https://doi.org/10.5281/zenodo.21983700

تحليل السيول وإدارة أخطارها في بلدة تهالا
(جنوب غرب ليبيا)

د. شوقي شحدة أحمد ناصر
أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة سبها– ليبيا.
sha.nasser@sebhau.edu.ly

الملخّص:

نتج عن التقلبات المناخية في الأعوام القليلة الماضية مرور عواصف مطرية على المناطق الصحراوية الواقعة أقصى جنوب الأراضي الليبية، مما أدى إلى جريان سيلي خطير في بعض المناطق كما حدث في منطقة غات الكبرى (ومنها منطقة تهالا) عامي 2019 و2024. ويهدف البحث إلى التركيز على تحليل أخطار السيول في بلدة تهالا (جنوب غرب ليبيا، قرب غات)، وتوضيح أهم أحواض الأودية التي تؤثر عليها، وتحديد أهم أجزائها المعرضة لخطر السيول، وصولاً إلى مناقشة البدائل المقترحة لمواجهة أخطار السيول في المنطقة، ثم اقتراح الحلول العملية لتجنب أخطار السيول فيها مستقبلاً. واعتمد البحث لتحقيق ذلك على تحليل مرئيات فضائية من القمر الصناعي Sentenil2 أخذت وقت ذروة الفيضان في عامي 2019 و2024، وذلك باستخدام مؤشر اختلاف المياه المعدل MNDWI، وذلك لتحديد مناطق انتشار الفيضان، وأجريت التحليلات الهيدرولوجية لاشتقاق شبكة الأودية المؤثرة على المنطقة اعتماداً على نموذجي الارتفاعات الرقمية (SRTM1, ALLOS PALSAR DEMs)، وذلك في بيئة نظم المعلومات الجغرافية. وتوصّل البحث إلى أنّ بلدة تهالا تتأثر بمجموعة كبيرة من الأودية تصل إليها من اتجاهين الأول: الأودية القريبة التي تنحدر إليها من جبال أكاكوس شرقاً، وهي أودية قصيرة نسبياً لكنها خطيرة بسبب سرعة وصولها، والثاني وادي تنزوفت الكبير القادم من الجنوب، حاملاً معه التصريف المائي لمساحة حوض تصريفه التي تصل أكثر من 5000كم^2. وبناءً على تحليل ارتفاعات سطح البلدة وجوارها ووضعها الطبوغرافي اقترح البحث إنشاء مدينة جديدة بجوار البلدة الحالية في مكان لا تصل إليه مياه السيول، ونقل السكان إلى المكان الجديد تدريجياً، في حين يستمر العمل في مشروع تهالا الزراعي كما خطط له عند إنشائه.

الكلمات المفتاحية: أخطار السيول، منطقة غات، بلدة تهالا، مؤشر اختلاف المياه المعدل (MNDWI)، نظم المعلومات الجغرافية.

– 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**.

Analysis and Management of Flood Hazards in Tahala Town (SW Libya)

Shawqi S A Nasser
Assistant Professor Department of Geography
Faculty of Arts, Sebha University- Libya.
sha.nasser@sebhau.edu.ly

Abstract:

As a result of climatic fluctuations in the past few years, the passage of rainstorms in the desert areas of southern Libyan territories has led to dangerous flash floods in some areas, as seen in the Greater Ghat region (including the Tahala area) in 2019 and 2024. The research focused on analyzing flood hazards in Tahala town (SW Libya, near Ghat), identifying the most important Wadi basins that affected the town, and declaring the most vulnerable parts of it. It then discussed the proposed alternatives to avoid flood hazards in the town, and proposed practical solutions to avoid flood hazards in the future. The research relied on the analysis of Sentinel 2 satellite images taken during the peak flood periods in 2019 and 2024, using the MNDWI. Index to identify flood areas. Hydrological analyses were conducted to delineate the drainage network affecting Tahala using SRTM1 and ALLOS PALSAR DEMs in a GIS environment. The results showed that Tahala is affected by a large number of Wadis reaching it from: The eastern nearby Wadis that descend from the Akakus Mountains. They are relatively short but dangerous due to their rapid arrival. Secondly, Wadi Tanezzuft comes from the south, carrying with it the water of its drainage basin (> 5,000 km2 area). By analyzing the town's surface elevations, its surroundings, and topographical situation, the research proposed the establishment of a new town next to the current one in a place where floods do not reach, while the Tahala agricultural project remains for agricultural use.

***Keywords*:** Flash Flood Hazards, Ghat Area, Tahala Town, MNDWI, GIS.

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983700

مقدمة:

بلدة تهالا هي إحدى البلدات الصغيرة الواقعة في حوض وادي تنزوفت جنوب غرب ليبيا إلى الشمال من غات، وتبعد عنها قرابة 60كم، وكانت تتبع بلدية غات حتى عام 2023 عندما تحولت إلى بلدية مستقلة. وتُعدّ هذه البلدة حديثة جداً، إذ أنشأت في عقد الثمانينيات من القرن الماضي، مع إنشاء مشروع تهالا الزراعي، ونشأت البلدة في الجزء الجنوبي الشرقي من المشروع، ثم توسّعت داخل المشروع نفسه، وخارجه ولا سيما في الطرف الجنوبي وعلى طول حدوده الغربية، وذلك بشكل عشوائي. وتواجه البلدة حالات متكررة لجريان السيول ولا سيما في السنوات الأخيرة؛ بسبب موقعها في مجرى وادي تنزوفت الكبير، وكذلك بسبب وضعها الطبوغرافي المنخفض في أدنى مجموعة مراوح فيضية (Alluvial fans) تنحدر إليها المياه من سفوح جبال أكاكوس المجاورة. وتعرّضت البلدة لجريان سيلي متطرف في عامي 2019 و2024 مما تسبب في دخول المياه لمعظم أجزاء البلدة المعمورة، ونتج عن ذلك خسائر مادية كبيرة ولا سيما في منازل السكان.

مشكلة البحث:

يمثّل تكرار حالات تعرّض البلدة لدخول مياه السيول مشكلةً خطيرةً تهدد جميع المنشآت البشرية في البلدة، وتؤدي إلى خسائر مادية كبيرة، وينتج عنها خسائر في الأرواح. وتركز هذه الدراسة على تقييم وضع بلدة تهالا من ناحية أخطار السيول، واقتراح الوسائل المناسبة لتجنيب البلدة خطر السيول في المستقبل، اعتماداً على تحليل مرئيات الاستشعار عن بُعد ونماذج الارتفاعات الرقمية، بالإضافة إلى التحقق الميداني على أرض الواقع.

فرضيات البحث:

توجد فرضيتان رئيسيتان يتمحور حولهما البحث، أحداهما تختص بتقييم الوضع الحالي للبلدة من ناحية أخطار السيول، والأخرى متعلقة بالحلول، وهما بالترتيب:

1. هناك تطابق كبير بين المساحات التي بنيت عليها البلدة وبين المساحات التي تتعرّض لفيضان مياه السيول.
2. تتوفر مساحات كافية من الأراضي المرتفعة نسبيا قريبا من موقع البلدة الحالي يمكن إقامة بلدة جديدة عليها دون التعرض لأخطار الجريان السيلي.

الدراسات السابقة:

اهتمت بعض الدراسات الحديثة بمنطقة غات ولا سيما أوضاع أوديتها وأخطار الجريان

السيلي فيها، وتعزز الأمر بشكل واضح بعد كارثة السيول التي حدثت في يونيو 2019.

فقد درس (ناصر 2017) جيومورفولوجية وادي تنزوفت (ومن ضمنها منطقة تهالا) مبيناً أهم خصائص هذا الوادي الكبير وروافده وحوضه، وأشار في فصلٍ خاصٍ للأخطار الجيومورفولوجية في ذلك الحوض وعلى رأسها منطقة تهالا التي أوضح أنّها من المناطق المعرضة لأخطار السيول كما ظهرت على خريطة الأخطار الجيومورفولوجية في الحوض التي أعدها. ولم تتطرق الدراسة للحلول والإجراءات الواجب اتباعها لتجنب أخطار السيول في المنطقة (ناصر 2017).

ودرس (اقنيبر وبلق 2021) تقدير الجريان السيلي في وادي تنزوفت في أحد أيام العاصفة المطرية التي تسببت في كارثة السيول عام 2019، وذلك باستخدام طريقة (CN). واستطاع الباحثان الوصول إلى تقدير دقيق لكمية الجريان ذلك اليوم. ولم تطرح الدراسة حلولاً لتجنب أخطار السيول لأنّ ذلك خارج نطاق الدراسة.

وقام الزرقاني وزملاؤه (Zurqani et. al. 2022) بالتخريط المكاني وتحليل امتداد وتأثير كارثة السيول في مدينة غات عام 2019. وأوصت دراستهم بعدة إجراءات للتنبؤ بأخطار السيول في المنطقة مستقبلاً، لكنها لم تقترح أي حلول عملية لمواجهة أخطار السيول.

ودرس (ناصر 2023) إدارة أخطار السيول في منطقة غات مستخدماً التقنيات المكانية، واقترح إقامة سدود على أهم الأودية التي تؤثر على مدينة غات.

كما ركزت دراسة (ناصر 2024) على فهم الأسباب والعوامل التي أدت إلى حدوث كارثة السيول في مدينة غات عام 2019، وجميع الدراسات السابقة ركزت على مدينة غات لسببن، الأول: أنّها أكبر مدينة في المنطقة والأكثر شهرة وأهمية، والثاني: أنّها كانت أكثر تأثراً بكارثة السيول عام 2019. أمّا منطقة تهالا فلم تحظ بدراسة مفصلة من قبل، على الرغم من تكرار حدوث السيول فيها أكثر من غات نفسها.

لذلك تهدف هذه الدراسة إلى التركيز على تحليل أخطار الجريان السيلي في منطقة تهالا، وتوضيح أهم أحواض الأودية التي تؤثر عليها، وصولاً إلى مناقشة البدائل المقترحة لمواجهة أخطار السيول في المنطقة، ثم اقتراح الحلول العملية لتجنب أخطار السيول فيها مستقبلاً.

المنهجية وطرق العمل:

يلتزم البحث بالمنهجين الوصفي والتحليلي، حيث يستخدم المنهج الوصفي في دراسة الوضع الطبوغرافي لمنطقة الدراسة وأوضاعها الجيولوجية والمناخية العامة. أمّا المنهج التحليلي

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983700

فيستخدم في تحليل المرئيات الفضائية ونماذج الارتفاعات الرقمية واستخلاص مجاري الأودية وحساب مساحات المناطق المعرضة للفيضان وكميات مياه السيول. واعتمدت الدراسة على برنامج نظم المعلومات الجغرافية *(Arc GIS 10.8)* في تحليل نماذج الارتفاعات الرقمية *(SR TM1)* و *(ALLOS PALSAR)*، أمّا المرئيات الفضائية فاعتمد على مرئيات القمر الصناعي الأوروبي *(Sentinel 2)*، التي أخذت وقت ذروة الفيضان في عامي 2019-2024.

وتمّ استخدام ست لوحات متجاورة من أنموذج (SRTM1) لتغطية جميع أحواض الأودية المؤثرة على منطقة تهالا، ثم ألصقت هذه اللوحات على شكل موزايك (Mosaic) لاستخلاص شبكة الأودية. كما استخدمت ست لوحات أخرى من أنموذج (ALLOS PALSAR) وذلك لتحديد الفروقات الدقيقة في الارتفاعات بين منطقة تهالا السكنية والمناطق المجاورة لتحديد أفضل المناطق لإقامة المدينة المقترحة بعيداً عن خطر السيول.

وللحصول على المناطق التي تتأثر بغمر السيول داخل المنطقة السكنية اعتمد البحث على مرئيات سنتنل 2 في يونيو 2019 وأغسطس 2024. ولاستخراج مرئية ملونة تمّ دمج النطاقات الطيفية الثلاثة (2+3+4)، كما تمّ الاعتماد على نطاقين فقط (Bands 3+11) لحساب المساحات التي غمرتها المياه وقت ذروة الفيضان، وذلك باستخدام الحاسبة الخلوية (Raster Calculator) في بيئة برنامج (Arc GIS 10.8) لحساب مؤشر اختلاف المياه المعدل (Modified Normalized Difference Water Index) (MNDWI) بتطبيق المعادلة الآتية (Gautam 2015):

$$1.\ MNDWI = \frac{Green-MIR}{Green+MIR}$$

وبالنسبة لمرئيات سنتنل 2 تصبح المعادلة بالشكل الآتي:

$$2.\ MNDWI = \frac{B3-B11}{B3+B11}$$

وبعد استخراج قيمة المؤشر قسمت النتيجة كالآتي:

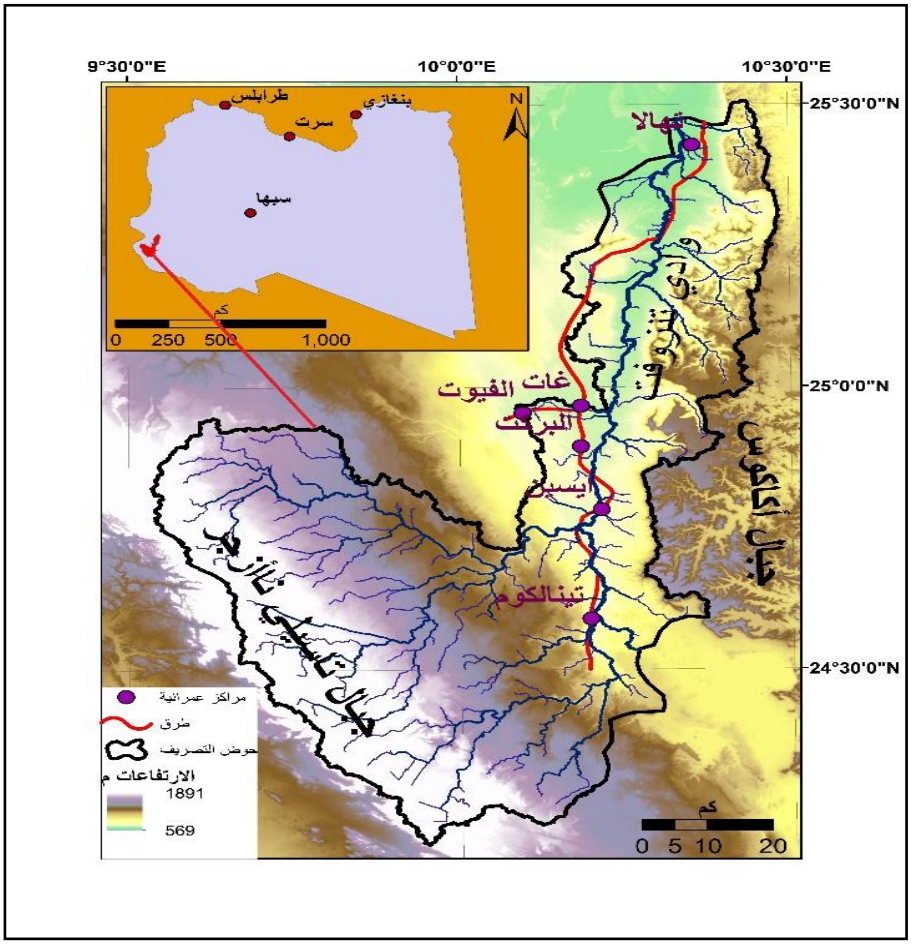
$$3.\ Inundated\ land\ (\text{مغمورة}) > 0$$

$$4.\ Dry\ land\ (\text{جافة}) < 0$$

موقع تهالا ونشأتها ومشروعها الزراعي:

تقع بلدة تهالا على تقاطع خط طول 21َ 10° شرقاً، ودائرة عرض 25 َ 25° شمالاً، في الركن الجنوبي الغربي من ليبيا بالقرب من الحدود الجزائرية. وأقرب المدن إلى تهالا هي مدينة غات التي تبعد عنها قرابة 60كم جنوباً، ويمر بجوار تهالا طريق معبد يربط بين غات وجوارها جنوباً والعوينات وما بعدها شمالاً (أوباري ثم سبها). ويقدر عدد سكان البلدة حالياً (2025) بقرابة 8000 نسمة (سرمي، 2025).

الشكل (1) موقع تهالا وحوض التصريف المؤثر عليها.



وبلدة تهالا بلدة حديثة جداً، ظهرت بعد إنشاء مشروع زراعي استيطاني في المنطقة في الثمانينيات من القرن العشرين. وأصبحت مأهولة بالسكان منذ عقد التسعينيات من القرن الماضي

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983700

فقط، وتكوّن المشروع من 250 مزرعة، وتحتوي كل مزرعة على منزل، وبعد ذلك تمّ إنشاء 50 وحدة سكنية أخرى. ثم أقيم مشروع سكني آخر إلى الجنوب من البلدة في عام 2009-2010 لكنه لم يستكمل حتى الآن. (سرمي، 2025).

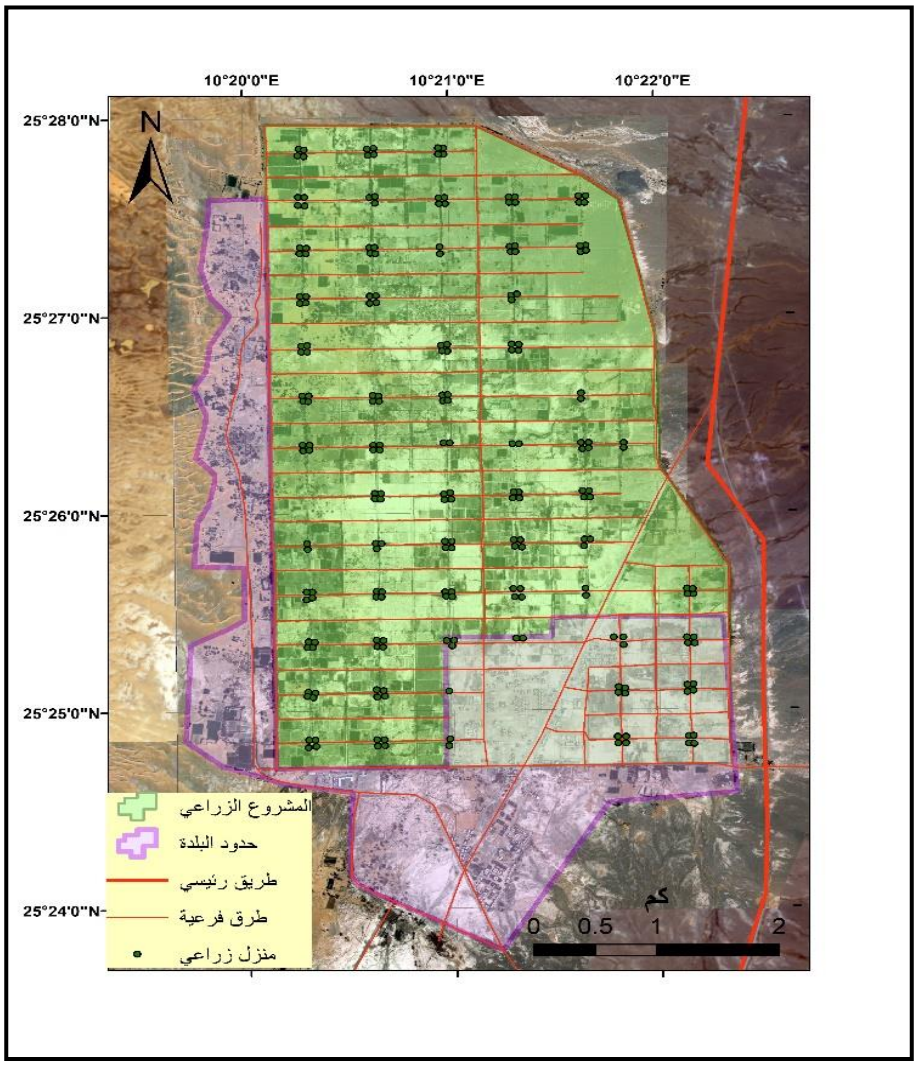
وفي السنوات الأخيرة توسّعت الوظيفة السكنية في البلدة مع تزايد عدد السكان وتحولت كثير من المساحات الزراعية إلى مبانٍ سكنية. وأُنشئ مشروع تهالا الزراعي على سطح مجموعة مرواح فيضية مندمجة (bajada) (GOUDIE, (2004) كونتها الأودية المنحدرة من جبال أكاكوس شرقاً، وأكبرها وادي تاسبط، ووادي الطُلَّة. لذلك كان لخصوبة تربتها دور مهم في اختيار موقع المشروع. وعلى الرغم من سيادة الجفاف في المنطقة فلا يخلو الأمر من هطول كميات من الأمطار تكفي لحدوث جريان سيلي في حالات متباعدة قد تفصل بينها سنوات أحياناً، ونظراً لطبيعة سطح منطقة المشروع فهي تتعرّض للغمر بمياه السيول الواردة من جبال أكاكوس، وذلك في حالة هطول كميات كبيرة من الأمطار تزيد عن 20 ملم خلال ساعات. ومما يزيد من خطورة هذه السيول أنْ يترافق وصولها مع جريان وادي تنزوفت الكبير القادم من الجنوب، جالباً معه كل التصريف المائي لحوضه الواقع إلى الجنوب من تهالا والذي تقدر مساحته بأكثر من 5000كم^2، ويمر مجراه في وسط المشروع، وفي هذه الحالة يصبح الفيضان خطيراً للغاية، وهذا ما حصل في أغسطس 2024.

جيولوجية المنطقة:

تتكشف على سطح منطقة الدراسة (بلدة تهالا) صخور تنتمي أساساً إلى حقب الحياة القديمة أو الزمن الجيولوجي الأول *(Paleozoic)* والحقب الرباعي *(Quaternary)* بالإضافة إلى صخور القاعدة الأركية المتكونة من صخور الجرانيت بشكل رئيس (مركز البحوث الصناعية، 1984).

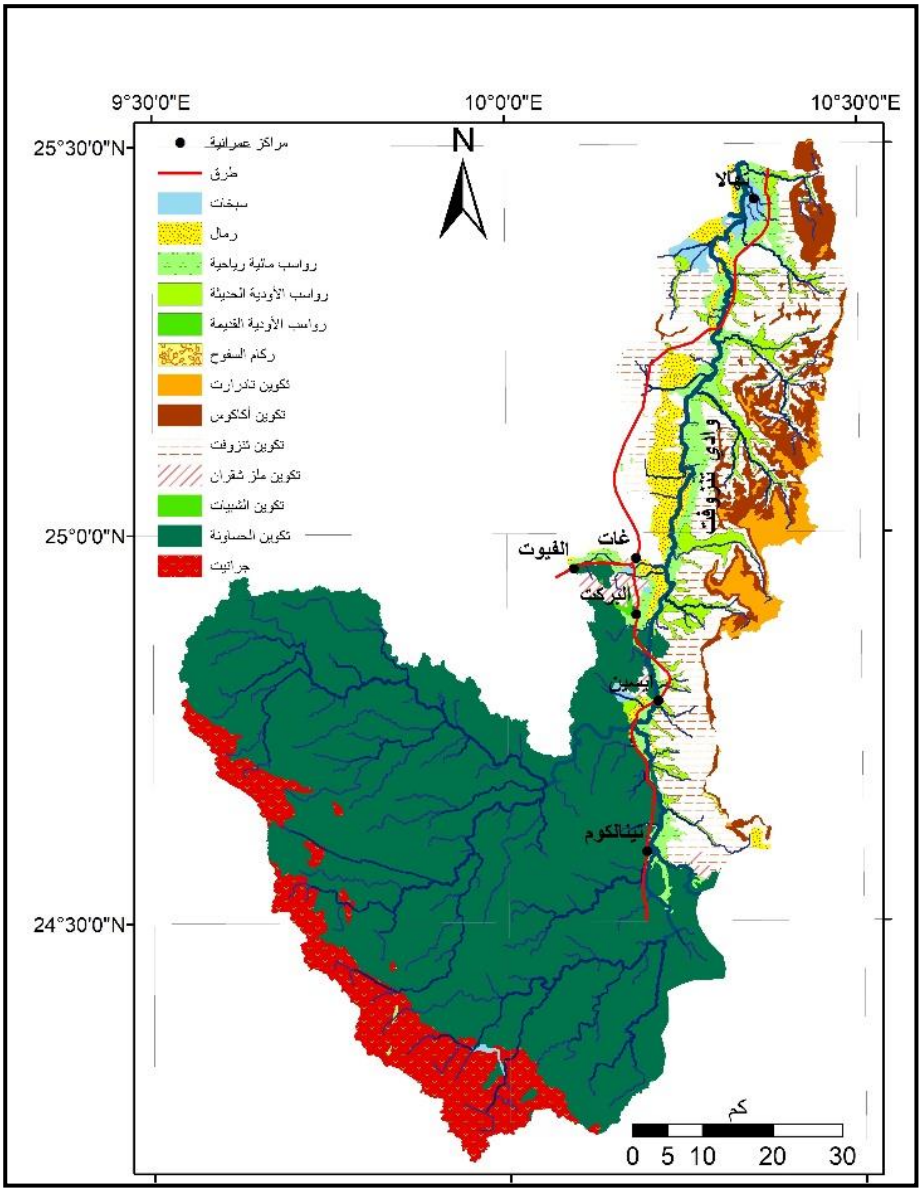
وتوجد صخور الجرانيت في أعالي جبال تاسيلي نا آزجر في أقصى الجنوب الغربي من المنطقة، وهي صخور شديدة الصلابة وقليلة النفاذية مما ينتج جرياناً سريعا في مناطقها، وهي تغطي أقل من 10% من مساحة منطقة الدراسة (مركز البحوث الصناعية، 1984).

الشكل (2) بلدة تمالا ومشروعها الزراعي.



https://doi.org/10.5281/zenodo.21983700

الشكل (3) جيولوجية منطقة الدراسة على تهالا



المصدر: (بتصرف عن: مركز البحوث الصناعية 1984، خريطة ليبيا الجيولوجية، لوحتا غات ووادي تنزوفت)

أمّا صخور حقب الحياة القديمة فهي الأكثر انتشاراً في المنطقة؛ حيث تغطي قرابة 80% من مساحتها، وأكثرها انتشاراً تكوين الحساونة، الذي تزيد نسبة مساحته عن 56% من إجمالي المنطقة.

ويشترك تكوين الحساونة مع معظم تكوينات حقب الحياة القديمة (تكوينات الشبيات وملز شقران وأكاكوس وتادرارت) في مكوناته الأساسية ألا وهي الحجر الرملي الصلب، وقلة النفاذية بالإضافة إلى تواجد هذه التكوينات في المناطق الجبلية والمنحدرة؛ مما يتيح جرياناً سطحياً كبيراً. ويشذ عن هذه التكوينات تكوين تنزوفت الذي ينتمي إلى العصر السيلوري ضمن حقب الحياة القديمة، لكنه يتكون أساساً من الصلصال، لذلك فهو غير منفذ للمياه، وينتشر على أقدام المرتفعات وقرب مجرى وادي تنزوفت الأدنى.

وتنتشر رواسب الرباعي في الأجزاء المنخفضة من المنطقة المتمثّلة في بطون الأودية، ومن أهمها رواسب الرياح الرملية والرواسب المائية الرياحية ورواسب الأودية القديمة والحديثة وأنقاض السفوح (قرب المرتفعات)، وهي تغطي قرابة 11.5% من مساحة المنطقة. وجميع هذه الرواسب ذات نفاذية عالية إلى متوسطة ما عدا رواسب السبخات التي تقع في أخفض النقاط ضمن بطون الأودية، وفيها تتجمع مياه السيول.

النتائج والمناقشة:

خصائص الوضع الطبوغرافي لتهالا:

بالنظر إلى خريطة بلدة تهالا التفصيلية ومحيطها يتبيّن أنّ المشروع الزراعي أُنشئ في المكان المنخفض التي تفيض فيه عدة أودية. ويتميز سطح المنطقة بشبه الاستواء، ويتكون هذا السطح من رواسب تلك الأودية الفيضية، مما أكسب تربته خصوبة متجددة كلّما فاضت تلك الأودية حاملةً معها الرواسب الطينية والغرينية الغنية بمغذيات النبات. لذلك كان اختيار المنطقة لإنشاء مشروع زراعي موفقاً.

لكن المشكلة تمثّلت في بناء قرية سكنية في ملتقى الأودية سابقة الذكر، مما عرّض هذه القرية لخطر الفيضان المتكرر.

وبالاتجاه جنوبا وشمالاً من تهالا يسود الوضع الطبوغرافي نفسه من حيث الانخفاض عمّا يجاوره شرقاً وغرباً، أي أنّه امتداد لقاع الوادي، أمّا بالاتجاه شرقاً فنجد أنّ الأرض ترتفع تدريجياً نحو حافة جبال أكاكوس الشاهقة التي تبعد عن البلدة قرابة 3كم، أمّا بالاتجاه غرباً فإنّ الأرض ترتفع قليلاً، ويتحول المشهد إلى غطاء رملي تتخلله بعض الكثبان الرملية الصغيرة، وترتفع بعض المناطق

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983700

الصخرية بشكل أكبر ولا سيما في الشمال الغربي. ويبلغ فرق الارتفاع بين هذه المنطقة ومنطقة قاع الوادي حيث يوجد مشروع تهالا والبلدة بين خمسة أمتار وأكثر من 20م كما في شكل (5) الذي وضح قطاعاً تضاريسياً يمتد من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) في شكل (4).

الأودية المؤثرة على بلدة تهالا:

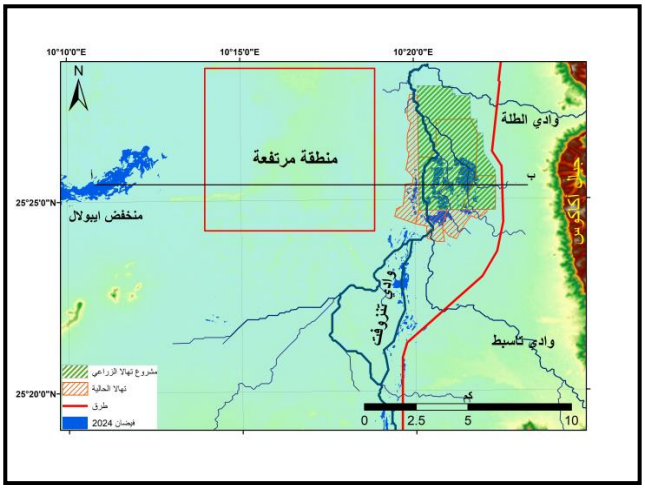
تقع تهالا في مجرى وادي تنزوفت الكبير بالقرب من مصبه الحالي (أقصى مكان تصل إليه مياه الوادي حالياً يقع إلى الشمال من تهالا بعدة كيلومترات). وينصرف إلى وادي تنزوفت عدد كبير من الأودية التي تنحدر إليه من عدة اتجاهات:

الأول: من الجنوب، حيث تتجمع المياه القادمة من جنوبي جبال تاسيلي نا آزجر في وادي تبنالكوم في أقصى الجنوب وتتجه شمالا، لتلتقي بروافد وادي تنزوفت القادمة من الشرق ومن الغرب.

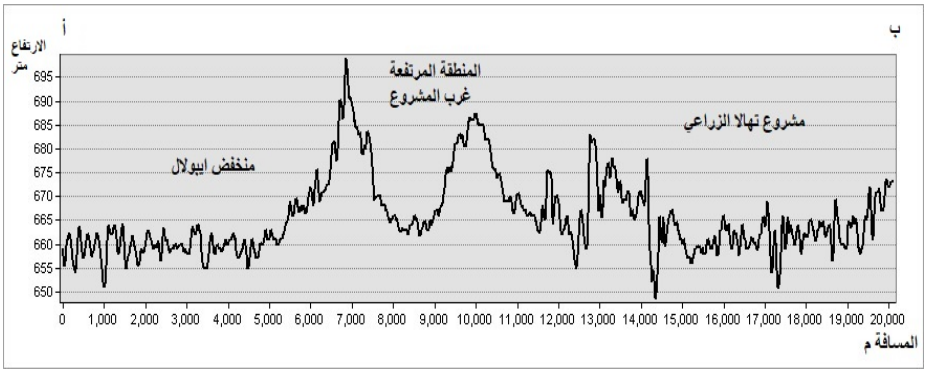
الثاني: من جهة الغرب والجنوب الغربي: حيث تنحدر أكبر روافد وادي تنزوفت التي تصرف المياه من أعلى أجزاء جبال تاسيلي نا آزجر، وأهم هذه الروافد وادي إناغن الذي يتحد مع وادي تينالكوم القادم من الجنوب عند بلدة ايسين ويكونان معاً وادي تنزوفت الكبير (Nasser 2024).

الثالث: من جهة الشرق، حيث تنحدر الأودية القصيرة من جبال أكاكوس تادرارت نحو مجرى وادي تنزوفت، وتتميز هذه الأودية بقصرها وشدة انحدار مجاريها، وكثرة أعدادها. وبعض هذه الأودية تمر ببلدة تهالا نفسها وهي في طريقها للالتقاء بوادي تنزوفت. وأكبر هذه الأودية وأكثرها تأثيراً على تهالا وادي تاسبط الذي يدخل إلى البلدة من جهة الجنوب الشرقي (حي تاسبط)، وكذلك وادي الطُلَّة الذي يدخل إلى البلدة من أقصى الشمال الشرقي. وهناك بعض الأودي القصيرة الأخرى التي تنحدر نحو البلدة مباشرة بين واديي تاسبط والطُلَّة.

الشكل (4) الوضع الطبوغرافي لبلدة تهالا ومحيطها.



الشكل (5) قطاع عرضي تضاريسي من منخفض ايبولال إلى مشروع تهالا (أ، ب)



والواقع أنّ هذه الأودية يندر أنْ تجري فيها المياه مجتمعة في وقت واحد، ففي العادة تهطل الأمطار على بعض أحواض هذه الأودية دون بعضها الآخر، لذلك يحدث الجريان في أجزاء من المنطقة، وفي هذه الحالة لا يكون الجريان خطيراً، إلّا إذا كان الهطول غزيراً على أحواض الأودية القريبة من تهالا كوادي تاسبط ووادي الطُلَّة، فعلى الرغم من صغر أحواض هذين الواديين فإنّهما خطيرين جداً؛ ويرجع السبب في قربهما الشديد من منطق تهالا، لذلك يكون وصول مياههما سريعا (أقل من ساعتين من بداية الهطول)، لذلك لا يتسنى للسكان أخذ احتياطاتهم.

أمّا إذا كان الهطول على الأجزاء الجنوبية من حوض وادي تنزوفت فإنّ هناك متسع من الوقت لكان المنطقة للهروب من السيل. وقد قدرت دراسة (قنيبر وبلق 2021) سرعة الجريان في وادي تنزوفت بحوالي 4.5كم/ساعة (قنيبر وبلق 2022)، وإذا كان طول وادي تنزوفت من ايسين

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983700

جنوباً إلى تهالا شمالاً يبلغ قرابة 80كم، فإنّه يحتاج إلى قرابة 18 ساعة لكي يصل إلى تهالا، وهي مدة كافية للإنذار والإخلاء، وهذا ما حدث في الموجة الثانية سيول 2024.

وفي حالات نادرة يمكن أنْ تشمل الأمطار كل أجزاء المنطقة أو معظمها، فينتج عن ذلك جريان متطرف يؤدي إلى غمر معظم أجزاء بلدة تهالا، وحدث هذا الأمر في أغسطس 2024، وبشكل أقل في يونيو 2019.

العواصف المطرية المسببة لجريان السيول:

تعاني منطقة الدراسة من قلة محطات الأرصاد الجوية ومحطات قياس المطر. وأقرب محطة أرصاد جوية هي المحطة الموجودة في مطار غات الدولي، وتبعد عن تهالا قرابة 50كم جنوباً، والتسجيل فيها متقطع. وتوجد محطة قياس مطر في غات لكنها تعاني من تقطع التسجيل أيضاً. وحصل الباحث على بعض التسجيلات لكميات الأمطار في سيول 2019 و2024، وهي كما يأتي:

– في نهاية شهر مايو وبداية شهر يونيو 2019 تعرّضت منطقة غات الكبرى (بما فيها تهالا) لعاصفة مطرية مدارية استمرت قرابة 10 أيام سجلت في غات كمية مطر بلغت 116ملم (Nasser 2024).

– وفي وسط أغسطس 2024 سجلت كمية 51 ملم في يوم واحد بمدينة البركت (70كم جنوب تهالا) (مؤسسة رؤية 2024)، وشملت مناطق واسعة غطت معظم الحوض الجنوبي لوادي تنزوفت الكبير، وتسببت هذه الكمية في جريان السيول في وادي تنزوفت الكبير وصولاً إلى بلدة تهالا.

والواقع أنّه لا يمكن الاعتماد على هذه التسجيلات لعدة أسباب، منها: عدم انتظام التسجيل، وبعد المسافة بين المناطق الصحراوية المأهولة. لذلك فقد حدث جريان كبير في تهالا يوم 15 أغسطس، في حين لم يسجل جريان في غات والبركت إلّا في يوم 17 أغسطس، مما يشير إلى أنّ العواصف المطرية لا تشمل مناطق واسعة دائماً، بل أنّها تتركز في مساحات صغيرة نسبياً، ولم يشذ عن هذه القاعدة إلّا سيول عام 2019 التي شملت حوض وادي تنزوفت الكبير بجميع روافده. ومن تحليل المرئيات الفضائية واستخراج المساحات التي غمرتها مياه السيول في جميع أجزاء المنطقة في يونيو 2019 وأغسطس 2024 يتبيّن أنّ الأجزاء الجنوبية من حوض وادي تنزوفت الكبير كانت أكثر تأثراً من الأجزاء الشمالية في يونيو 2019، حيث تأثرت غات وجوارها بشدة، أمّا في أغسطس 2024 فتأثرت تهالا أكثر، بل ضربتها موجتان من السيول، الأولى يوم 15

والثانية يوم 17 من الشهر نفسه. ففي يوم 15 دخلت السيول إلى تهالا أساساً من وادي تاسبط المجاور، أمّا يوم 17 فوصلتها مياه وادي تنزوفت الكبير التي دخلت إلى أجزاء من غات في اليوم نفسه، وبلغت مساحة المناطق التي غمرتها المياه في بلدة تهالا في يونيو 2019 حوالي 51.8 هكتاراً، ومثّلت نسبة بلغت حوالي 5.84% من مساحة البلدة، أمّا المناطق المغمورة داخل نطاق المشروع الزراعي فبلغت حوالي 85.08 هكتاراً، مثّلت نسبة بلغت 4.57% من مساحة المشروع. وفي أغسطس 2024 بلغت المساحات المغمورة بالمياه في البلدة حوالي 123.36 هكتاراً بنسبة 13.92% من إجمالي مساحة البلدة، وعلى نطاق المشروع الزراعي بلغت المساحات المغمورة حوالي 277.44 هكتاراً، بنسبة بلغت 14.93% من مساحة المشروع. ووصل عمق المياه في بعض المناطق قرابة المتر، ما أدى إلى دخول المياه إلى كثير من المنازل والمنشآت الأخرى. كما أدت السيول الأخيرة إلى نزوح قرابة 7800 من سكان البلدة، ووفاة ثلاثة أشخاص، بالإضافة إلى أضرار مادية كبيرة حسب تصريحات عميد البلدية ونائب رئيس الحكومة الليبية حينها. (شبكة الرائد الإعلامية، 2024).

الصورة (1) سيول تهالا 2024م.

المصدر: شبكة الرائد الإعلامية، https://arraedlg.net/2024/08/17

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983700

ويبيّن الجدول (1) تفاصيل المساحات التي تعرّضت لفيضان السيول وتقدير كمياتها في منطقة البحث في عامي 2019 و2024. وتمّ تقدير كميات المياه المتجمعة في البلدة والمشروع الزراعي بناء على متوسط عمق نصف متر، ولا شك أنّ عمق المياه لم يكن متساوياً في جميع أجزاء المنطقة، فهو أكثر من ذلك في مناطق وأقل في مناطق أخرى، ولا تتيح دقة نماذج الارتفاعات الرقمية المتوفرة إمكانية حساب دقيق للكميات؛ لأنّ الأعماق هي أقل من متر واحد وهامش الخطأ في نماذج الارتفاعات الرقمية المستخدمة يتجاوز المتر الواحد، لذلك لجأ الباحث إلى هذا التقدير بناء على تحليل الصور الملتقطة في المنطقة وقت الفيضان ولا سيما للأشياء المعروف أبعادها كالسيارات.

الجدول (1) مساحات المناطق المغمورة بمياه السيول وكمياتها في تهالا ومشروعها الزراعي 2019–2024م.

المنطقة	كمية مياه السيول 2019	المساحة المغمورة 2019		كمية مياه السيول 2024	المساحة المغمورة 2024	
	$م^3$	هكتار	%	$م^3$	هكتار	%
مشروع تهالا الزراعي	425400	85.08	4.57	1387200	277.44	14.93
بلدة تهالا	259000	51.8	5.84	616800	123.36	13.92

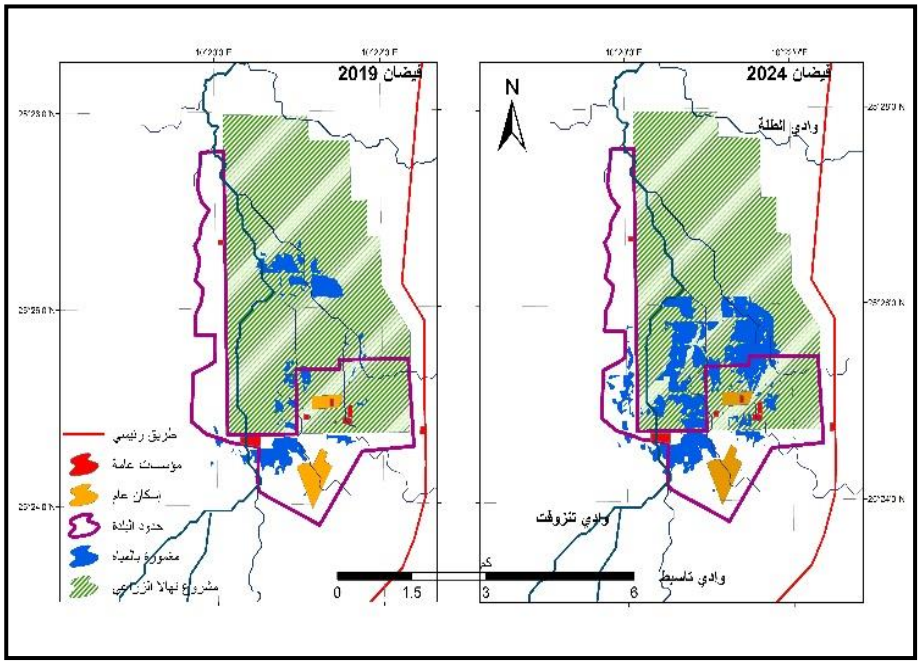
ويوضّح الشكل (6) مناطق انتشار الفيضان أثناء سيول عامي 2019 و2024، حيث يتبيّن منه ومن الجدول (1) أنّ الفيضان في تهالا (شمال حوض وادي تنزوفت) كان أكثر انتشاراً في أغسطس 2024 عنه في يونيو 2019، وذلك على العكس من مدينة غات (جنوب حوض وادي تنزوفت)، (Nasser 2024) وهذا يرجح أنْ تكون الأمطار هطلت على المنطقة القريبة من تهالا أكثر من تلك التي هطلت على غات وجوارها في أغسطس 2024. وبذلك يتضح أنّ سيول أغسطس 2024 كانت أكبر أثراً على تهالا من سيول يونيو 2019.

الطرق والبدائل المتبعة لمواجهة أخطار السيول:

تقسّم هذه الطرق إلى ثلاثة أقسام هي: التجنب والحماية والتخفيف (ناصر 2023). وسيتم التركيز على طرق التجنب والحماية؛ لأنّ التخفيف عادة يتم بعد حدوث الخطر أو خلال

حدوثه. ويتوقف أسلوب حماية المراكز العمرانية من أخطار السيول على عدة عوامل منها: طبيعة الجريان في المنطقة الحضرية، وطبيعة الانحدار فيها، فمثلاً هل المنطقة الحضرية مقامة في مجرى الوادي؟ أو في مصب الوادي ؟ ففي الحالة الأولى يمكن اتخاذ إجراءات لتسهيل حركة المياه في المنطقة الحضرية لكي تخرج منها وتكمل مسارها إلى الخارج دون أنْ تفيض في المنطقة الحضرية، وهذه الحالة توجد في كثير من المدن الصحراوية مثل مدينة تبوك في شمال غرب المملكة العربية السعودية، حيث اقترحت دراسة أنْ يتم إنشاء قنوات مكشوفة عبر أحياء المدينة لتنقل مياه الأودية إلى خارجها ضمن مسار الأودية *(Abdelkarim et. al. 2019)* أمّا الحالة في تمالا فهي من النوع الثاني، حيث تُعدّ المدينة مفيضاً طبيعياً لوادي تنزوفت وبعض روافده الشرقية.

الشكل (6) تجمع مياه السيول أثناء فيضاني 2019 و2024م.



https://doi.org/10.5281/zenodo.21983700

1. الحماية والوقاية (Prevention): أي إقامة منشآت للحماية، وهذه المنشآت مكلفة في العادة، لكنها أمرٌ لا بد منه؛ إذ لا يمكن نقل مواقع المدن بالكامل لتجنب السيول، فهذا يكلف أكثر من منشآت الحماية نفسها.

ويمكن تقسيم وسائل الحماية التي تستخدم لمواجهة السيول إلى:

– وسائل لتسهيل حركة المياه الجارية، بحيث لا يحدث فيضان على المناطق المأهولة والمنشآت البشرية. وتتضمن الإجراءات الآتية:

أ. توسعة مجاري الأودية الحالية لتتمكن من صرف كميات أكبر من مياه الجريان، وفي حالة تهالا من غير الممكن القيام بهذا الخيار؛ لأنّ البلدة تقع في وسط مجرى الوادي، ولو تمّ توسيع الوادي فإنّ ذلك يستلزم إزالة معزم مباني البلدة وتقسيمها إلى قسمين يفصل بينهما الوادي، كما أنّ الوادي لا يملك مجرىً واضحاً في البلدة؛ لأنّ سطحها شبه مستوٍ ويغير الوادي مجراه في كل مرة.

ب. إزالة الرواسب المتجمعة في مجاري الأودية الضيقة لكي تكون جاهزة لمرور المياه منها بسهولة عن حدوث الجريان، بدلاً من أنْ تبحث المياه عن مخارج أخرى قد تكون خطيرة. وهذه العملية صعبة جداً في المنطقة؛ لأنّ الوادي في تهالا ليس له مجرى واضح.

ج. إقامة قنوات تصريف صناعية لصرف المياه المتجمعة في المراكز العمرانية إلى خارجها، وهذه عملية مكلفة للغاية علاوةً على حاجة القنوات للتنظيف المستمر.

– وسائل لمنع المياه الجارية من الوصول إلى المراكز العمرانية والمنشآت البشرية كالمزارع. وتتضمن ما يأتي:

أ. إنشاء السدود على مجاري الأودية قبل وصولها إلى المراكز العمرانية والأراضي الزراعية: وفي حالة بلدة تهالا يصعب حمايتها بإقامة السدود، لسببين: الأول أنّ مجرى وادي تنزوفت الكبير واسع جداً بالقرب من تهالا، وإقامة سد عليه مكلف للغاية. والثاني أنّ بلدة تهالا تتأثر بواديين آخرين هما وادي تاسبط ووادي الطلة، لذلك يحتاج الأمر إلى إقامة ثلاثة سدود، وهو أمر غير عملي ومكلف جداً، ويحرم أراضي الأودية من الفيضان الذي يجلب لها المياه والمغذيات، كما أنّ هناك بديل أفضل منه.

ب. إنشاء قنوات تحويل لمجاري الأودية: اقترح بعض المهندسين المهتمين بأخطار السيول في المنطقة إنشاء قناة تصرف مياه وادي تنزوفت قبل دخولها إلى بلدة تهالا من الجنوب، وتنقل المياه إلى

منخفض يقع إلى الغرب من تمالا يسمى منخفض ايبولال. وقام الباحث بدراسة إمكانية تنفيذ هذا المشروع وطرح مسارين لهذه القناة:

المسار الأول (قناة 1): يبدأ من نقطة ينحني فيها وادي تنزوفت إلى الغرب قبل أنْ يصل إلى البلدة بقرابة كم، ويبلغ طول القناة هنا حوالي 12كم.

المسار الثاني (قناة 2): يبدأ من نقطة التقاء وادي تنزوفت الكبير بوادي تاسبط عند مدخل البلدة الجنوبي، وهذا المسار أفضل من سابقه؛ لأنّه يضمن حماية البلدة من أخطار وادي تنزوفت ووادي تاسبط، لكن القناة ستكون أطول، حيث يبلغ طولها قرابة 15كم.

ولا يؤيد الباحث اللجوء إلى هذا الخيار لعدة أسباب أهمها: التكاليف المرتفعة للإنشاء والصيانة المستمرة، وكذلك فرق الارتفاع البسيط بين قاع مجرى الوادي وقاع منخفض ايبولال الذي يبلغ بضعة أمتار فقط، وفي حالة امتلاء منخفض ايبولال بالمياه فإنّ الجريان سيصبح عكسياً، وبدلاً من حل مشكلة تمالا سيضاف لها مصدر آخر للفيضان.

2. التجنب (Avoidance): ومعناه الابتعاد عن الخطر، وهو أقلها تكلفة وأكثرها فائدة، حيث يتم تجنب الأضرار وكذلك التخلص من التكلفة المرتفعة لحماية المنشآت (علي، 2000). ويوصي الباحثون المهتمون بتجنب أخطار السيول بالتوقف عن إقامة أي مبانٍ أو منشآت دائمة في مجاري السيول ومفيضاتها، وفي المقابل يمكن إنشاء مساحات خضراء فيها (محسوب، وأرباب، 1998).

ويعتقد الباحث أنّ الأسلوب المناسب لحل مشكلة السيول في بلدة تمالا هو العودة لاعتماد أراضي البلدة منطقة استعمال زراعي فقط في منطقة المشروع الزراعي والمناطق الممتدة إلى الجنوب وإلى الشمال منه.

البديل المختار: بدراسة الوضع الطبوغرافي للبلدة وما حولها يتبيّن وجود مساحة مناسبة من الأرض ومجاورة في الوقت نفسه للبلدة تصلح لإقامة بلدة جديدة. وتقع هذه الأرض إلى الغرب من المشروع الزراعي والبلدة الحالية، وتبعد عن حدود المشروع أقل من 2كم، كما تبيّن الخريطة شكل (7). وتبلغ مساحة المنطقة المختارة حوالي 60كم^2 وهي أكبر من ثلاثة أضعاف مساحة مشروع تمالا الزراعي (18.5كم^2)، وهي قابلة للزيادة بالاتجاه شمالاً مستقبلاً.

أسباب اختيار هذا البديل:

أ. هذه المنطقة أعلى من منطقة المشروع حيث يزيد متوسط ارتفاع سطحها عن قاع المشروع بقرابة 10م، مما يجعلها بعيدة تماماً عن خطر السيول مهما كان حجم هذه السيول.

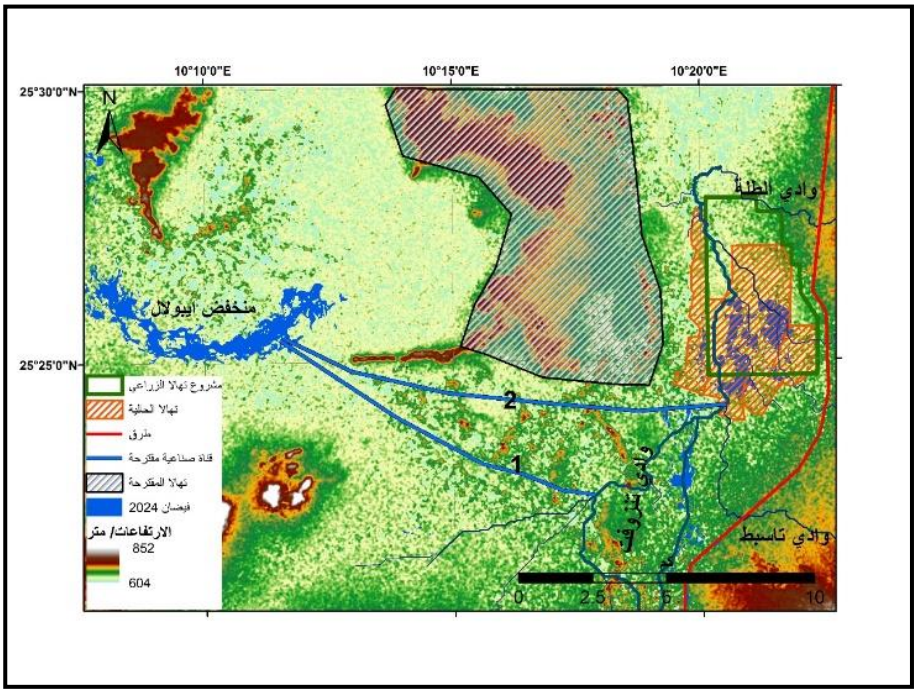
https://doi.org/10.5281/zenodo.21983700

ب. هذه المنطقة غير صالحة للزراعة، حيث يتكون سطحها من الرمال والصخور المكشوفة.

ج. إذا انتقلت البلدة إلى هذه البلدة المقترحة فإنّنا سنحافظ على المساحة الزراعية الخصبة الموجودة في المشروع الزراعي وما حوله، وزحف العمران على أجزاء واسعة منه.

د. المنطقة المقترحة قريبة من المشروع، ويمكن في البداية الاستمرار في استخدام المنشآت الموجودة حاليا كالمدارس وغيرها إلى حين إنشاء منشآت جديدة.

الشكل (7) البدائل المقترحة لحماية تهالا من خطر السيول.



الاستنتاجات:

1. أمكن تحديد الأودية التي تؤثر على بلدة تهالا عن طريق تحليل نماذج الارتفاعات الرقمية في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، وتتمثّل هذه الأودية في الأودية المنحدرة من جبال أكاكوس التي تمتد إلى الشرق من البلدة، وأخطرها وادي تاسبط ووادي الطلة، وتتميز هذه الأودية بقصرها وشدة انحدارها وسرعة وصولها إلى البلدة. كما تتأثر البلدة بجريان وادي تنزوفت الكبير القادم من الجنوب، وهو يتميز بحجمه الكبير الناتج عن اتساع حوضه، لكنه يأخذ وقتاً طويلاً للوصول إلى البلدة؛ ويرجع ذلك إلى طوله وقلة انحداره مسافة طويلة قبل أنْ يصل إلى تهالا.

2. تعرّضت البلدة لجريان سيلي متطرف في يونيو 2019 وفي أغسطس 2024، وكان فيضان 2024 أكبر (على العكس من غات)، مما يدلل على أن الجزء الشمالي من حوض وادي تنزوفت (حيث تقع تهالا) تأثر بالعاصفة المطرية أكثر من الجزء الجنوبي (حيث تقع غات).

3. غمرت مياه السيول حوالي 363.63 هكتاراً بنسبة 19.4% من إجمالي مساحة البلدة عام 2024، وبلغ ارتفاع المياه في بعض أجزائها قرابة المتر، وأدت إلى خسائر مادية كبيرة في الممتلكات العامة والخاصة، وإلى نزوح بعض السكان.

4. يرجع السبب في تعرض البلدة والمشروع الزراعي إلى الوضع الطبوغرافي لسطحهما، فقد أنشئ المشروع في منطقة منخفضة تقع في مصبات عدد من الأودية، مما أكسبه تربةً خصبة صالحة للزراعة، لكنه غير صالح للسكن؛ بسبب تهديد السيول المتكرر.

5. توصّل البحث إلى اقتراح بإنشاء بلدة جديدة إلى الغرب من مشروع تهالا الزراعي، ويتميز الموقع المختار بوجود مساحة واسعة مرتفعة نسبياً عن سطح المشروع الزراعي والبلدة الحالية، مما يحميه من خطر اجتياح السيول.

التوصيات:

1. الإسراع بتصميم البلدة الجديدة وتخطيطها وتنفيذها والبدء بنقل السكان إليها تدريجياً.
2. منع أي بناء في المشروع الزراعي أو في البلدة الحالية إلّا إذا كان للأغراض الزراعية.
3. إنشاء محطة رصد جوي في البلدة ومحطات قياس مطر في الجبال المجاورة.
4. إنشاء محطات قياس الجريان على مجاري الأودية الرئيسية وتزويدها بأجهزة إنذار مبكر.

https://doi.org/10.5281/zenodo.21983700

قائمة المراجع:

- سرمي، حسن (عميد بلدية تهالا)، مقابلة بتاريخ مارس 2025.
- شبكة الرائد الإعلامية، https://arraedlg.net/2024/08/17
- علي، أحمد عبد السلام (2000)، "بعض الأخطار الطبيعية على الطرق البرية في شمال سلطنة عمان دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية"، رسائل جغرافية، 247، الكويت.
- قنيبر، رجب فرج، وبلق، مفيدة أبو عجيلة، (2021)، "تقدير حجم الجريان السطحي بحوض وادي تنزوفت وأخطاره السيلية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بُعد"، في كتاب: المؤتمر الدولي الثاني متطلبات التنمية الحقيقية في ليبيا، المجلد الأول، منشورات جامعة خليج السدرة، بن جواد.
- مؤسسة رؤية لعلوم الفضاء وتطبيقاته (أغسطس 2024)، بيانات أمطار غير رسمية.
- محسوب، محمد صبري وأرباب، محمد إبراهيم (1998)، الأخطار والكوارث الطبيعية الحدث والمواجهة معالجة جغرافية، ط1، القاهرة، دار الفكر العربي.
- مركز البحوث الصناعية (1984)، خريطة ليبيا الجيولوجية، لوحات: غات، وادي تنزوفت، طرابلس.
- ناصر، شوقي شحدة، (2017)، جيومورفولوجية منخفض وادي تنزوفت جنوب غرب ليبيا باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية، أطروحة دكتوراة (غير منشورة)، جامعة طرابلس.
- ناصر، شوقي شحدة، (2023)، "إدارة أخطار السيول في منطقة غات باستخدام التقنيات المكانية"، مجلة جامعة سبها للعلوم الإنسانية، المجلد 22، العدد 2.

- Abdelkarim, Ashraf, Gaber, Ahmed F. D. Ahmed, Youssef M. and Pradhan, Biswajeet, (2019), “Flood Hazard Assessment of the Urban Area of Tabuk City, Kingdom of Saudi Arabia byIntegrating Spatial-Based Hydrologic and Hydrodynamic Modeling”, Sensors, 19, 1024.

- Gautam, Vivek Kumar, Gaurav,Piyush Kumar, Murugan, P, Annadurai, M, (2015) "Assessment of Surface Water Dynamics in Bangalor using WRI, NDWI, MNDWI, Supervised Classification and K-T Transformation", Aquatic Procedia.4.

- GOUDIE, A.S.,(2004) Encyclopedia of Geomorphology, Routledge.

- Nasser, Shawqi S A, (2024), "Factors Affecting Flash Flood Disaster in Ghat Town in Libya" Dirasat: Human and Social Sciences, Jordan, Volume 51, No. 5.

- Zurqani, Hamdi A. et. al. (2022), "Geospatial Mapping and Analysis of the 2019 Flood Disaster Extent and Impact in the City of Ghat in Southwestern Libya Using Google Earth Engine and Deep Learning Technique" In: Zurqani, Hamdi A. (Editor), Environmental Applications of Remote Sensing and GIS in Libya, Springer (eBook).