

بررسی اثر تنگ شدگی و برآمدگی کف کانال با مقایسه حل عددی معادلات دوبعدی ناویر- استوکس و حل تحلیلی جریان

فاطمه رضوانی^۱، جمال محمد ولی سامانی^۲، جواد سروریان^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه های آبی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- استاد گروه سازه های آبی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- دانشجوی دکتری مهندسی سازه های آبی، دانشگاه تربیت مدرس

f.rezvani@modares.ac.ir

خلاصه

در بحث انتقال آب در کانال ها همواره از تأسیسات مختلفی در مسیر جریان استفاده می شود که خود سبب تغییر ارتفاع کف کانال یا تغییر عرض کانال در مقطع کوتاهی از کانال می شود. تأثیر این پدیده در طراحی کانالها، توسط معادلات انرژی بررسی می شود. در این مقاله تغییرات سطح آب در اثر دو عامل بالا آمدگی و تنگ شدگی موضعی کانال در جریان زیربحرانی و فوق بحرانی توسط مدل عددی CCHE2D بررسی شده است. مدل CCHE2D یک مدل عددی دو بعدی متوسط عمقی می باشد که جریان آب و رسوب را در شرایط جریان غیرمماندار توسط حل معادلات دوبعدی ناویر-استوکس و بر اساس روش المانهای محدود شبیه سازی می کند. معادلات دو بعدی مجموع عمقی بکار رفته در این مدل شامل معادله پیوستگی جریان و معادله حرکت و توریولانس جریان می باشد. در نهایت به منظور صحت سنجی، نتایج حاصل از حل معادلات ناویر-استوکس در مدل با نتایج حل تحلیلی جریان توسط معادله انرژی مخصوص مقایسه شده است.

کلمات کلیدی: مدل عددی CCHE2D، معادلات ناویر-استوکس، معادله انرژی مخصوص، برآمدگی کف کانال، تنگ شدگی عرض کانال

۱. مقدمه

امروزه طراحی و ساخت سازه های آبی مختلف از جمله تبدیل ها، سرریزها، تأسیسات اندازه گیری جریان و ... در کانال های انتقال آب، سبب تغییراتی در هندسه کانال از جمله شیب کف، ارتفاع کف، عرض جریان گذرنده از کانال و ... در مقطع کوتاهی از کانال می شود. یکی از موارد مهمی که همواره در بررسی اینگونه مسائل و تحلیل جریان در کانال های باز مورد بررسی قرار گرفته است، بحث انرژی و کاربرد معادله انرژی در تحلیل جریان و طراحی کانال می باشد. این انرژی بسته به نوع جریانی که در کانال برقرار است و همچنین سرعت و عمق جریان و فاصله از سطح مبنا متغیر است. در تحلیل اینگونه موارد اغلب بحث انرژی مخصوص در کانال مورد استفاده قرار می گیرد [۱].

از طرف دیگر در تحقیقاتی که به منظور بررسی و تحلیل جریان در کانال ها صورت می گیرد، معمولاً از مدل های فیزیکی و ریاضی استفاده می شود. در دهه های اخیر با گسترش کاربرد کامپیوتر در علوم مختلف، مدل های ریاضی در علم هیدرولیک پیشرفت چشمگیری داشته اند. طی سال های اخیر، تعداد زیادی از پدیده های هیدرولیکی که روابط حاکم بر آنها و روش حل مناسبشان بدست آمده، به صورت مدل ریاضی به وجود آمده اند. اینگونه مدل ها نسبت به مدل های فیزیکی مزایایی دارند. از جمله اینکه از نظر اقتصادی، مدل های ریاضی معمولاً ارزان تر از مدل های فیزیکی هستند. نتایج حاصل از مدل های ریاضی به سرعت به دست می آیند و بررسی تأثیر یک متغیر و تغییرات آن در پدیده مورد مطالعه بسیار سریع است. همچنین می توان مدل ریاضی را برای حالت های مختلف یک پدیده با شرایط مرزی متفاوت به کاربرد. اما مدل فیزیکی معمولاً به صورت موردی به کار می رود. نکته دیگری که حائز اهمیت است، این است که روابط ریاضی حاکم بر بسیاری از پدیده های هیدرولیکی دارای پیچیدگی زیادی هستند به طوری که هنوز روش حل تحلیلی مناسبی برای آنها در دسترس نیست یا اینکه حل آنها نیاز به ساده سازی دارد [۲].