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 أمكانية تأهيله فأن 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 ظاهرات 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 إجراءتحليل 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 أرتباطاً 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 والتركيب الصخري والغطاء النباتي. ويعد 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 تحويرها 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 أعتماداً 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 الإمطار التي تسقط في فصل الشتاء المصدر الرئيس الممول للمياه السطحية الجارية في الحوض، كذلك الحال بالنسبة للمياه الجوفية تعتمد بصورة رئيسة على مياه الإمطار المتسربة من المياه السطحية، لذا فإن كميات المياه الجارية في الحوض تتذبذب من سنة لأخرى ومن فصل لأخر، تبعاً لكميات الإمطار الساقطة وموسمها.

أهمية البحث:

إن منطقة الدراسة تقع مناخياً ضمن المنطقة الجافة من العراق، الأمر الذي يدلل إلى الحوض نشأ في ظل أحوال مناخية مطيرة تعود إلى بداية الزمن الرباعي، ورسمت ملامحه الشبكة النهرية، لذلك فأن 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 مؤشر على نوعية الصخور والتربة وحالة تصريف المياه في الترب.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى تحقيق ما يأتي:

1 – تحليل خصائص الحوض الطبيعية كونها تُعَدُّ 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 جراء التحليلات المورفومترية بصورة إلية 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.

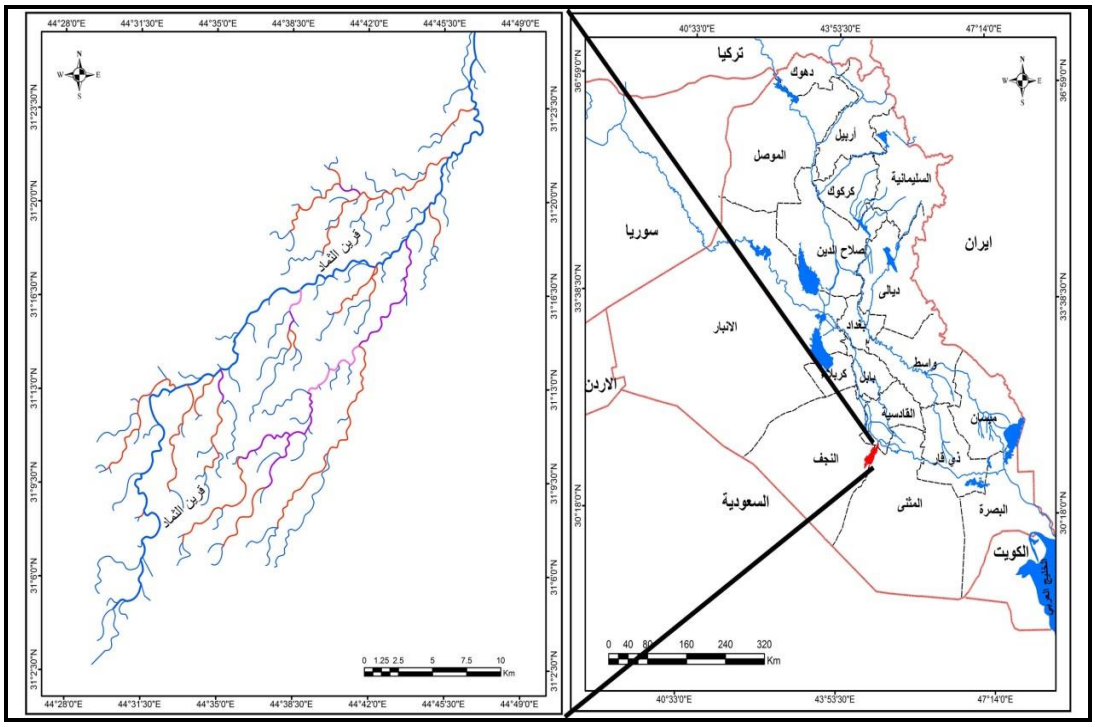
هيكلية البحث:

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، اذ تضمن الدراسة الخصائص الطبيعية للمنطقة، والخصائص المورفومترية للحوض (المساحية، والتضاريسية، الشكلية وخصائص شبكة التصريف)، اضافة الى 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 31̊23,30– 31̊2,30 شمالاً. وخطي طول 44̊28,0–44̊49,0 شرقاً، يلاحظ خريطة رقم (1).

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



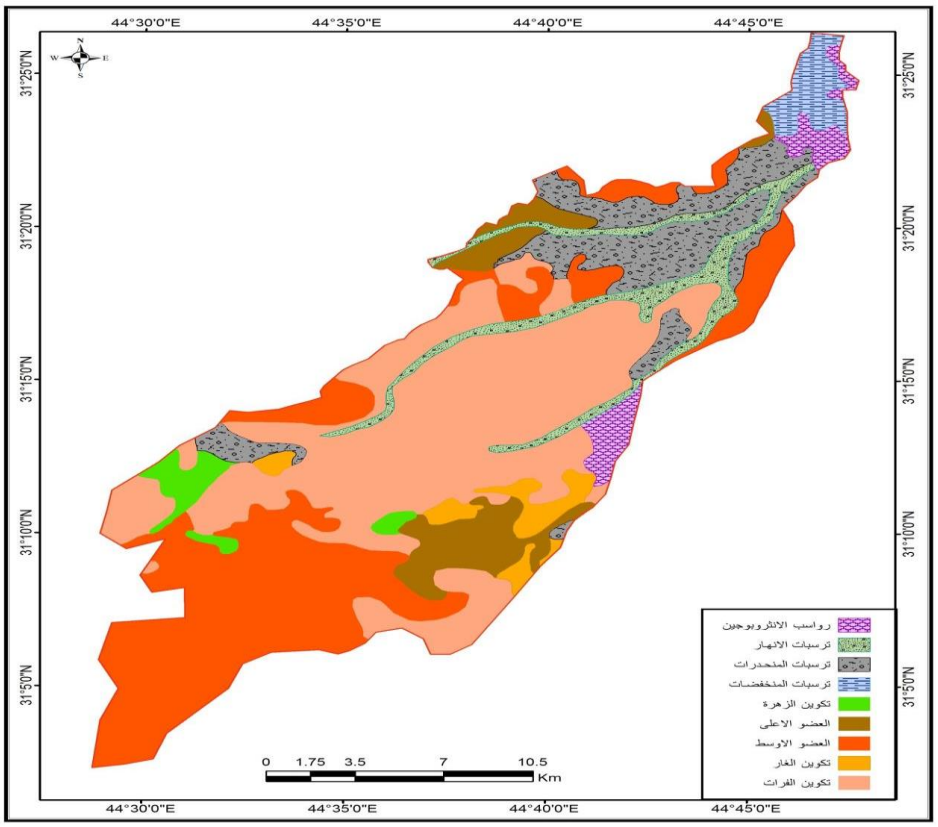
المصدر: الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة لاندسات 2013، وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc Map10.3.

جيولوجية منطقة الدراسة:

تتميز منطقة حوض قرين الثماد بتعاقب التكوينات الجيولوجية السميكة والمتفاوتة في مقاومتها لعوامل الحت والتعرية، وتنتمي جميع هذه التشكلات الى الزمن الجيولوجي الاول، وتتألف جميعها من صخور الحجر الرملي Cres المتفاوت الصلابة وصخور الشيست والصخور الصلصالية، بالإضافة الى صخور المتبخرات Evaporites. وتتحدر الطبقات الصخرية الرسوبية المكونة لتلك التكوينات الجيولوجية أنحداراً خفيفاً يتراوح ما بين 3 درجة باتجاه من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي، أي باتجاه نهر الفرات. ومن اهم التكوينات الجيولوجية السائدة في ضمن حدود خط تقسيم المياه لحوض 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 الوديان 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 وحبيبات 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 نموذجيا، فالنظام الحراري يمتاز بشكل خاص بدرجات حرارة قصوى تزيد دائماً عن 30مْ وذلك طوال أربعة أشهر من السنة هي (حزيران، تموز، أب، وأيلول)،أما الفروق الحرارية اليومية فتزيد بشكل عام، وخلال كل فصول السنة، عن 15 مْ. 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، أشباط، أذار) 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 المتوسطية، 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 الإمطار 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 الحراة /مْ	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
أذار	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، الهيأة العامة للأنواء 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، أذار)، 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 (1982-20124) حسب معادلة خروفة

المحطة	الخصائص	ك2	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت1	ت2	ك1	المجموع السنوي
النجف	التبخر / 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 الهيأة العامة للأنواء 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 الصبيب 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 الصبيب 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)	التبخر النتح 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 Drالتي 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= الموازنة المائية

P= أجمالي كمية الإمطار الهاطلة خلال مدة زمنية ما (ملم).

ETP= أجمالي كمية الإمطار المفقودة بـ(التبخر – نتح) خلال المدة الزمنية نفسها(ملم).

Es = كمية الجريان السطحي لمساحة محددة من الأرض للمدة الزمنية نفسها (ملم).

Dr = كمية الضائعات العميقة المدة الفترة الزمنية نفسها (ملم).

Peff = الإمطار الفعالة خلال مدة زمنية ما (ملم).

PE = التساقط الفعال[1] حسب معادلة ثورنثويت ويمكن أستخراجة من المعادلة التالية:

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

حيث أن:

P: معدل التساقط السنوي(أنج).

T: المعدل السنوي للحرارة.

أن حجم التغذية للمياه الجوفية يساوي الفرق بين حجم الأمطار الفائضة (831,9 ملم) وحجم الجريان السطحي المحتسب (3686,4ملم) وبذلك بلغ معدل حجم المياه المتسربة عبر التربة والطبقات الصخرية النفاذة (2854,5ملم) وبنسبة (29,14%) من حجم الأمطار فضلاً عن تبخر بعضه في فترات الجفاف. وتشكل هذه الكمية من المياه ما يعرف بالخزين المتجدد للمياه الجوفية، وقد قدرت بعض الدراسات حجم الخزين المتجدد للمياه الجوفية للصحراء الجنوبية بشكل عام التي تشكل منطقة الدراسة جزءاً منها (475 مليون/م^3).

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

$$\mathbf{Q=0.278CAI}$$

Q= كمية الجريان الأقصى (م3/ث)

C=معامل الجريان = (كمية الجريان/كمية الهطول)

I=شدة الهطول (ملم /ساعة)

A=مساحة حوض المطر(كم2).

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، أذ 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 ابعد 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 ستراير(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 للقمر الصناعي الأمريكي لاندسات لسنة (2012) والخرائط الطوبوغرافية بمقياس (100000 :1) 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 مكولا،1986،ص27) حيث تزداد مساحة الحوض أذا 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 أخر من أشكال التساقط مما يترتب علية 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 الى ان الأحواض الكبيرة أو أجزاء منها تمر في مرحلة متقدمة من الدورة التحاتية على عكس الأحواض الصغيرة التي قد لا تزال في بداية المرحلة وهذا ينطبق على انحدار المجاري المائية. وتقاس الخصائص المورفومترية من أمكانية 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 (460كم2).

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 (65,006كم).

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

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:

$$\text{نسبة تماسك المساحة (الاستدارة)} = \frac{\text{مساحة الحوض /كم2}}{\text{مساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض}}$$

وقد بلغت نسبة الاستدارة في حوض وادي قرين الثماد (0,03)، مما يدلل على ان شكل الحوض بعيد عن الشكل الدائري ويميل إلى الاستطالة، وتشير هذه النسبة المنخفضة الى 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 الخوانق 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 فأن هذا يشير إلى ان شكل الحوض قريب من الشكل الدائري، أما أذا ابتعدت هذه النسبة عن واحد صحيح فأن الحوض يكون قريباً من الشكل المستطيل. وتستخرج وفق المعادلة التالية(الصحاف،موسى،1990،ص39):

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة بنفس مساحة الحوض/كم}}{\text{أقصى طول للحوض/كم}}$$

وبلغت نسبة الاستطالة لحوض قرين الثماد (2,25) مما يدلل على إن 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. أذ تميل الرتب الدنيا الى 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 صبيبه 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):

$$\text{نسبة تماسك المحيط} = \frac{1}{\text{نسبة تماسك المساحة}}$$

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

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

وادي قرين الثماد	مساحة الحوض/ كم2	محيط الحوض/ كم	نسبة الاستطالة	نسبة الاستدارة	نسبة تماسك المحيط	معامل شكل الحوض
	460	460,506	2,25	0,03	5,88	0,108

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

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

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:

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض/كم2}}{\text{مربع طول الحوض/ كم}}$$

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 الإمطار 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 البنيوية 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 التفلطحLemniscate 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 إعداد مجاريه الأولية وأطوالها في مكان ما منه دون سواه، على أحد جانبيه أو كليهما، ومن ثم نشاط عمليات الحت التراجعي أو حدوث حالة ألاسر 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، فأنه من الطبيعي أن تتوافق قمة الفيضان أو التصريف المائي معها كمياً وزمانياً، فتكون القمة واضحة ومبكرة، أذا اقترب الجزء المفلطح في القطاع الأعلى من الحوض.

بلغت قيمة معامل التفلطح في حوض وادي قرين الثماد(0,11)، وهي قيمة مرتفعة نسبيا، أذ 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 كالحت 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:

ويتمم 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 واخفض نقطة في الحوض/ م

نسبة التضرس =_____

الطول الحقيقي للحوض / كم

وقد بلغت نسبة التضرس في حوض وادي قرين الثماد (2,46م/كم)،أذ 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 الحت والتراجع نحو المنابع.

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

وادي قرين الثماد	مساحة الحوض/ كم2	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-الهيأة العامة للمساحة، الخرائط الطبوغرافية للمنطقة، مقياس 1: 100000، لسنة 1992. 2- المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة، للقمر الامريكي(لاند سات)،2012، والاعتماد على برنامج arc map 9.3.

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):

نسبة التقطع (النسيج الطبوغرافي)= مجموع أعداد أودية الحوض من الرتب المختلفة / 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 الصدعية وكثرة الشقوق والمفاصل التي ساهمت في زيادة التسرب وتقليل الجريان السطحي. إضافة إلى سيادة الصخور الدولومايتية 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 الأتي(تراب،1997،ص272):

قيمة الوعورة= تضاريس الحوض× كثافة الصرف الطولية / المساحة الحوضية /كم2

بلغت قيمة الوعورة في حوض وادي قرين الثماد (0,004)إذ يعد في بداية دورته الحتية. 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 الدلومايتية.

رابعاً: خصائص شبكة التصريف

1-الرتب النهرية Stream Order:

اعتمدت طريقة ستريلر 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 أخر 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(ستريلر،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 الحت 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 الثماد إلى مراتبها، حيث يتكون من خمسة مراتب نهرية.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 الثماد 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 أجمالي قدره (414)كم.

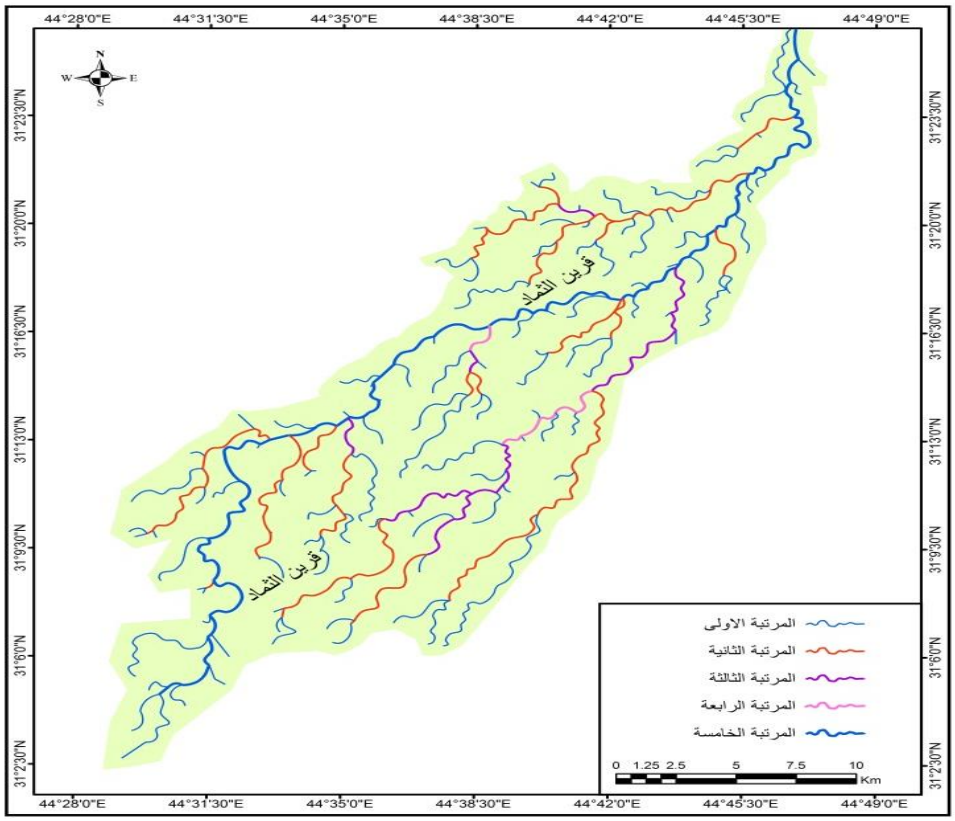
أن ذلك يفسر تناقص زوايا انحدار السفوح بشكل تدريجي نحو المجرى الرئيس، مما أتاح الفرصة إمام المجاري المائية لزيادة أطوالها تدريجياً وبنسب متقاربة.وتم بعد ذلك حساب معدل أطوال الجداول لكل رتبه (**Ls^-**)من خلال العلاقة الرياضية التالية(Strahler , 1964):-

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

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

Ns =عدد الجداول.

خريطة (3) توضح المراتب النهرية لحوض وادي قرين الثماد



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 1/100000لسنة 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):

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

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 رتبتين متتاليتين	نسبة التشعب × عدد مجاري رتبتين 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 1/100000لسنة 1992، والمرئية الراداريةDem 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 الرتب إلى مساحة الحوض (Strahler.1975.p.468)،فهي تعبر عن مدى تقطع السطح بالمجاري 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 اثر كبير في نشاط عمليات الحت والتعرية في الأودية النهرية. وتستخرج كثافة الصرف وفق المعادلة الآتية:

الطول الكلي للمجاري النهرية (كم)

كثافة الصرف = ــ

مساحة الحوض (كم^2)

وقد بلغت كثافة الصرف هذه (0,9)كم/كم2، وتقسم الكثافة التصريفية إلى قسمين وهي: كثافة الصرف العددية وكثافة الصرف الطولية. وفيما يأتي توضيح لهذين المفهومين(Andres,1989,p284):-

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

مجموعة أعداد الأودية في الحوض / وادي

كثافة الصرف العددية = ــ

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 المجاري 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 المجاري المائية في حوض التصريف مقسوما على مساحته. وتستخرج من المعادلة الآتية(عبد العزيز،200،ص182):-

مجموع أطوال المجاري المائية في الحوض /كم

كثافة الصرف النهرية الطولية =ــ

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 الإمطار والى 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 والعددية لحوض وادي قرين الثماد يرجع لعدة عوامل منها طبيعة المناخ الحار الجاف، وقلة معدلات سقوط الأمطار سنويا 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 خشنا.

وعلى العموم فأن 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 وأطوالها. وقد أكد (Melton.1959)،وجود علاقة طردية بين كل من كثافة أعداد المجاري المائية وكثافة أطوالها، من خلال المعادلة التالية:

$$F=0.694D2$$

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	Coarst	أقل من 8 (صخور منفذة أو كتيمة،مناطق رطبة كثيفة النبات)	أقل من 2
متوسط	Medium	من 20–8 (صخور منفذة، أمطار غزيرة ومناطق كثيفة بالنبات)	40–50
ناعم	Fine	20– 200 (سطح كتيم وأمطار ونباتات قليلة)	أكثر من 80
ناعم جداً	Ultra Fine	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):

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

بلغ معدل بقاء المجرى في الحوض (1.11)كم2/كم. وهي قيمة منخفضة مما يعني إن كثافة تصريف الحوض واطئة 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).

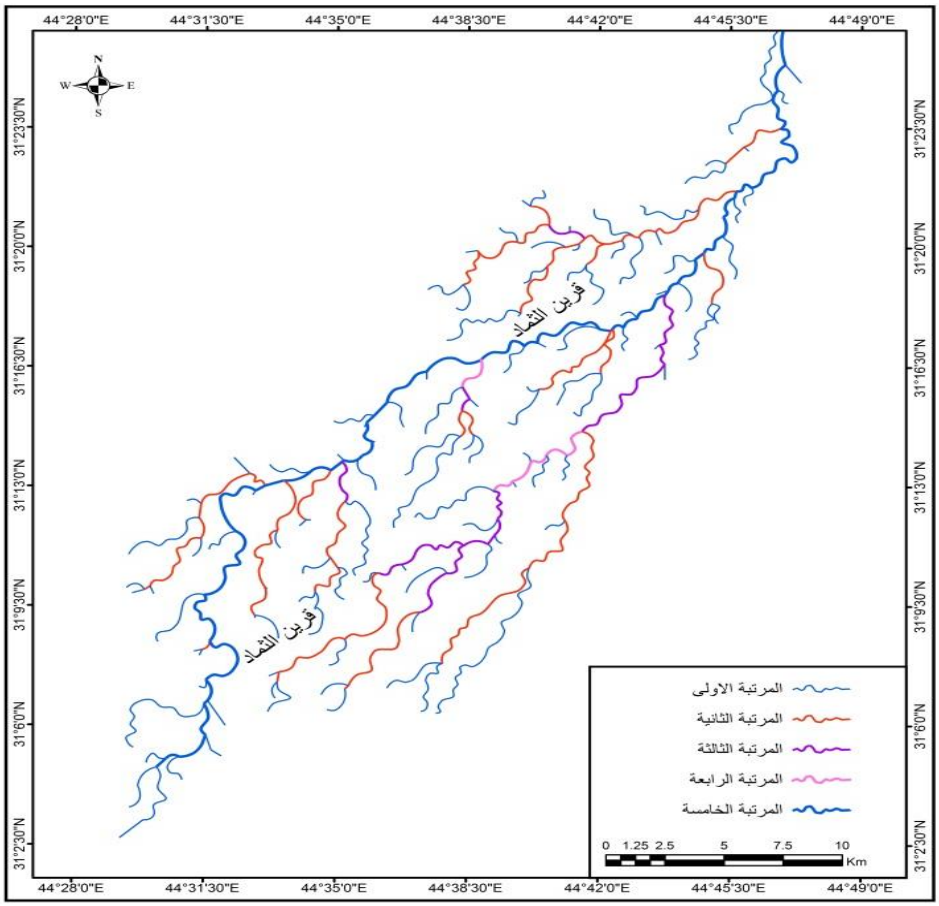
$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{طول النهر الحقيقي}}{\text{طول النهر المثالي}}$$

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 السعفيpinnate أو الريشي، الذي يدل على سيطرة بنية مقعرة، يعكس خصائصها العامة، إضافة إلى سيادة نمطين هما: النمط المتوازيparallel [6]،والنمط الشجري Dendrite[7]. ولعامل الانحدار وتغيره أثر في تغير أنماط التصريف، حيث يسود نمط التصريف الشجري في مناطق ذات سطوح تنحدر بمعدل (1%)، في حين يسود النمط المتوازي في الحوض جهات تنحدر 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:

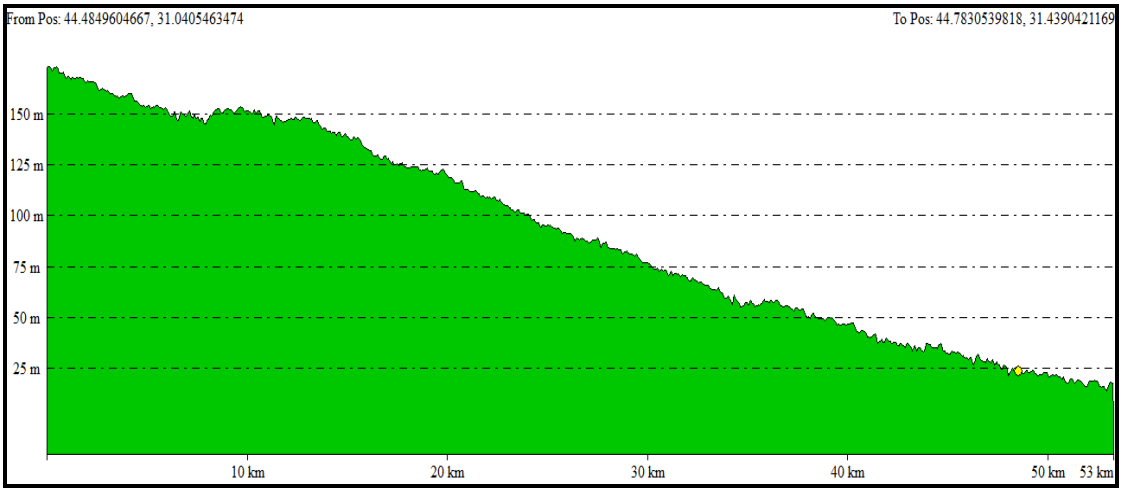
يرتبط شكل المقطع الطولي للوادي بنوعية التكوينات الصخرية من حيث درجة صلابتها والفعل الحتي للمياه الجارية والحركات الارضية، ولهذه العوامل تأثير في مدى انسيابية المقطع الطولي للوادي. يمثل المقطع الطولي للوادي القوس الذي يحدد انحدار المجرى الرئيسي على طول امتداده من منبعه الى مصبه(بحيري،1979،ص122)، وأن لشكل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

إن لهذه المراحل مظاهرها الجيومورفولوجية المرتبطة بها، حيث تسود المظاهر الحتية ضمن مرحلة الشباب والمظاهر الارسابية ضمن مرحلة الشيخوخة، اما مرحلة النضج فتتعادل فيها عوامل النحت والإرساب عندها يكون النهر متوازيا 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 الإمطار الساقطة سنويا على الوادي، اذ تتباين انحدارات الوادي بين المنتظمة والمنحدرات غير المنتظمة.إضافة إلى كون المنطقة ذات صخور هشة وهي صخور كلسية فتاتية تعود إلى تكوين الفرات والدمام. ولان

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 المطيرة (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 الودي، 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

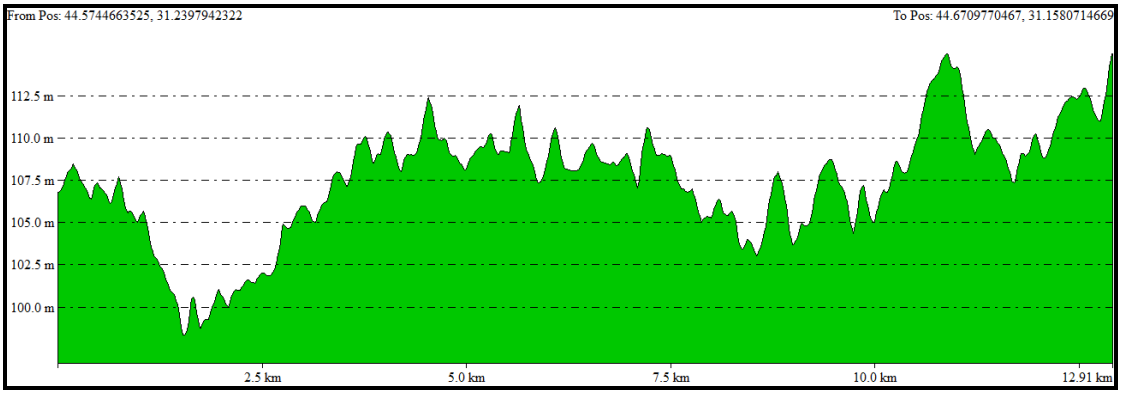


المصدر: الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة لاندسات 2013، وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc Map10.3.

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، اذ 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 نسبيا. 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 مرتبط اما بالأحوال ا لمناخية 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 المجرى 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 المرتبة الأولى، وبالرغم من ذلك فأن 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 المجرى 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/ 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
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- التساقط الفعال: PE= 115(P/T-10)9/10

P: التساقط السنوي (أنج): أستخرج من خلال تحويل معدل التساقط من (ملم) إلى (سم) ومن ثم تقسيمة على (2,54) نحصل على معدل التساقط (باالانج).

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

المصدر: يراجع، عايد جاسم الزاملي، الإشكال الأرضية في الحافات المتقطعة للهضبة الغربية بين بحيرتي الرزازة وساوة 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 اقصر 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، اما إذا كانت القيمة محصورة بين 1,1-1,5 فالمجرى ملتوي، إما إذا كانت أكثر من 1,5 فالمجرى منعطف. أنظر:

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

6- نمط التصريف الشجريDrainage Pattern Dendritic: يتكون هذا النوع من التصريف على المنحدرات التي تكون صخورها متجانسة في درجة صلابتها، ولذلك فأن انحدار سطح الأرض يكون هو العامل الرئيس الذي يتحكم في توجيه المجاري الرئيسية التي تتبع في جريانها الانحدار العام للسطح، ولذلك فأنها تسمى الأنهار المرافقة (أو التابعة الانحدار)،أما روافدها فأنها تنحدر 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 ابسط أنواع التصريف النهري ويتألف من عدد من المجاري النهرية التي تجري بصورة متوازية تقريبا , ويعد هذا النمط من مميزات المناطق التي تتألف من طبقات تميل ميلاً منتظما.

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

الاستنتاجات:

1- تعد الخصائص المورفومترية (الشكلية والمساحية والتضاريسية)أنعكاساً 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 30مْ، 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 البنيوية 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 وأطوالها.

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 وأعالي الحوض علماً ان مساحات صغيرة من هذه الأراضي مستثمرة حالياً وبطرق زراعية بسيطة لا تتلاءم مع إمكانيات 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، واحتياطيها.

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- أنشاء 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 للأحواض المائية في الأردن، مجلة دراسات الجامعة الأردنية، المجلد 7، العدد1980،1.

4- حكمت صبحي الداغستاني ومحمد يونس العلاف، التحليل الجيومورفولوجي لعناصر سطح الأرض واستخدامه في جرد الموارد الطبيعية باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد في جبل بعشيقة، مجلة علوم الرافدين، المجلد11، 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 2004،2.

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 الزاملي، الإشكال الأرضية في الحافات المتقطعة للهضبة الغربية بين بحيرتي الرزازة وساوة 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، مركس التحسس النائي، جامعة الموصل.

13- غزوان محمد أمين سلوم، حوض وادي هريرة دراسة جيومرفولوجية، مجلة جامعة دمشق، المجلد 28، العدد3+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 القصيب 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 وهايدرومورفومترية حوض نهر ديالى في العراق باستخدام تقنية GIS، اطروحة دكتوراه(غير منشورة)،جامعة بغداد-كلية التربية ابن رشد،2009.

19- نزيه علي محمد العدوة، جيومورفولوجية حوض التصريف الاعلى من وادي الخليل، رسالة ماجستير(غير منشورة)، جامعة النجاح الوطنية، كلية الدراسات العليا، فلسطين،2007.

20- Basil Blok Well Oxford The Nature of Environnment20-Androw Goudie. 1989 ،2nd

21-Cooke, Doomkamp. 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,PereiraL.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.