



مدل سازی عددی پخش امواج سیلاب در شبکه فاضلاب با استفاده از روش HLLC تغییر یافته

هادی چهاربیدی^۱، مهناز قائینی حصاروئی^۲، حسین مهدیزاده^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان

۲- استادیار بخش مهندسی عمران دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- استادیار بخش عمران دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه بیرجند

Ha.cheharbidi@hotmail.com

خلاصه

شبیه سازی امواج سیلاب در داخل شبکه‌های سطحی و زیرزمینی فاضلاب، بسیار پیچیده است و شامل برخورد رژیم‌های مختلفی از جریان بوده که در نقاط تقاطع این شبکه‌ها با یکدیگر برخورد می‌نمایند. هدف اصلی در مقاله حاضر مدل سازی این نوع از برهم‌کنش‌های جریان سیال، با مقطع مستطیلی، با استفاده از معادلات آب‌های کم‌عمق می‌باشد. مدل عددی ارائه شده از حل ریمان تقریبی HLLC مرتبه اول، با قابلیت انتشار بر روی سطوح خشک، بهره می‌گیرد و قادر است برخورد جریانهای مختلف را بر روی سطح خشک شبیه سازی نماید. در ابتدا الگوی عددی معرفی شده برای مدل‌سازی شکست سد بر روی سطح تر استفاده می‌گردد. سپس روش عددی مورد نظر برای شبیه سازی امواج انبساطی بر روی یک سطح خشک بکار رفته و نتایج حاصله با حل دقیق مقایسه می‌گردند. در ادامه، پخش موج سیلاب در حالت دو بعدی با مقطع مستطیلی، مدل‌سازی شده و با حل کننده ناویر استوکس، نرم‌افزار STAR-CD، مقایسه می‌گردد. مشاهده می‌گردد که مدل ارائه شده در حالت دو بعدی تطابق بسیار خوبی را با حل کننده معادلات ناویر استوکس دارا می‌باشد.

کلمات کلیدی: معادلات آب‌های کم‌عمق، حل HLLC، شبکه فاضلاب، معادلات ناویر استوکس، حل‌های ریمان

۱. مقدمه

پخش سیلاب در شبکه فاضلاب، از موضوعات مهم و پیچیده در مهندسی عمران است. از یک سو می‌توان با افزایش مقطع فاضلاب، مسئله سیلاب در شبکه فاضلاب را مدیریت کرد، اما ممکن است از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نباشد. هم چنین افزایش اتصالات در شبکه فاضلاب نیز از لحاظ هیدرولیکی و اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد. لذا پیش بینی درست پخش موج سیلاب در شبکه فاضلاب امری بسیار مهم است. روش‌های پیش بینی، باید قابلیت مدل‌سازی پخش موج سیلاب در بستر خشک و تر را داشته باشد. پخش موج سیلاب در شبکه فاضلاب، می‌تواند در حالت کلی با حل معادلات ناویر استوکس، با قابلیت سطح آزاد مدل شود، اما حل معادلات ناویر استوکس به خصوص در حالت سه بعدی زمان بر است. علاوه بر این، فشار غیرهیدرواستاتیک است و جمله‌های لزجت نادیده گرفته می‌شود. به همین دلیل نیاز به یک سری از معادلات ساده تر و در عین حال دقیق، احساس می‌گردد. معادلات آب‌های کم‌عمق مجموعه‌ای از قوانین بقا هستند که قادر به تقریب هیدرودینامیک جریان می‌باشند. برای حل معادلات آب‌های کم‌عمق از روشهای عددی مختلفی می‌توان استفاده نمود، که در این بین روش حجم محدود توجه بسیاری از محققین را در سالهای اخیر به خود جلب کرده است. انواع مختلفی از روش‌های حل معادلات آب‌های کم‌عمق بر اساس روش حجم محدود Godunov توسط Leveque [1] و Toro [2,3] گردآوری گردیده اند که می‌توان به روشهای FVS, Osher, HLL, HLLC و الگوی پخش موج اشاره نمود. تفاوت عمده در این روش‌ها محاسبه جمله‌های شار و سرعت انتشار امواج شوک و انبساطی برای یک مساله ریمان می‌باشد. بطور کلی از دو روش مختلف برای محاسبه سرعت انتشار امواج شکل گرفته در مساله ریمان استفاده می‌گردد. در روش اول محاسبه سرعت انتشار امواج، بر مبنای حل‌های تحلیلی صورت می‌پذیرد. روش مذکور در بسیاری از موارد بسیار دقیق بوده و قادر به مدل‌سازی جریان بر روی سطوح خشک یا نزدیک به خشک می‌باشد. مشکل عمده این روش وقت گیر بودن آن و حل معادلات غیرخطی به صورت همزمان، در هر گام زمانی برای روش حجم محدود می‌باشد. در