



## بررسی اثرات ناشی از شکست سد در اراضی پایین دست مطالعه موردی: (سد تنگاب فیروزآباد)

دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته سازه های آبی دانشگاه آزاد شیراز  
گروه مهندسی آب، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز

احسان سهرابی شکفتی  
علی رضا غلامی\*

### چکیده مبسوط

**مقدمه:** مدیریت ایمنی در سازه و سازه در اولین گام مستلزم ارزیابی شرایط واقعی در رودخانه‌ها می‌باشد. در ایران به سبب واقع شدن در اقلیم خشک و نیمه‌خشک توجه خاصی به امر سدسازی در برنامه‌های توسعه اقتصادی شده‌است. لذا لازم است قبل از احداث سدها مسائل و نکات ایمنی لازم مد نظر قرار گیرد. هدف از انجام این پژوهش روندیابی سیلاب ناشی از شکست سد تنگاب و پهنه‌بندی سیلاب ناشی از شکست آن در پایین دست سد می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** این پژوهش در سد تنگاب در ۱۳ کیلومتری شمال غربی شهر فیروزآباد واقع بر رودخانه فیروزآباد انجام شده است. این رودخانه مهم‌ترین شاخه فرعی رودخانه‌مند بشمار می‌آید. برای انجام این پژوهش ابتدا مطالعات مربوط به تعیین پارامتر شکست سد، تعیین شکل شکست و زمان لازم برای ایجاد مقاطع شکست، انجام، و سپس محاسبات دبی سیلاب و دبی کل با استفاده از ۴ روش تجربی شامل کریک پاتریک، حفاظت آب و خاک امریکا، احیا اراضی امریکا و سینگ و استوراسون انجام و نتایج با نرم‌افزار HEC-RAS مدل‌سازی شد.

**نتایج و بحث:** بر اساس نتایج بدست آمده از برآورد دبی سیلاب حاصل از شکست سد بر اساس ۴ روش تجربی ذکر شده، مشخص شد که دبی برآوردی بر اساس دو روش حفاظت آب و خاک و روش کریک بسیار نزدیک (۳۰۳۰۹ و ۳۰۲۷۰ مترمکعب بر ثانیه) بوده به طوری که این اختلاف بین آن‌ها بسیار ناچیز می‌باشد. این اختلاف در روندیابی سیل و پهنه‌بندی سیل نیز بسیار ناچیز است. میزان مساحت اراضی تحت سیلاب در هر دو روش به میزان ۱۴۰ هکتار اراضی کشاورزی، ۰/۵ هکتار اراضی صنعتی و ۹۰ هکتار اراضی در محدوده رودخانه می‌باشد. در روش سینگ و استوراسون در مقایسه با سه روش دیگر دبی کمتری را نشان می‌دهد که بر اساس این روش، اراضی تحت سیلاب ۱۳۳ هکتار اراضی کشاورزی و ۸۴ هکتار در محدوده صنعتی می‌باشد. اراضی صنعتی بر اساس این روش زیر آب نمی‌رود. در روش احیا اراضی امریکا در مقایسه با سه روش دیگر دبی بیشتری برابر با ۳۳۹۱۴ مترمکعب بر ثانیه را نشان می‌دهد که در نتیجه آن ۱۶۱ هکتار از اراضی کشاورزی، ۱ هکتار اراضی صنعتی و ۱۰۰ هکتار در محدوده رودخانه به زیر سیل می‌رود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این تحقیق نشان داد که روش احیا اراضی امریکا از بین سایر روش‌های ذکر شده بهتر است زیرا دبی بیشتری را در محاسبه سیلاب برآورد کرده است. نتیجه مهمی که از پهنه‌بندی سیلاب حاصل از شکستگی سد تنگاب حاصل می‌گردد این است که محدوده شهری فیروزآباد از این سیلاب در امان می‌باشد و مناطق مسکونی روستایی نیز زیر آب نمی‌روند. بر اساس نتایج به دست آمده جمع‌بندی می‌گردد که در نتیجه شکست احتمالی سد بجز ۱ هکتار بخش صنعتی که مساحت بسیار ناچیز است، خسارت فقط به اراضی کشاورزی وارد می‌گردد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۸

**واژه‌های کلیدی:** سد تنگاب، رودخانه فیروزآباد، پهنه‌بندی سیلاب، شکست سد، ArcGIS، HEC-RAS

نویسنده مسئول: علیرضا غلامی

نشانی: گروه مهندسی آب، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز. تلفن: ۰۹۱۷۳۱۵۴۹۳۸. پست الکترونیکی: alirezagholami175@gmail.com

### DOR:

**استناد:** سهرابی شکفتی احسان، غلامی علیرضا. بررسی اثرات ناشی از شکست سد در اراضی پایین دست مطالعه موردی: (سد تنگاب فیروزآباد). پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست. ۱۴۰۲: (۲) ۱: ۳۵-۴۵.

حقوق نویسندگان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد و تحت مجوز مالکیت خلاقانه <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

در فصلنامه پژوهش‌های نوین در مهندسی محیط زیست منتشر شده است. هرگونه استفاده غیرتجاری فقط با استناد و ارجاع به اثر اصلی مجاز است.



## مقدمه

آموزش‌های لازم نیز به کاربران و ساکنین مجتمع‌های پایین دست داده شود (ابارشی و همکاران ۱۳۸۹). تعیین مختصات مکانی و زمانی پیشروی امواج و تعیین حدود مناطق سیل گیر پایاب، ضروری می‌باشد. تهیه نمودن نمودار اطلاعات، شامل عمق جریان، زمان رسیدن پیشانی موج و نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب در محیطی می‌تواند کارساز باشد. این نقشه‌ها که با توجه به ریسک‌پذیری هر منطقه با رنگ‌های مختلف از یکدیگر متمایز خواهند شد، این امکان را به مسئولین می‌دهد تا نسبت به تهیه برنامه اقدامات اضطراری اقدام نمایند (حسن‌زاده و همکاران ۱۳۹۷). کمیته سدهای بزرگ ایالات متحده در سال ۱۹۷۰ کتاب معیارهایی برای نظارت ایالتی بر ایمنی سدها و مخازن سدها را منتشر کرد. این معیارها نحوه نظارت ایمنی برای سدها و مخازن سدها را در تمام مراحل طراحی، ساخت، بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات، توسعه دادن، تغییر و تبدیل، تغییر محل دادن یا بلا استفاده قرار دادن، تأمین می‌نماید. همزمان با شروع این برنامه در دیگر کشورهای جهان نیز در زمینه آنالیز شکست و تعیین هیدروگراف خروجی حاصله تلاش‌های زیادی صورت گرفت. در این مقاله روش‌های ساده‌ایی را برای پیش‌بینی ماکزیمم جریان خروجی شکست سد پیشنهاد شده، که این روش‌ها برای بازدید مقدماتی کار و برای تنظیم کردن معقول هیدروگراف‌های خروجی شکست سد، می‌تواند مؤثر باشد. روش‌ها به کار رفته شامل روش سازمان حفاظت آب و خاک (۱۹۸۱)، سازمان احیاء اراضی ایالات متحده آمریکا<sup>۱</sup> (۱۹۸۲)، کریک‌پاتریک (۱۹۷۷)، مطالعات هاگن (۱۹۸۲)، سینگ و اسنوراسون (۱۹۸۴) می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق روندیابی سیلاب ناشی از شکست سد تنگاب فیروزآباد فارس و اثرات ناشی از آن بر اراضی پایین دست می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

## منطقه مورد مطالعه

سد تنگاب در محل تنگه تنگاب، ۱۳ کیلومتری شمال غربی شهر فیروزآباد (مسیر کوار - فیروزآباد) و بر روی رودخانه فیروزآباد واقع شده است. این سد دارای مختصات جغرافیائی محل عرض شمالی  $28^{\circ} 57' 11''$  و طول شرقی  $52^{\circ} 32' 52''$  می‌باشد که در زیر حوضه رودخانه فیروز آباد، قرار دارد. رودخانه فیروزآباد مهمترین شاخه فرعی رودخانه مند بشمار می‌آید. این سد از نوع سنگریزه‌ای - خاکی با هسته رسی مایل با عرض تاج ۱۰ متر که ارتفاع از بستر رودخانه ۵۱ متر می‌باشد. حداکثر سیلاب محتمل که برای سرریز جانبی در نظر گرفته شده است ۶۳۷۰ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد (شکل ۱)

سد یک سازه مصنوعی در مسیر جریان آب می‌باشد که برای کنترل سیلاب‌هایی که در اثر بارندگی در یک مسیل ایجاد می‌گردد ساخته می‌شود (حسن‌زاده و همکاران ۱۳۹۷). در صورت وقوع هرگونه خرابی در سدها، اقتصاد ملی و محلی متحمل زیان فراوان شده و زندگی و دارایی مردم در معرض خطر قرار می‌گیرد. خسارت بالای ناشی از فروریزی سد نشان‌دهنده اهمیت بالایی است که باید به ارزیابی و نظارت بر مسائل ایمنی سد اختصاص داده شود. مدیریت ایمنی در سدها و سازه‌های وابسته در اولین گام مستلزم ارزیابی مناسب شرایط واقعی می‌باشد (مهرموسوی و همکاران ۱۴۰۱). یکی از معیارهای توسعه در هر کشور دانش و فن‌آوری سدسازی و نیز تعداد سدهای در دست بهره‌برداری آن کشور می‌باشد. در کشور ما به سبب اینکه جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک است در سال‌های اخیر توجه خاصی به امر سدسازی در برنامه‌های توسعه اقتصادی شده‌است (هوشمند و همکاران ۱۳۹۵). از این رو شمار زیادی سد در کشور در حال ساخت و بهره‌برداری می‌باشند. از طرفی در چندین دهه اخیر شاهد شکست چندین سد عظیم در دنیا بوده که این امر موجب افزایش آگاهی‌های عمومی از پتانسیل خطر حاصله از سدها شده‌است (بردبار ۱۳۹۳). شکست مجموع سدها که حدود ۲ درصد کل سدهای موجود را نشان می‌دهند و رقم قابل ملاحظه‌ای از قربانی‌ها و از دست رفتن سرمایه‌های ملی در کشورهای مختلف را در بر می‌گیرد و همچنین از سوی دیگر مجموع خسارات حاصل از شکست سدهای کوتاه‌تر از ۳۰ متر، که ۱۰ برابر بیش از خسارت حاصل از سدهای بلندتر گزارش شده است، موجب گردیده که در این باره مطالعات و تحقیقات زیادی صورت گیرد (کلاته و همکاران ۲۰۲۰). پژوهشگرانی که در این زمینه مطالعه کرده‌اند، آمار خرابی‌ها را به شکل‌های مختلفی طبقه‌بندی نموده‌اند تا اهمیت دقیق در پاره‌ای از مسائل سد را به خوبی نشان دهند. سدهای مخزنی به طور معمول در مناطق کوهستانی قرار گرفته و حجم زیاد آب را در پشت خود ذخیره می‌کنند. در صورت شکست سد، موج عظیمی سیلاب به سمت پایین دست پیشروی می‌کند که باعث خسارات جانی و مالی زیادی می‌گردد (محمدنژاد و همکاران ۱۳۹۳). با شکست سد یک جریان غیر دائمی ایجاد می‌شود که می‌توان با معادلات آب‌های کم عمق مدل‌سازی شود (سالم-نیا و همکاران ۱۳۹۶). به منظور کاهش خسارت‌های ناشی از شکست سدها لازم است قبل از طرح و احداث این تأسیسات عظیم، تدابیر ایمنی کافی اتخاذ گردیده و ضمن نصب علائم هشداردهنده در محل سدها، نقشه مناطق سیل گیر پایین دست آن‌ها تهیه گردیده و



شکل ۱ - موقعیت شهرستان فیروزآباد و سد تنگاب بر روی نقشه استان فارس

کریک پاتریک با استفاده از داده‌های ۱۳ نمونه سد شکسته شده خاکی و ۶ سد شکسته شده فرضی معادله خود را در سیستم متریک برای ماکزیمم جریان خروجی که تابعی از عمق آب پشت سد در زمان شکست می‌باشد، ارائه نمود. این معادله به صورت نموداری با داده‌های سدهای شکسته شده مورد مقایسه قرار گرفته شده است. پس از آن سازمان حفاظت آب و خاک با استناد به ۱۳ نمونه مورد مطالعه کریک پاتریک، معادله‌ای را با توانایی بالا در ارتباط با ماکزیمم جریان خروجی شکست با عمق آب در زمان شکست ارائه نمود. مطالعات سازمان احیاء اراضی ایالات متحده آمریکا نیز کارهای صورت گرفته توسط سازمان حفاظت آب و خاک را بهبود بخشید و با استفاده از داده‌های ۲۱ سد شکسته شده معادله ۱ را پیشنهاد دادند. سینگ و اسنورسون معادلات خود را برای پیش‌بینی ماکزیمم جریان خروجی شکست در تابعی از ارتفاع سد و حجم مخزن نشان دادند. این روابط از نتایج شبیه‌سازی آنالیز ۸ نمونه سد شکسته شده با استفاده از مدل‌های DAMBRK و HEC-1 توسعه یافته است. روابط فوق در جدول ۱ آورده شده است.

این پژوهش شامل دو بخش می‌باشد. بخش اول به بررسی شکست سد می‌پردازد. و در بخش دوم روندیابی سیلاب ایجاد شده در پایین دست سد مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته است. فرمول مختلف تجربی که برای تعیین میزان دبی حاصل از شکست سد می‌باشد. در این پژوهش از نرم‌افزارهای EXCEL, HEC-RAS, HECGeo-RAS, GIS, Google Earth, بخش‌های مختلف پژوهش استفاده شده است. در این پژوهش جهت برآورد دبی حداکثر سیلاب حاصل از شکست سد و به منظور روندیابی از روش سازمان احیاء اراضی ایالات متحده آمریکا که با استفاده از داده‌های ۲۱ سد شکسته شده بدست آمد، استفاده گردید.

$$Q_p = 19.1(h_w)^{1.85} \quad (1)$$

در این معادله  $h_w$  عمق هیدرولیکی آب در سد شکسته شده، روی پایین‌ترین قسمت شکست می‌باشد و در محاسبه دبی حداکثر آن را برابر با ارتفاع سد در نظر می‌گیرند.

## جدول ۱- معادلات تجربی مورد استفاده جهت برآورد دبی حداکثر

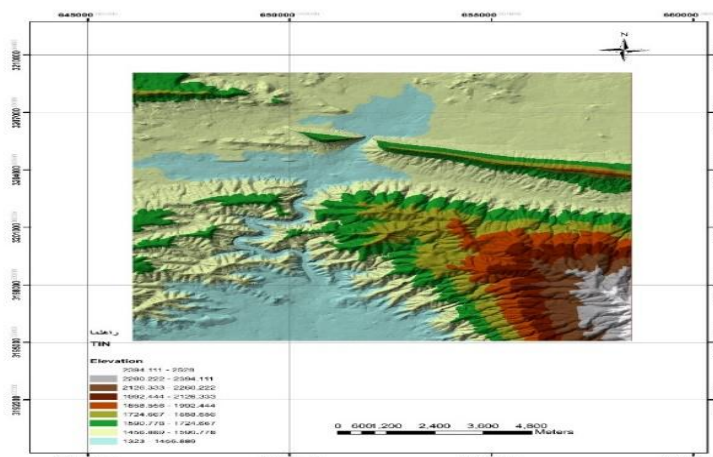
روش محاسبه	معادله مورد استفاده
کریک	$Q_p = 1.268(h_w + 0.3)^{2.5}$
حفاظت آب و خاک امریکا	$Q_p = 16.6(h_w)^{1.85}$
احیا اراضی امریکا	$Q_p = 19.1(h_w)^{1.85}$
سینگ و استوراسون	$Q_p = 13.4(h_d)^{1.89}$
	$Q_p = 1.776(s)^{0.47}$

مقاطع رودخانه، سواحل چپ و راست نیز برای روندیابی نیاز می باشد که می توان آن را بوسیله ابزار HEC-geoRAS در نرم افزار GIS می باشد بدست آورد.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از این تحقیق به شرح زیر و به صورت خلاصه اشاره می گردد. در ابتدا، با استفاده از لایه DEM منطقه مورد مطالعه و استفاده از نرم افزار GIS لایه TIN منطقه مورد مطالعه به دست آمد (شکل ۲).

در جدول ۱:  $Q_p$  حداکثر دبی سیلاب و  $h_w$  عمق هیدرولیکی آب در سد شکسته شده و  $h_d$  ارتفاع سد و  $S$  میزان حجم مخزن سد می باشد. با توجه به هدف پژوهش، شکست هنگامی اتفاق می افتد که حداکثر سیلاب محتمل به وقوع پیوندد. برای این منظور با استفاده از معادلات، حداکثر میزان دبی محاسبه گردید. پارامتر بعدی عدد مانینگ می باشد، که دقت عدد مانینگ در محاسبات هیدرولیکی نرم افزار HEC-RAS بسیار حائز اهمیت است. در این پژوهش با استفاده از روش کاون و مشاهده نوع بستر رودخانه عدد مانینگ برای دشت های سیلابی و نهراصلی محاسبه گردید. در مرحله بعد برآورد دبی حداکثر سیلاب حاصل از شکست و روندیابی سیلاب انجام شد. که برای این منظور با استفاده از مدل HEC-RAS روندیابی سیلاب مدل گردید. به جز مقدار دبی سیلاب،

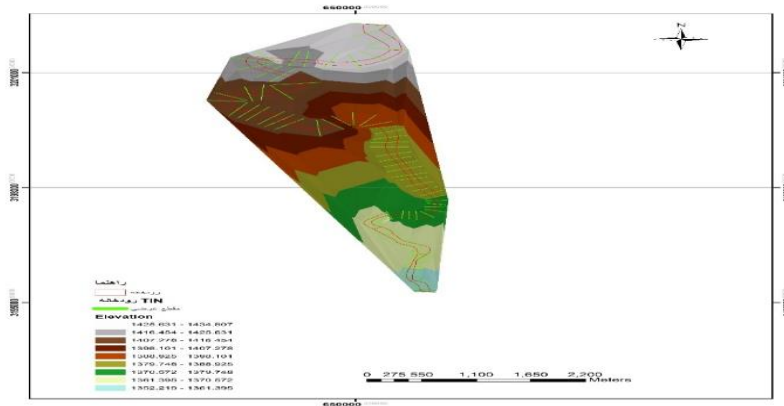


شکل ۲ - نقشه TIN محدوده مورد مطالعه

پس از تهیه لایه TIN با استفاده از ابزار HEC-geoRAS محدوده رودخانه را مشخص کرده و سپس TIN محدوده رودخانه را با



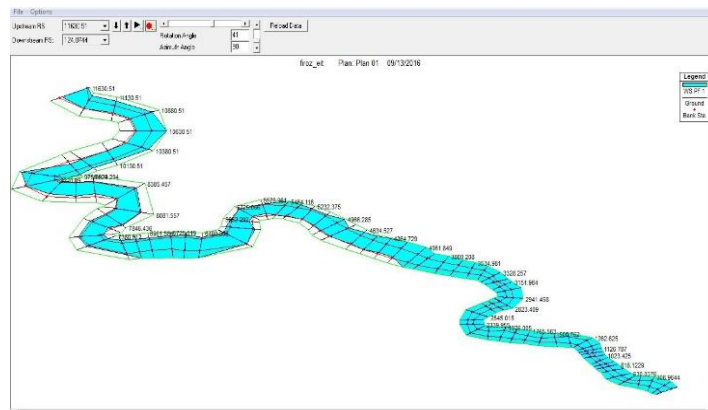
استفاده از عوارض مشخص شده، استخراج گردید. شکل ۳ مقاطع عرضی را در امتداد رودخانه از پایین دست سد تا انتهای محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل ۳- TIN محدوده رودخانه و مقاطع عرضی

مکانی و روندیابی سیلاب حاصل از شکست سد، نتیجه روندیابی رودخانه فیروزآباد به صورت نمودار سه بعدی X-Y-Z در شکل ۴ نشان داده شده است.

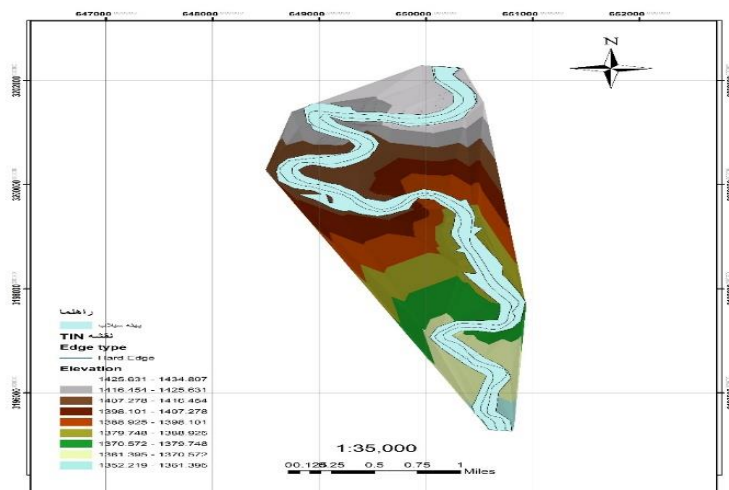
پس از ترسیم مقاطع عرضی در امتداد رودخانه، با استفاده از ابزارهای مختلف موجود در منوی ابزاری HEC-geoRAS مقاطع عرضی رودخانه و نیز محدوده رودخانه را به صورت سه بعدی خارج و به نرم افزار HEC-RAS منتقل شد. بعد از وارد کردن داده‌های



شکل ۴- ترسیم نمودار سه بعدی رودخانه فیروزآباد

لایه بر لایه سه بعدی منطقه می‌توان عمق آب را برای هر نقطه استخراج کرد.

پس از ورود داده‌های مربوط به تراز سیل و سایر اطلاعات به محیط GIS، اقدام به استخراج پهنه سیلاب گردید. در ادامه لایه TIN سطح آب به صورت شکل ۵ ایجاد گردید. با هم‌پوشانی این



شکل ۵- پهنه سیلاب در لایه TIN

نقشه سیلاب بر روی تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارت نقشه سیل بر روی توپوگرافی منطقه مشخص گردید.

با خروجی گرفتن از نقشه‌های سیل از نرم‌افزار ARCGIS و تهیه نقشه سیلاب در نرم‌افزار گوگل ارت محدوده سیلاب به صورت شکل ۶ نشان داده می‌شود، که با استفاده از این روش و اعمال



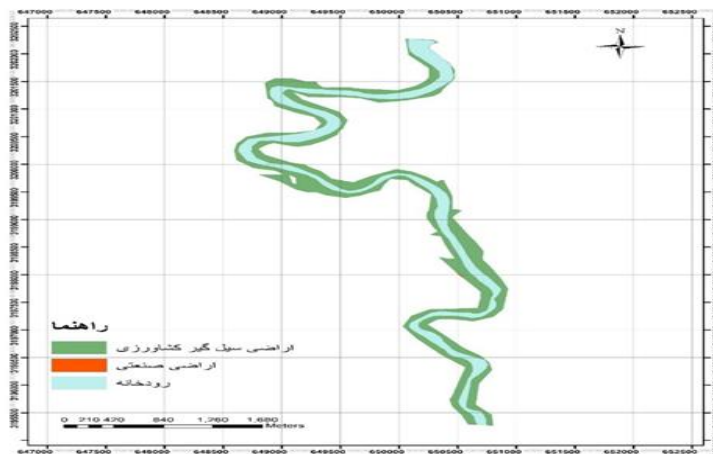
شکل ۶- نقشه پهنه‌بندی سیل بر روی گوگل ارت

سیلاب محتمل به وقوع پیوندند. بر اساس نتایج بدست آمده از برآورد دبی سیلاب حاصل از شکست سد بر اساس ۴ روش تجربی که در جدول ۳ آورده شده است، دبی برآوردی بر اساس دو روش حفاظت آب و خاک و روش کریک بسیار نزدیک (۳۰۳۰۹ و ۳۰۲۷۰ مترمکعب بر ثانیه) بوده و میزان دبی این اختلاف بسیار ناچیز می‌باشد. این اختلاف در روندیابی سیل و پهنه‌بندی نیز بسیار ناچیز است. میزان مساحت اراضی زیر سیل رفته در هر دو تقریباً حدود هم و برابر ۱۴۰ هکتار اراضی کشاورزی، ۰/۵ هکتار اراضی صنعتی و ۹۰ هکتار اراضی در محدوده رودخانه می‌باشد. در روش سینگ و استوراسون که از سه روش دیگر دبی کمتری را برآورد می‌کند، مقدار دبی برابر با ۲۸۹۸۵ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد. اراضی زیر سیل رفته بر اساس این روش ۱۳۳ هکتار کشاورزی و

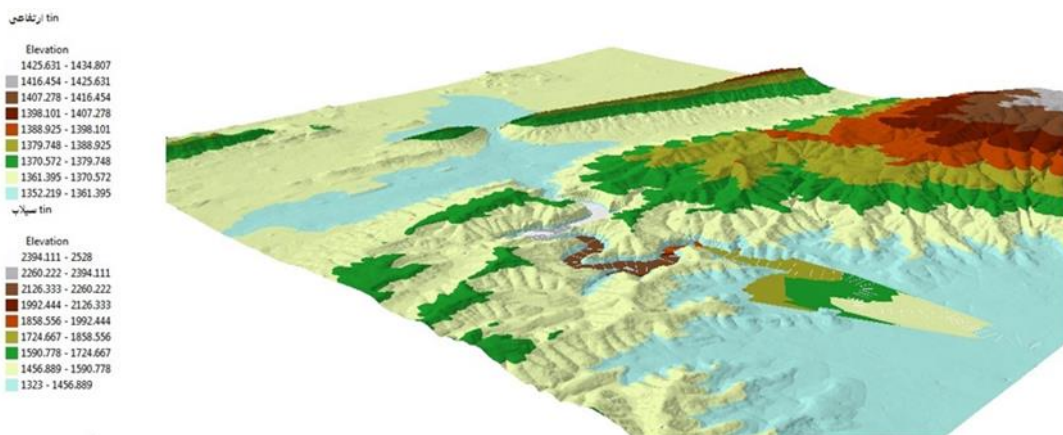
همانگونه که در شکل ۶ مشخص می‌باشد رودخانه فیروزآباد در محدوده مطالعاتی بعد از طی مناطق کوهستانی وارد دشت فیروزآباد گشته و از اراضی کشاورزی و کنار منطقه آتشکده عبور می‌نماید. براساس نقشه کاربری اراضی (شکل ۷)، بیشترین مناطقی که بر اثر سیلاب ایجاد شده ناشی از شکست سد به زیر آب می‌رود، مربوط به اراضی کشاورزی می‌باشند. با این حال منطقه صنعتی محدودی نیز زیر آب می‌رود. در این پژوهش با استفاده از فرمول‌های تجربی، دبی ایجاد شده حاصل از شکست سد محاسبه گردید. نحوه محاسبه شده بر اساس فرمول‌های مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به اینکه هدف از این پژوهش برآورد حداکثر سیلاب ایجاد شده در نتیجه شکست سد می‌باشد، این شکست هنگامی اتفاق می‌افتد که حداکثر

عمق در مقطع یکم و برابر با  $36/81$  متر می‌باشد. با تلفیق نمودارهای سرعت و عمق و بررسی میزان حداکثر و حداقل مقادیر، مشخص می‌گردد که با پیشروی موج سیلاب به سمت پایین دست و قرارگرفتن در دشت‌های سیلابی، قدرت تخریب سیل کاهش یافته و تمامی انرژی سیل در زمین‌های کشاورزی و حریم رودخانه تلف می‌گردد. همین مسأله باعث گردیده که سیلاب در مناطق مسکونی به صورت تغییر ارتفاع آب با سرعت کم خود را نمایان کند و میزان تخریب را به حداقل برساند. بر این اساس بیشترین مناطق تحت سیلاب ناشی از شکست سد، مربوط به اراضی کشاورزی می‌باشند. با این حال منطقه صنعتی محدودی نیز زیر آب می‌رود. در شکل ۸ تصویر سه بعدی از خروجی مدل سیلاب در اثر شکست سد تنگاب فیروزآباد آورده شده است. جدول ۲ نیز مساحت کاربری‌های اراضی تحت سیلاب ناشی از شکست سد بر اساس نقشه پهنه‌بندی سیل را نشان می‌دهد.

۸۴ هکتار در محدوده صنعتی می‌باشد. اراضی صنعتی بر اساس این روش زیر آب نمی‌رود. اما در روش احیا اراضی امریکا نسبت به سه روش دیگر دبی بیشتری را برآورد می‌کند که برابر با  $33914$  مترمکعب بر ثانیه می‌باشد. در نتیجه آن ۱۶۱ هکتار از اراضی کشاورزی، ۱ هکتار اراضی صنعتی و ۱۰۰ هکتار در محدوده رودخانه به زیر سیل می‌رود. مساحت مناطق سیل‌گیر بر اثر نوع کاربری در جدول ۲ مشخص شده است. از لحاظ پارامترهای هیدرولیکی بر اثر شکست سیلاب پارامترهای سرعت و عمق در مقاطع مختلف در طول رودخانه که نرم‌افزار HEC-RAS بصورت نمودارهایی ارائه گردید که در اشکال ۹ و ۱۰ نشان داده شده است. شکل ۹ نشان می‌دهد که کمترین سرعت در مقطع دهم و برابر  $3/53$  متر بر ثانیه و بیشترین سرعت در مقطع بیست و نهم برابر با  $12/85$  متر بر ثانیه می‌باشد. بر اساس شکل ۱۰ کمترین عمق در مقطع پانزدهم که برابر با  $16/22$  متر و بیشترین



شکل ۷ - کاربری اراضی مناطق سیل‌گیر بر اثر شکست سد



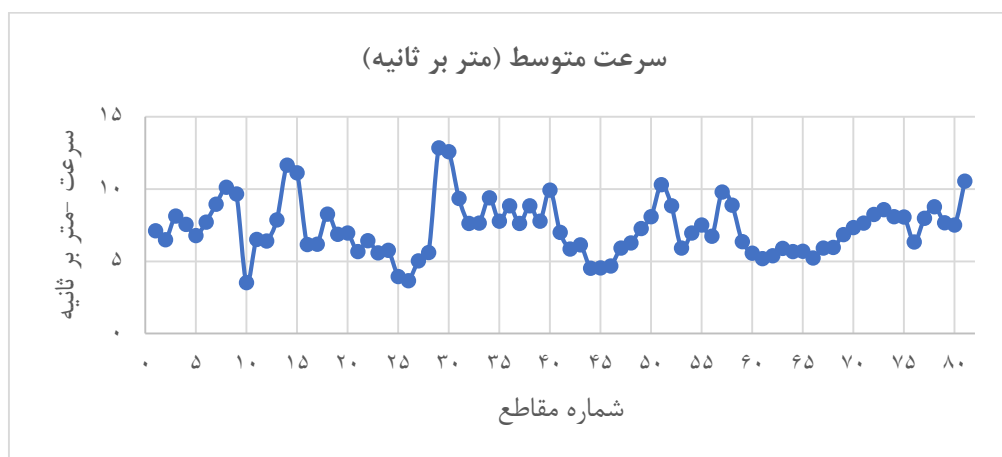
شکل ۸ - نقشه سه بعدی سیلاب ناشی از شکست سد

جدول ۳- مقادیر دبی‌های مختلف برآورد شده با روش‌های مختلف در روندیابی سیل

روش	دبی کل (مترمکعب بر ثانیه)	حداکثر سیلاب محتمل (مترمکعب بر ثانیه)	دبی حداکثر (مترمکعب بر ثانیه)
کریک	۳۰۲۷۰	۶۳۷۰	۲۳۹۰۰
حفاظت آب و خاک امریکا	۳۰۳۰۹	۶۳۷۰	۲۳۹۳۹
احیا اراضی امریکا	۳۳۹۱۴	۶۳۷۰	۲۷۵۴۴
سینگ و استوراسون	۲۸۹۸۵	۶۳۷۰	۲۲۶۱۵

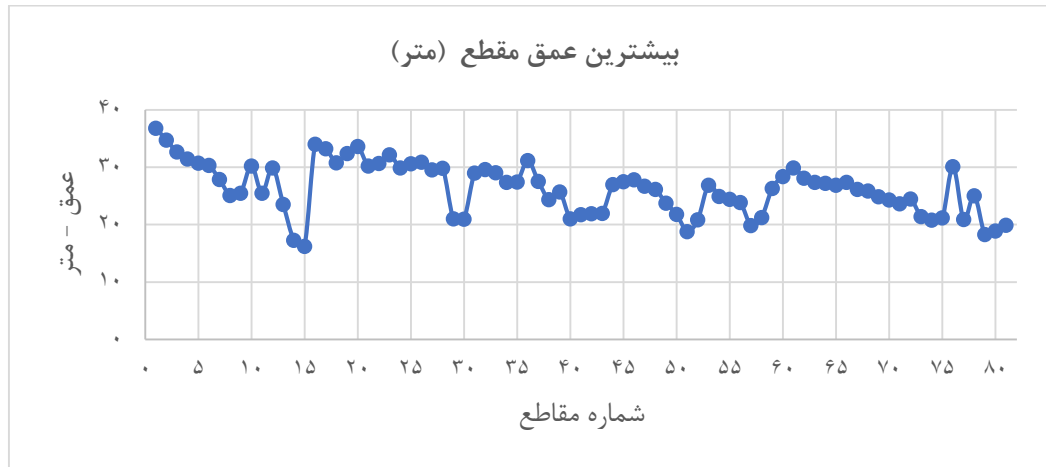
جدول ۲- مساحت کاربری‌های اراضی تحت سیلاب ناشی از شکست سد بر اساس نقشه پهنه‌بندی سیل

کاربری اراضی	مساحت (هکتار)
کشاورزی	۱۶۱
صنعتی	۱
محدوده رودخانه	۱۰۰
کل	۲۶۲



شکل ۹- نمودار سرعت متوسط در ۸۱ مقطع رودخانه





شکل ۱۰- نمودار بیشترین عمق در هر مقطع

نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب ناشی از شکست سد می‌تواند به عنوان ابزاری دقیق جهت استرژژی‌های توسعه تلقی گردد. با توجه به این نقشه‌ها می‌توان سطح اراضی را که مورد هجوم سیل واقع می‌شوند و دچار خسارت می‌شوند را پیش‌بینی نمود. همچنین با استفاده از نتایج حاصل می‌توان جهت کنترل سیل، تخمین میزان خسارت سیل به مناطق مسکونی، محصولات، تأسیسات و غیره برنامه‌ریزی نمود. پیشنهاد می‌گردد نقشه‌های پهنه‌بندی توسط دستگاه‌های اجرایی مرتبط تهیه تا مسئولین بتوانند نسبت به برنامه‌ریزی برای عملیات امداد و نجات و ارسال هشدارهای مناسب در فرصت کوتاه اقدام نمایند. همچنین پیشنهاد می‌شود روش پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از تلفیق مدل HEC RAS و نرم‌افزار ARC GIS با استفاده از الحاقیه HEC GEORAS بعنوان یکی از راهکارهای غیر سازه‌ای و به عنوان ابزار کار آمد در مدیریت کاهش خطر سیل استفاده گردد.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتیجه مهمی که از پهنه‌بندی سیلاب حاصل از شکستگی سد تنگاب حاصل می‌گردد این است که محدوده شهری فیروزآباد از این سیلاب در امان بوده و مناطق مسکونی روستایی نیز تا آنجا که در محدوده مورد مطالعه قرار گرفته است به زیر آب نمی‌روند. بر اساس نتایج بدست آمده، نتیجه‌گیری می‌شود که سیلاب ناشی از شکست سد بجز یک هکتار بخش صنعتی که مساحت بسیار ناچیزی است، خسارت فقط به اراضی کشاورزی وارد می‌کند. بر این اساس می‌توان با افزایش کشت گیاهان در این محدوده نسبت به کاهش خسارت سیل ناشی از شکست سد اقدام نمود. بر اساس بررسی‌های مختلف بر عمل آمده شکست سد یک احتمال غیر ممکن در طول عمر سد نبوده، به خصوص با تغییرات آب و هوایی سال‌های اخیر، لازم است نقشه پهنه‌بندی سیلاب ناشی از شکست سد بر در آرشیو فنی بهره‌برداری سد در دسترس باشد.

### References

- Ahmadi B, Jazayeri Moghadis S.M. Flood management in urban areas caused by possible dam failure (Case study of Qeshlaq dam and Sanandaj city). *JWE*. 2021; 8(3): 16-34. [https://jwe.shoushtar.iau.ir/article\\_684337.html](https://jwe.shoushtar.iau.ir/article_684337.html)
- Abarshi, M. Jafarzadeh, M., Hosseini, M. 2011. Investigation of the risks caused by the failure of Targah Dam. 5th National Congress on Civil Engineering. 4-May, Firdausi, Mashhad University. <https://civilica.com/doc/80542/>
- Bardbar A, 2016, flood risk zoning using HEC-RAS and GIS mathematical model, a case study of Bashar River in Kohgiluyeh and Boyer Ahmad provinces. Master's thesis, Islamic Azad University, Ahvaz Department of Science and Research. [In Persian]
- Hassanzadeh Y, Abdi Kordani A, Hassanzadeh M, Shafiei Najd M. Earthen Dams Break Analysis, Flood Routing and Mapping using Mathematical Models and Geographic Information System (A Case Study: Alavian Dam), *KWS*. 2019; 29(3): 121-134. [https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article\\_9540.html](https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article_9540.html)
- Houshmand Diyarjan, A. and Zamardian. 2009. Parameters of failure of Katwali Molla Sadra and Darud Zan earthen dams and flood trends. Master's thesis. Agriculcher Faculty. Shiraz University [In Persian]

6. Jalali Rad, R. 2003. Flood zoning in a part of Tehran urban watershed using GIS. Master's thesis. Tarbiat Modares University. [In Persian]
7. Kalate F, Ahdifar R. Investigating the effect of geometrical changes of the earthen dam body in estimating the flood caused by the dam failure
8. The effect of piping in terms of uncertainty in the mechanical properties of materials. *JCEE*. 2023;52(3):93-103. doi: 10.22034/JCEE.2021.33869.1798
9. Mahmoudi A, Mearaji S.H. Numerical modeling of wave advance caused by barrier failure and regular wave on barrier bed
10. Using the WCSPH method. The scientific journal of D. F. 2022;9(3):71-82. doi:10.22034/IJMT.2022.541224.1714
11. Masoumifar J, Yasi M, Farhoudi. Simulation of qualitative changes of the river in the condition of removal of Vashemgir-Gorganrood dam. *JNE*. 2008;75 (Special Issue): 227-242. <https://jne.ut.ac.ir/>
12. Mehrmoosavi B, Ghobadian R, Javn M. Simulation Of Dam Break Flow Based On Numerical Solving Of Shallow Water Equations In Curvilinear Coordinate (*JISE*). 2023; 46(1):15-31. doi: 10.22055/jise.2018.23929.1700.
13. Miraki A, Bahrami J, Amin A. Investigating the flood characteristics caused by the dam failure in the narrowing of the river section. *JWE*. 2020; 6(4): 388-401. DOI: 10.22034/jwe.2020.245577.1411
14. Mohammadnejad B and Fatemi Kia M. Numerical simulation of wave propagation caused by dam failure in vertical two-dimensional form. *JCE*. 2015; 3(76): 47-59. [https://ceej.tabrizu.ac.ir/article\\_3102.html](https://ceej.tabrizu.ac.ir/article_3102.html)
15. Qadimi M. Analysis of the behavioral changes of the Lar dam body and its risks using the method Radar interferometry and field investigations. *ERM*. 2021;7(4):353-366. DOI:10.22059/jhsci.2021.314812.615
16. Salemnia A, Fazlauri R, Qomshi M. Investigating the speed and height of floods caused by dam failure in indirect routes in the conditions laboratory. *IJID*. 2018; 6(11):1009-1023. [https://idj.iaid.ir/article\\_64751.html?lang=en](https://idj.iaid.ir/article_64751.html?lang=en)
17. Seifzadeh M, Emadi A.R, Fazl Oli R. Investigating the failure of the Pelroud dam due to the overpass and the trend of the flood resulting from it downstream. *JWMR*. 2015; 5(10):15-20. [http://jwmr.sanru.ac.ir/search.php?slc\\_lang=f&a&sid=1](http://jwmr.sanru.ac.ir/search.php?slc_lang=f&a&sid=1)
18. Shahrezaei S.A, Radfar M, Ghanbari Adivi E. Investigating the floodability of the downstream areas due to the occurrence of the most probable flood in the dam Khaki Qara Agach. *JWE*. 2022; 9(2):28-42. [https://jwe.shoushtar.iau.ir/article\\_685159.html](https://jwe.shoushtar.iau.ir/article_685159.html)



## Investigating the Effects of Dam Failure in the Downstream Lands Case Study: (Tangab Dam of Firozabad)

Ehsan Sohrabi Shekofi  
Alireza Gholami\*

Graduated from Master's Degree in Water Structures at Shiraz Azad University  
Department of Water Engineering, Islamic Azad University Shiraz Branch, Shiraz, Iran.

Received: 31 May 2023

Accepted: 16 Aug 2023

**Keywords:** Tangab Dam, Firozabad River, flood zoning, dam failure, ArcGIS, HEC-RAS.

### Extended Abstract

**Introduction:** The safety management of dams and structures in the first step requires the evaluation of the actual conditions in the rivers. In Iran, due to being located in a dry and semi-arid climate, special attention has been paid to dam construction in economic development programs. Therefore, it is necessary to consider safety issues and points before building dams. The purpose of this research is to determine the flood trends caused by the dam failure and also the zoning of the flood caused by the failure in the downstream of the dam.

**Materials and Methods:** This research is located in Tangab dam, 13 kilometers northwest of Firozabad city (Kwar-Firoozabad route), which is located on the Firozabad river. This river is the most important branch of Mond river. In order to carry out this research, firstly, the studies related to the determination of the dam failure parameter, the determination of the failure shape and the time required to create the failure sections, and then the calculations of the flood discharge and the total discharge using 4 experimental methods including Crick-Patrick, America's water and soil protection, reclamation The lands of America, Singh and Storason were done and the results were modeled with HEC-RAS software.

**Results and Discussion:** Based on the results obtained from the estimation of the flood discharge resulting from the dam failure based on the mentioned 4 experimental methods, it was found that the estimated discharge based on the two water and soil protection methods and the creek method was very close (30309 and 30270 cubic meters per second) to So that the difference in this amount is very small. This difference in flood trends and zoning is also very small. The amount of land under flood in both methods is 140 hectares of agricultural lands, 0.5 hectares of industrial lands and 90 hectares of lands in the river area. In the method of Singh and Storason, compared to the other three methods, it shows a lower discharge, according to this method, 133 hectares of agricultural lands are under flood and 84 hectares are in industrial areas. According to this method, industrial lands are not flooded. In the American land reclamation method, compared to the other three methods, it shows a larger discharge equal to 33914 cubic meters per second, as a result of which 161 hectares of agricultural lands, 1 hectare of industrial lands and 100 hectares in the river are flooded.

**Conclusion:** The results of this research showed that the American land reclamation method is better than the other mentioned methods because it has estimated more flow in flood calculation. An important result of flood zoning resulting from the breaking of Tangab dam is that the urban area of Firozabad is safe from this flood and the villages are not flooded as far as the studied area is concerned. Based on the obtained results, it can be concluded that the result of the possible failure of the dam, based on this research, the flood caused by the failure of the dam, except for 1 hectare of the industrial sector, which is a very small area, will cause damage only to agricultural lands.

**Corresponding author:** Alireza Gholami

**Address:** Department of Water Engineering, Islamic Azad University Shiraz Branch. **Tel:** +989173154938

**Email:** alirezagholami175@gmail.com

**DOR:**

**Citation:** Sohrabi Shekofi E, Gholami A. Investigating the effects of dam failure in the downstream lands A Case Study: (Tangab Dam of Firozabad). Journal of New Researches in Environmental Engineering. 2023; 1(2): 35-45.



© 2023, This article published in Journal of New Researches in Environmental Engineering (JNREE) as an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>). Non-commercial use, distribution and reproduction of this article is permitted in any medium, provided the original work is properly cited.