

2022

Analysis of the Flood Hazrad of a Selected Sample of the Northwest Valley Basins in Jordan based on the Morphometric Matrix Variables

Ghazi Al-Serhan
Alserhanghazi@yahoo.com

Ali Al-Ananzeh
a.ananzeh@ju.edu.jo

Samer Al-Nawaieseh
SamerAl-Nawaieseh@yahoo.com

Follow this and additional works at: <https://digitalcommons.aaru.edu.jo/jpu>



Part of the [Arts and Humanities Commons](#), and the [Social and Behavioral Sciences Commons](#)

Recommended Citation

Al-Serhan, Ghazi; Al-Ananzeh, Ali; and Al-Nawaieseh, Samer (2022) "Analysis of the Flood Hazrad of a Selected Sample of the Northwest Valley Basins in Jordan based on the Morphometric Matrix Variables," *Jerash for Research and Studies Journal* *مجلة جرش للبحوث والدراسات*: Vol. 23: Iss. 1, Article 68. Available at: <https://digitalcommons.aaru.edu.jo/jpu/vol23/iss1/68>

This Article is brought to you for free and open access by Arab Journals Platform. It has been accepted for inclusion in *Jerash for Research and Studies Journal* *مجلة جرش للبحوث والدراسات* by an authorized editor. The journal is hosted on [Digital Commons](#), an Elsevier platform. For more information, please contact rakan@aarj.edu.jo, marah@aarj.edu.jo, u.murad@aarj.edu.jo.

تحليل خطر السيول لعينة مختارة من أحواض الأودية الشمالية الغربية في الأردن بالاعتماد على مصفوفة المتغيرات المورفومترية

غازي لافي السرحان*، علي أحمد العنانزة** وسامر عوض النوايسة***

تاريخ الاستلام 2021/2/14

تاريخ القبول 2021/5/24

ملخص

تناولت الدراسة دور الخصائص المورفومترية وتأثيرها في احتمالية حدوث السيول، حيث اعتمدت على ستة عشر متغيراً موزعة على الوحدات الرئيسية للخصائص المورفومترية، لتكوّن النواة الرئيسة لإنشاء مصفوفة مورفومترية لتصنيف احتمالية حدوث السيول في الأحواض الشمالية الغربية في الأردن، ونتج عن الدراسة أنّ متغير طول الحوض ومحيطه من أكثر المتغيرات تأثيراً في احتمالية حدوث السيول لأحواض عينة الدراسة، بالإضافة إلى أنّ 16% من عينة الدراسة من الأحواض الشمالية الغربية في الأردن ذات احتمالية عالية لحدوث السيول.

الكلمات المفتاحية: الفيضانات، المتغيرات المورفومترية، المصفوفة المورفومترية.

© جميع الحقوق محفوظة لجامعة جرش 2022.

* طالب دكتوراه، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الأردنية، الأردن. Email: Alserhanghazi@yahoo.com

** أستاذ، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الأردنية، الأردن. Email: ananzeh@ju.edu.jo

*** أستاذ مشارك، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة اليرموك، الأردن. Email: s.nawaiseh@yu.edu.jo

Analysis of the Flood Hazrad of a Selected Sample of the Northwest Valley Basins in Jordan based on the Morphometric Matrix Variables

Ghazi L. Al-Serhan, PhD Student, Department of Geography, College of Arts, University of Jordan, Jordan.

Ali A. Al-Ananzeh, Prof., Department of Geography, College of Arts, University of Jordan, Jordan.

Samer A. Al-Nawaieseh, Associate Professor, Department of Geography, Faculty of Arts, Yarmouk University, Jordan.

Abstract

The study dealt with the role of morphometric characteristics and their effect on the probability of floods' occurrence. The study relied on sixteen variables distributed on the main units of the morphometric characteristics, these variables forms the main nucleus for creating a morphometric matrix in order to help in classifying the floods occurring in the northwestern basins in Jordan. The study concludes that the basin length and size variable is one of the most effective variables which has an effect on the probability of flooding for the study sample basins, in addition to that 16% of the study sample from the northwestern basins in Jordan have a high probability of flooding.

Keywords , Flood, Morphometric Variables, Morphometric Matrix.

المقدمة:

تحظى دراسة الأخطار الطبيعية بمختلف أنواعها وأشكالها بالاهتمام المتناهي على مختلف الأصعدة المحلية والإقليمية والدولية⁽¹⁾، ومن هذه الأخطار الطبيعية الفيضانات والسيول سواء الوميضية (Flash Floods) أو الاعتيادية التي ينتج عنها أضرار بشرية ومادية كبيرة وتخريب للبنية التحتية. وتعدُّ البيئات الجافة وشبه الجافة من أكثر المناطق تأثراً بالسيول الوميضية نتيجة طبيعة الأمطار من جهة والخصائص السطحية المتعلقة بندرة الغطاء النباتي وتفكك التربة من جهة أخرى. وتعرف الفيضانات أو السيول الوميضية على أنها ذلك النوع من الفيضانات التي تنشأ بشكل مفاجئ وذات ذروة تصريفية عالية تحدُّثها العواصف الرعدية ضمن مناطق مساحية محدودة⁽²⁾، وتقع معظم الأراضي الأردنية في بيئات جافة أو شبه جافة ينخفض فيها المطر ويرتفع فيها التبخر الكامن مما ينتج عن ذلك بيئة نادرة في الغطاء النباتي وسطح تربة مفكك خاصة إذا

ترافق مع نشاطات بشرية غير مدروسة مما يزيد من نسبة الجريان السطحي لانخفاض التسرب، وتحدث الفيضانات الوميضية في الأردن نتيجة وجود ظروف جوية سطحية وعلوية ملائمة تسهم في تكوّن حالات عدم استقرار جوي يؤدي إلى تكوّن عواصف رعدية عنيفة ينتج عنها هطول أمطار غزيرة خلال فترة قصيرة جداً.

ومن خلال تتبع المناهج في الدراسات الخاصة بالسيول لوحظ أن الخصائص المورفومترية هي الحجر الأساسي في هذه الدراسات حيث كانت من المعطيات الرئيسة في المعادلات الرياضية والإحصائية والنماذج المختلفة التي تناولت مثل هذا النوع من الدراسات. قامت هذه الدراسة بتحليل المتغيرات المورفومترية ذات العلاقة المباشرة باحتمالية حدوث السيول وعمل مصفوفة تمثل احتمالية حدوث السيول في بعض أحواض الأودية الشمالية الغربية في الأردن.

مشكلة الدراسة:

تتمحور مشكلة الدراسة في تقييم احتمالية حدوث السيول بالاعتماد على مصفوفة المتغيرات المورفومترية للأحواض النهرية، كما تعد منطقة الدراسة من المناطق السياحية التي يرتادها المتنزهون وهواة السياحة البيئية، مما يجعل من الضروري دراسة وتقييم السيول في تلك العينة المختارة من الأحواض المائية باستخدام طرق تقييم الفيضانات، وفهم الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لتكوين قاعدة بيانات يمكن الاعتماد عليها عند التخطيط لإدارة الكوارث الطبيعية المتعلقة بالفيضانات اعتماداً على المصفوفة المورفومترية لاحتمالية حدوث السيول من خلال ما يلي:

- 1- هل يمكن عمل مصفوفة مورفومترية رئيسة لاحتمالية حدوث السيول لأحواض منطقة الدراسة؟
- 2- أي الخصائص المورفومترية (المساحية - الشكلية - التضاريسية - الشبكة المائية) الأكثر تأثيراً في احتمالية حدوث السيول في أحواض منطقة الدراسة؟
- 3- أي الأحواض المائية ذات النسبة الأعلى في احتمالية حدوث السيول بناءً على المصفوفة المورفومترية؟

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

- 1- إنشاء مصفوفة مورفومترية لأحواض الأودية الشمالية الغربية في الأردن.
- 2- بيان المتغيرات المورفومترية الأعلى احتمالية في حدوث السيول.
- 3- تحديد الأحواض المائية الشمالية الغربية ذات النسبة الأعلى لحدوث السيول.

منهجية الدراسة:

اتبعت الدراسة المنهج الوصفي للوحدات المورفومترية الرئيسة والمتغيرات التابعة لكل وحدة، والمنهج التحليلي في حل المعادلات الرياضية والتحليلات الإحصائية من حيث الأعلى والأقل لكل متغيرٍ وتقسيم الفئات "القليلة والمتوسطة والعالية"، كما تمَّ استخدام معامل ارتباط بيرسون لقياس قوة العلاقة بين المتغيرات المورفومترية، كما استخدمت الطريقة الكارتوجرافية في إنشاء الخرائط المتنوعة، وذلك بالاستعانة بأدوات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، من أجل تحقيق أهداف الدراسة ولتوضيح العلاقة بين المتغيرات المورفومترية واحتمالية حدوث خطر السيول.

أولاً: مصادر البيانات

اعتمدت الدراسة في تناولها وتحليلها موضوع السيول على عدة مصادر من المعلومات والبيانات وهي:

1. الخرائط الطبوغرافية (1997) لوحات اربد وجرش وعجلون ضمن مقياس رسم (50000:1)⁽³⁾.
2. نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) بقدرة تمييزية 30 م الذي توفره وكالة المساحة الجيولوجية الأمريكية بهدف اشتقاق الأحواض المائية المختارة في هذه الدراسة، وإجراء تحليلات مورفومترية وهيدرولوجية⁽⁴⁾.

ثانياً: البرمجيات المستخدمة

استعانَت الدراسة في معالجتها لموضوع السيول بمجموعة من البرمجيات وهي:

1. تقنيات نظم المعلومات الجغرافية وخاصة برنامج ArcGis10.4 في إجراء عمليات التصحيح الجغرافي للخرائط الورقية وتحويلها إلى رقمية، وتحديد الأحواض المائية المختارة واشتقاق بعض الخصائص المورفومترية لها، ودورها في عملية الإخراج الكارتوجرافي.
2. برمجية Excel لإجراء الحسابات المورفومترية والهيدرولوجية وفق معادلات محددة.
3. برمجية الاحصاء Spss لإجراء التحليلات الإحصائية وقياس العلاقة بين المتغيرات.

ثالثاً: مصفوفة احتمالية حدوث السيول بالاعتماد على الخصائص المورفومترية

تم تصنيف الأحواض المائية إلى فئات حسب درجة احتمالية حدوث السيول، حيث تقوم الفكرة الرئيسة للمصفوفة إلى تقسيم المتغيرات المورفومترية إلى ثلاث فئات وهي عالية ومتوسطة وقليلة الاحتمالية وذلك بالاعتماد على العلاقة التي تربطها بالسيول والتي يوضحها الجدول (1)،

فقد تم تقسيم المصفوفة إلى أربع وحدات تحتوي على الخصائص المورفومترية الرئيسة وهي المساحية والشكلية والتضاريسية والشبكة المائية.

جدول (1): المتغيرات المورفومترية وعلاقتها بالسيول

المتغيرات المورفومترية	المعادلة الرياضية	علاقتها بالسيول
	الخصائص المورفومترية المساحية	
مساحة الحوض	الحساب الآلي عن طريق برمجية Arcmap10.4	عكسية كلما قلت مساحة الحوض زادت احتمالية حدوث السيول ⁽⁵⁾
طول الحوض	الحساب الآلي عن طريق برمجية Arcmap10.4	عكسية كلما زاد الطول قلت احتمالية حدوث السيول ⁽⁶⁾
محيط الحوض	الحساب الآلي عن طريق برمجية Arcmap10.4	عكسية كلما قصرَ محيطُ الحوضِ زادت احتمالية حدوث السيول ⁽⁷⁾
	الخصائص المورفومترية الشكلية	
نسبة الاستطالة	$1.128^{(8)} * \frac{\sqrt{\text{مساحة الحوض}}}{\text{طول الحوض}}$	عكسية كلما ابتعدت عن الشكل المستطيل زادت احتمالية حدوث السيول ⁽⁶⁾
نسبة الاستدارة	$\frac{\text{مساحة الحوض} * 12.57^{(9)}}{\text{مربع محيط الحوض كم}}$	طردية كلما اقترب الحوض من الاستدارة زادت احتمالية حدوث السيول ⁽¹⁰⁾
معامل الشكل	$\frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مربع طول الحوض كم}}$ (11)	عكسية كلما قلت قيمة معامل الشكل زادت احتمالية حدوث السيول ⁽¹²⁾
	الخصائص المورفومترية التضاريسية	
نسبة التضرس	$\frac{(\text{الفرق بين أعلى ارتفاع الأمل ارتفاع في الحوض})^{(13)}}{\text{طول الحوض كم}}$	طردية كلما زادت نسبة التضرس زادت احتمالية حدوث السيول ⁽¹⁴⁾
التضاريس النسبية	$\frac{\text{تضاريس الحوض م}}{\text{محيط الحوض م}} * 100^{(15)}$	طردية كلما زادت قيمة التضاريس النسبية زادت احتمالية حدوث السيول ⁽¹⁵⁾
نسيج الحوض	$\frac{\text{أعداد الأودية الحوض}^{(17)}}{\text{محيط الحوض كم}}$ (17)	طردية كلما زادت قيمة النسيج الحوضي زادت احتمالية حدوث السيول ⁽¹⁸⁾

علاقتها بالسيول	المعادلة الرياضية	المتغيرات المورفومترية
عكسية كلما زادت قيم التكامل الهيسومتري قلت احتمالية حدوث السيول (19)	$\frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{تضرس الحوض م}} \quad (19)$	التكامل الهيسومتري
عكسية كلما قلت قيمة المنحنى الهيسومتري زادت احتمالية حدوث السيول (20)	$\frac{\text{الارتفاع النسبي}}{\text{المساحة التنسيبية}} \quad (20)$	المعامل الهيسومتري
الخصائص المورفومترية للشبكة المائية		
طردياً كلما زاد مجموع أطوال الرتبة الأولى والثانية زادت احتمالية التعرض لخطر السيول (6)	الحساب الآلي عن طريق برنامج ArcMap10.4 $\frac{\text{مجموع أطوال المجاري المائية في الحوض (كم)}}{\text{مجموع أعداد المجاري المائية في الحوض (كم)}} \quad (13)$	نسب ومتوسطات أطوال المجاري المائية
طردياً كلما زادت نسبة التشعب ازدادت معها احتمالية حدوث خطر السيول (22)	$\frac{\text{عدد المجاري المائية في رتبة ماء}}{\text{عدد المجاري المائية في الرتبة التي يليها مباشرة}} \quad (13)$ معدل التشعب = $\frac{\text{مجموع ضرب نسبة التشعب في عدد المجاري لكل رتبتين}}{\text{عدد المجاري المائية لكل رتبتين}} \quad (21)$	نسبة التشعب
طردياً كلما زادت كثافة التصريف زادت معها احتمالية حدوث خطر السيول (23)	$\frac{\text{المجموع الكلي لطول المجاري المائية في الـ}}{\text{مساحة الحوض كم}^2} \quad (11)$	كثافة التصريف
طردياً كلما زادت قيمة التكرار النهري زادت معها احتمالية حدوث خطر السيول لأنها تغذي المجرى الرئيسي (6)	$\frac{\text{مجموع أعداد الاودية}}{\text{مساحة الحوض كم}^2} \quad (11)$	التكرار النهري

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على أدبيات الدراسات المورفومترية

بعد تقسيمها الى وحدات رئيسية تم اعطاء كل متغير مورفومتري فرعي وزن يتراوح بين ثلاثة للقيمة الاعلى في احتمالية حدوث خطر السيول واثنان للقيمة المتوسطة وواحد للقيمة القليلة، وتنطبق هذه القيم على جميع الوحدات المورفومترية الرئيسية، ما ينطبق على الخصائص الشكلية التي بلغ فيها عدد المتغيرات ثلاثة متغيرات ينطبق على الخصائص التضاريسية ذات الستة متغيرات. وتلخص خطوات انشاء المصفوفة كما يلي:

1- من أجل تسهيل الدراسة والمقارنة تم تقسيم الأحواض الرئيسية الثلاث إلى عدد من الأحواض الفرعية، حيث تم تقسيم حوض وادي العرب إلى أربعة أحواض فرعية وهي جحرة وسوم وعراق الحمام ومسيل، كما تم تقسيم حوض وادي الريان إلى ثلاثة أحواض فرعية هي الزلة والقصيب والزعفران، بينما تم تقسيم حوض وادي راجب إلى حوضين هما: حوض أم العشوش والساخنة.

2- تم استخراج الخصائص والمتغيرات المورفومترية لكافة الأحواض المائية الرئيسية والفرعية قيد الدراسة.

3- بعد استخراج المتغيرات المورفومترية تم استخراج أعلى وأقل قيمة لكل متغير على حدة وأخذ المدى (الفرق بين أعلى وأقل قيمة لكل متغير)، بعد ذلك تم تقسيم الناتج على ثلاث، وهي: عدد فئات التقييم العالية والمتوسطة والقليلة حسب المعادلة (طول الفئة = $\frac{(X_{min}-X_{max})}{3}$) وذلك بالاعتماد على الجدول (1).

4- تم عمل مصفوفة شاملة لكافة الخصائص المورفومترية، حيث تم جمع الفئات لكل وحدة رئيسية، وللتوضيح أكثر نفترض أن الخصائص المساحية وعددها ثلاث متغيرات حصلت على فئة عالية الخطورة والتي تمثل الرقم ثلاثة سيكون المجموع تسعة وبالمثل لو حصلت على أقل قيمة قليلة الخطورة سيكون المجموع ثلاثة، فالفرق بينهما ستة وعند قسمة الناتج على ثلاثة سنحصل على طول الفئة وهو اثنان، بالتالي سيكون ترتيب الفئات للخصائص المساحية من ثلاثة إلى خمسة قليلة الخطورة ومن خمسة إلى سبعة متوسطة الخطورة ومن سبعة إلى تسعة عالية للخطورة، وما ينطبق على الخصائص المساحية ينطبق على التضاريسية والشكلية والشبكة المائية.

الدراسات السابقة:

تنوعت الدراسات التي تناولت موضوع السيول ومنها على سبيل المثال لا الحصر دراسة، مراد، أنجي (2008)، الذي عمل فيه على بناء نموذج مقترح لتأمين خطر السيول في مصر بالاعتماد على الاختبارات الإحصائية، كما قامت الحميدي، فدوى (2013) في دراستها عن

مخاطر السيول والفيضانات في الرياض والتي اتبعت فيها المنهج العلمي الاستقرائي لرسم وتحديد مناطق السيول والفيضانات في الرياض، بينما درس دندراوي، محمد (2016) النمذجة الهيدرولوجية لأحواض التصريف المائي على جانبي مجرى النيل فيما بين الأقصر وقنا وطرق الحماية من أخطار السيول، واعتمد في استخراج نتائج دراسته على أنظمة المعلومات الجغرافية لتحديد المناطق المعرضة لخطر السيول.

اما سعد، كاظم (2019) فلقد قدر حجم السيول المائية لوادي لوبيتر شمال شرق محافظة ميسان، فاعتمد في تقدير حجم تدفق السيول المائية على المعادلات الرياضية في نموذج سنايدر، أما صالحة إسلام (2019) فقد اعتمدت في تقييم مخاطر السيول على نظم المعلومات الجغرافية في تحديد المناطق المعرضة لخطر السيول، فيما ذهب بوروبه، محمد (2020) في دراسته للسيول وذروتها بحوض وادي عرنة بالمملكة العربية السعودية إلى تطبيق نموذجي التوزيع الاحتمالي للقيم القصوى والتوزيع الاحتمالي الطبيعي، لتحديد نزوة تدفق السيول في الوادي.

ودراسة (Farhan and Ayed, 2017) والتي اهتمت بدراسة الفيضانات في الأحواض الجافة في الأردن وقد تم أخذ كل من حوض راجل وحوض وهيدة كعينة للدراسة، واتبعت هذه الدراسة أساليب إحصائية لتقدير الفيضان كطريقة الشامي وطريقة تحديد درجة الخطورة المورفومترية، وأظهرت نتائجها أن 50% من الأحواض الفرعية لراجل من المتوقع أن تعاني من احتمالات عالية للفيضانات. وبالتالي، فمن المتوقع أن 81.3% من الأحواض الفرعية لراجل من المرجح أن تواجه حساسية معتدلة وعالية.

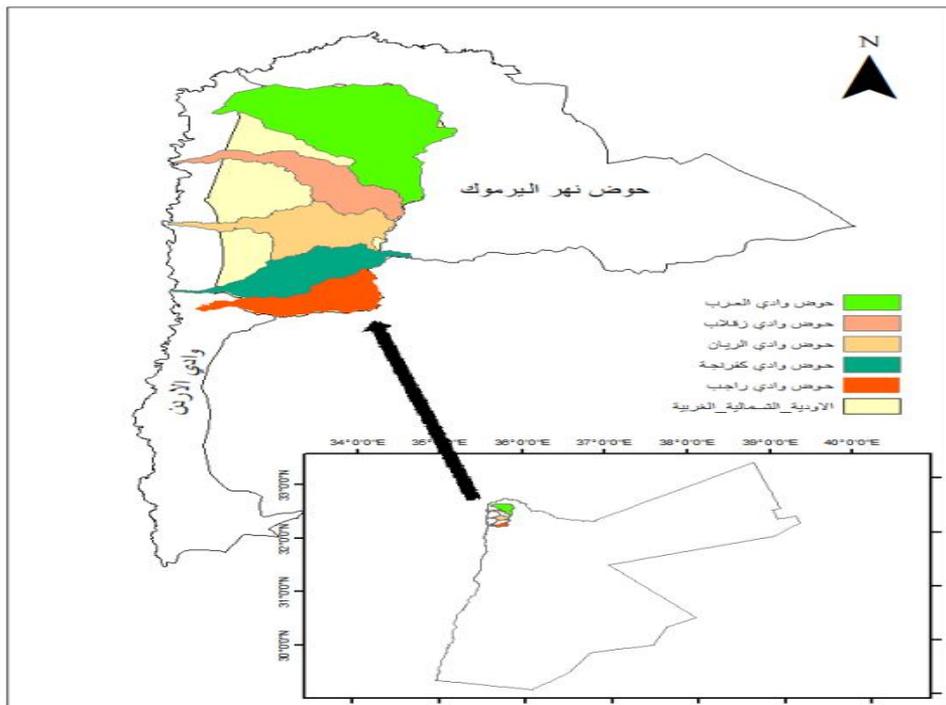
ويلاحظ من خلال الدراسات السابقة أن معظمها اعتمد على نظم المعلومات الجغرافية في تحديد المناطق المعرضة لحدوث السيول، أو استخدام المعادلات الرياضية المختلفة لتحديد المناطق الأكثر عرضة لحدوث السيول والتي تعد نتائج الخصائص المورفومترية جزءاً منها. وهنا لا بد من الإشارة أن هذه الدراسة تتميز عن غيرها بعمل مصفوفة مورفومترية تعد نتائج المتغيرات المورفومترية الجزء الأساسي فيها.

الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة ضمن التصريف السطحي الواسع لحوض اليرموك وحوض نهر الأردن وتشمل كل من أحواض وادي العرب وزقلاب والريان وكفرنجة وراجب، والتي تقع بين دائرتي عرض (32°10'35" - 32°40'50") شماليات وخطي طول (35°36'55" - 35°57'50") شرقيات. وتتراوح مساحة الأحواض المائية لعينة الدراسة بين 90 كم² لحوض وادي راجب مروراً بحوض وادي الريان 127 كم² حتى تصل إلى ما يقارب 325 كم² لمساحة حوض وادي العرب، لتبلغ المساحة الاجمالية للأحواض المائية مجتمعة 542 كم² فيما تبلغ مساحة الأحواض الشمالية

الغربية مجتمعة حوالي 938 كم² مما يعني أن الأحواض المائية لعينة الدراسة تمثل 57.9% من مساحة الأحواض الشمالية الغربية.

اعتمد التحليل الطبوغرافي في هذه الدراسة على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) حيث تبين أن أعلى ارتفاع في الأحواض المائية في حوض وادي راجب (1235م) فوق مستوى سطح البحر، وأقل ارتفاع فقد سجل في حوض وادي الريان (-297) تحت مستوى سطح البحر، وتبرز الأهمية الطبوغرافية في دراسة السيول من خلال دورها في تباين سرعة الجريان السطحي مما يؤدي إلى زيادة التحت على سفوح المنحدرات⁽⁶⁾.



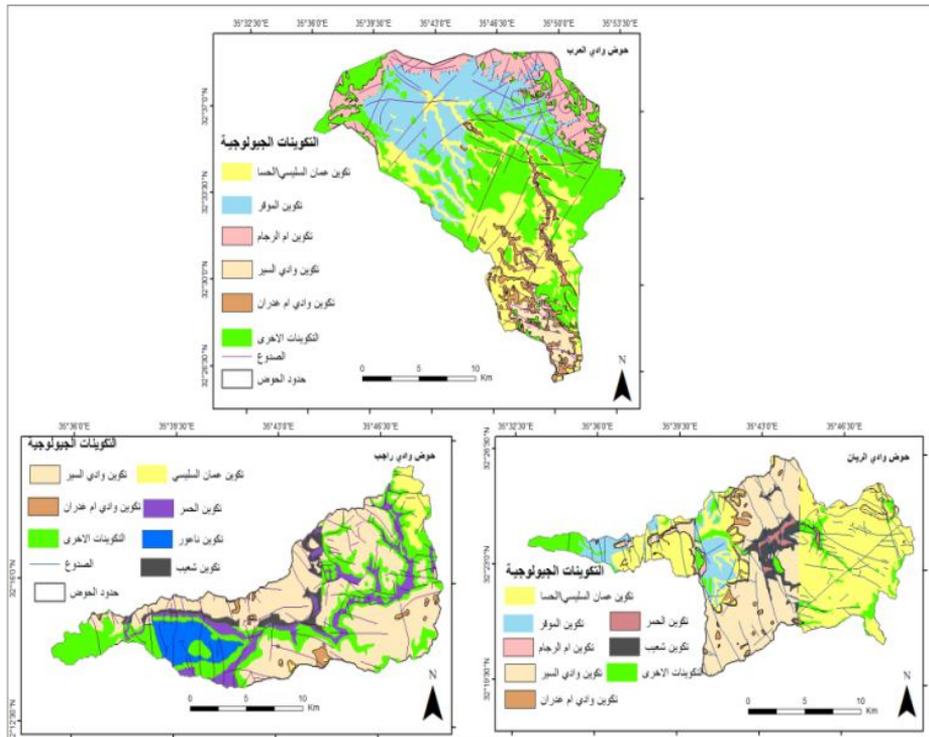
الشكل (1): موقع منطقة الدراسة (المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على DEM)

تتضح أهمية المنحدرات من خلال دورها في تحفيز حركة المواد الأرضية والتي تعتمد على العديد من العوامل مثل الغطاء النباتي والتركيب الجيولوجي⁽²⁴⁾، ومن خلال الاعتماد على Dem الخاص بمنطقة الدراسة ومن خلال برنامج Arcmap10.4 لوحظ ان 25% من مساحة حوض وادي راجب تقع ضمن درجات انحدار اكبر من 18 درجة وهي بذلك تعد النسبة الأعلى بين أحواض عينة الدراسة.

وجيولوجيا تنتشر مجموعة البلقاء والتي تحتوي على كل من تكوين عمان وتكوين أم غدران وتكوين الموقر وتكوين الرجام، ومجموعة عجلون والتي تتكون من تكوين وادي السير وتكوين الحمر وتكوين شعيب وتكوين ناعور. هذا بالإضافة إلى عدد من التكوينات المنتشرة في أرجاء أحواض منطقة الدراسة حيث تم تسميتها بتكوينات أخرى مثل الرمل والتربة والكالكرت، يوضح الشكل (2) الخارطة الجيولوجية لأحواض منطقة الدراسة، واما مناخيا وحسب تصنيف كوبن يتضح أن منطقة الدراسة تمتد بين إقليمي المناخ المعتدل البارد ومناخ الإستبس البارد⁽²⁵⁾.

التحليل والمناقشة:

من خلال الخصائص المورفومترية للأحواض المائية التي تعد الأساس لمصفوفة احتمالية حدوث السيول، قامت الدراسة وعن طريق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية بدراسة الوحدات المورفومترية للأحواض المائية قيد الدراسة وهي الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية والشبكة المائية لكل حوض على حدة.

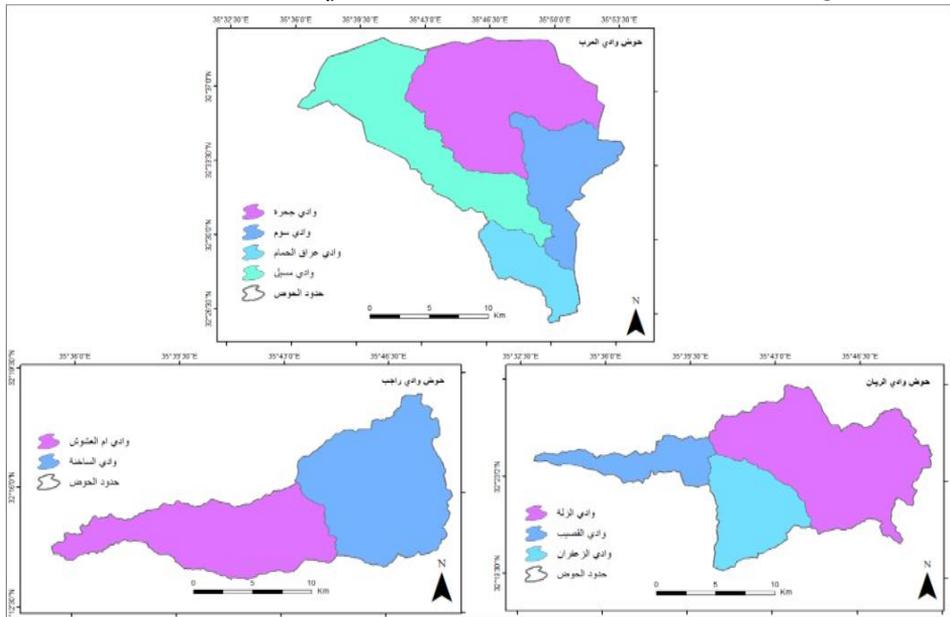


الشكل (2): خارطة جيولوجية لأحواض منطقة الدراسة، المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخرائط الجيولوجية سلطة المصادر الطبيعية، لوحات اربد وجرش وعجلون (1997).

أولاً: الخصائص المساحية:

1- مساحة الحوض:

تظهر العلاقة بين المساحة والسيول في أن الأحواض المائية الصغيرة انتاجها أعلى للتصريف المائي على العكس من الأحواض المائية الكبيرة والتي تتميز بقلّة تصريفها المائي الذي يصل على شكل تدفقات بأوقات متباينة، ويعود السبب في ذلك أن الأحواض المائية الكبيرة لديها فاقد مائي كبير⁽⁵⁾. يوضح الشكل (3) الأحواض المائية الرئيسية والفرعية في منطقة الدراسة.



شكل (3): الأحواض المائية الرئيسية والفرعية لمنطقة الدراسة

نلاحظ من خلال الشكل (3) أن منطقة الدراسة مكونة من تسعة أحواض فرعية تتباين في مساحتها حيث بلغت المساحة الأعلى في حوض جعرة (125.780 كم²) وأقلها مساحة حوض وادي الزعفران (31,647 كم²). يبين الجدول (2) مساحة الأحواض الرئيسية والفرعية في أحواض منطقة الدراسة.

جدول (2): مساحة الأحواض النهرية في منطقة الدراسة

المجموع	مسيل	عراق الحمام	سوم	جحرة	العرب	الحوض النهري
325.364	107.698	33.411	58.475	125.780	325.364	المساحة كم ²
		الزعفران	القصب	الزلة	الريان	الحوض النهري
127.960		31.647	18.553	77.760	127.960	المساحة كم ²
			الساخنة	أم العشوش	راجب	الحوض النهري
90.370			49.121	41.250	90.371	المساحة كم ²

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على DEM.

وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لمتغير المساحة من حيث أعلى وأقل مساحة فقد أمكن تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاث فئات:-

أ- الفئة الأولى (أقل من 40 كم²): تتميز هذه الفئة أنها تشمل الأحواض الأقل مساحة في أحواض منطقة الدراسة وتشمل كل من حوض عراق الحمام وحوض القصب وحوض الزعفران.

ب- الفئة الثانية (40-100 كم²): تشمل هذه الفئة حوض وادي راجب وأحواضه الفرعية وحوض سوم ضمن أحواض وادي العرب وأخيراً حوض الزلة ضمن الأحواض الفرعية لحوض وادي الريان.

ج- الفئة الثالثة (أكبر من 100 كم²): تظهر في الأحواض الرئيسية حيث بلغت مساحة حوض وادي العرب 325 كم² وهو بذلك يعد أكبر أحواض منطقة الدراسة، تلاها وادي الريان وحوض وادي مسيل وحوض وادي جحرة ضمن أحواض وادي العرب الفرعية.

2- طول الحوض:

يرتبط طول الحوض بعلاقة عكسية مع احتمالية حدوث السيول، فكلما زاد طول الحوض قلت إمكانية حدوث السيول⁽¹¹⁾. وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لمتغير المساحة من حيث أعلى وأقل طول فقد أمكن تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاث فئات حسب درجة حدوث السيول وهي أقل من (17 كم) وهي الفئة الأعلى احتمالية لحدوث السيول بسبب قصر طول المجرى، فيما كانت الفئة الثانية بين (17-26 كم) والفئة الثالثة أكبر من (26 كم)، وهي الفئة الأقل احتمالية لحدوث السيول بسبب طول أحواضها مقارنة بباقي أحواض منطقة الدراسة.

3- محيط الحوض:

قصر محيط الحوض يعد من المؤشرات الهامة لإحتمالية حدوث خطر السيول ويعود السبب في ذلك إلى ارتفاع صافي الجريان وقلّة الفاقد من مياه الحوض⁽⁷⁾. وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لمحيط الحوض من حيث طول وقصر محيطها فقد أمكن تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاث فئات حسب درجة احتمالية حدوث السيول فيها، وهي الفئة (أقل من 47 كم) ذات الأعلى احتمالية في حدوث السيول والفئة الثانية (47-70 كم) والفئة الثالثة (أكبر من 70 كم) وهي الفئة الأقل احتمالية في حدوث السيول.

4- عرض الحوض:

كلما زاد عرض الحوض قل زمن الجريان السطحي في المجرى الرئيسي⁽²⁶⁾. وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لعرض الحوض من حيث طول وقصر عرضها فقد أمكن تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاث فئات حسب درجة احتمالية حدوث السيول وهي (أقل من 3 كم) وهي الفئة الأقل احتمالية في حدوث السيول والفئة الثانية (3-5 كم) والفئة الثالثة (أكبر من 5 كم) وهي الفئة الأعلى لاحتمالية حدوث السيول، يوضح الجدول (3) المتغيرات المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة، فيما يظهر الجدول (4) فئات احتمالية حدوث السيول تبعاً للخصائص المساحية.

جدول (4): فئات احتمالية حدوث السيول تبعاً للخصائص المساحية

عرض الحوض	محيط الحوض	طول الحوض	فئات احتمالية حدوث السيول
الحمام-القصيب-أم العشوش	العرب-الريان	العرب	قليلة
راجب-الساخنة-سوم-مسيل-الزعفران-الزلة	جربة-مسيل-راجب	راجب-الريان-مسيل	متوسطة
الريان-العرب-جربة	عراق الحمام-سوم-الزلة-القصيب-الزعفران-أم العشوش-الساخنة	جربة-سوم-عراق الحمام-الزلة-القصيب-الزعفران-أم العشوش-الساخنة	عالية

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخصائص الإحصائية وبيانات المتغيرات المورفومترية في الجدول

(4)

نستنتج من خلال دراستنا للخصائص المساحية أن متغير طول ومحيط الحوض هما من أكثر المتغيرات تأثيراً في احتمالية حدوث السيول في الخصائص المساحية إذ بلغت ثمانية وستة أحواض ذات احتمالية عالية لحدوث السيول على التوالي في كل منها.

ثانياً: الخصائص الشكلية:

يظهر دورها في احتمالية التنبؤ بحدوث السيول من خلال التعرف على كمية المياه في المجرى الرئيسي الذي يمكننا بدوره من التنبؤ بحدوث السيول⁽¹²⁾. تقسم الخصائص الشكلية إلى:-

1- نسبة الاستطالة:

كلما كانت الأحواض المائية قريبة من الاستطالة كانت أقل عرضة لاحتمالية حدوث السيول بسبب خسارة كمية كبيرة من المياه وبالعكس كلما ابتعدت عن الاستطالة كانت أكثر عرضة لحدوث السيول⁽¹³⁾. وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لمتغير الاستطالة من حيث أعلى وأقل استطالة، فقد أمكن تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاث فئات هي الفئة الأولى (أقل من 0.54) وهي الأعلى في احتمالية حدوث السيول، والفئة الثانية (0.54-0.67)، والفئة الثالثة الأقل في احتمالية حدوث السيول (أكبر من 0.67).

2- نسبة الاستدارة:

كلما كانت الأحواض اقرب الى الإستدارة كلما كانت أكثر عرضة لاحتمالية حدوث السيول، وتتراوح نسبة الاستدارة بين (0-1)، وكلما كانت نتيجة المعادلة أقرب إلى الواحد صحيح دلت على اقتراب الحوض من الشكل الدائري⁽¹⁰⁾. وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لمتغير الاستدارة من حيث أعلى وأقل استدارة، فقد أمكن تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاث فئات حيث تراوحت الفئة الأولى (أقل من 0.38) وهي الأقل احتمالية في حدوث السيول، والفئة الثانية (0.38-0.52)، فيما تراوحت الفئة الثالثة (أعلى من 0.52) وهي الفئة الأعلى في احتمالية حدوث السيول.

3- معامل الشكل:

يعد انخفاض قيمة معامل الشكل مؤشر على زيادة احتمالية حدوث السيول، وذلك بسبب شكل الحوض القريب من المثلث حيث تتجمع المياه في منطقة المنبع لتشكل جريان سيلبي قوي⁽¹²⁾. وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لمتغير معامل الشكل من حيث أعلى وأقل فقد أمكن تقسيم الأحواض المائية إلى الفئة الأولى (أقل من 0.28) وهي الأعلى احتمالية لحدوث

السيول، فيما تراوحت الفئة الثانية (0.28-0.43) وأخيراً الفئة الأقل احتمالية في حدوث السيول (أعلى من 0.43). يوضح الجدول (3) المتغيرات المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة، فيما يظهر الجدول (5) فئات احتمالية حدوث السيول تبعاً للخصائص الشكلية.

جدول (5): فئات احتمالية حدوث السيول تبعاً للخصائص الشكلية

معامل شكل الحوض	استدارة الحوض	استطالة الحوض	فئات احتمالية حدوث السيول
جحر-الزعران	راجب-الريان-سوم-مسيل-القصب	جحر-الزعران	قليلة
الزلة-الساخنة	العرب-عراق الحمام-الزلة-أم العشوش	العرب-سوم-الزلة-الساخنة	متوسطة
العرب-الريان-راجب-مسيل-سوم-عراق الحمام-القصب-أم العشوش	جحر-الزعران-الساخنة	راجب-الريان-عراق الحمام-مسيل-أم العشوش-القصب	عالية

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخصائص الإحصائية وبيانات المتغيرات المورفومترية في الجدول (2).

نلاحظ من خلال المتغيرات المورفومترية للخصائص الشكلية أن معامل الشكل هو أكثر المتغيرات المورفومترية تأثيراً في احتمالية حدوث السيول، إذ بلغت ثمانية أحواض مائية ذات تأثير عالي في احتمالية حدوث السيول.

ثالثاً: الخصائص التضاريسية:

تعد من أهم المؤشرات في احتمالية حدوث السيول، يوضح الجدول (6) الخصائص التضاريسية العامة في أحواض منطقة الدراسة، ومن أبرز الخصائص التضاريسية ذات التأثير في احتمالية حدوث السيول هي:

1- نسبة التضرس:

ترتبط نسبة التضرس طردياً مع كثافة التصريف والتكرار النهري مما يجعلها ذات احتمالية عالية لحدوث السيول⁽¹⁴⁾.

جدول (6): الخصائص التضاريسية العامة لأحواض منطقة الدراسة

الحوض الرئيسي	الحوض الفرعي	أعلى ارتفاع (م)	أقل ارتفاع (م)	تضرس الحوض (م)
وادي العرب	وادي جحرة	610	65	545
	وادي سوم	862	296	566
	وادي عراق الحمام	1031	483	548
	وادي مسيل	776	222-	998
	وادي العرب	1031	222-	1253
وادي الريان	وادي الزلة	1194	265	929
	وادي القصيب	602	297-	889
	وادي الزعفران	1017	262	755
	وادي الريان	1194	297-	889
وادي راجب	وادي أم العشوش	950	277-	1227
	وادي الساخنة	1235	617	618
	وادي راجب	1235	277-	1512

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على DEM.

وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لمتغير نسبة التضرس من حيث أعلى وأقل فقد تم تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاث فئات: الأولى (أقل من 52م/كم) وهي الأقل احتمالية في حدوث السيول، والفئة الثانية تراوحت بين (52-71م/كم)، وأما الفئة الثالثة (أكبر من 71م/كم) فهي الأعلى احتمالية في حدوث السيول.

2- التضاريس النسبية:

ترتبط التضاريس النسبية بعلاقة طردية مع احتمالية حدوث السيول⁽¹⁵⁾، وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية للتضاريس النسبية من حيث أعلى وأقل فقد تم تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاثة فئات: الفئة الأولى (أقل من 0.76) وهي الأقل احتمالية في حدوث السيول والفئة الثانية (0.76-1.32) والفئة الثالثة (أعلى من 1.32) وهي ذات احتمالية عالية في حدوث السيول.

3- درجة الوعورة:

ترتبط درجة الوعورة بعلاقة طردية مع احتمالية حدوث السيول فكلما زادت درجة الوعورة دلنا ذلك على زيادة كمية المياه الواصلة للمجرى الرئيسي⁽¹⁶⁾. وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لدرجة الوعورة من حيث أعلى وأقل فقد تم تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاثة فئات: الفئة الأولى (أقل من 35) وهي الأقل احتمالية في حدوث السيول والفئة الثانية (35-54) والفئة الثالثة (أعلى من 54) وهي الأعلى لاحتمالية حدوث السيول.

4- النسيج الحوضي:

يشير النسيج الحوضي إلى مدى تأثير الحوض المائي بكمية الأمطار الساقطة، ويرتبط بعلاقة طردية مع احتمالية حدوث السيول فزيادة متغير النسيج الحوضي يعني زيادة احتمالية حدوث السيول⁽¹⁸⁾، وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لمتغير النسيج الحوضي من حيث أعلى وأقل فقد تم تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاثة فئات: الفئة الأولى (أقل من 2) وهي الأقل احتمالية في حدوث السيول فيما كانت الفئة الثانية (2-4) وأخيراً الفئة أكبر من (4) وهي الأعلى احتمالية في حدوث السيول.

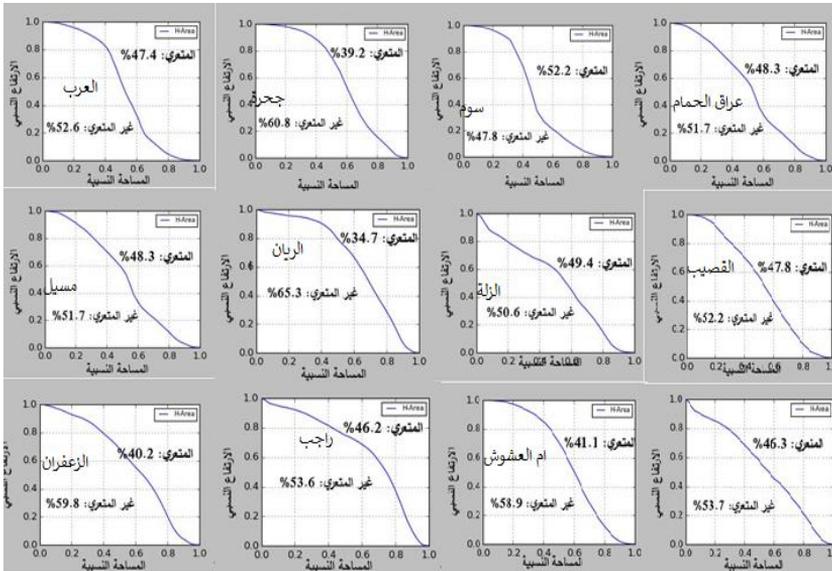
5- التكامل الهيسومتري:

يدل هذا المتغير على العلاقة بين التضاريس والمساحة الحوضية، ويرتبط بعلاقة عكسية مع احتمالية حدوث السيول⁽¹⁹⁾. وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية للتكامل الهيسومتري من حيث أعلى وأقل فقد تم تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاث فئات: الفئة الأولى (أقل من 0.1) وهي الأعلى احتمالية لحدوث السيول بينما الفئة الثانية (0.1-0.18) وأخيراً الفئة (أعلى من 0.18) وهي الأقل احتمالية لحدوث السيول.

6- المعامل او المنحنى الهيسومتري:

من خلال هذا العامل يتم تحديد المرحلة الزمنية التي يمر بها الحوض النهري، من خلال الإشارة لكمية المواد التي ما زالت تنتظر دورها في التعرية⁽²⁰⁾. ومن خلال تطبيق معادلة المعامل الهيسومتري والاستعانة ببرمجية ArcMap10.4 تم رسم المنحنيات والتي تشير إلى أن عينة الأحواض المختارة تمر في مرحلة النضج وقد قسم المشتغلين بعلم الجيومورفولوجيا قيم المعامل الهيسومتري إلى ثلاث فئات رئيسية وهي: الشباب والتي تبلغ فيها قيم المتغير الهيسومتري $\leq 60\%$ ، ثم مرحلة النضج وتتراوح قيم المتغير الهيسومتري بين 30% و 59% ، وأخيراً مرحلة الشيخوخة والتي تقل فيها قيم المتغير الهيسومتري عن 30% ⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾ في الشكل (4).

وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية للمعامل الهيسومتري من حيث أعلى وأقل قيمة فقد تم تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاثة فئات: الفئة الأولى وهي عالية الاحتمالية لحدوث السيول وقيمتها (أقل من 40.5) والفئة الثانية وقيمتها (40.5-46.3) والفئة الثالثة وهي أقل احتمالية لحدوث السيول وقيمتها (أعلى من 46.3) يوضح الجدول (3) المتغيرات المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة، فيما يظهر الجدول (7) فئات احتمالية حدوث السيول تبعاً للخصائص التضاريسية.



شكل (4): المعامل الهيسومتري لأحواض منطقة الدراسة المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية

يبين الجدول (7) أن النسيج الحوضي من أكثر المتغيرات المورفومترية احتمالية لحدوث السيول، كما لوحظ أن حوض راجب كان ذو احتمالية عالية في حدوث السيول بناء على ثلاثة متغيرات وهي نسبة التخرس ودرجة الوعورة والنسيج الحوضي.

جدول (7): فئات احتمالية حدوث السيول تبعا للخصائص التضاريسية

المعامل الهيسومتري	التكامل الهيسومتري	النسيج الحوضي	درجة الوعورة	التضاريس النسبية	نسبة التخرس	فئات احتمالية حدوث السيول
العرب-سوم-مسيل-الحمام-الزّلة-الزّفة-القصب	الحمام-الريّان-الزّفران-الزّلة-راجب-القصب-الساخنة	عراق الحمّام-القصب	العرب-جرّة-سوم-عراق الحمّام-مسيل-الريّان-الزّلة	راجب-أم العشوش-الساخنة-الزّفران-القصب	العرب-جرّة-سوم-عراق الحمّام-الساخنة	قليلة
راجب-أم العشوش-الساخنة	سوم-مسيل	الزّلة-سوم-مسيل-الريّان-الزّفران	الزّفران-الساخنة	العرب-جرّة-سوم	الريّان-الزّلة	متوسطة
الريّان-الزّفران-جرّة	العرب-جرّة	جرّة-العرب-أم العشوش-راجب-الساخنة	راجب-أم العشوش-القصب	الريّان-الزّلة-عراق الحمّام-مسيل	راجب-أم العشوش-القصب-الزّفران	عالية

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على الخصائص الإحصائية وبيانات المتغيرات المورفومترية في الجدول (4)

رابعاً: الخصائص المورفومترية للشبكة المائية:

تعتبر الشبكة المائية من أهم الخصائص المورفومترية وهي تعد المحصلة النهائية للحوض النهري، تم دراسة العناصر الرئيسية المؤثرة في المصفوفة المورفومترية، وهي:

1- أعداد ورتب المجاري المائية:

تم تصنيف هذه الرتب في أحواض منطقة الدراسة بالاعتماد على طريقة Strahler 1957، ترتبط الرتب النهرية بالتنبؤ باحتمالية حدوث خطر السيول من خلال دورها في التعرية المائية والتي يتم من خلالها زيادة حجم الحت المائي. يوضح الجدول (8) أعداد الرتب النهرية لأحواض منطقة الدراسة.

جدول (8): أعداد الرتب النهرية لأحواض منطقة الدراسة

الرتب	حوض وادي العرب			وادي الريان				وادي راجب			نسبة %	لمجموع		
	وادي العرب	وادي جرة سوم	وادي عراق الحمام	وادي مسيل	وادي الريان	وادي الزلة	وادي القصب	وادي الزعفران	وادي راجب	وادي العشوش			وادي أم وادي	
الأولى	432	179	84	37	133	152	74	25	51	107	229	281	1094	78.7
الثانية	89	35	18	8	25	41	24	7	10	10	51	56	237	17.2
الثالثة	16	7	4	1	4	10	3	4	3	3	9	11	46	3.3
الرابعة	4	2	1		2	2	1	2	1	1	3	2	9	0.6
الخامسة	1	1			1	1		1		1	1	1	3	0.2
المجموع	542	224	107	46	165	206	102	39	65	641	290	351	1389	100
علاقة الارتباط بين عدد المراتب لكل حوض مع مساحته (معامل بيرسون)												0.578		

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على DEM

من خلال استخدام معامل ارتباط بيرسون وجد ان العلاقة بين مساحة الحوض وأعداد الرتب (0.578) وهي علاقة طردية، أي كلما ازدادت مساحة الحوض ازدادت مقايها أعداد الرتب. كما تم حساب مجموع أطوال المجاري المائية لكل رتبة نهريّة، علماً أن مجموع الأطوال في الرتبة الأولى أعلى منها في الرتبة الثانية، ومجموع أطوال الرتبة الثانية أعلى منها في الرتبة الثالثة، وهكذا كلما ارتفعت الرتبة قل طول المجرى⁽²⁹⁾. أظهرت نتائج الدراسة أن مجموع أطوال المجاري النهرية (975,201 كم).

ترتبط أطوال المجاري النهرية باحتمالية حدوث السيول من خلال مجموع أطوال كل من الرتبة الأولى والثانية، إذ تزداد حدة عمليات التعرية كلما زاد مجموع أطوال الرتبتين الأولى

والثانية، وذلك يعزى إلى قلة الفاقد من المياه والتبخّر⁽⁶⁾. وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لمجموع أطوال الرتبتين الأولى والثانية من حيث أعلى وأقل فقد تم تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاثة فئات: الفئة الأولى (أقل من 86كم) وهي الأقل خطورة في احتمالية حدوث السيول والفئة الثانية (86-147كم) وأخيراً الفئة الثالثة (أكبر من 147كم) وهي الأعلى احتمالية في حدوث السيول.

2- نسبة التشعب:

تعبّر عن النسب بين عدد المجاري المائية في رتبة معينة مع الأعلى منها مباشرة⁽¹¹⁾. كلما زادت نسب التشعب ازدادت معها احتمالية التعرض لخطر السيول في داخل الأحواض المائية، وذلك بسبب زيادة كمية المياه في الرتبة الأعلى والقادمة من الرتبة الأقل منها أثناء العاصفة المطرية مما يؤدي بدوره لتغذية المجرى الرئيسي⁽¹³⁾. ومن خلال استخراج معدل نسبة التشعب والذي تظهر في الجدول (3) وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لمعدل التشعب من حيث أعلى وأقل فقد ظهرت الفئة الأولى (أقل من 3) هي الفئة الأقل احتمالية في حدوث السيول فيما كانت الفئة الثانية (3-5) وأخيراً كانت الفئة (أكبر من 5) هي الأعلى احتمالية لحدوث السيول.

3- كثافة التصريف:

هي النسبة بين أطوال المجاري المائية والمساحة للأحواض المائية⁽²⁹⁾. ترتبط الكثافة التصريفية باحتمالية حدوث السيول بعلاقة طردية حيث تزداد احتمالية حدوث السيول مع زيادة الكثافة التصريفية لأنها تغذي المجرى الرئيسي باستمرار المياه وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لمتغير كثافة التصريف من حيث أعلى وأقل فقد كانت الفئة الأقل احتمالية (أقل من 1.5) والفئة الثانية (1.5-2) والفئة الأعلى احتمالية لحدوث السيول كانت (أكبر من 2).

4- التكرار النهري:

هو قياس النسبة بين عدد المجاري المائية ومساحة الحوض، أن زيادة قيمة التكرار النهري تسهم بتغذية المجرى الرئيسي أثناء حدوث العاصفة المطرية مما يزيد من احتمالية حدوث السيول مع زيادة قيمتها⁽¹¹⁾. وبالاعتماد على الخصائص الإحصائية لمتغير التكرار النهري من حيث أعلى وأقل تكرار نهري فقد أمكن تقسيم الأحواض المائية إلى ثلاث فئات: الفئة الأولى (أقل من 1.60) وهي الفئة الأقل احتمالية لحدوث السيول وتراحت الفئة الثانية (1.60-2) بينما بلغت الفئة الثالثة (أكبر من 2) وهي الأعلى احتمالية لحدوث السيول، ويوضح الجدول (3) المتغيرات المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة، فيما يظهر الجدول (10) فئات احتمالية حدوث السيول تبعاً لخصائص الشبكة المائية.

جدول (9): أطوال وأعداد الرتب النهرية لأحواض منطقة الدراسة

النسبة %	المجموع كم	راجب			الريان				وادي العرب				الرتب	
		الساخنة	أم العشوش	راجب	الزعة	القصب	الريان	مسيل	الحمام	سوم	جخرة	العرب		
48.8	952.468	63.016	81.128	144.144	26.170	20.653	45.223	92.043	74.456	24.381	40.133	101.344	239.777	الأولى
25.6	498.822	26.185	37.732	63.917	10.223	4.983	29.775	44.984	48.427	13.623	21.380	56.812	140.779	الثانية
74.4	1451.290	89.201	118.860	208.061	36.393	25.636	74.998	137.027	122.883	38.004	61.513	158.156	380.556	المجموع
	100	6.2	8.3	14.3	2.5	1.7	5.3	9.4	8.4	2.6	4.3	10.8	26.2	النسبة %
14.6	286.576	18.829	6.893	25.722	9.267	2.757	21.653	33.677	22.435	11.758	20.388	29.310	83.887	الثالثة
8.2	158.956	15.029	16.727	31.756	2.806	1.040	11.369	15.215	9.531		6.832	16.143	32.508	الرابعة
2.8	53.588	2.131		2.131		9.806		9.806	10.754			4.103	14.857	الخامسة
100	1950.410	125.190	142.480	267.668	48.466	39.239	108.023	195.725	165.603	49.762	88.733	207.712	511.809	المجموع الكلي
		-0.916	-0.875	-0.905	-0.924	-0.515	-0.991	-0.937	-0.942	-0.926	-0.952	-0.960	-0.968	الارتباط

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على DEM وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية.

جدول (10): فئات احتمالية حدوث السيول تبعا لخصائص الشبكة المائية

التكرار النهري	الكثافة التصريفية	معدل التشعب	مجموع الرتبتين الأولى والثانية	فئات احتمالية حدوث السيول
الريان-الزلة-مسيل-عراق الحمّام	عراق الحمّام-الزلة	القصب-أم العشوش	سوم-عراق الحمّام-الزعران-القصب-الزلة	قليلة
العرب-جرّة-سوم	العرب-سوم-مسيل-جرّة - الريان-الزعران	العرب-جرّة-سوم-الريان-الزلة - الزعران-راجب	الريان-الساخنة-أم العشوش-مسيل	متوسطة
الزعران-القصب-راجب-أم العشوش-الساخنة	راجب-أم العشوش-الساخنة-القصب	عراق الحمّام-مسيل-الساخنة	العرب-راجب-جرّة	عالية

مصفوفة اخطار السيول بالاعتماد على الخصائص المورفومترية:

بالاعتماد على المتغيرات المورفومترية السابقة تم إنشاء مصفوفة لاحتمالية حدوث خطر السيول، حيث تم اختيار ستة عشر متغيراً مرتبطة باحتمالية حدوث السيول، بالاعتماد على المصفوفة المورفومترية لاحتمالية حدوث خطر السيول تم تقسيم الخصائص المورفومترية إلى ثلاث فئات حسب احتمالية حدوث خطر السيول وهي قليلة الخطورة ومعتدلة الخطورة وعالية الخطورة وذلك حسب طول الفئة لكل وحدة من الخصائص المورفومترية ويوضح الجدول (11) المصفوفة المورفومترية لاحتمالية حدوث خطر السيول في أحواض منطقة الدراسة.

من خلال الجدول (11) نلاحظ أن كل من طول ومحيط الحوض الأعلى احتمالية لحدوث السيول بين جميع المتغيرات المورفومترية حيث كان طول الحوض الأعلى احتمالية في ثمانية أحواض فرعية من أصل تسعة بينما محيط الحوض كان الأعلى في سبعة أحواض مائية، ولتصنيف الأحواض المائية بناء على الخصائص المورفومترية لاحتمالية حدوث السيول يبين الجدول (12) فئات الخطورة لقابلية الأحواض المائية للسيول تبعاً للخصائص المورفومترية.

جدول (11): المتغيرات المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة

ت	الخصائص مساحية	العرب	جخرة	سوم	الحمام	مسيل	الريان	الزلة	القصيب	الزعفران	راجب	العشوش	الساخنة
1	طول الحوض كم	37.446	14.545	15.321	12.951	25.967	25.564	16.506	11.789	8.242	21.193	15.130	12.671
2	محيط الحوض كم	95.480	54.580	44.993	29.340	68.688	80.946	46.534	30.126	24.478	60.738	36.479	30.305
3	عرض الحوض كم	8.688	8.647	3.816	2.579	4.147	5.005	4.711	1.537	3.839	4.264	2.726	3.876
	الخصائص الشكلية												
4	الاستطالة	0.54	0.8	0.56	0.50	0.45	0.49	0.60	0.41	0.76	0.50	0.478	0.62
5	الاستدارة	0.44	0.53	0.36	0.48	0.28	0.24	0.45	0.25	0.66	0.30	0.389	0.670
6	معامل الشكل	0.23	0.59	0.24	0.19	0.15	0.19	0.28	0.13	0.46	0.20	0.180	0.30
	الخصائص التضاريسية												
7	نسبة التضرس م ² كم ²	33.461	37.194	36.094	42.236	38.510	58.324	56.280	75.409	91.603	71.344	81.097	48.772
8	التضاريس النسبية م	1.2	0.99	1.2	1.8	1.4	1.8	1.9	0.29	0.30	0.24	0.33	0.20
9	درجة الوعورة	2.006	0.89	0.838	0.765	1.537	2.279	1.290	1.879	1.155	4.477	4.238	1.574
10	النسيج الحوضي	5.676	4.106	2.378	1.567	2.402	2.544	2.191	1.290	2.655	10.553	7.949	11.582
11	التكامل الهيسومتري كم ² م	0.26	0.23	0.10	0.06	0.10	0.08	0.08	0.02	0.04	0.05	0.03	0.07
12	المنحنى الهيسومتري	47.4	39.2	52.2	50.6	48.3	34.7	49.4	47.8	40.2	46.2	41.1	46.3

ت	الخصائص مساحية	العرب	جخرة	سوم	الحمام	مسيل	الريان	الزلة	القصيب	الزعفران	راجب	العشوش	الساخنة
	خصائص الشبكة المائية												
13	مجموع فتتي الأولى والثانية كم	380.556	158.156	61.513	38.004	122.883	137.027	74.998	25.636	36.393	208.061	118.860	89.201
14	معدل التشعب	4.838	5.003	3.997	5.160	3.824	3.829	4.107	2.913	4.692	4.904	1.220	5.003
15	الكثافة التصريفية كم ² كم ³	1.573	1.651	1.517	1.4	1.537	1.529	1.389	2.114	1.531	2.961	3.454	2.548
16	التكرار النهري	1.665	1.780	1.829	1.376	1.532	1.609	1.311	2.102	2.053	7.092	7.030	7.145

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على DEM وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية.

جدول (12): المصفوفة المورفومترية لاحتمالية حدوث خطر السيول في أحواض منطقة الدراسة

ت	الخصائص المورفومترية	العرب	جخرة	سوم	الحمام	مسيل	الريان	الزلة	القصيب	الزعفران	راجب	أم العشوش	الساخنة	أعلى قيمة	أقل قيمة	المدى	طول الفئة
1	طول الحوض	1	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	-			
2	محيط الحوض	1	2	3	3	2	1	3	3	3	2	3	3	-			
3	عرض الحوض	2	2	3	1	3	2	3	1	3	3	1	3	-			
	مجموع فئات الخصائص المساحية	4	7	9	7	7	5	9	7	9	7	7	9	9	3	6	2

ت	الخصائص المورفومترية	العرب	جخرة	سوم	الحمام	مسيل	الريان	الزلة	القصب	الزعفران	راجب	أم العشوش	الساخنة	أعلى قيمة	أقل قيمة	المدى	طول الفنة
	فئات الخطورة المساحية	1	2	3	2	2	1	3	2	3	2	2	3				
4	نسبة الاستطالة	2	1	2	3	3	3	2	3	1	3	3	2	-	-	-	-
5	نسبة الاستدارة	2	3	1	2	1	1	2	1	3	1	2	3	--	-	-	-
6	معامل الشكل	3	1	3	3	3	3	2	3	1	3	3	2	-	-	-	-
	مجموع فئات الخصائص الشكلية	7	5	6	8	7	7	6	7	5	7	8	7	9	3	6	2
	فئات الخطورة الشكلية	2	1	2	3	2	2	2	2	1	2	3	2				
7	نسبة التضرس	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	1	-	-	-	-
8	التضاريس النسبية	2	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1	1	-	-	-	-
9	درجة الوعورة	1	1	1	1	1	1	1	3	2	3	3	2	-	-	-	-
10	النسيج الحوضي	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	3	-	-	-	-
11	التكامل	1	1	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-

ت	الخصائص المورفومترية الهيسومترية	العرب	جخرة	سوم	الحمام	مسيل	الريان	الزلة	القصيب	الزعفران	راجب	أم العشوش	الساخنة	أعلى قيمة	أقل قيمة	المدى	طول الفنة
	المعامل الهيسومتري	1	3	1	1	1	3	1	1	3	2	2	2	-	-	-	-
12	مجموع فئات الخصائص تضاريسية	8	9	8	10	9	13	11	12	13	15	14	12	18	6	12	4
	فئات الخطورة التضاريسية	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2	2				
13	مجموع فئتي الأولى والثانية	3	3	1	1	2	2	1	1	1	3	2	2	-	-	-	-
14	معدل التشعب	2	2	2	3	3	2	2	1	2	2	1	3	-	-	-	-
15	الكثافة التصريفية	2	2	2	1	1	2	1	3	2	3	3	3	-	-	-	-
16	التكرار النهري	2	2	3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	-	-	-	-
	مجموع فئات الخصائص للشبكة المائية	9	9	8	6	7	7	5	8	8	11	9	11	12	4	8	2.6

ت	الخصائص المورفومترية	العرب	جخرة	سوم	الحمام	مسيل	الريان	الزلة	القصب	الزعفران	راجب	أم العشوش	الساخنة	أعلى قيمة	أقل قيمة	المدى	طول الفئة
	فئات الخطورة لخصائص الشبكة المائية	2	2	2	1	2	2	1	2	2	3	2	3				
	مجموع فئات الخطورة الكلي	6	6	8	7	7	7	8	8	8	10	9	10	12	4	8	2.6
	فئات الخطورة للخصائص	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3				
	تصنيف الخطورة	قليلة	قليلة	متوسطة	عالية	متوسطة	عالية										

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على معطيات الجدول (3) والخصائص الإحصائية

جدول (13): فئات الخطورة لقابلية الأحواض المائية للسيول تبعاً للخصائص المورفومترية

فئات الخطورة			الخصائص الرئيسية
عالية	متوسطة	قليلة	
9-7.1	7-5.1	5-3	المساحية
9-7.1	7-5.1	5-3	الشكلية
18-14.1	14-10.1	10-6	التضاريسية
12-9.4	9.3-6.7	6.6-4	الشبكة المائية
12-9.4	9.3-6.7	6.6-4	الخصائص المورفومترية

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على جدول (11) وجدول (3) والخصائص الإحصائية

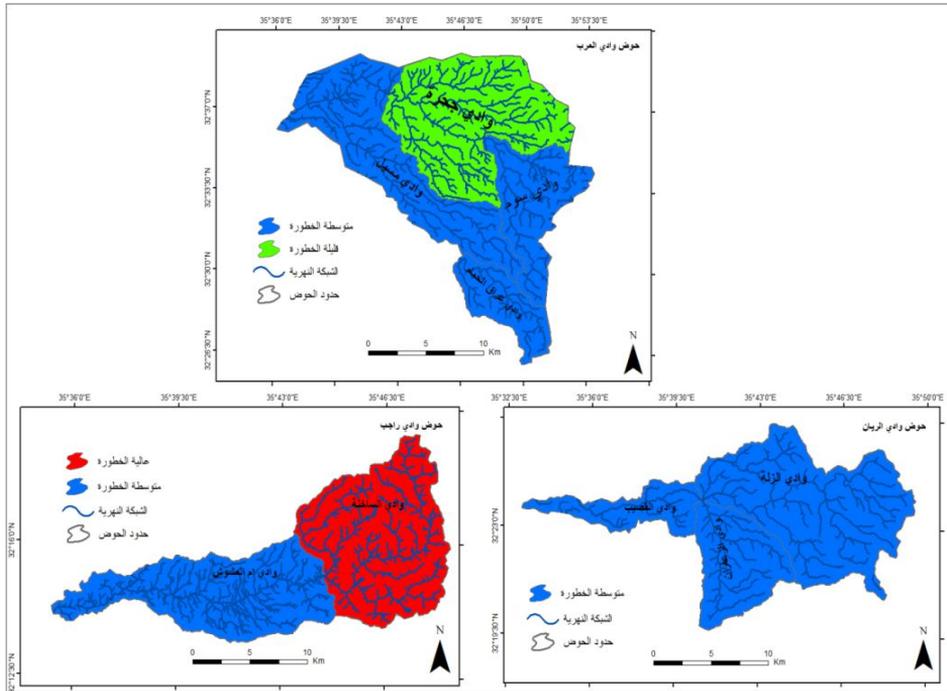
وبناء على جدول (13) تم تقسيم الأحواض الفرعية والرئيسية لمنطقة الدراسة كما يلي:-

أ- الفئة قليلة الخطورة (6.6-4) وتتميز هذه الفئة أنها الأقل في احتمالية حدوث خطر السيول وتتضمن كل من حوض العرب وحوض جرة.

ب- الفئة متوسطة الخطورة: (9.3-6.7) وتتميز هذه الفئة بالإضافة أنها متوسطة في احتمالية حدوث خطر السيول أنها شملت معظم الأحواض الفرعية لمنطقة الدراسة وهي حوض سوم، حوض الحمام، حوض مسيل، حوض الريان، حوض الزلة، حوض القصيب، حوض الزعفران، حوض أم العشوش.

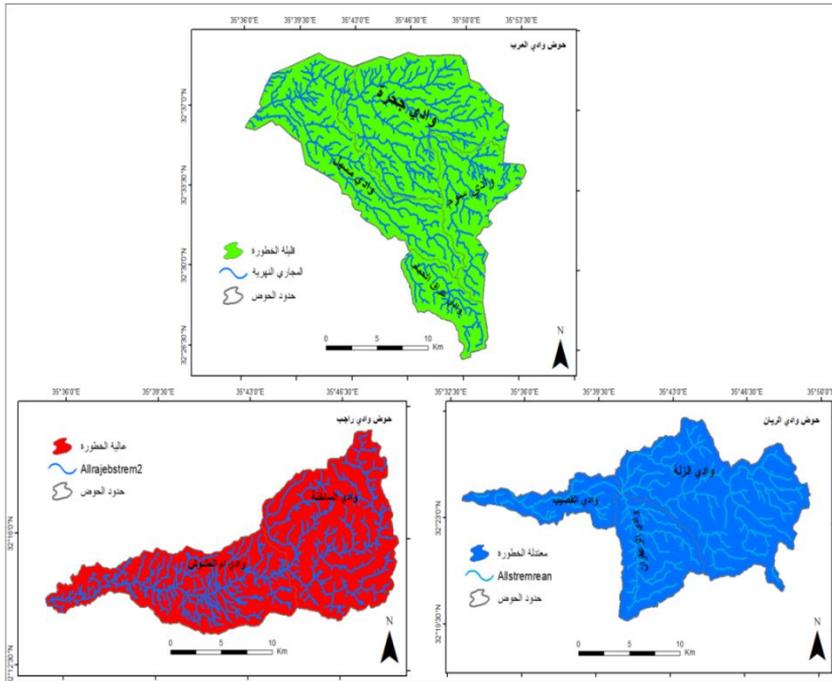
ج- الفئة عالية الخطورة: (12-9.4) وشملت هذه الفئة حوض وادي راجب وحوضه الفرعي حوض الساخنة، وهي الفئة الأعلى في احتمالية حدوث خطر السيول في منطقة الدراسة.

يبين الشكل (5) فئات الخطورة لقابلية الأحواض المائية الفرعية للسيول تبعاً للخصائص المورفومترية، ونلاحظ من خلال الشكل أن حوض الساخنة كان الأعلى احتمالية لحدوث السيول، وجميع الأحواض الفرعية لوادي الريان كانت ضمن الأحواض متوسطة الخطورة، فيما تباين حوض وادي العرب بين متوسطة الخطورة بنسبة 61.3% إلى قليلة الاحتمالية في حدوث السيول والتي أنحصرت في وادي جرة.



شكل (5) فئات الخطورة لقابلية الأحواض المائية الفرعية للسيول تبعاً للخصائص المورفومترية
المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على المصفوفة المورفومترية

وبالنسبة للأحواض الرئيسية فقد كان حوض وادي راجب الأعلى احتمالية في حدوث السيول بين الأحواض المائية تلاها حوض وادي الريان فيما كان حوض وادي العرب الأقل احتمالية لحدوث السيول. ويعود ارتفاع احتمالية حدوث السيول في حوض وادي راجب إلى الخصائص الطبوغرافية العامة للأحواض المائية الانحدارية منها والتضاريسية. وأخيراً بلغت نسبة الأحواض المائية العالية الاحتمالية لحدوث السيول 16.6%. وبين الشكل (6) فئات الخطورة لقابلية الأحواض المائية الرئيسية للسيول تبعاً للخصائص المورفومترية.



شكل (6): فئات الخطورة لقابلية الأحواض المائية الرئيسية للسيول تبعاً للخصائص المورفومترية

النتائج:

- 1- بين تطبيق المصفوفة المورفومترية تبعاً للخصائص المساحية أن 56% من المساحة الاجمالية لحوض وادي العرب ذات احتمالية عالية للتعرض للسيول.
- 2- توصلت الدراسة ان متغير (معامل الطول) من أكثر المتغيرات المورفومترية تأثيراً في احتمالية حدوث السيول.
- 3- تبين أن حوض وادي الساخنة من أكثر الأحواض المائية تأثراً باحتمالية حدوث السيول بناء على المتغيرات المورفومترية كاملة.
- 4- تباينت الأحواض الفرعية في درجة احتمالية حدوث خطر السيول وذلك حسب الخصائص المورفومترية بينما سجلت كل من الأحواض الفرعية الزعفران والقصب والساخنة وعراق الحمام وجرارة الأعلى احتمالية في حدوث خطر السيول بالنسبة لطول المجرى النهري.
- 5- سجل حوض راجب درجة عالية في احتمالية حدوث خطر السيول تبعه الريان بدرجة متوسطة وأخيراً وادي العرب بدرجة قليلة.

- 6- بالاعتماد على تصنيف الأحواض الفرعية لدرجة احتمالية حدوث خطر السيول حسب الخصائص المورفومترية المساحية فقد سجلت أحواض كل من جرة وسوم والزلة والزعفران والساخنة قيم اعلى خطورة في احتمالية حدوث خطر السيول.
- 7- تعتبر الخصائص المورفومترية الشكلية الأكثر تأثير في احتمالية حدوث خطر السيول لكل من حوضي وادي العرب والريان، بينما الخصائص المورفومترية التضاريسية هي الأكثر احتمالية لحدوث خطر السيول لحوض وادي راجب.

الهوامش

- 1- Intergovernmental Panel on Climate Change (2008). (IPCC) Report. The Report Fourth assessment report (AR4).
- 2- Farhan, Y. and Ayed, A. (2017). Assessment of Flash-Flood Hazard in Arid Watersheds of Jordan. Journal of Geographic Information System, Vol 9, 717-751.
- 3- Royal Geographical Center, (1997). Topographic maps Scale 1:5000 for Irbid, Jerash and Ajloun panels, Amman
- 4- earthexplorer.usgs.gov
- 5- Alwadani, Edrees (2014). Floods Hazard in Jazan Region. South west Of Saudi Arabia: A Geomorphological Perspective. Jazanu Journal University, Vol No(1), 15-90
- 6- Saad, Kazem and Hassan Mohamed, (2019). Estimation of the volume of the water Floods of lobiter Valley in North-East of Maysan Governorate and its Environmental Impacts, Journal of Arts, Literature, Anthropology and Sociology, Emirates College of Educational Sciences, No (41), 373-392.
- 7- Salloum, Ghazwan, (2012). Wadi Qandil Basin: a morphometric study. Damascus University Journal, Vol 28 No(1).
- 8- Strahler AN. (1957), Quantitative geomorphology of drainage basin and channel network. In: VT Chow (ed), Handbook of applied hydrology McGraw Hill, New York, 436-476.
- 9- Miller, V (1953). A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin characteristics in the Clinch Mountain Area, Virginia and Tennessee, Project NR 389-402, Technical Report 3, Columbia University, Department of Geology, ONR, New York.
- 10- Ali, Mitwalli, (2001). Wadi Watir Basin, Eastern Sinai A Geomorphological study. Unpublished PhD Thesis, Cairo University, Egypt.
- 11- Horton, R, E. (1945), Erosional development of stream & their drainage basin, Hydrogeological approach to quantitative morphology, Bull, Geol, Society, Vol 56, 275-370.

- 12- Al-Athari, Ahmad and Abdul-Hussain, Kazem (2018). Estimating the risk of flash floods in the Arbil valley, Ibn Rushd College of Education conference, Baghdad University, Vol (26).
- 13- Schumm, S.A. (1956), Evolution of drainage system and slope in adlands of Perth Amboy, New Jersey, BullGeoSoc,Am, 67.
- 14- Sethupathi Lakshmi, Vasantha mohan.and Mohan, (2011), Prioritization of mini watersheds based on Morphometric Analysis using Remote Sensing and GIS techniques in a draught prone Bargur – Mathur sub watersheds, Ponnaiyar River basin, India, International Journal of Geomatics and Geosciences, Vol 2, No 2.
- 15- Turab, Muhammad (1997). Geomorphological Evolution of Wadi Al-Qaseeb Basin in the Eastern Domain of Southern Sinai Peninsula, Journal of the Egyptian Geographical Society, No(30)
- 16- Ashour, Muhammad, (1986). Methods for Morphological Analysis of Water Drainage Networks, Journal of the College of Humanities and Social Sciences, Vol 9, Qatar University.
- 17- Smith. (1950), Standards for grading textures of Erosional topography, Am, Jour, Sc, 248, 655- 668.
- 18- Khadri and Dhamankar,(2013),Morphmetric Analysis of bordiriver basin,Akola district Maharashtra,india using remote sening and Gis techniques,international Jornal of pure and applied research in engineering and technology, Vol 1No(9), 1- 21.
- 19- Al-Abdan, Rahim (2008): Numeric Analysis of Morphometric Characteristics of Tangero Valley Basin using Information Systems Technology, Al-Qadisiyah University Journal for Human Sciences,Vol 3 No(11), 205-236.
- 20- Abdul Aziz, Hekmat (2000), Geomorphology of Mount Baymam, its river basins, unpublished master's thesis, Salahaddin University,Araq.
- 21- Brar, G, S. (2014), Morphometric Analysis of Siswan Drainage Basin, Punjab (India) using Geographical Information System, International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)Vol 3, No (5), P 11- 16.
- 22- Anaiba,Omar(2016).Applied morphometric analysis for Selected watersheds from Jordan Using Remote sensing and Geographical information System Techniques.Unpupublished PhD thesis, Jordan University, Amman, Jordan.
- 23- Samer, Al-nawasieh, Ghazi Al-Sarhan and Almanasyeh, Nazeeh (2018). Assessment of Geomorphological Characteristics of Al-Ghafar Basin for Urban Expansion Purposes. Studies Journal, University of Jordan. Vol 11 No(1),87-111
- 24- Judah, Mahfouz (2009), Advanced Statistical Analysis Using Spss, (1st Edition), Amman: Wael Publishing Dar
- 25- Shehadeh, Numan (2010), Statistical Analysis in the Humanities and Social Sciences, Amman: Dar Al-Safa for Printing, Publishing and Distribution.

- 26- Al-Salawi, Mahmoud (1989), Surface Water Hydrology, Jamahiriya Publishing Dar, Libya, 1989
- 27- Farhan, Y, Anbar, A. Enaba. & Al-Shaikh, N. (2015), Quantitative Analysis of Geomorphometric Parameters of Wadi Karak, Jordan, Using Remote Sensing and GIS, Journal of Water Resource and Protection, Vol 7 No(6), 456-475.
- 28- Al-Ghumaid, Atef (2021). Hydromorphometry analysis of the eastern basins of the Dead Sea using geographical information systems and remote sensing (Ibn Hammad, Karak, Zarqa Ma'ain). University of Success Journal, Vol 35, No(1), 161-194.
- 29- Koshak, N. Dawood, G. (2011), A GIS morphometric analysis of hydrological catchments within Makkah Metropolitan area, Saudi Arabia, International Journal of Geomatics And Geosciences, Vol 2 No(2), 544-554.

قائمة المصادر والمراجع:

المراجع العربية:

- بوروية، محمد (2020). تقدير تدفق الذروة للسيول بحوض وادنة عرنة المملكة العربية السعودية. مجلة دراسات الخليج، مجلد 46 عدد (176). 172-123.
- تراب، محمد (1997). التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي القصب في النطاق الشرقي من جنوب شبه جزيرة سيناء، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية. العدد (30).
- جودة، محفوظ (2009). التحليل الإحصائي المتقدم باستخدام Spss، (ط1)، عمان: دار وائل للنشر.
- الحميدي، فدوى (2013). مخاطر السيول والفيضانات في الرياض، المؤتمر السعودي الدولي الأول لإدارة الأزمات والكوارث، جامعة الأمم محمد بن سعود الإسلامية، 430-409.
- دندراوي، محمد (2016). النمذجة الهيدرولوجية لأحواض التصريف المائي على جانبي مجرى النيل فيما بين الاقصر وقتنا وطرق الحماية من أخطار السيول: دراسة باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد. مجلة جامعة الكويت - كلية العلوم الاجتماعية - قسم الجغرافيا، العدد (429)، 1-47.

سعد، كاظم وحسن محمد (2019). تقدير حجم السيول المائية لوادي لويتير شمال شرق محافظة ميسان وأثارها البيئية. مجلة الفنون والآداب وعلوم الإنسانيات والاجتماع، كلية الإمارات للعلوم التربوية، عدد (41)، ص 373-392.

السلوي، محمود (1989). هيدرولوجية المياه السطحية، الدار الجماهيرية للنشر، الجمهورية الليبية.

سلطة المصادر الطبيعية (1997). الخرائط الجيولوجية، الأردن-عمان.

سلوم، غزوان (2012). حوض وادي قنديل دراسة مورفومترية. مجلة جامعة دمشق، مجلد 28 العدد (1).

شحادة، نعمان (2010). التحليل الإحصائي في العلوم الإنسانية والاجتماعية، عمان: دار الصفاء للطباعة والنشر والتوزيع.

صالحه، إسلام، والاغا، محمد، والمغير، محمد (2019). دور نظم المعلومات الجغرافية GIS في الحد من مخاطر السيول في محافظة بيت لحم. مجلة إدارة المخاطر والأزمات. المجلد 1 العدد (2). 77-88.

صباحة، نوح (2018). تقييم قابلية حدوث السيول في الأقاليم الجافة من منظور جيومورفولوجي: وادي موسى-جنوب الأردن، دراسة حالة. مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة، مجلد 78، العدد (7)، ص 267 - 296.

عاشور، محمد (1986). طرق التحليل المورفولوجي لشبكات التصريف المائي، مجلة كلية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية، مجلد 9، جامعة قطر.

عبد العزيز، حكمت (2000). جيومورفولوجية جبل بيرمأم وأحواضه النهرية، رسالة ماجستير غير منشورة. جامعة صلاح الدين، العراق.

العبدان، رحيم (2008). التحليل الرقمي للخصائص المورفومترية لحوض وادي تأنجيرو باستخدام تقنية نظم المعلومات، مجلة جامعة القادسية للعلوم الإنسانية، المجلد 3 العدد (11)، 205-236.

العذاري، احمد، وعبدالحسين، كاظم (2018). تقدير خطر السيول في وادي اربيل، مؤتمر كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، مجلد (26).

علي، متولي (2001). حوض وادي وتير شرق سيناء دراسة جيومورفولوجية. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة القاهرة، مصر.

عنيبة، عمر (2016). تحليل مورفومتري تطبيقي لنماذج من الأحواض المائية في الأردن باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. أطروحة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

الغمييض، عاطف (2021). التحليل الهيدرولوجي للأحواض الشرقية للبحر الميت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد (ابن حماد، الكرك، زرقاء ماعين). مجلة جامعة النجاح، مجلد (35)، العدد (1)، 161 - 194.

مراد، أنجي (2008). دراسة تحليلية لأخطار السيول نموذج مقترح لتأمين أخطار السيول في جمهورية مصر العربية، المؤتمر العلمي الأول لشباب الباحثين-جامعة اسيوط -كلية التجارة، رقم المؤتمر (1)، ص 651-672.

المركز الجغرافي الملكي، (1997). الخرائط الطبوغرافية لوحات اربد وجرش وعجلون.

النوايسة، سامر، والسرخان، غازي، والمناسيه، نزيه (2018). التقييم الجيومورفولوجي لأراضي حوض وادي الغفر لأغراض التوسع العمراني. مجلة الدراسات، الجامعة الأردنية، المجلد (11) العدد (1)، 87 - 111.

الودعاني، ادريس (2014). مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غربي المملكة العربية السعودية (منظور جيومورفولوجي). مجلة جامعة جازان، المجلد 3 العدد (1)، ص 15-90.

المراجع الاجنبية:

Brar, G, S. (2014), Morphometric Analysis of Siswan Drainage Basin, Punjab (India) using Geographical Information System, *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)* Vol 3, No (5), P 11-16.

Farhan, Y, Anbar, A. Enaba. & Al-Shaikh, N. (2015), Quantitative Analysis of Geomorphometric Parameters of Wadi Karak, Jordan, Using Remote Sensing and GIS, *Journal of Water Resource and Protection*, Vol 7 No(6), 456-475.

- Farhan, Y. and Ayed, A. (2017). Assessment of Flash-Flood Hazard in Arid Watersheds of Jordan. *Journal of Geographic Information System*, Vol 9, 717-751.
- Horton, R. E. (1945), Erosional development of stream & their drainage basin, Hydrogeological approach to quantitative morphology, *Bull, Geol, Society*, Vol 56, 275-370.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2008). (IPCC) Report. *The Report Fourth assessment report (AR4)*.
- Khadri and Dhamankar,(2013),Morphmetric Analysis of bordiriver basin,Akola district Maharashtra,india using remote sening and Gis techniques,international Jornal of pure and applied research in engineering and technology, Vol 1No(9), 1-21.
- Koshak, N. Dawood, G. (2011), A GIS morphometric analysis of hydrological catchments within Makkah Metropolitan area, Saudi Arabia, *International Journal of Geomatics And Geosciences*, Vol 2 No(2), 544-554.
- Miller,V(1953). A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin haracteristics in the Clinch Mountain Area, Virginia and Tennessee, Project NR 389-402, *Technical Report 3*, Columbia University, Department of Geology, ONR, New York.
- Schumm, S.A. (1956), Evolution of drainage system and slope in adlands of Perth Amboy, New Jersey, *BullGeoSoc,Am*, 67.
- Sethupathi Lakshmi, Vasantha mohan.and Mohan, (2011), Prioritization of mini watersheds based on Morphometric Analysis using Remote Sensing and GIS techniques in a draught prone Bargur – Mathur sub watersheds, Ponnaiyar River basin, India, *International Journal of Geomatics and Geosciences*, Vol 2, No 2.
- Smith. (1950), Standards for grading textures of Erosional topography, *Am, Jour, Sc*, 248, 655- 668.
- Strahler AN. (1957), *Quantitative geomorphology of drainage basin and channel network*. In: *VT Chow (ed)*, Handbook of applied hydrology McGraw Hill, New York, 436-476.

List of Sources & References:

- Abdul Aziz, Hekmat (2000), *Geomorphology of Mount Bayrmam, its river basins*, unpublished master's thesis, Salahaddin University, Araq.
- Al-Abdan, Rahim (2008): Numeric Analysis of Morphometric Characteristics of Tangero Valley Basin using Information Systems Technology, *Al-Qadisiyah University Journal for Human Sciences*, Vol 3 No(11), 205-236.
- Al-Athari, Ahmad and Abdul-Hussain, Kazem (2018). *Estimating the risk of flash floods in the Arbil valley*, Ibn Rushd College of Education conference, Baghdad University, Vol (26).
- Al-Ghumaid, Atef (2021). Hydromorphometry analysis of the eastern basins of the Dead Sea using geographical information systems and remote sensing (Ibn Hammad, Karak, Zarqa Ma'ain). *University of Success Journal*, Vol 35, No(1), 161-194.
- Al-Hamidi, Fadwa (2013). *Floods and Floods Risks in Riyadh*, The First Saudi International Conference on Crisis and Disaster Management, Mohammed bin Saud Islamic University. 409-430.
- Ali, Mitwalli, (2001). *Wadi Watir Basin, Eastern Sinai A Geomorphological study*. Unpublished PhD Thesis, Cairo University, Egypt.
- Al-Sababhah, Nouh (2018). Assessment of flood Vulnerability in arid Basins from a Geomorphological Perspective (Wadi Musa in Southern Jordan: Case Study). *Journal of the Faculty of Arts*, Cairo University, Vol 78, No(7), 267-296.
- Al-Salawi, Mahmoud (1989), *Surface Water Hydrology*, Jamahiriya Publishing Dar, Libya, 1989.
- Alwadani, Edrees (2014). Floods Hazard in Jazan Region. South west Of Saudi 3Arabia: A Geomorphological Perspective. *Jazanu Journal University*, Vol No(1), 15-90
- Anaiba, Omar (2016). *Applied morphometric analysis for Selected watersheds from Jordan Using Remote sensing and Geographical information System Techniques*. Unpublished PhD thesis, Jordan University, Amman, Jordan.
- Ashour, Muhammad, (1986). Methods for Morphological Analysis of Water Drainage Networks, *Journal of the College of Humanities and Social Sciences*, Vol 9, Qatar University.
- Bourouba, Mohammad (2020). Estimating the peak Discharge of Wadi Uranah Basin Dmaing, *Saudi Arabia Gulf Studies Journal*, Vol 46 No(176), 123-172.

- Brar, G. S. (2014), Morphometric Analysis of Siswan Drainage Basin, Punjab (India) using Geographical Information System, *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)*, Vol 3, No (5), P 11-16.
- Dandarawi, Mohammad (2016). Hydrological modeling for water drainage basins on both sides of the River Nile between Luxor and Qena and methods of protection from the dangers of flooding: A study using geographic information systems and remote sensing techniques. Kuwait University - *College of Social Sciences Journal* - Department of Geography, No(429), 1-47.
- Farhan, Y, Anbar, A. Enaba. & Al-Shaikh, N. (2015), Quantitative Analysis of Geomorphometric Parameters of Wadi Karak, Jordan, Using Remote Sensing and GIS, *Journal of Water Resource and Protection*, Vol 7 No(6), 456-475.
- Farhan, Y. and Ayed, A. (2017). Assessment of Flash-Flood Hazard in Arid Watersheds of Jordan. *Journal of Geographic Information System*, Vol 9, 717-751.
- Horton, R. E. (1945), Erosional development of stream & their drainage basin, *Hydrogeological approach to quantitative morphology*, *Bull, Geol, Society*, Vol 56, 275-370.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2008). (IPCC) Report. *The Report Fourth assessment report (AR4)*.
- Judah, Mahfouz (2009), *Advanced Statistical Analysis Using Spss*, (1st Edition), Amman: Wael Publishing Dar.
- Khadri and Dhamankar, (2013), Morphometric Analysis of bordiriver basin, Akola district Maharashtra, india using remote sening and Gis techniques, *international Jornal of pure and applied research in engineering and technology*, Vol 1No(9), 1-21.
- Koshak, N. Dawood, G. (2011), A GIS morphometric analysis of hydrological catchments within Makkah Metropolitan area, Saudi Arabia, *International Journal of Geomatics And Geosciences*, Vol 2 No(2), 544-554.
- Miller, V(1953). *A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin haracteristics in the Clinch Mountain Area, Virginia and Tennessee*, Project NR 389-402, Technical Report 3, Columbia University, Department of Geology, ONR, New York.
- Murad, Angie (2008). *Analytical study of flood dangers, proposed model for securing the dangers of floods in the Arab Republic of Egypt*, the first scientific conference for young researchers - Assiut University - Faculty of Commerce, Conference No (1).651-672.

- Natural Resources Authority (1997), *Geological Maps*, Jordan - Amman.
- Royal Geographical Center, (1997). *Topographic maps Scale 1:5000 for Irbid, Jerash and Ajloun panels*, Amman
- Saad, Kazem and Hassan Mohamed, (2019). Estimation of the volume of the water Floods of lobiter Valley in North-East of Maysan Governorate and its Environmental Impacts, *Journal of Arts, Literature, Anthropology and Sociology*, Emirates College of Educational Sciences, No (41), 373-392.
- Salha, Islam, El-Mougher, Mohammed and El-Agha, Mohamed (2019). The Role of Geographic information systems in Reducing flood Risk in the Bethlehem Governorate. *Journal of Risk and Crisis Management*.Vol 1 No(2),77-88.
- Salloum, Ghazwan, (2012). Wadi Qandil Basin: a morphometric study. *Damascus University Journal*, Vol 28 No(1).
- Samer, Al-nawasieh, Ghazi Al-Sarhan and Almanasyeh, Nazeeh (2018). Assessment of Geomorphological Characteristics of Al-Ghafar Basin for Urban Expansion Purposes. *Dirasat Journal*, University of Jordan. Vol 11 No(1),87-111
- Schumm, S.A. (1956), *Evolution of drainage system and slope in adlands of Perth Amboy*, New Jersey, BullGeoSoc,Am, 67.
- Sethupathi Lakshmi, Vasantha mohan.and Mohan, (2011), Prioritization of mini watersheds based on Morphometric Analysis using Remote Sensing and GIS techniques in a draught prone Bargur – Mathur sub watersheds, Ponnaiyar River basin, India, *International Journal of Geomatics and Geosciences*, Vol 2, No 2.
- Smith. (1950), Standards for grading textures of Erosional topography, *Am. J. Sc.*, 248, 655- 668.
- Strahler AN. (1957), *Quantitative geomorphology of drainage basin and channel network*. In: VT Chow (ed), *Handbook of applied hydrology* McGraw Hill, New York, 436-476.
- Turab, Muhammad (1997). Geomorphological Evolution of Wadi Al-Qaseeb Basin in the Eastern Domain of Southern Sinai Peninsula, *Journal of the Egyptian Geographical Society*, No(30).