



ارزیابی روش‌های عددی تعیین پتانسیل وقوع خلأزایی بر روی ناهمواری سطحی مقابل جریان

رضا اسماعیلی^۱، سیدعلی اکبر صالحی نیشابوری^۲، امیررضا زراتی^۳، علی سررشته‌داری^۴

۱- دانشجوی دکتری مهندسی آب/هیدرولیک، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست،

دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- استاد دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳- استاد دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

۴- استادیار دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه شاهرود، شاهرود، ایران

reza.esmaili@modares.ac.ir

خلاصه

از عوامل مهم شکل‌گیری خلأزایی، می‌توان به ناهمواری‌های سطحی اشاره کرد، که در سرعت‌های زیاد سبب افت فشار موضعی جریان شده و موجب تشکیل حباب‌های بخار آب می‌شوند. این حباب‌ها با هدایت به محدوده فشار زیاد، توسط جریان، منفجر شده و باعث وارد آمدن ضربه و صدمه به سطح جداره جریان می‌شوند. خلأزایی هنگامی رخ می‌دهد که کمترین مقدار $C_{p\ min}$ در دبی‌های مختلف، کوچک‌تر یا مساوی عدد خلأزایی بحرانی در نظر گرفته شده برای مورد مطالعاتی گردد. بنابراین تعیین توزیع ضریب فشار به ازای هر دبی، یکی از نیازهای مهم در پیش‌بینی پتانسیل وقوع خلأزایی، بمنظور تعیین و انجام تمهیداتی در راستای جلوگیری و یا کاهش احتمال وقوع این پدیده است. در این تحقیق با بهره‌گیری از کُد منبع باز OpenFOAM، دقت روش عددی رایج و روش عددی نوین در تعیین پتانسیل وقوع خلأزایی، که در آن‌ها به ترتیب جریان بصورت تک‌فاز (مایع) و دو‌فاز (مایع و بخار) در نظر گرفته می‌شوند، حول مانع استوانه‌ای با قطر ۰/۰۲۴ متر، در مقابل جریان با عدد خلأزایی ۰/۳ و ۰/۵، ارزیابی گردید. نتایج حاکی از آن است که با کاهش عدد خلأزایی، دقت روش رایج در تعیین محدوده فشار کم و کمینه مقدار ضریب فشار، کاهش می‌یابد. این در حالیست که با توجه به پارامترهای مهم در تعیین پتانسیل وقوع خلأزایی، مانند توزیع ضریب فشار و طول منطقه جداسازی جریان، می‌توان عملکرد شبیه‌سازی عددی جریان دو‌فازی به کمک مدل خلأزایی کانز را قابل قبول ارزیابی کرد.

کلمات کلیدی: خلأزایی، ناهمواری سطحی، توزیع ضریب فشار، مدل خلأزایی کانز، کُد منبع باز OpenFOAM.

۱. مقدمه

پدیده خلأزایی بطور معمول بصورت شکل‌گیری فاز بخار در یک مایع تعریف می‌شود و این عبارت (Cavitation) ابتدا توسط فرود ابداع شد. عبارت خلأزایی می‌تواند به هر بخشی، از لحظه آغاز تشکیل حباب‌ها (نقطه آغازین) تا ایجاد حفرات بزرگ بهم پیوسته (سوپر کاویتاسیون)، اطلاق شود. تشکیل حباب‌های منفرد و سپس ایجاد حفرات بهم پیوسته، ابرهای حباب و ...، مستقیماً با افت فشار تا مقادیر بحرانی مرتبط می‌باشد [۱]. با توجه به بررسی‌های ICOLD، از ۱۲۳ سرریز، حدود ۶۰ درصد آن‌ها که بیش از ۱۰۰ روز مورد بهره‌برداری بوده‌اند، خطر خرابی ناشی از وقوع خلأزایی در سرعت‌های بیش از ۳۵ m/s و دبی در واحد عرض $100\ m^3/sm$ در آن‌ها، در حالت جدی و بحرانی بوده است (مگر در مواردی که تمهیداتی خاص در طراحی و

^۱ دانشجوی دکتری مهندسی آب/هیدرولیک، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس

^۲ استاد دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس

^۳ استاد دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

^۴ استادیار دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه شاهرود