



## خريطة الفيضان إثر انكسار السد وخطط الطوارئ

دراسة حالة انهيار سد جرف التربة - بشار - الجزائر

### Flood Map Following Dam Failure and Emergency Plans,

Case of Jurf Al-Turba dam failure - Bechar - Algeria

د. بوهلالة خرفية

قسم الهندسة المدنية والري، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة بشار، الجزائر

البريد الإلكتروني: [bouhellala.kharfia@univ-bechar.dz](mailto:bouhellala.kharfia@univ-bechar.dz)

#### الملخص

زادت المخاوف حول كوارث انهيار السدود وما يترتب عنها من خسائر بشرية ومادية وخيمة، وكإجراء استباقي ووقائي يفترض إنشاء خريطة فيضان لجميع السدود، لتجاوز أو حصر أضرار وعواقب هذه الكوارث، اخترنا في هذه الدراسة مبدئياً سد "جرف التربة" الواقع بمدينة بشار بالجزائر، حيث قمنا أولاً بتحليل موجة الغمر بعد الانكسار الافتراضي الجزئي أو الكلي للسد، وذلك اعتماداً على عدة سيناريوهات متفاوتة الخطورة. تقوم الدراسة بتحديد خريطة المواقع الخلفية للسد المهدة بخطر الفيضان، وذلك بالتزامن مع التوقيت المتوقع لانتهائه، وبناءً على نتائج البحث بعد المحاكاة يتسنى لنا التحكم جزئياً في عواقب هذه الكارثة وتقادي ما يترتب عنها من أضرار. تساعد هذه الدراسة حتماً على إدارة الأزمة المتوقعة بكفاءة وفاعلية أثناء حدوثها، حيث يمكن إنشاء نظام إنذار مبكر وتجهيز خطط واقعية للإجلاء والإغاثة، وإعداد خرائط خاصة للطوارئ. .

**الكلمات المفتاحية :** انهيار السد، المحاكاة، فيضان، موجة الغمر، جرف التربة، بشار



## Abstract

Concerns have increased about the severe human and material losses resulting from dam break disasters. Generating inundation maps for all dams will help prevent or limit the consequences of these disasters. This study sought to create the inundation map for the Jurf Al-Turbah dam located in Bechar, Algeria. Several varying danger scenarios of the inundation wave after partial or total dam failure were analyzed. The study determines the downstream sites threatened by flooding along with the expected timing of collapse. Based on simulation results, disaster consequences can be partially controlled and damage avoided. This study helps manage the crisis efficiently by establishing an early warning system, preparing evacuation and rescue plans, and drawing safety and shelter maps.

**Keywords:** dam break, simulation, inundation, flood wave, Jurf Al-Turbah, Bechar



## 1.1. مقدمة:

تُعد السدود من أهم المنشآت الهندسية التي يستخدمها الإنسان لتحقيق الأمن المائي وتنظيم الموارد المائية الأساسية لمختلف الاحتياجات مثل الشرب والزراعة وتوليد الطاقة. ومع ذلك، فإن تعرض السدود للانهايار يمثل خطرًا جسيمًا يؤثر على حياة المجتمعات وسلامة البيئة، ويتسبب في خسائر بشرية ومادية جسيمة. في ظل تزايد عدد السدود في مناطق ذات طبيعة جيولوجية معقدة وتعرضها لمخاطر بيئية مختلفة، بات فهم أسباب الانهيار ونتائجه ضرورة ملحة تفرضها متطلبات السلامة وإدارة المخاطر.

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم تحليل معمق لحالة انهيار سد "جرف التربة" الواقع بمنطقة بشار في الجزائر، من خلال دراسة سيناريوهات متعددة لحدوث الانهيار، سواء جزئيًا أو كليًا، باستخدام برامج المحاكاة مثل CASTOR و GLOBAL MAPPER التي تساعد في رسم خريطة الفيضان الناتج. توضح الدراسة توقيت وحجم موجة الفيضان ومناطق الخطر الواقعة في مجرى السد ومناطق المدينة المحيطة، مع التركيز على تقييم النتائج العملية للمحاكاة من أجل التحكم الجزئي في أضرار الكارثة المقترحة.

يتناول البحث أيضًا الأبعاد النظرية المتعلقة بأنواع السدود وأهداف إنشائها، بالإضافة إلى تحليل أسباب الانهيارات الشائعة عالميًا والتي تتراوح بين الأخطاء الهندسية، تصاميم غير مناسبة، قصور في الدراسات الجيولوجية والهيدرولوجية، وحتى نقص الصيانة والتخريب في بعض الحالات. كما يسلط الضوء على أهمية



وضع خطط طوارئ متكاملة تشمل نظام الإنذار المبكر، خطط الإجلاء، إعداد خرائط الطوارئ، وغيرها من التدابير الوقائية التي تساهم في تقليل حجم الأضرار المحتملة.

تشمل الدراسة أيضاً توصيات فنية وتنظيمية حول كيفية تعزيز المراقبة والصيانة المستمرة للسد، وتنظيم حملات توعية للسكان المحليين حول مخاطر الفيضانات المحتملة، واقتراح تدابير هندسية كإنشاء سدود ترابية إضافية للحماية. بالاعتماد على نتائج هذه المحاكاة والتوصيات المستخلصة، يمكن تحقيق قدر أكبر من التحكم في عواقب الكارثة، مما يعزز من جاهزية المنطقة لمواجهة المخاطر والحفاظ على أرواح وسلامة السكان.

## 2.1. إشكالية الدراسة:

تتجلى مشكلة الدراسة في الحاجة لفهم نتائج المحاكاة الخاصة بانهيار سد "جرف التربة" بمدينة بشار، ومدى فاعلية خريطة الفيضان في تحديد المواقع المهددة بالفيضان، بالإضافة إلى تقييم التحديات التي تواجه رسم هذه الخريطة وتأثيرها على خطط الطوارئ حيث يهدف البحث إلى الإجابة عن الأسئلة التالية:

- ما هي النتائج المهمة التي يمكن الحصول عليها من سيناريوهات انكسار السد المختلفة، وكيف يمكن استخدام هذه النتائج لوضع خطة حكيمة وسريعة للتصرف تحمي المناطق المهددة بالفيضانات وتخفف من الأضرار المحتملة؟



- كيف يمكن لنماذج المحاكاة المختلفة أن تصوّر موجة الفيضان الناتجة عن انهيار السد جزئياً أو كلياً؟
  - ما هي المناطق الأكثر تعرضاً لخطر الفيضان وموعد وصول موجة الفيضان إليها؟
  - ما التحديات التي تواجه إعداد خريطة الفيضان السد وتحديد دقة هذه الخرائط في الإبلاغ عن المخاطر؟
  - كيف يمكن استخدام نتائج المحاكاة لوضع خطط إنذار مبكر، وإجلاء، وإغاثة فعالة في حالات الطوارئ؟
- هذه المشكلة تعكس أهمية دراسة الأثر المحتمل لانهايار السد بالتفصيل بغرض تحسين إجراءات الوقاية وتقليل الخسائر البشرية والمادية الممكنة.

### 3.1. أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة في زيادة المخاوف بشأن الكوارث الناجمة عن انهيار السدود، وما يترتب عليها من خسائر بشرية ومادية جسيمة. ومن أجل اتخاذ إجراءات استباقية ووقائية فعالة، تبرز الحاجة إلى إنشاء خرائط فيضان دقيقة لكل سدود البلاد، لتحديد الأضرار المحتملة ومناطق الخطر، مما يتيح التحكم الجزئي في عواقب الكوارث وتفايدي خسائر أكبر. كما تساهم الدراسة في تحسين إدارة الأزمة أثناء حدوث الانهيار عبر إعداد أنظمة إنذار مبكر وخطط إجلاء وإغاثة واقعية ومخططات طوارئ دقيقة.

### 4.1. أهداف الدراسة:

- فهم كيفية حدوث انكسار السد من خلال وضع عدة سيناريوهات محاكاة، والتركيز على الأخطر منها.



المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة المعرفة لنشر الأبحاث العلمية والتربوية

العدد الثامن والثمانون شهر (أكتوبر) 2025

ISSN: 2617-9563

- تحليل موجة الفيضان الناجمة عن الانهيار سواء كان جزئياً أو كلياً.
- CASTOR تحديد مناطق الغمر والتهديدات الواقعة خلف السد باستخدام برامج متخصصة مثل و .MAPPER GLOBAL
- اقتراح خطة حكيمة وسريعة للتصرف السليم لحماية السكان والمناطق المهتدة بالفيضان، والحد من الأضرار المحتملة.

هذه الدراسة تركز على سد "جرف التربة" بمنطقة بشار بالجزائر كنموذج تطبيقي لتحقيق هذه الأهداف الأساسية .

## II. الجانب النظري للبحث:

### 1.1. تعريف السدود:

السدود هي منشآت هندسية ضخمة تُقام عبر الأنهار أو المجاري المائية الطبيعية بهدف حجز المياه وتخزينها، أو تنظيم جريانها، أو تحويل مسارها. تُعد السدود من أقدم الوسائل التي استخدمها الإنسان للسيطرة على الموارد المائية، حيث تتيح له توفير مياه الشرب والري وتوليد الطاقة الكهربائية، بالإضافة إلى الحماية من أخطار الفيضانات.



## II. 2. الهدف من إنشاء السدود:

- توليد الطاقة الكهربائية.
- توفير مياه الشرب وتأمين الاحتياجات المائية لمشاريع الري.
- تنظيم الجريان في المجاري المائية ودرء خطر الفيضانات في الشتاء.
- تشكيل بحيرات اصطناعية صالحة لتربية الأسماك مما يساعد في تنمية الثروة السمكية.
- إحداث بحيرات كمواقع سياحية لكونها تعمل على تحسين الجو وتلطيفه.

## II. 3. انهيار السدود:

يعد انهيار السدود من أخطر الكوارث الطبيعية المتعلقة بمشاريع المنشآت المائية في الهندسة المدنية، إذ يتوجب الوقوف على أسباب هذه الظاهرة مثل الزلازل، الفيضانات، الحروب، ونتائج الأخطاء التصميمية في بناء السد أو نقص الصيانة، ونذكر منها:

- أخطاء في دراسات التربة لموقع السد وفي تصميم التسليح وحساب الإجهادات.
- أخطاء في حساب منسوب الفيضان، وفي حساب تحمل جسم السد للهزات الأرضية
- أخطاء في تنفيذ الكتلة البيتونية، عوامل الإماهة، درجة الحرارة، الخلطة الوزنية المناسبة للمواد الأولية للكتلة البيتونية ونوعية مادة الاسمنت.



## II 4.. إحصائيات حول أسباب انهيار السدود في العالم:

وفقاً لدراسة تقييم حوادث فشل وانهيارات السدود التي أجراها HEITFELD عام 1991 على 300 سد

في قارات مختلفة، توزعت أسباب انهيار السدود كما يلي:

- الأسباب الهيدرولوجية والهيدروليكية تشكل 45% من حالات الانهيار، وغالباً ما تكون بسبب مرور مياه موجة عالية فوق قمة السد خلال ذروة الفيضانات، وهذا النوع من الانهيارات يعود إلى قصور في الدراسات الهيدرولوجية والهيدروليكية وليس إلى عيب في تصميم السد نفسه.
- أسباب متعلقة بدراسات التربة والتحريات الجيولوجية تمثل 8%.
- الأخطاء في التصميم والتنفيذ تشكل 30%.
- قضايا الاستثمار والصيانة تساهم بنسبة 5%.
- أسباب أخرى تمثل حوالي 12% (Heifeld, 1991).

## II 5.. أمثلة على كوارث انهيار سدود عالمية:

- انهيار سد بانكياو في الصين عام 1975، الذي تسبب في وفاة أكثر من 150 ألف شخص نتيجة فيضانات هائلة ناجمة عن إعصار نينا الاستوائي، حيث لم تصمد السدود الثانوية أمام الفيضانات.
- انهيار سد تيتون في الولايات المتحدة عام 1976، وهو سد ترابي انهار عند ملئه لأول مرة، مما أدى إلى فيضانات أودت بحياة 14 شخصاً وخسائر مالية كبيرة.



- انهيار سدود درنة في ليبيا عام 2023، حيث ساهم إعصار دانيال في انهيار السدين اللذين كانا في حالة سيئة بسبب الإهمال وعدم الصيانة، بالإضافة إلى عوامل طبيعية مثل الفيضانات والزلازل وأسباب بشرية مثل التخريب والتفجيرات في الحروب.

تتضمن الأسباب الأخرى لانهيار السدود:

- ضعف مواد البناء أو تقنيات الإنشاء.
- أخطاء في تصميم ممرات التصريف (spillways).
- عدم صيانة شبكات التصريف أو انسدادها.
- التآكل والترسيب الطبيعي مع تقدم عمر السد.
- الزلازل وتأثيراتها على استقرار السدود.
- الإهمال والصيانة غير الكافية، خاصة في مناطق النزاعات.

تشير تقارير إلى أن العديد من السدود حول العالم تجاوزت عمرها الافتراضي (50-100 سنة)، مما

يزيد من خطر الانهيار إذا لم تُجرَ صيانة دورية وتحديثات هندسية مناسبة.

إن السبب الأكثر شيوعاً للانهيارات الشاملة هو مرور مياه الموجة العالية فوق قمة السد خلال فترة

ذروة الفيضانات وهذا النوع من الانهيارات لا يعد عيباً من عيوب تصميم السد في حد ذاته وإنما لقصور

الدراسات الهيدروليكية و الهيدرولوجية.



المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة المعرفة لنشر الأبحاث العلمية والتربوية

العدد الثامن والثمانون شهر (أكتوبر) 2025

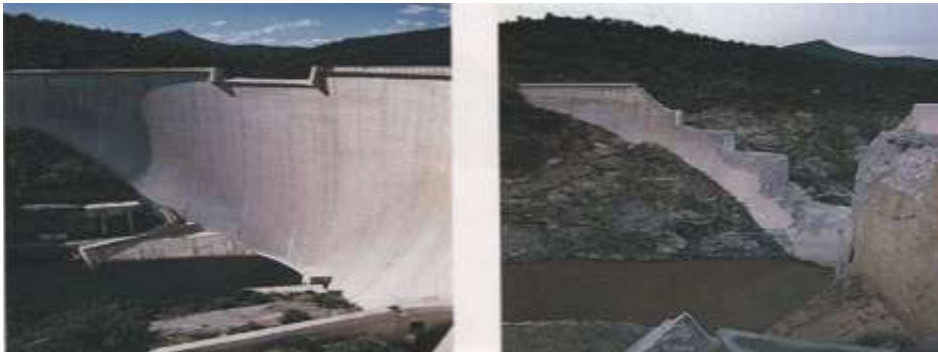
ISSN: 2617-9563

كمثال على حجم الأضرار الهائلة التي يسببها انهيار السدود لدينا سد سيانو (SAYANO) في روسيا. انهار هذا السد عام 2009 بسبب حدوث مطرقة مائية في المحطة الكهرومائية للسد ووصل عدد ضحايا الانهيار إلى 76 شخصا، إضافة إلى أضرار مادية كبيرة، الشكل 5 صورة للسد قبل الانهيار وبعده. ويوضح الشكل 6 سد "مالباست" قبل وبعد انهياره سنة 1959 وقد خلف 400 قتيلًا، وخسائر مادية معتبرة. (مريم، 2015)

الشكل (1): سد سيانو- روسيا سنة 2009 قبل و بعد الانهيار (kharfia, 2009)



الشكل (2): سد مالباست- فرنسا سنة 1959 قبل و بعد الانهيار (kharfia, 2009)





المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة المعرفة لنشر الأبحاث العلمية والتربوية

العدد الثامن والثمانون شهر (أكتوبر) 2025

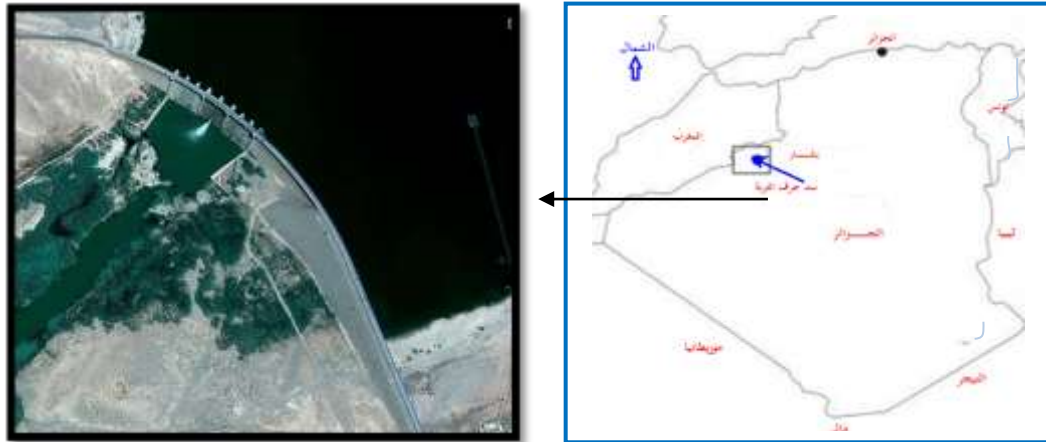
ISSN: 2617-9563

### III. الجانب التطبيقي للبحث

#### III.1. لمحة عن سد جرف التربة

يقع سد جرف التربة الثقلي على بعد 60 كم غرب مدينة بشار بالجزائر، و70 كم جنوب الحدود الجزائرية المغربية، بين خطي طول  $02^{\circ} 46' 5.45''$  غرباً و  $02^{\circ} 46' 25''$  غرباً وخطي عرض  $31^{\circ} 30'$  شمالاً و  $31^{\circ} 30' 34''$  شمالاً. تم بناؤه سنة 1969 وبدأ استغلاله منذ 1973، ليحجز مياه واد قير تبلغ سعة خزانته 360 هكتومتر مكعب وارتفاعه 36 متر وطوله 762 ويتم استخدامه لأغراض الري والإمداد بالمياه الصالحة للشرب (الشكل 3). (DHW-Béchar, 2020)

الشكل (3): الموقع الجغرافي لسد جرف التربة





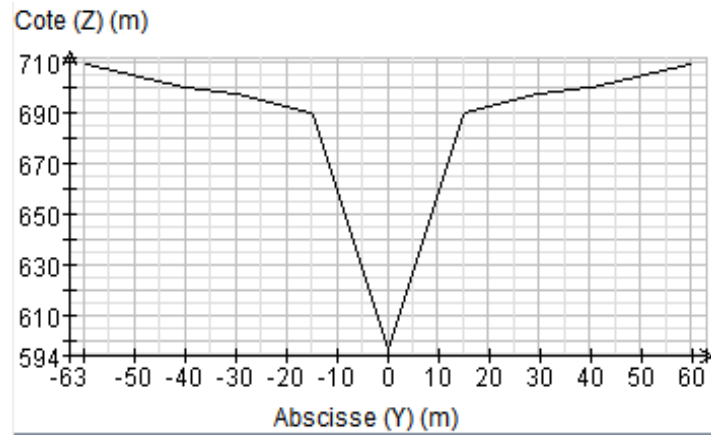
### 2.iii. تطبيق برنامج المحاكاة و تحليل النتائج المحصل عليها: (Klement, 1987)

تم عمل عدة أشواط محاكاة باستخدام برنامج CASTOR الذي يتطلب نمودجه إدخال البيانات المتعلقة بقياس أعماق الخزان، هندسة السد والخرائط الطبوغرافية للمصب، مع تقدير لمعامل الخشونة على طول الوادي، بما في ذلك قناة المجرى المائي وحوض الفيضان. قمنا بإدخال البيانات المطلوبة لعدة سيناريوهات متفاوتة الخطورة لانكسار السد، يتضمن إدخال البيانات:

- احتساب عرض الخرق والمساحة السطحية للخزان.
- وحجم التخزين.
- والحد الأقصى للتصريف الكلي من السد.
- والارتفاع من أسفل المصب للاختراق.
- عامل الخشونة على طول المجرى المائي.

### 3.iii. سيناريو الانهيار:

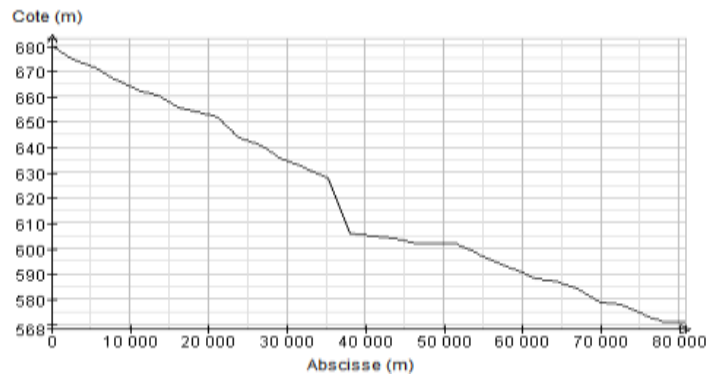
نعرض في هذا البحث نتائج أحد السيناريوهات حيث نفترض حدوث الانهيار عند وصول منسوب الماء إلى منسوب قمة السد. عند مرور الموجة الفيضانية، تتشكل فتحة في جسم السد ابتداء من أعلى السد إلى الأسفل، الشكل (4) يجسد شكل الخرق المفترض. ونعتبر أن تاريخ بداية الحادثة افتراضي حيث تبدأ فتحة الانهيار بالتشكل عند وصول منسوب الماء أمام السد ثم تتطور حتى تصل إلى الشكل النهائي.



### 4. III. المقطع الطولي للمجرى المائي:

يمثل الشكل (5) المقطع الطولي للمجرى المائي لسد "جرف التربة" الثقلي بمدينة بشار بالجزائر.

الشكل (5): المقطع الطولي للمجرى المائي لسد 'جرف التربة'

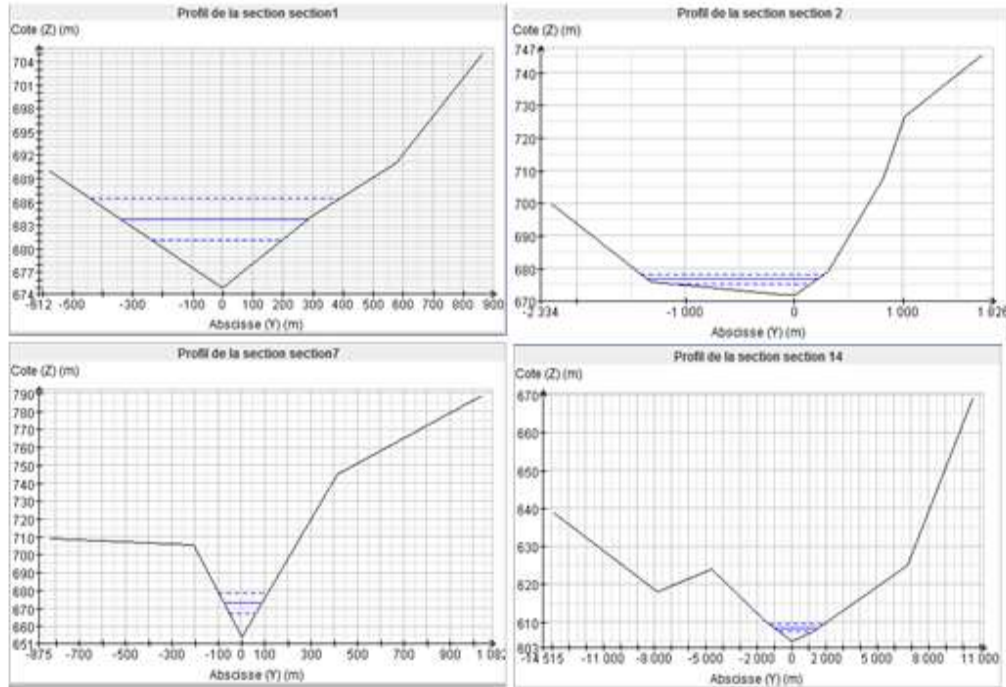




### 5. III. المقاطع العرضية:

قمنا في هذه الدراسة بإنجاز 25 مقطعا عرضيا على طول الوادي وذلك إلى غاية سهل مدينة العبادلة، يجمع الجدول 1 خصائص كل مقطع. والشكل (6) يضم بعض المقاطع العرضية المحصل عليها بعد إدخال البيانات الطبوغرافية: بعد المقطع عن السد، الميل المحلي، معامل الخشونة المحلي، معامل الخشونة المتوسط لخمس وعشرين مقطعا بعد المحاكاة.

الشكل (6): بعض المقاطع العرضية بعد المحاكاة





### 6.iii. عرض وتحليل النتائج الرقمية المحصل عليها بعد المحاكاة:

نلاحظ أن زمن الانتشار الكلي لموجة الغمر عبر المجرى المائي في المقطع 24 يقدر بحوالي 1200 دقيقة مما يعادل 20 ساعة. ومن حسب النتائج الرقمية المحصل عليها نلاحظ أن التدفق الأقصى بعد الانهيار يعادل 14999 م<sup>3</sup>/ثانية بسرعة 5.11 م/الثانية. كما تثبت النتائج أن الارتفاعات المسجلة تتناقص تدريجيا كلما ابتعدنا عن السد.

الجدول (1) : خصائص المقاطع العرضية

Résultats pour le scénario rupture instantanée						
Résultats		Résultats minorés		Résultats majorés		
Distance	Débit Max	Hauteur ...	Cote Max	Vitesse	Temps d'...	Ligne d'é...
0,000	14 999,0...	18,170	698,630	5,110	62,000	699,960
2 790,000	12 827,0...	8,760	683,760	5,700	72,000	685,420
5 580,000	10 106,0...	4,860	676,760	2,780	85,000	677,150
8 370,000	9 517,000	10,570	677,570	3,800	102,000	678,310
11 160,0...	8 412,000	11,140	674,140	4,800	115,000	675,310
13 950,0...	7 218,000	12,000	673,000	3,160	129,000	673,510
16 740,0...	6 165,000	11,770	667,770	5,750	142,000	669,460
19 530,0...	5 315,000	18,850	672,850	4,200	153,000	673,750
22 320,0...	4 436,000	18,470	670,470	3,470	167,000	671,080
25 110,0...	4 302,000	10,770	654,770	5,870	179,000	656,530
30 690,0...	3 568,000	13,580	648,580	3,940	202,000	649,370
33 480,0...	3 233,000	14,150	646,150	2,870	218,000	646,570
36 270,0...	2 994,000	5,940	633,940	0,970	248,000	633,990
39 060,0...	3 393,000	2,240	608,240	2,290	282,000	608,510
41 850,0...	3 024,000	3,480	608,480	0,790	318,000	608,510
44 640,0...	2 718,000	2,210	606,210	0,710	392,000	606,240
47 430,0...	2 487,000	4,510	606,510	1,100	454,000	606,570
50 220,0...	2 245,000	4,320	606,320	0,900	510,000	606,360
53 010,0...	2 044,000	2,760	604,760	0,670	581,000	604,780
55 800,0...	1 930,000	2,020	600,020	0,910	652,000	600,060
58 590,0...	1 875,000	2,740	594,740	1,360	701,000	594,830
66 960,0...	1 643,000	1,950	585,950	0,890	850,000	585,990
72 540,0...	1 545,000	2,450	580,450	0,610	998,000	580,470
75 330,0...	1 510,000	2,590	576,590	0,990	1 068,000	576,640

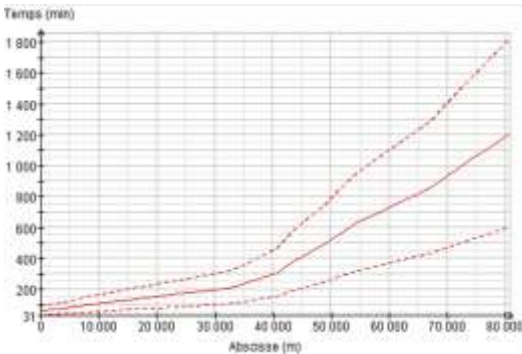
Fermer



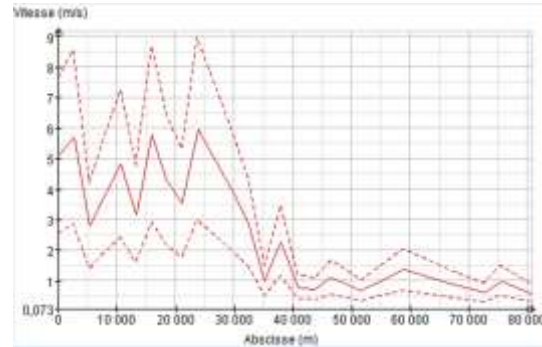
من الجدول 1 نرى أن الحد الأقصى لتدفق موجة الغمر يتناقص كلما ابتعدنا عن السد، ولكن ليس مع اتساع أو تضيق الوادي. يبلغ الحد الأقصى لمعدل التدفق في لحظة الخرق الملحوظ حوالي 15000 متر مكعب / ثانية، ويبلغ الحد الأدنى للتدفق حوالي 2000 متر مكعب / ثانية.

كما نلاحظ بعد تحليل النتائج أن ارتفاع موجة الغمر في بداية الوادي، يكون محسوساً بسبب التدفق العالي المسجل، ثم ينخفض تدريجياً ليصل إلى مستوى قاع الوادي. وهذا الارتفاع يختلف من قسم إلى آخر بسبب توسيع أو تضيق المقطع المدرس.

الشكل (8): زمن وصول موجة الغمر



الشكل (7): السرعة العظمى لموجة الغمر على طول المجرى المائي



بعد الحصول على نتائج المحاكاة الرقمية، تمكنا من تمثيل المناطق المهدة بموجة الفيضان (مع الذكر

أن حد الفيضان هو نقطة التقاطع بين خط الطاقة والتضاريس الطبيعية) على خريطة تسمى خريطة

الفيضان التي قد تتجم عن انهيار السد. تحدد هذه الخريطة خصائص موجة الغمر في أي نقطة في



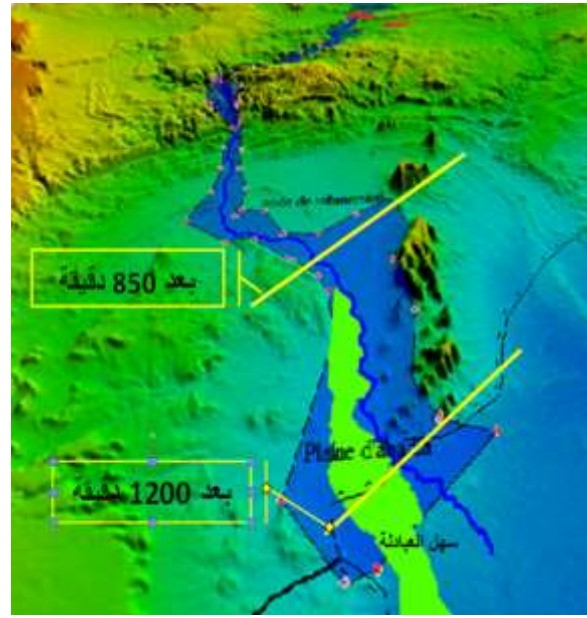
المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة المعرفة لنشر الأبحاث العلمية والتربوية

العدد الثامن والثمانون شهر (أكتوبر) 2025

ISSN: 2617-9563

الوادي مع زمن انتشار الموجة أو مرورها. تم إنجاز خريطة الفيضان باستخدام برنامج جلوبال ماير Global Mapper .

الشكل (9): خريطة الفيضان بعد أكثر من 1500 دقيقة





افتراضا لما قد يحصل بعد الانهيار، وبعد تحليل مختصر لنتائج المحاكاة الرقمية توصلنا لما يلي:

• ارتفاع مفاجئ لمنسوب المياه في الجهة الأمامية، إذ تم تقدير المساحة المغمورة بما يعادل 105506 هكتارا

• بعد 850 دقيقة: تغمر المياه سكان منطقة حاسي المنونات ويصل الفيض إلى سهل العبادلة

• بعد 1105 دقيقة: تغمر منطقة غير لطفي وجزء معتبر من سهل العبادلة

• بعد 1200 دقيقة: تغمر منطقة العبادلة كليا ويصل الفيضان إلى الثكنة العسكرية المجاورة.

### 7. III. خاتمة:

تعود معظم أسباب انهيارات السدود إلى أخطاء إنشائية أو لعدم استيفاء الدراسات اللازمة لتأثير العوامل الهيدرولوجية والهيدروليكية بشكل دقيق ومفصل. فلا بد من إدارة الأزمة المتوقعة بكفاءة وفاعلية في حال حدوث هذه الكوارث، والعمل على تثبيت خطة طوارئ مناسبة للإغاثة و الإجراء.

تعرف إجراءات الوقاية من الفيضانات الناجمة عن انهيار السدود بأنها التدابير الضرورية الواجب اتخاذها لبلوغ درجة من التأهب الأمثل لحماية وتأمين السكان والممتلكات في مواجهة أخطار هذه الكارثة. فهذا البحث يساهم في تدارك مخاطر انكسار سد "جرف التربة" مما يمكن من تخفيف حدة الأضرار بكيفية ملحوظة، إلا أنها تبقى جزئية وتتطلب ترسيخ مبادئ وقائية للتخفيف من أهميتها وآثارها، وتكمن هذه التدابير الوقائية في:



- إجراء مسح طبوغرافي لكافة المناطق المعرضة للفيضانات نتيجة انهيار سد "جرف التربة"، وجعلها متاحة للجهات المعنية لتسهيل عملية الإجلاء والإغاثة.
- حماية منطقة العبادلة المعرضة للفيضانات في حال انهيار كلي لسد "جرف التربة" ودعمها ببناء سد ترابي بارتفاع 15م يقع على بعد 26 كم من سد "جرف التربة".
- المراقبة والصيانة المنتظمة للسد وملحقاته.
- تنظيم حملات تحسيسية لسكان منطقة العبادلة بخطورة الفيضان الذي قد ينتج عن انهيار سد "جرف التربة"
- تجديد شبكات صرف المياه السطحية تحسبا لوقوع فيضانات فجائية قصوى بتوسيع أحجام الأنابيب المجماعة للمياه أو إعداد مجاري للمياه تهدف إلى التخفيض من حدة الفيضانات.
- ضبط نظام عصري لتوقع تهاطل الأمطار وتطوير أساليب ملائمة للإنذار والإعلام على حالات الفيضانات في منطقة العبادلة وضواحيها.
- إنشاء بنك للمعطيات المتعلقة بكميات الأمطار يحتوي على سلم مرجعي يتم إعداده انطلاقا من الأوضاع السابقة.
- وضع أجهزة إنذار مبكر لتحسيس سكان المنطقة بأخطار انهيار السدود وضبط الخطط الضرورية للمحافظة على الأرواح البشرية.
- صيانة المجاري والبالوعات التالفة وإيجاد حواجز جانبية لتصريف المياه.



- إحداث المزيد من المناطق الخضراء وغرس الأشجار بمرتفعات منطقة العبادلة المجاورة للمناطق العمرانية خاصة أن طبيعة المنطقة ملائمة جدا للزراعة.
- إجراء دراسة تفصيلية لكافة احتمالات أو سيناريوهات الانهيار ووضع خطة متكاملة لحالات الطوارئ المتعلقة بها.

### 8.iii. توصيات ونصائح عامة للوقاية من خطر انكسار السدود :

- يمكن المساهمة في التقليل من حدوث كارثة انهيار السدود بالتقيد جديا بمايلي:
- دراسة و تحليل موجة الغمر وتحديد خريطة الفيضان المحتمل في حال انهيار السد المخطط إنشاؤه، وذلك قبل اختيار موقع البناء.
  - احترام قوانين التهيئة العمرانية بالمناطق المنخفضة والمهددة بالفيضانات ومنع البناء بها.
  - رصد المناطق المهددة بالفيضانات ووضع خارطة وطنية خاصة بها.
  - السهر على إنشاء الحواجز وسدود التخزين التي تعد عاملا للحماية من خطر الفيضانات حيث يحدد علوها حسب ارتفاع المياه التي قد عرفتها المنطقة مع صيانتها باستمرار.



## المصادر والمراجع

• امتثال محمد مريم. (2015). دراسة موجة فيضان ناتجة عن انهيار سد باستخدام برنامج: الـ sRa-Hec. دمشق: جامعة دمشق كلية الهندسة المدنية قسم الهندسة المائية.

• ويكيبيديا. (28 ماي، 2020). السد. تاريخ الاسترداد 7 أبريل، 2021، من ويكيبيديا الموسوعة الحرة: [/\(https://ar.wikipedia.org/wiki \(20/09/2021](https://ar.wikipedia.org/wiki/(20/09/2021)

• ثائر محمود الطائي وأنس محمد محمود رشيد. (2009). محاكاة موجة فيضان نهر دجلة في مدينة الموصل نتيجة الانهيار الافتراضي لسد الموصل. مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية المجلد الخامس. العدد الثاني.

- kharfia, B. (2009, juin 28). Simulation de l'onde de submersion en aval en cas de rupture de barrage. Oran, Université des sciences et de la technologie Mohamed Boudiaf- Oran, Algérie: Université des sciences et de la technologie Mohamed Boudiaf- Oran.
- Vít Klemeš, 1987. « Hydrological and engineering relevance of flood frequency analysis », in Vijay P. Singh (éd.), Hydrologic frequency modeling, Dordrecht, , p. 1-18.
- Heitfeld, M. (1991). Évaluation des causes d'effondrement des barrages à travers le monde. Rapport interne.