مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد (٤) العدد (٨) ٢٠٢٠
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies –Arts and Humanities Series Vol. (4) No. (8) 2020

تحليل الخصائص المورفومترية الهندسية والشكلية في حوض نهر الصغير الفرعي (رافد نهر الأبرش) – محافظة طرطوس

د. حازم غسان عبدو*

(تاريخ الإيداع ٦ /٦ /٢٠٢٠. قُبِل للنشر في ٢٢/ ١٠ /٢٠٢٠)

□ ملخّص □

يعد تحليل خصائص الحوض النهري المورفومترية الهندسية والشكلية من أهم الخطوات المبدئية في إطار عملية دراسة التكامل المكاني بين الخصائص الجغرافية الطبيعية المشكّل للحوض، وأثرها في فعالية العمليات الجيومورفولوجية ضمنه. جرى في هذا البحث، تحليل الخصائص المورفومترية الهندسية والشكلية في حوض نهر الصغير، الذي يشكل خامس رافد هضبي – جبلي في منظومة حوض نهر الأبرش الهيدرولوجية في محافظة طرطوس.

أفضى تحليل الخصائص الهندسية الشكلية في حوض نهر الصغير، إلى أن الحوض يستطيل أكثر من استدارته، كما أن مرتسم خط تقسيم مياهه قليل الانتظام وبالتالي ابتعاده عن مركز الحوض. كما أجمعت جميع المؤشرات والمعاملات المورفومترية المستخدمة، تضاريس لم تقطع شوطاً كبيراً من دوراتها الحتية وأن مازال أمامها المزيد من مراحل الهدم والتسوية. وتبين أن استجابة الحوض الهيدرولوجية في توجيه الجريان السطحي عقب الزخات المطرية هي استجابة منخفضة الخطر نسبياً، بسبب الاستطالة الشكلية للحوض.

الكلمات المفتاحية: الخصائص المورفومترية الهندسية، الخصائص المورفومترية والشكلية، حوض نهر الصغير، محافظة طرطوس.

* دكتوراه في الجغرافية الطبيعية (الجيومورفولوجية التطبيقية) – قسم الجغرافية – كلية الآداب والعلوم الإنسانية – جامعة دمشق – دمشق – سورية.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية المجلد (٤) العدد (٨) ٢٠٢٠
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies –Arts and Humanities Series Vol. (4) No. (8) 2020

Morphometric analysis of geometric and formal properties in AL- Saghir River basin

Dr. Hazem Ghassan Abdo*

(Received 6/6 /2020. Accepted 22/10/2020)

□ ABSTRACT □

One of the most important preliminary steps in the process of studying spatial integration between the natural geographic features which forming of catchments and its effect on the effectiveness of geomorphological processes is the analysis of the characteristics of the geometric and formal morphometric river basin. In this research, the geometric and formal morphometric characteristics of Al-Sagheer basin, which constitutes the fifth hilly-mountain tributary in Al-abrash hydrological basin system in Tartous Governorate, were analyzed.

The analysis of the formal and geometrical properties in the Al-Saghir basin led to the fact that the basin is more elongated than its circulated, and that the line of its water dividing is very far from the center of the basin. As all the indicators and morphometric parameters used, the terrain did not go a long way from its cycle and that it still had more stages. The hydrological basin response in directing runoff flowing after rainstorms was found to be a relatively low response, due to the morphological elongation of the basin.

Key words: Geometric morphometric characteristics, formal morphometric characteristics, Al-Sagheer Basin, Syria.

* PhD in Physical Geography (Applied Geomorphology) - Department of Geography - College of Arts and Humanities - Damascus University - Damascus - Syria.

المقدمة

يشكل الحوض النهري النموذج التضريسي الأكثر استخداماً من قبل الدارسين الجيولوجيين والجيومورفولوجيين والهيدرولوجيين، بوصفه أساساً معيارياً من أسس التقسيم الجيومورفولوجي في تقسيم سطح اليابسة إلى وحدات حوضية رئيسة وفرعية (Chorley, 1969; Farhan et al,. 2015). يشتمل مفهوم الحوض النهري River Basin على جميع المناطق والمنحدرات التي يضمها خط تقسيم المياه الفاصل بين حوض وآخر مجاور له (عبد السلام، ٢٠٠١). يطلق مصطلح حوض التصريف Drainage Basin أو منطقة تجميع المطر Watershed Area على المساحة الداخلية من الحوض النهري، حيث تسيل كل المياه فوق سطح الأرض (جراء عاصفة مطرية) إلى النهر ضمن هذه الحوض، وتعد هذه المساحة بمثابة وحدة هيدرولوجية مستقلة ذات نظام مغلق (الشاعر، ١٩٩٥).

يعد تحليل الخصائص الهيدرومورفومترية الحوضية من أهم الدراسات الجيومورفولوجية التي تقدم مؤشراً مهماً لمعرفة فعالية العمليات الجيومورفولوجية، وأثر ذلك في تسارع تطور أشكال سطح الأرض داخل الحوض، الذي يعد انعكاساً للتكامل المكاني بين مجمل خصائص الحوض الجغرافية الطبيعية التي تشتمل على الخصائص البنيوية والبنائية والمناخية والحيوية. تعرف القياسات المورفومترية بأساليبها الهندسية والشكلية والتضريسية والهيدرولوجية على أنها خصائص جيومورفولوجية كمية بمفهومها العام، وهي أساليب تحليلية – إحصائية تتناول ظاهرات سطح الأرض معتمدة في أساسها على البيانات متنوعة المصادر كالخرائط الطبوغرافية (الكنتورية) والصور الجوية والمرئيات الفضائية والرادارية إلى جانب الدراسات الحقلية.

يتشكل حوض الساحل السوري من جملة من العوامل الجغرافية الطبيعية البنيوية والبنائية والتضريسية والمناخية والمائية والحيوية. إن ذلك التراكب المكاني لتلك العوامل في حوض الساحل يؤثر بشكل فعال في مجمل الخصائص الجيومورفولوجية ضمن وحداته الهيدرولوجية، لاسيما خصائصها المورفومترية الهندسية والشكلية. تتشكل وتتطور الخصائص الهندسية والشكلية من جملة من العوامل الجغرافية الطبيعية، يأتي في مقدمتها التصارع المكاني المتسارع لخطوط تقسيم المياه ما بين الأحواض في اطار توسعها بعدها المكاني – المساحي – التجميعي **(ظاهرة الأسر النهري)**، وبالتالي التغير الكبير في أبعاد الأحواض وهندسة مورفولوجية خط تقسيم مياهها، مما يفضي إلى التوجيه المباشر لمنظومة التصريف المائي ضمنها، مما ينعكس إيجاباً أو سلباً على المكونات الحيوية في الأحواض لاسيما الانسان وممتلكاته. وبناء على ما سبق، سيركز البحث الحالي على تحليل الخصائص المورفومترية الهندسية والشكلية في حوض نهر الصغير.

أهمية البحث وأهدافه

تتصف البُنى الحوضية في إقليم الساحل السوري بخصائص جغرافية طبيعية جيولوجية – ليثولوجية – جيومورفولوجية ذات نشاط حركي – ترسيبي متسارع بفعل الانحدارات الشديدة والظروف المُناخية، التي تتكامل مع منظومة بنائية – صدعية تعمل على تداخل وتباين خصائص تلك الأحواض المورفومترية لاسيما الهندسية والشكلية التي تشكل عاملاً موجهاً للتصريف المائي الحوضي. وبالتالي هناك أهمية كبيرة لتقييم الخصائص المورفومترية الهندسية والشكلية كمياً عبر عملية القياس المورفومتري، وتناول النتائج بالتحليل والقراءة المعمّقة، وبالتالي تشكيل قاعدة بيانات جيومورفولوجية لهذه الأحواض تتناول هندستها وشكلها بالتحليل الكمي، الأمر

الذي يشكل إسهاماً مهماً في إطار إدارة الأحواض النهرية في حوض الساحل. كما يكتسب هذا البحث أهمية عبر تناوله لتحليل تلك الخصائص في حوض نهري هضبي – نهري جبلي في الساحل السوري آلا وهو حوض نهر الصغير في محافظة طرطوس.

وبالتالي فإن **هدف البحث** الحالي، يتبلور بتحليل الحالة المورفومترية الشكلية والهندسية، وقراءة وتحليل مؤشراتها ومعاملاتها الأساسية مكانيّاً وكميّاً، باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد (نموذج الارتفاع الرقمي) في بيئة نظم المعلومات الجغرافية GIS. حيث تمّ تطبيق هذا الهدف في واحدٍ من أحواض منظومة حوض الساحل السوري الهيدرولوجية، وهو حوض نهر الصغير، أحد روافد حوض نهر الأبرش في محافظة طرطوس.

مواد البحث وطرائقه

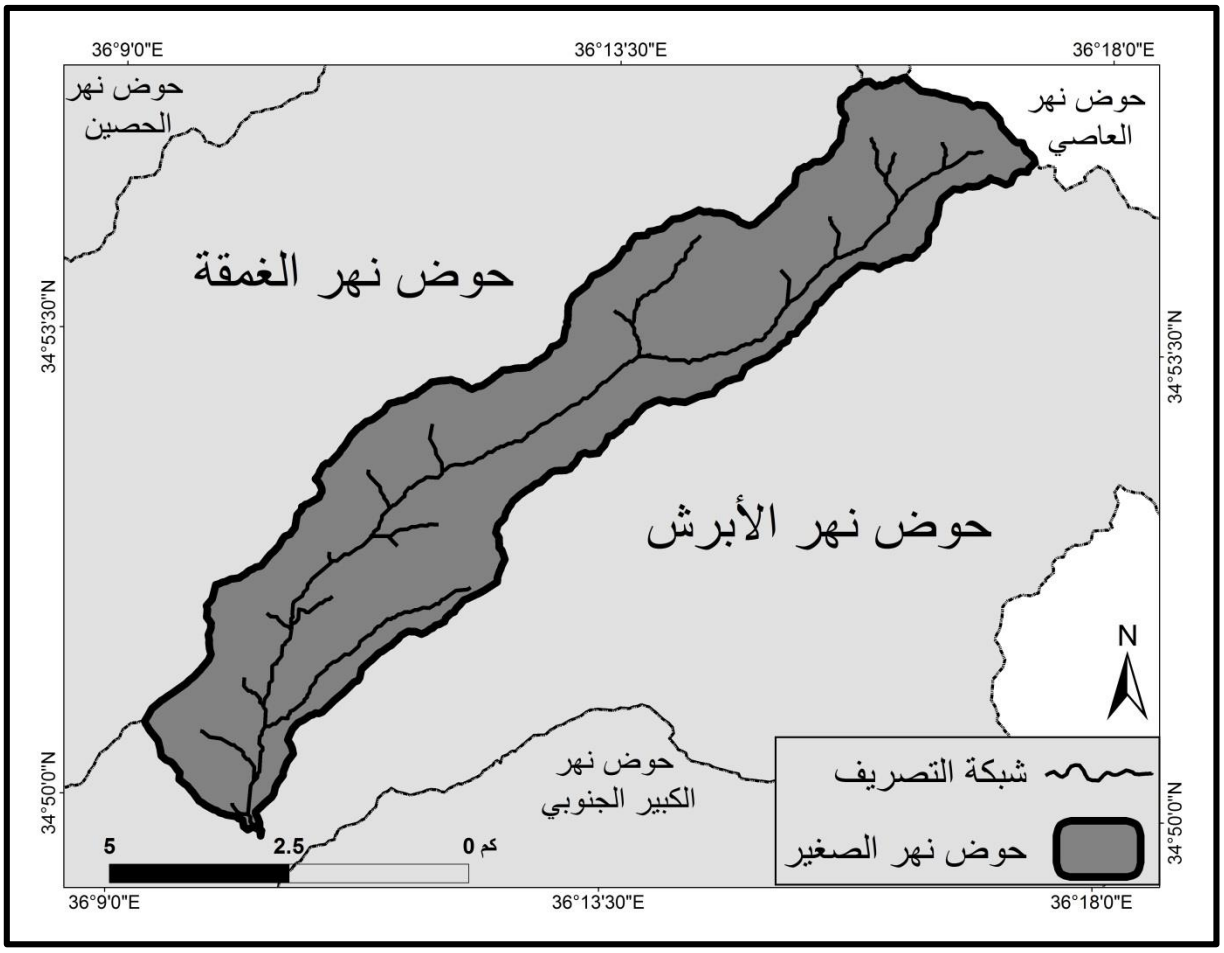
- **منطقة الدراسة**

يمتد حوض نهر الصغير فلكياً بين دائرتي عرض ´٤٩ ٣٤° و ´٥٧ ٣٤° شمالاً، وبين خطي طول ´٩ ٣٦° و ´١٧ ٣٦° شرقاً. أما جغرافياً، فيحده شمالاً خط تقسيم المياه مع حوض نهر الغمقة، بينما يحد هذا الحوض من الجنوب والشرق روافد حوض نهر الأبرش الأعلى الأخرى (حوض رافد الشموطية) وصولاً إلى خط تقسيم المياه مع حوض نهر الكبير الجنوبي، ومن الغرب فيحده حوض نهر الأبرش الوسط. تبلغ المساحة التجميعية في حوض نهر الصغير ٢٩ كم^2.

ينتمي حوض نهر الصغير إلى حوض نهر الأبرش التابع لحوض الساحل السوري، حيث يعد هذا النهر من روافد نهر الأبرش المهمة في حوضه الأعلى، كونه يشكل حوضه النهري خامس أكبر الأحواض النهرية الفرعية بالترتيب في منظومة حوض نهر الأبرش، المشتملة إلى جانب حوض نهر الصغير على حوض نهر الشموطية وسركيس والقرناصة والغربي. يولد نهر الصغير من على سفوح جبال الساحل الغربية (التشكيلات الثنائية الجوراسية) عند قرية عين بشريتي من على ارتفاع ١١١٨ م، ويتعمق مجرى النهر غربا في وادي الشير ليتلاقى مع مسيل برهان بالقرب من قرية عناتا على ارتفاع ٩٢٢ م. يتابع النهر توغله غرباً ضمن التشكيلات الثنائية الكريتاسية في وادي المقيصبة إلى أن يلتقي بمسيل بشرئيل بالقرب من قرية بيت الريحان، ومن ثم مسيل الكابوسة بالقرب من قرية حكر سعيد. واخيراً يرفد نهر الصغير شبكة تصريف نهر الأبرش عند قريت عفّان على ارتفاع ٢٣٤ م.

جيولوجياً، يتضح من خلال قراءة الخريطة الجيولوجية للحوض (الخريطة ٢) بتوزع التكشفات الجيولوجية الثنائية الجوراسية (جوراسي أعلى وأوسط) والكريتاسية (الأبيتيان والألبيان الأسفل والتورونيان والسينومانيان الأسفل والأعلى والألبيان البازلتي) والتكشفات الجيولوجية الثلاثية (البليوسين البازلتي)، بالإضافة لتكشفات الزمن الرباعي (الهولوسين) في حوض نهر الصغير. يشير الشكل البياني ١ إلى أن التكوينات الثنائية الكريتاسية السينومانية السفلى قد غطت معظم أراضي حوض نهر الصغير بمساحة تصل إلى ١١,٥ كم^2 بنسبة ٣٩,٨% من مساحة الحوض.

تتكشف التوضعات **الجوراسية العليا والوسطى** في قمم الجبال شرق الحوض، وتتكون من صخور دولوميتية وكلسية قاسية. تشكل مساحة تكويناته الصخرية ٤,١٥ كم^2، أي ما يمثل نسبة ١٤,٣٤% من مساحة التكوينات الجيولوجية في حوض الدراسة. تتركز هذه التكوينات الجوراسية في شرق وجنوب شرق الحوض، و تبلغ السماكة الكلية للصخور الجوراسية ٩٥٠–١٠٠٠ متر.

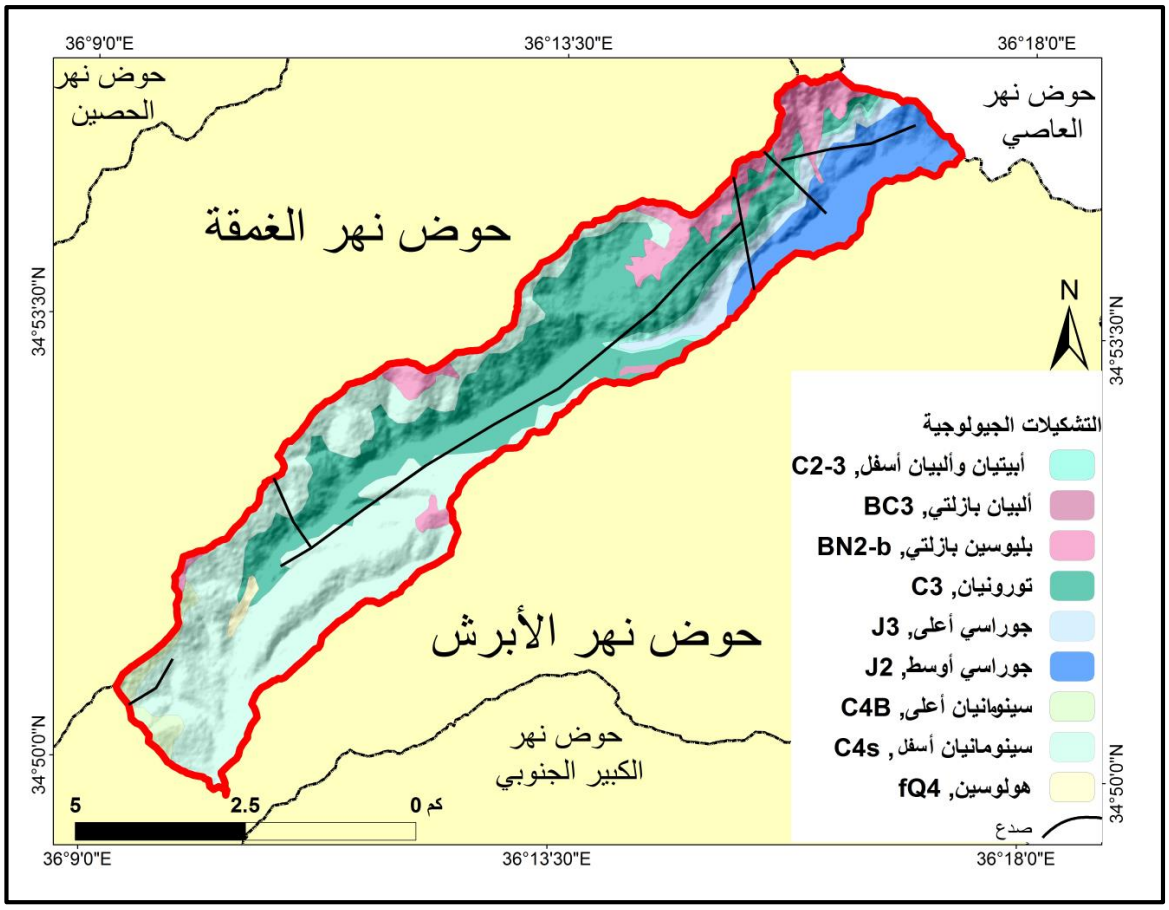


خريطة ١: الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة البحث

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وبيانات مديرية الموارد المائية في محافظة طرطوس.

تشكل التكوينات الثنائية الكريتاسية **الأبيتيانية والألبيانية السفلى** إطاراً متطاولاً يحيط بالتكوينات الجوراسية بمساحة تصل إلى ٠,٥٧ كم^{٢} بنسبة تصل إلى ١,٩٦% من مساحة الحوض. تتعمق التكوينات الثنائية الكريتاسية **التورونية** الرسوبية في سلسلة من الوديان المتتالية كما في وادي الشوفي والمقيصبة والمليح من الشرق جهة الغرب، مشكلةً تالوج مسيلاتها، حيث تشكل مساحة هذا الطابق ٩,١٨ كم^{٢} من مساحة حوض نهر الصغير بنسبة ٣١,٧%. تتألف رسوبيات التورنيان من تتابع من الحجر الكلسي الدولوميتي والدولوميت المارلي والدولوميت بسماكة تصل حتى ٢٠٠ م. كما تشير التحريات الحقلية الستراتيغرافية لهذه التشكيلة، إلى حجر كلسي عضوي سميك التطبق في الأسفل، يتوضع فوق تناوب من حجر كلسي دولوميتي سميك التطبق مع دولوميت وحجر كلسي عضوي ذي بنية بيوضية كاذبة (Ponikarov, 1967). أما تكوينات **السينومانيان الأسفل (تشكيلة صلنفة)**، فتشكل مساحة ١١,٥١ كم^{٢} بنسبة ٣٩,٨ % وهي الأعلى مساحياً، وتتكشف في المرتفعات الجبلية في الغرب (قمة بشرائيل ٤٩٠ م)، التي لا تلبث أن تتعمق جهة الغرب في مجموعة من الأودية الهضبية (وادي الحويمة والكابوسة والبلاطة)، وتتألف صخوره من تناوب أحجار كلسية (أو دولوميتية)

سميكة التطبق ومارل وأحجار كلسية مارلية تحوي طبقات كلسية، ذات لون أبيض عاجي، تأخذ شكل الجدران تم تمييزها بشكل جيد حقلياً (Ponikarov, 1967).



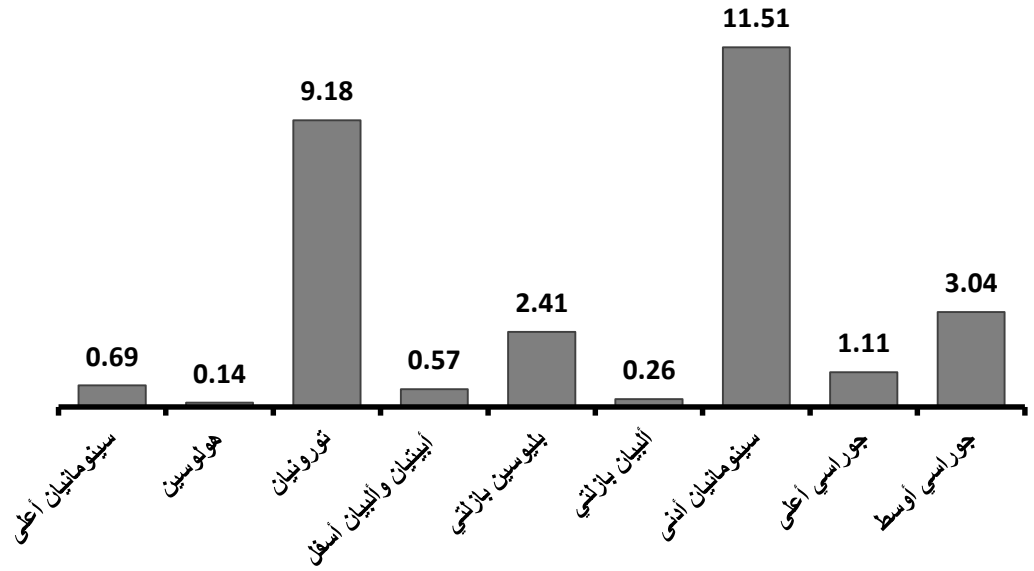
خريطة ٢ : جيولوجية وتكتونية منطقة الدراسة (تم تلوين تشكيلات الطوابق الجيولوجية وفق التقسيم اللوني في الرقع الجيولوجية الأم)

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على خريطتي صافيتا وقلعة الحصن الجيولوجيتين مقياس ١/٥٠٠٠٠ وبيانات مديرية الاستشعار عن بعد باللاذقية

بينما تتكشف تكوينات **السينومانيان الأعلى (تشكيلة الحنفية)** في جنوب غربي منطقة الدراسة عموماً، في بعض المنحدرات الجنوبية الغربية للمنطقة الهضبية في الحوض بشكل عام. وتتألف تشكيلة الحنفية من ثلاث وحدات متناوبة من الحجر كلسي، مارل كلسي مارلي في القسم السفلي، مارل ناعم في الوسط، جدار من حجر سميك التطبق والرصيفي جزئياً في القمة. تقتصر تكوينات الزمن الرباعي على تشكيلة طابق الهولوسين في الوسط الجنوبي من الحوض بمساحة تصل إلى ٠,١٤ كم^{٢} (٠,٥%)، مكونة من طبقات رملية سلتية متداخلة مع حصى وعدسات من الرمل الغضاري ومن الغضار الرملي ومن الغضار تصل سماكتها إلى ٥ م. أما التكوينات الثلاثية البليوسينية البازلتية، فتمتد في منطقة البحث في بعض القمم الجبلية والهضبية (قمة الريس ٦٣١ م)، تتميز صخور البليوسين البازلتية بالقساوة العالية، وتتألف هذه الصخور من مواد

بيروكلاستيكية، تتوضع على أسفل المنحدرات تغطيها في القمم لافا بازلتية تتراوح سماكتها من ٢٠-٣٠ م وقد تزداد هذه السماكة (Ponikarov, 1967).

الشكل البياني ١ : التوزع البياني – المساحي للطوابق الجيولوجية في حوض نهر الصغير

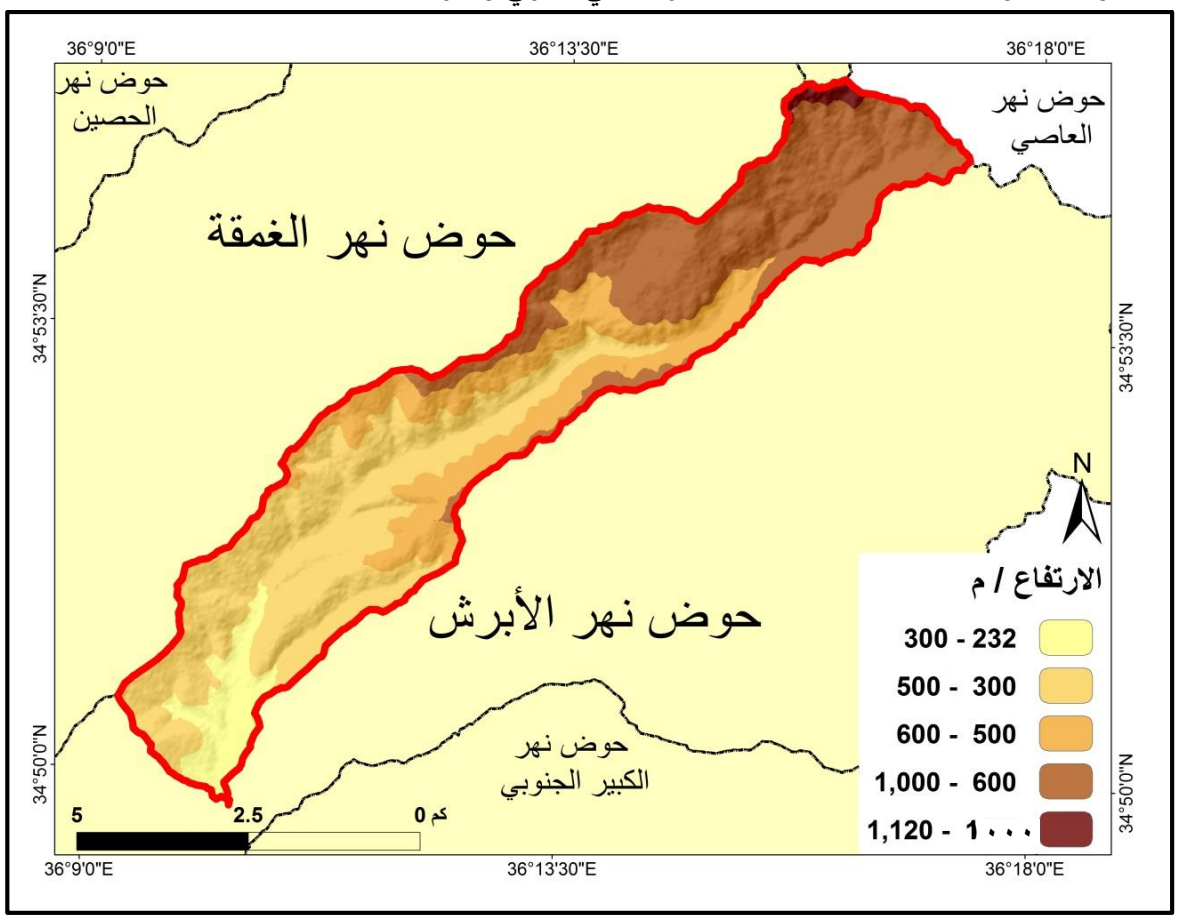


المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على خريطتي صافيتا وقلعة الحصن الجيولوجيتين مقياس ١/٥٠٠٠٠

تكتونياً، أكدت الدراسات الحديثة أن تضاريس حوض الساحل السوري هي عبارة عن كتلة انهدامية ذات أصل التوائي واسع وحيد الانحدار، تأخذ شكل موائد نجديّة ناهضة في كثير من الأحيان، فهي تضاريس التوائية مصدوعة من النموذج الذي يدعى بالبنية الجرمانية أو السورية. يؤشر تنوع جيولوجية الحوض إلى تأثره بشكل كبير بمختلف الحركات البنائية، لاسيما تلك الاندفاعية و فالق الغاب (حوض الغاب الشدي)، وهذا ما أدى، خلال الزمن الثالث، إلى تداخل في تشكيلات الجوراسي و الكريتاسي والبليوسن بشكل بنيويّ معقد. تعرضت منطقة البحث لعدة تصدعات متأثرة بصدع الغاب، مما أدى إلى تصدع وتخلخل الطبقات الجيولوجية بدرجة متقدمة. يعد صدع المليح أهم وأطول الصدوع في المنظومة البنائية في الحوض (٩,٤ كم) كما تشير الخريطة ٢، الضارب في معظم التشكيلات الثنائية الكريتاسية والثلاثية البليوسينية في جبل وهضبة الحوض. حيث ينجم هذا النمط البنائي عن الأثر المكاني – البنائي لانهدام الغاب الشدّي، الذي يضغط ويُلْوي صخور الحقبين الثاني والثالث في الحوض.

جيومورفولوجياً، يشكل حوض نهر الصغير جزءً من السفح الغربي لجبال الساحل السوري، التي تشكل نجداً وحيد الانحدار، ينحدر غرباً بانحدار بسيط. تشير الخريطة ٣ إلى تراوح المدى الطبوغرافي في الحوض بين ارتفاع ٢٣٢ م (وادي الكابوسة) إلى ١١٢٠م (قمة بصيرة). كما يمكن تقسيم حوض نهر الصغير جيومورفولوجياً إلى قطاعين جيومورفولوجيين (خريطة ٤). **القطاع الأول:** يشكل المنطقة الهضبية، التي تتراوح ارتفاعاتها بين ٢٣٢ و ٤٠٠ م فوق مستوى البحر. يتألف هذ القطاع من تلال سطحية مؤلفة من سفوح منحدرة نسبياً ذات صخور كلسية، تقطعها وديان ومسيلات مائية كمسيل المليح – مسيل الكابوسة. **القطاع الثاني:**

يشكل المنطقة الجبلية، التي تتراوح ارتفاعاتها بين ٤٠٠ و ١١٢٠ م فوق مستوى البحر. تتألف من صخور كلسية وكلسية دلوميتية ذات طبقات بينية من الحجر الكلسي المارلي والمارل.



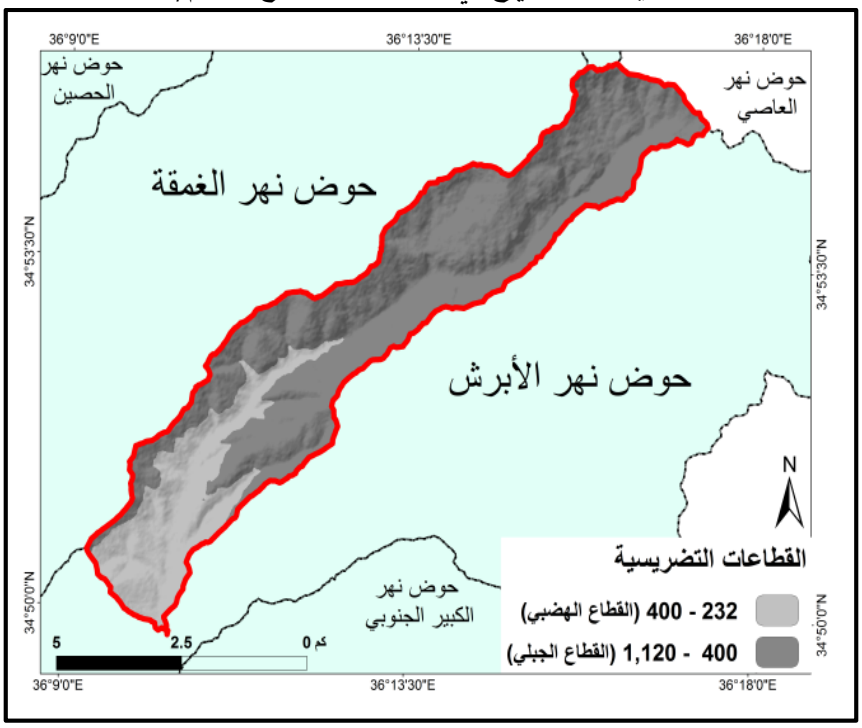
خريطة ٣: تدرج الارتفاع التضريسي في حوض نهر الصغير

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

مُناخياً، ينتمي مُناخ حوض نهر الصغير إلى النمط المناخي المتوسطي الجبلي، المميز لمناطق غرب القارات على العروض ذاتها التي يقع فيها البحر المتوسط، والذي يمتاز بصيف معتدل جاف نسبياً وشتاء بارد غزير الهطل، مع وجود فصلين انتقاليين متقلبين. يبلغ عدد الأشهر الماطرة ٦–٨.

بهدف رصد حالة حوض نهر الصغير المُناخية تم الاعتماد على ثلاث محطات رصد مناخي تقع على وبالقرب من خط تقسيم مياهه وهي محطات صافيتا ومشتى الحلو وحصن سليمان خلال الدورة المُناخية ١٩٧٨ – ٢٠١٧ م، علماً أنّ حوض الدراسة لا يحوي داخل أراضيه أية محطة رصد. شكّلت عوامل الموقع الجغرافي والتضاريس دوراً في التباينات الطقسية اليومية والفصلية في الحوض. تمتاز الهطولات على الحوض بأنها من النموذج المتوسطي الجبلي عالية الشدة، التي تعصف في أشهر الشتاء والذي يشكل ٦١% من نسبة المجموع المطري السنوي. يبلغ المعدل السنوي للهطول المطري ٩٨٨ ملم (محطة صافيتا) و ١١٤٧ ملم (محطة مشتى الحلو) و ١٢٨٩ ملم (محطة حصن سليمان)، و يتراوح متوسط درجة الحرارة في فصل الصيف بين ١٨° – ٢٢° وفي فصل الشتاء بين ١١° – ١٦° ، أحرّ الأشهر هو آب والأبرد هو شهر كانون الثاني.

يبلغ متوسط سرعة الرياح في حوض نهر الصغير ذروته خلال فصل الشتاء، وبالتحديد خلال شهر كانون الثاني، حيث سجل هذا المتوسط قيمة تصل إلى ٥,٣ م/ثا، وذلك بسبب المنخفضات والاضرابات الجوية خلال هذا الشهر. بينما بلغ متوسط سرعة الرياح أدنى قيمة له في تشرين الأول، حيث سجل هذا المتوسط قيمة تصل إلى ٢.١ م/ثا. مع الإشارة إلى أن متوسط السنوي لسرعة الرياح في منطقة الدراسة يبلغ ٣,٢ م/ثا.



خريطة ٤: القطاعات التضريسية لمنطقة البحث

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

تسود محصلة الرياح الغربية والجنوبية الغربية على مدار العام، وهي رياح رطبة عالية السرعة في فصل الشتاء، وخفيفة السرعة خلال فصل الصيف. وتعد هذه الرياح الأهم، ليس فقط على مستوى منطقة الدراسة، بل على مستوى ايكولوجية حوض الساحل السوري.

بشرياً، يشهد حوض نهر الصغير نشاطاً بشرياً واقتصادياً مهماً بالنسبة إلى حياة السكان فيه. يحوي الحوض حوالي ٢٨ مركزاً عمرانياً ريفياً (بسماقة – سبّة – الديرونة) والتي تقع جميعها تحت تصنيف قرية بعدد سكان وصل بحسب تقديرات عام ٢٠١٩ إلى ١٦٢٤٥ ألف نسمة. كما أن محور النشاط الاقتصادي الرئيس في الحوض هو زراعي أولاً وسياحي ثانياً، حيث تعد زراعة الأشجار المثمرة كالزيتون والتفاح والدراق والمحاصيل المروية والحقلية من أهم الحاصلات الزراعية في الحوض. كما أن الموارد السياحية في الحوض تكفي لتشكيل منظومة مكانية سياحية متكاملة (منطقة مشتى الحلو السياحية).

- **البيانات الرقمية**

تم استخدام نموذج الارتفاع الرقمي دقة مكانية 12.5 م، حيث تعد دقة هذا النموذج التضريسي الرقمي الراديومتري (ALOS PALSAR Radiometrically Terrain Corrected –RTC– DEM with 12.5–m resolution)، الدقة المكانية الأكبر في الوقت الحالي، الصادر عن وكالة ناسا الأمريكية (https://vertex.daac.asf.alaska.edu)، ومن ثم عملية اقتطاع كامل منطقة البحث منه. تلا ذلك تغيير

إحداثيات المرئية من نظم الاحداثيات الجغرافية (Geographic Coordinate System) إلى نظم الإحداثيات المترية (Projected Coordinate System) بما يناسب موقع الجمهورية العربية السورية بالنسبة إلى تلك الإحداثيات، بهدف إجراء القياسات المكانية بشكل صحيح ودقيق. يُعرف نموذج الارتفاع الرقمي أنّه ملف رقمي – خلوي يحتوي بيانات الارتفاع (المنسوب) لمنطقة جغرافية محددة، فهو نمذجة رقمية لتضاريس منطقة ما، من خلال مجموعة من النقاط التي تم تعيين مواقعها المستوية (الطول – العرض) وارتفاعها. من مهامها المكانية تحديد أحواض التصريف واستخلاص شبكاتها المائية و تقديم تحليلات مورفومترية متكاملة لها.

- **المعاملات المورفومترية الهندسية والشكلية**

من أجل تقييم وتحليل الخصائص المورفومترية الهندسية والشكلية في حوض نهر الصغير، تم الاعتماد على أهم المؤشرات المورفومترية، مقسمة إلى خصائص هندسية وشكلية، كما يبين الجدول ١.

وفي هذا الإطار، تمّت الاستعانة بمجموعة من البرامج والتقنيات الإحصائية والمكانية، بهدف تحقيق أهداف هذا البحث، شملت ما يأتي:

-برنامج ARC GIS 10.2.5 : بهدف اشتقاق واستنباط وإخراج المخرجات المكانية.

-برنامج Excel 2016: بهدف المعالجة الإحصائية والبيانية.

الجدول ١ : المؤشرات والمعاملات المورفومترية الهندسية والشكلية المستخدمة

	رقم المعامل	اسم المعامل	رمز المعامل ومعادلته	المعادلة	المرجع
الخصائص الهندسية	١	طول الحوض	L_b	طول الحوض	Gregory and Walling (1973)
	٢	عرض الحوض	W_b	عرض الحوض	
	٣	محيط الحوض	P	محيط الحوض	Schumn (1956)
	٤	مساحة الحوض	A	مساحة الحوض	
الخصائص التضرسية	١	معامل الشكل	$R_f = A/(L_b)^2$	A: مساحة الحوض L_b: طول الحوض	Horton (1932)
	٢	الاستطالة	$L_e = 2\sqrt{(A/\pi)}/L_b$	A: مساحة الحوض L_b: طول الحوض π : ٣,١٤	Schumn (1956)
	٣	الاستدارة	$R_c = 4\pi A/P^2$	A: مساحة الحوض L_b: طول الحوض π : ٣,١٤	Miller (1953)
	٤	الاندماج	$C = P/2\sqrt{\pi A}$	A: مساحة الحوض P: محيط الحوض π : ٣,١٤	Gravelius (1914)
	٥	الانبعاج	$K = L_b^2/4A$	A: مساحة الحوض L_b: طول الحوض	Chorley et al., (1957)

المصدر: إعداد الباحث

النتائج والمناقشة

أولاً: الخصائص الهندسية:

تعد مؤشرات الخصائص الهندسية للأحواض النهرية من أهم القياسات المورفومترية، كونها من أولى الاستجابات المكانية للخصائص الجيولوجية والصخرية والمناخية في الحوض. فضلاً عن دورها الأساسي في حساب وقياس مختلف الخصائص المورفومترية الأخرى.

١. المساحة *A*

تحتل مساحة حوض التصريف النهري، صدارة المؤشرات المورفومترية على الاطلاق. يمكن تحديد مفهوم مساحة الحوض النهري، على أنه ذلك البعد المكاني المحدود بخط تقسيم مياه، الحاوي على مجموعة محددة من الأودية التي ترفد مياه تالوجها المجرى الرئيس في الحوض. وبناء على ذلك، فإن تحديد مساحة الحوض يمكّن من رصد وتحليل مجمل العمليات الجيومورفولوجية والهيدرلوجية في الحوض في استجابتها المكانية للخصائص الجغرافية الطبيعية السائدة ضمنه.

بلغت مساحة حوض نهر الصغير ٢٩ كم^{٢} وهي مساحة كبيرة نسبياً، يُعزى ذلك لأسباب بنائية–بنيوية، تتمثل بطبيعية التكوينات الليثولوجية الضعيفة المقاومة لعمليات الحت، بالإضافة إلى أثر المنظومة الصدعية في الحوض على الجريان الخطي للروافد. كما أن هذه المساحة الكبيرة تدل وتشير إلى تقدم الدورة الحتية في حوض نهر الصغير بشكل عام، من خلال عمليات الأسر النهري المتلاحقة بفعل التصارع الجيومورفولوجي لخط تقسيم مياهه مع الأحواض النهرية المجاورة والتي أدت إلى تزايد مساحاته. كما أن اتساع مساحة حوض الدراسة له أثر مهم في الحاصل والاستحواذ المطري داخل خط تقسيم مياهه، ويزداد الأمر فعالية مع كون حوض نهر الصغير هو جبلي – هضبي تصل فيه معدل الهطل المطري السنوي إلى ١١٨٥ في كل نقطة من نقاط الحوض.

٢. المحيط *P*

يعرف محيط الحوض على أنه ذلك الخط المستمر المحدِّد لمساحة الحوض، الواصل بين أعلى النقاط المشرف على الرتبة الأولى من شبكة الصرف الحوضي، بما يعرف باسم خط تقسيم المياه. وبالتالي، فإن محيط الحوض يتناسب طردياً مع عامل مساحته. كما أن محيط الحوض وارتسامه المكاني له دور كبير في تحديد شكل الحوض وانتظام أو عشوائية بعده المكاني – المساحي، الأمر الذي يشكل أهمية قصوى في توجيه نمط الجريان السطحي وشدته وخطره ضمن الحوض. بلغ محيط حوض نهر الصغير ٣٧,٠٩ كم وهو محيط كبير نسبياً، مما يشير بوضوح إلى الاتساق المورفومتري الإيجابي بين عاملي مساحة الحوض ومحيطه بشكل كبير. يرجع طول المحيط الكبير، إلى مجموعة من المعايير الضّابطة في الحوض، يأتي في مقدمتها عامل مساحة الحوض الذي يؤثر إيجاباً في المحيط الحوضي، وصراع خطوط تقسيم المياه في أعالي المنحدرات عند مجاري الرتبة الأولى، بالإضافة لتأثر محيط الحوض بامتداده الطولي إيجاباً.

٣. الطول الأقصى *L_b*

يضبط طول الحوض النهري زمن تركيز مياه الحوض اللازم لتفريغ حمولته، وبالتالي فإن هناك علاقة طردية، كما مساحة الحوض، بين طول الحوض النهري من جهة، و معدلات الفقد المائي بالحمل الجوي من جهة أخرى. أي أن طول الحوض يؤثر في عملية الجريان السطحي، لما له من دور مهم في تحديد الزمن

اللازم لتصريف مياه الحوض، خاصة إذا ما واكب طول الحوض انحدارات شديدة، وبالتالي تعاظم الجريان السطحي على حساب نفاذية الطبقات الصخرية، والعكس صحيح. إن ذلك يؤدي بشكل كبير إلى تحديد نشاط شبكة التصريف عقب الزخات المطرية، الأمر الذي يؤثر توسع الحوض والتغير في شكله. بلغ طول الحوض ١٤,٣ كم، وهو طول كبير نسبياً، يمكن تفسير ذلك بالخصائص البنيوية والبنائية السائدة في الحوض، التي مكنت من غلبة الحت الرأسي على ذلك الجانبي والتراجعي، مما أفضى إلى النمو الكبير للمجاري المائية طولياً في الحوض. كما أن واقع أن معظم أراضي الحوض الجبلية هي منطقة صدع المليح بطول ٩,٤ كم قد فرض نفسه على الاستمرار الطولي للحوض على حساب عرضه.

٤. العرض الأقصى W_b

يضبط عرض الحوض ديناميكية حركة المياه في الحوض نسبياً، حيث تسهم زيادته في تبديد الطاقة المائية للمجاري في الحوض، والعكس صحيح. إن للعرض دوراً حاسما في تحديد شكل الحوض واقترابه سواء من الشكل المستدير وبالتالي زيادة خطر الجريان السطحي من خلال زيادة تحدّب منحنى هيدروغراف الفيضان، والعكس صحيح في حال اقتراب شكل الحوض من الشكل الكمثري. حيث بلغ عرض حوض نهر الصغير الوسطي ٢,٤ كم، وبالتالي فإن عرضه يقل عن طوله ١١,٩ كم، وبالتالي إن هذه الفارق الكبير بين طول الحوض وعرضه قد أثر تأثيراً كبيراً في شكل الحوض. حيث يمكن تفسير هذا الفرق، بالنموذج الهندسي الطولي للحوض بشكل رئيس، إذ يفضي ذلك إلى التأخر النسبي في وصول المياه إلى المجرى الرئيسي، ولكنها تصل على كل دفقة عالية الشدة نسبياً.

ثانياً: الخصائص الشكلية

تفيد تحليل الخصائص الشكلية للحوض في معرفة درجة تطوره الجيومورفولوجي، إلى جانب معرفة تأثير شكل الحوض على حجم التصريف النهري، مما يسهم في تحديد درجة مخاطر الفيضانات وبالتالي تحديد أولويات الصيانة الهيدرولوجية، كما تسهم في إمكانية قياس معدلات التعرية المائية، ومقدار كمية التصريف الواصلة إلى المجرى الرئيس. يتم قياس شكل الحوض من خلال مقارنته بالأشكال الهندسية كالدائرة والمستطيل والمربع. تعد الخصائص الشكلية محصلة مباشرة للخصائص الجيولوجية والجيومورفولوجية والمناخية السائدة، حيث تعكس البنية الصخرية السائد، نمط الجريان السائد في الحوض، المستجيب حكماً لخصائص شكله.

١. معامل الشكل R_f

يُقارب معامل الشكل مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلثي (رأسه تجاه نقطة تركيزه)، حيث كلما زادت قيمته (اقترب من ١) دلّ ذلك على ابتعاد شكل الحوض من شكل المثلث إلى شكل المربع (والعكس صحيح). ذلك ناتج عن التغير الحاصل في عرضه من المنبع إلى المصب؛ بسبب زيادة أحد بعدي الحوض على البعد الآخر. وبالتالي خلل في تدفقات شبكة التصريف عقب العواصف المطرية، وتحولها إلى ذروة تدفقية واحدة من أجزاء الحوض كافة خلال زمن أسرع؛ أي أن معامل الشكل يلقي الضوء على حالة الحوض الهيدرولوجية، فإذا جرت المياه من قاعدة المثلث تجاه رأسه قلّ خطر الفيضان، والعكس صحيح (الجغيقي، ٢٠٠٨). وجملة القول، يحاول معامل الشكل الربط بين الظروف الجيولوجية والتضريسية والمناخية والهيدرولوجية داخل الحوض من جهة ومدى تناسق واتساق ذات الحوض مع أحد الأشكال الهندسية المعروفة (Gregory and Walling, 1973). في التحليل الحالي، بلغت قيمة معامل الشكل في حوض نهر الصغير

٠,٥١، ويشير ذلك إلى قلة انتظام **(تعرّج)** خط تقسيم المياه وبالتالي شكل الحوض، كما أن الشكل العام لحوض الدراسة هو شكل نسبي ما بين شكل المثلث والمربع، ويبتعد الشكل شئيا فشيئا عن الشكل المثلثي للحوض ويبدأ بالتناسق النسبي ويقترب من الشكل المربع مع مرور الزمن، مما يشير إلى استمرار الدورة الحتية وتتابع مراحلها ضمن تضاريس الحوض هدماً وتسويةً.

٢. معامل الاستطالة L_e

يقترح معامل الاستطالة مقاربة امتداد مساحة الحوض مع الشكل المستطيل. تشير القيم المنخفضة لهذا المعامل (أقل من ٠,٥) إلى شدة استطالة الحوض، بينما تدلل القيم التي تتراوح بين ٠,٥ – ٠,٧، إلى اقتراب الحوض من شكل المستطيل. أما القيم التي تتراوح بين ٠,٧ – ٠,٨ و٠,٨ – ٠,٩ و ٠,٩ – ١ فتشير إلى اقتراب الحوض من الشكل قليل الاستطالة والبيضوي والدائري، على التوالي (Pareta and Pareta, 2012). بلغت قيمة معامل الاستطالة في حوض نهر الصغير ٠,٤٢، وهي قيمة منخفضة تشير إلى زيادة الاستطالة في الحوض، حيث يُفسّر ذلك بتنوع التكوينات الجيولوجية وتباين ليثولوجيتها، بالإضافة إلى تأثرها الشديد بالمنظومة البنائية التي تضرب صخور الحوض بعنف، كما يمكن أن تدلل هذه النتيجة إلى زيادة نسبية في أطوال المجاري لاسيما الرتب الدنيا منها، وبالتالي حت رأسي أكثر منه جانبي.

٣. معامل الاستدارة R_c

يقارب هذا المعامل مدى اقتراب خط تقسيم المياه (محيط الحوض) من الشكل المستدير. وتتراوح قيم هذا المعامل بين (صفر–١)، وكلما ارتفعت القيمة دلّت على اقتراب الحوض من الشكل الدائري، وكلما ابتعدت القيم عن واحد صحيح اقترب الحوض من الشكل غير المنتظم ذو خط تقسيم مياه متعرّج. بلغ قيمة معامل الاستدارة في حوض نهر الصغير ٠,٢٦، وهي قيمة منخفضة تشير إلى قلة استدارة شكل الحوض واقترابه من الشكل المستطيل، مما يدلل على عدم انتظام وتعرج خطوط تقسيم المياه، مع إمكانية حدوث عمليات أسر نهري في المناطق المجاورة والمتداخلة معه في المستقبل القريب مع تسارع تقدم الحوض في دورته الحتية المتأخرة.

٤. معامل الاندماج C

يقيّم معامل الاندماج مدى تقدّم الحوض النهري في دورته الجيومورفولوجية. حيث يُعاير هذا المعامل متغيرين مورفومتريين رئيسيين، وهما مدى تجانس وتناسق محيط الحوض ودرجة انتظام تعرج خط تقسيم مياهه من جهة، ومساحته التجميعية من جهة أخرى. تدل القيم الكبيرة لهذا المعامل على أن الحوض يتميز بالتنافس ما بين محيطه ومساحته، وبالتالي قلّة درجة انتظام شكل الحوض وتزايد تعرجات خط تقسيم مياهه. بلغت قيمة معامل الاندماج في حوض نهر الصغير ١,٩٤، وهي قيمة عالية نسبياً مما يشير إلى محيط الحوض غير منتظم ويتسم بارتسام خط تقسيم مياه متعرج وغير متناسق مبتعداً عن نقطة مركز الحوض بفعل شدة استطالته، كما أن تلك النتيجة تشير إلى قلّة تقدّم الحوض بدورته الجيومورفولوجية بشكل عام.

٥. معامل الانبعاج K

يقترح هذا المعامل مقارنة شكل الحوض النهري بالشكل الكمثري المتناسق (شكل قطرة المياه)، حيث لا توجد أحواض نهرية نموذجية الشكل تقترب في محيطها من الشكل الدائري. تشير القيم المرتفعة لهذا المعامل إلى قلة تلفطح وانبعاج الحوض وبالتالي قلّة أعداد المجاري وأطوالها وخاصة في رتبها الدنيا بالقرب من خط تقسيم المياه على عكس القيم العالية. بلغت قيمة معامل الانبعاج في حوض نهر الصغير ١,٧٦، وهي قيمة

عالية نسبياً مما يشير إلى محيط الحوض قليل التلفطح والانبعاج ويقترب في شكله من الشكل المنتظم مبتعداً بشكل نسبي عن الشكل الكمثري النموذجي، كما أن تلك النتيجة تشير إلى أن حوض نهر الصغير بدورته الجيومورفولوجية بشكل عام.

الاستناجات والمقترحات:

أهم **الاستنتاجات** التي توصل اليها البحث تُلخّص فيما يأتي:

١. تنوع التشكيلات الجيولوجية في حوض نهر الصغير، حيث تتألف من مركب من الصخور الثنائية الجوراسية (جوراسي أعلى وأدنى) والكريتاسية (الأبيتيان والألبيان الأسفل والتورونيان والسينومانيان الأسفل والأعلى والألبيان البازلتي) والتكشفات الجيولوجية الثلاثية (البليوسين البازلتي)، بالإضافة لتشكفات الزمن الرباعي (الهولوسين) في حوض نهر الصغير. كما تم الوصول أن التكوينات الثنائية الكريتاسية السينومانية السفلى قد غطت معظم أراضي حوض نهر الصغير بمساحة تصل إلى ١١,٥ كم٢ بنسبة ٣٩,٨% من مساحة الحوض. يخترق هذه التشكيلات منظومة بنائية هامة، كان أهمها فالق المليح الأطوال في الحوض، الذي يضرب ويخلل البنى الصخرية فيه.

٢. كان لخصوصية خوض نهر الصغير الجبلية – الهضبية من جهة ولطبيعة تكويناته البنيوية والبنائية من جهة أخرى دور رئيس في ضبط خصائص الحوض الشكلية. فقد تبين من تحليل الخصائص الشكلية في الحوض، أنه يستطيل أكثر من استدارته، كما أن مرتسم خط تقسيم مياهه قليل الانتظام وبالتالي ابتعاده عن مركز الحوض.

٣. أفضى تحليل الخصائص المورفومترية الهندسية والشكلية إلى أن تضاريس لم تقطع شوطاً كبيراً من دوراتها الحتية وأن مازال أمامها المزيد من مراحل الهدم والتسوية.

٤. بناء على نتائج التحليل المورفومتري الشكلي تبين أن استجابة الحوض الهيدرولوجية في توجيه الجريان السطحي عقب الزخات المطرية هي استجابة منخفضة الخطر نسبياً، بسبب الاستطالة الشكلية للحوض وابتعاد خط تقسيم مياهه عن مركز الحوض، وبالتالي التباين في امكانية وصول الدفقات المائية إلى نقطة التركيز في آن واحد، بالإضافة لطبيعة التكوينات اللثيولوجية في الحوض شديدة النفاذية.

توجز التوصيات فيما يلي:

١. تطبيق عميلة التحليل المورفومتري على مستوى الأحواض النهرية الفرعية مما يقدم نتائج أدق بعيدة عن تعميم التحليل بالنسبة إلى الأحواض النهرية الرئيسة.

٢. تبني نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، ذات الوضوح المكاني الكبير والدقة العالية، كركيزة أساسية في عملية التحليل المورفومتري للخصائص التضريسية بشكل خاص، والبحوث الجغرافية بشكل عام، لما لها من نتائج دقيقة وما توفره من جهد ووقت وتكاليف. كما يتوجب إكمال

بحث وتحليل هذه الخصائص التضريسية، على مستوى مكاني أوسع وأشمل، تستهدف بقية منظومة أحواض حوض الساحل السوري الثانوية.

المراجع:

1. الجغيقي، أحمد. *جيومورفولوجية وادي الفحيمي في هضبة العراق الغربية*، رسالة ماجستير منشورة، قسم الجغرافية، كلية التربية، جامعة الأنبار، ٢٠٠٨، ص ٧٥.
2. الشاعر، جهاد. *علم المياه*، جامعة دمشق، ١٩٩٥، ١٨٩.
3. عبد السلام، عادل. *أشكال الأرض*، جامعة دمشق، ١٩٧٩، ١٧٤.
4. Chorley, R. J. (1969). *The drainage basin as the fundamental geomorphic unit.* Water, earth and man, 77-98.
5. Curebal, I., Efe, R., Ozdemir, H., Soykan, A., & Sönmez, S. (2016). *GIS-based approach for flood analysis*: case study of Keçidere flash flood event (Turkey). Geocarto International, 31(4), 355-366.
6. Farhan, Y., Anbar, A., Enaba, O., & Al-Shaikh, N. (2015). *Quantitative analysis of geomorphometric parameters of Wadi Kerak*, Jordan, using remote sensing and GIS. Journal of Water Resource and Protection, 7(06), 456.
7. Gardiner, V., & Park, C. C. (1978). Drainage basin morphometry: *review and assessment. Progress in physical geography*, 2(1), 1-35.
8. Gregory KJ, Walling DE (1973) Drainage basin form and process: a *geomorphological approach.* Edward Arnold, London, p 456
9. MORISAWA. M. E. *Measurement of drainage basin outline form*, jour geol, 1968, 160.
10. Pareta, K., & Pareta, U. (2012). *Quantitative geomorphological analysis of a watershed of Ravi River Basin*, HP India. International Journal of Remote Sensing and GIS, 1(1), 41-56.
11. Ponikarov, V. P. (ed.). 1967. The geology of Syria, *Explanatory notes on the geological map of Syria. Damascus: Ministry of Industry*, Syrian Arab Republic.
12. Sarp, G., & Duzgun, S. (2015). *Morphometric evaluation of the Afşin-Elbistan lignite basin using kernel density estimation and Getis-Ord's statistics of DEM derived indices*, SE Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 111, 819-826.
13. Schumm, S. A. (1954). *The relation of drainage basin relief to sediment loss. International Association of Scientific Hydrology*, 36(1), 216-219.
14. Schumn SA (1956) *Evaluation of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy*, New Jersy. Bull Geol Soc Am 67:597–646
15. Strahler AN (1957) *Quantitative analysis of watershed geomorphology.* Trans. Amer. Geophys. Union. 38:913–920
16. Strahler AN (1964) Q*uantitative geomorphology of drainage basins and channel networks.* In: Chow VT (ed) Handbook of applied hydrology, McGraw Hill Book Company, New York, Section 4II

17. Tagil, S., & Jenness, J. (2008). *GIS-based automated landform classification and topographic*, landcover and geologic attributes of landforms around the Yazoren Polje, Turkey. Journal of Applied Sciences, 8(6), 910-921.