

## التحليل الجيومورفولوجي للمؤشرات المورفومترية لأحواض منطقة سكرمة – محافظة السليمانية

أ.د. أحمد عبد الستار جابر العذاري  
الجامعة المستنصرية  
قسم الجغرافية

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

نور محمد عبد الجبار العتابي  
الجامعة المستنصرية  
قسم الجغرافية

[noonr96elf@uomustansiriyah.edu.iq](mailto:noonr96elf@uomustansiriyah.edu.iq)

### المستخلص

تقع احواض منطقة سكرمة في الجزء الشمالي الشرقي من العراق في محافظة السليمانية وبلغ مجموع مساحة احواض منطقة سكرمة حوالي (٣٥٢,٢ كم<sup>٢</sup>) من مساحة المنطقة الكلية البالغة (٥٨٣,٨ كم<sup>٢</sup>) , وجاءت هذه الدراسة لتسليط الضوء على اهم احواض هذه المنطقة البالغة ثلاث احواض , تهدف هذه الدراسة الى التحليل الجيومورفولوجي للمؤشرات المورفومترية بالاعتماد دقة التميز المكاني لأنموذج الارتفاع الرقمي (SRTM - متر ٣٠ DEM) و التقنيات الحديثة المتمثلة بالاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) , وتعديلاته في مجال التحليلات المورفومترية , فضلا عن اهمية هذه الاحواض لانها تعد ذو مردود مائي مهم بالنسبة للسكان ومشاريع التنمية , لما يوجد فيها مناطق زراعية واستيطان بشري , ومن التحليلات المورفومترية وتطبيق المعادلات التي اجريت على احواض المنطقة وجد ان هذه الاحواض من المرتبة السادسة حسب تصنيف (ستريبلر Strahler) , ونلاحظ ان هناك بعض التشابه والتقارب في خصائص هذه الاحواض مما يدل على تشابه الخصائص الطبيعية في المنطقة ومنها البنية الجيولوجية و المكاشف الصخرية التي تتصف بتجانسها وضعف مقاومتها للعمليات الجيومورفولوجية ومعقدة التركيب تكثر فيها الصدوع والكسور , مما ساهم باتخاذها الشكل البيضوي , ومن التحليل الهيسومتري وجد تقدم احواض المنطقة في المرحلة الشيوخوخة وتقدمه في دورته الحتية على حساب تضاريسه .

الكلمات المفتاحية: - (مورفومترية، سكرمة، جيومورفولوجي)

## Geomorphological Analysis of Morphometric Indicators for the Basins of the Sagirmah Area – Sulaymaniyah Governorate

Noor Mohammed AbdulJabbar

Ahmed Abdelsattar Jaber

### Abstract

The basins of the Sagirmah region are located in the northeastern part of Iraq, within the Sulaymaniyah Governorate. The total area of the Sagirmah basins is approximately 352.2 km<sup>2</sup> out of the region's total area of 583.8 km<sup>2</sup>. This study aims to shed light on the most important basins in the region, which consist of

three main basins. The objective of the study is to conduct a geomorphological analysis of morphometric indicators based on the spatial resolution accuracy of the Digital Elevation Model (DEM – 30-meter SRTM), using modern technologies such as remote sensing and Geographic Information Systems (GIS), along with their applications in morphometric analysis.

The importance of these basins lies in their significant water yield, which plays a crucial role in supporting the local population and development projects, particularly due to the presence of agricultural lands and human settlements. Through morphometric analysis and the application of relevant equations, it was found that the basins are classified as sixth-order according to Strahler's classification. A degree of similarity in the characteristics of these basins was observed, indicating similar natural features across the region, including a homogeneous geological structure and rock exposures with weak resistance to geomorphological processes. The region is structurally complex and features numerous faults and fractures, which have contributed to the elliptical shape of the basins. Hypsometric analysis revealed that the basins are in the old age stage of the geomorphic cycle, indicating advanced erosion relative to the region's topography.

## ١- المقدمة Introduction

يعد حوض الصرف النهري الوحدة الأساسية لأجراء البحوث الكمية لحواض التي بموجبها تتحدد خصائص ومعطيا يمكن قياسها كميًا , ومن خلال النتائج المستخلصة من الدراسات المورفومترية يمكن فهم العلاقة بين طبيعة النظام الهيدرولوجي والعوامل الطبيعية وتأثيرها على العمليات الناتجة من تلك العوامل , والتي بدورها تؤدي الى احداث مجموعة من التغيرات كيميائية او فيزيائية في الصخور , حيث تعمل على تشكيل الخصائص التضاريسية والشكلية والمساحية للحواض , وكذلك معرفة العلاقة ما بين احواض التصريف وقنواتها المائية وشبكات الصرف واثرها على الجريان السطحي والمخاطر المورفومناخية.

## ٢- موقع منطقة الدراسة Study Area Location

تقع منطقة سكرمة في الجزء الشمالي الشرقي من العراق في محافظة السليمانية تحدها من الشمال الشرقي قضاء السليمانية ومن الجنوب الشرقي قضاء دربندخان ومن الغرب قضاء چمچمال ومن الجنوب الغربي قضاء كلار ضمن دائرة عرض (٦,١٠, ٥٣) و (٤٥, ٢٤, ٥٣) شمالا وخط

طول (٤٥,١١,٤٥) و (٤٥,٣٤,٤٧) شرقا وبلغت مساحة المنطقة (٥٨٣,٨ كم<sup>٢</sup>)، حيث بلغ أعلى ارتفاع لها (١٨٧٠) م وأدنى ارتفاع لها بلغ (٥٨١) م خريطة (١)

### ٣- مشكلة الدراسة Study Problem

- ما هو دور الخصائص الطبيعية على المؤشرات المورفومترية في احواض منطقة سكرمة
- ما هو شكل المؤشرات المورفومترية في احواض منطقة سكرمة

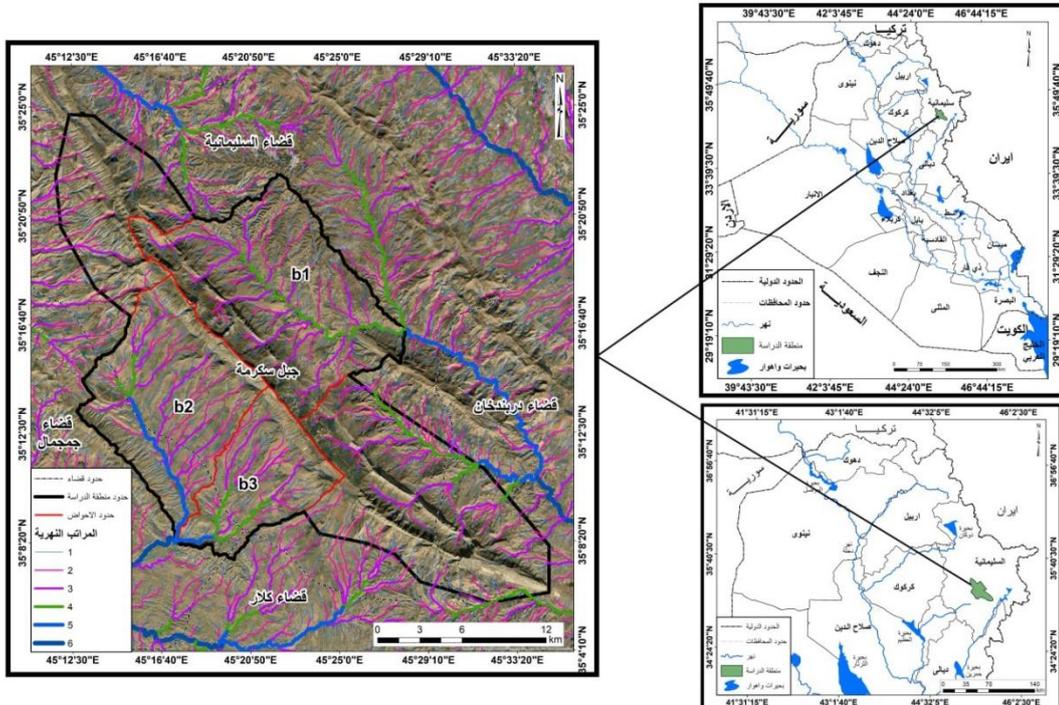
### ٤ - فرضية الدراسة Study Hypothesis

- هناك عدة عوامل طبيعية (تكتونية، جيولوجية، مناخية) أدت الى تحديد المؤشرات المورفومترية في منطقة سكرمة
- تتباين المؤشرات المورفومترية في احواض منطقة سكرمة وتتخذ عدة اشكال سواء كانت (شكلية، تضاريسية، نسيجية، كثافة صرف، مساحية)

### ٥ - اهمية الدراسة Importance of Studying

تتمثل أهمية الدراسة لمعرفة الحقائق الجيومورفولوجية للمنطقة كونها منطقة ذات جريان سطحي وتزداد فيها المخاطر المورفومناخية.

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية، مقياس 1:1000000 وبرنامج Arc ١٠,٣

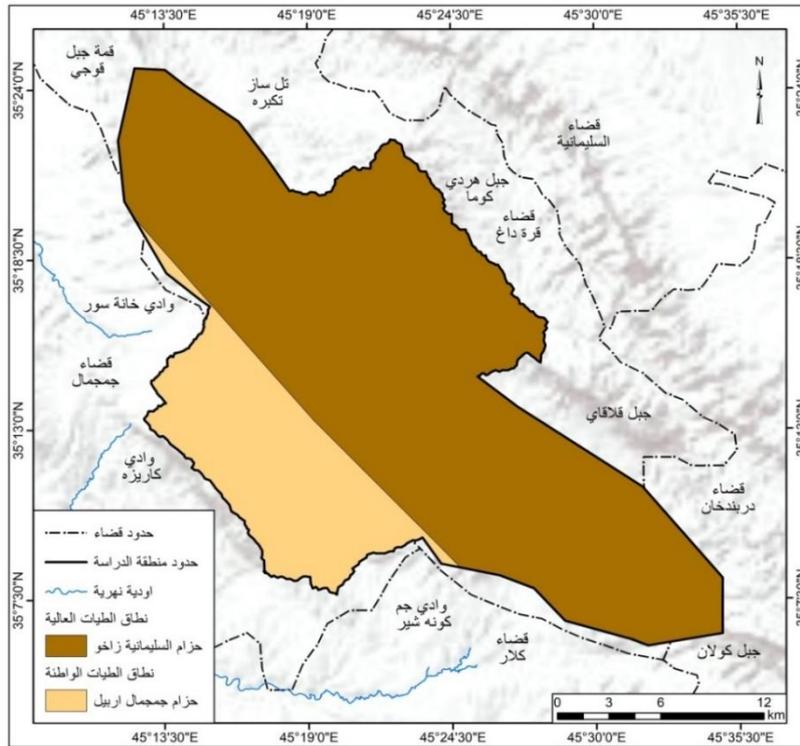
## ٦ - الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة البحث

## ٦ - ١ : جيولوجيا منطقة البحث

تقع منطقة الدراسة في الرصيف الغير مستقر جيولوجيا , حيث ان الجزء الشمالي الشرقي يقع في ( نطاق الطيات العالية ) ويشغل القسم الأكبر من مساحتها ضمن حزام ( السليمانية – زاخو ) امتدادا من الشمال من جبل هردي كوما في الشمال الى الاجزاء الوسطى عند طية قولي قره داغ الى جبل كولان في الأجزاء الجنوبية الشرقية و في الأجزاء الشمالية الشرقية عند قمة جبل قوجي يعود هذا الحزام الى منطقة اندفاعات بلمبو – تنجير و المتأثرة بعمليات الطي التي سببتها الحركة الألبية الشديدة ويمتاز هذا النطاق بطيات محدبة وضيقة شكلت سلاسل جبلية عالية وتتكون بصورة كبيرة من الحجر الكلسي المقاوم والحجر الرملي والطفل الكلسي والمدملكات (العمرى، ١٩٧٧) وتعود هذه الصخور الى التكوينات الموجودة في منطقة الدراسة مثل تكوين [ جركس , بلاسي , فتحه , إنجانة , مقدادية , باي حسن , ترسبات المنحدرات ] خريطة(٢)

- اما الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة يقع في (نطاق الطيات الواطئة) ضمن حزام (جمجمال – أربيل) ضمن اودية منطقة الدراسة المتمثلة بوادي خانة سور ووادي جم كونه شير ووادي كاريزه.

## خريطة (٢) موقع منطقة الدراسة من الأنطقة التكتونية



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح

الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة العراق، (بنيوية العراق) ومخرجات برنامج Arc Gis



جدول (١) العمود الجيولوجي لمنطقة الدراسة

الحقبة	الزمن	العصر	التكوين	السمك	المساحة (كم <sup>2</sup> )	نسبة المساحة	مكونات الصخور	الرمز	نوع المقاومة	بيئة الترسيب	رمز التكوين على الخريطة
الرابع		الهولوسين Holocene	ترسيبات السهل الفيضي	2-6.5 م	0.7	0.1	الطيني، الطين، الحصى، الرمال هذه الرواسب مشتقة من الصخور الصلبة والصخور المتحولة	Qf	ضعيف	قارية	
			ترسيبات المنحدرات	1-5 م	7.8	1.3	خليط من شظايا الصخور مع صخور رسوبية دقيقة	Qs	ضعيف	قارية	
		البلايستوسين Plaiestocene	مراوح فيضية	2-10 م	86.3	14.9	شظايا صخرية وحصى رمل، طين، مواد غرينية	Qaf	ضعيف	قارية	
الثالث		الاوليكوسين Oligocene	شوراو، عنة، شيخ غلاس، تارجيل، بابا، بجوان ازقندر، ابراهيم	20-25 م	6.10	8.1	كربونات مع طين بني محمر وأخضر اللون	Oli	ضعيف الى متوسط	بحرية عميقة	
			المايوسين الأوسط Miocene	الفتحة	100 م	85.7	14.8	الحجر الطيني الأحمر الطفل والجبس، المارل، الحجر الطيني، الكلس، الحجر الرملي	Mio3 <sup>f</sup>	ضعيف	بحرية شبه مغلقة
		المايوسين الأعلى Miocene	المقدادية	400 م	44.5	7.7	الحجر الرمادي، والحصى، الى احجار طينية رمادية	mio3-pli <sup>m</sup>	ضعيف	المياه العذبة النهرية	
			انجانة	150-200 م	240.6	41.6	صخور رملية رمادية وبنية، صخور طينية بنية، الحجر الغريني صخور المارل	Mio3i	ضعيف	المياه العذبة	
		البلايوسين الأعلى Pliocene	باي حسن	150 م	19.6	3.4	صخور رملية طينية مدملكات ذات احجام كبيرة	Pli-pli <sup>b</sup>	ضعيف	المياه العذبة	
		الايوسين الأوسط والاعلى Eosene	بيلاسي	50-120 م	2.7	0.5	الحجر الجيري الأبيض والرمادي، المارل الطباشيري، حجر الصوان	Eoc2-3p	ضعيف	بيئة لاكونية مفتوحة	
			جركس	100-300 م	40.8	7.1	الحجر الطيني، الحجر الغريني والمدملكات والحجر الجبس	Eoc1-2 <sup>g</sup>	ضعيف الى متوسط	بحرية ضحلة	
		الباليوسين الأعلى Paleocene	سنجار	50-60 م	39.7	6.8	الحجر الجيري، الدولومايت، الحجر الكلسي الصخور الرملية	Pal2 <sup>s</sup>	ضعيف الى متوسط	بحرية ضحلة	
							578.9	100.0	مجموع		

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (٣) + الهيئة العامة للمسح الجيولوجي، وزارة الصناعة

والمعادن، (٢٠١٤)، لوحة السليمانية، بغداد.

### ٦ - ٣: الطيات Folds

وهي تموجات او انحناءات تؤثر على صخور القشرة الأرضية لاسيما الصخور الرسوبية (فخري، ١٩٨٣) وتوجد نوعين من الطيات خريطة (٣) جدول (٢)، اطول طيات منطقة الدراسة هي طية قره داغ (Garadagh Anticline) وتعد من الطيات المحدبة، يبلغ طول القسم الأول من الطية الشمالي الشرقي (٦، ٣٨ كم) اما القسم الثاني من ال ١ x طية الواقع في الجزء الشمالي الغربي بلغ طولها (٨، ١٠ كم) داخل حدود منطقة الدراسة اما طولها الكلي (١٦ كم)، اما أصغر طية في منطقة الدراسة هي (طية كولوش) وتقع في شرق منطقة الدراسة يبلغ طولها (٨، ٤ كم).

## جدول (٢) الطيات المحدبة والمقعرة في منطقة الدراسة

ت	اسم الطية	نوع الطية	طول الطية / كم	الموقع الجغرافي
1	طية كولوش	طية محدبة	4.8 كم	شرق منطقة الدراسة
2	طية قره داغ	طية محدبة	38.6 كم	جنوبي شرقي - شمالي غربي
3	طية اجداغ ( ججمال الجنوبية)	طية محدبة	14.6 كم	جنوب منطقة الدراسة
4	طية خال خان	طية مقعرة	20.7 كم	جنوب غرب منطقة الدراسة
5	طية هردي كوما	طية مقعرة	4.9 كم	شمال منطقة الدراسة
6	طية قلاقاي	طية مقعرة	17.1 كم	شرق منطقة الدراسة

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (2)

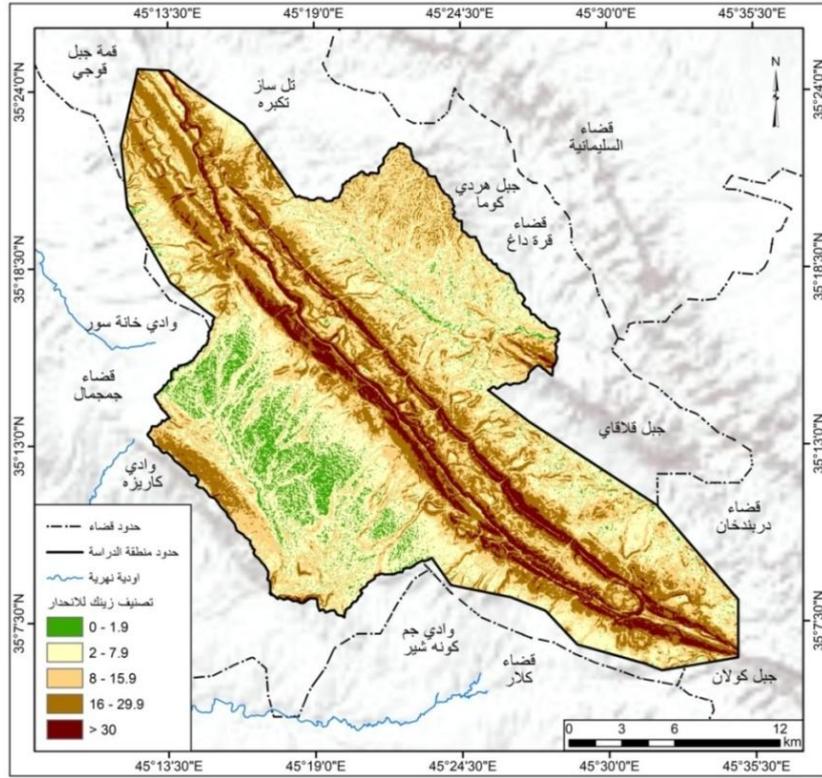
## ٦ - ٤ : الانحدار Slope

تعد الانحدارات ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية وهي أحد عناصر مظاهر السطح التي يتم تحليلها عند استخدام أساليب قياسية كما يعد من العوامل التي تؤثر على نشاط العمليات الجيومورفولوجية ويتناسب طرديا مع النحت المائي وعكسيا مع الأرساب المائي وله علاقة بالانهيارات الأرضية وتشكيل الأشكال الأرضية كما ان المنحدرات الأرضية أكثر المناطق عرضة للتغيرات، (الدليمي، ٢٠١٨) وفيما يلي توضيح لخصائص الانحدار في منطقة الدراسة كما يلي:

## ٦ - ٤ - ١ : درجة الانحدار

تصنف درجات الانحدار الى خمس فئات وفق تصنيف (Zink, ١٩٨٨) وقد استخدم هذا التصنيف لأنه يتفق مع طبيعة منطقة الدراسة المتضرة وفي خريطة (٤) وحسب شدتها ودرجتها وتوزيعها المكاني , تبدأ درجة الانحدار من نطاق الأراضي المسطحة / المستوية حيث تكون درجة الانحدار فيها من (٠ - ١,٩) , يكون فئة الانحدار البسيط او الخفيف التي يتباعد فيها خطوط الارتفاع هي الأراضي السهلية التي تتميز باستواء سطحها وقلة انحدارها ومن جدول (٣) يتضح انها تشغل مساحة (٣٧,٠ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٦,٣٪) وتنتشر في الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة , ثم ينتهي بنطاق ذات أراضي مقطعة حيث تتميز بدرجة

## خريطة (٤) فئات الانحدار حسب تصنيف (Zink) في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقم (DEM) ومخرجات برمجيات (ArcGis ١٠-٤)

انحدار عالية (٣٠ فأكثر) في قمم الجبال العالية ضمن الانحدارات الشديدة جدا التي تتقارب فيها خطوط الارتفاع بشكل كبير ولا يمكن استغلال هذا النوع من الأراضي لانحدارها الشديد وهي المناطق الشديدة التضرس وتشغل مساحة (٤٤,٧ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (٦,٧٪) وتمتاز أراضي هذا الصنف بأنها مقطعة بدرجة كبيرة بسبب الحركات الأرضية ونتيجة عمليات التجوية والتعرية وتكون هذه المناطق الأكثر خطورة وتظهر فيها أنواع المخاطر سواء المخاطر المورفومناخية او المورفوديناميكية من حركات الكتل الصخرية والانهيارات والانزلاقات الأرضية وتكون التربة غير متماسكة وسريعة الانجراف وتزداد فيها كذلك سرعة الجريان المائي السطحي ويجرف معه كميات كبيرة من الرواسب من أعلى سفوح المنحدرات الى الأراضي الأقل انحدارا وبمختلف الاتجاهات .

## (٣) فئات الانحدار حسب تصنيف (Zink) ومساحتها ونسبها في منطقة الدراسة

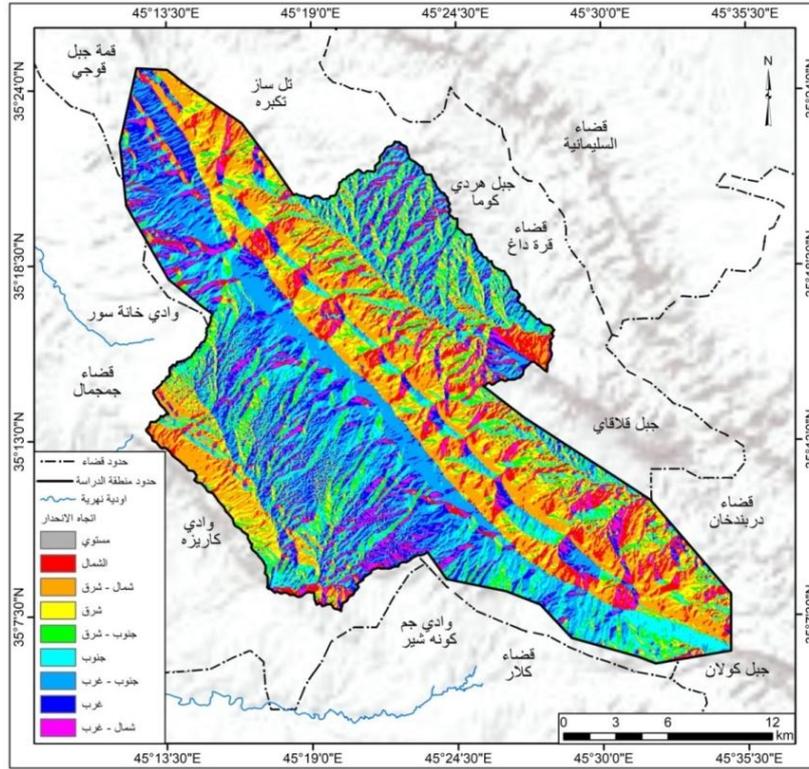
ت	شكل السطح ( التضرس )	درجات الانحدار	المساحة كم <sup>2</sup>	النسبة %	الوحدات الأرضية	اللون الممثل خرائطياً
1	أراضي مسطحة	1.9-0	37.0	6.3	سهل - وادي	
2	أراضي تموج خفيف	7.9-2	198.9	34.1	سهل تحتي - سفوح جبال	
3	أراضي متموجة	15.9 - 8	168.1	28.8	تلال منخفضة	
4	أراضي مقطعة مجزئة	29.9 - 16	135.2	23,2	تلال مرتفعة	
5	أراضي مقطعة بدرجة عالية	30 فأكثر	44,7	7.6	جبال	
	المجموع		583,9	100,0	-	

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (5)

## ٦- ٤- ٢: اتجاه الانحدار

وهو الاتجاه الجغرافي الذي يواجه المنحدر , (Burrough, ١٩٩٨) ويعد معرفة اتجاه وجه المنحدر ذو أهمية للتنبؤ باتجاه حركة مواد سطح الأرض لاسيما في المناطق التي تسقط فيها الامطار لفترات طويلة الذي يشير الى تنوع وتباين عمليات التجوية وبالتالي انجراف التربة، الانهيارات الأرضية، الانزلاق، التساقط الصخري، واتجاه حركة المياه على سطح المنحدر وبذلك التقليل من المخاطر الجيومورفولوجية الناتجة عن اتجاه حركة تلك المواد على النشاطات البشرية كالزراعة وشق الطرق وانشاء المباني اسفل تلك المنحدرات (سلامة، ٢٠١٠) , توضح الخريطة (٥) وجدول (٤) اتجاهات الانحدار وهي مشتقة من بيانات نموذج الارتفاع (DEM) والذي يبين اتجاهات الانحدار موزعة على مساحات المنطقة وفقا لزاوية اتجاه الانحدار حيث يكون لكل اتجاه يمثل خصائص معينة , ان الاتجاه السائد للسفوح المنحدرة في منطقة سكرمة بزاوية (٥, ٢٠٢ - ٢٤٧,٥) هو الجنوب الغربي اذ بلغت مساحتها (١٠٧,٥ كم<sup>٢</sup>) بنسبة مساحية بلغت (١٨,٤%) تكون هذه الاتجاهات معرضة لتساقط الامطار لانها من الاتجاهات الرئيسية لهبوب الرياح اتخاذ هذا الاتجاه الانحدار متوافق مع حركات الطي والانكسارات في المنطقة , اما ادنى زاوية للمنطقة كانت عند درجة (١-) وهي زاوية منبسط ( Flat ) بلغت مساحتها (٠,٦ كم<sup>٢</sup>) بنسبة (٠,١%) , وان سبب هذا التباين في الاتجاهات يعود الى تأثير العمليات التكتونية المسؤولة في تكوين منطقة الدراسة .

## خريطة (٥) اتجاه المنحدرات ضمن منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برمجيات (ArcGis ١٠-٤)

## جدول (٤) اتجاه الانحدارات في منطقة الدراسة

ت	اتجاه المنحدر	زاوية الاتجاه بالدرجة	المساحة كم <sup>2</sup>	نسبة المساحة %	اللون الممثل خرائطياً
1	منبسط (مستوي)	(-1)	0.6	0.1	رمادي
2	الشمال	0 – 22.5	55.2	9.5	أحمر
3	الشمال الشرقي	67.5 – 22.5	99.8	17.1	برتقالي
4	الشرق	112.5 – 67.5	64.3	11.0	أصفر
5	الجنوب الشرقي	157.5 – 112.5	61.7	10.6	أخضر
6	الجنوب	202.5 – 157.5	79.1	13.5	أزرق فاتح
7	الجنوب الغربي	247.5 – 202.5	107.5	18.4	أزرق
8	الغرب	292.5 – 247.5	71.0	12.2	أزرق داكن
9	الشمال الغربي	337.5 – 292.5	44.7	7.7	بنفسجي
	المجموع	-	583.9	100.0	

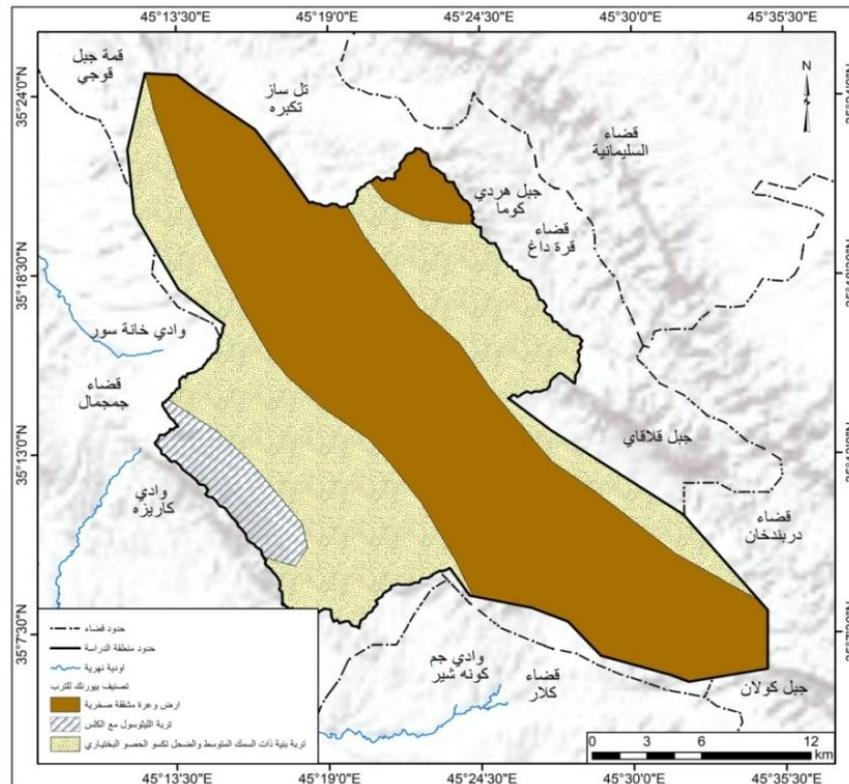
المصدر: من عمل الطالبة بالاعتماد على خريطة (6)

## ٦ - ٥: التربة (SOIL)

تعد دراسة خصائص التربة ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية لأنها تساهم بالتعرف على مدى استجابة التربة لنشاط العمليات الجيومورفولوجية التي يظهر تأثيرها واضحا على اشكال سطح الأرض وحسب تصنيف بيورنك (burning ١٩٦٠) للتراب ظهرت في منطقة الدراسة ثلاثة أنواع من التربة خريطة (٦) جدول (٥) وهي (ارض وعرة مشققة صخرية) تغطي هذه التربة

المساحة الأكبر من منطقة الدراسة حيث تشغل مساحة تصل الى (٣٢٤,٩ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٥٥,٦%) تنتشر في الاجزاء الوسطى والاجزاء الشمالية الغربية والجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة , و(تربة الليثوسول مع الكلس) حيث توجد هذه التربة في جنوب غرب منطقة الدراسة أي الأجزاء الشمالية الشرقية من قضاء جمجمال وفي مرتفعات طية ( اجداغ ) وتغطي الأجزاء الشرقية من وادي كاريزه , وتشكل اصغر مساحة من منطقة الدراسة حيث بلغت مساحتها (٢٨,٦ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٤,٩%) من مساحة المنطقة , كما انها تغطي بعض المراوح الحصوية ذات الانحدار الخفيف الى الشديد

خريطة (٦) أنواع التربة وتوزيعها الجغرافي في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على Ministry Of ' Soil and Condition in Iraq' Buring على  
Map.١, Scal ١:١٠٠٠٠٠٠, Baghdad , ' Exploraty Soil Map of Iraq' Agriculture

١٩٦٠.

جدول (٥) مساحة ونسب أنواع الترب في منطقة الدراسة

ن	نوع التربة	مساحتها / كم <sup>2</sup>	نسبة المساحة %	اللون الممثل خرائطياً
1	ارض وعرة مشققة صخرية	324.9	55.6	
2	تربة الليتوسول مع الكلس	28.6	4.9	
3	تربة بنية ذات السمك المتوسط والضحل نكسو الحصى البختياري	230.4	39.5	
	المجموع	583.9	100.0	

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (6)

## ٦-٧: الغطاء النباتي

للغطاء النباتي أهمية كبيرة بأنه يخفف من وطأة سقوط الامطار فوق المنحدرات لاسيما الامطار الشديدة ومن ثم يعمل على التقليل من اثر تعرية التربة, ومن المميزات الأخرى للغطاء النباتي هو اسناد وتثبيت السيقان المطمورة التي تعمل عمل الاعمدة السائدة للمنحدر مما تعيق عمليات انزلاق وزحف التربة وتعمل ايضا على تماسك جزيئات التربة وحمايتها من مخاطر الانجراف والتعرية, ويعمل كذلك الحد من آثار التعرية الريحية والمائية بكونها اكثر أنواع التعرية فعالية لاسيما في السفوح الجبلية لذلك يمثل الغطاء النباتي احد الاشكال الحية المنتشرة على سطح الأرض الا انه يتباين من مكان الى آخر حسب الأقاليم التي ينتشر عليها ومن هذه الأقاليم إقليم المنطقة الجبلية في شمال العراق (زنكنة، ٢٠٠٦)، ولدراسة الغطاء النباتي في الدراسات الجيومورفولوجية لاسيما المخاطر ليس في تحديد نوع النبات ضمن منطقة الدراسة وتوزيعها الجغرافي فقط انما تتمثل اهمية دراسة الغطاء النباتي بكثافتها ضمن منطقة الدراسة لذلك قامت الباحثة بالاعتماد على معامل التغطية النباتية ( NDVI ) وهي اختصار لـ ( Normalized Difference Vegetation Index ). ويحسب هذا المؤشر وفق المعادلة الآتية: (Rouse, ١٩٧٣)

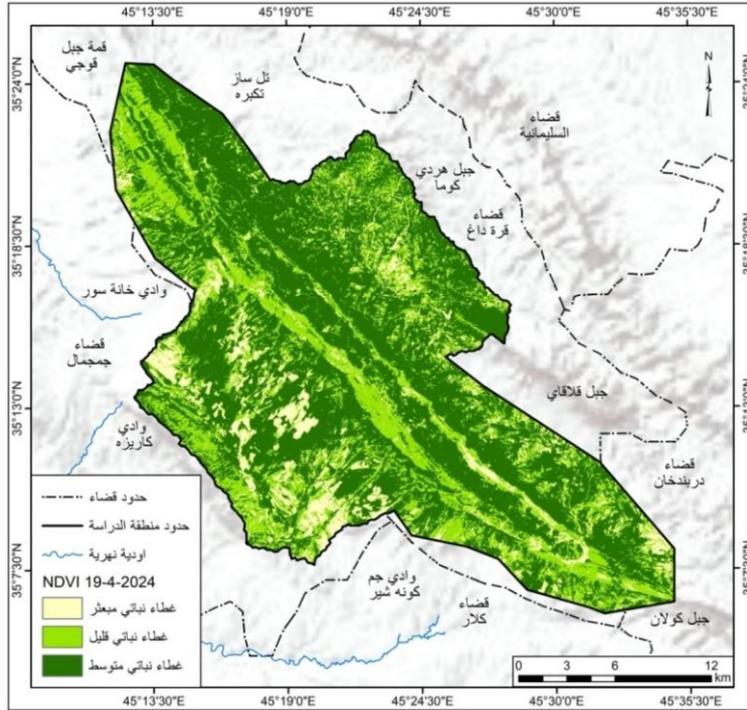
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} NIR - نطاق الأشعة الحمراء القريبة (Band ٥) في قمر Landsat L٨ \\ RED - نطاق الأشعة الحمراء (Band ٤) في قمر Landsat L٨ \end{array} \right\}$$

ومن خلال الخريطة (٧) وجدول (٦) نجد ان مؤشرات التغطية النباتية تكون على ثلاث مستويات وهي (غطاء نباتي مبعثر) بلغت مساحة (٥٦,٨ كم<sup>٢</sup>) أي بنسبة مئوية بلغت (٩,٧%) من مساحة منطقة الدراسة وهي بذلك تشغل اصغر مساحة بين فئات المساحات الأخرى وتنتشر في جنوب وجنوب غرب وأجزاء قليلة من الحافات الشرقية والشمالية وهذه المناطق شبه خالية من النبات، (غطاء نباتي قليل الكثافة) بلغت مساحتها (١٨٢,١ كم<sup>٢</sup>) وبنسبة (٣١,٢%) من عموم مساحة المنطقة وتوزع في مناطق مختلفة منها المناطق ذات الانحدار الشديد او أعالي الجبال، (غطاء

نباتي متوسط الكثافة) تبلغ مساحتها (٣٤٥,٠ كم<sup>٢</sup>) ونسبة (١,٥٩٪) وهي تشكل أكبر مساحة بين مساحات الفئات الأخرى وتنتشر في أجزاء واسعة من منطقة الدراسة والمناطق المحصورة بين المناطق ذات الكثافة القليلة والمبعثرة .

### خريطة (٧) مؤشر التغطية النباتية (NDVI)



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على مرئية القمر الصناعي (Landsat<sup>٨</sup>) ومؤشر الاختلافات الخضرية

الطبيعي (NDVI) ومخرجات برنامج (Arc Gis ١٠,٤) بتاريخ ١٩ - ٤ - ٢٠٢٤

### جدول (٦) مؤشر التغطية النباتية (NDVI)

ت	نوع الغطاء النباتي	المساحة (كم <sup>2</sup> )	النسبة المئوية	اللون الممثل خرائطياً
1	غطاء نباتي مبعثر	56.8	9.7	اللون الأصفر
2	غطاء نباتي قليل	182.1	31.2	اللون الأخضر الفاتح
3	غطاء نباتي متوسط	345.0	59.1	اللون الأخضر الداكن
	المجموع	583.9	100.0	

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (٧)

### ٧ - الخصائص المورفومترية لمنطقة البحث

تحتل الأحواض المائية جانبا كبيرا من اهتمامات الدراسات المورفومترية لما لهذه الأحواض من دلالات هيدرولوجية معينة من حيث خصائص الصرف المائي وهيدرولوجية المجاري المائية وتكوين الرسوبيات والمساهمة في نشوء الأشكال الجيومورفولوجية الارسابية و الحتية (Strahlar, ١٩٥٨) تم دراسة (٣) احواض مختلفة لتحديد الخصائص المورفومترية في منطقة الدراسة حيث يقع حوض (B١) في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي كما في الخريطة (٨)



جدول (٧) الخصائص المساحية لمنطقة الدراسة

ت	الحوض	مساحة الحوض	محيط الحوض	طول الحوض	عرض الحوض	طول القناة الرئيسية
1	B1	160.8	63.6	21.3	7.5	27.2 كم
2	B2	122.7	53.6	18.8	6.5	23.4 كم
3	B3	68.7	40.1	12.8	5.4	15.9 كم

المصدر: من عمل الباحثة باستخدام برنامج (ARC MAP 10.8)

**أ- مساحة الحوض (Basin Area)**

يعرف مساحة حوض التصريف بأنها كامل المساحة التي يحدها خط تقسيم المياه ويصرفها النهر , وتحسب مساحة الحوض بعد تعيين حدود حوض التصريف وتؤثر مساحة الحوض تأثيراً مباشراً على عدد واطوال المجاري وما يتبع ذلك من تأثير على كمية التصريف وعلى حجم وكمية الرواسب ويعود التباين في مساحات الاحواض الى التباين في الخصائص الطبيعية الصخرية , المناخ , التضاريس فضلاً عن عامل الزمن (Strahlar, ١٩٥٨), من الجدول (٧) تبين ان المساحة الكلية للأحواض المختارة في الدراسة (٢, ٣٥٢ كم<sup>٢</sup>) , حيث جاء الحوض (B١) بمساحة بلغت (٨, ١٦٠ كم<sup>٢</sup>) وهو اكبر الاحواض مساحة في منطقة الدراسة اما اصغر الاحواض من حيث المساحة هو حوض (B٣) الذي بلغ مساحته (٧, ٦٨ كم<sup>٢</sup>)

**ب - محيط الحوض ((Basin Circumference)**

وهو خط تقسيم المياه بين الحوض وما يجاوره من احواض أخرى , ويستعمل هذا المعامل لتوضيح مدى انتشار الحوض واتساعه , ويزداد انتشار الحوض وتوسعه كلما زاد طول محيطه وينعكس ايضا على تطوره الجيومورفولوجي (العذاري ا.ا, ٢٠١٧) , من خلال ملاحظة الجدول (٧) تبين ان محيط الحوض (B١) هو اكبر احواض منطقة الدراسة اذ بلغ (٦, ٦٣ كم) , اما الحوض (B٣) سجل اقل محيط من بين الاحواض اذ بلغ (١, ٤٠ كم) اما محيط حوض (B٢) بلغ (٦, ٥٣ كم) ويرجع هذا الاختلاف في محيط الاحواض الى التباين في مساحة كل حوض فهناك علاقة طردية بين المساحة وابعاد الحوض , والى التفاوت في عدد المراتب النهرية , وكذلك يتأثر محيط الحوض بالطيات المحدبة والمقعرة كطية قرّة داغ التي عملت على تحجيم تراجع المنحدرات والتي تمثل قممها خط تقسيم المياه بين الاحواض .

**ت - طول الحوض ((Basin Length)**

هو الخط الذي يمتد من المصب الى ابعد نقطة في منطقة تقسيم المياه في الوادي , ولطول الحوض دور مهم في عملية الجريان السطحي اذ يتحكم بمدة تفريغ الحوض لمياهه وحمولته الرسوبية (عويد, ٢٠١٦) ان طرق قياس اطوال الحوض متعددة منها (Maxwall) والذي يرى ان افضل طريقة لقياس طول الحوض هو ان نقوم برسم خط مواز للمجرى الرئيس في المصب باتجاه اعلى

نقطة من محيط الحوض (Maxwall, ١٩٦٠) وتم قياس الطول الحقيقي والمثالي لبحوض منطقة الدراسة ويلاحظ من الجدول (٧) ان ادنى طول كان للحوض (B٣) اذ بلغ (١٢,٨ كم) ويمثل اقل الاحواض طولاً اما اعلى الاحواض طولاً هو الحوض (B١) والبالغ طوله (٢١,٣ كم), اما الحوض (B٢) بلغ طوله (١٨,٨ كم) , ويعود هذا التباين في اطوال الاحواض الى التباين في البعد ما بين المنبع .

### ث - عرض الحوض (Width of the Basin)

ويقصد به المسافة المستقيمة العرضية ما بين ابعدين نقطتين على محيط الحوض ويؤثر على كمية التساقط والجريان والترشيح اذ كلما زاد ما يتلقاه من التساقط وبالتالي زيادة الجريان السطحي , وعدم إمكانية اعتماد قياس عرض الحوض كبعد واحد وذلك بسبب كثرة التعرجات فيه واختلاف شكل اجزائه (محسوب، ١٩٩٧) وبعد تطبيق المعادلة وحسب التحليل المورفومتري في جدول (٧) وجد ان اعلى متوسط عرض الحوض من بين الاحواض عند حوض (B١) اذ بلغ (٧,٥ كم) بسبب كبر مساحته وطوله , وادنى متوسط عرض الحوض في (B٣) اذ بلغ (٥,٤ كم) لصغر مساحته وقصر طوله, في حين تراوح عرض الحوض المتبقي (B٢) حوالي (٦,٥ كم) , حيث ان الاودية التي تتميز بزيادة طولها مقارنة بعرضها تتميز بوصول المياه الى مجراها الرئيس في اوقات مختلفة اذ يستمر الجريان لمدة طويلة اما بالنسبة الى الاحواض العريضة حيث تصل المياه في المجرى الرئيس في وقت واحد ويؤدي الى زيادة قمة الفيضان .

### ج - طول القناة الرئيسية (Main Channel Length)

بلغ طول القناة الرئيسية لحوض (B١) بلغ (٢٧,٢ كم) اما طول القناة الرئيسية لحوض (B٢) قد بلغ (٢٣,٤ كم) اما حوض (B٣) فقد بلغ طول القناة الرئيسية فيه (١٥,٩ كم).

### ٧ - ٢: خصائص شبكة الصرف

ان شبكة التصريف السطحي تعرف بأنها مظاهر طبوغرافية تتركز فيها مياه الجريان السطحي، وهي من المظاهر الطبوغرافية الخطية التي تنقل المياه السطحية الجارية من منابعها الى مصباتها، وتعد دراسة شبكات التصريف السطحي ذات أهمية في فهم العمليات الجيومورفولوجية بشكل عام لاسيما ان شبكات التصريف السطحي تعكس ما يؤثر في تشكيلها من عوامل عدة منها التضاريس والمناخ والتربة والتركيب الصخري والغطاء النباتي (الغامدي، ٢٠٠٤) وتشمل هذه الخصائص ما يلي:

جدول (٨) معادلات استخراج خصائص شبكات الصرف

ت	اسم المعادلة	المعادلة	توضيح رموز المعادلة	المصدر
1	اعداد الرتب النهريّة	$Nu = N1 + N2... + Nn$	Nu: اعداد الرتب النهريّة N1: عدد الجداول في المرتبة الأولى N2: عدد الجداول في المرتبة الثانية Nn: اعداد الجداول في المرتبة الأخرى	Horton, 1945, P.275-370.
2	اطوال المجاري	$Lu = L1 + L2 \dots + Ln$	Lu: معدل اطوال المجاري L1: اطوال جداول المرتبة الأولى L2: اطوال جداول المرتبة الثانية Ln: اعداد اطوال المراتب الأخرى	Horton, 1945, P.275-370. Strahler, 1964, P.439-467
3	نسبة التشعب	$Rb = Nu1 / Nu2 + 1$	Rb: نسبة التشعب Nu: العدد الكلي للمجاري في رتبة معينة Nu+1: عدد المجاري في الرتبة التي تليها	Strahler, 1964 P.439-467

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على Arc Gis

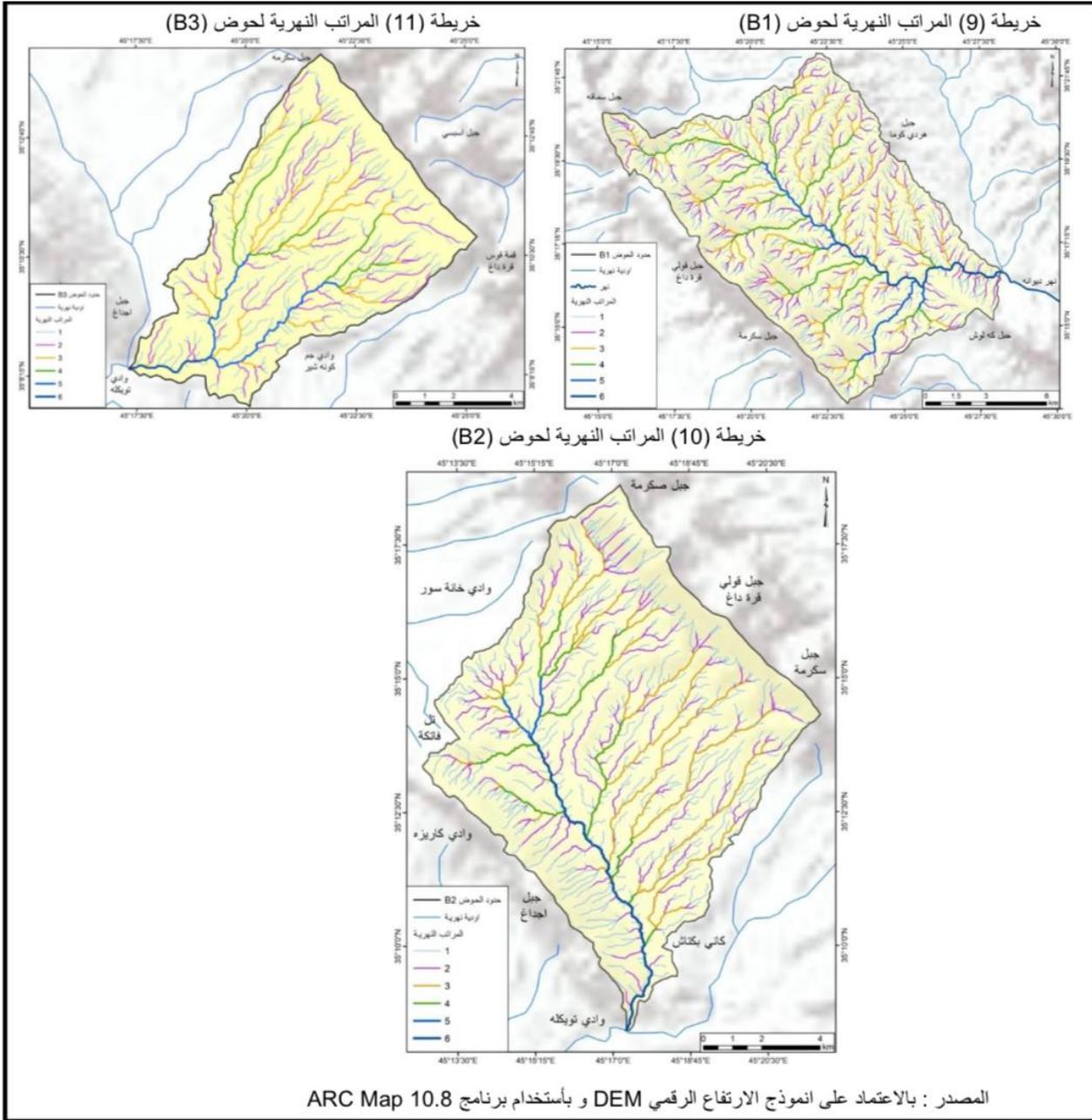
### أ- المراتب النهريّة (أعداد واطوال الاودية النهريّة)

وهي مجموعة الروافد والتي تعد بداية المسيلات والجداول المائية الى ان تتجمع فتتمو طولاً وسعة وتصريفاً وتقل عدداً الى ان يتكون النهر الرئيسي (النقاش، ١٩٩٨) يمكن حساب اعداد الرتب للحوض من العلاقة الرياضية حسب قانون (Horton ١٩٥٤) والذي ينص على ان الرتب النهريّة الأولى ليس لها روافد وتتصل مع بعضها البعض مكونة الرتبة الثانية وان التقاء أي جدولين من جداول الرتبة الثانية تكون الرتبة الثالثة وبهذا نحصل على اعلى الرتب النهريّة التي تمثل المجرى الرئيسي للحوض.

اما اطوال المجاري النهريّة تنص على ( ان مجموع متوسط اطوال المجاري النهريّة من الرتب المتتالية تميل الى تكوين متوالية هندسية تبدأ بمتوسط طول مجاري انهار الرتبة الأولى وتتصاعد تبعاً لنسبة طول الرتبة ) (ابو العينين، ١٩٩٥) حيث تم احتساب اطوال الجداول النهريّة (Lu) لكل رتبة من خريطة التصريف باعتماد برنامج (ARC GIS) وتم بعد ذلك حساب مجموعة اطوال الجداول لكل رتبة من خلال العلاقة الرياضية كما موضح في جدول (٨) , نلاحظ من جدول (٩) و(١٠) وخريطة (٩) و(١٠) و(١١) ان الحوض الذي بلغ اكبر عدد من حيث المجاري واطوالها هو الحوض (B١) حيث بلغ (١٨١٨) مجرى وبطول (٦٤٤,٢ كم) حيث يشكل اكبر احواض منطقة الدراسة من حيث المساحة ويعود سبب ذلك ان المجاري المائية بمختلف رتبها تعمل على زيادة المساحة الحوضية عن طريق النحت حيث تزداد قدرته مع تزايد اطوالها واعدادها كلما كانت قيمة معدل اطوالها المجاري لرتبة معينة عالية يدل على ان مجاري تلك الرتبة تسير في مناطق سهلية قليلة الانحدار , اما بالنسبة الى الحوض الذي يقل فيه معدل اطوال المجاري واعدادها كانت في حوض (B٣) حيث بلغ (٤٦٦) مجرى وبطول (٢٣٩,٦ كم) وهذه القيمة المنخفضة تدل على ان الحوض يسير في أراضي شديدة الانحدار واريحي جبلية .

**ب- نسبة التشعب Bifurcation Ratio**

تعد نسبة التشعب من الخصائص المهمة في الدراسات المورفومترية لشبكة الصرف اذ تمثل أحد العناصر المتحكمة بمعدل التصريف النهري في الحوض، تعبر نسبة التشعب عن العلاقة بين عدد المجاري في رتبة ما، وعدد المجاري في الرتبة التي تليها مباشرة لذلك يحسب نسبة التشعب بقسمة اعداد الرتبة الأولى على الثانية (Gregory . k.j. And Waling, ١٩٧٣) , عند تطبيق هذه المعادلة على احواض منطقة الدراسة في جدول (١١) نلاحظ ان نسب التشعب تتباين بين مراتب المجاري لأحواض منطقة الدراسة حيث جاءت اعلى نسبة التشعب في حوض (B١) للمرتبة الأولى الى الثانية حيث بلغت (٤,٦٦) وبمعدل (٤,٢٨) وهو اعلى الاحواض في نسبة التشعب وذلك لأنه يمتد عبر جيولوجية معقدة التركيب، اما بالنسبة لحوض (B٢) و (B٣) فكانت اقل نسبة للتشعب بلغت (٢) وبمعدل بلغ (٣,٨٧) و (٣,٣٥). تدل هذه القيم المنخفضة الى المتوسطة ان الاحواض لم تتأثر بالانكسارات ولم تتعرض للتشويه.



جدول (9) اعداد الاودية بحسب الرتب النهرية

الحوض	الرتبة 1	الرتبة 2	الرتبة 3	الرتبة 4	الرتبة 5	الرتبة 6	المجموع
B1	1422	305	70	16	4	1	1818
B2	647	144	33	11	2	1	838
B3	356	78	22	7	2	1	466
المجموع	1.858	414	104	31	5	2	-

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (9-10-11) وبرنامج ARC GIS

جدول (10) اطوال المجاري بحسب الرتب / كم

الحوض	الرتبة 1	الرتبة 2	الرتبة 3	الرتبة 4	الرتبة 5	الرتبة 6	المجموع
B1	329.5	157.1	82.4	49	14.6	11.6	644.2
B2	242.3	99.1	68.1	23.5	4.1	12.8	449.9
B3	119.7	58.4	31.4	16	11	3.1	239.6
المجموع	628.6	275	165.8	85.4	32.8	15.9	-

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (9-10-11) وبرنامج ARC GIS

جدول (11) نسبة التشعب في احواض منطقة الدراسة

الحوض	2 / 1	3 / 2	4 / 3	5 / 4	6 / 5	المعدل
B1	4.66	4.35	4.38	4	4	4.28
B2	4.49	4.36	3	5.5	2	3.87
B3	4.56	3.55	3.14	3.5	2	3.35

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (9-10-11) وبرنامج ARC GIS

### ٧ - ٣: تحليل الخصائص الشكلية للأحواض

وللدراسة التطبيقية المورفومترية لصفات شكل الحوض لها أهميتها حيث انها تفيد في قياس معدلات الحصص المائية ومعرفة كمية المياه المؤثرة في تجهيز الماء الى المجرى الرئيسي وتحكمه بدورة التصريف المائي ودلالة خطر الفيضان وتأثيراتها المتفاوتة في الاشكال الأرضية الناتجة ومساحة احواضها (العذاري، ٢٠١٧). ومن هذه الخصائص: - جدول (١١) و(١٢)

#### أ- نسبة تماسك المساحة (معدل الأستدارة) Ratio Circularity

ان نسبة تماسك المساحة تشير الى ابتعاد او اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري , وهذا معيار كمي قيمته تكون بين الصفر والواحد الصحيح ( صفر - ١ ) , وكلما اقترب الناتج من الواحد الصحيح دل على ان الحوض يقترب من الشكل الدائري , اما اذا اقترب من الصفر كان الحوض اقرب الى الأستطالة ودل على عدم انتظام وتعرج خطوط تقسيم المياه , اذا تراوحت القيم ما بين (٠ - ٠,٤) دل ذلك على اقتراب الحوض من الشكل ( المستطيل ) وعند تطبيق المعادلة جدول (١١) (Strahler, ١٩٦٤) و جدول (١٢) تتضح النتائج ان قيم حوض (B١) و (B٢) و (B٣) من الاحواض ذات الشكل البيضوي حيث بلغت قيم هذه الاحواض (٠,٥٠) و (٠,٥٤) و (٠,٥٤) على التوالي وهذه الاحواض تكون ما بين (٠,٤ - ٠,٦) وهي القيمة الوسطى التي تدل على ان صخور الحوض تتصف بكونها متجانسة وذات نفاذية عالية .

#### ب- نسبة الأستطالة Elongation Ratio

تدل نسبة الاستطالة على اقتراب شكل الحوض او ابتعاده عن الشكل المستطيل , وتقع نسبته بين (١-٠) وكلما اقترب الرقم من الصفر دل على شدة استطالة الحوض , اما اذا اقتربت من الواحد الصحيح دل ذلك على اقتراب الحوض من الشكل الدائري (العجيلي، ٢٠١٤) ويعبر عنها بالمعادلة جدول (١١) ومن خلال ملاحظة الجدول (١٢) تتضح النتائج ان قيم حوض (B١) و (B٢) كانت تقترب من الشكل البيضوي اذ بلغ معدلاتها (٠,٦) و (٠,٦) اما قيم حوض (B٣) ابتعد عن الشكل

المستطيل واقترب من الشكل الدائري اذ بلغ معدله (٠,٧٣). ويلاحظ ان جميع الاحواض ما بين الدائري والبيضوي وهو ما يعني سرعة وصول موجة الفيضان الى المصب وكذلك يشير الى وجود روافد تتصل بالمجرى الرئيس على طول امتداده اما الاحواض الدائرية تدل على ان طول الروافد تقترب من طول المجرى الرئيس وهي متصلة بالمجرى الرئيس على طول امتداده .

#### ت- معامل شكل الحوض From Factor

ان هذا المعامل يدل على مدى تناسق العلاقة بين طول الحوض وعرضه بالنسبة لمساحة الحوض يدل على تناسق أجزاء

الحوض (الصالحى، ٢٠٠٠)، ان انخفاض قيمته عن الواحد الصحيح يدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث اما القيم المرتفعة القريبة من الواحد الصحيح تدل على ابتعاد الحوض عن الشكل المثلث، يعبر عن معامل شكل الحوض بالمعادلة جدول (١١) وقد تباينت الاحواض من حيث النسب عن المعدل فسجلت الاحواض (B١) و (B٢) و (٠,٣٥) و (٠,٣٥) أدنى من المعدل وهي بذلك تقترب من الشكل الهندسي المثلث، اما حوض (B٣) اعلى من المعدل بشكل طفيف وهذا يعني ابتعادها عن الشكل الهندسي جدول (١٢).

جدول (11) معادلات استخراج الخصائص الشكلية للاحواض

ت	اسم المعادلة	المعادلة	توضيح رموز المعادلة	المصدر
1	نسبة تماسك المساحة	$Rc = 4A\pi/p^2$	Rc : معدل الاستدارة 4 : ثابت A : مساحة الحوض / كم <sup>2</sup> P : محيط الحوض تربيع / كم	Strahler , 1964 , P.439 – 467
2	نسبة الاستطالة	$Re = 1.129 \times \sqrt{A} / L$	Re: معدل الاستطالة A : المساحة / كم <sup>2</sup> L : طول الحوض / كم	اعتمدها ( Schumn ) 1956( واختصرها Zavoianu1985 )
3	معامل شكل الحوض	$Ff = A / Lp^2$	Ff : معامل الشكل A : المساحة / كم <sup>2</sup> Lp2 : مربع طول الحوض	Dayal and sarup , 2015 , p.1204 – 1213
4	المحيط النسبي	$Rp = A/P$	Rp: المحيط النسبي A: مجموع مساحة الحوض / كم <sup>2</sup> P: محيط الحوض / كم	Schumm, 1956, P.597 – 646
5	علاقة الطول بالمساحة	$Lar = 1.4 \times A^{0.6}$	Lar: علاقة الطول مع المساحة 1.4 : ثابت A : المساحة / كم <sup>2</sup>	Hack ,J.T,1957, p.230
6	نسيج التصريف	$Dt = \frac{Nu}{P}$	Dt: نسيج التصريف Nu: اعداد الرتب النهريه P: محيط الحوض / كم	Horton, 1945, P-275-370
7	نسبة المطابقة	$Rf = Lc/p$	Rf: نسبة المطابقة Lc: طول القناة الرئيسة / كم P: محيط الحوض / كم	Melton , 1957
8	معامل التماسك	$Cc = 0.282 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$	Cc : معامل التماسك 0.282 : نسبة ثابتة P: محيط الحوض / كم A : المساحة / كم <sup>2</sup>	Horton, 1945, P-275-370

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات برنامج ARC GIS

**ث - المحيط النسبي Relative Perimeter**

يقصد بالمحيط النسبي هو القيمة بين مجموع مساحة الحوض الى محيط الحوض ويتم حسابه حسب المعادلة التي جاء بها (Schumm, 1956, p. 646-647) جدول (11) ومن خلال التحليل المورفومتري للأحواض وجدول (12) تبين ان اعلى قيمة للمحيط النسبي كانت للحوض (B1) حيث بلغت (2,53) اما أدني قيمة جاء بها الحوض (B3) بلغت (1,71) اما حوض (B2) بلغت قيمه المحيط النسبي فيه (2,29).

**ج - علاقة الطول بالمساحة Length Area Relation**

من خلالها يتم توضيح علاقة طول الحوض ومساحته ومدى التناسق في شكل الحوض، (Hack, 1957, J.T) ويتم حسابها وفق المعادلة جدول (11)، ومن خلال اجراء التحليل المورفومتري على احواض منطقة الدراسة يلاحظ من الجدول (7) بلغت نسبة علاقة الطول مع المساحة للحوض (B1) (29,51)

وهي اعلى قيمة ما بين الاحواض اما حوض (B٣) فكان أدني قيمة للاحواض حيث بلغ (١٧,٧١) اما حوض (B٢) فكانت قيمته (٢٥,٠٩).

جدول (12) قيم الخصائص الشكلية لاحواض منطقة الدراسة

ت	الخصائص الشكلية	حوض B1	حوض B2	حوض B3
1	نسبة تماسك المساحة	0.50	0.54	0.54
2	نسبة الاستطالة	0.67	0.67	0.73
3	معامل شكل الحوض	0.35	0.35	0.42
4	المحيط النسبي	2.53	2.29	1.71
5	علاقة الطول بالمساحة	29.51	25.09	17.71
6	نسيج التصريف	28.58	15.63	11.62
7	نسبة المطابقة	0.43	0.44	0.40
8	معامل التماسك	1.41	1.36	1.36

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات برنامج ARC GIS

### ح - نسيج التصريف Drainage Texture

وهو مؤشر مهم من اجل تحليل حوض النهر وفقا لـ (Horton) هو مجموع اعداد الرتب النهرية الى محيط الحوض حيث يعتمد على عدد من العوامل الطبيعية منها التربة وقدرة الترشيح للتربة وهطول الامطار وعوامل المناخ والكثافة التصريفية والصخور , ويعد من المقاييس المهمة لقياس كثافة شبكة التصريف اذ تعني كثافة التصريف الواطئة نسيج خشن اما الكثافة العالية تعني نسيج ناعم , وقد صنف نسيج التصريف الى خمسة فئات حيث ان اقل من (٢) الخشنة جدا وما بين (٢-٤) الخشنة و (٤-٦) المعتدلة و (٦-٨) ناعمة واكبر من (٨) ناعمة جدا (Pareta, ٢٠١١) ويعبر عن نسيج التصريف بالمعادلة جدول (١١) , ومن خلال ملاحظة الجدول (٦) تبين ان نسيج التصريف للاحواض (B١) و (B٢) و (B٣) بلغت قيمها (٢٨,٥٨) (١٥,٦٣) (١١,٦) وجميع هذه القيم تقع ضمن فئة النسيج الناعم جدا.

### خ - نسبة المطابقة Factor Ratio:

ويقصد بها نسبة طول القناة الرئيسية الى طول محيط الحوض (العذاري ا.١, ٢٠١٧) , وهي من المقاييس الطبوغرافية ويشير الى مدى نسبة التطابق والتوافق التضاريسي للحوض وتتراوح قيمتها بين (٠ - ١) حيث تشير القيم القريبة من الصفر الى تضاريس وعرة وانحدارات شديدة اما القيم القريبة من الواحد فتدل الى تضاريس منبسطة قليلة الانحدار (B.pande, ٢٠١٣) ويمكن استخراجها وفق المعادلة جدول (١١) , ومن خلال جدول (١٢) يوضح انه بلغت نسبة المطابقة في حوض (B١) (٠,٤٣) اما حوض (B٢) بلغت (٠,٤٤) وحوض (B٣) كانت قيمته (٠,٤٠) وهذه القيم للاحواض الثلاث اقرب الى الصفر من الواحد الصحيح مما يشير الى وجود تضاريس وعرة وانحدارات شديدة في هذه الاحواض .

## د - معامل التماسك (Compactness Coefficient)

وهو نسبة محيط الحوض النهري الى محيط دائرة لها نفس مساحة الحوض النهري حيث يوضح مدى تجانس وتناسق شكل محيط الحوض مع مساحته التجميعية ودرجة انتظام وتعرج خط تقسيم المياه وذلك لا يعتمد على حجم الحوض بل على انحداره , وكلما كانت القيمة كبيرة تعني طول محيط الحوض بالنسبة لمساحته لكثرت تعرجه وتعني تلك القيمة المرتفعة تؤدي الى قلة انتظام الحوض فاذا كانت النتيجة عالية تدل على استطالة الحوض أي عندما تتجاوز (١,٥) ويستخرج هذا المعامل وفق معادلة (Horton ١٩٤٥) جدول (١١) ومن خلال النظر للجدول (١٢) نلاحظ ان اعلى قيمة في حوض (B١) (١,٤١) (عدم تعرجها) , اما حوض (B٢) و (B٣) كانت متشابهة حيث بلغت قيمهما (١,٣٦) و (١,٣٦) . ما يعني انتظام الاحواض وتناسقهم مع مساحتهم التراكمية وهذا يدل على ان الاحواض تقترب من الشكل الدائري ووجود ترابط بين أجزاء الاحواض وانتظام خطوط تقسيم المياه.

## ٧ - ٤: تحليل الخصائص النسيجية للاحواض Darinage Texture Analysis:

للخصائص النسيجية اهمية كبيرة في دراستها حيث انها ترتبط ارتباط مباشر بالعوامل الطبيعية والتي تتمثل بطبيعة تركيب الصخور والبنية الجيولوجية ونوع الغطاء النباتي والظروف المناخية السائدة، وتضمنت الخصائص النسيجية للاحواض على النحو الآتي: جدول (١٣) (١٤).

جدول (13) معادلات استخراج الخصائص الشكلية للاحواض

ت	اسم المعادلة	المعادلة	توضيح رموز المعادلة	المصدر
1	كثافة التصريف	$Dd = \sum_i^k = 1 \sum_i^N = 0 Lu/A$	Dd كثافة الصرف Lu مجموع اطوال المجاري / كم A المساحة / كم <sup>2</sup>	(Strahler, 1994) (Horton, 1932)
2	التكرار النهري	$F = \sum_1^n Nu/A$	F التكرار النهري Nu عدد الجداول A المساحة / كم <sup>2</sup>	Ali and Ali, 2014
3	معامل صيانة المجرى	$Ccm = \frac{1}{Dd} = A / \sum_i^k = 1 \sum_i^N = 0 L$	Ccm معامل صيان المجرى A مساحة الحوض المائي / كم <sup>2</sup> Lu مجموع اطوال المجاري لجميع رتب الحوض/كم	Dikpal and brasad ,2015) (schumm, 1956)
4	معامل الانعطاف	$Ff = \frac{A}{L^2}$	Ff معامل الانعطاف A مساحة الحوض / كم <sup>2</sup> L الطول الاقصى للحوض / كم	Horton , 1932 Strahler , 1964
4	شدة التصريف	$Di = \frac{F}{Dd}$	Di شدة التصريف F التكرار النهري Dd كثافة الصرف	(Horton, 1945)
5	متوسط طول الجريان السطحي	$Lg = \frac{1}{2} \times Dd$	Lg متوسط طول الجريان السطحي Dd كثافة الصرف	(Horton, 1945)
6	عدد الترشيح	$lfn = F \times Dd$	lfn عدد الترشيح F التكرار النهري Dd كثافة الصرف	Gayen et al , 2013 p. 13

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات برنامج ARC GIS

## أ - كثافة التصريف (Darinage density)

يمكن استخراج كثافة الصرف للاحواض وفقا للمعادلة جدول (١٣) , اذ ان كثافة الصرف المنخفضة يدل على نفاذية التربة الشديدة والغطاء النباتي الكثيف ويؤدي هذا الى انخفاض الجريان السطحي اما وجود الغطاء النباتي وتضرس الأرض وزيادة كمية وزمن الجريان السطحي يدل على كثافة الصرف العالية ومن خلال بيانات جدول (١٤) تبين ان كثافة الصرف للاحواض (B١) و(B٢) و(B٣) اذ بلغت (٣,٢٠) و (٣,٦٧) و (٣,٤٩) على التوالي وهذا يدل على ان النسيج خشن حسب معيار سترابيلر , ويعود سبب انخفاضها الى شدة نفاذية الصخور وقلة التهطلات المطرية التي تسقط على احواضها .

## ب - التكرار النهري (Stream Frequency)

هو نسبة بين عدد المجاري المائية لجميع الرتب لحوض معين الى مساحة حوض التغذية (Horton, ١٩٣٢) ويتم استخراج التكرار النهري حسب معادلة جدول (١٣) ومن خلال الجدول (١٤) تبين ان اعلى قيمة للتكرار النهري سجلت في حوض (B١) اذ بلغت (٦,٩٠) اما ادنى قيمة فقد سجلت في حوض (B٢) اذ بلغت حوالي (٦,٧٨) اما حوض (B٣) فقد سجل (٦,٨٣) وتدل هذه القيم المنخفضة على ضعف تأثير الحوض بعوامل التعرية بسبب قلة المياه الجارية نتيجة لقلة الامطار الساقطة فضلا عن طبيعة الصخور السائدة في المنطقة وكذلك وجود الفواصل ولانكسارات , حيث يتأثر التكرار النهري بمجموعة من العوامل الطبيعية في مقدمتها الامطار التي تدل على مدى تعرض منطقة الدراسة الى شحة المياه او اخطار الفيضانات وكذلك تأثير العوامل البشرية في التسريع من هذه الظواهر (S.Ahmed, ٢٠١٤).

جدول (14) قيم الخصائص النسيجية للاحواض منطقة الدراسة

ت	الخصائص الشكلية	حوض B1	حوض B2	حوض B3
1	كثافة التصريف	4	3.67	3.49
2	التكرار النهري	11.30	6.83	6.78
3	معامل صيانة المجرى	0.25	0.27	0.29
4	معامل الانعطاف	1.31	1.27	1.27
5	شدة التصريف	2.82	1.86	1.94
6	متوسط طول الجريان السطحي	0.16	0.14	0.14
7	عدد الترشيح	45.20	25.04	23.66

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات برنامج ARC GIS

## ت - معامل صيانة المجرى (Channel Maintenance Coefficient)

ويقصد به متوسط الوحدة المساحة اللازمة لتغذية مرتبة طولية واحدة من مراتب شبكة تصريف أي حوض وان صيانة المجرى عكس كثافة الصرف حيث انه يمثل تغذية مساحة سطح الحوض لوحدة طولية واحدة من مجاري الشبكة ولا يعتمد فقط على نوع الصخور والنفاذية والنظام

المناخي وكثافة الصرف والغطاء النباتي بل كذلك يعتمد على مدة التعرية والتاريخ المناخي (محييس، ٢٠١٨) ومن ملاحظة الجدول (١٤) يتضح لنا تقارب قيم معدل صيانة المجرى اذ تراوحت قيمها في حوض (B١) (٠,٣١ كم<sup>٢</sup>) اما في حوض (B٢) بلغت قيمها (٠,٢٧ كم<sup>٢</sup>) اما في حوض (B٣) بلغت (٠,٢٩ كم<sup>٢</sup>) دليل ذلك على تماثل الظروف الطبيعية التي اثرت في تكوين الشبكات المورفومترية لاحواض المناطق منها الظروف المناخية والظروف البنيوية .

### ث - معامل الانعطاف Coefficient

يعبر عن هذا المعامل من خلال الطول الحقيقي للمجرى (ويقصد بالطول الحقيقي المسافة التي يقطعها المجرى من المنبع الى المصب) الى الطول المثالي الذي يقصد به اقصر مسافة يسلكها المجرى من المنبع الى المصب (ابو العينين، ١٩٩٥) , وتشير القاعدة ان كلما كان الانعطاف تقترب من (١) اقترب المجرى من الخط المستقيم , من خلال تطبيق المعادلة جدول (١٣) يلاحظ من الجدول (١٤) ان النسب متقاربة حيث كانت القيم للاحواض (B١) و (B٢) و (B٣) بلغت (١,٣١) و (١,٢٧) و (١,٢٧) مما يدل على ان احواض منطقة الدراسة ذو استقامة قليلة ( منعطف ) حسب تصنيف (Smith) حيث كان تصنيفه : اذا كانت القيمة (١,١) يكون الحوض ذو استقامة عالية ( مستقيم ) اما اذا كانت القيمة (١,٥) دل على استقامة متوسطة ( ملتوي ) اما اذا كانت القيمة (١,٥) فأكثر فيدل على ان الحوض ذو استقامة قليلة أي ( منعطف ) (Smith, ١٩٥٠ , p. ٢٤٨)

### ج - شدة التصريف (Drainage Intensity)

وهي نسبة التكرار النهري الى كثافة الصرف وتستخرج عن طريق المعادلة في جدول (١٣) (Horton, ١٩٤٥) ومن خلال ملاحظة الجدول (١٤) تراوحت قيم شدة التصريف في الاحواض حيث ان اعلى قيمة كانت في حوض (B١) حيث بلغت (٢,١٦) اما أدنى شدة تصريف كانت في حوض (B٢) بلغت (١,٨٦) اما حوض (B٣) بلغت قيمته (١,٩٤). وهذا يدل على ارتفاع القيمة بالتالي ان الجريان السطحي يستغرق وقتا اقل في الجريان فوق سطح الأرض وهذا ناتج من شدة انحدار المنطقة.

### ح - متوسط طول الجريان السطحي (Average Length of Overland Flow))

وهو من اهم المتغيرات التي تؤثر على التنمية الهيدرولوجية للاحواض حيث يقيس طول المياه على الأرض قبل ان يحصل تركيز فيها قنوات الجريان السطحي ويساوي مقلوب كثافة الصرف (Horton, ١٩٤٥) , ويرتبط بمجموعة من العوامل الطبيعية كالمناخ والغطاء النباتي ونوع الصخور ومدى مساميتها ونفاذيتها والانحدار وتأثير الاضطرابات , والقيمة التي تقل عن (٠,٢) كم تدل على ان مسارات التدفق قصيرة مع منحدرات أرضية شديدة الانحدار اما اذا كانت القيمة

بين (٠,٢ - ٠,٣) كم فتشير الى منحدر ارضي معتدل , اما (٠,٣) كم فهي القيمة الأكثر وتشير الى مسار تدفق طويل مرتبط بزيادة التسرب وانخفاض للجريان السطحي (S Gayen, ٢٠١٣), ويستخرج من المعادلة جدول (١٣) (Horton, ١٩٤٥) ومن خلال الجدول (١٤) يبين ان هناك تباين في قيم الاحواض حيث كانت اعلى قيمة في حوض (B١) بلغت (٠,١٦) كم اما اقل قيمة فقد سجلت عند حوض (B٣) حيث بلغت قيمته (٠,١٤) كم اما حوض (B٢) بلغت قيمته (٠,١٤) كم وهذا يدل على وجود مسار تدفق طويل مرتبط بزيادة التسرب وانخفاض الجريان السطحي .

#### خ - عدد الترشيح (Infiltration number)

وهو نتاج كثافة الصرف والتكرار النهري وله دورا هاما في مراقبة طول الحوض, ان القيم العليا تشير الى ان الجريان السطحي مرتفع والتسرب منخفض والقيم المنخفضة تدل على انخفاض الجريان السطحي والقدرة العالية على الترشيح , حيث يعتمد الجريان السطحي على انحدار المنطقة ويستخرج من المعادلة جدول (١٣) (S Gayen, ٢٠١٣) ويلاحظ من الجدول (١٤) تبين ان عدد الترشيح للحوض (B١) بلغت (٢٢,٠٧) كم وبلغت عند حوض (B٢) (٢٥,٠٤) اما بالنسبة لحوض (B٣) فقد بلغت قيمته (٢٣,٦٦) يدل على ان الاحواض تتسم بكميات جريان سطحي عالي ساعد ذلك صخرية المنطقة والتأثير الأكبر كان لشدة الانحدار الذي لا يسمح بالترشيح .

#### ٧ - ٥: تحليل الخصائص التضاريسية للاحواض

تحضى دراسة الخصائص التضاريسية بأهمية بالغة للجيومورفولوجي والهيدرولوجي حيث انها تبين المراحل الحتية التي وصلت اليها الاحواض والعمر الزمني لها , وتعكس الوضع التضاريسي والبنية الجيولوجية للمنطقة , كما انها تحدد مستوى كمية الرسوبيات التي تنتقل للمنطقة السهلية وخصائص الاشكال الأرضية لاسيما في المناطق شديدة الارتفاع التي تكون ذات بنية جيولوجية ضعيفة اذ تزداد فيها شدة التضرس وزيادة حدة عوامل التعرية المختلفة , (محيس, ٢٠١٨) ومن الناحية الهيدرولوجية أهميتها تكون في المناطق المرتفعة اذ تعد مناطق تغذية ومنابع لاحواض الوديان حيث تنشط فيها التعرية والحت المائي مع زيادة شدة الانحدار وتوفر بيئة مناخية رطبة تساهم في نشاط عمليات النقل والارساب مما يعكس أهمية كبيرة لهذه المياه عند خزنها والاستفادة منها في أوقات أخرى , وكذلك تحدد معالم الشبكات المائية لمنطقة الدراسة (عبدالحسين ح, ٢٠١٧) , وتشمل هذه الخصائص : - جدول (١٥) و (١٦) .

## أ - اعلى ارتفاع الحوض Height of Basin out let

وهو اعلى منسوب في الحوض، تمثل منابع الاحواض على خط تقسيم المياه، ومن خلال الجدول (١٦) تبين ان حوض (B١) و(B٢) اعلى ارتفاع (١٨٧٠) م و (١٨٧٠) م اما أدنى ارتفاع في الحوض (B٣) بلغ (١٧٨٦) م ويعود هذه التباين في الارتفاعات تبين خصائص منطقة الدراسة.

## ب - أدنى ارتفاع للحوض (Maximum Height of Basin)

وهو الذي يمثل أدنى منسوب في الحوض حيث يمثل مصبات احواض المياه، ومن خلال التحليل المورفومتري على

احواض منطقة الدراسة وجدول (١٦) تبين ان اقصى ارتفاع كان في حوض (B٢) و (B٣) حيث بلغ (٦٤١) و (٦٤١) اما حوض (B١) كان (٦٩٥).

جدول (15) معادلات استخراج الخصائص التضاريسية لاحواض منطقة الدراسة

ت	اسم المعادلة	المعادلة	توضيح رموز المعادلة	المصدر
1	نسبة التضرس	$R_{hi} = H / L_b$	Rhi نسبة التضرس H تضرس الحوض الكلي Lp طول الحوض / كم	Schumn, 1956
2	تضرس الحوض الكلي	$H = Z - z$	H تضرس الحوض الكلي / م Z - z الفرق بين اعلى وادنى نقطة في الحوض	Strahler, 1964
3	نسبة التضرس النسبية	$R_{hp} = H \times 100 / p$	Rhp التضاريس النسبية H فرق الارتفاع / كم P محيط الحوض	Melton, 1957
4	نسبة التدرج	$R_g = (Z - z) / L_b$	Rg نسبة التدرج Z - z اعلى وادنى قيمة للحوض Lb طول الحوض	Pareta and Pareta, 2011
5	قيمة الوعورة	$R_n = D_d \times (H / 1000)$	Rn قيمة الوعورة H فرق الارتفاع بين اعلى وادنى نقطة في الحوض / كم Dd كثافة التصريف	(محسوب، 2001)
6	قيمة ملتون للوعورة	$MRN = H / A^{0.5}$	MRN قيمة ملتون للوعورة H الفرق بين اعلى وادنى نقطة في الحوض / كم A المساحة	Strahler, 1964

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات برنامج ARC GIS

جدول (16) قيم الخصائص التضاريسية لاحواض منطقة الدراسة

ت	الخصائص التضاريسية للاحواض	حوض B1	حوض B2	حوض B3
1	اعلى ارتفاع الحوض	1870	1870	1786
2	ادنى ارتفاع للحوض	695	641	641
3	نسبة التضرس	0.055	0.065	0.089
4	تضرس الحوض الكلي	1175	1229	1145
5	نسبة التضرس النسبية	1.85	2.29	2.86
6	نسبة التدرج	0.055	0.065	0.089
7	قيمة الوعورة	3.76	4.51	4.00
8	قيمة ملتون للوعورة	0.093	0.111	0.138

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات برنامج ARC GIS

**ت - نسبة التضرس Relief Ratio:**

ويقصد بها الفرق بين أعلى نقطة وأدنى نقطة في الحوض الى طول الحوض / كم , وتعد من المقاييس المهمة لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية للمنطقة وكذلك تمثل إحدى الخصائص التي تشير الى مقدار التغيير في تضرس الحوض وطبيعة الانحدار لسطح الأرض (عبدالله، ٢٠١٥) , كذلك تعد من المؤشرات المهمة التي تعطي دلالة واضحة عن كمية الرواسب المنقولة , والتي تتراوح قيمها بين الصفر والواحد الصحيح اذ تزداد نسبتها مع زيادة التضرس وتسهم في سرعة عمليات الحت المائي وتكوين اشكال أرضية مختلفة منها المراوح الغربينية والأراضي الرديئة وتسهم كذلك في سرعة وصول موجة الفيضان وفي زيادة دلالة خطر الفيضان اذ تزداد بزيادة درجة التضرس , اما انخفاض النسبة فيدل على نشاط عمليات النحت والتراجع نحو المنابع , وتستخرج من المعادلة جدول (١٥) ومن ملاحظة الجدول (١٦) تبين ان أعلى قيمة للتضرس كانت في حوض (B٣) اذ بلغت (٠,٠٨٩) اما أدنى قيمة لتضرس الاحواض كانت في حوض (B١) اذ بلغت (٠,٠٥٥) اما حوض (B٢) فكانت نسبة التضرس فيه (٠,٠٦٥) وهذه القيم منخفضة مما دل على التراجع نحو المنابع ونشاط عمليات الحت أي تقدم الاحواض في دورتها التعرؤية وقلة حجم الرواسب المحمولة .

**ث - تضرس الحوض الكلي Area Topography:**

ويقصد به الفرق بين أعلى وأدنى منسوب في الحوض، وهو انعكاس لنشاط عمليات أحت والتعرية وأثرها في تشكل سطح الأرض ضمن حدود الحوض، وكذلك يعد انعكاسه لأثر أنواع الصخور وخصائصها البنيوية ويستخرج تضرس الحوض حسب المعادلة جدول (١٥) ومن خلال اجراء التحليل المورفومتري تبين في جدول (١٦) ان تضرس حوض (B١) قد بلغ (١١٧٥) م اما حوض (B٢) بلغ (١٢٢٩) م بينما بلغ حوض (B٣) (١١٤٥) م.

**ج - نسبة التضرس النسبية Relative Relief Ratio:**

وهو احد المقاييس المورفومترية , تمثل العلاقة ما بين قيمة التضرس ( الفرق بين أعلى وأقل نقطة في الحوض ) ومقدار محيط الحوض , اذ توجد علاقة ارتباط سالبة (عكسية) بين القيم المنخفضة للتضاريس النسبية والاحواض كبيرة المساحة وهذا مؤشر على ضعف مقاومة الصخور لعمليات التعرية عند تشابه الأحوال المناخية اما القيم المرتفعة تدل على صغر مساحة الاحواض ومقاومة الصخور وضعف عوامل التعرية وشدة التضرس ويتم استخراجها وفق المعادلة التي وضعها (Melton, ١٩٥٧) جدول (١٥) ومن خلال جدول (١٦) تبين ان التضاريس النسبية لحوض بلغت (B١) (١,٨٥) اما حوض (B٢) قد بلغ (٢,٢٩).

**ح - نسبة التدرج Gradient Ratio**

وهي مؤشرا على منحدر القناة، مما يتيح تقدير الجريان السطحي، يتم استخراجها حسب المعادلة التي جاء بها (Pareta and Pareta, ٢٠١١) ومن خلال التحليل المورفومتري يلاحظ في جدول (١٠) ان القيم في الاحواض الثلاث كانت منخفضة حيث بلغت القيم في حوض (B١) (٠,٠٥٥) وحوض (B٢) بلغ (٠,٠٦٥) وحوض (B٣) بلغ (٠,٠٨٩)، مما يدل مقاومة الصخور لعمليات التعرية.

**خ - عدد الوعورة Rugged noss number**

وهي العلاقة ما بين تضاريس الحوض وكثافة شبكة الصرف، ويشير الى مقدار تضرس الحوض ومدى انحدار المجرى المائي فيه، ويشير ارتفاع قيم هذا المعامل من الواحد الصحيح الى ان هناك تضرس شديد في الحوض وتكون التعرية المائية هي السائدة، فعندما تزداد قيمة الوعورة تزداد قدرة المجاري على نقل الماء، ان قيمة الوعورة تبدأ بالانخفاض في أولى مراحل الدورة التحاتية ثم تبدأ في التزايد التدريجي حتى تصل الى حدها الأقصى عند بداية مرحلة النضج، ثم تبدأ قيمتها بالانخفاض مرة أخرى عند مرحلة الشيخوخة ونهاية دورتها التحاتية (محسوب، ٢٠٠١) ومن خلال الجدول (١٦) تبين ان قيمة الوعورة للاحواض (B١) و (B٢) و (B٣) بلغ (٣,٧٦) و (٤,٥١) و (٤,٠٠) على التوالي وهذه القيم مرتفعة حيث انها سجلت اكثر من الواحد الصحيح مما يدل على وقوع هذه الاحواض ضمن أراضي مرتفعة ذات انحدار كبير وتعرض لخطورة الجريان السطحي.

**د - عدد ملتون للوعورة**

وهو مؤشر الانحدار الذي يمثل صلابة التضرس داخل احواض منطقة الدراسة ويستخرج وفق المعادلة جدول (١٥)

(Strahler, ١٩٦٤) ومن خلال الجدول (١٦) بلغت اعلى قيمة في حوض (B٣) (٠,١٣٨) اما أدنى قيمة كانت في حوض (B١) حيث بلغت (٠,٠٩٣) اما حوض (B٢) فكانت قيمته (٠,١١١).

**٧ - ٦: أنماط التصريف النهري (Drainage pattern)**

يقصد بنمط التصريف بأنه الشكل العام الذي تأخذه الروافد برتبها المختلفة عندما تلتقي بعضها البعض داخل التصريف النهري او فوق سفح له درجة انحدار (محسوب، ٢٠٠١) يظهر من خلال المرئيات والصور الجوية او عند رسم خريطة للمنطقة، وان سبب اختلاف وتطور أنماط التصريف النهري يعود بشكل أساسي الى نوع التراكيب الخطية ونوع المناخ السائد في المنطقة وكمية التساقط والغطاء النباتي بالإضافة الى الحركات التكتونية وما ينتج عنها من التواءات او

انكسارات (الخشاب، ١٩٧٨) ، وتعددت أنماط الصرف في احواض منطقة الدراسة على النحو الآتي :

#### أ - نمط التصريف الشجري :-

وهو أكثر أنماط التصنيف شيوعا، تتفرع روافده النهرية بهيأة غير منتظمة ويتكون في المناطق ذات الصخور الرسوبية المتجانسة من حيث تكوينها وبنيتها ودرجة صلابتها، فضلا عن طبيعة الانحدار الذي له أهمية في تحديد اتجاه الحوض ورافده الثانوية (الحكيم، ١٩٨١) ، ويلاحظ ان هذا النمط يظهر في الأجزاء الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية من حوض (B١) كما في خريطة (١٢) والاجزاء الجنوبية الشرقية من حوض (B٢) في خريطة (١٣) وكذلك في الأجزاء الشمالية الغربية من حوض (B٣) في خريطة (١٤).

#### ب - نمط التصريف المتوازي :-

يتمثل هذا النوع من الأنماط في منطقة تمتاز بوجود مقعرات طويلة الى متوسطة توازيها محدبات طويلة وهذه الحالة تساعد على وجود هذا النمط بمساحات متساوية ناهيك بتأثيرها بطروف المنطقة التكتونية (منخي، ٢٠١٥)، وجريان المياه فيه تكون بهيأة متوازية مع وجود المسافات الفاصلة ومتقاربة أي بشكل يوازي بعضها بعضا على أراض تتسم بالانبساط ، ويظهر هذا النمط في الأجزاء الجنوبية الغربية والشمالية الغربية من حوض (B١) كما في خريطة (١٢) ، والاجزاء الشمالية والجنوبية الغربية من حوض (B٢) كما يظهر في خريطة (١٣) ، ويظهر كذلك في الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية من حوض (B٣) كما هو موضح في خريطة (١٤) .

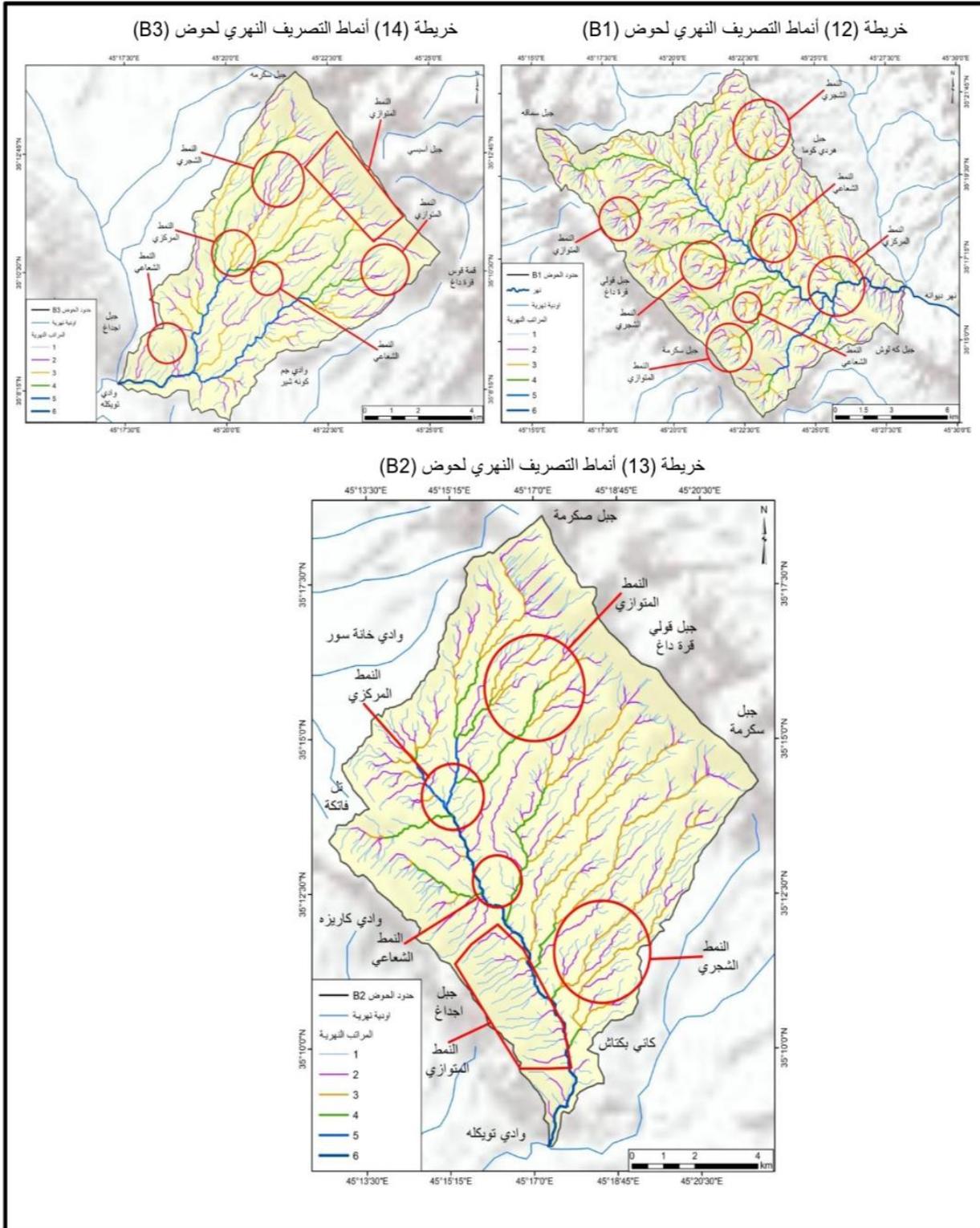
#### ت - نمط التصريف الشعاعي:-

ان هذا النوع من الأنماط يتشكل فوق أنواع مختلفة من التضاريس فقد يظهر فوق القباب التي تكون في مرحلة الشباب او فوق المخاريط البركانية وكذلك يظهر على الدلتوات والدالات المروحية (كربل، ١٩٨٦) ، ويظهر هذا النمط في الاجزاء الوسطى من حوض (B١) كما في خريطة (١٢) والاجزاء الجنوبية الغربية من حوض (B٢) كما يظهر في خريطة (١٣)، ويظهر في الجهات الجنوبية الغربية والوسطى من حوض (B٣) كما هو موضح في خريطة (١٤).

#### ث - نمط التصريف المركزي :-

في هذا النمط تتجمع فيه المجاري المائية وتتجه من جميع الاتجاهات نحو نقطة منخفضة مركزية، يتكون عادة في الفوهات البركانية او في الاحواض المغلقة، يكون عكس النمط الاشعاعي الذي تشع فيه الانهار من المركز الى الخارج (Horton، ١٩٤٥)، ويظهر هذا النمط في الأجزاء الجنوبية الشرقية من حوض (B١) كما في خريطة (١٢)، والاجزاء الشمالية الغربية من حوض

(B٢) كما يظهر في خريطة (١٣)، والاجزاء الشمالية الشرقية من حوض (B٣) كما هو موضح في خريطة (١٤).



المصدر : بالاعتماد على انموذج الارتفاع الرقمي DEM و باستخدام برنامج ARC Map 10.8

## ٧ - ٧ التحليل الهبسونمري:

وهي عملية مهمة في تحديد المرحلة التي يمر بها الحوض في تطوره الجيومورفولوجي , وتتطلب هذه العملية تكاملا في القياسات الطبوغرافية – الهندسية من اجل الوقوف على الشواهد التضاريسية (سلامة، ١٩٨٠) وتعد من اكثر واهم الطرق المتبعة التي يعتمد عليها المنحنى الهبسونمري وقيمة التكامل الهبسونمري , ويتخذ المنحنى الهبسونمري شكلا نموذجيا على هيئة حرف (L) فهو مقعر من الأعلى ومحدب من الأدنى , اما قيمة التكامل الهبسونمري التي يرمز لها اختصارا بـ (H) وتمثل تكامل للمساحة تحت المنحنى الهبسونمري , ويعبر رقميا عن المرحلة العمرية للتطور الجيومورفولوجي للحوض .

## أ - المنحنى الهبسونمري Hypsometric Curve :

وهو من الوسائل الكمية التي تقدم وصفا لمورفولوجية المراحل الزمنية التي قطعها الدورة الحتية في الحوض (طه، ٢٠٠٩) ومع استمرار الدورة الحتية يحدث تناقص في قيمة المعامل , وكذلك تشير الى كمية المواد الصخرية التي لاتزال تنتظر دورها في العملية الحتية , ويوضح المنحنى الهبسونمري العلاقة بين المساحة النسبية للحوض المائي وارتفاعه النسبي (محييس، ٢٠١٨) ومن خلال ما سبق يمكن تصنيف قيم المعامل الهبسونمري الى ثلاث مراحل (Strahler، ١٩٦٤) وهي الشيوخوخة (٤٠ فأقل) و مرحلة النضج (٤٠ – ٦٠) و الشباب (٦٠ – ٧٩,٥) .

**طريقة العمل :** يرسم المنحنى الهبسونمري على محورين (س – ص) حيث يوضح العلاقة بين المساحة النسبية للحوض والمتمثلة بالمحور (س) وارتفاع الحوض النسبي والمتمثل بالمحور (ص) ويتم تمثيلهما بيانيا وبتطبيق المعادلة الاتية : (سلامة، ١٩٨٠).

الارتفاع النسبي للحوض

المنحنى الهبسونمري =

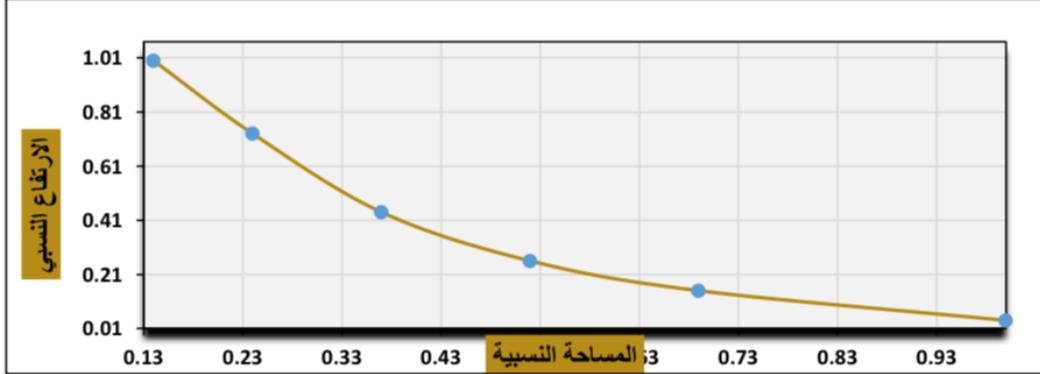
المساحة النسبية للحوض

جدول (17) المنحنى الهيسومتري لحوض (B1)

المساحة النسبية	الارتفاع النسبي	المساحة المحصورة بين خط الكفاف	الارتفاع المختار	
1.00	0.14	44.0	863	695
0.73	0.24	45.5	980	864
0.44	0.37	29.2	1130	981
0.26	0.52	17.3	1311	1131
0.15	0.69	17.7	1512	1312
0.04	1.00	7.1	1870	1513

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات برنامج ARC GIS

شكل (1) المنحنى الهيسومتري لحوض (B1)

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على ( SRTM - DEM ) وبرنامج ( Arc GIS - Morphometric tool box - V.2 )  
Hypsometric analysis

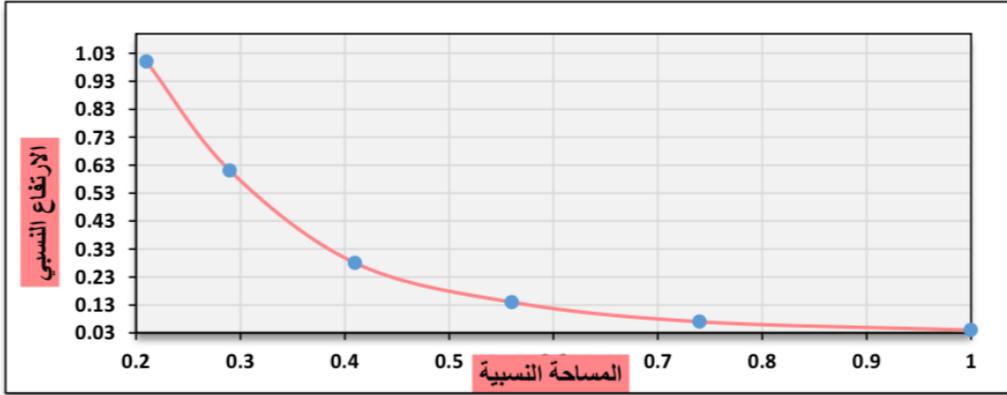
وبعد تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة يتم استخراج مساحة كل جزء من أجزاء الحوض بواسطة برنامج Arc Gis ١٠,٣ و DEM المنطقة ويلاحظ من خلال الجدول (١٧) وجدول (١٨) وجدول (١٩) ان الاحواض الثلاث تأخذ اشكالا مقعرة كما في شكل (١) وشكل (٢) وشكل (٣) تدل على ان كمية كبيرة من صخور هذه الاحواض تعرضت الى عمليات الحت والتعرية المختلفة أي ان الحوض وصل الى مرحلة متطورة ( مرحلة الشيخوخة ) في دورته الجيومورفولوجية بفعل الجاذبية الأرضية والتجوية وزحف المواد

جدول (18) المنحنى الهيسومتري لحوض (B2)

المساحة النسبية	الارتفاع النسبي	المساحة المحصورة بين خط الكفاف	الارتفاع المختار	
1.00	0.21	47.8	893	641
0.61	0.29	40.2	995	894
0.28	0.41	17.2	1140	996
0.14	0.56	8.5	1330	1142
0.07	0.74	4.2	1550	1331
0.04	1.00	4.8	1870	1551

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات برنامج ARC GIS

شكل (2) المنحنى الهيسومتري لحوض (B2)

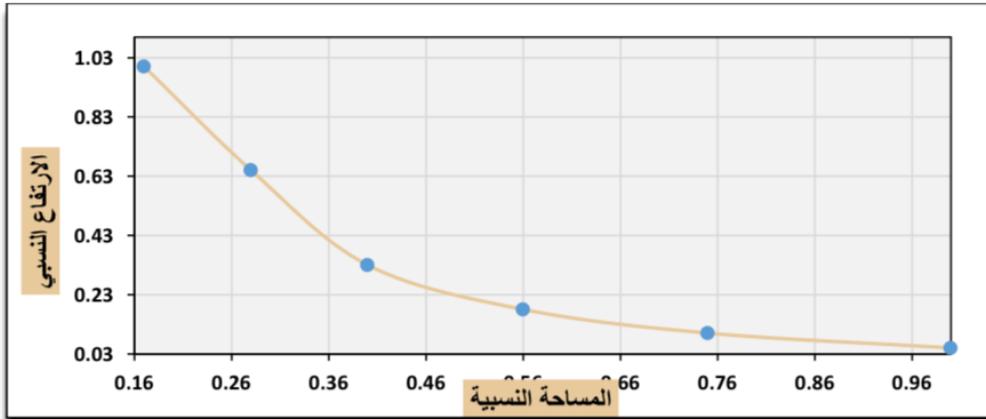
المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على ( SRTM - DEM ) وبرنامج ( Arc GIS - Morphometric tool box - V.2 )  
Hypsometric analysis

جدول (19) المنحنى الهيسومتري لحوض (B3)

المساحة النسبية	الارتفاع النسبي	المساحة المحصورة بين خط الكفاف	الارتفاع المختار	
1.00	0.17	24.4	839	641
0.65	0.28	21.8	960	840
0.33	0.40	10.3	1099	961
0.18	0.56	5.3	1285	1100
0.10	0.75	3.6	1504	1286
0.05	1.00	3.4	1786	1505

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات برنامج ARC GIS

شكل (3) المنحنى الهيسومتري لحوض (B3)

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على ( SRTM - DEM ) وبرنامج ( Arc GIS - Morphometric tool box - V.2 )  
Hypsometric analysis )

**ب - التكامل الهيسومتري Hypsometric Integral :**

ان التكامل الهيسومتري يشبه المنحنى الهيسومتري من حيث المؤشرات التي يدل عليها والتي تستخدم في تحديد المدة الزمنية التي قطعتها الدورة التحاتية في الاحواض النهرية , لكنه سهل التطبيق حيث انه يقاس من خلال تكامل العلاقة ما بين المساحة الحوضية وتضاريس الحوض (تراب، ١٩٩٧) وان الزيادة في قيم التكامل تدل على زيادة مساحة الحوض وانخفاض في تضرس الحوض , وهذا ينعكس على زيادة اعداد المراتب النهرية , لاسيما المراتب الأولى والثانية , بالتالي يؤدي الى زيادة كثافة الصرف فضلا عن نشاط العمليات الحتية التي تعمل على انخفاض نسبة التضرس في اغلب أجزاء الحوض (عبدالحسين، ٢٠١٢) اما القيم المنخفضة فتدل على عكس ذلك ويتم قياس التكامل الهيسومتري من خلال المعادلة الآتية : (العنين، ١٩٩٩).

$$\frac{\text{المساحة الحوضية}}{\text{كم}^2} = \text{التكامل الهيسومتري}$$

**التضاريس الحوضية / م**

جدول (20) قيمة التكامل الهيسومتري لاحواض منطقة الدراسة

ت	الحوض	التكامل الهيسومتري
1	B1	0.137
2	B2	0.100
3	B3	0.060

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات برنامج ARC GIS

ومن خلال تطبيق المعادلة على بيانات الاحواض تبين من جدول (٢٠) ان حوض (B١) قد سجل قيمة بلغت (٠,١٣٧) يليه الحوض (B٢) الذي سجل قيمة بلغت (٠,١٠٠) اما حوض (B٣) فقد سجل (٠,٠٦٠) , مما يدل على ان الاحواض في مرحلة الشيخوخة أي ان الاحواض تعرضت الى عوامل النحت والتآكل فهو في طور انتهاء دورته الجيومورفولوجية وتقدمه في دورته الحتية على حساب تضاريسه .

**الاستنتاجات Conclusions**

- ١- بلغ مجموع مساحة احواض منطقة سكرمة حوالي (٢,٣٥٢ كم<sup>٢</sup>) من مساحة المنطقة الكلية البالغة (٢,٥٨٣,٨ كم<sup>٢</sup>) وسميت هذه الاحواض بـ (B١- B٢- B٣)
- ٢- اغلب التكوينات الصخرية في منطقة الدراسة تعود الى الزمن الثالث والرابع وتباين مقوماتها للعمليات الجيومورفولوجية المختلفة واغلبها ضعيف المقاومة و ان الاتجاه السائد للسفوح المنحدرة

- في منطقة سكرمة بزاوية (٢٠٢,٥ - ٢٤٧,٥) هو الجنوب الغربي اذ بلغت مساحتها (٢كم<sup>١٠٧,٥</sup>) بنسبة مساحية بلغت (١٨,٤%).
- ٣- تتباين خصائص شبكة الصرف والخصائص المساحية وبحسب تصنيف ستريلر ان احواض منطقة الدراسة من المرتبة السادسة و ان الحوض الذي بلغ اكبر عدد من حيث المجاري واطوالها هو الحوض (B١) حيث بلغ (١٨١٨) مجرى وبطول (٦٤٤,٢ كم) حيث يشكل اكبر احواض منطقة الدراسة من حيث المساحة بلغت مساحته (١٦٠,٨ كم<sup>٢</sup>).
- ٤- لم يظهر تباين كبير في الخواص الشكلية لاحواض منطقة الدراسة حيث ان جميعها كانت قريبة من الشكل البيضوي .
- ٥- لم يظهر تباين كبير في المنحنى والتكامل الهيسومتري الذي يعتمد على المساحة والارتفاع لاحواض منطقة الدراسة حيث انها كانت تمر في مرحلة الشيخوخة .
- ٦- لم يظهر تباين كبير في قيم الخصائص النسيجية لاحواض منطقة الدراسة ( كثافة التصريف , معامل الصيانة , متوسط الجريان السطحي )

## المصادر References

- ١- ابو العينين , حسن سيد احمد . (١٩٩٥). اصول الجيومورفولوجيا - دراسة الاشكال التضاريسية لسطح الارض (المجلد ط ١١). مؤسسة الثقافة الجامعية.
- ٢- ابو العينين , حسن سيد احمد. (١٩٩٩). حوض وادي دبا في الامارات العربية المتحدة. جامعة الكويت.
- ٣- تراب , محمد مجدي. (١٩٩٧). التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي القصب بالنطاق الشرقي من جنوب شبه جزيرة سيناء . المجلة الجغرافية العربية , الجمعية الجغرافية المصرية ، صفحة العدد ١٩ .
- ٤- الحكيم, سعيد حسين علي . (١٩٨١). هيدرولوجية حوض نهر دجلة في العراق . اطروحة دكتوراه . جامعة بغداد , كلية الآداب .
- ٥- الخشاب , وفيق حسين و حمد سعيد حديد . (١٩٧٨). الجغرافية الطبيعية ( الجغرافية المناخية والنباتية والمظاهر الجيومورفية ) . الموصل: مؤسسة دار الكتب للطباعة.
- ٦- الدليمي , خلف حسين. (٢٠١٨). الاشكال الارضية دراسة حقلية. عمان: دار الصفا للنشر والتوزيع.
- ٧- الدين , محمد صفي. (٢٠١٣). جيومورفولوجية قشرة الارض . لبنان: دار النهضة العربية .
- ٨- زنكنة, ليث محمود محمد. (٢٠٠٦). اثر عناصر المناخ على التوزيع الجغرافي للنبات الطبيعي في العراق . اطروحة دكتوراه غير منشورة. كلية الآداب , جامعة بغداد
- ٩- السعدي , عباس فاضل. (٢٠٠٨). جغرافية العراق . الدار الجامعية للطباعة والنشر.
- ١٠- سلامة , حسن رمضان. (١٩٨٠). التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية لحواض المائية في الاردن. (مجلد ٧، المحرر) مجلة الدراسات للعلوم الانسانية , الجامعة الاردنية، صفحة العدد الاول .
- ١١- سلامة , حسن رمضان. (١٩٨٢). الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية. (العدد ٤٣، المحرر) نشرة دورية تصدرها عن قسم الجغرافية والجمعية الجغرافية الكويتية.
- ١٢- سلامة , حسن رمضان. (٢٠١٠). اصول الجيومورفولوجيا . الاردن : دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة , الطبعة الثالثة.
- ١٣- عبدالحسين , جاسب كاظم. (٢٠١٢). الخصائص المورفومترية لحوض الاشعلي. مجلة اداب ذي قار، المجلد ٢ .
- ١٤- عبدالحسين , حسين كاظم. (٢٠١٧). تحليل المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة بنجوين. اطروحة دكتوراه غير منشورة. الجامعة المستنصرية , كلية التربية.
- ١٥- العذاري , احمد عبد الستار جابر و حسين كاظم عبد الحسين . (٢٠١٧). مورفومترية حوض مركة سور في محافظة اربيل. المجلد ١ , مجلة كلية التربية عدد خاص بالمؤتمر العلمي الدولي العاشر.
- ١٦- العذاري , احمد عبد الستار جابر. (٢٠٢٠). التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية لحوض وادي حرب ( محافظة دهوك ). مجلة الآداب.
- ١٧- العمري , فاروق صنع الله و علي صادق . (١٩٧٧). جيولوجيا شمال العراق. الموصل: جامعة الموصل.
- ١٨- العمري , فاروق صنع الله. (١٩٨٢). الجيولوجيا الطبيعية والتاريخية. بغداد: جامعة بغداد.
- ١٩- الغامدي , سعد ابو راس. (٢٠٠٤). استخلاص شبكة التصريف السطحي للمياه بأستعمال المعالجة الالية لبيانات صور الاقمار الصناعية دراسة على منطقة جبل نعمان.

- ٢٠- فخري , صفاء الدين و عبد المجيد . (١٩٨٣). دراسة جيولوجية ترتيبية لطيات فترة جوغ , رسالة ماجستير , جامعة بغداد , كلية الآداب . بغداد: جامعة بغداد , كلية الآداب.
- ٢١- القيسي , علي مصطفى و عيد العباس الغريري وسعدية عاكول الصالحي. (٢٠٠٠). علم الموارد المائية دراسة تطبيقية على اليمن , المكتبة المركزية.
- ٢٢- كربل , عبد الاله رزوقي. (١٩٨٦). علم الاشكال الارضية الجيومورفولوجيا . جامعة البصرة , كلية الاداب .
- ٢٣- محسوب , محمد صبري. (٢٠٠١). الاطلس الجيومورفولوجي معالجة تحليلية للشكل والعملية (المجلد ط ١). دار الفكر العربي.
- ٢٤- محسوب , محمد صبري. (١٩٩٧). جيومورفولوجية الاشكال الارضية . القاهرة : دار الفكر العربي.
- ٢٥- محمد , عمار حسين و منذر علي طه. (٢٠٠٩). النموذج الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية وتطبيقاته على حوض وادي كورده شرق بحيرة حميرين / العراق. مجلة ديالى ، صفحة العدد ٤١ .
- ٢٦- محبيس , نادية عبد الحسين. (٢٠١٨). هيدرومورفومترية حوض نهر دجلة. رسالة ماجستير غير منشورة. الجامعة المستنصرية كلية التربية.
- ٢٧- منخي , سعدية عاكول. (٢٠١٥). دراسة مورفومترية لبعض وديان ولاية الرستاق واستثماراتها. ١١١ .
- ٢٨- النقاش , عدنان باقر و مهدي محمد الصحاف. (١٩٩٨). الجيومورفولوجيا. بغداد: وزارة التعليم العالي , جامعة بغداد.
- ٢٩- الهيئة العامة للمسح الجيولوجي , وزارة الصناعة والمعادن. (٢٠١٤). لوحة السليمانية. بغداد: هيئة المسح الجيولوجي.
- ٣٠- Abu Al-Einen, H. S. A. (١٩٩٥). Principles of geomorphology – A study of land surface forms (Vol. ١١). University Culture Foundation.
- ٣١- Abu Al-Einen, H. S. A. (١٩٩٩). The Wadi Daba Basin in the United Arab Emirates. Kuwait University.
- ٣٢- Tarab, M. M. (١٩٩٧). The geomorphological development of Wadi Al-Qusayb basin in the eastern sector of southern Sinai Peninsula. The Arab Geographical Journal, Egyptian Geographical Society, Issue ١٩.
- ٣٣- Al-Hakim, S. H. A. (١٩٨١). Hydrology of the Tigris River Basin in Iraq (Doctoral dissertation). University of Baghdad, College of Arts.
- ٣٤- Al-Khashab, W. H., & Hameed, S. S. (١٩٧٨). Physical geography (Climatic, vegetation and geomorphological geography). Mosul: Dar Al-Kutub Printing House.
- ٣٥- Al-Dulaimi, K. H. (٢٠١٨). Landforms: A field study. Amman: Dar Al-Safa for Publishing and Distribution.
- ٣٦- Al-Din, M. S. (٢٠١٣). Geomorphology of the Earth's crust. Lebanon: Dar Al-Nahda Al-Arabiya.

- ٣٧-Zangana, L. M. M. (٢٠٠٦). The impact of climate elements on the geographic distribution of natural vegetation in Iraq (Unpublished doctoral dissertation). College of Arts, University of Baghdad.
- ٣٨-Al-Saadi, A. F. (٢٠٠٨). Geography of Iraq. University Press and Publishing House.
- ٣٩-Salameh, H. R. (١٩٨٠). Geomorphological analysis of morphometric characteristics of drainage basins in Jordan. Journal of Studies in Human Sciences, University of Jordan, Vol. ٧, Issue ١.
- ٤٠-Salameh, H. R. (١٩٨٢). Morphological characteristics and their geomorphological implications. Periodic Bulletin, Department of Geography & Kuwaiti Geographical Society, Issue ٤٣.
- ٤١-Salameh, H. R. (٢٠١٠). Principles of geomorphology (٣rd ed.). Jordan: Dar Al-Maseerah for Publishing and Distribution.
- ٤٢-Abdul-Hussein, J. K. (٢٠١٢). Morphometric characteristics of Al-Ash'ali Basin. Dhi Qar Journal of Arts, Vol. ٢.
- ٤٣-Abdul-Hussein, H. K. (٢٠١٧). Geomorphological hazard analysis in the Penjwen area (Unpublished doctoral dissertation). Al-Mustansiriya University, College of Education.
- ٤٤-Al-Athari, A. A. S. J., & Abdul-Hussein, H. K. (٢٠١٧). Morphometry of Marka Sur Basin in Erbil Governorate. Journal of the College of Education, Special Issue for the ١٠th International Scientific Conference, Vol. ١.
- ٤٥-Al-Athari, A. A. S. J. (٢٠٢٠). Geomorphological analysis of morphometric characteristics of Wadi Harbah Basin (Duhok Governorate). Al-Adab Journal.
- ٤٦-Al-Omari, F. S., & Ali, S. (١٩٧٧). Geology of Northern Iraq. Mosul: University of Mosul.
- ٤٧-Al-Omari, F. S. (١٩٨٢). Physical and historical geology. Baghdad: University of Baghdad.
- ٤٨-Al-Ghamdi, S. A. R. (٢٠٠٤). Extraction of surface water drainage network using automatic satellite image processing: A study on the Jabal Naaman area.
- ٤٩-Fakhri, S. D., & Abdul-Majeed, —. (١٩٨٣). Stratigraphic geological study of the folds of the Jogh period (Master's thesis). University of Baghdad, College of Arts.
- ٥٠-Al-Qaisi, A. M., Al-Ghariri, E. A., & Al-Salhi, S. A. (٢٠٠٠). Water resources science: An applied study on Yemen. Central Library.
- ٥١-Karbal, A. I. R. (١٩٨٦). Geomorphology – The science of landforms. University of Basrah, College of Arts.
- ٥٢-Mahsoob, M. S. (٢٠٠١). Geomorphological atlas: Analytical study of form and process (Vol. ١). Dar Al-Fikr Al-Arabi.

- ٥٣-Mahsoob, M. S. (١٩٩٧). *Geomorphology of landforms*. Cairo: Dar Al-Fikr Al-Arabi.
- ٥٤-Mohammed, A. H., & Taha, M. A. (٢٠٠٩). *Geomorphological model of morphometric characteristics and its applications on Wadi Kurda Basin, east of Lake Hamrin, Iraq*. Diyala Journal, Issue ٤١.
- ٥٥-Muhibis, N. A. H. (٢٠١٨). *Hydromorphometry of the Tigris River Basin* (Unpublished master's thesis). Al-Mustansiriya University, College of Education.
- ٥٦-Munkhi, S. A. (٢٠١٥). *Morphometric study of some wadis in the state of Rustaq and their investment*, p. ١١١.
- ٥٧-Al-Naqqash, A. B., & Al-Sahaf, M. M. (١٩٩٨). *Geomorphology*. Baghdad: Ministry of Higher Education, University of Baghdad.
- ٥٨-Iraqi Geological Survey, Ministry of Industry and Minerals. (٢٠١٤). *Sulaymaniyah sheet*. Baghdad: Geological Survey Authority.
- ٥٩-A.N. Strahlar .(١٩٥٨) .Dimensional Analysis To Fluvally land forms vol ٦٩ .(Bulletin of geogical . of . america .
- ٦٠-A.N. Strahler .(١٩٦٤) . Quantitative Geomorphology of drainage Basins and Channel Networks .
- ٦١-D.E. Gregory . k.j. And Waling .(١٩٧٣) .Drainage basin from and process . A geomorphological approach London.
- ٦٢-Gs Bhunia , Pk Shit S Gayen .(٢٠١٣) .Morphometric anlysis of kangshibat . Darkeswar Interfluves area in west Bengal . INDIA.
- ٦٣-Horton .(١٩٤٥) .Erosional development of streams and their drainage basins . hydrophysical approach to quantitative morphology . Geological society of America Bulletin.
- ٦٤-J.A Zink .(١٩٨٨) .Physiography and Soils : Lecture Notes .ITC Enschede The Netherlands.
- ٦٥-J.C Maxwell .( ١٩٦٠) .Quantitative Geomorphlogy of the san Diams Drainage Basin and California office Naval Res . Branch.,
- ٦٦-J.W., Haas, R.H., Schell, J.A & .,Deering, D.W. Rouse) .(١٩٧٣) .NDVI)Normalized Difference Vegetation Index .(Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite (ERTS) Symposium – NASA SP.٣٥١-
- ٦٧-k. Smith .( ١٩٥٠) .Standarda for Grading Textures of Erosional Topography . American Journal of Science.
- ٦٨-Omar Hassan Imad Al-din .(١٩٩٨) .Urban Hydrology Of Erbil City Region . A doctorate Thesis Submitted To the Collage Of Sciences . University Of Baghdad.

- ٦٩-P.A & ,Mcdonnell , R.A. Burrough .(١٩٩٨) .Principles of Geographical Information Systems .Oxford, United Kingdom.
- ٧٠-Pareta .K & .U. Pareta .(٢٠١١) .Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin . India using ASTER ( DEM) data and Gis . Internationa Journal of Geomatics and Geosciences.
- ٧١-R.E. Horton .(١٩٣٢) .Drainage-basin characteristics . Eos Transactions American Geophysical Union.
- ٧٢-S.Ahmed .( ٢٠١٤) .Evaluation of Morphometric Parameters - Acomparative study from Cartosat DEM SRIM and SOT . International Journal of Reserch.
- ٧٣-S.F.R Khadri and Chaitanya B.pande .(٢٠١٣) .Morphometric analysis of Mahesh river basin exposed in Aloka and Buldhana Districts .India.
- ٧٤-Strahlar A.N .(١٩٥٧) .Physical Geography Third Dditio.(
- ٧٥-V.C. Miller .(١٩٥٣) .A guantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the clin mountain area .virginia and tenne ssee: columbia University.