التحليل الكمي للمتغيرات المورفومترية ودلالاتها الجيومورفولوجية لحوض وادي المريش

Quantitative Analysis of Morphometric Variables and their Geomorphological implications in Al-Marish Wadi Basin

إعداد

نوال القحطاني

Nawal Al-Qahtani

مرشح دكتوراه بجامعة الملك خالد

Doi: 10.21608/jasg.2023.296257

استلام البحث : ٣ / ٣ / ٢٠٢٣

قبـــول النشر : ٢٤ / ٣ / ٢٠٢٣

القحطاني، نوال(٢٠٢٣). التحليل الكمي للمتغيرات المورفومترية ودلالاتها الجيومورفولوجية لحوض وادي المريش . ***المجلة العربية للدراسات الجغرافية***، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، ٦(١٧) ، ٩٧ -١٣٠.

https://jasg.journals.ekb.eg

التحليل الكمي للمتغيرات المورفومترية ودلالاتها الجيومورفولوجية لحوض وادي المريش

المستخلص:

تناولت هذه الدراسة تحليل المتغيرات المورفومترية لحوض وادي المريش الواقع بمنطقة عسير، حيث استخدمت الدراسة نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية لاستخلاص الشبكة المائية للحوض، لغرض استخراج القياسات المورفومترية المتمثلة في المتغيرات المساحية، والمورفولوجية، وخصائص الشبكة المائية للحوض بالإضافة إلى المتغيرات التضاريسية. وقد اعتمدت الدراسة لخدمة أهدافها على المنهج الوصفي والأسلوب الكمي بهدف تحليل واستقراء النتائج التي توصلت لها الدراسة. كما هدفت الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات مكانية رقمية للمتغيرات المورفومترية لحوض وادي المريش، وإظهار العلاقات الارتباطية بين تلك المتغيرات ودلالاتها الجيومورفولوجية. وقد أظهرت النتائج أن المتغيرات المورفومترية للحوض تظهر تبايناً واضحاً على مستوى سماته المورفولوجية، اذ سجلت نسبتي الاستدارة والاستطالة (٠.٤٨-٠.٤٠) على التوالي، أما معامل الشكل (٠.٣٩)، ومعامل الانبعاج (٠.٦٤) ومعامل الاندماج (٠.٦٠)، لذا فهو يميل نسبياً للشكل الطولي. واتضح أن نسبة التشعب في الحوض مرتفعة بلغت (٤.٤)، ويرجع ذلك إلى ميل الحوض إلى الشكل غير المنتظم، وعليه تستغرق المياه فترة طويلة حتى تصل الى مخارج الروافد. وأظهرت متغيرات الشبكة المائية أن الحوض يمتلك خمس رتب مائية، بعدد (٧٢٦) مجرى، وبطول بلغ (٢٤٥.٥٢) لكامل أطوال المجاري بالحوض. وحققت قيمة الكثافة التصريفية للحوض (٣.٤كم/كم^{2})، وهي تعد منخفضة جداً إذا ما قورنت بما جاء في تصنيف سترايلر حيث ذكر أن الكثافة التصريفية التي تقل عن ١٢ تصنف على انها ضعيفة. في مقابل ذلك سجلت نسبة التضرس نحو (٠.٠٢٣م/كم)، وتعد قيمة منخفضة، مما يدل على تقارب الفارق النسبي بين أعلى منسوب وأدناه بالحوض، بينما ارتفع معامل النسيج الطبوغرافي إلى (١٦.٦ مجرى/كم)، فهو بذلك يدخل ضمن القيم المرتفعة النسيج من التصنيف الناعم حسب مقياس سميث.

وعلى ذلك توصي الدراسة بإجراء التحليلات المورفومترية للشبكات المائية وبناء قواعد بيانات رقمية، تُمكن من معرفة الدورة الهيدرولوجية بالحوض، وتحديد قدرة الجريان المائي من أجل تفادي حدوث الأخطار السيلية عند التخطيط العمراني وإقامة المنشآت المختلفة.

كلمات مفتاحية: التحليل الكمي– المتغيرات المورفومترية – الدلالات الجيومورفولوجية – وادي المريش.

Abstract:

This study addressed the analysis of morphometric variables in the Wadi Al-Marish basin, located in the Asir region. The study

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

utilized Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing, relying on the digital elevation model to extract the hydrological network of the basin. The morphometric measurements were extracted, including spatial, morphological, and hydrological network characteristics of the basin, in addition to topographic variables.

The study adopted a descriptive approach and a quantitative method aimed at analyzing and interpreting the results obtained. The study aimed to build a digital spatial database for the morphometric variables of the basin and demonstrate the correlational relationships between these variables and their geomorphological implications. The results showed that the morphometric variables of the basin exhibit clear variation at the level of its morphological characteristics, as the circularity and elongation ratios were recorded at (0.48-0.40), respectively. Meanwhile, the shape coefficient reached (39.0), while the concavity coefficient was (0.64), and the integration coefficient was (0.6٠). Consequently, there is a relative tendency towards an elongated shape. It was found that the bifurcation ratio in the basin is high, reaching (414), due to the irregular shape of the basin. Therefore, it takes a long time for water to reach the outlets of the tributaries. The variables of the water network showed that the basin has five water orders, with a total of (726) channels and a length of (245.52) km throughout the basin. The drainage density of the basin was achieved at (3.4) km/km, which is very low compared to Strahler's classification, which states that drainage density less than 12 is considered weak.

On the other hand, the erosion ratio was recorded at (0.023) m/km, which is a low value. This indicates a convergence of the relative difference between the highest and lowest elevations in the basin. Meanwhile, the terrain coefficient has increased to (16.6) stream km, which falls within the high values of the terrain coefficient in the smoothness classification according to the Smith scale.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

Therefore, the study recommends conducting morphometric analysis of water networks and building digital databases to determine the hydrological cycle in the basin and assess the capacity of water flow to prevent the occurrence of flash floods during urban planning and construction of various facilities.

Keywords: quantitative analysis, morphometric variables, geomorphological implications, Wadi Al-Marish.

المقدمة:

يعتبر التحليل المورفومتري من أهم الوسائل العلمية الحديثة المستخدمة في الدراسات الجيومورفولوجية، وذلك لما يتيحه هذا الأسلوب من قياسات كمية تعطي تصورا واضحا لموضوع الدراسة ونتائج يمكن عن طريقها فهم الظروف المؤثرة على الشكل وخصائصه الجيومورفولوجية، وعلاقة الشكل بالمتغيرات الأخرى، ودلالة تلك الأشكال الجيومورفولوجية، ومدى إمكانية الربط بينهما في إطار كمي، والواقع أن وسائل التحليل المورفومتري قد بدأت تأخذ مكاناً هاماً في الدراسات والبحوث الجيومورفولوجية التطبيقية المختلفة، وقد عززت التقنيات الحديثة لوسائل الاستشعار عن بعد وبيئة نظم المعلومات الجغرافية على اتاحة المجال بشكل كبير أمام هذا النوع من الدراسات.

ومن الأمور الهامة في دراسة تركيب الأحواض المائية مجموعة من المتغيرات المورفومترية التي تتعلق بخصائص الشبكة المائية التصريفية، وخصائص الحوض المساحية والمورفولوجية والتضاريسية، حيث إن لكل من تلك المتغيرات مؤشرات ودلائل على الدورة الهيدرولوجية والمورفولوجية، والتي تُمكن من فهم طبيعة المجرى المائي والكثافة التصريفية، والتي يجب ان تؤخذ بعين الاعتبار في الدراسات الهيدرولوجية، بهدف معرفة مؤشرات المتغيرات المورفومترية الهندسية لسطح الأرض وعلاقتها المكانية بالخصائص التضاريسية.

تمثل تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات احدى الادوات الفاعلة في دراسة الأحواض المائية؛ لما تقدمة من نتائج ذات دقة عالية، كما تسهم في اجراء العديد من الحسابات الرياضية للقياسات المورفومترية، وهذا بدوره دفع بالباحثين لبناء قاعدة بيانات تشمل كافة الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف، ومن هذه الدراسات ما قدمته دراسة (الدغيري والعوضي، ٢٠١٢) حول تحليل مورفومترية حوض وادي السهل بالقصيم، ايضاً أكدت دراسة (عوض وسعد، ٢٠٢٠) أهمية نموذج الارتفاعات الرقمية في التحليلات المورفومترية للأحواض. وقد اوضحت تلك الدراسات وغيرها الدور الهام لهذه

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الأساليب التقنية ومكوناتها في قياس وتحديد الخصائص المكانية للمتغيرات المورفومترية وإمكانية تفسير دلالاتها الجيومورفولوجية.

مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة في استخراج خصائص المتغيرات المورفومترية لحوض وادي المريش وتحليلها كمياً بالمعادلات الرياضية، للحصول على القياسات الدقيقة، كذلك تسعى الدراسة إلى إيجاد الترابط المكاني بين المتغيرات المورفومترية ومؤشراتها الجيومورفولجية، وذلك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لإنتاج الخرائط الرقمية وتوفير قاعدة بيانات مورفومترية من أجل تقديم نموذج مكاني معزز بالجانب التطبيقي. ومن هنا تسعى الدراسة للإجابة على التساؤلات التالية:

١-ما هي الخصائص المكانية للمتغيرات المورفومترية لحوض وادي المريش؟

٢-ما هي العلاقة الارتباطية بين المتغيرات المورفومترية ودلالاتها الجيومورفولجية؟

أهداف الدراسة:

١- تحليل الخصائص المكانية للمتغيرات المورفومترية لحوض وادي المريش.

٢- توضيح العلاقة الارتباطية بين المتغيرات المورفومترية ودلالاتها الجيومورفولجية.

أهمية الدراسة:

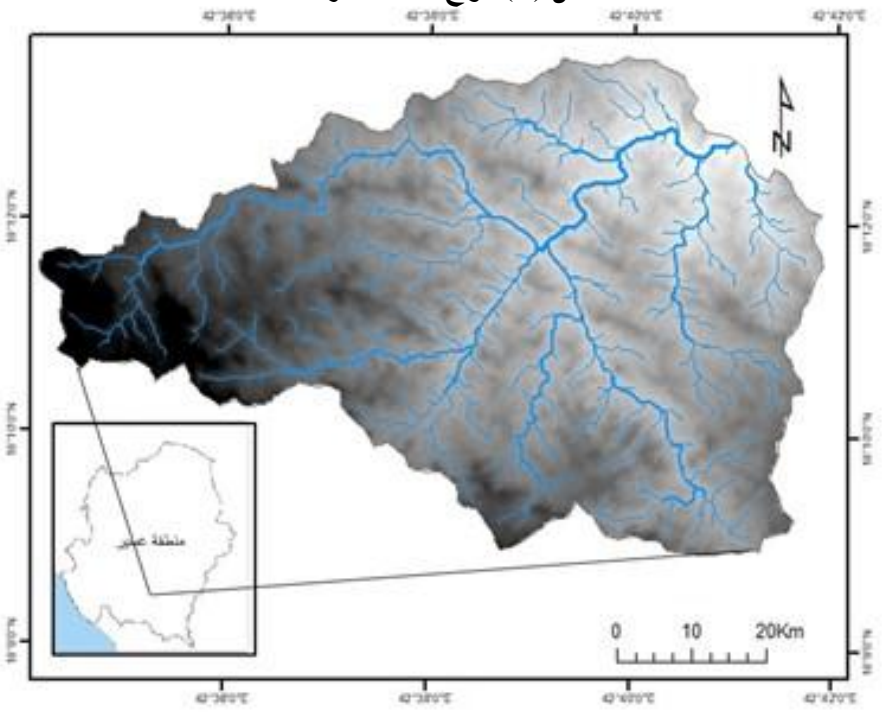
في التحليل الكمي للمتغيرات المورفومترية للحوض، بالاعتماد على التقنيات الحاسوبية الرقمية الدقيقة، بهدف تشكيل قاعدة بيانات مورفومترية، والاستفادة منها في الدراسات الهيدرولوجية والتطبيقات الجيومورفولوجية على مستوى منطقة الدراسة.

وللقيام بالتحليل الكمي هناك مجموعة من **الإجراءات المنهجية** للدراسة، حيث اعتمدت على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) التابع للقمر (ASTER)، بلغت دقته المكانية ٣٠م، كما استخدمت الدراسة الخريطة الجيولوجية التابعة للمديرية العامة للشئون البلدية والقروية لمنطقة عسير (٢٠١١) مشروع الدراسات التخطيطية الشاملة لمنطقة عسير، كذلك استندت على البيانات المناخية الصادرة عن الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة. اتبع هذا التحليل طريقة المنهج الوصفي اعتماداً على الإطار المعلوماتي والبيانات المتوفرة، من خلال تحليل البيانات الرقمية، وإظهار الاختلافات الكمية للمتغيرات المدروسة في ظل اظهار العلاقات التبادلية بينها، والخروج بنتائج وتوصيات تخدم أهداف الدراسة.

موقع منطقة الدراسة: يقع حوض وادي المريش إلى الجنوب الشرقي من مدينة أبها بمنطقة عسير، ويمتد بين خطي طول (٠٠ ٣٤ ٤٢) و (٠٠ ٤٢ ٤٢) شرقا، ودائرتي عرض (٠٠ ١٠ ١٨) و (٠٠ ٢٠ ١٨) شمالاً، الشكل (١)، تبلغ مساحته الاجمالية (٧٢.١١ كم^{٢})، ويصل طوله (١٣.٦كم)، ومتوسط عرضه (٥.٣كم).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الشكل (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على نموذج (DEM) التابع لقمر (ASTER)

أولاً: السمات الطبيعية لحوض وادي المريش:

١-١وحدة التركيب الجيولوجي: تأثر الدرع العربي خلال تاريخه الجيولوجي في الزمنين الثاني و الثالث بالحركات التكتونية الأرضية، التي نتج عنها حدوث انفصال للقارة الأفريقية عن شبة الجزيرة العربية، وظهور البحر الأحمر بينهما كفاصل انكساري، مما أدت إلى رفع القسم الغربي من شبه الجزيرة العربية، حيث تكونت سلسلة الجبال الغربية، ومنها برزت القمم الجبلية، مع اختراق مجاري الأحواض المائية بين تلك المرتفعات كما هو الحال في منطقة عسير، اذ تعرضت لتلك الأحداث التي رافقت مسار تغير كتلة الدرع العربي، وقد تزامن مع انفصال الكتلة حدوث تصدع متباين بزوايا مختلفة من المنطقة، حيث ساهمت الحركات التكتونية التي حدثت في عصر البلايوسين إلى ظهور صدوع عرضية قطعت السلاسل الجبلية وبرزت مسارات الأودية والقمم الجبلية.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

لذا الدرع العربي مغطى باللابات البركانية، والصخور النارية والمتحولة، كما يتخلله في بعض اجزائه كتل من الصخور الرسوبية، وهو يتألف من القاعدة الأركية القديمة الصلبة، ذات التعقيد الشديد، حيث يعود عصر تركيب منطقة عسير الجيولوجية إلى زمن ما قبل الكمبري، والتي تصل اعمارها إلى ملايين السنيين (محسوب وآخرون، ١٩٩٩)، حيث يظهر الوضع الجيولوجي بمنطقة الدراسة تعدداً في محتوياتها الصخرية وتركيبتها البنائية، ويمكن إيضاح ذلك فيما يلي:

يشير جدول (١) إلى تعدد أنواع الصخور النارية الصلبة ذات التركيب المعقد مختلفة المنشأ، حيث تعد هي الأكثر تواجداً بمنطقة الدراسة، مع تداخل تكوينات الصخور الرسوبية، وهي من نوع الصخور النارية الحمضية. ويظهر أن وحدة صخور التونالايت تغطي أكثر من نصف مساحة منطقة الدراسة بنحو ٥٦.٩٧كم^{٢}، أي بنسبة ٧٨.٩٨% من مساحة الحوض الكلية، وينتشر على نطاق متسع من الأجزاء الوسطى للحوض حتى الأطراف الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية.

أما وحدة الشست البركاني يتكون من وحدات بركانية رسوبية هشة، تنتمي إلى الزمن الرابع، أي أنها أكثر حداثة من حيث تكوين الصخور (سقا، ٢٠٠٤)، تغطي هذه التكوينات نحو ١٠.٩٠ كم^{٢}، بما يمثل ١٥.١١% من مساحة الحوض إجمالاً. في حين تنتشر وحدة صخور البازلت والانديسايت بمجال مكاني صغير مقارنة بالوحدات الجيولوجية السابقة، فهو لا يتجاوز مساحة ٤.٢٥ كم^{٢}، ويشكل نسبة لا تتجاوز ٦% من كامل منطقة الدراسة. الشكل (٢).

الجدول (١): وحدة التركيب الجيولوجي لحوض وادي المريش

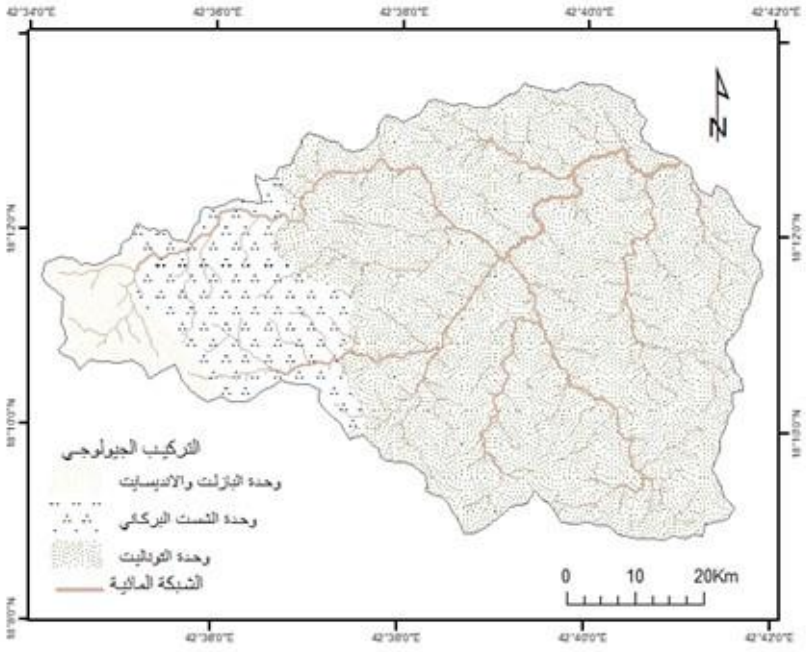
التركيب الجيولوجي	المساحة (كم^{٢})	النسبة (%)
وحدة التونالايت	٥٦.٩٧	٧٨.٩٨
وحدة الشست البركاني	١٠.٩٠	١٥.١١
وحدة البازلت والانديسايت	٤.٢٥	٥.٩٠
المجموع	٧٢.١٢	١٠٠

المصدر: بالاعتماد على بيانات الخريطة الجيولوجية التابعة للمديرية العامة للشئون البلدية والقروية لمنطقة عسير (٢٠١١) مشروع الدراسات التخطيطية الشاملة لمنطقة عسير

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

ويمكن أن نستنتج من تركيبة الحوض الجيولوجية بأن أغلبها صخور صلبة ومقاومة لعمليات التعرية المختلفة، مما قد يؤثر ذلك على تقدم الدورة الهيدرولوجية بالحوض.

الشكل (٢): وحدة التركيب الجيولوجي لحوض وادي المريش



المصدر: بالاعتماد على بيانات الخريطة الجيولوجية التابعة للمديرية العامة للشئون البلدية والقروية لمنطقة عسير (٢٠١١) مشروع الدراسات التخطيطية الشاملة لمنطقة عسير

الخصائص المناخية:

تعد دراسة المناخ من أهم العوامل التي تتأثر بها العمليات الجيومورفولوجية. تمتاز منطقة الدراسة بصورة عام بكثافة الأمطار مقارنة بباقي مناطق المملكة، حيث تشهد فترات مطرية في فصلي الربيع والصيف، وتتراوح معدل كمية الامطار السنوية ما بين (٢٠٠ و٥٠٠) ملم. وقد استندت الدراسة في بياناتها المناخية على محطة سد أبها، والتي تقع على ارتفاع (٢٢٠٠م)، وكانت البيانات التفصيلية لعناصر المناخ تمثل الفترة ما بين (١٩٨٠ –

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

٢٠١٥م) والتي تصل إلى (٣٦) سنة، وهي فترة طويلة جداً كفيلة بتزويدنا عن الظروف المناخية التي سادت في الشبكة المائية بمنطقة الدراسة.

الأمطار:

يتميز النظام المطري في منطقة عسير بالغزارة النسبية مقارنة بالأقاليم الأخرى، فهو أغزرها أمطاراً على مدار السنة مع حدة ملحوظة في الفترة الربيعية – الصيفية (الجراش، ١٩٩٢)، يزداد معدل سقوط الأمطار على الأجزاء الجنوبية الغربية للحوض، لوجود المرتفعات العالية التي تستقطب العواصف المطرية مقارنة بغيرها من الأجزاء الأخرى من الحوض، لذا يصل متوسط سقوط الأمطار السنوي في المرتفعات (٤١٤) ملم، ومن خلال المعطيات الواردة بالجدول (٢) والشكل (٣) يمكن ذكر أهم المؤشرات الفصلية والمكانية للأمطار كما يلي:

تؤدي شدة هبوب الرياح الجنوبية الغربية الممطرة إلى زيادة معدل كمية الأمطار في فصل الربيع، حيث تسقط بكمية أكبر على المرتفعات، كما هو الحال في الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة، والتي تضم الأجزاء العليا للحوض، حيث يستمد مياهه من تلك المرتفعات، وقد سجلت أكبر كمية خلال هذا الفصل في شهري مارس وأبريل نحو (٤٦) ملم.

تتأثر منطقة الدراسة في فصل الصيف بمنخفض الهند الموسمي الحار أو ما يعرف بالجبهة بين المدارية والمعروفة علمياً بـ (Inter Tropical Convergence Zone)، ومن خصائصها أنها دافئة ومحملة ببخار الماء، فعند اصطدامها بالمرتفعات يتكاثف بخار الماء ومن ثم تسقط الأمطار المصحوبة في بعض الأحيان بالعواصف الرعدية على المنطقة. تتميز أمطار الصيف بالاختلاف بين الكمية وأماكن السقوط، والمرتفعات لها النصيب الأكبر من هذه الأمطار، وقد سجلت أكبر كمية لهذا الفصل خلال شهر أغسطس حيث بلغت نحو (٢٥ ملم).

وبنهاية فصل الصيف يتراجع المنخفض، ويتقدم منخفض البحر الأحمر الدافئ والرطب، حيث يتميز هذا المنخفض بأن درجات الحرارة فيه أقل من منخفض الهند الموسمي، ومعه تقل كمية الأمطار، حيث يمثل فصل الخريف فترة فاصلة ما بين فصلي الشتاء والصيف، وقد سجلت أكبر كمية له في شهر سبتمبر حيث وصلت نحو (٦ ملم)، لذا فهو يمثل أقل فصول السنة في معدلات كمية الأمطار الساقطة على حوض وادي المريش.

أما في فصل الشتاء تسيطر جبهة هوائية باردة على شرق البحر المتوسط، يصل تأثيرها للمنطقة الجنوبية الغربية، وتتأثر بها منطقة الدراسة، حيث يكون هناك التقاء بين الجبهة القادمة من شرق البحر المتوسط مع منخفض البحر الأحمر، مما يؤدي إلى عدم

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

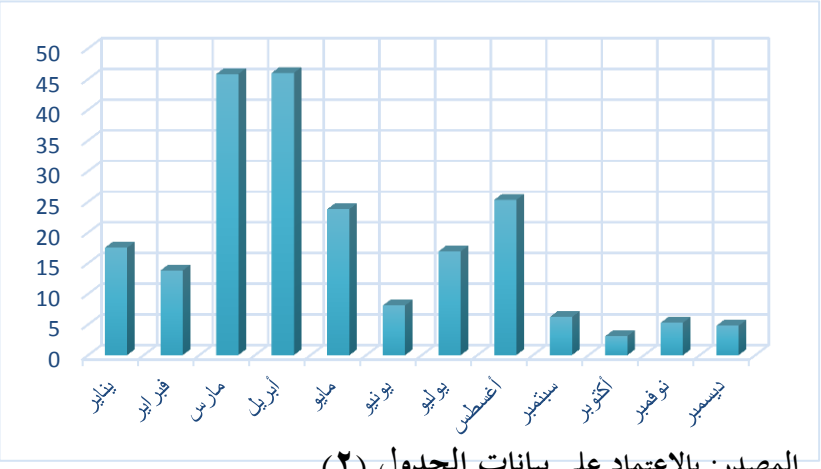
استقرار الجو بالحوض، وبالتالي سقوط الأمطار وانخفاض درجات الحرارة بشكل ملموس، وقد سجلت أكبر كمية لهذا الفصل خلال شهر يناير حيث بلغت نحو (١٧ ملم).

الجدول (٢): كميات الأمطار الشهرية للفترة ١٩٨٠-٢٠١٥م

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
	١٧.٥	١٣.٨	٤٥.٨	٤٦	٢٣.٨	٨.١	١٦.٩	٢٥.٣	٦.٢	٣.١	٥.٣	٤.٨

المصدر: بالاعتماد على البيانات المناخية لمحطة سد أبها

الشكل (٣): كميات الأمطار الشهرية للفترة ١٩٨٠-٢٠١٥م



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (٢)

الحرارة:

نظراً لارتفاع منطقة الدراسة والذي يزيد عن ٢٢٠٠م عن سطح البحر فأن درجات الحرارة تختلف باختلاف المظهر الطبوغرافي للحوض، وسطح منطقة الدراسة يتدرج في الارتفاع من الغرب إلى مناطق اقل ارتفاعاً كلما اتجهنا شرقاً، لذا درجات الحرارة متقاربة في التفاوت بين ارجاء الحوض، ولكن الطابع العام لها معتدل، فمن خلال الجدول (٣) والشكل (٤) والذي يبين معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى لحوض وادي المريش للفترة ما بين (١٩٨٠-٢٠١٥م).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

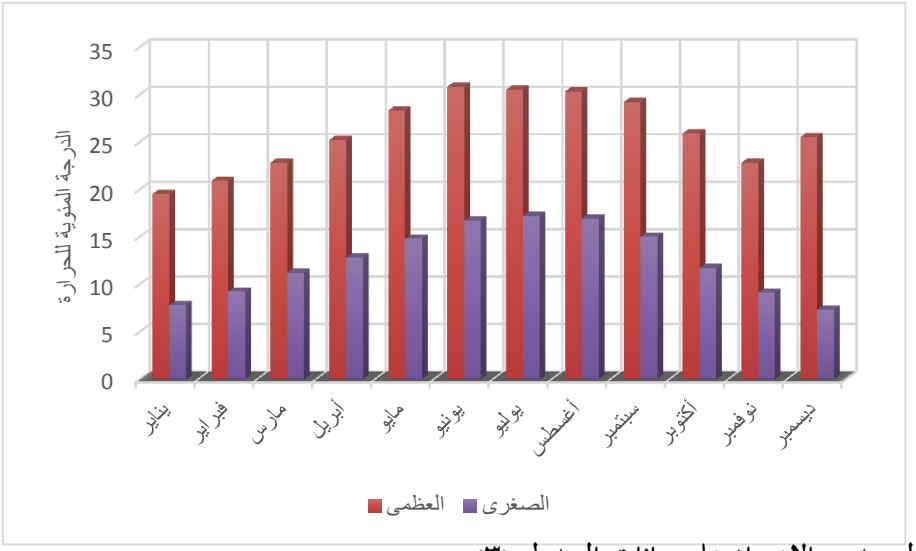
نلاحظ أن درجة الحرارة في الصيف تزيد عن ٣٠ درجة مئوية، حيث تكون درجة الحرارة مرتفعة في بطون أحواض الأودية والمناطق السهلية المجاورة لها، بينما تقل عنها في المناطق الهضبية والجبلية. وأما خلال شهور الشتاء فأنها تنخفض درجة الحرارة بشكل كبير، خاصة على قمم المرتفعات الجبلية غرب الحوض، والتي قد تنخفض فيها الحرارة إلى ٧ درجات مئوية، كما تتأثر في أحيان أخرى بتقدم المرتفع السيبيري شديد البرودة، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض شديد في درجات الحرارة والتي تصل إلى ٧ درجات مئوية. أما فصل الربيع فأن درجة الحرارة تكون معتدلة ذو نهار دافئ مشمس وليالي باردة، حيث تصل المعدلات الشهرية الربيعية لمنطقة الدراسة حوالي ١٤ درجة مئوية. وكما هو الحال في فصل الخريف حيث يسود الدفء نهاراً، والحرارة المنخفضة ليلاً.

الجدول (٣): متوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى لحوض وادي المريش الفترة (١٩٨٠-٢٠١٥م)

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
العظمى	١٩.٥	٢٠.٩	٢٢.٨	٢٥.٢	٢٨.٣	٣٠.٨	٣٠.٥	٣٠.٣	٢٩.٢	٢٥.٩	٢٢.٨	٢٥.٥
الصغرى	٧.٨	٩.٢	١١.٢	١٢.٨	١٤.٨	١٦.٧	١٧.٢	١٦.٩	١٥	١١.٧	٩.١	٧.٣

المصدر: بالاعتماد على البيانات المناخية لمحطة سد أبها

الشكل (٤): متوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى لحوض وادي المريش الفترة (١٩٨٠-٢٠١٥م)



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (٣)

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

ثانياً: المتغيرات المورفومترية لحوض وادي المريش:

تعتبر المتغيرات المورفومترية لأحواض التصريف محصلة التفاعلات المتبادلة بين التركيب الصخري والعوامل المناخية وعمليات التعرية السائدة، ويتأثر الجريان السيلي بالخصائص الشكلية والمساحية للأحواض المائية التي تعتبر هي الأخرى حصيلة التطورات الجيومورفولوجية التي عرفتها التضاريس منذ فترة البلايستوسين المطيرة Pleistocene حتى الآن، أي منذ نحو ١.٨ –٦١٠ سنة. ويرجع الباحثون في هذا المجال أصل نظم التصريف النهري بالجزيرة العربية والصحراء الكبرى الإفريقية إلى دور دوناو Donau أي قبل ٢ – ١٠ ٦ سنة الذي تلاه دورا ما قبل الفورم والفورم Wurm الأقل مطراً، بحيث كان هذان الدوران فترة تنشيط لعمل التعرية المائية وإعادة النشاط الهيدرولوجي لنظم التصريف النهري بواسطة ظهور مجاري جديدة من الرتب الدنيا (جودة، ١٩٦٦). وبناءً على ذلك فأن الشبكة المائية لها دلالاتها الجيمورفولوجية والهيدرولوجية المرتبطة بالعمليات المورفوديناميكية للجريان السيلي (بوروبة، ٢٠٠٧)، لذا فالأحوال المناخية والتركيب الصخري والمظهر التضاريسي لها علاقة ارتباطية مع الخصائص المورفومترية للشبكة، ويمكن استظهار أهم تلك الخصائص لحوض وادي المريش على النحو التالي:

أولاً: المتغيرات المساحية:

أ-**طول الحوض Length of basins**:

يعكس طول الحوض عملية التدفق السطحي، كما أن السطح ودرجة الانحدار لهما أكبر الأثر في تحديد طول الحوض، ويقصد بطول الحوض، طول مسافة الخط الذي يفصل بين المصب وأبعد نقطة على محيط الحوض (علاجي، ٢٠١٠)، وهو يمثل أحد المتغيرات المورفومترية الهامه، التي ترتبط بالعديد من الخصائص الأخرى بحوض التصريف، حيث يتحكم بمدة تصريف الحوض لمياهه وحمولته الرسوبية، كما تتناسب معدلات التسرب والتبخر مع طول الحوض تناسباً طردياً، وذلك لتباطؤ سرعة المياه الجارية بالاتجاه نحو مخرج الحوض، بسبب قلة المنحدرات السطحية واتساع القنوات المائية (أبو حصيرة، ٢٠١٣)، فعندما تتحرك المياه ببطء نحو المصب، فهذا يدل على قلة انحدار السطح واتساع الاحواض المائية، والعكس صحيح ،كلما كان تحرك المياه كبير، فأنه يساعد على زيادة تعميق مجراه وامتداد طوله خاصةً إذا كان الانحدار شديد. ولتحديد طول الحوض هناك العديد من الطرق القياسية ومن أهمها طريقة جريجوري (Gregory)، ووالنج (Walling)، وسميث (Smith) ،وماكسويل (Maxwell)، ولعل أشهرها طريقة شوم (schumm)

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

حيث عبر عنها بخط يمتد من نقطة مصب النهر حتى أعلى نقطة في منطقة تقسيم المياه باتجاه المنابع ، لذا تم حساب طول حوض وادي المريش الذي بلغ (١٣.٦ كم).

ب - **عرض الحوض Width of Basin**:

ويقصد به المسافة العرضية بين أبعد نقطتين على محيط الحوض، يؤدي عرض الحوض دوراً هاماً في تحديد شكل الحوض، لذا يتأثر بعدة عوامل منها سرعة الجريان المائي وكمية الأمطار، بالإضافة إلى معدلات التسرب والتبخر والنتح. فكلما زاد عرض الحوض كلما كان استيعابه من الكمية المطربة أكبر، لذا بلغ اقصى عرض لحوض وادي المريش نحو (٥.٣كم)، ويلاحظ أن الحوض يمتاز بزيادة طوله عن عرضه.

جـ- **مساحة الحوض Area of Basin**:

تعد المساحة من المنظور الجيومورفولجي مقياس هام يدل على أهمية الحوض، مما يعكس كثافة الشبكة المائية من حيث اطوالها وأعدادها وكثافتها التصريفية، بالإضافة إلى قدرتها على الحمولة من الرواسب المختلفة، فمساحة حوض التصريف هي تلك المساحة التي تمد مجرى أو عدة مجاري بالماء، كما أنها مصدر المياه التي تمد المجاري المائية باحتياجاتها من الماء، ويسهل التعامل مع هذه الوحدة المساحية، من حيث تحديد العمليات الجيومورفولوجية السائدة بها، وكذلك تحديد العناصر المناخية ومدى تأثيرها وخصوصا الأمطار (علي ٢٠٠١)، كما عُرفت مساحة حوض التصريف بأنها المساحة الكاملة التي يحدها خط تقسيم المياه ويصرفها النهر (الصالح، ١٩٩٢).

تتأثر مساحة الحوض بحجم التصريف المائي وكمية الحمولة من الرواسب، فاذا كانت مساحة حوض التصريف كبيرة كانت طاقته الاستيعابية للأمطار كبيرة، كما أن الأحواض الكبيرة يضعف بها التدفق المائي والذي تقل معه نسبة التضرس، وهذا بدوره يؤثر على عمليات الحت التراجعي. وقد تم حساب مساحة الحوض حيث بلغت نحو (٧٢.١١كم٢)، ونستخلص مما سبق أن مساحة الأحواض كلما كانت صغيرة، زادت فيها درجة الانحدار ونسبة التضرس.

د- **محيط الحوض Perimeter of Basin**

هو عبارة عن خط تقسيم المياه الذي يفصل بين كل حوض والحوض المجاور له، أي يمكن اعتبارها الحدود الخارجية للحوض، وهناك علاقة طردية بين مساحة الحوض ومحيطه، فكلما زاد محيط الحوض زادت معه المساحة؛ مما يدل على التطور الجيومورفولوجي لعمليات النحت والنقل والارساب (المالكي، ٢٠١٦)، فمن خلال المعطيات تبين أن محيط حوض وادي المريش بلغ (٤٣.٥ كم). والجدول (٤) يبين المتغيرات المساحية للحوض.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

جدول (٤): المتغيرات المساحية لحوض وادي المريش

المتغيرات المساحية	المساحة (كم٢)	الطول (كم)	متوسط العرض (كم)	المحيط (كم)
حوض وادي المريش	٧٢.١١	١٣.٦	٥.٣	٤٣.٥

ثانياً: المتغيرات المورفولوجية:

يسهم شكل الحوض Shape of Basin في معرفة العمليات الهيدرولوجية التي تنتج عن معدلات التعرية المائية، لذا تعد السمات المورفولوجية للأحواض من أهم الخصائص المورفومترية، فالأحواض مختلفة في أشكالها بناءً على تركيبتها الصخرية وكمية المياه الجارية بها من زاوية، ومن زاوية أهم يأتي دور الزمن الجيومورفولوجي في تحديث الشكل للأحواض من خلال تسويتها أو بروزها من جديد لتشكل دورة جيومورفولجية جديدة. وهذا ينعكس تأثيره على الشبكة المائية من زاوية ثالثة، تتعدد أشكال أحواض التصريف، فمنها ما يشبه حبة الكمثرى، ومنها ما هو بيضاوي، أو مستطيل، أو مستدير، أو غيرة (الصالح، ١٩٩٢)، ولا شك أن الاختلافات المورفولوجية للأحواض تؤثر على المساحات التي تكون ضمن محيط هذه الأحواض، ومن ثم على كمية الأمطار المتجمعة في هذه الأحواض وعلى كمية الجريان المائي فيها (Horton, 1945). ومن أبرز السمات المورفولوجية للأحواض ما يلي:

أ- **نسبة الاستدارة Circularity Ratio**: يمكن تعريف الاستدارة للحوض المائي بانها المقياس الذي يظهر مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري (مرزا، البارودي، ٢٠٠٥م). تم استخراج نسبة الاستدارة لحوض وادي المريش من خلال المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الاستدارة} = \frac{\text{مساحة الحوض كم2}}{\text{مساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض نفسه كم2}} \quad \text{(Miller, 1953)}$$

ففي حالة ارتفاع نسبة الاستدارة، واقترابها من الرقم واحد الصحيح، فأنه يدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، ونشاط النحت الجانبي وانتظام خط تقسيم المياه، ويعكس بذلك تقدم الدورة الحتية للحوض (محمد، وطه، ٢٠٠٩)، بينما في حالة قلة نسبة معامل الاستدارة حيث يقترب من الصفر، فهذا يدل على تعرج خط تقسيم المياه، وأن المساحة داخل الحوض ضيقة، وعدم تقارب عمليات النحت والتعرية، وأن الدورة الحتيه ما زالت في بدايتها، أي ابتعاد الحوض عن الشكل المستدير (تيم، ٢٠١٦). وتتراوح قيم المعامل من (٠-١)، وتشير القيم الأعلى من (٠.٥) على ميول الشكل إلى الدائري (مشتهى وآخرون، ٢٠١٣).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

فمن خلال تطبيق المعادلة السابقة، أشارت نتائج قياس نسبة تماسك المساحة انها بلغت في حوض وادي المريش نحو (٠.٤٨) لذا فأن هذا المعامل يعد قيمة متوسطة، وهي قيمة أقل من قيم أخرى لمناطق متشابهة كما في وادي رهجان بمكة (٠.٥٢).

ب-**نسبة الاستطالة Elongation Ratio** وتفيد هذه النسبة في تحديد مدى امتداد مساحة الحوض واقترابه من الشكل المستطيل أو ابتعاده، ويمكن القول بأنها تصف مساحة الحوض مقارنة إياها بالشكل المستطيل (مرزا، البارودي، ٢٠٠٥) ، فإذا كانت مؤشرات القيم مرتفعة أي تقترب من الواحد الصحيح، دل ذلك على أن الحوض يمتثل للشكل الدائري، كما أن النسبة المنخفضة تدل على صلابة وتماسك صخور الحوض، لمقاومته الشديدة للعمليات المختلفة، مما يؤدي ذلك إلى تأخير الحت الجانبي ، ويتم التركيز على الحت الراسي، كما أن طول المساحة يؤخر من وصول الفيضان ويتبعه تناقص في التصريف المائي، ومرد ذلك نشاط عمليات التبخر والتسرب. (سلامة، ١٩٨٥).

ومن خلال تطبيق المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة بنفس مساحة الحوض كم}}{\text{أقصى طول الحوض كم}}$$ (الصالح، ١٩٩٢)

أظهرت النتائج أن معدل معامل الاستطالة بالحوض بلغ (٠.٤٠)، لذا نلاحظ أن نسبة الاستطالة في الحوض وفقاً للتصنيف الوارد بالجدول (٥) يعد زيادة في الاستطالة، وذلك يعود للتكوين الصخري غير المتجانس والتركيب الجيولوجي، إضافةً إلى الوضع المناخي الذي ساد المنطقة خلال الحقب الزمنية.

الجدول (٥): تصنيف معامل الاستطالة

القيمة	الشكل
١ – ٠.٩	**دائري**
٠.٩ – ٠.٨	**بيضاوي**
٠.٨ – ٠.٧	**أقل استطالة**
٠.٧ – ٠.٦	**مستطيل**
أدنى من ٠.٥	**زيادة في الاستطالة**

المصدر: Pareta, K.Pareta, U. (2011)

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

جـ-معامل الشكل Form Factor :

يوضح معامل شكل الحوض العلاقة بين كل من طول ومساحة الحوض، وهذا يشير إلى مدى الملائمة بين أجزاء أحواض التصريف وانتظام شكلها العام، فكلما كانت قيمة المعامل أكبر من (٠.٥) دل ذلك على تناسق الشكل العام للحوض، واقترابه من الشكل الدائري الذي يساعد على سرعة تحويل مياه الأمطار الى مياه جارية، في حين أن القيم المنخفضة والتي تكون أقل من (٠.٥) تشير إلى عدم تناسق الشكل العام (عبد الله، ٢٠١١).

تم حساب معامل الشكل للحوض من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{معامل الشكل} = \frac{\text{مساحة الحوض كم2}}{\text{مربع طول الحوض كم2}}$$ (Strahler, 1964)

بلغ متوسط معامل الشكل للحوض (٠.٣٩)، وهي نوعاً ما منخفضة مما يشير إلى اتساع عرض الحوض وتغيره من مكان لآخر عند منابعه وضيقه عند المصبات.

د-معامل الانبعاج Lemniscates Factor

وهو يظهر التشابه بين شكل حوض التصريف والشكل الكمثرى، فمعظم أحواض التصريف تكون متناسقة الشكل، ومرد ذلك لأن أغلبها يميل إلى هذا النوع من الأشكال، وليس الشكل الدائري تماما، وتشير القيم المرتفعة للمعامل إلى الزيادة في استطالة الحوض وسيادة عملية النحت الرأسي أكثر من الجانبي، بينما تشير القيم المنخفضة إلى زيادة انبعاج شكل الحوض، وبالتالي زيادة أطوال وأعداد المجاري في رتبها الدنيا مع سيادة عمليات النحت الرأسي والجانبي (المعداوى، ٢٠٠٥).

تم الحصول على معامل الانبعاج وفق لمعادلة Chorley التالية:

$$\text{معامل الانبعاج} = \frac{\text{مربع طول الحوض}}{\text{اربعة امثال مساحة التصريف}}$$

(Gregory & walling,1976)

وبتطبيق المعادلة بلغ متوسط معامل الانبعاج لحوض وادي المريش نحو (٠.٦٤).

ه-معامل الاندماج: Compactness Factor:

ويدل هذا المعامل على التجانس الشكلي لمحيط الحوض مع مساحته، فكلما كانت القيمة مرتفعة دل على كبر محيط الحوض على حساب مساحته، وهذا مؤشر على زيادة معدل تعرج الحوض، وقلة انتظام شكل الحوض، كما تدل القيم الكبيرة على أن الحوض لم يقطع شوطاً في مراحل دورته، أما القيم المنخفضة تُشير إلى تقدم الحوض في دورة التعرية النهرية، وتم حسابه كالآتي:

$$\text{معامل الاندماج} = \frac{\text{محيط الحوض كم2}}{\text{محيط الدائرة التي تساوي مساحة الحوض كم}}$$ (عاشور، ١٩٩١)

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

بلغ متوسط معامل الاندماج للحوض (٠.٦٠)، وهي قيمة منخفضة إذا ما قارنها بمعامل الاندماج للأحواض المجاورة له، مثل وادي ابن نعمان (٠.٢٤). ويؤكد ذلك طول الحوض إلى عرضه كما بالجدول (٤). ويبين الجدول (٦) نتائج قياسات المعادلات الخاصة بالمتغيرات المورفولوجية للحوض.

جدول (٦): المتغيرات المورفولوجية لحوض وادي المريش

المتغيرات المورفولوجية	معامل الاستدارة	معامل الاستطالة	معامل الشكل	معامل الانبعاج	معامل الاندماج
حوض وادي المريش	٠.٤٨	٠.٤٠	٠.٣٩	٠.٦٤	٠.٦٠

ثالثاً: متغيرات الشبكة المائية للحوض:

يعتبر تكوين الشبكة المائية محصلة مجموعة من العوامل المؤثرة في تشكيلها، ومن أهمها: النوعية الصخرية وبنائها الجيولوجي، كذلك طبيعة المكان السطحية وظروفه المناخية، وتلخص المتغيرات التالية أهم الخصائص الهامة لكل متغير على النحو التالي:

أ-الرتب النهرية واعدادها:

قدمت الدراسات المورفومترية طرقاً عدة لقياس الرتب النهرية (Stream Order)، من حيث اعدادها، وأطوالها، وكثافتها واتجاهاتها، ومن أهمها طريقة هورتون Horton وشريف Shereve، ولعل أشهر طريقة وأكثرها تداولاً طريقة ستريلر Strahler ففي هذه الطريقة التي تدعى المجاري المائية التي ليس لها فروع بمجاري المرتبة الأولى، وإذا التقى مجريان من المرتبة الأولى تشكل مجرى من المرتبة الثانية، وإذا التقى مجريان من المرتبة الثانية تكون مجرى من المرتبة الثالثة، وإذا التقى مجريان من المرتبة الثالثة تشكل مجرى من المرتبة الرابعة وهكذا (الصالح، ١٩٩٢). وقد تم حساب المراتب النهرية لحوض وادي المريش وفقاً لطريقة وتصنيف سترايلر. حيث وصل عدد المجاري المائية في حوض وادي شعيب المريش نحو (٧٢٦) مجرى، احتلت الرتبة الأولى نحو (٥٥٩) مجرى، بنسبة ٧٦.٩٩%، وجاءت الرتبة الثانية بنحو (١٢٧) مجرى، بنسبة ١٧.٤٩%، في حين وصلت نحو (٣٠) مجرى في الرتبة الثالثة، بنسبة ٤.١٣%. أما الرتبة الرابعة كان عددها نحو (٩) مجاري، بنسبة ١.٢٣%، وجرى واحد في الرتبة الخامسة، بنسبة ٠.١٣%.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

ب-**أطوال المجاري المائية**:

تعرف أطوال المجاري المائية بأنها مسارات فروع الروافد للشبكة المائية، حيث تتباين أطوالها من مكان لآخر، والتي تأخذ طولها تبعاً للمظهر الطبوغرافي للحوض، فإذا زادت أطوال المجاري في الحوض دل ذلك على أن سطح الحوض متوسط الانحدار، في حين إذا زادت أعداد المجاري وقصر طولها، دل ذلك على أن الحوض شديد الانحدار (تيم،٢٠١٥).

ووفقاً للنتائج فقد بلغ مجموع أطوال المجاري المائية في حوض وادي المريش نحو (٢٤٥.٥ كم)، نالت الرتبة الأولى منها نحو (١٢٧.٨٣ كم) بنسبة ٥٢.٠٦%، بينما الرتبة الثانية (٥٢.٩٦كم) بنسبة ٢١.٥٧%، أما الرتبة الثالثة (٣٠.١٨كم) بنسبة ١٢.٢٩%، وفي الرتبة الرابعة (٢٧.٩٠كم) بنسبة ١١.٣٦%، والرتبة الأخيرة حصلت على (٦.٦٥كم) بنسبة ٢.٧٠%، كما يظهر في الجدول (٧) حصلت الرتبة الأولى على أكثر من النصف في أطوال المجاري المائية للحوض. وأكثر من الربع في الرتبة الثانية. ويبين شكلي (٥و٦) العلاقة بين الرتب المائية وأعداد المجاري بالحوض، وكذلك العلاقة بين الرتب وأطوال المجاري بالحوض على التوالي.

الجدول (٧): أعداد المجاري المائية وأطوالها لحوض وادي المريش

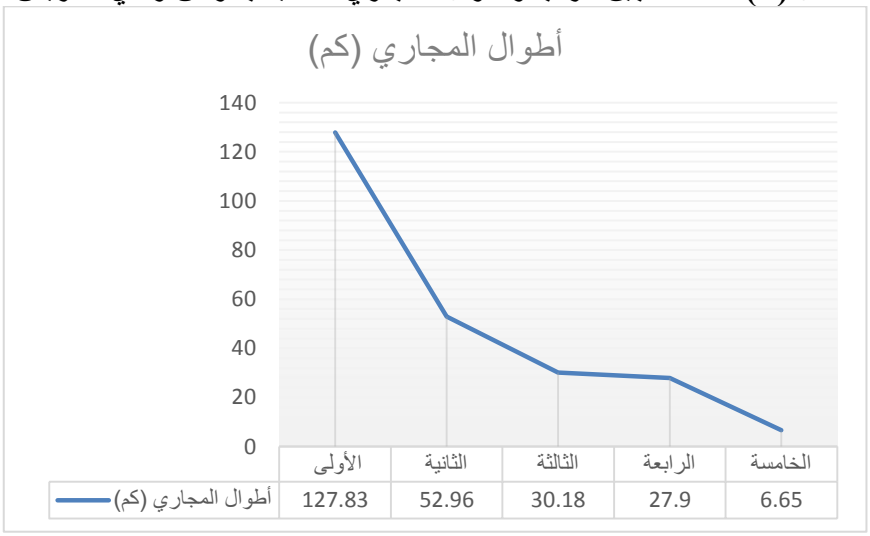
الرتبة	أعداد المجاري	النسبة %	نسبة التشعب لكل رتبة	أطوال المجاري (كم)	النسبة %
الأولى	٥٥٩	٧٦.٩٩	٤.٤	١٢٧.٨٣	٥٢.٠٦
الثانية	١٢٧	١٧.٤٩		٥٢.٩٦	٢١.٥٧
الثالثة	٣٠	٤.١٣	٤.٢	٣٠.١٨	١٢.٢٩
الرابعة	٩	١.٢٣	٣.٣	٢٧.٩٠	١١.٣٦
الخامسة	١	٠.١٣	٩	٦.٦٥	٢.٧٠
المجموع	٧٢٦	١٠٠	-	٢٤٥.٥٢	١٠٠

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الشكل (٥): العلاقة بين الرتبة وأعداد المجاري المائية بحوض وادي المريش

المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (٧)

الشكل (٦): العلاقة بين الرتب وأطوال المجاري المائية بحوض وادي المريش



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (٧)

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

نستنتج من الجداول والرسوم التوضيحية أعلاه التي تبين العلاقة ما بين الرتب وأعداد المجاري للأحواض إن أعداد المجاري المائية تقل مع زيادة الرتب، حيث صاغ هورتون (Horton) أن عدد المجاري المائية التي تتدرج تناقصياً في مجموعاتها أو رتبها تكون متوالية هندسية، تبدأ بمجرى يتبع أعلى مرتبة ويزداد تبعاً لنسبة تشعب ثابتة (أبو العينين، ١٩٩٥).

جـ - نسبة التشعب Bifurcation Ratio :

يعد مقياس نسبة التشعب مؤشر هام، وذلك لإيجاد العلاقة بين حجم تصريف الحوض ونسبة تفرعه للمجاري المائية، كما أنها تعكس الوضع المناخي والتكوين الطبوغرافي للحوض. وهي توضح العلاقة النسبية بين اعداد المجاري المائية للرتب الدنيا ومجاري الرتب الموالية لها مباشرة في الترتيب الهرمي للشبكة المائية، ويرتبط الجريان السطحى بصورة عامة بنسبة التشعب العالية خاصة في الأحواض المائية الجبلية حيث تساعد نسبة التشعب المرتفعة على سرعة ظهور الجريان السطحي اثناء تساقط الامطار على منابع الاودية (بوروبة، ٢٠٠٧). وتحسب كالتالي:

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري التابعة لرتبة معينة}}{\text{عدد المجاري التابعة للرتبة التي تليها}}$$

(أبو العينين، ١٩٧٦)

أكد Horton أن نسب التشعب تتزايد وفق متوالية هندسية، إلا أن Shereve نفى أن تكون هذه الزيادة ثابتة، وأوضح أن هناك دائماً انحرافات نظامية Systemic Deviation لقيمها، وقد وضعت ضوابط أكثر دقة من قبل Strahler لتكون نسب التشعب شبة ثابتة بين المجاري، مؤكداً أن النسب تتراوح ما بين (٥-٣) في الأحواض دائمة الجريان، أن فعالية السيول وتكررها يتناسب عكسياً مع قيمة نسبة التشعب، فكلما انخفضت هذه النسبة تتناقص المسافة الخطية التي تقطعها المياه الجارية وصولاً إلى المخرج (سلوم، ٢٠١٢).

بلغ متوسط نسبة التشعب بحوض وادي المريش نحو (٤.٤)، وتعد هذه النسبة مرتفعة، ويرجع ذلك إلى ميل الحوض إلى عدم انتظام الشكل، وعليه تستغرق المياه وقتا طويلا حتى تصل الى مخارج اوديتها، وفضلا عن ذلك يتحكم في نسبة التشعب مقدار الشوط الذي قطعته الأحواض المائية في دورتها التحاتية، وخصائص مناخها القديم، وظروف مناخها الحالي وجيولوجية السطح الذي تجري على المجاري المائية (الدغيرى والعوضى، ٢٠١٢).

وعلى مستوى الرتب فقد بلغت نسبة التشعب بالرتبة الأولى والثانية (٤.٤)، وسجلت نسبة التشعب بالرتبة الثالثة (٤.٢). في حين وصلت في الرتبة الرابعة نحو (٣.٣).

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

أما الرتبة الخامسة فقد كانت نسبة التشعب عالية جداً بنحو (٩)، ومرد ذلك اختلاف تركيبتها الجيولوجية واوضاعها المناخية بخلاف الرتب الاربع الأولى التي تتشابه في خصائصها المكانية وظروفها المناخية.

د- **الكثافة التصريفية Drainage Density** :

ويقصد بها درجة انتشار الشبكة المائية وتفرعها ضمن مساحة حوض التصريف (المالكي، ٢٠١٦)، وهي من المقاييس المورفومترية الهامة لأنها تعتبر مؤشر لمدى تعرض سطح الأرض لعمليات النحت والتقطع بواسطة المجاري المائية. تدل القيمة المرتفعة لكثافة التصريف على شدة تأثر الحوض بعوامل التعرية وشدة تمزق وتقطع الحوض، كما تدل على زيادة أطوال المجاري في الحوض، أما القيمة المنخفضة فتدل على العكس، أي أن الحوض يكون قليل التأثر بعوامل التعرية وبالتالي قلة تقطعه، أي أن نسيجة الطبوغرافي خشن إضافة إلى قلة أعداد وأطوال المجاري في الحوض (علاجي، ٢٠١٠).

وتعرف كثافة التصريف بأنها مجموع أطوال المجاري في الحوض مقسوماً على مساحته كما في المعادلة التالية:

$$\text{كثافة التصريف (كم، كم}^{٢}\text{)} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري (كم)}}{\text{مساحة الحوض (كم٢)}}$$

(الصالح، ١٩٩٢)

نلاحظ أن قيمة الكثافة التصريفية للحوض بلغت (٣.٤كم/كم^{٢})، وهي تعد منخفضة جداً إذا ما قورنت بما جاء في تصنيف سترايلر (Strahler, 1964)، حيث ذكر أن الكثافة التصريفية التي تزيد عن ١٦ تعد مرتفعة، أما التي تقل عنها إلى حدود ١٢ فهي متوسطة، وأقل من ذلك تصنف ضعيفة. وقد يشير ارتفاع القيم في هذا المعامل إلى نشاط عمليات التعرية المائية بعد هطول الأمطار. ومن باب المقارنة بين حوض منطقة الدراسة وحوض وادي يلملم لتشابه ظروفهما المكانية فأن قيمة الكثافة التصريفية لحوض وادي المريش منخفضة مقارنة بالحوض رقم (٧) في حوض وادي يلملم والذي بلغت فيه كثافة التصريف نسبة عالية إذ وصلت (٦.٥٢) كم/كم^{٢}، مما يدل على زيادة العمل الجيومورفولوجي وزيادة أعداد وأطوال المجاري في الحوض إذ أن زيادة كثافة التصريف تزيد بزيادة أطوال المجاري.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الشكل (٧): رتب الشبكة المائية بحوض وادي المريش

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

رابعاً: المتغيرات التضاريسية:

يتميز السطح بمنطقة الدراسة بالتضرس الشديد المعقد في تكوينه وتركيبه، حيث تعرضت المنطقة منذ ملايين السنين لعمليات الرفع والالتواء، مما أدى الى بروز القمم الجبلية بالمنطقة، واختراق الأودية مساراتها بين قمم تلك المرتفعات، لذا يُظهر الوضع الطبوغرافي لحوض المريش تعدداً في ظاهراته الجغرافية، ما بين المرتفعات العالية إلى المناطق شبة المنبسطة والهضبية، إضافة إلى شبكة الأحواض المائية.

يتصف السطح بشكل عام بعدم التجانس كما تشير له قيم الارتفاع بالجدول (٨) والشكل (٨)، حيث يتضح أن المناطق الشمالية الشرقية أقل قيماً وتتراوح الارتفاعات فيها ما بين ٢٠٥٥-٢١٠٦م، وتغطي مساحة ١٥.١٦كم٢، بنسبة ٢١.٠١% من إجمالي التغطية الكاملة لمنطقة الدراسة، في حين شكلت الفئتين الثانية والثالثة معاً مساحةً تزيد على ٤٠كم٢،

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

وبنسبة ٦٠%، وتغطي أغلب مساحة الحوض بشكل متداخل، حيث تشمل الأراضي الوسطى والجنوبية الشرقية وبعض الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة. تغطي الفئة قبل الأخيرة مساحة ٩.٥٨كم٢، بنسبة ١٣.٢٩%، أما فئة قيم الارتفاع ما بين ٢٢٢٦-٢٣٣٧م فتمثل أقل المساحات المكانية على مستوى الحوض، اذ تبلغ نحو ٣.٥٥كم٢ ، بنسبة ٤.٩٢%، ويظهر في النطاق الغربي من منطقة الدراسة، حيث المرتفعات العالية، التي تتميز بالتعقيد الشديد في صورتها الجيومورفولوجية، فهي في أغلب الأحوال شاهقة الارتفاع ، شديدة الانحدار، ذي حواف جرفيه في الجانب الغربي منها، لذا تتباين مناسيب الارتفاع بها حيث يصل الارتفاع في المتوسط الى (٢٠٠٠م) ، بينما تظهر بعض القمم ارتفاعاتها الى أكثر من (٢٣٠٠ م) ، وتتصف المرتفعات في الجانب الشرقي بالانحدار المتدرج.

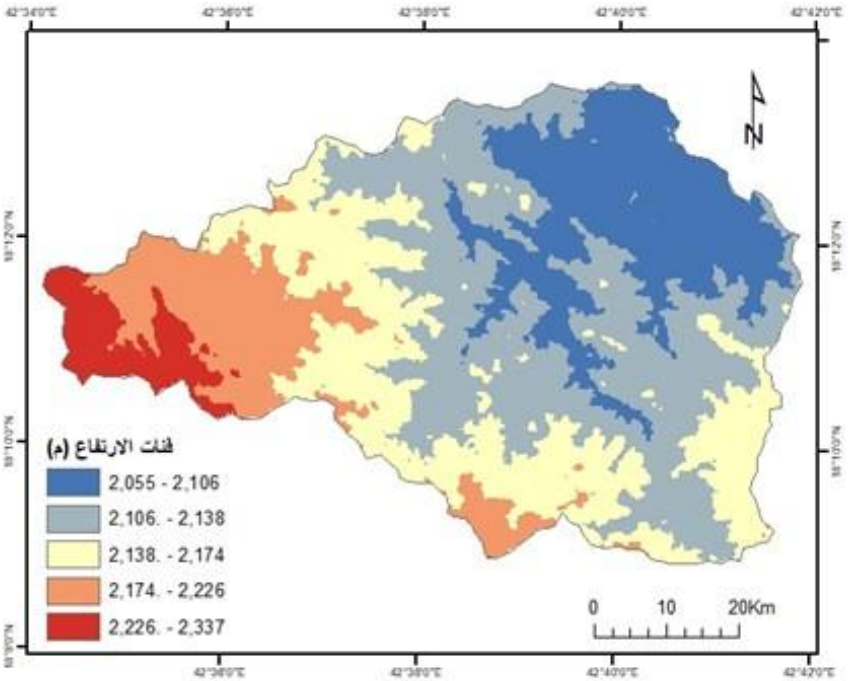
الجدول (٨): قيم المظهر التضاريسي

قيم الارتفاع	المساحة (كم٢)	النسبة (%)
٢٠٥٥-٢١٠٦	١٥.١٦	٢١.٠١
٢١٠٦-٢١٣٨	٢٤.٨٥	٣٤.٤٥
٢١٣٨-٢١٧٤	١٨.٩٧	٢٦.٣٠
٢١٧٤-٢٢٢٦	٩.٥٨	١٣.٢٩
٢٢٢٦-٢٣٣٧	٣.٥٥	٤.٩٢
المجموع	٧٢.١٢	١٠٠

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الشكل (٨): قيم المظهر التضاريسي



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

أ-اتجاه الانحدار:

نجد أن طبوغرافية المنطقة ودرجات الارتفاع والانحدار مختلفة من مكان لأخر، فهو يبدو بشكل عام متدرج في الارتفاع من شرق الحوض حتى غربه، فكلما اتجهنا غرب المنطقة زاد الارتفاع ودرجة الانحدار، حيث يتصف الانحدار غرب المرتفعات بشدته ، في حين يكون انحدار المرتفعات هين كلما توغلنا شرق الحوض، وبطبيعة الحال فأن مياه شبكة الأودية عند جريانه يأخذ اتجاهه نحو الأجزاء الشمالية الشرقية باتجاه الشمال والشمال الشرقي، والتي تتميز بطولها، واتساعها، وسرعة جريان المياه في الروافد العليا، ثم تنخفض تدريجياً نحو الهضبة شرقاً، وذلك يتماشى مع انحدار السطح والتكوين الجيولوجي للحوض، ويبدو من الشكل (٩) والجدول (٩) أن حوض وادي المريش تأخذ معظم مساحاته اتجاهها نحو الجنوب الشرقي، حيث بلغت نسبة الاتجاه نحوه ١٢.٩٧% بمساحة (٩.٢١كم^{٢})، بينما

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

تراوحت نسب الاتجاه ناحية الشمال والشرق ما بين ١٢.٧١% و ١١.٣٣%، بمساحة بلغت بين (٩.٠٢كم^{٢} و ٨.٠٤كم^{٢})، أما التي تأخذ اتجاهها ناحية الجنوب بلغت ١١.٣٢% بمساحة (٨.٠٣كم^{٢}). في حين أن الجهة الغربية تقل عن سابقتها قليلاً، حيث سجلت نسبة ١١.٢٨%، بمساحة (٨كم^{٢}). وتقاربت النسب بين الجهة الشمالية الشرقية والشمالية الغربية بما لا يزيد عن نسبة ١٠.٢٤%، في حدود مساحي يصل أقصاه إلى (٧كم^{٢}). أما أقل نسبة اتجاه فمثلتها الناحية الجنوبية الغربية بنسبة ٧.٦٥% في مساحة وصلت نحو(٦.١٤كم^{٢})، وكان نصيب المناطق المستوية من جملة ما ذُكر سابقاً نحو ١٣.٤٦% في مساحة وصلت نحو (٩.٥٥كم).

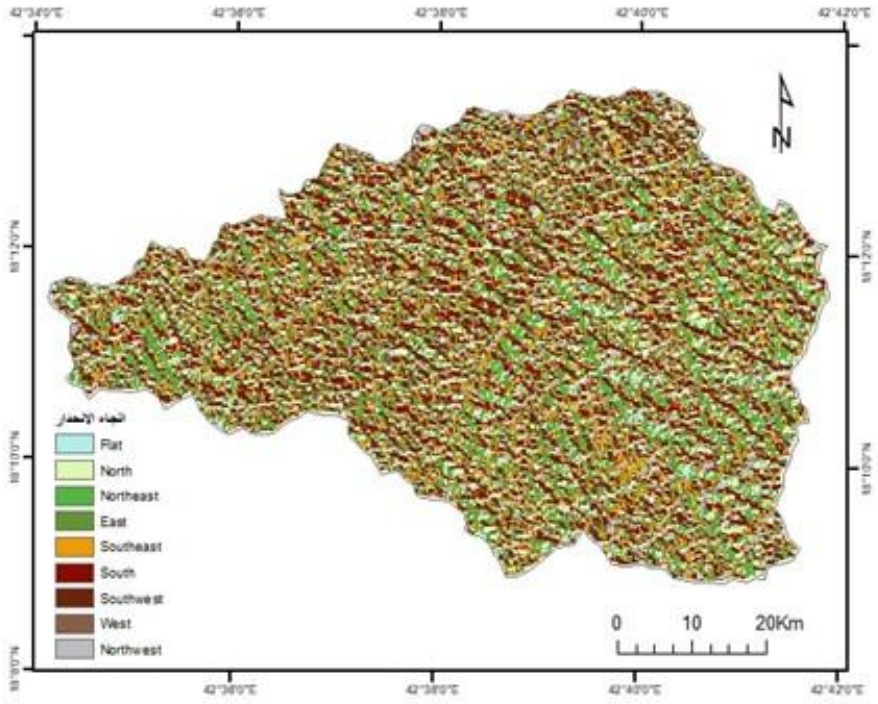
الجدول (٩): اتجاه الانحدار بحوض وادي المريش

الاتجاه	المساحة (كم^{٢})	النسبة (%)
مستوى	٩.٥٥	١٣.٤٦
شمال	٩.٠٢	١٢.٧١
شمال -شرق	٧.٢٧	١٠.٢٤
شرق	٨.٠٤	١١.٣٣
جنوب – شرق	٩.٢١	١٢.٩٧
جنوب	٨.٠٣	١١.٣٢
جنوب – غرب	٦.١٤	٨.٦٥
غرب	٨	١١.٢٨
شمال - غرب	٦.٨٥	٩.٤٩
المجموع	٧٢.١١	١٠٠

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الشكل (٩): اتجاه الانحدار بحوض وادي المريش



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

ب-درجات الانحدار:

تعد الانحدارات ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجغرافية عامة والجيومورفولوجية خاصة، لأنها تسهم في تحليل مظاهر سطح الارض وعلاقتها بالعناصر البيئية الأخرى. لذا يؤدي الانحدار دوره في تعرية الصخور، وخاصةً إذا كانت المنحدرات بدرجة شديدة، مما يعمل على نشاط التجوية الميكانيكية، وقد تم تقسيم الحوض إلى ست فئات انحدارية كما يتضح من الجدول (١٠) والشكل (١٠) ما يلي:

تنتشر الفئة الأولى (٠ - ٥) على مساحة قدرها (١٧.٩٢كم^{٢})، وتحتل الرتبة الثانية من حيث النسبة بنحو ٢٤.٨٢%. في حين شغلت الفئة الثانية (٦-١٠) المرتبة الأولى من

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

حيث تغطيتها للحوض بنسبة ٢٩.٩٩%، في مساحة لا تتجاوز (٢١.٦٣كم^{٢}). أما الفئة الثالثة (١١-١٥) شكلت مساحة (١٦.٧٦ كم^{٢})، بنسبة ٢٣.٢٤%. بينما كانت مساحة الفئة الرابعة (١٦-٢٠) تبلغ نحو (٩.٤٠كم^{٢})، بنسبة ١٣.٠٣%. أما الفئة الخامسة (٢١-٢٥) شكلت مساحة (٤ كم^{٢})، وهي بذلك تعد من الفئات قليلة المساحة في الحوض بنسبة ٥.٥٨%. وتظهر الفئة السادسة (٢٦-٥٥) بوضوح في الجانب الغربي من الحوض، أي من بداية مجرى الحوض من المرتفعات التي يتغذى الحوض منها بالمياه، مثلت نسبة ٣.٢٨%، حيث انها أصغر فئة في الحوض من حيث المساحة (٢.٣٧كم^{٢})، لذا تأتي في نهاية القائمة من حيث الترتيب.

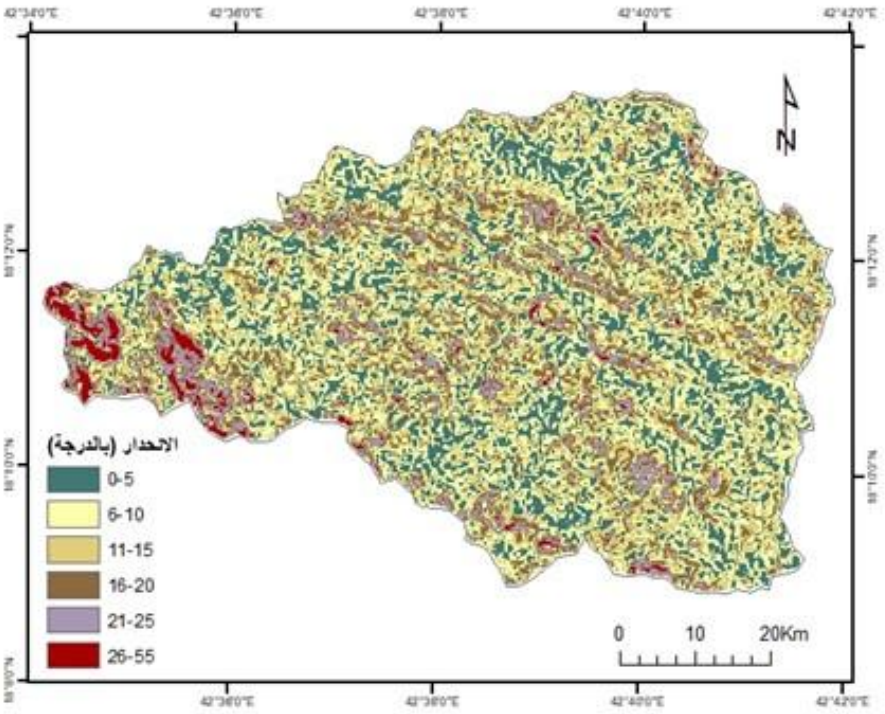
جدول (١٠): الفئات الانحدارية لحوض وادي شعيب المريش

الفئات الانحدارية (بالدرجة)	المساحة / كم^{٢}	النسبة %
٠ ــ ٥	١٧.٩٢	٢٤.٨٥
٦ ــ ١٠	٢١.٦٣	٢٩.٩٩
١١ ــ ١٥	١٦.٧٦	٢٣.٢٤
١٦ ــ ٢٠	٩.٤٠	١٣.٠٣
٢١ ــ ٢٥	٤.٠٣	٥.٥٨
٢٦ ــ ٥٥	٢.٣٧	٣.٢٨
المجموع	٧٢.١١	١٠٠

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الشكل (١٠): الفئات الانحدارية لحوض وادي شعيب المريش



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

لذا يتضح مما سبق ان منطقة الدراسة تمتاز بالانحدار التدريجي من الجنوب الغربي الى الشمال الشرقي، حيث تستأثر الاتجاهات الجنوبية الشرقية والشمالية والشمالية الشرقية على أكبر نسبة لاتجاه الأحواض والمنحدرات، مما يعكس خصائص جريان الشبكة المائية للحوض، حيث تمثل أدني المناطق انخفاضاً مناطق نهاية الرافد لذا تعد مناطق تجمع الرواسب.

جـ-نسبة التضرس Relief Ratio:

يقصد بنسبة التضرس الفارق الرأسي بين أعلى نقاط الحوض وأدناها، على أن تكون أعلى النقاط عند خط تقسيم المياه وأدناها عند مخرج الحوض (سلوم، ٢٠١٢)، فكلما زادت نقاط الارتفاع الرأسية، أدى ذلك إلى زيادة تدفق المياه المندفعة، الذي يعمل على زيادة

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

قدرة الطاقة الجيومورفولوجية في عمليات النحت والنقل، مما يشير إلى أن العلاقة بين قيم التضرس المحلي وميول السطح والعمليات الجيومورفولوجية علاقة طردية. تم الحصول على نسبة التضرس من خلال المعادلة التالية:

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض /م}}{\text{الطول الحقيقي للحوض}}$$

(Gregery and Walling, 1976)

تشير نسبة التضرس إلى مدى تضرس الأحواض، كما يعطي دلالة على نتائج العمليات الجيمورفولوجية المتمثلة بتلك الأحواض، فكلما كانت نسبة التضرس عالية، دل ذلك على نشاط العمليات الجيمورفولوجية من نحت وجريان سائد بالحوض.

ومن خلال العمليات الحسابية اتضح أن نسبة التضرس بحوض وادي المريش بلغت نحو (٠.٠٢٣م/كم)، وتعد قيمة منخفضة، مما يدل على تقارب الفارق النسبي بين أعلى منسوب وأدناه بالحوض.

د-قيمة الوعورة Ruggedness Value: وتعني قيمة تضرس الحوض، وانحدار المجرى المائي، وذلك بالاعتماد على المعادلة التالية:

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض x كثافة التصريف الطولية}}{١٠٠٠}$$

(عاشور، ١٩٨٦)

فمن خلال الجدول الوارد أدناه (١٢)، تبين أن قيمة الوعورة مرتفعة في حوض وادي المريش (١.٠٩)، وقد ذكر Strahler عند دراسته لقيم درجة الوعورة في بعض أحواض الولايات المتحدة الامريكية إلى أنها تتفاوت بين ٠.٦ للأحواض قليلة التضرس الموجودة في منطقة السهل الساحلي لولاية لويزيانا، وأكثر من الواحد الصحيح للأحواض شديدة التضرس بولاية كاليفورنيا (علي، ٢٠٠١).

وتماشياً لما ذُكر، فأن قيم الوعورة للحوض عائد لطبيعة صخور المنطقة، فكلما كانت قيمة الوعورة مرتفعة، دل على نشاط التعرية المائية، وكمية حمولتها من الرواسب من الأجزاء العليا للأحواض حتى الأجزاء الدنيا منها، بمعنى أن قيمة الوعورة تزيد بزيادة الكثافة التصريفية من جانب، ونسب التضرس من جانب آخر، مما يؤدي بالتالي إلى تنوع العمليات الجيومورفولوجية والظاهرات التضاريسية داخل الحوض.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

هـ-الرقم الجيومتري Geometric Number:

يحدد الرقم الجيومتري العلاقة بين قيمة الوعورة ونسبة التضرس، ويشير المدلول الجيومورفولوجي للمعامل إلى أن ارتفاع قيمته تدل على انخفاض درجة انحدار سطح أحواض التصريف بالنسبة لكل من التضرس وكثافة التصريف للحوض (المعداوي، ٢٠٠٥). بلغ متوسط الرقم الجيومترى للحوض نحو (٤٧.٤)، وهي تعد قيمة متوسطة. تم استخراجها وفقاً للمعادلة الرياضية الآتية:

الرقم الجيومتري = قيمة الوعورة / نسبة التضرس (بوروبة، ٢٠٠٧)

و-**النسيج الطبوغرافي Texture topography**: ويطلق عليه ايضاً بنسبة التقطيع (Dissection Ratio)، ويقصد به مدى تقطع سطح الحوض، واتجاه شبكة المجاري المائية، ودرجة اقترابها وابتعادها عن بعض، والنسيج الطبوغرافي للأحواض يعكس مدى تأثرها بالمناخ ومكوناتها الصخرية ورحلة الحوض الزمنية، ويمكن حساب نسبة التقطع وفقاً للمعادلة التالية:

نسبة التقطع (النسيج الطبوغرافي)= مجموع أعداد الأودية من الرتب المختلفة / محيط الحوض/ كم (Smith, 1950)

صنف سميث (Smith.1950) الأحواض المائية حسب نسبة التقطع إلى ثلاث فئات (خشن، متوسط، ناعم)، تراوحت قيمها بين أقل من ٤ وأكثر من ١٠ كما يظهر بالجدول (١١) التالي:

الجدول (١١): فئات النسيج الطبوغرافي حسب تصنيف سميث

النسيج الطبوغرافي	وعورة السطح
أقل من ٤	خشن
٤ – ١٠	متوسط
أكثر من ١٠	ناعم

المصدر: (القرالة، ٢٠٠٣)

ووفقاً للمشار له فأن نسبة التقطع أو النسيج الطبوغرافي للحوض بلغت (١٦.٦ مجرى/كم)، وبذلك يدخل ضمن القيم مرتفعة النسيج، إضافة إلى ذلك يصنف حسب قائمة سميث بأنه ناعم. ويبين الجدول (١٢) نتائج المتغيرات التضاريسية لحوض وادي المريش.

جدول (١٢): المتغيرات التضاريسية لحوض وادي المريش

المتغيرات التضاريسية	نسبة التضرس	درجة الوعورة	الرقم الجيومتري	النسيج الطبوغرافي
حوض وادي المريش	٢٠.٧	١.٠٩	٤٧.٤	١٤.٦

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

النتائج:

نستخلص مما سبق طرحه ما يلي:

١- صُنف حوض وادي المريش ضمن الرتبة الخامسة، وبلغت أعداد المجاري نحو (٧٢٦) مجرى، ووصل أطوال المجاري الإجمالي نحو (٢٤٥.٥ كم).

٢- بلغت نسب أطوال المجاري المائية للرتبة الأولى للحوض أكثر من نصفها، وأقل من الربع في الرتبة الثانية، لذا يعود تباين أطوال المجاري في كل رتبة الى البنية التكوينية والتكوين الصخري وعملية التصريف السائدة في الحوض.

٣- وجود علاقة عكسية بين أطوال المجاري المائية ورتبها، حيث إن الأطوال تتناقص مع زيادة الرتبة وفقاً لما ذكره ستريلر.

٤- تبين أن الحوض يضيق عند منابعه ويتسع عند المصب بشكل غير منتظم. واتضح كذلك أن نسبة التشعب فيه مرتفعة حيث بلغت (٤.٤)، ويرجع ذلك إلى ميل الحوض إلى الشكل الطولي تقريباً.

٥- حققت قيمة الكثافة التصريفية للحوض (٣.٤كم/كم^{٢})، وهي تعد منخفضة جداً إذا ما قورنت بما جاء في تصنيف سترايلر حيث ذكر أن الكثافة التصريفية التي تقل عن ١٢ تصنف على أنها ضعيفة.

٦- سجلت نسبة التضرس نحو (٠.٠٢٣م/كم)، وتعد قيمة منخفضة، مما يدل على تقارب الفارق النسبي بين أعلى منسوب وأدناه بالحوض.

٧- ارتفاع معامل النسيج الطبوغرافي إلى (١٦.٦ مجرى/كم)، فهو بذلك يدخل ضمن القيم المرتفعة النسيج من التصنيف الناعم حسب مقياس سميث.

التوصيات:

١- الاعتماد على برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في انشاء قاعدة بيانات للقياسات المورفومترية، وذلك لدقتها وسرعة إنجازها.

٢- يجب الأخذ بالدراسات المورفومترية للأحواض المائية عند التخطيط العمراني لتفادي خطر السيول، بهدف وضع مخطط يساعد على تجنب إقامة العمران والمنشآت بالقرب من الأحواض ذات الطاقة الهيدرولوجية العالية، لما تسببه من خسارة في الممتلكات والارواح. فمعرفة الخصائص المورفومترية تقلل من حدوث الأخطار السيلية على المساحات العمرانية والبنايات الانشائية، مع إمكانية توجيه النمو العمراني للمناطق الصالحة للبناء والتعمير.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

المراجع العربية:

أبو حصيرة، يحيى محمود، (٢٠١٣م)، تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء- فلسطين، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية-غزة.

أبو العينين، حسن سيد أحمد، (١٩٧٦م)، أصول الجيومورفولوجيا-دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، دار النهضة العربية، بيروت.

أبو العينين، حسن سيد أحمد، (١٩٩٥)، أصول الجيومورفولوجيا، مؤسسة الثقافة الجامعية، الطبعة ١١.

بوروبة، محمد فضيل (٢٠٠٧م) دراسة هيدرومورفومترية لتقدير حجم سيول حوض وادي عتود بالمملكة العربية السعودية، مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، الإصدارات الخاصة، العدد ٢١، الكويت.

تيم، فيروز كامل محمد، (٢٠١٦م)، حوض وادي زقلاب-دراسة جيومورفولوجية، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، الجامعة الإسلامية، غزة.

الجراش، محمد عبد الله (١٩٩٣هـ)، الأقاليم المناخية في المملكة العربية السعودية، بحوث جغرافية، دراسات في جغرافية المملكة العربية السعودية، الجزء الأول، الدراسات الطبيعية، الجمعية الجغرافية السعودية.

جودة، حسنين جودة، (١٩٦٦)، معالم سطح الأرض، الطبعة الخامسة، الهيئة المصرية العامة للكتاب.

الدغيري والعوضي، (٢٠١٢م)، التطور الجيمورفولوجي والتحليل المورفومتري لحوض وادي السهل بمنطقة القصيم، دراسة تطبيقية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة القصيم.

سعد، مفتاح موسى؛ وعوض، عوض عبد الواحد، (٢٠٢٠)، التحليل الجيومورفولوجي لنموذج الارتفاعات الرقمية لحوض وادي درنة، مجلة المختار للعلوم الإنسانية، العدد ٣٨، جامعة عمر المختار، (٩٣-١٠٩).

سقا، عبد الحفيظ محمد (٢٠٠٤م)، الجغرافيا الطبيعية للمملكة العربية السعودية، دار كنوز المعرفة، جدة.

سلامة، حسن رمضان (١٩٨٥م)، الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية، العدد ٤٣، إصدارات الجمعية الجغرافية الكويتية، قسم الجغرافيا، الكويت.

سلوم، غزوان (٢٠١٢م)، دراسة مورفومترية لحوض وادي القنديل بسورية، مجلة جامعة دمشق، المجلد ٢٨، العدد الأول.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الصالح، محمد عبد الله (١٩٩٢م)، بعض طرق قياس التغيرات في أحواض التصريف، مركز البحوث، العدد ٢٥، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
عاشور، محمود محمد، (١٩٨٦)، طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد ٩، جامعة قطر.
عاشور، محمود محمد، وآخرون، (١٩٩١)، وسائل التحليل الجيومورفولوجي، بدون ناشر، القاهرة.
عبد الله، حامد حسن، (٢٠١١)، التحليل الرقمي للخصائص المورفومترية لحوض وادي الزاب باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، مجلة ديالي للعلوم الطبيعية، العراق، العدد ٧، المجلد٢.
علاجي، آمنه أحمد محمد، (٢٠١٠م)، تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة ام القري، مكة المكرمة.
علي، متولي عبد الصمد، (٢٠٠١)، حوض وادي وتير شرق سيناء، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراة منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
عوض، عوض عبد الواحد؛ وسعد، مفتاح موسى، (٢٠٢٠)، التحليل الجيومورفولوجي لنموذج الارتفاعات الرقمية لحوض وادي درنة، جامعة عمر المختار، مجلة المختار للعلوم الإنسانية، العدد ٣٨.
القرالة، محمد جميل (٢٠٠٥م)، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية لحوض وادي الكرك بالأردن، حوليات آداب عين شمس.
المالكي، عبد الله سالم، (٢٠١٦)، أساسيات علم الأشكال الأرضية (الجيومورفولوجي)، مكتبة دجلة، دار الوضاح للنشر، الطبعة الأولى.
محمد، وطه، (٢٠٠٩م)، النموذج الجيومورفولوجي للخصائص الموفومترية وتطبيقاته على حوض وادي كورده شرق بحيرة حمرين/ العراق، مجلة ديالي، ع١: ٤١-٣٠.
مشتهى، عبد العظيم قدورة؛ وأبو عمرة، صالح؛ والباز، عبد القادر، (٢٠١٣)، بعض الخصائص المورفومترية لوادي غزة باستخدام النمذجة الرقمية لنظم المعلومات الجغرافية، مجلة البحوث الجغرافية، العدد ١٨.
المعداوى، ايمن السيد (٢٠٠٥م)، جبل الراحة غرب شبه جزيرة سيناء دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة حلوان.

مصادر البيانات:

المديرية العامة للشئون البلدية والقروية لمنطقة عسير(٢٠١١م): مشروع الدراسات التخطيطية الشاملة لمنطقة عسير، الدراسات البيئية والطبيعية.

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X

الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، البيانات المناخية لمحطة سد أبها.

المراجع الأجنبية:

Gregory, K.J. & Walling, D.E. (1973): Drainage Basin Form and Process A Geomorphological Approach, Edward Arnold, London.

Horton. R.E (1945), Erosional Development of streams and their Drainage Basin, Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology, Geological society of America, Bull, No, 56, p.p. 275-370.

Miller. V.C (1953): A Quantitative Geomorphic Study of Drainge Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area. Va. And Tenn. Office Nval Research Project N. Columbia University.

Pareta, K. and Pareta, U. (2011), Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin, India Using ASTER (DEM), Data and GIS, International journal of Geomatics and Geosciences, 2 (1).

Schumm, S.A. (1956): Evolution of Drainage System and Slopes in Badlands at Peath Amboy New Jersey, Bull. Geol. Soc. America, Vol.67, pp.597–646.

Smith, K.G. (1950): standals for Grading Texture of Erosional Topography, Amel. Joul. Sci,vol.294,pp655- 668.

Strahler, A.N. (1958): Dimensional Analysis Applied to Fluvially Eroded Landforms, Bull. Geol. Soc. America, Vol.69

ISSN: 2537-0839 eISSN : 2537-088X