Taj Al-Ma'rifa Journal مجلة تاج المعرفة
ISSN : 3104-8846, ISSN-L: 3104-8838

Morphometric characteristics of the Umm Al Saffar Valley basin, located in northwestern Libya, using Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing techniques

*** Sifaw Said Yousef Kakeh**
The Libyan Academy for Graduate Studies - Janzour
sifawkakeh@gmail.com

[2] Abdulhakim M.Khmag
The Libyan Academy for Graduate Studies - Janzour
Abdulhakim.Khmag@academy.edu.ly

*Corresponding Author: * Sifaw Said Yousef Kakeh

Keyword
Wadi Umm Al-Saffar , Remote Sensing , Geographic Information Systems (GIS) , Nafusa Mountain.

Abstract
This study aims to analyze the morphometric characteristics of the Umm Al-Saffar Valley basin, located in northwestern Libya, using Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing techniques. The study relied on a Digital Elevation Model (DEM) to delineate the basin boundaries and extract the drainage network, slope, aspect, and relief characteristics.
The results showed that the basin area is 111.71734 km², its perimeter is 70.660332 km, and its basin length is approximately 25.5 km. The elevation within the basin ranges between 231 and 702 meters, with a total relief difference of 471 meters.
The shape indices indicate that the basin tends to have an elongated form, as the elongation ratio reached approximately 0.47, the form factor was 0.17, and the circularity ratio was about 0.28. These values suggest that the basin has a relatively gradual surface runoff response compared with circular basins. The study also emphasizes the importance of GIS in the quantitative analysis of drainage basins and in supporting geomorphological and hydrological studies.

Received : 20/04/2026 Accepted : 06/05/2026
DOI: https://doi.org/10.64943/jkc.2026.040217

Copyright © 2026 JKC ; Published by Higher Institute of Science and Technology, Tajoura, Libya
This is an open access article licensed under CC BY: (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

الخصائص المورفومترية لحوض وادي أم الصفار باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS- جبل نفوسه-ليبيا

* السيفاو سعيد يوسف كاكح

الأكاديمية الليبية للدراسات العليا - جنزور

sifawkakeh@gmail.com

[2] عبد الحكيم إمحمد خماج

الأكاديمية الليبية للدراسات العليا - جنزور

Abdulhakim.Khmag@academy.edu.ly

*الباحث المرسل: * السيفاو سعيد يوسف كاكح

الكلمة المفتاحية: *وادي أم الصفار ، الاستشعار عن بُعد (R.S) ، نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، جبل نفوسه.*

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي أم الصفار الواقع في شمال غرب ليبيا باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. اعتمدت الدراسة على نموذج الارتفاع الرقمي DEM لاستخلاص حدود الحوض، شبكة التصريف، الانحدار، اتجاه الانحدار، والتضاريس. أظهرت النتائج أن مساحة الحوض تبلغ 111.71734 كم²، ومحيطه 70.660332 كم، بينما يبلغ طول الحوض حوالي 25.5 كم. كما تراوح الارتفاع داخل الحوض بين 231 و702 متر، بفارق تضاريسي يبلغ 471 مترًا. وتشير المؤشرات الشكلية إلى أن الحوض يميل إلى الشكل الطولي، حيث بلغ معامل الاستطالة حوالي 0.47، ومعامل الشكل 0.17، ونسبة الاستدارة حوالي 0.28. وتعكس هذه القيم قابلية الحوض لتجميع الجريان السطحي بصورة تدريجية نسبيًا مقارنة بالأحواض الدائرية. وتؤكد الدراسة أهمية نظم المعلومات الجغرافية في التحليل الكمي للأحواض المائية ودعم الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية.

تاريخ الإستقبال: 2026/04/20 تاريخ القبول: 2026/05/06

DOI: https://doi.org/10.64943/jkc.2026.040217

المقدمة:

تعد دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض المائية من الموضوعات الأساسية في الجيومورفولوجيا التطبيقية والهيدرولوجيا، لأنها توفر وصفًا كميًا لشكل الحوض، شبكة التصريف، التضاريس، والانحدار. وتساعد هذه الخصائص في فهم طبيعة الجريان السطحي، قابلية الحوض للتعرية، وسرعة استجابة الحوض للأمطار. وقد أشار Horton إلى أن شبكة التصريف يمكن التعبير عنها كميًا من خلال الرتب النهرية، أطوال المجاري، كثافة التصريف، ونسب التشعب، وهي مؤشرات مهمة لفهم تطور الأحواض المائية (Horton, 1945). كما ساهم Strahler في تطوير منهجية ترتيب المجاري المائية والتحليل التضاريسي، حيث أصبحت رتب المجاري من أكثر الأدوات استخدامًا في تحليل شبكات التصريف ضمن بيئات نظم المعلومات الجغرافية (Strahler, 1952).

وتكتسب دراسة حوض وادي أم الصفار أهمية خاصة بسبب موقعه في بيئة شبه جافة، حيث يكون للجريان السطحي المفاجئ والتعرية المائية أثر واضح في تشكيل السطح

ويمكن توضيح معالم دراسة الموضوع على النحو الاتي:

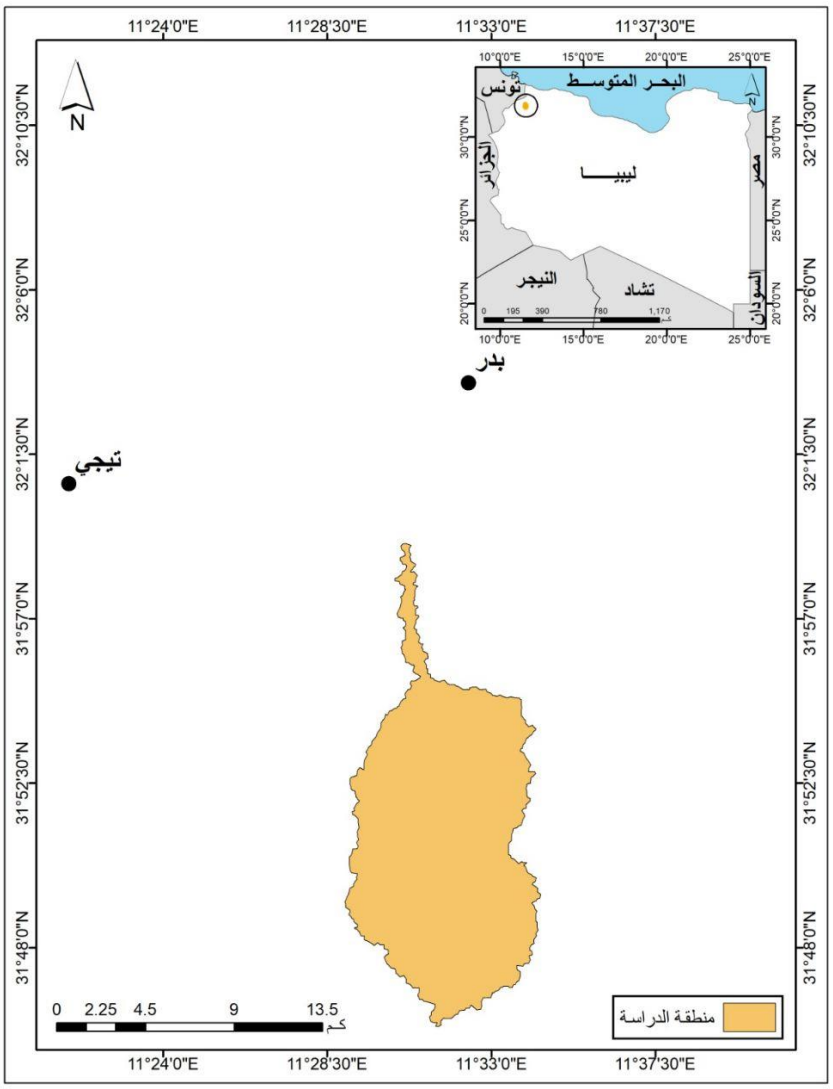
1. منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي أم الصفار في شمال غرب ليبيا، بالقرب من الحدود الليبية التونسية، ضمن نطاق إحداثي تقريبي يمتد بين خطي طول E ″00 ′27 °11 و ″30 ′37 °11 شرقا وبين دائرتي عرض N ″00 ′48 °31 و N ″30 ′58 °31 شمالا .

بناءً على المعالجة الرقمية والتحقق الميداني، تبلغ مساحة الحوض 111.71734 كم². ووفقاً للتصنيفات الهيدرولوجية القياسية للأحواض المائية (مثل تصنيف موريساوا)، فإن الأحواض التي تقع مساحتها بين 100 و 500 كم² تُصنف على أنها "أحواض متوسطة المساحة" (Medium-sized basins)، وهو المقياس العلمي المعتمد في هذه الدراسة لتوصيف مساحة الحوض.

أما طول الحوض، فقد تبين من خلال مراجعة الخرائط والتحقق من الواقع الجغرافي أن الطول يبلغ 25.5 كم؛ حيث تضمن القياس الامتداد الكامل للوادي بما في ذلك جزؤه الجنوبي (المنبع الأعلى)، متجاوزاً القصور البصري الذي قد يظهر في السهم المستقيم القصير لبعض الخرائط التخطيطية.

شكل(1) موقع حوض وادي أم الصفار



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS

2.مشكلة الدراسة.

تمثل مشكلة الدراسة في الحاجة إلى فهم الخصائص المورفومترية لحوض وادي أم الصفار بصورة كمية دقيقة، نظرًا لما لهذه الخصائص من دور مهم في تفسير طبيعة الجريان السطحي، وتحديد قابلية الحوض للتعرية، وفهم سلوكه الهيدرولوجي أثناء فترات الهطول المطري (Horton, 1945; Schumm, 1956). وعلى الرغم من أهمية الأحواض الجافة وشبه الجافة في ليبيا، إلا أن العديد منها لم يحظَ بدراسات تفصيلية تعتمد على التقنيات الرقمية الحديثة في استخراج وتحليل خصائصها المساحية والشكلية والتضاريسية. لذلك تسعى هذه الدراسة إلى الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي: ما الخصائص المورفومترية لحوض وادي أم الصفار، وما دلالاتها الجيومورفولوجية والهيدرولوجية عند تحليلها؟

3- الدراسات السابقة

استند البحث الحالي على جملة من الدراسات السابقة التي وضعت الأطر النظرية والرياضية للتحليل الهيدرولوجي والمورفومتري؛ ومن أبرزها دراسة ميلر (Miller, 1953) التي ركزت على الخصائص الشكلية ونسبة الاستدارة وعلاقتها بالطاقة الهيدرولوجية للحوض، ودراسة شوم (Schumm, 1956) التي طورت مؤشرات الاستطالة ونسب الارتفاع وعلاقتها بإنتاج الرواسب، بالإضافة إلى دراسة موريساوا (Morisawa, 1959) التي بحثت علمياً في العلاقة المباشرة بين الخصائص المورفومترية المقاسة وحجم الجريان المائي الفعلي.

واستخلص الباحثان بأن الاعتماد على هذه الأدبيات الراسخة يتيح استخراج المؤشرات المورفومترية بدقة مكانية عالية عند ربطها ببيانات الارتفاعات الرقمية المتعلقة بمنطقة البحث خصوصا وأنه في حدود علمهما لم تدرس دراسة مورفومترية من قبل.

4. أهداف الدراسة.

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية:

1. تحديد الموقع الجغرافي الدقيق لحوض وادي أم الصفار باستخدام الإحداثيات القياسية المصححة.
2. استخلاص وتحديد حدود الحوض كاملة دون إغفال أجزائه الجنوبية.
3. حساب الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية للحوض بالاعتماد على المعادلات الرياضية القياسية.
4. تفسير الدلالات الهيدرولوجية للمؤشرات المستخرجة وبيان سلوك الجريان المائي.

5. أهمية الدراسة.

تنبع أهمية هذه الدراسة من كونها تقدم تحليلًا كميًا للخصائص المورفومترية لحوض وادي أم الصفار، وهو ما يساعد في فهم طبيعة الحوض وسلوكه الجيومورفولوجي والهيدرولوجي. وتعد المؤشرات المورفومترية أداة مهمة في تفسير طبيعة الجريان السطحي والتعرية وتطور شبكة التصريف.

كما تسهم الدراسة في دعم التخطيط البيئي وإدارة الموارد المائية، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتعرض أحيانًا لجريان سطحي مفاجئ نتيجة الأمطار الغزيرة. وتكمن الأهمية التطبيقية للدراسة في إمكانية الاستفادة من نتائجها في تحديد المناطق الأكثر قابلية للتعرية، وفهم اتجاهات الجريان السطحي، ودعم الدراسات المستقبلية المتعلقة بمخاطر السيول وإدارة الأحواض المائية.

6. منهجية الدراسة والبرامج المستخدمة والمعادلات المعتمدة

اعتمدت الدراسة على المنهج الكمي التحليلي باستخدام بيئة نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. ولضمان المنهجية العلمية الصارمة، تم توظيف المعادلات الرياضية القياسية المستقاة من

الدراسات السابقة لحساب المؤشرات المورفومترية، وهي موصوفة ومحددة برموزها ودلالاتها كما يلي:

1. معامل الشكل (R_f - Form Factor): حسب معادلة هورتون (Horton, 1945):

$$FR = A/L^2$$

حيث (A) هي مساحة الحوض، و(L) هو طول الحوض.

2. معامل الاستطالة (R_e - Elongation Ratio): حسب معادلة شوم (Schumm, 1956):

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

3. نسبة الاستدارة (R_c - Circularity Ratio): حسب معادلة ميلر (Miller, 1953):

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

حيث (P) هو محيط الحوض.

4. معامل الانضغاط (C_c - Compactness Coefficient): حسب معادلة جرافليوس (Gravelius):

$$Cc = 0.28 * p/\sqrt{A}$$

7. تحليل وتفسير المخرجات الجيومورفولوجية.

7.1 رتبة رافد الحوض وشبكة التصريف

يوضح التحليل الهيدرولوجي لشبكة التصريف وبنيتها المورفومترية وفق تصنيف سترايلر (Strahler) أن الحوض يتغذى من شبكة مجاري متفرعة، حيث تم تحديد رتبة رافد الحوض الرئيسية برتبة متقدمة تعكس درجة تضرس جيدة وتطوراً نسبياً في شبكة الأودية المغذية التي تنحدر من سفوح جبل نفوسة لتصب في المحور الرئيسي للوادي.

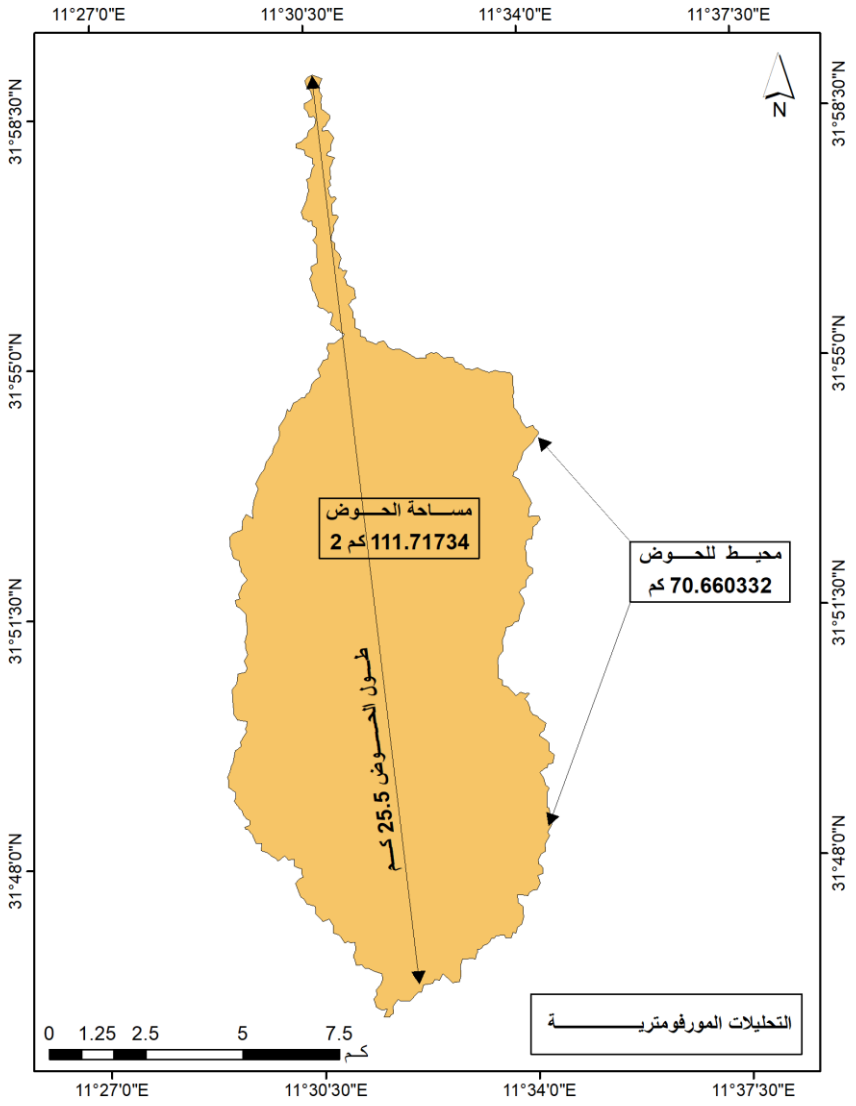
7.2 الخصائص المساحية للحوض

أظهرت نتائج التحليل أن مساحة حوض وادي أم الصفار تبلغ 111.71734 كم²، وهي مساحة متوسطة نسبيًا وفقًا لنطاق الدراسة الحالية. أما محيط الحوض فقد بلغ 70.660332 كم، ويشير ارتفاع قيمة المحيط مقارنة بالمساحة إلى أن حدود الحوض غير منتظمة. كما بلغ طول الحوض حوالي 25.5 كم، وهو ما يدل على أن الحوض يمتد بشكل طولي واضح.

تعد مساحة الحوض من أهم المؤشرات المورفومترية، لأنها تؤثر في حجم المياه المتوقع تجمعها داخل الحوض، كما ترتبط بزمن وصول الجريان إلى المخرج (Horton, 1945; Morisawa,

1959). فكلما زادت مساحة الحوض زادت احتمالية استقبال كمية أكبر من مياه الأمطار، غير أن شكل الحوض وطبيعة انحداره يتحكمان في سرعة تصريف هذه المياه (Schumm, 1956).

الشكل (2) الخصائص المساحية والشكلية لحوض وادي أم الصفار



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS

7.3 الخصائص الشكلية للحوض

تشير المؤشرات الشكلية إلى أن حوض وادي أم الصفار يميل إلى الشكل الطولي وليس الدائري. فقد بلغ معامل الشكل 0.17، وهي قيمة منخفضة تدل على أن الحوض ممدود. كما بلغ معامل الاستطالة حوالي 0.47، وهو ما يؤكد ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري. أما نسبة الاستدارة فقد بلغت حوالي 0.28، وهي قيمة منخفضة تعكس عدم انتظام حدود الحوض.

وبناءً على نتائج المؤشرات المورفومترية، صُنّف حوض وادي أم الصفار ضمن الأحواض الطولية الممدودة (Elongated Basin)، وذلك لانخفاض قيم معامل الشكل والاستدارة والاستطالة وارتفاع معامل الانضغاط، وهي خصائص تدل على بطء نسبي في تجميع الجريان السطحي وتأخر وصول الذروة الفيضانية إلى مخرج الحوض. ويوضح الجدول (1) أهم المؤشرات الشكلية للحوض ومنه يتضح بأن الحوض لا يجمع مياهه بسرعة كبيرة مثل الأحواض الدائرية، بل تكون استجابته للجريان السطحي أكثر تدرجًا؛ ويرجع ذلك إلى أن المياه القادمة من أجزاء الحوض المختلفة تحتاج إلى وقت أطول للوصول إلى المجرى الرئيس ومخرج الحوض. وقد أوضح (Horton 1945) و Schumm (1956) أن شكل الحوض من العوامل المؤثرة في زمن التركيز وسلوك الجريان السطحي.

جدول (1): الخصائص المورفومترية لحوض وادي أم الصفار والاستنتاجات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية.

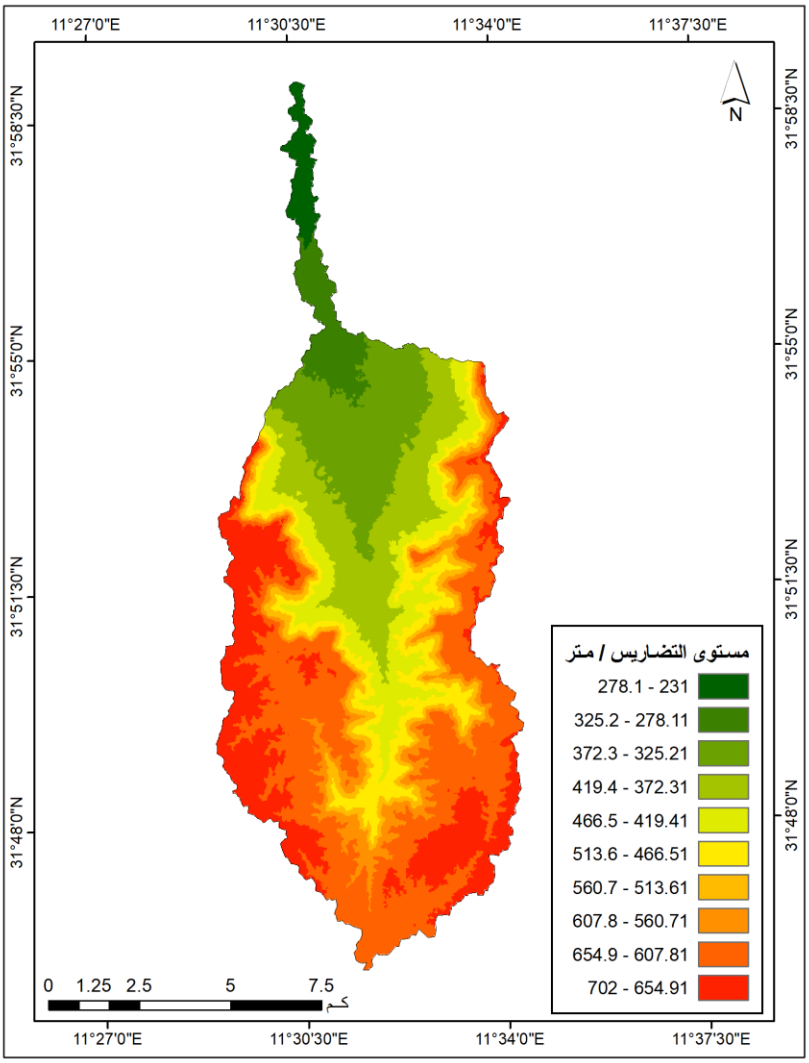
المؤشر	القيمة	الاستنتاج الهيدرولوجي والجيومورفولوجي
مساحة الحوض	111.71734 كم^2	حوض متوسط
محيط الحوض	70.660332كم	حدوده غير منتظمة
طول الحوض	25.5	امتداده طولي بشكل واضح
معامل الشكل	0.17	حوض ممدود
معامل الاستطالة	0.47	بعيد عن الشكل الدائري
نسبة الاستدارة	0.28	استدارة منخفضة
معامل الانضغاط	1.89	شكل غير منتظم

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS

7.4 الخصائص التضاريسية.

أظهرت خريطة الارتفاعات أن مناسيب حوض وادي أم الصفار تتراوح بين 231 مترًا و702 متر فوق مستوى سطح البحر، وبذلك يبلغ الفرق التضاريسي الكلي 471 مترًا. ويشير هذا الفرق إلى وجود تباين واضح في السطح، مما يؤثر في سرعة الجريان السطحي وشدة عمليات التعرية. وتعد الخصائص التضاريسية من العناصر المهمة في تفسير تطور الأحواض المائية وأنماط التصريف (Strahler, 1952; Schumm, 1956).

شكل (3) خريطة التضاريس في حوض وادي أم الصفار.



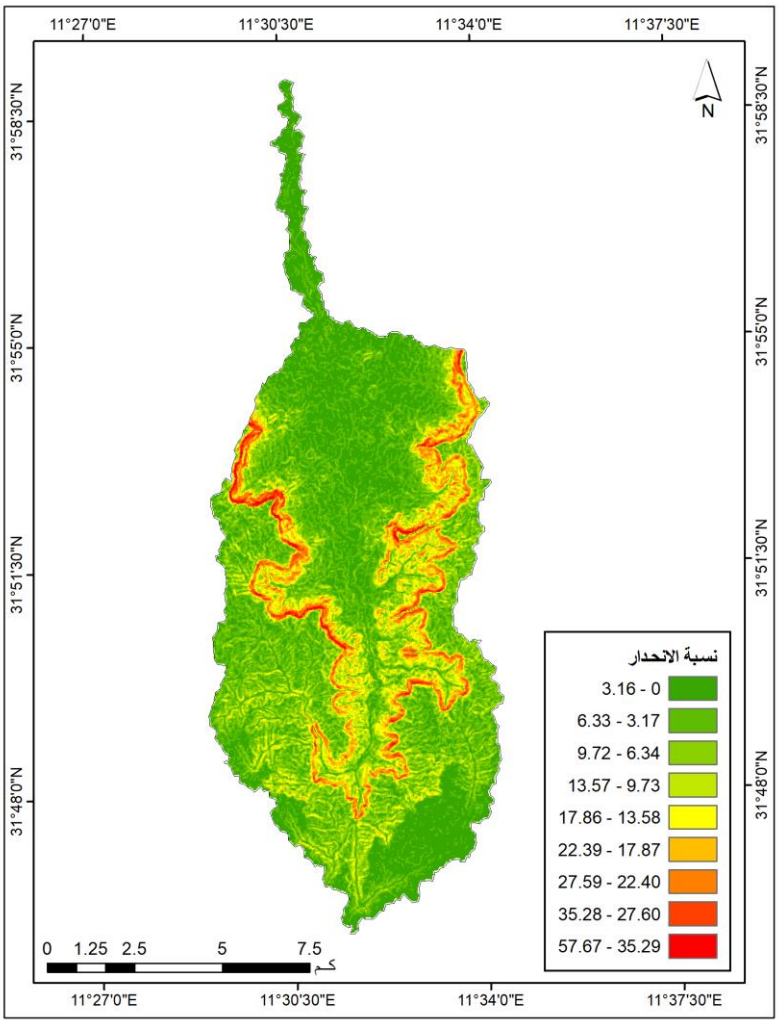
المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS

تظهر المناطق المرتفعة غالبًا في الأجزاء الجنوبية والجانبية من الحوض، بينما تنخفض المناسيب تدريجيًا باتجاه المجرى الرئيس. وهذا التدرج الطبوغرافي يساعد على توجيه المياه نحو محور التصريف الرئيس داخل الحوض، حيث تتحكم الفروق التضاريسية في اتجاه الحركة السطحية للمياه (Strahler, 1952).

7.5 خصائص الانحدار.

توضح خريطة الانحدار أن معظم أجزاء الحوض تقع ضمن فئات الانحدار المنخفض إلى المتوسط، بينما تتركز الانحدارات المرتفعة على جوانب المجاري والمناطق الحافية. وتصل أعلى قيم الانحدار إلى أكثر من 35% في بعض أجزاء الحوض حسب نتائج التحليل المكاني

شكل(4) خريطة الانحدار في حوض وادي أم الصفار



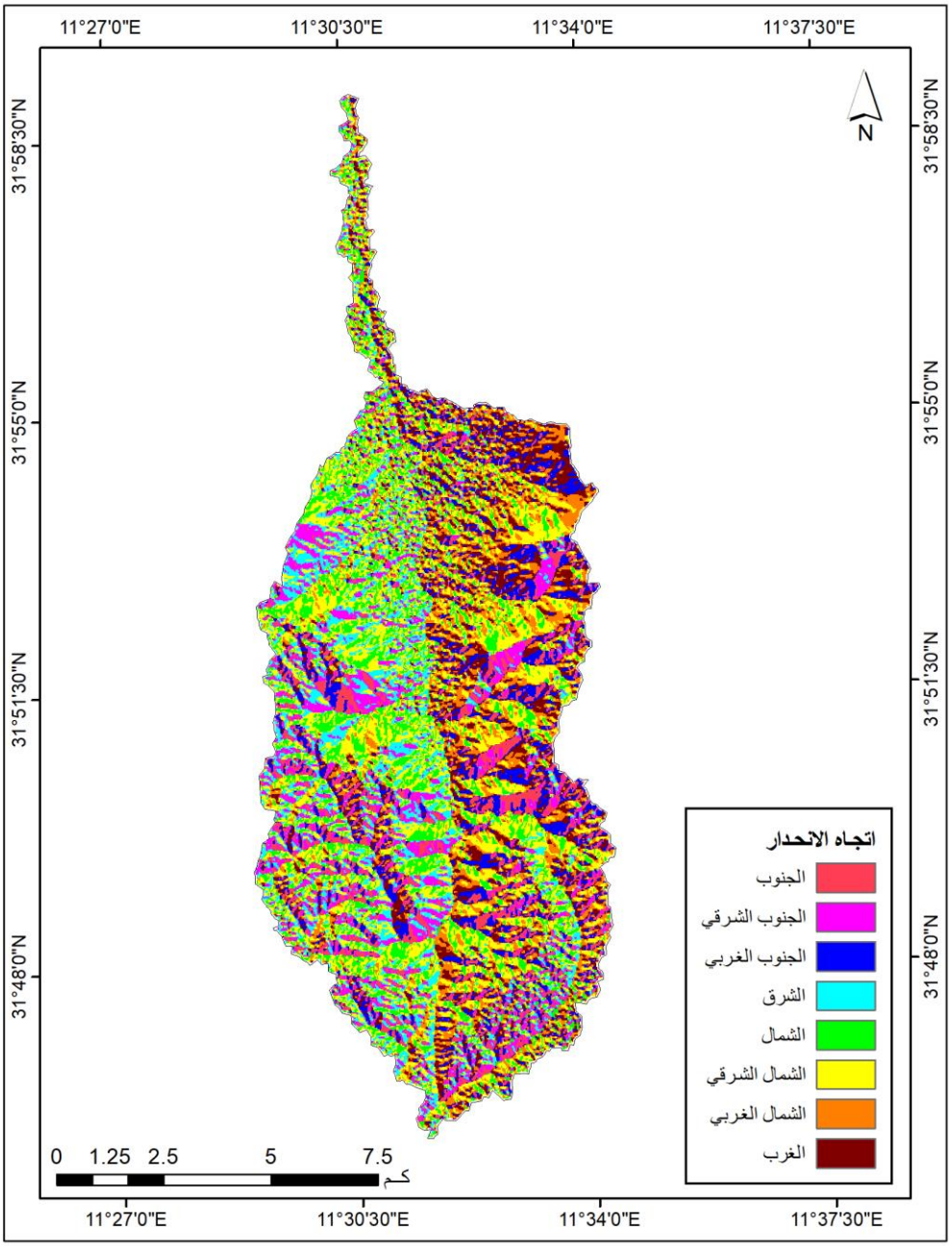
المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS

ويعد الانحدار من العوامل المهمة المؤثرة في سرعة الجريان السطحي؛ إذ تزداد سرعة المياه كلما ارتفعت درجة الانحدار. كما أن المناطق شديدة الانحدار تكون أكثر قابلية للتعرية مقارنة بالمناطق المستوية أو قليلة الانحدار (Schumm, 1956; Morisawa, 1959).

7.6 اتجاه الانحدار.

توضح خريطة اتجاه الانحدار أن الحوض يحتوي على اتجاهات متعددة للسطوح، تشمل الشمال والجنوب والشرق والغرب والاتجاهات الفرعية. ويعكس هذا التنوع في اتجاهات الانحدار طبيعة السطح غير المنتظمة داخل الحوض.

شكل (5) خريطة اتجاه الانحدار في حوض وادي أم الصفار.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS

يساعد تحليل اتجاه الانحدار على فهم حركة المياه السطحية، وتوزيع الرطوبة، واختلاف تعرض السفوح لأشعة الشمس. كما يساهم في تفسير تباين عمليات التعرية بين أجزاء الحوض المختلفة، لأن اتجاهات السفوح والانحدارات تؤثر في الطاقة السطحية وحركة المياه (Strahler, 1952; Schumm, 1956).

7.7 الدلالات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية.

تشير نتائج التحليل المورفومتري إلى أن حوض وادي أم الصفار يتميز بخصائص جيومورفولوجية وهيدرولوجية مهمة. فالشكل الطولي للحوض يؤدي إلى تأخر نسبي في تجمع المياه عند المخرج، بينما يسهم التباين التضاريسي والانحدار في زيادة فاعلية الجريان السطحي في بعض المناطق. وتؤكد الدراسات المورفومترية أن شكل الحوض وطوله وانحداره من العوامل المؤثرة في الاستجابة الهيدرولوجية وزمن التركيز (Horton, 1945; Morisawa, 1959).

كما أن انخفاض قيم معامل الشكل ونسبة الاستدارة يدل على أن الحوض بعيد عن الشكل الدائري، وهذا يقلل من احتمالية وصول المياه من جميع أجزاء الحوض إلى المخرج في وقت واحد. ومع ذلك، فإن وجود انحدارات مرتفعة في بعض الأجزاء قد يؤدي إلى زيادة سرعة الجريان المحلي وزيادة قابلية التعرية (Schumm, 1956).

8- نتائج الدراسة:

1. تتلخص نتائج الدراسة المورفومترية لحوض وادي أم الصفار في النقاط الآتية:

الخصائص المساحية: تبلغ مساحة الحوض 111.71734 كم²، ويصل محيطه إلى 70.660332 كم، بينما يبلغ طوله حوالي 25.5 كم.

2. المؤشرات الشكلية: يميل الحوض إلى الشكل الطولي الممدود وليس الدائري؛ حيث بلغت قيمة معامل الشكل 0.17، ومعامل الاستطالة 0.47، ونسبة الاستدارة 0.28.

3. السمات التضاريسية: يتراوح الارتفاع داخل الحوض بين 231 و702 متر فوق مستوى سطح البحر، بفارق تضاريسي كلي يصل إلى 471 مترًا.

4. خصائص الانحدار: تقع معظم أجزاء الحوض ضمن فئات الانحدار المنخفض إلى المتوسط، بينما تتركز الانحدارات العالية (التي قد تتجاوز 35%) على جوانب المجاري والمناطق الحافية.

5. اتجاهات السفوح: أظهر التحليل تنوعًا في اتجاهات الانحدار (شمال، جنوب، شرق، غرب) مما يعكس طبيعة سطح غير منتظمة تؤثر في حركة المياه وتوزيع الرطوبة.

6. الاستجابة الهيدرولوجية: نظرًا لشكل الحوض الطولي وانخفاض نسبة استدارته، فإن الحوض يتميز باستجابة تدريجية للجريان السطحي، حيث تحتاج المياه وقتًا أطول للوصول إلى المخرج مقارنة بالأحواض الدائرية.

9.الخاتمة:

النتائج :

تبين من خلال الاعتماد على المعالجة الكمية الرقمية إلى أن حوض وادي أم الصفار يُعد حوضاً متوسطاً وممدوداً من الناحية المورفومترية (المساحة: 111.71734 كم²، الطول: 25.5 كم). وتتكامل خصائصه الشكلية (معامل الاستطالة: 0.47) لتمنحه سلوكاً هيدرولوجياً يتميز بالتدرج في تصريف المياه وزيادة في أزمنة التركيز، مما يقلل من حدة الفيضانات المفاجئة الخطيرة، رغم وجود طاقة حركية محلية عالية الناتجة عن الفروق التضاريسية البالغة 471 مترًا والانحدارات الشديدة الحافة.

التوصيات:

بناءً على ما تقدم من نتائج، يوصي الباحث بما يلي:

1- إقامة محطات رصد هيدرومترية ومناخية ثابتة داخل الحوض لربط القياسات المورفومترية المستخرجة ببيانات التدفق الفعلي.

2- إعداد خرائط تفصيلية للمناطق ذات الانحدارات الحافة التي تتجاوز 35% لإدارتها جغرافياً ضد مخاطر الانزلاقات والتعرية المائية السريعة.

3- توظيف نتائج هذه المؤشرات الشكلية والمساحية عند تصميم منشآت حصاد مياه الأمطار أو السدود الترابية لضمان مواءمتها مع زمن التركيز التدريجي للحوض.

قائمة المراجع.

1. Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of America Bulletin, 56, 275–370.Strahler, A. N. (1952). Hypsometric area-altitude analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin, 63*, 1117–1142.
2. Miller, V. C. (1953). A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, Virginia and Tennessee. Office of Naval Research, Project NR 389-042.
3. Morisawa, M. (1959). Relation of morphometric properties to runoff in the Little Mill Creek, Ohio drainage basin. Technical Report, Columbia University.USGS. (2023). StreamStats: GIS tools for basin delineation and basin characteristics. *United States Geological Survey*.

4. Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. Geological Society of America Bulletin, 67, 597–646.
5. Strahler, A. N. (1952). Hypsometric area-altitude analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, 63, 1117–1142.