التحليل المورفومتري لأحواض التصريف فيما بين السد العالي وسد جبل الأولياء

فاطمة عبد الرازق أبوضيف*

تمهيد:

دراسه الخصائص المورفومترية للأحواض تساعد في القاء الضوء علي هيدرولوجية الأحواض، من حيث معرفه الموارد المائية، وذلك للأهميه الأحوض المرتبطة بالأنشطه البشرية ومن ثم تحديد الأضرار البيئية الناتجة في تغير شكل المنطقة، ان الطريقة المتبعة في التحليل الكمي لدراسة خصائص احواض التصريف في منطقة الدراسة هي طريقه استرايلر (Strahler, 1960, p. 140) وبعض الطرائق الاخري، حيث يشير التحليل المورفومتري الي جميع الخصائص الحوضية القياسية التي تنتج عن اخذ قياسات معينة للأحواض المائية، وترتبط الخصائص المورفومترية ارتباطا مباشرا بالعوامل الطبيعية مثل البنية الجيولوجية والمناخ والغطاء النباتي واي تغيرات تطرأ عليها (سلامه، ١٩٨٠). تمثل الدراسات المورفومترية احد الاتجاهات الحديثة في دراسة الأحواض النهرية، لذا يعد حوض الصرف الوحدة الأساسية الرئيسة لأجراء البحوث لان حوض الصرف النهري الواحد يمثل وحدة مساحية تحدد بموجبها خصائص ومعطيات يمكن قياسها (البيواني، ٢٠٠٠، ص ١٤٢).

---

* باحثة ماجستير بمعهد البحوث والدراسات الاستراتيجي لدول حوض النيل – جامعة الفيوم.

ويعد تحليل خصائص حوض التصريف المائي كمساحة، وشكل من الأسس المهمة والضرورية لتحديد مدلولات الحوض الجيومورفولوجية، وتتبع المرحلة التي وصل إليها، ومعرفة الظروف التي تحكم هذا الحوض، وترجع أهمية دراسة الخصائص المساحية والشكلية إلى أنها تعطي انعكاساً صادقاً للخصائص الجيولوجية للتكوينات الصخرية في أحواض التصريف، وخصائص شبكات التصريف، وكذلك الظروف المناخية وبصفة خاصة المناخ القديم التى توالت أحداثه عليها، وتُعد مساحة الأحواض مؤشراً لمرحلة الدورة التحتية التي قطعتها الأودية داخل تلك الأحواض؛ فمن الطبيعي أنه كلما كبرت مساحة الحوض زاد حجم الأمطار المتجمع داخل مساحة التصريف مما يؤدى إلى زيادة حمولة الأودية مع افتراض ثبات باقي المتغيرات مثل نوع الصخر ونظامه والتضارس وشكل شبكة التصريف (جوده، وآخرون، ١٩٩١، ص ٢٩٠).

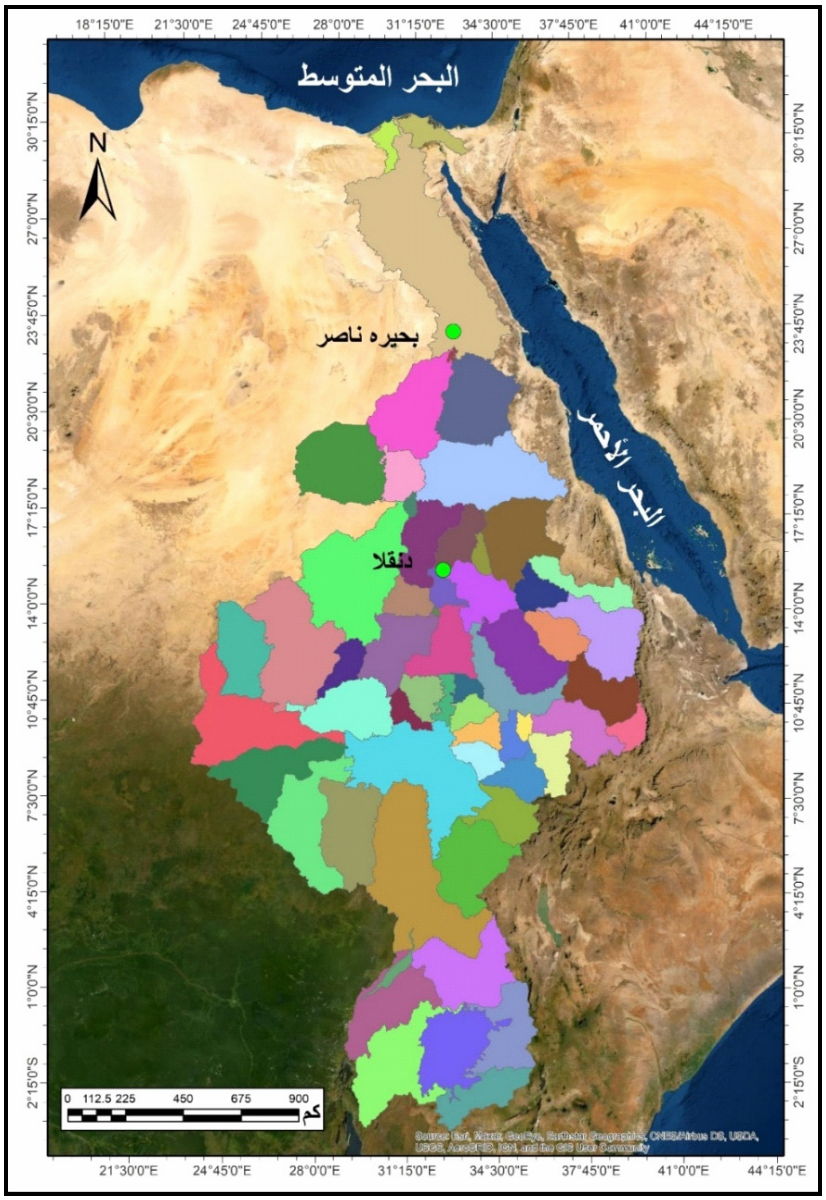
ويشتمل هذا الفصل من الدراسة على توضيح الخصائص الهندسية والمورفومترية للحوض الشرقي والحوض الغربي ومن أجل الحصول على القياسات المورفومترية المطلوبة، حيث تم الاعتماد على استخدام الحاسب الآلي كونه يعطى حقائق رقمية أكثر دقة، إلى جانب تطبيق مجموعة من المعاملات المورفومترية التي تختص بأحواض التصريف المائي وأسطحها وفقاً للآتي:

- مساحة الحوض.
- أبعاد الحوض (الطول، العرض، المحيط).
- الخصائص الشكلية للحوض (معامل الاستطالة، معامل الاستدارة، معامل الشكل، معامل الاندماج).
- الخصائص المورفومترية لسطح الحوض (نسبة التضرس، التضاريس النسبية، قيمة الوعورة).
- الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف (رتب المجاري المائية، أعداد المجاري المائية، أطوال المجاري المائية، كثافة التصريف، معدل التشعب، تكرار المجاري المائية، معدل بقاء المجرى المائي، معدل التعرج، نسبة التقطع، معدل المسافة بين المجاري المائية).

خصائص أحواض التصريف:

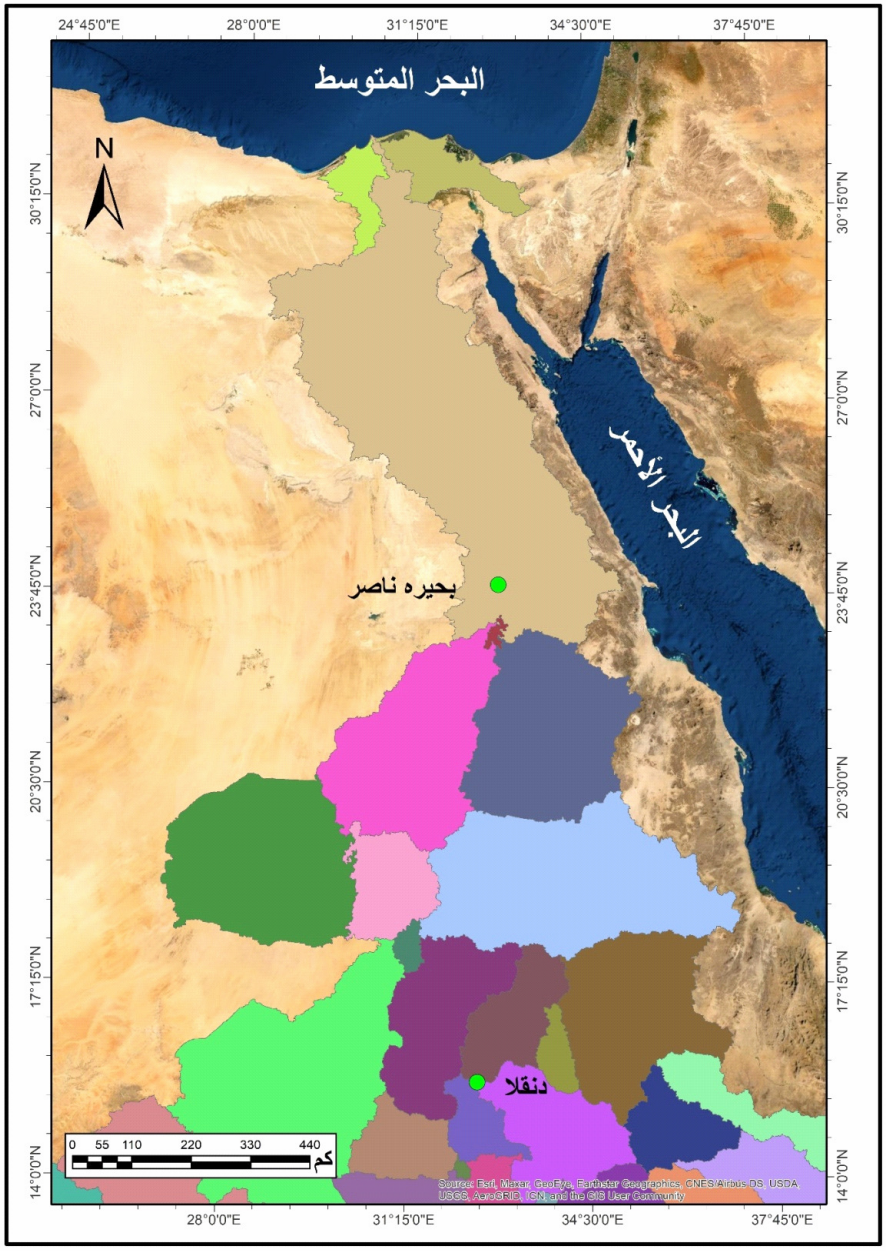
تعد الدراسه المورفومترية احدي الاسس الهامة في الدرايه الجيموروفولوجية، وذلك من خلاص فهم الابعاد المختلفه لهذه الأحواض، ويتناول هذا الجزء التعرف علي الخصائص المساحية والشكلية للأحوض التصريف. من الشكل رقم (١) نستنتج ان عدد الاحوض الفرعي من الشكل التالي نستنتج ان عدد الاحوض الفرعية في نهر النيل ١١٣ حوض، ومن الشكل رقم (٢) تبين

أن عدد الاحواض الفرعية في منطقة الدراسه ١٨ حوض وتم اختيار اكبر حوضين من حيث المساحة يصبان في مجري نهر النيل حوض شرقي وحوض غربي.



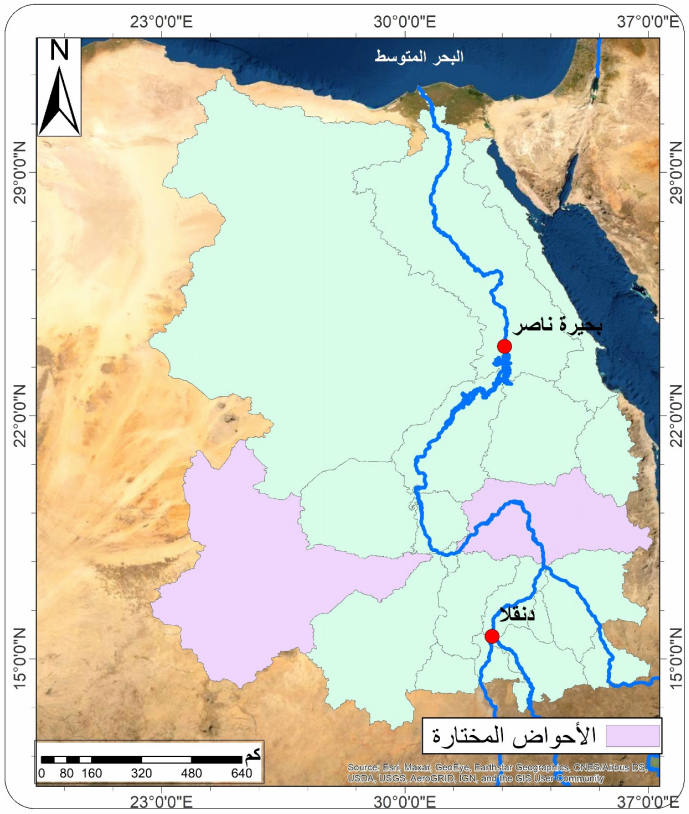
شكل (١) : الاحواض الفرعية لمجري نهر النيل.

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي.



شكل (٢) : الاحواض الفرعية بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي.



شكل (٣) : الاحواض المختاره بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي.

أولاً – الخصائص المساحية :

هناك عده عوامل تسهم بمجملها في تحديد المساحة الحوضية ومن اهمها الحركات التكتونية ونوع الصخور والظروف المناخية (باترك مكولا، ١٩٨٦، ص ٢٧) حيث تزداد مساحه الحوض اذا نشط عامل التعرية المائية ويصاحبها ضعف في مقاومة الصخر، ومن المعروف كاما زادت مساحة الحوض زادت كمية مايستقبله من امطار او اي شكل اخر من اشكال التساقط مما يترتب عليه ارتفاع الفيضانات، وذلك في حاله تساوي المتغيرات المختلفه مثل نوع الصخر ونظامه والتضرس وشكل شبكه التصريف. وهناك متغيرات مورفولوجية ترتبط بمساحة الحوض فمثلا نجد انا الاحواض الكبيرة اقل انحدارا من الاحواض الاصغر وقد يرجح هذا ان الاحواض الكبيرة او اجزاء منها تمر في مرحله متقدمة من الدوره التحاتية علي عكس الاحواض

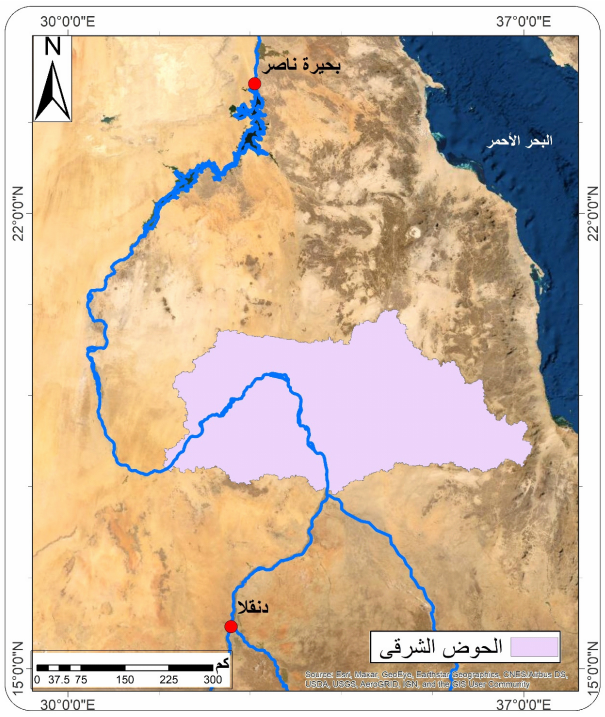
الصغيرة التي قد تزال في بداية المرحلة وهذا ينطبق علي انحدار المجاري المائية وتقاس الخصائص المورفومتريه من امكانيه البرنامج المستخدم.

وتشمل هذه الخصائص التعرف علي مساحات الاحواض والابعاد المختلفه لها من الطول والعرض، المحيط وهي كما يلي:

١) مساحة الحوض:

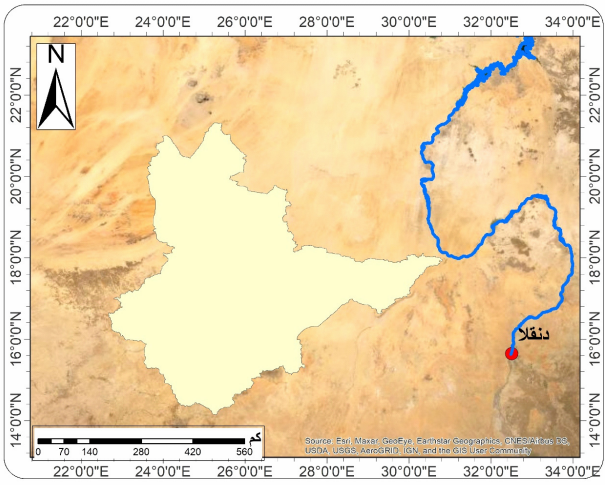
الأحواض المائية تتباين في مساحتها بشكل كبير تبعاً للتباين في الحركات الأرضية، نوع الصخور، التضاريس، والأحوال المناخية، فضلا عن الزمن (باترك مكولا، ١٩٨٦، ص ٢٧)؛ إذ تزداد مساحة الأحواض المائية كلما ازداد نشاط عملية التعرية المائية، وهذا يقترن بزيادة كمية وحجم الأمطار الساقطة سنويا، والتي تساهم في توسيع الحوض المائي وزيادة مساحتة، ويعتمد ذلك على نوعية التكوينات الصخرية ودرجة مقاومتها وصلابتها، فالصخور قليلة الصلابة يسهل نحتها إذا ما تعرضت إلى حركات باطنية تسهم في انخفاض أراضي مجاورة أو ارتفاع مناطق أخرى، فيحدث تغير في المجاري المائية لبعض الأودية إلى أحواض مجاورة أخرى، وتمثل مساحه احواض التصريف مميزا مورفومتري في التاثيرعلي حجم التصريف المائي داخل الحوض، حيث توجد علاقه طردية بين كل من المساحة الحوضية وحجم التصريف المائي بشبكة التصريف (محسوب، ١٩٩٦، ص ٢٥٩). وترتبط مساحه الاحواض بدراسة تاثير مجموعة من العوامل التي تسهم في مجموعها في اتساع الحوض ومن اهمها الظروف المناخية، ونوع الصخر والحركات التكتونية والزمن الجيولوجي، حيث تزيد مساحتها اذا نشط عامل التعرية خاصه النحت المائي مع ضعق درجة مقاومة الصخر (محمد خزامي عزيز، ٢٠٠٤، ص ٤٥٦). وتعرف مساحة الحوض بأنها المساحة الكلية المسقطة على مستوى أفقي، بحيث أن الجريان السطحي على هذه المساحة يتجه كله باتجاه الجدول ذو الرتبة الأعلى، والمسمى الحوض باسمة. تتضمن أبعاد الحوض قياسات خاصة بالطول، والعرض، والمحيط، والتي يتم عن طريقها حساب المعاملات المورفومترية الأخرى، وفهم شكل وخصائص الحوض.

وحيث بلغت مساحة الحوض الشرقي (١١٥٣١٥,٨ كم^{٢}) بينما بلغ مساحة الحوض الغربي (٢٩٣٩٤٢,٦ كم^{٢})، وهذه المس وهذا تدل على أن الأحوض لها مساحة تجميعية كبيرة، وبالتالي تصريف عالي، وكمية رواسب أكبر.



شكل (٤) : الحوض الشرقي بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي.



شكل (٥) : الحوض الغربي بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي.

٢) ابعاد الحوض:

تتضمن أبعاد الحوض قياسات خاصة بالطول، والعرض، والمحيط، والتي يتم عن طريقها حساب المعاملات المورفومترية الأخرى، وفهم شكل وخصائص الحوض.

أ- طول الحوض:

هو مسافة محور الحوض المقاسة من المنبع إلى المصب وقد تم قياس طول الحوض ابتداء من المصب وحتى أبعد نقطة في محيطه (Gregory & Walling, 1973, p. 49).

وطول الحوض من الأبعاد الرئيسية التي يتم قياسها لحساب المعاملات المورفومترية الأخرى، سواء كان ذلك لدراسة شكل الحوض، أو لإيضاح خصائصه التضاريسية، وهناك عدة طرق لقياس طول أي حوض تصريف كان أحدثها وأدقها الطريقة التي أفترضها جريجوري سنة (١٩٧٣م)، حيث أعتبر المسافة بين المصب، وأقصى نقطة تقع على محيطه هي الطول، كما يمكن قياسه كخط موازي للمجرى الرئيسي للحوض من المنبع إلي المصب، أو بقياسه من المصب إلي النقطة التي تنصف محيط الحوض، وغيرها من الطرق المختلفة.

وتراوحت اطوال الاحواض بمنطقه الدراسة حيث ان بلغ طول الحوض الشرقي طولة (٢٧٥٢,٤٦ كم) واقصى طول (٣٢٤,٢ كم) بينما طول الحوض الغربي طولة (٤٨٧٢,٦٨ كم) واقصي طول له اقصى طول (٧٩٧,٢ كم).

ب- عرض الحوض:

يقصد به المسافة المستقيمة العرضية ما بين أبعد نقطتين على محيط الحوض (السلاوي، ١٩٨٩، ص ١٠٢)، وعرض الحوض ذو أهمية كبيرة، خاصة عند دراسة شكله، كما يستخدم هذا المتغير لحساب نسبة الطول إلى العرض الحوضي للدلالة على شكل الحوض، وتستخدم عدة طرق لقياس العرض الحوضي، مثل أخذ متوسط عرض عدد من القياسات على طول عدة محاور في جميع أنحاء الحوض من المنبع إلى المصب، أو بقسمة المساحة الحوضية على الطول الحوضي، وهي الطريقة التي تم أتباعها في الدراسة كونها أدق وأسهل، وذلك عن طريق المعادلة التالية ويحسب متوسط العرض الحوضي وفق المعادلة الآتية:

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

وبما أن مساحة الحوض الشرقي بلغت (١١٥٣١٥,٨ كم^2)، وطوله بلغ (٢٧٥٢,٤٦ كم)، إذاً فإن عرض الحوض يساوي (٤١,٨٩٥٥٤١ كم)، بينما مساحة الحوض الغربي بلغت (٢٩٣٩٤٢,٦ كم^2)، وطوله بلغ (٤٨٧٢,٦٨ كم)، إذاً فإن عرض الحوض يساوي (٦٠,٣٢٤٦٢٦ كم).

ومن المعروف ان الأودية التي تتميز بزيادة طولها مقارنة بعرضها تتميز بوصول المياه إلى المجرى الرئيس في أوقات مختلفة ومن ثم يستمر الجريان لمدة أطول مع انخفاض قمة الفيضان كما في الحوض الشرقي، في حين يحدث العكس في الأحواض العريضة نسبيا فان المياه تصل إلى المجرى الرئيس في وقت واحد مما يؤدي إلى زيادة قمة الفيضان على حسب مدة الجريان التي تذكر في مدة زمنية محدودة، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة كمية الرواسب التي يحملها النهر، وفي حالة أحواض نهر ديالى فان الحالة الأولى هي التي تنطبق عليها اي وصول المياه الى المجرى الرئيس في أوقات مختلفة كما في الحوض الغربي (ولي، ١٩٩٩، ص ١٨).

ج- محيط الحوض:

هو خط تقسيم المياه الذي يفصل الحوض عن الأحواض المجاورة، ويرتبط محيط الحوض كمتغير مورفومتري بالعديد من الخصائص المورفومترية الأخرى، كشكل الحوض، واستطالته، ويعد قياس هذا المتغير في الواقع بسيط جداً بالنسبة لبقية المتغيرات، حيث تم قياس محيط الحوض الشرقي حيث بلغ (٢٧٥٢,٤٦ كم) ووجد أن محيط الحوض الغربي بلغ (٤٨٧٢,٦٨ كم).

جدول (١) : قيم المعاملات المورفومترية لمساحة وأبعاد الحوض.

العامل المورفومتري	الطول كم	العرض كم	مساحه الحوض كم2	المحيط كم
الحوض الشرقي	2752.46	595.2	115315.8	2752.46
الحوض الغربي	4872.68	882.4	293942.6	4872.68

المصدر: إعداد الباحثة استناداً إلى المعاملات السابقة.

ثانياً – الخصائص الشكلية للحوض Characteristics Form :

هي من الدراسات التطبيقية المورفومترية المهمة، لما لها من دلالات هيدرولوجية، وتأثير كبير في الصرف المائي (عاشور، ١٩٨٦، ص ٤٦٢)، ويقصد به مقارنة شكل الحوض بأشكال هندسية مثل الدائرة، المربع، المستطيل، المثلث. والأحواض التي تتشابه في خصائصها الشكلية يغلب عليها التشابه في خصائصها الجيومورفولوجية (العوضي، ٢٠١٦، ص ١٦٥)، وتفيد هذه الدراسة في معرفة كميات المياه التي تجهز المجرى الرئيس، وقياس معدلات الحت المائية وتأثير ذلك في الأشكال الأرضية الناتجة ومساحة أحواضها (Andreson, 1985, p. 180).

ويُدرس شكل الحوض التصريفي لما له من دلالات تتعلق بالعمليات الجيومورفولوجية التي ساهمت في تشكيله وتطوره التحاتي، واستعماله كوسيلة في تفسير وتوضيح التطور الجيومورفولوجي لهذا الحوض، وتأثير مختلف المتغيرات البيئية في تحديد اتجاه هذا التطور، ولمقارنة شكل الحوض وتشبيهه بالأشكال الهندسية السابقة، تم استخدام بعض المعاملات الرياضية الخاصة بأحواض التصريف المائي أهمها:

- معامل الاستطالة.
- معامل الاستدارة.
- معامل الشكل.
- معامل الاندماج.
- نسبة الطول / العرض الحوضي.

ولقد تم دراسة هذه المعاملات المورفومترية الخاصة بشكل الحوض على النحو التالي :

١) معامل الاستطالة Ratio Elongation :

تصف نسبة الاستطالة التي تتراوح ما بين (٠ – ١) امتداد مساحة الحوض مقارنة مع الشكل المستطيل، وتشير القيم المنخفضة لهذا المعامل والتي تقترب من الصفر، إلى اقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل، أما القيم المرتفعة والتي تقترب من الواحد صحيح، فتدل على ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المستطيل (سلامة، ١٩٨٢، ص ٦)، ولقد تم استخراج هذا المعامل عن طريق المعادلة التالية:

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{\text{قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض (كم}^{2}\text{) أقصى}}{\text{طول للحوض (كم)}}$$

$$\text{حيث أن قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض} = 2 \sqrt{\text{مساحة الحوض} \times \frac{7}{22}}$$

وبما أن طول قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض الشرقي يساوي (٣٨٣,٢٧٤٢ كم)، وأقصى طول للحوض يساوي (٣٢٤,٢ كم)، إذاً فان قيمة معامل الاستطالة الحوض الشرقي يساوي (١) كم، وبما أن طول قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض الغربي (٣٠٥,٩٦١٣ كم) وأقصى طول للحوض يساوي (٧٩٧,٢ كم) ونسبه استطاله الحوض الغربي (٠) كم.

تصف نسبه الاستطاله امتداد مساحة الحوض بشكل مستطيل او قريب منه، وتحسب من خلال نسبه طول قطر دائره بنفس مساحة الحوض الي اقصي طول للحوض (سلامه، ١٩٨٢، ص ١٠٠)، وكلما اقتربت هذه النسبه من واحد صحيح فان هذا يشير الي ان الحوض قريب من الشكل الدائري كما في الحوض الشرقي، اما اذا ابتعدث هذه النسبه عن واحد صحيح فان الحوض يكون قريب من الشكل المستطيل، ونتيجه ذلك ان الحوض الشرقي قريب الي الشكل الدائري والحوض الغربي اقرب للشكل المستطيل كما في الحوض الغربي (الصحاف و موسى، ١٩٩٠، ص ٣٩).

٢) نسبه تماسك المساحه (معامل الاستداره Circularity ratio) :

توضح مدي اقتراب الحوض من الشكل الدائري او ابتعاده عنه، وتحسب من خلال نسبه مساحه الحوض الي مساحه الدائره لها نفس المحيط، وتتراوح قيم هذا المعامل بين (صفر–١). وكلما ارتفعت القيمه دلت علي اقتراب الحوض من الشكل الدائري ويعبرعنها رياضيا : يشير معدل الاستدارة الى مدى اقتراب الحوض من الشكل الدائري وانتظام خط تقسيم المياه، إذ أن القيم التي تقترب من الواحد الصحيح تدل على اقتراب الحوض من الشكل الدائري وكلما ابتعدت النسبة من الواحد الصحيح ابتعد الحوض عن الشكل الدائري (سلامة، ١٩٨٢، ص ٢٩).

ويشير هذا إلي تقدم الحوض في دورته التحاتية، وسيادة عمليات النحت الرأسي في مجارية، في حين تدل القيم المنخفضة لهذا المعامل والتي تقترب من الصفر، إلى عدم انتظام شكل

الحوض، وابتعاده عن الشكل الدائري، وعدم انتظام خطوط تقسيم المياه المحيطة به، مما يؤثر على أطوال المجاري المائية في الحوض، خاصة ذات الرتب الدنيا التي تقع عادة عند مناطق تقسيم المياه، ويتم حساب هذا المعامل من خلال المعادلة التالية:

$$\text{معامل الاستدارة} = \frac{٤ \text{ ط (مساحة الحوض كم}^{٢})}{\text{مربع محيط الحوض (كم)}}$$

حيث أن ط تساوي (٣,١٤) وبتطبيق المعادلة يتضح أن قيمة معامل الاستدارة الحوض الشرقي (١) كم، وقيمه معامل الاستداره الحوض الغربي (٠) كم وهي قيمة منخفضة جداً، تدل على عدم أنتظام شكل الحوض، وعدم أنتظام خطوط تقسيم المياه المحيطة به، وابتعاد شكله تماماً عن الشكل الدائري في الحوضين الشرقي والغربي.

٣) معامل الشكل Factor Form :

يمثل هذا المعامل مقياسا للعلاقة بين عرض الحوض وطوله، ويحسب من خلال نسبه مساحه الحوض الي مربع طوله ويعبرمعامل الشكل علي مدي تناسق اجزاء الحوض، ومدي انتظام الشكل العام له، وحين يقترب من الواحد الصحيح دل ذلك علي تناسق اجزاءه، وحين تباعد عن الواحد الصحيح دل ذلك علي عدم تناسق وانتظام الشكل العام (Horton, 1954, p. 351).

يشير معامل شكل الحوض الى مدى العلاقة بين كل من المساحة الحوضية والطول الحوضي، ويستدل منه على تناسق أجزاء الحوض، ففي حالة اقتراب قيمة المعامل من الواحد الصحيح يدل على زيادة نسبة المساحة الى الطول أما انخفاضه فيدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث (الصحاف و موسى، ١٩٩٠، ص ٧٨٨)، مع العلم أن قيمة هذا المعامل مابين (٠ – ١)، كما تؤثر قيمة معامل شكل الحوض في سرعة وصول الموجات العالية إلى المجرى الرئيسي، وعلى نظام جريانه السنوي، فانخفاض قيمة هذا المعامل دليل على اقترابه من الشكل المثلث، مع كون المنبع يشكل رأس المثلث في حين تشكل منطقة المصب قاعدة المثلث، ويرتقى التصريف المائي إلى الذروة بمدة قصيرة جداً بعد سقوط الأمطار، كما تقل المدة الزمنية اللازمة لوصول موجة الفيضان من المنبع إلى المصب، في حين يحدث العكس في حالة كون منطقة المنبع تشكل قاعدة المثلث، وتمثل منطقة المصب رأس

المثلث، إذ يتطلب التصريف المائي فترة زمنية طويلة لوصول ذروة التصريف المائي إلى منطقة المصب، بسبب أتساع مساحة الحوض صوب منطقة المنبع.

وانخفاض قيمة معامل الشكل واقترابه من الشكل المثلث يؤثر في نظام الصرف، فعندما تشكل منطقة المنابع رأس المثلث ومنطقة المصب قاعدته، فان التصريف المائي يزداد بعد سقوط الأمطار مباشرة، مسبباً ارتفاع منسوب الماء بشكل سريع وذلك لقرب الجداول والمسيلات من المصب الرئيس (أبو سمور و الخطيب، ١٩٩٩، ص ٢٩). أما في الأحواض التي يكون فيها رأس المثلث منطقة المصب وقاعدته عند المنابع، فتصل إليها المياه بشكل متعاقب، لبعد الجداول والمسيلات عن المصب، ويحسب معامل الشكل وفقاً للمعادلة التالية:

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

وبتطبيق المعادلة وجد أن قيمة معامل شكل الحوض الشرقي يساوي (٠,٠٢ كم)، ومعامل الشكل للحوض الغربي (٠,٠١ كم) وهي نسب منخفضه فتدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث.

٤) معامل الاندماج Coefficient Compactness :

يشير هذا المعامل الى مدى تجانس وتناسق شكل محيطات أحواض التصريف مع مساحتها ومدى تعرج خطوط تقسيم المياه، ويدل أيضا على مدى تقدم احواض التصريف في دوراتها التحاتية، ويحسب عن طريق قسمة محيط حوض التصريف على محيط الدائرة التي تكافئ مساحتها مساحة الحوض (تراب، ١٩٨٨، ص ٧٢).

ويقيس معامل الاندماج شكل الحوض بدلالة محيط الحوض كأساس للقياس والمقارنة، بدلالة المساحة الحوضية، حيث تدل القيم المرتفعة لهذا المعامل على ان الاحواض تتميز بكبر محيطها على حساب مساحتها الكلية، اي تزيد تعرجات المحيط وتقل درجة انتظام شكل الحوض، في حين تشير القيم المنخفضة لهذا المعامل الى تقدم الحوض في دورة التعرية النهرية (جوده وآخرون، ١٩٩١، ص ٣٢٠)، ويمكن استخراج قيمة هذا المعامل من المعادلة التالية:

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

(عاشور، ١٩٩١، ص ٣٢٠)

وحيث أن طول محيط الحوض الشرقي هو (١٢٠٣,٤٨١ كم)، ومحيط قطر الدائرة التي تكافئ مساحتها مساحة الحوض يساوي (٣٦٧٢٤,٧٨ كم^{٢})، ومحيط الدائرة يساوي ٢ ط نق، وبتطبيق المعادلة وجد أن قيمة معامل الاندماج الحوض الشرقي يساوي (٢,٢٨٧٠٨٢٢٧٧ كم) وحيث أن طول محيط الحوض الغربي هو ٤٨٧٢,٦٨ كم ومحيط قطر الدائرة التي تكافئ مساحتها مساحة الحوض يساوي ٢٩٣٩٤٢,٦ كم وهي قيمة مرتفعة نسبياً، لكن تشير إلى أن الحوض يتسم بقلة اندماجه.

وبتطبيق من المعادله نستنتج ان الحوض الغربي بلغ معدل اندماجه ٥,١ كم وتدل هذه القيمه المرتفعة لهذا المعامل على ان الحوض يتميز بكبر محيطه على حساب مساحته الكلية، اي تزيد تعرجات المحيط وتقل درجة انتظام شكل الحوض عكس الحوض الشرقي بلغ معدل اندماجه ٢,٣ كم في حين تشير القيم المنخفضة لهذا المعامل الى تقدم الحوض في دورة التعرية النهرية.

٥) نسبة الطول / العرض الحوضي:

تعد نسبة الطول إلى العرض مؤشرا لمعرفة مدى اقتراب الشكل أو بعده عن الشكل المستطيل، فالقيم المرتفعة لهذا المعامل تعني أن الحوض يقترب من الشكل المستطيل (محسوب، ١٩٩٧م، ص ٢٠٧).

وتعد نسبة الطول إلى العرض الحوضي معامل مورفومتري بسيط يتشابه في مدلوله الجيومورفولوجي لنتائجه مع الاستطالة، ويحسب معامل نسبة الطول/ العرض الحوضي كالأتي :

$$\text{نسبة الطول / العرض الحوضي} = \frac{\text{طول الحوض (كم)}}{\text{عرض الحوض (كم)}}$$

وبما ان طول الحوض الشرقي يساوي (٢٧٥٢,٤٦ كم)، وعرضه (٥٩٥,٢ كم)، إذاً فإن قيمة نسبة الطول إلى العرض الحوضي تساوي (٦٥,٧ كم)، وبما ان طول الحوض الغربي يساوي (٤٨٧٢,٦٨ كم) وعرضه (٨٨٢,٤ كم) إذاً فإن قيمة نسبة الطول إلى العرض الحوضي تساوي (٨١ كم)، وبذلك فإن الحوض يعتبر شديد الاستطالة.

جدول (٢) : قيم المعاملات المورفومترية للخصائص الشكلية للحوض.

المعامل المورفومتري	معدل الأستطاله	معدل الأستداره	معدل الشكل	معامل الاندماج	نسبة الطول/ العرض الحوضي
الحوض الشرقي	١ كم	١ كم	٠,٠٢ كم	٢,٣ كم	٦٦ كم
الحوض الغربي	صفر	صفر	٠,٠١ كم	٥,١ كم	٨١ كم

المصدر: من إعداد الباحثة استناداً إلى المعاملات السابقة.

ثالثاً – الخصائص المورفومترية لسطح الحوض :

تعد من الخصائص المهمة بالنسبة للباحثة في الدراسات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية، لما لها من أهمية في معرفة عمليات التعرية المائية والهوائية وعمليات التجوية ودورها في تشكيل سطح الأرض، كما تعد انعكاساً للطبيعة الصخرية وخصائصها البنيوية، ومعرفة تطور الحوض، وتبرز أهمية دراسة خصائص السطح للحوض في إلقاء المزيد من الضوء على العوامل التي ساهمت في نشأة الحوض، إلى جانب تحديد المرحلة التي قطعها في رحلته التحاتية حتى أدركته ظروف المناخ الجاف، وتتناول هذه الدراسة المعاملات المورفومترية الأساسية لخصائص سطوح أحواض التصريف المائي، وهي كما يلي :

- نسبة التضرس.
- التضاريس النسبية.
- قيمة الوعورة.

وتعد خصائص السطح ناتج علاقة متبادلة بين عاملين، الأول أثر فعل عمليات التعرية، والتجوية، والثاني نوع الصخر ونظامه، وتأتي خصائص السطح وفقاً لمدى قوة وتأثير العامل الأول، ومدى استجابة العامل الثاني. ومن خلال هذه العلاقة يمكن إلقاء الضوء على نشاط عوامل التعرية وقوتها، وكذلك تحديد المرحلة العمرية لدورة التعرية.

١) نسبة التضرس:

تعد نسبة التضرس مقياساً مهماً لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية لمنطقة ما، ويقصد بها الفرق بين أعلى منسوب، وأدنى نقطة في الحوض إلى طول الحوض بالكيلومتر، وتعد مؤشراً جيداً في تخمين الرواسب المنقولة نوعا وكما، إذ تزداد نسبتها مع زيادة نسبة التضرس، وقد يمتد لمسافات بعيدة عن الحوض، ويسهم ذلك في تكوين أشكال جيومورفولوجية مختلفة منها المراوح والمخاريط الغرينية والأراضي الرديئة، فضلا عن تأثيرها في سرعة وصول موجة الفيضان، مما يسهم في زيادة دلالة خطره، والذي يزداد بزيادة تلك النسبة، وتنعكس زيادتها في ازدياد تأثير فاعلية النشاط الحتي للمياه الذي له تأثير في ازدياد الرواسب المنقولة (Ritter, 1982, p. 182).

مما يدل على نشاط عمليات النحت التراجعي نحو المنابع، وتقويض مناطق تقسيم المياه، الأمر الذي يشير إلى التقدم في دورة التعرية، وعلى العكس من ذلك تكون الأحواض العالية في نسبة التضرس ذات مساحة صغيرة ونشطة في عملية النحت في ظل نحت مرتفع، ويعني هذا أنها مازالت في المراحل الأولى من دورة التعرية، وتستخرج نسبة التضرس من المعادلة التالية:

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{تضاريس الحوض (الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض)}}{\text{طول الحوض (م)}}$$

ومن خلال الخريطة رقم (٦، ٧) التي توضح خصائص سطح الحوض، نلاحظ أن أعلى منسوب للحوض الشرقي يبلغ (١٦٤٤م) فوق مستوى سطح البحر، وأدنى نقطة (٢٣٨ م)، كون مصب الحوض ينتهي في مجري نهر النيل، بينما طول الحوض بالمتر يساوي (٢٧٥٢,٠ م). اذا فان نسبه التضرس للحوض الشرقي (٠.٥) ونلاحظ أن أعلى منسوب للحوض الغربي يبلغ (١٩٩١م) فوق مستوى سطح البحر، وأدنى نقطة (٢٣٩ م)، كون مصب الحوض ينتهي في مجري نهر النيل، بينما طول الحوض بالمتر يساوي (٤٨٧٢,٠ م)، وبما أن الفرق بين أعلى منسوب وأدنى نقطة الحوض الغربي هو (١٧٥٢م)، إذاً فان قيمة نسبة التضرس تساوي (٠.٤)، وهذه قيمة منخفضة جداً، مما يعني أن الحوض كبير المساحة، الأمر الذي يدل على نشاط عمليات النحت التراجعي نحو المنبع، وتقويض مناطق تقسيم المياه، مما يشير بالتالي إلى تقدم دورة التعرية في الحوض، وإلى إمكانية حدوث أسر نهري في الحوض.

٢) التضاريس النسبية:

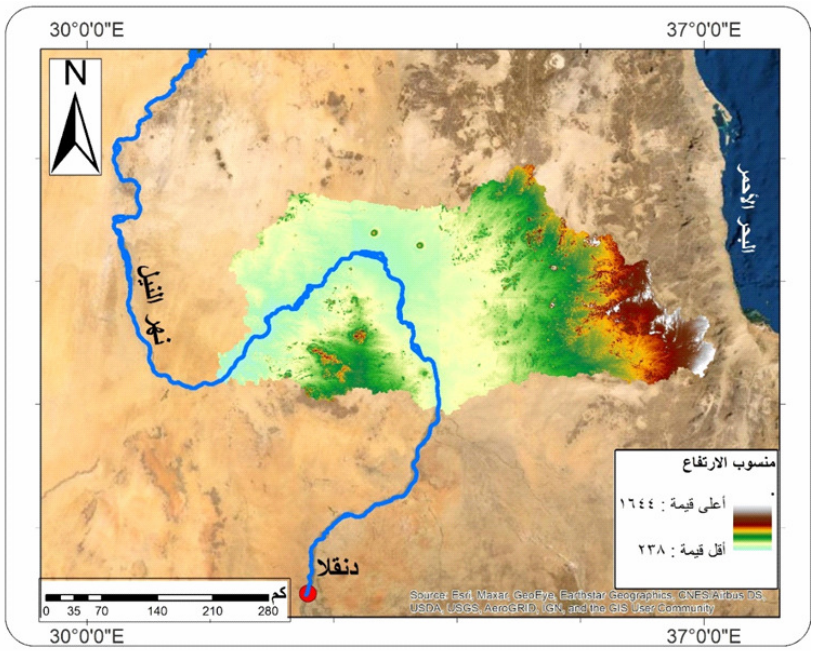
تمثل العلاقة بين قيمة التضرس النسبي (الفرق بين أعلى منسوب وأدنى نقطة في الحوض) ومقدار محيط الحوض، وتوجد علاقة ارتباطيه سالبة بين التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخور لعمليات التعرية عند تشابه الأحوال المناخية (محسوب، ١٩٩٧م، ص ٢٠٧).

وتظهر هذه العلاقة في صورة نسبة مئوية تشير إلى درجة تضرس الحوض، ويمكن استخراج هذه النسبة كالآتي :

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{(الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض)}}{\text{طول محيط الحوض (كم)}} \times ١٠$$

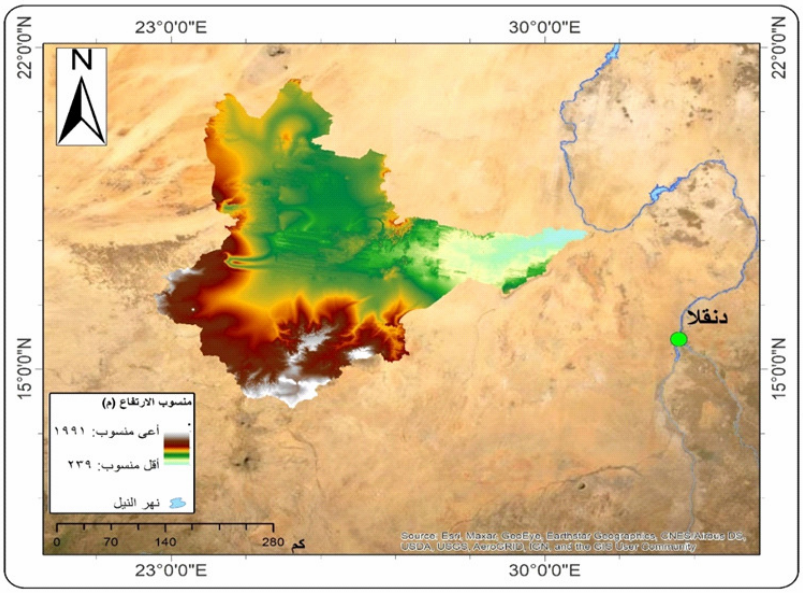
التضاريس النسبيه للحوض الشرقي = ١٦٠٦ ÷ ٢٧٥٢,٤٦ × ١٠ = ٥,١%

التضاريس النسبيه للحوض الغربي = ١٧٥٢ ÷ ٤٨٧٢,٦٨ × ١٠ = ٣,٦%



شكل (٦) : تضاريس الحوض الشرقي بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي.



شكل (٧) : تضاريس الحوض الغربى بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي.

وبذلك يعتبر أن الحوض الغربي بلغ ٣,٦% وهذا يعني ان الحوض قليل التضرس، وهذا يرجع إلى ارتفاع التضاريس الحوضية على حساب طول المحيط، علي عكس الحوض الشرقي بلغت تضاريسيه ٥,١%.

٣) قيمة الوعورة:

هي العلاقة بين تضاريس الحوض وكثافة شبكة الصرف، إذ أن قيمة الوعورة تنخفض من أولى مراحل الدورة التحاتية للحوض ثم تبدء في التزايد التدريجي حتى تصل إلى حدها الأقصى عند بداية مرحلة النضج، ثم تبدء قيمتها بالانخفاض مرة أخرى عند نهاية الدورة التحاتية (تراب، ١٩٩٧، ص ٢٧٢؛ عاشور، ١٩٨٦، ص ٤٩٦).

وبشكل عام فإن قيمة الوعورة تعطي فكرة عن درجة تقطع سطح الحوض بالمجاري المائية، وترتفع قيمة الوعورة عند ارتفاع التضاريس الحوضية إلى جانب الزيادة في المجاري المائية على حساب المساحة الحوضية، وتتفاوت قيمته مابين (٠,٠٦) للأحواض الهينة وأكثر من (واحد صحيح) لأحواض الأراضي الوعرة، وتستخرج قيمة الوعورة من المعادلة الآتية:

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{التضاريس الحوضية (م)} \times \text{الكثافة التصريفية (كم/كم}^2\text{)}}{١٠٠٠}$$

قيمه الوعوره للحوض الشرقي = ٥,١ × ٠,٠٥ ÷ ١٠٠٠ = ٠,٠٠٣

قيمه الوعوره للحوض الغربي = ٣,٦ × ٠,٠٥ ÷ ١٠٠٠ = ٢,٦

من تطبيق المعادله الاتيه وجد ان قيمه الوعوره للحوض الشرقي بلغت ٠,٠٠٣، وبذلك يمكن القول بأن الحوض يعد من الأراضي الهينة، وقليلة الوعورة، إلى جانب قلة نسبة أطوال المجاري المائية بالحوض على حساب المساحة الحوضية. ووجد ان قيمه الوعوره للحوض الغربي بلغت ٢,٦ نستنتج انه من الاراضي الشديده كثيره الوعوره.

جدول (٣) : قيم المعاملات المورفومترية لسطح الحوض.

المعامل المورفومتري	نسبة التضرس	التضاريس النسبية	قيمة الوعوره
الحوض الشرقي	٠ . ٥	%٥,١	٠,٠٠٣
الحوض الغربي	.٤	%٣,٦	٢,٦

المصدر: إعداد الباحثة استناداً إلى المعاملات السابقة.

رابعاً – الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائي بالحوض :

يطلق مصطلح خصائص شبكة التصريف المائي على الشكل العام الذي تظهر به مجموعة المجاري المائية المختلفة بحوض التصريف، وهي المحصلة النهائية التي تنتج عن ارتباط نوع الصخر، ونظامه من جهة، والظروف المناخية من جهة أخرى. وتجدر الإشارة إلى أن شكل شبكة التصريف بالأودية تتوقف على مدى نفاذية الصخر، ومدى تجانسه ودرجة صلابته، إلى جانب طبيعة الانحدار الأصلي لسطح الحوض، وأثر حركات التصدع، وحركات الرفع التكتونية في تعديل المظهر العام لشكل التصريف المائي، وتجديد نشاط مجاريه، بالإضافة إلى درجة التطور الجيومورفولوجي لحوض التصريف بالوادي نفسه، لذلك يمكن أن تختلف أنماط شبكة التصريف في الأحواض المائية من منطقة لأخرى، ما ينعكس على الخصائص الأخرى للشبكة القناوية. والنمط النهري هو الشكل الناتج عن اتصال رافد النهر بالنهر الرئيس أو بعضهما ببعض، إذ يعكس نمط التصريف النهري العلاقة بين طبيعة التضاريس، ودرجة انحدار السطح واختلاف

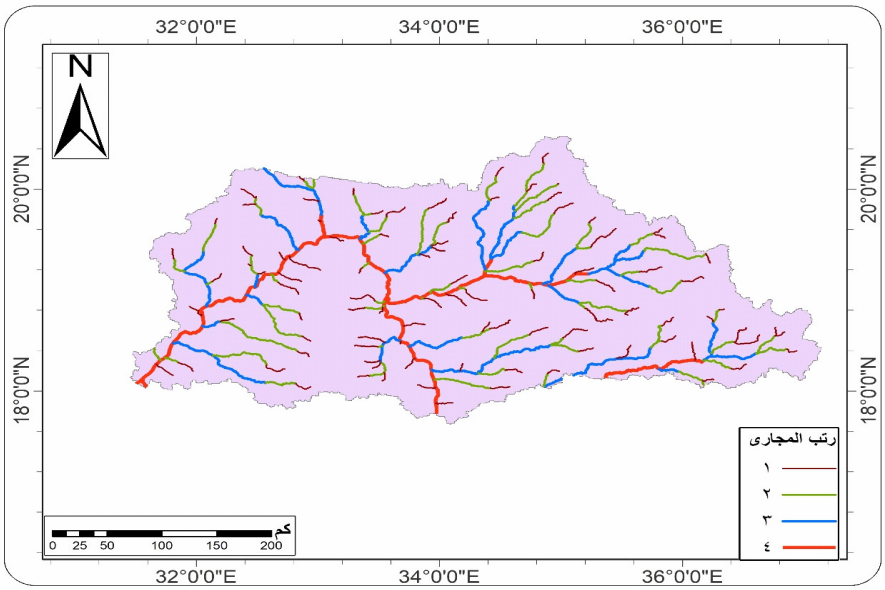
الطبيعة الصخرية، ونظام بنية طبقاتها، ومقدار تجانس الصخور فيها، واثر حركات الرفع التكتونية، وعمليات التصدع، فضلا عن طبيعة المناخ السائد، ودرجة التطور الحتي للحوض، التي تؤثر في تعديل وتشكيل الصرف النهري (محسوب، ١٩٩٧م، ص ١٩٣).

ولقياس الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف بالحوض تتطلب الدراسة الوقوف على الآتي:

- رتب المجاري المائية.
- أعداد المجاري المائية.
- كثافة التصريف.
- معدل التشعب (معدل التفرع).
- تكرار المجاري المائية (الكثافة العددية).
- معدل التعرج.
- معدل المسافة بين المجاري المائية.

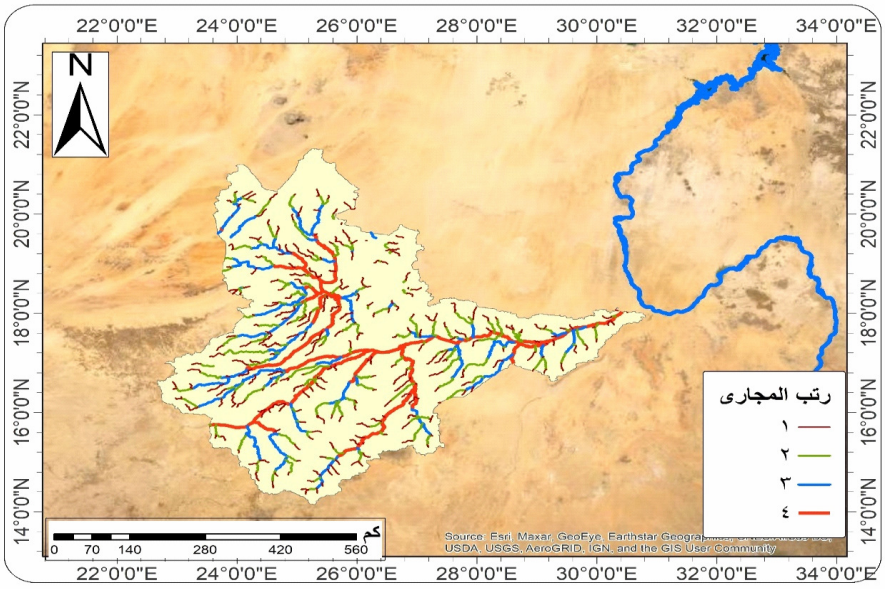
١) رتب المجاري المائية (الرتب النهرية):

هو الترتيب الرقمي لمجموعة الروافد، التي تشكل شبكة الصرف، لأي طرائق عدة لتصنيف الشبكة النهرية الى مراتبها (Strahler, 1960, p. 483)، إلا ان أكثر هذه الطرائق قبولاً، هي طريقة ستريلر وملخص هذه الطريقة هي أن الأنهار الأولية تمتلك المرتبة الأولى، أما المرتبة الثانية فتتكون من تجمع فرعين من المرتبة الأولى، وتتكون المرتبة الثالثة من تجمع فرعين من المرتبة الثانية، وهكذا في بقية المراتب، حتى تصل إلى المصب الرئيس للنهر، ويغلب استخدام هذه الطريقة لسهولتها ووضوح طريقة تحديد مرتبة الجداول والوديان، ودراسة المراتب النهرية وفقاً لطريقة ستريلر لها أهمية في معرفة كمية التصريف المائي الخاص بكل وادي نهري، والذي له انعكاسات على تخمين قدرة تلك الأودية الحتية والإرسابية، ومن ثم الحد من تأثيرها في استعمالات الأراضي المختلفة المجاورة لتلك الأودية، ووضع الحلول اللازمة للسلوك الهدمي لتلك الأودية، ولاسيما فيما يتعلق بالحد من تكرار ظاهرة الفيضان فيها. وقد تم في هذه الدراسة استخدام طريقة ستريلر لسهولتها وكثرة استخدامها في الأبحاث الجيومورفولوجية.



شكل (٨) : رتب المجاري المائيه للحوض الشرقي بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي.



شكل (٩) : رتب المجاري المائيه للحوض الغربي بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي.

جدول (٤) : اطوال كل رتبة في الحوض الشرقي والغربي.

الرتبة	اطوال الرتب للحوض الشرقي(كم)	اطوال الرتب للحوض الغربي (كم)
1	1536.27	4432.93
2	1763.44	3926.83
3	1430.98	3099.73
4	954.99	2876.81

المصدر: من إعداد الباحثة استناداً إلى المعاملات السابقة.

٢) أعداد المجاري المائية:

تتباين أعداد المجاري المائية في كل رتبة، ومن ثم تتباين نسبتها من رتبة إلى أخرى في أي حوض تصريفي.

جدول (٥) : عدد مجاري كل رتبه في من الحوضين.

الرتب	١	٢	٣	٤
عدد المجاري المائيه في الحوض الشرقى	٧٢	٥٢	٢٦	٥
عدد المجاري المائيه في الحوض الغربى	١٠٣	٦٤	٣٩	١٤

المصدر: من إعداد الباحثة استناداً إلى المعاملات السابقة.

٣) كثافة التصريف:

يقصد بها درجة انتشار وتفرع الشبكة النهرية ضمن مساحة محددة. ويمكن استخراجها في أي حوض نهري عن طريق حساب متوسط النسب بين مجموع عدد الأنهار في كل مرتبة نهرية، ومجموع عدد الأنهار في مرتبة تالية (باترك مكولا، ١٩٨٦، ص ٢٧). وتكمن أهمية هذا العامل في التأثير على سرعة الجريان ومعدل التصريف وكمية الحمولة في أثناء سقوط الأمطار، إذ تزداد سرعة الجريان بزيادة كثافة الصرف وينعكس ذلك على عمليات الحت النهري لسطح الأرض (Andreson, 1985, p. 28).

وهناك عدة عوامل تؤثر في كثافة الصرف تتمثل فيما يأتي:

لظروف البيئية المختلفة، ومنها المناخية التي تؤثر تأثير مباشراً عليه في كمية التساقط ونوعه على كمية وخاصية الجريان السطحي، ممثلة بخطوط تصريف سطحية، ويظهر تأثيرها غير المباشر المتمثل في كم النبات الذي يؤثر في سرعة الجريان السطحي ونوعه وكميته.

- نفاذية الصخور وهذا ما أكده ستريلر، حيث تتناسب تناسباً عكسياً مع كثافة الصرف؛ فكلمازادت نفاذية الصخور قلت كثافة الصرف؛ لأن معظم المياه تتسرب إلى باطن الأرض ولا يجري على السطح إلا جزء قليل من المياه، في حين تكون كثافة الصرف عالية في الصخور القليلة النفاذية مثل الصخور الطينية؛ لأن نسبة المياه الجارية على سطحها كبيرة (مهدي الصحاف و موسى، ١٩٩٠، ص ص ٤٤-٤٥).
- طبيعة التكوين الصخري إذ تكون اقل كثافة صرف في الصخور الحصوية، أما الصخور الرملية فإنها تسمح بتسرب كبير لمياه الأمطار الى داخل الأرض، وتأتي بعدها رواسب العصر الرباعي، في حين تزداد كثافة الصرف فوق الصخور الطينية؛ لقلة نفاذيتها (البيواني، ٢٠٠٠، ص ١٥١)، وتشمل كثافة الصرف جانبين هما، كثافة الصرف النهرية الطولية وكثافة الصرف النهرية العددية، وتستخرج كثافة التصريف من المعادلة التالية:

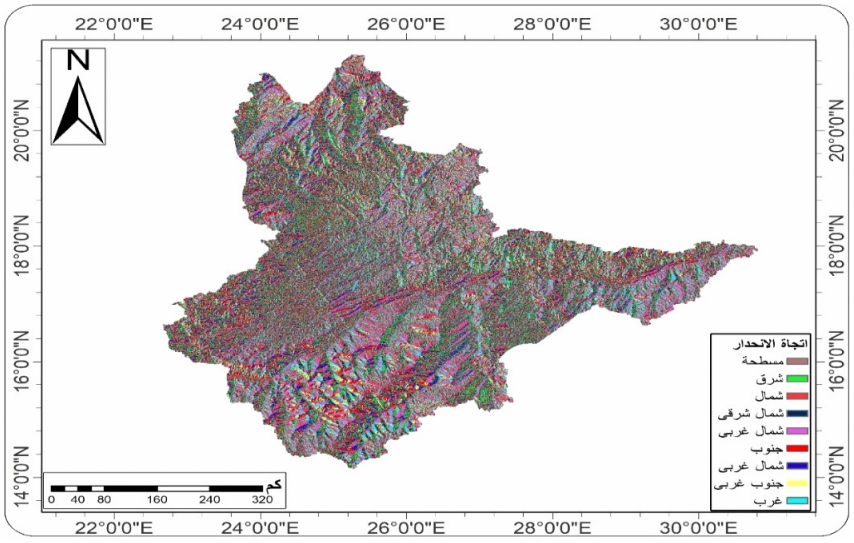
$$\text{كثافة التصريف} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري المائية بالحوض (كم)}}{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}$$

كثافه التصريف للحوض الشرقي = ٥٩٤٧٧,٤٠ كم ÷ ١١٥٣١٥,٨ كم^2 = ٠,٠٥

كثافه التصريف للحوض الغربي = ٩٩٣٣١,٣٧٠٣١ كم ÷ ٢٩٣٩٤٢,٦ كم^2 = ٠,٠٥

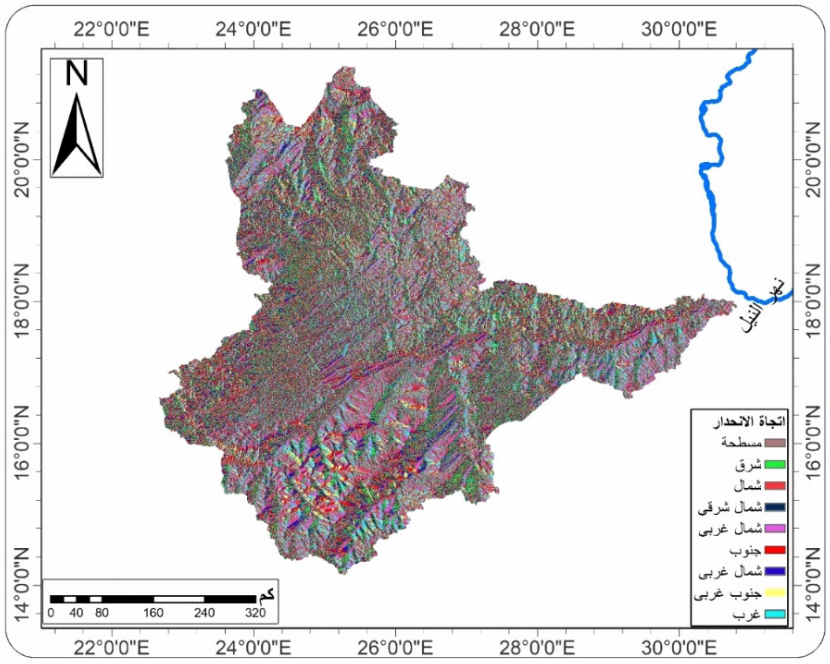
٤) معدل التشعب (معدل التفرع):

تعد نسبة التشعب أحد المؤشرات التي توضح تماثل الحوض الجيولوجية وظروفه المناخية او انعدام مثل هذا التماثل إذ ان اقتراب قيم نسب التشعب بين مجاري مراتب النهر من (٣-٥) دليل على تشابه الحوض جيولوجياً ومناخياً، وإن ارتفاع أو انخفاض هذه النسب عن الحدود المذكورة دليل على عدم تماثل الحوض جيولوجيا ومناخيا.



شكل (١٠) : اتجاه الانحدار للحوض الشرقي بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي.



شكل (١١) : اتجاه الانحدار للحوض الغربي بمنطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي.

وهي النسبة بين عدد الجداول لرتبة ما إلى عدد الجداول للرتبة التي تليها، وغالباً ما تتراوح نسبتها في الأحواض مابين (٣ – ٥) في الأحواض العادية وهي انعكاس طبيعي للظروف المناخية والتضاريسية والجيولوجية لمنطقة الدراسة والقيمة النظرية لها هي انعكاس طبيعي للظروف المناخية، والتضاريسية، والجيولوجية للحوض، وان قيم نسب التشعب القريبة من (٣ – ٥) دليل على تشابه خواص الحوض مناخياً، وبنيوياً، وان أي ارتفاع أو انخفاض لهذه النسبة عن الحد المذكور آنفاً، دليلاً على عدم تماثل الحوض مناخياً، وتضاريسياً، أي هو دليل على وجود شواذ طبيعية في الحوض، أو على وجود نشاط تكتوني في منطقة الحوض، وتعد نسبة التشعب من المعاملات الرياضية المهمة لكونها أحد العوامل التي تتحكم في معدل التصريف، وان نسبة التشعب تتناسب عكسياً مع ازدياد كمية المياه، أي انه كلما ازدادت نسبة التشعب قلت كمية المياه الجارية، ويستخرج معدل التشعب من المعادلة التالية:

معدل التشعب = أعداد مجاري رتبة ما ÷ أعداد مجاري الرتبة التي تليها

معدل التعشب للحوض الشرقي = ٢,٩

معدل التشعب للحوض الغربي = ٢,٠١

وبتطبيق المعادلة على الحوض الشرقي على كل رتبة والرتبة التي تليها، أتضح أن قيمة معدل التشعب بين الرتبة الأولى والثانية قد بلغ (١,٤)، وبين الرتبة الثانية والثالثة (٢)، وبين الثالثة والرابعة (٥,٢)، وهي أعلى نسبة. وبذلك تكون الرتبة الرابعة أكثر خطورة من حيث سيولها، وهذا يرجع إلى شدة انحدارها، وقلة تفرعات المجرى المائي بها الذي إن لم يكن مستقيماً فهو شبه مستقيم.

أما عن نسبة التشعب بالحوض بأكمله (لجميع الرتب)، فقد بلغت (٢,٩)، وهي محسوبة من إيجاد متوسط المعدلات لمختلف الرتب، ومن خلال ذلك يمكن القول أنه لا توجد اختلافات فيما بين مختلف الرتب، وأن الحوض ذو خواص متشابهة مناخياً، وبنيوياً، باستثناء الرتبة الرابعة التي أتسمت بالشذوذ الواضح.

وبتطبيق المعادلة على الحوض الغربي على كل رتبة والرتبة التي تليها، أتضح أن قيمة معدل التشعب بين الرتبة الأولى والثانية قد بلغ (١,٦)، وبين الرتبة الثانية والثالثة (١,٦)، وبين الثالثة والرابعة (٢,٨)، وهي أعلى نسبة. وبذلك تكون الرتبة الرابعة أكثر

خطورة من حيث سيولها، وهذا يرجع إلى شدة انحدارها، وقلة تفرعات المجرى المائي بها الذي إن لم يكن مستقيماً فهو شبه مستقيم.

أما عن نسبة التشعب بالحوض بأكمله لجميع الرتب، فقد بلغت (٢,٠١)، وهي محسوبة من إيجاد متوسط المعدلات لمختلف الرتب، ومن خلال ذلك يمكن القول أنه لا توجد اختلافات فيما بين مختلف الرتب، وأن الحوض ذو خواص متشابهة مناخياً، وبنيوياً، باستثناء الرتبة الرابعة التي أتسمت بالشذوذ الواضح (Horton, 1945, p. 291).

٥) تكرار المجاري المائية (الكثافة العددية):

هو عدد الأنهار والمجاري المائية في الكيلومتر المربع الواحد من الحوض النهري. ويمكن إيجاد تكرار المجاري أو الكثافة العددية في وحدة مساحية معينة في الحوض، بمعرفة عدد المجاري المائية في هذه الوحدة، والاستفادة منها في تقدير حجم ونمط التصريف المائي بالحوض، ويستخرج تكرار المجاري من خلال تطبيق المعادلة التالية:

$$\text{تكرارية المجاري المائية} = \frac{\text{عدد المجاري المائية بالحوض}}{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}$$

وتنخفض قيمة معامل تكرار المجاري المائية في حالة الأحواض النهرية كبيرة الحجم، بينما تكون القيمة كبيرة في الأحواض صغيرة المساحة، وسبب ذلك أن الأحواض الكبيرة قد فقدت كميات كبيرة من محتوى موادها الصخرية ذات القابلية الشديدة للتعرية النهرية، فتقل مسارات التصريف المائي للوحدة المساحية، وهذا ما يحدث عادة في الأحواض التي ينحدر سطحها بشكل ملحوظ.

وعند تطبيق المعادلة على الحوضين وجد ان قيمة تكرار المجاري المائية الحوض الشرقي ٠,٠٠١ مجرى/كم^2 والحوض الغربي ٠,٠٠١ مجرى/كم^2 وهي نسبة منخفضة تعكس كبر حجم مساحة الحوض، وقلت مسارات التصريف المائي بالوحدة المساحية، كما تعكس أيضاً الانحدار الملحوظ لسطح الحوض.

٦) معدل التعرج:

يوضح معدل التعرج العلاقة بين الطول الحقيقي، والطول المثالي للمجاري المائية بالحوض، فالطول الحقيقي يعنى طول المجرى على الأرض من المنبع إلى المصب بما يتضمنه من انحناءات، والتواءات، أما الطول المثالي فيعنى طول الخط المستقيم، أو المسافة المستقيمة الممتدة من المنبع حتى المصب دون تعرجات أو انحناءات.

ولمعامل التعرج أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية للأنهار والأودية على حد سواء، وهو مؤشر لمعرفة المرحلة الجيومورفولوجية، فضلاً عن معرفة مدى قدرة النهر على الإزاحة والحت الجانبي ومدى تأثيره في استعمالات الأرض المختلفة، إضافة الى تأثير ذلك على سرعة الجريان وانسيابية المجرى مما له تأثيرات على المجاري النهرية، كذلك تؤثر درجة الانعطاف في ازدياد كميات التبخر والتسرب المائي من النهر بازدياد شدة التعرج (البيواني، ٢٠٠٠، ص ١٤٩).

فكلما كانت قيمة معدل التعرج كبيرة دل ذلك على زيادة تعرج المجرى الذي تنعكس أثاره على سرعة جريان المياه، فالمسافة التي تقطعها المياه من بداية المجرى حتى نهايته تزداد، كما تزداد الفترة الزمنية التي تستغرقها المياه لقطع تلك المسافة، ويستخرج معدل التعرج من خلال قسمة طول المجرى الحقيقي، على طول المجرى المثالي كما في المعادلة التالية :

$$\text{معامل التعرج} = \frac{\text{الطول الحقيقي للمجرى}}{\text{الطول المثالي للمجرى}} = ١,٦$$

وباعتبار أن قيم معدل التعرج تشير إلى أن المجرى المستقيم يقل معدل تعرجه عن (١,٠٥)، ومعدل تعرج النمط المتعرج يتراوح ما بين (١,٠٥–١,٥)، أما النمط المنعطف فيزيد معدل تعرجه عن (١,٥)، وبما أن الطول الحقيقي لمجرى الحوض (٨٩,١ كم)، والطول المثالي (٦٣,٥ كم)، إذاً فإن قيمة معدل التعرج (١,٦)، حيث تدل هذه القيمة على أن مجرى الحوضين منعطف النمط، وربما يعود هذا الانعطاف إلى التفاف المجرى بين الكتل الجبلية، مما يؤثر على سرعة جريان المياه من حيث المسافة والفترة الزمنية سلباً.

٧) معدل المسافة بين المجاري:

إن معدل المسافة بين المجاري المائية يعبر عن مدى تباعد وتقارب المجاري المائية داخل الحوض، حيث تتأثر درجة تباعد المجاري المائية داخل الحوض، بخصائص الصخور التي تمر خلالها المجاري من حيث الصلابة، والشقوق، والفواصل، والصدوع، وتشير القيم المرتفعة لمعدل المسافة بين المجاري على قلة وتباعد المجاري داخل الحوض، حيث تمر هذه المجاري بمناطق تكوينات صخرية صلبة، في حين تشير القيم المنخفضة إلى كثرة وتقارب المجاري المائية، ويستخرج معدل المسافة بين المجاري المائية من المعادلة التالية:

$$\text{معدل المسافة بين المجاري} = \frac{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}{\text{مجموع أطوال المجاري (كم)}}$$

معدل المسافه بين المجاري للحوض الشرقي = ١١٥٣١٥,٨ ÷ ٥٩٤٧٧,٤٠ كم = ٢٠,٣

معدل المسافه بين المجاري للحوض الغربي = ٢٩٣٩٤٢,٦ ÷ ٩٩٣٣١,٣٧٠٣١ كم = ٢٠,٥

وهي قيمة مرتفعة، إنما تدل على قلة وتباعد المجاري المائية داخل الحوض ومرورها بتكوينات صخرية صلبة.

جدول (٦) : المعاملات المورفومترية لخصائص شبكة التصريف في الحوض.

المعامل المورفومتري	كثافة التصريف	معدل التشعب	تكرارية المجاري المائية	معدل التعرج	معدل المسافه بين المجاري
الحوض الشرقي	٠,٠٥	٢,٩	٠,٠٠١ مجرى/كم^2	١,٦	٢٠,٣ كم
الحوض الغربي	٠,٠٥	٢,٠١	٠,٠٠١ مجرى/كم^2	١,٦	٢٠,٥ كم

المصدر: إعداد الباحثة استناداً إلى المعاملات السابقة.

المراجع

أولاً – المراجع العربية :

١. أبو سمور، حسن والخطيب، حامد (١٩٩٩)، جغرافية الموارد المائية، دار صفاء للنشر والتوزيع، ط١، الأردن.

٢. البيواني، أحمد علي حسن (٢٠٠٠)، التحليل الكمي لخصائص الشبكة النهرية لحوض وادي الثرثار – دراسة في الجيمورفولوجي التطبيقية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد ٤٣.

٣. السلاوي، محمود سعيد (١٩٨٩)، هيدرولوجية المياه السطحية، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع، ليبيا.

٤. العوضي، حميدنة عبد القادر (٢٠١٦)، الجيومورفولوجيا – دراسة أصولية وتطبيقية لأشكال سطح الأرض، ج١، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

٥. الصحاف، مهدي محمد، موسى، كاظم (١٩٩٠)، هيدرومورفومترية حوض رافد الخوصر، دراسة في الجيومورفولوجيا المناخية، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العددان (٢٤-٢٥)، مطبعة العاني، بغداد.

٦. باترك مكولا، باترك (١٩٨٦)، الأفكار الحديثة في الجيومورفولوجيا، ترجمة: وفيق الخشاب وعبد العزيز حميد الحديثي، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، بغداد.

٧. جوده، حسنين جودة، عاشور، محمود محمد، وآخرون (١٩٩١)، وسائل التحليل الجيومورفولوجي، دار المعرفة الجامعية، ط١، الإسكندرية.

٨. سلامة، حسن رمضان (١٩٨٢)، الخصائص الشكلية ودلالتها الجيمورفولوجية، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، نشرة دورية تصدر عن قسم الجغرافية والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٤٣، الكويت.

٩. عاشور، محمود محمد (١٩٨٦)، طرق التحليل المورفومتري لشبكات الصرف المائي، حولية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد ٩، جامعة قطر.

١٠. علي، سعيد حسين علي (١٩٨١)، هيدرولوجيا حوض نهر دجلة في العراق، رسالة دكتوراه، كلية الآداب – جامعة بغداد.

١١. تراب، محمد مجدي (١٩٩٧)، التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي القصب بالنطاق الشرقي من جنوب شبه جزيرة سيناء، المجلة الجغرافية، الجمعية الجعرافية المصرية، السنة ١٩، العدد ٣٠، ص ٢٧٢.

١٢. محسوب، محمد صبري (١٩٩٧)، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، ط١، القاهرة.
١٣. ولي، ماجد السيد (١٩٩٩)، مرحلة الشيخوخة لنهر دجلة ضمن الدورة الجيومورفولوجية – أسبابها، نتائجها، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد ٤٢.

ثانياً – المراجع الاجنبيه :

1. Andreson, M.G. (1985), Modeling geomorphological systems, John Wiley and Sons, New York.
2. Easterbrook, D.J. (1969), Principles of geomorphology: McGraw Hill.
3. Gregory, K.J. & Walling, D.E. (1973), Basin form and prossess age morphological approach, Edward Arnold.
4. Horton, R. (1945), Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins; Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. Geological Society of America Bulletin, 56: 275-370.
5. Ritter, F. (1982), Process geomorphology, Brown company, 5th edition, United States of America.
6. Schumm, S.A. (1956), Evolution of drainage systems and slopes in Badlands of Berth Amboy, New Jersey.
7. Strahler A.N. (1960), Physical Geography, John Wiley and Sons, New York, 2nd edition.