مجلة التربية للعلوم الانسانية

مجلة علمية فصلية محكّمة، تصدر عن كلية التربية للعلوم الإنسانية / جامعة الموصل

تحليل الخصائص الجيومترية والمورفومترية لحوض وادي الرشيدية/ شمال العراق

سولين رمزي خلات [1] **صهيب حسن خضر [2]**

جامعة الموصل / كلية التربية للعلوم الانسانية / قسم الجغرافية / الموصل – العراق [1، 2]

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام : 2024/8/12

تاريخ المراجعة : 2024/8/25

تاريخ القبول : 2024/9/2

تاريخ النشر : 2026/1/1

الكلمات المفتاحية :

التحليل المورفومتري، وادي الرشيدية، نظم المعلومات الجغرافية، نموذج الارتفاع الرقمي، الجريان السطحي.

معلومات الاتصال

سولين رمزي خلات

soleen.22ehp151@student.uomosul.edu.iq

الملخص

يهدف البحث إلى دراسة الخصائص الجيومترية والمورفومترية لحوض وادي الرشيدية الذي يقع في الجزء الشمالي الغربي من العراق، ومن ضمن الحدود الادارية لمحافظة نينوى، وتضمنت الدراسة بناء قاعدة معلومات بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS 10.8)، وتناولت الدراسة المكونات الطبيعية لحوض الدراسة أهمها (جيولوجية المنطقة والخصائص الطبوغرافية والانحدارية والغطاء النباتي والمناخ) للوصول الى فهم المدلولات الهيدرولوجية وبالتالي معرفة نظام تدفق الجريان السطحي، وتتمثل بالخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص الشبكة التصريفية، إذ تقدر مساحة الحوض(120.884)كم2، ومحيطه (61.2963)كم، كما تبين أن نسبة التضرس في حوض وادي الرشيدية بلغت (7.013)م/كم، وهذه النسبة تُعدّ تضرساً متوسطاً حسب تصنيف (strahler 1957)، وأظهر التحليل المورفومتري بأن الحوض يتكون من 5 مراتب، ووصل مجموع عدد الأودية ضمن حوض الدراسة (138)مجرى وبمجموع طول كلي بلغ (166.425) كم ، وأظهرت المقاطع الطولية لحوض الدراسة بأنها تتميز بانتظام الجريان اذ تبدأ بانحدار شديد بالقرب من منطقة المنبع ، ثم يقل انحداره تدريجياً وسط الحوض حتى يصل منطقة المصب

DOI: **********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Journal of Education for Humanities

A peer-reviewed quarterly scientific journal issued by College of Education for Humanities / University of Mosul

Analysis of the geometric and morphometric characteristics of the Valley AL-Rashidiya Basin / Northern Iraq

Soleen Ramze Khallat [1] **Suhaib Hassan Khudher** [2]

University of Mosul / College of Education for Humanities / Department of Geography / Mosul - Iraq [1,2]

Article information

Received : 12/8/2024
Revised 25/8/2024
Accepted : 2/9/2024
Published 1/1/2026

Keywords:

Morphometric Analysis, Wadi Al-Rashidiya, Geographic Information Systems (GIS), Digital Elevation Model (DEM), Surface Runoff.

Correspondence:
Soleen Ramze Khallat
soleen.22ehp151@student.uomosul.edu.iq

Abstract

The research aims to study the geometric and morphometric characteristics of the Wadi al-Rashidiyah basin, which is located in the northwestern part of Iraq, and within the administrative borders of Nineveh Governorate. The study included building an information base based on the digital elevation model (DEM) and the geographic information systems program (Arc GIS 10.8). The study dealt with the natural components of the study basin, the most important of which are (the geology of the region, topographic and slope characteristics, vegetation cover, and climate) in order to reach an understanding of the hydrological implications and thus knowledge of the surface runoff flow system, represented by the areal, formal, and topographic characteristics and the characteristics of the drainage network. The area of the basin is estimated at (120.884) km2, and its circumference is (61.2963). (km), and it was found that the rate of erosion in the Wadi Rashidiyeh Basin amounted to (7.013) m/km, and this rate is considered moderate erosion according to the classification (Strahler 1957), and the morphometric analysis showed that the basin consists of 5 levels, and the total number of valleys within the study basin reached (138 streams, with a total length of (166,425) km. The longitudinal sections of the study basin showed that it is characterized by regular flow, as it begins with a steep slope near the upstream area, then its slope gradually decreases in the middle of the basin until it reaches the downstream area

DOI: **********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

1- المقدمة

ان دراسة وتحليل القياسات الجيومترية والمورفومترية للأحواض المائية من الأسس المهمة في الدراسة الهيدرولوجية، اذ ان شكل الحوض وتفرعات الشبكة التصريفية فيه وتضاريسها فيه عناصر تحدد السلوك الهيدرولوجي للحوض المائي، ان عملية الحصول على تقييم هيدرولوجي متحكم ومتكامل لنظام الجريان السطحي وكذلك نظام تدفق وجريان المياه في الحوض وحدوث السيول والفيضانات يتطلب إجراء قياسات جيومترية ومورفومترية معا، وان الخصائص الهيدرولوجية وتطورها والخصائص الجيومترية والمورفومترية لها ارتباط متداخل معاً، بحيث انه لا يمكن فصل دراسة كل من الدراسات الجيومورفولوجية أو الهيدرولوجية لنظام الاحواض المائية.

مشكلة البحث

1- ماهي العوامل والعمليات التي تؤثر في تشكيل خصائص الجيومترية والمورفومترية لحوض وادي الرشيدية؟
2- ما هي الخصائص الجيومترية والمورفومترية ،وما تأثيرها على هيدرولوجية الجريان السطحي؟

فرضية البحث

1- هناك عوامل متمثلة (الجيولوجية، الانحدار، الغطاء نباتي والمناخ) ادت الى تشكيل خصائص الجيومترية والمورفومترية للحوض .
2- تتمثل الخصائص الجيومترية والمورفومترية بالخصائص (المساحية والتضاريسية والشكلية وخصائص الشبكة المائية) وتؤثر الخصائص الجيومترية والمورفومترية من حيث نظام تدفق وجريان المياه في الحوض وحدوث السيول والفيضانات.

أهمية البحث

تتمثل أهمية البحث في استخدام الطرق التقنية الحديثة في مجال دراسة الخصائص الجيومترية والمورفومترية لحوض وادي الرشيدية، وذلك بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية (GIS) التي تتميز بدقتها وبناء قاعدة معلوماتية واخراج الخرائط لحوض التصريف.

هدف البحث

يهدف البحث الى دراسة الخصائص الجيومترية والمورفومترية، ورسم مجراه الرئيس وشبكة التصريف المائية باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبناء قاعدة بيانات جغرافية للحوض.

منهجية البحث

اعتمد البحث على أسلوب التحليل التقني ومنهج التحليل والمنهج الرياضي في نظم المعلومات الجغرافية بالاعتماد على انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لغرض إجراء عملية التحليل المورفومتري والجيومتري.

بيانات الدراسة

1- المرئية الفضائية (Landsat 8) متعدد الاطياف لسنة(2023) وبدقة (30) متراً من هيئة المسح الجيولوجي USGS بالتعاون مع وكالة الفضاء الامريكية NASA.

2- أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة (30) متراً من هيئة المسح الجيولوجي USGS بالتعاون مع وكالة الفضاء الامريكية NASA.

3- خارطة العراق الجيولوجية، بمقياس 1/1000000، جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين لسنة 1995.

4- الخارطة البنيوية بمقياس 1/1000000، خارطة العراق البنيوية، بغداد، 1996.

5- الخرائط الطبوغرافية بمقياس 1/100000 والصادرة من المساحة العسكرية بغداد، حيث تم استخدامها لتحديد امتداد حوض الدراسة بشكل اولي.

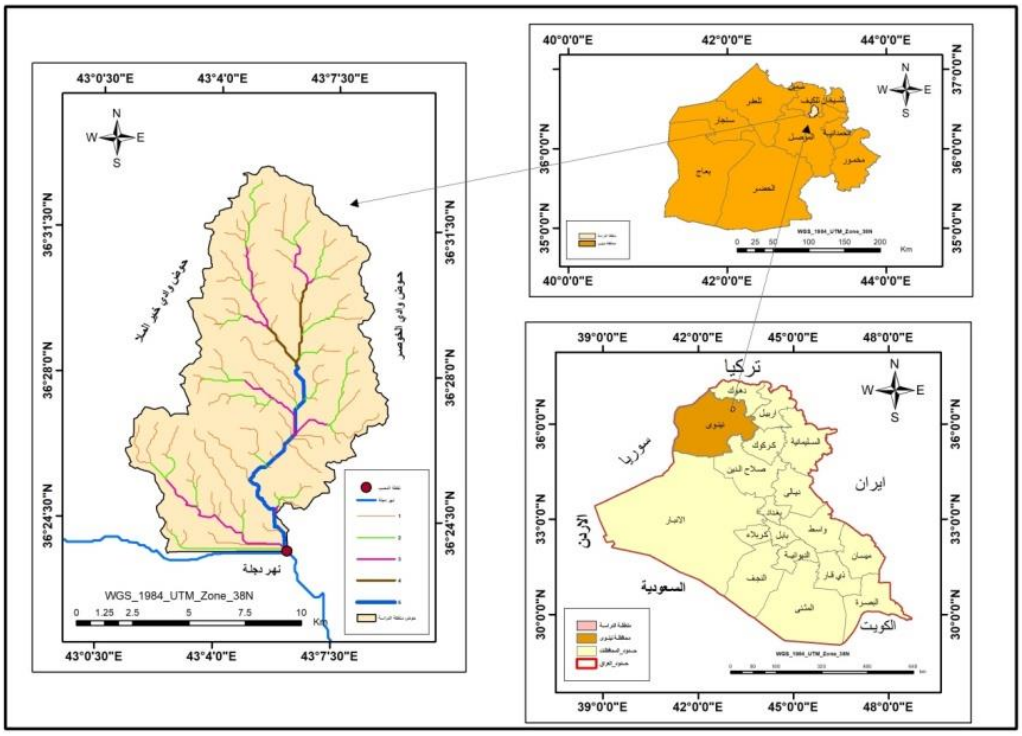
6- بيانات العناصر المناخية لمحطة الموصل لسنوات (1990-2021) .

2- موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة والمتمثلة بحوض الرشيدية في الجزء الشمالي الغربي من العراق ، ومن ضمن الحدود الادارية لمحافظة نينوى ، ويتحدد موقعها فلكياً عند قوسي طول

(43° 1' 30"- 43° 9' 30" E) شرقاً ودائرتي عرض (36° 24' 30"N-36° 33' 30") شمالاً، وتبلغ المساحة الكلية لمنطقة الدراسة (120.883) كم^2.

خريطة (1) : موقع منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثة باعتماد على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (Arc GIS 10.8).

3- المكونات الطبيعية لحوض الدراسة

ان دراسة المكونات الطبيعية للحوض المائي تشمل عدة عوامل أهمها (الجيولوجية،الطبوغرافية، المناخ، الانحدار، الغطاء النباتي)، سيتم التركيز على هذه العوامل من حيث تأثيرها على الجانب الهيدرولوجي لحوض الدراسة.

3-1 جيولوجية منطقة الدراسة

توجد في منطقة الدراسة مجموعة من التكوينات الجيولوجية التي تعكس بيئات ترسيبية مختلفة، وتم دراسة هذه التكاوين، إذ يشكل تكوين الفتحة الجزء الاكبر في المنطقة ويعود عمر هذ التكوين الى المايوسين الأوسط، وصخارياً يتكون من طبقات متعاقبة من حجر الجبس والحجر الكلسي ويقسم الجيولوجبن تعاقبهما الى عضوين رئيسين هما تكوين الفتحة العليا ويغطي مساحة تقدر (77.566)كم^2 بالنسبة (64.166)%، وتكوين الفتحة السفلى ويغطي مساحة تقدر (24.232)كم^2 بالنسبة (20.046)%، وفي الجزء والعلوي والشرقي من منطقة الدراسة تنكشف صخور تكوين انجانة ويعود عمر هذا التكوين الى المايوسين الأعلى ويغطي مساحة تقدر

(17.983)كم^2 وبالنسبة(14.876)%، أما ترسبات الزمن الرباعي والمتمثلة بترسبات المنحدرات فتنكشف في الجزء الغربي من منطقة الدراسة بمساحة تقدر(1.101)كم^2، بالنسبة(0.912)% حيث ان دراسة الخصائص المتمثلة بالمسامية والنفاذية واسطح التطبق تساعدنا على تفسير وتحليل الخصائص الصخرية لهذه التكوينات وانعكاساتها في تحديد الدلالة الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة: وفيما يأتي دراسة تلك التكوينات على النحو الموضح في الخريطة(2) والجدول(1).

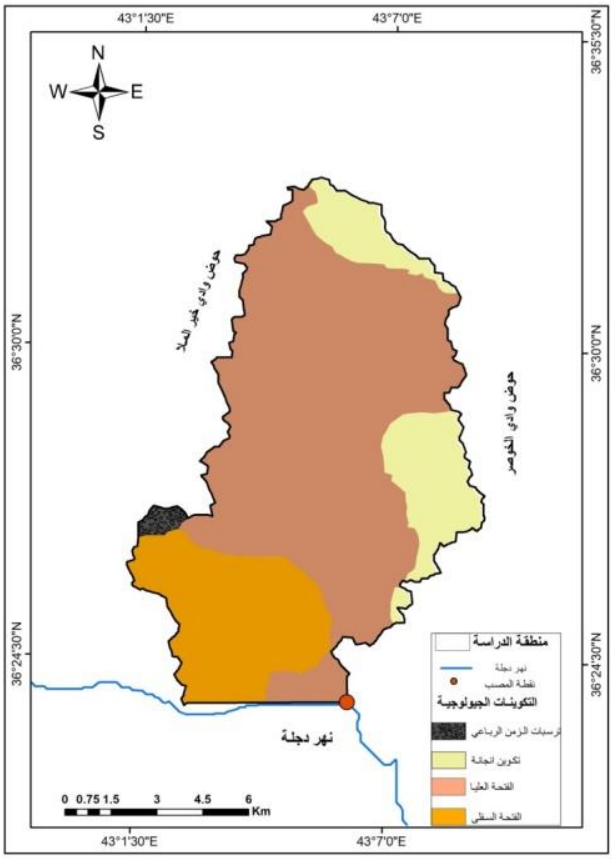
الجدول (1) المساحات والنسب للتكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

التكاوين الجيولوجية	المساحة كم^2	النسبة المئوية %
ترسبات الزمن الرباعي	1.101	0.912
تكوين انجانة	17.983	14.876
الفتحة العليا	77.566	64.166
الفتحة السفلى	24.232	20.046
المجموع	120.884	%100

المصدر / من عمل الباحثة اعتماداً على الخريطة الجيولوجية(2).

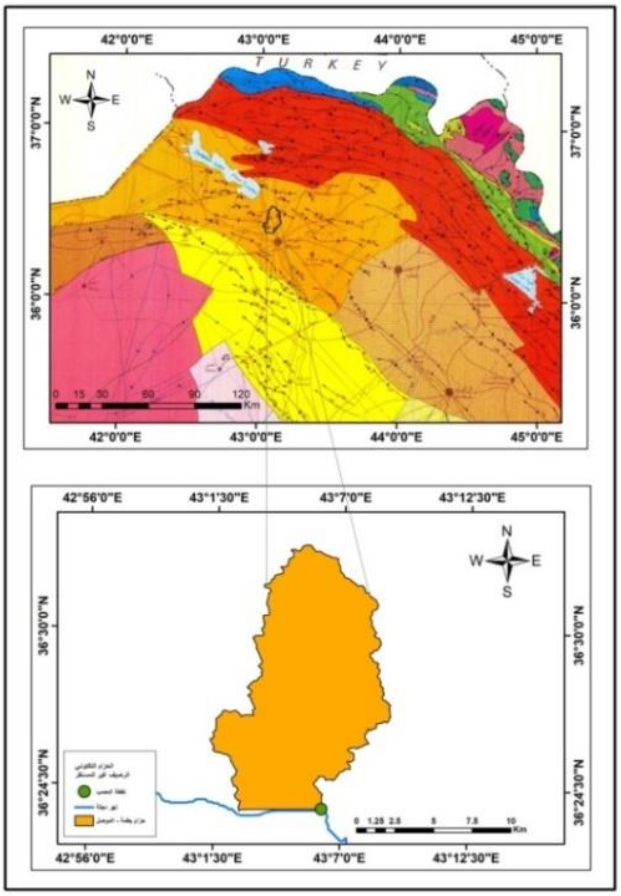
ومن الناحية التكتونية وحسب تقسيم الكاظمي (AL– Kadhimi 1996)، وتقع منطقة الدراسة المتمثلة في حوض وادي الرشيدية والتي تصب في نهر دجلة ضمن منطقة الرصيف غير المستقر (unstable shelf) للصفيح العربي النوبي (Plaiform Nubio– Arabian) ضمن نطاق الطيات الواطئة ضمن حزام بطمة – الموصل. كما موضح في الخريطة (3)

خريطة (2) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



المصدر: جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، خريطة العراق الجيولوجية بمقياس 1/1000000، بغداد، 1995 وبرنامج Arc map 10.8.

خريطة (3) تكتونية منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج Arc GIS 10.8 بالاضافة الى :-

Republic Of Iraq, Ministry Of Industry And Minirals , State Establishment Of Geologe Surver And Mining. Tactonic Map Of Iraq, Scale (1/1 000000), Compiled By Jassim A.L-Kadhimi Et All, 1996.

2-3 الخصائص الطبوغرافية

تُعدّ الخصائص الطبوغرافية من اهم العوامل الطبيعة التي توثر في هيدرولوجية الاحواض المائية وتتميز غالبية منطقة الدراسة بانها سهلية، وان تضاريس حوض وادي الرشيدية تتابين في انطقتها ضمن وحدتين جيومورفولوجيتين

اعتماداً على بيانات (DEM) انموذج الارتفاع الرقمي كما تظهر في الخريطة(4) وتراوحت قيمة ارتفاع النطاق الاول بين (216–280)م، والنطاق الثاني تراوحت قيمته بين (280.1–344) فوق مستوى سطح البحر.

3-3الخصائص الانحدارية:

إن دراسة وتحليل الخصائص الانحدار للسطح الارض من المواضيع العلمية المهمة ولاسيما في الدراسات الهيدرولوجية، اذ تتحكم درجة الانحدار في سرعة الجريانات المائية وما تحمله من حمولة، وكذلك تمثل الاستجابة النهائية لمجموعة المتغيرات البيئية، والخصائص الانحدارية في الدراسة الحالية تتضمن كلا من تصنيف الانحدار واتجاه الانحدار:

3-3-1 تصنيف المنحدر Slope Classification

تم اعداد خريطة تصنيف الانحدار لحوض الدراسة بالاعتماد على انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وباستخدام برنامج (Arc GIS) وفق التصنيف الجيمورفولوجي (Zuidam,1979)، وكما موضح في والجدول (2) والخريطة (5)

1- فئة الانحدار(0-2) تمثل هذه الفئة الاراضي السهلية واراضي ما بين الاودية ذات شكل تضاريسي مسطح ومستوٍ، وتشكل هذه الفئة مساحة قدرها (57.959)كم^2 بالنسبة (47.946)% وتتركز في الجزء السفلي من الحوض مع امتدادها في الاجزاء العليا، واراضي هذه الفئة سطحها يسمح للمياه السطحية بالترشيح والنفاذ الى الطبقات تحت السطحية وبالتالي انخفاض كميات الجريان السطحي، فضلا عن استدامة طويلة للجريان بعد العاصفة المطرية .

2- فئة درجة الانحدار(2-7) وهي أراضٍ قليلة الميل وتشمل هذه الفئة السهول التحاتية النهرية والسفوح،وتشغل مساحة قدرها (60.989)كم^2 بالنسبة (50.452)% وهي أكثر الفئات انتشاراً في حوض الدراسة وبتضرس بسيط، وهيدرولوجياً وتعد اكثر تصريفا من الفئة الاولى مما يعمل على تطوير الخصائص الهيدرولوجية للوادي المائي من خلال حركة المياه وتشكيل المسيلات على السطح .

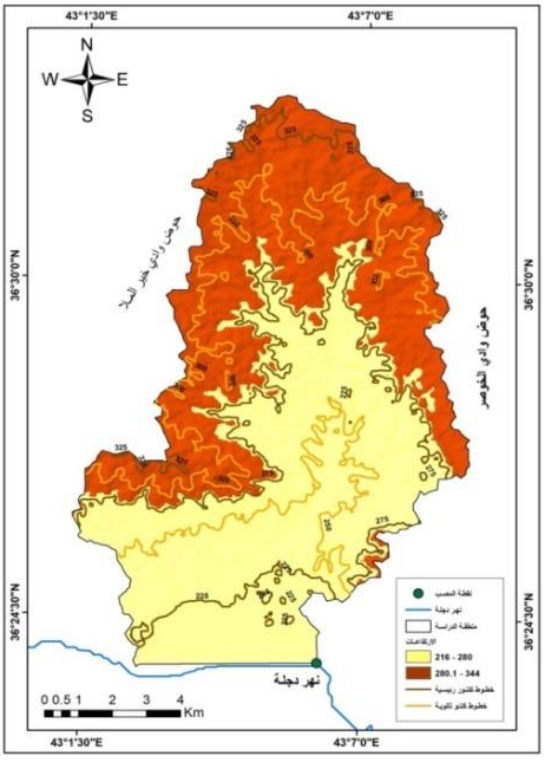
3- **فئة الانحدار(7- واكثر)** تمثل هذه الفئة ما بين السطوح من التلال المنخفضة والمرتفعة، وان المساحة التي تشغلها تكون قليلة جداً حيث بلغت(1.936) كم^2 بالنسبة (1.602)% من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، ومن ناحية التضرس تكون اراضي منحدرة لها فرصة لتشكيل المسيلات المائية ويقلل من فرص الارتشاح والنفاذ للطبقات تحت السطحية وبالتالي زيادة حجم التصاريف نحو المصب حيث نهر دجلة.

الجدول(2) فئات الانحدار حسب تصنيف (Zuidam)

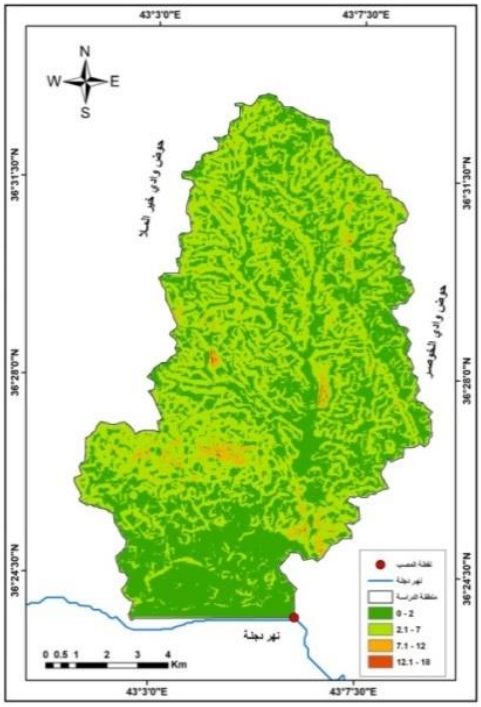
فئات الانحدار	وصف اشكال التضاريس	المساحة كم^2	النسبة %
2-0	مسطح- منبسط	57.959	47.946
7-2	اراضي قليلة الميلان	60.989	50.452
12-7	الاراضي المائلة	1.74	1.44
18-12	اراضي متوسطة الانحدار	0.196	0.162
المجموع		120.884	%100

المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على خريطة (5)

خريطة (4)أنطقة الارتفاع في منطقة الدراسة



خريطة(5) تبين فئات الانحدار في منطقة الدراسة حسب تصنيف Zuidam

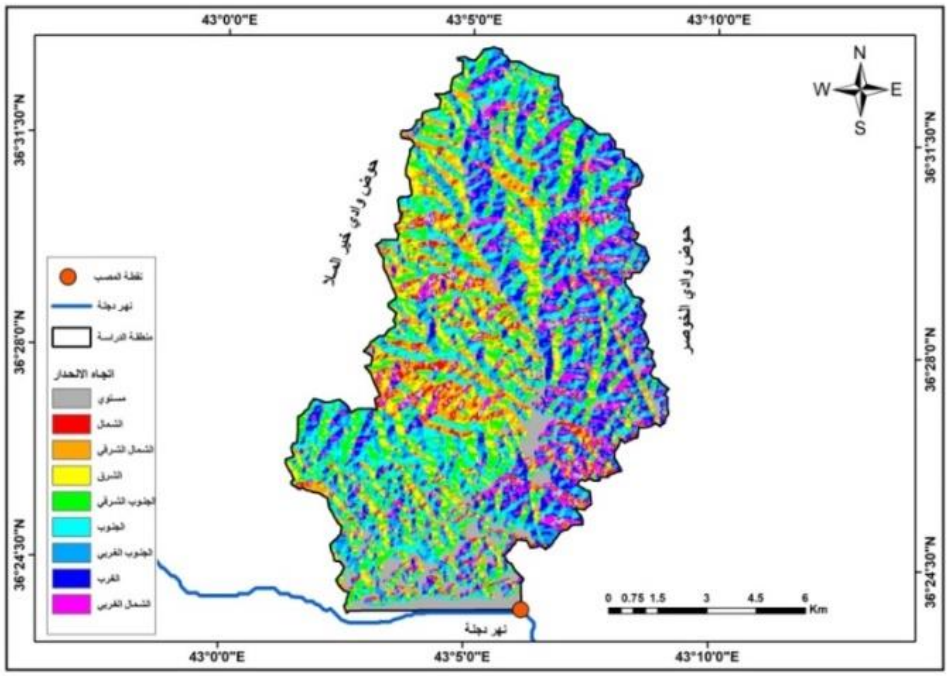


المصدر: اعتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج Arc GIS 10.8

3-3-2 اتجاه الانحدار Aspect:

ويقصد باتجاه الانحدار او ميل شكل السطح الى جهة معينة وفقاً للاتجاهات الرئيسية الاربعة (شمال ، شرق ، جنوب ، غرب)، والاتجاهات الثانوية، وإن لعملية اتجاه الانحدارات في الدراسات الهيدرولوجية اهمية بالغة حيث يمكن التعرف على اتجاه جريان المياه السطحي وخاصة في المناطق المرتفعة وكذلك التعرف من خلالها على امكانية التربة على الاحتفاظ بالرطوبة وتحدد كمية ومقدار الاشعة الشمسية التي تحصل عليها منطقة ما، اذ انها تُهيّء الظروف لتشكيل الغطاء النباتي ،وبناء على ذلك تم اشتقاق اتجاه الانحدار في منطقة الدراسة، باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8) بالاعتماد على بيانات أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) يتضح ان هناك عدة اتجاهات للمنحدرات في منطقة الدراسة والبالغة تسعة وكما موضح في الجدول(4) والخريطة(6)

خريطة (6) أتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وباستخدام برنامج(Arc GIS 10.8)

جدول (3) مساحة ونسبة أتجاه الانحدار(Aspect) في منطقة الدراسة

الاتجاه	زاوية اتجاه الانحدار		المساحة/كم^2	النسبة المئوية%
	من	الى		
مستوي	1-	0	17.256	14.274
شمال	337.5	360	16.687	13.804
	0	22.5		
شمال- شرق	22.5	67.5	11.406	9.435
شرق	67.5	112.5	13.364	11.055
جنوب – شرق	112.5	157.5	11.031	9.125

جنوب	157.5	202.5	16.189	13.392
جنوب – غرب	202.5	247.5	13.636	11.28
غرب	247.5	292.5	11.526	9.535
شمال– غرب	292.5	337.5	9.789	8.1
المجموع			120.884	%100

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على خريطة (6) وبرنامج Arc GIS 10.8

3-4 الغطاء النباتي:

ولدراسة كثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، تم الاعتماد مؤشر التغطية النباتية (NDVI) (Normalized Difference Vegetation Index)، وذلك للعلاقة القوية بينه وبين كثافة الغطاء النباتي، فضلا عن تأثير عاملي درجة الانحدار والاتجاه في منطقة الدراسة، وتم الاعتماد على المرئية الفضائية (Landsat 8) الملتقطة في موسم الربيع وبتاريخ (2023/4/15)، وبدقة (30) متراً ونوع المتحسس (ETM) وبقنوات طيفية مختلفة (4,5Band) في اعداد خريطة تبين تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، ويمثل مؤشر الاخضرار النباتي (NDVI) نسبة الفرق بين الانعكاسات الطيفية عند الطول الموجي تحت الحمراء القريبة (Band5) والطول الموجي المرئي الاحمر (Band4) وعلى مجموعها، و حسب المعادلة الآتية.

NDVI = (NIR– R) / (NIR+R).....(1)

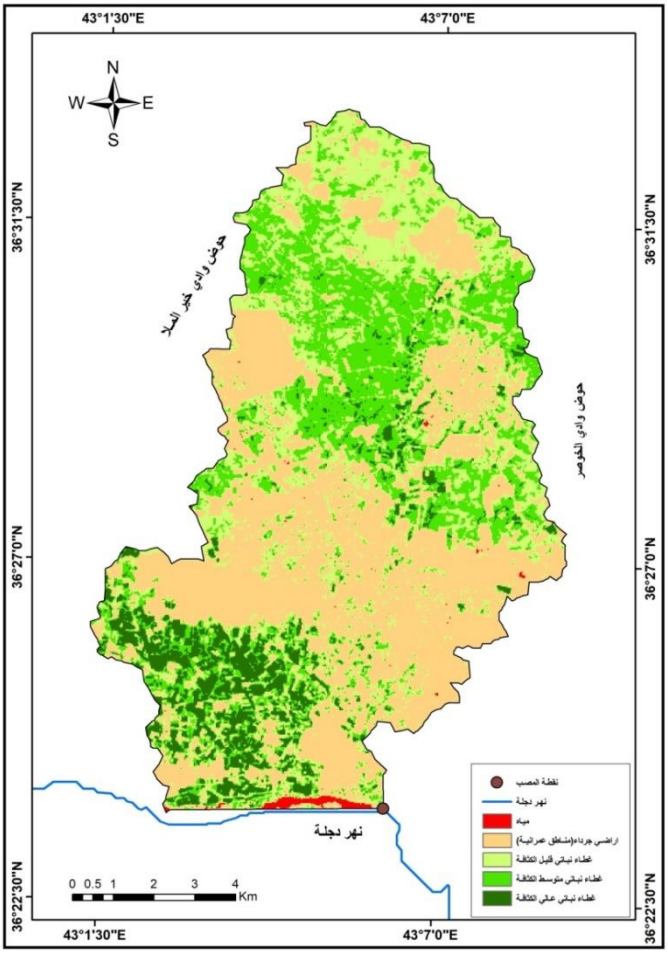
بتطبيق المعادلة اعلاه تم استخراج مؤشر الاخضرار النباتي (NDVI)، باستخدام برنامج (Arc Gis 10.8) وتبين ان نسبة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة بلغت (56.235)% موزعة بين كثافة قليلة ومتوسطة وعالية، ونجد ان (43.765) % من مساحة الحوض تعد اراضي خالية من الغطاء النباتي تمثل المياه والمناطق العمرانية والاراضي الجرداء او الصخور كما موضح في الخريطة (7) ، وتم تصنيف المناطق التي يوجد فيها الغطاء النباتي الى ثلاثة اصناف:-

1- **صنف غطاء نباتي ذي كثافة قليلة** : تتوزع في اغلب مناطق حوض الدراسة بمساحة (29.903)كم^2 وبنسبة (24.737)%، ويؤثر هذا الصنف على الجريانات المائية السطحية .

2- صنف غطاء نباتي ذي كثافة متوسطة: يتوزع ايضا في النطاق الشمالي والجنوبي لحوض الدراسة بمساحة (28.183) كم^2 وبنسبة (23.314)% ، ويسهم هذا الصنف من الغطاء النباتي في التقليل من حجم الجريانات

3- صنف غطاء نباتي ذي كثافة عالية : يتواجد بشكل قليل في حوض الدراسة بمساحة (9.893) كم^2 وبنسبة(8.184)%، ويعيق الغطاء النباتي من كمية الجريان والتقليل من حجم الجريانات السطحية.

خريطة(7) اصناف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة باستخدام مؤشر الاخضرار النباتي(NDVI)



المصدر: اعتماداً على المرئية الفضائية الملتقطة بتاريخ (2023/4/15) وبرنامج (Arc Gis 10.8)

3-5 المناخ

من خلال المعطيات المناخية المتوفرة لمحطة الموصل في الجدول(4)، تبين ان اعلى معدل للاشعاع الشمسي سجل خلال فصل الصيف في شهر تموز بلغت (647.2)واط/م^2، وتنخفض الى (200.9)واط/م^2 في شهر كانون الاول. اما معدلات درجات فسجل شهر كانون الثاني ادنى درجة حرارة عظمى (13.2مْ)، بينما سجل شهر تموز أعلى درجة حرارة عظمى (43.5 مْ)، تراوحت بين (2.6 مْ) في شهر كانون الثاني و (25.6مْ) في شهر تموز، وكذلك نلاحظ ان هناك تبايناً في درجات الحرارة المعدل العام فسجل شهر تموز اعلى معدل في درجات الحرارة (34.5مْ) وسجلت ادنى معدل عام خلال شهر كانون الثاني (7.9 مْ).وبينما تتركز معظم الامطار الساقطة في فصلي الشتاء والربيع وذلك لان المنطقة تقع في مسارات المنخفضات الجوية القادمة من البحر المتوسط والمؤثرة في مناخ العراق والمنطقة بشكل عام، اذ تشكل الامطار خلال فصل الشتاء (كانون الاول، كانون الثاني، شباط) نسبة بلغت (50.58)ملم من مجموع التساقط السنوي، بينما الامطار التي تشكلت في فصل الربيع (اذار ، نيسان، ايار) نسبة بلغت (34.05) ملم من مجموع الامطار السنوية، وانعدام التساقط المطري خلال فصل الصيف (حزيران، تموز، اب) إذ شكلت نسبة قليلة جداً لا تتجاوز (0.4) ملم من مجموع الامطار السنوية أما خلال فصل الخريف (ايلول، تشرين الاول، تشرين الثاني) بنسبة بلغت (14.95) ملم .هناك تبايناً في سرعة الرياح بين أشهر السنة اذ تصل الى اعلى معدل لها في فصل الصيف شهر تموز اذ بلغت (1.7) م/ثا، بينما ادنى معدل لسرعة الرياح سجل في فصل الشتاء في شهر كانون الاول اذ بلغلت (1.0) م/ثا بسبب انخفاض درجة الحرارة وتساقط الامطار مما يؤدي الى برودة وهدوء الرياح .تبين ان هناك زيادة في الرطوبة النسبية في فصل الشتاء، وان المعدل السنوي للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة بلغ (51.5)%، وهناك تباينات فصلية وشهرية واضحة حيث سُجل اعلى معدل للرطوبة النسبية في شهر كانون الثاني (78.8)%، بينما خلال فصل الصيف تنخفض الرطوبة مع ارتفاع درجات الحرارة وزيادة التبخر فسجلت في شهر تموز ادنى معدل (25.9) %.

الجدول (4) المعدلات الشهرية للأشعاع الشمسي ودرجات الحرارة (مْ) وسرعة الرياح (م/ثا) والرطوبة النسبية % في محطة الموصل للفترة (1990–2021).

الاشهر	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
الاشعاع الشمسي	212.7	291.2	404	539.8	579.8	647.1	647.2	587.3	478.1	372.3	260.3	200.9	435.1
درجة الحرارة العظمى	13.2	15.4	20	25.9	33.4	39.9	43.5	43.3	38.5	32.0	21.8	15.2	28.5
درجة الحرارة الصغرى	2.6	3.9	7.5	11.6	16.7	21.8	25.6	24.8	20.0	14.6	8.0	4.2	13.4
المعدل العام لدرجة الحرارة	7.9	9.6	13.7	18.7	25.1	30.8	34.5	34.1	26.5	23.3	14.9	9.7	20.95
سرعة الرياح	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	1.7	1.7	1.5	1.2	1.0	0.8	1.0	1.4
الرطوبة النسبية	78.8	73.1	66	61.8	43.6	28.9	25.9	27.0	31.6	43.3	62.0	76.4	51.5

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات مناخية غير منشورة.

جدول (5) المعدلات الشهرية السنوية للتساقط المطري/ ملم في منطقة الدراسة حسب محطة الموصل للفترة (2021-1990)

الاشهر	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي	المجموع السنوي
الامطار	61.2	53.4	57.6	44.3	16.5	1.2	0.2	0.0	0.5	12.0	39.5	61.3	29.0	347.7

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات مناخية غير منشورة

يستدل من تحليل اجمالي معطيات العناصر المناخية والتي جرت وفقاً لبيانات المحطة المناخية (محطة الموصل) ان تزامن انخفاض درجات الحرارة ونسب التبخر وسرعة الرياح مع التساقط المطري وحصول الجريانات المائية لحوض الدراسة فضلاً عن وقوع المنطقة في اقاليم المناخات الجافة وشبه الجافة والتي تتميز بحصول عواصف مطرية عالية بشدة عالية تسبب مخاطر هيدرولوجية بدرجات حسب شدة العاصفة

4- الخصائص الجيومترية والموفومترية:

4-1 قياسات الخصائص الجيومترية

تمثل هذه القياسات الابعاد الهندسية لحدود الحوض المائي، وتستخدم القياسات الجيومترية للحوض المائي في تقييم نظام التصريف المائي من الروافد الى المجرى الرئيس، وبعدها يمكن من خلالها قياس حجم التدفق لتقدير الفترات الزمنية لوصول المياه ايضا، مع الاخذ بعين الاعتبار عدة عوامل ومنها انحدار سطح الحوض المائي.

4-1-1القياسات الهندسية لحوض التصريف

تتضمن اربعة معايير جيومترية لها ارتباط مباشر بالخصائص الطبيعية للحوض وتعدّ أولى المراحل لتحديد الخصائص الكمية في بيئة حوض التصريف، فضلاً عن اهميتها في الدراسات الهيدرولوجية، من خلال تاثيرها في حجم التصريف المائي في الحوض، والمتمثلة في مساحة الحوض(A)، طول الحوض(L)، ومحيط الحوض(P)، وعرض الحوض(W) كما يأتي :

4-1-1-1مساحة الحوض (Basin Area)

تعدّ من القياسات المهمة التي تستخدم في النماذج الهيدرولوجية، وتعد المساحة من الخصائص الجيومترية المهمة وتوثر على حجم التصريف المائي في الحوض ومن المعلوم كلما كبرت مساحة الحوض زادت كمية المياه التي تجري في الحوض مما يسبب زيادة الحمولة النهرية بثبات المتغيرات الاخرى مما يؤدي الى فرص تشكل الخطورة نتيجة السيول. وتعرف مساحة الحوض بانها كامل المساحة التي يحدها خط تقسيم المياه ويصرفها النهر وتحسب عادة حسابها بالكيلومترات المربعة وذلك بعد معرفة حدود الصرف (الشمري، 2017) .

من ملاحظة الجدول(6) يتضح أن مساحة حوض وادي الرشيدية بلغت (120.884)كم^2. وكلما ازدادت مساحة الحوض زادت كمية المياه التي يستقبلها، وكما يتاثر الحوض بعدة عوامل منها التراكيب الخطية ونوعية الصخور حيث لهما دورٌ في زيادة مساحة الحوض وتباين اتجاهاتها فضلاً عن تاثير الامطار المتساقطة والمناخ في مساحة الحوض.

4-1-1-2 طول الحوض (Basin Lengeth)

يؤثر طول الحوض في عملية الجريان السطحي ، كما انه يتحكم بمدة تفريغ الحوض لمياهه وحمولته الرسوبية، كما تتناسب معدلات التسرب والتبخر مع طول الحوض تناسبا طرديا، نتيجة لتباطؤ سرعة جريان المياه بالاتجاه نحو المصب(سلوم، 2012) .ويحدد طول الحوض بعدة طرائق وفي هذه الدراسة تم الاعتماد على قياس أقصى طول للحوض بخط يمتد بين نقطة مصبه وأعلى نقطة فوق منطقة تقسيم المياه بأعالي المجرى، وقد تم قياسه بواسطة برنامج (Arc GIS 10.8) اذ بلغ طول الحوض (17.11)كم وتختلف الاحواض طولياً تبعاً لدرجات الانحدار وشدة التضرس، والأحواض التي يكون معدل طولها قليلاً تقع في مناطق شديدة التضرس ودرجات انحدار كبيرة والعكس في المناطق قليلة الانحدار وقليلة التضرس حيث يزيد معدل طولها، وكلما زاد طول الحوض قلت المخاطر الهيدرولوجية.

4-1-1-3 محيط حوض (Basin Perimeter)

يقصد بمحيط الحوض خط تقسيم المياه الذي يشكل الحدود الخارجية للحوض يفصل بين حوض تصريف الوادي والاحواض المجاورة له ، وتتاثر بشكل مباشر بتطور المجاري المائية من الرتبة الاولى وبعمليات الاسر النهري ، ونشوء المجاري الموسمية عقب كل عاصفة مطرية وينعكس تكرار المجاري الاولية بشكل واضح على زيادة تعرج المحيط(سلوم، 2012).

وتم الاعتماد على برنامج (Arc GIS 10.8) وانموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لاستخراج محيط الحوض وتبين ان محيط حوض وادي الرشيدية يبلغ (61.2963)كم ، كما موضح في الجدول (6).

ومن الملاحظ أنه كلما زادت تعرجات خط تقسيم المياه زاد طول محيط الحوض في حين انه كلما قلت تعرجات خط تقسيم المياه صغر محيط الحوض وان صغر محيط الحوض يجعل الوادي اكثر خطورة نتيجة لارتفاع صافي الجريان وقلة الفاقد من المياه ومن ثم حدوث السيول القوية مع ثبات المتغيرات الأخرى.

4-1-1-4 عرض الحوض (Basin Width)

المقصود بعرض الحوض هو المسافة المستقيمة العرضية ما بين ابعد نقطتين على محيط الحوض(العذاري والربيعي،2017). ويعد عرض الحوض من المقاييس الجيومترية المؤثرة على نسبة ما يستلمه الحوض من التساقط المطري اذ انه كلما زاد عرض الحوض زاد ما يتلقاه من التساقط وبالتالي يزداد الجريان السطحي، كما ان زيادة عرض الحوض تزيد من كمية الفاقد بعملية التبخر / التسرب. ومن المعروف ان الوادي الذي يتميز بزيادة طوله عن عرضه يتميز بوصول المياه الى مجرى الرئيس في اوقات مختلفة مما يؤدي الى استمرارية الجريان لوقت أطول مع انخفاض قيمة السيول نتيجة لزيادة تركيز المياه وعدم تشتتها . وان متوسط عرض الحوض يرتبط بنظام ونوعية الصخور ومراحل التطور التي وصل اليها الوادي في عمليات التعرية، والاحواض التي يكون متوسط العرض صغيراً يعود سبب ذلك الى وجود الشقوق والفواصل والانكسارات، وكذلك الصخور الجيرية الخشنة وقد تم حساب عرض حوض التصريف من المعادلة الآتية (السلاوي،1989)

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

ومن خلال الجدول (6) وتبين عرض حوض التصريف يتراوح (7.065) .

الجدول (6) القياسات الهندسية لحوض منطقة الدراسة

الحوض	المساحة/ كم^2	المحيط / كم	الطول / كم	العرض / كم
حوض وادي الرشيدية	120.884	61.296	17.11	7.065

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Arc GIS 10.8

4-1-2الخصائص التضاريسية لحوض التصريف:

تعد الخصائص التضاريسية ذات اهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية ، لانها تعمل على فهم الخصائص الطبوغرافية في الحوض كما تبين القدرة الحتية للمجاري المائية وتقدير حجم الرواسب المنقولة بفعل المجاري المائية، وكذلك تقدير حجم الجريان السطحي ومعرفة مرحلة تقدم الحوض في دورته التحاتية . ومن خلال الجدول (7) يمكن توضيح هذه الخصائص .

الجدول (7) الخصائص التضاريسية في منطقة الدراسة

اسم الحوض	نسبة التضرس	التضاريس النسبية	التكامل الهيبسومتري	معدل النسيج	قيمة الوعورة
الرشيدية	7.013	1.957	1.007	2.252	0.165

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج Arc GIS 10.8 والمعادلات الحسابية.

4-1-2-1 نسبة التضرس Relief Ratio:

تعد نسبة التضرس مقياساً مهماً لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية لأي منطقة ولأي حوض مائي ، فهي تؤثر بارتفاعها وانخفاضها تأثيراً مباشراً على سرعة الجريان، وعلى كمية المواد المنقولة وعلى ارتفاع معدل التعرية المائية أو انخفاضها، ويعرف تضرس الحوض بأنه الفرق بين أعلى نقطة وأدنى نقطة في الحوض، وكلما زاد الفرق بين اعلى منطقة وادنها داخل حوض التصريف تزداد درجة التضرس، وكلما زاد الانحدار يؤدي الى سرعة الجريان وزيادة كمية الرواسب وعملية الحت المائي. يمكن حساب معامل التضرس من خلال المعادلة الاتية (strahler 1957)

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{تضاريس الحوض (الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض (م))}}{\text{طول الحوض (كم)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

وبتطبيق المعادلة (3) تبين ان نسبة التضرس في حوض وادي الرشيدية بلغت (7.013)م/كم وكما موضح في الجدول (7)، وهذه النسبة تُعدّ تضرساً متوسطاً حسب تصنيف (strahle, 1957) نتيجة لقلة فرق الارتفاع .

4-1-2-2 التضاريس النسبية :

وهي من المقاييس المهمة يتم من خلالها معرفة الخصائص الطبوغرافية للحوض، ويمكن معرفة العلاقة المتبادلة بين قيمة التضرس الذي يقصد به الفرق بين اعلى وادنى ارتفاع في الحوض وبين مقدار محيط الحوض على

شكل نسبة تبين درجة التضرس. إذ توجد هناك علاقة ارتباط سالبة بين درجة مقاومة الصخور لعمليات التعرية والتضاريس النسبية بثبات الظروف المناخية وتؤثر نسبة التضرس على العديد من المتغيرات في الحوض اهمها كثافة التصريف والخصائص الهيدرولوجية حيث تشير القيمة المرتفعة للتضاريس على شدة وعورة السطح ويمكن استخراج التضاريس النسبية وفق المعادلة الآتية(محسوب، 2001) .

$$\text{التضاريس النسبية} = \frac{\text{تضاريس الحوض م}}{\text{محيط الحوض كم}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

وعند تطبيق المعادلة أعلاه على حوض الدراسة والتي تبين من خلال الجدول (7) نجد ان قيمة التضاريس النسبية بلغت (1.957) م/ كم ، والقيمة منخفضة نتيجة لقلة تباين التضرس.

4-1-2-3 التكامل الهيبسومتري Hypsometric Integral

تمثل العلاقة بين مساحة الحوض وارتفاعة، ويُعد مقياساً زمنياً يهدف الى تحديد المرحلة الجيومورفولوجيا التي يمر بها الحوض إذ تتناقص قيمة التكامل الهبسومتري مع استمرار تقدم الدورة الحتية للحوض ، ويستخرج قيمة هذا المعامل من خلال المعادلة الآتية(strahler 1952) .

$$\text{التكامل الهيبسومتري} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{تضاريس الحوض م}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

وبتطبيق المعادلة(5)على حوض الدراسة يتضح ان قيمة التكامل الهيبسومتري بلغت (1.007)كم^2 / م ، وتدل هذه القيمة على ان الحوض في مرحلة الشباب وفيه تغلب عمليات الحتية على الارساب.

4-1-2-4 معدل النسيج الحوضي Texture Ratio

وهو مقياس لنسيج شبكة التصريف ومدى تقطع سطح الحوض بالمجاري المائية ويشير الى مدى تأثر حوض التصريف بكمية الامطار الساقطة ومعدل الجريان السيلي في المنطقة حيث تزداد خطورة الحوض بزيادة قيمة هذا المعامل، ويؤثر فيه مجموعة من العوامل أهمها المناخ ونوعية الصخور ونوع النبات فضلاً عن المرحلة التطورية التي يمر بها الحوض. ويمكن حساب هذا المعامل من خلال معادلة اقترحها (smith,1950) وهي كالآتي :-

$$\text{معدل النسيج الحوضي} = \frac{\text{مجموع اعداد المجاري في الحوض}}{\text{محيط الحوض/ كم}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

وبتطبيق المعادلة اعلاه على حوض وادي الرشيدية، نجد ان معدل النسيج بلغ (2.251) مجرى/ كم، هذا يعني ان الحوض في منطقة الدراسة يقع ضمن الفئة التي يكون نسيجها خشناً، وصخورها تكون ذات نفاذية عالية حسب تصنيف (Morisawa.M.E , 1958) الذي قسم الأودية الى اربع فئات حسب النسيج الطبوغرافي ، كما موضح في الجدول (8) :

الجدول (8) تصنيف الحوض بحسب معدل نسيج الحوضي ل (Morisawa.M.E , 1958)

الفئة	النسيج	معدل نسيج الحوضي	خصائص الحوض
1	خشن	اقل من (8) مجرى/كم	صخور ذات نفاذية عالية مع وفرة في النبات الطبيعي
2	متوسط	بين (8–20) مجرى/كم	نفاذية عالية مع وفرة في النبات الطبيعي وتساقط الامطار
3	ناعم	بين(20–200)مجرى/كم	صخور غير منفذة مع كمية امطار كبيرة وقلة في الغطاء النباتي
4	ناعم جداً	أكثر من 200مجرى /كم	صخور غير منفذة وعدم وجود نبات الطبيعي مع وابل من المطر

المصدر: عبد الصمد متولي، حوض وادي وتير دراسة جيمورفولوجية ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الاداب، جامعة القاهرة ، 2001، ص 179.

4-1-2-5 درجة الوعورة Ruggedness Number

يعبر هذا المقياس عن العلاقة بين تضاريس الحوض وكثافة شبكة التصريف، ويشير ارتفاع قيمة الوعورة إلى شدة تضرس الحوض وسيادة التعرية المائية وانحدار المجرى، وزيادة نقل الرواسب والمفتتات الصخرية من المنابع المرتفعة الى المناطق المنخفضة من الحوض(العذاري والربيعي،2017).واحتمالية حدوث الفيضان، لارتباطها بالتضاريس وكثافة الجريان. ويمكن استخراج قيمة الوعورة وفق المعادلة الآتية (Schumm, 1956)

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{تضاريس الحوض} \times \text{كثافة الصرف الطولية}}{1000} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

وبتطبيق المعادلة على حوض الدراسة نجد ان قيمة الوعورة بلغت (0.165) وهي قيمة منخفضة دلالة على ان الحوض في اولى مراحله الحتية.

4-1-3 الخصائص الشكلية لحوض منطقة الدراسة

ان دراسة الخصائص الشكلية للاحواض النهرية لها اهمية في معرفة التطور الجيومورفولوجي والعمليات التي شكلت الحوض بالاضافة الى معرفة تاثير الشكل في كمية التصريف المائي مما يساهم في تحيد درجة خطر الفيضان، كما يمكن قياس معدلات التعرية المائية وحجم التصريف الواصل الى منطقة المصب (المجرى الرئيسي) وهناك عدة عوامل منها(البنية الجيولوجية، التضاريس، والعوامل المناخية) تتحكم في شكل الحوض وتفرع الشبكة النهرية. ومن اهم المعاملات شكل الحوض ومنها:-

الجدول (9) القياسات الشكلية لحوض منطقة الدراسة

اسم الحوض	معامل الاستدارة	معامل الاستطالة	معامل الشكل	معامل الاندماج
الرشيدية	0.404	0.724	0.412	1.583

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج (Arc GIS 10.8) والمعادلات الحسابية.

4-1-3-1 معامل الاستطالة Elongation Ratio

يُعدّ المعامل الاستطالة من المقاييس المورفومترية وادقها في قياس شكل الحوض وقد اقترح من قبل الباحث (شوم 1956) ، ويُعدّ مؤشرا لمدى اقتراب او ابتعاد شكل الحوض من الشكل المستطيل، وتكون نسبته بين (0-1) فعند اقتراب قيمته من (0) يدل على ان شكل الحوض يقترب من الشكل المستطيل، بينما في حالة ارتفاع قيمته واقتراب من الواحد الصحيح، فيعني ذلك ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المستطيل واقترابه من الشكل الدائري، وان الاحواض التي تكون بامتداد طولي ترتفع فيها نسبة الاستطالة وتقل كلما ابتعد شكل الحوض عن الشكل المستطيل، ويمكن حسابه من خلال نسبة طول قطر الدائرة بنفس مساحة الحوض الى اقصى طول الحوض ويستخرج هذا المعامل من خلال المعادلة الآتية(Schumm 1956).

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{\text{قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض /كم}}{\text{اقصى طول للحوض/ كم}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(8)$$

ومن خلال تطبيق المعادلة أعلاه تبين ان معامل الاستطالة في حوض الدراسة بلغ (0.7) ،وحسب تصنيف (Schumm 1956)، تشير هذه النسبة إلى استطالة الحوض وان ارتفاع نسبة الاستطالة في الحوض ينتج عنها بطءٌ في الجريان المائي الى المصب بسبب طول المسافة التي يقطعها المجرى، وكذلك يسبب عملية فقدان المائي من خلال التبخر والارتشاح وهذا بدوره يؤثر في طبيعة الجريان السطحي .

4-1-3-2 معامل الاستدارة Circulatory Ratio

يعبر هذا المعامل عن اقتراب او ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري المنتظم، كما يشير الى النسبة بين مساحة الحوض الى دائرة لها نفس محيط الحوض، وتتأثر هذه النسبة بشكل كبير بطول المجاري المائية وتكرار المجاري واستخدامات الأرض والمناخ والغطاء النباتي، ويمكن حساب معامل الاستدارة وفق معادلة (Miller) وهي كالآتي(Miller V.C. 1953): -

$$\text{معامل الاستدارة} = \frac{4(3.14\times\text{مساحة الحوض})}{(\text{محيط الحوض})^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

وتتراوح قيم معامل الاستدارة بين (0-1)، إذا كانت قيمة نسبة الاستدارة قريبة الى (1) يدل على ان الشكل قريب للاستدارة، أما اذ كانت قيمة معدل الاستدارة قريبة من (0) فيكون شكل الحوض بعيداً عن الشكل المستدير مما ينتج عنه شكل متعرج وعدم انتظام خطوط تقسيم المياه فيه، والاحواض ذات الشكل الدائري تزداد فيها مخاطر السيول بسبب تجمع المصبات الروافد في منطقة واحدة فعندما يحدث جريان فانه يصل في وقت واحد مما ينتج عن ذلك مخاطر للفيضانات محتملة والعكس مع الاحواض التي تميل للاستطالة فان الجريان يكون اكثر انتظاما واقل خطورة .

من خلال تطبيق المعادلة(9) يتضح ان قيمة معامل الاستدارة في منطقة الدراسة بلغت(0.404) وهي قيمة منخفضة تشير الى ابتعاد الحوض عن الشكل المستدير، ويمتاز الحوض بعدم انتظام الشكل وزيادة التعرجات خطوط تقسيم المياه فيه ، مما يؤثر في زيادة طول الوادي ولاسيما روافد المراتب الدنيا التي تكون قريبة من مناطق خط تقسيم المياه مما يسمح للمياه الجارية لتتسرب الى داخل التربة.

4-1-3-3 معامل الشكل Form Factor

يعبر هذا المقياس عن مدى تناسق الشكل العام للحوض، ويمثل العلاقة بين مساحة الحوض وطوله، ويشير معامل الشكل الى الاقتراب او الابتعاد شكل الحوض من الشكل المثلث، فعند اقتراب قيمة معامل الشكل من (0) تشير ذلك الى عدم انتظام الحوض وتناسقة والاقتراب من شكل المثلث، بينما اقتراب قيمة هذا المعامل من (1) يشير الى اتخاذ الحوض شكلا دائريا مما يسبب سرعة تحويل مياه الامطار الى السيول(التويجري،2020) .

وان دراسة معامل شكل الحوض لها اهمية في معرفة القيمة الهيدرولوجية لشكل الحوض المثلث ويأخذ حالتين الاولى عندما تكون قاعدة المثلث في منطقة المصب فعند هذه الحالة تزيد من خطورة الفيضانات، بينما الحالة الثانية عندما يكون راس المثلث في منطقة المصب والقاعدة تكون في منطقة المنبع (بداية الجريان) فيعمل على

التقليل من سرعة وصول موجات المياه والسيول بسبب اتساع مساحة الحوض في القاعدة وقلة المساحة عند راس المثلث . ويستخرج معامل الشكل وفق المعادلة الآتية(Horton).

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مربع طول الحوض كم}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(10)$$

وبتطبيق المعادلة تبين ان معامل شكل الحوض بلغ (0.412) ، وهي قيمة منخفضة تشير الى تميزها بطولها وتباين النسبة بشكل كبير بين طولها وعرضها ، مما يدل على صغر المساحة مقابل طول الحوض، فتكون سرعة الجريان واطئة الذروة خلال مدة اطول لان الحوض يتميز بالاستطالة .

4-1-3-4 معامل الاندماج (Merger Factor)

يوضح هذا المعامل مدى التناسق بين محيط ومساحة الحوض، ومن خلال هذا المعامل يمكن معرفة المرحلة التحاتية للحوض، اذ ان القيمة المرتفعة له تشير الى ان الحوض ترتفع فيه نسبة التعرجات في محيطه، وتقل درجة تناسقه في الشكل، أما القيمة المنخفضة تشير الى تقدم الحوض في دورته التحاتية ويمكن حساب قيمة هذ المعامل وفق المعادلة الاتية(المكتوب،2018).وتبين ان قيمة معامل الاندماج في منطقة الدراسة بلغت (1.583) مما يعني ضعف الترابط بين أجزاء الحوض وعدم انتظام خطوط تقسيم المياه وهي قيمة مرتفعة ويعود سبب ارتفاع طول محيط الحوض.

$$\text{معامل الاندماج} = \frac{\text{محيط الحوض /كم}}{\text{محيط الدائرة التي مساحتها تساوي مساحة الحوض/كم}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(11)$$

4-2 القياسات المورفومترية (الشبكة التصريفية) Parameters of Drainage Network

من خلال الشبكة التصريفية يمكن تحديد كمية التدفق ونظام الجريان في الحوض ، وكما انه معروف كلما زادت كثافة الشبكة التصريفية دل ذلك على قلة معدلات الارتشاح باتجاه التكوينات التحت السطحية، عندما تقل كثافة شبكة التصريف يعمل على زيادة الارتشاح من سطح الحوض وقد تم تحديد الشبكة التصريفية المائية لمنطقة الدراسة باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتم تحديد حدود حوض منطقة الدراسة والشبكة المائية من خلال برنامج (Arc GIS 10.8) ، وتم دراسة عدة متغيرات والتي لها دلالة هيدرولوجية وهي كالآتي :-

4-2-1 رتب المجاري Stream OrderS:

تعرف مراتب شبكة التصريف بانها تدرج رقمي لمجموعة من الروافد التي يتكون منها المجرى الرئيسي وتعد العامل المتحكم بكميات التصريف المائي التي تتباين من حوض مائي لأخر بسبب حجم الحوض واتساعه، لذلك تسهم

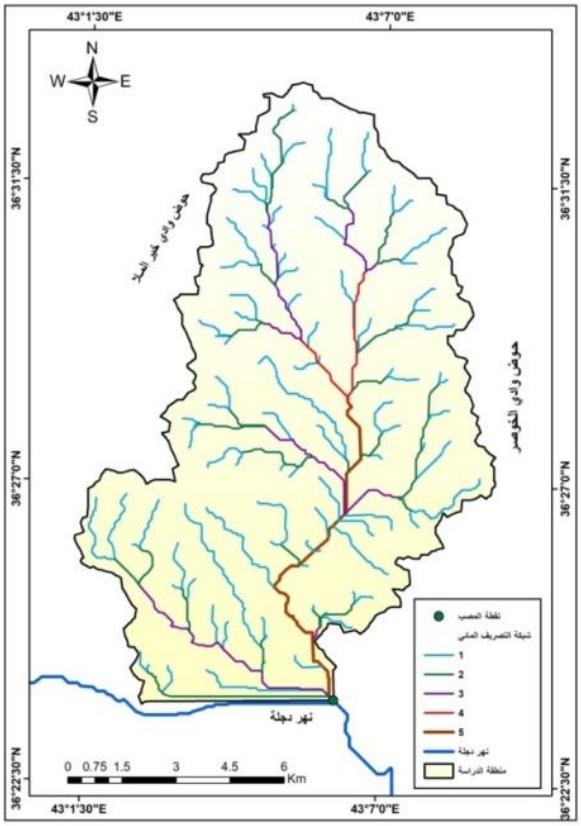
دراسة مراتب شبكة التصريف في معرفة التصريف المائي والتنبؤ به في اي جزء من أجزاء الحوض ، وتقدير سرعة الجريان والتنبؤ بخطر الفيضان وما لهذا من ارتباط في زيادة عمليات الحت والترسيب داخل الحوض المائي(strahle, 1957) وتتناسب كفاءة المجاري المائية طرديا مع اعدادها لذلك هي مؤشرات مهمة على حجم شبكة التصريف، وقد تم دراسة مراتب المجاري المائية في حوض منطقة الدراسة حسب طريقة (strahler 1957) وذلك لسهولتها ووضوحها، وتُعدّ من اهم الطرق المستخدمة في تحديد الرتب النهرية في المناطق الجافة وشبه الجافة، وتم تصنيف الرتب النهرية كالآتي : فأن الاودية والمسيلات المائية الصغيرة التي لا تلتقي باي روافد او اودية اخرى تمثل المرتبة الاولى، وعند التقاء رافدين من المرتبة الاولى يتكون رافد من الرتبة الثانية، أما مجاري المرتبة الثالثة تصب فيها روافد المرتبة الثانية وهكذا تتكون بقية المراتب النهرية الى حين الوصول اعلى مرتبة نهرية في الحوض، وتم الحصول على المراتب النهرية عن طريق برنامج(Arc GIS 10.8) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة (30م)، كما هو موضح في الجدول (10) والخريطة (8)، ومن نتائج تحليل الرتب في الحوض الدراسة نجد ان الحوض يصنف على انه حوض من الرتبة (الخامسة) ، وبلغ مجموع عدد المجاري المائية (138) مجرى، وبطول (166.425) كم.

جدول (10) اعداد واطوال المراتب النهرية في حوض منطقة الدراسة

المراتب النهرية	العدد	الطول / كم
المرتبة الاولى	96	91.212
المرتبة الثانية	28	37.401
المرتبة الثالثة	11	21.031
المرتبة الرابعة	2	6.139
المرتبة الخامسة	1	10.640
المجموع	138	166.425

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (10)

خريطة (8) شبكة التصريف والمراتب المائية في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج Arc GIS 10.8.

4-2-2 نسبة التشعب Bifurcation Ratio:

تعرف نسبة التشعب على انها حاصل قسمة عدد المجاري في رتبة ما على عدد المجاري في الرتبة التي تليها، وهي مؤشر مهم في الدراسة المورفومترية لانها تبين الخصائص الهيدرولوجية بين الرتب النهرية، وان النسبة الطبيعية للتشعب تتراوح بين (3-5)، ويمكن حساب نسبة التشعب من خلال المعادلة الآتية(تراب،1997).

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري لمرتبة ما}}{\text{عدد المجاري في المرتبة التالية}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

كما ان نسبة التشعب تتحكم في زمن وصول المياه الى المجارية الرئيسية وفي معدل التصريف المائي ايضا وكلما قلت نسبة التشعب تقل كثافة التصريف وتقل المسافة الخطية لوصول المياه الجارية الى المصب مما يزيد خطر الفيضان بعد العاصفة المطرية، وان ارتفاع نسبة التشعب يؤدي الى زيادة كثافة التصريف لان المياه تتوزع على اكبر عدد من المجاري فتصل المياه مشتتة الى المجاري الرئيسية فيقلل من خطر الفيضان.

وبتطبيق المعادلة (12) على حوض الدراسة امكن الحصول على نسب التشعب، ويمكن حساب المعدل العام لنسبة التشعب من قسمة مجموع نسب التشعب على عددها حيث بلغ معدل النسب (3.368) كما موضح في الجدول (11)، وبذلك تعد ضمن النسب الطبيعية حيث تتوازن المراتب المائية في الحوض وتتحرك المياه من خلالها بشكل متوسط.

جدول(11) معدل نسب التشعب في منطقة الدراسة

المراتب المائية	نسبة التشعب
2/1	3.428
3/2	2.545
4/3	5.5
5/4	2
معدل نسبة التشعب	3.368

المصدر : اعتمادا على (DEM) وبرنامج (Arc GIS 10.8) .

4-2-3 اطوال المجاري Stream Length :

يستفاد من دراسة أطوال المجاري كونها تؤثر في سرعة الجريان السطحي المائي في الحوض، وان زيادة أطوال المجاري المائية تعكس زيادة كميات المياه الضائعة عن طريق التبخر وتسرب المياه الى داخل التربة، بينما قلة وقصر أطوال المجاري تؤثر على كفاءة الشبكة التصريفية للحوض المائي في نقل المياه بين أجزائه(Mohamed).

ويتم استخراج اطوال المجاري المائية في منطقة الدراسة من خلال برنامج (Arc GIS 10.8)، ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، اذ بلغ اطوال المجاري المائية في الحوض منطقة الدراسة (166.425)كم.

4-2-4 الكثافة التصريفية Drainage Density

وتُعدَ من أهم مقاييس شبكة التصريف المائي، وتحسب من خلال نسبة مجموع أطوال الروافد من مختلف الرتب إلى مساحة الحوض، اذ تعبر عن تقطع الحوض بالمجاري المائية، وتكمن اهميتها في انها تعكس تاثير العوامل التي تسيطر على الجريان السطحي المائي كالعوامل المناخية (الامطار) والغطاء النباتي، ونوعية الصخور والتربة، بالاضافة الى استعمالات الارض الاخرى ، فعندما تزداد كثافة التصريف تزيد معها سرعة جريان المياه، مما يؤثر على نشاط عمليات الحت والتعرية في الوادي النهري(الخفاجي،2016).وتقسم الكثافة التصريفية الى قسمين :-

1-4-2-4 الكثافة التصريفية الطولية Longitunal Draining Density

تم تفسير كثافة التصريف من قبل الجيومورفولوجي الأمريكي (R.E.Aorton) وهي مجموع اطوال المجاري المائية في حوض التصريف على مساحة ذلك الحوض(عبد الحسين،2012). ويتم استخراج كثافة الصرف الطولية على وفق المعادلة الآتية(Strahlar,1965) .

$$\text{كثافة الصرف الطولية} = \frac{\text{الطول الكلي للمجاري المائية في كل المراتب المختلفة (كم)}}{\text{المساحة الكلية للحوض كم}^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(13)$$

وعند تطبيق المعادلة(13) على حوض الدراسة نستنتج ان كثافة الصرف الطولية بلغت (1.376) كم / كم^2 ، وتصنف حسب تصنيف strahler كثافة منخفضة ويعود ذلك لعدة عوامل مؤثرة على كثافة الصرف الطولية اهمها كمية التساقط المطري في الحوض، إضافة الى التكوينات الصخرية لحوض الدراسة ودرجة نفاذيته ومساميته في التسرب المائي لما له تاثير على شق القنوات النهرية وأطوالها.

2-4-2-4 الكثافة التصريفية العددية Numberical Drainage Density

وهي احدى المقاييس المهمة التي تبين النسبة بين اعداد المجاري ومساحة الحوض، وتعكس الخصائص الهيدرولوجية والجيومورفولوجية وشدتها في تقطيع الحوض المائي والتي تزداد مع ازدياد اعداد القنوات المائية في هذه المساحات ، ويتم حساب الكثافة الصرف العددية من خلال المعادلة الآتية(عبد الحسين،2012).

$$\text{كثافة الصرف العددية} = \frac{\text{مجموع أعداد الأودية بجميع رتبها}}{\text{مساحة الحوض كم}^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(14)$$

ومن خلال تطبيق المعادلة اعلاه على حوض الدراسة تبين ان كثافة الصرف العددية بلغت (1.141) مجرى /كم^2.

4-2-5 معامل التعرج (الانعطاف) Sinousity Factor

يعبر معامل الانعطاف عن العلاقة بين طول المجرى الحقيقي، والذي يمثل المسافة التي يقطعها الوادي من أبعد نقطة لمنبعه وصولاً الى المصب مع حساب كافة الانعطافات والانثناءات فيه ، وبين طول المجرى المثالي والذي يمثل خطاً مستقيماً من نقطة المصب الى أبعد نقطة ينبع منها المجرى، ويقصد بمعامل الانعطاف درجة تغيير مسار النهر عن المجرى المستقيم أو شد انثنائة(مزاحم،2022)، وغالباً ما يكون الطول الحقيقي أكبر من الطول المثالي، ولمعامل الانعطاف اهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية تكمن في معرفة مدى انعطاف والتواء المجرى واثر ذلك على الجريان السطحي من حيث عمقه وكميته وسرعته ، فكلما قلت درجة الانعطاف (التعرج) دل ذلك على زيادة كمية المياه في المجرى ، بسبب سرعة جريان المياه حيث تصل الى منطقة المصب خلال فترة زمنية قصيرة ، بينما تدل زيادة درجة الانعطاف على قلة كمية المياه في المجرى نتيجة زيادة احتمالات الترشيح والتبخر. ويستخرج معامل الانعطاف على وفق المعادلة الآتية(سلامة،1980).

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الحقيقي}}{\text{طول المجرى المثالي}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

(*) يمكن تقسيم معامل الانعطاف حسب تصنيف (schumm, 1956) الى ثلاثة اشكال :

1- اذا كانت النسبة اقل من (1.05) يكون الوادي مستقيماً

2- اذا كانت النسبة ما بين (1.06- 1.5) يكون الوادي ملتوياً

3- اذا كانت النسبة اكثر من (1.5) يكون الوادي منعطفاً

حيث بلغت قيمة تعرج وادي الرشيدية (1.128) اي انه يصنف ضمن مجموعة المجاري الملتوية حسب تصنيف (schumm, 1956) ،ويعود السبب في ذلك اختراق هذه الوديان مناطق صخرية تكثر فيه الانكسارات والشقوق مما يعطي وديان هذه الاحواض شكلاً أقرب الى الاستقامة. وهيدرولوجياً فإن المياه المتجمعة والجارية تتعرض بفعل ذلك الى الفقدان عن طريق الرشح والتبخر وتزيد من عملية الحت المباشر عند نقاط الالتواء وبالتالي زيادة الحمولة الارسابية ، فضلاً عن إن الحوض يحقق زمن تركيز عالياً مما يقلل من خطورة الفيضان.

4-2-6 معدل بقاء المجرى: Channel Maintenance

وهو يمثل النسبة بين وحدة المساحة اللازمة لتغذية الوحدة الطولية الواحدة من مجرى الشبكة النهرية ، والقيمة المرتفعة لهذا المعامل تدل على اتساع مساحة الحوض على حساب شبكة محدودة الطول وبالتالي انخفاض شبكته التصريفية، ويتم حساب معدل بقاء المجرى على وفق المعادلة الآتية(Schumm, 1956)

معدل بقاء المجرى = $\frac{\text{مساحة الحوض التصريفي (كم}^2\text{)}}{\text{مجموع اطوال المجاري المائية (كم)}}$ .....(16)

ومن خلال تطبيق المعادلة على حوض وادي الرشيدية تبين ان معدل بقاء المجرى (0.726)كم^2/كم، وهي قيمة مرتفعة دلالة على وجود اتساع في المساحة الحوضية قياساً بأطوال المجاري التي تتوزع في حوض الدراسة من تقليل من الكثافة التصريفية وبالتالي تقلل من درجة خطورة .

5 تحليل المقاطع الطولية والعرضية لحوض منطقة الدراسة

5-1 المقاطع الطولية : Longitudinal Profiles

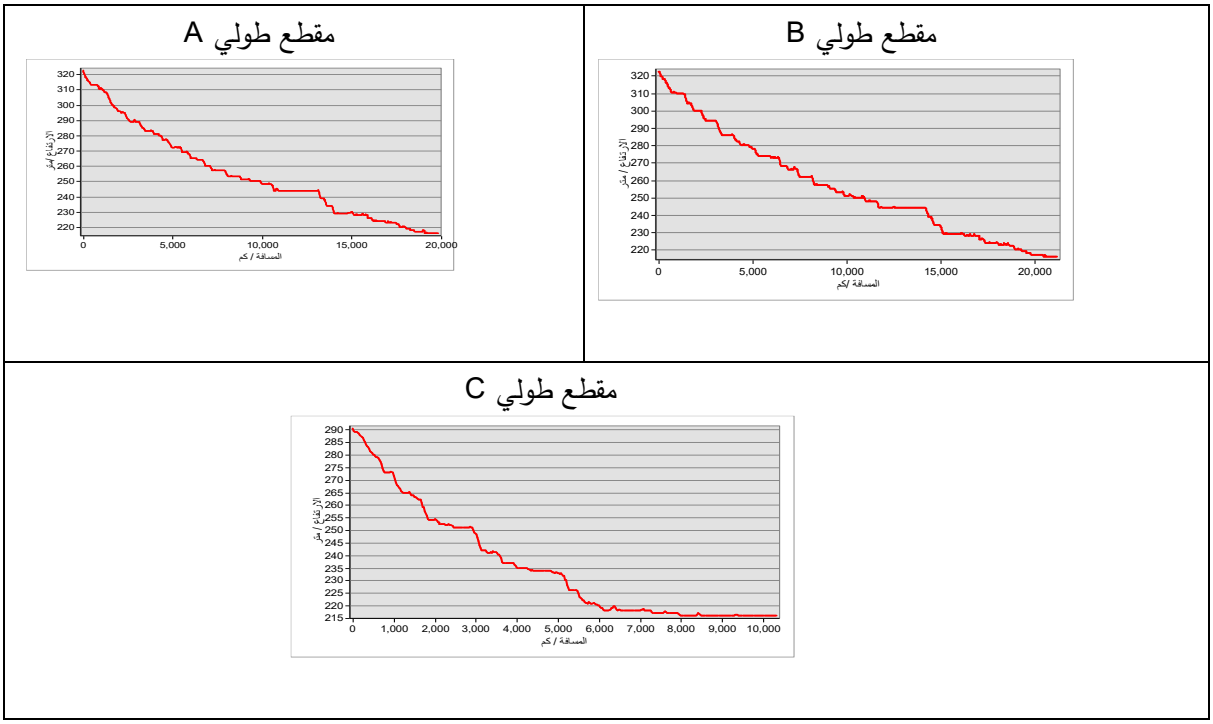
يشير المقطع الطولي للحوض النهري بالقوس الذي يحدد انحدار الحوض النهري بدقة على طول امتداده من منطقة التي ينبع منها النهر حتى منطقة المصب، ويختلف شكل المقطع الطولي من مكان الى آخر ومن مجرى او من نهر الى آخر، او نقصد به الفرق بين أعلى منسوب في المنبع وأدنى منسوب في منطقة المصب، وتوضح المقاطع الطولية انحدارات النهر والعقبات التي توجد على امتداد النهر، ويوجد علاقة وثيقة بين المقطع الطولي ومستوى قاعدة النهر نفسه، وكما تبين مراحل تطور النهر الجيومورفولوجية التي تعني بمرحلة (الطفولة، الشباب ، النضج ، الشيخوخة) وان كل مرحلة لها مميزات خاصة بها، أو تكون متمثلة في الاغلب على طول امتداد المجرى النهر، حيث ان مرحلتي الطفولة والشباب تتمثل في الجزء الاعلى من النهر المتمثلة بمنطقة المنبع، بينما مرحلة النضج تتمثل في الجزء الاوسط من مجرى النهر، ومرحلة الشيخوخة تتمثل في الجزء الادنى منه(الميالي،2022).

وهناك عدة عوامل تؤثر على شكل المقطع الطولي للمجرى المتمثلة بنوع الصخور والحركات التكتونية والتراكيب الخطية وايضا الخصائص المناخية في منطقة الدراسة وكذلك عمليات النحت والارساب، حيث تعمل المياه الجارية على تقليل من درجات الانحدار من خلال نحت المناطق الوعرة والعمل على تسويتها وارسابها الى مناطق منبسطة، وبعد ذلك يتكون مقطع طولي خالٍ من التعرجات الشديدة(بحيري،2001). ويزداد انحدار المقطع الطولي في المناطق التي تكون صخورها صلبة ويقل الانحدار في المناطق ذات الصخور الهشة. ولمعرفة معدل انحدار الحوض يتم من خلال المعادلة الآتية(Angillier,2008)

معدل انحدار المجرى = $\frac{\text{فرق المنسوب بين نقطة المنبع والمصب /م}}{\text{طول الرافد/كم}}$ .....(17)

وتؤثر المقاطع الطولية للحوض في زمن وصول المياه الى المنبع وكذلك تؤثر في الجريان السطحي، وتوضح الشكل (1) ان المقاطع الطولية لحوض منطقة الدراسة تتميز بانتظام الجريان اذ تبدأ بانحدار شديد بالقرب من منطقة المنبع ، ثم يقل انحداره تدريجياً وسط الحوض حتى يصل منطقة المصب.

الشكل (1) المقاطع الطولية في منطقة الدراسة



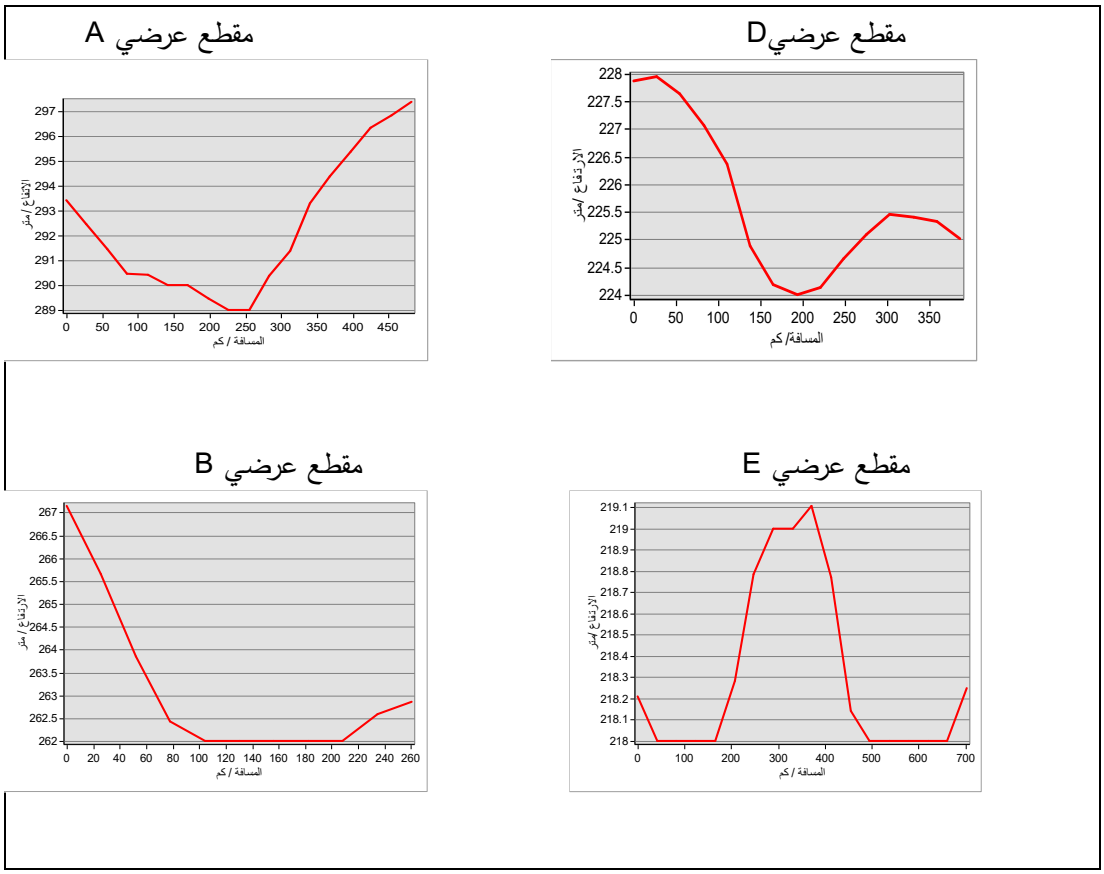
المصدر : عمل الباحثة اعتمادا على انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج Arc GIS 10.8.

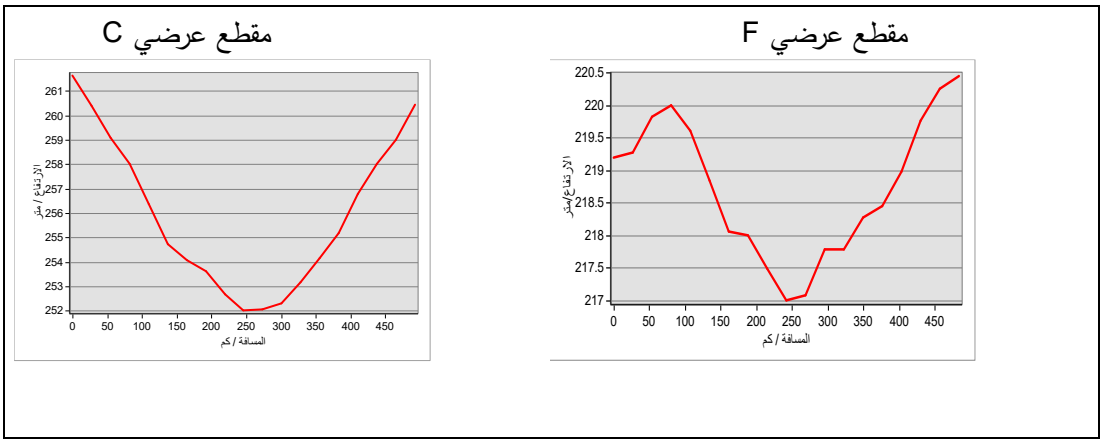
2-5 المقاطع العرضية : Transverse Profiles

ان دراسة المقاطع العرضية لها اهمية كبيرة للحوض، لمعرفة الانحدار العام للحوض، ومعرفة الاشكال التضاريسية، وفضلاً عن معرفة العوامل الجيولوجية المؤثرة في تطور المقطع العرضي، وتاثير هذه العوامل على مقدار الجريان السطحي للحوض، ويمكن استثمار الحوض والاستفادة منها لاقامة مناطق لحصاد المياه. وتدل الاشكال على المرحلة التي يمر بها المجرى فالاشكال التي تكون بهيئة حرف (V) تظهر عليها الازاحة في جانبي الحوض فهذا الشكل يكون ملائماً لاقامة مشروع خزن المياه والاستفادة منها واستثمارها كما يدل على ان المجرى في يمر في مرحلة الشباب ، اما الاشكال التي تكون على شكل حرف (U) فتكون جوانبها شديدة الانحدار وهذا الشكل دلالة على ان المجرى يمر في مرحلة النضج.

اما التباعد بين جانبي الوادي وقلة الانحدار يدل ذلك على مروره في مرحلة متاخرة من دورته التحاتية(الشمري،2017). كما ان قناة الوادي لها شكل معين يتناسب مع طبيعة الصخور وقوة الجريان السطحي فضلا عن الانحدار العام للحوض والظروف المناخية السائدة لذلك تم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي وبرنامج (Arc GIS 10.8) لاختيار ستة مقاطع عرضية في مناطق متفرقة من منطقة الدراسة، تتمثل في الاجزاء العليا والوسطى والجزء الادنى من منطقة الدراسة، ويمتد كل مقطع عرضي من الغرب الى الشرق، وذلك لمعرفة الخصائص طبيعة للحوض(التضرس والانحدار)، كما توضح خريطة (9) والشكل (2) ، وعليه تم تحليل هذه المقاطع العرضية وتبين ان هنالك تفاوتاً في ترتيبها في الجزء الاعلى يكون المقطع العرضي اكثر عمقاً وتظهر فيه حواف عالية وذلك بسبب طبيعة التكوينات الصخرية التي لها استجابة لعملية الحت، كما تبين اتساع المقاطع العرضية وزيادة الفواصل بين اكتاف الوادي مما تعمل على زيادة الفواقد بعملية الارتشاح ولتبخر واستيعاب كمية مياه كبيرة مما يقلل من خطورة الفيضانات المحتملة في الحوض المائي.

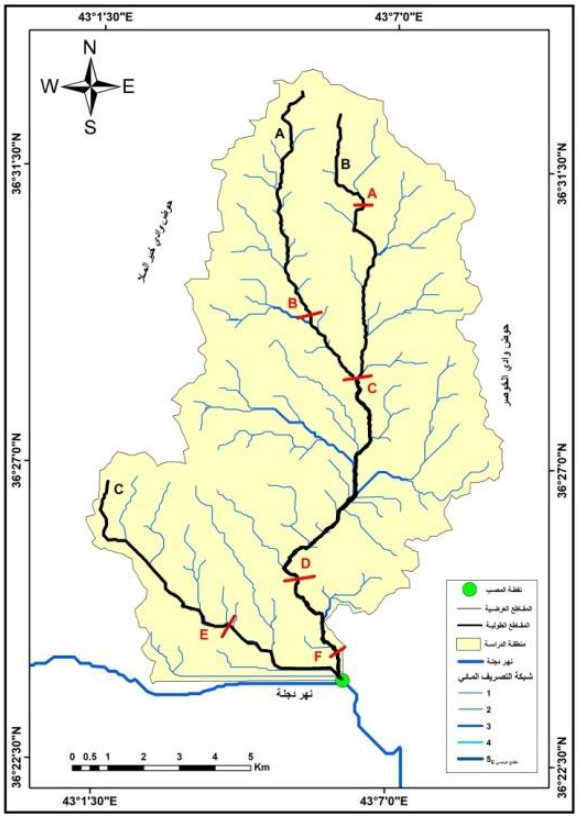
الشكل (2) المقاطع العرضية في منطقة الدراسة





المصدر : عمل الباحثة اعتمادا على انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج Arc GIS 10.8.

خريطة (9) المقاطع الطولية والعرضية في منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحثة اعتمادا على انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج Arc GIS 10.8.

الاستنتاجات

1- أظهرت الدراسة تأثير المكونات الطبيعية من حيث العوامل (الجيولوجية، الطبوغرافية، الانحدار، الغطاء النباتي، المناخ) على تشكيل الخصائص الجيومترية والمورفومترية .

2- تمكنت الدراسة من بناء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص المورفومترية والجيومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية من خلال برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبالاعتماد على انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) اذ تم الحصول على جميع القياسات المورفومترية والهيدرولوجية فضلاً عن استخلاص شبكة التصريف المائية .

3- تبين من خلال دراسة الخصائص المساحية إن مساحة حوض الدراسة بلغت (120.884)كم^2، وطول الحوض (17.11)كم. ، ومتوسط عرض الحوض بلغ (7.065).

4- من خلال دراسة الخصائص الشكلية تبين إن نسبة الاستدارة بلغت(0.404) ، ونسبة الاستطالة (0.724) ونستنتج ان حوض الدراسة يميل الى الشكل المستطيل معامل الشكل 0.412 وتقل فيه المخاطر السيلية .

5- وأظهرت دراسة الخصائص التضاريسية ان نسبة التضرس بلغت (7.013) والتضاريس النسبية (1.957) م/ كم ،وقيمة الوعورة (0.165) وهي قيمة منخفضة ونستنتج من ذلك ان الحوض في اولى مراحله الحتية.

6- وتبين من خلال دراسة خصائص شبكة التصريف ان معدل نسبة التشعب بلغ (3.368)، وكما بلغت الكثافتين الطولية (1.376)كم/كم^2 والعددية (1.141) مجرى /كم^2، أما معدل بقاء المجرى بلغ (0.726)كم^2/كم، بينما معامل الانعطاف بلغ (1.128) وحسب تصنيف (schumm, 1956) يصنف ضمن المجاري الملتوية.

7- أظهرت الدراسة ان المقاطع الطولية لحوض الدراسة بأنها تتميز بانتظام الجريان اذ تبدأ بانحدار شديد بالقرب من منطقة المنبع، ثم يقل انحداره تدريجياً وسط الحوض حتى يصل منطقة المصب.

المقترحات

1- دراسة امكانيات الاستثمار حوض وادي الرشيدية.

2- قياس المخاطر السيلية للمجاري المائية لحوض وادي الرشيدية.

قائمة المصادر :

- بحيري، صلاح الدين ، أشكال سطح الارض، دار الفكر المعاصر، دمشق 123،2001.
- السلاوي، محمود سعيد ، هيدرولوجية المياه السطحية ، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع ، ليبيا ، 1989، 102-103.
- محسوب، محمد صبري، جيمورفولوجية الاشكال الارضية ، الطبعة الخامسة، دار الفكر العربي، القاهرة،2001، ص206
- حسين،مزاحم محسن احمد، سهل ديبكة دراسة في الهيدرولوجيا التطبيقية، رسالة ماجستير(غير منشورة) ، جامعة الموصل، كلية التربية للعلوم الانسانية، قسم الجغرافية، 2022،ص 72.
- الشمري، محمد هشام عبد الرحمن محي، الخصائص المورفومترية لحوض نهر شمز بنان في محافظة دهوك، رسالة ماجستير (غير منشورة) جامعة بغداد، كلية ابن رشد للعلوم الانسانية قسم الجغرافيا، 2017ص 76.
- متولي، عبد الصمد ، حوض وادي وتير دراسة جيمورفولوجية، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الاداب، جامعة القاهرة ، 2001،ص 179.
- الميالي، يحيى هادي محمد، الأشكال الارضية في حوض وادي العكراوي في بادية محافظة المثنى باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، أطروحة دكتوراه، جامعة البصرة ، كلية التربية للعلوم الانسانية، قسم الجغرافيا، 2022، ص248.
- التويجري، حمد احمد، واخرون، وادي المشفر في المجمعة: دراسة مورفومترية باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي ، مجلة جامعة الملك عبد العزيز ، م 28 ،ع 14، 2020،ص 279.
- سلامه، حسن رمضان، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية لأحواض التصريف المائية في الاردن، مجلة دراسات العلوم الانسانية، المجلد رقم (7)، العدد (1)، 1980،ص 97.
- سلوم، غزوان، حوض وادي قنديل دراسة مورفومترية ، مجلة جامعة دمشق- المجلد 28- العدد الاول 2012، ص401 ص-404.
- عبد الحسين، جاسب كاظم ، الخصائص المورفومترية لحوض الأشعلي، مجلة اداب ذي قار، العدد 8 ، المجلد 2 ، 2012، ص231.
- العذاري، أحمد عبد الستار، حسين كاظم عبد الحسين الربيعي، مورفومترية حوض وادي مركة سور في محافظة اربيل، جامعة واسط ، مجلة كلية التربية، المجلد 2، العدد 25،2016،ص558.
- تراب ، محمد مجيد، التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي القصيب بالنطاق الشرقي لشبه جزيرة سيناء، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية، العدد (30)، 1997،ص 237.

- المكتوب ، أسامة فالح عبد الحسن ، جيومورفولوجيا حوض وادي الضباع غرب ناحية البصية واستثماراته باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة المثنى ،2018، ص 120
- الخفاجي، سرحان نعيم ، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي قرين الثماد ، في بادية العراق الجنوبية – بادية النجف، مجلة كلية التربية للعلوم الانسانية/ جامعة بابل، العدد 26، 2016، ص 630.

Bibliography of Arabic References (Translated to English)

- Bahiri, Salah al-Din, Forms of the Earth's Surface, Dar Al-Fikr Al-Mu'astam, Damascus 2001, 123.
- Al-Salawi, Mahmoud Saeed, Surface Water Hydrology, Dar Al-Jamahiriya for Publishing and Distribution, Libya, 1989, 102-103.
- Mahsoub, Muhammad Sabry, Geomorphology of Landforms, fifth edition, Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo, 2001, p. 206.
- Hussein, Muzahim Mohsen Ahmed, Sahl Debaka, Study in Applied Hydrology, Master's Thesis (unpublished), University of Mosul, College of Education for the Humanities, Department of Geography, 2022, p. 72.
- Al-Shammari, Muhammad Hisham Abd al-Rahman Mohi, Morphometric Characteristics of the Shamz Banan River Basin in Dohuk Governorate, Master's Thesis (Unpublished), University of Baghdad, Ibn Rushd College of Human Sciences, Geography Department, 2017, p. 76.
- Metwally, Abdel Samad, Wadi Watir Basin, a geomorphological study, doctoral thesis (unpublished), Faculty of Arts, Cairo University, 2001, p. 179.
- Al-Mayali, Yahya Hadi Muhammad, Landforms in the Wadi Al-Akrawi Basin in the desert of Al-Muthanna Governorate using remote sensing and geographic information systems techniques, doctoral thesis, University of Basra, College of Education for the Humanities, Department of Geography, 2022, p. 248.
- Al-Tuwaijri, Hamad Ahmed, and others, Wadi Al-Mushaffar in Al-Majma'ah: A morphometric study using the digital elevation model, King Abdulaziz University Journal, Issue 28, Issue 14, 2020, p. 279.
- Salama, Hassan Ramadan, Geomorphological analysis of the morphometric characteristics of water drainage basins in Jordan, Journal of Human Science Studies, Volume No. (7), Issue (1), 1980, p. 97.

- Salloum, Ghazwan, Wadi Qandil Basin, a morphometric study, Damascus University Journal - Volume 28 - First Issue 2012, pp. 401-404.
- Abdul Hussein, Jasib Kazem, Morphometric Characteristics of the Al-Ashali Basin, Dhi Qar Journal of Arts, No. 8, Volume 2, 2012, p. 231.
- Al-Adhari, Ahmed Abdel-Sattar, Hussein Kazem Abdel-Hussein Al-Rubaie, Morphometry of the Wadi Markah Sur Basin in Erbil Governorate, Wasit University, Journal of the College of Education, Volume 2, Issue 25, 2016, p. 558.
- Al-Maktoub, Osama Faleh Abdel Hassan, Geomorphology of the Wadi Al-Dabaa Basin, west of Al-Busiyah District, and its investments using geographic information systems, Master's thesis (unpublished), College of Education for the Humanities, Al-Muthanna University, 2018, p. 120
- Al-Khafaji, Sarhan Naeem, Morphometric and hydrological characteristics of the Wadi Qarin al-Thamad basin, in the southern desert of Iraq - Najaf desert, Journal of the College of Education for the Humanities/University of Babylon, Issue 26, 2016, p. 630.
- Turab, Muhammad Majeed, Geomorphological development of the Wadi al-Qasib Basin in the eastern range of the Sinai Peninsula, Journal of the Egyptian Geographical Society, Issue (30), 1997, p. 237.
- Angillier. M. y. Morphometric analysis of colonguol River and flash food Hazard, San Juan, Argentina, Environ Geol, 2008, p107.
- Arthur N.Strahlar (1965), Physical Geography , john Wiley & sons , United States of America.
- Miller V.C.,(1953) A quantitative geomorphic study of drainage basin charcteristics in the clinch mountain area , VA, and ten.
- Horton ,R.E., Drainage basin characteristics , Trans . Amer , Geophys. Union., 13.
- Mohamed Abdelhamid, Omar Almasalmeh, Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology and its Hydrological Implications Using GIS: Case Study of Billi Drainage Basin, Egypt, International Water Technology Journal, Vol. 9, No. 4.
- Smith K . G. Standards for grading texture of Erosiond to pography, Amer. Jour. Sci, Vol 284,(1950), p.p 655- 668
- Schumm, (1956), Evolution of drainage systems and slopes in bad lands at Perth Amboy, New Jersey, Bulletin of the Geological Society of America, 67.
- Strahler,A.N.(1952), Dynamic Basis of Geomorphology , Bulletin Geological Society of America, Vol. 63, No. 9.
- Strahler, A.N.(1957)Quantitative Analysis of watershed Geomorphology. AM Geophy. Union. Trans. Vol. 36, No.6, pp913-920.