

شبیه‌سازی سه‌بعدی جریان در آبراهه‌های با مقطع مرکب با مدل Flow-3D

حسین حمیدی فر^۱، محمدحسین امید^۲

۱- دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران

۲- استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران

hhamidifar@ut.ac.ir

خلاصه

به علت اندرکنش ناحیه با سرعت بالا در کانال اصلی و ناحیه کم سرعت واقع در دشت سیلابی، جریان در آبراهه‌های با مقطع مرکب دارای پیچیدگی‌های خاصی است. یکی از روش‌های بررسی اینگونه پدیده‌های هیدرولیکی پیچیده، استفاده از مدل‌های عددی سه‌بعدی است. در این پژوهش به بررسی توزیع عرض و عمقی سرعت در یک آبراهه مرکب نامتقارن پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد که مولفه‌های سرعت در هر دو راستای عرضی و عمقی دارای تغییرات زیادی هستند. همچنین با استفاده از سه مقدار زبری برای جدار کانال، پروفیل سرعت در وسط کانال اصلی، محل تقاطع دشت سیلابی و کانال اصلی و همچنین وسط کانال اصلی بررسی شد و در هر حالت، تفاوت‌ها مورد بحث قرار گرفت.

کلمات کلیدی: کانال مرکب نامتقارن، توزیع سه‌بعدی، پروفیل سرعت، نرم‌افزار Flow-3D، زبری جدار

۱- مقدمه

یکی از جنبه‌های بسیار مهم جریان در آبراهه‌های طبیعی لبریز شدن آب از مسیر اصلی و هدایت شدن به اراضی مجاور است که در اصطلاح دشت سیلابی نامیده می‌شود. در این حالت به علت شرایط خاص هندسی و هیدرولیکی که در دشت سیلابی وجود دارد، از جمله عمق کم جریان، زبری بالا و موانع موجود، الگوی جریان پیچیده شده و بررسی آن بصورت تحلیلی بسیار مشکل می‌شود. عمق کم جریان بر روی دشت‌های سیلابی باعث می‌شود که سرعت جریان در آن ناحیه نسبت به کانال اصلی بسیار کمتر باشد. به همین دلیل یک جریان برشی قوی در ناحیه بین کانال اصلی و دشت سیلابی بوجود می‌آید که تأثیر چشمگیری بر پدیده‌های مختلف از جمله انتقال رسوب در آبراهه‌ها خواهد داشت. به همین دلیل مطالعه هیدرولیک جریان در این نوع از آبراهه‌ها از مدت‌ها پیش مورد توجه پژوهشگران بوده است.

به طور کلی مطالعات انجام شده بر روی مقاطع مرکب را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد. دسته اول مطالعات تحلیلی است که در آنها محققین با ساده‌سازی معادلات حاکم، نتایج تقریبی ارائه نموده‌اند. دسته دوم شامل مطالعات آزمایشگاهی و میدانی است که نتایج قابل قبولی نیز بر اساس آنها ارائه شده است. در نهایت دسته سوم شامل بررسی‌های عددی است که با کمک گرفتن از رایانه انجام شده‌اند. در هر حال بایستی توجه داشت بررسی میدانی این پدیده بویژه در شرایط سیلابی بسیار مشکل بوده و به همین دلیل بیشتر نتایج منتشر شده بر مبنای مطالعات آزمایشگاهی و عددی است (Knight and Hamed, 1984).

به منظور بررسی این پدیده پیچیده می‌توان از مدل‌های عددی با قابلیت شبیه‌سازی جریان در سه‌بعد استفاده کرد تا بتوان بر اساس آنها درک مناسبی از ساختار جریان در آبراهه‌های دارای دشت سیلابی بدست آورد. تا همین چند سال اخیر نیز بسیاری از رهیافت‌های قابل قبول برای مدل‌سازی جریان در آبراهه‌های طبیعی بر مبنای حل تقریبی یک‌بعدی معادلات سنت‌ونان بوده است (Samuels 1990; Ervine and MacLeod 1999). اما به مرور این روند تغییر یافته است و با پیشرفت‌های رایانه‌ای، مدل‌های دوبعدی نیز ارائه گردیدند (Knight and Shiono 1996, Nicholas and Mitchell 2003, Tayefi et al. 2007). اما با وجود نتایج خوبی که از این مدل‌ها بدست می‌آید به علت سه‌بعدی بودن این پدیده نیاز به ارائه مدل‌های سه‌بعدی در این زمینه احساس می‌شود. بگونه‌ای که در سال‌های اخیر مدل‌های عددی سه‌بعدی برای بررسی این پدیده پیچیده ارائه شده‌اند که کاراترین روش‌ها بمنظور کاستن هزینه‌ها و زمان هستند (Zhang et al., 2010).