گـۆڤـاری زانـکـۆی ڕاپـەڕیــن
Journal of University of Raparin.
مجلة جامعة رابرين

E-ISSN: 2522 – 7130 P-ISSN: 2410 – 1036
This work is licensed under CC-BY-NC-ND 4.0
https://doi.org/10.26750/0jm52h92

تاريخ الاستلام: ٢٠٢٥/٠٩/٢٠
تاريخ الــقبول: ٢٠٢٥/١١/٢٣
تاريخ النـــشر: ٢٠٢٥/١٢/٢٩

تحليل الخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي روخانه (باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS)

أكو حميد ملا قادر[١] - هيمن نصرالدين محمد امين[٢] - هيوا انور محمد[٣]

hiwa.anwar@garmian.edu.krd – hemin.nasradin@garmian.edu.krd – akohameed89@gmail.com

[١]مديرية التربية كلار، المديرية العامة لتربية كرميان، كلار، إقليم كردستان، العراق.

[٢+١]قسم الجغرافية، كلية التربية، جامعة كرميان، كلار، إقليم كردستان، العراق.

الملخص

يُصنف هذا البحث ضمن دراسات العلاقة بين المتغيرات الجيومورفولوجية ومدلولاتها الهيدرولوجية، باستخدام معطيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحليل نماذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة (١٢,٥م) لحوض وادي روخانه الواقع في شمال شرق العراق. تمتد مساحة الحوض بين منطقتين جبلية وشبه جبلية في إقليم كوردستان؛ حيث تشكل سلسلة جبال بازيان خط تقسيم المياه بين حوضي (روخانه وتانجرو) في الأجزاء العليا عند منطقة المنبع. يحد الحوض من الشمال الشرقي حوض ديوانه، ومن الشرق حوض "أوه سبي"، أما من الغرب فيجاور حوض خاصة.

يحتل الحوض مساحة كبيرة تبلغ (٣٤٦٨,٨٨ كم٢)، ويصب بمرتبته السابعة في بحيرة العظيم. يبلغ الحد الأقصى لطول الحوض (١١٨,٥٢ كم)، ويتميز بتباين تضاريسي (مرتفع ومنخفض) وبوقوعه ضمن ثلاثة أقاليم مناخية مختلفة. وفلكياً، يقع الحوض بين دائرتي عرض (٣٠ᵒ ٤٨ᵎ ٣٤ᵒ - ٢٠ᵒ ٠٤ᵎ ٣٥ᵒ) شمالاً، وخطي طول (٢٠ᵒ ١٨ᵎ ٤٤ ᵒ - ٠٠ᵒ ٢٥ᵎ ٤٥ᵒ) شرقاً.

يهدف البحث إلى تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي روخانه وعلاقتها بالمتغيرات والدلالات الهيدرولوجية، وما ينجم عنها من تباين في التصاريف المائية، لا سيما الفيضانات وآثارها التدميرية، وكيفية إدارة مخاطرها للتخفيف من آثارها السلبية على النشاط البشري. توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج، أهمها: استناداً إلى الخصائص المورفومترية والمؤشرات الهيدرولوجية، لا يوجد خطر فعلي لحدوث فيضانات مفاجئة؛ نظراً للشكل الطولي العام للحوض، مما يؤدي إلى استغراق المياه وقتاً طويلاً للوصول من المنبع إلى المصب، وهذا يزيد من فرص فقدان كميات كبيرة منها عبر التبخر والتسرب أثناء الجريان، مما يقلل من احتمالية حدوث قمم فيضانية مفاجئة.

الكلمات المفتاحية: الخصائص المورفومترية، المدلولات الهيدرولوجية، حوض وادي روخانه، (GIS).

Analysis of Morphometric Properties and Their Hydrological Significance in the Rokhana Wadi Basin: Using Geographic Information Systems (GIS)

Ako Hameed Mala Qadir[1] - Hemin Nasradin MuhammedAmin[2] - Hiwa Anwar Muhammed[3]

[1]General Directorate of Education Garmian, Directorate of Education Kalar, Kalar, Kalar, Kurdistan Region, Iraq.

[2+3]Department of Geography, College of Education, University of Garmian, Kalar, Kurdistan Region, Iraq.

Abstract:

This research investigates the relationship between geomorphological variables and their hydrological implications. It uses data provided by Geographic Information Systems (GIS) to interpret digital elevation models (DEMs) in the Rukhaneh Valley Basin in northeastern Iraq. It covers an area between the mountainous and semi-mountainous areas of the Kurdistan Region. It belongs to the Sara Mountain Range, which is a watershed between the Rukhaneh and Tanjoro basins in the upper regions of it, that is, the source area. In the northeast, there is the Diwaneh Basin, in the east, and the AwaSpi Basin in the west. It borders the Khasah Basin, and it covers a vast area of 3,468.88 km 2. It empties into Lake Azim, the seventh-largest lake. The Rukhaneh Basin has a maximum length of 118.52 km. It is split into two levels, namely high and low, as well as three levels of climatic regions. It is located astronomically between 30 48 -34 20 04, and 2018 0025 -45. The research aims to examine the morphometric features of the Wadi Rukhana Basin and their connection with the hydrological variables and implications, the consequent rise in water discharges and floods and their destructive impact and ways of managing the risks to alleviate the adverse effect of the same on human activity. The study reached a set of results, the most significant of which, based on morphometric characteristics and hydrological parameters, is that there is no risk of flash floods .

Keywords: Morphometric Characteristics, Hydrological Implications, Wadi Rukhana Basin, (GIS).

المقدمة

تعد دراسة الأحواض المائية من الدراسات التي تمتلك حيزاً مهماً في البحوث والدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية، ويعتبر العمل ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) أحد الأساليب التي سهلت عمليات التحليل المورفومتري لأحواض التصريف المائي، تتعامل الدراسات المورفومترية للأحواض بالتصريف بالمراتب النهرية، وما يرتبط بها من قياس على سطح الأرض، ثم استخدام بعض الوسائل الرياضية لبيان قيم الخصائص المورفومترية لحوض النهر، وبذلك فإن القياسات المورفومترية هي قاعدة البيانات الكمية الضرورية لأي دراسة تهدف إلى تصميم النماذج الجيومورفولوجية الديناميكية أو النماذج الهيدرولوجية الخاصة بأحواض التصريف.

مشكلة البحث

لأن حوض وادي روخانه يقع في أكثر من إقليم تضاريسي ومناخي مختلف، لذا فإن الدلالات الهيدرولوجية فيها مختلفة، ومن هنا جاءت فكرة هذا البحث، ويمكن صياغة مشكلتها بالتساؤلات الآتية:

١. ما هي الخصائص المورفومترية لحوض وادي روخانه؟

٢. ما هي انعكاسات الخصائص المورفومترية لحوض وادي روخانه على الخصائص الهيدرولوجية؟

فرضية البحث

تعد فرضية البحث عبارة عن جواب بدائي لتساؤلات مشكلة البحث، ويمثل ذلك فيما يأتي:

١- مساحة الحوض كبيرة، ويمتد في مسافة طول بمعنى ذو شكل مستطيل، وقيمة معدل التضرس وكثافة التصريف فيها منخفضة.

٢- الخصائص المورفومترية تساعد على أن تكون قيم الجريان السطحي واطئة، وقابلية تسرب المياه فيها عالية، لذا فإن احتمالية حدوث الفيضان فيها قليلة.

هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي روخانه وعلاقتها بالمتغيرات والدلالات الهيدرولوجية لها، وما ينجم عنها من زيادة في التصاريف المائية لاسيما الفيضان وآثارها التدميرية وكيفية إدارة مخاطرها، لأجل التخفيف من آثارها السلبية على جميع المجالات المختلفة في الحوض.

موضوع البحث وأهميتها

تناول البحث الخصائص المورفومترية ومدلولاتها الجيومورفولوجية لحوض وادي روخانه، الذي يعتبر أحد الأودية دائمة الجريان التي تغذي نهر العظيم، من خلال توظيف برمجيات نظم المعلومات الجغرافية متمثلة في برنامج (ArcMap GIS 10.8) باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM 12.5m)، حيث يعتبر أسلوباً متطوراً للقياسات المورفومترية، ويتم من خلال برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بناء قاعدة معلوماتية رقمية لأغراض متعددة، ومنها الخصائص المورفومترية للأحواض النهرية، وبالتالي يتم هنا مواكبة الطرق التقنية الحديثة في مجال استخلاص الخصائص المورفومترية حيث تحديد الشبكة النهرية، واتجاهات الجريان وغيرها من القياسات المورفومترية، كما تم إنتاج الخرائط الرقمية الخاصة بالخصائص المورفومترية لحوض وادي روخانه إلكترونياً بأقل جهد ودقة أكثر من الطرق التقليدية، ومن هنا تأتي أهمية موضوع البحث حيث بناء قاعدة بيانات مورفومترية دقيقة للشبكة النهرية في الحوض مع توفير الوقت والجهد الذي يتطلبه العمل الميداني والحسابات اليدوية.

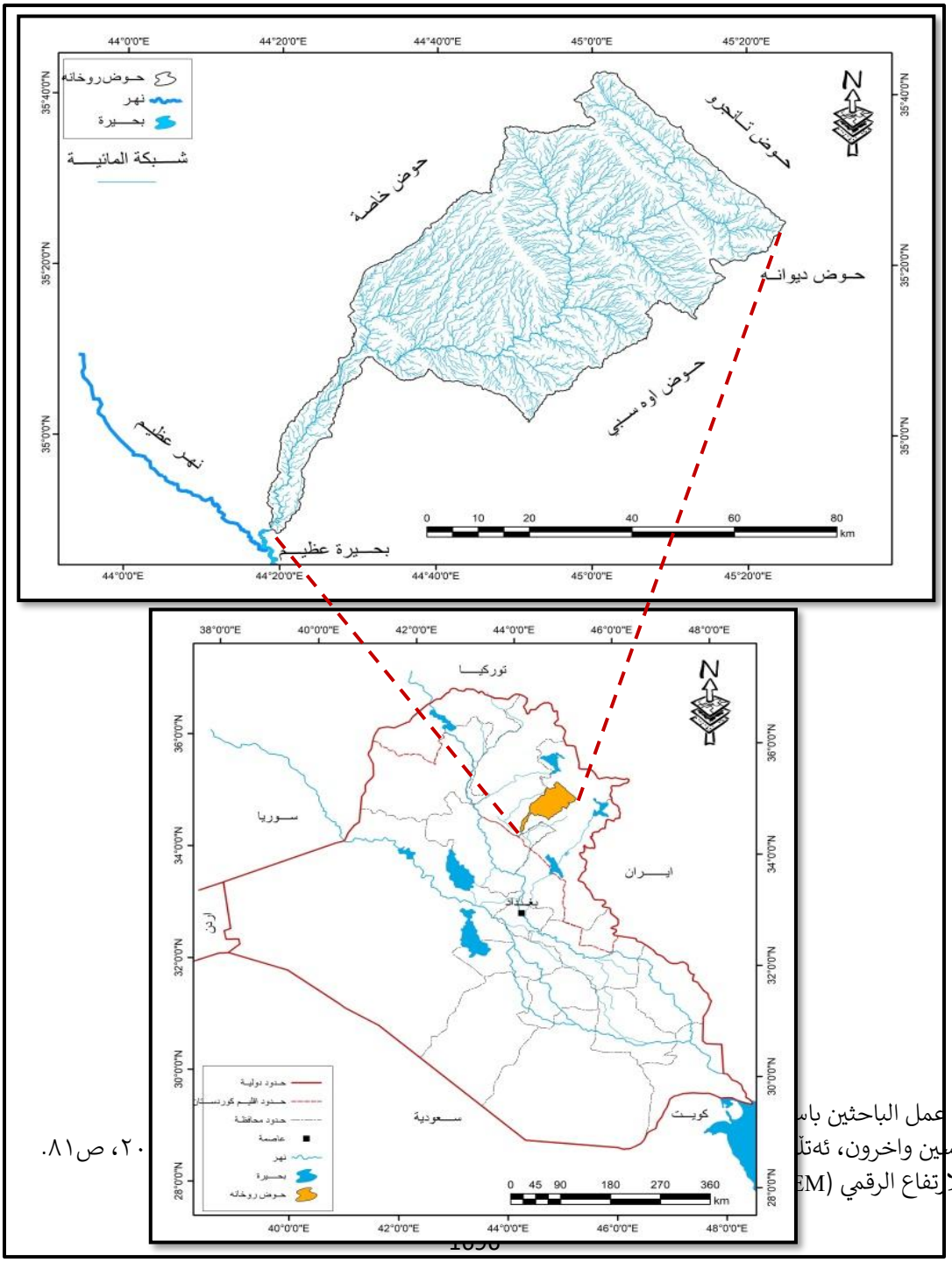
منهجية البحث

اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي، من حيث تحليل بيانات نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM 12.5m) لمنطقة الدراسة لتحديد الخصائص الطبيعية لحوض وادي روخانه، وأيضاً استخراج ووصف المتغيرات المورفومترية للحوض مثل (المساحية، الشكلية، التضاريسية، وخصائص الشبكة النهرية). كما سيتم تطبيق بعض المعادلات المورفومترية للمتغيرات بهدف تحليل الخصائص المورفومترية للحوض، ودراسة نوعية العلاقات بين المتغيرات المورفومترية بعضها البعض والعلاقة بينهما وبين الخصائص الطبيعية التي تميز الحوض للتوصل إلى الارتباط المكاني بين المتغيرات وإلى المدلولات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية التي تميزها.

حدود منطقة البحث

يقع حوض وادي روخانه في إقليم كوردستان شمال شرق العراق، وتمتد مساحته بين منطقتين جبلية وشبه جبلية في إقليم كوردستان، ويعد جزءاً من سلسلة جبل بازيان خط تقسيم المياه بين حوضي روخانه وتانجرو في الأجزاء العليا أي منطقة المنبع، وفي شمالها الشرقي حوض ديوانه وفي شرقها حوض "أوه سبي"، أما من الغرب فالحوض مجاور لحوض خاصة، ويحتل مساحة كبيرة تبلغ (كم٢)، ويصب بمرتبته السابعة في بحيرة العظيم. وفلكياً يقع ما بين دائرتي عرض (٣٠= ٤٨ ٥٣٤ - ٢٠= ٠٤ ٥٣٥) شمالاً، وخطي طول (٢٠= ١٨ ٥٤٤ - ٠٠= ٢٥ ٥٤٥) شرقاً، (خريطة ١).

خريطة (١) موقع حوض وادي روخانه بالنسبة لآقليم كوردستان والعراق



المصدر/ من عمل الباحثين باس
١) هاشم ياسين واخرون، ئەتڵ ٢٠، ص٨١.
٢) نموذج الارتفاع الرقمي (EM

تمحورت الدراسة إلى محورين رئيسين لتحقيق الهدف المنشود، وهما:

المحور الأول/ تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي روخانه

يهدف هذا المحور إلى تحليل أهم الخصائص المورفومترية في حوض وادي روخانه، وهي (الخصائص المساحية والشكلية، الخصائص التضاريسية، خصائص الشبكة المائية)، ولتحديد وقياس السمات المورفومترية في حوض وادي روخانه تم الاستعانة بالصور الفضائية مثل نموذج الارتفاع الرقمي (DEM 12.5m) (Digital Elevation Models) لمنطقة الحوض وتحليله ببرنامج (GIS 10.8)، بهدف الوصول إلى تحليل كمي تفصيلي للحوض وذلك على النحو الآتي:

أولاً/ الخصائص المساحية والشكلية

وتعرف أيضاً بخصائص هندسة الحوض (Watershed Geometry) والتي تشمل المسافات والمساحات والأشكال المتعلقة بالحوض. وتتمثل أهمية مساحة الحوض النهري كمتغير في تأثيرها على حجم التصريف المائي داخل الحوض، إذ توجد علاقة طردية بين كل من المساحة الحوضية وحجم التصريف المائي بشبكة التصريف النهري (محسوب، ١٩٩٧، ص٢٠٥). إن الأحواض النهرية تتباين في مساحتها طبقاً لتباين الظروف المناخية ونوع الصخور والحركات البنيوية والتضاريس والزمن، حيث قام (Zakai Sen) بتصنيف الأحواض المائية حسب مساحتها إلى أربع فئات هي: (أقل من ٥ كم٢ صغير، ٥ – ٩٩,٩ كم٢ متوسط، ١٠٠ - ١٠٠٠ كم٢ كبير، أكثر من ١٠٠٠ كم٢ كبير جداً) (Sen, 2008, p 30).

تبلغ المساحة الكلية لحوض وادي روخانه (٣٤٦٨,٨٨ كم٢)، بمعنى أن الحوض يندرج ضمن الأحواض الكبيرة جداً اعتماداً على التصنيف المذكور، ومحيطه (٤٢٥,٥٠ كم)، وأقصى طول للحوض يصل إلى (١١٨,٥٢ كم)، أما متوسط عرض الحوض الذي يمكن التوصل إليه من خلال العلاقة بين مساحة الحوض وأقصى طوله، فيساوي (٢٩,٢٧ كم)، (جدول ١).

وفيما يتعلق بشكل الحوض، تلعب الخصائص الشكلية دوراً واضحاً في الوضع الهيدرولوجي وخاصة في وضعية الصرف المائي، فالأشكال الحوضية الدائرية تتصف بجريانات مائية غير منتظمة من الناحية الزمانية وبكميات تصريفية عالية، وسبب ذلك هو سرعة وصول الموجات التصريفية من المنبع إلى المصب، في حين تتصف الأشكال الحوضية المستطيلة بجريانات مائية منتظمة من الناحية الزمانية وبكميات تصريفية قليلة نسبياً مقارنة بالأشكال الحوضية الدائرية أو القريبة من الدائرية، ولعل ذلك يعزى إلى تعرض الكميات التصريفية لعاملي التبخر والتسرب من خلال جريان المياه من المنبع إلى المصب.

ومن ذلك نستدل أن طول مدة الفيضان في الأحواض المائية المستطيلة أطول من الأحواض المائية الدائرية أو القريبة منها على الأكثر، في حين أن دلالة خطر الفيضان في الأحواض المستطيلة أقل شدة من الأحواض المائية المستديرة (طالب وآخرون، ٢٠١٩، ص٤٧٤). أما بالنسبة للأحواض التي يقترب شكلها من المثلث والتي يمثلها حوض المصب، فيتمثل خطرها في موضع الرأس والقاعدة؛ فإن كان الرأس يمثل منطقة المنبع والقاعدة تمثل منطقة المصب، ففي هذه الحالة يكون التصريف النهري قد ارتقى ذروته بمدة قصيرة جداً بعد سقوط الأمطار، كما وأن المدة الزمنية اللازمة لوصول موجة الفيضان هي أيضاً قصيرة، بسبب اتساع مساحة الحوض في منطقة المصب وفي هذه الحالة تصل ذروة التصريف المائي بمدة قليلة إلى مصب الحوض، وبالعكس تصل ذروة التصريف المائي في مدة زمنية أطول

من الحالة الأولى بسبب اتساع مساحة الحوض باتجاه منطقة المنبع (جواد وآخرون، ٢٠١٢، ص١١٣٣ - ١١٣٤). تتضمن الخصائص الحوضية الشكلية ما يلي:

١) **نسبة الاستدارة** Circularity Ratio

وتوضح مدى اقتراب أو ابتعاد شكل بالنسبة للشكل الدائري المنتظم، حيث تشير القيم العالية إلى اقتراب شكل الحوض من شكل الدائري، ويعبر عنها بالعلاقة الاتية (الدليمي، ٢٠٠٠، ص١٥٦):

$$\text{نسبة الاستدارة} = \frac{\text{مساحة الحوض (كم٢)}}{\text{مساحة الدائرة التي محيطها يساوي محيط الحوض نفسه (كم٢)}}$$

نتيجة هذه المعادلة دائماً اقل من (١)، وقد بلغت نتيجة المعادلة لحوض وادي روخانه (٠,٢٤)، والتي تشير إلى أن الحوض يبتعد عن الشكل الدائري، حسب تصنيف (Strahler 1964)، اذاً (اقل من ٠,٤٠ يبتعد من الدائري) (٠,٤٠ - ٠,٦٠ قريب من الدائري) (اكثر من ٠,٦٠ دائري).

٢) **نسبة الاستطالة** Elongation Ratio

تعبر نسبة الاستطالة عن مدى اقتراب شكل الحوض من شكل المستطيل، نتيجة نسبة الاستطالة حسب تصنيف (Strahler 1964) تتراوح مابين (٠ - ١)، اذاً (اقل من ٠,٥ استطالة جداً) (٠,٥ - ٠,٧ مستطيل) (٠,٧ - ٠,٨ قريب من استطالة) (٠,٨ - ٠,٩ قريب من استدارة ((بيضوي)) (٠,٩ - ١ استدارة جداً)، وتحسب من خلال معادلة الاتية (Schumm S. A, 1956, p597):

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر الدائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض نفسه (كم)}}{\text{أقصى طول للحوض (كم)}}$$

إن نسبة الاستطالة في حوض وادي روخانه بلغت(٠,٥٦)،حسب تصنيف المذكور مما يدل على شكل المستطيل.

٣) **نسبة الطول إلى العرض (Length/width ratio)**

تعد من أبسط المعاملات المورفومترية الخاصة بقياس مدى استطالة حوض النهر، ويدل ارتفاع قيم هذه النسبة على اقتراب شكل الحوض من المستطيل، وذلك وفقاً لما ذكره (Muller 1974) مع الأخذ في الاعتبار تماثله مع معامل الاستطالة في ذلك، وإن كانت زيادة القيم هنا تشير إلى الاقتراب من الشكل المستطيل، بينما في معامل الاستطالة تدل القيم المنخفضة (المقتربة من الصفر) على الاقتراب من المستطيل (محسوب، ١٩٩٧، ص٢٠٨)، ويعبر عنها بالعلاقة الآتية:

$$\text{نسبة الطول إلى العرض} = \frac{\text{أقصى طول الحوض (كم)}}{\text{متوسط عرض الحوض (كم)}}$$

بلغت نتيجة معامل نسبة الطول إلى عرض (٤,٠٥) ويشير ذلك إلى أن اقصى طول الحوض وادي روخانه أكثر من أربع أضعاف عرضه، وهذا دليل آخر على استطالة شكل الحوض.

٤) معامل شكل الحوض Form Factor

دليل آخر لمعرفة شكل الحوض، فيستدل منها على مدى تباعد أو تقارب شكل الحوض من شكل الهندسي المثلث، فأنخفاض قيم معامل الشكل يدل على اقتراب شكل الحوض من شكل المثلث، وارتفاع القيم يعني ابتعاد شكل الحوض عن شكل المثلث، ويتم استخراج معامل شكل الحوض طبقاً للمعادلة الاتية، (النقاش و اخرون، ١٩٨٩، ص٥٢٢)، وهي:

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض (كم٢)}}{\text{مربع طول الحوض (كم)}}$$

تبلغ نتيجة معامل شكل الحوض (٠,٢٥)، وهذا يدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلثي، حيث إن منطقة المنبع للحوض تمثل قاعدة المثلث والمصب رأس المثلث.

٥) معامل الاندماج Compactness Coefficient

تستخدم هذه المعادلة في معرفة مدى تناسق المحيط الحوض مع مساحته ومرحلة التحاتية للحوض، يمكن الحصول عليه من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{معامل الاندماج} = \frac{\text{محيط الحوض (كم)}}{\text{محيط الدائرة مساحتها يساوي مساحة الحوض نفسه (كم)}}$$

ويعني ذلك أن الشكل يقاس بدلالة محيط الحوض كأساس للقياس، والمقارنة بدلالة المساحة الحوضية، وتشير القيم المنخفضة لهذا المعامل إلى أن حوض التصريف النهري قد قطع شوطاً أطول في مراحل تطوره الجيومورفولوجي، بينما في بعض الأحيان تدل قيمته المرتفعة على زيادة طول محيطه على حساب مساحته، أو بمعنى أبسط وأوضح أن محيط الحوض شديد التعرج وبالتالي يكون شكله أقل انتظاماً (النقاش وآخرون، ١٩٨٩، ص٢٠٩). إن قيمة معامل الاندماج في حوض وادي روخانه بلغت (٢,٠٤)، وهذا يدل على عدم التناسق بين المحيط والمساحة، وأيضاً يدل على أن الحوض في مرحلة الشباب، بمعنى أنه ما زال في بداية مراحل دورته التحاتية.

جدول (١) الخصائص المساحية والشكلية لحوض وادي روخانه

الخصائص المساحية والشكلية	النتائج	توضيح
مساحة / كم٢	٣٤٦٨,٨٨	مساحة كبير جداً
محيط / كم	٤٢٥,٥٠	-
اقصى طول / كم	١١٨,٥٢	-
متوسط العرض / كم	٢٩,٢٧	-
مساحة دائرة محيطها يساوي محيط الحوض نفسه / كم٢	١٤٤١٤,٨٣	-
طول قطر دائرة مساحتها يساوي مساحة الحوض نفسه / كم	٦٦,٤٧	-

محيط الدائرة مساحتها يساوي مساحة الحوض نفسه / كم	٢٠٨,٧٣	-
نسبة الاستدارة	٠,٢٤	يبتعد عن شكل الدائري
نسبة الاستطالة	٠,٥٦	يدل على شكل مستطيل
نسبة الطول إلى العرض	٤,٠٥	دليل آخر على استطالة الشكل
معامل شكل الحوض	٠,٢٥	يدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلثي
معامل الاندماج	٢,٠٤	يدل على ان الحوض في مرحلة الشباب

المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8)، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للحوض.

وفي النهاية الشكل الهندسي للحوض وادي روخانة، هو استطالة الشكل وايضاً اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلثي.

ثانياً/ الخصائص التضاريسية

للخصائص التضاريسية أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية، حيث يمكن من خلالها معرفة طبوغرافية المنطقة والأشكال الأرضية التي ترتبط بها، وتتضمن هذه الخصائص (معدل التضرس، التضاريس النسبية، معدل النسيج الحوضي، قيمة الوعورة، درجة الانحدار، إضافة إلى المقطعين الطولي والعرضي للحوض)، (جدول ٣)، وكما يأتي:

١) معدل التضرس Relief Ratio والتضاريس النسبية Relative Relief:

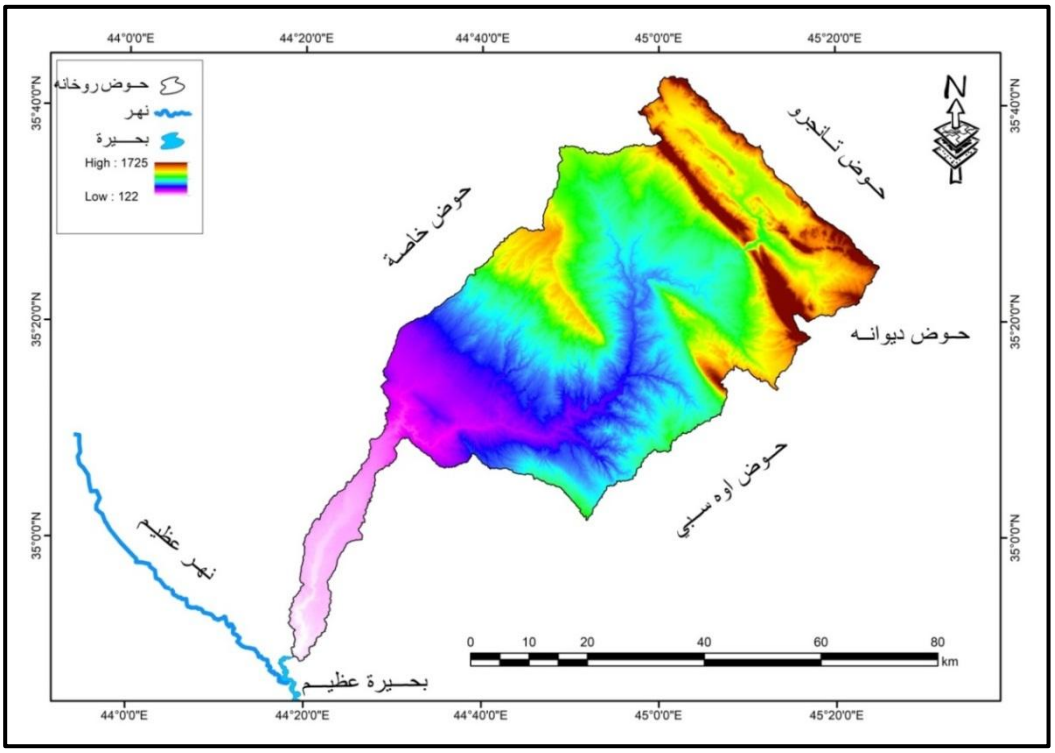
يترتب عليهما تحديد سرعة الجريان المائي، ومن ثم كمية الرواسب التي يمكن أن تُنقل من الحوض النهري، وعليه فإن الزيادة فيهما تعني سرعة وصول المياه إلى منطقة المصب، وكذلك زيادة كمية الرواسب المنقولة (الدراجي، ٢٠١٩، ص١٠٩)، ويمكن استخراجهما وفق المعادلتين التاليتين:

$$\text{معدل التضرس} = \frac{\text{فرق بين اعلى وادنى نقطتين في الحوض (م)}}{\text{اقصى طول الحوض (كم)}}$$

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{فرق بين اعلى وادنى نقطتين في الحوض (م)}}{\text{محيط الحوض (كم)}} \times ١٠٠$$

اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لحوض وادي روخانه، يتبين لنا أن أعلى نقطة في الحوض تصل إلى (١٧٢٥م)، وأدنى نقطة (١٢٢م)، (خريطة ٢)؛ بمعنى أن تضاريس الحوض تساوي (١٦٠٣م)، وقد بلغ معدل التضرس في الحوض (١٣,٥٢ م/كم)، وقيمة التضاريس النسبية في الحوض (٠,٣٨)، أي أن نتيجة هذين المعدلين منخفضة.

خريطة (٢) تضاريس سطح الارض في حوض وادي روخانه



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8)، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للحوض.

٢) معدل النسيج الحوضي Texture Ratio

أشار (Horton 1945) إلى أن نسيج الحوض يتأثر بعدة عوامل طبيعية مثل ظروف المناخ والنبات الطبيعي ونوع الصخور والتربة، إضافةً إلى قدرة تسرب المياه، ويعد مؤشراً على نوعية الطوبوغرافية في الحوض ودرجة التطور التحاتي فيها، وقد صنف (Smith 1950) الأحواض النهرية حسب قيمة النسيج إلى أربع فئات، هي: (خشن: أقل من ٤ مجرى/كم)، (متوسط: ٤-١٠ مجرى/كم)، (ناعم: ١٠-١٥ مجرى/كم)، (ناعم جداً: أكثر من ١٥ مجرى/كم).

اعتماداً على المعادلة الآتية (Waikar and others, 2014, p182):

$$\text{معدل النسيج الحوضي} = \frac{\text{عدد الكلي للمجاري المائية}}{\text{محيط الحوض (كم)}}$$

تبلغ معدل النسج الحوضي لحوض وادي روخانه (٧,١٧ مجرى/كم)، وهو بذلك يعد نسيجاً متوسطاً، بسبب تباين بين خصائص العوامل المذكوره.

٣) قيمة الوعورة Ruggedness Number

تعد من المعاملات المورفومترية التي تقيس العلاقة بين كل من تضرس الحوض وأطوال الروافد النهرية ومساحة الحوض أي (كثافة التصريف)، وسيتم استخراج قيمة الوعورة من خلال المعادلة التي اقترحها (Strahler 1964)، كالآتي:

التضاريس الحوضية × كثافة التصريفية الطولية

قيمة الوعورة = ________________

١٠٠٠

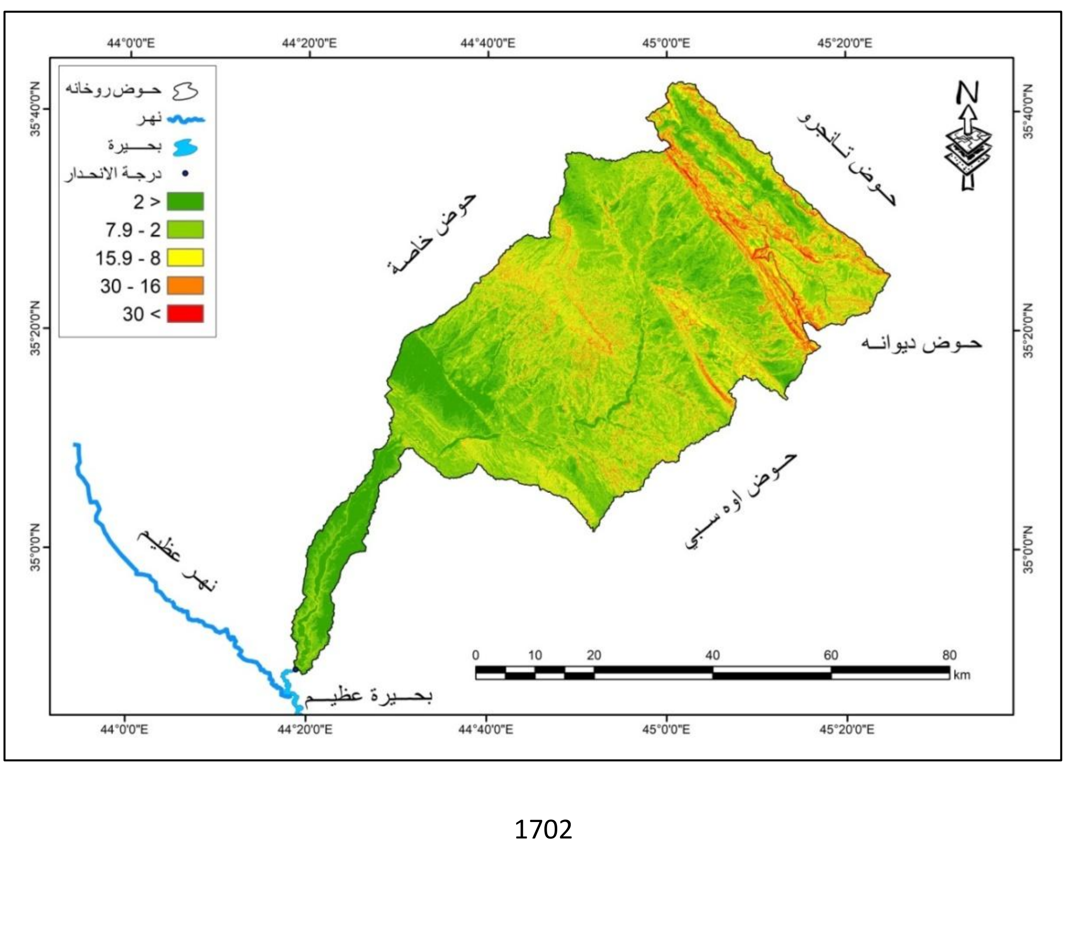
وقد أكد (Strahler 1964) أنه كلما ازدادت الكثافة التصريفية والتضرس في الحوض ازدادت قيمة الوعورة، كما أوضح (Chorley) أن قيمة الوعورة مؤشر على مدى تقدم الحوض في الدورة الجيومورفولوجية، حيث تشير قيم الوعورة المرتفعة إلى أن الحوض ما زال في بداية المرحلة الحتية، وتنخفض الوعورة مع تقدم الحوض في دورته الجيومورفولوجية (ريان، ٢٠١٤، ص١٠٧). وبتطبيق المعادلة على حوض وادي روخانه، بلغت قيمة الوعورة للحوض (٢,٢٠)، وهي نسبة تعتبر متوسطة إلى عالية تقريباً، بمعنى أن الحوض في بداية الدورة الجيومورفولوجية.

٤) درجة انحدار الحوض Slope of Watershed

تعد من العوامل المؤثرة في سرعة حركة الجريان السطحي داخل حوض التصريف النهري؛ فكلما زادت درجة انحدار سطح الأرض زادت سرعة حركة الجريان السطحي. وقد تم احتساب درجة انحدار حوض وادي روخانه والأشكال الأرضية المرتبطة بها، حسب تصنيف (Zink 1940) إلى (٥) فئات مختلفة.

ومن خلال خريطة رقم (٣) وجدول رقم (٢)، يتبين لنا أن أقصى درجة لانحدار الحوض (> ٣٠°) تتركز في أجزائه العليا متمثلة في سلسلتي جبال بازيان وقرداغ، وتبلغ مساحتها (٢٢,٧١ كم٢) بنسبة (٠,٦٥٪). وأقل درجة للانحدار (< ٢°) تنتشر في أجزاء متعددة من الحوض، خاصة في أجزائه السفلية بمساحة (٦٨٣,٥١ كم٢) وبنسبة (١٩,٧٠٪). بينما تمثل السهول التحاتية (متموج خفيف) أكبر مساحة في حوض وادي روخانه، حيث تتراوح درجة انحدارها ما بين (٢-٧,٩)° بنسبة (٤٨,١٠٪)، وعموماً كلما اتجهنا نحو مصب الحوض قلت درجة الانحدار.

خريطة (٣) درجة انحدار سطح الارض حسب تصنيف (Zinc 1940) في حوض وادي روخانه



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8)، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للحوض.

جدول (٢) تصنيف درجة الانحدار والاشكال سطح الارض حسب تصنيف (Zingg 1940) في حوض وادي روخانه

شكل التضرس	درجة الانحدار	تصنيف السطح	المساحة (كم٢)	النسبة (%)
مسطح مستوي	اقل من ٢	سهول ووديان	٦٨٣,٥١	١٩,٧٠
تموج خفيف	٢ - ٧,٩	سهول تعروية	١٦٦٨,٤٥	٤٨,١٠
متموج	٨ - ١٥,٩	تلال منخفضة	٧٧٩,٢٨	٢٢,٤٧
مقطعة مجزات	١٦ – ٣٠	تلال مرتفعة	٣١٤,٩٣	٩,٠٨
مقطعة بدرجة عالية	اكثر من ٣٠	جبال	٢٢,٧١	٠,٦٥
مجموع / معدل			٣٤٦٨,٨٨	١٠٠

المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8) اعتماداً على:

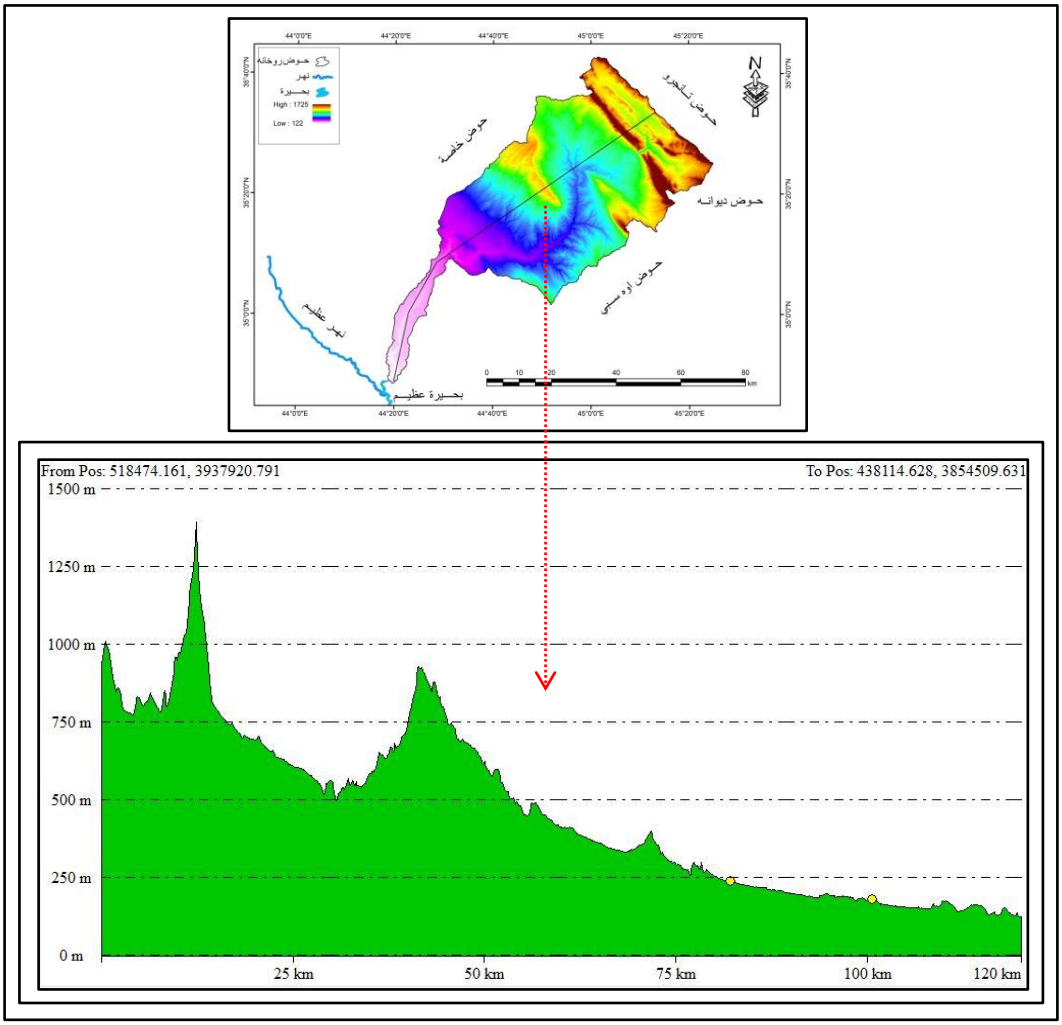
-Stam Marin, GIS Solution Natural Resource Management, Tenewable Natural Resources Foundation and Nation Academy of Sciences-National Research Council, Washington, Ed 1999, P 88.

٥) مقطع الطولي والعرضي للحوض Length and Width Profile

ويبيّن هذا المقطع الطولي التدرج في ارتفاعات الحوض من منبعه إلى مصبه، فمنها ما يكون مقعراً ومنها ما يكون بسيطاً، ويرتبط شكل المقطع الطولي بفعالية الحركات التكتونية ونشاط العمليات الجيومورفية داخل الحوض. اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لمنطقة الدراسة، ومن خلال الشكل رقم (١)، يتبين لنا أن رسم المقطع الطولي لحوض وادي روخانه يبتدئ من منابعه العليا في سلسلتي جبال سارا وقرداغ التي تمثل أعلى منطقة في الحوض، وأعلى نقطة في الحوض تبلغ (١٧٢٥م) فوق مستوى سطح البحر، وصولاً إلى منطقة المصب التي تمثل أدنى نقطة بارتفاع (١٢٢م) فوق مستوى سطح البحر حيث يصب في بحيرة العظيم؛ وشكل المقطع الطولي يدل على أن تضاريس حوض روخانه مقعرة.

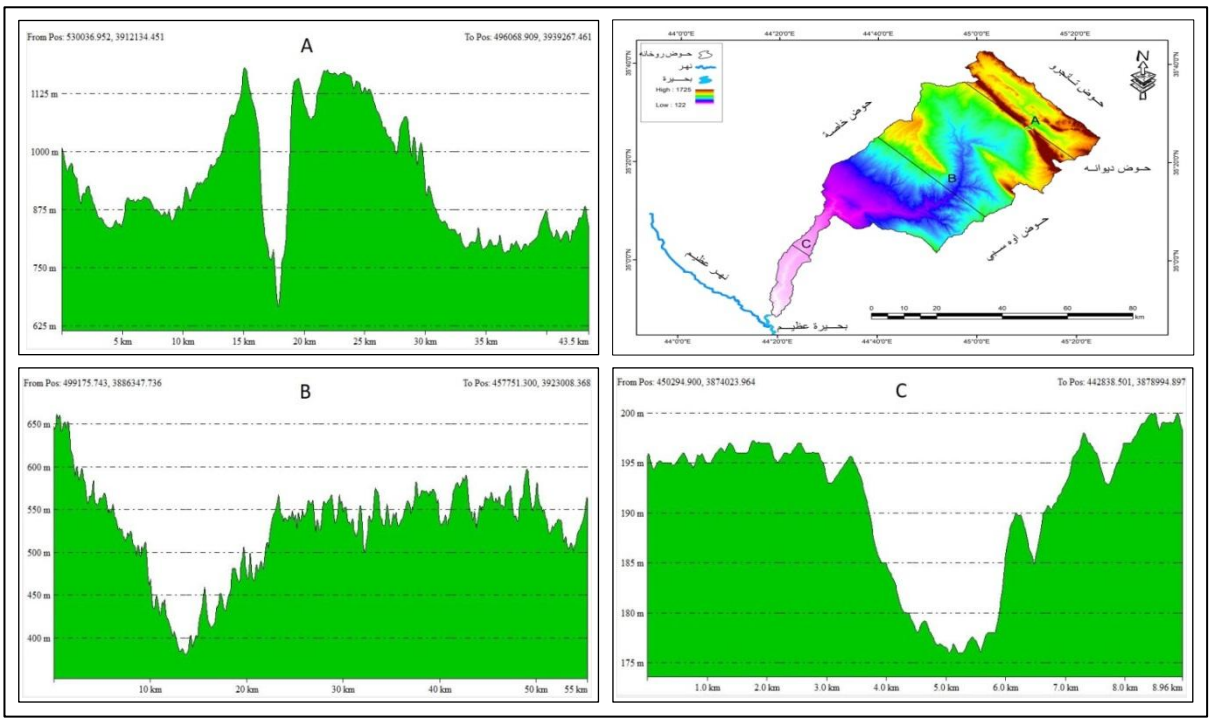
أما بالنسبة للمقطع العرضي الذي يتضح لنا من خلاله شكل عرض الحوض، فمن خلال الشكل رقم (٢) يتبين لنا أن المقاطع العرضية لحوض روخانه على طول المجرى الرئيسي تبدو على شكل حرف (V)، حيث تظهر فيها جوانب شديدة الانحدار، وهذا دليل على أن عمليات الحت والتعرية المائية نشطة في المجرى الرئيسي.

شكل (١) المقطع الطولي في حوض وادي روخانه



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8)، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للحوض.

شكل (٢) المقاطع العرضي لحوض وادي روخانه



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8)، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للحوض.

جدول (٣) الخصائص التضاريسية لحوض وادي روخانه

أعلى نقطة / م	أدنى نقطة / م	التضاريس الحوضية / م	معدل التضرس / (م/كم)	التضاريس النسبية	معدل النسيج / (أودية/كم)	قيمة الوعورة
١٧٢٥	١٢٢	١٦٠٣	١٣,٥٢	٠,٣٨	٧,١٧	٢,٢٠

المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8)، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للحوض.

من هنا يمكن القول من خلال تحليل الخصائص التضاريسية لحوض وادي روخانه تدل على أن الحوض لم يقطع شوطاً كبيراً من دورته الجيومورفية، بل إنه ما زال في المراحل الأولى من دورته الجيومورفية، ووجود التباين التضاريسي إحدى صفات مرحلة النضج في الحوض و درجات الانحدار فيها.

ثالثاً/ الخصائص الشبكة الحوض Watershed Stream Network

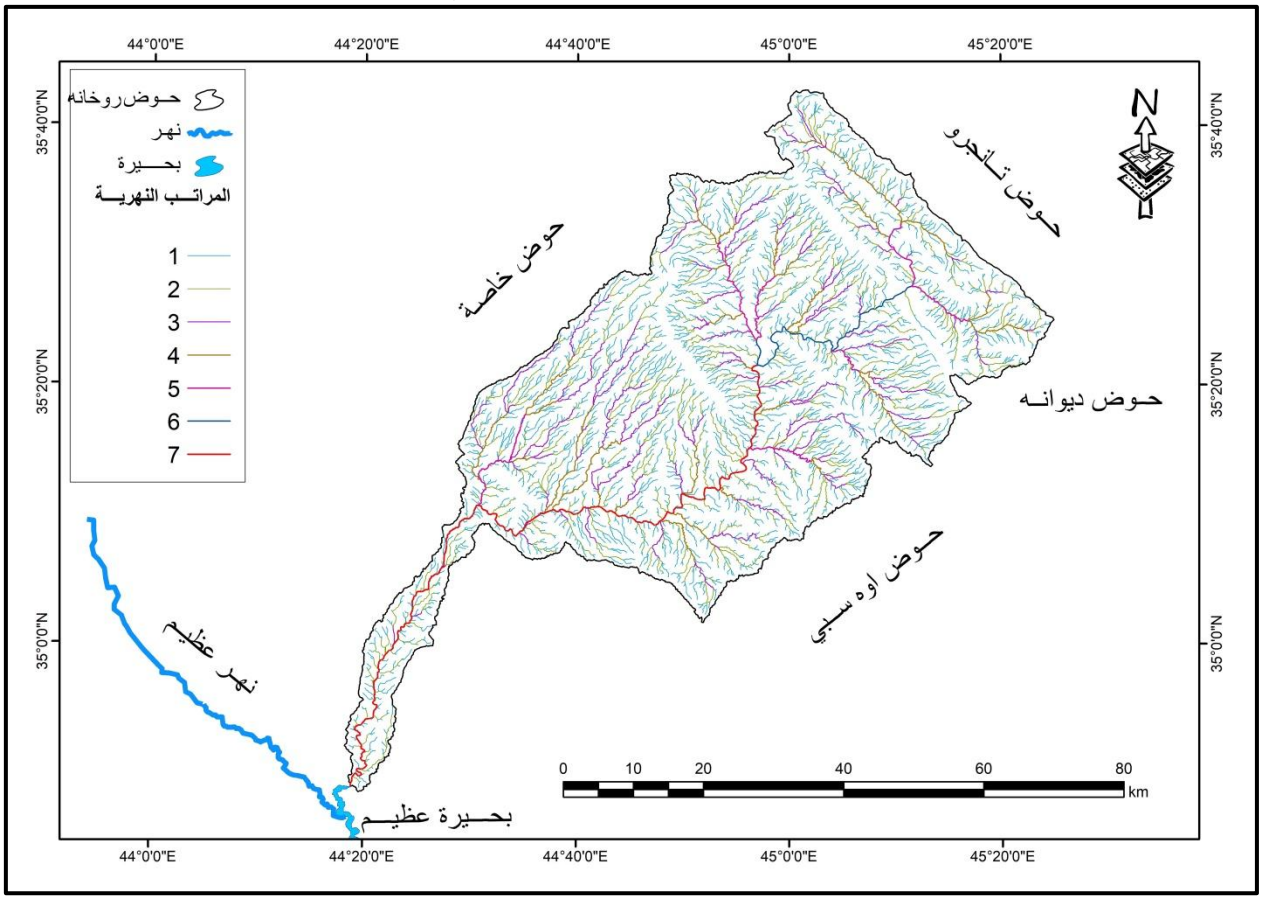
تعد خصائص الشبكة الحوضية من أهم الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف، ويعد (Horton 1945) أول من صنف شبكات التصريف داخل الأحواض النهرية فعمد إلى وصفها وصفاً كمياً، ومن ثم تعددت طرق تصنيف شبكة المجاري النهرية إلى رتب، منها طريقة (Strahler 1953) و(Shreve 1957) و(Scheidegger 1965). وسنعتمد في البحث طريقة (Strahler 1953) المعدلة عن (Horton 1945).

وللتعرف على خصائص الشبكة الحوضية لحوض وادي روخانه لا بد من القيام ببعض القياسات الخاصة بها، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، ومن هذه القياسات:

١) المراتب النهرية Stream Order وعدد المجاري Stream Number

بلغ عدد الرتب الحوضية في حوض وادي روخانه سبع رتب حسب تصنيف (Strahler 1953)، ويمثل المجرى الرئيسي أعلى رتبة حوضية حيث تصل إليه المياه والرواسب من بقية روافد شبكة التصريف الحوضي. وقد بلغ عدد المجاري في حوض وادي روخانه بجميع رتبها (٣٠٥١) مجرىً، أما المجاري التي تحمل المرتبة الأولى فقد بلغ عددها (٢٣٥٢) مجرىً، في حين بلغ عدد الأودية التي تقع ضمن المرتبة الثانية (٥٤١) مجرىً، أما المرتبة الثالثة فبلغ عددها (١١٥) مجرىً، في حين بلغت المرتبة الرابعة (٣٣) مجرىً، أما المرتبة الخامسة (٧) مجارٍ، في حين بلغت المرتبتان السادسة والسابعة على التوالي (٢) و(١) مجرىً، (خريطة ٤).

خريطة (٤) المراتب النهرية والمجاري المائية في حوض وادي روخانه



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8)، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للحوض.

٢) أطوال المجاري المائية Stream Lengths

اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لحوض روخانه، تم قياس أطوال المجاري المائية التي تغطي الحوض، مع متوسط الطول الذي يحسب من خلال قسمة مجموع أطوال المجاري في مرتبة ما ب(كم) على عدد المجاري في نفس المرتبة، وذلك لاستقراء العلاقة بين أطوال المجاري المائية ومراتبها المختلفة.

ومن خلال الجدول رقم (٤) تبين لنا أن هناك علاقة عكسية بين أطوال المجاري ورتبتها، إذ كلما تقدمت رتبة المجاري قل طولها عدا الرتبة السابعة، أما العلاقة بين متوسط طول المجاري ورتبتها فهي علاقة طردية، إذ كلما تقدمت رتبة المجاري زاد متوسط طولها، وسبب ذلك يعود إلى كثرة عدد مجاري المرتبة الأولى وطول مسافة المجرى الرئيسي.

٣) نسبة التشعب Bifurcation Rati

عرف (Horton 1945) نسبة التشعب بأنها العلاقة بين عدد الروافد في رتبة ما وعدد الروافد في رتبة التي تليها، وتم حساب نسبة التشعب من خلال المعادلة التالية:

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

وتعتبر نسبة التشعب من المعاملات المهمة التي تؤثر في الخصائص الهيدرولوجية للحوض، حيث تتحكم في معدل التصريف للحوض، ويمكن من خلالها تقدير حدوث الفيضان، وهي انعكاس طبيعي للظروف المناخية والتضاريسية والجيولوجية لأي منطقة (Horton, R E, 1945, p291). ويرى (Strahler 1964) أن نسبة التشعب الطبيعية للحوض تتراوح بين (٣-٥) في حال تجانس التركيب الصخري، وكلما قلت النسبة عن (٣) تُعد مؤشراً على زيادة احتمالية حدوث الفيضان في الحوض؛ لأنها تعطي جرياناً سطحياً سريعاً (Strahler, A. N, 1964, p76). أيضاً هناك علاقة بين الزمن ونسبة التشعب وبين التصريف ومعدل التشعب، فكلما قل معدل التشعب زاد خطر الفيضانات (عاشور، ١٩٨٦، ص٤٦٢).

إن متوسط نسبة التشعب في حوض وادي روخانه يساوي (٣,٧٩)، أي أنه في الحدود الطبيعية ضمن القيمة المذكورة، بمعنى يقل خطر الفيضان فيها بشكل عام. أما بالنسبة لنسبة التشعب بين المرتبتين الأولى والثانية فقد بلغت (٤,٣٥)، والمرتبتين الثانية والثالثة (٤,٧٠)، والثالثة والرابعة (٣,٤٨)، والرابعة والخامسة (٤,٧١)، والخامسة والسادسة (٣,٥)، والسادسة والسابعة (٢). وبناءً على هذه النتائج فإن خطورة الفيضان تقع ما بين الرتبتين السادسة والسابعة.

٤) الكثافة التصريفية Drainage Density

تُستخرج كثافة التصريف بتجميع أطوال جميع الجداول والأنهار بمراتبها المختلفة مقسوماً على مساحة الحوض العامة، فيوضح الناتج طول الأنهار والمجاري المائية في الكيلومتر المربع الواحد من الحوض النهري (النقاش، ١٩٨٩، ص٥١٩)، وتُستخرج عادةً كالآتي:

$$\text{الكثافة التصريفية} = \frac{\text{مجموع اطوال مجاري الحوض (كم)}}{\text{مساحة الحوض (كم٢)}}$$

بلغت كثافة التصريف في حوض وادي روخانه (١,٣٧ كم/كم٢)، وهذه القيمة منخفضة جداً حسب تصنيف (1964 Strahlar).

٥) التكرار النهري Stream Frequency

بلغ معدل التكرار النهري لحوض وادي روخانه قيمة منخفضة بلغت (٠,٨٨ مجرى/كم٢). ويعبر عن النسبة بين أعداد المجاري المائية ومساحة الحوض، ويشكل صورة أخرى لقياس الكثافة التصريفية، وتتأثر تكرارية الروافد بالعوامل الطبيعية للحوض خاصة المناخية والجيولوجية، وتستخرج عادةً كالآتي:

$$\text{التكرار النهري} = \frac{\text{مجموع عددمجاري الحوض}}{\text{مساحة الحوض (كم٢)}}$$

جدول (٤) الخصائص الشبكة النهرية لحوض وادي روخانه

المراتب	عدد المراتب	طول المراتب بـ(كم)	متوسط الطول بـ(كم)	نسبة التشعب	الكثافة التصريفية الطولية بـ(كم/كم٢)	الكثافة التصريفية العددية (مجرى/كم٢)
١	٢٣٥٢	٢٤٤٥,٢٦	١,٠٤	٤,٣٥ = ٢/١	١,٣٧	٠,٨٨
٢	٥٤١	١٢٥٢	٢,٣١	٤,٧٠ = ٣/٢		
٣	١١٥	٥٣٨,٤٩	٤,٦٨	٣,٤٨ = ٤/٣		
٤	٣٣	٢٥٧,٥٢	٧,٨٠	٤,٧١ = ٥/٤		
٥	٧	٩٤,٢٤	١٣,٤٦	٣,٥٠ = ٦/٥		
٦	٢	٤٠,١٦	٢٠,٠٨	٢ = ٧/٦		
٧	١	١٣١,٢٦	١٣١,٢٦			
مجموع/معدل	**٣٠٥١**	**٤٧٥٨,٩٣**		**٣,٧٩**		

المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8)، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للحوض.

المحور الثاني/ المدلولاتها الهيدرولوجية حسب خصائص المورفومترية لحوض وادي روخانه

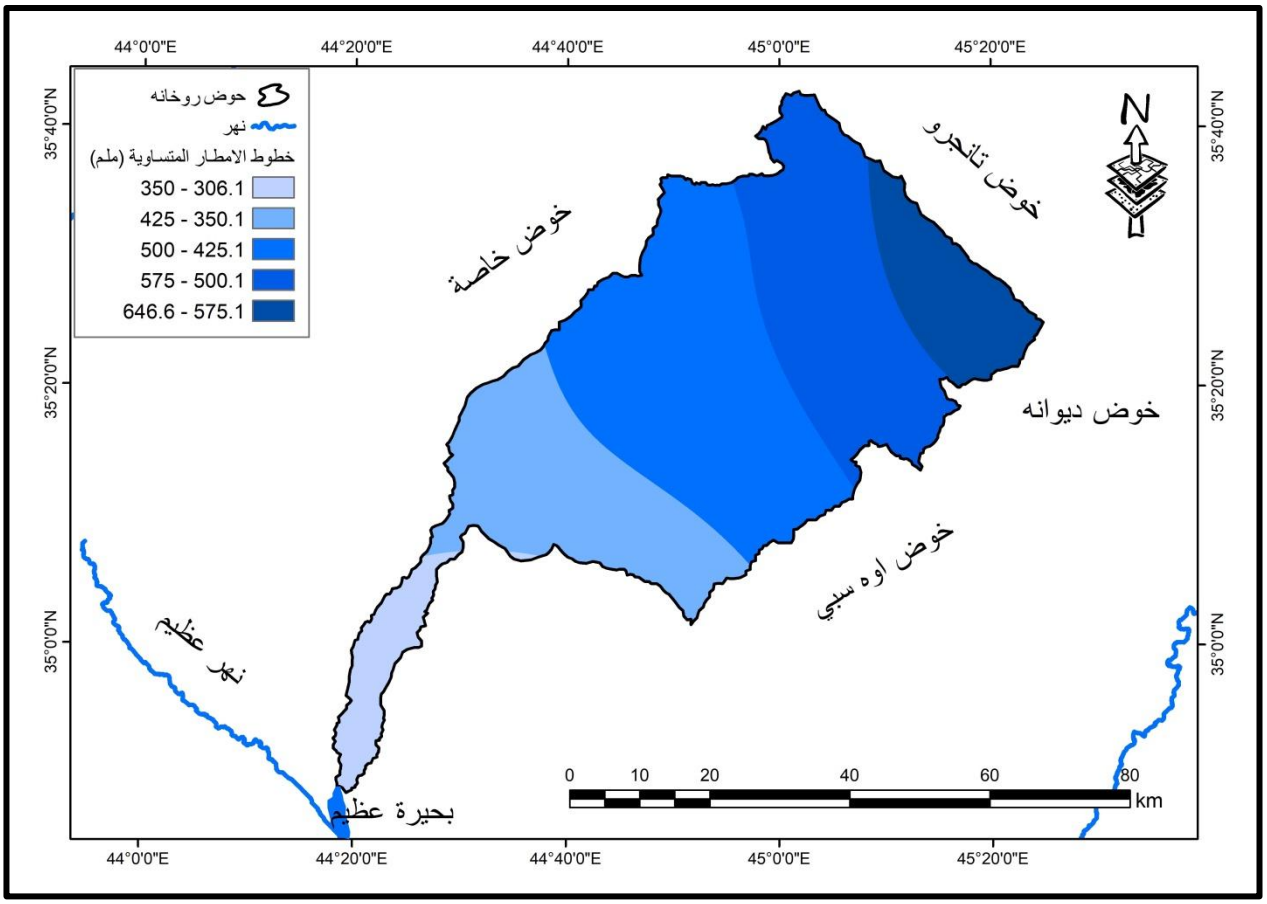
تعد الخصائص المورفومترية ذات أهمية كبرى في المدلولات الهيدرولوجية، مثل (مساحة الحوض، طول وعرض الحوض، شكل الحوض، معدل التضرس، النسيج الحوضي، نسبة التشعب، كثافة التصريف)؛ بحيث كلما زادت مساحة الحوض زادت كمية الأمطار التي يستقبلها، كما أن كبر المساحة يعني امتدادها عبر أقاليم مناخية متنوعة مما يتبعه تباين في نوعية وفصلية وكمية التساقط فيها. وطول الحوض يؤثر على سرعة الجريان والتسرب والتبخر والنتح، بينما يؤثر عرض الحوض على كمية التلقي من التساقط والجريان والتسرب وكذلك التبخر والنتح، وكلما زاد عرض الحوض زاد ما يتلقاه من التساقط وبالتالي زاد الجريان السطحي. وبالنسبة لشكل الحوض -كما ذكرنا سابقاً- تلعب الخصائص الشكلية دوراً واضحاً في الوضع الهيدرولوجي، وخاصة في وضعية الصرف المائي، وبالتالي في تحديد درجات أخطار الفيضانات.

أما بالنسبة للخصائص التضاريسية، فتؤدي زيادة التضرس ودرجة الانحدار إلى زيادة الكثافة التصريفية والتكرار وعمق المجاري والتصريف المائي، وزيادة كثافة التصريف ترتبط دائماً بقمة فيضان عالية كما ذكر (Chorley 1985). يختلف النسيج الطوبوغرافي للأحواض النهرية المختلفة بناءً على عدة عوامل، منها درجة نفاذية الصخر للمياه؛ فالصخور ضيقة المسام قليلة القابلية لتسرب المياه إلى ما تحت السطح، ومن ثم تعظم كمية المياه الجارية على السطح، والعكس إذا كانت قدرة الغطاء الصخري على تسريب المياه إلى ما تحت السطح كبيرة، فهذا يقلل من كمية الجريان السطحي.

بالنسبة لخصائص الشبكة الحوضية، كما ذكرنا في المحور الثاني، كلما قل معدل التشعب زاد خطر الفيضانات عقب سقوط الأمطار بكثافة في مناطق التجمع العليا، أي أن العلاقة بين نسبة التشعب وخطر الفيضان علاقة عكسية، وهذا يعني أنه مع قلة التشعب في الأحواض فإن مياه الأمطار تتجمع في مجارٍ قليلة ومحددة وبالتالي يزيد خطر الفيضان، بعكس ما إذا كانت نسبة التشعب كبيرة فإن المياه تتوزع على كثير من المجاري فتصل إلى المجرى الرئيس وهي مشتتة ويقل خطر فيضانها. ويذكر (Chorley 1985) أن كثافة التصريف العالية تعني أن قليلاً من المياه يتسرب إلى الداخل، ولذلك فإن قمة الفيضان تتزايد بصورة واضحة مع ارتفاع كثافة التصريف، ويذكر (Leopold 1978) أن المناطق ذات كثافة التصريف العالية دائماً ترتبط بقمم فيضانات عالية (علاجي، ٢٠١٠، ص ١٢١ - ١٢٧).

من خلال تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي روخانه في المحور الثاني، تبين لنا أن مساحة الحوض (٣٤٦٨,٨٨ كم٢) وهي مساحة كبيرة جداً حسب تصنيف (Zakai Sen 2008)، ويعتبر ذلك مؤشراً على أن كمية المياه المنصرفة منه كبيرة، وفيها تباين كبير جداً في كمية الأمطار السنوية التي يستقبلها الحوض؛ بحيث يقع بين خطي تساوي الأمطار السنوية (٢٠٠-٦٠٠) ملم (خريطة ٦)، ويقع ضمن ثلاثة أقاليم مناخية مختلفة وهي: إقليم مناخ شبه رطب (Csa) في الأجزاء العليا من الحوض التي تقع في المنطقة الجبلية لإقليم كوردستان، أما باقي أجزاء الحوض التي تقع في المنطقة شبه الجبلية، ففي منطقة وسط الحوض يسود إقليم مناخ شبه جاف (Bs)، وفي منطقة المصب إقليم مناخ جاف (Bw) (ياسين وآخرون، ٢٠٠٩، ص٤٨).

خريطة (٦) خطوط متساوية للامطار في حوض وادي روخانه



المصدر/ من عمل الباحثين باستخدام برنامج (Arc Map GIS 10.8)، اعتماداً على: المحطات المجاورة

بالنسبة لطول وعرض حوض وادي روخانه، فيبلغ طوله (١١٨,٥٢ كم) وهي مسافة طويلة، وعرضه (٢٩,٢٧ كم)، وهذا يعني أن طوله أكثر بكثير مقارنة بعرض الحوض، ولهذا فإن طول حوض وادي روخانه يؤثر على زمن التركيز في الحوض؛ إذ إن المياه التي يستقبلها الحوض تأخذ وقتاً طويلاً للوصول إلى نقطة المصب، وبالتالي فإنها ستصل قليلة وضعيفة بسبب ضياع جزء منها بالتبخر والتسرب، ويتيح ذلك فرصة كبيرة لتغذية المياه الجوفية في الحوض، وهذا يعني أن احتمالية حدوث الفيضان قليلة.

أما بالنسبة لشكل الحوض حسب نتيجة معادلات شكل الحوض، وكما ذكرنا سابقاً، فقد بلغت نسبة الاستدارة (٠,٢٤) والتي تشير إلى أن الحوض يبتعد عن الشكل الدائري، ونسبة الاستطالة (٠,٥٦) مما يدل على الشكل المستطيل، وقيمة نسبة الطول إلى العرض (٤,٠٥) وهذا دليل آخر على استطالة شكل الحوض، وتتصف الأشكال الحوضية المستطيلة بجريانات مائية منتظمة من الناحية الزمانية وبكميات تصريفية قليلة نسبياً مقارنة بالأشكال الحوضية الدائرية أو القريبة من الدائرية. من هنا يتبين أن حوض وادي روخانه ذو شكل مستطيل، لذا فإن احتمالات حدوث فيضان فيه تكون قليلة، كما ذكرنا سابقاً، بحيث لا تتجمع مصبات معظم الروافد في نفس الوقت، ومن ناحية أخرى يؤدي ذلك إلى فقدان كميات كبيرة من المياه حيث تقطع المياه مسافة كبيرة من المنبع إلى المصب بسبب استطالة الحوض مما يزيد من فرصة تسربها إلى باطن الأرض أو تبخر المياه بفعل درجات الحرارة. في حين تبلغ نتيجة معامل شكل الحوض (٠,٢٥)، وهذا يدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلثي، حيث إن منطقة المنبع للحوض تمثل قاعدة المثلث والمصب رأس المثلث. ومن الجدير بالذكر أن الشكل المثلث فيه حالتان؛ أولاهما: إذا كانت منطقة المنبع تمثل رأس المثلث والمصب تمثل قاعدته فتكون دلالة خطر الفيضان كبيرة لسرعة وصول الموجات المائية إلى المجرى الرئيس، أما الحالة الثانية فهي عكس الحالة الأولى، إذ تمثل منطقة المنبع قاعدة المثلث في حين أن منطقة المصب تمثل رأس المثلث، وتتمثل هذه الحالة في شكل حوض وادي روخانه، فإن دلالة خطر الفيضان تكون منخفضة من الناحية الهيدرولوجية، وذلك بسبب تأخر وصول الموجة المائية بعد العاصفة المطرية.

أما بالنسبة للخصائص التضاريسية، فقد بلغ معدل التضرس في الحوض (١٣,٥٢ م/كم) وهي قيمة منخفضة؛ لأن أكثر من (٨٠٪) من مساحة الحوض تقع ضمن منطقة شبه جبلية التي تُعرف بتضاريس منبسطة، أما أجزاء أعالي الحوض فتقع ضمن منطقة جبلية تتميز بتضاريس معقدة وانحدار شديد جداً، لاسيما في سلسلتي جبال سارا وقرداغ. وعموماً قلة معدل التضرس في حوض وادي روخانه تؤثر على قلة كثافة التصريف في الحوض. أيضاً معدل النسيج الحوضي متوسط، حيث بلغت نتيجة المعادلة (٧,١٧ مجرى/كم)، وهذا بسبب التباين في العوامل المؤثرة، بمعنى أن تكوينات الصخور في الحوض مختلطة من تكوينات عالية وقليلة النفاذية، وهذا يعني أن تسرب المياه في الحوض يتم بنسب متوسطة. وعموماً، حسب خصائص التضاريس، فإن احتمالية حدوث الفيضان قليلة.

وحسب خصائص الشبكة الحوضية، فإن معدل نسبة التشعب في حوض وادي روخانه يساوي (٣,٧٩)، أي أنه في الحدود الطبيعية ضمن القيمة التي أشار إليها (Strahler)، وهذا يعني أن المياه تتوزع في مجارٍ كثيرة وتصل إلى المصب مشتتة وضعيفة، بمعنى يقل خطر الفيضان فيها بشكل عام. وبلغت كثافة التصريف في حوض وادي روخانه (١,٣٧ كم/كم٢) وهي نسبة منخفضة جداً، فالحوض لا يتميز بكثافة تصريف عالية لذلك فلا يوجد هناك احتمال لحدوث الفيضان.

الاستنتاج:

١. تبلغ مساحة حوض وادي روخانه (٣٤٦٨,٨٨ كم٢)، وهي حسب تصنيف (زاكاي سين ٢٠٠٨) تقع ضمن فئة الأحواض الكبيرة جداً، مما يعكس قدرة استيعابية عالية للتساقط المطري وتعدد أقاليمه المناخية.

٢. يمتد الحوض جغرافياً من المنطقة الجبلية في إقليم كوردستان وصولاً إلى المنطقة شبه الجبلية، بحد أقصى للطول يبلغ (١١٨,٥٢ كم)، مما يوجد تبايناً تضاريسياً بين المنبع والمصب، ويجعله يمر عبر ثلاثة أقاليم مناخية مختلفة.

٣. يتميز الشكل العام لحوض روخانه بالاستطالة؛ الأمر الذي يؤدي إلى زيادة "زمن التركيز"، مما يرفع من معدلات فقدان المياه بالتبخر والتسرب قبل وصولها للمصب، وهذا يقلل من احتمالية حدوث الفيضانات المفاجئة.

٤. استناداً إلى جميع الخصائص المورفومترية والمؤشرات الهيدرولوجية التي تم تحليلها، يُستنتج عدم وجود خطر حقيقي من حدوث فيضانات مفاجئة مدمرة في الحوض نظراً لطبيعة تشعبه وشكله المستطيل.

التوصيات

يوصى بإجراء المزيد من الأبحاث الجيومورفولوجية والهيدرولوجية التفصيلية على منطقة الدراسة لتتبع التغيرات البيئية.

ضرورة إنشاء محطة متكاملة لتسجيل البيانات المناخية والهيدرولوجية في الحوض لضمان الحصول على بيانات دقيقة تدعم الدراسات المستقبلية.

بما أن وادي روخانه يعد من الأودية دائمة الجريان، فمن الممكن استثمار ذلك ببناء سدود على المجرى الرئيسي، وإنشاء سدود صغيرة (سدود إعاقة) أو برك جبلية على الروافد لتخزين مياه الأمطار، وللتحكم في سرعة تدفق المياه في حالات الذروة المطرية.

المصادر:

الدراجي، سعد عجيل مبارك (٢٠١٩): الجيومورفولوجيا التطبيقية، دار الحداثة للطباعة والنشر، الطبعة الأولى، بغداد.

الدليمي، خلف حسين علي (٢٠٠١): الجيومورفولوجيا التطبيقية (علم شكل الأرض التطبيقي)، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان.

محسوب، محمد صبري (١٩٩٧): جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، الطبعة الأولى، القاهرة.

النقاش، عدنان باقر، والصحاف، مهدي محمد علي (١٩٨٩): الجيومورفولوجيا، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، مطبعة جامعة بغداد، بغداد.

ياسين، هاشم وآخرون (٢٠٠٩): أطلس إقليم كوردستان العراق، العراق والعالم (ئەتلەسي هەرێمی كوردستاني عێراق، عێراق و جيهان)، مطبعة تينووس (تێنووس)، الطبعة الأولى، أربيل.

جواد، علي محمد، محمد، يوسف سامر، ٢٠١٢، استخدام نموذج ارتفاعات الرقمية في استخلاص شبكة التصريفالمائية و قياساتها الهيدرومورفومترية لحوض العظيم، المجلة العراقية للعلوم، المجلد ٥٣، العدد ٤، كانون الاول.

درويش، عزالدين جمعه و ئەوانی تر، ٢٠١٩، شيكردنەوەی تايبەتمەندييە هايدرۆ مۆرفۆمتريیەكانی ئاوزێڵی بەنداوی دێوانه و كاريگەری لەسەر دروستبوونی دياردەی لافاو لەوەرزی بارانبارينداء گۆڤاری زانكۆی گەرميان، خولی (٤) ژمارە (٦).

الزهراني، افراح احمد علي، ٢٠٢١، الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي نعمان بمنطقة بمكة المكرمة، المجلة المصرية للتغير البيئي، المجلد الثالث عشر (١).
سقى، عبدالحفيظ محمد سعيد، ٢٠١١، الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن بالمملكة العربية السعودية، مجلة جامعة ملك عبدالعزيز، الاداب والعلوم الانسانية، عدد ١٩.
طالب، جزا توفيق و اخرون، ٢٠١٩، تحليل الخصائص الجيومورفومترية في حوض وادي بابا عمر (دراسة في جيومورفولوجيا التطبيقية)، مجلة جامعة سليمانية، قسم (B) للعلوم الانسانية، كانون الثاني، عدد ٥٩.
عاشور، محمود محمد، ١٩٨٦، طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، مجلة كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية، جامعة قطر، العدد ٩.
النوايسة، سامي واخرون، ٢٠١٨، التقيم الجيومورفولوجي لاراضي وادي الغفر لاغراض التوسع العمراني، مجلة اردنية للعلوم الاجتماعية، المجلد المجلد ١١، العدد ١.

ريان، وفاء كمال، ٢٠١٤، الخصائص المورفومترية لحوض وادي فارعة-فلسطين باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج ارتفاعات الرقمية، رسالة ماجستير (منشورة)، جامعة الاسلامية-غزة، كلية الاداب، غزه.
علاجي، آمنه أحمد محم، ٢٠١٠، تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم، رسالة ماجستير (منشورة)، جامعة ام قرى، كلية العلوم الاجتماعية، مككه.

Stam Marin, GIS Solution Natural Resource Management, Tenewable Natural Resources Foundation and Nation Academy of Sciences-National Research Council, Washington, Ed 1999.
Strahler, A. N., Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks, part 11, sect. 4-11, In handbook of Applied Hydrology, V. T. chow, ed., New Yourk, 1964.
Zakai Sen, Wadi Hydrology, CRC Press, Taylor & Francis Group, New york 2008.

Horton, R E. Erosional development of stream and their drainage basins, geo, amer, bull. 1945, v. 56, p291.
Milind Waikar, Aditya Nilawar, Morphometric Analysis of a Drainage Basin Using Geographical Information System: A Case study, J. of Multidisciplinary and Current research, Jan/Feb 2014.
Schumm S. A., Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badland and Perth Emboy, New Jersy Geol, Soc. Am. Bull., Vol 67, 1956.