

مدل سازی عددی شکست سد با بستر متحرک

مصطفی جمشیدی^۱، سیدمصطفی سیادت موسوی^۲، ابراهیم جباری^۳

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران-سازه های هیدرولیکی، دانشگاه علم و صنعت ایران (fb.jamshidi@yahoo.com)
۲- استادیار گروه آب و محیط زست، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران (siadatmousavi@iust.ac.ir)
۳- استاد گروه آب و محیط زست، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران (jabbari@iust.ac.ir)

چکیده

در این پژوهش، یک مدل عددی برای حل دستگاه معادلات آب کم عمق، با در نظر گرفتن بستر متحرک توسعه یافته است. معادلات آب کم عمق، حالت متوسط گیری شده در عمق معادلات ناویر-استوکس در حالت یک بعدی و دوبعدی هستند که می تواند رفتار فیزیکی طیف وسیعی از پدیده های گوناگون در طبیعت را توصیف نمایند. این معادلات دستگاهی از معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی شامل معادلات پیوستگی و اندازه حرکت میانگین گیری شده در عمق هستند و بر حسب متغیرهای تراز سطح آب و آبگذری در واحد عرض در یک راستا و یا دو راستای متعامد در صفحه افق بیان می شوند. معادلات، در چارچوب روش تفاضل محدود گسسته سازی شده و از شمای دو مرحله ای پیش بینی-اصلاح مک کورمک، برای حفظ دقت مرتبه دوم در مکان و زمان استفاده شده است. همچنین برای مهار نوسانات غیرواقعی و غیر فیزیکی از روش تغییرات کل از بین برنده یا TVD به خاطر عدم نیاز به ماتریس ژاکوبین و لزجت مصنوعی استفاده شده است. فرمول بندی ریاضیاتی حاکم بر این مدل، شامل معادلات آب های کم عمق برای هیدرودینامیک جریان و معادله اکسیر برای مورفودینامیک است و برای دبی رسوب از مدل گراس استفاده شده است. بررسی نتایج، حاکی از قابلیت روش عددی موجود در تسخیر شوک و همچنین مدل سازی پدیده شکست سد است.

واژه های کلیدی: معادلات آب کم عمق، روش تفاضل محدود، بستر متحرک، روش مک کورمک، TVD

۱- مقدمه

در صنعت هیدرولیک، تقریب دقیق عددی از معادلات انتقال رسوب در طبیعت یکی از موضوعات مهم است. این معادلات عبارت از معادلات آب کم عمق حاکم بر جریان آب به علاوه معادلات بستر متحرک است. در صنعت معمول است که برای ساده سازی معادلات حاکم بر انتقال رسوب، فرض می کنند که جریان آب در حالت تعادل است و بستر تأثیر ناچیزی در جریان آب دارد. با این وجود، این رویکرد فقط به جریان پایدار محدود شده است و حرکت آهسته بستر را می تواند به این شکل دقیق تقریب زد. بنابراین، به یک رویکرد ناپایدار نیاز است که قوی تر باشد و کل سیستم را هم زمان تقریب بزند. تا همین اواخر، طرح لکس-وندروف کلاسیک به طور گسترده در صنعت برای به دست آوردن راه حل عددی برای معادلات استفاده شده است، اما عجیب نیست که نتایج عددی که به دست آمده، دارای نوسانات غیرواقعی هستند و در نتیجه طرح عددی برای گام های زمانی بلند ناپایدار می شود. در صنعت، روش های مختلفی از جمله روش های محدود کننده شار و استفاده از یک عدد کورانت کوچک، برای از بین بردن نوسانات غیرواقعی طرح کلاسیک لکس-وندروف صورت گرفته است.

جریان های دارای سطح آزاد در هیدرولیک را می توان با استفاده از معادلات آب های کم عمق تعریف نمود، مشروط بر اینکه بعد عمودی در مقایسه با بعد افقی بسیار کوچک باشد. با توجه به حیاتی و کاربردی بودن بررسی جریان آب های کم عمق به خصوص در نواحی ساحلی، دهانه رودخانه ها، طراحی بندرگاه ها، طراحی کانال های کشتیرانی، پیش بینی موج های طوفانی اقیانوسی، سونامی و حتی پیش بینی امواج ناشی از شکست سد، حل معادلات آب های کم عمق اهمیت می یابد. [۱]