مجلّة جامعة عدن للعلوم الانسانيّة والاجتماعية
EJUA-HS Vol. 4 No. 4 (2023)
https://doi.org/10.47372/ejua-hs.2023.4.313
ISSN: 2708-6275

مقالة بحثية

التحليل المورفومتري لشبكة التصريف المائي لحوض وادي سيلة بلة وإمكانية استثماره في حصاد المياه باستخدام تقنية GIS

محمد سالم محمد[1]،* و عبدالله علي المعلم[2]

[1] قسم الجغرافيا، كلية التربية- صبر، جامعة عدن، عدن، اليمن
[2] قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عدن، عدن، اليمن

* الباحث الممثل: محمد سالم محمد؛ البريد الالكتروني: magmmedmahmmedsalem@gmail.com

استلم في: 08 أغسطس 2023 / قبل في: 10 نوفمبر 2023 / نشر في: 31 ديسمبر 2023

المُلخّص

تهدف الدراسة إلى بناء قاعدة معلومات للخصائص المورفومترية حول حوض وادي سيلة بلة أحد روافد وادي تبن محافظة لحج من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) باستخدام مجموعة من برامج نظم المعلومات الجغرافية ,(Hydrology) Arc Gis10.8 كوسيلة من وسائل قياس المتغيرات المرفومترية، وإمكانية استثمار الشبكة المائية لحوض وادي سلة بلة في الحصاد المائي، وذلك لأهمية الماء باعتباره المنطلق الأول لنهضة والتنمية، علاوة إلى هموم الماء نظراً لطبيعة مناخ اليمن بشكل عام، ومنطقة الدراسة خاص، وصعوبة توفر المياه فيها بالكمية والنوعية المناسبة، ومن هنا تأتي أهمية استخدام الطرق العلمية الحديثة في استعمالات المياه المختلفة، وترشيدها لذا توصلت الدراسة إلى أقترح إقامة عدد من تقنيات الحصاد المائي في عدد من مواضع منطقة الدراسة منها كواقية من الأضرار البيئية.

الكلمات المفتاحية: الخصائص المورفومترية، حوض سيلة بلة، الحصاد المائي.

المقدمة:

تعد الدراسة الحالية امتدادًا للعديد من الدراسات التي تناولت بعض احواض الوديان الجافة وشبه الجافة، وكذلك امتدادًا لبعض الدراسات المرفومترية لبعض الاحواض اليمنية ومنها حوض وادي تبن الذي يعد حوض الدراسة (حوض وادي سيلة بله) أحد احواضه الفرعية الذي يتميز هيدرولوجيًا عن بقية الأحواض الثانوية لحوض وادي تبن كونه يصب في الجزء الادنى له، وذلك لصول تصريفه المائي إلى أرض الدلتا قبل الأحواض الأخرى، فحوض وادي سيلة بله يجري في مناطق متباينة جيولوجيًا وتضاريسيًا ومن ثم يتسم بالعديدمن الخصائص المورفومترية سوء في قطاعة الأعلى الذي يجري فيه الوادي في نطاق تلالي شديد التضرس في قطاعة الأدنى الذي يدخل في النطاق السهلي قليل التضرس. وتبرز أهمية ودور نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة متقدمة للتعامل مع تلك البيانات في جميع المجالات العلمية بصورة عامة والدراسات الجغرافية بصورة خاصة من خلال الاسهام في الدقة التميزية المكانية الكبيرة في تحرير شبكات التصريف المائي بأعدادها وأطوالها وأشكالها الحقيقية، وتساعد دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض المائية في تسليط الضوء على هيدرولوجية الأحواض المائية من حيث معرفة الموارد المائية، وذلك لما لتلك الأحواض من أهمية ترتبط بالأنشطة البشرية ومن تحديد الأضرار البيئية، فضلاً عن دورها في إمكانية تحديد درجات خطورة تلك الأحواض في حالة الجريان المائي بها، وإعادة التأهيل البيئي لها، وارتباط ذلك بمجالات تنمية الموارد المائية واستثمارها في الحصاد المائي إضافة إلى التنمية الزراعية الرعوية (العزاوي،2009،ص97)، كما تساعد دراسة الخصائص المورفومترية وما ينتج عنها من قيم في الخصائص الهيدرولوجية المتعلقة بالجريان السطحي وحجم التساقط والخزن المائي(الحصاد المائي) الذي من خلاله يمكن ترشيد تلك المصادر وتفادي مخاطر السيول الامر الذي يساعد الجهات المعنية في إعادة تأهيل حوض وادي سيلة بلة على أسس علمية دقيقة.

وأثناء النزول الميداني للمنطقة اتضح للباحثين من خلال المقابلة الشخصية مع بعض سكان النطاق الأعلى والاوسط للحوض أثر الماء في بعض الأسر من عدم الحاق أولادهم في التعليم وخاصة الاناث نظراً لعدم توفر مصادر المياه، فغالبية السكان يتخذون حرفة الرعي والزراعة الحرف الرئيسة لهم، وعلى ضوء ذلك أصبح من الضروري توفير تقنيات حصاد المياه لكل قرية إن أمكن، بغرض توفير الوقت والجهد اللذان يبذلان في جلب المياه، كما يفضل مشاركة المزارعين من ذوي الدخل المحدود في حل مشكلاتهم، وذلك بتوفير مشاريع المياه وتقنيات الحصاد كون توفر مياه الري يلعب دورًا بارزًا في عملية الزراعة، وديمومتها وتوسيع رقعتها، ويساعد في تنويع المحاصيل الزراعية.

وكون المنطقة تتسم بالأمطار الغزيرة والفجائية في فترات زمنية قصيرة في بعض المواسم التي يصعب في كثير من الأحيان التنبؤ بها وتؤثر على الطريق العام وتحجز المسافرين لأكثر من ساعتين، وغالبًا ما تضيع، وتختفي هذه الامطار بسرعة نتيجة التبخر والتسرب والجريان السطحي دون أن يتم الاستفادة منها بشكل فعال.

ومن هنا يجب إنشاء السقايات والخزانات والبرك والسدود والحواجز حتى تتوافر المياه للشرب وللزراعة في عملية الري التكميلي للمحاصيل الزراعية، وإتباع نظام الدورات الزراعية بدلًا من اقتصار الزراعة على موسم الأمطار وهذا سيساهم في تحسين المستوى الاقتصادي لسكان المنطقة البالغ عددهم حسب اسقاط 2021م نحو7 الف نسمة (الجهاز المركزي للإحصاء، ص5) يتوزعون على عدد من القرى.

مشكلة البحث:

تتضمن مشكلة البحث الكشف عن الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائي لحوض وادي سيلة بلة وتحليل تلك الخصائص باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وامكانية استثمارها في الحصاد المائي.

فرضية البحث:

تتمثل فرضية البحث في ان الخصائص الطبيعية لها تأثير كمي ونوعي على جريان المياه في الحوض، وللخصائص الشبكة المائية الدور الأكبر في ذلك التأثير.

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في ابراز الجدوى الاقتصادية والاجتماعية لأهمية إقامة تقنيات الحصاد المائي باعتباره من المشاريع الضرورية لمنطقة الدراسة، علاوة إلى احتياجات سكان المنطقة للمياه في ظل التغييرات المناخية.

أهداف البحث:

1. يهدف البحث الى دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي سيلة بلة.
2. بناء قاعدة بيانات للحوض من خلال تقنية نظم المعلومات الجغرافية.
3. تحديد دور الخصائص المناخية في مدى إسهامها في تباين كمية الموارد المائية.
4. الاستفادة من مياه لأمطار وجمعها من المجاري العليا وإقامة سدود تخزين من خلال استغلال الإمكانيات الطبيعة المتوفرة في المنطقة.
5. تنمية المياه السطحية باستخدام السدود والخزانات ذات سعة كبيرة للاستفادة منها حسب الطلب علاوة لتغذية مكامن المياه الجوفية، واستخدام سقايات وبرك وسدود صغيرة للاستفادة منها لأغراض سقي الحيوانات والشرب للقرى وسكان البدو.

مَنْهجية واسلوب البحث:

اعتمد البحث على **المنهج التاريخي** وتم من خلاله معرفة زمن وعصور تكوينات الحوض.

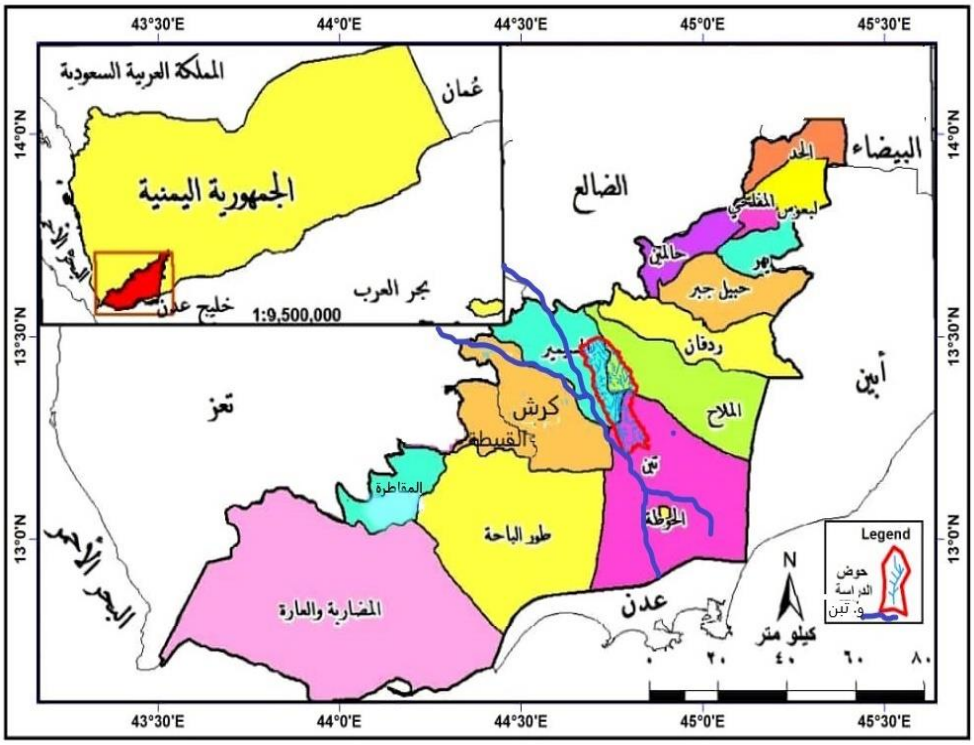
و**المنهج الوصفي** تم إتباع وصف التكوينات الجيولوجية والخصائص التضاريسية والمناخية،

و**المنهج التحليلي الكمي** Quantitative Approach لدراسة الخصائص المورفومترية للحوض عن طريق أجراء القياسات وتطبيق المعادلات للمتغيرات المورفومترية والاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمية (DEM) لأجراء التحليلات المورفومترية فضلًا إلى استخدام الأسلوب الكرتوجرافي في تحليل الخريطة الجيولوجية للمنطقة من أجل دراسة الحوض وتحديد مواضع تقنيات الحصاد المائي بأنواعها المختلفة.

منطقة الدراسة:

يعد وادي سيلة بلة أحد الروافد للحوض الأدنى لوادي تبن الواقع شمال العند من محافظة لحج برافديه الأساسيين وادي النكالة وادي بلة ويقع بين دائرتي عرض 13.20° ــ 13.49.59° شمالًا وخطي طول 44.66° ــ 44.85°شرقًا، ويتجه نظام التصريف من الشمال إلى الجنوب حتى يصل إلى مصبه عند منطقة التقائه بالوادي الرئيس لحوض وادي تبن جنوب منطقة العشش التي تبعد 2,5كم عن راس دلتا تبن وتبلغ مساحته 284كم2 بطول مثالي33كم وحقيقي 37كم وعرض 12،4كم ومحيطه 97 كم. انظر الخريطة (1).

خريطة (1): موقع منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على برنامج Google Earth، وبرنامج Arc Map، وبرنامج Gis.

الوضع الجيولوجي لمنطقة الدراسة:

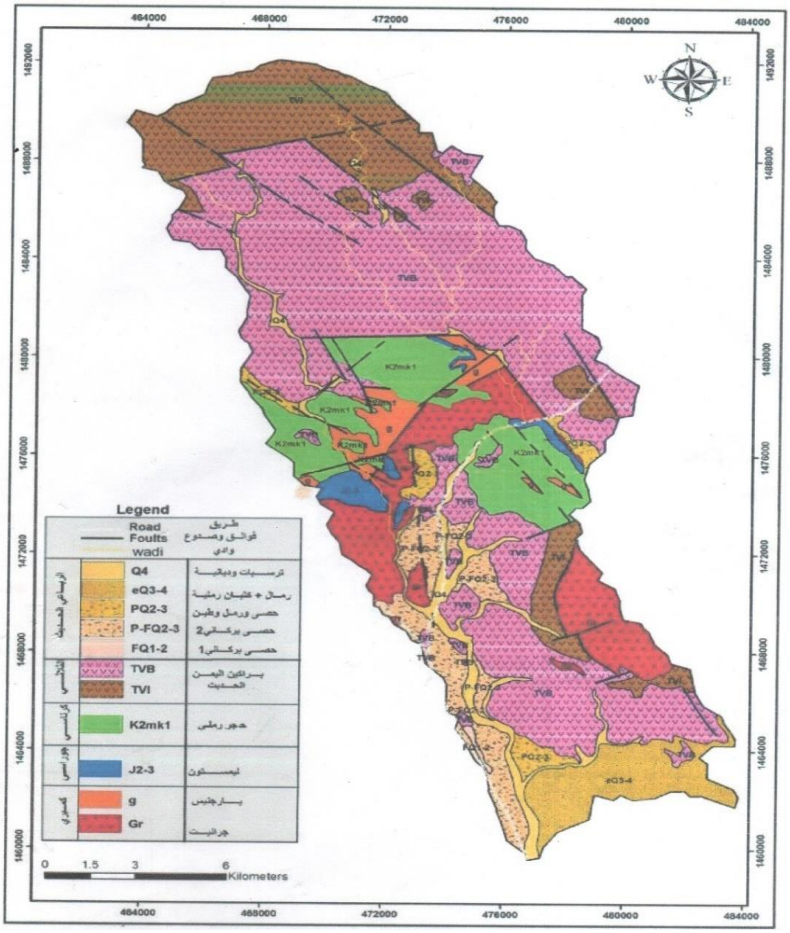
تعد البنية الجيولوجية احدى أبرز العوامل المشكلة للمظهر الأرضي وهي إحدى الخصائص الطبيعية التي ترتكز عليها مقومات الدراسات الجغرافية، وتعد البنية في تراكيبها المتباينة التي تشكلت بفعل الحركات الباطنية من العوامل المؤثرة في التصريف من حيث زيادة أو سرعة جريان المياه زمانيًا ومكانيًا على طول مجرى الحوض، وتتمثل التكوينات الجيولوجية التي تشكلت في حوض الدراسة بفعل الحركات الباطنية مرت بعمليات وعصور جيولوجية متباينة، وبذلك يمكننا دراستها على ضوء تباياناتها الصخرية المنكشفة في منطقة الدراسة باختلاف ترسيبها.. أي يترسب البعض منها تحت ظروف قارية ناتجة عن انحسار بحري بينما ترسب البعض الأخر منها تحت ظروف بحرية ناتجة عن تقدم بحري تتراوح اعمارها هذه التكوينات بين عصري الجوراسي والكرتياسي للزمن الثاني وهناك رواسب مفككة وان تماسكها نسبيًا في مواد معدنية وعضوية تتراوح اعمارها الى العصر الرباعي وتعود حاله الانحسار والانغمار البحري الى الحركات الأرضية التي تعرضت لها المنطقة خلال تاريخها الجيولوجي التي نتجت عن تغيرات مستوى سطح البحر، فضلًا عن التغيرات المناخية وتتكشف تلك التكوينات الجيولوجية على السطح. انظر الخريطة الجيولوجية للمنطقة (2) ويذلك يمكننا دراسة التكوينات الجيولوجية للمنطقة من الاقدم إلى الاحدث في الاتي:

تكوينات القاعدة: وهي تكوينات نارية صلبة تمثل صخور الأساس التي ترتكز عليها معظم صخور المنطقة، وتظهر في وسط الحوض جنوب جول الدحمة وتتمثل في صخور الجرانيت القديم وصخور البار جنيس.

تكوينات الجوراسي: وتتمثل في الصخور الجيرية الكلسية(limestone) وهي صخور ذات منشأ بحري يعود تكوينها إلى تكوين شقرة عمران وترتكز على صخور الأساس في منطقة الدراسة.

التكوين الرباعي: تغطي رواسب العصر الرباعي أجزاء واسعة من منطقة الدراسة وتتمثل في الترسبات النهرية (المدرجات النهرية) وبطون الاودية وتتكون من الرمل والغرين والرمل والحصى والحصى المتماسك (الكونجلوميرات) وهناك عدد من الشواهد التي تشير الى حدوث تغيرات مناخية كانت لها اثارها وتبدو تنوع المصاطب النهرية في طبقاتها وسمكها كما تبرز الكثبان الرملية التي تغطي الجهة الشرقية من الجزء الأدنى للوادي بل تسفح الى المجرى المائي الا انها تجرفها السيول الموسمية نحو دلتا تبن.

خريطة (2): جيولوجية منطقة الدراسة



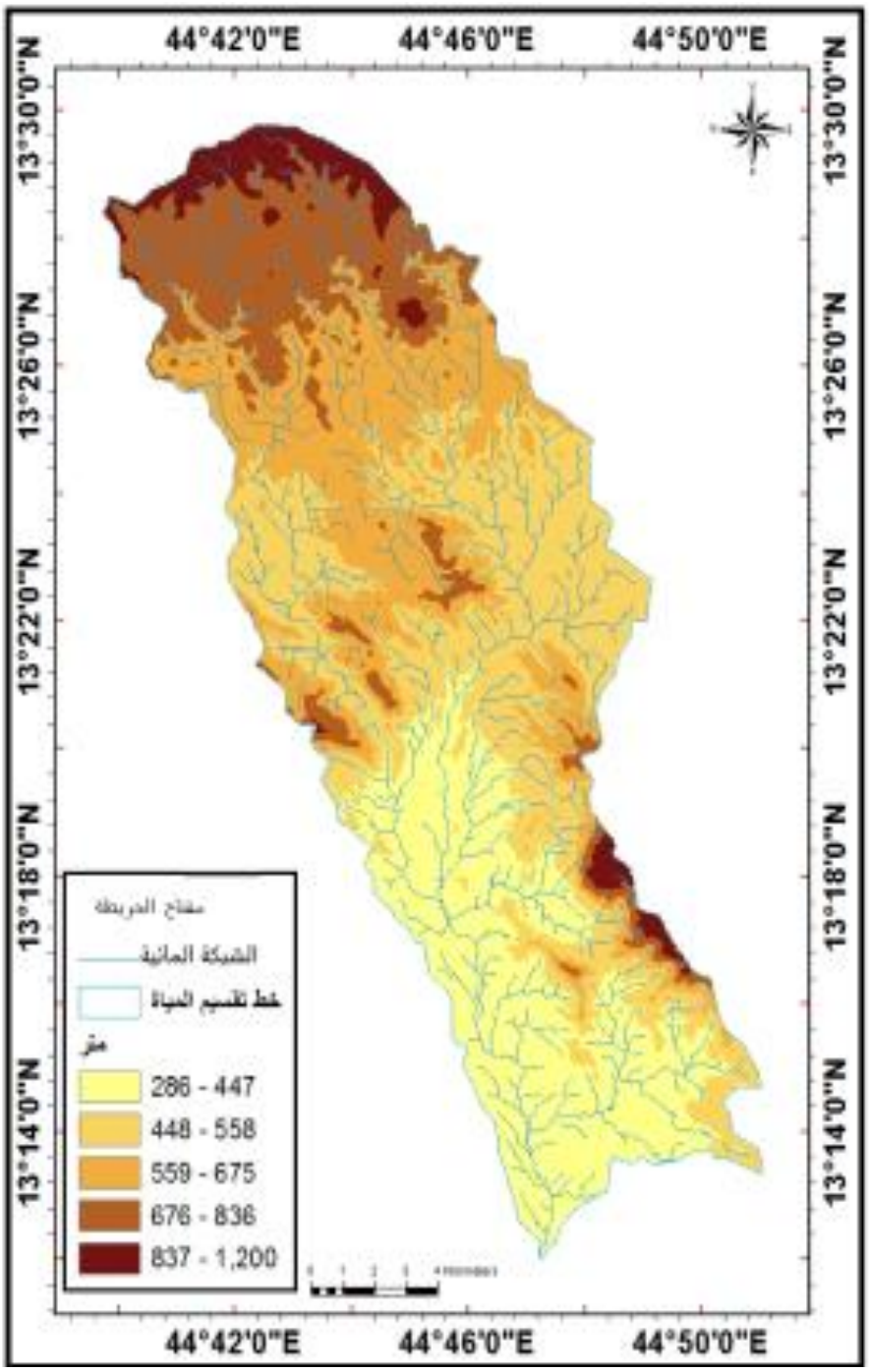
المصدر: بالاعتماد على خريطة جيولوجية 1:250000 شركة روبوستون بي بي 1991م
خريطة لحج الجيولوجية 1:100000 خريطة الحبيلين الجيولوجية 1:100000 المشروع الشيكي 1983م.

التضاريس:

تتباين طبوغرافية المنطقة بسبب التطور الجيولوجي والجيومورفولوجي حيث نجد أعلى ارتفاع يصل إلى 1218 مترًا عند جبل منيف فوق مستوى سطح البحر وأدنى نقطة 270 مترًا عند مصب الحوض والتقاؤه بوادي تبن في منطقة العشش، ويتسم سطح المنطقة بالمظهر التلالي الهضبي انظر خريطة (3) إذا استثنينا نقطة المصب التي تدخل في النطاق السهلي تابع لسهل دلتا تبن، وتتوزع التلال الجبلية في النطاق الأدنى والاوسط حتى منابع الحوض، وتتمثل هذه التلال في تل مرسع وتل حميد وتل حليق وتل العوجاء وتل ذي النخل وتل بريك وتل راخم وتل ثلعثة وتل المبراك وتل علفق وتل حزام وتل العلوب وتل الداحم وتل الكسارة وجبل ارف في النطاق الأدنى للحوض وتجري على سفوح هذه التلال عدد من المسيلات وتفصل فيما بينها عدد من الشعاب والمجاري المائية كوادي عرفة وادي الخشب وادي صاعم وادي تلطح.

وتتباين تكوينات هذه التلال ونجودها من الصخور القديمة والمتحولة والبركانية والحجر الرملي التي قطعتها المجاري المائية وعمقت مجاريها مكونه مسيلات واخاديد عميقة تجري على سفوحها ونجودها واوديتها في اتجاهات مختلفة لتلتقي بعد ذلك في المجرى الرئيس من الشمال إلى الجنوب في انحدار عام بلغ (4متر/كم) ونسبة تضرس (35 متر/كم) مستنتج من الدراسة المورفومترية، مما يدل على وجود نشاط تكتوني وارساب بحري وقاري متميز في منطقة الدراسة ساعد ذلك على نشاط جيومورفولوجية المياه السطحية الجارية الأمر الذي يتطلب استثمار هذه الموارد المائية من خلال إنشاء سدود وخزانات وسقايات وبرك في مسيلات هذه التلال ومجاريها.. إي يمكننا استغلال المياه من خلال الحصاد المائي دون ضياعها فضلًا عن زيادة تغذية الخزانات الجوفية تحت السطحية من جهة أخرى.

خريطة (3): طبوغرافية المنطقة



المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (D.e.m)

الخصائص المناخية:

اعتمد البحث على بيانات محطة الحبيلين المناخية الواقعة على ارتفاع (600متر)، كون هذه المحطة هي الأقرب حول منطقة الدراسة، وبناء على ذلك يمكن القول ان منطقة الدراسة تتصف بطول فصل الصيف وهو الفصل الممطر، والاكثر تبخراً، ومن المعطيات المتوفرة لمحطة الحبيلين في الجدولين (1، 2) يمكن القول إن لعناصر المناخ أهمية قصوى حيث يعد تأثيرها في نظام التصريف ذات تأثير مباشر، ويقع حوض وادي سيلة بلة المناخ الجاف وشبه الجاف، وتتباين معدلات الأمطار السنوية في الحوض، فيقل معدل سقوط الأمطار كلما اتجهنا نحو الجنوب.

جدول (1): معدل كمية الأمطار للمنطقة ما بين 1990 ــ 2022م

الشهور	يناير	فبريير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	العدل السنوي
محطة الحبيلين	3.2	13.5	30.2	29	24.5	15.4	15.2	36.5	76.6	3.5	3.1	2.8	252.5

جدول (2): معدل درجة الحرارة للمنطقة بين 1990 – 2022م

الشهور	يناير	فبريير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
محطة الحبيلين	19.7	19.9	20.2	23.4	27.6	26.8	28.1	25.9	25.6	23.3	21.2	19.5

ويلاحظ من جدول (1) سجل المعدل السنوي للأمطار 252.5مم، ويمتاز هذا المعدل ايضاً بالتباين في توزيعه على أشهر السنة فهي تتركز في شهور الصيف معظمها وفي الربيع، ويعد شهر سبتمبر أكبر معدل حيث بلغ 76.6مم، وهذا النظام للأمطار السائدة في المنطقة يؤكد تأثرها الواضح بالرياح الموسمية واحياناً بالمنخفضات الجوية، وخاصة أمطار الربيع. وتتسم منطقة الدراسة في نظام هبوب الرياح بصفتين الأولى صفة شبه الانتظام وهي الرياح الجنوبية الشرقية، والثانية صفة الشدة في بعض المواسم وخاصة بين انتقال الفصول.

ويمتاز الحوض في ارتفاع درجة الحرارة وأعلى معدل سجل شهر يوليو(28,1˚)(جدول 2) وبلغ معدل شهور الصيف 26.6 ˚ الذي يعد الموسم الرئيس لتساقط الأمطار في المنطقة وبالتالي ارتفاع التبخر مما يؤثر في كمية المياه الجاري في الوادي وانخفاض مستوى المياه الجوفية، ومن هنا وجب استخدام الأساليب الملائمة من تقنيات الحصاد لمثل هذه الظروف المناخية لتحقيق الفائدة القصوى من هذه الأمطار والسيول من خلال إقامة السدود وبصورة خاصة في بعض نطاقات الحوض قليلة الانحدار، ويمكننا اتباع تقنيات حديثة غير مكلفة اقتصادياً في بعض مواضع الحوض الاخرى.

وقد أثرت عناصر المناخ وخاصة الأمطار على النظام المائي في الحوض وعلى عمليات ألحت والترسيب وبالتالي كثافة وأبعاد شبكة التصريف المائي، فضلًا في أثر الامطار في نقل الأثر البيئي في النشاط البشري كما هو الحال في منشأة مصنع الاسمنت وبالتالي وجب وضع تقنية تتناسب مع حجز ذلك الأثر.

تحليل الخصائص المورفومترية:

تعد الدراسة المورفومترية ذات أهمية كونها توضح مدى التفاعل بين الخصائص الطبيعية التي سبق دراستها في المنطقة الحوضية (حوض وادي سيلة بلة) وكيفية إمكانية استثمارها في الحصاد المائي، وقد استخدم الباحثان أسلوب نظم المعلومات الجغرافية في تحديد أبعاد ومساحة حوض التصريف علاوة عن تحديد المجاري المائية ومراتبها واطوالها وأخراجها كخرائط توضح معالم المنطقة تضارسيًا ومراتب نهرية. وبذلك يمكنا تحليل الخصائص على النحو الآتي:

خصائص الحوض الطولية

وتتمثل في أبعاد الحوض من الطول والعرض والمحيط.

طول الحوض:

ويتمثل من نقطة مصب الحوض إلى أبعد نقطة في محيطه عند المنبع. ويعد معامل طول الحوض ذات دور مهم في عملية الجريان، علاوة على دلالته المهمة في معاملات مورفومترية أخرى، وبلغ طول حوض منطقة الدراسة (37كم) اما طوله المثالي فبلغ (33كم).

عرض الحوض Basins width

ويقصد به المسافة العرضية المستقيمة ما بين ابعد نقطتين على محيط الحوض وبذلك يكون عرض حوض وادي سيلة بله في اقصى اتساع 12.4 كم ويتراوح متوسط عرضة نحو 6.5كم.

وذلك لتأثره بالحركات التكتونية الحديثة علاوة على صلابة تكويناته في بعض المواضع التي كان لها السبب المباشر لعدم زيادة اتساع جوانبه وضيق مساحته.

محيط الحوض:

ويقصد بالمحيط خط تقسيم المياه water dived line الذي يفصل بين منطقه الدراسة والمناطق المجاورة لها وفيما بين الحوض نفسه، وبلغ محيط حوض وادي سيلة بلة (97كم) وهو كمتغير مورفومتري يرتبط بالعديد من الخصائص المورفومتريه الأخرى كشكل الحوض واستدارته.

معامل الالتواء (الانعطاف):

هو النسبة بين الطول الحقيقي للمجرى المائي للوادي الى الطول المثالي للمجرى..

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الحقيقي (كم)}}{\text{على طول المجرى المثالي (كم)}} = \frac{37\text{كم}}{33\text{كم}} = 1.12$$

ومن خلال المعادلة أعلاه اتضح ان معامل الانعطاف في مجرى وادي بله (1.12) تأثر بهذا التعرج نظراً لبيئة الحوض وطبيعته التكتونية التي هي متباينة التكوين بين الصخور النارية والمتحولة والرسوبية علاوة على الصدوع المتسمة بتباين اتجاهاتها مما عكس على جيومورفولوجية المجرى والجريان السطحي.

الخصائص المساحية:

تعد من الخصائص المهمة التي تتحدد على أساسها معاملات وثيقة الصلة لكل من نوع الصخر وبنيته، كما أنها ترتبط في علاقات ارتباطية بحجم التصريف، وكمية الرواسب التي ينقلها حوض التصريف (خلاف، 2009، ص54).. حيث تؤثر المساحة تأثيراً كبيراً في حجم التصريف في الحوض؛ فكلما كبرت مساحة الحوض، زادت كمية الأمطار التي يستقبلها، الا انه احياناً تسقط على أجزاء من الحوض وخاصة الأحواض الكبيرة.. لذا يقتصر الجريان على أحد الروافد دون غيرها، ولكن مع مشاركة أكثر من رافد في وقت واحد يعمل ذلك على زيادة الجريان من حيث الكمية والسرعة، ومن ثم تزداد الخطورة في الحوض، فضلاً عن دور شكل الحوض في تحكمه في كمية الجريان المائي، ودرجة انتظامه، وامتداد المجاري وأعدادها، ولذلك فقد بلغت مساحة حوض وادي سيلة بلة نحو (284كم2) وبهذه المساحة تتباين كمية الأمطار الساقطة بين أعالي الحوض عن أجزائه الدنيا، ونظرًا لذلك تعددت المعاملات التي تقيس الخصائص المساحية وأغلبها تركز على مدى اقتران شكل الحوض أو تباعده من شكل هندسي محدد مثل المستطيل، المثلث، الدائري، ومن أهم المعاملات الشائعة التي تقيس شكل الحوض هي:

معامل الشكل لحوض وادي سيلة بله:

يعد شكل حوض التصريف من أهم العوامل التي تؤثر على عملية الجريان وخصائصها المختلفة حيث يؤثر على كمية الجريان كما يؤثر في وقت انتقال الأمطار من سقوطها حتى وصولها للمجرى الرئيس حتى مصبه، ويعد هذا العامل من العوامل الموفومترية المهمة التي تعطى تناسق الحوض ويتم الحصول علية من المعادلة الاتية:

$$\text{معامل الشكل} = \frac{\text{مساحه الحوض (كم2)}}{\text{مربع طول الحوض (كم)}} = \frac{284\text{كم2}}{2(37\text{كم})} = \frac{284\text{كم2}}{1369\text{كم}} = \mathbf{0.2}$$

وبذلك يتضح من قيمة معامل الشكل منخفضة عن الواحد الصحيح مما يدلل ان الحوض اقل انتظاماً ويميل الى عدم التناسب للشكل العام لأجزاء الحوض المختلفة مما يؤثر في كمية الامطار المتجمعة في أجزاء الحوض وبالتالي في الجريان المائي من حيث نسبة التسرب والتبخر

معامل الاستدارة:

ويقصد به استدارة الحوض أي يوضح اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري ويمكننا الحصول علية من احدى الطريقتين وكلا الطريقتين تعطي نفس النتيجة وقد تم الاعتماد على الطريقة الثانية:

$$\text{الطريقة الأولى معامل الاستدارة} = \frac{\text{مساحة الحوض (كم)2}}{\text{مساحة دائرة محيطها يساوي محيط الحوض /كم2}}$$

$$\text{الطريقة الثانية معامل الاستدارة} = \frac{4(7/22)\text{ مساحة الحوض كم2}}{\text{مربع محيط الحوض / كم2}} = \frac{284\times4\times7/22}{9409} = 0.38$$

ويصل معامل الاستدارة في حوض وادي بله 0.38 .

نسبة الاستطالة:

يقارن هذا العامل بين شكل المستطيل ويمكن الحصول من خلال حساب طول القطر الدائرة مساوية لمساحة الحوض بوحدة قياس معينه الى اقصى طول الحوض ويتم استخراجه بإحدى الطرق الاتية:

$$\text{الطريقة الأولى معامل الاستطالة} = \frac{\text{قطر الدائرة نفس محيط الحوض}}{\text{اقصى طول للحوض / كم}}$$

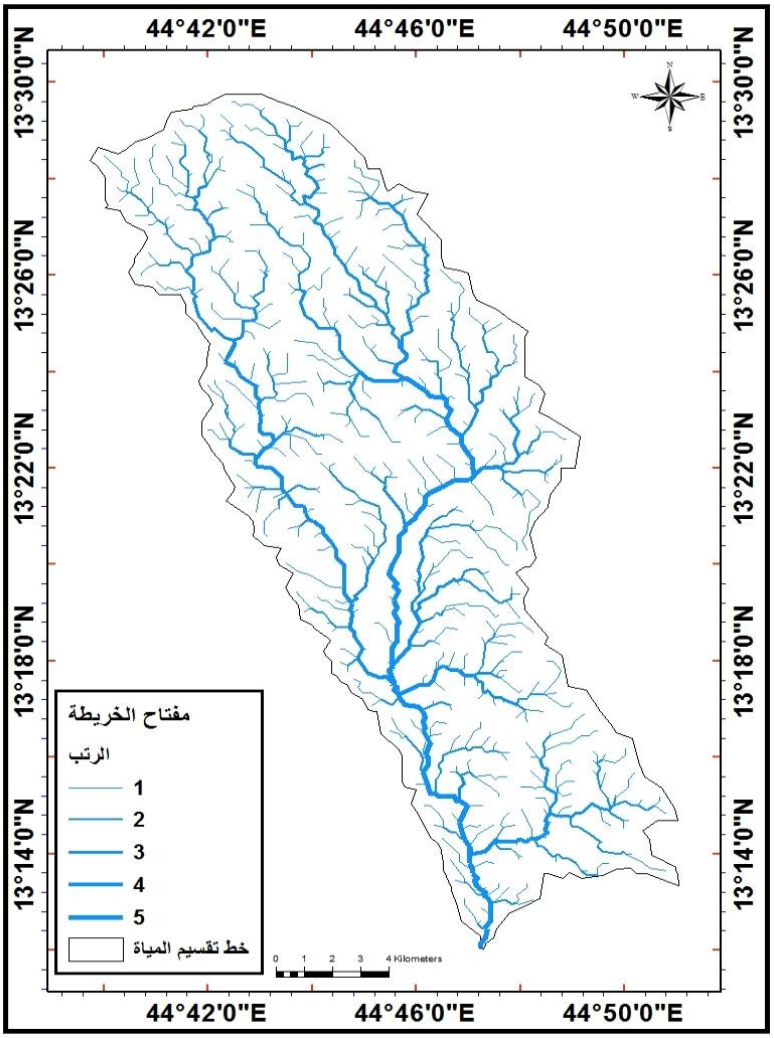
$$\text{الطريقة الثانية معامل الاستطالة} = \frac{1.128 \times \sqrt{\text{مساحة الحوض(284كم2)}}}{\text{اقصى طول الحوض (37كم)}} = \frac{320.352}{37} = 8.6$$

ومن خلال تطبيق الطريقتين وكلهما تعطي نفس النتيجة وقد تم الاعتماد على الطريقة الثانية التي بلغت الاستطالة (8.6) وبذلك يكون شكل حوض وادي سيلة بله يقترب من الشكل المستطيل، ويعد الشكل الطولي للحوض يزيد من فرصة تغذية المخزون الجوفي.(صالح واخرون، 2019،ص14) وهذه النتيجة تعطي مؤشراً على إمكانية إنشاء خزانات وسدود (تقنية الحصاد المائي) وتقليل من قوة الدفع السيلية التي تحدث في فترات سقوط الأمطار في فصل الصيف من مناطق المنبع وتعرقل الطريق العام في وادي بلة علاوة على اقتراب وقصر روافده الجانبية التي تنعكس على عملية الجريان التي تصل إلى المجرى الرئيس قبل الروافد العليا.

خصائص شبكة التصريف:

تعد خصائص شبكة التصريف النهري ذات أهمية كبيرة في التحليل المورفومتري والتي تعكس الخصائص البنوية للصخور من حيث الفوالق والفواصل علاوة على مساميتها ونفاذيتها، والخصائص المناخية المتمثلة في الأمطار الساقطة، وطبيعة انحدار سطح الحوض، وتعد الخصائص التصريفية العامل المباشر في تشكل الرتب النهرية وأعداد مجاريها وتطورها الجيومورفولوجي. خريطة (4).

خريطة (4): الرتب النهرية في حوض سيلة بلة



المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (D.e.m)

أعداد الروفد النهري ورتبها:

تم تصنيف الروافد في حوض وادي سيلة بلة إلى خمس رتب نهرية وبلغ عدد مجاريها (668) مجرى كما يتضح من الجدول(3) حسب تصنيف (Strahler,1964.p43)، إذ كلما ازدادت الرتب النهرية قل عدد المجاري المائية في الحوض والعكس صحيح، وان مراتب شبكة التصريف تتمثل بكونها تدرج رقمي لمجموعة من الروافد التي تكون المجرى الرئيس.

جدول (3): عدد الرتب وعدد المجاري واطوالها في حوض الدراسة

الرتبة	عدد المجاري	الاطوال
1	391	242.6681
2	174	111.73452
3	94	60.195378
4	8	31.273493
5	1	17.43
المجموع	**668**	**463.301491**

أطوال المجاري المائية:

تؤثر أطوال المجاري على عملة الجريان؛ أي كلما زادت أطوال المجاري اثر ذلك في زيادة طول الوقت، وكذلك زيادة الفاقد، وعلى العكس من ذلك كلما قصرت يقل الوقت التي يقطعها الجريان، وقد بلغ أطوال مجاري حوض سيلة بلة(463.301491 كم)، وتستحوذ الرتبة الأولى على نسبة (52%)من مجموع أطوال المجاري في الحوض، واستحوذت الرتبة الثانية على نسبة (31%) من مجموع أطوال المجاري، وبذلك تشغل الرتبتين (83%) من مجموع أطوال مجاري الحوض نظراً لزيادات عدد مجاريهما.

نسبة التشعب:

ويطلق عليها نسبة التفرع، وتعد إحدى العوامل التي تتحكم في حجم التصريف، فكلما قل معدل التفرع زاد خطر الفيضان، وهي نسبة بين عدد المجاري النهرية لمرتبة معينة إلى عدد المجاري في المرتبة التي أعلى منها جدول (4) ويمكن الحصول عليها من خلال القانون الذي ذكره شوم (Schumm ,1956 ,p603).

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد الاودية في مرتبة ما}}{\text{عدد الاودية في المرتبة التي تليها}}$$

جدول (4): الرتب النهرية ونسب التشعب لحوض وادي سيلة بلة

الحوض	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة
سيلة بلة	2.2	1.9	1.9	8	–

ويتضح من الجدول (4) ان نسبة التفرع في حوض الدراسة تتقارب بين الرتب وخاصة الثانية والثالثة نظراً لتقارب أعداد مجاريهما اما المرتبة الأخيرة فهي تنفرد بمجراها ولهذا رغم اتساع مجراها كونها تتلقى الكميات السيلية الموسمية، الا انها تشكل خطر على النشاط البشري، وبالتالي بإمكاننا استثمار المراتب الأولية وتفرعاتها في الحصاد المائي مما يقلل من الخطر في حوض وادي سيلة بلة.

الكثافة التصريفية:

وهي تعبر عن مدى تقطع سطح الحوض بالمجاري المائية، وتكمن أهميتها في أنها تعكس تأثير العوامل التي تسيطر على الجريان المائي من العوامل الطبيعية والبشرية، فكلما زادت كثافة التصريف ازدادت معها سرعة المياه، وهذا له أثره في نشاط عمليات الحت والتعرية في مجاري التصريف الحوضية، وتختلف قيم كثافة التصريف تبعاً لاختلاف طول المجاري التي ترتادها مياه الأمطار التي تشير إلى فعالية وكفاية تصريف المياه في الحوض، حيث تشير القيم العالية لكثافة التصريف إلى وجود شبكة مائية متطورة، فتحدث الجريانات السيلية فيضانات غزيرة، بينما تشير القيم المنخفضة إلى جريانات سطحية معتدلة، ونفوذية عالية لأرض الحوض (الشاعر ،1994/1995م،ص189). وتنقسم الكثافة التصريفية إلى قسمين وهي: كثافة التصريف العددية وكثافة التصريف الطولية وفيما يلي توضيح للمفهومين.

كثافة التصريف الطولية: وهي مجموع أطوال جميع أودية الحوض مقسومة على مساحة الحوض (الخشاب والحديثي، 1986م.ص33)، وتستخرج كثافة التصريف وفق المعادلة الاتية:

$$\text{كثافة التصريف الطولية} = \frac{\text{الطول الكلي للمجاري التصريف(كم) في الحوض}}{\text{مساحة الحوض (كم2)}} = \frac{463.301491}{284\text{كم2}} = 1.6$$

وقد بلغت كثافة التصريف نحو (1.6) كم/كم2.

الكثافة العددية (التكرار الجدولي):

فتمثل مجموع أعداد الاودية الموجودة في الحوض مقسوماً على مساحة الحوض(strahlr 1964.p44)، وفق المعادلة الاتية:

$$\text{كثافة التصريف العددية} = \frac{\text{مجموع أعداد الأودية في الحوض}}{\text{مساحة الحوض (كم2)}} = \frac{668}{284\text{كم2}} = 2.4$$

وبذلك نجد ان التكرار الجدولي لحوض الدراسة بلغ (2.4) مجرى/كم2 من الحوض.

جدول (5): يوضح الكثافة الطولية والعددية لحوض الدراسة

الحوض	المساحة	عدد المجاري	مجموع طول المجاري كم	الكثافة الطولية للمجاري كم/كم2	الكثافة العددية للمجاري/كم
سيلة بلة	284	668	463.301491	1.6	2.4

الخصائص التضاريسية:

تكمن أهمية دراسة الخصائص التضاريسية في الكشف عن أسطح الحوض والتعرف على ملامحها ومدى التشابه والاختلاف بينهما، ومقدار مايمكن أن يلقيه الضوء على عملية ألحت المائي والدورة الحتية واستقرارية الرسوبيات وتطور خصائص الشبكة المائية وناتجها الرسوبي (Verstraeten and poesen , 1999.p.278.)، وهناك العديد من المعادلات الرياضية التي تناولتها منها:

نسبة التضرس:

تعد درجة التضرس او نسبة التضرس مقياساً مهماً لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية للمنطقة، ويقصد بها الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض إلى الطول الحقيقي للحوض، ويزيد نسبتها مع زيادة التضرس. كما ان تأثيرها قد يمتد إلى مسافات بعيدة عنها (البيوتي،2007م، ص391)، ويعبرعنها بالمعادلة الآتي (Cooke,Doornkamp . 1974 .p11):

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{أعلى ارتفاع ــ ادنى نقطة في الحوض}}{\text{طول الحوض(كم)}} = \frac{1218 - 270}{37} = \frac{948}{37} = 25.6\text{م/كم}.$$

ومن خلال تطبيق المعادلة بلغت نسبة تضرس حوض منطقة الدراسة (25.6م/كم)، وهذه النتيجة مؤشر لدرجة الانحدار العام للحوض، وتعد هذه النسبة دلالة على وجود نشاط تكتوني أدى إلى رفع تلال الحوض وبالتالي يمكن استثمار الحصاد المائي على سفوحها المعتدلة والهينة الانحدار علاوة إلى تحت اقدام تلك التلال.

قيمة الوعورة:

تشير قيمة الوعورة إلى مدى تضرس الحوض، ومدى انحدار المجرى المائي فيه، والتي تعتمد على كثافة التصريف الطولية للحوض، وارتفاع هذه القيمة يعني شدة التضرس والتعرية المائية ونقل الرواسب من المنابع العليا للحوض إلى أسفل المنحدرات (تراب، 1997، ص272) وتستخرج قيمة الوعورة حسب المعادلة الاتية:

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض× كثافة التصريف الطولية}}{\text{مساحة الحوض(كم2)}} = \frac{948 \times 1.6}{284\text{كم2}} = 5.3$$

ومن خلال تطبيق ذلك بلغت قيمة وعورة حوض وادي سيلة بلة (5.3) تظهر النتيجة التي يتضح لنا ان الحوض في بداية دورته الحتية في منابعه الأولى ونضوجه في الجزء الأدنى للدخوله في النطاق السهلي.

أشكال التصريف في حوض وادي سيلة بلة:

ويقصد به الصورة العامة التي يبدو بها الحوض بروافده الرئيسية والثانوية، ويبدأ نشوء ونمو حوض التصريف من الوجهة النظرية بعدد من المجاري الرئيسية التي تتدفق مباشرة فوق المنحدرات صوب المصب، وهذه المجاري ماهي في الواقع إلا نتيجة لاتجاه هذه المنحدرات، أي أنها تتبع في جريانها اتجاه المنحدر العام، ولهذا فإنها تسمى الأنهار التابعة Consequent_وفي أثناء نموها تجري الروافد نحوها وتتصل بها في أوضاع مائلة أي بزاويات حادة. كما تتصل بهذه الروافد روافد ثانوية. وتسمى النقطة التي يلتقي المجرى الثانوي بالمجرى الرئيسي. بالملتقى أو الاتصال المتوافق Accordant junction(حسن،2009، ص186).

يتأثر الجريان بالهيئة التي تتواجد بها المجاري المائية، وكيفية الاتصال مع بعضها البعض من أنماط التصريف التي تظهر بأنواع متباينة حسب تباين التكوين الصخري، ومن خريطة المراتب (3) يتضح بان النمط العام لحوض وادي سيلة بلة ذات تصريف شجري إلى حد كبير الا ان هناك تظهر أنماط أخرى في المراتب الأولية منها النمط شبه الحلقي، المتوازي، والاشعاعي، نظراً لتراكيب القبابية منها البركاني ومنها للاكوليت والباتوليت التي تنشأ نتيجة النشاط الجوفي المنتشرة في الحوض، والتي من الإمكان استثمارها مجاريها في الحصاد المائي في السقايات، البرك، الكرفان، الخزانات، السدود.

الحصاد المائي:

يقصد بالحصاد المائي هي التقنية التي تستخدم في حجز وتخزين مياه الأمطار والسيول في فترات سقوطها بطرق تختلف باختلاف الغاية من تجميعها ومعدلات هبوطها وإعادة استخدامها عند الحاجة إليها سواء للشرب أو للاستخدام المنزلي أو لسقي الحيوانات أو للري التكميلي أو لتغذية المياه الجوفية.

وتعد تقنيات حصاد الأمطار والسيول أحد الوسائل القديمة جداً قام بها الانسان في مناطق شتى لتعظيم الاستفادة منها، وقد مارسها الانسان اليمني منذُ مهد الحضارة اليمنية وما سد مارب الا خير دليل على ذلك، ولهذا فهي ليست تقنيات بجديدة بل تضرب جذورها في عمق التاريخ.

(العاقل، عبد، 2021، ص255)، وهناك عوامل تؤثر على كميات الحصاد المائي أهمها خصائص سطح الأرض وخصائص سقوط الأمطار.. وتؤثر خصائص سطح الأرض (سطح التخزين أو التجميع) بشكل مباشر على كمية ومعدل المياه المخزنة من خلال انحدار أو ميل السطح ولهذا عند اختيار المنطقة يجب ان تكون قليل الميل أي ميل معتدل وخالي من الغطاء النباتي.

مصادر مياه الامطار والسيول وأهميته للموارد المائية في الحوض:

تعد حصاد مياه الأمطار والسيول في منطقة الدراسة ذات أهمية بالغة في تحقيق التنمية المستدامة للموارد المائية المتاحة في ظل ارتفاع وتيرة التنمية والزيادة في النمو السكاني.

وتتسم منطقة الدراسة بالأمطار المتوسطة وأ حيانًا ألغزيرة في بعض المواسم لفترات قصيرة تسيل على اثرها الاودية والشعاب ويفقد جزء كبير منها بالتبخر فلا يستفاد منه ، على الرغم من كمية الامطار النسبية التي تسبب السيول الا ان الخط العام الرابط بين عدن ولحج بمناطق الحبيلين والضالع ويافع يقطع المارة من المسافرين لفتره أكثر من ساعتين نظرًا للقيض الذي كونه السيل بجوار الجسر الأرضي للطريق. علاوة إلى كمية وطاقة السيل انظر الصورة التالية:

صورة لسيل سيلة بلة 16/ 10/ 2018م

المصدر: محرك البحث google عن صحيفة الوطن العدنية.

فتكون الاستفادة الفعلية منها لا تتعدى 30% ومن هنا يجب دراسة ذلك لكيفية الاستفادة من كمية الامطار والسيول وذلك من خلال امكانيه استثمارها في الحصاد المائي كوسيلة لتعويض النقص الحاصل في المياه في مناطق المنابع ووسط الحوض وتوفير مصدر إضافي لها يتم استخدامه في الري التكملي أثناء تراجع كميات الأمطار أو الجفاف، علاوة إلى استخدامه في زيادة منسوب المخزون الجوفي من خلال احتجاز مياه الأمطار والسيول في تقنيات الحصاد، وتختلف أساليب حصاد مياه الامطار والسيول لدرجه كبيرة باختلاف المناخ السائد حيث يجب اختيار الأسلوب الأمثل اقتصاديًا ومناخيًا فلا تستخدم الأساليب المكلفة في المناطق ذات الامطار القليلة ليكون العائد ذا جدوى للبيئة المحيطة.

ومما سبق دراسته في مرفو مترية اودية الحوض يمكننا الاستشهاد في مواقع معينة يمكن من خلالها الاستفادة من المياه في أولى فترات هطولها، وبعد ذلك لفترات قصيرة لشرب الحيوانات والماشية بجانب الزراعة الرعوية وإنتاج المحاصيل الحقلية، والاعلاف اضافة الى المحافظة

على الغطاء النباتي والتنوع الحيوي وحفظ الأصول النباتية للنباتات في مواقعها الطبيعية وإعادة اعمار البيئات وذلك بإعطائها مكانتها الطبيعية حتى تستطيع مقاومة التقلبات والتغيرات المناخية والاستخدام المرشد للموارد الأرضية وتخزين المياه الجوفية.

وكون منطقة الدراسة في النطاق المناخي الجاف وشبه الجاف فإن أمطارها غير ثابته في كميتها أو مواعيد وفترات سقوطها، وهنا وجب استخدام الأساليب الملائمة من تقنيات الحصاد لمثل هذه الظروف المناخية لتحقيق الفائدة القصوى من هذه الامطار من خلال إقامة تقنيات الحصاد حسب طبيعة السطح ومساحته وغاية التخزين ففي بعض النطاقات والمواضع ليس بالضرورة ان تكون سدود خرسانية، بل يمكن اتباع تقنيات حديثة غير مكلفة اقتصادياً. وفي بعض المواضع ممكن إقامة سدود كواقي بيئي كما هو الحال في وادي صاعم وذلك لترسيب بقايا الذرات الدقيقة للأسمنت ومخلفات المصنع حتى لا تؤثر على تربة دلتا تبن الذي يعد مصب لحوض وادي سيلة بلة.

لعملية حصاد المياه أثر بارز في استقرار المجتمعات الريفية مما يقلل أو يحد من الهجرة من الريف إلى المدينة، وذلك بسبب توفير المياه، وتنميتها زراعيًا وبشريًا واقتصاديًا.

التقنيات المقترحة في منطقة الدراسة:

قبل ان نقدم مقترحنا عن تقنيات ومنظومات الحصاد المائي في منطقة الدراسة يمكننا ان نكتب يشي من التفصيل عن اسس تخطيط منشآت حصاد المياه حيث تنشا منشآت ومنظومات الحصاد المائي على اسس تخطيط وخاصة الكبيرة منها كالسدود ومن اهم تلك الاسس:

تحديد وحساب معامل الجريان السطحي، تحديد الاحتياجات المائية، معامل كفاءة التخزين، يتم وضع وتصميم المخططات الهندسية لبناء منظومات الحصاد المائي اعتمادا على عدة اعتبارات، وتوفير البيانات والمعلومات.

(أ) تحديد وحساب معامل الجريان السطحي:

وهذه المعامل تعد من العوامل المؤثرة في فعالية وكفاءة منشآت حصاد المياه بأنواعها المختلفة، وهو يساوي نسبة كمية الجريان السنوية الى كمية السقوط المطري السنوي، وبذلك تعتمد قيمة هذه المعامل بالدرجة الاولى على كمية السقوط المطري وشدته، ويؤثر في هذه المعامل مجموعة من المتغيرات التي اهمها: طبوغرافية المنطقة وانحدارها ونسبة تضرس سطح الارض.

(ب) تحديد الاحتياجات المائية:

تختلف الاحتياجات المائية حسب الاهداف التي من اجلها اقيمت مشاريع الحصاد المائي، الى جانب ان هذه الاحتياجات تخضع لمجموعة من العوامل التي تؤثر بها والتي من اهمها:

المناخ السائد ونوع الاستخدام وغالبًا ما تصمم منشئات الحصاد المائي على اقل قيمة وليس على أساس معدلات سقوط الامطار السنوية.

ويمكن حساب الاحتياجات المائية بطرق مختلفة أهمها معادلة (penman. Monteith).

ولحساب الاحتياجات المائية فان هناك ضرورة لحساب مساحة منطقة التغذية بالإضافة إلى حساب المساحة الزراعية أو كمية المياه المراد استخدامها.

(ج) معامل كفاءة التخزين:

ويحسب هذا المعامل من خلال مساحة التغذية إلى المساحة المزروعة.

(د) يتم وضع وتصميم المخططات الهندسية لبناء منظومات الحصاد المائي اعتمادا على عدة اعتبارات أهمها:

- مراعاة الاوضاع الاقتصادية والاجتماعية في منطقة الهدف وتعرف وجهة نظر السكان.
- تحديد اهداف انشاء مشاريع حصاد المياه.
- اختيار مواقع ملائمة للمشاريع.
- تحديد نوع تقنية الحصاد المائي وطاقته الاستيعابية.
- تحديد نوع وحجم استخدامات مياه الحصاد.
- توفير المعلومات الفنية اللازمة

(هـ) توفير البيانات والمعلومات والدراسات الاتية:

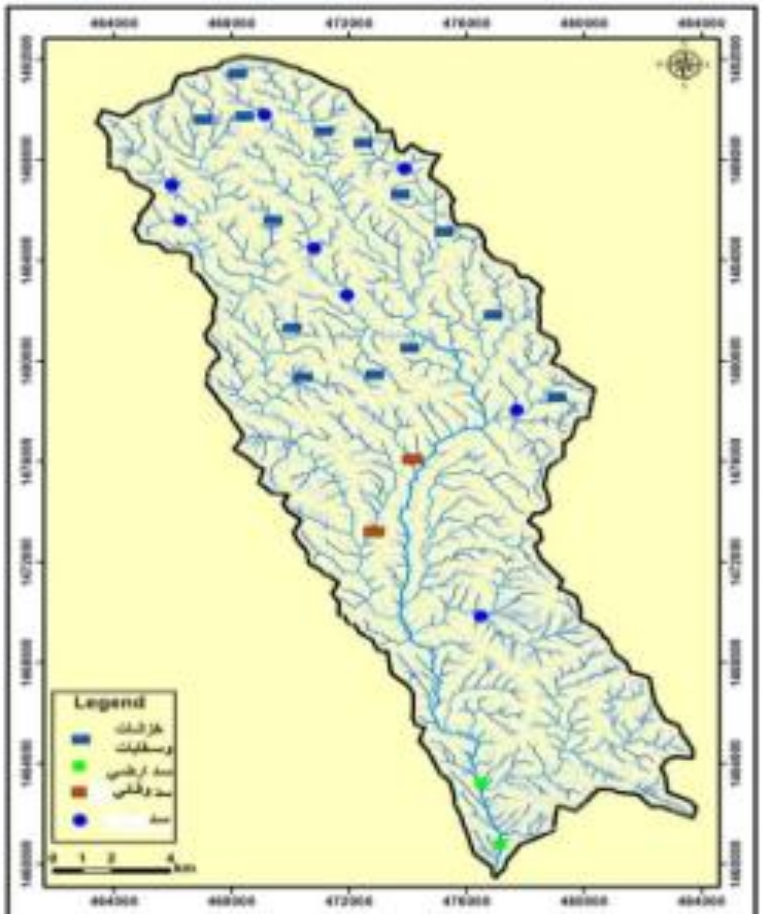
- دراسات تقيم الآثار البيئية لمشروع الحصاد المائي.
- دراسات الجدوى الاقتصادية والاجتماعية (التنموية) لمشروع الحصاد المائي.
- معلومات طبوغرافية ومعلومات جيولوجية أي دراسة جيولوجية لموقع ومنطقة المشروع.

وكذلك دراسة جيوفيزيائية لمنطقة المشروع، علاوة إلى معلومات عن التربة من حيث نوعها، عمقها، قوامها، تركيبها، نفاذيتها (الخرشة وغنيم، 2009،ص91).

اذا كانت منطقة التغذية ذات سطح ترابي، فأنه قد يعمل على تلوث المياه، لذلك يجب ان تستخدم المياه في هذه الحالة فقط في عمليات الري.. اما السطوح الغير نافذ والصلبة والنظيفة تعمل على توفير نوعية مياه أفضل وكمية أكبر.

ومن خلال اعداد وتحليل خرائط المنطقة الجيولوجية والطبوغرافية ذات مقياس 1:1000000 والصور الفضائية التي تم الحصول عليها بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية (Gis) والبرامج الملحقة به تمكنا من الحصول على قاعدة بيانات معلوماتية واسعة أظهرت نتائج تحليلها ان منطقة الدراسة تضم العديد من المواضع والمناطق المناسبة لحصاد مياه الامطار والسيول، ومن أهم تلك المقترحات لتقنيات الحصاد المائي سديين أرضيين ادنى الحوض الأول لتغذية المياه الجوفية في بطن الوادي عند منسوب 275متر والثاني عند منسوب 278متر بالقرب من الجسر الأرضي لوادي سيلة بلة وذلك لحماية الجسر الأرضي للطريق العام من القيض حتى تستوي رسوبيات بطن الوادي مع الجسر الأرضي، وسديين وقائية يا تموضعا في مخارج وادي صاعم وفرعه اللذين يخرج من منشاة مصنع الأسمنت ويصبا في وادي سلة بلة وذلك لحجز وارساب الذرات الدقيقة من بقايا المخلفات الصلبة وزيوت ألليات منشاة المصنع لحماية تربة دلتا تبن التي تمثل مصب سيلة وادي بلة، ومجموعة من الحواجز ومهدات السيول والصهاريج والسدود متوسطة التخزين على الروافد والمجاري المائية العليا في مواضع معدلة الانحدار كوادي شعب يريك والعوجاء والنخيلة والبرقة وخبارة وسد أكثر اتساعاً في اعلى الحوض في خانق وادي شعب حميد وذلك للري، وتغذية المياه الجوفية، وخزانات وسقايات متوسطة الحجم والسعة حسب الاحتياجات المائية لقرى الحوض أهمها قرية (ابودجيد) قرية البريك، قرية الممتان، قرية علفق، قرية النخيلة، قرية الركوب، قرية الحجف، قرية العلوب، الداحمة، قرية، قرية جول عامر، قرية الزيتونة، قرية مساده. خريطة (5) توضح تلك المواضع والمناطق لتقنيات الحصاد المائي في المنطقة.

خريطة (5): تقنيات الحصاد المائي المقترحة في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على(D.E.M) وتحليلها عبر البرامج الملحقة Hydrology في (G.I.S)

الاستنتاجات:

1. تعد الخصائص المورفومترية (المساحية والشكلية والتضاريسية) انعكاساً لخصائص المناخ والبنية الجيولوجية للحوض.
2. يتصف المناخ السائد في الحوض بالمناخ الجاف وشبه الجاف حيث يسود المناخ شبه الجاف في النطاقان الأعلى والاوسط للحوض، والمناخ الجاف في الجزء الأدنى من الحوض.
3. تتسم المنطقة بنظام حراري مرتفع صيفاً يزيد معدله عن (25.5 درجة مئوية) ومعتدل شتاءً وبمعدل تساقط سنوي يصل نحو (252.5مم).

4. يتميز حوض وادي سيلة بلة بتعرج قناة الوادي وهذا يعود إلى تباين الطبقات الجيولوجية.
5. تنتمي شبكة المجاري المائي للحوض إلى النمط الشجري وهو السائد وفي بعض المواضع إلى النمط الحقي والمتوازي والشعاعي وذلك يعود إلى طبيعة المنطقة مما يسهل استثمارها في الحصاد المائي.
6. يميل شكل الحوض إلى الشكل المستطيل أكثر من الشكل الدائري تبعاً لبنية وتكوينات المنطقة التي تطورت فوقها الشبكة المائية.
7. يتدرج الحوض تحت فئة الأحواض متوسطة الكثافة يفسر ذلك تباين الصخور والنفاذية، علاوة إلى شدة الانحدار في بعض الأجزاء في منابع الحوض وبعض الكتل الجبلية المتداخلة في وسط الحوض.
8. تعد الأمطار المصدر الوحيد لجريان المياه السطح، وتغذية المخزون الجوفي في منطقة الدراسة، والمصدر الذي يعتمد عليه معظم السكان، وبذلك تعد تقنيات الحصاد المائي أكثر ملائمة مع توافر الظروف الطبيعية.
9. اتسم الحوض بعدد من المواضع المناسبة لتقنيات الحصاد المائي.
10. وبرزت مواضع بحاجة إلى تقييم بيئي وتقنيات وقاية لحجز مخلفاتها حتى لا تؤثر على تربة الدلتا.

التوصيات:

1. إقامة محطات مناخية وهيدرولوجية بهدف معرفة الظروف المناخية وحجم الموارد المائية.
2. يجد الباحثان ان من الضروري حث الباحثين للقيام بدراسات مشابهة ومكملة لهذه الدراسة والدراسات السابقة بهدف تغطية جميع مناطق اليمن ليتسنى إقامة نظام معلومات جغرافية متكاملة عن احواض التصريف.
3. إقامة التقنيات المقترحة (خريطة5) في منطقة الدراسة من حواجز وسدود وسقايات وخزانات والاستفادة منها في الاستخدامات المختلفة والري التكميلي للأراضي الزراعية والوقاية من الأضرار البيئية.
4. استثمار الأراضي الصالحة للزراعة في وسط واعالي الحوض علماً ان مساحات صغيرة من هذه الأراضي مستثمرة حالياً موسمي وبطرق زراعية بسيطة.
5. العمل على وضع قوانين تحدد مواضع التحجير المتمثلة بحصى الكري المستثمرة في منطقة الدراسة بشكل عشوائي دون مراعات هذه المواد الأولية واحتياطها علاوة إلى تقيمها البيئي.
6. يوصي الباحثان بأهمية نشر تقنية حصاد المياه في جميع احواض التصريف لما لها من فوائد اقتصادية واجتماعية.

المراجع:

[1] الجمهورية اليمنية، وزارة التخطيط والتعاون الدولي الجهاز المركزي للإحصاء(2021م).

[2] العاقل، حسين مثنى، وعبد، محمد سالم محمد (2021)، دراسة واقع حال الموارد المائية في محافظة الضالع وما يعانيه سكانها من مشكلات طبيعية وبشرية للأعوام 1997– 2119م. (دراسة في جغرافية الموارد المائية)، مجلة جامعة عدن الإلكترونية للعلوم الإنسانية والاجتماعية، 2 (3)، 239-261. https://doi.org/10.47372/ejua-hs.2021.3.110

[3] صالح، المهدي، السبيعي، محمود علي المبروك، علي مهدي، سليمان يحي، (2019) الحصاد المائي السطحي لحوض وادي السهل الغربي بهضبة البطنان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المجلة الليبية العالمية، العدد الرابع والأربعون.

[4] خلاف، باسم أحمد السيد، (2009) جيومورفولوجية المنطقة فيما بين وأديي أم مرخ ورحبة جنوب شرق الصحراء الشرقية، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

[5] الخرابشة وغيم، عاطف علي حامد، عثمان محمد، (2009)، الحصاد المائي في الأقاليم الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي، دار صفاء للنشر والتوزيع ـ عمان، ط1.

[6] العزاوي، علي عبد عباس، (209)، تمثيل النماذج المقترحة في أنظمة المعلومات الجغرافية، (Gis) دراسة تطبيقية على حوض مائي شمال العراق، مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية، العدد2، المجلد4، صص27–113.

[7] حسن، وفاء حسين محمد، (2009م) علوم الأرض، دار صفاء للنشر والتوزيع، ط1.

[8] البيوتي، أحمد علي حسن، (2007) مورفومترية حوض وادي دربندكومسبان شمال شرقأربيل، دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، مجلة أبحاث كلية التربية الأساسية، المجلد 6، العدد 2، ص376– 398.

[9] تراب، محمد مجدي، (1997)، التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي القصيب بالنطاق الشرقي من جنوب شبه جزيرة سيناء، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 30.

[10] الشاعر، جهاد علي، (1995/1994)، علم المياه ((الهيدرولوجيا))، منشورات دمشق.

[11] باترك، مكولا، ترجمة وفيق الخشاب وعبدالعزيز الحديثي، (1986) ، الأفكار الحديثة في الجيومورفولوجيا، جامعة بغداد ، كلية التربية، بغداد .

[12] Cooke, Doomkamp. Geomorphology Clarendon press, Oxford, 1974 .

[13] Verstraeten, G. and poesen J., 1999. The nature of small scale flooding muddy floods and retention pond sedimentation in central Belgium, Geomorphology, 29: pp. 275 -292.

[14] Strahler, A. N. ‘Quantitative geomorphology of drainage basins And channel network ' , Mc Graw – Hill , Neo Yourk ,1964.

[15] Schumm, S. A ,' The evolution of drainage systems and slopes in Badlands at perth Amboy ' Newjersy Bulletin of the Geological of America , rd .67 , 1956.

RESEARCH ARTICLE

THE MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE DRAINAGE NETWORK OF WADI SILAT BELLA WATERSHED AND ITS POTENTIAL FOR WATER HARVESTING USING THE GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS) TECHNOLOGY

Mohammed Salem Mohammed[1,*] and Abdallh Ali Almualem[2]

[1]*Dept. of Geography, Faculty of Education- Saber, University of Aden, Yemen.*
[2]*Dept. of Geography, Faculty of Art, University of Aden, Yemen.*

***Corresponding author: Mohammed Salem Mohammed; E-mail: magmmedmahmmedsalem@gmail.com**

Received: 08 August 2023 / Accepted 10 November 2023 / Published online: 31 December 2023

Abstract

The study aims to build a comprehensive database of morphometric properties in the Silat Bella watershed, a tributary of the Tuban Valley in Lahij governorate, through analyzing the Digital Elevation Model (DEM) using a set of Geographic Information System (GIS) software, specifically ArcGIS 10.8 and Hydrology, as a means of measuring morphometric variables and utilizing the water network of Silat Bella watershed in water harvesting. This is important due to the significance of water as a primary source for development and the water concerns due to the nature of Yemen's climate in general, and the study area in particular as well as the difficulty of water availability in the right quantity and quality. Therefore, the study emphasizes the importance of using modern scientific methods in different water uses and optimizing them. As a result, the study suggests establishing several water harvesting techniques in various locations of the study area, including measures to prevent environmental damage.

Keywords: Morphometris properties, Silat Bella watershed, Water harvesting.

كيفية الاقتباس من هذا البحث:

محمد، م. س.، المعلم، ع. ع. (2023). التحليل المورفومتري لشبكة التصريف المائي لحوض وادي سيلة بلة وإمكانية استثماره في حصاد المياه باستخدام تقنية GIS. مجلّة جامعة عدن الإلكترونيّة للعلوم الانسانيّة والاجتماعية، 4(3)، ص636-651. https://doi.org/10.47372/ejua-hs.2023.4.313

حقوق النشـــر © 2023 من قبل المؤلفين. المرخص لها EJUA، عدن، اليمن. هذه المقالة عبارة عن مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط وأحكام ترخيص Creative Commons Attribution (CC BY-NC 4.0).