# التحليل الهيدرومورفولوجي لتقييم مخاطر السيول في حوض وادي قنونة جنوب غرب المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

د. افراح بنت أحمد بن علي الزهراني

aaalzahrani@uj.edu.sa

الأستاذ المساعد في الجغرافية الطبيعية بقسم العلوم الفيزيائية -

برنامج نظم المعلومات الجغرافية - جامعة جدة -

المملكة العربية السعودية

# التحليل الهيدرومورفولوجي لتقييم مخاطر السيول في حوض وادي قنونة جنوب غرب المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

د. افراح بنت أحمد بن علي الزهراني
aaalzahrani@uj.edu.sa
الأستاذ المساعد في الجغرافية الطبيعية بقسم العلوم الفيزيائية – برنامج نظم المعلومات الجغرافية – جامعة جدة – المملكة العربية السعودية

**الملخص:**

تهدف هذه الدراسة لتحليل الخصائص المورفولوجية ومدلولاتها الهيدرولوجية لتقييم مخاطر السيول في حوض وادي قنونة، وذلك من خلال تقدير حجم الجريان السطحي وذروة التصريف لمدة رجوع مختلفة، في الحوض بصورة عامة والأحواض الفرعية بصورة خاصة، واعتمدت الدراسة في تحقيق هذا الهدف على نموذج ارتفاع رقمي أسلوب (SRTM) دقة مكانية ٣٠ م تم الحصول عليه من موقع المساحة الجيولوجية الامريكية (USGS)، وبالتالي تمت معالجة (DEM) تمهيدا لاشتقاق الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية والمورفومترية وبالتالي الهيدرولوجية اما باستخدام الخوارزميات المتاحة في (GIS)، أو من خلال تطبيق المعادلات والصيغ الرياضية الخاصة بكل خاصية باستخدام الحاسبة (Field Calculator) في (GIS).

وبذلك فقد توصلت نتائج هذه الدراسة الى اختلاف مخاطر السيول في الحوض بصورة عامة، والمستجمعات الفرعية للحوض بصورة عامة باختلاف الخصائص المورفولوجية وتوزيع الأمطار من حوض إلى آخر، وعليه بلغ زمن الاستجابة لبدا الجريان في الحوض ٥,٨٥ ساعة، وبلغ زمن وصول قطرة الماء من ابعد نقطة في الحوض حتى المخرج في البحر الأحمر ٣٢,٤٥ ساعة، كما بلغ زمن سرعة جريان السيول في الحوض ٣,٤ م/ث، وبلغ زمن فائض المطر ٤,٢٢ ساعة، وبلغ حجم الجريان السنوي للحوض ١٩٤٧٣١٥٢٠ م٣، وبلغ زمن تدفق الذروة لمدة رجوع ١٠ سنوات ٨٦١٠,٥٧ م٣/ث، ونحو ٨٦١٠,٥٧ م٣/ث لمدة رجوع ٥٠ عام، ونحو ٨٦١٠,٥٧ م٣/ث لمدة رجوع ١٠٠ عام، وتختلف هذه الخصائص من حوض لآخر.

كلمات مفتاحية: الخصائص الهيدروموفولوجية، حجم الجريان، ذروة التصريف، نظم المعلومات الجغرافية، حوض وادي قنونة.

# HYDROMORPHOLOGICAL ANALYSIS TO ASSESS FLOOD RISKS IN THE WADI QANUNA BASIN, SOUTHWEST OF THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA, USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

***Abstract***

Study aims to analyze morphological characteristics and their hydrological indication evaluation flow risks in Wadi Qanona basin, by estimating volume of runoff and peak discharge for Various return periods, in the basin general and sub-basins particular. For achieve this aim the study was based on digital elevation model of the Satellite (SRTM) with spatial resolution of 30 m, obtained from (USGS). Thus, DEM was processed in preparation for deriving characteristics Area, formal, topographic, morphometric, and thus hydrological characteristics using available algorithms in (GIS), or by applying equations and formulas for each characteristic using Field calculator in (GIS).

Thus results of study reached a variation risk of runoff in basin general, and in the sub-catchments particular, according because of variation morphological characteristics and variation distribution of rain from basin to another. Accordingly the response time to runoff in the basin 5.85 hours, and Concentration time 32.45 hours. Runoff velocity in the basin reached 3.4 m/s, and overflowing time rain reached 4.22 hours, annual flow volume of basin 194,731,520 m3, and peak flow time for returning period 10 years 8610.57 m3/s, and about 8610.57 m3/s for returning period 50 years, and about 8610.57 m3/s for returning period 100 years, and variation these characteristics from one basin to another.

**Keywords:** Hydromorphological characteristics, flow volume, peak discharge, geographic information systems, Wadi Qannouna Basin.

## المقدمة:

السيول حدث طبيعي يسبب دمارا واسع النطاق، ويؤثر سلبا على الحياة اليومية، بما في ذلك التعرض المادي والاجتماعي والاقتصادي والبيئي (Chan, et al, 2021, p.1). واستحوذت دراسة السيولات على اهتمام الباحثين في جميع أنحاء العالم (Albano, et al, 2017, p. 159).

يعرف التحليل الهيدرمورفومتري بقياس الشكل والتحليل الرياضي لحوض الصرف، حيث بدأت الدراسات الهيدرومورفومترية لأول مرة بواسطة هورتون ١٩٤٠. ويلعب التحليل المورفومتري للصرف دورا مهما في فهم السلوك الهيدرولوجي لحوض الصرف، وتحليل حالة السيولات، وتعرية التربة والعمليات الجيولوجية والجيومورفولوجية (Chavare and Potdar, 2014,p.40). ويعتبر التحليل المورفومتري أمرا ضروريا في فهم الظروف الطبوغرافية، والصخور، وإدارة الأراضي، ومكونات التربة، والاستجابة الهيدرولوجية في الاحواض المائية (Bhattacharya, et al, 2021, p.1). وفهم الخصائص الهيدرومورفومترية يصبح أمرا بالغ الأهمية عندما تتغير اتجاهات هطول الأمطار وتزيد من احتمالية السيول ( Kansal, and Singh, 2022, p.2 ).

وتشهد المناطق الجافة وشبة الجافة في أفريقيا والشرق الأوسط لفيضانات مفاجئة بسبب نقص الغطاء النباتي، وضعف البنية التحتية بعد هطول أمطار غزيرة (Obeidat, et al, 2021, p. 3). ويتعرض حوض وادي قنونة كغيره من المناطق الجبلية لخطر أكبر للفيضانات المفاجئة بسبب طبيعة أحداث هطول الأمطار التي تتصف بكونها غير منتظمة زمانيا ومكانيا، وطبيعته الحوض الجبلية ذات التضاريس والأشكال الجيومورفولوجية المعقدة، ومنحدراته الشديدة، وجميعها تعمل على تقليص زمن الاستجابة والتركز للجريان السطحي، وتعزز من مخاطر السيولات، لذلك رأت هذه الدراسة أن الاعتماد على تحليل الخصائص المورفوهيدرولوجية في الحوض والاحواض الفرعية، هي الطريقة الامثل لفهم وتحديد المناطق الاكثر احتمالا في التعرض لمخاطر السيولات.

وفي ظل محدودية سجلات الأرصاد الجوية والدراسات المورفوهيدرولوجية والهيدرولوجية في حوض وادي قنونه، تتزايد أهمية إجراء هذا التحليل الهيدرومورفومتري بشكل كبير، لأنه سيساعد في تقييم مدى تعرض الحوض للكوارث الطبيعية كالسيول، وقد شهدت المنطقة الغربية من المملكة خلال الفترة الاخيرة أحداث فيضانات متكررة بسبب التأثر بالخصائص الطبوغرافية والمورفومترية للمنطقة، ولأجل الإدارة الفعالة لمخاطر السيول في الحوض، يعتبر فهم الخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية أمرا في غاية الأهمية، لاسيما في ظل وجود فجوة بحثية كبيرة بين ما تتعرض له المنطقة الغربية من المملكة للفيضانات المفاجئة، والتي تنتج عن المنحدرات الشديدة، والتضاريس الوعرة، والمرتفعات العالية.

## دراسات سابقة:

تطرقت دراسة Farhan, et al(2016) للتحليل المورفومتري وتقييم مخاطر السيول للأحواض المائية في منطقة رأس النقب، جنوب الأردن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتتكون منطقة الدراسة من اثني عشر مستجمعاً مائياً صغيراً يشغل المنحدرات الصدعية والمنحدرات المنحدرة، توصلت نتائج هذه الدراسة الى تباين الخصائص المورفومترية بين احواض المنحدرات والأحواض المتصدعة، وما ترتب على ذلك من تباينات في مخاطر السيول من حوض إلى آخر، ويشير التحليل المورفومتري وتقييم الفيضانات المفاجئة إلى أن عشرة مستجمعات مياه (٨٣,٣٪) تم تصنيفها تحت حساسية عالية ومتوسطة للفيضانات، وأن مستجمعات المنحدرات المتآكلة أكثر خطورة من حيث الفيضانات، وبالتالي فإن حماية معان والتجمعات البدوية في ريف الجفر والطريق السريع بين عمان والعقبة من الفيضانات المتكررة أمر ضروري لضمان التنمية المستقبلية المستدامة في منطقة رأس النقب معان.

وتعرضت دراسة (٢٠١٦) Wahid, et al.، لتحليل الخصائص الهيدرمورفولوجية وتقييم احتمالية حدوث فيضانات مفاجئة في السهول الساحلية الجافة: حالة جنوب غرب سيناء، مصر، كان الهدف من هذه الدراسة هو عمل نمذجة مكانية لكمية الجريان السطحي والكثافة المتعلقة بتطور الفيضانات الخاطفة، وإنتاج خريطة مخاطر للفيضانات الخاطفة للسهل الساحلي بمنطقة صحراوية ذات بيئة هيدرولوجية كبيرة ومعقدة، وتوصلت نتائج الدراسة الى أن الانحدار والتربة كانا العاملين الرئيسيين المتحكمين في كميات الجريان السطحي، واحتمالية حدوث الفيضانات في المنطقة.

وقامت دراسة (٢٠١٧) Farhan بالتقييم المورفومتري للأحواض المائية بوادي ولا، جنوب الأردن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، لما لذلك من أهمية حيوية لفهم العمليات الهيدروموفولوجية، وتوصلت نتائج هذه الدراسة إلى أن

أحواض الصرف في المنطقة تمر بمرحلة الشباب من التطور الجيومورفولوجي، وأنها تتأثر بالارتفاع التكتوني، والانحدار، وسيادة منحدرات التلال، وتشير هذه النتائج إلى أن متوسط الارتفاع (م) وفارق الارتفاع بين اعلى وادنى ارتفاع هما المعلمات المورفومترية الاكثر اهمية في تحديد خصائص الجريان.

وتناولت دراسة Khan، and ElKashouty (٢٠٢٣) التحليل الهيدرومورفومتري لمستجمعات المياه للتنمية المحتملة لحوض وادي تبوك، المملكة العربية السعودية وقامت الدراسة بتحليل الخصائص الهيدرومورفومترية للأحواض الفرعية الثمانية عشرة بحوض وادي تبوك باستخدام الأساليب الإحصائية متعددة المتغيرات، وبيانات الاستشعار عن بعد (RS)، ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد أولوية المياه، وتوصلت نتائج الدراسة الى تباين بنحو ٩٠,٤٪ فيما يتعلق بنسبة التشعب، والوعورة، ونسبة الاستطالة، وكثافة الصرف، وتضاريس الحوض، ونسبة الاستدارة، ونسبة التضرس، وأظهرت نتائج تحليل خصائص الأحواض الفرعية تعرض أحواض العلا، والطيبة، وحمد، وداما، والوجه، والغمرة، لمخاطر السيول وتعرية شديدة للتربة، مما يعني ضرورة اعطاء هذه الاحواض الاولوية عند اتخاذ أي تدابير تخفف من المخاطر المترتبة على ذلك.

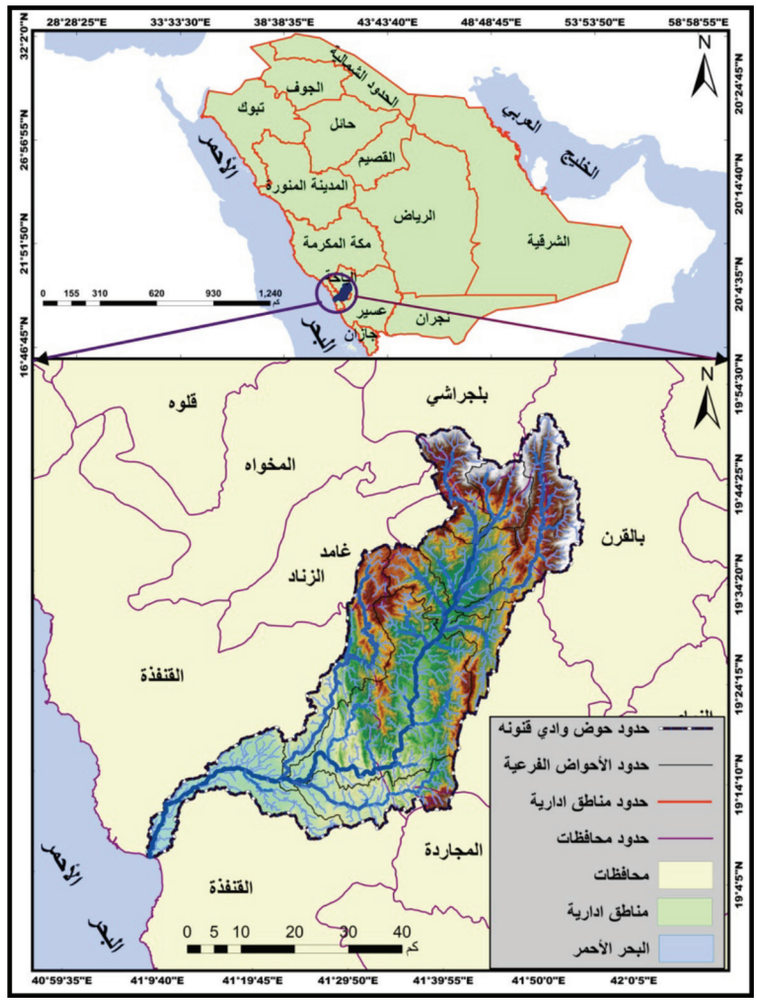
وقامت دراسة (Khan, et al, (2023 بالتحليل المورفومتري ورسم الخرائط الجيولوجية الرقمية جنوب منطقة عسير- شمال منطقة جازان، جنوب غرب المملكة العربية السعودية، باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، واعتمدت الدراسة على بيانات (SRTM) ولاندسات. وتم دراسة الخصائص المورفومترية لخمسة أحواض هي (Wadi Ishran، Baysh، Itwad، Tabab، and Bayd)، وتوصلت نتائج تحليل المجاري المائية ونسبة التشعب أن حوضي (Itwad، Bayd) يتسمان بمخاطر منخفضة للسيول بسبب قدرتهما العالية على تسريب مياه الأمطار، ولذا يتمتعان بإمكانية وجود طبقة مياه جوفية كبيرة.

وقيمت دراسة Rashwan, et al (2023).، مخاطر الفيضانات الخاطفة على طول ساحل البحر الأحمر باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، ويتعرض ساحل البحر الأحمر بشكل دوري لفيضانات مفاجئة، تتسبب في خسائر بشرية واقتصادية فادحة، بسبب خصائصه الهيدروجيومورفولوجية، وتستخدم هذه الدراسة منهج متكامل لبيانات الاستشعار عن بعد وتقنية نظم المعلومات الجغرافية لتقييم مخاطر الفيضانات على أساس تحليل الخصائص المورفومترية لنحو ١٢ حوض مائي، تختلف في خصائصها المورفومترية، وتتراوح مجاريها الرئيسية بين الرتبة الرابعة والسابعة، وأكدت نتائج هذه الدراسة أن هناك ثلاثة أحواض معرضة بشدة للفيضانات، وخمسة مصنفة على أنها تعاني من مخاطر متوسطة، وأربعة مصنفة تحت احتمالية منخفضة للفيضانات.

وقامت دراسة Abdelgawad, et al (2024)، برسم خرائط مخاطر الفيضانات في المناطق الجافة، دراسة حالة منطقة البحر الأحمر، مصر، باستخدام منهج التحليل المورفومتري القائم على نظم المعلومات الجغرافية، وتم تقييم درجة مخاطر الفيضانات، من خلال الأخذ بعين الاعتبار العديد من المعلمات المورفومترية مثل مساحة الحوض، والانحدار، ومعامل الشكل، وكثافة الصرف، ونسبة الاستدارة، ورقم المنحنى (CN)، وتشير النتائج إلى أن ٤٧٪ من منطقة الدراسة تعاني من درجة عالية جداً من خطر الفيضانات، وتتوافق نتائج التحليل المورفومتري مع محاكاة الجريان السطحي بالنموذج الهيدرولوجي، حيث توافق توزيع الأحواض ذات الخطورة العالية إلى العالية جداً مع الأحواض ذات الجريان السطحي الكبير.

## منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي قيونه جنوب غرب المملكة العربية السعودية ضمن ثلاثة مناطق ادارية هي: الباحة ومكة المكرمة وعسير، ويقع الحوض ويقع فلكياً بين دائرتي عرض 20": 7: - 16° 19 :52' :"12 شمالا، وخطي طول 40": 8': :55:"10 - 41° 41° شرقا (شكل١) بمساحة بلغت ٢٣١٤,٥ كم٢، وتبدأ روافده العليا من مرتفعات محافظات بالقرن التابعة لمنطقة عسير وبلجراشي التي تتبع منطقة الباحة شرقاً، ثم يتجه مجرى الوادي باتجاه جنوبي غربي ليمر بمحافظتي العرضيات وغامد الزناد التابعة لمنطقة الباحة والمجاردة التي تتبع منطقة عسير، ثم ينحرف مجرى الوادي باتجاه شرقي غربي نحو محافظة القنفذة التي تتبع منطقة مكة المكرمة، ليعود مجرى الوادي وينحرف مرة اخرى باتجاه جنوبي غرب صوب البحر الأحمر.




شكل (١) موقع منطقة الدراسة

المصدر: الباحثة بالاعتماد على طبقات رقمية (Shapfile)، الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية، (٢٠٢٤)، ونموذج ارتفاع رقمي المساحة الجيولوجية الامريكية (USGS).

## اهداف الدراسة:

- تحليل الخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي قيونه.
- تحليل الخصائص الهيدرولوجية ومخاطرها السيلية في حوض وادي قيونه.
- تقدير حجم الجريان وذروة التصريف لفترات رجوع مختلفة في حوض وادي قيونه.

منهجية البحث: اعتمدت هذه الدراسة على المنهجين الوصفي في وصف أثر الخصائص المورفوهيدرولوجية في التباين المكاني (الحوضي) لمخاطر السيولات بحوض وادي قنونه، والمنهج التحليلي القائم على نتائج الاسلوبين الكمي في تطبيق المعادلات والصيغ الرياضية للخصائص المورفوهيدرولوجية في الحوض بصورة عامة والأحواض الفرعية بصورة خاصة، والأسلوب الكارتوغرافي في بيئية نظم المعلومات الجغرافية لإنتاج الخرائط التي توضح التباينات المكانية لمخاطر السيولات في الحوض.

وتدرجت منهجية هذه الدراسة بداية بالحصول على نموذج ارتفاع رقمي للقمر الصناعي (SRTM) من موقع المساحة الجيولوجية الامريكية (USGS)، بدقة مكانية ٣٠ م. (https://earthexplorer.usgs.gov)، وحصلت الدراسة على بيانات الامطار للمدة من ١/١/ ٢٠٠٠ - ٦/١/ ٢٠٢٤ للقمر المناخي (GPM) من موقع ناسا، بيانات مناخ الارض، بدقة مكانية ٠,١ درجة. (https://giovanni.gsfc.nasa.gov).

وتمثلت الخطوة التالية بمعالجة هذه البيانات، حيث استعملت الدراسة ادوات التعبئة (Fill) والدمج (New mosaic) وإعادة الارجاع (Project Raster) ضمن برنامج (ARC GIS 10.8)، لتعبئة بيانات الخلايا التي لا تتواجد فيها قيم ارتفاع في (DEM)، ودمج اكثر من لوحة، وإعادة ارجاع

نموذج الارتفاع الرقمي، وتم إعادة ارجاع طبقة بيانات الامطار من النظام الجغرافي الى النظام المتري (UTM-Zone-37N) بواسطة اداة (Project Raster) في البرنامج نفسه.

وتلى ذلك استخدام عدد من الخوارزميات الهيدرولوجية كاتجاه (Flow Direction) وتراكم الجريان (Flow Accumulation) والعتبة (Con) والرتب النهرية (Stream Order) حسب طريقة ستالر، وتحويل المجاري من طبقة (Raster) الى طبقة (Shapfile line)، والأحواض (Watershed)، ضمن برنامج (ARC GIS 10.8) لاشتقاق طبقة مجاري الاودية عند عتبة ١٠٠٠، واشتقاق طبقة الاساس لحدود حوض وادي قينونه، وبعدها تم الاقتطاع من (DEM) على هذه الحدود، وتم استيراد الطبقة لبرنامج (Global Mapper) لتحديد حدود الأحواض الفرعية بحوض وادي قنونه بواسطة خوارزمية (Create Watershed). كما استعملت الدراسة خوارزمية (Spline) لعمل استيفاء مكاني لخريطة توزيع الامطار في الحوض والأحواض الفرعية.

وبعدها استعملت الدراسة حاسبة (Raster Calculator)، وحقل الحاسبة (Filed Calculator)، والحاسبة الهندسية (Calculator Geometry)، ضمن برنامج (ARC GIS 10.8)، لتطبيق المعادلات والصيغ الرياضية للخصائص المورفوهيدرولوجية في الحوض والأحواض الفرعية كما في الجدولين (١، ٢).

جدول (١) الصيغ الرياضية للخصائص المورفومترية في حوض وادي قيونه

| الخصائص المورفومترية | الخاصية | المعادلات |
|---|---|---|
| الخصائص المساحية | المساحة | (Calculate Geometry) |
| | طول وعرض الحوض | (Measure) |
| | محيط الحوض | (Perimeter) |
| الخصائص الشكلية | الاستدارة | $Rc = \frac{A}{Ac}$. (Strahler, 1964, p, 903). استدارة Rc حيث الحوض، A المساحة كم2، AC مساحة دائرة لها محيط يساوي محيط الحوض |
| | الاستطالة | $Er = 2\sqrt{\frac{A}{R}}$. $(Gregory\ \&\ Walling. 1976, p, 51)$. حيث Er نسبة الاستطالة، A مساحة الحوض كم2، R النسبة التقريبية وتساوي 3.14، L طول الحوض |
| | الانبعاج | $C = \frac{0.28.41 * P}{A^{0.5}}$. (41, 2018, **البحيثي**). |
| | | حيث C معامل الانبعاج، P محيط الحوض، A مساحة الحوض |
| | معامل الشكل | $F = \frac{A}{Lb2}$. (Horton, 1945, p, 276). حيث F معامل شكل الحوض، A المساحة كم$^2$، Lb² مربع طول الحوض |

| | | |
|---|---|---|
| الخصائص التضاريسية | التضرس الكلي | $D = H - L$ . (Schumm, 1956, p, 664).<br>حيث D التضرس الكلي، H اقصى نقطة ارتفاع، L ادنى نقطة ارتفاع |
| | نسبة التضرس | $R = \frac{Hb}{Lb}$ . $(Kusre, 2013, p, 26)$.<br>حيث R نسبة التضرس Hb الفرق بين أعلى نقطة وأدنى نقطة في الحوض (م)، Lb طول الحوض كم |
| | التضاريس النسبية | $Rhp = \frac{H}{P}$ . $(Melton, 1959, p, 346)$.<br>حيث R نسبة التضرس Hb الفرق بين أعلى نقطة وأدنى نقطة في الحوض (م)، Lb طول الحوض كم |
| | الوعورة | $Hd = \frac{Hm * D}{1000}$ . (Chorley, 1970, p, 53).<br>حيث Hd وعورة التضاريس ، Hm كثافة التصريف، D الفرق بين أعلى نقطة وأدنى نقطة في الحوض (م) |
| | النسيج الطبوغرافي | $Dr = \frac{\sum Nu}{Bc}$ . (Chorley and Kennedy, 1971, p, 48).<br>حيث ∑Nu مجموع اعداد المجاري، Bc محيط الحوض. |
| خصائص الشبكة النهرية | عدد المجاري | (Filed Geometry) |
| | أطوال المجاري | (Calculate Geometry) |
| | نسبة التشعب | $Rb = \frac{Nu}{Nuu}$ . (Chavare, Shinde, 2013, p. 230)<br>حيث Nu عدد مجاري رتبة ما، Nuu عدد مجاري الرتبة التي تليها. |
| | كثافة التصريف | $Dd = \frac{\sum Lu}{A}$ . (Horton, 1945, p, 278)<br>حيث Dd كثافة التصريف، ∑Nu مجموع اطوال المجاري من جميع الرتب، A مساحة الحوض كم$^2$. |
| | التكرار النهري | $F = \frac{\sum Ns}{A}$ . (Chorley, 1969, p, 47)<br>حيث F التكرار النهري، ∑Nu مجموع عدد المجاري من جميع الرتب، A مساحة الحوض كم$^2$. |

المصدر: الباحثة بالاعتماد على المراجع المذكورة في الجدول.

جدول (٢) الصيغ الرياضية للخصائص الهيدرولوجية في حوض وادي قيونه

| الخصائص الهيدرولوجية | المعادلات |
|---|---|
| زمن الاستجابة للجريان | $Tp\ (hr) = ct\ (Lb - Lca)^{0.3}$. (Raghunath, 1991, p, 1-482). حيث Tp زمن استجابة الأحواض لهطول الأمطار ساعة، Ct معامل زمن تدفق الذروة (التباطؤ) وهو معامل خاص بطبيعة الحوض وانحداره قيمته تتراوح بين (0.2 – 2.2)، Lb طول المجرى كم، Lca المسافة الفاصلة بين المصب ومركز ثقل الحوض كم. |
| زمن التركز | $TC = 76.3\ \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{J}}$. (Jaton, 1980, p. 41) حيث Tc زمن التركز، A مساحة الحوض، J معدل الانحدار. |
| مدة فائض الامطار | $TP = Tc * 0.133$ . (البحيثي، 2018، ص 54). حيث TP= مدة فائض المطر، Tc زمن التركز بالساعة. |
| سرعة الجريان | $S = \frac{Lb}{Tc}$. (أبو العينين .2007). حيث S سرعة الجريان، LB طول الحوض، TC زمن التركز ساعة |
| ذروة التدفق | $Q = K\ C\ A^n\ Rf\ Ff$ حيث أن Q قمة التدفق أو التصريف م ٣/ث، K ثابت يعطي قيمة ٠,٥٥٨ للأحواض ذا المساحة المتوسطة، و 3.561 للأحواض الكبيرة، 10.166 للأحواض الكبيرة جداً أو الإقليمية. والمساحة المتوسطة تتراوح من 4 – 12.6كم$^2$، والمساحة الكبيرة تتراوح من ١٢,٧ – 359.4 كم$^2$، والمساحة الكبيرة جداً أو الإقليمية هي التي تكون اكبر من 359.4. C معامل تصريف يقوم بجمع $C_3C_2C_1$ حيث أن $C_1$ معامل لتحديد طبيعة المنطقة، $C_2$ معامل انحدار الحوض، $C_3$ معامل شكل الحوض. A مساحة الحوض، n أس يتوقف على حجم حوض التصريف فيعطي القيمة 0.75 للمساحة المتوسطة 0.5 للمساحة الكبيرة، 0.4 للمساحة الكبيرة جداً أو الإقليمية. Rf معامل المطر ويعطي قيمة 1.5 للمساحة المتوسطة، 1.4 للمساحة الكبيرة والإقليمية. Ff معامل فترة الرجوع (علاجي، 2010، ص 34 – 35). |
| حجم الجريان | $R = Cl(S)^{\wedge 0.5} * (W/L)^{\wedge 0.5}$ حيث أن R حجم الجريان السنوي المتوقع (مليون متر مكعب)/ سنويا. C معامل الجريان السطحي (Run off coefficient) وقيمته 0.15 في المناطق الجافة وشبه الجافة. I حجم المطر الهاطل (ألف متر مكعب) ويحسب بضرب معدل الهطول المطري ملم* مساحة الحوض كم$^2$. S = معدل الانحدار م/كم ويحسب بإيجاد الفرق بين أعلى وأخفض نقاط الحوض م على طول الحوض كم. W عرض الحوض كم. L طول الحوض (الغميض، عاطف. 2021، 194). |

المصدر: الباحثة بالاعتماد على المراجع المذكورة في الجدول.

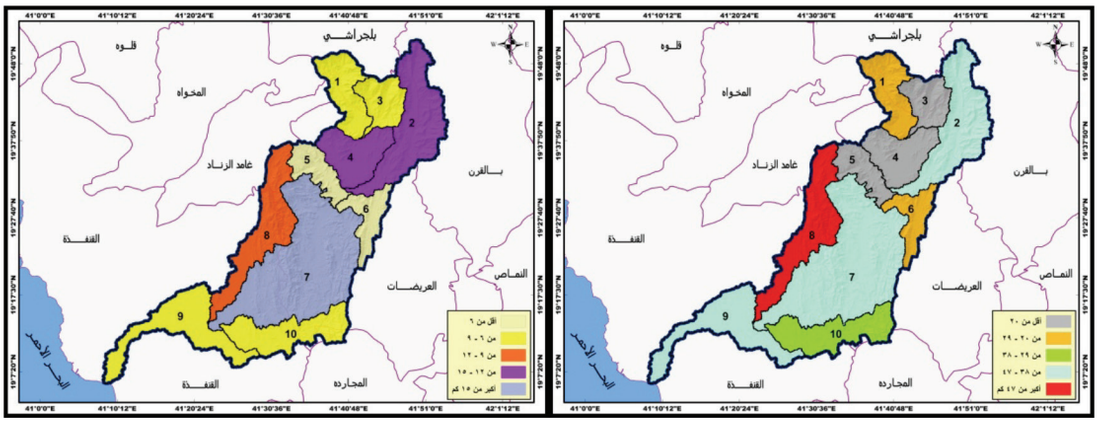
## مناقشة نتائج الدراسة:

### أولا: الخصائص المورفومترية:

#### أ) الخصائص المساحية:

تعتبر المساحة من اهم الخصائص التي ندخل في حساب مخاطر السيول، وتتسم علاقتهما بالطردية، ويعتبر حوض وادي قنونه من الأحواض الإقليمية حيث تتجاوز مساحته ٣٥٩,٤ كم٢، اذ تبلغ مساحة الحوض ٢٣١٤,٥ كم٢، وصنفت مساحة الأحواض الفرعية لحوض وادي قنونه شكل (٢) الى خمسة مجموعات الأولى حيث تقل المساحة عن ١٥٠ كم٢، وتضم ثلاثة احواض شمال ووسط الحوض، والثانية بين ١٥٠ – ٢٠٠ كم٢، وتضم حوضين شمال غرب الحوض، والثالثة بين ٢٠٠ – ٢٥٠ كم٢، وتضم حوض واحد جنوب وادي قنونه، والرابعة بين ٢٥٠ – ٣٠٠ كم٢، وتضم حوضين غرب وجنوب غرب الحوض، والخامسة حيث تتجاوز المساحة ٣٠٠ كم٢، وتضم حوضين شمال شرق ووسط الحوض.

ومن الخصائص المساحية التي تؤثر في مخاطر السيول محيط الأحواض، وتتسم العلاقة بينهما بالطردية، بلغ محيط حوض وادي قنونه الحوض ٣٩٨,٧ كم، ويختلف محيط الأحواض الفرعية لحوض وادي قنونه شكل (٣) حيث تقع المجموعة الأولى حيث يقل المحيط عن ٩٠ كم، وتضم أربعة أحواض شرق وشمال غرب وادي قنونه، والثانية فيها حوض واحد حيث المحيط بين ٩٠ – ١٢٠ كم، والثالثة حوضين شمال شرق وجنوب شرق قنونه حيث المحيط بين ١٢٠ – ١٥٠ كم، وتضم الرابعة حوضين غرب وبمخرج الحوض بين ١٥٠ – ١٨٠ كم، والخامسة حوض واحد يتجاوز محيطه ١٨٠ كم وسط وادي قنونه.




شكل (٢) مساحة الأحواض الفرعية بالحوض

شكل (٣) محيط الأحواض الفرعية بالحوض

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10.8

جدول (٣) الخصائص المساحية للأحواض الفرعية بحوض وادي قنونه

| الحوض الفرعي | المساحة كم٢ | المحيط كم | الطول كم | العرض كم |
|---|---|---|---|---|
| ١ | ١٥٣,٩ | ٨٧,٢٥ | ٢٢ | ٧,٢ |
| ٢ | ٣١٤,٣٢ | ١٤٧,٠٤ | ٤٦,٣ | ١٢,١ |
| ٣ | ١١١,٢٨ | ٧٥,٥ | ١٧,٣ | ٨,٩ |
| ٤ | ١٦٧,٦١ | ٨٦,٦ | ١٨,٩ | ١٣,٦ |
| ٥ | ١٠١,٨٨ | ٩٤,٥٤ | ١٩,٣ | ٦ |
| ٦ | ١٠٣,٩٥ | ٨٨,٥٥ | ٢١,٨ | ٥,٤ |
| ٧ | ٦٥٤,٣ | ٢٣٥,٤٣ | ٤٥,١ | ٢١,٣ |
| ٨ | ٢٥٤,٢٧ | ١٦٩,١ | ٤٩ | ٩,٢ |
| ٩ | ٢٥١,٩٥ | ١٦١,١٤ | ٤٦,٥ | ٨,٣ |
| ١٠ | ٢٠١,٠٤ | ١٣٤,٩٧ | ٣٠,٨ | ٦,٢ |
| حوض وادي قنونه | ٢٣١٤,٥ | ٣٩٨,٧ | ١١٠,٦ | ٢٩,٤ |

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على نموذج ارتفاع رقمي للقمر (SRTM)، بدقة مكانية ٣٠م.

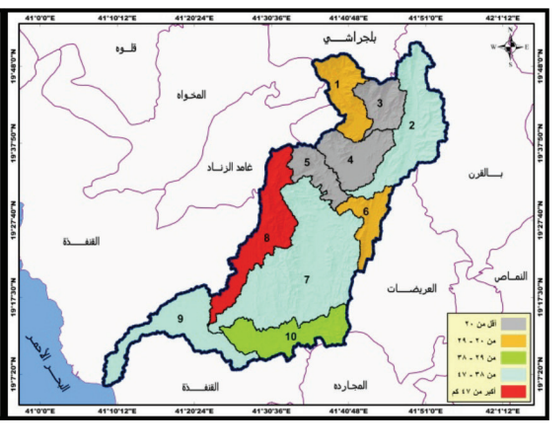
وتدخل اطوال الاحواض في حساب حجم الجريان ومخاطره، فكلما زادت زاد زمن التركز ومعدل التسرب، وقل خطر السيول عند مخاطر الأحواض والعكس، بلغ طول حوض وادي قنونه ١١٠,٦ كم، وتقع المجموعة الأولى من الأحواض الفرعية شكل (٤) شمال وشمال غرب الحوض حيث يقل أطوال الأحواض عن ٢٠ كم٢، وتضم الثانية حيث اطوال الأحواض بين ٢٠ – ٢٩ كم حوضين شرق وشمال غرب وادي قنونه، وتتضمن المجموعة الثالثة حيث اطوال الأحواض بين ٢٩ – ٣٨ كم٢ حوض واحد جنوب قنونه، اما الرابعة ففيها ثلاثة أحواض أعلى ووسط وأدنى قنونه أطوالها بين ٣٨ – ٤٧ كم٢، والخامسة حيث يتجاوز أطوالها ٤٧ كم٢ ففيها حوض وادي غرب وادي قنونه.

ويؤثر عرض الأحواض في مدة بقاء العاصفة ضمن حدود الحوض، وبالتالي تؤثر في حجم ومخاطر السيولات حسب تباين عرض كل منها، وعليه فقد بلغ متوسط عرض وادي قنونه ٢٩,٤ كم، وتقع المجموعة الأولى حيث يقل عرضها عن ٦ كم بعدد حوضين وادي وادي قنونه، ويقع ضمن الثانية أربعة أحواض شمال وجنوب وغرب قنونه حيث يتراوح عرضها بين ٦ – ٩ كم، وتضم الثالثة حوضا واحداً غرب قنونه حيث عرض الأحواض بين ٩ – ١٢ كم، ويقع ضمن الفئة الرابعة حوضين شمال شرق وغرب الحوض حيث يتراوح عرضها بين ١٢ – ١٥ كم، وتتضمن الفئة الخامسة حوض واحد يتجاوز عرضه ١٥ كم وسط حوض وادي قنونه.

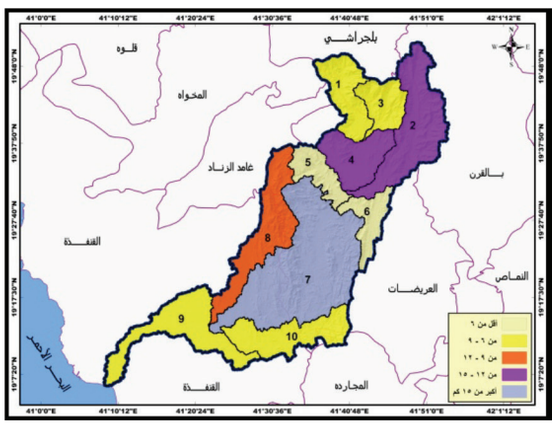
**ب) الخصائص الشكلية:**

يعتبر شكل الحوض واحد من اهم الخصائص التي تؤثر في مستوى مخاطر السيول، حيث بلغ معامل شكل حوض وادي قنونه ٠,١٩، وصنف الأحواض الفرعية بحوض وادي قنونه حسب معامل الشكل في شكل (٦) لخمسة فئات تضم أولها حوضين شمال ووسط شمال وادي قنونه يقل معامل شكلهما عن ٠,٢، ويقع ضمن الفئة الثانية حوضان شمال ووسط شمال وداي قنونه حيث يتراوح معامل شكلها بين ٠,٢ – ٠,٢٥، وتضم الفئة الثالثة حوض واحد يتراوح شكله بين ٠,٢٥ – ٠,٣، ويقع ضمن الفئة الرابعة حوضان شرق وجنوب وادي قنونه حيث معامل الشكل بين ٠,٣ – ٠,٣٥، أما الفئة الخامسة حيث يتجاوز معامل الشكل ٠,٣٥ فتضم ثلاثة أحواض شمال شرق وغرب وجنوب حوض وادي قنونه.

وتعد الاستدارة من المحددات الشكلية المهمة لمخاطر السيولات، فهناك علاقة طردية بين مخاطر السيول واستدارة الأحواض المائية، وبالتالي فقد بلغت استدارة حوض وادي قنونه ٠,١٨، وتختلف معاملات الاستدارة في الأحواض الفرعية شكل (٧) فالفئة الأولى تضم حوض واحد غرب قنونه حيث تقل الاستدارة عن ٠,١٢، ويقع ضمن الفئة الثانية حيث تتراوح الاستدارة بين ٠,١٢ – ٠,١٥ اربعة احواض وسط وجنوب وادي قنونه، ويقع ضمن الفئة الثالثة حوض واحد شرق قنونه حيث تتراوح الاستدارة بين ٠,١٥ – ٠,١٨، كما تضم الفئة الرابعة حوض واحد شمال شرق الحوض حيث تتراوح الاستدارة بين ٠,١٨ – ٠,٢١، وتتضمن الفئة الخامسة ثلاثة احواض شمال غرب وادي قنونه تتجاوز استدارة كل منها ٠,٢١.

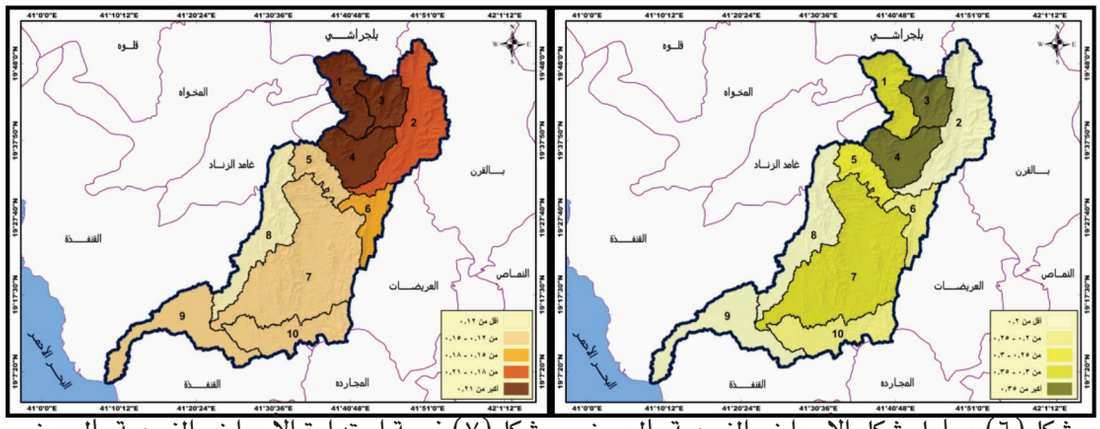



شكل(٤) أطوال الأحواض الفرعية في بالحوض




شكل(٥) عرض الأحواض الفرعية بالحوض

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10.8




شكل(٦) معامل شكل الاحواض الفرعية بالحوض




شكل(٧) نسبة استدارة الاحواض الفرعية بالحوض

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10.8

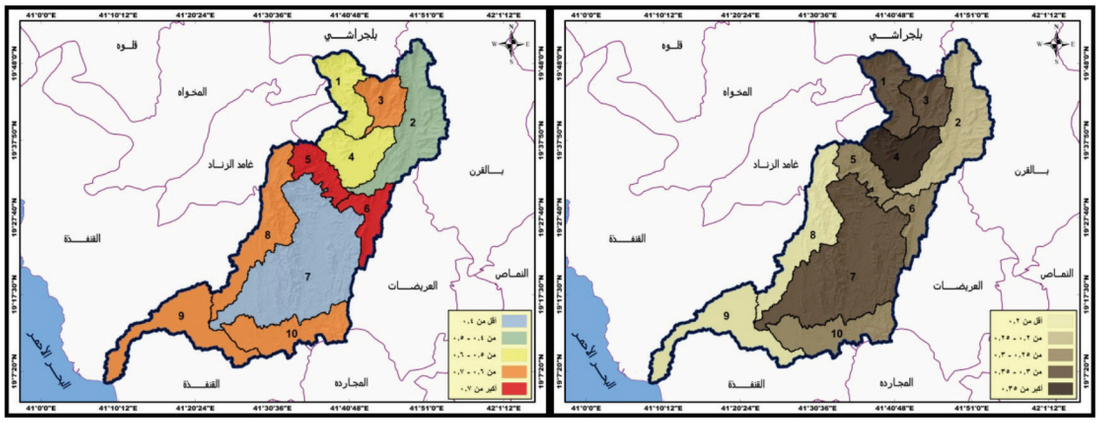
جدول (٤) الخصائص الشكلية للأحواض الفرعية بحوض وادي قنونه

| الحوض الفرعي | معامل الشكل | الاستدارة | الاستطالة | الانبعاج |
|---|---|---|---|---|
| ١ | ٠,٣١٧٩٨٣ | ٠,٢٥٤٢ | ٠,٣١٨٢٢٧ | ٠,٥٦٦٨٦٤ |
| ٢ | ٠,١٤٦٦٢٦ | ٠,١٨٢٧٦٣ | ٠,٢١٦٠٩٣ | ٠,٤٦٧٨ |
| ٣ | ٠,٣٧١٧٧ | ٠,٢٤٥٤٤٦ | ٠,٣٤٤٠٩ | ٠,٦٧٨٤٧ |
| ٤ | ٠,٤٦٩٢٢٥ | ٠,٢٨١٠٠٢ | ٠,٣٨٦٥٦٨ | ٠,٥١٦٦٣٨ |
| ٥ | ٠,٢٧٣٥٠٥ | ٠,١٤٣٣١٢ | ٠,٢٩٥١٣٣ | ٠,٩٢٧٩٢٣ |
| ٦ | ٠,٢١٨٧٣٦ | ٠,١٦٦٦٦٣ | ٠,٢٦٣٩٣٤ | ٠,٨٥١٨٣٣ |
| ٧ | ٠,٣٢١٦٧٨ | ٠,١٤٨٤٠٨ | ٠,٣٢٠٠٧١ | ٠,٣٥٩٨١٣ |
| ٨ | ٠,١٠٥٩٠١ | ٠,١١١٧٧٥ | ٠,١٨٣٦٤٨ | ٠,٦٦٥٠٨٢ |
| ٩ | ٠,١١٦٥٢٦ | ٠,١٢١٩٨٨ | ٠,١٩٢٦٤ | ٠,٦٣٩٥٤١ |
| ١٠ | ٠,٢١١٩٢١ | ٠,١٣٨٧٤٨ | ٠,٢٥٩٧٩ | ٠,٦٧١٣٣٩ |
| حوض وادي قنونه | ٠,١٩ | ٠,١٨ | ٠,٢٥ | ٠,٢٣ |

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على نموذج ارتفاع رقمي للقمر (SRTM)، بدقة مكانية ٣٠ م.

وتعد الاستطالة مهمة عند تحليل مخاطر السيول فالعلاقة بين مخاطر السيول واستطالة الأحواض عكسية، فزيادة الاستطالة تعني تأخر وصول المياه الى المخرج بعد فقدان جزء كبير منها بالتسرب، وبلغت استطالة حوض وادي قنونه ٠,٢٥، وتقع الفئة الأولى من الأحواض الفرعية شكل (٨) غرب وجنوب حوض وادي قنونه حيث تقل الاستطالة عن ٠,٢، والثانية تضم حوض واحدا شمال شرق قنونه حيث تتراوح الاستطالة بين ٠,٢ – ٠,٢٥، أما الفئة الثالثة فتتضمن ثلاثة أحواض جنوب وشرق ووسط وادي قنونه حيث تتراوح الاستطالة بين ٠,٢٥ – ٠,٣، ويقع ضمن الفئة الرابعة ثلاثة أحواض شمال غرب ووسط وادي قنونه حيث تتراوح الاستطالة بين ٠,٣ – ٠,٣٥، وهناك حوضا واحدا وسط وادي قنونه تتجاوز استطالته ٠,٣٥.

ويؤثر انبعاج الأحواض في مخاطر السيول من خلال تحديده لمحيط ومساحة الأحواض المائية ومدى تعرج أو انتظام خطوط تقسيم المياه، وعليه فقد بلغ انبعاج حوض وادي قنونه ٠,٢٣، وتقع فئة الأحواض الأولى حيث يقل الانبعاج عن ٠,٤ وتضم حوضا واحدا وسط وادي قنونه، وضمن الفئة الثانية التي يتراوح فيها الانبعاج بين ٠,٤ – ٠,٥ هناك حوضا واحد شمال شرق وادي قنونه، ويقع في الفئة الثالثة حيث يتراوح الانبعاج بين ٠,٥ – ٠,٦ حوضان شمال غرب قنونه، وتتضمن الفئة الرابعة ثلاثة أحواض جنوب وغرب وادنى وادي قنونه حيث يتراوح الانبعاج بين ٠,٦ – ٠,٧، وتضم الفئة الخامسة كذلك حوضان شرق ووسط حوض وادي قنونه حيث يتجاوز الانبعاج ٠,٧.




شكل (٨) إستطالة الأحواض الفرعية بالحوض

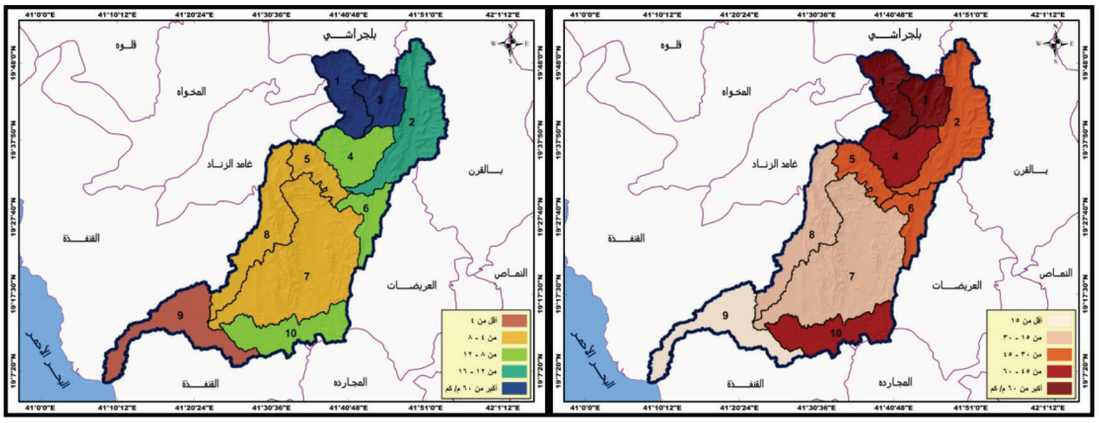
شكل (٩) انبعاج الأحواض الفرعية بالحوض

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10.8

**ج) الخصائص التضاريسية:**

تعد نسبة التضرس اولى الخصائص المؤثرة في حجم الجريان ومخاطر السيول، ويأتي تأثيرها من خلال تحديد مرحلة الدورة التحاتية التي يمر بها الحوض المائي، فالقيم العالية تعكس التضرس والمخاطر الشديدة للفيضان، والعكس بالنسبة لقيم التضرس المنخفضة التي تعكس انخفاض تضاريس الحوض وقلة مخاطر السيول، وعليه فقد بلغت نسبة تضرس حوض وادي قنونه ٢١,٦٧ م/كم، ويظهر شكل (١٠) وقوع الحوض الذي تقل نسبة تضرسه عن ١٥ م/كم أدنى حوض وادي قنونه، وتضم الفئة الثانية حوضان غرب ووسط وداي قنونه حيث تتراوح نسبة التضرس بين ١٥ – ٣٠ م/كم، ويقع ضمن الفئة الثالثة ثلاثة أحواض شمال شرق وشرق ووسط الحوض، حيث تتراوح نسبة التضرس بين ٣٠ – ٤٥ م/كم، وضمن الفئة الرابعة حوضان وسط شمال وجنوب قنونه، حيث تتراوح نسبة التضرس بين ٤٥ – ٦٠ م/كم، ويقع ضمن الفئة الخامسة حيث تتجاوز نسبة التضرس ٦٠ م/كم حوضان شمال غرب حوض وادي قنونه.

وتؤثر التضاريس النسبية في مخاطر السيولات من خلال تاثيرها على العديد من الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية وكثافة التصريف. (Lin & Oguchi, 2004, P. 163)، وعليه بلغت التضاريس النسبية لحوض وادي قنونه جدول (٥) نحو ٦ م/كم، وتتباين التضاريس النسبية للأحواض الفرعية كما يوضح شكل (١١)، حيث تقع الفئة التي تقل تضاريسها النسبية عن ٤ م/كم ادنى الحوض، وتتضمن الفئة الثانية حيث تتراوح التضاريس النسبية بين ٤ – ٨ م/كم ثلاثة أحواض وسط وادي قنونه، وتضم الفئة الثالثة حيث تتراوح التضاريس النسبية بين ٨ – ١٢ م/كم ثلاثة أحواض شرق وجنوب ووسط وادي قنونه، ويقع ضمن الفئة الرابعة حوض واحد شمال شرق وادي قنونة حيث تتراوح التضاريس النسبية بين ١٢ – ١٦ م/كم، ويبرز في الفئة الخامسة حوضان شمال غرب وادي قنونه تتجاوز تضاريسهما النسبية ١٦ م/كم.




شكل(١٠) نسبة التضرس الأحواض الفرعية بالحوض

شكل(١١) التضاريس النسبية للأحواض الفرعية بالحوض

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10.8

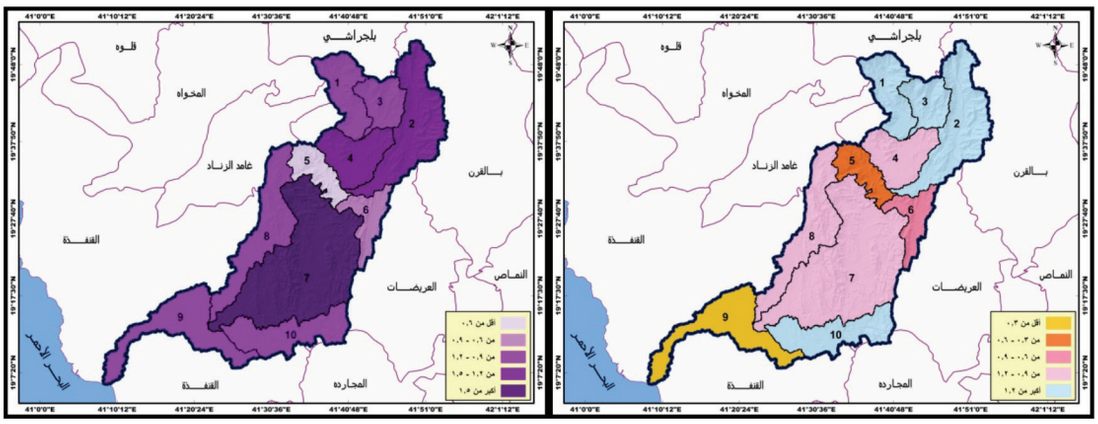
جدول (٥) الخصائص التضاريسية للأحواض الفرعية بحوض وادي قنونه

| الحوض الفرعي | معدل الانحدار | نسبة التضرس | التضاريس النسبية | الوعورة | النسيج الطبوغرافي |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٨٢,١٨١٨ | ٨٢,١٨١٨ | ٢٠,٧٣ | ١,٣٨٢٨١ | ١,١٢٣٣ |
| ٢ | ٤٠,٦٠٤٨ | ٤٠,٦٠٤٨ | ١٢,٧٩ | ١,٤٧٢١٤ | ١,٤٠٧٧٩ |
| ٣ | ١٠٧,٩١٩ | ١٠٧,٩١٩ | ٢٤,٧٤ | ١,٣٥٦٦٢ | ٠,٩٦٦٩٩٩ |
| ٤ | ٥٤,٤٩٧٤ | ٥٤,٤٩٧٤ | ١١,٩ | ٠,٩٤٣٥٢٥ | ١,٢٠١ |
| ٥ | ٣٨,٣٤٢ | ٣٨,٣٤٢ | ٧,٨٣ | ٠,٥٤٢٠٠٩ | ٠,٦٣٤٦٨٦ |
| ٦ | ٣٩,٣٥٧٨ | ٣٩,٣٥٧٨ | ٩,٦٩ | ٠,٧٣٣٧٦٣ | ٠,٨٤٦٩٨١ |
| ٧ | ٢٦,٦٠٧٥ | ٢٦,٦٠٧٥ | ٥,١ | ٠,٩٩٦٠٨٢ | ١,٨٠٩٥ |
| ٨ | ٢٤,٣٨٧٨ | ٢٤,٣٨٧٨ | ٧,٠٧ | ٠,٩٣٤٩٢٤ | ٠,٩٦٩٧٨٩ |
| ٩ | ٦,٠٦٤٥٢ | ٦,٠٦٤٥٢ | ١,٧٥ | ٠,٢٧٤١٥٥ | ٠,٩٨٦٧٣٢ |
| ١٠ | ٥٢,١٤٢٩ | ٥٢,١٤٢٩ | ١١,٩ | ١,٢٩٠٨٧ | ٠,٩١١٣٥٤ |
| حوض وادي قنونه | ٢١,٦٧ | ٢١,٦٧ | ٦ | ١,٩٧ | ٣,٧ |

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على نموذج ارتفاع رقمي للقمر (SRTM)، بدقة مكانية ٣٠ م.

ويبرز تأثير الوعورة في مخاطر السيول في الأحواض المائية من خلال تأثيرها في مدى تضرس الأحواض، ومدى انحدار المجارى المائية فيه، فكلما زادت الوعورة زاد انحدار المجاري وقل زمن الاستجابة والتركز وزاد خطر السيول والعكس، وعليه فقد بلغت وعورة التضاريس في حوض وادي قنونه ١,٩٧، وهي قيمة مرتفعة نسبيا وتعكس مخاطر السيول في الحوض، ويظهر شكل (١٢) وقوع الفئة التي تقل وعورة تضاريسها عن ٠,٣ بحوض واحد أدنى حوض وادي قنونه وتضم الفئة الثانية حيث تتراوح الوعورة بين ٠,٣ - ٠,٦ حوض واحدا وسط شمال وادي قنونه، كما تضم الفئة الثالثة حوضا واحدا شرق حوض وادي قنونه حيث تتراوح الوعورة بين ٠,٦ - ٠,٩، ويقع ضمن الفئة الرابعة حيث تتراوح الوعورة بين ٠,٩ - ١,٢ ثلاثة احواض وسط وادي قنونه، وهناك أربعة أحواض فرعية ضمن الفئة الخامسة حيث تتجاوز الورعورة ١,٢، تقع شمال وجنوب حوض وادي قنونه.

تنبع اهمية معرفة النسيج الطبوغرافي لحوض وادي قنونه بصورة عامة والأحواض الفرعية بصورة خاصة كونه مقياس لكثافة الصرف النهري ومدى تقطع سطح الأرض بالوديان والقنوات المائية، وانعكاسات ذلك على حجم الجريان ومخاطر السيول، فكلما زاد النسيج تقاربت الأودية، وزادت كفاءتها في نقل مياه الأمطار، وزاد حجم ومخاطر السيول والعكس، وعليه بلغت قيمة النسيج الطبوغرافي لحوض وادي قنونه جدول رقم (٥) السابق حوالي ٣,٧ مجرى/كم٢، ويبين شكل (١٣) وقوع الفئة الاولى حيث يقل النسيج الحوضي عن ٠,٦ مجرى/كم٢ حوض واحد وسط وادي قنونه، وتضم الفئة الثانية حيث يتراوح النسيج بين ٠,٦ - ٠,٩ مجرى/كم٢ حوضا واحد شرق وادي قنونه، ويقع ضمن الفئة الثالثة حيث يتراوح النسيج بين ٠,٩ - ١,٢ خمسة أحواض فرعية شمال وجنوب وغرب حوض وادي قنونه، ويظهر في الفئة الرابعة حيث النسيج الطبوغرافي بين ١,٢ - ١,٥ حوضان شمال شرق ووسط شمال وادي قنونه ، كما تضم الفئة الخامسة حيث يتجاوز النسيج ١,٥ مجرى/كم٢ حوض واحد وسط حوض وادي قنونه.




شكل (١٢) وعورة تضاريس الأحواض الفرعية بالحوض

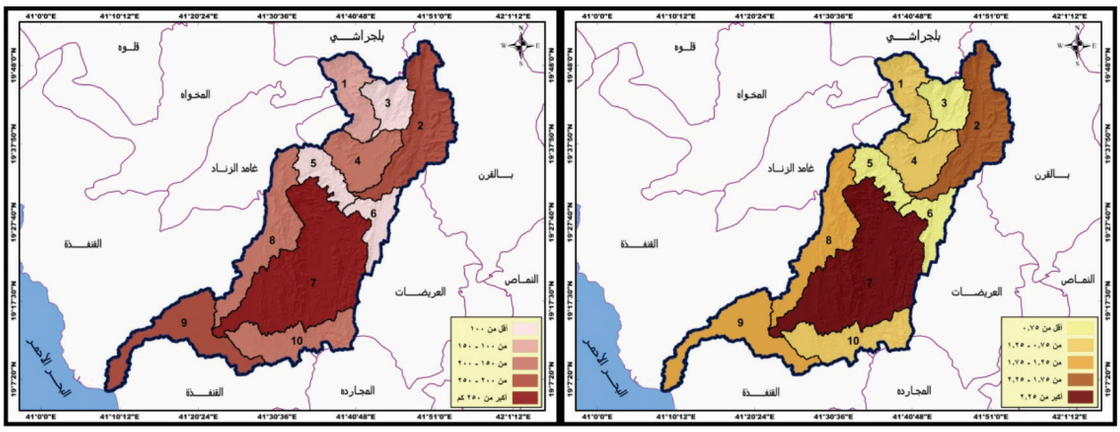
المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10.8

شكل (١٣) النسيج الطبوغرافي للأحواض الفرعية بالحوض

**ج) خصائص الشبكة النهرية:**

تعتبر عدد الاودية في الحوض النهري مؤشر مهم لفهم تباين مخاطر السيول، فزيادة عدد المجاري تعني توزع المياه على عدد أكبر من المجاري فتصل إلى المجرى الرئيسي متشتتة، وبالتالي يقل خطر السيول والعكس، وعليه بلغ عد مجاري الاودية بحوض وادي قنونه عند عتبة ١٠٠٠ جدول (٥) نحو ١٤٧٦ مجرى، ويوضح شكل (١٤) ثلاثة أحواض فرعية شمال وشرق ووسط شمال وادي قنونه حيث تقل عدد الأودية عن ٧٥ مجرى، وثلاثة أخرى شمال غرب وجنوب ووسط شمال وادي قنونه حيث يتراوح عدد الأودية بين ٧٥ – ١٢٥ مجرى، ويقع ضمن الفئة الثالثة ثلاثة حوضان غرب وادنى حوض وادي قنونه، حيث يتراوح عدد الأودية بين ١٢٥ – ١٧٥ مجرى، وتضم الفئة الرابعة حوض واحد شمال شرق وادي قنونه، حيث يتراوح عدد الأودية بين ١٧٥ – ٢٢٥ مجرى، ويقع في الفئة الخامسة حوض واحد وسط وادي قنونه حيث يتجاوز عدد الأودية ٢٢٥ مجرى.

وتؤثر أطوال المجاري في معدل المياه التي تتسرب عبر التربة، فكلما زادت اطوال الاودية يتأخر وصول المياه الى المخرج، ويزداد معدل تسربها، ويقل حجم الجريان ومخاطر السيول والعكس، وعليه بلغ طول مجاري حوض وادي قنونه جدول(٦) نحو ١٩٠٩,١ كم، وتتباين اطوالها في الأحواض الفرعية حيث يظهر شكل (١٥) وقوع الفئة التي تقل أطوال مجاريها عن ١٠٠ كم بعدد ثلاثة أحواض شمال وشرق ووسط وادي قنونه، وتضم الفئة الثانية حيث تتراوح أطوال الأودية بين ١٠٠ – ١٥٠ كم حوض واحد شمال غرب وادي قنونه، ويبرز ضمن الفئة الثالثة حيث تتراوح أطوال الأودية بين ١٥٠ – ٢٠٠ كم ثلاثة أحواض جنوب وغرب ووسط شمال وادي قنونه، ويقع ضمن الفئة الرابعة حيث تتراوح أطوال الأودية بين ٢٠٠ – ٢٥٠ كم حوضين أدنى وشمال شرق وادي قنونة، وهناك حوض بالفئة الخامسة حيث تتجاوز أطوال الأودية ٢٥٠ كم.




شكل (١٤) اعداد مجاري الأحواض الفرعية بالحوض

شكل (١٥) أطوال مجاري لأحواض الفرعية بالحوض

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10.8

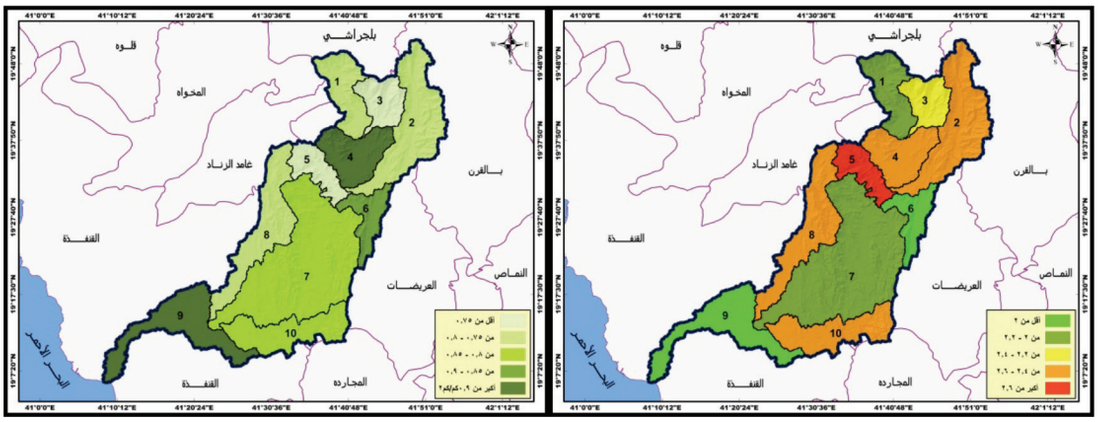
جدول (٦) خصائص الشبكة النهرية للأحواض الفرعية بحوض وادي قنونه

| الحوض الفرعي | عدد الأودية | أطوال الأودية | نسبة التشعب | كثافة التصريف | التكرار النهري |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٩٨ | ١١٧,٧١ | ٢,١٧٣٩١ | ٠,٧٦٤٨٢٧ | ٠,٦٣٦٧٦١ |
| ٢ | ٢٠٧ | ٢٤٨,١٣ | ٢,٥٣٦٥٩ | ٠,٧٨٣٠٥٥ | ٠,٦٥٨٥٦٥ |
| ٣ | ٧٣ | ٨٠,٨٥ | ٢,٣١٢٥ | ٠,٧٢٦٦٣١ | ٠,٦٥٦٠٨ |
| ٤ | ١٠٤ | ١٥٣,٥٤ | ٢,٤٢٨٥٧ | ٠,٩١٦٠٤٤ | ٠,٦٢٠٤٨١ |
| ٥ | ٦٠ | ٧٤,٦٢ | ٢,٦٣٦٣٦ | ٠,٧٣٢٤٤٥ | ٠,٥٨٨٩٤ |
| ٦ | ٧٥ | ٨٨,٩ | ١,٧٢٧٢٧ | ٠,٨٥٥٢٠٢ | ٠,٧٢١٤٨٧ |
| ٧ | ٤٢٦ | ٥٤٣,١١ | ٢,١٨٥٥٧ | ٠,٨٣٠٠٦٨ | ٠,٦٥١٠٨١ |
| ٨ | ١٦٤ | ١٩٨,٩٣ | ٢,٥٦٢٥ | ٠,٧٨٢٣٦٣ | ٠,٦٤٤٩٨٩ |
| ٩ | ١٥٩ | ٢٤٤,٩٥ | ١,٦٩٥٦٥ | ٠,٩٧٢١٨٢ | ٠,٦٣١٠٥٥ |
| ١٠ | ١٢٣ | ١٦١,٥٩ | ٢,٥٨٣٣٣ | ٠,٨٠٣٧٨٢ | ٠,٦١١٨٢٨ |
| حوض وادي قنونه | ١٤٧٦ | ١٩٠٩,١ | ٢,٢٣ | ٠,٨٣ | ٠,٦٣ |

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج ارتفاع رقمي للقمر (SRTM)، بدقة مكانية ٣٠ م.

وتتحكم نسبة التشعب في حجم الجريان حيث توجد علاقة عكسية بين نسبة التشعب ومخاطر السيول، فعندما تقل نسبة التشعب تقل كثافة التصريف، وتتجمع المياه بسرعة في عدد قليل من المجاري مما يسمح بحدوث خطر السيول والعكس. وبالتالي بلغت نسبة التشعب في حوض وادي قنونه جدول(٦) نحو ٢,٢٣، ويبين الشكل (١٦) أن الفئة الأولى حيث تقل نسبة التشعب عن ٢ فيها حوضين شرق وأدنى حوض وادي قنونه، وتضم الفئة الثانية حيث تتراوح نسبة التشعب بين ٢ - ٢,٢ حوضين شمال ووسط وادي قنونه، ويقع ضمن الفئة الثالثة حيث تتراوح نسبة التشعب بين ٢,٢ - ٢,٤ حوضا واحدا شمال حوض وادي قنونه، وتتضمن الفئة الرابعة حيث تتراوح نسبة التشعب بين ٢,٤ - ٢,٦ أربعة احواض فرعية شمال شرق وجنوب وغرب ووسط شمال وادي قنونه، ويقع ضمن الفئة الخامسة حيث تتجاوز نسبة التشعب ٢,٦ حوض واحد شمال غرب حوض وادي قنونه.

وتعتبر كثافة التصريف من اهم المتغيرات المورفومترية المحددة لمخاطر السيول فمن خلال يتم تحديد مدى تقطع مجاري سطح الحوض وحجم الجريان والحمولة من الرواسب، وتتسم العلاقة بين كثافة التصريف ومخاطر السيول بالطردية، وبذلك فقد بلغت كثافة تصريف حوض وادي قنونه جدول(٦) ٠,٨٣ كم/كم٢، ويظهر شكل (١٧) ان الفئة الاولى التي تقل فيها كثافة التصريف عن ٠,٧٥ كم/كم٢ تشمل حوضين شمال وشمال غرب الحوض، ويقع ضمن الفئة الثانية حيث تتراوح كثافة التصريف بين ٠,٧٥ - ٠,٨ كم/كم٢ ثلاثة أحواض شمال شرق وشمال غرب وغرب وادي قنونه، وتضم الفئة الثالثة حيث تتراوح كثافة التصريف بين ٠,٨ - ٠,٨٥ كم/كم٢ حوضين وسط وجنوب وادي قنونه، ويبرز ضمن الفئة الرابعة حيث تتراوح كثافة التصريف بين ٠,٨٥ - ٠,٩ كم/كم٢ حوض واحد شرق وادي قنونه ، وتضم الفئة الخامسة حيث تتجاوز كثافة التصريف ٠,٩ كم/كم٢ حوضين شمال غرب وأدنى حوض وادي قنونه.




شكل (١٦) نسب تشعب الأحواض الفرعية في بالحوض

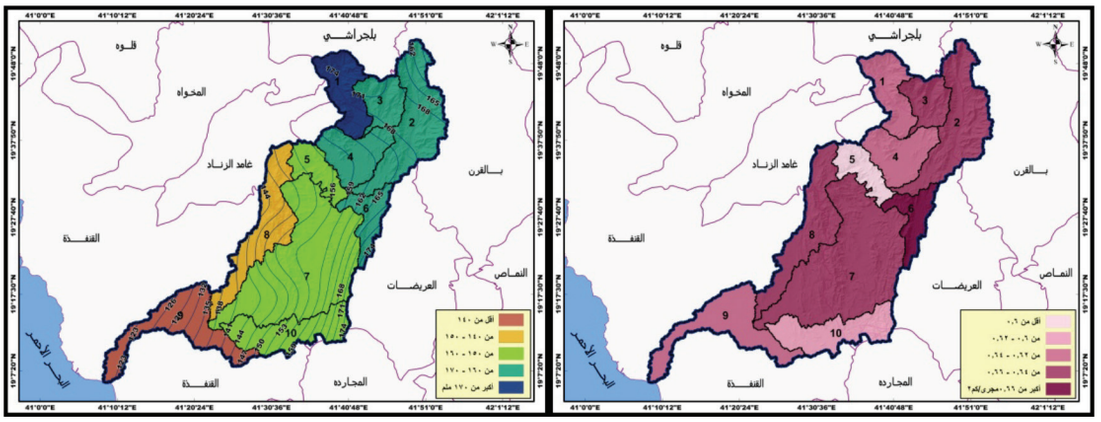



شكل (١٧) كثافة تصريف للأحواض الفرعية بالحوض

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10,8

ومن الخصائص المورفومترية المؤثرة في تباين مخاطر السيول التكرار النهري أو تكرارية المجاري النهرية، وعليه فان زيادة عدد المجاري تعني زيادة كثافة التصريف المائية، وبالتالي يزداد مخاطر السيول والعكس، وعليه بلغ التكرار النهري لحوض وادي قنونه جدول (٦) نحو ٠,٦٣، ويظهر شكل (١٨) ان الفئة التي يقل تكرارها النهري عن ٠,٦ تضم حوض واحد شمال غرب وادي قنونه وتقع الفئة الثانية حيث يتراوح التكرار النهري ببين ٠,٦ – ٠,٦٢ حوض واحد جنوب حوض وادي قنونه، ويبرز ضمن الفئة الثالثة حيث يتراوح التكرار النهري ببين ٠,٦٢ – ٠,٦٤ ثلاثة أحواض شمال غرب وأدنى الحوض، ويقع ضمن الفئة الرابعة حيث يتراوح تكرارها النهري ببين ٠,٦٤ – ٠,٦٦ أربعة احواض شمال وشمال شرق وغرب ووسط وسط وادي قنونه، وتضم الفئة الخامسة حيث يتجاوز التكرار النهري ٠,٦٦ حوض واحد شرق حوض وادي قنونه.

ثانيا) الأمطار: تعتبر الامطار أهم محددات مخاطر السيول والعلاقة بينهما طردية فكلما زادت كمية الامطار وشدتها زادت مخاطر السيول والعكس، وعليه فقد توصلت نتائج تحليل المعدل السنوي للأمطار في الحوض بين عامي ٢٠٠٠ – ٢٠٢٤ تراوح معدل الامطار بين ١١٩,٩ ملم أدنى الحوض، الى ١٧٧,١ ملم/ سنوياً أعلى الحوض بمتوسط مكاني للأمطار على مستوى حوض وادي قنونه جدول (٦) نحو ١٥٥,٣ ملم/ سنوياً. ويبين شكل (١٩) وقوع فئة الأحواض الفرعية الاولى حيث تقل كمية الأمطار عن ١٤٠ ملم/عام حوض واحد أدنى وادي قنونه، ويقع ضمن الفئة الثانية حيث يتراوح المعدل السنوي للأمطار بين ١٤٠ – ١٥٠ ملم حوض واحد غرب حوض وادي قنونه، وتضم ثالث الفئات الاحواش التي يتراوح معدل امطارها بين ١٥٠ – ١٦٠ ملم/ عام ثلاثة أحواض فرعية جنوب ووسط وادي قنونه، ويقع ضمن الفئة الرابعة حيث يتراوح معدل الامطار بين ١٦٠ – ١٧٠ ملم/ عام أربعة أحواض فرعية شمال وشمال شرق وادي قنونه، وتضم الفئة الخامسة حوض واحد شمال غرب حوض وادي قنونه حيث تجاوز معدل الأمطار ١٧٠ ملم/عام.




شكل (١٨) التكرار النهري للأحواض الفرعية بوادي قنونه



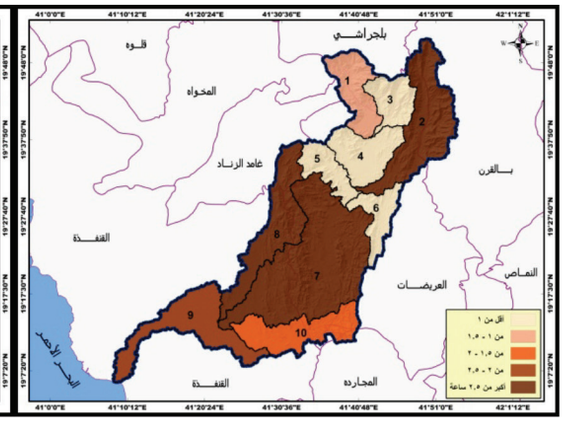

شكل (١٩) المعدل السنوي لأمطار الأحواض الفرعية بوادي قنونه

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10,8

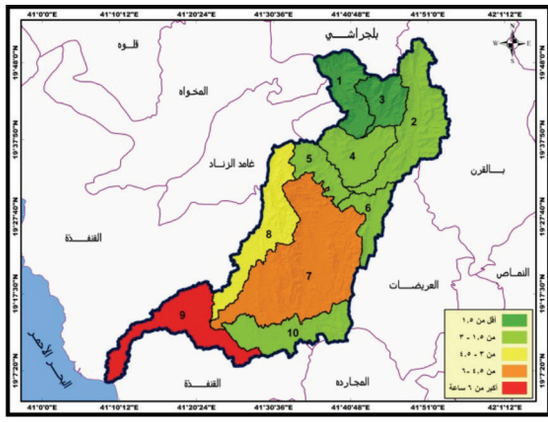
## ثالثا: الخصائص الهيدرولوجية:

يعد زمن الاستجابة أحد أهم الخصائص الهيدرولوجية المؤثرة في مخاطر السيولات، ويرتبط زمن الاستجابة لبدء الجريان بعدد من الخصائص المورفومترية، لاسيما طبيعة وانحدار الأحواض وأطوال المجاري والمسافة بين مصبات ومراكز ثقل الأحواض، وهناك علاقة عكسية بين زمن الاستجابة ومخاطر السيول، وعليه بلغ متوسط زمن استجابة حوض وادي قنونه جدول (٧) نحو ٥,٨٥ ساعة، ويظهر شكل (٢٠) وجود أربعة احواض تقل استجابتها للجريان عن ساعة واحدة تقع شمال وشرق ووسط شمال حوض وادي قنونه، وهناك حوض واحد شمال غرب وادي قنونه يتراوح زمن استجابته للجريان بين ١ – ١,٥ ساعة، كما تضم الفئة الثالثة حوض واحد جنوب وادي قنونه، تتراوح استجابته للجريان بين ١,٥ – ٢ ساعة، وتتضمن الفئة الرابعة حيث تتراوح الاستجابة للجريان بين ٢ – ٢,٥ ساعة حوض واحد أدنى حوض وادي قنونه، ويقع ضمن الفئة الخامسة حيث يتجاوز زمن الاستجابة ٢,٥ ساعة ثلاثة أحواض شمال شرق وغرب ووسط حوض وادي قنونه.

وتعتبر المدة التي تصل فيها المياه من أعلى نقطة وحتى مخرج الحوض او ما يعرف بزمن التركز من المحددات المهمة لمخاطر السيول، حيث تتسم علاقة مخاطر السيول بزمن التركز بالعكسية، أي كلما زاد زمن التركز قلت مخاطر السيول والعكس، وعليه بلغ زمن تركز الجريان في حوض وادي قنونه ٣٢:٤٥ ساعة، ويظهر شكل (٢١) تباين زمن تركز الجريان حيث تضم الفئة الاولى الأحواض التي يقل زمن تركز الجريان فيها عن ١,٥ ساعة بعدد حوضين شمال وشمال غرب وادي قنونه، ويقع ضمن الفئة الثانية حيث يتراوح زمن تركز الجريان بين ١,٥ – ٣ ساعات خمسة أحواض شمال شرق وجنوب ووسط حوض وادي قنونه، وتتضمن الفئة الثالثة حيث يتراوح زمن تركز الجريان بين ٤ – ٤,٥ ساعات حوض واحد غرب وادي قنونه، وتضم الفئة الرابعة حيث يتراوح زمن تركز الجريان بين ٤,٥ – ٦ ساعات حوض واحد وسط وادي قنونة، وهناك حوض واحد أدنى حوض وادي قنونه يقع في الفئة الخامسة حيث يتجاوز زمن التركز ٦ ساعات.




شكل (٢٠) زمن استجابة الأحواض الفرعية بوادي قنونه




شكل (٢١) زمن التركز بالأحواض الفرعية في وادي قنونه

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10,8

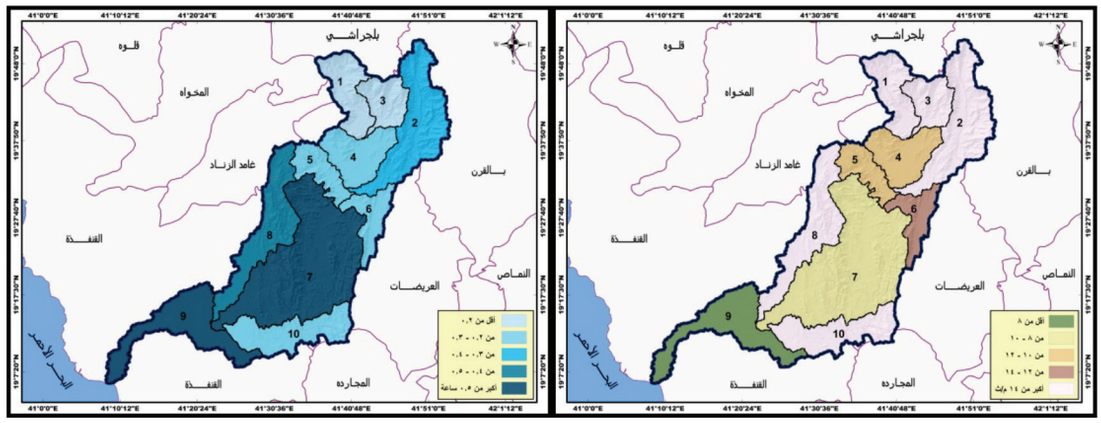
جدول (٧) الخصائص الهيدرولوجية للأحواض الفرعية بحوض وادي قنونه

| الحوض الفرعي | زمن الاستجابة | زمن التركز | سرعة الجريان | الامطار السنوية | مدة فائض المطر |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ١,٠٩٠٨٤ | ١,٣٦٨٤٨ | ١٦,٠٧٦٢ | ١٧٠,٥ | ٠,١٨٢٠٠٨ |
| ٢ | ٣,١٠١٥٩ | ٢,٧٨٢٢٦ | ١٦,٦٤١١ | ١٦٦,١ | ٠,٣٧٠٠٤١ |
| ٣ | ٠,٩١٣٤٦٢ | ١,٠١٥٣٩ | ١٧,٠٣٧٨ | ١٧٠ | ٠,١٣٥٠٤٧ |
| ٤ | ٠,٨٥٤٦٢٤ | ١,٧٥٣٧٤ | ١٠,٧٧٧ | ١٦٠,٧ | ٠,٢٣٣٢٤٧ |
| ٥ | ٠,٧٥٦٩٥ | ١,٦٣٠٠٦ | ١١,٨٤٠١ | ١٥٤,٧ | ٠,٢١٦٧٩٨ |
| ٦ | ٠,٧٢٠٨٨٢ | ١,٦٢٥١٨ | ١٣,٤١٣٩ | ١٦٦,٩ | ٠,٢١٦١٤٩ |
| ٧ | ٢,٩٨٧٣٢ | ٤,٩٥٨٩ | ٩,٠٩٤٧٦ | ١٥٤,٤ | ٠,٦٥٩٥٣٤ |
| ٨ | ٣,٢٤٦٣٨ | ٣,٢٢٨٩٤ | ١٥,١٧٥٣ | ١٤٦ | ٠,٤٢٩٤٤٩ |
| ٩ | ٢,٣٣٥٥٩ | ٦,٤٤٥٦٥ | ٧,٢١٤١٧ | ١٣١,١ | ٠,٨٥٧٢٧١ |
| ١٠ | ١,٧٤٧ | ١,٩٦٣٥٤ | ١٥,٦٨٦ | ١٥٦,٥ | ٠,٢٦١١٥١ |
| حوض وادي قنونه | ٥,٨٥ | ٣٢,٤٥ | ٣,٤ | ١٥٥,٣ | ٤,٣٢ |

المصدر: الباحثة بالاعتماد على المعادلات جدول رقم (٢).

وتتصف علاقة مخاطر السيول بسرعة الجريان السطحي بالطردية فكلما زادت سرعة الجريان زادت مخاطره والعكس، وعليه فقد بلغت سرعة جريان حوض وادي قنونه ٣,٤ م/ث، ويبين شكل (٢٢) اختلاف سرعة الجريان في الاحواض الفرعية بسبب اختلاف زمن التركز وأطوال الاحواض، وبالتالي تضم الفئة الأولى الاحواض التي يقل فيها سرعة الجريان عن ٨ م/ث بعدد حوض واحد ادنى وادي قنونه، كما تضم الفئة الثانية حيث تتراوح سرعة الجريان بين ٨ – ١٠ م/ث حوض واحد وسط وادي قنونه، ويظهر ضمن الفئة الثالثة حيث تتراوح تتراوح سرعة الجريان بين ١٠ – ١٢ م/ث حوضين وسط شمال حوض وادي قنونه، ويندرج في الفئة الرابعة حيث تتراوح سرعة الجريان بين ١٢ – ١٤ م/ث، حوض واحد يقع شرق وادي قنونه، ويقع ضمن الفئة الخامسة حيث تتجاوز سرعة الجريان ١٤ م/ث خمسة أحواض شمال وجنوب وغرب حوض وادي قنونه.

ومن المؤشرات المهمة لتحديد مخاطر السيول مدة فائض المطر وتتسم علاقتهما بالعكسية فكلما زادت مدة فائض المطر قلت مخاطر السيول والعكس، وبذلك تبلغ مدة فائض المطر في حوض وادي قنونه جدول(٦) نحو ٤,٣٢ ساعة، وتتباين هذه المدة على مستوى الأحواض الفرعية شكل (٢٣)، حيث تقع الفئة في الأحواض التي تقل فيها مدة فائض المطر عن ٠,٢ ساعة بعدد حوضين شمال غرب وادي قنونة، ويقع ضمن الفئة الثانية حيث تتراوح مدة فائض المطر بين ٠,٢ – ٠,٣ ساعة أربعة أحواض شرق وجنوب ووسط شمال وادي قنونه، وتتضمن الفئة الثالثة حيث تتراوح مدة فائض المطر بين ٠,٣ – ٠,٤ ساعة حوض واحد شمال شرق حوض وادي قنونه، كما تضم الفئة الرابعة حوض واحد غرب وادي قنونه حيث تتراوح مدة فائض المطر بين ٠,٤ – ٠,٥، ويقع ضمن الفئة الخامسة حيث تتجاوز مدة فائض المطر ٠,٥ساعة حوضين وسط وأدنى حوض وادي قنونه.




شكل (٢٢) سرعة الجريان بالأحواض الفرعية في وادي قنونه

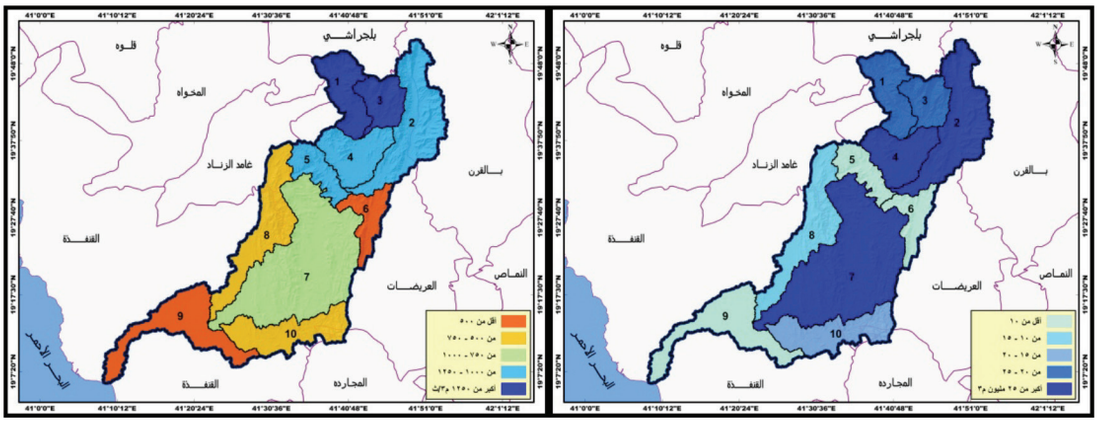



شكل (٢٣) مدة فائض مطر الأحواض الفرعية بوادي قنونه

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10,8

رابعا) حجم الجريان السطحي وتدفق الذروة: تزداد مخاطر السيولات مع زيادة حجم الجريان، وعليه تظهر نتائج حساب حجم الجريان السطحي السنوي في حوض وادي قنونه جدول (٧)، أن حجم الجريان السطحي في الحوض ١٩٤٧٣١٥٢٠ مليار متر مكعب سنويا، وتتباين أحجام الجريان السطحي على مستوى الأحواض الفرعية شكل (٢٤) وقوع ثلاثة احواض فرعية شرق وشمال وسط وأدنى حوض وادي قنونه، وذلك حيث يقل حجم الجريان عن ١٠ مليون م٣/ سنوياً، وتضم الفئة الثانية حيث يتراوح حجم الجريان السطحي بين ١٠ – ١٥ مليون م٣/ سنوياً حوض واحد غرب قنونه، ويقع ضمن الفئة الثالثة حوض واحد جنوب وادي قنونه، ويتراوح حجم جريانه السطحي بين ١٥ – ٢٠ مليون م٣/ سنوياً، ويظهر ضمن الفئة الرابعة حيث يتراوح حجم الجريان بين ٢٠ – ٢٥ مليون م٣/ سنوياً حوضين شمال وشمال غرب حوض وادي قنونه، بينما تتضمن الفئة الخامسة حيث يتجاوز حجم الجريان ٢٥ مليون م٣/سنوياً ثلاثة أحواض شمال شرق ووسط شمال ووسط حوض وادي قنونه.

ويعتبر تدفق الذروة أهم المؤشرات الهيدرولوجية على الاطلاق في تحديد مخاطر السيولات، حيث تزاد المخاطر مع زيادة تدفق الذروة م٣/ث، وبذلك فقد بلغ معامل تدفق الذروة لفترة رجوع ١٠ سنوات في حوض وادي قنونه ٨٦١٠,٥٧ م٣/ث، ويوضح الشكل (٢٥) تباين تدفق الذروة لفترة رجوع ١٠ سنوات في الأحواض الفرعية، حيث تضم بلغ عدد الأحواض ضمن الفئة التي يقل فيها تدفق الذروة لفترة رجوع ١٠ سنوات عن ٥٠٠ م٣/ث حوضين شرق وأدنى وادي قنونه، ويقع ضمن الفئة الثانية حيث يتراوح تدفق الذروة بين ٥٠٠ – ٧٥٠ م٣/ث حوضين جنوب وغرب حوض وادي قنونه، وتضم الفئة الثالثة حيث يتراوح تدفق الذروة بين ٧٥٠ – ١٠٠٠ م٣/ث حوض واحد وسط وادي قنونه، ويظهر في الفئة الرابعة حيث يتراوح تدفق الذروة بين ١٠٠٠ – ١٢٥٠ م٣/ث ثلاثة أحواض شمال شرق ووسط شمال وادي قنونة، بينما يقع ضمن الفئة الخامسة حيث يتجاوز تدفق الذروة ١٢٥٠ م٣/ث لفترة رجوع ١٠ سنوات حوضين شمال وشمال غرب حوض وادي قنونه.




شكل (٢٤) حجم جريان الأحواض الفرعية بوادي قنونه

شكل (٢٥) تدفق الذروة مدة رجوع ١٠ سنوات بالأحواض الفرعية

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10,8

جدول(٨) حجم وتدفق الجريان السطحي في الأحواض الفرعية بحوض وادي قنونه

| الحوض الفرعي | حجم الجريان | تدفق الذروة لفترة رجوع ١٠ سنوات | تدفق الذروة لفترة رجوع ٥٠ سنوات | تدفق الذروة لفترة رجوع ١٠٠سنوات |
|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢٠٤١٣٠٠٠ | ١٤٨٤,٣٥ | ٢٢٢٦,٥٢ | ٢٥٩٧,٦١ |
| ٢ | ٢٥٥١٠٨٠٠ | ١٠٦٠,٦٤ | ١٥٩٠,٩٦ | ١٨٥٦,١٢ |
| ٣ | ٢١١٤١١٠٠ | ١٢٦٢,١ | ١٨٩٣,١٥ | ٢٢٠٨,٦٨ |
| ٤ | ٢٥٣٠١٠٠٠ | ١٠٣٢,٧ | ١٥٤٩,٠٤ | ١٨٠٧,٢٢ |
| ٥ | ٨١٦١٩٨٠ | ١٢٠٧,٦٨ | ١٨١١,٥٢ | ٢١١٣,٤٤ |
| ٦ | ٨١٢٥٧٧٠ | ٤٠٦,٦٣٧ | ٦٠٩,٩٥٥ | ٧١١,٦١٤ |
| ٧ | ٥٣٧١٧٤٠٠ | ٧٦٥,٠٨٢ | ١١٤٧,٦٢ | ١٣٣٨,٨٩ |
| ٨ | ١١٩١٥٦٠٠ | ٦٣٥,٩٦٩ | ٩٥٣,٩٥٣ | ١١١٢,٩٥ |
| ٩ | ٥١٥٥٠٧٠ | ١٨٩,٩٢٢ | ٢٨٤,٨٨٤ | ٣٣٢,٣٦٤ |
| ١٠ | ١٥٢٨٩٨٠٠ | ٥٦٥,٤٩٥ | ٨٤٨,٢٤٣ | ٩٨٩,٦١٧ |
| حوض وادي قنونه | ١٩٤٧٣١٥٢٠ | ٨٦١٠,٥٧ | ١٢٩١٥,٨٥ | ١٥٠٦٨,٥ |

المصدر: الباحثة بالاعتماد على المعادلات جدول (2).

وتظهر نتائج تدفق الذروة م٣/ث لفترة رجوع ٥٠ سنة، ان قمة التدفق على مستوى حوض وادي قنونه ١٢٩١٥,٨٥ م٣/ث، ويوضح شكل (٢٦) تباين قمة تدفق ذروة الجريان لفترة رجوع ٥٠ سنة من حوض لآخر، ويؤكد ذلك وقوع حوض واحد ادنى وادي قنونه في الفئة التي تقل فيها قمة تدفق الذروة عن ٥٠٠ م٣/ث، وتضم الفئة الثانية حيث تتراوح قمة تدفق الذروة بين ٥٠٠ - ١٠٠٠ م٣/ث ثلاثة أحواض فرعية شرق وغرب وجنوب وادي قنونه، ويبرز ضمن الفئة الثالثة حيث تتراوح قمة تدفق الذروة بين ١٠٠٠ - ١٥٠٠ م٣/ث حوض واحد وسط وادي قنونه، ويندرج في الفئة الرابعة حيث تتراوح قمة تدفق الذروة بين ١٥٠٠ - ٢٠٠٠ م٣/ث أربعة أحواض شمال شرق ووسط شمال وادي قنونة، ويقع ضمن الفئة الخامسة حيث تتجاوز قمة تدفق الذروة ٢٠٠٠ م٣/ث لفترة رجوع ١٠ سنوات حوض واحد شمال غرب حوض وادي قنونه.

وتوضح نتائج قمة تدفق الذروة م٣/ث لفترة رجوع ١٠٠ سنة، بلوغ قمة تدفق الذروة لفترة رجوع ١٠٠ سنة في حوض وادي

قنونه ١٥٠٦٨,٥ م٣/ث، ويظهر الشكل رقم (٢٧) تباين قمة تدفق ذروة السيول لفترة رجوع ١٠٠ سنة في الأحواض الفرعية، ومما يؤكد ذلك وقوع حوضين أدنى وشرق وادي قنونه حيث تقل قمة تدفق الذروة لفترة رجوع ١٠٠ سنة عن ٧٥٠ م٣/ث، ويظهر ضمن الفئة الثانية حيث تتراوح قمة تدفق الذروة بين ٧٥٠ – ١٢٥٠ م٣/ث حوضين جنوب وغرب حوض وادي قنونه، وتضم الفئة الثالثة حيث تتراوح قمة تدفق الذروة بين ١٢٥٠ – ١٧٥٠ م٣/ث حوض واحد وسط وادي قنونه، ويقع في الفئة الرابعة حيث تتراوح قمة تدفق الذروة بين ١٧٥٠ – ٢٢٥٠ م٣/ث أربعة أحواض فرعية شمال شرق ووسط شمال حوض وادي قنونة، وتتضمن الفئة الخامسة حيث تتجاوز قمة تدفق الذروة ٢٢٥٠ م٣/ث حوض واحد شمال غرب حوض وادي قنونه.

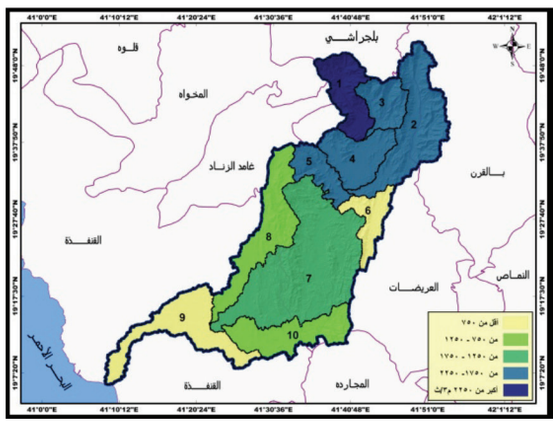
## الخاتمة:

ركزت الدراسة على تحليل الخصائص الهيدرومورفومترية في حوض وادي قنونه بصورة عامة مع التركيز على تحليل الخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في عشرة أحواض فرعية ضمن حدود الحوض، بما يساعد على تقييم ودرء مخاطر السيول فيها، ومن الواضح تأثير البنية الجيولوجية والتضاريسي في تحديد مواضع مرور خطوط تقسيم المياه في الأحواض الفرعية، والتي تؤثر بدورها في الخصائص المساحية والشكلية وأنظمة شبكة التصريف، وينعكس ذلك على تباين مخاطر السيول في كل منها.

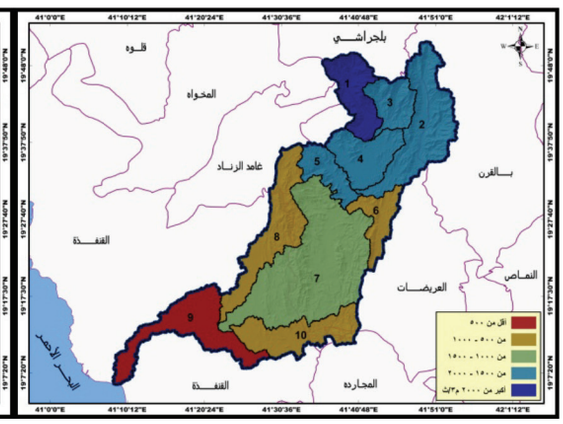
وتؤكد نتائج التحليل وصول عدد الرتب النهرية في الحوض الى ستة رتب وفقا لطريقة ستالر، تقع المراتب الدنيا في الأحواض العليا والعكس، وتلعب التضاريس المعقدة وكثرة الصدوع في المناطق العليا من الحوض دوراً في صغر المساحات الحوضية ومحيط وعرض هذه الأحواض، وهذه تقلل من مخاطر السيول في مخارج الأحواض العليا من حوض وادي قنونة، بسبب صغر مساحة مستجمعات المياه وزمن بقاء العواصف المطرية في هذه الأحواض، والعكس وسط وأدنى حوض وادي قنونه حيث تزداد قيم الخصائص المساحية للأحواض الفرعية، مما يعني كبر مساحة تجميع المياه وأحجامها ومخاطرها.

من ناحية أخرى تعتبر الخصائص الطبوغرافية المعقدة في الأحواض العليا لوادي قنونة كمعدلات الانحدار الشديدة ونسب التضرس والتضاريس النسبية والوعورة والنسيج الطبوغرافية أكثر الخصائص التي تعزز من مخاطر السيول في مخارج الأحواض العليا، فجميع هذا الخصائص الطبوغرافية أعلى الحوض تقلص من زمن الاستجابة للجريان، مما يعني كبر حجم الجريان وذروة التدفق نتيجة تحول غالبية الامطار الى جريان سطحي، فضلا عن انخفاض زمن تركز للجريان السطحي وسرعة وصوله الى مخارج هذه الأحواض العليا، وجميعها تعكس مدى مخاطر السيول على السكان ومنشآتهم بهذه الأحواض، والعكس تماما في الأحواض الفرعية أدنى ووسط وادي قنونة حيث تسهم الخصائص الطبوغرافية في تأخر زمني الاستجابة والتركز وسرعة الجريان، بسبب تسرب غالبية مياه الأمطار عبر التربة الى الأسفل، مما يعني حجم جريان اقل وذروة تدفق أقل خطورة في مخارج هذه الأحواض.

وتعكس نتائج تحليل الخصائص الهيدرولوجية كزمن الاستجابة والتركز ومدة فائض المطر وسرعة الجريان تدرج مخاطر تصاعديا من الأحواض الدنيا غرب وادي قنونة نحو الأحواض العليا من الوادي، فضلا عن زيادة أحجام السيول




شكل (٢٦) تدفق الذروة لمدة ٥٠ سنة بالأحواض الفرعية




شكل (٢٧) تدفق الذروة لمدة ١٠٠ سنة بالأحواض الفرعية

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10,8

ومخاطرها المرتبطة بذروة التصريف في غالبية الأحواض العليا والعكس أدنى ووسط حوض وادي قنونة، وتعكس هذه النتائج مدى العلاقة القوية والتأثير الفعال للخصائص المورفومترية في تباين الخصائص الهيدرولوجية ومخاطر السيول من حوض الى آخر في منطقة الدراسة.

## التوصيات:

- استخدام بيانات الاستشعار عن بعد في مراقبة الغطاء النباتي وتغيراته في الاجزاء العليا من حوض وادي قنونة، بما يساعد في المحافظة على الغطاء النباتي، ويعزز من مقدرة هذه المناطق من تسريب مياه الامطار والتقليل من مخاطر السيول في الاحواض العليا.

- حماية تربة المدرجات الزراعية على جوانب المرتفعات الجبلية أعلى الحوض، بما يساعد على تسريب جزء كبير من مياه الأمطار، ويخفف من تأثير الخصائص الطبوغرافية في تأخر زمن استجابة وتركز وتقليص سرعة الجريان السطحي ومدة فائض الأمطار وبالتالي تقليل حجم الجريان وتدفق الذروة ومخاطر السيول في الأحواض العليا لوادي قنونة.

- تجنب إقامة المشاريع العمرانية للقرى والمدن بمناطق السهول الرسوبية لمخارج الأحواض الفرعية في حوض وادي قنونة.

- الحد من التعرية المائية للتربة ومظاهر تدهورها في الحوض بصورة عامة والمناطق العليا منه بصورة خاصة بما يضمن فاعليتها في تسريب مياه الامطار والتقليل من أحجام ومخاطر الجريان السطحي على السكان ومنشآتهم.

- تجنب إقامة المنشآت البشرية العمرانية والتنموية في مجاري الأودية وعلى ضفافها مباشرة خاصة في مجاري الرتب العليا أدنى ووسط حوض وادي قنونة.

- أخذ مخاطر السيول بعين الاعتبار ضمن أي خطط تنموية تتعلق بتوزيع مشاريع التنمية والخدمات الاجتماعية والبنى التحتية في حوض وادي قنونة.

## مصادر باللغة العربية:


ابو العينين، محمود. (٢٠٠٧). جغرافية الموارد المائية مع التطبيق على موارد المياه بالوطن العربي، مكتبة المتنبئ الدمام.

البحيثي، نواف. (٢٠١٨). تحليل المعطيات المورفومترية لأحواض التصريف بمدينة حفر الباطن شمال شرق المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية، عدد، ٣، مجلد، ٢، ٣٢-٦٤.

علاجي، امنة. (٢٠١٠). تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، جامعة ام القرى.

الغميض، عاطف. (٢٠٢١). التحليل الهيدرومورفومتري للأحواض الشرقية للبحر الميت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد (ابن حماد، الكرك، زرقاء ماعين)، مجلة جامعة النجاح، العدد ٣٥ (١)، ص ١٦١- ١٩٤.


## مصادر باللغة الانجليزية:


- Abdelgawad, A. G., Helal, E., Sobeih, M. F., Elsayed, H. (2024). Flood hazard mapping using a GIS-based morphometric analysis approach in arid regions, a case study in the Red Sea Region, Egypt, Applied Water Science, Vol, 14:81, pp. 1-17.

- Albano R, Mancusi L, Abbate A (2017) Improving flood risk analysis for effectively supporting the implementation of flood risk management plans the case study of "Serio" Valley. Environmental Science and Policy, 75(12):158–172.

- Bhattacharya, R.K., Chatterjee, N.D., Acharya, P., Das, K. (2021). Morphometric analysis to characterize the soil erosion susceptibility in the western part of lower Gangetic River basin, India. Arabian Journal of Geosciences 14(6).

- Chan, S, W., Abid, S. K., Sulaiman, N., Nazir, U., Azam, K. (2021). A systematic review of the flood vulnerability using geographic information system, Heliyon, Vol, 8, pp. 1-8.

- Chavare, S., Potdar, M. (2014). Drainage Morphometry of Yerla River Basin Using Geoinformatics Techniques, Neo Geograph-

- Kansal, ML., Singh, S. (2022). Flood Management Issues in Hilly Regions of Uttarakhand (India) under Changing Climatic Conditions, Water 14 (12).

- Khan, M. Y. A., ElKashouty, M. (2023). Watershed prioritization and hydro-morphometric analysis for the potential development of Tabuk Basin, Saudi Arabia using multivariate statistical analysis and coupled RS-GIS approach, Ecological Indicators, Vol, 154, pp. 1-24.

- Khan, M. Y. A., ElKashouty, M., Subyani, A. M., Tian, F. (2023). Morphometric Determination and Digital Geological Mapping by RS and GIS Techniques in Aseer–Jazan Contact, Southwest Saudi Arabia, Water, Vol, 15 (13), 2438;https://doi.org/10.3390/w15132438.

- Kusre, B. (2013). Hypsometric analysis and watershed management of diyung watershed in north Eastern India, Journal Geological society of India, 82, 262-270.

- Lin, Z., & Oguchi, T. (2004) Drainage density, slope angle, and relative basin position in Japanese bare lands from high-resolution DEMs, Geomorphology, 63, 159–173.

- Melton, M. A., (1959) A derivation of strahler's channel – ordering system, Jour. Geology, 67: 345- 346.

- Rashwan, M., Mohamed, A.K., Alshehri, F., Almadani, S., Khattab, M., Mohamed, L. (2023). Flash Flood Hazard Assessment along the Red Sea Coast Using Remote Sensing and GIS Techniques. ISPRS Int. J. Geo-Inf, Vol, 12, 465. https:// doi.org/10.3390/ijgi12110465.

- Raghunath, H.M. (1991). Hydrology: ia, Vol. III, Issue. III, pp. 40-45.

- Chavare, S., Shinde, S. D. (2013). Morphometric analysis of Urmodi basin, Maharashtra using geo-spatial techniques, International Journal of Geomatics and Geosciences Volume 4 Issue 1, pp. 224- 231.

- Chorley, R j. (1970). "the application of statistical methods to geomorphology in: G. H. dury, essay in geomorphology heineman, education book LTD, London.

- Chorley R.J., Kennedy B.A. (1971). Physical Geography: A Systems Approach. Prentice-Hall, London.

- Farhan, y. (2017). Morphometric Assessment of Wadi Wala Watershed, Southern Jordan Using ASTER (DEM) and GIS, Journal of Geographic Information System, Vol, 9 No.2, pp. 1-19.

- Farhan, Y., Anaba, O., Salim, A. (2016). Morphometric Analysis and Flash Floods Assessment for Drainage Basins of the Ras En Naqb Area, South Jordan Using GIS, Journal of Geoscience and Environment Protection, Vol, 4, pp. 9-33.

- Gregory, K.J., Walling, D. E. (1976). "Drainage Networks and Climate" In E Derby shire (ed) Geomorphology and climate, London.

- Horton, R. E. (1945). Erosinal Development of Streams and their Drainage Basins Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology, Geol. Soc. America Bull., 56, 270- 378.

- Jaton, J.F. (1980). Hydrologic De Surface: Ecoulement De Surface Et Debits des Crues. Ecole. Polytechnique, Institute De Genine Rural, Lausanne.

principles, analysis and design, Wiley Eastern Limited, New Delhi.

- Schumm, S.A. (1956) Evolution of Drainage Systems & Slopes in Badlands at Perth, New Jersey. Bulletin of the Geological Society of America, 67, 646 - 597.

- Strahler, A. N. (1964). Quantitative Geomorphology of Drainage Basin and Channel Networks, Part 11, Sect, 4-11, in Handbook of Applied Hydrology, V.T. chow, ed., New Yourk.

- Wahid, A., Madden, M., Khalaf, F., & Fathy, I. (2016). Geospatial Analysis for the Determination of Hydro-Morphological Characteristics and Assessment of Flash Flood Potentiality in Arid Coastal Plains: A Case in Southwestern Sinai, Egypt. Earth Sciences Research Journal, 20(1), E1-E9.http://dx.doi.org/10.15446/esrj.v20n1.49624.