

Cartographic Representation of Morphometric Characteristics of the West Basins and Valleys of Sirwan River (Diyala) (Qala Topzan, Bariola, Issayi, Taza Di) as examples

Dr. Khalil Mohamed Barkhas

khalil.mohammed@garmian.edu.krd

lecturer Aram Hassan Mohammed

Aram.hassan@garmian.edu.krd

University of Garmian/College of Basic Education

Department of Social Sciences

DOI: <https://doi.org/10.31973/aj.v2i146.4330>

Abstract:

The study aim is to demonstrate the capabilities of geographic information systems for remote sensing (GIS @ RS) in the analysis and cartographic representation of the morphological characteristics of river valleys, including the basins and valleys of the study area (Qalatopzan, pariola, Esayi, Taza De) west of Sirwan River (Diyala). , which is located to the south of the Darbandikhan Dam, with an estimated area of (501.8 square kilometers). It is located between latitudes (34,40,45) and (35,04,52) north and longitudes (45,17,33) and (45,34,11) east within the semi-mountainous region. Based on the use of Arcmap @ RS 108 program, a topographic map, a hydrological map at a scale (1: 25000), the elevation model files (DEM 15 and STREM M15) for the study area, and using (ERDAS IMAGIN 2014) for mapping. The production of a geographical database of morphological characteristics of those basins is used to benefit from water harvesting contributing to the revitalization and development of the basin of the study area.

The study revealed several findings, namely, geographic information systems and remote sensing programs have a high capacity in producing a geographical database for water basins and obtaining all morphological, areal and elevation measurements of water basins in the region with high accuracy and speed. According to the results of the morphometric equations for river valleys in the area under study, it revealed that the average value of height and depression for valley basins ranged between (24.7 - 48.1 m), as well as the value of the hypsometric coefficient for those basins is between (8.5% - 34.3%). This means that the age of the sediments is in the stage of maturity of work, settlement and removal, and the value of the sediment shape coefficient in general is between (0.17 - 0.38), indicating that most of the valleys' sediment shapes in the region are close to the triangle shape and far from the shape range.

Keywords: geographic information systems, river valleys, basins, Sirwan River, Diyala.

التمثيل الخرائطي للخصائص الشكلية (المورفومترية) لآحواض مجاري وديان غرب نهر سيروان (ديالى) (قلا توبزان، باريولا، عيسايي، تازة دي) كأمثلة

م.د. خليل محمد براخاص

م. ارام حسن محمد

جامعة كرميان/كلية التربية الاساسية

جامعة كرميان/كلية التربية الاساسية

قسم العلوم الاجتماعية

قسم العلوم الاجتماعية

(مُلخَصُ البَحْث)

الهدف من هذه الدراسة هو توضيح قدرات نظم المعلومات الجغرافية للاستشعار عن بعد (GIS @ RS) في التحليل و التمثيل الخرائطي للخصائص الشكلية لأودية الأنهار بما في ذلك لآحواض وديان منطقة الدراسة (قلا توبزان، باريولا، عيسايي، تازة دي) غرب نهر سيروان (ديالى)، والتي تقع الى جنوب سد دربندخان وبمساحة تقدر بـ(٥٠١.٨ كيلومتر مربع). وتقع بين دائرتي عرض (٣٤،٤٠،٤٥) و (٣٤،٠٤،٥٢) شمالاً وخطي طول (٤٥،١٧،٣٣) و (٤٥،٣٤،١١) شرقاً ضمن المنطقة شبه الجبلية.

وبناءً على استخدامه برنامج Arcmap @ RS ١٠.٨، و خريطة طبوغرافية وخريطة هيدرولوجية بمقياس (١؛ ٢٥٠٠٠)، وباستعمال ملفات نموذج الارتفاع ((DEM ١٥ و (STREM M ١٥) لمنطقة الدراسة، وكذلك استخدام (ERDAS IMAGINE ٢٠١٤) لرسم الخرائط وإنتاج قاعدة بيانات جغرافية للخصائص الشكلية لتلك الآحواض، للاستفادة منها مستقبلاً في الحصاد المائي الذي يساهم في تنشيط وتتمية حوض منطقة الدراسة.

وقد توصلت الدراسة إلى استنتاجات عدة ذات اهمية، وهي أن أنظمة المعلومات الجغرافية وبرامج الاستشعار عن بعد لديها قدرة عالية في إنتاج قاعدة بيانات جغرافية للآحواض المائية والحصول على جميع القياسات الشكلية والمساحية والارتفاعات للآحواض المائية في المنطقة بدقة عالية وبسرعة.

وبحسب نتائج معادلات الخصائص الشكلية (المورفومترية) لأودية الأنهار بالمنطقة المشمولة بالدراسة، ظهر أن متوسط قيمة الارتفاع والانخفاض لآحواض الوديان يتراوح ما بين (٢٤.٧ - ٤٨.١ م)، وكذلك قيمة معامل الهيسوميتري لتلك الآحواض هي بين (٨.٥٪ - ٣٤.٣٪) وهذا يعني أن عمر الرواسب هي في مرحلة النضج من العمل والتسوية والإزالة، وقيمة معامل شكل الرواسب بشكل عام كانت ما بين (٠.١٧ - ٠.٣٨)، مما يدل على أن معظم أشكال رواسب الوديان في المنطقة تكون قريبة من شكل المثلث وبعيدة عن الشكل الدائري.

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية، أودية الأنهار، آحواض، نهر سيروان، ديالى.

المقدمة:

ان التغييرات في الخصائص الطبيعية من حوض مائي إلى آخر، تسبب تغييرات في الخصائص الشكلية، والتي بدورها تؤثر على الخصائص الهيدرولوجية للحوض، بسبب التغييرات في المقومات الطبيعية مثل التكوينات الجيولوجية وأشكال الصخور والتضاريس وعناصر المناخ و النبات الطبيعي والتربة والنبات الطبيعي، هذه الخصائص عرضة للتغير المستمر ، خاصة في المواسم المختلفة، مما يؤثر على النظام الهيدرولوجي مثل سرعة تدفق المياه وطول مسار الجريان، والتي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بدرجة الانحدار، لأن السرعة العالية تتسبب في تدفق المياه بشكل أسرع، وكمية الجريان السطحي والرواسب وانتقالها، مما يؤدي إلى زيادة معدل تطور المجرى ودرجات التفرع النهري.

المقصود ب التحليل المورفومتري (morphometry) هو تطبيق التحليل العددي لظواهر السطح على البيانات التي يتم الحصول عليها من الخرائط و الصور الجوية، وبعبارة أخرى يحدد التحليل المورفومتري أنماط أحواض المياه من خلال المسافات والمساحات وكثافة و شكل شبكات الأحواض المائية و كذلك تحليل أثر الانحدار و البنية الجيولوجية والتضاريس والمناخ والتربة والنبات الطبيعي على خصائص أحواض المياه، وقد استعمال هذا المنهج من قبل عدد من المتخصصين في أبحاثهم امثال ((Horton-1945، Stroller-1958، Miller، Shum-1965 - ١٩٥٢) (المومني، ١٩٩٧، ص ١١٩)، شتعمل النتائج التي تم الحصول عليها بقياس شكل وادي النهر ويستفاد منها في البحوث الهيدرولوجية والنهرية، وفي قياس كمية المياه والتدفق النهري والتنبؤ في خصائص الفيضانات النهرية، لأن شكل وحجم وتركيب احواض الأنهار تحدد تدفق مياه الأنهار. لتحقيق نتائج الدراسة نتخذ الخطوات الآتية على النحو الآتي:

اولا: مشكلة البحث:

١- ما هي أفضل طريقة خرائطية لرسم خريطة الخصائص الشكلية لأودية الأنهار في منطقة الدراسة؟

٢- ما هي تأثيرات المقومات الطبيعية و العوامل الجيومورفولوجية؟ في رسم وتوضيح أشكال أودية الأنهار والخصائص الشكلية لأودية الأنهار في منطقة الدراسة؟

ثانيا: فرضية البحث:

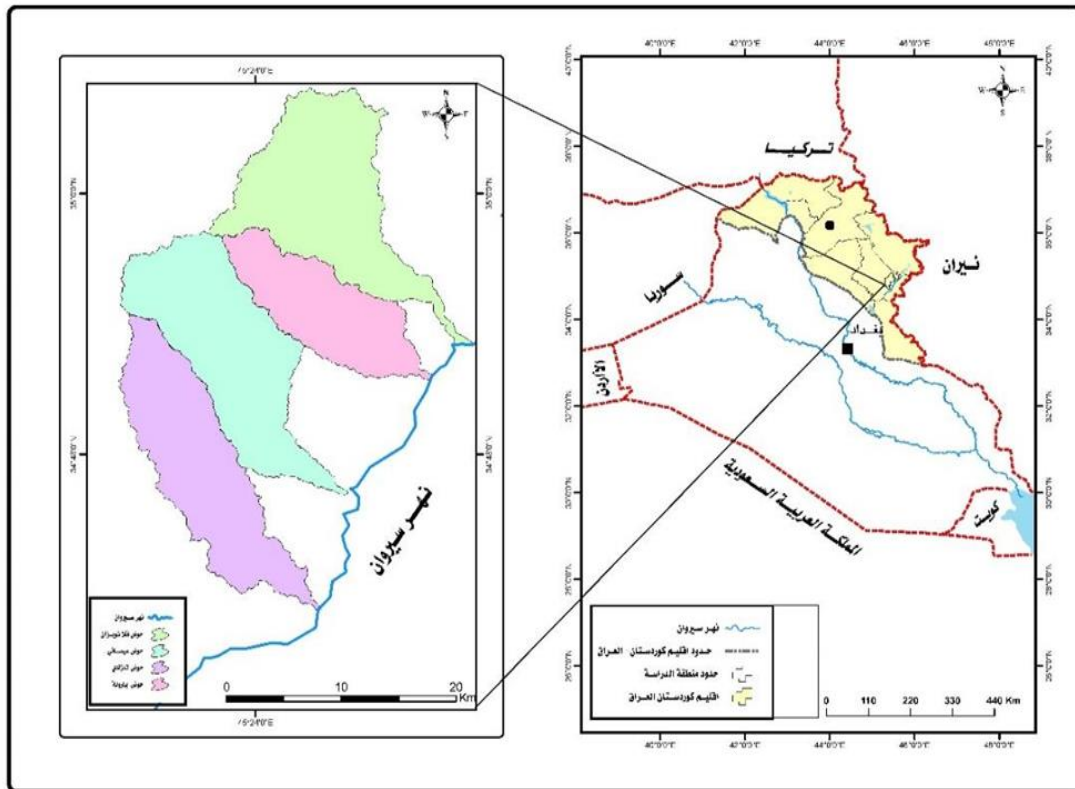
١- طريقة رسم الخرائط هي أفضل طريقة لرسم خريطة الخصائص الشكلية لأودية الأنهار في منطقة الدراسة.

٢- أثرت المقومات الطبيعية و العوامل الجيومورفولوجية في رسم ووصف الخصائص الشكلية لأحواض وديان منطقة الدراسة.

ثالثاً: حدود منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي الغربي من محافظة السليمانية و الجزء الشمال الشرقي من العراق إلى غرب نهر سيروان ضمن المنطقة شبه الجبلية جنوب سد دربندخان ضمن الحدود الادارية لقضاء كلار، وتشمل أحواض (قلاتوبزان، باريولا، عيساوي، تازة دي) وبمساحة تقدر ب(٥٠١.٨ كم^٢). وفلكياً تقع بين دائري عرض (٥٢ = ، -٠٤ ، ٣٥) و (٤٥ = ، -٤٠ ، ٣٤) شمالاً و خطي طول (١١ = ، -٣٤ ، ٤٥) و (٣٣ = ، -١٧ ، ٤٥) شرقاً... انظر الخريطة (١).

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من اقليم كردستان العراق و العراق



المصدر: اعتمادا على: (١) استخدام برنامج (ArcMaps ١٠،٨): (٢) إقليم كردستان العراق، وزارة التخطيط، مديرية إحصاء السليمانية، مركز (GIS) السليمانية، خريطة الإقليم الإدارية.

رابعاً: أهداف البحث:

١- الهدف من البحث هو تحليل وإنتاج قاعدة بيانات جغرافية عن التمثيل الخرائطي للخصائص المورفومترية والمساحية والشكلية والتضاريسية لأحواض المياه لأحواض اودية الأنهار في منطقة الدراسة.

٢- تحديد واختيار أفضل المواقع لبناء السدود لمشاريع الري والتنمية على أحواض المياه، بناءً على التمثيل الخرائطي للخصائص المورفومترية والشكلية المنطقة والتضاريسية

للأحواض المائية لمنطقة الدراسة، بالاعتماد على استعمال معادلات قياس الأشكال الهندسية الهيدرومورفومترية للأحواض المائية.

خامساً: أهمية البحث:

تكمن أهمية الدراسة في قدرتها على جمع بيانات خرائطية وجيومورفولوجية دقيقة وعلمية عن الخصائص الشكلية والمساحية والتضاريسية أودية الأنهار في منطقة الدراسة، والتي يمكن استخدامها مستقبلاً في التخطيط من قبل أصحاب القرار من أجل التنمية والتطور الاقتصادي لمنطقة الدراسة. ولتحقيق أهداف البحث ونتائجه، فقد تم تقسيم البحث على خمسة مباحث:

المبحث الأول: التمثيل الخرائطي للخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة.

المبحث الثاني: التمثيل الخرائطي للخصائص المساحية لأحواض المياه في وديان منطقة الدراسة.

المبحث الثالث: التمثيل الخرائطي للخصائص الشكلية لأحواض المياه في وديان منطقة الدراسة.

المبحث الرابع: التمثيل الخرائطي للخصائص التضاريسية لأحواض المياه في وديان منطقة الدراسة.

المبحث الخامس: التمثيل الخرائطي للخصائص المورفومترية لأحواض وديان منطقة الدراسة.

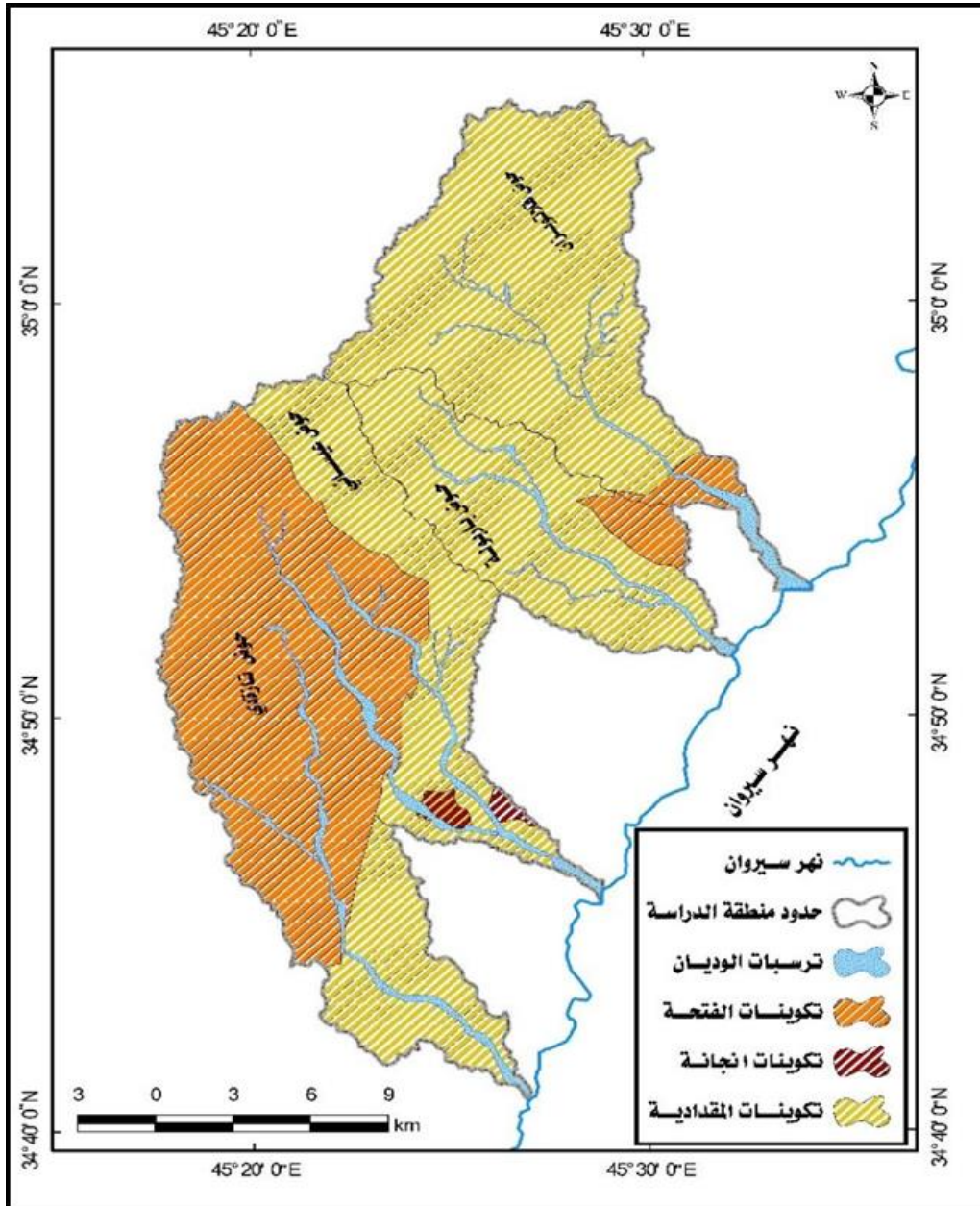
المبحث الأول: التمثيل الخرائطي للخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة.

أولاً: التركيب الجيولوجي و تضاريس منطقة الدراسة.

تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الرصيف غير المستقر (unstable shelf) في نطاق الطيات الواطئة (نطاق جمجمال - بطمة الثانوي)، فالطيات هي التواءات في الصخور المكونة للقشرة الأرضية و هي منتشرة في الصخور الرسوبية والمتحولة الناتجة عن تحول صخور رسوبية (العجيلي، ٢٠٠٥، ص ٢٢) و يتميز النطاق بامتدادات محدبة طويلة وضيقة وطيات مقعرة واسعة ومستوية (الهاشمي وعامر، ١٩٨٥، ص ٩-١٠)، وتعود معظم التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة لنهاية فترة الزمن الجيولوجي الثلاثي، في فترة الحياة الجديدة بين (الهولوسين والبليوسين الأعلى)، وهي تكوينات الفتحة وإنجانة والمقدادية وبأبي حسن ومدمكات بمو (المعادن، ١٩٩٧، ص ١١)، ويتأبين نسبة هذه التكوينات في المنطقة من حيث المساحة ونوعية الصخور التي تتألف من الصخور الصلبة و الصخور الرسوبية، الخريطة (٢) والجدول (١).

خريطة (٢)

التكوينات الجيولوجية لأحواض وديان منطقة الدراسة



المصدر: الباحثان اعتمادا على: (١) ملف نموذج (DEM 15M) و باستخدام برنامج (١٠،٨) ArcMap). (٢) المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني ، الخريطة الجيولوجية لخانتقين ، مقياس ١/٢٥٠٠٠٠٠ .

جدول (١) التكوينات الجيولوجية لأحواض الوديان النهرية بمنطقة الدراسة

الخصائص	التركيب	السك (متر)	العصر		الزمن
صخور ، رمل ، سلت ، طين.	ترسبات قيعان الوديان	0.5-1.5	الهولوسين	الحديث	الرباعي
صخور رملية، صخور طينية. سلت	المقدادية	300-1900م	البلايوسين		الثلاثي
صخور طينية ، صخور رملية	انجانة	700-1200م	الاعلى	المايوسين	
صخور طينية، لايموستون، جبس.	الفتحة	650م	الاسفل		

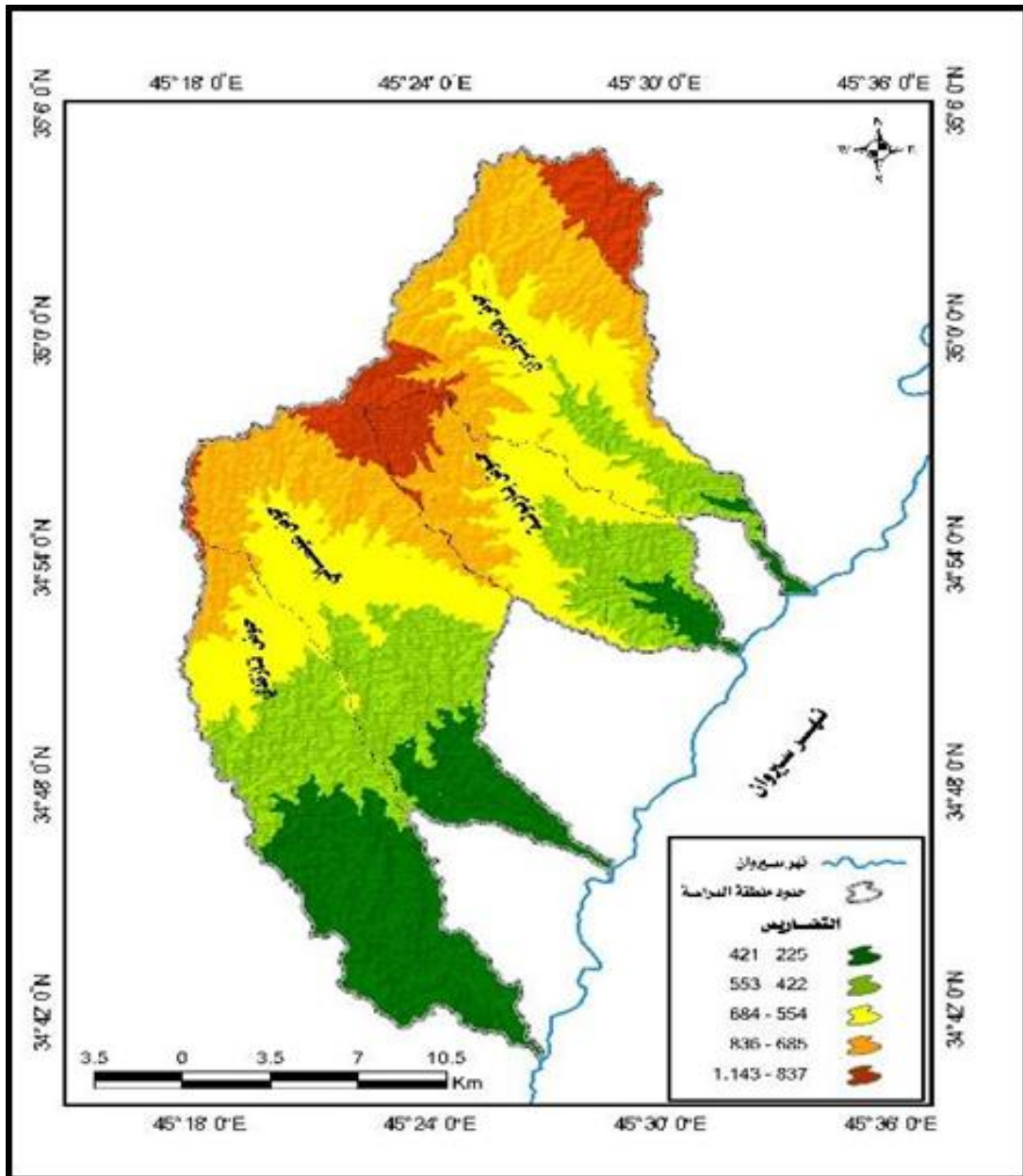
المصدر: اعتمادا على :

- ١- خليل محمد براخاص، الأشكال الأرضية لنهر سيروان (ديالى) بين دربندخان وكلار، دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة بغداد، كلية الآداب، ٢٠١٥، ص ١٤-١٥.
- ٢- أرام حسن محمد، رسم خرائط الخصائص الطبيعية لمنطقة البحث باستعمال البرنامجين (GIS @ RS)، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة السليمانية، كلية العلوم الانسانية، ٢٠١٥.

ان العمود الجيولوجي لمنطقة الدراسة تنتمي في الغالب إلى فترة الحياة الجديدة بين العصر الأيوسيني الأدنى والبليوسين الأعلى، وهي من الاقدم إلى الاحداث، ما يخص حوض (قلاتوبزان) تعود معظم تكوينات الحوض الى رسوبيات الفترة الثالثة من تكوينات المقدادية وبابي حسن ويتكون من الحجر الطيني الأحمر، الحجر الجيري، الجبس، الحجر الجيري، الطيني، الحجر الطيني ويصل سمك هذه الرواسب من (٣٠٠-٩٠٠ متر)، ويعود تاريخه الجيولوجي إلى فترة عصر البليوسين، اما حوض (باريولا) فرواسب هذا الحوض تعود الى المرحلة الثالثة من تكوينات المقدادية وبابي حسن، ويتكون من المدملكات، الحجر الرملي، الحجر الطيني، الجبس، والسلت ويصل سمك هذه الرواسب من (٦٥٠-١٩٠٠ متر)، والتي تعود إلى عصر البليوسين الأعلى والميوسين السفلي، بينما تعود تكوينات حوض (عيسايي) لرواسب الفترة الثالثة لتكوينات إنجانة والمقدادية وبابي حسن، ويتكون من الصخور المتكتلة، الحجر الرملي، الحجر الطيني، الجبس وبسمك من (٧٠٠-٢٠٠ متر)، ويعود تاريخه الجيولوجي إلى عصر الميوسين الاسفل، وتعود تكوينات حوض (تازةدي) لرواسب المرحلتين الثالثة والرابعة من تكوينات المقدادية وبابي حسن مثل رسوب المنحدرات، ورواسب قيعان الوديان التي تتألف من المدملكات والحجر الرملي والطيني والجبس والرمال والسلت، تصل سمك هذه الرواسب من (٢٠-١ متر) ويعود تأريخه الجيولوجي إلى العصر الجليدي والميوسين السفلي.

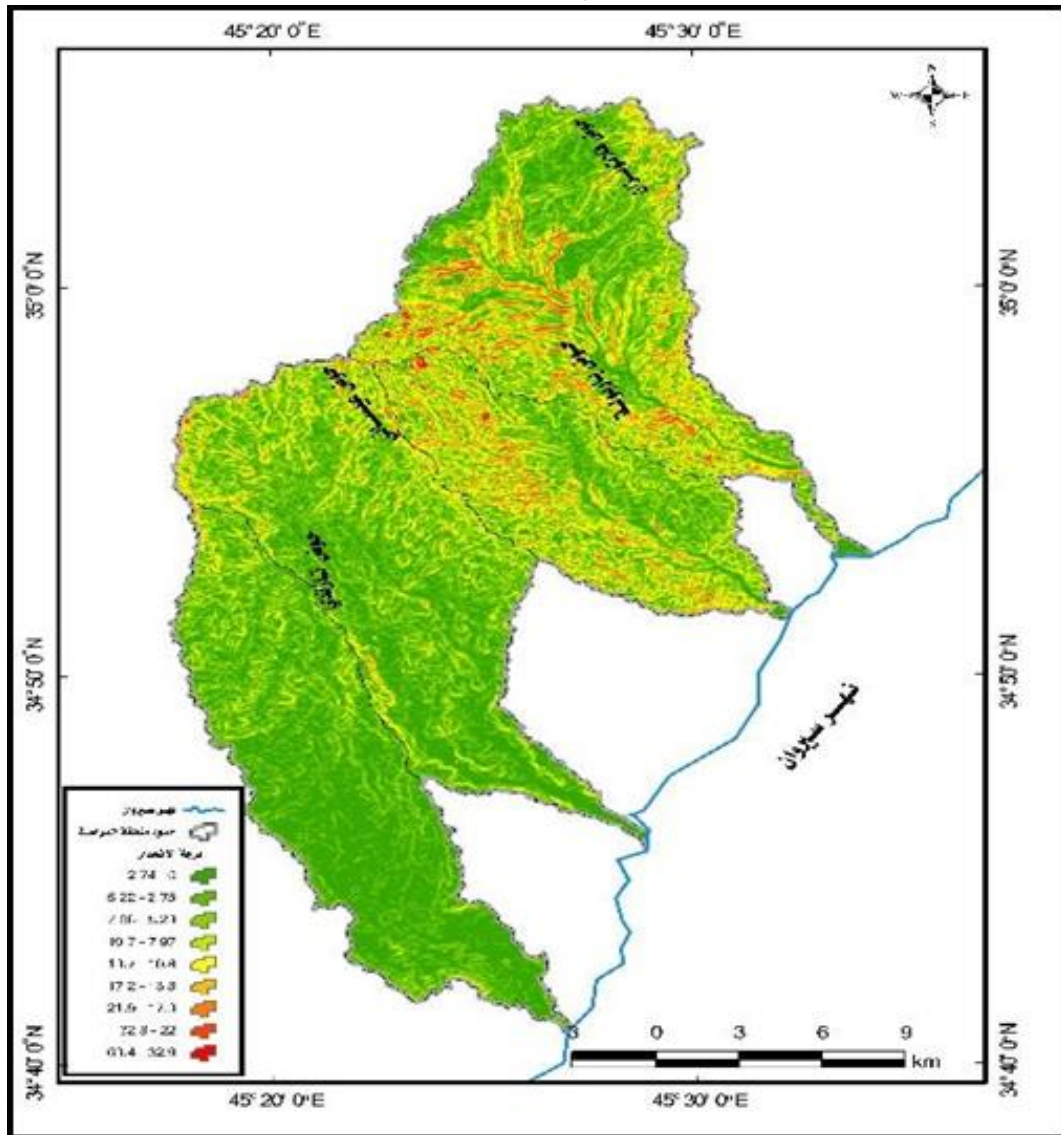
أما تضاريس منطقة الدراسة فهي تقع ضمن المنطقة شبه الجبلية و لا يزيد الارتفاع فيها عن (١٠٠٠ متر) الا في بعض المواقع، ينظر الخريطة (٣)، إذ يؤدي فرق الارتفاع ودرجة الانحدار الخريطة (٤) دورًا مهمًا في العمليات الجيومورفولوجية والظواهر المورفومترية لأودية الأنهار في المنطقة ، وهذا يؤثر على قياس شكل النهر وكمية التصريف في وديان الأنهار، ويكون التصريف أسرع في غرب أحواض منطقة الدراسة مقارنة بالجزء الشرقي من مصباتها في نهر سيروان في منطقة الدراسة، مما يتسبب في تطور الظواهر المورفومترية بمرور الوقت.

خريطة (٣) تضاريس حوض وديان منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على: ملف النموذج (DEM 15M) و باستعمال البرنامج (ArcMap ١٠,٨).

خريطة (٤) درجات الانحدار في أحواض وديان الأنهار بمنطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على: ملف النموذج (DEM 15M) و باستخدام البرنامج (ArcMap ١٠،٨).

ثانيا: المناخ :

يعد المناخ من أهم العوامل الطبيعية التي تلعب دورًا رئيسيًا في تشكيل وتطور الأشكال الأرضية فهو يؤثر في قوة معدلات التجوية والحت وعمليات الإرساب النهري التي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بعناصر المناخ، لا سيما المطر والحرارة، وان تشابهت في التضاريس ونوع الصخور و تركيبه (شاور، ١٩٧٩، ص ٢٩)، اعتمدنا في دراسة موضوع المناخ على البيانات المناخية لمحطات الأرصاد في خانقين، كلار، كفري، بيباز، ميدان، طوز، شيخطويل، ججمال ، دربندخان و قهرداغ ، انظر الجدول (٢).

جدول (٢)

معلومات عن عناصر الطقس في محطات الأرصاد الجوية في محطة كلار والمحطات القريبة منها

المحطة	خانقين	كلار	كفري	بيباز	ميدان	طوز	شيخطويل	جمجمال	درينديخان	ققرداغ
ارتفاع المحطة	202	254	228	335	323	220	525	718	513	680
المدة	87-2000	2000-21		13-2014		88-2011		-١٩٩٧ ٢٠١٤	-١٩٩٧ ٢٠١٣	
خط طول (x)	24,45.26	41,45.18	33,44.58	33,45.30	10,45.37	23,44.39	01,45.11	12,44.50	41,09,45	11,45.23
دائرة عرض (y)	56,34.18	40,34.16	29,34.43	29,34.49	02,34.55	16,34.53	16,35.02	11,35.33	29,35.06	27,35.18
ك. التساقط السنوي/مل	326	293.5	343	356	400	312	389	481	511	724
م.د. الحرارة السنوي/س	23	23.5	24	22	21	21	22	20	21	19

المصدر: الباحثان اعتمادا على:

- ١- حكومة إقليم كردستان ، وزارة النقل ، مديرية الأرصاد السلیمانية.
- ٢- المديرية العامة للزراعة كرميان ، دائرة الأرصاد الجوية ، معلومات غير منشورة
- ٣- فاضل إبراهيم خضر ، تحديد شهور و فصول الراحة البيولوجية في إقليم كردستان العراق ، رسالة ماجستير ، كلية الآداب ، جامعة صلاح الدين ، ٢٠٠٩ ، ص.

وقد تم عمل تمثيل بياني لتوزيع الأمطار والخطوط المتساوية لهطول الأمطار السنوي لأحواض منطقة الدراسة، ويبين الجدول (٣) أن كمية الأمطار في المنطقة تختلف من مكان إلى آخر فأعلى كمية تساقط للأمطار بلغت (٤٥٠.٨ ملم) عام ٢٠١٩ في شمال منطقة الدراسة، وأقل تساقط وصل إلى (١٦٧.٤ ملم) في عام ٢٠٠٩ في جنوب المنطقة ويصل متوسط تساقط الأمطار السنوي في منطقة الدراسة في المدة المسجلة (٢٠٠٦-٢٠٢١) إلى حوالي (٢٩٣.٠٦ ملم)، وهذا التباين في كمية الأمطار يؤثر في الخصائص الهيدرومورفومترية لتصريف الأحواض النهرية في منطقة الدراسة.

وفي الخريطة (٥) يظهر أن توزيع الأمطار والخطوط المتساوية لمجموع كمية الأمطار السنوية في منطقة الدراسة يبدأ من (٣٠٠ ملم) في جنوب و شرق منطقة الدراسة، بينما يصل إلى (٤٥٠ ملم) في شمال منطقة الدراسة، و هذا يعود إلى أثر التضاريس في المنطقة التي تبدأ من ارتفاع (٢٢٥) متراً في جنوب و شرق منطقة الدراسة حتى تصل إلى (١١٤٣) متراً في شمال وغرب المنطقة، مما يتسبب اختلافاً في هطول الأمطار بين أجزاء منطقة الدراسة ففي شمالها يبلغ التساقط حوالي أكثر من (٤٥٠) ملم، بينما في الجزء الجنوبي منها يصل إلى حوالي (٣٠٠) ملم، مما يدل على أن شمال منطقة الدراسة يقع في منطقة مناخ البحر الأبيض المتوسط تحت تأثير المناخ شبه الجاف، وبحسب معادلة ديمارتون (محمد، ٢٠١٣، ص ٨٨)، واعتماداً على معدل درجات الحرارة السنوية وكمية الأمطار السنوية للمنطقة فإن منطقة الدراسة تقع ضمن المناخ شبه الجاف.

تختلف درجات الحرارة من مكان إلى آخر في منطقة الدراسة (لاحظ الجدول رقم (٤))، ففي الجزء الشمالي من المنطقة تصل معدل أدنى درجة حرارة سنوية إلى (٢١ م)، بينما تصل معدل أعلى درجة حرارة سنوية إلى (٢٣ م)، أما في جنوب منطقة الدراسة فتصل معدل أعلى درجة حرارة مسجلة في المنطقة إلى (٢٤.٩ م) في عام (٢٠١٨)، وتصل معدل أدنى درجة حرارة مسجلة فيها إلى (٢٢.١ م)، و هذا التباين في درجات الحرارة يؤثر على الخصائص الهيدرومورفومترية في أحواض منطقة الدراسة، بسبب عملية التبخر العالية التي تفوق كمية التساقط في جميع أشهر السنة باستثناء شهري كانون الثاني وشباط.

جدول (٣) كمية الأمطار الشهرية و السنوية (ملم) في محطة أرصاد كلار للفترة (٢٠٠٦-٢٠٢١)

كمية الامطار السنوية	الشتاء			الخريف			الصيف			الربيع			سنة
	شباط	ك٢	ك١	ت٢	ت١	ايلول	اب	تموز	حزيران	مايس	نيسان	اذار	
300	99	69	7	16.5	25.5	0	0	0	0	3	62.5	17.5	2006
233.5	67.5	85.5	10	0	0	0	0	0	0	2.5	61.5	6.5	2007
201	27.5	64	3	28	73.5	0	0	0	0	2	0	3	2008
167.4	24	22.5	23.3	68.3	3.4	0	0	0	0	0	0	25.9	2009
349.5	48.6	62	84.5	1.5	3.3	0	0	0	0	52	36.1	61.5	2010
250.9	11.1	157	5.4	7.5	3.5	0	0	0	0	17.4	41.4	7.6	2011
385.17	53.5	21.2	22.7	229	14.6	0.04	0.03	0	0	5.3	11.5	27.3	2012
345.1	20.2	93.1	61	146	0	0	0	0	0	20.1	2.8	1.9	2013
218	3.6	45.2	0	66.2	36.4	0	0	0.2	0	1	4.8	60.6	٢٠١٤
226.8	42	24.4			96.4	0.2	0	0	0	21.4	0.8	41.6	٢٠١٥
313	47.2	40.8	50.6	0	0.8	0	0	0	0	11.6	49.4	112.6	٢٠١٦
342.57	37	26.4	2.8	1.6	0.2	0.01	0	0.2	0		11	263.36	٢٠١٧
498.77	157.2	22.2	160.40	84.6	0.37	0	0	0	0	9	62.2	2.8	٢٠١٨
450.8	20.6	27.8	135	5	30.2	0	0	0	0	7	61.8	163.4	٢٠١٩
236.1	41.5	70.7	8.8	46.5							3.5	65.1	٢٠٢٠
170.4	28.3	23.7	0	66.2	36.4	0	0	0.2	0	1	4.8	9.8	٢٠٢١
٠٦.٢٩٣	كمية الأمطار السنوية ٢٠٠٦-٢٠٢١												

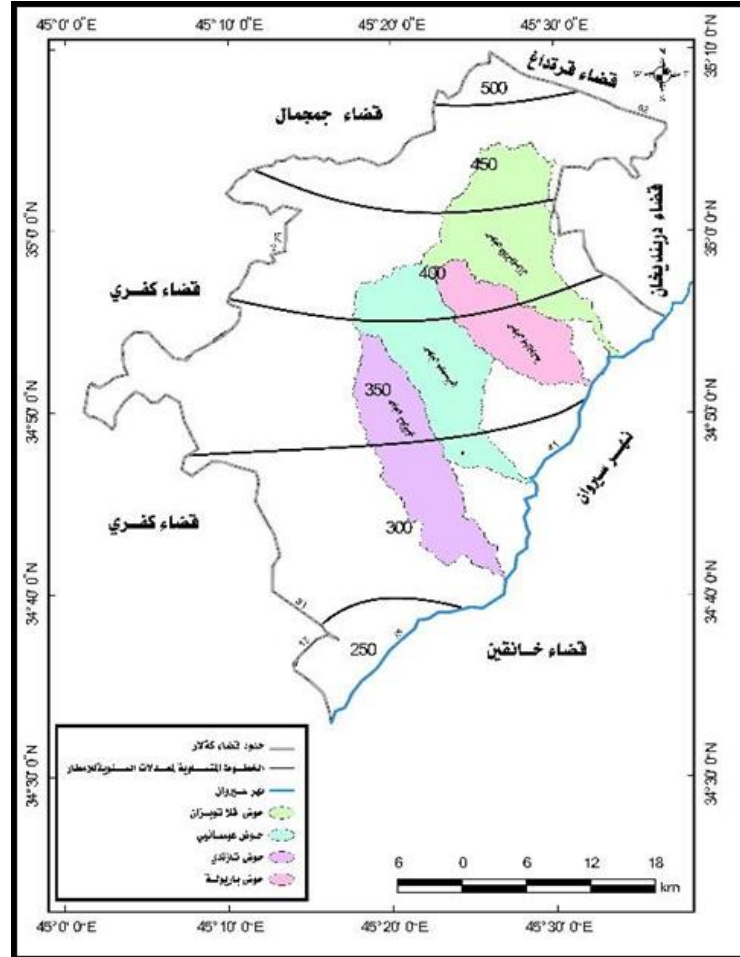
المصدر / الباحثان اعتمادا على : المديرية العامة للزراعة كرميان ، مصلحة الأرصاد الجوية ، ٢٠٢١ ، معلومات غير منشورة.

جدول (٤) معدل درجة الحرارة الشهري و السنوي في محطة أرصاد كلالر للفترة (٢٠٠٦-٢٠٢١)

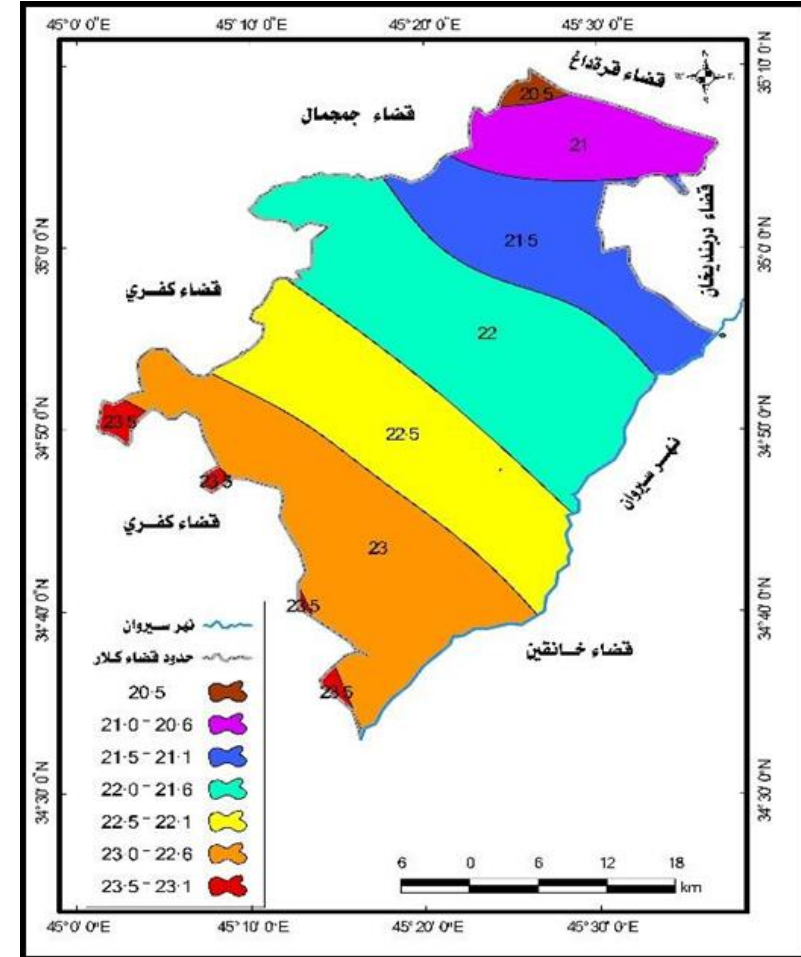
المعدل السنوي	الشتاء			الخريف			الصيف			الربيع			سنة
	شباط	كانون 2	كانون 1	تشرين 2	تشرين 1	ايلول	اب	تموز	حزيران	مايس	نيسان	اذار	
22.9	14.2	8.4	8.8	12.7	24.4	27.4	32.1	34.8	28.1	25.9	21.1	13.2	2006
22.1	9.1	6.1	9.2	15.1	22.1	28.3	33.2	32.7	29.9	22.1	19.4	14	2007
23.4	10.2	6.9	9.4	15.9	22.7	30	32.3	33.2	30.1	23	17.5	13.5	2008
24.4	11.8	9.1	10.6	12.3	23.3	30.2	33.6	34.4	29.8	24.6	22	15.5	2009
24.7	11.6	7.3	9	13.9	23.2	27.8	41.6	47.7	44	24	20.3	13.6	2010
23.6	11.7	8	10	14.1	23	30.1	40.9	45.8	41.9	23.8	19.7	14.5	2011
24.5	11.5	8.2	11.5	16.8	25.7	31.2	40.1	46.1	43.4	24.3	21.2	14.5	2012
24.5	12.2	9.7	10.7	15.4	24.3	30.6	41.6	40.9	35.5	23.5	21.6	15.5	2013
24.1	12.0	11.9	13.2	15.7	24.8	33.2	38.1	38.0	32.9	30.2	24.4	15.2	2014
22.06	11.1	10.	11.5	14.8	25.7	34.6	22.9	38.9	32.9	23.3	23.3	15.8	2015
23.4	14.1	7.9	10.2	24.9	25.8	31.2	37.4	38.2	24.2	28.9	22.7	16.1	2016
23.03	9.01	9.28	12.42	20.45	25.05	33.39	37.4	33.6	34.96	-	22.23	15.63	2017
24.9	14.07	12.01	14.1	18.6	25.3	31.4	36.6	34.0	36.1	30.6	23.6	23.2	2018
22.7	12.4	10.95	10.05	18.2	27.1	32.3	37.1	35.9	35.05	23.15	20.3	10.05	2019
22.6	13.1	11.79	12.07	18.1	19.5	31.7	36.3	38.5	29.2	23.5	23.4	15.1	2020
22.7	14.1	12.8	13.1	19.9	22.3	31.4	37.7	37.5	34.9	32.01	·	17.1	2021
٨.٢٤	المعدل السنوي ٢٠٢١-٢٠٠٦												

المصدر / الباحثان اعتمادا على:
المديرية العامة للزراعة كرميان ، مصلحة الأرصاد الجوية ، ٢٠٢١ ، معلومات غير منشورة.

خريطة (٦) توزيع كميات تساقط الأمطار السنوي (ملم) لأحواض منطقة الدراسة



خريطة (٥) توزيع معدلات درجة الحرارة السنوية/م لأحواض منطقة الدراسة



المصدر: الباحثان اعتمادا على الجدولين (٣-٤) باستخدام عملية التحليل الجيو إحصائي لبرنامج (ArcMap ١٠,٨).

ثالثاً: التربة:

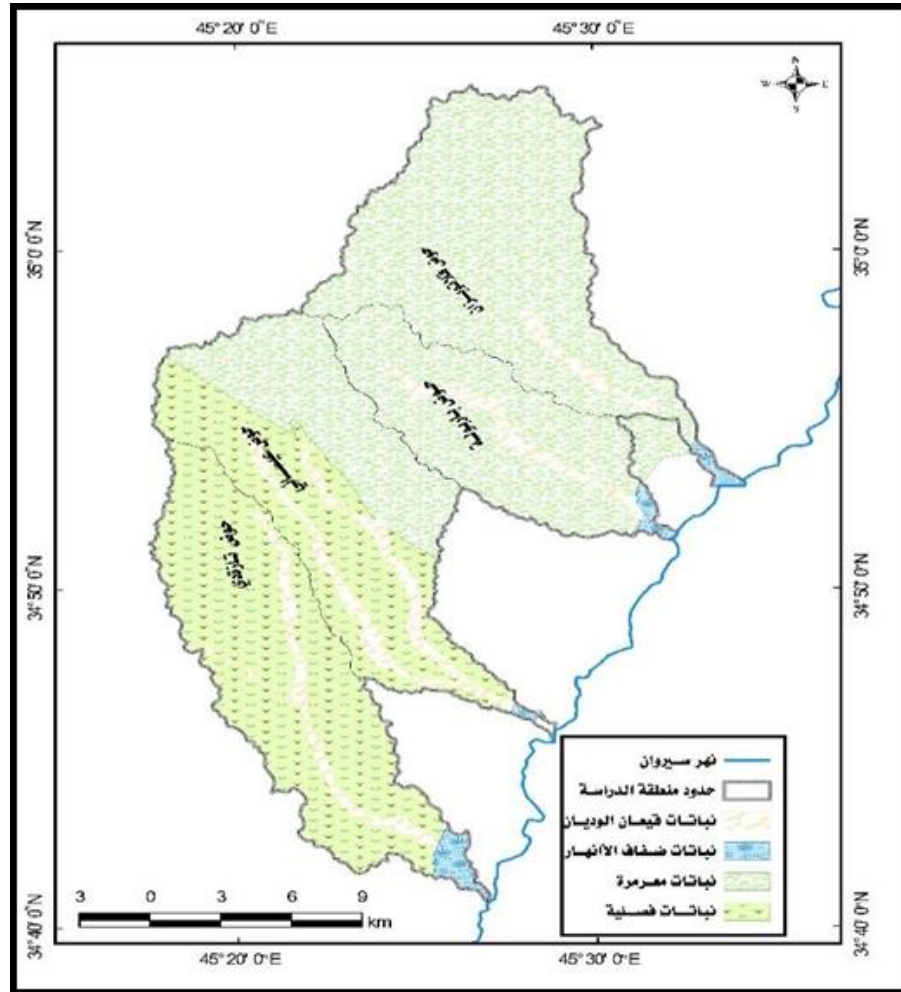
التربة إحدى أهم النواتج النهائية للعمليات الجيومورفولوجية للصخور المنكشفة من القشرة الأرضية، إذ تتباين درجة نضجها و في خصائصها الفيزيائية والكيميائية بتباين طول الزمن الذي مر على تشكيلها و طبيعة الغطاء النباتي، والخصائص التضاريسية (البنية، الارتفاع، الانحدار)، وهذا التباين ذات أهميه كبيرة في مسيرة العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في سطح الأرض، وبما ان التربة تعد نتاجا مباشرا للعمليات الجيومورفولوجية المتمثلة بعمليات التجوية المختلفة، لذا فإن دراستها تعد من الأمور الأساسية في الدراسات الجيومورفولوجية بشكل عام، ويصعب فصل تأثير التربة المباشر في تكوين اشكال سطح الارض و توزيعها عن تأثير العوامل الأخرى (شلس والخفاف، ١٩٨٧، ص ١٨).

إن اختلاف العوامل المؤثرة في تكوين الترب و المتمثلة بطبيعة التراكيب الصخرية والمناخ والتضاريس وعامل الزمن والنبات الطبيعي تؤدي إلى اختلاف أنواع الترب (السامرائي والريحاني، ١٩٩٠، ص ٢٤٠)، وهذا يعني وجود علاقة متبادلة بين التربة والمظاهر الجيومورفولوجية المشكلة على نحو عام، وقد تعرضت الى عمليات التعرية المائية والريحية وهي ليست سميكة وتتكون كتل من الصخور التي تعرضت الى عمليات التجوية (قارمان، ١٩٩٩، ص ٩٥)، وتنتقل تربة منطقة الدراسة عن طريق المجاري الموسمية بسبب تعرية تربة الضفاف وسفوح الوديان ثم ترسيبها في قيعان الوديان (بيرينج - ١٩٦٠) وتنقسم تربة المنطقة على أنواع عدة و بنسب متفاوتة (محمد، ٢٠١٥، ص ٤٥)، واعتمادا على استعمال برنامج (ArcMap ١٠،٨)، فقد تم عمل خريطة الترب لمنطقة الدراسة، كما يظهر من الخريطة (٧).

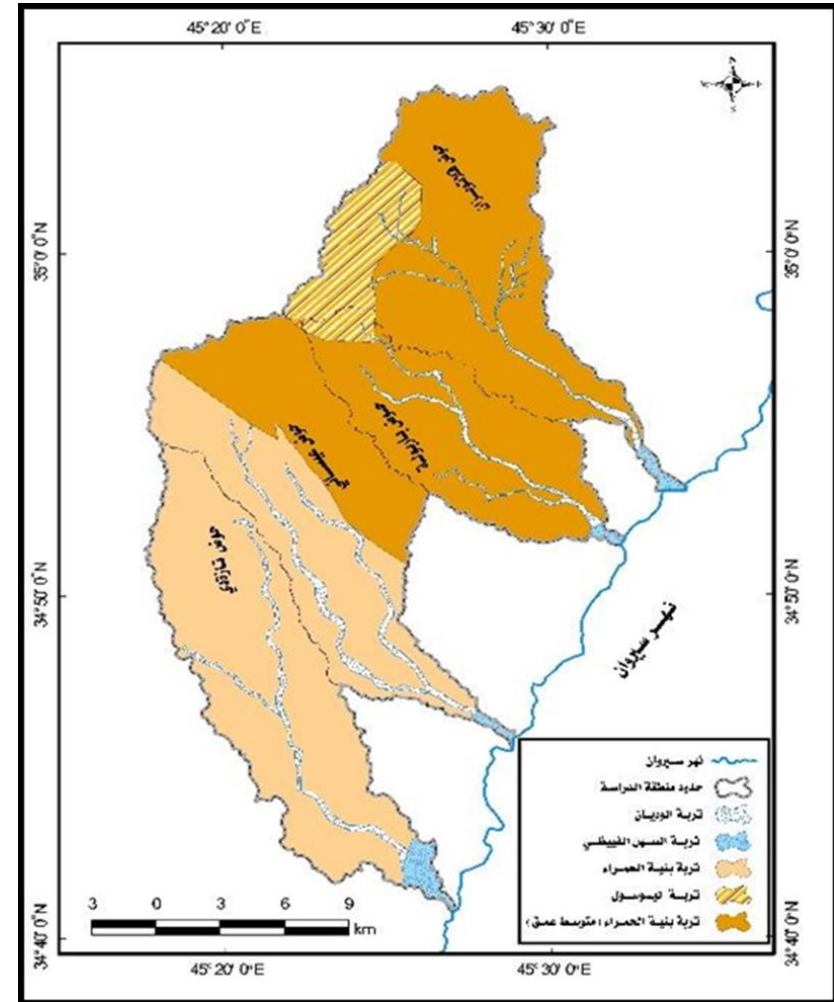
رابعاً: النباتي الطبيعي:

تتحصر علاقة النبات الطبيعي بشكل أساسي في تكوين أشكال سطح الأرض، فالنباتات تسهم في إضعاف جريان الماء في مجرى النهر، وتزيد نسبة ترسبات المواد العضوية، عند ازدياد ترسبات المواد النباتية المتحللة (السعدي وعلوان، ١٩٨٣، ص ٢١)، فضلا عن تحجيم عمليات التعرية المائية. إن تواجد النبات الطبيعي يكون نتيجة تفاعل عدد من العوامل الطبيعية التي تتعلق في جملتها بالأحوال المناخية السائدة، كما تعد التربة أيضا من أهم العوامل التي تدخل في حياة النباتات (شرف، ١٩٧٨، ص ٣١٢)، لذا يمكن القول أن للغطاء النباتي وكثافته وتنوعه دوراً كبيراً في التأثير في الوضع الهيدرولوجي لأحواض منطقة الدراسة، وذلك لما له من أثر مباشر في الجريان السطحي والتبخر والترشيح، لأن المناخ السائد هو المناخ شبه الجاف وهو أحد العوامل التي تلعب دوراً رئيسياً على هذا الغطاء من حيث التنوع و الكثافة والتوزيع كما يظهر من الخريطة (٨).

خريطة (٨) التوزيع الجغرافي للنبات الطبيعي في منطقة الدراسة



خريطة (٧) أنواع التربة في منطقة الدراسة



المصدر: الباحثان باستخدام برنامج (ArcMaps ١٠،٨) خرائط (ArcMaps) و اعتمادا على: صلاح حميد الجنابي و سعدي علي غالب، جغرافية العراق الإقليمية، دار ابن الأثير، جامعة الموصل، ٢٠٠٥، ص ١٦٣.

المصدر: الباحثان باستخدام برنامج (ArcMaps ١٠،٨) خرائط (ArcMaps) و اعتمادا على: Buringh, Soil And Soil Condition in Iraq, Exploratory Soil map of Iraq, map 1, Baghdad, 1960

المبحث الثاني: التمثيل الخرائطي للخصائص المساحية لأحواض المياه في وديان منطقة الدراسة.

ان أهمية الخصائص المساحية و الشكلية لأحواض المياه تعود إلى علاقتها المباشرة مع البنية الجيولوجية والتضاريس والانحدارات ونوعية الصخور والمناخ في المنطقة التي يمر بها الوادي النهري، إن هذه العوامل مجتمعة لها الأثر المباشر على شكل ونمط التصريف النهري، ويقول (ستريلر) إذا تماثلت شكل ومساحة حوض مائي مع حوض آخر، فهي متشابهة في الخصائص الجيومورفولوجية الأخرى، لان هذا التشابه هي نتيجة العمليات الجيومورفولوجية (الراوي، ٢٠٠٧، ص ٥٧).

اولاً: مساحة الحوض:

تعد مساحة الحوض المائي من المتغيرات المورفومترية المهمة من حيث كمية التصريف المائي، لأنه كلما كبرت مساحة الحوض، زادت كمية التصريف المائي، مما يؤدي الى ارتفاع نسبة التعرية مع الاخذ بنظر الاعتبار العوامل المؤثرة الأخرى، كالبنية الجيولوجية والتضاريس و المناخ و العوامل الطبيعية الأخرى ، ويعود سبب زيادة مساحة الأحواض المائية او قلتها إلى مستوى درجه الانحدارات و المجاري المائية وتفرعاتها(سلامة، ٢٠٠٤، ص١٨٤)، وتختلف مساحة الأحواض المائية في منطقة الدراسة عن بعضها البعض ، كما في الجدول (٥)، بسبب المناخ شبه الجاف السائد و نوعية الصخور والحركات الالتوائية التي تؤثر مجتمعة على طول المجاري المائية النهريه و تفرعاتها، كل هذه العوامل تؤثر على طول الأنهار وروافدها.

ثانياً: طول الحوض:

يعد طول الحوض أحد أهم المتغيرات المورفومترية التي ترتبط بعدد من الخصائص الأخرى في الحوض النهري، وقد اعتمدنا على طريقة (جاردينر)، التي تفترض أن طول الحوض هو الخط الممتد من منبع الوادي الى منطقة المصب النهري(عزيز، ٢٠٠٤، ص٣٥٨)، و هناك علاقة مباشرة بين مساحة و تضاريس الحوض وطوله، فكلما كبرت مساحة الحوض و زادت الارتفاع كلما زاد طول الحوض النهري، وبالعكس يقل طول الحوض النهري(محمد، ٢٠١٣، ص٩٣) ، ان طول الأحواض في منطقة الدراسة تختلف من حوض لآخر انظر الجدول(٥) بسبب العوامل التي مر ذكرها ، فضلا عن حدوث الحركات التكتونية في منطقة الدراسة.

ثالثاً: عرض الحوض:

يعد عرض الحوض المائي من المتغيرات المورفومترية المهمة التي تساعد في تحديد شكل الحوض من خلال النسبة بين طول الحوض الى عرضه، ويتم دراسة عرض الحوض من خلال رسم خطوط متوازية من المصب الى المنبع واخذ قياسات لكل منها وإيجاد متوسط عرض الحوض من خلالها (الدراسي، ٢٠١٠، ص ١٣٤)، يختلف عرض الأحواض من حوض لآخر في منطقة الدراسة حسب المساحة و تضاريس الأحواض، كما هو موضح في الجدول (٥)، بسبب الامتداد الواسع أطوالها وضيقها بين الوديان، باستثناء حوضي (تازةدي) و(عيسايي) التي يقل عرضها مع زيادة مساحتها.

رابعاً: متوسط عرض الحوض:

المقصود بمتوسط عرض الحوض هو المسافة الفعلية بين أبعد نقطتين في محيط الحوض، وهناك علاقة طردية بين مساحة وعرض الحوض حيث يزداد متوسط عرض الحوض بزيادة المساحة، وبالعكس يقل متوسط العرض اذا قلت المساحة، وبسبب كثرة التباين بين اشكال الاحواض وكثرة الالتواءات لمحيطها فقد تم استعمال هذه المعادلة لاستخراج متوسط عرض الأحواض في منطقة الدراسة (الراوي، ٢٠٠٧، ص ٦٠).

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

كما يوضح الجدول (٥)، هناك فرق كبير في متوسط عرض الأحواض في منطقة الدراسة، وأقل قيمة مسجلة تقع في حوض وادي (باريولا) وبلغت (٤.٩ كم)، بسبب قلة عدد المراتب النهرية لصغر مساحة الحوض، ويعود ذلك الى البنية الجيولوجية والانحدارات والكسور والفجوات الموجودة في الحوض والتي تعيق الجريان واحيانا تحدث الفيضانات في الحوض اثناء الامطار الغزيرة.

خامساً: نسبة استطالة الحوض إلى العرض:

تشرح هذه العلاقة قرب و مسافة شكل الأحواض المائية من شكل المستطيل، ونسبة طول الحوض إلى العرض عن طريق طرح مسافات الحوض (الطول و العرض) وحساب طول الحوض عند أدنى نقطة في الحوض عند المصب ونهايتها تكون قرب المسافة من محيط الحوض، اعتماداً على المعادلة التالية:

$$\text{نسبة طول الحوض إلى العرض} = \frac{\text{طول الحوض (كم)}}{\text{عرض الحوض (كم)}}$$

كما يتضح من الجدول (٥)، ويظهر ان هناك تباين واضح بين قيم هذه المعادلة، حيث تعني القيمة العالية أن الحوض يأخذ الشكل المستطيل، وهذا يعود الى استطالة أحد أبعاد الحوض (العرض او الطول) باتجاه آخر، بينما انخفاض قيمته يعود إلى قلة عدد تفرعات الحوض النهري وقصر طولها.

المبحث الثالث: التمثيل الخرائطي للخصائص الشكلية لأحواض المياه في وديان منطقة الدراسة.

غالبًا ما تتم مقارنة أشكال أحواض المياه بأشكال هندسية مختلفة، مثل الأشكال الدائرية والبيضوية و المثلثة. إن لأشكال الأحواض تأثير كبير على سرعة وصول تصريف الفروع إلى المصب الرئيس، فمثلا اذا كان شكل الحوض دائريا فإن الروافد المائية تصل بشكل متساوي الى الرافد الرئيس وبوقت اقل، وعندما حدوث عاصفة مطيرة في الحوض، فإنها تغطي الحوض بأكمله بوقت قصير، مما يتسبب في زيادة سريعة في تدفق المياه عبر الوديان، وتصل إلى المصب الرئيسي في وقت أقل بكثير وتعرض لخطر الفيضانات.

اما اذا كان شكل الحوض مستطيلا فيستغرق الأمر وقتًا أطول للوصول إلى المصب الرئيسي، مما يعني أنه اثناء العاصفة المطرية يحتاج الى مدة أطول ليغطي الحوض بأكمله، وهذا يعني ان اثار العواصف المطيرة والفيضانات تقل مقارنة بالشكل الدائري، أما إذا كان الحوض قريبا من الشكل المثلث، فهناك حالتان الأولى إذا كان رأس المثلث تمثل المصب الرئيس، فذلك يحتاج الى مدة طويلة للوصول الجداول والفروع إليها، والحالة الثانية إذا كانت قاعدة المثلث تمثل المصب الرئيس، فسيستغرق الوصول إلى المصب وقتًا أقل نظرًا لقرب الجداول و الفروع من المصب، ويشير هذا إلى أن احتمال تعرض الأول للفيضان أقل من الشكل الآخر (المومني، ١٩٩٧، ص ١٢٤)، لذلك يمكننا القول أن أشكال الاحواض تعود الى عدد من العوامل منها التركيب الجيولوجي والمناخ، والتعرف على اشكال الاحواض ذات اهمية كبيرة، ولاسيما للبحوث المتعلقة بالتعرية المائية التي تؤدي إلى حركة الصخور وانزلاقها من المنحدرات، فضلا عن أن نسبة التعرية والإرساب في المنحدرات وحدث مخاطر الفيضانات تختلف من شكل لآخر في تلك الأحواض (محمد، ٢٠١٣، ص ٩٣).

أولاً: خصائص محيط الحوض:

محيط الحوض هو المنطقة المرتفعة التي تفصلها عن الأحواض المحيطة بها وتُعرف باسم خط تقسيم المياه ، أن طول محيط الحوض يرتبط بكل من مساحة الحوض وكثرة الالتواءات الموجودة فيها (سقا، ٢٠١١، ص ٤٨).

بالنظر إلى الجدول (٥)، يمكننا أن نرى أن محيط الأحواض في منطقة الدراسة تختلف من حوض لآخر، بسبب نوعية الصخور والتركيب الجيولوجي وتباين المراتب النهرية في الحوض.

ثانياً: نسبة استدارة الحوض:

يوضح نسبة الاستدارة المسافة أو إبعاد شكل الحوض من الشكل الدائري، ولتوضيح ذلك يتم استعمال المعادلة التالية (سابير، ٢٠١٣، ص ٥٩):

$$١٢.٥٧ * مساحة الحوض (كم^٢)$$

$$\text{نسبة الاستدارة} = \frac{\text{تربيع محيط الحوض (كم)}}{\text{مساحة الحوض (كم}^٢\text{)}}$$

تربيع محيط الحوض (كم)

بشكل عام تكون نسبة الاستدارة بين (٠ - ١)، حيث تعني القيمة العالية أنها قريبة من الشكل الدائري، بينما القيمة المنخفضة تعني بعدها عن الشكل الدائري، وعند اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري فإن مخاطر حدوث الفيضانات يكون أكثر (الدليمي، ٢٠١٠، ص ١٢٤)، قد أثبتت غالبية الدراسات المتعلقة بهذا الخصوص ان الاحواض الكبيرة المساحة تكون قريبة من الشكل الدائري و بالعكس القليلة المساحة تكون أبعد من الشكل الدائري.

بشكل عام، تتراوح قيمة اشكال الاحواض في منطقة الدراسة ما بين (٠.٣ - ٠.٤٣)، مما يعني أنها بعيدة عن الشكل الدائري أو نصف الدائري، وتتجه أكثر نحو الشكل المستطيل ولديها مخاطر أقل لحدوث الفيضان، والتي يكون سببا في بطء التدفق المائي في مجاري الوديان وتأخيرها في الوصول إلى المصببات، ومن ثم زيادة عمليات التعرية والترسيب المنقولة خلالها.

ثالثاً: معامل استطالة الحوض:

ان معامل استطالة الحوض يوضح لنا العلاقة بين نسبة تماثل الحوض مع شكل الحوض، وباستعمال هذه المعادلة يمكن توضيح هذه الخاصية:

$$١.١٢٧ \times \text{مساحة الحوض (كم}^٢\text{)}$$

$$\text{معامل استطالة الحوض} = \frac{\text{طول الحوض (كم)}}{\text{مساحة الحوض (كم}^٢\text{)}}$$

طول الحوض (كم)

تتراوح قيمته بين (٠-١) إذا كانت النسبة بعيداً عن الصفر و قريباً من قيمة (١) كاملاً، فهذا يعني بعد شكلها عن الشكل المستطيل و قريبها من الشكل الدائري، بينما إذا كان بعيداً عن قيمة (١) كامل، فإنه يقترب من الشكل المستطيل ويأخذ نفس الشكل (جاسم، ٢٠٠٦، ص ١١٧)، وبشكل عام بلغت نسبة استطالة احواض المنطقة ما بين

قيمة (٠.٤٤ - ٠.٦٥) ، مما يدل على أن أحواض منطقة الدراسة هي أكثر قرباً من الشكل المستطيل ، وبالتالي أقل عرضة للتعرية والفيضانات، مما يعني في النتيجة زيادة المنحدرات، باستثناء حوض (تازةدى) الذي يبلغ قيمة النسبة فيها (٠.٤٤) والذي يقترب من الشكل الدائري، ويعود ذلك إلى التدفق السريع للمياه ووصولها إلى المصب بشكل أسرع، وفي بعض الأحيان يكون عرضة للفيضان بسبب درجات الانحدارات العالية، ولأن هذه الأحواض تمر في طور الشباب فإن نسبة التعرية تكون عالية و قليلة الترسيب.

رابعاً: معامل شكل الحوض:

معامل شكل الحوض يوضح درجة ترابط و تماثل الشكل العام للأجزاء المختلفة من الحوض، غالباً ما تتم مقارنة أشكال الأحواض بأشكال هندسية أخرى مختلفة ، مثل الشكل الدائري والمستطيل والمثلث، ان لأشكال الاحواض له الأثر الكبير على سرعة وصول المجاري المائية الى مصباتها الرئيسية ، و شكل الحوض يعود إلى أثر العوامل الجيولوجية والعوامل الطبيعية الأخرى(براخاص و محمد، ٢٠٢٢، ص٢٠-٢١).

وبشكل عام فان قيمه معامل شكل الحوض تكون بين (٠.١-٠.٩) ، فإذا كانت هذه النسبة قريبة من (٠.١) ، فهذا يعني أنها قريبة من شكل المثلث. وإذا كانت القيمة أكثر من (٠.١) كامل فهذا يعني أنها تبتعد عن شكل المثلث و يأخذ شكلاً هندسياً أخرى(المومني، ١٩٩٧، ص١٢٧).

وقد أظهر تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة أن قيمها تتراوح عمومًا بين (٠.١٧-٠.٣٨) ، مما يثبت أن معظم أحواض المنطقة تكون قريبة من شكل المثلث ، و كما مر سابقاً عن حالتا شكل المثلث ، فالحالة الأولى إذا كانت قمة المثلث تمثل التصريف الرئيسي ، فهذا يحتاج الى وقت اطول لوصول المجاري الفرعية إلى مصباتها بسبب بعد المجاري الفرعية عن المصبات ، و في الحالة الثانية إذا كانت قاعدة المثلث تمثل التصريف الرئيسي فذلك يحتاج وقتاً أقل لوصول الفروع إلى التصريف الرئيسية ، نظراً لقرب فروع التصريف من المصب الرئيسي(المومني، ١٩٩٧، ص ١٢٤). بناءً على العلاقة بين التغير في مساحة الحوض و طولها ، فقد حدد هورتون (Horton) معامل شكل الحوض بالمعادلة التالية(عزيز، ٢٠٠٤، ص٤٩٢):

مساحة الحوض (كم^٢)

معامل شكل الحوض =

مربع طول الحوض(كم)

خامساً: معامل اندماج الحوض:

يوضح معامل الاندماج المسافة المنتظمة بين محيط الحوض والمساحة، ما إذا كان شكل الحوض كم تكون متوافقة مع المساحة، ان ارتفاع قيمة معامل الاندماج وفقاً لهذه المعادلة تثبت عدم الاندماج لأجزاء الحوض مع مساحتها، والعكس صحيح عندما تكون القيمة منخفضة، إذ يكون محيط الحوض وأبعادها مندمجة مع المساحة، ويستخرج معامل التماسك للحوض وفقاً لهذه المعادلة (البالاني، ٢٠١٠، ص ١٥٦):

محيط الحوض (كم)

معامل الاندماج = _____

مساحة الحوض (كم^٢)

وقد أظهر تطبيق هذه المعادلة على احواض المنطقة أن قيمتها تتراوح بشكل عام بين (٠.٤٨-٠.٥٧) وتشير القيم العالية لمعامل الاندماج إلى هيمنة الالتواءات على محيط الأحواض إلى درجة كبيرة ، او زيادة طول المحيط مقارنة بالمحيط الدائري للحوض من حيث المساحة (الجاف، ٢٠٠٥، ص ٥٢-٥٣)، بينما تعني القيمة الأقل أن محيط الحوض متوافقة مع مساحة الحوض، مما يساعد الحوض على تصريف المياه بشكل أفضل، والبقاء لمدة أطول ونقل المزيد من المواد، مما يؤدي في النهاية إلى تكوين أشكال جديدة مثل ترسبات الوديان (سابير، ٢٠١٣، ص ٥٩).

سادساً: تماسك إطار الحوض النسبي:

تماسك إطار الحوض النسبي هي معادلة تستعمل لتحديد الأبعاد بين شكل الحوض من الأشكال الدائرية و المستطيلة ، وذلك حسب المعادلة الآتية: (الحسيني، ٢٠٢٢، ص ١١٦).

$$\frac{1}{\sqrt{\text{نسبة تماسك إطار الحوض}}} = \text{خاصية نسبة الاستدارة}$$

بشكل عام قيمة هذه المعادلة تكون ما بين (١.٥ - ١.٩)، تعني القيمة العالية بين (١.٥-١.٩) أن شكل الحوض بعيد عن أن يكون دائرياً، وتعني القيمة المنخفضة أقل من (١.٤) أنه قريب من الشكل الدائري (جاسم، ٢٠٠٦، ص ١١٦)، وقد اوضح تطبيق هذه المعادلة على احواض منطقة الدراسة أن قيمة هذه المعادلة بشكل عام تتراوح بين (١.٥ - ١.٨) مما يدل على بعدهم عن الشكل الدائري وقربهم من الشكل المستطيل.

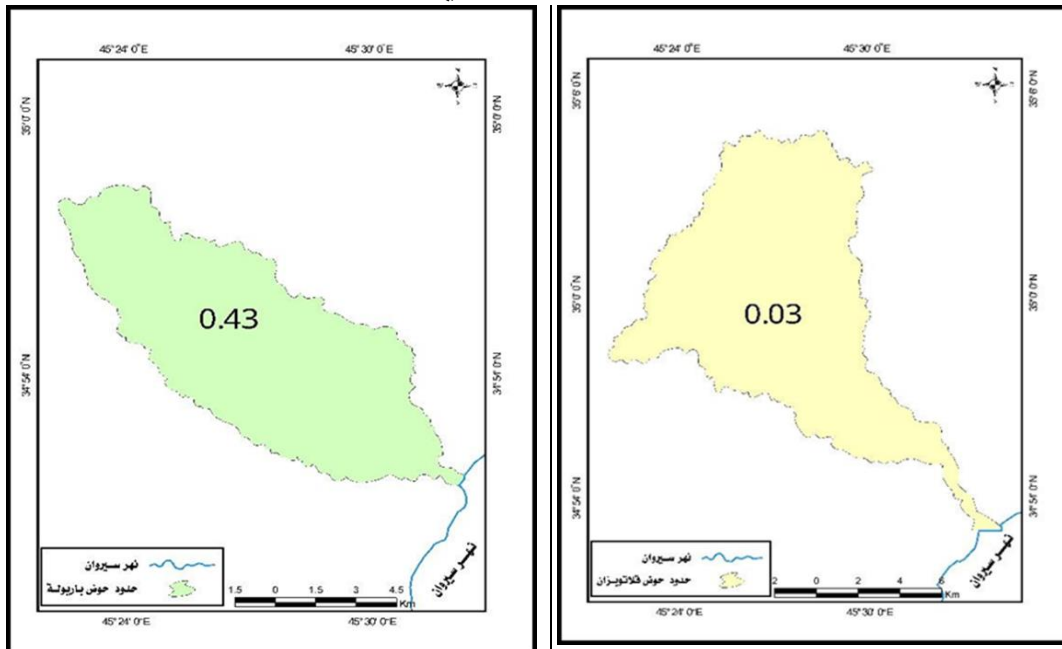
جدول (٥) الخصائص المورفومترية لخصائص المساحة والشكل لأحواض منطقة الدراسة

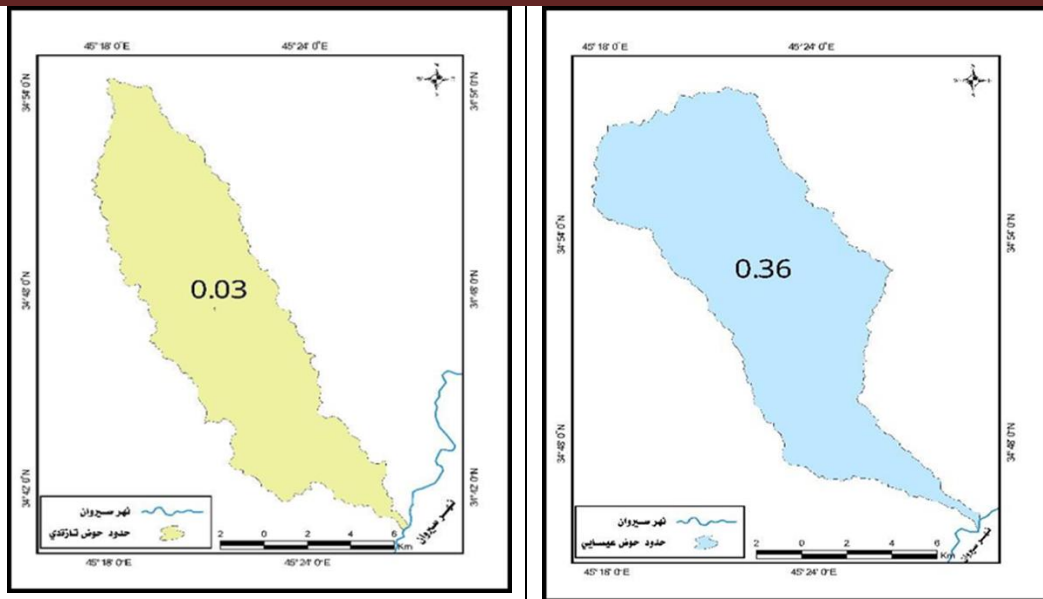
الحوض	قلا توبزان	باريولة	عيسايي	تازةدى
مساحة الحوض (كم ²)	143.2	86.5	143.2	128.9
طول الحوض (كم)	19.4	17.5	24.8	27.2
عرض الحوض (كم)	12.7	6.2	7.1	5.9
محيط الحوض (كم)	69.7	50	70.7	73
متوسط عرض الحوض (كم)	7.3	4.9	5.7	5.1
نسبة الطول إلى العرض (كم)	1.5	2.8	3.4	4.6
النسبة الدائرية للحوض (كم)	0.37	0.43	0.36	0.3
معامل استطالة الحوض (كم)	0.65	0.56	0.51	0.44
معامل شكل الحوض (كم)	0.38	0.28	0.23	0.17
معامل الاندماج (كم)	0.48	0.57	0.49	0.56
نسبة تماسك إطار الحوض	1.6	1.5	1.6	1.8

المصدر / الباحثان اعتمادا على: ١. ملف نموذج التضاريس (STRM) باستخدام برنامج (ArcMap) (١٠-٨). ٢. استعمال المعادلات المورفومترية لخصائص المساحة والشكل

خريطة (٩)

النسبة الدائرية لأحواض المياه في منطقة الدراسة





المصدر / اعتمادا على الجدول (٥) و باستخدام البرنامج (ArcGis ١٠.٨).

المبحث الرابع: التمثيل الخرائطي للخصائص التضاريسية لأحواض المياه في وديان منطقة الدراسة.

تتأثر كل من خصائص المساحة والشكل مورفومترية النهر بخصائص التضاريس (سقا، ٢٠١١، ص ٤٤)، وتعد هذه الخاصية من الخصائص المهمة في البحث الجيومورفولوجي والهيدرولوجي و دورها في عمليات التعرية المائية والتجوية والترسيب وتخفيض قاعدة الاحواض و دورها في تشكيلات السطح، الذي يعتمد على طبيعة البنية والتركيب الجيولوجي للمنطقة التي تحدث فيها هذه العمليات (جاسم، ٢٠٠٦، ص ١٢٠)، كما تعد مقياسا مهما لمعرفة خصائص تضاريس الاحواض و قياس معدل انحداره، ولها أهمية أخرى هي الحفر النهري والتي تؤثر على عمليات التعرية و تكوين الاشكال الجيومورفية وحركة المواد في المنحدرات، أن العلاقة بين خاصية التضاريس و التعرية هي علاقة طردية على طول الأجزاء الضعيفة من حيث التكوين الجيولوجي (سابير، ٢٠١٣، ص ٦٢)، خاصية تضاريس الحوض تشمل عدة خصائص ثانوية، وهي كالاتي :

اولاً: خاصية معدل تضاريس الحوض:

يعد معدل تضاريس الحوض مقياساً مهماً لمعرفة التضاريس وقياس منحدرات الحوض، ومؤشراً مهماً لدرجة تأثير العمليات الجيومورفولوجية التي أثرت على تضاريس الحوض، كما يعد مقياساً مهماً لمعرفة مستوى قيمة الفيضان من خلال ارتفاع قيمة معدل التضاريس وانحدارات الحوض، يزيد من وقت جمع الجريان، مما يؤدي إلى زيادة قيمة الفيضان (سقا، ٢٠١١، ص ٤٤)، و تستخرج هذه الخاصية وفقاً للمعادلة التالية (العمرى، ٢٠١١، ص ٤٠٨):

أعلى نقطة (م) _ أدنى نقطة (م)

$$\frac{\text{أعلى نقطة (م) - أدنى نقطة (م)}}{\text{طول الحوض (كم)}} = \text{معدل تضاريس الحوض}$$

وتسهم ارتفاع قيمة المعدل العالية في تشكيل العديد من السمات الجيومورفولوجية المختلفة مثل الأرض الرديئة (Bad land)، بالإضافة إلى تكوين السهول الرسوبية، كما هو مبين في الجدول (٧) يوجد فرق كبير بين قيمة هذا المعامل في أحواض المنطقة ويختلف من حوض مائي إلى آخر، بحيث تكون القيمة بين (٢٤.٧-٤٨.١ م)، ويعود هذا التباين إلى الفرق بين مساحة الأحواض وطولها، إذ تكون العلاقة بين مساحة الحوض وطولها عكسية مع معدل الارتفاع، بحيث كلما صغر مساحة الحوض و طوله يزيد معدل الارتفاع الكلي، والعكس صحيح كما هو موضح بالجدول (٧).

ثانياً: خصائص التضاريس النسبي للحوض:

تعد خصائص التضاريس النسبي مقياساً آخر لشدة تضاريس الحوض ، وهي العلاقة بين قيم الارتفاع النسبي و محيط الارتفاع ، ولها ارتباط سلبي بينهما ، و هي اشارة اخرى الى مدى علاقة مساحة الحوض من جهة و درجة المقاومة وقدرة الصخور لعمليات النحت من جهة أخرى ، وتجدر الإشارة إلى أن قيمته تزداد مع زيادة الفرق بين تضاريس مجاري تصريف الأحواض (البالاني، ٢٠١٠، ص ١٥٩) و تقاس به هذه المعادلة (محسوب، ٢٠٠١، ص ٢٠٩):

أعلى نقطة (م) _ أدنى نقطة (م)

$$\frac{\text{أعلى نقطة (م) - أدنى نقطة (م)}}{\text{محيط الحوض (كم)}} = \text{التضاريس النسبية}$$

يتبين من الجدول (٧) أن هناك فرقا كبيرا بين قيمة هذا المعامل في أحواض المنطقة، ويتباين من حوض إلى آخر ، تكون القيمة النسبية بين (١٢.١٢ - ٩.٢ م) بسبب تباين التضاريس والاختلافات الكبيرة في الانحدارات.

ثالثاً: المعامل الهبсомتري للحوض: Hypsometric

تشير المعامل الهبсомتري إلى العلاقة النسبية بين الارتفاع النسبي والمسافة النسبية لكل ارتفاع في الحوض المائي، فضلاً عن قياس مؤقت لمراحل دورة التآكل التي يمر من خلالها الحوض المائي، مع شرح لكمية الصخور المفقودة في الحوض بسبب التآكل والكمية التي تنتظر دورة التآكل بسبب عمليات التعرية المختلفة، وتتناقص كمية القيمة مع تقدم ونشاط دورة التآكل والتعرية، وهي اشارة الى قلة ارتفاعات الحوض، في الأجزاء ذات الانحدارات العالية تشير إلى أنها لا تزال في مرحلة الشباب أو النضج، ولكن الأجزاء القليلة الانحدار تكون في المرحلة المتقدمة من دورة التآكل، أي أنها وصلت إلى مرحلة الشيخوخة

(جاسم، ٢٠٠٦ ص ١٢٣)، و يستخرج هذا المعامل اعتمادا على هذه المعادلة (سقا، ٢٠١١، ص ٤٦):

نسبة الارتفاع (متر) (نسبة الارتفاع بين كل خط كنتور إلى أعلى نقطة في الحوض (الارتفاع النسبي) المعامل الهيسومتري = $\frac{\text{المساحة النسبية (كم}^2\text{)} (المنطقة المحصورة بين كل خط كنتور و محيط الحوض إلى المساحة الإجمالية للحوض)}$

وفقاً لتصنيف (Horton-١٩٤٥)، تعد الأحواض حديثة المرحلة، إذا لم تتعرض معظم مساحتها أكثر من (٧٥٪) الى عملية التعرية، أي أن معظم المساحة لا تزال في بداية دورة التعرية، بينما تعد في مرحلة النضوج إذا كان هناك توازن بين عمليتي التعرية والترسيب، أي إذا تمت تعرية حوالي (٤٥٪) من مساحة الحوض، بينما إذا تمت إزالة أكثر من (٥٥٪) من المساحة، فإنها تعد في مرحلة الشيخوخة (المومني، ١٩٩٧، ص ١٣١)، كما هو مبين في الجدولين (٦) و(٧)، فإن عملية التعرية المائية وفقاً لهذه المعادلة بالنسبة للأحواض المائية في المنطقة يتراوح بين (٨.٥٪ - ٣٤.٣٪)، مما يعني أن الأحواض المائية في مرحلة النضج من عمليات التعرية والترسيب، والجدولين (٦) و(٧) والخرائط (١٠ و ١١) يوضحان مساحة التعرية والترسيب في منطقة الدراسة و اعتمد الباحثان على برنامج (٨، ١٠، ArcMap) عن طريق (Geostatistical Analyst) لاستخراج مساحات عمليات التعرية والترسيب لأحواض المنطقة المدروسة.

رابعاً: الدليل الهيسومتري للحوض:

تستعمل هذه الخاصية لتحديد عمر حوض النهر والمدة الزمنية الانتقالية لدورة التعرية والإزالة في حوض النهر، وتشتق من إيجاد العلاقة بين مساحة الحوض ومعدل ارتفاعات الحوض (محمد، ٢٠١٣، ص ١٠٢)، كما يتضح من المعادلة التالية: (الحسيني، ٢٠٠٢، ص ١٢١).

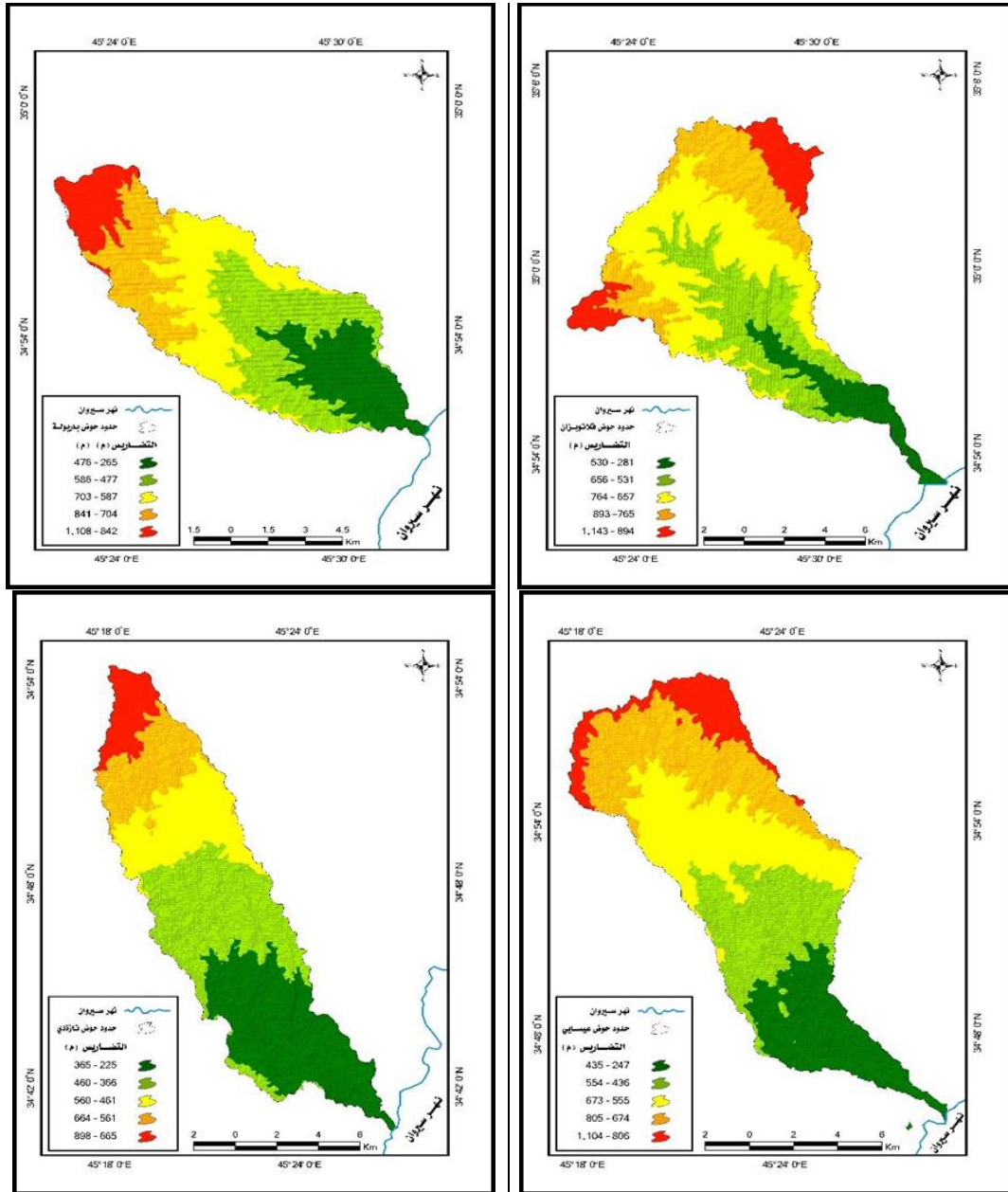
مساحة الحوض (كم^٢)

الدليل الهيسومتري = $\frac{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}{\text{معدل التضاريس (م)}}$

معدل التضاريس (م)

وفقاً لنتائج هذه المعادلة، إذا كانت قيمة هذا المعامل منخفضة، فهذا دليل على أن مساحة الحوض تكون صغيرة و تكون في بداية مرحلة عمليات النحت والتعرية (البالاني، ١٥٩، ٢٠١٠)، بينما ارتفاع القيمة تعني زيادة مساحة الحوض النهري على حساب تضاريس الحوض، وتختلف قيمة هذا المعامل بالنسبة لأحواض المياه في المنطقة وبشكل عام تتراوح من (١.٧-٥.٢)، بسبب الاختلافات في مساحة الأحواض والانحدار ودرجة المراتب النهرية.

خريطة (١٠) تضاريس أحواض المياه في منطقة الدراسة



المصدر / الباحثان اعتماداً على ملف لنموذج (DEM M) و استعمال برنامج ، ArcMap (١٠,٨)

جدول (٦) مساحة التعرية المائية و الترسيب النهري لأحواض منطقة الدراسة

اسم الحوض	مساحة الحوض (كم ^٢)	مساحة التعرية المائية (كم ^٢)	مساحة الترسيب المائي (كم ^٢)
تازةدى	128.9	103.2	25.6
قلاتوبزان	143.2	91.8	51.3
باريولة	86.5	52.1	34.3
عيسايي	143,2	75.1	67.7
المجموع	503.6	322.2	178.9

المصدر / الباحثان اعتماداً على ملف (ETRM) و باستعمال البرنامج (١٠,٨) ArcMap

جدول (٧) المساحة النسبية والارتفاع النسبي وقيمة المعامل الهيسومتري لأحواض المياه في منطقة الدراسة

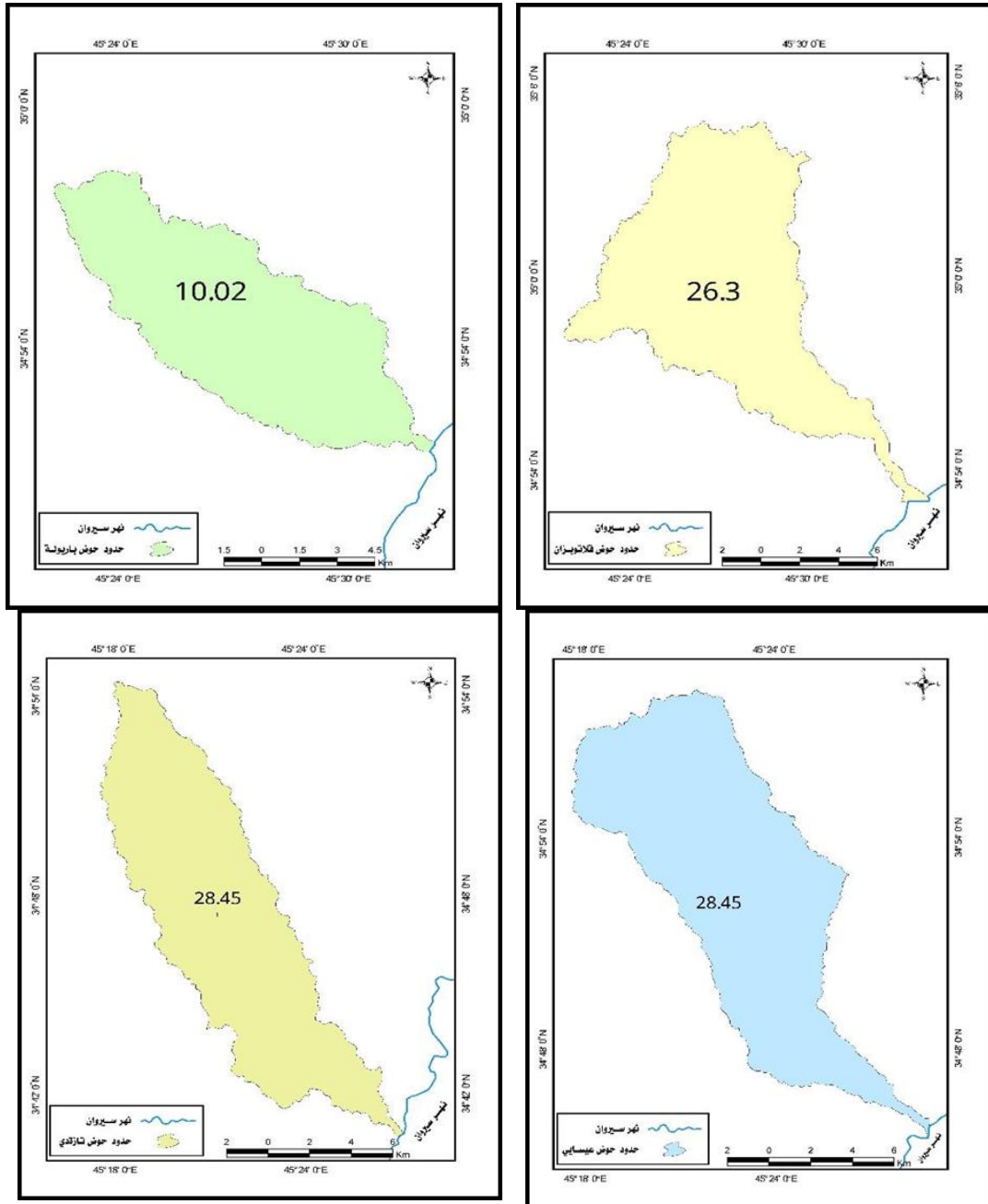
المعامل الهيسومتري	المساحة الكلية للحوض (كم ²)	المساحة النسبية (كم ²)	نسبة الارتفاع (م) (نسبة الارتفاع بين خط كنتور إلى أعلى نقطة في الحوض)	معدل الأبعاد المحصورة (معدل فرق المسافة المحصورة)		أعلى نقطة في الحوض (م)	الخط الكانتوري (م)	اسم الحوض
				مساحة المحصورة بين خطي كنتور و محيط الحوض (كم ²)	معدل الارتفاع (م)			
٣٤	143.2	٩0.00	٠٦0.3	1.4	350	1143	300 – 400	قلا توبزان
٣٣.٢		١٦٨0.	٣٩٣0.	24.1	450		400 – 500	
٩٢١.٠		٥٢٢0.	٤٨١0.	74.8	550		500 – 600	
٧٧.٠		٧٣0.	٦٨0.5	105.4	650		600 – 700	
٤.١		٤٤0.	٦٥٦0.	63.02	750		700 – 800	
٥.٣		٢٠٨0.	٧٤٣0.	29.8	850		800 – 900	
٢.٣		١٦٤0.	٨٣١0.	23.6	950		900 – 1000	
٠٢.٢٢		٠٣٥٦0.	٨٧٤0.	5.1	١٠٠٠		1000 – 1100	
٥.٨	المعدل							
٩.١	86.5	١٦0.	١0.3	14.4	350	1108	300 – 400	باريولة
٨٥.٠		٤٧0.	0.4	41.3	450		400 – 500	
٩٨.٠		٥0.	٤٩0.	43.6	550		500 – 600	
٤.١		٣٩0.	٥٨0.	34.4	650		600 – 700	
٢.٢		٣٤0.	٧٦0.	29.6	750		700 – 800	
٥		١٧0.	٥0.8	15.2	850		800 – 900	
٦.١٥		٦0.0	٤0.9	5.7	950		9000 – 1000	
٩٩.٣	المعدل							
١١	143.2	٢0.0	٢0.2	2.9	250	1104	300 – 400	عيسابى
٢.٢		١٤0.	١0.3	21.07	350		400 – 500	
٥.١		٢٦0.	0.4	37.6	450		500 – 600	
٦.١		٣0.	٤٩0.	43.3	550		600 – 700	
٣.١		٤٢0.	٥٨0.	60.3	650		700 – 800	

١.٢		٣١٠.	٦٧٠.	45.8	750		800 – 900	
٤.٨		٩٠.0	.٧٦٠	13.5	850		900 – 1000	
٦.٢٨		٣٠.0	٨٦٠.	5.34	950		١٠٥٠_١٠٠٠	
٥.٢٣٧		٠٤٠.0	٩٥١٠.	0.42	1050		١١٠٠_١٠٥	
٣.٣٤		المعدل						
٤2.	128.9	0.11	٢٧٠.	14.8	250	898	300 – 400	تازة قدي
٥1.		٥0.2	٣٨٠.	33.5	350		400 – 500	
٢2.		٢0.2	0.5	29.6	450		500 – 600	
٢3.		0.19	١0.6	24.6	550		600 – 700	
٨4.		٥0.1	٢0.7	20.6	650		700 – 800	
.5١4		0.02	٣0.8	3.6	750		800 – 900	
٢.١٣٤		0.007	٤0.9	0.97	850			
١١.٢٧		المعدل						

المصدر / اعتمادا على: (١) ملف نموذج الارتفاع (STRM) و استعمال برنامج ، ArcMap (١٠.٨). (٢) استعمال المعادلات المورفومترية لخصائص الارتفاعات.

خريطة (١١)

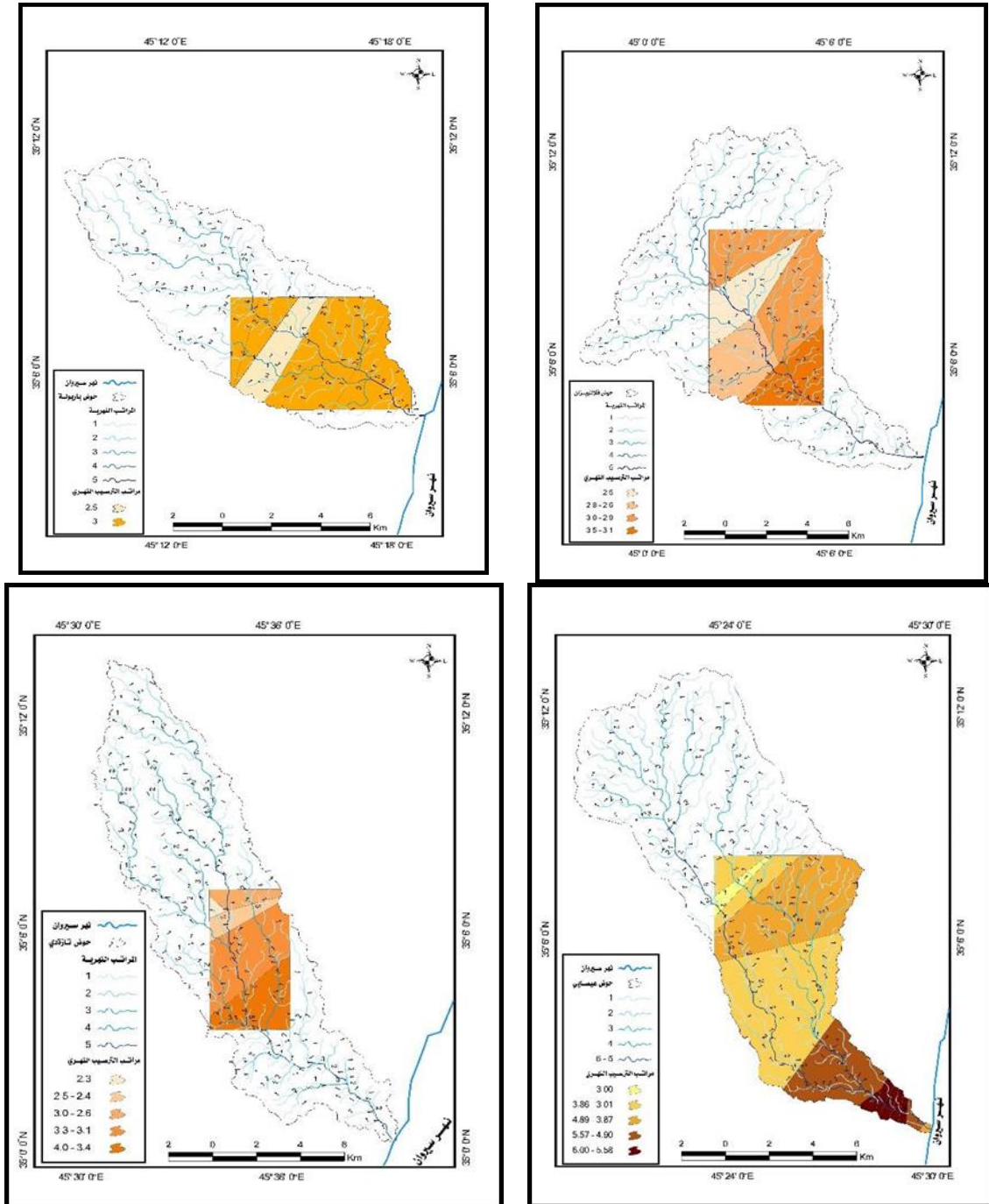
المعامل الهيسومتري لأحواض المياه في منطقة الدراسة



المصدر / الباحثان اعتماد على: ملف نموذج الارتفاع (STRM) واستعمال برنامج ArcMap ١٠.٨ ((و الجدول رقم(٧).

خريطة (١٢)

عملية الترسيب النهري في أحواض منطقة الدراسة



المصدر / الباحثان اعتماد على ملف النموذج (SRTM 15M) واستعمال البرنامج (ArcMap ١٠،٨).

خامساً: معامل حدة (صعوبة) الحوض:

يعتبر هذا العامل أداة جيومورفولوجية مهمة في حل العلاقات المعقدة بين ارتفاعات الحوض المائي و كثافة شبكة تصريف الحوض المائي (البالاني، ٢٠١٠، ص ١٦٩)، والتي هي عبارة عن العلاقة بين الارتفاعات و كثافة الشبكة المائية في حوض ما، وترتفع قيمة هذه الخاصية بارتفاع كل من كثافة التصريف وتضاريس الحوض، نظراً لأن الانحدار يؤثر على التدفق السريع للمياه إلى القناة الرئيسية، ولاسيما بعد هطول أمطار غزيرة على منطقة الحوض المائي، لذا فإن مجرى التصريف الرئيسي يكون أكبر من المجاري الأولية، بسبب قلة كمية المياه النفاثة لجوف الأرض وزيادة كمية المياه السطحية من مياه الأمطار، ويعد هذا المعامل معياراً مفيداً للربط بين مورفومترية الأحواض النهرية و قيمة التصريف الفيضاني (سقا، ٢٠١١، ص ٤٦). وهي مشتقة من المعادلة التالية (العمرى، ٢٠١١، ص ٤٠٩):

كثافة طول الصرف * ارتفاع وعمق الصرف (م)

معامل حدة (الصعوبة) الحوض =

1000

قيمة هذا المعامل في احواض المياه في المنطقة تتراوح بشكل عام بين (٠.١-٠.٠٥)، ويرتبط الاختلاف في هذه القيمة بمساحة الاحواض والتضاريس وطول ومراتب المصببات، وان هذه العلاقة تكون طردية، اذ تزداد قيمة المعامل بزيادة كل من المساحة و طول الحوض واستطالة الفروع النهرية، كما يتضح من الجدول (٧).

سادساً: نسبة تعرج الحوض:

يعد عاملاً مهماً في تحديد مستوى الارتفاعات و تعرجات السطح و كثافة تصاريف الأحواض المائية، ونستطيع من خلاله معرفة مدى تقارب الوديان من بعضها بدون معرفة طولها، ومهمة في معرفة درجات شدة التعرجات للحوض، يقع هذا المعامل تحت تأثير من العوامل منها المناخ والتكوينات الصخرية والانحدارات و طبيعة الغطاء النباتي (الراوي، ٢٠٠٧، ص ٧٠)، و تعد نسبة صخور الحوض عاملاً مهماً في التأثير على تحديد نسبة التعرج في الحوض، فكلما ازدادت نسبة الصخور تزداد نسبة تعرج الحوض والعكس صحيح، كما يظهر من المعادلة التالية:

المجموع الكلي للجدول المائية بجميع مراتبها

نسبة التعرج للحوض =

طول محيط الحوض (كم) (٢)

تنقسم قيمة هذه المعادلة إلى ثلاثة أنواع (جاسم، ٢٠٠٦، ص ١٣٨):

١. كبير بقيمة أقل من (٤). ٢. متوسط قيمته بين (٤ - ١٠). ٣. دقيق بقيمة أكبر من (١٠).

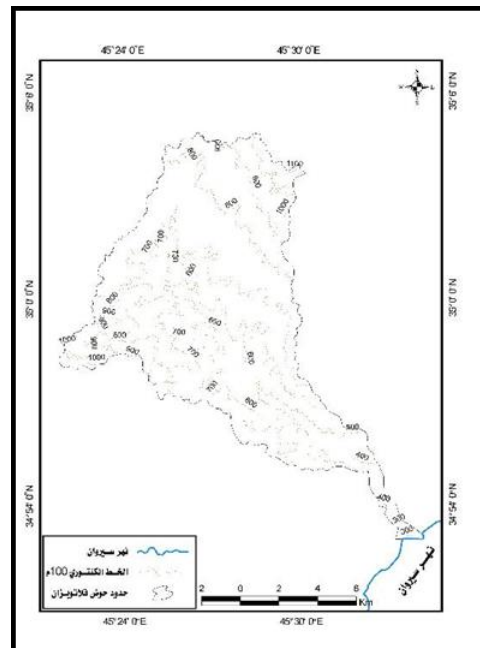
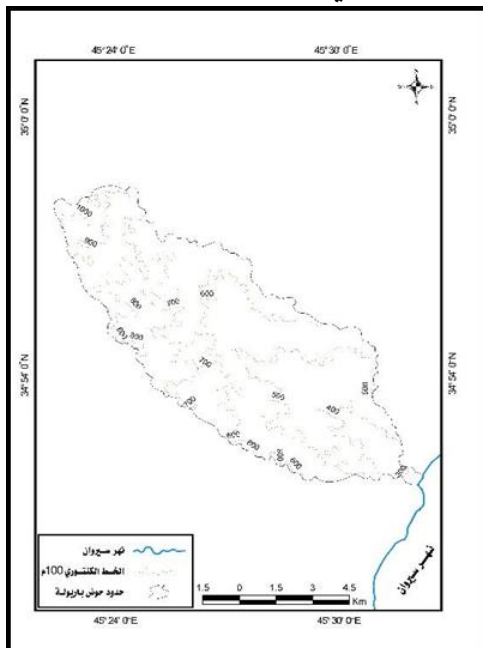
كلما ارتفعت نسبة التعرج، كلما تغيرت درجة الانحدار و اتجاهها التي تحدث فيها، لأن المواد المنقولة تتحرك بنشاط أكبر و هناك تغير سريع في أشكال الانحدارات، وبالمقابل كلما قلت نسبة التعرج كلما تطلب ذلك وقتا اطول لتحديد التغييرات التي تحدث في خصائص المنحدرات، وبمقارنة القيم أعلاه بالجدول (٨)، يمكننا أن نرى أن قيمة نسبة تعرج احواض منطقة الدراسة تكون ما بين (٤.١٢-٧.١) وهذا يشير إلى أن معدل نسبة تعرج الاحواض في منطقة الدراسة من نوع المتوسط، الذي يشير الى تغطية سطح المنطقة بالمواد الصخرية المتوسطة، بسبب الاختلافات في قوة و نوعية التكوينات الجيولوجية الذي يغطي المنطقة.

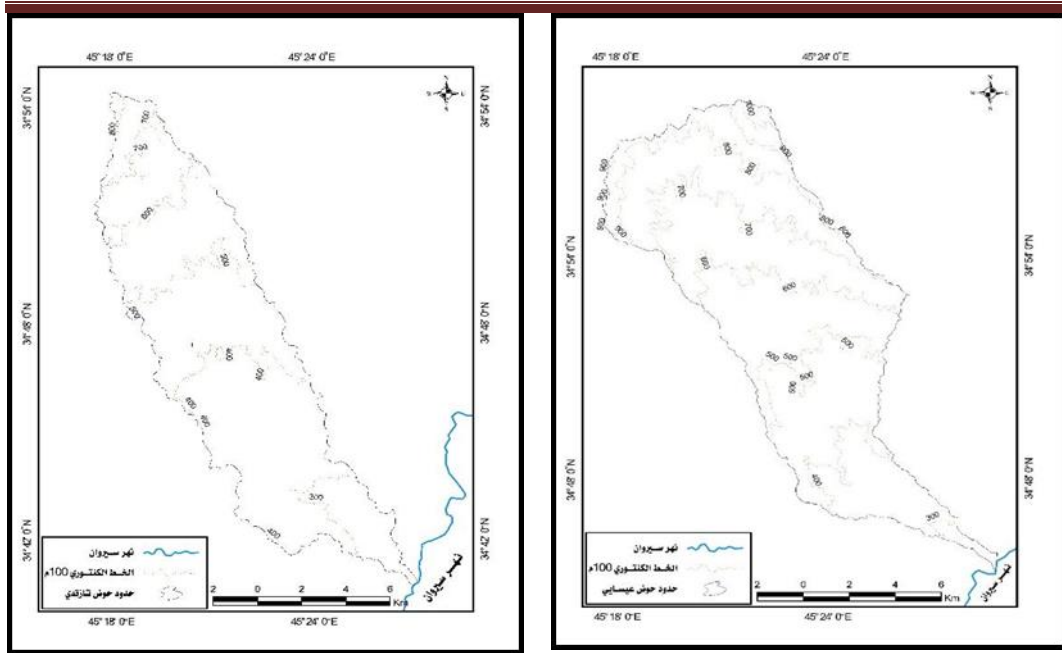
جدول (٨) الخصائص المورفومترية لخصائص الارتفاعات لأحواض منطقة الدراسة

اسم الحوض	قلاتوبزان	باريولة	عيسايي	تازةدى
أعلى نقطة للحوض (م)	1186	1089	1108	914
أدنى نقطة للحوض (م)	381	300	273	246
الفرق بين الأعلى والأدنى(م)	805	789	835	668
معدل الارتفاعات (كم/م)	41.4	45	33.6	24.5
التضاريس النسبية % (م)	1.15	1.57	1.18	٩١١.٠
معدل الانحدار (كم/م)	51.2	28.3	37.8	26.7
الدليل الهيسومري	3.4	1.9	4.2	5.2
معامل الوحدة	0.08	0.09	0.07	0.05
نسبة تعرج الحوض	7.1	١٢.٤	٧.٤	٤.٤

المصدر / الباحثان اعتمادا على: ١- ملف نموذج الارتفاع المنخفض (STRM) واستخدام برنامج ArcMap (١٠.٨) ٢. استعمال المعادلات المورفومترية للارتفاعات في منطقة الدراسة.

خريطة (١٣) خطوط الكنتور لأحواض المياه في منطقة الدراسة





المصدر / الباحثان اعتمادا على ملف نموذج (SRTM 15M) و استعمال برنامج ArcMap (١٠.٨) المبحث الخامس: التمثيل الخرائطي للخصائص المورفومترية لأحواض وديان منطقة الدراسة.

تؤثر كل من التضاريس و التراكيب الجيولوجية و الظروف المناخية والغطاء النباتي على الخصائص الشكلية لكثافة شبكة الجريان السطحي للحوض (سقا، ٢٠١١، ص ٥١)، وتعد المياه الجارية من أكثر العوامل التي تؤثر في عملية تشكيل سطح الأرض وتتباين قدرتها في تكوين تلك الأشكال زماناً ومكاناً، أي أنها تتوقف على مدى قدرتها بالقيام بعملية النحت والارساب (براخاس، ٢٠١٥، ص ١٢٧)، ان شبكة التصريف تتألف من الفروع والجداول فضلا عن المجرى الرئيس، وبشكل عام العلاقة بين شكل شبكة جريان الحوض بجميع فروعها مع المواد الصخرية والارتفاعات و شكلها التركيبي تكون عكسية من جهة والظروف المناخية من جهة اخرى، ان لتوفر الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية وبيانات الرادار الحديثة على شكل STRM تحدد هذه الشبكة وترسم الخرائط لها، تتكون شبكة تصريف الأحواض من خصائص عدة مترابطة داخل نظام الحوض المائي وهي كالآتي:

اولاً: إجمالي طول المجاري النهرية:

الطول الإجمالي لمجرى النهر هي المسافة التي يقطعها المجرى بين نقطتين محددتين، أن طول درجة المراتب النهرية له أهمية كبيرة في الدراسات الشكلية، لأن العلاقة بين حوض النهر وطوله تكون مختلفة، فعندما يكون الرافد الأول أقصر طولاً يكون له أكثر أطوال المراتب النهرية (سقا، ٢٠١١، ص ٥١)، لذا نلاحظ أن إجمالي طول الفروع الاولية كثيرة و عند جمعها تكون أكثر طولاً ، أما الفروع العليا أقل عددا ومجموع أطوالها أقل لقلة عددها إلا أنها تكون اطول عندما تحسب بشكل فردي، الجدول (٩) يوضح أن هناك فروق

بين الطول الإجمالي للفروع من حوض لآخر، بسبب تباين مساحاتها، فمثلا تبلغ مساحة حوض (عيسابي) (١٤٣.٢) كم^٢، بينما يبلغ إجمالي طول الفروع (٣١٩) كم، وتبلغ مساحة حوض (باريولة) (٨٦.٥) كم^٢ وإجمالي طول الفروع (١٨١.٦) كم فقط.

جدول (٩) الخصائص الهندسية لأحواض منطقة الدراسة و مراتبها النهرية و طول الفروع

مجموع طول الفروع(كم)	اطوال الفروع و المراتب النهرية (كم)					الحوض
	5	4	3	2	1	
300	15.3	10	31	86	157.7	قلاتوبزان
181.6	3.1	10.1	23.7	52.1	92.6	باريولة
319	21.9	15.6	37.2	70.8	173.5	عيسابي
272.4	18.8	8.5	37	62.4	145.7	تارقدى
1714.8	81.85	91.1	203.9	449.4	888.6	المجموع

المصدر / الباحثان اعتمادا على: (١) ملف نموذج الارتفاعات (STRM) واستخدام برنامج (٨، ١٠، ArcMap)، (٢) تطبيق المعادلات الشكلية لخصائص شبكة تصريف المجاري المائية.

ثانياً: رتبة المجرى النهري:

يعد تحديد الدرجات أمراً مهماً لتحديد حجم واتساع أحواض المياه وكمية المياه المتدفقة عبر الروافد، وتقدير التنبؤ بسرعة المياه الجارية وامكانية التنبؤ بالفيضانات المرتبطة بزيادة حجم النحت والترسيب في الحوض المائي، اضافة الى تأثيرها على النظام الهيدرولوجي والمتعلقة بالمشاريع والأنشطة المختلفة مثل السدود والخزانات، ان تقسيم الفروع المائية في الحوض الى المراتب المختلفة، تعد أول خطوة في البحوث المورفومترية والذي يعطي نتائج محددة حول نظام و حجم شبكة الأحواض.

توجد عدد من الطرق لتحديد المراتب مثل (هورتون ١٩٤٥، ستيلر ١٩٥٢، شريف ١٩٥٧، شيدينغر ١٩٦٥)، ويعد طريقة (ستريلر) الأكثر تطبيقاً في الدراسات الحوضية، بسبب سهولة او بساطة الطريقة، وقد استخدمها الباحثان في دراسة الأحواض المدروسة، اذ تعطى الروافد التي تلتقي بأخرى و لا تصب فيها أي رافد الرتبة الاولى، وتتكون الرتبة الثانية من التقاء رافدين من الرتبة الأولى والرتبة الثالثة من رافدين من الرتبة الثانية، وهكذا يعطى الرتب الاعلى من التقاء رافدين من الرتبة الادنى منها و هكذا، ومن الجدول رقم (١٠) يتضح أن هناك فروق كبيرة في المراتب النهرية (Stream Number) احواض منطقة الدراسة وتتراوح بين (١-٥)، وإجمالي عدد الفروع النهرية فيها تتراوح بين (٢٠٦-٣٣٤) فرعاً، لأنها تتغير بشكل طردي مع مساحة الأحواض ، فكلما ارتفع رتبة الفروع انخفض عدد الفروع فيها، وهذا التباين بين الاحواض يعود الى عمليات التآكل والتعرية المائية والتي تسبب زيادة في مساحة الأحواض على حساب الأراضي المجاورة، وهذا التباين يختلف من حوض لآخر،

بسبب العوامل الأخرى كالتركيب الجيولوجي وطبيعة السطح وتواجد الفجوات والانكسارات، إضافة الى الانحدارات وكميات تساقط الأمطار.

جدول (١٠)

الخصائص الهندسية لأحواض المياه في منطقة الدراسة وعدد الفروع و معدل تفرعاتها

مجموع عدد الفروع	نسبة التفرع	عدد و مراتب الفروع النهرية في كل مرتبة					الحوض
		5	4	3	2	1	
303	٥.٤	2	2	12	٣٨	249	قلاتوبزان
206	.9٢	1	2	8	30	165	باريولة
334	.6٢	2	3	11	54	264	عيسايي
323	١.٤	1	4	11	49	268	تازقدى
1166	-	6	11	42	133	946	المجموع

الباحثان اعتمادا على:

١. ملف نموذج الارتفاعات (STRM) واستعمال برنامج (ArcMap ١٠،٨)،
٢. تطبيق المعادلات الشكلية لخصائص شبكة تصريف المجاري المائي.

ثالثاً: معدل طول الفروع النهرية:

ان معدل طول الفروع النهرية هو العلاقة بين الطول الكلي لفروع النهر بدرجة ما وعدد فروع النهر بنفس الدرجة وفق المعادلة التالية (سلامة، ٢٠١٠، ص ٨٥):

$$\text{معدل طول الفروع} = \frac{\text{إجمالي طول فروع النهر بدرجة ما}}{\text{عدد فروع النهر من نفس الدرجة}}$$

معدل قيمة طول الفروع لجميع أحواض المياه في المنطقة ما بين (٣.٣ - ٦.٣) وكما هو مبين في الجدول (١١)، ونلاحظ وجود علاقة عكسية بين معدل طول الفرع وعدد الفروع لكل رتبة تزداد مع زيادة الرتبة، وهذه العلاقة طردية فيما يتعلق بمعدل طول الفروع ومساحة أحواض المياه.

جدول (١١) معدل طول الفروع في احواض المياه في منطقة الدراسة

المعدل	المرتبة 5	المرتبة 4	المرتبة 3	المرتبة 2	المرتبة 1	الحوض
٤,٤	٦,٧	٥	٥,٢	٢,٢	0.63	قلاتوبزان
٣,٣	3.1	٠.٥,٥	٩,٢	٧,١	0.56	باريولة
٣,٦	٩,١٠	٨.٧	٦,٤	٣,١	0.65	عيسايي
٨,٥	18.8	١,٢	٦٣0,	٢,١	0.54	تازقدى

الباحثان اعتمادا على: ١. ملف نموذج الارتفاعات (STRM) واستخدام برنامج (ArcMap ١٠،٨)، ٢. تطبيق المعادلات الشكلية لخصائص شبكة تصريف المجاري المائي.

رابعاً: معدل التشعب النهري:

وهي النسبة بين عدد الفروع النهرية عند رتبة ما، وعدد الفروع النهرية في الرتبة الآتية (الأعلى) منها (محسوب، ١٩٩٦، ص ٢٠٦)، كما في المعادلة الآتية (العلامة، ٢٠١٣، ص ٩١):

$$\text{معدل التشعب النهري} = \frac{\text{عدد روافد النهر لمرتبة ما}}{\text{عدد روافد النهر للمرتبة التالية}}$$

عادة ما يكون التشعب النهري لها معدل تفرع من (٣-٥)، كما أشار هورتون، إذا كانت الظروف المناخية، والتكوينات الصخرية والجيولوجية للحوض متشابهة، وبيولوجيا الخزانات متشابهة (الراوي، ٢٠٠٧، ص ٧٤).

من المهم دراسة معدل التشعب لمعرفة معدل كمية تدفق المياه ودراسة شبكة تصريف النهر والتغيرات التي تحدث في أحواض المياه وتفرعات المجاري النهرية في الحوض المياه، أن ارتفاع نسبة التشعب النهري تشير إلى حدوث الفيضان، وبالعكس فإن قلة التشعب النهري تكون حدوث مخاطر الفيضان فيها أقل (العمرى، ٢٠١١، ص ٤٠٩).

تتراوح قيمة هذا المعامل في أحواض المياه بالمنطقة ما بين (٢.٦ - ٤.٥) وتختلف هذه القيمة من حوض مائي إلى آخر، بحيث يتم تسجيل أعلى قيمة في حوض (قلاتوبزان)، وتسجيل أقل قيمة في حوض (عيساي) يوضح الجدول (١٢) أن سبب ارتفاع معدل التشعب، يعود إلى ارتفاع معدل المرتبة الرابعة إلى الخامسة، بسبب التباين في التركيب الجيولوجي وتكوين الصخور ووجود فروق بين درجات التشعب فضلاً عن الانحدارات.

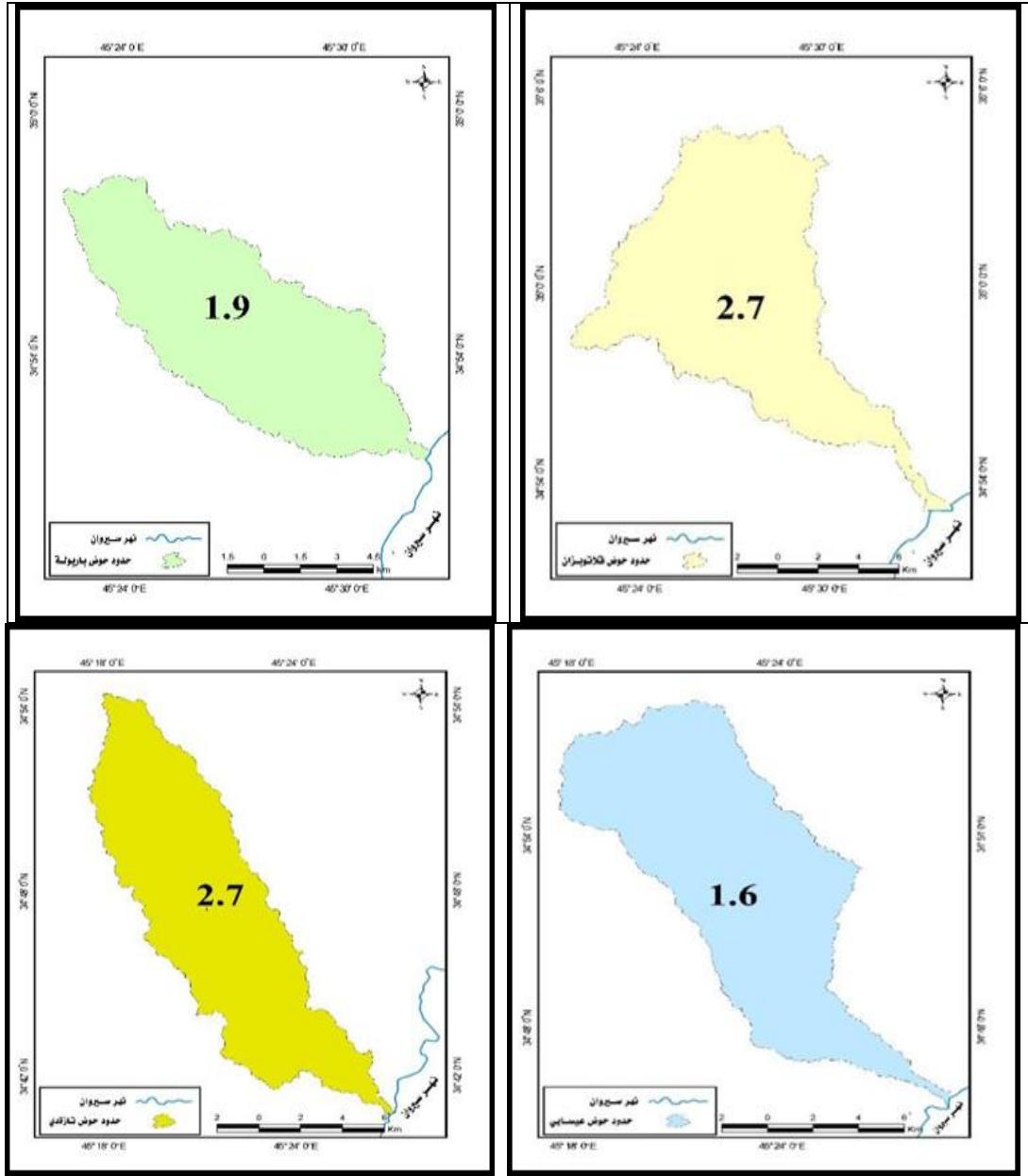
جدول (١٢) معدل التشعب النهري في أحواض المياه في منطقة الدراسة

الحوض	المرتبة 1/2	المرتبة 2/3	المرتبة 3/4	المرتبة 4/5	معدل التشعب
قلاتوبزان	٥,٦	١,٣	٦	١	٥.٤
باريولة	١,٢	٧,٣	٤	٢	.9٢
عيساي	٥,٠	٩,٤	٦,٣	٥,١	.6٢
تازةدى	٤,٥	٤.٤	٧,٢	٤	١.٤

الباحثان اعتماداً على: (١) ملف نموذج الارتفاعات (STRM) واستخدام برنامج (ArcMap ١٠,٨)، (٢) تطبيق المعادلات الشكلية لخصائص شبكة تصريف المجاري المائية.

خريطة (١٥)

معدل التشعب النهري في احواض المياه في منطقة الدراسة



المصدر / اعتمادا على: الجدول رقم (١٢) باستخدام برنامج (ArcMap ١٠,٨).

خامساً: كثافة الصرف الشبكي:

يشير كثافة الصرف السطحي إلى جريان شبكات تصريف الأنهار وانتشار الشبكة النهرية في وحدة مساحة معينة (عزيز، ٢٠٠٤، ص ٤٧١)، إن حساب كثافة الصرف الشبكي له أهمية هيدرومورفولوجية مهمة في الدراسات الجيومورفولوجية، ويعد المتحكم في سرعة التدفق المائي أثناء هطول الأمطار، الذي يشير إلى طبيعة المجاري الفرعية، ويعد كل من عوامل الارتفاع و الجيولوجيا والغطاء النباتي وانحدارات السطح ودرجة المسامية والنفذية للصخور و الظروف المناخية عوامل لها تأثيرها الخاص على هذه الخاصية (الجواري،

٢٠١٤، ص ٩٧). وقد حدد (ستريلر) هذه الخاصية من خلال عدة قيم وهي (العلامة، ٢٠١٣، ص ٩٨):

(١) قيمة (٣-٤) كم/كم^٢ تتميز بكثافة تصريف منخفضة

(٢) قيمة (٥-١٢) كم/كم^٢ تتميز بكثافة تصريف معتدلة

(٣) قيمة (١٣) كم/كم^٢ هي أعلى كثافة تصريف.

وكلما ارتفعت كثافة شبكة التصريف المائي، كلما زادت عملية التعرية المائية من سطح المنحدرات، مما يؤدي إلى ظهور أشكال جيومورفولوجية جديدة و تغيير نوع المنحدر من شكل المحدب إلى شكل المقعر، ويمكننا تحليل و شرح هذه الخاصية من خلال معرفة عدد التفرعات وأطوال المجاري المائية في الحوض، على النحو التالي (الحسني، ٢٠٠٢، ص ١٢٩).

(أ) كثافة طول الحوض:

كثافة طول الصرف هي نسبة طول أخاديد النهر إلى المساحة الإجمالية للحوض، والتي يتم التعبير عنها بالمعادلة التالية (عزيز، ٢٠٠٤، ص ١٦٩):

مجموع طول فروع الحوض (كم)

كثافة طول الحوض = $\frac{\text{مجموع طول فروع الحوض (كم)}}{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}$

مساحة الحوض (كم^٢)

يرتبط هذا النوع من كثافة التصريف ارتباطاً مباشراً بدرجة الانحدار، وانحراف الطبقات ودرجة مسامية التربة وطبيعة مناخ الحوض وكمية تساقط الأمطار ودرجة الحرارة، وترتبط علاقتهم طردياً بهطول الأمطار وعكسياً بدرجة الحرارة (١٥م)، وهذا يدل على أن المناطق التي تسقط فيها كميات كبيرة من الأمطار، والمسامية منخفضة، والغطاء النباتي مرتفع وتكون أكثر انحداراً ونسبة كثافة طول المجاري عالية، والعكس صحيح إذ تكون منخفضة، فضلاً عن العلاقة العكسية بين كثافة الصرف و المساحة.

ويتضح من الجدول (١٣)، إن كثافة الصرف الطولي في أحواض المنطقة المدروسة، منخفضة بشكل عام و تتراوح بين (٢-٢.٣)، وذلك بسبب العوامل المناخية (ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض هطول الأمطار) وانتشار الشقوق و الكسور في الصخور، بينما تتدفق الروافد القصيرة والمراتب المنخفضة مباشرة إلى المجاري المائية الرئيسية من جهة، وتكون نوعية الصخور في المنطقة ذات مسامية عالية من جهة أخرى، وهذا يتسبب في تدفق كمية جيدة من المياه تحت الأرض وكمية أقل تمر فوق السطح.

(ب) كثافة الصرف العديدية:

يوضح العلاقة بين عدد فروع الحوض و مساحة الحوض ، مما يساعد بالحصول على العديد من الخصائص الهيدرولوجية و الجيومورفولوجية لأحواض المياه ، وتفسر هذه العلاقة بهذه المعادلة (سلامة، ٢٠٠٤، ص ١٨٨):

إجمالي عدد فروع الحوض

$$\text{كثافة الصرف العديديه} = \frac{\text{إجمالي عدد فروع الحوض}}{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}$$

مساحة الحوض (كم^٢)

تعد الكثافة العديدية لأحواض الصرف مؤشراً مهماً لبيان قدرة الأحواض على تجميع المياه من الفروع السطحية للأحواض المائية، توجد علاقة عكسية بين مساحة الحوض المائي والكثافة العديدية للصرف (الحسيني، ٢٠٠٢، ص ١٣٧)، أي أن قيمة هذا المعامل تزداد مع تناقص مساحة الحوض وبالعكس تزداد قيمتها، وتتراوح قيمة هذا المعيار بين (٢.١-٣.٥) في احواض منطقة الدراسة، فمثلاً مساحة حوض (عيسايي) تبلغ حوالي (٤٣.٢ كم^٢) والكثافة العديدية لها هي (٢.٥)، وهذا يعود الى نوعية الصخور فيها وامكانية التعرية المائية مع اتساع الحوض لزيادة عدد الفروع النهرية، بينما مساحة حوض (باريولة) البالغة حوالي (٨٦.٥ كم^٢) تبلغ الكثافة العديدية لصرف حوضها (٢.٣) فقط، ويعود هذا التباين إلى وعورة الأرض وزيادة المنحدرات واختلاف المساحات والبيئة الطبيعية للأحواض، كالتركيب الجيولوجي والمساحة وعدد الفروع، ولاسيما عدد فروع المراتب الدنيا، بالإضافة الى التباين في التكوينات الصخرية من حيث القدرة على النفاذية للطبقات السفلى من التربة.

سادساً: معامل التواء (تعرج) الحوض:

تشير هذه الخاصية إلى العلاقة بين الطول الفعلي للنهر و طول عينة النهر ، وعادة ما يكون الطول الفعلي للنهر أكبر من طول عينة النهر (العلامة، ٢٠١٣، ص ١٥٧) على وفق المعادلة:

الطول الفعلي للحوض (كم)

$$\text{معامل الالتواء} = \frac{\text{الطول الفعلي للحوض (كم)}}{\text{طول عينة الحوض (كم)}}$$

طول عينة الحوض (كم)

وتعني القيمة العالية لهذه الخاصية أن إمكانية عملية التبخر وعملية الترشيح المائي تزداد، وعندما تقل القيمة تقل معها تلك العمليات السالفة، بسبب سرعة تدفق المياه ووصولها إلى شبكة الصرف في وقت قصير جداً، ان طبيعة التكوينات و جوانب المجاري المائية، فضلاً عن عمليات التعرية والترسيب التي تساهم في التكوين السريع لهذه الميزة، مما يؤثر على زيادة التعرية، ولاسيما تعرية ونحت حواف الفروع النهرية، وبالنتيجة تؤثر على

نظم المجاري المائية ومراحل التطور النهري، ويتم تحديد نسبة هذه الالتواءات بالقيم التالية (سقا، ٢٠١١، ص ٥٤):

١. إذا كانت القيمة (١.١) ، يكون المسار مستقيماً.
٢. إذا كانت القيمة بين (١.١-١.٥) ، يكون المسار ملتويًا.
٣. إذا كانت القيمة أكبر من (١.٥) ، يكون المسار منعطفًا، وتنتج هذه العملية من خلال تطور مجرى نهري مستقيمة الى ثنية من خلال تولد تيارات مائية دورانية تؤدي الى النحت عندما تلتقي قرب الجانب الخارجي للثنية في حين ينتج الارساب عند نقطة الاقتراب بالجانب المحذب في الثنية و هكذا مع جريان الماء في النهر تصطم تياراته بالحافة مسببة تركيز الطاقة ونحت الجانب الخارجي، في حين يتعرض الجانب الداخلي للارساب بسبب ضعف التيارات المنفرقة، وبتكرار العملية يؤدي إلى تطور الثنية في مجرى النهر التي تنتج عنها الالتواءات و المنعطفات النهريّة(البالاني، ٢٠٠٣، ص ٩٠)، بشكل عام يرتبط خصائص الالتواء بمراحل نضوج وديان الأنهار ، ففي مرحلة الشباب يكون النهر مستقيماً أو مستقيماً تقريباً ، ولكن مع تقدم النهر في العمر يزداد الالتواء، بسبب زيادة عمليات نحت الحواف و بهذا يزداد ويتطور الالتواءات و المنعطفات، وبمعنى آخر يكون النهر في مرحلة الشباب أكثر نشاطاً في نحت القاعدة او اعماق النهر بدلا من نحت الحافات، لان وديان الانهار المستقيمة او القريبة منها قوة النحت تكون على قاعدة الوادي، بينما يكون الأنهار الملتوية عرضة للضغط الجانبي بدلا من القاعدة النهريّة(المومني، 1997، ص ١٤٢).

ويظهر من الجدول (١٣) ان قيمة هذه الخاصية في أحواض منطقة الدراسة تتراوح بين (١-٢.١) و هذا دليل على ارتباط وتمائل طول محيط الأحواض المائية مع مساحتها، وتكون أقرب إلى القيمة الملتوية، بسبب العوائق التي تواجه المسارات الرئيسية لهذه الممرات المائية في هذه الاحواض، والتي أدت الى طول المسارات الفعلية، وبالمقابل فإن الاحواض الأخرى بها التواءات أقل أو تكون منخفضة في المجرى الرئيسي ، بسبب عملية التعرية او النحت العمودي المرتفع و قوة التراكيب الجيولوجية.

سابعا: معدل بقاء المجاري النهريّة:

يمكن استخدام هذه المعادلة لتحديد متوسط وحدة المساحة المطلوبة لتغذية وحدة فرعية طويلة ضمن شبكة التصريف النهري وفقاً للمعادلة التالية(الجواري، ٢٠١٤، ص ١١٤):

$$\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}$$

$$\text{معدل البقاء النهري} = \frac{\text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}}{\text{مجموع طول فروع الحوض (كم)}}$$

$$\text{مجموع طول فروع الحوض (كم)}$$

تعتبر الزيادة في قيمة هذا المعامل دليلاً على زيادة مساحة الأحواض على حساب الفروع الطويلة لأحواض المياه، مع انخفاض في الكثافة التصريفية لمياه الحوض، ومع ذلك كما هو موضح في الجدول (١٣)، فإن قيمة هذا المعامل تتراوح بين (٠.٤٤-٠.٤٧) لجميع أحواض منطقة الدراسة. ويمكن القول ان قيمة المعدل بشكل عام تكون منخفضة في جميع الأحواض ، و هذا مؤشر مهم لقلة عدد الفروع المائية و مراتبها و قلة أطوالها.

جدول (١٣) الخصائص المورفومترية لشبكة الصرف لأحواض المياه في منطقة الدراسة

الحوض	قلاتوبزان	باريولة	عيسايي	تازةدى
مساحة الحوض (كم ²)	143.2	86.5	143.2	128.9
الطول الفعلي(كم)	10.8	11	20.8	14.1
الطول النموذجي(العينة) (كم)	9.2	9	19.4	12.7
بعد طول للحوض(كم)	20.26	18.3	25.43	28.23
نسبة التشعب	2.7	1.9	1.6	2.6
كثافة طول الحوض (كم/كم ²)	2.3	2	2.2	2.1
الكثافة العددية للحوض(كم/كم ²)	١,٢	٣,٢	٣,٢	٥,٢
كثافة عددية مراتب الحوض(كم/كم ²)	1.7	1.9	1.8	2.07
معامل الالتواء	1.1	1.2	1	1.1
معدل بقاء المجرى(كم ² /كم)	0.47	0.47	0.44	0.47

المصدر: اعتمادا على: ١. ملف نموذج الارتفاعات (STRM). ٢. استخدام برنامج (ArcMap ١٠,٨) ، ٣. تطبيق المعادلات الشكلية لخصائص شبكة تصريف المجاري المائية.

الاستنتاجات

١. أهمية استعمال بيانات الرادار (DEM) و GIS @ RS في التحليل و التمثيل الخرائطي و إنتاج قاعدة بيانات جغرافية لأودية الأنهار بشكل دقيق وعلمي و سريع.
٢. أثرت الاختلافات في الخصائص السطحية و مساحات الأحواض المائية على كمية المياه الجارية في منطقة الدراسة ، مما أدى إلى اختلافات في كمية التربة و الصخور التي تمت إزالتها فيها.
٣. ان احواض (باريولا) و (عيسايي) و (تازةدى) في منطقة الدراسة تكون بعيدة بشكل عام عن الشكل الدائري ، وتقرب من شكل المستطيل ، من ثم فإن ظاهرة الفيضانات تحدث فيها بشكل أقل ، و مع ذلك فإن حوض(قلاتوبزان) الواقع في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة ، قريبة من شكل شبه المثلث مع انحدار مرتفع بشكل عام ، مما يساعد على نقل الكثير من الترسبات ، ولاسيما أثناء الفيضانات.

٤. الارتفاع الكلي ومعدل نسبة الارتفاع ومعدل الصعوبة لحوض (قلاتوبزان) تكون أعلى مقارنة بحوض (تازةدي) ، وذلك بسبب الشكل المثلث و قصر المسارات الرئيسية وضعف الهيكل الصخري و ارتفاع نسبه الكسور والشقوق.

٥. بناء على نتائج معادلات الخصائص الشكلية لأودية أحواض الأنهار بالمنطقة ، يظهر أن قيمة معدل الارتفاعات في أحواض المياه تكون ما بين (٢٤.٧ - ٤٨.١ م) ، هذا يعني أن عمر الأحواض هي في مرحلة النضج في عمليات التعرية و الترسيب.

التوصيات

١. يمكن الاستفادة من الخصائص المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة ، في بناء السدود و الخزانات الصغيرة لجمع مياه الأمطار ، لأن القياسات الشكلية لأحواض المياه لها تأثيرها على الخصائص الطبيعية للمنطقة من حيث التصريف والترسيب المائي في الأنهار.

٢- إنشاء حواجز صغيرة في مجاري المياه في الأحواض المائية الكبيرة المتكونة طبيعياً ، سواء كانت موسمية أو دائمة ، و ذلك لتحويل مياه الفيضانات الشتوية لاستخدامها في موسم الجفاف ، و استعمالها في الزراعة والسياحة المحلية من جهة ، و حماية التربة من عملية التعرية المائية من جهة أخرى.

٣- الاهتمام بالموارد المائية الموجودة في المنطقة ، ومحاولة توفير الكثير من المياه السطحية من خلال بناء المزيد من السدود الصغيرة للاعتماد عليها في الري وتربية الثروة الحيوانية من جهة ، والاستفادة منها في مواسم الجفاف التي تقل فيها تساقط الأمطار من جهة أخرى.

المصادر

- المومني، لطفى راشد الملح،(١٩٩٧) ، الاستشعار عن بعد في الهيدرولوجية (هيدرولوجي حوض وادي الموجبة الرئيسي في الاردن ، دراسة في الجغرافية الطبيعية ، عمان ، الاردن.
- العجيلي، عبدالله صبار عبود،(٢٠٠٥)، واديان غرب بحيرة الرزازة الثانوية و الأشكال الأرضية المتعلقة بها ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد ، كلية الآداب.
- الهاشمي ، هشام عبد الجبار و رضا محمد عامر،(١٩٨٥). السحنات المجهريّة للعصر الجيولوجي الثالث في العراق ، المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتعديني ، بغداد.
- المعادن، وزارة الصناعة،(١٩٩٧) ، المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعديني . تقرير توضيحي لخريطة العراق البنوية ، الطبعة ٢.
- براخاص ، خليل محمد،(٢٠١٥)، الأشكال الأرضية لنهر سيروان (ديالى) بين درينديخان وكلاز ، دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة بغداد ، كلية الآداب.
- محمد ، نارام حسن،(٢٠١٥)، نواندي كارثوطرافي تايبةتمندي سروشنيكان قهزاي كة لار بة بكارهيتاني هترودو بقرنامةي ((GIS@RS) ، نامةي ماستر (بلاونةكراوة)، زانكوي سليماني، كؤلجي زانسته مرؤطايهتتيهكان.

- شاور، أمال اسماعيل ، (١٩٧٩)، الجيومورفولوجيا و المناخ - دراسة تحليلية للعلاقة بينهما ، مصر، مكتبة الخانجي.
- محمد، نالى جواد، (٢٠١٣)، تحليل التباين للاشكال الجيومورفولوجية فى حوض وادى (هيزؤب) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) و بيانات التحسس النائى ، اطروحة دكتورا (غ.م)، جامعة كويه ، كلية الآداب.
- شلش، علي حسين و الخفاف، عبد علي ، (١٩٨٧)، الجغرافية الحياتية ، وزارة التعليم العالي و البحث العلمي ، مطبعة جامعة البصرة.
- السامرائى، قصي عبدالمجيد و عبد مخمور نجم الريحاني(١٩٩٠) ، جغرافية الأراضي الجافة ، مطبعة دار الحكمة ، جامعة بغداد.
- قارتمان لقيلا محمد ، (١٩٩٩) ، خاكي هتريمى كوردستان ، جوطرافياى هتريمى كوردستانى عيراق ، ضاىى دووقم ، هتولير .
- محمد ، نارام حسن، (٢٠١٥)، سترضاوى ثيشوو.
- السعدي حسين علي و عبدالرضا اكبر علوان، (١٩٨٣)، النباتات المائية فى العراق، منشورات مركز الخليج العربي، جامعة البصرة، العدد (٥٢).
- شرف، عبدالعزيز طريح ، (١٩٧٨) ، الجغرافية المناخية والنباتية ، الطبعة الأولى ، الكويت.
- الراوي، محمد بهجت ثامر، (٢٠٠٧)، هيدرولوجية حوض بحر النجف باستعمال نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير (غ.م) ، كلية التربية (ابن رشد)، جامعه بغداد.
- سلامة، حسن رمضان، اصول جيومورفولوجي، دار المسيرة للنشر و التوزيع و الطباعة، عمان ، الاردن.
- عزيز، محمد سعيد الخزامى، (٢٠٠٤)، نظم المعلومات الجغرافية (GIS) (اساسيات وتطبيقات الجغرافيين)، مطبعة منشاه المعارف، الطبعة الثالثة، الاسكندرية.
- محمد، نالى جواد ، (٢٠١٣) ، تحليل التباين للاشكال الجيومورفولوجية فى حوض وادى (هيزؤب) ، مصدر سابق.
- الدراجي، سعد عجيل مبارك ، (٢٠١٠)، أساسيات علم شكل الارض (الجيومورفولوجي) ، كنوز المعرفة للنشر و التوزيع ، الطبعة الاولى ، عمان ، الاردن.
- الراوي، محمد بهجت ثامر (٢٠٠٧)، هيدرولوجية حوض بحر النجف باستعمال نظم المعلومات، مصدر سابق.
- المومني، لطفى راشد الملح، (١٩٩٧)، الاستشعار عن بعد فى الهيدرولوجية ، مصدر سابق.
- محمد، نالى جواد ، (٢٠١٣) ، مصدر سابق.
- سقا، عبدالحفيظ محمد سعيد، (٢٠١١)، الخصائص الموفومتريه لحوض تصريف وادى لبن بالمملكة العربية السعودية (دراسه جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية) ، مجلة جامعة الملك عبدالعزيز، كلية الآداب و العلوم الانسانيه، مجلد (١٩) العدد (١).
- سابير، ساية سةلام، (٢٠١٣)، خةسلة تةكانى لىذى ضياء هةيبهت سولتان و مؤرفؤميتري ناوزيلة كانى، ماستر نامةى (بلاؤنة كراوة) ، كؤلنجى زانسته مرؤظاية تية كان ، زانكؤي سلتيمانى.
- الدليمي، خلف حسين، (٢٠١٠)، التضاريس الأرضية، دراسة جى ومورفولوجية عملية تطبيقية ، دار صفاء للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى، عمان، الاردن.

- جاسم، ابتسام أحمد، (٢٠٠٦)، هيدروجيومورفولوجية حوض التون كوبرى فى محافظة كركوك، أطروحة دكتورا (غ.م)، كلية الآداب ، جامعة بغداد.
- براخاص، خليل محمد و ارام حسن محمد، (٢٠٢٢)، نواندى كارتوграфى بؤ تايبة تمثيلية مقرف ممتري و هيدرو لوجيية كاني ئاوزنلة ئاوبية كاني ققزاي كة لار ، طؤظاري زانكؤي كقرميان، ذمارى تايبة تبة دة مين كؤنفرانسي زانستى بة ناونيشانى (بيرة يوقبردى وشكسةالى و كةم بوونوةوى ئاو).
- البالاني، نخشان محمد روستم، (٢٠١٠)، جيومورفولوجيه منطقة كلار، (دراسه تطبيقية) ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم الانسانية ، جامعة السليمانية.
- الجاف، جنان رحمن ابراهيم فرج، (٢٠٠٥)، جيومورفولوجى جبل براكره و احواضه النهريه و تطبيقاتها ، رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية الاداب، جامعة بغداد.
- سابير ، ساية سة لام، (٢٠١٣)، خةسللة كاني ليذى ضياء هةيبهت سولتآن ومؤرفؤميترى ئاوزنلة كاني ، سةر ضاؤوى بيشوو .
- الحسيني، حكمت عبدالعزيز احمد، (٢٠٠٢)، جيومورفولوجية جبل بيرمام و احواضه النهريه مع تطبيقاتها ، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الاداب ، جامعة صلاح الدين.
- العمري، عبدالمحسن صالح، (٢٠١١)، تحليل الخصائص المورفومترية و الهايدرو لوجية لاحواض التصريف فى منطقہ كريرتر عدن (باستخدام معطيات نظم المعلومات الجغرافية)، قسم الجيولوجيا الهندسية، كلية النفط والمعادن، جامعة عدن.
- محسوب، محمد صبرى، (٢٠٠١)، جيومورفولوجية الاشكال الارضية، دار الفكر العربى ، ط(١)، القاهرة .
- سلامة، حسن رمضان (٢٠١٠)، أصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة للنشر و التوزيع ، ط(٣)، عمان، الأردن.
- العلامة، انمار علي جواد، (٢٠١٣)، الانزلاق الارضيه و آثارها البيئية فى منطقة جوارتا (دراسه جيومورفولوجيه تطبيقيه)، رساله ماجستير (غير منشورة)، جامعه بغداد، كلية الاداب.
- الجواري ، مهند فالح كزار شنون، (٢٠١٤) ، المقطع النهري لنهر دجلة ما بين منطقہ الاسحاقى و مصب نهر العظيم (دراسة جيومورفولوجية)، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الانسانية ، جامعة تكريت.
- البالاني، عزالدين جمعة درويش ، (٢٠٠٣) ، اشكال سطح الارض لوادى نهر الفرات بين الزللة و راوة ، أطروحة دكتوراه غير منشورة ، الجامعة المستنصرية ، كلية التربية.