



ارائه مدل عددی با استفاده از حل معادلات آبهای کم عمق برای بررسی پدیده شکست سد

دکتر حمیدرضا وثوقی^۱، بهنام پرماس^۲، دکتر آرش رزمخواه^۳

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد تهران جنوب، Vosoughifar@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد تهران جنوب، behnam_pa69@yahoo.com

۳- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد تهران جنوب، a_razmkhah@azad.ac.ir

چکیده

معمولاً ذخیره سازی های آب یک خطر بالقوه برای جان و مال بشر می باشند. بر طبق گزارشات قرن بیستم میلادی حدود ۲۰۰ سد با ارتفاع بیش از ۱۵ متر شکسته شده که علاوه بر پدید آوردن خسارات مالی فراوان باعث کشته شدن بیش از ۸۰۰۰ نفر شده است. در این پژوهش سعی بر ارائه مدل عددی آب های کم عمق برای بررسی پدیده شکست سد به روش حجم محدود می باشد. به منظور تعیین ارتفاع و سرعت انتشار امواج ناشی از شکست سد و پیش بینی تغییرات سطح آب و محاسبه سرعت و دبی جریان، از حل عددی معادلات رینولدز متوسط گیری شده در عمق (معادلات آب های کم عمق) در حالت دو بعدی بر روی شبکه بندی کارترین استفاده شده است. منقطع سازی مکانی بر اساس روش حجم محدود و به روش صریح صورت گرفته و جهت مدلسازی ترم های انتقال، حل کننده تقریبی ریمان با دقت مرتبه اول بکار گرفته شد. کدهای برنامه در محیط برنامه نویسی متلب نوشته شده است. از طرف دیگر اندازه گیری های حاصل از روش عددی WAF و روش نیمه-ضمنی برای ارزیابی مدل عددی دو بعدی با حل کننده تقریبی ریمان HLLC استفاده شد. بررسی نتایج، حاکی از قابلیت روش عددی موجود در تسخیر شوک و توانایی شبیه سازی بستر خشک و همچنین مدل سازی پدیده شکست سد است.

واژگان کلیدی: روش عددی WAF، روش حجم محدود، حل کننده تقریبی ریمان HLLC، روش نیمه-ضمنی، جریان ناشی از شکست سد.

۱. مقدمه

با پیشرفت علم و تکنولوژی در زمینه های مختلف کشاورزی، صنعتی و همچنین توسعه شهرها و افزایش جمعیت، در دهه های اخیر نیاز به آب در جوامع بشری بالا رفته است. آنچه که در پدیده شکست سد با آن مواجه هستیم آزاد شدن حجم عظیمی از آب پشت سد به صورت ناگهانی و ایجاد امواج سهمگین در پایین دست سد می باشد که به علت سرعت زیاد این امواج، میزان خسارت وارده به تأسیسات و ساختمانهای بعد از سد، بسیار زیاد می باشد. به همین دلیل موضوع شکست سد و تعیین میزان سرعت و ارتفاع جریان در صورت بروز شکست در سد، از دیرباز مورد توجه بوده و مطالعات گوناگونی بر روی این پدیده صورت گرفته است. جهت بررسی پدیده شکست سد، محققین، معادلات حاکم بر آبهای کم عمق و به تعبیر دقیق تر معادله بقاء جرم و یک شکل از معادلات کلی ناویراستوکس را در نظر گرفته و با توجه به عدم وجود روش های دقیق ریاضی جهت حل این معادلات، روش های عددی متفاوتی را پیشنهاد داده اند. در گذشته، با در نظر گرفتن مفروضاتی مدل های یک بعدی جهت شکست سد نوشته شده است ولی این مدل ها در مواقعی که سد خیلی بزرگ بوده و اختلاف بین بالادست و پایین دست زیاد باشد و یا هنگام مواجهه با جریان های فوق بحرانی و زیر بحرانی در یک روند سیل و همچنین در مواجهه با پخش سیلاب در منطقه و یا تغییرات در مقطع عرضی جریان، پاسخگوی نیازهای مورد نظر نبوده و در نتیجه ضرورت نوشتن مدل های دو بعدی را واضح ساخته است. طی چند دهه اخیر روش های عددی مختلفی برای حل این مسئله گسترش یافته اند، که به نام روش های تسخیر شوک برای معادلات آب های کم عمق معروفند. روش های قدیمی شامل طرح های مختلف منقطع سازی معادلات با استفاده از روش عددی تفاضل محدود می باشند. این روش ها شامل: روش مک کورمک (۱۹۶۹) [8,9]، روش کرانک-نیکلسون (۱۹۴۷)، روش لاکس فریدریش، روش لاکس وندوف (۱۹۶۰)، روش بیم وارمینگ و... می باشد. روش های مدرن تسخیر شوک بطور کلی از نوع جهت مخالف می باشند و در بستر روش عددی حجم محدود بکار گرفته می شوند. این روش ها عبارتند از: روش های مرتبه اول، حل کننده های تقریبی و روش های با دقت مرتبه بالاتر از یک [13]. مهمترین روش های مدرن مرتبه اول و مرتبه بالاتر شامل: روش تغییرات کل از بین رونده TVD (۱۹۸۳) [1,3]، روش تصحیح انتقال فلاکس FCT (۱۹۷۳)، روش MUSCL (۱۹۷۹) [11]، روش ENO (۱۹۸۰)، روش PPM (۱۹۸۳) می باشند. همچنین روش های حل کننده تقریبی رایج عبارتند از روش Reo (۱۹۸۱) [7]، روش FVS (۱۹۷۴)، روش Osher (۱۹۸۱) [14]، روش HLL (۱۹۸۳)، روش HLL (۱۹۹۲) [2]. از جمله روش های مرکزی که در چهار چوب حجم محدود بکار می روند می توان