا وبطول مدة التصريف التي تتناسب طرديا مع مدى استطالة الحوض كما يكون تصريف المياه من الحوض على شكل تدفقات مائية متواصلة ومتقاربة في الحجم وذلك لوصول المياه إلى المصب الرئيس للحوض بشكل متتال وزمن متعاقب، أي أنّ الأحواض ذات الشكل المستطيل تكون ذات جريان مائي منتظم زمانيًا وكمية التصريف تكون واطئة، فضلًا عن بطء وصول المياه من المنبع إلى المصب أثناء جريانها بسبب تعرضها إلى عاملي التبخر والتسرب إلى باطن الأرض (أكبر وسلمان، 2015، ص422). بينما في حالة إذا كان شكل الحوض مخروطي فهناك حالتان: الأولى إذا كان رأس المخروطي هو المصب، فإنّ المياه تصل إلى المصب في فترة زمنية طويلة، والأخرى إذا كان المصب على الجهة العريضة للحوض، فإنّ المياه تصل إلى المصب الرئيسي بشكل سريع (آل سعود، 2014، ص57). وسنتناول أهم الخصائص الشكلية

لحوض وادي أمحيرث في النقاط الآتية:

أ. **معدل الاستطالة Elongation ratio**: يدل معدل الاستطالة على مدى التشابه بين الحوض والشكل المستطيل، ويُعدّ هذا المعدل من أكثر المعاملات المورفومترية دقة في قياس أشكال أحواض التصريف، ويميل الحوض إلى شكل المستطيل إذا انخفضت قيمة معدل الاستطالة واقتربت من الصفر، أمّا إذا ارتفعت قيمة المعدل واقتربت من الواحد الصحيح فتدل على ميل شكل الحوض إلى الشكل الدائري وابتعاده عن الشكل المستطيل (السبيعي، 2016، ص118). ويتم استخراج معدل الاستطالة عن طريف المعادلة التالية (الدارجي، 2014، ص266):

$$\text{معدل استطالة الحوض} = \frac{\sqrt{\text{المساحة/كم}^2} \times 1{,}1282}{\text{أقصى طول للحوض /كم}}$$

تصنف استطالة الأحواض وفق قيمة هذا المعامل إلى: دائرية بين (0–1) إذا كانت (0–0.5)، ويكون الحوض شديد الاستطالة وبين (0.5–0.7)، طويل وبين (0.7–0.8) قليل الطول وبين (0.8–0.9) بيضوي إذا كان الناتج بين (0.9–1) يكون الحوض دائري (جابر، 2020، ص338). ومن معطيات الجدول رقم (2) يتبيّن أنّ نسبة الاستطالة في حوض وادي أمحيرث بلغت 0.52 وهو ما يعني أنّ شكل الحوض يكون أقرب للشكل المستطيل.

الجدول (2) الخصائص الشكلية لحوض واد امحيرث

المتغير المورفومتري	معدل الاستطالة	معدل الاستدارة	معامل الشكل	الطول إلى العرض
القيمة	0.53	0.19	0.22	4.58

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGis 10.8 وتطبيق المعاملات الحسابية.

ب. **نسبة الاستدارة Circularity ratio**: تدل نسبة الاستدارة على مدى اقتراب أو ابتعاد الحوض من الشكل الدائري، ويدل اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري على تقدم المرحلة المورفولوجية التي يمر بها الوادي حيث إنّ الأنهار عادة ما تقوم بحفر وتعميق مجاريها ثم تبدأ بعد ذلك في توسيعها (الودعاني، 2014، ص33). وتستخرج نسبة الاستدارة باستخدام المعادلة الآتية (الدارجي، 2019، ص102):

نسبة الاستدارة = ل × $\frac{\text{مساحة الحوض /كم}^2}{(\text{محيط الحوض /كم})^2}$ **حيث أن** ل قمة ثابتة = 12.57

وبعد تطبيق المعادلة وملاحظة بيانات الجدول رقم (2) تبيّن أنّ معدل الاستدارة في حوض وادي أمحيرث وصل إلى 0.19 وهو ما يشير إلى ابتعاد شكل حوض الوادي عن الشكل الدائري واقترابه من الشكل المستطيل.

ج. **نسبة الطول إلى العرض Length width ratio**: هي إحدى المعاملات المورفومترية التي تقيس مدى استطالة شكل الحوض، وهي تتشابه مع نتائج معدل استطالة الأحواض، حيث تدل القيم المرتفعة على زيادة نسبة طول الحوض على حساب عرضه وبالتالي اقتراب الأحواض من الشكل المستطيل والعكس. ويتم حساب الطول إلى العرض وفقًا للصيغة الآتية: (صالح والسبيعي، 2022، ص 380).

$$\text{نسبة الطول إلى العرض} = \frac{\text{طول الحوض /كم}}{\text{عرض الحوض /كم}}$$

بعد تطبيق المعادلة تبيّن أنّ نسبة الطول إلى العرض في حوض واد أمحيرث بلغت 4.58 وهو ما يمكن ملاحظته من بيانات الجدول رقم (2) وتعني هذه النسبة زيادة الطول الحوضي على حساب عرضه، وهو ما يشير إلى أنّ ظروف الجفاف قد أدركته وهو لا يزال في مرحلة مبكرة من دورته التحاتية.

د. **معامل شكل الحوض Basin form factor**: يبيّن معامل الشكل العلاقة بين طول الحوض ومساحته، كما يبيّن مدى التناسق والانتظام فيما بين أجزاء الحوض ويقارن شكل الحوض بكل من شكل المربع والمثلث، فتشير القيم المنخفضة التي تقترب من الصفر إلى الانخفاض النسبي في مساحة الحوض بالنسبة لطوله، وهذا يعني ازدياد الطول لأحد بعدي الحوض التصريفي على حساب الآخر، ومن ثَمّ ميل شكل الحوض إلى الشكل المثلث، بينما تشير القيم المرتفعة لهذا المعامل والتي تقترب من الواحد الصحيح إلى ارتفاع مساحة الحوض على حساب طوله وبالتالي اقتراب شكل الحوض من الشكل المربع (جودة وآخرون، 1991، ص322). ويمكن الحصول على معامل شكل الحوض بتطبيق المعادلة الآتية (الضراط، 2018، ص17):

$$\text{معامل الشكل} = \frac{\text{مساحة الحوض /كم}^2}{\text{طولمربع الحوض /كم}}$$

بتطبيق المعادلة ومن ملاحظة معطيات الجدول رقم (3) بلغ معامل الشكل في حوض وادي أمحيرث 0.22 وهي نسبة منخفضة تدل على ابتعاد الحوض من الشكل المربع واقترابه من الشكل المثلث. وتشير هذه القيمة المتدنية لشكل الخوض إلى تغير عرض الحوض من منطقة إلى أخرى وفقًا لاختلاف البنية الجيولوجية ودرجة صلابة الصخور ومدى مقاومتها للتعرية المائية والتجوية.

ثالثًا: تحليل الخصائص التضاريسية لحوض منطقة الدراسة:

تُعدّ ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجيومرفولوجية كونها تساعد في فهم الخصائص الطبوغرافية للمنطقة، وانعكاسًا لعمليات التعرية المائية وتخمين حجم الرواسب، وتحديد المرحلة التي قطها النظام النهري في دورته التحاتية.

1. نسبة التضرس Relief ratio: تُعدّ من أهم الخصائص التضاريسية لحوض الوادي فهي مؤشر جيد لتقدير حجم الرواسب المنقولة إذ تزداد كمية تلك الرواسب مع زيادة التضرس. كما يستدل بها على المرحلة المورفولوجية التحاتية التي يمر بها الحوض وتسهم زيادة درجة التضرس كذلك في سرعة وصول الفيضان وزيادة خطره. وتحسب نسبة التضرس وفقًا للمعادلة التالية (الخفاجي، 2016، ص626):

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين أعلى قيمة وأخفض قيمة في الحوض(م)}}{\text{طول الحوض(كم)}}$$

إذا كانت القيم الناتجة من هذه المعادلة مرتفعة دل ذلك على التضرس الشديد لسطح الحوض، وبالتالي تأخر الحوض في دورته التحاتية (العجمي، 2024، ص1011). في حين تشير القيم المنخفضة إلى أنّ الحوض قطع أشواطا كبيرة في دورته التحاتية واستطاع أنْ يخفض من تضرسه وهو ما يعني أنّ الوادي يقترب من نهاية تطور تضاريس أعالي الحوض. وقسّم ستريلر قيمة التضرس إلى تضرس قليل إذا كانت قيمته أقل من (5 م/كم) وتضرس متوسط إذا تراوحت قيمته بين (5–10 م/كم) وتضرس شديد إذا تراوحت قيمته بين (10–20 م/كم) وتضرس شديد جدًا إذا كانت نسبته أكثر من (20 م/كم) (طلق والورافي، 2022،

ص300). وبعد تطبيق هذه المعادلة على حوض وادي أمحيرث ومن ملاحظة بيانات الجدول رقم (3) نجد أنّ نسبة التضرس لحوض واد أمحيرث قد بلغت 16.10 م/كم وهي نسبة مرتفعة تدل على شدة نسبة التضرس على طول مجرى هذا الوادي مما ستكون له دلالات على قوة عمليات التعرية المائية وشدتها ومن ثم كبر كمية الرواسب المنقولة عبر المجاري المائية لهذا الحوض.

الجدول (3) يوضّح الخصائص التضاريسية لحوض وادي أمحيرث.

المتغير المورفومتري	الارتفاع الأقصى (م)	الارتفاع الأدنى (م)	نسبة التضرس م/كم	قيمة الوعورة	المعامل الهيبسومتري
القيمة	808	311	16.1	1.18	0.51

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGis 10.8، وأنموذج الارتفاع الرقيم DEM، والمعاملات الحسابية.

2. قيمة الوعورة Ruggedness degree: يعبر هذا المعامل عن العلاقة بين تضرس الحوض وكثافته التصريفية أي هو المؤشر الذي يعبر عن العلاقة بين تضرس أرض الحوض ومقدار أطوال الشبكة التصريفية. وارتفاع درجة الوعورة يرجع إلى زيادة الكثافة التصريفية الناتجة عن زيادة أعداد المجاري المائية، وعن شدة التضرس، وقوة الانحدارات وامتداداتها، وسيادة التعرية المائية ومن ثم زيادة نقل الرواسب من المنابع العليا للأحواض إلى أسفل المنحدرات. ويعبر عنها بالمعادلة الآتي (تراب، 1997، ص273).

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض م} \times \text{كثافة الصرف الطولية}}{1000}$$

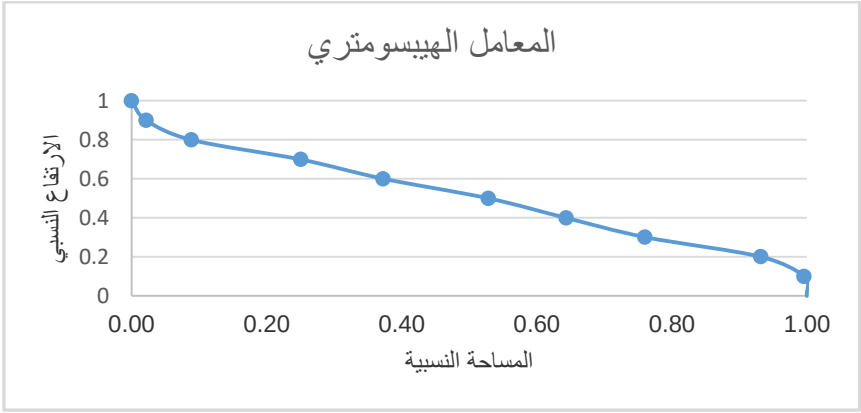
بتطبيق هذه المعادلة على حوض واد أمحيرث بلغت قيمة الوعورة 1.18 كم/كم^{2}وهو ما يدل على شدة تضرس الحوض، وترتبط هذه القيمة المتوسطة للوعورة بعدة دلالات أبرزها ارتفاع التضاريس وزيادة في الانحدار مما ينعكس على كثافة التصريف المنخفضة وشدة التعرية المائية والإمكانية الكبيرة لنقل الرواسب من المناطق المرتفعة نحو المناطق الواطئة.

3. التكامل الهيبسومتري Hypsometric Integration: يُعدّ التحليل الهيبسومتري من الأدوات المهمة في تحليل أحواض الأدوية إذ يوضّح المرحلة التي يمر بها الحوض فإذا كان المنحنى الهبسومتري مقوس إلى الأعلى فيعني أنّ الحوض في مرحلة الشباب، أمّا إذا كان مقعر إلى الأسفل فيعني ذلك أنّ الحوض يتجه إلى مرحلة النضج أو الشيخوخة (عمران وعبد

الرحمن، 2020، ص370)، ومن التحليل الهبسومتري يمكن قياس وتحليل العلاقة بين الارتفاع والمساحة للأحواض المائية للتعرف على مراحل نمو مجاري التصريف النهري وأيضا مراحل الدورات الحتية التي تمر بها (الجبوري، وخضير، 2023، ص155).

تمّ الاعتماد على الأنموذج الرقمي (DEM) لاشتقاق المعلومات الهبسومترية لحوض واد امحيرث ومن ثَمّ رسم المنحنى الهبسومتري له والذي يمثّله الشكل رقم (1) والذي يشير إلى أنّ النسبة الهيبسومترية التكاملية للحوض بلغت 0.51 كم^2/م، وتُعدّ النسبة الهبسومترية التكاملية من المعلومات المورفولوجية المهمة التي تعطي مؤشرًا جيدًا عن نسبة الحت في الأحواض المائية، وانطلاقًا من مقترح ستريلر فإنّ حوض واد أمحيرث قد دخل في مرحلة النضج (النسبة الهيبسومترية التكاملية < 60%) ومازال يتميز بارتفاع نسبة الحت على الترسيب وهذا العمل الهدمي سوف يعمل على ترسيب أطنان من الرواسب في الأجزاء السفلية للحوض.

الشكل (1) المعامل الهيبسومتري لحوض واد أمحيرث



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGis 10.8، وأنموذج الارتفاع الرقيم DEM

4. حساب انحدار الحوض Slope: يُعدّ انحدار سطح الأرض أحد الخصائص التضاريسية المهمة؛ وذلك لتحكمه في سرعة الجريان المائي سواء في قنوات محددة وواضحة أو في شكل غطاءات فيضانية، كما يؤثر في كفاءة المجاري المائية على نقل الرواسب، إذ كلّما زاد انحدار سطح الأرض زادت سرعة الجريان السطحي وزادت بالتالي قدرته على النحت والنقل. وتفيد معرفة طبيعة الانحدار كثيرا في التخطيط التنموي وإقامة المشاريع المائية والتنموية وتحديد الأماكن الصالحة لإنشاء السدود. ولمعرفة طبيعة خصائص الانحدار في حوض وادي أمحيرث

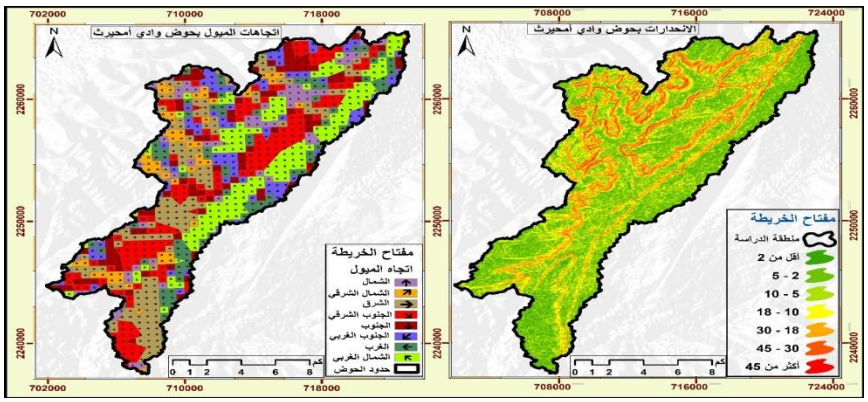
تَمّ حساب الانحدار بطريقة آلية من أنموذج الارتفاع الرقمي dem لمنطقة الدراسة باستخدام برنامج ArcGIS، وتمّ بالمعالجة استخراج الجدول رقم (4) الذي يظهر فئات الانحدار وفقًا لتصنيف "يونج" ومساحة كل من تلك الفئات في منطقة الدراسة ونسبها المئوية وتظهر نتائج الجدول أنّ أكثر من 35% من مساحة الحوض يزيد انحدارها على 10 درجات مما سيكون له دور كبير في تسريع قوة الجريان وشدة عمليات التعرية خاصة في الأجزاء العليا منه حيث تتركز الانحدارات الشديدة كما هو واضح من الخريطة رقم (4) التي تبيّن طبيعة الانحدار في حوض واد أمحيرث. وتفسّر نسبة المفتتات والرواسب الكبيرة التي يحملها السيل السر وراء ردم السدود التي أقيمت حتى الآن على مجرى هذا الوادي.

الجدول (4) مساحة ونسبة فئات الانحدار في حوض وادي أمحيرث.

فئات الانحدار	الوصف	المساحة (كم²)	النسبة %
أقل من – 2	انحدار شبه مستوي إلى خفيف جدًا	17.18	08.33
5 – 2	انحدار خفيف	59.57	28.71
10 – 5	انحدار متوسط	55.99	26.99
18 – 10	انحدار فوق المتوسط	31.20	15.07
30 - 18	انحدار شديد	31,45	15.20
45 -30	انحدار شديد جدًا	11.51	5.53
أكثر من 45	انحدار رأسي	0.82	0.4
المجموع	-	**207.96**	**100**

المصدر: سلامة حسن رمضان، أصول الجيومورفولوجيا، دار الميسر للنشر والتوزيع، عمان، 2004، ص141. وعمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGis 10.8، وأنموذج الارتفاع الرقيم DEM.

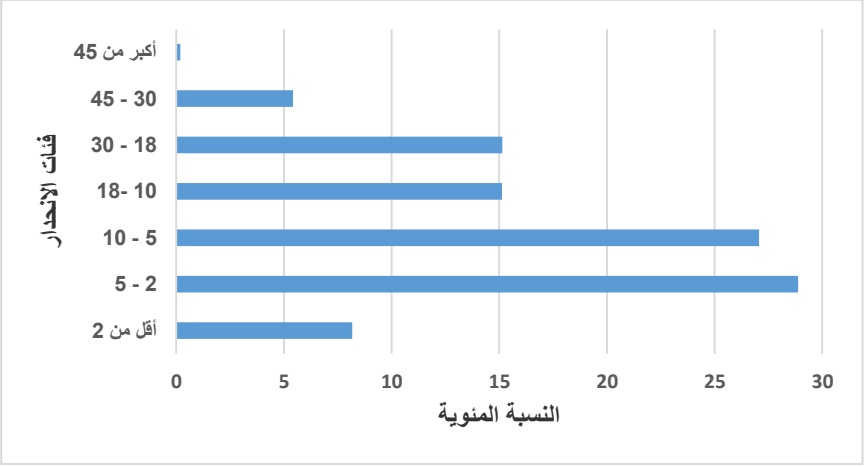
الخريطتان (4، 5) تبينان من اليمين لليسار الانحدارات واتجاه الميول بحوض وادي أمحيرث.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على أنموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج ArcGis 10.8

تُظهر بيانات الشكل رقم (2) أنّ الفئة الانحدارية التي تتراوح قيمتها بين (2-5) هي الفئة الانحدارية المهيمنة على الفئات الانحدارية في حوض وادي أمحيرث بنسبة 28,71% من المساحة الإجمالية للحوض وهي فئة ذات انحدار خفيف تليها الفئة الانحدارية التي تتراوح قيمتها بين (5-10) و بنسبة 26,99% من مساحة الحوض، في حين تمثّل فئات الانحدار الشديد أي الفئات التي يزيد انحدارها على 18 درجة ما نسبته21,2% من المساحة الكلية للحوض، وهذا يشير إلى أهمية وتنوع الانحدار في حوض وادي أمحيرث.

الشكل (2) النسب المئوية لفئات الانحدار في حوض وادي أمحيرث.



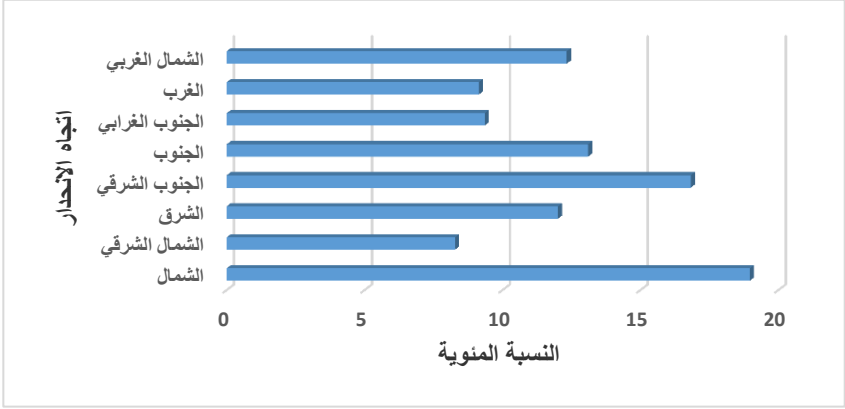
المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (4).

5. خصائص الميول: يقصد بالميل وجهة المنطقة المرتفعة أو وجهة التل أو المنحدر، وتأتي اتجاهات الانحدارات بمثابة مرآة عاكسة للعوامل البنيوية والتركيبية والتضاريسية للسطح (الحيالي، 2021، ص54). كما تبرز أهمية دراسة اتجاه الانحدار في التخطيط الموضوعي للمشروعات خاصة الزراعية منها إضافة إلى معرفة نقاط تجمع مياه الأودية ومعرفة اتجاه الجريان. ويتم قياس المظهر باتجاه عقرب الساعة بالدرجات يبدأ من الشمال بالدرجة صفر ثم ينتهي مرة أخرى بالشمال مكملًا دورة كاملة (360 درجة) لكل خلية موجودة في أنموذج الارتفاع الرقمي. وتمثّل الخريطة رقم (5) اتجها الميل في منطقة الدراسة.

تتوزع فئات توجيه السفوح بالحوض النهري لوادي أمحيرث بشكل شبه منتظم (الشكل 3) وتهيمن السفوح ذات الاتجاه الشمالي بنسبة 18,96% من المساحة الإجمالية للحوض،

تليها السفوح ذات الاتجاه الجنوبي الشرقي بنسبة 16,82%، ثم السفوح ذات الاتجاه الجنوبي بنسبة 13,1%، والسفوح الشمالية الغربية بنسبة 12,33%، وهذا الشكل التوزيع يظهر أنّ نسبة مهمة من أراضي الحوض خاصة تلك المنحدرات المتجه نحو الشمال والشمال الغربي تكون أقل عرضة لأشعة الشمس بدرجة كبيرة فضلًا عن كون بعض الوديان التي تشرف عليها الحواف من الشرق والغرب تتعرض لفترة تظليل طويلة صباحا وبشكل مبكر مساء مما يخفف من حدة تعرضها لأشعة الشمس لفترة طويلة وهو ما من شأنه أنْ يسمح للتربة بالاحتفاظ بالرطوبة لفترة أطول عكس السفوح الجنوبية التي تتعرض لفترات تسخين طويلة مما يعمل على حدة زيادة تجفيف التربة من الرطوبة بها.

الشكل (3) النسب المئوية لاتجاهات الميول في حوض وادي أمحيرث.



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGis 10.8، وخريطة الانحدارات.

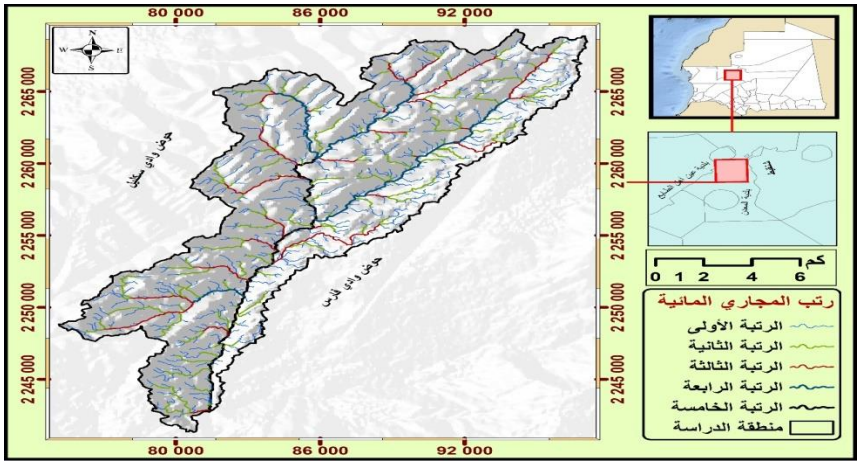
رابعًا: الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف النهري لحوض وادي أمحيرث:

1. رتب المجاري المائية Stream orders: يُعدّ التعرّف على النظام الرتبي للمجاري المائية من العناصر المهمة في دراسة خصائص شبكات التصريف لتأثيره في تحديد السمات المورفومترية والهيدرولوجية للأحواض. وأظهرت نتائج الدراسة للبيانات المكانية باستخدام برنامج ArcGis 10.8 وباستخدام أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييزية 30م مراتب الشبكة المائية ومجموع أطوال كل رتبة وهو ما يظهر من الجدول (5) والخريطة رقم (6)، وتمّ تصنيف الرتب في هذه الدراسة بناء على طريقة استريلر لترتيب المجاري المائية لسهولة تطبيقها ولشيوع استخدامها بين الباحثين. ولوحظ أنّ أعداد المجاري تتناقص بسرعة

مع زيادة الرتبة وهذا ما يتفق مع ما ذكره هورتون في قانونه المتعلق بعدد المجاري المائية (أبو العينين، 1999، ص95).

2. أطوال الأودية Stream length: يقصد بطول المجاري المائية مجموع أطوال المجاري المائية على مستوى الحوض (كم) إضافة إلى أطوال هذه المجاري على مستوى الرتب، ويؤثر طول المجاري على خطورة السيل إذ إنّ المجاري الطويلة يستغرق بها الجريان وقتًا طويلًا حتى تصل المياه إلى مخرج الوادي بالإضافة إلى ما يفقد بالتبخر والتسرب في هذه الرحلة الطويلة. والملاحظ في أغلب الأحيان أنّ مجموع أطوال المجاري المائية يقل بالانتقال من رتبة نهرية إلى رتبة نهرية أعلى منها (عنيبة، 2018، ص207)، وهو ما حدث بالفعل في منطقة الدراسة.

الخريطة (6) الشبكة النهرية لحوض وادي أمحيرث.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على أنموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج ArcGis 10.8.

الجدول (5) بعض خصائص الشبكة المائية لحوض واد أمحيرث.

الرتب النهرية	طول المجاري	عدد المجاري	معدل اطوال المجاري	نسبة التشعب	عدد المجاري في رتبتين متتاليتين	نسبة التشعب × عدد مجاري رتبتين متتاليتين	معدل التشعب
1	262.65	597	0.44	4.01	746	2991.46	
2	121.69	149	0.82	4.96	179	887.84	
3	57.68	30	1.92	7.5	34	255	4154.3
4	31.09	4	7.77	4	5	20	964
5	22.76	1	22.76	-	-	-	4.31 =
المجموع	495.87	781	33.71	20.47	964	4154.3	

المصدر: من حسابات الباحث اعتمادا على أنموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج ArcGis 10.8.

وصل العدد الإجمالي للمجاري المائية في حوض واد المحيرث إلى 781 مجرى وبطول إجمالي بلغ 495.87 كم، وعلى مستوى الرتب بلغ عدد المجاري في الرتبة الأولى 597 مجرى ووصل طول مجاريها 262.65 كم، في حين كان عدد المجاري في الرتبة الثانية 149 مجرى وطول مجاريها 121.69 كم، أمّا الرتبة الثالثة فبلغ عدد مجاريها 30 مجرى وطولها 57.68 كم، وفي المرتبة الرابعة كان عدد المجاري 4 مجرى وبطول 31.1 كم، وفي الرتبة الخامسة فكان مجرى واحد وبطول بلغ 22.76 كم، وهو ما يظهر من الجدول رقم (5). ولمعرفة معدل أطوال المجاري المائية في كل مرتبة رغم أنّها متباينة الأطوال من مكان لآخر ثم اتباع القانون التالي (الدليمي، 2014، ص354):

$$\text{معدل طول المجاري في مرتبة ما} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري في مرتبة ما}}{\text{عدد المجاري في نفس المرتبة}}$$

بعد تطبيق المعادلة السابقة تراوح معدل طول المجاري المائية بين 0.44 كم في الرتبة الأولى و22,76 كم في الرتبة الخامسة، في حين بلغ المعدل العام لطول المجاري المائية في الحوض إلى 0.63 كم وهو ما يمكن ملاحظته من معطيات الجدول رقم (5).

3. نسبة التشعب النهري Bifurcatio ratio: وتشير إلى النسبة بين عدد المجاري لرتبة ما إلى عدد المجاري في الرتبة التي تليها وغالبًا ما تتراوح نسبتها بين (3–5) وهي من المؤشرات المهمة في الدراسات المورفومترية؛ لأنّها تظهر حجم العلاقة بين التصريف ومعدل التفرع للمجاري المائية وعادة ما تكون نسبة التشعب على قدر كبير من الثبات وذلك في حالة عدم وجود تأثيرات للعوامل الجيولوجية (خطاب، 2013، ص200). وتتناسب نسبة التشعب طرديًا مع ازدياد كمية المياه؛ أي أنّه كلّما ازدادت نسبة التشعب ازدادت كمية المياه الجارية في المجرى المائي الواحد. ولحساب نسبة التشعب في حوض منطقة الدراسة تمّ الاعتماد على العلاقة الرياضية التالية (الشمري، 2021، ص167).

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري في رتبة ما}}{\text{عدد المجاري في الرتبة التي تليها}}$$

وبناء على معطيات الجدول رقم (5) بلغ المعدل العام لنسبة التشعب (4.31) وهي نسبة متوسطة تدل على تشابه البنية الجيولوجية والتضاريس والمناخ في منطقة حول الدراسة، أمّا

نسبة التشعب لرتب المجاري المائية الخمس في الحوض فقد تراوحت بين (4و4.96) وهي نسبة تشعب متوسطة تشير إلى تجانس الظروف الطبيعية في الحوض النهري، باستثناء المرتبة الثالثة التي بلغت نسبة تشعبها (7,5) وهي نسبة أعلى من المتوسط تدل على أنّ المنطقة تتكون من صخور قليلة الصلابة وأراضيها رديئة وذات انحدار شديد وذلك ما يزيد من فاعلية نشاط التعرية المائية

4. النسيج الحوضي Texture ratio: يستخدم معيار النسيج الحوضي مؤشرًا لمعرفة طبيعة تضرس سطح الأرض، ومدى تقطها وكثافة التصريف فيها، ويعد ارتفاع قيمته دليلًا على زيادة اقتراب الأودية من بعضها البعض، وتزاحم خطوط الشبكة التصريفية بأعداد الأودية دون حساب أطوالها، ويعتمد على عدد الأودية في كم^2 الواحد، فيكون النسيج خشنًا إذا كان عدد الأودية أقل من (4)، ومتوسط بين (4–10) وناعمًا إذا كان أكثر من (10). ويستخرج وفق المعادلة الآتية (الزهراني، 2021، ص42):

$$\text{نسيج الحوض} = \frac{\text{عدد أودية الحوض}}{\text{محيط الحوض}}$$

تبيّن بتطبيق المعادلة على حوض واد أمحيرث أنّ نسبة النسيج الحوضي بلغت 6.79 وهي نسبة متوسطة بسبب تباين الصخور وطول المسافة من المنبع إلى المصب.

5. كثافة التصريف Drainage density: يُعدّ الجيومورفولوجي الأمريكي (هورتون) أول من وجه الأنظار إلى دراسة كثافة التصريف النهري، إذ أشار إلى أنّ هذا المفهوم يعبر عن العلاقة النسبية بين أطوال المجاري ومساحة أحواضها (أبوالعز، 1971، ص197). فهي إذًا تعبر عن مدى انتشار وتفرع شبكة الصرف ضمن مساحة الحوض النهري (الجوذري، 2019، ص120). وتتأثر بالعوامل التضاريسية والجيولوجية والمناخية فضلًا عن نوعية التربة والغطاء النباتي. وهي من المقاييس المورفومترية المهمة لكونها تعبر عن العلاقة بين أطوال المجاري ومساحة الحوض وتعكس نشاط صورة التعرية المائية. وتتوقف كثافة التصريف على كميات الأمطار الساقطة على الحوض ومعدلات التبخر والتسرب والنفاذية (العبدان ومعروف، 2015، ص136). ويُعدّ المناخ وشكل سطح الأرض المسؤولان عن الكثافة التصريفية بنسبة (97%) (كاظم، 2015، ص72)ويمكن استخراجها من المعادلة الرياضية الآتية (حمدان وأبو عمر، 2010، ص657):

$$\text{كثافة التصريف} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري المائية كم}}{\text{مساحة الحوض كم}^2}$$

عند تطبيق هذه المعادلة على حوض وادي أمحيرث ومن ملاحظة بيانات الجدول رقم (6) وصلت كثافة التصريف في الحوض إلى 2.38كم/كم^{2}وهي قيمة منخفضة وهو ما يعني أنّ الحوض يندرج تحت فئة الأحواض قليلة الكثافة التصريفية أو الخشنة السطح، ويفسّر ذلك بشدة المنحدرات الجبلية المقابلة للحوض والتي تنحدر منها المجاري المائية الأولية، فضلًا عن دور نفاذية الصخور، وبسبب الظروف المناخية الجافة السائدة حاليًا والعاجزة عن زيادة أعداد المجاري المائية وأطوالها في منطقة الدراسة.

6. التكرار النهري Stream frequency: يعبر معدل تكرار المجاري عن العلاقة بين أعداد المجاري في حوض ما ومساحته، وهو يعطي صورة جيدة عن مدى تقطع سطح حوض التصريف، فضلًا عن كفاءة شبكة التصريف في سرعة نقل المياه. وتشير القيم المرتفعة لهذا المعامل إلى إمكانية عالية لتجميع المياه داخل حوض التصريف ومن ثَمّ إحداث جريان سطحي بصورة أكبر، كما تشير إلى شدة تقطيع الحوض بالروافد، بينما تشير القيم المنخفضة إلى وجود عدد قليل من الروافد، مما يقلل من فرصة حدوث السيول ويزيد من فرصة تسرب المياه. ويستخرج معامل تكرار المجاري بالعلاقة الرياضية التالية (الرواشدة وآخرون، 2017، ص982):

الجدول (6) بعض خصائص التصريف النهري في حوض واد أمحيرث.

المتغير المورفومتري	الكثافة التصريفية كم/كم^2	معدل التكرار النهري	شدة التصريف
القيمة	2.38	3.75	1.57

المصدر: عمل الباحث اعتمادًا على برنامج ArcGis 10.8 وتطبيق بعض المعاملات الرياضية.

$$\text{معدل التكرار النهري} = \frac{\text{مجموع عدد المجاري المائية بجميع رتبها في الحوض}}{\text{مساحة الحوض كم}^2}$$

وبتطبيق هذه المعادلة بلغ التكرار النهري في حوض واد أمحيرث 3.75 مجرى في الكيلومتر المربع وهو ما يعني انخفاض التكرار النهري في الحوض ما يشير إلى ضعف عمليات الحت الناتجة عن ظروف الجفاف السائد، وأنّ هناك مساحات واسعة مازالت معرضة للحت إذا توافرت الظروف المناخية الملائمة لذلك، كزيادة التساقط المطري.

7. شدة التصريف Drainage intensity: يعود هذا المتغير إلى فانيران (1968) Faniran وفيه يتم تحديد شدة التصريف النهري عن طريق قسمة تكرار المجاري المائية أو ما يُعرف بالتكرار النهري على كثافة التصريف، لتدل القيم المنخفضة لهذا المتغير على أنّ عمليات التعرية المائية ذات تأثير ضعيف على سطح الحوض، كما تدل على انخفاض كل من كثافة التصريف والتكرار النهري، مما يعمل على بطء الجريان السطحي للمياه في الحوض (Pareta, Pareta 2012, p85). ومن بيانات الجدول رقم (6) يتضح أنّ قيمة شدة التصريف في حوض منطقة الدراسة بلغت 1.57 وهي قيمة منخفضة تدل على بطء الجريان السطحي وانخفاض احتمالية حدوث الفيضانات.

خامسًا: الخاتمة: وتتمثّل في مجموعة من النتائج والتوصيات.

النتائج:

يمكن الخروج من العرض السابق بجملة من النتائج منها:

أ. تمّ استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية للتعرّف على الخصائص المورفومترية لحوض الصرف المائي في حوض وادي أمحيرث والذي بلغت مساحته 207.96 كم^2، ومحيطه 114.86 كم، كما تبيّن من التحليل أنّ شكل الحوض يقترب من الشكل المستطيل أكثر من الشكل الدائري وبالتالي يحتاج إلى وقت أكثر نسبيًا حتى يصل قمة جريانه مما يقلل من خطر تعرضه للفيضانات وسهولة التعامل معها والتقليل من خطرها في حال وقوعها.

ب. يتميز واد أمحيرث بشدة تضرس سطحه وبلغت قيمة الوعورة به إلى 1.18، كما بيّنت الدراسة بالتحليل الهيبسومتري أنّ الحوض يدخل في بداية مرحلة النضج.

ج. وصلت شبكات التصريف المائي لحوض الوادي إلى الرتبة الخامسة، وبلغ مجموع أعداد الأودية بها إلى 781 مجرى، تستحوذ الرتبة الأولى والثانية على ما مجموعه 746 مجرى أي نسبة 95,5% من إجمالي المجاري في الحوض، أمّا مجموع أطوال المجاري فبلغ 495.87 كم، في حين وصل المعدل العام لنسبة التشعب إلى 4.31. وهو ما يشير إلى التجانس النسبي للطبيعة الصخرية والظروف المناخية في المنطقة.

د. يتميز الحوض بانخفاض كثافته التصريفية التي بلغت 2.38 كم/كم^2 بسبب وقوع المنطقة في نطاق المناخ الجاف وشبه الجاف.

هـ. فعالية استخدام نظم المعلومات الجغرافية وأنموذج الارتفاع الرقمي في دراسة الظاهرات الجيوموفولوجية وإجراء القياسات المورفومترية الدقيقة وفي بناء قاعدة بيانات جغرافية لموضوع الدراسة.

التوصيات:

بناء على نتائج الدراسة يمكن تقديم جملة من التوصيات على النحو الآتي:

أ. استخدام التقنيات الحديثة لنظم المعلومات الجغرافية للاستفادة القصوى من نتائجها الدقيقة والسريعة إلى جانب الدراسات الميدانية.

ب. ضرورة توجيه الاهتمام في منطقة جافة كموريتانيا إلى دراسة شاملة للأحواض المائية لتحقيق الاستفادة القصوى منها كثروة طبيعية.

ج. إنشاء سد بالمعايير الدولية في مجرى واد أمحيرث من أجل الاستفادة من الجريان السطحي في الحوض في إحداث نقلة تنموية في المنطقة، وإقامة مجموعة من السدود الترابية على المجاري الثانوية بهدف زيادة تغذية الطبقة الجوفية التي تُعدّ المصدر الوحيد للمياه في المنطقة.

المصادر والمراجع:

– آل سعود، مشاعل بنت محمد، (2014)، **دراسة هيدرولوجية، واد السلى بمنطقة الرياح**، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، المملكة العربية السعودية، الرياض.

– أبو العينين، حسن سيد أحمد، (1999)، **حوض وادي دبيا في دولة الإمارات العربية المتحدة**، جامعة الكويت، الكويت.

– أكبر، عبد الله خالد، وسلمان، نيران محمود، (2015)، **الخصائص المورفومترية لحوض الرياضية في قضاء عنه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية**، مجلة أوروك، جامعة المستنصرية، كلية التربية، بغداد: (8) (4).

– بدوي، عطا الله محمد أحمد وآخرون، (2019)، **استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة الضوابط الهيدروجيومورفولوجية للجريان السيلي وأثره على التنمية بمدينة شرم الشيخ**، مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوغرافية، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة المنوفية، المؤتمر الجغرافي الثاني "التنمية المستدامة في الوطن العربي بين الامكانيات وطموحات الشعب"، الجزء الثاني.

– تراب، محمد مجدي، (1997)، **التطور الجيوموفولوجي لحوض واد القصيب بالنطاق الشرقي لشبه مدينة سيناء**، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية (30).

– جابر، أحمد عبد الستار، (2020)، **دقة التمييز المكاني لنموذج الارتفاع الرقمي وانعكاساتها على القياسات المورفومترية–حوض بندوية دراسة حالة**، حوليات آداب عين شمس، (48).

– الجبوري، دلي خلف حميد، وخضير، ضاحي خضر عباس، (2023)، **التحليل المورفومتري لحوض واد القصر في قطاء الشرقاط**، مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية: (30) (2).

– جودة، حسين جودة وآخرون، (1991)، **وسائل التحليل الجيومورفولوجي**، دار المعارف، القاهرة.

– الجوذري، علي حمزة عبد الحسين، (2019)، **هيدروجيوموفولوجية حوض وادي ناشريان شمال شرقي محافظة ميسان**، رسالة دكتوراة (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة واسط، واسط.

– حمدان، صبري مُحَمَّد، وأبو عمر، صالح مُحَمَّد، (2010)، **بعض الخصائص المورفومترية للجزء الأعلى من حوض الرمينمين وسط غرب الأردن باستخدام الطرق التقليدية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (دراسة مقارنة)**، مجلة جامعة الأزهر، سلسلة العلوم الإنسانية: (12) (2).

– الحيالي، شيماء باسم عبد القادر، (2021)، **المخاطر الهيدرولوجية للأحواض المائية في منطقة عقرة**، أطروحة دكتوراه، (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الموصل.

– خطاب، مُحَمَّد إبراهيم، (2013)، **استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة جيومورفولوجية الأودية شرق سوهاج بين وادي أبو شيخ ووادي قصب**، أطروحة دكتوراة (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة القاهرة، القاهرة.

– الخفاجي، سرحان نعيم، (2016)، **الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض واد قرين الثماد في بادية النجف**، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية، جامعة بابل: (26).

– الدارجي، سعد عجيل مبارك، 2014، **أساسيات علم أشكال سطح الأرض المورفولوجي**، مكتبة الغيداء للتحضير الطباعي، بغداد، ط2.

– الدارجي سعد عجيل مبارك، (2019)، **الجيوموفولوجيا التطبيقية**، دار الحداثة للطباعة والنشر بغداد.

– الدليمي، حلف علي حسين، (2014)، **علم شكل الأرض التطبيقي الجيومورفولوجيا التطبيقية**، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان.

– الرواشدة وآخرون، (2017)، **الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي الحسا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج الارتفاع الرقمي**، مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الإنسانية): (31) (6).

– السبيعي، سليمان يحي سليمان، (2016)، **جيومورفولوجية، حوض واد تلال في ليبيا باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية**، رسالة دكتوراة (غير منشورة)، جامعة بنها، بنها.

– سلامة، حسن رمضان، (2004)، **أصول الجيومورفولوجيا**، دار الميسر للنشر والتوزيع، عمان.

– الشمري، مُحَمَّد هاشم عبد الرحمن محيي، (2021)، **تقييم المخاطر الهيدروجيوموفولوجية لمنطقة بشرة في محافظة السليمانية**، أطروحة دكتوراة (غير منشورة)، كلية التربية بن رشد للعلوم الإنسانية. جامعة بغداد.

– صالح، محمود علي المبروك، والسبيعي، سليمان يحيى، (2022)، **حوض وادي السهل الغربي بهضبة البنطان (دراسة جيومورفولوجية) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية**، مجلة جامعة سرت للعلوم الإنسانية: (12) (1).

– أبو العز، صفي الدين مُحَمَّد، (1971)، **جمورفولوجية قشرة الأرض**، دار الفكر العربي المعاصر، القاهرة.

– الضراط، جابر فتح الله، (2018)، **الخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض واد السهل الغربي غرب مدينة طبرق شمال شرق ليبيا**، مجلة جامعة سرت العلمية (8) (2).

– طلق، ناجي محمود، والورافي، مُحَمَّد عبد أحمد، (2022)، **التحليل المورفومتري لحوض التصريف السطحي لمدينة إب ومدلولاتها الهيدرولوجية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية**، المجلة الإفريقية للدراسات المتقدمة في العلوم الإنسانية والاجتماعية: (1) (3).

– العبدان، رحيم حميد، ومعروف، بشار فؤاد، (2015)، **التحليل المورفومتري لخصائص الشبكة النهرية لحوض وادي أبو خضير في بادية السلمان جنوب غرب العراق**، مجلة البحوث الجغرافية، العدد(22).

– العجمي، زمزم عبد الله مُحَمَّد، (2024)، **التحليل المورفومتري لحوض وادي شاحك بمحافظة صنعاء**، مجلة مركز بابل للدراسات الإنسانية: (14) (2).

– عمران، انتظار مهدي وعبد الرحمن، هالة مُحَمَّد، (2020)، **حوض وادي بيارة في شمال العراق (دراسة مورفومترية)**، حوليات آداب عين شمس المجلد 48، جامعة عين شمس.

– عنيبة، عمر مُحَمَّد علي، (2018)، **تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي ساسو باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية**، مجلة أبحاث، جامعة سرت: (12).

– كاظم، وسن مُحَمَّد علي، (2015)، **التحليل المورفومتري لحوض سامراء في العراق**، مجلة المستنصرية للدراسات العربية والدولية، كلية التربية، جامعة المستنصرية: (51).

– كليو، عبد الحميد، (1988)، **أودية جافة حال الزور بالكويت دراسة جيومورفولوجية**، سلسلة علمية تصدر عن وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية.

– الودعاني، إدريس علي سلمان، (2014)، **مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غربي المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي)**، مجلة جامعة جازان: (3) (1).