

الخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية لحوض وادي حويرة-

حضر موت - باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

حسن عبدالله عمر القويري بافقيير *

الملخص

هدفت الدراسة إلى تحليل الخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية لحوض وادي حويرة، معتمدة على المنهج الوصفي والتحليلي والكمي، باستخدام الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية والملاحظات الميدانية ونموذج الارتفاعات الرقمية (Digital Elevation Model) ومخرجات برامج نظم المعلومات الجغرافية المتعددة (GIS)، وذلك لحساب الخصائص المورفومترية المختلفة. وبدأت الدراسة بوصف العوامل الجغرافية الطبيعية المؤثرة على هيدرولوجية حوض منطقة الدراسة (البنية الجيولوجية، والمظاهر التضاريسية، والمناخية والغطاء النباتي) وتحليلها ثم تناولت الخصائص المورفومترية الهندسية، والشكلية، والتضاريسية، وخصائص الشبكة المائية معقدة بالمدلولات الهيدرولوجية لكل عنصر من عناصر الدراسة. وقد توصلت الدراسة إلى تأثير العوامل الطبيعية على كمية التصريف المائي للحوض، إضافة إلى تحديد مساحة الحوض التي وصلت إلى (1763) كم²، واستخرجها وبلغت رتبة المجاري المائية فيه إلى الرتبة السادسة، وإجمالي عدد المجاري وصل إلى (663) مجرى، وأطوالها (1444) كم.

الكلمات المفتاحية: الخصائص المورفومترية - وادي حويرة - نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

أولاً: الإطار النظري

1.1 المقدمة:

تتأثر الخصائص المورفومترية لأي حوض مائي بالعوامل الطبيعية وأهمها: البنية الجيولوجية ومظاهر السطح والمناخ والغطاء النباتي. وتساعد دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض الوديان في فهم العمليات الجيومورفولوجية السائدة في الحوض بشكل عام، كما أن قياس وتحليل شبكة التصريف السطحي للمياه من المهمات الأساسية في الدراسات المورفومترية، وهو على غاية من الأهمية في رسم المؤشرات الهيدرولوجية، وذلك

لأهمية تقييم الموارد المائية، إذ تشير الدراسات إلى أن " المياه وليس الطاقة هي مشكلة القرن الواحد والعشرين". وتعتمد دقة نتائج التحليل المورفومتري على دقة رسم الأبعاد المكانية للحوض ورسم شبكة المجاري المائية، وهو ما توفره لنا نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من برامج وتقنيات حديثة لإجراء تلك الدراسات.

يمثل وادي حويرة أحد أهم الوديان التي تصب في خليج عدن ضمن الساحل الجنوبي لليمن في محافظة حضرموت، فهو يحتل المركز الثاني بعد وادي حجر من حيث المساحة، إضافة إلى قربه من المناطق الحيوية مثل مدينة المكلا، عاصمة محافظة حضرموت،

* مدرس بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية - كلية الآداب - جامعة حضرموت

فهو يعد من الأحواض التي يمكن استثمارها لتحقيق التنمية في المنطقة.

2.1 مشكلة الدراسة:

تتمحور مشكلة الدراسة في التحليل المورفومتري ودلائله الهيدرولوجية في حوض وادي حويرة ويمكن تحديد مشكلة الدراسة بالأسئلة الآتية:

1. ما المظاهر الجغرافية الطبيعية المؤثرة على مورفومترية حوض منطقة الدراسة؟
 2. ما هي صورة الخصائص المورفومتري لحوض منطقة الدراسة؟
 3. ما المدلولات والمؤشرات الهيدرولوجية التي يمكن اشتقاقها من دراسة الخصائص المورفومترية لحوض منطقة الدراسة؟
- ### 3.1 أهداف الدراسة:

تسعى الدراسة لتحقيق الأهداف الآتية.

1. استنتاج أثر العوامل الطبيعية المؤثرة على هيدرولوجية حوض منطقة الدراسة.
2. تحليل الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائي، باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية.
3. دراسة العلاقة بين الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض منطقة الدراسة.

4-1 أهمية الدراسة:

تبرز أهمية الدراسة من سمة الجفاف الذي تتسم به منطقة الدراسة، إذ تعاني من النقص

الشديد في الموارد المائية وغياب الأنهار دائمة الجريان، بسبب عدم انتظام السقوط المطري، وهو ما يجعل المنطقة ولمدة وجيزة مبللة بالأمطار الغزيرة التي تولد جريان مائي كثيف، دون أن تستفيد منه المنطقة استفادة جيدة، ولذا؛ تبرز أهمية الدراسة من هذا المنطلق.

5-1 فرضيات الدراسة:

1. تتميز منطقة الدراسة بعدد من الخصائص الجيولوجية والطبيعية المناخية التي تؤثر في هيدرولوجية المنطقة.
2. تمتاز منطقة الدراسة بخصائص مورفومترية تضاريسية تؤدي إلى سرعة الجريان المائي، وتشكيل خطورة على المستقرات البشرية الواقعة على ضفاف الوادي.

6-1 منهجية الدراسة:

اعتمد الباحث على عدد من المناهج البحثية لإجراء هذه الدراسة منها: المنهج الوصفي والإحصائي لوصف الظواهر الطبيعية، وصفاً نوعياً وكمياً، والمنهج التجريبي لقياس مدى تأثير المنظومة الهيدرولوجية بالظروف الطبيعية العامة في الحوض، من خلال التجارب الميدانية والمخبرية وتطبيق المعادلات الرياضية الخاصة بذلك، إضافة إلى استخدام المنهج الاستقرائي والاستنباطي، كنتاج للمناهج البحثية السابقة.

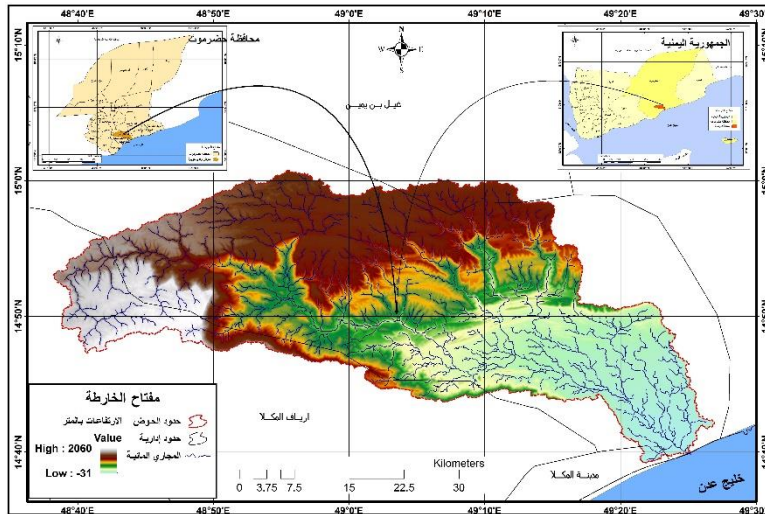
7-1 حدود منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في محافظة حضرموت، جنوب شرق الجمهورية اليمنية، في مديرية غيل

مدينة الشحر. وينحصر حوض منطقة الدراسة إحداثيًا^(*) بين دائرتي عرض ($14.39'00''$ - $15.02'00''$ شمالاً، وبين خطي طول ($48.39'00''$ - $49.28'00''$) وتبلغ مساحة الحوض بحوالي (1763) كم² (**).

ينبع حوض منطقة الدراسة من مرتفعات هضبة حضرموت الجنوبية، عند قمة كورسيبان، ويمتد من المنبع باتجاه الجنوب الشرقي، ليصب في خليج عدن، وتحديدًا في منطقة شحير ضمن مديرية غيل باوزير في محافظة حضرموت.

باوزير وتدخل الأطراف الشمالية الغربية للحوض ضمن مديرية أرياف المكلا. الخارطة (1)، ويحد حوض منطقة الدراسة من الغرب خط تقسيم المياه لوادي بويش، ومن الشرق خط تقسيم المياه لوادي عرف، ومن الجنوب خليج عدن، ومن الشمال خط تقسيم المياه للأودية الداخلية لمحافظة حضرموت (ساء والعين، ودوعن) والطرف الجنوبي الشرقي لحوض وادي حجر، كما يقع الجزء الأدنى من الحوض بين أكبر مدن ساحل حضرموت، إذ تحده من الغرب مدينة المكلا عاصمة محافظة حضرموت، ومن الشرق



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على:

نموذج الارتفاعات الرقمية DEM من موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية [USGShttps://earthexplorer.usgs.gov](https://earthexplorer.usgs.gov) Shapefile للجمهورية اليمنية من موقع diva gis، بالاستعانة برنامج (Arc Gis 10.8)

خارطة (1) موقع وحدود حوض منطقة الدراسة

ثانيًا: الخصائص الطبيعية لحوض منطقة الدراسة.

تعد الخصائص الجغرافية الطبيعية أحد أهم العوامل المؤثرة على الشبكة النهرية لأي منطقة، حيث يأتي تأثير الخصائص الجيولوجية من خلال طبيعة الصخور في المنطقة، (هشاشتها وصلابتها، ونظام بنية الطبقات والتركيب الصخري) بينما نجد أن تأثير الغطاءات الأرضية يكمن في سرعة الجريان السطحي ومدى مساهمته في إحداث الفيضانات والتعرية النهرية، كما أن دراسة التضاريس من حيث نوعية السطح وميلانه يسهل علينا تفسير وتعليل الصورة المورفومترية والهيدروولوجية في حوض منطقة الدراسة ولا يغفل الظروف المناخية كونها المادة التي تساعد على تفاعل العوامل السابقة مع الحوض النهرية.

2-1 التكوينات الجيولوجية

من خلال الجدول (1) والخارطة (2) تتكون منطقة الدراسة من عدة تكوينات جيولوجية تشكلت عبر الأزمنة الجيولوجية المختلفة وهي كالآتي:

2-1-1 تكوينات الزمن الجيولوجي الثاني:

2-1-1-1 مجموعة الطويلة:

تعرف صخور الطويلة باسم الصخور الرملية الكريتاسية المتعاقبة، وذلك نظرا لنشأتها في العصر الكريتاسي الزمن الجيولوجي الثاني، وتتصف بتنوع طبقاتها وقلة صلابتها وسرعة تعرضها للتفتيت والتشقق، ومن المميزات الهيدروولوجية لتكوينات الطويلة، أنها تعد من

أفضل وأكثر الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في جميع أنحاء العالم حيث إن المسامية (N) (Porosity) والنفاذية (k) (Permeability) فيها مزدوجة، والتوصيلة المائية معتدلة تصل إلى (0.26) م³/اليوم ومعامل الناقلية (T) (Transmissivity) (10-500) م³/اليوم (العاقل، 2020، ص412) وذلك بسبب تراص الحبيبات والمواد اللاصقة بينها، ويعد هذا التكوين مصدر أهم خزان جوفي في منطقة الدراسة، وهو خزان حوض المكلا الرملي (Mukala sandstone Aquifer) ومن أهم التكوينات التي تنتمي لمجموعة الطويلة وتوجد في منطقة الدراسة كالآتي:

أ- **تكوين المكلا:** يتركب من الأحجار الرملية متوسطة الخشونة وذات اللون الأصفر والغريني علاوة على وجود مجموعات متداخلة من المارل والأحجار الطينية في الأجزاء القاعدية والعلوية بشكل أساسي (Beydon,1998,p150) وينتشر هذا التكوين في الأجزاء الغربية من منطقة الدراسة بشكل طولي باتجاه شمال غرب من أدنى الوادي وحتى أعلاه بشكل متواصل، ويبلغ سمكه (260) م (Beydon,1998,p218) ويشغل مساحة قدرها (309) كم² (17.54)% من مساحة منطقة الدراسة.

ب- **تكوين الحرشيات:** يتكون هذا التكوين من صخور رملية وحجر جيرى دولوماتي ومارل (بارشيد، 2018، ص477) ويبلغ سمكه حوالي (293) م ويتركز في الجهات العليا لمنطقة الدراسة، ويشغل هذا التكوين مساحة تقدر

ب(43) كم² أي ما يعادل (2.44%) من مساحة منطقة الدراسة.

ث- **تكوين قشن**: يتركب من الصخور الرملية والجيرية الدولوماتية والمارل ويبلغ سمكه (32)م (Beydon,1998,p218) ويتركز في الجهات الغربية الدنيا من منطقة الدراسة متداخل مع تكوينات المكلا، ويعد من أقل تكوينات مجموعة الطويلة انتشارًا إذ تبلغ مساحته (7) كم² ما يعادل أقل من (1%) من مساحة منطقة الدراسة.

2-1-2 تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث:

2-1-2-1 مجموعة حضرموت:

تتكون مجموعة حضرموت من مجموعة متنوعة من التكوينات الجيولوجية، التي تكونت في الزمن الجيولوجي الثالث وتحديداً في عصر الميوسين والأيوسين ويغلب على قوامها الأحجار الجيرية الكلسية والطباشيرية وبعض من الأحجار الغرينية والمارل والقليل من الرمل علاوة على الطين الصفائحي، وتشغل مجموعة حضرموت مساحة تقدر (1063) كم² ما يعادل (60%) من مساحة منطقة الدراسة. وتمتاز مجموعة حضرموت بصفات هيدروولوجية لا ترقى أن تكون مثل مجموعة الطويلة الرملية، حيث تمتاز بأن مساميتها (N) (Porosity) فقيرة أما درجة النفاذية فيها (k) (Permeability) ثانوية في حين يتراوح إنتاجها النوعي (SY) للمياه من (0.3 - 3) لتر/الثانية (العادل، 2020، ص413) وأهم تكوينات مجموعة حضرموت الآتي:

أ- **أم الرضومة**: وهي تغطي مساحة واسعة من حضرموت، وتتكون من الحجر الجيري والحجر الجيري الدولوماتي، وهي تنتمي للعصر الباليوسين، وترتكز تكوينات أم الرضومة فوق تكوينات العصر الطباشيري لا سيما تكوينات الطويلة (المكلا- قشن - الحرشيات) (Beydon,1998,p226) ويصل سمك أم الرضومه حوالي (215)م (بارشيد، 2008، ص36) وتشغل مساحة تقدر (821) كم² ما يعادل (49%) من مساحة منطقة الدراسة، وتتوزع على معظم جهات منطقة الدراسة حيث تتداخل مع بقية التكوينات الجيولوجية.

ب- **تكوين الجزع**: يتكون من أطيان الطفل متعددة الألوان ويتركب من الحجر الجيري المارل والأحجار الجيرية العقدية ويعود عمره إلى الأيوسين المبكر ويبلغ سمكه (133)م (بارشيد، 2008، ص37) ويتركز في الأطراف الشمالية والشرقية بمساحة تقدر (210) كم² ما يعادل (20%) من مساحة منطقة الدراسة.

ت- **تكوينات رس، ريمه، حبشية**: تتكون من الأحجار الجيرية الكلسية والدولوماتية والغرينية والأطيان متباينة الألوان من الأحمر والأخضر إضافة إلى المارل والجبس، وتنتمي لعصر الأيوسين المتأخر (Beydon,1998,p179) بالنسبة لتكوين رس وريمه، أما تكوين حبشية فينتمي للعصر الأيوسين الأوسط. وتبلغ مساحة التكوينات مجتمعة (32) كم² ما يعادل (2%) من مساحة منطقة الدراسة وتتركز في الجهات الدنيا وهي متداخلة مع التكوينات الأخرى لا سيما

2-1-3 تكوينات الزمن الرباعي (الرواسب الحديثة):

ظهرت نتيجة لنشاط التعرية القارية لا سيما التعرية المائية بسبب زيادة كمية الأمطار في هذا الزمن، مما أدى إلى عمليات النحت والنقل والإرساب بسبب الطبيعة الجيولوجية لأغلب مساحة منطقة الدراسة التي تتكون من الصخور الجيرية، وتنتشر الرواسب الحديثة على ضفاف وبطون الأودية الرئيسية في الحوض حيث تغطي الدلتا خارطة (2) وتبلغ مساحتها حوالي (302) كم² ما يعادل (17.5%) من مساحة منطقة الدراسة، وتقع (80%) من مساحة الرواسب الحديثة في دلتا الوادي.

تكوينات الشحر والرواسب الحديثة وبذلك فإن دلالتها الهيدرولوجية ستكون ضعيفة نظراً لنوعية تركيبها، ومحدودية مساحتها في المنطقة.

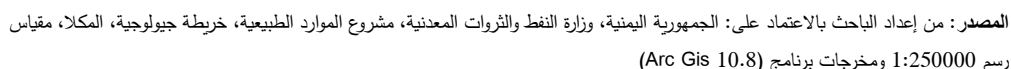
2-2-1-2 مجموعة الشحر: (الشحر، فوة، عرقة):

تنتمي إلى عصر الأوليجوسين الميوسين وهي تتكون من طبقات متداخلة من الحجر الجيري المارلي القاعدي وكنجلوميرات ذات اللون الأبيض والوردي والبرتقالي (Beydon, 1998, p82-84) وتتركز في منطقة الدراسة في المناطق الدنيا بالقرب من المصب وهي متفرقة ولا تشغل مساحة واسعة إذا تبلغ مساحتها (38) كم² (2%) من مساحة منطقة الدراسة، وهي ذات تكوين جيري وقدرتها التوصيلية للماء ضعيفة علاوة على محدودية مساحتها في المنطقة.

جدول (2) مساحة التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة كم²

التكوين	المساحة كم ²	%	التكوين	المساحة كم ²	%
أم الرضومة	821	46.59	ريمة	20	1.13
المكلا	309	17.54	فوة	11	0.62
رواسب حديثة	302	17.14	رس	8	0.45
الجزع	210	11.92	قشن	7	0.4
الشحر	21	1.18	عرقة	6	0.35
الحرشيات	43	2.44	حبشية	4	0.23

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على خارطة رقم (2) ومخرجات برمجية (Arc Gis 10.8)، في احتساب مساحة كل تكوين.



2-2 المظاهر التضاريسية:

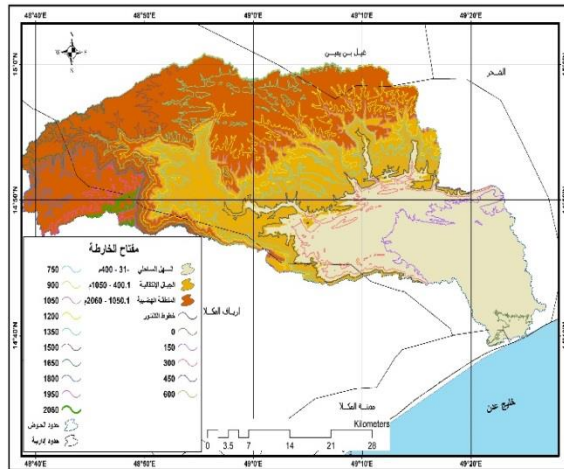
الجبليّة مما يؤدي إلى تدفق المياه بسرعة، وزيادة حدة التعرية المائية في المنطقة علاوة على إمكانية حدوث الفيضانات على المستوطنات البشرية التي تقع على ضفاف تلك الأودية.

1- تمتاز منطقة الدراسة بارتفاعاتها المتباينة، إذ يصل أعلى ارتفاع فيها إلى (2060م) فوق سطح البحر، ويتركز هذا الارتفاع عند منابع الحوض العليا الجنوبية الغربية، وتحديداً عند قمة كور سيبان أعلى قمة جبلية في محافظة حضرموت التي تدخل ضمن منطقة الدراسة وتشكل منطقة تقسيم المياه بين حوض حويرة والأحواض المجاورة لها من جهة الشمال الغربي ، ويتدرج السطح بالانحدار باتجاه الجنوب الشرقي بدرجة انحدار تتباين بين (2-40°) إلى أن يتساوى مع مستوى سطح البحر عند مصب الحوض.

2- تظهر الوديان المائية في الخريطة
الكنتورية بشكل واضح، وتحيط بها المرتفعات

حضر موت وهي كور سيبان، وينحدر سطح الهضبة من الجنوب الغربي باتجاه الشمال الشرقي، بدرجة لا تزيد عن (16) ويوجد في هذا النطاق خط تقسيم المياه بين الوديان الداخلية التي تتجه إلى الشمال وهي أودية دوعن - والعين - وساه، والأودية الساحلية التي تتجه إلى الجنوب بموازاة حوض منطقة الدراسة، وهي أودية عرف وبويش، حجر (***)

الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي، قاطعة بذلك السهل الساحلي عن المنطقة الهضبية وترتفع درجة انحدارها إلى أكثر من (40°).
ت- المنطقة الهضبية: يتراوح ارتفاعها من (1050-2060)م فوق سطح البحر، وهي عبارة عن مساحة واسعة من الأراضي الجبلية ذات القمم الواسعة، تشغل مساحة قدرها (762) كم² ما يعادل (43%) من مساحة منطقة الدراسة، ويوجد فيه أعلى قمة جبلية في



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على برمجية نظم المعلومات الجغرافية (Arc Gis 10.8) استنادًا إلى نموذج الارتفاع الرقمي (DIM) دقة مكانية (12.5)م المستخرج من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية، (USGS)

خريطة (3) تضاريس منطقة الدراسة

الدراسة ضمن النطاق المداري الجاف، الذي يتميز بارتفاع درجة الحرارة وقلّة سقوط الأمطار (بافقير، 2019، ص47).
يوضح الجدول (3) ارتفاع المعدل السنوي لدرجة الحرارة إلى (24.9°)م ويرتفع هذا المعدل في مدة النهار (الحرارة العظمى) ليصل

2-3 المناخ:

تؤثر عناصر المناخ بشكل مباشر على النظام النهري لأي منطقة في العالم، فالنظام النهري يمثل انعكاسًا حقيقيًا للمناخ السائد فيه، لاسيما كمية الأمطار الساقطة ودرجة الحرارة (الجوراني، 2014، ص22). وتقع منطقة

إلى (29.5°)م وفي مدة الليل (الحرارة الصغرى) لا يقل المعدل السنوي عن (20°)م، مما أدى إلى ارتفاع المدى الحراري السنوي ليصل إلى (9.1°)م. وتعد أشهر (يونيو ويوليو وأغسطس) من أشد الشهور حرارة، إذا يزيد فيها المعدل السنوي لدرجة الحرارة عن (28.7°)م في حين تمثل أشهر الشتاء (ديسمبر ويناير) الأشهر ذات الحرارة المنخفضة مقارنة ببقية أشهر السنة إذا تقل فيها درجة الحرارة عن (20°)م.

م. وتمتاز الأمطار في منطقة الدراسة بانخفاض كميتها، إذا وصل المجموع السنوي للأمطار إلى (62.1)ملم ولها قمتان مطريتان الأولى في شهري (مارس وإبريل) والثانية في شهري (يوليو - أغسطس) وأن كانت القمة الأولى أكثر من حيث كمية الأمطار من القمة الثانية، علاوة أن القمة الأولى تكمن في أشهر تتخفض فيها درجة الحرارة نوعاً ما مما يزيد من القيمة الفعلية لتلك الأمطار.

جدول (3) يوضح درجة الحرارة الصغرى والعظمى والمعدل والمدى الحراري وكمية الأمطار في منطقة الدراسة للمدة من 1980 - 2022م

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل
الصغرى (درجة م)	14.9	16.7	18.8	21.1	23.4	25.0	25.3	24.3	23.4	19.4	16.9	15.5	20.4
العظمى (درجة م)	24.2	26.2	27.6	30.0	32.1	33.8	33.9	33.0	31.4	29.1	27.5	25.0	29.5
المعدل (درجة م)	19.6	21.4	23.2	25.5	27.7	29.4	29.6	28.7	27.4	24.3	22.2	20.2	24.9
المدى (درجة م)	9.3	9.4	8.8	8.9	8.7	8.8	8.6	8.7	8.1	9.7	10.5	9.5	9.1
كمية الأمطار (ملم)	2.9	3.9	14.1	12.7	2.9	3.4	5.9	7.6	2.3	0.7	5.1	0.7	المجموع
	62.1												

المصدر:

1- الجمهورية اليمنية، الهيئة العامة للطيران والإحصاء الجوية، مطار الريان، بيانات مناخية غير منشورة (2000-2008)

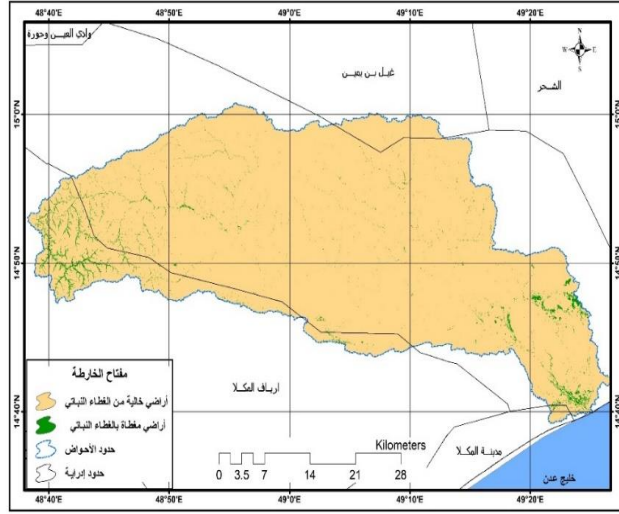
2- موقع Terra Climate الممول من قبل الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي NOAA

<http://www.climatologylab.org/terraclimate.html> تاريخ الدخول 2023/7/8م

2-4 الغطاء النباتي:

يعد النبات الطبيعي نتاج تفاعل الظروف الطبيعية للمناخ والتربة وغيرها من الظروف الطبيعية والظروف البشرية مثل الإنسان ، وللغطاء النباتي تأثير على الشبكة المائية ومعدل الجريان السطحي، إذ يعمل على التقليل من قوة اصطدام القطرات المائية بالتربة وتعريضها مما ينعكس ذلك على زيادة: فرص التسرب للخزانات الجوفية، وحدوث الفيضانات (كليو، 1985، ص14)، تعاني منطقة الدراسة من قلة الغطاء النباتي نظراً للتعرية والانجراف الهوائي، وأهم النباتات التي تسود فيها، هي النباتات الشوكية والجفافية القادرة على تحمل الجفاف، إضافة إلى النباتات اللحمية والعصارية الخازنة للماء، والنباتات الحولية، وبالاعتماد على صور الأقمار الصناعية (Sentinel-2_L2A) في استخراج مؤشر

الغطاء النباتي (NDVI) لمنطقة الدراسة، في الخارطة (8) التي نستنتج منها قلة كثافة الغطاء النباتي في المنطقة، حيث وصلت مساحة الغطاء النباتي (35) كم² ما يعادل (2%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، ومن ثم، فإن تأثير هذه المساحة النباتية على تدفق المياه الجارية أثناء السيول سيكون محدوداً جداً، وتتركز المساحة الخضراء الكثيفة في منطقة الدراسة في نطاقين: النطاق الأول عند دلتا الوادي، وفي المناطق الجنوبية الشرقية من حوض منطقة الدراسة، أما النطاق الثاني عند منبع الوادي بالقرب من قمة كور سيبان فيقع على ارتفاع يصل إلى أكثر من (1700)م فوق مستوى سطح البحر حيث انخفاض درجة الحرارة وارتفاع كمية الأمطار مقارنة بالمناطق الأخرى في المنطقة.



المصدر: الخريطة من أعداد الباحث بالاعتماد على:

1. القمر الصناعي الأوروبي (Sentinel-2_L2A)، الحزم (8+4) دقة مكانية (10م)، ابريل 2020م، المستخرجة من موقع copernicus data space، عبر الرابط <https://dataspace.copernicus.eu>
2. مخرجات برامج: ENVI.v5.3، لمعالجة الصورة الجوية + (Arc Gis 10.8)

خارطة (4) كثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

وذلك لتقييم الموارد المائية وإدارتها، حيث إنها تعكس صورة جيدة عن الجريان السطحي، وخصائص نظم التصريف النهري، وذلك للعلاقة القوية بين المورفومترية والهيدرولوجية.

3-1 الخصائص الهندسية للحوض:

نقصد بالخصائص الهندسية للحوض هي: حساب مساحة الحوض وأبعاده من حيث الطول والعرض والمحيط، وذلك لما له علاقة بالوضع الهيدرولوجي في الحوض.

3-1-1: مساحة الحوض:

تؤثر المساحة الجغرافية للأحواض في حجم التصريف المائي داخل الحوض، حيث إن العلاقة طردية بين مساحة الحوض وكمية التصريف المائي (مكولا، 1986، ص27)،

ثالثاً: الخصائص المورفومترية لحوض منطقة الدراسة

بعد تحليل الخصائص المورفومترية أحد أهم التطبيقات الجيومورفولوجية، والاتجاهات الحديثة في دراسة الأحواض المائية، فهو يعتبر تمثيلاً لطبوغرافية سطح الأرض، فالخصائص المورفومترية ما هي إلا نتاج مباشر أو غير مباشر لجميع العوامل الطبيعية والبشرية المتمثلة: بالتركيب الجيولوجي، والخصائص المناخية والنباتية، والتربة وتأثير الإنسان (الرواشدة، 2017، ص967). وتقيد دراسة الخصائص المورفومترية لأي حوض نهري، في تقديم مؤشرات لحالة الوضع الهيدرولوجي للحوض النهري (سلامة، 1980، ص99)،

وتؤثر مساحة الحوض أيضًا في إعداد الشبكة النهرية وأطوالها التي تتباين في مساحاتها بشكل كبير، بسبب التباين في الخصائص الطبيعية الصخرية، والمناخ، والتضاريس فضلاً عن عامل الزمن (Strahlor, 1958, p280) ويوضح الجدول (4) المساحة الإجمالية لحوض منطقة الدراسة بـ(1763 كم²). وتعد هذه المساحة كبيرة مقارنة بالأحواض التي حوله باستثناء حوض وادي حجر) وبالتالي فإن كمية التصريف المائي لهذا الحوض ستكون كبيرة مقارنة بالأحواض المجاورة.

جدول (4) الخصائص الهندسية لحوض وادي حويرة

الأبعاد	المساحة	الطول	العرض	المحيط
الأطول	1763	88	20	283.5

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ومخرجات برنامج (Arc Gis 10.8) والمعادلات الحسابية.

3-1-2 طول الحوض:

يمثل أحد المتغيرات المورفومترية الهندسية المهمة المرتبطة بالخصائص الهيدرولوجية، فيما يخص المدة الزمنية لوصول المياه الجارية من المنبع إلى أي نقطة معلومة من مجرى الحوض، إذ يتحكم طول الحوض في المدة الزمنية اللازمة لتصريف المياه الجارية والحمولة الرسوبية والتسرب والتبخر (عبود، 2016، ص59)، ويتأثر طول الحوض بدرجة التضرس والانحدار حيث إن العلاقة بينهما عكسية، فكلما قلت درجة الانحدار وشدة التضرس أدى ذلك إلى زيادة طول الحوض (سلوم، 2012، ص400). ومن خلال الجدول (4) بلغ طول حوض منطقة الدراسة إلى (88) كم، حيث تعرضت المنطقة إلى الحركات التكتونية التي أدت إلى انتشار الصدوع والفوالق والتراكيب الخطية، علاوة على سيادة العصر المطير في منطقة الدراسة في الحقب الزمنية الماضية.

3-1-3 عرض الحوض:

يعد من المتغيرات المورفومترية المهمة، إذ تساعد في معرفة شكل الحوض، ويستخرج متوسط عرض الحوض من خلال المعادلة الآتية (محسوب، 1997، ص206)

مساحة الحوض (كم²)

عرض الحوض =

طول الحوض كم

من خلال تطبيق المعادلة تم استخراج عرض حوض منطقة الدراسة جدول (4) الذي بلغ (20) كم، وهذا يدل على قصر عرض الحوض مقارنة بطوله، مما يؤثر على الخصائص الهيدرولوجية في الحوض، فكلما زاد عرض الحوض زادت معه كمية المياه التي يستقبلها من الأمطار وبالتالي تزداد كمية الجريان السطحي (الحسيناوي، 2022، ص65).

3-1-4 محيط الحوض:

يمثل محيط الحوض خط تقسيم المياه الذي يفصل الأحواض عن بعضها (العجيلي، 2014، ص406). ويعبر محيط الحوض عن مدى انتشار الحوض واتساعه فكلما زاد محيط الحوض ازدادت مساحته وكمية تصريفه للمياه الجارية التي يستقبلها (الوائلي، 2012، ص97). ومن خلال الجدول (4) بلغ محيط حوض منطقة الدراسة (283) كم، ويعود زيادة محيط الحوض إلى كثرة تعرجاتها بسبب اختلاف التكوينات الجيولوجية والطبيعية البنيوية في المنطقة.

3-2 الخصائص الشكلية للحوض:

يعد شكل الحوض انعكاساً لخصائص البيئة

الطبيعية، التي تؤثر في تشكيل الأحواض، وتظهرها بأشكال مختلفة، وتساعد دراسة الخصائص الشكلية للحوض على فهم حجم التصريف النهري (محسوب، 1997، ص207)، والتنبؤ بإمكانية حدوث الفيضانات للحد من خطورتها، وذلك لأهميتها في تحديد كمية التغذية المائية للمجرى الرئيس وتحكمها في ذروة التصريف المائي (بارشيد، 2008، ص103)، وشدة التعرية المائية، ومن أهم القياسات التي يمكن استعمالها لقياس أشكال الأحواض هي: (معامل شكل الحوض، ونسبة الاستدارة، نسبة الاستطالة، معامل الاندماج، معامل الانبعاج).

جدول (5) الخصائص الشكلية لحوض منطقة الدراسة

المعامل	شكل الحوض	نسبة الاستدارة	نسبة الاستطالة	معامل الانبعاج
حويرة	0.23	0.27	0.53	1.09

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ومخرجات برنامج (Arc Gis 10.8) والمعادلات الحسابية.

3-2-1 شكل الحوض:

يعبر عن العلاقة بين المساحة الحوضية والطول، ومن خلاله يستدل على مدى التناسق بين أجزاء الحوض، وانتظام شكله العام، حيث إن انخفاض قيم معامل شكل الحوض إلى أقل من (0.5) يدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث، فيما تدل القيمة المرتفعة أكثر من (0.5) على اقتراب شكل الحوض من الشكل المربع، وتستخرج معامل شكل الحوض وفق المعادلة الآتية: (الراوي، 2007، ص63)

2 مساحة الحوض (كم²)

معامل شكل الحوض = $\frac{\text{مربع طول الحوض كم}}{\text{مساحة الحوض كم}^2}$
وصل معامل شكل الحوض في حوض منطقة الدراسة إلى (0.23) كما هو موضح في جدول (5) وهي نسبة منخفضة تدل على عدم تناسق أجزاء الحوض واقترب شكله من المثلث، مما ينعكس على التصريف المائي من حيث زيادة كمية الضائعات المائية.

3-2-2 نسبة الاستدارة:

وهي عبارة عن النسبة بين مساحة الحوض ومساحة دائرة لها نفس طول محيط الحوض، فهي مقياس يدل على مدى اقتراب شكل الحوض من الدائري، وتتراوح قيمة هذا المعامل بين، (0-1) وتدل القيم المرتفعة أكبر من

(0.5) على اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، أما القيم المنخفضة أقل من (0.5) فتدل على ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري وعدم انتظامه (الحسيناوي، 2022، ص 66)، ويتم استخراج معامل الاستدارة من خلال المعادلة التالية:

مساحة الحوض (م²)

معدل الاستدارة =

مساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض نفسه (م²)

بلغت نسبة الاستدارة في حوض منطقة الدراسة إلى (0.27) وهذا يدل على ابتعاد الوادي من الشكل الدائري، وأن الحوض في بداية دورته الحثية، وهذا سيؤدي إلى تفاوت وصول المياه الجارية من جميع الروافد إلى منطقة المصب في أثناء العاصفة المطرية.

3-2-3: نسبة الاستطالة:

تصف نسبة الاستطالة مدى اقتراب أو ابتعاد الحوض عن الشكل المستطيل وتتراوح النسبة ما بين (0-1)، إذ كلما اقترب الرقم من الصفر دل على شدة استطالة الحوض، أما إذا

اقترب من الواحد الصحيح دل على ابتعاد الحوض عن الشكل المستطيل وله شكل آخر، وتؤثر هذه النسب في مدة الجريان، فالأحواض المستطيلة الشكل يكون التصريف المائي فيها أكثر انتظاماً وأقل كمية مياه، بسبب زيادة الضائعات المائية (تبخر وتسرب) نتيجة لتأخر وصول الجريان المائي من الأحواض إلى بيئة المصب (محسوب، 1997، ص 208) ويمكن الحصول على نسبة الاستطالة من خلال المعادلة التالية (سلامة، 2007، ص 178).

طول قطر دائرة بمساحة الحوض نفسه (م²)

نسبة استطالة الحوض =

أقصى طول للحوض (م)

بلغت نسبة الاستطالة في حوض منطقة الدراسة إلى (0.54) وهو معتدل الاستطالة،

3-2-4 معامل الانبعاث:

يعد من المعاملات المورفومترية الدقيقة التي تعبر عن تشكل الحوض، حيث تظهر أهميته في أنه يعالج بعض سلبيات معامل الاستدارة، وذلك لأن الأحواض عادة لا تميل إلى الشكل

الدائري بل أغلبها تأخذ الشكل الكمثري والحوض وانسيابيته وزيادة أعداد المجاري وخصوصاً المتناسق منها، ولذا؛ تشير القيم المرتفعة أكثر من (2) إلى قلة تفلطح الحوض ومن ثم قلة أعداد وأطوال المجاري في الرتب الدنيا، أما القيم المنخفضة فتشير إلى تفلطح الحوض وانسيابيته وزيادة أعداد المجاري وأطوالها في الرتب الدنيا، والنحت الراسي والتراجعي ، ويمكن الحصول على معامل الانبعاج من خلال المعادلة التالية (الدليمي، 2018، ص132)

لحوض كم²

معامل الانبعاج =

4 x مساحة الحوض

وصل معامل الانبعاج في حوض منطقة الدراسة إلى (1.09) وهذا يدل على قلة تفلطح الحوض وزيادة أعداد وأطوال المجاري المائية في الرتب الدنيا وزيادة النحت الراسي والتراجعي فيه.

3-3 الخصائص التضاريسية للحوض:

تعد دراسة الخصائص التضاريسية للأحواض ذات أهمية لفهم الخصائص الهيدرولوجية للحوض المائي، وسوف تتم دراسة معظم الخصائص التضاريسية التي ترتبط بالجريان التضاريسي مهما لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية لحوض منطقة الدراسة ، حيث تسهم هذه النسبة في معرفة سرعة وصول الموجات المائية، ومدى نشاط التعرية المائية وما يرتبط بها من نقل كميات كبيرة من الرواسب إلى مصب الحوض ويمكن الحصول على نسبة التضرس من خلال المعادلة الآتية: (محسوب، والشريعي، 1996، ص257).

(المدى التضاريسي)

نسبة التضرس =

طول الحوض بالمتري

نلاحظ بأن نسبة التضرس في حوض منطقة الدراسة وصلت إلى (0.02) م/م، ويعود انخفاض هذه النسبة إلى طول الحوض الذي يبلغ (88000) متر، وهذا سيؤثر على سرعة وصول الموجات المائية.

جدول (6) الخصائص التضاريسية لحوض منطقة الدراسة

الخصائص التضاريسية	نسبة التضرس	التضاريس النسبية	درجة الوعورة	معدل انحدار السطح	معدل النسيج الطبوغرافي	التكامل الهبسومتري
حوية	0.02	0.73	5.94	23	3.64	0.86

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على جدول (5) ومخرجات برنامج (Arc Gis 10.8) والمعادلات الحسابية

3-3-2 التضاريس النسبية:

النسبية ودرجة مقاومة الصخور لعمليات التعرية، وذلك مع حالة ثبوت الظروف المناخية، ويتم استخراج التضاريس النسبية على وفق المعادلة الآتية (محسوب، 1997، ص209).

هي مقياس آخر لقياس شدة تضرس الحوض، إذ تمثل التضاريس النسبية العلاقة بين قيمة المدى التضاريسي، ومقدار محيط الحوض، وتوجد علاقة ارتباط سالبة بين التضاريس

(المدى التضاريسي)

= التضاريس النسبية

طول محيط الحوض كم $\times 10$

الحوض، وانحدار المجرى المائي، معتمدًا على كثافة التصرف الطولية للحوض، حيث إن ارتفاع هذه القيمة يعني شدة التضرس وزيادة التعرية المائية في نقل الرواسب من المنابع العليا للأحواض وترسيبها أسفل المنحدرات.

ويمكن استخراج قيمة الوعرة من خلال تطبيق المعادلة الآتية (عبود، 2016، ص65)

وصلت التضاريس النسبية في حوض منطقة الدراسة إلى (0.73)، وذلك يعود إلى زيادة طول محيط الحوض.

3-3-3 درجة الوعورة:

تعبّر درجة الوعورة عن العلاقة بين ارتفاع الحوض وكثافة التصريف ومحيط الحوض، وتشير قيمة الوعورة إلى مدى تضرس

المدى التضاريسي (م) $\times$ الكثافة التصريفية

= درجة الوعورة

طول محيط الحوض (كم)

الراسي، فضلاً عن نقل زيادة الحمولة المائية وترسيبها في مناطق ضعف التيار المائي.

ارتفعت درجة الوعورة في حوض وادي منطقة الدراسة إلى (5.94)، وتوحي إلى زيادة سرعة الجريان المائي والتعرية المائية لاسيما النحت

3-3-4 معدل انحدار السطح:

قوة التعرية المائية، ويمكن استخراج معدل

يعد من المتغيرات المورفومترية التي تؤثر في كمية التصريف المائي، علاوة على تأثيره في الانحدار من خلال المعادلة التالية (المغاري، 2015، ص113).

المسافة الراسية (المدى التضاريسي) (م)

معدل انحدار السطح =

طول الحوض (كم)

أعدادها، فإنها تدل على شدة تقطع الحوض وزيادة نشاط عمليات الحت، ويمكن استخراج معدل النسيج الطبوغرافي من خلال المعادلة الآتية (حسن، 2016، ص155).

وصل معدل النسيج الطبوغرافي في حوض منطقة الدراسة إلى (3.64 مجرى / كم) مما يد على شدة تقطيع الحوض وزيادة التعرية المائية.

بلغ معدل انحدار حوض منطقة الدراسة إلى (23) م/ كم، مما يؤدي إلى زيادة كمية التصريف المائي وانخفاض الضائعات المائية بالتبخر والتسرب، وذلك لقلة وقت مكوث المياه على سطح الحوض.

3-3-5 معدل النسيج الطبوغرافي:

يعد مؤشرًا لمدى تضرس سطح الأحواض وتقطعها ومدى كثافة الصرف فيها، إذ إن الأودية التي تتقارب مع بعضها البعض وتزداد

مجموع أعداد المجاري في الحوض

معدل النسيج الطبوغرافي =

طول محيط الحوض (كم)

3-3-6 التكامل الهيسومتري:

- (0.8 وأكثر) الحوض المائي يمر في مرحلة الشباب.
- (0.5-0.79) الحوض المائي يمر في مرحلة النضج.
- (أقل من 0.5) الحوض المائي يمر في مرحلة الشيخوخة.

ويستخرج معامل التكامل الهيسومتري من

المعادلة الآتية (عبد، 2013، ص154)

يعبر عن العلاقة بين المساحة والتضاريس ، التي تساعد على معرفة المرحلة التي يمر بها الحوض المائي، لما لها علاقة بالخصائص الهيدرولوجية من سرعة الجريان وقوة التعرية المائية، وقد صنف ديفيز (W.M.Davis) قيم التكامل الهيسومتري إلى ثلاثة أصناف:

مساحة الحوض (كم)

التكامل الهيسومتري =

المدى التضاريسي للحوض (م)

تتجمع مع بعضها البعض وتتحد طولاً وعرضاً، مكونه المجرى الرئيس الذي ينتهي عند المصب (أبو العينين، 1995، ص437)، وتقيد دراسة المراتب النهرية، في تقدير كمية التصريف المائي، وإمكانية التنبؤ بمخاطر الفيضانات، ومالها من ارتباط في نشاط عمليات الحث والترسيب داخل الحوض المائي.

تم تصنيف المراتب النهرية في الأحواض إلى مراتب مختلفة اعتماداً على قانون (Stahler) (1954, p341-345). حيث بلغت الرتبة النهرية لحوض منطقة الدراسة إلى الرتبة السادسة، وهو مؤشر على زيادة كمية المياه الجارية، إذ إن هناك علاقة طردية بين الرتبة النهرية وكمية التصريف المائي (كريل، 1986، ص123). ويوضح الجدول (7) والخريطة (5) أعداد المجاري المائية وأطوالها في حوض منطقة الدراسة كالاتي:

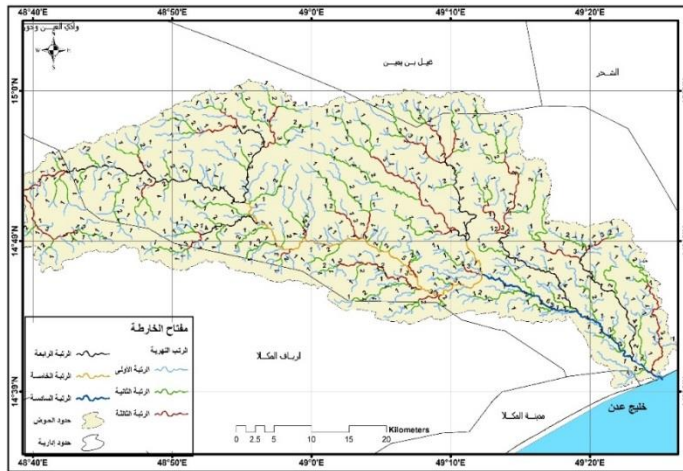
يمر حوض منطقة الدراسة في مرحلة الشباب إذا بلغت قيمة التكامل الهيسومتري (0.86)، ومن ثم، زيادة النحت الراسي للحوض وزيادة الخطورة نتيجة لسرعة وقوة المياه المتدفقة.

3-4 الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائية:

إن تطور شبكة التصريف المائي في أي منطقة ما هو إلا انعكاس للعوامل الجغرافية الطبيعية المتمثلة بالبنية الجيولوجية والتضاريس والمناخ، وتتضمن دراسة خصائص الشبكة المائية لمنطقة الدراسة مجموعة من المتغيرات وهي كالاتي:

3-4-1 المراتب النهرية:

تُميز الدراسة المورفومترية لأحواض التصريف النهرية، درجة الروافد التي يتكون منها الحوض المائي، والنتيجة عن تجمع الروافد الصغيرة جداً والمسيلات، التي تعد بداية الجريان إلى أن



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ومخرجات برنامج (Arc Gis10.8)

خريطة (5) الرتب النهرية لحوض منطقة الدراسة بحسب تصنيف (Stahler)

– 2 – 1) لكل رتبة على التوالي، وتعد الرتبة السادسة من أطول الرتب في الحوض حيث وصلت إلى (31.8) كم ما يعادل (40%) من إجمالي طول الحوض، ما يدل على طول المنطقة التي تتجمع وتتحرر فيها المياه الجارية المنحدرة من معظم جهات الحوض، بما أن هذه المنطقة ذات انحدار طفيف مما يجعلها ملائمة لإقامة مشاريع حصاد المياه.

بلغ إجمالي عدد المجاري المائية في الجدول (7) إلى (663) مجرى وإجمالي أطوالها (1444) كم، وترتفع عدد المجاري المائية في الرتبة الأولى إلى (528) مجرى بطول إجمالي بلغ (712) كم، وبمعدل طول لكل رتبة (1.3) كم، ويقل عدد المجاري المائية كلما زادت الرتبة حيث نلاحظ بأن عدد المجاري في الرتب المتبقية (100 – 25 – 7

جدول (7) يوضح المراتب النهرية وأعدادها وأطوالها لحوض منطقة الدراسة

الرتبة المتغيرات		الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة	إجمالي
حوية	أعداد المجاري	528	100	25	7	2	1	663
	أطوالها (كم)	712	370	171	108	51	32	1444
	متوسط الطول (كم)	1.3	3.7	6.8	15.4	25.7	31.8	–

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ومخرجات برنامج (Arc Gis 10.8)

3-4-2 نسبة التشعب:

كونها أحد العوامل المتحكمة بمعدل التصريف المائي للأنهار، فكلما قلت نسبة التشعب ارتفعت دلالة خطر الفيضان، وذلك بسبب سرعة وصول الموجات المائية إلى منطقة المصب (علاجي، 2010، ص 105). وتستخرج نسبة التشعب من المعادلة الآتية

هي انعكاس طبيعي للظروف الجيولوجية والتضاريسية والمناخية لمنطقة الدراسة، وتعبّر عن العلاقة بين عدد المجاري المائية في رتبة معينة إلى عدد المجاري المائية في الرتبة التي تليها مباشرة، فهي من الخصائص المورفومترية المهمة في دراسة شبكة التصريف النهري،

عدد المجاري المائية في رتبة ما

نسبة التشعب =

عدد المجاري في الرتبة التي تليها

للوادي. وتتفاوت نسبة التشعب بين الرتب النهرية ففي الرتبة الأولى وصلت إلى (5) بينما في الرتبة الثانية والثالثة والرابعة انخفضت إلى (4) وفي الرتبة الخامسة وصلت إلى (2).

نلاحظ من الجدول (8) أن معدل نسبة التشعب وصلت في حوض منطقة الدراسة إلى (4) وهي نسبة منخفضة، مما يزيد من احتمالية حدوث الفيضانات خصوصاً عند مصب الوادي بسبب طول المجرى الرئيس

جدول (8) يوضح نسبة التشعب لحوض منطقة الدراسة

الرتبة	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة	المعدل
عدد المجاري	528	100	25	7	2	1	-
نسبة التشعب	5	4	4	4	2	-	4

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على جدول (7) والمعادلات الحسابية

3-4-3 الكثافة التصريفية الطولية:

علاقة طردية مع كمية الأمطار وعكسية مع درجة الحرارة، إذ يعد المناخ وشكل سطح الأرض مسؤولين عن الكثافة التصريفية بنسبة (97%) . وتستخرج حسب المعادلة الآتية (شاو، 1979، ص11):

وهي تعبر عن النسبة بين أطوال المجاري المائية ومساحة الحوض، وترتبط كثافة التصريف الطولية بطبيعة المناخ السائد في المنطقة، لا سيما كمية الأمطار ودرجة الحرارة، فهي تمثل

مجموع أطوال المجاري المائية في الحوض (كم)

الكثافة التصريفية الطولية =

مساحة الحوض (كم²)

3-4-4 الكثافة التصريفية العددية (التكرار النهري):

هي مجموع أعداد المجاري المائية في الحوض مقسوماً على مساحة الحوض كم² (النقاش، 1989، ص519) التي يمكن بواسطتها معرفة بعض الخصائص الهيدرولوجية للحوض النهري في معرفة مدى وفرة المجاري المائية لكل كيلو متر مربع وشدة تقطع الحوض، ويمكن استخراجها من المعادلة الآتية:

مجموع أعداد المجاري المائية في الحوض

الكثافة التصريفية العددية =

مساحة الحوض (كم²)

كثافة التصريف العددية إلى التكوينات الصلبة والنفاذية العالية في منطقة الدراسة.

يمتاز حوض منطقة الدراسة بانخفاض الكثافة التصريفية العددية، إذ وصلت إلى (0.4) مجرى/كم²، جدول (9) ويعود سبب انخفاض

جدول (9) كثافة التصريف الطولية والعددية ومعدل بقاء المجرى لحوض منطقة الدراسة

الوادي	الكثافة التصريفية الطولية	الكثافة التصريفية العددية	معدل بقاء المجرى
وادي حويرة	0.8	0.4	1.2

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على جداول (4) و(7)

3-4-5 معدل بقاء المجرى:

الحوض، ويشير ارتفاع هذا المؤشر على ابتعاد المجاري المائية عن بعضها البعض، ويستخرج وفق المعادلة الآتية (محسوب، 1997، ص215).

يشير هذا المقياس إلى الدلالة على متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتزويد الوحدة الطولية الواحدة من شبكة المجاري المائية بالمياه في

مساحة الحوض (كم²)

= معدل بقاء المجرى

مجموع أطوال المجاري المائية (كم)

4- يمتاز حوض منطقة الدراسة بأنه يمر في مرحلة الشباب، وهو يوحى بتطور مراحله الجيومورفولوجية مستقبلاً.

5- تتكون الشبكة مائية في حوض منطقة الدراسة من (663) مجرى مائي وإجمالي أطوالها وصلت إلى (1444) كم، ما أدى إلى انخفاض الكثافة التصريفية الطولية والعديدية.

6- يمكن استغلال حوض منطقة الدراسة في إقامة المشاريع لتنمية الموارد المائية (حصاد المياه) مثل: السدود الكرفان والتغذية الاصطناعية للمياه الجوفية.

التوصيات:

1- ضرورة عمل دراسات هيدرولوجية دقيقة على روافد حوض منطقة الدراسة. ليظهر حجم التأثير لكل رافد من روافد حوض منطقة الدراسة.

2- إنشاء قاعدة بيانات إلكترونية متكاملة وربطها بكافة المؤسسات ذات العلاقة (مؤسسة المياه، البيئة، الأرصاد الجوية، التخطيط الحضري)

3- تكديس الجهود بإقامة المشاريع الاستراتيجية لتنمية الموارد المائية ورفع مؤشرات التنمية الاقتصادية في إقليم حوض منطقة الدراسة.

ويلاحظ من الجدول (9) ارتفاع المساحة الحوضية على حساب أطوال المجاري المائية، حيث وصل معدل بقاء المجرى في حوض منطقة الدراسة إلى (1.2) كم²/كم، وهذا مؤشر يدل إلى زيادة احتمالية الفيضانات بسبب جريان المياه في مناطق محصور مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب المياه وغمر المناطق الواقعة على ضفاف الأودية أثناء سقوط العواصف المطرية الغزيرة.

الاستنتاجات:

1- أثرت العوامل الطبيعية من البنية الجيولوجية ومظاهر السطح والعناصر المناخية والنبات الطبيعي في تشكيل الملامح المورفومترية والهيدرولوجية لحوض منطقة الدراسة.

2- وصلت مساحة حوض منطقة الدراسة (1763 كم²) وبارتفاع يصل إلى (2060م) فوق مستوى سطح البحر.

3- أثرت الخصائص المورفومترية الهندسية الشكلية والتضاريسية في التصريف المائية لحوض وادي حويرة من حيث كمية التصريف وسرعته والمخاطر الناتجة عنه.

الهوامش:

(*) من عمل الباحث بالاعتماد على Google Earth

(**) تم حساب المساحة بالاعتماد على Shapefile لحوض

منطقة الدراسة باستخدام برمجية (Arc Gis10.8)

(***) تم حساب مساحات الارتفاعات وتحديد الأودية

المجاورة لحوض منطقة الدراسة من خلال: قوئل أرث+ نموذج

الارتفاع الرقمي لمحافظة حضرموت دقة (30) متر، باستخدام

برمجية نظم المعلومات الجغرافية، (Arc Gis10.8)

المراجع:

- 1- أبو العنين، حسن سيد أحمد (1995) م، أصول الجيومورفولوجيا دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، الطبعة الحادية عشرة، مؤسسة الثقافة الجامعية.
- 2- بارشيد، محمد عوض (2008) م، وادي حجر دراسة جيومورفولوجية، أطروحة دكتوراه، غير منشورة، جامعة النيلين، كلية الآداب، قسم الجغرافيا.
- 3- بارشيد، محمد عوض (2018) م، توزيع الصخور والمعادن في محافظة حضرموت (دراسة في الجيومورفولوجيا الاقتصادية) مجلة جامعة حضرموت للعلوم الإنسانية، المجلد 15، العدد (2).
- 4- بافقر، حسن عبدالله (2019) م، الخصائص المناخية لمحافظة حضرموت (دراسة في الجغرافية المناخية) رسالة ماجستير، غير منشورة، جامعة حضرموت كلية الآداب، قسم الجغرافيا.
- 5- الجمهورية اليمنية، (بدون تاريخ) وزارة النفط والمعادن، الجمهورية اليمنية، مشروع الموارد الطبيعية، خريطة جيولوجية، المكلأ، مقياس رسم 1:250000.
- 6- الجمهورية اليمنية، (بدون تاريخ) الهيئة العامة للطيران والأرصاد الجوية، محطة الريان، مطار الريان، بيانات مناخية غير منشورة (2000-2008).
- 7- الجوراني، خلود كاظم خلف (2014) م، الخصائص الهيدرولوجية لنهر دجلة في محافظتي ميسان والبصرة، رسالة ماجستير (غير منشورة) جامعة البصرة، كلية التربية للعلوم الإنسانية.
- 8- حسون، إيمان شهاب، (2016) م، هايدروجيومورفولوجيا حوض وادي أبو مريس في محافظة المنى وأثره في التنمية الاقتصادية، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) جامعة بغداد، كلية الآداب، قسم الجغرافيا.
- 9- الحسيناوي، علياء عبدالله، (2022) م، هيدرولوجية سيول الأمطار لحوض وادي أبو حضير في هضبة العراق الجنوبية دراسة في تنمية الموارد المائية، أطروحة دكتوراه، (غير منشورة)، جامعة ذي قار، كلية الآداب، قسم الجغرافية.
- 10- خليص، فالح الشمري، (2023) م، الخصائص الهيدرولوجية لمورفومترية لحوض وادي الشكاك شرق محافظة ميسان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS، رسالة ماجستير (غير منشورة) جامعة واسط، كلية التربية للعلوم الإنسانية.
- 11- الديلمي، خلف حسين، والجابري، علي خليل خلف، (2018) م، استخدام الجيوماتكس في دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض الوديان الجافة (دراسة تطبيقية) الطبعة الأولى، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان.
- 12- الرواشدة، شذا، ومصاروة، طالب، وطاران، عايد، (2017) م، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي الحسا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج الارتفاعات الرقمية، مجلة جامعة النجاح للأبحاث العلوم الإنسانية المجلد (31) العدد (6).
- 13- سلامة، حسن رمضان، (2007) م، أصول الجيومورفولوجيا، الطبعة الثانية، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
- 14- سلوم، غزوان، حوض وادي قنديل، (2012) م مجلة جامعة دمشق، المجلد (28)،.
- 15- شاور، آمال إسماعيل، (1979) م، الجيومورفولوجيا والمناخ (دراسة تحليلية للعلاقة بينهما)، مكتبة الخانجي، القاهرة.
- 16- العاقل، حسين مسعد، (2020) م، الصفات الهيدرولوجية لبعض التكوينات الجيولوجية للجمهورية اليمنية، مجلة أبحاث ميسان، المجلد (16) العدد (31).
- 17- عبد، محمد سالم، (2013) م، أحواض التصريف ونطاق السهل الساحلي الجنوبي لليمن بين رأس فقم ورأس الشيخ سعيد، (دراسة جيومورفولوجية تطبيقية) أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة عدن، كلية الآداب قسم الجغرافيا.
- 18- عبود، نهرين حسن، (2016) م، هايدروجيومورفولوجية حوض وادي ساورا في محافظة السلمانية، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) جامعة بغداد، كلية التربية للبنات، قسم الجغرافية.
- 19- العجيلي، عبدالله صبار، (2014) م، التحليل المورفومتري لحوض وادي الغانمي، مجلة كلية الآداب، العدد (110).

- 20- علاجي، آمنة بنت محمد بن أحمد، (2010) م، تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يللم، رسالة ماجستير (غير منشورة) جامعة أم القرى، كلية العلوم الاجتماعية.
- 21- كايو، عبدالله أحمد، (1985) م، الإنسان كعامل جيومورفولوجي (دوره في العمليات الجيومورفولوجية النهرية)، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، جامعة الكويت، قسم الجغرافيا العدد (80).
- 22- محسوب، محمد صبري، (1997) م، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، الطبعة الأولى، دار الفكر العربي.
- 23- محسوب، محمد صبري، والشرعي، أحمد البدوي، (1996) م، الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل، الطبعة الأولى، دار الفكر العربي.
- 24- مكولا، باترك، (1986) م، الأفكار الجيومورفولوجية الحديثة، ترجمة رفيق الخشاب، عبد العزيز المدشي، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، مطبعة جامعة بغداد.
- 25- النقاش، عدنان باقر والصحاف، مهدي محمد علي، (1989) م، الجيومورفولوجيا، دار الحكمة للطباعة والنشر، جامعة بغداد، كلية التربية.
- 26- الوائلي، على عبد الزهرة، (2012) م، علم الهيدرولوجي والمورفومتري، مطبعة أحمد النباغ، بغداد.
- 27- موقع Terra Climate الممول من قبل الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي NOAA
<http://www.climatologylab.org/terraclimate.htm>
1 تاريخ الدخول 2023/7/8م
- 28- موقع المساحة الجيولوجية
USGS <https://earthexplorer.usgs.gov>
- 29- موقع (Copernicus data space) لتتزل صور Sentinel-2_L2A)، عبر الرابط
<https://dataspace.copernicus.eu>
- 30- Beydon, Ziad .R (1998), International Lexicon Of Stratigraphy, Second Edition, Republic Of Yemen, Ministry of Oil and Mineral Resources, San'a.
- 31- Strahlor , A.N. (1958), Dimensional analysis applied to fluvial Eroded landforms . Bulletin of geological of America , vol, 69.
- 32- Stahler A,N (1954), Quantitive Geomorphology of Erosional Landscape , Qeal, Cong, Algiers c.R fare , V.15.

Morphometric Characteristics and Their Hydrological Implications of Wadi Hawirah Basin in Hadhramaut Using Geographic Information System (GIS)

Abstract

The study aimed to analyze the morphometric characteristics and their hydrological implications for Wadi Huwayra basin. To calculate various morphometric characteristics, the study adopted a descriptive, analytical, and quantitative approach, using geological and topographical maps, field observations, Digital Elevation Models (DEM), and the outputs of multiple Geographic Information System (GIS) programs. The study began by describing and analyzing the natural geographical factors affecting the hydrology of the study area's basin (geological structure, topographical features, climate, and vegetation cover). It then examined the geometric, shape-related, and terrain-based morphometric characteristics, as well as the characteristics of the water network, followed by the hydrological implications of each element of the study. The study concluded that natural factors influence the watershed discharge of the basin. Additionally, the study determined the area of the basin, which was found to be 1763 km². The watercourses reached the sixth order, the total number of watercourses were 663, and their total length reaching 1444 km.

Key words: Morphometric Characteristics, the Hydrological Implications, Wadi Huwayra, Hadhramaut, Geographic Information System (GIS)