Morphometric parameter of valleys east of Wasit government using the Geographical Information Systems

Dr. Hamza Jassim Abbass
Hamzajassim81@gmail.com
Prof. Dr. Abdullah Sabar Abood
abdallahsabbar@coart.uobaghdad.edu.iq
University of Baghdad, college of Art, Department of geography

DOI: 10.31973/aj.v2i137.1708

Abstract:

The purpose of this research is to reveal the morphometric characteristics of the basins of the Tarsagh valleys, Kalal Badra, Al-Ziyadi and Wadi Al-Shehabi basin, using geographic information systems and methods of quantitative analysis of the various surface phenomena in the region. The study of the morphometric characteristics showed that the shape of the basins approached elongation and moved away from the roundness, which means slowing down the arrival of water waves to the exits of the basins, and then increasing the volume of water losses by leakage and evaporation, which makes the indication of the risk of flooding relatively small for these basins.

Keywords: Morphometric, east of Wasit, GIS

الخصائص المورفومترية لاحواض شرق محافظة واسط باستعمال نظم المعلومات الجغرافية

م.د حمزة جاسم عباس
وزارة التربية/مديرية تربية واسط
Hamzajassim81@gmail.com

أ.د عبدالله صبار عبود
جامعة بغداد/كلية الآداب
abdallahsabbar@coart.uobaghdad.edu.iq

(مُلَخَّصُ البَحث)

اهتم هذا البحث في الكشف عن الخصائص المورفومترية لاحواض اودية ترساغ وكلال بدرة والزيادي وحوض وادي الشهابي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية واساليب التحليل الكمي لظواهر سطح الارض المختلفة في المنطقة. وأظهرت دراسة الخصائص المورفومترية اقتراب شكل الاحواض من الاستطالة وابتعادها عن الاستدارة، وهذا يعني تباطؤ وصول

الموجات المائية الى مخارج الاحواض، ومن ثم زيادة حجم الضائعات المائية بالتسرب والتبخر، مما يجعل دلالة خطر الفيضان قليلة نسبياً لهذه الاحواض.

الكلمات المفتاحية: مورفومتري، شرق واسط، نظم المعلومات الجغرافية .

١. المقدمة

يعد التحليل المورفومتري Morphometric Analysis مفتاحاً لفهم العمليات الهيدرولوجية، اذ يوفر التحليل المورفومتري وصفاً كمياً لهندسة الحوض وشبكات التصريف تتعلق بتكوينها وتطورها، اذ تحدث جميع العمليات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية داخل احواض المياه watershed، تعكس الخصائص المورفومترية وما لها من دلالات بيئية اثر العوامل الطبيعية كالبنية الجيولوجية والمناخ والتضاريس والغطاء النباتي في الجريان السطحي والناتج الرسوبي للأحواض المائية.

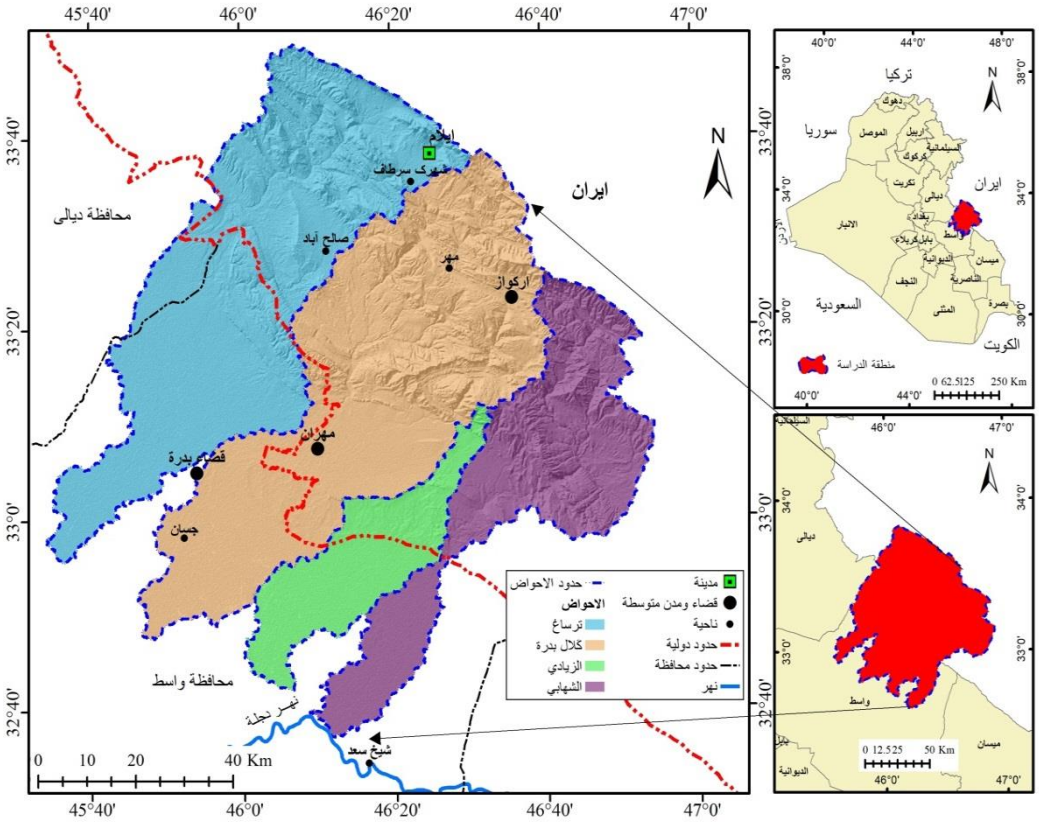
اعتمد في استخلاص الخصائص المورفومترية لاحواض الاودية على أنموذج الارتفاع الرقمي DEM وبدقة ٩٠ متر، واستخدم برنامج ArcGIS 10.8 وبعد استخراج الشبكة المائية للاحواض حسبت باستعمال المعادلات المورفومترية الرياضية الواردة في الجداول اللاحقه، للحصول على قيم المتغيرات المحسوبة من تلك المعادلات واهمية نتائجها بالنسبة لمنطقة الدراسة، والتي يمكن الافادة منها في دراسة هيدرولوجية الاحواض ومعرفة مقدار التصريف المائي لها ومن ثم معرفة مدى خطورتها، فضلاً عن الافادة منها في الدراسات العلمية كصيانة التربة والموارد المائية واقامة المنشأت الهندسية. تلخصت مشكلة الدراسة بالسؤال الاتي: هل للخصائص الطبيعية والمورفومترية أثر في تحديد الشبكة المائية والجريان السطحي للاحواض المائية؟

٢. منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشرقي من العراق ضمن محافظة واسط وتمتد احواض وديانها الى داخل الاراضي الايرانية منطقة المنبع، تبلغ مساحتها (٨٨٣٣.٣١)كم^{٢}، تحدها ايران من الشمال الشرقي ومن الجنوب الشرقي ايران وقضاء شيخ سعد. ويحدها من الجنوب الغربي قضاء الكوت في حين تحدها من الشمال الغربي محافظة ديالى.

تنحصر فلكياً بين دائرتي عرض (”38 ’36 °32 – ”05 ’50 °33)شمالاً، وخطي طول (”33 ’53 °45 – ”23 ’55 °46) شرقاً، خريطة (١). اما الحدود الزمانية فقد اعتمدت الدراسة البيانات المناخية لمحطات (خانقين، بدرة، علي الغربي) للمدة من (١٩٩٤-٢٠١٨).

خريطة (١) موقع وحدود منطقة الدراسة



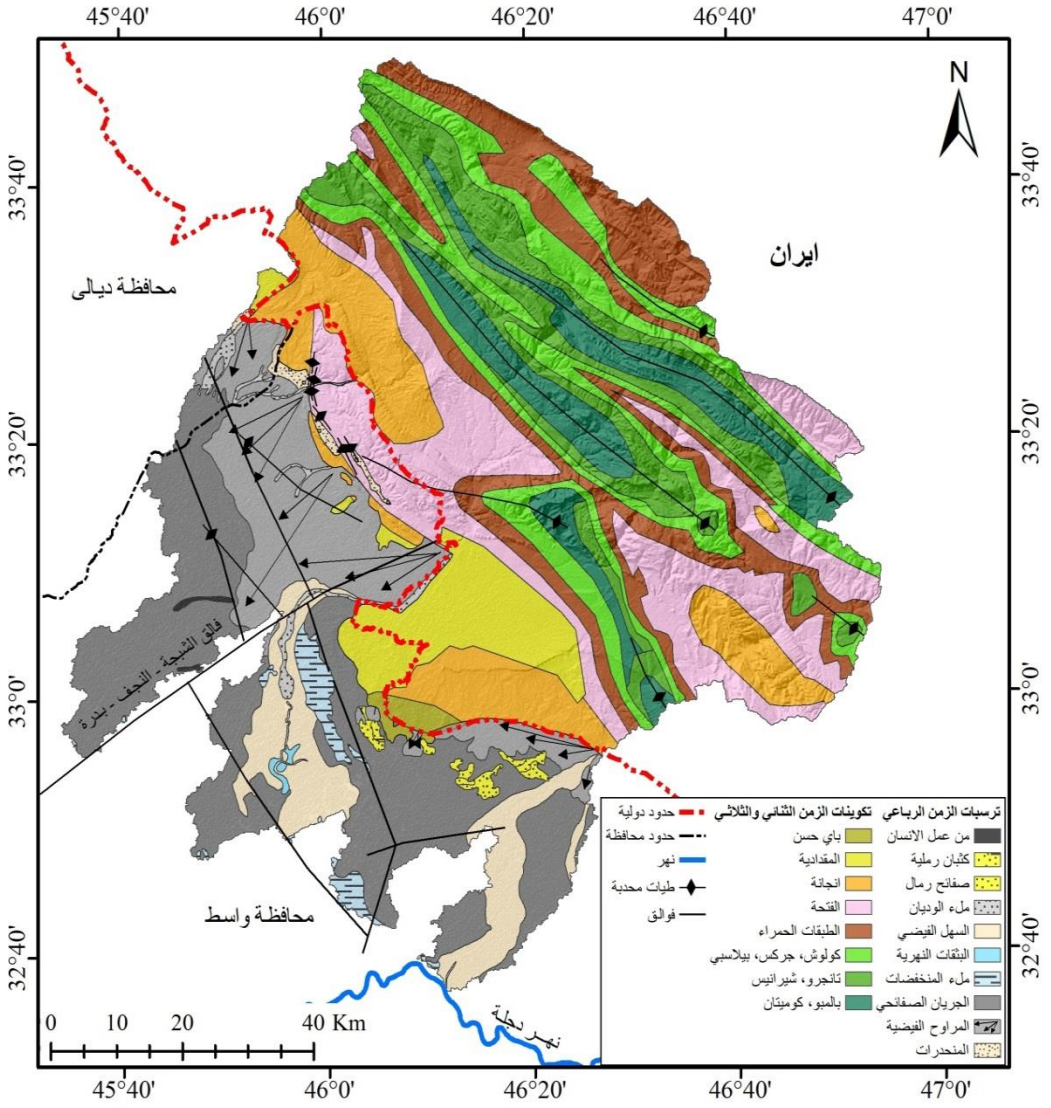
المصدر: ١- وزارة الموارد المائية، الهيأة العامة للمساحة، خريطة العراق، الإدارية مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠، ٢٠١٤، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

2- USGS, NASA Landsat (5 and 8) Images, available at: (earthexplorer.usgs.gov).

٣. الخصائص الطبيعية

تقع منطقة الدراسة ضمن الرصيف غير المستقر من الدرع العربي النوبي، وتضم احد الاحزمة التكتونية حزام زاغروس الذي يتجه إلى الشمال الغربي ويمثل الجزء الأكثر تشوهًا في المنطقة، وبحسب تقسيم (Bolton)، فان المنطقة تقع ضمن نطاق الفوالق والنطاق المستوي، اذ يمثل نطاق الفوالق الاجزاء الشرقية منها، بينما احتل النطاق المستوي اجزاؤها الغربية(Bolton,C.M.G.،١٩٥٨)،الخريطة (٢)، اذ يتواجد في المنطقة المدروسة عدد من الفوالق المعروفة وغير المعروفة، قاطعة للاودية ولاسيما مجرى وادي ترساغ اذ تقطعة فوالق تمتد باتجاه شمال غرب–جنوب شرق، كما تقطع مجرى وادي كلال بدرة فالق بالقرب من الحدود العراقية الايرانية، وفالق اخر بالقرب من منطقة المصب وباتجاه شمال غرب–جنوب شرق، ويمتد هذا الفالق قاطعاً وادي الزيادي والشهابي، ومن الفوالق العميقة المعروفة في منطقة الدراسة هو فالق شبجة– نجف – بدرة، والمتصل مع الفوالق غير المعروفة القاطعة للوديان المذكورة، والذي يحد المنطقة من جهة الشمال الغربي، وايضاً يقطع هذا الفالق هور الشويجة من جهة الشمال (Abdulnaby,2018).

الخريطة (٢) جيولوجية منطقة الدراسة



المصدر: باستخدام برنامج ArcGIS 10.8 واعتمادا على المصادر ادناه:

1- Barwary, A. M., and Yacoub, S. Y., Geological Map of Al-Kut Quadrangle. sheet NI-38-15, scale 1: 250 000, GEOSURV, Baghdad, Iraq, 1994.

2- Barwary, A. M., Geological Map of Mandali Quadrangle. sheet NI-38-11, scale 1: 250 000, GEOSURV, Baghdad, Iraq, 1993.

3- Pollastro, R.M., Persits, F.M., Steinshouser, D.W., Map showing geology, oil and gas fields, and geological provinces of Iran. Report 97-470-G. U.S. Geological Survey. 1997.

ومن الناحية الصخارية تتكشف في منطقة الدراسة التكوينات الجيولوجية التي يعود أقدمها الى حقبة الحياة المتوسطة Mesozoic Era التي تظهر في الاجزاء العليا لاحواض الاودية في ايران، متمثلة بتكوين بالمبو ضمن العصر الترياسي Triassic من الزمن الجيولوجي الثاني وانتهاءً بتكوين تانجرو الذي يمثل نهاية الحقبة المتوسطة، أما حقبة الحياة الحديثة Cenozoic Era فتبدأ بتكوين الكولوش الذي يمثل بداية الزمن الثلاثي Tertiary Period وانتهاءً بتكوين باي حسن نهاية الزمن الثلاثي.

اما رواسب الزمن الرباعي تمثلت بترسبات البلايستوسين والهولوسين نهاية حقبة الحياة الحديثة، (ضياء خرباط شذر وأخرون،٢٠٠٨) كما في خريطة(٢).

المناخ:

إنّ مناخ منطقة الدراسة هو مناخ قاري بمعنى أنه يمتاز بارتفاع المدى الحراري السنوي وقلة التأثيرات البحرية وارتفاع نسب تكرارات الكتل الهوائية القارية؛ لوقوعها في نطاق المناخ الجاف وشبه الجاف، ولذلك تنخفض فيها التأثيرات البحرية الرطبة.

تمّ الاعتماد على البيانات المناخية لثلاث محطات رصد جوي وهي (خانقين، بدرة، علي الغربي)، لوقوعها ضمن مغذيات منطقة الدراسة وتعكس طبيعة مناخها، ولمدة زمنية موحدة (١٩٩٤-٢٠١٨)

وبشكلٍ عامٍ فإنّ المعدلات السنوية تزيد عن (١٨)مْ، وفي جميع محطات الدراسة يزيد المعدل الحراري السنوي عن ذلك، فيبلغ المعدل العام لمنطقة الدراسة (٢٤.٨)مْ، ويتعدى ذلك في محطة علي الغربي ليصل الى (٢٥.٧)مْ، والى (٢٤.٩)مْ في بدرة، وفي خانقين (٢٣.٨)مْ. كما أنّ تفاوت معدلات درجات الحرارة جعلها تتصف بفصل حار طويل وفصل بارد مما أسهم في رفع المدى الحراري السنوي الى (٢٦.٨)مْ في بدرة و(٢٦.٦)مْ في خانقين و(٢٦.٥)مْ في علي الغربي، وهذا الارتفاع الكبير في المدى الحراري السنوي يعد أهم المؤشرات المناخية لمعرفة طبيعة التأثيرات القارية أو البحرية، فكلما زاد دلّ ذلك على بعد المنطقة عن المؤثرات البحرية وسيادة المؤثرات القارية وعلى هذا الأساس فقد جعل هذا التفاوت المنطقة ذات مناخ قاري جاف.

اما من حيث الامطار فان المنطقة تتسم بفصلية التساقط المطري؛ أي أنّ تساقطها يقتصر على الفصل المطير الفعلي يمتد بين شهري تشرين الأول وينتهي بشهر آيار، ويبدأ بكميات قليلة وينتهي كذلك، لأنّه يخضع لتأثير المنظومات الاعصارية المتمثلة بالمنخضات الجوية الجبهوية المتوسطية والمندمجة والسودانية؛ يصل مجموع المعدل السنوي العام لجميع محطات الدراسة (٢٢٧.٣)ملم ويتفاوت بين (١٩٤.٣) في محطة علي الغربي و(٢٧٠.٩)ملم في محطة خانقين، فيما يبلغ مجموع محطة بدرة (٢١٦.٧)ملم. ويختلف تركز الامطار بين أشهر الموسم المطري باختلاف محطات الدراسة، فيكون شهر تشرين الثاني الأكثر مطراً في جميع المحطات، إذ بلغت كمياتها في المحطات الثلاث وهي (خانقين وبدرة وعلي الغربي) (٥٤، ٤٢.٧، ٣٧.٩)ملم على التوالي، وتكون الأمطار ذات كميات مرتفعة خلال اشهر كانون الاول وكانون الثاني وشباط ثم تقل تدريجياً لتصل أدنى كمياتها خلال شهر آيار الذي بلغت كميات الأمطار في المحطات الثلاث على التوالي (٦،١١.١، ١٠.٢)ملم، ومن الملاحظ أنّ شهر حزيران قد سجلت فيه محطتا بدرة وعلي

الغربي كميات تساقط بلغت فيهما (٠.٠٤، ٠.١)ملم على التوالي، وهي أمطار تحدث تحت ظروف معينة وربما قد تكون في سنةٍ أو أكثر.

الخصائص المورفومترية لاحواض الاودية

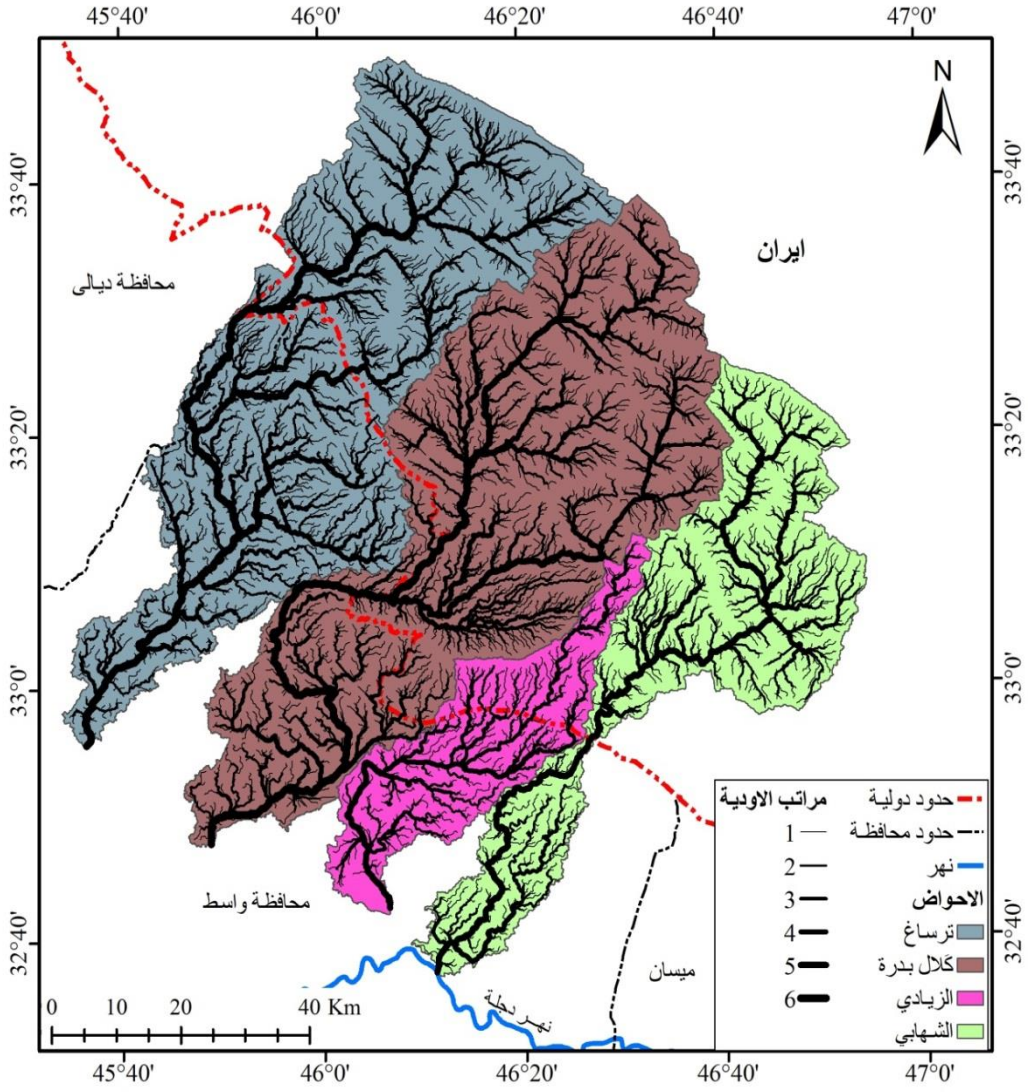
١.خصائص شبكة التصريف Parameters of Drainage Network

١. رتب المجاري واعدادها numbers and stream order

هي الخطوه الاولى في التحليل الكمي وتعبر عن العلاقة الهرمية بين عدد المجاري النهرية التي تشكل شبكة الصرف (Syed ,٢٠١٣)، وبناءً على المعادلة (١) جدول (١)، في تحديد رتب المجاري المائية فقد صنف حوض وادي ترساغ وحوض وادي كلال بدرة احواضاً من المرتبة السادسة وصنف حوض وادي الزيادي وحوض وادي الشهابي احواضاً من المرتبة الخامسة، ونجد ان الاحواض ذات المساحات الكبيرة سجلت اعلى المراتب النهرية، أي ان هنالك تناسباً طردياً بين اعداد المجاري النهرية ومساحة الاحواض. اما اعداد المجاري على مستوى الاحواض والرتب فهي متباينة، اذ سجل حوض وادي كلال بدرة اكبر عدد مجاري وبلغ ١٦٢٧مجرى، وبلغ عدد المجاري التي تقع ضمن المرتبة الاولى ١٢٤٢ مجرى أي بنسبة ٧٦%، من المجموع الكلي للمجاري. يليه حوض وادي ترساغ بعدد مجاري بلغ ١٤٩٥مجرى، وبلغ عدد المجاري التي تقع ضمن المرتبة الاولى ١١٤٥مجرى أي بنسبة ٧٦%، من المجموع الكلي للمجاري المائية، الذي لا يختلف عن سابقه ثم حوض وادي الشهابي بعدد مجاري ٨٠٣ مجرى ، وبلغ عدد المجاري التي تقع ضمن المرتبة الاولى

٦٢٠ مجرى أي بنسبة ٧٧% ، من المجموع الكلي للمجاري المائية، اما اقل عدد مجاري فقد سجل في حوض وادي الزيادي بعدد مجاري بلغ ٣٨٥ مجرى، وبلغ عدد المجاري التي تقع ضمن المرتبة الاولى ٣٠٥ مجرى أي بنسبة ٧٩%، من المجموع الكلي للمجاري المائية الخريطة (٣)، الجدول (١)، ، ويتضح مما سبق أن أعداد مجاري الرتب الأولى شكلت النسبة الأكبر ثم الرتب التي تليها وصولًا إلى المجرى الرئيس للوادي، يرجع التباين في اعداد المجاري بين المراتب النهرية الى عوامل تتعلق بجيولوجية المنطقة ونوع الصخور واشكالها التركيبية، وعامل المناخ المتمثل بعنصر الامطار اذ تؤثر في تطور مختلف المراتب النهرية ولاسيما المراتب الاولى في الاحواض.

الخريطة (٣) احواض الاودية والشبكات النهرية في منطقة الدراسة



المصدر: خريطة (١) ، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

الجدول (١) المنهج المعتمد لحساب خصائص شبكة التصريف

المتغيرات		المتغيرات المورفومترية	المعادلة/التوصيف	المصدر
خصائص شبكة التصريف	1	اعداد الرتب النهرية	Nu=N1−N2…+Nn Nu=اعداد الرتب النهرية N1=اعداد الجداول في المرتبة الاولى N2= اعداد الجداول في المرتبة الثانية Nn= اعداد الجداول في المراتب الاخرى	Horton
	2	اطوال المجاري (Lu) km	Lu =L1+L2…LN Lu=معدل اطوال المجاري L1=اطوال جداول المرتبة الاولى L2=اطوال جداول المرتبة الثانية Ln=اعداد اطوال المراتب الاخرى	Horton

	3	نسبة التشعب(Rb)	Rb = Nu / Nu + 1 Rb = نسبة التشعب Nu = العدد الكلي للمجاري في رتبة معينة Nu + 1 = عدد المجاري في الرتبة التي تليها	Strahler

الجدول (٢) أعداد المجاري بحسب الرتب النهرية

الحوض	عدد رتب الاودية						المجموع
	1	2	3	4	5	6	
وادي ترساغ	1145	263	64	18	4	1	1495
وادي كلال بدرة	1242	297	69	15	3	1	1627
وادي الزيادي	305	65	12	2	1	-	385
وادي الشهابي	620	144	30	8	1	-	803

المصدر:الخريطة (٢).

اطوال المجاري Stream length

قيست اطوال شبكة المجاري المائية Lu باستعمال نظم المعلومات الجغرافية لكل مرتبة نهرية بشكل منفصل، وحسبت من المعادلة (٢) الجدول (١)، أذ بلغ مجموع اطوال المجاري المائية لحوض وادي كلال بدرة ٣٢٣٣.٥٥ كم، ولكل الرتب وهو الاعلى على مستوى الاحواض، يليه حوض وادي ترساغ بالمرتبة الثانية الذي بلغ مجموع اطوال مراتبه ٣١٠٠.٦٦ كم، في حين بلغ مجموع اطوال مجاري حوض وادي الشهابي والزيادي (٨٧٣,٤٢-١٦٥٠,٨٩) كم على التوالي.

ويلحظ تباين مجموع اطوال مجاري الاحواض من حوض لاخر على وفق التباين في مساحتها الحوضية وهذا مانلاحظه في حوض وادي كلال بدرة الذي يعد اكبر احواض المنطقة مساحة وبلغ اعلى الاطوال ويليه حوض وادي ترساغ من حيث المساحة واطوال المجاري النهرية، فيما شملت المساحة المتوسطة والصغيرة على احواض وادي الشهابي ووادي الزيادي على التوالي .

تمتاز الاجزاء العليا لاحواض منابع الاودية بانحدارات شديدة اثرت بشكل كبير على اطوال المراتب النهرية وبشكل اساسي المراتب النهرية الثلاثة الاولى، وهذا ما يشير الى وجود علاقة عكسية بين طول المجرى المائي وشدة انحدارة. كما نجد ان اطوال المرتبة السادسة لحوض وادي ترساغ وحوض وادي كلال بدرة اعلى من اطوال المرتبة الخامسة كما هو الحال بالنسبة لحوض وادي الشهابي اذ تتقدم اطوال المرتبة الخامسة على اطوال المرتبة الرابعة على الرغم من انها من المراتب الدنيا، ويعود السبب الى اعتدال الانحدارات التي يمر

عليها المجرى في هذه المراتب، فضلاً عن جريان الاودية فوق تكوينات هشه، ويعد المجرى المائي في هذه المرحلة متوازناً جيومورفولوجيا .

الجدول (٣) اطوال المجاري بحسب الرتب النهرية للاحواض (كم)

الحوض	الاطوال (كم) حسب الرتب النهرية						المجموع
	1	2	3	4	5	6	
وادي ترساغ	1629.78	758.94	315.01	198.54	62.54	135.85	3100.66
وادي كلال بدرة	1660.43	800.80	379.81	198.38	75.33	118.80	3233.55
وادي الزيادي	432.95	223.33	156.13	31.25	29.76	-	873.42
وادي الشهابي	839.67	445.17	138.80	85.53	141.72	-	1650.89

المصدر: خريطة (٢).

نسبة التشعب Bifurcation ratio (Rb)

هي نسبة عدد المجاري في رتبة معينة Nu الى عدد المجاري في الرتبة التي تليها Nu+1 (strahler,1964). وتختلف هذه النسبة من حوض لاخر ومن مرتبة الى اخرى في الحوض نفسه، وهي انعكاس طبيعي للظروف المناخية والخصائص التضاريسية والجيولوجية للمنطقة والتربة والنبات الطبيعي(Horton,١٩٦٤) تم حسابها من المعادلة (٣) الجدول (١)، وتعد نسبة التشعب من العوامل المهمة والمتحكمة في معدل التصريف، اذ كلما انخفضت نسبة التشعب للاحواض تعطي سرياناً سطحياً سريعاً مما يزيد من عمليات الحت المائي ونقل الرواسب ويساعد على تمرير المياه في مدة زمنية قصيرة وزيادة الفرصة في احتمالية حدوث السيول والعكس صحيح(الشامي، ١٩٩٤)، يرى (strahler,1964) ان قيم نسبة التشعب تتراوح بين ٣-٥ للشبكة المتكونة في صخور متجانسة ومتشابه في ظروفها المناخية(.(2016) .Babu, K. J, Sreekumar, S., & Aslam, A) وعلى هذا الاساس يمكن تقسيم احواض منطقة الدراسة الى الاحواض التي يقل تشعبها عن (٥)، وهي حوض وادي ترساغ وحوض وادي كلال بدرة وحوض وادي الزيادي (٤.١٠-٤.٢٢-٤.٥٣)، وهذا يشير الى تماثل الظروف المناخية والبنيوية للاحواض. وان العملية الجيومورفولوجية السائدة في أحد الاحواض هي نفسها السائدة في الاحواض المتبقية، اما الاحواض التي يزيد نسبة تشعبها عن ٥ فيمثلها حوض وادي الشهابي بمعدل تشعب بلغ٥.٢١، وهذا يدل على ان تضاريس الحوض قد تعرضت للتشوه التركيبي، اذ يوجد عدد من الطيات والفوالق التي تقطع الحوض. اما قيم نسبة التشعب على مستوى المراتب النهرية للحوض الواحد فهي متباينة بفعل تباين الارتفاعات وميل الصخور وصلابتها وكذلك تباين تكويناتها الجيولوجية. الجدول (٤).

الجدول (٤) نسبة التشعب لاحواض منطقة الدراسة

الحوض	نسبة التشعب موزعة لكل رتبتين					معدل التشعب
	١:٢	٢:٣	٣:٤	٤:٥	٥:٦	
وادي ترساغ	4.35	4.11	3.56	4.50	4.00	4.10
وادي كلال بدرة	4.18	4.30	4.60	5.00	3.00	4.22
وادي الزيادي	4.69	5.42	6.00	2.00	-	4.53
وادي الشهابي	4.31	4.80	3.75	8.00	-	5.21

المصدر: الاعتماد على SRTM-DEM وبرنامج Arc GIS 10.٨ Morphometric Tool

الخصائص المساحية والشكلية لأحواض التصريف:

إن مساحة وشكل الحوض له تأثير واضح على حجم وسرعة التصريف المائي للنهر. ويتطلب استخراج الخصائص الشكلية إجراء بعض القياسات المساحية للأحواض، وهذه القياسات متغيرات أساسية لاستخلاص المعادلات الرياضية المورفومترية الأخرى وتشمل:

١. الخصائص المساحية

١- مساحة الحوض Basin Area (A)

تعد مساحة الحوض من الخصائص المورفومترية المهمة فهي تشير الى كمية الامطار التي يستحوذ عليها حوض التصريف ، فمن الطبيعي كلما اتسعت مساحة الحوض كلما زاد نصيبها من الامطار والذي يترجم في صورة جريان سطحي(الشاعر،٢٠٠١) وما يترتب عليه من زيادة مخاطر الفيضان في حال تساوي المتغيرات مثل نوع الصخور ودرجة نفاذيتها وتضرس الحوض وشكل شبكة التصريف، وتعد مساحة الحوض مسرحاً لنشاط عمليات التجوية والتعرية ولاسيما التعرية المائية وهي ذات علاقة بشبكة التصريف لاسيما فيما يتعلق بأعداد واطوال المجاري المائية(احمد ابورية، ٢٠٠٧)، تم حسابه في برنامج GIS تتباين مساحة احواض منطقة الدراسة اذ بلغت اعلى مساحة في حوض وادي كلال بدرة ٣٣٠٥,٩٣ كم^{٢} ويلية حوض وادي ترساغ ٣٠٣٠,٩٣ كم^{٢} وحوض وادي الشهابي ١٦٦٣,٩٤ كم^{٢} بينما سجل حوض وادي الزيادي ادنى مساحة بين الاحواض بلغت ٨٣٢,٥١ كم^{٢} جدول (٤)، ويعود هذا التباين في مساحة الاحواض الى الظروف المناخية الرطبة والجافة والفترة الزمنية التي قطعتها احواض التصريف منذ ملايين السنين فضلا عن الاختلاف في البنية الصخرية للاحواض والحركات التكتونية(البيواتي،١٩٩٥).

ان مساحة الاحواض في منطقة الدراسة هي مساحات كبيرة مما ينعكس ايجاباً على حجم التصريف المائي، وذلك لانه يتناسب طردياً مع صغر او كبر مساحة الحوض. الى جانب ذلك تشير الاحواض الكبيرة الى انها تمر بمرحلة متقدمة من الدورة التحاتية على عكس الاحواض الصغيرة التي لاتزال في بداية المرحلة الحتية.

٢- محيط الحوض Basin Perimeter (P)

يقصد بمحيط الحوض خط تقسيم المياه Drainage Divide الذي يفصل بين حوض التصريف والاحواض المجاورة له(مشتهى،٢٠٠٦). تم قياس محيط الاحواض باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية ويوضح هذا المعامل انتشار الحوض واتساعه ومدى تعرج حدوده الخارجية اذ يتناسب محيط الحوض بشكل طردي مع مساحته فكلما زاد طول المحيط زادت معه المساحة(مشاعل بنت محمد ال سعود،٢٠١٤)، ويتضح من جدول (٤)، ان محيط حوض وادي ترساغ بلغ ٥٣٧,٧٤ كم، وبلغ محيط حوض وادي كلال بدرة ٥٠٣,٩٦ كم وهي احواض متقاربة المحيط والمساحة، ويليه محيط حوض وادي الشهابي ٤٧٥,١٥ كم، في حين بلغ محيط حوض وادي الزيادي ٢٨٤,٥١ كم.

يعزى الطول المحيطي للاحواض الى كبر مساحة الاحواض وطبيعة مساراته وكثرة تعرجاها الذي يتاثر هو الاخر بنطاقات الضعف الجيولوجي (الفوالق، والفواصل، والشقوق، والطيات) وصلابة التكوينات الصخرية.

٣- طول الحوض Length Basin

يعبر عن طول الحوض بانه الخط المستقيم الذي يمتد على طول المجرى الرئيس ابتداءً من نقطة مصبه الى اعلى نقطة في محيطه(Waqas, Muhammad & Luqman, Muhammad & Sanaullah, Muhammad. (2017),).ويعد طول الحوض من العوامل الاساسية المتحكمة في هيدرولوجية الوديان المائية، اذ يتحكم بالوقت اللازم في تصريف الحوض مياهه، إذ تستغرق الوديان التي تتصف بزيادة اطوالها الى وقت اطول لوصول الجريان الى منطقة المصب، وهو مايؤثر في سرعة الجريان وزيادة حجم الضائعات المائية بالتسرب والتبخر(أبو العينين،١٩٩٥). تتباين اطوال الاحواض في منطقة الدراسة بين ١١٥,٦٢ كم لحوض وادي كلال بدرة كاطول الاحوض وبين ٦٧,١٨ كم لحوض وادي الزيادي كادنى معدل طول بين الاحواض الجدول(٥).

الجدول (٥) الخصائص المساحية لأحواض الاودية

الخصائص المساحية	الاحواض			
	وادي ترساغ	وادي كلال بدرة	وادي الزيادي	وادي الشهابي
مساحة الحوض (كم٢)	3030.93	3305.93	832.51	1663.94
محيط الحوض (كم)	537.74	503.96	284.51	475.15
طول الحوض (كم)	115.04	115.62	67.18	100.81
طول القناة الرئيسية (كم)	172.16	184.40	103.33	161.63

المصدر: خريطة (٣) وبرنامج (Arc GIS10.8)

٢. الخصائص الشكلية:

١- نسبة المطابقة Fitness Ratio (RF)

هو نسبة طول القناة الرئيسة في الحوض الى طول محيط الحوض وهو مقياس الملاءمة الطبوغرافية. حسبت رياضياً من المعادلة (١) جدول (٤)، بلغت قيم نسبة المطابقة في حوض وادي ترساغ ٠,٣٢، وفي حوض وادي كلال بدرة بلغت٠,٣٧، وفي حوض وادي الزيادي٠,٣٦، وبلغت في حوض وادي الزيادي٠,٣٤، جدول(٥)، وتبين ان نسبة المطابقة (Fr) لجميع الاودية جاءت متقاربة.

٢- معامل الهيئة Form factor (Ff)

هي النسبة بين مساحة الحوض الى مربع طول الحوض (Horton,1945)، حسبت معامل الهيئة من المعادلة (٢) الجدول (١٩)، اذ تدل قيم معامل الهيئة الاقل من ٠,٤٢، على استطالة الحوض وعدم تناسق شكله، اما الاحواض التي تكون فيها قيم معامل الهيئة بين ٠.٤٢ واقل من ٠,٧٩، فانها تتخذ الشكل الدائري الاكثر تناسقاً(Yahya Farhan،٢٠١٦) اذ يمتاز شكل الاحواض المائلة للاستطالة بانخفاض سرعة وصول المياه الى منطقة المصب ومن ثم فهي احواض اقل خطراً للموجات الفيضانية من الاحواض ذات الشكل الدائري. يتضح من الجدول (٧)، ان قيم معامل الهيئة للاحواض تتراوح بين ٠,١٦- ٠,٢٥ وهي قيم منخفضة تدل على الشكل الطولي للاحواض وعليه زيادة في حجم الضائعات المائية بالتسرب والتبخر.

٣-المحيط النسبي Relative perimeter (RP)

يمثل احدى الطرق المورفومترية في قياس شكل الحوض ويقصد به النسبة بين مجموع مساحة الحوض الى محيط الحوض. وتشير القيم المرتفعة الى زيادة تعرجات محيط الحوض وكبر مساحته والعكس صحيح، اذ توجد علاقة طردية بين مساحة الحوض ومحيطة، تم حسابه رياضياً من المعادلة (٣) جدول (١٩)، اذ بلغ المحيط النسبي لحوض وادي ترساغ وحوض كلال بدرة ٥,٦٤-٦,٥٦ وهي قيم مرتفعة تسمح بزيادة الجريان لزيادة المساحة

المغذية للاحواض، يليها حوض وادي الزيادي وحوض وادي الشهابي ٢,٩٣-٣,٥٠ ، جدول (٧).

٤-نسبة معامل الشكل Shape Factor Ratio (Sf)

هي نسبة مربع طول الحوض الى مساحة الحوض وتتناسب بشكل عكسي مع معامل الهيئة، ويفسر نسبة معامل الشكل على عكس ماجاء في معامل الهيئة F_f أي كلما صغرت القيمة اقترب شكل الحوض من الشكل الدائري وكلما زادت القيمة اقترب شكل الحوض من الاستطالة، ويعد من المقاييس الكمية الذي يرتبط بذروة التصريف للاحواض فكلما كانت الاحواض قريبة من الشكل الدائري زادت الاستجابة السريعة للحوض بعد سقوط العاصفة المطرية حسبت نسبة معامل الهيئة من المعادلة (٤) الجدول (١٩)، تتراوح قيم نسبة المعامل بين ٤,٠٤-٦,١١ وهي قيم مرتفعة تدل على استطالة الاحواض جدول (٧).

٥-علاقة الطول مع المساحة Length Area Relation

وهي من ابسط المؤشرات المورفومترية التي تعبر عن العلاقة بين طول الحوض ومساحته ومدى تناسق شكل الحوض، تم حسابة رياضياً من المعادلة (٥) الجدول(٦)، بلغت قيم المعامل لاحواض الاودية (١٧١,٨٢-١٨١,٠١-٧٩,١٣-١١٩,٩٠) على التوالي وهي نسب عالية تشير الى اقتراب الاحواض من الشكل المستطيل. الجدول (٧).

جدول (٦) المنهج المعتمد لحساب الخصائص الشكلية

المتغيرات		المتغيرات المورفومترية	المعادلة/التوصيف	المصدر
الخصائص الشكلية	1	نسبة المطابقة	RF=Lc/P RF=نسبة المطابقة Lc=طول القناة الرئيسة للحوض P=محيط الحوض	Melton 1957
	2	معامل الهيئة	Ff=A/ Lb2 Ff=معامل الهيئة A=المساحة Lb2=مربع طول الحوض	Dayal & sarup
	3	المحيط النسبي	RP=A/P RP=المحيط النسبي A=المساحة P=محيط الحوض	Schumm 1956
	4	نسبة معامل الشكل	SF=Lb2/A SF=معامل شكل الحوض	Strahler 1964

		Lb2=مربع طول الحوض A=المساحة	
5	علاقة الطول مع المساحة	Lar=1.4 x A0.6 Lar=علاقة الطول مع المساحة A= المساحة 1.4=ثابت	Pareta 2011
6	معامل التكور	$Rc=Lb2x\frac{\pi}{4A}$ Rc=معامل التكور Lb2=مربع طول الحوض	Strahler 1964
7	متوسط عرض الحوض	Wb=A/LP Wb=متوسط عرض الحوض A=مساحة الحوض LP=طول الحوض	Horton 1932
8	نسيج التصريف	$Dt=\frac{Nu}{P}$ Dt=نسيج التصريف Nu=اعداد المجاري في الرتب النهرية P=محيط الحوض	Horton 1945
9	معامل التماسك	$Cc=0.282x\frac{P}{\sqrt{A}}$ Cc= معامل التماسك 0.282=ثابت P=محيط الحوض A=المساحة	Horton1945
10	نسبة الاستدارة	Rc=4πA/P2 Rc=نسبة الاستدارة A=مساحة P2=محيط الحوض تربيع	Strahler 1964
11	نسبة الاستطالة	Re=1.129× √A/L Re=نسبة الاستطالة A=المساحة 1.129= ثابت L=طول الحوض	Zavoianu 1985

جدول (٧) الخصائص الشكلية لأحواض الاودية

الخصائص الشكلية	الاحواض			
	وادي ترساغ	وادي كلال بدرة	وادي الزيادي	وادي الشهابي
نسبة المطابقة	0.32	0.37	0.36	0.34
معامل الهيئة	0.23	0.25	0.18	0.16
المحيط النسبي	5.64	6.56	2.93	3.50

نسبة معامل الشكل	4.37	4.04	5.42	6.11
علاقة الطول مع المساحة	171.82	181.01	79.13	119.90
معامل التكور	3.43	3.18	4.26	4.80
متوسط عرض الحوض	26.35	28.59	12.39	16.51
نسيج التصريف	2.78	3.23	1.35	1.69
معامل الاندماج	2.77	2.49	2.80	3.31
نسبة الاستدارة	0.13	0.16	0.13	0.09
نسبة الاستطالة	0.54	0.56	0.48	0.46

المصدر: خريطة (٨) وبرنامج (Arc GIS10.8)

٦-معامل التكور (Rc) Rotundity coefficient

وهو احد المؤشرات التي تدل على شكل الحوض ، فاذا كانت القيم مساوية للواحد الصحيح فالدلالة تشير الى الشكل الدائري المثالي للحوض. اما اذا زادت القيم عن ١.٢٧ ابتعد الحوض عن الشكل الدائري واقترب من الشكل المستطيل، بينما يكون الحوض شديد الاستطالة اذا تراوحت القيم بين (١٠-١٥)، تم حساب معامل التكور من المعادلة (٦) الجدول(٦)، اذ بلغت قيم معامل التكور للاحواض (٣.٤٣-٣.١٨-٤.٢٦-٤.٨٠) على التوالي، وهي قيم اكبر من الواحد الصحيح والتي تدل على ابتعاد الاحواض عن الشكل الدائري الى الشكل المستطيل وهذا يقلل من خطر الفيضان في المنطقة لطول المسافة التي تقطعها المياه للوصول الى منطقة المصب. جدول(٧).

٧-متوسط عرض الحوض Mean Basin Width

يختلف شكل الحوض المائي وتعرج محيطه من منطقة الى اخرى، اذ لايمكن اعتماد بعد واحد لقياس عرض الحوض، لذا فان متوسط عرض الحوض يعد مؤشر مهم لقياس وتحديد شكل الحوض والناتج عن طريق قسمة مساحة الحوض (كم^{٢}) على طول الحوض(كم)، اذ توجد علاقة طردية بين مساحة الحوض وقيمة عرض الحوض. حسبت متوسط عرض الحوض من المعادلة (٧) الجدول (٦)، اذ بلغ متوسط عرض حوض ترساغ ٢٦.٣٥ كم وفي حوض كلال بدرة بلغ ٢٨.٥٩ كم وفي حوض الزيادي بلغ١٢.٣٩كم في حين بلغ في حوض الشهابي١٦.٥١كم جدول (٧).

٨-نسيج التصريف (Dt) Drainage Texture

وهو اجمالي اعداد المجاري في مراتب الحوض الى محيط الحوض من دون وضع اطوالها في الحسبان. ويعبر عن مدى تقطع سطح الحوض بالمجاري المائية، أي مدى تقارب او تباعد هذه المجاري بعضها عن البعض الاخر. يؤثر في نسيج التصريف مجموعة من العوامل لعل اهما المناخ والسطح والتركيب الصخري وطبيعة الغطاء

النباتي(Hamed Hassan Abdulla،٢٠١١)، وقد قسم سميث (smith,1950) نسيج التصريف الى خمس فئات تراوحت مابين الخشن جداً اقل من ٢، الخشن ٢-٤، المعتدل ٤-٦، الناعم ٦-٨، والناعم جداً اكثر من ٨(Smith, K.G., 1950)، تم حساب قيم نسيج التصريف للاحواض من المعادلة (٨) جدول (٦)، تباينت قيم نسيج التصريف لاحواض الاودية اذ بلغ ٢.٧٨-٣.٢٣-١.٣٥-١.٦٩ في احواض ترساغ وكلال بدرة والزيادي وحوض الشهابي على التوالي، وتدل قيم نسيج التصريف في حوض ترساغ وحوض كلال بدرة على انها من النسيج الخشن، فيما تدل قيم النسيج في حوض الزيادي وحوض الشهابي على انها من النسيج الخشن جداً بحسب تصنيف(smith,1950) جدول(٧).

٩-معامل الاندماج Compactness Coefficient

يشير معامل الاندماج الى مدى تجانس او تماثل شكل محيط الحوض مع مساحته التجميعية ومدى استقامة خطوط تقسيم المياه وتباعدها عن مركز الحوض(عوض،٢٠١٦) ويشبه هذا المعامل نسبة الاستدارة لكن هنا يحسب الشكل بدلالة المحيط الحوضي بدلا من المساحة الحوضية كما يشير هذا المعامل الى مدى تقدم الدوره التحاتية للاحواض، وبعامة يعد الواحد الصحيح القرينة التي يتم بها قياس معامل الاندماج وتناسق الاحواض، اذ كلما زاد الناتج عن الواحد الصحيح دل على ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري، وكلما اقتربت القيم من الواحد الصحيح اقترب شكل الحوض من الشكل الدائري، حسب رياضياً من المعادلة (٩) جدول (٦)، بلغ قيم معامل الاندماج للاحواض المدروسة (٢,٧٧-٢,٤٩-٢,٨٠-٣,٣١) على التوالي جدول (٧) وهي قيم مرتفعة عن الواحد الصحيح تدل على عدم تناسق محيط الاحواض وابتعادها عن الشكل الدائري. وبذلك فان معامل الاندماج للاحواض التي اشارت الى ابتعاد الاحواض من الشكل المستدير جاءت معززة للمعاملات الاخرى التي دلت على تعرج وعدم تناسق محيط الاحواض وابتعادها عن الشكل الدائري.

١٠-نسبة الاستدارة Circularity Ratio(RC)

تمثل العلاقة بين مساحة الحوض النهري وبين مربع طول محيطه وتستعمل هذه النسبة للتعبير عن مدى اقتراب او ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري المنتظم(Strahler, A.N., 1964)، أي انها مقارنة الحوض بدائرة ذات شكل هندسي لها محيط مساوٍ لمحيط حوض الوادي، ويتراوح معدل الاستدارة بين (صفر-١) وتشير القيم المرتفعة القريبة من الواحد الى استدارة شكل الحوض بينما تعكس القيم المنخفضة تعرج خطوط تقسيم المياه وابتعاد الحوض عن الشكل الدائري، اذ يكون الجريان اكثر انتظاماً في الاحواض المستطيلة التي تتميز بانخفاض سرعة الجريان ووصول الموجة الفيضانية الى منطقة المصب، على عكس الاحواض المستديرة التي تتجمع فيها الروافد المائية في نقطة مركزية واحدة وعند

حدوث الجريان فإنه يصل الى المصب في وقت واحد، وعليه يزداد خطر احتمالية حدوث الفيضان. تم حساب قيمة نسبة الاستدارة من المعادلة (١٠) جدول (٦)، اذ تراوحت قيم نسبة الاستدارة للاحواض المدروسة بين (٠,٠٩-٠,١٦) كم٢/كم جدول (٧) وتدل هذه النسبة على تعرج خطوط تقسيم المياه للاحواض وابتعادها من الشكل الدائري.

١١-نسبة الاستطالة Elongation Ratio (Re)

هي النسبة بين قطر دائرة بنفس مساحة الحوض الى اقصى طول الحوض(Schumm, S.A., 1956) وهي احدى المؤشرات المورفومترية في التعرف على شكل الاحواض، تتراوح نسبة الاستطالة Re بين (الصفر-١) وهي مقسمة على النحو الاتي(١-٠,٩) شكل الحوض دائري (٠,٩-٠,٨) بيضوي (٠,٨-٠,٧) قليل الاستطالة (٠,٧-٠,٥) مستطيل (اقل من ٠,٥) شديد الاستطالة(Pareta, K. and Pareta, U., 2012). ومن تطبيق المعادلة (١١) جدول (٦)، يتضح ان نسبة الاستطالة لاحواض ترساغ وكلال بدرة والزيادي والشهابي بلغت (٠.٥٤، ٠٥٦، ٠.٤٨، ٠.٤٦) على التوالي كما مبين في الجدول(٧)، ويفترض بالنتائج التي وقعت دون (٠,٥) ان تدل على الاحواض شديدة الاستطالة وهي احواض الزيادي والشهابي ومن ثم فان نسبة استطالة احواض وادي ترساغ وكلال بدرة اعلى من (٠,٥) وهي تدل على الشكل المستطيل للاحواض. تؤثر استطالة الاحواض في العملية الهيدرولوجية السائدة في الحوض، بسبب طول المسافة التي تقطعها المياه للوصول الى منطقة المصب مما يجعلها اكثر عرضه لعمليات التسرب والتبخر.

٣ . الخصائص النسيجية لاحواض الاودية

١- الكثافة التصريفية Drainage density (Dd)

ذكر (Horton, 1932) أن كثافة الصرف هي مؤشر مهم يعبر عن درجة التفرع وانتشار الشبكة المائية ضمن مساحة محددة، وهي تمثل اجمالي اطوال المجاري لكل وحدة مساحة(Abdel-Halim،٢٠١٩)، وتعد الكثافة التصريفية انعكاساً لجملة عوامل تتمثل بنوع الصخور ومقاومتها لعملية التعرية ودرجة ترشيحها للمياه وانحدار السطح والظروف المناخية السائدة الى جانب الغطاء النباتي(Abrahams،١٩٨٤)، استخرج Dd من المعادلة (١) جدول (٨)، تتراوح الكثافة التصريفية للاحواض بين ٠,٩٨ كم/كم^{٢} لحوض وادي كلال بدرة ذات النسيج الخشن وبين ١,٠٥كم/كم^{٢} لحوض وادي الزيادي جدول (٩)، وهذا يعني ان كل ١كم^{٢} من مساحة الحوض تنتشر فيها مابين ٠,٩٨-١,٠٥ كم من المجاري المائية لتصرف مياهها وحمولتها الرسوبية، يعكس التباين في قيم الكثافة التصريفية للاحوض الى التباين في نوع الصخور التي تتكون منها الاحواض ودرجة ترشيحها المياه الى داخل التربة.

٢- التكرار النهري Stream Frequency (FS)

يعد التكرار النهري من المقاييس المورفومترية المهمة في الدراسات الهيدرولوجية التي توضح مدى تكرار المجاري المائية في الحوض. ويعد مؤشراً على مدى تقطع سطح الحوض بالمجاري المائية (العجيلي، ٢٠٠٨)، يتأثر التكرار النهري بمجموعة من العوامل المتحكمة في تطور الشبكات المورفومترية كما في الكثافة التصريفية وأهمها نوع الصخور والمناخ والتضاريس، ويعبر عن النسبة بين اعداد المجاري في الحوض مقسوماً على مساحته الحوضية، حسبت من المعادلة (٢) الجدول(٨)، بلغت قيم التكرار النهري لاحواض المنطقة (٠,٤٩-٠,٤٩-٠,٤٦-٠,٤٨)مجرى/كم٢، على التوالي الجدول (٩)، وهي قيم منخفضة ومتقاربة تدل على تشابة طبيعة الصخور والظروف المناخية لمنطقة الاحواض.

٣- معامل صيانة المجرى Constant channel maintenance

قدم (Schumm,1956)، هذا المعامل والذي يعبر عن النسبة بين الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية من مجاري الشبكة المائية ضمن حوض الصرف، تتباين قيم المعامل بين (٠-١) وتشير القيم المرتفعة الى اتساع مساحة الحوض على حساب الاودية بينما تدل القيم المنخفضة على الانحدار الشديد وقلة نفاذية الصخور. تستخرج قيم المعامل من المعادلة (٣) الجدول (٨)، تراوحت قيم معامل صيانة المجرى لاحواض الاودية بين ٠,٩٨ كم٢/كم لحوض وادي الزيادي وبين ١ كم٢/كم لحوض وادي كلال بدرة، وهي قيم مرتفعة تشير الى اتساع مساحة الاحواض على حساب المجاري النهرية جدول (٩).

الجدول (٨) المنهج المعتمد لحساب الخصائص النسيجية لأحواض التصريف

المتغيرات		المتغيرات المورفومترية	المعادلة/التوصيف	المصدر
الخصائص النسيجية	1	كثافة الصرف	Dd= $\sum_{i=1}^{K}\sum_{i=0}^{N} lu/A$ Dd=كثافة الصرف Lu=في الرتب النهرية مجموع اطوال المجاري A=المساحة	Strahler 1964
	2	التكرار النهري	F=$\sum_{1}^{n} Nu/A$ F= التكرار النهري Nu= عدد الجداول A=المساحة	Gizachew Kabite ١201
	3	معامل صيانة المجرى	Ccm=$\frac{1}{D} = A/\sum_{i=1}^{K}\sum_{i=0}^{N} Lu$ Ccm=معامل صيانة المجرى كم/كم٢ A=المساحة Lu=في الرتب النهرية مجموع اطوال المجاري	Schumm 1956 Strahler 1964

	4	عدد الترشيح	Ifn=FXDd Ifn=عدد الترشيح F=التكرار النهري Dd= كثافة الصرف	Gayen et 2013
	5	شدة التصريف	Di=F/Dd Di=شدة التصريف F=التكرار النهري Dd= كثافة الصرف	Perta and Perta 2011
	6	متوسط طول الجريان السطحي	$Lg=\frac{1}{2}$ x Dd Lg=متوسط الجريان السطحي Dd= كثافة الصرف	Horton 1945

الجدول (٩) الخصائص النسيجية لأحواض التصريف

الخصائص النسيجية	الاحواض			
	وادي ترساغ	وادي كلال بدرة	وادي الزيادي	وادي الشهابي
كثافة الصرف (كم/كم٢)	1.02	0.98	1.05	0.99
التكرار النهري (مجرى/كم٢)	0.49	0.49	0.46	0.48
معامل صيانة المجرى (كم٢/كم)	0.98	1	0.95	1
عدد الترشيح	0.50	0.48	0.49	0.48
شدة الصرف	0.48	0.50	0.44	0.49
متوسط طول الجريان السطحي	0.49	0.51	0.48	0.50

المصدر: الاعتماد علىSRTM-DEM, ArcGIS 10.8 Morphometric Tool

٤-عدد الترشيح (If) Infiltration Number

هو حاصل ضرب قيمة التكرار النهري في كثافة الصرف، يعطي هذا المؤشر فكرة عن خصائص الترشيح للاحواض المائية، اذ تشير القيم المرتفعة الى انخفاض الترشيح وارتفاع الجريان السطحي، وتدل القيم المنخفضة إلى قدرة الترشيح العالية وانخفاض الجريان السطحي(Satish, K. & H. Vajrappa 2014).

حسب عدد الترشيح من المعادلة (٤) الجدول (٨)، تراوحت قيم الترشيح لاحواض الاودية بين (٠,٤٨-٠,٥٠)، الجدول(٩). اذ تدل على ترشيح المياه وتسربها الى داخل التربة ساعد ذلك نوع الصخور وهي الحجر الكلسي الذي يحتوي على الفواصل والشقوق، والحجر الرملي ذات النفاذية العالية، مما انعكس على الجريان.

٥-شدة التصريف Drainage Intensity (DI)

يرتبط معامل شدة التصريف بكل من التكرار النهري وكثافة التصريف وهو حاصل قسمة التكرار النهري على كثافة الصرف(Rai, P.K., Chandel,2018) ، حسبت من المعادلة (٥) جدول (٨)، بلغت قيم شدة التصريف في الاحواض (٠,٤٨-٠,٥٠-٠,٤٤-٠,٤٩) على التوالي، الجدول (٩)، وهي قيم متقاربة لتشابة التكرارات النهرية وكثافة التصريف للأحواض.

٦- متوسط طول الجريان السطحي Average Length of overland flow

هو طول المسافة التي تقطعها المياه على سطح الارض عقب سقوط الامطار قبل ان تتجمع هذه المياه في المجاري والقنوات المائية واحد المتغيرات التي تؤثر في التطور الهيدرولوجي للأحواض، وقد حدد (Horton,1945) قيمتة بنصف قيمة كثافة التصريف.

يرتبط هذا المتغير بمجموعة من الخصائص الطبيعية مثل نوع الصخور والانحدار ودرجة نفاذية التربة ومعدل سقوط الامطار والغطاء النباتي. تشير القيم التي تقل عن(٠.٢)كم الى قصر المسار المائي وانخفاض حجم الضائعات بالتسرب والتبخر، وتدل القيم التي تتراوح بين (٠.٢-٠.٣)كم على جريان سطحي وتسرب معتدل، اما اذا كانت القيم اكثر من (٠.٣)كم فتعني طول المسار المائي الذي يؤدي الى طول مدة الجريان السطحي وزيادة في حجم الضائعات المائية. حسب من المعادلة (٦) الجدول (٨)، ان متوسط الجريان السطحي للأحواض جاءت متقاربة تراوحت بين (٠,٤٨-٠,٥٠) جدول (٩)، وهي قيم تدل على طول المسار المائي المرتبط بزيادة حجم الضائعات.

٤.الخصائص التضاريسية للاحواض Basin Relief

تعد الخصائص التضاريسية ذات اهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية، اذ عن طريق نتائجها يمكن فهم الخصائص الطبوغرافية وطبيعة الانحدار للاحواض الذي يحدد معالم شبكة التصريف وأثرها في تحديد حجم وسرعة الجريان السطحي. وتعد من المؤشرات المهمة في معرفة تطور الحوض جيومورفولوجياً ودورته الحتية، وعلى النحو الاتي:

١. اقصى ارتفاع للحوض Maximum Height of Basin (M)

هو اعلى منسوب في خطوط تقسيم المياه Watershed والمتمثل بالاجزاء الشمالية العليا منابع الاحواض، وهي قيم متباينة في منطقة الدراسة بين (١٥٠٥)متر، في حوض وادي الزيادي و(٢٧٨٨)متر، في حوض وادي الشهابي الجدول (٢٤).

٢. ارتفاع مصب الحوض Height of Basin Outlet (m)

هو ادنى منسوب في الحوض ويقصد به مصب الحوض، تم اعتماد أنموذج الارتفاع الرقمي DEM في الحصول على اعلى وادنى نقاط الارتفاع للاحواض، اذ تتفاوت قيم

الارتفاع بين مخارج احواض الاودية فقد بلغ في حوض وادي ترساغ (١٤)متر، وفي حوض كلال بدرة (١١)متر، وفي حوض وادي الزيادي (١١)متر، في حين بلغ في حوض وادي الشهابي (٨)متر، جدول (٩). وهو يمثل ادنى منسوب بين الاحواض، ويعود الاختلاف بين مناسيب الاودية الى وجود الفوالق عند مصب الاودية، فضلاً عن الاختلاف في درجة التعرية والترسيب لكل حوض وبحسب طبيعة انحداره.

٣. تضرس الحوض الكلي Total basin Relief (H)

هو الفرق بين اعلى وادنى منسوب في الحوض. حسب رياضياً من المعادلة (١) الجدول (٢٣). تتباين قيم التضرس الحوضية لاحواض منطقة الدراسة، اذ سجل حوض وادي الشهابي اعلى قيمة تضرس بلغت (٢٧٨٠) متر، اما اقل قيمة للتضاريس الحوضية فقد سجلت في حوض وادي الزيادي بلغت (١٤٩٤) متر، بسبب التباين في ارتفاعات المنابع العليا للاحواض، الامر الذي يسهم في نشوء علاقة طردية بين ارتفاع قيم التضرس ونشاط عمليات التعرية المائية. الجدول (٢٤).

٤. نسبة التضرس Relief Ratio (Rh)

تعد نسبة التضرس من المؤشرات الطبوغرافية المهمة لمعرفة مدى تضرس سطح الحوض ونسبة انحداره، اذ تزداد نسبتها طردياً مع تضرس الحوض، وهي تشير الى العلاقة المتبادلة بين تضرس الحوض وطوله (سلامة،٢٠١٤)، وهي مؤشر جيد للتعرف على كمية الرواسب المنقولة، فكلما زاد الانحدار ادى الى سرعة الجريان وزيادة عمليات الحت المائي وكمية الرواسب المنقولة مكونة اشكالاً جيومورفولوجية حتية وارسابية، اذ تدل نسبة التضرس المرتفعة على التضرس الشديد لاسطح احواض التصريف، في حين تدل القيم المنخفضة على قلة التضرس وان الاحواض تمر بمرحلتها الاخيرة من الدورة التحاتية تم حساب نسبة التضرس من المعادلة(٢) جدول (١٠)، يتراوح معدل التضرس لاحواض الاودية بين (٢٢,٢٣-٢٣,٠٥) جدول (١١)، ويشير الى تضرس الاحواض.

٥. نسبة التضرس النسبية Relative Relief Ratio (Rhp)

هي مؤشر يدل على مدى تضرس الحوض وتمثل العلاقة ما بين قيمة التضرس (م) ومقدار محيط الحوض (كم^{٢})، اذ تشير القيم المنخفضة الى نشاط عمليات التعرية وضعف مقاومة الصخور، بينما تشير القيم المرتفعة الى مقاومة الصخور وضعف عوامل التعرية، حسبت رياضياً من المعادلة (٣) الجدول(١٠)، بلغت قيم نسبة التضرس النسبية للاحواض (٠,٤٨-٠,٥٣-٠,٥٣-٠,٥٩) على التوالي جدول (١١) وتبين ان نسبة تضرس الاحواض جاءت منخفضة تشير الى نشاط عمليات التعرية في الاحواض وضعف مقاومة صخوره للعمليات الجيومورفولوجية.

جدول (١٠) المنهج المعتمد لحساب الخصائص التضاريسية

المتغيرات		القياسات المورفومترية	المعادلة/التوصيف	المصدر
الخصائص التضاريسية	1	تضرس الحوض الكلي/ م	H=Z−z Z−z=الفرق بين ادنى واعلى نقطة في الحوض	Schumm 1956
	2	نسبة التضرس	RHI=H/LB RH=نسبة التضرس H=تضرس الحوض / م LB=طول الحوض/كم	Schumm 1956
	3	نسبة التضرس النسبية	RHP=H x100/P RHP=نسبة التضرس النسبية H=تضرس الحوض/م P=محيط الحوض/كم	Schumm 1956
	4	عدد الوعورة (Rn)	Rn = Dd× H/1000 Dd=كثافة الصرف H=تضرس الحوض /م	Strahler 1964
	5	عدد ملتون للوعورة	MRN= H /A 0.5 H=تضرس الحوض/م A=المساحة	Strahler 1964

الجدول (١١) الخصائص التضاريسية لاحواض الاودية

المؤشرات	الاحواض			
	وادي ترساغ	وادي كلال بدرة	وادي الزيادي	وادي الشهابي
ارتفاع مخرج الحوض/م	14	11	11	8
أقصى ارتفاع للحوض/ م	2576	2677	1505	2788
تضرس الحوض الكلي	2562	2666	1494	2780
نسبة التضرس	22.27	23.05	22.23	27.57
نسبة التضرس النسبية	0.48	0.53	0.53	0.59
عدد الوعورة	2.62	2.61	1.57	2.76
عدد ملتون للوعورة	46.54	46.37	51.78	68.15

المصدر: الاعتماد على SRTM-DEM &Arc GIS 10.8 Morphometric Tool

٦. عدد الوعورة Ruggedness Number (RN)

يقيس العلاقة المتبادلة بين تضرس الحوض واطوال المجاري والمساحه الحوضية ومدى تقطع سطح الحوض بفعل الاودية، وقد اكد (Stralher,1964)، انه ترتفع قيم الوعورة في

الاحواض بزيادة كثافة الصرف الناتجة عن زيادة اعداد المجاري، وتنخفض قيم الوعورة في الاحواض التي تمتاز بصغر المساحة وقلة اعداد المجاري. استخرج من المعادلة (٤) الجدول (١٠)، يتضح من الجدول(١١). ان ادنى قيم عدد الوعورة في حوض وادي الزيادي بلغ (١.٥٧) وهي قيمة منخفضة تدل على قلة اعداد المجاري ونهاية الدورة الحتية للحوض، في حين بلغت في احواض ترساغ وكلال بدرة والشهابي (٢.٦٢-٢.٦١-٢.٧٦) على التوالي، وتشير الى ارتفاع قيم الوعورة نتيجة لكبر مساحة الاحواض وزيادة اعداد المجاري المائية، الذي يتأثر بنوع الصخور ومدى مقاومتها لنشاط العمليات الجيومورفولوجية التجوية والتعرية السائدة في الاحواض.

٧. عدد ملتون للوعورة (MRN) Melton Ruggedness Number

هو مؤشر الانحدار الذي يمثل وعورة التضاريس ومدى صلابة الصخور داخل الحوض النهري، استخرج MRN من المعادلة (٥) جدول (١٠)، تراوحت قيم (MRN) لاحواض الاودية بين ٤٦,٣٧ كاقل قيمة في حوض كلال بدرة و٦٨,١٥ كاعلى قيمة في حوض الشهابي، وهي قيم مرتفعة تؤكد معامل الوعورة السابقة التي تدل على تضرس الاحواض في المنطقة. جدول(١١).

التحليل الهبسومتري Hypsometric Analysis

يعد التحليل الهبسومتري من المقاييس الزمنية المهمة في دراسة احواض الانهار ومعرفة المراحل الحتية التي يمر بها حوض النهر. تم تمثيل التحليل الهبسومتري بيانياً ويسمى المنحنى الهبسومتري Hypsometric Curve، ورقمياً ويسمى التكامل الهبسومتري Hypsometric Integral (تكامل المساحة تحت المنحنى)، وهي على وفق الاتي:

المنحنى الهبسومتري Hypsometric Curve

يعد المنحنى الهبسومتري احد الوسائل البيانية المهمة لتوصيف المرحلة الحتية للاحواض المائية. وفقاً ل(Strahler,1952) فان المنحنى الهبسومتري هو مخطط للدالة المستمرة التي تتعلق بالمساحة النسبية التي تمثل الاحداثي السيني في المنحنى، الى الارتفاع النسبي الذي يمثل الاحداثي الصادي في المنحنى نفسه وعلى وفق(Harlin,1978) يمكن عد المنحنى الهبسومتري دالة تراكمية للارتفاعات النسبية والمساحة النسبية.

وعن طريق المساحة الواقعة تحت المنحنى Area under curve (AUC) التي تعني الكتلة الصخرية التي لازالت موجودة ومتعرضة لعمليات النحت والتعرية. علماً ان الفاصل الكنتوري الذي تم حساب المنحنى عليه لاحواض الاودية هو كل (١٠)متر

التكامل الهبسومتري Hypsometric Integral (HI)

يشير التكامل الهبسومتري الى نسبة المساحة الواقعة تحت المنحنى Area under Curve AUC والتي من خلالها يمكن تفسير المرحلة الحتية التي بلغها الحوض. قسم (Strahler) مراحل تطور الاحواض بدلالة التكامل الهبسومتري الى ثلاث مراحل عمرية وهي مرحلة الشباب تكاملها اكثر من ٣٣% ومرحلة النضج تكاملها مابين ٣٣%-٦٦% ومرحلة الشيخوخة تكاملها اقل من ٣٣%. ويستخرج التكامل الهبسومتري من المعادلة(Ahmed, H. Al-sulttani& Ayad, A. Beg,٢٠٢٠):

$$Hi(Area) = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{h}{H}\right) i + \left(\frac{h}{H}\right) i + 1 \times \frac{\left(\frac{a}{A}\right) i - \left(\frac{a}{A}\right) i + 1}{2} \times 100$$

اذ ان:

A مساحة الحوض كم٢

a المساحات بين خطوط الكنتور كم^{٢}

H اعلى ارتفاع في الحوض (م)

h الارتفاعات بين خطوط الكنتور (م).

من خلال المعادلة اعلاه بلغت قيم التكامل الهبسومتري لحوض وادي (ترساغ وكلال بدرة والزيادي والشهابي) (١٩,٥٢-٢٤,٣٩-٦,٦٣-٢٦,٣١) على التوالي الجدول (٢٥). وتبين ان حوض وادي الزيادي يعد من أضعف الاودية ويمر بمرحلة الشيخوخة وذلك لان القسم الاكبر منه يقع داخل الاراضي العراقية واكثر تضاريسه ازيلت بفعل عمليات التجوية والتعرية كونها من الصخور الهشة (الرسوبيات). اما الوديان الاخرى وهي متقاربة في القيم دخلت في بدايات مرحلة الشيخوخة المبكرة لان مساحات كبيرة منها تقع ضمن اراضي مرتفعة وتكوينات صخرية أكثر مقاومة للعمليات الحتية بالموازنة مع وادي الزيادي وهي واضحة عن طريق الخرائط الجيولوجية في الفصل الأول.

الجدول (١٢) قيم التكامل الهبسومتري لاحواض اودية منطقة الدراسة

اسم الحوض	التكامل الهبسومتري HI
وادي ترساغ	١٩.٥٢
وادي كلال بدرة	٢٤.٣٩
وادي الزيادي	٦.٦٣
وادي الشهابي	٢٦.٣١

المصدر : باعتماد بيانات (SRTM-DEM) & (ArcGIS 10.8-MORPHOMETRIC-HYPSOMETRIC ANALYSIS)

الاستنتاجات: تم التوصل الى جملة من الاستنتاجات اهمها

١- أظهرت دراسة الخصائص المورفومترية اقتراب شكل الاحواض من الاستطالة وابتعادها عن الاستدارة، وهذا يعني تباطؤ وصول الموجات المائية الى مخارج الاحواض، ومن ثم زيادة حجم الضائعات المائية بالتسرب والتبخر، مما يجعل دلالة خطر الفيضان قليلة نسبياً.

٢- أظهرت قيم التكامل الهبسومتري لاحواض الاودية ان حوض وادي الزيادي يعد من اضعف الاودية ويمر بمرحلة الشيخوخة من دورته الحتية فقد بلغت قيمه اقل من ٦.٦٣% اي انه ازال ٩٣.٣٧% من صخوره بفعل عمليات التجوية والتعرية كونها من الصخور الهشة الرسوبيات. اما وديان ترساغ وكلال بدرة والشهابي فقد بلغت قيمها (١٩,٥٢-٢٤,٣٩-٢٦,٣١) على التوالي، وهي قيم متقاربة تشير الى دخولها في بدايات مرحلة الشيخوخة المبكرة لان مساحات كبيرة منها تقع ضمن اراضي مرتفعة وتكوينات صخرية اكثر مقاومة للعمليات الحتية بالمقارنة مع وادي الزيادي.

المصادر:

١- ضياء خرباط شذر وأخرون، جيولوجيا محافظة واسط، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، (تقرير غير منشور)، ٢٠٠٨.

٢- الشاعر، جهاد علي، علم المياه الهيدرولوجيا، ط٢، منشورات جامعة دمشق، ٢٠٠١.

٣- مشتهى، عبدالعظيم قدورة، مبادئ الجيومورفولوجيا، ط١، جامعة الازهر-غزة، ٢٠٠٦.

٤- البيواتي، أحمد علي حسن ، حوض وادي العجيج في العراق واستخدامات أشكالة الأرضية، أطروحة دكتوراه(غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد،١٩٩٥.

٥- ابو راية، احمد محمد احمد ، المنطقة الممتدة بين القصير وام غنج دراسة جيومورفولوجية، اطروحة دكتوراه (غ.م)، كلية الاداب، جامعة الاسكندرية، ٢٠٠٧ .

٦- حسن سيد أحمد أبو العينين، حوض وادي دبا في دولة الإمارات العربية المتحدة، جغرافية الطبيعية وأثرها في التنمية الزراعية، الكويت، ١٩٩٥.

٧- سلامة، حسن رمضان، التحليل الجيومورفولوجية للخصائص المورفومترية للاحواض المائية في الاردن، مجلة دراسات الجامعة الاردنية، المجلد (٧)، العدد(١)، ١٩٨٠.

References

1. Abdulnaby, Wathiq. Structural Geology and Neotectonics of Iraq, Northwest Zagros. 2018. pp.53-73.
2. Ahmed, H. Al-sulttani& Ayad, A. Beg, HYPSOMETRIC ANALYSIS OF AL-ADHAIM BASIN USING A NEW GIS- TECHNIQUE, Iraqi Geological Journal, Vol.53, No. 2B, 2020.،
3. Ali, Syed & Khan, Nazia, Evaluation of Morphometric Parameters-A Remote Sensing and GIS Based Approach, Open Journal of Modern Hydrology. 2013.
4. Bolton, C.M.G. The geology of Rania area , Site Invest .Co .Rep .Vol .IXB ,D.G. Geology Survey .Min . Inves. Lib . No 271 , Baghdad , Iraq , 1958 , p.117.

5. Farhan, Yahya., Applied Morphometry and Watershed Management Using RS, GIS and Multivariate Statistics (Case Studies), Scientific Research Publishing, Inc. USA, 2017.
6. Horton, R.E., Erosional development of streams and their drainage basins; Hydrophysical approach to quantitative geomorphology. GSA Bulletin. 1945.
7. Pareta, K. and Pareta, U., 2011. Quantitative morphometric analysis of a watershed of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) data and GIS. Int. J. Geomatics and Geoscience.
8. Schumm, S.A., Evolution of drainage systems & slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey, Bulletin of GSA. 1956.
9. Strahler, A.N. Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks. In: V.P. Singh. Handbook of Applied Hydrology. New York: McGraw Hill Book Company, 1964.
10. Zavoianu, Ion., Morphometry of Drainage Basins Development in Water Science, Elsevier Science; 2nd edition, 1985.