

الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي قرين الثماد

في بادية العراق الجنوبية - بادية النجف

أ.م.د. سرحان نعيم الخفاجي

جامعة المثنى/ كلية التربية للعلوم الانسانية

The Morphometric and Hydrologic Features to Qarin Al-Thimad Valley in the Southern Desert of Iraq – Al-Najaf Desert

Asst. Prof. Dr. Sarhan Na'eem Al-Kafaji

University of Al-Muthana / College of Education for Human Sciences

Abstract

Qarin Al-Thamad Valley is considered one of the important dry valley lying in the southern desert of Iraq (Al-Najaf Desert). This study presents results and suggestions depending on The Morphometric and Hydrologic Features of the valley. This study is important for the geomorphological studies which reflect the geological factors and processes caused. One of the features is geomorphological quantitative in its general sense.

الملخص

يعتبر حوض وادي قرين الثماد من أحواض الوديان الجافة والمهمة في بادية العراق الجنوبية (بادية النجف)، ونظراً لأهمية الحوض والاهتمام في إمكانية تأهيله فإن هذه الدراسة سوف تقدم نتائج ومقترحات تعتمد على نتائج الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للحوض، ولدراسة الخصائص المورفومترية أهمية في الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية، أذ تعبر عن العلاقات بين عوامل وعمليات الحت والظواهر الأرضية المرتبطة بها والناشئة عنها وتعد (الخصائص المورفومترية) من الخصائص الجيومورفولوجية الكمية Quantitative Geomorphology بمفهومها العام، وهذه أساليب تحليلية تتناول ظواهرات سطح الأرض معتمدة في أساسها على البيانات المأخوذة من الخرائط الكنتورية والمرئيات الفضائية والدراسة الحقلية للحوض. مثل بيانات الارتفاعات الرقمية DEM، وهي خصائص يمكن الاعتماد عليها في إنشاء قاعدة بيانات جغرافية للحوض ومن ثم رسم شبكة التصريف المائي كظاهرة طبيعية مورفومترية، ولهذه الشبكة علاقة في تحديد استخدام الأرض الأمثل في الحوض. ومن أهم أهداف هذه الدراسة هي إجراء تحليل كمي لخصائص شبكة الصرف المائي لحوض وادي قرين الثماد ومعرفة أهميتها الهيدرولوجية.

المقدمة:

إن دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض المائية أهمية تتعلق بدلائل بيئية عديدة أذ ترتبط تلك الخصائص ارتباطاً مباشراً بالعوامل الطبيعية أهمها المصادر المائية لتلك الأحواض، أن شبكة التصريف السطحي من الظواهر الطبوغرافية التي تتركز فيها مياه الجريان السطحي، والتي تنقل المياه السطحية الجارية من منابعها إلى مصباتها، ودراسة الخصائص المورفومترية لأحواض الوديان ذات أهمية في تحليل الضغوط والمؤثرات على موارد المياه، وفي فهم العمليات الجيومورفولوجية بشكل عام خاصة وأن شبكات التصريف السطحي تعكس ظروف ما يؤثر في تشكيلها من عوامل المناخ والتضاريس والتربة والتركييب الصخري والغطاء النباتي. وبعد قياس وتحليل شبكة التصريف السطحي للمياه من المهمات الأساسية في الدراسات المورفومترية، وهو على غاية من الأهمية في العديد من التطبيقات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية (الغامدي، 2004، ص289). إن الأنشطة والفعاليات البشرية عادة ما تتمركز في أحواض الأنهار ومناطق تصريفها، وقد تتحكم البيئة وشكل الأرض بتلك الفعاليات والأنشطة، ويمكن للعامل البشري أن يؤثر بدرجة كبيرة عليها، ويساعد على تحويلها وتطويرها بشكل يستفاد منه

جيداً. كما أن شبكات الصرف المائي تعكس ظروف ما يؤثر في تشكيلها من عوامل المناخ والتضاريس والتربة والتركيب الصخري والغطاء النباتي، وتعد دراسة خصائص حوض الصرف المائي من المهمات الأساسية في الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية، وتقليدياً يتم استخلاص خصائص حوض الصرف المائي من الخرائط الطبوغرافية اعتماداً على مساحة المنطقة قيد الدراسة أو الهدف من الدراسة نفسها. أن الدراسة الجيومورفولوجية تعد مصدراً هاماً للتعرف على طبيعة ومميزات وخصائص حوض المطر التي تحمل دلالات هامة لحركة المياه وكميتها وسرعتها والذي يمثل العنصر للهيدرولوجي لوضع معايير تصميم المنظومة الهيدروليكية. يعد وادي قرين الثماد أحد الأودية الجافة في محافظة النجف، ويمثل حوضاً غير متناظر الشكل. 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 المتسربة من المياه السطحية، لذا فإن كميات المياه الجارية في الحوض تتذبذب من سنة لأخرى ومن فصل لأخر، تبعاً لكميات الأمطار الساقطة وموسمها.

أهمية البحث:

إن منطقة الدراسة تقع مناخياً ضمن المنطقة الجافة من العراق، الأمر الذي يدل على الحوض نشأ في ظل أحوال مناخية مطيرة تعود إلى بداية الزمن الرباعي، ورسمت ملامحه الشبكة النهرية، لذلك فإن أهمية الدراسة تكمن في البحث في الجانب الجيومورفولوجي والهيدرولوجي.

مشكلة البحث:

ما تأثير الخصائص الطبيعية في تشكيل حوض وادي قرين الثماد، وهل لذلك علاقة بتفاوت كميات المياه وتوزيعها، وهل المياه الواردة إلى حوض الوادي هي نتيجة نتاج تأثير عوامل طبيعية تتحكم في مقدار الضائعات المائية التي تتمثل بعملية التسرب أو التصريف.

فرضية البحث:

أن حوض وادي قرين الثماد من الأحواض المائية المهمة في البادية الجنوبية من العراق، لما له من دلالات هيدرولوجية معينة من حيث خصائص الصرف المائي وتكوين الرسوبيات. وهو مؤثر على نوعية الصخور والتربة وحالة تصريف المياه في الترب.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى تحقيق ما يأتي:

- 1 - تحليل خصائص الحوض الطبيعية كونها تُعدُّ الأسس الأولية للدراسات الهيدرولوجية.
- 2 - إجراء التحليل الكمي لخصائص شبكة الصرف المائي لحوض قرين الثماد ومعرفة أهميتها الهيدرولوجية.
- 3- تحديد دور الخصائص المناخية على مدة ومدى إسهامها في تباين كمية الوارد المائي في الحوض.

منهجية البحث:

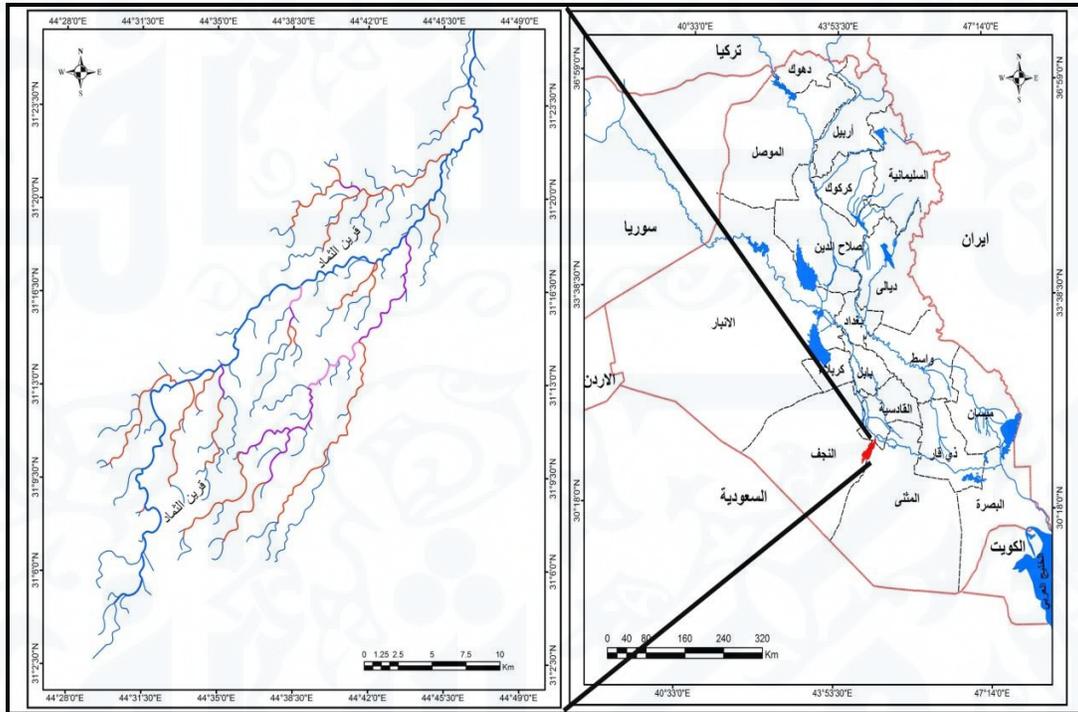
أعتمد البحث على المنهج التحليلي في دراسة الخصائص المورفومترية للحوض، وأجراء القياسات وتطبيق المعادلات للمتغيرات المورفومترية والاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) لا إجراء التحليلات المورفومترية بصورة آلية وتلقائية، إضافة إلى تحليل البيانات الفضائية الخاصة بمنطقة الدراسة من أجل دراسة الحوض ورسم مجراه الرئيس وشبكة التصريف المائية. ويستعمل تعبير التحليل المورفومتري للدلالة على القياسات والخواص الجيومورفية لسطح الأرض التي تتحرك عليه الأنهار ونظمها المختلفة ودورها في تشكيله.

هيكلة البحث:

اعتمدت الدراسة على التحليل الإحصائي أي (الإحصاء الوصفي Descriptive Statistics)، من خلال وصف المتغيرات المختلفة وصفاً رياضياً تحليلياً ودراسة العلاقات بين هذه المتغيرات. ويعتبر التحليل الإحصائي من الوسائل التي لها أهميتها وفائدتها في هذا المجال، إذ تضمن الدراسة الخصائص الطبيعية للمنطقة، والخصائص المورفومترية للحوض (المساحية، والتضاريسية، الشكلية وخصائص شبكة التصريف)، إضافة إلى معامل الفيضان وسرعة الاستجابة للحوض.

حدود منطقة البحث:

جغرافياً يقع حوض وادي قرين الثماد ضمن الحدود الطبيعية للهضبة الغربية من العراق وتحديداً في بادية العراق الجنوبية (بادية النجف)، في أقصى الجهة الجنوبية الشرقية من محافظة النجف، وجزء محدود جداً من مصبه يقع ضمن الحدود الإدارية لمحافظة القادسية المحاذية لمحافظة النجف، فلكياً يقع حوض وادي قرين الثماد بين دائرتي عرض 31.23,30-31.23,30 شمالاً. وخطي طول 44.28,0-44.49,0 شرقاً، يلاحظ خريطة رقم (1).

خريطة رقم (1) توضح موقع وحدود حوض وادي قرين الثماد.

المصدر: الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة لاندسات 2013، وبرنامج نظم

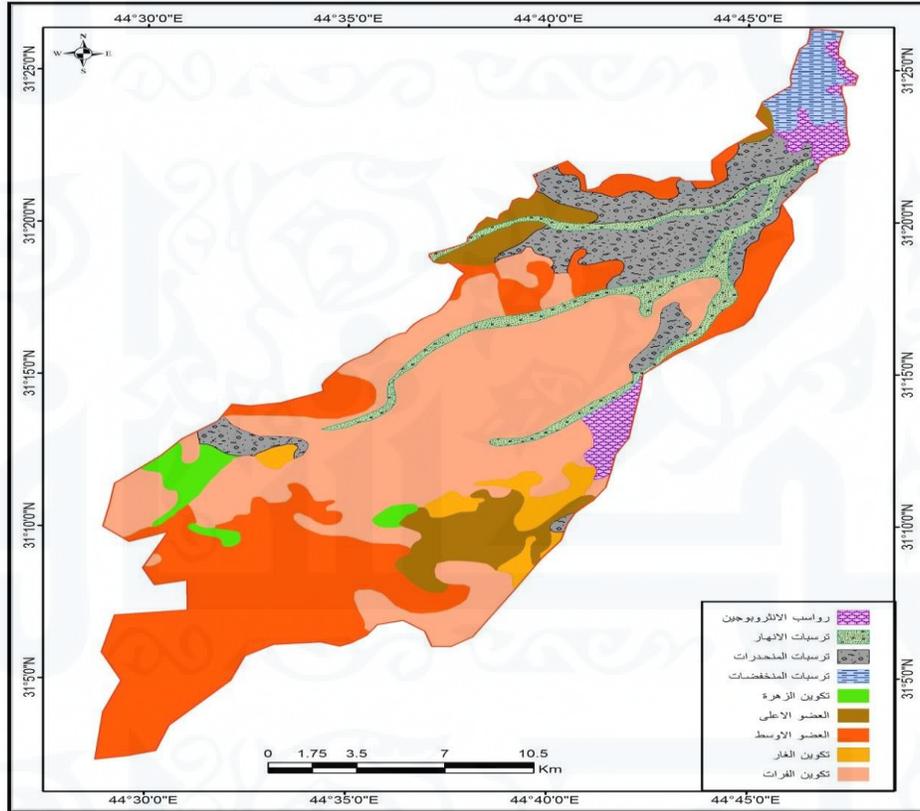
المعلومات الجغرافية Arc Map10.3.

جيولوجية منطقة الدراسة:

تتميز منطقة حوض وادي قرين الثماد بتعاقب التكوينات الجيولوجية السمكية والمتفاوتة في مقاومتها لعوامل الحت والتعرية، وتنتمي جميع هذه التشكلات إلى الزمن الجيولوجي الأول، وتتألف جميعها من صخور الحجر الرملي Cres المتفاوت الصلابة وصخور الشيست والصخور الصلصالية، بالإضافة إلى صخور المتبخرات Evaporites. وتتحد الطبقات الصخرية الرسوبية المكونة لتلك التكوينات الجيولوجية أهداراً خفيفاً يتراوح ما بين 3 درجة باتجاه من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي، أي باتجاه نهر الفرات. ومن أهم التكوينات الجيولوجية السائدة في ضمن حدود خط تقسيم المياه لحوض وادي قرين الثماد هي تكوين (الدمام) وتكوين (الفرات) وتكوين (الزهرة). خريطة رقم (2).

ينكشف تكوين الدمام Damam Formation في الجهة الشمالية الغربية من الحوض، ويعد من أقدم الترسبات المنكشفة على السطح، ويتألف هذا التكوين من صخور جيرية، (طباشيرية، فتاتية عضوية، دولومايت، وصلصال وسجيل)، ويقدر سمكة ما بين (250-290) متر (السياب، 1982، ص121).

خريطة رقم (2) جيولوجية حوض وادي قرين الثماد.



المصدر: وزارة الصناعة، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، التقرير الجيولوجي لمحافظة النجف، 1992. أما تكوين الفرات Euphrates Formation، فيسود في أغلب جهات الحوض، يتراوح متوسط سمك هذا التكوين ما بين (60-70) متر، ومكوناته تدل على ان هذا التكوين ترسب في بيئة بحرية ضحلة (السياب، ص131). أما تكوين الزهرة AL-Zahra Formation فيوجد في الجهة الجنوبية الغربية من الحوض وبمساحة صغيرة، تكون هذا التكوين من ثلاث دورات أرسابية كل دورة تحوي تعاقب من الحجر الطيني والحجر الكلسي ثم الحجر الرملي والكلسي، وهو يقع بشكل غير توافقي فوق التكوينات الاقدم عمراً ومغطى بترسبات العصر الرباعي مع تكوين الغار، التي تعرف بترسبات ملء الوادي Valley Fill Deposits، وهذه الترسبات تشابه التكوينات التي اشتقت منها سواء كانت منقولة او غير منقولة، وهذه الترسبات توجد في الحوض على نوعين هما ترسبات ناعمة وترسبات خشنة، وتتميز هذه الترسبات في بعض اجزاء الوادي المنبسطة بمكوناتها من المواد الطينية والغرينية مع بعض الحصى وحببيبات الرمال، ويقدر سمك هذه الترسبات ما بين (1-3) متر.

العوامل المناخية:

من خلال المعطيات المناخية المتوفرة لمحطة النجف في الجدول (1)، يمكن القول بأن المناخ السائد هنا يتصف بالجفاف، فهو مناخ صحراوي يكاد يكون نموذجياً، فالنظام الحراري يمتاز بشكل خاص بدرجات حرارة قصوى تزيد دائماً عن 30م° وذلك طوال أربعة أشهر من السنة هي (حزيران، تموز، آب، وأيلول)، أما الفروق الحرارية اليومية فتزيد بشكل عام، وخلال كل فصول السنة، عن 15 م°. وقد أدى هذا الارتفاع في درجات الحرارة الى ارتفاع معدلات التبخر، أذ تصل الى أعلى

مستوياتها خلال أشهر الصيف (مايس، حزيران، تموز، اب) حيث بلغت معدلات التبخر خلال هذه الاشهر (413,4، 528,572,6,545,8) ملم على التوالي. في حين ارتفعت معدلات الرطوبة النسبية خلال أشهر الشتاء، (تشرين الثاني، كانون الاول، كانون الثاني، شباط، آذار) أذ وصلت معدلاتها في هذه الاشهر الى (56، 66، 68، 58، 49)% على التوالي. يمتاز مناخ المنطقة بمعدلات تساقط سنوية متذبذبة تتراوح من 12 - 15ملم، وتمتاز هذه المعدلات أيضاً بالتفاوت الشديد في توزيعها على أشهر السنة فهي تتركز بشكل عام في فصلي الخريف والشتاء، وهذا النظام للأمطار السائدة في المنطقة يؤكد تأثرها الواضح بحركة المنخفضات الجوية المتوسطة، وهي تتركز تركيزاً شديداً في فترات قصيرة جداً من موسم الامطار. ويمتاز نظام هبوب الرياح في هذه المنطقة بصفتين، الاولى صفة الانتظام والثانية صفة الشدة والعنف في بعض المواسم، أذ تتراوح سرعة الرياح هنا سيما في أشهر الصيف الجاف الطويل ما بين 2,2 - 2,9 م/ثا، والرياح السائدة في المنطقة هي الرياح الشمالية الغربية التي تسود صيفاً والتي تتصف بالجفاف الشديد. كما تكثر العواصف الرملية والغبارية في المنطقة وخاصة في فصلي الربيع والصيف، وقد أثرت عناصر المناخ هذه سيما الأمطار على النظام المائي في الحوض وعلى عمليات الحت والترسيب وبالتالي كثافة وأبعاد الشبكة النهرية للحوض.

جدول (1) يوضح بيانات الخصائص المناخية لمحطة النجف للمدة (1982-2014).

الشهر	معدل درجات الحرارة /م	سرعة الرياح م/ثا	الامطار / ملم	التبخر / ملم	الرطوبة النسبية %
كانون الثاني	10,6	1,2	15,5	88,9	68
شباط	13,2	1,7	12,4	126,9	58
آذار	17,8	2,1	11,6	210,9	49
نيسان	24,4	2,2	13,8	291,3	43
أيار	30,6	2,2	4,4	413,4	32
حزيران	34,8	2,9	0	528	25
تموز	37,1	2,8	0	572,6	23
أب	36,4	2,3	0	545,8	24
أيلول	32,1	1,7	0	395,3	29
تشرين الاول	26,4	1,4	4,5	276,5	40
تشرين الثاني	17,7	1,2	13,8	144,1	56
كانون الاول	12,3	1,1	15,7	94,1	66
المجموع السنوي	24,5	1,9	91,6	3687,8	49

المصدر: وزارة النقل، الهيئة العامة للأحوال الجوية والرصد الزلزالي في العراق، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، 2015.

الموازنة المائية لحوض وادي قرين الثماد:

تم حساب الموازنة المائية المناخية من خلال استخدام البيانات المناخية الخاصة بمحطة النجف المناخية للسنوات (1982-2014)، ومن خلال الجدول (2) ظهر أن هناك فائضاً مائياً (831,9 ملم) في ستة أشهر فقط وهي (تشرين 1، وتشرين 2، كانون الأول، كانون الثاني، شباط، آذار)، في حين سجلت سائر أشهر السنة عجزاً مائياً في الحوض بلغ (6285,9 ملم) بسبب ارتفاع معدلات درجات الحرارة وانعدام التساقط وبالتالي ارتفاع معدلات التبخر.

الجدول رقم (2) الموازنة المائية المناخية الشهرية والسنوية لمحطة النجف للمدة (1982-2012) حسب معادلة خروفة

المحطة	الخصائص	ك2	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت1	ت2	ك1	المجموع السنوي
النجف	التبخير / ملم	88,9	126,9	210,9	291,3	413,4	528	572,6	545,8	395,3	276,5	144,1	94,1	3687,8
	الامطار	15,5	12,4	11,6	13,8	4,4	0	0	0	0	4,5	13,8	15,7	91,6
	الفائض المائي/ملم	37,4	114,5	199,3	-	-	0	0	0	0	272	130,3	78,4	831,9
	العجز المائي/ملم	-	-	-	277,5	409	528	572,6	545,8	395,3	-	-	-	6285,9
المصدر: اعتمادا على الهيئة العامة لأنواع الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات (غير منشورة)، 2015														

بلغ مجموع الفائض المائي في محطة النجف المناخية (831,9) ملم، وتشكل هذه الزيادة المائية ما نسبته (22,55%) من مجموع الأمطار الساقطة في محطة النجف. ويمثل ذلك حجم التغذية للمياه الجوفية مضافاً إليه حجم الجريان السطحي (Surface runoff) جدول (3) إن الجزء الأكبر من المياه السطحية يتسرب الى باطن الارض بينما يتبخر الجزء الآخر خلال أشهر العجز المائي التي تعقب فترة الفائض المائي. فالمناخ السائد في المنطقة يؤثر بصورة مباشرة على كل من الصيب المائي والغطاء النباتي الذين يعملان على زيادة عمق القناة وضيقها، ففي المناطق الجافة وهذا ينطبق على منطقة الدراسة يبقى العمق محدوداً في الوقت الذي يزداد فيه عرض الاقنية بصورة ملحوظة، ويعود ذلك الى تصاعد نشاط الحت الرأسي بالنسبة للحت الجانبي في حالة استمرار تزايد الصيب وهذا ما نلاحظه في العديد من المراتب النهرية، وعكس ذلك في حالة تناقصه يلاحظ صورة (1).

الجدول رقم (3) يبين نتائج الموازنة المائية التي تم الحصول عليها.

المحطة	الامطار p(mm)	التبخير النتج ETP(mm)	الامطار الفعالة Peff(mm)	الجريان السطحي Es(mm)	الضائعات العميقة Dr(mm)
النجف	91,6	3687,8	90,2	3686,4	3597,6

المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول رقم(3).



صورة رقم (1) نشاط عملية النحت الرأسي في وادي قرين الثماد

علاقة الجريان بالحوض:

إن انعدام وجود محطة هيدرولوجية لقياس الأمطار، وحجم الجريان في الحوض، دفع الباحث إلى الاعتماد على المعادلات التجريبية لقياس حجم الجريان السطحي، Es وكمية الضائعات العميقة Dr التي تذهب كتغذية للمياه الجوفية وهذه المعادلات هي كما يأتي (Smith,1998,56):

$$BH=P-ETP-Es-Dr$$

$$Dr=Peff-ETP$$

$$Es=P-Peff-ETP$$

حيث:

$$BH = \text{الموازنة المائية}$$

$$P = \text{أجمالي كمية الإمطار الهاطلة خلال مدة زمنية ما (ملم).}$$

$$ETP = \text{أجمالي كمية الإمطار المفقودة بـ(التبخر - نتح) خلال المدة الزمنية نفسها (ملم).}$$

$$Es = \text{كمية الجريان السطحي لمساحة محددة من الأرض للمدة الزمنية نفسها (ملم).}$$

$$Dr = \text{كمية الضائعات العميقة المدة الفترة الزمنية نفسها (ملم).}$$

$$Peff = \text{الإمطار الفعالة خلال مدة زمنية ما (ملم).}$$

$$PE = \text{التساقط الفعال}^{(1)} \text{ حسب معادلة ثورنثويت ويمكن أستخراجة من المعادلة التالية:}$$

$$PE = 115(P/T-10)9/10$$

حيث أن:

$$P: \text{معدل التساقط السنوي (أنج).}$$

$$T: \text{المعدل السنوي للحرارة.}$$

أن حجم التغذية للمياه الجوفية يساوي الفرق بين حجم الأمطار الفائضة (831,9 ملم) وحجم الجريان السطحي المحتسب (3686,4 ملم) وبذلك بلغ معدل حجم المياه المتسربة عبر التربة والطبقات الصخرية النفاذة (2854,5 ملم) ونسبة (29,14%) من حجم الأمطار فضلاً عن تبخر بعضه في فترات الجفاف. وتشكل هذه الكمية من المياه ما يعرف بالخرزين المتجدد للمياه الجوفية، وقد قدرت بعض الدراسات حجم الخزين المتجدد للمياه الجوفية للصحراء الجنوبية بشكل عام التي تشكل منطقة الدراسة جزءاً منها (475 مليون/م³).

وقد استخدمت المعادلة أو الطريقة النسبية (Rational Method) وهي أكثر الطرق استخداماً لتحديد أقصى جريان للحوض (بوبيطينة والجروشي، 2004)، وهي:

$$Q=0.278CAI$$

$$Q = \text{كمية الجريان الأقصى (م}^3/\text{ث)}$$

$$C = \text{معامل الجريان} = (\text{كمية الجريان/كمية الهطول})$$

$$I = \text{شدة الهطول (ملم / ساعة)}$$

$$A = \text{مساحة حوض المطر (كم}^2\text{).}$$

ومن خلال تطبيق هذه المعادلة بلغت كمية الجريان الأقصى في الحوض بحدود (0,027200م³/ث). أن حدود هذه المعادلة يتم من خلال دراسة طبيعية الحوض، إذ يتم تحديد مساحة الحوض من خلال الخرائط الطبوغرافية، ويتم قياس معامل

الجريان من خلال معرفة ودراسة تأثير ميول الحوض، كما أن شدة الهطول وهي الكمية المناظرة لزمن التركيز الذي يعرف بأنه الفترة التي تشارك فيها جميع نقاط حوض المطر بالجريان السطحي وانتقال هذا الجريان من ابعده نقطة في الحوض وحتى المصب، ونجد من الضروري معرفة هذا الزمن أولاً الذي يتضح في عدد من المعالم المورفومترية للحوض منها طول الحوض ومساحته ودرجة انحداره وعدد روافده.

التحليل المورفومتري لأنظمة التصريف:

تساعد دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض في ألقاء الضوء على هيدرولوجية الأحواض من حيث معرفة الموارد المائية، وذلك لما لتلك الأحواض من أهمية ترتبط بالأنشطة البشرية ومن ثم تحديد الإضرار البيئية الناتجة في تغير شكل المنطقة. إن الطريقة المتبعة في التحليل الكمي لدراسة خصائص أحواض التصريف في منطقة الدراسة هي طريقة سترالير (Strahler , 1964) وبعض الطرائق الأخرى، حيث يشير التحليل المورفومتري إلى جميع الخصائص الحوضية القياسية التي تنتج عن اخذ قياسات معينة للأحواض المائية، وترتبط الخصائص المورفومترية للأحواض ارتباطاً مباشراً بالعوامل الطبيعية مثل البنية الجيولوجية والمناخ والغطاء النباتي وأية تغييرات تطرأ عليها (سلامة، 1980) وتم الاعتماد على المرئية الفضائية للقمم الصناعي الأمريكي لاندسات لسنة (2012) والخرائط الطبوغرافية بمقياس (1: 100000) لسنة (1993) في دراسة التحليل المورفومتري لحوض وادي قرين الثماد.

أولاً: الخصائص المساحية:

هناك عدة عوامل تسهم بمجملها في تحديد المساحة الحوضية ومن أهمها الحركات التكتونية ونوع الصخور والظروف المناخية (باترك مكو، 1986، ص27) حيث تزداد مساحة الحوض إذا نشط عامل التعرية المائية ويصاحبها ضعف في مقاومة الصخور، ومن المعروف انه كلما زادت مساحة الحوض زادت كمية ما يستقبله من أمطار أو أي شكل آخر من أشكال التساقط مما يترتب عليه زيادة احتمال ارتفاع الفيضانات وذلك في حالة تساوي المتغيرات المختلفة مثل نوع الصخر ونظامه والتضرس وشكل شبكة التصريف. وهناك متغيرات مورفولوجية ترتبط بمساحة الحوض، فمثلاً نجد إن الأحواض الكبيرة أقل انحداراً من الأحواض الأصغر وقد يرجح هذا إلى ان الأحواض الكبيرة أو أجزاء منها تمر في مرحلة متقدمة من الدورة التحتانية على عكس الأحواض الصغيرة التي قد لا تزال في بداية المرحلة وهذا ينطبق على انحدار المجاري المائية. وتقاس الخصائص المورفومترية من إمكانية البرنامج المستخدم.

1- تم قياس مساحة حوض وادي قرين الثماد من الخارطة المأخوذة من البيانات الفضائية باستخدام برنامج (Arc GIS) وقد بلغت المساحة الكلية للحوض (2كم460).

2- طول محيط الحوض والذي تم الحصول عليه من خلال البرنامج المذكور، أذ بلغ طوله (460,506 كم).

3- طول الحوض: هناك نوعان لطول الحوض هما:

أ- طول الحوض الحقيقي⁽²⁾: وجد أن طول الحوض الحقيقي المقاس من شبكة صرف البيانات الفضائية بلغ (65,006 كم).

ب- طول الحوض المثالي⁽³⁾: تبين من خلال البرنامج أن الطول المثالي للحوض بلغ (53 كم).

4- عرض الحوض: من خلال قياس عرض الحوض من مواقع مختلفة وجد ان معدل عرض حوض وادي قرين الثماد بلغ (16 كم). أنظر جدول (4).

جدول رقم (4) الخصائص المساحية لحوض وادي قرين الثماد.

وادي قرين الثماد	مساحة الحوض/ كم2	عرض الحوض/ كم	محيط الحوض/ كم	طول الحوض المثالي/ كم	طول الحوض الحقيقي/ كم	أعلى نقطة/ م	أدنى نقطة/ م
	460	16	460,506	53	65,006	172	12

المصدر: 1- الهيئة العامة للمساحة، الخرائط الطبوغرافية للمنطقة، مقياس 1: 100000، لسنة 1992. 2- المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة، للقمر الأمريكي (لاند سات)، 2012، والاعتماد على برنامج 9.3 arc map.

ثانياً: الخصائص الشكلية (Form Characteristics)

تم تحديد شكل حوض التصريف النهري من حوض وادي قرين الثماد بناء على القرائن التالية:

1- نسبة تماسك المساحة (الاستدارة):

توضح مدى اقتراب الحوض من الشكل الدائري أو ابتعاده عنه، وتحسب من خلال نسبة مساحة الحوض إلى مساحة دائرة لها نفس محيط الحوض (Cooke Doomkamp, 1974, p11)، وتتراوح قيم هذا المعامل بين (صفر-1). وكلما ارتفعت القيمة دلت على اقتراب الحوض من الشكل الدائري، وكلما ابتعدت القيم عن واحد صحيح ابتعد الحوض عن الشكل الدائري، ويعبر عنها رياضياً:

مساحة الحوض / كم²

نسبة تماسك المساحة (الاستدارة) =

مساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض

وقد بلغت نسبة الاستدارة في حوض وادي قرين الثماد (0,03)، مما يدل على ان شكل الحوض بعيد عن الشكل الدائري ويميل إلى الاستطالة، وتشير هذه النسبة المنخفضة إلى عدم انتظام محيط الحوض أو خط تقسيم المياه، بل إن محيط الحوض يمر بتعرجات ملحوظة تؤثر على أطوال المجاري المائية من المرتبة الأولى التي تقع بالقرب من خط تقسيم المياه. وتتغير استدارة الحوض مع مرور الزمن واستمرار عمليات الحت المائي، حيث ان القيم المرتفعة لنسبة الاستدارة تشير إلى مرور الحوض بفترات طويلة من الحت المائي (العدوة، 2007، ص121). وبناء على ذلك يمكن القول ان حوض وادي قرين الثماد يمر في مرحلة إعادة الشباب، ومما يدل على ذلك كثرة الخنادق في الحوض وتعرج خط تقسيم المياه والمدرجات الصخرية المنتشرة في الحوض.

2- نسبة الاستطالة: Elongation Ratio

تصف نسبة الاستطالة امتداد مساحة الحوض بشكل مستطيل أو قريب منه، وتحسب من خلال نسبة طول قطر دائرة بنفس مساحة الحوض إلى أقصى طول للحوض (سلامة، 1980، ص100)، وكلما اقتربت هذه النسبة من واحد صحيح فإن هذا يشير إلى ان شكل الحوض قريب من الشكل الدائري، أما إذا ابتعدت هذه النسبة عن واحد صحيح فإن الحوض يكون قريباً من الشكل المستطيل. وتستخرج وفق المعادلة التالية (الصحاف، موسى، 1990، ص39):

طول قطر دائرة بنفس مساحة الحوض / كم

نسبة الاستطالة =

أقصى طول للحوض / كم

وبلغت نسبة الاستطالة لحوض قرين الثماد (2,25) مما يدل على ان شكل الحوض اقرب إلى المستطيل. وهذا الشكل لا شك يؤثر على طول المجاري المائية وعددها خاصة التي تنتمي إلى الرتب الدنيا منها، وكذلك المجاري الرئيسية فيها. إذ تميل الرتب الدنيا إلى زيادة أطوالها وتقليل عددها في حالة انخفاض نسبة الاستطالة، في حين تقلل من أطوال الرتب الدنيا وتزيد من أعدادها ومن طول المجرى الرئيسي مع ارتفاع نسبة الاستطالة، مما يعمل على تناقص صبيب المائي بسبب طول المسافة التي يقطعها هذا المجرى، ومما ينتج عن ذلك من تسرب وتبخر في مياهه.

3- نسبة تماسك المحيط:

تستخرج هذه النسبة من خلال مقارنة محيط الحوض بمحيط دائرة لها نفس مساحة الحوض النهري وتستخرج وفق العلاقة الرياضية التالية(الصحاف، موسى، 1990، ص39):

1

نسبة تماسك المحيط =

نسبة تماسك المساحة

وقد بلغت هذه النسبة في حوض وادي قرين الثماد(5,88)، وهذا يدل على ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري، إذ إن نتيجة هذه المعادلة دائماً أعلى من الواحد الصحيح، فكلما ارتفعت هذه النسبة عن الواحد دل ذلك على ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري، واقتربه عن الشكل المستطيل، يلاحظ جدول رقم (5).

جدول رقم (5) يوضح الخصائص الشكلية لحوض وادي قرين الثماد.

معامل شكل الحوض	نسبة تماسك المحيط	نسبة الاستدارة	نسبة الاستطالة	محيط الحوض/ كم	مساحة الحوض/ كم ²	وادي قرين الثماد
0,108	5,88	0,03	2,25	460,506	460	

المصدر: 1- الهيئة العامة للمساحة، الخرائط الطبوغرافية للمنطقة، مقياس 1: 100000، لسنة 1992.

2- المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة، للقمر الأمريكي (لاند سات)، 2012، والاعتماد على برنامج 9.3 arc map.

4-معامل شكل الحوض:

يمثل هذا المعامل مقياساً للعلاقة بين عرض الحوض وطوله، ويحسب من خلال نسبة مساحة الحوض الى مربع طولة(العدرة، 2007، ص121)، ويستخرج وفق المعادلة الرياضية التالية:

مساحة الحوض/كم²

معامل شكل الحوض=

مربع طول الحوض/ كم

بلغت قيمة معامل شكل حوض وادي قرين الثماد (0,10)، وتشير هذه القيمة الى اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث. وان اقترابه من الشكل المثلث يؤثر على نظام الصرف، فعندما تشكل منطقة المنابع رأس المثلث ومنطقة المصب قاعدته، فإن التصريف المائي يزيد بعد سقوط الأمطار مباشرة، مؤدياً إلى ارتفاع منسوب الماء بشكل سريع وذلك لقرب الجداول والمسيلات من المصب الرئيسي.(K.J., Gregory, 1973 , P. 269). وتشير هذه النسبة المتدنية أيضاً إلى تغير عرض الحوض من منطقة لأخرى نظراً لاختلاف الظروف البنوية والليثولوجية على طول امتداد الحوض، واختلاف فاعلية عمليات التعرية والتجوية. ويلاحظ إن أحواض الوديان في البادية الجنوبية من العراق تميل إلى تبني الشكل المستطيل أكثر من الشكل الدائري، مع تباين نسب استطالتها حسب أنواع الصخور التي تطورت فوقها. ويمكن إرجاع ذلك إلى تفاوت مقاومة الصخور لعمليات التجوية والحت المائي التي يمكن إن يطغى تأثيرها على عامل الزمن.

5-معامل التقطح Lemniscate Factor

أكتسب هذا المعامل شهرته بسبب مقارنته بين شكل الحوض المائي، والشكل الكمثري Pear-shape، في حين قارنت معظم المعاملات الأخرى بين شكل الحوض الطبيعي، والإشكال الهندسية المجردة كالدائرة والمستطيل...، ويستخرج وفق المعادلة التالية (أمين سلوم، 2012، ص551):

طول الحوض/ كم

معامل التفلطح (الانبعاج) =

مساحة الحوض/ كم²

تدل القيم المنخفضة على تفلطح الحوض وزيادة إعداده مجاريه الأولية وأطوالها في مكان ما منه دون سواه، على أحد جانبيه أو كليهما، ومن ثم نشاط عمليات الحت التراجعي أو حدوث حالة الأسر النهري، وللصدوع في المنطقة الأثر الواسع في تطور الشبكة المائية، ومن ثم تغير حدود الحوض، والذي يستدل عليه من خلال تراكب المجاري المائية مع هذه الصدوع، مما يدل على إن الحوض قد قطع شوطاً متقدماً من دورته الحتية، في حين تشير القيم المرتفعة إلى عكس ذلك. ويلاحظ إن المناطق المفلطحة من الحوض تعطي كميات كبيرة من المياه الجارية مقارنة بغيرها من أجزائه، فإنه من الطبيعي أن تتوافق قمة الفيضان أو التصريف المائي معها كمياً وزمانياً، فتكون القمة واضحة ومبكرة، إذا اقترب الجزء المفلطح في القطاع الأعلى من الحوض.

بلغت قيمة معامل التفلطح في حوض وادي قرين الثماد (0,11)، وهي قيمة مرتفعة نسبياً، إذ تعد القيم الواقعة دون الواحد، ذات دلالة مؤكدة على تفلطح الحوض، ويفسر ذلك أن الحوض يتسع تدريجياً نحو الشمال الشرقي، ويتميز بقمة فيضان متأخرة نسبياً، وبتصريف كميات مياه تتعاظم تدريجياً مع مرور الزمن.

ثالثاً: الخصائص التضاريسية (Topological Characteristics)

تعتبر دراسة الخصائص التضاريسية ذات أهمية كبيرة في دراسة الأحواض المائية وخصائصها المورفومترية كونها تؤثر العديد من العمليات الجيومورفولوجية كالحث والترسيب، كما تساهم في فهم الدورة الحتية للأحواض المائية وتطور الشبكة الهيدرولوجية، وتتمثل الخصائص التضاريسية التي تمت دراستها لحوض وادي قرين الثماد بما يأتي:

1-نسبة التضرس Relief Ratio:

ويتم حسابها من خلال نسبة الفارق بين أعلى وأخفض نقطة في الحوض الى الطول الحقيقي للحوض (Cooke, Doornkamp. 1974.p11)، ويعبر عن نسبة التضرس رياضياً بالعلاقة الرياضية التالية:

الفرق بين أعلى وأخفض نقطة في الحوض/ م

نسبة التضرس =

الطول الحقيقي للحوض / كم

وقد بلغت نسبة التضرس في حوض وادي قرين الثماد (2,46م/كم)، إذ إن أعلى نقطة في الحوض بلغت (172م)، وأخفض نقطة في الحوض بلغت (12م) عن مستوى سطح البحر، أما طول الحوض الحقيقي فقد بلغ (65,006/كم)، يلاحظ جدول رقم (6). أن انخفاض نسبة التضرس هذه تؤدي إلى زيادة مساحة الحوض، مما يدل على نشاط عمليات الحث والتراجع نحو المنابع.

جدول رقم (6) يوضح الخصائص التضاريسية لحوض وادي قرين الثماد.

وادي قرين الثماد	مساحة الحوض/ كم ²	نسبة التضرس م/ كم	محيط الحوض/ كم	النسيج الطبوغرافي	قيمة الوعورة	أعلى نقطة/ م	أدنى نقطة/ م
	460	2,46	460,506	0,50	0,004	172	12

المصدر: 1- الهيئة العامة للمساحة، الخرائط الطبوغرافية للمنطقة، مقياس 1: 100000، لسنة 1992. 2- المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة، للقمر الأمريكي (لاند سات)، 2012، والاعتماد على برنامج 9.3 arc map.

2-النسيج الطبوغرافي:

يتحدد النسيج الطبوغرافي بمجموعة من العوامل المؤثرة في الجريان السطحي مثل: المناخ والغطاء النباتي، والتكوين الصخري (التوم، 1990، ص73)، ويمكن قياس النسيج الطبوغرافي للحوض من خلال نسبة التقطع، ويمكن الحصول عليها من خلال نسبة العدد الكلي للمجاري المائية بالحوض إلى طول محيط الحوض. ويعبر عنها رياضياً بالعلاقة الرياضية التالية (محسوب، 2001، ص212):

مجموع أعداد أودية الحوض من الرتب المختلفة

نسبة التقطع (النسيج الطبوغرافي) =

محيط الحوض / كم

بلغت نسبة النسيج الطبوغرافي في حوض وادي قرين الثماد (0,50) وهذا يدل على إن المنطقة ذات نسيج طبوغرافي خشن⁽⁴⁾. إن انخفاض هذه النسبة في وادي قرين الثماد هو نتيجة لسيادة البنية الصدية وكثرة الشقوق والمفاصل التي ساهمت في زيادة التسرب وتقليل الجريان السطحي. إضافة إلى سيادة الصخور الدولوميتية كثيرة التشقق الأمر الذي يؤدي إلى نفاذ نسبة كبيرة من المياه الجارية في الحوض فترة الجريان إلى التسرب الباطني وتقليل معدلات الجريان.

3-قيمة الوعورة (Ruggedness Value)

تشير قيمة الوعورة إلى مدى تضرس الحوض، ثم مدى انحدار المجرى المائي فيه، بالاعتماد على كثافة الصرف الطولية للحوض، وارتفاع هذه القيمة يعني شدة التضرس وسيادة التعرية المائية ونقل الرواسب في المنابع العليا للأحواض إلى أسفل المنحدرات (تراب، 1997، ص272)، وتستخرج قيمة الوعورة على النحو الآتي (تراب، 1997، ص272):

تضاريس الحوض × كثافة الصرف الطولية

قيمة الوعورة =

المساحة الحوضية / كم²

بلغت قيمة الوعورة في حوض وادي قرين الثماد (0,004) إذ يعد في بداية دورته الحثية. تعد هذه القيمة ضعيفة، إذ يعود ذلك إلى طبيعة صخور المنطقة وهي صخور قابلة للتعرية، من أهمها الصخور الكلسية الفتاتية، والطينية والرملية. وهذه الصخور أكثر استجابة لعمليات التعرية المائية من غيرها من الصخور الكلسية الصلبة ذات التطبق الجيد والصخور الدولوميتية.

رابعاً: خصائص شبكة التصريف

1-الرتب النهرية Stream Order:

اعتمدت طريقة ستريبلر في حساب الرتب والتي تنص على أن المسيلات المائية، والجداول الصغيرة التي لا تصب فيها مسيلات، أو وديان أخرى تنتمي إلى المرتبة الأولى. وعند التقاء مجرى مائي من المرتبة الأولى مع مجرى آخر من المرتبة نفسها يشكلان مجرى مائي من المرتبة الثانية. وعند التقاء وديان المرتبة الثانية يشكلان مجرى مائي من المرتبة الثالثة، وهكذا حتى تصل إلى المصب الرئيس للنهر (ستريبلر، 1964، ص203).

إن عملية التعرف على درجة الرتبة النهرية (التي تتكون منها الأحواض) تفيد عند دراسة كمية التصريف المائي الخاصة بكل وادٍ وبالتالي فلها انعكاس على تخمين قدرة تلك الأحواض على الحث والترسيب ومن ثم الحد من تأثيرها على استخدامات الأراضي المختلفة والمجاورة للحوض، (الداغستاني، حمدون، 2000). أن الرتب العالية تدل على أنها تسير في مناطق قليلة الانحدار وذات نفاذية عالية، ذلك إن المياه تسير فيها بشكل بطيء مثل سهول البيدمونت والسهول الفيضية وأما

الرتب المتوسطة فهي تتواجد في المناطق التي يكون انحدار سطحها متوسط إلى عالٍ وكلما زاد عددها فهذا يدل على إن الصخور مكونة من مواد صلبة والرتب الواطئة (الأولى والثانية) فهي تتواجد في المنحدرات الصخرية العالية الانحدار ونلاحظ كثرة عددها وذلك لان المياه تسير بسرعة في هذه الجداول (الداغستاني، حمدون، 2000)، وتمتاز الرتب الأولى بكونها قصيرة نسبة إلى باقي الرتب في منطقة الدراسة. في تصنيف شبكة الصرف لحوض وادي قرين الشمال إلى مراتبها، حيث يتكون من خمسة مراتب نهريّة. يلاحظ خريط (3). أن زيادة أعداد المجاري المائية في أي حوض وكذلك أطوالها، تعني رفع كفاءة الشبكة المائية، وزيادة قدرتها على نقل مياهه وحمولته، ومن ثم تخفيض سطحه والتقليل من الفروقات الرأسية بين أجزائه. ويلاحظ من الجدول رقم (7)، إن المجرى الرئيس لوادي قرين الشمال يحمل الرتبة الخامسة بحسب طريقة (Strahler, 1964)، القائمة على مبدأ: أن اجتماع مجريين من الرتبة ذاتها يعطي رتبة أعلى، في حين اجتماع مجريين من رتبتين مختلفتين يعطي الرتبة العليا، وقد بلغ مجموع أعداد المجاري المائية (232) مجرى، بطول إجمالي قدره (414) كم.

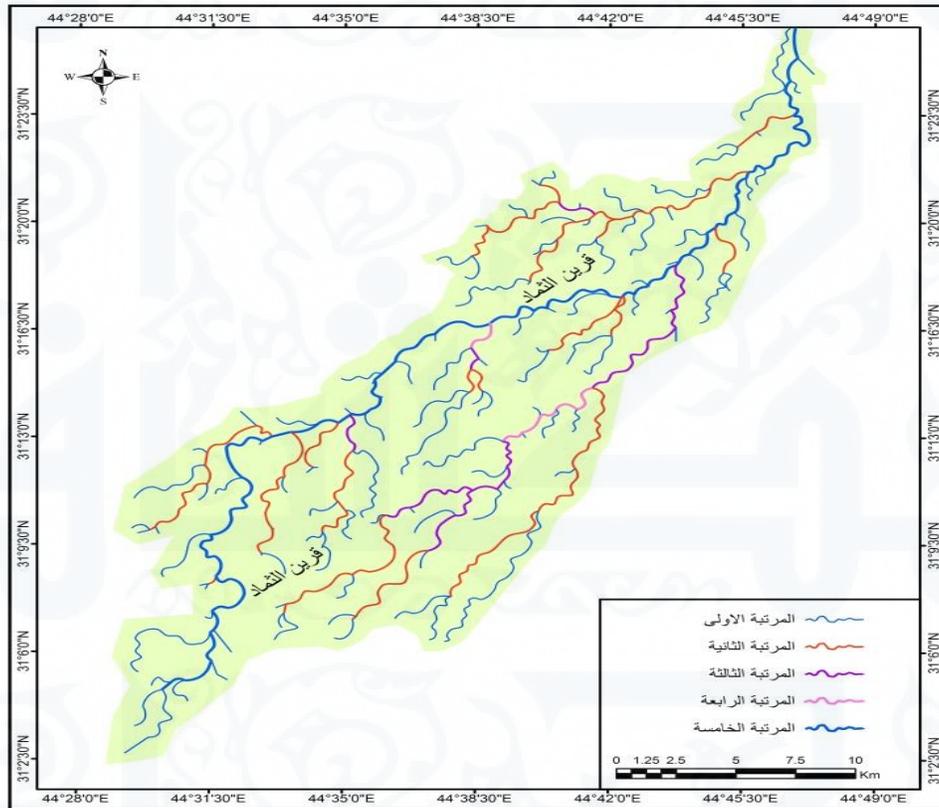
أن ذلك يفسر تناقص زوايا انحدار السفوح بشكل تدريجي نحو المجرى الرئيس، مما أتاح الفرصة أمام المجاري المائية لزيادة أطوالها تدريجياً وينسب متقاربة. وتم بعد ذلك حساب معدل أطوال الجداول لكل رتبه (LS^-) من خلال العلاقة الرياضية التالية (Strahler , 1964):

$$LS^- = \sum Ls / Ns$$

حيث أن: LS^- = معدل طول الجداول (كم). LS = طول الجداول (كم).

Ns = عدد الجداول.

خريطة (3) توضح المراتب النهرية لحوض وادي قرين الشمال



المصدر: الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة لاندسات 2013، وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc

.Map10.3

جدول رقم (7) بعض خصائص الشبكة المائية لحوض قرين الثماد

الرتبة	أعداد المجاري المائية	أطوال المجاري المائية/كم	معدل أطوال الجداول
1	121	206	1,70
2	45	103	2,28
3	17	30	1,76
4	6	8	1,33
5	43	66	1,53
المجموع	232	414	1,78

الجدول من عمل الباحث بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية مقياس 1/100000 لسنة 1992، والمرئية الفضائية لمنطقة الدراسة، 2013.

2-نسبة التشعب (Bifurcation Ratio):

تعد نسبة التشعب من الخصائص المهمة لشبكة الصرف كونها احد العوامل المتحكمة بمعدل التصريف المائي للأنهار، حيث انه كلما قلت نسبة التشعب ارتفعت مؤشرات ودلالات حدوث الفيضان، ويعود سبب ذلك الى زيادة حجم الموجات المائية بعد العاصفة المطرية (بحيري، 1979، ص122)، ويعبر عنها بالمعادلة الآتية (الدليمي، 2012، ص157):

عدد المجاري في مرتبة ما

نسبة التشعب =

عدد المجاري في المرتبة التي تليها

ومن ملاحظة الجدول رقم (8) يتضح أن نسبة التشعب تتباين مابين المراتب النهرية لحوض وادي قرين الثماد، فانعكس ذلك على تباين نسب التشعب العامة للحوض إذ بلغت (0,45)، إن انخفاض هذه النسبة في الحوض دليل على ارتفاع مؤشرات ودلالات حدوث الفيضان فيه، إضافة إلى ذلك أن ارتفاع او انخفاض هذه النسبة دليل على عدم تماثل الحوض جيولوجيا ومناخيا.

جدول رقم (8)

إعداد المجاري المائية للرتب المختلفة في حوض وادي قرين الثماد ونسبة تشعبها ومعدلات التشعب العامة.

الأحواض المائية	الرتب	عدد المجاري	نسبة التشعب	عدد المجاري في رتبتي متتاليتين	نسبة التشعب × عدد مجاري رتبتي متتاليتين	معدل التشعب
حوض وادي قرين الثماد	1	121	2,6	166	431,6	=663,57÷300 0,45
	2	45	2,6	62	161,2	
	3	17	2,8	23	64,4	
	4	6	0,13	49	6,37	
	5	43	-	-	-	
	مجموع	232	2,03	300	663,57	

الجدول من عمل الباحث بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية مقياس 1/100000 لسنة 1992، والمرئية الرادارية Dem لمنطقة الدراسة، 2013.

3- الكثافة التصريفية Drainage Density

تعتبر الكثافة التصريفية أهم مقياس لشبكة التصريف المائي، وتحسب من خلال نسبة مجموع أطوال الروافد من مختلف الارتفاع إلى مساحة الحوض (Strahler, 1975, p.468)، فهي تعبر عن مدى تقطع السطح بالمجري المائية، وتكمن أهميتها في أنها تعكس تأثير العوامل التي تسيطر على الجريان المائي كالعوامل المناخية (التساقط) والغطاء النباتي ونوع الصخور والظروف النباتية وغطاء التربة واستعمالات الأرض الأخرى. فكلما زادت كثافة الصرف ازدادت معها سرعة المياه، وهذا له أثر كبير في نشاط عمليات الحت والتعرية في الأودية النهرية. وتستخرج كثافة الصرف وفق المعادلة الآتية:

الطول الكلي للمجري النهرية (كم)

كثافة الصرف =

مساحة الحوض (كم²)

وقد بلغت كثافة الصرف هذه (0,9) كم/كم²، وتقسّم الكثافة التصريفية إلى قسمين وهي: كثافة الصرف العددية وكثافة الصرف الطولية. وفيما يأتي توضيح لهذين المفهومين (Andres, 1989, p.284):-

أ- الكثافة التصريفية العددية (التكرار النهرية): وهو عدد الأنهار والمجري المائية في الكيلومتر المربع الواحد من الحوض النهرية وتستخرج من المعادلة الآتية (النقاش، الصحاف، ص519):

مجموعة أعداد الأودية في الحوض / وادي

كثافة الصرف العددية =

مساحة الحوض / كم²

بلغت الكثافة العددية في الحوض (0,50) وادي في كل كيلومتر مربع من الحوض، وهي كثافة منخفضة، وهذا يدل على إن نسيج الحوض خشن، إضافة إلى المساحة الكبيرة التي يشغلها هذا الحوض والبالغة (460) كم². وتكمن أهمية معرفة هذه النسبة في التعرف على عدة خصائص هيدرولوجية، إذ تعكس مدى وفرة المجري المائية لكل كيلومتر مربع ودورها في زيادة فعالية التعرية المائية، وزيادة التقطع مع زيادة الكثافة فضلاً عن التصريف.

ب- كثافة الصرف الطولية:

تمثل مجموعة أطوال المجري المائية في حوض التصريف مقسوماً على مساحته. وتستخرج من المعادلة الآتية (عبد العزيز، 200، ص182):-

مجموع أطوال المجري المائية في الحوض / كم

كثافة الصرف النهرية الطولية =

مساحة الحوض / كم²

إذ بلغت الكثافة النهرية الطولية للحوض (0,9) طول وادي في كيلومتر مربع، وهي كثافة منخفضة ويعود سبب انخفاض هذه الكثافة إلى طبيعة مناخ المنطقة الجاف القليل الأمطار وإلى طبيعة الصخور الجيرية ذات النفاذية العالية التي تقلل من الجريان السطحي للمياه، يلاحظ جدول رقم (9).

جدول (9) كثافة الصرف (العددية والطولية) لحوض وادي قرين الثماد

الأحواض	المساحة كم ²	عدد الوديان	مجموع طول الوديان كم	الكثافة الطولية للوديان كم/كم ²	الكثافة العددية للوديان / كم
قرين الثماد	460	232	414	0,9	0,50

الجدول بالاعتماد على المرئية الرادارية Dem لمنطقة الدراسة، 2013.

إن انخفاض كثافة الصرف الطولية والعديدية لحوض وادي قرين الثماد يرجع لعدة عوامل منها طبيعة المناخ الحار الجاف، وقلة معدلات سقوط الأمطار سنوياً وتذبذبها بين سنة وأخرى، إضافة إلى طبيعة التكوينات الصخرية لمنطقة الدراسة وما تحتويه من صخور جيرية ذات نفاذية عالية ومساحة الحوض الكبيرة، إضافة إلى بعض ترب الحوض هي ترب صحراوية رملية تتسرب المياه من خلالها بشدة إلى باطن الأرض وهذا ما يقلل من حجم وكمية المياه الجارية على سطح الأرض وقاع الوادي الرئيسي الأمر الذي جعل النسيج خشناً.

وعلى العموم فإن الحوض يندرج تحت فئة الأحواض القليلة الكثافة أو خشنة السطح بحسب تصنيف (morisawa,1985)، وفئة الخشن - المتوسط، بحسب تصنيف (EL-ashry, 1971) الجدول رقم (10)، ويفسر ذلك سيادة صخور الحجر الكلسي ذات النفاذية المرتفعة في معظم مناطق الحوض. إضافة إلى شدة الانحدار في بعض الأجزاء من جروفه، والمنحدرات المقابلة له، والظروف المناخية الحالية العاجزة عن زيادة إعداد المجاري المائية وأطولها. وقد أكد (Melton.1959)، وجود علاقة طردية بين كل من كثافة أعداد المجاري المائية وكثافة أطولها، من خلال المعادلة التالية:

$$F=0.694D^2$$

أذ:

F: كثافة أعداد المجاري المائية.

D: كثافة أطوال المجاري المائية.

وأعطى تطبيق المعادلة رقماً قريباً جداً من الرقم الفعلي، وهو (0.85 مجرى/كم²).

جدول رقم (10) تصنيف كثافة التصريف وفق (morisawa) و(EL-ashry).

التصنيف	بحسب morisawa	بحسب EL-ashry
خشن	أقل من 8 (صخور منفذة أو كتيمية، مناطق رطبة كثيفة النبات)	أقل من 2
متوسط	من 8-20 (صخور منفذة، أمطار غزيرة ومناطق كثيفة بالنبات)	40-50
ناعم	20-200 (سطح كتيم وأمطار ونباتات قليلة)	أكثر من 80
ناعم جداً	أكثر من 200 (سطح كتيم ودون نبات، وأمطار قليلة وصخور ضعيفة)	أكثر من 200

المصدر: غزوان محمد أمين سلوم، حوض وادي هريرة دراسة جيومورفولوجية، مجلة جامعة دمشق، المجلد 28، العدد

(4+3)، 2012، ص566.

4-معدل بقاء المجرى:

يمثل معدل بقاء المجرى متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية الواحدة (كم) من مجاري شبكة التصريف بالمياه، إذ إن ارتفاعه يدل على اتساع المساحة الحوضية على حساب المجاري المائية المحددة للطول، ويستخرج وفق المعادلة الآتية (Schumm, S.A.1956.p600):

$$\text{المساحة /كم}^2$$

معدل بقاء المجرى =

مجموع أطوال المجاري/كم

بلغ معدل بقاء المجرى في الحوض (1.11) كم²/كم. وهي قيمة منخفضة مما يعني إن كثافة تصريف الحوض واطنة وذلك لقلة الأمطار الساقطة عليه.

5- معامل الانعطاف:

ويقصد به درجة انعطاف النهر عن المجرى المستقيم وشدة انثنائه⁽⁵⁾، وهو مؤشر لمعرفة المرحلة الجيومورفولوجية للحوض، فضلا عن معرفة مدى قدرة النهر على الإزاحة والحت الجانبي ومدى تأثيره في استعمالات الأرض المختلفة ويمكن استخراجه من خلال المعادلة الآتية (ياس، 2009).

طول النهر الحقيقي

معامل الانعطاف=

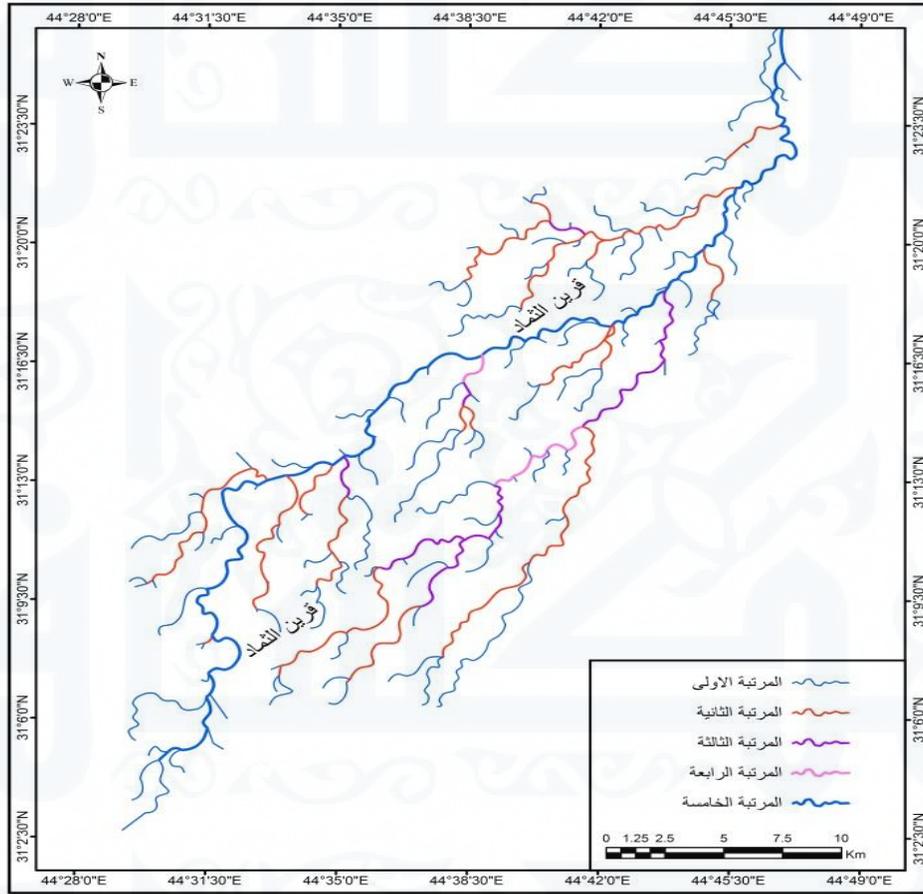
طول النهر المثالي

بلغ معامل الانعطاف في الحوض (1,22) وهو بهذا يكون قليل الالتواء وانه اقرب إلى الاستقامة وهذا يعود الى كون الحوض يمر في بداية دورته الحتية ومرحلة التوسع الجانبي. ويتأثر حوض وادي قرين الثما ببعض التراكيب الخطية (الفوالق) التي تجعله ينعطف بشكل حاد وفجائي في بعض من أجزائه.

خامساً: أنماط شبكة المجاري المائية:

من الدلائل الجيومورفولوجية المهمة التي تعكس طراز البنية الجيولوجية السائد، هو شكل توزيع المجاري المائية، أو ما يعرف بنمط التوزيع، تختلف أنماط الصرف المائي باختلاف الظروف المناخية والبيئية، وما يتواجد في الحوض من مظاهر طوبوغرافية وانكسارات ومفاصل وشقوق ومناطق ضعف في الصخور ودرجة صلابة تلك الصخور، ويلاحظ من الخريطة رقم (4). أن شبكة المجاري المائية للحوض تنتمي إلى نمط رئيس هو السعفي *pinnate* أو الريشي، الذي يدل على سيطرة بنية مقعرة، يعكس خصائصها العامة، إضافة إلى سيادة نمطين هما: النمط المتوازي *parallel*⁽⁶⁾، والنمط الشجري *Dendrite*⁽⁷⁾. ولعامل الانحدار وتغيره أثر في تغير أنماط التصريف، حيث يسود نمط التصريف الشجري في مناطق ذات سطوح تتحدر بمعدل (1%)، في حين يسود النمط المتوازي في الحوض جهات تتحدر سطوحها بمعدلات تزيد على (5%)، وتتوزع فيما بينها المجاري المائية وفق أنماط انتقالية، ولذلك إن النمط المتوازي في الحوض يرتبط عموماً بالمرحلة التي يمر فيها الحوض وهي مرحلة الشباب، أما النمط الشجري فيتضح في الحوض في المناطق التي تكون متقدمة نوعاً ما في دورتها الحتية. وتتصف الصخور بتجانسها من حيث مقاومتها لعملية الحت المائي للسطح وتبدأ الأراضي الواقعة بين الشبكة التصريفية للحوض، في شكل حافات ونتوءات بارزة تمثل قممها مناطق لتقسيم المياه وتلتقي الروافد بعضها ببعض بزوايا حادة.

خريطة رقم (4) توضح أنماط شبكة المجاري المائية في الحوض



المصدر: الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة لاندسات 2013، وبرنامج نظم

المعلومات الجغرافية Arc Map10.3.

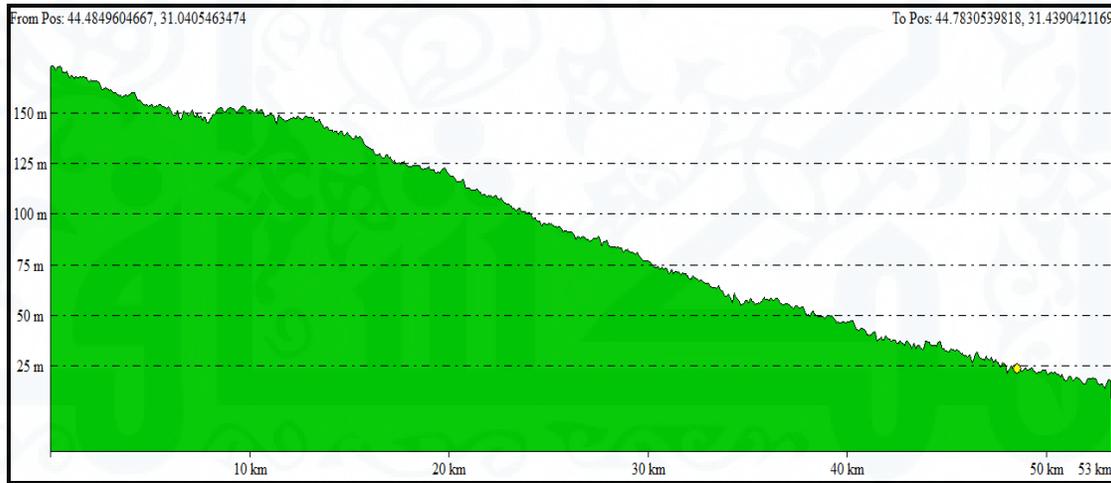
سادساً: المقطع الطولي للوادي:

يرتبط شكل المقطع الطولي للوادي بنوعية التكوينات الصخرية من حيث درجة صلابتها والفعل الحثي للمياه الجارية والحركات الأرضية، ولهذه العوامل تأثير في مدى انسيابية المقطع الطولي للوادي. يمثل المقطع الطولي للوادي القوس الذي يحدد انحدار المجرى الرئيسي على طول امتداده من منبعه إلى مصبه (بحيري، 1979، ص122)، وأن لشكل المقطع الطولي مدلولات وصفية توضح المراحل الجيومورفولوجية التي تمر بها الأودية، إذ تدل المقاطع المحدبة على مرحلة الشباب، والمنتظمة على مرحلة النضج، والمقعرة على مرحلة الشيخوخة.

إن لهذه المراحل مظاهرها الجيومورفولوجية المرتبطة بها، حيث تسود المظاهر الحثية ضمن مرحلة الشباب والمظاهر الارسابية ضمن مرحلة الشيخوخة، أما مرحلة النضج فتتعدّل فيها عوامل النحت والإرساب عندها يكون النهر متوازياً Graded Stream، ويتضح من خلال الشكل (1) الذي يمثل المقطع الطولي لوادي قرين الثماد، إن الوادي يمر في مرحلة الشباب المبكر، حيث لازالت عوامل النحت والإرساب مستمرة، ونشطة، ويكون للوادي القدرة على النحت والتعرية في مناطق القاع والجوانب وهذا يرتبط بحجم وكمية الأمطار الساقطة سنوياً على الوادي، إذ تتباين انحدارات الوادي بين المنتظمة والمنحدرات غير المنتظمة. إضافة إلى كون المنطقة ذات صخور هشة وهي صخور كلسية فتأتي تعود إلى تكوين الفرات والدمام. ولأن

الوادي يجري في سطح هضبي متدرج الارتفاع ابتداء من الغرب إلى الشرق. كما ان الوادي وبسبب صلابة بعض الصخور كالصخور الجيرية والدلوماتية لم يستطيع تعريتها في بعض جهاته، إذ يفصل بين نقاط التجديد أراضي مستوية. ويدل هذا على تعرض المنطقة إلى التعرية الشديدة، التي تعود إلى العصور المظيرة (خلال البلايستوسين).
أن التغيرات التي تحصل في درجة انحدار الوادي والتي اثرت على مقطعه الطولي تعود الى طبيعة الصخور الموجودة في الحوض التي تجري عليها المراتب النهرية بجميع رتبها، والى وجود التراكيب الخطية، والصدوع، والشقوق، التي تؤثر في طبيعة الانحدار وشكل الانحدار في الوادي، فضلا عن طبوغرافية وطبيعة الانحدار، كما إن للمناخ السائد اثر في تغير الوادي، لاسيما كمية الأمطار الساقطة التي تجري في الوادي والتي تعمل في تعميق المجاري.

شكل رقم (1) يمثل المقطع الطولي لحوض وادي قرين الثماد

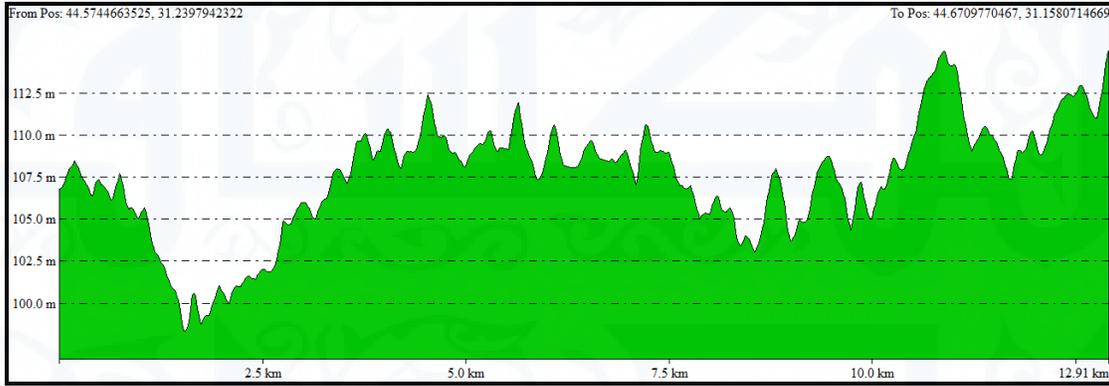


المصدر: الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة لاندسات 2013، وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc Map10.3.

سابعاً: القطاع العرضي للوادي:

تأتي أهمية المقاطع العرضية للأودية كونها تعكس خصائص الانحدار لجوانب الأودي وعلاقتها بتنوع العمليات الجيومورفولوجية من تجوية وتعرية، وانزلاقات أرضية، وتساقط صخري، وانجراف تربة، التي لها علاقة في زيادة الرواسب التي ينقلها الوادي (الخفاجي، 2007، ص93). من ملاحظة شكل (2) يبدأ المقطع العرضي عند خط كنتور (12م) من جهة الشرق، وهي تمثل نقطة المصب ولغاية (172م) عند مسافة (65كم)، التي تمثل منابع الحوض، إذ يبدأ الانحدار التدريجي في المنابع العليا ويكون نقاط تجديد عند خط كنتور (112م) و(110م) و(105م) و(102م)، وهذه المناطق تتميز بوجود الانحدارات المتوسطة نسبياً. اما في وسط الحوض توجد التلال، والموائد الصخرية، والمدرجات الصخرية، ويتمثل الانحدار المحدب في جوانب الوادي وسفوح جوانب التلال والموائد الصخرية، بينما تمثل الأجزاء المقعرة جروف المنحدرات. ثم يأخذ الانحدار التدريجي البطيء كلما اتجهنا جنوب الحوض، في حين نلاحظ تقعر في وسط المقطع العرضي سيما في الأجزاء الوسطى من الحوض، وهذا دليل على إعادة تجديد نشاط هذا الوادي، وهو مؤشر لوضوح شدة التعرية النهرية في قاع المجرى وعلى جوانب الأودية. وقد يعود ذلك أما إلى انخفاض في مستوى قاعدة مصب الحوض أو ان يكون ذلك مرتبطاً بالاحوال المناخية العائدة إلى العصر الرباعي، أو بسبب عمليات تنشيط تكتوني، يلاحظ صورة رقم (2) توضح مقطع عرضي لوادي قرين الثماد.

شكل رقم (2) أحد المقاطع العرضية لحوض وادي قرين الثماد



المصدر: الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة لاندسات 2013، وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc Map10.3.



صورة رقم (2) توضح مقطع عرضي لوادي قرين الثماد

ثامناً: معامل الفيضان والاستجابة وسرعة الجريان لحوض وادي قرين الثماد

تؤثر السمات الشكلية والخصائص المورفومترية للأحواض بشكل كبير على خصائصها الهيدرولوجية، فهي اما ان تزيد من سرعة حركة الماء في المجاري ومن ثم وصول الفيضان إلى نهاية الحوض او إلى أي موقع على امتداد المجري الرئيسي لهذا الحوض، او إنها تعيق هذه الحركة، وعادة تتحكم العوامل السابقة ليس فقط في نمط الفيضان، بل في الفاصل الزمني بين تساقط المطر وحدوث الفيضان. ويتبين من الجدول رقم (11) ان متوسط معامل الفيضان لحوض وادي قرين الثماد وصل إلى (0,23)، وقد تم استخراج هذا المعامل من حاصل ضرب كثافة التصريف للحوض في تكرارية مجاري الرتبة الأولى (مجرى/كم²). ويشير الجدول إلى ارتفاع قيمة معامل الفيضان، وهذا يعود إلى ارتفاع عدد مجاري الرتبة الأولى، وبالرغم من ذلك فإن كل من زمن الاستجابة وسرعة الجريان هي الأكثر تحديداً للخصائص الهيدرولوجية للحوض. ويمكن قياس زمن الاستجابة (التركيز) بالفترة الزمنية التي يستغرقها جريان الماء من ابعد نقطة في الحوض إلى نهايته أو أي موقع على طول امتداد المجري الرئيسي. ويمكن حساب زمن استجابة حوض وادي قرين الثماد من خلال المعادلة التالية(مرزا،2005،ص255):

$$Tc = 3.76S/i$$

حيث إن Tc = زمن الاستجابة (التركيز)، و S = مساحة الحوض (كم²)، و i = معدل الانحدار (%).
وبعد تطبيق المعادلة أعلاه على الحوض وجد إن زمن الاستجابة (التركيز) بلغ (186,99) دقيقة، وهي قيمة تشير إلى
علاقتها العكسية مع معدل انحدار هذا الحوض القليل الانحدار.

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 بالأمتار، بينما $TC(S)$ تمثل زمن الاستجابة
بالثوان.

فقد أظهرت نتائج تطبيق المعادلة الموضحة نتائجها في الجدول رقم (11) إن معدل سرعة الجريان السطحي قد بلغت
(0,579)م/ثا، وهو معدل قليل، إذ تعكس سرعة الجريان هذه معدل الانحدار المتوسط في الحوض، إذ يقل معدل سرعة المياه
كلما قل معدل الانحدار.

جدول رقم (11) معدل سرعة الجريان وزمن الاستجابة لحوض وادي قرين الثماد

اسم الحوض	مساحة الحوض/ كم ²	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
قرين الثماد	460	65	172	12	2,46	186,99	0,579	0.23

المصدر: الجدول اعتماداً والمرئية الرادارية Dem لمنطقة الدراسة،2007.

الهوامش:

$$1- \text{التساقط الفعال: } PE = 115(P/T - 10)9/10$$

P: التساقط السنوي (أنج): أستخرج من خلال تحويل معدل التساقط من (مم) إلى (سم) ومن ثم تقسيمه على (2,54) نحصل
على معدل التساقط (بالانج).

T: نحصل على الحرارة بالفهرنهايت من خلال ضرب المعدل بـ(1,8) ومن ثم نضيف(32).

المصدر: يراجع، عايد جاسم الزامل، الإشكال الأرضية في الحافات المنقطعة للهضبة الغربية بين بحيرتي الرزاة وسواة وأثارها
على النشاط البشري، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد، كلية الآداب، قسم الجغرافية،2007.ص.187

2- الطول الحقيقي للوادي: هو طول النهر من منبعه إلى مصبه عبر تعرجاته.

3- الطول المثالي للوادي: هو أقصر مسافة يتبعها الوادي من منبعه حتى مصبه.

4- مقياس النسيج الطبوغرافي(نسبة التقطع): -نسيج خشن أقل من 4.

-نسيج متوسط 4-6

-نسيج ناعم أكثر من 10

5- معامل الانعطاف: إذا كانت قيمة معامل الانعطاف: 1 فالحوض مستقيم، أما إذا كانت القيمة محصورة بين 1,1-1,5

فالمجرى ملتوي، إما إذا كانت أكثر من 1,5 فالمجرى منعطف. أنظر:

Smithand p. I. D. stoops the riverbasin,univercityparss,P.333

6- نمط التصريف الشجري Drainage Pattern Dendritic: يتكون هذا النوع من التصريف على المنحدرات التي تكون صخورها متجانسة في درجة صلابتها، ولذلك فإن انحدار سطح الأرض يكون هو العامل الرئيس الذي يتحكم في توجيه المجاري الرئيسية التي تتبع في جريانها الانحدار العام للسطح، ولذلك فإنها تسمى الأنهار المرافقة (أو التابعة للانحدار)، أما روافدها فإنها تتحدر نحوها بميل بحيث تلتقي بها بزوايا حادة، ويطلق على هذه الروافد (الأنهار غير التابعة)(طريح،1993،ص292).

7- نمط التصريف النهري المتوازي Parallel Drainage Pattern: ويعد من أبسط أنواع التصريف النهري ويتألف من عدد من المجاري النهريّة التي تجري بصورة متوازية تقريباً، ويعد هذا النمط من مميزات المناطق التي تتألف من طبقات تميل ميلاً منتظماً.

المصدر: Htt. www. Smsec.com ,Ar /Eneyc Earth Forms

الاستنتاجات:

- 1- تعد الخصائص المورفومترية (الشكلية والمساحية والتضاريسية) انعكاساً لخصائص المناخ والنبات الطبيعي والبناء الجيولوجي في الحوض.
- 2- عملت الشقوق والمفاصل الجيولوجية على توجيه شبكة التصريف المائي في منطقة الدراسة.
- 3- يتصف المناخ السائد في الحوض بالجفاف، فهو مناخ صحراوي، فالنظام الحراري يمتاز بشكل خاص بدرجات حرارة قصوى تزيد دائماً عن 30م، وبمعدلات تساقط سنوية متذبذبة تتراوح من 12 - 15ملم، فضلاً عن ذلك تتميز المنطقة بارتفاع نسبة التبخر.
- 4- يتميز حوض وادي قرين الثماد بالتعرج وكثرة منعطفات قناه الوادي، وهذا يعود اما لعامل قلة الانحدار، أو الاختلافات البنية الجيولوجية.
- 5- تميز المقطع الطولي للحوض بعدم انتظامه وذلك بفعل العوامل البنوية والصخرية للحوض، الأمر الذي أدى إلى تكوين عدد من نقاط التقطع والتصابي على طول مجراه.
- 6- يرجع تكوين حوض وادي قرين الثماد متمثلاً بشبكته المائية إلى الفترات المطيرة التي كانت كافية لتحديد معالم الحوض.
- 7- تنتمي شبكة المجاري المائية للحوض إلى نمط رئيس هو السعفي pinnate أو الريشي، الذي يدل على سيطرة بنية مقعرة، يعكس خصائصها العامة، إضافة إلى سيادة نمطين هما النمط المتوازي parallel والنمط الشجري Dendrite.
- 8- يميل شكل الحوض إلى الاستطالي أكثر من الشكل الدائري، حسب أنواع الصخور التي تطورت فوقها. ويمكن إرجاع ذلك إلى تفاوت مقاومة الصخور لعمليات التجوية والحت المائي التي يمكن ان يطغى تأثيرها على عامل الزمن.
- 9- يندرج الحوض تحت فئة الأحواض القليلة الكثافة أو خشنة السطح وفئة الخشن - المتوسط ويفسر ذلك سيادة صخور الحجر الكلسي ذات النفاذية المرتفعة في معظم مناطق الحوض. إضافة إلى شدة الانحدار في بعض الأجزاء من جروفه، والمنحدرات المقابلة له، والظروف المناخية الحالية العاجزة عن زيادة اعداد المجاري المائية وأطولها.

التوصيات:

- 1- إقامة السدود القاطعية في قناه الوادي، والاستفادة منها في ري الأراضي الزراعية حاضراً ومستقبلاً، سيما وان الوادي تسقط عليه كميات كبيرة من الامطار في بعض ايام فصل الشتاء مسببة فيضانات استثنائية.
- 2- استثمار الأراضي الصالحة للزراعة في وسط وأعلى الحوض علماً ان مساحات صغيرة من هذه الأراضي مستثمرة حالياً ويطرق زراعية بسيطة لا تتلاءم مع إمكانات الحوض الكبيرة.

- 3- العمل على وضع القوانين الي تحدد مواضع مقالع الرسوبيات المتمثلة (بالحصى والسبيس والرمل)، ومقالع الصخور، المنتشرة في الوادي والمستثمرة من قبل الأهالي بشكل عشوائي دون مراعات هذه المواد الأولية، واحتياطيتها.
- 4- دعم الفلاحين من خلال تقديم القروض والمكننة والعمل على إنشاء قرى زراعية نموذجية وتشجيعهم على استثمار الأراضي الزراعية في الحوض لما يتمتع به من أراضي صالحة للزراعة.
- 5- إنشاء محطات قياس المياه في الوادي لغرض تنظيم جريان المياه والاستفادة منها في مجالات الزراعة والاستخدامات البشرية الاخرى.

المصادر:

- 1- آرثر ستريلر. "أشكال سطح الأرض، دراسة جيومورفولوجية" تعريب وفيق حسين الخشاب، 1964.
- 2- باترك مكولا، الافكار الحديثة في الجيومورفولوجيا، ترجمة: وفيق الخشاب وعبد العزيز الحديثي، مطبعة جامعة بغداد، 1986.
- 3- حسن رمضان سلامة، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية لأحواض المائية في الأردن، مجلة دراسات الجامعة الأردنية، المجلد 7، العدد 1، 1980.
- 4- حكمت صبحي الداغستاني ومحمد يونس العلاف، التحليل الجيومورفولوجي لعناصر سطح الأرض واستخدامه في جرد الموارد الطبيعية باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد في جبل بعشيقية، مجلة علوم الرافدين، المجلد 11، العدد 3، 2000.
- 5- سعد ابو رأس الغامدي، استخلاص شبكة التصريف السطحي للمياه باستعمال المعالجة الإلية لبيانات صور الأقمار الصناعية: دراسة على منطقة جبال نعمان، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية، المجلد السادس عشر، العدد 2، 2004.
- 6- صبري التوم، حوض وادي الرميمين "دراسة جيولوجية"، رسالة ماجستير (غير منشورة)، الجامعة الادنية، 1990.
- 7- صلاح الدين بحيري، إشكال الأرض، دار الفكر، دمشق، 1979.
- 8- عايد جاسم الزالمي، الإشكال الأرضية في الحافات المنقطعة للهضبة الغربية بين بحيرتي الرزاة وساو وأثارها على النشاط البشري، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد، كلية الآداب، قسم الجغرافية، 2007.
- 9- عبد الله السياب وأخرون، جيولوجيا العراق، جامعة الموصل، 1982.
- 10- عبد العزيز طريح، الجغرافية الطبيعية (اشكال سطح الأرض) الاسكندرية، مصر، 1993.
- 11- عبد الوهاب محمد بو بطينة، محمد الجروشي، نموذج المميزات المورفومترية المحلي، كلية الهندسة، جامعة قاريونس، بنغازي، ليبيا، 2004.
- 12- علاء نبيل حمدون، حكمت صبحي الداغستاني، تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف في منطقة دهوك شمال العراق باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد، مركز التحسس النائي، جامعة الموصل.
- 13- غزوان محمد أمين سلوم، حوض وادي هريرة دراسة جيومورفولوجية، مجلة جامعة دمشق، المجلد 28، العدد 3+4، 2012.
- 14- ماجد حميد محسن الخفاجي، الإشكال الأرضية في حوض وادي المالح، رسالة ماجستير، الجامعة المستنصرية، كلية التربية، 2007.
- 15- محمد صبري محسوب، جيومورفولوجية الاشكال الارضية، دار الفكر، القاهرة، 2001.

- 16- محمد مجدي تراب "التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي القصب بالنطاق الشرقي من جنوب شبه جزيرة سيناء" المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 30، 1997.
- 17- محمود محمد عاشور، طرق التحليل الجيومورفولوجية، لشبكات التصريف المائي، مجلة كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية، جامعة قطر، العدد (9)، 1986،
- 18- نبراس عباس ياس، جيومورفية وهايڤرومورفومترية حوض نهر ديالى في العراق باستخدام تقنية GIS، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد-كلية التربية ابن رشد، 2009.
- 19- نزيه علي محمد العدو، جيومورفولوجية حوض التصريف الاعلى من وادي الخليل، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة النجاح الوطنية، كلية الدراسات العليا، فلسطين، 2007.
- 1989 2nd، 20- Basil Blok Well Oxford The Nature of Environment 20-Andrew Goudie.
- 21-Cooke, Doornkamp. Geomorphology in environmental management al management, Clarendon press, Oxford, 1974.
- 22-EL-Ashry, M, J, Quantitive. method for Grading for Grading Drainage Density, Geo Sci, Ame, Bull. 1971.
- 23- K. J., Gregory and D. E. Walling, Drinage basin, form and Process, A geomorphological approach, Edward Arnold, 1973
- 24-Morisawa, Rivers, Form and processes, Longman, new york. 1985.
- 25-R. G, Pereira L. S. Raes, D, Smith, Morphometric Analysis Allen, "Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements" FAO Irrigation and Drainage paper 56. Rome; food and agriculture organization of the united nations (FAO), 1998.
- 26-Schumm, S. A., "Evolution of drainage systems and slopes in Badlands of Berth Amboy New Jersey. 1956.