

التقويم الهيدرومورفومتري لحوض وادي أم خشاف (الرئيس) في محافظة النجف

أ. م. د. سرحان نعيم طشطوش الخفاجي م. د. د. عدنان عودة فليح الطائي
جامعة المثنى - كلية التربية للعلوم الانسانية جامعة المثنى - كلية التربية للعلوم الانسانية
قسم الجغرافية قسم الجغرافية

المستخلص:

تعتبر الاحواض المائية ذات اهمية كبيرة عند الجيومورفولوجيين لما تتمتع به من مقومات طبيعية لها الاثر الاكبر في تكوين ونشأة هذه الاحواض، إذ يشكل الحوض النهري وحدة مساحية تتحدد بموجبها خصائص ومعطيات قابلة للقياس الكمي ، وقد جاءت هذه الدراسة لتسلط الضوء على واحداً من الاحواض المهمة ضمن محافظتي النجف والقادسية وسط العراق. وقد تم دراسة الخصائص المورفومترية التي لها أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية، إذ تعبر عن العلاقات بين عوامل وعمليات الحت والظواهر الارضية المرتبطة بها والناشئة عنها، وعلى الرغم من تعقد وتنوع الاشكال الارضية والعمليات المكونة لها، الا انه امكن معالجتها وتحليلها عن طريق مجموعة من القوانين، اذ عالجت هذه الدراسة وتناولت مجموعة من الخصائص التي يمكن قياسها من خلال مجموعة من النماذج والعمليات الرياضية، بهدف تحديد الخصائص الهيدرومورفومترية المتمثلة بالخصائص المساحية والتضاريسية والشكلية وخصائص الشبكة المائية للحوض.

**Evaluation Hydromorphomtry for the Basin of um khshaf valley Rabes in Najaf
Province**

Abstract

Studying water basins has a great significance of the geomorphologists because of the natural characteristics they present and which have the greatest

impact in the formation of these basins. the single river basin constitutes a special unit upon specified. Hence this study has come to shed light on one of the important basins in Najaf and Qadisiyyah provinces in the middle of Iraq .studing the morphometric characteristics is of significance in geomorphological and hydrological studies because it manifests the relationships between the factors and process of rubbing off and earth phenomena related to and emerging from them.

Despite the complexity and the variance of landscapes and the processes leading to their formations, it has become possible to deal with and analys them through a series of rules. So, the study has dealt with a set of characteristics that can be measured through a set of mathematical patterns and operations to specify the hydro morphometric charactestics as represented in the special, elevational and forma characteristics alongside the water network of the basin.

أهمية البحث:

تقع منطقة الدراسة مناخياً ضمن خصائص المناطق الجافة وشبه الجافة ، فهي بحكم هذه الخصائص المناخية ، التي تدلل على إن الحوض نشأ في ظل أحوال ذات خصائص مناخية مطيرة تعود إلى بداية الزمن الرباعي (البلايستوسين والهولوسين) ، ورسمت ملامح الشبكة النهرية ، لذا تأتي أهمية الدراسة كونها تبحث في الجانب الهيدرومورفومتري للحوض.

مشكلة البحث :

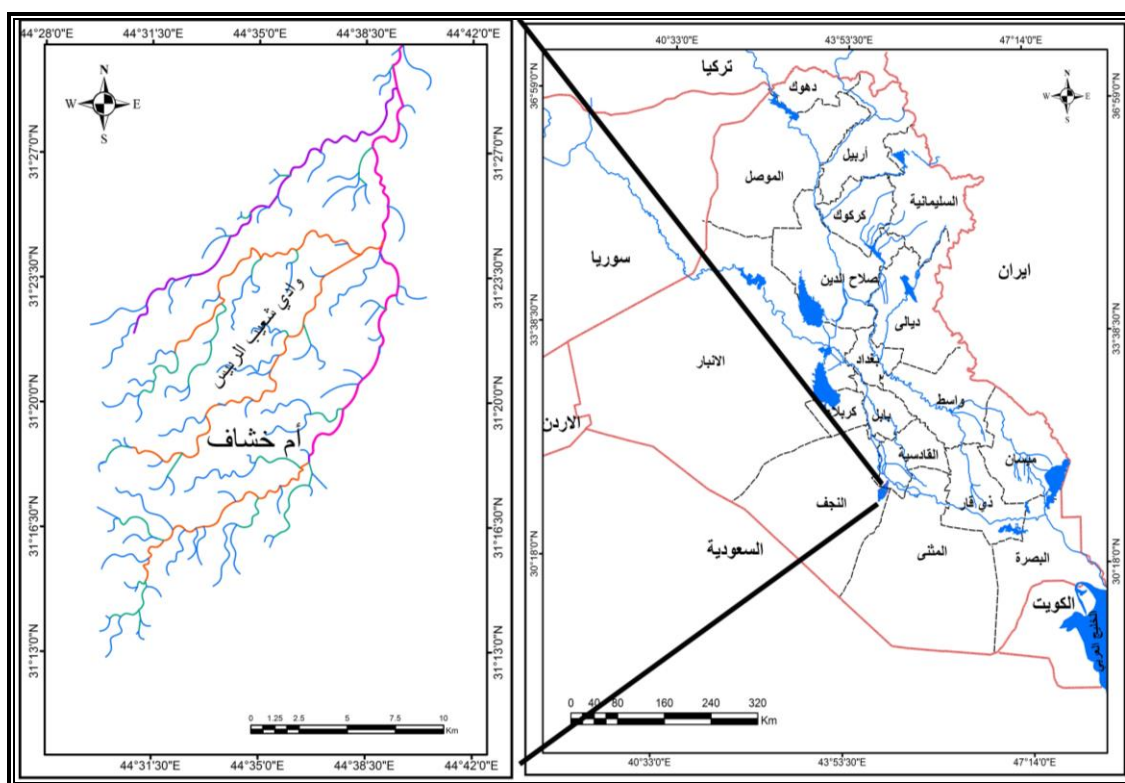
ما تأثير العوامل الطبيعية في تشكيل حوض وادي أم خشاف ؟ وهل لذلك علاقة بمسألة نقص المياه وتفاوت كمياتها وتوزيعها وما هي الالهية والفائدة المتوخاة من دراسة التقويم الهيدرومورفومتري للحوض والعوامل التي أثرت في تحديد أبعاده ؟

فرضية البحث :

أن للعوامل الطبيعية ، سيما عوامل المناخ ومنها على وجه الخصوص (الامطار)، والبنية الجيولوجية والانحدار، دور في تشكيل حوض وادي ام خشاف وفي تكوين وتحديد الخصائص الهيدرومورفومترية والجيومورفولوجية للحوض .

حدود البحث:

تقع منطقة الدراسة من الناحية الإدارية ضمن محافظتي النجف والقادسية ، وأن ثلاث أرباع مساحة الحوض تقع في محافظة النجف، وعلى مسافة تقدر بحدود (45 كم) جنوب شرق مدينة النجف . وتنحصر بين دائرتي عرض 31.30° – 31.66° شمالاً ، وخطي طول 44.42° – 44.28° شرقاً . أما من الناحية الطبيعية يعد حوض وادي أم خشاف احد الأحواض الواقعة في وسط الهضبة الغربية من العراق وتحديداً في الجهة الشرقية منها ، إذ ينبع ويجري في داخل الحدود العراقية ، وينحدر شرقاً باتجاه نهر الفرات ، الذي يمثل منطقة التصريف للحوض ، تبلغ مساحته بحدود (300 كم²). ووادي أم خشاف يعد جزء من منطقة الوديان السفلى الواقعة غرب العراق ، إذ يحده من الشمال الشرقي منخفض بحر النجف ومن الجنوب الغربي نهر الفرات ، ومن الغرب وادي قرين النجاد ، ومن الشرق هور ابي نجم ، يلاحظ خريطة (1) .



خريطة رقم (1) توضح موقع وحدود حوض وادي ام اخشاف.

المصدر: الهيئة العامة للمساحة، الخرائط الطبوغرافية لمحافظة النجف والقادسية، مقياس 1: 100000، 1992.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحقيق ما يأتي:

- 1 - تحليل المقومات الطبيعية للحوض كونها تُعدُّ الأسس الأولية للدراسات الهيدرولوجية.

2 - إجراء تحليل كمي لخصائص شبكات الصرف المائي لحوض أم خشاف ومعرفة أهميتها الهيدرولوجية .

3- تحديد دور الخصائص المناخية ومدى أسهامها في تباين كمية الوارد المائي في الحوض.

منهجية البحث:

تم إتباع المنهج الكمي والتحليلي في سبيل كتابة البحث وإتمامه والوصول إلى نتائج دقيقة تساهم في حل مشكلته. فقد تم الأخذ بمعادلات رياضية من خلالها تم الربط ما بين النتائج المستحصلة وعلاقتها بطبيعة المنطقة والمناخ وعامل الانحدار ودوره في تحديد هيدرومورفومتري الحوض.

الدراسات السابقة :

هناك بعض الدراسات التي تناولت المنطقة التي يوجد فيها حوض وادي ام خشاف ولم تتناول هذا الوادي منفرداً بشيء من التفصيل، منها ما يأتي:

1-علي هاشم ، اشكال سطح الارض في منطقة أم رحل، رسالة ماجستير (غير منشورة)،جامعة الكوفة ،كلية التربية للبنات-قسم الجغرافية،2014.

2-عايد جاسم الزالملي، الاشكال الارضية في الحافات المتقطعة للهضبة الغربية بين بحيرتي الرزازة وساوة وأثارها على النشاط البشري، أطروحة دكتوراه(غير منشورة)،جامعة بغداد، كلية الآداب-قسم الجغرافية،2007.

3-علي حمزة عبد الحسين الجوزي، أثر العمليات الجيومورفية في تشكيل المظهر الارضي لناحية الشنافية، رسالة ماجستير(غير منشورة)،جامعة الكوفة، كلية الآداب، قسم الجغرافية،2014.

المقدمة:

تمثل الدراسات المورفومترية Morphometry احد الاتجاهات الحديثة في دراسة أحواض التصريف Drainage Basin ، الذي اسسه هورتون Horton ، إذ تسهم في فهم وتوضيح العلاقة بين طبيعة النظام الهيدرولوجي للحوض والخصائص الطبيعية له ، وتأثيرها على العمليات المنبثقة من تلك العوامل ، التي تؤدي إلى إحداث مجموعة تغيرات فيزيائية، وكيميائية ، تعمل على تشكيل الخصائص المورفومترية ، والإشكال الأرضية للحوض ، فضلاً عن ذلك تستحوذ دراسة الأحواض النهرية على اهتمام كبير من الهيدرولوجيين لأنها تمثل ركناً أساسياً في هذا الحقل من الدراسات ، إذ تمثل وحدة طبيعية هيدرولوجية متكاملة ، تتواجد فيها العديد من الظواهر ، والإشكال الأرضية التي تثير اهتمامهم . يعد وادي أم خشاف أحد الأودية الموسمية في محافظتي النجف والقادسية، ويمثل حوضاً غير متناظر الشكل ،و تعتبر الأمطار التي تسقط في فصل الشتاء المصدر الرئيس الممول للمياه السطحية الجارية

في الحوض ، كذلك الحال بالنسبة للمياه الجوفية تعتمد بصورة رئيسة على مياه الأمطار المترشحة من المياه السطحية ، لذا فإن كميات المياه الجارية والجوفية في الحوض تتذبذب من سنة لأخرى ومن فصل لأخر ، تبعاً لكميات الأمطار الساقطة وموسمها . أن دراسة الأحواض المائية الموسمية الجريان تعد جزءاً لا يتجزأ ومكملاً لدراسة الموارد المائية الدائمة الجريان ، فضلاً عن ذلك أن الدراسات التطبيقية للأحواض أصبحت مجال اهتمام الكثير من الجغرافيين ذلك لأن فهم العمليات وأشكال سطح الأرض في أحواض التصريف يمكن الإنسان من تنمية وتخطيط البيئة التي يعيش بها والمحافظة عليها .

بعض المصطلحات والمعادلات الواردة في البحث:

1- الفوالق Fault:

كسور في الطبقات الصخرية تنتج عن عمليات الضغط والشد، أذ يحدث عند مستوى الكسر انتقال في الطبقات الصخرية من بضع سنتمرات إلى مئات الأمتار ويكون امتداد الفالق محدد الطول وقد يمتد من عدة أمتار إلى عدة مئات من الكيلو أمتار.

يراجع: عطا حمه غريب, جيومورفولوجية منطقة بيرة مكرون الجبلية في الجمهورية العراقية, رسالة ماجستير غير منشورة, قسم الجغرافية كلية الآداب, جامعة الإسكندرية. 1983.

2 - الفواصل Joints:

عبارة عن مستويات عمودية ومائلة وأفقية من الانقسامات والتكسرات التي توجد تقريباً في كل أنواع الصخور، تنتج بفعل قوى الضغط التكتونية، كما يحدث في عمليات الطي والامتداد الجانبي للتكوينات الصخرية والتي تنتج ما يسمى بمفاصل الشد Tension Joints والتي تكون على شكل مفاصل طولية Longitudinal Joints او عرضية Cross Joints او منبسطة Flat Lying Joints.

يراجع: حسن رمضان سلامة، الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 1982، 43، ص. 23.

3- معادلة ايفانوف = خ = 0,000 18 (ح + 25) 2 (100 - رن) اذ ان خ = مقدار التبخر
لم ح = معدل الحرارة مؤوي ، رن = الرطوبة النسبية .

4- معادلة Turc: تستخدم هذه المعادلة لاستخراج ومعرفة قيمة التبخر النتج الحقيقي وتعطى المعادلة بالعلاقة التالية:

$$ETR = P / 0.9 + (P / I)^2$$

$$L = 0.05t^3 + 25t + 300$$

حيث: P: متوسط التساقط السنوي (مم)

T: متوسط درجة الحرارة السنوية (م)

ETR: تبخر النتج الحقيقي (مم).

يراجع: رضا عناب، تقدير خطر التعرية في حوض تيمقاد وأثرها على سد كدية مداور - مقارنة متعددة المعايير، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم علوم الأرض، كلية العلوم، جامعة العقيد الحاج لخضر، الجزائر، 2006، ص. 108.

5- قرينة الجفاف : إذا كان مجموع المطر السنوي اقل من ناتج المعادلة فالمحطة صحراوية ، وإذا اقل من الضعف فالمحطة ذات مناخ شبه جاف ، وإذا أكثر من الضعف فالمحطة مناخ رطب .

6 - أنظمة الجريان للأنهار: النظام البسيط- تملك فيه الأنهار مدتين أولهما للفيضان وثانيهما للجفاف، أما الثاني- المزدوج- فيرتفع منسوب المياه فيه خلال مدتين بسبب ذوبان الثلوج في أوائل الصيف وسقوط الأمطار في الخريف والشتاء، أو عن طريق حدوث قمتي مطر كل عام. أما الثالث، فهو النظام المركب، فيشمل الأنهار الكبيرة التي تجري ضمن أقاليم مناخية متباينة وتصب فيها روافد كثيرة، ويختلف كل منها في نظام جريان المياه فيه عن الآخر.

جيولوجية المنطقة:

تقع منطقة الدراسة ضمن الصفيحة العربية النوبية وتحديداً ضمن وحدة الرصيف المستقر أو غير الملثوي والذي يتمثل بنطاق السلطان (Salman Zone)، ويقع الحوض أيضاً ضمن صدع الفرات الذي يكون ذو اتجاه شمالي غربي - جنوبي شرقي، أذ ان اتجاه هذا الحوض يتماشى مع اتجاه هذا الصدع، وتتميز منطقة الدراسة بوجود الطيات Folds والفوالق Fault والفواصل Joints والشقوق التي تتجم بفعل قوى الضغط التكتونية، وان المظهر التضاريسي انعكاس لهذه التراكيب، أذ تعمل المفاصل والشقوق كأفنية للمياه المترشحة وبالتالي تقوم مقام المسامات الصخرية في تحديد نفاذية الصخر، كما تمثل مناطق ضعف في الصخور تبدأ وتستمر عندها عمليات التجوية والحت المختلفة ، أما أهم التكوينات الجيولوجية السائدة في المنطقة والتي لها دور في تحديد الخصائص الجيومورفولوجية والهيدرولوجية وهذه جميعها تعود إلى المايوسين الاوسط والاعلى ضمن الزمن الثلاثي ، فأهمها تكوينات الدمام والدبدبة والفرات وتكوين الزهرة والتي تتكشف في الجهات الشمالية الغربية من الحوض، ويتراوح سمك هذه التكوينات ما بين (60-290 متر) (السياب، 1982، ص121)، ويتوقف تأثير الطبيعة الصخرية على مقدار الجريان وعلى مورفولوجية التصريف واتجاهه مما يؤدي الى تباين ضائعات التسرب تبعاً لتنوع المكونات الصخرية والتي يتحدد بموجبها مقدار النفاذية ومدى توفر الشقوق والفواصل بين تلك المكونات، ولصخور المنطقة دور كبير في تحديد شكل القناة من خلال تفاوت المسامية والنفاذية ومقاومة بعض انواع من الصخور لعمليات الحت المائي.

لقد كان لحدوث الحركة التكتونية خلال العصر الثلاثي (أواخر عهد المايوسين وأوائل عهد البليوسين)، أثر كبير في إعطاء منطقة الدراسة شكلها النهائي، إذ تشكلت خلال تلك الحركة الكتل الأرضية المرتفعة Anticlines التي حصرت فيما بينها أودية عميقة Geosynclines، وأدت الى التواء طبقاتها التواء شديداً وزحف بعضها فوق البعض، كما حدثت فيها بعض العيوب والانكسارات.

ترسبات الزمن الرباعي (الحديثة): Recent Depos

تتمثل ترسبات الزمن الرباعي التي تغطي منطقة الدراسة بترسبات عصري البلايستوسين (pleistocene) والهولوسين (Holocene) المتكونة من الرمل والحصى التي تعود الى تكوين الدببة التي تغطي عموم المنطقة، تتصف الترسبات الحديثة بالنفاذية العالية مما يؤدي الى زيادة تسرب الماء الى باطن الأرض وقلة مقاومتها لعملية ألحت فضلاً عن كونها تؤثر في كثافة الصرف ضمن حوض التغذية ، فبحكم تلك الخصائص تتسرب المياه كفواقد مائية من المجرى النهري (الصحاف، 1970، ص30).

الطوبوغرافية العامة للمنطقة :

ينبع وادي أم خشاف من منطقة يبلغ ارتفاعها 157 متراً عن مستوى سطح البحر وتمتاز باستوائها وقلة تضرسها مع انحدار تدريجي يقاس بأجزاء الدرجة باتجاه السهل الرسوبي أي من الجنوب الغربي باتجاه الشمال الشرقي وانتشار عدد من التلال المتباينة الارتفاع، إضافة الى انتشار مجموعة من التلال والمرتفعات الصغيرة التي تقع بين منسوب (20-110) م فوق مستوى سطح البحر، إذ تنتشر على مساحة تقدر بحدود (28) كم²، ونسبتها (33.9%)، يغطيها الحصى الخشن والمكتلات والرمل والحصى بأحجام مختلفة والتي تعود لتكوين الدمام. ويلاحظ في هذه المنطقة إن الأودية النهرية تبدأ بالتوسع، وتضم مناطق سهلية كما إن المراوح الغرينية تبدأ بالوضوح. وتتخلل منطقة الدراسة منطقة منبسطة ، أذ يتسع بطن الوادي بفضل انعطافاته التي تدفع الحوائط بعيداً عن المجرى ، فتظهر أسطح مستوية تكون عرضة لتلقي الرواسب في أوقات الفيضان ، وتتكون المنطقة من الترسبات الحديثة المتمثلة بالحصى الناعم والرمل الناعمة والخشنة والطمى (الرسوبيات الحديثة) والمترسبة من الاراضي المجاورة عبر تاريخها الجيولوجي القديم. وتزداد هذه الترسبات سمكا بالاتجاه نحو الجنوب الشرقي.

أن هذا التباين في طوبوغرافية السطح ترتب عليه تباين الانحدارات التي تراوحت بين أراضي سهلية Plain Lands (زاوية انحدارها ما بين صفر و3°)، وتمثلها الأراضي الناشئة عن استقرار مخلفات التعرية والتجوية فوق سطح الأرض والتي تتحول إلى تربة بمرور الزمن، وألا راضي شديدة الانحدار Steep Slope Lands والتي تقدر زاوية انحدارها ما بين (25.1° و30°)، وتمثلها جروف الوديان وحافة الهضبة الغربية المتقطعة والشديدة الانحدار .

طبيعة المناخ Climate :

يعد المناخ من أهم العناصر التي ينبغي تناولها في الدراسات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية لما لعناصره من دور في التغذية المائية ومقدار الصبيب المائي وتحديد الذروات التصريفية العالية وفترات التلكؤ و كمية المياه الجارية والغطاء النباتي، ويحدد عمق القناة وضيقها، ففي الاقاليم الجافة يبقى العمق محدوداً

في الوقت الذي يزداد فيه عرض الاقنية بصورة ملحوظة، ويعود ذلك الى تصاعد الحث الجانبي في حال استمرار تزايد الصبيب المائي وعكس ذلك في حالة تناقصه. ويعكس المناخ القديم موروثه في الأشكال الأرضية نتيجة للتغيرات المناخية القديمة والتي أصبحت شبه مستقرة في ظل المناخ الحالي وينطبق ذلك على الأشكال الأرضية كالأودية العاجزة والترب الملحية في الأقاليم الجافة، ولذلك جاءت دراسة العناصر المناخية لبيان فاعليتها في تشكيل معالم شبكة الصرف المائي السطحي في منطقة الحوض ، وقد تم الاعتماد في هذه الدراسة على محطة النجف المناخية باعتبار أنها أقرب المحطات للحوض.

هيدرولوجية حوض وادي أم خشاف(الرئيس):

يمكن تقسيم الخصائص الهيدرولوجية في المنطقة الى الاتي:
أولاً: المياه السطحية: وتشتمل في منطقة الحوض على ما يأتي:

1- الأمطار RAIN

يبدأ الموسم المطري او السنة المائية في العراق في فصل الخريف القصير (تشرين الاول . تشرين الثاني) ثم يستمر في فصل الشتاء والربيع ، وينعدم في نهاية شهر (مايس) الذي يمثل بداية فصل (الصيف) ، ويبدأ سقوط الأمطار بكميات قليلة تزداد في فصل الشتاء لتصل ذروتها ثم تقل في الربيع لتتعدم في فصل (الصيف).

إمطار فصل الخريف :

شكلت كمية الأمطار في هذا الفصل ما نسبته (13.95) % من المجموع الكلي لموسم الأمطار للفترة (2000-2012) ويتضح من خلال جدول (1) إن أعلى نسبة إمطار سجلت في فصل الخريف كانت في شهر تشرين الثاني أذ بلغت (10,0) ملم أي مانسبته 78,7% من مجموع الامطار في هذا الفصل والبالغة (12,7) ملم.

إمطار فصل الشتاء :

تزداد الأمطار في فصل الشتاء زيادة واضحة وتسجل أشهر (ك 1 ، ك 2 ، شباط) أعلى المعدلات الشهرية في هذا الفصل ، ومن خلال الجدول (1) يتضح ان نسبة مساهمة إمطار فصل الشتاء من المجموع الكلي للإمطار في الموسم المطري للفترة (2000-2012) تبلغ (52.30) % وبمجموع بلغ (47.6) ملم ، وهي تعادل أكثر من ضعفين مقارنة بإمطار فصلي (الخريف والربيع) وهذا يعود أساسا إلى زيادة تكرار المنخفضات الجوية والمنظومات الإعصارية المارة على العراق (وخاصة المنخفضات المتوسطة) .

إمطار فصل الربيع :

تأخذ الأمطار في هذا الفصل بالتناقص التدريجي وهو يماثل نظيره الخريف في نسبة مساهمته من المجموع الكلي للأمطار للفترة (2000-2012) وبلغت هذه النسبة (33,73) % في حين بلغ مجموع الأمطار في هذا الفصل (30,7) ملم من المجموع الكلي للأمطار في منطقة الحوض بموجب بيانات محطة النجف المناخية والبالغة (91) ملم .

جدول (1)

المعدل الشهري والفصلي والسنوي لكمية الأمطار الساقطة (ملم) للمواسم المطيرة لمحطة النجف، للفترة (2000-2012).

المجموع السنوي	فصل الربيع			فصل الشتاء			فصل الخريف		
	مايس	نيسان	أذار	شباط	ك2	ك1	ت2	ت1	أيلول
91ملم	4,5	13,9	12,3	13	16,6	18	10,0	2,7	0
	30,7			47,6			12,7		المجموع
%100	33,74			52,30			13,96		نسبته من المجموع الكلي

المصدر: وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأحوال الجوية ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة..2013

وتجدر الإشارة إلى إن كمية الأمطار السنوية الساقطة على منطقة الدراسة لا تعتبر مؤشراً على حدوث الجريان ونشأت السيول في حوض وادي أم خشاف، إذ ترتبط الأخيرة بمجموعة من العوامل ، كشدة التساقط واستمرارية وحجم حوض التصريف وشكله، إضافة إلى نوعية الصخور داخل الحوض.

2- التبخر Evaporation :

للتبخر دور في تحديد المياه الجارية في أحواض التغذية ولهذا فان فعالية التساقط لا تعتمد على كميته بل على فعالية التبخر الناتج. وفعالية التبخر تتأثر بعناصر المناخ فضلاً عن طبيعة سطح المنطقة. واستخدمت معادلة (ايفانوف)* لحساب قيمة التبخر في منطقة الدراسة، ويتضح من الجدول (2) أن قيمة التبخر عالية في أشهر الصيف خاصة في شهر تموز إذ بلغت (593.4) ملم في المنطقة ، بسبب ارتفاع درجات الحرارة وعدم سقوط الأمطار وطول فترة النهار، أما مجموع التبخر السنوي للمنطقة بلغت (3833,8) ملم ، وهي كميات عالية جداً إذا ما قارناها بمجموع الأمطار الساقطة التي بلغت (91) ملم لنفس المحطة في المنطقة ، إذ أن قيمة التبخر تفوق قيمة الأمطار الساقطة.

جدول رقم (2) المعدلات الشهرية والسنوية لقيم التبخر (ملم) في محطة النجف للمدة من (2000 – 2012)

الشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المجموع السنوي
التبخر (ملم)	93, 1	131, 1	217, 6	203, 2	426, 3	550, 3	593, 4	567, 2	409, 4	285, 8	160, 2	97, 2	3833, 8

المصدر : الهيئة العامة للأمناء الجوية ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، (2014).

ولحساب قيمة التبخر النتج الحقيقي (ETR) Evaporation reel استخدمنا معادلة (Turc) * والتي طبقت على منطقة الحوض ، وهذه المعادلة لها علاقة بالتساقط ومتوسط درجة الحرارة الشهرية، ويتضح من خلال الجدول (3) إن معدل التبخر النتج الحقيقي في المنطقة بلغ (3833,8) ملم ، في حين بلغ الفائض المتبقي من المياه (- 3742,8) ملم.

جدول رقم (3) يوضح التبخر النتج الحقيقي ETR حسب معادلة TURC

المتغيرات	متوسط الإمطار السنوي P	متوسط درجة الحرارة السنوي	التبخر النتج الحقيقي ETR	الفائض المتبقي
حوض أم خشاف	91	32,8	3833,8	-3742,8

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (1 و 2) .

ومن خلال الجدول رقم (3) يتضح إن :

- 1- متوسط التبخر النتج الحقيقي أعلى من متوسط التساقط في الحوض، وهذا يعني ان لا يوجد فائض مائي وإنما نقص مائي.
- 2- تناسب طردي بين قيمة النتج الحقيقي ودرجات الحرارة، حيث كلما زادت درجة الحرارة تزداد قيمة التبخر النتج الحقيقي.

3- هناك تناسب عكسي بين الفائض المتبقي ودرجات الحرارة، حيث كلما انخفضت درجة الحرارة كلما زاد الفائض.

3- الرطوبة النسبية : Relative Humidity.

إحدى العناصر المناخية التي تؤثر في الموازنة المائية المناخية (الجبوري، 2002، ص 66)، فضلاً عن ذلك تكمن أهميتها في أثرها على التبخر والنتح وهي دالة عكسية للحرارة، ترتفع مع انخفاض درجات الحرارة وتقل مع ارتفاعها، ومن ملاحظة جدول (4)، يتضح إن المعدل السنوي للرطوبة النسبية بلغ (40%)، وهذا يعني إن المنطقة تعاني الجفاف، إذ تتميز بانخفاض معدلات الرطوبة النسبية، وذلك لبعدها عن المؤثرات الخارجية، فضلاً عن ذلك أن معدل الرطوبة النسبية يختلف من فصل لآخر فهي تصل أدنى مستوى لها في فصل الصيف، بينما يسجل فصل الشتاء أعلى معدل (42,6%)، و على صعيد الأشهر فإن شهر تموز أقل الأشهر (23%)، وشهر كانون الثاني أعلى الأشهر (70%). ولكن هذه القيم تكون غير معبرة عن الواقع الفعلي للرطوبة النسبية، لأنها تتغير من وقت لآخر خلال اليوم الواحد فهي تكون مرتفعة عند درجة الحرارة الصغرى ومنخفضة عند درجة الحرارة العظمى.

جدول رقم (4) المعدلات الشهرية والسنوية لقيم الرطوبة النسبية (%) في محطة النجف للمدة من (2000 - 2012)

الشهر العنصر المناخي	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل السنوي
الرطوبة النسبية (%)	70	58	54	44	33	28	23	24	30	41	57	69	40

المصدر : وزارة النقل والمواصلات ، الهيئة العامة للأمناء الجوية ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، (2014).

4- تحديد الأقاليم المناخية لمنطقة الدراسة :

لتحديد الأقاليم المناخية لمنطقة الدراسة في المحطة المدروسة ، تم الاعتماد على معادلة كوبن (الشلش، 1981، ص 51). وهي :

$$r = \frac{0.44t - 14}{2}$$

أذن إن : r = قرينة الجفاف t = معدل الحرارة السنوي بالفهرنهايت.

وبعد تحليل النتائج على ضوء المعطيات المناخية المؤشرة في الجدول (2) تبين أن قرينة الجفاف* . تشير إلى إن المطر أكثر من الناتج وأقل من ضعفه في محطة النجف الذي بلغ فيها مجموع المطر السنوي (91) ملم وقرينة الجفاف بلغت (1,02338) لذلك فإن المحطة تقع ضمن المناخ الجاف (Bwshs) وتحقيقاً لما سبق يمكن القول بأن مناخ منطقة الدراسة تميز بأنه حار جاف في فصل الصيف إذ أن معدل درجات الحرارة لأشهر الصيف أكثر من (37,5م) وتبعاً لذلك يرمز له (Bwshs) وتقع ضمن المناخ الجاف الحار صيفاً.

5- الموازنة المائية المناخية لحوض وادي أم خشاف (Water Balance) :

وهي تعبير عن العلاقة بين التساقط Precipitaion والتبخر النتح Evapotranspiration الذي يمثل المقارنة بين الجريان والتبخر والتشبع والتسرب للوصول إلى فائض المطر المسبب للجريان في الحوض أو عجزه عن طاقة التبخر / النتح (مد الله الجبوري، ص138) ولمعرفة ذلك تم حساب عناصر الموازنة المائية فضلاً عن حساب التبخر / النتح ، الذي يعد عنصراً مهماً من عناصر الموازنة المائية والذي يختلف من مكان إلى آخر تبعاً لاختلاف المكونات البيئية وطبيعية استغلال الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة ، وتم حساب الموازنة المائية باستخدام معادلة خروفة.

$$ET = \frac{P}{3} \text{ معادلة خروفة } C1.31$$

حيث إن :

ET = تمثل مقدار النتح المحتمل

P = النسبة المئوية لعدد ساعات السطوع الشمسي الشهري بالنسبة للسنة

C = المعدل الشهري لدرجة الحرارة /م.

جرى احتساب الموازنة المائية أي الفائض المائي ((Water Surplus (WS)) والعجز المائي ((Water Deficit (WD)) لمنطقة الدراسة وفقاً للآتي:

أ- فصل الفائض المائي:

يبدأ هذا الفصل في المنطقة من شهر كانون الأول إلى شهر آذار إذ سجل ذروة الفائض المائي في أشهر (أشباط ، آذار، تشرين الاول ، تشرين الثاني)، بلغت نسب الفائض المائي (1,100، 205,3، 283,1، 150,2) على التوالي، يمثل ذلك حجم التغذية للمياه الجوفية مضافاً إليه حجم الجريان السطحي (Surface runoff) ، يلاحظ جدول رقم (5) ، ويتميز هذا الفصل بزيادة كمية الأمطار الساقطة على طاقة التبخر / النتح المحتمل حدوثه بسبب انخفاض درجات الحرارة وقصر النهار مع زيادة عدد الأيام الغائمة وارتفاع كمية التساقط ، لذلك نلاحظ بأن الفائض المائي يحدث عندما تزيد

كمية الأمطار على كمية او طاقة التبخر / النتج المحتمل ، هذا من الجانب المناخي، إما من جانب تغذية وتشبع التربة ، فانه يتكون من جزئين أساسيين هما الجريان السطحي والتغلغل الذي يغذي التربة والجريان تحت السطحي للقسم المشبع(حاو، 1984، ص16)، بينما يتبخر الجزء الآخر خلال أشهر العجز المائي التي تعقب فترة الفائض المائي.

ب- فصل العجز المائي

يبدأ هذا الفصل من شهر نيسان إلى شهر تشرين الاول ويستمر حتى نهاية السنة وتصل مدة العجز المائي سبع أشهر وإحدى عشر يوماً، أما المجموع السنوي للعجز المائي بلغ (27314) ملم وبلغت ذروته في أشهر تموز وأب أذ تراوحت ما بين (567,2-593,4) . وفي هذا الفصل نلاحظ تفوق كمية التبخر على كمية الأمطار بصورة عالية لانخفاض نسبة التساقط وزيادة التبخر إضافة الى زيادة نسبة ساعات السطوع الشمسي وارتفاع الحرارة وصفاء الجو وقلة الغيوم ، يتضح من ذلك بان منطقة الدراسة تقع ضمن المناخ الجاف ، وذلك لزيادة فترة الجفاف وامتدادها حتى تصل إلى إحدى عشر شهر أحيانا . نستنتج مما سبق بأن الأمطار تشكل المصدر الرئيس لتغذية منطقة الدراسة وخاصة خلال فترة الفائض المائي ، أما في فصل العجز المائي تلعب المياه الجوفية دورا مهما في تغذية المنطقة ، إضافة إلى العيون والينابيع التي تغذي الحوض أحيانا .

الجدول رقم (5) الموازنة المائية المناخية الشهرية والسنوية لمحطة النجف للمدة (2000-2012) حسب معادلة خروفة

المد طة	الخصائ ص	ك2	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت1	ت2	ك1	المعدل السنوي
٢٠١٤	معدل الحرارة / مئوي	11, 3	14,3 5	18,7 5	33,2	30,9 5	35,5 5	38,0 5	37,5 5	33,2 9	28, 6	19, 6	13, 4	26,21
	طاقة التبخر / ملم	93, 1	131, 1	217, 6	203, 2	426, 3	550, 3	593, 4	567, 2	409, 4	285, 8	160, 2	97,2	3833, 8
	المطر الفعال	16, 6	31	12,3	13,9	4,5	0	0	0	0	2,7	10, 0	18	91
	الفائض المائي / ملم	76, 5	100, 1	205, 3	-	-	-	-	-	-	283, 1	150, 2	79,2	894,4
	العجز المائي	-	-	-	189, 3	421, 8	550, 3	593, 4	567, 2	409, 4	-	-	-	2731 4

المصدر / بالاعتماد على : الهيئة العامة للأمناء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات (غير منشورة) ، 2014 .

التربة في منطقة الدراسة The Soil

للتربة تأثير كبير في التصريف النهري ويظهر ذلك في عمليات الترشيح إلى الطبقات الارضية السفلية ، أذ تتأثر خصائص الجريان في أي حوض بأنواع التربة الموجودة فيه وذلك لاختلاف طاقة الترشيح التي تنتج عن اختلاف حبيبات التربة وشكلها وترتيب حبيباتها الأمر الذي تعتمد عليه مساميتها، وتتسم تربة المنطقة بصفات مشتركة، وبشكل عام فان نسبة المادة العضوية فيها واطئة جداً ، وتكون اغلب ترب المنطقة صحراوية جبسية ذات نسجه خشنة ، وهذا يعود إلى طبيعة الصخور الأم والمتمثلة بالحجر الرملي من تكوينات الدمام والفرات والزهرة وتمتاز ترب المنطقة بفقرها بالمواد العضوية بسبب طبيعية مناخها الصحراوي الذي ينعكس على ندرة النباتات الطبيعية وخاصة الحشائش التي تعد أهم عوامل تزويد التربة بالمواد العضوية ويمكن تصنيف التربة في المنطقة إلى ما يأتي:

1-تربة قاع الوادي : تظهر هذه التربة في بطون الوديان وتعد من الترب المنقولة ، تترسب المفتتات المحمولة عند القيعان نظراً لانخفاض سرعة المياه وقلة انحدارها مكونة طبقات رسوبية متباينة في سمكها وتتكون من مزيج رملي وحصوي مخلوطاً مع الغرين والطين . ، يصل سمك البعض من هذه الترب (60سم – 3م) ويصل معدل نفاذيتها (2.8 – 4.2)،(مركز الفرات،1994،ص31-34).

2-التربة الصحراوية: تسود عدة أنواع من الترب الصحراوية في المنطقة وهي ترب محلية ومنها:

أ-التربة الصحراوية الجبسية: تتميز هذه التربة باحتوائها على نسبة عالية من الجبس تبلغ (60%) نتيجة لانتشار ذرات مختلفة الحجم من الصخور الجبسية الصلبة ،وبخشونة نسيجها ونفاذيتها العالية، كما إنها تتميز بضخالة عمقها الذي لا يتجاوز (25 سم)، ونسبة الاملاح فيها تكون نادرة إذ تتراوح بين (صفر – 4 مليموز/سم) وتتواجد مياهها الجوفية على أعماق تتراوح بين (10 – 150) مترا (العكدي،1986،ص54). وهي فقيرة جداً حيث تتراوح نسبة المواد العضوية فيها من 0.1-1.5%.

ب -الترب الصحراوية الكلسية: تنتشر في منطقة الدراسة وتتكون من الحجر الكلسي والحجر الرملي، ومن صفاتها أنها قليلة السمك فلا تتجاوز 10سم وهي ذات صفات قريبة من صفات التربة السابقة (الجبسية) (الدراسة الميدانية،نيسان،2015).

ويتصف حوض وادي أم خشاف بفقر تربته للمواد العضوية والرطوبة وقلة الغطاء النباتي فهي صحراوية هشة مفككة تتأثر بشكل كبير بفعل العوامل الخارجية للتعرية والتجوية.

الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي أم خشاف:

يعني حوض النهر أو الوادي جميع الاراضي المحيطة بهما والتي تزودهما بالمياه عن طريق الجريان السطحي أو الجوفي، ويفصل الاحواض عن بعضها أرض مرتفعة تمثل اعلى نقطة

فيها منطقة تقسيم المياه بين الأحواض، يطلق على الحدود الفاصلة بينها خط تقسيم المياه، وهو خط يحيط بالحوض ماراً بأعلى النقاط المرتفعة المحيطة به ليمثل الحد الفاصل بين حوض وآخر، يشير التحليل المورفومتري إلى جميع الخصائص الحوضية القياسية التي تنتج عن أخذ قياسات معينة للأحواض المائية، وتعد دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف وشبكاتها من العوامل المساعدة للتعرف على العلاقة بين المياه السطحية الموجودة والمياه الجوفية، فمن خلال النتائج المستنبطة من ذلك يمكن فهم خصائص الشكل، نمط الجريان، العوامل المؤثرة فيه، المرحلة العمرية التي وصلت إليها منطقة الدراسة، وترتبط الخصائص المورفومترية للأحواض ارتباطاً مباشراً بالعوامل الطبيعية مثل البنية الجيولوجية والمناخ والغطاء النباتي وأية تغييرات تطرأ عليها (سلامة، 1980).

تشتمل دراسة الخصائص المورفومترية على الآتي:

أ- الخصائص المساحية :

تعد دراسة الخصائص المساحية للأحواض ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية، وذلك من خلال تأثيرها في حجم الجريان المائي وعلاقتها بتطور أعداد وأطوال الشبكة النهرية التي تتباين في مساحتها بشكل كبير تبعاً للتباين في الخصائص الطبيعية الصخرية، والمناخ، والتضاريس، فضلاً عن عامل الزمن (Strahlar, 1958, P. 280) إذ تتباين الأحواض المائية في مساحتها طبقاً للتباين في الظروف المناخية ونوع الصخور والحركات الأرضية والتضاريس والزمن وعوامل أخرى (البيواتي، 1995، ص 64)، وهناك علاقة طردية بين المساحة وحوض الصرف فكلما كبرت مساحة الحوض ازدادت إعداده وأطوال الشبكة النهرية واثراً ذلك على حجم التصريف المائي (A.N. strahlar 1975, p456).

- وتتمثل إبعاد الحوض المساحية من مساحة الحوض وطول الحوض (وهو مسافة محور الحوض والمقاس من المنبع إلى المصب)، وكما يأتي:

- متوسط عرض الحوض Basin Width = (14) كم .

- طول الوادي كم Basin Length = (42) كم.

- طول محيط الحوض = 101 كم.

- مساحة الحوض ومحيط الحوض تم استخراجها بواسطة برنامج GIS Arc View9، فقد بلغت مساحة الحوض (300) كم²، يلاحظ جدول (6).

جدول (6) الخصائص المساحية لحوض وادي أم خشاف

أسم الحوض	مساحة الحوض / كم ²	طول الحوض / كم	طول محيط الحوض / كم	عرض الحوض / كم	أعلى منسوب فيه / م	أدنى منسوب فيه / م
أم خشاف	300	42	101	14	157	19

المصدر: الخرائط الطبوغرافية للحوض مقياس 1/100,000، لسنة 1992. المرئية الرادارية Dem لسنة

2007.

ب - الخصائص الشكلية (Form Characteristics) :

يعد شكل الحوض انعكاس لمؤثرات الظروف الجيومورفولوجية والطبيعية المؤثرة في صياغة شكل الحوض بنمط معين أو أنماط جيومورفولوجية متميزة، كما إن شكل الحوض هو خلاصة لكل مراحل التطور الجيومورفولوجية التي صاغت صورته الحالية (ابو العينين، 1999، ص 65).، يلاحظ جدول رقم (7) ومن أبرز خصائص شكل حوض وادي أم خشاف ما يأتي :

1- نسبة تماسك المساحة (الاستدارة): Basin Circularity

وهي تعبر عن نسبة مساحة الحوض إلى مساحة الدائرة التي لها محيط مساوي لمحيط الحوض نفسه. فإذا كانت نسبة تماسك المساحة يقترب من (1.0) فهذا يعني أن شكل الحوض يقترب من الشكل الدائري ، لان النسبة العالية لنسبة الاستدارة تدل على تسلط وسيادة عمليات التآكل الراسي (التحاتي) (TaiybBarzanji, 2003, p.14).

مساحة الحوض (كم²)

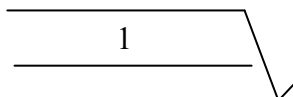
نسبة تماسك المساحة =

مساحة الدائرة التي لها نفس محيط الحوض (كم²)

وقد بلغت نسبة تماسك المساحة لحوض أم خشاف (0.36) وهي منخفضة، وهو معدل منخفض وبعيد عن الشكل الدائري وأقرب الى الاستطالة ، لذا فإن مياه الأمطار الساقطة تصل الى مصب الوادي في فترة متأخرة ، فمن الناحية الهيدرولوجية فإن مياه الإمطار تصل إلى المصب الرئيسي للحوض في وقت متأخر وفي مدة زمنية طويلة في الشكل المستطيل عنه في الشكل المستدير وبذلك تنخفض قيمة الصرف.

2- نسبة تماسك المحيط Compactness Factor :

وهو مؤشر آخر لتأكيد اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري ، فكلما ابتعدت النسبة عن الواحد صحيح ابتعد شكل الحوض عن الشكل الدائري وكان أكثر استطالة ، مع العلم إن الناتج دائماً أكثر من الواحد الصحيح (الحكيم، 1981، ص 151). ويستخرج بالطريقة الآتية:



نسبة تماسك المحيط =

نسبة تماسك المساحة

بلغت نسبة تماسك المحيط لحوض وادي أم خشاف (1,65) وهي نسبة ابتعدت كثيرا عن المعدل وهو مؤشر على استطالة هذا الحوض وابتعاده عن الشكل الدائري وهذا يدل على تعرج خط تقسيم المياه (محيط الحوض) وكبر طوله.

جدول (7) الخصائص الشكلية لحوض وادي أم خشاف

الأحواض	المساحة كم ² (*)	نسبة تماسك المساحة	نسبة تماسك المحيط	معدل الاستطالة	معامل الشكل
حوض وادي أم خشاف	300	0.36	1,65	0.23	0.17

الجدول بالاعتماد على المعادلات الرياضية الخاصة بالخصائص المساحية والشكلية.

(*) تم استخراج المساحات باستخدام برنامج GIS Arc .

3- نسبة الاستطالة Elongation Ratio

وهي من المؤشرات التي يتم فيها تحديد أشكال الاحواض المائية، وتدل نسبة الاستطالة على اقتراب شكل الحوض أو ابتعاده عن الشكل المستطيل. أذ هي النسبة بين قطر دائرة لها نفس مساحة الحوض وأقصى طول للحوض. ويكون شكل الحوض قريب من الشكل الدائري إذا كانت قريبة من واحد (1) وتكون اقرب إلى الشكل المستطيل إذا كانت اقل من ذلك، ويمكن حساب نسبة الاستطالة للحوض من خلال المعادلة الآتية (عاشور، 1986، ص498):-

$$\text{معدل الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر الدائرة المساوية مساحتها لمساحة الحوض/كم}}{\text{أقصى طول للحوض/كم}}$$

بلغت نسبة الاستطالة في حوض أم خشاف (0,23) وهذا يدل على اقتراب الحوض من الاستطالة ، وابتعاده عن الشكل الدائري (جدول 6)، اذ تكون طبيعة الصرف في هذه الحوض اقل ، وذلك بسبب طول المجاري على حساب عرضها ومن ثم فقدانه لكميات كبيرة من المياه خلال الجريان الطويل. ويزيد

الامتداد الطولي للأحواض من تسرب مياه الجريان ضمن رواسب المجرى ويغذي المياه الجوفية ويزيد في نفس الوقت من تعرضها للتبخّر ويقلل ذلك من فرص السيول العرمة كما في الأحواض المستديرة .

4- نسبة الطول إلى العرض:

وهذه النسبة توضح مدى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المستطيل، فكلما ارتفعت قيمته كلما اقترب من الشكل المستطيل وبالعكس، وتستخرج من المعادلة الآتية (العبدان، 2004، ص146) :-

$$\text{نسبة الطول إلى العرض} = \frac{\text{طول الحوض}}{\text{عرض الحوض}}$$

بلغت نسبة الطول إلى العرض في حوض أم خشاف (3)، وهذا يؤثر في ارتفاع قيمة الصرف وذلك لزيادة الطول فيها نسبة إلى العرض، ويعود هذا الابتعاد بسبب تعرج خطوط تقسيم المياه في الحوض.

5- معامل شكل الحوض Shape Factor:

يقصد به مدى تناسق الشكل العام لأجزاء الحوض. من خلال العلاقة بين مساحة الحوض ومربع طوله ، فالقيم المنخفضة التي تبتعد عن الواحد الصحيح تشير إلى اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث (الدليمي، 2012، ص361)، إما القيم المرتفعة القريبة من الواحد الصحيح فتسجل ابتعاد الحوض عن الشكل المثلث أي زيادة المساحة الى الطول. وهذا ناتج عن تغير في عرض الأحواض المائية عن المنبع إلى المصب ، وتقيد معرفة مدى اقتراب الحوض من الشكل المثلث في تحديد سرعة وصول الموجات المائية إلى مجرى الوادي الرئيسي ، وتبرز أهمية هذا العامل في المعرفة الهيدرولوجية لشكل الحوض المثلث ففي هذه الحالة يبرز هنالك احتمالين هما عندما يكون جريان المياه من قاعدة المثلث باتجاه الرأس حيث تقل خطورة الفيضانات، والحالة الثانية عندما يكون المصب قاعدة المثلث حيث يبلغ التصريف ذروته بعد سقوط الأمطار مباشرةً (البيواتي، 1991، ص99)، ويستخرج على وفق المعادلة الآتية :

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض / كم}^2}{\text{مربع طول الحوض / كم}}$$

بلغ هذه المعامل في حوض وادي أم خشاف (0,17) وهذا يشير إلى انخفاض القيم ، واقترب شكل الحوض من الشكل الثلاثي، واقتربه من الشكل المثلث يؤثر على نظام الصرف ، فعندما تشكل منطقة المنابع رأس المثلث ومنطقة المصب قاعدته ، فإن التصريف المائي يزيد بعد سقوط الأمطار مباشرة ، ومؤدياً إلى ارتفاع منسوب الماء بشكل سريع وذلك لقرب الجدول والمسيلات من المصب الرئيسي(1973 K.J., Gregory,, P. 269). لذا وبحكم هذه النتيجة فأن موجة الفيضان عند سقوط الامطار تصل بسرعة الى منطقة المصب.

2- الخصائص التضاريسية(Topological Characteristics):

تكمن أهمية دراسة الخصائص التضاريسية في إلقاء الضوء على عملية الحت النهري والدورة الحتية وتطور الشبكة الهيدرولوجية ، وتعد انعكاساً للطبيعة الصخرية وخصائصها البنيوية، وتتمثل الخصائص التضاريسية التي تمت دراستها ما يأتي :

1-نسبة التضرس(Relief Ratio):

وهي النسبة بين أعلى واخفض نقطة في الحوض إلى الطول الحقيقي للحوض(الصحاف والحسن , 1990). وقد بلغت نسبة التضرس في حوض أم خشاف (3,29) حيث إن أعلى نقطة في الحوض بلغت (157) وأخفض نقطة فيه بلغت (19) م أذ بلغت نسبة الفارق بين النقطتين (138)م، في حين إن طول الحوض بلغ(42)كم . وهي نسبة مرتفعة نسبياً تدل على التضرس العالي للحوض ثم يدل ذلك على نشاط عملية الحت النهري والمطري ضمن المنطقة، يلاحظ جدول رقم (8).

جدول (8) نسبة التضرس في حوض وادي أم خشاف

الأحواض	طوله/ كم	أعلى نقطة فيه/ م	أدنى نقطة في / م	نسبة التضرس م/كم
أم خشاف	42	157	19	3,29

المصدر: الخرائط الطبوغرافية للحوض مقياس 1/100,000، لسنة 1992. المرئية الرادارية Dem لسنة 2007.

ان نسبة التضرس تعد من أهم الخصائص التضاريسية للحوض حيث انه كلما ازدادت قيمة نسبة التضرس فهذا يدل على ان مجرى الوادي يمر بمنطقة ذات تضاريس عالية أو منطقة متضرسية ويدل على زيادة نقل الرواسب ، أما إذا قلت نسبة التضرس فهذا يعني أن الوادي يمر في مراحله الأخيرة أي أن التضاريس تقل في الوادي ومن هذا نستدل على أن الوادي يقترب من نهاية تطور تضاريس أعالي الحوض ، وان هذه النسبة تزداد في المناطق الوعرة حيث يعمل المجرى على جرف التكوينات الصخرية الهشة وحفر مجاري عميقة فيها غير منتظمة الشكل وقصيرة الامتداد ومتقاربة فيما بينها .

2- معدل التضرس Ratio Relief :

يمثل أنعكاساً للظواهر الطبوغرافية ودرجة انحدار الحوض ، ويعبر عن العلاقة بين تضاريس الحوض وهي (الفرق بين اعلى وادنى نقطة ارتفاع في الحوض) وطول الحوض، و يعطي صورة واضحة عن درجة انحدار سطح الحوض (Strahler, 1957, p.918). اذ بلغ معدل التضرس في الحوض (3.28 م/كم، ومع ثبات كثافة التصريف تزداد تبعا لذلك قيمة التضرس وشدة انحدار سطح الحوض وكمية الرواسب المنقولة ، إضافة الى ان ارتفاع نسبة التضرس في حوض أم خشاف يؤثر في زيادة سرعة وصول الموجات المائية الى المصب ، وانعكاس ذلك على زيادة الرواسب المنقولة بصورة اكبر .

3- النسيج الطبوغرافي(الحوضي):

يعرف نسيج حوض الصرف المائي بدرجة تقطع حوض الوادي بالمجاري المائية ويرتبط بعلاقة وثيقة بالتكوينات الجيولوجية السائدة في المنطقة ونوع وكمية الغطاء النباتي ، وهو عبارة عن متوسط حجم الوحدات التي تتركب منها الظاهرات الطبوغرافية بالحوض، ويقصد بنوع نسيج الصرف بانه عدد المجاري والمسافة بينها في حوض معين بغض النظر عن وجود أو عدم وجود مجرى دائم في المنطقة ، ويتحدد النسيج الطبوغرافي بمجموعة من العوامل المؤثرة في الجريان السطحي مثل :المناخ والغطاء النباتي والتكوين الصخري، ويمكن قياس النسيج الطبوغرافي للحوض من خلال نسبة التقطع،ويمكن الحصول عليها من خلال العدد الكلي للمجاري المائية بالحوض الى محيطه (محسوب، 2001، ص212).

مجموع أعداد أودية الحوض من الرتب المختلفة

نسبة التقطع(النسيج الحوضي)=

محيط الحوض/كم

وقد بلغت هذه النسبة في الحوض (1.87)، وهي تدل على أن المنطقة ذات نسيج طبوغرافي خشن، أي شدة تقطع تضاريس الحوض وذلك لكثرة الشقوق والفوالق* والفواصل* وسيادة البنية الصدمية، التي تعمل على قلة عدد الاودية وتحديد مساراتها وساهمت في زيادة التسرب وتقليل الجريان السطحي، يلاحظ جدول رقم (9) الذي يوضح الخصائص التضاريسية للحوض.

4- قيمة الوعورة :

تشير إلى مقدار تضرر الحوض ومدى انحدار المجرى المائي فيه ، إذ يشير ارتفاع قيم هذا المعامل إلى إن هنالك تضرراً شديداً في الحوض وإن التعرية المائية هي السائدة وتعمل هذه التعرية على نقل المواد الصخرية من المناطق المرتفعة التي تمثل المنابع إلى المناطق المنخفضة التي تمثلها المصببات ، ويستخرج على وفق المعادلة الآتية (جوده، 1990، ص328):

$$\text{قيمة الوعورة} = (\text{تضاريس الحوض} \times \text{كثافة الصرف الطولية كم/كم}^2) \div 1000$$

وقد بلغت قيمة الوعورة لحوض وادي أم خشاف (0,306) ، وهذا يدل على إن الحوض يقع في بداية مرحلة النضج ، حيث طبيعة الصخور المكونة لهذا الحوض والتي تمتاز باستجابتها السريعة لعمليات التعرية المائية وهي صخور كلسية بصورة عامة، أذ تكون الصخور الكلسية الفتاتية، والطينية والرملية، أكثر استجابة لعمليات التعرية المائية من غيرها من الصخور الكلسية الصلبة ذات التطبيق الجيد والصخور الدولومايتية.

5- التضاريس النسبية:

تمثل العلاقة بين قيمة التضرر النسبي ومقدار محيط الحوض، وتوجد علاقة ارتباطية سالبة بين التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخور لعمليات التعرية عند تشابه الأحوال المناخية. وتستخرج قيمة التضاريس النسبية وفق المعادلة الآتية (أبو العينين، 1999، ص81):-

تضاريس الحوض/ م

التضاريس النسبية

طول محيط الحوض/ كم

وعند تطبيق المعادلة أعلاه على حوض أم خشاف نلاحظ أنها سجلت (1,366) وهي قيمة مرتفعة ، أذ تشير إلى مدى العلاقة بين مساحة الاحواض ودرجة مقاومة الصخور لعمليات الحت، إلى حد ما وهذا

يدل عن قلة معدلات الانحدار للحوض كون المنطقة التي يخترقها الحوض جزء من سطح هضبي ذو انحدار تدريجي في الارتفاع وتقل فيها الاشكال الارضية المتضرسة، فضلاً عن قلة تساقط كمية الامطار التي تزيد من العمليات الجيومورفية في الاحواض.

6- التكامل الهيسومتري:

يستخدم لإيجاد العلاقة بين المساحة الحوضية وتضاريس الحوض من خلال تحديد المدة الزمنية التي قطعتها الأحواض النهرية من دورتها التحاتية، وهو يشبه المعامل الهيسومتري من حيث المؤشرات التي يدل عليها. لكنه يختلف من حيث التطبيق، وتشير القيم المرتفعة إلى زيادة مساحة الحوض على حساب التضاريس، وهذا ينعكس على زيادة أعداد المراتب النهرية لاسيما المراتب الاولى والثانية مما يؤدي الى زيادة كثافة الصرف ونشاط العمليات الحتية اضافة الى انخفاض نسبة التضرس في اغلب اجزاء الحوض (تراب، 1997، ص272). ويحتسب بتطبيق المعادلة الآتية:

$$\text{مساحة الحوض/ كم}^2$$

$$\text{التكامل الهيسومتري} = \frac{\text{مساحة الحوض/ كم}^2}{\text{تضاريس الحوض/ م}}$$

تضاريس الحوض/ م

وقد بلغ التكامل الهيسومتري لحوض أم خشاف (2.173) وهي نسبة مرتفعة والسبب في ذلك يعود الى اتساع مساحة الحوض وتضرسه وعدم نضوج وتقدم دورته الحتية نتيجة للجفاف السائد في منطقة الحوض .

جدول رقم (9) يوضح الخصائص التضاريسية لحوض وادي أم خشاف.

المتغيرات الحوض	نسبية التضرس	أعلى خط كنتور	أدنى خط كنتور	أعداد أودية الحوض	النسيج الحوضي	التضاريس النسبية	الارتفاع النسبي	التكامل الهيسومتري	قيمة الوعورة
وادي أم خشاف	3.29	157	19	189	1.87	1.367	138	2.173	0,306

المصدر: الجدول بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية مقياس (1/100000) لسنة 1992، والمرئية الرادارية Dem لسنة 2007.

3- خصائص شبكة الصرف المائي:

لتحليل خصائص الشبكة المائية أهمية كبيرة في معرفة المظهر العام لشكل الشبكة النهرية برتبتها المختلفة داخل الحوض، إضافة الى انها العنصر الاساس المتحكم بكمية التصريف ، التي تتباين من حوض نهرى الى اخر ، تبعاً لحجم الحوض ومساحته، وتتمثل خصائص الشبكة المائية على النحو الآتي:

1- المراتب النهرية Streams order

يقصد بها التدرج الرقمي لمجموع الروافد التي يتكون منها الوادي أو النهر نتيجة تجمع الروافد والأنهار الصغيرة جدا حيث تتجمع هذه المسيلات المائية مكونة اودية وانهاراً اكبر وتستمر بالكبر نتيجة تجمع هذه الأودية حتى تصل الوادي الرئيسي أو النهر، وتعتبر طريقة سترالر الأكثر شيوعاً أو استخداماً بسبب سهولتها ووضوحها في تحديد مراتب شبكات التصريف الذي يبين ان الاودية والمسيلات الصغيرة التي لا تلتقي بأي رافد أو وادي آخر باعاليها، هي مراتب أولى ، وبالتقاء رافدين أو جدولين من المرتبة الاولى يتكون جدول من المرتبة الثانية وباتحاد جدولين من المرتبة الثانية يتكون جدول أو رافد من المرتبة الثالثة وهكذا لبقية المراتب ، حتى بلوغ أعلى رتبة من حوض النهر (Strahler,1956,P456) ويوضح جدول رقم (10) أعداد المجاري المائية لكل الرتب ونسبة تشعبها ومعدلات التشعب العامة، إذ بلغ إعداد المجاري المائية بجميع رتبها (189) مجرى، يلاحظ خريطة رقم (2) التي توضح المراتب النهرية للحوض.

جدول (10) كثافة الصرف (العديدية والطولية) لحوض وادي ام خشاف

الأحواض	المساحة كم ²	عدد الوديان	مجموع طول الوديان كم	الكثافة الطولية للوديان كم/كم ²	الكثافة العديدية للوديان كم
ام خشاف	300	189	287	0.956	0.63

المصدر: الجدول بالاعتماد على المرئية الرادارية Dem لمنطقة الدراسة، 2007.

خريطة رقم (2) توضح حوض وادي ام خشاف بجميع رتبة.



المصدر: المرئية الرادارية dem لمنطقة الدراسة ، 2009.

2- الكثافة التصريفية Drainage Density

ويقصد بها درجة التقعر وانتشار الشبكة النهرية ضمن مساحة محددة ، وتحسب من خلال نسبة مجموع أطوال الروافد من مختلف الرتب إلى مساحة الحوض (Strahler.1975.p.468)، فهي تعبر عن مدى تقطع السطح بالمجري المائية ، وإن لكثافة تصريف الحوض أهمية كبيرة من الناحيتين المورفولوجية والهيدرولوجية ، حيث أنها تدل على طبيعة جريان المياه السطحية في الحوض والتي تتأثر بالعوامل الجيولوجية والانحدار والغطاء النباتي وكذلك شدة الساقط المطري، وأن المناخ والتضاريس هما المسؤولان عن اختلاف الكثافة التصريفية بنسبة (97%) .

وإن المنطقة التي يكون نسيج نمط تصريفها خشناً فإن كثافتها التصريفية تكون واطئة حيث أن الصخور التي لها القابلية على النفاذية يكون نسيجها خشناً وبالتالي كثافتها التصريفية تقل مع مراعاة عامل انحدار سطح الأرض حيث إن له تأثير كبير في كثافة التصريف ، أما المنطقة التي يكون نسيج نمط تصريفها ناعم فإن كثافتها التصريفية تكون عالية . والأقاليم التي تكون فيها كثافة التصريف عالية بشكل غير اعتيادي تدعى الأراضي السيئة (Bad land) (Easterbrooke, 1969.p462).

وتقسم الكثافة التصريفية إلى قسمين وهي كثافة الصرف الطولية و كثافة الصرف العددية. وفيما يأتي توضيح لهذين المفهومين (Andres,1989,p284):-

أ- الكثافة التصريفية العددية (التكرار النهري): تعد الكثافة العددية مؤشراً يمكن بواسطته معرفة الخصائص الهيدرولوجية التي تسهم في التعرف على شدة تقطع الحوض لكل كيلومتر مربع ويتم ذلك من خلال قسمة أعداد المجاري المائية في الحوض لجميع المراتب على مساحة الحوض (تراب، ص160):

$$\text{كثافة الصرف النهرية العددية} = \frac{\text{مجموع الأنهار}}{\text{مساحة الحوض/ كم}^2}$$

بلغت هذه الكثافة العددية في الحوض (0.63) وادي/كم² وهي منخفضة على الرغم من اتساع مساحة الحوض الا انه امتاز بقلّة اعداد الاودية بسبب جريانها فوق صخور قليلة الصلابة حيث قاومت تلك الصخور عمليات التعرية المائية، ويبقى للأمطار الدور الفاعل في زيادة الكثافة العددية والتي تزداد مع زيادة الانحدار وطبيعة الصخور، وتكمن أهمية معرفة هذه النسبة في التعرف على عدة خصائص هيدرولوجية، إذ تعكس مدى وفرة المجاري المائية لكل كيلومتر مربع ودورها في زيادة فعالية التعرية المائية، وزيادة التقطع مع زيادة الكثافة فضلاً عن التصريف.

ب- كثافة الصرف الطولية:

وهي عبارة عن حاصل قسمة مجموع طول الجداول على المساحة الكلية للحوض ويعبر عنها بـ(كم/كم²). وتستخرج من المعادلة الآتية (عبد العزيز، 200، ص182):-

$$\text{كثافة الصرف النهرية الطولية} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري المائية في الحوض / كم}}{\text{مساحة الحوض / كم}^2}$$

إذ بلغت الكثافة النهرية الطولية للحوض (0.956) كم/كم² وتعد كثافة واطئة جداً نتيجة لقلّة الامطار الساقطة وزيادة تسرب المياه بسبب طبيعة الصخور ذات النفاذية العالية لاسيما التكوينات الكلسية والجبسية والرملية السائدة في المنطقة، يراجع جدول رقم (10).

3- معدل التشعب النهري :

ويحسب من خلال نسبة عدد المجاري من رتبة معينة إلى عدد المجاري المائية من الرتبة التالية . ويشير معدل التشعب إلى مدى فاعلية المجاري المائية في تكوين مجاري مائية ذات رتبة أعلى (العدرة، 2007، ص123)، وقد بلغ معدل التشعب النهري في حوض وادي أم خشاف

(0.71)، ويشير هذا المعدل إلى مدى التغير الذي يتعرض له الحوض نتيجة لعمليات الحت النهري، يلاحظ جدول (11).

4-نسبة التشعب النهري Bifurcation Ratio :

تعرف نسبة التشعب على أنها النسبة بين عدد القنوات المائية لمرتبة معينة إلى عدد القنوات المائية لمرتبة أعلى، وقد تتماثل هذه النسب في الاحواض النهرية المتشابهة في المناخ والتركيب الجيولوجي، وتسهم معرفة نسبة التشعب في اعطاء صورة واضحة عن الظروف المناخية التي تعرضت لها المنطقة فضلاً عن معرفة وجه الشبه والاختلاف في الخصائص الجيولوجية و ان معرفة هذه العوامل والظروف لها أهمية كبيرة في دراسة النظام المائي لحوض النهر وتحديد كثافة التصريف فيه(جرجيس،2002،ص200). وغالباً ما تتراوح نسبتها في الأحواض ما بين (3 - 5) وان القيمة النظرية لها (2.0) ، وتعد نسبة التشعب من المعاملات الرياضية المهمة لكونها أحد العوامل التي تتحكم في معدل التصريف (McCullah,1986.197). وان نسبة التشعب تتناسب عكسياً مع ازدياد كمية المياه أي انه كلما ازدادت نسبة التشعب ازدادت كمية المياه الجارية في جدول واحد ، وقد تم حساب نسبة التشعب لحوض أم خشاف من خلال العلاقة الرياضية التالية(الصحاف والحسن ,1990)

-:

عدد مجاري مرتبة معينة

نسبة التشعب =

عدد مجاري المرتبة التي تليها

ومن ملاحظة الجدول (11) يتضح أن نسبة التشعب تتباين مابين المراتب النهرية لحوض أم خشاف، فانعكس ذلك على تباين نسبة التشعب العامة للحوض إذ بلغت (6,8). وتعد نسبة التشعب من الخصائص المهمة لشبكة الصرف كونها احد العوامل المتحكمة في كثافة الصرف وقمة الجريان ، حيث انه كلما قلت نسبة التشعب ارتفعت مؤشرات و دلالات حدوث الفيضان ، (بحيري،1979،ص122).

جدول رقم (11)

إعداد المجاري المائية للرتب المختلفة في حوض وادي ام خشاف ونسبة تشعبها ومعدلات التشعب العامة.

الأحواض	الرتب	عدد المجاري	نسبة التشعب	عدد المجاري في	نسبة التشعب × عدد مجاري رتبتين	معدل التشعب
---------	-------	-------------	-------------	----------------	--------------------------------	-------------

المائية			رتبتين متتاليتين	متتاليتين	
حوض وادي أم خشاف	1	94	2.6	129	335.4
	2	35	1.2	64	76.8
	3	29	1.5	41	61.5
	4	19	1.5	31	46.5
	5	12			
	مجموع	189	6.8	265	520.2
					$\frac{265}{189} = 0.713$

المصدر: بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية مقياس 1/100000 لسنة 1992، والمرئية الرادارية Dem لمنطقة الدراسة، 2007.

5- معدل بقاء المجرى (Stream remains ratio):

يعبر عن متوسط الوحدة المساحة اللازمة لتغذية مرتبة طولية واحدة من مراتب شبكة التصريف في الحوض، و إن ارتفاع قيمة هذا المعامل يدل على اتساع المساحة الحوضية على حساب اطوال المجاري، ويستخرج وفق المعادلة الآتية (Schumm, S.A.1956, p.600):

$$\text{معدل بقاء المجرى} = \frac{\text{المساحة / كم}^2}{\text{مجموع أطوال المجاري / كم}}$$

وقد بلغ معدل بقاء المجرى في الحوض (1.04) كم/2 كم. وهي قيمة منخفضة مما يعني إن كثافة تصريف الحوض واطئة وذلك لقلة الأمطار الساقطة عليه، الامر الذي باعد بين الاودية مع ارتفاع معدلات بقاء المجرى، اذ يحدث الجريان في الحوض فقط في فصل الشتاء واثاء سقوط الامطار وهي امطار تتميز بقلتها وتذبذبها، أذ لا تساعد على نمو وتطور الشبكة المائية للحوض، يلاحظ صورة (1) .



صورة (1) توضح مصب حوض وادي أم خشاف أثناء سقوط الامطار .

تقدير حجم الجريان السطحي السنوي في حوض وادي أم خشاف:

يعد وادي أم خشاف من الاودية الجافة في المنطقة التي تعتمد في تغذيتها بالمياه على كمية الامطار الساقطة في الفصول المطيرة من السنة، والتي يبدأ سقوطها على الحوض من شهر تشرين الاول حتى نهاية شهر مايس، إذ تمتاز بقلتها وتذبذبها وتباينها زمانياً ومكانياً، الى جانب فقدان كمية كبيرة منها بسبب التبخر العالي أو نتيجة لتسرب المياه بسبب النفاذية العالية للتربة. أمتاز حوض وادي أم خشاف بجفافه العام لأغلب فصول السنة لكن الجريان يحدث في بعض الاوقات من الاشهر المطيرة إذ استمرت الامطار في السقوط وغطت كل مناطق الحوض، ونتيجة لعدم وجود محطات هيدرولوجية لقياس حجم الجريان في الحوض اوقات سقوط الامطار انعكس ذلك سلباً على دقة المعلومات، لذا تم الاعتماد على المعادلات التجريبية لقياس حجم الجريان السطحي واعتماداً على بيانات محطة النجف المناخية في المنطقة. ولغرض بيان حجم الايرادات السنوية من المياه اوقات سقوط الامطار ومنها معادلة بيركلي (Barkely) (المالكي،ديري،2001،ص171)، لتقدير حجم الايراد المائي السنوي في الحوض التي تعتمد على متغيري المناخ والتضاريس وكما يأتي:

$$R = (CIS)^{1/2} (W/L)^{0.45}$$

اذ ان :

R = حجم الجريان السنوي المتوقع مليار / م³.

$I =$ حجم التساقط السنوي المتوقع مليار / م³ . (ويحسب بضرب معدل المطر السنوي / ملم في مساحة الحوض ومن ثم يقسم الناتج على 1000,000).

$S =$ معدل الانحدار م / سم ويحسب بالطريقة الآتية : الفرق بين أعلى وادنى قيمة في ارتفاع الحوض / طول المجرى.

$W =$ معدل عرض الحوض.

$L =$ طول الوادي من المنبع الى المصب (تم قياسه باستعمال برنامج Auto Disk Map).

$C =$ معامل ثابت قدر في المناطق الجافة وشبه الجافة 0,10 .

إن تطبيق معادلة بيركلي لتقدير حجم الجريان السطحي وكذلك حجم الأمطار في الأشهر التي وقع فيها فائض مائي دون الأشهر التي سجلت عجزاً مائياً، فمن غير الممكن تقدير حجم الجريان السطحي في أشهر تكون فيها التربة قد فقدت أدنى مستويات الرطوبة (الجفاف) ولا يتحقق حينذاك جرياناً سطحياً لذا لا يجوز تطبيق هذه المعادلة على كل أشهر السنة كما يفهم من تطبيق هذه المعادلة. أظهرت النتائج أن حجم التساقط السنوي بلغ (0,0273) مليار/م³ ، في حين بلغ حجم الجريان السنوي (0,05795) مليار/م³ ويمثل هذا مجموع حجم الجريان السطحي زائداً التغذية الجوفية ، يلاحظ جدول رقم (12)، الذي يوضح نتائج هذه المعادلة .

إن هذا التباين في حجم الجريان السنوي ، للحوض، يعتمد على كمية الامطار الساقطة على الحوض ، فضلاً عن التباين في المساحة ، ومعدل عرض المجرى ، ومعدل الانحدار ، فكلما كان معدل تساقط الامطار، والمساحة، ومعدل العرض ، ودرجة انحدار الحوض اكبر ادى ذلك الى زيادة في حجم الجريان السنوي في ذلك الحوض. ويؤثر التباين في حجم الايرادات الى تباين في معدلات عمليات الحت ، والتعرية المائية ، اذ تزداد هذه العمليات مع زيادة معدل الانحدار ، وزيادة معدلات حجم الجريان ، وتعتبر مساحة حوض أم خشاف مساحة صغيرة مما انعكس ذلك على كمية المياه الجارية وحجم الجريان السنوي في الحوض.

جدول رقم (12) يوضح حجم الجريان السنوي المتوقع في الحوض

المتغيرات الحوض	المساحة كم ²	طول المجرى L م	عرض الحوض W _م	(العرض/ الطول) ^{0.45}	معدل الانحدار S	حجم التساقط السنوي مليار/م ³	حجم الجريان السنوي المتوقع مليار/م ³
أم خشاف	300	42	14	0,333	3,28	0,0273	0,05795

المصدر: الجدول بالاعتماد على الخصائص المساحية للحوض.

معامل الفيضان والاستجابة وسرعة الجريان لحوض وادي أم خشاف:

تؤثر السمات الشكلية والخصائص المورفومترية للأحواض بشكل كبير على خصائصها الهيدرولوجية، فهي إما أن تزيد من سرعة حركة الماء في المجاري ومن ثم وصول الفيضان إلى نهاية الحوض أو إلى أي موقع على امتداد المجرى الرئيسي لهذا الحوض، أو أنها تعيق هذه الحركة، وعادة تتحكم العوامل السابقة ليس فقط في نمط الفيضان، بل في الفاصل الزمني بين تساقط المطر وحدث الفيضان .

يتضح من الجدول رقم (12) أن متوسط معامل الفيضان لحوض أم خشاف وصل إلى (1.010)، وقد تم استخراج هذا المعامل من حاصل ضرب كثافة التصريف للحوض كم/كم² في تكرارية مجاري الرتبة الأولى (مجرى/كم²). ويشير الجدول إلى ارتفاع قيمة معامل الفيضان، ويرجع ذلك إلى ارتفاع عدد مجاري المرتبة الأولى، ورغم ذلك فإن كل من زمن الاستجابة وسرعة الجريان هي الأكثر تحديداً للخصائص الهيدرولوجية للأحواض. ويمكن قياس زمن الاستجابة (التركيز) بالفترة الزمنية التي يستغرقها جريان الماء من أبعد نقطة في الحوض إلى نهايته أو أي موقع على طول امتداد المجرى الرئيسي . ويمكن حساب زمن استجابة حوض أم خشاف من خلال المعادلة التالية(مرزا، 2005، ص255):

$$T_c = 3.76S/i$$

حيث أن T_c = زمن الاستجابة (التركيز) ، و S = مساحة الحوض (كم²) ، و i = معدل الانحدار (%).

وبعد تطبيق المعادلة أعلاه على الحوض وجد أن زمن الاستجابة (التركيز) بلغ (343,90) دقيقة، وهي قيمة تشير إلى علاقتها العكسية مع معدل انحدار هذا الحوض القليل. إما سرعة الجريان السطحي والتي يعبر عنها متر/ ثانية والتي تم استخراجها من خلال المعادلة التالية(مرزا، 2005، ص255):

$$V=L(M)/3.6 TC (S)$$

حيث V = سرعة الجريان السطحي . و $L(M)$ = طول المجرى الرئيس بالمتر، بينما $TC(S)$ تمثل زمن الاستجابة بالنوان .

فقد أظهرت نتائج تطبيق المعادلة الموضحة نتائجها في الجدول رقم (13) إن معدل سرعة الجريان السطحي قد بلغت (2.414)م/ثا ، وهو معدل واطئ ، إذ تعكس سرعة الجريان هذه معدل الانحدار العالي في الحوض ، إذ يرتفع معدل سرعة المياه كلما ارتفع معدل الانحدار .

جدول رقم (13) يوضح معدل سرعة الجريان وزمن الاستجابة لحوض أم خشاف

اسم الحوض	مساحة الحوض كم2	طول المجرى الرئيس كم	أعلى منسوب للحوض م	أدنى منسوب للحوض م	معدل انحدار للحوض %	زمن التركيز (الاستجابة) دقيقة	سرعة الجريان السطحي م/ثا	معامل الفيضان
ام خشاف	300	42	157	19	3,28	343,90	2,414	1,010

المصدر: بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية مقياس 1/100000 لسنة 1992. المرئية الرادارية Dem لمنطقة الدراسة، 2007.

أثر السمات الشكلية والمورفومترية على هيدرولوجية الحوض:

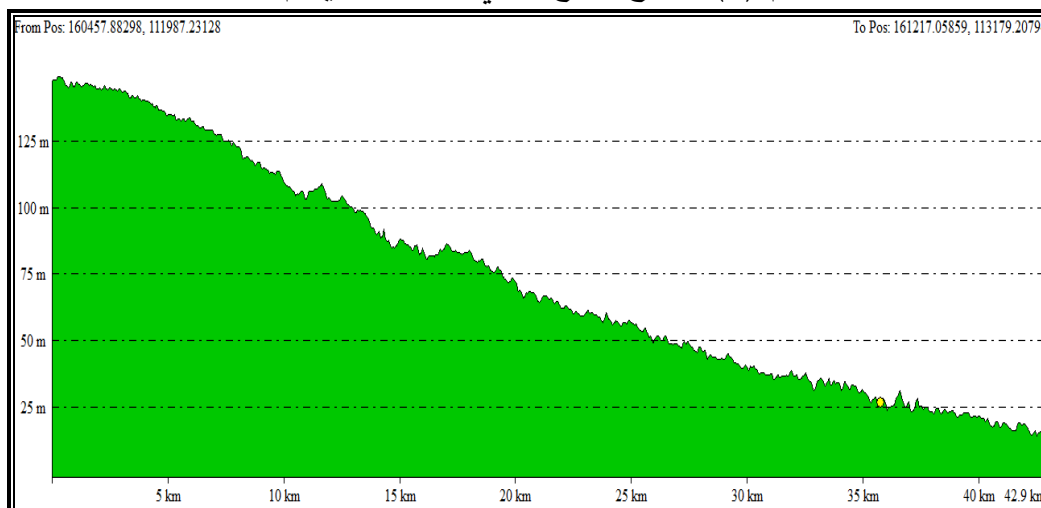
تعد الخصائص المورفومترية التضاريسية والشكلية وخصائص شبكة الصرف المائي، هي الأساس الذي تتعامل معه سرعة الجريان السطحي ومن ثم الفيضانات، ويصعب بشكل كبير الفصل بصورة كمية بين دور أي من هذه العوامل المتحكم في سرعة الجريان ، نظراً للتداخل الكبير فيما بينها. وتعتبر مساحة الأحواض من المسلمات التي تشير إلى أنه كلما زادت مساحة الحوض زادت مساحة شريحة الأمطار الساقطة عليه وبالتالي كمياتها، إلا إن ذلك لا يعني بالضرورة جريان سريع وسيول نظراً لان العلاقة غالباً ما تكون عكسية بين ازدياد مساحة الأحواض ومعدل انحدارها ، فكلما زادت مساحة الأحواض قل انحدارها ومن ثم قل ذلك من سرعة التدفق والجريان (مرزا، 2005، ص256). أما عامل الشكل وهي نسبة معدل العرض إلى أقصى طول للحوض فهو ذو أهمية ، إذ المياه تقطع مسافات طويلة كلما زادت استطالة الأحواض قبل الوصول إلى مصباتها على العكس من الأحواض الدائرية والكمثرية الشكل، فالمساحة الصغيرة لحوض أم خشاف تعطي مؤشراً على الكميات القليلة لمياه الأمطار التي تسقط على الحوض .ومن المعروف ان أي وادي يمر بمراحل متعددة في حياته ومن هذه المراحل الشباب والنضج والشيخوخة وخلال كل مرحلة تتخذ قناة الوادي شكلاً معيناً تبعاً لقوة الجريان

المائي في القناة وطبيعة صخور المنطقة بالإضافة الى الانحدار العام للمنطقة وظروفها المناخية السائدة.

أما ارتفاع الحوض ومعدل انحداره فهو ذو أهمية قصوى في نشأة الجريان والسيول ، فارتفاع الحوض فوق منطقة المصب يلعب دوراً هاماً في معدل ازدياد الأمطار مع الارتفاع ومن ثم كميات المياه التي ستساهم في الجريان إضافة إلى عوامل أخرى ايجابية رغم الدور الثانوي لها كإنخفاض درجات الحرارة وقلة التبخر ، أما أهمية الدور الذي يلعبه الانحدار في الجريان فهو كبير جداً ، إذ إن الكثير من الدراسات قد ركزت على أهمية انحدار المجرى الرئيسي للحوض أكثر من بقية المجاري الأخرى في تحديد زمن الاستجابة للأحواض ، تظهر في حوض وادي أم خشاف جوانب شديدة الانحدار ، ولكن من جهة أخرى قليلة الانحدار في بعض الاحيان ويرافق ذلك اتساع في قاع ومساحة قناة الوادي، وهي بصورة عامة قنوات ضحلة ، حيث ان القاع يتكون من صخور صلبة ذات قابلية على مقاومة التعرية مما جعل عمق القناة محدود في الوقت الذي يزداد فيه عرض القناة واتساعها وهي تمثل صفات الاودية في الاراضي التي تعاني الجفاف وقلة تساقط الامطار، ومن خلال الجدول رقم (13) والشكل رقم (1) أظهرت نتائج زمن الاستجابة إن ارتفاع معدل الانحدار لحوض أم خشاف والذي يتصف بمعدل انحدار يبلغ (3,28)، واستجابة تقدر بـ(343,90) دقيقة/ ثانية ، يلعب دور أساسي في تحديد زمن الاستجابة للحوض أي سرعة الجريان. ويبدأ حوض وادي أم خشاف بانبساط قرب المنبع عند خط كنتور (157م)، ومن المعروف ان لكل مرحلة من مراحل عمر الوادي نظامه الهيدرولوجي المرتبط به الذي يعتمد على طاقة الوادي ونوعية الصخور والانحدار وطبيعة المناخ وكذلك النبات الطبيعي . وقد أظهرت المقاطع على انها تمر في مرحلة الشباب وتكون غير متوازنة وذلك من خلال عدم الاستقامة بشكل واضح، ويلاحظ نقاط تجديد عدة في المقطع الطولي، ويعود هذا الى الطبيعة الصخرية الصلبة والمناخ، وقد بدأ المجرى النهري بالتراجع في انحداره قرب المنابع، أذ بدأ عملية التفرع مما يدل على شدة النحت في هذه المنطقة، الامر الذي يعني ان الحوض يغلب عليه صفة الشباب.

ويعتبر عاملي التضاريس والجيولوجيا من أهم العوامل المؤثرة في الجريان السطحي عموماً ومنطقة البحث خصوصاً . فتضاريس حوض أم خشاف تتميز بسفوح قليلة الانحدار وهو ما يؤدي إلى الجريان البطيء لمياه الأمطار الساقطة نحو شبكة التصريف المائي للحوض، يلاحظ صورة رقم (2) . وفي منطقة الحوض نجد أن المياه التي تجري فيها، تجمع من حيث نظام جريانها ما بين النظام البسيط والمزدوج، وذلك حسب نوع مصادر تغذيتها وكمية ما تتغذى به، والمعتمدة على موسم تساقط المطر الذي يغذي المياه الجوفية المورد الثاني للمياه السطحية هناك في منطقة الحوض.

شكل رقم (1) يوضح مقطع طولي لحوض وادي أم خشاف



المصدر: المرئية الرادارية Dem لمنطقة الدراسة، 2007.



صورة رقم (2) توضح احد المراتب النهرية في الحوض.

ب- المياه الجوفية: (Underground water):

تعد منطقة الدراسة من المناطق المهمة في الهضبة الغربية من العراق وفرّة بالمياه الجوفية، كونها منطقة تصريف طبيعي لمياه مناطق شعبة - السلمان . وان الينابيع والآبار فيها تتوزع بمحاذاة نهر الفرات ضمن الرصيف المستقر للهضبة الغربية، تشكل الأمطار مصادر تغذيتها الرئيسة، تخرج هذه المياه إلى السطح إما بشكل طبيعي أو بتدخل الإنسان في استخراجها، وتسهم عوامل كثيرة في تكوينها وتحديد نوعيتها وتوزيعها ، ومنها المناخ وطبوغرافية الأرض وطبيعة الصخور ودرجة مساميته، فدرجات الحرارة

والرياح وشدتها والتساقط ومقداره والرطوبة النسبية كلها عوامل لها أثرها البالغ في تحديد مقدار المياه الجوفية. وتبعاً لطبيعة صخور الحوض التي أكثرها من النوع المسامي والنفاذ، سواء أكانت تلك المسامية والنفاذية تتعلق بطبيعة تكوين الصخور، كالصخور الرملية والطينية المخلوطة بمزيج رملي أم نتيجة بنيتها ومدى تأثر تلك البنية بعوامل خارجية تؤدي إلى تشققها أو تصدعها، ومن ثم زيادة قابليتها على إنفاذ المياه عبرها كالصخور الطينية والجيرية .

تتحرك المياه الجوفية في منطقة الحوض بحالتها الطبيعية على وفق قوانين هيدروليكية ثابتة في الأوساط المسامية ، أذ أن حركة المياه الجوفية مع الانحدار العام للمنطقة من الجنوب الغربي إلى الشمال، متوافقة مع اتجاهات شبكة تصريف المياه السطحية في المنطقة، هذا وتتقاطع مستوياتها مع سطح الأرض، مما يؤدي إلى خروج المياه الجوفية على شكل عيون. سيما أن حجم الفراغات له تأثير كبير في حركة الماء الجوفي (أرثر، 1964، ص112) ، إذ إن ذرات الرمل والحصى تسمح بحرية حركة الماء . إما المسامات المجهرية في الطين فتكون قليلة النفاذية ، فضلاً عن وجود الشقوق والكسور والفواصل التي تساعد على سرعة حركة المياه.

تقسم المياه الجوفية في الحوض إلى نوعين ، هي الينابيع والآبار، يلاحظ صورة رقم (3) ورقم (4) ، التي يكثر وجودها في مناطق الانكسارات والأودية ، وتتوقف مياه هذه الينابيع والآبار في منطقة الحوض على كمية مياه الأمطار ودرجة مسامية الصخور وشكل انحدار طبقاتها في المنطقة ، وتخرج بعضها إلى السطح من المكامن بواسطة الانسياب الحر تحت تأثير قوة الجاذبية، حينما يقطع انخفاض الأرض مستوى الماء الباطني بعوامل التعرية أو بانخفاض الأرض. وبعض تلك الينابيع يمكن تسميتها بينابيع الكارست. أو تتكون هذه الينابيع في خزانات المياه الجوفية المحصورة وتنساب مياهها للخارج من خلال الكسور والتشققات أو حينما يحدث قطع للطبقة غير المسامية وغير النفاذة المحيطة بالخزان المحصور لسبب معين(الانصاري، 1979، ص183). وقد تهيمن على الينابيع طباقية الصخور، ويتحكم في تجمعها وانبثاقها إلى السطح وجود طبقات نفاذة فوق الطبقات غير النفاذة، ويمكن اعتبارها ينابيع جاذبية أو ارتوازية، وتدخل ضمنها الينابيع الخارجة من الفوالق(من حيث أن الفالق يحجز المياه ويجعلها ترتفع لتخرج تلقائياً إلى السطح)، أما الآبار أذ يتدخل الإنسان في حفرها هذه الآبار يتباين عمقها من منطقة إلى أخرى في الحوض نظراً لتباين مستوى المياه الجوفية أذ يتراوح ما بين (35-40)متر.



صورة رقم (3) و (4) توضح أحد الابار والعيون المائية في الحوض.

تعد خصائص المياه الجوفية (الكيميائية والفيزيائية) من الجوانب المهمة التي يجب تناولها في الدراسات التي تتعلق بتلك المناطق لغرض التعرف على العوامل المؤثرة على تلك الخصائص ومحاولة ايجاد السبل الكفيلة بديمومة استثمار ، وتعد نوعية صخور الطبقات الحاملة للمياه الجوفية وقابليتها على الذوبان فيه من العوامل الرئيسة التي تسهم في اكتساب المياه لخصائصها ، وتعد درجة ميل الطبقة الحاملة للمياه الجوفية واتجاهها وطبيعة التكوينات الجيولوجية التي تحدد الميل الهيدروليكي الذي ينجم عنه تحديد اتجاه جريان تلك المياه من العوامل التي لا تقل اهمية عن سابقتها

، يلاحظ الجدول رقم (14) و (15) الذي يوضح الصفات الكيميائية للمياه الجوفية في الحوض.

أذ من خلال هذا الجدول يتضح أن مياه منطقة الدراسة غير صالحة لبعض الاستخدامات البشرية بسبب ملوحتها العالية على الرغم من كون قيمها مناسبة، وتكون صالحة لزراعة بعض انواع المحاصيل التي تتحمل الملوحة، وهي غير صالحة للأغراض الصناعية بسبب ملوحتها العالية وعسرتها الشديدة، وغير صالحة لأغراض البناء والإنشائيات بسبب التراكيز العالية للكالسيوم والكبريت.

جدول رقم (14) يوضح الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لبعض العين المائية للموسم (الجاف) في حوض أم خشاف.

ت	اسم العين/ الموسم الجاف	pH	Ec	TDS	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	NO ₃ ⁻
1	ساهرة	7,3	4880	4048	22	460	170	262	635	1050	4
2	كارة الحبوسة	7,4	5080	5044	12	622	177	362	735	1461	3
3	عبيد الحاج	7,2	5280	6445	16	720	170	400	880	1550	2
4	الهرري	7,4	5750	4665	65	780	185	366	809	1584	3
5	كصوان	7,3	7410	4216	8	450	225	370	650	1078	4
	المعدل	7.32	5680	4883.6	24.6	604.6	309	325	741.8	1344.6	3.2

المصدر: مديرية الموارد المائية ، محافظة الديوانية، (بيانات عام)، 2014.

جدول رقم (15) يوضح الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لبعض العين المائية للموسم (الرطب) في حوض أم خشاف.

ت	اسم العين/ الموسم الرطب	pH	Ec	TDS	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	NO ₃ ⁻
1	ساهرة	7,3	7981	4135	33	472	137	464	895	1536	26,7
2	كارة الحبوسة	7,7	6410	7585	51,7	902	389	496	1598	2808	51,5
3	عبيد الحاج	7,3	5550	4090	28	449	192	488	735	1632	36
4	الهرري	7,2	5770	7895	52	1288	408	608	1992	2726	21
5	كصوان	7,1	1115	4250	31	499	197	488	863	1670	15,4
	المعدل	7.32	5365.2	5591	40.34	722	264.6	508.8	1216.6	2074.4	30.12

المصدر: مديرية الموارد المائية ، محافظة الديوانية، (بيانات عام)، 2014.

الاستنتاجات:

- 1- لعناصر المناخ دور أساسي في التغذية المائية ومقدار الصبيب المائي وتحديد الذروات التصريفية العالية وفترات التلكؤ في الحوض .
- 2- يعد وادي أم خشاف أحد الأودية الجافة في محافظتي النجف والقادسية، وتعتبر الأمطار التي تسقط في فصل الشتاء المصدر الرئيس الممول للمياه السطحية الجارية فيه .
- 3- تتميز منطقة الدراسة بأن اغلب تكويناتها ذات نفاذية عالية ،وتربة صحراوية خشنة، وتنوع تضاريسها، الامر الذي أثر على مورفولوجية الحوض وبالتالي على طبيعة التصريف المائي فيه.
- 4- ان التباين في الطبوغرافيا ترتب عليه تباين الانحدارات التي تراوحت بين أراضي سهلية Plain Lands قليلة الانحدار، والأراضي ذات الانحدار المعتدل، وألاراضي شديدة الانحدار Steep Slope Lands.
- 5- أن أغلب التكوينات الصخرية في الحوض يمكن استثمارها اقتصادياً سيما في الصناعات الانشائية ومنها صناعة الاسمنت.
- 6- أن الفائض المائي في الحوض يحدث عندما تزيد كمية الأمطار الساقطة على كمية او طاقة التبخر / النتج المحتمل في منطقة الحوض .
- 7- أن اغلب أراضي الحوض مستثمرة في الزراعة سيما منطقة المصب بسبب كثرة العيون المائية والابار الارتوازية.
- 8- ان لشكل الحوض وتضاريسه المتنوعة دوراً أساسياً في تحديد عمليات الحت والترسيب في الحوض.
- 9- تعد خصائص شكل الحوض المتمثلة بنسبة استطالة الحوض ونسبة استدارة الحوض من العوامل التي اخرت وصول موجات المياه العالية الى منطقة المصب.
- 10- ارتفاع النفاذية في التكوينات الصخرية للحوض وتربته الخشنة من العوامل التي اخرت وصول موجات المياه العالية الى منطقة المصب.
- 11-نسبة التضرس تكون قليلة للحوض، وهذا يدل على أن مجرى الوادي يمر بمنطقة ذات تضاريس قليلة ، وبالتالي يدل هذا على قلة نسبة حمولة الرواسب المنقولة بالنسبة للمياه الجارية في الوادي .

التوصيات:

- 1- ضرورة إنشاء محطات قياس هيدرولوجية على مجرى حوض أم خشاف من أجل الاستفادة منها مستقبلاً.
- 2- من المهم استثمار الكثير من الموارد الاقتصادية في الحوض سيما الرسوبيات التي تشمل الحصى والرمل اضافة الى مكاشف التكوينات الصخرية .
- 3- أستثمار المياه الجوفية سيما مياه العيون والينابيع استثماراً أمثل من خلال أذخار الاساليب الحديثة في الزراعة .
- 4- التوسع في حفر الابار بطرق علمية مدروسة والاستثمار الافضل للموجود منها.

المصادر:

- 1- أبو العينين، حسن سيد احمد ، حوض وادي دبا في دولة الإمارات العربية المتحدة، جامعة الكويت، الكويت، 1999.
- 2- أحمد، أحمد عبد الله ، دور العمليات الجيومورفولوجية في تشكيل المظهر الأرضي لجزيرة سقطرى، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية (ابن رشد)، 2003 .
- 3- آرثر، ستيرلر ، اشكال سطح الارض ، دراسة جيومورفولوجية ، تعريب وفيق الخشاب ، 1964.
- 4- بحيري، صلاح الدين ، اشكال الارض ، دار الفكر ، دمشق ، 1979.
- 5- البيواتي، احمد علي حسن ، حوض وادي العجيج في العراق واستخدامات إشكاله الأرضية ، أطروحة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة بغداد، 1995.
- 6- البيبواتي ، احمد علي حسن -الإشكال الأرضية لحوض وادي الثرثار وإثرها على الأنشطة البشرية - رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية الآداب - جامعة بغداد . 1991
- 7- تراب، محمد مجدي ، التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي القصب بالنطاق الشرقي من جنوب شبه جزيرة سيناء ، المجلة الجغرافية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، السنة 19 ، العدد 30 ، 1997.
- 8- تراب، محمد مجدي ،بحوث في جيومورفولوجية الاراضي العربية ،(بدون تاريخ).
- 9- التكريتي، ميله كريم ياسين، نهر خازر، دراسة هيدرومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة ،قسم الجغرافية ، كلية التربية ، جامعة بغداد، 1988.
- 10- الجاف ،جنان رحمان ، جيومورفولوجية جبل براكره وأحواضه النهرية وتطبيقاتها ،رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب ،جامعة بغداد، 2005.

- 11- الجبوري، رجاء خليل محمد ، الموازنة المائية المناخية للمنطقة المتموجة في العراق ، دراسة في المناخ التطبيقي ، رسالة ماجستير في الجغرافية الطبيعية ، جامعة بغداد كلية التربية للبنات ، شباط .2002
- 12- جبوري، صباح توما ، علم المياه وإدارة أحواض الأنهار ، وزارة التعليم العالي ، جامعة الموصل ، 1988.
- 13- جودة، جودة حسنين ، معالم سطح الأرض، دار النهضة العربية، بيروت، 1980.
- 14- حكمت عبد، جيومورفولوجية جبل بيرمام وأحواضه النهرية وتطبيقاتها، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة صلاح الدين، أربيل. 2000.
- 15- الحكيم، سعيد حسين، هيدرولوجية حوض نهر دجلة ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد ،كلية الاداب،،1981.
- 16- الخلف ،جاسم محمد، محاضرات في جغرافية العراق الطبيعية والاقتصادية والبشرية ة، مطبعة البيان العربي ،القاهرة ،1959.
- 17- داود ،تغلب جرجيس، علم اشكال سطح الارض التطبيقي (الجيومورفولوجيا)،،2002.
- 18- الدليمي، خلف حسين علي ،علم شكل الارض التطبيقي، دار الصفاء ، الاردن،عمان،2012.
- 19- السامرائي، مها قحطان جبار ، حوض تغذية نهر باسرة "دراسة في الجغرافية الطبيعية"، رسالة ماجستير(غير منشورة)،قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة بغداد،2007.
- 20- السياب، عبد الله ، وآخرون، جيولوجيا العراق، جامعة الموصل،1982،ص121.
- 21- سيساكيان، فاروجان خاجيك، تقرير عن جيولوجية لوحتي اربيل ومهاباد،جي38_14وان جي38_15مقياس 1:250000، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين(جيوسرف)،دائرة المسح الجيولوجي، قسم المسح الجيولوجي،بغداد،،1998.
- 22- سلامة ،حسن رمضان (1980): التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن ، مجلة دراسات الجامعة الأردنية ، المجلد 7 ، العدد 1 .
- 23- الصحاف ، مهدي محمد علي ، " التصريف النهري والعوامل المؤثرة فيه"، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، المجلد6، 1970.
- 24-الصحاف ، مهدي محمد علي و الحسن ، كاظم موسى (1990) : هيدرومورفومترية حوض رافد الخوصر- دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، نيسان ، العدد (25) ، مطبعة العاني ، بغداد .
- 25- الطالباني ،ناهد جمال، المياه الأرضية في منطقة مابين الزابيين ، رسالة ماجستير غير منشورة ،قسم الجغرافية ، كلية الآداب، جامعة بغداد.1968
- 26-عاشور، محمد محمد ، " طرق التحليل المورفو متري لشبكات الصرف المائي " ، حولية كلية الإنسانيات للعلوم الاجتماعية، جامعة قطر، ع 9 ، المطبعة الأهلية، الدوحة، 1986
- 27- عئاب، رضا ،تقدير خطر التعرية في حوض تيمقاد وأثرها على سد كدية مداور- مقارنة متعددة المعايير، رسالة ماجستير (غير منشورة)،قسم علوم الأرض ، كلية العلوم، جامعة العقيد الحاج لخضر، الجزائر،2006،ص.108
- 28- عبد العزيز، حكمت، جيومورفولوجية جبل بيرمام وأحواضه النهرية وتطبيقاتها ،رسالة ماجستير غير منشورة ،قسم الجغرافية ،كلية الاداب ،جامعة صلاح الدين ،اربيل ،2000.

- 29- العبدان ، رحيم حميد عبد ثامر ، الإشكال الأرضية لحوض وادي عامج ، أطروحة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، -جامعة بغداد ، 2004 .
- 30- العذرة، نزيه علي محمد ،جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الاعلى من وادي الخليل، رسالة ماجستير ، كلية الدراسات العليا ،جامعة النجاح ، فلسطين،2007.
- 31-العكدي ،وليد خالد،شاكر محمد العيساوي - مورفولوجية التربة - بغداد - مطابع التعليم العالي 1986
- 32- غريب ، عطا حمه ، جيومورفولوجية منطقة بيرة مكرون الجبلية في الجمهورية العراقية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية كلية الآداب، جامعة الإسكندرية. 1983.
- 33-الأنصاري، نضير ، مبادئ الهيدرولوجي، مطبعة كلية العلوم، جامعة بغداد، 1979.
- 34-المالكي ،عبد الله سالم عبد الله ،عبد الامام نصار ديري،تقدير الموازنة المائية المناخية في العراق،دراسة في المناخ التطبيقي،مجلة اداب البصرة،.2001
- 35- محسن، مدالله عبدالله ، التشكل المائي لنهر دجلة ما بين مصب الزابين واستثماراته في العراق ، مصدر سابق ، ص39 0
- 36- محسوب، محمد صبري ،علم اشكال سطح الارض،القاهرة،.2001
- 37-محمد ،كاظم موسى ، هيدرولوجية وديان الهضبة الغربية في العراق ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد 46 ، السنة 2000 .
- 38- مرزا، معراج نواب ،محمد سعيد البارودي، السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لاودية الحرم المكي، مجلة ام القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والانسانية، عدد خاص،.2005
- 39- النقاش، عدنان باقر، مهدي الصحاف، الجيومورفولوجي، هيدرومورفومترية حوض نهر الخوصر مصدر سابق، ص519.
- 40-جمهورية العراق، وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية ، قسم المناخ (بيانات غير منشورة)،.2013
- 41- جمهورية العراق، وزارة النقل/كردستان العراق، قسم المناخ (بيانات غير منشورة)،.2013.
- 42- القمر الصناعي الامريكي لاند سات ، الماسح ETM ،المرئية الرادارية Dem لمحافظة سلیمانیه، لسنة 2007.
- 43- الهيئة العامة للمساحة، الخرائط الطبوغرافية للحوض مقياس 1/100,000، لسنة 1992.
- 44- مركز الفرات لدراسة وتصاميم مشاريع الري قسم تحريات التربة ، دراسة أولية حول مشروع الغضاري في محافظة النجف ، بغداد ،1994
- Frederic G. Bell, Engineering Geology and construction, Taylorand Francis,
- 45-A.N. 46-strahlar, Physical Geography, John Wiley and Sons, USA, 1975.-332004.
- 47-Horton, R.E. Erosional development of streams and their drainage basin, hydrophysical Approach to quantitative morphology, Bull. Geol. Soci. Amer.1945.
- 48-Easterbrooke, D.J. (1969). Principles of geomorphology, McGraw-Hill, Inc. Co., New York.

- 49- Khalid Taiyb Barzanji, Hydrologic studies for Goizha- Babashan and other watershed in Sulaimani Governorate, Athesis of master, Soil Science, college of Agriculture , university of Sulaimani,2003.
- 50- K.J., Gregory and D.E. Walling , Drainage basin , form and Process , A - geomorphological approach , Edward Arnold , 1973
- 51 -Strahler ,A. physical geography,Fourth Edition, New York , 1975.
- 52- Andres. G.,The nature of environment, 2nd ed ., basil blackwilltd ,oxford,1989
- 53-Strahler ,A.N. , " `quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks " ; Mc Graw-Hill , NewYourk ,1964.
- 54-Strahlar , A. N. Dimensional analysis to fluvially Evoded Land Forms. Bulletin of Geological of America , Vol . 1958.