

تصحیح تحلیل دو بعدی جریان در رودخانه با استفاده از مقادیر دقیق یک بعدی

امیرمحبوب^۱، رضاغیاثی^۲

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، کارشناس ارشد پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری

۲- عضو هیئت علمی دانشکده عمران دانشگاه تهران

amahjoob@ut.ac.ir

خلاصه

مدلسازی رودخانه با هدف استفاده بهینه از رودخانه و طراحی سازه‌های هیدرولیکی واقع در آن صورت می‌پذیرد. مدلسازی دو بعدی جریان در رودخانه‌ها نسبت به مدلسازی یک بعدی مشکل‌تر بوده و معمولاً اطلاعات بسیار بیشتری لازم داشته و هزینه‌های سنگین‌تری را طلب می‌کند. از جمله این مشکلات می‌توان به نوسان در نتایج و عدم همگرایی حل معادلات برای برخی شرایط اشاره کرد. در این مقاله مدلی دو بعدی برای تحلیل عددی جریان در رودخانه‌ها ارائه شده است. در این مدل از معادلات آب کم عمق بعنوان معادلات پیوستگی و اندازه حرکت حاکم بر جریان رودخانه‌ها استفاده گردیده است. این معادلات با استفاده از روش حجم محدود منقطع سازی شده و به شیوه نیمه ضمنی حل شده است. بمنظور کاهش نوسان، نتایج بدست آمده در میدان محاسباتی دو بعدی (شامل عمق و سرعت آب) با اطلاعات یک بعدی مقایسه شده و در صورت نیاز، نتایج اصلاح می‌شود. اطلاعات یک بعدی می‌تواند از مقادیر اندازه‌گیری شده در طبیعت یا مدل‌های یک بعدی دقیق اخذ شده باشد. بمنظور صحت سنجی مدل، نتایج مدلسازی جریان در یک باز شدگی ناگهانی با نتایج معتبر مقایسه گردیده که بیانگر انطباق خوبی بین نتایج است.

کلمات کلیدی: مدل دوبعدی، مدل یک بعدی، حجم محدود، معادلات آب کم عمق، بازشدگی ناگهانی

۱. مقدمه

تحلیل جریانها جهت برنامه‌ریزی، طراحی و بهره‌برداری از پروژه‌های منابع آب لازم است. معادلات حاکم بر جریان از نوع معادلات دیفرانسیل جزئی است که جز در موارد خاص و با فرضهای ساده‌کننده، حل تحلیلی آن بسیار مشکل می‌باشد. بدین منظور مدل‌های عددی مختلفی تهیه شده که به تحلیل جریان در مناطق مختلف با فرضهای متفاوت می‌پردازد.

در اغلب مدل‌های یک بعدی رودخانه، در صورت خطی بودن تغییرات فشار از معادلات جریان غیر دائمی که به معادلات سنت و نانت مشهور است، استفاده می‌شود. این معادلات با فرض فشار هیدرواستاتیک و شیب کم کانال بدست می‌آید. [۱] برای مثال می‌توان به مطالعات کاپارت و همکارانش [۲] اشاره کرد. ایشان مدلی یک بعدی از جریان در کانال‌های باز با توپوگرافی پیچیده ارائه دادند. از معادلات غیر دائمی سنت - نانت بعنوان معادلات حاکم استفاده کردند. معادلات با استفاده از روش حجم محدود و شیوه upwind به روش صریح حل شده‌اند. برای ارزیابی مدل، موج حاصل از شکست سد بر روی بستر خشک با سطح مقطع مستطیلی و کف بدون اصطکاک و همچنین پرش هیدرولیکی در محل بازشدگی تدریجی کانال با سطح مقطع مستطیلی بررسی شد. در هر دو مورد نتایج حاصل از مدل مطابقت خوبی با جواب‌های آزمایشگاهی داشته است.

در مدل‌های دو بعدی رودخانه، بدلیل کم بودن عمق جریان در مقایسه با طول و عرض رودخانه، از معادلات دو بعدی آب‌های کم عمق استفاده می‌شود. معادلات مورد نظر از انتگرال‌گیری در عمق معادلات سه بعدی ناویر استوکس سیال بدست می‌آید. بعنوان نمونه ونگ و لیو [۳] به حل دوبعدی آب کم عمق پرداختند. روش عددی مورد استفاده مبتنی بر روشهای حجم محدود و المان محدود با دقت مرتبه دوم بوده است. ترمهای انتقال معادلات آب کم عمق به روش حجم محدود و ترمهای انتشار به روش المان محدود منقطع سازی گردیده است. مش بندی مورد استفاده از نوع ناساختار بوده و برای مقابله با نوسانات از روش $T.V.D^1$ مرتبه دوم استفاده شده است. تستهای پرش هیدرولیکی مایل، جریان در بازشدگی ناگهانی و جریان جت در منطقه‌ای دایره‌ای شکل انجام پذیرفته است. نتایج با مدلی مبتنی بر روش محدود کامل و مدلی مبتنی بر روش گالرکین مقایسه شده و مزایا و معایب

¹ Total Variation Diminishing