Journal of Human and Social Sciences (JHSS) • Vol 8, Issue 2 (2024) • P: 156 - 131
https://journals.ajsrp.com/index.php/jhss
ISSN: 2522-3380 (Online) • ISSN: 2522-3380 (Print)

Morphometric Analysis for Drainage Network of Yarmouk Basin in Jordan: A Study in Applied Geomorphology via Geographic Information System (GIS)

Prof. Osama Abdullah Zairer
Taibah University | Madinah Al-Munawarah | KSA

Received: 15/05/2023
Revised: 26/05/2023
Accepted: 06/02/2024
Published: 30/02/2024

* Corresponding author: Ozareer@taibahu.edu.sa

Citation: Zairer, O. A. (2024). Morphometric Analysis for Drainage Network of Yarmouk Basin in Jordan: A Study in Applied Geomorphology via Geographic Information System (GIS). *Journal of Humanities & Social Sciences, 8*(2), 131 – 156. https://doi.org/10.26389/AJSRP.R150523

2024 © AISRP • Arab Institute of Sciences & Research Publishing (AISRP), Palestine, all rights reserved.

• **Open Access**

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license

Abstract: This study were carried out in order to analayze and interpretation the morphometric parameters Characteristics of the drainage network of the Yarmouk Basin in Jordan via Geographic Information System (ARCGIS9) and the digital elevation model (DEM), also standard mathematical models, the study area lies in northwestern part of Jordan, covers an area of approximately 1410 km2 and, dominated by arid and semi arid climate where geological formations spreaded belonging to the Upper Cretaceou.

The results of the morphometric parameters analysis has shown the basin pear-shaped formed where factor ratio (0.32) Circularity and Elongation ratio is (0.30) and (0.61) respectively.The basin relief morphometric parameters also shown relief ratio (20.6m/km) and the hypsometric coefficient (56%) this indicates varying stage that of both equilibrium mature stage and in-equilibrium young of the basin.the Drainage density reached 1.1 km / km2, its low densities and river frequency 0.58/km2 also bifurcation ratio 3.4 which is influenced by climate, vegetation cover, rokss type, the yarmouk river basin has 6th order (stream order) and the drainage network pattern is dendritic.

Keywords: Applied Geomorphology, Rives Basin, Drainage Network, Morphometric, GIS.

التحليل المورفومتري لخصائص شبكة التصريف المائي لحوض اليرموك في الاردن : دراسة جيومورفولوجية تطبيقية باستخدام Geographic Information System (GIS)

أ.د. أسامة عيدالله زعرير
جامعة طيبة | المدينة المنورة | المملكة العربية السعودية

المستخلص: تناولت الدراسة تحليل وتفسير الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائي لحوض اليرموك في الأردن باستخدام نظام المعلومات الجغرافي ARCGIS9 ونموذج الارتفاعات الرقمي Digital Elevation Model والنماذج والمعادلات الرياضية القياسية، وتقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الغربي من الاردن تغطي مساحة تقريباً 1410 كم2 يُسيطرعلى أراضيها المناخ الجاف وشبة الجاف، وتتوزع فيها تكوينات جيولوجية تنتمي إلى العصر الكريتاسي الأعلى Upper Cretaceous. نتائج القياسات المورفومترية في منطقة الدراسة مؤشر كمي هام اظهر مدى تأثرالأنشطة البشرية المرتبطة باستخدام الارض والعمليات الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة واظهرت القياسات ان حوض اليرموك يتصف بالشكل الكمثري حيث يبلغ معامل الشكل 0.32 ونسبة الاستدارة والاستطالة 0. 30 ، 0.61 على التوالي، وتصل نسبة تضرس للحوض حوالي 20.6 م / كم ، والمعامل الهبسومتري له حوالي 56 % إشارة الى المرحلة الحتية المتوسطة لحوض الدراسة ما بين الشباب والنضج ، وبلغت الكثافة التصريفية 1.1 كم / كم2 وهي من الكثافات المنخفضة ، اما التكرارالنهري ونسبة التشعب النهري فهي منخفضة 0.58 / كم2 و 3.4 على التوالي مما يعكس تأثيرالعامل المناخي والغطاء النباتي ونوعية الصخور على خصائص الحوض ويحمل نهراليرموك الرتبة السادسة كما ان نمط الشبكة المائية في حوضه يأخذ النمط الشجري.

الكلمات المفتاحية: الجيومورفولوجيا التطبيقية، حوض نهري، الشبكة المائية، مورفومتري، GIS.

المبحث الأول: الإطار النظري للدراسة

أ. المقدمة

تأخذ الدراسات الجيومومورفولوجية التطبيقية Applied Geomorphological Studies على بيئة الاحواض النهرية مكانها في الوقت الحاضر كونها تُمثل مرجعاً علمياً هاماً تستند عليه الكثيرمن الخطط التنموية المرتبطة ببيئة الاحواض النهرية المائية سواءً الجوفية منها اوالسطحية ، كما تُستخدم نتائج دراسة المعطيات الجيومورفولوجية ومنها الخصائص المورفومترية (القياسية) Morphometrical Characteristics في التخطيط لإدارة واستدامة الموارد المائية فيها وتحديد نمط الاستخدام الأمثل للأراضي Land Use خاصة في البيئات الجافة وشبه الجافة في ظل التغيرات المناخية التي تشهدها هذه البيئات في Climate Change والتي تنعكس على مائية الاحواض من حيث الميزان والموازنة المائية فيها، ويُعززمن قيمة ودور الدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية العمل الميداني Field Work الذي يُمثل الركن الأساسي فيها لإجراء القياسات على العديد من الظاهرات لتحديد خصائصها كما تُوظف التقنيات الحديثة كالاستشعارعن بعد Remote Sensing وبرمجيات نظام المعلومات الجغرافي GIS كونها تُسهم في توفير قاعدة بيانات Database عن بيئة الاحواض المائية بشكل دقيق ودورها أيضاً في اجراء و تنفيذ القياسات التي بتعذر تحقيقها في الميدان كالخصائص المورفومترية (القياسية) اضافةً الى دورهذه البيرمجيات في التفسير والتحليل وإمكانية الاسترجاع والتحديث على قاعدة بياناتها مما يُسهل مراقبة التطورات البطيئة والسريعة التي تحدث على الكثير من الظاهرات الجيومورفولوجية في بيئة الاحواض النهرية والمرتبطة بعوامل طبيعية تُؤثر فيها منها العامل الجيولوجي والمناخي والغطاء النباتي (سلامة ، 2010) وهذه العوامل مجتمعة هي المحدد الأساسي للدورة الحتية للانهار Erosion Cycle كما أن الخصائص المورفومترية (القياسية) Morphometrical Characteristics ما هي الا انعكاس لهذه الظروف البيئية.

تتناول هذه الدراسة تحليل مورفومتري للشبكة المائية في حوض اليرموك في الاردن باستخدام نظام المعلومات الجغرافي (ARCGIS9) ونموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) (سعيد، هالة محمد ، 2010) والمعادلات والنماذج الرياضية لقياس الخصائص المساحية والشكلية التي تشمل نسبة استطالة واستدارة الحوض ومعامل الشكل للحوض ، إضافةً الى قياس الخصائص التضاريسية التي تشمل نسبة التضرس والمعامل الهبسومتري ودرجة الانحدار وبالتالي قياس خصائص التصريف المائي في حوض الدراسة من حيث كثافة التصريف والتكراروالتشعب النهري إضافة الى معدل النسيج الحوضي، وبتطبيق وتحليل المعاييرالمورفومترية السابقة الذكرامكن تحديد واستنتاج العوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي أسهمت في تطور البيئة الحوضية وتفسيرها لدعم ما امكن لأية مشاريع وخطط تنموية ترتبط ببيئة منطقة الدراسة .

ب. منطقة الدراسة

يشغل حوض اليرموك مساحة تصل الى حوالي 1410 كم2 ويقع جغرافياً في أقصى الشمال الغربي من من الاردن ممتد بين خطي طول 30 35 ° و30 36° شرقاً وبين دائرتي عرض 32 ° و 45 32° شمالاً يوضحها الشكل (1) ، ووفقاً لاحداثيات منطقة الدراسة فإن امتدادها من الشمال إلى الجنوب يصل لحوالي 43 كم في حين يصل امتدادها من الشرق الى الغرب حوالي 66 كم تقريبا ،وتمثل منطقة الدراسة الجزء الجنوبي من حوض اليرموك ضمن الأراضي الاردنية .

ب-1 الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة

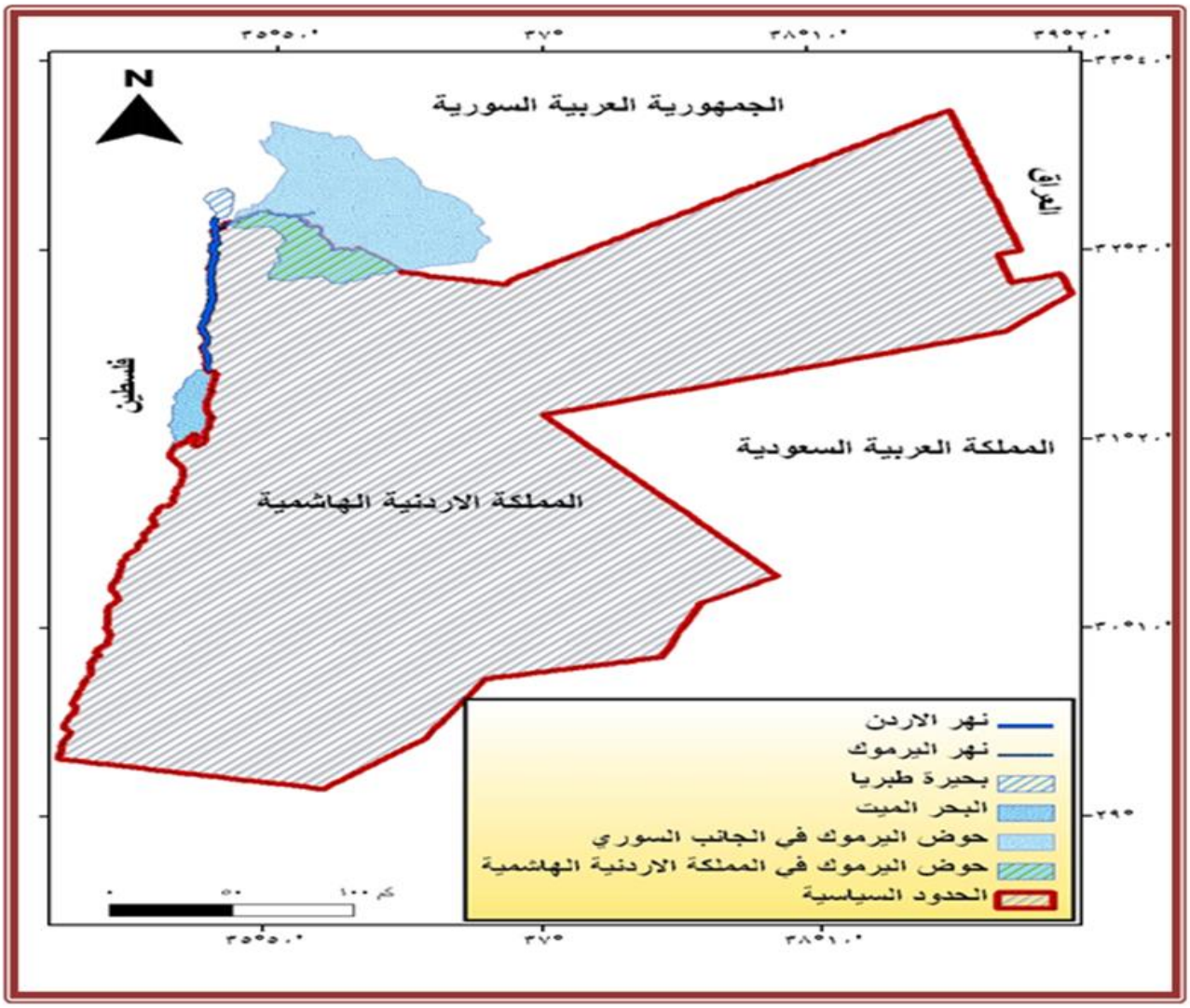
تتصف منطقة الدراسة بشدة التضرس بسبب الفارق الكبير بين أعلى وادنى منسوب لها عن مستوى سطح البحر حيث أن قمة رأس منيف في اقصى الجنوب من منطقة الدراسة تُمثل أعلى نقطة بارتفاع بصل الى 1150 م فوق مستوى سطح البحر في حين يصل أدنى منسوب في منطقة الدراسة حوالي -210 م تحت مستوى سطح البحر تُمثله الأراضي الممتدة بين منطقة العدسية في الشمال الغربي إلى منطقة المصب نقطة التقاء مياه نهر اليرموك مع مياه نهر الأردن غرباً. ويُمثل الركن الشمال الغربي المناطق الأكثر انحداراً في منطقة الدراسة بينما تأخذ أراضيها في الانبساط التدريجي في مناطق وسط الحوض متجهةً بهذه الخصوصية في محورين هما شمال شرق وجنوب شرق موضحة في الشكل (2).

ب -2 الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة

تتكشف في حوض الدراسة تكوينات جيولوجية تنتمي إلى العصر الكريتاسي الأعلى Upper Cretaceous من حقب الحياة المتوسطة (الميزوزيك) كما يتنكشف فيه رسوبيات العصر الثلاثي والرباعي التي تنتمي إلى حقب الحياة الحديثة (السينوزويك) وتأخذ هذه التكشفات الصخرية أسماء محلية وفق بعثات جيولوجية أجنبية (Quennell, 1951) (Burdon, 1959) وأُعتمدت في الخرائط

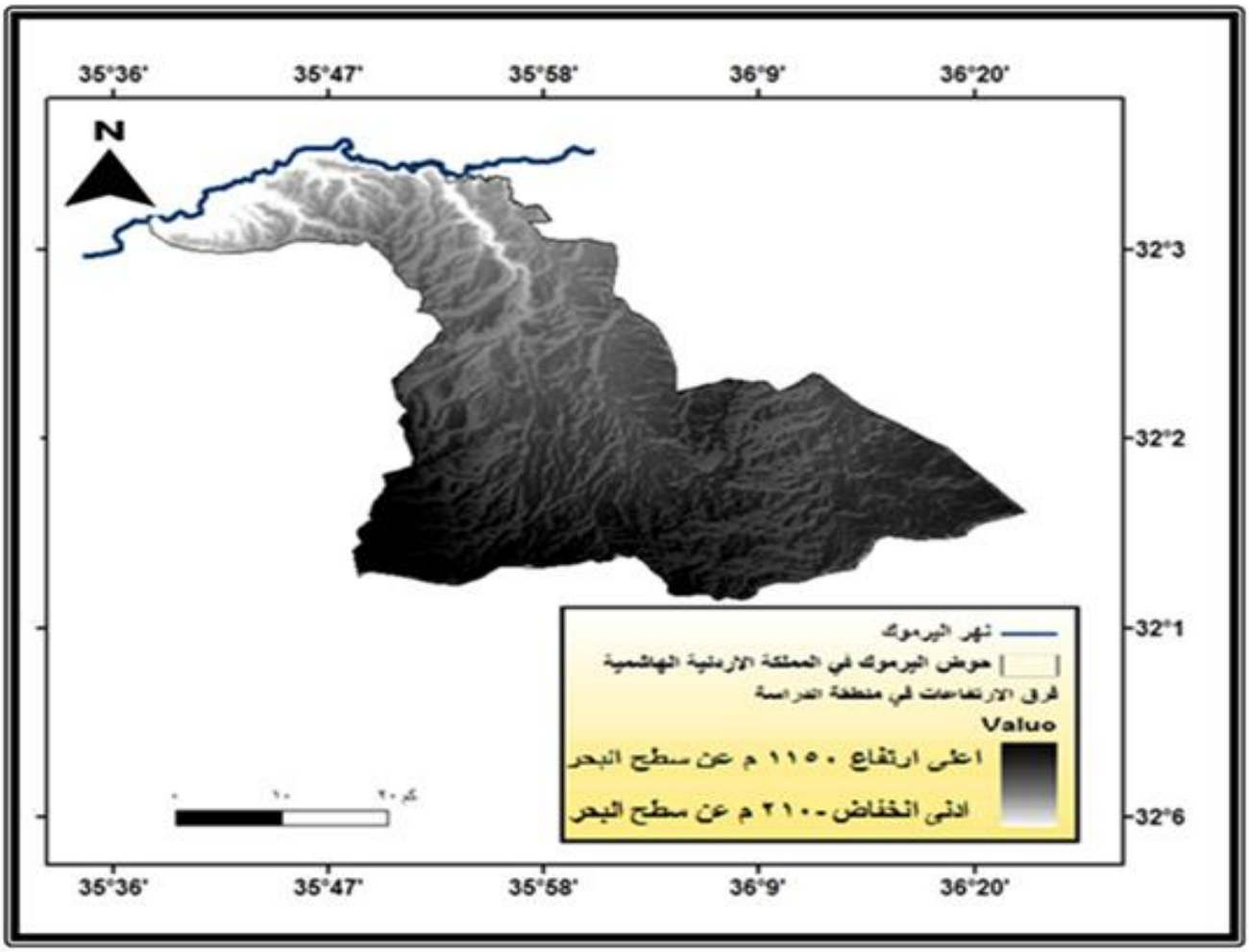
الجيولوجية الاردنية كمجموعتين رئيسيتين (عابد، 2000) الأولى منهما مجموعة العجلون Ajlun Group (A) التي تنقسم بدورها الى الطبقات A1– A6 وتشغل مجموعة العجلون ما مساحته ثلاثة كيلومترأت مربعة من مجمل مساحة منطقة الدراسة وتنكشف في المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة وأهم مكوناتها الصخور الجيرية والمارل التي تقع فوق طبقة الكرنب الفتاتية الرملية، أما المجموعة الثانية فهي مجموعة البلقاء Belqa Group (B) وتتميز باحتوائها على أنواع كثيرة من الصخور إذا ما قورنت بمجموعة العجلون ، كما أنها تشغل المساحة العظمى في حوض الدراسة وأهم مكوناتها الصخرية الطباشير والصوان والفوسفات والصخرالزيتي والحجر الجيري والمارل والحجر الرملي والبورسلينيت (تربولي) .

وترتبط الخصائص المورفومترية في حوض الدراسة بالعوامل المناخية وتتابع الفترات المطيرة والجافة كما أثرت الحركات التكتونية فيه مخلفةً مجموعة من الصدوع العادية كما ظهرت الطيات المقعرة في أجزائه الشمالية الشرقية والطيات المحدبة في الجنوب الشرقي والجنوب الغربي ، ونتيجةً للعوامل المذكورة نشطت العديد من العمليات الجيومورفولوجية ونتج عنها العديد من الاشكال الاراضية Land Forms التي اخذت في النشأة والتطور في منطقة الدراسة ، ومنها مجموعة الأقنية والمجاري المائية Drainage Network ضمن البيئة الحوضية لنهراليرموك ومجموعة الاودية الفرعية الرافدة له التي يصل عددها عشرة أحواض مائية وهي سما السرحان ، خالد ، المنقط ، الشومر ، الشلالة ، السجن ، أم الرشيد ، قويلبة ، عقربا ، السهام ، خالد، وتتباين.



الشكل (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

المصدر: الباحث ARCGIS9 2023



الشكل (2) اقصى ارتفاع وانخفاض مترعن مستوى سطح البحر لحوض اليرموك في الاردن
المصدر: الباحث ARCGIS9 2023

ج : مشكلة الدراسة

تكمن مشكلة الدراسة بضرورة توفير قاعدة بيانات نوعية وكمية تتناول معالجة وتحليل الخصائص المورفومترية (القياسية) لكل من الأحواض الفرعية كمدخلات Input مستقلة ليتبعها تحليل الخصائص المورفومترية (القياسية) العامة لحوض نهر اليرموك Main Basin في الأردن كوحدة جيومورفولجية لها مخرجات Output لامكانية الاستفادة من مؤشرات القياس في التخطيط لادارة الموارد المائية في منطقة الدراسة كمبا ونوعياً.

د : التساؤلات وفروض الدراسة

1- هل تتطابق الخصائص المورفومترية (القياسية) لأحواض التغذبة الفرعية Sub Basin داخل خط تقسيم المياه لمنطقة الدراسة مع نظيرتها في حوض نهر اليرموك Main Basin مقصد الدراسة؟ وفرض الدراسة هنا أن كل حوض تغذية فرعي داخل خط تقسيم المياه لحوض الدراسة هو وحدة جيومورفولجية مستقلة تباينت أبعادها المورفومترية القياسية داخل بيئة جغرافية واحدة.
2- هل استخدام برمجيات نظام المعلومات الجغرافي (GIS) في الجيومورفولوجيا التطبيقية بحد ذاته إضافة نوعية للرقي بالعمل الجيومورفولوجي؟ وفرض الدراسة هنا أن برمجيات نظام المعلومات الجغرافي تحظى بالدقة العالية وسرعة المعالجة للبيانات والمعلومات الجيومورفولوجية كمياً ونوعياً وقدرتها على الوصول لحقائق علمية قد يتعذر الوصول اليها بالطرق التفليدية .لأن إمكانية الوصول شرط أساسي في حقل الجيومورفولوجيا .

هـ : أهداف الدراسة

1. معالجة وتحليل الخصائص المورفومترية (القياسية) المساحية والسشكلية والتضاريسية وكثافة التصريف المائي لحوض نهر اليرموك في المملكة الأردنية الهاشمية باستخدام تقنية نظام المعلومات الجغرافي (GIS) من جانب وتطبيق بعض المعادلات والنماذج الرياضية الاحصائية لتفسيرابعاد القياسات المورفومترية من منظور جيومورفولوجي لحوض الدراسة من جانب اخر.
2. تفسير ومقارنة تباين الخصائص المورفومترية (القياسية) لأحواض التغذية الفرعية مستقلة من منظور جيومورفولوجي تطبيقي وتمثيلها رقميا باستخدام تقنية نظام المعلومات الجغرافي (GIS) .
3. توفيرقاعدة بيانيات لأحواض التغذية الفرعية Sub Basin كوحدات جيومورفولوجية مستقلة وبالتالي عمل قاعدة بيانات رقمية لحوض نهر اليرموك في المملكة الأردنية الهاشمية باستخدام تقنية نظام المعلومات الجغرافي (GIS) لخدمة قطاعات التنمية والتخطيط والباحثيين في منطقة الدراسة.

و. أهمية موضوع الدراسة

ترتبط الخطط التنموية في الوقت الحاضر بالدراسات النوعية لبيئة الاحواض النهرية خاصة في الاقاليم الجافة وشبه الجافة التي تعاني من شح في مصادر المياه Lack of Water في ظل النمو السريع والتركز السكاني الكثيف الذي يتبعه زيادة الطلب على المياه في بيئة الاحواض النهرية كونها المجال الحيوي للاستفرارالبشري وممارسة الأنشطة الاقتصادية خاصة في قطاع الزراعة وقطاع التعدين والقطاع السياحي ، اضافةً الى التغيرات المناخية Climate Change التي تشهدها هذه البيشات والتي انعكست على البيئة المائية سواء الجوفية منها او السطحية ، وعليه يُسهم هذا النوع من الدراسات في توفير قاعدة بيانات على المستوى الهيدرولوجي – المورفومتري – الجيومورفولوجي تساعد المهتمين وأصحاب القراربوضع خطط لتنمية مصادر المياه وخطط استدامة المتاح منها خاصة في تلك الأقاليم الجافة وشبه الجافة، اضافةً إلى ذلك تُسهم أودية الشبكة المائية في حوض الدراسة بحوالي 23 % من حجم الفيضانات التي تحدث في الاحواض المائية السطحية في الاردن، كما يُسهم نهر اليرموك بحوالي 38% من مجمل تصريف نهر الأردن (الشريف، 1995) مما يجعل هذه الدراسة مهمة في توفير قاعدة بيانات مورفومترية (قياسية) عن حوض الدراسة.

ز. منهجية وأسلوب الدراسة

تم تطبيق المنهج الكمي التحليلي لقياس المتغيرات المرتبطة بالقياسات المورفومترية واستخدام برمجية نظام المعلومات الجغرافي (ARC GIS9) لمعالجة وتحليل البيانات المكانية Spatial Analysis ثم تفسيرنتائجها واشتقائق الخرائط الرقمية المرتبطة بمنطقة الدراسة بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وتم الاستعانة بالخرائط الطبوغرافية والجيولوجية مقياس 1 : 25.000 واللوحات الطبغرافية والجيولوجية مقياس 1 : 50.000 التي تغطي منطقة الدراسة لامكانية اشتقاق بعض خصائص الوحدات الأرضية التضاريسية ومساحة التكشفات الصخرية وفقاً لابعادها. وتشمل كل من لوحات اربد الرمثا ، المفرق ،الشونة الشمالية ذات النوع والمقاييس سالفة الذكر كما تم الاستعانة بالصور الجوية وأرقامها 81 ،82، 83، 84 (المركز الجغرافي الملكي الأردني 2020) اما البيانات والمعلومات المتعلقة بالدراسة المورفومترية القياسية فقد تم الاستعانة بالنماذج والمعادلات الرياضية الإحصائية التالية لمنطقة الدراسة

الخصائص المساحية

مساحة منطقة الدراسة : حيث تم تحديدها بناءً على خطوط تقسيم المياه التي تحد منطقة الدراسة من جميع الجوانب وبالتالي قسمت منطقة الدراسة الى أحواض مائية فرعية (Sub Basins) بناء على خطوط تقسيم المياه التي تفصل ما بين الأحواض المائية الفرعية داخل منطقة الدراسة وباستخدام برنامج الرسم الالي (Auto Cad) ونظام المعلومات الجغرافي (GIS) تم حساب مساحة كل من الأحواض المائية الفرعية ومساحة منطقة الدراسة الاجمالية (1410كم2) ، اما المعادلات والنماذج الرياضية التي أُستخدمت لاشتقاق خصائص حوض الدراسة فهي كالاتي :

- الخصائص الشكلية

$$\text{نسبة استطالة الحوض} = \frac{\text{طول قطر دائرة بنفس مساحة الحوض / كم}}{\text{أقصى طول للحوض / كم}} \times 100 \quad \text{(Schumm, 1956)}$$

$$\text{نسبة استدارة الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض / كم}^2}{\text{مساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض نفسه / كم}^2} \times 100 \quad \text{(Melton,1958)}$$

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض / كم}^2}{\text{مربع طول الحوض / كم}^2} \times 100 \quad \text{(سلامة , 2010)}$$

- الخصائص التضاريسية (محسوب ، 2006)

$$\text{درجة الانحدار عن طريق ظل زاوية الانحدار} = \frac{\text{المقابل (فرق الارتفاع بين نقطتين بالمتر)}}{\text{المجاور (المسافة بين نقتتين بالمتر)}}$$

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{الفرق بين ادنى وأعلى منسوب في الحوض م}}{\text{طول للحوض كم}}$$

$$\text{المعامل الهبسومتري} = \frac{\text{الارتفاع النسبي للحوض}}{\text{المساحة النسبية للحوض}}$$

ومتغيرات المعامل الهبسومتري هي أن الارتفاع النسبي = النسبة بين ارتفاع اي خط كنتور مختار (حيث كان خط كنتور 500 في هذه الدراسة) إلى اقصى ارتفاع في الحوض ،اما المساحة النسبية = النسبة بين المساحة المحصورة بين اي خط كنتور ومحيط الحوض الى المساحة الكلية للحوض نفسه .

- خصائص الشبكة المائية : (Strahler,A, 1952)

$$\text{الكثافة التصريفية} = \frac{\text{مجموع اطوال المجاري المائية كم (بجميع رتبها)}}{\text{مساحة الحوض كم2}}$$

$$\text{التكرار النهري} = \frac{\text{عدد المجاري المائية بجميع رتبها}}{\text{مساحة الحوض كم2}}$$

$$\text{معدل التشعب النهري} = \frac{\text{عدد المجاري المائية من رتبة معينة } N}{\text{عدد المجاري المائية من الرتبة التالية } N+1}$$

$$\text{معدل النسيج الحوضي} = \frac{\text{مجموع النتوءات البارزه في اي خط كنتور في الحوض}}{\text{طول محيط الحوض كم}}$$

ح. الدراسات السابقة

تناولت بعض الدراسات حوض اليرموك في المملكة الأردنية من جوانب أهمها

- تقييم الموارد الطبيعية في منطقة الفاصل المائي بين نهر اليرموك ووادي العرب (نائلة العمري،1989)
- الجفاف في منطقة اربد– دراسة مناخية (صفاء ابراهيم، 1989)
- جيومورفولوجية المنعطفات النهرية المعمقة في الجزء الادنى من مجرى وادي الشلالة.
(سيرين غرايبة ، 2010)

- Hydrogeochemistry of the groundwater resources in the area between wadi El – yabis and yarmouk river, Ali Naq 1989.
- Hydrological And Hydrochemical Study Of Wadi El – Arab Catchment Aea / Yarmouk Basin. Souha Hamid ,2004.

المبحث الثاني : تحليل الخصائص المورفومترية (القياسية) في منطقة الدراسة Morphometric parameters characteristics analysis

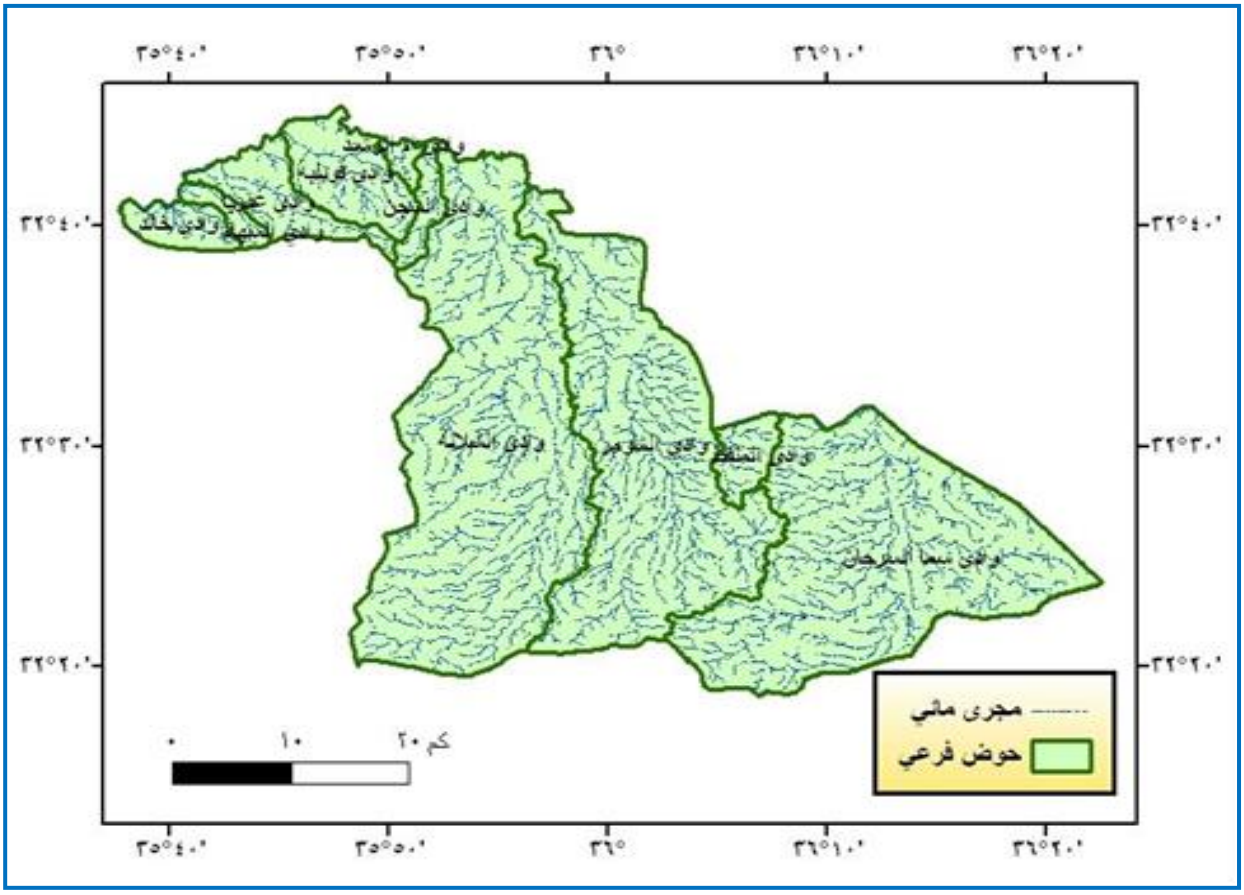
يقع وادي اليرموك Main Wadi في الركن الشمالي الغربي من منطقة الدراسة باتجاه شرقي - غربي وفيه يجري نهر اليرموك Yarmouk Riverالذي يُعد أكبر المسطحات المائية ضمن الحدود الحوضية له ، وتُحيط به خطوط تقسيم المياه من جميع الجوانب حيث تنحدر المياه عبرمنظومة شبكة التصريف المائي Drainage Network من منطقة المنابع لتلتقي حتى تتحد في نهر اليرموك الذي تجري فيه المياه متجهةً غرباً منتهيةً في نقطة المصب في نهر الأردن ، ويتوزع على حوض نهر اليرموك في الاردن مجموعة من الأحواض المائية الفرعية Sub Basinsيبلغ عددها عشرة أحواض مائية مبينة في الشكل (3) تتصف بتباين خصائص المساحية والشكلية والتضاريسية ، كما تتباين في الكثافة التصريفية وعدد وأطوال القنوات والمجاري المائية المغذية لأوديتها الرئيسية ، إلا أنها تشترك في نمط انتشار الشبكة المائية

وهو النمط الشجري الذي فرضته عوامل جيولوجية ومناخية وطبغرافية كما أن العمليات الجيومورفولوجية سواء في المناطق الشرقية الجافة وشبه الجافة أوالمناطق شبه الرطبة في الجهات الشمالية والجنوبية الغربية من حوض الدراسة كحركة المواد وتطور المنحدرات وعمليات التجوية تتأثر بالنظام المورفولوجي والتكوين الجيولوجي وطبيعة المناخ التي تُعد من أكثر العوامل المحددة لنشاط المتغيرات الجيومورفولوجية التي تتصف بها منطقة الدراسة ، وتتوزع أحواض التغذية الفرعية في منطقة الدراسة في ثلاثة اتجاهات على النحو التالي وتم التوصل لمساحاتها والنسب المؤية لها باستخدام نظام المعلومات الجغرافي وفقا لخطوط تقسيم المياه التي تفصل بينها :

- أحواض التغذية الفرعية في المناطق الشرقية من منطقة الدراسة وتُمثل ما نسبته 29 % من المساحة الكلية لحوض الدراسة ، وتضم حوضي وادي السرحان ، وادي المنقط وأهم التكوينات الصخريه فيها تكشفات البازلت والحجر الجيري الدولوميتي والمارل
- أحواض التغذية الفرعية في المناطق الوسطى من منطقة الدراسة وتُمثل ما نسبته 58% من المساحة الكلية لحوض الدراسة ، وتضم حوضي وادي الشومر، وادي الشلالة وأهم التكشفات الصخرية فيها الحجر الجيري الكتلي والطباشير والمارل الأصفر.
- أحواض التغذية الفرعية المناطق في الغربية من منطقة الدراسة وتُمثل ما نسبته 13% من المساحة الكلية لحوض الدراسة وتضم أحواض: وادي السجن ، وادي أم الرشيد ، وادي قويلبة ، وادي عقربا ، وادي السهام ، وادي خالد وأهم التكشفات الصخرية فيها البازلت والحجر الجيري الطباشيري والصوان .

وفي البنود التالية توضيح لنتائج معالجة الخصائص المورفومترية (القياسية) لأحواض التغذية الفرعية في حوض الدراسة المساحية منها والشكلية والتضاريسية وكثافة التصريف المائي باستخدام برمجية نظام المعلومات الجغرافي ARC GIS9 وتوضيح نتائج تحليل البيانات المكانية Spatial Analysis بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية DEM ، اضافةً الى توضيح نتائج تحديد الرتب النهرية لكل من الأودية الرئيسية والفرعية وفق منهاج ستريلر (Strahler ,A.1952) حيث تم تبويبها في الجداول اللاحقة في هذه الدراسة

الشكل (3) الاودية الرئيسية في حوض اليرموك في الاردن



المصدر: الباحث ARCGIS9 2023

1. تحليل الخصائص المورفومترية (القياسية) لأحواض التغذية الفرعية في المناطق الشرقية (Sub Basin)

تتوزع الأحواض (حوض وادي سما السرحان ، حوض وادي المنقط) على مساحات تُعد الأكثر إنبساطاً في منطقة الدراسة ، حيث تتراوح درجة الانحدار ما بين 0-10 درجات ، كما يتراوح ارتفاع السطح فيها ما بين 573 – 935 م فوق مستوى سطح البحر، وتقع هذه الأحواض ضمن المناخ الجاف بمتوسط أمطار سنوية تقل عن 200 ملم/سنة ، وتتصف هذه الأحواض بناءً على القياسات المورفومترية المساحية والشكلية والتضاريسية الموضحه في الشكل (4) والقياسات المتعلقة بكثافة التصريف المائي الموضحة في الشكل (5) ببيانات إحصائية تم اشتقاقها ثم تبويبها في الجدوال (1) (2) (3) (4) .

2. تحليل الخصائص المورفومترية (القياسية) لأحواض التغذية الفرعية في المناطق الوسطى (Sub Basin)

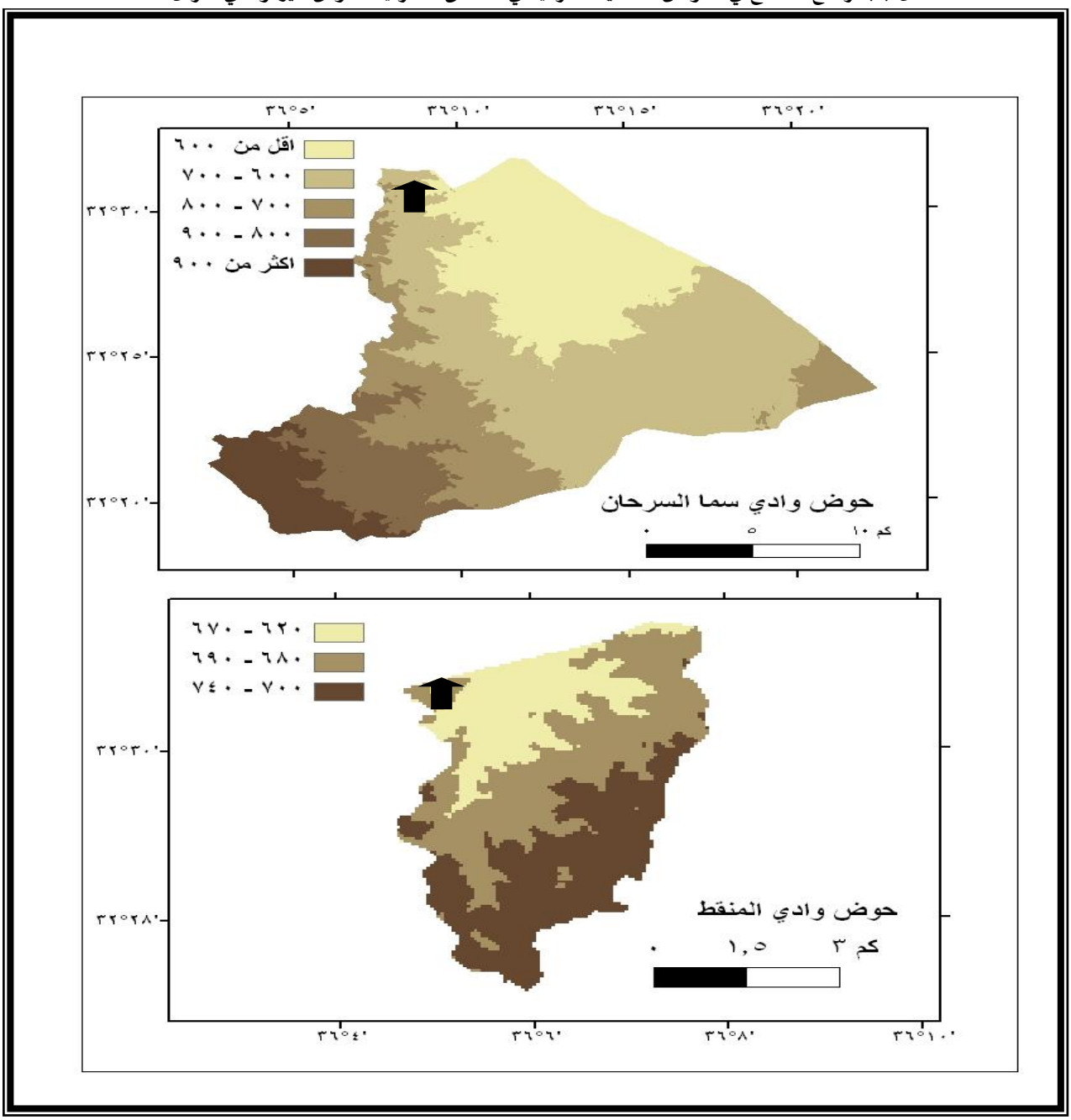
حوض وادي الشومر وحوض وادي الشلالة هي أهم روافد نهر اليرموك في منطقة الدراسة نظراً لاتساع مساحتها من ناحية واتصالها بالمناخ شبه الرطب جنوبا الذي يتلقى متوسط أمطار يتجاوز 500 ملم / سنة من ناحية أخرى، وتُعد ايضاً الوحدة الأرضية الهامة في مجال استخدامات الأرض على مستوى القطاع الزراعي والتركز السكاني رغم وجود تفاوت كبير في ارتفاع السطح الذي يتراوح ما بين 72 م – 1150 م فوق مستوى سطح البحر، وتتصف هذه الأحواض بناءً على القياسات المورفومترية المساحية والشكلية والتضاريسية الموضحه في الشكل (6) والقياسات المتعلقة بكثافة التصريف المائي الموضحة في الشكل (7) ببيانات إحصائية تم اشتقاقها ثم تبويبها في الجدوال (1) (2) (3) (4) .

3 . تحليل الخصائص المورفومترية (القياسية) لأحواض التغذية الفرعية في المناطق الغربية (Sub Basin)

تتوزع مجموعة من الأحواض الفرعية في المناطق الغربية من منطقة الدراسة ضمن الحوض الأدنى لمنطقة الدراسة، وتتصف بأنها أكثر المناطق تضرساً ووعورةً، حيث تنتشر فيها الجروف التي تزيد درجة انحدارها عن 45 درجة، وتتراوح الإرتفاعات في هذه المناطق من 500 م فوق سطح البحر إلى ما دون مستوى سطح البحر 210- م موضحة في الشكل (8 ، 10 ،11)، أما من حيث القياسات المرتبطة

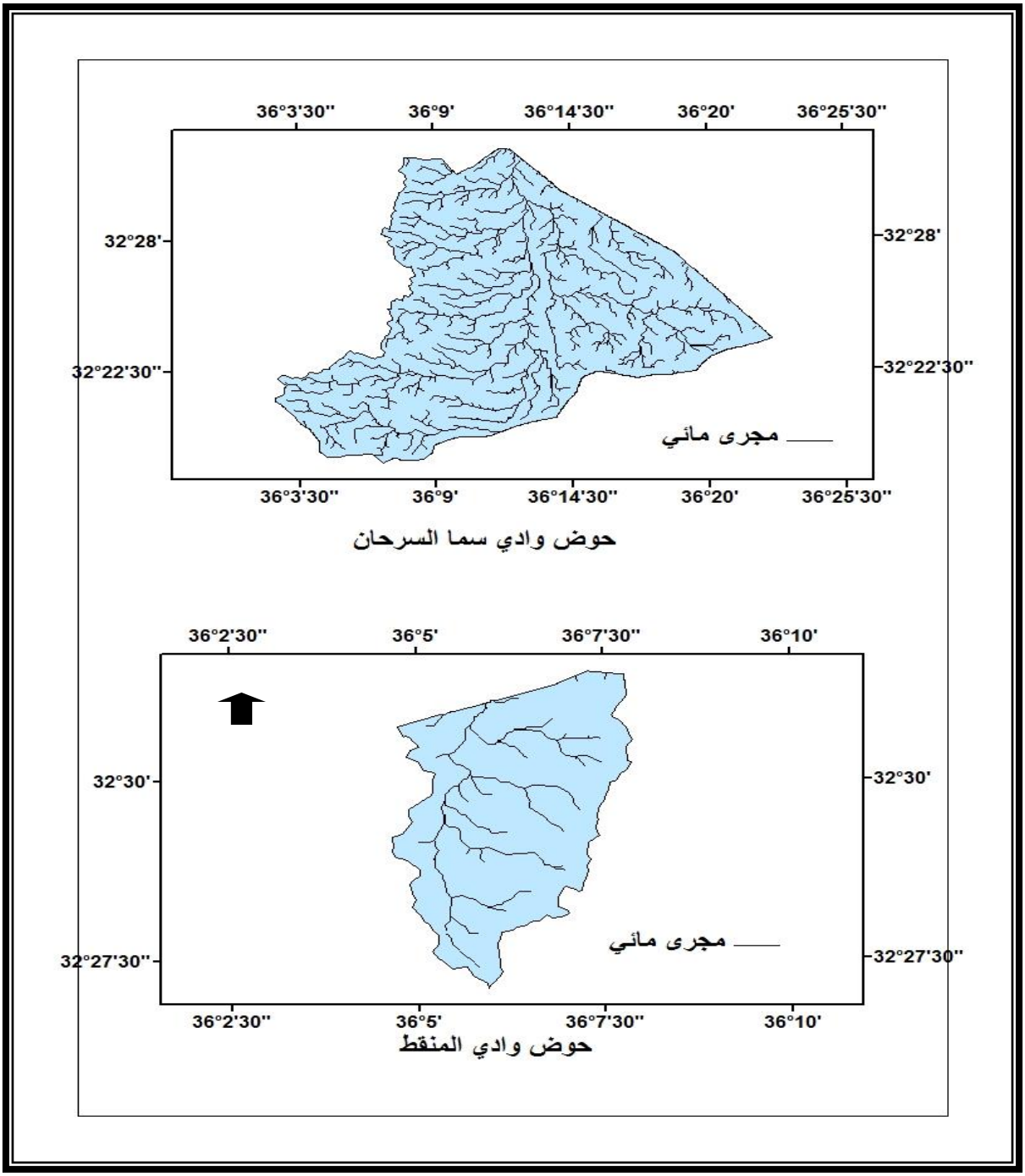
بكثافة التصريف المائي و المتعلقة بكثافة التصريف المائي الموضحة في الشكل (9 ، 12) تم اشتقاقها ثم تبويبها في الجدوال (1) (2) (3) (4) .

الشكل (4) ارتفاع السطح في أحواض التغذية الفرعية في المناطق الشرقية لحوض اليرموك في الاردن



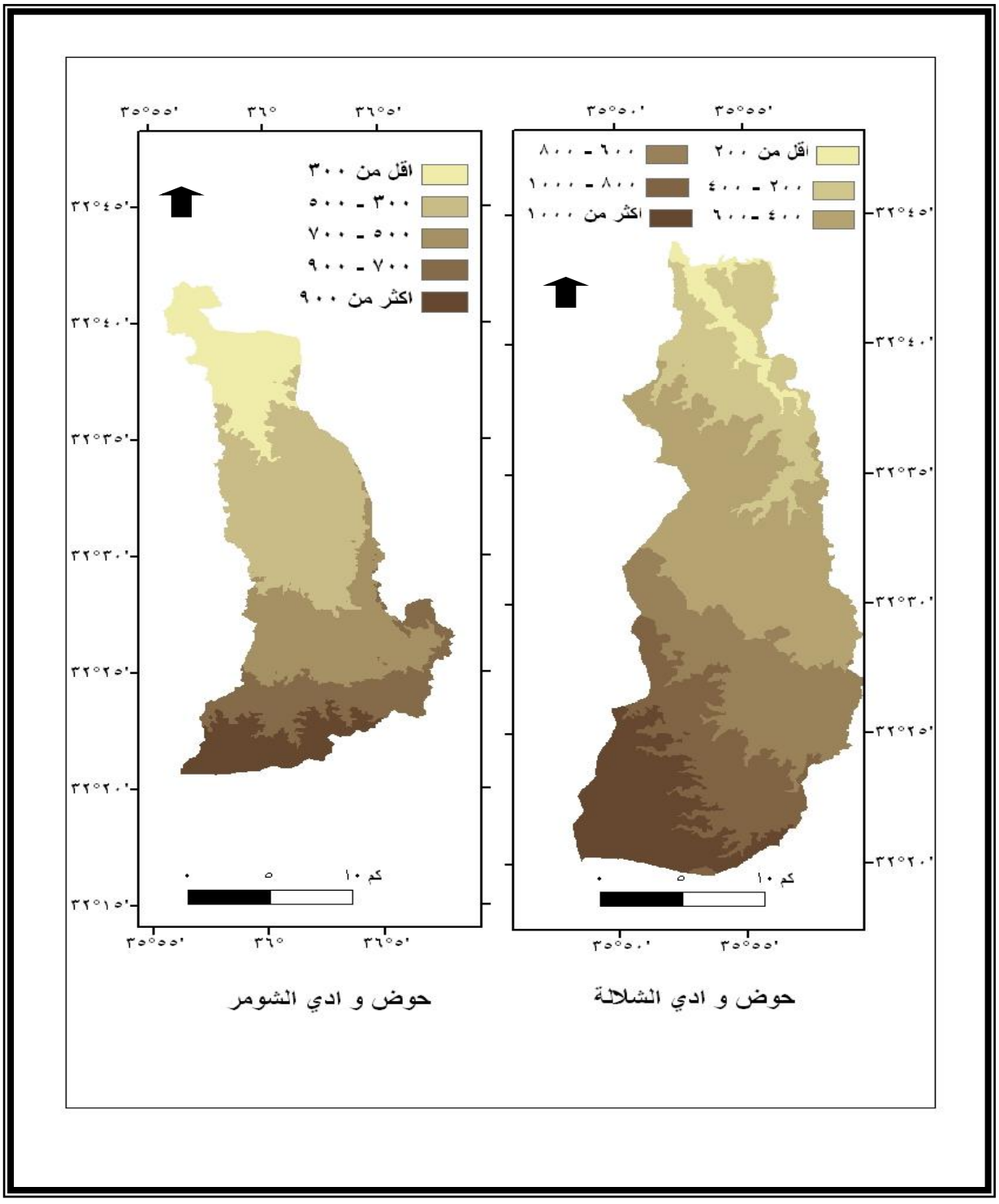
المصدر: الباحث ARCGIS9 2023

الشكل (5) الشبكة المائية لاحواض التغذية الفرعية شرقي حوض اليرموك في الاردن (حوض وادي سما السرحان – حوض وادي المنط)



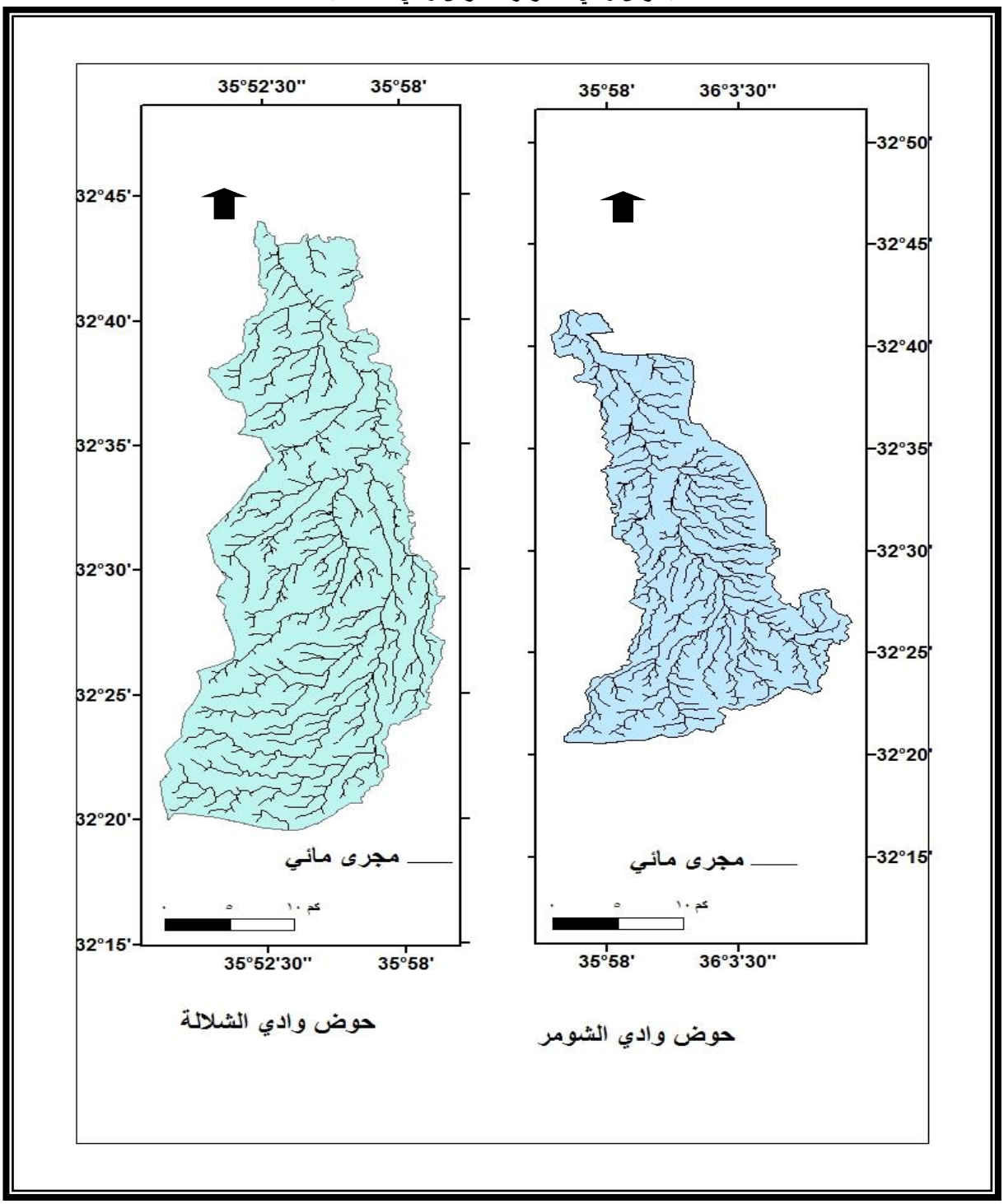
المصدر: الباحث ARCGIS9 2023

الشكل (6) ارتفاع السطح في حوضي وادي الشلالة - وادي الشومر (المناطق الوسطى) من حوض اليرموك في المملكة الأردنية الهاشمية



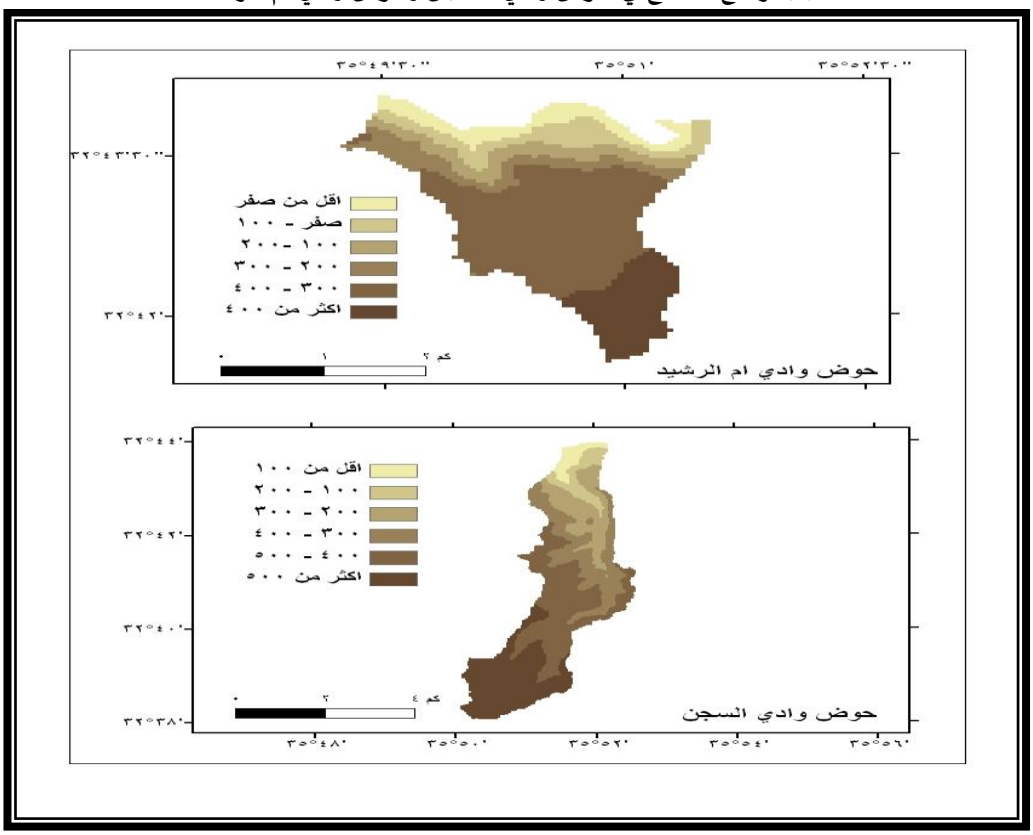
المصدر: الباحث ARCGIS9 2023

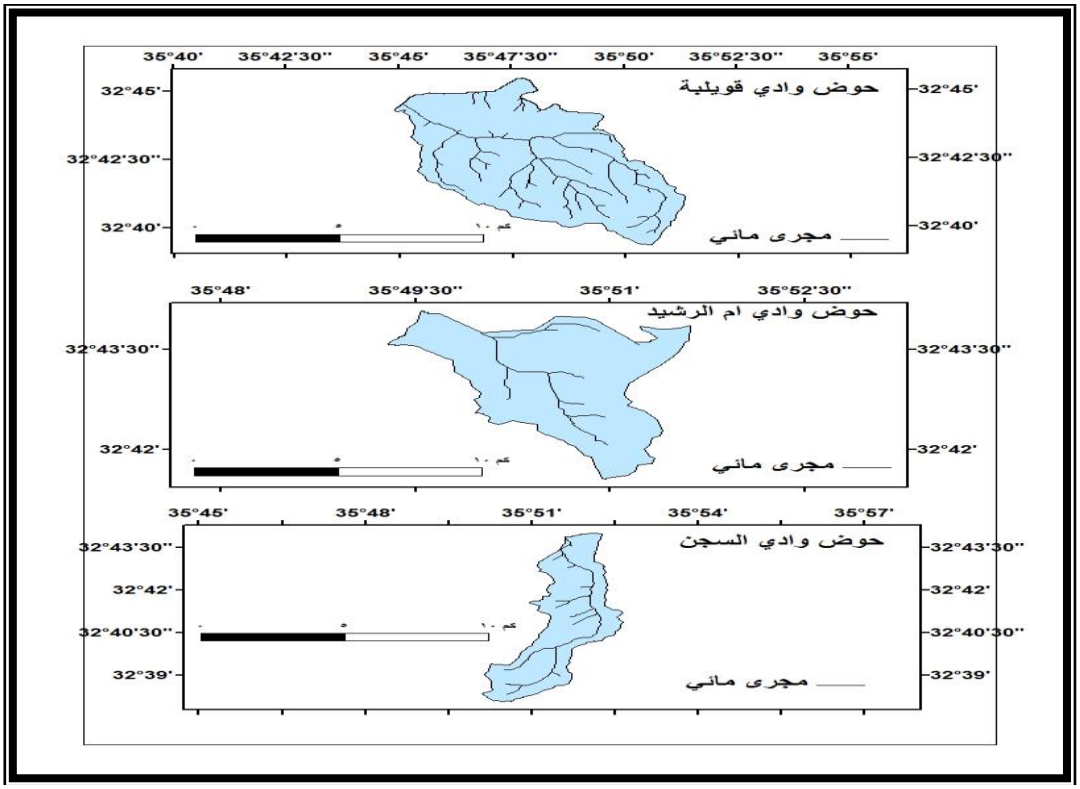
الشكل (7) الشبكة المائية لأحواض التغذية الفرعية في المناطق الوسطى من حوض اليرموك في الاردن
(حوض وادي الشومر – حوض وادي الشلالة)



المصدر: الباحث ARCGIS9 2023

الشكل (8) ارتفاع السطح في حوض وادي السجن وحوض وادي أم الرشيد

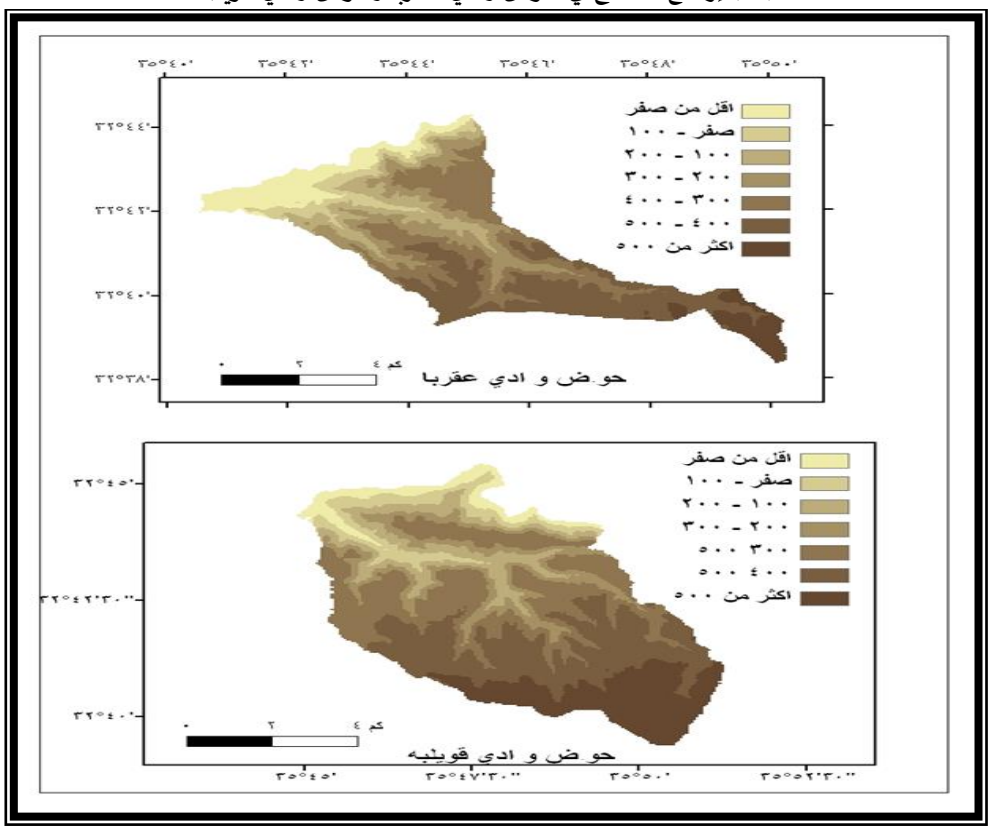




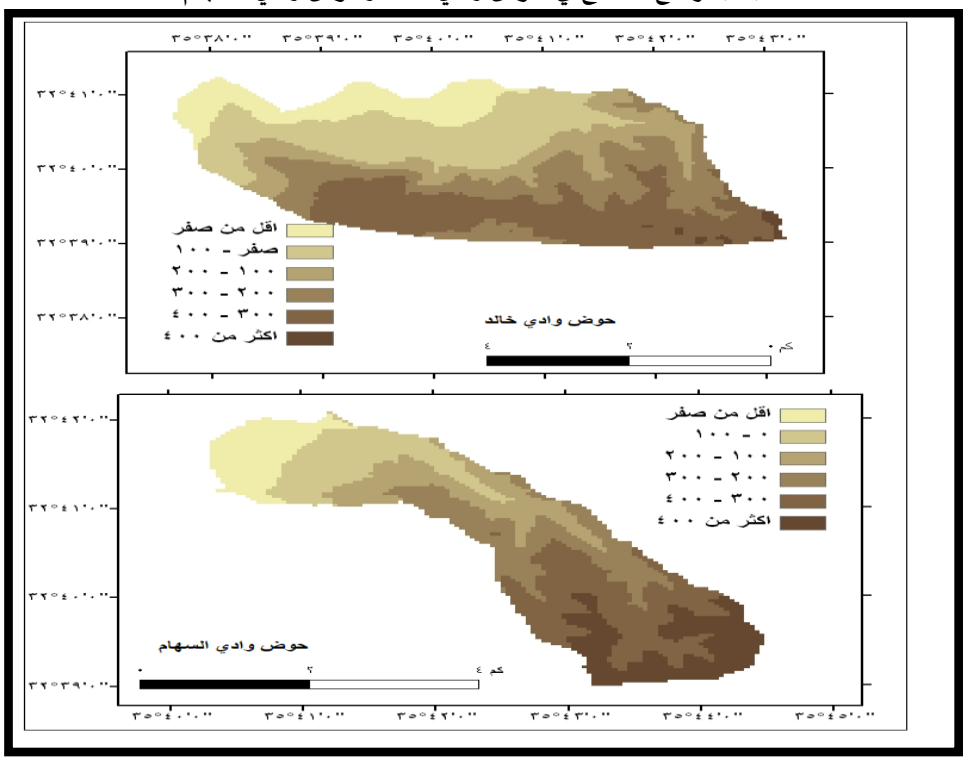
الشكل (9) الشبكة المائية في حوض وادي السجن - حوض وادي أم الرشيد حوض وادي قويلبة

المصدر: الباحث ARCGIS9 2023

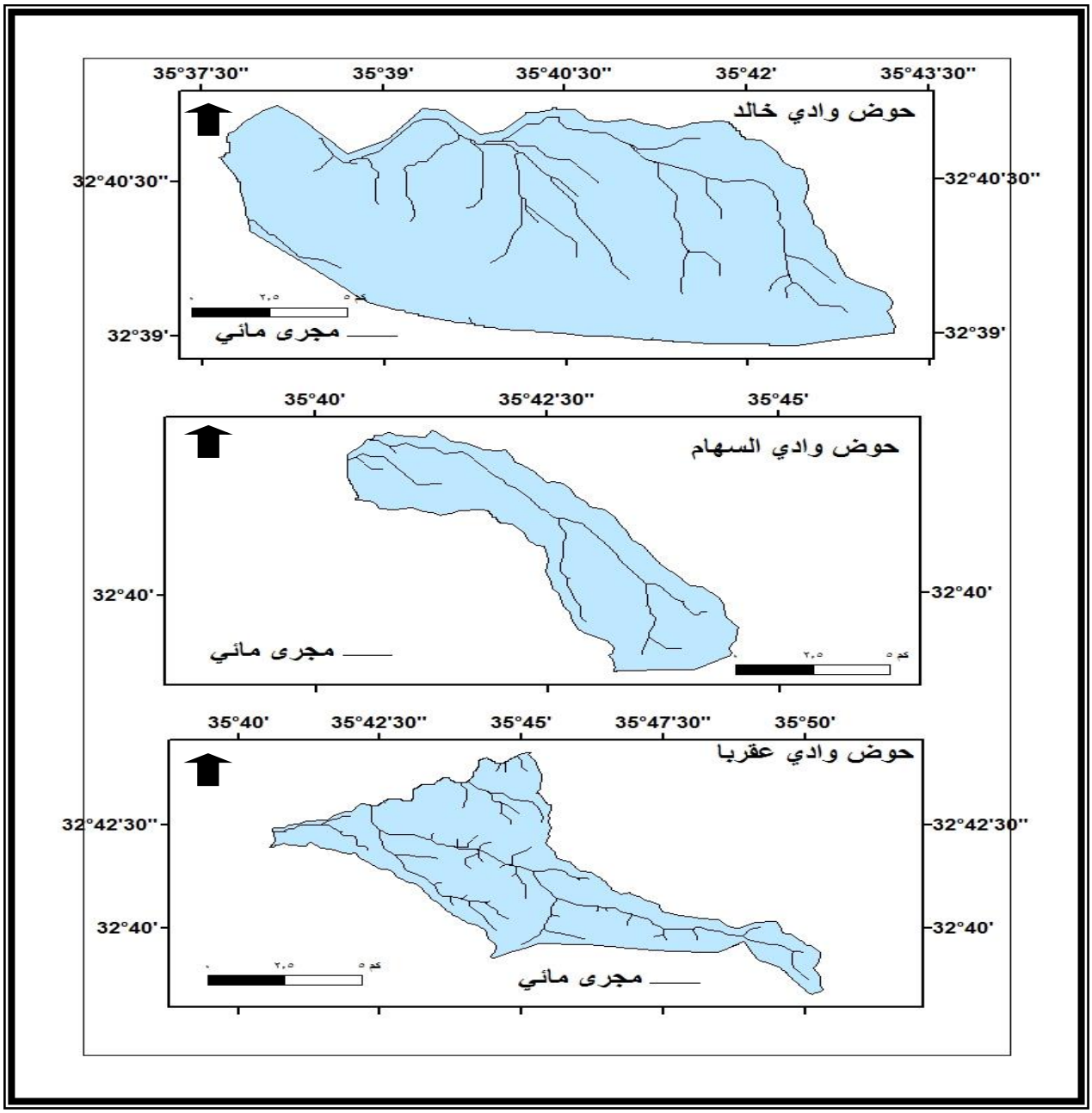
الشكل (10) إرتفاع السطح في حوض وادي عقربا وحوض وادي قويلبة



الشكل (11) ارتفاع السطح في حوض وادي خالد وحوض وادي السهام



المصدر: الباحث ARCGIS9 2023



الشكل (12) الشبكة المائية لأحواض التغذية للأودية (خالد السهام ،عقربا)

المصدر: الباحث ARCGIS9 2023

4. نتائج معالجة الخصائص المورفومترية (القياسية) لأحواض التغذية الفرعية لحوض اليرموك في الأردن

الجدول (1) نتائج تحليل الخصائص المساحية والشكلية لأحواض التغذية الفرعية

حوض التغذية	المساحة كم2	محيط الحوض كم	طول الحوض كم	معامل شكل الحوض	استطالة الحوض	استدارة الحوض
وادي خالد	26	24	9	1.5	1.38	0.58
وادي السهام	13	20	7	0.87	1.05	0.41
وادي ام رشيد	8	16	4	0.5	0.80	0.39
وادي عقربا	50	49	14	0.63	0.92	0.26
وادي قويلبه	62	40	12	0.7	0.95	0.49
وادي السجن	18	28	10	0.18	0.48	0.29

حوض التغذية	المساحة كم2	محيط الحوض كم	طول الحوض كم	معامل شكل الحوض	استطالة الحوض	استدارة الحوض
وادي الشلالة	473	138	43	0.27	0.58	0.31
وادي الشومر	351	135	35	0.30	0.62	0.24
وادي المنقط	25	25	7.5	0.51	0.81	0.5
وادي سما السرحان	383	108	25	0.67	0.92	0.41

المصدر : الباحث 2023

الجدول (2) نتائج تحليل الخصائص التصاريسية لأحواض التغذية الفرعية

حوض التغذية	أدنى نقطة ارتفاع عن مستوى سطح البحر بالمتر	اعلى نقطة ارتفاع عن مستوى سطح البحر بالمتر	نسبة التضرس
وادي خالد	- 210	432	71.3
وادي السهام	- 170	458	89.7
وادي ام رشيد	- 16	463	49.8
وادي عقربا	- 151	578	52.1
وادي قويلبه	- 83	546	52.4
وادي السجن	82	576	49.2
وادي الشلالة	72	1150	26.1
وادي الشومر	298	1020	20.6
وادي المنقط	623	742	15.9
وادي سما السرحان	573	936	14.5

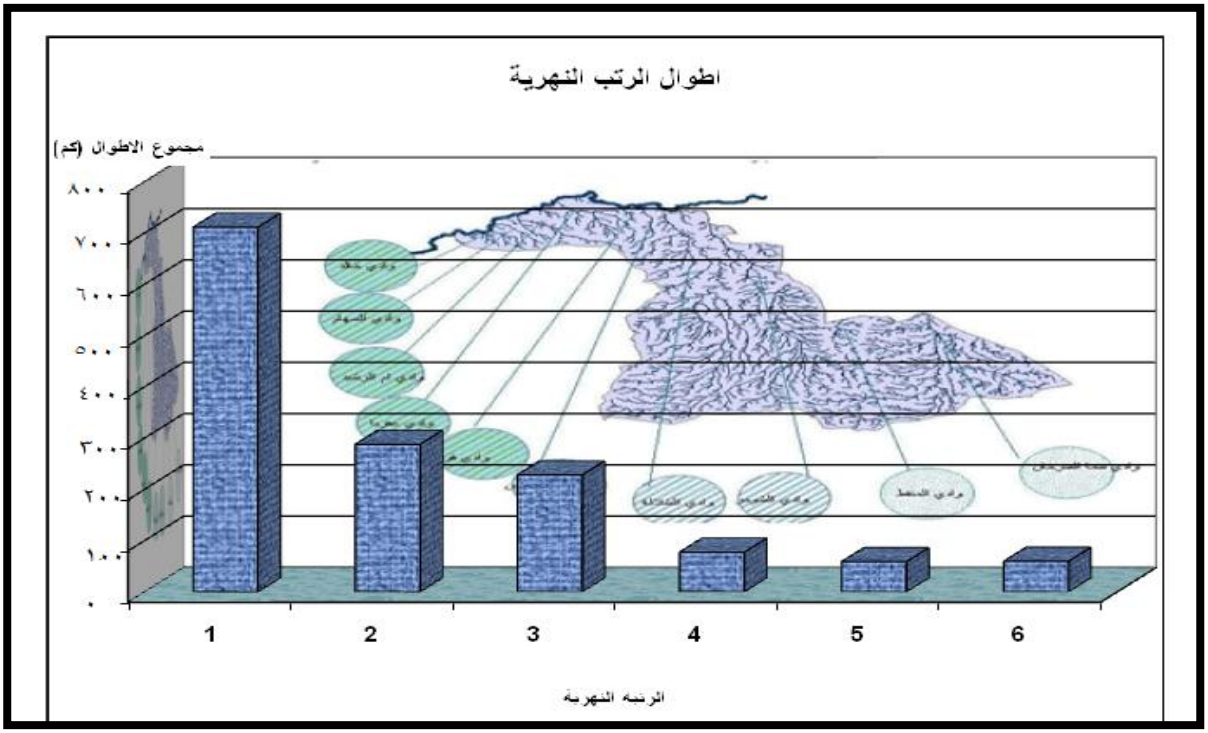
المصدر : الباحث 2023

الجدول (3) نتائج تحليل خصائص الشبكة المائية لأحواض التغذية الفرعية

حوض التغذية	الكثافة التصريفية	التكرار النهري	معدل التشعب النهري
وادي خالد	1	0.73	2.4
وادي السهام	1	0.38	2
وادي ام رشيد	0.62	0.75	2.5
وادي عقربا	0.96	0.62	2.7
وادي قويلبه	0.89	0.63	3.6
وادي السجن	1	0.66	2.7
وادي الشلالة	1.02	0.31	4.2
وادي الشومر	1.2	0.99	4.7
وادي المنقط	0.97	0.96	2.2
وادي سما السرحان	1.09	0.51	3.3

المصدر: الباحث 2023

الشكل (13) أطوال الرتب النهرية للمجاري المائية في منطقة الدراسة



المصدر: الباحث ARCGIS9 2023

الجدول (4) الرتب النهرية للمجاري المائية في منطقة الدراسة

	المجاري	الرتبة	عدد المجاري	طول المجاري
	المائية	النهرية	المائية	المائية كم
1	وادي خالد	الرتبة الاولى	14	15.0
		الرتبة الثانية	4	7.0
		الرتبة الثالثة	1	4.2
2	وادي السهام	الرتبة الاولى	4	5.6
		الرتبة الثانية	1	7.5
3	وادي عقربا	الرتبة الاولى	26	20.0
		الرتبة الثانية	4	16.0
		الرتبة الثالثة	1	12.0
4	وادي قويلبة	الرتبة الاولى	31	28.3
		الرتبة الثانية	7	20.2
		الرتبة الثالثة	1	7.2
5	وادي ام ارشيد	الرتبة الاولى	5	3.0
		الرتبة الثانية	1	2.0
6	وادي السجن	الرتبة الاولى	9	6.0
		الرتبة الثانية	2	7.8
		الرتبة الثالثة	1	4.3
7	وادي الشلالة	الرتبة الاولى	102	212.6
		الرتبة الثانية	29	149.2
		الرتبة الثالثة	12	65.2

	المجاري	الرتبة	عدد المجاري	طول المجاري
		الرتبة الرابعة	2	34.3
		الرتبة الخامسة	1	22.3
8	وادي الشومر	الرتبة الاولى	295	202.6
		الرتبة الثانية	41	95.6
		الرتبة الثالثة	9	69.9
		الرتبة الرابعة	2	16.4
		الرتبة الخامسة	1	20.1
9	وادي المنقط	الرتبة الاولى	18	12.1
		الرتبة الثانية	5	6.1
		الرتبة الثالثة	1	6.1
10	وادي سما السرحان	الرتبة الاولى	142	205.8
		الرتبة الثانية	39	110.9
		الرتبة الثالثة	13	58.9
		الرتبة الرابعة	1	26.4
		الرتبة الخامسة	1	16.3
11	نهر اليرموك	الرتبة السادسة	1	59.4
	المجموع		827	1556.3

المصدر : الباحث 2023

المبحث الثالث: تحليل بيانات الخصائص المورفومترية (القياسية) لحوض نهر اليرموك في الأردن

أ- تحليل الخصائص المساحية والشكلية

ارتبطت الخصائص المساحية والشكلية بمنطقة الدراسة بنوع المناخ والبنية الجيولوجية ونوع الصخر، إضافة لما حصل من نشاط تكتوني، واتضح ان مساحة الأحواض التي تتطور فوق صخور لينة القوام (الصخور الجيرية) تفوق مساحة الأحواض التي تتطور فوق صخور صلبة (صخور نارية) ، وينطبق هذ الحال بصورة جلية على مجموعة الاحواض الفرعية في المناطق الوسطى من منطقة الدراسة (حوضي وادي الشومر، وادي الشلالة) التي تُمثل أكبر المساحات الحوضية الفرعية في منطقة الدراسة التي ترفد نهر اليرموك بالمياه .

1. الخصائص المساحية للحوض : المساحة التي يغطيها حوض اليرموك في الاردن تصل حوالي 1410 كم2 تم حسابها بتحديد خطوط تقسيم المياه التي تحيط بحوض الدراسة من كل جانب باستخدام برنامج (ARC GIS9) ونموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) والاستعانة ببرنامج الرسم الالي Auto Cad ، وترتبط مساحة حوض الدراسة بظروف مناخية رطبة قديمة نشطت أثنائها عملية النحت المائي Erosion ، ساعد على ذلك نوعية الصخور الجيرية التي تتوزع بنسبة 92% من الصخور التي تغطي حوض الدراسة ، فقد ساعدت ليونة هذه التكوينات خاصة مناطق وسط الحوض على تصاعد عملية النحت الجانبي والرأسي والتراجعي ، إلا أن بعض الاحواض الفرعية التي تنتمي لحوض الدراسة تطورت بشكل يشير الى تناقص وتراجع مساحتها في بعض المناطق خاصة المناطق الغربية نتيجة تأثير الحركات التكتونية التي أثرت وشكلت أُخدود وادي الأردن ، ويمكن الإستدلال على ذلك من تناقص عرض الحوض في منطقة المصب ، أما المناطق الشرقية فقد تأثرت بحركات الطي وتشكل الصدوع التي أضافت مساحات الى حوض اليرموك (منطقة الدراسة).

أما الظروف المناخية الجافة وشبه الجافة Arid – Semi Arid التي تسيطر على معظم أراضي حوض الدراسة خاصة المناطق الشرقية والوسطى فتشيرإلى ضعف فعالية الامطارالهاطلة التي تتوزع على مساحة كبيرة من منطقة الدراسة ذلك بسبب إرتفاع معدل التبخر والتسرب وهذا يقلل من إمكانية تطورجريان مائي بصبيب مائي وطاقة حتية مرتفعتين و يؤكد ضعف العلاقة بين كمية الأمطار الساقطة والمساحة الحوضية .

2. معامل شكل الحوض

إتضح من خلال القياس المتعلق بمعامل الشكل لحوض اليرموك في الاردن أن أقصى عرض للحوض تنفرد به بيئة المنابع ، حيث يأخذ هذا العرض بالتناقص التدريجي بالإتجاه نحو بيئة المصب ، ففي الوقت الذي يبلغ فيه متوسط عرض الحوض في منطقة المنابع حوالي 32 كم نجده يتراجع في منطقة المصب إلى متوسط عرض يصل إلى حوالي 4.7 كم ، ويُعلل اختلاف عرض الحوض ما بين منطقة المنابع ومنطقة المصب بنشاط المجاري في عملية النحت التراجعي حيث تزداد معدلاته بإتجاه خطوط تقسيم المياه متحكماً بذلك درجة صلابة الصخور وطبيعة المناخ والاختلاف في معدل انحدار السطح .

ويتصف حوض الدراسة بأنه أقرب إلى الشكل المثلث ، حيث يبلغ معامل الشكل له 0.32 وذلك اعتماداً على افتراض هورتون (Horton,1932) المبني على أساس تطور الأحواض المائية على مقعر تكتوني للحصول على الشكل الطبيعي (الكمثري) ، وبتطبيق ذلك على حوض الدراسة وجد أنه أقرب ما يكون إلى الشكل الطبيعي الكمثري الذي يعتمد على عوامل منها النشاط التكتوني وعوامل ترتبط بالدورة الحتية للنهر التي تعتمد بدورها على التكوينات الصخرية ونوعيتها ومدى مقاومتها للنحت المائي ، ويبرز ذلك جلياً في الأجزاء الشرقية من الحوض حيث لم تستطع روافد نهر اليرموك من ولوج المنطقة الحدية بين حوض اليرموك وحوض عمان الزرقاء ، ويعود ذلك الى صلابة التكوينات البازلتية الحديثة إضافةً الى الأجزاء الشمالية الغربية من الحوض حيث كان للعمليات التكتونية دوراً بارزاً في تحديد نشاط نهر اليرموك في التعمق قبل الالتقاء مع نهر الأردن .

3. استدارة الحوض

استدارة الحوض تعني قرب أو بعد الحوض من الشكل الدائري المنتظم ، حيث تدل القيم المرتفعة عند حساب ذلك على وجود خاصية الشكل المستدير للحوض الذي يعتمد بدوره على خطوط تقسيم المياه ، صُنف حوض اليرموك (منطقة الدراسة) بأنه يمر بمرحلة نضج تتوسط مرحلتي الشباب والشيخوخة بدلالة إنخفاض نسسبة الاستدارة التي تصل الى حوالي 30 ،0 مما يُشير الى زيادة تعرج المحيط وتداخل خطوط تقسيم المياه مع الأحواض المائية المجاورة لمنطقة الدراسة ، من هنا نجد أن نسبة استدارة حوض الدراسة تبتعد عن درجة مطابقته بمحيط الدائرة التي يفترض خلوها من التعرجات .

4. نسبة استطالة الحوض

تُشير نسبة الإستطالة إلى إمتداد مساحة الحوض مقارنة إياه بالشكل المستطيل ، وفي هذه الدراسة صُنف حوض اليرموك في الاردن من بين الأحواض المائية التي تتصف بأنها متوسطة الإستطالة ، حيث بلغت نسبة الإستطالة له حوالي 0.61 ولهذا إنعكاس على درجة انحدار السطح التي تتصف باعتدالها في الجزء الأكبر من مساحة منطقة الدراسة (75%) ، خاصة المناطق الوسطى الممتدة شرقا حيث أن العلاقة عكسية في هذا المجال ، فكلما زادت نسبة الإستطالة كلما تواضع السطح واصبح أقل تضرساً ، وتتحمل الخصائص الجيولوجية والظروف المناخية السائدة العبء الأكبر في تحديد نسبة الإستطالة التي تدل من الناحية الجيومورفولوجية على إمكانية وصف الحوض من حيث خصائصه، وتحديد ووصف الإرتفاعات والإنخفاضات السائدة ، وشدة الانحدار وتضرس السطح .

ب- تحليل الخصائص التضاريسية

تتفاوت إرتفاعات السطح في حوض اليرموك في الاردن لتبرز بدورها التنوع في الظواهر الجيومورفولوجية ، حيث تعرضت منطقة الدراسة خلال فترات غمر البحر (بحر تيثس) وتراجعه إلى عوامل تعرية مختلفة إستجاب لها التركيب الطبقي للصخور غير المتجانس ، كما أُستدل على أن الحركات التكتونية وما رافقها من عوامل رفع وخفض كانت عظيمة فتشكلت السلاسل الجبلية التي يصل ارتفاعها 1150 م فوق سطح البحر ممثلة في جبال عجلون وهبط الجزء الأخر من السطح في منطقة الدراسة بشكل غوري يتضح في منطقة المصب ليصل إرتفاع هذه المناطق الى حوالي -210م تحت مستوى سطح البحر (مثلث العدسية) وحوالي -235م تحت سطح البحرعند نقطة المصب التي تتبع بدورها أخدود وادي الاردن (نقطة مصب نهر اليرموك في نهر الأردن) .

1. نسبة التضرس

تم حساب نسبة التضرس لحوض اليرموك في الاردن التي وصلت إلى حوالي 20.6 م / كم وحساب هذه النسبة على جانب كبير من الأهمية حيث تفسر العلاقة بين خاصية التضرس ومساحة الحوض المائي، فالاحوض المائية شديدة التضرس تتميز بمساحة أقل عندما تكون الأحواض المائية في مراحلها الأولى من الدورة الحتية وبتطبيق ذلك على منطقة الدراسة اتضح ان مناطق الحوض الأدنى من منطقة الدراسة تتصف بوعورة السطح وشدة الانحدار وتقع على إرتفاع يتراوح بين 480 م فوق سطح البحر و - 210 م تحت مستوى سطح البحر، كما أمكن تمييزها في المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة (منطقة رأس منيف) حوالي 1150 م فوق سطح البحر) فإنخفاض نسبة التضرس في حوض الدراسة نشأ عنها زيادة في مساحة الحوض.

2. درجة الإنحدار Slope

يعكس التفاوت في مناسيب السطح التفاوت في درجة الانحدار وينعكس ذلك على الشبكة المائية واتجاهاتها وبالتالي يؤدي إلى تعدد الأنماط التضاريسية والوحدات المورفولوجية، وقد تم حساب درجات الانحدار Slope ومساحة فئات الانحدار في حوض اليرموك في الاردن يوضحهها الشكل (14 ، 15) ، وإتضح من خلال تقسيم منطقة الدراسة إلى فئات انحدار الموضحة في الجدول (5) أن حوالي 75% من مجمل مساحتها تقع ما بين صفر – 10 درجات ، وضمن هذه المساحة تنخفض نسبة الأجزاء الانحدارية التي تعبر عن التفاوت في درجات الانحدار لمسافة معلومة بمعنى إنخفاض عدد الوحدات الانحدارية Slope Units ، وتُعد هذه المناطق إمتداداً لسهول حوران في الجانب السوري ، حيث تشغل المناطق الوسطى والشرقية من منطقة الدراسة التي تُعد الأكثر استقطاباً للنشاطات البشرية ، وكون هذه المناطق تتصف بدرجات انحدار خفيفة نجد أن هناك علاقات عكسية تنشأ بينها وبين الجريان السطحي في حين تتزايد معدلات تسرب الماء إلى باطن الارض ، كما يؤدي انخفاض درجات الانحدار في السطح الى زيادة فاعلية التجوية الميكانيكية وانخفاض معدلات التجوية الكيماوية في ظل سيادة الظروف الجافة و شبه الجافة، وتعدد فئات الانحدار يعني تعدد في الوحدات المورفولوجية التي تعكس الخصائص التضاريسية.

3. اتجاه الإنحدار Aspect

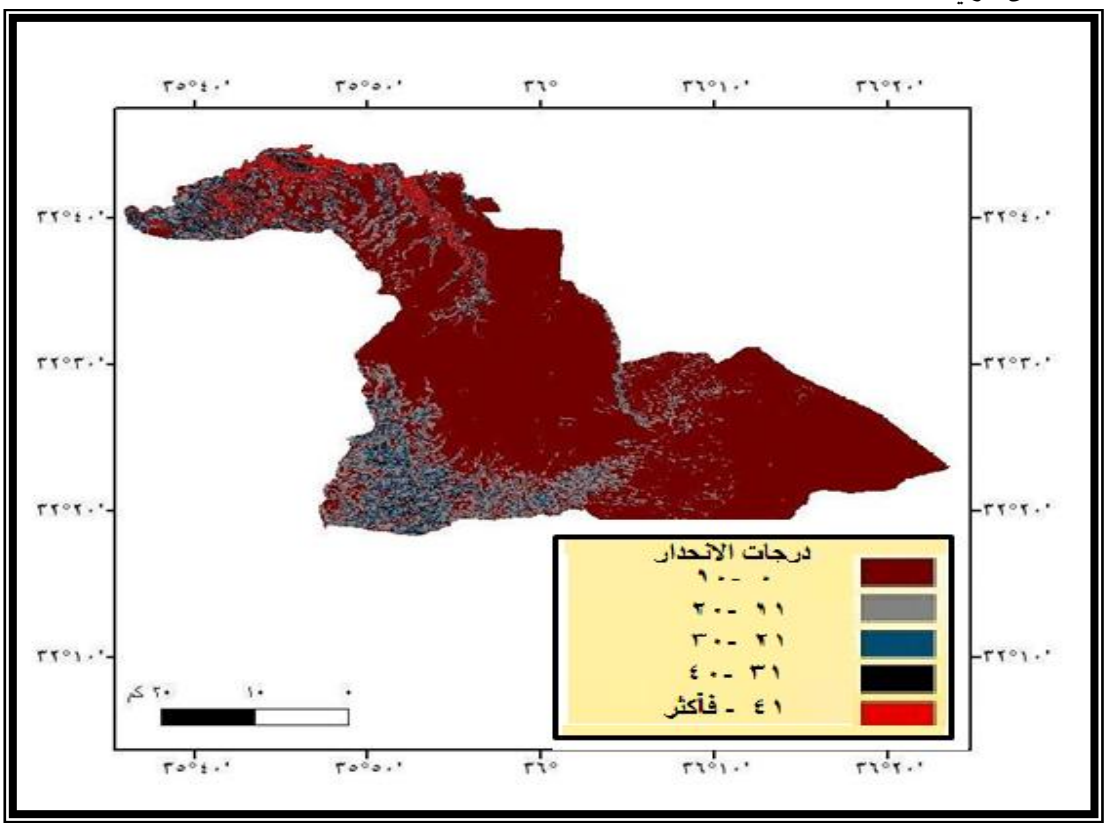
يأخذ الانحدار في منطقة الدراسة اتجاهات تتوافق مع الإتجاه العام لحركة المياه الجوفية واتجاه الشبكة المائية السطحية موضحة في الشكل (16) وتتلخص الاتجاهات العامة للإنحدار في حوض اليرموك في الاردن

أ- منحدرات الجانب الشرقي من منطقة الدراسة التي تظهر في اتجاهين الأول شمالي والثاني شمالي شرقي وينطبق ذلك على منحدرات المناطق الشرقية المحاذية للمجاري المائية لوادي الشومر التي تتجه فيها حركة المياه باتجاه وادي الزيدي ضمن الأراضي السورية في الشمال الشرقي من منطقة الدراسة.

ب- منحدرات المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة التي تتجه في محورين الأول منهما المحور الجنوبي الشرقي والثاني المحور الجنوبي الغربي، وتضم جميع المنحدرات المحاذية للمجاري المائية الممثلة لوادي الشلالة في الجانب الشرقي من منطقة الدراسة.

ج- المنحدرات الشمالية المطلة والمحاذية لوادي قويلبة أحد الروافد الرئيسية لنهر اليرموك، وتُعد الأكثر انحداراً ووعورةً خاصة في منطقة عقربا المطلة على نهر اليرموك.

د- المنحدرات الشديدة المتجهة شمال - غرب في منطقة أم قيس ومنطقة خالد بن الوليد ومعاذ بن جبل الاكثر انحداراً ووعورة (مناطق غورية)



الشكل (14) درجات الانحدار في حوض اليرموك في المملكة الأردنية الهاشمية

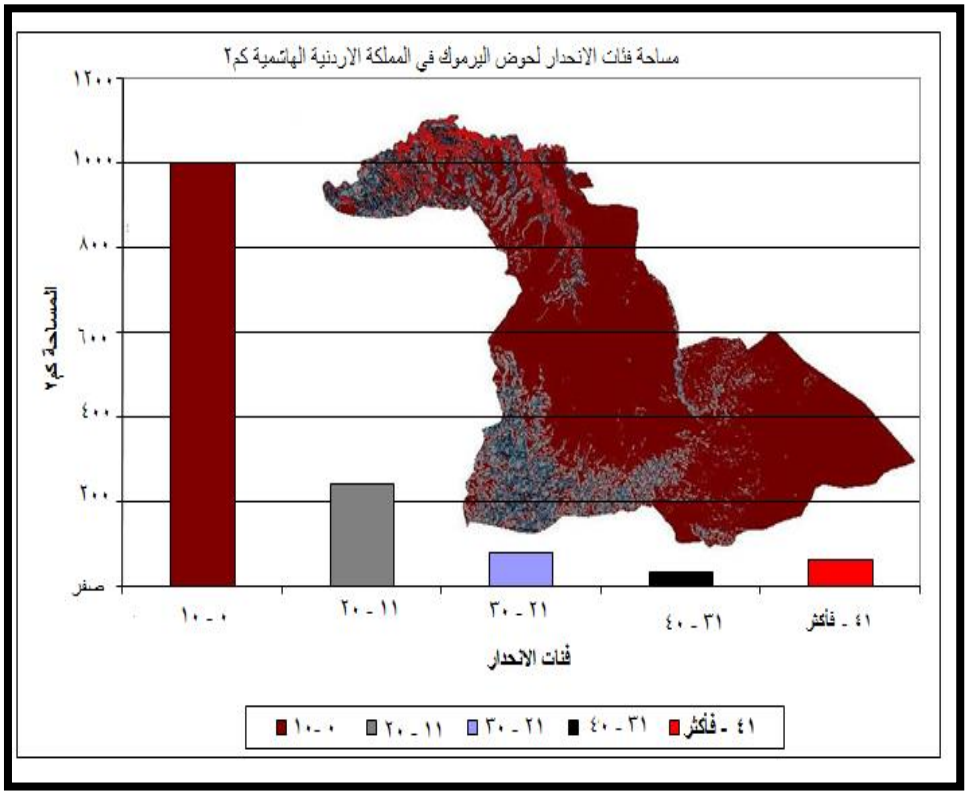
المصدر: الباحث ARCGIS9 2023

الجدول (5) التدرج المساحي لفئات الانحدار في حوض اليرموك في الاردن

درجات الانحدار	المساحة كم2	النسبة المؤية
صفر - 10	1049.2	% 75
20 - 10	209	% 15
30 - 20	73.8	% 5
40 - 30	33.9	% 2
أكثر من 40	44.1	% 3
المجموع	1410	100

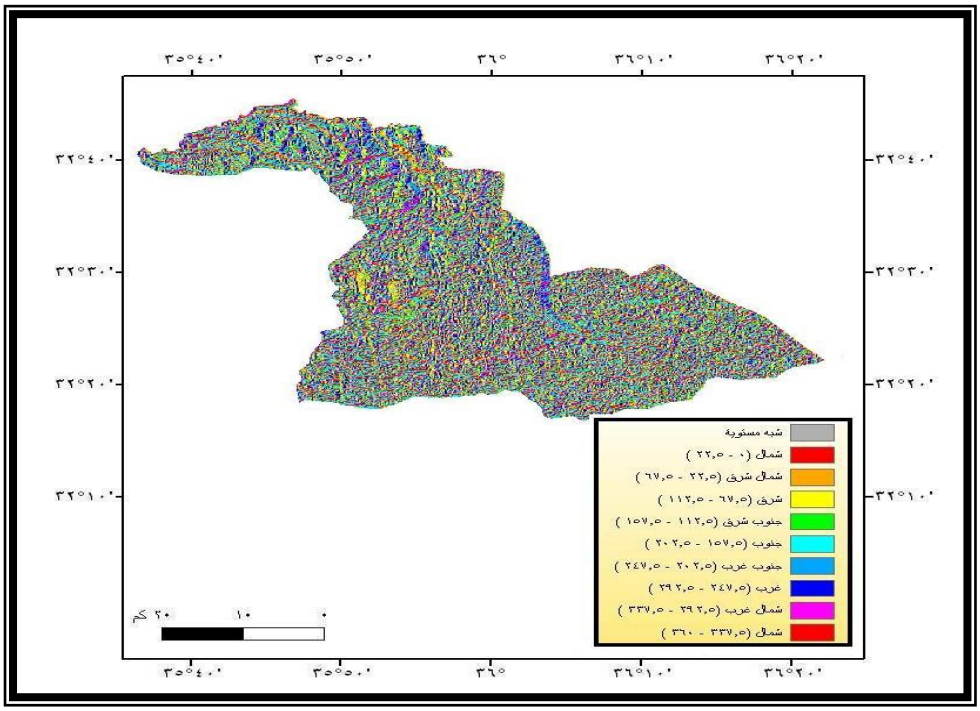
المصدر : الباحث 2023

الشكل (15) مساحة فئات الانحدار في حوض اليرموك في المملكة الأردنية الهاشمية



المصدر: الباحث ARCGIS9 2023

الشكل (16) اتجاهات الانحدار في حوض اليرموك



المصدر : الباحث 2023

4. المعامل الهبسومتري

المعامل الهبسومتري مقياسا زمنيا يعبر عن المرحلة الحتية التي تمر بها الأحواض المائية فعلى سبيل المثال يصل المعامل الهبسومتري في الأحواض الجيرية 76.6 % في حين يصل في الاحواض الرملية 76.9% بينما يصل في الاحواض البازلتية 92% (سلامة،2010) . وتمكنت الدراسة من تمييز المناطق البازلتية في حوض الدراسة حيث تنتشر في الجانب الشرقي وعلى مساحة تصل الى 118 كم ، كما تنتشر في جزء أقل مساحة شمالي منطقة الدراسة وبمساحة تصل الى 3 كم2

توصلت الدراسة أن المعامل الهبسومتري لحوض اليرموك في الاردن يصل لحوالي 56 % ، وتدل هذه النسبة على أن الحوض قد أتم النصف الأول من دورته الحتية وما زال يشتمل على كميات كبيرة من المواد الصخرية التي تنتظر دورها في العملية الحتية ، كما تُشير أيضاً الى تأثر الحوض بعمليات الحت طويلة الأمد وأنه وصل إلى مرحلة النضج التي تتوسط مرحاتي الشباب والشيخوخة .

ج . تحليل شبكة التصريف المائي في منطقة الدراسة Drainage Network

يُعد العامل المناخي الأكثر تأثير على تطور الشبكة المائية في منطقة الدراسة إلى جانب العوامل الجيولوجية والغطاء النباتي ، ونظراً لسيطرة الظروف الجافة وشبه الجافة على معظم أراضي منطقة الدراسة فإن فعالية الأمطار منخفضة حيث متوسطها السنوي لا يتجاوز 278.8 ملم / سنة ، كما أن التوزع غير منتظم لها ،إضافةً إلى إنخفاض معدلات التركز لها من حيث الشدة والتكرار وتباعدها الزمني ، ويضاعف من هذا التأثير السلبي على تطور الشبكة المائية إنخفاض معدل عدد الايام الماطرة خلال الموسم المطري ويقابل ذلك إرتفاع معدل التبخر الذي يصل الى حوالي 89 % من مجمل الامطار التي تستقبلها منطقة الدراسة والتي تُمثل المصدر الرئيسي للجريان المائي السطحي في منطقة الدراسة (وزارة المياه والري الاردنية، 2018) ، من جانب آخر تتصف الصخور المتكشفة في منطقة الدراسة بمعدلات عالية من حيث النفاذية والمتمثلة بالصخور الجيرية مما يُشكل عائق امام تطور الشبكة المائية في منطقة الدراسة ، ويُسهم ذلك ايضاً بتراجع معدلات النحت والتطور في نشأة المجاري المائية ، وللشبكة المائية دوراً هام في عمليات النحت والنقل والإرساب للمواد اعتماداً على كثافة التصريف التي تعتمد بدورها على الدورة الهيدرولوجية .

1. كثافة التصريف Drainage Density

ترتبط كثافة التصريف في منطقة الدراسة بالظروف المناخية وأخصُ بالذكر كمية التساقط السنوي حيث ترتفع كثافة التصريف بإرتفاع حجم الأمطار الساقطه ، فالعلاقة طردية في هذا المجال مع الاخذ بعين الإعتبار مدى نفاذية الصخور فكلما زادت كمية الامطار الساقطة حجما وانخفضت نسبة التسرب كلما إرتفعت كثافة التصريف ، ومن خلال القياسات التي تمت على شبكة

التصريف المائي لحوض اليرموك في عذه الدراسة وصلت الكثافة التصريفية 1.1 كم / كم2 مربع حيث تتميز بوقوعها ضمن الكثافات المنخفضة ، وتعليل ذلك انتشار صخر البازلت في المناطق الشرقية من الحوض التي تتصف بمقاومتها الشديدة للنحت وضعف الغطاء النباتي فضلاً عن انخفاض درجات الانحدار للسطح على ما يقارب من 75% من مجمل مساحة منطقة الدراسة ، وإذا ما انتقلنا إلى المناطق الوسطى من الحوض حيث وادي قويلبة ووادي الشلالة نجد أيضاً انها تتشابه في كثافة التصريف وتتصف بانخفاضها نظراً لاتساع المساحة التي تقدر بحوالي 843 كيلو متراً مربع وتواضع المناسيب إضافة إلى كثافة الغطاء النباتي قياسا بمناطق الحوض الأخرى ، أما المناطق السفلى (الحوض الادنى) من الحوض تتصف باررتفاع كثافة التصريف نسبيا قياسا بمناطق الحوض الأخرى نظراً لشدة الانحدار .

2. التكرار النهري Stream Frequency

يعكس التكرار النهري من الناحية الجيومورفولوجية العلاقة بين الكثافة التصريفية والتكرار النهري التي تُعد بدورها علاقة إيجابية ، كما تبرز العلاقة بين التكرار النهري ومساحة الحوض المائي التي تعد بدورها علاقة عكسية ، وصل التكرار النهري الى 0.58 / كم2 في منكقة الدراسة ، وقد يكون من الطبيعي الوصول إلى هذه النتيجة إذا علمنا أن 75% من مساحة الحوض تتصف بتواضع المناسيب ، كما أن الصفة العامة لمنطقة الدراسة هي إنخفاض كثافة التصريف لينتج عنه إنخفاض التكرار النهري .

3. رتبة النهر (نهر اليرموك) Stream Order

يتوزع على حوض الدراسة مجموعة من المجاري المائية التي ترفد نهر اليرموك تحمل الرتب الأولى الأكثرعدداً والأقل طولاً يليها الرتبة الثانية والثالثة والرابعة والخامسه ويرقى نهر اليرموك الى الرتبة السادسة حيث يُمثل المجرى الرئيسي في حوض الدراسة بطول 59.4 كم.

نسبة التشعب النهري Bifurcation Ratio

تلقي نسبة التشعب النهري الضوء على حالة الشبكة المائية وفعاليتها الحتية ، ويُستدل من خلالها على نوعية الطبوغرافيا ودرجة التطور التحاتي ، ونهر اليرموك في منطقة الدراسة يتصف بحداثته حيث أنه لم يصل لمرحلة تفريغ حوضه وتجديده فقل التكرار النهري واتصف التشعب النهري ببقاءه ضمن المتوسط ، وقد تم حساب نسبة التشعب النهري التي بلغ معدلها حوالي 3.4 تطبيقاً على الرتب النهرية الممثلة لجميع الأودية في حوض الدراسة موضح في الجدول (6). كما أن نمط انتشار الشبكة المائية Network Pattern في حوض اليرموك يأخذ النمط الشجري التي تخضع بدورها للطبيعة الجيولوجية والمناخية في منطقة الدراسة.

الجدول (6) الخصائص العامة لشبكة التصريف المائي في حوض اليرموك في الاردن

رتبة المجرى المائي (النهر)	طول المجرى كم	عدد المجاري المائية	نسبة التشعب النهري
1	711	648	7.4
2	287.6	88	2.3
3	227.8	39	7.8
4	77.1	5	1.6
5	58.7	3	3
6	59.4	1	1
المجموع	1556.3	827	(المعدل) 3.4

المصدر : الباحث 2023

6- معدل النسيج الحوضي (القوام الحوضي) Texture Ratio

تم الإستعانة بهذه القرينة لما لها من مدلول على طبوغرافيا منطقة الدراسة ، حيث أن تعرجات خطوط الكنتور باتجاه منطقة المنابع ، أو المناطق المرتفعة تدل على مواقع الأقنية المائية ، وبنفس الوقت تُشير الزيادة في هذه التعرجات وتقاربها إلى نشاط التعمق الرأسي، باختيار خط كنتور500م في حوض الدراسة لحساب مجموع النتؤات البارزة مجموع في هذا الخط وتقسيمها على طول محيط الحوض ، وبناءً عليه بلغ عدد النتوءات في هذا الخط حوالي 166 تأخذ اتجاها عكس اتجاه الانحدار وبلغ معدل النسيج الحوضي في منطقة الدراسة بناءً 0.69 علما أن طول محيط الحوض وصل الى حوالي 241 كم ، وتشير هذه النتيجة إلى حالة التضرس

الشديد في منطقة الدراسة خاصة المناطق الشمالية الغربية (بيئة المصب) إضافة إلى شدة التضرس في المناطق الجنوبية الغربية (منحدرات جبال عجلون) .

النتائج والتوصيات Conclusions and recomandations

النتائج Conclusions

توصلت الدراسة الى جملة من الحقائق العلمية المرتبطة بالنتائج القياسية والتحليلية للخصائص المورفومترية فلحوض اليرموك في الاردن وهي:

1. فاعلية نظام المعلومات الجغرافي (GIS) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) في عمليات الادخال والتحليل والتفسير والاسترجاع والتحديث والتمثيل الكارتوجرافي للبيانات والمعلومات المرتبطة بمنطقة الدراسة بدقة عالية اضافةً الى إمكانية الوصول رقمياً لبعض البيانات التي يصعب الوصول اليها ميدانيا بالاستعانة بالصورالجوية والمرئيات الفضائية وتوصلت لنتائج على درجة عالية من الدقة ما كان ممكن الوصول اليها بالطرق التقليدية.
2. تتطابق خصائص حوض اليرموك في المملكة الأردنية الهاشمية البالغ مساحته 1410 كيلومترمربع مع خصائص الاحواض الجيرية التي تتصف باتساع مساحتها الحوضية، فقد اتضح أن حوض الدراسة جيولوجياً ينتمي الى مجموعة رسوبيات الثلاثي والرباعي بنسبة 91.5% من مساحتة تأثرت بظروف مناخية قديمة رطبة نشطت فيها التعرية المائية الى جانب عمليات النحت الرأس والجانبي والتراجعي.
3. اتضح التباين في الخصائص المساحية والشكلية وكثافة التصريف المائي لاحواض التصريق الفرعية وعددها 10 احوض مائية مع نظيرتها من الخصائص التي اشتقت لحوض نهر اليرموك كبيئة جغرافية واحدة. فمن جانب وجد أن بعض الاحواض المائية الفرعية التي تقع في الشمال الغربي من منطقة الدراسة وبمساحة تصل 202 كم2 تأثرت خصائصها المورفومترية بالطبيعة الجيولوجية حيث تنتشر تكشفات البازلت إضافة الى تأثرها بالقوى التكتونية التي نجم عنها شدة الانحدار والتضرس ، اما احواض التغذية الفرعية في المناطق الوسطى الممتدة جنوب وجنوب شرق بمساحة وصلت الى 1208 كم2 تأثرت خصائصها المورفومترية بالعامل الجيولوجي من حيث توزع الصخورالجيرية والرسوبية كصخر المارل والطباشير الى جانب الطبيعة المناخية الجافة وشبه الجافة وانخفاض كثافة الغطاء النباتي .
4. توصلت الدراسة وفق البيانات المعلومات الرقمية والخطية المشتقة الى تأثر الخصائص المورفومترية في حوض الدراسة المساحية والشكلية والتضاريسة وكثافة الشبكة المائية بالعامل الجيولوجي والمناخي وانخفاض كثافة الغطاء النباتي كعوامل رئيسية حيث يأخذ حوض الدراسة الشكل القريب من الكمثري بدلالة معامل الشكل له 0.32 والاستدارة 0.30 الى جانب نسبة الاستطالة 0.61 ذات العلاقة العكسية مع تضرس الحوض التي تصل 20.6م/كم ودلالة ذلك أن 75% من مساحة حوض الدراسة في المناطق الوسطى الممتدة شرقاً تتصف بدرجة انحدار معتدلة 0-10 درجة التي تمثل مركز جذب للنشاطات الاقتصادية البشرية ، كما أن المعامل الهبسومتري في منطقة الدراسة 56% يُشير الى ان حوض الدراسة في مرحلة النضج بمعنى أكمل النصف الأول من دورته الحتية حيث تمارس الظروف المناخية دورها في بطء الانتقال الى النصف الثاني .
5. تخضع شبكة التصريف المائي بنمط انتشار شجري في منطقة الدراسة بسبب الظروف البنائية والصخرية والطبوغرافية، وسيطرة الظروف المناخية الجافة وشبه الجافة حيث انعكس ذلك. على كثافة التصريف 1.1/كم2 ، وانخفاض التكرار النهري 0.58/كم2 ونسبة التشعب النهري 3.4 كما انعكس على مجموع اعداد المجاري المائية 827 مجرى مائي بطول 1556.3 كم . ويُمثل نهر اليرموك أطول المجاري المائية السطحية بطول 59.4 كم متجه من الشرق الى الغرب وبرتبه نهرية ضمن حوض الدراسة وصلت الرتية السادسة وفق تهج ستريلر في التصنيف.
6. ارتباط نشاط العملية الحتية والتعرية السطحية Erosin في منطقة الدراسة بطبيعة الصخور حيث ينخفض معدل النحت لزيادة التسرب) Infiltrationعلاقة عكسية) خاصة في المناطق الوسطى الممتدة شرقاً وحنوب شرق بسبب انتشار الصخور الجيرية التي يرتفع فيها معدل كل من المسامية والنفاذية متزامن ذلك مع ضعف كميات التساقط يوبالمقابل أدى انتشار الصخور النارية قليلة النفاذية والمسامية و انخفاض الكثافة النباتية في المناطق الشمالية الغربية السماح بحدوث جريان سطحي الأمر الذي إنعكس على شدة التضرس مع علاقة ضعيفة بين معدل النسيج الحوضي والخصائص الحوضية مثل الاستدارة والكثافة التصريفية.
7. ترتبط مائية حوض الدراسة بصورة مباشرة وفق نتائج الخصائص العامة لشبكة التصريف المائي وامتداد مجراها الرئيسي نهر اليرموك باتجاه شرق - غرب بحجم الجريان السطحي في نهر الأردن الذي يستقبل حوالي 38% من مياهه من نهر اليرموك ويُعد

ذلك مؤشر قوي من جانب ارتباط حجم الجريان السطحي Discharge والتغذية Rechargeفي نهر الأردن بنظيره بالمثل في نهر اليرموك نظراً لارتباط هذه الاحواض بقوى تكتونية حدثت في عصور جيولوجية متماثلة اثرت على كلهما تركيباً من جانب وبظروف مناخية يالمثل خاصة في الأجزاء الشمالية من نهر الأردن وما يقابلها شرقاً في نهر اليرموك

التوصيات recomandations

1. ضرورة الرقي بالعمل الهيدروجيومورفولوجي التطبيقي بتوظيف التقنيات الحديثة وبرمجيات نظام المعلومات الجغرافي (ARCGIS) ونموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) في اشتقاق البيانات والمعلومات المرتبطة ببيئة الاحواض المائية وتوظيف دقتها وسرعتها في الخطط التنموية .
2. العمل على تنمية مصادر المياه السطحية في حوض الدراسة ببناء السدود Dams واختيارالموقع الأمثل لها في بيئة المنابع وبيئة المصب حسث يسهم ذلك في تنمية التوسع الأفقي والرأسي للمساحات الزراعية التي يعتمد عليها النشاط البشري بصورة كبيرة في منطقة الدراسة .
3. العمل على تنمية مصادر المياه الجوفية بوقف الضخ الجائرلها في حوض الدراسة ومراقبة هذا المصدر من الناحية الكمية والنوعية Quality and Quantity لما لهو من ارتباط مباشر بالجريان الأساس Base Flow في منطقة الدراسة .
4. رصد التغيرات المناخية والهيدرولوجية Climatic and hydrological changes في حوض الدراسة باعتماد أجهزة الإنذار المبكر والتقنيات الحديثة في التغطية الجغرافية لبيئة الحوض وما يطرأ عليه من تغيرات ترتبط بمائية الحوض وجوانب أخرى.
5. توفير طرق آمنة لامكانية الوصول إلى بعض المواقع على امتداد الأودية الجانبية لنهر اليرموك خاصة المناطق الشمالية الغربية التي تتصف بوعورة السطح وشدة الاتخدار مما يتطلب توفير البنية التحتية الضرورية كخطوط المواصلات للوصول اليها.
6. حماية بيئة حوض اليرموك من الملوثات السطحية بانواعها لضمان عدم تلوث مياه الجريان السطحي وبيئة المياه الجوفية خيث ترتبط بالعديد من الاستخدامات خاصة مياه الري ومياه الشرب.
7. ضرورة اجراء المزيد من الدراسات الدراسات النوعية المرتبطة ببيئة حوض الدراسة المائية والبحث عن مصادر جديدة للمياه في ظل الظروف المناخية الجافة وشيه الجافة التي تسيطر على منطقة الدراسة الى جانب النمو السكاني المتسارع الذي يصاحبه زيادة الطلب على المياه.

References

مراجع اللغة العربية

- دائرة الاحصاءات العامة الاردنية (2021) مسوح الاستراتيجية الوطنية للتنمية الزراعية والصناعية ، المملكة الاردنية الهاشمية ، نشرة الاحصاء الزراعي والصناعي عدد (15) ، المكتبة المركزية ، عمان .
- دائرة الارصاد الجوية الاردنية (2020) ، بيانات مناخية، نشرة قسم االدراسات ، المكتبة المركزية ، عمان .الاردن
- درادكة ، خليفة (2000) هيدرولوجية المياه الجوفية ومبادئ في المياه السطحية ، جامعة
- البلقاء التطبيقية ، منشورات جامعة البلقاء التطبيقية ، السلط ، الاردن ص 51 .
- سلامة ، حسن (2010) اصول الجيمورفولوجيا ، الطبعة الثانية ، دار المسيرة للنشر والتوزيع ، عمان . الاردن ص160 - 194 4
- الشريف ، مصطفى ، عبد الحميد ابو حلوش (1995) ، تقييم نوعية وتلوث المياه في حوض اليرموك ، 1995 ، وزارة الري في سوريا ، مديرية الري العامة لحوض اليرموك ، مكتبة الاسد ، سوريا ص9 -21 . 5
- عابد ، عبد القادر (2000) ، جيولوجيا الاردن وبيئته ومياهه ، نقابة الجيولوجيين الاردنيين ،الطبعة الاولى ،عمان ، الاردن ص 103 - 190
- سعيد، هالة محمد، وهادي، خلود علي(2010) أهمية دراسة نموذج االرتفاعات الرقمي DEM وتطبيقاته المختلفة، مجلة ديالي، ص 15
- محسوب ، محمد صبري احمد ضاحى، (2006) الدراسة الميدانية والتجارب المعملية في الجيومورفولوجيا، القاهرة ص 51 - 112 7
- وزارة المياه والري الاردنية ،(2018) ، الاحواض المائية في المملكة الاردنية الهاشمية ، قسم دراسات المياه السطحية والجوفية ، نشرات مهنية رقم 4 ، 5 ، عمان ، الاردن

English References

- BGR ,(2001) . Ground Water Resources and Hydrogeology , Northern Jordan , Vol 4 . Pa 80-115
- Burdon,J. David (1959) Hand Book Of The Geology Of Jordan, Benthham And Company ,Britain .Pa 179- 204
- Horton , M . (1932) Drainage Basin / Characteristics , Tran .Am. Geophys . Union , Vol . 13 .Pa150-203
- Melton, M.A. (1958) Correlation Structures of Morphometric Properties of Drainage Systems and Their Controlling Agents. Journal of Geology, 66, 442-460. http://dx.doi.org/10.1086/626527
- Schumm,S.A , (1961) Effect Of Sediment Characteristics On Erosion And Deposition In Ephemeral Cannnels . US Geol Surv ,Prof Paper Pa 250-300 .
- Strahler,A. (1952) Hypsometric Analysis Of Watershed Geomorphology , Geol . soc., Amer .Bull, Pa 115-126 .
- Strahler,A (1958) Dimensional Analysis Applied to fluvially Eroded Land Form ,Geol .soc, Amer,Bull Pa 279- 300 .
- Quennell , A, M. (1951) The Geology And Mineral Resources Of (former) Transjordan . Colonial Geology And Mineral Resources , London, Vol 2 .
- Wolfart,R.,1959. Geology and hydrogeology of the Irbid District (Hashemite Kingdom of Jordan). Bunesanstalt fur Bodenforschung,Hannover.Pa 392-412