Journal of Humanities and Social Sciences Researches (JHSSR)

ISSN: 2958-3160 (Online)

Morphometry of the Lower Zab River basin in the Dibis area, north of Kirkuk Governorate

Latif Mazal Saleh[1*], Hamoudi Kamel Salim

[1] Department of Geography, College of Arts, Tikrit University, Tikrit, Iraq.

[*] Corresponding author: HK230025prt@st.tu.edu.iq

Received: 11/02/2026 Accepted: 01/03/2026

Abstract

This hydrological study addressed the interactions of water with the environment under the pressure of climate change and human activities, located between latitudes 35°30'0" N and 35°40'0" N north, and longitudes 43°57'30" E and 44°12'30" E east, as a geographical part of northern Iraq, with an area of (1173.5) km2. The number of valleys in the study area reached 857 valleys, corresponding to the combined lengths of these valleys 1312.3 km, while the length of the main course of the Lower Zab River in the study area only reached 6.6 km. The study aims to understand the hydrological mechanisms, develop predictive models of risks, and achieve sustainable management of water resources.

Keywords: Little Zab River, hydrology, morphometric characteristics, seasonal runoff valleys.

مورفومترية حوض نهر الزاب الاسفل في منطقة الدبس، شمال محافظة كركوك

أ. د. لطيف مزعل صالح[1] * و م. م. حمودي كامل سليم

[1]قسم الجغرافية، كلية الاداب، جامعة تكريت، تكريت، العراق.

***البريد الإلكتروني :** HK230025prt@st.tu.edu.iq

الملخص

تتناولت هذه الدراسة الهيدرولوجية تفاعلات المياه مع البيئة تحت ضغط التغير المناخي والأنشطة البشرية، الموجود جغرافيًا بين دوائر العرض 35°30'0" N و35°40'0" N شمالًا، وخطي طول 43°57'30" E و44°12'30" E شرقًا، كجزء جغرافي من الشمال العراقي، بمساحة (1173.5)كم2، وبلغ عدد الاودية في منطقة الدراسة 857 وادي، يقابلها مجمع اطوال هذه الوديان 1312.3 كم، فيما بلغ طول المجرى الرئيس لنهر الزاب الاسفل في منطقة الدراسة فقط 6.6 كم، وتهدف الدراسة إلى فهم الآليات الهيدرولوجية وتطوير نماذج تنبؤية للمخاطر وتحقيق إدارة مستدامة للموارد المائية.

الكلمات المفتاحية: نهر الزاب الصغير، الهيدرولوجيا، الخصائص المورفومترية، الاودية موسمية الجريان.

المقدمة

مقدمة

الدراسة المورفومترية تحليل إحصائي وكمي للخصائص الشكلية والمساحية والتضاريسية وخصائص التصريف للأحواض المائية باستخدام مؤشرات اهمها (كالمساحة، الرتب النهرية، الكثافة، نسبة التشعب) مستخلصة من DEM وباستخدام برنامجArcGIS، طبقت على أحواض نهر الزاب الأسفل في منطقة الدبس، تم الاعتماد على 10 أحواض التي

DOI: https://doi.org/10.33687/jhssr.005.01.0557

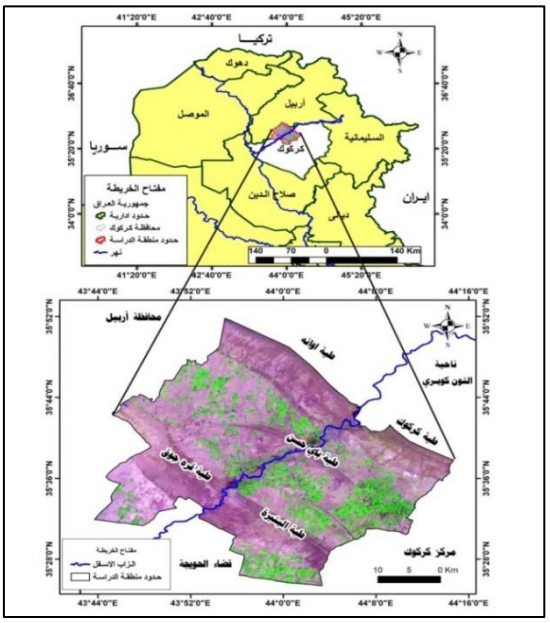
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

تصب في نهر الزاب الاسفل فقط والتي تتكون من (ذات 3 مراتب فأكثر) تستثني الصغرى جداً، موضحة خرائطياً، ينظر الخرائط (2، 3، 4).

حدود منطقة الدراسة:

تتموضع منطقة البحث جغرافياً ضمن النطاق الواقع بين دائرتي عرض (N "0 '0 °30 N-"0 '0 °35)شمالاً، وتقع أيضاً ما بين خطي طول (E "30 '57 °43 E-"30 '12 °44) شرقاً، أما جغرافياً، فإن قضاء الدبس يعدّ إحدى الوحدات الإدارية داخل حدود محافظة كركوك، والتي تقع في شمال وطننا العراق. تبلغ مساحة منطقة الدراسة 1173.5 كم²، وتحده من الشمال محافظة أربيل، وشرقاً ناحية شوان التابعة لنفس المحافظة، وجنوباً مركز محافظة كركوك، وغرباً قضاء الحويجة. يرجى الرجوع إلى الخريطة رقم (1).

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على:

1- خريطة العراق الادارية بمقياس رسم 1: 1000000، دائرة تخطيط والعمران في كركوك.
2- خريطة محافظة كركوك الادارية بمقياس رسم 1: 250000، دائرة تخطيط والعمران في كركوك.

مشكلة الدراسة:

المشكلة الرئيسة هي: شح المياه والتصحر والجفاف وهجرة السكان من المناطق الريفية القضية الرئيسية، والتي تنبثق عنها ا:

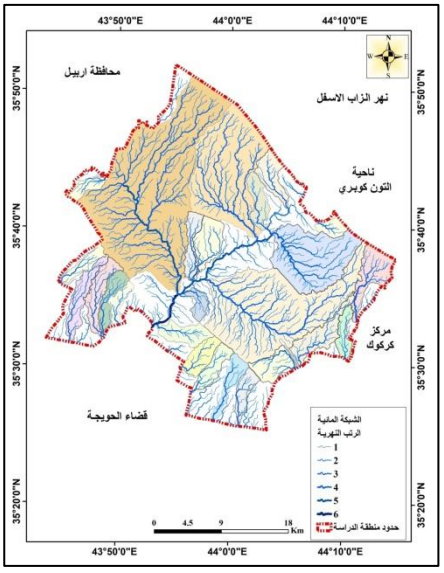
أ- ما هي العوامل الطبيعية التي تُؤثر على نظام المياه في منطقة الدبس؟
ب- كيف يُمكن الاستفادة من دمج الذكاء الاصطناعي بنظم المعلومات الجغرافية لتحسين النمذجة الخاصة بإدارة الموارد المائية؟

فرضية الدراسة:

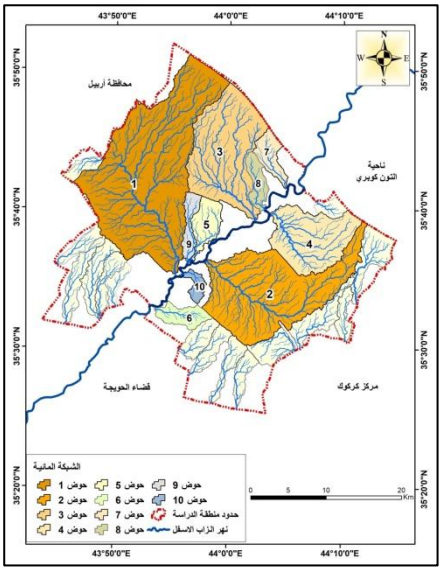
أ- ظهرت مجموعة متنوعة من الظواهر الطبيعية ذات التأثير الواضح على النظام الهيدرولوجي، فاختلاف التضاريس والتموج والانحدار، وتنوع التربة كل بدوره يؤثر على هيدرولوجية المنطقة.
ب- حُللت الخصائص المورفومترية من خلال استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في نمذجة الجريان السطحي، فمن الممكن بناءً على النتائج المقترحة تحديد مواقع مناسبة لحصاد المياه بهدف تغذية الخزانات الجوفية وتوفير الاحتياجات المائية لبعض القرى المحددة.

DOI: https://doi.org/10.33687/jhssr.005.01.0557
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

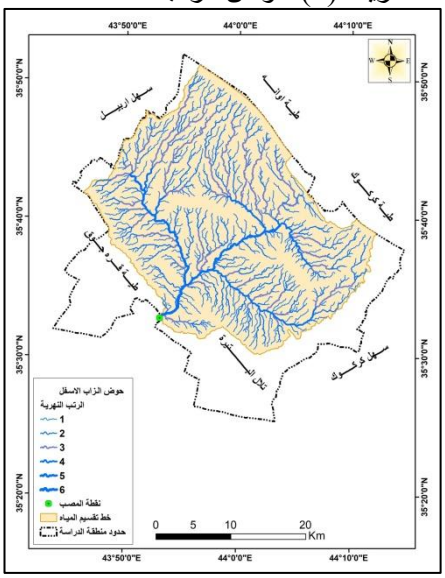
خريطة(2) الشبكة المائية



خريطة (3) الاحواض المائية



خريطة(4) حوض الزاب الاسفل

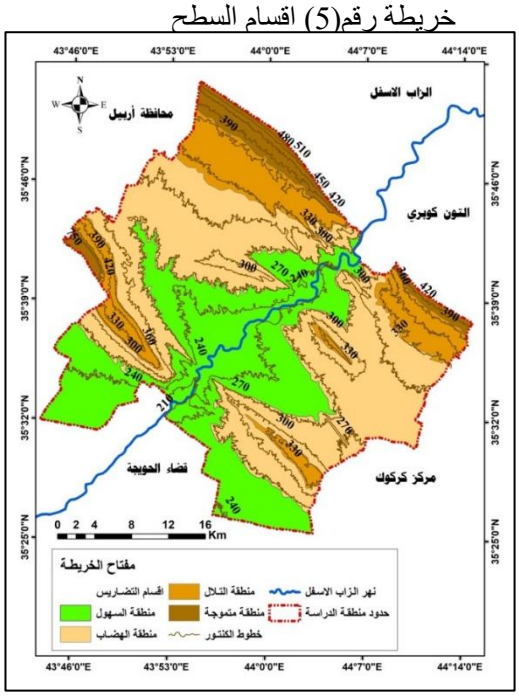


المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DM).

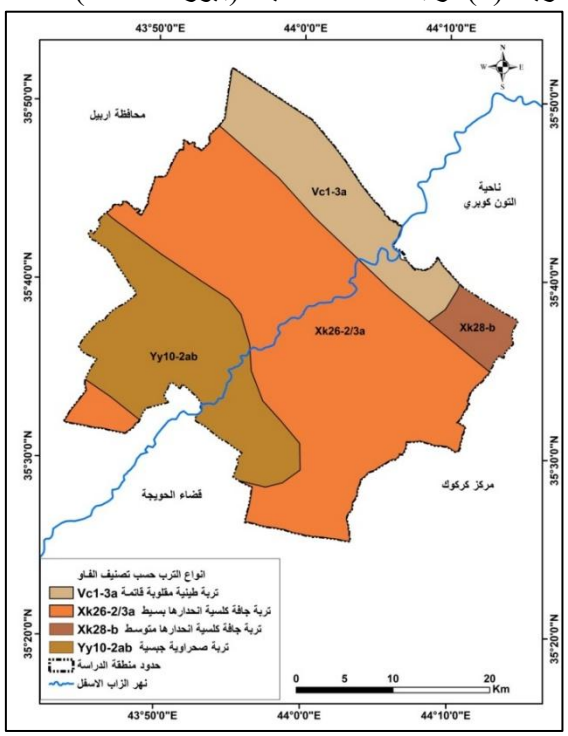
العوامل الطبيعية:

يتضح الدور البارز الذي تلعبه التضاريس في تشكيل خصائص الهيدرولوجيا بالمنطقة؛ إذ تفرض الطبيعة المتموجة للأرض وسفوح التلال مسارات محددة لجريان المياه السطحية، كما تؤثر بشكل مباشر على انتظام وتدفق الأنهار الموسمية والوديان بما فيها نهر الزاب، الأمر الذي يتجلى بوضوح في تعدد انعطافاته وتشكل الجزر النهرية وتعديل مسار مجراه في عدة مناطق داخل نطاق الدراسة. يتحكم منحدر الأرض والطبوغرافية المحلية في ديناميكية حركة المياه، بينما يسهم المناخ الجاف وشبه الجاف، المصاحب لقلة التساقطات المطيرة ومعدلات تبخر مرتفعة في فصل الصيف، في الحد من الكميات المتاحة من المياه السطحية وزيادة الضغط على البيئة نحو التصحر وتقليص فرص تجديد المخزون الجوفي. وعلى الجانب الآخر، تسهم طبيعة التربة الموجودة بالمنطقة، وبخاصة الأنواع الرملية والحصوية، في تعزيز قدرتها على امتصاص وتسريب مياه الأمطار إلى الطبقات العميقة، وبالتالي المساهمة الإيجابية في زيادة احتياطي المياه الجوفية وتعزيز استمرارية الموارد المائية المتاحة[1] .

خريطة رقم(5) اقسام السطح



خريطة(6) ترب المنطقة تصنيف (بيورنك 1958)



المصدر: بالاعتماد على تصنيف الفاو

https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-/and-databases/faounesco-soil-map-of-the-world/en

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي(DM).

أولاً: الخصائص المساحية

تُعد الخصائص المساحية ركيزة أساسية في الدراسات المورفومترية لتقييم السلوك الهيدرولوجي للأحواض المائية، حيث تحدد المساحة والشكل والبعد الهندسي حجم التصريف المائي ونمط الجريان السطحي. وفي منطقة الدراسة، يبرز نهر الزاب الأسفل كشريان رئيسي تتوزع على جانبيه أحواض ثانوية متباينة المساحة اكبرها مثل (وادي كندي بناوه، كوردلة، ومام حسن)[2] ، تتغذى من مياه الأمطار والفضلات الإروائية، وتعمل هذه الأحواض كوحدات هيدرولوجية متكاملة يحدها خط تقسيم المياه، حيث تترجم خصائصها المورفومترية -المستخلصة عبر تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)- قدرة الحوض الاستيعابية وسرعة استجابته للتصريف؛ فبينما تميل الأحواض العريضة للجريان السريع المركز، تتسم الأحواض الطولية بجريان ممتد زمنياً، مما يجعل فهم هذه القياسات حتمياً لإدارة الموارد المائية ومواجهة المخاطر البيئية بكفاءة[3] ، وقد تم اشتقاق هذه الخصائص ينظر الخرائط(7، 8، 9، 10)، والجدول(1).

جدول(1) الخصائص المساحية للاحواض المائية في منطقة الدراسة

الحوض	المساحة (كم^2)	النسبة %	طول المجرى الرئيس	طول الحوض المثالي (كم)	طول المجرى الحقيقي كم	عرض الحوض(كم)	محيط الحوض(كم)
الزاب الاسفل	823.5	70.1	6.6	26.8	29.5	27.9	150.8
1	267.5	22.7	20.8	32.7	36.1	12.8	100
2	160.6	13.6	20.1	29.1	33.6	7.9	88.8
3	117.3	9.9	8.1	19.5	24.9	14.4	58.3
4	75.2	6.4	10	15.6	21.3	7.5	45.6
5	20.5	1.7	5.6	9.1	11.2	3.6	28.2
6	16.3	1.38	6.9	8.3	10.7	2.3	23.2
7	15.9	1.35	4.5	8.2	9.8	3.5	23.3
8	14.1	1.2	5.7	7.8	9.5	2.4	23
9	13.1	1.1	6.8	9.1	10.6	1.9	27.2
10	7.1	0.6	2.9	5.8	6.7	2.4	16.3
مجموع	1173.5	100.43	91.4	145.2	174.4	58.7	433.9

المصدر: بالاعتماد على خريطة(3).

مساحة الحوض:

لكل مجرى مائي يوجد لديه حوض تصريف أو منطقة تغذية مائية، تقوم بضمان وصول وتصريف المياه إليه، وذلك بغض النظر عن أبعاد هذا المجرى المائي نفسه[4]، المساحة الإجمالية للاحواض (1173.5 كم^2) تعتبر المساحة الكلية للحوض من العوامل الحاسمة في تحديد كمية المياه التي تصب في نهر الزاب السفلي بالقرب من الدبس. ففي حال ازدياد المساحة، تزداد احتمالية ارتفاع حجم التصريف والصرف السطحي أثناء مواسم سقوط الأمطار، وهو ما ينعكس مباشرة على مدى توفر المياه. وتتسم التركيبة التضاريسية لهذه الأحواض بامتدادها عبر جبال ومرتفعات بالإضافة إلى نواحي سهلية مختلفة، وقد جرى تقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاث فئات أساسية، وجدول(28)، وهي كالتالي:

الأحواض الصغيرة مثل حوض 10 تبلغ مساحته 7.1كم^2، الأحواض متوسطة المساحة مثل حوض2 الذي تبلغ مساحته 160.6كم^2، تتضمن الحوض1 فقط: الحوض الأكبر (267.5 كم^2)، ما سبق يُبيّن التحليل أنَّ المنطقة تعدُّ مصدرًا جيّدًا لغذاء نهر الزاب الأسفل، إلا أنّ اختلاف أحجام الأحواض الهيدرولوجية يزيد من التعقيد، ممَّا يستلزم تطبيق إجراءات إدارية دقيقة

DOI: https://doi.org/10.33687/jhssr.005.01.0557

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

وإستراتيجيات متقنة في مجال إدارة الموارد المائية لضمان الحدِّ من مخاطر الفيضانات والمحافظة على استمرار التدفق المائيّ اللازم.

طول الحوض:

هو البعد بين نقطتين رئيسيتين: المصدر العلوي للحوض وحتى مصبه الأدنى عند المجرى الأساسي لتصريف المياه [5]، يؤثر طول الحوض بشكل ملحوظ على فترة تصريف المياه (زمن الجريان)، حيث تتطلب الأحواض الطويلة مزيدًا من الوقت لتصريف مياه الأمطار مقارنة بالأحواض الأقصر. علاوة على ذلك، فإنه يلعب دورًا أساسيًا في التحكم بسرعة وكمية الجريان السطحي؛ فالأحواض القصيرة غالبًا ما تؤدي إلى تدفقات سريعة ومفاجئة، مما يزيد خطر حدوث الفيضانات. كذلك، له تأثير مباشر على حمولات الرواسب المنقولة؛ يرتبط طول الحوض بشكل وثيق بعمليات التعرية ونقل المواد داخل الشبكة النهرية، كما أنه يلعب دورًا مهمًا في تحديد زمن تركيز الجريان في النهاية؛ فالأحواض الأطول تتميز بعامة بفترات تركيز أطول، مما ينتج عنه جريان بطئ نسبياً لكنه يحمل كميات أكبر من المياه، إن وجود تراكيب مختلطة من الأحواض الطويلة والقصيرة يؤسس لمنظومة متكاملة ومتوزانة بين الاستجابة السريعة والدائمة لتدفق المياه، ما يسهم في ضبط عمليات السيطرة على الفيضانات والإدارة الفعالة للموارد المائية. هذا التنوع في أطوال الأحواض يمكّن النظام من تلقي احتياجات متعددة لمستويات الجريان، وينسجم كذلك مع الخصائص التضاريسية وفروق نوعية التربة والغطاء النباتي الذي يؤثر بصورة مباشرة على سرعة واتجاه التدفق[6] .

يتراوح طول الأحواض بين 5.8 كم و32.7 كم، بإجمالي طول يبلغ حوالي 145.2 كم، ويبلغ متوسط الطول حوالي 14.5 كم. أما بالنسبة لطول حوض نهر الزاب الأسفل، فقد بلغ 26.8 كم^2.

عرض الحوض:

عرض الحوض بأنه المسافة المستقيمة الأفقية التي تفصل بين النقطتين الأكثر ابتعادًا على المحيط الخارجي للحوض. ومع ذلك، نظرًا لاختلاف الأشكال الهندسية للأحواض المائية وتعقيد حدودها، يصبح اعتماد القياسات الفردية غير كافٍ لتحديد العرض الحقيقي لها. لذلك، يتم اللجوء إلى استعمال معادلة رياضية خاصة لحساب المتوسط العام لعروض الأحواض[7]:

متوسط عرض الحوض = مساحة الحوض (كم^2) ÷ طول الحوض(طول المجرى الحقيقي) (كم)

معدل عرض حوض الزاب الاسفل = 823.5 ÷ 29.5 = 27.9 كم

وهذه الطريقة تضمن الحصول على قيمة أقرب لتمثيل اتساع الحوض الكلي وتُأخذ بعين الاعتبار الاختلافات في الشكل والمساحات المتعرجة للحوض.

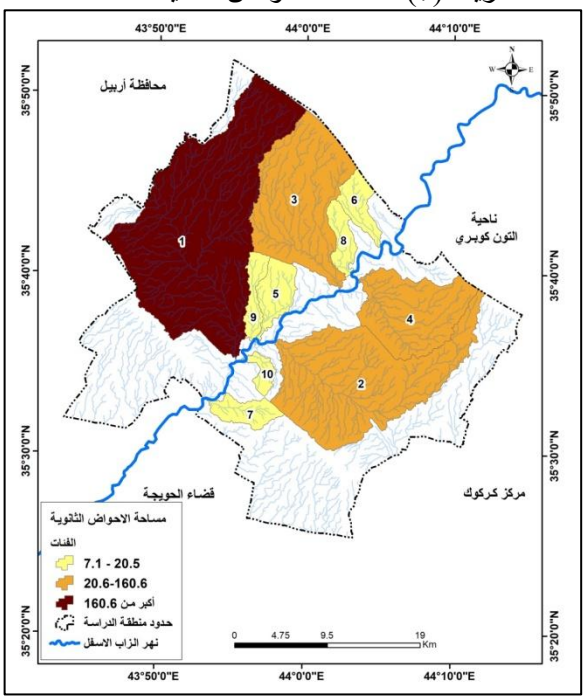
تمت الاستفادة من المعادلة الحسابية المطبقة علمياً على حوض نهر الزاب في منطقة الدراسة، فأظهرت نتائجه متوسط عرض يبلغ حوالي 27.9 كم، بنفس المنهج العلمي تم تقييم بقية الأحواض المائية الأخرى ضمن نطاق الدراسة.

محيط الحوض:

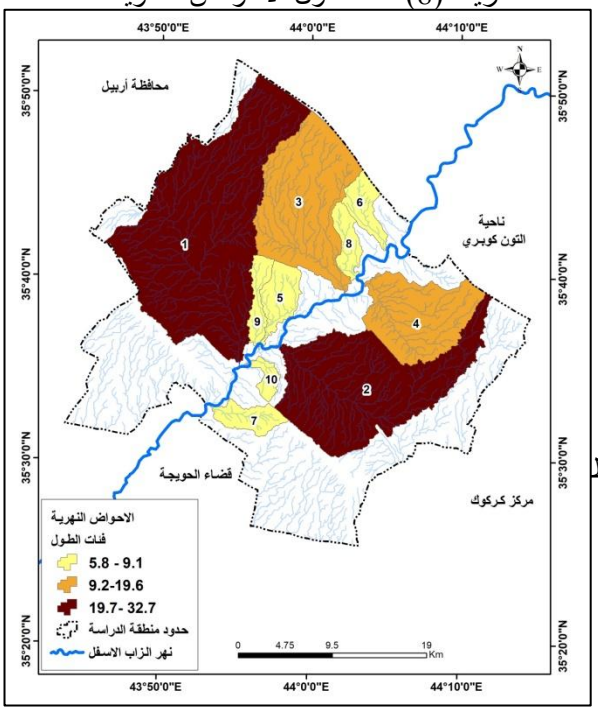
في الدراسات المورفومترية، يُعرَّف محيط الحوض النهري بأنه طول الخط المحيط بالحوض، والذي يمثل حدوده الطبيعية والفاصلة عنه وعن الأحواض المجاورة، ويُشار إليه باسم خط تقسيم المياه[8]، يقاس محيط الحوض عبر رسم حدوده بواسطة أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS)، ومن ثم حساب طول هذا الخط باستخدام إحدى الوسائل الرقمية المتاحة.

يتضح محيط حوض نهر الزاب الأسفل في منطقة الدراسة هو 150.8كم، أما بالنسبة للأحواض المائية في منطقة الدراسة، فإنها تختلف فيما بينها من حيث محيط كل حوض، وهو ما يعمل على خلق توازن هيدرولوجي بين تدفق مستمر وطويل المدى ومستدام، ومحيط الأحواض يتراوح بين 16.3 كم (الحوض 10، الأصغر) و100 كم (الحوض 1، الأكبر)، بلغ إجمالي محيط الأحواض في المنطقة 433.9 كيلومتر، ما يشير إلى تنوع أشكالها من أحواض واسعة ومعقدة إلى أخرى أصغر وأبسط.

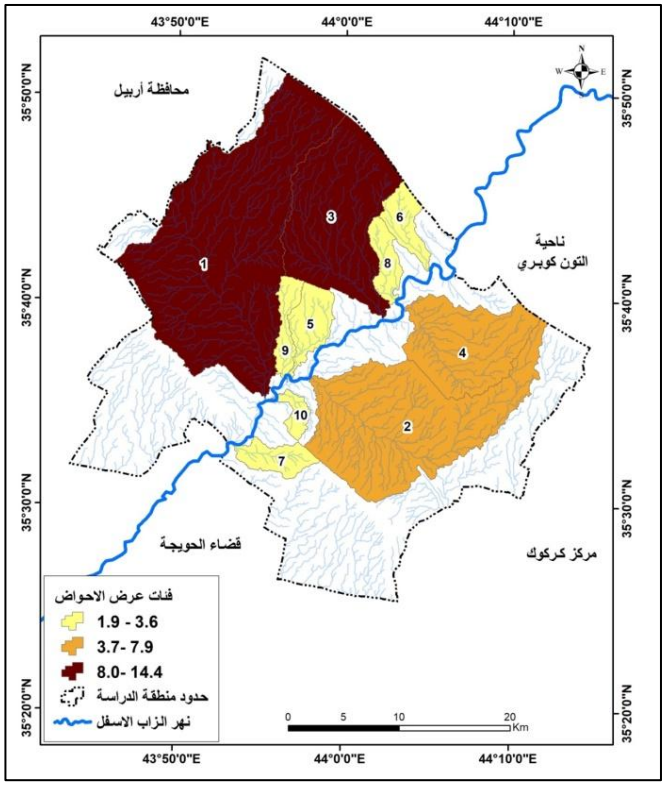
خريطة(7) مساحة الاحواض المائية

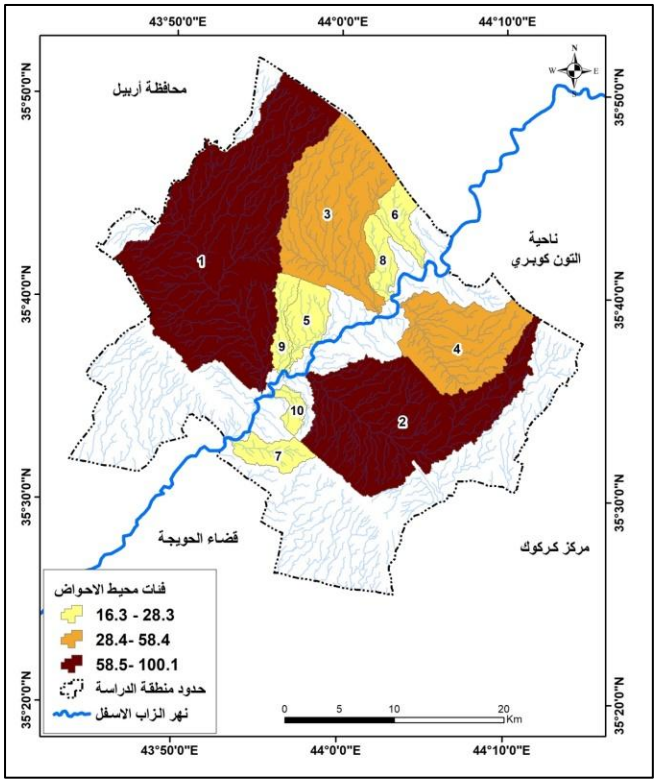


خريطة(8) فئات طول الاحواض الثانوية



خريط





المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM).

DOI: https://doi.org/10.33687/jhssr.005.01.0557

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

ثانياً: الخصائص الشكلية:

(المورفومترية) للأحواض المائية هي الدراسة العلمية لتشكيل الحوض وحدوده والأبعاد الجغرافية الخاصة به، والتي تعتبر الأساس لفهم الخصائص الهيدرولوجية للحوض، بما يشمل حجم التدفق، سرعة الاستجابة للأمطار، وكذلك مخاطر الفيضانات. تتضمن مؤشرات المورفومترية معاملات مثل معامل الاستدارة، ونسبة الاستطالة، ونسبة التماسك المحيطي، إضافة إلى معامل شكل الحوض[9] ، وتم تحليلها كالتالي، ينظر الخرائط(11، 12، 13، 14)، وجدول(2):

الحوض	معامل الاستدارة	نسبة الاستطالة	نسبة تماسك المحيط	معامل الشكل
الزاب الاسفل	0.45	0.8	1.49	1.14
1	0.33	1.77	1.74	0.25
2	0.25	2.04	2	0.19
3	0.43	1.60	1.52	0.30
4	0.45	1.59	1.49	0.30
5	0.32	1.78	1.17	0.24
6	0.38	1.82	1.62	0.23
7	0.36	1.82	1.66	0.23
8	0.33	1.84	1.74	0.23
9	0.22	2.22	2.1	0.15
10	0.33	1.93	1.74	0.21

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DM).

معامل استدارة الحوض:

تعني نسبة تماسك المساحة مدى تشابه شكل الحوض مع الشكل الدائري، وكلما زادت هذه النسبة دلت على تطور دورة النهر ووصوله إلى مرحلة النضج، مما يترافق مع سرعة أكبر في انتقال مياه الفيضانات باتجاه المصب وزيادة كفاءة التصريف[10] ، ويمكن قياسها من خلال المعادلة التالية[11]:

$$R_c = \frac{4\pi A}{P^2}$$

إذ إن:

R_c : معدل استدارة الحوض

A: مساحة الحوض

π: قيمة ثابتة $\frac{22}{7}$

P: طول محيط الحوض

معدل استدارة حوض الزاب الاسفل (كم)

$$= \frac{4 \times 3.14 \times 823.5}{(150.8)^2} = 0.45$$

وكذلك بقية الاحواض الثانوية لنهر الزاب الاسفل في منطقة الدراسة

بعد إجراء الحسابات وفق المعادلة المستخدمة، تبين أن معامل استدارة حوض الزاب الأسفل بلغ 0.45 في منطقة الدراسة.

معامل الاستطالة:

تُعرف النسبة بين قطر الدائرة التي تساوي مساحتها مساحة الحوض والطول الأقصى لهذا الحوض باسم "نسبة الاستطالة[12].

تكتسب هذه النسبة أهمية قصوى كونها تكشف الطابع الهيدرولوجي الخاص بالحوض التصريف، وتستخدم كأداة لتقييم البنية الشكلية للحوض وآثارها المباشرة على جريان المياه[13]، ويتم حسابها بالاستعانة بالمعادلة الآتية [14]:

$$(Re) = D / Dd$$

Re: معامل الاستطالة

D: المسافة القصوى الممتدة من بداية مجرى النهر حتى نهايته، وتُقاس بوحدات الكيلومترات .

Dd: القطر الدائري للحوض ($\sqrt{(4A / \pi)}$)، حيث A هو مساحة الحوض (بالكم²)، و$\pi \approx 3.14$.

ولحساب معامل الاستطالة لحوض نهر الزاب الاسفل في منطقة الدراسة كالتالي

$Dd = \sqrt{(4 \times 823.5 / 3.1416)} = \sqrt{(3294 / 3.1416)} \approx \sqrt{1048.8} \approx 32.38$كم.

$Re = 26.8 / 32.38 \approx 0.827.$

وقد تم بهذه الطريقة استخراج معامل الاستطالة لجميع الأحواض الفرعية في منطقة الدراسة.

بعد تطبيق المعادلة على الأحواض المائية، تبين أن نسبة استطالة حوض الزاب الأسفل في منطقة الدراسة بلغت 0.827، وهذه القيمة تشير إلى أن شكل الحوض أقرب إلى الشكل الدائري. أما بالنسبة للأحواض الثانوية للزاب الأسفل في نفس المنطقة، فقد تمت تقسيمها إلى فئتين الاولى الاحواض العريضة والثانية الاحواض الطويلة كالاتي:

الفئة الاولى: فئة الأحواض العريضة ($Re > 1$) مثال: الحوض الرئيسي ($Re \approx 0.827$)

يتميز هذا الحوض باستدارته أو اتساعه (شكل مروحي)، الأمر الذي ينتج عنه تدفق للمياه بوتيرة بطيئة وطول في مدة تجمع الأمطار..

الفئة الثانية : فئة الأحواض المدببة ($Re > 1.2$)

الأحواض المشمولة: جميع الفرعيات (1-10)، تمتلك هذه الأحواض شكلاً طوليًا خطيًا يسهم في تسريع تدفق المياه وتقليل فترة التراكم.

نسبة تماسك المحيط:

تعد واحدة من أهم المقاييس المورفومترية، حيث تمثل درجة اقتراب شكل الحوض المائي من النموذج الدائري المثالي. وبذلك، فإنها تسلط الضوء على التداخل والتعقيدات الطبوغرافية والتضاريسية التي ساهمت في تشكيل الحوض وتأثيراتها المباشرة على خصائص جريان المياه، مما يجعلها عنصرًا أساسيًا في تحليل الخصائص الهيدروجرافية وإدارة الموارد المائية[15]،وتُحسب باستخدام المعادلة الآتية: [16]:

$$\textbf{معامل تماسك المحيط} = \sqrt{\frac{1}{\text{نسبة الاستدارة}}}$$

معامل تماسك المحيط لحوض الزاب الاسفل في منطقة الدراسة:

$$\sqrt{\frac{1}{0.45}} = 1.49$$

بواسطة هذه الطريقة، تم استخراج الأحواض الثانوية لنهر الزاب الأسفل.

بلغت نسبة الاتماسك المحيط لحوض الزاب الأسفل في المنطقة المدروسة 1.49، وهو ما يشير إلى أن الحوض أقرب لأن يكون مستطيل الشكل ، كما أن الاحواض الثانوية في منطقة الدراسة ظهرت كالتالي:

الحوض 5، يتميز بشكل بسيط يقارب الدائري، ويمتاز بكفاءة عالية في تجميع المياه وجريان أقل تعقيدًا، مما يعكس نمطًا منتظمًا ودائريًا للجريان، يتميز بطئٍ نسبي واستقرار أكبر في تجميع المياه، والحوض8 ذو شكل معتدل، جريان معتدل وتجمع جيد للمياه، الأحواض 2 و9، تتسم هذه الفئة بمزيد من التعقيد والانتشار، حيث يتميز جريان المياه فيها بالسُرعة والتعقيد الشديد، وغالبًا ما تأخذ أشكالًا مُتعرجة ومتطاولة. هذا النوع من الأحواض يسمح بتدفق أسرع للمياه واستجابة أكثر تأثرًا للسقوط السريع للأمطار، ما يزيد بالتالي احتمال وقوع فيضانات مفاجئة وسريعة.

معامل الشكل:

يمثل معامل الشكل في الدراسات المورفومترية مقياسًا مهمًا يُعبر عن مدى انسجام وتناسق هيئة الحوض المائي وما إذا كان قريبًا من الشكل الدائري أم بعيدًا منه باتجاه الأشكال المستطيلة أو المثلثية. فحين يختلف الطول والعرض بشكل كبير، يزداد زمن تركيز المياه، ويؤدي ذلك إلى تقليل سرعة الوصول إلى ذروة الجريان السطحي[17] ، ويحسب بالمعادلة الشهيرة لهورتون (1932)[18]:

معامل الشكل $\mathbf{Ff = A / D^2}$

حيث A = المساحة (كم²)، D = الطول (كم)

اشتقاق معامل شكل حوض الزاب الاسفل الرئيس في المنطقة

$$\mathbf{Ff = 26.8^2 \div 823.5 = 1.14}$$

وبناءً على هذه الطريقة، يتم استنتاج قيمة معامل الشكل للأحواض الثانوية. يتضح مما سبق أن معامل الشكل لأحواض الزاب الأسفل في المنطقة المدروسة قد تم تصنيفها إلى ثلاث فئات وهي:

الفئة الاولى (0.19 - 0.10):

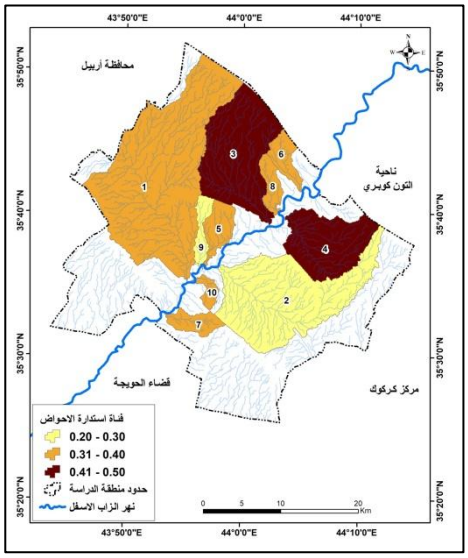
تشمل الحوضان 2 و9، وهما الأقل في قيم معامل الشكل. تشير الأشكال الطويلة والممدودة للغاية إلى حدوث جريان سريع لمياه الأمطار واستجابة سريعة للفيضانات، مما يجعل هذه الأحواض أكثر عُرضة لحدوث فيضانات مفاجئة وخطرة.

DOI: https://doi.org/10.33687/jhssr.005.01.0557

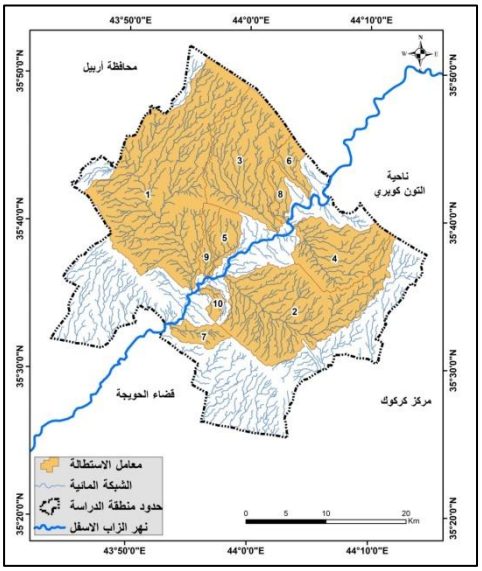
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

الفئة الثانية (0.29 - 0.20):
تتضمن معظم الأحواض، مثل الأحواض 1، 5، 6، 7، 8، 10. تتميز هذه الأحواض بأشكال ممدودة ولكنها أقل تطرفًا مقارنة بالفئة الأولى، وتوفر تدفقًا متوازنًا ومعتدلًا نسبيًا مع استجابة ليست سريعة جدًا وليست بطيئة للغاية.
الفئة الثالثة (≤ 0.30):
ترتبط بالأحواض 3 و4، والتي تمتلك أعلى قيم للمعامل، وتمثل أشكالًا أقرب إلى الدائرية مقارنة ببقية الأحواض. هذه الأحواض تجمع المياه بشكل أكثر كفاءة، مما يؤدي إلى استجابة أبطأ وأكثر انتظامًا للجريان السطحي، وبالتالي تقلل من احتمال حدوث ذروات فيضانية سريعة.

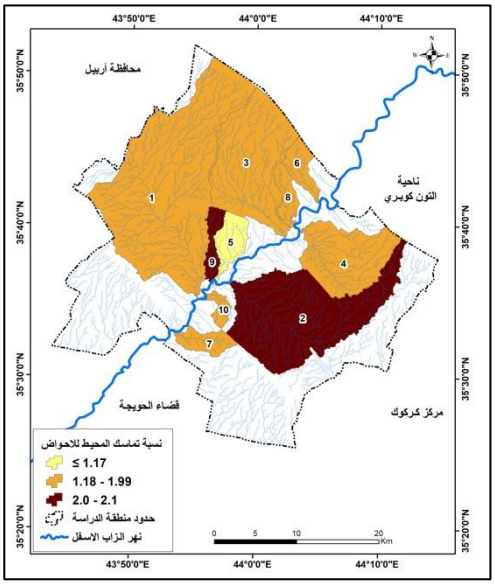
خريطة(11) معامل نسبة الاستدارة



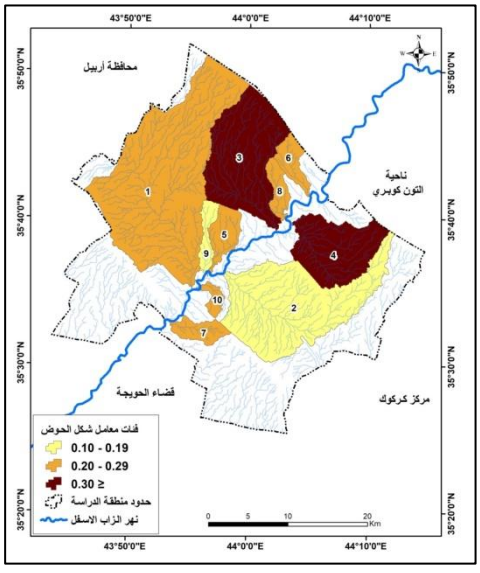
خريطة(12) نسبة الاستطالة للاحواض المائية



خريطة(13) نسبة تماسك المحيط للاحواض المائية



خريطة(14) معامل شكل الاحواض المائية



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DM).

ثالثاً: الخصائص التضاريسية:
تُشكّل نافذةً زمنيةً وجغرافيةً لرصد التطورات المتواصلة في تكوين حوض وادي معين عبر الأزمنة المتعاقبة. فهي بمثابة مرآة تعكس طبيعة العمليات الجيولوجية التي شكّلت تضاريس المنطقة، وتجسد التفاعل الحي بين الأرض والقوى الطبيعية. من خلال دراسة الخصائص المورفومترية، بإمكاننا الكشف عن آليات تفاعل العناصر الهيدرولوجية مع المكونات

المتنوعة للحوض، سواء أكانت شبكة الأنهار، أو المساحات الأرضية، أو الأشكال المورفولوجية المتعددة. ويتجلى بذلك التفاعل الوثيق بين بُعدين حيويين هما المكان والزمان، حيث تؤول المعطيات الفيزيائية إلى إدراك متكامل لكيفية استجابة الحوض للنشاطات الطبيعية ودورها في تنظيم تدفق المياه وصون جودة البيئة المحيطة. وعليه، فإن هذه الخصائص تصبح حجر الزاوية في الدراسات الهيدرولوجية والمورفومترية[19]، وقد تم اشتقاقها بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DM) وباستخدام برنامج Arc map 10.8 ، ينظر الخرائط(17، 18، 19)، والجدول(3).

جدول(3) الخصائص التضاريسية للاحواض المائية في منطقة الدراسة

الحوض	ادنى نقطة	اعلى نقطة	الفرق بين ادنى واعلى ارتفاع	متوسط الارتفاع بالمتر	الطول الكلي للمجاري المائية	التصريف كثافة	نسبة التضرس %	قيمة الوعورة	التكامل الهبسومتر
الزاب الاسفل	202	778	576	500	1312،8	1.59	19.3	0.91	0.51
1	212	681	469	375	428.2	1.60	14.3	0.75	790.
2	218	460	242	339	276.7	1.72	8.3	0.41	0.30
3	231	542	311	386	183.8	1.56	15.9	0.48	0.54
4	234	461	227	345	115.9	1.54	14.5	0.34	0.48
5	215	327	112	270	32.1	1.56	12.3	0.17	0.49
6	242	381	261	375	23.6	1.44	17.9	0.37	0.50
7	206	333	127	265	22.1	1.38	15.4	0.17	0.46
8	243	377	134	300	20.2	1.43	17.1	0.19	0.49
9	216	327	111	270	20.1	1.53	12.1	0.16	0.48
10	214	318	104	265	11.3	1.59	17.9	0.16	0.49
مجموع	2231	4329	2098	3190.5	1134	15.35	159.2	3.2	5.02

المصدر: الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DM).

وتنقسم الخصائص التضاريسية إلى العوامل التالية:

نسبة التضرس:

هي مقياسٌ يعكس درجة ميل التضاريس في الحوض النهري، ويتم التعبير عنها من خلال الفرق في الارتفاع بين النقطة العليا والدنيا مقسومًا على طول الحوض الحقيقي. وتُشير هذه العلاقة إلى حدّة عمليات التعرية والتصدعات الناتجة على سطح الحوض [20]،يعتبر هذا المؤشر أداة أساسية لتقييم كميات الرواسب الناتجة عن عمليات التعرية ونقلها عبر مجاري الأنهار داخل الوادي. ويوجد ارتباط طردي بين نسبة التعرية وعامل الانحدار؛ إذ كلما قل عامل الانحدار، انخفضت نسبة التعرية بشكل متناسب. يؤثر هذا بدوره على تحديد قدرة المجرى المائي على النقل والحمل، ويمكن حسابه باستخدام المعادلة التالية[21] وظهرت النتائج في الجدول(3):

$$R = \frac{R1 - R2}{L}$$

R= نسبة التضرس
R1= أعلى أرتفاع في الحوض(م)
R2= أدنى ارتفاع في الحوض(م)
L= أقصى طول للحوض النهري (كم)
ايجاد نسبة التضرس لحوض نهر الزاب بتطبيق المادلة السابقة

DOI: https://doi.org/10.33687/jhssr.005.01.0557
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

$$R = \frac{778 - 202}{29.5} = 19.5$$

وكذلك بقية الاحواض الثانوية بنفس المعادلة كالتالي:

بعد تطبيق المعادلة على بيانات الأحواض المائية في منطقة الدراسة المُستخلصة من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، أظهرت النتائج أن نسبة التضرس لحوض الزاب الأسفل وصلت إلى 19.3، وهي نسبة عالية تشير إلى مستوى تضرس متوسط إلى شديد. وفي السياق ذاته، تم تصنيف نسب التضرس للأحواض الثانوية في منطقة الدراسة إلى ثلاث فئات لتسهل دراستها وتحليلها.

تتنوع الأحواض المرفولوجية في المنطقة المدروسة بين ثلاث فئات تضرسية؛ تبدأ **بالتضرس البسيط** (كالحوض 2) الذي يتميز بانحدارات معتدلة تساهم في تعزيز التغذية الجوفية وتقليل مخاطر السيول والتعرية، مرورا **بالتضرس المتوسط** (الأحواض 1، 4، 5، 9) حيث تزداد وعورة السطح وسرعة الجريان السطحي؛ وصولاً إلى **التضرس الشديد** (الأحواض 3، 6، 7، 8، 10) الذي يتسم بانحدارات حادة وجريان مائي فائق السرعة، مما يجعله بيئة مرتفعة المخاطر من حيث السيول الفجائية ونشاط التعرية، ويستوجب سياسات إدارية صارمة للحد من الانجراف وتحقيق الاستقرار البيئي.

قيمة الوعورة:

تُعبِّر قيمة الوعورة عن العلاقة القائمة بين تضاريس الحوض وكثافة شبكته التصريفية. وخلال مراحل الحت الأولية، تكون قيمتها منخفضة، لكنها تبدأ بالازدياد حتى تحقق أقصى مستوياتها عند بدء مرحلة النضج، بعدها تخف تدريجياً مع الاقتراب من انتهاء دورة الحت. هذا يعني أن الزيادة في قيمة الوعورة ترتبط مباشرة بارتفاع كثافة شبكة عملية التصريف والتعرية في الحوض، مما يزيد من فعالية عمليات التآكل المائي ونقل الرواسب [22]، ويتم حساب قيمة الوعورة بالمعادلة التالية[23]:

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض(الفرق بين أعلى وأدنى نقطة للحوض) متر} \times \text{كثافة التصريف كم}}{1000}$$

وتستخرج كثافة التصريف وفق المعادلة التالية:

$$\frac{\text{مجموع الطول الكلي للمجاري المائية كم}}{\text{كم 2التصريف}}$$

كثافة التصريف = 1312.8 ÷ 823.5 = 1.59

قيمة الوعورة = 576 × 1.59 ÷ 1000 = 0.91

بعد تطبيق المعادلة على احوض منطقة الدراسة واظهار النتائج تبين ان حوض الزاب الاسفل بلغت قيمة الوعورة فيه 0.91 وهي عالية تدل على شدة الانحدارات في منطقة الدراسة، اما الاحواض الثانوية، توزعت على منطقة الدراسة بالشكل التالي:

تتوزع الأحواض المرفولوجية وفق مؤشر الوعورة إلى ثلاث مستويات هيدرو-جيومورفولوجية؛ حيث تبرز الأحواض **بسيطة الوعورة** (الحوض 7) بخصائص تضرسية مسطحة تعزز الترشيح الجوفي والاستدامة المائية، تليها الأحواض **متوسطة الوعورة** (الحوضان 4، 6) التي تحقق توازناً بين سرعة الجريان والتخزين المؤقت مع مخاطر فيضانية محدودة، وصولاً إلى الأحواض **عالية الوعورة** (الحوض 1) التي تتسم بحدة الانحدار وتدفقات مائية فجائية وتسارع في معدلات التعرية، مما يفرض ضرورة تبني استراتيجيات إدارية صارمة لحماية التربة والحد من مخاطر الانجراف.

التحليل الهبسومتري:

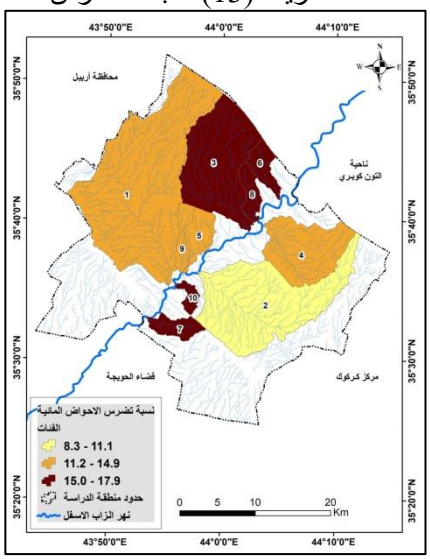
هو مقياس رقمي يُحدد ارتفاعات التضاريس المحلية، حيث تنخفض قيمته مع تقدّم نشاط دورة الحت في الحوض. ويعكس هذا المقياس توزيع الارتفاعات (التضاريس) داخل الحوض المائي نسبة لمساحته الكلية. تنتج عنه قيمة عددية تتراوح بين 0 - 1، وكلما اقتربت النتيجة من الرقم 1، دلّ ذلك على أن الحوض يمر بمرحلة مبكرة من الحت ويتسم بوجود تضاريس حادة وعالية [24] :

المعامل الهبسومتري = (متوسط ارتفاع الحوض – اقل ارتفاع بالحوض) ÷ (أعلى ارتفاع بالحوض –اقل ارتفاع في الحوض)

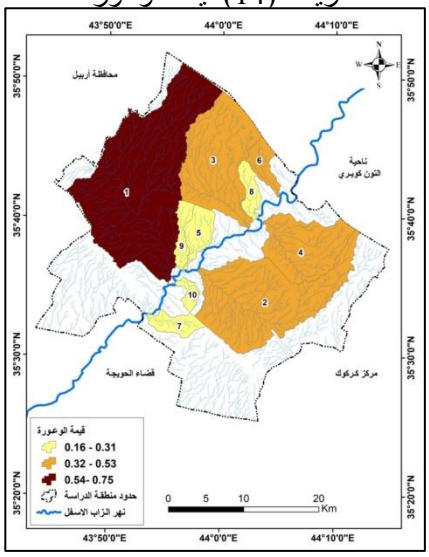
المعامل الهبسومتري لحوض نهر الزاب = (500 – 202) ÷ (202-778) = 298 ÷ 576 = 0.51

وكذلك بقية الاحواض الثانوية لنهر الزاب الاسفل بذات المعادلة.

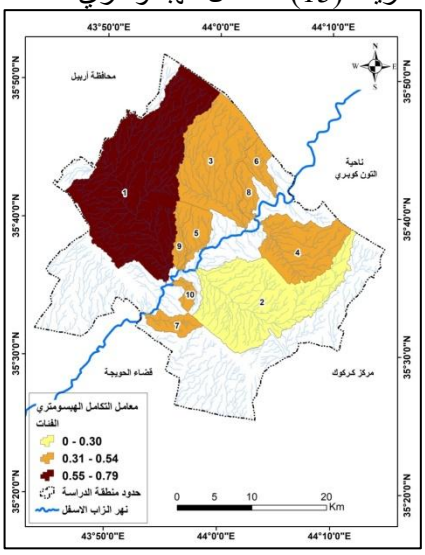
خريطة(13) نسبة التضرس



خريطة (14) قيمة الوعورة



خريطة(15) المعامل الهبسومتري



المصدر: الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي(DM).

بعد إجراء الحسابات اللازمة وفقًا للمعادلة، تبين أن معامل الهبسومتري لحوض الزاب الأسفل في منطقة الدراسة بلغ 1.51، مما يدل على أن حوض النهر يتواجد حاليًا في مرحلة الشباب.

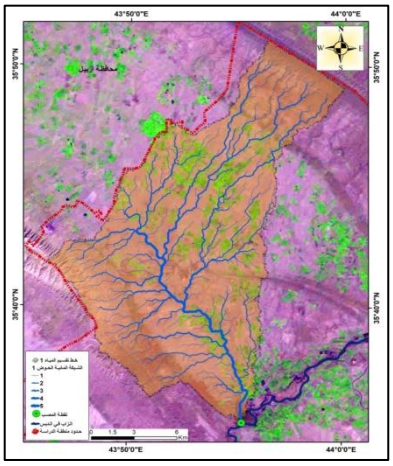
رابعاً: خصائص شبكة التصريف المائي

تعتبر شبكة التصريف المائي إحدى الدعائم الأساسية في الدراسات المورفومترية والهيدرولوجية، إذ إنها تشكل النظام الطبيعي لقنوات المياه التي تجمع وتوزع المياه السطحية داخل الحوض المائي ، [25] وتم اشتقاق الشبكة المائية للاحواض النهرية التي تصب مباشرة في نهر الزاب الاسفل من نموذج الارتفاع الرقمي(DM)، ينظر الخرائط (18، 19، 20، 21، 22، 23، 24، 25، 26، 27) الخاصة بالرتب النهرية، والخرائط (29، 30، 31، 32) الخاصة بخصائص الشبكة المائية، والجدول (4).

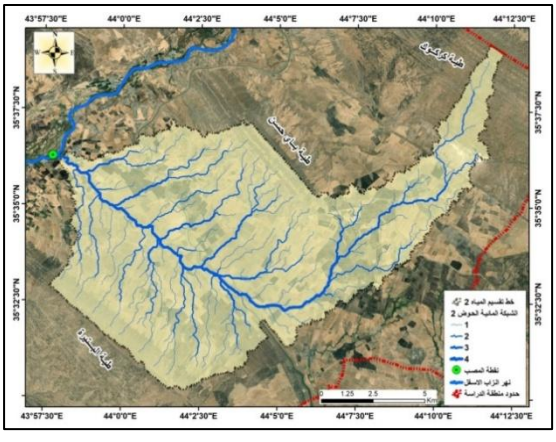
المراتب النهرية :

تبدأ الروافد الصغيرة غير المتفرعة بالرتبة الأولى تمثل بداية الجريان عند خط تقسيم المياه، يزداد ترتيب النهر كلما اجتمع رافدان يحملان نفس المرتبة، بينما يبقى ثابتا عندما يلتقي رافدان بدرجات مختلفة. ويعتبر هذا التصنيف بمثابة تعبير هرمي لبنية الحوض، وله تأثير مباشر على خصائص الهيدرولوجيا، مثل سرعة جريان المياه، حجم التصريف، والاستجابة العامة للحوض تجاه الأمطار[26].

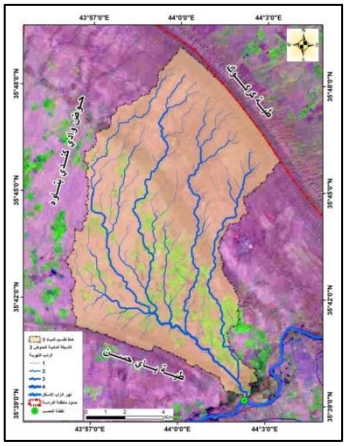
حوض رقم (18) وادي كندي بناوه



حوض رقم(19) وادي كوردلة



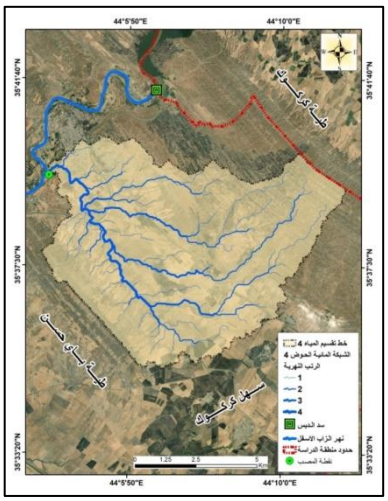
خريطة (20) حوض 3



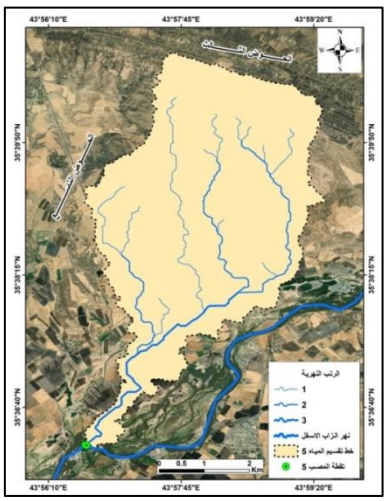
DOI: https://doi.org/10.33687/jhssr.005.01.0557

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

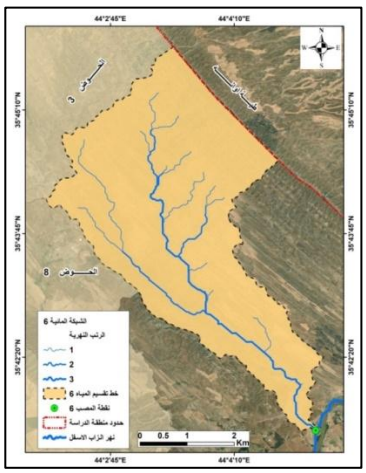
خريطة (21) حوض4



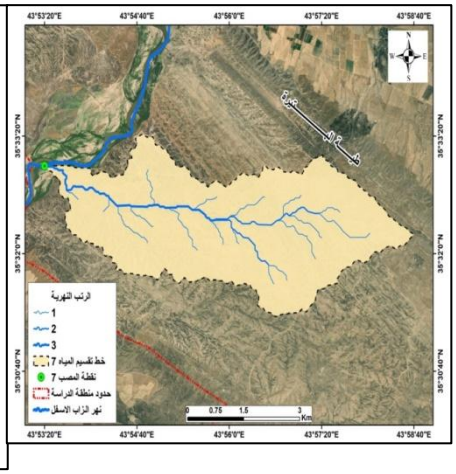
خريطة (22) حوض 5



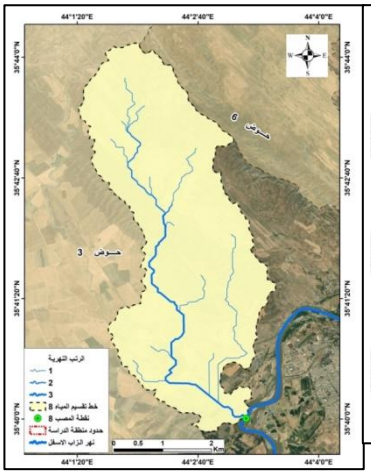
خريطة (23) حوض 6



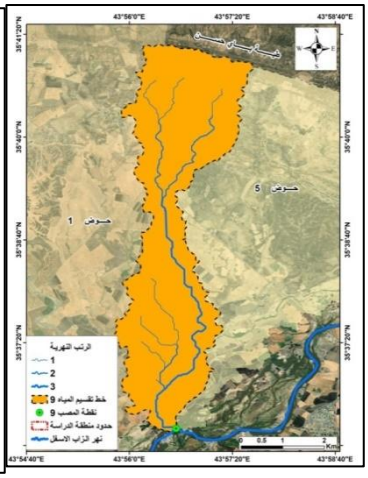
خريطة (24) حوض 7



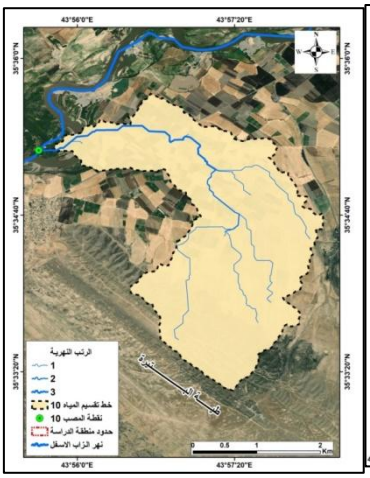
خريطة (25) حوض 8



خريطة(26) حوض 9



خريطة(27) حوض 10



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) والمرئية الفضائية QuickBird imagery

جدول(4) مجموع عدد وطول(كم) الرتب النهرية لاحواض منطقة الدراسة

الحوض	المرتبة الاولى		المرتبة الثانية		المرتبة الثالثة		المرتبة الرابعة		المرتبة الخامسة		المرتبة السادسة		مجموع طول الوديان (كم)	مجموع عدد الودي ان
	العدد	الطول	العدد	الطول	العدد	الطول	العدد	الطول	العدد	الطول	العدد	الطول		
الزاب الاسفل	671	660.5	134	344.2	42	214.9	7	47.7	2	38.9	1	6.6	1312.8	857
1	197	206.6	51	111.2	14	81.7	3	7.9	1	20.8	———	———	428.2	263
2	120	149.2	29	79.7	10	27.7	1	20.1	———	———	———	———	276.7	160

111	183.8	——	—— -	—— –	—— –	8.1	1	51.2	6	44.3	18	80.2	86	**3**
90	115.9	——	—— -	—— –	—— –	10	1	14.8	5	30.9	15	60.2	69	**4**
15	32.1	——	—— -	—— –	—— –	—— –	—— –	5.6	1	11.3	3	15.2	11	**5**
19	23.6	——	—— -	—— –	—— –	—— –	—— –	6.9	1	4.9	4	11.8	14	**6**
20	22.1	——	—— -	—— –	—— –	—— –	—— –	4.5	1	4.2	2	13.4	17	**7**
15	20.2	——	—— -	—— –	—— –	—— –	—— –	5.7	1	2.4	2	12.1	12	**8**
11	20.1	——	—— -	—— –	—— –	—— –	—— –	6.8	1	6	3	7.3	7	**9**
11	.331	——	—— -	—— –	—— –	—— –	—— –	2.9	1	2.3	2	9.1	8	**10**
715	1134	6.6	1	20.8	1	46.1	6	207.8	41	296.2	129	563.1	541	**المجموع**

المصدر: بالاعتماد على خريطة (2).

يتضح من خرائط وجدول الرتب النهرية لحوض الزاب الاسفل، والاحواض الثانوية منطقة الدراسة الاتي:

حوض نهر الزاب الاسفل:

يضم الحوض المجموع الكلي لـ 857 رتبة نهرية تتوزع عبر ست درجات أساسية، حيث تسيطر أعداد كبيرة من الرتب الدنيا (671 رتبة من الدرجة الأولى)، ما يشير إلى شبكة نهريَّة متفرعة وغزيرة الكثافة. يبلغ الطول الإجمالي للوديان 1312.8 كم، كما يظهر الجدول (4) بأن الرتب ذات المستوى المنخفض (الرتب الأولى والثانية) تتمتع بأطوال كبيرة (660.5 و344.2 كم على التوالي)، بينما يقل الطول تدريجيًا مع ارتفاع مستوى النهر. يشير هذا التوزيع إلى نموذج هرمي نمطي، حيث تندمج الأودية الأصغر في مجاري أكبر لضمان تدفق المياه بطريقة مترابطة ومتدرجة نحو النقطة النهائية للمصب.

أما فيما يخص الاحوض الثانوية فيمكن توضيحها بما يلي:

تُظهر الخصائص الشبكية للأحواض المدروسة تدرجاً رتبوياً يبدأ بالرتبة الأولى التي تشكل النطاق الأوسع بـ (541) رافداً، مساهمةً في التجميع الأولي للمياه، تليها الرتبتان الثانية والثالثة اللتان تعكسان ارتقاءً في حجم القنوات وقوة التصريف، وصولاً إلى الرتبة الخامسة التي تمثل المصب المركزي في الحوض (1)؛ حيث ينفرد هذا الحوض بكونه النظام المرفومترية الأكثر تعقيداً وكفاءة بتسجيله أعلى مجموع لأطوال الروافد (428.2 كم) وأكبر عدد لها، بينما تتضائل هذه القيم تدريجياً في بقية الأحواض حتى تصل لدرجاتها الدنيا في الحوضين (9 و10).

معدل طول الروافد

يعتبر معدل طول الروافد مؤشرًا أساسيًا في تحليل ديناميكيات الجريان وشكل شبكة الأنهار وتأثيرهما على الموارد المائية وإدارة المخاطر الهيدرولوجية. ويتم حسابه بقسمة المجموع الكلي للطول الكلي للروافد على عددها. يتيح لنا هذا

DOI: https://doi.org/10.33687/jhssr.005.01.0557

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

المعدل معرفة طبيعة الشبكة النهرية وتدرجها، مما يعطي فكرة واضحة عن مدى انحدار المجرى وسرعة الجريان داخل الحوض [27]، وقد تم اشتقاق هذا المعدل باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc map 10.8، وجدول(5).

جدول(5) خصائص التصريف المائي للاحواض المائية

الحوض	معدل طول الروافد	كثافة التصريف	معدل النسيج الطبوغرافي	معامل الانعطاف	معدل بقاء الماء في المجرى
الزاب الاسفل	1.53	1.59	5.68	1.10	0.62
1	1.62	1.60	2.63	1.10	0.62
2	1.72	1.72	1.80	1.15	0.58
3	1.65	1.56	1.90	1.27	0.63
4	1.28	1.54	1.97	1.36	0.64
5	2.14	1.56	0.53	1.23	0.63
6	1.24	1.44	0.81	1.28	0.69
7	1.10	1.38	0.85	1.19	0.71
8	1.34	1.43	0.65	1.21	0.69
9	1.82	1.53	0.40	1.16	0.65
10	1.20	1.87	0.67	1.15	0.53
مجموع	15.11	15.63	12.21	12.1	6.37

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي(DM).

بلغ مجموع معدل طول الروافد 15.11 كم، ما يشير إلى تنوع تضاريسي وهيدرولوجي واضح في منطقة الدراسة. الأطوال المختلفة للروافد تعكس تباين سرعة الجريان وكمية الرواسب والتعرية عبر الأحواض المختلفة. المناطق التي تحتوي روافد قصيرة معرضة أكثر للجريان السريع والسيول المفاجئة، بينما المناطق ذات الروافد الطويلة توفر تدفقًا أكثر سلاسة واستقرارًا.

نسبة التشعب:

تُعرَّف نسبة التشعب في حوض التصريف بأنها النسبة بين عدد المجاري النهرية في درجة معينة وعدد المجاري في الدرجة التي تليها، ويكون أدنى حد لهذه النسبة هو الرقم 2، وعادةً ما تتراوح قيمتها بين 3 و5 في الأحواض التي لم تخضع لأنماط تصريف اصطناعية أو معدلة ناتجة عن تركيب جيولوجي خاص. عندما تنخفض قيمة نسبة التشعب، يزداد احتمال ارتفاع مخاطر الفيضانات بسبب تسارع وصول موجات التدفق المائي إلى مصبات الأنهار. ويتم حساب نسبة التشعب وفقاً للمعادلة التالية [28] ينظر جدول(6):

$$Rb = \frac{Nu}{Nu + 1}$$

Nu : عدد الروافد في رتبة ما

Nu+1 : عدد الروافد في الرتبة التي تليها

نسبة التشعب للشبكة المائية فيحوض نهر الزاب الاسفل

الرتبة الاولى إلى الثانية = 671 ÷ 134 = 5.007

وهكذا تطبيق المعادلة على بقية المراتب ومن ثم تجمع ويشتق المعدل كما في الجدول ادناه

جدول(6) نسبة التشعب لحوض الزاب الاسفل في منطقة الدراسة

الرتبة	اولى	ثانية	ثالثة	رابعة	خامسة	سادسة	مجموع	معدل
عدد الاودية	671	134	42	7	2	1	857	142.8
نسبة التشعب	———	5.007	3.1	6	3.5	2	19.6	3.9

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي(DM).

بالنظر إلى الجدول(6) الخاص بنسبة التشعب لحوض نهر الزاب الاسفل في منطقة الدراسة يتضح:

تتميز الرتب النهرية الأولى بأكبر عدد (671 رتبة)، وهي تشكل العمود الفقري للشبكة المائية، في حين تقل أعداد الأودية بشكل ملحوظ مع ارتفاع الرتب، مما يدل على نظام هرمي منتظم. تبلغ نسبة التشعب الكلية حوالي 19.6، بمتوسط معدل تشعب قدره 3.9. وهذا يشير إلى أن الكثرة الكبيرة للأودية من الرتبة الأولى تعكس قدرة عالية على تجميع مياه الأمطار وانتقالها عبر مساحات واسعة بسرعة نسبية، مما يدعم استجابة الحوض السريع لهطول الأمطار. بالإضافة إلى ذلك، يدل التدرج المنتظم في أعداد الأودية ورواتبها على وجود شبكة مائية معقدة تساعد على توزيع التدفقات وتنظيمها قبل وصولها إلى النهر الرئيسي. معدل التشعب البالغ 3.9 يعتبر معتدلاً، ما يشير إلى توازن مثالي بين سرعة الجريان وحفظ المياه، مما يقلل من خطر الفيضانات الشديدة ويحافظ على تدفق مستدام.

وعلى مستوى الأحواض الثانوية، تم تطبيق معادلة نسبة التشعب وقسمت إلى ثلاثة فئات تسهل دراستها، والجدول(7).

جدول(7) عدد الروافد المائية للرتب المختلفة ونسب ومعدلات التشعب لاحواض منطقة الدراسة

حوض1			حوض2			حوض3			حوض4		
الرتب	العدد	التشعب	الرتب	العدد	التشعب	الرتب	العدد	التشعب	الرتب	العدد	التشعب
1	197	———	1	120	———	1	86	———	1	69	———
2	51	3.8	2	29	4.1	2	18	4.7	2	15	4.6
3	14	3.6	3	10	2.9	3	6	3	3	5	3
4	3	4.6	4	1	10	4	1	6	4	1	5
5	1	4									
مجموع	266	16	مجموع	160	17	مجموع	111	13.7	مجموع	90	12.6
معدل	88.6	6.4	معدل	64	8.5	معدل	27.7	4.5	معدل	22.5	4.2
حوض5			**حوض6**			**حوض7**			**حوض8**		
الرتب	العدد	التشعب	الرتب	العدد	التشعب	الرتب	العدد	التشعب	الرتب	العدد	التشعب
1	11	———	1	14	———	1	17	———	1	12	———
2	3	3.6	2	4	3.5	2	2	8.5	2	2	6
3	1	3	3	1	4	3	1	2	3	1	2
مجموع	15	6.6	مجموع	19	7.5	مجموع	20	10.5	مجموع	15	8
معدل	5	3.3	معدل	6.3	3.7	معدل	6.6	5.2	معدل	5	4
			حوض9			**حوض10**					

DOI: https://doi.org/10.33687/jhssr.005.01.0557

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

	الرتب	العدد	التشعب	الرتب	العدد	التشعب	
	1	7	———	1	8	———	
	2	3	2.3	2	2	4	
	3	1	3	3	1	2	
	مجموع	11	5.3	مجموع	11	6	
	معدل	3.6	2.6	معدل	3.6	3	

المصدر: بالاعتماد على خريطة (33) ونموذج الارتفاع الرقمي(DM).

فئات نسبة التشعب للأحواض الثانوية من خلال مراجعة الخريطة والجدول السابقين على النحو التالي:

تُظهر الأحواض المدروسة تباينات هيدرولوجية بناءً على درجة تشعبها، الفئة الأولى (الأحواض 4، 5، 6، 8، 9، 10) تتميز بتشعب منخفض وتضاريس متوسطة، مما يُبطئ من تجمع المياه ويزيد من تغذية المياه الجوفية، أما الفئة الثانية (الأحواض 3، 7) فتتميز بتفرع متوسط، مما يدل على انحدارات أكثر حدة وتدفق أسرع، الأمر الذي يزيد من احتمالية حدوث فيضانات متوسطة، بينما تُظهر الفئة الثالثة (الأحواض 1، 2) أعلى درجة تفرع نتيجة ارتباطها بتضاريس شديدة الانحدار (مثل طيات باتيرا وباس حسن)، مما يؤدي إلى جريان سطحي سريع، وارتفاع خطر الفيضانات المفاجئة، وتآكل التربة بسبب ضعف النفاذية الجيولوجية.

كثافة التصريف

تُعرف كثافة التصريف بأنها المعدل الذي تنتشر وتتشعب بموجبه شبكة المجاري المائية داخل مساحة الحوض النهري. وتُعتبر كثافة التصريف مؤشرًا رئيسيًا لدراسة الخصائص المساحية لحوض التصريف والتحليل الهيدرولوجي، فهي تكشف مدى كفاءة عملية التصريف ومدى ملائمة تضاريس الحوض للتجزئة والانتشار[29]،وقد تم تصنيف كثافة تصريف الأحواض في منطقة الدراسة إلى ثلاث فئات، وحسبت بناءً على المعادلة التالية[30]:

$$\frac{\text{كم 2المراتب}}{\text{التصريف}}$$

كثافة التصريف لحوض نهر الزاب الاسفل في منطقة الدراسة = **1312.8 ÷ 823.5 = 1.59**

أما الاحواض الثانوية للنهر فهي على صيغة المعادلة اعلاه:

بعد إجراء الحسابات وفقًا للمعادلة المحددة، توصلت النتائج إلى أن كثافة التصريف لحوض نهر الزاب الأسفل في منطقة الدراسة تبلغ 1.59. وتشير هذه القيمة إلى أن الحوض يتميز بكفاءة ملحوظة في إنتاج المياه السطحية بما يتوافق مع مساحته الإجمالية.

تتفاوت الأحواض الثانوية بناءً على كثافة التصريف إذ تتميز الفئة الأولى بالاحواض(6، 8، 9) بكثافة **منخفضة** وتضاريس مستوية تسمح بنفاذية أكبر للمياه، مما يطيل فترة تركيزها ويقلل من مخاطر الفيضانات، أما الفئة الثانية المتمثلة بالاحواض(1، 3، 4، 5، 7) فتتميز بكثافة **متوسطة** وشبكة تصريف أكثر تطوراً تعكس انحداراً معتدلاً وسرعة تدفق متزايدة، بينما تتميز الفئة الثالثة بالحوضان(2، 10) **بأعلى كثافة** ، مما يؤدي إلى تدفق سطحي سريع جداً يزيد من احتمالية حدوث فيضانات مفاجئة وعمليات تآكل التربة.

معدل النسيج الطبوغرافي

كثافة التصريف هي مقياس يشير إلى كثافة وتفرّع شبكة الأنهار والمجاري المائية داخل مساحة الحوض النهري. إنه يعكس سرعة تصريف المياه السطحية داخل الحوض. من الناحية العملية، فإن ارتفاع معدل كثافة التصريف يدل على تضاريس شديدة الانحدار، بينما انخفاضه يشير إلى تضاريس معتدلة أو تربة نفاذة، وفق المعادلة[31]:

$$\frac{\text{عدد المجاري المائية للحوض}}{\text{كم 2الحوض}}$$

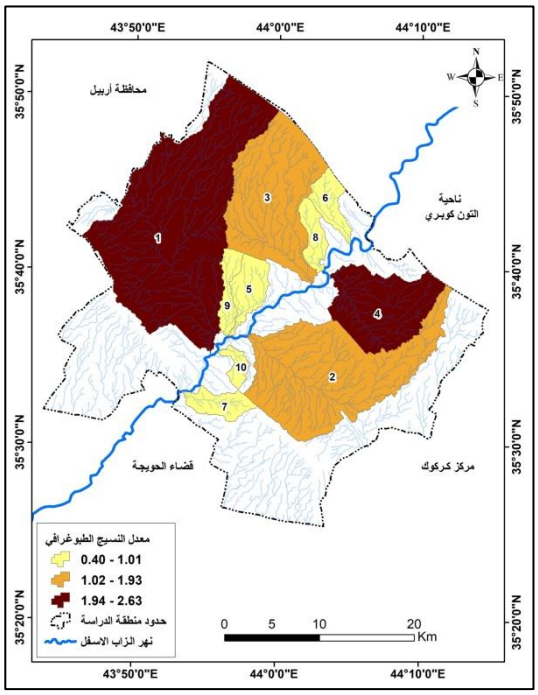
1- نسيج خشن أقل من 4 أودية/كم2.

2- نسيج متوسط يتراوح بين (4-10) أودية/كم2.
3- نسيج ناعم أكثر من 10 أودية/كم2.

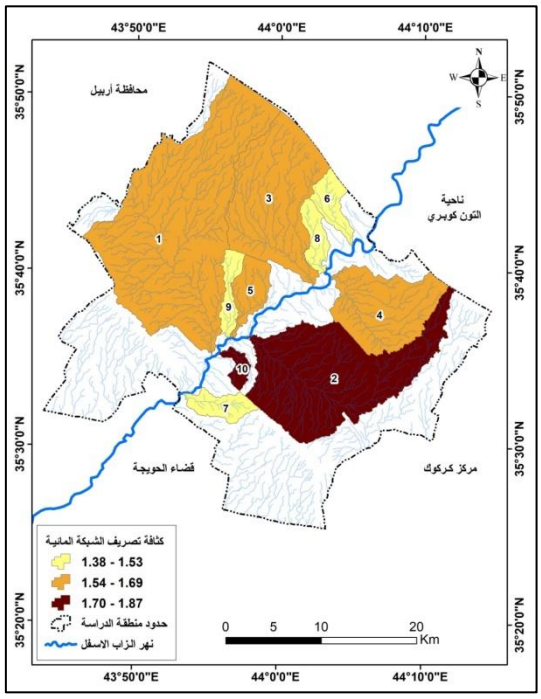
= 857 ÷ 150.8 = 5.68 (نسيج متوسط) حوض نهر الزاب الاسفل

بعد تطبيق المعادلة على حوض نهر الزاب الاسفل بلغ معامل النسيج الطبوغرافي 5.68 وهذا يدل على أنه نسيج متوسط، فيما تتوزع الأحواض الثانوية المدروسة هيدرولوجياً وفقاً لمعدل **النسيج الطبوغرافي** إلى ثلاث فئات؛ حيث تمتاز **الفئة الأولى** الأحواض (5-10) بمعدلات منخفضة تعكس تضاريس مستوية وتربة ذات نفاذية عالية، مما يطيل زمن التركيز المائي ويعزز التغذية الجوفية. وتظهر **الفئة الثانية** الحوضان (2 و3) توازناً في الانحدار وتصريفاً معتدلاً للمياه، بينما تتسم **الفئة الثالثة** الحوضان (1 و4) بنسيج طبوغرافي عالٍ ناتج عن وعورة التضاريس وصلابة الصخور؛ مما يولد شبكة صرف كثيفة تؤدي إلى جريان سطحي سريع، وتزيد من مخاطر الفيضانات المفاجئة وتعرية التربة.

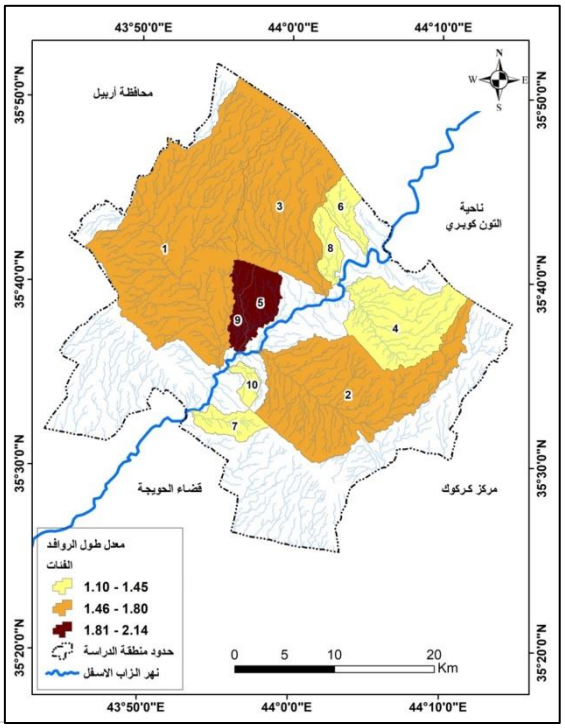
خريطة(29) معدل النسيج الطبوغرافي للشبكة المائية



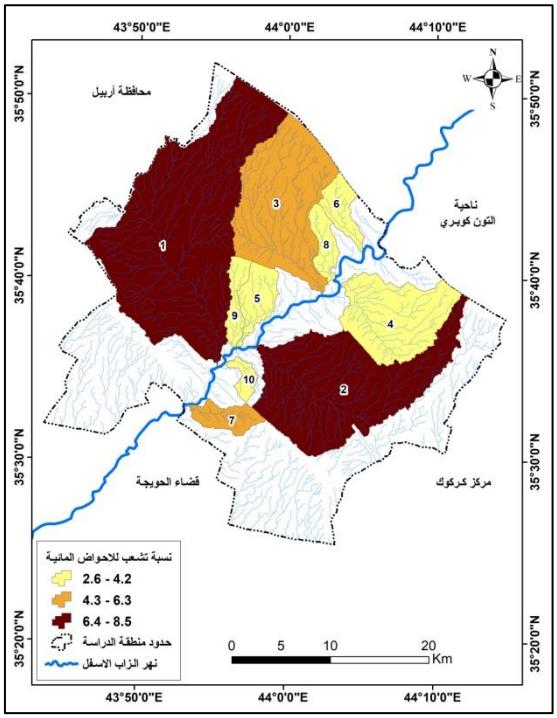
خريطة(30) كثافة التصريف في الاحواض المائية



خريطة(31) معدل طول الروافد في احواض الثانوية



خريطة(32) نسبة التشعب في احواض الثانوية



DOI: https://doi.org/10.33687/jhssr.005.01.0557
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DM).

معامل الانعطاف (معدل التعرج)

هو النسبة بين الطول الحقيقي للمجرى المائي والطول المثالي المستقيم. يُعرّف الطول الحقيقي للمجرى بأنه المسافة الفعلية على الأرض من المنبع إلى المصب، بما في ذلك كافة التعرجات والانحناءات التي يتبعها المجرى. ويتم حسابه حسب المعادلة التالية [32]:

معدل التعرج = الطول الحقيقي للمجرى ÷ الطول المثالي (المستقيم)

معدل التعرج لحوض الزاب الاسفل في منطقة الدراسة = 29.5 ÷ 26.8 = 1.10

بعد تطبيق المعادلة لحساب معامل الانعطاف (معدل التعرج) لحوض نهر الزاب الأسفل، تبين أن الناتج هو 1.10، مما يشير إلى أن مجرى النهر في هذا الحوض يحتوي على انحناءات بسيطة ولا يشهد تعرجات مفرطة. في المقابل، تظهر الأحواض الثانوية قيماً تتراوح بين 1.1 و1.36، مما يؤكد أن مجاري المياه في المنطقة تتميز بتعرجات معتدلة إلى متوسطة، بمعنى آخر، يجري الماء ليس في خط مستقيم تمامًا بل يتخذ مسارات منحنية محدودة.

معدل بقاء الماء في المجرى

معدل البقاء (أو معدل المساحة المغذية لكل وحدة طول من شبكة التصريف) يقصد به المساحة الطبوغرافية المتوسطة المطلوبة تُستخدم لإمداد وحدة طول واحدة من شبكة التصريف في حوض مائي محدد. وكلما زادت مساحة الحوض مقابل طول روافده القصيرة، ارتفعت قيمة معدل البقاء، مما يدل على تباعد أكبر بين المجاري المائية. ويتم حساب هذا المعدل من خلال المعادلة التالية [33] ينظر جدول(31):

معدل احتفاظ الماء في المجرى= مساحة الحوض(كم^2)/مجموع اطوال المجاري (كم)

معدل احتفاظ المياه في مجاري وادي حوض نهر الزاب الأسفل =823.5 ÷ 1312.8 = 0.62

وينطبق الحال على بقية الاحواض الثانوية لنهر الزاب في منطقة الدراسة.

بعد إجراء الحسابات طبقًا للمعادلة، تبين أن معدل بقاء الماء في المجرى لحوض الزاب الأسفل يبلغ 0.62، ما يعني أن حوالي 62٪ من مياه الأمطار تهطل فعليًا داخل مجاري الحوض بدون فقدان كبير بسبب التبخر أو التسرب. أما بالنسبة للأحواض الثانوية، فيبين الجدول (31) المعدلات المسجلة لمتوسط بقاء الماء في المجاري لهذه الأحواض في منطقة الدراسة، حيث تظهر القيم القريبة جدًا بعضها البعض، ضمن نطاق يتراوح بين 0.53 و0.71 تقريبًا. وهذا له دلالات هيدرولوجية عديدة ومهمة:

يشير تقارب معدلات بقاء الماء (التي تدور حول قيمة 0.6) في الأحواض المدروسة إلى تشابه خصائصها الجيومورفولوجية وتوازن تفاعل عوامل التربة والتضاريس مع شبكة الصرف. وتعكس هذه القيمة وجود مساحة تغذية متوسطة لكل وحدة طول من المجرى، مما يحقق جرياناً معتدلاً وزمناً متوازناً للتركيز المائي؛ الأمر الذي يساهم في كفاءة التصريف الهيدرولوجي مع تقليل مخاطر الفيضانات المفاجئة، ويسمح بتباعد معتدل للمجاري المائية يعزز من فرص التغذية الجوفية وتأخير التدفق السطحي.

الاستنتاجات

1. تباين مورفومتري واضح: مساحات الأحواض تتراوح بين 7.1 كم² و267.5 كم²، مع تفاوت في الخصائص الشكلية والتضاريسية، مما ينعكس على استجابة هيدرولوجية متفاوتة بين الأحواض.
2. شكل الحوض وتأثيره الهيدرولوجي: حوض الزاب الأسفل أقرب للدائري (استدارة 0.45) مما يسرع تجمع المياه ويزيد الفيضانات، بينما الأحواض الثانوية طولية الشكل تسرع الجريان السطحي.
3. مؤشرات تضاريسية حاسمة: نسبة التضرس (8.3%–19.3%) وقيم الوعورة (0.16–0.91) وكثافة التصريف (1.38–1.87 كم/كم²) تعكس نشاطاً تعرياً متبايناً وهيمنة للرتب النهرية الدنيا (80%) الدالة على شبكة فتية.
4. معدلات التشعب والمرحلة التطورية: نسبة التشعب (2.6–8.5) تشير لخطر فيضانات في الأحواض (1،2) وتغذية جوفية في (5،6،8،10)، ومعامل التكامل الهبسومتري (0.51) يضع الحوض في مرحلة الشباب/النضج.

المقترحات

1. نمنجة وإدارة المخاطر: استخدام نظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي لنمذجة الجريان والتنبؤ بالفيضانات، خاصة في الأحواض عالية الوعورة (1،3،6،8،10).
2. بنية تحتية للحصاد المائي: إنشاء سدات حصاد مائي وتغذية صناعية للمياه الجوفية في الأحواض منخفضة التشعب والتربة الحصوية (5،6،8،10).

3. الوقاية من الفيضانات والتعرية: تنفيذ قنوات تصريف في الأحواض عالية الاستدارة (1،2،3) وتطبيق سياسات لحفظ التربة والغطاء النباتي في المناطق شديدة الانحدار.
4. تكامل إداري ومجتمعي: إنشاء شبكة رصد هيدرولوجي، اعتماد نهج الإدارة المتكاملة للموارد المائية، وتوعية المجتمعات المحلية لضمان استدامة الموارد.

الهوامش:

([1]) حسن رمضان سلامة, أصول الجيومورفولوجيا, دار المسيرة للنشر والتوزيع, عمان, الطبعة الاولى, 2004, ص198.

([2]) محمد صبري محسوب سليم, أحمد البدوي محمد الشريعي, الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل, دار الفكر العربي, الطبعة الاولى, 1996, ص255.

([3]) حسن رمضان سلامة, أصول الجيومورفولوجيا, مصدر سابق, ص160.

([4]) حسن سيد أحمد أبو العينين, أصول الجيومورفولوجيا, مؤسسة الثقافة الجامعية, الطبعة الاولى, 1966, ص447.

([5]) مصطفى أحمد محمد قنبر, المخاطر الهيدرولوجية لنهر الزاب الاسفل واثاره البيئية ما بين سد الدبس ومصبه, اطروحة دكتوراه, جامعة تكريت–كلية التربية للعلوم الانسانية, اطروحة دكتوراه (غير منشورة), 2021, ص52.

([6]) Horton, "Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins, (1945), P 278.

([7]) محمد صبري محسوب سليم, واحمد البدي محمد الشريعي, مصدر سابق, ص160.

([8]) حنان عبدالكريم عمران, وحسين كريم حمد الساعدي, مورفومترية حوض وادي الكروي (شرقي محافظة واسط), مجلة جامعة بابل للعلوم الانسانية, المجلد28, عدد2, 2020, ص91.

([9]) عبدالله سالم المالكي, أساسيات علم الاشكال الارضية(الجيومورفولوجي), دار الوضاح للنشر, مكتبة دجلة, الطبعة الاولى, 2016, ص187.

([10]) ADEDAYO BOLA AKANDE, MORPHOMETRIC ANALYSIS OF MARY'S RIVER BASIN USING DIGITAL ELEVATION MODELS (DEMs), Geographical Information System (GIS) in Water Resources CE_513 Winter Term Project 2023, P 21.

([11]) Ibid, p. 22.

([12]) حسن رمضان سلامة, الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية, الجمعية الجغرافية الكويتية, 1982, ص6.

([13]) محمد صبري محسوب جيومورفولوجية الاشكال الارضية, دار الفكر العربي, القاهرة, الطبعة الاولى, 1997, ص208.

([14]) B.A. Schumm, Variables of the Stream-Flow Regime and Their Relation to Basin Morphology, American Geophysical Union (AGU), 1956, P 196.

([15]) كامل حمزة فليفل الأسدي, تباين الخصائص المورفومترية لوديان الهضبة الغربية في محافظة النجف وعلاقتها بالنشاط البشري, اطروحة دكتوراه, جامعة الكوفة–كلية الاداب, 2012, ص133.

([16]) طارق غسان سلهب, التحليل المورفومتري لحوض وادي شوارة في جنوب شرق كردستان العراق, مجلة الاداب والعلوم الانسانية, اوراق ثقافية, 2024, ص309.

([17]) عبدالرحمن عبدالكريم يحيى, واسعد احمد مقداد آل حسين, الخصائص المورفومترية لحوض وادي كويسنجيق–اربيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية, المجلة العراقية الوطنية لعلوم الارض, المجلد19, العدد2, 2019, ص25.

([18]) دلي خلف حميد الجبوري, هايدروجيومورفولوجية سهل الحويجة, اطروحة دكتوراه, جامعة الموصل, 2012, ص77.

DOI: https://doi.org/10.33687/jhssr.005.01.0557

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license.

([19]) عبدالله صبار عبود العجيلي, التحليل المورفومتري لحوض وادي الغانمي, مجلة الاداب–جامعة بغداد, العدد110, 2014. ص412.

([20]) STANLEY A. SCHUMM, EVOLUTION OF DRAINAGE SYSTEMS AND SLOPES IN BADLANDS AT PERTH AMBOY, NEW JERSEY, BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICAM, . 6 PLS, 1956, P 612.

([21]) حسن أبو سمور وحامد الخطيب, جغرافية الموارد المائية, دار صفاء للنشر والتوزيع–عمان, الطبعة الاولى, 1999, ص28.

([22]) محمد عبدالله عادل برقان, دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي غزة والحصاد المائي لحوضه الاعلى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS), اطروحة دكتوراه , جامعة النجاح الوطنية, 2015, ص113.

([23]) Hamed Hassan Abdulla, Morphometric parameters study for the lower part of lesser zap using GIS technique, Earth Science Department, College of Science, University of Baghdad, Baghdad, Iraq, (2011), P 140.

([24]) Sagy Cohen, Garry Willgoose, and Greg Hancock, Amethodology for calculating the spatial distribution of the area-slope equation and the hypsometric integral within a catchment, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 113, 2008, P 5.

([25]) Ro Charlton, FUNDAMENTALS OF FLUVIAL GEOMORPHOLOGY, This edition published in the Taylor & Francis e-Library, 2007, P 3.

([26]) A. N. Strahler, Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms, Geological Society of America Bulletin, v 69, 1958, 989-990.

([27]) رحيم حميد العبدان, التحليل الرقمي للخصائص المورفومترية لحوض وادي تانجيرو باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية, مجلة جامعة القادسية, المجلد11, العدد3, 2008, ص22.

([28]) اسعد احمد مقداد آل حسين, عبدالرحمن عبدالكريم يحيى, الخصائص المورفومترية لحوض وادي كويسنجق–اربيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية, المجلة العراقية الوطنية لعلوم الارض, جامعة الحمدانية المجلد19, العدد2, 2019,ص27.

([29]) سعد عجيل مبارك الدراجي, الجيومورفولوجيا التطبيقية, , الطبعة الأولى, دار الحداثة للطباعة والنشر– بغداد, 2019, ص116.

([30]) Shamkant D. Shrirao, M.R. Vaishampayan, ANALYSIS OF STREAM FREQUENCY AND DRAINAGE DENSITY: A CASE STUDY OF ANER BASIN, Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)April 2019, Volume 6, Issue 4, P 542.

([31]) حمودي كامل سليم حمودي, النمذجة الهيدرولوجية لحوض وادي كوردلة, رسالة ماجستير (غير منشورة), جامعة تكريت– كلية التربية للعلوم الانسانية, 2021, ص100.

([32])خلف حسين الدليمي, الجيومورفولوجيا التطبيقية, علم شكل الأرض التطبيقي, الاهلية للنشر والتوزيع, 2001م, ص160.

([33]) عبدالله سالم المالكي , مصدر سابق, ص200.