خصائص الشبكة النهرية لحوض وادي بني خولان في محافظة تعز باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية

د. محمد منصور عبده المليكي
الأستاذ المساعد في قسم الجغرافيا
كلية الآداب جامعة تعز

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة الخصائص الشكلية والهندسية للشبكة النهرية لحوض بني خولان حيث تركز على قياسات الروافد النهرية وأعدادها وأطوالها وتصنيفها وذلك لفهم العلاقة بين خصائص الشبكة النهرية وأنواع الصخور، والتراكيب الخطية، والمناخ، والنبات الطبيعي، والتربة وأنشطة الإنسان واستقراره ثم توظيف هذه العلاقات في التخطيط والتنمية المستدامة بما يتلاءم مع الإمكانات الطبيعية والبشرية والاقتصادية المتاحة لمنطقة الدراسة.

وتعتمد الدراسة على تحليل الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية ثم الصور الفضائية ونموذج الارتفاعات المتساوية باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، التي وفرت قواعد البيانات لهذه الدراسة ثم وفرت قواعد بيانات مكانية جيولوجية وتضاريسية وتراكيب خطية يستفاد منها في الدراسات الطبيعية والبشرية التي لها صلة مباشرة أو غير مباشرة بهذه الدراسة التي سوف تتوفر بشكل بيانات رقمية مسجلة على أقراص مدمجة ضمن المكتبات الرقمية في اليمن.

الكلمات الدالة: الشبكة النهرية. حوض بني خولان. تعز. نظم المعلومات الجغرافية. نموذج الارتفاعات المتساوية.

المقدمة:

تكتسب دراسة الخصائص المورفومترية للشبكة النهرية أهمية خاصة في دراسات الجيومورفولوجيا التطبيقية، لما تقدمه من حقائق تساعد في فهم وتفسير نمو وتطور الأحواض النهرية ومدى تأثيرها وتأثرها بالمتغيرات الطبيعية، كالمناخ والبنية التضاريسية والتكوين الصخري والظواهر الخطية والأنشطة البشرية في الحوض النهري التي يستفاد منها في الاستثمار الأمثل للموارد، فالخصائص المورفومترية للشبكة النهرية من الظواهر الطبيعية المتغيرة في الزمان والمكان مما يزيد في أهمية هذه المتغيرات فالأهمية الزمنية تكمن في تتبع التغيرات التي تحدث للشبكة النهرية أو جزء منها، وأما الأهمية المكانية المتمثلة في المساحة التصريفية التي تنمو وتتطور عليها الشبكة المائية، يضاف إلى ذلك الأهمية المنهجية المتمثلة بالوسائل والتقنيات المتبعة في هذه الدراسات. فالتطور السريع لتقنيات المعلومات (Information Technology) وعلم الحاسب الآلي (Computer Sciences) ساعد الجغرافيين في تقييم وتشخيص العديد من المشاكل المحلية والإقليمية والعالمية من خلال الروابط المنهجية والتقنية بين هذه العلوم وعلم الجغرافيا الذي كان أول من استفاد من تطبيقات الثورة المعلوماتية منذ ستينات القرن الماضي الذي يمثل نقطة تحول تقني ومعلوماتي للجغرافيا ممثل بحزم المعلومات التي تعرف الآن بنظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information Systems)، فضلا عن ذلك، الاستفادة من صور الأقمار الصناعية (Remote sensing tools) ساهمت في جمع البيانات وتحديثها وسهولة مراقبة التغيرات الطبيعية والبشرية للظواهر الجغرافية ساعدت في تتبع وتفسير وفهم ديناميكية الأنهار وخصائصها المورفولوجية، إضافة إلى ذلك ساعدت نظم الإحداثيات الموقعية (Global Positioning Systems) في إعداد وإنتاج نموذج الارتفاعات المتساوية (Digital Elevation Model) أحد النماذج الرقمية المتبعة في دراسة خصائص الشبكة النهرية، إضافة إلى كل ما ذكر، وفرت هذه التقنيات والأنظمة سجلات رقمية مهمة لخصائص الشبكة النهرية يستفاد منها في الدراسات ذات العلاقة بموضوع

البحث.

تحاول هذه الدراسة التركيز على دراسة التكوينات الصخرية والمناخ والنبات الطبيعي والأنشطة البشرية، ثم دراسة العلاقة بين هذه العناصر وخصائص الشبكة النهرية المتمثلة في خصائص الحوض الشكلية والهندسية (مساحة الحوض، طول الحوض، محيط الحوض، عرض الحوض، ونسبة طول الحوض إلى عرضة)، والخصائص التضاريسية(تضاريس الحوض، التضاريس النسبية، قيمة الوعورة والتكامل الهبسومتري)، ثم خصائص الشبكة النهرية(المراتب النهرية، أطوال المراتب النهرية، معدل التشعب معدل الالتواء، كثافة الصرف النهري) والى أي مدى تأثرت خصائص الشبكة النهرية بالعمليات البنائية، والتكوين الصخري من جانب والأحوال المناخية والأنشطة البشرية من جانب آخر.

إن فهم خصائص الشبكة النهرية سيساهم في حل بعض المشكلات ذات الصلة بهذه الدراسة (ككوارث، السيول، التساقط الصخري، جرف وتعرية التربة، حصاد مياه الأمطار، استخدام الأرض، التخطيط الإقليمي، ثم المشاكل الحضرية والبيئية في منطقة الدراسة).

هدف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحليل خصائص الشبكة النهرية العددية والطولية في الوحدة المكانية للمساحة التصريفية، التي تنتشر فوقها الشبكة النهرية وما يتعلق بها من خصائص طبيعية وبشرية ثم دراسة إمكانية الاستفادة من هذه الخصائص في الإسهام في حل بعض المشكلات ذات الصلة بموضوع الدارسة كحصاد مياه الأمطار، استخدام الأرض ،التعرية المائية وجرف التربة، البنية التحتية، وكوارث السيول، كذلك تهدف الدراسة من خلال الوسيلة التي تعتمد عليها (نظم المعلومات الجغرافية) إلى توفير قاعدة بيانات رقمية للمنطقة

مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة في أشكال السطح والموقع الجغرافي اللذين نتجت عنهما خصوصية منطقة الدراسة والمناطق المحيطة بها فأشكال السطح (التضاريس) أوجدت نطاقات مناخية مختلفة من المطر والحرارة بين الأجزاء الدنيا والعليا من الحوض مما ينتج عنهما اختلاف في تنوع التعرية واختلاف في نمو وتطور الشبكة المائية في أجزاء الحوض مما انعكس على الاستقرار البشري واستثمار الموارد الطبيعية للحوض. أما من الناحية الجغرافية للموقع فهو القرب النسبي من خليج عدن والبحر الأحمر اللذين أثرا على الخصائص التكتونية والتركيبية لمنطقة الدراسة، كذلك قرب منطقة الدراسة من مدينة تعز التي تعاني من شحة المياه إلى جانب الاحتياجات المائية لسكان المنطقة نفسها. ويزيد من أهمية الدراسة علاقتها بحصاد مياه الأمطار المباشرة أو الخاصة بتغذية الخزانات الجوفية.

منهجية البحث:

اعتمدت الدراسة على تحليل الخرائط الطبوغرافية اليمنية بمقياس 50,000:1 والمرقمة(1343d2, 1981, 1343d1, 1344a4, 1344c1) والخريطة الجيولوجية للجمهورية اليمنية – وزارة النفط والثروات المعدنية 1996– لوحة تعز بمقياس 250,000:1 ثم صورة فضائية للقمر الصناعي غوغل إرض (Google Earth Satellite)، ونموذج الارتفاع الرقمي(Digital Elevation Model) باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية (Autodesk Land Enabled Map 2007, Erdas 9.1 and Arc GIS 9.3) ،إذ رسمت الشبكة النهرية وخطوط الكنتور من الخرائط الطبوغرافية والصورة الفضائية ثم إعداد نموذج الارتفاعات المتساوية بهدف تحليل العلاقات المكانية للشبكة النهرية (Topology) واستخراج البيانات الرقمية ذات الصلة بالبحث.

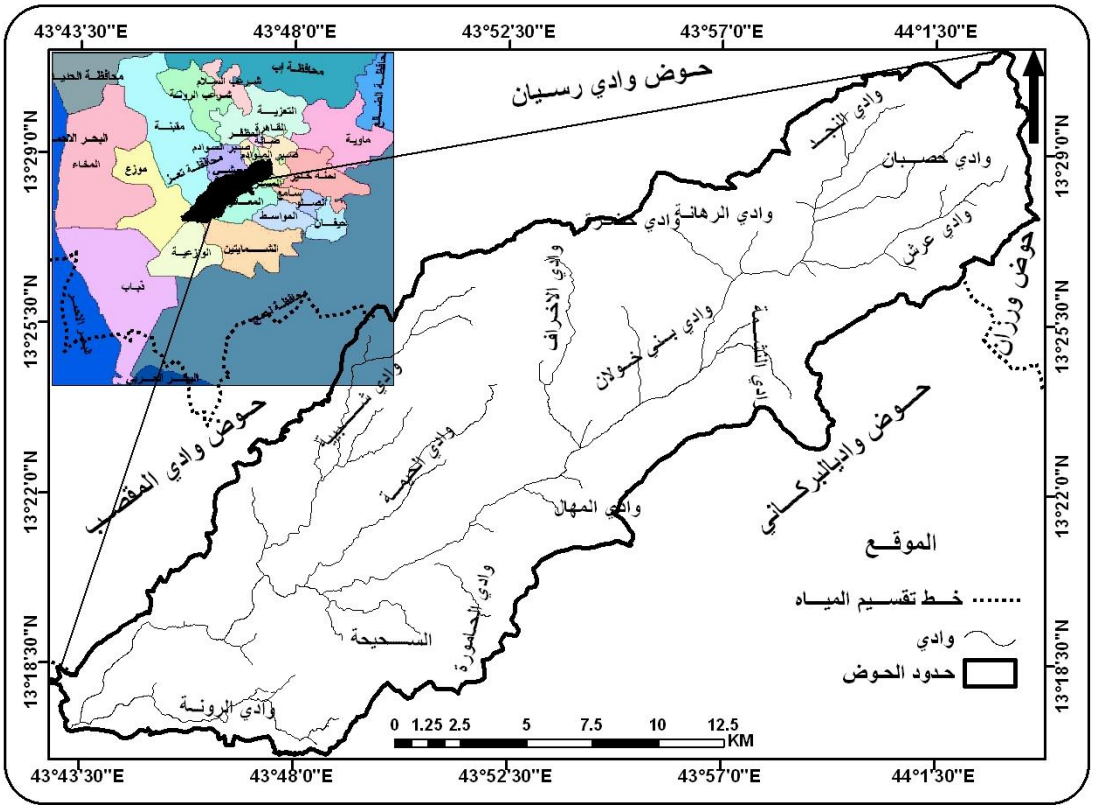
الموقع:

تقع منطقة الدراسة في الجنوب الغربي لمدينة تعز ويحدها من الشمال والغرب حوض وادي رسيان ومن الجنوب الغربي حوض وادي المقصب ومن الجنوب والشرق حوض وادي بني شيبان (وادي البركاني) ومن الشمال الشرقي وادي ورزان وينحصر بين دائرتي عرض '37" 16' 13° – 07" 31' 13° وخطي طول 55" 42' 43° – 30" 03' 44° (يلاحظ الشكل1).

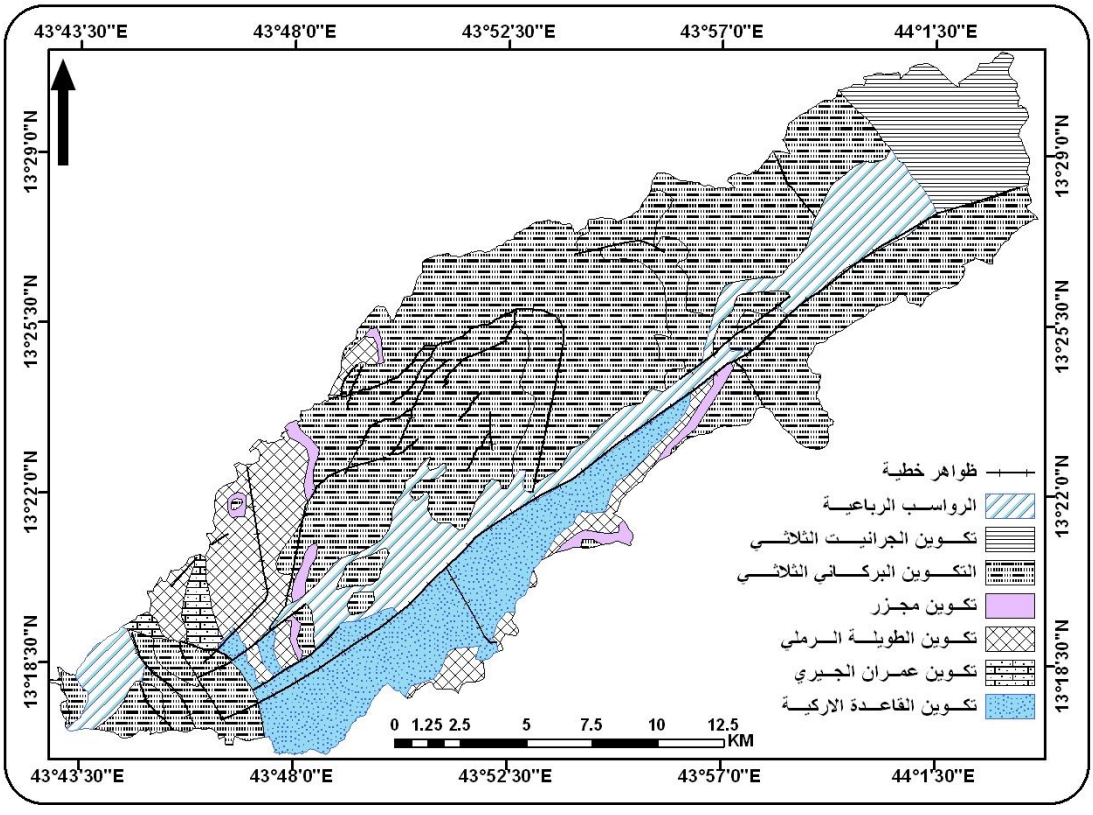
التكوين الجيولوجي لحوض وادي بني خولان:

تتكون الصخور التي ينتشر فوقها الحوض من صخور القاعدة الأركية وحتى الرواسب الرباعية الحديثة بنسب متفاوتة تشكل الصخور البركانية الثلاثية معظمها، فصخور الأساس (Precambrian Rocks) تتكون معظم صخورها من الجرانيت والشيست والنيس والمجماتيت وتتواجد في مديرية المعافر والوازعية (يلاحظ الشكل2). أما رسوبيات الزمن الثاني(Mesozoic) والمتمثل بالصخور الرسوبية الجيرية(Limestone Rocks) التي تكونت في بيئة بحرية خلال الجو ارسي المتأخر (Jurassic) وتتكون من الحجر الجيري وأحافير مع تواجد للرواسب الطينية(الطفل) وبعض الصخور الرملية والجبس في بعض طبقاته(انك وديرجان، 1984)،أما تكوينات الطويلة الرملية (Sandstone Rocks) التي تعود إلى العصر الكريتاسي (Cretaceous) فتتكون من صخور رملية ناعمة إلى خشنة الحبيبات متداخلة طبقيا مع الكنجلوميريت (Conglomeratic) وتكثر فيها المواد الطينية، أما تكوين مجزر فصخوره رملية مع بعض الرواسب لمواد جيرية وطينية صلدة تعرضت لبعض التحول أكثر من تكوين الطويلة(الخرباش والانبعاوي، 1996) ويتواجد في مديريات المعافر، مقبنة ثم موزع. تكوينات الزمن الثالث (Tertiary) تغطي معظم مساحة الحوض وتتكون معظم صخوره من الاجنبريت (Ignimbrite) مع حجر الخفاف ورواسب حمضية مكونة من البازلت كاملة التبلور مع طبقات من التوفا متعدد الألوان وعدسات من ألالفا الحامضية والرماد البركاني ثم الجرانيت الثلاثي (الرامسي2009) الذي يسود في شمال شرق المنطقة. (يلاحظ الشكل2) التكوينات الرباعية (Quaternary Deposits) وهي عبارة عن رواسب مفككة كونتها الأودية الموسمية (Alluvial and Intermittent Stream Sediments) ورواسب الفتات الصخري (Pediment Sedimentary Environment) مختلفة الأحجام ما بين الجلاميد والحصى والرمال والرواسب الطينية والغرينية ، في حين تنتشر الرسوبيات الناعمة إلى المتوسطة في الأجزاء الشمالية والوسطى من الحوض في حين تسود التكوينات الخشنة في الأجزاء الغربية من منطقة الدراسة. (يلاحظ الشكل2)

تأثرت جيولوجية المنطقة بالعديد من الفوالق والصدوع والتشوهات التي أثرت على التكوينات الصخرية خلال فترات جيولوجية مختلفة، كان آخرها في الزمن الجيولوجي الثالث التي رافقت انفتاح البحر الأحمر وخليج عدن حيث أخذت اتجاه شمال – جنوب عمودية على خليج عدن وموازية للبحر الأحمر في حين صاحب انفتاح خليج عدن عدد من الانكسارات أخذت اتجاهات موازية لخليج عدن وعمودية على البحر الأحمر. وإضافة إلى ذلك تأثرت المنطقة بالعديد من الصدوع والكسور الثانوية المحلية ذات الاتجاهات المختلفة مثلت بأودية انكسارية نمت وتطورت خلالها بعض بودية الحوض وخاصةً المجرى الرئيسي.



شكل(1) موقع حوض وادي بني خولان



شكل(2) التكوين الجيولوجي للحوض

إن الصخور المكونة للحوض تمثل مسرح لعمليات التجوية والتعرية اللتان تعتمدان على نوعية الصخور وصلابتها، وتماسك حبيباتها وكميات الفجوات فيها. فضلا عن المعادن المكونة للصخور التي تنعكس في نهاية المطاف على خصائص الشبكة النهرية كمحصلة نهائية لتفاعل كافة العوامل الجيولوجية والأحوال المناخية في المساحة التجميعية للحوض.

المناخ:

الأحوال المناخية من درجة الحرارة والأمطار والرطوبة والرياح توثر بشكل مباشر أو غير مباشر على خصائص الشبكة النهرية من خلال عمليات النحت، والنقل، والإرساب والتصريف النهري، وكثافة الغطاء النباتي ونوعه وتوزيعه، بل هي المسؤولة عن تشكل وتطور الروافد النهرية ونموها بالاشتراك مع العوامل الأخرى التي تسرع من دور التعرية آو تباطئها (كالتكوين الصخري، والتضاريس، والنشاط البشري). فمنطقة الدراسة تمتاز باختلاف درجات الحرارة ما بين أجزاء الحوض إذ تقل في الأجزاء الشمالية والقمم الجبلية بفعل عامل الارتفاع، بينما تزداد في الارتفاع في الأجزاء الدنيا المنخفضة، والأجزاء الجنوبية التي تصل ارتفاعها إلى 440متر فوق مستوى سطح البحر.

إن التفاوت الحراري اليومي، والفصلي، والسنوي، ينعكس على التجوية، وفروق الضغط الجوي الذي ينعكس على سرعة الرياح واتجاهها هذا من الناحية النظرية. أما عملياً فلا يوجد محطات مناخية في الحوض لتعطي مؤشرات دقيقة عن عناصر المناخ؛ ولكن اعتمدت الدراسة على المحطات القريبة من الحوض (محطة عصيفرة، المنعوم) التي تشير إلى أن معدل درجات الحرارة في مدينة تعز الواقعة شمال غرب الحوض وعلى ارتفاع 1300 متراً فهو 22 درجة مئوية (وزارة المياه والبيئة2010)، أما متوسط سقوط الأمطار السنوي في محطة المنعوم فيصل إلى 600 ملم/ سنه (وزارة المياه والبيئة2010) أما محطة عصيفرة فيصل إلى 560 ملم/ سنة (وزارة الزراعة والري 2010).

إن البيانات المناخية إذا ما توفرت ستكون مؤشراً جيداً في تحديد فاعلية العوامل الأكثر تأثيراً في خصائص الشبكة النهرية ورصد العمليات الجيومورفولوجية لذلك العامل وتحديد نشاطه والظواهر التضاريسية الناتجة عنه فالأمطار تسود صيفاً وبالتالي يزيد نشاط عملية التعرية المائية في حين تكون التجوية الفيزيائية أكبر في فصل الشتاء لخلو المدرجات الزراعية، والمصاطب النهرية من الأنشطة الزراعية وقلة الغطاء النباتي، وتفاوت درجات الحرارة بين الليل والنهار والمناطق المرتفعة والمناطق المنخفضة في الحوض.

الغطاء النباتي:

الغطاء النباتي Vegetation Caver عامل طبيعي مؤثر على خصائص الشبكة النهرية من خلال نوع ونمط وانتشار النباتات الطبيعية في المساحة التجميعية للحوض النهري حيث يؤثر نوع النبات (أشجار، شجيرات، حشائش) وفترة نمو النبات (فصلي، دائم) ثم نوعية العروق(أفقي، وتدي) على عدد وطول الروافد النهرية خاصة المراتب الأولى التي تكون في بداية تشكلها ولم تتضح معالمها الجيومورفولوجية بعد. فبعض النباتات المعرشة والمتشابكة الأغصان والأفقية الجذور عادة تشكل عائقاً أمام التعرية المائية كعامل مؤثر على تغير شكل وطول المجري المائي خاصة في المناطق الجافة وشبة الجافة التي عادة ما تكون الأمطار على شكل زخات مطرية سريعة وبفترة زمنية قصيرة كما هو الحال في منطقة الدراسة، ومن هذه النباتات العثرب Rumex nervosus، الأراك Salvadora persica، العرم Carissa edulis، الراء Aerva javanica، الحلص Cissus rotundifolia، الشوحط Grewia erythraeae ، القطبة Tribulus terrestris، القصب Arundo donax، العنقب Aloe sabaea، الحومر Cadia purpurea، السنف Acanthus arboreus، الحوجم Dichrostachys cinerea، الحشيش Panicum turgidum forssk ، في حين هناك أشجار تساعد في

تفعيل دورا لتعرية المائية إذا استثنينا التجوية والتعرية الحياتية غير النباتية باعتبارها مرحلة تجهيز ما قبل التعرية المائية فالنباتات بجذورها وحجمها ثم شكلها المورفولوجي تستطيع أن توسع الشقوق والفجوات الصخرية في نطاق المنحدرات الجبلية وتفكيك وتفتيت التربة خاصة الرملية والغرينية مما يزيد من تغلغل المياه بهذه الشقوق والفجوات فتصبح مسلكا جديداً للمياه التي تنعكس على بداية مرحلة جديدة في تكوين الروافد النهرية أو قد تؤثر على رافد نهري فتغير مجراه أو تزيد من المسافة العرضية للمجرى النهري في الحوض، ومن بين هذه النباتات التي شوهدت في منطقة الدراسة العسق Acacia asak، الخنس Ficus sycomorus، الحمر Tamarindus indica، العمق Euphorbia ammak، الطلح Acacia gerrardi، القرض Acacia etbaica، الثعب Terminalia brownii، الرصف Capparis cartilaginea، الإثثاب Ficus cordata، العشر Colotropis procera الحراز، سمر Acacia tortilis، الطولق Ficus vasta ،الطنب Cordia africana، الرقع Trichilia emetica، الدندل Breonadia salicina، الضرئم Teclea nobilis، التمج Acokanthera schimperi (الخليدي والقدسي،2010).

التربة:

التربة إحدى مكونات سطح الأرض التي تمتاز بأهمية خاصة عند دراسة شبكة الأحواض النهرية بسبب الاختلاف وعدم التجانس في مكوناتها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في أقل المساحات القياسية على الرغم من محدودية سماكتها في مناطق المرتفعات الجبلية والهضبية ومنحدراتها، إلا أنها تمثل النواة الأولى لمعظم الروافد النهرية، إذ تشكل الغطاء الأضعف بين مكونات السطح أمام التعرية المائية التي تعد أكثر عمليات التعرية بروزاً في تشكل وتكوين الروافد النهرية بكل مراتبها إلى جانب العمليات الجيومورفولوجية الأخرى، فالتركيب الفيزيائي للتربة يؤثر على الروافد النهرية بطرق مختلفة منها أن التربة الطينية(Clay) تكون أكثر صلابة أمام التعرية المائية مقارنة بالتربة الرملية(Sand). إلا أن التشقق الذي يحدث للتربة الطينية أثناء فترة الجفاف يمثل مسالك للمياه في أثناء سقوط الأمطار مما يؤدي إلى تشعب الروافد وخاصة في المنحدرات مع تضافر العوامل الأخرى(درجة تضرس السطح، معدل الانحدار، كمية المياه المتدفقة، مدة الجريان السطحي، الغطاء النباتي...) التي تزيد من فاعلية التعرية المائية، أما التربة الرملية فتعيق حركة الجريان السطحي في بداية الجريان كونها تمتص معظم كميات الجريان اعتمادا على سماكتها وكمية المياه المتدفقة أو الساقطة ودرجة الانحدار ثم نوعية الصخر (الصخرة الأم) التي توجد تحت هذا النوع من التربة، من جانب آخر يعد هذا النوع من الترب الأكثر أثراً في عملية التأثير على عرض المجرى المائي كون جرفها أسهل وحجم حبيباتها تتحول إلى معاول تساعد في عملية التعرية الجانبية للمياه في المجرى المائي وقاع المجرى مما يؤثر على خصائص الشبكة النهرية للحوض.

السكان واستخدام الأرض:

يتركز السكان قرب الموارد الطبيعية التي تلبي بعض احتياجاتهم الضرورية للحياة وكانت ولا تزال الأنهار وروافدها وضفافها مصدر جذبٍ للسكان في مناطق كثيرة من العالم. وفي منطقة الدراسة ينتشر السكان في معظم أجزاء الحوض ساعدهم على ذلك الخصائص المناخية(الأمطار الصيفية ودرجة الحرارة المعتدلة) وبناء المدرجات الزراعية الجبلية والتربة البركانية إلى جانب قرب منطقة الدراسة من مدينة تعز ثالث أكبر مدن اليمن سكاناً بعد أمانة العاصمة ومدينة عدن.(الجهاز المركزي للإحصاء 2010).

الكثافة السكانية تزداد عاماً بعد عام مع ثبات المساحة (منطقة الدراسة) نتج عنها الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة إذ استغلت كافة الأراضي القابلة للاستخدام الزراعي على ضفاف الأودية والمنحدرات الجبلية وحتى المنحدرات الشديدة استخدمت في العديد من الأنشطة كالبناء وشق الطرق والرعي وبرامج حصاد مياه الأمطار إلى

جانب استخدام الصخور من المناطق الجبلية باعتبارها المادة الأساسية في البناء والتشييد في منطقة الدراسة مما انعكس على خصائص الشبكة النهرية إذ أن شق طريق ما في النطاق الجبلي ينتج عنه كميات كبيرة من الفتات الصخري والصخور والتربة الناتجة عن عملية الشق والتي تنقل بواسطة المياه عبرا لروافد النهرية إلى مناطق بعيدة عن مصدرها، إلى جانب التأثير المؤقت على النبات (تصحر) على طول الطريق وجوانبها وعلى المنحدرات التي تغطى بنواتج الهدم (صخور، تربة، جلاميد، حصى،...) إلى جانب ذلك المواد المستخدمة في أثناء شق الطرق من تأثير الآلات ومواد تفجير التي تساعد على خلخلت الأرض وزيادة انزلاق التربة وانهيار الصخور نحو المنحدرات ثم تحملها المياه عبر الروافد النهرية مما ينتج عنها تأثيرات مختلفة على خصائص الشبكة النهرية(زيادة حجم ونوع التعرية الرأسية والجانبية، تغير مجرى بعض الروافد، نشؤ روافد جديدة)، كذلك بعض الأنشطة كالمحاجر الصخرية وتشييد المنازل في المناطق الجبلية (أعالي الوديان) تترك تأثيرات مختلفة على الروافد النهرية إلا أنها تزول مع تقادم الوقت، إذ لوحظ في منطقة الدراسة أن بعض المنحدرات التي تأثرت بشق الطرق والمواد الناتجة عن تسوية المناطق المنحدرة لبناء المنازل والمنشآت استغلت في بناء المدرجات الزراعية وأصبحت نواتج الهدم مواد أولية لبناء المدرجات الزراعية ،هناك بعض الأنشطة كبرنامج حصاد مياه الأمطار الذي أثر بشكل مباشر على عدد الروافد النهرية وأطوالها حيث تبنى قنوات من الحجارة والطين أو الحجارة والاسمنت بشكل متعرج على المنحدر الجبلي وقاطعة للروافد النهرية خاصة الروافد القصيرة في المراتب الأولى والثانية وأحياناً تصل إلى المرتبة الثالثة(حسب المساحة التجميعية للمياه أعلى المنحدر) تستخدم لتجميع مياه المنحدر ثم تحول إلى قناة جديدة تنقل المياه إلى المزارع والبرك والسدود والخزانات.

هذا النوع من النشاط يغير المجرى الطبيعي للروافد النهرية ويخلق روافد جديدة ساعد الإنسان على إيجادها ونموها وتطورها مما يزيد من فاعلية دور النشاط البشرى كعامل وعملية جيومورفولوجية مؤثرة في خصائص الشبكة النهرية ودورتها الجيومورفولوجية العامة في منطقة الدراسة .

الخصائص الشكلية والهندسية للحوض:

تمثل الخصائص الشكلية والهندسية للحوض العلاقات بين التغيرات الطبيعية والبشرية وتطور الشبكة النهرية في المساحة التصريفية الممثلة للحوض والتي تبين قياس المساحات والأطوال ثم الشكل العام للحوض والتي سيتناولها البحث كما يلي:

مساحة الحوض:

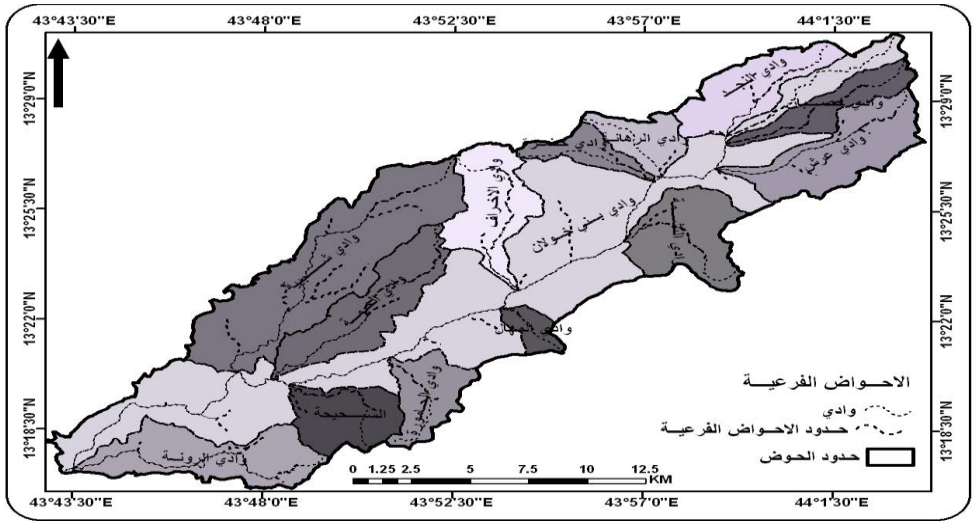
ينتشر حوض بني خولان على مساحة تقدر بـ 377.9 كم² موزعة على 14 حوضا فرعيا(أصغر) تتباين مساحتها ما بين 151.98 كم² في حوض وادي بني خولان الوادي الرئيسي و4.43 كم² في وادي المهيال، أما إداريا تمثل مديرية المعافر ما نسبته 137.9 كم² من مساحة الحوض ومديرية جبل حبشي 123 كم² ثم مديرية المسراخ40.7 كم² ومديرية مقبنة 34.5 كم² وتتقاسم مديريات موزع ، صبر الموادم، الشمايتين ثم المسراخ بقية المساحة.(يلاحظ الجدولان 1-2 والشكل3).

طول الحوض:

يمثل طول الحوض بالمسافة بين أبعد نقطتين بين محيط الحوض والمصب، بلغ طول الحوض 43.8 كم من أبعد نقطة على المحيط في الشمال الشرقي بجبل صبر وحتى المصب في جنوب غرب الحوض وتختلف أطوال الأحواض الفرعية ما بين 43.8 كم في حوض وادي بني خولان والذي يعدل المسافة الطولية للحوض ثم يأتي حوض وادي شبية 15.6 كم، حوض وادي الحيمة 11.5كم ثم حوض وادي الرونة 10.8 كم في حين يمثل حوض وادي الرهانة 4.8 كم ثم حوض وادي المهيال 3.5 كم أقل الأحواض طولا. (يلاحظ الجدولان 1-2)

محيط الحوض:

يقصد بمحيط الحوض بالخط الوهمي الذي يفصل الحوض عن الأحواض الأخرى ويمثل خط تقسيم المياه بين الحوض والأحواض المجاورة له. بلغ محيط حوض بني خولان 127.9 كم في حين بلغ محيط حوض وادي بني خولان 149.7 كم والذي يزيد عن معدل محيط الحوض الرئيسي بـ22.1 كم دلالة على تعرج الحوض متأثرا بالتكوينات الجيولوجية والبنية التضاريسية (الصالحي2002،أبو العينيين، 1979) مما أدي إلى ارتفاع معدل المحيط على الرغم من أن مساحة حوض وادي بني خولان تشكل (35%) من مساحة الحوض. ثم يلي حوض وادي بني خولان بالترتيب معدل المحيط حوض وادي شبية 46.4 كم، حوض وادي الرونة 30.5 كم، حوض وادي الحيمة 30.5 كم ويأتي حوض وادي الرهانة 15.2 كم و حوض وادي المهيال 9.9 كم أقل القيم في منطقة الدراسة. (يلاحظ الجدولان 1-2).



شكل(3)الأحواض الفرعية

جدول(1) الخصائص الشكلية والهندسية للحوض والأحواض الفرعية

معامل القياس	طريقة القياس	القيمة
مساحة الحوض	قياس	377.9 كم²
محيط الحوض	قياس	127.9 كم
طول الحوض	قياس	43.8 كم
متوسط عرض الحوض	مساحة الحوض كم² ÷ طول الحوض كم	8.6 كم
الطول إلى العرض	طول الحوض ÷ متوسط العرض	5.08 كم
معدل استطالة	قطر دائرة مساوية للحوض كم² ÷ أقصى طول للحوض	0.54
معدل استدارة	4(7÷22) مساحة الحوض كم²÷مربع محيط الحوض	0.29
معدل الشكل	مساحة الحوض كم^2÷ مربع طول الحوض كم	0.2
أعلى ارتفاع	قياس	3000 م
أدنى ارتفاع	قياس	440 م
تضاريس الحوض	أعلى منسوب – ادني منسوب في الحوض	2560م
معدل التضرس	تضاريس الحوض م÷ طول الحوض كم	58.44م /كم
التضاريس النسبية	تضاريس الحوض م ÷ محيط الحوض م	0.200
قيمة الوعورة	تضاريس الحوضX كثافة الصرف)÷1000(	13.56
معدل النسيج	عدد الروافد ÷ محيط الحوض	15.77وادي/كم

معامل القياس	طريقة القياس	القيمة
التكامل الهبسومتري	مساحة الحوض÷ تضاريس الحوض	0.15
عدد روافد الحوض	إحصاء	4543
عدد المراتب النهرية	تصنيف	6
مجموع أطوال الروافد	قياس	2017.9كم
معدل التشعب	عدد الروافد في مرتبة ما ÷عدد الروافد في المرتبة التي تليها	5
متوسط أطوال الأودية	مجموع أطوال الروافد ÷ مجموع عددها	0.4 كم
الكثافة العددية	مجموع عدد الأودية ÷ مساحة الحوض وادي / كم²	10.1 رافد/كم²
الكثافة الطولية	مجموع أطوال الأودية÷ مساحة الحوض كم/كم²	5.47 كم/كم²
معدل الالتواء	الطول الحقيقي÷ الطول المثالي كم	1.24

جدول (2) الخصائص المورفومترية لمنطقة الدراسة

الاسم الحوض	المساحة	المحيط	الطول	الاستطالة	الاستدارة	الشكل	متوسط العرض	الطول: العرض
وادي بني خولان	131.98	149.96	43.81	0.27	0.07	0.07	3.01	14.54
وادي حصبان	11.67	21.85	8.97	0.55	0.31	0.15	1.3	6.89
وادي شبية	54.78	46.37	15.61	0.57	0.32	0.22	3.51	4.45
وادي المهيال	4.43	9.98	3.47	0.75	0.56	0.37	1.28	2.72
وادي عرش	24.06	27.16	9.2	0.64	0.41	0.28	2.62	3.52
وادي الرونه	24.86	30.51	10.85	0.58	0.34	0.21	2.29	4.74
وادي الحامورة	12.51	19.22	5.08	0.65	0.43	0.48	2.46	2.06
وادي الرهانة	9.33	15.16	4.76	0.71	0.51	0.41	1.96	2.43
وادي حضرة	7.25	15.88	6.08	0.6	0.36	0.2	1.19	5.1
وادي الحيمة	23.41	30.49	11.51	0.56	0.32	0.18	2.03	5.66
وادي النشمة	20.42	22.17	5.11	0.72	0.52	0.78	4	1.28
وادي السحيحة	15.39	17.53	5.04	0.79	0.63	0.61	3.05	1.65
وادي الاخراف	19.77	25.74	8.31	0.61	0.38	0.29	2.38	3.49
وادي النجد	18.04	22.6	6.93	0.67	0.44	0.38	2.6	2.66
إجمالي الحوض	377.89	127.86	43.81	0.54	0.29	0.2	8.63	5.08

عرض الحوض:

الأحواض النهرية لا تأخذ أشكال هندسية منتظمة وإنما ما مدى تقارب الأحواض من الأشكال الهندسية وعليه فالقياسات التي تؤخذ لعرض الحوض تعتمد على المتوسطات أو المعدل العام للمعامل المستخدم وعلى هذا الأساس لا يمكن الاعتماد على قياس منطقة محددة كمؤشر لعرض الحوض وإنما هناك أكثر من طريقة لهذه الدلالة منها اخذ مجموعة مقاطع من المصب وحتى المنبع ثم أخذ المتوسط ومؤشر آخر يعتمد على قسمة مساحة الحوض على طول الحوض(محسوب،2001) والذي استخدمه الباحث. إذ بلغ متوسط عرض الحوض 8.6 كم في حين اختلفت القيم مابين 4 كم في وادي السحيحة و1.19 كم في حوض وادي حضرة (يلاحظ الجدولان1-2 والشكل3).

الطول إلى العرض:

بلغت متوسط الطول إلى عرض الحوض 5.08 كم وهذا مؤشر على أن طول الحوض أكبر من العرض بخمس مرات دالا على استطالة الحوض في حين ارتفع هذا المعدل في حوض بني خولان إلى 14.5 كم وهو مؤشر إلى محدودية عرض الحوض بالنسبة إلى طوله ثم تراوحت في الأحواض الأخرى ما بين 6.89 كم في

حوض وادي حصبان و1.28 كم في حوض وادي النشمة. (يلاحظ الجدولان 2.1).

معدل الاستدارة:

معدل الاستدارة من المقاييس التي يستعان بها لمعرفة ما مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري أو ابتعاده عنها وتنحصر قيمه بين 0–1 وكلما كانت قيم الأحواض قريبة من الرقم 1 تدل على اقتراب الشكل من الشكل الدائري. بلغ معدل الاستدارة في منطقة الدراسة 0.29 وهو مؤشر إلى ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري في حين تتفاوت القيم ما بين 0.07 في حوض بني خولان و 0.63 في حوض وادي السحيحة أقرب الأحواض الفرعية إلى الشكل الدائري(الجدولان1–2 والشكل3).

نسبة الاستطالة:

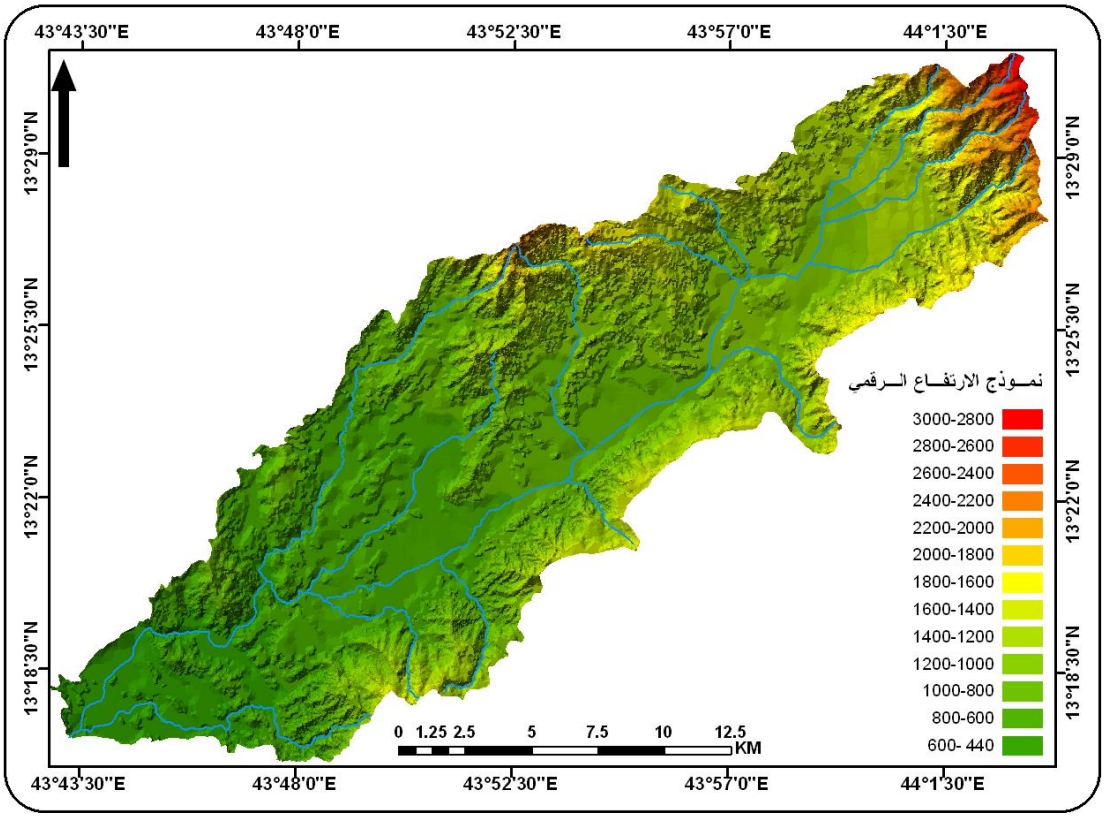
نسبة الاستطالة من المؤشرات التي تكتسب أهمية في الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية لارتباطها بتوضيح شكل الحوض ومدى اقترابه من الشكل المستطيل وتنحصر قيم هذه النسبة مابين 0–1 وكلما اقتربت النسبة من الصفر أشار إلى استطالة الحوض وكلما ابتعدت من الصفر يأخذ الحوض شكلا آخر. تشير نسبة الاستطالة للحوض بأنه يقترب من الشكل المستطيل إذ بلغت النسبة 0.55 ، أما الأحواض الفرعية فاقل القيم كانت في حوض وادي بني خولان0.27 والذي يعتبر اقرب الأحواض إلى الشكل المستطيل في حين تبتعد أحواض أودية السحيحة والمهيال والنشمة والرهانة(0.79،0.75،0.72،0.67) عن الشكل المستطيل. (يلاحظ الجدولان 1–2 والشكل3)

معامل الشكل:

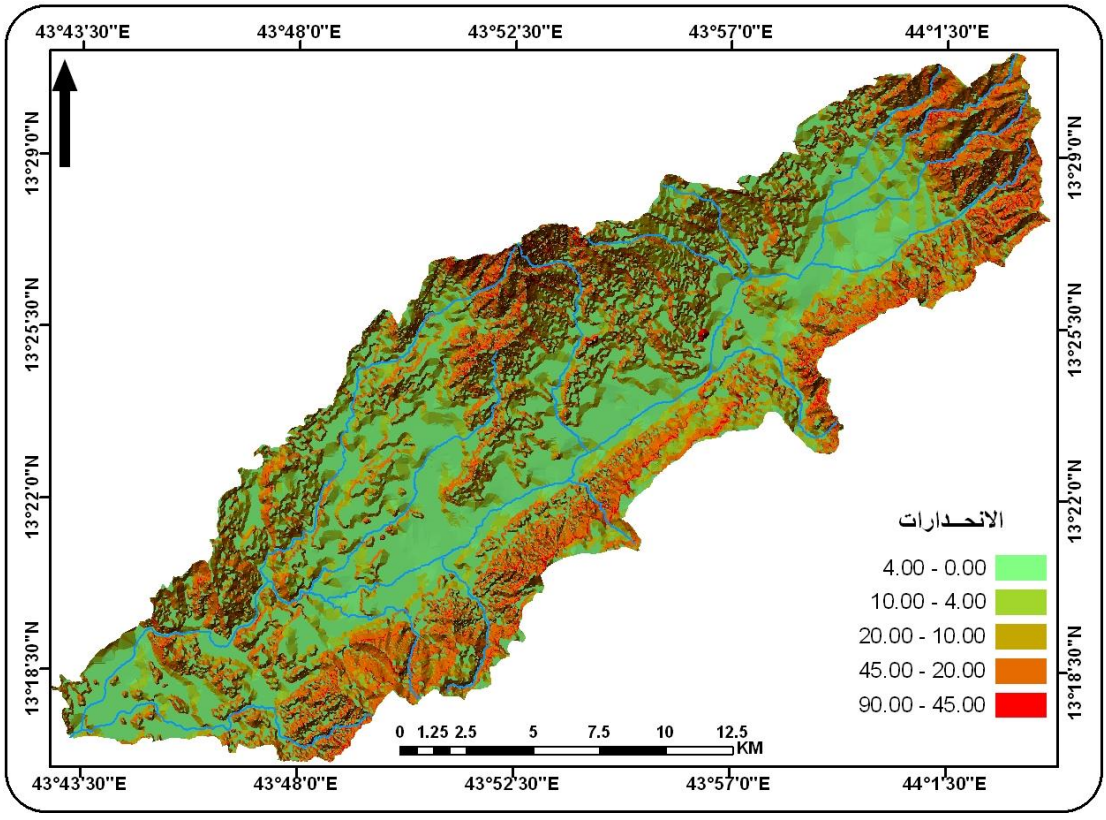
بلغ معامل الشكل في الحوض 0.2 وفي الأحواض الفرعية ما بين 0.07 في حوض وادي خولان وترتفع إلى 0.61 في حوض وادي السحيحة وهو مؤشر على اقتراب شكل الحوض الأخير من الشكل المثلث (يلاحظ الجدولان 1–2 والشكل3).

الخصائص التضاريسية للحوض:

التضاريس هي الناتج الكلي لكل العمليات الجيولوجية والجيومورفولوجية التي أثرت على سطح المنطقة، وتأتي أهمية دراستها من ارتباطها بكل العمليات المؤثرة بالشبكة النهرية لأحواض التصريف خاصة الارتفاع ومعدل الانحدار ودرجة خشونة السطح ودرجة تقطع الوحدات التضاريسية واتجاه وامتداد الوحدات التضاريسية حيث تتباين تضاريس منطقة الدراسة ما بين440: 3000 متر فوق مستوى سطح البحر وتتواجد بأشكال مختلفة ما بين السلاسل الجبلية(الجزء الجنوبي الشرقي لسلسلة جبل صبر، السلسلة الجنوبية لجبل حبشي(سلاسل جبال المعافر)، القمم الجبلية(جبل صبر3015، جبل رهش1840، جبل عماد الدين 1720، جبل شنة 1680، جبل النويد 1640، جبل الوحيد 1240 جبل انعم 1160، جبل الحجل 1040) والهضاب(هضبة حبيش1520، هضبة صهبان1320،هضبة نعمان 1280، هضبة الشيخ سعيد 1200،هضبة جباري1040) والتلال والحواف الصخرية، ثم المدرجات النهرية والزراعية(يلاحظ شكل4 والجدول2) فالمنطقة الشمالية الشرقية من الحوض يتواجد فيها أعلى منسوب للحوض مع سيادة السلاسل الجبلية ذات الانحدار الشديد الذي يصل معدله إلى 4.8 متراً مسافة أفقية إلى1 متر مسافة راسية في المنطقة المحصورة بين خطي كنتور1350–3000 متراً فوق مستوى سطح البحر، المنطقة الشمالية والشمالية الغربية حيث تسود السلاسل الجبلية المتداخلة ذات اتجاهات مختلفة (شمال – جنوب، شرق–غرب، شمال شرق – جنوب غرب، شمال غرب– جنوب شرق...) مما ساهم في إيجاد أحواض فرعية وثانوية أكثر من أي جزء في منطقة الحوض، كذلك وجود انحدارات شديدة يصل معدلها الى1:5.3 متراً مابين خطي كنتور 2280–920 متراً فوق مستوى سطح البحر. أما الجزء الجنوبي والجنوب الغربي فتسود فيه الحواف



شكل (4) نموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model



شكل(5) انحدارات الحوض

الصخرية التي تشرف على الوادي الرئيسي بانحدار شديد(4.7:1 متراً بين خطي كنتور1640-880 متراً فوق مستوى سطح البحر) مع محدودية المسافة الأفقية بين سفح الحافة ونقاط التماس مع المجرى الرئيسي (يلاحظ الشكلان4-5) مما انعكس على عدد الأحواض الفرعية والثانوية المحدودة المساحة مع محدودية معدل أطوال الروافد وسيادة التعرية الراسية، أما وسط الحوض فيشكل معظم سطحه المدرجات الزراعية والمدرجات النهرية والمراوح الفيضية للأودية الجبلية. يميل إلى الاستواء والاتساع في وسط الحوض(يلاحظ الشكل5) بمعدل الانحدار 37.9 :1 متراً ما بين خطي كنتور1180-1380متراً فوق مستوى سطح البحر.

معدل التضرس والتضاريس النسبية:

معدل تضرس الحوض والبالغة58.44 تشير إلى نشاط عمليات النحت والارتفاع لكمية الرواسب المنقولة بفعل عملية التعرية، وبسبب شدة الانحدار في منابع الحوض، كما تشير التضاريس النسبية مابين قيمة التضرس ومحيط الحوض إلى مقاومة الصخور لعملية التعرية خاصة في تشابه الظروف المناخية دراسة(مداغش 2010)، حيث إنه كلما اقترب الرقم من الواحد الصحيح دل على شدة التضرس الذي يرتبط بارتفاع معدل الانحدار ومقاومة الصخور لعملية التعرية في نسبه القريبة من الصفر التي تشير إلى تأثير التضاريس بعمليات التعرية، مما يزيد في عدد الروافد النهرية في الحوض كما هو الحال في منطقة الدراسة التي كانت قيمة التضاريس النسبية فيها 0.02.(يلاحظ الجدول2)

قيمة الوعورة ونسيج الحوض:

قيمة الوعورة يستدل بها على معرفة تضاريس الحوض، ومدى انحدار المجرى المائي في الحوض (حمدان وأبو عمرة2010) كما تشير (قيمة الوعورة البالغة 13.56) إلى أن الحوض لا يزال في مرحلة الشباب وأن له القدرة على النحت والنقل أكثر من قدرته على الإرساب، في حين تشير قيمة معدل نسيج الحوض(15.7) إلى أن النسيج من النوع الناعم الذي انعكس على ارتفاع عدد الروافد النهرية في الحوض.

التكامل الهبسومتري:

أما معامل التكامل الهبسومتري للحوض والباعة 0.15 (يلاحظ الجدول2) دلالةً على أن الحوض في بداية مرحلته العمرية مرحلة الشباب وان قيمة التضاريس إلى قيمة المساحة لا تزال مرتفعة بسبب التكوينات الجيولوجية والبنائية والأحوال المناخية التي جعلت التأثير بطيئاً على كثافة الشبكة النهرية وتطور الحوض الجيومورفولوجي.

إن الخصائص التضاريسية المشار إليها سابقا تعطي دلالات على أن الحوض لا يزال في مرحلة الشباب، وأن له القدرة على النحت والنقل وتعميق المجاري المائية، إضافةً إلى أن العامل الجيولوجي والبنائي للحوض له تأثير كبير على أطوال الشبكة النهرية، وعددها وخصائصها المورفومترية في أجزاء الحوض بصورة عامة، مع وجود بعض الاختلاف في قوة التأثير والتأثر ما بين تضاريس الحوض ومكوناته الجيولوجية على الشبكة النهرية وثم تأثير الشبكة النهرية نفسها على مكونات الحوض التضاريسية تبعاً لاختلاف التكوينات الجيولوجية في الحوض.(Qiuming Chengana, and et al., 2001, Novak and Soulakellis., 2000).

إن تحليل نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الرقمية الناتجة عنه تشير إلى سيادة الانحدارات الشديدة في الأجزاء الغربية والشرقية والشمالية كما تشير إلى أن المناطق الشمالية والغربية أكثر تأثراً بعمليات التعرية المائية وان معظم الروافد تنتشر في الأجزاء الغربية. في حين أن المنطقة الشرقية تمتاز بوجود حواف صخرية موازية لمجرى الوادي

من الجنوب الشرقي حتى شرق الحوض وتأخذ اتجاه شمال- شمال شرق نتج عنها قصر الروافد النهرية وزيادة درجة الانحدار(يلاحظ شكل5) مع وجود مساحة تصريفية محدودة(يلاحظ الشكل3) نتيجة لسيادة الصخور القديمة الرسوبية والمتحولة في هذا الجزء من الحوض، مما انعكس على صغر ومحدودية الأحواض الفرعية شرق منطقة الدراسة.

خصائص الشبكة النهرية:

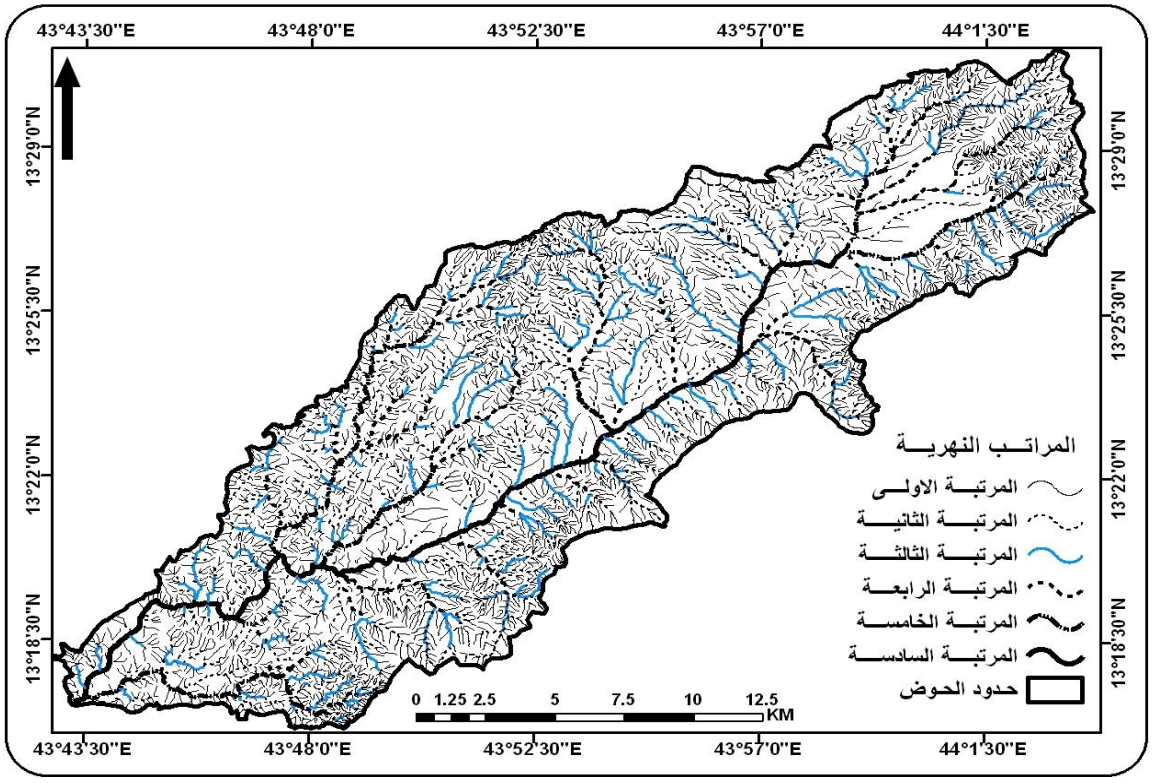
تعتبر الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف النهري نتاج مباشر وغير مباشر لجميع العوامل الطبيعية والبشرية، المتمثلة في البنية الجيولوجية والأحوال المناخية والنبات الطبيعي والتربة وتأثير الإنسان. بالإضافة إلى تأثير خصائص الشبكة النهرية نفسها، إذ أنها تؤثر على خصائص الجريان السطحي في الحوض.

اعتماداً على القياسات الشكلية والهندسية المساحية، والخطية واستخدام القياسات الآلية من الخرائط الرقمية واعتمادا على الأسلوب الكمي قيست بعض خصائص الشبكة النهرية بالحوض على الشكل الآتي:

المراتب النهرية:

صنفت الروافد النهرية لمنطقة الدراسة حسب طريقة ستراهلر(Strahler, 1964) والمتمثلة في الروافد التي لا يصب فيها أي روافد تنتمي إلى المرتبة الأولى وأي رافدين من المرتبة الأولى عندما يلتقيان يشكلان رافدا من المرتبة الثانية وكل رافدين من المرتبة الثانية عندما يلتقيان يشكلان رافدا من المرتبة الثالثة وهكذا (يلاحظ الشكل6) يشير الجدول(3) إلى عدد الروافد في الحوض 4543 رافداً موزعة على 3559 في المرتبة الأولى و732 في المرتبة الثانية و181 في المرتبة الثالثة و53 في المرتبة الرابعة و17 في المرتبة الخامسة ورافد واحد في المرتبة السادسة، أما توزيعها في الأحواض الفرعية فتختلف من حوض لآخر(Singh, 2006, Bloom, 2003) حسب التكوين الصخري والبنية التضاريسية ومساحة الحوض واستخدام الأرض، إذ يلاحظ أن مجموع عدد الروافد في وادي بني خولان وصلت 1291رافداً ووادي شبية 775رافداً ووادي الرونة 431 رافداً في حين لم تصل في وادي المهيال إلا إلى 51 رافداً وذلك يعود إلى صغر المساحة التجميعية للحوض والتي لم تتجاوز 4.43 كم² كذلك وادي حضرة التي زادت الروافد فيه برافد واحد(52) عن وادي المهيال مع اختلاف بالمساحة التجميعية والتي تصل إلى 7.25 كم² وذلك بسبب أشكال السطح واستخدام الأرض التي أدت إلى قلة عدد المجاري في وادي حضرة مقارنة مع وادي المهيال وليس إلى التكوين الصخري والبنية التكتونية للمنطقة.

فالمنطقة المحصورة بين خطي كنتور 1000- 1350متراً فوق مستوى سطح البحر تعد من أكثر مناطق الحوض تأثراً بالنشاطات البشرية، فكثافة المدرجات الزراعية واستخدام الأرض وتركز السكان أدى إلى التأثير على عدد الروافد وأطوالها فمن ملاحظة الشكل (6) يشاهد أن الأودية تكاد أن تكون خالية من الروافد النهرية والمناطق الواقعة بين مجاري الأودية الفرعية مستغلة بالمدرجات الزراعية مع استحداث قنوات مائية اصطناعية لحصاد مياه الأمطار في ري المزارع ساعد على ذلك قلة الانحدار (1:37.9) ووجود التربة المسامية وغطاء نباتي حولي مما أدى إلى أن كميات تسرب المياه كبيرة انعكست على قلة الجريان السطحي وبالتالي التأثير على النمو والتطور الطبيعي للروافد النهرية في هذه المنطقة.



شكل(6)المراتب النهرية للحوض

	عدد المراتب النهرية							أطوال المراتب النهرية/ كم						
اسم الوادي	1	2	3	4	5	6	المجموع	1	2	3	4	5	6	المجموع
وادي بني خولان	1005	219	46	11	9	1	1291	395.5	116.0	66.6	9.6	4.2	41.4	633.3
وادي حصبان	116	16	4	1	0	0	137	41.5	9.5	2.9	8.1	–	–	61.9
وادي شبية	599	133	34	8	1	0	775	198.3	60.7	26.0	19.0	13.7	–	317.6
وادي المهيال	37	10	3	1	0	0	51	16.5	3.1	2.4	1.1	–	–	23.1
وادي عرش	325	65	15	8	1	0	414	103.2	22.9	13.9	5.9	7.2	–	153.1
وادي الرونه	340	65	16	9	1	0	431	102.2	24.7	13.5	5.8	12	–	158.2
وادي الحامورة	166	31	8	1	0	0	206	53.3	15.4	7.7	4.3	–	–	80.7
وادي الرهانة	62	12	3	1	0	0	78	25.6	10.0	3.9	1.8	–	–	41.4
وادي حضرة	40	8	3	1	0	0	52	20.6	5.1	4.3	3.2	–	–	33.1
وادي الحيمة	201	38	12	2	1	0	254	72.5	19.6	12.7	8.2	6.4	–	119.4
وادي النشمة	170	31	7	2	1	0	211	70.6	15.9	11.7	6.2	1.0	–	105.4
وادي السحيحة	128	28	9	2	1	0	168	58.7	12.9	9.3	6.8	0.4	–	88.0
وادي الاخراف	213	44	14	2	1	0	274	68.3	19.5	13.9	7.5	3.1	–	112.3
وادي النجد	157	32	7	4	1	0	201	57.3	16.7	7.6	6.2	2.6	–	90.5
مجموع الحوض	3559	732	181	53	17	1	4543	1284.	351.9	196	93.7	50.7	41.4	2017.9

أطوال المراتب النهرية:

من ملا خطة الجدول3 والشكل6 يشاهد أن مجموع أطوال المراتب النهرية تختلف من مرتبة لأخرى ومن حوض فرعي إلى حوض آخر وذلك عائد إلى مجموعة من العوامل تمثل الظواهر الخطية والتكوين الصخري والتضاريس والمناخ بدرجة أساسية ثم تأتي الأنشطة البشرية في المرتبة الثانية من حيث الأهمية(Gowd, 2004).

يشير الجدول (3) إلى أن مجموع أطوال الروافد النهرية بالحوض بلغت 2017.9 كم وتتوزع على ست مراتب نهرية تمثل المرتبة الأولى 1284 كم، أما المرتبة الثانية فكانت 351.9 كم في حين بلغ مجموع أطوال المرتبة الثالثة 196.1 كم أما المرتبة الرابعة فكانت 93.7 كم في حين بلغ مجموع روافد المرتبة الخامسة 50.7 كم أما المرتبة السادسة فكانت 41.4 كم، في حين تتباين مجموع أطوال الروافد بالأحواض الفرعية تبعا لعدد الروافد والعوامل المؤثرة عليها في نفس الأحواض الفرعية قليلة العدد بالروافد أيضا هي محدودة في مجموع أطول الروافد النهرية إذ انحصرت مجموع أطوال الروافد ما بين 633.3 كم في حوض وادي بني خولان و3.1 كم في حوض وادي حضرة (يلاحظ الجدول3).

معدل التشعب:

من المقاييس التي تبين العلاقة بين عدد المراتب النهرية إلى بعضها ومعدل أطوالها بهدف التعرف على المتغيرات بين المراتب النهرية من جانب وبين معدل الأطوال من ناحية أخري والتي تنعكس على معدل التصريف النهري إلى جانب ذلك يبين معدل التشعب طبيعة التكوين الصخري ونوعية التربة ومدى تأثر الروافد النهرية بالخصائص التضاريسية والبنية الخطية لكل مرتبة من المراتب ثم للحوض النهري ككل.

تشير القيم المرتفعة لمعدل التشعب النهري إلى أن كمية الجريان السطحي كبيرة مع ارتفاع خطر الفيضان وأن هذه القيم ترتبط بالمناطق التي تتكون من الصخور الصماء وتربة طينية ونشاط بشري محدود مع فقر المنطقة من الغطاء النباتي مما يزيد من سرعة الجريان السطحي (جودة، 1996)، في حين أن القيم المنخفضة تبين أن التكوينات الصخرية مسامية والتربة رملية إلى رملية مزيجية مع انحدار متوسط إلى معتدل وغطاء نباتي متوسط إلى كثيف مما يعيق حركة المياه السطحية في الحوض النهري.

المؤشرات الإحصائية لعدد الروافد النهرية وأطوالها بالحوض تبين العلاقة بين البنية التضاريسية والتكوين الصخري ثم الأنشطة البشرية المختلفة من ناحية ونمو وتطور المجاري النهرية من ناحية أخرى وذلك يتضح من خلال تحليل البيانات في الجدولين 3،4 والشكل 6 وجد أن المناطق المرتفعة(المراتب الأولى 1،2،3،4 معدل أطوالها 0.4، 0.5،1.1، 1.8كم) التي تمثل منابع الأودية تحتوي على أكبر عدد من الروافد النهرية في حين أن معدل أطوال هذه الروافد محدود مقارنة مع روافد الأجزاء الداخلية من الحوض والتي تتمثل (المراتب الأخيرة 5، 6 معدل أطوالها 3، 41.4 كم) دلالة على الحوض يمر بمرحلة الشباب وأن معظم الروافد النهرية القصيرة المسافة هي السائدة والمهيمنة على الشبكة النهرية وأنها متأثرة بالبينة التضاريسية(الارتفاع) ونوعية الصخور، كذلك تشير البيانات السابقة الذكر إلى تأثر المجاري النهرية في الأجزاء الداخلية من الحوض بالنشاطات البشرية خاصة استخدام الأرض الزراعية والذي أثر على عدد الروافد وأطوالها، كما تشير الإحصائيات إلى تركز التصريف النهري في وسط الحوض (يراجع الشكلان3،6) الذي يمثل منطقة التجميع لمصبات الأودية الفرعية المكونة للحوض وهذا مؤشر إلى تحديد المناطق التي يحتمل أن تكون معرضة إلى خطورة الفيضان وبالتالي تحديد الأنشطة البشرية والبنية التحتية(الخدمات) بخطط مبنية على أساس دراسات تفصيلية لتجنب وقوع ماسات كارثية في هذا النطاق خاصة أن نتائج تحليل الخرائط الطبوغرافية اليمنية 1: 50000 لعام 1986 وصور الأقمار الصناعية للفترة بين 2004-2009 Google Earth Satellite تشير إلى تقلص مساحة قاع الوادي والذي يعزى إلى استصلاح المناطق القريبة من ضفاف الوادي والتي تمثل مسرح عمليات التعرية المائية أثناء الفيضان مما يجعل هذه المناطق

مهددة بعملية الانجراف والتلف بواسطة السيول ، إضافة إلى ذلك أن قاع الوادي وبعض الأودية الفرعية تستخدم كطرق للسيارات والماشية والإنسان وهذا يشكل خطراً كارثيا لاسيما في الأجزاء الدنيا من الحوض بسبب أن معظم منطقة التغذية للحوض تنتشر في الأجزاء الشمالية الشرقية والشرقية والجنوبية الشرقية من الحوض وفي فترة سقوط الأمطار على هذه المناطق لا يعلم مستخدمو الطرق الواقعة في قاع الوادي من المشاة والمواشي وسائقو السيارات بقدوم السيول من منابع الوادي مما يودي إلى حدوث كوارث بالأرواح والممتلكات.

تشير بيانات معدل التشعب أنها تنحصر بين 6.7 و 3.6 في الحوض الرئيسي وجميع الأحواض الفرعية وهي معدلات متوسطة إلى منخفضة وان دلالة خطورة الفيضان محدودة كمؤشر على تجانس الصخور وطبيعة الانحدارات والغطاء النباتي ثم استخدام الأرض والنشاط البشري في مساحة الحوض كله ، لكن إذا ما أخذ في الاعتبار الخصائص التضاريسية والمناخية لمنطقة الدراسة فحدوث الفيضان وارد خاصة إذا ما تأثرت المنطقة بشدة مطرية بفترة زمنية قصيرة أو تأثرت بمنخفض جوي وذلك يعود إلى أن معظم التكوين الصخري في مناطق التغذية من النوع البركاني الغير مسامي من جانب وان الأراضي الزراعية المنتشرة بالحوض محدودية النفاذية والحفظ (سماكة التربة محدود ومساحة المدرجات أيضا محدودة في معظم أجزاء الحوض) وبرامج حصاد المياه محدودة وغياب الحواجز التربية والإسمنتية على طول الوادي الرئيسي والأودية الفرعية. من جانب آخر يؤكد خطورة الفيضان مع أن مؤشر معدل التشعب متوسط إلى منخفض (يلاحظ الجدول4).

جدول(4) معدل التشعب في الحوض والأحواض الفرعية

اح	م	ط كم	ع	ن	ع 12	نxع1	م ط1	ن ح
وادي بني خولان	1	395.5	1005	4.6	1224	5617	0.4	4.6
	2	116	219	4.8	265	1262	0.5	
	3	66.6	46	4.2	57	238.4	1.4	
	4	9.6	11	1.2	20	24.4	0.9	
	5	4.2	9	9	10	90	0.5	
	6	41.4	1	–	–	–	41.4	
المجموع		633.3	1291		1576	7231.4	–	
وادي حصبان	1	41.5	116	7.3	132	957	0.4	6.7
	2	9.5	16	4	20	80	0.6	
	3	2.9	4	4	5	20	0.7	
	4	8.1	1	–	–	–	8.1	
المجموع		61.9	137		157	1057	–	
وادي شبية	1	198.3	599	4.5	732	3296.8	0.3	4.4
	2	60.7	133	3.9	167	653.3	0.5	
	3	26	34	4.3	42	178.5	0.8	
	4	19	8	8	9	72	2.4	
	5	13.7	1		950	4201	13.7	
المجموع		317.6	775		1900	8401		
وادي المهيال	1	16.5	37	3.7	47	173.9	0.4	3.6
	2	3.1	10	3.3	13	43.3	0.3	
	3	2.4	3	3	4	12	0.8	
	4	1.1	1	–	–	–	1.1	
المجموع		23.1	51		64	229.2	–	
وادي حضرة	1	25.6	40	5	48	240	0.6	4.5
	2	10	8	2.7	11	29.3	1.3	
	3	3.9	3	3	4	12	1.3	
	4	1.8	1	–	–	–	1.8	
المجموع		41.4	52	0.3	63	281.3	–	
وادي الحيمة	1	72.5	201	5.3	239	1264.2	0.4	4.9
	2	19.6	38	3.2	50	158.3	0.5	
	3	12.7	12	6	14	84	1.1	
	4	8.2	2	2	3	6	4.1	
	5	6.4	1	–	–	–	6.4	
المجموع		119.4	254		306	1512.5		
وادي النشمة	1	70.6	170	5.5	201	1102.3	0.4	5.2
	2	15.9	31	4.4	38	168.3	0.5	
	3	11.7	7	3.5	9	31.5	1.7	
	4	6.2	2	2	3	6	3.1	
	5	1	1	–	–	–	1	
المجموع		105.4	211		251	1308	–	
وادي السحيحة	1	58.7	128	4.6	156	713.1	0.5	4.3
	2	12.9	28	3.1	37	115.1	0.5	
	3	9.3	9	4.5	11	49.5	1	
	4	6.8	2	2	3	6	3.4	
	5	0.4	1	–	–	–	0.4	
المجموع		88.1	168		207	883.8	–	

اح	م	ط كم	ع	ن	ع 1	نxع1	م ط 1	ن ح	اح	م	ط كم	ع	ن	ع 12	نxع1	م ط1	ن ح
وادي عرش	1	103.2	325	5	390	1950	0.3	4.8	وادي الاخراف	1	68.3	213	4.8	257	1244.1	0.3	4.6
	2	22.9	65	4.3	80	346.7	0.4			2	19.5	44	3.1	58	182.3	0.4	
	3	13.9	15	1.9	23	43.1	0.9			3	13.9	14	7	16	112	1	
	4	5.9	8	8	9	72	0.7			4	7.5	2	2	3	6	3.8	
	5	7.2	1	–	–	–	7.2			5	3.1	1	–	–	–	3.1	
المجموع		153.1	414		502	2411.8	–		المجموع		112.3	274		334	1544.4	–	
وادي الرونه	1	102.2	340	5.2	405	2118.5	0.3	5	وادي النجد	1	57.3	157	4.9	189	927.3	0.4	4.7
	2	24.7	65	4.1	81	329.1	0.4			2	16.7	32	4.6	39	178.3	0.5	
	3	13.5	16	1.8	25	44.4	0.8			3	7.6	7	1.8	11	19.3	1.1	
	4	5.8	9	9	10	90	0.6			4	6.2	4	4	5	20	1.6	
	5	12	1	–	–	–	12			5	2.6	1	–	–	–	2.6	
المجموع		158.2	845		521	2582	–		المجموع		90.5	201		244	1145.8	–	
وادي الحامورة	1	53.3	166	5.4	197	1054.9	0.3	5.2	الحوض	1	1284	3559	4.9	4291	20863	0.4	5
	2	15.4	31	3.9	39	151.1	0.5			2	351.9	732	4	913	3692.4	0.5	
	3	7.7	8	8	9	72	1			3	196.1	181	3.4	234	799.1	1.1	
	4	4.3	1	–	–	–	4.3			4	93.7	53	3.1	70	218.2	1.8	
المجموع		80.7	206		245	1278	–			5	50.7	17	17	18	306	3	
										6	41.4	1	–	–	–	41.4	
									المجموع		2018	4543		5526	25879	0.4	

رموز الجدول

ا ح = اسم الحوض	م= المراتب النهرية	ط= أطوال الروافد النهرية كم
ع = عدد الروافد النهرية	ن= معدل التشعب لكل مرتبتين متتاليتين	ع1= مجموع عدد كل مرتبين متتاليتين
ن ح = معدل التشعب للحوض	م ط 1= متوسط أطوال الروافد النهرية	

معدل الالتواء:

تكمن أهمية هذا المعامل من دلالته الجيومورفولوجية للمرحلة العمرية التي وصل إليها المجرى النهري ويشير إلى مدى تأثير البنية التضاريسية والتراكيب الخطية في استقامة المجرى النهري.

بلغ معدل الالتواء 1.24 في منطقة الدراسة في حين اختلفت في الأحواض الفرعية ما بين 1.12 في وادي حضرة و1.6 في وادي النشمة.(يلاحظ الجدول5 والشكل8). هذه المؤشرات الإحصائية لمعامل الالتواء تبين أن التضاريس والبنية الجيولوجية أكثر تأثيراً وفاعلية(صفي الدين1971) إذ تجعل الأودية تسلك طريقا طويلا بين السلاسل الجبلية مما زاد من معدل أطوالها أكثر من الدلالة العمرية (الدورة الجيومورفولوجية) وهذا يتضح من خلال التواء بعض الوديان في الجزء الشمالي الغربي والجنوب الغربي من الحوض (يلاحظ الشكل7).

كثافة الصرف النهري:

يقصد بالكثافة الصرف (Draining Density) ما مدى انتشار الشبكة النهرية في المساحة التصريفية للحوض ثم تأثيرها على سرعة الجريان للمياه السطحية ومعدل التصريف أثناء سقوط الأمطار وتأثيره على عمليات التعرية المائية المنعكسة على الخصائص الطبيعية للمنطقة (نوعالصخور والتربة ونسيج الصخر والغطاء النباتي) والأنشطة البشرية المختلفة.(أبوالعينين،1979)

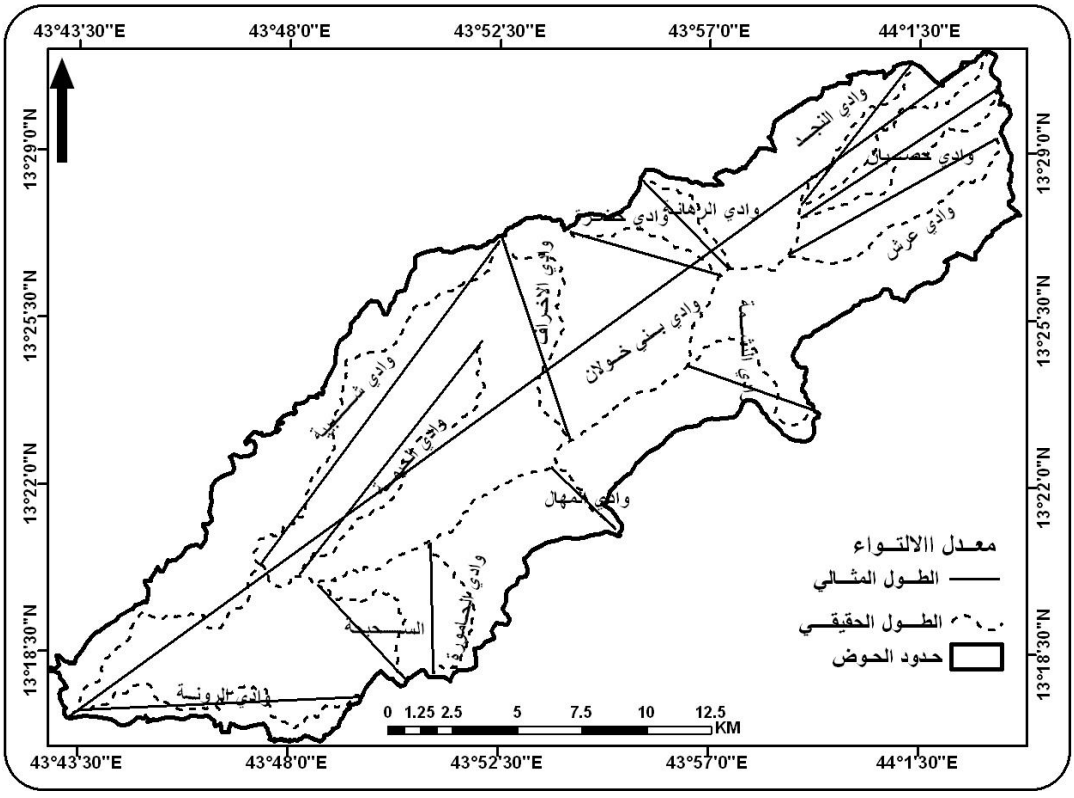
يستخدم معدل الكثافة الطولية والكثافة العددية كدلالة على كثافة الصرف النهري فكثافة الصرف الطولية للحوض البالغة 5.47 كم/كم² تمثل كثافة متوسطة كذلك الحال في الأحواض الفرعية التي لم تبتعد عن هذا المعدل (4.45:6.84 كم /كم²) إذ يمثل هذا المؤشر انعكاسا للتكوينات الصخرية السائدة البركانية والمتحولة التي تمتاز بأنها صماء وغير نفاذية مما ينعكس على سرعة الجريان السطحي وسيادة التعرية المائية وخطورة الفيضانات، أما كثافة الصرف العددية والتي تمثل معدل الروافد النهرية إلى مساحة الحوض.

بلغت كثافة الصرف العددية لمنطقة الدراسة 12.02 رافد/كم²، في حين تتراوح ما بين 7.17 إلى 17.34 رافد /كم² في وادي حضرة ووادي الرونة وهذا في الحوض من جانب وارتفاع الكثافة العددية على الكثافة الطولية في أنحاء الحوض. (يلاحظ الجدول5)

جدول(5) معدل الالتواء والكثافة العددية والطولية للحوض والأحواض الفرعية

اسم الوادي	الطول الحقيقي	الطول المثالي	معدل الالتواء	الكثافة العددية	الكثافة الطولية
وادي بني خولان	54.49	43.81	1.24	9.78	4.83
وادي حصبان	10.76	8.97	1.20	11.74	5.31
وادي شبية	19.36	15.61	1.24	14.15	6.05
وادي المهيال	3.98	3.47	1.15	11.51	5.21
وادي عرش	10.81	9.20	1.18	17.21	6.66
وادي الرونه	15.15	10.85	1.40	17.34	6.84
وادي الحامورة	7.35	5.08	1.45	16.47	6.45
وادي الرهانة	5.61	4.76	1.18	8.36	4.43
وادي حضرة	6.83	6.08	1.12	7.17	4.56
وادي الحيمة	14.23	11.51	1.24	10.85	5.38
وادي النشمة	8.19	5.11	1.60	10.33	5.21
وادي السحيحة	7.79	5.04	1.55	10.92	5.75
وادي الاخراف	11.39	8.31	1.37	13.86	5.84
وادي النجد	8.01	6.93	1.16	11.14	5.16
مجموع الحوض	54.49	43.81	1.24	12.02	5.47

أنماط التصريف النهري:



شكل(7) معدل الالتواء

اختلاف التكوين الصخري والبنية التركيبية للحوض؛ نتج عنهما أنماط مميزة من التصريف النهري تمثلت بنمط التصريف النهري الشجري ونمط التصريف النهري المستطيل (المتعامد) حيث إن نمط التصريف النهري الشجري هو السائد في الحوض وذلك لتجانس الصخور وتقارب درجة صلابتها ومقاومتها لعملية النحت المائي (أبو العينين1979) حيث تسود التكوينات البركانية الثلاثية (البازلت، الاجنبريت والجرانيت الثلاثي) التي جعلت الروافد النهرية تلتقي مع بعضها البعض مكونة زوايا حادة وقصيرة الطول، وكثيرة العدد مكونة ما يشبه الشجرة (الديلمي 2001) وتسود في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية، والأجزاء الغربية من الحوض.

أما نمط التصريف المستطيل فيسود في المناطق التي تأثرت بالصدوع والانكسارات والفواصل التي تأثرت بها صخور القاعدة الأركية القديمة التابعة للزمن ما قبل الكمبري (نيس، شيت، مجماتيت)، كذلك تأثرت صخور الزمن الثاني (الرملية والخيرية) بالانبثاقات والمتداخلات البركانية الأحدث المصاحبة لبركانية اليمن(الزمن الثالث) مما انعكس على نمط التصريف النهري المستطيل والذي تلتقي فيه الروافد النهرية مع بعضها بزوايا قائمة مكونة هذا النوع من التصريف؛ نتيجة لاختلاف التكوين الصخري والتراكيب البنيوية.

ينتشر هذا النوع من التصريف في الجزء الشرقي والجنوب الغربي من الحوض.

النتائج:

1. مساحة الحوض بلغت 377.9 كم²، ومحيط الحوض127.9 كم، أما طول الحوض 43.8 كم ومتوسط عرض الحوض 8.6 كم، أما معدل استطالة0.54 في حين بلغ معدل استدارة 0.29، أما الطول إلى العرض فكان 5.08 كم، ومعدل الشكل بلغ 0.2، أما أعلى ارتفاع في الحوض فكان 3000 م وأدنى ارتفاع 440 م، أما معدل الانحدار 58.4: 1 وعدد روافد الحوض 4543، أما عدد المراتب النهرية فكانت6 ومجموع أطوال

الروافد النهرية بلغ 2017.9 كم، أما معدل التشعب فكان5، وبلغ متوسط أطوال الأودية النهرية 0.4 كم ، في حين كانت الكثافة العددية 10.1 رافد/كم²، أما الكثافة الطولية 5.47 كم/كم²، ثم عدل الالتواء بلغ 1.24 كم، إضافة إلى ذلك وفرت الدراسة قواعد بيانات رقمية مخلفة تتعلق بالبيئة الجيولوجية والتضاريس ثم خصائص الشبكة النهرية والتي ستكون أساس للدراسات التي تعتمد على الخصائص المورفومترية للحوض من جانب ونواة للمكتبات الرقمية في اليمن من جاب آخر. أظهرت القياسات المورفومترية من الصور الفضائية والقياسات المأخوذة من الخرائط الطبوغرافية أن هناك تقلص للمسافات العرضية وتراجع في معدل مساحة قاع بعض الأودية بسبب استصلاح قاع الوادي في منطقة الدراسة.

2. مزاولة الأنشطة الزراعية واستصلاح قاع الوادي نشاط غير آمن فأي تغير في معدل سقوط الأمطار أو تأثر المنطقة بمنخفض جوي أو تركز لشدة مطرية سيؤدي إلى فيضانات تسبب خسائر كبيرة في هذه المشاريع، كذلك استخدام الوديان كطرق للسيارات قد تودي إلى كوارث بشرية ومادية خلال موسم الأمطار.
3. طول الوادي (43.8 كم) وفارق الارتفاع (2560 متر) يساعد على وصول الفيضان بسرعة إلى الجزء الأدنى فيحدث جرف للتربة والمواشي والممتلكات والبشر خاصة مع عدم وجود أجهزه إنذار مبكر ومحطات مراقبة لكمية وسرعة المياه في الوادي.
4. كثافة المدرجات الزراعية وتعدد أساليب حصاد مياه الأمطار في المنحدرات الجبلية أثرت على التطور الطبيعي للروافد، فكثير منها وخاصة مراتب الدرجة الثانية والثالثة تغيرت مجاريها وانحرافها وتغير في معدل أطوالها وأشكال أنماطها التصريفية، في حين عملت المدرجات الزراعية وبرامج حصاد الأمطار في شمال شرق وشمال غرب الحوض والأجزاء الوسطى منه ساعدت على تقليل الجريان السطحي أثناء موسم الأمطار مما يودي إلى تسرب جزء من المياه إلى جوف الأرض وجزء آخر يفقد بالتبخر الأمر الذي يساهم في رفع منسوب المياه الجوفية وتقليل من شدة الفيضانات في الحوض خاصة أن شكل الحوض المستطيل من الشرق إلى الغرب يؤدي نفس النتائج.
5. معامل الالتواء الذي يشير إلى ارتفاع القيم في وادي بني خولان وذلك لتعرجه بين السلاسل الجبلية فيمثل مناطق مثالية لإقامة الحواجز والسدود المائية سواء للاستخدام المباشر أو لإعادة تخزين للمياه السطحية ضمن الخزانات الجوفية في الحوض، كذلك ارتفاع مؤشر الالتواء في معظم الأحواض الثانوية لا يشير إلى الدورة النهرية وإنما إلى تأثير الأودية بالتضاريس والتكوين الجيولوجي مما جعلها تسلك طرقا طويلة بين السلاسل الجبلية الملتوية مما زاد في أطوالها الحقيقية على معدل الأطوال المثالية لتصل إلى ما يقارب أكثر من النصف كما هو الحال في وادي النشمة.
6. نشاط التعرية المائية في معظم أجزاء الحوض تساهم في إعادة هيكلية المظهر التضاريسي والذي يستفاد منها في تكوين المدرجات النهرية وتخليق ترب جيدة يستفاد منها في النشاط الزراعي لتغطية احتياجات السكان ومتطلباتهم المتزايدة في منطقة الدراسة.
7. تركز الأمطار في الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية من الحوض وعلى شكل زخات مطرية سريعة مع زيادة معدل الانحدار تجعل مخاطر السيول كبيرة خاصة في الأجزاء الوسطى والغربية مما يشكل خسائر كبيرة في الممتلكات والأرواح والمنشآت.
8. أثرت البنية البنيوية–المظاهر الخطية– والتكوين الصخري على اتجاه الوادي وبعض الروافد النهرية مما جعل مساحة حوض التعرية للمجرى الرئيسي في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية اقل بكثير من المساحة التجميعية في الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية للحوض.

المراجع العربية:

1. أبو العينيين، حسن،(1979) أصول الجيومورفولوجيا دراسة الإشكال التضاريسية لسطح الأرض، دار النهضة العربية، بيروت، صـ448-461،456.
2. انك، ديرك سي، ديرجان، جاك ايه فان، (1984) هيدرولوجية وهيدروجيولوجية الجمهورية اليمنية، ترجمة عبدا لله محمد المجاهد، وزارة النفط والثروات المعدنية، صنعاء، ص45-46.
3. الجمهورية اليمنية وزارة الزراعة والري فرع الهيئة العامة للبحوث الزراعية تعز 2009، بيانات غير منشورة.
4. الجمهورية اليمنية وزارة المياه والبيئة فرع الهيئة العامة للموارد المائية تعز2010 بيانات مناخية غير منشورة.
5. الجمهورية اليمنية الجهاز المركزي للإحصاء، كتاب الإحصاء السنوي، (2010).
6. جودة، حسنين جودة،(1996) الجيومورفولوجيا علم أشكال سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية الإسكندرية، ص95-100.
7. حمدان، صبري محمد وأبو عمرة، صالح محمد،(2010) بعض الخصائص المورفومترية للجزء الأعلى من حوض الرميمين وسط غرب الأردن باستخدام الطرق التقليدية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية، مجلة جامعة الأزهر بغزة، سلسلة العلوم الإنسانية 2010 ، المجلد 12 ، العدد2 ، صـ595 - 620
8. الخرباش، صلاح عبدا لواسع، الانبعاوي، محمد،(1996) جيولوجية اليمن، مركز عبادي للدراسات والنشر، صنعاء ص40-44.
9. الخليدي، عبدالولي احمد والقدسي، عبد الحبيب مهيوب، (2010) مسح الغطاء النباتي القائم بإقليم المرتفعات الجنوبية وتحديد انتشارها وتوزيعها الجغرافي واستخداماتها، تقرير فني (غير منشور) هيئة البحوث الزراعية تعز.
10. الديلمي، خلف حسين علي،(2001) أصول الجيومورفولوجيا التطبيقية-علم شكل الأرض التطبيقي، الأهلية، عمان، الاردن صـ167.
11. الرامسي، جمال محمد، (2009) دراسة جيولوجية وتقييم الصخور الصناعية في محافظة تعز، كتاب المؤتمر العلمي الأول لكلية الآداب ومؤسسة السعيد للعلوم والثقافة-تعز (عاصمة اليمن الثقافية) على مر العصور الجزء الرابع، صـ1482-1507.
12. الصالحي، سعدية عاكول، (2002) أعلى رسيان في محافظة تعز، الجمهورية اليمنية دراسة مورفومترية، مجلة الجمعية الجغرافية اليمنية، العدد الأول ،دار جامعة عدن للطباعة والنشر،عدن.صـ98-102.
13. صفي الدين، محمد،(1971) جيومورفولوجية قشرة الأرض، دار النهضة العربية، بيروت،ص184-187.
14. محسوب، محمد صبري، (2001) جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، لقاهرة، ص207-209.
15. مداغش ،عبد المجيد احمد(2010) مقارنة تحديد شبكات التصريف المائي لأحواض الأودية بالوسائل التقليدية مع وسائل تحليل نماذج الارتفاعات الرقمية نموذج حوض صعده بحوث المؤتمر الرابع للجغرافيين اليمنيين المجلد الثاني، صـ 351-383.

المراجع الأجنبية:

16. Bloom, A. L., (2003). Geomorphology of Systematic Analysis of Late Cenozoic Landforms, Pearson Education, Singapore, Pp, 231-237.
17. Gowd, S.S., (2004). Morphometric Analysis of Peddavanka Basin, Anantapur District, Andhra Pradesh, India, Journal of Applied Hydrology, Vol. XV, No.11, (1) Pp, 1-8.
18. Novak, I.D., Soulakellis, N., (2000). Identifying Geomorphic Features Using LANDSAT-

5R TM Data Processing Techniques on Lesvos, Greece, Journal of Geomorphology, Vol. 34, Pp, 101–109.

19. Qiuming Chenga, H,. Sharpeb, R. D., Frank Kennyc, Ping Qina., (2001). GIS–Based Statistical And Fractal Multiracial Analysis of Surface Stream Patterns In The Oak Ridges Moraine, Journal of Computers & Geosciences, Vol. 27, Pp 513–526.

20. Singh, S., (2006). Geomorphology, Prayag Pustak Bhawan, Allahabad, Pp, 287–295.

21. Strahler, A.N., (1964). Quantitative Geomorphology of Drainage Basin and Channel Networks, IN: V. T. Chow (Editor). Handbook of Applied Hydrology, Mc Graw Hill Book Co, New York, Pp, 4–76.

Morphometric Characteristics of the Bani Khawlan Valley Basin in Taiz Governorate using GIS techniques

Mohammed Mansuor Abdo Almoliki

Department of Geography, University of Taiz

Abstract

The importance of studying the river valley systems increases in arid and semi arid area day by day. This is due to crucial human and economic activities in these basins the growth of the tributaries is associated with a number of natural variables such as rock structure, climatic, conditions, vegetation , terrain, soil, and human activities of various exercised by the space discharge of the basin.

The river systems is affected by the distribution and density of drainage water, the amount and type sediment, water erosion, land use and the amount of runoff to feed water basin. Therefore, an increasing interest in such studies by geographers, geologists and others, is to understand the geometric properties and formal network of river to investigate possibilities and potential within the river basin, such as the use the land and the exploitation of surface water resources, building, roads, dams, water harvesting and vegetation preservation in order to optimize the planning of sustainable development within the natural environment and human components of the river basin.

This study aims to search the characteristics of formal and engineering of the network oh Bani Khawlan Valley Basin. It focuses on river tributaries measurements, number, length, classification, and understanding the relationship between the characteristics of the river network and rock types. And structures of sin, climate, natural vegetation, soil, and human activities, stability and employment relation the planning and sustainable development in a compliance with natural , human and economic potential the study area.

Study is basin on the analysis of topographic and geological maps, satellite images and digital elevation model suing the GIS tools, which provide the database for this study, well as spatial databases and geological terrain and structures used in natural and human studies. Such a data base could de available in Yemen libraries in forms of digital data recorded on CDs.