تحليل الخصائص المورفومترية (المساحية ، الشكلية، التضاريسية) لأحواض وديان ناحية زاويته بإستخدام تقنيتي الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية

الباحثة. عذراء نصير محسن

أ.د.محمد عباس جابر الحميري

hum646.ethraa.nsyr@student.uobabylon.edu.iq

mhmed1984@uobabylon.edu.iq

Analysis of Morphometric Characteristics (Areal, Shape, and Relief) of Valley Basins in Zawita District Using Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS)

Researcher: Athra'a Nasir Mohsen
Prof. Dr. Mohammed Abbas Jaber Al-Humeiri

قسم الجغرافية / كلية التربية للعلوم الإنسانية / جامعة بابل.

المُستخلص

يهدف هذا البحث إلى تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض الوديان في ناحية زاويته التابعة لمحافظة دهوك، من خلال التركيز على الخصائص المساحية وأبعاد الأحواض وخصائصها الشكلية والتضاريسية، لما لهذه العناصر من دور رئيس في تفسير السلوك الهيدرولوجي وتحديد مراحل التطور الجيومورفولوجي. اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي الكمي، مستندة إلى توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد، بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة (30 م)، إلى جانب الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية. شملت الدراسة تحليل أربعة أحواض رئيسة هي: درلوش، بيرة، بجيلور، وبرموس، حيث أظهرت النتائج وجود تباين مكاني واضح في خصائصها المورفومترية نتيجة لاختلاف البنية الجيولوجية والتضاريس. وقد سجل حوض وادي درلوش أكبر مساحة بلغت (287.70 كم²)، في حين تباينت أطوال الأحواض بشكل ملحوظ، مما انعكس على زمن التركيز وسرعة الاستجابة الهيدرولوجية، إذ تتميز الأحواض الطويلة باستجابة أبطأ، مقابل سرعة الجريان في الأحواض القصيرة. كما كشفت نتائج التحليل الشكلي عن سيادة الأشكال المستطيلة والبيضوية في معظم الأحواض، مع ميل حوض بيرة نحو الشكل الدائري، مما يدل على اختلاف مراحل التطور الجيومورفولوجي بينها. وأظهرت معاملات التضرس والوعورة ارتفاعًا في بعض الأحواض، خاصة برموس وبيرة، وهو ما يعكس شدة الانحدار وزيادة كفاءة النقل الرسوبي. في المقابل، أشارت نتائج التكامل الهبسومتري إلى تباين مراحل التطور الحتي بين الأحواض، حيث تقع بعضها في مرحلة النضج،

وأخرى في مراحل انتقالية أو متوسطة. وتؤكد نتائج الدراسة وجود علاقة وثيقة بين الخصائص المورفومترية والسلوك الهيدرولوجي، إذ تؤثر هذه الخصائص بشكل مباشر في سرعة الجريان وحجم التصريف وإمكانية حدوث السيول. كما أثبتت الدراسة فاعلية تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في توفير تحليل دقيق وموثوق للأحواض المائية، بما يسهم في دعم إدارة الموارد المائية وتقييم المخاطر البيئية بشكل مستدام.

الكلمات المفتاحية: الخصائص المورفومترية، أحواض الوديان، نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ،الاستشعار عن بعد، السلوك الهيدرولوجي، مخاطر السيول..

Abstract

This study aims to analyze the morphometric characteristics of valley basins in the Zawita district of Duhok Governorate, focusing on areal properties, basin dimensions, and shape and relief characteristics, due to their fundamental role in interpreting hydrological behavior and identifying geomorphological development stages. The study adopts a quantitative analytical approach, utilizing Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing techniques, based on Digital Elevation Model (DEM) data with a spatial resolution of 30 meters, in addition to topographic and geological maps. The analysis includes four main basins: Derlosh, Beera, Bjeelor, and Barmos. The results reveal significant spatial variation in morphometric characteristics due to differences in geological structure and terrain. The Derlosh basin recorded the largest area (287.70 km²), while basin lengths varied considerably, affecting concentration time and hydrological response. Longer basins exhibit slower response times, whereas shorter basins are more prone to rapid runoff and flash flooding. The shape analysis indicates the dominance of elongated and oval basin forms, with the Beera basin tending toward a circular shape, reflecting variations in geomorphological development stages. Relief and ruggedness indices show higher values in certain basins, particularly Barmos and Beera, indicating steep slopes and enhanced sediment transport efficiency. In contrast, hypsometric analysis reveals different stages of geomorphic evolution, ranging from mature to intermediate and transitional stages. The findings confirm a strong relationship between morphometric characteristics and hydrological behavior, as these parameters directly influence runoff velocity, discharge volume, and flood

potential. Furthermore, the study demonstrates the effectiveness of GIS and remote sensing techniques in providing accurate and reliable morphometric analysis, contributing to sustainable water resource management and environmental risk assessment.

Keywords: Geomorphometric Characteristics, Valley Basins, GIS, Geographic Information Systems (GIS) , Remote Sensing ,Hydrological Behavior, Flash Flood Risk.

المقدمة

تُعد الدراسات المورفومترية للأحواض المائية ركيزة أساسية في فهم الخصائص الهيدروجيومورفولوجية لسطح الأرض، حيث توفر القياسات الكمية لأبعاد وشكل ومساحة الأحواض مؤشرات دقيقة حول سلوك التصريف المائي وتطور العمليات التضاريسية. تكتسب ناحية زاويته في محافظة دهوك أهمية جغرافية بالغة نظراً لتعقيد نظامها التضاريسي وتباين انحداراتها، مما يجعل دراسة أحواض الوديان فيها ضرورة علمية لتحديد طبيعة الجريان وإدارة الموارد المائية. يهدف هذا البحث إلى توظيف تقنيات الاستشعار عن بُعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في استخلاص وتحليل الخصائص المساحية والشكلية وأبعاد الأحواض، وذلك بالاعتماد على نماذج الارتفاع الرقمية (DEM) والبيانات الفضائية الحديثة، للوصول إلى فهم أعمق للديناميكية المكانية للمنطقة.

مشكلة البحث (Research Problem)

تتمثل مشكلة البحث في التساؤلات الآتية:

1. ما هي الخصائص المورفومترية (المساحية، الأبعاد، الشكلية) التي تميز أحواض الوديان في ناحية زاويته؟
2. إلى أي مدى تتباين هذه الأحواض في خصائصها الهندسية؟ وكيف تؤثر تلك الخصائص على سلوك الجريان المائي؟

فرضية البحث (Research Hypothesis) ينطلق البحث من فرضية مفادها:

1. وجود تباين مكاني واضح في الخصائص المورفومترية للأحواض الأربعة (درلوش، بيرة، بجيلور، وبرموس) نتيجة للتنوع التضاريسي والبنيوي في ناحية زاويته.
2. أن الخصائص الشكلية للأحواض تشير إلى مراحل نشاط جيومورفولوجي لم تصل بعد إلى مرحلة الاستقرار أو النضج الكامل

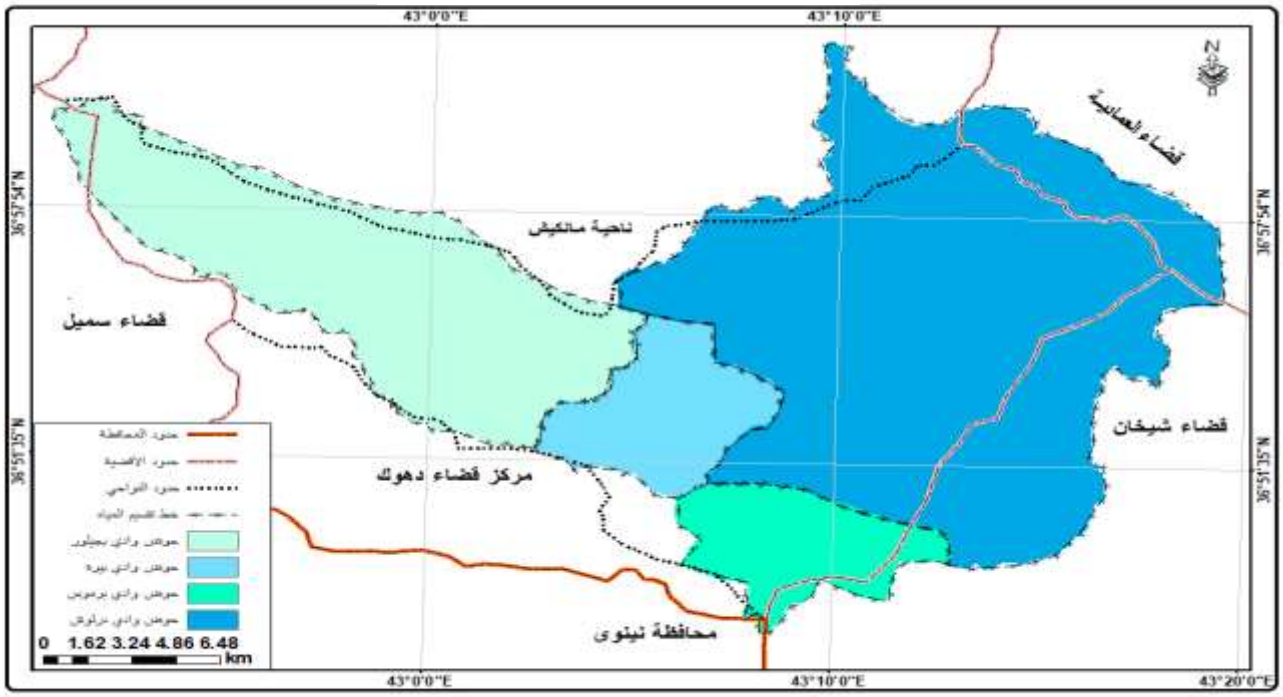
هدف البحث تحديد المناطق الأكثر عرضة لمخاطر السيول والفيضانات في ناحية زاويته، وتقديم مقترحات مكانية لإدارة الموارد المائية وحماية التجمعات السكانية بناءً على المؤشرات المورفومترية المستخلصة.

منهجية البحث : اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي الكمي، حيث تم توظيف برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، وتحديداً برنامج (ArcGIS 10.4.1)، لمعالجة وتحليل البيانات المكانية. وقد تمثلت مصادر البيانات الأساسية في:

- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييز مكاني (30 متر).
- خرائط طبوغرافية وجيولوجية لمنطقة الدراسة بمقياس (100,0001:).
- استخدام أداة (Hydrology) ضمن بيئة البرنامج لاشتقاق شبكة التصريف المائي وتحديد حدود الأحواض الأربعة (درلوش، بيرة، بجيلور، وبرموس)، ومن ثم تطبيق المعادلات الرياضية المورفومترية الخاصة بالمساحة والأبعاد والشكل.

الموقع الجغرافي والفلكي: تقع منطقة الدراسة (ناحية زاويته) في الجزء الشمالي من العراق، وتتبع إدارياً لمحافظة دهوك. فلكياً، تمتد المنطقة بين دائرتي عرض (36.48.00) و (37.03.00) شمالاً، وبين خطي طول (43.00.00) و (43.21.00) شرقاً. تشغل المنطقة مساحة إجمالية قدرها **(403.24)** كم^2، وتتميز بطبيعة جبلية وعرة وتنوع في الأشكال الأرضية، حيث يحدها من الجنوب مركز قضاء دهوك، ومن الشمال والشرق سلاسل جبلية وعرة أسهمت في رسم حدود الأحواض المائية الأربعة المدروسة **(درلوش، بيرة، بجيلور، وبرموس)**، خريطة(1)

خريطة (1) احواض منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وباستعمال برنامج ArcGIS 10.4.1

اولا: الخصائص المساحية (Areal Characteristics)

والتي تُعد من أهم المؤشرات المورفومترية التي تُحدد حجم النظام الهيدرولوجي وقدرته على استيعاب التساقط المطري. وتتضمن دراسة المساحة والمحيط للأحواض المائية في ناحية زاويته.جدول(1).

جدول (1) الخصائص المساحية والابعاد لأحواض منطقة الدراسة

ت	اسم الحوض	المساحة (كم^2)	الطول(كم)	متوسط العرض(كم)	المحيط(كم)
1	درلوش	287.70	30.14	9.55	90.43
2	برموس	39.56	7.07	5.59	41.08
3	بيرة	41.68	8.41	4.96	29.11
4	بجيلور	135.30	23.15	5.84	60.95

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على خريطة (1) وباستعمال برنامج ArcGIS 10.4.1

1.مساحة الحوض (Basin Area) من هم عناصر التحليل المورفومتري، إذ تؤثر في حساب خصائص الأحواض وتتباين تبعًا للعوامل الطبيعية كالبنية الجيولوجية والمناخ والتضاريس والتربة والغطاء النباتي. كما ترتبط طرديًا بكمية التساقط، مما ينعكس مباشرة على حجم التصريف المائي والنشاط

الجيومورفولوجي داخل الحوض منطقة الدراسة[1]. و يُلاحظ من الجدول تباين مساحات الأحواض المدروسة بشكل واضح، إذ يسجل حوض وادي درلوش أكبر مساحة بلغت (287.70 كم²)، يليه حوض وادي بجيلور بمساحة (135.30 كم²)، في حين تنخفض المساحة في كل من حوض وادي بيره (41.68 كم²) وحوض برموس (39.56 كم²). يعود اختلاف مساحات أحواض منطقة الدراسة إلى تباين البنية الجيولوجية وخصائص الصخور، فضلاً عن اختلاف مراحلها الجيومورفولوجية، مما ينعكس على تباين المردود المائي تبعًا لمساحة الحوض خريطة(2)،جدول(1).

2.طول الحوض Basin Length هو المسافة من منبع الحوض إلى مصبه، ويؤثر في الجريان والتعرية، وله نوعان: الطول الحقيقي والطول المثالي، والأخير يمثل أقصر مسافة بين المنبع والمصب[2].ويمكن تحديد طول الحوض بعدة طرق اشهرها طريقة(Schumm1956) الذي مثله على أن طول الحوض يساوي المسافة الممتدة من مصب المجرى الرئيس حتى ابعد نقطة في محيطه [3]. و تُظهر أطوال أحواض منطقة الدراسة تباينًا واضحًا بفعل اختلاف التضاريس. يسجل وادي درلوش أطول حوض (30.14 كم) بزمن تركيز طويل واستجابة بطيئة، يليه وادي بجيلور (23.15 كم) بزمن متوسط. أما الأحواض القصيرة مثل بيره (8.41 كم) وبرموس (7.07 كم) فتتميز بزمن تركيز قصير وجريان سريع وزيادة احتمال الفيضانات، ويرتبط ذلك بالانحدار وطبيعة التكوينات الجيولوجية. خريطة(3)،جدول(1).

3.متوسط عرض الأحواض Average Basin Widthعرض الحوض هو المسافة المستقيمة بين أبعد نقطتين على محيط الحوض ، ولاتساع الأحواض اهمية في المعاملات المورفومترية من اجل تحديد شكل الحوض وذلك عن طريق معرفة النسبة بين الطول والعرض، ويؤثر عرض الحوض على كمية التساقط والجريان والترشيح فضلا عن التبخر والنتح وكلما زاد عرض الحوض زاد ما يستلمه من التساقط

---

[1] علي حساف الحواس، توظيف تكاملي لتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد وتحليل الخصائص الهيدرومورفومترية الأحواض التصريف الصحراوي، حوث جغرافية (18)الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض،2006 ، ، ص 28.

[2] محمد صبري محسوب سليم، جيومورفولجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة 1997، ص 30.

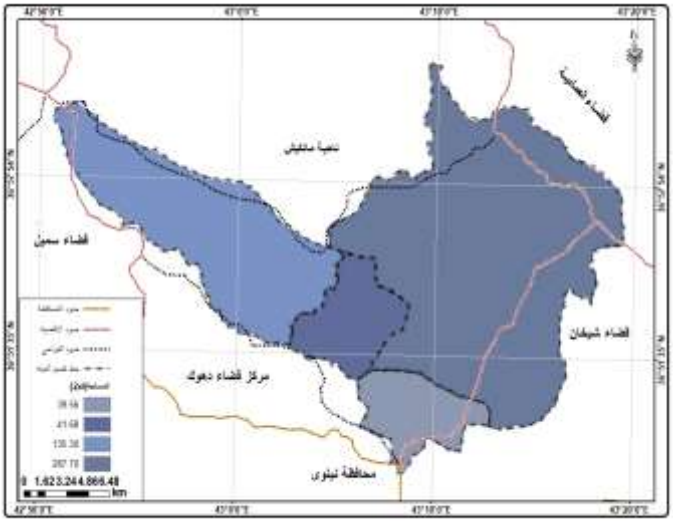
[3] امين طربوش ، مريم ناصيف ، التحليل المورفومتري لحوض وادي القرن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) "، مجلة جامعة تشرين ، الآداب والعلوم الإنسانية ، المجلد 42 ، العدد 5 ، 2020،ص499.

وبالتالي زيادة الجريان السطحي، ولقد تم الاعتماد على المعادلة الآتية لاستخراج متوسط العرض[1].خريطة(4)،جدول(1).

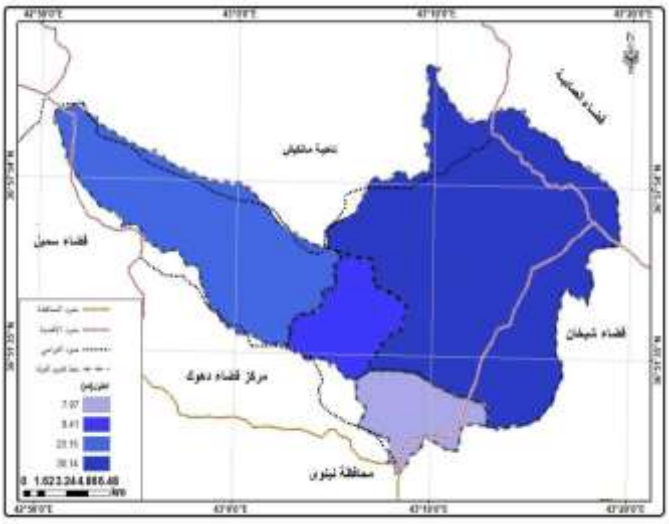
$$\text{متوسط عرض الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض (كم}^2)}{\text{طول الحوض كم}^2}$$

تُظهر نتائج الدراسة تباينًا في متوسط عرض الأحواض تبعًا لاختلاف المساحة والطول، حيث سجل حوض وادي درلوش أعلى قيمة (9.55 كم) مما يدل على اتساعه، بينما جاءت بقية الأحواض أقل عرضًا، إذ تقاربت قيم بجيلور وبرموس، وسجل بيره أدنى قيمة (4.96 كم). ويعكس ذلك تفاوتًا في الامتداد العرضي، يعود إلى اختلاف العوامل الطبيعية كالبنية الجيولوجية والانحدار وعمليات التعرية، مما يؤثر في شكل الحوض وحجم الجريان السطحي.

خريطة (2) مساحات احواض منطقة الدراسة



خريطة (3) اطوال احواض منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على جدول (1)

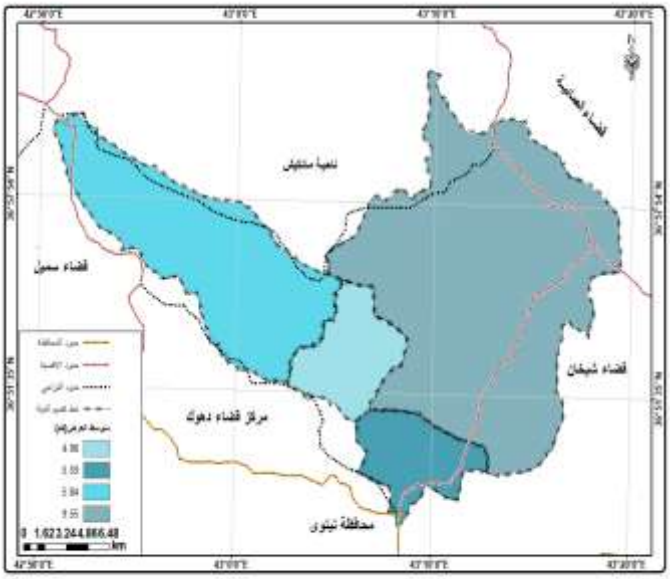
4.محيطات الأحواض Basin Perimeter هو خط افتراضي يحدّد الفاصل بين الحوض والأحواض المجاورة، ويمر عبر أعلى النقاط المحيطة بالمنطقة التي تتجه مياهها نحو أوديتها حتى تصل إلى المجرى الرئيس. ويُستخدم لبيان مدى امتداد الحوض واتساعه، إذ يرتبط ازدياد طوله بزيادة انتشاره وتطوره الجيمورفولوجي،[2]ويرتبط محيط الحوض كمتغير مورفومتري بالعديد من الخصائص المورفومترية

[1] محمد صبري محسوب، جيومرفولوجية الأشكال الأرضية، مصدر سابق، ص 206.

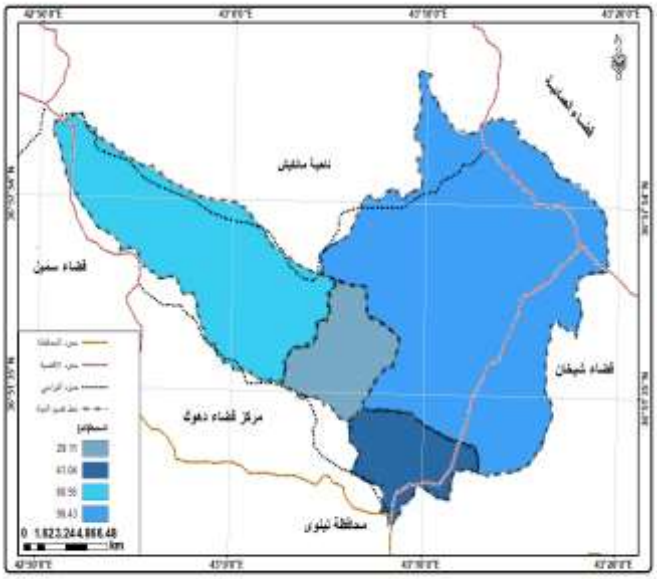
[2] مثال مبدر مصلح العشماوي، واخرون ، نمذجة الخصائص المورفومترية لوادي عويجيله المائي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، مجلة كلية الآداب جامعة تكريت، العدد خاص بالمؤتمرات، 2019 ،ص699.

الأخرى مثل شكل الحوض واستطالته واستدارته[1] و تُظهر قيم محيط الأحواض تباينًا واضحًا، إذ سجل حوض وادي درلوش أعلى قيمة بلغت (90.43 كم)، يليه حوض وادي بجيلور (60.95 كم)، ثم برموس (41.08 كم)، في حين جاء حوض وادي بيره بأدنى قيمة (29.11 كم). ويعكس ذلك اختلافًا في امتداد وتعقيد حدود الأحواض، حيث يدل المحيط الأكبر على زيادة التعرج والتطور، بينما يشير المحيط الأصغر إلى بساطة نسبية، ويعود هذا التباين إلى العوامل الجيولوجية والتضرس وعمليات التعرية وتأثيرها في كفاءة التصريف. خريطة(5)،جدول(1).

خريطة (4) متوسط عرض احواض منطقة الدراسة



خريطة (5) محيطات احواض منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على جدول (1)

ثانيا: الخصائص الشكلية Shape Characteristics

تُعد دراسة الخصائص الشكلية للأحواض النهرية ذات أهمية كبيرة في فهم التطور الجيمورفولوجي للحوض والعمليات الطبيعية التي أسهمت في تكوينه، فضلاً عن دورها في تحديد تأثير شكل الحوض على حجم التصريف النهري. ويساعد ذلك في تقدير درجة خطر الفيضانات، وكذلك في حساب معدلات التعرية المائية وكمية المياه التي تصل إلى المجرى الرئيس، إذ يتباين شكل الحوض تبعاً لطبيعة تفرع الشبكة النهرية والعوامل المتحكمة فيها، كالبنية الجيولوجية، والتضاريس، والظروف المناخية، ويُقاس

[1] حميد حسن عبد الله، المتغيرات المورفومترية للجزء الأسفل من حوض الراب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة ديالى العلوم الصرفة، المجلد 7 العدد 2، 2011، ص 2.

شكل الحوض باستخدام مجموعة من الوسائل التجريبية التي تُصنف الأحواض إلى أنماط شكلية مختلفة، مثل الحوض الدائري أو المستطيل أو المثلث. ومن أبرز المعاملات المستخدمة في تحديد شكل الحوض جدول(2).

جدول (2) الخصائص الشكلية لأحواض منطقة الدراسة

ت	اسم الحوض	الاستدارة	الاستطالة	نسبة الطول الى العرض	معامل شكل الحوض	معامل الاندماج	معامل الانبعاج
1	درلوش	0.44	0.63	3.16	0.32	1.50	0.79
2	برموس	0.29	1.00	1.26	0.79	1.84	0.32
3	بيرة	0.62	0.87	1.70	0.59	1.27	0.42
4	بجيلور	0.46	0.57	3.96	0.25	1.48	0.99

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وباستعمال برنامج ArcGIS 10.4.1.

1.معامل الاستدارة (نسبة تماسك المساحة) Circulation Ratio وهو الذي يعبر عن مدى إقتراب أو ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري،[1] كما انه هو مقياسا لمعرفة مدى اقتراب شكل الحوض أو ابتعاده عن الشكل الدائري فكلما ارتفعت نسبة تماسك المحيط عن الواحد كلما أبتعد شكل الحوض من الشكل الدائري واتخاذه الشكل المستطيل[2]، وتزداد إستدارة شكل الاحواض إذا اقتربت قيمة ناتج المعادلة من العدد الواحد الصحيح[3]، وشكل الحوض يحسب على وفق المعادلة الاتية:

$$\text{معامل الاستدارة} = \frac{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}{\text{مساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض نفسه (كم}^2\text{)}}$$

(1) Melton M, Geometric Properties of Mature Drainage Systems and Their Representation in a E4, phase Jour Geology. V. 66, 1958, p 35.

(2) حسن رمضان سلامة، التحليل الجيمورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الاردن، مجلة الدراسات العلوم الانسانية، الجامعة الأردنية، مجلد 7 العدد الأول، 1980، ص 94.

(3) Arthur, N. Strahler, Quantitative Geomorphology of drainage basins and channel networks, In Chow Ven Te, Hand book of applied Hydrology, Mc Graw-Hill, New York, 1964, p. 4-51

و يتضح من معامل الاستدارة تباين أشكال الأحواض؛ إذ سجل حوض وادي بيره (0.62) ما يدل على شكل دائري، بينما جاء درلوش (0.44) وبجيلور (0.46) بشكل بيضوي، في حين سجل برموس (0.29) شكلًا مستطيلاً. ويشير ذلك إلى أن معظم الأحواض تميل إلى الأشكال البيضوية والمستطيلة ولم تبلغ النضج الجيومورفولوجي الكامل، نتيجة تأثير البنية الجيولوجية والتضاريس. كما يؤثر شكل الحوض في سلوك الجريان، إذ تزيد الأحواض المستطيلة من سرعة التجمع واحتمال الفيضانات، بينما توفر الأحواض الدائرية والبيضوية توازنًا أفضل في التصريف. خريطة(6)،جدول(2).

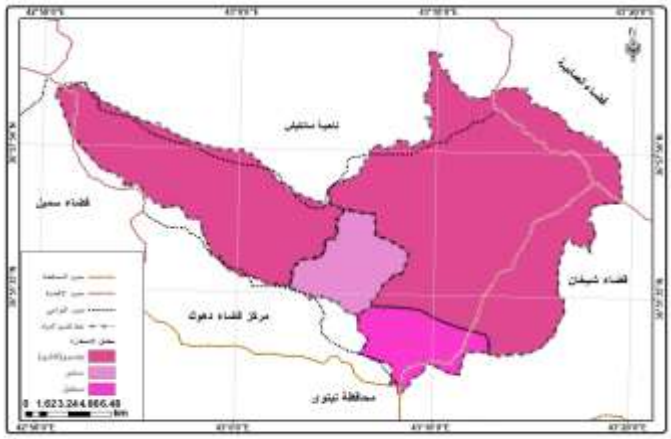
2.معامل الاستطالة Circulation Ratio يدل هذا المعدل على مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل، إذ ترتفع قيمته عادة في الأحواض ذات الشكل الطولي، بينما تنخفض في الأحواض التي يكون عرضها أكبر نسبياً من طولها. ويُحسب هذا المعدل بالاعتماد على المعادلة الآتية:[1]

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{\text{قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض(كم)}}{\text{اقصى طول للحوض(كم)}}$$

توضح هذه النسبة مدى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المستطيل، إذ تتراوح بين (0–1)، فكلما اقتربت من الصفر دلّ ذلك على اقتراب الحوض من الشكل المستطيل، وكلما ارتفعت ابتعد عنه. وقد أظهرت نتائج تطبيق معامل الاستطالة على أحواض منطقة الدراسة تباينًا واضحًا، إذ سجل حوض وادي برموس (1.00) وهي قيمة مرتفعة جدًا (>0.90) تدل على شكل قريب من الدائري. كما بلغ في حوض وادي بيره (0.87) ضمن المدى (0.70–0.90) مما يشير إلى حوض غير مستطيل. في حين سجل حوض وادي درلوش (0.63) وحوض وادي بالجيلور (0.57)، وهما ضمن الفئة (0.50–0.70) أي من الأحواض متوسطة الاستطالة. وبحسب تصنيف (أبو العينين)، تتوزع أحواض المنطقة بين المتوسطة الاستطالة وغير المستطيلة، مع غياب الأحواض عالية الاستطالة، ويعزى ذلك إلى العوامل الجيولوجية المؤثرة في خصائصها الهيدرولوجية. خريطة(7)،جدول(2).

[1] S.A..Evolution of drainage Systems and Slopes in bad Lands at Pertl, Amboy، New Jersey, Geol. Soc. Amer., Bull. V.67.PP.597-646.

خريطة (6) معامل الاستدارة لأحواض منطقة الدراسة



خريطة (7) معامل الاستطالة لأحواض منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على جدول (2)

3.معامل الطول إلى العرضLength Width Ratio وتعبر هذه الخاصية النسبية عن العلاقة بين طول الحوض وعرضه فهي تدل على زيادة الطول النسبي لأحدهما على حساب الآخر.[1] وتشبه نتائجها تلك التي تتمخص عن معدل الاستطالة وتزداد إستطالة الأحواض إذا زادت نسب أطوالها إلى عرضها، ويستخرج وفق المعادلة:

$$\textbf{معامل الطول الى العرض} = \frac{\text{طول الحوض(كم)}}{\text{عرض الحوض(كم)}}$$

تدل نتائج نسبة الطول إلى العرض في الجدول على تباين واضح في أشكال الأحواض؛ حيث يبرز حوضا **بجيلور (3.96)** و**درلوش (3.16)** كأكثر الأحواض استطالة وطولاً مقارنة بعرضهما، بينما يُعد حوض **برموس (1.26)** الأقل استطالة والأقرب للشكل المتكتل، مما يعني أن المياه في حوض برموس تصل للمصب بسرعة أكبر مقارنة بالأحواض الطولية التي تأخذ وقتاً أطول في التصريف.خريطة(8)،جدول(2).

4.معامل الشكل Basin Form Factor أن معامل شكل الحوض هو الذي يوضح العلاقة بين مساحة الحوض وطوله، حيث إذا كانت النتيجة تصل قيمتها إلى الواحد الصحيح فإن ذلك يعني زيادة نسبة مساحة الحوض على حساب طول الحوض، ويترتب على ذلك بأن يكون شكل الحوض قريباً إلى

---

[1] محمد مجدي تراب، التطور الجيمورفولوجي لحوض وادي قصيب بالنطاق الشرقي من شبه الجزيرة سيناء، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية، عدد 30، الجزء الثاني، 1997، السنة التاسعة والعشرون، ص265-249.

شكل المربع، أما في حالة انخفاض النتيجة إلى أقل من ذلك فإنه قد يجعل شكل الحوض يقترب من الشكل المثلث خريطة(9) جدول(2). ويستخرج وفق المعادلة[1]:

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض(كم}^2\text{)}}{\text{مربع طول الحوض(كم}^2\text{)}}$$

وبعد عملية التحليل ، إذ تشير القيم (0–0.4) إلى شكل مثلثي شديد التعرج، و(0.4–6.0) إلى شكل مربع شديد التعرج، و(0.6–1) إلى شكل مربع منتظم. وقد أظهرت نتائج الدراسة تباينًا واضحًا، إذ سجل بجيلور (0.25) ودرلوش (0.32) شكلًا مثلثيًا شديد التعرج، بينما سجل بيره (0.59) شكلًا مربعًا شديد التعرج، في حين بلغ برموس (0.79) شكلًا مربعًا منتظمًا. وبشكل عام تميل الأحواض إلى الأشكال المثلثية شديدة التعرج.

5.معامل الاندماج Compactness Factor أن هذه النسبة تكون دائماً أعلى من (واحد) صحيح، وكلما زادت هذه النسبة عن (الواحد) اشار ذلك إلى ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري وهذا يعني ضعف الترابط بين أجزاء الحوض وعدم انتظام خطوط تقسيم المياه بل تمر بتعرجات واضحة في هذا الحوض[2].

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

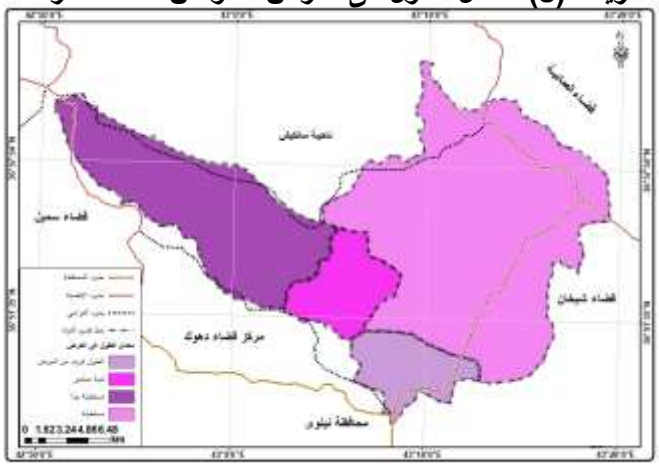
من خلال تطبيق المعادلة إذ تُظهر نتائج معامل الاندماج تباينًا بين أحواض منطقة الدراسة، إذ سجل حوض وادي درلوش (1.50)، وبجيلور (1.48)، وبيرة (1.27)، وبرموس (1.84). وتشير هذه

[1] سعد عجيل مبارك الدراجي، اساسيات علم اشكال الأرض الجيمورفولوجي ،الطبعة الأولى، دار كنوز المعرفة، عمان، 201ص271

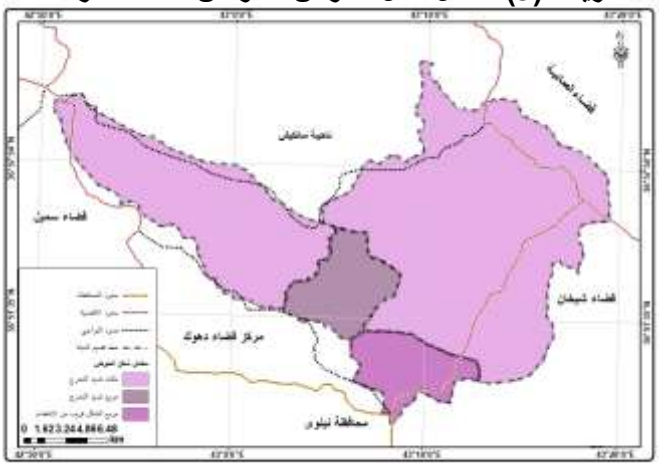
[2] عدنان النقاش، ومهدي الصحاف ، الجيمورفولوجيا،جامعة بغداد ، مطبعة الجامعة، بغداد،.1985 ص.522

القيم إلى أن الأحواض متناسقة بدرجات متفاوتة مع محيطها الخارجي. فالقيم المرتفعة مثل برموس تدل على تعرج واضح وحداثة في الدورة الحتية، بينما القيم الأقل مثل بيرة تشير إلى انتظام أكبر وتطور نسبي في شكل الحوض. وبشكل عام تعكس النتائج تأثير العوامل التضاريسية والجيولوجية في اختلاف درجة اندماج الأحواض وتنظيمها التصريفي. خريطة(10)،جدول(2).

خريطة (8) معامل الطول الى العرض لأحواض منطقة الدراسة



خريطة (9) معامل شكل الحوض لأحواض منطقة الدراسة



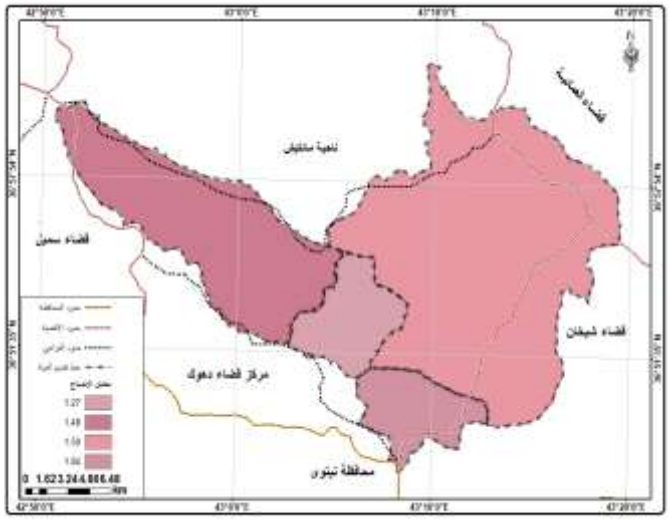
المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على جدول (2)

6.معامل الانبعاجLemniscates Factor يعالج معامل الانبعاج بعض جوانب قصور معامل الاستدارة، إذ نادرًا ما تكون الأحواض مستديرة تمامًا وتميل غالبًا إلى الشكل البيضوي. وتشير القيم المنخفضة إلى زيادة انبعاج الحوض وتفلطحه، مع زيادة أطوال وأعداد المجاري المائية وسيادة النحت الرأسي والجانبي، ما يدل على تقدم الحوض في دورته التعروية. أما القيم المرتفعة فتشير إلى استطالة الحوض وابتعاده عن الشكل المنبعج، أي أنه أكثر طولًا وأقل انتظامًا. خريطة(11)،جدول(2).

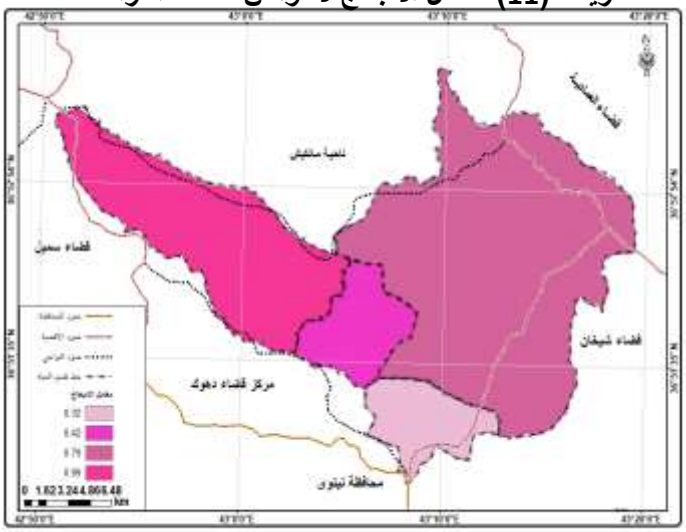
$$\text{معامل الانبعاج} = \frac{\text{مربع طول الحوض(كم}^2\text{)}}{4\times\text{مساحة الحوض(كم}^2\text{)}}$$

بتطبيق المعادلة على أحواض منطقة الدراسة، سجل حوض وادي درلوش (0.79)، وبرموس (0.32)، وبيرة (0.42)، وبجيلور (0.99). وتشير هذه القيم إلى تباين واضح في درجة الانبعاج بين الأحواض، إذ يظهر برموس وبيرة انبعاجًا أقل مع ميل للشكل غير المنتظم، بينما يتميز درلوش بانبساطية متوسطة، في حين يُعد بجيلور الأكثر قربًا للشكل المنبعج. ويعكس ذلك اختلاف مراحل التطور الحتي والخصائص التضاريسية، مع تأثير مباشر على تصريف المياه وسلوك الأحواض أثناء الأمطار الغزيرة والفيضانات.

خريطة (10) معامل الاندماج لأحواض منطقة الدراسة



خريطة (11) معامل الانبعاج لأحواض منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على جدول (2)

ثالثا: الخصائص التضاريسية Topologica Characteristics

تُعد دراسة تضرس الأحواض المائية ذات أهمية كبيرة، خاصة لدى الجيمورفولوجيين والهيدرولوجيين، إذ تمثل مرآةً لمدى فعالية العمليات الجيمورفولوجية المختلفة، مثل تراجع السفوح الناتج عن الحت المائي والريحي، وعمليات التجوية والانهيارات الأرضية التي تسهم مجتمعة في تشكيل سطح أرض الحوض، كما يُعد تضرس الحوض انعكاسًا للطبيعة الصخرية وخصائصها البنيوية، ومؤشرًا مهمًا لفهم تطور الحوض ودورته الحتّية، لما له من علاقات وثيقة بالخصائص المساحية والطولية وببنية الشبكة النهرية. وقد اقترح عدد من الباحثين مجموعة من المقاييس والمعايير التي تساعد في تحديد وقياس هذه الخصائص،جدول(3) ومن أبرزها ما يأتي:-

جدول (3) الخصائص التضاريسية لأحواض منطقة لدراسة

ت	اسم الحوض	تضاريس الحوض			معامل التضرس (م/كم)	التضاريس النسبية(م /كم)	التكامل الهبسومتري (م/كم2)	قيمة الوعورة م.كم/كم2
		اعلى	ادنى	فرق				

		ارتفاع(م)	ارتفاع(م)	الارتفاع(م)				
1	درلوش	1434	636	798	26.48	8.83	0.360	2.809
2	برموس	1335	635	700	99.01	17.04	0.057	2.632
3	بيرة	1317	644	673	80.02	23.12	0.062	2.418
4	بجيلور	1279	580	699	30.19	11.47	0.194	2.761

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وباستعمال برنامج ArcGIS 10.4.1

1.نسبة التضرس Relief Ratio يُعد معامل التضرس مؤشرًا مهمًا لكمية الرواسب المنقولة داخل الحوض، إذ تزداد مع ارتفاع درجة التضرس وما يرافقه من تسارع عمليات الحت المائي وتشكّل أشكال جيومورفولوجية متنوعة. أما انخفاضه فيدل على ضعف الحت المائي وقلة تأثيره في تشكيل المظاهر السطحية داخل الحوض،[1] كما أن ارتفاع قيمة درجة التضرس يؤدي إلى زيادة سرعة وصول الموجات المائية إلى المصب، مما ينعكس بدوره على ارتفاع كمية الرواسب المنقولة بشكل أكبر، إذ ترتبط هذه الكمية طرديًا بدرجة التضرس. ويُظهر هذا المؤشر العلاقة المتبادلة بين تضرس الحوض وطوله، إذ يُعطي تصورًا واضحًا عن درجة الانحدار العام للحوض وتأثيرها في تراجع سفوح المنحدرات. ويمكن حساب هذا المعدل باستخدام المعادلة الآتية:[2]

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين واعلى اخفض نقطة في الحوض(م)}}{\text{طول الحوض(كم)}}$$

تُظهر نتائج نسبة التضرس تباينًا واضحًا بين أحواض منطقة الدراسة، إذ سجل حوض وادي برموس أعلى قيمة (99.01 متر/كم)، يليه حوض وادي بيرة (80.02 متر/كم)، بينما انخفضت القيم في حوض وادي بجيلور (30.19 متر/كم) ووادي درلوش (26.48 متر/كم). ويعكس ذلك اختلافًا في شدة الانحدار الطولي بين الأحواض، حيث يتميز برموس وبيرة بتضرس عالٍ وسيادة النحت الرأسي وسرعة التصريف، في حين تشير القيم المنخفضة في درلوش وبجيلور إلى انحدار أقل وتقدم نسبي في مرحلة التطور الحتي وسيادة النحت الأفقي. خريطة(12)،جدول(3).

---

(1) Strahlar, A. N., Quantitative analysis of watershed geomorphology Trans Amer،Vnian, V. 38, 1957, P. 913-920.

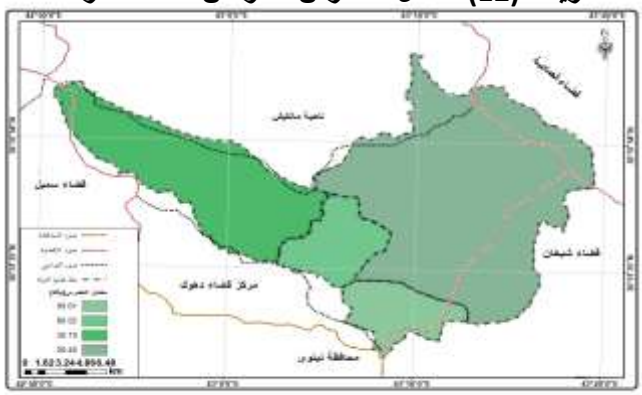
(2) Stanely A. Schumm, Evolution of Drainage Systems Slopes in Bad Land At perth Ambog, Newjersy. Jor. Geo. V. 67, 1956, p 612.

2.معامل التضاريس النسبية Rlaative Relief تُعد التضاريس النسبية مقياساً آخر لقياس شدة تضرس الأحواض، حيث تُمثل العلاقة بين التضاريس النسبية ومحيط الحوض وتقاس بالطريقة الآتية

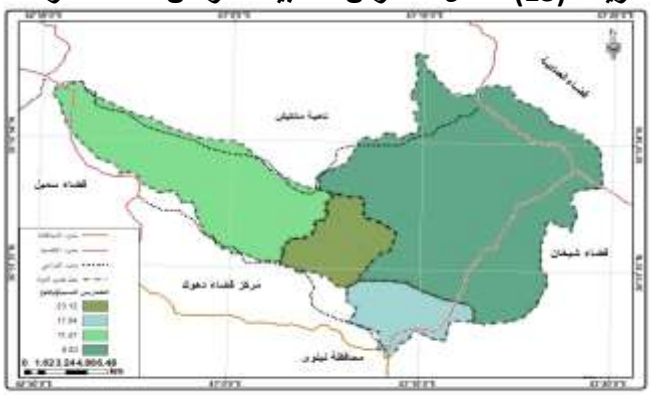
$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{تضاريس الحوض(م)}}{\text{محيط الحوض(كم)}}$$

كما و تُشير قيم التضاريس النسبية إلى مدى العلاقة بين محيط الأحواض من جهة ودرجة مقاومة الصخور العمليات الحت من جهة أخرى[1].يتضح من تطبيق معادلة التضاريس النسبية تباين واضح بين أحواض منطقة الدراسة، إذ سجل حوض وادي بيرة أعلى قيمة (23.12 متر/كم) ما يدل على شدة الانحدار وسيادة النحت الرأسي وسرعة تطور المجاري، يليه حوض برموس (17.04 متر/كم) بانحدار مرتفع أيضًا، بينما سجل بجيلور (11.47 متر/كم) انحدارًا متوسطًا، في حين جاء درلوش بأقل قيمة (8.83 متر/كم) مما يعكس انحدارًا معتدلًا. ويشير ذلك إلى اختلاف مراحل التطور الحتي وسلوك الجريان بين الأحواض تبعًا لطبيعة التضاريس والجيولوجيا. خريطة(13)،جدول(3).

خريطة (12) معامل التضرس لأحواض منطقة الدراسة



خريطة (13) معامل التضرس النسبية لأحواض منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على جدول(3)

3.معامل التكامل الهبسومتري Hypsometric Index يُعدّ التكامل الهبسومتري مؤشرًا مورفومتريًا يوضح العلاقة بين مساحة الحوض وتضاريسه، ويُستخدم لتحديد المرحلة التطورية التي يمر بها الحوض. إذ تشير القيم المنخفضة إلى حداثة الحوض وضعف النشاط التحاتي وقلة كثافة الصرف، بينما

(1) F. Ritter, Process geomorphology, United states of America, C Brown company fifth printing, 1982.p182.

تدل القيم المرتفعة على تقدم الحوض في دورته التطورية وانخفاض تضاريسه نتيجة تطور شبكة الصرف.. ويُحسب التكامل الهبسومتري باستخدام المعادلة الآتية:[1]

$$\text{معامل التكامل الهبسومتري} = \frac{\text{مساحة الحوض}(\text{كم}^2)}{\text{تضاريس الحوض}(\text{م})}$$

يتضح من تطبيق معادلة التكامل الهبسومتري أن أحواض منطقة الدراسة تختلف في مراحل تطورها الحتي، إذ سجل حوض وادي درلوش (0.360) ما يشير إلى مرحلة متوسطة النضج، بينما سجل برموس (0.057) وبيرة (0.062) قيماً منخفضة تدل على تقدم الحوضين وبلوغ مرحلة النضج وسيادة النحت الأفقي. في حين سجل بجيلور (0.194) مرحلة متوسطة بين الأحواض المتقدمة والأقل تطورًا. وبشكل عام تعكس النتائج تباينًا في التطور الحتي للأحواض تبعًا للعوامل الجيولوجية والتضاريسية وتأثيرها في سلوك الجريان. خريطة(14)،جدول(3).

4.قيمة الوعورة Ruggedness Value يُعدّ معامل الوعورة من المؤشرات المورفومترية المهمة التي تربط بين تضاريس الحوض وأطوال شبكة التصريف المائي. إذ تنخفض قيمه في المراحل المبكرة من الدورة الحتية، ثم ترتفع تدريجيًا لتبلغ ذروتها في مرحلة النضج، قبل أن تنخفض مجددًا في المراحل المتأخرة. ويرتبط هذا المعامل طرديًا مع الكثافة التصريفية وشدة التضرس، حيث يؤدي ارتفاعه إلى زيادة الجريان السطحي وتنشيط عمليات الحت ونقل الرواسب داخل الحوض. وتُحسب قيمة الوعورة باستخدام المعادلة الآتية:[2]

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض} \times \text{كثافة الصرف الطولية}\left(\frac{\text{كم}^2}{\text{كم}}\right)}{1000}$$

و يتضح من تطبيق معادلة الوعورة وجود تباين بين أحواض منطقة الدراسة، إذ سجل حوض وادي درلوش أعلى قيمة (2.809) يليه بجيلور (2.761)، ما يدل على تضاريس شديدة الوعورة وكثافة تصريف مرتفعة. في حين سجل برموس (2.632) وبيرة (2.418) قيماً أقل نسبيًا، مما يشير إلى

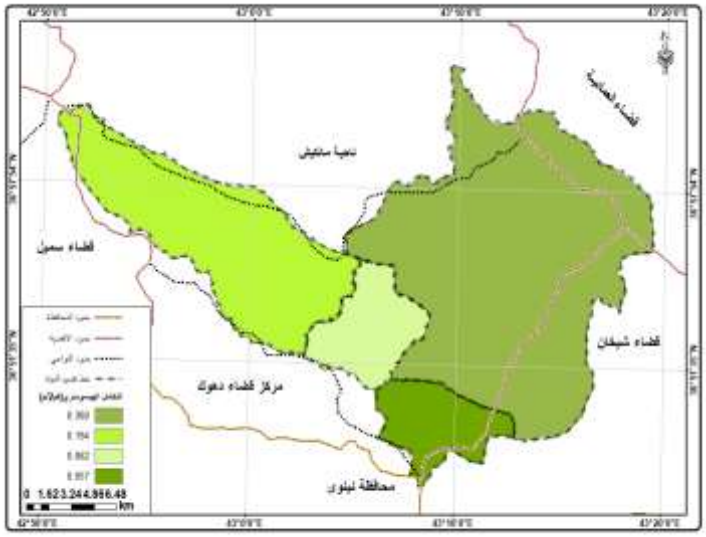
---

[1] حسن كريم حمد الساعدي ، حنان عبد الكريم عمران ، مورفومترية حوض وادي الكروي شرقي محافظة واسط، مجلة جامعة بابل للعلوم الإنسانية ، المجلد (25)، العدد (2) – 2020 ، ص 97 .

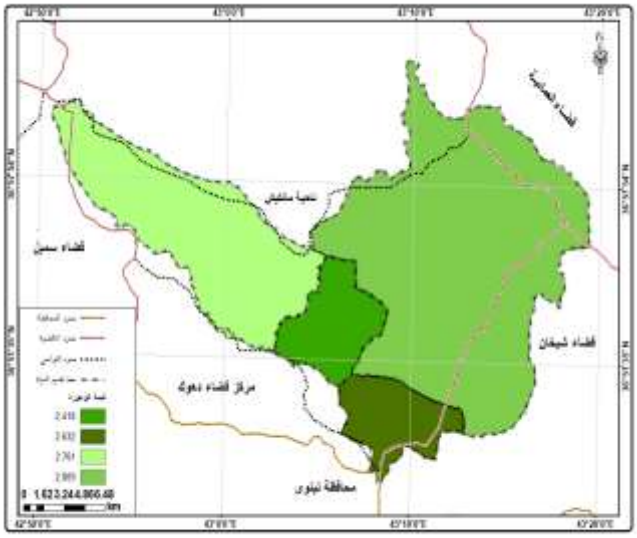
[2] Hamed Hassan Abdulla, Morphometric parameters study for the lower part of lesser zap using GIS technique, Diyala Journal For Pure Sciences, Vol:7 No:2, 2011, P 140.

انحدار معتدل وكثافة تصريف أضعف. ويعكس ذلك تأثير الانحدار والتضرس وكثافة المجاري المائية في تشكيل خصائص الأحواض ونشاطها التعرية. خريطة(15)،جدول(3).

خريطة (14) معامل التكامل الهبسومتري لاحواض منطقة الدراسة



خريطة (15) معامل قيمة الوعورة لأحواض منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على جدول(3)

الاستنتاجات

1.أظهرت الدراسة وجود تباين مكاني واضح في الخصائص المورفومترية بين أحواض ناحية زاويته، وهو ما يؤكد تأثرها بالعوامل الجيولوجية والتضاريسية السائدة في المنطقة.

2.تبين أن حوض وادي درلوش هو الأكبر مساحةً (287.70 كم²)، مما يمنحه قدرة أعلى على استيعاب المياه مقارنة ببقية الأحواض، ويؤثر في حجم التصريف المائي والنشاط الجيومورفولوجي .

3.أظهرت نتائج الأطوال أن الأحواض الطويلة مثل درلوش وبجيلور تتميز بـ زمن تركيز أطول واستجابة هيدرولوجية أبطأ، في حين أن الأحواض القصيرة مثل بيرة وبرموس أكثر عرضة للفيضانات السريعة.

4.كشفت الخصائص الشكلية أن معظم الأحواض تميل إلى الأشكال المستطيلة والبيضوية، مع اقتراب حوض بيرة من الشكل الدائري، مما يدل على اختلاف مراحل التطور الجيومورفولوجي بينها.

5.تشير قيم معامل الاستدارة ومعامل الشكل إلى أن الأحواض لم تصل إلى مرحلة النضج الجيومورفولوجي الكامل، وما تزال تحت تأثير العمليات الحتّية النشطة.

6.أوضحت معاملات التضرس أن حوضي برموس وبيرة يتميزان بـ تضرس عالٍ وانحدارات شديدة، مما يؤدي إلى سرعة الجريان وزيادة كفاءة النقل الرسوبي، في حين أن درلوش وبجيلور أقل تضرسًا وأكثر استقرارًا نسبيًا

7.بينت نتائج التكامل الهبسومتري أن الأحواض تمر بـ مراحل تطور مختلفة، حيث برموس وبيرة في مرحلة متقدمة (نضج). درلوش في مرحلة متوسطة.بجيلور في مرحلة انتقالية بينهما.

8.أظهرت قيم الوعورة أن بعض الأحواض (خصوصًا درلوش وبجيلور) تتميز بـ وعورة تضاريسية مرتفعة، ما يعكس نشاطًا تعرويًا قويًا وكثافة تصريف عالية.

9.تؤكد النتائج وجود علاقة وثيقة بين الخصائص المورفومترية والسلوك الهيدرولوجي، إذ تتحكم هذه الخصائص في سرعة الجريان، حجم التصريف، وإمكانية حدوث السيول.

10.تسهم تقنيات GIS والاستشعار عن بعد في توفير تحليل دقيق وموثوق للخصائص المورفومترية، مما يجعلها أداة فعالة في إدارة الموارد المائية وتقييم مخاطر الفيضانات.

المقترحات

1.ضرورة اعتماد نتائج التحليل المورفومتري في تخطيط وإدارة الموارد المائية في ناحية زاويته، لما لها من دور مهم في فهم سلوك الجريان السطحي وتقدير كميات التصريف.

2.إعطاء اهتمام خاص للأحواض ذات التضرس العالي والانحدارات الشديدة (مثل برموس وبيرة)، من خلال إنشاء منشآت حصاد مائي أو سدود صغيرة للحد من مخاطر السيول المفاجئة.

3.توجيه الجهات المختصة إلى تحديد المناطق الأكثر عرضة للفيضانات ضمن الأحواض القصيرة والسريعة الاستجابة، ووضع خطط للإنذار المبكر وتقليل المخاطر.

4.الاستفادة من تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد في إعداد خرائط تفصيلية لتوزيع الجريان السطحي وتحديثها بشكل دوري لدعم اتخاذ القرار.

5.تشجيع إجراء دراسات مستقبلية أكثر تفصيلًا تشمل تحليل شبكة التصريف وكثافتها وربطها بالتغيرات المناخية، لتعزيز فهم ديناميكية الأحواض المائية.

6.ضرورة دمج نتائج الدراسة في التخطيط البيئي والعمراني، خاصة عند التوسع العمراني، لتجنب البناء في المناطق المعرضة لمخاطر السيول.

7.دعم برامج الإدارة المستدامة للأحواض المائية من خلال الحفاظ على الغطاء النباتي وتقليل التعرية، لما لذلك من تأثير في تقليل سرعة الجريان وزيادة الترشيح.

المصادر والمراجع

أولاً: المصادر العربية

1- أمين طربوش، مريم ناصيف، التحليل المورفومتري لحوض وادي القرن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، مجلة جامعة تشرين، الآداب والعلوم الإنسانية، المجلد 42، العدد 5، 2020.

2- حميد حسن عبد الله، المتغيرات المورفومترية للجزء الأسفل من حوض الراب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة ديالى للعلوم الصرفة، المجلد 7، العدد 2، 2011.

3- حسن رمضان سلامة، التحليل الجيمورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، مجلة الدراسات العلوم الإنسانية، الجامعة الأردنية، المجلد 7، العدد الأول، 1980.

4- حسن كريم حمد الساعدي ، حنان عبد الكريم عمران ، مورفومترية حوض وادي الكروي شرقي محافظة واسط، مجلة جامعة بابل للعلوم الإنسانية ، المجلد (25)، العدد (2) ، 2020 .

5- سعد عجيل مبارك الدراجي، اساسيات علم اشكال الأرض الجيمورفولوجي ،الطبعة الأولى، دار كنوز المعرفة، عمان.

6- عدنان النقاش، ومهدي الصحاف ، الجيمورفولوجيا،جامعة بغداد ، مطبعة الجامعة، بغداد، 1985

7- علي حساف الحواس، توظيف تكاملي لتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد وتحليل الخصائص الهيدرومورفومترية الأحواض التصريف الصحراوي، حوث جغرافية (18)الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض2006 .،

8- محمد صبري محسوب سليم، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة، 1997.

9- محمد مجدي تراب، التطور الجيمورفولوجي لحوض وادي قصيب بالنطاق الشرقي من شبه الجزيرة سيناء، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 30، الجزء الثاني، 1997 .

10- مثال مبدر مصلح العشماوي وآخرون، نمذجة الخصائص المورفومترية لوادي عويجيله باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، مجلة كلية الآداب – جامعة تكريت، العدد الخاص بالمؤتمرات، 2019.

ثانيًا: المصادر الإنكليزية

1. Arthur, N. Strahler, Quantitative Geomorphology of drainage basins and channel networks, In Chow Ven Te, Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York, 1964, .p. 4-51

2. F.Ritter, Process Geomorphology, United States of America, C Brown Company, .Fifth Printing, 1982, p. 182

3.Hamed Hassan Abdulla, Morphometric parameters study for the lower part of Lesser Zap .using GIS technique, Diyala Journal for Pure Sciences, Vol. 7, No. 2, 2011, p. 140

4. Melton M., Geometric Properties of Mature Drainage Systems and Their Representation .in a Phase, Journal of Geology, Vol. 66, 1958, p. 35

5.Stanely A. Schumm, Evolution of Drainage Systems Slopes in Bad Lands at Perth Amboy, New Jersey, Journal of Geology, Vol. 67, 1956, p. 612Geol

6.Strahler, A. N., Quantitative analysis of watershed geomorphology, Transactions American Geophysical Union, Vol. 38, 1957, p. 913-920.

7.S.A..Evolution of drainage Systems and Slopes in bad Lands at Pertl, Amboy،New Jersey, Geol. Soc. Amer., Bull. V.67.PP.597-646.