مجلــة

جامعة

الملك خالد

للعلوم الإنسانية

دورية علمية نصف سنوية ، محكمة

المجلد ٨، العدد ١

شوال١٤٤٢ هـ - يوينو ٢٠٢١م

مجلة جامعة الملك خالد

للعلوم الإنسانية

المجلد الثامن - العدد الأول ، شوال ١٤٤٢ هـ - يونيو ٢٠٢١

مجلة علمية، نصف سنوية، مُحكمة

المشـرف العام

أ.د. فالح بن رجاء الله السلمي

رئيس جامعة الملك خالد

نائب المشرف العام

د. حامد بن مجدوع القرني

وكيل الجامعة للدراسات العليا والبحث العلمي

رئيـس التحريـر

أ.د. عبدالعزيز إبراهيم يوسف فقيه

مديـــــر التحريـر

د. إسماعيل خليل الرفاعي

المراسلات:

توجه جميع المراسلات إلى رئيس هيئة التحرير على العنوان التالي:
مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية

الرمزالبريدي: ٦١٤١٣ صندوق البريد ٩١٠٠ ،المملكة العربية السعودية

تسلم كافة البحوث في مجال العلوم الإنسانية عن طريق موقع المجلات العلمية الإلكتروني : https://jouranls.kku.edu.sa

البريد الإلكتروني: humanities@kku.edu.sa

إخلاء مسؤوليــة

المواد العلمية المنشورة في المجلة تعبر عن آراء أصحابها ولا تنسب إلى الرعاة أو الناشر أو المحرر أو هيئة تحرير مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية

رقم إيداع ١٤٣٥/٣٠٧٦ بتاريخ ١٤٣٥/٣/١٢هـ
الرقم الدولي المعياري (ردمد) ٦٧٢٧-١٦٥٨

أعضاء هيئة التحرير

م	الاسم	الصفة
١	أ.د. عبد العزيز إبراهيم يوسف فقيه	رئيس التحرير
٢	أ.د. يحيي عبد الله الشريف	عضو هيئة التحرير
٣	أ.د. مربع بن سعد آل هباش	عضو هيئة التحرير
٤	أ.د. عوض بن عبد الله القرني	عضو هيئة التحرير
٥	أ.د. أحمد بن يحي آل فايع	عضو هيئة التحرير
٦	أ.د. عبد اللطيف بن إبراهيم الحديثي	عضو هيئة التحرير
٧	أ.د. حسين بن محمد آل عبيد	عضو هيئة التحرير
٨	د. سلطانة بنت محمد الشهراني	عضو هيئة التحرير
٩	د. إسماعيل خليل الرفاعي	عضو هيئة التحرير ومدير التحرير
١٠	أ. تركي بن علي آل حميد	سكرتير المجلة

أعضاء الهيئة الاستشارية

م	الاسم	الجهة
١	أ. د. إبراهيم الجبري	جامعة الملك فهد للبترول والمعادن
٢	أ. د. أحمد عبد العزيز الحليبي	جامعة الملك فيصل
٣	أ. د. أمين بلمكي	جامعة بكر بلقايد
٤	أ. د. حسام بن عبدالمحسن العنقري	جامعة الملك سعود
٥	أ. د. خوزيه راباسا	جامعة هارفارد
٦	أ. د. دوج آرنولد	جامعة إسيكس
٧	أ. د. سعد البازعي	جامعة الملك سعود
٨	د. محمد أمين مخيمر	جامعة بني سويف
٩	أ. د. صالح بن سعيد الزهراني	جامعة أم القرى
١٠	أ. د. صالح زياد الغامدي	جامعة الملك سعود
١١	أ. د. صالح معيض	جامعة الملك سعود
١٢	أ. د. فواز عبد الحق	جامعة اليرموك
١٣	أ. د. محمد عباس	جامعة الملك خالد
١٤	أ. د. محمد مرسي الحارثي	جامعة أم القرى
١٥	أ. د. منى بيكر	جامعة مانشستر
١٦	أ. د. جلن استكويل	جامعة ويسيدا اليابان

مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية

مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية دورية علمية متخصصة في العلوم الإنسانية، محكمة في آلية قبول البحوث القابلة للنشر بها، وتهدف إلى نشر الإنتاج العلمي للباحثين في تخصصات العلوم الإنسانية، وتعنى بالبحوث الأصيلة التي لم يسبق نشرها والتي تتسم بالمصداقية وإتباع المنهجية العلمية السليمة.

أهداف المجلة

١. الإسهام في إبراز دور الحضارة الإسلامية في إثراء العلوم الإنسانية.
٢. نشر البحوث العلمية المحكمة في مجال العلوم الإنسانية بفروعها المختلفة.
٣. الإضافة إلى مركوم المعرفة في الدراسات الإنسانية.
٤. إبراز جهود الباحثين في الدراسات والبحوث العلمية ذات الصلة بموضوعات الإنسانيات.

شروط النشر

١. يجب أن يتصف البحث بالأصالة والابتكار والجدة واتباع المنهجية العلمية الملائمة وصحة اللغة وسلامة الأسلوب.
٢. أن لا يكون قد سبق نشره أو قدم للنشر في مكان آخر.
٣. ألا يكون البحث جزءاً من كتاب منشور أو مستلاً من رسالة علمية.
٤. أن لا يزيد عدد صفحات البحث عن ٤٠ صفحة.
٥. تخضع جميع البحوث المقدمة للنشر في المجلة للتحكيم بعد اجتيازها مرحلة الجرد الداخلي.
٦. لا يجوز نشر البحث أو أجزاء منه في مكان آخر بعد إقرار نشره في مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية إلا بعد الحصول على إذن كتابي بذلك من رئيس التحرير.
٧. موافقة المؤلف على نقل حقوق النشر كافة إلى المجلة، وإذا رغبت المجلة في إعادة نشر البحث فإن عليها أن تحصل على موافقة مكتوبة من صاحبه.
٨. يمنح المؤلف نسخة واحدة من العدد المنشور فيه بحثه، وجميع أصول البحث التي تصل إلى المجلة لا تردّ سواء نشرت أم لم تنشر.

متطلبات النشر وتعليماته

١. تصنف المواد التي تقبلها المجلة للنشر وفق ما يأتي:

البحث أو الدراسة: من عمل المؤلف في مجال تخصصه، ويجب أن يكون أصيلاً، وأن يضيف جديداً للمعرفة.

المقالة: وتتناول العرض النقدي والتحليلي للبحوث والكتب ونحوها التي سبق نشرها في ميدان معين من ميادين الدراسات الإنسانية.

منبر الرأي: رسائل القراء إلى المحرر والردود والملحوظات التي ترد إلى المجلة.

٢. بالنسبة للبحوث والدراسات، تنشر المجلة البحوث الآتية فقط:

أولا: البحوث الميدانية (الامبريقية): يورد الباحث مقدمة يبين فيها طبيعة البحث ومبرراته ومدى الحاجة إليه، ثم يحدد مشكلة البحث، ثم يعرض طريقة البحث وأدواته، وكيفية تحليل بياناته، ثم يعرض نتائج البحث ومناقشتها والتوصيات المنبثقة عنها، وأخيراً يثبت قائمة المراجع.

ثانياً: البحوث النوعية التحليلية: يورد الباحث مقدمة يمهد فيها لمشكلة البحث وأسئلته مبيناً فيها أهميته وقيمته في الإضفاء إلى العلوم والمعارف وإغنائها بالجديد، ثم يقسم العرض بعد

ذلك إلى أقسام متسلسلة ومترابطة على درجة من الاستقلال فيما بينها، بحيث يعرض في كل منها فكرة مستقلة ضمن إطار الموضوع الكلي ترتبط بما سبقها وتمهد لما يليها، ثم يختم الموضوع بخلاصة شاملة وتوجيهات، وأخيرا يثبت قائمة بالمراجع.

٣. أن يحتوي البحث على: عنوان البحث باللغتين العربية والانجليزية وملخص باللغتين العربية والإنجليزية في صفحة واحدة بحدود (١٥٠) كلمة لكل ملخص، وأن يتضمن البحث كلمات دالة على التخصص الدقيق للبحث باللغتين وسيرة ذاتية مختصرة للباحث أو الباحثين.

٤. تقدم البحوث مطبوعة بخط (Simplified Arabic) حجم (١٤) للنصوص في المتن، ويكتب البحث على وجه واحد، مع ترك مسافة ١.٥ بين السطور.

٥. إن سياسة المجلة تستوجب (بقدر الإمكان) أن يتكون البحث من الأجزاء التالية (للبحوث الامبريقية - الميدانية): مقدمة الدراسة، مشكلة الدراسة، وأهدافها وأسئلتها/ أو فرضياتها، أهمية الدراسة، محددات الدراسة، التعريفات بالمصطلحات، إجراءات الدراسة، وتتضمن: المجتمع والعينة، أداة الدراسة، صدق وثبات الأداة، المنهج المتبع في الدراسة، ثم عرض النتائج، ومناقشتها، وأخيراً الاستنتاجات والتوصيات.

٦. يراعى في أسلوب توثيق المراجع داخل النص وفق نظام جمعية علم النفس الأمريكية (APA).

معلومات الاتصـال

ينبغي توجيه جميع المراسلات إلى رئيس تحرير مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية على العنوان التالي:

مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية
الرمز البريدي ٦١٤١٣
صندوق البريد ٩١٠٠
البريد الإلكتروني: humanities@kku.edu.sa
موقع المجلة الإلكتروني: https://jouranls.kku.edu.sa

مقدمة التحرير

يسر مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية نشر العدد الأول من المجلد الثامن وذلك حسب الترقيم الجديد والذي يحتوي على عدد من البحوث في مجالات اللغة العربية وآدابها والأعمال الإدارية والمالية والقانون وعلم الاجتماع، ففي مجال اللغة العربية وآدابها يتضمن هذا العدد خمسة بحوث حيث قدمت الباحثة د أسماء الموزان دراسة دلالية نحوية تناولت فيها موضوع نون النسوة ونون جمع الإناث في سورة الطلاق، وناقش د. عبدالله مسملي المسائل التي احتج فيها ابن هشام اللخمي في الرد على أبي بكر الزبيدي بما جاء في كتاب العين، والباحثة أمل كوشان قدمت دراسة تداولية ناقشت فيها الافتراض المسبق في كتاب عيون الأخبار لإبن قتيبة، وفي النقد الأدبي تناول د. أحمد المسعودي قضية الحكم النقدي في تقييم دراسة مناهج نقد النقد تطرق فيها إلى كتابي البطل والبناء الفني في الرواية السعودية. وفي مجال القانون قدم د. خلف البلوي دراسة حول أسباب وخصائص الاحتيال في التأمين والوقاية منه من منظور قانون التأمين السعودي، وفي مجال المحاسبة تناول د. محمد آل عباس موضوع الإبلاغ عن الأمور الرئيسة للمراجعة في تقرير المراجع المستقل للشركات السعودية، وفي مجال علم الاجتماع ناقشت د. منال القحطاني دور الجهود التطوعية في تعزيز شخصية المرأة السعودية، أما في مجال الجغرافيا فتناول الباحثان د. ميسون الزغول و د. نديم هاشم تقييم خطر الفيضانات في حوض وادي بيشة، وقدم أ. د. عوض القرني دراسة نقدية في بنية الخرجة في الموشح العربي الأندلسي. .

وللأهمية تنوه هيئة التحرير بأن المجلة أعادت ترقيم المجلدات بأعدادها لتتطابق مع شروط التصنيف المعياري الدولي للمجلات العلمية ولتكون ضمن محركات البحث المختصة بالبحث الأكاديمي، لذلك فإن هذا المجلد يحمل الرقم ٨ - العدد ١ بدلا عن الترقيم القديم (المجلد الثلاثون - العدد الأول)، وننوه أيضا بأن الترقيم الجديد ينطبق على المجلدات والأعداد السابقة والتي نقوم على إعادة ترقيمها حسب الترقيم الجديد، وستكون متاحة على موقع المجلة الإلكتروني مع نهاية عام ٢٠٢١، وننوه أيضا بأن المجلة تستقبل كافة المراسلات عن طريق موقع مجلات جامعة الملك خالد فقط والذي يتطلب التسجيل لرفع وتسليم البحوث.

الموقع : https://jouranls.kku.edu.sa

والله ولي التوفيق.

رئيس التحرير

أ. د. عبدالعزيز بن إبراهيم فقيه

المحتويات

مقدمة التحرير ١٠

الإبلاغ عن الأمور الرئيسة للمراجعة في تقرير المراجع المستقل: دليل من الشركات السعودية المدرجة باستخدام دراسة محتوى

د. محمد عبد الله محمد آل عباس ١٣

الاحتيال في التأمين: الأسباب، الخصائص والوقاية من منظور قانون التأمين السعودي

د.خلف بن محمد البلوي ٤٩

الحكم النقدي في تقييم دراسة "مناهج نقد الرواية السعودية" لكتابي "البطل في الرواية السعودية" و"البناء الفني في الرواية السعودية" دراسة في نقد النقد

د. أحمد موسى ناصر المسعودي ٧١

المسائل الّتي احتجّ فيها ابن هشام اللّخميّ في الرّدّ على أبي بكر الزُّبيديّ بما جاء في كتاب العين

د.عبدالله بن محمّد بن عيسى مسمليّ ٨٢

بنية الخرجة في الموشح العربي الأندلسي

أ.د/ عوض بن عبدالله القرني ١٢٩

تقييم وإدارة خطر الفيضانات في حوض وادي بيشة / المملكة العربية السعودية، اعتمادًا على طريقة الرتب المورفومترية والتقنيات الجيومكانية

د. ميسون بركات الزغول و د. نديم هاشم ١٧٩

دور الجهود التطوعية في تعزيز شخصية المرأة السعودية وفق رؤية المملكة ٢٠٣٠- دراسة مطبقة على النساء العاملات بالمجال التطوعي بمدينة الرياض

د منال مشبب القحطاني ٢١٩

الافتراض المسبق في كتاب (عيون الأخبار) لابن قتيبة (ت:٢٧٦هـ)
أمل أحمد كوشان ٢٥٣
بين نون النسوة ونون جمع الإناث في سورة الطلاق - دراسة نحوية دلالية
د. أسماء بنت علي الموزان ٢٧٣

مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية
المجلد ٨ العدد ١
٢٠٢١

King Khalid University Journal of Humanities, Volume 8, Issue 1, 2021
https://hj.kku.edu.sa

تقييم وإدارة خطر الفيضانات في حوض وادي بيشة / المملكة العربية السعودية، اعتمادًا على طريقة الرتب المورفومترية والتقنيات الجيومكانية.

د. ميسون بركات الزغول[١] و د. نديم هاشم[٢]

المستخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم وإدارة خطر الفيضانات والسيول المفاجئة في حوض وادي بيشة والذي يقع في الجنوب الغربي من المملكة العربية السعودية، حيث تعاني هذه المنطقة من خطر الفيضان والسيول من وقت إلى آخر. يضم هذا الحوض المائي عددًا كبيرًا من المجاري المائية والأودية والتي تنبع من الجبال والمنحدرات المحيطة بالمنطقة بارتفاعات شاهقة تصل الى ٢٩٦٩ متر فوق سطح البحر وتصب جميعها في وادي بيشة الذي يعدّ من أكبر الأودية في المملكة العربية السعودية، اعتمدت هذه الدراسة في تحديد خطورة الفيضان المفاجئ وعمل إدارة لهذه الخطورة على استخدام طريقة الرتب المورفومترية Morphometric Ranking Method وربط ذلك بالنواحي الجيمورفولوجية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS. وخلصت الدراسة الى أهمية تحديد الخصائص المورفومترية في تقييم قابلية الفيضان في الأحواض الفرعية للمنطقة المدروسة حيث ترتفع قيمة الرتب المورفومترية للحوض كلما اقترب هذا الحوض من درجة الخطر الفيضان. وقد انتهت الدراسة بمجموعة من التوصيات من أهمها ضرورة إنشاء محطات هيدرولوجية في منطقة الدراسة والتوسع في مشاريع الحصاد المائي وإدارة مناطق لتجميع المياه في مناطق الأكثر خطرًا للتعرض لخطر الفيضان وإصدار ترخيص لإنشاء الابار المرافقة للمباني السكنية في المناطق المعرضة للخطر.

الكلمات المفتاحية: خطر الفيضان، وادي بيشة، الرتب المورفومترية، نظم المعلومات الجغرافية.

(١) أستاذ مساعد /جامعة الملك خالد/ كلية العلوم الإنسانية / قسم الجغرافيا /السعودية
(٢) أستاذ مساعد/ برنامج الجغرافيا/ قسم العلوم الإنسانية بجامعة قطر/ قطر

مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية
المجلد ٨ العدد ١
٢٠٢١

King Khalid University Journal of Humanities, Volume 8, Issue 1, 2021
https://hj.kku.edu.sa

Assessment and Management of Hazardous Flash Floods in Wadi Bisha Basin/ Kingdom of Saudi Arabia (KSA), Using Morphometric Ranking Method and Geospatial techniques.

Dr.Maysoon Alzghoul(1) **& Dr. Nadeem Hashem**(2)

Abstract

This study aims primarily to assess and manage the hazardous flash floods in Wadi Bisha basin, which is one of the largest wadis in the Kingdom of Saudi Arabia (KSA). The Wadi is located in the southwestern region of the Kingdom, a region which often suffers from irregular flooding that poses a threat to urban settlements and infrastructure. The findings of this study may contribute to the effort of disaster management and flood-risk reduction in Wadi Bisha basin and similar highly susceptible areas. In addition, it was found that more attention should be paid to the protection of the infrastructure and built-up areas in the basin by establishing hydrological stations, expanding water harvesting projects, managing water gathered in areas most exposed to the risk of flooding, as well as allowing the construction of water wells near residential buildings that are situated in vulnerable areas.

Keywords: Flood hazard, Wadi Bisha, Morphometric Ranking Method, geographic information systems.

(1) Assistant Professor / King Khalid University / College of Social Sciences / Department of Geography

(2) Assistant Professor/ Geography Program/ Department of Humanities/ Qatar University

مقدمة الدراسة:

تواجه المناطق الجافة وشبة الجافة Arid and Semi-Arid تحديات بيئة عديدة من أهمها إمكانية تعرضها للفيضانات المفاجئة Flash Floods التي تعدّ من أشد وأخطر الكوارث الطبيعة دمارًا على مستوى العالم. تحدث الفيضانات غالبًا بسبب سقوط الأمطار الغزيرة، خلال فترة قصيرة من الزمن محدثة بذلك العواصف المطرية Rainstorms التي تعدّ من سمات الأمطار في مثل هذه البيئات الجافة وشبة الجافة. تؤثر هذه الأنماط من التساقط المطري على طبيعة الجريان السطحي المتشكل في قوته وشدته بشكل يفوق قدرة التربة على امتصاص جزء كبيرة من هذه المياه، مسببة بذلك حدوث الفيضان المفاجئ الذي يؤثر على البنى التحتية للمناطق العمرانية ويزيد من انجراف التربة ويقلل من خصوبتها (Maslamani ,et al.,2017,p.1). وتعدّ الأحواض المائية في البيئات الجافة وشبة الجافة من أهم وأكثر البيئات الجغرافية المستهدفة بالدراسات الهيدرومورفومترية لما لها من أهمية اقتصادية في مجال تنمية وتحسين استغلال الموارد المائية (الزيود،٢٠١٧، ص٢). وتُعتبر عملية تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية ضرورية لفهم المتغيرات الطبيعية ولإعطاء دلائل ومؤشرات قياسية وكميّة هامّة عن هذه الأحواض ، مما يُسهم في اتخاذ التدابير والإجراءات اللازمة لإدارة مخاطر الفيضان فيها Flood Risk Management (Mance,et al.,2002,p342). غالباً ما تساهم التدخلات البشرية في تدهور المعطيات الطبيعية للحوض المائي، بما فيها الخصائص المورفومترية للحوض، والتي قد تؤدي الى زيادة التدفق المائي للفيضانات من خلال تأثيرها في نظام التصريف المائي Drainage System (Woube,1999). تتميز برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بفعاليتها في دراسة وتحليل بيئة الاحواض المائية وذلك عن طريق تحديد مسارات وخصائص الاحواض المائية الشبكية والتضاريسية وغيرها من الخصائص الهامة بطرق رقمية، ومن ثم ربط البيانات الوصفية بالبيانات المكانية للحوض المائي قيد الدراسة (عبيد وآخرون ،٢٠١٩). ولقد وظّفت هذه الدراسة نظم المعلومات الجغرافية في تحليل العلاقات بين المتغيرات القياسية المورفومترية لفهم آليات توليد الفيضان ومن ثم الوصول الى التقييم المكاني لأخطار الفيضانات التي تتعرض لها روافد حوض وادي بيشة. هذا وتساهم نظم المعلومات الجغرافية بشكل فعّال في العديد من الدول في دعم اتخاذ القرار لدى صانعي القرار وزيادة كفاءة قدرتهم على مواجهة الاخطار البيئية وتحليل الخسائر المحتملة وإقامة محطات الإنذار المبكر والمنشآت المقاومة لهذه الكوارث (Abdalla, et al., 2014).

١. مشكلة الدراسة:

تتعرض منطقة الدراسة إلى سيول وفيضانات مفاجئة من سنة إلى أخرى، ومن الأمثلة القريبة هي تلك الفيضانات التي تعرضت لها منطقة الدراسة في ٢٠١٣/٥/١ و ٢٠١٥/١٠/٢٨ و ٢٠١٦/٤/١٥ و ٢٠١٧/١٠/١١، وقد نجم عن تلك الفيضانات الكثير من الخسائر المادية والمعنوية، فضلًا عن مشاكل بيئية تتمثّل بتدهور وانجراف التربة وتقليل خصوبتها. وبذلك تبرز مشكلة البحث في دراسة طرق إدارة وتقييم قابلية حدوث الفيضان في الأقاليم الجافة من الناحية الهيدرومورفومترية - حالة حوض وادي بيشة بجنوب المملكة العربية السعودية، وتحديد أبعادها باستخدام نماذج هيدرولوجية وكذلك بالاستعانة ببرمجيات نظم المعلومات الجغرافية.

٢. أهمية ومبررات الدراسة:

تنبع أهمية الدراسة من النقاط التالية:

١- محدودية وقلة الدراسات التي حاولت تناول موضوع الفيضان وخطورته في المناطق الجافة وشبة الجافة، وعلى وجه التحديد في منطقة الدراسة، على الرغم من أهمية هذا الموضوع في المجالات البيئية والزراعية ومشاريع الري وكذلك في مشاريع صيانة والحفاظ على التربة.

٢- محاولة الدراسة الوقوف على مخاطر الفيضان وتحديد قابلية تعرض لكل حوض فرعي في منطقة الدراسة لهذا الخطر وفق هذه الدرجات: شديد الخطورة، متوسط الخطورة، منخفض الخطورة.

٣- تساهم هذه الدراسة في مفهوم التخطيط الأمثل لاستخدامات الأرضي في كل حوض فرعي في منطقة الدراسة وذلك من خلال تزويد وإثراء مصادر البيانات بالمعلومات الهيدرومورفومترية لحوض وادي بيشة.

٤- اعتماد الدراسة على أسلوب تحليل الخصائص المورفومترية والتي تعتبر من النواحي الطبيعية الهامة لتحديد قابلية الحوض للتعرض للفيضان عقب العاصفة المطرية.

٥- تدعم هذه الدراسة صانعي القرار من أجل وضع خطة لمواجهة خطر الفيضان في منطقة الدراسة من خلال تحليل أنماط استعمالات الأرض لمنطقة الدراسة وذلك بالاعتماد على المرئيات الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية.

٣. أهداف الدراسة:

تتمحور أهداف الدراسة فيما يأتي:

١. دراسة الخصائص الهيدرومورفومترية لحوض وادي بيشة.

٢. الربط بين الخصائص الطبيعية للحوض ومدى قابلية حدوث الفيضانات والسيول المفاجئة في حوض وادي بيشة.

٣. إعداد خرائط رقمية لمستويات خطورة السيول والفيضانات للأجزاء المكوّنة للحوض وربطها بطبيعة وأنماط استعمالات الأرض وصولًا إلى اقتراح طرق للتخفيف من آثار الفيضان المفاجئ.

٤. الدراسات السابقة:

ركزت دراسة البحثي (٢٠١٨) على تحليل الخصائص الجيمورفولوجية للأودية الداخلة لمدينة حفر الباطن في المملكة العربية السعودية بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية. قامت الدراسة باستخلاص الخصائص التضاريسية والخصائص المورفومترية وذلك باستخدام تطبيق نموذج SCS Dimensionless Unit Hydrograph لحساب تدفق الذروة لكل وادي. ولقد أظهرت نتائج تطبيق هذا النموذج أن سيول الأودية المدروسة تتدفق خلال فترات متباينة، كما ساعدت مخرجات التحليل المكاني لبرنامج ArcGIS في استخلاص ١٢ متغير مورفومتري، ١١ منها كانت متغيرات تضاريسية ساعدت في تصنيف أحواض الروافد وفق كل متغير من المتغيرات.

في حين عالجت دراسة أبو سليم (٢٠٠٩) المعطيات الطبيعية المحددة لظاهرة الفيضانات النهرية في وادي الجردان في المملكة الأردنية الهاشمية من خلال تحليل الخصائص الطبيعية للحوض ودورها الجيمورفولوجي في زيادة حدة وقوة الفيضانات النهرية. وقامت هذه الدراسة بإعداد خرائط تظهر التوزيع الجغرافي للمناطق التي تتعرض للخطر وتوصلت الدراسة إلى وجود علاقة إيجابية بين معدل تركز المطر والتصريف المائي للفيضانات التي تتشكل في الوادي. وبيّنت الدراسة مدى زيادة اِحتمالية تكرار حدوث الفيضانات في الروافد الفرعية للوادي وفق تزايد رتبتها وذلك نتيجة للزيادة الحاصلة في كمية التصريف المائي التي تراوحت معدلاتها ما بين ٠.١٧م ٣/ث للرتبة الأولى و٠.٨٥م ٣/ث للرتبة الخامسة مجرى النهر الرئيسي.

واهتمت دراسة Youssef et al. (2009) بتقييم المخاطر الطبيعية في منطقة البحر بين سفاجا وقصير في جمهورية مصر العربية وذلك بالاعتماد على قاعده بيانات لمنطقة الدراسة وعلى نظم المعلومات الجغرافية. ولقد

تمكنت الدراسة من إنشاء خرائط تفصيلية لأماكن الأخطار المحتملة، بما فيها أماكن حدوث الفيضانات وغيرها من خرائط الكوارث البيئية. وأوصى الباحثون بضرورة استعانة صانع القرار بهذه الخرائط لأنها تفيد في اتخاذ التدابير اللازمة في حالة حدوث مثل هذه الأخطار في المنطقة المدروسة.

وركزت دراسة الزهراني (٢٠٠٧) على دراسة مخاطر السيول على سلامة الحجاج بمشعر منى في مكة المكرمة. وأكَّدت الدراسة على أنّ ضيق مساحة وادي منى قد ساعد في سرعة وصول الجريان السطحي من أطراف الحوض إلى منطقة المصب بسرعة شديدة مما يؤدي الى غرق سريع للشوارع ومربعات إسكان الحجيج.

وفسرت Al-husban.(2019) طبيعة اشكال الأرض وعلاقتها بحدوث الفيضان وذلك من خلال تصنيف الأشكال الأرضية في حوض وادي الموجب في المملكة الأردنية الهاشمية باعتباره من أهمّ الأودية الخانقية المنتهية لمنطقة الصدع الأردني. ونجحت الدراسة في استنتاج وجود علاقة قوية بين طبيعة الاشكال الأرضية وبين خطر الفيضان وإلى أن ما يصل الى ٣٧% من مساحة منطقة الدراسة معرضة لخطر الفيضان الشديد.

وقدمت دراسة الطيرقي (٢٠٠٣) برنامج مقترح لتوعيه المواطنين من مخاطر السيول - دراسة حالة وادي الليث بمنطقة مكة المكرمة. وقد اعتمدت هذه الدراسة على فهم العلاقة بين كوارث السيول واستخدامات الأرض في مجرى وادي الليث، ومن ثم اقتراح برنامج توعوي لتنبيه المواطنين بمخاطر السيول.

كما أكد تقرير IPCC (2009) على ضرورة التصدي للأخطار الطبيعية ووضع برامج لإدارتها، ومن ضمن هذه الأخطار الطبيعية خطر الفيضانات المفاجئة Flush Floods والتي تعدّ واحده من أهم الاخطار والأكثرها تكرارًا في الأقاليم الجافة وشبة الجافة. وأكد التقرير على ضرورة فهم العمليات الهيدرولوجية للمياه السطحية والجوفية نظراً لما يُحدثه الفيضان من تدمير للبنية التحتية والممتلكات العامة وتهديده للحياة في المناطق الحضرية المحيطة بمنطقة حدوث الفيضان.

ولخصت دراسة الصبابحة (٢٠١٩) أهمية طريقة الرتب المورفومترية ونظم المعلومات الجغرافية في تقييم خطر الفيضانات وذلك في حالة الحوض المائي لوادي موسى بجنوب المملكة الأردنية الهاشمية. واستطاعت الدراسة إنتاج خرائط للمناطق المعرضة لخطر الفيضان في الأحواض المائية التابعة لمنطقة الدراسة.

كما ركزت مجموعة من الدراسات على تأثير طبوغرافية الأرض والخصائص الهيدرومورفومترية على سرعة حدوث الفيضان كدراسات El-Shamy (1992), Farhan (1989), Patton (1988). وجاءت دراسة Al-Saud (2010) لتؤكّد

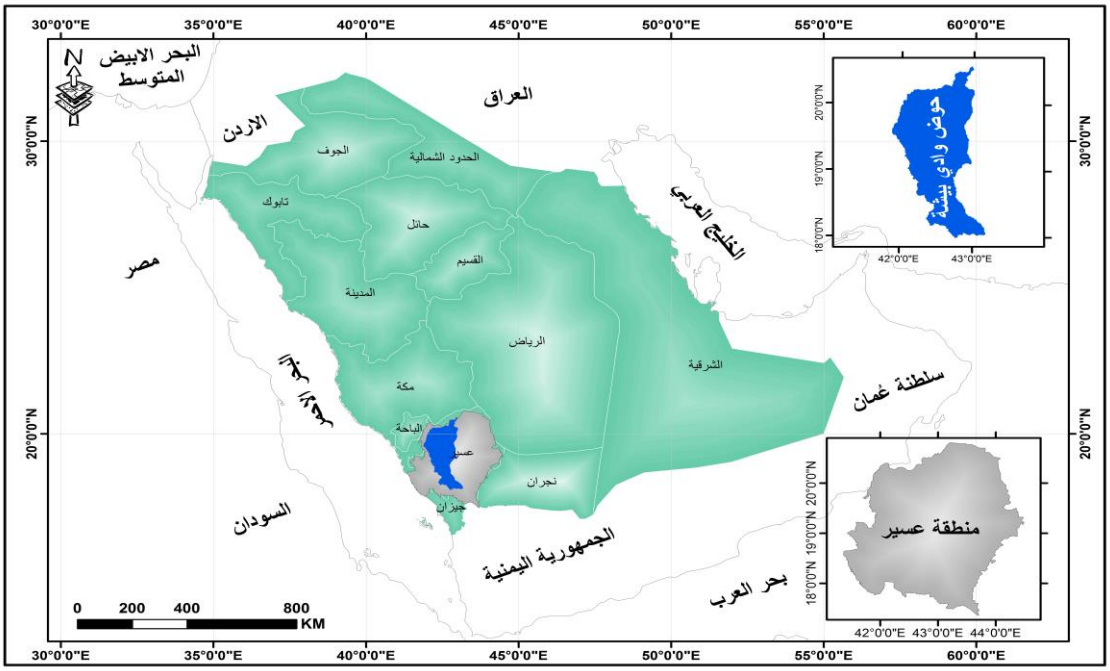
على دور وأهمية الصور والمرئيات الفضائية عالية الدقة في تحديد آثار وأضرار الفيضانات، مثل صور القمر الصناعي IKONOS، في تحديد تأثير كارثة السيول والفيضانات في مدينة جدة لعام ٢٠٠٩. في حين اهتمت دراسة Sullivan et al., (2004) بدراسة أثر التغيّر في استعمالات الأرض واتجاهات التساقط المطري في حوض كامبل - شمال غرب بريطانيا. وتوصلت هذه الدراسة إلى عدم وجود عامل واحد مسؤول عن زيادة حدة وقوة الفيضان في منطقة الدراسة بل عدة عوامل مثل طبيعة الأنشطة البشرية والتغيرات المناخية والتوسع العمراني والنشاط الرعوي. وتعمل هذه العوامل مجتمعة على تدهور وتصلب التربة ممّا يسبب انخفاض خصوبتها ويُضعف من قدرتها على التسرب Infiltration بشكل يساهم في زيادة قوة وسرعة الجريان السطحي والذي يُعتبر المسبب الرئيسي لحدوث الفيضان عقب العاصفة المطرية.

إنّ ما **يميز هذه الدراسة عن الدراسات السابقة** أنها تناولت حوض وادي بيشة والذي يتسم بمحدودية الموارد المائية وذلك لوقوعه ضمن النطاق الجاف إلى شبة الجاف نتيجة انخفاض معدلات الأمطار وتذبذبها زمانيًا ومكانيًا في ظل ظروف التغيرات المناخية. ولقد اتبعت الدراسة طريقة تحليل الخصائص المورفومترية، كأحد المعطيات الطبيعية، وذلك لمعرفة أثرها في تنشيط حدوث الفيضان المفاجئ عقب سقوط الأمطار. بالإضافة الى ذلك، هناك نقص في البيانات المناخية لمنطقة الدراسة فجاءت هذه الدراسة من باب التغلّب على هذه الثغرة وذلك بالاستفادة من تقنيات نظم المعلومات الجغرافية لإنتاج النماذج الرقمية الخاصة بالشبكة المائية وتحليلها واستخراج الأحواض الفرعية وحساب القرائن والمعادلات المورفومترية بناءً على الدقة المتبعة في استخراج الشبكة المائية وباقي خصائص الحوض الطبيعية. كما تمكنت الدراسة من وضع خريطة رقمية لتحديد قابلية الفيضان في الأحواض الفرعية وربطها بخارطة استعمالات الأرض للحوض المائي مما يساهم في دعم إدارة الحوض وتحسين فرص الاستغلال الأمثل لأنماط استعمالات الأرض لمنطقة الدراسة.

٥. منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي بيشة في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية - عسير، بإجمالي مساحة تبلغ ١٩٧٢٨ كم^2، مشكلاً بذلك ما نسبته ٢٦% من أراضي منطقة عسير. يحدّ حوض وادي بيشة من الغرب وادي حلي، ومن الشرق وادي تثليث، ومن الجنوب أودية بيش وعتود، ومن الشمال وادي رينة. وتنحصر - فلكيًا - منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ´5°17 و ´3°21 شمالاً، وخطي طول ´5°41 و´9°43 شرقاً. يجري وادي بيشة على شكل شريط ممتد من الأجزاء الجنوبية الغربية، والتي تشكل منابع الوادي باتجاه الأجزاء الشمالية من الإمارة، حتى مصبه في وادي رينة.

يضم هذا الحوض خمسة أحواض فرعية ثانوية مقسمة على النحو الآتي: وادي بيشة الذي يحتل ما مساحته ١١٢٤٠.١ كم^2 من مساحة منطقة الدراسة، وادي هرجاب بمساحة تبلغ ٢٩٥٩.٢ كم^2، واحتل وادي خرص ما مساحته ٢٢٩٦.٢ كم^2، وشكل وادي نكب بمساحة تبلغ ١٩٣٣.٨ كم^2، ووادي ترج بمساحة ١٣٠٠.٤ كم^2 من مساحة منطقة الدراسة. يبين الشكل رقم (١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للمملكة العربية السعودية ولمنطقة عسير.

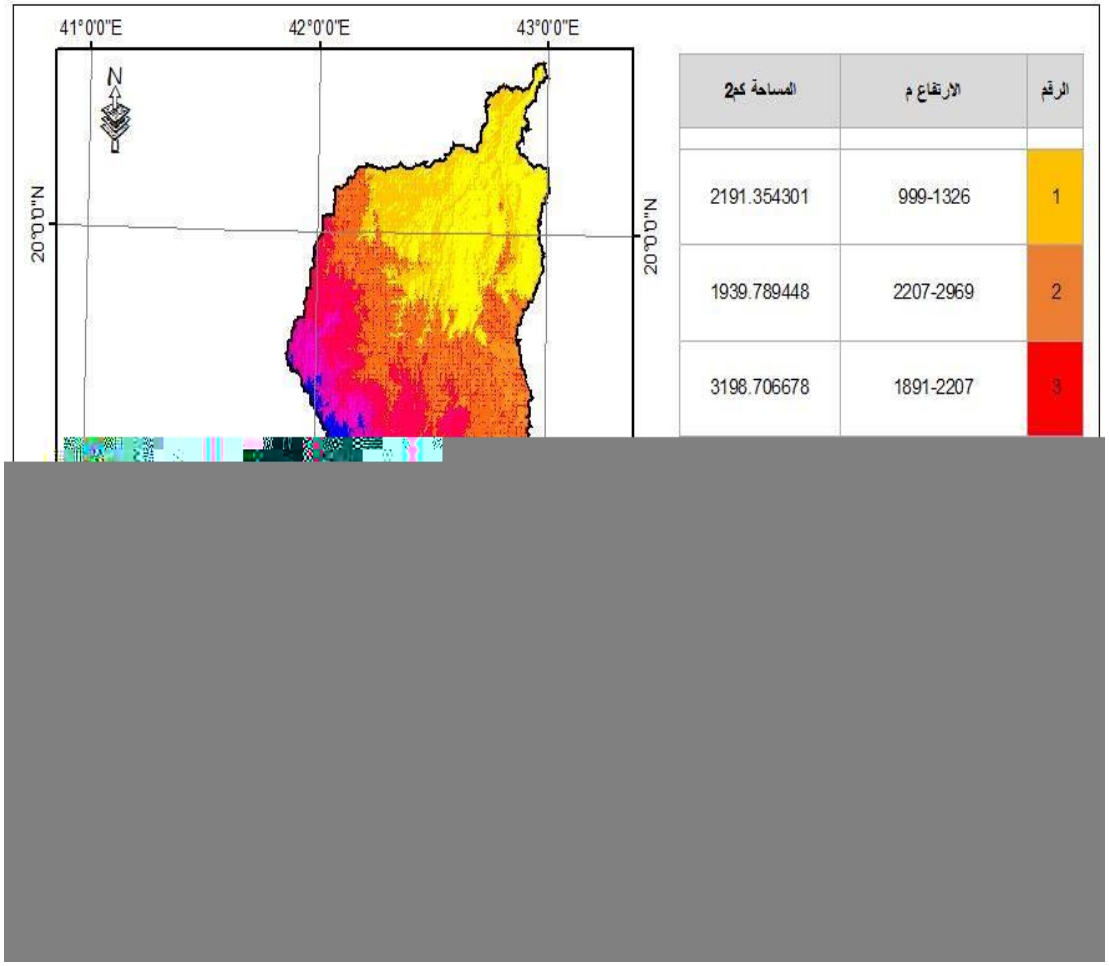


الشكل رقم (١) منطقة الدراسة.

المصدر: عمل الباحثين اعتمادا على نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 10.4.

يتميز حوض وادي بيشة بوقوعه ضمن أعلى نطاق المناطق ارتفاعًا في المملكة العربية السعودية- منطقة عسير، حيث يبلغ أقصى ارتفاع في الحوض ٢٩٦٩ م وذلك في المنطقة الغربية من الحوض حيث القمم الجبلية الشاهقة التي تعبر أو تتركز بعض أجزائها ضمن نطاق الحوض مثل جبل السودة وجبل السعدي وجبل تهلل.

ويلاحظ أن الجبال تبدأ بالارتفاع والوعورة إلى الشمال من عقبة شعار حيث تظهر القمم المتباعدة أمثال جبل منعة على شكل هضبة مكون من كتل جرانيتية والبالغ ارتفاعه ٢٩٥٠م فوق سطح البحر (سالم، ٢٠٠٦م.ص١٠٧-١٠٩)، ثم تبدأ الارتفاعات بالانخفاض التدريجي نحو الشمال الشرقي لتصل إلى ٩٩٩م فوق سطح البحر، الممثل لمنطقة مصب الحوض كما هو موضح في الشكل رقم (٢).



الشكل (٢) خريطة الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة باعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

المصدر: عمل الباحثين اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بقدرة تميزية ٣٠*٣٠.

وقد أدى تباين واختلاف المناسيب الطبوغرافية لسطح الحوض المائي في التأثير على الخصائص المناخية في منطقة الدراسة، حيث اتسمت درجات الحرارة بالاعتدال صيفًا في المناطق التي يزيد ارتفاعها عن ٢٠٠٠م فوق سطح البحر، وانخفضت في فصل الشتاء لتصل الى ١٣.٩درجة مئوية، في حين ترتفع درجات الحرارة في فصل الصيف في المناطق ذات الارتفاعات المتدنية لتصل الى ٣٠.٧ درجة مئوية صيفًا.

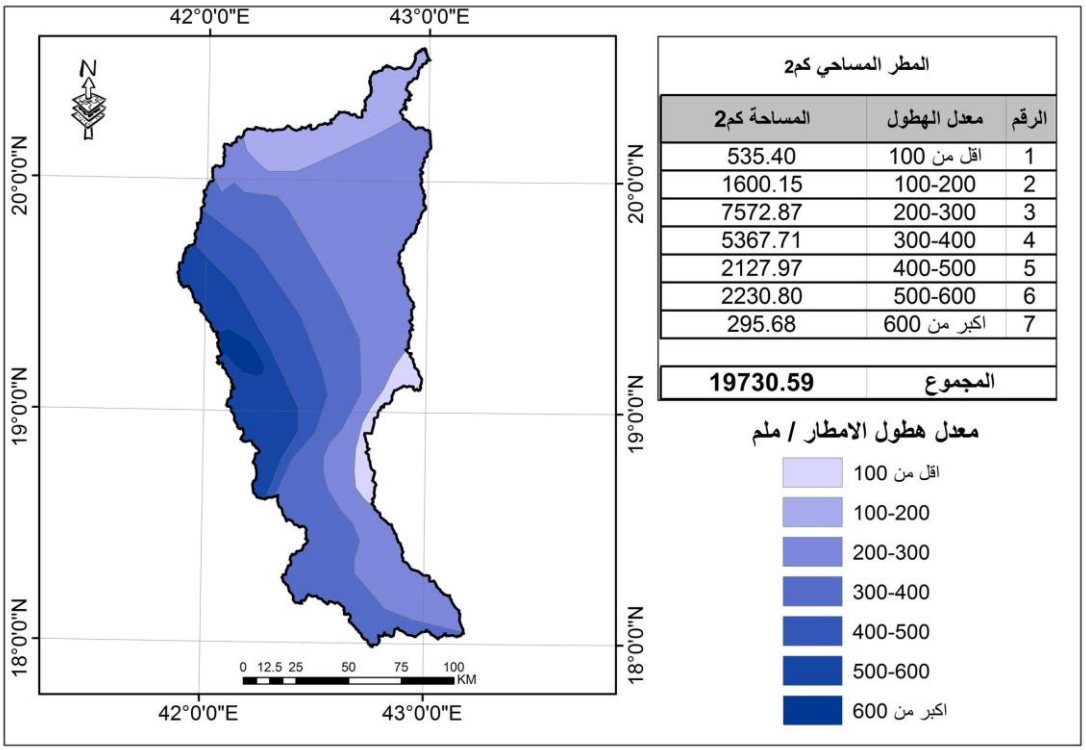
ويبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في بيشة ٢٤.٩ درجة مئوية. أما معدل درجة الحرارة لشهر يناير (الأشد برودة) فيبلغ ١٣.٩ درجة مئوية، في حين يبلغ هذا المعدل ٣٠.٧ درجة مئوية في شهر أغسطس الأشد حرارة (الكومى، ٢٠١٥م.ص:١٤). وتختلف التساقطات المطرية في منطقة الدراسة، إذ تزداد معدلات التساقط خلال فصل الصيف لعدة أسباب من أهمها اصطدام الرياح الجنوبية الغربية الرطبة القادمة من قارة أفريقيا بمرتفعات عسير، ممّا ينتج عنه سقوط الأمطار التضاريسية صيفًا (السقا،٢٠١٥م ص:١٤٨). ويشتد تأثير منخفض السودان على المنطقة المصاحب للظروف السابقة إذ تساعد هذه الظروف على ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الضغط الجوي البالغ ١٠٠٨ ملليبار، مؤثرة بذلك على تشكيل السحب التي تؤدي لحدوث العواصف الرعدية وسقوط الامطار، وتحديدًا على المرتفعات الجبلية في منطقة الدراسة (الكومى، ٢٠١٥م. ص:١٤).

هذا وتلعب الرياح دورًا كبيرًا في معدلات تساقط الأمطار، حيث تهب على منطقة عسير، بما فيها منطقة الدراسة، الرياح الموسمية الجنوبية والرياح الجنوبية الغربية في معظم شهور السنة مما يؤدي إلى سقوط كميات كبيرة من الأمطار في فصل الربيع وأوائل الصيف. كما تهب على المنطقة خلال فصل الشتاء الرياح الشرقية والشمالية الشرقية، خاصة على المناطق الشمالية والشرقية لعسير. يصل معدل سرعة الرياح في المنطقة الى ١٥.١ كم /ساعة، ويصل أعلاها في شهر يوليو ١٩.٩ كم/ ساعة وأدناها في يناير ١٠.١ كم/ساعة.

ويلاحظ من خلال تحليل الشكل (٣) تأثير عامل التباين المكاني لمعدلات سقوط الامطار في مختلف انحاء الحوض المائي، حيث يلاحظ ازدياد كمية المطر باتجاه الغرب من منطقة الدراسة، ويعود ذلك كما ذكرت الدراسة سابقًا تأثير عامل الارتفاع ولاتجاه الرياح الغربية الرطبة، حيث تهيئ هذه الظروف الفرصة لسيادة حالة عدم الاستقرار الجوي التي تؤثر على غزارة الامطار العائد الى اصطدام الرياح بالسلاسل الجبلية وصعودها للأعلى، الأمر الذي يسبب انخفاض درجة الحرارة مع الارتفاع مما يؤدي لحدوث التكاثف وسقوط الامطار المؤدية للسيول الجارفة.

يبلغ المعدل السنوي لتساقط الامطار ١٠٠-٦٠٠ملم. يتركز تساقط الأمطار في المناطق الغربية من منطقة الدراسة

بمعدل يتجاوز ٦٠٠ ملم ضمن مساحته تبلغ ٢٥٩كم²، وتسود معدلات الأمطار من ٥٠٠-٦٠٠ملم على مساحة بلغت ٢٢٣٠.٨٠كم². تبدأ هذه المعدلات بالانخفاض التدريجي باتجاه المناطق ذات الارتفاعات المتدنية حيث تبلغ معدلات الامطار ١٠٠-٢٠٠ملم على مساحة ١٦٠٠.١٥كم² وأقل من ١٠٠ملم على مساحة ٥٣٥.٤٠كم² متركزة باتجاه بيئة المصب والأطراف الشرقية من الحوض التي تصنف بانها الأقل ارتفاعًا في منطقة الدراسة.

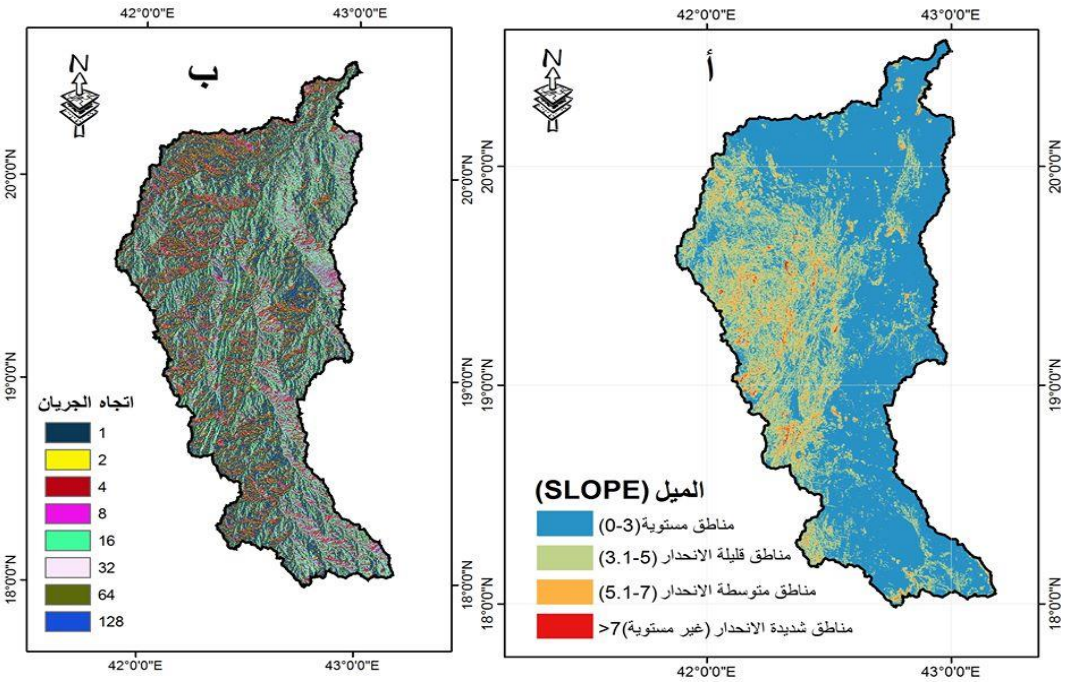


الشكل (٣) معدل هطول الامطار/ ملم.

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات هيئة الأرصاد الجوية السعودية (٢٠١٧).

ومما سبق نلحظ أنّ أمطار المناطق الجافة وشبة الجافة سريعة وفجائية؛ الأمر الذي يزيد من احتمالية خروج المياه عن مجراها وزيادة معدلات الجريان المائي مؤثرًا بذلك على سرعة احتمال تشكل الفيضانات المفاجئة، ولاسيّما في المناطق التي تزداد فيها درجات الانحدار. ولقد تراوحت درجة الانحدار في المنطقة ما بين (٠-١٠) درجات كما هو موضح

في الشكل (٤-أ). تتركز درجات الانحدار من (٠) الى (٣) في المناطق المستوية البعيدة عن السلاسل الجبلية بالقرب من بيئات المصب، في حين تمثل الدرجات من (٣.١) الى (٥) المناطق قليله الانحدار تليها المناطق متوسطة الانحدار ضمن الدرجات (٥.١-٧). أما المناطق شديدة الانحدار بأكثر من (٧) درجات فتظهر في السلاسل الجبلية الوعرة إذ تنحدر منطقة الدراسة بصفة عامة باتجاه الشمال الشرقي كما هو موضح في الشكل رقم(٤-ب). هذا وتتميز منطقة الدراسة بوجود انحدارات شديدة بسبب الارتفاعات الشاهقة في المناطق الغربية والجنوبية الغربية التي تشكل حواف جبال السروات، بالإضافة إلى تقاطع سطح هذه الجهات من الحوض بعدد من الاودية والروافد ممّا يجعل اتجاه الجريان في حوض وادي بيشة موازي لاتجاه الميل كما هو موضح في الشكل (٤-أ+ب).



الشكل (٤-أ) درجات الانحدار في منطقة الدراسة. **(٤-ب) اتجاه الجريان في منطقة الدراسة.**

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM.

يتبع إقليم عسير جيولوجيًا بما فيه منطقة الدراسة الى إقليم الدرع العربي، إذ تتبع معظم صخوره حقبة أبد

الحياة الخافية المتأخر، والقليل منها تابع لحقبة أبد الحياة الظاهرة (لعبون،٢٠١٩، ص٤٧). ويحوي إقليم عسير مجموعتين من الصخور حيث تكونتا في بيئة اقواس جزر محيطية، إذ تتبع المجموعة الأولى الأقدم مجموعات صخر بيش والباحة وجدة، التي يغلب على أحزمتها الامتداد في الاتجاه شمال - جنوب، وتشمل أساسًا على صخر إنديزايت الرسوبي وصخر البازلت إذ يعود عمر هذه المجموعات الى حوالي ٩٥٠-٨٠٠ مليون سنة (لعبون،٢٠١٩، ص٣٧).

وتتميز منطقة عسير بتباين صخورها الرسوبية والمتحولة والنارية، ما بين جوفية وسطحية، إذ تنتشر الطفوح البازلتية مكونه ما يعرف بالحرات والعائد الى الزمنيين الثلاثي والرباعي نتيجة التدفقات البركانية التي صاحبت انكسار أخدود البحر الأحمر حيث تتراوح أعمارها من ٣٠-٥٠ مليون سنة. وتعتبر حرات منطقة عسير من أقدم الحرات البالغة مساحتها ٧٠٠كم^{٢}، حيث تظهر الصخور البركانية فوق قمم الجبال في الطريق من سراة عبيدة إلى ظهران الجنوب (لعبون، ٢٠١٩، ص٤٤).

ومن أبرز مظاهر الحرات الأجزاء الغربية من الدرع، حيث يكون السطح مستوي عامة، ويتكون من الكتل الناتجة عن التصدع الشديد بحيث تغطي الصخور الرسوبية من حقب الباليوزي ورسوبيات الأودية والدرع العربي بصورة جزئية، حيث مرّ الدرع بتاريخ تركيبي معقد شديد الطي والتصدع. وتعدّ صخور الدرع في معظمها صخور غير نافذة للماء، الأمر الذي يقلل احتمالية وجود المياه الجوفية ويزيد من فرصة الجريان السطحي للمياه (الوليعي،١٩٩٧، ص٣٠).

٦. استعمالات الأرض والغطاء الأرضي في منطقة الدراسة:

قامت الدراسة بتحليل استعمال الأرض وأنماط الغطاء الأرضي باعتبارها أحد الأساسيات المهمة التي تساهم في فهم العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة بشكل مباشر على مقدار وكمية الجريان السطحي. فمن المعروف أنه تزداد كمية المياه المتسربة كل ما زادت كثافة الغطاء النباتي؛ الأمر الذي يضعف القدرة على توليد جريان سطحي عالي وبالتالي على فرصه واحتماليه تشكل الفيضان. بالإضافة الى ذلك، يؤثر انتشار المناطق السكنية على زيادة مساحة المناطق قليله النفاذية (المصمتة) مثل المراكز الحضرية والطرق الإسفلتية، مما يخلق بيئة ملائمة لزيادة فرص حدوث الفيضان بسبب ارتفاع قيم الجريان السطحي.

لذلك، اعتمدت الدراسة على فهم وتفسير أثر هذا العامل من خلال تصنيف استعمالات الأرض، بالاعتماد على المرئيات الفضائية، كما تبين في منهجية الدراسة. وقد بينت نتائج التحليل للمرئية الفضائية اعتمادا على برمجية ENVI 4.6 وجود خمس أصناف لاستعمالات الأرض وأنماط الغطاء الأرضي السائدة في منطقة الدراسة ووجود تباين مكاني فيها. أظهر التحليل الكمّي أن مساحة الأراضي الزراعية قد بلغت ١٤٩٠كم^{٢}، مشكلة بذلك ما نسبته ٧.٥٥%

ومساحة المناطق المبنية ٥٨٢كم² بنسبة ٢.٩٥% ومساحة التربة الجرداء ٣٥٩٠كم² بنسبة ١٨.٢% ومساحة الأراضي غير المستغلة ٣٦٣٩كم² بنسبة ١٨.٥% من منطقة الدراسة. أما بالنسبة للمناطق المغطاة بالصخور، فقد شكلت أعلى مساحة اشغال بلغت ١٠٤٢٥كم² أي بما نسبته ٥٢.٨٥% من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة. تدل أنماط استغلال أراضي الواردة أعلاه أن منطقة الدراسة معرضة بقوة لخطر حدوث الجريان السطحي بسبب انخفاض مساحة الأراضي الزراعية وارتفاع مساحة المناطق الجرداء المعراة، مما يجعل فرصة تشكل الجريان السطحي كبيرة بشكل يفوق معدلات التسرب مما سيؤثر على سرعة وقوة تشكل الفيضان. هذا وسيتم مناقشه طبيعة استعمال الأراضي وأنماط الغطاء النباتي في كل حوض فرعي على حدى لاحقا في هذه الدراسة.

٧. منهجية الدراسة:

١.٨: البيانات المستخدمة في الدراسة:

١- بيانات مناخية خلال فترات زمنية مختلفة لمجموعة من المحطات المطرية والمناخية في المنطقة وذلك عن طريق هيئة الأرصاد الجوية السعودية (٢٠١٧)، بيانات مناخية منشورة وغير منشورة، عسير، المملكة العربية السعودية.

٢- الخريطة الجيولوجية الورقية مقياس (١:٢٥٠٠٠٠)، المأخوذة من Geological Map , Scale 1:250000 Ministry of Petroleum and Mineral Resources ,Saudi Arabia.1971.

٣- نموذج الارتفاع الرقمي: بقدرة تميزية 30 متر Digital Elevation Model (DEM) والذي استند الى خرائط الأساس الطبوغرافية الخطية ١:٥٠٠٠٠، وتغطي معظم أراضي المملكة العربية السعودية ضمن نظام المرجع الجغرافي العالمي (World Geographic Reference System Geo Ref) والمرجع الجيوديسي هو المرجع الافقي (WGS 84) والمرجع الراسي هو متوسط منسوب سطح البحر في ميناء جدة الاسلامي /الهيئة العامة للمساحة / السعودية.

٤- المرئية الفضائية التابعة للقمر الأوروبي sentinel 2) الملتقطة بتاريخ ١٨-٦-٢٠٢٠م.

٢.٨: الاساليب المستخدمة في التحليل:

يعدّ استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية من الأدوات الفاعلة والحديثة في تحديد الخصائص المورفومترية للحوض النهري وهو ما تم اعتماده في هذه الدراسة. ولقد تم العمل على تحقيق أهداف هذه الدراسة بإتباع المنهجية الآتية:

١- استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بقدرة تميزية ٣٠ * ٣٠ متر لتوليد الشبكة المائية للحوض عن طريق ما يسمى

(Hydrology Tools) وذلك باستخدام طريقة (Strahlar) حيث تمّ إعداد نموذج Model خاص باستخراج الشبكة المائية في منطقة الدراسة يصلح استخدامه لاستخراج الشبكة المائية لأي حوض مائي آخر، أنظر الشكل رقم (٥).

٢- تمت عملية المعالجة الرقمية للمرئية الفضائية من خلال برمجية ENVI 4.6 ابتداءً بتحسين المرئية الفضائية (Image Enhancement) ومن ثم إجراء التصنيف الموجه (Supervised Classification) للمرئية الفضائية. استند هذا التصنيف الموجه الى ٢٥٠ نقطة ميدانية تم تحديد صنف استعمالات الأرض ونمط الغطاء الأرضي فيها على أرض الواقع وتم تحديد احداثياتها الميدانية بالاستعانة بنظام التوقيع العالمي (GPS (Global Positioning System وفق نظام (UTM). وقد تم استخدام هذه النقاط الميدانية لعمل مناطق تدريب (Training Sites) للمرئية الفضائية في برنامج ENVI 4.6 ومن ثم القيام بتصنيف المرئية الفضائية من أجل انتاج خارطة استعمالات الأرض وأنماط الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة .

٣- استخراج الخصائص المورفومترية لحوض وادي بيشة وللأحواض الفرعية الممثلة لمنطقة الدراسة من خلال الاعتماد على مجموعه من المعادلات والقرائن المورفومترية والتي استخدمت لحساب المتغيرات المساحية الشكلية ومتغيرات الشبكة المائية ومتغيرات الخصائص التضاريسية. يوضح الجدول رقم (١) أهم المعادلات و القرائن التي تمّ استخدامها في هذه الدراسة للوصول الى نتائج الخصائص المورفومترية.

٤- تم الاعتماد على طريقة الرتب المورفومترية Morphometric Ranking Method لتحديد درجة خطورة الفيضان للأحواض الفرعية (وادي خرص، وادي ترج، وادي هرجاب، بيشة الرئيسي، وادي نكب)، حيث صُنّفتْ المتغيرات المورفومترية وفق مجموعتين من حيث علاقتها بدرجة الخطورة وحسب معامل ارتباط بيرسون. ترتبط المجموعة الأولى بدرجة الخطورة وفق علاقة إيجابية موجبة، أي تتناسب معها بشكل طردي، فكلّما زادت هذه القيم كلّما زادت درجة الخطورة. تتمثل المتغيرات المورفومترية للمجموعة الأولى بالمتغيرات الآتية:

- مساحة الحوض.
- رتبة الحوض المائي.
- مجموع أطوال المجاري المائية.
- مجموع أعداد المجاري المائية.
- تضرس الحوض.
- نسب الاستدارة.

- التكرار النهري.
- نسب التشعب.
- قيمة الوعورة.
- النسيج الحوضي.
- الكثافة التصريفية.
- أعلى قيمة ارتفاع وأقل قيمة ارتفاع في الحوض.
- التضاريس النسبية.

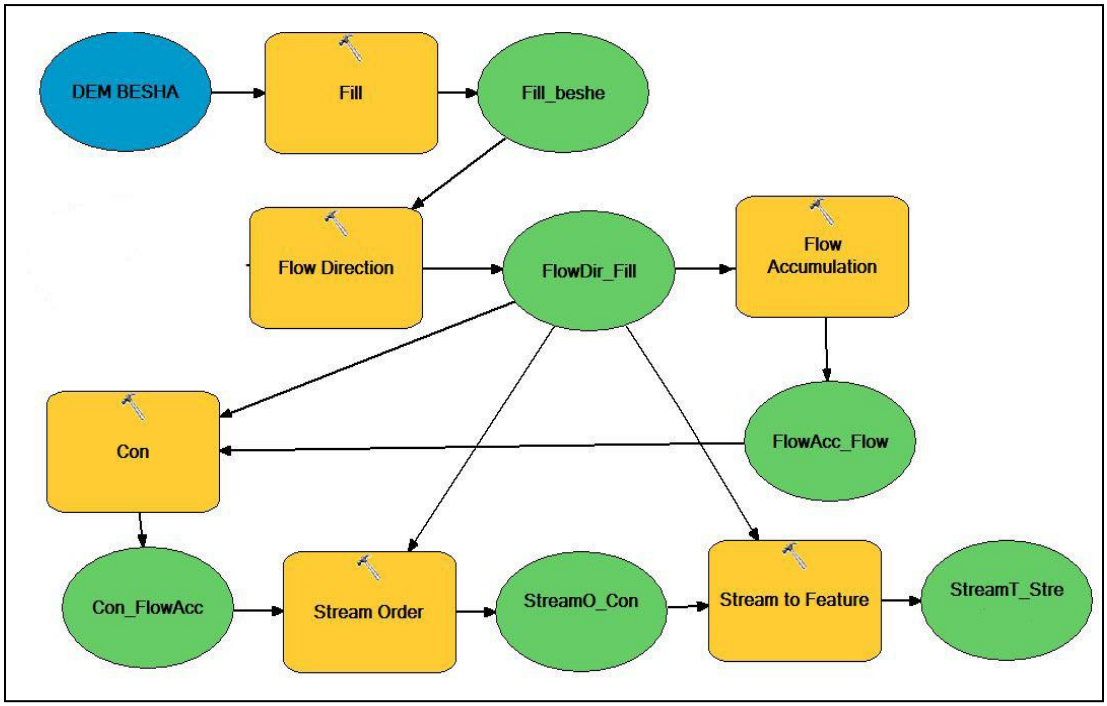
أما المجموعة الثانية فتضم تلك المتغيرات التي ترتبط مع درجة الخطورة وفق علاقة عكسية، فكلّما زادت قيم هذه المتغيرات كلّما قلت درجة الخطورة. تمثلت متغيرات المجموعة الثانية بالمتغيرات المورفومترية الآتية:

- طول الحوض.
- أقصى طول في الحوض.
- محيط الحوض.
- نسبة الاستطالة.
- المعامل الهبسومتري.
- معامل الاندماج.
- معامل شكل الحوض.
- متوسط طول الحوض.
- نسبة التضرس.
- الشده التصريفية.

٥- تم الاعتماد على الطرق الإحصائية والمعادلات الموضحة في الجدول رقم (١) كما ذكر سابقًا، حيث استطاعت الدراسة استخراج الخصائص المورفومترية للحوض المائي والأحواض الفرعية وتصنيف قيم المتغيرات المورفومترية إلى خمس رتب من ١-٥ من أجل بيان درجة الخطورة وربطها بالدلالات الجيمورفولوجية.

٦- الاعتماد على نتائج حل المعادلات الواردة لكل حوض فرعي في الجدول رقم (١) بهدف الوصول إلى تصنيف قابلية الخطورة للمتغيرات المورفومترية لحوض وادي بيشة إلى مجموعتين للأحواض الفرعية. ولقد اعتمدت هذه المرحلة على ما يأتي:

- حل المعادلات المورفومترية واستخراج القيم الخاصة بها لكل حوض فرعي في منطقة الدراسة.
- تحديد أعلى قيمة وأقل قيمة لكل متغير مورفومتري للأحواض الفرعية على سبيل المثال، من خلال تحليل العامل المورفومتري لمساحة الحوض. وفقاً لذلك، سجل حوض وادي بيشة أعلى مساحة، وسجل حوض وادي ترج أقل مساحة.
- تم طرح أعلى قيمة من أقل قيمة بهدف إيجاد قيمة الرتبة المورفومترية وتصنيفها ضمن التصنيفات الخمس التالية: غير خطير، منخفض الخطر، متوسط الخطر، خطر، خطر جدًا. هنا، تضاف القيمة السابقة الى أقل قيمة وتحسب بالزيادة إلى أن نصل إلى أعلى قيمة والتي تمثل المنطقة الخطرة جدًا.



الشكل 5) النموذج الخاص باستخراج الشبكة المائية في حوض وادي بيشة.

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 10.4.

الجدول (١) أساليب ومعادلات حساب المتغيرات المورفومترية

NO	اسم المتغير المورفومتري	المعادلة	المرجع	تصنيف المتغير
١	مساحة الحوض Basin Area (A)	Calculate Geometry-Areas (GIS) /km²		المساحية
٢	محيط الحوض Perimeter Basin (P)	Calculate Geometry-Perimeter (GIS)/km		المساحية
٣	نسبة الاستطالة Elongation (Ratio Re)	Re =2/Lb * (A/ π)	(Schumm,1956	الشكلية
٤	نسبة الاستدارة (Circularity Ratio (Rc	Rc= 4* π *(A/p²)	Miller,1953	الشكلية
٥	معامل شكل الحوض Form (Factor Rf	Rf = A / Lb²	(Horton ,1945	الشكلية
٦	أقصى طول للحوض	ArcGIS 10.4		الشكلية
٧	متوسط طول الحوض	ArcGIS 10.4		الشكلية
٨	أعلى قيمة ارتفاع بالحوض	ArcGIS 10.4 by Dem		التضاريسية
٩	أقل قيمة ارتفاع بالحوض	ArcGIS 10.4 by Dem		التضاريسية
١٠	تضرس الحوض (Basin Relief)	Br =H - h	(Horton,1932	التضاريسية
١١	نسبة التضرس (Relief Ratio)	Rr =Br /Lb	(Horton,1932	التضاريسية
١٢	قيمه الوعورة (Raggedness Value)	Rv = Dd*(Br /1000)	(Horton,1932	التضاريسية
١٣	المعامل الهبسومتري	Hi = ($\overline{H}$ –h)/(H-h)	(Wilson,2009	التضاريسية

NO	اسم المتغير المورفومتري	المعادلة	المرجع	تصنيف المتغير
	(Hypsometric Integral			
١٤	النسيج الحوضي (Texture Ratio	Dt = Nu / P	(Schumm ,1956	التضاريسية
١٥	معامل الاندماج Cc	C=0.2821*p/A^0.5	(Cravelius,1914)	التضاريسية
١٦	مجموع أعداد المجاري المائية.	ArcGIS 10.4		الشبكة المائية
١٧	مجموع أطوال المجاري المائية.	ArcGIS 10.4		الشبكة المائية
١٨	الرتب النهرية	ArcGIS 10.4		الشبكة المائية
١٩	متوسط أطوال المجاري المائية Mean Stream Length	Lsm =Lu /Nu	(Strahler ,1964)	الشبكة المائية
٢٠	نسبه أطوال المجاري المائية لكل رتبة Stream Length Ratio	RL =Lu /Lu-1	(Horton,1945	الشبكة المائية
٢١	معدل التشعب النهري لرتبة معينة Bifurcation Ratio	Rb =Nu /Nu+1	(Horton,1945	الشبكة المائية
٢٢	التكرار النهري Stream Frequency (Fs)	Fs =Nu / A	(Horton,1945	الشبكة المائية
٢٣	الكثافة التصريفية Drainage density	Dd =Lu /A	(Horton,1945	الشبكة المائية
٢٤	شده التصريف Drainage intensity	Di =Fs /Dd	(Horton,1945	الشبكة المائية

المرجع: عمل الباحثين بالاعتماد على الدراسات السابقة.

٩. النتائج ومناقشتها:

ركزت الدراسة على تحليل أفضل الطرق لاستخراج الشبكة المائية للحوض المائي وتحليل الخصائص المورفومترية للحوض باعتبارها مؤشر للدلالات الجيمورفولوجية في البيئات الجافة وشبة الجافة، وتحديدًا في منطقة الدراسة. ولقد تمّ استخراج الخصائص المورفومترية بعد دراسة الخصائص الطبيعية للحوض المائي في وادي بيشة وكانت من الرتبة السابعة والتي تضم الخصائص المساحية والشكلية التضاريسية ومتغيرات الشبكة المائية للأحواض المائية الفرعية. كما لوحظ وجود اختلاف وتباين بين نتائج الخصائص المورفومترية ما بين حوض فرعي وآخر في منطقة الدراسة. وبالرجوع إلى الجداول رقم (٢) و (٣) و (٤)، يمكن القول أنه لا يوجد حوضيين مائيين يحملان القيم نفسها لأي متغير مورفومتري، حيث بلغت مساحة حوض وادي بيشة ١١٢٤٠كم^{٢} كأعلى قيمة في حين كانت مساحة حوض وادي ترج ١٣٠٠كم^{٢}كأقل قيمة. ويخضع تحديد المساحة الحوضية إلى عدد من العوامل من أهمها نوع الصخر والظروف المناخية والحركات التكتونية، حيث تزداد مساحة الحوض مع زيادة نشاط التعرية المائية في الصخور ذات التركيب الصخري الضعيف، ممَّا يجعل ذلك الحوض عُرضة لاستقبال كميات أكبر من أشكال التساقط المطري، الأمر الذي قد يترتب عليه ارتفاع خطر في مدى تعرض المنطقة أو بعض أجزائها للفيضانات المفاجئة (الخفاجي، ٢٠١٥م، ص١٣). وفيما يتعلق بالخصائص الشكلية، فقد صُنّف حوض وادي ترج بأنه كبير الاستطالة حيث بلغت نسبة الاستطالة فيه 0.38 بينما صُنّف حوض وادي بيشة بأنه مستطيل. في المقابل، انخفضت نسبة الاستطالة وارتفعت نسبة الاستدارة في حوض وادي هرجاب وحوض وادي خرص، وهذا ما يؤكد ضعف الصخور المكونة لهذه الأحواض إضافة إلى كبر مساحتها. هذا، وتتميز الأحواض التي ترتفع بها نسب الاستدارة بسرعة وصول الجريان المائي إلى قمته خلال وقت قصير أثر حدوث ذروة الأمطار (العدرة،٢٠٠٧م، ص١١٨)، ممَّا يعرضها لخطر الفيضان أكثر من غيرها من الأحواض التي تقترب من الشكل المستطيل وصنفت بأنها ضعيفة الاستطالة، وهذا ما تمّ إثباته في الجدول رقم (٥) عند تصنيف قابلية الخطورة للمتغيرات المورفومترية لحوض وادي بيشة، التي صنفت درجة الخطورة بناء على معطيات الخصائص المورفومترية التي تمّ تحليلها في الجدولين سابقي الذكر.

بالنسبة لمعامل الشكل، فكلما زادت قيمة هذا المعامل في الحوض (أعلاها في حوض وادي خرص ٠.٣٠ كما في الجدول رقم ٢) كلما زادت درجة الخطورة في هذا الحوض. ويعود السبب في ذلك إلى انتظام عرض الحوض على طول امتداده من المنبع إلى المصب، الأمر الذي يساهم بوصول موجة الفيضان بعد العاصفة المطرية مباشرة

(الزغول،٢٠١٧م، ص٥٧). يوضح الجدول رقم (٢) أهم قيم ومعاملات الخصائص الشكلية والمساحية في حوض وادي بيشة.

الجدول (٢) قيم المعاملات المورفومترية المساحية والشكلية في الاحواض الفرعية لحوض وادي بيشة

المتغيرات /الوادي	بيشة الرئيسي	وادي ترج	وادي نكب	وادي هرجاب	وادي خرص
مساحة الحوض	١١٢٤٠.١	١٣٠٠.٤	١٩٣٣.٨	٢٩٥٩.٢	٢٢٩٦.٢
محيط الحوض	٩٣٢	٤٣٥	٤٥٢	٤٢٢	٣٧٥
طول الحوض	٢٣٥	١٠٦	١٠٠	١٠٥	٨٧
أقصى طول في الحوض	٢٥٠	١١٥	١١٤	١١٦	٦٥
نسبة الاستطالة	٠.٥٠	٠.٣٨	٠.٤٩	٠.٥٨	٠.٦٢
نسبة الاستدارة	٠.١٦	٠.٠٨	٠.٤	٠.٢٠	٠.٢٠
معامل الشكل	٠.٢٠	٠.١١	٠.١٩	٠.٢٦	٠.٣٠

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بقدرة تمييزية ٣٠*٣٠ وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 10.4.

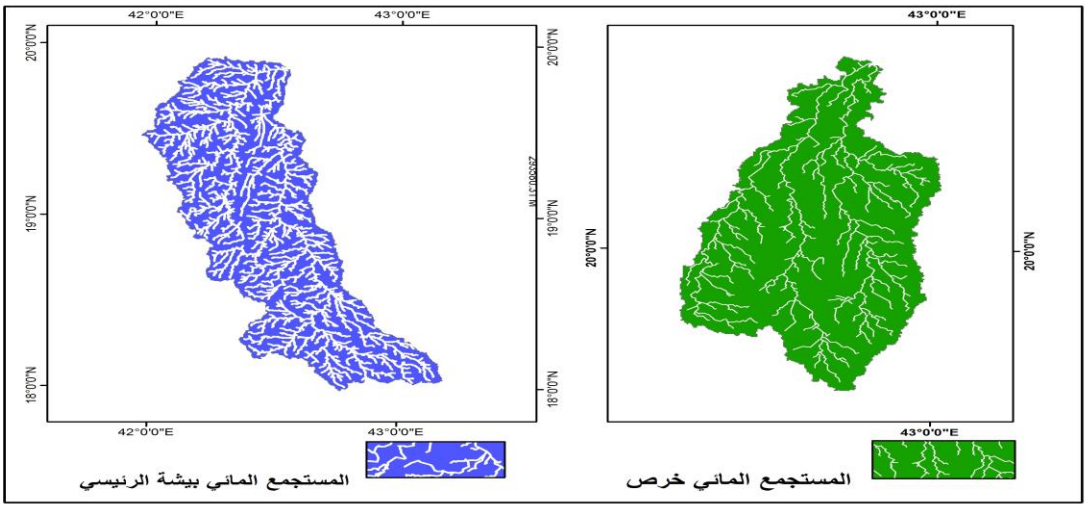
وكعلاقة طردية، تزداد رتبة النهر بزيادة مساحته وأعداد وأطوال المجاري فيه، حيث تعكس رتبة النهر تخمين لقدرة الحوض على عمليات الحت والترسيب. وتشير الرتب العالية للشبكة المائية في الحوض على أنه يسير في مناطق قليله الانحدار وتتميز بالنفاذية العالية مثل السهل الفيضي وسهل البيدمونت (الخفاجي،٢٠١٥، ص١٩). لذلك، يُلاحَظ أن حوض وادي بيشة الرئيسي قد جاء في الرتبة السادسة وذلك لانخفاض نسبة التضرس في الحوض، في حين انخفضت رتبة الوادي إلى الخامسة في حوض وادي نكب بسبب ارتفاع نسبة التضرس والبالغة ١١.٩٧، الأمر الذي يشير إلى أنّ الحوض يسير في منطقة ذات انحدار يتراوح من متوسط إلى عالٍ وقد يعود ذلك إلى طبيعة الصخور الصلبة التي يعبرها الحوض في أثناء مسيره (الخفاجي، ٢٠١٥، ص،٢٠). وتنعكس هذه القراءات لأعداد وأطوال المجاري ورتبة النهر كنتيجة حتمية لزيادة باقي خصائص الشبكة المائية كما هو موضح في الجدول (٣) مثل معدل

نسب التشعب والتكرار النهري والكثافة التصريفية وشدة التصريف ممَّا يترتب عليه ارتفاع درجة الخطورة، فكلما زادت درجة وكثافة التصريف قلَّ تسرب المياه. ويلاحظ أنّ ارتفاع هذه القيمة في حوض وادي بيشة وحوض وادي هرجاب كما هو موضح في الجدولين رقم (٣) و(٥) يشير الى ارتفاع قيم الجريان السطحي لانخفاض قدرة التربة على امتصاص المياه بشدة وكثافة التصريف. تساهم معرفة خصائص الشبكة المائية في التعرف على الخصائص الهيدرولوجية للحوض والتي تعكس مدى وفرة المجاري المائية ودورها في زيادة فعالية التعرية المائية التي تؤثر جميعها في كمية التصريف النهري بالزيادة. هذه الزيادة تجعل الحوض عرضة لخطر الوصول إلى الفيضان أكثر من غيره من الأحواض المائية، وبناءً على هذا تم تحليل خصائص كل حوض فرعي في هذه الدراسة واستخراج الخصائص المورفومترية الخاصة بالشبكة المائية لكل حوض. يوضح الشكلان رقم (6) و(7) نمط الشبكة المائية الخاصة بكل حوض مائي في منطقة الدراسة.

الجدول (٣) قيم المعاملات المورفومترية للشبكة المائية في الأحواض الفرعية لحوض وادي بيشة.

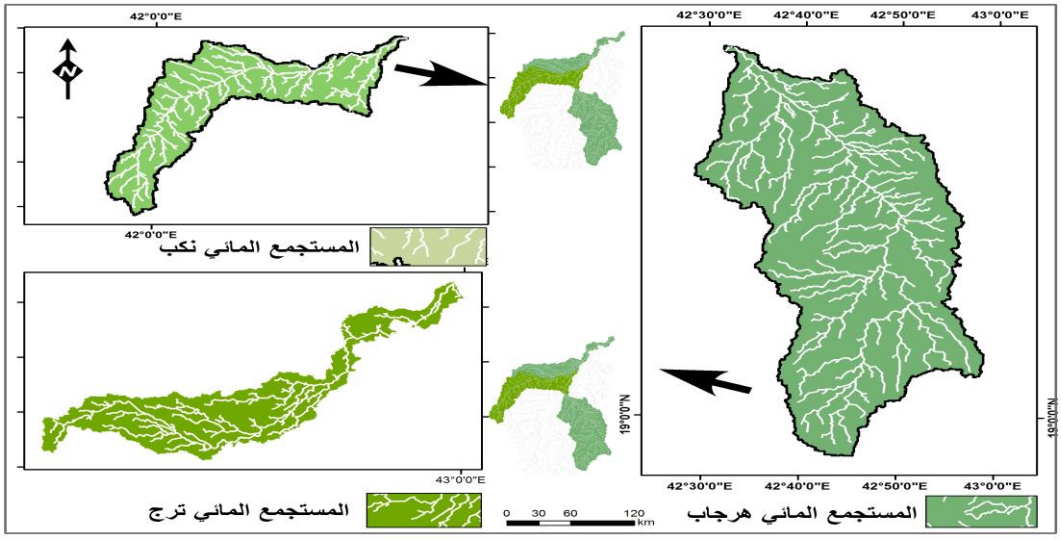
المتغيرات /الوادي	بيشة الرئيسي	وادي ترج	وادي نكب	وادي هرجاب	وادي خرص
مجموع أطوال المجاري	٣٩٦٥	٥٣٠	٩١٧	١١٤١	٩٠٧
مجموع أعداد المجاري	٥٨٥٢	١٥٠٠	١٨٥٢	٢٦٠٢	١٥٣٢
الرتب النهرية	٦	٦	٥	٦	٦
معدل التشعب النهري	٥.٧	٣.٩	٤.٤	٤.٩	٣.٧
التكرار النهري	٠.٥٢	١.١٥	٠.٩٥	٠.٨٧	٠.٦٦
الكثافة التصريفية	٠.٣٥	٠.٤٠	٠.٤٧	٠.٣٨	٠.٤٠
شدة التصريف	١.٥	٢.٨	٢.١	٢.٢	١.٦٨

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بقدرة تمييزية ٣٠*٣٠ ونظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 10.4.



الشكل (6) المستجمع المائي والشبكة المائية في حوض (خرص، بيشة الرئيسي).

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بقدرة تمييزية ٣٠*٣٠ ونظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 10.4.



الشكل (7) المستجمع المائي والشبكة المائية في أحواض هرجاب وترج ونكب.

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بقدرة تمييزية ٣٠*٣٠ ونظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 10.4.

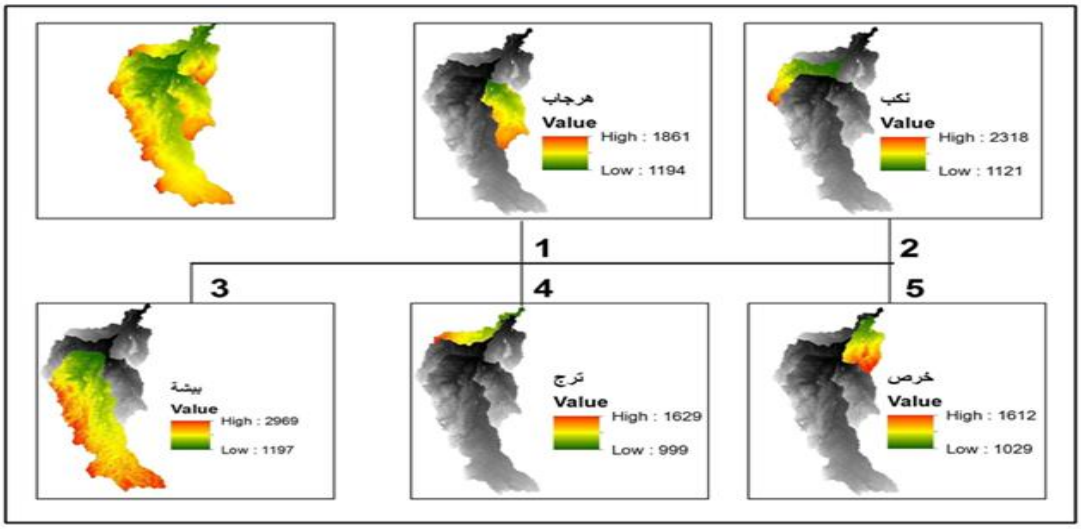
وفيما يتعلق بالخصائص التضاريسية، فقد تراوحت أعلى قيمة ارتفاع ما بين ٢٩٦٩م وذلك في حوض وادي بيشة وما بين ١٦١٢م الواقعة في حوض وادي خرص. أما بالنسبة لقيمة تضرس الحوض، فقد وصلت أعلى قيمتها والبالغة ١٧٧٢ في حوض وادي بيشة. وبلغت قيم نسبة التضرس والتضاريس النسبية حدهما الأعلى ليصلا إلى ١١.٩٧ و ٢.٦٥ على التوالي وذلك في حوض وادي نكب وذلك بسبب انخفاض مساحته إذا ما قورن بالأحواض الأخرى وذلك لارتباط هذه القيم بعلاقة عكسية مع المساحة، حيث يبين الشكل (8) نموذج الارتفاع الرقمي للأحواض الفرعية. ولقد سجل حوض وادي بيشة أعلى قيمة لكل من الوعورة والمعامل الهبسومتري ٠.٦٢ و٦.٣ على التوالي كنتيجة طبيعية لارتفاع نسبة التضرس في هذا الحوض بسبب صلابة الصخور المكونة له، ممّا أدى إلى شدة تقطع ووعورة سطحه وغلبة التعرية المائية فيه والتي أدت بدورها إلى نقل الرواسب من المنابع العليا إلى أسفل المنحدرات. ولقد سجل حوض وادي هرجاب أعلى قيمة للنسيج الحوضي لتبلغ ٧.١، بينما جاءت أعلى قيمة لمعامل الاندماج في حوض وادي ترج بنسبة ٠.٣٠، وهو ما يؤثر على الخصائص التضاريسية وعلى درجة تعرض الحوض لخطورة الفيضان. والسبب في ذلك أن قابلية الخطورة ترتفع في تلك الأحواض التي ترتفع فيها قيم الخصائص التضاريسية كقيمة الوعورة والمعامل الهبسومتري والنسيج الحوضي ومعامل الاندماج وغيرها من الخصائص التضاريسية المذكورة في الجدول (٤). يُظهر الجدول (٥) ارتفاع درجة الخطورة كلَّما ارتفعت القيم المذكورة سابقًا ويعود السبب في ذلك الى شدة تضرس السطح ووعورته، فكلَّما كان السطح شديد التضرس والوعورة زادت قابلية تعرضه للفيضان عقب العاصفة المطرية.

الجدول (٤) الخصائص المورفومترية التضاريسية للأحواض الفرعية بحوض وادي بيشة.

المتغيرات /الوادي	بيشة الرئيسي	وادي ترج	وادي نكب	وادي هرجاب	وادي خرص
أعلى قيمة ارتفاع	٢٩٦٩	١٦٢٩	٢٣١٨	١٨٦١	١٦١٢
أقل قيمة ارتفاع	١١٩٧	٩٩٩	١١٢١	١١٩٤	١٠٢٩
تضرس الحوض	١٧٧٢	٦٣٠	١١٩٧	٦٦٧	٥٨٣
نسبة التضرس	٧.٥٤	٥.٩٤	١١.٩٧	٦.٣٥	٦.٧٠
التضاريس النسبية	١.٩٥	١.٤٥	٢.٦٥	٢	١.٥٥
متوسط طول الحوض	٠.٦٧	٠.٣٥	٠.٤٩	٠.٤٣	٠.٥٩

المتغيرات /الوادي	بيشة الرئيسي	وادي ترج	وادي نكب	وادي هرجاب	وادي خرص
قيمة الوعورة	٠.٦٢	٠.٢٥	٠.٥٦	٠.٢٥	٠.٢٣
المعامل الهبسومتري	٦.٣	٢	١.٦	٤.٤	٣.٩
النسيج الحوضي	٦.٢٧	٣.٤	٤.٠٩	٧.١	٦.١٢
معامل الاندماج	٠.١٥	٠.٣٠	٠.٢٥	٠.٢٠	٠.٢١

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بقدرة تمييزية ٣٠*٣٠ وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 10.4.



الشكل (8) نموذج الارتفاع الرقمي DEM بقدرة تمييزية ٣٠*٣٠ للأحواض الفرعية بمنطقة الدراسة.

الجدول (٥) مدى قابلية الخطورة للقيم المورفومترية لحوض وادي بيشة.

المتغير المورفومتري	أعلى قيمة	أقل قيمة	أعلى قيمة - اقل قيمة/٥	غير خطير	منخفض الخطر	متوسط الخطر	خطر	خطر جدًا
المجموعة الأولى								
مساحة الحوض	11240.1	1300.4	1988	3288	5276	7264	9252	11240.1
الرتب النهرية	6	4	0.4	4.4	4.8	5.2	5.6	6
مجموع اطوال المجاري	3965	907	611.6	1518.6	2130.2	2741.8	3353.4	3965
مجموع اعداد المجاري	5852	1500	870.4	2370.4	3240.8	4111.2	4981.6	5852
تضرس الحوض	1772	583	237.8	820.8	1058.6	1296.4	1534.2	1772
نسبة الاستدارة	0.20	0.08	0.024	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20
التكرار النهري	1.15	0.52	0.126	0.646	0.772	0.898	1.024	1.15
معدل نسب التشعب	5.7	3.7	0.4	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7
قيمة الوعورة	0.62	0.23	0.08	0.31	0.38	0.46	0.54	0.62
النسيج الحوضي	7.1	3.4	0.74	4.14	4.9	5.6	6.4	7.1
الكثافة التصريفية	0.47	0.35	0.024	0.374	0.398	0.422	0.446	0.47
أعلى قيمة ارتفاع بالحوض	2969	1612	271.4	1883.4	2154.8	2426.2	2697.6	2969
أقل قيمة ارتفاع بالحوض	1197	999	39.6	1038.6	1078.2	117.8	1157.4	1197

المتغير المورفومتري	أعلى قيمة	أقل قيمة	أعلى قيمة - اقل قيمة/٥	غير خطير	منخفض الخطر	متوسط الخطر	خطر	خطر جدًا
التضاريس النسبية	2.65	1.45	0.24	1.69	1.93	2.17	2.41	2.65
المجموعة الثانية								
محيط الحوض	932	375	111.4	486.4	597.4	708.4	819.4	930.4
طول الحوض	235	87	29.6	116.6	146.2	175.8	205.4	235
أقصى طول في الحوض	250	65	37	102	139	176	2013	250
نسبة الاستطالة	0.62	0.38	0.048	0.428	0.476	0.524	0.57	0.62
معامل شكل الحوض	0.30	0.11	0.03	0.14	0.18	0.22	0.26	0.30
شده التصريف	2.8	1.5	0.26	1.76	2.02	2.28	2.54	2.8
نسبة التضرس	11.97	5.94	1.20	7.15	8.35	9.56	10.76	11.97
المعامل الهبسومتري	6.3	1.6	0.94	2.54	3.48	4.42	5.36	6.3
معامل الاندماج	0.30	0.15	0.03	0.18	0.21	0.24	0.27	0.30
متوسط طول الحوض	0.67	0.35	0.064	0.41	0.47	0.54	0.60	0.67

المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نتائج تحليل الخصائص المورفومترية.

استطاعت الدراسة، بعد القيام بالمراحل التحليلية السابقة، من حساب الخصائص المورفومترية وبيان دلالاتها ومن ثم إنشاء جدول قابلية الخطورة للمتغيرات المورفومترية لحوض وادي بيشة كما يوضّحه الجدول رقم (٦). ولتحديد درجة خطورة كل متغير مورفومتري على كل حوض مائي فرعي في منطقة الدراسة ولبيان هذا الأثر، اتبعت الدراسة طريقة الرتب المورفومترية Morphometric Ranking scores التي اعتمدت نتائجها على توزيع قيم الجدول رقم (٥) إلى الرتب من ١-٥ وذلك حسب قيمة المتغير المورفومتري لكلّ حوض فرعي. يوضح هذا الجدول رقم (٦) درجات الرتب للمتغيرات المورفومترية في الاحواض الثانوية الفرعية لحوض وادي بيشة، حيث بلغ أعلى مجموع للرتب في حوض وادي البيشة (٨٤) يتبعه حوض وادي نكب بمجموع رتب وقدره (٦٢)، بينما جاء حوض وادي هرجان في المرتبة الثالثة بمجموع للرتب بلغ (٥٩) يتبعه وادي خرص في المرتبة الرابعة بمجموع للرتب بلغ (٥٢). هذا وتركزت أقلّ قيمة للرتب المورفومترية في الحوض المائي الفرعي الأخير لمنطقة الدراسة وهو وادي ترج بمجموع للرتب بلغ (٤٢).

تُعتبر قيم الرتب المورفومترية التي تم حسابها في هذه الدراسة في غاية الأهمية نظراً لدورها في تحديد وبناء خريطة قابلية الفيضان للأحواض الفرعية للمنطقة المدروسة، فكلَّما ارتفعت قيمة الرتب المورفومترية للحوض كلما اقترب هذا الحوض من درجة الخطر نحو تعرضه لخطر الفيضان وذلك بناءً على التحليل المورفوهيدرولوجي الذي تم بناءه للأحواض المائية.

وللوصول إلى خريطة قابلية الفيضان، تمّ تصنيف قيم الرتب إلى ثلاث درجات خطورة من حيث قابلية حدوث الفيضان وفق ما يلي:

أولًا: منخفض الخطورة ويقع ضمن فئة الرتب (٤٢-٥٦).

ثانيًا: متوسط الخطورة ويقع ضمن فئة الرتب (٥٦.١-٧٠.١).

ثالثًا: شديد الخطورة ويقع ضمن فئة الرتب (٧٠.٢-٨٤.٢).

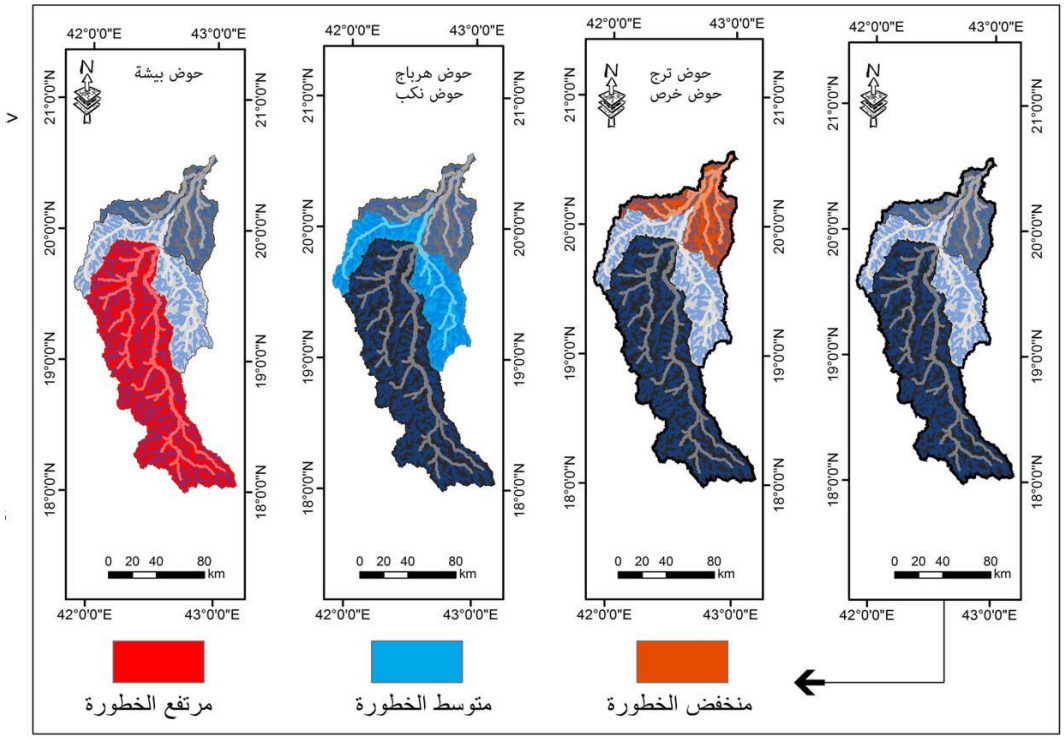
وبناء عليه تم انتاج خرائط التوزيع المكاني لدرجة خطورة الفيضان المفاجئ للأحواض المائية الفرعية والتي توضّح أثر اختلاف قيمة الرتب المورفومترية في تصنيف درجة الخطورة في الحوض المائي. يبين الشكل رقم (٩) تصنيف الاحواض المائية في منطقة الدراسة بالاستناد الى الدرجات الثلاث للخطورة.

الجدول رقم (٦) درجات الرتب للمتغيرات المورفومترية للأحواض الفرعية.

المتغير	بيشة الرئيسي	وادي ترج	وادي نكب	وادي هرجاب	وادي خرص
المجموعة الأولى					
مساحة الحوض	٥	١	١	١	١
الرتب النهرية	٥	٥	٤	٥	٥
مجموع اطوال الحوض	٥	١	١	١	١
مجموع اعداد الحوض	٥	١	١	٢	١
تضرس الحوض	٥	١	٣	١	١
نسبة الاستدارة	٣	١	٥	٥	٥
التكرار النهري	١	٥	٤	٣	٢
معدل نسب التشعب	٥	١	١	٣	١
قيمة الوعورة	٥	١	٥	١	١
النسيج الحوضي	٤	١	١	٥	٤
الكثافة التصريفية	١	٣	٥	٢	٣
أعلى قيمة ارتفاع للحوض	٥	١	٢	١	١
أقل قيمة ارتفاع للحوض	١	١	٢	٥	١
التضاريس النسبية	٢	١	٥	٢	١
المجموعة الثانية					
محيط الحوض	٥	١	١	١	١
طول الحوض	٥	١	١	١	١
أقصى طول بالحوض	٥	١	١	١	١
نسبة الاستطالة	٢	١	٢	٤	٥
معامل شكل الحوض	٢	١	٢	٤	٥
شدة التصريف	١	٥	٢	٣	١

المتغير	بيشة الرئيسي	وادي ترج	وادي نكب	وادي هرجاب	وادي خرص
نسبة التضرس	١	١	٥	١	١
المعامل الهبسومتري	٥	١	١	٣	٣
معامل الاندماج	١	٥	٤	٢	٢
متوسط طول الحوض	٥	١	٣	٢	٤
المجموع	٨٤	٤٢	٦٢	٥٩	٥٢

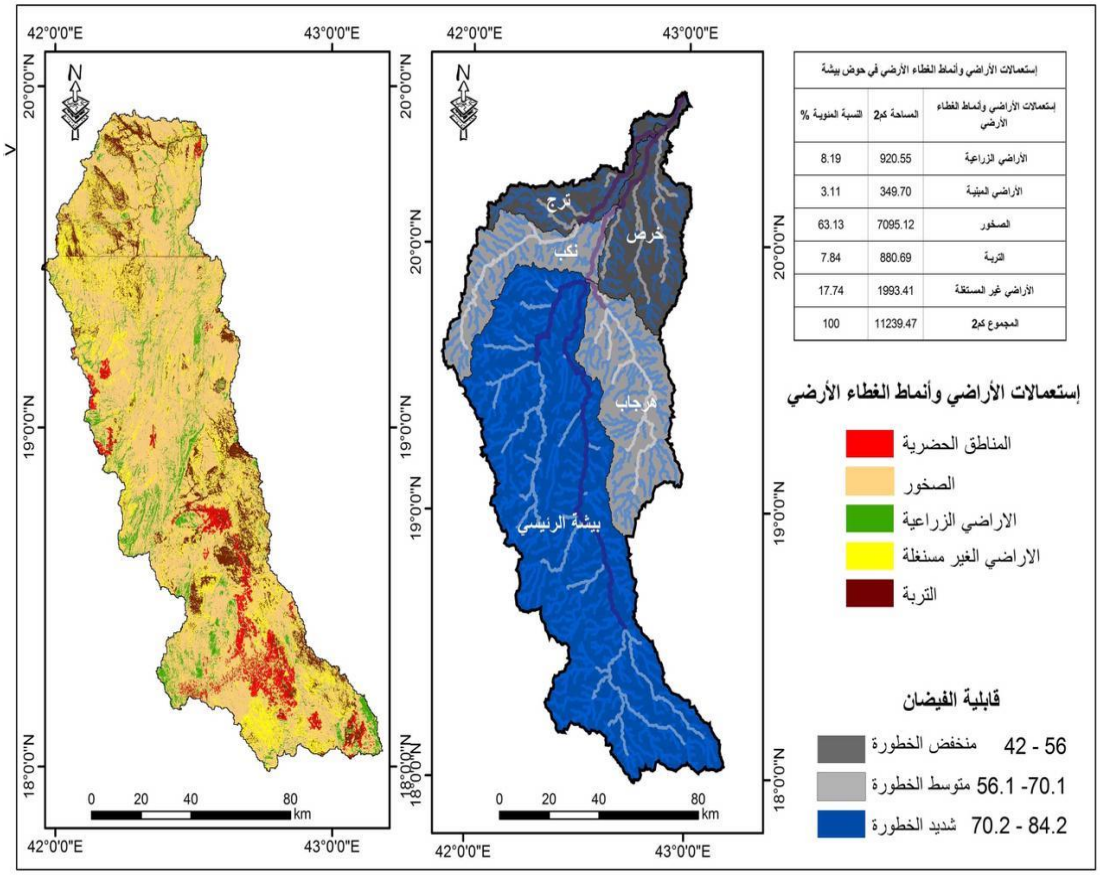
المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على نتائج الجداول السابقة.



الشكل (٩) تصنيف الاحواض الفرعية بمنطقة الدراسة اعتمادا على درجة الخطورة.

المصدر: عمل الباحثين اعتمادا على بيانات الجدول رقم (٦).

صنف حوض وادي بيشة الرئيسي بأنّه الأكثر قابلية للتعرض لخطر الفيضانات إذ بلغ مجموع الرتب (٨٤). ويرجع السبب في ذلك إلى ارتفاع قيم المؤشرات المورفومترية التي ترتبط بعلاقة موجبة مع عوامل تشكل الفيضان ومن أهمها ارتفاع نسب الاستدارة وارتفاع قيم تضرس الحوض وغيرها من الخصائص التي تم تفسيرها سابقًا والتي تؤثر في سرعة تشكل الفيضانات والسيول. كذلك تؤثر زيادة درجة الانحدار للحوض على ارتفاع معدل جريان المياه عند سقوط الامطار ممَّا يساهم في سرعة الوصول إلى موجة الفيضان. تُظهر الخريطة في الشكل رقم (١٠) أنماط استعمال الأرض السائدة في الحوض، إذ اهتمت هذه الدراسة بالاستفادة من نتائج تحليل أنماط الاستعمال الأرض والغطاء النباتي وذلك لوضع سيناريوهات مناسبة لإدارة للحوض المائي بهدف التخفيف من آثار الفيضان المفاجئ للحوض المائي. تُظهر هذه الخريطة أن الأراضي الزراعية تغطي ٨.١٩% من مساحة حوض وادي بيشة الرئيسي، في حين تشكل المناطق المبنية ٣.١١% من مساحة الحوض بحيث تتركز بالقرب من المنابع العليا للحوض. أما الصخور والأراضي الوعرة فتغطي ما نسبته ٦٣.١٣% من مساحة الحوض، الأمر الذي يخلق فرصة لإمكانية استغلال هذه المساحة في إقامة مشاريع الحصاد المائي والحفائر الترابية بالقرب من المناطق الزراعية وإقامة المصاطب للمناطق المنحدرة والتي تساهم في حجز التربة المنجرفة وزراعتها بالمحاصيل التي تتلاءم مع طبيعة المنطقة وكميات التساقط المطري التي تتلقاها. فضلًا عن ذلك، يجب أيضاً التشريع نحو ضرورة ترخيص الآبار المنزلية للمساكن القريبة من نقطه تجمع المياه والتي تساهم على نحو ما في تقليل كمية الجريان السطحي للمياه المتدفقة لحظة العاصفة المطرية ومن ثم الاستفادة من المياه المجمعة في الآبار للأغراض المنزلية ولاسيّما أنّنا في منطقة جافة إلى شبة جافة تعاني من محدودية الموارد المائية المتاحة.



الشكل (١٠) تصنيف قابلية الفيضان في حوض وادي بيشة الرئيسي.

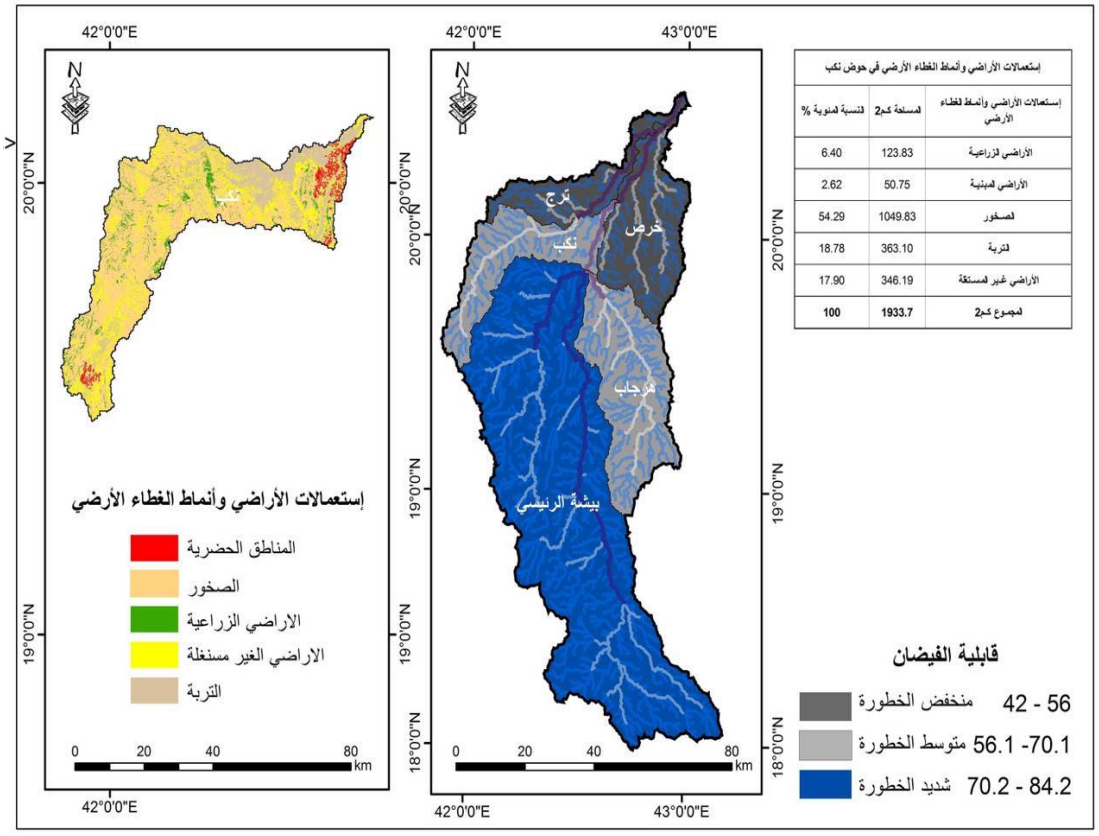
المصدر: عمل الباحثين اعتمادا المرئية الفضائية التابعة للقمرالأوروبي sentinel 2) الملتقطة بتاريخ ١٨-٦-٢٠٢٠م.

أما حوض نكب فقد تم تصنيفه بدرجة متوسط الخطورة بحيث يقع ضمن الفئة (٥٦.١-٧٠.١) بمجموع للرتب يبلغ ٦٢. ولوحظ في الحوض اختلاف وتباين قيم المتغيرات المورفومترية، فهناك ارتفاع لقيم التضرس في الحوض والتي بلغت ١١٩٧ متراً، الأمر الذي يساهم في زيادة إمكانية تعرض هذا الحوض لحالات الفيضان المفاجئ. بالإضافة الى ذلك، تزداد قيم التكرار النهري وقيم الوعورة في حوض نكب والتي تعتبر مؤشرات قوية على زيادة احتمالية التعرض للفيضان.

وبملاحظة الشكل (١١) والذي يمثل طبيعة استعمالات الأرض بالحوض، يظهر لنا انتشار الأراضي المبنية على مساحة تقدر بـ ٢.٦٢% من مساحة الكلية للحوض بحث تتركز في المنابع العليا وكذلك بالقرب من منطقة المصب للحوض. هذا الأمر يستوجب عمل إدارة مائية تضمن سلامة المناطق المبنية في الاحواض المعرضة لخطر الفيضانات والسيول، ولاسيّما مع انخفاض مساحة الأراضي الزراعية التي لا تزيد عن ٦.٤٠% من مساحة الحوض مما يزيد من الجريان السطحي ويخفض من كميات تسرب المياه والتي لو كان هناك غطاء نباتي لساهم في زيادتها. لذلك لابد تشجيع ممارسة الزراعة في هذا الوادي وخاصةً مع وجود ما نسبته ١٨.٧% من مساحة الحوض في هيئة تربة جرداء لابد من زراعتها، ولاسيّما تلك القريبة من الأراضي المبنية. يمكن كذلك تحسين نوعية وصلاحية التربة بهدف الزراعة وذلك من خلال حجز الترب الطينية المتدفقة أثناء عملية جريان المياه من خلال حجزها في أماكن معينة، مشكلةً بذلك رواسب طينية تتميز بأنّها صالحة للزراعة ومتناسبة مع طبيعة المنطقة.

واحتل حوض وادي هرجاب المرتبة الثالثة في درجة خطورة قابليته للتعرض للفيضان بمجموع رتب بلغت (٥٩)، حيث وقع ضمن الفئة متوسطة الخطورة (٥٦.١-٧٠.١)، ويعود السبب في ذلك إلى اختلاف الخصائص المورفومترية في قيمتها عن تلك التي في حوض وادي بيشة الرئيسي والتي صنفت بأنّها مرتفعة الخطورة. هذه المقارنة تؤكد على أهمية فهم الخصائص المورفومترية ومدى قوة تأثيرها على قابلية تعرض الحوض لخطر الفيضان المفاجئ جراء العواصف المطرية المفاجئة والغزيرة التي تتعرض لها المناطق الجافة وشبة الجافة.

وتتلخص طبيعة استخدام الأرض في حوض هرجاب بتركز المناطق المبنية بنسبة ٢.٤٨% من مساحة الحوض، وهي نسبة قليلة إذا ما قورنت بباقي أنماط استخدام الأرض. يُلاحظ من الشكل (١٢) تركز المباني في المناطق القريبة من مناطق تجمع المياه، ممَّا يجعل هذه المساكن عرضة للخطر. لذلك، اقترحت الدراسة تجميع المياه خارج بطن الوادي من خلال إجبار جزء من مياه وادي الحوض على الانحراف عن مجراها الرئيسي إلى مناطق تكون قريبه من الوادي، وهذا ما يعرف بطريقة نظم نشر المياه Water spread والتي تتضمن تحويل مياه السيول عن طريق حواجز مختلفة الأشكال وتجميعها في أماكن أخرى لاستعمالها حسب الحاجة بحيث يساعد ذلك على التخفيف من أعراض الفيضان على المناطق المبنية القريبة من الأودية والتخفيف من مشاكل انجراف التربة.

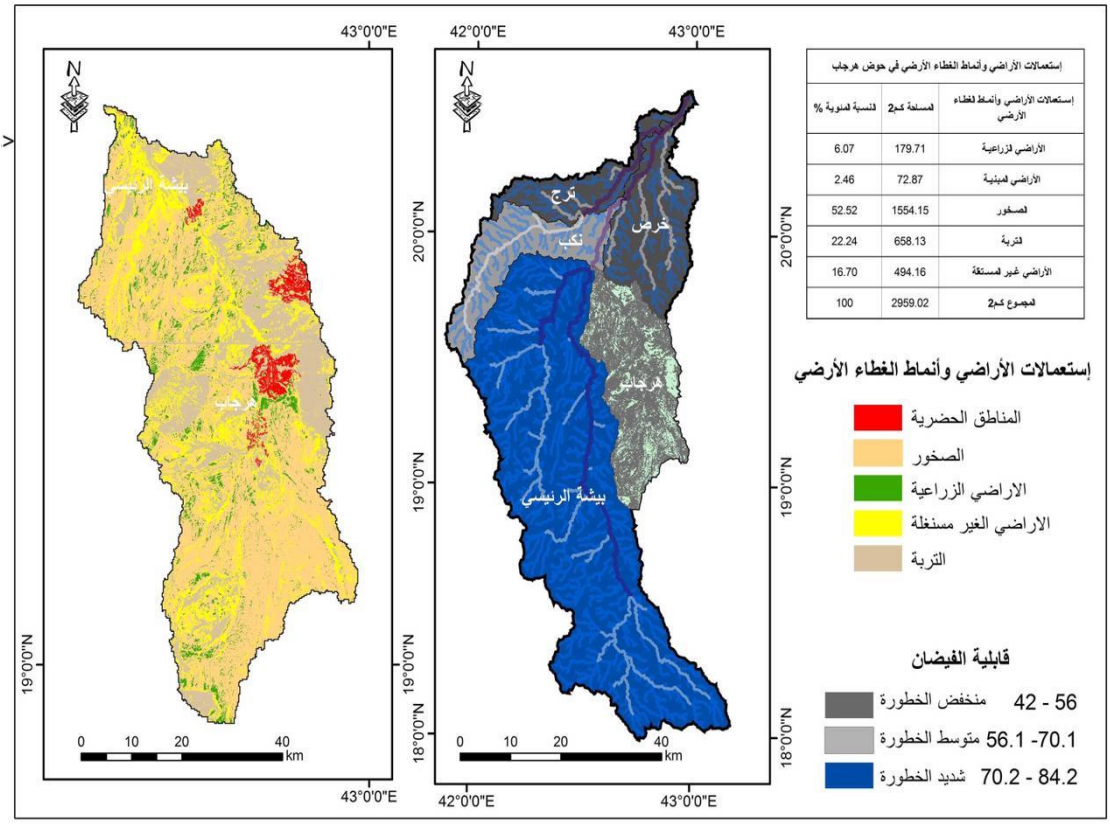


إستعمالات الأراضي وأنماط الغطاء الأرضي في حوض نكب

إستعمالات الأراضي وأنماط الغطاء الأرضي	المساحة كم2	النسبة المئوية %
الأراضي الزراعية	123.83	6.40
الأراضي العمرانية	50.75	2.62
الصخور	1049.83	54.29
التربة	363.10	18.78
الأراضي غير المستغلة	346.19	17.90
المجموع كم2	1933.7	100

الشكل (١١) تصنيف قابلية الفيضان في حوض وادي نكب.

المصدر: عمل الباحثين اعتمادا المرئية الفضائية التابعة للقمرالأوروبي sentinel 2) الملتقطة بتاريخ ١٨-٦-٢٠٢٠م.

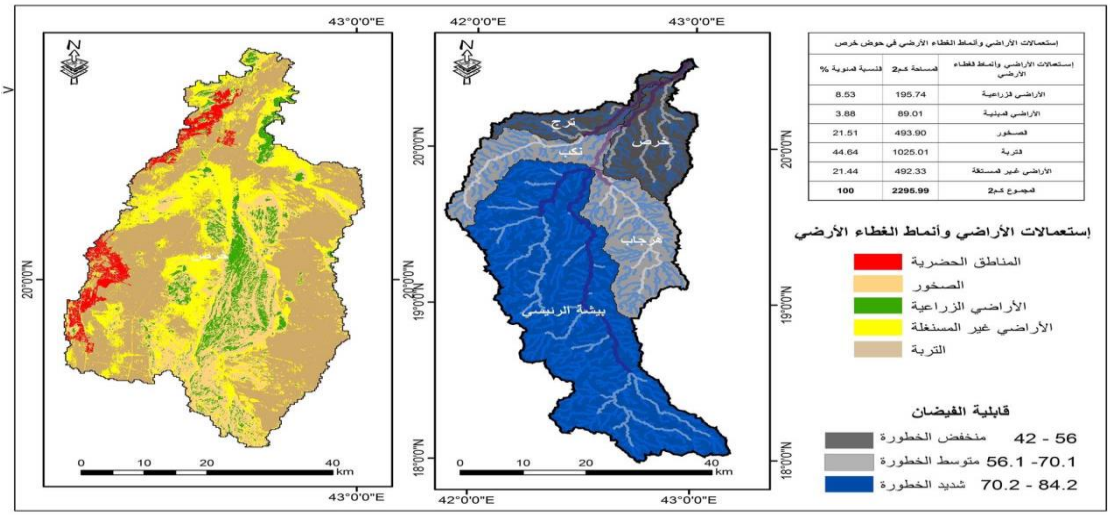


الشكل (١٢) تصنيف قابلية الفيضان في حوض وادي هرجاب.

المصدر: عمل الباحثين اعتمادا المرئية الفضائية التابعة للقمر الأوروبي (sentinel 2) الملتقطة بتاريخ ١٨-٦-٢٠٢٠م.

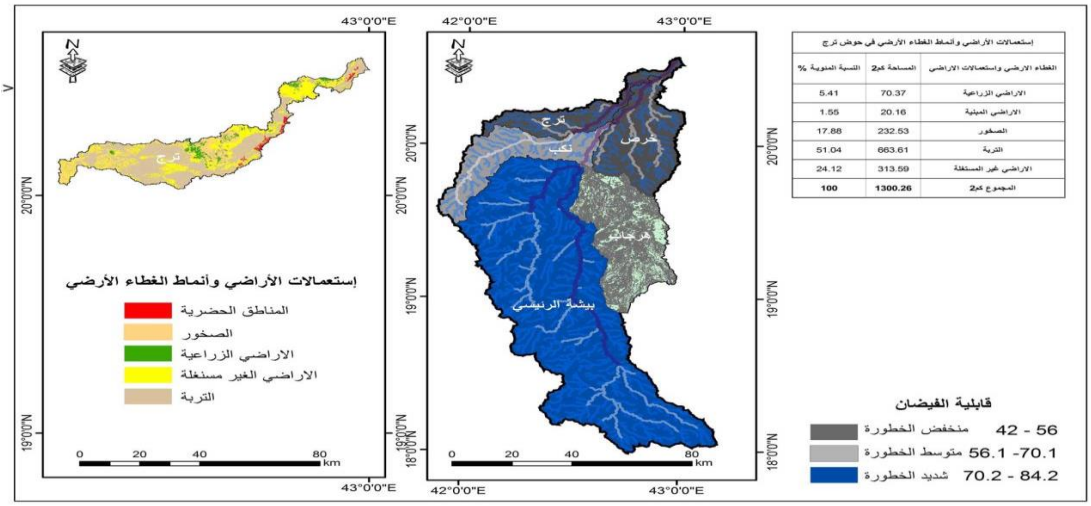
صنفت بقية أحواض المنطقة (خرص، ترج) بانخفاض قابلية تشكل الفيضان فيها، إذ ترتفع في هذه الأحواض القيم المورفومترية والتي ترتبط بعلاقة عكسية مع درجة الخطورة كما هو موضح في الجدول رقم (٦). فلقد انخفضت قيم معظم الخصائص التضاريسية في كلا الحوضيين كمجموع وأطوال المجاري المائية ومعدل نسب التشعب، في حين ارتفعت قيم معامل شكل الحوض الدال على ارتفاع مستوى المياه بعد سقوط الأمطار في المجرى الرئيسي بسبب اقتراب الجداول والمسيلات من بيئة المصب نتيجة ضعف الاستطالة للحوض واقترابه من الشكل الدائري، الأمر الذي يدل على أنّ هذه الأحواض تمارس الحت التراجعي باتجاه المنابع. تعدّ هذه الخصائص مؤشرًا هامًا على العلاقة بين

زيادة المساحة في الحوض وانخفاض تضرسه، الأمر الذي ينعكس على زيادة اعداد المراتب النهرية من الدرجة الأولى والثانية والتي لا تساهم في حدوث الفيضان للروافد المائية للحوض. ويلاحظ من الشكل (١٣) طبيعة استخدامات الأرض في حوض خرص حيث تتركز المناطق المبنية على أطراف الحوض المائي على مساحة نسبتها ٣.٨%، كما ترتفع نسبة الأراضي التي تكسوها التربة الى ٤٤% وفي نفس الوقت تنخفض نسبة مساحة المناطق المزروعة إذ تشكل ٨.٦% من مساحة منطقة الدراسة وهي نسبة قليلة من مساحة الحوض. وقد يعود انخفاض مساحة الأراضي المزروعة الى شح الموارد المائية وعدم استغلال المساحات في الحوض بشكل الصحيح. أما بالنسبة الى حوض وادي ترج (الشكل ١٤)، فهو متشابه مع حوض خرص حيث يلاحظ انخفاض مساحة المناطق المزروعة لتسجل ما نسبته ٥% في حين ارتفعت نسبة مساحة التربة لتصل الى ٥١% من مساحة منطقة الدراسة. لذلك فقد اقترحت الدراسة سيناريو لإدارة الحوضيين المائيين تهدف إلى زيادة مساحة المناطق المزروعة الى مناطق وجود التربة والى الأراضي غير المستغلة من خلال إقامة مشاريع لحصد وجمع المياه أثناء سقوط الأمطار للاستفادة منها وتمهيدًا لحماية الحوض من الفيضانات المستقبلية. يتم ذلك بتطوير الخصائص المورفومترية للحوضين المائيين (خرص، ترج) عن طريق تطبيق ما يسمّى بنظام ما بين الصفوف Inter-row system والذي يساعد على تجميع المياه في الاراضي المستوية والأراضي قليلة الانحدار. وتتطلب هذه الطريقة حفر حواجز مثلثيه الشكل بارتفاع يتراوح ما بين (50-100سم) على طول المنحدر الرئيسي للمنطقة المزروعة بحيث تعمل هذه الحواجز على جمع المياه ومن ثم استخدامها في ري المحاصيل المتواجدة في ما بين هذه الحواجز المقامة. ويمكن كذلك توصيل المياه المتجمعة عبر قناة إلى خزانات مصممة خصيصاً لتجميع المياه فيها. يمكن كذلك تطبيق نظام آخر اسمه نجاريم Negarim والذي يصلح في المناطق ذات الانحدارات القليلة إلى المستوية. في هذا النظام، يتم تقسيم الأراضي الى أحواض جريان صغيرة ذات الشكل المستطيل أو المعين وتحيط بها أكتاف وحواجز ترابية قليلة الارتفاع. وبذلك نستطيع زيادة مساحة الأراضي المزروعة والاستفادة من فترة سقوط الأمطار لجمع المياه تماشيًا مع طبيعة المنطقة الجافة التي تعاني من محدودية الموارد المائية، ونستطيع كذلك تهيئة الحوض لأيّة تغيرات مستقبلية وزيادة كفاءة الاستخدام لأراضي الحوض المائي.



الشكل (١٣) تصنيف قابلية الفيضان في حوض وادي خرص.

المصدر: عمل الباحثين اعتمادا المرئية الفضائية التابعة للقمرالأوروبي (sentinel 2) الملتقطة بتاريخ ١٨-٦-٢٠٢٠م.



الشكل (١٤) تصنيف قابلية الفيضان في حوض وادي ترج.

المصدر: عمل الباحثين اعتمادا المرئية الفضائية التابعة للقمرالأوروبي (sentinel 2) الملتقطة بتاريخ ١٨-٦-٢٠٢٠م.

١٠- التوصيات:

استطاعت هذه الدراسة الخروج بمجموعة من التوصيات لحماية وإدارة الاحواض المائية في منطقة الدراسة بشكل خاص وفي الأحواض المشابه بشكل عام، ومن أهم هذه التوصيات:

١- إنشاء قنوات تصريف اصطناعية لتصريف المياه الزائدة واستغلالها في ري المزروعات والتوسع في إنشاء والحفائر والسدود الترابية في الأحواض ذات الاستطالة الكبيرة، ممَّا يخفف من مقدار الفاقد للمياه بسبب التبخر والجريان.

٢- اعاده تنظيم استعمالات الأراضي في حوض وادي بيشة الرئيسي والأحواض الأخرى، وكذلك منع إقامة الجسور والطرق والمباني عند منابع الأودية.

٣- ضرورة الحفاظ على الغطاء النباتي في منطقة الدراسة واتخاذ التدابير المناسبة لتحويل أجزاء من الأراضي المغطاة بالتربة والمناطق غير المستغلة إلى أراضي زراعية. ستساهم هذه الإجراءات في الحفاظ على التربة في هذه المنطقة من خطر الانجراف وفي التقليل من إمكانية الجريان السطحي، وستساعد هذه التدابير من تقليل أخطار الفيضانات المفاجئة والمشاكل المصاحبة لها.

٤- ضرورة الشروع في العمل لتنفيذ خطط إدارة الأحواض المائية الفرعية المشار إليها في الدراسة نظراً لخطورة الوضع العام الذي تعاني منه هذه الأحواض من قابلية لحدوث الفيضان بها ومن سوء استغلال واستخدام الأراضي في هذه الأحواض، لذلك لابدَّ من العمل على إنشاء مشاريع الحفائر والسدود لتجميع المياه التي تساهم فيه رفع كفاءة استخدام الأراضي في منطقة الدراسة.

٥- وضع خطط مدروسة لزيادة منح تراخيص حفر الابار المنزلية من قبل الجهات المختصة المرافقة لإقامة مشاريع الإسكان التي مازالت قيد الانشاء وذلك بهدف التقليل من حدة العجز المائي، اذ تتميز هذه الابار بقدرتها على توفير المياه للأغراض المنزلية في فصل الصيف على اقل تقدير. من جانب أخر، تساهم هذه الآبار في تخفيف تدفق المياه ما بين المناطق الحضرية الذي يحدث بعد العواصف المطرية المفاجئة، الامر الذي سينعكس على التخفيف من حده الجريان السطحي وما يترتب علية من التخفيف من حده تعرض الحوض للفيضان المفاجئ.

٩. المصادروالمراجع:

المراجع العربية:

الخفاجي، سرحان نعيم، (2015)، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي قرين الثماد في بادية العراق الجنوبية - بادية النجف، قسم الجغرافيا، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة المثنى، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.

الزغول، ميسون، (٢٠١٧)، إدارة الموارد المائية وإمكانيات الحصاد المائي في حوض الزرقاء باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

العدرة، نزيه علي، ٢٠٠٧، جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الأعلى من وادي الخليل، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية.

أبو زيد، محمد، (٢٠٠٦)، خصائص الأمطار في الجزء الأوسط من غربي المملكة العربية السعودية، مجلة الملك عبد العزيز، الآداب، العلوم الإنسانية، م١٤ ص: ١٧٥-٢٣٣.

أبو سليم، علي، (٢٠٠٩)، التحليل الجيمورفولوجي للمعطيات الطبيعية المحددة لظاهرة الفيضانات النهرية في وادي الجرذان، المجلة الأردنية للعلوم الاجتماعية، المجلد ٢، العدد (١).

البحثي، نواف بن حامد، (٢٠١٨)، تحليل المعطيات المورفومترية لأحواض التصريف في مدينة حفر الباطن شمال شرق المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث، العدد الثالث، المجلد الثاني.

الزيود، هشام، (٢٠١٧)، تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في تحليل الخصائص المورفومترية ودلالاتها الهيدرولوجية لحوض وادي عربة جنوب الأردن، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، الكرك، عمان.

الزهراني، أفراح أحمد (٢٠٠٧)، مخاطر السيول على سلامة الحجاج بمشعر منى - مكة المكرمة، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الملك عبد العزيز، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جدة، المملكة العربية السعودية.

الصبابحة، نوح محمد، (٢٠١٩)، تقييم القابلية لحدوث الفيضان من منظور جيمورفولوجي - وادي موسى جنوب الأردن، المجلة الأردنية للعلوم الاجتماعية، عمان، المملكة الأردنية الهاشمية، المجلد ٢٠، ص: ٢٦٨-٢٩٦.

الطويرقي، سامي بن عاطي ٢٠٠٣، برنامج مقترح لتوعية المواطنين من مخاطر السيول: دراسة حالة وادي الليث في منطقة مكة المكرمة، رسالة ماجستير غير منشورة، أكاديمية نايف العربية للعلوم الأمنية، قسم العلوم الشرطية.

الكومي، عبد الرزاق، (٢٠١٥)، الأبعاد الهيدروجيومورفولوجية للتنمية في حوض وادي بيشة في المملكة العربية السعودية، دراسة في الجيمورفولوجيا التطبيقية، كلية الآداب، جامعة طنطا، جمهورية مصر العربية.

الوليعي، عبد الله، (١٩٩٧)، تغيرات المناخ في المنطقة الجافة دراسة حالة المملكة العربية السعودية، الكتاب الجغرافي السنوي، جامعة الامام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض .

سالم، طارق زكريا، (٢٠٠٦)، الضوابط الطبوغرافية والمناخية لتوزيع النبات الطبيعي في عسير، المجلة الجغرافية العربية، القاهرة.

سقا، عبد الحفيظ محمد، الجغرافية الطبيعية للمملكة العربية السعودية، شركة كنوز المعرفة المملكة العربية السعودية، جدة، الطبعة الرابعة، ١٤٣٦هـ-٢٠١٥م.

عبيد، عباس الحسين، ضياء شبوط، استبرق، (٢٠١٩)، النمذجة الكارتوكرافية لقياس تدفق السيول لوادي ترسخ وطلحة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS. لارك. ٤. ٥٦٥-٥٨٩. ١٠.٣١١٨٥/lark.Vol4.Iss23.565.

لعبون، عبد العزيز، (٢٠١٩)، معالم جيولوجية عسير، الجمعية الجغرافية السعودية، دار وكالة ابن لعبون للنشر والتوزيع ، الرياض، المملكة العربية السعودية.

هيئة الأرصاد الجوية السعودية، (٢٠١٧)، بيانات مناخية منشورة وغير منشورة، عسير، المملكة العربية السعودية.

المراجع الإنجليزية:

Abdalla. F., El Shamy, I., Bamousa, A., Mansour, A., Mohamed, A., Tahoon, M. (2014). Flash Floods and Groundwater Recharge Potentials in Arid Land Alluvial Basins, Southern Red Sea Coast, Egypt. International Journal of Geosciences, 5,971-982.

Al-husban, Y. (2019). Landforms Classification of Wadi Al-Mujib Basin in Jordan, Based on Topographic Position Index (TPI), and the Production of A Flood Forecasting Map. Dirasat: Human and Social Sciences, University of Jordan, 46(3), 44 - 56. DOI: 10.35516/0103-046-003-004

Al-Saud, M. (2010). Assessment of Flood Hazard of Jeddah Area 2009, Saudi Arabia. Journal of Water Resource and Protection 2: 839-847

Amer, M., Mohammad, Z., Ali, A. (2017). Hydro-Meteorological Analysis of Flash Flood in Southern Jordan, Journal of Environmental Science and Allied Research Volume 2017; Issue 01

El Shamy, I. (1992). Recent Recharge and Flash Flooding Opportunities in the Eastern Desert, Egypt. Annuals of Geological Survey of Egypt 18: 323-334.

Farhan, Y. (1989). Urban Planning and the Evaluation of Flood Hazard in Arid Lands of Jordan: Aqaba Case Study. In: Farhan, Y., Beheiry, S., Abu Satat, M. (eds.). Geomorphological Studies on Southern Jordan. Publication of the University of Jordan, Jordan. Page No: 181-206.

Horton R.E. (1945). Erosional Development of streams and their drainage basins, Hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of American Bulletin 56: 275-370. http://gdem.aster.erdas.or.jp/

Horton R.E. (1932). Drainage basin characteristics. American Geophysical Union of Transactions 13: 350-361.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Report (2008). The Fourth Assessment Report (AR4). http://www.ipcc.ch/

Mance, G., Raven, P. J., Bramley, M. E. (2002). Integrated river basin management in England and Wales: A policy perspective. Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 12: 339 - 346.

Miller, V. C. (1953). A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area, Varginia and Tennessee. Project. 3, Columbia University, Department of Geology, ONR, Geography Branch, New York.

Ministry of Petroleum and Mineral Resources (1971). Geological Maps 1:250,000 Scale, Saudi Arabia.

Patton. P. C. (1988). Drainage Basin Morphometry and Floods. In: Baker V, Kochel R, Patton P (eds.). Flood Geomorphology. Wiley, New York, USA. Page No: 51-65.

Schumm S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. Geological Society of American Bulletin 67: 597-646.

Strahler , A. N., Chow V. T. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basin and channel network, Handbook of applied hydrology McGraw Hill, New York, USA, p436-476.

Sullivan, A., Ternan, L., Williams, E. (2004). Land Use Change and Hydrological Response in the Camel Catchment, Cornwall. Applied Geography, 24(2): 119-137.

United States Geological Survey. Earth Explorer. Accessed 1st of April 2020 URL: https://earthexplorer.usgs.gov/

Wilson, L. J., Vallee, M., Montpetit, J. (2009). Comments on hydrometeorological accuracy enhancement via postprocessing of numerical weather forecasts in complex terrain. Weather Forecast, 24: 892–894.

Woube, M. (1999). Flooding and Sustainable Land - Water Management in the Lower Baro–Akoba River Basin, Ethiopia. Applied Geography, 17(3): 235–251.

Youssef A. M., Pradhan, B., Gaber, A. F. D., Buchroithner, M. F. (2009). Geomorphological hazard analysis along the Egyptian Red Sea Coast between Safaga and Quseir. Nat Hazards Earth Sys Science 9:751–766.