بررسی الگوی جریان در کانال‌های دارای قوس 180 درجه با پهنای متغیر

رسول قبادیان[1]، محمدتقی اعلمی[2]، کامران محمدی[3]، سعید فرزین[4]

1- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه

2- دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده عمران دانشگاه تبریز

٤،٣- دانشجو کارشناسی ارشد سازه‌های آبی و دکتری عمران-آب دانشگاه تبریز

آدرس پست الکترونیکی مولف رابط (Email:kamranmohammadi.km@gmail.com)

خلاصه

مطالعه و شبیه‌سازی هیدرولیک جریان و رسوب در قوس‌ها به روش‌های مختلف از دیرباز مورد توجه مهندسین علم هیدرولیک و مهندسی رودخانه بوده است. مکانیک جریان در قوس کانال‌ها بسیار پیچیده است، لذا مدل‌های عددی دینامیک سیالات که امروزه رقیب مناسبی برای مشاهدات آزمایشگاهی به حساب می‌آیند، می‌توانند به عنوان ابزاری کارآمد در پیش‌بینی چنین میدان جریانی بسیار مفید باشند. فرسایش به وجود آمده در قوس به دلیل وجود جریان حلزونی، می‌تواند منجر به تغییر در عرض قوس گردد. بنابراین مطالعه نحوه رفتار آب و الگوی جریان در قوس‌های با پهنای متغیر ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق ابتدا مدل عددی با استفاده از نتایج اندازه‌گیری روی یک قوس U شکل یکنواخت با پهنای 0/6 متر صحت‌سنجی شد و سپس دو قوس U شکل مشابه ولی واگرا و همگرا، و با عرض‌های متغیر 0/6m به 0/75m و 0/6m به 0/45m توسط مدل عددی سه بعدی SSIIM شبیه‌سازی شد. نتایج صحت‌سنجی نشان داد که مدل می‌تواند به خوبی میدان جریان در قوس یکنواخت را شبیه‌سازی نماید. پس از صحت‌سنجی مدل با داده‌های آزمایشگاهی، پروفیل‌های طولی و عرضی سرعت، جریان‌های اصلی و ثانویه، قدرت جریان ثانویه و شیب طولی در هر سه قوس مورد مقایسه قرار گرفت. در این بررسی مشخص شد در مقطع 135 درجه قوس واگرا نیز مانند قوس یکنواخت، سلول چرخشی خلاف جهت چرخش جریان ثانویه اصلی مشاهده می‌شود. حداکثر قدرت جریان حلزونی به ترتیب در قوس واگرا، یکنواخت و همگرا بیشتر می‌باشد و خط حداکثر سرعت در کانال واگرا در حدود زاویه 80 درجه با جدار خارجی قوس مماس می‌گردد اما این امر در کانال یکنواخت حدود زاویه 90 تا 100 درجه رخ می‌دهد.

کلمات کلیدی: الگوی جریان، قوس U شکل با پهنای متغیر، مدل عددی سه بعدی

1. مقدمه

مطالعه و شبیه‌سازی هیدرولیک جریان و رسوب در قوس‌ها به روش‌های مختلف از دیرباز مورد توجه مهندسین علم هیدرولیک و مهندسی رودخانه بوده است. مکانیک جریان در قوس کانال‌ها خصوصیات مشخصی دارد که در کانال های مستقیم دیده نمی‌شود. نیروهای تاثیرگذار بر جریان در قوس شامل نیروی گریز از مرکز ناشی از انحنای جریان ترکیب شده با پروفیل قائم سرعت غیریکنواخت، تنش‌های برشی و گرادیان فشار می‌باشد که باعث شیب جانبی سطح آب می‌شود. تاثیر هم‌زمان همه این نیروها جریان حلزونی[1] را بوجود می‌آورد که باعث ایجاد فرسایش در قسمت بیرونی و رسوب‌گذاری در قسمت درونی قوس‌ها می‌گردد. این فرآیند می‌تواند در نهایت موجب تغییر در پهنای قوس شود

با توجه به اهمیت این موضوع نزد محققین، تا کنون مطالعات تحلیلی، آزمایشگاهی و عددی فراوانی در این زمینه ارائه شده است که از آن میان می‌توان به مطالعات Mosonyi و Gotz (1973) اشاره کرد که اولین کسانی بودند که به چگونگی توزیع قدرت جریان حلزونی و تغییرات آن در طول قوس توجه کردند. این محققین برای اولین بار از وجود چرخه دوم جریان ثانویه در نزدیکی قوس داخلی خبر دادند. Booij (2003) ساختار جریان ثانویه در قوس 180 درجه را با استفاده از روش گردابه‌های بزرگ مدل‌سازی کرد. Olsen و همکاران (2006) نیز جریان ثانویه و انتقال رسوب را در یک قوس 90 درجه شبیه‌سازی کردند. Begnudelli و همکاران (2009) به بررسی و تکمیل یک مدل ریاضی و عددی دو بعدی پرداختند که هیدرودینامیک، انتقال رسوب و تغییرات بستر رودخانه را در قوس کانال‌ها توصیف می‌نمود. Naji Abhari و همکاران (2010) الگوی جریان در یک قوس 90 درجه

[1] Helical Flow