

بررسی سیل‌پذیری مناطق پایین‌دست ناشی از وقوع بیشترین سیلاب محتمل در سد خاکی قره آقاچ

سیدعلی شاهرزائی^{۱*}، مهدی رادفر^۲، الهام قنبری عدیوی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی آب، گرایش منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.
sayyed.ali.shahrezaie@gmail.com 09137940941

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، گرایش منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.

۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، گرایش سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۲

چکیده

یکی از مهم‌ترین مسائل مطرح در زمینه‌های جنبه‌های علمی هیدرولیک محاسباتی رودخانه، روندیابی جریان‌های دائمی و غیردائمی می‌باشد. بررسی پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت‌های متفاوت را می‌توان به عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل در زمینه مدیریت سیلاب نام برد. در تحقیق حاضر با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS به بررسی سیل‌پذیری مناطق پایین‌دست ناشی از وقوع بیشترین سیلاب محتمل در سد خاکی قره آقاچ پرداخته شده است. نتایج تحقیق در محیط RAS Mapper نمایش داده شده است. نتایج نشان داد بر خلاف آنچه تصور می‌شد با توجه به اینکه سرریز سد قره آقاچ بر اساس بیشترین سیلاب محتمل کنترل شده است؛ لذا این سیلاب موجب شکست، در سد خاکی قره آقاچ از نوع جریان روگذری نمی‌گردد. بیشترین دبی خروجی از سرریز سد ۴۳۵ دقیقه پس از شبیه‌سازی مدل اتفاق افتاده و معادل ۱۷۱/۷۲ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل شده از مدل Google Earth مساحت آبگرفتگی مناطق پایین‌دست در زمانی که دبی به اوج خود رسیده است؛ حدوداً معادل ۵/۷۳ کیلومتر مربع می‌باشد. شعاع آبگرفتگی در لحظه‌ای که دبی به اوج خود رسیده است نسبت به خط ساحلی جریان، در حوالی روستاهای مهرگرد و حسین آباد به ترتیب معادل ۱۹۶ و ۱۸۵۸ متر می‌باشد. عمده مناطق مسکونی در حوالی روستاهای مهرگرد، حسین آباد و کاسگان سفلی با جریان آب حاصل شده در زمان دبی اوج حدوداً به ترتیب معادل ۶۰، ۵۸۷ و ۶۸۹ متر نسبت به خط ساحلی جریان فاصله دارند.

واژه‌های کلیدی: بیشترین سیلاب محتمل، پهنه‌بندی سیلاب، سد خاکی قره آقاچ، محیط RAS Mapper

مقدمه

امروزه افزایش جمعیت و توسعه مناطق شهری و صنعتی آثار نامطلوبی در هیدرولوژی حوضه آبریز بر جای گذاشته و موجب افزایش سیلاب‌ها و کاهش تغذیه سفره آب‌های زیرزمینی و همچنین کاهش جریان پایه شده است. بیشتر تغییرات هیدرولوژیکی ناشی از شهرسازی و نوع کاربری اراضی حوضه‌های شهری را می‌توان در تغییر حجم کل رواناب و تغذیه ناشی از بارندگی و تغییر در میزان آبدهی سیلاب‌ها خلاصه نمود (۱۵). سیلاب یکی از مهم‌ترین و بزرگ‌ترین بحران‌های اقلیمی می‌باشد که هر ساله جان هزاران نفر را گرفته و منجر به خسارات مالی و جانی فراوانی بر جامعه بشری و همچنین محیط زیست می‌گردد. رواناب قسمتی از نزولات جوی بوده که می‌تواند از ذوب برف‌ها حاصل گردد و در روی زمین جریان پیدا کرده و به منابع آب سطحی مانند دریاها، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و همچنین گودال‌های موجود در زمین بپیوندد. رواناب زمانی ایجاد می‌گردد که شدت بارندگی بیشتر از ظرفیت نفوذ آب در داخل خاک و همچنین نگهداشت آب در پستی و بلندی‌های موجود در زمین باشد. موقعیت جغرافیایی ایران به گونه‌ایست که تمرکز مکانی و زمانی بارش در بیشتر حوضه‌های آبریز باعث ایجاد سیلاب می‌گردد. ارزیابی آمار خسارات ناشی از سیلاب در سال‌های اخیر نمایانگر این واقعیت می‌باشد (۵). تهیه نقشه پهنه‌بندی سیلاب در تحقیقات سیلاب‌دشت کاربرد بسیاری دارند. امروزه از این نقشه‌ها به عنوان یکی از اطلاعات مهم و پایه در طرح‌های عمرانی در سراسر جهان استفاده می‌گردد (۷). تعیین حریم بستر از نظر فنی و حقوقی در کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (۱۶). تحقیق و مطالعات متعددی در زمینه‌ی پهنه‌بندی سیلاب صورت گرفته است که در این میان

کاظمی و همکاران به پهنه‌بندی و مخاطرات سیلاب در رودخانه سیمینه‌رود با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که پهنه‌های سیل‌گیر در تمام محدوده مورد مطالعه با افزایش دوره بازگشت، وسعت اراضی در معرض خطر سیل افزایش خواهد یافت (۱۳). لشکری و همکاران در تحقیق خود به ارزیابی پهنه‌بندی سیلاب رودخانه زربینه‌رود از رودخانه‌های مستقل حوضه آبریز دریاچه ارومیه با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط GIS پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که مناطق مسکونی حاشیه رودخانه چندان در معرض خطر سیلاب نبوده این در حالیست که گسترش فعالیت‌های سازه‌ای و کشاورزی طی سالیان اخیر موجب محدود شدن حریم و بستر رودخانه شده و امکان نفوذ سیل به اراضی اطراف بیشتر می‌گردد (۱۴). غفاری و امینی به بررسی مدیریت دشت‌های سیلابی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) رودخانه قزل اوزن که از کوه‌های کردستان سرچشمه می‌گیرد و پس از پیوستن به شاهرود و در نهایت به دریای خزر می‌ریزد پرداختند. آن‌ها نقشه سطح سیل را برای ۷ دوره بازگشت متفاوت مورد تحلیل و بررسی قرار دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که از تمام مساحت تحت تأثیر سیل ۲۰۰ ساله، ۸۶/۱۴ درصد آن مستعد سیل‌گیری توسط سیل‌های زیر ۲۵ سال می‌باشد و همچنین نقشه‌های عمق سیل‌گیری به دست آمده از سیلابی مشخص نمود که از عمق متوسط سیل‌گیری در دوره بازگشت ۲۰۰ سال، ۵۷/۲۹ درصد آن متعلق به دوره بازگشت زیر ۲۵ سال می‌باشد (۱۲). فرناندز و لوتز با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره (AHP) در نرم‌افزار GIS به پهنه‌بندی سیلاب پرداختند. آن‌ها از این مدل با روش انتشار خطا و تجزیه و تحلیل حساسیت جهانی

جریان یافتن دبی تقریبی ثابت طی سال‌ها می‌باشد (۱۱).

در تحقیق حاضر به بررسی سیل‌پذیری مناطق پایین‌دست ناشی از وقوع بیشترین سیلاب محتمل^۱ در سد خاکی قره آقاچ پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

سد خاکی قره آقاچ در ۱۵۰ کیلومتری شهر اصفهان و ۱۳ کیلومتری شمال شهرستان سمیرم بر روی رودخانه قره آقاچ در حوضه آبریز خلیج فارس - کارون بزرگ قرار دارد. دریاچه سد قره آقاچ در بین ارتفاعات شیر برنجی و جاغ جاغ قرار دارد. طول مخزن معادل ۳/۲ کیلومتر و مساحت دریاچه در تراز نرمال و همچنین مساحت دریاچه در حداکثر تراز آب به ترتیب معادل ۱۷۲ و ۲۰۰ هکتار می‌باشد. طول تاج سد معادل ۶۴۵ متر و عرض آن معادل ۱۱ متر می‌باشد. رقوم سرریز سد قره آقاچ معادل ۲۴۶۶/۲۵ متر و رقوم تاج سد معادل ۲۴۷۱/۵ متر می‌باشد (۹). نقشه منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است (۳).

روستاهای نسبتاً پرجمعیت در مناطق پایین‌دست سد خاکی قره آقاچ می‌باشند؛ که موجب گردید به بررسی سیل‌پذیری مناطق پایین‌دست ناشی از وقوع بیشترین سیلاب محتمل در سد قره آقاچ پرداخته شود. تعدادی از روستاهای در اطراف سد خاکی قره آقاچ به همراه تعداد خانوار و همچنین تعداد افراد ساکن در آن‌ها بر اساس آخرین سرشماری صورت گرفته در جدول ۱ نشان داده شده است.

که به منظور بررسی عدم قطعیت و اهمیت نسبی فاکتورهای ورودی مدل می‌باشد؛ نهایتاً وزن‌های معیار از ۲۵ درصد تا ۷۵ درصد را طبقه‌بندی نمودند (۱۹). شیخ‌علیشاهی و همکاران به بررسی پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی تحلیل رودخانه در حوضه آبریز منشاد استان یزد پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که هر چه دوره بازگشت سیلاب طولانی‌تر می‌گردد، سطح وسیع‌تری از اراضی تحت تأثیر سیل قرار می‌گیرند و همچنین افزایش سطح سیل‌گیر در دوره‌های بازگشت کوچک‌تر نیز مشهود می‌گردد (۱۰). زینی‌وند و همکاران بر اساس مطالعات خود با استفاده از مدل HEC-RAS در دوره بازگشت‌های متفاوت به پهنه‌بندی دشت سیلابی سیلاخور بروجرد پرداختند. آن‌ها پس از تهیه نقشه پهنه‌های سیل‌گیر، در نقاط بحرانی به تحلیل و بررسی دقت این نقشه‌ها به روش‌های مختلف پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که در صورت در نظر گرفتن محدودیت‌های این نرم‌افزار و رفع محدودیت آن به کمک روش‌های مختلف، نقشه‌های به وجود آمده از نرم‌افزار HEC-RAS از دقت خوبی برخوردار خواهد بود (۸). عاشوری و همکاران به بررسی تغییر مورفولوژی بستر رودخانه پیش و پس از احداث سد در مناطق پایین‌دست سد ستارخان اهر با استفاده از نرم‌افزارهای GIS و HEC-RAS پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که کاهش میزان رسوب حمل شده پس از احداث سد، کاهش میزان دبی و همچنین ثبات تقریبی آن، که به علت هدایت جریان آب به داخل شبکه‌های آبرسانی به منظور مصارف شرب و کشاورزی بوده و موجب پایداری تقریبی بستر رودخانه به علت جلوگیری از جریان یافتن سیلاب‌های بزرگ توسط سد و همچنین

^۱ Probable Maximum Flood (PMF)

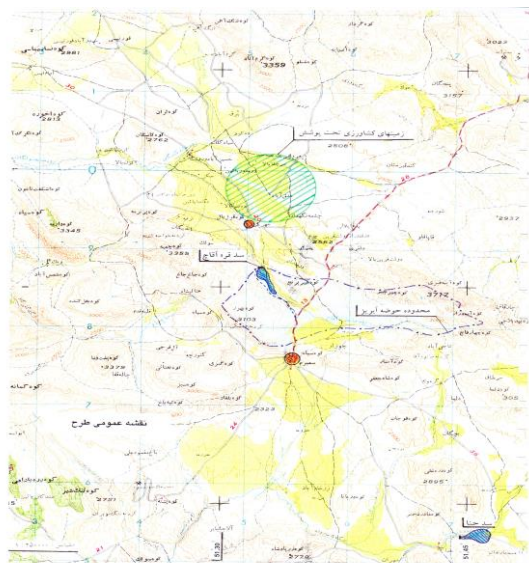
ریاضی مورد استفاده برای پهنه‌بندی سیلاب، می‌باشد. کاربرد مدل‌های ریاضی مناسب مانند مدل HEC-RAS به منظور ارزیابی هیدرولیک جریان‌های سیلابی ضروری می‌باشد (۲۰). از قابلیت‌های نرم‌افزار HEC-RAS می‌توان به مدل‌سازی انواع سازه‌ها و قابلیت تحلیل جریان در حالت غیرماندگار اشاره نمود. گرافیک قوی این نرم‌افزار سبب شده یکی از کاربردی‌ترین نرم‌افزارهای مهندسی آب به شمار آید (۶). در نسخه HEC-RAS 5.0.4، کاربر قادر به شبیه‌سازی یک بعدی و دو بعدی جریان غیرماندگار، انتقال رسوبات، مدل‌سازی کیفیت آب و مدل‌سازی دمای آب می‌باشد (۱۸). گفتنی است که از نسخه‌های مختلف نرم‌افزار HEC-RAS می‌توان جهت فرسایش و رسوب در رودخانه‌ها و مخازن سدها استفاده نمود (۴).

معرفی نرم‌افزار Google Earth

نرم‌افزار Google Earth جهت مشاهده و دریافت اطلاعات جغرافیایی جهان می‌باشد. از مدل Google Earth به عنوان نقشه سه بعدی زمین نیز استفاده می‌شود. نقشه‌های این نرم‌افزار با کنار هم گذاشتن تصاویر انتخاب شده از تصاویر هوایی، عکس‌های ماهواره‌ای و سامانه اطلاعات مکانی ۳ بعدی جهان حاصل می‌گردد. نرم‌افزار Google Earth قابلیت دریافت و مشاهده اطلاعات مسیر رودخانه‌ها، مسیر حمل و نقل عمومی و در یک کلام تمامی عوارض جغرافیایی را دارد (۱۷).

معادلات سنت-ونانت

در مورد جریان‌های متغیر غیردائمی برخی اوقات می‌توان از بعضی عبارتها صرف نظر نمود. بنابراین محقق قادر است که آنها را به صورت ساده‌تری بیان



شکل ۱ - نقشه منطقه مورد مطالعه

جدول ۱ - جمعیت روستاهای اطراف سد خاکی قره آقاچ

ردیف	نام روستا	تعداد خانوار	تعداد افراد
۱	مهرگرد	۳۰۴	۱۰۲۰
۲	فتح آباد	۵۸۲	۲۰۲۳
۳	حسین آباد	۱۱۳	۳۷۹
۴	کاسگان سفلی	۴۷	۱۶۵
۵	ده عاشوری	۳۴	۱۲۷
۶	اسلام آباد قرخلو	۳۳	۱۰۳
۷	مهرآباد	۱۵	۳۹

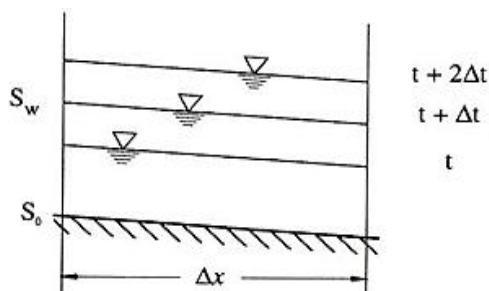
نرم‌افزار HEC-RAS

نرم‌افزار HEC-RAS توسط اداره مهندسی هیدرولوژیک ارتش آمریکا^۱ به منظور تحلیل سیستم رودخانه^۲ تهیه و توسعه یافته است. نرم‌افزار HEC-RAS تکامل یافته‌ی مدل HEC-2 می‌باشد (۲). این نرم‌افزار، هیدرولیک رودخانه را در شرایط جریان ماندگار و جریان غیرماندگار محاسبه می‌نماید. مدل هیدرولیکی HEC-RAS یکی از انواع مدل‌های

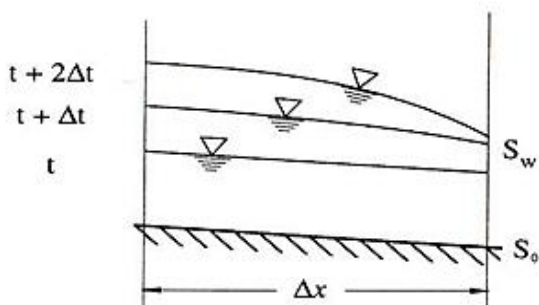
^۲ River Analysis System

^۱ Hydrologic Engineering Center

دینامیکی مانند شکل ۳، شیب پیزومتریک، شیب بستر و شیب خط انرژی موازی هم نمی‌باشند.



شکل ۲- وضعیت موج سینماتیکی از نگاه ناظر ثابت



شکل ۳- وضعیت موج دینامیکی از نگاه ناظر ثابت

موج سینماتیکی

موج سینماتیکی یک شکل ساده و خاص از جریان غیردائمی می‌باشد که از ویژگی‌های اصل بقاء جرم و یا معادله پیوستگی جریان پیروی می‌نماید. این موج با اعمال ساده‌سازی‌هایی در معادلات سنت-ونانت محاسبه می‌گردد. معادله پیوستگی جریان برای موج سینماتیک برقرار بوده و همچنین معادله دینامیکی بطور قابل ملاحظه‌ای ساده می‌گردد.

کند. معادله ۱ نشان‌دهنده‌ی معادله دینامیکی در جریان غیردائمی با سطح آزاد می‌باشد که با نام موج دینامیکی^۱ شناخته می‌شود.

$$\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} = S_0 - S_f \quad (1)$$

این معادله بعد از اعمال ساده‌سازی‌ها به حالات گوناگون به شرح ذیل در می‌آید (۱).

۱- در صورتی که از عبارت‌های مربوط به تغییرات سرعت و عمق جریان نسبت به مکان و همچنین زمان صرف نظر گردد؛ بنابراین معادله به حالت ساده شده تغییر نموده و آن با نام موج سینماتیک^۲ شناخته می‌شود.

۲- در صورتی که از عبارت‌های اینرسی یا به بیانی دیگر تغییرات سرعت نسبت به مکان و زمان صرف نظر گردد، رابطه تحت عنوان موج پخش‌شی^۳ شناخته می‌شود.

۳- در صورتی که از عبارت مربوط به تغییر سرعت نسبت به زمان $\left(\frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t}\right)$ صرف نظر گردد، معادله با نام موج دینامیکی شبه پایدار^۴ شناخته می‌شود.

۴- در صورتی که از شیب بستر و همچنین شیب خط انرژی صرف نظر گردد، معادله به حالت موج ساده^۵ شناخته شده و با استفاده از روش تحلیلی قابل حل می‌باشد.

تفاوت موج سینماتیکی با موج دینامیکی را می‌توان این گونه بیان نمود: در صورتی که ناظر در کنار کانال ایستاده و به گذر موج در فاصله Δx واقع بین دو مقطع پایین دست و بالادست را مشاهده نماید؛ در موج سینماتیکی مانند شکل ۲ پروفیل بستر و پروفیل سطح آزاد آب موازی هم بوده این در حالیست که در موج

^۱ Dynamic Quasi-Steady Wave

^۵ Simple Wave

^۱ Dynamic Wave

^۲ Kinematic Wave

^۳ Diffusive Wave

این رابطه نمایانگر معادله موج سینماتیکی بوده که در آن سرعت موج و یا به بیانی دیگر سرعت انتشار موج سینماتیکی C_k برای یک مقدار دبی مشخص به صورت روابط ۹ و ۱۰ مشخص می‌گردد. مقدار آن در مسیر جریان برای مقطع‌های مختلف متفاوت می‌باشد.

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial A}\right)_{x_0} = C_k \quad (9)$$

$$C_k = -\frac{\partial Q / \partial t}{\partial Q / \partial X} \quad (10)$$

طبق معادله پیوستگی جریان، دبی Q همرفت با سرعت موج سینماتیکی C_k جا به جا خواهد شد. لذا در صورتی که ناظر با سرعتی برابر با سرعت تاج موج یا به بیانی دیگر با سرعت C_k حرکت نماید و ناظر در قسمت تاج موج نشسته باشد و با آن انتقال یابد بنابراین از دید ناظر دبی ثابت می‌باشد. رابطه ۱۱ قابل مقایسه با رابطه ۸ می‌باشد.

$$dQ = \frac{\partial Q}{\partial t} dt + \frac{\partial Q}{\partial x} dx = 0 \quad (11)$$

از طرف دیگر معادله پیوستگی جریان را نیز می‌توان به صورت رابطه ۱۲ نوشت.

$$\frac{\partial A}{\partial t} = -\frac{\partial Q}{\partial x} \quad (12)$$

این رابطه بیانگر تغییر زمان مساحت خیس شده در یک مقطع با تغییر دبی در مسیر جریان برابر می‌باشد. رابطه ۸ را می‌توان به حالت یک تابع منفرد بین h و Q در نظر گرفت که در آن عمق جریان h متغیر وابسته و به صورت رابطه ۱۳ می‌باشد.

$$\frac{\partial h}{\partial t} + C_k \frac{\partial h}{\partial x} = 0 \quad (13)$$

که در این رابطه: $C_k = f(h)$ می‌باشد و همچنین آن را به عنوان یک معادله همرفت خاص^۱ در نظر می‌گیرند. عمق جریان h در طول جریان و در زمان با سرعت C_k جا

معادله پیوستگی جریان

در معادله پیوستگی جریان رابطه ۲ برقرار است.

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = B \frac{\partial h}{\partial t} + A \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial A}{\partial x} = 0 \quad (2)$$

معادله دینامیکی

رابطه ۳ نمایانگر این مطلب است که در معادله دینامیکی عبارات مرتبط با تغییرات عمق و سرعت جریان در مقابله با تغییرات شیب بستر ناچیز و در نظر گرفته نمی‌شود.

$$S_0 = S_f \quad (3)$$

با لحاظ نمودن رابطه سزی، رابطه سرعت و دبی جریان به صورت روابط ۴ و ۵ می‌باشد.

$$S_0 = \frac{V^2}{C^2} \frac{1}{R_H} \quad (4)$$

$$V = C \sqrt{R_H S_0} \quad (5)$$

بنابراین تابعی با مقدار منفرد بین مساحت خیس شده A و مقدار منفرد دبی Q در مقطعی از مسیر جریان مشخص $X = X_0$ وجود دارد. به بیانی دیگر می‌توان گفت که تابعی از مساحت خیس شده، $Q = f(A)$ و یا بر عکس، تابعی از دبی $A = f(Q)$ بوده و رابطه ۶ برقرار می‌باشد.

$$Q = AV = AC \sqrt{R_H S_0} \quad (6)$$

لذا در معادله پیوستگی جریان عبارت $\frac{\partial A}{\partial t}$ را می‌توان به صورت رابطه ۷ نوشت.

$$\frac{\partial A}{\partial t} = \left(\frac{\partial A}{\partial Q}\right)_{x_0} \frac{\partial Q}{\partial t} \quad (7)$$

از طرف دیگر معادله پیوستگی جریان را نیز می‌توان به صورت رابطه ۸ نوشت.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \left(\frac{\partial Q}{\partial A}\right)_{x_0} \frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{dQ}{dt} = 0 \quad (8)$$

^۱ Pure Convection

از نوع جریان روگذری باشد معادل $1/4$ و اگر شکست از نوع نشت شریانی باشد معادل ۱ می‌باشد، V_w : حجم آب در بالای کف نقطه شکاف بر حسب متر مکعب و H_b : عمق ناحیه بازشدگی بر حسب متر می‌باشد.

ب- زمان ناشی از شکست سد

بر اساس نتایج حاصل از رابطه Froehlich که در سال ۱۹۹۵ ارائه شده است. زمان ناشی از شکست سد با استفاده از رابطه ۱۵ محاسبه می‌گردد.

$$T_f = 0.00254V_w^{0.53}H_b^{-0.9} \quad (15)$$

در این رابطه: T_f : زمان ناشی از شکست سد بر حسب ساعت، V_w : حجم آب در بالای کف نقطه شکاف بر حسب متر مکعب و H_b : عمق ناحیه شکاف بر حسب متر می‌باشد.

ج- شیب ناحیه بازشدگی

در صورتی که شکست از نوع جریان روگذری باشد شیب ناحیه بازشدگی معادل $1/4$ و در غیر این صورت معادل $0/9$ می‌باشد.

نتایج و بحث

در ادامه به بررسی نتایج حاصل از روابط Froehlich، نرم‌افزار HEC-RAS و مدل Google Earth پرداخته شده است.

نتایج حاصل از روابط Froehlich

از معایب روابط Froehlich می‌توان به در نظر نگرفتن اطلاعاتی نظیر توپوگرافی منطقه مورد مطالعه، مقطع عرضی سد، ابعاد سرریز سد و... اشاره نمود. با توجه به اینکه در ابتدا فرض بر این است که سد قره آقاج در اثر بیشترین سیلاب محتمل دچار

به جا خواهد شد. با توجه به اینکه در موج سینماتیکی، تغییر در عمق جریان $\frac{\partial h}{\partial x}$ در استهلاک موج در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین حداکثر عمق جریان در فاصله انتقال موج ثابت می‌باشد. این در حالیست که وقوع تغییر شکل و انحناء در آن در نظر گرفته می‌شود.

در تحقیق حاضر به بررسی سیل‌پذیری مناطق پایین‌دست ناشی از وقوع بیشترین سیلاب محتمل در سد قره آقاج با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط RAS Mapper پرداخته شده است. پیش از بررسی مطالعه حاضر ابتدا ۲ فرض در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه هدف بحرانی‌ترین حالات ممکن مد نظر است، در مرحله‌ی اول فرض بر این است که سد تا تراز نرمال (تراز $2466/25$) از آب پر می‌باشد و بعد بیشترین سیلاب محتمل اتفاق افتاده است. در مرحله‌ی دوم فرض بر این است که بیشترین سیلاب محتمل باعث شکست سد خاکی قره آقاج از نوع جریان روگذری می‌گردد. بنابراین پارامترهای ناشی از شکست سد با استفاده از روابط Froehlich محاسبه شده و وارد نرم‌افزار HEC-RAS می‌گردد. در نهایت نتایج حاصل از پهنه‌بندی سیلاب وارد مدل Google Earth شده و به بررسی مساحت آبرفتگی و شعاع آبرفتگی در روستاهای نزدیک جریان آب حاصله مورد بررسی قرار می‌گیرد.

پارامترهای ناشی از شکست سد

الف- میانگین عرض ناحیه بازشدگی

بر اساس نتایج حاصل از رابطه Froehlich که در سال ۱۹۹۵ ارائه شده است. میانگین عرض ناحیه بازشدگی از رابطه ۱۴ محاسبه می‌گردد.

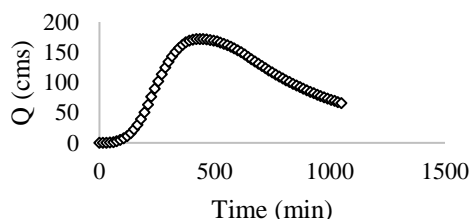
$$B_{avg} = 0.1803kV_w^{0.32}H_b^{0.19} \quad (14)$$

در این رابطه: B_{avg} : میانگین عرض ناحیه بازشدگی بر حسب متر، k : ضریب ثابت در صورتی که شکست

قره آقاچ در مقابل بیشترین سیلاب محتمل دچار شکست از نوع جریان روگذری نخواهد شد.

۲- تغییرات دبی عبوری از سرریز سد

تغییرات دبی عبوری از سرریز سد در نرم افزار HEC-RAS مطابق شکل ۵ می باشد.

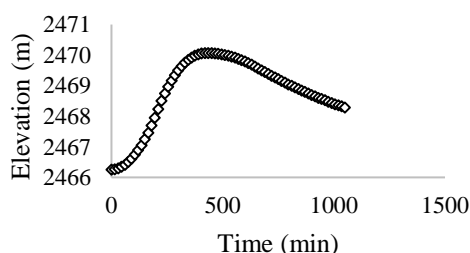


شکل ۵- تغییرات دبی عبوری از سرریز سد در نرم افزار HEC-RAS

با توجه به این نمودار بیشترین دبی خروجی از سرریز سد ۴۳۵ دقیقه پس از شبیه سازی مدل اتفاق افتاده و معادل ۱۷۱/۷۲ متر مکعب بر ثانیه می باشد.

۳- تغییرات تراز سطح آب در بالادست سد

تغییرات تراز سطح آب در بالادست سد در نرم افزار HEC-RAS مطابق شکل ۶ می باشد.



شکل ۶- تغییرات تراز سطح آب در بالادست سد در نرم افزار HEC-RAS

شکست از نوع جریان روگذری می گردد؛ بنابراین اطلاعاتی از ناحیه شکاف ایجاد شده با استفاده از روابط Froehlich به شرح جدول ۲ می باشد.

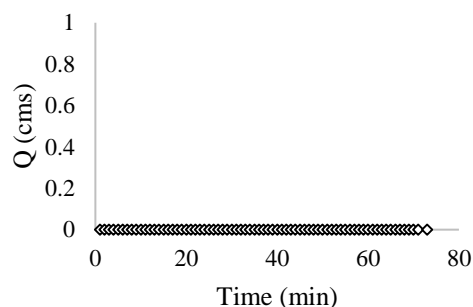
جدول ۲- نتایج حاصل از پارامترهای ناشی از

شکست سد			ردیف
واحد	معادل	پارامترهای ناشی از شکست سد	
M	۱۱۶/۵	میانگین عرض ناحیه شکاف	۱
Hr	۰/۷۱	زمان ناشی از شکست	۲
H:V	۱/۴	شیب جانبی شکاف	۳

نتایج حاصل از نرم افزار HEC-RAS

۱- تغییرات دبی عبوری ناشی از شکست سد

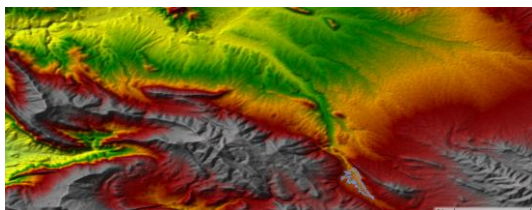
در صورتی که از روابط Froehlich که در سال ۱۹۹۵ ارائه شده است؛ جهت محاسبه پارامترهای ناشی از شکست سد خاکی قره آقاچ استفاده گردد و اطلاعات وارد نرم افزار HEC-RAS گردد، تغییرات دبی ناشی از شکست سد مطابق شکل ۴ می باشد.



شکل ۴- تغییرات دبی عبوری ناشی از شکست سد در نرم افزار HEC-RAS

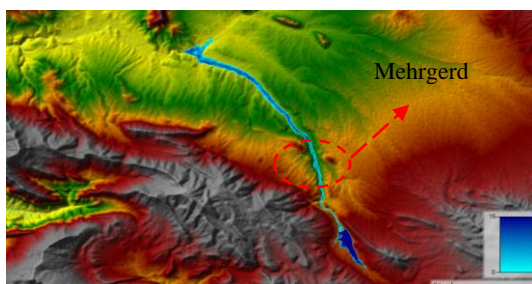
با توجه به این نمودار زمانی که سد تا تراز نرمال (۲۴۶۶/۲۵) از آب پر باشد و بیشترین سیلاب محتمل اتفاق بیفتد هیچگونه دبی خروجی ناشی از شکست سد خاکی قره آقاچ اتفاق نخواهد افتاد. یعنی عملاً سد

موقعیت سد خاکی قره آقاچ پیش از جاری شدن رواناب حاصل از آب خروجی از سرریز سد در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۸- موقعیت سد پیش از ایجاد رواناب حاصل از سرریز سد در محیط RAS Mapper

۶- پهنه‌بندی تغییرات عمق آب در محیط RAS Mapper
پهنه‌بندی تغییرات عمق جریان حاصل از آب خروجی از سرریز سد خاکی قره آقاچ زمانی که دبی به اوج خود رسیده است مطابق شکل ۹ می‌باشد.

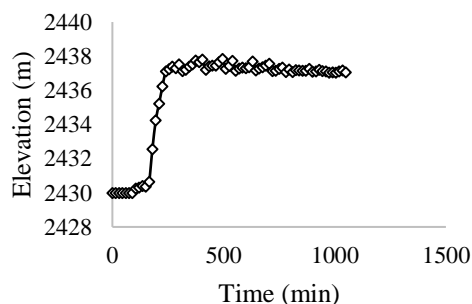


شکل ۹- پهنه‌بندی تغییرات عمق جریان رواناب حاصل از سرریز سد در محیط RAS Mapper

۷- پهنه‌بندی تغییرات سرعت آب در محیط RAS Mapper
پهنه‌بندی تغییرات سرعت جریان حاصل از آب خروجی از سرریز سد خاکی قره آقاچ زمانی که دبی به اوج خود رسیده است مطابق شکل ۱۰ می‌باشد.

با توجه به این شکل بیشترین تغییرات تراز سطح آب در بالادست ۴۲۰ دقیقه پس از شبیه‌سازی اتفاق افتاده و معادل ۰/۰۶/۲۴۷۰ متر می‌باشد. لذا با توجه به این مسأله که تراز تاج سد قره آقاچ معادل ۲۴۷۱/۵ متر می‌باشد؛ نتایج حاکی از آن است که تراز آب موجود در سد حدوداً ۱ متر و ۴۴ سانتی متر نیاز خواهد داشت که آب بالاتر آمده و به تاج سد برسد و پس آن شکست از نوع جریان روگذری اتفاق بیفتد. نتایج نمایانگر این است که بیشترین سیلاب محتمل منجر به شکست سد خاکی قره آقاچ نخواهد شد. با توجه به اینکه سرریز سد قره آقاچ بر اساس بیشترین سیلاب محتمل کنترل شده است بر درستی این مطلب اشاره دارد.

۴- تغییرات تراز سطح آب پایین‌دست سد
تغییرات تراز سطح آب پایین‌دست در نرم‌افزار HEC-RAS مطابق شکل ۷ می‌باشد.



شکل ۷- تغییرات تراز سطح آب پایین‌دست در نرم‌افزار HEC-RAS

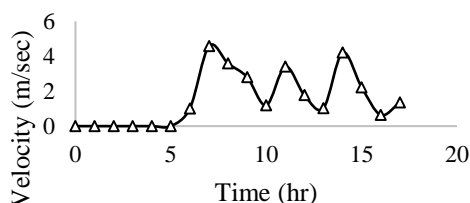
با توجه به این شکل بیشترین تغییرات تراز سطح آب پایین‌دست سد ۴۹۵ دقیقه پس از شبیه‌سازی اتفاق افتاده و معادل ۲۴۳۷/۸۴ متر می‌باشد.

۵- موقعیت سد در محیط RAS Mapper

با توجه به این نمودار بیشترین تغییرات عمق آب در حوالی روستای مهرگرد ۶ ساعت پس از شبیه‌سازی اتفاق افتاده و معادل ۵/۱ متر می‌باشد.

۹- بررسی تغییرات سرعت آب

تغییرات سرعت آب جاری شده از سرریز سد قره آقاچ زمانی که دبی به اوج خود رسیده است؛ در حوالی روستای مهرگرد مطابق شکل ۱۲ می‌باشد.



شکل ۱۲- تغییرات سرعت آب جاری شده از

سرریز سد در حوالی روستای مهرگرد

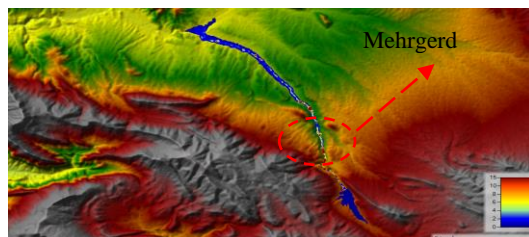
با توجه به این نمودار بیشترین تغییرات سرعت آب در حوالی روستای مهرگرد ۷ ساعت پس از شبیه‌سازی اتفاق افتاده و معادل ۴/۵۸ متر بر ثانیه می‌باشد.

صحت عدم تخریب در سد

جهت بررسی و اطمینان از عدم تخریب سد خاکی قره آقاچ از نوع جریان روگذری، سد در این شرایط در مدل BREACH شبیه‌سازی شده است. لذا با توجه به اینکه نتایج خروجی از مدل BREACH مانند دبی ناشی از شکست سد، عمق ناحیه بازشدگی، عرض بالای ناحیه شکاف و... معادل صفر حاصل شد بنابراین صحت عدم تخریب سد از نوع جریان روگذری تأیید می‌گردد.

نتایج حاصل از نرم‌افزار Google Earth

۱- مساحت ناحیه آبگرفتگی



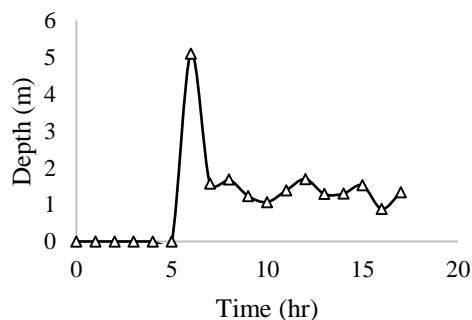
شکل ۱۰- پهنه‌بندی تغییرات سرعت جریان

رواناب حاصل از سرریز سد در محیط RAS Mapper

با توجه به تصاویر ارائه شده نتایج حاکی از آن است که دبی عبوری حاصل شده از سرریز سد تنها به روستای مهرگرد خواهد رسید. بنابراین در ادامه به بررسی میزان تغییرات عمق و سرعت جریان زمانی که دبی به اوج خود رسیده است در حوالی روستای مهرگرد خواهیم پرداخت.

۸- بررسی تغییرات عمق آب

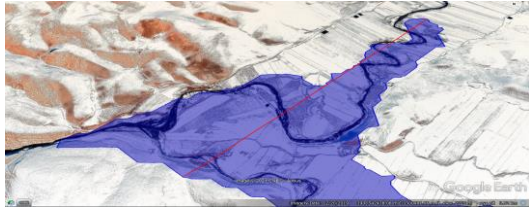
تغییرات عمق آب جاری شده از سرریز سد خاکی قره آقاچ زمانی که دبی به اوج خود رسیده است؛ بر اساس وقوع بیشترین سیلاب محتمل مطابق شکل ۱۱ می‌باشد.



شکل ۱۱- تغییرات عمق آب جاری شده از

سرریز سد در حوالی روستای مهرگرد

زمانی که دبی به اوج خود رسیده است حدوداً معادل ۱۸۵۸ متر می‌باشد.



شکل ۱۵- شعاع آبرفتگی در حوالی روستای حسین آباد

۴- فاصله روستای مهرگرد از جریان آب بر اساس شکل ۱۶ که از نرم‌افزار Google Earth حاصل شده است؛ عمده اماکن مسکونی در حوالی روستای مهرگرد زمانی که دبی به اوج خود رسیده است نسبت به خط ساحلی جریان حدوداً به میزان ۶۰ متر از جریان آب فاصله دارند.



شکل ۱۶- فاصله روستای مهرگرد از جریان آب

۵- فاصله روستای حسین آباد از جریان آب بر اساس شکل ۱۷ که از نرم‌افزار Google Earth حاصل شده است؛ عمده اماکن مسکونی در حوالی روستای حسین آباد زمانی که دبی به اوج خود رسیده است نسبت به خط ساحلی جریان حدوداً به میزان ۵۸۷ متر از جریان آب فاصله دارند.

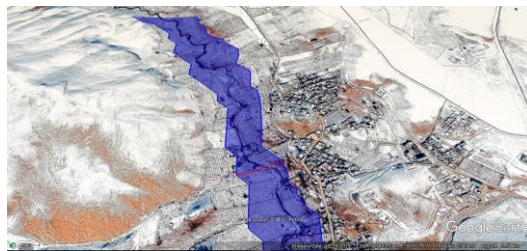
نتایج حاصل از مساحت ناحیه آبرفتگی در مدل Google Earth زمانی که دبی به اوج خود رسیده است؛ مطابق شکل ۱۳ می‌باشد.



شکل ۱۳- مساحت ناحیه آبرفتگی

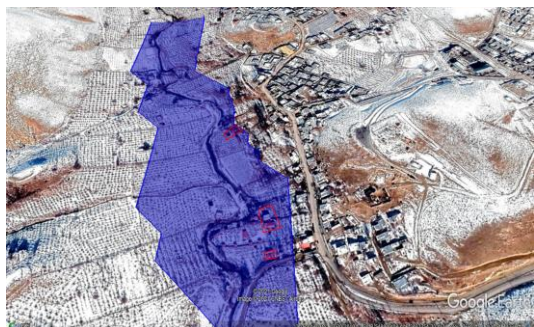
با توجه به این شکل زمانی که دبی به بیشترین مقدار خود رسیده است؛ مساحت ناحیه آبرفتگی حدوداً معادل ۵/۷۳ کیلومتر مربع (۵۷۳۰۶۰۵ متر مربع) می‌باشد.

۲- شعاع آبرفتگی در حوالی روستای مهرگرد بر اساس شکل ۱۴ که از نرم‌افزار Google Earth حاصل شده است؛ شعاع آبرفتگی نسبت به خط ساحلی جریان در حوالی روستای مهرگرد زمانی که دبی به اوج خود رسیده است حدوداً معادل ۱۹۶ متر می‌باشد.

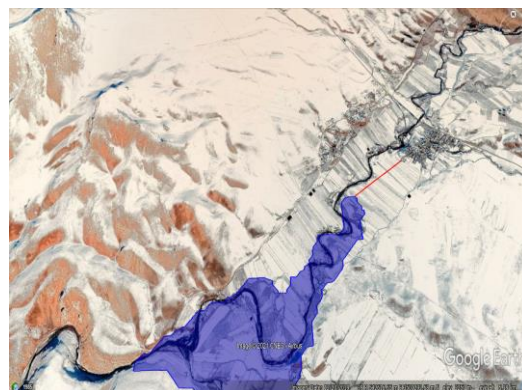


شکل ۱۴- شعاع آبرفتگی در حوالی روستای مهرگرد

۳- شعاع آبرفتگی حوالی روستای حسین آباد بر اساس شکل ۱۵ که از نرم‌افزار Google Earth حاصل شده است؛ شعاع آبرفتگی نسبت به خط ساحلی جریان در حوالی روستای حسین آباد



شکل ۱۹- مساحت اماکن در معرض خطر در حوالی روستای مهرگرد

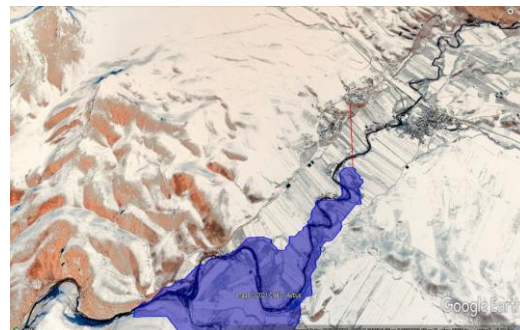


شکل ۱۷- فاصله روستای حسین آباد از جریان آب

نتیجه گیری

هدف اصلی از تحقیق حاضر بررسی سیل پذیری مناطق پایین دست در اثر وقوع بیشترین سیلاب محتمل در سد خاکی قره آقاچ می باشد. بررسی و تعیین مناطق سیل پذیر ابزاری کارآمد و مؤثر در عملیات کنترل سیلاب و سیستم هشدار بوده و از بسیاری خطرات احتمالی جلوگیری می نماید. نتایج حاکی از آن است که بر خلاف آنچه تصور می گردید با وجود اینکه فرض بر آن بود که سد تا تراز نرمال از آب پر است ولی بیشترین سیلاب محتمل موجب شکست سد خاکی قره آقاچ از نوع جریان روگذری نمی گردد. آب خارج شده از سرریز سد خاکی قره آقاچ تنها روستای مهرگرد را تحت تأثیر خود قرار می دهد. شعاع آبرفتگی نسبت به خط ساحلی جریان در روستای مهرگرد حدوداً معادل ۱۹۶ متر برآورد گردید. عمده مناطق مسکونی در حوالی روستای مهرگرد با جریان آب حاصل شده حدوداً ۶۰ متر فاصله دارند. مساحت امکانی که به صورت پراکنده در حوالی روستای مهرگرد قرار دارند و در معرض خطر می باشند حدوداً معادل ۲۰۰۲ متر مربع تخمین زده شد. کل مساحت ناحیه آبرفتگی در مناطق پایین دست زمانی که دبی به اوج خود رسیده است حدوداً معادل ۵/۷۳ کیلومتر مربع (۵۷۳۰۶۰۵ متر مربع) برآورد گردید. شعاع آبرفتگی در حوالی روستای حسین آباد

۶- فاصله روستای کاسگان سفلی از جریان آب بر اساس شکل ۱۸ که از نرم افزار Google Earth حاصل شده است؛ عمده اماکن مسکونی در حوالی روستای کاسگان سفلی زمانی که دبی به اوج خود رسیده است نسبت به خط ساحلی جریان حدوداً به میزان ۶۸۹ متر از جریان آب فاصله دارند.



شکل ۱۸- فاصله روستای کاسگان سفلی از جریان آب

۷- اماکن در معرض خطر در حوالی مهرگرد تعداد پراکنده ای از اماکن تنها در حوالی روستای مهرگرد هستند که در معرض خطر می باشند. بر اساس شکل ۱۹ مساحت تقریبی آنها توسط نرم افزار Google Earth محاسبه شده است که حدوداً معادل ۲۰۰۲ متر مربع می باشد.

سد اتفاق بیفتد. و در ادامه نتایج نشان داد بیشترین تغییرات تراز سطح آب پایین دست سد ۴۹۵ دقیقه پس از شبیه‌سازی اتفاق افتاده و معادل ۲۴۳۷/۸۴ متر می‌باشد. با توجه به اینکه آب جاری شده از سرریز سد قره آقاج تنها روستای مهرگرد را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد؛ نتایج نشان داد که بیشترین تغییرات عمق آب در حوالی روستای مهرگرد ۶ ساعت پس از شبیه‌سازی اتفاق افتاده و معادل ۵/۱ متر می‌باشد. بیشترین تغییرات سرعت آب در حوالی روستای مهرگرد ۷ ساعت پس از شبیه‌سازی اتفاق افتاده و معادل ۴/۵۸ متر بر ثانیه می‌باشد.

زمانی که دبی به اوج خود رسیده است حدوداً معادل ۱۸۵۸ متر تخمین زده شد. عمده مناطق مسکونی در حوالی روستای حسین آباد و کاسگان سفلی حدوداً به ترتیب ۵۸۷ و ۶۸۹ متر با جریان آب فاصله دارند. بیشترین دبی خروجی از سرریز سد ۴۳۵ دقیقه پس از شبیه‌سازی مدل اتفاق افتاده و معادل ۱۷۱/۷۲ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد. بیشترین تغییرات تراز سطح آب بالادست ۴۲۰ دقیقه پس از شبیه‌سازی اتفاق افتاده و معادل ۲۴۷۰/۰۶ متر می‌باشد. بنابراین با توجه به این موضوع که تراز تاج سد قره آقاج معادل ۲۴۷۱/۵ متر می‌باشد؛ نتایج حاکی از آن است که تراز آب موجود در سد به صورت تقریبی ۱ متر و ۴۴ سانتی متر نیاز خواهد داشت که آب بالاتر آمده و به تاج سد برسد و پس از آن شکست از نوع جریان روگذری در

منابع

- ۱- ارزنلو، ا. (۱۳۹۴). بررسی شکست سد خاکی شهر چای ارومیه ناشی از روگذری جریان و پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از مدل HEC-RAS و GIS. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. گروه عمران-آب. دانشکده فنی مهندسی عمران. دانشگاه تبریز. ایران.
- ۲- امیری، م.، کینخا، م و حسن پور، ف. (۱۳۹۷). ارزیابی عملکرد سدهای انحرافی سیستان و زهک بر رودخانه سیستان به کمک مدل هیدرولیکی HEC-RAS. علوم و تکنولوژی محیط زیست. جلد ۲۰: ۵۱ - ۶۷.
- ۳- بی نام. (۱۳۸۱). طرح احداث سد قره آقاج (گزارش سیمای طرح). مهندسين مشاور زاینداب. شرکت آب منطقه‌ای اصفهان. شرکت مدیریت منابع آب ایران. وزارت نیرو.
- ۴- تیموری یگانه، م و آرمان، ع. (۱۳۹۹). برآورد دبی رسوب رودخانه شاهرود با استفاده از مدل ریاضی HEC-RAS. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران. جلد ۱۰: ۱۸ - ۳۲.
- ۵- جهانبخش، س.، رضایی بنفشه، م و صدر افشاری، س. (۱۳۹۱). پهنه‌بندی سیلاب رودخانه کلکان چای با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS و هیدروگراف واحد مصنوعی SCS. دو فصلنامه اندیشه جغرافیایی. جلد ۶: ۱-۳۳.
- ۶- راد، م.، وفا خواه، م و غلامعلی فرد، م. (۱۳۹۷). پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در پایین دست حوزه آبخیز خرم آباد. مجله مخاطرات محیط طبیعی. جلد ۷: ۲۱۱ - ۲۲۶.
- ۷- رجبی، ع. م، رجایی، ط و فلاح تفتی، ع. (۱۳۹۷). پهنه‌بندی سیلاب رودخانه چالوس با تلفیق مدل HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی. زمین شناسی مهندسی. جلد ۱۱: ۴۵-۶۰.

- ۸- زینی وند، ح.، ضیاءتبار احمدی، م.خ و تلوری، ع.ر. (۱۳۸۵). پهنه‌بندی سیل با به کارگیری نرم‌افزار HEC-RAS در دشت سیلابی سیلاخور بروجرد. مجله منابع طبیعی ایران. جلد ۵۹: ۱-۱۴.
- ۹- شاهرزائی، س.ع.، رادفر، م و قنبری عدیوی، ا. (۱۳۹۹). ارزیابی پارامترهای ناشی از شکست سد خاکی قره آقاچ با استفاده از رابطه فرولیچ (۱۹۹۵). نوزدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۰- شیخ علیشاهی، ن.، جمالی، ع.ا و حسن زاده نفوتی، م. (۱۳۹۵). پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی تحلیل رودخانه (مطالعه موردی: حوضه آبریز مشاد-استان یزد). فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی. جلد ۱۶: ۷۷-۹۶.
- ۱۱- عاشوری، م.، رضایی مقدم، م.ح و پیری، ز. (۱۳۹۲). بررسی تغییر مورفولوژی بستر رودخانه پیش و پس از احداث سد با استفاده از HEC-RAS و GIS (مطالعه موردی: منطقه پایین‌دست سد ستارخان اهر). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. جلد ۴۵: ۸۷-۱۰۰.
- ۱۲- غفاری، گ و امینی، ع. (۱۳۸۹). مدیریت دشت‌های سیلابی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) (منطقه موردی رودخانه قزل اوزن). فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی. جلد ۱۰: ۱۱۷-۱۳۴.
- ۱۳- کاظمی، آ.، رضائی مقدم، م.ح.، نیکجو، م.ر.، حجازی، م.ا و خضری، س. (۱۳۹۵). پهنه‌بندی و مدیریت مخاطرات سیلاب در رودخانه سیمینه‌رود با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS. مدیریت مخاطرات محیطی. جلد ۳: ۳۷۹-۳۹۳.
- ۱۴- لشکری، ح.، رشیدی، ع و رضایی، ع. (۱۳۹۲). پهنه‌بندی سیلاب رودخانه زرینه رود با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط GIS. پژوهش‌های دانش زمین. جلد ۴: ۵۱-۶۸.
- ۱۵- محمودزاده، ح و باکویی، م. (۱۳۹۷). پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از تحلیل فازی (مطالعه موردی: شهر ساری). مخاطرات محیط طبیعی. جلد ۷: ۵۱-۶۸.
- ۱۶- ولی زاده کامران، خ.، دلیر حسن نیا، ر و آذری آملانی، خ. (۱۳۹۸). پهنه‌بندی سیلاب و تأثیر آن بر کاربری اراضی محیط پیرامونی با استفاده از تصاویر پهپاد و سیستم اطلاعات جغرافیایی. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی. جلد ۱۰: ۵۹-۷۵.
- ۱۷- یخکشی، م.، مفتاح هلقی، م.، ظهیری، ع.ر.، یخکشی، م.ا و مددی، م.ر. (۱۳۹۳). نقش احداث سد مخزنی نرم‌آب بر کاهش پهنه سیل و خسارت وارده به اراضی پایین‌دست. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران. جلد ۴: ۲۴-۳۶.

- 18- Brunner, G. (2018), HEC-RAS River Analysis System. US Army Corps of Engineers - Hydraulic Engineering Center. Davis. California. 74p.
- 19- Fernandez D, Lutz M. (2010). Urban flood hazard zoning in Tucuman Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis. Engineering Geology, 111(1-4): 90-98.
- 20- Hazarika, M.H., Bormudoi, A., Phosalath, S., Sengtianthr, V. and Samarakoon, L. (2008). Flood Hazard In Savanakheth Province. Lao PDR Mapping User HEC-RAS. Remote Sensing and GIS. Hydrology. pp. 212-218

Investigation of flooding of downstream areas due to the occurrence of the probable maximum flood in Ghare Aghach earth dam

Sayyed Ali Shahrezaie^{1*}, Mahdi Radfar², Elham Ghanbari Adivi³

¹ Master's degree, Water Science and Engineering, Shahrekord University of Shahrekord, Iran.

² Assistant Professor, Water Science and Engineering, Shahrekord University of Shahrekord, Iran.

³ Assistant Professor, Water Science and Engineering, Shahrekord University of Shahrekord, Iran.

Abstract

One of the most important issues in the field of scientific computational hydraulic aspects of the river is the routing of permanent and non-permanent flows. Investigation of flood zoning with different return periods can be named as one of the most important issues in the field of flood management. In the present study, using HEC-RAS software, the flood susceptibility of the downstream areas due to the occurrence of the probable maximum flood in Ghare Aghach earth dam has been investigated. The research results are displayed in the RAS Mapper environment. The results showed that contrary to what was thought, due to the fact that the overflow of Ghare Aghach dam has been controlled based on the highest probable maximum flood; so this flood will not cause failure in Ghare Aghach earth dam of overtopping type. The maximum flow from the dam overflow occurred 435 minutes after model simulation and is equal to 171.72 cubic meters per second. According to the results of the Google Earth model, the flooding area of the downstream areas when has reached its peak flow; it is approximately equal to 5.73 square kilometers. The radius of flooding at the moment when has reached its peak flow relative to the coastline, around the villages of Mehrgerd and Hosseinabad is equal to 196 and 1858 meters, respectively. The main residential areas around the villages of Mehrgerd, Hosseinabad and Kasgan Sofla are approximately 60, 587 and 689 meters away from the coastline with the water flow obtained during the peak flow time, respectively.

Keywords: *Flood zoning, Ghare Aghach earth dam, Probable Maximum Flood, RAS Mapper Environment*