التحليل المورفومتري لحوضي واديي يراو وأبو جرب الشرقي

مريم عبد الزهرة عبد الحسين البهادلي

أ. م.د رافد صالح مهدي الجشعمي

مستخلص:

تهدف الدراسة الى تحليل الخصائص المورفومترية لحوضي واديي يراو وأبو جرب الشرقي في شمال شرق محافظة ميسان ، وتحديد أهمية الاستفادة منهما في حصاد المياه مستقبلاً ، لكون التصريف المائي في بعض المناطق يكون بشكل سطحي داخل الاحواض او بشكل مياه جوفية وهذا يعتمد على شكل الحوض وابعاده ، وتم تحديد الاحواض الفرعية لكل حوض ففي حوض يراو حدد (4) احواض فرعية ، بينما حوض أبو جرب (10) أحواض فرعية ، الى انها لايمكن الاستفادة منها لكونها ذات مساحات صغيرة ، وتبين أن المجرى الرئيسي للحوضين يقع ضمن المرتبة الخامسة وفق تصنيف (Strahler) ، وبعد تطبيق المعادلات المورفومترية تبين من خلالها الخصائص الشكلية للحوضين انهما يقتربان من الشكل المستطيل وبلغت قيمته (0.89) لكلا الحوضين ، وهذا أكد ان الجريان السطحي للحوضين منتظم وبكميات تصريفية قليلة نسبياً ، وبينت نتائج التحليل الهبسومتري أن الحوضيين يمران بمرحلة النضج من دورتهما الحتية حيث بلغ التكامل الهبسومتري (0.7) لكليهما.

الكلمات المفتاحية : الخصائص المساحية ، الخصائص الشكلية ، الخصائص التضاريسية ، التكامل الهبسومتري ، المعامل الهبسومتري ، خصائص شبكة التصريف المائية ، أنماط التصريف ، المقاطع التضاريسية .

Morphometric analysis of the watersheds of the Yarao and Abu Jarb eastern valleys.

Maryam Abdul Zahra A.P Rafid Saleh Mahdi

Abdul Hussein Al-Bahadli Al-Jashami

Abstract

The study aims to analyze the morphometric characteristics of the Yaraw and Abu Jarb eastern valleys in the northeastern Maysan Governorate, and to determine the importance of utilizing them for water harvesting in the future, as water drainage in some areas occurs either as surface runoff within the basins or as groundwater. The sub-basins for each basin were identified; in the Yaraw basin, there are (4) sub-basins, while the Abu Jarb basin has (10) sub-basins, but they cannot be utilized due to their small areas. It was found that the main channel of both basins falls within the fifth order according to the Strahler classification. After applying the morphometric equations, it was revealed that the shape characteristics of the two basins are close to a rectangular shape, with a value of (0.89) for both basins, which confirmed that the surface runoff of the two basins is regular and with relatively low discharge quantities. The results of the hypsometric analysis indicated that both basins are in a maturity stage of their erosion cycle, with a hypsometric integration of (0.7) for both.

مشكلة الدراسة :

تتلخص مشكلة الدراسة بالسؤال الاتي : ((هل تتباين الخصائص المورفومترية المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص شبكة الصرف المائي لحوضي واديي يراو وأبو جرب الشرقي)).

فرضية الدراسة :

تتلخص الفرضية المركزية للدراسة في أن هناك تباين للخصائص المورفومترية لحوضي واديي يراو أبو جرب الشرقي حسب التباين في المظاهر التضاريسية لكلا الحوضيين .

مبررات الدراسة :

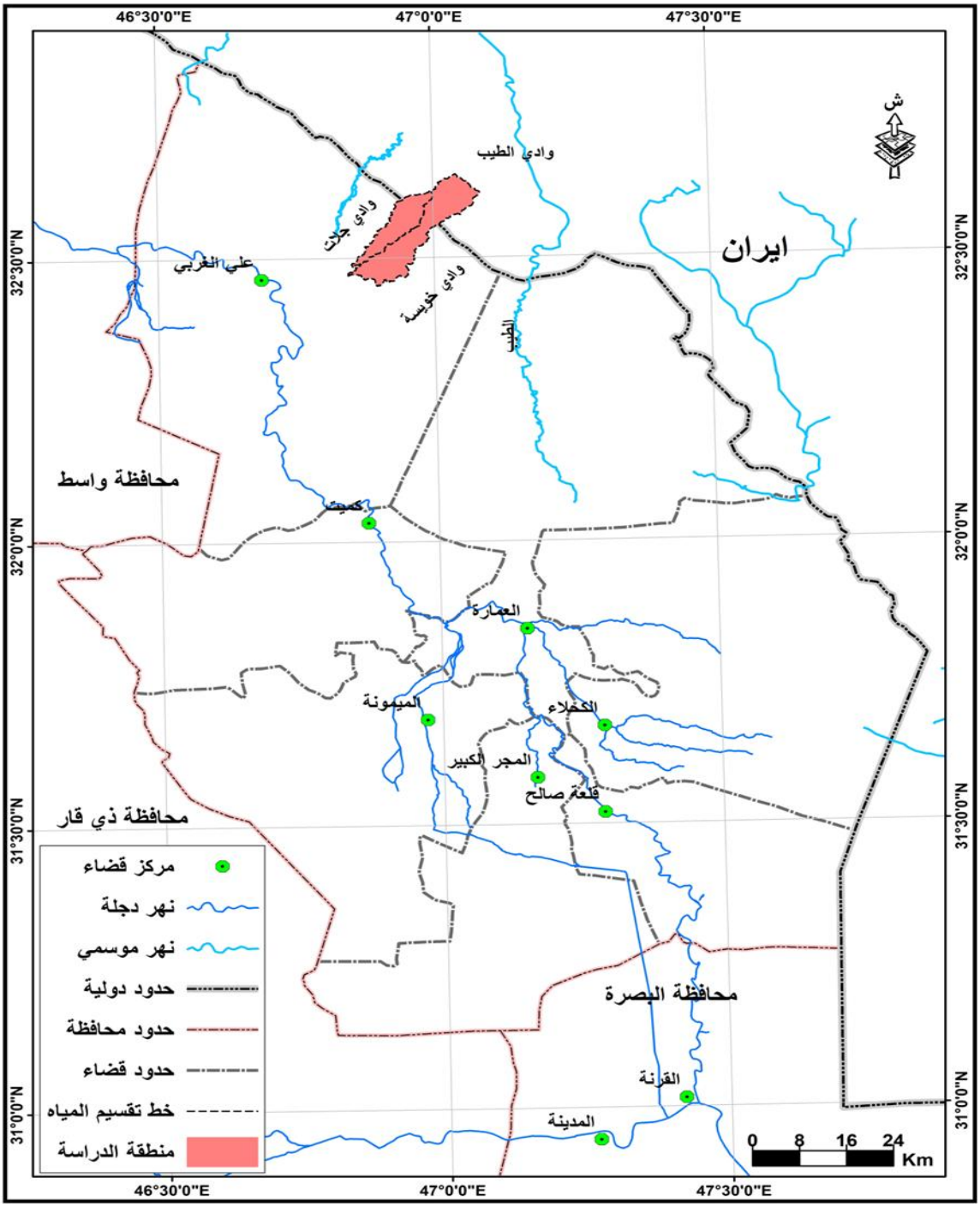
لعدم وجود دراسة مورفومترية سابقة لحوضي منطقة الدراسة ، والتي من خلالها يمكن تحيد الخصائص الشكلية والمساحية والتضاريسية ، أضافتاً الى شبكة الصرف المائية لكل حوض على حدة.

حدود منطقة الدراسة والخصائص الطبيعية :

تقع منطقة الدراسة في الجنوبي الشرقي من العراق المتمثلة في شمال شرق محافظة ميسان في قضاء علي الغربي ، تقع فلكياً بين دائرتي عرض (32.27.0–32.39.0) شمالاً ، وبين خطي طول (46.50.0–47.5.0) شرقاً ، خريطة (1)، يحدها من الشرق الحدود العراقية الإيرانية وحوض وادي الطيب ، ومن الشمال وادي جلات ، ومن الغرب مركز قضاء علي الغربي ، ومن الجنوب وادي خويسة . يتباين التكوين الجيولوجي للمنطقة بحسب عمليات الترسيب حيث يمتد بعمرة الزمني من عصر الميوسين من الزمن الجيلوجي الثالث حتى عصر الهولوسين من الزمن الجيلوجي الرابع ، حيث نجد أن منطقة الدراسة تقع ضمن نطاق السهل الرسوبي ، الذي يعد جزء من الرصيف غير المستقر، ان منطقة الدراسة تكون مغطاة في أغلب مناطقها بترسبات الزمن الجيولوجي الثلاثي والرباعي ، ذات اصل نهري، بالإضافة إلى المسيلات المائية القادمة من الأراضي المرتفعة في الجانب الأيراني ،وجزيئات ذات اصل ريحي . تصنف تكوينات الزمن الثلاثي إلى تكوينات المقدادية (البختيار الأسفل) ،وتكوين أنجانه (فارس الأعلى) تشغل تكوينات هذا الزمن مساحة بلغت (62.94) كم^2 وبنسبة (34.64%) ، أما تكوينات الزمن الرباعي فتصنف الى ترسبات ملئ الوديان وترسبات المراوح الفيضية والترسبات الريحية وترسبات الانسياب السطحي ، وتشغل مساحة قدرها (118.73) كم^2 وبنسبة (65.36%) ، وأن الجيولوجيا التركيبية للمنطقة تقسم قسمين ، القسم الأول تمثل بالنطاق القريب من تلال حمرين التي تشغل الجهة الشرقية من المنطقة ضمن الأراضي الإيرانية ، والقسم الاخر يمثل نطاق السهل الرسوبي يمثل منخفض تكتوني مستمر بالهبوط نتيجة تصام الصفيحتين العربية والفارسية التان تفصلان منطقة الدراسة لنصفين ، إي ان المنطقة تقع ضمن الرصيف الغير مستقر (Unstabl shelf) كونه جزء من نطاق السهل الرسوبي ضمن حزام دجلة ، وتضم تركيبة خاصة وهذا يرجع لعدم استقراها ، وهي ذات غطاء رسوبي سميك باتجاه الشمال والشمال الشرقي بفعل الطيات الطولية والمتوازية الغير متناظرة ، تختلف خصائص السطح لمنطقة الدراسة ، فمن ناحية ارتفاع السطح نجد ان المنطقة جز من الإقليم المتموج ، حيث تشير بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ، وتبين أن اعلى خط للارتفاع بلغ (320م) فوق

مستوى سطح البحر في الأجزاء الشمالية ، أدنى خط للارتفاع بلغ (10م) فوق مستوى سطح البحر عند الأجزاء الجنوبية الغربية لمصب الحوضين . والمنطقة تتدرج بالارتفاع حيث يكون أقصى أرتفاع لها داخل الأراضي الإيرانية ويتدرج الى ان ينخفض عند الحدود العراقية الإيرانية ، ويتضح من خطوط الكنتور أن المنطقة شديدة الانحدار ثم تبدأ بالاخفاض داخل الأراضي العراقية ، حيث تراوح مستوى الأرتفاع بين (307.30–300) ، وشغلت فئة (307.29–300) مساحة بلغت (88.83)م وبنسبة (48.90%) ، بينما أدنى مستوى أرتفاع شغلته فئة (307.29–307.30) مساحة بلغت (1.280)م وبنسبة (0.70%) ، ويتراوح انحدار منطقة الدراسة بين (8.0–0.0) حيث شغلت فئة الانحدار الشديد (14.3–8.0) مساحة بلغت (13.37) وبنسبة (7.36%) ، بينما شغلة فئة الانحدار القليل (الأراضي المستوية) (1.9–0.0) مساحة بلغت (36.59) وبنسبة (20.14%) ، وبالنسبة لإتجاه إنحدار منطقة الدراسة ، فقد تبين أن هناك تباين في مستويات اتجاه الانحدار ، فقد أتخذ فئة (247.5–202.5) اتجاه جنوب شرقي مساحة بلغت (24.54) كم^2 وبنسبة (13.31%) ، وأدنى اتجاه للانحدار فقد شغلته فئة (337.5–360) اتجاه الشمال مساحة قدرها(10.44) كم^2 وبنسبة (5.48%) . خصائصها المناخية تتميز بأرتفاع متوسط درجات الحرارة الى (38.96) لشهر آب وتنخفض إلى (16.83) في شهر كانون الثاني ، معدل أمطارها (243.28) ملم /سنة أغلبها تسقط في فصل الشتاء وتنقطع في فصل الصيف، أما سرعة الرياح فقد بلغت (5.33 م/ثا) وبلغت نسبة تكرار الرياح (9.5)، والاتجاه السائد لها هو الاتجاه الغربي، لكونها تقع ضمن الإقليم المناخي الجاف وشبه الجاف وضمن مناخ البحر المتوسط ذي الامطار الشتوية ، أمتادها الزمني من (2012–2022) . تتصف تربة الحوضين بأنها ذات نسجة مزيجية رملية وقد تم تصنيفها الى أربعة أنواع حسب تصنيف (Zang) هي الترب المروحية والترب الرديئة وترب الكثبان الرملية وترب أحواض الأنهار المطمورة بالغرين) وان اكبر مساحة شغلتها الترب المروحية بلغت (65.37) كم^2 وبنسبة (35.98%) من مساحة المنطقة الكلية البالغة (181.672) كم^2 ، واقل مساحة شغلتها الترب الرديئة بلغت (2.33) كم^2 وبنسبة (1.28%) ، وتم تصنيف الغطاء النباتب حسب مناطق تواجد النبات فيها حيث ظهر بان المناطق الجرداء شغلت اكبر مساحة بلغت (158.37) كم^2 وبنسبة (87.17%) ، وأقل مساحة هي المناطق ذات الغطاء النباتي القليل بلغت (1.49) كم^2 وبنسبة (0.82) .

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة بالنسبة لمحافظة ميسان



المصدر :من عمل الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية (Land sat 9) دقة تميز (30م) لعام 2022 ، ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ، وبرنامج Arc map v 10.8

المقدمة

تناولت هذه الدراسة تحليل الخصائص المورفومترية الرئيسية لحوضي واديي يراو وأبو جرب الشرقي كونها تمثل أحد الأسس المهمة في الدراسات الهيدرولوجية التي تعتمد بشكل مباشر على الأساليب الكمية والتحليلات الإحصائية والرياضية لإعطاء نتائج دقيقة عن شكل الحوض وتضرسه وخصائص شبكته التصريفية . ان دراسة الاحواض المائية كاحدى الاتجاهات الحديثة في حقل الجيومورفولوجية الكمية والتي تتخذ من التحليل الاحصائي والرياضي اساس لدراسة الاشكال الارضية، وبهذا يمكن اعتبار حوض الصرف النهري لكل وادي كوحدة اساس لإجراء البحوث المورفومترية (المحمدي، 2011) ' وتستخدم الأساليب والطرق الاحصائية بهدف ايجاد العلاقة المكانية بين المتغيرات الموفومترية لفهم التضاريس بهدف الادارة والتخطيط للأحواض المائية (Yunus, 2014).

1- الخصائص المورفومترية Morphometric Characteristics

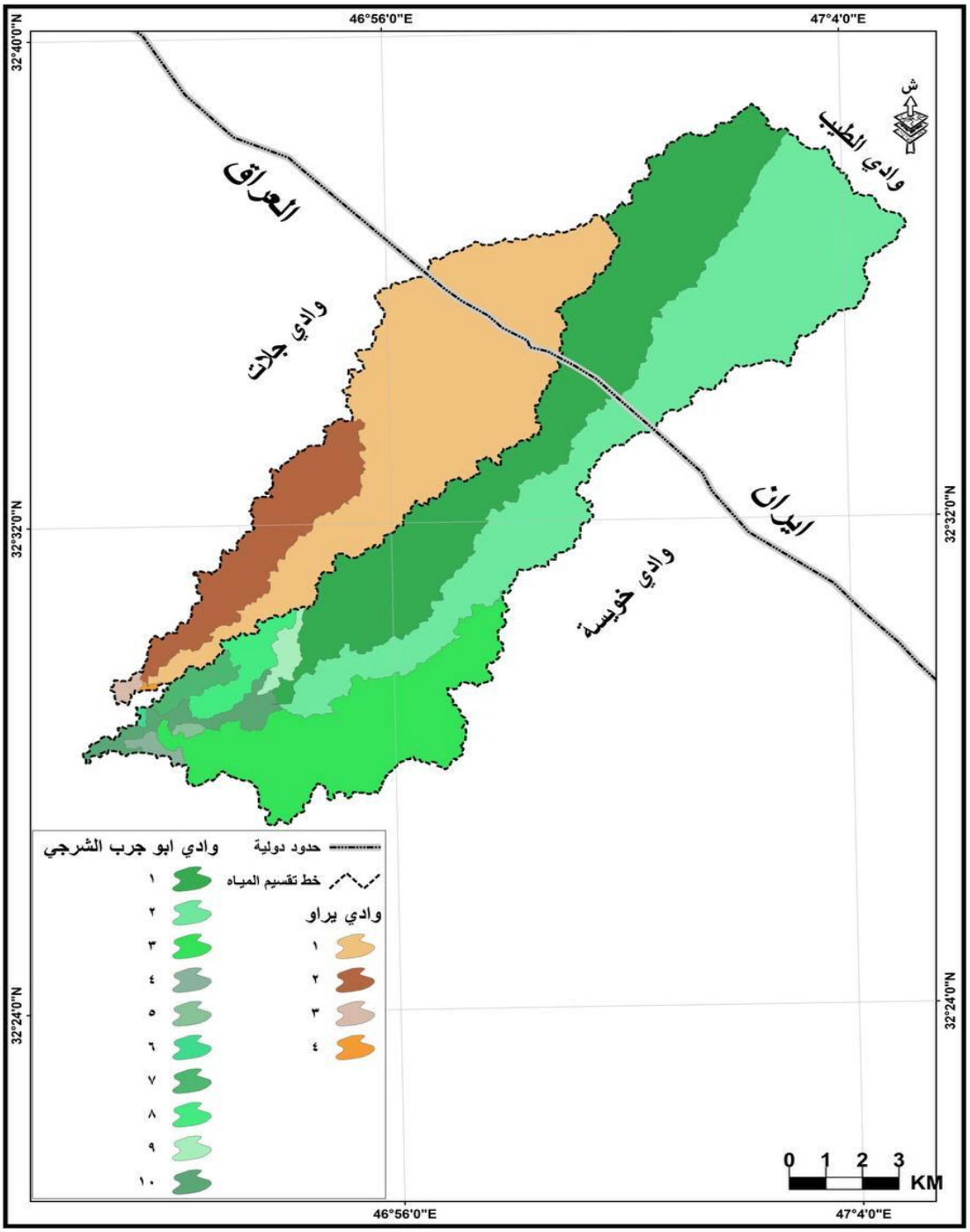
تم استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لدراسة الخصائص المورفومترية لحوضي (وادي يراو ووادي ابو جرب الشرقي) كما تم الاستعانة بمجموعة من الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس (1 /100.000) إضافة الى المرئية الفضائية للقمر الاصطناعي (Land sat 9) لعام 2022، بدقة تمييزية (30م) ، بالاضافة الى استخدام نموذج الارتفاعات الرقمية(Digital Elevation Model-DEM) بدقة تمييزية (12.5م)، لعام 2023 ، وقد أحتوى الحوضين على مجموعة احواض فرعية حيث ظهر في حوض وادي يراو (4) أحواض فرعية أما أبو جرب الشرقي فقد بلغ عددها (10) احواض فرعية ، وبعد أستخراج الشبكة المائية حسب المعادلات المورفومترية الرياضية الواردة في الجداول اللاحقة للحصول على قيم المتغيرات المحسوبة من تلك المعادلات ، وبهدف اجراء تحليل كمي تفصيلي لمنطقة الدراسة ومعرفة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لشبكة التصريف المائي للأحواض .خريطة (2) ، وسنتاول خصائصهما المورفومترية بشكل مفصل كما يأتي :

1 - الخصائص المساحية:

تشمل دراسة مساحة وابعاد التصريف من خلال دراسة المساحة الاجمالية لأحواض التصريف وابعادها متمثلة بالطول، والمحيط ،والعرض ،مما يساعد على حساب الخصائص الحجمية لهذه الاحواض وحساب العديد من الخصائص المورفومترية المرتبطة بالخصائص الشكلية لحوض التصريف وشبكاته في منطقة الدراسة (وآخرون، 2022)، كما ان لهذه الخصائص علاقة طردية بين كبر المساحة وكمية الامطار المستلمة ما يؤدي الى زيادة

الحمولة النهرية (سلامة، التحليل المورفو متري للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الاردن ،، 1980).خريطة (2) وجدول (1) وتشمل الخصائص المساحية ما يلي :

خريطة (2) الأحواض الفرعية لحوضي منطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على ملف الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تميز (12.5)ومخرجات برنامج Arc Map V.10.8

1- مساحة الحوض (A) Basin Area

تفيد دراسة مساحة احواض التصريف لما لها من علاقة وثيقة بنظام الشبكة المائية ، كمتغير مورفومتري له أثر واضح على حجم التصريف المائي داخل الحوض ، ففي حالة تشابه كل العوامل المورفولوجية فأن حجم التصريف وقمته ترجعان اساساً الى مساحة حوض التصريف، هذا يعني أن هناك علاقة طردية بين كل من المساحة الحوضية وحجم التصريف المائي ، وهذا يعود إلى التباين في الخصائص الطبيعية كالبنية الجيولوجية وطبيعة الصخور وخصائص المناخ والتربة والنبات الطبيعي ، ينتج عن ذلك علاقة طردية بين كل من مساحة الحوض وكمية المياه السطحية ، فكلما زادت المساحة الاستيعابية للحوض النهري زادت معها أطوال وأعداد المجاري النهرية ، وبالتالي زيادة حجم التصريف المائي وتستخدم العديد من الطرق في قياس مساحة الاحواض، مثل استخدام البلانيمتر على الخريطة الكنتورية او عن طريق الصور الجوية او أي أجهزة مساحة تستخدم في هذا المجال (الدليمي، 2000). من خلال جدول (1) نلاحظ بأن المساحة الكلية للحوضيين بلغت (181.67) كم^2 ، وتتباين أحواضهما الفرعية في المساحة من حوض إلى آخر ، إذ بلغت (45.62) كم^2 للحوض (1) وبنسبة (77.74%) كأعلى قيمة في حوض وادي يراو ، وبلغت (0.1) كم^2 وبنسبة (0.17%) للحوض (4) كأدنى قيمة لحوض فرعي ينتمي الى الاحواض الفرعية في الحوض الرئيسي ، أما في حوض وادي أبو جرب الشرقي فقد بلغت (46.34) كم^2 وبنسبة (37.68%) للحوض (2) كأعلى قيمة ، بينما كان أدنى قيمة بلغت (0.14) كم^2 وبنسبة (0.11%) للحوض (6) ، وهذا يعني ان الاحواض الثانية ضمن الأحواض الرئيسية تتباين في مردودها المائي ، وكمية إسهامها في التصريف فكلما زادت مساحة الاحواض الفرعية زاد ما تستقبله من مياه ، وهذا بدورة ينعكس على زيادة نشاط عمليات التعرية المائية. وبناءاً على ما تقدم تم قياس مساحة الحوضين (يراو وأبو جرب الشرقي) عن طريق برنامج (ArcMap V.10.8) بالاستعانة بالخرائط الطوبوغرافية والمرئيات الفضائية وملف الارتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (12.5) وبلغت مساحة الاحواض الرئيسية كما موضح في جدول (2) ، حيث بلغت مساحة حوض يراو (58.68) كم^2 ، وأبو جرب الشرقي (122.99) كم^2 .

جدول (1) المساحات والنسب للاحواض الفرعية لحوضي منطقة الدراسة

حوض	يراو	أبو جرب الشرقي

	المساحة	النسبة %	المساحة	النسبة %
1	45.62	77.74	43.24	35.16
2	12.48	21.74	46.34	37.68
3	0.48	0.82	22.71	18.46
4	0.1	0.17	0.69	0.56
5			0.29	0.24
6			0.14	0.11
7			1.74	1.41
8			3.31	2.69
9			1.33	1.08
10			3.2	2.60
مجموع	58.68	100	122.99	100
181.67				
المصدر : بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وخريطة (2)				

جدول (2) مساحة الاحواض الرئيسة في منطقة الدراسة

ت	الحوض	المساحة كم2
1	يراو	58.68
2	ابو جرب الشرقي	122.99
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

2- طول الحوض (Lb) Basin Length :

يعرف على أنه الخط المستقيم أو المسافة المقاسة لمحور الحوض الممتد من المنبع وصولاً الى المصب. اي انه يمثل طول الحوض بدأ من نقطة البداية لحدود مستجمعات المياه الى نقطة المصب (Jasmin and P.Mallikarjuna, August ,2010,)، ويؤدي طول الحوض دوراً مهماُ في عملية الجريان السطحي ، فهو يتحكم بمدة تفريغ الحوض لمياهه وما يحمله من مفتتات ورواسب ، كما تتناسب معدلات التسرب والتبخر مع طول الحوض ، حيث تتناسب طردياً وذلك لتباطؤ سرعة المياه الجارية على السطح بالاتجاه نحو مصب الحوض بسبب قلة انحدار السطح الذي تجري عليه ، واتساع القنوات والمجاري المائية ، وقد بلغت اطوال الاحواض كما مبين في

الجدول جدول (3) ، بلغة طول حوض وادي يراو (19.87) كم^2 ، بينما بلغ طول حوض وادي أبو جرب الشرقي (27.91) كم^2 ، أن الاختلاف بين اطوال الحوضين يعود الى سرعة وكمية المياه المنسابة بالإضافة الى حجم المفصولات المنقولة والتي تقوم بعملها في نحت الوادي وهذا ما نلاحظه في حوض وادي أبو جرب الشرقي.

جدول (3) اطوال الاحواض في منطقة الدراسة

ت	الحوض	الطول كم
1	يراو	19.87
2	ابو جرب الشرقي	27.91
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

3-متوسط عرض الحوض Mean Basin Width (Wb)

يسهم عرض الحوض في تحديد شكل الحوض من خلال العلاقة النسبية بين طول الحوض الى عرضه، ويتم تحديد عرض الحوض من خلال رسم خطوط متوازية من المصب الى المنبع، واخذ قياسات لكل منها، وإيجاد متوسط عرض الحوض من خلالها (الدراجي، الجيومورفولجيا التطبيقية ، ط 1 ، ، 2019)، تم تطبيق الطريقة متوسط العرض باستخدام برنامج (ArcMap v.8) من خلال رسم خطوط ضمن اقسام الحوض وعلى مسافات متساوية واستخراج اطوالها، ثم ايجاد معدل هذه القياسات، بلغ خلالها عرض حوض وادي يراو (2.95) وحوض ابو جرب الشرقي (4.41). كما تم استخراج عرض الحوض بطريقة مباشرة بتطبيق المعادلة الرياضية الاتية (محسوب، جيمورفولجية الاشكال الارضية ، ، 2001): وبلغ متوسط عرض الحوضين الكلي من خلال تطبيق معادلة متوسط العرض : (جدول 4)

$$\text{متوسط العرض} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{طول الحوض كم}}$$

جدول (4) عرض الاحواض النهرية في منطقة الدراسة بالطريقة المباشرة

ت	الحوض	العرض كم
1	يراو	2.95
2	ابو جرب الشرقي	4.41

المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)

ومن خلال مقارنة القيم المستخرجة بكلا الطريقتين لاحظنا تقاربهما بشكل كبير لذا تم الاعتماد على الطريقة المباشرة في هذه الدراسة، حيث بلغ متوسط عرض الحوضين يراو (2.95) كم^2 وأبو جرب الشرقي (4.41) كم^2 .

4- محيط الحوض Basin Perimeter (P) :

هو الشكل الخارجي للحوض المائي ويفصله عن الاحواض المائية الأخرى المجاورة له ، ويستخدم كمأشر لتحديد حجم الحوض وشكلة ، حيث تكون العلاقة كلما زاد طول محيط الحوض رافقته زيادة في أتساع المساحة ، يعد محيط الحوض المحدد لخط تقسيم المياه للحوض، وعندما نقوم بتحديد محيط الحوض فأنه يمكن تحديد شكل الحوض، ويعتبر متغير أساس في استخلاص الكثير من الخصائص المورفومترية الأخرى، ومن خلال جدول (5) نلاحظ ان محيط حوض وادي يراو بلغ (57.93) كم^2 ، فحين بلغ محيط أبو جرب الشرقي بلغ (91.12) كم^2 .

جدول (5) محيط الاحواض في منطقة الدراسة

ت	الحوض	المحيط كم
1	يراو	57.93
2	ابو جرب الشرقي	91.12
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

2- الخصائص الشكلية لاحواض منطقة الدراسة:

ان دراسة الخصائص الشكلية لها أهمية كبيرة في الدراسات المورفومترية كونها تحدد كمية التغذية المائية التي تجهز المجرى الاساسي بالمياه، وتحكمها في ذروات التصريف وفترات التلكوء، كما وان شكل الحوض يعد انعكاساً للخصائص البيئية الطبيعية التي تؤثر في تشكيل الحوض وتظهرها بأشكال مختلفة (محمد، 1986). ان دراسة الخصائص الشكلية تساعد في التعرف على التطور الجيومورفولوجي، والعمليات التي شكلته، الى جانب معرفة تأثير الشكل على حجم التصريف النهري بما يساعد على تحديد درجة مخاطر الفيضانات من جهة، ومساهمتها في إمكانية قياس معدلات التعرية المائية، ومقدار كمية التصريف الواصلة الى المجرى الرئيسي في الحوض من جهة أخرى(M.G.Anderson, 1988) . تتأثر مورفولوجية شكل احواض التصريف بثلاثة عوامل رئيسة هي: الخصائص الطبيعية للصخور، والبنية الجيولوجية ،والخصائص المناخية (عمران و الساعدي ، 2020)، ومن أهم المعاملات المورفومترية تشمل :

1- نسبة الاستدارة Circulation Ratio (Rc)

تعبر نسبة الاستدارة عن مدى اقتراب او ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري، ويتم حسابها من خلال قسمة مساحة الحوض على مساحة دائرة لها نفس محيط الحوض، وتتراوح قيم هذا المعامل بين (صفر– 1) وكلما كانت النسبة قريبة من الواحد دلت على اقتراب الحوض من الشكل الدائري، والعكس يعني استطالة الحوض وابتعاده عن الشكل الدائري (سلامة، التحليل الجيومور فولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن ،، 1980) . ويتم الحصول على نسبة الاستدارة وفق المعادلة الاتية(Koshak .N & Dawod .G, 2011) ، وجدول (6).

$$\text{نسبة الاستدارة} = \frac{\text{مساحة الحوض كم2}}{\text{مساحة دائرة محيطها محيط الحوض نفسه/ كم}^2}$$

جدول (6) نسبة الاستدارة لاحواض منطقة الدراسة

ت	الحوض	نسبة الاستدارة
1	يراو	0.22
2	ابو جرب الشرقي	0.19
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

بلغت نسبة الاستدارة لحوض وادي يراو (0.22)، ونسبة استدارة حوض وادي ابو جرب الشرقي نحو (0.19)، وهذا يدل على ان الحوضين بعيدين عن الشكل الدائري المنتظم ويميلان الى الاستطالة وذلك لانخفاض نسبة الاستدارة لكلا الحوضين، ، وهذا يؤثر على طول المجاري المائية، وخطوط تقسيم المياه، اضافة الى ان الامطار الساقطة ستصل الى مصب الوديان في فترة متأخرة، وبذلك تنخفض قيمة الصرف لكلا الواديين، كما ان ذلك يدل على انخفاض خطر الفيضان، بسبب بطء وصول الموجات المائية الى المصب، كما ان النسب المنخفضة من الاستدارة تشير الى اقتران نمط الصرف الشجري للأحواض المائية وطول رواتب المرتبة الأولى حيث يبدأ الجريان السطحي(Chitra C, 2011) . كذلك تدل هذه النسبة على ان الحوضين لايزالا في بداية دورتهما الحتيه، ولم يمران في فترة طويلة من الحت المائي أي انهما في مرحلة النضج المبكر(مرحلة الشباب)، اضافة الى تجدد شباب الواديين مازال ظاهراً بدليل كثرة التعرجات واختلاف الطوبوغرافيا، وانتشار الخوانق والمدرجات.

2- نسبة الاستطالة Elongation Ratio (Re)

تعرف نسبة الاستطالة بأنها اقتراب مساحة الحوض من الشكل المستطيل ويمكن الحصول عليها من خلال نسبة طول قطر دائرة بنفس مساحة الحوض الى اقصى طول للحوض. وكلما اقتربت هذه النسبة من الواحد الصحيح يدل ذلك على قرب الحوض من الشكل الدائري، اما إذا ابتعدت هذه النسبة عن الواحد الصحيح فيدل على ان الحوض قريب من الشكل المستطيل (الحسن، 2012)، ويمكن استخراج نسبة الاستطالة من خلال المعادلة الاتية (الصحاف و محمد، هيدرومرفومترية حوض وادي الخوصر (دراسة في الهيدرولوجية التطبيقية)،، 1990)، وجدول (7).

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة بمساحة الحوض نفسه/كم}^2}{\text{اقصى طول للحوض/كم}^2}$$

جدول (7) نسبة استطالة احواض منطقة الدراسة

ت	الحوض	نسبة الاستطالة
1	يراو	0.44
2	ابو جرب الشرقي	0.45
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

تدل النسب في جدول (7) لكلا الحوضين على اقتراب الحوضين من الشكل المستطيل وابتعادهما عن الشكل الدائري لان هذه النسب تبتعد عن الواحد، كما تدل ايضاً على قلة تضاريس الحوضين، وان الكثافة التصريفية لطول المجاري على حساب العرض، ومن ثم يؤدي ذلك الى فقدان كميات كبيرة من المياه أثناء الجريان الطويل نتيجة للتبخر او التسرب او النفاذية ضمن رواسب المجرى من جهة، وزيادة تغذية المياه الجوفية من جهة أخرى.

3- نسبة المطابقة Fitness Ration (Rf)

تعني نسبة طول القناة الرئيسية الى طول محيط الحوض وهي مقياس نسبة الملائمة الطبوغرافية وتستخرج من المعادلة الآتية (العذاري و عبد الحسن ، 2017)، وجدول (8):

$$\text{نسبة المطابقة} = \frac{\text{طول القناة الرئيسية كم}}{\text{محيط الحوض كم}}$$

جدول (8) نسبة المطابقة لاحواض منطقة الدراسة

ت	الحوض	نسبة المطابقة

1	يراو	0.01
2	ابو جرب الشرقي	0.07
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

تتباين نسبة المطابقة اذ سجل وادي يراو نسبة مطابقة (0.01) ووادي ابو جرب الشرقي سجل قيمة مطابقة (0.07) وكلاهما قيم منخفظة الا ان سبب تدني نسبة وادي يراو تدل على قلة الامتداد المائي وتصريف الجريان السطحي البطيء ونفاذية التربة العالية لحوض وادي يراو بالنسبة الى وادي ابو جرب الشرقي.

4 – علاقة الطول مع المساحة Length Area Relation (Lar)

ان معامل الشكل له علاقة بين طول الحوض ومساحة التصريف، اذ يدل على مدى التنسيق بين اجزاء حوض التصريف وانتظام شكله، فاذا كانت القيم الناتجة مرتفعة فهذا يدل على التنسيق بين اجزاء حوض التصريف واقترابه من الشكل المربع او القريب الى الدائري، والذي له الدور في سرعة تحويل مياه الامطار الى سيول ومدى خطورتها على المنطقة ، بينما تشير القيم المنخفضة الى عدم التنسيق بين اجزاء حوض التصريف حيث يكون الحوض واسعاً عند المنابع وضيق عند المصب ومن ثم يكون شكل حوض التصريف قريب الى الشكل المثلث (الشكيلة ن.، 2023) ، ويمكن استخراجه بتطبيق المعادلة الأتية(Horton, 1932) :

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

جدول (9) معامل شكل احواض منطقة الدراسة

ت	الحوض	معامل الشكل
1	يراو	0.15
2	ابو جرب الشرقي	0.16
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

يتضح من الجدول (9) قرب الحوضين من الشكل (المثلث)، وذلك لانخفاض قيمة معامل شكل الحوضين، حيث يتغير عرض الحوض من منطقة المنبع وحتى منطقة المصب، وان نسبة معامل شكل الحوض تتناسب طردياً مع نسبة الاستطالة، فيؤثر شكل الحوض على كمية الصبيب المائي وعلى وطبيعة الجريان السطحي، اي عندما تشكل

منطقة المنابع قاعدة المثلث وراسه عند المصب يعمل ذلك الوضع على انخفاض سرعة وصول موجات الفيضان، وذلك لابتعاد المسيلات والجداول عن المصب الرئيس.

5- معامل الأندماج Compactness Coefficent (Cc)

ان معامل الاندماج كمقياس للتأكيد على شكل الحوض المائي من الشكل الدائري عندما تكون القيمة قريبة من الواحد الصحيح، اما إذا كان الناتج أكبر من الواحد الصحيح، فأنه يدل على ان شكل الحوض بعيد عن الشكل الدائري. وهذه النسبة تشبه الى حد ما نسبة الاستطالة من حيث القياس، الا انها تتخذ من عرض الحوض اساس في القياس بدلاً من المساحة، وتشير القيم المرتفعة الى اقتراب الحوض من الشكل المستطيل، وذلك لزيادة طول الحوض بالنسبة الى عرضه، وتستخرج هذه النسبة من القانون الاتي (محسوب، جيومورفولجية الأشكال الأرضية ، 2001):

$$\text{نسبة الطول الى العرض} = \frac{\text{طول الحوض/ كم}^2}{\text{عرض الحوض/ كم}^2}$$

جدول (10) نسبة طول الحوضين

ت	الحوض	نسبة الطول الى العرض
1	يراو	6.73
2	ابو جرب الشرقي	6.33
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

يتضح من الجدول (10) ان نسب الحوض تدل على ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري واقترابه من الشكل المستطيل، وهو ما يؤكد ما تم استخراجه في الخاصية الأولى (استدارة الحوض).

6- نسبة تماسك المحيط

ان هذه النسبة في الغالب تكون نتيجتها اعلى من الواحد الصحيح فعندا تزداد هذه القيمة عن الواحد الصحيح يعني ان الحوض يبتعد عن الشكل الدائري اي بمعنى ضعف الترابط بين اجزاء الحوض، وعدم انتظام خطوط تقسيم المياه، وبذلك ينعكس على درجة تماسك المحيط، ويتم استخراجا وفق المعادلة الاتية (الصحاف و محمد، هيدرومورفومترية حوض وادي الخوصر دراسة في الهيدرولوجية التطبيقية ، مصدر سابق):

$$\text{نسبة تماسك المحيط} = \frac{1}{\text{نسبة تماسك المساحة (الاستدارة)}}$$

جدول (11) نسبة تماسك المحيط

ت	الحوض	تماسك المحيط
1	يراو	2.13
2	ابو جرب الشرقي	2.32
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

يتضح من الجدول (11) تقارب النسب لكلا الواديين وهذه النسب تزيد عن الواحد الصحيح وهذا يدل على ان شكل الوادي يبتعد عن الشكل الدائري المنتظم، ويميل الى الشكل الطولي، ما يعني انه اقل خطراً للفيضانات.

3- الخصائص التضاريسية :

تعد الخصائص التضاريسية لاحواض التصريف ذات أهمية بالغة في الدراسات المورفومترية والهيدرولوجية، لانها تساعد على تفسير وفهم نوع العمليات التي عملت على تشكيل الحوض وتقويم فاعليتها، ومن ثم تحديد المرحلة التي قطعها النظام النهري في دورته التحاتية، فضلاً عن معرفة جوانب اخرى مهمة في الحوض كالخصائص المساحية وخصائص شبكات الصرف المائي وما يترتب عليها من حدوث ظواهر عدة منها الاسر النهري (الوائلي، 2012، صفحة 106).

1- نسبة تضرس الحوض Relief Ration (Rh)

تعد نسبة التضرس مقياساً هاماً في قياس شدة تضرس احواض التصريف، لأنها توضح بصورة غير مباشرة درجة انحدار سطح الاحواض وتتناسب قيم معاملها تناسباً طردياً مع درجة التضرس، فكلما ارتفعت دلت على شدة تضرس سطح حوض التصريف بما يدل على المرحلة الجيومورفولوجية التحاتية المبكرة التي يمر بها والعكس صحيح (Schumm. S.A., 1956, pp. 597-646)، كما ان هذه النسبة تعد كمؤشر جيد في تخمين الرواسب المنقولة نوعا وكما، اذ تزداد نسبة الرواسب المنقولة مع زيادة نسبة التضرس، وقد يمتد لمسافات بعيدة عن الحوض، ويسهم ذلك في تكوين اشكال جيومورفولوجية مختلفة مثل المراوح والمخاريط الغرينية والاراضي الرديئة، فضلاً عن تأثيرها في سرعة وصول موجة الفيضان، مما يسهم في زيادة دلالة خطره، والذي يزداد بزيادة تلك النسبة ، كما تنعكس زيادتها في ازدياد تأثير فاعلية النشاط الحتي للمياه والذي له تأثير في ازدياد الرواسب المنقولة (Gregory, 1978, p. 52) ، وتقاس وفق المعادلة الآتية (Jenita, 2011, pp. 647-654,653):

جدول (12) نسبة

نسبة التضرس = تضاريس الحوض (الفرق بين أعلى نقطة في الحوض واخفضها/م) / طول الحوض (كم)

التضرس الكلية للواديين

ت	الحوض	نسبة التضرس
1	يراو	8.56
2	ابو جرب الشرقي	11.82
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

يتضح من الجدول (12) ان نسبة التضرس لكلا الواديين منخفضة على الرغم من زيادة نسبة وادي ابو جرب الشرقي اكثر من وادي يراو، وهذا يدل على ان تضاريس الواديين قليلة وان كمية الرواسب المنقولة فيهما تكون قليلة ايضاً، وان كلا الواديين يمران بمراحلهما الأخيرة ، ولعل التباين في هذه النسب ناتج عن طبيعة الصخرية لوادي ابو جرب الشرقي تكون تكويناتها اكثر صلابة ومقاومة لعمليات الحت المائي على العكس من طبيعة صخور وادي يراو التي تكون طبيعة صخوره اقل مقاومة لعمليات الحت .

2- التضاريس النسبية Relative Relief (Rr)

تساعد هذه الخاصية على ادراك التضرس النسبي للحوض عن طريق نسيجه الطوبوغرافي ، وتشير القيم المنخفضه الى ضعف مقاومة الصخر ونشاط عوامل التعرية ، واكد شومان وجود علاقة عكسية بين التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخر عند ثبات الظروف المناخية، كما تعطي دلالة عن مساحة الحوض فالعلاقة عكسية بين المساحة وقيم التضرس (العينين ح.، 1990، صفحة 81)

ان هذه الخاصية تعطي صورة عن الخصائص التضاريسية لحوض الصرف المائي من حيث التباينات في الارتفاع ما بين المنبع والمصب، وانعكاس ذلك على قابلية المجرى المائي في انجاز العمليات الجيومورفولوجية المتمثلة في التعرية عند اعلى الحوض والترسيب في منطقة المصب (الشكيلة ن.، 2023، صفحة 99) .ويمكن استخراجها من المعادلة الاتية (الصالحي و الغريري، 2004، صفحة 129)، وجدول (13).

جدول (13) التضاريس النسبية

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{تضاريس الحوض(م)}}{\text{محيط الحوض/ كم}} \times 10$$

ت	الحوض	التضاريس النسبية
1	يراو	2.9
2	ابو جرب الشرقي	3.6
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

من خلال جدول (13) نلاحظ نسبة منخفضة وتدل على ضعف التركيب الصخري للحوضين وعلى انتشار التكوينات الرسوبية في معظم أجزائهما مع انخفاض في درجات الانحدار، كما تدل على اتساع المجاري المائية بفعل الزيادة في الحت الجانبي على حساب الحت الرأسي في الحوض .

3- قيمة الوعورة Value Ruggedness (Vr)

تشير قيمة الوعورة الى العلاقة بين تضاريس الحوض وكثافة شبكة الصرف، يدل على درجة تقطع السطح بالمجاري المائية، وتوضح هذه القيمة المراحل الجيومورفولوجية التحاتية التي تمر بها احواض التصريف، وتتناسب قيم الوعورة تناسباً طردياً مع كل من تضرس الحوض وكثافة التصريف، ويدل ذلك على زيادة الوعورة وشدة الانحدارات وطولها، ويرتبط ارتفاع كل من درجة الوعورة وكثافة التصريف بالزيادة في حجم الجريان المائي السطحي في احواض التصريف (Allen, 2013, p. 201)، ويمكن استخراج هذه القيمة وفقاً للمعادلة الاتية (جودة و عاشور، 1991، صفحة 466) ، وجدول (14) .

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض} \times \text{كثافة الصرف الطولية}}{1000}$$

جدول (14) قيمة الوعورة للحوضين

ت	الحوض	قيمة الوعورة
1	يراو	1.03

2	ابو جرب الشرقي	1.92
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

ان هذه القيمة تنخفض من والى مراحل الدورة التحاتية للحوض ثم تبدأ بالتزايد وصولا الى الحد الأقصى عند بداية مرحلة النضج ثم تأخذ قيمتها بالانخفاض مرة أخرى عند نهاية الدورة التحاتية (عاشور، 1986،، صفحة 466)، فقد بلغت قيمة الوعورة لوادي يراو (1.03) وسجل وادي ابو جرب الشرقي قيمة بلغت (1.92) وعلى الرغم من التباين الا انهما متقاربان وهذه القيم تعتبر منخفضه وتدل على انخفاض قيمة التضرس للحوضين نتيجة لطبيعة الصخور ذات القابلية للتجوية والتعرية من جهة وضعف مقاومتها لعمليات الحت المائي من جهة اخرى، كما ان انخفاض قيمة الوعورة لكلا الحوضين يدل على ان الاحواض تقع في بداية الدورة الحتية للحوض (مرحلة الشباب).

4- النسيج الحوضي Pelvic Tissue (Pt)

ان النسيج الحوضي يعد مؤشرا لمعرفة مدى التضرس والتقطع في سطح الحوض وكثافة الصرف فيه، وتشير القيم المرتفعة الى اقتراب الاودية من بعضها البعض وتصبح خطوط شبكة الصرف متزاحمة، وهذا المعيار لاياخذ بالحسبان اطوال المراتب النهرية. ويقسم النسيج الحوضي الى ثلاثة أنماط هي خشنة النسيج التي يقل نسيجها عن الرقم (4)، ومتوسطة النسيج اذا تراوح نسيجها من (4-10)، اما اذا زاد نسيجها عن الرقم (10) فتمثل الاحواض دقيقة النسيج، ويستخرج وفقاً للمعادلة الاتية(العبدان ، 2004 ، صفحة157) : ومن خلال تطبيق المعادلة تبين ان قيمة النسيج الحوضي للحوضين بلغ في حوض يراو (6.1) اب جرب الشرقي (7.8) وبذلك يعتبر نسيجاً متوسطاً .جدول (15) :

$$\text{النسيج الحوضي} = \frac{\text{عدد الاودية الحوض}}{\text{محيط الحوض (كم)}}$$

جدول (15) النسيج الحوضي لاحواض منطقة الدراسة

ت	الحوض	النسيج الحوضي
1	يراو	6.1
2	ابو جرب الشرقي	7.8
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

5- التكامل الهبسومتري (Hi) Hypsmetric Integral

يعتبر التكامل الهبسومتري من ادق المعاملات التي تمثل الفترة الزمنية التي يقطعها الحوض من الدورة التحاتية (تراب، 1997، صفحة 271). وهو اسلوب كمي يعتمد عليه للمقارنة بين احواض التصريف، واول من استخدم هذا الاسلوب (ستراهلر) بهدف تحليل معدلات النحت في حوض التصريف ومن خلاله يمكن تحديد الدورة الجيومورفولوجية بالطرق الرياضية ، وبشكل كمي ، وقد بين (ستراهلر) ان التكامل الهبسومتري خلال مرحلة الشباب يكون مرتفعا حتى يصل الى (8.0) مما يدل على ان الوادي يتخذ جوانب ذات انحدار شديد، وقد وصف هذه المرحلة على انها غير متزنة ، اما مرحلة النضج فتراوحت بين (0.4-0.6) اما مرحلة الشيخوخة فتتمثل بـ(0.125) فأقل (العينين ح.، 1966، صفحة 75) ، ويمكن ايجاده من المعادلة الاتية (مصطفى ، 1982 ، صفحة 217) ، وجدول (16). بلغت قيمة التكامل الهبسومتري لحوض وادي يراو (0.3) ووادي ابو جرب الشرقي (0.4) وهذه القيم تدل على ان الحوضين في مرحلة النضج .

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

جدول (16) التكامل الهبسومتري لاحواض منطقة الدراسة

ت	الحوض	التكامل الهبسومتري
1	يراو	0.3
2	ابو جرب الشرقي	0.4
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)		

6- المعامل الهبسومتري (Hc) Hypometric Coefficient

ان العامل الهبسومتري عبارة عن مقياس زمني يعبر عن المرحلة الحتية التي تمر بها الاحواض المائية أو جزء من اجزائها، مع بيان كمية المواد الصخرية التي تنتظر دورها تباعا في العملية الحتية (سلامة، أصول الجيومورفولوجيا ، ط 1، 2004، صفحة 183)، اي انها تدل على المرحلة الجيمومورفولوجية التي وصلت اليها احواض التصريف ، يمكن استخراج المعامل الهبسومتري من خلال المعادلة الاتية (الدراجي، الجيومورفولجيا التطبيقية ، ط 1، 2019، الصفحات 111-112):

$$\text{المعامل الهبسومتري} = \frac{\text{الارتفاع النسبي للحوض}}{}$$

المساحة النسبية للحوض

ويتم استخراج الارتفاع النسبي للحوض من خلال المعادلة الآتية:

الارتفاع النسبي = النسبة بين ارتفاع أي خط كنتور مختار (م) / اقصى ارتفاع في الحوض (م)

اما المساحة النسبية للحوض فيتم استخراجها من خلال المعادلة الآتية:

المساحة النسبية = النسبة بين المساحة المحصورة بين أي خط كنتور ومحيط الحوض / المساحة الكلية للحوض (كم2)

ان المنحنى الهبسومتري المصمم بالنسب المئوية له أهمية بالغة ويدل المنحنى الهبسومتري على المرحلة الجيومورفولوجية التي يمر بها حوض التصريف، اذ ان المنحنى اذا وقع بشكل ممتد تعبيرا عن نقطة الأساس فيعني مرحلة الشباب، اما اذا كان في موقع متوسط فهذا يعني مرحلة النضج، من خلال جدول (17) و (18) والشكلين (1)(2) يتبين ان احواض منطقة الدراسة في مرحلة الشباب وذلك لكونه المنحنى يقع بشكل ممتد.

جدول(17) المنحنى الهبسومتري لحوض وادي يراو

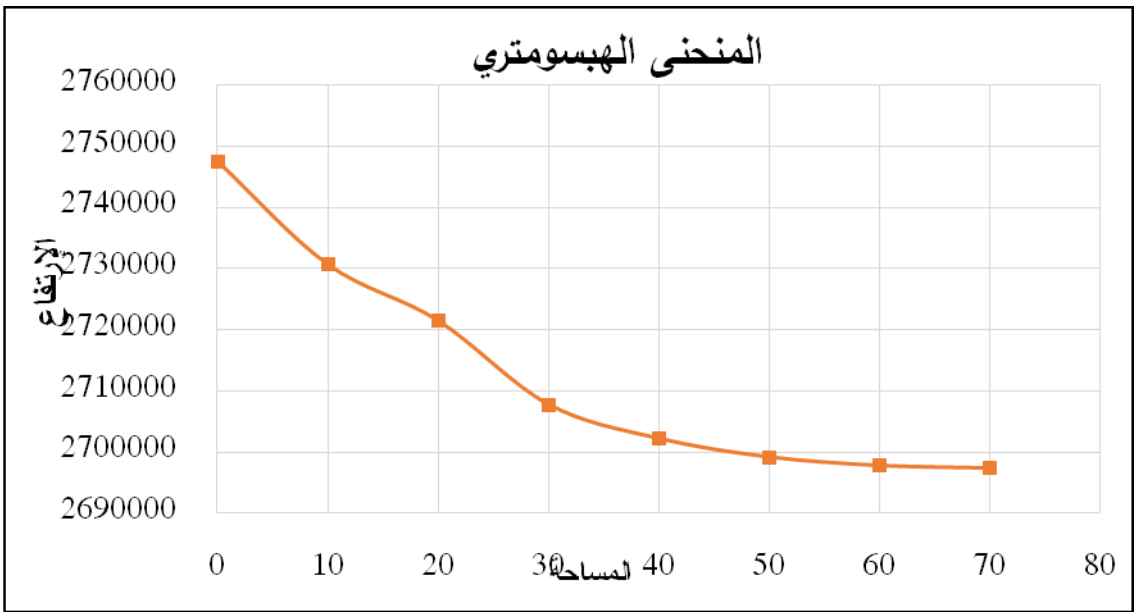
الارتفاع الادنى(م)	الارتفاع الاعلى (م)	الارتفاع النسبي الاقل (م)	المساحة المحصورة /كم^2	المساحة النسبية %
10	30	0.04	11.01	19.50
30	50	0.12	14.98	26.53
50	70	0.20	11.79	20.88
70	90	0.28	6.11	10.82
90	110	0.36	3.94	6.98
110	130	0.44	2.97	5.26
130	150	0.52	4.04	7.15
150	180	0.60	1.63	2.88
المجموع			56.47	%100

المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)

جدول(18) المنحنى الهبسومتري لحوض وادي ابو جرب الشرقي

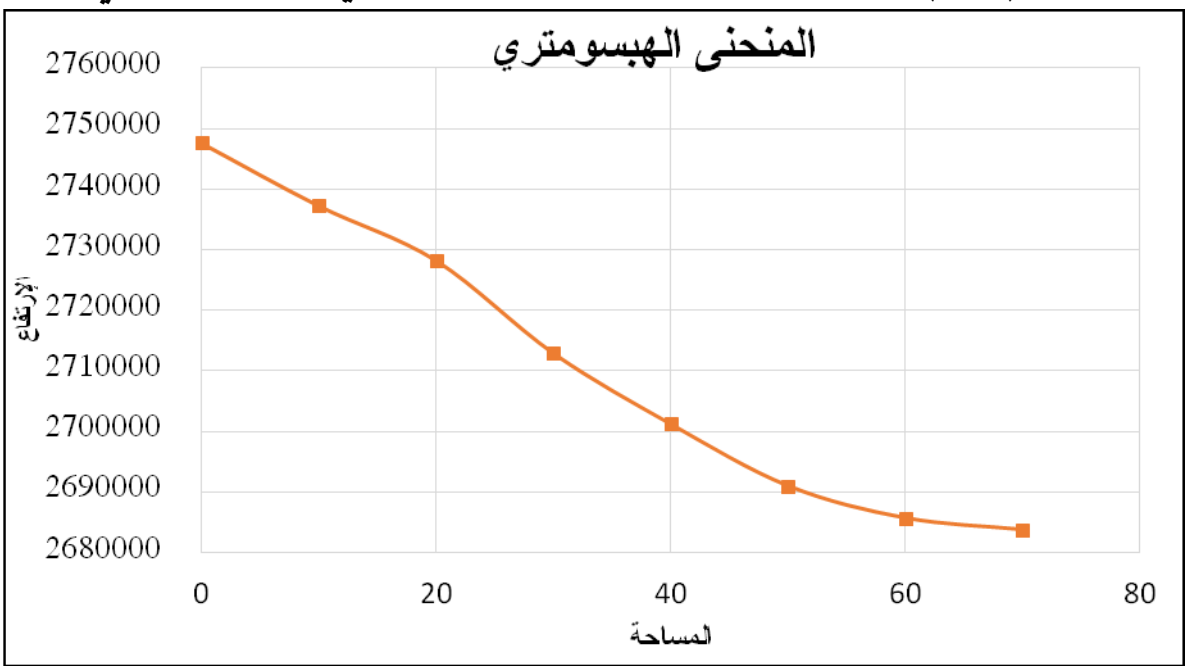
الارتفاع الادنى(م)	الارتفاع الاعلى (م)	الارتفاع النسبي الاقل (م)	المساحة المحصورة /كم2	المساحة النسبية %
10	50	0.04	55.12	46.33
50	90	0.20	10.39	8.73
90	130	0.36	9.04	7.60
130	170	0.52	15.35	12.90
170	210	0.68	11.65	9.79
210	250	0.84	10.21	8.58
250	290	1.00	5.27	4.43
290	340	1.16	1.93	1.62
المجموع			118.96	%100
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)				

شكل (1) المعامل المنحنى الهبسومتري لحوض وادي يراو



المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)

شكل (3-2) المعامل المنحنى الهبسومتري لحوض وادي ابو جرب الشرقي



المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) وبرنامج (ArcMap V.10.8)

4- خصائص شبكة الصرف المائية Properties Networrk Drainage:

تتكون الشبكة المائية لأي حوض من الروافد الرئيسية والثانوية، اضافة الى المجرى الرئيسي في الحوض المائي، وقد اعتمدت هذه الدراسة على طريقة ستراهلر، لسهولتها ووضوحها في تحديد مراتب شبكات التصريف

والتي تشير الى ان المجاري الصغيرة التي لا تصب فيها اية مسيلات او جداول اخرى تعد مجاري من المرتبة الاولى، وعند التقاء مجرى مائي من المرتبة الأولى مع مجرى آخر من نفس المرتبة يتكون مجرى من المرتبة الثانية، وعند التقاء مجرى المرتبة الثانية مع مجرى من المرتبة الثانية يتكون مجرى من المرتبة الثالثة وهكذا الى ان يصل الى المجرى الرئيس الذي يمثل اعلى مرتبة في الحوض (Strahler, 1964, p. 461). ان عملية التعرف على درجة الرتبة النهرية (التي تتكون منها الاحواض) تفيد عند دراسة كمية التصريف المائي الخاصة بكل واد وبالتالي لها انعكاس على تخمين قدرة تلك الاحواض على الحت والترسيب ومن ثم الحد من تأثيرها على استخدامات الاراضي المختلفة والمجاورة للحوض (الداغستاني و العلاف، 1990، صفحة 99)، وتتمثل خصائص الشبكة المائية التي تم دراستها كما يأتي:

1- اعداد واطوال المراتب النهرية Number of Stream Orders

اعتمدت الدراسة على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بعد ادخاله الى برنامج Arc Map 10.8 ، واشتقاق الشبكة النهرية مع الاحواض في منطقة الدراسة، ويظهر من الجدول (19) والخريطة (4) ان عدد المراتب النهرية لوادي يراو بلغت بلغت ستة مراتب، وهي متباينة في اعدادها واطوالها، فقد بلغت اعداد المرتبة الاولى (993) بنسبة (46.71%)، والمرتبة الثانية (418) بنسبة (24.75%) والمرتبة الثالثة (260) وبنسبة (13.75%)، والمرتبة الرابعة (160) بنسبة (8.62 %) والمرتبة الخامسة (131) بنسبة (6.07 %) اما المرتبة السادسة (1) بنسبة (0.10 %) . اما عدد المراتب النهرية لوادي ابو جرب الشرقي جدول (20) فقد بلغت ستة مراتب أيضاً، وهي متباينة في اعدادها واطوالها، فقد بلغت اعداد المرتبة الاولى (2087) بنسبة (49.174%)، والمرتبة الثانية (916) بنسبة (23.674%) والمرتبة الثالثة (479) وبنسبة (12.130%)، والمرتبة الرابعة (254) بنسبة (5.864 %) والمرتبة الخامسة (348) بنسبة (8.256 %) اما المرتبة السادسة (1) بنسبة (0.901 %) .

جدول (19) المراتب النهرية لحوض وادي يراو

المرتبة	العدد	النسبة %	الطول بالـ(كم)
الأولى	993	46.71	165.53
الثانية	418	24.75	87.69
الثالثة	260	13.75	48.71
الرابعة	160	8.62	30.55

الخامسة	131	6.07	21.52
السادسة	1	0.10	0.34
المجموع	1963	100	354.33
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) ، وبرنامج (ArcMap V.10.8)			

جدول (20) المراتب النهرية لحوض وادي ابو جرب الشرقي

المرتبة	العدد	النسبة %	الطول بالـ(كم)
الأولى	2087	49.174	351.65
الثانية	916	23.674	169.29
الثالثة	479	12.130	86.74
الرابعة	254	5.864	41.93
الخامسة	348	8.256	59.04
السادسة	1	0.901	6.45
المجموع	4085	%100	715.10
المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM) ، وبرنامج (ArcMap V.10.8)			

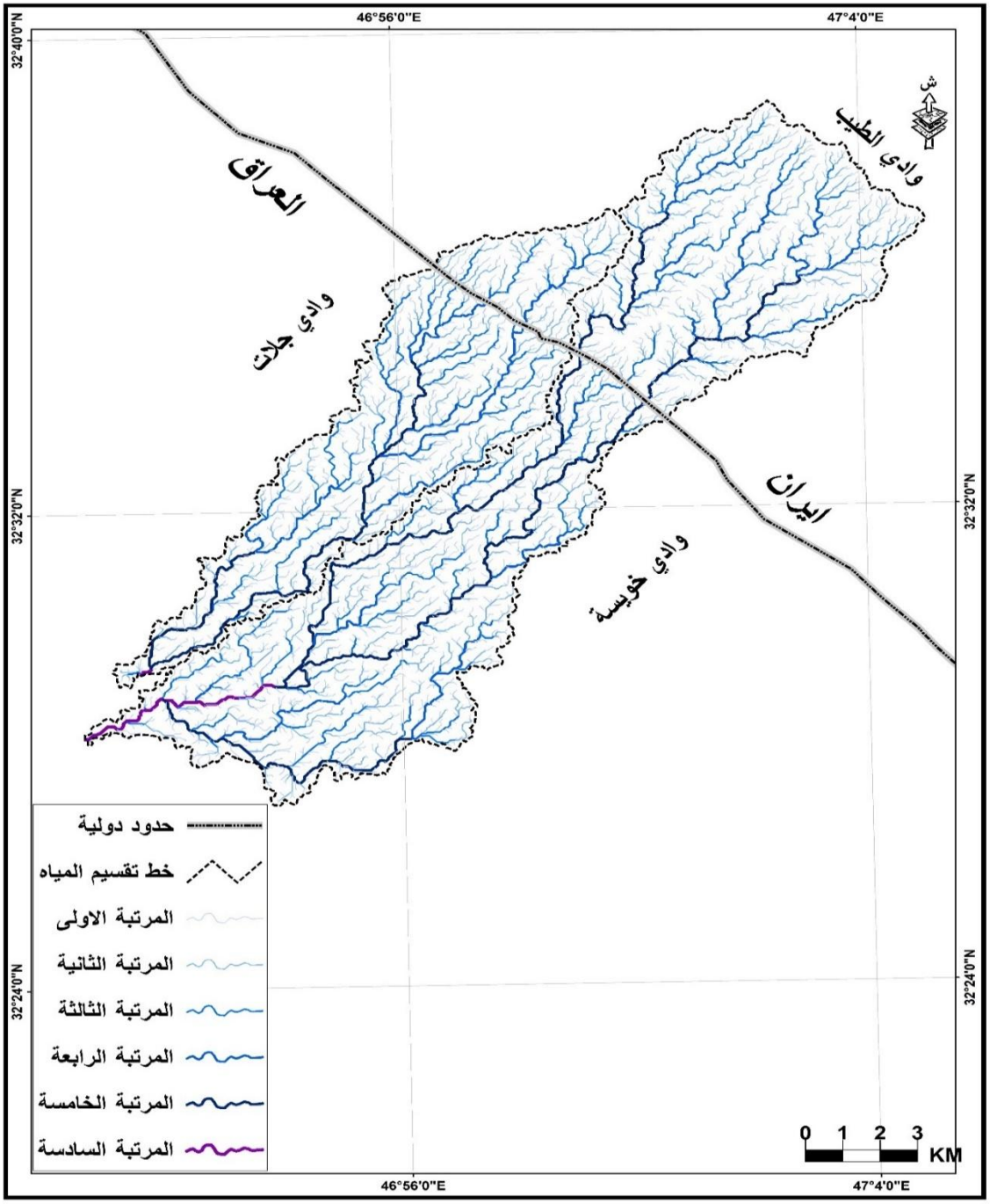
2- نسبة التشعب Bifurcation Ration (Rb)

تعد من المقاييس المهمة لأنها احدى العوامل التي تتحكم في معدل التصريف، فعندما تنخفض نسبة التشعب ترتفع احتمالية حدوث اخطار الفيضانات والسبب ذلك يعود الى ازدياد حجم الجريان المائي لاسيما زيادة حجم الموجات المائية بعد تساقط الامطار، ويمكن استخراجها وفقاً للمعادلة الاتية (Subhash, 2011, p. 63):

$$\text{نسبة التشعب النهري} = \frac{\text{عدد الأنهار من مرتبة معينة}}{\text{عدد الأنهار من المرتبة التي تليها}}$$

يتضح من الجدول (21) ان معدل نسبة التشعب لحوض وادي يراو بلغت (27.6) وهي نسبة مرتفعة تدل على قلة الانتظام والتشعب ذلك نتيجة اختلاف العوامل الطبيعية في هذا الحوض من حيث البنية الجيولوجية والتركيب الصخري للحوض والمتمثلة بقلة صلابتها وهشتها. كما انها تدل على زيادة عمليات التعرية وزيادة الكفاءة للمجاري المائية في نقل الرواسب وكثرة تطور المجاري الخاصة بالمرتبة

خريطة (4) المراتب النهرية لاحواض منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM)، بدقة 12.5 متر، لعام 2023 ، وبرنامج (ArcMap V.10.8)

الأولى والثانية والتي تتم من خلال عملية الاسر النهري أو التقاء الرتب الأولى بمجرى واحد يتبعها تشكيل المرتبة الثانية حسب راي (ستراهلر). اما معدل نسبة التشعب لحوض وادي أبو جرب الشرقي بلغت (71) جدول (22)،

وهي نسبة مرتفعة جدا تدل على قلة الانتظام والتشعب ذلك نتيجة اختلاف العوامل الطبيعية في هذا الحوض من حيث البنية الجيولوجية والتركيب الصخري للحوض والمتمثلة بقلة صلابتها وهشاشتها، كما انها تدل على زيادة عمليات التعرية وزيادة الكفاءة للمجاري المائية في نقل الرواسب وكثرة تطور المجاري الخاصة بالمرتبة الأولى والثانية والتي تتم من خلال عملية الاسر النهري أو التقاء الرتب الأولى بمجرى واحد يتبعها تشكيل المرتبة الثانية حسب رأي (ستراهلر).

جدول (21) المراتب النهرية لنسب التشعب لحوض وادي يراو وأبو جرب الشرقي

يراو			أبو جرب الشرقي		يراو	أبو جرب الشرقي
المرتبة	العدد	نسبة التشعب	العدد	نسبة التشعب	معدل نسبة التشعب	
الأولى	993	2.38	2087	2.28	27.6	71
الثانية	418	1.61	916	1.91		
الثالثة	260	1.63	479	1.89		
الرابعة	160	1.22	254	0.73		
الخامسة	131	131.00	348	348.00		
السادسة	1	–	1	–		

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على جدول (المراتب النهرية) (19) (20)

3- كثافة شبكات الصرف المائية (Dd) Drainage Density

تعني درجة انتشار وتفرع الشبكة النهرية ضمن مساحة محددة، ولها أهميتها في التأثيرعلى سرعة الجريان ومعدل التصريف اثناء سقوط الامطار، اذ تزداد سرعة الجريان بزيادة كثافة التصريف بما ينعكس على عمليات الحت النهري ، كما ان انخفاض التدفق في المساحات ذات الكثافة العالية التصريف يزداد ويتقطع من مكان لآخر بحسب طبيعة الوادي واتساع المجرى، وغزارة المطر، ودرجة انحدار السطح ،وتأثير الغطاء النباتي الذي يعرقل سير عملية التدفق (محسوب، جيمورفولجية الاشكال الارضية ، ، 2001، صفحة 215). وتقسم كثافة الصرف على قسمين هما: كثافة الصرف الطولية، وكثافة الصرف العددية، والتي تدعى احياناً بالتكرار النهري ولكل من هذين المفهومين دلالة جيومورفولوجية خاصة على الرغم من شمولهما بعنوان واحد وكما يلي:

1 – كثافة الصرف الطولية (Ldd) Longitudinal Drainage Density

عبارة عن مجموع أطوال المجاري المائية في حوض التصريف مقسوماً على مساحته. يوجد علاقة مباشرة بين كثافة الصرف الطولية وطبيعة المناخ السائد، من حيث درجات الحرارة، وكميات التساقط المطري، اذ انها ذات

ارتباط طردي مع الامطار وعكسي مع درجات الحرارة (العبدان ، مصدرسابق ، صفحة 182) ،ويمكن حسابها وفقا للمعادلة الآتية (R.sakthivel, 2014, p. 206):

$$\text{كثافة الصرف الطولية} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري(كم)}}{\text{مساحة الحوض(كم2)}}$$

ووفقا لتصنيف ستراهلر 1975 الذي قسم كثافة الصرف في الاحواض الى الأصناف الأتية (Strahler.A.N., 1975, p. 426):

كثافة صرف منخفضة بين (1.9–2.5) كم/كم^2.

كثافة صرف متوسطة بين (2.5–12.4) كم/كم^2.

كثافة صرف عالية بين (12.4–24.4) كم/كم^2.

كثافة صرف عالية جدا كثر من (25) كم/كم^2.

بلغت كثافة الصرف الطولية لوادي يراو (6.04 /كم^2) بلغت كثافة الصرف الطولية لوادي ابو جرب الشرقي (5.81 /كم^2) وهي تدل على كثافة صرف متوسطة ، مما يدل على ان الحوض يقع ضمن تكوينات ذات نفاذية عالية تسمح بانسياب المياه الى باطن التربة إضافة الى درجات الحرارة العالية وقلة كثافة الغطاء النباتي في الحوض.

2 – كثافة الصرف العددية (التكرار النهري) River Repetiton

تعد من المقاييس الهامة التي توضح تكرار المجاري النهرية بجميع رتبها على مساحة الحوض لكل كيلومتر مربع، ويأخذ بالحسبان اعداد الاودية النهرية دونما اعتبار لأطوالها، ولهذا المقياس اهمية في تحديد الخصائص الهيدرولوجية ودوره في التعرف على شدة تقطع الحوض في كل كيلومتر مربع من الحوض نفسه، ويتم استخراجه وفقاً للمعادلة الاتية (Horton, 1932, p. 283):

$$\text{كثافة الصرف العددية} = \frac{\text{مجموع عدد المجاري بجميع رتبها (كم}^2\text{)}}{\text{مساحة الحوض(كم}^2\text{)}}$$

بلغت كثافة الصرف العددية لوادي يراو (33.5 مجرى /كم^2)

بلغت كثافة الصرف العددية لوادي ابو جرب الشرقي (33.2 مجرى /كم^2)

4– معدل بقاء المجرى Channel Survival Rate (Csr)

هو مقياس يعبر عن ثبات بقاء المجرى المائي للحوض متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية الواحدة(كم) من مجاري شبكة التصريف بالمياه، اذا ان ارتفاع قيمته تدل على اتساع المساحة الحوضية

على حساب المجاري المائية المحددة للطول، والذي يتم الحصول عليه من خلال حاصل قسمة المساحة الكلية للحوض على مجموع اطوال المجاري في الحوض وفقا للمعادلة التالية:

$$\text{معدل بقاء المجرى} = \frac{\text{المساحة (كم}^2\text{)}}{\text{مجموع اطوال المجاري(كم}^2\text{)}}$$

بلغ معدل بقاء المجرى يراو (0.17) ، اما ابو جرب (5.81) ، مما يدل على انخفاض معدل بقاء المجرى والذي يرتبط بالمرحلة الحتية اذ ان الوادي في بداية مرحلته الحتية (الشباب) حيث تتقارب مجاريه النهرية وتقل المسافات بينها، وقلة اتساع المساحة الفاصلة بين الاودية النهرية التي تمر في مرحلة الشباب.

5- أنماط التصريف Conjugation Patterns (Cp)

يقصد بها الشكل الذي تظهر المجاري المائية عليه وعلاقتها مع الروافد وزوايا التقائها ببعضها البعض، وترتبط اشكال التصريف بالبنية الجيولوجية (عمران و الساعدي ، 2020، الصفحات 88-105). وتعتبر انماط التصريف نتيجة للتأثيرات المناخية والصخارية والتضاريسية والبشرية على حوض التصريف، وقد ذكر زرينتز (Zernits) اهم العوامل التي تتحكم في اشكال التصريف النهري والتي تتمثل بالآتي (العينين ح.، 1990، صفحة 144):

1 - طبيعة الانحدار .

2 - أختلاف التركيب الصخري ، ونظام بنية الطبقات، ومدى التجانس الصخري .

3 - تأثير حركات الرفع والتصدع في تعديل شكل التصريف النهري.

4 - الظروف المناخية التي يتعرض لها وخاصة التساقط.

5 - التطور الجيومورفولوجي لحوض النهر.

تخضع الشبكة النهرية في تطورها لبعض المعطيات البنائية والصخرية والمناخية اذ تعكس في انماط انتشارها مدى تأثرها بهذه المعطيات، ومن ثم يمكن ان تختلف انماط الشبكة المائية في الاحواض المائية من منطقة لاخرى، ماينعكس في الخصائص الاخرى لشبكات القنوات المائية (سلامة، أصول الجيمور فولجيا ، 2013، صفحة 190).تتباين انماط التصريف وفقا للظروف الجيولوجية، وحجم كمية التساقط المطري اضافة الى درجة انحدار سطح الارض ونوع الغطاء النباتي في احواض منطقة الدراسة، ولشبكات التصريف النهري انماط متعددة ، ومن بين اهم الانماط التصريفية الرئيسية في منطقة الدراسة الآتي :

1- النمط الشجري

يسود هذا النمط في مناطق الصخور الرسوبية المتجانسة أو فوق تكوينات نارية صلبة متجانسة كالجرانيت، وفيه تتشعب المجاري النهرية إلى حد يشبه الشجرة حيث تلتقي الروافد بعضها ببعض وبالنهر الرئيسي بزوايا حادة (المحمد، 2010، صفحة 186).يظهر هذا النمط بوضوح في المنابع العليا من احواض منطقة الدراسة بسبب عامل الانحدار العام لسطح الارض الذي عمل على تكوين مجاري نهرية تلتقي مع بعضها على شكل زوايا حادة، ونادراُ ما تزيد زاوية اتصال الروافد الثانوية بالرئيسة عن تسعون درجة، وبتزايد تشكيل الروافد الثانوية للمجاري النهرية بمرور الزمن يتكون في النهاية نظام نهري اشبه بشجرة بافرع متعددة .

2- النمط المتوازي

وتكون ذات انحدارات طولية وبنية صخرية صلبة، اي انه ينشأ في المناطق التي تتميز بوجود طبوغرافية مقعرة طولية وتوازيها محدبات طولية اذ تساعد على ايجاد اودية طولية تمتد مجاريها في شكل يوازي بعضها البعض الاخر (دي، 1975، صفحة 54)، وتساعد هذه الحالة على خلق الانهار الطولية التي تشق المقعرات السطحية، وتمتد مجاريها موازية لبعضها البعض، وتكاد تنفصل أوديتها بمسافات متساوية. وغالبا ما تتصل الروافد بمجاريها الرئيسة بزوايا قائمة كما يظهر في عموم منطقة الدراسة، ومن خصائص هذا النمط هو تكوين اودية منفصلة بمسافات متساوية تقريباً والتي تعمل على وصول المياه الى المجرى الرئيس بعد تساقط الامطار بسرعة فائقة مسببة الفيضانات.

3- النمط المتعامد :

ينشأ هذا النمط على طول امتداد الصدوع او المفاصل الصخرية المتعامدة من دون ان يكون له امتداد اقليمي واسع (سلامة، أصول الجيومورفولوجيا ، ط 1، 2004، صفحة 190). فهو يوجد في المناطق التي مرت بالتصدع، حيث تتبع هذه الجداول الطرائق الاقل مقاومة، وبناء على ذلك فهي تتركز في الاماكن التي تتميز صخورها بهشاشتها وانكشافها، وتدخل المجرى الرئيس بشكل زوايا قائمة تقريباً كما يظهر في الخريطة (4) .

4- النمط المركزي :

يصف هذ النمط من التصريف النهري المجاري التي تتجه صوب منخفضات حوضية من عدة اتجاهات مختلفة، كما ينتشر في طبوغرافية المنخفضات الصحراوية اذ تنحدر الجريانات النهرية من مناطق تقسيم المياه المحيطة بالمنخفض باتجاه وسط المنخفض الذي يمثل مستوى الاساس لهذه الاقنية (فريدة، 1990، صفحة 119).

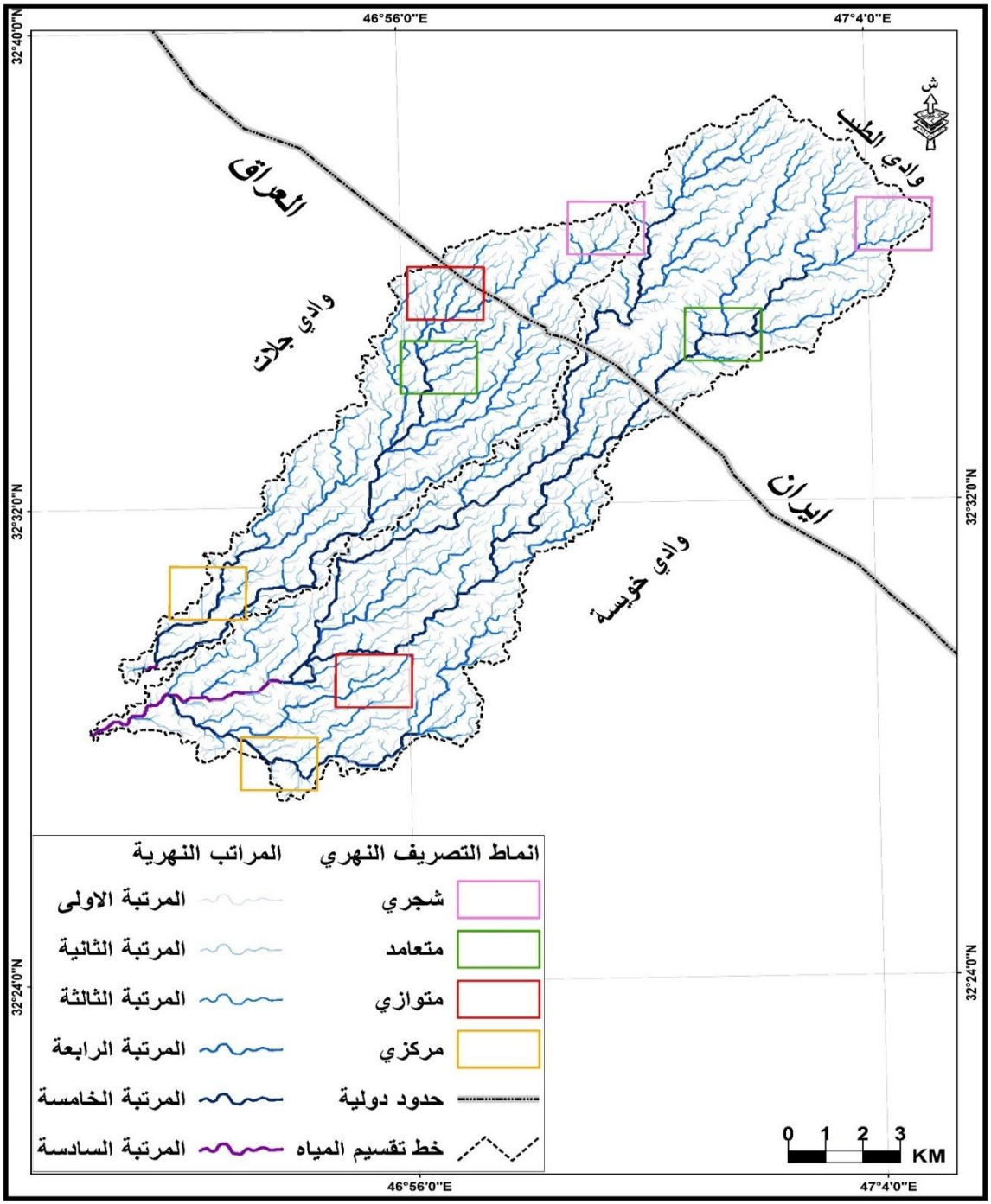
4- المقاطع التضاريسية:

تقع في منطقة الدراسة (حوضيّ واديي يراو وأبو جرب الشرقي) نوعين من المقاطع التضاريسية والتي سنتناولها بالشكل الاتي :

1- المقاطع الطولية لاحواض منطقة الدراسة:

يعرف المقطع الطولي على انه التدرج بالارتفاع في الوادي لأيّ حوض نهري من المنبع إلى المصب ، ويرتبط شكل المقطع الطولي للوادي بنوعية التكوينات الصخرية من حيث درجة صلابتها والفعل الحتي للمياه الجارية والحركات الارضية ولهذه العوامل تأثير في مدى انسيابية المقطع الطولي للوادي، وهو يمثل القوس الذي يحدد انحدار المجرى الرئيسي على طول امتداده من منبعه وحتى مصبه (بحيري، 1979، صفحة 122). ويتأثر المقطع الطولي للحوض بنوع الصخور والحركات البنائيّة ومناخ المنطقة، فضلًا عن النشاط الجيومورفولوجيّ للمياه الجارية من نحت وإرساب، ويزداد انحدار القطاع في المناطق ذات الصخور الصلبة، ويتناقص في المناطق ذات الصخور اللينة، فالمقطع الطولي الذي يمتاز بالاستقامة والاستواء يمثل مرحلة متطورة من الدورة الجيومورفولوجيّة (الشيخوخة)، والمقطع المقعر يمثل مرحلة الشباب (العجيلي ، 2005 ، صفحة 310). أن لشكل المقطع الطولي مدلولات وصفية توضح المراحل الجيومورفولوجية التي تمر بها الأودية والتي تعكس الظروف الجيولوجية التي ادت الى رفع او خفض مستوى القاعدة للتعرية كما تفسر طبيعة التغيرات المناخية وتأثيرها في قابلية النهر في التعرية والارساب، فضلاً عن نوعية الطبقات الصخرية على طول مجرى النهر والتي تؤثر في تباين عملية الحت اذ تدل المقاطع المحدبة على مرحلة الشباب، والمنتظمة

خريطة (4) أنماط التصريف النهري

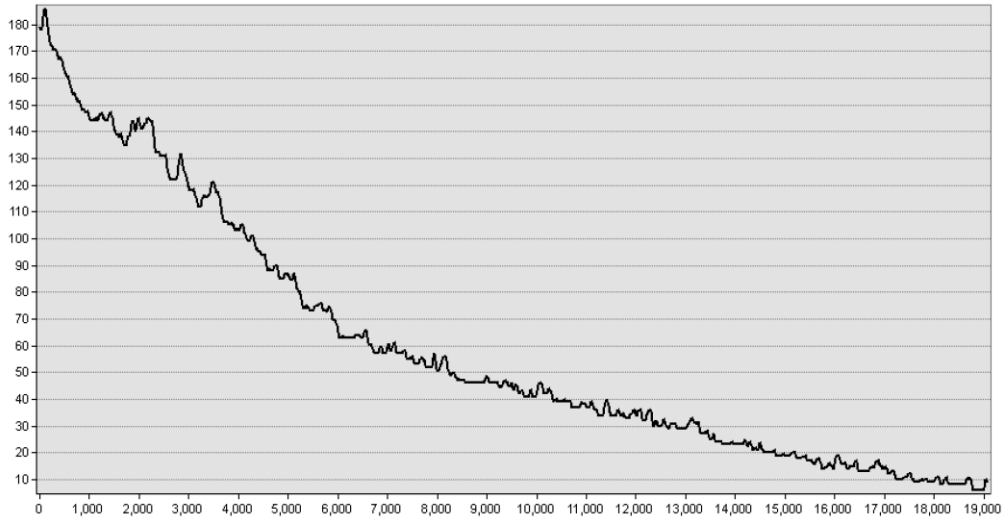


المصدر: بالاعتماد على ملف الارتفاعات الرقمية (DEM)، بدقة 12.5 متر، لعام 2023 ، وبرنامج (ArcMap V.10.8)

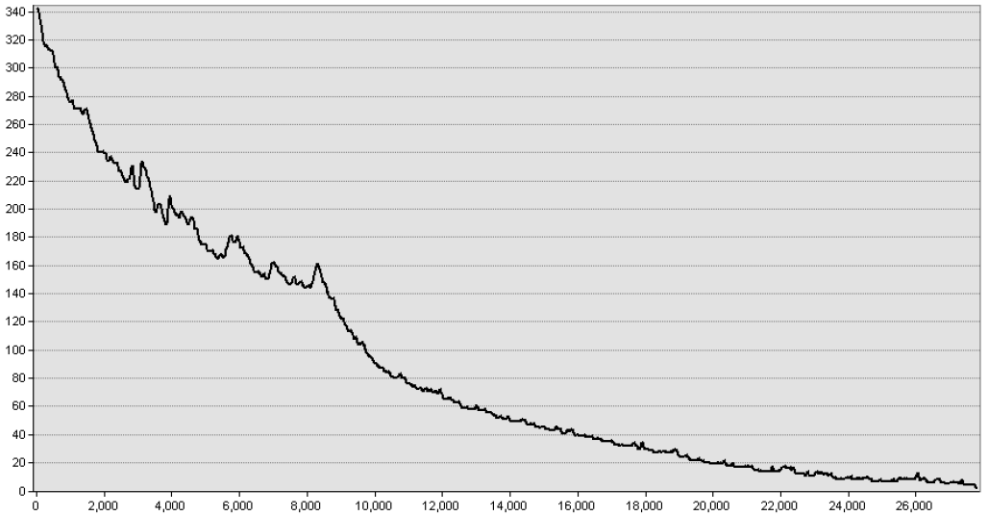
على مرحلة النضج ، في حين تدل المقاطع المقعرة على مرحلة الشيخوخة (Thornbury, 1954).

تم الاعتماد على نموذج الارتفاعات الرّقميّة (DEM) وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcMap V.10.8)، في رسم المقاطع الطولية لكل من حوض وادي يراو ووادي ابو جرب الشرقي، ومن خلال شكل (3) و(4)مايبينه المقطع الطولي للحوضين (وادي يراو ووادي ابو جرب الشرقي) نجد انهما محدبين في الاعلى مما يعني ان الجزء الاعلى لكلا الحوضين يمران بمرحلة الشباب المبكر ما يعني ان عوامل النحت والارساب لا تزال مستمرة ونشطة، ويتمتع بقدرة على النحت والتعرية في مناطق القاع والجوانب، وهذا مرتبط بحجم وكمية الامطار الساقطة سنويا على الواديين .

مقطع طولي (3) لحوض وادي يراو



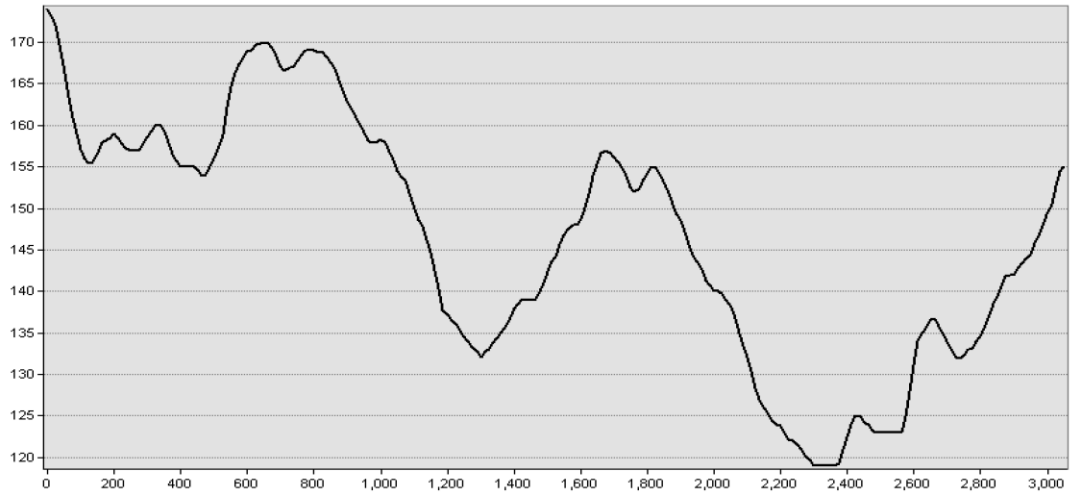
مقطع طولي (4) لحوض وادي ابو جرب الشرجي



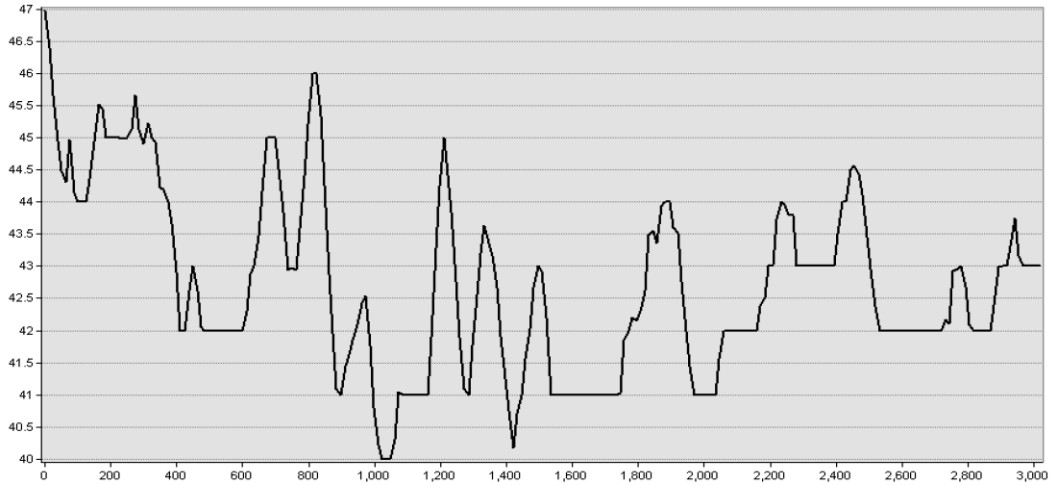
2- المقاطع العرضية لاحواض منطقة الدراسة:

المقاطع العرضية هي وسيلة أخرى لمعرفة تطور الوديان ضمن الدورة الجيومورفولوجيّة، وتعكس الخصائص الانحداريّة لجوانب الأودية وعلاقتها بتنوع العمليات الجيومورفولوجيّة، من تجوية وانزلاقات أرضيّة، وتساقط صخريّ، وانجراف تربة، وتأثير ذلك على مقدار الصرف السطحي داخل الحوض، ومن ثم معرفة حجم المواد المنقولة أو التعرية(العجيلي ، 2005 ، مصدر سابق ، صفحة310) ، فالمقاطع العرضية تعكس خصائص الانحدار لجوانب الأودي وعلاقتها بتنوع العمليات الجيومورفولوجية من تجوية وتعرية، وانزلاقات أرضية، وتساقط صخري، وانجراف تربة، التي لها علاقة في زيادة الرواسب التي ينقلها الوادي(الخفاجي ، 2007 ، صفحة 93). تم الاعتماد على نموذج الارتفاعات الرّقميّة (DEM) وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcMap V.10.8)، في رسم المقاطع العرضية التي تم خلالها اخذ ثلاثة مقاطع عرضية لكل حوض (وادي يراو ووادي ابو جرب الشرقي) ابتداءاً من منطقة المنبع ومنقطة وسط الحوض وصولاً الى منطقة المصب، . ومن ملاحظة المقاطع (5–10) و التي تمثل المقاطع العرضية لكل من حوضي وادي يراو ووادي ابو جرب الشرقي ، والتي تبين لنا هذه المقاطع الاضطرابات التكتونية والتنوع الصخري والتغيرات المناخية التي تتعرض لها المساحة الحوضية (Leet, Sheldon , & Marvin, 1965, p. 273)

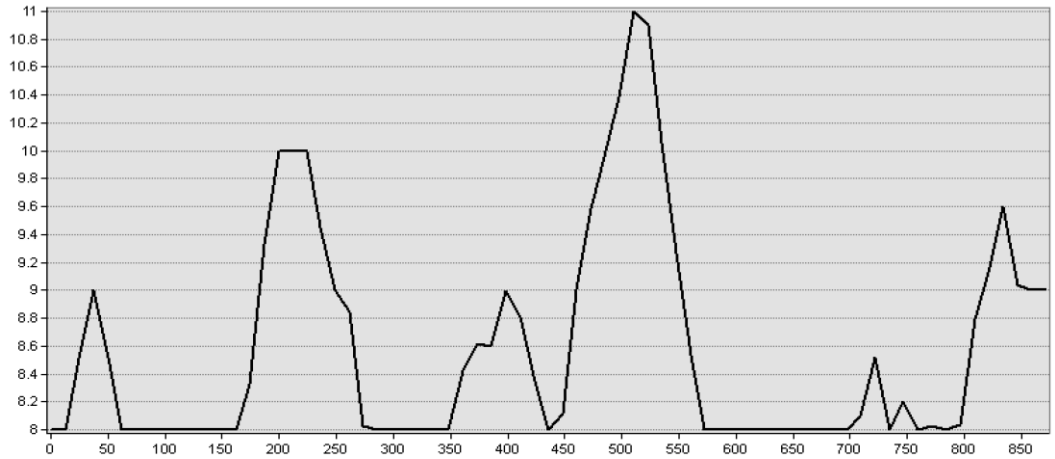
مقطع عرضي (5) اعلى وادي لوادي يراو



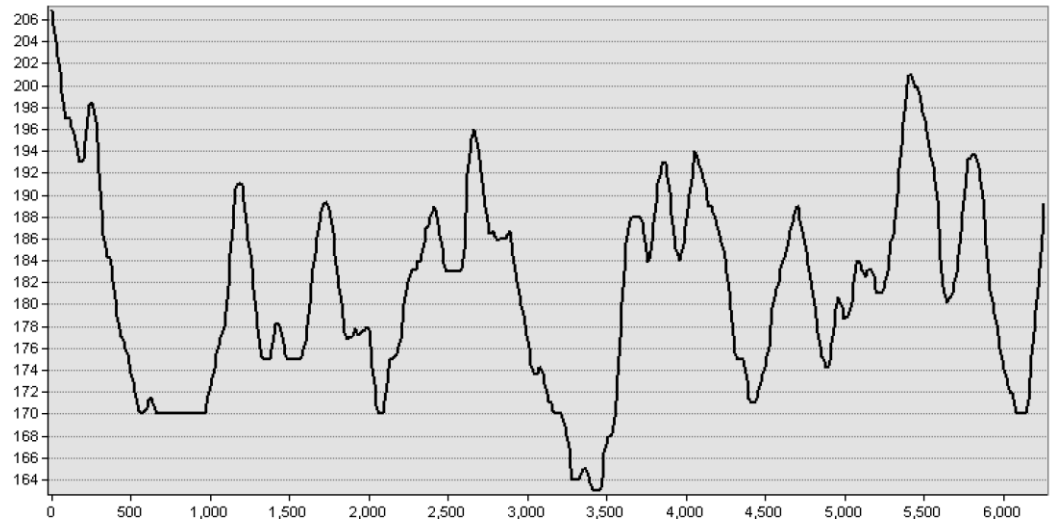
مقطع عرضي (6) وسط وادي يراو



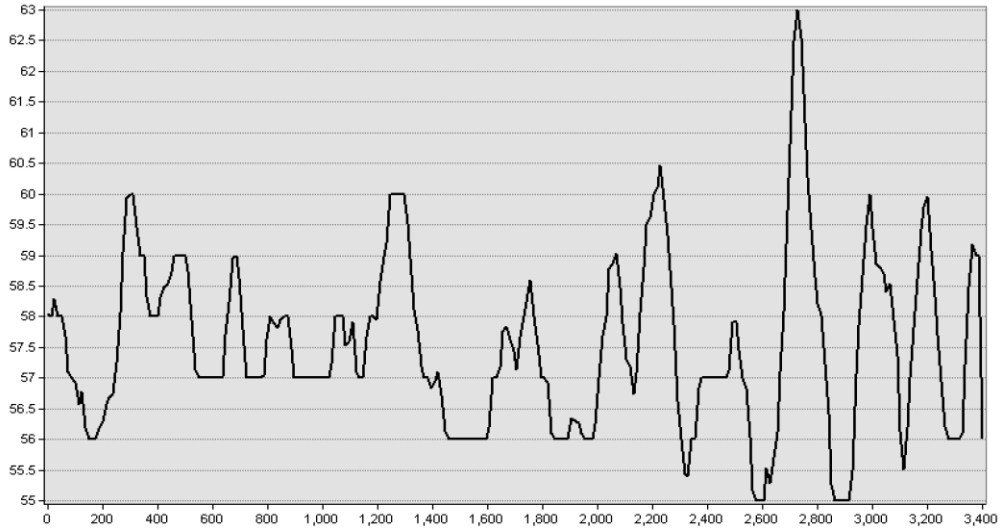
مقطع عرضي (7) ادنى وادي يراو



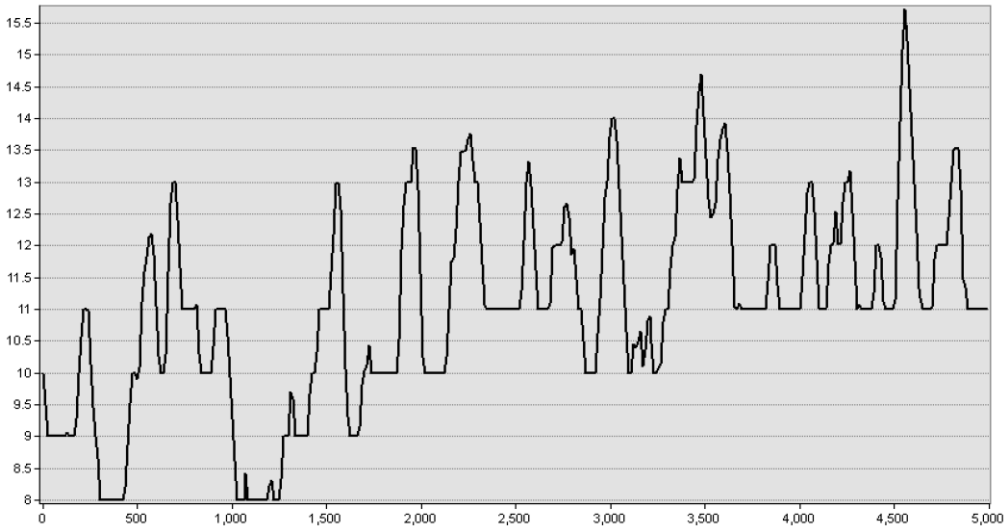
مقطع عرضي (8) اعلى وادي ابو جرب الشرقي



مقطع عرضي (9) وسط وادي أبو جرب الشرقي



مقطع عرضي (10) ادنى وادي ابو جرب الشرقي



الاستنتاجات

1. بينت الدراسة ان مساحة حوض يراو بلغت (58.68) كم^2 وبنسبة (32.30%) ويظهر منه (4) أحواض فرعية ، أما حوض أبو جرب الشرقي بلغت مساحته (122.99) كم^2 وبنسبة (67.70%) ويظهر منه (10) أحواض فرعية .

2. تبين أن طول أحواض منطقة الدراسة بلغت (47.78) كم^2 وبنسبة (26.29%)، وبينت اختلاف بين أطوال الحوضيين ، وان حوض أبو جرب الشرقي أطول من حوض يراو وهذا يعود الى سرعة وكمية المياه المنسابة ، بالإضافة إلى حجم المفصولات المنقولة والتي تعمل على نحت الحوض .

3. تبين أن هناك تقارب بين عرض الحوضين حيث بلغ في حوض يراو (2.95) كم اما في حوض أبو جرب الشرقي بلغ (4.41) كم .

4. أظهرت نتائج نسبة الاستطالة والاستدارة بأن حوضي (يراو وأبو جرب الشرقي) يبتعدان عن الشكل الدائري المنتظم ويميلان الى الاستطالة ، وذلك لانخفاض نسبة الاستدارة لكلاهما ، حيث بلغت نسبة الاستدارة (0.41) ، اما نسبة الاستطالة بلغت (0.89) وهذا يدل على أن الحوضين لا يزالا في بداية دورتهما الحتية ، أي انهما في مرحلة النضج المبكر .

5. تبين أن حوضي منطقة الدراسة يتباينان في نسبة المطابقة ، حيث بلغت (0.08) ، وكلاهما منخفظ وتدني نسبة الطابقة تدل على قلة الامتداد المائي وتصريف الجريان السطحي البطيء ونفاذية التربة العالية .

6. تبين أقتراب الحوضيين من الشكل المثلث وبلغت معامل شكل الحوض (0.31) وذلك لانخفاض قيمة معامل شكل الحوضيين حيث يتغير العرض من منطقة المنبع حتى منطقة المصب ، حيث تشكل منطقة المنبع قاعدة المثلث ورأسة عن المصب يعمل ذلك على انخفاض سرعة وصول موجات الفيضان وذلك لابتعاد المسيلات والجداول عن المصب الرئيسي .

6. تبين أن نسبة التضرس منخفضة لكلا الحوضيين ، وهذا يدل على قلة تضاريس الواديين ، وان كمية الرواسب المنقولة قلية أيضاً ، وان كلا الحوضين يمران بمراحلهما الأخيرة ، حيث بلغت (20.38) ، والاختلاف بين الحوضين يعود إلى أن طبيعة الصخور الموجودة في تركيبة حوض أبو جرب الشرقي تكون أكثر صلابة ومقاومة لعمليات الحت المائي على العكس من حوض يراو .

7. اظهرت قيمة الوعورة لكلا الحوضين انخفاض شديد حيث بلغت (2.95) وذلك يعود لانخفاض نسبة تضرس الحوضيين نتيجة لطبيعة الصخور ذات القابلية للتجوية والتعرية وضعف مقاومتها لعمليات الحت المائي ، لان الحوضيين لايزالا في مرحلة النضج.

8. تبين ان التكامل الهبسومتري يدل على أن الحوضيين في مرحلة النضج للدورة الحتية حيث بلغت(0.7) ، أما المعامل الهبسومتري (المنحني) أعطى نتائج بان الحوضيين في مرحلة الشباب حيث لكون المنحني يقع بشكل ممتد .

9. تبين بان المجرى الرئيسي لكلا الحوضين يقع في المرتبة الخامسة وفق تصنيف (Strahler) ، ونسبة التشعب لكلاهما مرتفعة بلغت في حوض يراو (27.6) أما في حوض أبو جرب الشرقي (71) هذا يدل على قلة الانتظام والتشعب نتيجة اختلاف العوامل الطبيعية في الحوضيين .

10. أظهرت المقاطع الطولية للحوضين بأنهما محدبين من الأعلى مما يعني أن الجزء الأعلى للحوضين يمران بمرحلة الشباب المبكر، وهذا يدل على أن عوامل النحت والأرساب لاتزال مستمرة ولها القدرة على النحت والتعرية في مناطق القاع والجوانب ، وهذا مرتبط بحجم وكمية الامطار الساقطة سنوياً على الحوضيين ، أما المقاطع العرضية تبين الاضطرابات التكتونية والتنوع الصخري والتغيرات المناخية التي تتعرض لها المساحة الحوضية للواديين .

قائمة المصادر

اولاً : الكتب

1.أبو العينين ، حسن السيد ، حوض وادي دبا في دولة الأمارات العربية المتحدة و جغرافيتها الطبيعية وأثرها في التنمية الزراعية ، مطبعة جامعة الكويت ، 1990.

2.أسماعيل فريدة ، الصور الجوية ، مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع ، الكويت ، 1990 .

3.بحيري ، صلاح الدين ، أشكال سطح الأرض، دار الفكر ، دمشق، 1979 .

4.جودة ، جودة حسنين ، محمد محمود عاشور، رسائل التحليل الجيومورفولوجي، ط1، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، 1991، ص328

5.الدراجي ، سعد عجيل مبارك ، الجيومورفولوجيا التطبيقية، ط1، دار الحداثة للطباعة والنشر، بغداد ،2019.

6.الدليمي ، خلف حسين ، الجيومورفولوجيا التطبيقية (علم شكل الأرض التطبيقي) ، الأهلية للنشر والتوزيع ، لبنان ، 2001.

7.الدليمي ، خلف حسن ، الجيومورفولوجيا التطبيقية (علم شكل الأرض التطبيقي) ، الأهلية للنشر والتوزيع ، الأردن ، عمان ، 2000.

8.سلامة ، حسن رمضان ، أصول الجيومورفولوجيا، ط1، عمان، الأردن، 2004.

9.سلامة ، حسن رمضان ، اصول الجيومورفولوجيا، عمان، دار المسيرة للطباعة والنشر، الطبعة الرابعة، 2013.

10.الصالحي ، سعدية عاكول ، عبد العباس فضيح الغريري، البيئة والمياه، ط1، مطبعة دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2004.

11.محسوب ، حمد صبري ، جيومورفولوجية الاشكال الارضية ،دار الفكر العربي، القاهرة، 2001.

12.الوائلي ، علي عبد الزهرة ، علم الهيدرولوجي والمورفومتري، مطبعة احمد الدباغ، بغداد ، 2012.

13.وليم دي ، ثورنبري ، أسس الجيمورفولوجيا، ترجمة وفيق حسين الخشاب، بغداد، جامعة بغداد، 1975.

الرسائل والاطاريح

1.محمد ، كاظم موسى ، الموارد المائية في حوض نهر ديالى في العراق واستثماراتها، اطروحة دكتوراه، كلية الادآب، جامعة بغداد، 1986.

2.العبدان ، رحيم حميد عبد ثامر ، الاشكال الارضية لحوض وادي عامج، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب ، جامعة بغداد، 2004.

3.مصطفى ، أحمد أحمد ، حوض وادي حنيفة بالمملكة العربية السعودية، دراسة جيومورفولوجية ، أطروحة كتوراه، قسم الجغرافيا، كلية الاداب، جامعة الإسكندرية، 1982.

4.العجيلي ، عبد الله جبار عبود ، وديان غرب بحيرة الرزازة الثانوية والأشكال الأرضية المرتبطة بها، دراسة في الجغرافية الطبيعية، اطروحة دكتوراه، كلية الاداب، جامعة بغداد، 2005.

5.الخفاجي ، ماجد حميد محسن ، الإشكال الأرضية في حوض وادي المالح، رسالة ماجستير، الجامعة المستنصرية، كلية التربية،2007.

المجلات والحوليات

1.أبو العينين ، حسن سيد احمد ، اصول الجيومورفولوجيا، (دراسة الاشكال التظاريسية لسطح الارض)، جامعة الامارات العربية، ط1، 1966.

2.باحميش ، فواز عبد الله ، وآخرون ، النمذجة الهيدرولوجية لتقييم مخاطر سيول هذبة كريتر (بمدينة صيرة – محافظة عدن – الجمهورية اليمنية) ، مجلة الدراسات الاستراتيجية للكوارث وإدارة الفرص ، المجلد 4 ، العدد 13 ، ألمانيا ، 2022.

3.تراب ، محمد مجدي ، التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي قصيب بالنطاق الشرقي في جنوب شبه جزيرة سيناء ،الجمعية الجغرافية المصرية، ط1، المجلد 2، العدد30، س29، 1997،

4.الداغستاني ، حكمت صبحي ، محمد يونس العلاف، التحليل الجيومورفولوجي للأحواض المائية في الأردن، مجلة الجامعة الاردنية، مجلد7، العدد 1990.

5.سلامة ، حسن رمضان ، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للاحواض المائية في الأردن، مجلة دراسات، العلوم الإنسانية، الجامعة الأردنية، مجلد 7، العدد1، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، 1980.

6. الشكيلة ، ناصر صالح حسين ، التحليل المورفومتري لحوض وادي هدى (محافظة شبوه/ اليمن) ، مجلة الدراسات الاستراتيجية وادارة الفرص، المجلد 5 ، العدد 19، برلين، 2023.

7.الصحاف ، مهدي ، محمد ، كاظم موسى ، هيدرومورفومترية حوض وادي الخوصر، دراسة في الهيدرولوجية التطبيقية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العددان (24- 25)، 1990.

8.عاشور ، محمد محمود ، طرق التحليل المورفومتري، لشبكات التصريف المائي ، حولية الانسانيات والعلوم الاجتماعية، جامعة قطر، عدد 9، 1986.

9.عبد الحسن ، جاسب كاظم ، الخصائص المورفومترية لحوض الأشعلي، مجلة آداب ذي قار، المجلد 2 ، العدد2، 2012 .

10.العذاري ، احمد عبد الستار ، حسين كاظم عبد الحسن، مورفومترية حوض مرك سور في محافظة اربيل، مجلة كلية التربية، عدد خاص بالمؤتمر الدولي العاشر، المجلد 1، جامعة واسط، ، 2017.

11.عمران ، حنان عبد الكريم ، الساعدي ، حسين كريم حمد ، مورفومترية حوض وادي الكروي(شرقي محافظة واسط) مجلة جامعة بابل للعلوم الانسانية، المجلد 28، العدد2، 2020.

12.المحمد ، سعود ، اشكال تضاريس الارض، منشورات جامعة دمشق، كلية العلوم، جامعة دمشق، 2010.

13.المحمدي ، عبد الباقي خميس حمادي ، الخصائص المورفومترية لحوض وادي جعال، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، المجلد 1، العدد 64، 2011.

المصادر الأجنبية:

1.Allen, P. A & ,.Allen, J. R. Basin analysis: Principles and application to petroleum play assessment. John Wiley & Sons.2013.

2.Chitra C, Alaguraja P, Ganeshkumari K, Yuvaraj D, Manivel M, Watershed characteristics of Kundah subbasin using remote sensing and GIS techniques, Int J Geomatics Geosci 2(1) .

3.Gregory, K. J.,& Walling, D. E., Drainage Basin Form and Process, Ageomrphological, London , 1978.

4.Horton, Drainage basin characteristics. Trans Am Geophys Union 13, 1932.

5.Horton, Erotional development of streams &their drainage basins, Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology.Geological Society of America Bulletion.1945

6.Jasmin & P. Mallikarjuna, Morphometric analysis of Araniar river basin using remote sensing and geographical information system in the assessment of groundwater potential, Saudi Society for Geosciences, Springer, Published online; August 2012.

7.Jenita, M & ,Zahid, H. (2011). Morphometric analysis of the manas river basin using earth observation data and geographical information system, International journal of geometics and geosciences, Vol 2 ,No 2.

8.Koshak.N & Dawod.G, A GIS morphometric analysis of hydrological catchments within Makkah Metropolitan area, Saudi Arabia, International Journal of Geomatics and Geoscience, Volume 2, No 2, 2011.

9.L. Don Leet , Sheldon Judson , Marvin E. Kauffman. Physical Geology, 6 Edition.

10.M.G.Anderson,(1988) Modeling geomorphological systems. New york. Jon wiley & sons.

11.S.Arunachalam and R. sakthivel, morphomtic Analysis for hard rock terrain of upper ponnaiyar watershed, tamilnadu-agis approach, journal of research studies in science, engineering and technology, volume 1, issue 9, 2014.

12.Schumm S.A, Evolution of drainage systems and slopes in bad lands at Perth Amboy, New Jersey,op, cit,

13.Schumm. S.A., Evoution of Drainge system and slpes in Badies at peath Amboy New Jersey. Bull.Geol.soc America .vol.67.

14.Strahler, Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks In: Chow ByVenTe (ed) Handbook of applied hydrology. McGraw Hill Book Company, New York, 1964.

15.Strahler.A.N.,Physical geography ,4 th ed ,Johnwiley And Sons ,.Newyork.1975.

16.Subhash, C. (2011). Morphometric analysis using GIS techniques: a case study of Valheri River basin, tributary of Tapi River in Nandurbar district (M.S) International research Journal, Vo 111, NO 31,India .

17.Yunus, A. P,. Oguchi,T,. Hayakawa, Yi. S,2014, Morphometric Analysis of Drainage Basins in the Western Arabian Peninsula Using Multivariate Statistics , International Journal of Geosciences.