ISSN: 3079-062X
مجلة علمية محكّمة نصف سنوية تصدر عن الجمعية الليبية للعلوم التربوية والإنسانية
https://alasala.alandalus-libya.org.ly/ojs/index.php/aj/index

الخصائص المورفومترية لحـــوض وادي أم الصفار باستخدام نظـــم المعلومات الجغرافية GIS- جبل نفوسه-ليبيا

أ.د. عبد الحكيم إمحمد خـماج*
رئيس قسم الجغرافيا ، الأكاديمية الليبية .
Abdulhakim.Khmag@academy.edu.ly
أ.السيفاو سعيد يوسف كاكـــح
طالب بمرحلة الدكتوراه الأكاديمية الليبية جنزور، قسم الجغرافيا الطبيعية
sifawkakeh@gmail.com

تاريخ الاستلام2/ 2026م / تاريخ القبول 1 / 5 / 2026م

Morphometric Characteristics of the Wadi Um Al-Saffar Basin Using Geographic Information Systems (GIS) - Jabal Nafusa - Libya

*Prof. Dr. Abdel Hakim Muhammad Khmag
.Head of the Geography Department, Libyan Academy
Abdulhakim.Khmag@academy.edu.ly
A. Alsifawo Saeed Youssef Kakeh
PhD student, Libyan Academy Janzour, Department of Physical Geography
sifawkakeh@gmail.com

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

حقوق النشر © للمؤلف/للمؤلفين 2025. ينشر هذا البحث بموجب رخصة المشاع الإبداعي Creative Commons (CC BY-N

basins. The study also emphasizes the importance of GIS in the quantitative analysis of drainage basins and in supporting geomorphological and hydrological studies.

Keywords: 1. Vegetation Cover 2. Wadi Umm Al-Saffar 3.Remote Sensing, 4 .Geographic Information Systems (GIS) 5. Nafusa Mountain

الملخّـــص:

تهـــدف هـذه الدراسـة إلـى تحليـل الخصـائص المورفومتريـة لحـوض وادي أم الصـفار الواقـع فـي شـمال غـرب ليبيـا باسـتخدام تقنيـات نظـم المعلومـات الجغرافيـة والاستشـعار عـن بعـد. اعتمـدت الدراسـة علـى نمـوذج الارتفـاع الرقمـي DEM لاستخلاص حدود الحوض، شبكة التصريف، الانحدار، اتجاه الانحدار، والتضـاريس. أظهرت النتائج أن مساحة الحـوض تبلـغ 111.71734 كم²، ومحيطـه 70.660332 كم، بينما يبلغ طول الحوض حوالي 25.5 كم. كما تراوح الارتفاع داخل الحوض بـين 231 و702 متر، بفارق تضاريسي يبلغ 471 مترًا. وتشير المؤشرات الشكلية إلـى أن الحوض يميل إلى الشكل الطولي، حيث بلغ معامل الاسـتطالة حـوالي 0.47، ومعامـل الشكل 0.17، ونسبة الاستدارة حوالي 0.28. وتعكس هذه القيم قابلية الحوض لتجميـع الجريان السطحي بصورة تدريجية نسبيًا مقارنة بالأحواض الدائريـة. وتؤكـد الدراسـة أهمية نظم المعلومات الجغرافية في التحليل الكمي للأحواض المائية ودعـم الدراسـات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية.

الكلمات المفتاحية.

1. الغطاء النباتي NDVI 2. وادي أم الصفار3. الاستشعار عن بُعد GIS
4. نظم المعلومات الجغرافية (GIS) 5. جبل نفوسه

1. المقدمة.

تُعـــدّ دراسـة الخصـائص المورفومتريـة للأحـواض المائيـة مـن الموضـوعات الأساسية في الجيومورفولوجيا التطبيقية والهيدرولوجيا، لأنها توفر وصفًا كميًا لشكل الحوض، شبكة التصريف، التضاريس، والانحدار. وتساعد هـذه الخصـائص فـي فهم طبيعة الجريان السطحي، قابلية الحوض للتعرية، وسرعة استجابة الحوض للأمطـار. وقد أشار Horton إلى أن شبكة التصريف يمكن التعبير عنها كميًا مـن خـلال الرتـب النهرية، أطوال المجاري، كثافة التصريف، ونسب التشعب، وهي مؤشرات مهمة لفهم تطور الأحواض المائية. (Horton, R. E. 1945)، كما أسهم Strahler في تطـوير

منهجية ترتيب المجاري المائية والتحليل التضاريسي، حيث أصبحت رتب المجاري من أكثر الأدوات استخدامًا في تحليل شبكات التصريف ضمن بيئات نظم المعلومات الجغرافية.(SCIRP)، 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. كما أن استخدام نظم المعلومات الجغرافية يتيح استخراج المؤشرات المورفومترية بدقة مكانية عالية، خاصة عند الاعتماد على بيانات الارتفاعات الرقمية.

2.مشكلة الدراسة وتساؤلاتها:

تمثل مشكلة الدراسة في الحاجة إلى فهم الخصائص المورفومترية لحوض وادي أم الصفار بصورة كمية دقيقة، نظـرًا لما لهذه الخصائص من دور مُهم 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 تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد 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 باستخدام نظم المعلومات الجغرافية؟

وتتفرع عن هذا السؤال الأسئلة الآتية:

ـ ما الخصائص المساحية والشكلية لحوض وادي أم الصفار؟

ـ ما الخصائص التضاريسية والانحدارية للحوض؟

ـ ما طبيعة العلاقة بين شكل الحوض واستجابته للجريان السطحي؟

ـ كيف تسهم نظم المعلومات الجغرافية في تحليل الخصائص المورفومترية للحوض؟

3. أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية:

ـ تحديد الموقع الجغرافي لحوض وادي أم الصفار.

ـ استخلاص حدود الحوض باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي.

ـ حساب الخصائص المساحية والشكلية للحوض، مثل المساحة، المحيط، طول الحوض، معامل الشكل، معامل الاستطالة، ونسبة الاستدارة، وهي مؤشرات مستخدمة على نطاق واسع في التحليل المورفومتري للأحواض(Horton, 1945; Miller, 1953).

ـ تحليل الخصائص التضاريسية والانحدارية للحوض.

ـ تفسير الدلالات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية للخصائص المورفومترية.

ـ إبراز دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة وتحليل الأحواض المائية (USGS, 2023).

4. أهمية الدراســـة:

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 (Strahler, 1952; Schumm, 1956).

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 (Morisawa, 1959; USGS, 2023).

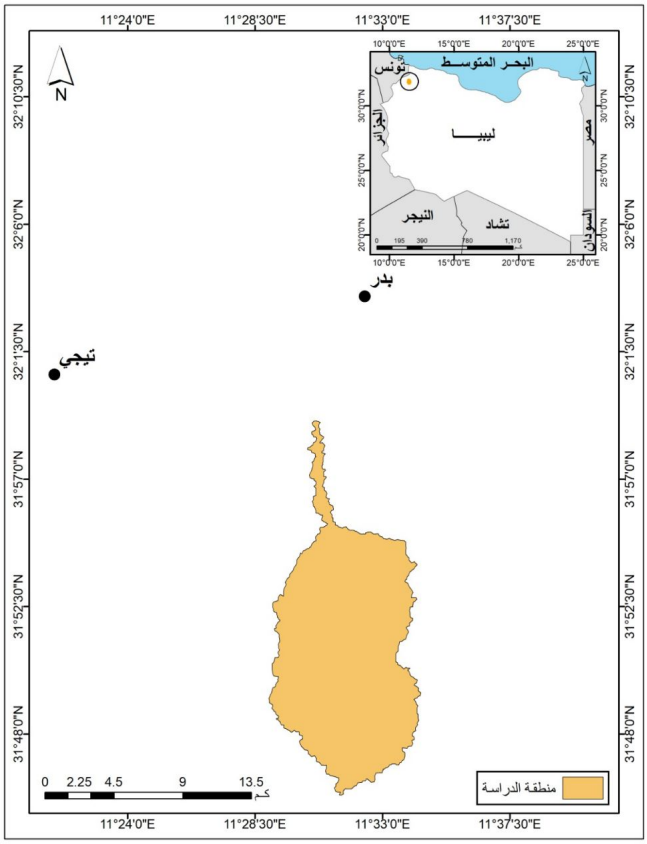
5. منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي أم الصفار في شمال غرب ليبيا، بالقرب من الحدود الليبية التونسية، ضمن نطاق إحداثي تقريبي يمتد بين 11°27′E و11°37′30″E شرقًا، وبين 31°48′N و31°58′30″N شمالًا. تبلغ مساحة الحوض حسب نتائج الدراسة الحالية 111.71734 كم²، بينما يبلغ محيطه 70.660332 كم، ويصل طوله إلى حوالي 25.5 كم.

يتدرج الارتفاع داخل الحوض من 231 مترًا في المناطق المنخفضة إلى 702 متر في المناطق المرتفعة، بفارق تضاريسي يبلغ 471 مترًا، وذلك اعتمادًا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM. ويعكس هذا التباين التضاريسي وجود

انحدارات متفاوتة تؤثر في طبيعة الجريان السطحي واتجاه شبكة التصريف، حيث تعد التضاريس والانحدار من العوامل الأساسية المتحكمة في تطور الأحواض المائية (Strahler, 1952; Schumm, 1956).

الشكل 1: موقع حوض وادي أم الصفار في شمال غرب ليبيا- جبل نفوسة.



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

6. منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج الكمي التحليلي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. وقد تم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بوصفه المصدر الرئيس لاستخراج الخصائص الطبوغرافية والهيدرولوجية للحوض. ويعد استخدام نماذج الارتفاع الرقمية من الأساليب المعتمدة في تحديد الأحواض المائية واستخراج شبكات التصريف وتحليل الانحدار (USGS, 2023).

تمثلت خطوات العمل في الآتي:

1- إدخال نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة إلى برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

2- معالجة النموذج الرقمي للارتفاعات لإزالة المنخفضات غير الحقيقية.

3- استخراج اتجاه الجريان وتراكم الجريان.

4- تحديد شبكة التصريف داخل الحوض.

5- استخلاص حدود حوض وادي أم الصفار.

6- حساب الخصائص المساحية والشكلية للحوض.

7- إنتاج خرائط الانحدار، اتجاه الانحدار، والتضاريس.

تفسير النتائج في ضوء المؤشرات المورفومترية والدلالات الجيومورفولوجية.

وقد تم حساب المؤشرات المورفومترية بالاعتماد على المعادلات الشائعة في دراسات الأحواض المائية كما وردت في أعمال (Horton1945) و(Strahler 1952) و(Schumm 1956).

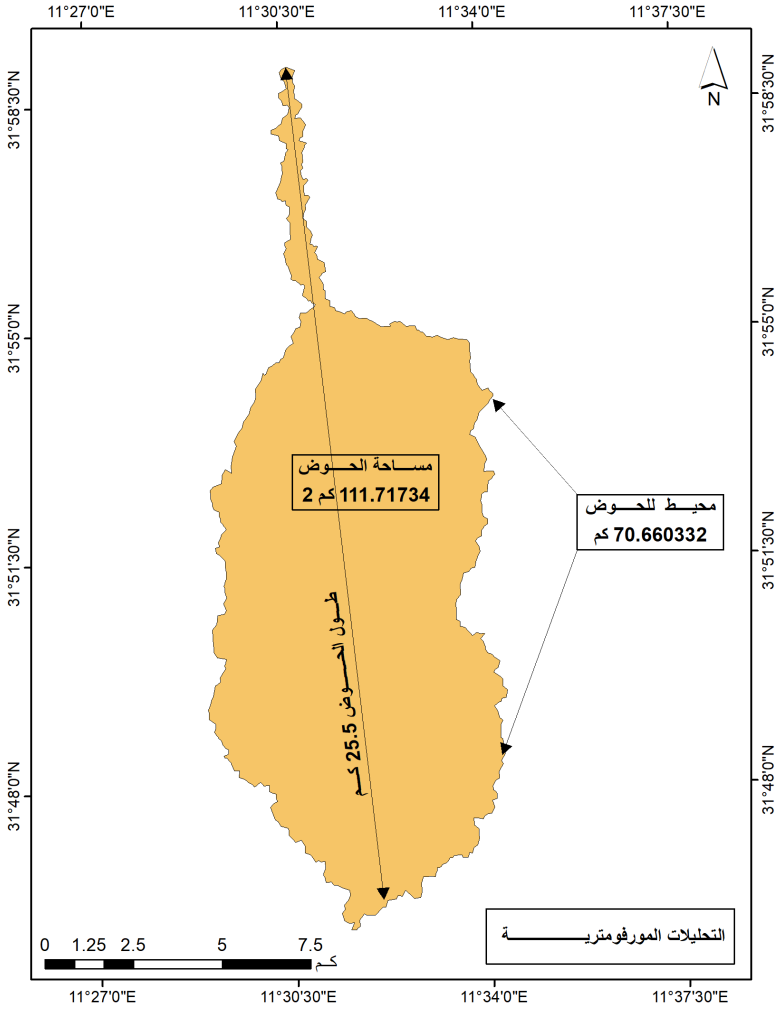
7. تحليل وتفسير المخرجات الجيومورفولوجية:

7.1 الخصائص المساحية للحوض:

أظهرت نتائج التحليل أن مساحة حوض وادي أم الصفار تبلغ 111.71734 كم^2، 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

7.2 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.

يوضح الجدول الآتي أهم المؤشرات الشكلية للحوض:

جدول (1): الخصائص المساحية والشكلية لحوض وادي أم الصفار.

المؤشر	القيمة	الدلالة
مساحة الحوض	111.71734 كم²	متوسط الحوض
محيط الحوض	70.660332كم	حدود غير منتظمة
طول الحوض	25.5	امتداد طولي 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

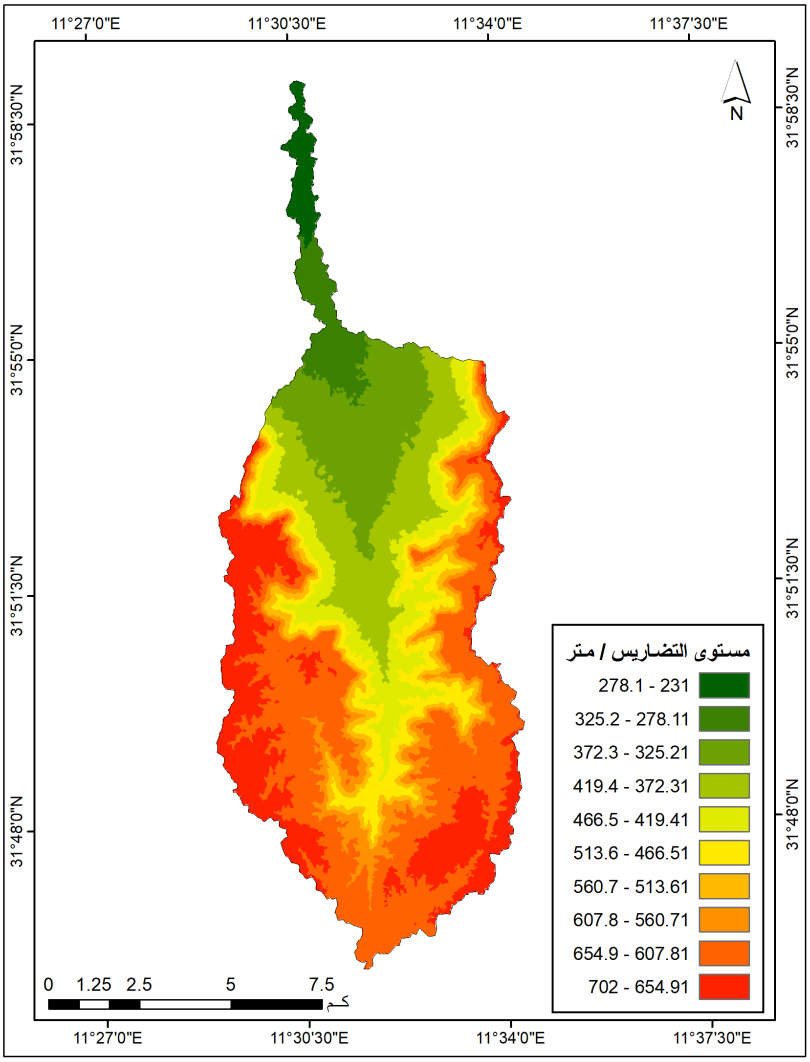
المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS

وتدل هذه النتائج على أن 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.

7.3 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).

الشكل 3 خريطة التضاريس في حوض وادي أم الصفار.



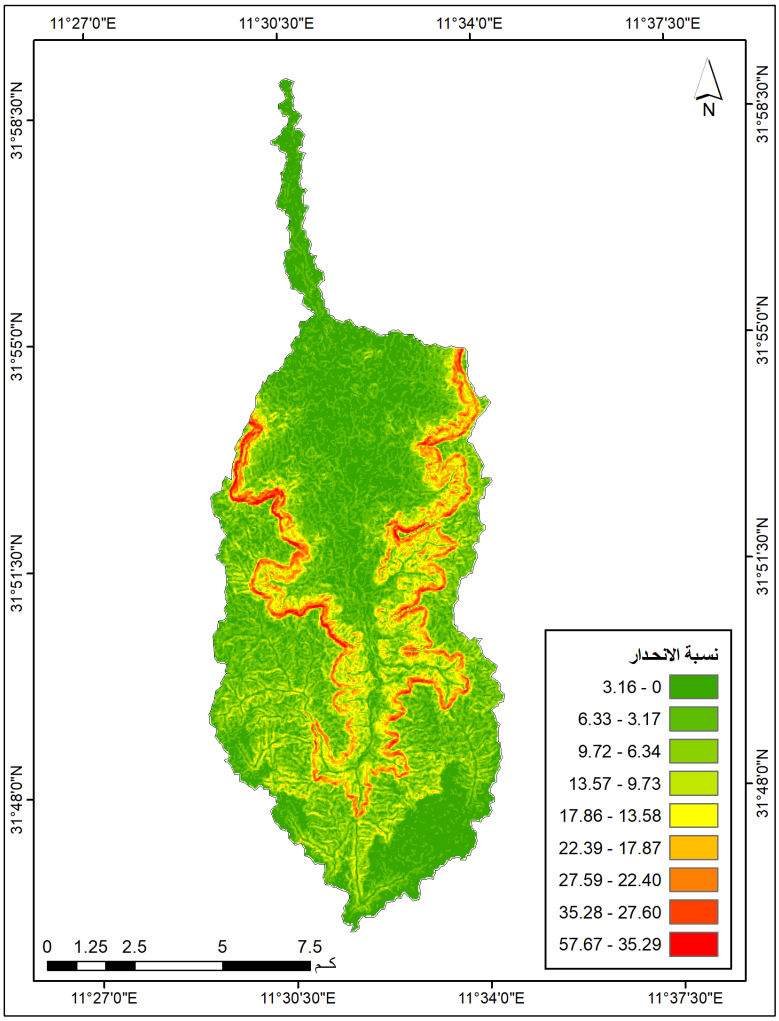
المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS

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).

7.4 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

الشكل 4: خريطة الانحدار في حوض وادي أم الصفار



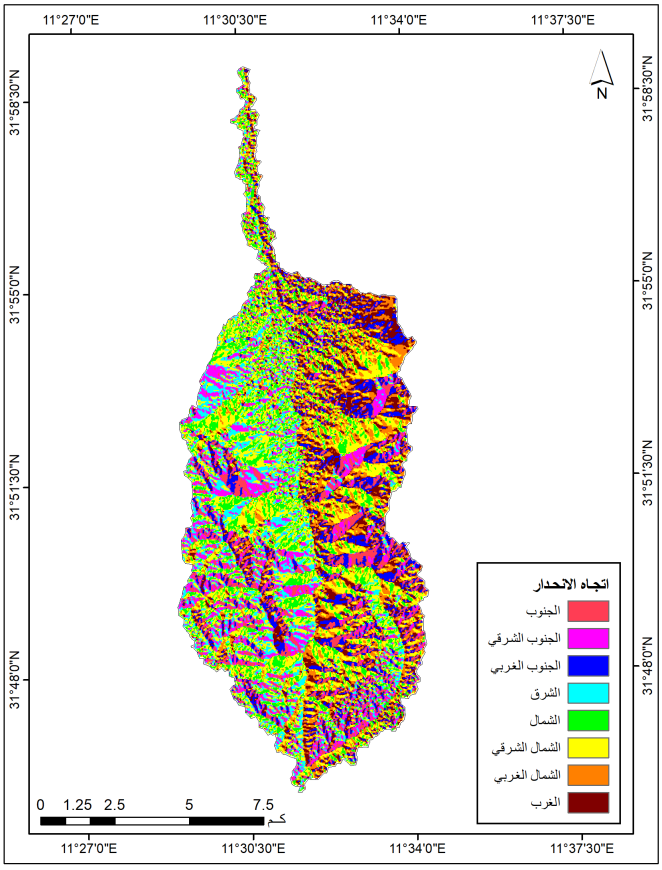
المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS

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).

7.5 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.

الشكل 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 يسهم في تفسير تباين عمليات التعرية بين أجزاء الحوض المختلفة، لأن اتجاهات السفوح والانحدارات تؤثر في الطاقة السطحية وحركة المياه (Strahler, 1952; Schumm, 1956).

7.6 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:

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

1- 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.الخاتمـــــــــة:

خلصت الدراسة إلى أن حوض وادي أم الصفار يتميز بخصائص مورفومترية واضحة تعكس طبيعته الطولية وتباينه التضاريسي. فقد بلغت مساحة الحوض 111.71734 كم²، ومحيطه 70.660332 كم، وطوله حوالي 25.5 كم. كما تراوح الارتفاع بين 231 و702 متر، بفارق تضاريسي بلغ 471 مترًا، وذلك وفق نتائج التحليل المكاني المعتمد على نموذج الارتفاع الرقمي.

أظهرت المؤشرات الشكلية أن الحوض يميل إلى الشكل الممدود، حيث بلغ معامل الشكل 0.17، ومعامل الاستطالة 0.47، ونسبة الاستدارة 0.28. وتدل هذه القيم على أن الحوض أقل قابلية للاستجابة السريعة مقارنة بالأحواض الدائرية، وهي نتيجة تتفق مع ما ذكره (Horton 1945) و(Schumm 1956) حول علاقة شكل الحوض بسرعة الجريان وزمن التركيز.

وتؤكد الدراسة أن نظم المعلومات الجغرافية تمثل أداة فعالة في تحليل الأحواض المائية، لأنها تتيح استخراج مؤشرات دقيقة وإنتاج خرائط موضوعية تساعد في فهم الخصائص الجيومورفولوجية والهيدرولوجية للحوض (USGS, 2023).

10. التوصيات:

توصي الدراسة بما يأتي:

1- إجراء دراسات تفصيلية إضافية حول الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي أم الصفار.

2- استخدام بيانات مطرية ومناخية لربط الخصائص المورفومترية بسلوك الجريان السطحي.

3- دراسة قابلية التربة للتعرية داخل الحوض اعتمادًا على الانحدار ونوع الغطاء الأرضي.

4- إنشاء قاعدة بيانات مكانية للأحواض المائية في شمال غرب ليبيا.

5- الاستفادة من نتائج الدراسة في التخطيط البيئي وإدارة مخاطر السيول.

بيان تضارب المصالـــح:

يُقر المؤلف بعدم وجود أي تضارب مالي أو علاقات شخصية معروفة قد تؤثر على العمل المذكور في هذه الورقة

المراجـــــــــــع:

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.
2. Strahler, A. N. (1952). Hypsometric area-altitude analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin, 63*, 1117–1142.
3. 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.
4. 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*.
5. Morisawa, M. (1959). Relation of morphometric properties to runoff in the Little Mill Creek, Ohio drainage basin. *Technical Report, Columbia University*.
6. USGS. (2023). StreamStats: GIS tools for basin delineation and basin characteristics. *United States Geological Survey*.