Sana'a University Journal of Human Sciences
مجلة جامعة صنعاء للعلوم الإنسانية
Vol. 4 | No. 1 | Page 294 – 307 | 2023 |
https://journals.su.edu.ye/index.php/jhs
ISSN : 2958-8677

نمذجة الخصائص المورفومترية لوادي الساقية في شمال اليمن (باستخدام نظم المعلومات الجغرافية)

Modling The Morphometric Properties Of The Wadi Al-Saqiyah in North Yemen (Using Geomrphic Informatino Systems)

أمل عبدالرحمن علي الغماري
باحثه – قسم الجغرافيا
كلية الآداب والعلوم الإنسانية -جامعة صنعاء ـ اليمن

محمد احمد مياس
باحث - قسم الجغرافيا
كلية الآداب والعلوم الإنسانية -جامعة صنعاء ـ اليمن

Amal Abdualrahman Ali Alghumari
Researcher - Department of Geographic – Faculty of *Arts & Humanities - Sana'a University - Yemen*

Mohammed Ahmed Maias
Researcher - Department of Geographic – Faculty of *Arts & Humanities - Sana'a University - Yemen*

الملخص:

يعنبر حوض وادي الساقية من احواض الوديان الموسمية في المناطق الشمالية من اليمن، ونظراً لأهمية الوادي وتوفر مقومات الزراعة، والاهتمام في امكانية تأهيله فإن هذه الدراسة سوف تقدم نتائج ومقترحات تعتمد على دراسة الخصائص المورفومترية والخصائص المساحية وخصائص شبكة التصريف المائي، فضلاً عن التعرف على بعض المتغيرات الهيدرولوجية، وذلك باستخدام اساليب تحليلية تتناول ظاهرات سطح الارض بالاستعانة ببيانات مأخوذة من المرئيات الفضائية ونموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) والخرائط الطبوغرافية، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لاستخلاص نتائج وانشاء قاعدة بيانات مورفومترية وهيدرولوجية، وتوصي الدراسة بضرورة استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد انسب المواقع لإقامة السدود والحواجز المائية لتغذية المياه الجوفية، واحتجاز المياه بقدر يتناسب مع كم المياه مع الاخذ بعين الاعتبار البعد المستقبلي وازدياد سكان المنطقة وتضاعف احتياجاتهم للمياه.

الكلمات المفتاحية: الخصائص المورفومترية، الخصائص الهيدرولوجية، الحوض المائي.

Abstract:

The basin of Wadi al-Saqiyah is one of the basins of seasonal valleys in the northern regions of Yemen, and given the importance of the valley and the availability of the elements of agriculture, and the interest in the possibility of its rehabilitation, this study will present results and proposals based on the study of morphometric characteristics, spatial characteristics, and the characteristics of the water drainage network, as well as identifying some variables Hydrology, using analytical methods that deal with the phenomena of the earth's surface using data taken from satellite visuals, the digital elevation model (DEM) and topographic maps, using geographic information systems to extract results and establish a morphometric and hydrological database, and the study recommends the need to use geographic information systems in determining the most appropriate sites for the construction of dams And water barriers to feed groundwater, and water retention in proportion to the amount of water, taking into account the future dimension, the increase in the population of the region, and the doubling of their water needs.

Keywords: Morphometric Characteristics, Hydrological Characteristics, Basin Water .

المقدمة:

يعتبر تحليل الخصائص المورفومترية إحدى اهم التطبيقات الجيومرفولوجية والهيدرولوجية، إذ اضافت الدراسات المورفومترية القياسات والتحليل الكمي خاصة في مجال دراسة الاحواض النهرية، وقد زادت اهمية التحليل الكمي للعمليات الجيومرفولوجية وللشبكة النهرية في منتصف القرن العشرين، وذلك بعد ظهور دراسات رائدة في النصف الأول من القرن الماضي مثل: Horton (Horton, 1945, pp: 275-370) وتبع ذلك دراسات اخرى منه Satarailr (Stahler, 1957, pp: 913-920)، حيث قام Horton بتصنيف الروافد وتبعه Satarailr بتعديل طريقة تصنيف الروافد، وتتعلق الخصائص المورفومترية بدلائل بيئية عديدة إذ ترتبط تلك الخصائص ارتباطاً مباشراً بالعوامل الطبيعية اهمها المصادر المائية للأحواض النهرية، إن شبكة

التصريف السطحي من الظواهر الطبوغرافية التي تتركز فيها مياه الجريان السطحي، والتي تنقل المياه السطحية الجارية من منابعها إلى مصباتها، وتعكس شبكات التصريف السطحي الظروف المناخية والتضاريس والتربة والتركيب الصخري والغطاء النباتي، كما أن الانشطة البشرية ترتكز عادة في احواض الانهار ومناطق تصريفها، وقد تحد البيئة وشكل الارض من تلك الانشطة، غير أن العامل البشري يؤثر بدرجة كبيرة عليها، فيعمل على تحويرها وتطويرها بشكل يستطيع الاستفادة منها.

ومن خلال دراسة الخصائص المورفومترية لأي حوض مائي، تقدم مؤشرات مفيدة وتقييم امكانيات المياه الجوفية والسطحية، وادارة موارد المياه الجوفية والسطحية، والجريان السطحي بالإضافة إلى إمكانية السيطرة على الفيضانات والاستفادة منها.

أهمية البحث:

إن منطقة الدراسة تقع مناخياً ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة من الجمهورية اليمنية، والتي تعاني من شحة المياه وبذلك تكمن اهمية الدراسة في معالجة الشحة المائية فيها، والتي تعد احدى دراسات التحليل المكاني باستخدام التقنيات الحديثة، إذ يتم من خلال هذه التقنيات بناء قاعدة بيانات مورفومترية دقيقة للشبكة المائية في الحوض وانتاج خرائط تفصيلية للمنطقة وكذلك انتاج اشكال تكون بهيئة نماذج هيدرولوجية، لتسهم في ادارة مياه الامطار وكيفية استغلالها والمحافظة عليها عن طريق ما يعرف بالحصاد المائي.

مشكلة البحث:

إن حوض وادي الساقية من الاحواض المائية المهمة في شمال اليمن، لامتداده بين محافظات صنعاء والجوف وعمران وتواجد قرى زراعية، ولما لها من دلالات هيدرولوجية معينة من حيث خصائص الصرف المائي وتكوين الرسوبيات، وتتسم منطقة الدراسة بتذبذب كمية تساقط الامطار زمانياً ومكانياً، ما يجعلها تعاني من قلة المياه، وبالرغم من ذلك توجد ترب خصبة لا تستثمر بشكل صحيح، وتحظى الدراسات المورفومترية باهتمام كبير من قبل الباحثين، إلا أن منطقة الدراسة تفتقر إلى مثل هذه الدراسات ما يتطلب اجراء دراسة وتحليل لخصائصها المورفومترية والهيدرولوجية، وستحاول الدراسة الاجابة على الاسئلة الآتية:

1. ما هي الخصائص الطبيعية والجيومرفولوجية لحوض وادي الساقية؟
2. ما هي الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي الساقية؟
3. ما هو اثر الخصائص المورفومترية لحوض وادي الساقية على الخصائص الهيدرولوجية؟

اهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحقيق ما يأتي:

1. دراسة خصائص الحوض الطبيعية كونها تعد الاسس الاولية لدراسات الهيدرولوجية.
2. التحليل الكمي لخصائص الشبكة المائية ومعرفة مدى اهميتها الهيدرولوجية ورسم خرائط لها.
3. بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية لحوض وادي الساقية، يمكن الاعتماد عليها في حساب وتقدير كميات المياه الجارية في

الحوض، ولمعرفة إلى أي مدى يمكن الاستفادة منها في عمليات حصاد المياه.

منهجية البحث:

تعتمد الدراسة على المنهج التحليلي للحصول على حقائق بطريقة علمية، وذلك بدراسة الخصائص المورفومترية للحوض، واجراء القياسات وتطبيق المعادلات للمتغيرات المورفومترية والاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، لإجراء التحليلات المورفومترية، اضافة إلى تحليل البيانات الفضائية الخاصة بمنطقة الدراسة من اجل دراسة الحوض ورسم مجراه الرئيسي وشبكة التصريف المائي، باستخدام وسائل نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، للحصول على نتائج علمية في الدراسة التطبيقية.

موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي من الجمهورية اليمنية، ويمتد في ثلاث محافظات هي صنعاء والجوف ومأرب كما تبين خريطة (1)، بين خطي طول (″48´00°44 – ″20´47°44) شرقاً وبين دائرتي عرض (″28 ´5°15 – ″31´6°16) شمالاً، وتبلغ مساحة الحوض (311.4 كم^2).

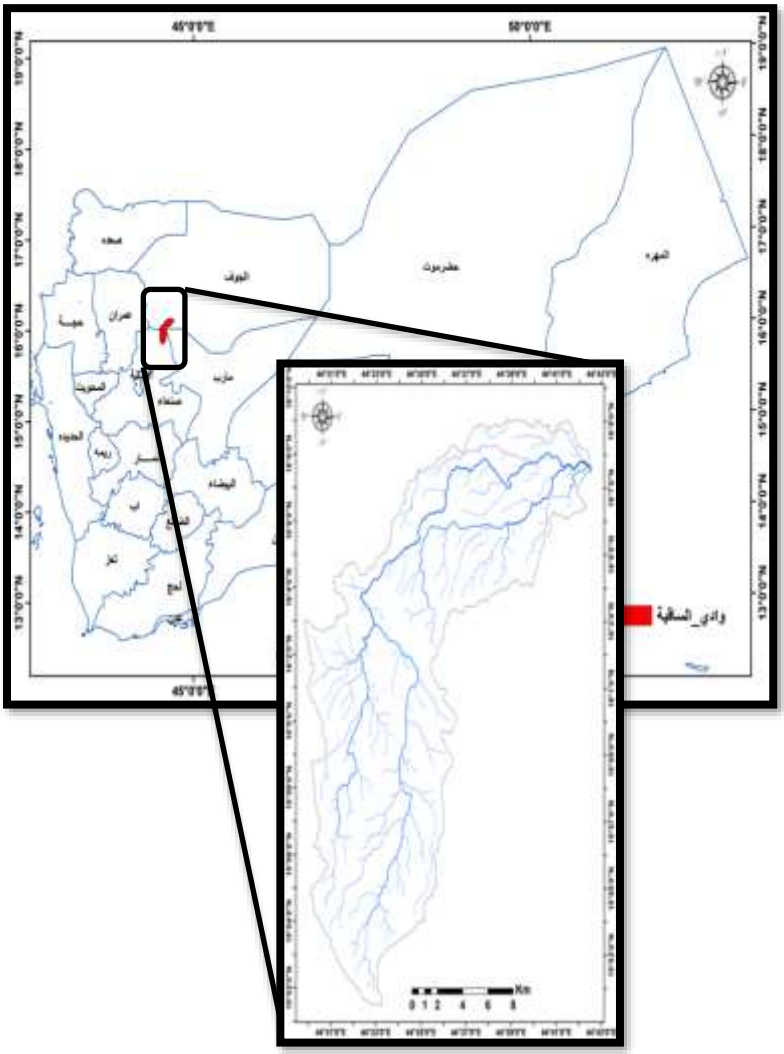
جيولوجية منطقة الدراسة:

تمتاز منطقة الدراسة بتعاقب التكوينات الجيولوجية والمتفاوتة في مقاومتها لعوامل النحت والتعرية، وتوضحها خريطة (2)، وهي مرتبه من الاقدم إلى الاحدث كالآتي:

1- تكوينات حقبة الحياة ما قبل الكمبري:

تقع في الجزء الغربي من الحوض، ويعود عمر هذا التكوين إلى زمن (PROTEROZIC)، وتتألف في الغالب من صخور متحولة من النيس ذات المنشأ الرسوبي والناري وصخور الشيست، وصخور الامفيبوليت والمجمتايت والجرانيت والجابرو والديوريت (عباس، 1994م، صـ11)، وغطت مساحة 0.34كم^2، بنسبة 0.11 % من اجمالي مساحة الحوض، وتعد هذه الطبقة الصخرية ذات نفاذية متوسطة حاملة للمياه.

خريطة (1) موقع منطقة الواسة من الجمهورية اليمنية



المصدر: الباحثة بالاعتماد على Arc Map 10.4

2 – تكوينات الحقبة الوسطى:

أ- تكوين كحلان:

ويعود عمر هذا التكوين إلى الجيوراسي المبكر، ويتألف من الحجر الرملي والجيري الرملي ذو الحبيبات الخشنة، وتتخللها طبقات من الحصى والطين والجير، مع نسبة من الكوارتز وعروق من الكونجلومرات والطفل (عوض، 2004م، صـ39)، وتغطي شرق وغرب الحوض بمساحة 72.8 كم^2 وبنسبة 23.4% من اجمالي مساحة الحوض، إلا أن هذه التكوين يتسم بمساميته العالية والنفاذية المياه وبذلك فهي تعد خزانات مائية جوفية.

ب – مجموعة عمران:

تكونت هذه المجموعة في ظروف بيئية بحرية، وتعود إلى الجيوراسي الاوسط والمتأخر، تتألف من صخور الحجر الجيري الكلسية والحجر الرملي يتخللها رقاقات من الطين (الخرباش، 1996م، صـ134)، ويعد اغلب تكوين يغطي الحوض ما عدا الجزء الشمالي الشرقي بمساحة 166.8كم^2 وبنسبة 53.6%، وتتصف هذه التكوينات بكونها خزانات مائية جيده، اذ تساهم طبقات المارل والطفل المتداخلة في حفظ المياه الجوفية من التسرب، لذا عند اقامة انظمة حصاد المياه يجب مراعاة أن تكون بعيدة من الشقوق والصدوع.

3- تكوينات حقبة الحياة الحديثة:

أ- تكوين الزمن الثلاثي:

تتألف تكوينات هذا الزمن من الصخور البركانية والتي تشمل الانديزيت والتراخيت والرايولايت والاجنمبرايت والزجاج البركاني، ويمثل اقل تكوين في الحوض بنسبة 0.02 % وبمساحة 0.1كم^2 ويقع في اقصى الغرب من الحوض، وتعد تكوينات هذا الزمن قليلة النفاذية، غير أنها تصبح خزانات مائية ذات جودة عالية في اماكن تواجد الشقوق (الخرباش، 1996م، صـ152).

ب – تكوينات الزمن الرباعي:

وتعود إلى العصر الرباعي المتأخر وحتى الهولوسين، وتمثل الترسبات المتأخرة والحديثة في نفس الوقت والمختلفة في نوعها، تشمل تربة اللوتس والحصى والحصباء والرواسب الرملية الحديثة وتغطي مساحات بسيطة في جنوب الحوض والاغلب في المناطق الصحراوية في شمال شرق الحوض بمساحة 71.4 كم^2 وبنسبة 22.9% من اجمالي مساحة الحوض.

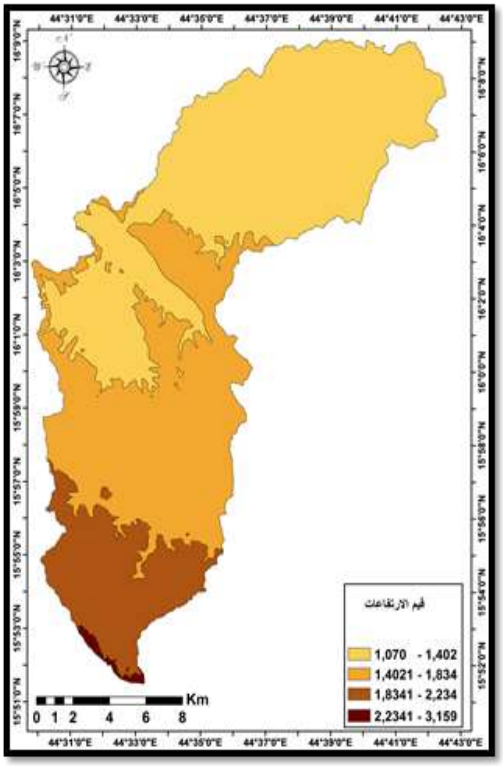
الخصائص المناخية:

تعد خصائص المناخ سمه مميزة تتصف بها الاقاليم الطبيعية والمناطق على سطح الارض والتي تظهر نتيجة لتظافر عناصر المناخ مع مظاهر السطح، ويؤثر المناخ على توفر الموارد المائية واحداث التوازن في المياه والتربة والعمليات المورفومترية والهيدرولوجية.

تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق المناخ شبه الجاف، نتيجة لوقوعها في نطاق العروض المدارية كذلك إلى دخول اجزاء منها في النطاق الصحراوي وابتعادها عن تأثير المسطحات المائية، اضافة إلى وقوع حوض وادي الساقية في منطقة ظل المطر، فالأمطار متباينة كمياً وزمانياً ومكانياً، ودرجات الحرارة المتباينة في اجزاء الحوض، فتتراوح معدلات الامطار ما بين 166.8 – 131.6 ملم خريطة (4)، وتلعب الارتفاعات التضاريسية دور كبير في توزيع كمية الامطار الساقطة على الحوض، وتكون هذه الارتفاعات متباينة اذ بلغ اعلى ارتفاع لها هذه الارتفاعات متباينة اذ بلغ اعلى ارتفاع لها (3159 م)

فوق مستوى سطح البحر بالقرب من مناطق التغذية في حين وصل ادنى ارتفاع لها (1070م) فوق مستوى سطح البحر وهي تمثل المناطق القريبة من مصب الحوض خريطة (3)، وينعكس تأثير ارتفاع عن سطح البحر ايضا على تباين درجات الحرارة والتي تقل بالاتجاه من شمال الحوض إلى جنوبه فيصل المعدل السنوي شمال الحوض إلى 25°م في حين تصل في جنوب الحوض إلى 22.4°م.

خريطة (3) ارتفاعات السطح لحوض وادي الساقية

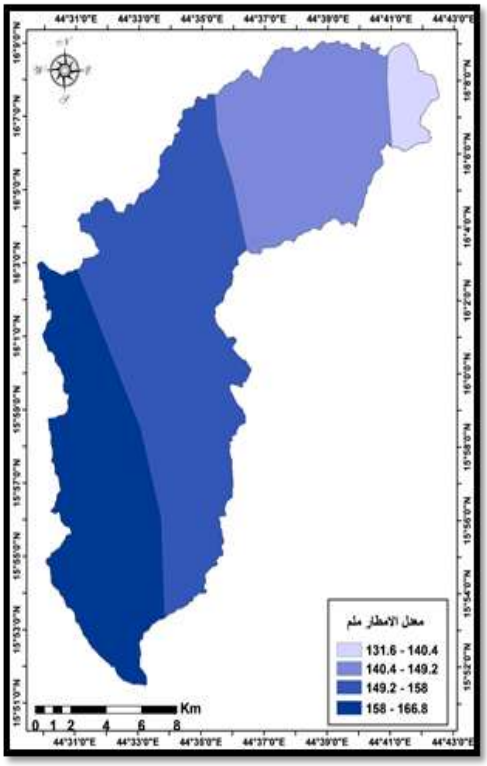


المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي DEM بواسطة برنامج ArcGIS10.4

اولاً: الخصائص المورفومترية:

تعد دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض المائية من الدراسات الهامة في العلوم الهيدرولوجية والبيئية والتطبيقية، إذ تساعد في فهم وتفسير نمو وتطور الاحواض، ومدى تأثرها بالعوامل الطبيعية كالمناخ والبيئة التضاريسية والتكوين الصخري والانشطة البشرية، واثر تلك العوامل على مجاري الاودية، وانعكاسها على سرعة وكمية تدفق الماء، ويعتمد تحليل الخصائص الهندسية لأنظمة الشبكة المائية بمنطقة الدراسة على اسس علمية ومبادئ هندسية، ساهمت في فهم الخصائص المورفومترية لحوض وادي الساقية، وسيفيد التحليل المهتمين بالدراسات العلمية التطبيقية كصيانة الموارد المائية.

خريطة (4) متوسط التساقط المطري السنوي في لحوض وادي الساقية للفترة 1990 – 2020م



المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على برنامج Arc GIS بالاعتماد على بيانات https://powr.larc.nasa.gov/data-access-viewer

اولاً: الخصائص المساحية والشكلية:

تعد دراسة الخصائص المساحية والشكلية للأحواض المائية احدى جوانب الدراسات المورفومترية وتهتم بمعرفة تأثير الخصائص المساحية والشكلية للأحواض المائية في عملية التصريف المائي وسرعة وصوله

إلى المصب، اضافة إلى معرفة اثرها في فاعلية مياه السيول والتعرية المائية، كما يستفاد منها في اجراء القياسات الشكلية للوادي في استنتاج العلاقة الكمية بين خصائص شكل الحوض وهيدرولوجية (البكري، 2011م، صـ99)، ويعود شكل الحوض انعكاساً لمؤثرات الظروف الجيولوجية والمناخية في تشكيل الحوض وظهوره بنمط أو انماط مورفولوجية مختلفة.

مساحة الحوض:

تعد مساحة الحوض من الخصائص التي تتحكم بحجم التصريف المائي للحوض بشكل مباشر، وتتأثر مساحة الحوض بمجموعة من العوامل التي تحدد مساحته من اهمها الظروف المناخية، نوع الصخور وتركيبها، والغطاء النباتي، والحركات التكتونية والزمن، والنشاط البشري.

ومن خلال جدول (1) وجد أن اجمالي مساحة حوض وادي الساقية بلغ (311.4كم^2)، ويلاحظ انه كلما نشطت عملية التعرية المائية مع ضعف مقاومة الصخور، زاد ذلك من مساحة الحوض، وغالباً ما يتناقص حجم الجريان السطحي مع كبر مساحة الاحواض بسبب ما يفقده الحوض من مياه بفعل عملية التبخر والتسرب.

طول الحوض:

يمثل هذا البعد احدى الخصائص التضاريسية للحوض، والمرتبطة بأطوال الشبكة المائية داخل الحوض، ويتحكم طول الحوض بشكل رئيسي في سرعة الجريان السطحي والمدة الزمنية التي يستغرقها لتصريف مياهه وحمولته الترسيبية والتبخر والنتح، ويقصد بطول الحوض الخط المستقيم المرسوم بين ابعد نقطتين ما بين المنبع واقصى نقطة في المصب وهو ما يعرف بالطول المثالي (الخفاجي، 2016م، صـ639 – 616) والذي بلغ فيها طول الحوض 35.8كم، في حين تم قياس الطول الحقيقي للمجرى المائي لوادي الساقية مع كل تعرجاته والتواءاته والذي يكون عادة اكبر من الطول المثالي والذي وصل طوله إلى 53.8كم.

جدول (1) الخصائص الشكلية لحوض وادي الساقية

وادي الساقية	مساحة الحوض	عرض الحوض	محيط الحوض	طول الحوض المثالي	طول الحقيقي للحوض كم	اعلى نقطة	اقل نقطة
	311.4	8.7	116.4	35.8	53.8	2328	1109

عرض الحوض:

تسهم دراسة عرض الحوض في معرفة الشكل الحوض، ومدى تأثر الحوض بالعوامل الطبيعية التي تؤثر على شكله، اكانت هذه العوامل مناخية أو تكتونية، اضافة إلى معرفة المساحة والتي يكون لها الاثر في تصريف الحوض لمياهه خلال فترة الجريان وتسرب المياه إلى الخزانات الجوفية والتبخر والنتح، ويمكن حساب عرض الحوض من معادلة (1) (أبو العينين، 1999م، صـ(71– 73.

$$\text{متوسط عرض الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{اقصى طول الحوض كم}} \quad (1)$$

وبتطبيق المعادلة السابقة بلغ متوسط عرض حوض وادي الساقية 8.7كم، ما يعني أن 8.7كم^2/كم يغذي 1كم طولي، ما يدلل على أن نسبة الجريان تتفوق على نسبة الترشيح كما وترتفع كمية المياه المفقودة بالتبخر، الامر الذي يؤثر على عدد رتب الشبكة المائية وعلى حجم تغذية الخزانات الجوفية.

محيط الحوض:

ترتبط دراسة محيط الحوض بالخصائص المورفومترية مثل شكل الحوض، واستطالته، واستدارته، ويقصد به قياس الحدود الخارجية للحوض والتي تفصله عن الاحواض المائية المجاورة والمتمثلة بخط تقسيم المياه، ويستفاد من تحديد محيط الحوض معرفة شكل الحوض من ناحية الاتساع، فكلما زاد طول محيط الحوض ازداد توسعه وانتشاره (عبدالغني، 2017م، صـ(37 – 54، وتم حساب محيط حوض وادي الساقية باستخدام برنامج ArcGIS10.4، إذ بلغ 116.4كم.

معدل الاستطالة:

هي احدى المؤشرات التي تحدد شكل الاحواض المائية، التي يقترب فيها شكل حوض الوادي من الشكل المستطيل، ويتم حسابه من خلال العلاقة بين طول قطر دائرة مساوية بمساحتها لمساحة الحوض المائي بالكيلومتر واقصى طول للحوض بالكيلومتر، وتحدد نسبة الاستطالة بأنها عالية الاستطالة (تراوح قيمتها بين(0.30 – 0.50، متوسطة الاستطالة (بين 0.50 – 0.70)، غير مستطيلة (– 0.090 0.70)، وقد تم حساب نسبة الاستطالة من معادلة (2).

$$\text{معدل الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر الدائرة المساوية مساحتها لمساحة الحوض كم}^2}{\text{اقصى طول الحوض كم}} \quad (2)$$

وقد بلغ معدل استطالة حوض وادي الساقية 0.5 ما يشير إلى اقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل، ما يؤدي إلى انخفاض معدل الجريان في الحوض نظراً لطول الفترة الزمنية التي تقطعها المياه حتى تصل إلى منطقة المصب، فمساحة الحوض غير موزعة بانتظام على طول الحوض حيث تضيق في الوسط ويتسع في شمال وجنوب الحوض، ويعود ذلك إلى اختلاف التكوين الصخري والبنية التكتونية التي تعرض لها الحوض، وتباين الظروف المناخية بين اجزائه، واختلاف تأثير عوامل التجوية والتعرية من مكان لآخر.

نسبة التعرج:

تعد دراسة نسبة التعرج احدى الدراسات الهيدروموفورمترية الهامة، إذ تحدد مدى الضائعات المائية بسبب التبخر، أو التسرب والرشح العالي الذي قد يتسبب نتيجة لزيادة نسبة هذا المعامل، فإذا كانت معامل التعرج (1) اقترب المجرى من الخط المستقيم، ما يزيد من سرعة الميل وقصر المسافة، وبالتالي تنخفض قيمة التبخر والتسرب (شذا الرواشدة واخرون، 2017م، صـ 965 – 996)، فالمجاري المائية لا تسير بخطوط مستقيمة بل تلتوي وتنعطف متأثرة بالبيئة الجيولوجية للحوض والغطاء النباتي وطبيعة التربة، اضافة إلى نظام جريان المياه، وأما اذا كانت القيمة محصورة بين 1.1 – 1.5 فالمجرى ملتوي،

واذا كانت اكثر من 1.5 فالمجرى متعرج، وتم حساب هذا المعامل من خلال المعادلة (3).

(3)

$$\text{نسبة التعوج} = \frac{\text{طول المجرى المائي مع كل تعوجاته}}{\text{طول الوادي كم}}$$

وبتطبيق المعادلة اعلاه بلغت نسبة التعرج في حوض وادي الساقية 1.5، وبهذا يكون المجرى ملتوي، ويتأثر حوض وادي الساقية ببعض التركيب الخطية (الفوالق) التي تجعله ينعطف بشكل حاد وفجائي في بعض اجزائه.

ثانياً: الخصائص التضاريسية:

تعتبر الخصائص التضاريسية احدى الركائز الاساسية في الدراسات المورفومترية، إذ تعد صفة تميز الاحواض المائية عن بعضها، كم ترتبط بالعمليات المؤثرة بالشبكة المائية لأحواض التصريف خاصة الارتفاع، وتأثير درجة الانحدار على الجريان السطحي، ودرجة خشونة السطح، وتقطع الوحدات التضاريسية، واتجاهها وامتدادها، فضلاً عن التنبؤ بحجم الرواسب المنقولة بواسطة المجاري المائية، وتتباين تضاريس حوض وادي الساقية، إذ يبلغ اعلى منسوب للحوض 2328م فوق مستوى سطح البحر في حين يهبط المنسوب إلى ادناه ليصل 1109م فوق مستوى سطح البحر عند المصب، وتتمثل الخصائص التضاريسية التي تم دراستها لحوض وادي الساقية بالآتي:

نسبة التضرس:

تتضح اهمية دراسة نسبة التضرس ضمن ربط بمساحة الاحواض المائية والطولية ونمط الشبكة المائية، إذ يؤثر بصورة واضحة على درجة الانحدار العام للحوض، وتبين هذه النسبة كمية المواد المنقولة ومدى سرعة الجريان المرتبطة بانحدار السطح فكلما زاد الانحدار زادت السرعة، ويتم تحديد نسبة تضرس حوض وادي الساقية من خلال معرفة اعلى ارتفاع للحوض وادنى منسوب اضافة إلى طول المجرى المائي وذلك وفق المعادلة (4) (Kusre, , 2013, P262 – 270).

(4)

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين اعلى وادنى لرتفاع م}}{\text{طول الحوض كم}}$$

وقد بلغت نسبة التضرس في حوض وادي الساقية 34.1 م/كم، أي أن كل 1كم يقابله 34.1م انحدار، وتعد هذه النسبة منخفضة ما يؤكد ارتفاع كثافة التصريف المائي، وزيادة مساحة الحوض، وازدياد نشاط عمليات ألحت.

النسيج الطبوغرافي (نسبة التقطع):

يتحدد النسيج الطبوغرافي للحوض المائي بمجموعة من العوامل المؤثرة في الجريان السطحي اهمها المناخ، والغطاء النباتي، والتكوين الصخري، ويتم قياسه من خلال نسبة التقطع وتقاس أقل من 4 يكون التصريف خشن، ومن 4 إلى 10 يكون متوسطاً، وأكثر من 10 يكون التصريف ناعم، ويمكن الحصول عليه من خلال نسبة العدد الكلي للمجاري المائية بالحوض إلى طول محيط الحوض من خلال المعادلة (5) (محسوب ،2001م، صـ 212).

(5)

$$\text{نسبة التقطع} = \frac{\text{مجموع اعداد المجاري المائية في الحوض}}{\text{طول محيط الحوض}}$$

بلغت نسبة النسيج الطبوغرافي في حوض وادي الساقية 2.8 وهذا يدل على أن المنطقة ذات نسيج طبوغرافي خشن، نتيجة لوجود الصدوع والشقوق والفواصل التي تساهم في التخفيف من حدة الجريان السطحي ونفاذية نسبة من المياه الجارية في الحوض خلال فترة الجريان إلى باطن الارض.

ثالثاً: خصائص الشبكة المائية:

تسهم دراسة خصائص الشبكة المائية في القاء الضوء على الخصائص المورفومترية، والخصائص البنائية التي اثرت على نمطها واسهمت في نشأتها وتطورها، وهي محصلة نهائية للعلاقة بين طبيعة التركيب الصخري، ونظام بناءه من جهة والظروف المناخية من جهة اخرى.

وتم دراسة عناصر الشبكة المائية وحسابها وتحليلها من اجل فهم خصائصها ومؤشراتها وذلك للكشف عن الموارد المائية السطحية، بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM.30m)، وذلك من خلال مجموعة من العوامل والمعادلات والعلاقات الرياضية التي تعد مؤشراً عن حالة الحوض وهي كالاتي:

الرتب النهرية:

تم تحديد الرتب النهرية بناءً على نظام (Strahler 1957) أن المجاري المائية التي لا تصب في أية مجاري اخرى تعد من الرتبة الاولى، وعند التقاء رافدين مائيين أو اكثر من ذات الرتبة الاولى يتكون مجرى مائي من ذات الرتبة الثانية، وهكذا بالنسبة لبقية الرتب الاخرى.

وتبين رتب الاودية حجم شبكة التصريف المائي وكمية التصريف المائي وتقدير سرعة الجرسان السطحي، اضافة إلى معرفة شدة التضرس والانحدار، ومدى امكانية بناء حواجز مائية كالسدود والحواجز المائية (Gregory, 1979, p41)، فكل زيادة في رتب الاودية يقابلها مزيد من التصريف والجريان والعكس، اظهرت نتائج تحليل رتب الاودية من نموذج الارتفاع الرقمي في برنامج (Arc GIS)، أن حوض وادي الساقية ينتمي إلى الرتبة الخامسة خريطة (5).

اعداد المجاري المائية:

مما تهتم بدراسته الدراسة المورفومترية دراسة اعداد المجاري المائية ورتبها، وتوضيح نسب كل رتبة من اجمالي اعداد المجاري في الحوض، ويوضح الجدول (2) أن مجموع اعداد المجاري المائية في حوض وادي الساقية 323 مجرى، منها 164 مجرى للرتبة الاولى بنسبة 50.8%، والرتبة الثانية تمثل 77 مجرى، بنسبة 23.8%، من اجمالي عدد المجاري المائية في حين بلغ عدد مجاري الرتبة الثالثة 52 مجرى بنسبة 16.1 %، بينما وصلت المجاري المائية للرتبة الرابعة 26 مجرى بنسبة 8 % من اجمالي المجاري المائية في الحوض، وحازت الرتبة الخامسة اقل عدد للمجاري اذ بلغت 4 مجاري مائية، بنسبة 1.2 %.

إن الرتب العالية تدل على انها تسير في مناطق قليلة الانحدار وذات نفاذية عالية، ذلك أن المياه فيها تسير بشكل بطئ مثل السهول الفيضية وأما الرتب المتوسطة فهي تتواجد في المناطق التي يكون انحدار سطحها متوسط إلى عال وكلما زاد عددها فهذا يدل على أن الصخور صلبة والرتبة الاولى والثانية تتواجد في المنحدرات الصخرية التي تسمح بتطور الروافد الصغيرة والتقائها في مسافات قصيرة لتجري بهذه الجداول بسرعة.

معدل تكرار المجاري المائية:

تفيد معرفة تكرار المجاري المائية في التعرف عل
عدة خصائص جيمورفولوجية وهيدرولوجية، إذ تعكس
مدى وفرة المجاري المائية لكل كيلومتر مربع ودور
في زيادة فعالية التعرية المائية، وزيادة التقطع مع زيا
الكثافة فضلاً عن التصريف (السنحاني، 2021م، صـ180)، كما تضيف إلى عمليات الحت الناتجة عن ظروف الجفاف السائدة، وتؤثر درجة الانحدار وتضرس المنطقة على الكثافة العددية للمجاري والفروع المائية، كما يؤدي التباين في التكوينات الجيولوجية والتباين في قيم الامطار على مستوى الحوض دوراً كبيراً في تشكيلها، ويتم حساب تكرار المجاري المائية من خلال المعادلة (6).

(6)

$$\text{تكرار المجاري المائية} = \frac{\text{عدد المجاري المائية}}{\text{مساحة الحوض / كم}^2}$$

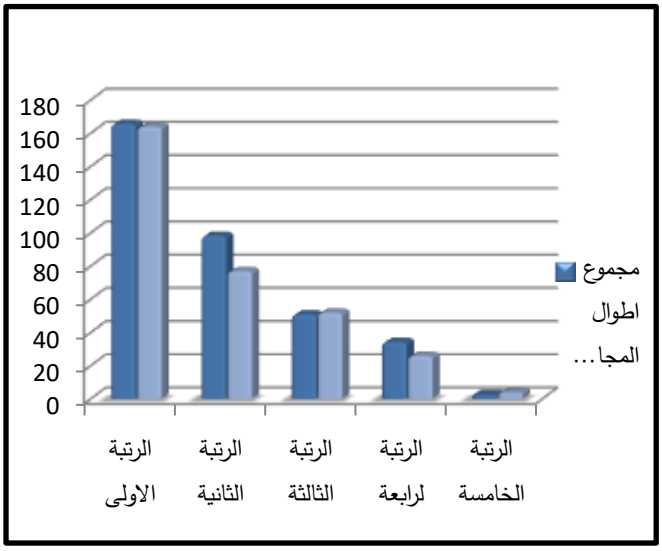
بلغ معدل تكرار المجاري المائية في حوض وادي الساقية 0.02 مجرى مائي/كم^2، إن انخفاض تكرار المجاري المائية، يشير إلى قلة تمزق الحوض بالروافد فكلما زاد تكرار المجاري المائية عن هذا الرقم دل على كثافة تكرار المجاري المائية.

جدول (2) عدد واطوال المجاري المائية في حوض وادي الساقية

الرتبة النهرية	عدد المجاري	النسبة %	مجموع اطوال المجاري /كم	النسبة %	متوسط الطول/كم
الرتبة الاولى	164	50.8	165.7	47.1	1.01
الرتبة الثانية	77	23.8	98.3	27.9	1.28
الرتبة الثالثة	52	16.1	50.9	14.5	0.98
الرتبة الرابعة	26	8.0	34.4	9.8	1.32
الرتبة الخامسة	4	1.2	2.6	0.7	0.65
الاجمالي	323	100.0	352.0	100.0	1.09

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (5).

شكل (1) عدد واطوال المجاري المائية في حوض وادي الساقية



معدل التشعب:

تعتبر نسبة التشعب احدى الخصائص الهيدرولوجية الهامة لشبكة الصرف، وذلك لتحكمها بمعدل التصريف المائي للأنهار، إذ كلما قلت نسبة التشعب ارتفعت مؤشرات ودلالات حدوث الفيضان، ويعود ذلك إلى زيادة حجم الموجات المائية بعد العاصفة المطرية والاختلاف في نسب التشعب يعكس اختلافاً في مقاومة الصخور للتعرية وتباين نفاذيته وسعة

(7)

$$\text{معدل التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري المائية لرتبة معينه}}{\text{حسب معدل ال عدد مجاري الرتبة المائية التي تليها}}$$

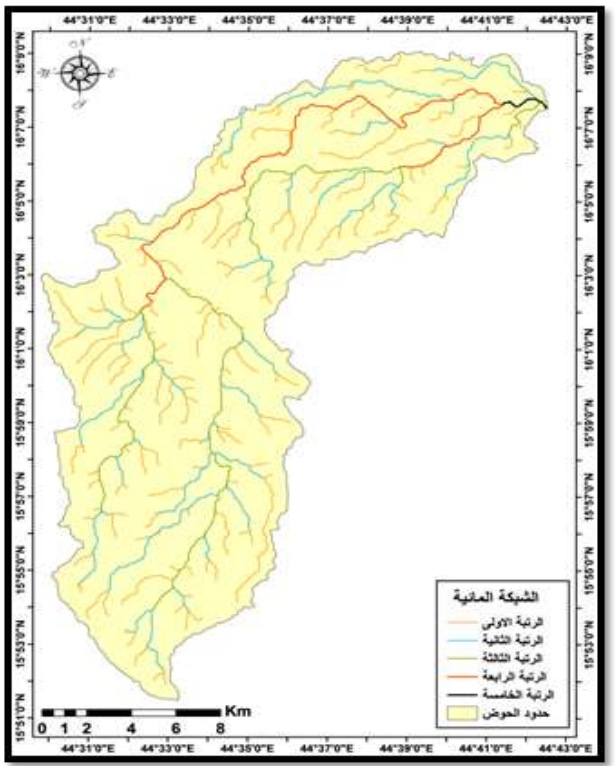
(Subhash, 2011, p 31)

جدول (3) عدد واطوال المجاري المائية ومعدل التشعب العام في حوض وادي الساقية

الرتبة النهرية	عدد المجاري	معدل التشعب	عدد المجاري في رتبتين متتاليتين	نسبة التشعب x عدد مجاري رتبتين متتاليتين	معدل التشعب العام
الاولى	164	2.1	241	513.3	1055.3 ÷ 478 = 0.5
الثانية	77	1.5	129	191.0	
الثالثة	52	2	78	156	
الرابعة	26	6.5	30	195	
الخامسة	4	0	0	0	
المجموع	323	12.1	478	1055.3	

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (5)

خريطة (5) الرتب المائية لحوض وادي الساقية



مائيه.

كثافة التصريف النهري:

تعد الكثافة التصريفية اهم مقياس لشبكة التصريف المائي، وتمثل العلاقة بين مجموع اطوال الروافد من مختلف الرتب وبمختلف اشكالها (دائمة، موسمية، مؤقتة) إلى مساحة الحوض، فهي تعبر عن مدى تقطع السطح بالمجاري المائية ومدى تأثرها بالنشاط الحتي، كما تعد مؤشر على فعالية الجريان المائي في نقل الرواسب فكلما زاد كثافة الصرف ازدادت سرعة الجريان المائي ولهذا اثر كبير في نشاط عمليات الحت والتعرية في الاودية النهرية، وتكمن اهميتها في انها تعكس تأثير العوامل التي تسيطر على الجريان المائي كالعوامل المناخية (التساقط)، الغطاء النباتي، نوع الصخور، غطاء التربة، واستعمالات الارض الاخرى، وتستخرج كثافة التصريف وفق المعادلة (8) ادناه (محمد، 2019م، صـ 15 – 40).

(8

$$\text{كثافة التصريف} = \frac{\text{الطول الكلي للمجاري المائية في كل الرتب النهرية كم}}{\text{المساحة الكلية للحوض النهري كم}^2}$$

بلغت كثافة التصريف في حوض وادي الساقية 1.13 كم/ كم^2، وبالتالي صنف حوض وادي الساقية بأنه منخفض الكثافة التصريفية بحسب التصنيف الامريكي، والذي يحدد بأن (الكثافة التصريفية المنخفضة 1.9 – 2.5 كم/ كم^2، الكثافة التصريفية المتوسطة 5 – 10 كم/ كم^2، الكثافة التصريفية

المرتفعة 13 – 19 كم/ كم^2)، ما دل على أن نظام التصريف مازال في بداية تطوره الحتي، والمرتبط بطبيعة المناخ السائد في المناطق الجافة وشبه الجافة ونوعية الصخور الرسوبية ذات النفاذية المتوسطة والعالية التي تسمح بزيادة معدلات التسرب على معدلات الجريان السطحي.

النتائج:

1. إن منطقة الدراسة البالغ مساحتها 311.4 كم^2، تقع في الجزء الشمالي من الجمهورية اليمنية، شرق المرتفعات الغربية.
2. تقع منابع حوض وادي الساقية عند اقدام المرتفعات الغربية، ويمثل وادي الساقية احد روافد وادي مذاب والذي يعد احد الاودية الكبيرة في شمال الجمهورية اليمنية.
3. تظهر في الحوض خمس تكوينات جيولوجية تعود إلى ثلاث حقب مختلفة تمتد من عصر (PROTEROZIC) إلى العصر الرباعي المتأخر وحتى الهولوسين متألفة من انواع صخرية مختلفة يغلب عليها صخور الحجر الجيري الكلسية والحجر الرملي بمساحة بلغت 166.8 كم2، وبنسبة 53.6%.
4. يتصف مناخ الحوض بأنه حار ممطر صيفاً، حيث بلغ معدل الحرارة السنوي (25°م) درجة مئوية مع وجود تفاوت فصلي وشهري ويومي، كما أن الامطار تراوحت ما بين 166.8 – 131.6 ملم ويتزامن سقوطها في فصل الصيف ما يحد من القيمة الفعلية للمطر.
5. يتميز حوض وادي الساقية بالتعرجات وكثرة منعطفات قناة الوادي، ويعود ذلك إلى اختلافات البنية الجيولوجية.
6. يميل شكل الحوض إلى الاستطالة، ويعود ذلك إلى انواع الصخور التي تطورت فوقها، ومقاومتها لعمليات التجوية وألحت المائي.

التوصيات:

1. استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد دراسة انسب المواقع بشكل مفصل لإقامة سدود وحواجز مائية لتغذية المياه الجوفية أو احتجاز المياه بقدر يتناسب مع كم المياه مع الاخذ بعين الاعتبار البعد المستقبلي في الاعتبار.
2. اقامة سدود وحواجز وخزانات مائية بهدف تخزين المياه ومنع اندفاعها وضياعها والحد من تدهور الاراضي الزراعية بانجراف التربة.
3. دعم الفلاحين من خلال القروض والمكننة والعمل على انشاء قرى زراعية نموذجية وتشجيعها على استثمار الاراضي الزراعية في الحوض لما به من اراضي صالحة للزراعة.
4. انشاء محطات قياس المياه في الوادي لغرض تنظيم جريان المياه والاستفادة منها في مجالات الزراعة والاستخدامات البشرية الاخرى.
5. ضرورة اجراء العديد من الدراسات الهيدرولوجية والجيومرفولوجية في حوض وادي الساقية لتقليل قدر الامكان من كميات المياه التي تتعرض للفقدان بالتسرب أو التبخر واستغلال المياه الموجودة في الحوض بشكل أفضل.

المراجع:

[1] GREGORY, K.L. and Walling, D.E., Drainage *Basin Form and Process" A geomorphologic Approach*", Edward Arnold London, United Kingdom, 1979, p41.
[2] Horton, R. E, *Erosional development of streams and their drainage basins*, Bull Geol. Soc. Amer. (1945), 56, pp: 275-370.
[3] Kusre, B, *Hypsometric analysis and Watershed management of diyung watershed in north Eastern India*, Joumal Geological society of India, Vo 182,

India, 2013, P262 – 270. [doi: 10, 1111/j. 1752-1688. 2000. Tb 05734.x].

[4] Stahler, A. *Quantitative analysis of watershed geomorphology Trans*. Am. Geophys. Union, (1957). 38 (6), pp: 913-920

[5] Subhash C. *Morphometric analysis using GIS techniques : a case study of Valheri River basin, tributary of Tapi River in Nandurbar district* (MS) International research Journal, (2011). Vo 111, No 31, India.

[6] أبو العينين، حسن سيد أحمد، حوض وادي دبا، دولة الامارات العربية المتحدة، جغرافية الطبيعية وأثرها في التنمية الزراعية، جامعة الكويت، المجلس الوطني لثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1999م.

[7] بدر، هدى هاشم، التحليل المورفومتري الكمي لحوض وادي المر وتقييم نوعية المياه الجارية فيه، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية، سوريا، 2012م، المجلد 28، العدد 1، صـ41.

[8] البكري، محمد ناصر، جيمورفولوجية حوض وادي سردود في اليمن باستخدام نظم الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه "غير منشورة"، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، عين شمس، مصر، 2011م، صـ99.

[9] الخرباش، صلاح عبدالواسع، الانبعاوي، محمد ابراهيم، جيولوجية اليمن، مركز عبادي للدراسات والنشر، صنعاء، 1996م.

[10] سرحان نعيم الخفاجي، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي قرين الممتد في بادية العراق الجنوبية – بادية النجف، مجلة التربية الاساسية للعلوم التربوية والانسانية جامعة بابل، العراق، 2016م، المجلد 4، العدد 26، صـ639 – 616.

[11] السنحاني, احلام محمد ، التحليل المكاني لتدهور المياه الجوفية في حوض وادي السر، رسالة ماجستير "غير منشورة"، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة صنعاء، اليمن، 2021م.

[12] شذا الرواشدة واخرون، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي الحسا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج الارتفاعات الرقمية، مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الانسانية)، الاردن، 2017م، المجلد 31، العدد6، صـ965 – 996.

[13] عباس، شهاب محسن، جغرافية اليمن الطبيعية، مؤسسة الزهيري التعليمية، صنعاء،1994م.

[14] عبدالغني، عماد وآخرون، التحليل المورفومتري لوادي حوران باستخدام الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، العراق، 2017م، المجلد15، العدد1، صـ37 – 54.

[15] عوض ابراهيم الحفيان، الجغرافيا العامة للجمهورية اليمنية، سلسلة اصدارات جامعة صنعاء، صنعاء، 2004م.

[16] محسوب، محمد صبري، جيمورفولوجية الاشكال الارضية، دار الفكر القاهرة،2001م.

[17] محمد، عوض عبد الواحد، وآل حسين، اسعد احمد مقداد، الخصائص المورفومترية لحوض وادي كويسنجق – اربيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المجلة العراقية الوطنية لعلوم الارض، العراق، 2019م، المجلد 19، العدد 2، صـ15 – 40.

[18] https://powr.larc.nasa.gov/data-access-viewer