مجلة

جامعة الملك خالد
KING KHALID UNIVERSITY

جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية

دورية علمية نصف سنوية

محكمة

المجلد التاسع – العدد الثاني

جمادى الأولى 1444هـ -ديسمبر2022م

مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية

King Khalid University Journal of Humanities

مجلة علمية، نصف سنوية، مُحكمة

تصدر عن جامعة الملك خالد

المجلد (9) – العدد (2)

(1443هـ) – (2022م)

الموقع الإلكتروني:

www.hj.kku.edu.sa

البريد الإلكتروني: humanities@kku.edu.sa

الرقم الدولي المعياري (ردمد) 1658 -6727

ISSN:1658-6727

رقم الإيداع 1435/3076 **بتاريخ** 1435/3/12

المشرف العام

معالي رئيس جامعة الملك خالد

أ.د. فالح بن رجاء الله منيع السلمي

نائب المشرف العام

وكيل الجامعة للدراسات العليا والبحث العلمي

ا.د. حامد مجدوع القرني

رئيس هيئة التحرير

أ.د. يحيى بن عبد الله الشريف

رئيس هيئة التحرير

أ.د/ يحيى بن عبد الله الشريف

جامعة الملك خالد

هيئة التحرير

أ.د/ عوض بن عبد الله القرني

جامعة الملك خالد

أ.د/ متعب بن عالي القرني

جامعة الملك خالد

أ.د. عبد العزيز محمد رمضان

جامعة الملك خالد

أ.د. لي إن سوب

جامعة هانكوك للغات الأجنبية –كوريا

أ.د/ ماريا خيسوس بيغيرا

جامعة كومبلوتنسي – إسبانيا

أ.د/ عبد الرحمن السليمان

جامعة لوفان – بلجيكا

د. سلطانة بنت محمد الشهراني

جامعة الملك خالد

مدير التحرير

د/ عادل معتمد عبد الحميد

جامعة الملك خالد

التعريف بالمجلة:

مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية دورية علمية محكمة متخصصة في العلوم الإنسانية، وتهدف إلى نشر الإنتاج العلمي للباحثين في تخصصات العلوم الإنسانية، وتعنى بالبحوث الأصيلة التي لم يسبق نشرها باللغتين العربية والإنجليزية، والتي تتسم بالمصداقية واتّباع المنهجية العلمية السليمة.

أهداف المجلة:

تهدف المجلة إلى أن:

1. الإسهام في إبراز دور الحضارة الإسلامية في إثراء العلوم الإنسانية.
2. نشر البحوث العلمية المحكمة في مجال العلوم الإنسانية بفروعها المختلفة.
3. الإضافة إلى الرصيد المعرفي في الدراسات الإنسانية.
4. إبراز جهود الباحثين في الدراسات والبحوث العلمية ذات الصلة بموضوعات الإنسانيات

شروط النشر:

1. أن يتصف البحث بالأصالة والابتكار والجدة واتباع المنهجية العلمية الملائمة، وصحة اللغة وسلامة الأسلوب.
2. ألا يكون قد سبق نشره أو قدم للنشر في مكان آخر، ويتعهد الباحث كتابةً ألا يكون البحث قد سبق نشره أو قد قدم للنشر مزامنة مع تقديمه للنشر في مجلتنا إلى مجلة أخرى حتى يتم اتخاذ القرار المناسب في هذا الشأن.
3. ألا يكون البحث جزءاً من كتاب منشور أو مستلاً من رسالة علمية.
4. ألا تزيد عدد صفحات البحث عن 40 صفحة.
5. تخضع جميع البحوث المقدمة للنشر في المجلة للتحكيم بعد اجتيازها مرحلة الجرد الداخلي.
6. لا يجوز نشر البحث أو أجزاء منه في مكان آخر بعد إقرار نشره في مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية إلا بعد الحصول على إذن كتابي بذلك من رئيس التحرير.
7. موافقة المؤلف على نقل حقوق النشر كافة إلى المجلة، وإذا رغبت المجلة في إعادة نشر البحث فإن عليها أن تحصل على موافقة مكتوبة من صاحبه.
8. يمنح المؤلف نسخة واحدة من العدد المنشور فيه بحثه، وجميع أصول البحث التي تصل إلى المجلة لا تردّ سواء نشرت أم لم تنشر.

متطلبات النشر وتعليماته:

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

أ. البحث أو الدراسة:

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

ب. المقالة:

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

ج. منبر الرأي:

رسائل القراء إلى المحرر والردود والملحوظات التي ترد إلى المجلة.

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

أولا: البحوث الميدانية (الإمبريقية):

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

ثانياً: البحوث النوعية التحليلية:

يورد الباحث مقدمة يمهد فيها لمشكلة البحث وأسئلته مبيناً فيها أهميته وقيمته في الإضفاء إلى العلوم والمعارف وإغنائها بالجديد، ثم يقسم العرض بعد ذلك إلى أقسام متسلسلة ومترابطة على درجة من الاستقلال فيما بينها، بحيث يعرض في كل منها فكرة مستقلة ضمن إطار الموضوع الكلي ترتبط بما سبقها وتمهد لما يليها، ثم يختم الموضوع بخلاصة شاملة وتوجيهات، وأخيرا يثبت قائمة بالمراجع.

3. أن يحتوي البحث على: عنوان البحث باللغتين العربية والانجليزية وملخص باللغتين العربية والإنجليزية في صفحة واحدة بحدود (150) كلمة لكل ملخص، وأن يتضمن البحث كلمات دالة على التخصص الدقيق للبحث باللغتين وسيرة ذاتية مختصرة للباحث او الباحثين.
4. تقدم البحوث مطبوعة بخط (Traditional Arabic) حجم (16) للنصوص في المتن، ويكتب البحث على وجه واحد، مع ترك مسافة 1.0 بين السطور.
5. إن سياسة المجلة تستوجب (بقدر الإمكان) أن يتكون البحث من الأجزاء التالية:

- **(للبحوث الامبريقية – الميدانية):**

مقدمة الدراسة، مشكلة الدراسة، وأهدافها وأسئلتها/ أو فرضياتها، أهمية الدراسة، محددات الدراسة، التعريفات بالمصطلحات، إجراءات الدراسة، وتتضمن: المجتمع والعينة، أداة الدراسة، صدق وثبات الأداة، المنهج المتبع في الدراسة، ثم عرض النتائج، ومناقشتها، وأخيراً الاستنتاجات، والتوصيات.

6. يراعى في أسلوب توثيق المراجع داخل النص وفق نظام جمعية علم النفس الأمريكية (APA).
7. يرجى الرجوع إلى موقع المجلة على الإنترنت لمزيد من التفاصيل على العنوان التالي:

- موقع المجلة الإلكتروني: hj.kku.edu.sa.

8. توجّه جميع المراسلات إلى رئيس هيئة التحرير على العناوين التالية:

- مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية، الرمز البريدي 61413 صندوق البريد 9100
- الإيميل:humanities@kku.edu.sa

مقدمة التحرير

هذا هو العدد الأول من المجلد التاسع لمجلة جامعة الملك خالد للعلوم الإنسانية قد تم بحمد الله.

وقد اشتمل على عدد من البحوث التي روعيت فيها معايير البحث الرصين والتحليل العلمي الموضوعي. والمجلة تسعد باستقبال الأبحاث التي تراعي شروط النشر ، وتمثل إضافة علمية في حقل العلوم الإنسانية التي تتنامى أهميتها ، وتزداد الحاجة إليها في ظل التطورات العلمية الحديثة على الساحة الأكاديمية محليا ودوليّا، وتتجه المجلة إلى تجويد عملها بانتقاء الأبحاث المتميزة التي تغطي موضوعات العلوم الإنسانية ، كما تعمل على تحقيق أفضل الممارسات في النشر العلمي ، والغاية من ذلك إبراز دور الحضارة العربية والإسلامية ، والإضافة إلى رصيدها المعرفي في الإنسانيات ببحوث رصينة تظهر جهود الباحثين الأصيلة والمبتكرة والمتبِعَة للمنهجيات العلمية.

وفي العدد الحالي يعرض الدكتور إبراهيم بن خلوفة المرجي ملامح البطل الإشكالي في الرواية السعودية المعاصرة: "الرقص على أسنة الرماح أنموذجاً ، ثم تتناول الدكتورة تنوير بنت أحمد علي هندي تمثلات الوطن في ديوان "رائحة التراب" لإبراهيم مفتاح "، ثم ينتقل بنا الباحثان الدكتور أحمد كمال أحمد عبد الحميد ،والدكتورة هياء محمد صالح العقيل إلى استخدام النمذجة الهيدرولوجية ونظم المعلومات الجغرافية لدرء أخطار السيول وغمر المياه بمحافظة الخرج بمنطقة الرياض، ثم تخصص الدكتورة مستورة مسفر العرابي المشاركة بالاكتشاف مقاربة نقدية في تفاعلية (لا متناهيات الجدار الناري)، ثم يحلل الدكتور محمد بن حسين الزهراني مستوى ممارسة مدرسي اللغات الأجنبية لمهارات التقويم التكويني الشبكي في الجامعات السعودية من وجهة نظرهم، ثم تعرج بنا الدكتورة بدرية سعود المطيري على دور الجامعات السعودية في تنمية المهارات الحياتية لدى طلابها في ضوء رؤية المملكة العربية السعودية 2030 (جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن أنموذجاً)،وتستعرض فاطمة مشرف يحيى العمري الاستلزام التخاطبي في شعر عمرو بن كلثوم – معلقته نموذجًا دراسة تداولية .

وبعد: فإني لأرجو أن يجد الباحثون والقراء في هذه الأبحاث المتنوعة ما ينشدونه وما يطمحون إليه، والله الموفق

رئيس هيئة التحرير

أ.د. يحيى بن عبد الله الشريف

قائمة المحتويات

عنوان البحث	الصفحة
مقدمة التحرير	
1. ملامحُ البطل الإشكالي في الروايةِ النسائيةِ السعوديةِ المعاصرةِ: "الرقصُ على أسنةِ الرماحِ أنموذجًا"	31-1
د. إبراهيم بن خلوفة المرحبي	
2. تمثلات الوطن في ديوان "رائحة التراب" لإبراهيم مفتاح	59-32
د. تنوير بنت أحمد علي هندي	
3. استخدام النمذجة الهيدرولوجية ونظم المعلومات الجغرافية لدرء أخطار السيول وغمر المياه بمحافظة الخرج بمنطقة الرياض	92-60
د. أحمد كمال أحمد عبد الحميد، د. هياء محمد صالح العقيل	
4. المشاركة بالاكتشاف مقاربة نقدية في تفاعلية (لا متناهيات الجدار الناري)	116-93
د. مستورة مسفر العرابي	
5. مستوى ممارسة مدرسي اللغات الأجنبية لمهارات التقويم التكويني الشبكي في الجامعات السعودية من وجهة نظرهم	162-117
د. محمد بن حسين الزهراني	
6. دور الجامعات السعودية في تنمية المهارات الحياتية لدى طلابها في ضوء رؤية المملكة العربية السعودية 2030 (جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن أنموذجاً).	205-163
د. بدرية سعود المطيري	
7. الاستلزام التخاطبي في شعر عمرو بن كلثوم – معلقته نموذجًا دراسة تداولية	234-206
فاطمة مشرف يحيى العمري	

المواد العلمية المنشورة في المجلة تعبر عن آراء أصحابها

أبحاث العدد

استخدام النمذجة الهيدرولوجية ونظم المعلومات الجغرافية لدرء أخطار السيول وغمر المياه بمحافظة الخرج بمنطقة الرياض

د. أحمد كمال أحمد عبدالحميد [*1] د. هياء محمد صالح العقيل [*2]

المستخلص:

يهتم البحث بتطبيق التقنيات الحديثة المتمثلة في النمذجة الهيدرولوجية، ونظم المعلومات الجغرافية وتحليلات المرئيات الفضائية في دراسة المناطق المعرضة لأخطار السيول وما ينتج عنها من غمر المياه للمناطق المنخفضة خاصة بالمناطق العمرانية وتجمعها بها، وتم اختيار محافظة الخرج كمنطقة دراسة لما تتعرض له من سيول متكررة ناتجة من كونها منطقة التقاء لمياه عدد من الأودية وروافدها تتمثل في أودية حنيفة والسلي والحنايا ونساح والهياثم والعقيمي ثم السهباء والتي يبلغ إجمالي مساحة أحواض تجميعها نحو 111491 كم^2 ، وهي مساحة كبيرة تؤدي إلى تجميع المياه من مناطق عديدة مما يؤدي لزيادة خطورة الجريان السيلي عند حدوثه بالمنطقة كما حدث أعوام 1424 و 1431 و 1434 و 1440 هـ ونتج عنها أضرار بالمنشآت والطرق وتجمع المياه بالمناطق المنخفضة وتأثيرها على البيئة الطبيعية والبشرية مما يؤثر على التخطيط التنموي في الخرج، لذا أوصت الدراسة بتحليل خارطة مخاطر السيول وغمر المياه التي تُعد نتاج العديد من خطوات ومدخلات تضم عناصر مرحلة ما قبل حدوث الجريان السطحي "مرحلة الإنذار المبكر"، ثم عناصر مرحلة أثناء الجريان وغمر المياه "المرحلة الحرجة"، ثم عناصر مرحلة ما بعد انتهاء الحالة المطرية "الحصر والتقييم"، حيث سيتم تجميع أكبر قدر من العناصر المؤثرة على كل مرحلة ووسائل التحليل والتقييم المتنوعة لها، ثم حصرها وتحليلها لإنشاء نموذج مكاني لنظم التصريف ومناطق الغمر يمكن من خلاله التحليل الذاتي للحالة المطرية المتوقعة عند الأزمنة التكرارية المختلفة خاصة 100 عام لتجنب أكبر خطر محتمل للسيول بالمنطقة.

الكلمات المفتاحية:

الاستشعار عن بعد، الإنذار المبكر، أخطار السيول، بحيرة تهدئة، قنوات تصريف.

---

[1] * دكتوراه الجغرافيا الطبيعية؛ معهد بحوث الموارد المائية، المركز القومي لبحوث المياه، مصر. Ahmed4geo@yahoo.com

[2] * أستاذ الجيومورفولوجيا المشارك، بجامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن. Hmalogayell@pnu.edu.sa.

Use of hydrological modelling and geographic information systems (GIS) for flood and inundation hazards Prevention in Al-Kharg government, Riyadh region

Abstract:

The research is concerned with the application of the modern techniques represented in hydrological modeling, geographic information systems and analyzes of satellite images in the study of areas exposed to the flashfloods and the resulting water inundation in the low-lying areas, Al-Kharj Governorate was chosen as a study area due to the frequent torrential rains it is exposed to as a result of being a confluence of the waters of a number of valleys and their tributaries, represented in the valleys of Hanifa, Al-Sulay, Al-Hanaya, Nasah, Al-Haytham, Al-Aqimi, and then Al-Sahba, which have a total area about 111491 km^2. It is a large area that leads to collecting water from many areas, which leads to an increase in the runoff Risk when it occurs in AlKharj, as happened in the years 1424, 1431, 1434 and 1440 AH, As a result of this, damages to facilities and roads, and water gathering in low areas and its impact on the natural and human environment, which affects development planning in Al-Kharj. Therefore the study recommended analyzing the risk map of floods and water inundation, which is the product of many steps and inputs that include Elements of the stage before the occurrence of surface runoff "the early warning stage", then elements of the stage during runoff and water flooding "the critical stage", then the elements of the stage after the end of the rainy situation "inventory and assessment", where the largest number of elements affecting each stage and the various means of analysis and evaluation for it will be collected, Then count and analyze it to create a spatial model of the drainage systems and flooding areas through which it is possible to self-analyze the expected rain situation at different recurring times, especially 100 years, to avoid the greatest potential risk of torrential rains in the region.

Keywords:
Remote sensing, Early warning, flood hazards, Detention lake, Drainage channels.

المقدمة:

تُعد السيول أحد الظاهرات الطبيعية التي تسبب خسائر للأفراد والمنشآت عند عدم درء أخطارها، وقد تأثرت محافظة الخرج (السيح) سابقاً بالسيول الشديدة خاصة عام 1424هـ الذي أدى إلى حدوث خسائر في الممتلكات وإنتشار المياه على مساحات واسعة لطبوغرافية الخرج التي تتميز بإستوائها النسبي وموقعها الجغرافي في ملتقى العديد من مسارات الأودية التي تتجمع بها من اتجاهات عِدة مُكونةً مسار وادي السهباء الرئيس، مما يعرض المناطق العمرانية لخطر السيول حالة حدوثها، وهذا ماسيتم تحليله واقتراح الحلول التي تساهم في الحدّ من الأخطار الهيدرولوجية.

مشكلة الدراسة:

تمثلت مشكلة الدراسة من خلال: –

- تكرارية حدوث السيول المؤثرة على محافظة الخرج.
- تجمع وغمر المياه للعديد من المناطق داخل محافظة الخرج.
- إنسياب العديد من الأودية نحو مدينة الخرج مثل حنيفة والسلي ونساح والعقيمي وغيرها، إضافة إلى أن الخرج عبارة عن منطقة سهلية مما يزيد من خطورة السيول وانتشارها.

أهداف الدراسة:

1- تحليل خارطة الغمر بمحافظة الخرج وتحديد المناطق الحرجة للسيول بها ودرجات خطورتها.

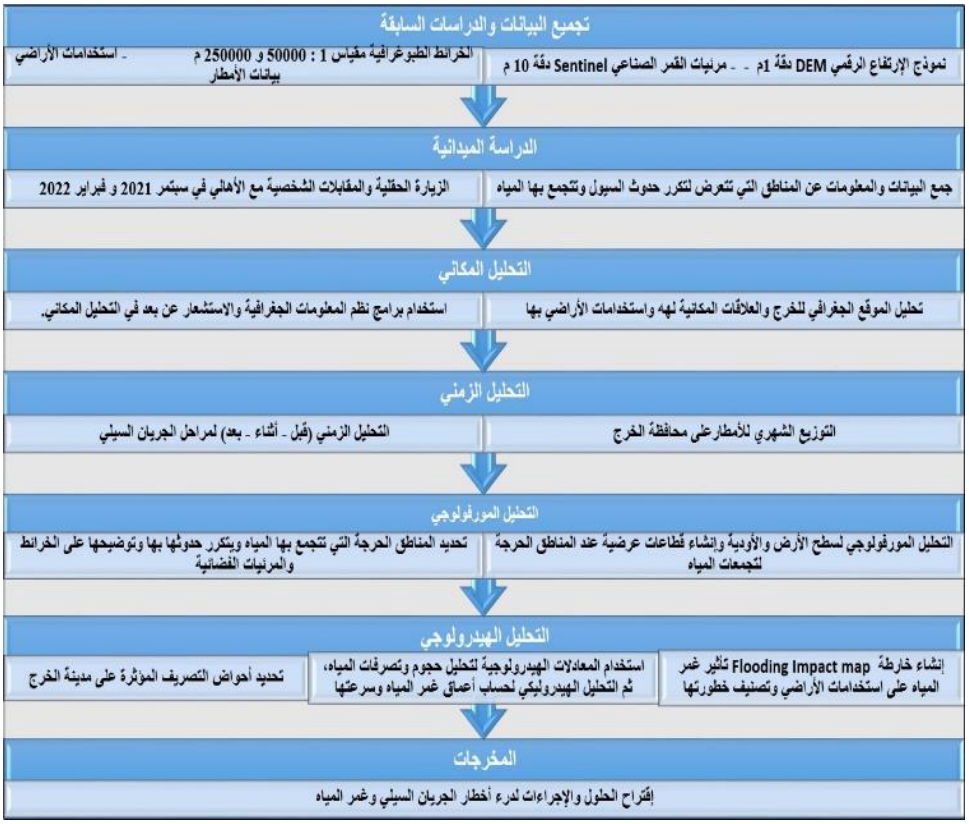
2- اقتراح الحلول والتوصيات لحماية محافظة الخرج من أخطار السيول بشكل يتلائم مع ظروف البيئة الطبيعية والبشرية للمنطقة.

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على التحليل والتفسير والاستنتاج العلمي باستخدام كل من المنهج الوصفي والاستقرائي والموضوعي التطبيقي، بالإضافة إلى الاستعانة بعدد من الأساليب التحليلية التي تساهم في تحقيق أهداف الدراسة كالأسلوب الكارتوجرافي والكميّ من خلال عمل حصر دقيق للخرائط والبيانات التي تتعلق بالسيول وتحليل آثارها على المنطقة ومعدلات حدوثها وتحديد مدى خطورتها

بهدف تقييمها ومحاولة اقتراح حلول مناسبة لتنميتها مستقبلاً، حيث تمت الدراسة بعدة مراحل كما في الشكل (1):-

شكل 1: *مراحل العمل بالدراسة*



المصدر: من إعداد الباحثان

- وقد تم تطبيق عدد من المعادلات الرياضية للنمذجة الهيدرولوجية تتمثل فيما يلي: –

– **زمن التأخير** هو الزمن الفاصل بين بداية سقوط المطر وحتى حدوث الجريان السطحي ويمثل الوقت الذي ترتفع فيه معدلات التبخر والتسرب (أحمد سالم صالح, 1999, ص 86) ويتم حسابها كما يلي:

زمن التأخير[1] **= Kl** × (مساحة الحوض^{0,3}) / (**متوسط الانحدار/ كثافة التصريف**)

والمعادلة التي قام البرنامج بتطبيقها وتتناسب مع طبيعة منطقة الدراسة هى:

Lag Time = L^0.8 * ((((1000/CN)-10) + 1)^0.7) / (1900*sqrt(Y))

- زمن التركيز يُمثل الفترة الزمنية اللازمة لانتقال المياه من أبعد نقطة على محيط الحوض حتى مصبه (إبراهيم سيد البكري، 2005، ص 256)، وسيتم حساب زمن التركيز وفقاً لهذه الطريقة آلياً بالبرنامج كما في المعادلة الآتية:

Time of Concentration (hrs)[2]**= m * 0.00013 * (L^0.77/S^0.385)**

معادلات حساب الجريان السيلي (عصام محمد عبدالماجد، 2001م) :-

- حجم الجريان (م^3) حيث:

$$W = Q\,T$$

Q = التدفق الوسطي السنوي

T= عدد الثواني في السنة (86400 = عدد الثواني في اليوم)

- عمق الجريان السطحي: H (ملم/سنة) حيث:

$$H = \frac{W \times 10^3}{A \times 10^6} = \frac{W}{A \times 10^3}$$

- التدفق (م^3/ث) Discharge والصيغة البسيطة له للأحواض الصغيرة حيث:

$$Q = AV$$

V = السرعة (م/ث) & A = مساحة الحوض (كم^2)

بينما يتم الحصول على معدل التدفق الأقصى للجريان السطحى لحوض التصريف وفقاً لطريقة رقم المنحنى (SCS Curve Number Method) بالمعادلة التالية:

$$Q = qu \times AB \times R \times F$$

حيث:

---

[1] **Kl** = معامل ثابت مقداره **0,25** للسطوح الرملية والحصوية، و **0,4** للسطوح الجيرية, **0,38** لمناطق الأودية النهرية, **0,72** لمناطق سفوح الجبال, **1,2** للمناطق الجبلية في نطاقات الأنهار.

[2] **Ct** معامل ثابت= **1+(80-CN)*0,04** , **CN**= معامل منحنى السريان الذي تم تحديده وهو **80** , **m** معامل ثابت= **1,0** وهو المعامل الخاص بالأراضي الجافة , **L**= طول "**overland flow**" (م), **S**= متوسط انحدار المجرى الرئيس من المنبع للمصب (م/م).

Q= التدفق الأقصى لمياه السيول على كامل مساحة حوض التصريف (م^3/ثانية).

qu= وحدة التدفق الاقصى (م^3/ثانية/كم^2/مم) وتحدد قيمتها في المعادلة التالية.

AB = مساحة حوض التصريف (كم^2).

R = عمق جريان مياه السيل (Runoff Depth) المتوقع حدوثه على وحدة المساحات من حوض التصريف (مم) وتحدد قيمتها في المعادلة التالية:

F = معامل لتصحيح قيمة الجريان السطحى نتيجة وجود برك التجميع بحوض التصريف وتحدد قيمته من الجدول (1).

– معادلة (qu) وحدة التدفق الأقصى

$$qu = (10^{Co - 3.36609}) \times (Tc^{C1+C2Log(Tc)})$$

حيث إن

qu= وحدة التدفق الاقصى (م^3/ثانية/كم^2/مم).

Tc= زمن التركيز (ساعة).

Co, C1, C2 = ثوابت تتوقف قيمتها على نسبة الفواقد الابتدائية من مياه الأمطار والاستيعاب الأولى لحوض التصريف (Ia/P) طبقًا للجدول (7).

Ia= مقدار الفواقد الابتدائية واستيعاب الحوض الأولى للعاصفة الممطرة (مم).

P= أقصى معدل يومىّ لشدة تساقط الأمطار للعاصفة الممطرة التصميمية (مم/يوم).

– معادلة (R) عمق جريان مياه السيل (Runoff Depth)

$$R = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S}$$

حيث:

R= عمق مياه السيل (Runoff Depth) الناتج عن المطر الزائد (مم).

P= عمق المطر المتساقط (مم).

Ia= الفواقد الابتدائية للمطر (مم).

S= أقصى عمق مطر مخزن بالتربة (مم).

$$S = 254\left(\frac{100}{CN} - 1\right) \quad \text{mm and } 0 < CN \leq 100$$

حيث:

CN= رقم منحنى السيل (Runoff Curve Number) وتتوقف قيمته على نوع التربة واستخدامات الأراضي التي تجري فوقها مياه السيول كما هو موضح بالجدول(1).

وتعتبر المعادلة السابقة معادلة عامة لحساب عمق الجريان السطحي الناتج عن المطر الزائد ويمكن تبسيطها بفرض أن الفواقد الابتدائية من المطر المتساقط (Ia) نسبة مساوية لـ20% من أقصى عمق مطر مخزن بالتربة (S)، أي أنّ (Ia = 0.2 S) وبالتالي يمكن حساب المطر الزائد بتطبيق المعادلة التالية:

$$P_e = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S}$$

وأحد أهم مدخلات النموذج الهيدرولوجي هو العواصف التصميمية للأزمنة التكرارية المختلفة المستخدمة في التحليل الهيدرولوجي لأحواض التصريف المؤثرة على منطقة الدراسة، وبناءً عليه تم استخدام طريقة SCS حيث تم فرض عاصفة تصميمية بمدة زمنية 24 ساعة واستخدام توزيع SCS TYPE II. وتم استخدام هذا التوزيع في حساب هيدروجراف التصرفات الناتجة من أحواض التصريف كأحد مدخلات النموذج الرياضي المستخدم لحساب قيم التصرفات القصوى التصميمية. ويتم حساب رقم المنحنى المجمع لأحواض التصريف وفقًا للمعادلة التالية مع تحديد القيم المناظرة لرقم المنحنى كما بالجدول رقم (1):

رقم المنحنى (CN)= مجموع (رقم المنحنى لمنطقة * مساحة المنطقة) /مساحة الحوض

جدول 1

قيم رقم المنحنى وفقاً نوعية التربة واستخدام الأرض للمناطق المختلفة

Use Description on Input Screen		Description and Curve Numbers from TR-55					
		Cover Description		Curve Number for Hydrologic Soil Group			
		Cover Type and Hydrologic Condition	% Impervious Area	A	B	C	D
1	Agricultural	Row Crops - Staight Rows + Crop Residue Cover- Good Condition (1)		64	75	82	85
2	Commercial	Urban Districts: Commerical and Business	85	89	92	94	95
3	Forest	Woods (2) - Good Condition		30	55	70	77

4	Grass/Pasture	Pasture, Grassland, or Range(3) - Good Condition		39	61	74	80
5	High Density Residential	Residential districts by average lot size: 1/8 acre or less	65	77	85	90	92
6	Industrial	Urban district: Industrial	72	81	88	91	93
7	Low Density Residential	Residential districts by average lot size: 1/2 acre lot	25	54	70	80	85
8	Open Spaces	Open Space (lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.) (4) Fair Condition (grass cover 50% to 70%)		49	69	79	84
9	Parking and Paved Spaces	Impervious areas: Paved parking lots, roofs, driveways, etc. (excluding right-of-	100	98	98	98	98
10	Residential 1/8 acre	Residential districts by average lot size: 1/8 acre or less	65	77	85	90	92
11	Residential 1/4 acre	Residential districts by average lot size: 1/4 acre	38	61	75	83	87
12	Residential 1/3 acre	Residential districts by average lot size: 1/3 acre	30	57	72	81	86
13	Residential 1/2 acre	Residential districts by average lot size: 1/2 acre	25	54	70	80	85
14	Residential 1 acre	Residential districts by average lot size: 1 acre	20	51	68	79	84
15	Residential 2 acres	Residential districts by average lot size: 2 acre	12	46	65	77	82
16	Water/ Wetlands	Water Bodies, Lakes, Ponds, Wetlands	100	100	100	100	100

Source: Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Conservation Engineering Division, Technical, Release 55, June 1986.

الدراسات السابقة:

حظيت منطقة الخرج ببعض الدراسات الجغرافية والتقارير التي تناولت موضوع السيول أهمها: –

1– تناول أحمد كمال وهياء العقيّل عام ٢٠٢١م دراسة بعنوان (استخدام تقنيات الإستشعار عن بعد والنماذج الهيدرولوجية في تحليل نظم التصريف المائية المؤثرة على محافظة الخرج)، اهتمت بتحليل أحواض التصريف المؤثرة على المناطق العمرانية بمحافظة الخرج والتي تمثل أودية حنيفة والسلي والحنايا ونساح والهياثم والعقيمي ثم السهباء؛ بتطبيق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، وتمثل الدراسة الحالية استكمالاً لتلك الدراسة حيث تناولت جميع الأحواض المؤثرة على الخرج بأسلوب

فكرة النظام الذي يتيح دراسة جميع المتغيرات بهدف تحديد وتحليل مناطق أخطار السيول على المناطق العمرانية بمنطقة الدراسة والخروج بخارطة توضع مناطق الغمر ودرجات خطورتها على المناطق العمرانية بالمنطقة بتطبيق منهجية التعلم الآلي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والنمذجة الهيدرولوجية وهذا ما يميّز هذه الدراسة عن غيرها.

2- فرحان الجعيدي عام ٢٠١٩م كتاب بعنوان (إقليم الخرج)، استعرض فيه خصائصه الجغرافية والتاريخية وتناول أشكال السطح والمناخ والتربة والنبات، وتطرق للسيول وتواريخ حدوثها في المنطقة. بينما الدراسة الحالية اختلفت عمّا عرضه الكتاب بإجراء تحليل مكاني للبيانات الميتيورولوجية للأمطار والتحليل المورفولوجي للأودية وتجمعات مياهها ثم إجراء تحليل هيدرولوجي وهيدرولوكي لحساب أعماق وسرعة جريان المياه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

3- بحث فرحان الجعيدي عام ٢٠٠٨ بعنوان (الخصائص الهيدرولوجية وخصائص السيول في أحواض السدود المقترحة على أودية علية في محافظة الخرج) تناول دراسة الامطار والتحليل المورفومتري للأحواض العليا لأودية العين وماوان التي تغذي السدود المقترحة في منطقة علية بمحافظة الخرج. وتختلف الدراسة الحالية عنها في هدفها ومنهجيتها بدراسة الغمر وشموليتها لجميع أحواض سهل الخرج.

4- فرحان الجعيدي عام ٢٠٠٧ دراسة بعنوان (مراقبة التغير في اتجاهات مجاري الأودية في سهل الخرج باستخدام بيانات الاستشعار ونظم المعلومات الجغرافية خلال الفترة من ١٩٥٠-٢٠٠٦م)، حيث تتبع اتجاهات أودية سهل الخرج القديمة واستخدم الـ GIS في مراقبة تغير اتجاهات الأودية بسبب استخدامات الأرضي. والدراسة الحالية تختلف عن دراسة الجعيدي من حيث رسم وتحليل خارطة للغمر بمدينة الخرج وتحديد المناطق الحرجة للسيول بها واقتراح الحلول للحماية منها.

5- دراسة أشرف عبدالكريم و أحمد جابر (2019م) بحث بعنوان (Flood Risk Assessment of the Based on the Mecca, Saudi Arabia (During the Period, 1988–2019) Wadi Nu'man Basin, Modeling: A Case Study Integration of Geomatics and Hydraulic)، تناولت تقييم أخطار السيول لوادي النعمان بمنطقة مكة المكرمة واستخدام النمذجة الهيدروليكية ونظم المعلومات الجغرافية

في تحليل خطورة الجريان السيلي وتأثيرها على استخدامات الأراضي المختلفة وتقدير أعماق الجريان السيلي بالمناطق الحضرية التي يجري بها الوادي واقتراح أعمال الحماية لدرء أخطار السيول عنها.

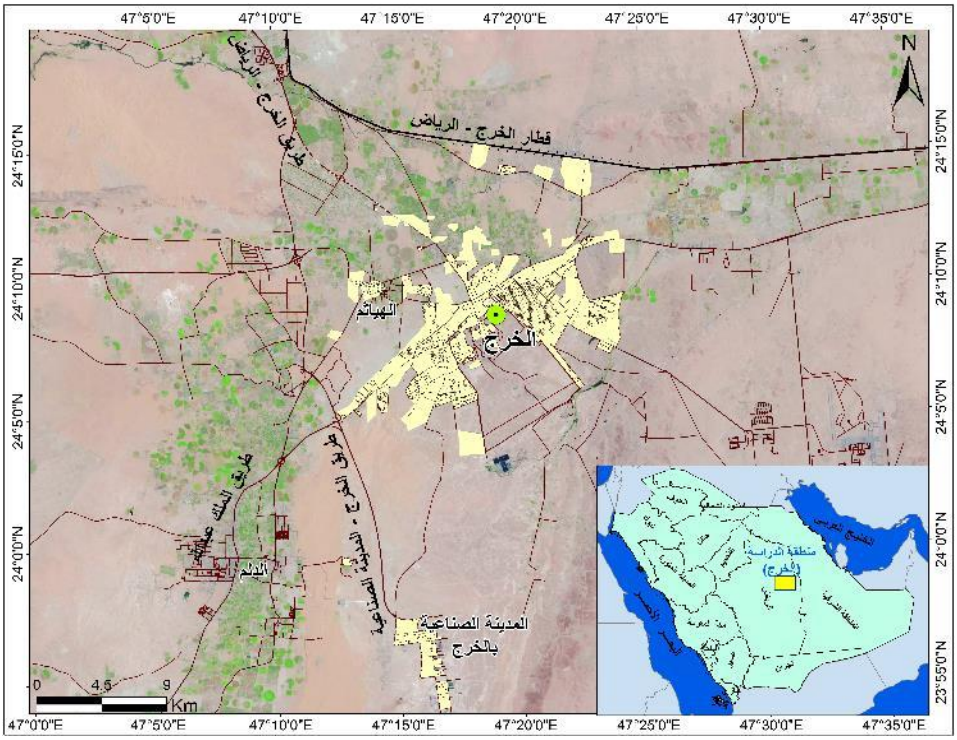
6- دراسة محمد عبدالقادر و أحمد العمود و طارق زين الدين عام 2019م بحث بعنوان (Assessment of Flash Flood Hazards Using GIS in Wadi Nisah, Central Saudi Arabia)، تناولت تقييم مخاطر مخاطر السيول لوادي النساح في محافظة الخرج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، حيث قام الباحثون طريقة النمذجة AHP لتحليل مدخلات النموذج وتحديد أوزانها وفقاً لأهميتها وتأثيرها في الجريان السيلي بالوادي، وتصنيف درجات الخطورة التي أوضحت أن 65.3% من مساحة الوادي ذات خطورة متوسطة و21.4% خطورة عالية و12% مناطق أمنة و1.2% خطورة عالية الشدة و0.12% مناطق غير معرضة للخطر.

أولاً: – الموقع العام

تم اختيار محافظة الخرج كمنطقة للدراسة ووفقاً لتحليل المرئية الفضائية Sentinel2دقة 10م وحدود النطاق العمراني للمحافظة بلغت مساحتها نحو 110 كم^2، والخرج تتبع إدارياً منطقة الرياض حيث تقع جنوب مدينة الرياض بنحو 80 كم، ومن تحليل الخريطة الطبوغرافية تمتد الخرج بين منسوب 460م فوق سطح البحر عند النطاق الجنوبي الغربي لها إلى منسوب 410م عند الطرف الشمالي الشرقي لها، وتمتد بين دائرتي عرض 00" 05′24 ° و 00" 15′24 ° شمالاً وبين خطي طول 00" 12′ 47 ° و 00" 27′47 ° شرقاً شكل(2)، وتتنوع بها استخدامات الأراضي ما بين السكنية والصناعية والزراعية وغيرها من الاستخدامات وتضم عددًا من الاستخدامات الهامة مثل جامعة الأمير سطام، ومحطة سكة قطار الخرج، والهيئة العامة للصناعات الحربية (المصانع الحربية)، إضافة إلى عدد من المنشآت الزراعية للشركات العاملة بالقطاع الزراعي من مزارع ومصانع إنتاج المواد الغذائية والمياه كذلك، ونظراً للقيمة المتزايدة لاستخدامات الأراضي بالخرج(الدراسة الميدانية) تم اختيارها كمنطقة دراسة وتحليل الخطر السيلي المؤثر عليها.

شكل2

الموقع العام لمدينة الخرج في منطقة الرياض داخل المملكة العربية السعودية



المصدر: من إعداد الباحثان اعتماداً على البيانات مفتوحة المصدر داخل برنامج ArcGIS.

ثانيا: تحليل الجريان السطحي

تهدف الدراسة إلى تحليل مخاطر السيول بمدينة الخرج التي تعد امتداداً لنتائج الدراسة السابقة للباحثين(أحمد كمال، هيا العقيل، 2021) وتناولها استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والنماذج الهيدرولوجية في تحليل نظم التصريف المؤثرة على الخرج، حيث تناولت الدراسة السابقة تحليل المطر المؤثر على المنطقة والتحليل الجيولوجي واستخدام الأراضي ورقم المنحنى CN[3] (J. T. LIMERINOS, 1970) وزمني التركيز والتأخير، واستخراج المعاملات المورفولوجية والهيدرولوجية للأودية المؤثرة على الخرج، واستخدام نموذج (Watershed Modeling System) للتحليل الهيدرولوجي في حساب

[3] رقم المنحنى (CN): هو طريقة لتقدير فواقد الرشح حيث يتحكم نوع التربة السطحية في زيادة أو نقصان كميات الفواقد، وتنساب المياه الزائدة على سطح الأرض مسببةً السيول السطحية.
CN= مجموع (رقم المنحنى لمنطقة * مساحة المنطقة) / مساحة حوض التصريف

هيدروجراف Hydrograph منحنى التصرف ويشمل حجم الجريان المائي"m^3" (V)[4] ومعدل التصرف"m3/s" (P)[5] وزمن التصريف "min" (T)[6]، ويوضح الجدول (2) ملخص نتائج التحليل الهيدرولوجي للأحواض المؤثرة على الخرج:-

جدول2

خصائص الجريان المائي لأحواض التصريف المؤثرة على محافظة الخرج

اسم الحوض	حجم الجريان (مليون م^3)	معدل التصرف (م^3/ث)	زمن التصرف (دقيقة)
حنيفة	124.647	756.44	4350
السلي الأدنى	24.369	206.78	2310
الحنايا	48.612	300.00	3270
تجميع أودية حنيفة والسلي والحنايا	17.963	144.71	2400
الهياثم	97.774	676.07	2805
نساح	34.069	249.11	2280
تجميع أودية الهياثم ونساح	7.357	76.33	1965
السهباء	0.225	7.54	1005
الإجمالي	**355.016**	أقصى تصرف	ذروة زمن التدفق
		1983.35	**2820**

المصدر: اعتمادًا على (أحمد كمال، هيا العقيل، 2021م) وعلى بيانات مخرجات النموذج الهيدرولوجي(WMS).

ثانياً: تحليل خارطة أخطار الجريان السيلي Flooding Impact Map:

وفقاً لما تم استنتاجه سابقاً سيتم بناء خارطة المخاطر للمنطقة كما يلي: -

أ-مراحل تحليل الخطر السيلي:

سيعتمد إنشاء خارطة المخاطر على أحد المعايير الهامة وهو غمر المياه، ولإنشاء الخارطة سيتم التحليل وفقاً لثلاثة مراحل لجريان السيل (Dianne Lowe, 2013):

1- مرحلة ما قبل حدوث الجريان السطحي "مرحلة الإنذار المبكر".

[4] حجم الجريان المائي: يعبر عن مجموع ما يمكن أن يمر وتصرفه شبكة تصريف الحوض عبر أوديته

[5] معدلات التصرف: تعبر عن كمية المياه التي يمكن الحوض أن يصرفها في كل عاصفة مطرية.

[6] زمن التصريف: يعبر عن الفترة الزمنية اللازمة لتصريف كافة مياه الحوض من المنابع وحتى المصبّ.

2- مرحلة أثناء الجريان وغمر المياه "المرحلة الحرجة".

3- مرحلة ما بعد انتهاء الحالة المطرية "الحصر والتقييم".

سيتم تجميع أكبر قدر من العناصر المؤثرة على كل مرحلة ووسائل التحليل والتقييم المتعددة، ثم حصرها لإنشاء نموذج مكاني يحاكي نظم التصريف ومناطق الغمر بحيث يمكن من خلاله التحليل الذاتي للحالة المطرية المتوقعة كما يلي:

1- مرحلة ما قبل حدوث الجريان السطحي "مرحلة الإنذار المبكر".

– مرحلة نظام الإنذار طويل الأمد Long Time Warning System

أوضحت نتائج تحليل الأمطار على مدار شهور العام بالخرج كما بالجدول (3) والشكل (3) أن الفترة ما بين أواخر أكتوبر ومنتصف مايو تعدّ أكثر الشهور يحتمل تعرض محافظة الخرج خلالها للأمطار بنسبة 65% مقارنة بباقي الشهور، لذا تعدّ هذه الفترة موسم للسيول يُتوخى الحذر خلالها وتأخذ المحافظة تدابيرها لدرء أخطار السيول مع اقتراح زيادة عدد محطات قياس الأمطار بأحواض التصريف.

جدول3

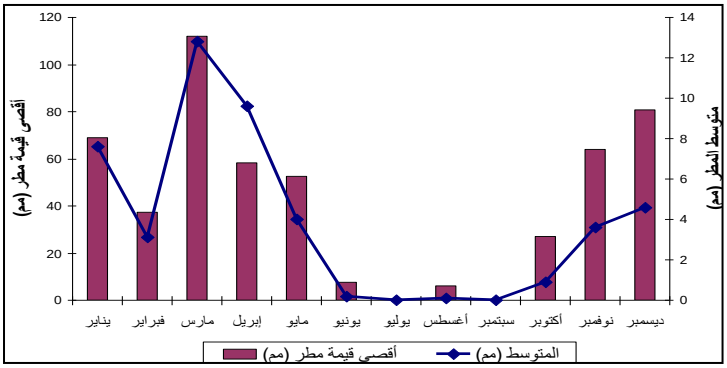
التوزيع الشهري للأمطار على محافظة الخرج بين عامي 1970 :2014

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
أقصى قيمة (مم)	69.1	37.2	112	58.4	52.4	7.5	0	6	0	27	64	80.6
المتوسط (مم)	7.6	3.1	12.8	9.6	4.0	0.2	0	0.1	0	0.9	3.6	4.6

المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادًا على بيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة السعودية.

شكل 3

التوزيع الشهري للأمطار على محافظة الخرج خلال الفترة بين عامي 1970 :2014



المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على بيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة السعودية.

- مرحلة الإنذار المبكر قصيرة الأمد Short Time Early Warning:

تُعدّ أهم مرحلة لما لها من تأثير على اتخاذ التدابير اللازمة للتحذير من خطر السيول المنسابة نحو المنطقة، ويعدّ أهم عناصر الإنذار في هذه المرحلة ما يلي:

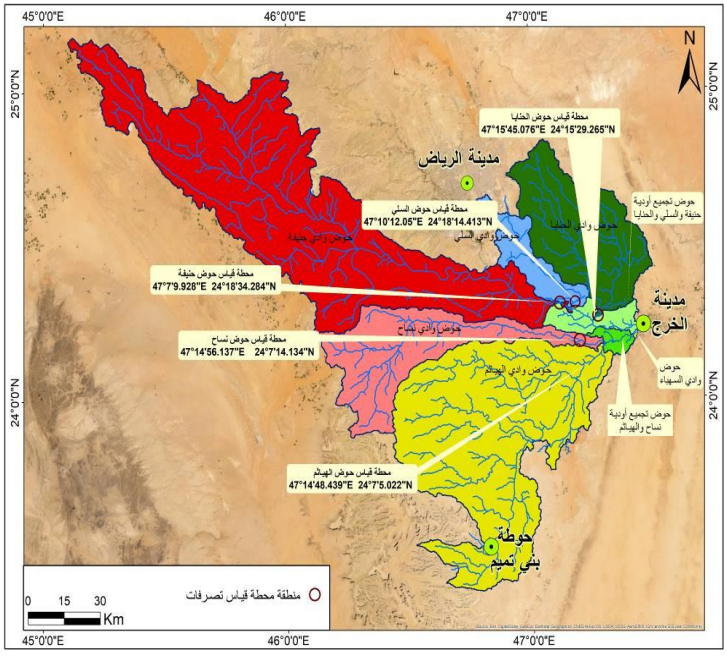
أ- نماذج التنبؤ بالأمطار التي تمتد لفترة 3 أيام على الأقل التي يستفاد منها في معرفة أوقات تساقط الأمطار وشدتها ومدى احتمالية حدوث السيول.

ب- وضع محطات إلكترونية لقياس تصرفات المياه وسرعتها وارتفاع مناسيبها داخل الأودية والمناطق المعرضة للغمر أثناء التساقط المطري على أطراف محافظة الخرج، بحيث يتم إرسال بياناتها عند حدوث السيول إلى الجهات المسؤولة لاتخاذ القرار المناسب للحماية من أخطار السيول.

يوضح الشكل (4) التوزيع الجغرافي لمواقع محطات قياس التصرفات المقترحة وعددها 5 خارج محافظة الخرج كأحد عناصر منظومة الإنذار المبكر للسيول.

شكل4

توزيع محطات قياس التصرفات المقترحة على أطراف مدينة الخرج



المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على مرئية القمر الصناعي Sentinal ومخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS.

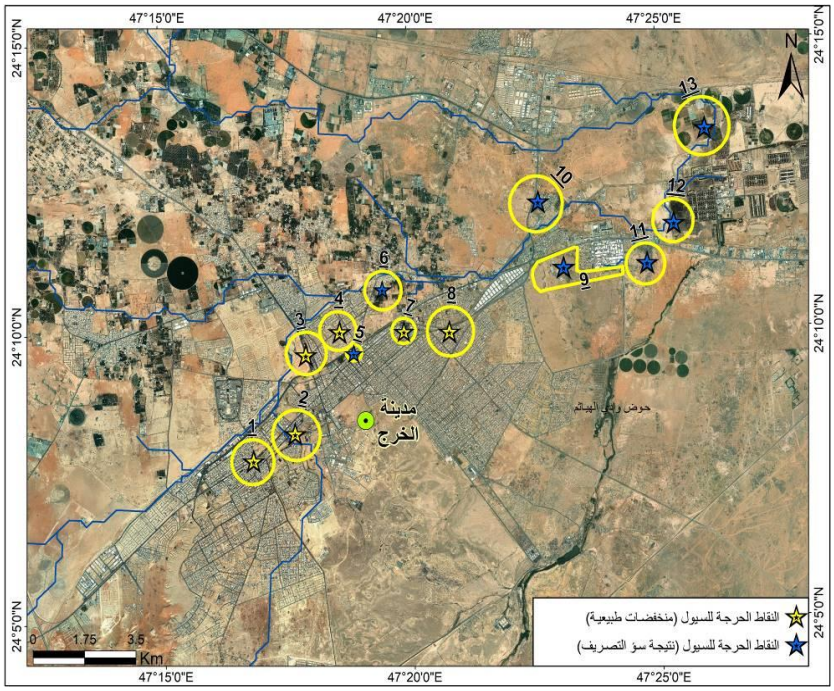
2- مرحلة الجريان وغمر المياه "المرحلة الحرجة".

تُعدّ مرحلة الجريان المائي داخل المدن أخطر المراحل التي يواجه بها الإنسان ظاهرة السيول، ويختلف سلوك الجريان المائي داخل المدن عن خارجها بالمناطق المفتوحة ليتضح زيادة الخطوره داخل المدينة في سهل الخرج التي تمثل مجمع للمياه المنسابه نحوها، لنجد ارتفاع معدلات التصرف بسبب زيادة النطاق العمراني التي يغطيها الأسفلت مما يقلل بشكل كبير من عمليات امتصاص المياه وتسربها في باطن التربة ويزيد من حجم الجريان السطحي وحدوث الغمر بالأحياء.

وقد تم تحديد عدد من النقاط الحرجة للسيول داخل محافظة الخرج وتقسيمها إلى فئتين(مواقع طبيعية منخفضة تتجمع بها المياه- ومواقع تتجمع بها المياه بسبب سوء تصريف المياه) كما هو موضح بالشكل(5)، واقتراح تحديد عدد من الخصائص الهيدرولوجية الهامة لها مثل(مساحة الحوض- سرعة المياه-معدل التصرف-حجم المياه -منسوب المياه- اتجاه السريان) ووضعها في هيئة خرائط ولوحات إرشادية عند هذه النقاط مع ربط مناسيب المياه بأعمدة اللوحات الإرشادية إلكترونياً لتعطي تحذير عند وصول المياه للمنسوب الحرج وفقاً لحسابات الوادي المؤثر عليها.

شكل5

توزيع المواقع الحرجة داخل محافظة الخرج.

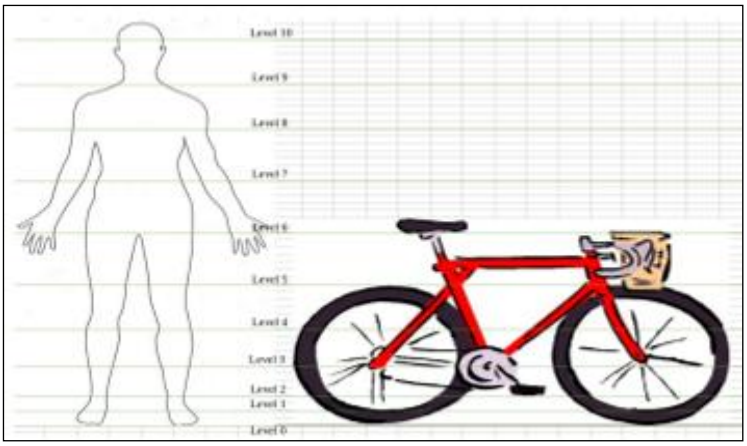


المصدر:من إعداد الباحثين اعتماداً على مرئية القمر الصناعي Sentinal ومخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS

أوضح الشكل(6) والجدول(4) والصورة(1) أحد منهجيات تحليل الخطر السيلي المقترحة أثناء جريان السيول داخل الخرج باستخدام وسائل تحليل منخفضة التكلفة (Low Cost Analysis) وذات اتخاذ قرار سريع متمثلة في استخدام الصور الفوتوغرافية والفيديوهات أثناء السيل (P. Chaudhary, 2019) وتحديد الخطر السيلي عبرها، ومن خلال تحديد مواقع النقاط الحرجة وعددها 13 موقعًا بمحافظة الخرج تم الاستعانة بالمقابلات الشخصية والصور والمقابلات الشخصية لسكان المنطقة والفيديوهات التوثيقية للعاصفة المطرية التي حدثت بمحافظة الخرج بتاريخ 12-4-2019 حيث تم تحليل الصور الفوتوغرافية لأحد المواقع التي تعرضت للغمر عند(هايبر بندة) في حي المنتزه كما في الصورة (2) حيث تم تحديد أحد الأفراد المتواجدين بالمنطقة أثناء غمر المياه ومقارنة هيئته المورفولوجية بمناسيب المياه كما موضح بالشكل(5) والجدول (3)، وعليه سيتم تحديد خصائص العاصفة المطرية لهذا اليوم.

شكل6

محاكاة تحديد الملامح الرئيسة لمستويات ارتفاع الإنسان والدراجة



المصدر: " **Flood-Water Level Estimation From Social Media Images, ISPRS Annals of the Photogrammetry,Remote Sensing and Spatial Information Sciences,Volume IV-2/W5, 2019**.

جدول4

العلاقة بين مستويات هيئة جسم الإنسان والدراجة وارتفاع المياه

Level Name	Range	Value nearest integer
	cm	cm
level0	No water	0.0
level1	0.0 - 1.0	1.0
level2	1.0 - 10.0	10.0
level3	10.0 - 21.25	21.0
level4	21.25 - 42.5	43.0
level5	42.5 - 63.75	64.0
level6	63.75 - 85	85.0
level7	85.0 - 106.25	106.0
level8	106.25 - 127.5	128.0
level9	127.5 - 148.75	149.0
level10	148.75 - 170.0	170.0

المصدر: " Flood-Water Level Estimation From Social Media Images, ISPRS Annals of the Photogrammetry,Remote Sensing and Spatial Information Sciences,Volume IV-2/W5, 2019

صورة1

تقييم نوعي لاختبار صورة فوتوغرافية أثناء الجريان السيلي وغمر المياه

المصدر: " Flood-Water Level Estimation From Social Media Images, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume IV-2/W5, 2019.

صورة 2

تقييم نوعي لاختبار صورة فوتوغرافية أثناء غمر المياه أمام هايبر بندة بالخرج

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على توثيق فيديو لسيول منطقة الخرج يوم 2019/4/12
https://youtu.be/jXQMNl0ixrI?list=TLPQMTAxMDIwMjBV3xlXiaiD_Q&t=108

جدول5

درجات الخطورة لمستويات ارتفاع مياه الأمطار والسيول في الشوارع

م	المنسوب(م)	فئة الخطورة	تأثير ارتفاع مناسيب المياه والإجراءات المقترحة
1	أقل من 0.2	ضعيفة	سريان المياه عند الحد الآمن في منسوب أقل من ارتفاع رصيف الشارع
2	0.2 : 0.5	متوسط	تجاوز المياه رصيف الشارع وعتبات المنازل، وتهدئة سرعة السيارات
3	0.5 : 0.75	عالية	محدودية حركة المارة بالشوارع والسماح بحركة السيارات الكبيرة
4	0.75 : 1.0	عالية جداً	التزام المارة المنازل وتوقف حركة السيارات دون سيارات الدفع الرباعي
5	أكبر من 1.0	شديدة الخطورة	توقف حركة المارة والسيارات، والسماح بحركة الدفاع المدني والإنقاذ

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين اعتماداً على الدراسة الميدانية والمشاهدات الحقلية للسيول،
The impact of flooding on road transport: a depth-disruption function, transportation research part d, elsevier, 2017.

جدول6

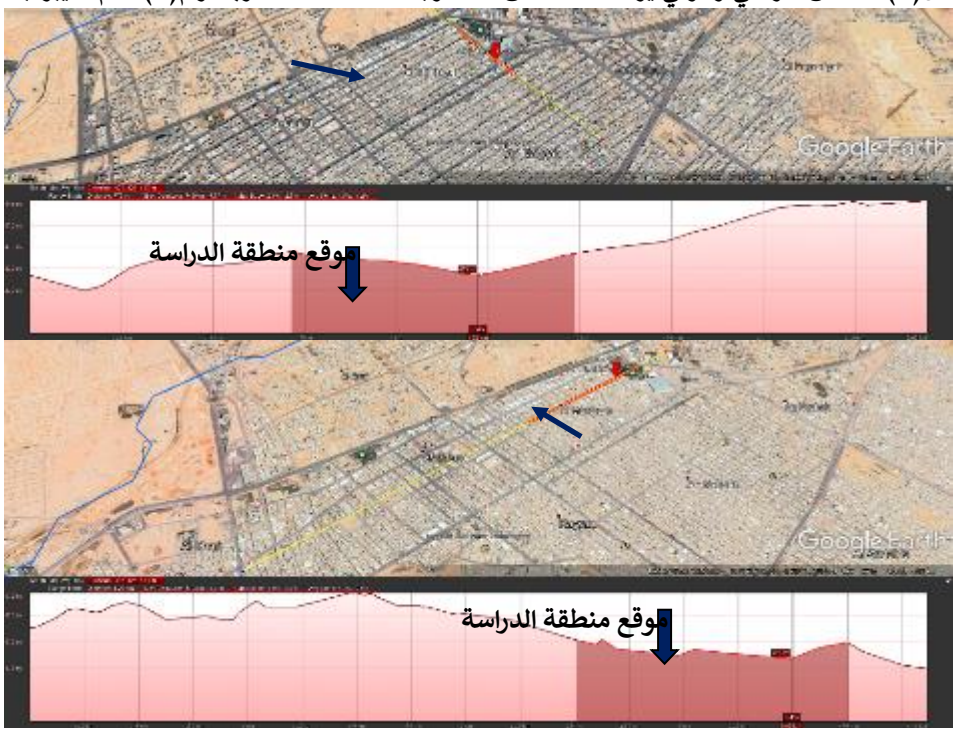
تصنيف مواقع تجمعات المياه وأعدادها بمنطقة الدراسة

الموقع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
الفئة	(أ)	(أ)	(أ)	(أ)	(ب)	(ب)	(أ)	(أ)	(ب)	(ب)	(ب)	(ب)	(ب)

*** (أ) مواقع طبيعية منخفضة تتجمع بها المياه. (ب) مواقع تتجمع بها المياه بسبب سؤ تصريف المياه بها.**

يتضح من الصورة (2) ونتائج الجداول (4 ، 5 ، 6) والشكل(7) أن منسوب المياه بالمنطقة رقم(7) أمام هايبر بندة بحي المنتزه يصل للمستوى الرابع(Level 4) ليبلغ نحو 43 سم ليقع في الفئة الثانية من الخطورة وهي المتوسطة نظراً لانخفاض أرض المنطقة كما موضح بالشكل(7) الذي يوضح القطاع العرضي والطولي أمام هايبر بندة وأنها منطقة منخفضة تتجمع بها المياه.

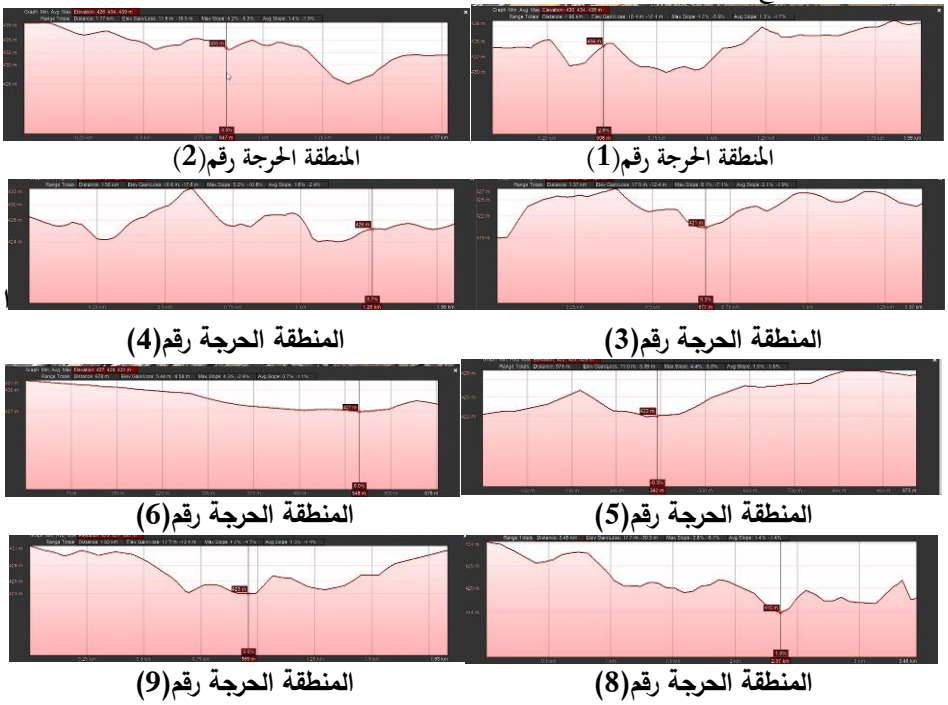
شكل(7) قطاعان عرضي وطولي يوضحا انخفاض المنسوب عند المنطقة الحرجة رقم(7) أمام هايبر بندة



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على برنامج جوجل إيرث GoogleEarth ومعايرتها بنموذج الارتفاع الرقمي DEM دقة1 م من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتكنولوجيا

شكل8

قطاعات عرضية توضح انخفاض المنسوب عند المناطق الحرجة من 1 إلى 13

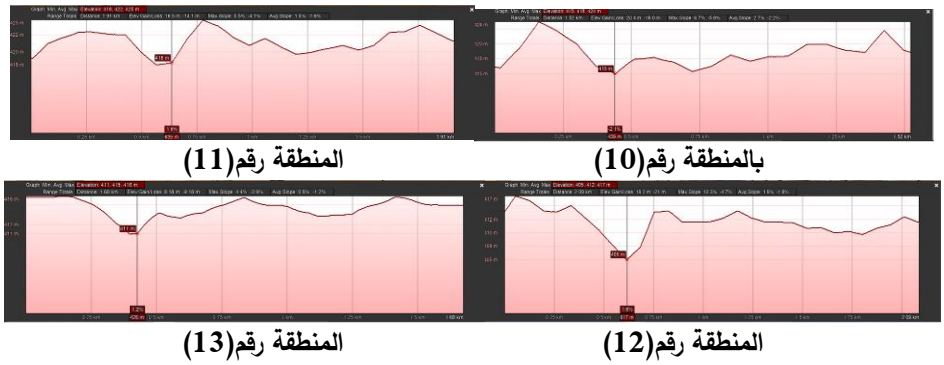


المنطقة الحرجة رقم(1) **المنطقة الحرجة رقم(2)**

المنطقة الحرجة رقم(3) **المنطقة الحرجة رقم(4)**

المنطقة الحرجة رقم(5) **المنطقة الحرجة رقم(6)**

المنطقة الحرجة رقم(8) **المنطقة الحرجة رقم(9)**



بالمنطقة رقم(10) المنطقة رقم(11)

المنطقة رقم(12) المنطقة رقم(13)

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على برنامج جوجل إيرث GoogleEarth، ومعايرتها بنموذج الارتفاع الرقمي DEM دقة 1 م من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتكنولوجيا.

وفقاً للنتائج السابقة في الشكلين (7 و 8) سيتم معايرتها باستخدام أداة GIS Flooding (GFT) Toolsشكل (9) لتحليل غمر المياه والتابعة للمساحة الجيولوجية الأمريكية United State (USGS) Geological Survey المتوافقة مع برنامج Arc GIS وذلك للخروج بأفضل محاكاة لمناطق الغمر وتجمعات المياه بالخرج.

شكل 9

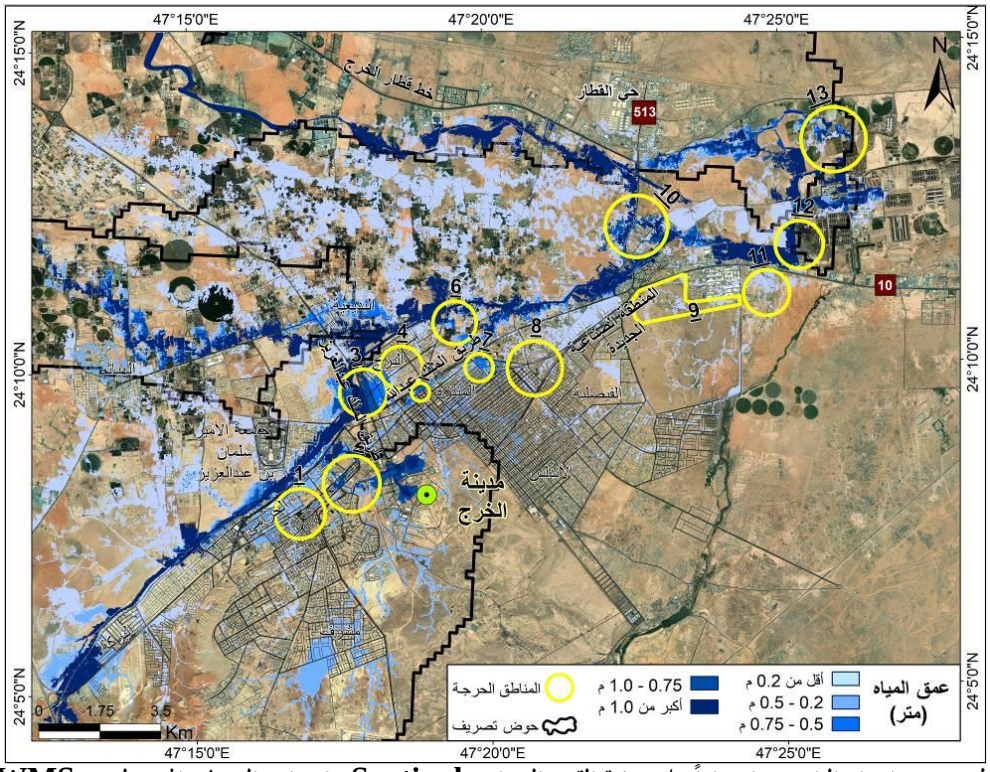
أداة GIS Flooding Tools (GFT) من هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS المتوافقة مع برنامج ArcGIS

وقد تم تحديد مدخلات البرنامج اللازمة لتحليل خارطة الغمر بالمنطقة وتشمل عددًا من الخطوات أهمها (تحليل ومعالجة نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) دقة 1م، ثم تحديد مسارات الأودية وعروضها بالمناطق المعرضة للغمر ومدى كثافتها، ثم معامل مانينج "Manning"[7] لخشونة السطح وفقاً لطبيعة الأرض التي تجري فوقها المياه، ثم إنشاء قطاعات عرضية عبر مسارات الأودية، ثم إدخال معدلات التصرف لأحواض التصريف عند الزمن التكراري المستخدم في الدراسة، ومن ثم سيتم استنتاج المناطق المعرضة للغمر وأعماق المياه بها كما في الشكل(10).

[7] عبارة عن معامل يمثل قيم محددة لغطاء واستخدامات الأراضي المختلفة ونوعية تربتها التي تجري فوقها المياه، فكلما كانت التربة السطحية قاسية انخفضت معدلات التسرب وزادت قيم الجريان السطحي ومن ثم ارتفعت قيمة رقم المنحنى، والعكس صحيح.

شكل 10

خارطة الغمر لمحافظة الخرج



المصدر:من إعداد الباحثين اعتماداً على مرئية القمر الصناعي Sentinal ومخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS

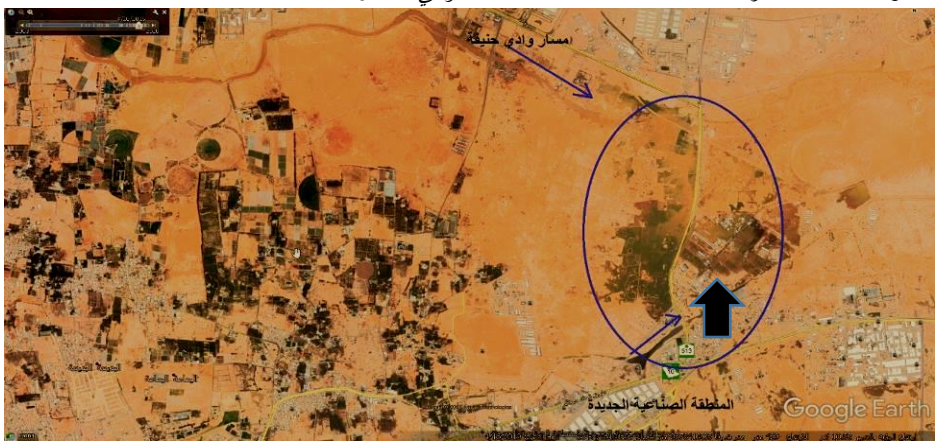
أوضحت خارطة الغمر لمحافظة الخرج وفقاً لفئات التصنيف لها والعاصفة المطرية لزمن تكراري 100 عاماً [8] لزيادة الأمان الهيدرولوجي في حماية المنطقة من أخطار السيول، وتعد أكثر المناطق المعرضة لخطر الغمر تلك الواقعة حول طريق الملك عبدالله بداية من المدخل الجنوبي الغربي للمحافظة عند حي البركة حتى وسط الخرج عند طريق الملك عبدالعزيز، ثم يزداد عمق غمر المياه عند منطقة حي وبرج الخرج حيث يمر مجرى الوادي الرئيسي بالمنطقة (الدراسة الميدانية، 9-2021)، ومعظم المناطق السابقة تدخل ضمن فئة الغمر أكبر من 1م ، بينما المناطق الجنوبية والجنوبية الشرقية لطريق الملك عبدالله يصل عمق المياه بها غالباً بين 0.5 : 0.75م باستثناء بعض المناطق التي تتجاوز فيها لعمق 1م وهي شرق إسكان المؤسسة العامة للصناعات العسكرية حيث تقع منطقة مفتوحة يمر بها أودية فرعية

[8] تم التعامل مع اقصى عاصفة مطرية خلال **100**عام ، حيث تعد الحد الآمن لإقتراح أعمال الحماية المناسبة لدرء أخطار السيول وحماية المواطنين من والمنشآت ذات القيمة الإقتصادية المرتفعة من الخطر السيلي.

تعمل على تجمع المياه جنوب مستشفى القوات المسلحة ثم شرقاً في منطقة جنوب طريق الملك فهد، بينما المناطق الشمالية لطريق الملك عبدالله بداية من حي البرج يتجاوز بها عمق المياه 1م لاسيما المناطق المنخفضة ومسارات الأودية فتعمل على تجمع المياه في بعض مناطق أحياء البديعية والمنصورة واليمامة، ثم شمال المنطقة الصناعية عند حديقة الأمير عبد الرحمن بن ناصر والكلية التقنية حيث تتجمع المياه حول الطريق رقم (513) المتجه شمالاً نحو حي القطار كما في الشكل (11) بسبب تصميم الطريق وعبارات تصريف المياه عليه التي لا تسمح بتصريفها بشكل كامل من الغرب إلى الشرق، مما يؤدي إلى تجمعها حوله، إضافة لذلك مسار وادي حنيفة المحاذي لجنوب خط قطار الخرج والذي تتجمع كميات من مياهه جنوب حي القطار لسوء تصريفها الناجم عن عدم قدرة العبارة عن استيعاب مياه الوادي، وبعد عبور المياه للطريق تتجه شرقاً نحو المنطقة التي تشغلها مزارع ألبان المراعي والصافي والمزرعة، حيث تعد منطقة شبه مستوية ومنخفضة نسبياً عما يجاورها مما يؤدي إلى غمرها بالمياه، إضافة إلى التعدي على مجاري الأودية بتلك المنطقة مما أدى إلى تشتت مسارات المياه وغمرها للعديد من المناطق ليتجاوز عمق المياه بها 1م، ومن بعدها تنساب المياه نحو مجرى وادي السهباء.

شكل11

غمر المياه للمنطقة الواقعة ما بين المنطقة الصناعية الجديدة وحي القطار



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على صورة برنامج GoogleEarth بتاريخ 2019/4/16.

يوضح الجدول(7) مساحات المناطق المتأثرة بالغمر وفقاً لخارطة الغمر بالشكل (10) حيث يتضح أن المناطق ذات الخطورة الضعيفة أقل من 0.2 م تمثل نحو 64.6% من مساحة المناطق المعرضة

للغمر وتنتشر خاصة بالمناطق شبه المستوية مابين واديي حنيفة شمالا ونساح جنوباً، بينما باقي الفئات مابين 0.2 م: 1.0م تمثل نحو 17.5% من إجمالي المساحة، بينما أخطر الفئات التي تتجاوز ارتفاع منسوب المياه بها 1.0م تبلغ نحو 17.9% لتعد ثاني أكبر فئة من فئات خطورة الغمر المؤثرة على محافظة الخرج، وتنتشر خاصة حول مجاري الأودية الرئيسة والمناطق المنخفضة وعند الطرق التي لا تحاكي مسارات الأودية.

جدول7

مساحات فئات المناطق المعرضة للغمر بمحافظة الخرج

م	المنسوب (م)	فئة الخطورة	المساحة (كم^2)	%
1	أقل من 0.20	ضعيفة	79.14	64.57
2	0.50 : 0.20	متوسط	11.145	9.09
3	0.75 : 0.50	عالية	5.165	4.21
4	1.00 : 0.75	عالية جداً	5.18	4.23
5	أكبر من 1.00	شديدة الخطورة	21.93	17.89
	الإجمالي		122.66	122.56

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين اعتماداً على تحليل بيانات خارطة الغمر السابقة،
The impact of flooding on road transport: a depth-disruption function, transportation research part d, elsevier, 2017.

3- مرحلة ما بعد انتهاء الحالة المطرية.

تعتمد على حصر وتقييم ما ترتب عن السيول وغمر المياه التي أثرت على المنطقة فيما يعرف Flooding Impact map وتحليل استخدامات الأراضي المتأثرة، ويوضح الجدول (8) والشكل (12) أن 7.72% من مساحة المناطق العمرانية معرضة للغمر وتمثل نحو 21.23% من إجمالي المناطق المعرضة للغمر، بينما المناطق الزراعية يتاثر منها بالغمر نحو 17.63% وتمثل هذه المساحة نحو 14.1% من إجمالي المناطق المعرضة بالغمر بمحافظة الخرج.

جدول8

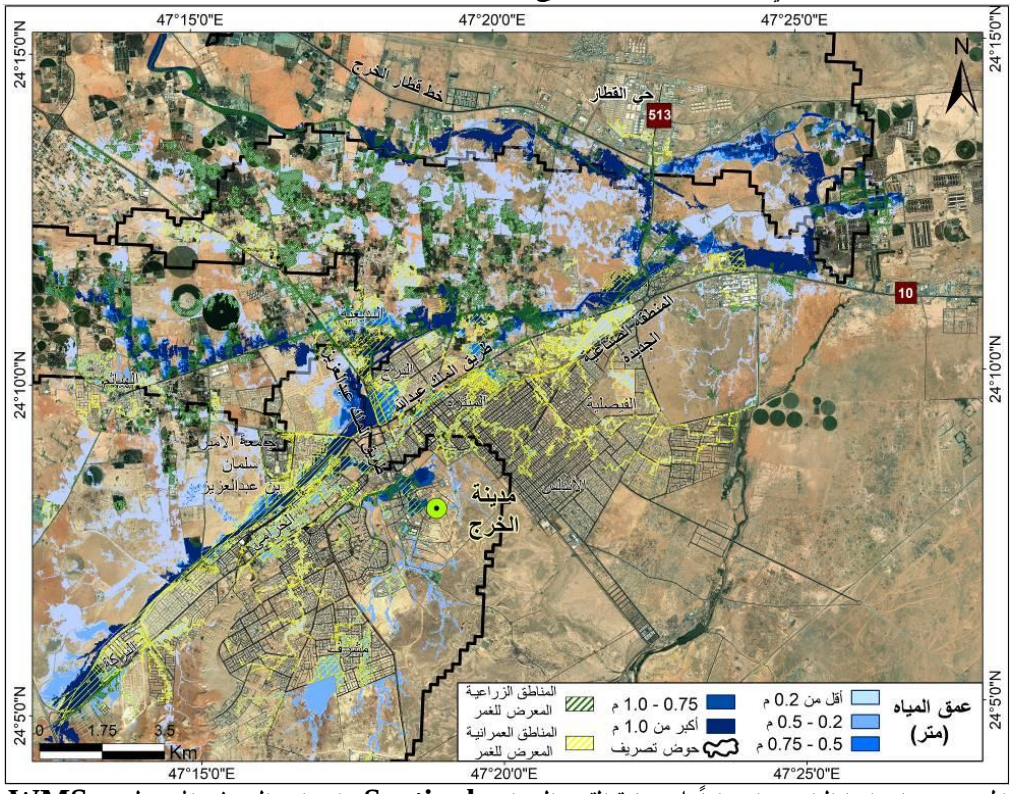
استخدامات الأراضي المعرضة للغمر بمحافظة الخرج

م	استخدام الأراضي	المساحة المعرضة للغمر(كم^2)	%	المساحة(كم^2)	%
1	مناطق عمرانية	21.23	60.0	275.0	7.72
2	مناطق زراعية	14.10	40.0	80.0	17.63
	الإجمالي	35.33	100.0	100.0	25.35

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين اعتماداً على تحليل بيانات خارطة الغمر السابقة.

شكل 12

خارطة استخدامات الأراضي المعرضة للغمر بمحافظة الخرج



المصدر:من إعداد ا الباحثين اعتماداًعلى مرئية القمر الصناعي Sentinal ومخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS

ب- مقترحات درء أخطار السيول عن محافظة الخرج

من خلال التحليلات السابقة لمحافظة الخرج تم اقتراح عدد من أعمال الحماية لدرء أخطار السيول وغمر المياه عنها هذا إلى جانب أعمال الإنذار المبكر السابقة، مع تحديد أعمال الحماية التي تمت من الجهات الحكومية وأهمها السدود في منطقة الرياض اعتماداً على بيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة (الكتاب الإحصائي السنوي، 2020م) والموقع الرسمي لها، وقد روعي في الأعمال المقترحة أن تكون ملائمة للبيئة وتحافظ على مسارات الأودية ولا تعيق سريان المياه من المنبع حتى المصب، وعليه تم اقتراح ما يلي: -

1- بحيرات تهدئة Detention Bond وعددها (7) لتهدئة سرعة وتصرفات المياه القادمة للخرج وإطالة زمن التأخير لها بحيث تصل ببطء لكي لا تصل التدفقات المائية للأودية في زمن واحد مع بعضها نحو الخرج.

2- فتح مسارات الأودية وعمل قطاع عرضي تصميمي مناسب لها من بعد البحيرات المقترحة حتى محافظة الخرج ثم ربطها مع وادي السهباء.

3- تصميم شبكة تصريف مياه سيول بالمناطق الحرجة لتجمعات المياه التي تم تحديدها سابقاً لتصريف المياه عنها لمنع غمر المياه بها.

جدول9

مقترحات تصريف المياه ودرء أخطار السيول عن محافظة الخرج في حالة تأهيل الأودية وفتح مساراتها وتحديد القطاع التصميمي الأمثل لها

القناة المفتوحة المقترحة	التصرف (م^3/ث)	عرض قاع القناة (م)	عمق القناة (م)	الميل الجانبي (م)	الميل الطولي (م/م)	عمق المياه (م)	سرعة سريان المياه(م/ث)
قناة (وادي حنيفة)	756.44	70	3.0	3 : 1	0.003	2.55	3.82
قناة (وادي السلي)	206.78	50	2.0	3 : 1	0.003	1.44	2.64
قناة (وادي الحنايا)	300.00	60	2.0	3 : 1	0.003	1.62	2.86
قناة (تجميع أودية حنيفة والسلي والحنايا)	1407.93	85	3.5	3 : 1	0.004	3.00	4.95
قناة (وادي الهياثم)	676.07	70	2.5	3 : 1	0.004	2.19	4.02
قناة (وادي نساح)	249.11	50	2.0	3 : 1	0.003	1.61	2.83
قناة (تجميع أودية الهياثم ونساح)	1001.51	80	3.0	3 : 1	0.004	2.56	4.45
قناة (وادي السهباء)	2416.98	120	4.0	3 : 1	0.004	3.42	5.43

الجدول من إعداد الباحثين اعتماداً على نتائج النمذجة الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة ببرنامج WMS للتحليل الهيدرولوجي

جدول10

بحيرات التهدئة المقترحة لدرء أخطار السيول عن محافظة الخرج وقطاعات الأودية التصميمية بعد مخارج البحيرات

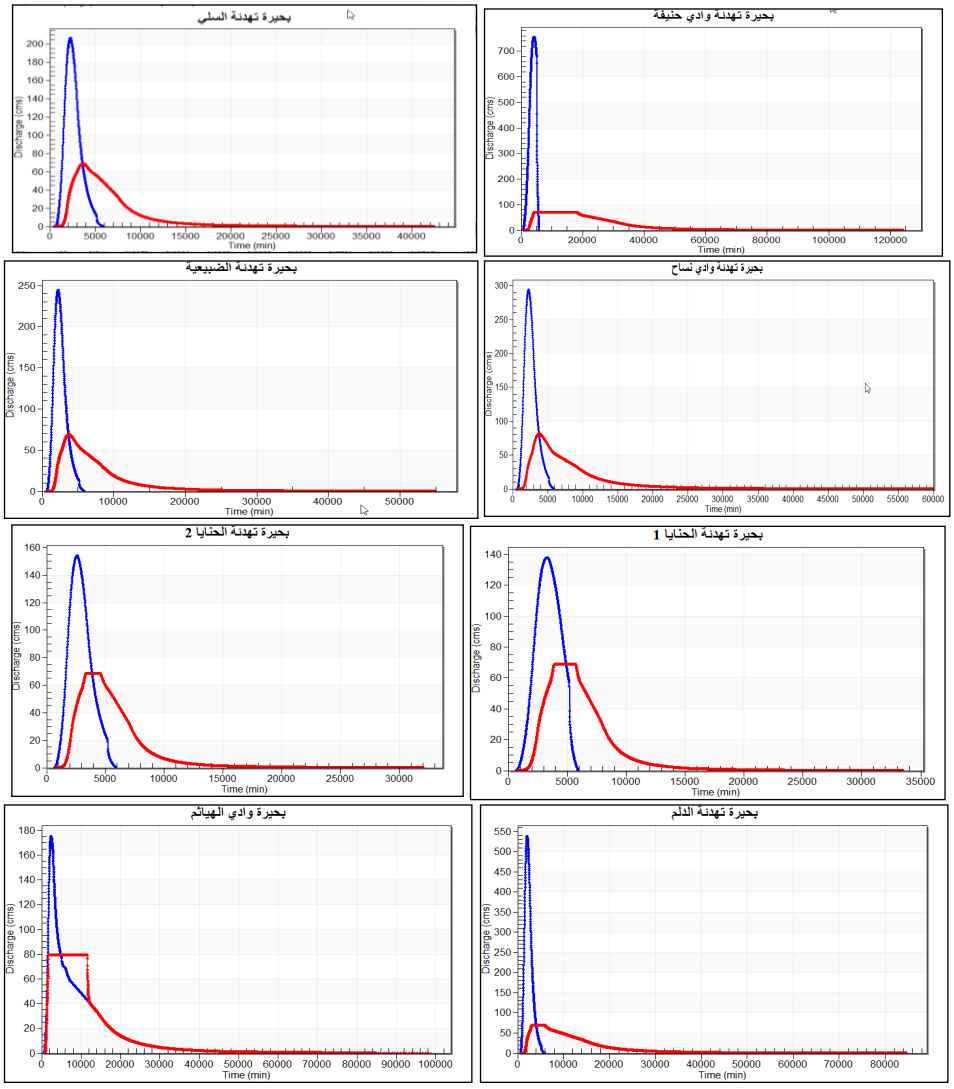
اسم بحيرة التهدئة	معدل التصرف نحو البحيرة (م^3/ث)	أبعاد البحيرة (م)			الميل الجانبي للبحيرة (م)	أبعاد فتحة مخرج البحيرة (م)	التصرف الخارج من البحيرة (م^3/ث)	أبعاد قطاع الوادي بعد البحيرة	
		طول	عرض	العمق				العرض (م)	العمق (م)
حنيفة	756.44	4000	3000	5	4 : 1	2*6	69.24	30	1.5
السلي	206.78	3000	1000	5	4 : 1	2*6	69.85	30	1.5
الحنايا (1)	137.85	2000	1000	5	4 : 1	2*6	68.79	30	1.5
الحنايا (2)	154.23	2000	1000	5	4 : 1	2*6	68.80	30	1.5
نساح	249.11	3000	1600	5	4 : 1	2*6	81.9	30	1.5

الضبيعة	244.6	3500	1200	5	4 : 1	2*6	69.5	30	1.5
الدلم	538	4000	2000	5	4 : 1	2*6	68.8	30	1.5
الهياثم	175.3	3200	1500	5	4 : 1	2*6	79.2	30	1.5
وادي السهباء	ذروة معدل التصرف نحو وادي السهباء = **508.4** (م^3/ث)							**110**	**2**

الجدول من إعداد الباحثين اعتماداً على نتائج النمذجة الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة ببرنامج WMS للتحليل الهيدرولوجي

شكل13

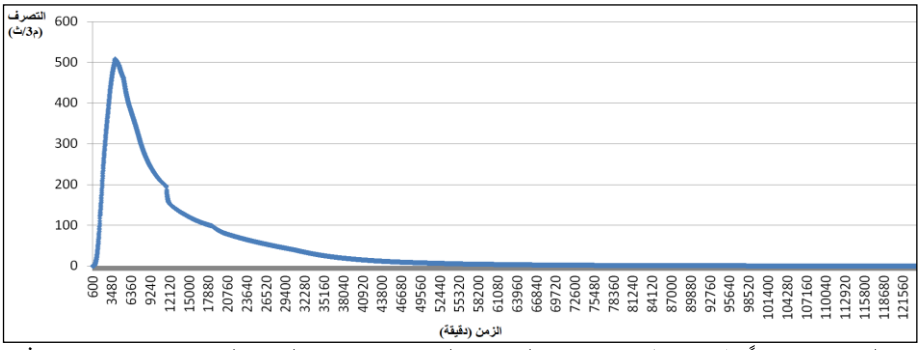
منحنيات الجريان المائي الداخلة والخارجة من بحيرات التهدئة المقترحة



المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على برنامج WMS للتحليل الهيدرولوجي.

شكل14

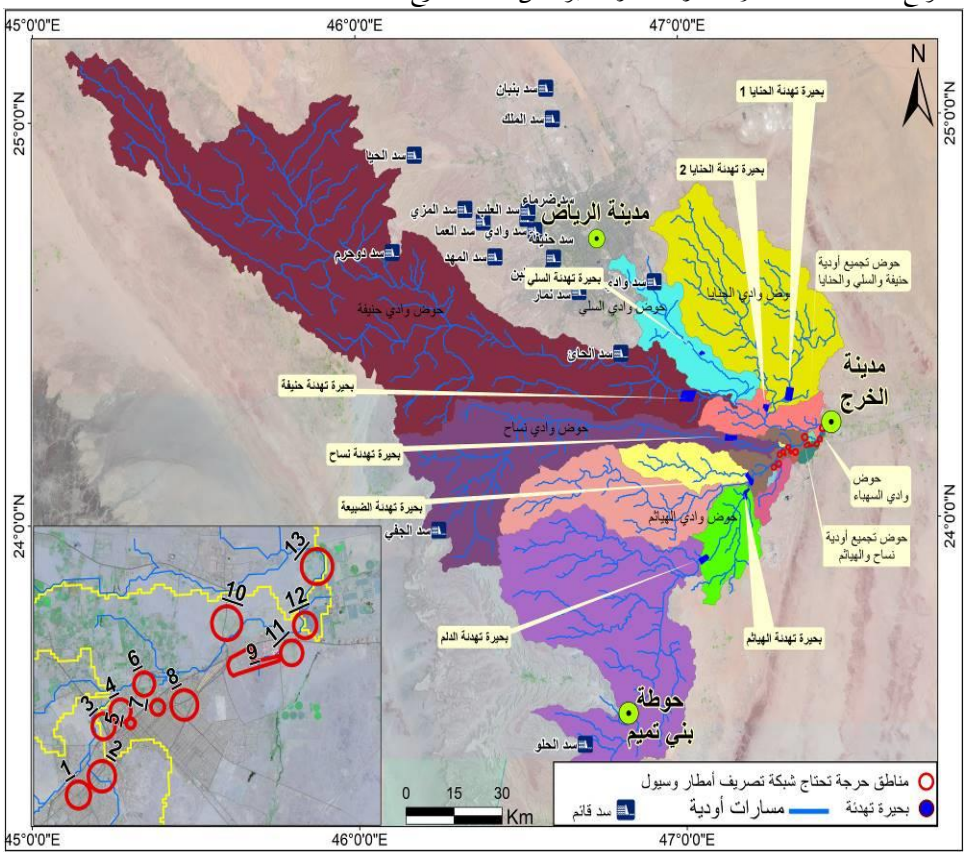
منحنى جريان مياه وادي السهباء بعد إنشاء البحيرات وتهذيب مجاري الأودية



المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على جمع قيم منحنيات السريان الخارجة من بحيرات التهدئة لتحديد ذروة زمن وتصرف المياه بعد تجمعها عند وادي السهباء.

شكل15

مواقع أعمال الحماية المقترحة لدرء أخطار السيول عن محافظة الخرج



المصدر:من إعداد الباحثين اعتماداً على مرئية القمر الصناعي Sentinal ومخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS

يتضح مما سبق الأشكال (13و14و 15) وفقاً للسيناريو الموضح بالجدول(9) أنه في حالة تهذيب مجاري الأودية الحالية، وفتح مساراتها، وإزالة التعديات عليها، وعمل قطاع تصميمي مناسب

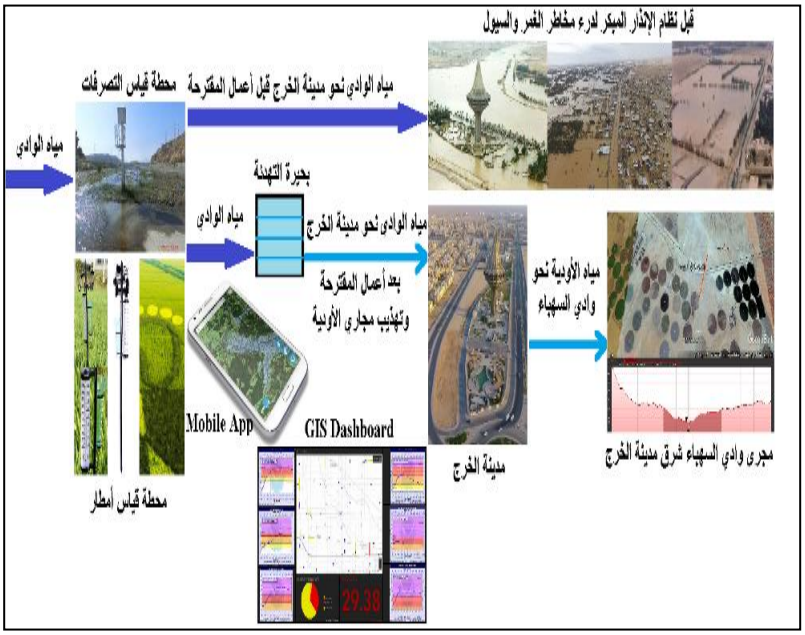
للأودية يستوعب التدفقات المائية المناسبة إليها، فإن عروض هذه الأودية ستتراوح بين 50 : 85م قبل أن تصل إلى مدينة الخرج ثم تبلغ نحو 120م شرق الخرج عندما تلتقي هذه المياه في وادي السهباء الرئيسي.

يوضح السيناريو الثاني بالجدول(10) اقتراح تصميم بحيرات تهدئة لمياه الأودية قبل أن تصل محافظة الخرج ومساهمتها في التحكم بالتدفقات المنصرفة نحوها وتخفيض ذروة تدفقات مياه السيول إليها من حيث زمن التصريف ومعدله، حيث يتضح انخفاض التصرف من 2416.9 إلى 508.4م^3/ث إضافة إلى أن القطاع التصميمي للأودية سواء من حيث العرض أو العمق تم تقليله وتحديده بما يناسب التصرفات الخارجة من البحيرات، كما سيساهم هذا السيناريو بعد تحديد مسارات الأودية في خفض تكاليف نزع الملكيات حول الأودية في المناطق العمرانية بالخرج، وكذلك الحفاظ على المياه واستغلالها قبل تسربها بصحراء الخرج شرقاً.

وفقاً للنتائج السابقة تم اقتراح وضع عدد من اللوحات الإرشادية الإلكترونية عند المناطق الحرجة المعرضة للغمر داخل الخرج وربطها بمناسيب البحيرات ومواقع قياس التصرفات والمطر المقترحة خارج المحافظة، وإظهار مناسيب المياه باللوحات للتحذير من وصولها للمنسوب الحرج بمواقع القياس والبحيرات وفقاً لحالة المطر والتصرفات، وذلك لدمج عناصر الإنذار المبكر معاً ووضع نظام أمثل لحماية الخرج من أخطار الغمر والسيول قبل وصولها للمحافظة، مع اقتراح تصميم تطبيق GIS للهاتف النقال ونظام GIS Dashboard خاص بمنظومة الإنذار المبكر، ويوضح الشكلين(16، 17) مخططًا لمنظومة الإنذار المبكر.

شكل16

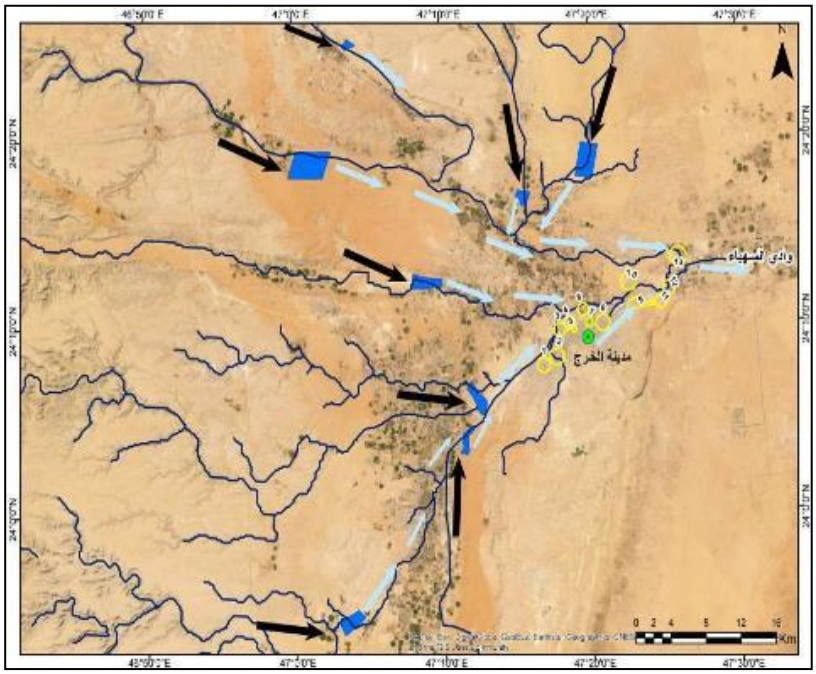
مخطط منظومة الإنذار المبكر لمحافظة الخرج



المصدر: من إعداد الباحثين. مع الاستعانة بـ https://youtu.be/SAthmldlu7c

شكل17

خارطة منظومة الإنذار المبكر لمحافظة الخرج



المصدر:من إعداد الباحثين اعتماداً على مرئية القمر الصناعي Sentinal ومخرجات النموذج الهيدرولوجي WMS

النتائج:

تم إجراء الدراسة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والتحليل الهيدرولوجي للأودية المؤثرة على المنطقة للوصول للحلول والنتائج المناسبة.

أوضحت مرحلة ما قبل حدوث الجريان السيلي من خلال تحليل بيانات أمطار المحطات المؤثرة على أحواض التصريف وعددها 12 محطة أن الفترة ما بين أواخر أكتوبر ومنتصف مايو تعد أكثر الشهور التي تتعرض منطقة الخرج خلالها للأمطار وخطر السيول بنسبة 65% مقارنة بباقي الشهور.

حددت الدراسة خارطة لمواقع محطات إلكترونية لقياس تصرفات المياه وسرعتها وارتفاع مناسيبها داخل الأودية والمناطق المعرضة للغمر. تم إنشاء خارطة لتوزيع المواقع الحرجة المتأثرة بغمر المياه داخل مدينة الخرج.

تم اقتراح وسائل متعددة وتحليلها لتحديد مناسيب غمر المياه عبر طرق متنوعة منها: من خلال الصور الفوتوغرافية ووسائل التواصل الاجتماعي لمناطق الغمر أثناء التساقط المطري، مع تحديد درجات الخطورة لمستويات المياه والتطبيق على أحد المناطق داخل مدينة الخرج لسيل يوم 12 أبريل 2019م.

تم تحليل القطاعات العرضية بالمدينة وتحديد مناطق تجمعات المياه التي تظهر عبر هذه القطاعات.

أوضحت خارطة الغمر لمحافظة الخرج وفقاً لفئات تصنيفها عند أقصى عاصفة مطرية لزمن تكراري 100 عامٍ أنّ أكثر المناطق المعرضة لخطر الغمر تلك الواقعة حول طريق الملك عبدالله، والمنطقة التي تشغلها مزارع ألبان المراعي والصافي والمزرعة، حيث تعد منطقة شبه مستوية ومنخفضة نسبياً عما يجاورها مما يؤدي إلى غمرها بالمياه، في حين يلاحظ أن مركز الهياثم غرب الخرج معرض للغمر بسبب وادي نساح الذي يمر شماله مباشرة، والمنطقة الواقعة ما بين شمال منطقة الصناعية عند حديقة الأمير عبد الرحمن بن ناصر، والكلية التقنية، وجنوب حي القطار.

تم إجراء التحليل الهيدرولوجي للأودية المؤثرة على مدينة الخرج وتحديد مدى تأثير أعمال الحماية المقترحة على الحد من ذروة التدفقات أثناء حدوث السيول بالمنطقة.

أوضحت الدراسة مدى مساهمة أعمال الحماية من درء أخطار السيول المقترحة ومنظومة الإنذار المبكر في حماية محافظة الخرج من خطر الغمر والسيول بعد أن تم تحديد قطاعات مجاري الأودية ومسارات المياه بها وبحيرات التهدئة وإمكانية ربط شبكات تصريف مياه الأمطار عليها مستقبلاً، كما أن تقليل سرعات تدفق المياه والتخزين المؤقت لها في بحيرات التهدئة سوف يساهم في زيادة المخزون الجوفي للمياه بالمنطقة والاستفادة منها في الاستخدامات المختلفة، على النقيض من قبل، حيث كانت تنساب المياه نحو صحراء الخرج شرقاً بدون الاستفادة القصوى منها، لذا ستساهم هذه الحلول في تقليل الفواقد المائية بالمنطقة والاستفادة منها.

التوصيات

1- وضع محطات إلكترونية لقياس تصرفات المياه وسرعتها وارتفاع مناسيبها داخل الأودية والمناطق المعرضة للغمر أثناء التساقط المطري.

2- اقتراح إنشاء 7 بحيرات تهدئة لمياه السيول على مسارات الأودية خارج المدينة.

3- تهذيب مجاري الأودية وعمل قطاعات تصميمية لعدد 8 أودية رئيسية منها وإزالة التعديات من مساراتها حتى تستوعب المياه المنسابة إليها.

4- تصميم عدد من الخرائط الإرشادية داخل المدينة موضح عليها مسارات الأودية والمناطق الحرجة التي تم تحديدها لتجنبها عند حدوث أمطار وسيول شديدة.

5- تصميم تطبيق Mobile App يضم عناصر التحليل السابقة بالدراسة وتطويرها لعمل منظومة إنذار مبكر لدرء أخطار السيول عن مدينة الخرج.

المراجع العربية:

إبراهيم سيد البكري(2005م)، "السيول وأخطارها علي ساحل البحر الأحمر فيما بين واديي الأسنود وفالق الوعر"، دراسة جيومورفولوجية تطبيقية، رسالة ماجستير، قسم الجغرافية، كلية البنات، جامعة عين شمس.

الجعيدي، فرحان(2007م)، "مراقبة التغير في اتجاهات مجاري الأودية في سهل الخرج باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية خلال الفترة من عام 1950-2006 م"، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، جامعة الكويت، الكويت العدد (127).

_____(2008 م)، "الخصائص الهيدرومورفومترية وخصائص السيول في أحواض السدود المقترحة على أودية علية في محافظة الخرج، الجمعية الجغرافية السعودية، العدد (84) الرياض.

الكتاب الإحصائي السنوي (2020م)، وزارة البيئة والمياه والزراعة، المملكة العربية السعودية.

آل سعود، مشاعل (1996 م): " التحليل المورفومتري لشبكة التصريف السطحي بحوض وادي نساح"، رسالة الدكتوراه غير المنشورة، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود.

بوروبة، محمد فضيل والجعيدي، فرحان(2008م)" تقدير تدفق الذروة للسيول من بحوض وادي العين بمحافظة الخرج في المملكة العربية السعودية"، مركز البحوث، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، العدد (121)..

بوروبة، محمد فضيل والجعيدي، فرحان(2008م)" تقدير تدفق الذروة للسيول من بحوض وادي العين بمحافظة الخرج في المملكة العربية السعودية"، مركز البحوث، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، العدد (121).

صالح، أحمد سالم، (١٩٩٩م):" الجريان السيلي في الصحاري نظرياً"، دار الكتاب الحديث، القاهرة.

عبد الحميد، أحمد كمال والعقيّل، هيا محمد (2021م): " استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والنماذج الهيدرولوجية في تحليل نظم التصريف المائية المؤثرة على محافظة الخرج"، مجلة دراسات – عدد العلوم الإنسانية والاجتماعية، الجامعة الأردنية، عمان.

عبدالماجد، عصام محمد، إبراهيم، عباس عبدالله (2001م)، الهيدرولوجيا، دار جامعة السودان للنشر والطباعة والتوزيع، الخرطوم، السودان.

المراجع الاجنبية:

Abhas K Jha | Robin Bloch Jessica Lamond, Cities and Flooding A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century, The World Bank, Washington, D.D. , 2011.

Ashraf Abdelkarim and Ahmed F.D. Gaber, Flood Risk Assessment of the Wadi Nu'man Basin, Mecca, Saudi Arabia (During the Period, 1988–2019) Based on the Integration of Geomatics and Hydraulic Modeling: A Case Study, Journal of Water, September 2019.

Dianne Lowe, Kristie L. Ebi and Bertil Forsberg, Factors Increasing Vulnerability to Health Effects before, during and after Floods, International Journal of Environmental Research and Public Health, ISSN 1660-4601, 2013.

Faouzi Ameur, Floods in Jeddah, Saudi Arabia: Unusual Phenomenon and Huge Losses. What Prognoses, 3rd European Conference on Flood Risk Management, 2016.

J. T. LIMERINOS, Determination of the Manning Coefficient From Measured Bed Roughnessin Natural Channels, united states government printing office, washington, Library of Congress Catalog Card No. GS 77-608592, 1970.

Mahmoud M. Abdelkader, Ahmed I. Al-Amoud, Tarek Zin El-Abedin, Assessment of Flash Flood Hazards Using GIS in Wadi Nisah, Central Saudi Arabia, International Conference on Water Resources and Arid Environments (ICWRAE 8): 21-30, 2019.

Miller, A. W. & Nelson,E. J. , "Hydrologic evaluation of flood flows from a burned watershed", WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol 133, 2010.

P. Chaudhary, s. D'aronco, m. Moy de vitry, j. P. Leitao˜, j. D. Wegner, Flood-Water Level Estimation From Social Media Images, isprs annals of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences, volume iv-2/w5, 2019 isprs geospatial week 2019, 10–14 june 2019.

Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Conservation Engineering Division, Technical, Release 55, June 1986.

Yan-Ting Lin, Ming-Der Yang, Jen-Yu Han, Yuan-Fong Su and Jiun-Huei Jang, Quantifying Flood Water Levels Using Image-Based Volunteered Geographic Information, Remote Sensing Journal, February 2020.

King Khalid Univenaity

Journal of Humanities

Biannual Refereed Journal

Volume Ninth - Number (2)
2022AD 1444AH