مجلة التربية للعلوم الانسانية

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

احتساب المتغيرات المورفومترية لحوض نهر الخابور في شمال العراق

صباح عمر سليمان[1] خضر رشيد عبدالرحمن[2] لمياء حسين علي[3] راكان سلطان مصطفى[4]

قسم الجغرافيا، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل / الموصل – العراق[1،2،3،4]

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام : 2025/8/9

تاريخ المراجعة : 2025/9/17

تاريخ القبول : 2025/9/15

تاريخ النشر : 2026/1/1

الكلمات المفتاحية :

التحليل الهيدرولوجي، نهر الخابور، المتغيرات المورفومترية، نظم المعلومات الجغرافية، المراتب النهرية

معلومات الاتصال

صباح عمر سليمان

sabah1979@uomosul.edu.iq

الملخص

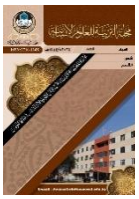
يهدف هذا البحث إلى تقييم وتحليل المتغيرات المورفومترية لحوض نهر الخابور الواقع في شمال العراق، بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS). تم تحديد الحدود المائية للحوض وتصنيف الشبكة النهرية باستخدام منهجية Strahler للرتب النهرية، كما جرى احتساب مجموعة من المؤشرات المورفومترية الأساسية، مثل نسبة الاستطالة، ومعامل الشكل، وكثافة التصريف، ونسبة التضرس، ومؤشر الانحدار. أظهرت النتائج أن حوض نهر الخابور يتميز بشكل غير دائري، ما يعكس استجابة هيدرولوجية متوسطة إلى منخفضة للسيول المفاجئة، فضلاً عن وجود تباين واضح في الكثافة التصريفية بين الأحواض الجزئية، وهو ما يرتبط بالعوامل الجيولوجية والبنيوية والتوزيع المكاني للأمطار. كما تشير المؤشرات المورفومترية إلى أن بعض الأحواض الجزئية أكثر عرضة للتعرية والتجوية الميكانيكية، مما يستدعي اهتمامًا خاصًا في خطط الإدارة البيئية. وتبرز أهمية هذه الدراسة في توفير قاعدة بيانات علمية يمكن الاستفادة منها في مجالات التخطيط المائي، وإدارة الموارد، والحد من مخاطر الفيضانات في المنطقة

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



Assessment of Morphometric Variables of the Khabur River Basin in Northern Iraq

Sabah Suleiman[1] **Khudhur Abdulrahman**[2] **Lamia Ali**[3] **Rakan Mustafa**[4]

Department of Geography, College of Education for Humanities, University of Mosul / Mosul - Iraq [1,2,3,4]

Article information

Received : 9/8/2025
Revised 17/9/2025
Accepted : 15/9/2025
Published 1/1/2026

Keywords:

drought, climatic drought, rainfall, climate chang, SPI.

Correspondence:
Sabah Suleiman
sabah1979@uomosul.edu.iq

Abstract

This study aims to evaluate and analyze the morphometric variables of the Khabur River Basin, located in northern Iraq, using Digital Elevation Model (DEM) data and Geographic Information System (GIS) techniques. The basin's watershed boundaries were delineated, and the river network was classified according to Strahler's stream order methodology. A set of key morphometric parameters—including elongation ratio, form factor, drainage density, relief ratio, and slope index—were calculated. The results indicate that the Khabur River Basin has a non-circular shape, reflecting a moderate to low hydrological response to flash floods. Furthermore, a marked variation in drainage density among the sub-basins was observed, linked to geological, structural, and spatial rainfall distribution factors. Morphometric indices also suggest that certain sub-basins are more susceptible to erosion and mechanical weathering, warranting special consideration in environmental management plans. The significance of this study lies in providing a scientific database that can be utilized for water resource planning, management, and flood risk reduction in the region.

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/).

المقدمة

تمثل الدراسات الجيومورفولوجية التي تأخذ المنحى القياسي والمعروفة بالقياسات والتحليلات المورفومترية إحدى الاتجاهات الحديثة في دراسة الاحواض المائية، إذ يعد حوض التصريف المائي وحدة مساحية يتحدد بموجبها خصائص ومعطيات يمكن قياسها كمياً لغرض التصنيف والتحليل. إن الهدف من استخدام التحليل المورفومتري هو زيادة المعلومة عن العلاقة بين أحواض التصريف وقنواتها المائية (شبكة الأودية المائية) من جهة ومعرفة إمكانية المقارنة بين أحواض التصريف المائي نفسها للوصول الى تعميمات وقوانين تحكم العلاقة بين أحواض المجاري المائية بطرائق موضوعية وأساليب رياضية.

استند البحث في استخراج الخصائص والمتغيرات المورفومترية لحوض منطقة الدراسة على إنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبدقة (12.5) متر المحمل من القمر الصناعي الياباني (ALOS PALSAR) لغرض زيادة الدقة وعرض التفاصيل عن سطح منطقة الدراسة، واستخدم برنامج Arc GIS 10.8.1 في المعالجة والتحليل، وبعد استخراج الشبكة المائية للحوض احتسبت المعادلات المورفومترية الكمية الواردة في الجداول اللاحقة للدراسة من أجل الحصول على قيم المتغيرات المستخرجة من تلك المعادلات الرياضية وأهمية نتائجها لمنطقة الدراسة والتي يمكن الإفادة منها في دراسة خصائص الاحواض ومعرفة مقدار التصريف المائي فيها، ومن ثم معرفة مدى خطورة تشكل الموجات التصريفية ذات الطبيعة الفيضانية، فضلاً عن الإفادة في الدراسات العلمية كصيانة التربة والموارد المائية وإقامة السدود وغيرها من المشاريع.

أولاً: هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى تحقيق ما يأتي:

1. تحديد الحدود المائية لحوض نهر الخابور وتصنيف الشبكة النهرية باستخدام منهجية Strahler للرتب النهرية.
2. احتساب أهم المؤشرات المورفومترية، مثل نسبة الاستطالة، ومعامل الشكل، وكثافة التصريف، ونسبة التضرس، ومؤشر الانحدار.
3. تقييم قابلية الحوض والأحواض للتعرية والسيول المفاجئة.
4. توفير قاعدة بيانات علمية تدعم خطط إدارة الموارد المائية، والحد من مخاطر الفيضانات، وتحقيق التنمية المستدامة في المنطقة.

ثانياً: أهمية البحث:

تنبع أهمية هذه الدراسة من دورها في توفير تحليل مورفومتري شامل لحوض نهر الخابور باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، مما يسهم في فهم البنية المورفولوجية والخصائص الهيدرولوجية للحوض بدقة عالية. ويتيح هذا التحليل التعرف على سلوك الجريان السطحي، وتقدير مناطق القابلية للفيضانات، ورصد التباينات المكانية في شبكة التصريف. كما توفر الدراسة قاعدة بيانات مكانية وعلمية يمكن الاعتماد عليها في مجالات التخطيط المائي المستدام، وإدارة الموارد المائية، وحماية البيئة، إضافة إلى كونها مرجعًا يمكن أن يدعم صانعي القرار في وضع استراتيجيات للحد من أخطار الفيضانات والتغيرات المناخية في المنطقة.

ثالثاً: مشكلة البحث:

تمثلت مشكلة الدراسة بالتساؤل الاتي: هل للمتغيرات المورفومترية دور في تحديد الشبكة المائية والجريان السطحي للحوض المائي وبيان الخصائص العامة للحوض المائي؟

رابعاً: فرضية البحث:

تتمثل فرضية البحث فيما يأتي:

1. للمتغيرات المورفومترية دور في بيان نوع وشكل وطبيعة الاحواض المائية.
2. تشكل هذه المتغيرات أساساً في الدراسات اللاحقة للأحواض المائية من حيث تحديد أفضل المواقع لإنشاء السدود وحصاد المياه والدراسات الخاصة بالنشاط الزراعي والتخطيط والتنمية.

خامساً: منهجية البحث:

تم إتباع المنهج الاستقرائي والتحليلي القائم على أدوات المعالجة والتحليل المكاني في البرمجيات المستخدمة في الدراسة (GIS) لغرض استقراء وعرض وتحليل الشبكة المائية وبيان المتغيرات المورفومترية الخاصة بها.

سادساً: بيانات البحث وطريقة العمل:

تم الاعتماد في الدراسة على خرائط أساس لمنطقة الدراسة بمقياس رسم 1: 300000، وبيانات إنموذج الارتفاع الرقمي الخاص بالقمر الصناعي الياباني (ALOS PALSAR) ذي دقة (12.5) متر بتاريخ التقاط (2007/6/7) كمصدر أساسي ورئيس للبيانات من بين عدة أنواع أخرى من النماذج الرقمية للارتفاعات، لقلة الأخطاء وانخفاض نسبة الخطأ في قيم الارتفاع الافقي والعمودي مقارنة مع نماذج (ASTER, SRTM, GMTED2010, …) وهي متاحة كذلك على موقع (ASF DATA Search)، واعتمدت في العمل واشتقت منها الشبكة المائية للحوض المذكور وبقية النماذج الطبوغرافية باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

سابعاً: هيكلية الدراسة

تضمنت الدراسة المقدمة ومن ثم تم تقسيم البحث إلى مبحثين حيث تناول المبحث الأول: الخصائص الجيولوجية والتضاريسية والمناخية لحوض نهر الخابور، بينما تناول المبحث الثاني: استخلاص وتحليل الخصائص المورفومترية لحوض الخابور. وخلصت الدراسة بمجموعة من الاستنتاجات والمقترحات.

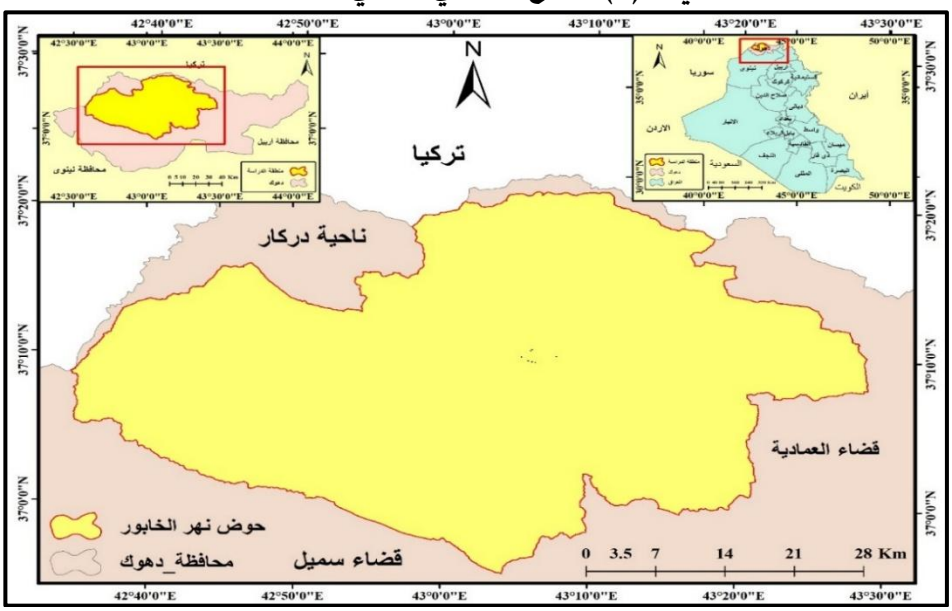
ثامناً: الحدود المكانية لمنطقة الدراسة:

أ. الحدود المكانية:

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الغربي من محافظة دهوك شمال العراق، ويمتد حوض منطقة الدراسة ضمن أقضية (زاخو، العمادية، دهوك) يحدها من الشمال تركيا ومن الشرق قضاء العمادية ومن الجنوب الشرقي والجنوب أقضية دهوك وسميل ومن الغرب المصب في نهر دجلة. تبلغ مساحة الحوض حوالي (2192.9) كم2. أما فلكياً فتمتد منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ("28 '55 °36) و ("18 '21 °37) شمالاً، وقوسي طول ("25 '34 °42) و ("54 '28 °43) شرقاً (خريطة 1).

ب- **الحدود الزمانية:** تتمثل الحدود الزمانية الفترة الممتدة بين (2000-2016) ممثلة بالبيانات المناخية لمحطة (زاخو).

خريطة (1) الموقع الجغرافي والفلكي لحوض نهر الخابور



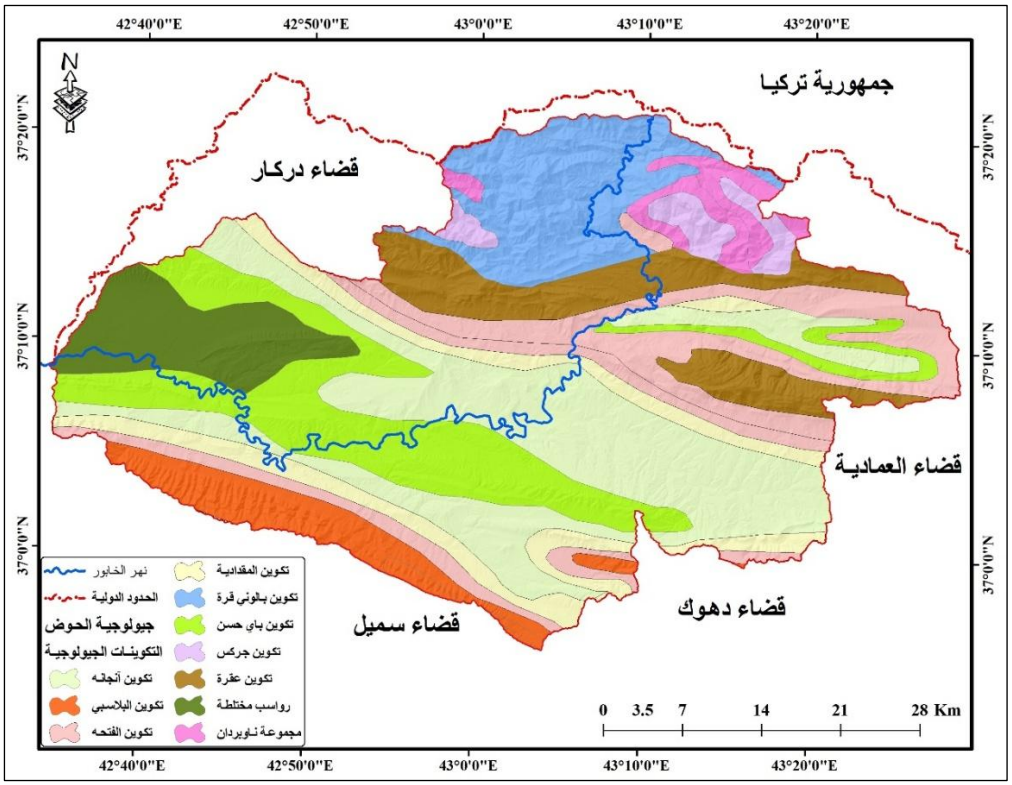
المصدر: من عمل الباحث باستعمال برنامج (ArcMap10.8.1) واعتماداً على خريطة محافظة دهوك الإدارية بمقياس رسم 1:900000.

1 الخصائص الجيولوجية والتضاريسية والمناخية لحوض نهر الخابور

1-1 البنية الجيولوجية:

تقع منطقة الدراسة ضمن منطقة الرصيف غير المستقر والمتمثلة وبالتحديد نطاق الفوالق والنطاق المستوي بحسب تقسيم (Bolton)، إذ يمثل نطاق الفوالق الأجزاء الشمالية والشرقية من الحوض، بينما احتل النطاق المستوي أجزاءها الوسطى والغربية ومحاطة جنوباً بحزام سلسلة جبل (بيخير)، ويقع الحوض من حيث البنية الجيولوجية بمعظم أجزائه ضمن منطقة الطيات العالية ضمن حزام (بطمة – جمجمال) حسب الانطقة التكتونية (خريطة 2)، وهي جزء من الرصيف غير المستقر في نطاق اقدام الجبال، والتي تتميز بكثرة الالتواءات والتراكيب الجيولوجية المعقدة فيها (جاسم، 2020). يبرز في منطقة الحوض العديد من التكوينات الصخرية التي تتباين في درجة صلابتها وسمكها ومقاومتها للعمليات الجيومورفولوجية، والتي تتباين أعمارها ما بين (الزمن الأول وحتى نهاية الزمن الثالث) وأبرزها من الاقدم الى الاحدث (وزارة الصناعة والمعادن، 1996).

خريطة (2) البنية الجيولوجية لحوض نهر الخابور



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.1 واعتماداً على:

- خريطة محافظة دهوك الإدارية ذي المقياس 1:900000.

- Ministry of industry and Minerals, State establishment of Geological Server and Mining, Tectonic Map of Iraq, Scale 1: 1000000, Baghdad – Iraq, 1996.

ومن خلال تحليل الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة تبين لنا وجود العديد من التكوينات الصخرية التي تتباين في درجة صلابتها وسمكها ومقومتها للعمليات الجيومورفولوجية، والتي تتراوح اعمارها ما بين (الديفوني والمايوسين) وكما مبين أدناه:

1-1-1 تكوين عقرة الجيري Aqra Formation:

من التكوينات الرسوبية المكشوفة في منطقة الدراسة ذات البعد الزمني القديم. يعود عمره الى الكريتاسي الاعلى. ويتألف من الحجر الجيري المتأثر بعملية إعادة التبلور ويكون مدملك احيانا. وصخوره من النوع الجيري وتتصف بالنفاذية العالية، وبشدة قابليتها على الذوبان وترتبط بها أشكال الكارست والحافات الصخرية الجبلية، كما وتمتاز بمقاومتها للتجوية والتعرية لذا تبرز بشكل بارز في المناطق المرتفعة الشديدة الانحدار في معظم جبال شرانش ومنطقة بيكوفا، وطية متين (الجزء المشرف على بامرنى لغاية نهر الخابور). وتشغل مساحة (204.4) كم^2 بنسبة (8.8 %) من مساحة الحوض الكلية. مما سبق يتضح وجود تباين كبير ما بين التكوينات الجيولوجية في المنطقة من حيث نوعية الصخور المكونة لها وخواصها الفيزيائية والكيمياوية ومدى قابليتها لعمليات التجوية والتعرية المختلفة ويعكس ذلك التباين في طبيعة الاشكال الارضية والتي ساهم في تطوير أحواض منطقة الدراسة، بفعل تباين نشاط عمليات التجوية والتعرية وفق الطبيعة التضاريسية ودرجات انحدار السطح.

1-1-2 تكوين بالونى قرة جين Baluny kurra china Formation:

تشكل التكوين في أواخر العصر الترياسي، ويتكون من الصخور البنية الداكنة السوداء والحجر الجيري والدولوميت والحجر الكلسي مع الحجر الجيري الأزرق، وتعتبر من أكثر التكوينات انتشاراً في شمال منطقة الدراسة في معظم السلاسل الجبلية المحاذية للحدود العراقية – التركية بامتداد (شرقي – غربي) ما بين مجرى نهر الخابور شرقا ونهر الهيزل غربا، بمساحة تقدر (228) كم2 مكونة ما نسبته (9.9%) من مساحة منطقة الدراسة.

1-1-3 تكوين بلاسبي والجركس وناوبردان Pilaspi, Gercus and Naopurdan Formation:

تقدر مساحة هذه التكوينات (بلاسبي, جركس, ناوبردان) في المنطقة بـ(135.6)، (52.6)، (64.5) كم2 على التوالي. وتكون ما نسبته (5.3%)، (2.2%)، (2.8%) من المساحة الكلية لحوض نهر الخابور. يرجع عمر تكوين الجركس الى (الأيوسين الأوسط) المتكون من صخور فتاتية تمتاز باللون الأحمر، والحجر الطيني والرملي وصخور الطفل، فضلا عن صخور المارل والرملي والحصوي والمدملكات مع عدسات من الجبسوم، ويغلب على صخور التكوين اللون الارجواني ألاحمر وتبرز في مناطق السفوح الجبلية في المنطقة (الشمري،

2017). أما تكوين البلاسبي (الأيوسين المتوسط والمتأخر)، فإن أغلب صخورها جيرية جيدة التطبق، وتتصف صخورها بمقاومتها العالية تجاه عمليات التجوية والتعرية وتحتل صخورها الهيكل العام للسلاسل الجبلية في المنطقة والمناطق الشديدة الانحدار والجروف الصخرية، أي أنها تتحكم بدرجات انحدار السفوح والاشكال الناتجة عن فعلها وتبرز في معظم الطيات المحدبة في المنطقة (الببواتي، 1995). أما تكوين ناوبردان فتتكون من صخور الفيلايت والحجر الرملي والحجر الجيري الصفائحي، ويرجع الى عصر (الأيوسين اوليكوسين)، وترجع تسميته الى قرية ناوبردان التابعة لناحية بالك ويتراوح سمك طبقاته في منطقة النموذج ما بين (1000–1500) م، وتشكل مساحة (77) كم² وبنسبة (2.9%) من مساحة منطقة الدراسة.

4–1–1 تكوين (انجانة) فارس الأعلى Upper Fars Formation:

يعود عمر التكوين الى عصر الأيوسين المتوسط المتأخر، صخورها رملية طينية وقليل من المارل، وصخورها الرملية تكون بنية اللون أو رمادية متطبقة أو كتلية وحبيبات الرمل تكون مختلفة الحجوم ناعمة الى خشنة وتماسكها لا يكون جيدا، كما ويحتوي على الفواصل والشقوق أحيانا، ويعطي ذلك أهمية كبيرة من الناحية الهيدرولوجية للمنطقة، حيث تسهل وصول المياه السطحية الى مكامن تجمع المياه الجوفية. وينكشف هذا التكوين في العديد أماكن من منطقة الدراسة واقصى سمك للتكوين يبلغ (234) متر، ويشغل مكاشفه مساحة (517.2) كم2, ويكون ما نسبته (22.4 %) من مساحة الحوض الكلية، وتبرز بشكل واسع في نفس مناطق تواجد تكوين الفتحة. الخارطة رقم (2).

5–1–1 تكوين الفتحة AL- Fatha Formation:

تتكون صخوره من الحجر الجيري والجبسوم والمارل وقليل من الرمل والغرين والأنهيدرايت وتتصف بقلة مقاومتها للعمليات الجيومورفولوجية، وتتكشف صخورها في بعض المواقع على امتداد موقع (شيفي) بالقرب من قرية (سه ري كاني) (خنسي، 2006). يأتي التكوين بالمرتبة الثانية من حيث مساحة انتشار مكاشفه الصخرية حيث بلغ مساحتها (411.5) كم2 مكونة ما نسبته (17.8 %) من مساحة الحوض الكلية. ويمتد على شكل خطين أوسعها الخط الشمالي ابتداءً من نهر هيزل غربا والى اقصى شرق المنطقة عند منطقة كانى ماسى وتمثل منطقة اقدام جبال كيره وديره وشرانش اما الخط الجنوبي فتمثل نفس امتداد الخط الشمالي (اقدام جبل بيخير).

6–1–1 تكوين المقدادية AL- Mukdadyia Formation:

يغطي تكوين المقدادية مساحات متفرقة من الحوض تقدر بـ (187.2) كم^2 مكونة ما نسبته (8.1%) من مساحة الحوض الكلية، وتظهر مكاشفه في المناطق الهامشية لحوض سهل السندي بدأ من نهر هيزل غربا وباتجاه مركز بامرنى شرقا مرورا بمركز ناحية دركار، وجنوبا تبرز على شكل نطاق ضيق من مدينة زاخو وتمتد غربا باتجاه باطوفة شرقا (سياب، العمري، 1982).

1-1-7 تكوين باى حسن Bay Hasan Formation:

يتألف التكوين من تعاقب صخور المدملكات مع الصخور الرملية والغرين وصخور الطفل وغالباً ما يكون مغطى بالرسوبات الحديثة (عبد الرحمن، 2016). وتنتشر على شكل حزام واسع في وسط سهل السندي حيث يمتد من (الشمال الغربي – الجنوب الشرقي)، يشغل التكوين مساحة (345.9) كم2 , ويكون ما نسبتها (15 %) من المساحة الكلية للحوض، وتظهر بشكل واسع في وسط حوض سهل السندي وأكبر امتداد لها بين مركز ناحية دركار ومدينة زاخو ناهيك عن امتدادها على شكل حزام ضيق باتجاه مركز قضاء باطوفة شرقاً، كما يظهر على شكل نطاق ضيق في منطقة بيكوفا.

1-1-8 الرواسب المختلطة (الرواسب الحديثة):

لا تشكل هذه الرواسب تكويناً طبقياً مميزاً بل هي عبارة عن مخلفات تعرية الانهار والجداول، وتتألف هذه الرسوبيات من ارسابات فتاتية بأحجام مختلفة من السلت (silt) الى البولدر (boulder) نقلت بواسطة الانهار معظمها مشتقة من التكوينات المكشوفة في طيات المنطقة، ويزداد سمك هذه الرسوبيات وعرضها نحو أسفل الجداول وبطون الاودية، ومن أهم رسوبياته رواسب قيعان الوديان ورواسب السهل الفيضي في نهاية الحوض. وتشغل (154.9) كم2 مكونة ما نسبته (6.7 %) من مساحة الحوض الكلية.

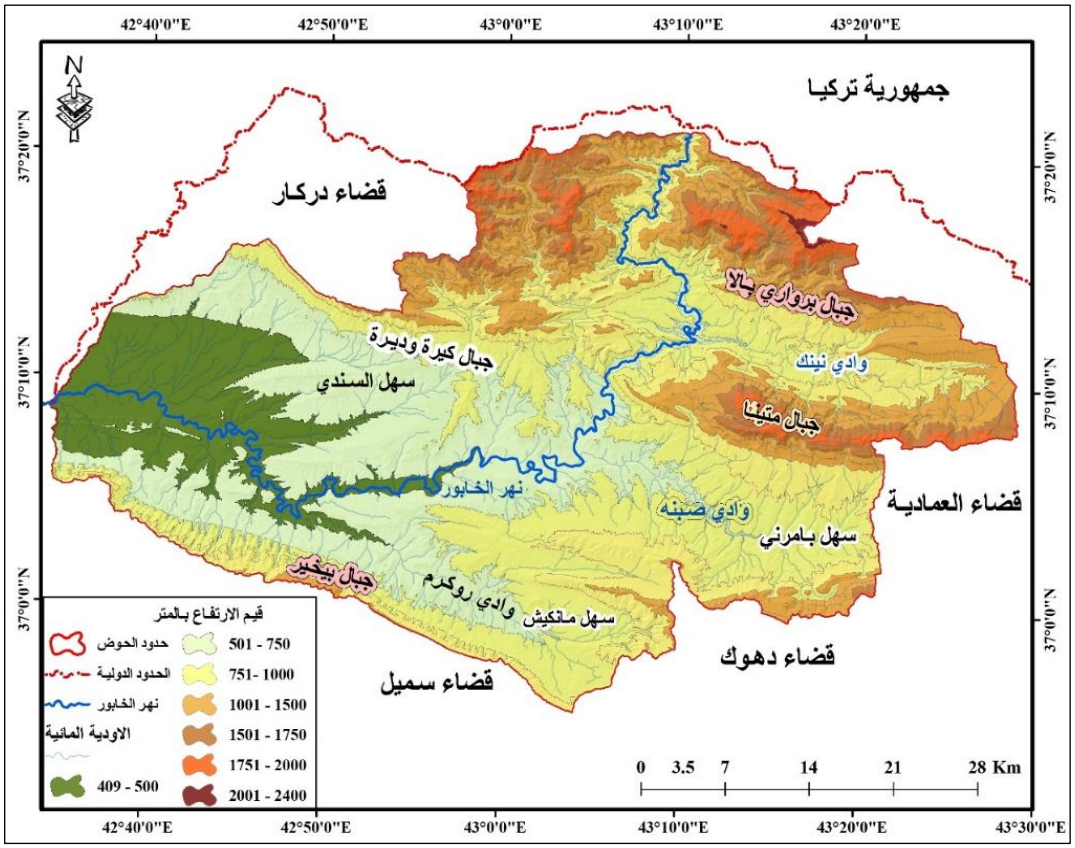
1-2 التضاريس في منطقة الدراسة:

دراسة خصائص السطح لأي منطقة لها أهمية كبيرة في توضيح العديد من معالم وسمات المنطقة ولا سيما الخصائص المتعلقة بطبيعة المنحدرات ومميزات أحواض الأنهار والوديان التي تؤثر بدورها في حركة المياه وسرعتها وكميتها ونسبة ترسبها الى باطن الأرض تتميز أراضي حوض نهر الخابور بأنها ذات تضاريس جبلية وعرة وجبالها عالية ذات حافات صخرية حادة وتتميز بوجود العديد من الوديان الوعرة الشديدة الانحدار , فضلاً عن التنوع الكبير ما بين اجزائه , ويعكس ذلك الواقع الجيولوجي (الصخري والتركيبي) للمنطقة , والذي انبثق منها مناطق شديدة التضرس لوقوعها ضمن منطقة الجبال العالية (النطاق غير مستقر) وأخرى منبسطة تمثل مواقع الطيات المقعرة الممثلة في سهول أقدام الجبال, ومن خلال الخارطة رقم (3)، والذي يلاحظ على تضاريس المنطقة:

1. وجود تباين كبير بين أجزاء سطح منطقة الدراسة تراوحت ما بين أقل من (409) متر عن مستوى سطح البحر في الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية (مصب نهر الخابور)، وارتفاع (2431) متر عن مستوى سطح البحر فأكثر في اقصى الأقسام الشمالية والشرقية من حوض النهر الخابور. الخارطة رقم (3).

2. الأراضي التي تتراوح ارتفاعها بين (409 – 1000) متر تشكل (60.4%) من مساحة حوض النهر المتمثلة بالسهول الغربية من منطقة الدراسة مثل سهل السندي والسهول الفيضية لأنهار الهيزل والخابور والمناطق التي تقع ضمن التصنيف الهضبي والتلال وأقدام الجبال.
3. الأراضي التي تزيد عن (1000) متر فأكثر تشكل (39.6%) من مساحة الحوض منها (0.7%) تزيد ارتفاعها عن (2000)، وتتركز في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من حوض نهر خابور باتجاه الحدود العراقية التركية. تبرز فيها (جبال شرانش، وطابنيرك، زنار، وسلسة جبال برواري بالا، جبل متين، جبل مانكيش، جبل كاره).
4. تقع غالبية أجزاء سطح منطقة الدراسة على إرتفاعات (600– 2000) متر فأكثر، عن مستوى سطح البحر، أي إن معظم أجزاء الحوض تقع ضمن مناطق متضرسة وهضبية وجبلية تؤثر في نمط تشكل الاحواض المائية ومسارات مجاريها المائية.

خريطة (2) تضاريس حوض الخابور



المصدر: من عمل الباحث باستعمال برنامج (ArcMap10.8.1) واعتماداً على نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (12.5) متر.

3-1 المناخ:

تمتاز منطقة حوض الخابور بمناخ معتدل خاصةً في الأجزاء الشمالية والشرقية المرتفعة تضاريسياً، حيث تقع ضمن نطاق أقليم مناخ البحر المتوسط، بينما تعتبر الأجزاء الوسطى والغربية المنخفضة تضاريسياً بارتفاع المدى الحراري الشهري والسنوي مما يضعها في خانة الأقاليم الحارة شبه الجافة. إن مناخ منطقة الدراسة بشكل عام يحسب ضمن المناخات القارية التي تمتاز بارتفاع المدى الحراري السنوي وقلة التأثيرات البحرية وارتفاع نسب تكرارات الكتل الهوائية القارية لوقوعها في نطاق الجاف وشبه الجاف عموماً، حيث تمر على المنطقة مواسم صيفية حارة وجافة.

تم الاعتماد على البيانات المناخية لمحطة زاخو وبيانات محطات (بامرنى، كانى ماسى) لوقوعها ضمن منطقة الدراسة وتعكس طبيعة مناخها، ولمدة زمنية واحدة (2000 – 2016)، تسود المنطقة مناخ البحر المتوسط (اعتماداً على المعطيات المناخية وتصنيف كوبن للمناخ) للمحطات المدروسة وتتصف بالصيف الحار والجاف والشتاء البارد الممطر حيث تمتاز منطقة الدراسة بالتباين في معدلات التساقط المطري ما بين جهاتها الغربية والجنوبية وأجزائها الشمالية والشرقية، إذ يبلغ معدل التساقط السنوي (559.16) ملم في محطة زاخو في الجهة الغربية من الحوض بينما تتراوح من (714) و (684.12) ملم تقريبا في الجهات المرتفعة والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة في محطتي (بامرني , كانى ماسي) على التوالي , أي أن التساقط في الجهات المرتفعة والشمالية يزيد بحوالي (1.3) مرة عن تلك التي في الجهات المنخفضة الجنوبية الغربية والغربية من الحوض. وفيما يلي جدول بالمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة والتساقط لعدد من المحطات المناخية في منطقة الدراسة (حوض نهر الخابور) للفترة (2000-2016):

جدول (2) المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة والتساقط المطري لبعض محطات منطقة الدراسة للفترة 2000-2016

المحطة / الشهر	زاخو		بامرنى		كاني ماسي	
	الحرارة	التساقط	الحرارة	التساقط	الحرارة	التساقط
كانون الثاني	8.1	117.7	3.9	155.95	0.24	118.9
شباط	11.2	94.35	6.8	78.7	1.9	112.7
أذار	14.6	76.77	8.5	140	4.3	94.12
نيسان	17.7	65.96	14	62.05	12.6	87.8
أيار	25.3	21.2	20.2	39.6	17.9	37.5
حزيران	31	2.11	26	9.4	23.9	3.3
تموز	34	0	30.5	0	28.4	2.8

آب	33.2	0.03	30.2	0.05	28.5	2.7
أيلول	28.2	1.8	21.3	3.95	21.2	8
تشرين الأول	22.4	24.6	18.3	73.45	15.3	43.7
تشرين الثاني	14.4	58.17	10.3	106.9	8.2	66.2
كانون الأول	9.7	96.48	2.7	93	4.2	106.4
المعدل/المجموع	20.8	559.16	16	763.00	13.9	684.12

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على:

-مديرية العامة لأنواء الجوية والرصد الزلزالي، دائرة الأنواء الجوية والرصد الزلزالي، دهوك، شبعة سجلات واحصاء، بيانات المناخية عن معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى في محطة دهوك والمحطات المجاورة، بيانات غير منشورة.

2 استخلاص وتحليل الخصائص المورفومترية لحوض الخابور:

2-1 الخصائص المساحية والهندسية للحوض:

2-1-1 مساحة الحوض:

من الخصائص المورفومترية المهمة مساحة الحوض فهي توضح كمية الأمطار التي يحصل عليها حوض التصريف، ومن خلالها يتبين لنا كلما اتسعت المساحة للحوض زاد نصيبها من التساقط المطري والتي تترجم بصورة جريان مائي سطحي (الشاعر، 2001)، وما يترتب عليه من زيادة مخاطر الفيضان في حال ملائمة المتغيرات كنوع الصخر ودرجة النفاذية فيها وتضرس الحوض وشكله، وتعد مساحة الحوض مسرحا لنشاط عمليات التجوية والتعرية وهي ذات علاقة بشبكة التصريف خاصة أعداد وأطوال المجاري المائية (أحمد أبو رية، 2007). وتم استخلاص المساحة لحوض نهر الخابور باستخدام برمجيات (GIS) من انموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ذي الدقة المكانية قدرها (12.5) متر حيث بلغت المساحة للحوض حوالي (2192.9) كم2.

2-1-2 محيط الحوض:

يقصد به خط تقسيم المياه والذي يحدد الحوض من جميع جهاته ويعتبر الخط الفاصل بينه وبين الاحواض المجاورة له (رياض بلدية، 2017)، تم الحصول على قيمة محيط الحوض باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية من قبل الباحث بالاعتماد على الانموذج الرقمي للارتفاعات المستخدم في الدراسة وكانت قيمتها حوالي (278.1) كم كما موضح في الجدول رقم (2). فكلما ازداد طول محيط الحوض كلما قلت الخطورة فيه بسبب انخفاض نسب الجريان السطحي بسبب كبر المساحة وزيادة الفاقد من المياه سواءً بالتبخر أو الترشيح، وبالتالي قلة احتمالية حدوث السيول القوية مع الاخذ بنظر الاعتبار العوامل المؤثرة الأخرى مثل الغطاء النباتي ونوع الصخور وغيرها من العوامل.

2-1-3 طول الحوض:

طول الحوض يمكن قياسه من خلال معرفة المسافة من نقطة المصب وصولاً الى أبعد نقطة ينبع منها المجرى المائي أو حسب حدود منطقة الدراسة، كما يمكن حسابه باستخدام المعادلة التي وضعها العالم (Schumm 1956)، ويعد طول الحوض من العوامل الأساسية المتحكمة في هيدرولوجية الوديان المائية، اذ يتحكم بالوقت اللازم في تصريف الحوض لمياهه وهو ما يؤثر في سرعة الجريان وزيادة حجم الضائع من المياه بالتسرب أو التبخر(أبو العينين، 1995). وباستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية تم احتساب الطول للحوض وبلغ (79.9) كم، فيما بلغ الطول الكلي لمجرى النهر لحوض الدراسة قرابة (132.8) كم.

2-1-4 عرض الحوض:

المقصود به هنا معدل أطوال مجموعة من الخطوط التي ترسم متعامد مع الخط الذي يمثل طول الحوض، كما يمكن الحصول على عرض الحوض من قسمة قيمة المساحة على الطول، ويعد من القياسات المورفومترية المهمة كونه يؤثر في الكميات التي ممكن أن يتلقاها الحوض المائي وما يتحول فيما بعد ال جريان سطحي، وكذلك يؤثر في كميات التبخر والرشح (منال الحشماوي، 2020)، وعند تطبيقنا للمعادلة: متوسط عرض الحوض $\frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{طول الحوض}}$ تبين لنا أن عرض الحوض المتوسط يبلغ (27.4) كم كما موضح في الجدول رقم (2):

جدول (2) الخصائص المساحية والهندسية لحوض نهر الخابور

المساحة	الطول	العرض	المحيط
2192.9	79.9	27.4	278.1

المصدر: من اعداد الباحث اعتماداً على المعادلات المورفومترية للأحواض المائية وبرنامج ArcGIS 10.8.1.

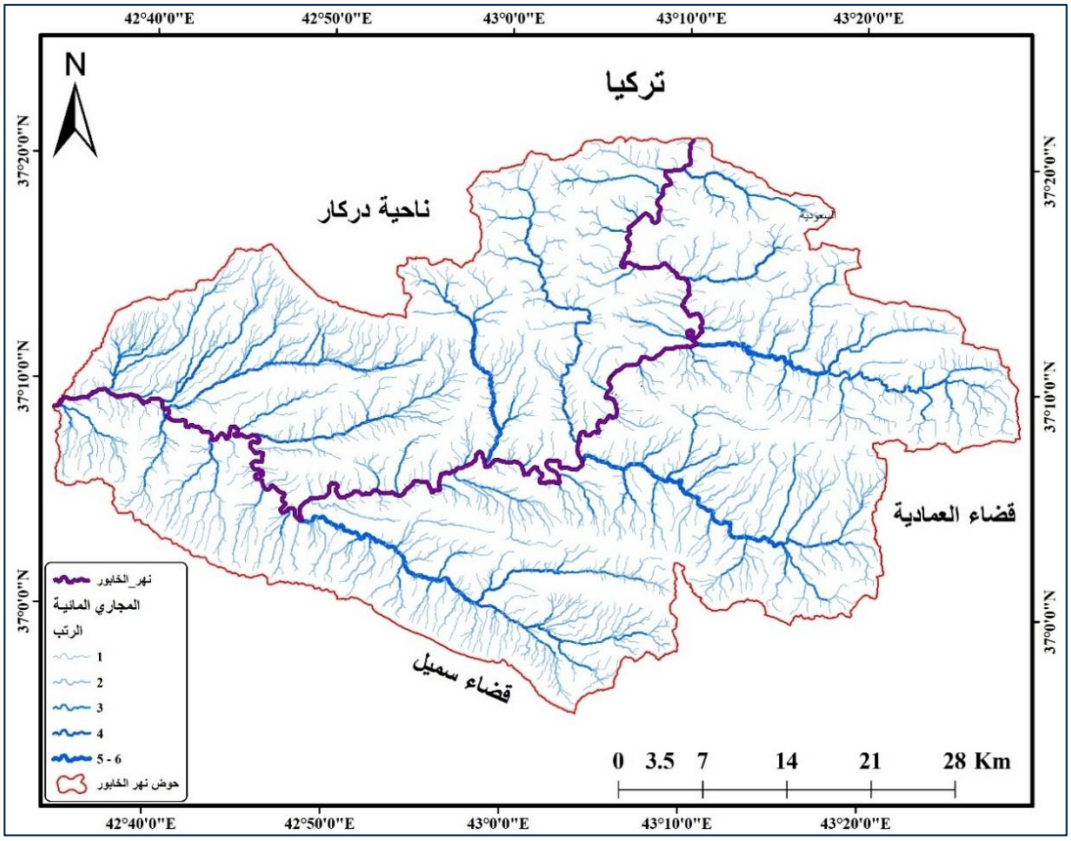
2-2 خصائص شبكة التصريف:

2-2-1 رتب المجاري وأعدادها:

ويقصد بها تقسيم وتصنيف المجاري المائية في حوض التصريف الى رتب وفقاً لتدرجها الهرمي داخل الحوض، وقد تم اعتماد طريقة ستريلر في تصنيف رتب مجاري حوض الخابور(عباس وعبود، 2021). وهي تعد الخطوة الأولى في التحليل الكمي الرياضي في استخلاص الكثير من البيانات الخاصة بالأحواض المائية، وبناءً على جدول (3) في تحديد مراتب المجاري المائية فقد صنف حوض نهر الخابور حوضاً من المرتبة السادسة ذات المساحات الكبيرة، أي إن هنالك تناسباً طردياً بين أعداد المجاري النهرية ومساحة الاحواض. وبلغ

مجموع المجاري المائية لجميع المراتب النهرية حوالي (4850) مجرى أو وادي، أما أعداد المجاري لكل الرتب فهي متباينة على مستوى الرتب، فقد بلغ عدد المجاري المائية التي تقع ضمن المرتبة الأولى نحو (3667) مجرى أي بنسبة (75.6%) من المجموع الكلي للمجاري، يليه المرتبة الثانية بنحو (925) مجرى أي بنسبة (19%)، فيما بلغ عدد المجاري للمرتبة الثالثة حوالي (208) مجرى بنسبة (4.2%)، وجاءت المرتبة الرابعة بعدد مجاري بلغ نحو (43) مجرى وبنسبة)0.8%(، أما المرتبة الخامسة فبلغ عدد مجاريها المائية حوالي (6) مجاري بنسبة مئوية ضئيلة من مجاري الحوض، فيما كانت المرتبة السادسة بمجرى واحد رئيس تمثل الوادي الأساس للحوض. ونلاحظ أن أكثر نسبة من اعداد المجاري طغت عليها مجاري الرتبة الأولى، فهي تعد أساس تشكل شبكات التصريف في الاحواض المائية، حيث أنها تتطور بسرعة وبأعداد كبيرة وباتجاهات عشوائية تبعاً لدرجة واتجاه انحدار السطح، ثم يقل عدد هذه المجاري وتزداد اطوالها بفعل عمليات الاندماج والاسر النهري مكونة رتب نهرية اعلى.

خريطة (3) الرتب والمجاري المائية لحوض نهر الخابور



المصدر: من عمل الباحث باستعمال برنامج (ArcMap10.8.1) واعتماداً على نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) بدقة (12.5) متر.

2-2-2 أطوال المجاري:

تختلف أطوال المجاري في الرتب النهرية المختلفة، إلا ان أطوالها تزايدت مع تزايد الرتب النهرية لها، ومن المفيد دراسة اطوال المجاري كونها هي التي تحدد سرعة الجريان السطحي للمياه فيها، فكلما كان طول المجرى قصيراً زادت فيه السرعة الجريانية والعكس حيث كلما زاد طول المجرى قلت سرعة جريان المياه فيه. ولقد تم الحصول على أطوال المجاري بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.8 والنموذج الرقمي للارتفاعات المستخدم لمنطقة الدراسة (DEM)، وبعد استخلاص الشبكة وتحليلها بلغ مجموع أطوال المجاري مجتمعة في حوض نهر الخابور (4067.9) كم، أما أقصر مجرى مائي فبلغ طوله (17.3 متراً) وكان ضمن الرتبة الثانية، في حين أن أطول مجرى مائي كان من نصيب الرتبة السادسة وهي تمثل المجرى الرئيس بطول (99.8 كم). الجدول رقم (3) يوضح جميع خصائص شبكة التصريف من حيث المراتب والاطوال، ومن تحليل القيم الإحصائية للشبكة نلاحظ الاختلاف بين الاطوال للرتب النهرية بسبب تباين درجات الانحدار في منطقة الدراسة، إذ تمتاز الأجزاء العليا بالارتفاع والانحدارات الشديدة والتي أثرت بشكل ملحوظ في أطوال الرتب النهرية.

جدول (3) أعداد وأطوال الرتب النهرية في حوض منطقة الدراسة

الرتب النهرية	اعداد المجاري	النسبة المئوية	اطوال المجاري	النسبة المئوية
1	3667	75.6	2541	62.2
2	925	19.07	788.8	19.2
3	208	4.2	340.7	8.3
4	43	0.8	164	4
5	6	0.12	163.6	3.9
6	1	0.02	99.8	2.4
المجموع	**4850**	**%100**	**4097.9**	**%100**

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات الخريطة رقم (3) وبرنامج ArcGIS 10.8.1.

2-2-3 الكثافة التصريفية

تساهم قيمة هذا المتغير في معرفة مدى تقطع المجاري المائية للحوض بالإضافة الى حجم الجريان السطحي وتحديد كمية الحمولة، وتتأثر الكثافة التصريفية بعدة عوامل رئيسية منها كميات التساقط ونوع التربة والتكوينات الصخرية فضلاً عن استعمالات الأرض والغطاء النباتي، وهي تنقسم الى نوعين (عباس وعبود، 2021):

2-2-3-1: الكثافة التصريفية الطولية

ويدل مصطلح الكثافة التصريفية الطولية على العلاقة ما بين مساحة الحوض ومجموع اطوال المجاري جميعها، ويمكن احتسابها من المعادلة الاتية:

$$\text{كثافة التصريف الطولية} = \frac{\text{مجموع اطوال المجاري}}{\text{مساحة الحوض}}$$

وقد وضع الباحث (الدليمي 2011) تصنيفاً ميز بها تصريف الاودية المائية الى ستة فئات رئيسية وهي كالتالي:

الجدول رقم (4) تصنيف كثافة التصريف للأودية المائية في الاحواض

أطوال الاودية	5 – 2.5	14 – 5	24 – 15	49 – 25	100 – 50	أكثر من 100
كثافة التصريف	واطئة جداً	واطئة	متوسطة	جيدة	عالية	عالية جداً

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (خلف الدليمي 2011)

وبعد تطبيق المعادلة على منطقة الدراسة تبين أن قيمة الكثافة التصريفية الطولية لحوض نهر الخابور بلغت (1.8)، وبحسب الجدول (4) نجد ان الكثافة التصريفية لحوض نهر الخابور تصنف ضمن الفئة التصريفية الواطئة جداً.

2-2-3-2: الكثافة التصريفية العددية

تعبر عن العلاقة بين مساحة الحوض مع اعداد المجاري المائية في الحوض نفسه، ويمكن من خلال هذا المتغير معرفة مدى توفر اعداد المجاري لكل كيلومتر مربع، ويمكن الحصول على قيمة الكثافة التصريفية العددية من خلال المعادلة التالية (Horton 1945):

كثافة التصريف العددية = $\frac{\text{مجموع اعداد المجاري بجميع مراتبها}}{\text{مساحة حوض التصريف}}$ ، وبلغت الكثافة التصريفية العددية لحوض نهر الخابور حوالي (2.2) وهي قيمة مترابطة مع قيمة الكثافة الطولية بما معناه أنها قيمة منخفضة بسبب طبيعة السطح والبنية الصخرية وتذبذب التساقط المطري من عام الى آخر.

2-3 الخصائص الشكلية لحوض نهر الخابور:

2-3-1 نسبة المطابقة:

هو نسبة طول القناة الرئيسة في الحوض الى طول محيط الحوض وهو مقياس الملائمة الطبوغرافية، تم احتساب هذا المتغير رياضياً من المعادلة الرياضية أدناه، وبلغت قيمتها حوالي (0.47). المعادلة المطبقة لاحتساب هذا المتغير هي:

$$\text{نسبة المطابقة} = \frac{\text{طول المجرى الرئيس للحوض}}{\text{طول محيط الحوض}}$$

2-3-2 معامل الهيئة:

هي النسبة بين مساحة الحوض الى مربع طول الحوض (Horton 1945)، ويدل على مدى التناسق بين أجزاء حوض التصريف وانتظام الشكل العام لها. تشير القيم المرتفعة (أكثر من 0.79) الى التناسق واقترابه من الشكل المربع، بينما تدل القيم المنخفضة (اقل من 0.42) على عدم التناسق بين أجزاء الحوض وأتساعه عند المنابع وضيقه عند المصب وبالتالي يقترب من الشكل المثلث، وقد سجل الحوض القيمة (0.34) مما يدل على اتساع الحوض عند المنابع العليا وضيقه عند المصب تطبيقاً للمعادلة الخاصة بمعامل الهيئة:

$$\text{معامل الهيئة} = \frac{\text{المساحة}}{\text{مربع طول الحوض}}$$

3-3-2 المحيط النسبي:

يمثل إحدى الطرق المورفومترية في قياس شكل الحوض ويقصد به النسبة بين مجموع مساحة الحوض الى محيط الحوض. وتشير القيم المرتفعة الى زيادة تعرجات محيط الحوض واتساع مساحته إذ توجد علاقة طردية بين مساحة الحوض ومحيطه وتحتسب رياضياً من المعادلة:

$$\text{المحيط النسبي} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{محيط الحوض}}$$

وبلغت القيمة للمحيط النسبي (7.8) وهي قيمة مرتفعة تشير الى مساحة الحوض وتعرج محيطه بحيث تسمح بزيادة الجريان المغذي للحوض.

4-3-2 نسبة معامل الشكل:

هي نسبة مربع طول الحوض الى مساحة الحوض وتتناسب بشكل عكسي مع معامل الهيئة، ويفسر نسبة معامل الشكل على عكس ما يوضحه معامل الهيئة، أي: كلما صغرت القيمة اقترب شكل الحوض من الشكل الدائري وكلما زادت القيمة اقترب شكل الحوض من الشكل المستطيل. ويعد من المقاييس الكمية التي ترتبط بذروة التصريف للأحواض فكلما كانت الاحواض قريبة من الشكل الدائري زادت الاستجابة السريعة للحوض بعد التساقط المطري الكثيف، حسبت نسبة معامل الشكل من المعادلة:

$$\text{نسبة معامل الشكل} = \frac{\text{مربع(طول الحوض)}}{\text{مساحة الحوض}}$$

وكانت القيمة للنسبة (2.9) وهي قيمة مرتفعة تدل على وجود استطالة في شكل الحوض.

2-3-5 علاقة الطول مع المساحة:

وهي من أبسط المتغيرات المورفومترية التي تكشف عن العلاقة بين طول الحوض ومساحته ومدى تناسق شكل الحوض (Preta 2011)، تم حسابه رياضياً من المعادلة:

علاقة الطول مع المساحة= 1.4×المساحة (0.6)

بلغت قيمة المعامل للحوض (1842.03) وهي نسبة عالية مشيرةً الى الشكل المستطيل للحوض.

2-3-6 معامل التكور:

من المؤشرات المهمة التي تدل على شكل الحوض، فاذا كانت القيم الناتجة قريبة الى (1) تشير الى الشكل الدائري المثالي للحوض، أما إذا زادت على (1.27) فيكون الحوض مبتعداً بشكله عن الدائرة نحو الشكل المستطيل، بينما يكون الشكل شديد الاستطالة إذا زادت القيم على (10) (Strahler 1964)، بلغت القيمة لمعامل التكور لحوض نهر الخابور من خلال تطبيق المعادلة الاتية:

معامل التكور= (طول الحوض)^2 × $\frac{\pi}{A4}$ ، A= المساحة

حيث كانت القيمة (2.28) وهي قيم تدل على ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري الى الشكل المستطيل وهذا يقلل من خطر الفيضان في المنطقة لطول المسافة التي تقطعها المياه للوصول الى منطقة المصب.

2-3-7 متوسط عرض الحوض:

قياس عرض الحوض المائي لا يمكن أن يستند على بعد واحد لأن الأحواض المائية وتعرج محيطاتها يختلف من منطقة الى أخرى، لذا هذا المعامل مؤشر مهم في قياس وتحديد شكل الحوض من خلال قسمة مساحة الحوض على طول الحوض حسب المعادلة الاتية:

متوسط عرض الحوض= مساحة الحوض / طول الحوض

وبلغ متوسط عرض الحوض حوالي (27.4)، وهي دلالة على وجود علاقة طردية ما بين المساحة وطول الحوض.

2-3-8 نسيج التصريف:

مؤشر من المؤشرات المورفومترية المهمة في دراسة الاحواض المائية، وهي تشير الى إجمالي أعداد المجاري في مراتب الحوض الى محيط الحوض من دون وضع اطوالها في الحسبان، ويعبر كذلك عن مدى تقطع سطح الحوض بالمجاري المائية أي: مدى تقارب أو تباعد هذه المجاري من بعضها البعض. يؤثر في نسيج

التصريف مجموعة من العوامل لعل أهمها المناخ والسطح والتركيب الصخري وطبيعة الغطاء النباتي (Hamed Hassan Abdulla, 2011)، وقد قسمت مديات القيم لنسيج التصريف حسب الجدول رقم (5):

جدول رقم (5) مديات قيم نسيج التصريف

مدى القيم	طبيعة النسيج
أقل من 2	خشن جداً
4 – 2	خشن
6 – 4	معتدل
8 – 6	ناعم
أكثر من 8	ناعم جداً

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على (Smith, 1950).

وتم احتساب هذا المؤشر من خلال المعادلة التالية:

نسيج التصريف= أعداد المجاري في الرتب النهرية / محيط الحوض

وكانت القيمة لهذا المؤشر (17.4) وهي تدل على نعومة نسيج التصريف في الحوض بشكل كبير بحسب تصنيف (Smith).

2-3-9 معامل الاندماج

يشير هذا المعامل الى مدى تجانس أو تماثل شكل محيط الحوض مع مساحته التجميعية ومدى استقامة خطوط تقسيم المياه وتباعدها عن مركز الحوض (عوض، 2016)، ويشبه هذا المعامل نسبة الاستدارة لكنه يقيس الشكل بدلالة المحيط الحوضي، كما يشير الى مدى تقادم الدورة التحاتية للأحواض، وبشكل عام تعد قيمة (1) القرينة التي يتم بها قياس معامل الاندماج وتناسق الحوض، فتدل القيم المنخفضة (القريبة من 0) على قلة طول محيط الحوض نسبة لمحيط الدائرة التي تكافئ حوض الوادي من حيث المساحة والعكس صحيح، ومن خلال تطبيق المعادلة التالية:

$$\text{معامل الاندماج (التماسك)} = 0.282 \times \frac{\text{محيط الحوض}}{\sqrt{\text{المساحة}}}$$

وكلما اقتربت القيمة للمعامل من (1) الصحيح اقترب شكل الحوض من الشكل الدائري، بينما اذا زاد الناتج على (1) الصحيح دل على ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري باتجاه الشكل المستطيل او المربع (Madhu,

Raju and Naresh, 2015) وكانت النتيجة (1.67) لمعامل الاندماج لحوض نهر الخابور وهي دلالة على اقتراب الحوض من الشكل المستطيل.

2-3-10 نسبة الاستدارة:

تدل قيمة معامل أو نسبة الاستدارة على مدى ابتعاد أو اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، إذ إنه كلما اقتربت قيمة المعامل من (1) الصحيح أقترب شكل الحوض من الشكل الدائري وكلما ابتعدت القيمة من (1) الصحيح دل ذلك على ابتعاد شكل الحوض من الدائري نحو الشكل المستطيل، ويعد من المتغيرات المورفومترية المهمة في الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية لأي حوض على سطح الأرض (أدريس الودعاني، 2014). من الممكن حساب قيمة نسبة الاستدارة من خلال المعادلة التالية:

$$\text{معامل الاستدارة} = \frac{4\times\pi\times \text{مساحة الحوض}}{\text{مربع محيط الحوض}}$$

ويفيد بيان قيمة هذا المعامل عندما يدل على الشكل الدائري للحوض في إمكانية وصول المياه في وقتٍ واحد الى المصب وبالتالي احتمالية حدوث الفيضانات، وبعد تطبيق المعادلة على منطقة الدراسة بلغت قيمة معامل نسبة الاستدارة للحوض نحو (0.3) وتدل النتيجة على تعرج محيط الحوض وابتعاده عن الشكل الدائري.

2-3-11 نسبة الاستطالة:

تعد قيمة نسبة الاستدارة واحدة من المتغيرات المورفومترية المهمة لدقتها في قياس شكل حوض التصريف المائي، وهي النسبة بين قطر دائرة بنفس مساحة الحوض الى أقصى طول الحوض (Schumm 1956)، وتتراوح نسبة الاستطالة بين (0 – 1) وهي مقسمة على النحو الاتي (1 – 0.9) شكل الحوض دائري، (0.9 – 0.8) بيضوي، (0.8 – 0.7) قليل الاستطالة، (0.7 – 0.5) مستطيل، (أقل من 0.5) شديد الاستطالة. ومن تطبيق معادلة نسبة الاستطالة الاتية:

$$\text{نسبة الاستطالة} = 1.129\times \sqrt{\text{المساحة/طول الحوض}}$$

ومن تطبيق المعادلة على حوض نهر الخابور بلغت قيمة متغير نسبة الاستطالة للحوض (0.66) وهي بذلك تتوافق مع باقي المتغيرات التي دلت على استطالة الحوض، وتؤثر هذه الاستطالة في العملية الهيدرولوجية السائدة في الحوض بسبب طول المسافة التي تقطعها المياه للوصول الى منطقة المصب مما يجعلها عرضةً لعمليات التسرب والتبخر.

الجدول رقم (6) الخصائص الشكلية لمنطقة الدراسة

ت	الخاصية الشكلية	القيمة
1	نسبة المطابقة	0.47
2	معامل الهيئة	0.34
3	المحيط النسبي	7.8
4	نسبة معامل الشكل	2.9
5	علاقة الطول مع المساحة	1842.03
6	معامل التكور	2.28
7	متوسط عرض الحوض	27.4
8	نسيج التصريف	17.4
9	معامل الاندماج	1.67
10	نسبة الاستدارة	0.3
11	نسبة الاستطالة	0.66

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج المستخلصة للخصائص الشكلية لمنطقة الدراسة.

2-4 الخصائص التضاريسية لحوض نهر الخابور:

تعد هذه الخصائص من المتغيرات المورفومترية ذات الأهمية الكبيرة في الدراسات الهيدرولوجية، إذ عن طريق نتائجها يمكن فهم الخصائص الطبوغرافية وطبيعة الانحدار للأحواض وبذلك يحدد معالم شبكة التصريف المائي وأثرها في تحديد حجم وسرعة الجريان السطحي، وقد ناقشنا واستخلصنا للحوض عدد من هذه المتغيرات المورفومترية الخاصة بتضاريس الحوض وكالاتي:

2-4-1 أقصى ارتفاع للحوض:

هو أعلى منسوب في خطوط تقسيم المياه، وهي تتمثل في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية والشرقية من الحوض والتي تعد منابع الحوض، ومن توظيف برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبالاعتماد على أنموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة (DEM) بلغت قيمة هذا المتغير حوالي (2431) متر فوق مستوى سطح البحر.

2-4-2 ارتفاع مصب الحوض:

والمقصود به أدنى منسوب في الحوض (مصب الحوض)، تم اعتماد على إنموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة (DEM) بلغت قيمة هذا المتغير حوالي (409) متر فوق مستوى سطح البحر عند أقصى غرب الحوض في نقطة التقاءه بنهر الهيزل.

2-4-3 تضرس الحوض الكلي:

هو الفرق بين أعلى وأدنى منسوب في الحوض، وتم احتسابها من المعادلة التالية:

تضرس الحوض الكلي= أعلى منسوب في الحوض – أدنى منسوب في الحوض

وكانت القيمة للمتغير هي (2022) متر.

2-4-4 نسبة التضرس:

تعد نسبة التضرس من المؤشرات المورفومترية المهمة في بيان طبوغرافية ومدى تضرس سطح الحوض ونسبه انحداره، إذ تزداد نسبتها طردياً مع تضرس الحوض، وهي تشير الى العلاقة المتبادلة بين تضرس الحوض وطوله (سلامة، 1980). وهو مؤشر جيد للتعرف على كمية الرواسب المنقولة، فكلما زاد الانحدار أدى الى سرعة الجريان وزيادة عمليات الحت المائي وكمية الرواسب المنقولة مكونة أشكالاً جيمورفولوجية حتية وارسابية. وتدل القيم المرتفعة على التضرس الشديد للحوض فيما القيم المنخفضة تشير الى قلة التضرس وأن الحوض في مراحله النهائية من الدورة التحاتية، ومن المعادلة:

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{قيمة التضرس الكلي}}{\text{طول الحوض}}$$

بلغت قيمتها (25.3)متر/كم وهي قيمة مرتفعة دالة على التضرس الشديد للحوض.

2-4-5 معدل النسيج الحوضي (النسيج الطبوغرافي)

يقصد بمعدل النسيج الطوبوغرافي هي القيمة التي تشير الى مدى تأثر الحوض بكميات التساقط التي تسقط عليه وتحولها الى جريان سيلي، وهناك العديد من العوامل التي تؤثر في قيمة هذا العامل منها المناخ والنبات الطبيعي والتضاريس ومدى صلابة وهشاشة التكوينات الصخرية التي تتألف منها الحوض، ويمكن الحصول على قيمة هذا المعامل بتطبيق معادلتها التالية (أحمد حسين، 2019):

$$\text{معدل النسيج الحوضي} = \frac{\text{مجموع أعداد مجاري الحوض}}{\text{محيط الحوض}}$$

وتم وضع تصنيف لهذا المتغير من قبل الباحثة (ماري موريساوا) (خلف الدليمي، 2011)، تضمن أربع فئات يحسب معدل النسيج الطوبوغرافي للحوض وكما موضح أدناه في الجدول رقم (7):

جدول (7) تصنيف موريساوا لمعدل النسيج الطوبوغرافي للأحواض النهرية

الفئة	نوع النسيج	معدل النسيج الطوبوغرافي	خصائص الحوض
الأولى	خشن	أقل من 8 مجرى/كم	صخور ذات نفاذية عالية مع وفرة في النبات الطبيعي
الثانية	متوسط	8 – 20 مجرى/كم	نفاذية عالية مع وفرة في النبات الطبيعي وتساقط الامطار
الثالثة	ناعم	20 – 200 مجرى/كم	صخور غير منفذة مع كمية أمطار كبيرة وقلة في الغطاء النباتي
الرابعة	ناعم جدا	أكثر من 200 مجرى/كم	صخور صماء وعدم وجود نبات طبيعي ووابل من المطر

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الدليمي، خلف حسين علي، 2011، علم شكل الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجية التطبيقية)، عمان – الأردن، دار صفاء للطباعة والنشر، الطبعة الأولى، الجزء الأول.

وعند تطبيق المعادلة للحوض تبين أن معدل النسيج الحوضي لنهر الخابور بلغ (17.4) مجرى/كم وهو يدخله ضمن الفئة الثانية والتي تميزه بنسيج متوسط مع صخور نفاذه مع وجود وفرة بالغطاء النباتي الطبيعي والتساقط المطري.

الجدول رقم (8) الخصائص التضاريسية لحوض نهر الخابور

أقصى ارتفاع للحوض	ارتفاع مصب الحوض	تضرس الحوض الكلي	نسبة التضرس	معدل النسيج الحوضي
2431	409	2022	25.3	17.4

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على معادلات الخصائص التضاريسية لحوض نهر الخابور.

2-5 التكامل الهبسومتري:

يعد التكامل الهبسومتري من المقاييس الزمنية المهمة في دراسة أحواض الأنهار ومعرفة المراحل الحتية التي يمر بها حوض النهر، وهو يعد من المتغيرات المورفومترية المهمة لبيان الخصائص التضاريسية للحوض نسبة الى مساحته من خلال تحديد الدورة التحاتية لكامل الحوض النهري (الجميلي، 2019). وتشير قيم التكامل الهبسومتري على العلاقة بين كل من تضاريس الحوض (الفارق بين اعلى وأدنى ارتفاع في الحوض) ومساحته، ترمز القيم المنخفضة على حداثة عمر الحوض وصغر مساحته الحوضية، بينما تدل القيم المرتفعة على كبر

مساحة الحوض وقلة التضرس الحوضي فيه. وللحصول على قيمة التكامل الهبسومتري يمكن تطبيق المعادلة التالية:

$$\text{التكامل الهبسومتري} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{تضاريس الحوض}}$$

بلغت قيمة التكامل الهبسومتري لحوض نهر الخابور حوالي (58.4) وهي قيمة متوسطة تشير الى أن الحوض يمر بدورة تعرية نشطة وهي بمرحلة الوسطى من عمر النهر ولا زالت في مرحلة النضج.

الاستنتاجات:

1. تمتاز منطقة الدراسة بارتفاع السطح فيها وتباينها ما بين منطقة المنبع والمصب، إذ تصل الى أعلى نقطة في الحوض الى حوالي (2431) متر، بينما تبلغ ادنى نقطة فيها عند المصب حوالي (409) متر بسبب وقوع أغلب اجزائه ضمن نطاق الجبلية المعقدة في اقصى شمال العراق.
2. يتميز حوض الدراسة جيومترياً بانخفاض معامل الشكل فيه حيث بلغ (0.34)، واقتراب شكله من الاستطالة حيث بلغت قيمة الاستدارة نحو (0.3) فيما كانت قيمة الاستطالة تساوي (0.66) ومعامل الاندماج (1.67).
3. كما أوضحت المتغيرات المورفومترية تباطؤ وصول الموجات التصريفية المائية الى منطقة المصب بحكم شكل الحوض القريب للاستطالة والبعيد عن الاستدارة.
4. اتضحت من الدراسة أن للحوض (6) مراتب نهرية تختلف فيما بينها من حيث أعداد وأطوال المجاري المائية في كل رتبة.
5. دلت خصائص شبكة التصريف الى وقوع الحوض ضمن فئات الكثافة التصريفية الواطئة جداً، حيث بلغت الكثافة التصريفية الطولية فيه حوالي ()، والكثافة التصريفية العددية () التي اعتبرت منخفضة بسبب طبيعة السطح والبنية الجيولوجية وطبوغرافية منطقة الدراسة ، ناهيك عن دور العامل المناخي المتغير في السنوات الأخيرة.
6. أظهرت قيم التكامل الهبسومتري لحوض نهر الخابور حوالي (58.4) وهي قيمة متوسطة تشير الى أن الحوض يمر بدورة تعرية نشطة وهي بمرحلة الوسطى من عمر النهر ولا زالت في مرحلة النضج.
7. تعد برمجيات (GIS) من الأدوات المهمة والعملية والأكثر استخداماً في الدراسات المكانية وتحليل الخصائص الجيومترية والمورفومترية للأحواض المائية.

التوصيات:

1. الاهتمام أكثر بالجانب العملي للدراسات الهيدرولوجية والجيمورفولوجية لحوض الدراسة لما لها من آفاق مشرقة في تنمية منطقة حوض نهر الخابور بشكل خاص والمنطقة عموماً بشكل عام.
2. التركيز على الدراسات الخاصة بالمتغيرات المورفومترية لارتباطها بالخصائص الطبيعية للأحواض المائية والتمييز بين الاحواض بحسب تلك المتغيرات.
3. استخدام البيانات الحديثة التي تشتق من الانموذج الرقمي للارتفاع ذي الدقة التمييزية العالية (12.5) متر للوصول الى قاعدة بيانات متكاملة لجميع الاحواض المائية.
4. بناء محطات خاصة في حوض نهر الخابور تختص بقياس سرعة تدفق وحجم المساه ضمن المجاري المائية الرئيسية للاستفادة منها في الجوانب الاقتصادية كمجالات الزراعة واستخدامات الأرض.
5. إجراء المزيد من الدراسات الخاصة بمنطقة الدراسة من الناحية المورفومترية والهيدرولوجية لاسيما ان حوض نهر الخابور في الجانب العراقي يفتقر الى مشاريع حصاد المياه وبناء السدود اللازمة خدمة للصالح العام واستغلالها لخدمة سكان المنطقة.
6. ضرورة توظيف التقانات الجغرافية المتمثلة ببرمجيات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية والهندسية لما لها من نتائج دقيقة وتوفيراً للجهد والوقت.

قائمة المصادر :

- أبو راية، أحمد محمد أحمد، 2007، المنطقة الممتدة بين القصير وام غنج دراسة جيمورفولوجية، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
- البيواتي، احمد على حسن، 1995، حوض وادي العجيج في العراق واستخدامات أشكاله الأرضية، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بغداد.
- جاسم، راضية عبد الله، 2020، الإمكانات الجغرافية للتنمية الزراعية وواقعها في حوض نهر الخابور في أقليم كوردستان العراق، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة صلاح الدين.
- الجميلي، لمى حسين حسن علي، 2019، الخصائص الهيدرولوجية للوديان التي تصب في الجانب الشرقي لبحيرة سد الموصل، رسالة ماجستير (غير منشورة) الموصل، جامعة الموصل، كلية التربية للعلوم الإنسانية.
- حسين، أحمد حسين، 2019، تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي العبرة غرب محافظة نينوى، مجلة جامعة كركوك / الدراسات الإنسانية، المجلد 14، العدد الثاني.
- خنسي، بيوار، 2006، الأثار في خنس وأهميتها، مطبعة الراس للنشر والطباعة، أربيل، الطبعة الأولى.

- الدليمي، خلف حسين علي، 2011، علم شكل الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجية التطبيقية)، عمان – الأردن، دار صفاء للطباعة والنشر، الطبعة الأولى، الجزء الأول.
- سلامة، حسن رمضان، 1980، التحليل الجيومرفولوجية للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، مجلة دراسات العلوم الإنسانية، المجلد السابع، العدد 1.
- سياب، عبد الله، العمري، فاروق صنع الله، 1982، جيولوجية العراق، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
- الشاعر، جهاد علي، 2001، علم المياه الهيدرولوجيا، الطبعة الثانية، منشورات جامعة دمشق.
- الشمري، محمد هشام عبد الرحمن محي، 2017، الخصائص المورفومترية لحوض نهر شمزبنان في محافظة دهوك، رسالة ماجستير مقدمة الى قسم جغرافيا، كلية التربية ابن رشد للعلوم الإنسانية، جامعة بغداد، غير منشورة.
- عباس، حمزة جاسم، عبود، عبد الله صبار، 2021، الخصائص المورفومترية لأحواض شرق محافظة واسط باستعمال نظم المعلومات الجغرافية، مجلة الآداب/ العدد 137.
- عبد الرحمن، دادفان حكيم، 2016، تقانة المياه في حوضي كومل وروكرم واستثماراتها في محافظة دهوك، رسالة ماجستير مقدمة الى قسم جغرافيا، كلية علوم الإنسانية، جامعة دهوك، غير منشورة.
- الودعاني، أدريس علي سليمان (2014)، مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غربي المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي)، مجلة جامعة جازان، المملكة العربية السعودية، المجلد الثالث، العدد الأول.
- Horton, R.E,1945, Erosional development of streams and their drainage basins; Hydro physical approach to quantitative geomorphology. GSA Bulletin.
- Madhu, Ayya Raju, and Naresh Kumar, 2015, morphometric properties of allagadda area, kurnool district, andhra pradesh, India. using cartosat-1 dem with gis, innoriginal international journal of sciences, Volume 2, Issue 6, Nov-Dec.
- Ministry of industry and Minerals, State establishment of Geological Server and Mining, Tectonic Map of Iraq, Scale 1: 1000000, Baghdad – Iraq, 1996.
- Schumm, S.A. (1956), Evolution of Drainage Systems & Slopes in Badlands at Perth Anboy, New Jersey, Bulletin of the Geological Society of America.
- Strahler, A.N.1964, Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks. In: V.P. Singh. Handbook of Applied Hydrology. New York: McGraw Hill Book Company.

Bibliography of Arabic References (Translated to English)

- Abu Rayah, A. M. A. (2007). The area extending between Al-Qusayr and Um Ghanj: A geomorphological study (Unpublished doctoral dissertation). Faculty of Arts, University of Alexandria.
- Al-Babbawati, A. A. H. (1995). The Wadi Al-Ujayj Basin in Iraq and the uses of its landforms (Unpublished doctoral dissertation). Faculty of Arts, University of Baghdad.
- Jasim, R. A. (2020). The geographical potential for agricultural development and its reality in the Khabour River Basin in the Kurdistan Region of Iraq (Doctoral dissertation). Faculty of Arts, University of Salahaddin.
- Al-Jumaili, L. H. H. A. (2019). Hydrological characteristics of the valleys draining into the eastern side of Mosul Dam Lake (Unpublished master's thesis). College of Education for Humanities, University of Mosul.
- Hussein, A. H. (2019). Analysis of morphometric and hydrological characteristics of Wadi Al-Abra Basin, west of Nineveh Governorate. University of Kirkuk Journal for Humanities Studies, 14(2).
- Khansi, B. (2006). The antiquities of Khans and their significance. Erbil: Al-Ras Printing and Publishing House. (First edition).
- Al-Dulaimi, K. H. A. (2011). Applied geomorphology. Amman, Jordan: Safa Publishing and Printing House. (First edition, Vol. 1).
- Salama, H. R. (1980). Geomorphological analysis of morphometric characteristics of water basins in Jordan. Dirasat: Human Sciences, 7(1).
- Sayab, A., & Al-Omari, F. S. (1982). Geology of Iraq. Mosul: University of Mosul Press.
- Al-Shaer, J. A. (2001). Hydrology. Damascus: University of Damascus Press. (Second edition).

- Al-Shaer, J. A. (2001). Hydrology. Damascus: University of Damascus Press. (Second edition).
- Al-Shammari, M. H. A. M. (2017). Morphometric characteristics of the Shams Banan River Basin in Duhok Governorate (Unpublished master's thesis). College of Education Ibn Rushd for Humanities, University of Baghdad.
- Abbas, H. J., & Aboud, A. S. (2021). Morphometric characteristics of basins east of Wasit Governorate using geographic information systems. Journal of Arts, (137).
- Abdulrahman, D. H. (2016). Water technology in the Komel and Rukram basins and its utilization in Duhok Governorate (Unpublished master's thesis). College of Humanities, University of Duhok.
- Al-Wadaani, I. A. S. (2014). Flood hazards in Jazan region, southwestern Kingdom of Saudi Arabia: A geomorphological perspective. Jazan University Journal, 3(1).