الخصائص المورفومترية لوادي سوبا بمحلية شرق النيل بولاية الخرطوم- السودان

د. محمد فتح الله محمد أحمد النتيفة

جامعة حائل– كلية الآداب والفنون الجميلة– قسم العلوم الاجتماعية
Email: dr.nitaifa@gmail.com

مستخلص الدراسة:

تناولت هذه الدراسة بالبحث والتحليل الخصائص المورفومترية لحوض تصريف وادي سوبا بولاية الخرطوم– السودان، مستخدمة تقنية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، وهدفت لدراسة أهم الخصائص المورفومترية التي يتميز بها حوض الوادي، مثل شبكة التصريف والقياسات المتعلقة بها، وشكل الحوض، والخصائص التضاريسية للحوض ومدى تأثيرها على الجريان، أوضحت الدراسة الخصائص المورفومترية للوادي والذي بلغ معامله حوالى (0.3)، ومساحتة (2825 كلم مربع)، وكثافة التصريف فيه (١.٥ كلم/ كلم٢)، بينما نسبة التشعب بالوادي (4.7)، بالإضافة الى الخصائص المورفومترية الأخرى. أظهرت الدراسة أهمية دراسة الخصائص المورفومترية في تحديد جوانب متنوعة لها أهميتها في المجالات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية التي من شأنها تطوير وتعميق مفاهيم التنمية المتكاملة والمستدامة لأنظمة الوديان وكيفية ادارتها لوضع خطط واستراتيجيات لتحسين وادارة الموارد المائية بهذه الأودية.

Absrtact:

This study examined and analyzed the morphometric characteristics of the Wadi Soba drainage basin in Khartoum State-Sudan, using geographical information systems (GIS) and remote sensing (RS) technology. The study aimed to emphasis the importance of morphometric characteristics that characterize the valley basin, such as the drainage network and its measurements. Furthermore, the shape of the basin, the topographic characteristics of the basin and its influences on flow and its drainage. The study

(ISSN: 2536 - 9555)

reveals that the wadi morphometric characteristics ratio reached (0.3) with total area coverage of (2825 K2) alongside 1.5 km/km2, flow density while the valley's bifurcation ratio is 4.7, these besides other morphometric characteristics. The study showed the importance of studying morphometric characteristics in identifying various aspects which is crucial in the geomorphological and hydrological fields that would develop and deepen the concepts of integrated and sustainable development of valley systems and the way of its management to develop plans and strategies to improve and manage water resources in these valleys.

المقدمـــة

يهتم علم الجيومورفولوجيا بدراسة معالم سطح الأرض من محيطات وقارات وجبال وتلال وأحواض وأودية وسواحل وغيرها، بغرض التعرف على نشأتها والعوامل التي إشتركت في تشكيلها، وتتبع مراحل تطورها، فالجيومورفولوجيا بهذا المعنى علم مبني على مجموعة من الحقائق المنظمة التي تهدف إلى تعميق فهم الإنسان بأسرار بيئته الطبيعية.

يتمثل موضوع هذا البحث في تقديم دراسة لبيان الخصائص المورفومترية في البيئات الجافة وشبه الجافة (وادي سوبا بولاية الخرطوم كأنموذج)، حيث تعتبر مجاري المياه السطحية الموسمية من أهم مصادر المياه للشرب والزراعة بشقيها بهذه المناطق، وفي ظل التسابق المحموم في عالم اليوم نحو مصادر المياه العذبة والعمل الجاد للاستفادة من أي فائض مائي وتقليل الهدر في المناطق الجافة وشبه الجافة، أعطى مجال تنمية الموارد المائية السطحية حجما تزايد مع تطور تقنيات الكشف والتقدير، فإن دراسة الاودية والاستفادة منها أضحت ضرورة.

ترتبط الدراسات المورفومترية بالرتب والتشعب وأنماط التصريف الطبيعي المؤثرة في شكل الأودية وما يرتبط بها من قياسات، ويركز التحليل المورفومتري لأحواض التصريف على الخصائص الشكلية لحوض التصريف، وخصائص التوزيع المكاني لشبكات قنوات التصريف وأطوالها ودرجات تعرجاتها، وتعتبر الدراسات المورفومترية والهايدروفومترية من أبرز التطبيقات في علمى الجيومورفولوجيا والهيدرولوجيا، خاصة في ما يتعلق بتقنيات حصاد المياه المرتبطة بالتصريف السطحي، وقد تطورت الدراسات

المورفومترية مع نهايات القرن العشرين وبدايات القرن الواحد وعشرين بصورة أصبحت فيها أكثر دقة في التحليل وتطبيقات الخرائط، وذلك من خلال استخدام البرمجيات الحاسوبية ذات الصلة بتفسير صور الأقمار الصناعية ومعالجتها، كتقنيات نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) فأصبحت معالجة الخرائط المورفومترية وبياناتها أكثر دقة، وتتبع أهمية هذه الدراسة من تعميق وتطوير مفاهيم التنمية المتكاملة والمستدامة لأنظمة الوديان، ووضع خطط واستراتيجيات لتحسين الاستفادة من مواردها المائية وذلك من خلال توفير البيانات المورفومترية اللازمة لذلك.

منهجية الدراسة:

تم توفير البيانات الحقلية من خلال العمل الميداني، بالإضافة الى الاستفادة من الصور الفضائية والرادارية في اجراء القياسات المتعلقة بالتحليل المورفومتري لشبكة الحوض المائية، وقد استخدمت الدراسة عدة مناهج بما يتلائم وطبيعية مثل هذه الدراسات، كالمنهج المسحي الوصفي والمنهج الكمي الاحصائي، الذي أعطى البيانات الوصفية بعدا كميا، وقد استخدمت الدراسة وسائل التحليل المورفومتري الذي أسسه هورتون ١٩٤٥م (أبو العينين ١٩٨١م)، والذي كان له الفضل في اتخاذ حوض التصريف (Drainage Basin) كوحدة جيومورفولوجية عند الدراسة، وبالتالي وضع المنهج والأساس للدراسات المورفومترية، كما استخدمت الدراسة الاسلوب الإحصائي وذلك من خلال عكس نتائج البحث العلمي في صورة رياضية واشكال بيانية.

منطقة الدراسة:

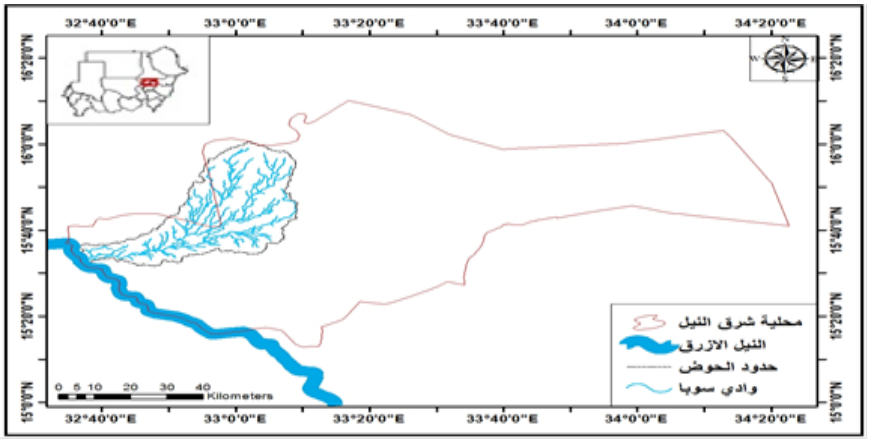
تقع منطقة الدراسة ضمن الحدود الإدارية لمحلية شرق النيل بولاية الخرطوم، التي تقع بين خطي طول (٢٩ ٣٤ °، ١٥ ٣٢°) شرقاً ودائرتي عرض(١٦ ١٥°، ١٠ ١٦ °) شمالاً. تحدها شمالاً ولاية نهر النيل، وجنوباً ولاية الجزيرة، وشرقاً ولايتي كسلا، والقضارف، وغرباً محلية الخرطوم بحري، وتبلغ مساحتها حوالي (٨,١٨٨) كلم٢ تشكل نحو ٣٣% من مساحة ولاية الخرطوم البالغة حوالي (٢٢,٧٣٦) كلم٢، ويبلغ عدد سكانها (٣٤٨.٥٢٢) نسمة، (محلية شرق النيل، ٢٠٢٢م).

تغطي هذه الدراسة وادي سوبا الذي يمتد طولياً من الشرق إلى الغرب بين خطي طول (٢٠ ٣٣°، ٤٠ ٣٢°) شرقاً ودائرتي عرض (٤٠ ١٥° ، ٢٠ ١٦°) شمالاً، ويبلغ طول الوادي حوالي (٨٨) كلم، ينبع من منطقة أبوحريق، مروراً بعدد من القرى مثل رام

(ISSN: 2536 - 9555)

الله، الشيخ الأمين وصولاً إلى الكرياب ومرابيع الشريف، إلى أن يصب في النيل الأزرق عند منطقة الجريفات وأم دوم جنوب شرق الخرطوم، (خريطة رقم ١) (محلية شرق النيل ٢٠٢٢م).

خريطة (١): موقع منطقة الدراسة



المصدر: الهيئة القومية للمساحة، ٢٠٢٢م.

التحليل ومناقشة النتائج:

يركز التحليل المورفومتري لأحواض التصريف على الخصائص الشكلية لحوض التصريف، وخصائص التورزيع المكاني لشبكة قنوات التصريف وأطوالها، ودرجة تعرجها. يمكن النظر إلى ثلاث مجموعات من الخواص المورفومترية لكل منها أثره على الخواص الهيدرولوجية لحوض التصريف هي:

أولا: الخصائص الشكلية والمساحية لشبكة التصريف:

ثانياً: الخصائص المائية لشبكة التصريف:

ثالثاً: الخصائص التضاريسية لشبكة التصريف:

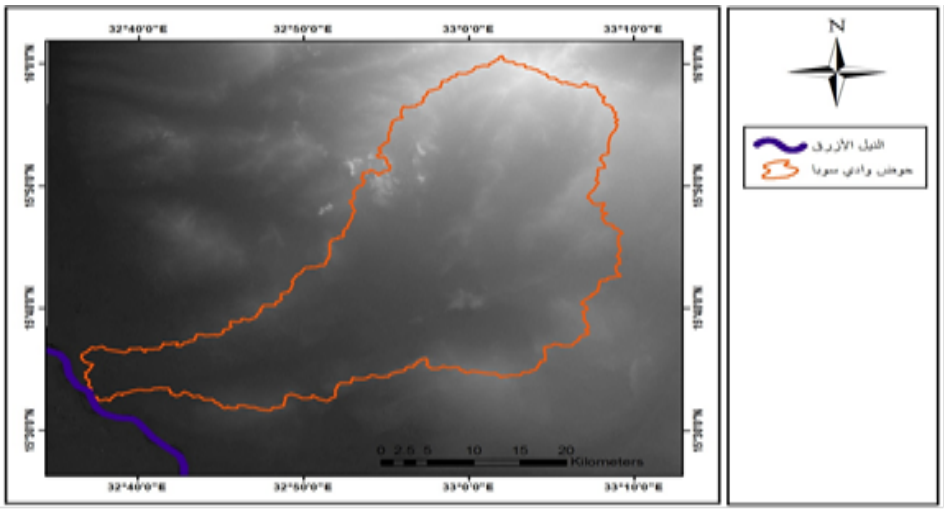
إستخدمت الدراسة المرئيات والبيانات الرقمية والبيانات الميدانية في إنشاء قاعدة بيانات جغرافية عن حوض وادي سوبا على برنامج ArcGIS 10.1 لتوقيع حدود حوض التصريف والأحواض الفرعية، ورسم تفاصيل شبكة التصريف داخل الحوض، كما جرى التحقق ميدانياً من بعض النقاط المتعلقة بهذا الأمر، سواء كانت متعلقة بحدود

الحوض أو تفاصيل شبكة التصريف داخله، ومن ثم إنتاج خرائط بصورتها النهائية، حيث تم ذلك من خلال خمسة مراحل تمثلت في:-

١. إشتقاق حدود حوض المنطقة:

تم في هذه المرحلة إستخدام الخرائط الطبوغرافية لمحلية شرق النيل، في تحديد منابع الحوض ومصبه ومن ثم محيطه، ثم بإستخدام برنامج ArcGIS 10.1 تم إقتطاع جزء من نموذج الإرتفاع الرقمي خريطة(٢) يتوافق مع المنحدرات التي تم إستخلاصها من الخرائط الطبوغرافية لإتمام البيانات الأخرى.

خريطة (٢): اشتقاق حدود الحوض



المصدر: عمل الباحث اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي (Astor (Dem، ٢٠٢٣م.

يتضح من الخريطة (٢) شكل الحوض العام ومحيطه ومنابعه ومصبه، إذ يعتبر حوض وادي سوبا من الأحواض الكبيرة في المنطقة، وأن كبر هذه المساحة يؤثر على كمية المياه التي يستقبلها الوادي وأنه كلما زادت كمية المياه الواردة إلى الوادي زادت عمليات التعرية المائية ونشاطاتها.

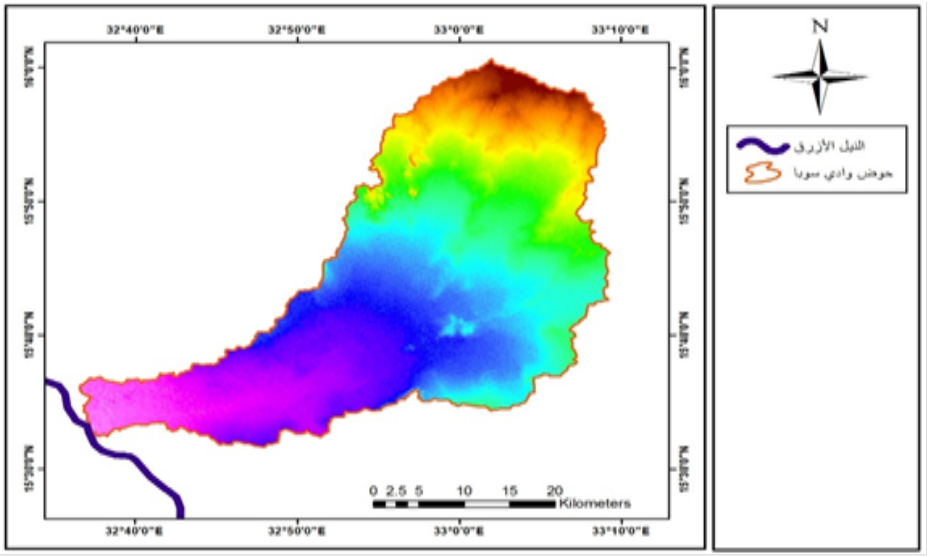
٢. إشتقاق الشبكة النهرية:

تم إشتقاق الشبكة النهرية لمنطقة الدراسة من طبقة الـ DEM من خلال الإستعانة ببرامج التحليل الهيدرولوجي ArcHdro2.0، وتم إعداد ومعالجة طبقة الـ DEM من

(ISSN: 2536 - 9555)

خلال إستخدام قائمة الـ Terain Prreprocessing حيث تم تنفيذ عدة خطوات أولها معالجة القيم الشاذة في الإرتفاع (Fill Sinks) وذلك بتعديل قيم الإرتفاعات الشاذة بتسوية الحفر (المائي) حتى لا يتوقف تدفق جريان المجرى بإتجاه المصب، مما يعيق إستخراج الروافد الخريطة (٣).

خريطة (٣): معالجة القيم الشاذة



المصدر: عمل الباحث اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي (Astor (Dem، ٢٠٢٣م

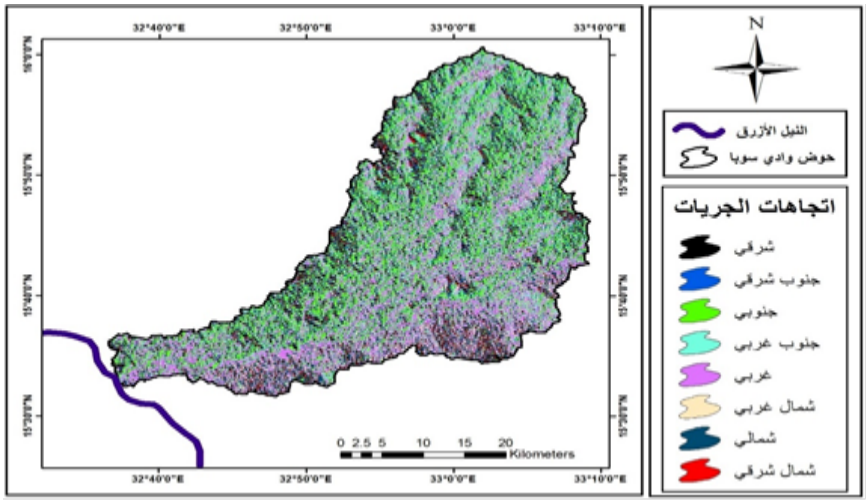
من الخريطة (٣) يتضح التدرج في الإنحدار لشبكة التصريف، إذ تبدأ بالمرتفعات التي تظهر باللون الداكن وتمثل منطقة تقسيم مياه بين حوض وادي سوبا والأحواض المجاورة، مروراً بإنحدار شبه متوسط إلى إنحدار متوسط، وصولاً إلى إنحدار خفيف، ويتضح ذلك بتدرج الألوان في الخريطة، ويرجع التدرج في الإنحدارات إلى نشاط عمل المياه الجارية في المناطق الأعلى وسرعة إندفاعها، إذ أنها تعمل على النحت والجرف، إلى أن تصل إلى الأدنى فيقل نشاطها وتقل معه مقدرتها على التعرية.

في أعلى الوادي حيث الإنحدار شبه المتوسط يكون مستوى التعرية شبه متوسط، وبالإنتقال إلى وسط الوادي حيث الإنحدار المتوسط تكون التعرية أشد منه في اعلى الوادي، وبعد الوصول إلى أدنى الوادي تكون التعرية معدومة ويكون نشاط المياه منحصر في الإرساب فقط.

٣. تحديد إتجاهات الجريان (Flow Direction):

يوجد أسلوبان لحساب إتجاهات الجريان أسلوب (D8) Deterministic-8 حيث يفترض أن إتجاهات جريان المياه على السطح تأخذ ٨ إتجاهات فقط وكل إتجاه بزاوية ٤٥ درجة، وأسلوب تاربتون Tarobton المطور عن طريقة (D8) والذي يمكن من خلاله حساب تدفق المياه في جميع الإتجاهات وبالتالي يعطي نتائج أكثر دقة (ريان، ٢٠١٤م)، وتم إستخدام أسلوب تاربتون في الدراسة، الخريطة (٤) يوضح ذلك.

خريطة (٤): تحديد اتجاهات الجريان بوادي سوبا



المصدر: عمل الباحث اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي (Astor (Dem، ٢٠٢٣م.

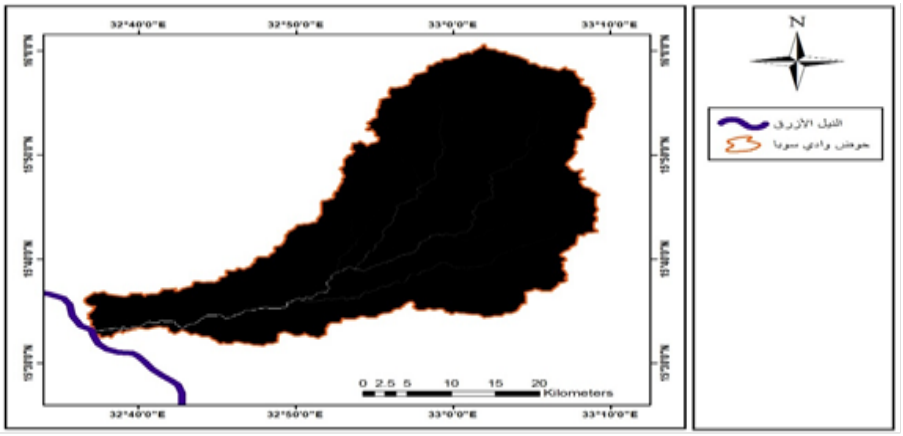
من الخريطة (٤) يتضح إتجاهات الجريان بوادي سوبا، إذ أن إتجاه الجريان العام نحو الجنوب والجنوب الغربي وهو إتجاه جريان الروافد المغذية للوادي، والإتجاه الغربي وهو إتجاه جريان المجرى الرئيسي وبعض الروافد الصغيرة، وهذا ما يتفق مع إتجاه الإنحدارات في منطقة الدراسة بصورة عامة إذ أنها تتدرج من الشرق نحو الغرب، وكل ذلك يتفق مع عمليات التعرية المائية التي يزداد نشاطها في الشرق أي أعلى الوادي ويقل في الغرب أي في أدنى الوادي.

٤. تحديد مناطق تجميع المياه (Flow Accmulation):

يكون الناتج من طبقة بإسم Fac، تظهر فيها الروافد الرئيسية في الحوض الخريطة (٥) يوضح مناطق تجمع المياه في حوض وادي سوبا.

(ISSN: 2536 - 9555)

خريطة، (٥): مناطق تجمع المياه



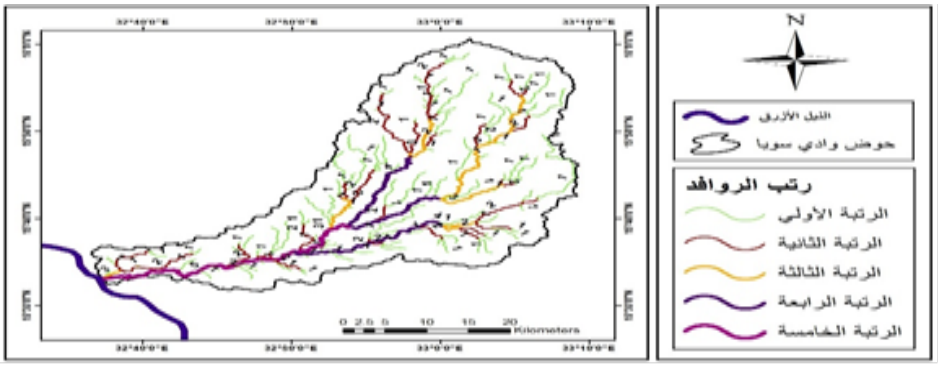
المصدر: عمل الباحث اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي (Astor (Dem، ٢٠٢٣م.

من خريطة (٥) يظهر المجرى الرئيسي لحوض وادي سوبا بوضوح في وسط الوادي، وأن المجرى أصبح بهذا الوضوح بسبب النحت الناتج عن عمليات التعرية المائية والدور الذي تلعبه في تشكيل سطح الأرض في المرحلة الأولى من مراحل تطور الدورة الجيومورفولوجية للمجرى المائي، إلى أن أصبحت مناطق لتجمع المياه.

٥. استحراج رتب الروافد النهرية (Stream Order):

وفقاً لنظام استرالر (أبو العينين ١٩٨١م) حيث عدم وجود روافد للمجرى المائي يتم إعتباره من المرتبة الأولى، أما إلتقاء مجريين من المرتبة الأولى ينتج عنها مجرى مائي من المرتبة الثانية وهكذا، الخريطة (٦) توضح الروافد النهرية.

خريطة (٦): روافد وادي سوبا الرئيسية



المصدر: عمل الباحث اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي (Astor (Dem، ٢٠٢٣م.

من الخريطة (٦) التي توضح رتب الروافد المائية نجد أن الرتبة الأولى تضم عدد كبير من المجاري وتليها الرتبة الثانية ثم الثالثة إلى أن نصل إلى الرتبة الرابعة والخامسة بعدد مجاري صغير يصل إلى مجرى واحد في الرتبة الخامسة، إذ أن كثرة المجاري في الرتب من الأولى للثالثة تدل على نشاط عمليات التعرية المائية ويقل نشاطها كلما تقدمنا في عدد الرتبة؛ لأنه يقل عدد المجاري إلى أن تصل إلى الرتبة الخامسة بعدد مجرى واحد وهنا يقل نشاط التعرية المائية ليصبح عملها غير واضح الإ في عمليات الإرساب، وهذا ما أثبتته نتائج تحليل عينات التربة لوادي سوبا،إذ أن التربة في مناطق الوادي ذات الرتب التي يتواجد بها عدد كثير من المجاري متدهورة عكس التربة التي توجد في مناطق الوادي ذات الرتب التي يكون عدد مجاريها قليل.

أولا: الخصائص الشكلية والمساحية لشبكة تصريف وادي سوبا:

جدول (١): أبعاد حوض وادي سوبا ونسبة الطول للعرض

مساحة الحوض	محيط الحوض	طول الحوض	عرض الحوض	نسبة الطول للعرض
٢٨٢٥ كلم٢	٣٧٦ كلم	٨٨ كلم	٣٢.٤ كلم	٢.٧

المصدر: عمل الباحث، ٢٠٢٣م.

١. طول الحوض:

يعد طول الحوض من الأبعاد الرئيسية التي يتم قياسها لحساب بعض المعاملات المورفومترية، ويتم قياس الأطوال بطرق مختلفة لها إرتباط بطبيعة شكل الحوض وطبيعة إمتداده، ويتم قياسه سواء كان لدراسة أشكال هذه الأحواض أم لإيضاح خصائصها التضاريسية، ويؤثر طول الحوض على نسبة التصريف والتسرب والتبخر، وسرعة الجريان،

تم قياس طول الحوض بطريقة Schumm,1956 (بحيري ١٩٩٨م) المتمثلة في قياس طول الخط الواصل بين نقطة المصب وأبعد نقطة علي محيط الوادي علي أن يوازي المجرى الرئيس. بلغ طول حوض وادي سوبا ٨٨ كلم، وهذا الطول يزيد من حجم التصريف وبالتالي زيادة المسافة التي تقطعها المياه وزيادة التعرية المائية، فكلما زاد طول الحوض زاد معه عمل المياه الجارية من إنجراف وغيره. (سلوم،٢٠١٢م).

(ISSN: 2536 - 9555)

٢. مساحة الحوض:

تعرف مساحة الحوض بأنها مساحة المنطقة التي تزود الروافد بالمياه وهي التي يحدها خط تقسيم المياه ويصرفها النهر أو الوادي (الصالح، ١٩٩٢م)، وتتمثل أهمية مساحة الحوض كمتغير مورفومتري في تأثيرها علي حجم التصريف المائي داخل الحوض، لأنه كلما كبرت مساحة الحوض زادت كمية الأمطار التي يستقبلها، كما يؤثر حجم التصريف علي عملية التعرية المائية.

تبلغ المساحة الإجمالية لحوض وادي سوبا ٢٨٢٥ كلم^2 وهي من الاحواض الكبيرة بمنطقة الدراسة حيث تشكل مساحتها حوالي ٢٤% من مساحة محلية شرق النيل، ويعتبر وادي سوبا ثاني أكبر وادي في محلية شرق، كبر المساحة يزيد من حجم التصريف وزيادة إندفاع المياه وبالتالي زيادة التعرية المائية وعملياتها من نحت ونقل وغيرها.

٣. عرض الحوض:

لعرض الحوض دوراً مهماً ومماثلاً لما يؤديه الطول في تحديد شكل الحوض، فزيادة إتساع الحوض علي جانبي محوره يجعله يقترب من الشكل المستدير، وفي حالة إتساع الحوض من جهة واحدة يجعله يقترب من الشكل المثلث، وفي حال إتساعه من جهتين متقابلتين فسيقترب شكله من الشكل البيضاوي. ويؤثر عرض الحوض علي العمليات الهيدرولوجية في الحوض حيث يؤثر علي كمية الامطار المتجمعة والجريان والتسرب والتبخر فكلما زاد عرض الحوض زاد ما يتلقاه من التساقط فيزداد الجريان وبالتالي زيادة عملية التعرية.

بلغ عرض الحوض ٣٢.٤ كلم، وهذا يدل على صغر عرضه مقارنة بطوله، كما يشير إلى ان الحوض يميل إلى إتخاذ الشكل المستطيل، وبلغت نسبة الطول للعرض ٢.٧ وبالتالي وادي سوبا يزيد طوله عن عرضه ثلاثة أضعاف تقريباً، مما يدل على ميل الحوض نحو الإستطالة.

٤. محيط الحوض:

هو عبارة عن طول خط تقسيم المياه المحيط بالحوض، حيث يشكل محيط الحوض، حجر الزاوية في حساب كثير من المعاملات المورفومترية التي تعبر عن أشكال الأحواض التصريفية وتضاريسها، وكبر محيط الحوض دلالة على كبر مساحته وإزدياد جريانه السطحي في مساحات أوسع، ويبلغ محيط وادي سوبا ٣٧٦ كلم، مما يدل على أنه محيط كبير ويلعب ذلك دور في إزدياد الجريان السطحي.

٥. شكل الحوض:

تعد الخصائص الشكلية من الصفات المورفومترية الأساسية لأحواض الوديان؛ لما لها من دلالات تتعلق بالعمليات الجيومورفولوجية السائدة في الحوض، ويلخص الجدول (٢) الخصائص الشكلية لحوض وادي سوبا والتي سنتناولها بالتفصيل.

جدول(٢): الخصائص الشكلية لحوض وادي سوبا

المعامل	الاستطالة	الاستدارة	الشكل	الاندماج
قيمة المعامل	٠.٦	٠.٢	٠.٣	٠.٣٧

المصدر: عمل الباحث ٢٠٢٣م.

أولاً: معامل الإستطالة:

يعد معامل الإستطالة من أكثر المعاملات المورفومترية دقة في قياس أشكال الأحواض التصريفية، ويشير إلى إبتعاد أو إقتراب شكل الحوض عن الشكل المستطيل، تنحصر قيمة معامل الاستطالة ما بين (٠-١) فكلما اقتربت النسبة من الصفر يعني إقتراب الحوض من الشكل المستطيل وتصنف الأحواض بناءً علي قيم الإستطالة كالأتي:-

جدول (٣) تصنيف الاحواض حسب درجة استطالتها

القيم	قيم الاستطالة				
	٠.٩ – ١	٠.٨ – ٠.٩	٠.٧ – ٠.٨	٠.٥ – ٠.٧	أقل من ٠.٥
التصنيف	دائري	بيضاوي	أقل استطالة	مستطيل	أكثر استطالة

المصدر: مشتهي وآخرون، ٢٠١٣م.

معامل الإستطالة:

$$Re = 1.128 \times \frac{\sqrt{A}}{LB}$$

حيث أن:

(Re) = معامل الإستطالة

(١.١٢٨) = ثابت.

(A) = مساحة الحوض كم^2.

(LB) = أقصي طول للحوض (كلم).

(ISSN: 2536 - 9555)

بتطبيق المعادلة على حوض وادي سوبا فإن قيمة معدل الإستطالة تبلغ ٠.٦ أي أنه مستطيل، مما يؤثر في العمليات الهيدرولوجية السائدة في الحوض، وهذا يدل على تقدم الحوض نحو مرحلة النضج، حيث سيادة التعرية المائية بسبب إندفاع المياه وقدرتها على النحت. (مشتهي وآخرون، ٢٠١٣م).

ثانياً: معامل الإستدارة:

يشير معامل الإستدارة إلى إقتراب أو إبتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري فالقيم المرتفعة تدل على إقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، بينما تعكس القيم المنخفضة إبتعاد الشكل عن ذلك، يتراوح قيم معامل الاستدارة ما بين (٠-١) وتدل القيم المرتفعة (أكبر من ٠.٥) علي اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري.

معامل الإستدارة:

$$Rc = 12.57 \times \frac{A}{P2}$$

(Rc) = معامل الاستدارة.

(١٢.٥٧) = ثابت.

(A) = مساحة الحوض كم².

(p²) = مربع محيط الحوض (كلم).

بتطبيق المعادلة أعلاه فإن معامل الإستدارة في الحوض بلغت قيمته ٠.٢، وهي قيمة منخفضة تشير إلى إبتعاد الحوض عن الشكل الدائري، وأن الحوض في بداية دورته الحتية، ويقوم بتعميق مجراه وحفر مجاريه رأسياً بالإضافة إلى النحت في روافد الرتبة الأولى التي تعد مسؤولة عن توسيع مساحة الحوض، كما تشير إلى عدم إنتظام خطوط تقسيم المياه وتعرجها، وهذا يؤكد نتائج معامل الإستطالة (سلوم،٢٠١٢م).

ثالثاً: معامل الشكل:

يعد هذا المعامل من أقدم المعاملات الرياضية في الدراسات المورفومترية فقد وضعه هورتون في عام ١٩٣٢م (بحيري ١٩٩٨م)، ويعطي مؤشر لمدى التناسق بين أجزاء الحوض ومدى انتظام الشكل العام له، كما يبرز العلاقة بين طول الحوض وعرضه، تشير القيم المنخفضة (أقل من ٠.٥) إلي عدم تناسق شكل الحوض وعدم انتظامه وتغير عرضه من منطقة إلي أخرى، أما القيم المرتفعة لعامل الشكل (أكبر من ٠.٥) تشير إلي اقترابه من الشكل الدائري.

$$Ff = AU / Lu^2$$

حيث أن:

(Ff) = معامل الشكل.

(AU) = مساحة الحوض (كلم²).

(Lu²) = مربع طول الحوض (كلم).

بتطبيق المعادلة أعلاه على حوض وادي سوبا فإن قيمة معامل الشكل بلغت ٠.٣ وهي تعد قيمة منخفضة، وهذا يشير إلى زيادة الطول النسبي للحوض وعدم إنتظام الشكل العام، كما أنه مؤشراً لعدم تناسق أجزائه، وهذا ما يجعل عمليات التعرية المائية تنشط في الأجزاء غير المتناسقة على عكس إذا كانت أجزائه متناسقة، أشار (أحمد ٢٠١٢م) إلى أن الأحواض تكون غير متناسقة إذا قلت قيمة معامل الشكل عن ٠.٣ وهذا ما ينطبق على حوض وادي سوبا، ويترتب على هذه الحالة بلوغ التصريف المائي الذروة بعد سقوط الأمطار، ومن ثم حدوث السيول، كما أن الإنعكاسات الجيومورفولوجية لهذه الحالة هو حدوث حت مائي كبير وإقتراب مجاري الرتب الدنيا من بعضها البعض وبالتالي زيادة التعرية المائية، (عبدالحسن،٢٠١٢م).

رابعاً: معامل الإندماج:

يعتبر من المعاملات التي تقيس شكل الحوض، ويشير إلى مدى تجانس وتناسق شكل محيط الحوض مع مساحته، ومدى إنتظام أو تعرج خط تقسيم المياه، ويسجل هذا المعامل قيماً أكبر من الواحد الصحيح، إذا كانت القيمة تساوي الواحد الصحيح فإن ذلك يعني أن الحوض كامل الإستدارة، وتدل القيم المرتفعة لمعامل الإندماج على عدم تناسق شكل الحوض، وزيادة تعرجات محيطه وحداثة دورته الجيومورفولوجية الحتية، بينما تدل القيم المنخفضة على زيادة مساحة حوض التصريف على حساب محيط الحوض، وبالتالي تقدم الحوض في دورته التحاتية.

معامل الإندماج:

$$Cc = 0.2841 * P/A$$

حيث أن:

(Cc) = معامل الاندماج:

(0.2841) = قيمة ثابتة.

(P) = محيط الحوض (كلم).

(A) = مساحة الحوض (كلم²).

(ISSN: 2536 - 9555)

بتطبيق معادلة الإندماج على الحوض فإن قيمة معامل الإندماج تساوي ٠.٣٧ وتعد منخفضة، وهذه القيمة تدل على زيادة مساحة حوض التصريف على حساب محيط الحوض، والتقدم في دورته التحاتية، وهذا ما يؤكد عملية النحت والتعرية المائية. (سلوم،٢٠١٢م).

ثانيا: الخصائص المائية لشبكة التصريف بوادي سوبا:

١. رتب المجاري وأعدادها:

جدول (٤): أعداد المجاري المائية حسب الرتب لحوض وادي سوبا

الرتب	عدد المجاري	النسبة المئوية
الأولي	٢٢٩	47.3
الثانية	١٣٦	28.1
الثالثة	٧٠	14.5
الرابعة	٤٨	٩.٩
الخامسة	١	٠.٢
المجموع	٤٨٤	100

المصدر: عمل الباحث اعتمادا علي نموذج الارتفاع الرقمي DEM، ٢٠٢٣م.

يتضح من الجدول (٤) أن إجمالي عدد مجاري منطقة حوض وادي سوبا بلغ ٤٨٤ مجرى، وأن معظم المجاري تقع ضمن الرتب الأولى والثانية والثالثة بنسبة ٩٦.٥% من إجمالي المجاري، وهذا يتفق مع نسبة مجاري الرتب الأولى والثانية والثالثة في أحواض المناطق شبه الجافة، ومنها حوض وادي سوبا، يرجع ذلك إلى قلة أو إنعدام الغطاء النباتي في المناطق الجافة وشبه الجافة مما ينتج عنه حرمان أسطح هذه الأحواض من الحماية اللازمة ونشاط عملية التجوية، لذا تكون أكثر تعرضاً للنحت وتكوين مجاري مائية عديدة عقب العواصف المطرية المفاجئة والسريعة (أبو رية، ٢٠٠٧م)، وينطبق الأمر نفسه على وادي سوبا إضافة إلى سرعة جريان المياه وكذا نوعية الصخور التي تغطي سطح الوادي، ودرجة إنحدارات الوادي، كل هذه أسهمت في زيادة عمليات ونشاط التعرية المائية بوادي سوبا، كما يتضح أن أعداد المجاري المائية تتناقص بإزدياد الرتبة، وهذا يتفق مع قانون عدد المجاري المائية لهورتون Horton والذي ينص على أن "عدد المجاري المائية التي تندرج تناقصياً في مجموعاتها أو مراتبها، تكون متوالية هندسية تبدأ بمجرى يتبع أعلى رتبة، وتزداد تبعاً لنسبة تشعب ثابتة" (Dhawaskar 2015).

٢. أطوال المجاري المائية:

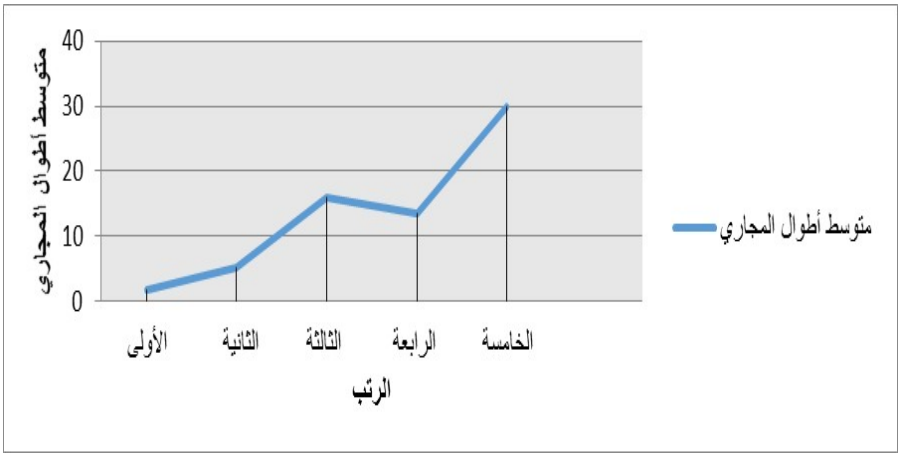
جدول (٥): أطوال المجاري المائية

الرتبة	متوسط طول المجرى/متر	مجموع طول المجاري
الأولى	١.٧	٥٤٤
الثانية	٥.٢	٧٠٧.٢
الثالثة	١٥.٩	١١١٣
الرابعة	٢٣.٢	٤٣٢
الخامسة	٢٩.٩	٢٩.٩
المجموع	–	٢٨٢٦.٦

المصدر: عمل الباحث اعتمادا علي نموذج الارتفاع الرقمي DEM، ٢٠٢٣م.

لحساب أطوال المجاري المائية في أي حوض أهمية في كثافة التصريف، ويعرف طول المجاري بأنه مجموع أطوال المجاري في حوض التصريف، ومن الجدول (٥) نلاحظ أن مجموع أطوال مجاري الرتب الخمسة لوادي سوبا بلغ ٢٨٢٦.٦ كلم.

الشكل (١): العلاقة بين وتب المجاري ومتوسط أطوالها



المصدر: عمل الباحث ٢٠٢٣م

٣. نسبة التشعب:

تم إدخال مصطلح نسبة التشعب لأول مرة من قبل Horton (Dhawaskar 2015)، وهو يعبر عن العلاقة بين عدد المجاري في رتبة ما وعدد المجاري في الرتبة

(ISSN: 2536 - 9555)

التي تليها مباشرة، وتأتي أهمية دراسة نسبة التشعب لأنها تعد أهم العوامل التي تتحكم في عملية التصريف، ويمكن من خلالها تقدير الفيضان، فكلما قلت نسبة التشعب في الأحواض قلت كثافة التصريف، وبالتالي فإن مياه الأمطار تتجمع في مجارٍ قليلة ومحدودة، وبالتالي يزيد خطر الفيضان، كما يعتبر التشعب إنعكاساً للتركيب الجيولوجي ولنوعية الصخر في الحوض والظروف المناخية، (علاجي،٢٠١٠م)، وتم إيجاد نسبة التشعب من خلال القانون الذي إقترحه Horton في عام ١٩٤٥م كالتالي: نسبة التشعب = عدد مجاري رتبة ما/ عدد مجاري الرتبة التي تليها. وتبعا لهذه المعادلة نجد أن نسبة التشعب بوادي سوبا كما يلي:

جدول (٦): نسبة التشعب بوادي سوبا

الرتبة	الأولى والثانية	الثانية والثالثة	الثالثة والرابعة	الرابعة والخامسة
نسبة التشعب	١.٦	١.٩	١.٤	٤٨

المصدر: عمل الباحث ٢٠٢٣م

يرى إستارلر (بحيري ١٩٩٨م) أن نسبة التشعب الطبيعية للحوض تتراوح بين (٥-٣) في حال تجانس التركيب الصخري للحوض، وكلما قلت النسبة عن(٣) تعد مؤشراً لإحتمالية حدوث فيضان في الحوض، (الشكرجي،٢٠٠٥م)، قد بلغت نسبة التشعب العام بوادي سوبا (٤.٧) هذا يدل على أن الوادي أكثر تشعباً مما يبرهن كثرة المجاري المائية فيه وبالتالي زيادة عملية التعرية المائية والإنجراف بفعل هذه المجاري.

٤. كثافة التصريف:

تعد كثافة التصريف من المقاييس المورفومترية الهامة لشبكة التصريف، وهي إنعكاس للظروف المناخية خاصة الأمطار وكميتها والخصائص الجيولوجية، ونوع الصخر ومقدار نفاذيته، والسطح ومدى إنحداره، وطبيعة الغطاء النباتي، وتدل كثافة التصريف المنخفضة إلى قلة أعداد الروافد وأطوالها، وإنخفاض قيمة النسيج الطبوغرافي، وأن الحوض يجري فوق صخور عالية النفاذية، أن السطح قليل التضرس مع كثافة الغطاء النباتي، (Sangita and Dulal ,2015)، وتم الحصول على الكثافة التصريفية من خلال المعادلة التي وضعها Horton في العام ١٩٣٢م.

كثافة التصريف = مجموع أطوال المجاري في الحوض (كلم)/ مساحة الحوض (كلم٢)

تبلغ كثافة تصريف وادي سوبا (١.٥ كلم/ كلم٢) وتعتبر هذه القيمة منخفضة، ويرى الباحث أن السبب وراء هذا الإنخفاض أن الحوض يقع في منطقة مناخية شبه جافة، أمطارها قليلة وموسمية.

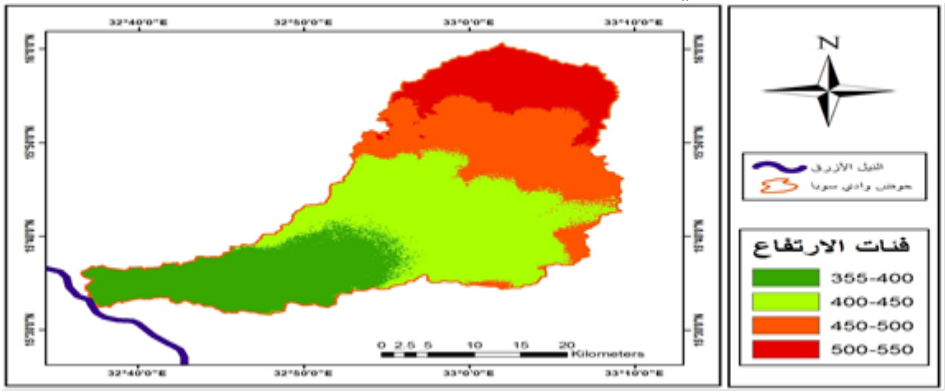
ثالثا: الخصائص التضاريسية لشبكة التصريف بوادي سوبا:

١. تضاريس الحوض:

أولاً: إرتفاعات الحوض:

تتفاوت إرتفاعات حوض وادي سوبا ما بين (٣٥٥– ٥٥٠م) فوق مستوي سطح البحر، مما يدل علي إرتفاع منطقة الحوض الحوض كما موضح في الخريطة (٧) أدناه.

خريطة (٧): الإرتفاعات ومناسيب الحوض



المصدر: عمل الباحث اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي (Astor (Dem، ٢٠٢٣م.

ثانياً: انحدار الحوض:

تعتبر الإنحدارات ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية، وذلك للعلاقة الوثيقة بينها وبين نشاط عمليات الحت والإرساب، وتلعب دوراً كبيراً في تسريع وتيرة الجريان السطحي حيث يصبح الجريان أكثر حدة مع زيادة الإنحدار، ونجد أن أقل إنحدار في الحوض ٥° في منطقة المصب، إذ يعتبر إنحدار خفيف وأعلاه في ٢٠.١٣° أعلي الوادي، وهذا الإنحدار يعتبر إنحدار شديد في أعلى الوادي حسب تصنيف (Young،١٩٧٢م) للإنحدارات، هذا ما يبرهن سيادة النحت والتعرية المائية بوادي سوبا؛ لأنه كلما زادت درجة الإنحدار زاد نشاط عمليات التعرية بالوادي.

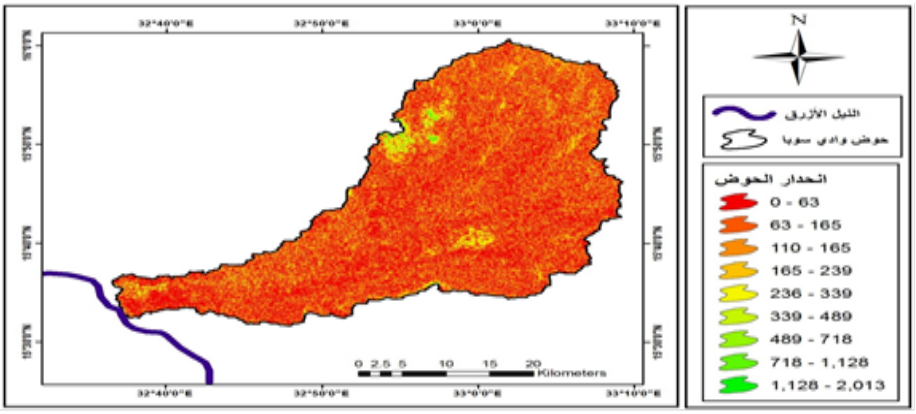
(ISSN: 2536 - 9555)

جدول (٧): تصنيف Young للإنحدارات

فئات الإنحدار بالدرجات	تصنيف الإنحدار حسب Young
٠-٢	إنحدار شبه مستوي
٢-٥	إنحدار خفيف
٥-١٠	إنحدار متوسط
١٠-١٨	إنحدار فوق المتوسط
١٨-٣٠	إنحدار شديد
٣٠-٤٥	إنحدار شديد جداً
٤٥-٩٠	إنحدارات جرفية

المصدر: (Morisawa1985)

خريطة (٨): انحدار سطح حوض وادي سوبا



المصدر: عمل الباحث اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي Astor (Dem)، ٢٠٢٣م.

٢. معامل التضرس:

يعد معامل التضرس معياراً هاماً لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية للمنطقة، ويعبر عن مدى تضرس الحوض بالنسبة لطوله، كما يدل على المرحلة الجيومورفولوجية التحاتية التي يمر بها الحوض، إذ تشير القيم المرتفعة إلى التضرس الشديد لأسطح الأحواض، وبالتالي تأخر الحوض في دورته التحاتية، في حين تشير القيم المنخفضة إلى أن

الحوض إستطاع أن يقطع شوطاً كبيراً في دورته التحاتية، وإستطاع أن يخفض من تضرسه.

معامل التضرس:

$$Rc = (Hmax-Hmin)/Lb$$

حيث أن:

(Rc): معامل التضرس.

(Hmax) = منسوب أعلي نقطة في الحوض.

(Hmin) = منسوب أدني نقطة في الحوض.

(Lb) = طول الحوض (كلم).

بتطبيق المعادلة أعلاه على حوض وادي سوبا فإن قيمة التضرس في الحوض تساوي ٢.٧٦م/كلم، تعتبر هذه القيمة منخفضة نسبياً وبناءً على ذلك فإن الحوض إستطاع أن يقطع شوطاً كبيراً في دورته التحاتية وهذا له علاقة وطيدة بالتعرية المائية إذ أن التقدم في الدورة التحاتية يدل على أن الوادي في مرحلة الشباب، حيث عوامل التعرية قامت بإزالة المواد الصخرية. (سلوم،٢٠١٢م).

٣. التضاريس النسبية:

توضح التضاريس النسبية العلاقة بين المدى التضاريسي ومقدار محيط حوض التصريف، ويعبر عن التضاريس النسبية بالآتي:

التضاريس النسبية = الفرق بين أعلى وأدنى منسوب بالحوض*١٠٠/ محيط الحوض (كلم)

بتطبيق المعادلة أعلاه يتضح أن التضاريس النسبية لحوض وادي سوبا تساوي (٤٦.٥)، وتعد هذه القيمة مرتفعة إذ أن إرتفاع قيمة التضاريس النسبية يرتبط بزيادة أعداد المجاري المائية في الرتبة الأولى، ويمكننا ملاحظة هذا الأمر بوضوح بوادي سوبا حيث تشكل مجاري الرتبة الأولى نسبة ٤٧.٣%، وهذا له علاقة وطيدة بزيادة التعرية المائية وذلك أنه كلما زاد عدد المجاري زادت معه التعرية المائية.

٤. قيمة الوعورة:

تعد من المعاملات المورفومترية التي تقيس العلاقة بين تضرس الحوض وكثافة تضرس الحوض وكثافة شبكة التصريف، إذ أنه كلما إزدادت الكثافة التصريفية والتضرس في الحوض إزدادت قيمة معامل الوعورة، وإنخفاض عامل الوعورة في

(ISSN: 2536 - 9555)

الأحواض التي تمتاز بقلة أعداد المجاري وصغر المساحة، تعد قيمة الوعورة مؤشر على مدى تقدم الحوض في الدورة الجيومورفولوجية، حيث تنخفض قيمة الوعورة في أول مراحل الدورة التحاتية للحوض ثم تبدأ في التزايد حتى تصل إلى حدها الأقصى عند بداية مرحلة النضج، ثم تبدأ قيمتها في الإنخفاض مرة أخرى.

قيمة الوعورة:

$$Rn = H*Dd$$

حيث أن:

(Rn) = قيمة الوعورة.

(H) = فرق الارتفاع بين أعلي وأدني نقطة في الحوض (كلم).

(Dd) كثافة التصريف.

بتطبيق المعادلة أعلاه على الحوض فإن قيمة الوعورة تساوي ٢.٥ وتعد هذه النسبة مرتفعة نسبياً، وهذا يدل على نشاط الدورة التحاتية وبالتالي نشاط عمليات التعرية المائية.

٥. المعامل الهبسومتري:

يعتبر من أفضل المتغيرات الكمية لفهم العلاقة ما بين طبوغرافية الحوض وتعرية المجاري المائية للسطح بواسطة الجريان السطحي، ويهدف إلى تحديد الفترة الزمنية التي قطعتها أحواض التصريف من دورتها الجيومورفولوجية، كما أشار (إسترالر ١٩٥٢م) إلى هذا المنهج من الدراسة لتجميع البيانات الهيدرولوجية في دراسته لعدد من الأحواض بمراحل تطور مختلفة.

هنالك طريقتان للتحليل الهبسومتري إحداهما بيانية وتسمى المنحنى البياني، والأخرى حسابية تسمى التكامل الهبسومتري، يستخدم التكامل الهبسومتري لتوضيح العلاقة رقمياً بين مساحة الحوض وإرتفاعه، وقد إقترح (إسترالر ١٩٥٢م) معادلة لإستخراج قيمة التكامل الهبسومتري كالتالي:

$$Hi = (h / H) / (a / A)$$

حيث:

Hi = معامل التكامل الهبسومتري.

(h / H) = الإرتفاع النسبي.

(a / A) = المساحة النسبية.

تم إستخراج قيمة التكامل الهبسومتري لحوض وادي سوبا من خلال برنامج ArcMap10.1 بإستخدام نموذج DEM كالتالي:

١- إستخراج خريطة كنتورية، بفاصل كنتوري قيمته (٢٥) م، ثم تقسيم الحوض إلى عدة أجزاء إعتماداً على الفاصل الكنتوري، فالجزء الأول هو المنطقة المحصورة بين خطي كنتور ٣٧٥- ٤٠٠ والجزء الثاني هو المنطقة المحصورة بين خطي كنتور ٤٠٠- ٤٢٥ وهكذا.

٢- إستخراج نموذج الإرتفاعات من نموذج (DEM)، ثم عمل (Reclass) لتحديد فئات الإرتفاع.

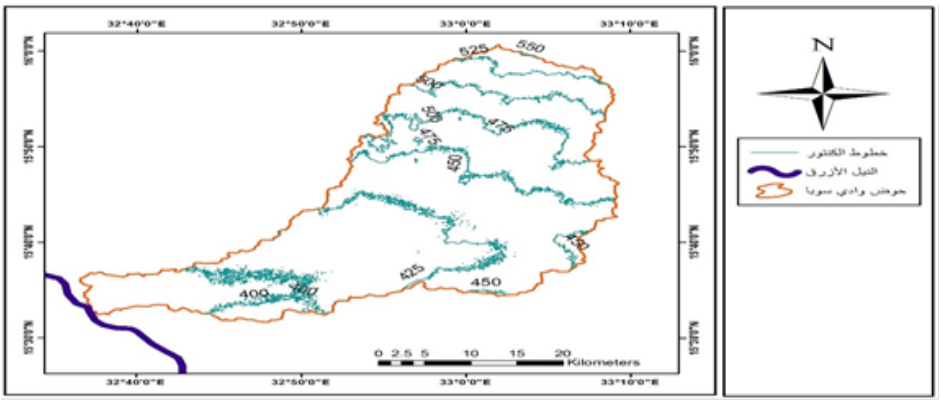
٣- حساب الإرتفاع الكلي للحوض بواسطة المعادلة التالية: (أعلى إرتفاع في الجزء المراد الإرتفاع له)- (أدنى إرتفاع في الحوض الكلي).

٤- حساب المساحة الكلية للحوض بواسطة المعادة التالية: (مجموع مساحات الأجزاء) + (مساحة الجزء المراد حساب المساحة الكلية له).

٥- حساب الإرتفاع النسبي بواسطة المعادلة التالية: (فرق الإرتفاع بين أعلى وأدنى نقطة في الجزء)/ (مساحة الجزء المراد حساب الإرتفاع النسبي له).

٦- حساب المساحة النسبية بواسطة المعادلة التالية: (مساحة الجزء المعين)/ (المساحة الكلية للحوض).

شكل (٩): الخريطة الكنتورية لحوض وادي سوبا



المصدر: عمل الباحث اعتماداً علي بيانات القمر الصناعي (Astor (Dem، ٢٠٢٣م.

(ISSN: 2536 - 9555)

من الخريطة الكنتورية (٩) لحوض وادي سوبا بفاصل كنتوري ٢٥ م يتضح أن خطوط الكنتور تتقارب في الجزء الأعلى من الحوض وهذا إن دل فإنما يدل على شدة الإنحدار، وتتباعد في الجزء الأدنى مما يدل على قلة الإنحدار، ويرجع ذلك لنشاط عمليات التعرية في الجزء الأعلى من الوادي وإندفاع المياه وسرعة جريانها مما يتسبب في نحت ذلك الجزء من الحوض إلى أن تصل المياه إلى أدنى الحوض فيقل نشاطها وتصبح حركتها بطيئة فينحصر أغلب عملها في ترسيب ما نحتته من مواد من أعلى الحوض، هذا ما يبرهن تباعد خطوط الكنتور في الأدنى عنه في الأعلى.

جدول (٨): المساحة النسبية والإرتفاع النسبي لحوض وادي سوبا

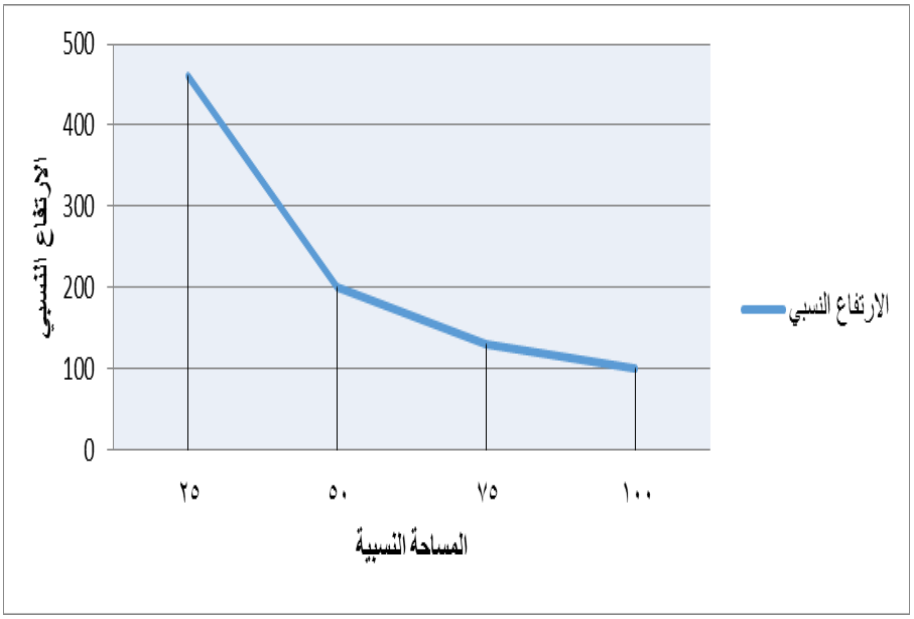
الإرتفاع	المساحة التجميعية	الإرتفاع الكلي	الإرتفاع النسبي	المساحة النسبية	المعامل الهبسومتري
٣٧٥	١٤٢٨	٥٠	٤٦٠	٥٢.٤	٨.٨
٤٠٠	٧٢٩	١٠٠	٢٠٠	٢٥.٨	٨
٤٥٠	٣٢٥	١٥٠	١٣٠	١١.٥٠	١١.٨
٥٥٠	٢٢٦	٢٠٠	١٠٠	٨	١٢.٥
المجموع	٢٨٢٥				%٤١.١

المصدر: عمل الباحث، ٢٠٢٣م

تتناقص قيمة المعامل الهبسومتري مع إستمرار تقدم الدورة الحتية للحوض، ولتحديد المرحلة التي يمر بها الحوض وتبعاً لـ(إستارلر ١٩٥٢م) فإن قيمة التكامل الهبسومتري تقسم إلى فئات كالتالي: ٤٠ فأقل الشيخوخة، ٦٠– ٤٠ النضج، ٨٠– ٦٠ الشباب، (ريان،٢٠١٤م).

بتطبيق المعادلة أعلاه لحساب المعامل الهبسومتري لحوض وادي سوبا فإن قيمة التكامل الهبسومتري للحوض تساوي ٤١.١% جدول (٨–٤)، بذلك يتضح أن الحوض يمر بمرحلة النضج المبكر، حيث أن عوامل التعرية قامت بإزالة المواد عن طريقها، كما تشير قيمة التكامل الهبسومتري في الحوض إلى سيادة النحت الرأسي بشكل أكبر من النحت الجانبي، وقد وجد أن شكل القاع يشبه الحرف (V) في اللغة الإنجليزية، وبعد هذه المرحلة يبدأ الوادي بتعرية جوانبه، هذا ما يؤكد فعل المياه الجارية من تعرية مائية وإنجراف في الأراضي وتجريدها من المواد اللازمة للنبات، مما نتج عنه تدهور في الأراضي الزراعية في الوادي.

شكل (٢) منحنى التكامل الهبسومتري لحوض وادي سوبا



المصدر: عمل الباحث ٢٠٢٣م.

خاتمة الدراسة:

أوضحت الدراسة المورفومترية لوادي سوبا أهمية دراسة الخصائص المورفومترية في تحديد شكل الوادي ومساحته وكثافة التصريف فيه، بالإضافة الى الخصائص الأخرى، والاسهام في توفير البيانات للازمة للمساعدة في وضع الدراسات المبنية على هذه الخصائص في تنمية الوادي والاستفادة من مائيته، والتي إعتمدت بشكل كبير على تحليل بيانات الاستشعار عن بعد، المتمثلة في الصور الفضائية وذلك لاستخلاص المعلومات المتعلقة بالخصائص المورفومترية لحوض التصريف المائي بالوادي، والذي أخذ شكلا قريبا من الشكل المستطيل، وفي ذلك دلالة واضحة على تعرض خطوط تقسيم المياه المحيطة بحزض تصريف الوادي، وهذا بدوره يؤثر على طول المجاري المائية في الوادي، خاصة ذات الرتب الدنيا عند خطوط تقسيم المياه.

نجد ان وادي سوبا من خلال حساب معدلى استطالته واستدارته، أتضح أنه أقرب الى مرحلة النضج في مراحل تطور دورته الجيومورفولجية.

(ISSN: 2536 - 9555)

المراجع:

١. إبراهيم، مروان عبدالمجيد (١٩٩٩م)، أسس البحث العلمي لإعداد الرسائل الجامعية، الإسكندرية.

٢. أبو العينين، حسن سيد أحمد (١٩٨١م): أصول الجيومورفولوجيا، دراسة الأشكال والتضاريس في سطح الأرض، الدار الجامعية للطباعة والنشر، بيروت.

٣. بحيري، صلاح الدين (١٩٩٨م)، أشكال الأرض، دار الفكر للطباعة والنشر، دمشق.

٤. الصالح، محمد عبدالله (١٩٩٢م): بعض طرق قياس المتغيرات في أحواض التصريف، (د. ن).

٥. أبو رية، أحمد محمد أحمد (٢٠٠٧م)، المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيج "دراسة جيومورفولوجية" رسالة دكتوراه، غير منشورة، جامعة الإسكندرية.

٦. أحمد، محمد فتح الله (٢٠٠٧م): جيومورفولوجية بعض الأودية الموسمية شرق وغرب نهر النيل بولاية الخرطوم، ماجستير، جامعة الخرطوم، الخرطوم.

٧. بوروبة، محمد بن فضيل (٢٠٠٢م)، الخصائص المورفومترية لحوض وادي عركان ووادي يخرف رافدي وادي بيش بالمملكة العربية السعودية،– دراسة تطبيقية مقارنة– بحوث جغرافية، (٥٣)، الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.

٨. ريان، وفاء (٢٠١٤م)، الخصائص المورفومترية لحوض وادي الفارعة– فلسطين: بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الإرتفاعات الرقمية، ماجستير، غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

٩. علاجي، آمنة أحمد محمد (٢٠١٠م)، تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات االخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم، رسالة ماجستير، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية.

١٠. مزرا، معرج نواب (١٩٩٤م)، جغرافية المياه في مكة المكرمة، مصادر الإستخدام، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الخرطوم.

١١. سلوم، غزوان، (٢٠١٢م)، حوض وادي قنديل، دراسة مورفومترية، مجلة جامعة دمشق ٢٨(١) ص ٣٧٣-٤٣٦.

١٢. الشكرجي، منير بشار (٢٠٠٥م)، إستخدام نظم المعلومات الجغرافية لدراسة الخواص المورفومترية والتغذية الإصطناعية لحوض وادي القويسي شمال غرب العراق، المجلة العراقية لعلوم الأرض ٢ (٥) ص ١٠٣-١١٣.

١٣. مزرا، البارودي، محمد سعيد (٢٠٠٥م)، السمات الموفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم المكي، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والإجتماعية والإنسانية- عدد خاص: ١٧٥ - ٢٦٤.

١٤. مشتهى، عبدالعظيم، أبوعمرة، عبدالقادر نصر، (٢٠١٣م)، بعض الخصائص المورفومترية لوادي غزة بإستخدام النمذجة الرقمية لنظم المعلومات الجغرافية، مجلة بحوث جغرافية، ١٨: ٤٧-٧٤.

١٥. عبدالحسن، جاسم كاظم (٢٠١٢م)، الخصائص الموفومترية لحوض الأشعلى، مجلة آداب ذي فار ٨(٢).

١٦. محلية شرق النيل ٢٠٢٢م.

(ISSN: 2536 - 9555)

المراجع الأجنبية:

1. Morisawa, M. , (1985), Rivers , Longman,
2. Sangita, and Dulal (2015), Morphometric characterization of Gayung and Sipu Sub-Basins of the Subansiri River of the Eastern Himalayas.
3. Dhawaskar, P. (2015) Morphmetric of Mhadei River Basing Using SRTM Data and GIS Standard International Journals, 1 (4):1-7.