

بررسی اثرات طول لوله بر استهلاک انرژی و پخش آشفستگی در جریان‌های گذرا در خطوط لوله

حمیدشاملو¹، سیده مریم موسوی فرد^{2*}

1- استادیار دانشکده عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

2- دانشجوی دکتری عمران- هیدرولیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده

مدلسازی صحیح جریان گذرا در خطوط لوله منجر به بهبود نتایج روش‌های نشت‌یابی بر اساس جریان گذرا، مباحث کنترل کیفیت آب و نیز انتقال جرم و حرارت می‌شود. در مدلسازی یک‌بعدی، سرعت محوری در طول خط لوله در قسمت‌های مختلف مقطع لوله، یکسان و برابر با سرعت میانگین جریان در نظر گرفته می‌شود. در حالی که بر اساس شبیه سازی دو بعدی جریان گذرا، اثرات ساختار شعاعی جریان (غیر یکنواختی پروفیل سرعت) بر عملکرد متقابل آشفستگی و جریان گذرا در خطوط لوله را می‌توان مورد بررسی قرار داد. در مقاله حاضر مدل دو بعدی جریان گذرا توسعه داده شده و پدیده آشفستگی با استفاده از دو مدل آشفستگی پنج لایه و $k - \varepsilon$ مدلسازی شده است. به منظور بررسی تاثیر پارامتر P (نسبت مقیاس زمانی دیفیوژن شعاعی برش به مقیاس زمانی تکثیر موج) بر فرایند دیفیوژن آشفستگی و استهلاک انرژی دو تست با طول‌های متفاوت و با عدد رینولدز یکسان مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد، در جریان با پارامتر P کوچک‌تر و طول بیشتر آشفستگی فرصت بیشتری برای دیفیوژن شدن به لایه‌های میانی جریان دارد در حالی که در جریان با پارامتر P بزرگ‌تر و طول لوله کوچک‌تر به دلیل آن که موج در مدت زمان مشخص به دفعات بیشتری با مرزهای بالادست و پایین دست برخورد می‌کند استهلاک انرژی بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: ضربه قوچ، آشفستگی، دیفیوژن ویسکوزیته، مدلسازی دوبعدی، موج برشی

1- مقدمه

امواجی که به دنبال بسته یا باز شدن سریع شیر ایجاد می‌شوند می‌توانند منجر به گسیختگی یا فرسایش خط لوله و کاپیتاسیون شوند. این امواج تحت عنوان ضربه قوچ شناخته می‌شوند که به منظور شناخت هر چه بیشتر این دسته از جریان‌ها، لازم است پارامترهای مختلف تاثیر گذار بر این آن‌ها بررسی شوند. این شناخت می‌تواند در توسعه روش‌های نشت یابی و کاهش میزان خطای آن‌ها موثر باشند. از جمله عوامل تاثیرگذار بر این دسته از جریان‌ها در رینولدزهای بالا می‌توان به پدیده آشفستگی اشاره نمود که با کاهش نسبت سرعت دیفیوژ آن در عرض مقطع به مقیاس زمانی ضربه قوچ اهمیت آن افزایش می‌یابد. شناخت هر چه بیشتر آشفستگی می‌تواند کمک بسیاری به پیش‌بینی رفتار جریان در طراحی‌های صنعتی و سیستم‌های انتقال نفت و آب و همچنین پدیده اختلاط در این دسته از جریان‌ها باشد.

به دلیل هزینه بر بودن آزمایش‌ها و همچنین به دنبال دشواری‌هایی که در اندازه‌گیری پارامترهای آشفستگی در آزمایشگاه وجود دارد، شبیه سازی عددی از اهمیت خاصی در کاربردهای مهندسی برخوردار است. از طرف دیگر آشفستگی ذاتاً پدیده سه