



تحلیل دینامیکی شبکه های لوله توزیع سیال با در نظر گرفتن پدیده جدایی ستون مایع

حمید آزادی^۱، احمد احمدی^۲، علی مجد^۳، علیرضا کرامت^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد - عمران آب، دانشگاه صنعتی شاهرود

۲- استاد گروه عمران-آب، دانشگاه صنعتی شاهرود

۳- دانشجوی دکتری عمران-آب، دانشگاه صنعتی شاهرود

۴- فارغ التحصیل دکتری عمران-آب، دانشگاه صنعتی شاهرود

h_azadi2000@yahoo.com

خلاصه

در بررسی و تحلیل شبکه های لوله در حالت جریان غیر ماندگار، زمانی که فشار به مقدار فشار بخار برسد پدیده جدایی ستون رخ خواهد داد. در این مقاله به بررسی رفتار دینامیکی سیستم های لوله توزیع سیال با در نظر گرفتن پدیده جدایی ستون مایع پرداخته شده است. مدل مورد استفاده در این تحقیق یک لوله مستقیم و معلق می باشد که مورد برخورد یک میله فولادی توپر قرار می گیرد. نتایج تغییرات فشار در نقاط مختلف لوله، مورد بررسی قرار گرفته و با نتایج معتبر واریسی گردیده است. مشخص گردید که فشار سیال درون لوله تحت اثر تداخل سیال - سازه (FSI) تشدید می شود که نشان دهنده اثر بحرانی FSI بر روی فشار سیال است. نتایج به دست آمده برای حالت ضربه بدون در نظر گرفتن جدایی ستون مایع انطباق بسیار مناسبی بر نتایج آزمایشگاهی دارد. برای حالت ضربه با در نظر گرفتن شرایط جدایی ستون مایع دارای انطباق کمتری است که می تواند به علت سادگی مدل استفاده شده در شبیه سازی جدایی ستون سیال باشد.

کلمات کلیدی: اندرکنش سازه و سیال، جدایی ستون مایع، منحنی تغییرات فشار

۱. مقدمه

جریان غیرماندگار جریانی است که خصوصیات آن در هر نقطه با زمان تغییر کند. زمانیکه جریان از یک حالت ماندگار به حالت ماندگار دیگری تغییر شرایط می دهد، جریان غیر ماندگار مابین را جریان میرا (گذرا) می نامند. ضربه قوچ یا چکش آبی نوعی جریان میرا است که در خطوط لوله می تواند در اثر بسته شدن شیر ها یا توقف ناگهانی پمپ ایجاد شود.

تغییرات فشار در یک سیستم خط لوله باعث ایجاد جابجایی های دینامیکی در سازه لوله می شود که این جابجایی ها در جهت طولی و در جهت جانبی هستند. این لرزه های سازه ای می توانند باعث ایجاد نیروهای قابل ملاحظه ای در تکیه گاهها شوند. همچنین با تاثیر گذاری در معادله پیوستگی و شرایط مرزی می توانند امواج فشاری درون مجرا را متاثر نمایند. بنابراین یک اندرکنش بین سیال و سازه خط لوله وجود دارد و هر دو رویهم تأثیر گذارند. پس برای تحلیل سیستم باید معادلات حاکم بر حرکت سیال و حرکت دینامیکی سازه، بصورت همزمان (کوپله) نوشته شده، و با روشی مناسب حل شوند.

تداخل سیال- سازه در شبکه لوله ها اولین بار توسط اسکالاک در سال ۱۹۵۶ با ارائه معادلات تداخلی حاکم بر ضربه قوچ مطرح گردید [۳]. پس از آن این موضوع به طور پیوسته مورد بررسی قرار گرفت و روشهای مختلفی اعم از کوپله، نیمه کوپله و الگوریتم های مختلفی جهت مدلسازی عددی آن ارائه گردید که از مهمترین آنها میتوان به حل معادلات تداخلی ارتعاش یک لوله با روش کاملاً خطوط مشخصه توسط ویگرت [۵] و بعدها توسعه آن