



مدلسازی عددی جریان ناماندگار در لوله‌های سری به روش حجم محدود گوادنوف مرتبه

دوم

سعیدرضا صباغ یزدی^۱، زینب السادات یزدانفر^۲

۱- استادیار دانشکده عمران دانشکده عمران، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران

۲- کارشناس ارشد سازه‌های هیدرولیکی، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران

E-mail: Zyazdanfar@gmail.com

خلاصه

یکی از مشکلات جریان ناماندگار در لوله‌ها، برآورد دقیق نوسانات فشار ناشی از پدیده ضربه قوچ است. در این مقاله، نوسانات فشار ناشی از پدیده ضربه قوچ با استفاده از حل عددی معادلات پیوستگی و اندازه حرکت با کمک روش حجم محدود پیشرونده به شیوه گوادنوف مرتبه دوم مدلسازی شده است. این مدل بر مبنای تئوری مسائل ریمان بنا شده است و مقدار شار محاسبه شده در وجه مشترک سلولها در آن مورد استفاده قرار گرفته است. در این مدل عددی، اثر اصطکاک ناماندگار با در نظر گرفتن مدل اصطکاک ناماندگار واردی-براون، منظور شده است. مدل عددی برای لوله‌های سری توسعه یافته و نوسانات فشار محاسبه شده توسط مدل توسعه یافته با نتایج موجود برای آزمونهای آزمایشگاهی ارائه شده توسط محققین قبلی مقایسه شده است.

واژه‌های کلیدی: جریان ناماندگار، روش حجم محدود، شیوه گوادنوف مرتبه دوم، اصطکاک ناماندگار، لوله های سری

۱. مقدمه

معمولا تغییراتی که در حالت جریان ناماندگار در یک خط لوله پیش می‌آید که از آن جمله باز کردن و بستن ناگهانی شیرها و از کار افتادن ناگهانی پمپهاست، می‌تواند موجب ایجاد جریان ناماندگار از نوع ضربه قوچ گردد. این اصطلاح زمانی به کار می‌رود که تغییر ناگهانی سرعت جریان سیال بصورت موج در امتداد لوله حرکت نموده و تغییر مومنتوم ناشی از آن باعث ایجاد فشار قابل ملاحظه‌ای می‌شود. این پدیده که در خطوط لوله جریان تحت فشار اتفاق می‌افتد، در مهندسی آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا می‌تواند باعث ایجاد فشارهای اضافی، صدا، خلاءزایی و ارتعاشات در سیستم آبرسانی شود.

مسائل مربوط به ضربه قوچ، به دلیل دخالت پارامترهای گوناگون پیچیده بوده و حل معادلات تابع زمان آن با استفاده از برنامه‌های کامپیوتری امکان پذیر می‌باشد. به دلیل وسعت و گستردگی ابعاد مسأله ضربه قوچ و تأثیر شرایط گوناگون مکانی و زمانی متنوع در این فرآیند، تاکنون کارهای زیادی انجام شده و تحقیقات در این زمینه همچنان ادامه دارد. در بین روشهای عددی ارائه شده برای حل معادلات ضربه قوچ، روش مشخصه‌ها، روش تفاضل محدود، روش اجزاء محدود، روش حجم محدود و روش مشخصه موجی به چشم می‌خورد. بحث مفصل‌تر این روشها در مراجع آمده است [۱-۵]. در حال حاضر معمول‌ترین روش برای حل معادلات ضربه قوچ روش مشخصه‌هاست که از قابلیت حل توسط کامپیوتر برخوردار است. اما از آنجا که در روش مشخصه‌ها عدد کورانت باید به مقدار یک محدود شود تا نتایج درستی حاصل شود، اخیرا روش حجم محدود از نوع گوادنوف^۱، که به خانواده روشهای جذب شوک متعلق است، با نتایج خوبی برای جریان ناماندگار ضربه قوچ به کار برده شده است. ایده اصلی این روش، مسأله ریمان است که باید برای بدست آوردن ترمهای شار در بین سلولهای محاسباتی به کار برده شود.