

بررسی آزمایشگاهی رفتار خطوط لوله با سیستم دو درجه آزادی بر روی بستر فرسایشی تحت اثر عبور جریان ماندگار

محمد جواد امامقلی زاده بابلی^۱، احمد رضا مصطفی قره باغی^۲،
کریم عابدی^۳، محمد حسین صدیقی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های دریایی دانشگاه صنعتی سهند تبریز

۲- دانشیار گروه مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سهند تبریز

۳- استاد گروه مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سهند تبریز

۴- دانشیار گروه مهندسی برق دانشگاه صنعتی سهند تبریز

Javad.emamgholizadeh@gmail.com

خلاصه

بیشتر تحقیقات موجود بر روی بررسی پدیده ارتعاشات ناشی از فرافکنش گردابه‌ها (VIV) بر روی بستر صلب و یا بستر فرسایشی با سیستم یک درجه آزادی می‌باشد. در این مطالعه به بررسی آزمایشگاهی ارتعاشات ناشی از فرافکنش گردابه‌ها و آبهستگی ایجاد شده در لوله با دو درجه آزادی بر روی بستر قابل فرسایش پذیر پرداخته شده است. نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهد که برای هر دو قطر ۳۰ و ۴۰ میلیمتر دامنه ارتعاشات برای هواخورهای نسبی $e/D = 0.0, 0.2, 0.5$ دارای تغییرات با شیب ملایم و تقریباً خطی می‌باشد و دارای دامنه ارتعاشات کمتری می‌باشد و برای هواخورهای نسبی $e/D = 1.0, 2.0$ دارای تغییرات با شیب زیاد می‌باشد و دارای افزایش شدیدی در دامنه ارتعاشات با افزایش سرعت نسبی است. همچنین با مقایسه بین نتایج فرکانس و دامنه ارتعاش می‌توان نتیجه گرفت که برای حالت $4.04 \leq V_r \leq 5.21$ فرکانس سازه به فرکانس استروهاال نزدیک می‌باشد و متقابلاً تغییرات شدید در دامنه ارتعاشات خواهد شد؛ چون فرکانس سازه به فرکانس فرافکنش گردابه‌ها نزدیک شده است. با توجه به نتایج می‌توان گفت وقتی هواخور نسبی کوچکتر از $e/D < 0.5$ باشد، مرز بستر تاثیر زیادی بر روی پاسخ ارتعاشی و هم پاسخ فرکانسی لوله خواهد داشت.

کلمات کلیدی: خطوط لوله، ارتعاشات ناشی از فرافکنش گردابه‌ها، آبهستگی، سیستم دودرجه آزادی

۱- مقدمه

خطوط لوله مناسب‌ترین روش انتقال نفت و گاز استخراج شده از مخازن هیدروکربنی بستر دریاها به سکوها یا به خشکی می‌باشد. بدین جهت طراحی و مطالعات رفتاری خطوط لوله نفتی در بستر دریا حائز اهمیت می‌باشد. یکی از مسائل مهم در این زمینه وقوع پدیده گردابه فرافکنی در پشت لوله در اثر عبور جریان از اطراف آن می‌باشد. وجود لوله باعث تغییر الگوی جریان در اطراف لوله به ویژه در پشت لوله شده و تغییرات الگوی جریان باعث افزایش تنش برشی و درجه آشفستگی در اطراف لوله خواهد شد. به نحوی که در مرحله‌ای افزایش عدد رینولدز ($Re > 40$) منجر به جدایی جریان از جداره لوله و تشکیل گردابه‌هایی در پشت لوله می‌گردد. گردابه‌های بوجود آمده با فرکانس خاصی انتشار می‌یابند که اگر فرکانس این گردابه‌ها به فرکانس طبیعی لوله نزدیک شود باعث تشدید ارتعاش لوله شده و مخاطرات را افزایش می‌دهد و می‌تواند در مقاومت لوله در برابر نیروهای ایجاد شده تاثیر گذار باشد که معمولاً منجر به خستگی و نهایتاً شکست لوله گردد. این امر مسلماً باعث خسارات مالی و زیست محیطی خواهد شد.

در طول دهه‌های اخیر، اندرکنش دینامیکی بین موج/جریان، خطوط لوله و بستر دریا مورد توجه طراحان خطوط لوله و محققان قرار گرفته است [1,2,3,4]. بیشتر تحقیقات موجود بر روی لوله با سیستم یک درجه آزادی صورت گرفته است، بدلیل آنکه دامنه پاسخ در راستای عمود بر راستای جریان بیشتر از راستای جریان می‌باشد. Khalak و Williamson [6] و Govardham و Williamson [7] از جمله افرادی که بر روی ارتعاش در جهت عرضی متمرکز شده اند. گرچه مققان فوق الذکر تحقیقاتشان بر روی ارتعاشات لوله‌ی نزدیک بستر با شرایط صلب یا شرایط آزاد بدون در نظر گرفتن بحث آبهستگی بستر می‌باشد [5]. بررسی ارتعاشات خطوط لوله بر روی بستر صلب کارهای زیادی انجام شده است که از جمله‌ی