

نمذجة الجريان السيلي وأخطاره على الطرق الجبلية ”طريق عقبة الهدا/كرا“

وسمية مقعد ناصر العتيبي

معيدة بقسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة الملك سعود

د. عبير شريف سلمان

أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة الملك

سعود

DOI: [10.21608/qarts.2021.88269.1174](https://doi.org/10.21608/qarts.2021.88269.1174)

مجلة كلية الآداب بقنا - جامعة جنوب الوادي - العدد ٥٤ (الجزء الثاني) يناير ٢٠٢٢

ISSN: 1110-614X الترخيم الدولي الموحد للنسخة المطبوعة

ISSN: 1110-709X الترخيم الدولي الموحد للنسخة الإلكترونية

<https://qarts.journals.ekb.eg>

موقع المجلة الإلكتروني:

نمذجة الجريان السيلي وأخطاره على الطرق الجبلية

"طريق عقبة الهدا/كرا"

إعداد

وسمية مقعد ناصر العتيبي

معيدة بقسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة الملك سعود

د. عبير شريف سلمان

أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة الملك سعود

الملخص:

يهدف هذا البحث الى توظيف التقنيات الحديثة مثل نظم البيانات الجغرافية و الاستشعار عن بعد ، بهدف التوقع الهيدرولوجي للجريان السيلي والتنبؤ المناخي للعواصف المطرية، في ظل الخصائص المورفومترية والتضاريسية والشكلية لأحواض وشبكات التصريف، ومن ثم تهيئ الفرصة لتصنيف احتمالية ودرجات خطورة الجريان السيلي الذي يهدد طريق عقبة (الهدا-كرا).

اعتمد البحث على منهجية التحليل المكاني عبر استخدام الأساليب والبرامج الرياضية الحديثة مثل برنامج WMS والتي تم الاعتماد عليها بشكل أساسي في تحليل صور الأقمار الصناعية متوسطة وعالية الدقة إضافة لنموذج الارتفاعات الرقمي والخرائط الطبوغرافية والجيولوجية، كذلك إجراء القياسات وتطبيق المؤشرات المورفومترية والنماذج المكانية والهيدرولوجية لتحديد المناطق المهددة بالجريان السيلي من الطريق الجبلي كذلك إجراء القياسات الخاصة بالمؤشرات الهيدرولوجية للجريان السيلي حيث تم الاعتماد على برمجيات نظم المعلومات الجغرافية GIS في اعمال معالجة البيانات الرقمية من نماذج

ارتقاعات رقمية و مرئيات الأقمار الصناعية بهدف تحليل التطابق بين طبقات قاعدة البيانات الجغرافية المختلفة. ومن خلال التحليل المكاني اتضح أن هناك ١٤٤ موقعا مهددا بخطر الجريان السيلي اختلفت درجة خطورتها ما بين شديدة الخطورة جداً وشديدة الخطورة ومتوسطة الخطورة، وأخذت المواقع شديدة الخطورة جدا نسبة ما يقارب ٢٨.٤٪ من المنطقة بسبب شدة تضرس المنطقة وكثرة انحناءاتها مما يستدعي متخذي القرار الى اتخاذ اجراءات السلامة على الطرقات بشكل اكبر .

الكلمات المفتاحية: طريق عقبة الهدا، النمذجة الهيدرولوجية، الجريان السيلي، الجيوماتكس، نظم المعلومات الجغرافية.

مقدمة:

تعتبر الكوارث الطبيعية من الكوارث التي يستحيل تقريباً التعافي الكامل من الضرر الذي تسببه، ولكن من الممكن تقليل المخاطر المحتملة عن طريق إعداد وتنفيذ خطط للمساعدة في إعادة التأهيل والحد من الكوارث .

تتعرض المملكة العربية السعودية الى العديد من المخاطر السيلية في العديد من مناطقها والتي تحدث بشكل مفاجئ ومباغت بسبب الامطار الغزيرة في اوقات قصيرة (دبس ٢٠١٦). وتعتبر المنحدرات الجبلية اشد خطورة لما لها الاثر الشديد في انهيارات صخرية على الطرق قد تؤدي الى العديد من الاضرار البشري والاقتصادية. ويتميز طريق الهدا غرب المملكة العربية السعودية بالعديد من التعرجات والانحناءات في الطريق، وانتشار الشقوق والفواصل في المنحدرات والتي تساعد على الانهيارات الصخرية على الطرقات عند الجريان السيلي المفاجئ.

وتلعب نظم المعلومات الجغرافية دورا بارزا في عملية رصد وتقييم العديد من المخاطر الطبيعية ولها الاثر الكبير في ادارتها بكفاءة، فيهدف هذا البحث الى تطبيق النمذجة الهيدرولوجية والتي منها مجموعة المعادلات الخاصة بها والتي تعد أحد الأساليب المستخدمة لتحديد المناطق المهددة بخطر الجريان السيلي ومع دمجها بتقنيات الجيوماتكس والتي تتكون من ثلاث تقنيات تحليلية متميزة وهي نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن البعد (RS) مرتبطة بنظم تحديد المواقع العالمية (GPS) بحيث يمكن الخروج بمخرجات عالية الدقة تساعد على تحديد المناطق المهددة بخطر الجريان السيلي بشكل أكثر وضوحاً. كما تتيح تقنية الجيوماتكس من استنباط الخصائص الخاصة بأحواض التصريف ومعالجتها كمياً لمحاكاة جريان مياه الأمطار وتحديد أكثر المناطق خطورة وتصنيفها الي فئات وفقاً لدرجة الخطورة.

مشكلة البحث

يعتبر طريق عقبة الهدا من الطرق الجبلية الصعبة ويتصف بالجمالية والتحدي للكثير من زوار مدينة الطائف، فنجده وجهة ومحطة سياحية للعديد من السياح. ولكن تتمحور مشكلة الدراسة فيما يسببه الهطول المطري من أخطار تتمثل في الجريان السيلي، وما يحمله من صخور ومفتتات تؤثر على مسار الطريق ورواده أيضا (الشكل ١)، حيث سببت فيما سبق حوادث عديدة على الطريق بالإضافة الى محاصرة العابرين لهذا الطريق اثناء العواصف المطيرة والتي تسببت في اغلاق الطريق بشكل متكرر ولفترات طويلة. ففي خلال السنوات الأربع منذ عام ٢٠١٢-٢٠١٥م تكررت مرات الهطول المطري بشكل كثيف أدى لإغلاق الطريق لفترات زمنية تراوحت مدتها ما بين يومين إلى أربع أيام ووصلت الى ١٥ يوما، مثلما حدث في سيول عام ٢٠١٢م وتم إغلاق الطريق لمدة أسبوعين من أجل إزالة الحطام (Youssef et al., 2013) وفي ديسمبر عام ٢٠١٤م أُغلق الطريق أمام السيارات ثلاث مرات، وفي عام ٢٠١٥م أُغلق الطريق في سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر مرتان على الأقل شهريا (وزارة النقل والمواصلات ، ٢٠١٥).

الشكل (١) الرواسب والكتل الصخرية وآثار النحت والجريان السيلي اسفل طريق
عقبة الهدا



من هنا جاءت فكرة البحث لإبراز المواقع المهددة بخطر الجريان السيلي على طول مسار طريق عقبة الهدا وتطبيق بعض التقنيات الحديثة في تقدير كمية الجريان السيلي المتوقعة، للوصول الى نتائج تفيد متخذي القرار على كافة المستويات التنموية والتخطيطية.

أهداف البحث:

تهدف هذه الدراسة الى:

- دراسة الخصائص المطرية في المحطات المناخية وتحديد فترة الرجوع
- اجراء التحليل الطبوغرافي والهيدرولوجي
- تحديد اماكن الخطر على طريق عقبة الهدا

الدراسات السابقة

حظيت الأودية على العديد من الدراسات في عالمنا العربي لما لها الأثر الكبير بسبب الجريان السيلي واثاره على العديد من المناطق المنشآت العمرانية. نذكر في البداية دراسة البليهد (١٩٩٢م) التي تناولت الجريان السيلي في أودية إقليم عسير الرئيسية، حيث ركز الباحث على الجريان السيلي في ثمانية أودية تتجه نحو الشرق والغرب من جبال إقليم عسير (جبال السروات) في جنوب غرب المملكة، أربعة أودية تتجه نحو الشرق، وأربعة تتجه نحو الغرب، وقد طبق فيها المعادلات المختلفة لقياس العلاقة بين الأمطار والسيول، وأوصى بضرورة استغلال أفضل لموارد المياه السطحية، وشدة حاجة بعض الأودية إلى إنشاء السدود.

وفي عام ٢٠٠٥ قامت دراسة مرزا والبارودي بدراسة السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم، وقد ركز البحث على إعطاء صورة واضحة عن السمات المورفولوجية والمورفومترية لأحواض التصريف التي تقطع منطقة مكة المكرمة وإبراز العلاقات بين كل من السمات المورفولوجية و المورفومترية لهذه الأحواض، وتم حساب كميات الأمطار الساقطة على أحواض منطقة الحرم المكي لما لها من علاقة مباشرة في نشأة سيول هذه الأحواض، ومن ثم إجراء قياسات دقيقة للخصائص المورفولوجية لأحواض تصريف منطقة الحرم المكي، وربطها بالخصائص المورفومترية للخروج بتحديد دقيق للخصائص الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة.

وفي نفس العام (٢٠٠٥) قام الجعدي بتحديد امتداد الفيضان في سهل الخرج، وقد اعتمد الباحث على تقنية الاستشعار عن بعد في تحديد امتداد الفيضان من خلال استخدام مرئيات فضائية عالية الوضوح المكاني ليتمكن بعد ذلك من إنشاء خريطة للمناطق المعرضة لخطر الفيضان في سهل الخرج، وإنتاج خرائط لمسارات الأودية داخل

المنطقة الحضرية في سهل الخرج، وذلك بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية القديمة وصور الأقمار الصناعية قبل حدوث السيل وبعده. كما تم تقدير كمية تدفق المياه في الأودية المغذية لوادي الخرج، والتي توضحها الخرائط المرفقة بالدراسة. ومن ثم قام الحواس (٢٠٠٧م) بدراسة المؤشرات الجيومورفولوجية للاستدلال على هيدرولوجية شعيب السلحية وتوصل الى أن أمد الجريان في الشعيب يتسم بالقصر مستدلاً على ذلك بقصر المسافة التي تقطعها الرواسب مع المياه، واستدل من خلال حجم حبيبات الغطاء الرسوبي في قاع قنوات التصريف على ضعف متوسط الجريان السنوي، ورأى الباحث أن فقر الغطاء النباتي وتشتته واقتصار نموه على حواف الوادي وسهله الفيضي كان دالاً على قلة المخزون المائي في الرواسب المائية لشعيب السلحية. و قدر بوروبة والجعيدي (٢٠٠٧م) تدفق الذروة للسيول بحوض وادي العين بمحافظة الخرج في المملكة العربية السعودية، قامت هذه الدراسة على استخدام نموذج سنايدر Snyder اعتماداً على بيانات المرئيات الفضائية للقمر الصناعي سبوت- ٥ لتقدير قيم ذروة التدفق السيلي، كما عملا على حساب زمن التركيز والتدفق النوعي، وحجم الجريان السطحي وعمقه وقوته لمعرفة الخصائص الهيدرولوجية لسيول حوض وادي العين.

وتلتها دراسة بوروبة (٢٠٠٧م) دراسة هيدرومورفومترية لتقدير حجم سيول حوض وادي عتود بالمملكة العربية السعودية؛ حيث أجرى تحليلاً هيدرولوجياً لسيول روافد أودية عتود الأعلى (٥٠٥ كم^٢) ومربا (٥٣٦٣ كم^٢) و ضلع (٣٢١ كم^٢) اعتماداً على قيم تدفق الذروة الذي تم تقديره بواسطة نموذج سنايدر، ولقد أفرز هذا التحليل جملةً من التباينات الزمنية والمكانية المهمة لخصائص السيول على مستوى الأحواض الثلاثة المدروسة مع تميز حوض وادي ضلع من حيث قدرته الكبيرة على سرعة تحويل مياه الأمطار إلى مياه جارية سطحية، ومياه سيول غزيرة وخطيرة.

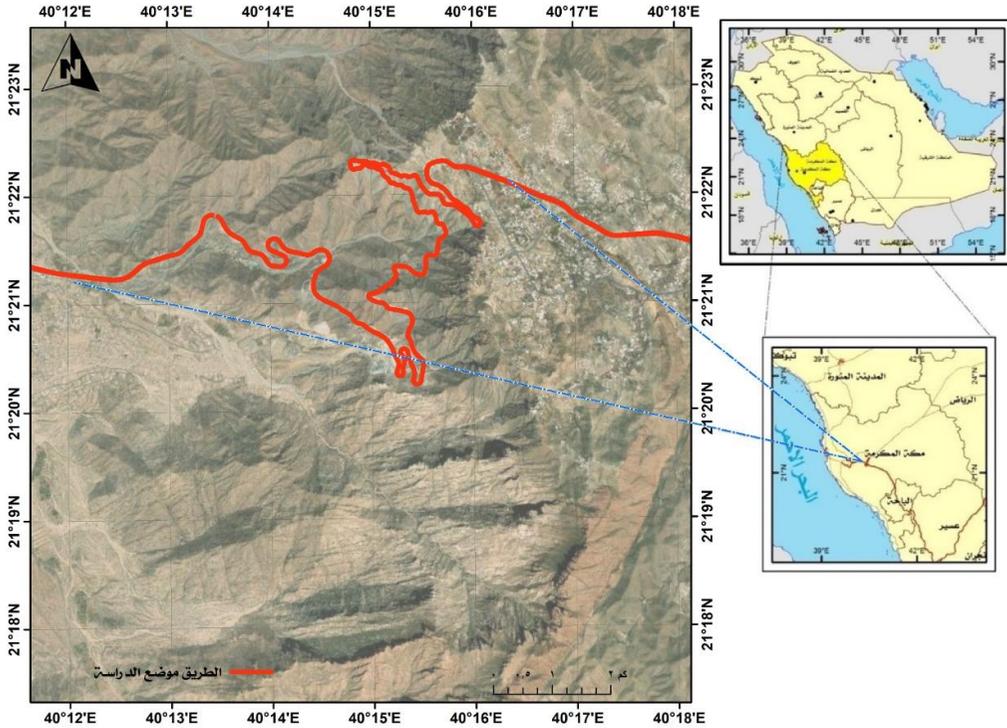
وقام بالخير (٢٠٠٨م) بالنتبؤ بتدفق السيول عند مخارج الأودية باستخدام نموذج (GIUH)، وطبق على وادي حاط وجوف جنوب غرب المملكة العربية السعودية ، وقد اختار الباحث أربعة عواصف مطرية مرصودة السيول لكلا من الواديين لمقارنة النتائج التي سيتم التوصل إليها من خلال النموذج الرياضي بالبيانات المرصودة في المحطات فوجد ان النتائج المتحصل عليها بواسطة النموذج مطابقة وبصورة كبيرة للبيانات المرصودة مسبقا في سجلات المحطات. ومن ناحية أخرى عنيت بعض الدراسات الهيدرولوجية بمشاكل الجريان السطحي.

وقام دبس (٢٠١٦) بتحليل سطح المدينة المنورة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج الارتفاعات الرقمية لتحديد أماكن خطر السيول، فقامت الدراسة بالتحليل الهيدرولوجي والتحليل ثلاثي الابعاد لدراسة خصائص الاودية الفرعية المؤثرة بشكل مباشر على المدينة المنورة ، وتم انتاج العديد من الخرائط اهمها تصنيف الاودية الفرعية في المدينة المنورة حسب خطورتها الى ٣ درجات.

وفي (٢٠١٨) قام عبد الكريم بدراسة أثر التغيرات المناخية والتوسعات العمرانية على زيادة مخاطر السيول : قرية حجازة - محافظة قنا- باستخدام النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية (WMS & HEC-RAS) ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد GIS & RS، حيث تناول في دراسته ثلاثة محاور أساسية لإيضاح أثر التغيرات المناخية والتوسعات العمرانية غير المخططة على زيادة خطر الجريان السيلي عبر تحديد كلاً من مؤشر مخاطر الفيضان FHI وحساب منحنى هيدروغراف السيول إضافة إلى حساب مدى تكرار العاصفة المطرية IDF - Curve وذلك لأحواض تصريف منطقة دراسته.

حدود البحث :

يمتد طريق (عقبة الهدا- كرا) لمسافة ٢٢ كم مخترقاً الحافات الجبلية لقمم جبال السروات فيما بين الطائف ومكة، وينحدر طريق الهدا من أعلى جرف بالقرب من قرية الهدا، وصولاً إلى نقطة تفتيش للشرطة بالقرب من قرية كرا، ويعد واحداً من الطرق الأولى التي شيدت في مناطق التضاريس الجبلية الصعبة للغاية؛ حيث يربط السهل الساحلي على البحر الأحمر بالقرى والهجر والمدن أعلى الجرف، كذلك يعد من الطرق الهامة التي تتيح للسيارات والشاحنات بأنواعها سهولة الوصول بين مكة المكرمة ومدينة جدة من أسفل الجرف؛ حيث يربط مدينة الطائف والمدن والقرى الواقعة في الجنوب الشرقي بعضها ببعض، ويقع الطريق - كما سبق الذكر- في منطقة جبلية تغطي الأجزاء الجنوبية والشرقية، فيما يطلق عليها (سلسلة جبال السروات) . وبذلك تمتد منطقة الدراسة فيما بين دائرتي عرض ١٨' ٢١° و ٢١' ٢١° شمالاً وخطي طول ١٢' ٤٠° و ١٩' ٤٠° شرقاً (شكل ٢).



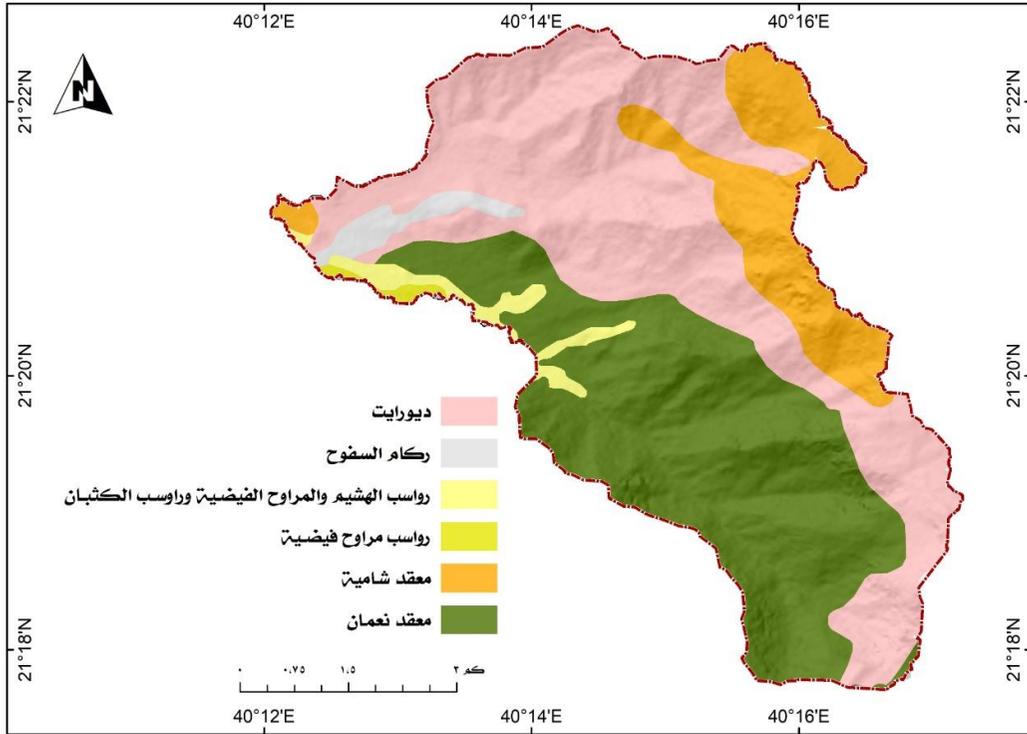
شكل (٢) طريق (عقبة الهدا) المصدر : بيانات من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

جيولوجية المنطقة:

دراسة التكوينات الجيولوجية وتوزيعها الجغرافي من أهم الركائز الأساسية في تفسير الظواهر الجيومورفولوجية، حيث تُعد أساسًا لا غنى عنه في أية دراسة جيومورفولوجية، حيث تهدف إلى تتبع التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة، وكذلك البنية ممثلة في الصدوع والطيات ومدى تأثيرها على سطح المنطقة ومورفولوجيتها، وتأتي أهمية دراسة التكوينات الجيولوجية إلى ارتباطها الوثيق بالطبقات الحاملة للمياه الجوفية ومدى توقف قدرة الصخور على النفاذية بناءً على حجم الفراغات المسامية والشقوق التي تحتويها، حيث تؤثر درجة النفاذية على الجريان السطحي للمياه ويمكن من خلالها تصنيف تكوينات الحوض الصخرية إلى نفاذية عالية ومتوسطة وضعيفة.

وعليه فمن خلال شكل (٣) نجد أن منطقة الدراسة تقع ضمن صخور الدرع العربي، التي تتكون أراضيها من صخور متبلورة (صخور القاعدة المركبة) وتعود إلى ما قبل الكامبري وتتألف من الصخور النارية كالجرانيت والجرانيت النيسي و الديوريت والجرانوديوريت والأمفيبوليت ومن الصخور المتحولة الكوراتزيت والأردواز والرخام. كما توجد رواسب قارية وبحرية تعود للزمن الثاني والثالث وتقتصر على المناطق المنخفضة تكتونياً والتي وقد استغلتها بعض الأودية التي تصب في السهل الساحلي، ومن خلال دراسة الخرائط الجيولوجية للمنطقة نجد المجموعات والمعقدات التالية:

- مجموعة الباحة: وتتكون هذه المجموعة من طبقات من الصخور المتحولة وصخور الديوريت وبعض الرخام والكوارتز وجميعها تعلو صخور بيث إضافة إلى الحصى والبازلت والبريشيا البركانية، كما يلاحظ أن الرواسب هنا قد ارسبت في بيئة بحرية ضحلة مما يشير إلى تعرض صخور مجموعة الباحة إلى التحول إلى الشست الأخضر وقد تشوهت بشكل كبير بفعل حركات الطي والتصدع على نطاق واسع. (الوليبي، ١٤٢٩هـ).
- مجموعة جدة: تحتوي في الأساس على صخور بركانية متحولة من البازلت الانديزيت وتعتبر مجموعة جدة أحدث جيولوجياً من مجموعة الباحة حيث تتكون من فيوض بركانية وبريشيا، كما تأثرت هذه المجموعة بتأثيرات التصدعات وحركات الطي والالتواء ويبلغ عمرها ما بين ٨٠٠ إلى ٩٠٠ مليون سنة.
- مجموعة فاطمة: تظهر مجموعة فاطمة في التلال الواقعة شمال وادي فاطمة وتحتوي على أنماط من الرواسب البركانية والمتحولة الفتاتية بالإضافة إلى صخور الجرانيت وصخور جوفية بالإضافة إلى الحجر الأخضر وتعود في القسم الأدنى ترسيبات ناعمة وحجارة كلسية، أما في القسم الأعلى فيسود رصيص يتضمن كثيراً من المواد البركانية وطبقات من صخور بركانية فتاتية. (الشنطي، ١٩٩٣م).



شكل رقم (٣) بنية ونوع صخور منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادًا على الخريطة الجيولوجية مقياس ١/٢٥٠.٠٠٠، هيئة المساحة الجيولوجية

- معقد نعمان: وهي تغطي جزء كبير من جنوب الحوض وهو عبارة عن خليط من الصخور النارية والمتحولة وصخور الديوريت والجابرو إضافة لبعض التداخلات من صخور الجابرو والديوريت.
- معقد شامية: ويتراوح عمرها بين ٦٠٠ و ٧٠٠ مليون سنة، وتتنوع في أقصى شرق منطقة مكة المكرمة، كما توجد في منطقتين صغيرتين شمال مدينة مكة المكرمة في وادي فاطمة وقرب بلدة الكامل ويمكن تمييز هذه الصخور عما تحتها بسهولة نتيجة لعدم التوافق بينهما، وتتكون هذه الصخور من مجموعات صخرية رسوبية

فتاتية وبركانية متحوّلة بدرجة أقل من المجموعات السابقة، وتتمثل هذه الصخور في منطقة مكة المكرمة بمجموعات فاطمة ومجموعة المردمة

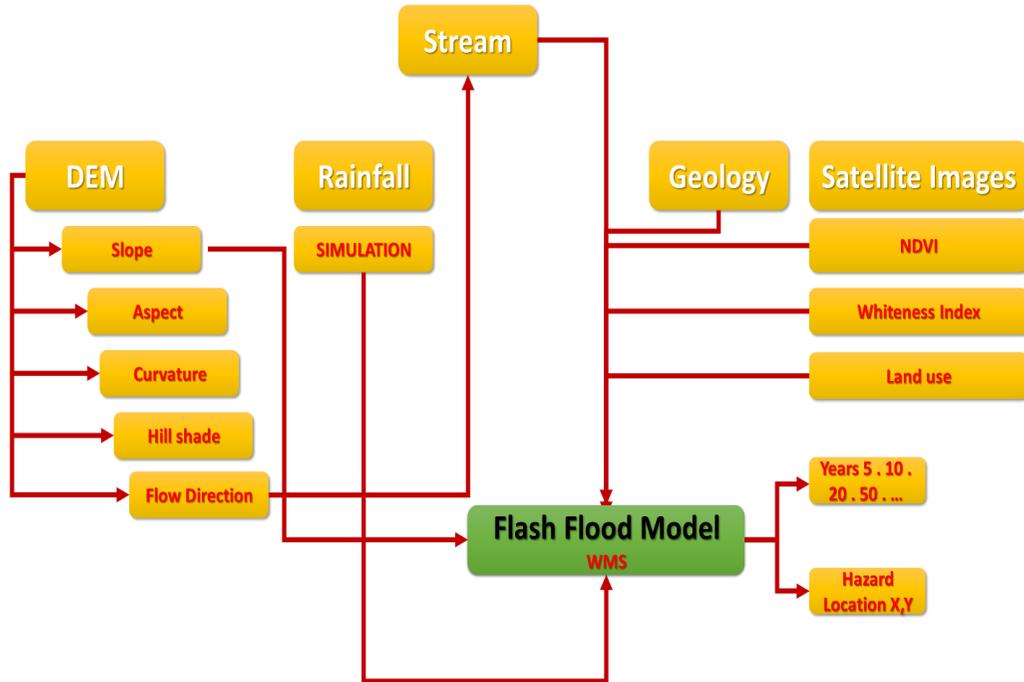
المنهجية:

اعتمدت الدراسة على عدة برامج واساليب احصائية ومكانية لدراسة الخصائص المطرية والمكانية لمنطقة الدراسة أهمها برنامج ArcGIS 10، وتم الاعتماد على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠ والصادرة عن هيئة المساحة العامة، و الخرائط الجيولوجية مقياس ١: ٢٥٠٠٠٠٠ والصادرة عن هيئة المساحة الجيولوجية. وتم تحديد اماكن الخطر السيلي وفق الخطوات التالية (الشكل ٤):

- التحليل الطبوغرافي والهيدرولوجي للمنطقة وذلك بالاستعانة بنموذج الارتفاعات الرقمية بدقة ١٠ متر وذلك لانتاج خريطة الانحدارات ومعدلات تقوس المنحدرات والادوية ومجاريها واستخراج ظلال التلال Hill Shades واتجاه الجريان Flow Direction والجريان التراكمي Flow Accumulation ورتب المجاري المائية Stream Order
- تحليل المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Geo Eye، بدقة وضوح مكانية تبلغ ٠.٦٠ متراً ومرئيات القمر الصناعي SPOT، بدقة وضوح مكانية تبلغ ١٠ متر و مرئيات فضائية للقمر الصناعي Landsat 8، بدقة وضوح مكانية تبلغ ٢٨.٥ متراً تم توفيرها من مدينة الملك عبدالعزيز لانتاج استعمالات الاراضي landuse باستخدام مؤشرات الاخضرار NDVI و Whiteness index
- تحليل بيانات محطات الأرصاد الجوية للفترة ما بين ١٩٧٠م وحتى ٢٠١٥م بعمل نمذجة مكانية باستخدام مضلعات ثيسن لقيم محطات الارصاد الجوية ومعالجة الاودية والجريان السيلي لمعرفة نطاق تغطية العاصفة المطرية

- تصميم نموذج Flash Flood Model يعمل محاكاة للعواصف المطرية لتحديد نقاط اماكن الخطورة وتصنيفها

شكل (4) مخطط تنفيذ خطوات البحث



نتائج ومناقشة

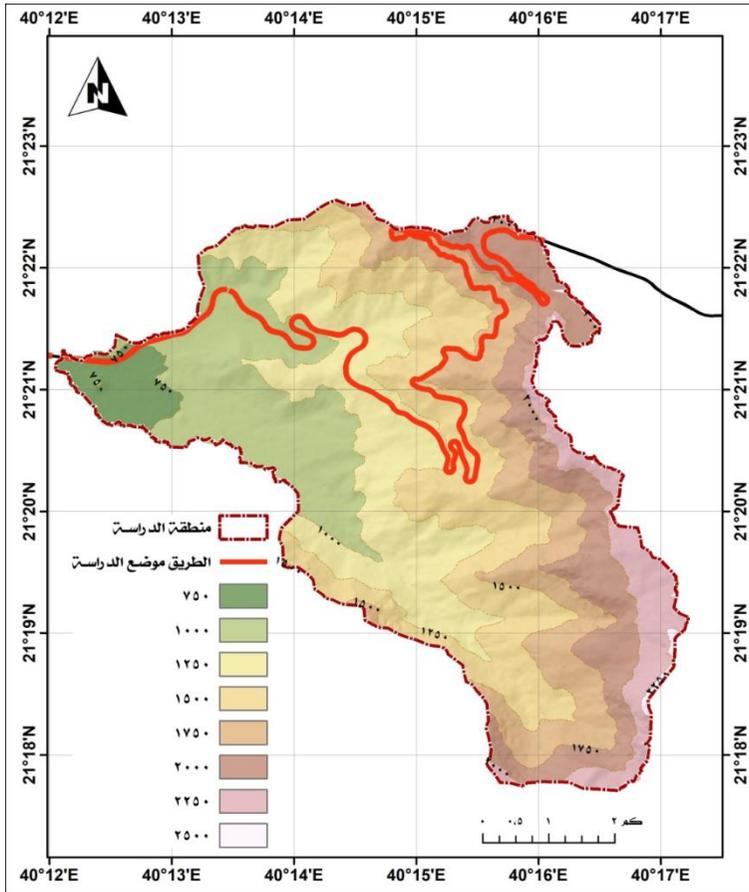
(١) الخصائص التضاريسية والهيدرولوجية:

توصف الحافة الجبلية لهذا بشدة التضرس تتراوح ارتفاعاتها ما بين ٧٥٠ الى ٢٥٠٠ مترا، كما تتميز الجبال العالية بالانحدار الشديد نحو الغرب وبالانحدار المتدرج نحو الشرق كما هو موضح بالشكل (أ٥). ويلاحظ من شكل (ب/٥) أن نسبة المنحدرات الشديدة التي تتجاوز درجة انحدارها أكثر من ٣٠ تبلغ نسبتها ٢٧.٥٪ تقريباً من إجمالي مساحة المنطقة، كما تتواجد في المناطق بعض من الجروف التي تصل

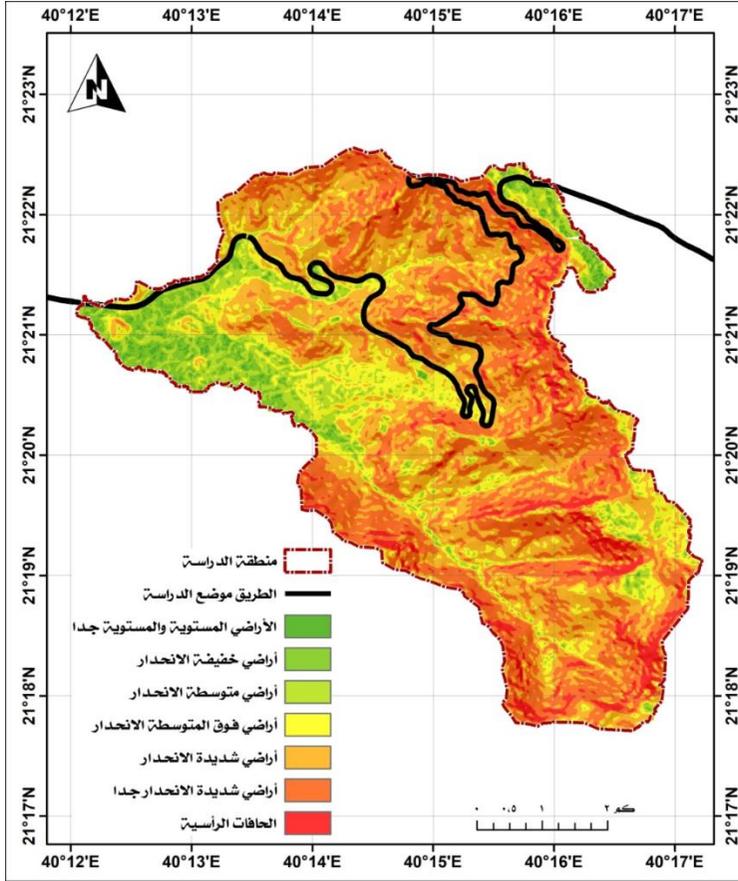
زوايا انحدارها ما يزيد عن ٤٥ تقريبًا، وقد كان لعامل الانحدار الشديد دوره الفعال في الاندفاع السريع لما تحمله الأودية العليا أو المنابع من رواسب وصخور متفاوتة الأحجام نحو بطون الأودية الأمر الذي ينتج عنه عددٌ من المراوح الفيضانية ومخاريط الرواسب الخشنة وذلك يتضح عند مصب الوادي. وقد تم استخلاص الكثير من البيانات بصورة آلية مثل تحديد مناطق ميول Slope واتجاهات الانحدار Aspect لسطح الحوض بمنطقة الدراسة، وتحديد مواقع السفوح الرأسية والجروف المنحدرة من خلال تحديد معدلات التقوس لسطح منطقة الدراسة. ومن دراسة الشكل (٥/ج) يلاحظ أن سطح المنطقة ينحدر نحو الجنوب الغربي والغرب بنسبة بلغت ٢٦٪ و ١٩.٧٪ على التوالي من مساحة منطقة الدراسة تليها المناطق ذات الانحدارات الشمالية الغربية والجنوبية بنسب متقاربة بلغت ١٥.٩٪ و ١٥.٢٪ على التوالي.

كما يلاحظ من شكل (٥/د) أن العناصر المحدبة تستحوذ على نسبة كبيرة من أشكال سطح الأرض في منطقة الدراسة حيث بلغت نسبتها ٧٠.٥٪ في حين بلغت العناصر المقعرة نسبة ٢٥.٧٪ في حين كانت العناصر المستقيمة تشغل مساحة ضئيلة جدًا بنسبة بلغت ٣.٨٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

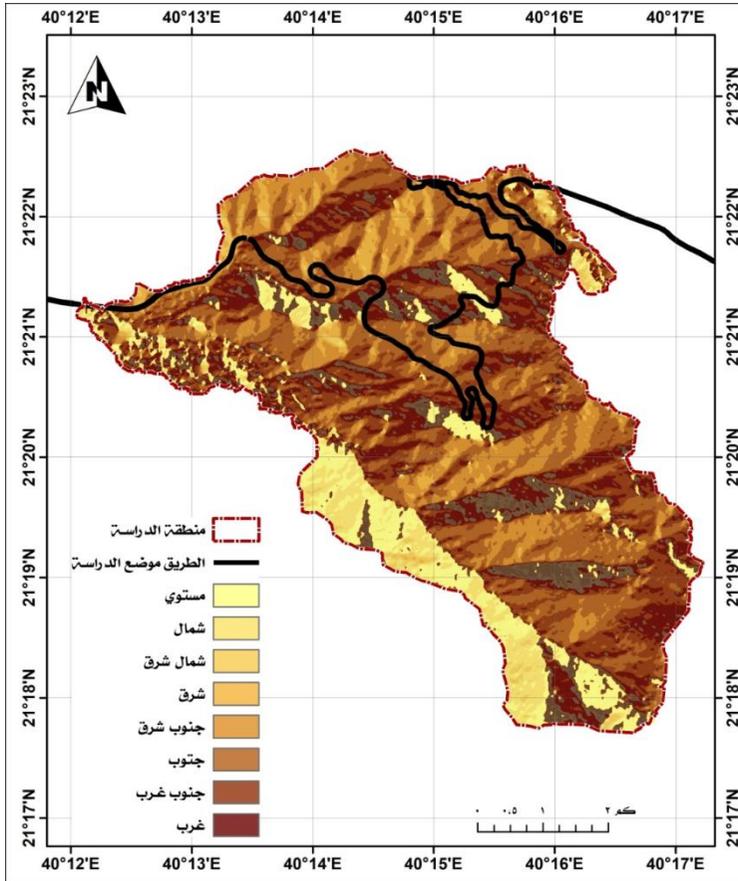
شكل رقم (٥) الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة



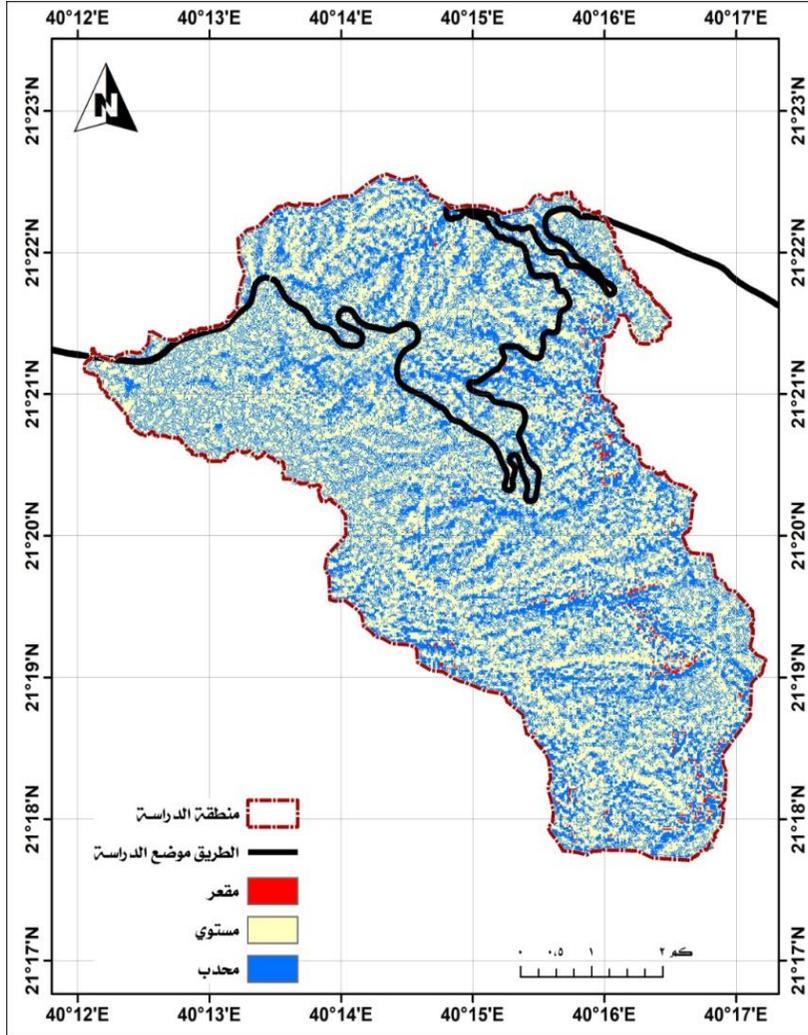
(٥/أ) الارتفاعات (م)



(ب/٥) درجة الانحدار



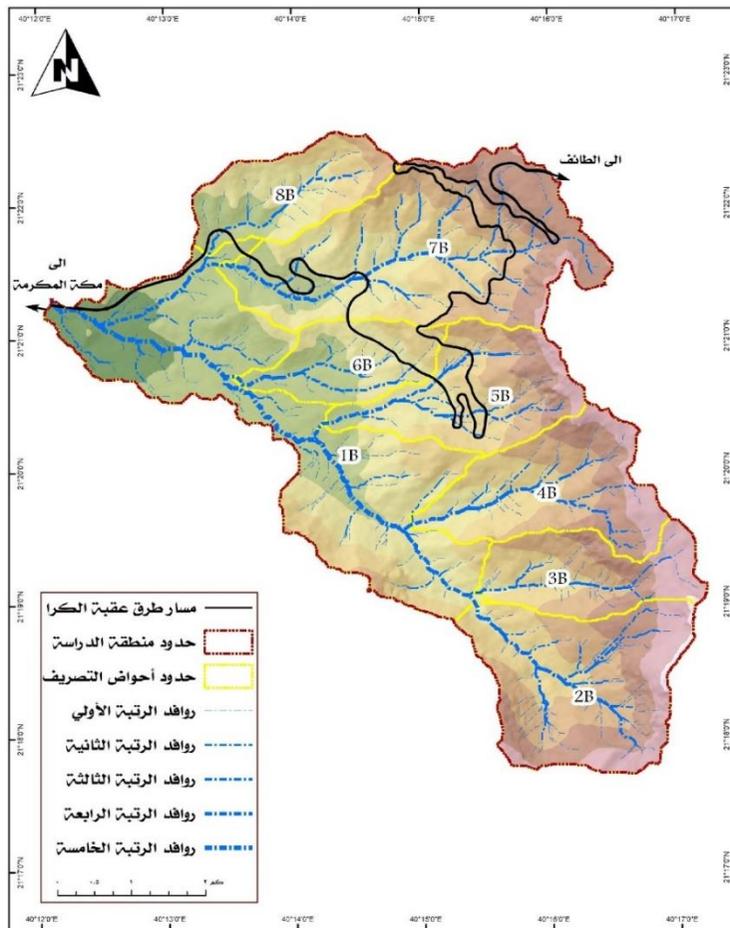
(٥/ج) اتجاه الانحدار



(د/٥) تقعر وتحذب الاودية

بلغ اجمالي مساحة حوض التصريف المؤثر على طريق عقبة الهدا (٣٩) كم^٢ مما يمثل خطراً واضحاً على كامل المنطقة في حال عدم السماح للجريان السيلبي بالمرور أو اعتراض مساره من قبل اي تعديات بأي شكل من أشكال التنمية البشرية سواء في المصب أو أحد روافده المغذية له. كما تتميز شبكة التصريف المائي السطحي بمنطقة الدراسة بترباطها واختلاف انماط تصريفها حيث لم يقتصر تشكيل الوادي خصوصاً من

بدايته وصولاً للمصب فقط بل ساهم الجريان في هذه الروافد على تشكيل جيومورفولوجية الاودية بشكل عام حيث يعتبر الحوض من أهم الأودية المنحدرة نحو البحر الأحمر ويحتوى علي شبكة كثيفة من الروافد. حيث وصلت الرتب الي الرتبة الخامسة حسب مقياس ستريلر وبلغ اجمالي عدد الروافد ٢٠٥١ رافداً بإجمالي طول بلغ ٣٦٨.١ كم موزعة على ثمانية أحواض ثانوية كبرى تتفاوت في مساحتها وأبعادها وخصائصها كما هو موضح بشكل (٦) وجدول (١).



شكل رقم (٦) أحواض التصريف ورتب المجاري المائية في منطقة الدراسة

جدول (١) الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف بالمنطقة

المؤشر	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
مساحة حوض التصريف/كم ^٢	٩.٥٨	٥.٥٥	٢.٨٥	٤.١١	٣.٦٨	٢.٢٤	٨.٣٨	٢.٦٨
طول المجري الرئيسي (م)	٩.٨	٢.٠	١.٤	٢.١	٢.٦	٢.١	٣.٥	١.٨
أقصى ارتفاع / متر	١٥٨٢	٢٣٣٦	٢٣٠٣.٦	٢١٤٩.٩	٢١٧٤	١٥٩٩.٥	٢٠٩٥	١٧٥٧.٨
أدنى ارتفاع / متر	٦٨١.١	١١٦٨.٨	١١٥٨	١٠٢٤.٥	٨٩٨.٩	٧٨٩.٥	٨١٥	٨١٠
طول حوض التصريف/متر	٧.١	٣.١	٣.١٢	٣.٠٢	٣.٤	٣.٠١	٥.٣	٢.٧
المسافة الفاصلة بين مصب الحوض المائي ومركز ثقله/كم	١.٤٨	١.٨٣	١.٤	٢.١	٢.٠٨	١.٥٨	٢.٨	١.٤

الأمطار وخصائصها:

إن تطبيق اعمال النمذجة باستخدام النموذج الأمريكي SCS يعتبر عنصراً مهم في التحليلات المكانية للجريان السيلي لتحديد حجم الجريان السيلي بأحواض التصريف المائي السطحي، وخاصة بالمناطق التي لا تتوفر بها محطات رصد مثل أحواض ساحل البحر الأحمر، ويلزم لتطبيق هذا النموذج تحديد بعض المعاملات الهيدرولوجية مثل:

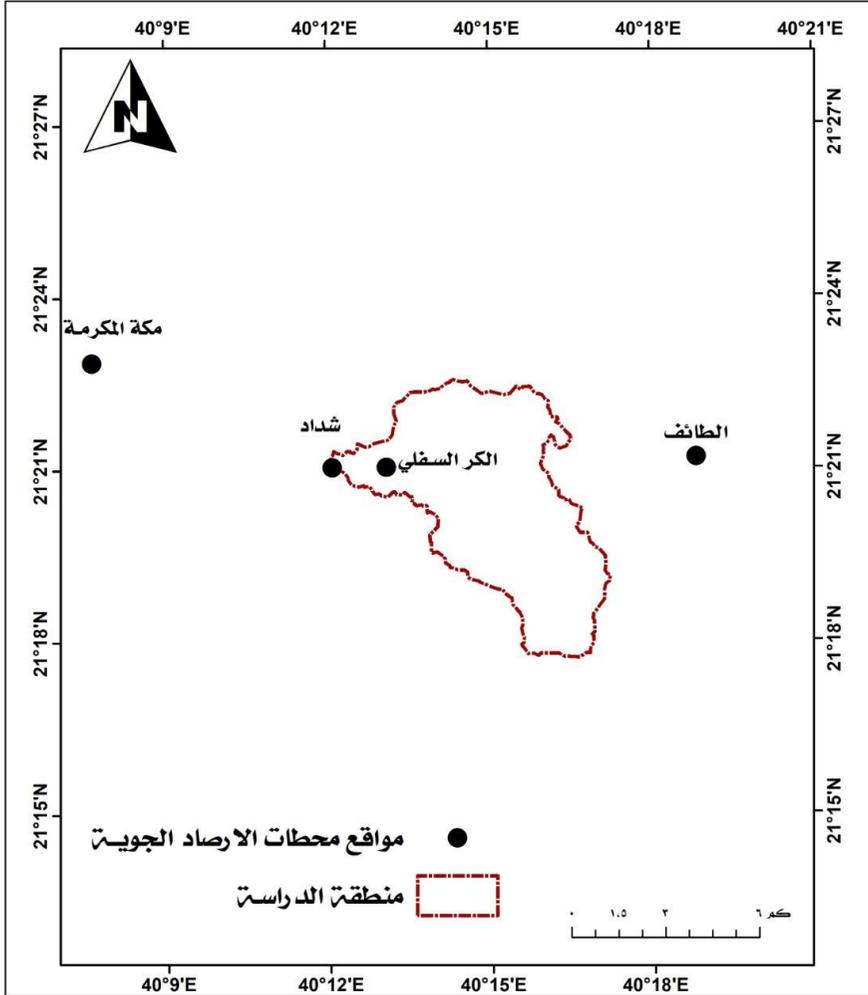
- زمن التركيز للحوض المائي TC.
- فترة استجابة الحوض المائي L.
- مدة العاصفة المطرية D.
- زمن وصول التدفق للذروة Tp.

- زمن الأساس للسيل Tb.
- تقدير تدفق الذروة Qp.
- زمن انخفاض السيل Tr.
- كمية المطر المتساقط في يوم واحد.
- سرعة الجريان V.

حيث يعتبر المطر من أهم عناصر المناخ في تحديد مدى خطورة الجريان السيلي بسبب العواصف المطيرة الفجائية غير المنتظمة والتي تكون أمطارها عادة ذات تركيز شديد ولكنها لا تدوم سوى فترة وجيزة (الحسيني، ١٩٨٧، ص: ١١). هذا التركيز الشديد للمطر خلال فترات زمنية محدودة وقصيرة يزيد من فاعلية المطر لتغطية الفاقد بالتبخر والتسرب ويحدث جريان لكمية المطر المتبقية بشكل سطحي تراكمي يحدث على أثره سيول جارفة، كما يزيد المطر بشكل عام من عيوب في الطرق من حيث التشققات باتجاهاتها المتعددة الطولية والعرضية اضافة لزيادة الحفر وما يتبع ذلك من تسربها الي الطبقات السفلية الأكثر مسامية اضافة لتآكل جوانب الطرق.

تتصف المتوسطات السنوية للأمطار في منطقة الدراسة بصفة عامة بالقلّة والتذبذب وعلى الرغم من ذلك نجد بعض الاختلافات المحلية في المنطقة، مثل ارتفاع كميات الأمطار في المحطات الأكثر ارتفاعاً عن مستوى سطح البحر، ويُعزى ذلك إلى ارتفاعها عن بقية المناطق الأخرى في منطقة الدراسة مما يؤهلها للاعتراض بصورة أكبر للرياح الرطبة، وبالتالي إفراغ ما تحمله من مطر فيها.

ونتيجةً لهذا الاختلاف تظهر لنا عدة أقاليم مطرية، وأول هذه الأقاليم هو الذي يضم محطة شداد والكر السفلي ويتميز بمعدلات أمطار تتراوح بين ٧٢ و ٦٦ ملم، ويتميز الإقليم المطري الثاني بمعدلات أمطار تتراوح بين ٥٠ و ٤٤ ملم ويتركز في محطة الطائف، يليه الإقليم الثالث الذي يشمل محطة مكة تتجاوز معدلات الأمطار ٣٦ ملم.



شكل (٧) مواقع محطات الرصد المناخي

(٢) نمذجة الهيدرولوجية للجريان السيلبي

تم استخدام نموذج HEC-1 الهيدرولوجي ضمن نماذج برنامج WMS لحساب الهيدروجراف الخاص بحوض التصريف بالمنطقة موضوع الدراسة وتقدير حساب كميات مياه السيول ومعدلات تدفقها بالاعتماد على طريقة SCS Unit Hydrograph وقد تم تحليل وتقدير ارتفاع كمية مياه الأمطار خلال فترات الرجوع

المختلفة (٥، ١٠، ٢٠، ٢٥، ٥٠، ١٠٠ سنة) وتحديد منحنيات التكرار - IDF Curve بالاعتماد على برنامج مساعد وهو Hyfran.

تم الاعتماد في استخراج المعاملات الهيدرولوجية على برمجيات WMS وهو خاص بأعمال النمذجة الهيدرولوجية للجريان السيلي ويعتبر أبرزها عالمياً في هذا المجال حيث يوفر وقتاً كبيراً يصل لـ ٦٥٪ من الوقت المستغرق في اجراء الحسابات الرياضية اليدوية وبدقة عالية واخراج نتائجها بشكل أكثر وضوحاً عبر برنامج ARCGIS لدعم متخذي القرار بشكل أكثر دقة وأماناً. وإضافة المخرجات ونتائج المعاملات الهيدرولوجية الى نموذج قاعدة البيانات الجغرافية UDM لحوض وشبكة التصريف المائي السطحي لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة وبعد اشتقاق بعض المعلومات المورفومترية السابق الإشارة إليها في جدول (١) تم العمل على المؤشرات الهيدرولوجية على نموذج SCS حيث أنه يقدم إمكانية تقدير لذروة الجريان السيلي Discharge Peak على مستوى المنطقة ككل، ومن مميزات هذا النموذج أنه يمكن من خلاله تقدير ذروة الجريان السيلي لفترات رجوع مختلفة ، كما أنه قد تم حساب المعاملات الهيدرولوجية لتدفق الجريان السيلي الأقصى والمتوسط كما هو موضح بجدول (٣).

جدول (٣): نتائج تحليل المعادلات المورفو-هيدرولوجية المطبقة في البحث

المؤشر	الرمز	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
الانحدار الطبوغرافي لحوض التصريف المائي.	$I(m/m)$	7.9	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	4.1	2.9
المدة الزمنية لمتوسط زمن التركيز لحوض التصريف /ساعة.	$T_c^{(hr)}$	6.3	4.9	4.7	5.8	5.0	4.3	5.2	4.5
المدة الزمنية لاستجابة حوض التصريف لتساقط الأمطار/ساعة.	$T_p^{(hr)}$	4.2	1.3	2.1	2.0	1.0	1.8	2.0	1.7
المدة الزمنية المثالية لتساقط الأمطار/ساعة.	$T_r^{(hr)}$	0.8	0.2	0.4	0.4	0.2	0.3	0.4	0.3
المدة الزمنية لبدء حدوث السيل/يوم.	T_b^{Day}	3.5	3.2	3.3	3.3	3.1	3.2	3.3	3.2
المدة الزمنية لاستجابة الحوض المائي لهطول الأمطار /ساعة.	$T_b^{(hr)}$	16.6	5.2	8.5	7.9	4.1	7.2	7.9	6.7
المدة الزمنية اللازمة لارتفاع التدرجي لتدفق السيل/ساعة.	$T_m^{(hr)}$	5.5	1.7	2.8	2.6	1.4	2.4	2.6	2.2
المدة الزمنية اللازمة للانخفاض التدرجي لتدفق السيل/ساعة.	$T_d^{(hr)}$	11.1	3.5	5.7	5.3	2.8	4.8	5.3	4.5
كم تركيز المطر المناسب لتدفق الذروة سم/ساعة.	$I (Cm/hr)$	1.3	4.3	2.6	2.8	5.3	3.0	2.8	3.3

١. زمن التركيز Tc: بناءً على تطبيق المعادلة ١ أمكن تحديد زمن تركيز بأحواض التصريف لتتراوح ما بين بمعدل ٤.٣ الى ٦.٣ ساعة وهذا الوقت يعكس بشكل واضح مدى قدرة احواض التصريف على تجميع مياه الأمطار وتحويلها لجريان مائي سطحي.

٢. فترة استجابة حوض التصريف لتساقط الأمطار (ساعة) Lag Time: ويقصد بها الفترة الزمنية الفاصلة بين ذروة تساقط الأمطار وذروة تدفق الجريان السيلي، وبناءً على نتائج تطبيق معادلة ٢ اتضح أن زمن استجابة حوض التصريف للتساقط المطري بالساعة تراوحت ما بين ساعة واحدة كأدنى فترة زمنية يمكن أن تسقط فيها الأمطار ويبدأ بعدها الجريان السطحي بينما كانت أقصى فترة زمنية بلغت ٤.٣ ساعة تقريباً ويبدأ بعدها مباشرة الجريان السطحي مع مراعاة أنه كلما زادت قيمة CT زاد زمن استجابة الحوض للوصول لذروة التدفق المائي لأن هذه الزيادة تعني قلة في انحدار سطح الحوض بينما قلة قيمتها تعني عكس ذلك.

٣. فترة الزمن القياسية لتمثيل ذروة تساقط الأمطار: جدير بالذكر أن هذه المعادلة ٣ يتم استخدامها إذا كانت فترة التساقط المطري $Tr (hr)$ لا تتجاوز زمن التركيز الحوضي $Tc(hr)$ وذلك ينطبق فعلياً على المنطقة موضع الدراسة التطبيقية، وبناءً على تطبيق المعادلة اتضح أن الفترة الزمنية القياسية لتمثيل ذروة تساقط الأمطار بلغت ٨٠ دقيقة، كما يلاحظ أنه كلما زادت قيمة Tr/Hr زاد زمن استجابة الحوض، وكلما زادت قيمة زمن استجابة الحوض زادت قيمة Ct زمن التباطؤ وهو معامل تدفق الذروة تتراوح قيمته بين (٠.٢ - ٢.٢).

٤. المدة الزمنية للسيل/ يوم Tb^{day} : ويلاحظ من تطبيق المعادلة ٤ أن كلما زادت قيمة المدة الزمنية لاستجابة حوض التصريف لتساقط الأمطار/ساعة TP أو زمن الاستجابة زادت قيمة الأساس للسيل Tb وعليه فإنه كلما زادت قيمة Ct معامل التباطؤ

زادت قيمة زمن الأساس للسيل ووفقاً لنتائج المعادلة بلغ متوسط قيمة زمن الأساس لأحواض منطقة الدارسة ٣.٢ يوم.

٥. فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (ساعة) T_p : من خلال تطبيق المعادلة ٥ اتضح أن متوسط زمن أساس السيل بلغت مدته ٨ ساعة مع العلم أنه كلما زادت قيمة الـ T_p زادت فترة استجابة الحوض المائي للتساقط المطري.

٦. المدة الزمنية للإرتفاع التدريجي لتدفق السيل/ساعة T_m : من خلال نتائج تطبيق المعادلة ٦ يمكن لنا ملاحظة أنه كلما زادت قيمة CT زادت فترة الارتفاع التدريجي للوصول لذروة التدفق السيلي وحيث أن T_m محسوبة على أساس القاعدة الزمنية التي لا تقل عن ٢٨ ساعة (يوم و ٤ ساعات تقريباً) فقد أثر ذلك بشكل قوي على القيم العليا والدنيا لزمن الارتفاع التدريجي والتي تراوحت قيمتها ما بين ١.٤ لحوض رقم B5 و ٥.٥ لحوض رقم B1 وبلغ متوسط كافة الاحواض بالمنطقة ٢.٦ ساعة.

٧. المدة الزمنية للانخفاض التدريجي لتدفق السيل/ ساعة T_d : ويقصد بها الفترة الزمنية التي يستغرقها السيل لرجوع مستويات المياه لوضعها الطبيعي، من خلال تطبيق المعادلة ٧ تبين قصر المدة الزمنية للانخفاض التدريجي لتدفق الجريان السيلي في أحواض منطقة الدراسة والذي بلغ متوسط قيمته ٥.٣ ساعة تقريباً، ومن ذلك يمكن لنا استنتاج أنه كلما زادت قيمة CT زادت قيمة T_d (hr) كذلك كان من الواضح أن قيمة CT تتناسب طردياً مع كافة المدة الزمنية المحسوبة في المعادلات الهيدرولوجية.

٨. تركيز المطر المناسب لتدفق الذروة سم/ ساعة (C_m/hr) : من خلال تطبيق المعادلة ٨ اتضح أن كمية الأمطار الضرورية واللازمة لحدوث جريان سطحي في احواض التصريف بمنطقة الدراسة تراوحت ما بين ١.٣ سم/ساعة و ٥.٣ سم/ساعة وكان المتوسط العام ٣.٢ سم/ساعة،

٩. قيمة تدفق الذروة النوعي لحوض التصريف متر^٣/ثانية: من خلال تطبيق المعادلة ٩ على أحواض التصريف بالمنطقة وبناءً على النتائج الموضحة بجدول (٣) يمكن لنا ملاحظة أن قيمة تدفق الذروة النوعي لأحواض التصريف بلغ متوسط قيمتها ٣٥.٥ و ٧١.١ و ١١٨.٦ م^٣/ثانية لكل كيلومتر مربع خلال فترات الرجوع ٥٠ و ١٠٠ و ٢٠٠ عام على التوالي.

١٠. حجم السيل في الحوض المائي (مليون م^٣/ثانية) من خلال تطبيق المعادلة ١٠ على أحواض التصريف بالمنطقة وبناءً على النتائج الموضحة بجدول (٣) يمكن لنا ملاحظة أن هناك تناسباً في قيم التدفق السيلي حيث بلغ أقصاه بقيم بلغت ٧٩.٢ و ١٥٨.٥ و ٢٦٤.٣ مليون م^٣ خلال فترات الرجوع ٥٠ و ١٠٠ و ٢٠٠ عام على التوالي.

١١. ارتفاع مياه الجريان السطحي المناسب لذروة التدفق ومن خلال تطبيق المعادلة ١١ اتضح لنا أن ارتفاع مياه الجريان السطحي في حوض التصريف بمنطقة الدراسة بلغت خلال فترات الرجوع ٥٠ و ١٠٠ و ٢٠٠ عام تقريباً ٨ ملم و ١٦ ملم و ٢٦ ملم على التوالي.

١٢. قوة السيل في الحوض المائي من خلال نتائج التحليل الموضحة بجدول (٤) يمكن لنا ملاحظة أن قوة الجريان السيلي في أحواض التصريف بالمنطقة تتناسبت عكسياً مع فترات الرجوع بعد ٥٠ و ١٠٠ و ٢٠٠ عام حيث بلغت ٥٨.٢ م^٣/ثانية و ١١٦.٥ م^٣/ثانية و ١٩٤.١ م^٣/ثانية.

كما ان نموذج Creager's formula أنسب النماذج لتقدير تدفق الجريان السيلي ويتميز بأنه يمكن من خلاله تقدير الجريان السيلي خلال فترات رجوع مختلفة، ويمكن تقدير تدفق الذروة للجريان السيلي من خلال معادلة (١٣) وبناءً على تطبيق المعادلة على أحواض التصريف بالمنطقة بلغ متوسط تدفق ذروة الجريان السيلي ٩٥.٣ ألف م^٣/ثانية لفترة رجوع ٥٠ سنة ومتوسط تدفق ذروة الجريان السيلي ١٩٠.٧ ألف م^٣/ثانية

لفترة رجوع ١٠٠ سنة متوسط تدفق ذروة الجريان السيلي ٣١٧.٨ ألف م^٣/ثانية لفترة رجوع ٢٠٠ سنة.

جدول (٤) التقديرات التقريبية لتدفق الجريان السيلي وعودته بعد ٥٠، ١٠٠، ٢٠٠ عام

القيم الناتجة			الرمز	المعامل
٢٠٠	١٠٠	٥٠		
١١٨.٦١	٧١.١٧	٣٥.٥٨	Qp (m ³ /s/km ²)	قيمة تدفق الذروة النوعي لحوض التصريف متر ^٣ /ثانية
٢٦٤.٣١	١٥٨.٥٩	٧٩.٢٩	AL ^{(Hm)³(10-6 m³)}	حجم السيل في الحوض المائي ويقدر (مليون م ^٣)
٠.٢٦	٠.١٦	٠.٠٨	E (mm)	عمق الجريان السطحي المناسب لذروة التدفق /ملم
١٩٤.١٨	١١٦.٥١	٥٨.٢٥	A	قوة السيل في الحوض المائي
٣١٧.٨٨	١٩٠.٧٣	٩٥.٣٧	QP(m ³ /s)	تقديرات تدفق الجريان السيلي ألف م ^٣ /ثانية

التحليل التكراري للأمطار اليومية القصوى:

تم إجراء التحليل الإحصائي لأقصى قيم للأمطار اليومية المتاحة من محطات الأرصاد الجوية بمنطقة الدراسة وذلك باستخدام التوزيعات الإحصائية المختلفة واختبارها للحصول على قيمة المطر عند الأزمنة التكرارية المختلفة. هذا وقد تم استخدام برنامج التحليل الإحصائي Hyfran Plus وتطبيق التوزيعات الإحصائية التالية والموضحة بجدول (5) وشكل (٧).

- GEV (Maximum Likelihood)
- Gumbel (Maximum Likelihood)
- Exponential (Maximum Likelihood)
- Pearson Type 3 (Maximum Likelihood)

جدول (5) التوزيع الاحصائي لمتوسط قيم التساقط المطري بمحطات الأرصاد بمنطقة

الدراسة

عمق المطر التصميمي (مم) للأزمنة التكرارية المختلفة										التوزيع
٢٠٠	١٠٠	٧٥	٥٠	٢٥	٢٠	١٠	٥	٣	٢	الاحصائي
٩٦.١	٨٦.٨	٨٢.٩	٧٧.٥	٦٨.١	٦٥.١	٥٥.٧	٤٥.٩	٣٨.١	٣١.٢	GEV (Maximum Likelihood)
٩٨.٩	٨٩.٣	٨٥.٣	٧٩.٧	٧٠.٠	٦٦.٩	٥٧.٠	٤٦.٧	٣٨.٥	٣١.٢	Gumbel (Maximum Likelihood)
١٤٥	١٢٧	١٢٠	١٠٩	٩١.٤	٨٥.٧	٦٧.٨	٤٩.٩	٣٦.٧	٢٦.٢	Exponential (Maximum Likelihood)
٩٦.٤	٨٧.٧	٨٤.٠	٧٨.٨	٦٩.٧	٦٦.٧	٥٧.٠	٤٦.٦	٣٨.٥	٣٠.٨	Pearson type 3 (Maximum Likelihood)

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات محطات الأرصاد الجوية بمنطقة الدراسة الفترة الزمنية

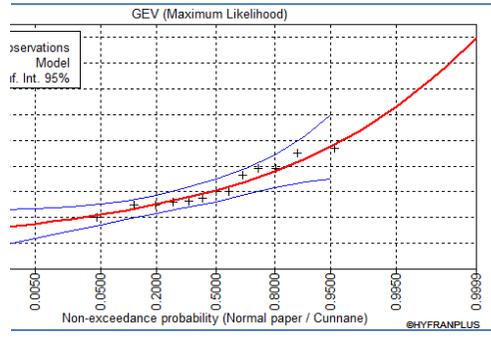
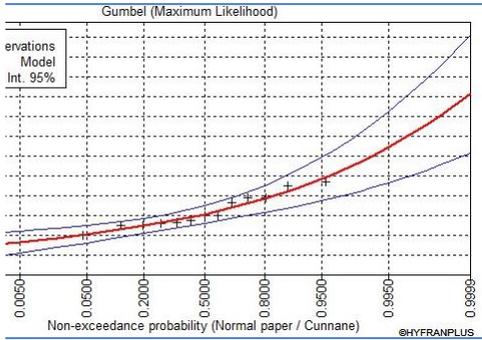
١٩٧٠م - ٢٠١٥م

نجد ان كميات الأمطار اليومية القصوى المحتمل سقوطها خلال يوم واحد محسوبة كأعلى قيمة للمطر اليومي من التوزيعات الاحصائية المحتملة في محطات الأرصاد المتاحة وذلك للأزمنة التكرارية المختلفة، ومن ثم سوف يتم استخدام قيم الأمطار

المحسوبة بالمحطات لحساب هيدروجراف مياه السيول في الأودية المؤثرة على منطقة الدراسة.

جدير بالذكر أن القيم المتوقعة للأمطار عند الأزمنة التكرارية الصغيرة التي تتراوح عودتها من ٢ إلى ٥ عام تعبر عن مدى إتاحة الموارد المائية السطحية لأغراض التنمية المستدامة وخاصة فيما يتعلق بتوافر مياه الشرب وما تحدثه من إستقرار اجتماعي. أما الأزمنة التكرارية العالية والتي تتراوح عودتها من ٢٥ إلى ٢٠٠ عام فتعبر من السيول عالية الشدة والتي قد تؤثر سلباً على المنشآت القائمة داخل مجاري السيول.

شكل (٧) سمك الامطار وفق عدة توزيعات احصائية

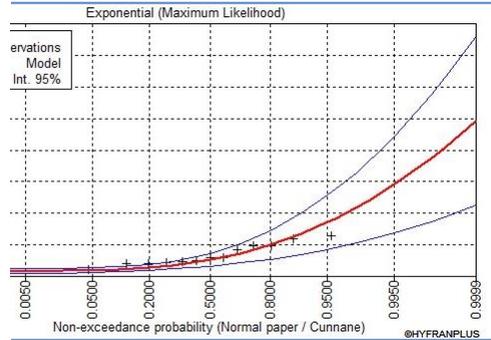
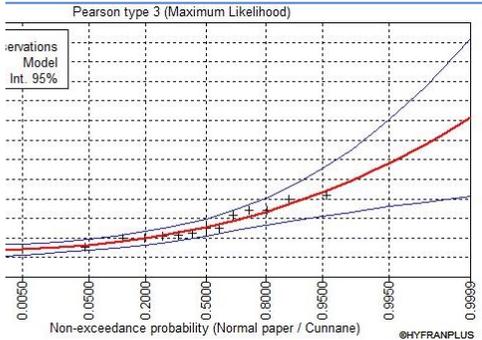


شكل (٧/ب) سمك كمية المطر المتساقط في

شكل (٧/أ) سمك كمية المطر المتساقط في

المحطات mm وفق طريقة Gumbel

المحطات mm وفق طريقة GEV



شكل (٧/ج) سمك كمية المطر المتساقط شكل (٧/د) سمك كمية المطر

المتساقط في المحطات mm وفق طريقة

في المحطات mm وفق طريقة

Pearson type 3

Exponential

منحنيات كثافة الأمطار IDF Curves:

نظراً لعدم توافر بيانات لشدة الأمطار أو ما يسمى بالكثافة المطرية عند محطات قياس الأمطار المحيطة بمنطقة الدراسة، لذا تم اشتقاق IDF Curves باستخدام بيانات الأمطار اليومية وذلك باتباع الخطوات التالية:

- إجراء التحليل الإحصائي لسلسلة بيانات أقصى مطر يومي وتقدير كميات الأمطار اليومية القصوى للتوزيعات الإحصائية المختلفة كما تم سابقاً.
- اختيار أعلى قيمة للأمطار اليومية من التوزيعات السابقة عند الأزمنة التكرارية المختلفة (٢ - ٣ - ٥ - ١٠ - ٢٠ - ٢٥ - ٥٠ - ٧٥ - ١٠٠ - ٢٠٠ عاماً).
- حساب قيمة الأمطار للمدد الزمنية ٥، ١٠، ٢٠، ٣٠ دقيقة و ١، ٢، ٣، ٦، ١٢ و ٢٤ ساعة كنسبة من قيمة المطر اليومية السابق حسابها للأزمنة التكرارية المختلفة باستخدام Bell's Ratios والمبينة في الجدول رقم (٦).
- حساب كثافة الأمطار عند الأزمنة التكرارية المختلفة .
- إنشاء منحنيات الشدة - المدة - التكرار وهي تمثل العلاقة بين كثافة الأمطار للمدد الزمنية المختلفة عند الأزمنة التكرارية المختلفة.

جدول رقم (٦) النسبة المئوية لقيمة الأمطار عند المدد الزمنية المختلفة (Bell's Ratios)

مدة العاصفة بالدقائق	٥	١٠	٢٠	٣٠	٦٠	١٢٠	١٨٠	٣٦٠	٧٢٠	١٤٤٠
Bell's ratios	٠.١٣	٠.٢٧	٠.٢٨١	٠.٣٥٤	٠.٤٦٥	٠.٥٥٧	٠.٦٦٨	٠.٧٥٩	٠.٨٨٣	١.٠٠

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات محطات الأرصاد الجوية بمنطقة الدراسة الفترة الزمنية

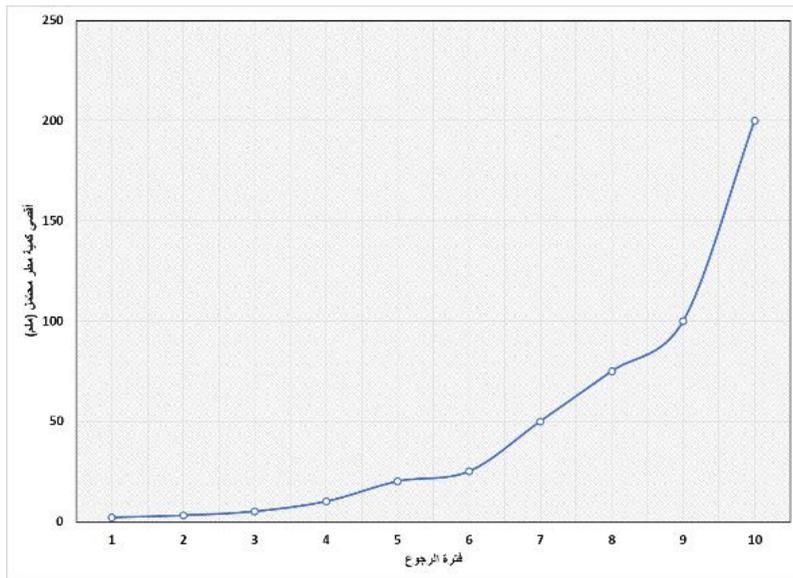
١٩٧٠م - ٢٠١٥م

تقديرات احتمالات تدفق الجريان السيلي IDF curve:

تقوم خصائص سطح منطقة الدراسة الجيولوجية والمناخية والتضاريسية بدور كبير في مدى سرعة تحول كمية التساقط المطري إلى مياه جارية مسببة جرياناً سيلياً وارتفاع منسوب المياه الجارية إضافة لنمط انتشار الجريان السيلي وامتدادها في أنحاء الحوض وتركزها في مناطق الثقل الحوضي مع العلم أن الغائض المائي هو المؤدي لحدوث جريان سيلي، وحيث تتسم منطقة الدراسة في خصائصها المطرية مثل خصائص المناطق الجافة من حيث عدم الانتظام في التساقط من الناحيتين الزمنية والمكانية وتساقطها على شكل زخات قصيرة مركزة وسريعة كما هو موضح بالشكل (٨)

شكل رقم (٨) وضع تراكم الجريان الافتراضية وفق طبيعة اتجاه الجريان على سطح

الأرض

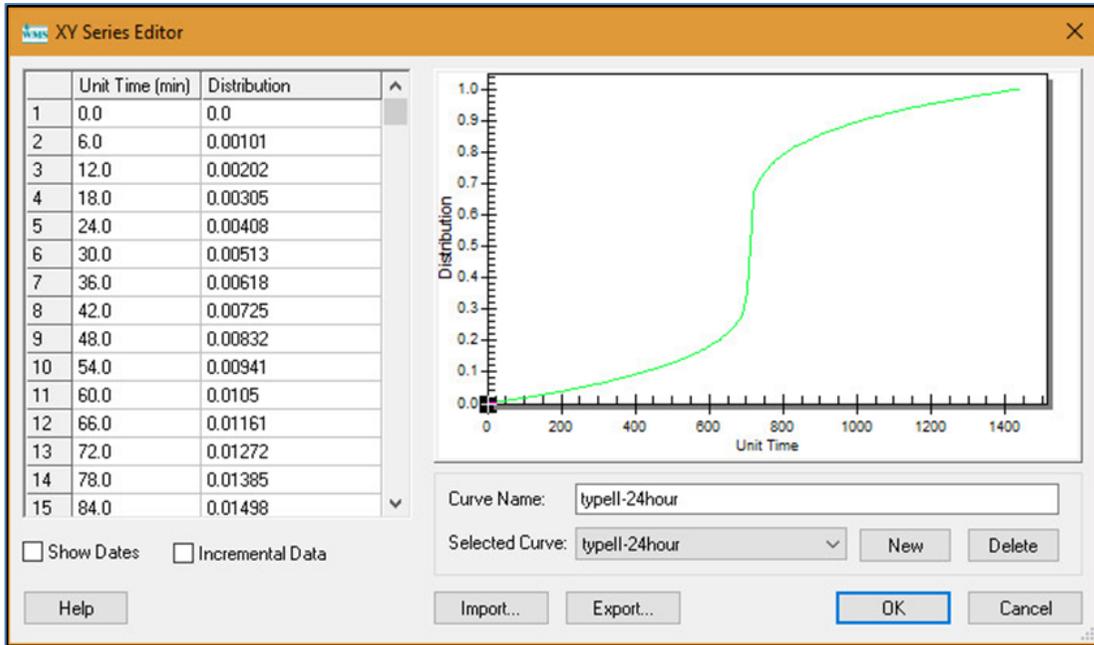


العاصفة التصميمية:

تعتمد أغلب الدراسات الهيدرولوجية على افتراض العاصفة التصميمية واستخدام التحليل الاحصائي للأمطار الساقطة على محطات الأرصاد المحيطة بمنطقة الدراسة، وبناء عليها تم تحديد قيمة أقصى عمق لكمية المياه الناتجة عن المطر اليوم للفترات التكرارية المختلفة لكل حوض تصريف. وحتى يمكننا حساب قيمة التصريف القصوى المحتمل حدوثها نتيجة سقوط الأمطار على حوض التصريف بشكل عام والأودية المؤثرة على الحوض ومنطقة الدراسة ككل.

ومن خلالها يتم توزيع هذا العمق بافتراض مدة العاصفة وتحديد منحنى توزيع عمق المطر اليومي خلال مدة العاصفة التصميمية. هذا وقد تم استخدام توزيع العاصفة التصميمية والمعروف عالمياً بطريقة Soil Conservation Service أو المعروف اختصاراً بطريقة SCS حيث يتم افتراض مدة العاصفة ٢٤ ساعة. وسيتم اختيار توزيع SCS - TYPE II للأمطار حيث إنها الأنسب للمناطق الجافة وشبه الجافة. ويفترض هذا التوزيع أن حوالي ٦٠٪ من عمق المطر اليومي يسقط في أقل من ساعتين والباقي يتم توزيعه على باقي اليوم كما هو موضح في الشكل رقم (٩).

شكل رقم (٩) وضع تراكم الجريان الافتراضية وفق طبيعة اتجاه الجريان على سطح الأرض المصدر: قراءات محطات الأرصاد الجوية بالمنطقة بالاعتماد على برنامج HyfranPlus.



فترة الرجوع لأشد عاصفة مطرية:

تم من خلال تحليل بيانات السيول والتساقط المطري خلال فترة زمنية من عام ١٩٧٠م حتى ٢٠٠٥م الحصول على فترة الرجوع لأشد عاصفة مطرية، حيث إن متوسط عدد السنوات التي من الممكن أن تتكرر عندها العاصفة المطرية بذات القوة أو أشد منها ويمكن حسابها عبر طريقة Well Bull كواحدة من الطرق المتعارف عليها لذلك.

وبناء على جدول (٧) تم تحليل العواصف المطرية لتحديد قيمة أقصى كمية مطر سقطت على محطات الأرصاد الجوية بمنطقة الدراسة لفترات تكرارية قياسية متفاوتة يمكن تلخيصها في الخطوات التالية:

١- ترتيب سمك المطر المتساقط والمسجلة في الفترات الزمنية السابقة ترتيباً تنازلياً.

٢- حساب الفترة التكرارية لكل سمك مطري عبر استخدام المعادلة التالية :

$$.Tr = (N/m)$$

حيث إن:

$$Tr = \text{الفترة التكرارية}$$

$$N = \text{العدد الكلي لسنوات رصد مياه الأمطار}$$

$$m = \text{ترتيب أعماق المطر اليومي ترتيباً تنازلياً}$$

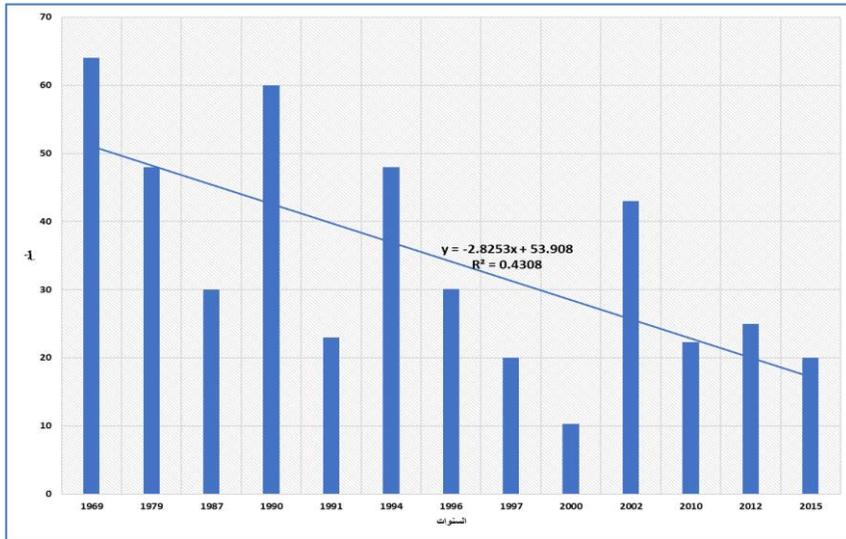
الجدول رقم (٧) المتوسطات الفصلية للأمطار في بعض محطات الأرصاد بمنطقة

الدراسة الفترة ما بين ١٩٦٩م وحتى ٢٠١٥م

سنة الحدوث	كمية المطر القصوى المتساقطة (مم)
١٩٦٩	٦٤
١٩٧٩	٤٨
١٩٨٧	٣٠
١٩٩٠	٦٠
١٩٩١	٢٣
١٩٩٤	٤٨
١٩٩٦	٣٠.١
١٩٩٧	٢٠
٢٠٠٠	١٠.٣
٢٠٠٢	٤٣
٢٠١٠	٢٢.٣
٢٠١٢	٢٥
٢٠١٥	٢٠

ووفق ما سبق وإشارة لجدول (٧) يلاحظ أنه قد تم تقدير أكبر عاصفة مطرية عام ١٩٦٩م وقدرت بنحو ٦٤ ملم وهي منذ ٥٠ عاماً تقريباً ومعنى هذا انها قد تُعاود التكرار عام ٢٠٢١م، كما أنه قد تم تمثيل العلاقة بين الفترة التكرارية وأقصى عمق مطر يومي وقد تم تمثيل العلاقة بين الفترة التكرارية وأقصى عمق مطري يومي والتي تم صياغتها كما هو موضح بشكل (١٠).

شكل (١٠) كمية التساقط المطري السنوي في محطات منطقة الدراسة خلال الفترة من (١٩٧٠م - ٢٠١٥م)



وعبر تحليل البيانات المطرية احصائياً تم الوصول لأقصى كمية مطرية وفق

طريقة Gumbel (شكل ١١) على النحو التالي:

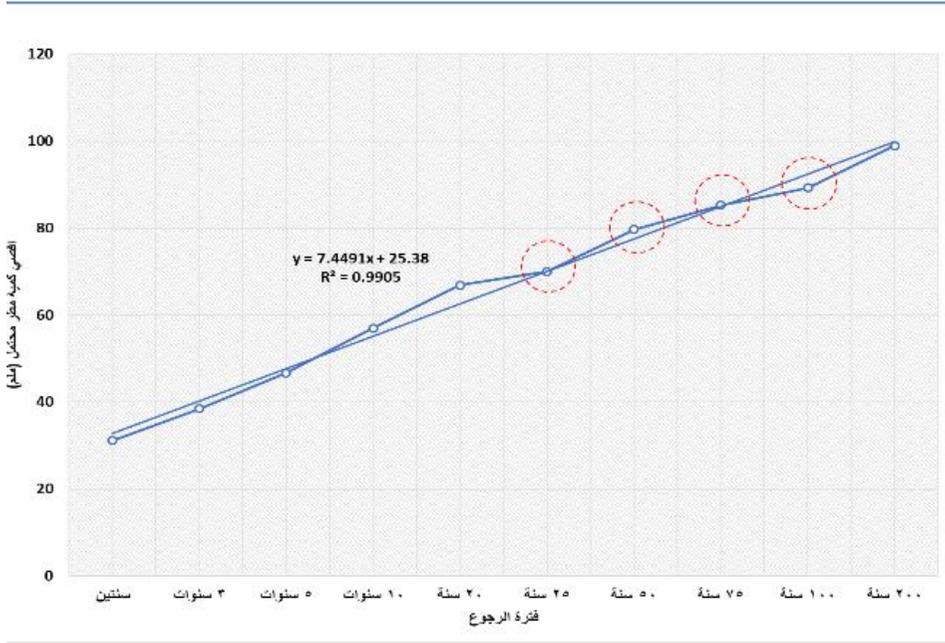
$$Y_{25} = 70 \text{ mm} -$$

$$Y_{50} = 79.7 \text{ mm} -$$

$$Y_{75} = 85.3 \text{ mm} -$$

$$Y_{100} = 89.3 \text{ mm} -$$

شكل (١١) أقصى كمية مطر محتملة وفترة الرجوع بالسنوات في محطات منطقة الدراسة

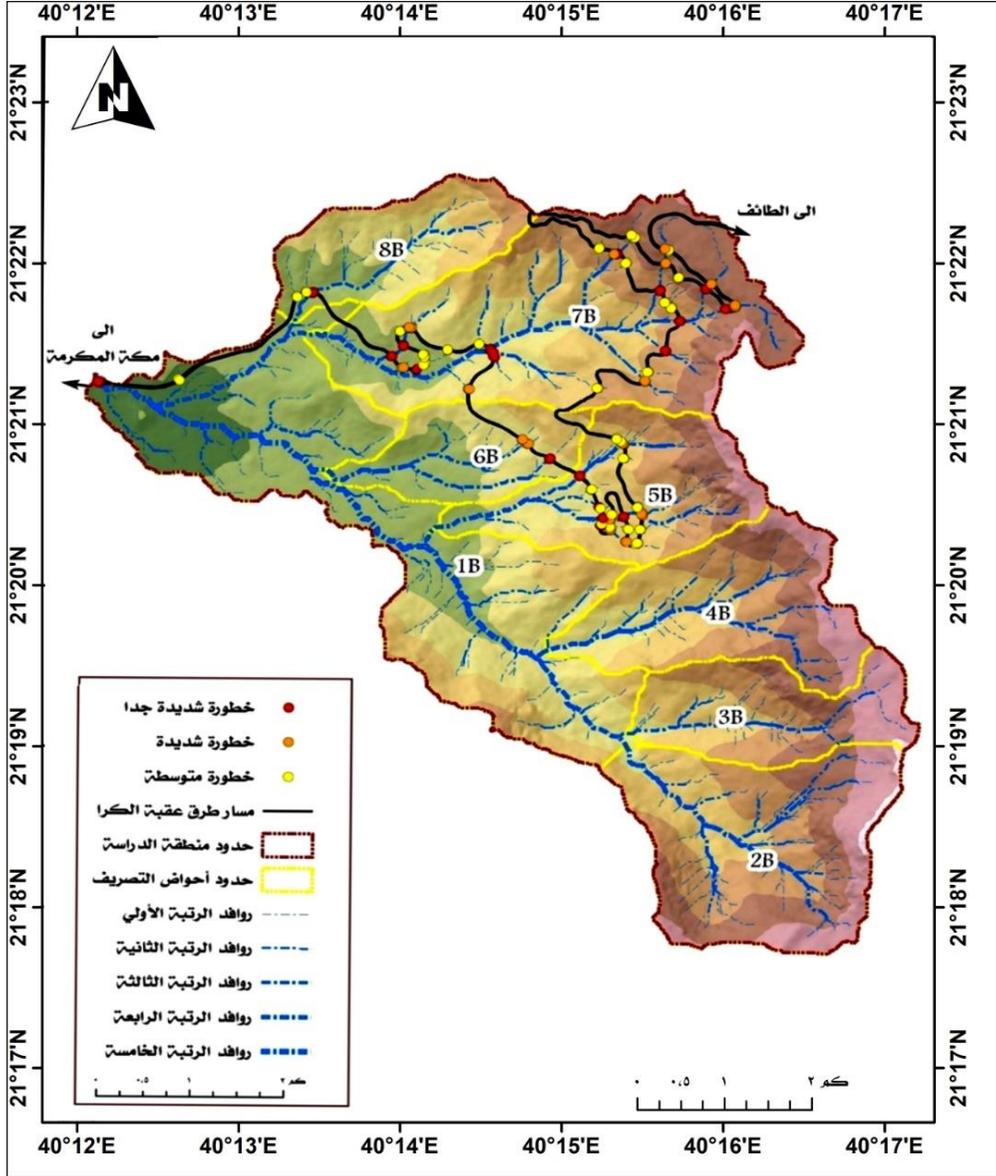


المناطق المهددة بخطر الجريان السيلي:

من خلال توظيف برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في تحليل التطابق بين طبقات قاعدة البيانات الجغرافية (طبقة الطرق، الاودية، والانحدارات، والميل، ونموذج الارتفاعات، ورتب المجاري، وكميات الامطار) ومن خلال التحليل المكاني بين المواقع التي تعتبر مصدرًا لخطر الجريان السيلي ومواقع الأنشطة البشرية والبنية التحتية اتضح أن هناك بعض المواقع المهددة بخطر الجريان السيلي بلغ إجمالي عددها ١٤٤ موقعًا اختلفت درجة خطورتها ما بين شديدة الخطورة جدًا وشديدة الخطورة ومتوسطة الخطورة جاء عددهم ٤١ و ٤٢ و ٦١ علي التوالي كما هو موضح بالشكل (١٢).

ويلاحظ ايضا ان المواقع التي تمثل تهديداً متوسط للخطورة جاءت في الترتيب الأول بعدد مواقع بلغ ٦١ موقعاً بنسبة ٤٢.٣٪ وجاء بعدها المواقع شديدة الخطورة بعدد مواقع بلغ ٤٢ موقعاً بنسبة ٢٩.١٪ وجاء في المرتبة الأخيرة المواقع شديدة الخطورة جداً بنسبة ٢٨.٤٪ وبعدها مواقع بلغ ٤١٪.

ويمكن ايضا ملاحظة ان الاحواض أرقام (٥، ٦، ٧، ٨) تحظى بكافة النقاط المتأثرة بينما كان تأثير الحوض رقم (١) متمثلاً في نقطة المصب التي تتقاطع مع الطريق في نقطة تجميع غاية الخطورة ، ومن خلال تحليل المواقع السابقة مع الاحواض المدروسة اتضح ان الحوض رقم (٧) استحوذ على ٢٥ نقطة من أصل ٤٣ نقطة تمثل في مجملها المواقع ذات الخطورة الشديدة وذلك واضح من شدة تضرسه وكثرة الانحناءات الموجودة به.



شكل رقم (١٢) المواقع المهدة بخطر الجريان السيلبي على طول مسار عقبة الهدا.

وبشكل عام نجد ان عقبة طريق الهدا من العقبات التي تتراوح فيها الخطورة من متوسطة الى شديدة جدا وعليه يجب اخذ كامل الاحتياطات والاجراءات الوقائية في الحد من خطورة الطريق وتجنب اي عوائق قد تؤثر على مسار السيول، واعادة

دراسة عبارات المياه بما يتناسب مع كميات المياه المتوقع تدفقها في كل حوض. وايضا العمل على تكسيه مجري الوادي الرئيسي وحول جوانب الطريق بالتكسيات الحجرية الصلبة والمدعمة بالخرسانة لتقليل فعل المياه الهادم حول حواف الطريق وتقاوي تآكل وانجراف جسم الطريق وذلك في مسافة بينية قبل وبعد العبارة تبلغ ٥٠٠ متر على الأقل لضمان مرور المياه بانسيابية، والاهتمام بمداخل ومخارج عبارات المياه وعمل صيانة دورية لها بشكل مستمر لتجنب حالات النحر حولها بفعل تدفقات المياه، وتنظيفها بشكل دوري لعدم تراكم الكتل الصخرية والرواسب.

الاستنتاجات:

يؤثر على درجة خطورة الجريان السيلي عدد من المؤثرات بشكل كبير وهي: سرعة الجريان، كمية المطر المتساقط، استعمالات الأراضي، وتساعد العديد من تقنيات الحديثة في الدراسات الهيدرولوجية من نمذجة الجريان السيلي وتحديد المخاطر السيلية. تم في هذه الدراسة دراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للأحواض المائية التي يمر بها طريق عقبة الهدا وهي ثمانية احواض، وتراوحت فيها الخطورة من متوسطة الى خطيرة جدا في ٤ احواض بشكل اساسي.

الملاحق:

١. زمن التركيز T_C : حيث تم الاعتماد على نموذج (Pons and Gatimel, 2000): والذي تنص معادلته على:

$$T_c (\text{hr}) = 5.66 \sqrt{\frac{L_b (\text{km})}{I (\text{m/m})}}$$

حيث إن:

$T_c (\text{hr})$ = زمن تركيز حوض التصريف / الساعة.

$L_b (\text{km})$ = طول المجرى الرئيسي / كم

$I (\text{m/m})$ = الانحدار الطبوغرافي لحوض التصريف المائي ويمكن حسابه من

المعادلة التالية:

$$I (\text{m/m}) = \frac{H_{\text{Max}}^{(m)} - H_{\text{Min}}^{(m)}}{D^{(m)}}$$

حيث أن:

$D^{(m)}$ = طول حوض التصريف / متر

$H_{\text{Max}}^{(m)}$ = أقصى ارتفاع / متر

$H_{\text{Min}}^{(m)}$ = أدنى ارتفاع / متر

٢. فترة استجابة حوض التصريف لتساقط الأمطار (ساعة) Lag Time: ويقصد بها الفترة

الزمنية الفاصلة بين ذروة تساقط الأمطار وذروة تدفق الجريان السيلي ويمكن حسابه من

خلال تطبيق معادلة (Raghunath, 2006) والتي تنص على:

$$T_p^{\text{hr}} = Ct (L_b - L_{ca})^{0.3}$$

حيث أن:

T_p^{hr} = فترة استجابة الحوض المائي للتساقط المطري (ساعة).

$L_b =$ طول المجرى الرئيسي (كم).

$L_{ca} =$ المسافة الفاصلة بين مصب الحوض المائي ومركز ثقله (كم).

$C_t =$ معامل تدفق الذروة أو معامل التباطؤ وهو خاص بطبيعة الحوض وانحداره

وتتراوح قيمته بين (٠.٢ - ٢.٢).

٣. فترة الزمن القياسية لتمثيل ذروة تساقط الأمطار: ويمكن حسابه من خلال تطبيق معادلة (Réménieras. 1972) والتي تنص على:

$$5) .5 / (hr) T_p) = (hr) (Tr$$

حيث أن:

$Tr^{(hr)}$ = فترة الزمن القياسية لتمثيل ذروة تساقط الأمطار (ساعة).

$T_p^{(hr)}$ = فترة استجابة الحوض المائي للتساقط المطري (ساعة).

٥.٥ = قيمة ثابتة في المعادلة.

٤. حساب المدة الزمنية للسيل/ يوم: ويمكن حسابها من خلال تطبيق معادلة (عبد الرحمن ومارديني، ٢٠٠٣) والتي تنص على:

$$(8 / (hr) T_p) + 3 = T_b^{Day}$$

حيث إن $T_p^{(hr)}$ تعبر عن فترة استجابة حوض التصريف لتساقط الأمطار/ ساعة.

٥. فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (ساعة): حيث تم تطبيق معادلة (البارودي، ٢٠١٢) والتي تنص على:

$$4 * ((hr) T_p) = T_b^{Hr}$$

حيث إن:

$T_b^{(hr)}$ = فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (ساعة).

4 = قيمة ثابتة في المعادلة.

حساب المدة الزمنية للإرتفاع التدريجي لتدفق السيل/ساعة: ويمكن حسابها من

خلال تطبيق معادلة (Raghunath,1991) والتي تنص على:

$${}^{(hr)}Tb \left(\frac{3}{1} \right) = {}^{(hr)} Tm$$

حيث تعتبر ${}^{(hr)}Tb$ فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (ساعة).

٧. حساب المدة الزمنية للانخفاض التدريجي لتدفق السيل/ ساعة ويقصد بها الفترة الزمنية

التي يستغرقها السيل لرجوع مستويات المياه لوضعها الطبيعي ويمكن حسابها من خلال

تطبيق المعادلة (Raghunath,1991) التالية:

$${}^{(hr)} Td = {}^{(hr)} Tb \left(\frac{3}{2} \right)$$

حيث تعتبر ${}^{(hr)}Tb$ فترة استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (ساعة).

٨. حساب تركيز المطر المناسب لتدفق الذروة /سم/ ساعة: حيث تم تطبيق معادلة (البارودي،

٢٠١٢) والتي تنص على:

$${}^{(hr)}Tr \left(\frac{1}{1} \right) = (Cm/Hr) \quad |$$

حيث إن:

$| (Cm/Hr) =$ مقدار تركيز كثافة الأمطار في زمن محدد (سم/ ساعة).

${}^{(hr)}Tr =$ الفترة الزمنية القياسية لهطول الأمطار (ساعة).

١ = قيمة ثابتة في المعادلة.

حساب قيمة تدفق الذروة النوعي لحوض التصريف متر^٣/ثانية ويمكن حسابه

عبر تطبيق معادلة (Dureuil,1974) والتي تنص على:

$$Qp = \left(\frac{m^3}{s} \right) / \left(\frac{m^3}{s} / km^2 \right) A$$

حيث إن:

$$Qp^{(m^3/s)} = \text{قيمة تدفق ذروة السيل (متر}^3/\text{ثانية).}$$

$$A^{(km^2)} = \text{مساحة حوض التصريف (كم}^2\text{).}$$

١٠. حساب حجم السيل في الحوض المائي ويقدر (مليون م^٣/ثانية) ويتم حسابها من معادلة

(PNUD - OPE, ١٩٨٧), التي تنص على:

$$AL^{(Hm^3)} (10^{-6}m^3) = QP^{(m^3/s)} Tm^{(sec)} 10^{-6}$$

حيث إن:

$$= \text{حجم التدفق للسيل على مستوى الحوض المائي (مليون متر}^3\text{) } AL^{(Hm^3)} (10^{-6})$$

$$6m^3(n)$$

$$QP^{(m^3/s)} = \text{التدفق الأقصى للسيل (متر}^3/\text{ثانية) وفق حسابات نموذج Creager 's}$$

.formula

$$Tm^{(sec)} = 10^{-1} Tm^{(hr)} = \text{فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل/ ساعة.}$$

١١. حساب ارتفاع مياه الجريان السطحي المناسب لذروة التدفق ويتم حسابه من خلال تطبيق

معادلة (Raghunath , 2006) التي تنص على:

$$E^{(mm)} = Qp^{(s/Km^2/3m)} \{ Tm^{(sec)} \}^{(3-1) \cdot 10^{-1}}$$

حيث إن:

$$E^{(mm)} = \text{عمق أو سمك الجريان السطحي (مم)}$$

$$Tm^{(sec)} = \text{فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (ثانية)}$$

١٢. حساب قوة السيل في الحوض المائي ويتم حسابه من معادلة (Parde , 1961) نقلاً عن (البارودي ، ٢٠١٢ ، ص: ٦٧) التي تنص على:

$$A = \frac{Q_p (m^3/s)}{\sqrt{A (km^2)}}$$

حيث إن:

$$Q_p (m^3/s) = \text{تصريف ذروة السيل (م}^3/\text{ثانية).}$$

$$A (km^2) = \text{مساحة حوض التصريف (كم}^2\text{).}$$

$$A = \text{معامل قوة السيل.}$$

١٣. نموذج 'Creager's formula' أنسب النماذج لتقدير تدفق الجريان السيلي ويتميز بأنه يمكن من خلاله تقدير الجريان السيلي خلال فترات رجوع مختلفة، ويمكن تقدير تدفق الذروة للجريان السيلي من خلال معادلة (Surman , 1994 , P.175) والتي تنص على:

$$QP = 1.32C(0.386A) \text{ Exp}(0.936A^{-0.048})$$

حيث إن:

$$Q_p = \text{تدفق الذروة للجريان السيلي م}^3/\text{ثانية.}$$

$$A = \text{مساحة حوض التصريف كم}^2\text{.}$$

$$C = \text{معيار ثابت قيمته ٣٠ في حال فترة الرجوع بعد ٥٠ سنة وقيمته ٦٠ في حال}$$

$$\text{فترة الرجوع بعد ١٠٠ سنة وقيمته ١٠٠ في حال فترة الرجوع بعد ٢٠٠ سنة.}$$

المراجع العربية والأجنبية:

- ١- البارودي ، محمد سعيد (٢٠١٢): تقدير أحجام السيول وأخطارها عند المجرى الأدنى لوادي عرنة جنوب شرق مكة المكرمة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، سلسلة بحوث جغرافية جامعة أم القرى العدد ٤٨ ص: ٥٧.
- ٢- بالخير، خالد سعيد(٢٠٠٨م)، نمذجة تدفق المياه السطحية للتنبؤ بحدوث سيول مدمرة وتصميم نظام إنذار مبكر لإدارة الطوارئ، بحث مقدم الى ندوة إدارة الكوارث وسلامة المباني في الدول العربية، وزارة الشؤون البلدية والقروية(١٤٢٩هـ —)، الرياض .
- ٣- البليهد، عبد الرحمن سعود (١٩٩٢ م)، تقدير الجريان السيلي لأودية إقليم عسير الرئيسية، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- ٤- بوروبة، محمد بن فضيل(٢٠٠٧م)، دراسة هيدرولوجية لمترية لتقدير حجم سيول حوض وادي عتود بالمملكة العربية السعودية، مركز دراسات الخليج و الجزيرة العربية، جامعة الكويت، العدد 21 ، الكويت.
- ٥- بوروبة، محمد فضيل، والجعيدي، فرحان(٢٠٠٧م)، تقدير تدفق الذروة للسيول بحوض وادي العين بمحافظة الخرج في المملكة العربية السعودية، مركز البحوث، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض
- ٦- الجعيدي، فرحان حسين (٢٠٠٥م)، استخدام تقنية الاستشعار عن بعد في تحديد امتداد الفيضان في سهل الخرج، كلية العلوم والدراسات الإنسانية، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود.
- ٧- الحسيني ، السيد السيد (١٩٨٧): موارد المياه في شبة جزيرة سيناء، وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافيا والجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

- ٨- الحواس، عساف على (٢٠٠٧م)، توظيف تكاملي لتقنيات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد وتحليل الخصائص الهيدرومورفومترية لأحواض التصريف الصحراوية، الجمعية الجغرافية السعودية، سلسلة بحوث جغرافية، الرياض.
- ٩- دبس، عبدالرحمن (٢٠١٦) تحليل سطح المدينة المنورة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج الارتفاعات الرقمية لتحديد أماكن خطر السيول، المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية، مجلد ٩ العدد ٢
- ١٠- الشنطي، أحمد محمود (١٩٩٣) جيولوجية الدرع العربي، جامعة الملك عبد العزيز، مركز النشر العلمي، جدة
- ١١- عبد الرحمن ، عبد الرحمن، و مارديني ، جاك (٢٠٠٣): علم حركة المياه "الهيدرولوجيا" مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، منشورات جامعة حلب، كلية الهندسة المدنية.
- ١٢- عبد الكريم، اشرف أحمد (٢٠١٨م)، أثر التغيرات المناخية والتوسعات العمرانية على زيادة مخاطر السيول: قرية حجازة - محافظة قنا، المؤتمر الدولي الاول للمجموعة المناخية المصرية (المناخ والبيئة-مصر - أفريقيا والعالم) جمهورية مصر العربية.
- ١٣- مرزا والبارودي(٢٠٠٥م)، السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم، مجلة جامعة أم القرى للعلوم الاجتماعية، عدد خاص بمناسبة اختيار مكة المكرمة عاصمة للثقافة الإسلامية، مكة المكرمة.
- ١٤- وزارة النقل والمواصلات (٢٠١٥م) : الإدارة العامة للنقل والطرق، تقارير غير منشورة .

- 15- Dureuil, P., (1974) : "Initiation a l'analysehydrologique", Masson &Cie et ORSTOM Editeurs, Paris, ISBN : 2-225, Vol.40, pp.140-
- 16- Pons A&. Gatimel A., (2000): Etude Hydrologique Du Bassin Versant Du Saleix, Science de l'eau et de l'environnement.Parde , 1960
- 17- PNUD-OPE., (1987): RessourcesEnEau Dans Les Pays De l'Afrique Du Nord, Projet RAB/80/011, Guide Maghrébin Pour l'exécution Des Etudes Et Des Travaux De RetenuesCollinaires, OPU, Alger
- 18- Raghunath H, M. (2006): Hydrology: principles analysis and design ;Revisal Second Edition Limited, . New Delhi: P. 150
- 19- Raghunath, H.M., (1991): Hydrology: Principles, Analysis and Design. Wiley Eastern Limited, New Delh
- 20- Réméniéras, G., (1972): Hydrologie De l'Ingénieur, Eyrolles, 3ème Edition, Paris
- 21- H.M. Raghunath, Hydrology, Principles, Analysis and Design, John Wiley, New York, 2006.
- 22- Surman. Ali U. (1994): Estimation of Flood Peak using remote Sensing Techniques; Case study: Wadi Itwad, Southwestern Saudi Arabia, JKAU: Met., Env.,Arid Land Agric. Sci., Vol. 5, pp 161-177.
- 23- Youssef, Pradhan, H. Maerz (2013) Debris flow impact assessment caused by 14 April 2012 rainfall along the Al-Hada Highway, Kingdom of Saudi Arabia using high-resolution satellite imagery , Saudi Society for Geosciences.

Modeling of Flash Floods and its dangers on mountain "roads "Aqabat Al-Hada/Kara road

Abstract

This research aims to employ modern technologies such as geographic data systems and remote sensing, with the aim of hydrological forecasting of torrential flow and climatic prediction of rainstorms, in light of the morphometric, topographical and morphological characteristics of drainage basins and networks, and then provides an opportunity to classify the probability and degrees of danger of torrential flow that threatens the obstacle road. (Hada-kar).

The research relied on the spatial analysis methodology through the use of modern mathematical methods and programs such as the WMS program, which was mainly relied on in analyzing medium and high-resolution satellite images in addition to the digital elevation model, topographic and geological maps, as well as making measurements and applying morphometric indicators and spatial and hydrological models to identify areas threatened with silica flow from the mountain road, as well as making measurements of the hydrological indicators of the torrential flow, where the GIS software was relied on in the work of processing digital data from digital elevation models and satellite visuals in order to analyze the congruence between the different layers of the geographical database. Through the spatial analysis, it became clear that there are 144 sites threatened by the danger of torrential flow, whose degree of risk varied between very dangerous, very dangerous and moderately dangerous, and very high-risk sites took approximately 28.4% of the area due to the severity of the area's molar and its many bends, which calls for decision-makers to take Increased road safety measures.

Keywords: Al-Hada obstacle road, hydrologic modeling, torrential flow, geomatics, geographic information systems.