مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
journal@fezzanu.edu.ly

التحليل المورفومتري لحوض وادي درنة بأستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية

*مرعي راف الله سعد الفخاخري[1]
[1]قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية،كلية الآداب، جامعة درنة

الملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة متقدمة توفر أساليب آليه دقيقة في استخلاص الخصائص الموروفومترية لحوض وادي درنة، وبناء قاعده بيانات جغرافية ذات متغيرات مورفومترية للحوض؛ حيث أظهرت الدراسة أن الحوض له مساحه تبلغ 581.06 كم2، وأن طوله يبلغ حوالي 78.86 كم ، وقد سجل الحوض استطالة بقيمة 0.4 ، ونسبة تضرس 11.40 م/كم وهو معدل متوسط يدل على أن الخطورة لا تحدث إلا في حالة الأمطار الفجائية؛ حيث تعمل على زيادة سرعة الجريان، وتقل نسبة الفواقد، ووصلت قيمة الوعورة إلى 1.31. وبما أن القيمة مرتفعة يعتبر السطح وعرا؛ وذلك لارتفاع قيمة التضرس الحوضي الذي أدى لاحتفاظ الحوض بوعورة سطحه. أما التكامل الهبسومتري فكانت قيمته 65%؛ مما يعني أن الحوض في مرحلة النضج الجيمورفولوجي، كما بينت دراسة خصائص شبكه التصريف أن الحوض يتكون من 1118 مجرى، توجد في خمس رتب بلغت مجموع أطوالها حوالي 874 كم ، في حين بلغت قيمة كثافة التصريف 1.98، وعدد تكرار المجاري 1.92، ومعدل بقاء المجاري 0.50 ، وأن التكوينات الجيولوجية في الحوض يتكون من خمس تكوينات صاحبها ترسيبا نهريا، كما تميز الحوض بطابع انحداري شديد، وآخر جرفي حسب تصنيف وينج، كما أظهرت الخريطه الرقمية بأن 51.9% من مساحة الحوض كانت اتجاه انحدارها نحو [الشمال ، شمال شرق ، شمال غرب ، شرق]؛ أي بمساحة بلغت 294.8 كم2 ، وحوالي 48.1% كانت باتجاه [جنوب ، جنوب شرق ، جنوب غرب ، غرب] بمساحة بلغت 273.5 كم2 من مساحة الحوض .

الكلمات المفتاحية :حوض وادي درنة ، التحليل المورفومتري ، نظم المعلومات الجغرافية .

Morphometric Analysis of the Wadi Derna Basin Using Geographic Information Systems (GIS) Technology

* Marai Rafallah Saad Al-Fakhakhri[1]
[1]Department of Geography and Geographic Information Systems, Faculty of Arts, University of Derna

Summary :

This study aimed to use geographic information systems technicians as an advanced way that provides accurate mechanical methods in extracting the Morovometical properties of the Derna Valley basin, and building a geographic database with morphometer variables for 11.40 m/km is an average rate that indicates that the risk does not occur except in the case of sudden rain, as it increases the speed of flowing and decreases the percentage of the rots, and the value of the roughness reached 1.31, and since the value is high, the surface is considered naked, due to the high value of

*المؤلف الرئيسي: عناوين البريد الإلكتروني Marey break @gmail. Com تاريخ استلام البحث2 سبتمبر 2025
استلام رد المحكمين 30 سبتمبر 2025 تم قبوله 23 أكتوبر 2025 تاريخ النشر 2 نوفمبر 2025

pelvic mooring, which led to the retention of the pelvis with the roughness of its surface. As for the ingredient integration, its value was 65%, which means that the basin is in the stage of gyroscopic maturity, and the study of the characteristics of the drainage network showed that the basin consists of 1118 Hungarian, found in five ranks, the total length of about 874 km, while the value of the drainage density reached 1.98 and the number of sewers is 1.92 and the sewage survival rate is 0.50, and that geological formations in the basin It consists of five compositions of the owner of the river sedimentation, and the basin was distinguished by a severe muddy nature and another sheep according to Wing Classification, and the digital map showed that 51.9% of the pelvis area was the direction of its decline towards [the north, northeast, northwest, east], meaning an area of 294.8 km2, and about 48.1% was towards [south, southeast, southwest, west] with an area 273.5 km2 of the pelvic area
Keywords:The Derna Valley Basin, Morphometer Analysis, Geographical Information. Systems.

المقدمة

إن الهدف الأساسي من هذة الورقة هو دراسة الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائي لحوض وادي درنة من حيث التضرس والمساحة والشكل بأستخدام تقنية المعلومات، ويعد استخدام الأسلوب المورفومتري في الدراسات الجيومورفولوجية ذا اهمية في الابحاث العلمية؛ وذلك لما يتيحه من قياسات كمية توفر بيانات مختلفة يتم عن طريقها تفسير الظواهر الجغرافية. فالتحليل المورفومتري في تطبيقه للدراسات الجيومورفولوجية تتضح فيه نتائج علمية محدودة بدلا من أن تكون وصفيه عامة (المهير ، 2024م ، ص 376) .

المورفومتري ليست بوليد اليوم بل يعود إلى الأربعينات من القرن الماضي، بفضل دراسات [هورتون] ومن تبعه بعد ذلك، ومنذ بداية الدراسات المورفومترية لأحواض التصريف، تعددت طرق ووسائل البحث فيها لمواكبة الوسائل العلمية المتاحة، وكان المنهج السائد حتى وقت قريب استخراج القياسات المورفومترية بالاعتماد على مقاييس الخرائط الطبوغرافية المتوفرة، ثم اتجهت للاستعانة بالصور الجوية، ومنذ أواخر القرن العشرين بدأ دخول الأساليب التقنية المتطورة ممثلة في نظم المعلومات الجغرافية، ونماذج الارتفاعات الرقمية في الدراسات الجيومورفولوجية المورفومترية. (الغاشي ، وآخرون ،2014م ، ص28)

تمثل الأودية الجافه بالجبل الأخضر إحدى الظاهرات الجيومرفولوجية التي لا تزال بحاجه إلى المزيد من الدراسات التطبيقية التي تمكن من التعرف على سلوكها الهيدرولوجي؛ لاستغلالها والاستفادة من مياهها، ومحاولة درء أخطارها في حاله الجريان السيلي من خلال مجاريها؛ حيث توفر هذه الدراسات إمكانيات وقياسات كمية للعديد من خصائص الأحواض وشبكاتها التي بدورها تشكل أهم جوانب الدراسة الهيدرولوجية، وأيضا لارتباط هذه الدراسة بمجالات التنمية للمصادر المائيه ومشروعات التنمية الزراعية في المنطقة . (الفيتوري ، ولشهب ، 2021م ،ص418).

تعد الأساليب التقنية الحديثة المتمثلة في مرئيات الأقمار الصناعية، ونماذج الارتفاعات الرقمية، من أهم وسائل الدراسة الجيومورفولوجية لأحواض التصريف؛ نظرا لسرعتها ودقتها في إنتاج العديد من الخرائط الرقمية، وحساب الكثير من المعاملات؛ مثل: مساحة الحوض، وطوله، ومحيطه، ونسبة تضرسه، وكثافة تصريفه، ما دفع الباحثين إلى استخدامها في الدراسات المورفومترية للأحواض .

مشكلة الدراسة :

1- ما دور تقنية المعلومات الجغرافية في الكشف عن خصائص المورفومترية التصريف المائي لحوض وادي درنة؟

2- هل لاختلاف وتباين في جيولوجية منطقة الدراسة تأثير كبير على اختلاف الخصائص المورفومترية لشبكة المجاري المائية بها ؟

3- هل يمكن تحديد الخصائص المورفومترية لحوض وادي درنة، وإعداد قاعده بيانات لحوض الوادي من خلال نموذج الارتفاع الرقمي ونظم المعلومات الجغرافية ؟

أهداف الدراسة :

1- تقديم عرض كامل عن خصائص الشبكة المورفومترية والشكلية والمساحية لحوض وادي درنة من خلال تطبيق المعادلات المورفومترية الخاصة بذلك.

2 – إنتاج خرائط مورفومترية رقمية دقيقه لحوض وادي درنة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

3 – توضيح الخصائص الجيولوجية لحوض وادي درنة .

أهمية الدراسة –

تنبع أهمية هذه الدراسة من الحاجة المُلِحّة لفهم الخصائص المورفومترية لحوض وادي درنة، خاصةً بعد الكوارث الطبيعية التي شهدتها المنطقة نتيجة الفيضانات المفاجئة التي خلفت خسائر بشرية ومادية كبيرة؛ إذ يُعد التحليل الجيومورفومتري أداة أساسية في تقييم السلوك الهيدرولوجي للأحواض المائية ، والتعرف على العوامل الطبيعية التي تؤثر في توزيع وتدفق المياه، والانحدارات، وكثافة التصريف، مما يُسهم في توقع مخاطر الفيضانات والحد من آثارها. وتكمن الأهمية أيضًا في توظيف تقنيات (GIS) التي تتيح إمكانية المعالجة الدقيقة للبيانات الطبوغرافية.

فرضيات الدراسة –

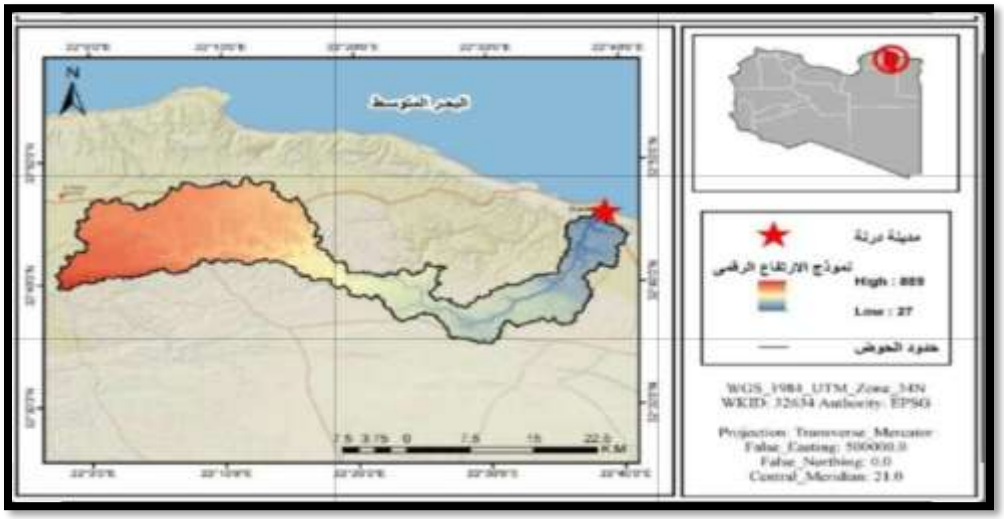
1 – لتقنية نظم المعلومات الجغرافية القدره الكبيره في حساب قياسات الحوض بشكل دقيق .

2 – توجد وعلاقة بين الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة المتغيرات مورفومترية حوض وادي درنة .

الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة –

تقع منطقة الدراسة شمال شرق ليبيا ضمن إقليم الجبل الأخضر، يحدها من الشمال البحر المتوسط ومن الجنوب حوض وادي المعلق والمنطقة الصحراوية، ومن الشرق حوض وادي الخليج هضبه البطنان، ومن الغرب حوض وادي الكوف، أما فلكيا يقع بين دائرتي عرض `48 °32 و `34 °32 شمالا ، وبين خطي طول و `59 °21 و `38 °22 شرقا . ويحده من الغرب مدينتي الأبرق والفائدية، ويرتفع أقصى منسوب لوادي درنة حوالي 854 متر فوق مستوى سطح البحر من جهة الغرب، ثم ينحدر في اتجاه الشرق، ثم يتجه شمالا إلى مصبه النهائي بالبحر مارا بواسطة مدينة درنة، ويبلغ طول الحوض حوالي 78 كيلو متر تقريبا، وتبلغ مساحته حوالي 581 كم2 ، ويبلغ متوسط العرض للحوض 14كم .(عاشور ، 2022م ، ص92).

شكل [1] موقع وحدود منطقة الدراسة " حوض وادي درنة.



منهجية الدراسة –

تم الاعتماد في هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، ومن خلاله استطاع الباحث من تحليل البيانات التي تشمل نموذج الارتفاعات الرقمية DEM ، والخرائط الخاصة بمنطقة الدراسة؛ وذلك من أجل تحديد واشتقاق الخصائص الطبيعية المورفومترية للحوض وأحواضه الفرعية، وتحليلها بصوره آليه بأستخدام GiS؛ بهدف تحليل العلاقة بين المتغيرات المورفومترية ببعضها، والعلاقة بينها وبين الخصائص الطبيعية التي تميز الحوض للتوصل إلى الارتباطات المكانية بين المتغيرات.

الدراسات السابقة –

1 – عبدالله ، حامد حسن ، 2011م ، " التحليل الرقمي للخصائص المورفومترية لحوض وادي الزاب بأستخدام تقنية المعلومات الجغرافية " .

هدفت الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات مورفومترية للحوض المائي، واستخراج الخصائص المورفومترية المحددة، وأظهرت الدراسة أن الحوض يتخذ الشكل المستطيل، وأنه يمر في مرحلة النضج، وأن معظم مجاري شبكة تصريف في الحوض تقع في الرتبتين الأولى والثانية بنسبه 96% من إجمالي عدد المجاري، أما نسب التشعب فكانت ما بين 7 – 2؛ مما يدل على اختلاف الحوض مناخيا وبنيويا، وأوصت الدراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات المورفومترية لأحواض التصريف .

2 – دراسة : عوض ، عوض عبد الواحد ، وسعد ، مفتاح موسى ، 2020م ، " التحليل الجيمورفولوجي لنموذج الارتفاعات الرقمية لحوض وادي درنة " .

هدفت إلى التحليل الجيومورفولوجي لنموذج الارتفاعات الرقمية لحوض وادي درنة من أجل إنتاج خرائط رقمية للارتفاعات والانحدارات واتجاهات الانحدار وشبكة التصريف، والخروج بالقياسات مورفومترية دقيقه للحوض اعتمادا على تقنية GiS؛ ما يساهم في توفير قاعدة بيانات واسعة يمكن الاعتماد عليها في الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية التي تستهدف الحوض. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي في وصف وتحليل الخرائط الرقمية، كما استخدم الأسلوب الكمي من خلال حساب بعض المعاملات المورفومترية التي تقيس أبعاد الحوض وخصائصه الشكلية والتضاريسية وخصائص

شبكه التصريف، وأظهرت نتائج التحليل المورفومتري أن شكل الحوض قريب من الاستطالة، وتنخفض فيه نسب التضرس ودرجة الانحدار، كما تشير قيمة تكامله الهبسومتري إلى وصوله لمرحله النضج في دورته التحاتية .

3 – دراسة : الفيتوري ، علي محمد ، ولاشهب ، سعد رجب ، 2021م ، " الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوضي وادي درنة ومرقص شرق ليبيا – دراسة تطبيقية مقارنه "

هدفت الدراسة إلى دراسة مقارنة للخصائص الطبيعية والموازنة المائية وتحليل هيدرومورفومتري لحوضي وادي درنة ومرقص. توصلت الدراسة إلى أن حوض وادي درنة يميل إلى الاستطالة، ويبتعد عن الشكل المستدير، بينما حوض وادي مرقص يميل إلى الاستدارة، ويعتبر ذو خطورة أعلى لصغر مساحته، وإمكانية حدوث جريان سيلي، وذلك لأن الأحواض التي تميل إلى الاستدارة تحتاج إلى زمن أقل لتوالد الجريان، كما أظهرت النتائج مدى تأثير الخصائص الشكلية على كل من زمن التركيز وزمن وصول التدفق للذروة، وأوصت الدراسة بإجراء المزيد من البحوث الهيدرومورفومترية لأحواض التصريف التي تشكل مكامن الخطورة على المنشآت الحيوية والأرواح.

أولا / خصائص جيولوجية وتكتونية لحوض وادي درنة –

إن دراسة التكوينات الجيولوجية وتوزيعها الجغرافي من أهم الركائز الأساسية في تفسير الظواهر الجيومورفولوجية، وتعد أساسا لا غنى عنه في أية دراسة جيومورفولوجية؛ حيث تهدف إلى تتبع التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة، وكذلك البنية ممثلة في الصدوع والطيات، ومدى تأثيرها على سطح المنطقة ومورفولوجيتها، وتأتي أهمية دراسة التكوينات الجيولوجية إلى ارتباطها الوثيق بالطبقات الحاملة للمياه الجوفية، ومدى توقف قدرة الصخور على النفاذية بناء على حجم الفراغات المسامية والشقوق التي تحتويها، حيث تؤثر درجة النفاذية على الجريان السطحي شكل رقم (2) . وبصفة عامة فإن الصخور التي تغطي الحوض ترجع إلى الزمنين الثالث ، والرابع ، وهي في مجملها جيرية ، وتنقسم التكوينات حسب دورات الترسيب الي ما يلي :–

1 – تكوين أبولونيا " سوسة " : يعتبر هذا التكوين هو الأقدم ، ويتألف هذا التكوين من حجر جيري يميل إلى اللون الرمادي الباهت من مجهري التبلر، إلى غليظ الحبيبات طباشيري في أغلب الأحوال، ويظهر في طبقات مميزة. ويرجع هذا الترسيب في أصله إلى ترسيبات البحار العميقة في العصر الأيوسيني الأسفل، ويحتوي على درنات أو تشابكات سلسية ذات لون بني داكن، ويتدرج تكوين ابولونيا صعودا إلى حيث تكوين درنة الذي يعلوه ، وتتميز منطقة الانتقال بين التكوينين بسمك ضئيل نسبيا ، وتظهر صخور هذا التكوين بمناطق محدوده من منطقة الدراسة ، حيث لا يتجاوز سمكها 30 متر، خاصة في المناطق الساحلية ، على الرغم من أن سمك هذا التكوين يتجاوز 250 متر جنوب مدينه درنة وفقا للمعلومات الجيولوجية المأخوذة من الآبار الجوفية التي نفذت في المنطقة .(الهرام ، 1995م ، ص111) . ويظهر هذا التكوين كاملا في راس الهلال فوق الصخور الجيرية الطباشيرية؛ إذ تصل سماكته إلى أكثر من 50 متر.

2 – تكوين درنة : يتألف هذا التكوين في جزئه السفلي من حجر جيري " نومولايتي " من رمادي إلى رمادي مشبع بالبياض، دقيق الحبيبات، ذو حفريات إلى حجر جيري " دولوميتي ". أما الجزء العلوي للتكوين بأكمله فيتميز بحجره الجيري الطحلبي الشعابي المرجاني في بعض أجزائه التي تحتوي على وفرة من حفريات " النومولايت " ، هذا التكوين من الناحية الهيدرولوجية – حامل للمياه ، ويصل سمكه في بعض الأجزاء إلى 140 متر، ويتطابق من الناحية " الستراتوغرافية " مع تكوينات عصر الأيوسين الأعلى. وقد تأثر هذا التكوين بالتعرية الكارستية . (مركز البحوث الصناعية ، 1976م ، ص6) . تتخلله العديد من الشقوق ، والفواصل ، والفجوات الكارستيه ، مما هيأ الفرصة لتكوين خزان جوفي مائي مستغل على نطاق واسع في الجبل الاخضر بصفة عامة .

3 – تكوين البيضاء: استمرت ظروف الترسيب الشعابي حتى العصر الأوليجوسيني السفلي؛ حيث رسب هذا التكوين الذي يظهر في شكل حجر جيري طحلبي أصفر، يميل إلى البياض غني بآثار الجلد شوكيات ويحتوي الصخر على كميه كبيرة من بقايا العصر البريابوني، أعيد ترسيبها أثناء العصر الأوليجوسيني السفلي، الأمر الذي دعا " جريجوري " إلى تسمية هذا التكوين بالنطاق الأصفر التابع لتكوين اسلنطة الذي يعود إلى الأيوسيني العلوي ، مما يشكل نطاقا فاصلا بين الطبقات العليا والسفلى ، وبصفة عامة يظهر هذا التكوين الصخري في الأجزاء الغربية من منطقة حوض وادي درنة ويختفي كلما اتجهنا شرقا . (اسماعيل ، 2000م ،ص20ص22) .

4 – تكوين الأبرق : يمثل دوره ترسيب منفرده ويتميز بالصخور الكالكارينايت التي يغلب عليها اللون البني الشرب بلون الصدأ ، والكالسيلوتيت مع تداخلات قليلة من الحجر الجيري المحتوى على حفريات أغلبها من النوع الطحلبي ، تتميز ترسيبات الأبرق بالطابع الدولوميتي إلى حد ما ، وقد تبين من نتائج الفحص الحفري أن ترسيبات الأبرق تعود إلى الفترة ما بين العصر الأوليجوسيني الأوسط إلى العلوي (مركز البحوث الصناعية ، 1974م ، ص 5)، كما أن سمكها يصل الي 20 متر ، وترسبت فوق التكوين الابرق طبقات من تكوين الفائدية وأخفاه بطريقة تسلسل الطبقي البسيط .

5 –تكوين الفائدية : يعد اكثر انتشارا بحوض الوادي ، وهو نتيجة طغيان بحري واسع النطاق حدث في بداية العصر الأيوسيني ، ويبدأ هذا التكوين بطبقة من الطين أو الرمال تميل إلى الإخضرار، فتتألف الأجزاء العلوية من حجر جيري نقي يحتوي على حفريات Fossils، يميل إلى الابيض ، تتراوح حبيباته ما بين المتوسطة والخشنة ، وغالبا ما تكون هذه الصخور قد تبلورت من جديد ، حيث تعلو سطحها طبقه كلسية تحتوي على درنات كلسية سيلسية ذات لون بني ضارب للإحمرار . وقد اتضح من التحاليل المجهرية ، بأن تكوين الفائدية ينتمي إلى الفترة ما بين العصرين العلوي الأوليجوسيني ، والميوسيني السفلي . (السبيعي ، و صالح ، 2022م ، ص368) .

الشكل [2] التكوينات الجيولوجية لحوض وادي درنة .

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد علي برنامج Arc Map10.5

6 – رواسب الزمن الرابع : تنتشر رواسب الزمن الرابع على امتداد الساحل على شكل رمال ، والكثبان الرملية التي تذروها الرياح ، وفي بعض الأحيان تتماسك في شكل كالكارنيت ، يعود إلى أصل ريحي فالغالب ، ولا يوجد الكالكارنيت ذو الأصل البحري إلا في مناطق محدودة بمنطقة الساحل عند الأثرون ، وتظهر الترسيبات النهرية في الجزء الداخلي في شكل

منحدرات من التربة الرملية ، والركام ، والطفل الرملي الممزوج بالحصى ، فضلا عن التربة البنية المائلة للإحمرار في هضبة الفتائح ، وكذلك حول القبة ، والأبرق ، والقيقب .(جودة ، 1975م ،ص21) .

ثانيا / الخصائص المورفومترية لحوض وادي درنة .

يتناول التحليل المورفومتري لحوض وادي درنة وأحواض روافده الرئيسة جانبين رئيسيين: الجانب الأول يهتم بالخصائص المورفومترية المساحية والشكلية للحوض بالإضافة إلى خصائص التضاريس، أما الجانب الثاني فيتناول الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف داخل الحوض من حيث أعداد وأطوال مجاري كل رتبة ومعدل تكرار المجاري ونسبة تشعبها وكثافة التصريف. ولحساب المتغيرات المورفومترية تم الاعتماد على استخدام برنامج Arc GIS10.5 من أجل تحليل ومعالجة الخرائط الطبوغرافية والكنتورية والمرئيات الفضائية لحوض الوادي ، واستخراج نموذج الارتفاعات الرقمية DEM من خلال المرئية الفضائية للقمر الصناعي (8) Land sat

1 – الخصائص المساحية والشكلية :

ترجع أهمية دراسة الخصائص المساحية والشكلية إلى أنها تعطي انعكاسا صادقا للخصائص الجيولوجية للتوينات الصخرية في أحواض التصريف، وخصائص شبكات التصريف، وكذلك الظروف المناخية وبصفة خاصة المناخ القديم التي توالت أحداثه عليها، وتعد مساحة الأحواض مؤشرا لمرحلة الدورة التحاتية التي قطعتها الأودية، كلما كبرت مساحة الحوض زاد حجم الأمطار المتجمع داخل مساحة التصريف، مما يؤدي إلى زيادة حمولة الأودية مع افتراض ثبات باقي المتغيرات مثل نوع الصخر ونظامه والتضرس وشكل شبكة التصريف .(جودة ، 1975م ، ص290)

جدول [1] الخصائص المساحية والشكلية لحوض ادي درنة .

الخصائص المساحية لحوض التصريف	وادي درنة	الاسلوب المستخدم
المساحة	581.06 كم2	Gregory,K.j.& Walling.D.E.1973
المحيط	240.58 كم	Gregory,K.j.& Walling.D.E.1973
الطول	78.86 كم	Gregory,K.j.& Walling.D.E.1973
العرض	14.69 كم	Gregory,K.j.& Walling.D.E.1973
أعلى نقطة	854 م	Gregory,K.j.& Walling.D.E.1973
أدني نقطة	0 م	Gregory,K.j.& Walling.D.E.1973
الخصائص الشكلية لحوض التصريف	وادي درنة	الاسلوب المستخدم
نسبة الاستطالة	0.4	Schumm ,S.A.1956
نسبة الاستدارة	0.13	Miller,v 1956
معامل شكل الحوض	0.1	Horton,R.E. 1932
معامل الانبعاج	0.13	Gregory & Walling
نسبة الطول / العرض	5.3	Mulle, 1974
النسيج الحوضي	1.6	

المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على المعادلات الرياضية .

أ – الخصائص المساحية :

- مساحة الحوض: تعد مساحة الحوض من الخصائص الموفومترية الهامة والمؤثرة علي حجم التصريف، فكلما زادت مساحة الحوض تقل كمية الرواسب التي يحملها الجريان إلى نقطة المصب، والعكس صحيح . (أبو راضي ، 2004م ، ص125) . وتم حسابها من نموذج الارتفاعات الرقمية بعد تحديد حدود الحوض .
- طول الحوض: يودي دورا مهما في عملية الجريان السطحي؛ حيث يتحكم بمدة تفريغ الحوض لمياهه وحمولته الرسوبية. وكذلك بمعدل التسرب والتبخر تتناسب طرديا مع طول الحوض بسبب تباطؤ سرعة المياه الجارية نحو الحوض نتيجة لقلة انحدار السطح، فالحوض القصير تكمن خطورته في قلة الفترة الزمنية اللازمة لوصول الجريان إلى مخرجه، هذا إلى جانب قلة الفاقد بالتبخر والتشرب يتم قياسه من خلال المعادلة الآتية:

طول الحوض = مساحة الحوض كم2/عرض الحوض كم. (محسوب ، 1997م ، ص259).

- عرض الحوض: هو معدل طول مجموعة من الخطوط المتعامدة على الخط المستقيم الذي يمثل طول الحوض وليس هناك عدد محدد لهذه الخطوط، ويؤثر عرض الحوض على كمية التساقط والجريان والترشيح وكذلك التبخر والنتح ، كلما زاد ما يتلقاه من التساقط يؤدي إلى زيادة الجريان السطحي ، ويتم قياسه وفق تطبيق المعادلة الآتية :-

عرض الحوض = مساحة الحوض / طول الحوض (سلامة ، 1980م ، ص165) .

- محيط الحوض: يقصد بمحيط الحوض هو طول خط تقسيم المياه بين حوض ما ، وما يجاوره من أحواض، توجد علاقة موجبة بين مساحة الحوض وأبعادها، مثل [الطول / العرض / المحيط]، أي كلما زادت المساحة الحوضية زادت الأبعاد الأخري، ويعد قياس هذا المتغير في الواقع مهما؛ لأن صغر محيط حيز الحوض يجعله عرضة لشدة خطر السيل .(الدليمي ، 2005م ، ص101) .

إن مساحة أي حوض بالنسبة إلى الدراسات الهيدولوجية المورفولوجيه لها تأثير كبير جدا في التصريف المائي، حيث بلغت المساحة الكلية لحوض وادي درنة حوالي 581.06 كم2 ، وهذه المساحة تعد كبيره جدا مقارنة بالأحواض المحاذيه لها. يبدأ من الحافة الثانية وينحدر تدريجيا إلى أن يقسم مدينة درنة الي نصفين ومن ثم يصل مصبه في البحر، ومن المعروف أنه كلما كانت المساحة قليلة كانت تدفق المياه ضعيفا، ولجوانب الحوض أيضا تأثير؛ حيث كلما كان الحوض يتميز بضيق أطرافه كان التدفق أقوى خصوصا إذا حدث الجريان على مسافة كبيرة ، أما بالنسبة لمحيط الحوض فبلغ حوالي 240.58 كم2 ، وهذا المحيط يوضح مدى طول التعرجات بالإضافة إلى مساحة الحوض التي تعد كبيرة جدا مقارنة ببعض الأودية الأخرى بنفس المنطقة، ومن خلال الجدول نجد طول الحوض بلغ 78.86 كم، تميز بعدة أنثناءات قوية تصل إلى زاوية 60° مما أعطاه شكلا هندسيا بعيد عن الاستقامة، ومن خلال دراسة حوض وادي درنة تبين أن عرض الحوض بلغ 14.69كم ، وهذا يعطي نسبة الطول إلى العرض 5.3 ، وإذا ما نظر إلى شكل وادي درنة سنجده يتسع من جهة المنبع باتجاه مدينة القبة، ويقل عرضه كلما اتجهنا نحو المصب مارًا بدرنة وصولا إلى البحر، فكلما زاد العرض زادت كميات ما يتلقاه الحوض من كمية الأمطار التي يترتب عليها عمليات جريان ترجع قوتها على بعد واقتراب الاطراف والطول والانحدار. (الفيتوري ، لشهب ، 2021م ، ص427) . ترجع الاختلافات في مساحات احواض روافد الرئيسة إلى العامل الجيولوجي بشقيه الليثولوجي والبنيوي، وأيضا إلى الخصائص السطحية سواء من حيث الارتفاع او الانحدار. ولعل ما يؤكد ذلك أن حوض منطقة الدراسة أكبر الأحواض من حيث المساحة لكونها تجري على منطقة صخرية اكتنفتها مجموعة من الصدوع ، لذا يمكن أن نرجح الامتداد الطولي للحوض إلى اتباع الوادي مناطق الضعف الصخري مما عمل على زيادة النحت التراجعي للوادي، ومن ثم انعكس على طول الحوض .

ب – الخصائص الشكلية :

- معامل الشكل: يمكن أن يعطي بعض الظواهر، أو المؤشرات لقابلية واستعداد الحوض لإنتاج السيول، حيث وجد أن الأحواض ذات معامل شكل منخفض تكون فيضاناتها أقل من تلك التي تكون معاملات شكلها كبيرة، إذ كلما اقترب شكل الحوض من الصفر دل ذلك على عدم تناسق الحوض وعدم انتظامه، أما إذا اقتربت القيمة من الواحد يدل ذلك على اتخاذ الحوض شكل دائري. ويعبر معامل الشكل عن العلاقة بين مساحة الحوض، وطوله، وذلك من خلال المعادلة الاتية :-

معامل الشكل = مساحة الحوض كم2 / طول الحوض كم . (ابوبكر ، 2008م ، ص53).

- معامل الاستدارة: يعبر معامل الاستدارة عن مدى تقارب الحوض من الشكل الدائري وانتظام خط تقسيم المياه وعند تقارب قيم معامل الاستدارة مع الواحد الصحيح فهذا يعني أن شكل الحوض يقترب من الشكل الدائري؛ لأن رقم {1} يمثل الاستدارة الكاملة، ويعني تقدم الدورة الحثة في الحوض، ويدل على طول عامل الزمن ونشاط عمليات النحت، أما القيم المنخفضة فإنها تشير إلى عدم انتظام تقسيم المياه، وعدم تساوي عمليات الحث والتعرية أن الدورة الحثية ما زالت تقوم بدورها، ويتم حسابه من خلال المعادلة الاتية :-

معامل الاستدارة = بالكيلومتر مربع مساحة الحوض / نفس الحوض محيط محيطها يساوي دائرة مساحة . (المهير ، 2024م ، ص389) .

- معامل الاستطالة: يعد من المؤشرات المهمة لقياس الخصائص المورفومترية للأحواض المائية؛ حيث يوضح معدل الاستطالة مدى التشابه بين مساحة الحوض والشكل المستطيل؛ أي كلما اقتربت القيمة من الصفر، ويعد هذا المعدل من أكثر المعاملات المورفومترية دقة في قياس أشكال أحواض التصريف، ويتم قياسه بواسطه المعادلة الاتية :-

معدل الاستطالة = قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض كم / أقصى طول للحوض كم . (تراب ، 1997م ، ص270).

- معامل الانبعاج: تفيد في معرفة مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل الكومثري، وتدل القيم المنخفضة على تفلطح الحوض وزيادة أعداد وأطوال المجاري الأولية، ومن ثم نشاط عمليات النحت التراجعي؛ مما يدل على أن الحوض قطع شوطا طويلا في دورته الحتية، في حين تشير القيم المرتفعة إلى عكس ذلك. ويقاس وفق المعادلة الاتية :-

معامل الانبعاج = مربع طول الحوض / 4 × مساحه الحوض . (الشامخ ، 2024م ، ص448).

معامل نسبه الطول إلى العرض: وهي من المعاملات المورفومترية التي تستخدم لقياس مدى استطالة أشكال الأحواض، وهي بذلك تتشابه في المدلول الجيومورفولوجي مع معامل استطالة الحوض. ويتم حسابها بالمعادلة التالية (المهير ، 2024م ، ص390) .

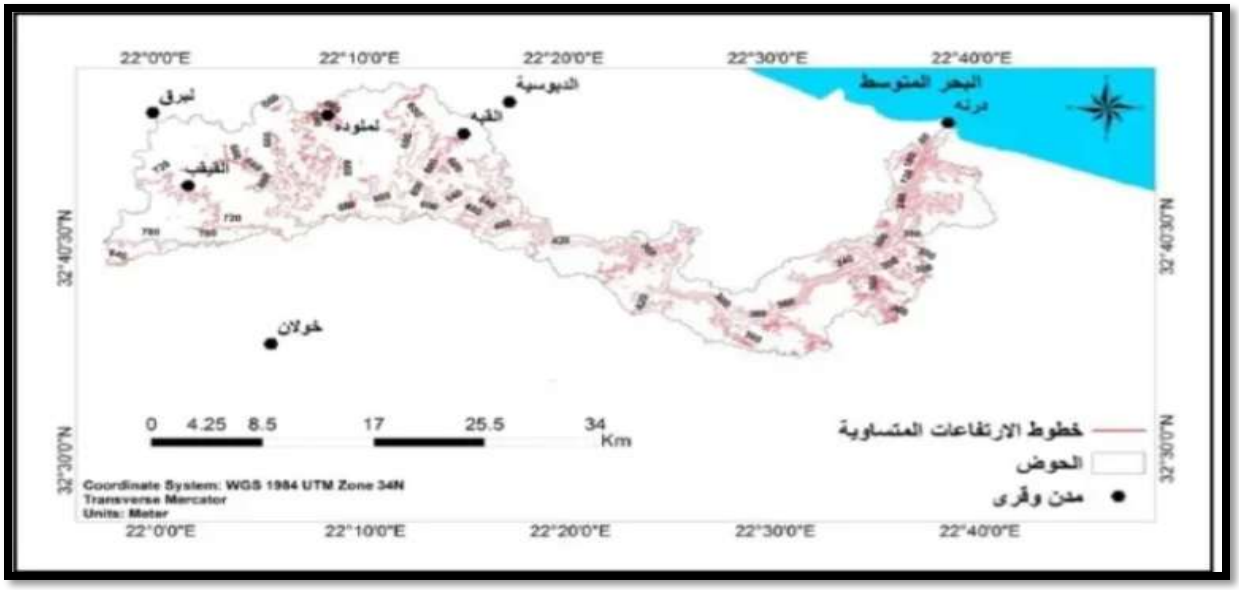
نسبه الطول إلى العرض = طول الحوض كم / متوسط عرض الحوض كم .

ويتضح من خلال الجدول رقم [1] أن قيمة معاملي الاستطالة والاستدارة لحوض وادي درنة وصلت 0.4 ، 0.13 وهو ما يشير إلى استطالة الحوض، وقد يرجع ذلك لتأثره بعدد من الصدوع، وأيضا نظرا للتباين الليثولوجي للصخور الذي ساعد على تطور شبكة تصريفه، وزيادة امتداد مجاريها مما انعكس على شكل الحوض، وجاءت نتائج باقي المعاملات الشكلية مثل كل من معامل شكل الحوض ومعامل الاندماج والتعرج النسبي ونسبه الطول / العرض لتؤكد ما ذهبنا إليه في معاملي الاستطالة والاستدارة من استطالة الحوض الرئيس، ومعظم أحواض الروافد وامتدادها بمساحات تضيق تدريجيا كلما اتجهنا نحو المصب، وتعكس زيادة أطوال هذه الأحواض مقارنه مع عرضها . (فضة، 2013م ، ص 94).

التضاريس: يمكن إيضاح تضاريس وادي درنة عن طريق استدعاء نموذج الارتفاعات الرقمي، وإدخاله إلى برنامج نظم المعلومات الجغرافية لاستخراج خطوط تساوي الارتفاع لكل 20 متر إلى كامل الحوض، ومن خلال النتيجة يمكننا معرفة

طبيعة تضاريس الحوض من خلال تتبع الخطوط الموضحة بحيث كل خط كنتوري يعطي قيمة لارتفاع معين، ويحيط بمنطقة معينة تتساوى معها في نفس الارتفاع، كما يمكن من خلاله تتبع الأودية والمنحدرات الشديدة والبسيطة . شكل (4)

شكل [4] خطوط تساوي الارتفاع لحوض وادي درنة .



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد علي نموذج الارتفاعات الرقمية (MED)

الانحدار Slope :

تعرف الانحدارات بأنها ميل سطح الأرض داخل الحوض على المستوى الأفقي، وهي إنتاج لمجموعة من عوامل أهمها [المناخ ونوع الصخر والعمليات التكتونية التي تعرض لها الحوض] ، وتعتبر ذات أهمية كبيرة فى الدراسات الجيومورفولوجية، وذلك للعلاقة الوثيقة بينها وبين نشاط عمليات الحت والإرسابات التى تسهم في بناء الأشكال الأرضية وتطورها. (الجميلي، 2008م ، ص 81). تعد دراسة الانحدارات ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية، إذ تعد إحدى أهم عناصر مظاهر السطح، التي يتم تحليلها باستخدام أساليب قياسية وتحليلية، كما أن لها علاقة وطيدة بالنشاطات البشرية المختلفة؛ كالطرق، والجسور، والعمران، ومشاريع الري، وغير ذلك ، إذ يعتمد إقامة أي مشروع على طبيعة هذا الانحدار وشدته واستقراره، والعمليات الجيومرفولوجية التي تتعرض لها تلك السفوح، كما أن انحدار المجاري المائية نحو المصب، يساعد في جريان المياه واندفاعها، وانتقال الرواسب والمفتتات من المناطق العليا وترسيبها على جوانب الوادي وقسميه الأوسط والأدنى . (الدليمي ، 2005م ، ص 167).

وترسب على حجم احجامها وانواعها ويتم حسابه وفقا لمعادله التالية :

زاوية الانحدار = أعلى نقطة الحوض / المسافة الافقية .

إن الانحدار ينشا نتيجة لعدة متغيرات تتكون عبر أزمنة وقرون، قد تكون طويلة أو قصيرة كل على حسب الظروف الطبيعية التي قد تحدث لمنطقة ما، ولدراسة الانحدار في الأحواض المائية أهمية كبيره حيث تكون للإنحدارات تحكما في اتجاه السيول المائية والانجرافات، وأيضا يعد عاملا في عمليات النحت النهري ، وكان معظم انحدار حوض وادي درنة يتراوح ما بين 2 و 60° ، وهذا يعطي صوره لحوض وادي درنة بأنه يتميز بانحدار شديد وانحدار جرفي. جدول [2] ، وصف (يونج) الانحدار إلى خمس فئات .(الشقور ، 2018م ، ص87) .

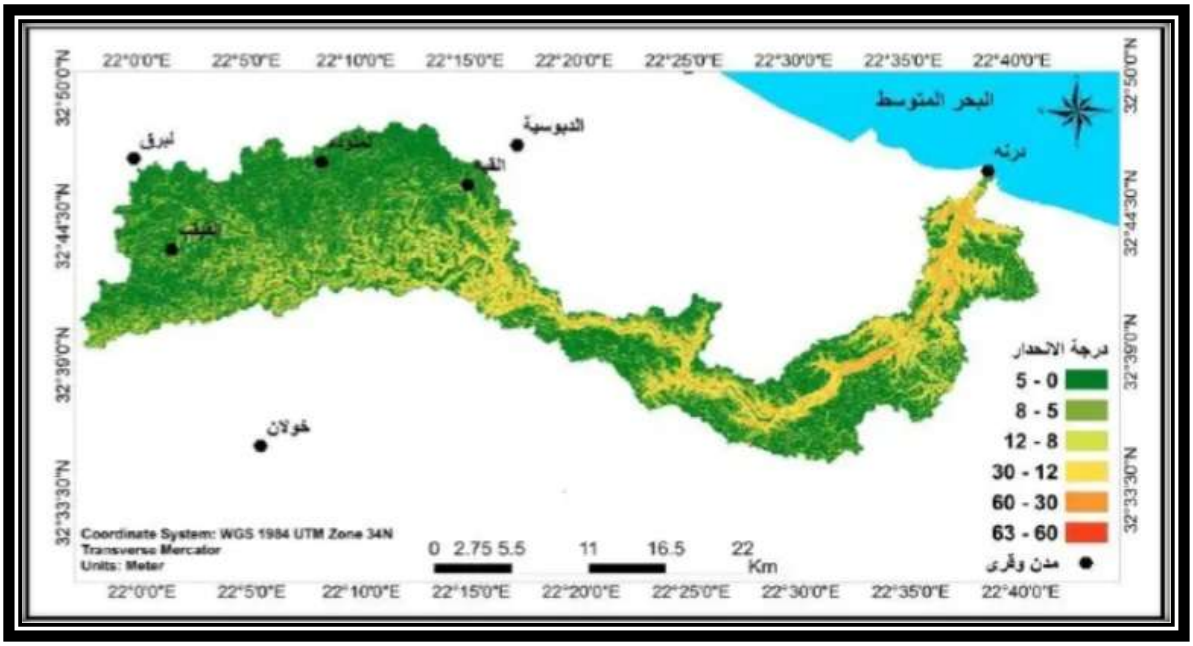
جدول [2] مساحة الانحدارات بحوض وادي درنة .

فئة الانحدار	مساحة الانحدار كم2	النسبة %	توصيف الانحدار حسب Young
0 -5	3.1655	0.5	انحدار مابين شبه مستوي وخفيف
5 - 8	20.217503	3.5	انحدار متوسط
8 - 12	77.653208	14	انحدار فوق المتوسط
12 - 30	177.91636	32	انحدار شديد
30 - 60	278.869806	50	انحدار شديد جدا

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على معطيات برنامج GIS ومخرجات برنامج SPSS

حيث بلغت مساحة الانحدار بحوض وادي درنة لفئة انحدار 0 – 5 ما نسبته 0.5% ، في حين كانت فئة انحدار 5 – 8 ما نسبته 3.5% ، أما فئة 8 – 12 فبلغت حوالي 14% ، أما فئة 12 – 30 فكانت حوالي 32%، وبلغت أعلى نسبة من مساحة الانحدار لفئة 30 – 60 بنسبه بلغت 50% . شكل [5] .

شكل [5] درجات انحدار حوض وادي درنة .



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد علي نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)

اتجاه انحدار ميل سطح ارض حوض وادي درنة .

من خلال الجدول [3] والشكل [6] . تبين لنا أن اتجاه انحدار سطح حوض وادي درنة كله ينصب باتجاه الشمال لينتهي مصبه في البحر المتوسط ، حيث بلغ ميل سطح الأرض بالنسبه لاتجاه الشمال حوالي 159 كيلو متر مربع اي ما يعادل 29% من إجمالي المساحة ، في حين بلغ الميل باتجاه الشرق حوالي 27% من إجمالي المساحة الكلية للحوض، وكان الميل في الاتجاه الجنوب حوالي 24%، أما فيما يخص اتجاه الغرب فقد بلغ حوالي 20% من الإجمالي.

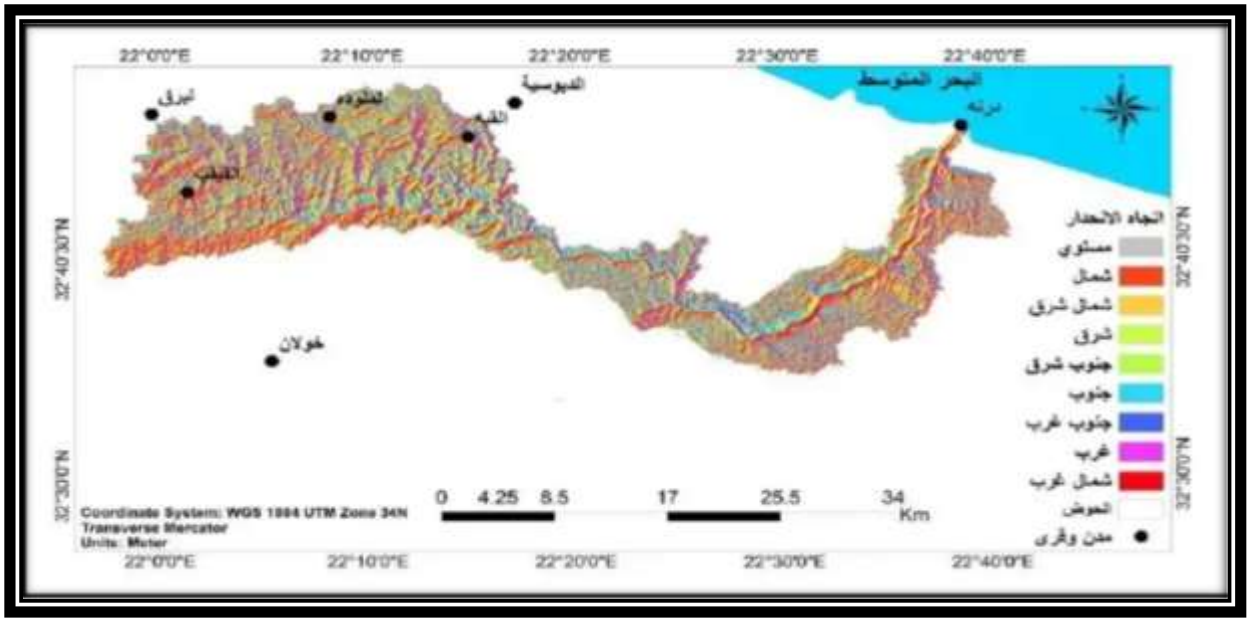
جدول [3] اتجاه انحدار سطح حوض وادي درنة .

اتجاه الانحدار	شمال	شرق	جنوب	غرب
المساحة	159	147	134	114
النسبة المئوية	% 29	% 27	% 24	% 20

المصدر : الغيثي ، مسعود محمد ، دراسة مورفومترية هيدرولوجية لحوض وادي درنة باستخدام نظم المعلومات (GIS) ، ص228

أظهرت الخريطة الرقمية لاتجاهات الانحدار داخل الحوض أن الأراضي التي يكون اتجاه انحدارها (شمال ، شمال شرق ، شمال غرب ، شرق) تبلغ مساحتها 294.8 كم2، أي ما يعادل 51.9 % من مساحة الحوض، أما الانحدارات التي اتجاهها (جنوب ، جنوب ، شرق ، جنوب غرب ، غرب) فكانت مساحتها 273.5 كم2 بنسبة

شكل [6] اتجاهات ميل سطح حوض وادي درنة .



المصد : الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية برنامج (DEM) ، وبرنامج (GIS)

تجاوزت48.1 % من مساحة اجمالي مساحة الحوض . ويرجع سبب تفاوت اتجاه ميل سطح الأرض في منطقة الدراسة [حوض وادي درنة] إلى اتجاه حركة المياه التي تجري حسب طبيعة وتضاريس مجرى الوادي .

ثالثا / الخصائص المورفومترية التضاريسية لحوض وادي درنة –

تكتسب الخصائص التضاريسية أهميتها من خلال انعكاساتها ببعض العوامل البيئيه الحوضية السائده بالمنطقة، إضافه لعلاقتها المتبادلة مع الخصائص الأخرى وتختلف الخصائص التضاريسية للأحواض المائية حسب نوعية وتركيز الحركات التكتونية، وبصورة عامة فإن الارتفاع التكتوني في بيئة المنابع والهبوط التكتوني في بيئه المصب يؤديان إلى زيادة كل من التضرس ودرجة الانحدار، وبشكل عام تكون الاحواض المائية في الأقاليم المناخية الجافى أعلى تضرسا وأشد انحدارا من نظيرتها في المناخ الرطب .(سلامة ، 1982م ، ص 484) .

أ – معدل التضرس : نعني بالضرس هو تضرس الحوض؛ أي الفارق الرأسي بين أعلى نقطة وأقل نقطة في الحوض من حيث الارتفاع بالمتر، وتكون أعلى نقطة عند تقسيم المياه وأدناها عند مخرج الحوض، وهو يشير بصورة مباشرة إلى درجة

انحدار الحوض، وترتفع قيمة هذا المعدل بزيادة الفارق بين أعلى وادنى نقطة في الحوض ، وترتبط تضاريس الحوض بمناخ وجيولوجية المنطقة وبنوعية الصخور في حوض التصريف، وباستجابات هذه الصخور لعمليات التعرية النشطة في حوض الوادي .(الشامخ ، 2024م ، ص449) . فهو يشير بصورة مباشرة إلى درجة الانحدار الحوضي، كما أن معدل التضرس يعتبر مؤشر جيد في عملية تقدير الرواسب المنقولة، فنسبتها تزداد مع زيادة التضرس، وباستخدام المعادلة التالية يمكننا معرفة معدل تضرس الحوض

معدل التضرس = الفرق بين أعلى نقطة وادني نقطة بالحوض (م) / طول الحوض (كم) .

وبتطبيق المعادلة بلغ معدل التضرس 11.40 وهو معدل متوسط يدل على أن الخطورة لا تحدث إلا في حالة الأمطار الفجائية؛ حيث تعمل على زيادة سرعة الجريان وتقل نسبة الفواقد .

ب – التضاريس النسبية للحوض: يوضح هذا المعامل العلاقة بين تضاريس الحوض الفرق بين أعلى وأدنى ارتفاع بالحوض إلى محيط الحوض، ويؤثر هذا العامل على العديد من المتغيرات المورفومترية، أهمها الخصائص الهيدرولوجية وكثافة التصريف، وتدل قيم المنخفضة على ضعف مقاومة الصخر ونشاط عوامل التعرية في الحوض، ويتم حساب هذا المعامل من المعادلة التالية:–

التضاريس النسبية = التضاريس الحوض(م) / محيط الحوض (كم) .

(شريف ، 2000م ، ص234) .

بلغت قيمه التضاريس النسبيه لحوض وادي درنة 3.70 م/كم ، وتعد هذه القيمة مرتفعة ، وارتفاع قيمة التضاريس النسبية تشير إلى شدة تضرس ووعورة سطح الحوض، وأن الحوض ما زال في المراحل الأولى من الدورة والجيومورفولوجية

ج – درجة الوعورة: هي إحدى المعايير الجيومورفولوجية التى تستخدم لدراسة وتحليل تضاريس الأحواض؛ إذ تعكس درجة تباين التضاريس والانحدارات في منطقة الدراسة، ويعتبر هذا المعامل أكثر دقه في قياس مظاهر أحواض التصريف ووعورة أراضيها ، ترتفع قيمة الوعورة مع زيادة التضاريس الحوضية، وهو معامل مورفومتري يقيس العلاقة بين تضريس سطح أرض الحوض، وأطوال شبكته التصريفية ويمكن حسابه بالمعادلة الاتية :– (واجد ، 2017م ، ص131) .

قيمه الوعورة = التضاريس الحوضية بالمتر × الكثافة التصريفية بالكم / 1000

وبتطبيق المعادلة وصلت قيمة الوعورة إلى 1.31 وبما أن السطح يعتبر وعرا اذا كانت القيمة بين 0.1 – 1 ، فإن القيمة الناتجة مرتفعة، وذلك لارتفاع قيمة التضرس الحوضي الذي أدى لاحتفاظ الحوض بوعورة سطحه، مما يشكل خطرا على مدينة درنة لوقوعها في أسفل الوادي.

د – التحليل الهبسومتري: يعبر المؤشر عن المرحلة الحتية التي وصل اليها الحوض، وله دلالة على كمية المواد التي لا تزال تنتظر دورها في عمليات الحت، كما يمكن الاستدلال عليه عن طريق التباين المكاني في الأجزاء المختلفة من الحوض، أي أنه مقياس محطي يصف المرحلة الجيومورفولوجية للحوض الذي تتناقص قيمته مع استمرار نشاط وتقدم الدورة الحتيه في الأحواض المائيه مشيرا إلى انخفاض تضرس الحوض . يعد من أدق المعاملات المورفومترية تمثيلا للفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحاتيه للأحواض، ويشير التكامل الهبسومتري إلى المرحلة العمرية التي تمر بها أحواض التصريف، حيث يشير الانخفاض في القيم إلى خطورة الجريان السيلي في الحوض، ويمكن معرفته بالمعادلة الاتية :– . (ابو العينين ، 1976م ، ص 175) .

التكامل الهبسومتري = مساحة الحوض كم2 / تضاريس الحوض م .

وبتطبيق المعادلة تبين لنا أن الحوض قطع 65% من الدورة الحتية، وأن الباقي من التكوينات الصخرية لا زالت في انتظار دورتها الحتيه وفقا لتصنيف [هورتون]. يعد الحوض في مرحلة النضج ، والسبب في ذلك أن نسبته 65% من مساحة الحوض المائي ازيلت؛ لذلك تكون التوازن في مقدار المواد المعراة والمنقولة ومقدار ما يترسب في المجرى. جدول رقم [4] .

جدول [4] الخصائص التضاريسية لحوض وادي درنة .

المتغير	معدل التضرس	قيمة الوعورة	التضاريس النسبية م/كم	التكامل الهبسومتري
القيمة	11.40كم	1.31	3.70	0.65 كم2/م

المصدر : من عمل الباحث استنادا للمعادلات الرياضية السابقة

رابعا / الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف –

هي الصورة التي تشكلها مجموعة المجاري المائية الموجودة في حوض ما أو عدة أحواض متجاورة ، ويتوقف هذا التصريف على التكوينات الصخرية للأحواض ومدى تجانسها ودرجة صلابتها وطبيعة انحدار سطح الأرض ، وقد تم تصنيف مجاري شبكات تصريف الأودية إلى رتب نهريه تبعا لتصنيف . (1964م Strahler) وهي كالآتي:

1 – أعداد ورتب المجاري المائية :

تكتسب عملية ترتيب المجاري المائية اهميتها في كونها ترتبط ارتباطا مباشرا بحجم شبكة التصريف، كما يرتبط بزيادة الرتب زيادة كبيرة للجريان المائي ، كما تعطي فكرة واضحة عن حجم تصريف المياه وجريانها السطحي للمياه. وهي ايضا المجاري أو الروافد التي تتكون منها الشبكة المائية التي تجري داخل الحوض بحسب مراتبها وحجمها وصلتها ببعض ، وقد أظهرت نتائج التحليل للبيانات الجغرافية المكانية بأستخدام البرنامج Arc GIS 10.3 مراتب الشبكة المائية ومجموع اطوال كل مرتبة .(المحسن ، 1991م ، ص146) . كما هو مبين بالجدول [5] والشكل [7] . حيث تم تصنيف الرتب في هذه الدراسة بناء على طريقة (1964م Strahler) . التي ترى أن أي رافد لا ترفده روافد أخرى يعتبر من الدرجة الأولى ، وأن التقاء رافدين من المرتبة الأولى يكونان رافد من المرتبة الثانية، وهكذا في باقي الرتب الأعلى ، وأن دخول رافد من مرتبة أقل على رافد من مرتبة أعلى لا يؤثر على ترتيب المرتبه الأعلى . وقد بلغ عدد الرتب في حوض وادي درنة 5 رتب بينما بلغ مجموع المجاري للمراتب كافة في الحوض 1118 مجري وكانت حصة المرتبة الأولى منها 874 مجري وبنسبة 78.2% في حين تسجل المرتبة الثانية نحو 196 مجرى وبنسبة 17.5% ، ونحو39 مجرى فى المرتبة الثالثة؛ حيث بلغت نسبتها 3.4% من إجمالي نسب عدد المجاري في الحوض، أما المرتبة الرابعة فبلغت 8 مجاري فكانت نصيبها من نسب المجاري 0.07% ، وجاءت الرتبة الخامسة والأخيرة بعدد مجرى واحد وبنسبة 0.01% ، ونلاحظ من هذا أن أعداد المجاري تتناقص بسرعة مع زيادة الرتبة وهذا ما يؤيد ما ذكرة Horton 1945م فى قانونه المتعلق بعدد المجاري المائية .

جدول [5] عدد ونسب المجاري لحوض ودي درنة .

المرتبة	الاولي	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	المجموع
العدد	874	196	39	8	1	1118
النسبة %	%78.2	%17.5	%3.4	%0.07	%0.01	%100

المصدر: من أعداد الباحث بالاعتماد على طريقة [ستريلر] وقياسات الخرائط الطبوغرافية.

2 – أطوال المجاري Streams Length:

إذ تعكس خصائص الجريان السطحي للمجارى وتبين أثر عامل الطول والقصر بالنسبة للمجرى على الحوض ، فتتصف المجاري القصيرة بانحدار أكبر من المجاري الطويلة ، وتعد مؤشر مهم فى معرفة دورة الفيضان فى المجاري المائية والمدة الزمنية التي يقطعها الماء وصولا إلى المصب ، وكلما زاد طول المجرى قلت خطورة الفيضان وانخفضت كمية المياه الواصلة إلى المصب أثناء الجريان ، وهناك علاقة طردية بين طول المجرى والخزين الجوفي . (ابو راضي ، 2004م ، ص128) . تلعب أطوال المجاري دورا كبير في نقل الجريان السيلي إلى المجرى الرئيسي حتى خروجه من النصب، وتتمثل أهميته في المسافة التي يقطعها الجريان خلال الروافد حتى نقطة المصب . وبقياس اطوال المجاري المائية لمجرى المراتب كما هو موضح بالجدول [6] يتضح الاتي :

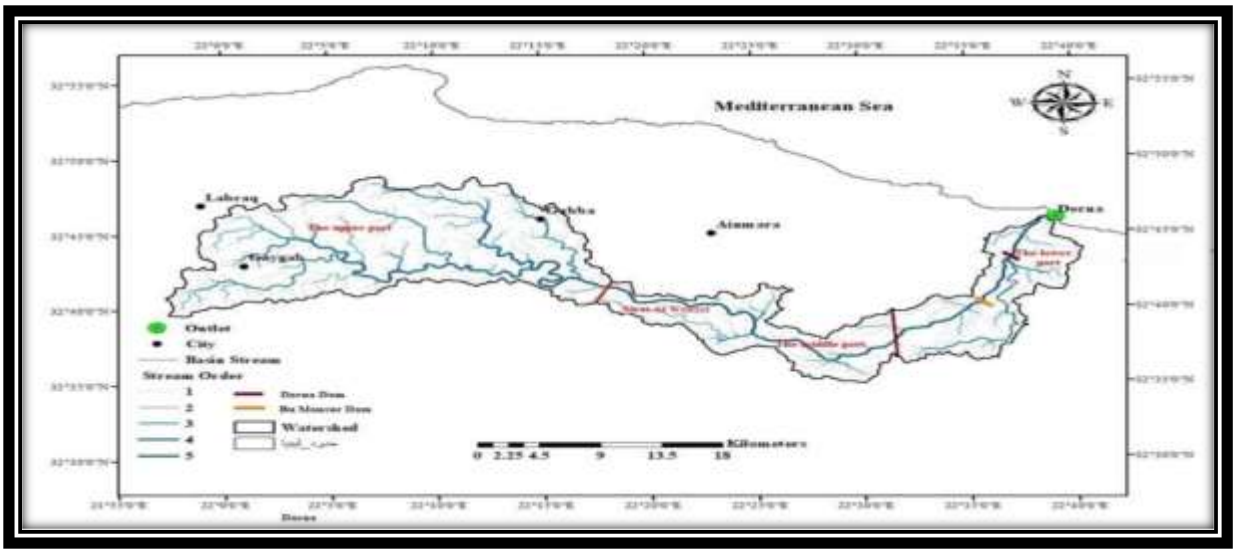
- يبلغ مجموع اطوال المجاري الشبكة المائية في حوض وادي درنة 1153.20 كم ، حيث بلغ طول المجرى في المرتبة الأولى نحو 573.02 كم ، وبنسبة 50% من مجموع أطوال الشبكة المائية في الحوض ، في حين يصل مجموع أطوال مجاري الشبكة المائية في المرتبة الثانية نحو 273.6 كم وبنسبة 24%، وتسجل أطوال المجاري في المرتبه الثالثة نحو 126.49 كم وبنسبة 11% ، أما مجموع أطوال مجاري المرتبة الرابعة 81.45 كم بنسبة وصلت إلى 7% ، وأخيرا سجلت أطوال المجاري فى المرتبة الخامسة فبلغت 98.46 كم وبنسبة 8% من إجمالى أطوال الشبكة المائية في الحوض .
- نلاحظ التتابع لأطوال المجاري المائية بين المراتب في الحوض هو تتابع سريع ، يبدأ بالمرتبة الأولى وينتهي بالمرتبة الخامسة
- المرتبة الخامسة هي الأكثر من حيث معدل طول مجراها؛ لأنها تمثل مجرى الوادي الرئيس بالحوض التي تتجمع فيه كل المراتب لتكون شبكة التصريف المائي للحوض

جدول [6] أطوال ونسب المجاري المائية لكل مرتبة لحوض وادي درنة .

المرتبة	الاولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	الاجمالي
الطول كم	573.02	273.6	126.49	81.45	98.46	1153.02
نسبة الطول	%50	%24	%11	%7	%8	%100
معدل اطوال المجاري	2.1	2.2	1.6	0.8	98	104

المصدر : من أعداد الباحث بالاعتماد على نتائج المعادلات .

شكل [7] رتب المجاري المائية لحوض وادي درنة وفق برنامج ArcGIS10.2.2



3 – نسبة التشعب للمجاري Bifurcation Ration :

يقصد بها العلاقة بين عدد المجاري في رتبة ما إلى عدد المجاري في الرتبة التي تليها ، وتكمن أهمية هذه النسبة في كونها تتحكم في كمية التصريف . وتستخرج وفقا للمعادلة الاتية :-

نسبة التشعب = عدد المجاري التابعة لرتبه معينة / عدد المجاري للرتبة التي تليها .

وتتأثر نسبة التشعب بالبنية والتركيب الجيولوجي والظروف المناخية ، فإذا كانت قيمة النسبة منخفضة فهذا يعكس كون الصخور غير نفاذة، في حين أقتراب نسبة التشعب بين مجاري مراتب الحوض من { 3 ، 5 } دليل على تشابه الحوض مناخيا وبنيويا، أو انخفاض هذه النسب عن الحدود المذكورة ، دليل على عدم تجانس الحوض، وبدراسة نسبة التشعب لكافة رتب الحوض، على الرتبة الخامسة التي ليس لها رتبه أعلى منها والمتمثلة في الرتبة السادسة، وذلك لأن عدد الرتب خمسة فقط . (الدليمي ، 2012م ، ص157) . تبين أن معدل التشعب بين الرتب النهرية للحوض بلغت 4.56 ، وهذا يتفق مع المدى الذي حدده [ستراهلر] الذي يعكس مدى التجانس الموجود بين مظاهر السطح والبنية الجيولوجية والظروف المناخية السائده في الحوض .

جدول [7] معدل نسب التشعب للمجاري المائية لحوض وادي درنة .

رتب المجاري	عدد المجاري المائية	%	نسبة التشعب	عدد المجاري المائية لكل رتبتين	النسبة×عدد المجاري
1	874	%78.2	4.46	1070	4772.2
2	196	%17.5	5.03	235	1132.05
3	39	%3.4	4.9	47	230.3
4	8	%0.07	8.00	9	72
5	1	%0.01	---	---	---
المجموع	1118	%100	23.39	1361	6206.55
			نسبة التشعب	4.56 =	

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج [Arc Gis 10.3]

4 – كثافة التصريف Drainage Density :

تعد كثافة التصريف من المعاملات المورفومترية المهمة التى توضح خصائص أحواض التصريف ، لأنها مؤشر جيد لمدى تعرض سطح الحوض لعمليات النحت والتقطيع بواسطة المجاري المائية ، وتعد من المتغيرات التي تحدد حجم الجريان السطحي ، حيث توضح الكثافة التصريفية مدى ما تستحوذ عليه مساحة كل 1 كم2 من أطوال المجاري داخل الحوض، تعبر كثافة التصريف عن العلاقه بين أطوال المجاري ومساحة أحواضها ، وتعكس فاعلية التدفق والتسرب، وترتبط كثافة التصريف العالية بزيادة خطر الجريان السيلي، تعكس كثافة التصريف تأثير كل من نوع الصخر ونظامه، والتربة ونفاذيتها، ودرجة الانحدار، إضافة إلى تقطع الحوض بالمجاري ويتم حساب الكثافة التصريفية بالمعادلة الاتيه :- (حسين ، 2019م ، 295) .

كثافه التصريف = مجموع اطوال المجاري كم / المساحة الحوضية كم2 كيف من مربع .

وبعد تطبيق المعادلة الخاصة بكثافة التصريف تبين لنا أن كثافة التصريف في حوض وادي درنة بلغت 1.98 كم / كم2 ، وبصفة عامة أن كثافة التصريف منخفضة؛ لأن شبكة التصريف لم تكتمل إلى الصورة النهائية؛ وذلك نتيجه لظروف المناخ الجاف التي تسود المنطقة حاليا مع وجود مساحات داخل الاحواض، تغطيها الرواسب الحديثة ذات نفاذية عالية وقليلة الانحدار، التي انعكس دورها على انخفاض الكثافة التصريفية داخل الحوض. تعتبر هذه القيمة منخفضه جدا حسب تصنيف Strahler 1964 حيث صنفها حسب قيم الكثافة التصريفية إلى ثلاث فئات هي: أقل من 12 (منخفضة)، ومن 12- 16 (متوسطة)، واكبر من 16 (مرتفعة) . (ابوبكر ، 2024م ، ص83).

5 – تكرار المجاري Drainage Frequency :

يعبر معدل تكرار المجاري عن العلاقة بين اعداد المجاري ومساحة الحوض، وهو يعطي تصورا عن مدى شدة تقطع سطح الحوض وكفاءة شبكة التصريف به، وهو يعني عدد المجاري في الكيلومتر المربع الواحد، ويعد مقياسا للنسيج الطبوغرافي للحوض، كما تنخفض قيمة هذا المعامل في الأحواض المائيه الكبيرة، وارتفاعها يعني زيادة في تجميع المياه في الحوض النهري، والمساحة الحوضية ويقاس هذا المعامل وفقا للمعادلة التالية :-

تكرار المجاري المائية = مجموعه اعداد المجاري في الحوض / مساحة الحوض كم2 .

وتشير القيم المرتفعة لتكرارية المجاري إلى إمكانية عالية لتجمع المياه داخل حوض التصريف؛ مما يسبب حدوث جريان سطحي بصورة أكبر، وتنخفض تكرارية المجاري في الأحواض الكبيرة .

ومن خلال تطبيق المعادلة [8] تبين لنا أن تكرار المجاري بلغ 1.92 كم2 ، وهي قيمة منخفضة جدا بسبب محدودية عدد المجاري، وتؤكد قصر المجاري بالنسبة لعددها، ونستنتج من هذا أن الحوض ذو نسيج طبوغرافي خشن ولا زال أمامه شوط طويل ليقطعه في دورته التحاتية.

6 – معدل بقاء المجاري Stream Remains Ratio :

لهذا العامل دور كبير في توضيح العلاقة بين مساحة الحوض وأطوال مجاريه فعند زيادة قيمة المعامل يدل على كبر مساحة الحوض على حسب طول مجاريه، ويحسب هذا المعامل من خلال المعادلة التالية :- (أبو حديد ، 2023م ، ص259) .

معدل بقاء المجرى = مساحة الحوض كم2 / مجموع أطوال المجاري كم .

ومن خلال تطبيق المعادلة والجدول [8] تبين لنا أن معدل بقاء المجرى للحوض 0.50 كم /كم

جدول [8] خصائص الشبكة المائية لحوض وادي درنة .

	عدد المراتب	المجموع الكلي لاطوال المجاري	معدل التشعب	نسبة	كثافة التصريف	تكرار المجاري	معدل بقاء المجاري
القيمة	1118	1153.02	4.56		1.98	1.92	0.50

المصدر : من أعداد الباحث بالاعتماد على نتائج المعادلات .

7 – معدل النسيج الطبوغرافي :

يقصد به عدد المجاري المائيه والمسافة التي تفصل بينها ويعطي النسيج الطبوغرافي الصورة واضحة على مدى نمو الشبكة في الحوض ، هو أحد العوامل الجيومورفولوجية والهيدرولوجية التي تؤثر على تشكيل الحوض، فضلا عن الأنشطة الجيولوجية والبيئية التي تلعب دورا في تشكيل التضاريس، ويتباين النسيج الطبوغرافي في الأحواض المائيه نتيجة عدة عوامل منها طبيعة الصخور، ودرجة مقاومتها لعمليات النحت ودرجة النفاذية والمناخ والنبات الطبيعي ونوعية التربة، كما أنه يشير إلى مدى تقارب أو تباعد المجاري بعضها عن البعض، ويقيس حجم التعرية دون الأخذ بعين الاعتبار أطوال الأودية، فكلما كان هناك تقارب بين الأودية وازداد عددها دل ذلك على شدة تقطع الحوض ونشاط عمليات التعرية. وقد صنف النسيج الطبوغرافي إلى ثلاث أصناف وهي :- (الجذوري ، 2019م ، ص 119)

* نسيج خشن اقل من (4) أودية بالكيلومتر . * نسيج متوسط من (4 – 10) أودية بالكيلومتر

* نسيج ناعم اكثر من (10) أودية بالكيلومتر . ويتم حسابه عن طريق المعادلة التالية :-

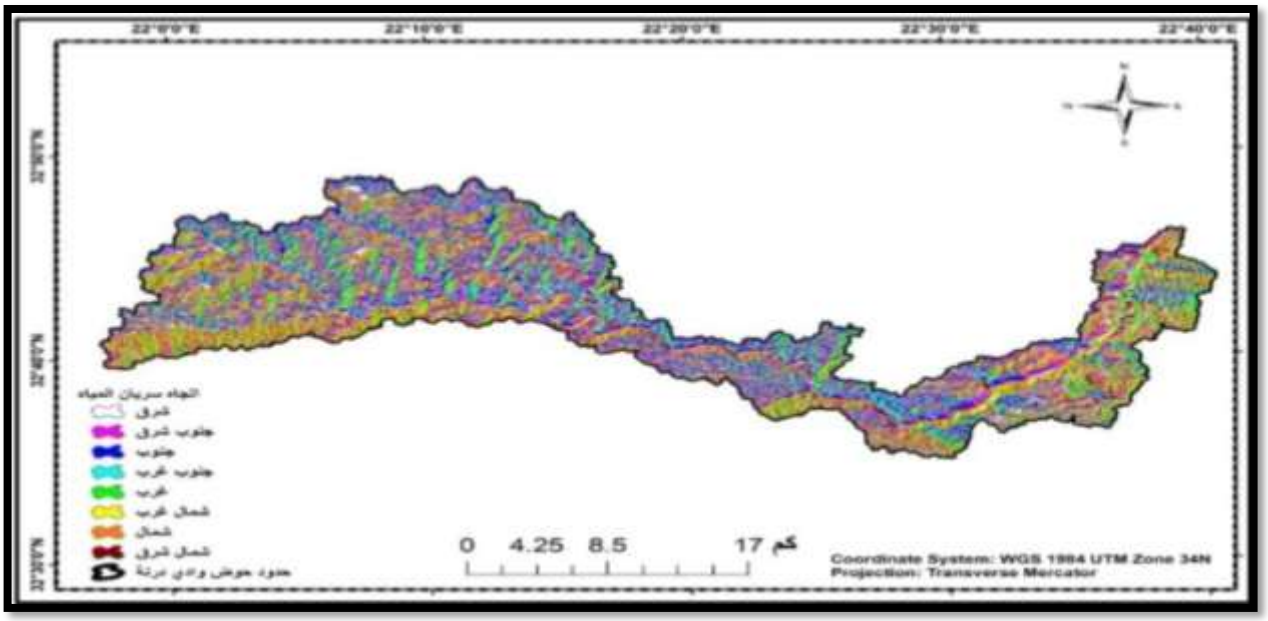
معدل النسيج الطبوغرافي = مجموع اعداد المجاري المائية في الحوض / محيط الحوض

وبدراسة معدل النسيج الطبوغرافي للحوض تبين أن درجة تقطع سطح الحوض بالمجاري المائية قد بلغت 4.6 ، وهي من ضمن النمط الثاني ذو النسيج الطبوغرافي المتوسط من خلال تطبيق تصنيف [سميث 1950م] ويشير المعدل على توسط تقطع الحوض نتيجة تباعد المجاري، وعدم تقاربها وهذا راجع إلى طبيعة الصخور ذات النفاذية العالية التي تغطي مساحات واسعه منها.

خامسا / أتجاه جريان المياه :

من خلال النظر إلى الجدول [9] ، والشكل [8] تبين أن حوض وادي درنة يبدأ جريانه من الجنوب الذي يمثل نقطة المنبع، ثم ينحدر نحو الشمال في شكل طولي الذي يمثل منطقة المصب، بلغ اتجاه الجريان المائي في منطقة الدراسة حوالي 64 كم2 في اتجاه الشرق وبنسبه 12% من إجمالي اتجاه الجريان، في حين بلغ اتجاه الجريان من جهة الجنوب الشرقي ما مقداره 92 كم2 اي حوالي 16% ويعد هو الأكبر من حيث الاتجاه، أما من جهة الجنوب فقد بلغ الاتجاه 9% ، وكان الجنوب الغربي ما يعادل 12% من اجمالي الاتجاهات، ومن الغرب فقد بلغ 8% ويعد هو الأقل على مستوى اتجاهات، وبلغ سريان المياه باتجاه الشمال الغربي حوالي 16% وشمالا حوالي 11%. أما الشمال الشرقي فقد كان بمساحة 86 كم2 اي 16% من إجمالي اتجاهات جريان المياه . ومن خلال بيانات الجدول نجد أن اتجاه الجنوب الشرقي هو الذي يطغى على غيره من الاتجاهات

شكل [8] أتجاه جريان المياه في حوض وادي درنة .



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج . GIS

جدول [9] مساحة أتجاه الجريان المائي لحوض وادي درنة .

الاتجاه	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	شمال	شمال شرق
المساحة كم2	64	92	52	64	47	90	62	86
النسبة %	%12	%16	%9	%12	%8	%16	%11	%16

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج GIS مخرجات برنامج التحليل الاحصائي SPSS .

النتائج :

1 – بشكل عام فان حوض وادي درنة يميل إلى الاستطالة، ويبتعد عن الشكل المستدير مما يجعله ذو خطورة متوسطة من حيث الجريان السطحي، وإمكانية حدوث الجريان السيلي من خلاله في حاله سقوط أمطار عليها حتى وإن كانت إعصارية .

2 – من خلال الدراسة تبين للباحث أن أغلب ميل وادي درنة كان باتجاه الشمال بمساحة بلغت 159 كم2 اي ما يعادل 29% من إجمالي مساحة الحوض ، كما يتميز الوادي بطابع انحداري شديد، وآخر جرفي وفق تصنيف يونج .

3 – أظهرت الدراسة الشكلية لحوض التصريف أن مساحته تبلغ حوالي 581.6 كم²، بينما يقدّر محيطه بنحو 240.6 كم، ويصل طوله إلى 78.86 كم، بنسبة طول إلى عرض تُقدّر بـ 5.4، ما يشير إلى شكل طولي ممدود .

4 – أما من الناحية المورفومترية، فقد كشفت النتائج عن بعض المؤشرات الجيومورفولوجية المهمة، إذ بلغ معامل الاستدارة 0.13، مما يدل على أن الحوض بعيد عن الشكل الدائري، ويقع في المراحل الأولى من دورة التحتية، قبل أن تتأثر معالمه بعوامل الجفاف. وفيما يخص شبكة التصريف، فقد تبين أن الحوض يحتوي على 1118 مجرى مائي، تُشكّل المجاري من الرتبة الأولى الغالبية بعدد 874 مجرى، تليها الرتبة الثانية بـ 196 مجرى، ثم الثالثة بـ 39 مجرى، والرابعة بـ 8 مجارٍ، في حين سُجلت مجرى واحد فقط من الرتبة الخامسة.

5 – أظهرت الدراسة المورفومترية مدى التباين الواضح بين احواض الروافد الرئيسية لحوض وادي درنة من حيث المساحة والأبعاد ، حيث لعبت الخصائص الجيولوجية للحوض دورا كبيرا في هذا التباين؛ حيث سيادة التكوينات الصلبة مما عمل على زيادة إعداد الروافد المائية للوادي واسهم في عمليات النحت الجانبي ومن ثم زيادة المساحة الحوضية لها .

6 – من خلال دراسة الخصائص الجيولوجية للتكوينات الصخرية الموجوده في الحوض تبين للباحث أن الصخور الجيرية التي تغطي سطح المنطقة يرجع تاريخها إلى الزمنين الثالث والرابع التي تحتوي على الاحجار الجيرية والدولوميتيه والطفلة

7 – أوضحت الدراسة أيضا بان قيمة كثافة التصريف بلغت 1.98 كم/ كم2 وهو معدل تصريف منخفض جدا حسب تصنيف Strahler [1964] لانه جاء ما بين معدل 0 – 12 ، وبلغت قيمة معامل تكرار المجارى 1.92 مجرى / كم ومعدل بقاء المجاري 0.50 كم2 /كم ، وهذا ما يدل على قلة كبير في تقطع سطح الحوض بالمجاري المائية .

8 – اوضحت الدراسة أن قيمة الوعورة بلغت 1.31 ، وهي مرتفعة؛ وذلك لارتفاع قيمة التضرس الحوضي الذي أدى لاحتفاظ الحوض بوعورة سطحه، وهو يشكل خطرا على مدينة درنة لوقوعها في أسفل الوادي ، بينما جاءت نسيج الحوض 4.6، أي أنه ينتمي لفئات الاحواض ذات النسيج المتوسط الذي يدل على طبيعة الصخور ذات النفاذية العالية التي تغطي أجزاء منها .

التوصيات –

1 – لابد من تحديث البيانات الرقمية DEM واستخدام صور أقمار صناعية حديثة من أجل الحصول على نتائج أكثر دقه خاصة في ظل تغيرات التضاريس بسبب الكوارث الطبيعية.

2 – ضرورة إجراء دراسات مكملة لهذه الدراسة مثل دراسة الحصاد المائي، وتقدير حجم الجريان السطحي وانجراف التربة وغيرها من الدراسات التي تعتمد على تحليل الخصائص المورفومترية .

3 – تبني مبدأ الإدارة المتكاملة لحوض الوادي؛ أي إدارة الحوض كوحده بيئية متكاملة تساعد على تحقيق تنمية مستدامة تقلل من التدهور البيئي في المنطقة .

4 – لارتفاع الكثافة التصريفية للحوض يجب تركيب محطات مراقبة هيدرولوجية مبكرة في المنطقة.

5 – لابد من إعداد خرائط تفصيلية لمخاطر الفيضانات؛ وذلك لأن خصائص المورفومترية للحوض أوضحت تزايد احتمالية الفيضانات المفاجئه في منطقة الدراسة .

6 – الحد من التوسع العمراني في مناطق التصريف النشط؛ وذلك من خلال تجنب إنشاء البنية التحتية الحيوية كالمساكن والطرق في مناطق التصريف العليا أو السفلى التي أظهرت نشاطا عاليا.

المراجع –

1 – المهير، احمد فرج ، 2024م ، " التحليل المورفومتري لحوض وادي الحمام باستخدام نظم المعلومات الجغرافية " ، المؤتمر الأول لأقسام الجغرافيا بجامعة الزاوية بالتعاون مع المركز الليبي للدراسات الجيومرفولوجية .

2 – الغاشي ، محمد وإدلي ، محسن ولطو ، ناديه ،2014 م ، " الخصائص المورفومترية للأحواض الجبلية ودورها في السلوك الهيدرولوجي " ، المجلة الدولية للبيئة والمياه ، مجلد 6 ، العدد 3 .

3 – الفيتوري ، علي محمد ، ولشهب ، سعد رجب ، 2021م ، " الخصائص المورفومتريه والهيدرولوجيه لحوضي وادي درنة ووادي مرقص شمال شرق ليبيا – دراسة تطبيقيه مقارنة "، مجله جامعه سرت ، العدد 2

4 – عاشور ، عبد الونيس عبد العزيز ، 2022م ، " تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي درنة بالتكامل بين تقنيات نظم المعلومات الجغرافية ونموذج SCS–CN " ، مجلة جامعة سبها للعلوم التطبيقية ، العدد 21 .

5 – الهرام ، فتحي أحمد 1995م ، " التضاريس الجيومورفولوجيا – دراسه في الجغرافيا " ، تحرير [الهادي بولقمه ، سعد القزيري] ، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والاعلان .

6 – مركز البحوث الصناعية ، " الكتيب التفسيري للوحه درنة الجيولوجية " ، طرابلس ، 1971م .

7 – إسماعيل ، انور فتح الله . 2000م ،" العجز المائي وآثاره في اقليم حوض وادي درنة – دراسة جغرافية " رسالة ماجستير ، غير منشورة ، مقدمة إلى مجلس كلية الآداب ، جامعة قار يونس ، بنغازي .

8 – مركز البحوث الصناعية ، " خريطة ليبيا الجيولوجية " ،1974م ، لوحة درنة ، مقياس 1:250000 .

9 – السبيعي ، سليمان يحيى ، وصالح ، محمود علي ، 2022م ، " حوض وادي السهل الغربي بهضبة البطنان – دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات " ، مجلة سرت للعلوم الانسانية ، المجلد 12 ، العدد 1 .

10 – جودة ، حسنين جودة ، 1975م ، " جيومورفولوجية الأراضي الليبية "، الجزء 2، منشورات جامعة بنغازي

11 – ابو راضي ، فتحي عبدالعزيز ، 2004م ، " الأصول العامة فى الجيومورفولوجية " ، دار النهضة بيروت

12 – محسوب ، محمد صبري ، 1997م ، " جيومورفولوجية الأشكال الأرضية " ، ط 1 ، الفكر العربي، القاهرة

13 – سلامة ، حسن رمضان ، 1980م ، " التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية فى الأردن " ، مجلة العلوم الإنسانية ، المجلد السابع ،عدد1 ، الأردن .

14 – الدليمي ، خلف حسين ، 2005م ، "التضاريس الأرضية – دراسة جيومورفولوجية" ، دار صفاء عمان. 15– ابوبكر ، أمينة صالح ، 2008م ، " وادي السيرات دراسة جيومورفومترية بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS " ، رسالة ماجستير منشورة بمطابع جامعة الزاوية" .

16 – تراب ، محمد مجدي ، "التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي قصيب بالنطاق الشرقي من شبه جزيرة سيناء" ، المجلة الجغرافية العربية ، تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد الثلاثون .

17 – الشامخ ، نعيمه موسى ، 2024م ، "استخدام نموذج الارتفاع الرقمي DEM في تحليل المتغيرات المورفومترية لحوض وادي لبده " ، مجلة الأصالة ، العدد 10 ، مجلد 1 .

18 – فضه ، اياد حكم ، 2013م ، " تحديد المناطق المعرضه لخطر الفيضان في شمال الرياض باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد " ، الجمعية الجغرافية العمومية ، الخرج ، العدد 29 .

19 – الجميلي ، مشعل ، 2008م ، " وادي درنة في صحراء الجماهيرية الليبية دراسة هيدرومورفومترية" ، المجلة العراقية لدراسات الصحراء ، المجلد 1 ، عدد 1 .

20 – الشقور ، سطام سالم ، 2018م ، " تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي اليتم باستخدام نموذج التضرس الرقمي" ، مؤته للبحوث والدراسات ، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، المجلد 33 ، العدد 5 .

21 – سلامة ، حسن رمضان ، 1982م ، "الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجيا" ، سلسلة رسائل جغرافية ، وحدة البحث والترجمة ، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد 43 .

22 – شريف ، ازاد جلال ، 2000م ، " هيدرومورفومترية " ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد 43

23 – واجد ، زينب صالح ، 2017م ، " هيدرولوجية وجيومرفولوجية حوض وادي ابو غار في محافظة المثني" ، رسالة ماجستير ، جامعة الكوفة ، كلية الآداب .

24 – ابو العينين ، حسن سيد ، 1976م ، "أصول الجيومورفولوجية دراسة الاشكال التضاريسية لسطح الارض" ، دار النهضة العربية ، بيروت .

25 – المحسن ، اسباهية يونس ، 1191م ، "جيمورفولوجية الجزء الشمالي من منطقة الجزيرة شمال العراق " ، أطروحة دكتوراه ، غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة بغداد .

26 – حسين ، احمد حسين ، 2019م ، "تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي العبرة غرب محافظة نينوي " ، مجلة جامعة كركوك للدراسات الانسانية ، المجلد 14 ، العدد 2 .

27 – ابوحديد ، أحمد عبدالفتاح ،2023م ، "أخطار الجريان السيلي على طريق قنا – دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية بأستخدام تقنيات الجيوماتكس " ، مجلة كلية الآداب بقنا ، المجلد 32 ، العدد 59 .

28 – الجذوري ، علي عبد الحسين ، 2019م ، "هيدروجيومورفولوجية حوض وادي ناشريان شمال شرق محافظة ميسان" ، أطروحة دكتوراه ، غير منشورة ، كلية التربية للعلوم الانسانية جامعة واسط .