https://doi.org/10.5281/zenodo.21983718

# المخاطر الهيدروجيومورفولوجية في البيئات الجافة وشبه الجافة وآليات التصدي منطقة ترهونة أنموذجا

**د. عصام عبد السلام البركي.**
قسم الجغرافيا/ كلية الآداب والعلوم–قصر اخيار/ جامعة المرقب– ليبيا.
a.alburki@azu.edu.ly

**د. عبد المنعم عبد السلام عبد الله**
قسم علوم الأرض/ كلية العلوم/ جامعة الزيتونة– ليبيا.
eaalborki@elmergib.edu.ly

**الملخّص:**

تُعدّ السيول من أخطر الكوارث الطبيعية التي تواجه التنمية في البيئات الجافة وشبه الجافة، حيث تتميز هذه المناطق بندرة الأمطار وفجائيتها وشدتها العالية في الكثير من الحالات، إضافة إلى ارتفاع معدلات التبخر مما يؤدي إلى جفاف التربة وتفككها لتصبح فيما بعد عرضة للانجراف عقب سقوط رخات غزيرة من المطر في زمن قصير فضلا عن الخسائر في الأرواح والمنشآت والممتلكات. ويتناول هذا البحث تحليل وتوصيف لكل المخاطر الهيدرولوجية الناتجة عن السيول في منطقة ترهونة باعتبارها امتدادا للمناطق شبه الجافة وأسبابها، كما سيعرض آليات مواجهة هذه المخاطر بكل أنواعها الأمر الذي سينعكس إيجابياً على خطط التنمية المكانية، لا سيما بعد تعرّض المنطقة وغيرها من المناطق في ليبيا إلى أضرار جسيمة في الأرواح والممتلكات.

**الكلمات المفتاحية:** المخاطر الهيدرولوجية، السيول، البيئات الجافة وشبه الجافة، الفيضانات المفاجئة.

– الجزء الأول من بحوث المؤتمر الجغرافي الثامن عشر والذي عقد بجامعة الجفرة بتاريخ 17–18– ديسمبر 2025 ، بعنوان (**البيئات الجغرافية الليبية الجافة وشبه الجافة: الواقع – الآفاق – التحديات** ، ( **2026.08.15** م) **https://jlgs.ly/ojs**.

# *Hydro-geomorphological Hazards in Arid and Semi-Arid Environments and Mitigation Mechanisms: Tarhuna as a Case Study*

**Esam Abdussalam Alborki**
Assistant Professor, Department of Geography
Faculty of Arts and Sciences- Qasr Akhyar, Elmergib University- Libya.
eaalborki@elmergib.edu.ly

**Abduelmenam A. Abdullah Alburki**
Associate Professor, Department of Earth Sciences
Faculty of Science, Azzaytuna University- Libya.
a.alburki@azu.edu.ly

**Abstract:**

Flash floods are among the most hazardous natural disasters threatening development in arid and semi-arid environments. These regions are characterized by scarce rainfall, high temporal variability, and, in many cases, extremely intense precipitation events. In addition, high evaporation rates lead to soil dryness and disintegration, making soils highly susceptible to erosion following short-duration, high-intensity rainstorms, which in turn cause severe losses in lives, infrastructure, and property.

This study presents an analysis and characterization of the hydrological hazards associated with flash floods in the Tarhuna region, as an extension of semi-arid zones. It also discusses the underlying causes of these hazards and outlines the mechanisms and strategies for mitigating them in all their forms. The outcomes of this study will contribute positively to spatial development planning, particularly in light of the severe human and material losses that have affected Tarhuna and other regions in Libya.

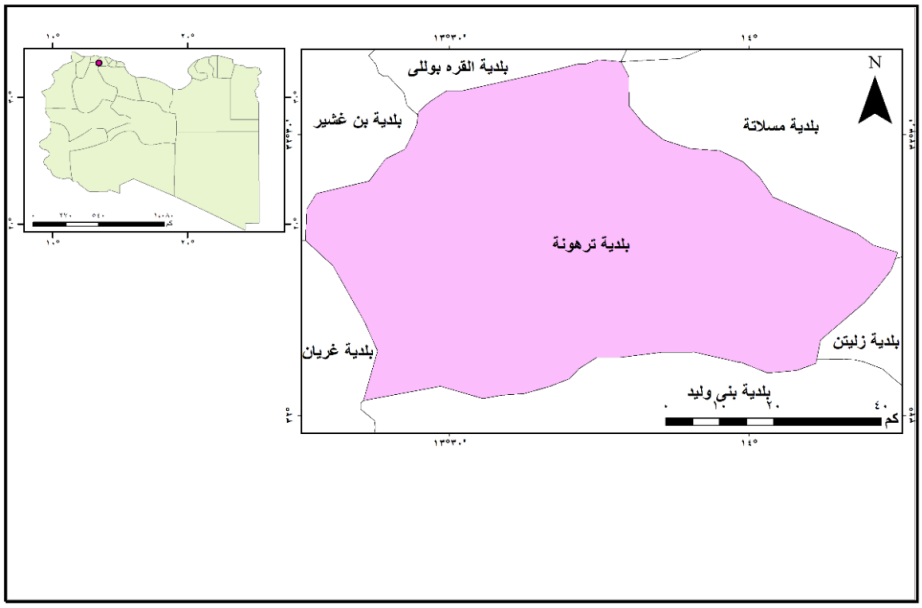
***Keywords:*** Hydrological Hazards; Flash Floods; Arid and Semi-Arid Environments; Flash Flooding

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983718

**مقدمة:**

في كثير من البيئات تتلازم الفيضانات والسيول في البيئات والمراكز الحضرية ذات الكثافة العمرانية المرتفعة وهذا له دلالاته من حيث ارتباط الفائض المائي ببيئات العمران والطرق والشوارع المرصوفة، ولكن عندما تتعدى الفيضانات حدود المراكز الحضرية فإنّ ذلك يُعدّ مؤشراً خطيراً على وجود تغيرات بيئية وتعديات على المجال الطبيعي فكانت ردة الفعل في صورة فيضانات مدمرة داخل المراكز الحضرية وخارجها لتصل إلى المناطق الريفية التي لم تعتد على هذه الظروف الكارثية، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتميز بأمطارها الفجائية وغزارتها وشدتها، كما حدث في (ديسمبر2024) في منطقة ترهونة (منطقة الدراسة)، التي تقع في شمال غرب ليبيا جنوب العاصمة طرابلس بنحو (85 كم) بمساحة بلغت (3820 كم$^2$)، حيث أخذت الأمطار طابع الكثافة والغزارة والاستمرارية لأكثر من (18 ساعة) متواصلة الأمر الذي تحول تدريجيا إلى فيضانات عارمة والتي بدورها تحولت إلى كارثة حقيقية شملت معظم أجزاء البلدية خاصة مركز ترهونة المدينة ومنطقة الخضراء وشارع العزيب حيث تتركز معظم الخسائر.

**الخريطة (1) موقع منطقة الدراسة.**




**المصدر**: إعداد الباحثيْن باستخدام برامج (gis).

تمتلك منطقة الدراسة العديد من المقومات الاقتصادية لاسيما الزراعية والرعوية وبالتالي فهي مجالاً خصباً للتنمية المستدامة، إلّا أنّها تتعرّض بشكل شبه سنوي للفيضانات والسيول التي تسبب خسائر فادحة تصل إلى خسائر في الأرواح فضلاً عن الممتلكات والبنى التحتية والأراضي الزراعية، الأمر الذي كان دافعاً لاختيار هذا الموضوع في هذه المنطقة. وتندرج مخاطر السيول حسب تصنيف (Button and Kates, 1978) تحت المخاطر الجيوفيزيائية (مناخية، ميتورولوجية)، إلّا أنّه لا يمكن عزلها عن المخاطر الجيومورفولوجية لأنّ كل منها انعكاس للآخر بدرجات متفاوتة. وتُعرّف المخاطر الهيدروجيومورفولوجية بأنّها كل الآثار التدميرية ومسبباتها والتي في مجملها ناتجه عن تفاعل مباشر بين المناخ والجيولوجيا والجيومورفولوجيا وعادة ما يشار إليها بمخاطر السيول والانجرافات والانهيالات الأرضية وتنتج عنها خسائر فادحة في الأرواح والممتلكات والبنى التحتية.

وتتفاقم خطورة السيول في المناطق الجافه وشبه الجافه نتيجة لجملة من العوامل الطبيعية والبشرية، منها التوسّع العمراني على حساب المجاري المائية للأودية وتدهور الغطاء النباتي وتفكك التربة وجفافها، وكذلك عدم الاستعداد والتهيئ لها مما يجعلها أكثر فاعلية وتدميراً، وأظهرت الأحداث الأخيرة في ليبيا عموما ومنطقة الدراسة خصوصاً أنّ هذه الكوارث لا يقتصر حدوثها على إقليم مناخي بعينه، كما أنّ الخسائر الناتجة عنها لا تقف عند الخسائر المادية فقط بل تتعداها إلى فقدان الأرواح.

**مشكله الدراسة:**

بالرغم من الاتساع الكبير لليبيا وتنوعها الجيولوجي والجيومورفولوجية والمناخي إلّا أنّ جل هذه البيئات تعرضت للسيول والفيضانات لا سيما منطقة الدراسة حيث تتعرّض سنوياً لمخاطر السيول والفيضانات ولعل أشدها كان في (السادس من ديسمبر 2024) بالرغم من عدم تسجيل كميات أمطار قياسية إلّا أنّ الخسائر كانت كبيرة، ومن هذا المنطلق نعرض التساؤلات الآتية:

1. ما هي الأسباب الكامنة وراء تفاقم ظاهرة السيول والفيضانات وتزايد المخاطر الهيدروجيومورفولوجية في منطقه ترهونة؟ وما هي الآثار الناجمة عنها ؟
2. ما هي الإجراءات والضوابط التي يمكن بها الحد أو التقليل من المخاطر الهيدروجيومورفولوجية بالمنطقة ؟

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983718

**أهداف الدراسة:**

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق هدفين أساسيين:

1. معرفه الأسباب الكامنة وراء حدوث فيضانات ترهونة (ديسمبر 2024) طبيعية أم بشرية ؟
2. استنتاج الإجراءات والطرق الأنجع للحد من مخاطر السيول مستقبلاً.

**أهمية الدراسة:**

تكمن الأهمية في كون هذه الدراسة ستقدم تحليلاً دقيقاً لخصائص وأسباب وآثار السيول والفيضانات ومن ثم تقديم بعض التوصيات لصناع القرار، وتوصيف الآليات التي من شأنها التقليل من الخسائر بأنواعها، مما يعزز الوعي البيئي لدى السكان وزيادة فاعلية أساليب التعامل مع هذه الكوارث، كما أنّ هذه الدراسة تُعدّ نتاجاً لعمل ميداني متواصل قام به الباحثان وبالتالي فإنّها ستقدم معلومات وبيانات من شأنها أنْ تدعم الباحثين المتخصصين في أبحاثهم.

**أسباب الفيضانات:**

تحدث الفيضانات عندما يزيد معدل التساقط عن معدل الرشح إضافة إلى تدخل عوامل أخرى يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين:

**أولاً: الأسباب والعوامل الثابتة:**

1. شكل الحوض ومساحته.
2. نوع التربة.
3. الخصائص الطبوغرافية.
4. الخصائص الجيولوجية.
5. الخصائص الهيدرولوجية.

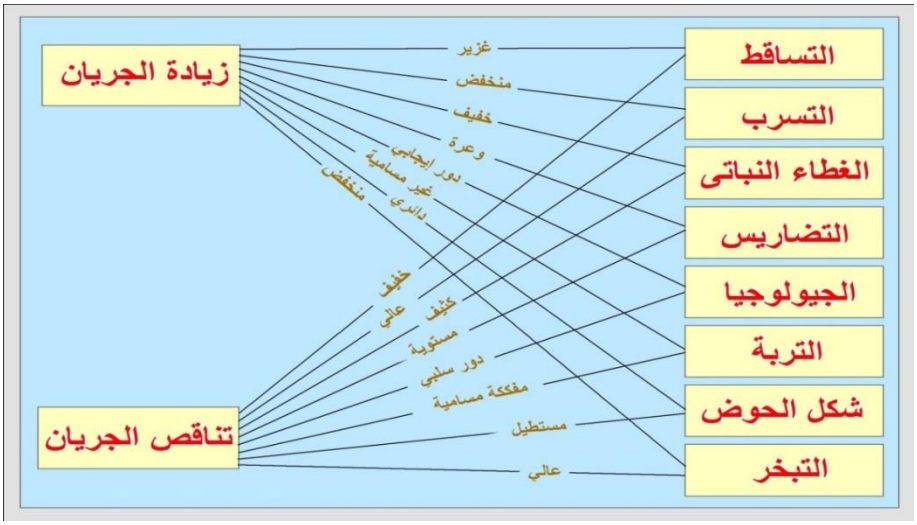
**ثانياً: الأسباب والعوامل المتغيرة:**

1. الخصائص المناخية.
2. رطوبة التربة.
3. الغطاء النباتي.
4. تأثير الإنسان (النشاطات البشرية).

وملخص القول إنّ كمية الجريان المائي تبقى رهناً لشدة المطر ونظامها وفصليتها وكذلك زمن التساقط، والكثير من العوامل الأخرى الخاصة بالأحواض وخصائصها المورفومترية،

والتضاريسية، والبنيوية، ونوعية التربة، والغطاء النباتي، والتبخر والتسرب الجوفي إضافة إلى استخدامات الأراضي.

**الشكل (1) مخطط العوامل المؤثرة في الجريان السطحي.**




**المصدر**: إعداد الباحثيْن.

**الخصائص الهيدروجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة وعلاقتها بالفيضانات:**

**أولاً: خصائص أحواض التصريف:** يختلف التصريف المائي السطحي من حوض لآخر حتى مع التشابه في الظروف المناخية وذلك تبعاً لاختلاف خصائص الأحواض المساحية والشكلية، وهذه الخصائص هي:

**الجدول (1) الخصائص المساحية والشكلية لأحواض منطقة الدراسة.**

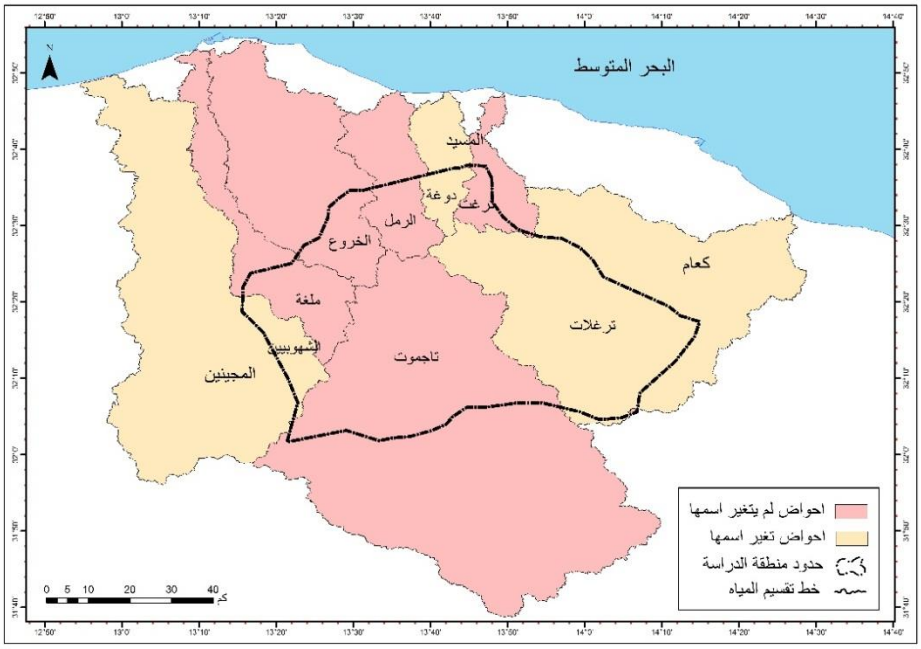
| الحوض | المساحة كم$^2$ | الطول كم | متوسط العرض كم | المحيط كم | الاستدارة | الاستطالة | معامل الشكل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تاجموت | 3754.8 | 92.25 | 39.2 | 412 | 0.28 | 0.75 | 0.44 |
| كعام | 2534 | 35.33 | 33.64 | 357 | 0.25 | 0.75 | 0.45 |
| ملغة | 638 | 80.52 | 7.93 | 296 | 0.09 | 0.35 | 0.10 |
| الخروع | 1207 | 66.45 | 18.18 | 249 | 0.24 | 0.59 | 0.27 |
| الرمل | 461 | 41.29 | 11.16 | 158 | 0.23 | 0.59 | 0.27 |
| المجينين | 2363 | 99.65 | 23.72 | 407 | 0.18 | 0.55 | 0.24 |
| المسيد | 268 | 35 | 8.18 | 115 | 0.27 | 0.54 | 0.23 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ترغت | 280.5 | 35.7 | 7.85 | 140 | 0.18 | 0.53 | 0.22 |

**المصدر**: إعداد الباحثيْن باستخدام برامج (gis).

**أ. المساحة:** كلّما كانت مساحة الحوض كبيرة والمجاري موزعة بشكل يغطي كل هذه المساحة زاد التصريف المائي لهذا الحوض (الدليمي، 2012، ص354)، وذلك ناتج من أنّ كبر مساحة الحوض تؤدي غالباً إلى زيادة كمية المياه التي يتلقاها الحوض (أبو راضي، 2003، ص125)، لاسيما وأنّ لمساحة الحوض دور وظيفي يكمن في تجميع ما أمكن من مياه المطر ودفعها في المجاري المائية حتى تصل المجرى الرئيس ومنطقة المصب، وبالتالي فهي تؤثر في كمية التصريف المائي وحجم الرواسب (موسى، 2003، ص146).

**الخريطة (2) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للأحواض النهرية للأودية.**




**المصدر**: إعداد الباحثيْن باستخدام برامج (gis).

كما تشير بعض الدراسات إلى أنّ كمية التصريف المائي تتناسب طرداً مع مساحة الحوض، إلّا أنّ ذلك لا يصح في كل الأحوال خاصة إذا لم تغطِ العاصفة المطرية الحوض كاملاً، حيث تصبح العلاقة عكسية في هذه الحالة، ففي الأحواض كبيرة المساحة لا تغطي العاصفة المطرية كل أجزاء الحوض، وبالتالي فإنّ الجريان السطحي سيتأثر بشكل مباشر في إمكانية وصوله إلى نقطة معينة، وهذا ما يُلاحظ في حوضي (ترغلات، وتاجموت) على اعتبار أنّ أجزائهما العليا هي الأكثر

عرضةً لتكرار العواصف المطرية التي تتلقاها لكونها تقع في نطاق (200ملم/سنة)، وبالتالي فإنّ عدد مرات وصول الجريان السطحي إلى بيئة المصب في هذين الحوضين أقل من عدد العواصف المطرية التي يتلقاها كل منهما (الدراسة الميدانية، 2025)، أمّا في حالة المساحة الصغيرة فإنّ فاعلية الجريان ستكون أكبر تحت ظروف تغطية السطح كاملاً بعاصفة مطرية واحدة في أغلب الأحيان، إلى درجةٍ يمكن التعامل فيها مع الأحواض التي تقل مساحتها عن (100كم$^2$) كما هي الحال في أنواع المناخ الرطبة (صالح، 1999، ص45)، مما يسهم في تشكيل الجريان المائي في معظم الروافد الفرعية للحوض، لتعمل هذه الروافد على زيادة كمية التصريف المائي وقدرته على إحداث السيول، وبالتالي تزداد طاقته الحتية، ومن الملاحظ في الأحواض محدودة المساحة أنّ الجريان يتميز بطابع القوة والفاعلية العالية على النحت ونقل الصخور والمفتتات على اختلاف أحجامها لاسيما في النطاق الجبلي من منطقة الدراسة (الدراسة الميدانية، 2025).

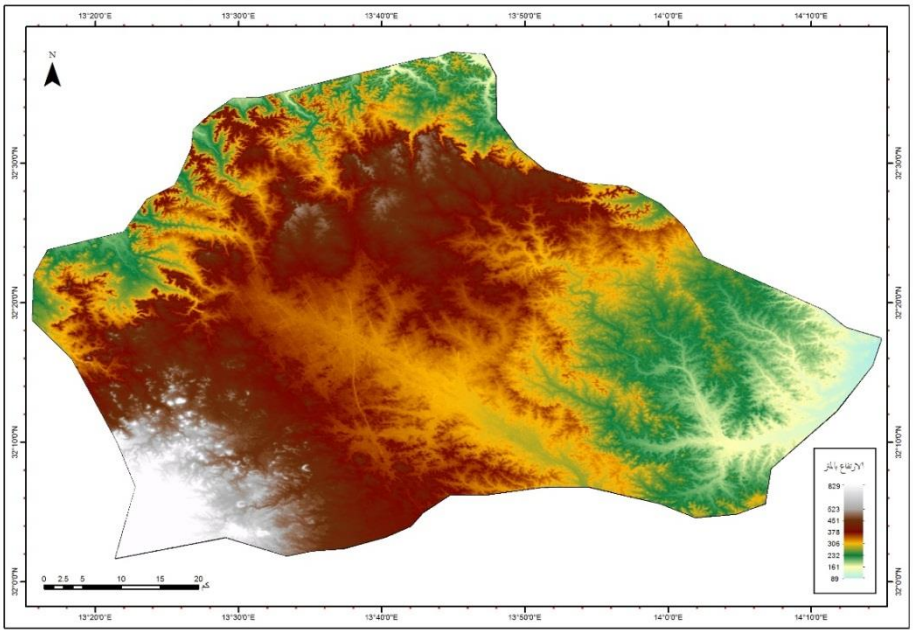
أ. **شكل الحوض:** يُعدّ من العوامل المؤثرة على الجريان السطحي لكونه يؤثر على الخصائص المورفومترية للروافد والتي بدورها تؤثر في زمن التصرف، حيث يحدد هذا الزمن قوة وسرعة تشكيل الفيضانات في الحوض المائي والتي تتناسب قوتها عكسياً معه بسبب الانخفاض المحتمل في كمية المياه المتسربة والمتبخرة من التدفقات المائية في مجاري الروافد المائية والتي تزداد مع زيادة زمن تصرف الحوض (أبو سليم، 2009، ص13).

ب. **تضاريس الحوض:** يكمن أثرها في زيادة الانحدار ومن ثَمّ زيادة السرعة التي بدورها تقلل من زمن تصرف الحوض، وتساهم بذلك في إحداث السيول لاسيما في بيئات التربة المتماسكة والصخور الصلبة، ومن الملاحظ أنّ أسطح الأودية المدروسة تختلف درجات انحدارها وميل سطوحها من مكان إلى آخر في نفس الحوض، خاصة إذا قُسم الحوض إلى أجزاء مختلفة (منبع، مجرى، مصب)، حيث يختلف الانحدار ويكون أشد في منطقة المنبع ثم يقل في نطاق المجرى الرئيس ويكاد يتلاشى في منطقة المصب.

ج. **جيولوجية الحوض:** تؤثر التكوينات الجيولوجية على عملية الجريان، فبالإضافة إلى تأثيرها على شكل ومساحة الحوض وشكل شبكته، فإنّه حيثما توجد الصخور الصلبة غير المنفذة يكون الجريان ذا قمة حادة كنتيجة لقلة التسرب لاسيما إذا توافق هذا مع زيادة الانحدار كما هي الحال في بعض أجزاء جنوب غرب وشمال منطقة الدراسة كما تلعب الظروف البنيوية دوراً بارزاً في التأثير على الجريان وذلك من تأثيرها على عملية التسرب وانعكاسها على شكل الشبكة وشكل الحوض وانحدار أسطحه (صالح، 1999، ص46).

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983718

الخريطة (3) الارتفاعات في منطقة الدراسة.




**المصدر**: إعداد الباحثيْن باستخدام برامج (gis).

الجدول (2) الخصائص التضاريسية وخصائص الشبكة المائية لأحواض منطقة الدراسة.

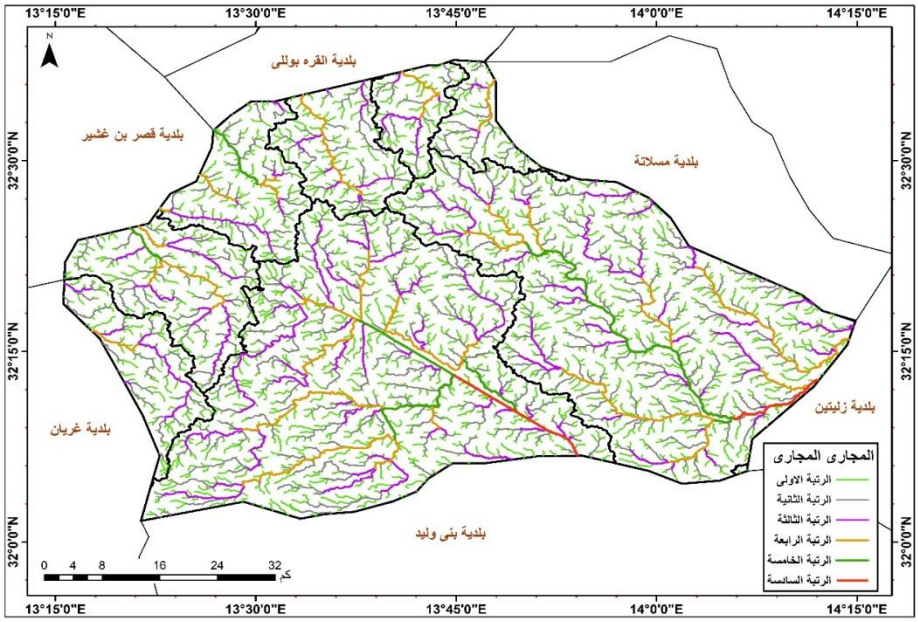
| الحوض | التضاريس القصوى م | نسبة التضرس/كم | التضاريس النسبية | عدد المجاري | عدد مجاري المنطقة | كثافة التصريف |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تاجموت | 759 | 8.59 | 1.93 | 3257 | 1215 | 1.26 |
| كعام | 508 | 6.74 | 1.42 | 2240 | 1119 | 1.18 |
| ملغة | 654 | 8.12 | 2.21 | 535 | 261 | 1.22 |
| الخروع | 517 | 7.78 | 2.07 | 1080 | 210 | 1.29 |
| الرمل | 512 | 12.40 | 3.24 | 387 | 170 | 1.22 |
| المجينين | 956 | 9.59 | 2.34 | 2041 | 160 | 1.24 |
| المسيد | 515 | 14.71 | 4.46 | 238 | 90 | 1.22 |
| ترغت | 505 | 14.15 | 3.61 | 256 | 91 | 1.18 |

**المصدر**: إعداد الباحثيْن باستخدام برامج (gis).

**د. الغطاء النباتي:** من الملاحظ انخفاض كثافة الغطاء النباتي بالاتجاه جنوباً، حيث تقل كثافته عن (1.5/م$^2$)، مع الأخذ في الاعتبار أنّها نباتات حولية ضعيفة وذات مجموع خضري صغير الحجم ورديء البناء إضافة إلى بعض أنواع الشجيرات (الدراسة الميدانية، 2025)، وبالتالي فإنّ التصريف لن يقل كما لو كانت النباتات أحسن حالاً.

**ثانياً: خصائص شبكات التصريف:** تُعدّ مجاري منطقة الدراسة أنموذجاً للأحواض الجافة وشبه الجافة، إذ تزداد أعداد المجاري في الرتبة الأولى عن الرتبة الثانية بشكل كبير، وبالتالي فإنّ مياه الأمطار التي ستتلقاها أحواض هذه الأودية ستجد بيئةً جيومورفولوجية مناسبةً للجريان السطحي وإحداث الفيضانات.

**الخريطة (4) شبكة التصريف المائي لمنطقة الدراسة.**




**المصدر**: إعداد الباحثيْن باستخدام برامج (gis).

ترتبط أهمية معرفة الرتب وأعدادها في صياغة مقياس تقريبي لكمية الجريان النهري الذي يمكن أنْ ينشأ عن شبكة التصريف، حيث يزداد الجريان المائي مع زيادة أعداد المجاري المائية في الرتب النهرية (أبو راضي، 2003، ص132)، وميدانياً على مستوى منطقة الدراسة فإنّه لا توجد معدلات عالية لمعدل التفرع أو التشعب، حيث بلغ أقصاه في حوض (تاجموت 4.84)، وبالتالي فإنّ الجريان السطحي سيتأثر بهذه المعدلات، حيث سيتركز الجريان في المجرى الرئيس وفي زمن قصير

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983718

نسبياً، وتقل هذه الظاهرة كلما زادت معدلات التشعب، وبالتالي فإنّ الجريان السيلي سيكون في وادي (**تاجموت**) أهدأ وأطول زمناً من الجريان السيلي في الأودية الأخرى مع إهمال بقية العوامل المؤثرة، وهذا ما حدث فعلا في بعض الأجزاء العليا للأحواض في المنطقة حيث كان الجريان أكثر عنفاً وتدميراً.

ويمكن القول إنّ للنسيج الطبوغرافي للأحواض المدروسة تأثيراً على كميات الجريان السطحي، وبالتالي ستزداد خطورة هذه الأودية في حالات الأمطار الغزيرة والفجائية التي تحدث في زمن قصير لا سيما على الزراعة والرعي في بطون الأودية وقد يتجاوز الخطر ذلك حتى يصل للسفوح المجاورة وبعض المنازل كما حدث في سيل (1998) في منطقة الخضراء، حيث أدى سقوط كميات كبيرة من الأمطار الانقلابية إلى غرق بعض المنازل المجاورة للمجاري المائية ومن ثَمّ إتلاف محتوياتها وبعض أساساتها، وكذلك السيل الذي أغرق جزءاً كبيراً من قرية (الداوون) في نوفمبر (2011) حيث أتلفت مياه السيول بعض السيارات والأرصفة المجاورة للمجرى المائي الذي يمر بمنتصف القرية تقريباً، إضافة إلى الفيضانات المدمرة التي حدثت في أواخر عام (2024).

**ثالثاً: الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف:** يمكن معرفة أهم الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف المدروسة من الجدول الآتي:

**الجدول (3) الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة.**

| الحوض | المساحة كم$^2$ | زمن التصرف ساعة | زمن التباطؤ دقيقة | قيم التسرب الثابتة م$^3$/ساعة | التسرب خلال زمن التباطؤ م$^3$ | قيم التسرب خلال زمن التصرف م$^3$ | مجموع التسرب م$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تاجموت | 3754.8 | 6.6 | 13.82 | 283 | 23.5 | 1867.8 | 2165 |
| ملغه | 638.18 | 5.1 | 2.25 | 37 | 20.5 | 188.7 | 228 |
| ترغت | 280.39 | 2.6 | 1.75 | 7 | 1.42 | 18.2 | 28 |
| المسيد | 285.74 | 3.3 | 1.83 | 9 | 1.66 | 29.7 | 41 |
| الرمل | 461 | 5.5 | 2.49 | 28 | 5.61 | 154 | 184 |
| الخروع | 1207.22 | 1.3 | 3.98 | 15 | 3.54 | 66.3 | 85 |
| كعام | 2534.06 | 5.2 | 7.55 | 150 | 21.28 | 780 | 938 |
| المجينين | 2363.91 | 2 | 9.76 | 47 | 11 | 94 | 151 |
| **المجموع** | **11525.29** | | | **576** | **88.51** | **3199** | **3820** |

**المصدر**: إعداد الباحثيْن باستخدام برامج (gis).

**1. من التباطؤ:** يُعرّف زمن التباطؤ بأنّه الوقت الفاصل بين بداية التساقط وبداية الجريان السيلي، ولمعرفة زمن التباطؤ تمّ الاعتماد على المعادلة الآتية:

$$\text{زمن التباطؤ} = 1.6 \left(\frac{\text{مساحة الحوض}*0.3}{\sqrt{\text{متوسط إنحدار الحوض}* \text{كثافة التصريف}}}\right)$$ (صالح، 1989، ص71).

**2. زمن تصرف الحوض:** هو الزمن اللازم للحوض لكي يصرف كل المياه الجارية على سطحه (مياه الأمطار) من أي جزء على الحوض حتى وصولها المصب، وهذا العنصر له تأثير مباشر على إمكانية حدوث الفيضان من تأثيره على زمن تجمع المياه في نقطة معينة، فكلّما كان الزمن قصيراً كانت المياه أكثر قوة واندفاعاً، ويقاس زمن التصرف من المعادلة الآتية:(مشاضي، 2005، ص146).

$$\text{زمن تصرف الحوض بالساعة} = \frac{(0.305*\text{طول المجرى الرئيس كم})^{1.15}}{7700(0.305*\text{التضاريس القصوى للحوض})^{0.38}}$$

**3. التسرب:** يجب التفريق بين كلٍّ من (معدل أو سرعة الرشح) وهو سرعة دخول الماء في التربة تحت الظروف السائدة، (وطاقة الرشح) التي تعبر عن أقصى معدل لهذه السرعة، فإذا كان معدل الهطول أقل من طاقة الرشح الابتدائية للتربة سوف لن يحدث جرياناً سطحياً، لكن عندما تنخفض طاقة الرشح إلى معدل أقل من معدل الهطول ففي هذه الحالة من الممكن حدوث الجريان السطحي، ويجب الإشارة إلى أنّ هناك مجموعة من العوامل لها تأثيرها على معدل الرشح أو التسرب خلال التربة لسنا بصدد ذكرها والتوسّع فيها.

إن معدلات الرشح أو التسرب تتأثر بشكل مباشر بنوع صخور السطح، حيث يكون الرشح أعلى ما يمكن في التكوينات الجيرية (0.0158م$^3$/ساعة)، ثم التربة والتكوينات الرملية (0.0120- 0.0080م$^3$/ساعة)، وأقل ما يمكن في التربة والتكوينات الطينية (0.0020م$^3$/ساعة)، (الشبلاق، وعمار، 1998، ص21).

**4. التسرب خلال زمن التباطؤ:** ويقصد به كمية المياه المتسربة خلال التربة أثناء زمن التباطؤ بالمتر المكعب، وهذه الكمية تتسرب في فترة زمنية قصيرة (عدة دقائق)، ولكن بمعدلات كبيرة ما تلبث حتى تنخفض تدريجياً حتى يصبح التساقط أكبر من قدرة التربة الامتصاصية وعندها يبدأ السريان السطحي للماء وفي ذات اللحظة ينتهي زمن التباطؤ.

ولاستخراج كمية التسرب خلال زمن التباطؤ تمّ استخدام المعادلة الآتية: (شعبان، 2005، ص4).

**مقدار التسرب خلال زمن التباطؤ = مساحة الحوض × زمن تصرف الحوض × مقدار ثابت يعبر عن نوع الصخر الأصلي**

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983718

ومن خلال المعادلة السابقة تمّ التوصّل إلى النتائج المبينة في الجدول (3).

5. **قيم التسرب الثابتة:** والمقصود هنا القيم التي يستقر عندها التسرب ويظل ثابتاً بعد انتهاء وقت التباطؤ حتى انتهاء العاصفة المطرية والوقت القصير الذي يليها، ويمكن الوصول إلى قيم التسرب الثابتة من المعادلة الآتية: (مشاضي، 2005، ص162).

قيم التسرب الثابتة م$^3$/ساعة = معدل التسرب للتكوينات الجيولوجية × مساحة الحوض كم$^2$ × زمن تصرف الحوض – زمن التباطؤ

وبناءً على هذه المعادلة تمّ التوصّل إلى النتائج المبينة في الجدول (3).

**أسباب فيضانات بلدية ترهونة 2024:** بعد الدراسة الميدانية ومعايشة السيول والفيضانات، والمقابلات الشخصية والمعاينة المباشرة لجل تفاصيل الكارثة تمّ تشخيص العوامل المؤثرة أو المسببة لها على النحو الآتي خاصة خارج نطاق مدينة ترهونة.

**أولاً: أسلوب الزراعة الكنتورية (المصاطب الترابية):** من الزيارات الحقلية للمزارع المتضررة من السيول وجد أنّ أغلبها تتخذ أسلوب الزراعة الكنتورية أو الطوابي وترجع هذه الأضرار كنتائج تراكمية لعدة عوامل يمكن تلخيصها في الآتي:

أدى الجفاف الذي استمر لأربع سنوات متتالية قبل حدوث الفيضانات إلى جفاف التربة وتشققها على مستوى المصاطب الترابية فضلاً عن نشاط القوارض فيها خاصة مع تراكم الحطب والقش فوقها الأمر الذي أدى إلى إضعافها وسرعة انهيارها أمام السيول خاصة تلك الناتجة عن عاصفة (ديسمبر 2024) وبالتالي بدأت المصاطب صغيرة الحجم تضعف أمام كميات كبيرة من المياه وما تلبث إلّا أنْ تفيض ومن ثَمّ تنهار لتأتي على المصطبة الأخرى التي تليها والتي تكون امتلأت بالمياه أو تكاد ومن ثَمّ تنهار أمام السيل العرم من المياه وما تحمله من تربة وصخور وأغصان وأشجار وغيرها، وبتكرار هذه العملية تأتي السيول على كل المصاطب التي في طريقها حتى تصل إلى المجرى الرئيس للوادي في وقت متزامن مع جهات أخرى من حوض الوادي، حيث قدرت أعداد المصاطب في قرية الدخيلة بحوالي (780) مصطبة تضرر منها أكثر من (750) مصطبة أي ما نسبته (96%) منها، الأمر الذي أدى إلى حركة مئات الآلاف من الأمتار المكعبة من التربة التي زادت من فاعليه الجريان على النحت ومن كفاءته أيضاً مما زاد من النحت حتى في مجاري الأودية الرئيسية، (الدراسة الميدانية، 2025).

**ثانياً: تدمير مجاري الأودية وتراكم النفايات بأنواعها:** أدى الجفاف السابق للفيضان إلى تراكم كميات كبيرة من النفايات المنزلية ونفايات الهدم والبناء في مجاري الأودية وبالتالي زادت من اختناق

المجرى المائي وتجمع كميات كبيرة من المياه خلفها ومن ثم انهيارها ونقلها بواسطة المياه التي شكلت موجة طوفانية أدت إلى اقتلاع الأشجار في مجرى الوادي كما حدث لأشجار النخيل في مجرى وادي المنشي الذي ينحدر من قرية الدخيلة حيث اقتلعت المياه شجره نخيل يتجاوز عمرها أكثر من (120 سنة) حسب روايات السكان المحليين، الأمر الذي يشير إلى أنّ هناك قوة تدميرية هائلة للتيار المائي أثناء العاصفة لا يمكن أنْ تقف عند قوة النحت الهيدروليكي فقط بل أنّ الحمولة العالقة كبيرة جداً وكذلك المجرورة وبالتالي عملت كمعاول هدم أثرت على كل ما هو في طريقها.

**ثالثاً: طبيعة الأمطار**: تستقبل منطقة الدراسة ما مقداره (259.5ملم/سنة) من الأمطار، منها (10-15%) أمطار انقلابية والبقية أمطار إعصارية، ومعنى ذلك أنّ أمطارها شتوية، حيث بلغت أمطار الشتاء (52%) من مجموع الأمطار السنوية، يليه الخريف بنسبة (24.80%)، ثم الربيع بنسبة (21.84%).

وتسقط الأمطار في الغالب على هيئة عواصف متقطعة ومتباعدة زمنيًا، كما أنّ مجموع الأيام الممطرة قلما يتجاوز (60 يوماً/سنة)، الأمر الذي يزيد من شدة المطر وزيادة فرص حدوث الجريان السطحي وزيادة كمياته وحدوث فيضانات، وهنا تجب الإشارة إلى أنّ اختلاف التصاريف المائية بين الأودية يرتبط أولاً بالتذبذبات المطرية إضافة إلى تأثير التبخر والتسرب، (سلامة، 1985، ص34)، ولا يجب إغفال أنّه في حالة حدوث تساقطين متتابعين فإنّ شدة الجريان ستكون بنسبة (100%) من التساقط الثاني لأنّ التربة والهواء يكونان تشبعا بالرطوبة من التساقط الأول (البارودي، 1986، ص34). وتجدر الإشارة إلى أنّ درجة تركز المطر غالباً ما ترتبط بنوعية العاصفة الممطرة؛ ففي العواصف المطرية الانقلابية قد تتجاوز شدة المطر (50ملم/ساعة)، في حين تنخفض في العواصف الإعصارية إلى (10ملم/ساعة) تقريباً، ويمكن القول إنّ شدة المطر وزمن الهطول يمثلان أهم العوامل على عملية الجريان ويُعدّان أهم من إجمالي كمية المطر (صالح، 1999، ص21)، كما يؤثر اتجاه العاصفة في سلوك عملية الجريان، إذ أنّه في الحالات التي تتجه فيها العاصفة نحو مصب الوادي فإنّ ذلك يعمل على إحداث قمة حادة للفيضان في الوادي الرئيس؛ بسبب تراكم المياه الساقطة على السطح مع تلك التي تجري عليه والتي سبقت في السقوط، ويقل الجريان في حالة اتجاه العاصفة من المصب إلى المنبع وبالتالي فإنّ الجريان لن تكون له قمة حادة.

فالأمطار تتساقط كل عام والكميات تتذبذب حتى أنّ أعلى كمية كانت في عام (2015 حوالي 180 ملم) إلّا أنّها لم تحدث دماراً مثل ما حصل في فيضان (2024) بالرغم من أنّ الأمطار بلغت (158 ملم) بفارق (22ملم) عن سابقتها، فقد يُعزى السبب إلى اختلاف شدة المطر وزمن

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983718

سقوطها أو يعزى إلى ظروف استحدثت في مجاري الأودية كتكدس القمامة ومخلفات البناء في مجاريها والتعديات التي تؤثر في خصائص الأودية هيدرولوجيا، الأمر الذي يشير إلى تداخل عدة عوامل بعضها طبيعي وبعضها بشري وفي المحصلة حدوث فيضانات مدمرة بالرغم من أنّ الكمية المطرية ليست قياسية مما يستوجب منا زيادة في البحث والتنقيب عن أسباب هذا الفيضان دون غيره.

كما أنّ هناك عوامل أخرى مسانده مثل التربة الجافة حيث تتضمن الخواص الفيزيائية الشائعة في ترب المناطق الجافة وشبه الجافة القابلية العالية للانجراف (الماحي وآخرون، 1996، ص175) فضلاً عن التربة المفككة الرملية حديثة التكوين التي تغطي بطون الأودية والتي من خصائصها المشاركة في إحداث الجريان السطحي الشديد والقابلية لتكوين القشرة السطحية وعدم النفاذية وانخفاض سعة الاحتفاظ بالماء وتسربه وارتفاع درجه حرارة سطح التربة أثناء أشهر الصيف (السويفي وآخرون، 2001، ص218). فالتربة المفككة والمجهدة التي تكون خالية من الغطاء النباتي تشكّل بيئة فيزيائية جيدة لنشاط فاعلية الفيضان ومن ثَمّ انجرافها والمشاركة في النحت في مسار مجرى الوادي التالي وأيضاً المشاركة في طمر تكوينات أو رواسب أخرى.

وعملية تشخيص وتحديد دور كل عامل من عوامل نشأة الفيضان على حدا لهو من الصعوبة بمكان؛ وذلك نظراً للتداخل الشديد وعدم وجود حدود واضحة بين تأثير كل عامل منها، ففاعلية الجريان السيلي تبدأ من غزارة المطر والطبوغرافيا وحالة التربة وغطائها النباتي وجيولوجية الحوض النهري فضلاً عن طبيعة استخدامات الأراضي التي لها التأثير الأبرز لا سيما داخل نطاق المراكز الحضرية، مثل ما حدث في مدينه ترهونة وفيضان أجزاء منها، حيث قدر حجم السيل بـ(2446515 م$^3$)، وطمرت أجزاء واسعة منها تقدر بـ(2 كم$^2$) بنحو (125148 م$^3$) من الأتربة والنفايات وغيرها، (الحداد، 2024، ص7).

**رابعاً: التوسّع الحضري والاستخدامات المختلفة للأراضي:** للتوسع الحضري علاقة مباشرة بالنتائج النهائية للسيول فكلّما زاد التوسّع الحضري وما يتبعه من رصف للطرق والشوارع والمباني زادت القابلية للجريان وتجمع المياه مقابل قلة التسرب في أعماق التربة، وبالتالي فإنّ مياه السيول ستتراكم في النقاط المنخفضة من التجمعات الحضرية تماماً كما حدث في فيضانات منطقة الدراسة المتكررة حيث يعمل المستجمع المائي للمدينة البالغ مساحته (22 كم$^2$) على تجميع المياه في اخفض منطقه فيها والتي تسمى بحي الحفرة ومنه إلى المستشفى وكلية الطب والتقنية الطبية والمعهد

العالي للمهن الشاملة وكذلك كلية التربية حيث دائماً ما تتعرض هذه المنشآت للغرق والردم للكثير من أجزائها بالطمي والنفايات وكل ما يحمله السيل. أمّا على صعيد المناطق الريفية ومثالنا هنا منطقه الخضراء شرق مدينة ترهونة بنحو (10 كيلو مترات) حيث تعرّضت هي الأخرى للفيضانات تلقتها من المستجمع المائي بمساحة (45كم$^2$)، وكان للتوسّع العمراني الدور الأبرز في ذلك حيث أثرت المباني والشوارع المرصوفة على تعاظم أثر الجريان السيلي الذي قدر بنحو (6378750 م$^3$) إضافة إلى تأثير تجمع المياه خلف الطوابي الزراعية والتي أقيم بعضها لحماية أجزاء من مباني القرية إلّا أنّ كميات المياه الكبيرة أدت إلى انهيارها لتندفع كميات كبيرة من المياه والطمي حيث قدرت كمية التربة والصخور المنقولة بـ(340927 م$^3$ )، (الحداد، 2024، ص8). نحو تلك المباني وعند التقائها بالطريق العام الموصل بين ترهونة والداوون ونتيجة لاعتداء التوسّع العمراني على إحدى العبارات في وسط قرية الخضراء بداية من شارع العزيب فتراكمت المياه وأغرقت المباني المجاورة بالطمي قبل أنْ تتجاوز الطريق العام معلنة بداية فصل جديد من مخاطر السيول. إضافه إلى التنوع التضاريسي والجيولوجي وتنوع خصائص التربة كل تلك العوامل جعلت من الفيضانات تبرز في أجزاء وتختفي أو تقل في أجزاء أخرى فضلاً عن دور تدخلات الإنسان وتأثيرها على سلوك الفيضان حيث إنّ للتوسّع العمراني وما يتبعه من رصف للطرق والتهيئة الترابية للمزارع والمساطب إضافة إلى مختلف أنواع النفايات التي ترمى في مجاري الأودية كل تلك العوامل جعلت من الفيضانات أشد بكثير عما سبق من الأعوام بالرغم من الاختلاف في كميات الأمطار الهاطلة.

ومجمل القول إنّ النتائج الكارثية للفيضانات عام (2024) يمكن إرجاعها للتدخّل والتأثير على مجاري الأودية حيث المصاطب الترابية والقمامة ومخلفات البناء والهدم وهياكل السيارات ومخلفات المزارع من الحطب ونحوه كل تلك العناصر جعلت من الأودية تختنق وتفيض عن مجاريها وتدمر كل ما تصل إليه.

## الآثار الناتجة عن الفيضانات في ترهونة 2024:

تعددت واختلفت الخسائر الناتجة عن الفيضانات في منطقة الدراسة وفيما يلي تفصيل لأهمها:

1. **الخسائر البشرية:** حدثت السيول في المنطقة عدة مرات في عام (2024) إلّا أنّ أكثرها خطورة كان في (2024/12/6)، حيث حدثت عدة وفيات مجموعها (6 حالات) حالة واحدة قبل هذا التاريخ في مجرى وادي وشتاته أحد أجزاء حوض تاجموت، أمّا البقية فكانت حالتي وفاة

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983718

في أحد المجاري المائية الرافدة لوادي ترغلات، وحالتي وفاه في مجرى وادي تاجموت، وحالة وفاة لشخص مغترب في نطاق المدينة، وتشير الإحصاءات إلى أنّ المتوسط السنوي للوفيات في ترهونة يصل لـ(2) حالتي وفاة سنوياً الأمر الذي يؤكد زيادة مخاطر الفيضانات عمّا كانت عليه في السابق، هذه المعدلات الخطيرة جاءت انعكاساً لعدم الأخذ في الاعتبار أهمية التخطيط الصحيح للطرق والتوسّع العمراني والتعدي على مجاري الأودية.

2. **الخسائر في البنى التحتية:** تعرّضت منطقة الدراسة لخسائر كبيرة في شتى القطاعات، فأتت السيول على عشرات المنازل بالهدم أو الردم وأغرقت أخرى، إضافة إلى تدمير (68) محول كهربائي فضلاً عن مئات الأعمدة وآلاف الأمتار من الكوابل الكهربائية، الأمر الذي أدى إلى انقطاع التيار الكهربائي لفترات وصلت في بعض القرى لأكثر من خمسة أيام، وعشرات السيارات وكذلك عدد (7) عبارات وانجراف أجزاء متفرقة من الطرق الإسفلتية فضلاً عن الطرق الترابية. وتأثرت حوالي (60) بئر بشكل كبير أدى إلى خروجها النهائي عن الخدمة، إضافة إلى تأثيرات متفاوتة لعدد (152) بئراً شملت تأثيرات متعلقة بالتوصيلات الكهربائية وأنظمة سحب المياه، وتأثيرات تتعلق بتلوث مياه الآبار، وآثار أخرى تتعلق بعزل الآبار بعد انجرافات عميقة في محيطها وتدمير شبكات توصيل المياه للمنازل التي قدرت بنحو (168) منزلاً فقدت الإمداد المائي. ولعل الصور (الملحق) خير دليل على مدى تأثير السيول على البنى التحتية، فقد دمرت الكثير من العبارات والمباني وطمر الأتربة أجزاء واسعة من المنشآت مثل المستشفى والمعهد العالي وكلية الطب والتقنية الطبية وكلية التربية وغيرها من المنشآت القريبة.

3. **التأثير على النشاط الزراعي:** إذا ما قيست الخسائر الناتجة عن الفيضانات بالأمتار المربعة فإنّ نصيب القطاع الزراعي سيكون هو الأكبر؛ حيث تعرّضت المحاصيل الزراعية مثل محاصيل القمح والشعير والخضراوات للنحت والردم حسب طبوغرافية المجال، ناهيك عن الانجرافات العميقة والانهيارات التي أصابت المصاطب الزراعية، واقتلاع الكثير من الأشجار وجرف وردم المئات من الماشية، إضافة الى الخسائر المترتبة عن ردم الآبار وانقطاع التيار الكهربائي عن الكثير من المزارع استمر عدة أيام. **ف**جرف التربة وخلطها مع القمامة والصخور والحصى لهو من أسباب فقدها لخصوبتها فضلاً عن ردم التربة الأصلية بهذه المواد حيث تمّ رصد العديد من المواقع تمّ فيها ردم التربة الأصلية برواسب دخيلة وملوثة بالقمامة ومختلطة بالحصى والحجارة والأخشاب والبلاستك إلى

غير ذلك حيث قدرت التربة المنقولة في منطقتي ترهونة المدينة والخضراء بنحو (466075 م$^3$)، الشيء الذي يدل على حجم الخسائر في القطاع الزراعي.

**آليات مقترحة للتصدي لمخاطر الفيضانات في منطقة ترهونة:**

1. تنظيف وتوسيع مجاري الأودية وحمايتها من التعديات البشرية مثل البناء في مجاريها ورمي القمامة ومخلفات البناء والهدم وعدم التدخل في توجيهها وكذلك عدم محولة التحكم الفردي فيها.
2. إنشاء محطات رصد جوي حديثة لها من الكفاءة ما يمنحها القدرة على التنبؤ الدقيق بالعواصف التي من شأنها إحداث فيضانات مدمرة لأخذ الحيطة والاستعداد التام لها.
3. الابتعاد عن المناطق الوعرة والمنحدرات والمجاري المائية عند إنشاء أي من مشاريع الإسكان والتنمية العمرانية عموماً لتجنب المخاطر التي من الممكن حدوثها عند العواصف المطرية الغزيرة.
4. الرفع من الوعي البيئي لدى السكان وإنشاء مراكز تدريبية لهم وذلك لرفع مداركهم بسلوك الفيضانات وأسبابها ومخاطرها وطرق التعامل معها واشراكهم في الجهود المبذولة للتقليل من الخسائر البشرية والمادية.
5. القيام بالدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية اللازمة والاستعانة بالخبرات المحلية والدولية وذلك لإقامة سدود لحجز المياه واختيار المواقع المناسبة لها لكي تؤدي هذه السدود وظائف متعددة ومتداخلة ومتزامنة هي:

1. الحماية من مخاطر السيول.

ب. حصاد مياه السيول للاستخدامات المناسبة لها (زراعية، صناعية).

ج. التقليل من شدة الانجرافات والجفاف في آن واحد.

د. تغذية المياه الجوفية من ناحية، وتقليل الضغط عليها من ناحية أخرى على اعتبارها المصدر الرئيس للمياه في المنطقة.

**النتائج:**

1. لم تكن فيضانات ترهونة (ديسمبر2024) نتاجاً لغزارة الأمطار فقط، بل كانت نتيجة لتعديات الإنسان على مجاري الأودية واستخدامات الأرض المختلفة زادت من الجريان السطحي للمياه وتراكمها في المراكز الحضرية والقرى وكذلك في مجاري الأودية.
2. أسلوب الزراعة الكنتورية الذي لم يستوعب كميات الأمطار التي هطلت خاصة بعد عدة سنوات من الجفاف؛ كان سبباً في دخول كميات كبيرة من المياه في وقت متقارب لمجاري الأودية في الرتب العليا، الأمر الذي أدى إلى انجرافات خطيرة على مستوى المزارع ومجاري الأودية.

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983718

3. نفايات البناء والهدم كانت سبباً لزيادة الفيضانات حيث سبب في اختناقات في مجاري الأودية لاسيما عند عبارات الطرق، فضلاً عن كون هذه النفايات معاول هدم قوية جداً تستخدمها المياه الجارية لزيادة النحت والتدمير الذي طال أشجار زاد عمرها عن (120سنة)، إضافة إلى تدمير بعض الطرق والعبارات والمباني القريبة من المجاري المائية نتيجة للفاعلية العالية للنحت الناتجة عن ارتفاع كفاءة التيار المائي. كما أدت النفايات بأنواعها والتعديات على مجاري الأودية بتضييقها تارة وسدها تارة أخرى إلى خروج المياه عن نطاق المجرى الطبيعي لتطال المزارع والمباني المجاورة والتوسّع في هدم وتدمير الكثير منها.

**التوصيات:**

1. تفعيل دور الشرطة الزراعية لمنع التعديات على مجاري الأودية والحد منها بأنواعها.
2. إعادة النظر في التخطيط الحضري والعمراني للمدينة والمراكز الحضرية التابعة لها ومنع البناء بالقرب من مجاري الأودية ومن التوسّع العمراني العشوائي.
3. توصي الدراسة بإنشاء منظومة صرف مياه السيول تكون قادرة على استيعاب كميات كبيرة من مياه السيول وتصريفها دون أي انسدادات تمنع ذلك، وتشمل هذه المنظومة كل أجزاء المدينة والمناطق المتاخمة لها.
4. العمل على تنظيف وتوسيع مجاري الأودية للحد من مخاطر فيضانها وتوجيهها إلى سدود تخزينية تتماشى مع الظروف البيئية للمكان واستخدام المياه في الزراعة، أو البناء، أو الصناعة، أو تغذية المياه الجوفية، وبالتالي قللنا الخسائر إضافة إلى توفير قدر من المياه بديلاً عن المياه الجوفية المصدر الرئيس للمياه في المنطقة والذي يعاني الكثير من المشاكل أبرزها انخفاض المنسوب والإنتاجية.

## ملحق الصور:

**أثر السيول بشارع العزيب بالخضراء**

2024/12/7

أثر الفيضان على مستشفى ترهونة.

2024/12/8

أثر الفيضان على المعهد العالي ترهونة.

2024/12/8

تهالك الطريق العام جنوب مدينة ترهونة

2024/12/8

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983718

انهيار أحد المباني المقامة بجانب المجاري المائية بمنطقة الخضراء

2024/12/8

انهيار جزئي للطريق العام بشارع العزيب

2024/12/8

غمر منازل المواطنين بالطمي بشارع العزيب.

2024/12/8

## قائمة المراجع:

- أبو راضي، فتحي عبد العزيز (2003)، الجيومورفولوجيا علم دراسة أشكال يابس سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية.
- البارودي، محمد سعيد (أبريل 1986)، الميزانية المائية لحوض وادي فاطمة، الجمعية الجغرافية الكويتية.
- الحداد، عبد العاطي (2024)، الخصائص المكانية والجيوهيدرولوجية التي ساعدت على حدوث الفيضانات ونقل الرواسب بمدينة ترهونة وشارع العزيب بالخضراء، ورقة علمية قدمت في ورشة العمل بتاريخ 31/ 12/ 2024 بمدرج كلية العلوم جامعة الزيتونة، ترهونة.
- الدليمي، خلف حسين (2012)، علم شكل الأرض التطبيقي، دار صفاء للطباعة والنشر والتوزيع.
- سلامة، حسن رمضان (مارس1985)، اختلاف التصريف المائي للأودية الصحراوية في الأردن، الجمعية الجغرافية الكويتية.
- الشبلاق، محمد منصور، وعمار، عبد المطلب عمار (1989)، الهيدرولوجية، منشورات جامعة عمر المختار.
- شعبان، أسامة حسين (2005)، الأخطار الجيومورفولوجية بالجانب الشرقي لوادي النيل بمحافظة سوهاج، دكتوراه غير منشورة، جامعة المنيا.
- صالح، أحمد سالم (1999)، السيول في الصحاري نظرياً وعملياً، دار الكتاب الحديث.
- موسى، عواد حامد (2003)، الأساليب الكمية في الجغرافيا مع التطبيق على بعض المناطق في مصر، مطابع الولاء الحديثة.
- الماحي، يوسف، وسعيد، إبراهيم، والحسين، جاد الله (1996)، الأراضي شبه الجافة والصحراوية موارد واستصلاح التربة، منشورات جامعة عمر المختار.