



بررسی عددی طول و ضخامت جداسدگی جریان پس از تغییر مسیر ناگهانی مقاطع بسته

سینا صادق فام^۱، علی اکبر اختری^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آب گروه مهندسی آب، دانشگاه رازی کرمانشاه

۲- استادیار دانشکده مهندسی، دانشگاه رازی کرمانشاه

sadeqfam@gmail.com

خلاصه

پدیده‌ی جداسدگی که در اثر گرادیان فشار معکوس ایجاد می‌گردد موجب کاهش راندمان سیستم‌های هیدرولیکی می‌گردد. بدلیل جریانهای گردابه‌ای ایجاد شده، حل تحلیلی امکان‌پذیر نمی‌باشد. در این مقاله ارتباط بین طول و ضخامت ناحیه جداسدگی در برابر تغییر سرعت، با استفاده از نرم‌افزار فلوئنت، در تغییر مسیر ناگهانی مقاطع مربعی بسته با زاویه شکست متفاوت مورد ارزیابی قرار گرفته شده‌است. ابتدا جهت اطمینان از صحت مدل و برخی عوامل موثر نظیر مدل‌های آشفتگی، پروفیل سرعت در یک انبساط ناگهانی در چندین مقطع با نتایج آزمایشگاهی مورد مقایسه قرار گرفته است و بر مبنای نتایج بدست آمده ناشی از این مدل‌سازی، در تحلیل دوبعدی خم‌ها از مدل آشفتگی $k-\epsilon$ (RNG) و حالت دائمی جریان بهره گرفته شده است. در این مدل سازی دامنه وسیعی از سرعت جریان در مقاطع بسته مربعی بکار گرفته شد و با بررسی نتایج مدل سازی مشخص گردید که برای انحناء تند با زاویه مرکزی کمتر از ۴۵ درجه صرفه نظر از سرعت جریان، هرگز جدا شدگی جریان از دیوار داخلی بوجود نمی‌آید. برای تغییر مسیر ناگهانی جریان با زاویه مرکزی ۴۵ تا ۹۰ درجه، جدایی جریان پس از خم تابع زاویه انحراف و سرعت جریان در مقطع بسته می‌باشد. در این تحقیق روابطی که طول و ضخامت ناحیه جدایی را بیان می‌دارد برحسب مطالعات عددی فراوان گردآوری شده است.

کلمات کلیدی: جداسدگی، گرادیان فشار معکوس، تغییر مسیر ناگهانی، فلوئنت، مدل آشفتگی $k-\epsilon$ (RNG)

۱. مقدمه

حرکت سیال ممکن است در مواجه شدن با یک مانع، موجب افزایش فشار در جهت جریان شود، چنین تغییر فشاری را گرادیان فشار معکوس می‌نامیم. سیالی که در این ناحیه از لایه مرزی جریان دارد تحت تاثیر این فشار افزایشده قرار دارد بطوریکه سرعت این سیال نیز کند می‌شود. ولی چون انرژی جنبشی سیال داخل لایه‌ی مرزی کم است، احتمال دارد که به سکون رسیده و جهت آن معکوس شده و در نتیجه لایه‌ی مرزی از مرز جدا شده و منحرف شود. جدا شدن جریان اصلی از مرز را پدیده‌ی جدایی گفته می‌شود که به علت گرادیان فشار معکوس ایجاد می‌گردد. وجود گرادیان فشار معکوس یک شرط لازم و نه یک شرط کافی برای جدایی جریان است به عبارت دیگر می‌توانیم گرادیان فشار معکوس داشته باشیم بدون جدایی و این در حالی است که جدایی بدون گرادیان فشار معکوس، نمی‌تواند رخ دهد. [۱]

وقتی جدایی شدید رخ می‌دهد نمی‌توانیم از تئوری جریان غیر چرخشی استفاده نماییم. چراکه مرز عملی جریان غیر چرخشی دیگر بدنه جسم نبوده بلکه شکل ناشناخته‌ای است که بخشی از آن بدنه جسم و بخشی دیگر ناحیه جدا شده است.

لازم به ذکر است برای مرزهای منحنی، که انحنایشان تغییرات زیادی ندارد، می‌توانیم از معادلات لایه مرزی ساده شده زیر استفاده کنیم که در آن x مختصه منحنی الخط منطبق بر مرز بوده و y فاصله قائم از مرز است و u مولفه‌ی سرعت در راستای افق، v مولفه‌ی سرعت در راستای قائم می‌باشد. [۱]

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} + \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

در شکل ۱ مکانیزم تشکیل جدایی جریان از یک مرز محدب نشان داده شده است. نقطه‌ای از لایه‌ی مرزی که معکوس شدن فشار از آن آغاز می‌شود را D می‌نامیم که در این نقطه سرعت و تغییرات آن در جهت y ، هر دو صفر هستند [۲].