دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

"مقاله پژوهشی"

تعیین مناطق احداث دیوار حائل به‌منظور کاهش سیل‌گیری اراضی روستای مهرگرد در اثر جریان سیلابی ناشی از شکست سد خاکی قره‌آقاچ

سیدعلی شاهرضائی[۱]، مهدی رادفر[۲]، الهام قنبری عدیوی[۲]، رسول میرعباسی نجف‌آبادی[۳]، علی رئیسی[۲]، سیدمجتبی موسوی[۴] و نفیسه سادات شاهرضائی[۵]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران، (نویسنده مسوول: sayyed.ali.shahrezaie@gmail.com)
۲- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران
۳- دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران
۴- مدیر بهره‌برداری و نگهداری از سد و نیروگاه‌های زاینده‌رود و کوهرنگ، شرکت آب منطقه‌ای اصفهان، ایران
۵- دانشجوی کارشناسی، مهندسی عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه ملایر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۱۶
صفحه: ۱۸۹ تا ۲۰۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: شکست سد و رهاشدن آب ذخیره‌شده پشت سد به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل در طراحی سدها بوده و لازم است به وقوع و عواقب آن توجه گردد. بنابراین سیاست‌گزاران و دولت‌مردان موظف هستند جهت جلوگیری از وقوع خطرات احتمالی ناشی از شکست سدها اقداماتی را انجام دهند. از جمله این اقدامات می‌توان به ایجاد دیوار حائل در مسیر جریان سیلاب ناشی از شکست سدها اشاره نمود.

مواد و روش‌ها: در تحقیق حاضر به تعیین و بررسی ایجاد دیوار حائل در مسیر جریان سیلاب ناشی از شکست سد خاکی قره آقاچ در فواصل و سناریوهای مختلف پرداخته شده است. پارامترهای ناشی از شکست سد با استفاده از مدل BREACH تعیین و سپس اطلاعات آن وارد نرم‌افزار HEC-RAS شده است.

یافته‌ها: نتایج نشان داد برای حالتی‌که روزنه در تراز ۲۴۵۱ متر از بدنه سد ایجاد گردد، از ۵۰ مقطع مورد بررسی ۱۸ مقطع از طرف ساحل سمت راست و یا ساحل سمت چپ و یا هر دو تعرض می‌نماید. در مقطع حد فاصله ۳۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۱/۷۴ متر از ساحل سمت راست و جریان آب به ارتفاع ۲/۵۵ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید. در فاصله ۲۲۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۵/۱۵ متر از ساحل سمت راست و به ارتفاع ۰/۵۱ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید. در مقطع ۳۰۰۰ متری از سد جریان آب به ارتفاع ۳/۳۹ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید. در مقطع ۳۱۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۲/۶۸ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید. در فاصله ۴۴۰۰ متری از سد جریان آب به ارتفاع ۱/۱۹ متر از ساحل سمت راست تعرض می‌نماید. نهایتاً مقطع ۴۷۰۰ از سد جریان آب به ارتفاع ۳/۴۸ متر از ساحل سمت راست تعرض می‌کند. این در حالیست‌که اگر در تراز ۲۴۴۶ متر از بدنه سد روزنه‌ای ایجاد گردد، از ۵۰ مقطع مورد بررسی ۱۵ مقطع از ساحل سمت راست و یا ساحل سمت چپ و یا هر دو تعرض می‌نماید. بنابراین در این حالت در مقطع حد فاصله ۳۰۰ متری از سد جریان آب به ارتفاع ۰/۸ متر از ساحل سمت راست و همچنین جریان آب به ارتفاع ۲/۲۱ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید. در فاصله ۲۲۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۴/۲۱ متر از ساحل سمت راست تعرض می‌کند. در فاصله ۳۰۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۲/۸۶ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید. در مقطع ۳۱۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۲/۲۳ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌کند. در فاصله ۴۴۰۰ متری از سد جریان آب به ارتفاع ۰/۹ متر از ساحل سمت راست تعرض می‌نماید. نهایتاً در فاصله ۴۷۰۰ متری از محل سد جریان آب به ارتفاع ۲/۹۷ متر از ساحل سمت راست تعرض می‌نماید.

نتیجه‌گیری: مناطق با احتمال سیل‌گیری بیشتر و با اولویت برای احداث دیوار حائل مشخص شد. شکست سد در تراز ۲۴۵۱ نسبت به تراز ۲۴۴۶ سبب سیل‌گیری مقاطع بیشتری در طرفین رودخانه مهرگرد خواهد شد. در بین مقاطع مورد بررسی بیشترین تعرض جریان آب در فاصله ۲۲۰۰ متری و مربوط به زمانی است که در تراز ۲۴۵۱ متری از بدنه سد روزنه ایجاد گردد که با توجه به موقعیت حساس‌تر آن نسبت به سایر مقاطع اهمیت خاص‌تری یافته و نیاز به احداث دیوار حائل است.

واژه‌های کلیدی: دیوار حائل، سد قره‌آقاچ، شکست سد، مدل BREACH، نرم‌افزار HEC-RAS

مقدمه

در طول تاریخ و در بسیاری از نقاط مختلف جهان، سدهایی که به منظور ذخیره‌سازی آب ساخته شده ممکن است دچار شکست شده و آب ذخیره در آن‌ها به مناطق پایین‌دست رها گردد. در مواردی خسارات جانی و تلفات مالی ناشی از چنین سیل عظیمی غیرقابل محاسبه می‌باشد. سدهای شکسته‌شده تنها شامل سدهایی که بر پایه اصول مهندسی طراحی و ساخته نشده‌اند، نمی‌باشد، بلکه شامل آن دسته از سدهایی که بر اساس اصول و استانداردهای زمان خود طراحی و ساخته شده‌اند نیز می‌گردد (۳۱). سیلاب ناشی از شکست سد، از نظر ابعاد و اثرات دینامیکی موج سیلاب قابل مقایسه با سیلاب‌های طبیعی حوضه آبریز نمی‌باشد و بنابراین از قدرت تخریب بالایی برخوردار است (۸). شکست سد تحت تأثیر عواملی مانند کهولت سد، تاریخ ساخت سد، کم‌بودن ظرفیت مخزن و عدم کارکرد صحیح سازه‌های جانبی توسط محققین مورد ارزیابی قرار گرفته است (۲۰). طبق آمار ارائه شده از کمسیون بین‌المللی سدهای بزرگ نشت شریانی سهم بسیار عمده‌ای از خرابی سدهای دنیا را به خود اختصاص داده است. این درحالیست‌که نشت آب در داخل بدنه و پی سدهای خاکی در صورت افزایش شیب آبی نسبت به شیب بحرانی، موجب به حرکت در آمدن ذرات خاک و شسته‌شدن آن‌ها می‌گردد تا مجرائی به شکل لوله یا تونل در داخل خاک ایجاد گردد و با ازدیاد سطح مقطع آن سرعت حرکت آب نیز بیشتر شده و ذرات بیشتری شسته و به خارج حمل می‌گردد که در نتیجه تونل حاصله به مرور بزرگ و بزرگتر شده و فرسایش داخلی دائماً گسترش یافته و نهایتاً سبب تخریب سد خاکی می‌گردد (۵). محققین بسیاری در زمینه شکست سد کار کرده‌اند که در میان آن‌ها امینی و ارفع نیا، به پهنه‌بندی سیلاب ناشی از شکست سد زاینده‌رود با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS و HEC-GeoRAS

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]

پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که شکل شکاف به‌صورت ذوزنقه‌ای با عرض کف ۷۵ متر و تراز نهائی ۲۰۴۰ متر می‌باشد که از آستانه سرریز ۱۲ متر به طرف پایین فاصله دارد (۲). شاهرضائی و همکاران، به ارزیابی و مقایسه پارامترهای ناشی از شکست سد خاکی قره‌آقاچ با استفاده از روابط Froehlich و مدل BREACH پرداختند. آن‌ها دریافتند در صورتی‌که از مدل BREACH جهت بررسی پارامترهای ناشی از شکست سد استفاده و روزنه در تراز ۲۴۴۴ از بدنه سد ایجاد گردد، دبی اوج معادل ۱۷۲۲/۳ مترمکعب بر ثانیه می‌شود. این در حالیست‌که اگر در تراز ۲۴۴۸ روزنه ایجاد گردد، دبی اوج معادل ۲۵۹۵/۹ مترمکعب بر ثانیه می‌شود. آنها افزودند هرچند مدل BREACH دقیق‌تر است، اما با توجه به اینکه دبی اوج حاصل شده از روش Froehlich به میزان ۰/۹۹۷۸ با دبی اوج مشاهده شده از مدل BREACH همبستگی دارد؛ بنابراین از دقت قابل قبولی برخوردار است (۳۳). حسن‌زاده و همکاران، با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS و BREACH به ارزیابی و روندیابی پهنه‌بندی سیلاب ناشی از شکست سد خاکی علویان پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتندکه سد علویان در مدت زمان ۴۶ دقیقه با حداکثر دبی خروجی حدوداً معادل ۶۶۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه به طور کامل شکسته می‌شود (۱۸). بهارث و همکاران، به ارزیابی مسیر جریان ناشی از شکست سد هیدکال با استفاده از نرم‌افزار HEC-GeoRAS و HEC-RAS در دو حالت نشت شریانی[1] و جریان روگذری تحت سناریو وقوع بیشترین سیلاب محتمل پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتندکه دبی اوج ناشی از شکست سد در حالت نشت شریانی و جریان روگذری به ترتیب معادل ۷۲۰۲۰/۵۷ و ۷۸۳۸۴/۲۱ مترمکعب بر ثانیه می‌شود. آن‌ها مساحت آبگرفتگی را برای حالت نشت شریانی معادل ۷۴/۳۲ کیلومتر مربع و برای حالت جریان روگذری معادل ۷۸/۱۹ تخمین زدند. در نهایت نتیجه گرفتند که عمق جریان در حالت نشت شریانی از ۱۳/۰۹ تا ۳۰/۳۹ متر و در حالت جریان روگذری از ۱۳/۸۶ تا ۳۴/۹۸ متر تغییر می‌کند (۷). لاتروباس و همکاران، به بررسی سیلاب ناشی از شکست سد در حوضه مکونگ در کشور لائوس پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتندکه مساحتی معادل ۴۶ کیلومتر مربع از روستاها و اطراف رودخانه ونگ نگائو از حوضه مکونگ تحت تأثیر سیلاب قرار خواهد گرفت (۲۳). رامولا و همکاران، به تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی سیلاب ناشی از شکست سد پولیچیناتالا در آندرا پرادش هند با استفاده از مدل HEC-RAS پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتندکه دبی ناشی از شکست سد در محل سد و ۸۵ کیلومتر پس از محل قرارگیری سد به‌ترتیب معادل ۱۲۱۳۶۸/۹۰ و ۸۴۰۴۲/۹۱ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد (۲۸). دستا و بلینه، به تجزیه و تحلیل شکست سد گیدابو در اتیوپی جنوبی پرداختند. این سد ۲۵/۸ متر ارتفاع و ۳۳۵ متر طول دارد. سرریز آن بر اساس سیلاب ۱۰۰۰۰ ساله طراحی شده است. آن‌ها بر اساس مطالعه خود به این نتیجه رسیدندکه در صورت وقوع بیشترین سیلاب محتمل و شکست از نوع جریان روگذری[2] عرض پایین شکاف معادل ۱۴۳ متر و زمان تشکیل شکاف حدوداً معادل ۲/۷ ساعت می‌باشد. طبق مطالعات آن‌ها دبی اوج ناشی از شکست سد معادل ۱۵۸۴۸/۸۵ مترمکعب بر ثانیه بوده که ۲۰۵۰ هکتار از اراضی با حداکثر عمق ۱۲/۱۴ متر را پوشش می‌دهد (۱۲). پسومیادیس و همکاران، به تجزیه و تحلیل احتمال شکست سد و ارزیابی خطر موج سیلاب آن در نرم‌افزار HEC-RAS پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتندکه مقاومت در برابر خطرات و بلایای طبیعی باید بیشتر تقویت شود چراکه ارزش جان و دارایی‌های انسان اهمیت زیادی دارد (۲۷). سیفی‌زاده و همکاران، به بررسی شکست سد پلرود واقع در شمال شرقی استان گیلان و در محدوده شهرستان رودسر از نوع جریان روگذری و همچنین روندیابی سیلاب ناشی از آن در پایین دست پرداختند. آن‌ها در بررسی‌های خود از مدل BREACH GUI استفاده نموده و نتیجه گرفتندکه هیدروگراف سیلاب ناشی از شکست سد، دارای دبی اوجی معادل ۴۷۲۵۳ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد که این دبی ۲۷ ساعت پس از شروع سیلاب و ۱ ساعت پس از آغاز روگذری از سد اتفاق می‌افتد (۳۰). هاجِری و همکاران، به پهنه‌بندی سیلاب ناشی از شکست سد نیراساگر واقع در کشور هند با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS پرداختند. آن‌ها خصوصیات و مشخصات هندسی مخزن و حوضه را در نرم‌افزار HEC-GeoRAS قرار دادند و سپس جهت مدل‌سازی هیدرولیکی به مدل HEC-RAS منتقل کردند و نهایتاً جهت شناسایی ناحیه سیلابی، نتایج را در محیط Google Earth مورد بررسی قرار دادند (۱۷). شارما و مجمدار، به تجزیه و تحلیل شکست سد مخزنی اجوا با استفاده از نرم‌افزارهای HEC-RAS و HEC-GeoRAS پرداختند. آن‌ها از معادلات ارائه شده توسط فرولیچ در سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۰۸ استفاده نمودند و نهایتاً نتیجه گرفتندکه متوسط و بیشترین سرعت جریان در پایین‌دست منطقه به ترتیب معادل ۰/۷۵ و ۱/۹۳ متر بر ثانیه می‌باشد (۳۶). مویا قیروگا و همکاران، برای مدل‌سازی دو بعدی سیلاب به وقوع پیوسته در ماه فوریه سال ۲۰۱۴ در یک دشت سیلابی وسیع کشور بولیوی، از مدل HEC-RAS استفاده کردند. آن‌ها نتایج حاصل از مدل عددی را با تصاویر ماهواره‌ای مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که شبیه‌سازی هیدرولیکی توسط مدل HEC-RAS 2D عملکرد خوبی را نسبت به سیلاب مشاهداتی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد (۲۵). کریم و همکاران، به مدل‌سازی انتشار موج سیلاب ناشی از شکست سد از نوع جریان روگذری با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS در حالت ۲ بعدی در یک منطقه نیمه خشک پرداختند. آن‌ها بر اساس نقشه‌های ارائه شده نتیجه گرفتندکه عمق آب و سرعت جریان به عنوان محدودیت‌های فاجعه بار در منطقه زمین طبقه‌بندی شده‌اند. علاوه‌بر این نتیجه گرفتندکه سرعت جریان از بالادست به سمت پایین‌دست کاهش یافته و به عبارتی خطر فرسایش در مناطق پایین‌دست هرچه از سد فاصله گرفته می‌شود کمتر می‌شود (۲۱). اورزیکا و همکاران، به کمک مدل ۲ بعدی HEC-RAS به بررسی سناریو شکست سد خاکی جهت ارزیابی ظرفیت کنترل سیلاب یک سیستم چند مخزنی بر روی رودخانه بیو در شمال شرقی رومانی پرداختند و نتیجه

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]

گرفتندکه سیستم چند مخزنی نقش مهمی در کاهش خطر سیل دارد (۳۹). تاپاکسی آلوارز و ایسرو کوئیلوماکین، به تجزیه و تحلیل سیلاب ناشی از شکست سد ملاکورال در کشور اکوادور با استفاده از مدل ۲ بعدی HEC-RAS پرداختند و نتیجه گرفتند که حداکثر جریان ناشی از شکست سد معادل ۱۲۷۱ متر مکعب بر ثانیه در زمان ۲ ساعت و ۲۰ دقیقه به شهر آمباتو می‌رسد (۳۸). نجار و همکاران، به بررسی تأثیر پارامترهای ناشی از شکست سد بر هیدروگراف سیلاب متصل به آن پرداختند. آن‌ها سد مرکمز را به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب نموده‌اند. آن‌ها نتیجه گرفتندکه استفاده از روابط فرولیچ معقول‌ترین روش برای برآورد پارامترهای ناشی از شکست سد می‌باشد. علاوه‌بر این نتیجه گرفتندکه دبی اوج ناشی از شکست سد و همچنین زمان ناشی از شکست سد از پارامترهای حساس در بررسی پارامترهای ناشی از شکست سد می‌باشند (۲۶). جودی ثانی و پرویشی، به بررسی شکست سد خاکی شهید کاظمی ناشی از فرسایش با استفاده از نرم‌افزار Breach GUI و پهنه‌بندی سیلاب پایین‌دست با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS پرداختند. آن‌ها در مطالعه‌ی خود مسیر جریان سیلاب ناشی از شکست سد در مقاطع مختلف ایجاد دیوار حائل با ارتفاع‌های متفاوت را پیشنهاد دادند (۲۰). شاهرضائی و همکاران، به تعیین مناطق خطرپذیر ناشی از نشت شریانی و شکست در سد خاکی قره‌آقاچ به کمک تصاویر ماهواره‌ای پرداختند. آن‌ها بر اساس مطالعات خود دریافتندکه مساحت آبگرفتگی در مناطق پایین‌دست حدوداً معادل ۱۸/۶ کیلومتر مربع می‌باشد. آن‌ها مساحت مناطق مسکونی در معرض خطر در حوالی روستای مهرگرد حدوداً معادل ۶۶۹۹۵ متر مربع و در حوالی روستای حسین آباد حدوداً معادل ۱۲۵۴۳ متر مربع برآورد نمودند (۳۴). تیت و همکاران، با استفاده از دو نرم‌افزار HEC-RAS و GIS به پهنه‌بندی سیلاب رودخانه والر در تگزاس پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که پروفیل سطح آب و پروفیل‌های مشاهداتی با یک‌دیگر همخوانی دارند (۳۷). بالوگون و گانیو، به مطالعه و تحلیل شکست سد آسا واقع در ایلورین، ایالت کوار نیجریه با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتندکه در صورت شکست احتمالی این سد زمان شکست سد حدوداً معادل ۱/۴۵ ساعت و دبی اوج معادل ۱۹۱۳/۶۶ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد (۶).

هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر احداث دیوار حائل به منظور کاهش سیل‌گیری در پایین‌دست سد در اثر جریان سیلابی ناشی از شکست سد خاکی قره‌آقاچ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

سد قره‌آقاچ با مختصات جغرافیایی '۳۰ °۳۱ شمالی و '۳۲ °۵۱ شرقی در ۱۵۰ کیلومتری اصفهان و ۱۳ کیلومتری شمال شهرستان سمیرم واقع گردیده است. روستای مهرگرد نزدیک‌ترین مرکز جمعیتی در فاصله‌ی ۵ کیلومتری شمال سد قرار دارد. سد قره‌آقاچ دارای طولی معادل ۶۴۵ متر، عرض تاج ۱۱ متر، حداکثر ارتفاع آن از بستر برابر ۴۳/۵ متر و حداکثر عرض سد روی بستر ۲۵۰ متر می‌باشد. تراز نرمال سد قره‌آقاچ هم تراز سرریز و معادل ۲۴۶۶/۲۵ متر و تراز ماکزیمم آب سیلاب برابر ۲۴۶۹/۳ متر می‌باشد (۳۲).

وجود روستاهائی مانند مهرگرد، فتح آباد، امیرآباد، مهرآباد، اسلام آباد قرخلو، ده عاشوری و حسین‌آباد در پایین‌دست سد و در مسیر جریان موجب گردید که به بررسی ایجاد دیوارهای حائل در مسیر جریان سیلاب ناشی از شکست سد خاکی قره آقاچ قبل از روستای مهرگرد (اولین و نزدیک‌ترین روستا به سد خاکی قره‌آقاچ) پرداخته شود. در شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.

شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه
Figure 1. Location of study area

مکانیزم مدل BREACH

مدل BREACH به حالت فیزیکی بر اساس اصول هیدرولیکی، مکانیک خاک، انتقال رسوب، ویژگی مصالح به کار رفته در بدنه سد، خصوصیات هندسی سد، خصوصیات سرریز در سد، خصوصیات حجم ذخیره در مخزن سد و همچنین مقدار خروجی از مخزن سد استفاده می‌نماید (۳۵). نرم‌افزار BREACH با در نظر داشتن هم‌زمان بقای جرم جریان ورودی به مخزن، جریان خروجی از سرریز و همچنین جریان خروجی ناشی از شکست سد با ظرفیت انتقال رسوب جریان غیرماندگار و غیریکنواخت در طول قسمت شکسته‌شده، گسترش یافته است. از جمله عواملی که در توسعه شکاف سد مؤثر می‌باشند، می‌توان به خصوصیات مصالح به کار رفته شده در بدنه سد مانند وزن مخصوص، میزان چسبندگی، متوسط اندازه ذرات و زاویه اصطکاک اشاره نمود. گفتنی است‌که نرم‌افزار BREACH نسبت به پارامترهای عددی حساسیت کم نشان داده این درحالیست‌که

1- Piping
2- Overtopping

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]

نسبت به عواملی مانند زاویه اصطکاک داخلی مصالح سد، میزان پوشش گیاهی موجود در سدهای ساخته شده توسط انسان و میزان چسبندگی مواد موجود در سد حساس می‌باشد (۳۵).

مدل هیدرولیکی HEC-RAS

در این مطالعه از نرم‌افزار HEC-RAS جهت تحلیل و بررسی هیدرولیکی شکست سد خاکی قره‌آقاچ استفاده شده است. نرم‌افزار HEC-RAS توسط اداره مهندسی هیدرولوژیک ارتش آمریکا به منظور تحلیل سیستم رودخانه تهیه و توسعه یافته است. نرم‌افزار HEC-RAS تکامل یافته‌ی مدل HEC-2 می‌باشد (۳). اگر شرایط مرزی سطح آب تنها در پایین‌دست لحاظ شود در نتیجه مدل معادلات را در شرایط زیربحرانی حل می‌نماید ولی اگر شرایط مرزی سطح آب تنها در بالادست لحاظ گردد در نتیجه مدل معادلات را در شرایط فوق بحرانی حل می‌نماید و در صورتی‌که شرایط مرزی سطح آب هم در بالادست و هم در پایین‌دست لحاظ گردد مدل قادر به حل ترکیبی در حالت فوق بحرانی و زیربحرانی خواهد بود (۳۱).

دیوار حائل

دیوار حائل، یک نوع دیواری است‌که فشار ناشی از وضعیت موجود را در اختلاف تراز به وجود آمده به دلیل خاکبرداری و خاکریزی و یا عوامل طبیعی به حالت پایدار تحمل کند. بدون شک احداث سازه‌ها در شرایط زمین‌های پایدار صورت نپذیرفته و احتمال ساخت و سازه‌ها در کنار زمین‌هائی که احتمال لغزش و یا ریزش دارند امری اجتناب ناپذیر می‌باشد (۲۲).

روند انجام محاسبات هیدرولیک رودخانه

مهمترین عامل مؤثر در تعیین مبانی فیزیکی رودخانه، اطلاعات هیدرولوژیکی و هندسه رودخانه می‌باشد. اطلاعات هیدرولوژیکی از تحلیل آمار موجود در ایستگاه‌های هیدرومتری نقاط مختلف رودخانه بدست می‌آید. اطلاعات هندسی نظیر تخمین ضریب زبری، مقاومت آبراهه و سیلاب دشت‌ها در برابر جریان و همچنین پروفیل مقاطع عرضی رودخانه از طریق بازدیدهای میدانی و محلی و همچنین با استفاده از نقشه‌های تهیه شده با مقیاس مناسب تعیین می‌گردد (۴). مدل HEC-RAS قادر به حل جریان به صورت غیردائم و دائم بوده و هندسه مشخصات جریان در عبور از سازه‌های هیدرولیکی مختلف مانند پل‌ها، کالورت‌ها و سرریزهای جانبی و سدهای با سرریز آزاد و دریچه‌دار را محاسبه می‌نماید. در مدل HEC-RAS روند اصلی محاسبات بر پایه حل معادله انرژی یک بعدی استوار می‌باشد. افت‌های انرژی براساس افت اصطکاکی یا به عبارتی معادله مانینگ، واگرایی[1] و همگرایی[2] به بیانی دیگر ضریبی که در تغییرات بار سرعت اعمال می‌شود؛ ارزیابی می‌شود. همچنین از معادله مومنتوم در وضعیت‌هایی که پروفیل سطح آب سریعاً تغییر می‌نماید، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این وضعیت‌ها شامل محاسبات رژیم جریان مختلط مثل پرش هیدرولیکی در محل سازه‌های تقاطعی مانند سرریز سدها و حوضچه‌های آرامش و ارزیابی پروفیل‌ها در محل‌های انشعاب رودخانه می‌باشد. در نهایت با توجه به اطلاعات بدست آمده از هندسه رودخانه، نتایج محاسبات هیدرولوژی و بررسی سیستم رودخانه از جهت شیب و عوامل مؤثر بر پروفیل سطح آب و نوع جریان، مشخصات و پروفیل سطح آب رودخانه در مقاطع مختلف با استفاده از مدل HEC-RAS قابل محاسبه می‌باشد (۴). در مدل HEC-RAS نیز همچون دیگر برنامه‌های شبیه‌سازی نباید با آن به صورت جعبه سیاه رفتار کرد و همین که جواب‌های خروجی برنامه با دو رقم اعشار مشاهده شد نتایج را قطعی دانست. لذا ممکن است خطاهای بزرگی ناشی از عوامل مختلف و ساده‌سازی‌ها در نتایج به وجود آید که برای آن لازم است اصول اساسی محاسبات هیدرولیکی و محدودیت‌های نرم‌افزار، به خوبی شناخته گردد. اساس کار مدل یک بعدی با جریان دائم در این نرم‌افزار حل دو معادله زیر در دو مقطع متوالی از رودخانه است:

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + he \qquad (۱)$$

$$he = LS_f + C\left|\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}\right| \qquad (۲)$$

که در این معادلات: WS_1 و WS_2: تراز سطح آب در مقاطع متوالی ۱ و ۲ رودخانه که در شکل ۲ نشان داده شده است، V_1 و V_2: سرعت‌های میانگین در مقاطع متوالی ۱ و ۲، α_1 و α_2: ضرایب سرعت برای مقاطع متوالی ۱ و ۲، g: شتاب ثقل، L: طول وزنی دبی مربوط به بازه مورد مطالعه بین مقاطع ۱ و ۲، C: ضریب افت انبساط یا انقباض در بازه مورد نظر، he: افت ارتفاع انرژی و S_f: شیب اصطکاکی برای بازه مورد نظر می‌باشد (۴، ۹،۴۰).

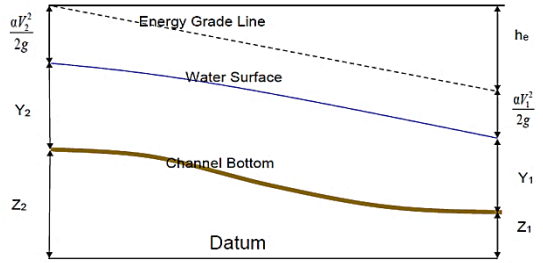
طول وزنی دبی مربوط به بازه L از رابطه ۳ محاسبه می‌گردد.

$$L = \frac{L_{lob}Q_{lob} + L_{ch}Q_{ch} + L_{rob}Q_{rob}}{Q} \qquad (۳)$$

که در این رابطه: L_{lob}، L_{rob} و L_{ch}: به ترتیب طول‌های مشخص بازه بین دو مقطع عرضی برای رودخانه در ساحل چپ، ساحل راست و آبراهه اصلی می‌باشد، Q_{lob}، Q_{rob} و Q_{ch} به ترتیب دبی‌های جبری در بازه بین دو مقطع عرضی برای جریان به‌ترتیب در ساحل چپ، ساحل راست و آبراهه اصلی می‌باشد (۴،۱۰).

1- Expansion
2- Contraction

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]



شکل ۲- محاسبه پروفیل سطح آب در دو مقطع متوالی در نرم‌افزار HEC-RAS
Figure 2. Calculation of water level profiles in two consecutive sections in HEC-RAS software

مقدار Q_{lob}، Q_{rob} و Q_{ch} با مشخص نمودن مقطع پر برای آبراهه و سیلاب دشت‌های ساحل چپ و راست و استفاده از ضریب زبری، شعاع هیدرولیکی و همچنین سطح جریان در آن‌ها مشخص می‌گردد.

ضرایب α_1 و α_2 با استفاده از رابطه ۴ محاسبه می‌گردد (۴،۴۰).

$$\alpha = \frac{\sum (K_i)^3 (A_i)^3}{K^3 / A^3} \quad (۴)$$

که در این رابطه K_i: ضریب انتقال سواحل چپ، راست و آبراهه اصلی می‌باشد و از رابطه ۵ محاسبه می‌گردد.

$$K_i = \frac{\phi}{n} A_i R_i^{\frac{2}{3}} \quad (۵)$$

که در این رابطه: Ø: مقدار ثابت که به سیستم واحد بستگی دارد و برای سیستم متریک معادل ۱ و برای سیستم انگلیسی معادل ۱/۴۹ در نظر گرفته می‌شود، k: ضریب انتقال مجموع ساحل راست، چپ و آبراهه اصلی، A: سطح مقطع کل جریان، R_i: شعاع هیدرولیکی در ساحل راست، چپ و آبراهه اصلی و A_i: سطح جریان در سواحل راست، چپ و آبراهه اصلی می‌باشد.

در رابطه ۲، S_f شیب مربوط به افت‌های اصطکاکی در طول بازه بوده و به کمک یکی از روابط ۶ یا به عبارتی رابطه متوسط انتقالی، ۷ یا به بیانی رابطه شیب اصطکاکی متوسط، ۸ یا به عبارتی میانگین هندسی و ۹ یا همان رابطه میانگین هارمونیک به دست می‌آید (۴،۹،۱۰).

$$S_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2}\right)^2 \quad (۶)$$

$$S_f = \left(\frac{S_{f1} + S_{f2}}{2}\right)^2 \quad (۷)$$

$$S_f = \sqrt{S_{f_1} \times S_{f_2}} \quad (۸)$$

$$S_f = \left(\frac{2 S_{f_1} \times S_{f_2}}{S_{f_1} + S_{f_2}}\right) \quad (۹)$$

در روابط ۶ تا ۹ زیرنویس ۱و ۲ مربوط به مقاطع عرضی متوالی بازه می‌باشند.

مقاطع عرضی و هندسه رودخانه مورد مطالعه

در محدوده مورد مطالعه با پیمایش طول رودخانه و با توجه به تغییرات آن، محل مقاطعی که می‌بایست توسط نقشه‌بردار برداشت گردد، تعیین گردید. پس از اتمام عملیات نقشه‌برداری نقاط برداشت شده به کمک نرم‌افزارهای مربوط به نقشه برداری مقاطعی به فاصله ۱۰۰ متری زده شد که در نهایت مجموع مقاطع زده شده توسط مدل به تعداد ۵۲۱ مقطع رسید و عرض مقاطع حدوداً ۲۰۰ متر می‌باشد (۴).

تخمین ضریب زبری منطقه مورد مطالعه

مقدار جریان در آبراهه‌ها تابعی از زبری بستر رودخانه می‌باشد. عموماً بستر رودخانه‌ها از سنگ و خاک، موانع، پوشش گیاهی و... تشکیل یافته است که باعث اصطکاک و ایجاد تنش برشی بین آب و جداره گشته و در پاره‌ای مواقع موجب تغییر در شکل هندسی رودخانه می‌گردد. یکی دیگر از موانع احتمالی در مقابل حرکت آب در آبراهه‌ها می‌توان به تلفات ناشی از آشفتگی جریان و ناهماهنگی و نامنظمی مقاطع عرضی و هندسه رودخانه در طول یک مسیر اشاره نمود. انقباض‌ها و انبساط‌های رودخانه، خم‌ها و شکل بستر از جمله عوامل مؤثر در به وجود آمدن نامنظمی هندسه رودخانه و آشفتگی جریان می‌باشند. بنابراین در فرمول‌های مختلف محاسبات هیدرولیک جریان، مقاومت آبراهه‌ها در مقابل جریان تحت عناوین مختلفی مانند زبری مانینگ، شزی و دارسی- ویسباخ بیان شده است. در این میان ضریب زبری مانینگ به علت جامعیت آن مورد استفاده غالب طراحان قرار گرفته است. این ضریب نشان‌دهنده مقاومتی است که زبری جداره‌های رودخانه‌ها و مصالح آن در مقابل جریان و تغییرات آن ایجاد می‌نماید. در فرمول‌هائی مانند استریکلر و فرمول‌های مشابه آن بیان گردیده است که مقاومت در مقابل جریان به طور مستقیم با دانه‌بندی مصالح بستر و زبری مرتبط می‌باشد. مقدار ضریب زبری با تأثیرپذیری از شرایط هیدرولیک، دانه‌بندی مواد بستر، مورفولوژی و شکل مسیر رودخانه، عوارض و عوامل طبیعی و انسانی موجود در بستر رودخانه و سیلابدشت‌ها در قسمت‌های مختلف آبراهه ممکن است متفاوت باشد (۴).

در سیلابدشت‌ها معمولاً مقاطع عرضی به آبراهه اصلی و سواحل چپ و راست تقسیم‌بندی می‌گردد. براساس طبیعت رودخانه‌ها اصولاً میزان زبری در آبراهه اصلی مقاومت در مقابل جریان کمتر از سواحل و سیلابدشت‌ها در دو طرف رودخانه می‌باشد. بنابراین ضریب زبری مانینگ نمایانگر میزان مقاومت آبراهه در مقابل جریان آب می‌باشد و همچنین با توجه به رابطه مانینگ مشخصات هیدورلیکی جریان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در صورتی‌که در یک آبراهه با مقاطع عرضی و شیب کف مشخص، دبی معینی جریان یابد هرچه ضریب زبری بیشتر باشد سرعت جریان کمتر و سطح مقطع جریان بیشتر خواهد شد بنابراین تراز سطح آب بالاتر می‌آید و همچنین عرض بالای سطح آب در هر مقطع عرضی بیشتر

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]

می‌گردد، به عبارتی بستر آبراهه وسیع‌تر و پهن‌تر خواهد شد. با عنایت به مطالب گفته شده لازم است در حل مسائل جریان آزاد، ضریب زبری مانینگ با دقت کافی مشخص شود. بنابراین محققین باید به عوامل مؤثر بر ضریب زبری رودخانه توجه به خصوصی داشته باشند. این عوامل شامل موارد ذیل می‌باشد (۴).

دانه‌های تشکیل‌دهنده بستر، سواحل چپ و راست و سیلابدشت‌ها

زبری بستر رودخانه به شکل و اندازه دانه‌های تشکیل‌دهنده بستگی دارد. در رودخانه‌های با دبی کم، زبری بستر و جدار آبراهه تأثیر بیشتری در کاستن گذر حجمی جریان دارد. ضریب زبری رابطه‌ای مستقیم با قطر ذرات بستر دارد. فرمول استریکلر که در رابطه ۱۰ ارائه شده است صحت این مطلب را تأیید می‌نماید.

$$n = \frac{(d_{50})^{1.6}}{26.6} = 0.038(d_{50})^{1.6} \qquad (۱۰)$$

در این رابطه: d_{50}: قطری که ۵۰ درصد وزنی ذرات از آن کوچک‌تر می‌باشند. فرمول بالا نشان می‌دهد هرچه ذرات بستر و جدار آبراهه ریزتر باشند، ضریب زبری کمتر می‌باشد. لذا رودخانه‌های با بستر آبرفتی ریزدانه نسبت به رودخانه‌های با بستر درشت‌دانه از ضریب زبری کوچکتری برخوردارند (۴).

رشد و نمو گیاهان

در رودخانه‌ها و سیلاب دشت‌ها، انواع پوشش گیاهی مانند درختچه و بوته در سواحل و بستر رودخانه وجود دارد. در رودخانه‌های پوشیده از گیاهان، ضریب زبری همراه با عمق جریان و تغییر سرعت و تغییر مسیر، ارتفاع، نوع و تراکم گیاه تغییر می‌کند. اثر پوشش گیاهی به عواملی مانند درصد پوشش گیاهی در محیط خیس شده، عمق جریان، انعطاف پوشش در برابر جریان، تراکم پوشش گیاهی در زیر تراز حداکثر آب و جهت و ترتیب قرارگیری درختان بستگی دارد. رشد و نمو گیاهان در سواحل آبراهه‌ها به دلایلی مانند کاستن از سطح مقطع و همچنین افزایش اصطکاک در مقابل خطوط جریان منجر به کاهش شدت جریان می‌گردد. پوشش گیاهی به عنوان مانعی در برابر جریان و موجب افزایش ضریب زبری جریان می‌گردد. تأثیر رشد گیاهان بر ضریب زبری تحت تأثیر نوع گیاه و ارتفاع آن، تراکم، توزیع روی سطح، شکل سطح مقطع، شیب کف و همچنین ارتفاع آب، متفاوت می‌باشد. لذا این تأثیر روی کانال‌های مثلثی شکل بیش از کانال‌های ذوزنقه‌ای شکل می‌باشد. گفتنی است در صورتی‌که کانال با شیب جداره ملایم تأثیر رویش گیاه بر ضریب زبری n باشد دارای ضریب زبری بیشتری نسبت به کانال‌های با شیب جداره تند می‌باشد. تمام فصول سال نیز بر رشد و نمو گیاهان موثر هستند و در نهایت بر ضریب زبری تأثیر می‌گذارند. لذا در فصل‌های بهار و تابستان گیاهان بیشتری بر جداره کانال خاکی رشد نموده، بنابران در این فصول ضریب زبری آبراهه‌های خاکی معمولاً بیشتر از فصل‌های پاییز و زمستان می‌باشد این شرایط در صورتی صدق می‌کند که منطقه دارای پوشش گیاهی باشد. بنابراین ضریب زبری n رابطه مستقیمی با درصد پوشش گیاهی دارد به گونه‌ای که پوشش گیاهی بیشترین تأثیر را بر روی میزان ضریب زبری دارد. هرچه پوشش گیاهی بیشتر، ضریب زبری نیز افزایش می‌یابد (۱،۴،۱۳،۱۵،۱۶،۱۹،۲۹).

شکل سطح مقاطع در مسیر جریان

شکل بستر آبراهه با تغییر توان آبراهه‌ای تغییر می‌کند. بنابراین پیچ و خم‌های مسیر رودخانه بر مقدار n تأثیر می‌گذارد. اگر انحناء رودخانه با شعاع زیاد و به صورت تدریجی باشد تأثیر آن کم و در صورتی‌که شعاع انحناء کم باشد مقدار ضریب زبری به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. این افزایش بر اساس تحقیقات اسکوبی[1] برای هر ۲۰ درجه انحناء در مسیر ۱۰۰ فوتی معادل ۰/۰۰۱ در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر موارد گفته شده، تغییرات سریع در شکل و اندازه سطح مقاطع نیز از عواملی است‌که موجب افزایش ضریب زبری می‌شود (۴،۱۶).

شدت جریان آب

در بیشتر آبراهه و رودخانه‌ها با افزایش دبی جریان و همچنین با افزایش ارتفاع آب، میزان ضریب زبری کاهش می‌یابد. بنابراین در اعماق کم تأثیر زبری جدار و بستر بیشتر می‌باشد. ضریب مانینگ در آبراهه‌های گوناگون با شکل‌ها، جنس‌ها و شرایط مختلف در بازه ۰/۰۰۸ تا ۰/۱۶۰ متغیر است. گفتنی است ضریب ۰/۰۰۸ مربوط به آبراهه شیشه‌ای در آزمایشگاه‌ها و ضریب ۰/۱۶ مربوط به رودخانه‌های با پستی و بلندی و همچنین درخت‌های بسیار بلند و فراوان می‌باشد. این در حالی است‌که در رودخانه‌های بدون درخت بلند و بدون ناهمواری‌های بزرگ، ضریب زبری در حدود ۰/۰۳۰ تا ۰/۰۳۵ متغیر می‌باشد.

از روابط و جداول نیز می‌توان ضریب زبری منطقه را تعیین نمود. از جمله این روابط و جداول می‌توان به رابطه ۱۱ و جدول ۱ تا جدول ۶ اشاره نمود (۴،۱۶،۲۴).

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4).n_5 \qquad (۱۱)$$

که در این رابطه: n ضریب زبری پایه می‌باشد که برای کانال و رودخانه مستقیم، یکنواخت و بدون پوشش گیاهی استفاده می‌شود و تنها به جنس بستر بستگی دارد، n_1: معرف درجه ناهمواری در سطح بستر رودخانه می‌باشد، n_2: معرف تغییرات در سطح مقطع رودخانه می‌باشد، n_3: نشان از تأثیر موانع در مسیر جریان رودخانه می‌باشد، n_4: معرف اثرات پوشش گیاهی بر ضریب مانینگ می‌باشد و n_5: یک ضریب اصلاحی که نشان‌دهنده وضعیت پیچشی رودخانه می‌باشد (۱۱،۱۵،۱۶).

1- Scobey

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]

جدول ۱- مقادیر n با در نظر گرفتن مواد بستر

Table 1. The values of n based on the bed materials

ردیف	مواد بستر	n
۱	خاک	۰/۰۲
۲	سنگ	۰/۰۲۵
۳	شن ریز	۰/۰۲۴
۴	شن درشت	۰/۰۲۵

جدول ۲- مقادیر n_1 با در نظر گرفتن درجه همواری در سطح بستر

Table 2. The values of n_1 based on the degree of smoothness at the bed surface

ردیف	درجه همواری در سطح بستر	n_1
۱	صاف	۰
۲	کمی صاف	۰/۰۰۵
۳	متوسط صاف	۰/۰۱
۴	زبر سخت	۰/۰۲

جدول ۳- مقادیر n_2 با در نظر گرفتن تغییرات در سطح مقطع

Table 3. The values of n_2 based on the changes in cross section

ردیف	تغییرات در سطح مقطع	n_2
۱	تغییرات تدریجی	۰
۲	تغییرات متناوب ولی کم	۰/۰۰۵
۳	تغییرات متناوب ولی زیاد	۰/۰۱۸~۰/۱۵

جدول ۴- مقادیر n_3 با در نظر گرفتن اثر موانع در رودخانه

Table 4. The values of n_3 based on the effect of obstacles in the river

ردیف	اثر موانع در رودخانه	n_3
۱	ناچیز	۰
۲	کم	۰/۰۱~۰/۰۱۵
۳	قابل ملاحظه	۰/۰۲~۰/۰۳
۴	زیاد	۰/۰۴~۰/۰۶

جدول ۵- مقادیر n_4 با در نظر گرفتن ارتفاع گیاه

Table 5. The values of n_4 based on the plant height

ردیف	ارتفاع گیاه	n_4
۱	کوتاه	۰/۰۰۵~۰/۰۱
۲	متوسط	۰/۰۱~۰/۰۲۵
۳	بلند	۰/۰۲۵~۰/۰۵
۴	بسیار بلند	۰/۰۵~۰/۱

جدول ۶- مقادیر n_5 با در نظر گرفتن درجه پیچشی

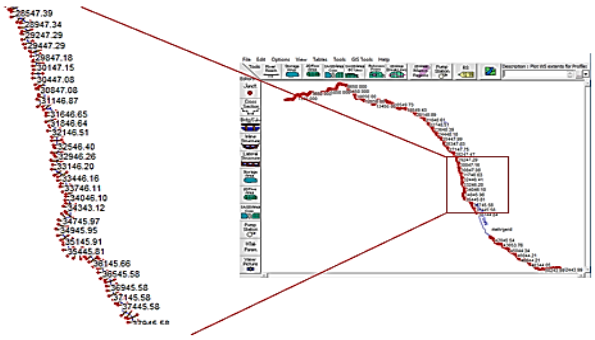
Table 6. The values of n_5 based on the degree of torsion

ردیف	درجه پیچشی	L_m/L_s	n_5
۱	کم	۰/۰۵ ~ ۱/۲	۱/۰۰
۲	قابل ملاحظه	۱/۲ ~ ۱/۵	۱/۱۵
۳	زیاد	>۱/۵	۱/۳

در جدول ۶: L_m: طول پیچ و خم رودخانه و L_s: طول مستقیم آبراهه می‌باشد.

در تحقیق حاضر، پس از بازدیدهای میدانی از منطقه مورد مطالعه، ضریب زبری مانینگ رودخانه مهرگرد برآورد گردید. در ادامه با فرض اینکه در ۲ تراز ۲۴۴۶ و ۲۴۵۱ متر از بدنه سد روزنه‌ای ایجاد شده است. پارامترهای ناشی از شکست سد بر اساس مدل BREACH محاسبه و اطلاعات وارد نرم‌افزار HEC-RAS گردید. سپس به بررسی اثر ایجاد دیوارهای حائل بر کاهش سیل‌گیری اراضی روستای مهرگرد در فاصله حدود ۵ کیلومتری از تاج سد پرداخته شد. برای این منظور از پایین‌دست سد تا روستای مهرگرد، ۵۰ مقطع در مسیر جریان سیلابی زده شده و خصوصیات هیدرولیکی جریان حاکم پس از شکست سد در این مقاطع مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پلان رودخانه مورد مطالعه در مدل HEC-RAS در شکل ۳ ارائه شده است.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]



شکل ۳- پلان رودخانه مورد مطالعه در مدل HEC-RAS
Figure 3- Plan of the studied river in the HEC-RAS model

نتایج و بحث

در این قسمت نتایج به دست آمده از ضریب زبری رودخانه مهرگرد با توجه به بازدیدهای میدانی انجام شده ارائه می‌گردد. سپس نتایج حاصل از دبی پیک محاسبه شده ناشی از شکست سد خاکی قره‌آقاج در دو سناریو (زمانی‌که در دو تراز ۲۴۵۱ و ۲۴۴۶ از بدنه سد روزنه ایجاد گردد) در نرم‌افزار HEC-RAS و مدل BREACH بر اساس هیدروگراف سیلاب ناشی از آن ارائه می‌گردد. پس از آن دبی اوج ناشی از شکست سد حاصل شده در مدل HEC-RAS از محل سد رها شده و در ۵۰ مقطع تا نزدیکی روستای مهرگرد مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در انتها از ۵۰ مقطع مورد بررسی، ۶ مقطع به عنوان نمونه انتخاب و نتایج حاصل از مدل HEC-RAS با توجه به شرایط هیدرولیکی برای هر دو سناریو ارائه و مقدار تعرض آب از سواحل چپ و راست و یا هر دو مشخص شده است.

نتایج حاصل از ضریب زبری رودخانه مهرگرد

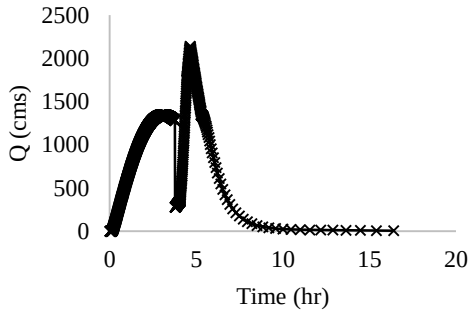
با توجه به بازدیدهای میدانی صورت گرفته، بستر رودخانه مهرگرد در طول مسیر خود تفاوت‌هایی از لحاظ پوشش گیاهی و جنس بستر داشته که به کمک راهنمای تعیین ضریب زبری USGS و جداول ۱ تا ۶ ضریب زبری برای مقاطع مختلف رودخانه در جدول ۷ مشخص شده است.

جدول ۷- نتایج حاصل از ضریب زبری رودخانه مهرگرد
Table 7. Results of Mehrgerd river ruggedness coefficient

ردیف	بازه	ضریب زبری
۱	از ابتدا تا کیلومتر ۱+۲۰۰	۰/۰۳۶
۲	از ۱+۲۰۰ تا ۱۷+۷۰۰	۰/۰۳۲
۳	۱۷+۷۰۰ تا انتهای بازه مورد مطالعه	۰/۰۳۵

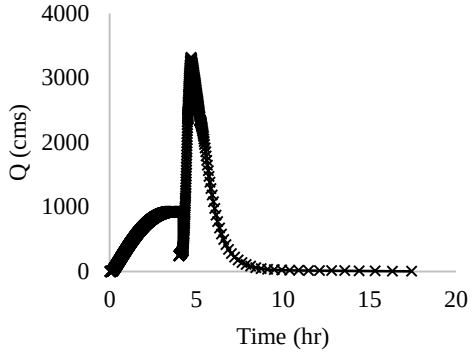
هیدروگراف سیلاب ناشی از شکست سد در مدل BREACH

هیدروگراف سیلاب ناشی از شکست سد بر اساس نتایج به دست آمده در مدل BREACH در صورتی‌که در ترازهای ۲۴۴۶ و ۲۴۵۱ متر از بدنه سد دچار نشت شریانی گردد به ترتیب مطابق شکل‌های ۴ و ۵ می‌باشد.



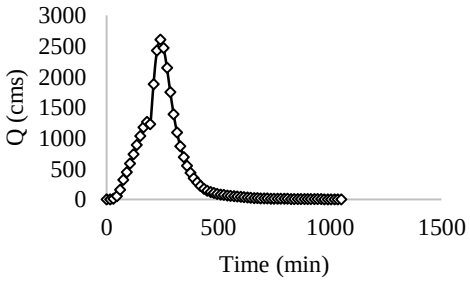
شکل ۴- هیدروگراف سیلاب ناشی از شکست سد در صورت ایجاد روزنه در تراز ۲۴۴۶ در مدل BREACH
Figure 4. Flood hydrograph due to dam failure in case of hole formation at 2446 level in BREACH model

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]



شکل ۵- هیدروگراف سیلاب ناشی از شکست سد در صورت ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱ در مدل BREACH
Figure 5. Flood hydrograph due to dam failure in case of hole formation at 2451 level in BREACH model

با توجه به شکل ۴ دبی اوج ناشی از شکست سد معادل ۲۱۳۹/۵ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد که در لحظه ۴/۶۴ ساعت اتفاق افتاده است. با توجه به شکل ۵ دبی اوج ناشی از شکست سد معادل ۳۳۱۸/۸ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد که در لحظه ۴/۷ ساعت اتفاق افتاده است.



شکل ۶- هیدروگراف سیلاب ناشی از شکست سد در صورت ایجاد روزنه در تراز ۲۴۴۶ در مدل HEC-RAS
Figure 6. Flood hydrograph due to dam failure in case of hole formation at 2446 level in HEC-RAS model

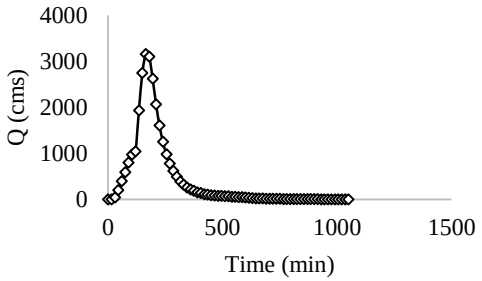
با توجه به شکل ۶ دبی اوج ناشی از شکست سد ۲۴۰ دقیقه پس از شبیه‌سازی شکست سد اتفاق افتاده و معادل ۲۶۰۶/۹ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد. با توجه به شکل ۷ دبی اوج ناشی از شکست سد ۱۶۵ دقیقه پس از شبیه‌سازی شکست سد اتفاق افتاده و معادل ۳۱۶۰/۱ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد.

بررسی ارتفاع دیوار حائل

نتایج به دست آمده از مدل HEC-RAS با توجه به شرایط

هیدروگراف سیلاب ناشی از شکست سد در مدل HEC-RAS

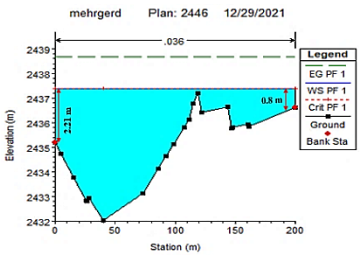
هیدروگراف سیلاب ناشی از شکست سد بر اساس نتایج به دست آمده در مدل HEC-RAS در صورتی‌که در ترازهای ۲۴۴۶ و ۲۴۵۱ متر از بدنه سد دچار نشت شریانی گردد به ترتیب مطابق شکل‌های ۶ و ۷ می‌باشد.



شکل ۷- هیدروگراف سیلاب ناشی از شکست سد در صورت ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱ در مدل HEC-RAS
Figure 7. Flood hydrograph due to dam failure in case of hole formation at 2451 level in HEC-RAS model

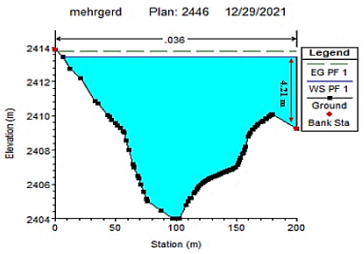
هیدرولیکی حاکم در ۶ نمونه از مقاطع برای هر دو سناریو در جداول ۸ و ۹ ارائه شده است. همچنین به عنوان نمونه وضعیت جریان در ۶ مقطع از ۵۰ مقطع، برای شرایطی‌که روزنه به ترتیب در ترازهای ۲۴۴۶ و ۲۴۵۱ ایجاد گردد، در تصاویر ۸ تا ۱۳ و ۱۴ تا ۱۹ ارائه شده است.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]



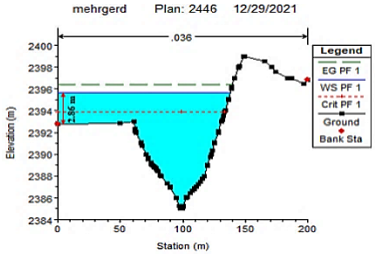
شکل ۸- فاصله ۳۰۰ متری مقطع از سد در مدل HEC-RAS ایجاد روزنه در تراز ۲۴۴۶

Figure 8- Distance of 300 meters from the dam in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2446



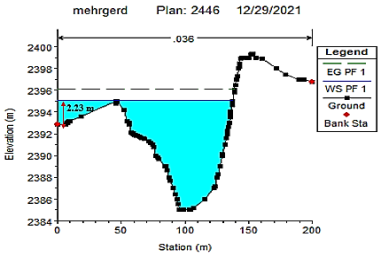
شکل ۹- فاصله ۲۲۰۰ متری مقطع از سد در مدل HEC-RAS ایجاد روزنه در تراز ۲۴۴۶

Figure 9- Distance of 2200 meters from the dam in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2446



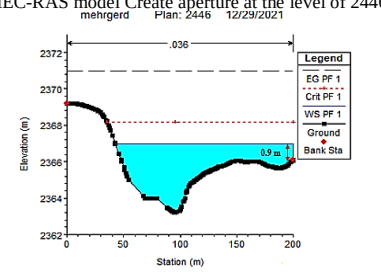
شکل ۱۰- فاصله ۳۰۰۰ متری از مقطع از سد در مدل HEC-RAS ایجاد روزنه در تراز ۲۴۴۶

Figure 10- Distance of 3000 meters from the dam in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2446



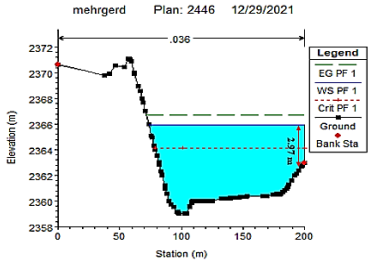
شکل ۱۱- فاصله ۳۱۰۰ متری از مقطع سد در مدل HEC-RAS ایجاد روزنه در تراز ۲۴۴۶

Figure 11- Distance of 3100 meters from the dam in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2446



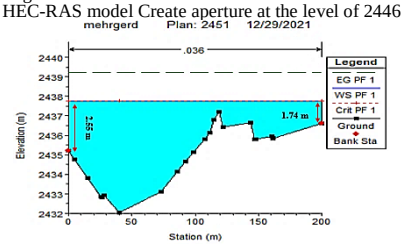
شکل ۱۲- فاصله ۴۴۰۰ متری از مقطع سد در مدل HEC-RAS ایجاد روزنه در تراز ۲۴۴۶

Figure 12- Distance of 4400 meters from the dam in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2446



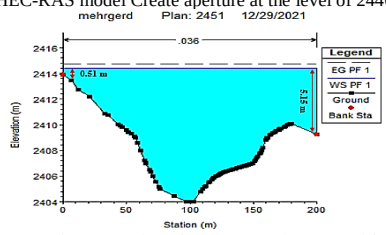
شکل ۱۳- فاصله ۴۷۰۰ متری از سد مقطع در مدل HEC-RAS ایجاد روزنه در تراز ۲۴۴۶

Figure 13- Distance of 4700 meters from the dam in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2446



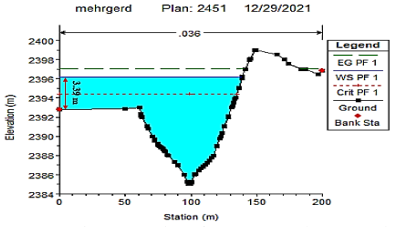
شکل ۱۴- فاصله ۳۰۰ متری از مقطع سد در مدل HEC-RAS ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱

Figure 14- Distance of 300 meters from the dam in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2451



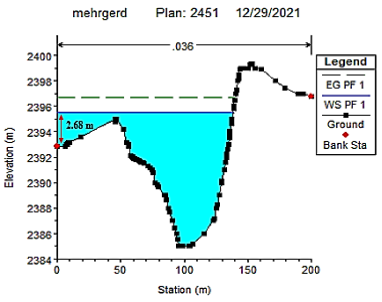
شکل ۱۵- فاصله ۲۲۰۰ متری از مقطع سد در مدل HEC-RAS ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱

Figure 15- Distance of 2200 meters from the dam in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2451



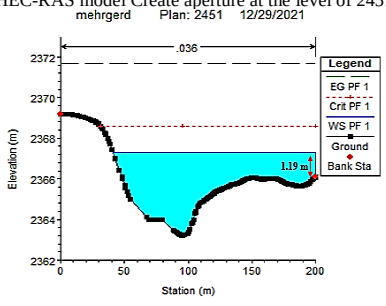
شکل ۱۶- فاصله ۳۰۰۰ متری از مقطع سد در مدل HEC-RAS ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱

Figure 16- Distance of 3000 meters from the dam in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2451



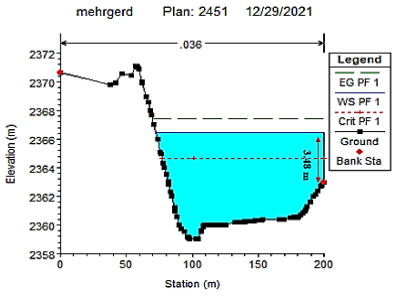
شکل ۱۷- فاصله ۳۱۰۰ متری از مقطع سد در مدل HEC-RAS ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱

Figure 17- Distance of 3100 meters from the dam in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2451



شکل ۱۸- فاصله ۴۴۰۰ متری از مقطع سد در مدل HEC-RAS ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱

Figure 18- Distance of 4400 meters from the dam in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2451



شکل ۱۹- فاصله ۴۷۰۰ متری از مقطع سد در مدل HEC-RAS ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱

Figure 19- Distance of 4700 meters from the dam in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2451

جدول ۸- نتایج حاصل از مدل HEC-RAS با توجه به شرایط هیدرولیکی در صورت ایجاد روزنه در تراز ۲۴۴۶ از بدنه سد قره‌آقاچ

Table 8. Results of HEC-RAS model according to hydraulic conditions in case of creating a hole in level 2446 of Ghare Aghach dam body

River Sta	Distance to Dam (m)	Min Ch Elev (m)	Water Surface Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Velocity Chnl (m/s)	Flow Area (m^2)	Top Width (m)
۳۷۸۴۵/۵۸	۳۰۰	۲۴۳۲/۰۳	۲۴۳۷/۴	۲۴۳۷/۴	۲۴۳۸/۶۸	۰/۰۰۹۳۵۴	۵/۰۲	۵۱۹/۵۸	۲۰۰
۳۵۸۴۵/۷۲	۲۲۰۰	۲۴۰۴	۲۴۱۳/۴۵		۲۴۱۳/۷۷	۰/۰۰۰۸۷۷	۲/۴۹	۱۰۴۶/۱۷	۱۹۳/۲۴
۳۵۰۴۵/۹۵	۳۰۰۰	۲۳۸۵	۲۳۹۵/۶۴	۲۳۹۳/۸۹	۲۳۹۶/۳۸	۰/۰۰۲۳۲۷	۳/۸	۶۸۵/۷۵	۱۳۷/۹
۳۴۹۴۵/۹۵	۳۱۰۰	۲۳۸۵	۲۳۹۵/۰۷		۲۳۹۶/۰۶	۰/۰۰۳۸۰۶	۴/۴	۵۹۲/۳۶	۱۳۷/۸۵
۳۳۶۴۶/۱۴	۴۴۰۰	۲۳۶۳/۱۹	۲۳۶۶/۹۹	۲۳۶۸/۱۸	۲۳۷۱	۰/۰۴۴۸۷۹	۸/۸۷	۲۹۳/۹۹	۱۵۷/۶۳
۳۳۳۴۶/۱۹	۴۷۰۰	۲۳۵۹	۲۳۶۵/۹۴	۲۳۶۴/۱۱	۲۳۶۶/۷۲	۰/۰۰۲۲۸۲	۳/۹۳	۶۶۴/۱۸	۱۲۶/۱۸

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]

جدول ۹- نتایج حاصل از مدل HEC-RAS با توجه به شرایط هیدرولیکی در صورت ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱ از بدنه سد قره‌آقاچ
Table 9. Results of HEC-RAS model according to hydraulic conditions in case of creating a hole in level 2451 of Ghare Aghach dam body

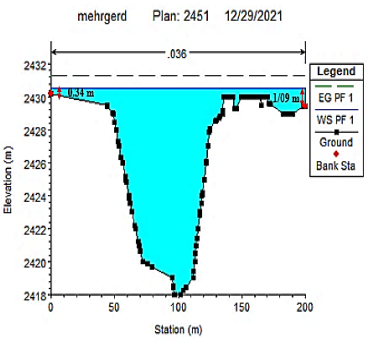
River Sta	Distance to Dam (m)	Min Ch Elev (m)	Water Surface Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Velocity Chnl (m/s)	Flow Area (m^2)	Top Width (m)
۳۷۸۴۵/۵۸	۳۰۰	۲۴۳۲/۰۳	۲۴۳۷/۷۴	۲۴۳۷/۷۴	۲۴۳۹/۲۱	۰/۰۰۹۱۶۴	۵/۳۸	۵۸۷/۵۷	۲۰۰
۳۵۸۴۵/۷۲	۲۲۰۰	۲۴۰۴	۲۴۱۴/۳۹		۲۴۱۴/۷۲	۰/۰۰۰۷۹	۲/۵۷	۱۲۳۱/۴۸	۲۰۰
۳۵۰۴۵/۹۵	۳۰۰۰	۲۳۸۵	۲۳۹۶/۱۷	۲۳۹۴/۳۶	۲۳۹۷/۰۵	۰/۰۰۲۴۸۲	۴/۱۶	۷۵۸/۹۵	۱۳۹/۱۴
۳۴۹۴۵/۹۵	۳۱۰۰	۲۳۸۵	۲۳۹۵/۵۲		۲۳۹۶/۷۱	۰/۰۰۴۰۵۴	۴/۸۳	۶۵۴/۷۷	۱۳۸/۵۸
۳۳۶۴۶/۱۴	۴۴۰۰	۲۳۶۳/۱۹	۲۳۶۷/۲۸	۲۳۶۸/۵۹	۲۳۷۱/۷	۰/۰۴۱۴۸۵	۹/۳۱	۳۳۹/۴۲	۱۵۹/۱۷
۳۳۳۴۶/۱۹	۴۷۰۰	۲۳۵۹	۲۳۶۶/۴۵	۲۳۶۴/۶۲	۲۳۶۷/۴۱	۰/۰۰۲۵۱۲	۴/۳۴	۷۲۸/۶۱	۱۲۷/۵۶

در صورتی‌که نشت شریانی در تراز ۲۴۴۶ متر از بدنه سد ایجاد گردد بر اساس شکل ۸ تا ۱۳ و در صورتی‌که نشت شریانی در تراز ۲۴۵۱ متر از بدنه سد ایجاد گردد بر اساس شکل ۱۴ تا ۱۹ نتایج ذیل حاصل می‌گردد:

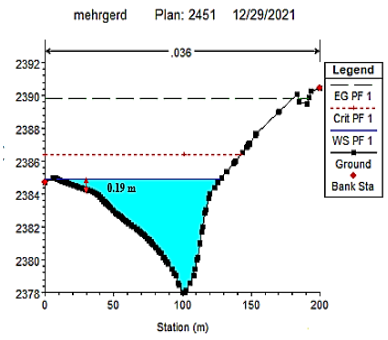
نتایج حاکی از آن است در صورتی‌که روزنه در تراز ۲۴۵۱ متر از بدنه سد ایجاد گردد، از ۵۰ مقطع مورد بررسی ۱۸ مقطع از طرف ساحل سمت راست و یا ساحل سمت چپ و یا هر دو تعرض می‌نماید. در مقطع حد فاصله ۳۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۱/۷۴ متر از ساحل سمت راست و جریان آب به ارتفاع ۲/۵۵ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید. در فاصله ۲۲۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۵/۱۵ متر از ساحل سمت راست و به ارتفاع ۰/۵۱ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید. در مقطع ۳۰۰۰ متری از سد جریان آب به ارتفاع ۳/۳۹ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید. در مقطع ۳۱۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۲/۶۸ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید. در فاصله ۴۴۰۰ متری از سد جریان آب به ارتفاع ۱/۱۹ متر از ساحل سمت راست تعرض می‌نماید. نهایتاً مقطع ۴۷۰۰ از سد جریان آب به ارتفاع ۳/۴۸ متر از ساحل سمت راست تعرض می‌کند. این در حالیست‌که اگر در تراز ۲۴۴۶ متر از بدنه سد روزنه‌ای ایجاد گردد، از ۵۰ مقطع مورد بررسی ۱۵ مقطع از ساحل سمت راست و یا ساحل سمت چپ و یا هر دو تعرض می‌نماید. بنابراین در این حالت در مقطع حد فاصله ۳۰۰ متری از سد جریان آب به ارتفاع ۰/۸ متر از ساحل سمت راست و همچنین جریان آب به ارتفاع ۲/۲۱ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید. در فاصله ۲۲۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۴/۲۱ متر از ساحل سمت راست تعرض می‌کند. در فاصله ۳۰۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۲/۸۶ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید. در مقطع ۳۱۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۲/۲۳ متر از ساحل سمت چپ تعرض می‌کند. در فاصله ۴۴۰۰ متری از سد جریان آب به ارتفاع ۰/۹ متر از ساحل سمت راست تعرض می‌نماید. نهایتاً در فاصله ۴۷۰۰ متری از محل سد جریان آب به ارتفاع ۲/۹۷ متر از ساحل سمت راست تعرض می‌نماید.

با توجه به مطالعات انجام شده نتایج حاکی از آن است در صورتی‌که نشت در تراز ۲۴۴۶ متر ایجاد گردد، از ۵۰ مقطع مورد بررسی، جریان آب در ۱۵ مقطع از طرف ساحل سمت راست و یا از طرف ساحل سمت چپ و یا هر دو تعرض می‌نماید این در حالیست‌که اگر نشت شریانی در تراز ۲۴۵۱ متر از بدنه سد ایجاد شود، از ۵۰ مقطع مورد بررسی شده ۱۸ مقطع از طرف ساحل سمت راست و یا از طرف ساحل سمت چپ و یا هر دو تعرض می‌نماید. این مقاطع مربوط به فواصل ۸۰۰، ۳۴۰۰ و ۴۸۰۰ متری از سد می‌باشد که در تصاویر ۲۰، ۲۱ و ۲۲ نشان داده شده است.

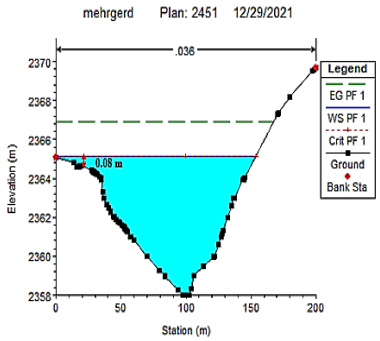
براساس مطالعاتی که توسط شاهرضائی و همکاران در سال‌های أخیر در زمینه‌ی شکست سد انجام شده است نتایج حاکی از آن است هرچه رخنه در ترازهای بالاتر در بدنه سد رخ دهد؛ دبی اوج ناشی از شکست سد بیشتر و در نتیجه قدرت تخریب آن نیز بیشتر می‌باشد (۳۱،۳۳).



شکل ۲۰- فاصله ۸۰۰ متری از مقطع سد در مدل HEC-RAS
ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱
Figure 20- 800 meters distance from the dam section in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2451



شکل ۲۱- فاصله ۳۴۰۰ متری از مقطع سد در مدل HEC-RAS
ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱
Figure 21- 3400 meters distance from the dam section in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2451



شکل ۲۲- فاصله ۴۸۰۰ متری از مقطع سد در مدل HEC-RAS
ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱
Figure 22- 4800 meters distance from the dam section in HEC-RAS model Create aperture at the level of 2451

نتایج نشان می‌دهد در صورت ایجاد روزنه در تراز ۲۴۵۱ از بدنه سد، در فاصله ۸۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۱/۰۹ متر از طرف ساحل سمت راست و همچنین جریان آب به ارتفاع ۰/۳۴ متر از طرف ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]

و در فاصله ۳۴۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۰/۱۹ متر از طرف ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید و در فاصله ۴۸۰۰ متری از سد، جریان آب به ارتفاع ۰/۰۸ متر از طرف ساحل سمت چپ تعرض می‌نماید.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد زمانی‌که روزنه در تراز ۲۴۵۱ از بدنه سد ایجاد گردد نسبت به زمانی‌که روزنه در تراز ۲۴۴۶ ایجاد گردد؛ دبی اوج ناشی از شکست سد بیشتر بوده بنابراین از قدرت تخریب بالاتری برخوردار است. با توجه به جداول ۸ و ۹ مناطق با احتمال سیل‌گیری بیشتر و با اولویت برای احداث دیوار حائل مشخص شده است. شکست سد در تراز ۲۴۵۱ نسبت به تراز ۲۴۴۶ سبب سیل‌گیری مقاطع بیشتری در طرفین رودخانه مهرگرد خواهد شد. نتایج حاکی از آن است در بین مقاطع مورد بررسی بیشترین تعرض جریان آب در فاصله ۲۲۰۰ متری و مربوط به زمانی است که در تراز ۲۴۵۱ متری از بدنه سد روزنه ایجاد گردد که با توجه به موقعیت حساس‌تر آن نسبت به سایر مقاطع اهمیت خاص‌تری یافته و نیاز به احداث دیوار حائل است.

منابع

1. Acement, G.S. and V.R. Schneider. 1985. Guide for selecting Manning’s roughness coetfficent for natural channels and Flood plains, Water Resources paper 2339, US Geological Survey, Washington DC. (Updated 2002).
2. Amini, A.A. and R. Arfa Nia. 2002. Flood zoning due to Zayandehrud dam failure using HEC-GeoRAS and HEC-RAS model. 10th National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources. Tehran (In Persian).
3. Amiri, M., M. Kaikha and F. Hassanpour. 2019. Evaluating the performance of Sistan and Zahak diversion dams in Sistan River using HEC-RAS hydraulic model. Journal of Environmental Scince and Technology, 20: 51-67 (In Persian).
4. Anonymous. 2013. Report on bed and boundary studies and the first stage of organizing the Mehrgerd River (Ghare Aghach). Basic Studies Report (Chapters 1 to 4). Sepahan Padid Ab Consulting Engineers. Isfahan Regional Water Company. Iran Water Resources Management Company. Ministry of Power, (In Persian).
5. Arjomand, M., M. Mohammadi, M. Najafian Azar and A. Yosefi Abasalilo. 2019. Investigation of Rugab phenomenon and its effects on hydraulic failure of earth dams Journal of Science and Engineering Elites, 4: 59-64 (In Persian).
6. Balogun, O.S. and H.O. Ganiyu. 2017. Study and analysis of asa river hypothetical dam break using HEC-RAS. Nigerian Journal of Technology, 36: 315-321.
7. Bharath, A., A.V. Shivapur and C.G. Hiremath. 2021. Dam Break Flood Routing and Inundation Mapping Using HEC-RAS and HEC-GeoRAS. In: Jha R., Singh V. P., Singh V., Roy L., Thendiyath R. (eds) Water Resources Management and Reservoir Operation. Water Science and Technology Library, 107: 129-137.
8. Bombay Chi, S. and S. Hosseini. 2007. Several experiments in working with the HEC-RAS model in the analysis of non-permanent flow failure of Bidvaz Esfarayen dam. Sixth Iran Hydraulic Conference. 13 to 15 September. Shahrekord University, (In Persian).
9. Brunner, G.W. 2016. HEC-RAS River Analysis System. Hydraulic Reference Manual, 538 pp.
10. Brunner, G.W. 2020. HEC-RAS River Analysis System. Hydraulic Reference Manual, 520 pp.
11. Chow, V.T. 1959. Open channel hydraulics. McGraw-Hill Book Company, Inc, New York, pp: 3-127.
12. Desta, H.B. and M.Z. Belayneh. 2021. Dam breach analysis: a case of Gidabo dam, Southern Ethiopia. International Journal of Environmental Science and Technology, 18: 107-122.
13. Ebrahimi, N.G., M. Fathi Moghadam, S.M. Kashefipour, K. Ebrahimi and M. Saneie. 2008. A Study of the effect of submerged vegetation covers on river roughness coefficient. Agricultural Research, 8: 79-87 (In Persian).
14. Falahatgar, M., A. Bahremand, V.B. Sheikh and A. Atrakchali. 2010. The effects of vegetation Manning roughness coefficient on the hillslope in Aghghala rangelands. Journal of Water and Soil Conservation, 17: 125-141 (In Persian).
15. Fathi Moghadam, M. 1996. Momentum absorption in non-rigid non submerged tall vegetative along rivers. Ph.D. Thesis. University of waterloo. Ontario. Canada, 488 pp.
16. Guide for determining the hydraulic roughness coefficient of rivers. 2016. Criterion No. 688. Management and Planning Organization, (In Persian).
17. Hajeri, S., A.V. Shivapur and B. Venkatesh. 2016. Flood Plain Mapping and Dam Break Analysis for Neerasagar Reservior. International Research Journal of Engineering and Technology, 3: 1279-1285.
18. Hassanzadeh, Y., A. Abdi Kordani, M. Hassanzadeh and M. Shafiei Najd. 2019. Earthen Dams Break Analysis, Flood Routing and Mapping using Mathematical Models and Geographic Information System (A Case Study: Alavian Dam). Journal of Soil and Water Science, 29: 121-134 (In Persian).
19. Jarvela, J. 2005. Effect of submerged flexible vegetation on flow structure and resistance. Journal of Hydrology, 307: 233-241.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]

20. Judy Thani, R. and A.R. Parvishi. 2018. Investigation of earthen dam failure due to erosion using Breach-GUI software and downstream flood zoning using HEC-RAS software. First National Conference on Infrastructure Engineering. 18 and 19 October. Urmia University (In Persian).
21. Karim, I.R., Z.F. Hassan, H.H. Abdullah and I.A. Alwan. 2021. 2D-HEC-RAS Modeling of Flood Wave Propagation in a Semi-Arid Area Due to Dam Overtopping Failure. Civil Engineering Journal, 7: 1501-1514.
22. Khalilzadeh, S., H. Saeidian and S. Saeidian. 2019. Investigate the Behavior of Concrete Gravity Walls Under Seismic Loading and the Permissibility of its Horizontal Displacement. Journal Analysis of Structure and Earthquake, 15: 67-76 (In Persian).
23. Latrubesse, E.M., E. Park, K. Sieh, T. Dang, Y.N. Lin and S.H. Yun. 2020. Dam failure and a catastrophic flood in the Mekong basin (Bolaven Plateau) southern Laos, 2018. Geomorphology, 362: 107221.
24. Mohammadi, S. and M. Kashefipour. 2012. Numerical modeling of flow using an improved dynamic roughness coefficient (Case study: Karun River). Irrigation and Water Engineering of Iran, 3: 99-110 (In Persian).
25. Moya Quiroga, V., S. Kure, K. Udo and A. Mano. 2016. Application of 2D Numerical Simulation for the Analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia Flood: Application of the New HEC-RAS Version 5. RIBAGUA 3: 25-33.
26. Najar, M. and A. Gul. 2022. Investigating the Influence of Dam-Breach Parameters on Dam-Break Connected Flood Hydrograph. Research Article. 33(5): 12501-12524.
27. Psomiadis, E., L. Tomanis, A. Kavvadias, K.X. Soulis, N. Charizopoulos and S. Michas. 2021. Potential Dam Breach Analysis and Flood Wave Risk Assessment Using HEC-RAS and Remote Sensing Data: A Multicriteria Approach. Water, 13: 364.
28. Ramola, M., P.C. Nayak, B. Venkatesh and T. Thomas. 2021. Dam Break Analysis using HEC-RAS and Flood Inundation Modelling for Pulichinatala Dam in Andhra Pradesh, India. Indian Journal of Ecology, 48: 620-626.
29. Sepaskhah, A.R. and H. Bondar. 2002. Estimation of Manning roughness coefficient for bare and vegetated furro w irrigation. Biosystems Engineering, 82(3): 351-357.
30. Seyfizadeh, M., A. Emadi and R. Fazlola. 2014. Investigation of polrood dam break due to overtopping and its resulted flood routing in the downstream. Journal of Watershed Management Research, 5: 15-29 (In Persian).
31. Shahrezaie, S.A. 2021. Evalution of the Effects of Ghare Aghach Earth Dam Breaking on River Downstream. MSc thesis. Faculty Agriculture. Shahrekord University. Iran, 142 pp (In Persian).
32. Shahrezaie, S.A., M. Radfar and E. Ghanbari Adivi. 2021. Evaluation of banks from the failure of the Ghare Aghach earth dam using the Froehlich method (1995). 19th Iranian Hydraulic Conference. Mashhad Ferdowsi University, (In Persian).
33. Shahrezaie, S.A., M. Radfar and E. Ghanbari Adivi. 2021. Evaluation and comparison of parameters due to failure of Ghare Aghach dam using Froehlich method and BREACH model. Quarterly Journal on Water Engineering, 9: 18-32 (In Persian).
34. Shahrezaie, S.A., M. Radfar and E. Ghanbari Adivi. 2022. Evaluation of Risk Areas Due to the Piping and Failure of Ghare Aghach Earth Dam Using Satellite Images. Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineerin, 15: 47-57 (In Persian).
35. Shahrezaie, S.A., M. Radfar, E. Ghanbari Adivi, Sh Mosavi and J. Shomali. 2021. Evaluation of failure parameters of Ghare Aghach earth dam in arterial leakage and overflow flow using breach gui model. 19th Iranian Hydraulic Conference. Mashhad Ferdowsi University, (In Persian).
36. Sharma, P. and S. Mujumdar. 2016. Dam Break Analysis Using HEC-RAS and HEC-GeoRAS – A Case Study of Ajwa Reservoir. Journal of Water Resources and Ocean Science, 5: 108-113.
37. Tate, E., D. Maidment, F. Olivera and D. Anderson. 2002. Creating a terrain model for floodplain mapping. Journal of Hydrologic Engineering, 7(2): 100-108.
38. Toapaxi Alvarez, J. and A. Acero Quilumbaquin. 2021. Analysis of Flooding by Dam Breaking Using the 2D HEC-RAS Model: Case Study of the Mulacorral Dam. Tungurahua Province. Ecuador. Revista Politecnica. 48: 51-64.
39. Urzica, A., A. Mihu-Pintilie, C.C. Stoleriu, C.I. Cîmpianu, E. Huţanu, C.I. Pricop and A. Grozavu. 2021. Using 2D HEC-RAS Modeling and Embankment Dam Break Scenario for Assessing the Flood Control Capacity of a Multi-Reservoir System (NE Romania). Water, 13: 1-28.
40. Zahiri, A. 2011 Simulation of gradually varied flow in compound channels. Journal of Water and Soil Conservation, 17: 181-190 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]

Determining the Construction Areas of the Retaining Wall in Order to Reduce the Flooding of the Lands of Mehrgerd Village Due to the Flood Flow caused by the Failure of the Earth Dam of Ghare Aghach

Seyyed Ali Shahrezaie[1], Mahdi Radfar[2], Elham Ghanbari Adivi[2], Rasoul Mirabbasi Najafabadi[3], Ali Raeisi[2] , Seyyed Mojtaba Mousavi[4] and Nafiseh Sadat Shahrezaie[5]

1- M.Sc. Graduate of Water Resources Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran, (Corresponding author: sayyed.ali.shahrezaie@gmail.com)
2- Assistant Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran
3- Associate Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran
4- Manager of Operation and Maintenance of Zayanderoud and Koohrang Dam and Power Plants, Isfahan Regional Water Company, Iran
5- Undergraduate Student, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Malayer University, Iran
Received: 24 April 2022 Accepted: 6 June 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Dam failure and release of stored water behind the dam is one of the most important issues in dam design and it is necessary to pay attention to its occurrence and consequences. Therefore, policymakers and planners are obliged to take measures to prevent the possible dangers of breaking the dams. Among these measures, we can mention the creation of a retaining wall in the path of flood flow due to the failure of dams.

Material and Methods: In the present study, the construction of a retaining wall in the flood flow path due to the failure of the Ghare Aghach earth dam at different distances and scenarios has been investigated. Parameters due to dam failure were determined using the BREACH model and then its information was entered into HEC-RAS software.

Results: If the hole is created at the level of 2451 meters from the body, 18 of the 50 sections examined will collide from the right bank or the left bank, or both. At a distance of 300 meters from the dam, the water flow at a height of 1.74 meters from the right and the water flow at a height of 2.55 meters from the left shore collide. At a distance of 2200 meters from the dam, the water flows at a height of 5.15 meters from the right bank and at a height of 0.51 meters from the left bank. At a distance of 3,000 meters from the river, water rises to a height of 3.39 meters from the left side. At 3100 meters from the dam, the water flows to a height of 2.68 meters from the left bank. At a distance of 4400 meters from the river, water at a height of 1.19 meters from the right bank collides. Finally, section 4700 of the water river attacks at a height of 3.48 meters from the right bank. However, if a hole is created at the level of 2446 meters from the body of the dam, 15 of the 50 sections examined will be attacked from the right or the left bank, or both. Therefore, in this case, at a distance of 300 meters from the dam, water flows to a height of 0.8 meters from the right bank and also water flows to a height of 2.21 meters from the left bank. At a distance of 2200 meters from the dam, water flows at a height of 4.21 meters from the right shore. At a distance of 3000 meters from the dam, the water flow at a height of 2.86 meters from the left bank. At 3100 meters from the dam, water flows at a height of 2.23 meters from the left bank. At a distance of 4400 meters from the river, water at a height of 0.9 meters from the right bank collides. Finally, at a distance of 4700 meters from the location of the dam, the water flow at a height of 2.97 meters from the right shore collides.

Conclusion: Areas with higher probability of flooding and with priority to the construction of a retaining wall were identified. The failure of the dam at level 2451 compared to level 2446 will cause flooding of more sections on the sides of Mehrgerd river. Among the sections studied, the most water flows attack at a distance of 2200 meters and is related to the time when a hole is created at the level of 2451 meters from the body of the dam, which due to its critical location is more important than other sections and the need to construct The wall is a barrier.

Keywords: BREACH model, Dam failure, Ghare Aghach Dam, HEC-RAS software, Retaining wall

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1401.13.26.28.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.13.26.189]