



تنش برشی متوسط کف و دیوارها در جداری صاف کانال دوزنقه‌ای با بهترین مقطع هیدرولیکی با استفاده از نگاشت همدیسی

فاطمه فرشی^۱، عبدالرضا کبیری سامانی^۲، محمدرضا چمنی^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گرایش مهندسی آب دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- دانشیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان

fatemeh_farshi@yahoo.com

خلاصه

توزیع تنش برشی از مشخصه‌های هیدرولیکی در کانال‌های باز است. مدل کردن توزیع تنش برشی به علت وجود جریان‌های ثانویه دشوار است. در این مقاله با بهره‌گیری از نگاشت همدیسی، به تعیین معادلات بدون بعد شده منحنی‌های هم‌سرعت و متعامدهای اخراجی بر آن‌ها (اورتوگونال‌ها) پرداخته می‌شود. خاصیت اورتوگونالها این است که گرادیان سرعت در راستای آن‌ها صفر است، بنابراین می‌توان آن‌ها را سطوح تنش برشی صفر نیز نامید ضمناً وزن آب محصور بین دو اورتوگونال و یک مرز، با تنش برشی به وجود آمده در این منطقه خنثی می‌شود. در ادامه به بررسی میزان تنش برشی کف و دیواره در کانال‌های دوزنقه‌ای صاف پرداخته می‌شود. مقایسه‌ی نتایج حاصل از این تحقیق با روش‌های سایر محققین نشان می‌دهد که روش حاضر از دقت خوبی برخوردار است.

کلمات کلیدی: تنش برشی میاتگین، کانال باز، جداری صاف، نگاشت همدیسی

۱. مقدمه

توزیع تنش برشی همواره به عنوان یک پارامتر اصلی در طراحی کانال‌های باز دارای اهمیت است. این پارامتر در مسایل مختلف نظیر انتقال آب، کانال‌های باز، انتقال رسوب، فرسایش و ژئومورفولوژی رودخانه کاربرد دارند. یکی از پارامترهای مؤثر در توزیع تنش برشی در کانال‌ها، هندسه‌ی کانال است که می‌تواند منجر به شکل‌گیری یا تشدید جریان‌های ثانویه^۱ در کانال گردد [۱]. جریان‌های ثانویه بردارهایی از جنس سرعت هستند که در صفحه‌ی مقطع جریان یا محور عمود بر راستای جریان به وجود می‌آیند و از نظر مقدار حدود ۲ تا ۳ درصد سرعت متوسط جریان را تشکیل می‌دهند [۲]. تفکیک تنش برشی بستر کف و دیواره نیز بسیار حایز اهمیت است. برای مثال، تنش برشی دیواره یکی از متغیرها در معادله توزیع سرعت است و برای تخمین انتقال بار بستر، باید تنش برشی کف را از کل تنش برشی تفکیک کرد [۳].

بررسی تنش برشی در بحث انتقال رسوب در رودخانه‌ها و کانال‌ها دارای سابقه‌ی نسبتاً طولانی بوده و مطالعات بسیاری در این زمینه از قرن نوزدهم آغاز گشته است. ولی، با توجه به ماهیت تنش، در ارتباط با توزیع تنش مطالعات جامعی صورت نگرفته است. Roy و Ghosh (۱۹۷۰) به شکل غیرمستقیم و با استفاده از لوله‌ی پیتوت، تنش برشی جداری در کانال‌های دوزنقه‌ای را محاسبه کردند [۴]. Knight و Shiono (۱۹۸۸) روشی کاربردی را برای تخمین سرعت متوسط عمقی و تنش برشی جداری پیشنهاد کردند که به SKM^۲ معروف گشته است [۵]. Knight و Lai (۱۹۸۸) روش SKM را در کانال‌های مرکب مقارن به کار گرفتند [۶]. Knight و Rhodes (۱۹۹۴) توزیع تنش برشی را در کانال‌های مستطیلی به روش SKM به دست آوردند [۷]. Paquier و Khodashenas (۱۹۹۹) روش هندسی برای محاسبه‌ی تنش برشی مرزی در کانال‌های مستقیم با سطح مقطع مرکب و مقارن پیشنهاد کردند. این مدل فقط برای کانال‌های با زبری یکسان جداریها و کف قابل استفاده است [۸]. Einstein (۱۹۴۲) سطح مقطع کانال مستطیلی را به دو قسمت A_b و A_w تقسیم کرد و فرض کرد که وزن قسمت A_b با مقاومت بستر خنثی می‌شود و وزن قسمت A_w با مقاومت دیواره به تعادل می‌رسد [۹]. همچنین باید فرض شود که هیچ نوع اصطکاکی بین دو مرز وجود ندارد. همین فرضیه در مورد انرژی پتانسیل موجود در ناحیه‌ی کف و دیواره نیز برقرار است؛ به عبارت دیگر، انرژی پتانسیل ناحیه‌ی کف در بخش مربوط به کف و انرژی پتانسیل ناحیه‌ی دیواره در بخش مربوط به دیواره به انرژی جنبشی تبدیل شده و مصرف می‌گردند. وی توضیحی در مورد نحوه‌ی تعیین A_b و A_w نداد. Yang (۲۰۰۵) در روشی ساده و با در نظر گرفتن اندرکنش تنش برشی،

¹ Secondary currents

² Shiono and Knight Method