



شبیه سازی عددی برخورد جریان با خط لوله فراساحلی در مجاورت بستر صلب به روش هیدرودینامیک ذرات هموار

احسان کاظمی^۱، عباس یگانه بختیاری^۲، حجت اله رضایی نژاد^۳، حمید هوشنگی^۱

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

۲- استادیار، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

۳- کارشناس ارشد، دانشکده مکانیک، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران

آدرس پست الکترونیکی نویسنده اول (kazemi@civileng.iust.ac.ir)

خلاصه

خطوط لوله‌ی فراساحلی اصلی ترین ابزار در انتقال سیالانی همچون نفت و گاز از زیر دریا می‌باشند. این خطوط لوله همواره در معرض آبهستگی قرار دارند که فاصله‌ی به وجود آمده بین لوله و بستر بر اثر آبهستگی، موجب تغییر مشخصه‌های آن از قبیل میدان سرعت و فشار می‌شود. از این رو تحلیل جریان در اطراف خطوط لوله ضرورت می‌یابد. تا کنون مدل‌های عددی زیادی برای شبیه‌سازی میدان جریان در اطراف لوله مورد استفاده قرار گرفته‌اند که این مدل‌ها اغلب از دیدگاه اوپلری به حل مسئله می‌پردازند. در تحقیق حاضر از روش لاگرانژی هیدرودینامیک ذرات هموار تراکم پذیر برای شبیه سازی جریان اطراف خطوط لوله فراساحل در مجاورت بستر صلب استفاده شده است. در این مدل، تغییر مشخصه‌های جریان بر اثر حضور لوله و نحوه‌ی ایجاد گردابه‌های جریان در پشت لوله، برای رینولدز ۹۵۰۰ مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد و نتایج سرعت جریان با نتایج آزمایشگاهی مقایسه می‌گردد.

کلمات کلیدی: خطوط لوله فراساحل، هیدرودینامیک ذرات هموار تراکم پذیر، سرعت جریان، لایه مرزی، گردابه‌های جریان

۱. مقدمه

روش هیدرودینامیک ذرات هموار تراکم پذیر^۱ یک روش عددی می‌باشد که از دیدگاه لاگرانژی به حل مسائل دینامیک سیالات می‌پردازد. تا کنون، این روش در بسیاری از زمینه‌های علمی برای شبیه سازی مسائل متنوعی از قبیل علم نجوم، علم بالستیک^۲، مکانیک سیالات، مهندسی رودخانه، مهندسی دریا و سواحل و غیره مورد استفاده قرار گرفته است. در روش لاگرانژی هیدرودینامیک ذرات هموار، برای گسسته سازی محدوده مسئله مورد نظر، نیازی به تعریف شبکه نمی‌باشد. از این رو یک روش بدون شبکه محسوب می‌شود و برای شبیه‌سازی مسائلی که تغییرات شدیدی در مرزها و سطوح رخ می‌دهد بسیار کارا و مؤثر می‌باشد.

از آنجا که طراحی سازه‌های فراساحلی و لوله‌های زیر دریایی جزو مهمترین مسائل در مهندسی دریا به شمار می‌آیند، مدلسازی برخورد جریان با خطوط لوله فراساحل^۳ از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. لوله‌های با مقطع دایره یکی از رایج ترین سازه‌های مستغرق در مهندسی عمران، مکانیک، دریا و اقیانوس به حساب می‌آیند. اینگونه سازه‌ها معمولاً حامل نفت، گاز و یا مایعات دیگری می‌باشند که بر روی بستر دریا قرار می‌گیرند. از آنجایی که بستر دریا از مواد رسوبی تشکیل شده است، ممکن است که در زیر لوله بر اثر تنش برشی جریان، فرسایش و آبهستگی رخ دهد. آبهستگی زیر خطوط لوله موجب می‌شود که در برخی از فواصل، لوله به صورت معلق و با فاصله‌ای از بستر قرار گیرد، که این امر موجب ایجاد خسارت و یا حتی تخریب سازه می‌گردد. نیروهای هیدرودینامیکی وارد بر لوله معلق شده و عکس العمل این نیروها از مهمترین مسائل مورد توجه مهندسين دریا و اقیانوس می‌باشند. بنابراین، بررسی و مطالعه‌ی تنش‌ها و نیروهای وارد بر خطوط لوله فراساحلی از اهمیت بالایی برخوردار است.

¹ Compressible Smoothed Particle Hydrodynamics (C-SPH)

² Ballistics

³ Offshore Pipelines