الخصائص المورفومترية لحوض وادي ميركي – محافظة دهوك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

Morphometric Characteristics of the Mirki Valley Basin – Duhok Governorate Using Geographic Information Systems

م.م. حسين علي رشيد المزوري

Asst.Lect. Hussein Ali Rasheed AL-Mzuory

جامعة الموصل / كلية التربية للعلوم الإنسانية / قسم الجغرافية

University of Mosul / Collage of Education Human Sciences / Department of Geography

E-mail: Hussein.alzoury@uomosul.edu.iq

م.م. عامر محمود احمد العبيدي

Asst.Lect. Amer Mahmoud Ahmed Al-Obaidi

جامعة الموصل / كلية التربية للعلوم الإنسانية / قسم الجغرافية

University of Mosul / Collage of Education Human Sciences / Department of Geography

E-mail: Amer.mahmod@uomosul.edu.iq

الكلمات المفتاحية: مورفومتري، شبكة التصريف، ميركى، الاستدارة، الوعورة.

Keywords: Morphometry, Drainage Network, Mirki, Circularity, Ruggedness.

الملخص

تهدف هذه الدراسة الى تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي ميركى الواقع في محافظة دهوك باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS واعتمادا على برنامج ArcGISPro V3.0.2، وتم دراسة العوامل الطبيعية المؤثرة على الحوض المائي بالإضافة الى تقييم الخصائص الهندسية والتصريفية للحوض. أظهرت نتائج هذه الدراسة ان مساحة الحوض بلغت (٢٠.١٢) كم٢ وبلغت مسافة محيط الحوض (٢١.٣٧) كم، وأشارت المعاملات الهندسية الى قرب شكل الحوض من الشكل البيضوي وهو ما يتطابق مع حدود منطقة الحوض في الواقع فعلا، وكشفت الدراسة ان المنطقة ذات تضاريس وعرة حيث بلغ معدل التضرس (٦٨.٠٤٧) م، ما يعني زيادة في احتمالية حدوث السيول بسبب وجود الانحدارات الشديدة والتي تؤدي الى سرعة في الجريان السطحي للمياه. كشفت الدراسة أيضا ان الحوض يملك شبكة تصريفية ذات كثافة منخفضة، اذ وصلت قيمة معامل الكثافة التصريفية الطولية للحوض الى (٩.٩٥ كم/كم٢) في حين ان الكثافة العددية بلغت (٥٤.١٢) مجرى/كم، وهذا يدل على قلة تكون المجاري الفرعية نتيجة تأثير التضاريس الصلبة في الحد من تكونها. تسهم هذه الدراسة في توفير قاعدة بيانات جغرافية للحوض يمكن الاعتماد عليها في التخطيط البيئي والإدارة المستدامة للمياه والموارد المائية في المنطقة، كما اكدت الدراسة على ضرورة التعامل مع التقنيات الجغرافية المعاصرة المتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية واستخدامها في التحليل المورفومتري والهيدرولوجي.

ABSTRACT

This study aims to analyze the morphometric and hydrological characteristics of the Mirka Valley Basin, located in Duhok Governorate, using Geographic Information System (GIS) techniques and relying on the ArcGIS Pro V3.0.2 software. The study examined the natural factors influencing the basin, in addition to assessing its geometric and drainage characteristics. The results of this study showed that the basin area reached **20.12 km²**, while the basin perimeter measured **21.37 km**. The geometric parameters indicated that the shape of the basin closely resembles an elliptical form, which aligns with the actual boundaries of the basin in reality. The study also revealed that the area features rugged terrain, with a roughness index of **68.047 m**, indicating a high probability of flash floods due to the presence of steep slopes, which contribute to rapid surface runoff. Additionally, the study found that the basin has a drainage network with low density. The longitudinal drainage density coefficient was recorded at **9.95 km/km²**, while the numerical density was **54.12 streams/km**, indicating a limited formation of tributary channels due to the influence of solid terrain, which restricts their development. This study contributes to the establishment of a geographic database for the basin, which can be relied upon for environmental planning and sustainable water resource management in the region. Furthermore, the study emphasized the importance of utilizing modern geographic technologies, particularly GIS, in morphometric and hydrological analysis.

المقدمة

للخصائص المورفومترية والهندسية دورا مهما في دراسة الأحواض المائية، كما تعد عاملاً مسيطراً ومؤشراً هاماً على سير العمليات الهيدرولوجية فيها. يفيد التحليل الهندسي في تقييم آلية التصريف وتقدير الفترات الزمنية لتواصل المياه بين الروافد المختلفة وحساب حجم التدفق. في حين تلعب مورفومترية الشبكات دوراً في تحديد الفاعلية الهيدرولوجية للحوض المائي. وللتقنيات الحديثة والبرامجيات دورا كبيرا في اشتقاق وبناء العديد من تلك المعاملات بنتائج تحاكي الواقع الطبيعي.

تمحورت **مشكلة البحث** حول معرفة اهم الخصائص المورفومترية والجيومترية للحوض وما هو أثر العوامل الطبيعية في تحديد الخصائص الجيومترية والمورفومترية للحوض، وهل بالإمكان عمل قاعدة بيانات مورفومترية لحوض وادي ميركى بحيث يمكن الاستفادة منها لاحقا في تنمية الحوض؟ **ويفترض** الباحثان ان للعوامل الطبيعية اثرا مباشرا في تحديد الخصائص المورفومترية للحوض المائي المدروس، حيث إن معامل الاندماج والانحدار يؤثران بشكل مباشر على سرعة الجريان السطحي في الحوض المائي كما انهما يفترضان عدم وجود أي تعارض بين المعادلات المورفومترية مع يمكن الحصول عليه من الملاحظة البصرية، ويرى الباحثان إمكانية بناء قاعدة بيانات خاصة للمعلومات المورفومترية التي يتوصلان اليها لحوض وادي ميركى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

هدف البحث: –

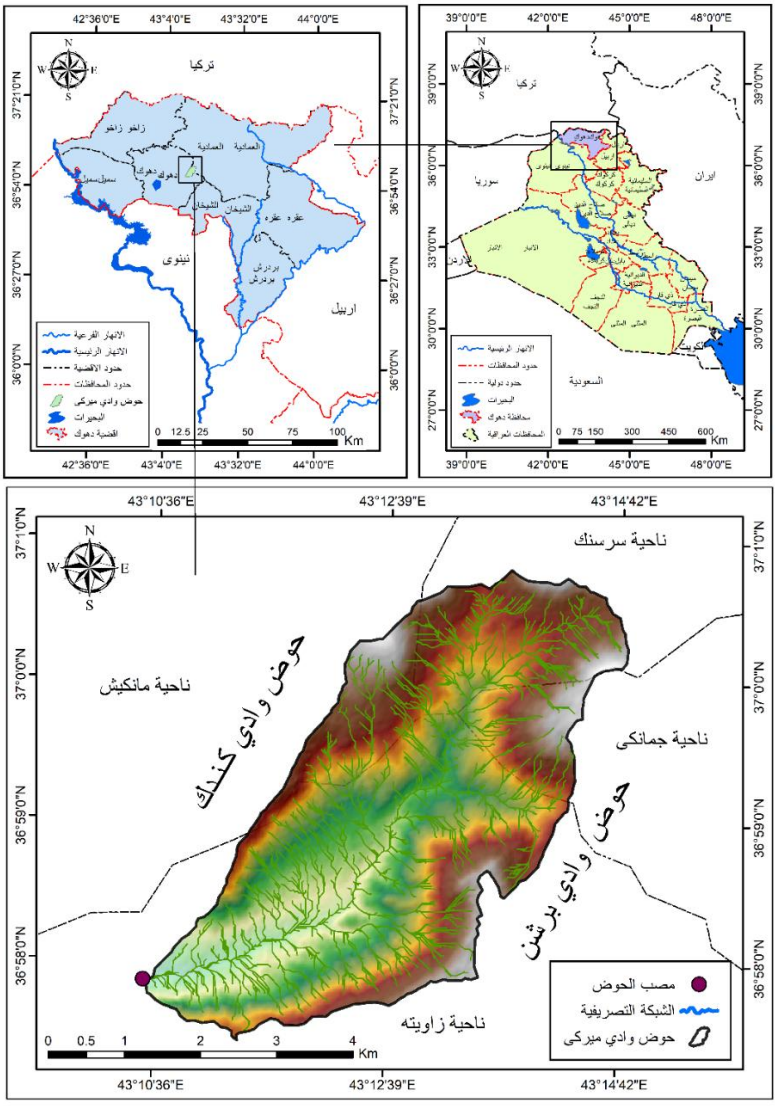
يهدف الباحثان إلى دراسة الخصائص الطبيعية المؤثرة في تحديد النظم الهندسية والمورفومترية لحوض الدراسة، وإجراء عمليات التحليل الكمي لخصائص شبكة التصريف المائية للحوض المدروس ورسم الخرائط التي توضحها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. كما يهدف إلى تحديد الخصائص الهندسية والطوبوغرافية والشكلية لشبكة التصريف في حوض وادي ميركى. وتكمن أهمية هذه الدراسة في معرفة الخصائص المورفومترية للحوض ودلالاتها الجيومورفولوجية، بالإضافة إلى عدم وجود دراسة مورفومترية للحوض باستخدام برامج وتقنيات حديثة.

يعتمد الباحثان في دراستهما على عدة مناهج للوصول إلى الحقائق العلمية، حيث اعتمدا على المنهج الكمي لاستخلاص المعاملات المورفومترية، والمنهج التحليلي لتحليل نموذج الارتفاع الرقمي بالاعتماد على برامج نظم المعلومات الجغرافية، واستخراج شبكة المجاري المائية، وإعداد المراتب فيها، وعدد مجاري كل رتبة، وكثافة تصريفها.

حدود البحث: –

يقع حوض وادي ميركى في وسط محافظة دهوك الواقعة شمال لجمهورية العراق، يحدها من الشرق حوض وادي برشن اما من الغرب فيحدها حوض وادي كندك، اما إداريا فيحد منطقة الدراسة من الشرق ناحية جمانكى ومن الغرب ناحية انكيش ومن الشمال ناحية سرسنك اما من الجنوب فيحدها ناحية زاويته، فلكيا يقع الحوض بين خطي طول (″50 ′ 14 °43 – ″25 ′ 10 °43) درجة شرقاً وبين دائرتي عرض (″51 ′ 0 °37 – ″22 ′ 57 °36) درجة شمالاً، كما موضح في الخريطة (١)، بلغت مساحة منطقة الدراسة (٢٠١٢.) كم٢.

خريطة (١) حدود منطقة الدراسة



المصدر: جمهورية العراق، وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، شعبة GIS، خريطة العراق الإدارية ، مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠٠ لسنة ٢٠١٢. وخريطة محافظة دهوك ، مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ ، ٢٠١٢ .ومخرجات برنامج ArcPro v3.0.2. ونموذج ارتفاع رقمي (DEM)) من موقع Alaska Satellite Facility بدقة ١٢.٥ متر.

أولا: الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة:

١- جيولوجية منطقة الدراسة:

تلعب البحوث والدراسات الجيولوجية دورا مهما في الدراسات الهيدرولوجية كونها تسمح بالتعرف على خصائص ومميزات المنطقة وطبيعة الصخور فيها من حيث درجة صلابتها ونفاذيتها ومقاومتها للعوامل التعرية والتجوية وغيرها بشكل عام، وبحسب الخريطة التكتونية الصادرة من وزارة الصناعة والمعادن (الكاظمي، ١٩٩٦) فان منطقة الدراسة تقع ضمن الرصيف القاري غير المستقر، ضمن نطاق الطيات العالية لحزام (السليمانية – زاخو) . ويتضح وجود تكوينان جيولوجيان هما (تكوين جيركس وتكوين بيلاسبي) ينظر (الخريطة رقم ٢ والجدول رقم ١) .

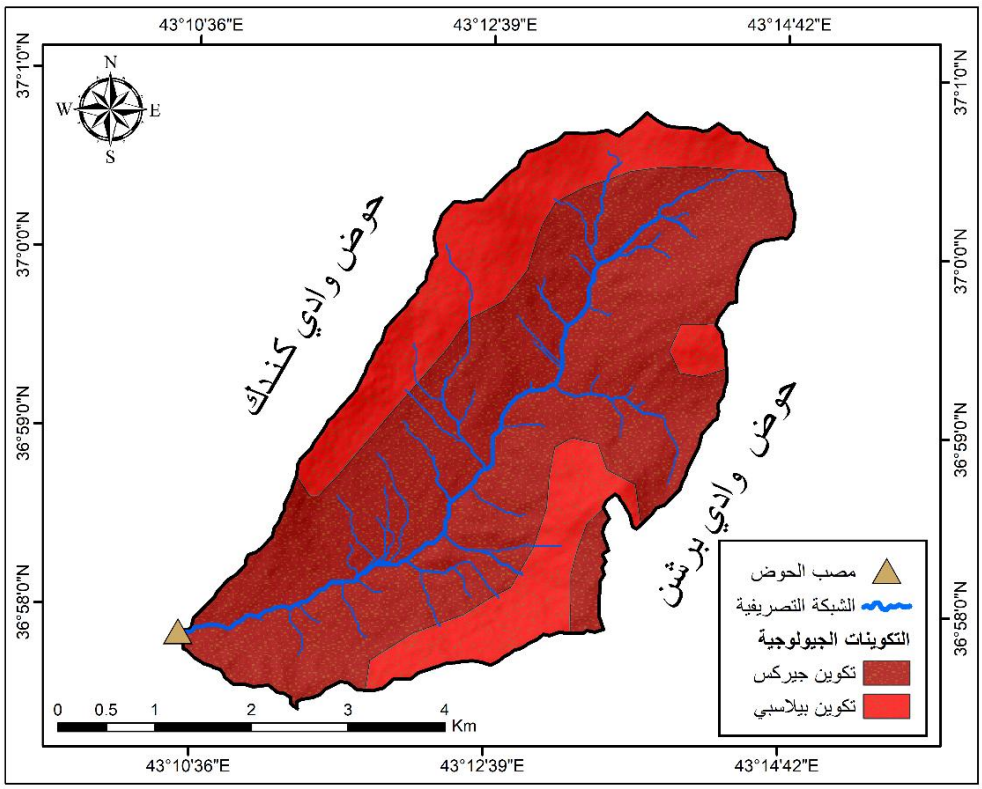
أ- تكوين جيركس:

يغطي تكوين جيركس المساحة الأكبر من حوض وادي ميركى ، حيث بلغت المساحة التي يغطيها هذا التكوين (١٤.٣٤) كم٢ ما نسبته (٧١.٣٠) % من المساحة الكلية للمنطقة المدروسة. يغلب على هذا التكوين اللون الأحمر لذا يدعى بطبقات دهوك الحمراء محليا. ينتشر في هذا التكوين الاطيان التي يتخللها الحجر الرملي والسلتي والمدملكات فضلا عن وجود الحجر الجبسي في الأجزاء العليا منه.

ب-تكوين بيلاسبي:

ينتشر تكوين بيلاسبي في الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية من منطقة الدراسة فضلا عن الأجزاء الشرقية منها، تعرف صخور هذا التكوين بصلابتها ومقاومتها الشديدة للعوامل الجيومورفولوجية، تتكون من صخور جيرية والدولومايت والصخور الطينية، بلغت المساحة التي شغلها هذا التكوين (٥.٧٨) كم٢ بنسبة بلغت (٢٨.٧٣) % من المساحة الكلية للحوض المدروس.

خريطة رقم ٢: التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة



المصدر:

- AL-Musawi, Sissakian, Fouad, Geological Map Of AL-MOSUL QUADRANGLE, Sheet NJ-38-(13) , 2008

- Sissakian, Hagopain, Hasan, Geological Map Of ZAKHO QUADRANGLE, Sheet NJ-38-(9) 1995.

- مخرجات برنامج ArcPro v3.0.2.

جدول رقم ١: التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة ومساحاتها ونسبها

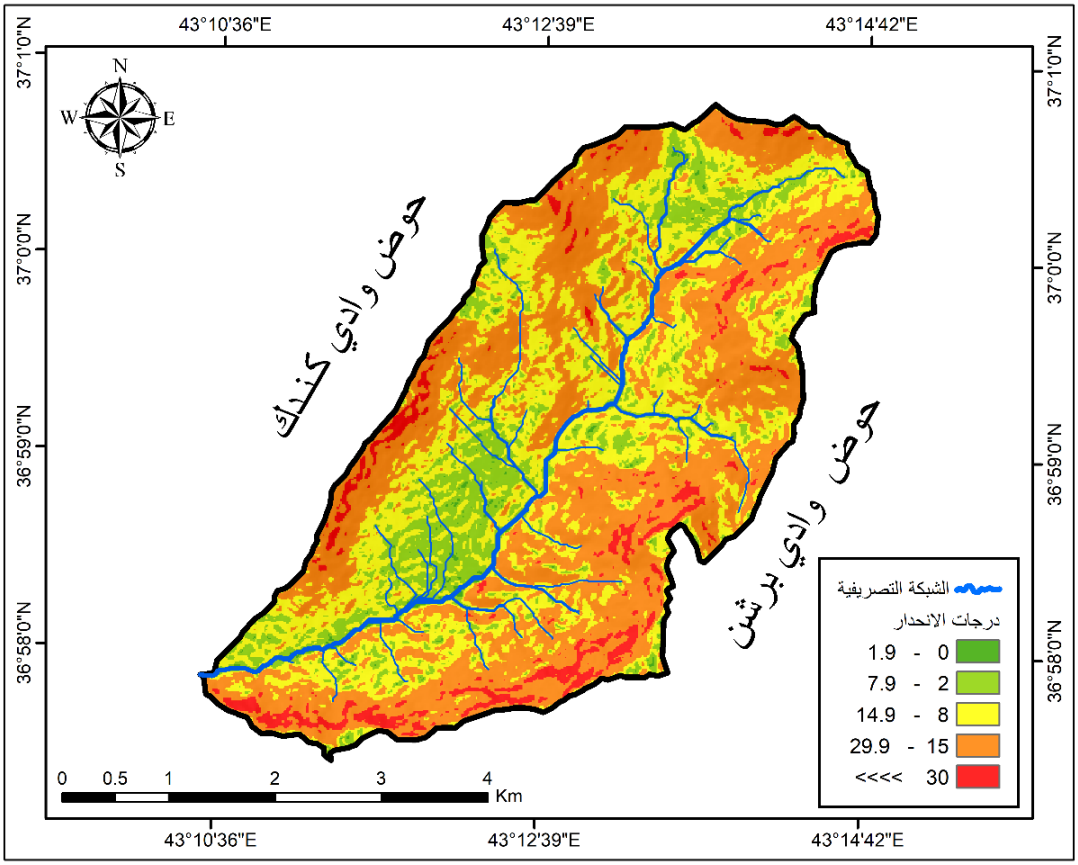
التكوين الجيولوجي	المساحة / كم	النسبة %
جركس	14.34	71.30
بيلاسبي	5.78	28.73
المجموع	20.12	100

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة رقم ٢ وبرنامج ArcPro V.3.0.2

٢- خصائص الانحدار:

"يعرف الانحدار بأنه الزاوية المحصورة بين المستوى الافقي وخط الميل نفسه، وهو جزء من سطح الأرض ينحدر في اتجاه ما عن المستوى الافقي لسطح الأرض بدرجة معينة على أن لا تزيد عن (٩٠) درجة"(المزوري، العمري، ٢٠٢١) . وبالمقابل فان سرعة حركة المياه تتوقف على عدة أمور منها درجة الميل وطول الانحدار. اذا فللانحدار دور مهم في الدراسات والأبحاث الهيدرولوجية كونه المتحكم الرئيسي في حركة المياه الافقية على سطح الأرض، تم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي لاستحراج الدرجات الانحدارية حسب تصنيف Zingg A.W (Morain,1999)) وبواسطة برنامج ArcPro V.3.0.2 (الخريطة ٣، الجدول ٢) ويصنف الباحثان قيم الانحدار في منطقة الدراسة الى الفئات الاتية:

الخريطة رقم ٣ فئات الانحدار في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي DEM و برنامج ArcPro V.3.0.2

أ- **الفئة الأولى (وديان – سهول) :**

تتمثل هذه الفئة بمناطق الوديان ومجاري الشبكة المائية وبعض الأراضي المسطحة المتواجدة في المنطقة، وتسمى بفئة الأراضي المستوية او المسطحة، تشغل مساحة قليلة من منطقة الدراسة تصل الى (٠.١٧) كم٢ فقط بنسبة (٠.٨٦) %.

جدول ٢: تصنيف قيم الانحدار في منطقة الدراسة ومساحاتها ونسبها

شكل السطح	درجة الانحدار	التصنيف	المساحة / كم٢	النسبة المئوية
مسطح	٠ – ١.٩	وديان – سهول	٠.١٧	٠.٨٦
متموج خفيف	٢ – ٧.٩	سهول تحاتية (سطوح اقدام الجبال)	٢.٩٥	١٤.٦٧
متموج	٨ – ١٤.٩	تلال منخفضة	٦.٦٦	٣٣.١١
ارض منحدرة	١٥ – ٢٩.٩	تلال مرتفعة	٩.٢٧	٤٦.٠٧
ارض شديدة الانحدار	٣٠ – ٥٢	جبال	١.٠٧	٥.٣٠
المجموع			٢٠.١٢	١٠٠

المصدر: اعتمادا على الخريطة (6) برنامج ArcPro V.3.0.2

ب-الفئة الثانية (سطوح اقدام الجبال) : تشمل الأراضي القليلة التموج، تمثل هذه الفئة نقطة البداية لنشوء حركة المياه السطحية وانحدارها حسب جيومورفولوجية الأرض، شغلت مساحة (٢.٩٥) كم٢ من مساحة الحوض وبنسبة (١٤.٦٧) %.

ت-الفئة الثالثة (تلال منخفضة) : تشغل هذه الفئة مساحة كبيرة من منطقة الدراسة وتاتي بالمرتبة الثانية بعد فئة التلال المرتفعة من حيث المساحة، و تتواجد هذه الفئة في المناطق القريبة لاقدام الجبال، وتشغل مساحة (٦.٦٦) كم٢ ما نسبتها (٣٣.١١) % من مساحة حوض ميركى.

ث- الفئة الرابعة (تلال مرتفعة) : تنتشر هذه الفئة في الأجزاء الشرقية والغربية من منطقة الدراسة، وهي أراضي منحدرة بصورة عامة، وتشغل هذه الفئة مساحة (٩.٢٧) كم٢ ما يمثل (٤٦.٠٧) % من مساحة منطقة الدراسة وهذا يعني انها الفئة الأكثر انتشارا في المنطقة.

ج- الفئة الخامسة (الجبال) : وهي الأراضي المنتشرة على طول خط التساقط المطري وهي أراضي شديدة الانحدار ذات الاستجابة السريعة للجريان المائي اثناء حدوث التساقط

المطري، تشغل المساحة التي تغطيها هذه الفئة (١.٠٧) كم٢ ما يمثلها نسبة (٥.٣٠) % من مساحة منطقة الدراسة.

ثانيا: الخصائص الجيومترية والمورفومترية لحوض وادي ميركى:

١- مساحة الحوض:

تعتبر مساحة الحوض واحدة من القياسات الهندسية ذات الأهمية الكبيرة في الدراسات الهيدرولوجية، فكلما زادت مساحة الحوض زاد معها كمية الامطار الساقطة فيه، و تعطي احتمالية وجود تضاريس مختلفة وشبكة مائية اكبر، فضلا عن زادت معها الفترة الزمنية للتصريف المائي والعكس صحيح، بلغت مساحة حوض ميركى (٢٠.١٢) كم^{٢}.

٢- طول الحوض:

يعبر عنه بالمسافة التي تبدأ من نقطة المصب انتهاءا الى ابعد نقطة في الحوض تتبع منها المياه، وبالامكان قياس الطول الحقيقي باستخدام برامجيات نظم المعلومات الجغرافية بواسطة الأداة Measure الموجودة ضمن صندوق الأدوات (Arc Toolbox) في برنامج ArcPro V3.0.2، كما يمكن قياس الطول الحقيقي باعتماد معادلة (Schumm, 1956)، وهي كالتالي:

$$\text{طول الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{عرض الحوض}}$$

وباعتماد المعادلة أعلاه بلغ طول الحوض الحقيقي (٩.٤٠) كم في حين ان الطول الحقيقي بلغ (٩.٤٢) كم باستخدام البرامجيات المذكورة أعلاه. ومن الجدير بالذكر ان هنالك نوع اخر من الطول يسمى بالطول المثالي ويقصد به الخط المستقيم الذي يربط بين نقطة المصب والى ابعد نقطة من المنبع (احمد حسين، ٢٠١٩)، وقد توصل الباحثان الى قياسه من خلال نفس الأداة المستخدمة في استخراج الطول الحقيقي للحوض، حيث بلغ الطول المثالي (٧.٦١) كم، (الخريطة رقم ٤، الجدول رقم ٣) .

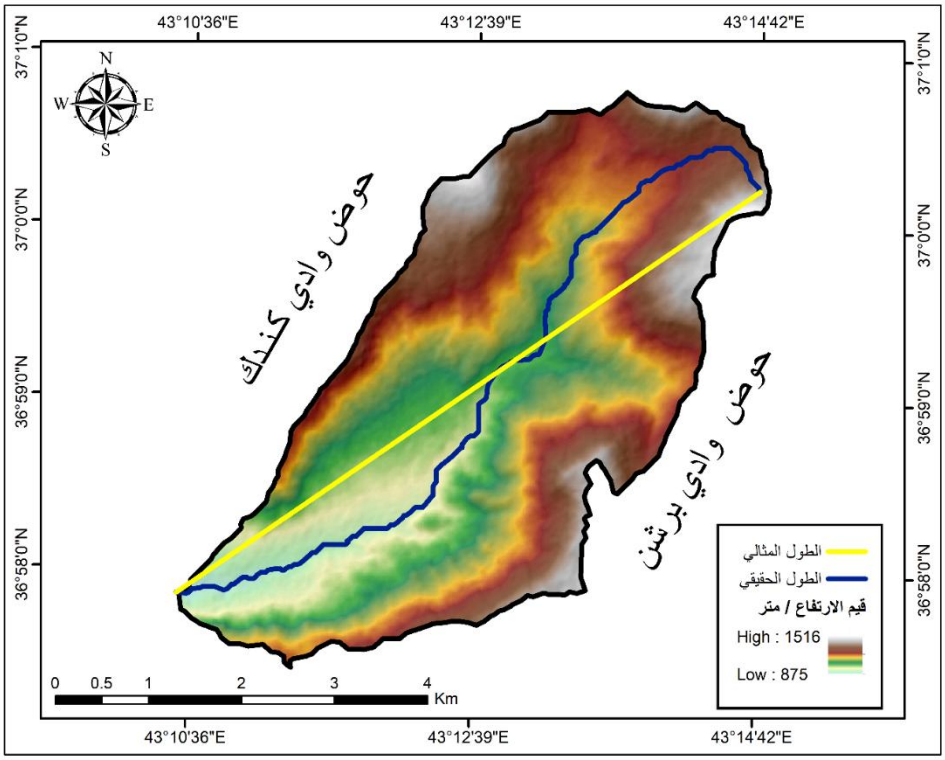
٣- عرض الحوض:

يعتبر هذا المعامل واحدة من المعاملات المهمة في دراسة الاحواض المائية لانه عامل مباشر في تحديد كميات التساقط المطري في الحوض، والتي تتحول فيما بعد الى جريان سطحي، بالإضافة الى دوره في عمليات التبخر والرشح، ويعبر عن عرض الحوض بمعدل اطوال مجموعة من الخطوط التي ترسم بشكل متعامد على طول الخط المستقيم الذي يمثل طول الحوض، ويمكن أيضا قياسه باعتماد المعادلة ادناه (مثال الحشماوي، ٢٠٢٠، ص٧٠٢) .

$$\text{متوسط عرض الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{طول الحوض}}$$

وباعتماد المعادلة أعلاه توصل الباحثان الى ان عرض الحوض قد بلغ (٢.١٤) كم. ومن الجدير بالذكر ان العلاقة عكسية بين عرض الحوض و الفترة الزمنية للتصريف المائي في الشبكة المائية، حيث ان الزيادة في العرض سوف يؤدي الى تأخر وصول المياه الى المجرى الرئيسي للحوض المائي.

الخريطة رقم ٤: الطول الحقيقي والطول المثالي لحوض ميركى



المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي DEM، ومخرجات برنامج ArcPro V3.0.2

٤ – محيط الحوض:

يعبر عن محيط الحوض بالخط الفاصل بين الحوض المقصود والاحواض المحيطة به، أي حدود الحوض من جميع الاتجاهات، ويسمى بخط تقسيم المياه للحوض المدروس (رياض بلدية، ٢٠١٧، ص١٣٩) . ويمكن القول انه كلما قلت التعرجات في خط محيط الحوض كلما قصر طول محيط الحوض، وقلت معه مساحة الحوض المدروس وبالتالي التقليل من فرص حدوث جريان سطحي شديد او احتمالية حدوث الفيضانات وذلك لسرعة وصول المياه الى المجرة الرئيسي، **حيث بلغ محيط حوض وادي ميركى (٢١.٣٧) كم.**

الجدول رقم ٣: الخصائص المساحية لحوض وادي ميركى

حوض وادي ميركى	المساحة / كم٢	العرض / كم	الطول الحقيقي / كم	الطول المثالي / كم	المحيط / كم
	٢٠.١٢	٢.١٤	٩.٤٢	٧.٦١	٢١.٣٧

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المعادلات المذكورة وبرنامج ArcPro V3.0.2 .

ثالثا: الخصائص الشكلية للأحواض في منطقة الدراسة:

١- معامل الاستطالة:

واحدة من اهم المعاملات التي تحدد شكل الحوض بدقة كبيرة، "يشير معامل الاستطالة الى مدى التشابه بين مساحة الحوض والشكل المستطيل، ويساوي معامل الاستطالة النسبة بين طول قطر دائرة مساوية لمساحة الحوض بالكيلومتر الى اقصى طول للحوض بالكيلومتر أيضا" (جودة، عاشور، واخرون، ١٩٩٠، ص٣١٦) وهي كالتالي:

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{\text{قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض}}{\text{اقصى طول للحوض}}$$

ان الدلالة الجيومورفولوجية لقيمة معامل الاستطالة هي انه كلما كانت القيمة قريبة من الصفر فان شكل الحوض قريب الى المستطيل وعلى العكس منها فابتعاد القيمة من الصفر وقربها من الواحد الصحيح فانها تدل على بعده من الشكل المستطيل وقربه من الشكل الدائري (Schumm, 1956)، ومن المعادلة أعلاه تبين ان قيمة الاستطالة لحوض وادي ميركى هي (٠.٥٤) (الجدول رقم ٤) وهي قيمة اقرب الى الرقم واحد من صفر وهذا يعني قرب شكل الحوض من الشكل الدائري بدرجة اكبر بقليل من قربه من الشكل المستطيل، كما تدل القيمة أيضا الى ان الحوض ذو خصائص متوسطة التضرس.

٢- معامل الاستدارة:

يشير معامل الاستدارة كما هو واضح من اسمه الى شدة اقتراب شكل الحوض او ابتعاده من الشكل الدائري ، وتتراوح هذه القيمة بين (٠ – ١)، وكلما اقتربت القيمة من الصفر أشار ذلك الى بعد شكل الحوض من الشكل الدائري ، وان قرب قيمة معامل الاستدارة من الرقم واحد يدل على قرب شكل الحوض من الشكل الدائري، ويعتبر معامل الاستدارة واحدة من المعاملات المهمة التي تدخل في الدراسات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية ويمكن استخراج قيمتها باعتماد المعادلة التي وضعها

(Miller) Mokarram, Sathyamoorthy, 2015)) :

$$\text{معامل الاستدارة} = \frac{4\left(\frac{22}{7} * \text{مساحة الحوض}\right)}{(\text{محيط الحوض})^2}$$

بلغت قيمة معامل الاستدارة بالنسبة للحوض المدروس (٠.٥٥) وهذا يدل على ان شكل الحوض اقرب ما يكون الى الشكل الدائري منه الى الشكل المستطيل.

٣- معامل الشكل:

يشير معامل الشكل الى "العلاقة المرتبطة بين كل من طول الحوض بالنسبة الى مساحة الحوض، ويمكن قياسه باعتماد المعادلة التي وضعها (Horton) "(جودة حسنين، ١٩٩١, ص٣١٩) والتي هي:

$$\text{معامل الشكل} = \frac{\left(\text{مساحة الحوض}\right)}{(\text{طول الحوض})^2}$$

وتعبر القيم التي تبتعد من رقم واحد الصحيح الى الانخفاض النسبي في العلاقة بين كل مربع طول الحوض ومساحة الحوض واقترابه من الشكل المثلث، وكلما زادت القيمة واقتربت من الواحد الصحيح دل ذلك الى قرب شكل الحوض من الشكل المربع نتيجة وجود التجانس بين كل من مساحة الحوض ومربع طوله. من الجدير بالذكر ان قيمة معامل الشكل يجب ان لا تزيد عن (٠.٧٨٥٤) حيث ان هذا الرقم هي القيمة التي يكون شكل الحوض عنده دائريا كاملا. وبعد تطبيق المعادلة المذكورة أعلاه تبين ان قيمة معامل شكل حوض وادي ميركى قد بلغت (٠.٢٣) وهي إشارة الى قرب شكل الحوض من الشكل المثلث وهذا من شأنه ان يؤثر في نظام الصرف المائي داخل الحوض، حيث ان منطقة المصب المائي مثلث راس المثلث في حين ان قاعدته مثلث منطقة المنبع، ما يؤدي الى وصول المياه اليها بشكل متعاقب كون الجداول والمسيلات تعتبر بعيدة عن المصب.

٤- معامل الاندماج:

عند محاولة معرفة مدى التناسق بين محيط الحوض ومساحته فان معامل الاندماج يعد من افضل المعاملات التي تقيسها ويمكن الوصول اليها من خلال المعادلة الاتية: (جودة حسنين، ١٩٩١) :

$$\text{معامل الاندماج} = \frac{\text{محيط الحوض}}{\sqrt{\frac{22}{7}} * \text{مساحة الحوض}}$$

تشير القيم المرتفعة لناتج المعادلة الى زيادة الطول في محيط الحوض نسبة لمحيط الدائرة المتكافئة مع حوض الوادي نفسه من حيث مساحته وبالعكس اذ كلما قلت القيمة الناتجة من

المعادلة دلت ذلك الى قلة الطول في محيط الحوض نسبة لمحيط الدائرة المتكافئة للحوض المدرس من حيث المساحة. و تبدا قيم معامل الاندماج من الواحد الصحيح وتزداد كلما ابتعد شكل الحوض من الشكل الدائري، حيث ان الرقم (١) يشير الى ان شكل الحوض قريب من الشكل الدائري، ويبدا شكل الحوض بالانحراف عن الشكل الدائري حينما تكون قيمة المعامل بين (١-١.٢٧)، اما لو بلغت القيمة (١.٢٨-٣) فان الشكل يبدا بالاقتراب من الشكل المربع وهنالك احتمالية ان تتجاوز قيمة معامل الاندماج عن (٣) وحينها يعتبر شكل الحوض بعيدا من المربع وقريبا من المستطيل او رفيعا بشكل كبير (MADHU, AYYA RAJU,2015) . بلغت قيمة معامل الاندماج للحوض المدروس (١.٢٥) وهي قيمة تدخل ضمن الفئة الثانية والتي تعتبر ذات شكل منحرف عن الشكل الدائري وقريب الى الشكل البيضوي وهذا يتطابق مع الرؤية البصرية أيضا للحوض والتي تدل على قرب شكله من الشكل البيضوي.

الجدول رقم ٤: الخصائص المساحية لحوض وادي ميركى

حوض وادي ميركى	معامل الاستطالة	معامل الاستدارة	معامل الشكل	معامل الاندماج
	٠.٥٤	٠.٥٥	٠.٢٣	١.٢٥

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المعادلات المذكورة وبرنامج ArcPro V3.0.2

رابعا / تضاريس الحوض:

١- التضرس الأقصى:

تشير قيم التضرس الأقصى الى الفرق بين قيم الارتفاعات عن مستوى سطح البحر في منطقة الدراسة، بعبارة أخرى فان قيمة التضرس الأقصى تعطي دلالة واضحة الى شدة الانحدار في المنطقة، حيث ان ارتفاع قيمة التضرس الأقصى تدل على شدة الانحدار والعكس الصحيح، ويمكن الحصول عليها من المعادلة الاتية:

قيمة التضرس الأقصى = اعلى نقطة في الحوض –ادنى نقطة في الحوض

وللحصول على قيمة التضرس الأعلى تم تحميل نموذج الارتفاع الرقمي DEM من موقع المساحة الجيولوجية الامريكية USGS تم تأكيد قيم الارتفاع والانخفاض في منطقة الدراسة، حيث بلغت قيمة اعلى نقطة في منطقة الدراسة (١٥١٦م) اما اخفض نقطة فبلغت قيمتها (٨٧٥م) (الجدول رقم ٥) عن مستوى سطح البحر. وبتطبيق المعادلة أعلاه نجد ان قيمة التضرس الأقصى قد بلغت (٦٤١م) وتشير القيمة الى ان المنطقة ذات انحدرات شديدة والتي بدورها تؤدي الى زيادة في سرعة الجريان السطحي للمياه وقلة الفاقد سواء كان بالترشيح او بالتبخر وفي النهاية زيادة في احتمالية حدوث السيول فيها.

٢- معدل التضرس:

يشير هذا المعامل الى العلاقة بين كل من الطول الحقيقي للحوض بالكيلومتر والتضرس الأقصى بالمتر، ويتاثر هذا المعامل بمعامل التضرس الأقصى بشكل كبير حيث ان زيادة قيمة التضرس الأقصى تؤدي الى ارتفاع قيمة معامل معدل التضرس وبالعكس فان انخفاض فيمة التضرس الأقصى يؤدي الى انخفاض قيمة معامل التضرس، يتم معرفة قيمة معدل التضرس من خلال المعادلة التي وضعها (Strahler, 1957) وهي كالتالي:

$$\text{معدل التضرس} = \frac{(\text{التضرس الاقصى بالمتر})}{(\text{طول الحوض بالكيلومتر})}$$

بلغت قيمة معدل التضرس لحوض وادي ميركى (٦٨.٠٤٧) ومن الواضح ان قيمة معدل التضرس مرتفعة بشكل كبير وهذا يتطابق مع ما موجود في الواقع فعلا حيث تمتاز المنطقة بالتضرس الشديد وهذا يشير الى احتمالية حدوث السيول نتيجة قلة الفاقد من المياه سواء بالتبخر او الترشيح وسرعة الجريان العالية للمياه.

٣- التضاريس النسبية:

يعتبر واحدة من المؤشرات الطوبوغرافية المهمة التي تعبر مدى الاختلاف في قيم الارتفاع من مكان الى اخر داخل المنطقة المدروسة، وتستخدم قيمة هذا المعامل في معرفة شدة التعرية الطوبوغرافية وتحليل مقاومة الصخور لعوامل التعرية بالإضافة الى تحديد أنماط تصريف المياه. ويمكن احتساب قيمة التضاريس النسبية من خلال إيجاد نسبة الفرق في التضرس الأقصى الى محيط الحوض، كما في المعادلة الاتية: (حسن أبو العينين، ١٩٩٠):

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{التضرس الاقصى}}{\text{محيط الحوض}}$$

وبعد تطبيق المعادلة نجد ان قيمة معامل التضاريس النسبية بلغت (٢٩.٩٩)، وهي قيمة مرتفعة مما تدل الى وجود مناطق وعرة ذات انحدارات شديدة وذات طوبوغرافية معقدة غالبا ما تتكون من المنطقة الجبلية.

الجدول رقم ٥: الخصائص التضاريسية لحوض وادي ميركى

حوض وادي ميركى	التضرس الأقصى /م	معدل التضرس	التضاريس النسبية
	٨٧٥	٦٨.٠٤٧	٢٩.٩٩

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المعادلات المذكورة وبرنامج ArcPro V3.0.2

خامساً: خصائص شبكات التصريف:

١- رتب واعداد المجاري:

تعطي الدراسات الهيدرولوجية أهمية كبيرة لرتب واعداد المجاري المائية عند دراسة الاحواض المائية، اذ ان دراستها تساعد في تحليل الجريان السطحي ومعرفة كيفية تدفق المياه داخل الحوض ومدى تأثيرها على الموارد المائية، كما انها تساعد في تحديد المواقع المناسبة لتشييد السدود والخزانات المائية وتقييم خطر الفيضانات اذ ان الاحواض ذات الرتب العليا يكون لها تدفق اكثر استقرارا بينما المجاري الصغيرة تكون اكثر عرضة للتغيرات المفاجئة (المزوري، العمري، ٢٠٢١) كما تسهم في معرفة مدى وكيفية تطور شبكات التصريف المائي في الاحواض المائية وكذلك تساهم في فهم تاثير العوامل الجيولوجية والمناخية على الشبكة وتستخدم أيضا لدراسة وإدارة الموارد المائية بفاعلية اكبر. يتم تحديد رتب المجاري النهرية وفقا لنظام Strahler)) حيث يعتمد هذا النظام على تصنيف المجاري المائية الى عدة أصناف بدا من مجاري الرتبة الأولى والتي تمثل المجاري التي لا تستقبل أي روافد أخرى لها وتكون في الغالب ذات اطوال قصيرة وتتواجد في المناطق المرتفعة وتسمى بالمرتبة الأولى، ثم تليها المرتبة الثانية والتي تتشكل عند التقاء اثنين من مجاري الرتبة الأولى لتشكل مجرى واحد يسمى مجرى المرتبة الثانية، وتستمر المجاري في التوسع كلما التقت مجاري من نفس الرتبة الى ان تصل الى رتب عالية مشكلة الأنهار الرئيسية. (الودعاني، ٢٠١٤) .

تم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM)) والمنزل من موقع هيئة المسح الجيولوجي الامريكي USGS))، وباستخدام برنامج ArcPro V.3.0.2 والقيام بعمليات التحليل الهيدرولوجي باستخدام الأداة Hydrology والموجودة في Arc Toolbox تم تحديد رتب واعداد المجاري المائية لجميع المجاري في حوض منطقة الدراسة. وصل مجموع اعداد الرتب النهرية في حوض وادي ميركى الى (١٠٨٩) مجرى مائي متكونة من خمسة مراتب نهرية، (انظر الخريطة رقم ٥ والجدول رقم ٦) . كانت المرتبة الخامسة بمجرى واحد وبلغت اعداد مجرى المرتبة الرابعة (١٢)، في حين ان العدد تزايد في المرتبة الثالثة حيث وصل الى (٥٧) مجرى مائي، اما الرتبة الثانية فقد بلغت اعداد مجاري المياه فيها (٢١٧) مجرى، اما المرتبة الأولى فتعتبر المؤسس للشبكة التصريفية المائية اذ بلغ اعداد المجاري فيها (٨٠٢) مجرى مائيا ويعزى هذا العدد الكبير قياسا بالرتب الأخرى الى ان مجاري المرتبة الأولى تتطور بسرعة وبأعداد كبيرة وباتجاهات عشوائيا تبعا لدرجة اتجاه وانحدار سطح الأرض. نجد ان أكثر نسبة من اطوال المجاري حظيت بها مجاري الرتبة الأولى، وكلما زادت المرتبة النهرية قلت اعداد المجاري وذلك بسبب عمليات الاندماج والاسر النهري الذي يؤدي الى نشوء رتبة نهرية اعلى بعد اندماج الرتب الأقل.

٢- اطوال المجاري:

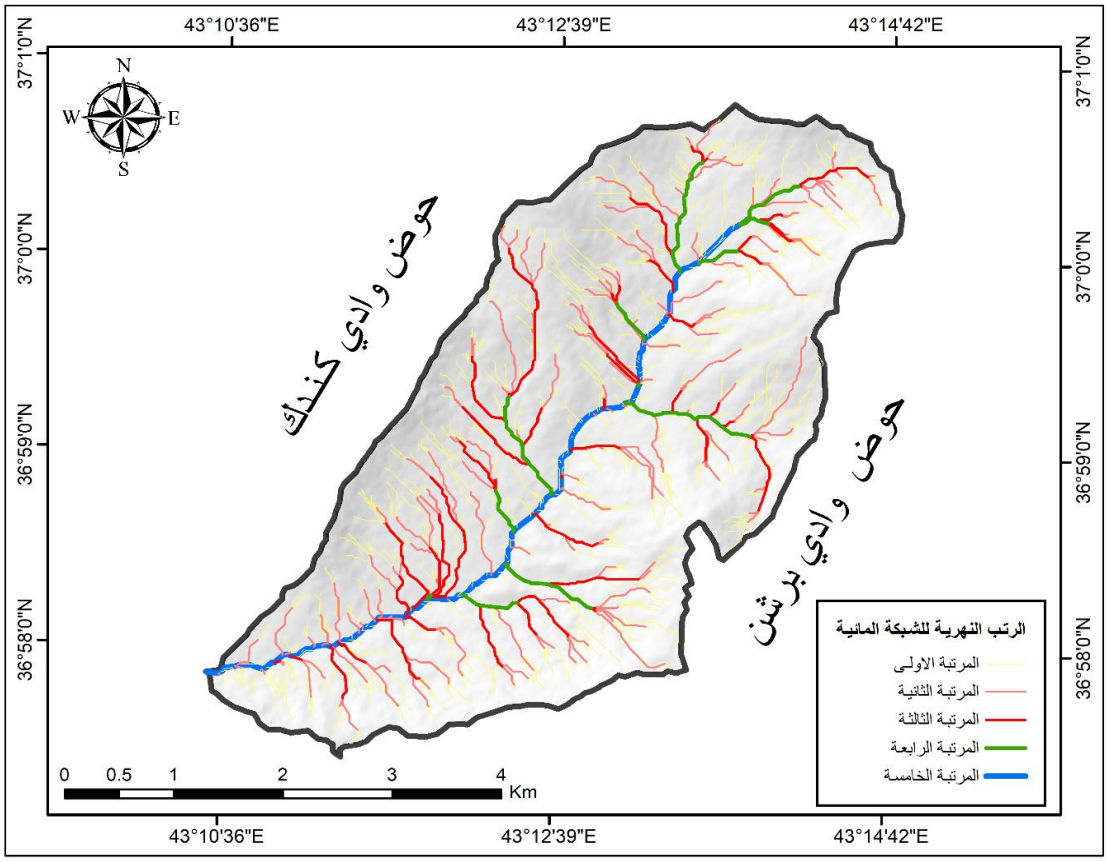
تختلف اطوال المجاري النهرية بحسب ظروف تكوينها وأسباب نشوئها ، كما تتباين من مرتبة نهرية الى أخرى، وتتأثر اطوالها برتبة المجرى حيث يزداد طول المجرى المائي كلما زادت المرتبة وبالعكس، وذلك بسبب قلة تفرعات المجرى كلما اندمجت مع بعضها اكثر، وتعد دراسة اطوال المجاري المائية من الدراسات المهمة في الهيدرولوجيا لانها تؤثر بشكل مباشر في سرعة لجريان السطحي للمياه في أي منطقة، فكلما كان طول المجرى المائي طويلا كلما انخفضت سرعة جريان المياه فيه بسبب زيادة المقاومة الناتجة عن المسافة التي يقطعها الماء، اما المجاري القصيرة فتتمتع بسرعة جريان عالية نظرا لانحدارها الحاد. ويعود السبب في اختلاف اطوال المجاري النهرية الى درجات الانحدار بالدرجة الأساس وكذلك الى التكوينات الصخرية الموجودة في المنطقة حيث تختلف مقاومة الصخور لعوامل التعرية في الأجزاء العليا عنها في الأجزاء المنخفضة. تم حساب اطوال المجاري المائية في منطقة الدراسة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج برنامج ArcPro V.3.0.2 وبعد اجراء العمليات الحسابية الخاصة بداخل بيئة عمل البرنامج اتضح ان طول المجاري المائية مجتمعة قد بلغ (٢٠٠.٢٧) كم، بلغ اقل الاطوال للمجاري المائية في الرتبة الرابعة والتي بلغت مجموعها (٧.٤٥) كم، اما أطول مجموع لأطوال المجاري فقد كانت من نصيب المرتبة الأولى والتي بلغت (١١٦.٥٦) كم. (الجدول ٦) .

جدول رقم ٦: اعداد ورتب الاودية في احواض منطقة الدراسة ونسبها

الرتب النهرية	اعداد المجاري	النسبة المئوية	اطوال المجاري/كم	النسبة المئوية
١	٨٠٢	٧٣.٦٥	١١٦.٥٦	٥٨.٢
٢	٢١٧	١٩.٩٣	٤٧.١٩	٢٣.٥٦
٣	٥٧	٥.٢٣	٢١.٥٦	١٠.٧٧
٤	١٢	١.١٠	٧.٤٥	٣.٧٢
٥	١	٠.٠٩	٧.٥٢	٣.٧٥
المجموع	١٠٨٩	١٠٠	٢٠٠.٢٧	١٠٠

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة رقم (٤) وبرنامج ArcPro V.3.0.2

الخريطة رقم ٤: الرتب النهرية في حوض وادي ميركى



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج ArcPro V.3.0.2

٣- الكثافة التصريفية:

تعتبر الكثافة التصريفية واحدة من المؤشرات الهيدرولوجية المهمة التي تساعد في فهم العديد من العمليات الجيومورفولوجية، فالكثافة التصريفية المنخفضة تشير الى تدفق المياه بصعوبة عبر الحوض المائي والعكس صحيح، كما انها مهمة في الدراسات الجيولوجية حيث ان المنطقة التي تحتوى على مجاري نهرية قليلة فإنها تشير الى وجود صخور مقاومة للتعرية مثل الصخور الكرانيتية مما يؤدي الى انخفاض الكثافة التصريفية، بينما المناطق التي تتواجد بها مجاري مائية كثيرة فإنها تدل على وجود صخور ذات بنية جيولوجية ضعيفة مثل الصخور الرسوبية او البركانية والتي قد يزيد فيه احتمالية تشكيل المجاري المائية، كما ان معرفة الكثافة التصريفية للشبكة النهرية تساعد في إدارة المياه بشكل اكثر فاعلية بسبب معرفة كيفية توزيع الأنهار والجداول داخل الحوض، كما يمكن الاستفادة منها في أمور أخرى مثل الحصاد المائي والسيطرة على الفيضانات. وتنقسم الى نوعين:

أ- الكثافة التصريفية الطولية:

يشير هذا المعامل الى العلاقة بين كل من مجموع اطوال الادوية في الحوض المائي الى المساحة الكلية لنفس الحوض ويمكن استخدام المعادلة التالية لمعرفة قيمة هذا المعامل:

$$\text{كثافة التصريف الطولية} = \frac{\text{مجموع اطوال المجاري}}{\text{مساحة حوض التصريف}}$$

وفي دراسة خلف الدليمي (٢٠٠٧) فقد قام بتصنيف كثافة التصريف للمجاري المائية في الاحواض النهرية الى ستة فئات وكما في الجدول رقم ٧ (خلف الدليمي، ٢٠١٢) :

الجدول رقم ٧: تصنيف خلف الدليمي لكثافة التصريف لأودية المجاري المائية في الاحواض

اطوال الاودية	٢.٥ – ٥	٥-١٤	١٥-٢٤	٢٥-٤٩	٥٠-١٠٠	اكثر من ١٠٠
كثافة التصريف	واطئة جدا	واطئة	متوسطة	جيدة	عالية	عالية جدا

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على (خلف الدليمي، ٢٠٠٧)

وبالاعتماد على المعادلة أعلاه وبيانات قيم معامل اطوال المجاري والمساحة الكلية للحوض والمستخرجة سابقا، تبين ان الحوض يقع ضمن الفئة الواطئة من فئات التصنيف التي اعتمدها (الدليمي) اذ بلغت قيمة معامل الكثافة التصريفية الطولية في منطقة الدراسة (٩.٩٥) كم/كم٢.

ب-الكثافة التصريفية العددية:

تعتبر الكثافة العددية للمجاري المائية واحدة من اهم المعاملات التي يتم دراستها في الدراسات الهيدرولوجية حول توزيع المجاري المائية في الحوض المائي، وتأتي أهمية الكثافة التصريفية العددية من ان زيادتها تدل على ان المنطقة أكثر عرضة للتعرية لان كثرة المجاري تساعد على التفريغ السريع للمياه والعكس صحيح. ويمكن التعبير عن قيمة معامل الكثافة التصريفية العددية بالنسبة بين مساحة الحوض المدروس الى مجموع اعداد المجاري الكلية في جميع الرتب التي ظهرت في الحوض المدروس ويمكن الوصول اليها من المعادلة الاتية (Horton,1956):

$$\text{كثافة التصريف العددية} = \frac{\text{مجموع اعداد المجاري بجميع مراتبها}}{\text{مساحة حوض التصريف}}$$

وبعد تطبيق المعادلة فقد توصل الباحثان الى ان قيمة معامل الكثافة التصريفية العددية لمنطقة الدراسة (٥٤.١٢)

ج-معامل الانعطاف:

يعبر معامل الانعطاف عن مدى انحناء او انعطاف المجرى المائي في الحوض المدروس، ويمكن الحصول على قيمة معامل الانعطاف من خلال معرفة نسبة طول المجرى الحقيقي الى

طول المجرى المثالي، ان قرب قيمة معامل الانعطاف من الواحد الصحيح يدل على ان المجاري النهرية مستقيمة نسبيا وذا انعطافات قليلة او ضعيفة وبالتالي زيادة سرعة الجريان السطحي، وكلما زادت القيمة وابتعدت عن الواحد الصحيح دل ذلك الى ان المجاري المائية ذات انعطافات حادة ما يؤدي الى زيادة طول المجرى الحقيقي مقارنة بالمجرى المثالي، ولمعامل الانعطاف أهمية في الدارسات الهيدرولوجية وذلك لتأثيره المباشر على سرعة الجريان السطحي للمياه وتأثيره على التعرية بالإضافة الى أهميته في تأثيرات الفيضانات التي من الممكن ان تحدث كلما زادت الانعطافات في المجرى. ويمكن الحصول على قيمة معامل الانعطاف من خلال المعادلة الاتية: (علي محسن، ٢٠١٨):

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الحقيقي}}{\text{طول المجرى المثالي}}$$

وبعد تطبيق المعادلة تبين ان قيمة الانعطاف لحوض وادس ميركى (١.٢٤)، وتشير القيمة الى ابتعادها عن الرقم واحد الصحيح وهذا يعني وجود تعرجات وانعطافات كثيرة في منطقة الدراسة ويرجع سبب ذلك الى وجود العديد من التكاوين الجيولوجية المختلفة منها ذات صخور شديدة الصلابة ما دفع المجرى المائي الى تغير مجراه وهكذا.. من الجدير بالذكر ان زيادة التعرجات في المجرى المائي يجعل حركة الجريان للمياه ابطا مما يزيد من احتمالية حدوث الفيضانات فيها.

الاستنتاجات:

١- أظهرت الدراسة أن منطقة البحث تقع ضمن الرصيف القاري غير المستقر، وتحديدًا في نطاق الطيات العالية ضمن حزام السليمانية – زاخو .كما تبين وجود تكوينين جيولوجيين رئيسيين، هما تكوين جيركس بنسبة (٧١.٣٠٪) وتكوين بيلاسبي بنسبة (٢٨.٧٣٪) . ونظرًا لأن تكوين جيركس يتميز بصلابة أقل مقارنةً بتكوين بيلاسبي، فقد أدى ذلك إلى ارتفاع قيمة معامل الانعطاف وظهور العديد من الانعطافات والالتواءات في مجرى الحوض الرئيسي

٢- اوضحت النتائج وجود خمس فئات رئيسية من قيم الانحدار في الحوض المدروس، حيث كانت الأراضي المنحدرة هي الأكثر انتشارًا بنسبة (٤٦.٠٧٪)، بينما كانت الأراضي المسطحة الأقل انتشارًا بنسبة (٠.٨٦٪) . يشير هذا التوزيع إلى ارتفاع سرعة الجريان المائي، وان ارتفاع معامل الانحدار وقيم التضرس في المنطقة يزيد من احتمالية حدوث السيول، مما يستدعي اتخاذ تدابير للحد من التعرية المائية.

٣- بلغت مساحة منطقة الدراسة (٢٠.١٢ كم²)، في حين بلغ محيط الحوض (٢١.٣٧ كم)، مما يشير إلى أن شكل الحوض أقرب إلى الشكل الدائري مقارنةً بالأشكال الأخرى. وقد تم تأكيد ذلك من خلال معادلة الاستدارة التي سجلت قيمة (0.55)، ومعادلة الاستطالة التي بلغت (0.54) ، وكلاهما يعكسان تقارب الشكل العام للحوض مع الشكل البيضوي، وهو ما يتطابق مع الواقع الجيومورفولوجي للحوض.

٤- تُظهر نتائج الدراسة أن منطقة البحث تتميز بوعورة شديدة وتضاريس متباينة، إذ بلغ معدل التضرس (٦٨.٠٤٧ م)، في حين وصلت قيمة معامل التضرس الأقصى إلى (٨٧٥) م، وهي قيمة مرتفعة نسبيًا مقارنةً بمساحة الحوض، مما يعكس التفاوت الكبير في الارتفاعات ضمن المنطقة المدروسة.

٥- فيما يتعلق بالكثافة التصريفية الطولية، فقد تبين أن الحوض يقع ضمن فئة الكثافة التصريفية الطولية الواطئة، حيث بلغت قيمتها (9.95) كم/كم²، أما فيما يخص الكثافة التصريفية العددية فقد سجلت (٥٤.١٢) مجرى/كم²، مما يدل على انخفاض انتشار الشبكة التصريفية في منطقة الدراسة. ويمكن تفسير ذلك بوجود انحدارات شديدة، والتي تؤدي إلى زيادة سرعة الجريان السطحي وتقليل فرصة تشكّل مجارٍ فرعية عديدة، مما يوجه المياه نحو المجاري ذات الرتب الهيدرولوجية الأعلى.

٦- أكدت النتائج أن توظيف برمجيات نظم المعلومات الجغرافيةGIS)) يُعد أداة فعالة ومتقدمة في استخراج وتحليل البيانات الجغرافية والهيدرولوجية، حيث يتيح إمكانية حساب القيم المورفومترية بسرعة ودقة عالية. كما يُسهم استخدام هذه التقنيات في تقليل الوقت والجهد اللازمين لإنجاز الدراسات الهيدرولوجية، مما يعزز من دقة النتائج وموثوقيتها، ويتيح توفير تحليل متكامل يمكن الاعتماد عليه في التخطيط البيئي والإدارة المستدامة للموارد المائية.

قائمة المصادر:

أبو العينين، حسن سيد أحمد. (١٩٩٠). حوض وادي دبا في دولة الإمارات العربية المتحدة: جغرافيته الطبيعية وأثرها في التنمية الزراعية. جامعة الكويت.

أحمد، حسين حسين. (٢٠١٩). تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي العبرة غرب محافظة نينوى. مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية، ١٤(٢).

بلديه، رياض عبد القادر. (٢٠١٧). الهيدرولوجيا. منشورات جامعة دمشق، كلية الهندسة.

جودة، حسنين جودة ؛ عاشور، محمود محمد، وآخرون. (١٩٩١). وسائل التحليل الجيومورفولوجي (الطبعة الأولى). القاهرة.

الحشماوي، مثال مبدر مصلح، وآخرون. (٢٠٢٠). نمذجة الخصائص المورفومترية لوادي عوجيلة المائي. مجلة مداد الآداب، كلية الآداب – الجامعة العراقية، العدد الخاص بالمؤتمر (الجزء الثاني).

الدليمي، خلف حسين علي. (٢٠١١). علم شكل الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية) (الطبعة الأولى، الجزء الأول). دار صفاء للطباعة والنشر.

علي، محسن كامل جعفر. (٢٠١٨). النمذجة الهيدروجيومورفولوجية لحوض وادي حسب وأثره في التنمية البيئية (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، جامعة الكوفة.

الكاظمي، جاسم عبد محمد، وآخرون. (١٩٩٦). خارطة العراق البنيوية ذي المقياس (١:١٠٠٠٠٠٠). وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين.

محمد، صبحي عبد الحكيم ؛ الليثي، ماهر عبد الحميد. (٢٠٠٥). علم الخرائط. مكتبة الأنجلو المصرية.

المزوري، حسين علي رشيد، & العمري، صهيب حسن خضر. (٢٠٢١). نمذجة الاستجابة الهيدرولوجية في المناطق الحضرية: مدينة دهوك أنموذجاً (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل.

الودعاني، إدريس علي سليمان. (٢٠١٤). مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غربي المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي). مجلة جامعة جازان، ٣(١).

References

Abu Al-Einen, Hassan Sayed Ahmed. (1990). *The Wadi Dabba Basin in the United Arab Emirates: Its natural geography and impact on agricultural development*. Kuwait University.

Ahmed, Hussein Hussein. (2019). Analysis of morphometric and hydrological characteristics of the Wadi Al-Abra basin west of Nineveh Governorate. *Kirkuk University Journal for Humanities Studies, 14*(2).

Al-Dulaimi, Khalaf Hussein Ali. (2011). *Applied geomorphology (Practical geomorphology)* (1st ed., Vol. 1). Dar Safa for Printing and Publishing.

Al-Hashmawi, Methal Mubdir Muslih, et al. (2020). Modeling morphometric characteristics of Wadi Awjeila basin. *Madad Al-Adab Journal*, College of Arts – Al-Iraqia University, Special Conference Issue (Part 2).

Ali, Mohsen Kamel Jafar. (2018). Hydro-geomorphological modeling of the Wadi Hasb basin and its impact on environmental development (Unpublished master's thesis). College of Arts, University of Kufa.

Al-Kadhimi, Jasim Abd Muhammad, et al. (1996). *Structural map of Iraq at scale (1:1,000,000)*. Ministry of Industry and Minerals, Geological Survey and Mining Company.

Al-Mazouri, Hussein Ali Rashid, & Al-Omari, Sohaib Hassan Khudr. (2021). Modeling hydrological response in urban areas: The case of Dohuk city (Unpublished master's thesis). College of Education for Humanities, University of Mosul.

Al-Wadani, Idris Ali Suleiman. (2014). Flood hazards in the Jazan region, southwestern Saudi Arabia: A geomorphological perspective. *Jazan University Journal, 3*(1).

Baldiyeh, Riyadh Abdulqadir. (2017). *Hydrology*. University of Damascus Publications, Faculty of Engineering.

Gouda, Hassanien Gouda, Ashour, Mahmoud Mohamed, et al. (1991). *Methods of geomorphological analysis* (1st ed.). Cairo.

Mohammed, Sobhi Abdel-Hakim, & El-Laithi, Maher Abdel-Hamid. (2005). *Cartography*. Anglo-Egyptian Library.