

## التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية لحوض وادي حربة (محافظة دهوك)

الاستاذ الدكتور احمد عبد الستار جابر

الجامعة المستنصرية، كلية التربية، قسم الجغرافية

[ahmedabdsatar@uomustansiriyah.edu.iq](mailto:ahmedabdsatar@uomustansiriyah.edu.iq)

(مُلخَصُ البَحْث)

التحليل المورفومتري للأحواض النهرية تعتمد كفاءته على دقة البيانات المستخدمة وطريقة التحليل، تم اختيار حوض حربة الواقع في شمال العراق (دهوك - عقرة) بوصفه أحد الاحواض صغيرة المساحة اذ تبلغ مساحته حوالي (١٨٤.٨٠) كم<sup>٢</sup>، تهدف الدراسة الحالية الى تحليل القياسات المورفومترية في حوض حربة باعتماد دقة التميز المكاني لأنموذج الارتفاع الرقمي (٣٠) مترا (SRTM- DEM)، باعتماد تقنية نظم المعلومات الجغرافية وتعديلاته في مجال التحليل المورفومتري والمتمثلة بوسيلة التحليل المورفومتري morphometric toolbox، وذلك لمعرفة اهم المعاملات المورفومترية وأثرها على التنمية والتخطيط في المنطقة، اظهرت نتائج الدراسة ان الحوض من المرتبة السادسة حسب تصنيف (ستريلر Strahler) واغلب الاحواض الثانوية اما من المرتبة الثالثة او الرابعة، وان اتجاه الجريان من الشمال والشمال الغربي نحو الجنوب والجنوب الشرقي متماشيا مع انحدار المنطقة واتجاه الطيات، وغلب على الحوض إطالة الوديان لان اغلب مساحته ٦٠% انحدار خفيف والمعاملات المورفومترية للحوض تشير الى شباب الحوض وبداية النضوج وسيادة الصخور الصلبة وضعف الناتج الرسوبي للحوض عدى المناطق المضرسة ذات الانحدار العالي في شمال وجنوب غرب الحوض، فضلا عن تقارب الاحواض الثانوية في اغلب خصائصها المورفومترية لتشابه المقومات الطبيعية في المنطقة، مع تكز لمساحات التركيز المائي في مناطق شمال الحوض لكثرة اعداد الرتب النهرية (الأولى والثانية) ومنطقة التقاء الوديان في وسط الحوض، اما اتجاه التوسع للحوض كان الجنوب والجنوب الشرقي لارتباطه بانحدار وتضاريس المنطقة

الكلمات المفتاحية (حربة، مورفومتري، عقرة، جيومورفولوجي، حوض)

١- مقدمة:

تعد الدراسات الجيومورفولوجية الكمية المورفومترية Morphometry أحد الاتجاهات الحديثة في دراسة الاحواض المائية التي تتباين في مساحتها تبعا للظروف المناخية والجيولوجية والحركات الأرضية فضلاً عن عامل الزمن (أبو العينين ' ١٩٧٦، ٤٤٧ -

(٤٥٢). أن لهذه الظروف تأثيراً كبيراً في نشاط عمليات التعرية والترسيب المائية المسؤولة عن توسع الحوض المائي وزيادة مساحته. لذا فإن حوض الصرف المائي يعد الوحدة الأنسب لأجراء البحوث المورفومترية (الكمية) التي بموجبها تتحدد خصائص ومعطيات يمكن قياسها كميًا (ثورنبري، ١٩٧٥، ١٤٣)

فمن خلال النتائج المستنبطة من الدراسات المورفومترية، يمكن فهم خصائص الشكل، نمط الجريان، والعوامل المؤثرة فيه والمرحلة التي وصلت إليها منطقة الدراسة فضلاً عن تصنيفها تصنيفاً نوعياً، حيث تستخدم هذه الدراسات للتعبير عن العلاقات المكانية بين عوامل وعمليات ألفت والأشكال الأرضية المرتبطة بها التي يمكن التعامل معها بمجموعة من القوانين كمساحة أحواض الصرف وعدد مجاريها وأطوالها وانحدارها، ومن ثم تصنيف الشبكة النهرية والخصائص المساحية والتضاريسية وغيرها من الخصائص المورفومترية لأحواض الصرف النهري. ومعرفة العلاقة بين أحواض التصريف وقنواتها المائية وشبكات التصريف، فضلاً عن ذلك تحظى دراسة الأحواض المائية باهتمامات الجيومورفولوجيين، لما لها من دلالات هيدرولوجية معينة من حيث خصائص الصرف المائي الذي يؤثر بدوره في نشاط العمليات الجيومورفولوجية المتمثلة بالتعرية والترسيب و مساهمتها في نشوء و تطور الأشكال الارسابية و الحتية (مكولا ١٩٨٦، ٢٨). لتحديد وقياس السمات المورفومترية في حوض وادي حرية (في بعض الخرائط خربة)، وتم الاستعانة ببرامج نظم المعلومات الجغرافية ومنها برنامج (Arc GIS 10.3) لتحديد الخصائص المورفومترية لحوض وادي حرية.

### موقع منطقة البحث:

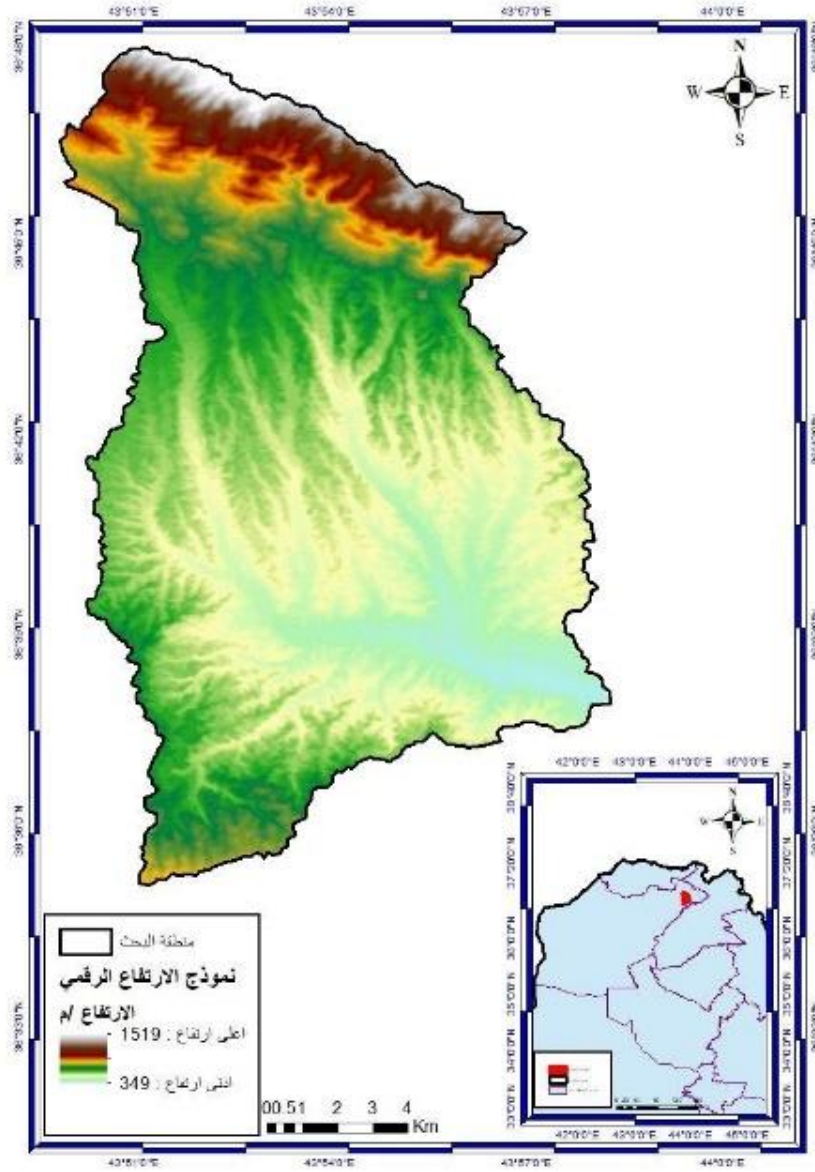
تقع منطقة البحث في الجزء الشمالي من العراق من الناحية الأدرية ضمن محافظة دهوك في قضاء عقرة الذي يقع في الجهة الجنوبية الغربية من المحافظة، شرق محافظة نينوى وفلكيا بين خطي طول ((٤٩:٤٩:٤٣، ٢٠:٥٨:٤٣)) ودائرتي عرض ((٣٦:٣٥:٠٩ الى ٣٦:٤٨:٠١)) وبمساحة ١٨٤.٨٠٨٥٤٧ كم<sup>٢</sup> (شكل ١). أما موقع منطقة الدراسة من الناحية الطبيعية فتحدد من الجهة الشمالية بمرتفعات (بيرس) ومن الشرق والجنوب الشرقي نهر الزاب الكبير والاحواض الصغيرة ومن الغرب منطقة وديان سوسنة وقصر ك اما من الجنوب فيصب الحوض في مستجمع مائي الذي يصب في نهر الزاب الكبير عند منطقة جويان.

### مشكلة البحث:

ما هي اهم العوامل والعمليات التي تؤثر في الخصائص المورفومترية بأنواعها (المساحية، الشكلية، التضاريسية، الشبكة النهرية) لحوض وادي عقرة؟

## فرضيات البحث:

هنالك عوامل طبيعية عدة (تكتونية وجيولوجية ومناخية) أدت الى تحديد الخصائص المورفومترية (المساحية، الشكلية، التضاريسية، الشبكة النهرية) للحوض



(شكل ١) موقع منطقة الدراسة

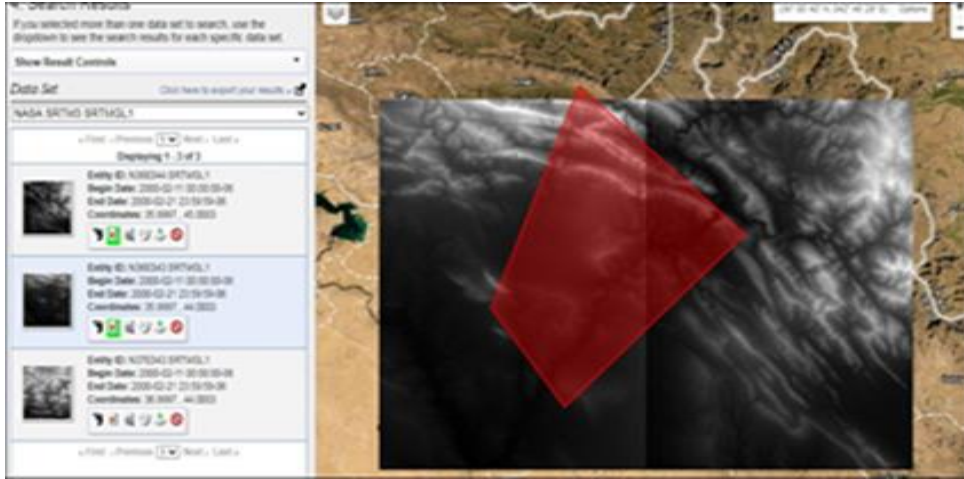
المصدر: من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis, 10.3).

## أهمية البحث:

تتمثل أهمية منطقة البحث من خلال دراسة الخصائص الطبيعية وإمكانيتها الهيدرولوجية (دراسة الاحواض المائية) لاسيما المستوطنات البشرية ومن أهمها (مدينة عقرة)، ولما للخصائص المورفومترية أهمية كبيرة بالدراسات الهيدرولوجية التفصيلية لاسيما الفيضانات، وإبراز العلاقة بين الخصائص الطبيعية للمنطقة واهم المتغيرات المورفومترية.

## ٢. البيانات والبرامج المستخدمة في البحث:

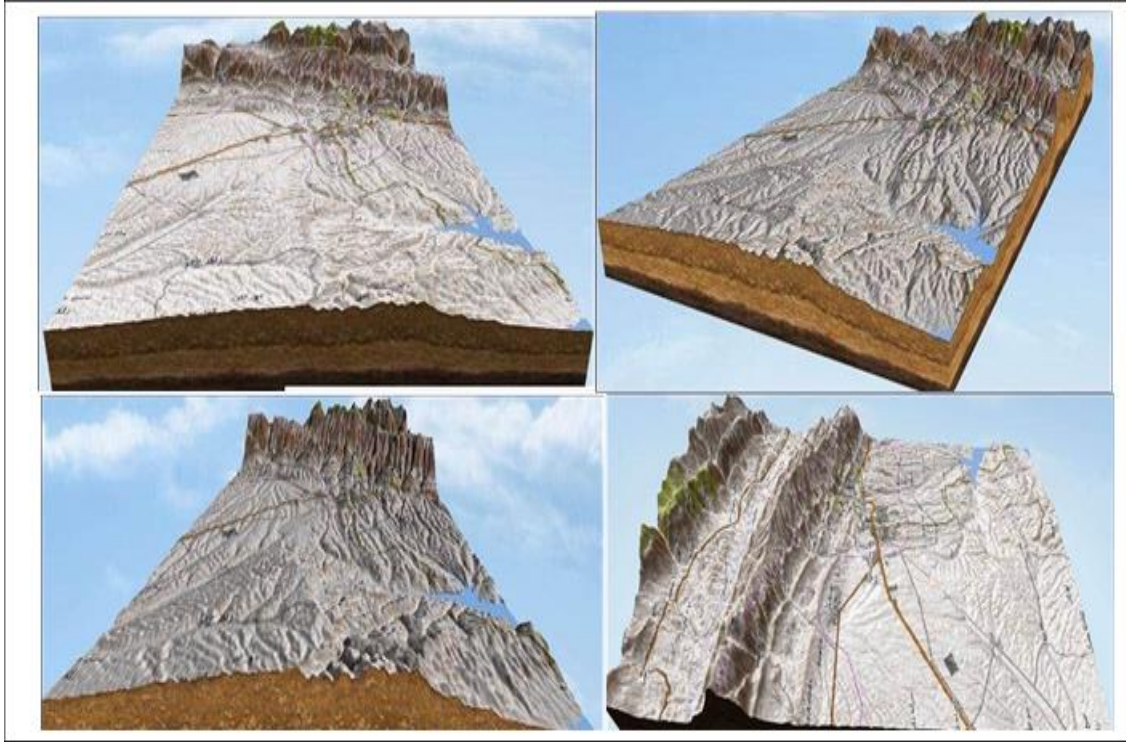
- ١ - اعتماد نموذج الارتفاع الرقمي بدقة تميز (٣٠ م) واستقطاع شبكة الاودية المراد تحليلها مورفومتريا شكل (٢)
- ٢ - تحديد حدود الحوض والقناة والمجرى الرئيس باستخدام **DEM - SRTM** واستخدام **ArcGIS - hydrology toolbox**
- ٣ - برنامج **Arc GIS 10.3** لأعداد الخرائط واستخراج الجداول ولاسيما (Hydrology) من شريط الادوات قسم (Spatial Analysis Tools) وتم الاعتماد على البرنامج في أغلب مفاصل البحث
- ٤ - حساب الخصائص المورفومترية المتعددة (الشكلية والعديدية والتضاريسية)
- ٥ - برنامجي (Word 2016 وExcel 2016) لأعداد الجداول وعمل الأشكال البيانية.



شكل (٢) DEM المنطقة من صورتين

المصدر: باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis, 10.3).

تتحكم المقومات الجغرافية الطبيعية للمنطقة في نشوء وتغير الأشكال الأرضية وتباينها المساحي فضلا عن تحكمها في نوع العمليات الجيومورفولوجية السائدة ومدى نشاط هذه العمليات، فالعمليات تبدأ أو تكتمل بفعل عوامل جيومورفولوجية معينة، وتصبح العملية الجيومورفولوجية مؤثرة ومؤدية إلى حدوث تغير في أشكال سطح الأرض، من خلال التأثير في الخصائص الجيومورفولوجية للحوض، فمن ناحية تكتونية وصخرية منطقة البحث تقع المنطقة ضمن قطاع الطيات (fold zone) إذ يمتاز هذا القطاع بالتواءاته المتعددة المحدبة منها والمقعرة وكثرة التراكيب الجيولوجية، (سيساكيان، ٢٠١٤، ٧، ٨) شكل (٣) حيث يمتاز هذا القطاع بتأثره بشكل كبير بعوامل التعرية التي تتشكل العديد من الأودية والجروف وتكون اتجاهها متعامد مع محور الطيات وخاصةً المحدبة منها، فعند هطول مياه الامطار الغزيرة فأنها تتخذ من الشقوق والصدوع مسارات ومجاري من خلال الصخور اعتبارها مناطق ضعف نسبية (العمرى ١٩٧٧ ١٧).



شكل (٣) مقطع ثلاثي الأبعاد للحوض

المصدر: من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis, 10.3).

### ٣. الخصائص الطبيعية لمنطقة البحث:

أما من الناحية الصخرية فأن الطبقات الصخرية الأقدم تعود إلى العصر الكريتا سي لتكوين قمجوقة من الزمن الثالث (ميزوزويك) وصولاً إلى ترسبات المنحدرات لعصر الهولوسين من الزمن الرباعي. (جدول ١) شكل (٤) إذ يظهر أن تكوين باي حسن الأكثر انتشاراً مساحياً الأمر الذي ساعد على ازدياد أعداد الرتب النهرية في المنطقة لقلّة مقاومة هذا التكوين للعمليات الجيومورفولوجية لا سيما المائية منها، أما طبوغرافياً فمن خلال الجدول (٢) يتضح أن المنطقة يمكن تصنيفها إلى أربع فئات أكثرها انتشاراً هي المتموجة أغلبها وسط الحوض، وأقلها الجبال شمالي المنطقة شكل (٥)

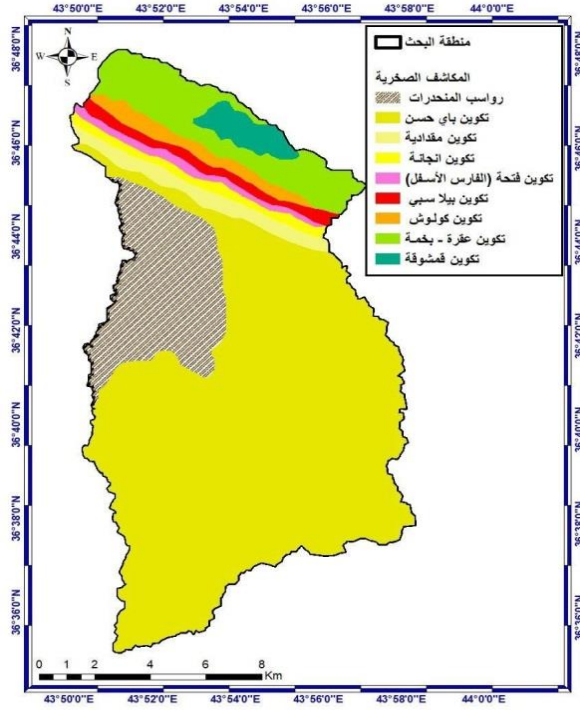
أما حسب تصنيف يونك للانحدار وحسب الجدول (٣) وشكل (٦) يؤشر أن الانحدار الخفيف والمعتدل يحظى بـ ٦٠% من مساحة الحوض الوسطى والجنوبية بخلاف شمال الحوض الذي يتصف بالانحدار العالي لوقوعه ضمن المرتفعات الشمالية (مرتفعات بيرس) التي تمثل منابع الحوض الرئيسية، وجبا سرتاً من الجنوب الغربي، أما اتجاه الانحدار فقد سجل كل من الاتجاهات (الغرب والجنوب الغربي والجنوبي) أكثر من ٧٥% من مساحة الحوض شكل (٧) جدول (٤) وهذا له دلالات جيولوجية وجيومورفولوجية (مورفومترية) وهيدرولوجية تبعاً لطبيعة تركيبة المنطقة.

اما تصنيف يونك للانحدار ومن الجدول (٣) وشكل (٦) يؤشران الانحدار الخفيف والمعتدل يحظى ب ٦٠% من مساحة الحوض الوسطى والجنوبية بخلاف شمال الحوض الذي يتصف بالانحدار العالي لوقوعه ضمن المرتفعات الشمالية (مرتفعات بيرس) التي تمثل منابع الحوض الرئيسية، ومن الجنوب الغربي جبل سرتا، اما اتجاه الانحدار فقد سجل الاتجاهات (الغرب والجنوب الغربي والجنوبي) أكثر من ٧٥% من مساحة الحوض شكل (٧) جدول (٤)

#### (جدول ١) العمود الجيولوجي لمنطقة البحث

الزمن	العصر	التكوينات الجيولوجية	المكونات	طبيعة الصخور	المساحة / كم	النسبة %
الرباعي	الهولوسين	ترسبات المنحدرات	تكرسات صخرية مع ترسبات فتاتية ناعمة	ضعيف المقاومة	25.699507	13.906017
	البلايوسين	باي حسن	الرمال الخشن والحصى	ضعيف المقاومة	119.979145	64.920777
القديم	البلايوسين	المقدادية	الرمال الخشن والحصى	ضعيف المقاومة	5.450069	2.949035
	الميوسين	أنجانه	حجر جيرى وحجر غريني وحجر طيني	متوسط المقاومة	3.40867	1.844433
	الميوسين	فتحة	الجبس والانهدرايت والمارل وصخور جيرية والطفل	متوسط المقاومة	2.718839	1.471165
القديم	الكريتاسي	بيلاسيبي	الدولستون وحجر الكلس الدولومايتي	مقام	3.573052	1.93338
		كولوش	صخور فتاتية وحجر الرملي والغريني والطيني	مقاوم	4.368359	2.363721
		عقره - بخمه	حجر جيرى مطبق وحجر جيرى طفلي	مقاوم	15.687221	8.488363
		قمجوقة	حجر جيرى مصمت ودولومايت	مقاوم	3.923686	2.123108
		المجموع			١٨٤.٨٠٨٥٤٨	١٠٠%

1. Varujan sissakian, dikran hagopian, eman hasan, geological map of al\_mosul quadrangle, sheet nj\_38\_13.
2. Arcgis, 10.3.



(شكل ٤) جيولوجية المنطقة

المصدر Varujan sissakian, dikran hagopian, eman hasan, geological map of al\_mosul quadrangle, sheet nj\_38\_13. Arcgis, 10.3.

## جدول (٢) فئات التضرس لحوض وادي حربة

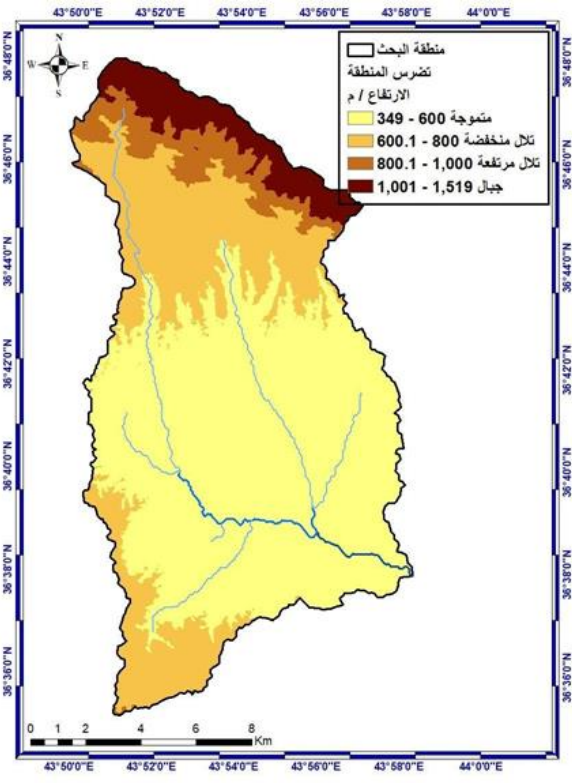
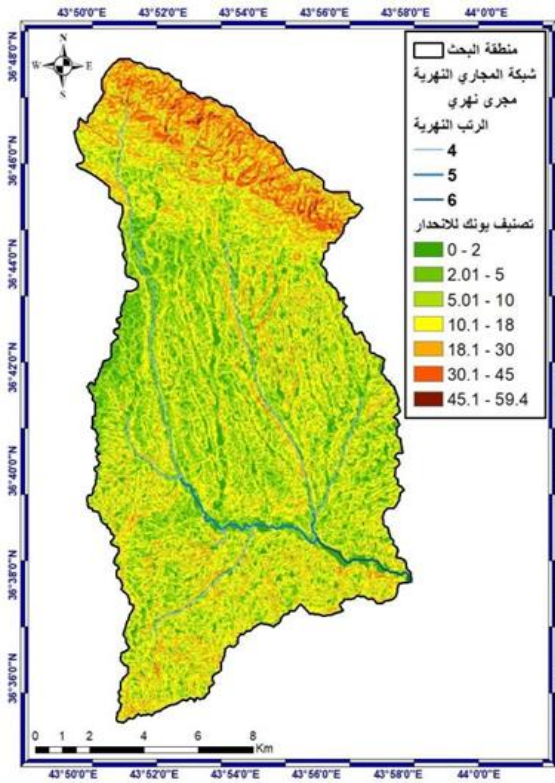
النسبة	المساحة	الصف	ت
61.035602	112.797927	متموجة	١
25.923991	47.909291	تلال منخفضة	٢
6.287076	11.618943	تلال مرتفعة	٣
6.753331	12.480613	جبال	٤
100	184.806774	-----	المجموع

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis, 10.3).

## جدول (٣) فئات الانحدار حسب تصنيف يونك

النسبة	المساحة	الصف	ت
7.993259	14.770912	مستوية	١
15.316466	28.303619	بسيطة	٢
29.719947	54.920113	خفيفة	٣
29.631168	54.756057	معتدلة	٤
13.693338	25.304206	شديدة	٥
3.460731	6.395157	شديدة جدا	٦
0.18509	0.342032	الوجه الحر	٧
100	184.792096		المجموع

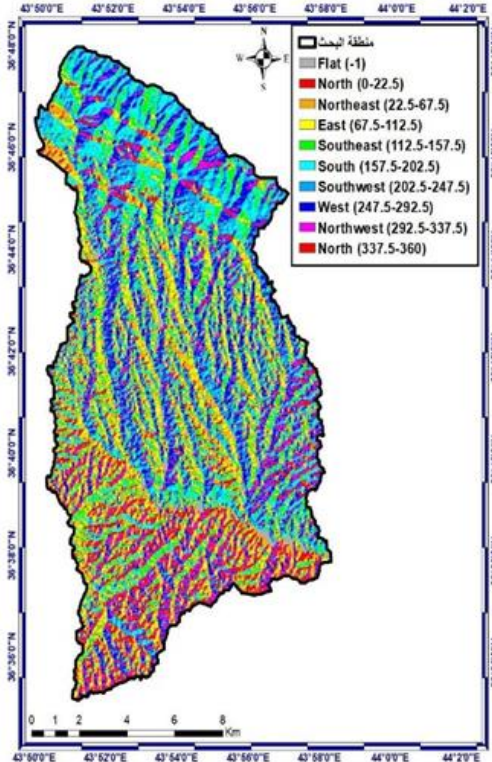
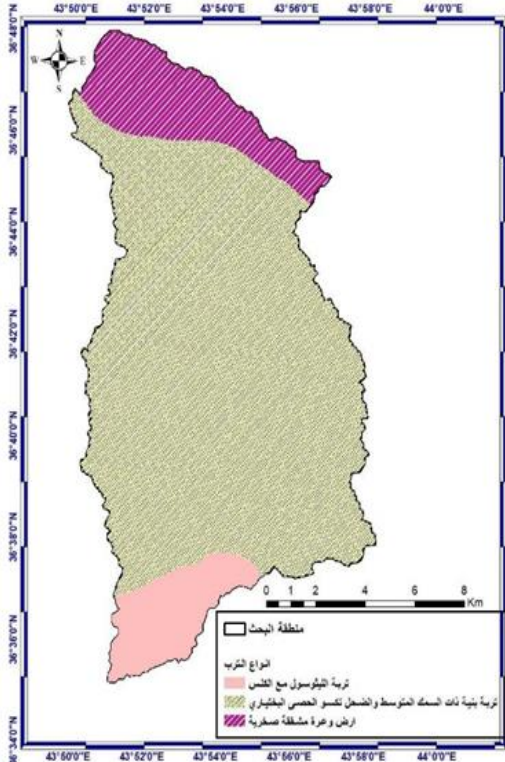
المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis, 10.3).



شكل (٦) تصنيف الانحدار حسب بونك

شكل (٥) تنحرس الحوض

المصدر: من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3).



شكل (٨) ترب منطقة الدراسة حسب (Buringh)

شكل (٧) اتجاه انحدارات للحوض

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد (Buringh, 1960) وبرنامج (arcgis,10.3).

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3).



اما تربة المنطقة ومن الشكل (٨) وجدول (٥) يظهر ان اغلب المنطقة تغطيها تربة بنية ذات السمك المتوسط والضحل تكسو الحصى البختياري وبنسبة ٨٠.٣٢ % من مساحة الحوض الكلية الامر الذي ساهم في زيادة اعداد الوديان لاستجابتها للعمليات الجيومورفولوجية بصورة نسبية مناخيا من الجدول (٦) يمثل عناصر مناخية منتخبة لمحطتي دهوك شمال غرب الحوض ومحطة عقرة وسط الحوض يتضح لنا ان منطقة البحث تقع في شمال العراق الأكثر رطوبة من بقية اقسامه وتقع منطقة البحث في أقليم البحر المتوسط حيث يتصف هذا أقليم بشتاء ممطر بارد نسبياً اذ سجلت اقل معدل درجات الحرارة في شهري ك١ وك٢ في حين سجلت اعلى درجات حرارة في شهري تموز واب لكلا المحطتين وبمجموع امطار (٦٤٣.٨) دهوك و(٦٢٥.٣) في عقرة ويصاحبها ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية في أشهر الشتاء مع زيادة سرعة الرياح صيفا نسبيا عن الشتاء المحطتين

#### ٤. النتائج والمناقشة (الخصائص المورفومترية لمنطقة البحث):

من خلال الاطلاع على جدول (٧) الذي يظهر نتائج التحليل المورفومتري لنموذج الارتفاع الرقمي بدقة التميز (٣٠) م وبالاتماد على وسيلة الحساب المورفومتري (Morphometric toolbox v.2) والمطورة من قبل (Beg 2015 21-30) المنشورة على الموقع ESRI الامريكي، وهي وسيلة مكملة لوسيلة القياسات المورفومترية - ArcGIS (Hydrology) toolbox، وعلى هذا الاساس تمت دراسة الحوض بالاتماد على نموذجي الارتفاع الرقمي (٣٠) م وعلى اساس حساب المعاملات المورفومترية الاتية

جدول (٤) مساحة اتجاه الانحدارات في الحوض

ت	اتجاه الانحدار	المساحة ب كم	النسبة %
١.	مستقيم او بدون اتجاه	4.562923	2.49551
٢.	شمال	7.440622	4.069354
٣.	شمال شرق	21.296137	11.647078
٤.	شرق	25.4343	13.910283
٥.	جنوب شرق	22.215377	12.14982
٦.	جنوب	25.364591	13.872158
٧.	جنوب غرب	27.097507	14.819908
٨.	غرب	25.792976	14.106446
٩.	شمال غرب	16.805974	9.191362
١٠.	شمال	6.834906	3.738081

المصدر: شكل (٤)

جدول (٥) ترب منطقة الدراسة حسب ( Buringh )

ت	النوع	المساحة	النسبة
١	تربة بنية ذات السمك المتوسط والضحل تكسو الحصى البختياري	148.440251	80.321096
٢	تربة الليثوسول مع الكلس	21.888153	11.843691
٣	ارض وعرة مشققة صخرية	14.480143	7.835213
	<b>المجموع</b>	184.808547	100

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد ((Buringh, 1960)) وبرنامج (arcgis,10.3).

جدول (٦) العناصر المناخية لمحطتي دهوك وعقرة

الشهر	محطة دهوك				محطة عقرة			
	معدل درجات الحرارة (م)	مجموع الامطار (مم)	الرطوبة النسبية %	سرع الرياح م/ثا	معدل درجات الحرارة (م)	مجموع الامطار (مم)	الرطوبة النسبية %	سرع الرياح م/ثا
كانون الثاني	8.9	112	66.1	1.2	٦.٤	١٤٦.٨	٧٠	١.٣٨
شباط	10.1	156	68.9	1.6	٨	١١٨.٣	٦٩	١.٢٠
اذار	12.8	79	57	1.2	١٢.٣	٧٩.٣	٦٢	١.٢٥
نيسان	17.2	98	55	1.4	١٧.٤	٧٠.٢	٥٤	١.٧٧
مايس	22.7	56	49.7	1.3	٢٤.٥	١٦.٩	٣٩	٢.٤١
حزيران	27.7	0.8	33.5	1.2	٢١.٣	١.١	٢٧	٢.٩٤
تموز	32	0.1	29.9	0.8	٣٤.١	٠.٨	٢١	٢
اب	32.3	0.0	27.3	0.9	٣٤	٠	٢٠	١.٤٩
ايلول	25.4	0.9	37.4	1.1	٢٩.٢	٢.٢	٢٨	١.٦٤
تشرين الاول	21.5	22	39	0.9	٢٢.٥	٢٦.٤	٣٦	١.٥
تشرين الثاني	17.2	29.1	59.6	0.8	١٤.٣	٥٧.٤	٥٣	١.٣٥
كانون الاول	9.9	89	63.7	١.١	٩.٦	١٠٥.٨	٦٧	١.٥
المعدل السنوي	١٩.٨		٤٨.٩	١.١	١٩.٥		٤٦	١.٧٠
المجموع السنوي		٦٤٣.٨				٦٢٥.٣		

المصدر: إقليم كردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، للمدة (٢٠١٨-١٩٩٠).

(شبكة الصرف والخصائص الشكلية والخصائص النسيجية والخصائص التضاريسية)

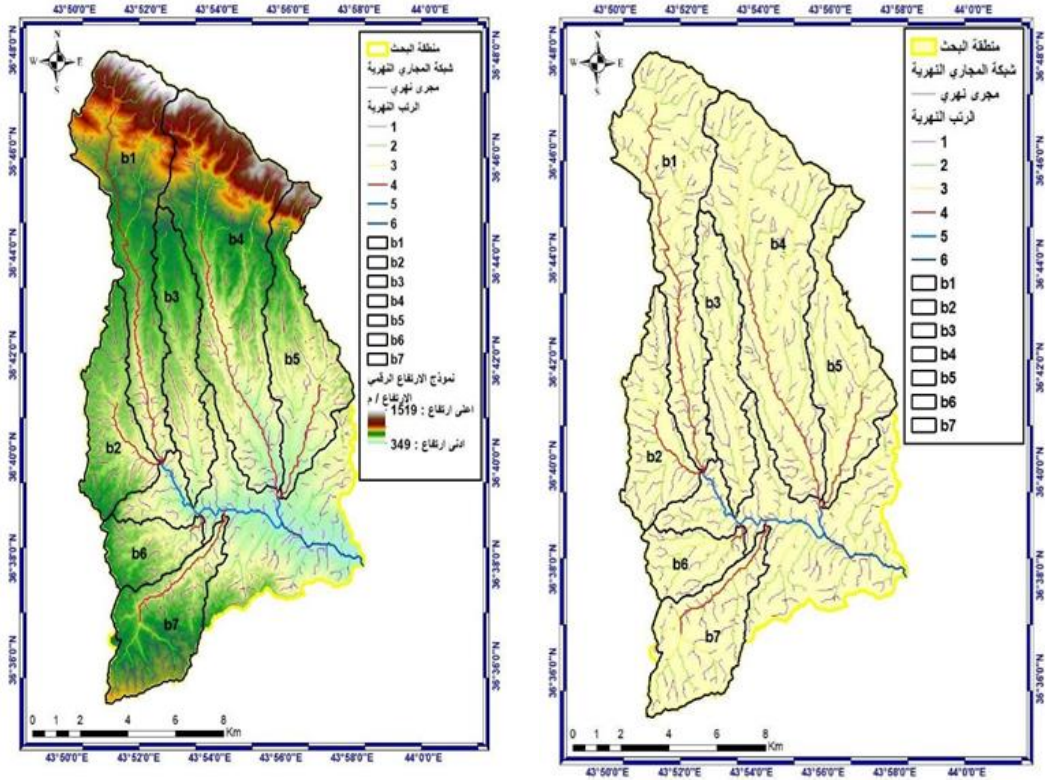
فضلا عن التحليل الهيسومتري).

**١.٤ معاملات شبكة التصريف Drainage Network Parameters**

شبكة الصرف النهرية لأي حوض هي مخرجات للعوامل الطبيعية في المنطقة ومنها خصائص الصخور وأشكالها التركيبية ودرجة استجابتها للمؤثرات المناخية القديمة والحالية وتؤثر خصائص الصخور (النفاذية والمسامية والصلابة) والانحدار العام للسطح فضلا عن التراكم من صدوع وفواصل وطيات، في تحديد الشكل العام لروافد الحوض برتبه المختلفة من اعداد واطوال (محسوب ٢٠٠١، ٢٠٦) ومن المعاملات المهمة في شبكة الصرف

- (اعداد واطوال المراتب النهرية) (Numbers and lengths of Stream Order) وبأسلوب ( Horton, 1945,275 ) وتعديله من قبل (Schumms ١٩٥٦ 646 ) 597, (Strahler, 1952, 1022-831 ) الذي ينص على ان المرتبة الاولى التي لا يصب بها اي رافد، والثانية التي تتكون من التقاء رافدين من الاولى، و يؤثر ذلك ان المنطقة متضرسة اذا زاد عدد الرتب النهرية و بخلافه فالمنطقة تصبح في مرحلة النضج اي (تعرضت للتآكل اكثر من غيرها) ومن الجدول (٧) يظهر لنا ان الحوض من المرتبة السادسة والاحواض الفرعية تتراوح بين الثالثة والرابعة، اذ سجل الحوض (الرئيس) (٧٣٣) وادي لكل المراتب وبعده حوض (٤ و ١) ب (١٦٤ و ١٤٠) على التوالي ثم بقية الاحواض الأخرى، وان اعداد الرتبة الأولى هي الأكثر عددا في الحوض الرئيس والفرعية وهو يتفق مع قوانين هورتن و وهذا يدل على نشاط العمليات الجيومورفولوجية التعرؤية التي شكلت المنطقة لاسيما المائية (السطحية) اذ تشير الاعداد الكبيرة الى تضرس الحوض والعكس ان المنطقة قد فقدت جزءا من تضاريسها بالتعرية ، كما سجل الحوض الرئيس مجموع اطوال لكل المراتب ٤٨٢.٦١ كم ، بينما سجل الحوض ٤ أطول مجموع بعد الحوض الرئيس بواقع ١١١.١ كم وهذا يعني ان الحوض الذي فيه اطوال المراتب كبيرة يعني انه يجري في منطقة سهلية او منبسطة عكس الاطوال القليلة والتي غالبا ما تكون في المناطق المضرسة . كما يدل العدد القليل للمراتب على النفاذية العالية وضعف الصخور . شكل (٩) (١٠)

- نسبة التشعب (Bifurcation Ratio Rb) نسبة التشعب أحد المؤشرات التي توضح تماثل بيئة الحوض الجيولوجية وظروفه المناخية أو انعدام مثل هذا التماثل وبعد بمثابة مؤشر مهم في معدل التصريف أي العلاقة بين عدد المجاري في رتبة ما إلى عدد المجاري في الرتبة التي تليها، (عاشور، ١٩٨٦، ٤٦٣)، وبما إن نسبة التشعب تتأثر بالبنية والتركيب الجيولوجي والظروف المناخية فإن القيمة الواطئة تعكس كون الصخور نفاذة (أبو العينين، ١٩٩٥، ٣٨٣)، سجل حوض حربة (٣.٧) متوسط نسبة التشعب الكلية وسجل حوض ٣ اعلى متوسط (٧.٥) بينما تساوى المتوسط في حوضي ١ و ٤



شكل (١٠)

شكل (٩)

## شبكة المجاري المائية مع الارتفاع

## شبكة المجاري المائية لحوض حربة

المصدر: من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3).

٤-٢ الخصائص الشكلية للحوض **Geometry Parameters** بالاعتماد على الأشكال الهندسية (المربع والمستطيل والدائري والمثلث) يتم دراسة الخصائص الشكلية للأحواض والغرض منها لفهم المرحلة الجيومورفولوجية التي وصل لها الحوض والعمليات المشكلة له وحجم الفيضانات، وطبيعة عمليات التعرية والترسيب وإمكانية تحديد الاخطار التي تتعرض لها المنطقة (محسوب ٢٠٠١، ٢٠٠٧)، وتحت هذا العنوان يمكن استخلاص (١٥) متغير يتعلق بشكل ومساحة الحوض بالاعتماد على نموذجي الارتفاع الرقمي ٣٠ م وعلى بيانات (SRTM-DEM)، سابقا كان على اربع او خمس متغيرات فقط.

- مساحة الحوض (**Basin Area**): هي المنطقة المحاطة بحدود الحوض ولمساحة الحوض أهمية في الدراسات المورفومترية والهيدرولوجية لا سيما الفيضانات التي ترتبط بمساحة الاحواض، فكلما زادت المساحة زادت مساحة تغذية الاحواض وزيادة اعداد اطوال المراتب النهرية، سجل وادي حربة مساحة كلية (١٨٤.٨٠٨) كم٢، اما الاحواض الثانوية ال (٦) فقد تراوحت بين اقلها (٧.٩٠) في حوض -٦- واعلاها (٤٣.٧٧) في حوض -٤-

جدول (٧) المعاملات المورفومترية (المساحية والعددية والشكلية والتضاريسية) لحوض وادي حربة

٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	الكلي (الرئيس)	morphometric analysis
								<b>Drainage Network Parameters</b>
٥٨	٢٢	٥٨	١٣٥	٤٤	٤٣	١١٦	٥٩٠	<b>Number of stream order 1</b>
١٣	٧	١٢	٢٣	٤	٢٢	٢٠	١١١	<b>Number of stream order 2</b>
٣	٢	٣	٥	١	٣	٣	٢٣	<b>Number of stream order 3</b>
١	١	١	١		١	١	٦	<b>Number of stream order 4</b>
							٢	<b>Number of stream order 5</b>
							١	<b>٦Number of stream order</b>
٧٥	٣٢	٧٤	١٦٤	٤٩	٥٨	١٤٠	٧٣٣	<b>Total no. of stream order</b>
٢١.٤٥٣	٨.٩٢٣	٢١.٨٨٤	٥٢.٠٥٩	١٩.٤٤٧	٢٣.٧٩٦	٣٩.٤٥٦	٢٣٥.١٦٢	<b>Length of stream order 1 km</b>
٩.٣١١	٨.٤٠٧	١٦.٥٩٠	٣٥.٢٦٩	١١.١٠٧	١٠.٣٢٩	٢٠.٨٠١	١٣٩.٣٠٩	<b>Length of stream order 2 km</b>
٤.٢٠٢	٢.٧٩٧	١٠.٢٣٨	١٢.٨٠٨	٧.٧١٠	٢.٢١٨	٤.٤٨٢	٥٢.٢٠٣	<b>Length of stream order 3 km</b>
٦.١٨٥	٠.٩٠٦	٥.٠	١١.٠٥٤		٣.٦١٩	١٥.٤٧٢	٤٣.١٤٥	<b>Length of stream order 4 km</b>
							٨.٣٤٩	<b>Length of stream order 5 km</b>
							٤.٤٤٧	<b>km٦Length of stream order</b>
٤١.١٥٢	٢١.٠٣	٥٣.٧١٧	١١١.١٩١	٣٨.٢٦٤	٣٩.٩٦٣	٨٠.٢١٣	٤٨٢.٦١٨	<b>Total length of streams km</b>

٤.٤	٣.١	٤.٨٣	٥.٨	١١	٣.٩	٥.٨	٥.٣	<b>Rb for 1:2</b>
٤.٣	٣.٥	٤	٤.٦	٤	٣.٦	٦.٦	٤.٨	<b>Rb for 2:3</b>
٣	٢	٣	٥		٣	٣	٣.٨	<b>Rb for 3:4</b>
							٣	<b>Rb for 4:5</b>
							٢	<b>٥:٦ Rb for</b>
٣.٩	٢.٨	٣.٩	٥.١	٧.٥	٣.٥	٥.١	٣.٧	<b>Average Bifurcation ratio</b>
								<b>Geometry Parameters</b>
١٦.١٢	٧.٩٠	٢٠.٥١	٤٣.٧٧	١٥.٠٦	١٤.٥	٣١	١٨٤.٨٠٨	<b>Total Basin Area(Kms<sup>2</sup>)</b>
٢٢	١٤	٣٠.٩	٣٩.٦٢	٢٨	٢٣.٢٤	٣٩.٩	٧٥	<b>Total Basin perimeter(Kms)</b>
٨.٣	٤.٣	١١.٥	١٤.٩٢	١١	٦.٥	٢١.١	٢١.٤٩	<b>Basin Length (Kms)</b>
٩.٨	٥.٣	١٢.٩	١٦.٠٩	١٢	٧.٧٤	١٦.١٠	٢٧.٥٥	<b>Main Channel Length (Kms)</b>
٠.٤٤	٠.٣٧	٠.٤١	٠.٤٠	٠.٤٢	٠.٣٣	٠.٤٠	٠.٣٦	<b>Fitness Ratio</b>
٠.٢٣	٠.٤٢	٠.١٥	٠.١٩	٠.١٢	٠.٣٣	٠.٠٦	٠.٤٠	<b>Form factor</b>
٤.٣٤	٢.٣٨	٦.٦٦	٥.٢٦	٨.٣٣	٣.٠٣	١٤.٣٦	٢.٥	<b>Shape Factor Ratio</b>
٠.٧٣	٠.٥٦	٠.٦٦	١.١٠	٠.٥٣	٠.٦٢	٠.٧٧	٢.٤٦	<b>Relative perimeter</b>
٧.٤	٤.٨٣	٨.٥٧	١٣.٥١	٧.١٢	٦.٩٦	١٠.٩٨	٣٢.٠٧٣	<b>Length Area Relation</b>
٣.٤٩	١.٦٨	٥.٢٧	٤.٢٠	٧.٥٤	٢.٢٨	١١.٢	١.٩٦	<b>Rotundity coefficient</b>

١.٩٤	١.٨٣	١.٧٨	١.٣٧	١.٣	٢.٢	١.٤	٨.٥٩	<b>Mean Basin Width</b>
٣.٤	٢.٢٨	٢.٣٩	٤.١٣	١.٧٤	٢.٤٩	٣.٥٠	٩.٧٧	<b>Drainage Texture</b>
١.٥٣	١.٣٩	١.٩	١.٦٧	١.٩٨	١.٧٠	٢	١.٥٥	<b>Compactness Coefficient</b>
٠.٤١	٠.٥٠	٠.٢٥	٠.٣٥	٠.٢٤	٠.٣٣	٠.٢٤	٠.٤١	<b>Circularity ratio</b>
٠.٥٤	٠.٧٣	٠.٤٤	٠.٥٠	٠.٤٠	٠.٦٥	٠.٢٩	٠.٧١	<b>Elongation ratio</b>
								<b>Drainage Texture Analysis</b>
٢.٥٥	٢.٦٦	٢.٦١	٢.٥٤	٢.٥٥	٢.٧٥	٢.٥	٢.٦١	<b>Drainage density (km/km<sup>2</sup>)</b>
٤.٦٥	٤.٠٥	٣.٦٠	٣.٧٤	٣.٢٦	٤	٤.٥١	٣.٩٦	<b>Stream frequency (number/km<sup>2</sup>)</b>
٠.٣٩	٠.٣٧	٠.٣٨	٠.٣٩	٠.٣٩	٠.٣٦	٠.٤	٠.٣٨	<b>Constant of channel maintenance (km<sup>2</sup>/km)</b>
١١.٨٥	١٠.٧٧	٩.٣٩	٩.٤٩	٨.٣١	١١	١١.٢٧	١٠.٣٣	<b>Infiltration Number</b>
١.٨٢	١.٥٢	١.٣٧	١.٤٧	١.٢٧	١.٤٥	١.٨٠	١.٥١	<b>Drainage Intensity</b>
١.٢٧	١.٣٣	١.٣٠	١.٢٧	١.٢٧	١.٣٧	١.٢٥	١.٣٠	<b>Average Length of Overland Flow (Kms)</b>
								<b>Basin Relief</b>
٤٣٣	٤٤٠	٤٠٩	٤٠٦	٤٤٥	٤٧٦	٤٧٥	٣٧٥	<b>Height of Basin outlet (m)</b>
٨٤٦	٦٨٨	١٣١٠	١٤٩٩	٧٧٤	٦٨٥	١٥١٩	١٥١٩	<b>Maximum Height of basin(m)</b>

٤١٣	٢٤٨	٩٠١	١٠٩٣	٣٢٥	٢٠٩	١٠٤٤	١١٤٤	<b>Total Basin Relief (H) m</b>
٠٠٠٤	٠٠٠٥	٠٠٠٧	٠٠٠٧	٠٠٠٢٩	٠٠٠٣	٠٠٠٤٩	٠٠٠٤٩	<b>Relief Ratio</b>
١.٨٧	١.٧٦	٢.٩١	٢.٧٥	١.١٧	٠.٨٩	٢.٦١٥	١.٣٩	<b>Relative Relief Ratio</b>
٠٠٠٤	٠٠٠٥	٠٠٠٧	٠٠٠٧	٠٠٠٢	٠٠٠٣	٠٠٠٤	٠٠٠٥	<b>Gradient Ratio</b>
١.٠٥	٠.٦٥	٢.٣٥	٢.٧٧	٠.٨٢	٠.٥٧	٢.٧٢	٢.٧٢	<b>Ruggedness Number</b>
٥١.٢٤	٦٢.٧٨	٨٧.٩٠	٤٩.٩٥	٤٣.٣	٢٨.٨٢	٦٧.٣٥	١١.٢٩	<b>Melton Ruggedness Number</b>
								<b>Terrain Undulation Index</b>
٠.٤٧	٠.٥	٠.٥	٠.٤٥	٠.٥٠	٠.٥٠	٠.٥٤	٠.٥٤	<b>Hypsometric Integral (Height_Area Ratios)</b>

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3).



- **محيط الحوض Basin perimeter(P)** : ويقصد بالمحيط الحوضي خط تقسيم المياه الذي يفصل بين الحوض والأحواض المجاورة (أبورية، ٢٠٠٧، ٤٦-٥٠). ويستعمل هذا المعامل لتوضيح مدى انتشار الحوض واتساعه، إذ كلما زاد طول محيط الحوض ازداد انتشاره وتوسعه، وازداد تطوره الجيومورفولوجي (العرومي، ١٩٩٣، ٩١)، كما له علاقة بالخصائص الشكلية للحوض، سجل وادي حربة محيط (٧٥) كم، أما الاحواض الثانوية تراوحت بين الحوض (١) ب (٣٩.٩) كم واقلها (١٤) كم في حوض ٦.

#### - طول الحوض (Length Basin) Lb

يمثل طول الحوض احد المتغيرات المورفومترية المهمة التي ترتبط بالكثير من الخصائص الأخرى الخاصة بحوض الصرف ، ويتحدد بخط يمتد فيما بين نقطة المصب النهري وحتى أعلى نقطة ضمن منطقة تقسيم المياه بأعالي النهر (محسوب، ٢٠٠١، ٢٠٦)، اما طول القناة فهو غالبا أكبر من طول الحوض، حيث بلغ طول حوض وادي حربة (٢١.٤٩ كم) اما طول القناة لحوض حربة (٢٧.٥٥) كم، كما سجل الحوض (٤) المرتبة الثالثة في الاطوال ب (١٤.٩٢ كم) لذا تتباين الأحواض طولياً تبعاً لدرجة الانحدار وشدة التضرس، أن الأحواض التي يقل طولها تقع في مناطق شديدة التضرس ودرجات انحدار كبيرة وهو ما ينطبق على منطقة الدراسة، أما الأحواض التي يزداد معدل طولها فهي ذات علاقة عكسية، أي قليلة الانحدار وقليلة التضرس. كما ان الاحواض الطويلة غالبا ما تفقد المياه من مجاريها أكثر من الاحواض القصيرة قبل الوصول الى مصباتها بفعل التسرب والتبخر وضعف فرص الفيضان فيها. وهذا يدخل في قياسات مورفومترية عدة وبالتالي التحليل الجيومورفولوجي والهيدرولوجي للحوض.

#### - نسبة المطابقة Rf (Fitness ratio):

هي نسبة طول القناة الرئيسة الى طول المحيط وهو مقياس طبوغرافي حسب (Melton، ١٩٥٧، ١١) و (Hajam al et 2013 ١٢-٢) ويستخرج من المعادلة:  $Rf=Lc/P$ ، حيث Rf نسبة التطابق، Lc طول الوادي الرئيسي للحوض، P محيط الحوض، إذ سجل الحوض تقارب في النسب (٠.٣٦) للحوض الرئيس (حربة) و (٠.٣٣ - ٠.٣٧) لحوضي ٦ و ٢

- **معامل الشكل او معامل الهيئة Ff (Form Factor)**: يوضح النسبة بين مساحة الحوض على مربع طول الحوض، و يدل انخفاض المعامل على الامتداد الطولي و قلة المساحة بالنسبة لطوله اي يكون اقرب الى المثلث حسب (محسوب، ٢٠٠١، ٢٠٦) كانت النتائج متقاربة (٠.٤٠-٠.٠٤ - ٠.٣٣ - ٠.٤٤) في (احواض - حربة ١ و ٢ و ٣ و ٧) على التوالي وهذا يؤشر ان الحوض طولي الشكل حسب ( Pareta and

248-269 Pareta, 2011) ، وعليه يمكن التنبؤ بالجريان السطحي وفرصة حدوث الفيضانات وهي فرص ضعيفة في الاحواض جميعا ويمكن استخراجها من المعادلة الآتية:  $Ff=A/Lp^2$  حيث  $Ff$ : معامل الهيئة،  $A$  المساحة من شبكة الصرف،  $Lp^2$  يمثل مربع طول الحوض.

- **نسبة معامل الشكل (Shape Factor Ratio Sf)**: هي عكس معامل الشكل في النتائج اي كلما قلت كلما اقتربت من الشكل الدائري واذا ازداد كان طولي، وهو نسبة مربع طول الحوض الى مساحة الحوض ( 439-476 Strahler 1964) وهي جميعا بعيدة عن الواحد الصحيح ( ٢.٥ - ١٤.٣٦ - ٨.٣٣) في كل من (حرية و او٤) على التوالي وبالتالي بعيد عن الشكل الدائري ، ان استخدام نسبة معامل الشكل في شكل الحوض هي مشابه من حيث المبدأ لمعامل الشكل ولكن في هذه الحالة كلما صغرت قيمة معامل الشكل كلما اتقرب من الشكل الدائري وكلما كبرت القيمة اتقرب من الشكل الطولي

- **المحيط النسبي (Relative perimeter Rp)**: استخراج حسب ( Schumm 1956, ) 597-646

من قسمة مساحة الحوض الى محيط الحوض  $Rp= A/P$  اذا  $A$  مساحة الحوض و  $P$  محيط الحوض وكانت متقاربة في الاحواض الثانوية (٠.٦٦-٠.٦٢-٠.٧٧) في (١ او ٢ و٥) على التوالي وكانت مرتفعة في علاقة طردية مع زيادة مساحة ومحيط الاحواض إذا سجل الحوض الرئيس وحوض ٤ (٢.٤٦ و ١.١٠) على التوالي. وهذا يسمح بزيادة الجريان لزيادة المساحة المغذية للحوض.

- **علاقة الطول بالمساحة (Length Area Relation Lar)**: يستخرج حسب (Hack 1957 49-62) , (Pareta and Pareta,2011,269 248) من المعادلة  $Lar=1.4 \times A^{0.6}$  تمثل  $A$  مساحة الحوض و(٠.٦) ثابت متقاربه جدا ايضا لعلاقتها بالمساحة أيضا لذا سجل الحوض الرئيس اعلى قيمة (٣٢.٠٧) لكبر مساحته بالقياس للأحواض الثانوية الاخرى

- **معامل التكوير (Rotundity coefficient R c)** استخراج حسب المعادلة: (١٠٤  $Rc=Lb^2 \times (\pi/4A)$  حيث  $A$  مساحة الحوض و  $Lb$  طول الحوض ويكون أقرب الى الدائري او شبه الدائري كلما اقترب الناتج من الواحد الصحيح وإذا ارتفعت قيمته ل ١.٢٧ فانه يكون مربع اما في حال وصلت الى (١٠-١٥) يكون مستطيل، ومن الجدول (٧) نجد ان جميع الاحواض بما فيها الرئيس (١.٩٦) وحوض ١ (١١.٢) هي اما مستطيلة او قريبة

من المربع وهذا بدوره يقلل خطر الفيضان في المنطقة لوصول المياه على شكل موجات عكس الشكل الدائري الذي تصل امواجه دفعة واحدة وبمدة قصيرة نسبيا .

- **نسيج التصريف (Dt Drainage Texture):** وفق (Horton 1945 275) هي مجموع اعداد الرتب النهريه الى محيط الحوض،  $Dt = Nu/P$ ، حيث  $Dt$  نسيج الصرف،  $Nu$  أعداد الرتب النهريه،  $P$  محيط الحوض، وقد صنفت حسب (668-655 1950 Smith) الى خمس فئات تعتمد على طبيعة المنطقة لاسيما (الصخور والمناخ والانحدار والنباتات ونوع التربة)، تتراوح بين الخشن جدا (اقل من ٢) والخشنة (٢-٤) والمعتدلة من (٤ - ٦) والناعمة جدا أكثر من (٨) ولوحظ ان الحوض حربة سجل (٩.٧٧) وحوض (٣.٥٠) وبهذا يكون الحوض خشن الى خشن جدا ويمكن ان يعزى ذلك الى مقاومة الصخور او الغطاء النباتي في المنطقة.

- **متوسط عرض الحوض (Wb (Mean Basin Width):** يمكن الحصول عليه من حاصل قسمة المساحة على طول الحوض (محسوب ٢٠٠١، ٢٠٧)، ويمكن استخراجه من معادلة (Horton 1932 350-361)  $Wb = A/Lb$ ، حيث  $A$  المساحة و  $Lb$  طول الحوض، ويرجع تباين العرض الى خصائص الحوض الطبيعية من انحدار وطبيعة الصخور ونوعية المناخ، وكانت القيم متقاربة جدا في الاحواض الثانوية مع ارتفاعها في الحوض الرئيس (حربة) اذ سجل (٨.٥٩)

**معامل الاندماج او معامل التماسك (Compactness coefficient Cc):** ويستخرج من قسمة محيط الحوض على محيط دائرة لها نفس مساحة الحوض والقيم المنخفضة تدل على تقدم الحوض في تطوره الجيومورفولوجي وقلة الانحدار والعكس من ارتفاع القيم تدل على عدم تناسق محيط الحوض وابتعاده عن الشكل المستدير (محسوب، ٢٠٠١، ٢٠٧)، وتحسب (Horton 1945 275) من المعادلة:  $Cc = 0.282 \times p/\sqrt{A}$ ،  $Cc$  معامل التماسك،  $p$  محيط الحوض،  $A$  مساحة الحوض، وسجل الحوض قيما متقاربة بواقع (١.٥٥) و (٢) في حربة و ١ على التوالي، اذ كانت في مرتفع نسبيا تدل على عدم تناسق محيط الحوض وابتعاده عن الشكل المستدير، وقلة خطر الفيضان .

- **نسبة الاستدارة (Circularity Ratio Rc):** وهي النسبة بين مساحة الحوض الى مساحة دائرة لها نفس محيط الحوض، عند اقتراب قيم نسبة الاستدارة من الواحد الصحيح تشير الى اقترابه من الشكل المستدير وتقدم الحوض في دورته التحاتية و زيادة عمليات الحت الراسي (محسوب ٢٠٠١، ٢٠٨) ويمكن الحصول عليها من المعادلة الاتية:  $Rc = 4A\pi/P$  وتمثل  $Rc$  معدل الاستدارة،  $\epsilon$  ثابت  $p$  محيط الحوض  $A$

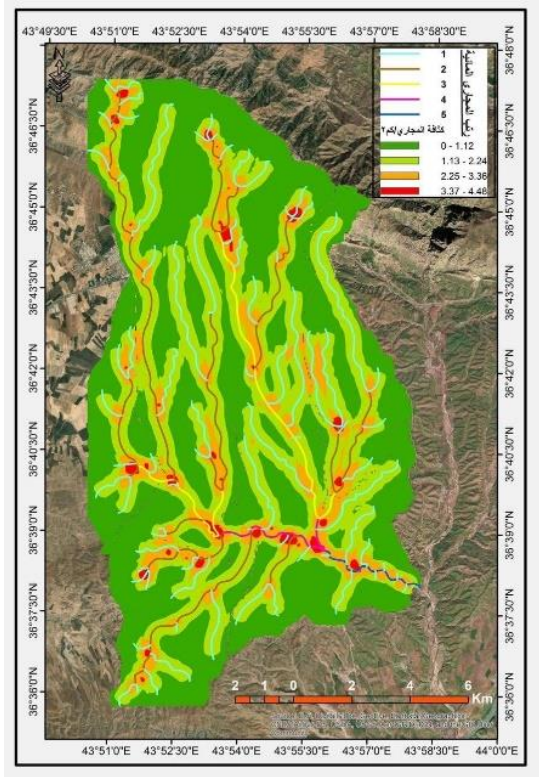
مساحة الحوض اذ سجل حوض حربة (٠.٤١) وحوض ١ (٠.٢٤) وحوض ٥ (٠.٢٥) على التوالي وهما بذلك بعيدان عن الشكل الدائري المنتظم مع تعرج محيطه، مما يؤثر على طول القنوات المائية و بالتحديد القريبة من مناطق تقسيم المياه

نسبة الاستطالة (**Elongation Ratio Re**): حسب (Schumm, 1956 597-646)، لتحديد استطالة الحوض او اقترابه من الشكل المستطيل او ابتعاده عنه، من خلال قسمة طول قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض الى اقصى طول للحوض، وحسب (Pareta and Pareta, 2011, 248-269) يمكن تصنيف استطالة الحوض بين (٠-١)، اذا كانت (٠.٥-٠) شديدة الاستطالة، (٠.٧-٠.٥) طویل، (٠.٧-٠.٨) قليل الطول، (٠.٨-٠.٩) بيضوي، (٠.٩-١) دائري، ومن جدول (٧) نلاحظ ان نسبة الاستطالة كانت متقاربة في الاحواض اذ سجل حربة (٠.٧١) و (٠.٢٩) في حوض ١، وتستخرج من المعادلة التي اقترحها (Zavoianu, 1985) (١٠٠) الآتية:  $Re = 1.129 \times \sqrt{A} / Lb$ ، حيث  $Re$  معدل الاستطالة،  $Lb$  طول الحوض،  $A$  المساحة،  $١.١٢٩$  ثابت ويستدل منها ان الحوض اقرب الى الاستطالة وقلّة تصريفه وضعف الناتج الرسوبي له، ومتطابق مع بقية المعاملات الشكلية التي تشير الى ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري المنتظم. شكل (١٠ و ٩)

٤.٣. تحليل الخصائص النسيجية (**Drainage Texture Analysis**) وتشمل الخصائص الآتية:

- كثافة التصريف (**Drainage Density Dd**) حسب (Horton, 1945.275) تحسب من خلال قسمة اطوال المجاري المائية للحوض الكلية على مساحة الحوض  $Dd = Lu/A$ ،  $A$  تمثل مساحة حوض الصرف،  $Lu$  هو طول المجاري الكلي لشبكة التصريف، وهو مؤشر على خصائص المنطقة من (نفاذية التربة والانحدار ونوعية المناخ والنبات الطبيعي) التي تتحكم بهذه الكثافة وتباينها من منطقة الى اخرى، كما ان الكثافة العالية تشير الى مخاطر الفيضان، في حين ان النفاذية العالية وقلّة التساقط وقلّة الانحدار تزيد من معامل الترشح وقلّة الجريان السطحي. وفي حوض وادي حربة وفروعه الثانوية ومن الجدول (٧) سجل نتائج متقاربة جدا (٢.٦١ و ٢.٥ و ٢.٧٥ و ٢.٥٥) في كل من (حربة و ١ و ٢ و ٣) على التوالي وهذا يشير الى تشابه الخصائص الطبيعية لأحواض المنطقة وقلّة الاطوال بالقياس لمساحة الاحواض وبالتالي قلّة الجريان وقلّة التعرية وضعف الناتج الرسوبي لأحواض المنطقة.

- التكرار النهر (Stream frequency) (F) و هو العلاقة بين اعداد المراتب النهرية والمساحة (محسوب ٢٠٠١ ٢٠٧)،  $F = Nu / A$ ، اذ F التكرار النهرية و A المساحة و Nu اعداد المراتب الكلي ، ويوضح طبيعة المنطقة من ناحية التركيب الجيولوجي والغطاء النباتي ومدى نفاذية التربة، فضلا عن الشدة المطرية و كمية الامطار الساقطة على المنطقة ،وفي الحوض سجل التكرار النهرية (الكثافة العددية) (٣.٩٦) و (٤.٥١) مجرى/كم<sup>٢</sup> في حربة وحوض ، شكل (١١) اما الاحواض الثانوية سجلت معدلات متقاربة أيضا (٤ و ٣.٢٦ و ٣.٧٤ و ٣.٦٠) مجرى/كم<sup>٢</sup> في الاحواض ٢ و ٣ و ٤ و ٥ وهي بهذه البيانات تكون المنطقة قليلة الى متوسطة الكثافة العددية والطولية تبعا لنوع المناخ والصخور الجبسية والكلسية والرملية النفاذة في المنطقة .



شكل (١١) كثافة الصرف العددية

المصدر: من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3).

- معدل بقاء المجرى او (معامل صيانة المجرى) (Ccm Constant of channel maintenance)، مؤشر اعتمده (Schumm 1956 597-646) لقياس المساحة المطلوبة لتغذية كم<sup>٢</sup> من طول ويمكن الحصول عليه من قسمة جميع اطوال المراتب على مساحة الحوض وكانت النتائج متقاربة أيضا في الحوض الرئيس والاحواض الثانوية (٠.٣٨) و (٠.٤) و (٠.٣٦) و (٠.٣٩) كم<sup>٢</sup>/كم في الأحواض (حربة و ١ و ٢ و ٣ و ٧) م على التوالي وهي قيم تشير الى طبيعية المنطقة ومنها المناخ والانحدار ونوعية الصخور وكثافة الغطاء النباتي و التي تمثل بيئة واحدة للحوض

- رقم الترشيح (**Infiltration Number lfn**) وفق ( Satish and Vajrappa 2014 ) ومعادلته:  $lfn = F \times Dd$  عدد الترشيح  $Dd$ ، كثافة الصرف،  $F$  التكرار النهري، اي نتاج حاصل ضرب كثافة الصرف بالتكرار النهري اذ كلما زاد العدد يدل على تسرب اقل وارتفاع الجريان السطحي وبخلافه العكس صحيح، سجل حوض حربة عدد ترشيح فيه تقارب واسع مع الاحواض الثانوية، اذ كان (١٠.٣٣) و(١١.٢٧) و(٩.٤٩) في (حربة ١ و ٤) على التوالي وهي قيم قليلة تشير الى تسرب اعلى وقلة جريان - شدة التصريف (**Drainage Intensity Di**) يرتبط هذا المعامل بكل من التكرار النهري و كثافة الصرف و يمثل النسبة بين التكرار النهري الى كثافة الصرف حسب (٢٤٨،-٢٦٩-٢٠١١ Pareta 2011) حيث  $Di = F/Dd$  كثافة الصرف،  $F$  التكرار النهري،  $Dd$  كثافة الصرف، ومن خلال الدراسة ظهر ان الحوض الرئيس والاحواض الثانوية فيها تقارب في الشدة التصريفية (١.٥١) و(١.٨٠) و(١.٤٥) و(١.٨٢) في الاحواض (حربة ١ و ٢ و ٧) على التوالي لتشابه التكرارات النهريه وكثافتها التصريفية القليلة وبالتالي وشدة جريان ضعيفة لانحدار المنطقة البسيط (عدى المناطق المرتفعة) في الشمال والجنوب الغربي، وبالتالي تعرضها لتعرية الصخور و التربة.

- متوسط طول الجريان السطحي (**Average Length of Overland Flow Lg**) حسب (Horton 1945275). هي امتداد المياه في الجريان السطحي قبل تركزها في قنوات الجريان، و يساوي نصف كثافة الصرف و تشير النسبة التي تصل التي تقل عن (٠.٢) كم الى مسارات قصيره وانحدار اشد وقلة التسرب، اما اذا كانت (٠.٢-٠.٣) انحدار وتسرب وجريان معتدل اما اذا اكثر من (٠.٣) يعد مسار تدفق طويل مع زيادة التسرب وقلة الجريان السطحي و يمكن استخراج قيمته حسب معادلة (Horton 1945275)  $Lg = 1/2 \times Dd$ ، حيث ان  $Lg$  متوسط طول الجريان السطحي ب(كم)،  $Dd$  كثافة الصرف، سجل الحوض حربة متوسط طول (١.٣٠) و(١.٢٥) و(١.٣٧) و(١.٣٣) للاحواض (١ و ٢ و ٣ و ٦) على التوالي، وهذا يؤثر مسار تدفق طويل مرتبط بزيادة التسرب وانخفاض الجريان السطحي .

٤ . ٤ . تحليل الخصائص التضاريسية (**Basin Relief**): وتعد انعكاسا لزيادة فعالية ونشاط عمليات التعرية وأثرها في تشكيل مظاهر السطح فضلا عن نوعية الصخور وخصائصها الفيزيائية والكيميائية (محسوب ٢٠٠١، ٢٠٠٧) ومن خلالها يمكن معرفة الخصائص الطبوغرافية للحوض ومن ثم درجه الانحدار واثارها على تقسيم المياه وفهم تطور الشبكة المائية فضلا عن فهم مرحلة الحوض العمرية والتي يمكن ايجاز اهمها :

- ارتفاع مخرج الحوض (Height of Basin outlet m): ويمثل اقل ارتفاع في الحوض وغالبا ما يكون مصبات الاحواض، في حوض حربة تم اعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للحصول على (اعلى واقل نقاط الارتفاع) وتبين ان النقطة (٣٧٥) م في مصب الحوض في الجنوب الشرقي هي الاقل شكل (٩ و ١٠)، كما سجل (٤٧٦ و ٤٠٦ و ٤٣٣) م لكل من الاحواض (٢ و ٤ و ٧) على التوالي وهو تباين واضح لمكان التقاء الاحواض الثانوية (مصباتها) على الحوض الرئيس حربة وبالتالي اختلاف درجة التعرية والترسيب لكل حوض حسب طبيعة انحداره
- اعلى ارتفاع للحوض (Maximum Height of basin m): وتمثل اعلى مناطق محيط الحوض (مناطق تقسيم المياه) او منابع الحوض، اذ سجل (١٥١٩) م عند الاجزاء الشمالية والشمالية الشرقية للحوض وسجلت الاحواض الثانوية قيم ارتفاع (١٤٩٩ و ٦٨٥) لكل من حوض (٤ و ٣) على التوالي
- تضرس الحوض الكلي (Total Basin Relief H): وهو الفرق بين اعلى واقل منسوب للحوض (سلامة ، ٢٠٠٤ ١٩١) وسجل في حوض حربة (١٠٤٤) م في حين اعلى تضرس في حوض ٤ (١٠٩٣) م واقل تضرس في حوض ٢ (٢٠٩) م الامر الذي يساهم بنشوء علاقة طردية بين زيادة عمليات التعرية المائية مع ارتفاع قيم تضرس الحوض والعكس صحيح.
- نسبة التضرس (Relief Ratio): حسب (Schumm، ١٩٥٦، 597-646)  $RhI = H/Lb$  ،  $RhI$  نسبة التضرس،  $H$  تضرس الحوض الكلي،  $Lb$  طول الحوض (كم) ، تتناسب قيمة هذه النسبة مع درجة التضرس الكلية للحوض طرديا ، ويمكن الحصول على نسب التضرس من قسم تضاريس الحوض (الفرق بين اعلى وادنى ارتفاع) على طول الحوض (محسوب ٢٠٠١ ، ٢٠٩) ومن خلال هذه النسبة بالإمكان استنباط مرحلة عمر الحوض، اذ تدل القيم الدنيا على نشاط عمليات التعرية و التراجع نحو المنبع و تقدم الحوض في دورته الحتية، و العكس تشير الى تضرس الحوض و شبابه و تأخر في دورته الحتية (ابورية ٢٠٠٧ ، ٤٦-٥٠) ومن الجدول (٧) سجل حوض حربة (٠٠٤٨) و (٠٠٣) و (٠٠٧) و (٠٠٥) للأحواض (٢ و ٤ و ٦) على التوالي، وهي نسبة متقاربة جدا تدل على تقدم الحوض في دورته الحتية بصوره عامة ونشاط عمليات التعرية وزيادة كميات الرواسب لتضرس الحوض.
- نسبة التضرس النسبية (Relative Relief Ratio): تدل القيم المنخفضة لهذه النسب على ضعف مقاومة الصخور و نشاط عوامل التعرية في الحوض عند ثبات المناخ، ويمكن الحصول عليها من خلال قسمة تضاريس الحوض على محيطه مضروبا

- في (١٠) (محسوب ٢٠٠١، ٢٠٠٨) او من المعادلة الاتية  $Rhp=H*100/P$  التي اقترحها (Melton، ١٩٥٧، ١١) حيث  $Rhp$  يمثل التضاريس النسبية،  $H$  فرق الارتفاع (كم)،  $P$  محيط الحوض (كم) ، وكانت هذه النسبة (١.٣٩) و (٢.٦١) و (١.١٧) و (٢.٧٥) في احواض (حرية و او٣ و ٤) على التوالي وهي نسبة منخفضة تؤكد نشاط عمليات التعرية في الحوض وضعف مقاومة الصخور وتقدم الحوض في دورته الحثية .
- **نسبة التدرج (Gradient Ratio):** هو مؤشر على انحدار القناة المائية، الذي يتيح تقدير الجريان السطحي وفق (Pareta and Pareta 2011, 248-269) استخرجت هذه النسب من المعادلة:  $Rg=(Z-z) /Lb$  اذ  $Rg$  نسبة التدرج،  $(Z-z)$  أعلى وأدنى قيمة (م)،  $Lb$  طول الحوض (كم)، كانت هذه النسب في الاحواض (حرية و ١ و ٣ و ٦) (٠.٠٥ و ٠.٠٤ و ٠.٠٥ و ٠.٠٢) على التوالي وهي متقاربة وتدل على تشابه الظروف الجيولوجية والمناخية للحوض وبالتالي تشابه الانحدار في اغلب مساحات الحوض عدا الأجزاء الشمالية والجنوبية الغربية.
- **عدد الوعورة (Ruggedness Number):** هذا المعامل يوضح العلاقة بين تضرس سطح ارض الحوض واطوال مجاري شبكة التصريف فيه، اي نتائج كثافة الصرف مع تضرس الحوض (الدليمي، ٢٠١٧، ٩٠) ويمكن الحصول على هذا المؤشر من المعادلة التي اقترحها (Strahler ١٩٦٤ . ١٤٧):  $Rn=Dd*(H/1000)$ ، حيث  $Rn$  قيمة الوعورة،  $H$  فرق الارتفاع بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض (كم)،  $Dd$  كثافة التصريف، سجل من الجدول (٧) ان عدد الوعورة (٢.٧٢) و (٠.٥٧) للحوضين (حرية و ٢) على التوالي كأعلى وأقل قيمة في المنطقة لارتباط هذا المعامل بالكثافة التصريفية التي بدورها تعتمد على اطوال واعداد المراتب النهرية إذا سجل الحوض الرئيس (حرية) اكيد اعلى من الاحواض الثانوية والتي سجل الحوض (٢) اقل قيمة لقللة اعداد واطوال المراتب النهرية فيه، شكل (١١)
- **عدد ميلتون للوعورة (Melton Ruggedness Number)** مؤشر يوضح تضرس الحوض من خلال صلابة التضاريس داخل الحوض النهري، ويمكن الحصول عليه من المعادلة الاتية (Pareta and Pareta 2011، ٢٤٨، ٢٦٩):  $MRn=H/A 0.5$  وسجل حوض حرية عدد (١١.٢٩) في حين سجل حوض (٥ و ٢) (٨٧.٩٠ و ٢٨.٨٢) اعلى وأقل قيم للأحواض الثانوية وهي تؤكد قيمة الوعورة السابقة التي تشير الى ارتفاع القيم يعني المنطقة مخرسة وكثافة تصريف أنه كلما ازدادت الكثافة التصريفية والتضرس في الحوض ازدادت قيم معامل الوعورة لصلابة الصخور والعكس صحيح



٤. **التحليل الهيسومتري:** يعد التحليل الهيسومتري من الأدوات المهمة في دراسة أحواض الانهار والوادية (الدليمي ٢٠١٧) ومن أكثر الطرق شيوعاً في هذا التحليل

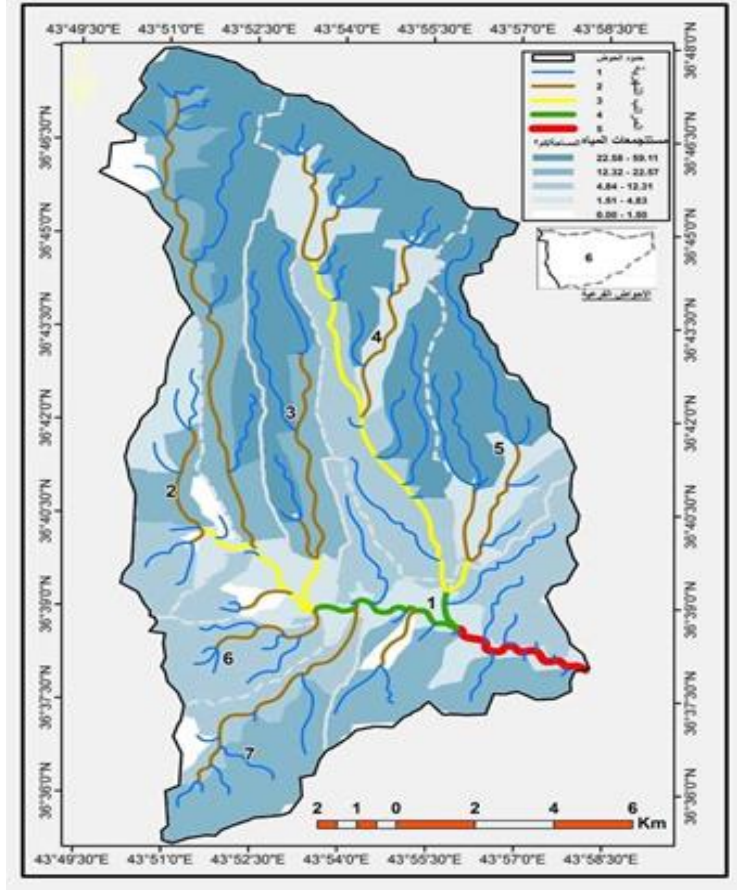
**التكامل الهيسومتري Integral Hypsometric** وهو مقياس آخر يظهر المدة الزمنية التي قطعها الحوض ويعبر عن العلاقة بين مساحة الحوض وتضاريسه وتشير القيم المرتفعة إلى زيادة مساحة أحواض التصريف وانخفاض تضرسها، (Pike, R.J & Wilson, S, E; 1971, 1079) ويمكن الحصول عليها من خلال المعادلة الآتية  $E = \frac{\text{Mean el} - \text{min el}}{\text{Max el} - \text{min el}}$  بمعامل التضرس  $E$  - الارتفاع اذ تمثل  $E$  معامل التضرس - الارتفاع  $\text{Mean el}$  متوسط الارتفاع في الحوض و  $\text{min el}$  اقل ارتفاع في الحوض و  $\text{Max el}$  أعلى ارتفاع بالحوض (سلوم، ٢٠١٢، 400) هذا يفسر التقدم العمري لهذه الأحواض (ابو العينين ١٩٩٥، 439 - ٤٤٧) وبالاعتماد على نتائج التحليل الهيسومتري باستخدام وسيلة **morphometric toolbox** بلغت قيمة التكامل الهيسومتري في حوض حربة (٠.٥٤) في حين سجلت الأحواض الثانوية (٠.٥٠ و ٠.٤٧) في كل من حوضي (٢ و ٧) على التوالي عليه يتصف الحوض بالشباب والنضج المبكر والتوازن في عملياته الجيومورفوجية عدا المناطق المضرسة في شمال وجنوب غرب الحوض

#### ٥ - أنماط الصرف النهري في حوض حربة

يقصد بنمط التصريف النهري الشكل العام الناتج عن اتصال رافد من الروافد بالنهر الرئيس. تختلف أنماط التصريف في الأحواض المائية بحسب عوامل الانحدار، والتكوينات الجيولوجية، ونوعية الصخور، ووجود المفاصل والشقوق الصخرية، إذ تميل المجاري المائية إلى تطوير نمط تصريف معين حسب التباين في خصائص هذه العوامل المؤثرة (سلامة، ٢٠٠٤، ١٩٠)، أما أهم الأنماط السائدة في منطقة البحث.

#### - نمط التصريف المتعامد:

وهذا النوع من التصريف ينشأ عندما تكون خطوط مضارب الطبقات أكثر استقامة وعلى المنحدرات المعتدلة الانحدار بحيث تلتقي الروافد مع الوادي الرئيسي بزوايا قائمة بسبب المقاومة المختلفة للصخور للتعرية المائية، إذ إن الوديان الرئيسية تتبع الطبقات الضعيفة بينما الروافد التي تجري على الصخور المقاومة تدخل الوادي بزوايا حادة، لذا تعد المفاصل والشقوق مناطق ضعف في التكوين الصخري لأية منطقة من المناطق، ينعكس بدوره على شكل التصريف إذ تلتقي المجاري المائية مع بعضها بزوايا قائمة تقريباً شكل (١٢).



شكل (١٢) أنماط التصريف

المصدر: من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3).

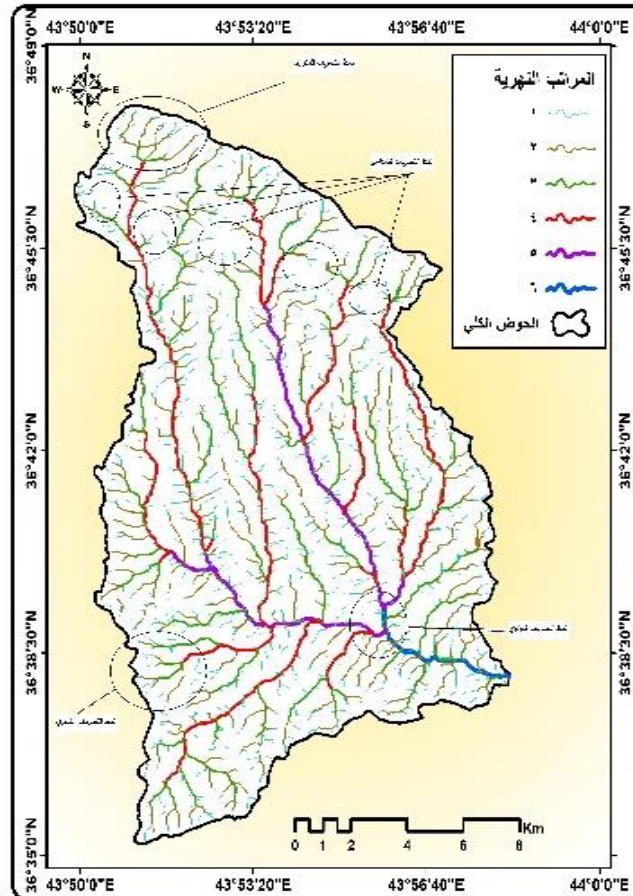
#### - نمط التصريف المتوازي:

يظهر في المناطق التي تجري فيها الأنهار الأصلية بشكل متوازٍ ويحدث عندما يتعرض سطح الأرض لانحدار أو وجود أشكال أرضية متوازية كامتداد صدوع أرضية متوازية تعمل على جذب المجاري المائية إليها، ويظهر في شمال وجنوب غرب الحوض حيث التضرس الأكبر في المنطقة

#### - نمط التصريف الشجري:

يوجد هذا النمط من التصريف في المناطق الصخرية المتجانسة التركيب والبنية إذ تلتقي الروافد مع بعضها بزواوية حادة وتكون كثيرة وقصيرة الروافد فتأخذ الشكل الشجري. يظهر هذا النوع من الصرف في أحواض عديدة من منطقة الدراسة. يفسر هذا النمط من التصريف سرعة وصول ذروات الفيضان من أعالي الحوض إلى المنطقة المنصب بسبب ذلك تعرية شديدة لمنحدرات الأحواض ولاسيما خلال تساقط المطر، إذ تسبب سرعة انسياب المياه إلى المجرى الرئيس عن طريق تفرعات الأودية المنتشرة في الأحواض.

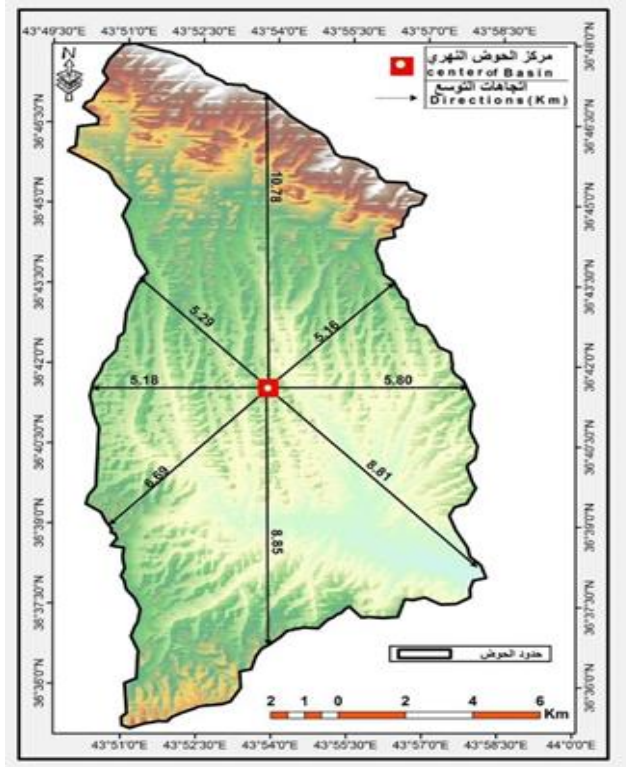
- **نمط التصريف الشعاعي:** تتجه المجاري التي تتحدر من أعلى القمم الجبلية في اتجاهات عديدة متخذة شكل شعاعي ويظهر أيضا شمال الحوض ضمن سفوح المرتفعات (بيرس).
- **نمط التصريف المركزي:** تتجه بعض المجاري في جريانها نحو المنخفضات الحوضية من عدة جهات مثل الانهار التي تتحدر نحو البحيرات والمستجمعات المائية والاهوار ويظهر عند التقاء الوديان في مصب الحوض جنوب غرب المنطقة.
- ٦ - **المستجمعات المائية المركز في حوض حربة:** من الشكل (١٣) يمكن ملاحظة أماكن تركيز المساحات المائية وحسب نموذج الارتفاع الرقمي (٣٠) م ان المنطقة الشمالية والوسط من الحوض كانت اعلى المناطق استيعابا للمياه لوجود العدد الأكبر من الوديان لا سيما المرتبة الأولى والثانية لأغلب الاحواض والتي تباينت من خلاله المساحات التي يمكنها استيعاب كميات المياه لعلاقتها بخصائص المنطقة (المورفومترية والطبوغرافية والجيولوجية والمناخية والبيئية) المحيطة بها.



شكل (١٣) المتجمعات المائية

المصدر من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3).

٧ - اتجاه توسع الحوض: من خلال الشكل (١٤) وبالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ٣٠م ومن أداة (مركز الحوض) أمكن تحديد اتجاه توسع الحوض بالاتجاهات الجغرافية الرئيسة اذ إثر النشاط البشرية العمراني (مدينة عقرة) على الحد من التوسع بالاتجاه الغربي والشمال الغربي (المسافة بين مركز الحوض والمحيط ٥.١٨ و ٥.٢٩) كم على التوالي واقتصار التوسع بالاتجاه الجنوبي والجنوب الشرقي (المسافة بين مركز الحوض والمحيط ٨.٨٥ و ٨.٨١) كم على التوالي، بل ان النشاط البشري اخذ يقلص من امتداد الحوض وهذا واضح من التخصر على شكل هلال في الجانب الغربي من الحوض مقابل مدينة عقرة من خلال إقامة الإنشاءات المدنية (ساحات ومخازن وشبكة طرق) الامر الذي له اثار سلبية على هذه الانشاءات فضلا عن تغيير العمليات الجيومورفولوجية والخصائص المورفومترية للحوض في هذا الجزء وعلى العكس اخذ الحوض بالتوسع باتجاه المصب وتحول اتجاهه من الجنوب الى الجنوب الشرقي لقطع جبل سرتا الطريق امام هذا التوسع والدفع بالحوض بأخذ اتجاه الشرق ليصب في فرع اخر الذي يصب بدوره في نهر الزاب الأعلى عند منطقة جوليان التي تكون على شكل التواء، اما الاتجاهات الأخرى فطبيعة انحدار المنطقة من الشمال نحو الجنوب والجنوب الشرقي حدة من التوسع في الاتجاهات الأخرى وأيضا منطقة تقسيم المياه الشمال الشرقي والشرق لم تفسح المجال للتوسع نحوها



شكل (١٤) اتجاه توسع الحوض

المصدر من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3).

## الاستنتاجات:

١. مساحة الحوض بلغت (١٨٤.٨٠ كم<sup>٢</sup>) وبمحيط (٧٥ كم) وتباينت الاحواض الثانوية في مساحتها ومحيطاتها إذ سجل الحوض ١ و ٤ المرتبة الثانية والثالثة
٢. اغلب التكوينات الصخرية تعود للزمن الثلاثي والرباعي تتباين مقاومتها واغلبها مقاوم للتعرية
٣. انحدار المنطقة من الشمال نحو الجنوب والجنوب الغربي مع اتجاه الطيات العالية في المنطقة
٤. حسب تصنيف ستريبلر الحوض من المرتبة السادسة والاحواض الثانوية من المرتبة الرابعة وواحد من الثالثة
٥. من الخواص الشكلية للحوض الرئيس والثانوية جميعا بعيدة عن الدائري وقريبة من المستطيل
٦. من الخواص العددية والمساحية يكون حوض حرية وحوض ١ اعلى الرتب
٧. خواص التضرس اثبت ان الحوض فيه تضرس فقط في المناطق الشمالية واغلب الحوض هو ذو انحدار خفيف
٨. من التكامل الهيسومتري حدد ان الحوض الرئيس والاحواض الثانوية في مرحلة الشباب وقريبة من النضج لذا امام الحوض وقت في عمليات تعرية قادمة
٩. توسع الحوض نحو الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية أكبر من بقية الأجزاء بفعل النشاط البشري غربا والمرتفعات في الجنوبية الغربية

## المصادر:

- أبو رية، أحمد محمد أحمد، ٢٠٠٧ المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيخ (دراسة جيومورفولوجية)، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب- جامعة الإسكندرية. ص ٤٦-٥٠.
- أبو العينين، حسن سيد احمد، ١٩٧٦ أصول الجيومورفولوجيا دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية، الطبعة الثانية.
- أبو العينين، حسن سيد احمد، ١٩٩٥ اصول الجيومورفولوجيا، مؤسسة الثقافة الجامعية، الاسكندرية، ط ١١.
- ثورنبيري، وليم دي، ١٩٧٥ أسس الجيومورفولوجيا، ترجمة وفيق الخشاب وعلي المياح، جامعة بغداد.
- الدليمي. خلف حسين، ٢٠١٧/الانهار (دراسة جيوهيدرومورفومترية تطبيقية)، دار صفاء للنشر والتوزيع، ط١، عمان.
- سيساكيان، فاروجان واخرين، ٢٠١٤، جيومورفية نطاق الطيات العالية، مجلة الجيولوجيا والتعدين العراقية، عدد خاص (٦)، بغداد، ص ٧-٥١.
- سلامة، حسن رمضان، (٢٠٠٤) اصول الجيومورفولوجيا، الطبعة الاولى، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان.

- سلوم، غزوان محمد امين (2012) *حوض وادي القنديل، دراسة مورفومترية*، مجلة جامعة دمشق-المجلد - ٤٣٢٨، ص 400.
- عاشور، محمود محمد، ١٩٨٦ طرق التحليل الجيومورفولوجية، لشبكات التصريف المائي، العدد (٩) ١٩٨٦ مجلة كلية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية، جامعة قطر، الدوحة، ٤٦٣.
- العرومي، يحيى احمد سعيد، ١٩٩٣ *حوض وادي زبيدة، دراسة جيومورفولوجية*، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة صنعاء، كلية الآداب.
- العمرى، فاروق صنع الله، ١٩٧٧ *جيولوجيا شمال العراق*، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل.
- محسوب، محمد صبري، ٢٠٠١ *جيومورفولوجية الأشكال الأرضية*، دار الفكر العربي للطباعة والنشر القاهرة.
- مكولا، باتريك، ١٩٨٦ *الأفكار الحديثة في الجيومورفولوجيا*، الكتاب السادس، ترجمة د. وفيق الخشاب وعبد العزيز الحديثي، جامعة بغداد، بغداد.
- إقليم كردستان العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات عناصر المناخ، بيانات غير منشورة دهوك (٢٠٠٠ - ٢٠١١).
- Beg, A. A. F. (2015) *Morphometric Toolbox: A New Technique in Basin Morphometric Analysis Using ArcGIS (Pages 21-30)*. Global Journal of Earth Science and Engineering 2, 21-30
- Beg, A. A. F. 2015. *ArcGIS -Morphometric toolbox*, available at : <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=7af425da1853487f8e2c9b3963387de8>
- Buringh, P.,(1960). *Soils and Soil Conditions in Iraq, Republic of Iraq*, Ministry of Agriculture, Directorate general of agricultural research and projects .Baghdad
- Hack, J. T. 1957. *Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland*.
- Hajam, R. A., A. Hamid & S. Bhat (2013) *Application of Morphometric Analysis for Geo-Hydrological Studies Using Geo-Spatial Technology—A Case Study of Vishav Drainage Basin*. Hydrology: Current Research.
- Horton, R. E. (1932) *Drainage-basin characteristics*. Eos, Transactions American Geophysical Union, 13, 350-361.
- Horton, R. E. (1945). *Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology*. Geological society of America bulletin, 56, 275-370.
- Melton, M. A. 1957. *An analysis of the relations among elements of climate, surface properties, and geomorphology*. DTIC Document.p11
- Pareta, K. & U. Pareta (2011) *Quantitative morphometric analysis of a watershed of Yamuna basin, India using ASTER (DEM) data and GIS*. International Journal of Geomatics and Geosciences, 2, 248-269.
- Pike , R.J & Wilson, S ,E; (1971): *Elevation- Relief Ratio, Hypsometric Integral, and Geomorphic Area – Altitude Analysis*, G S A Bulletin, V 82, p 1079
- Satish, K. & H. Vajrappa (2014) *Morphological Parameter Estimation Derived From ASTER DEM Using GIS and Remote Sensing Techniques*. International Journal of Research, 1, 1959-1967.
- Schumm, S. A. (1956) *Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey*. Geological society of America bulletin, 67, 597-646.

- Sissakian, V. K. (2013). *Geological Map of Mosul Quadrangle, Scale 1:250000*. 2nd ed. Baghdad, Iraq: Iraq Geological Survey Publications.
- Smith, K. G. (1950) *Standards for grading texture of erosional topography*. American Journal of Science, 248, 655-668.
- Strahler, A. N. (1964) *Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks*. Handbook of applied hydrology.
- Strahler, A. N. (1952b) *Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography*. Geological Society of America Bulletin, 63, 1117-1142.
- Strahler, A. N. (1957) . *Quantitative analysis of watershed geomorphology*. Transactions of the American geophysical Union, 38, 913-920.
- Strahler, A. N. (1952a) *Dynamic basis of geomorphology*. Geological Society of America Bulletin, 63, 923-938.
- Zavoianu, I. 1985. *Morphometry of drainage basins*. Elsevier.p١٠٠
- Abu Rayyah, Ahmad Muhammad Ahmad, 2007 *The area between al-Qusayr and Umm Ghej (a geomorphological study)*, PhD thesis, Faculty of Arts, Alexandria University. Pp. 46-50.
- Abu El-Enein, Hassan Sayed Ahmed, 1976 *Origins of Geomorphology*, Study of Terrain Shapes of the Earth's Surface, University Culture Foundation, Alexandria, Second Edition.
- Abu El-Enein, Hassan Sayed Ahmed, 1995, *The Origins of Geomorphology*, University Culture Foundation, Alexandria, 11th floor.
- Thornberry, William D., 1975 *Foundations of Geomorphology*, translated by Wafiq al-Khashab and Ali al-Mayah, University of Baghdad.
- Al-Dulaimi. Khalaf Hussain, 2017, *Rivers (Applied Geohydrology Study)*, Safaa House for Publishing and Distribution, 1st Edition, Amman.
- Sisakyan, Varujan and others, 2014, *High-fold domain geomorphism*, Iraqi Journal of Geology and Mining, Special Issue (6), Baghdad, pp. 7-51.
- Salameh, Hassan Ramadan, (2004) *The Origins of Geomorphology*, First Edition, Al Masirah House for Publishing and Distribution, Amman.
- Salloum, Ghazwan Muhammad Amin (2012), *Wadi al-Qandil Basin, a morphometric study*, Damascus University Journal - Volume-283 + 4, pg 400.
- Ashour, Mahmoud Muhammad, 1986, *Methods of Geomorphological Analysis of Water Drainage Networks*, Issue (9) 1986, Journal of the College of Humanities and Social Sciences, Qatar University, Doha, 463.
- Al-Oroumi, Yahya Ahmed Saeed, 1993 *Zubaida Basin Valley, a geomorphological study*, an MA (unpublished), University of Sana'a, College of Arts.
- Al-Omari, Farouk Sanallah, 1977 *Geology of Northern Iraq*, Dar Al-Kutub Foundation for Printing and Publishing, Mosul.
- Mahsoub, Mohamed Sabry, 2001 *Geomorphology of Earth Forms*, Dar Al-Fikr Al-Arabi for Printing and Publishing, Cairo
- McCulla, Patrick, 1986 *Modern Ideas in Geomorphology*, Book VI, translated by Dr. Wafiq Al-Khashab and Abdulaziz Al-Hadithi, University of Baghdad, Baghdad.
- Kurdistan Region of Iraq, Ministry of Transport and Communications, General Authority for Meteorology and Seismic Monitoring, Climate Section, Climate Elements Data, Unpublished data for Dohuk (2000-2011).

## **Geomorphological analysis of the morphometric properties of Harba basin (Duhok governorate)**

Prof. Dr. Ahmed Abdul Sattar Jabir

University OF Mustansiriyah, College of Education, Department of Geography

### **Abstract**

Morphometric analysis of river basins, its efficiency depends on the accuracy of the used data and the method of analysis. The Harbah basin located in northern Iraq (Dohuk - Aqrah) was chosen as one of the small basins with an area of about (184.80) km<sup>2</sup>, the aim of this current study is to analyze the morphometric measurements in the Harbah basin By adopting the accuracy of the spatial distinction of the digital height model (30) meters (SRTM- DEM), by adopting the geographic information systems technology and its modifications in the field of morphometric analysis represented by the morphometric toolbox, in order to find out the most important morphometric parameters and their impact on development and planning in the region, the results of the study showed that The basin is ranked sixth according to the Strahler classification, and most of the secondary basins are either of the third or fourth rank, and the direction of flow from the north and northwest towards the south and southeast is in line with the slope of the region and the direction of the folds, and the basin is dominated by the lengthening of valleys because most of its area is 60% a slight slope The morphometric coefficients of the basin indicate the youth of the basin, the beginning of maturity, the dominance of solid rocks, and the weakness of the sedimentary product of the basin other than the molar areas. With a high slope in the north and southwest of the basin, as well as the convergence of secondary basins in most of their morphometric characteristics, for the similarity of the natural components in the region, with concentrations of areas of water concentration in the regions of the north of the basin due to the large numbers of river ranks (first and second) and the area where valleys meet in the middle of the basin. The expansion direction of the basin was south and southeast, due to its connection with the slope and topography of the area.

**Key words( Harbah morphometric, Aqrah, geomorphology, basin)**