



بررسی آزمایشگاهی رفتار ارتعاشی لوله ناشی از تشکیل گردابه در اثر موج

سید محمود موسوی¹، احمد رضا مصطفی قره باغی²، محمد حسین صدیقی³، کریم عابدی⁴

1- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های دریایی دانشگاه صنعتی سهند تبریز

2- دانشیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سهند تبریز

3- استاد دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی سهند تبریز

4- استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سهند تبریز

musavi6889@yahoo.com

mgharabaghi@sut.ac.ir

sedaaghi@sut.ac.ir

k_abedi@sut.ac.ir

خلاصه

لوله‌ی در معرض موج یا جریان باعث تغییر الگوی جریان اطراف خود می‌شود که در یک مرحله خاص (رینولدز بزرگ‌تر از 40) می‌تواند منجر به جدایش جریان از اطراف لوله و تشکیل گردابه شده و برای عدد رینولدز بیش‌تر از یک مقدار معین، پدیده‌ی گردابه فرافکنی را به دنبال خواهد داشت. این گردابه‌ها باعث تولید و اعمال نیروهای نوسانی روی لوله می‌شوند که در نتیجه‌ی آن ممکن است لوله ارتعاش نماید. چنین ارتعاشی، ارتعاش ناشی از تشکیل گردابه‌ها (VIV⁵) نامیده می‌شوند. تحقیقات صورت گرفته روی پدیده‌ی ارتعاش ناشی از گردابه‌ها بیش‌تر مربوط به رفتار لوله با یک درجه‌ی آزادی و در موارد محدود دو درجه آزادی و تحت جریان دایمی یا بعضاً غیر دایمی بوده‌اند. در این تحقیق، به روش آزمایشگاهی رفتار لوله با دو درجه‌ی آزادی (در راستای انتشار موج و عمود بر آن) و تحت اثر موج بررسی گردیده است. لوله‌ی آزمایشگاهی از جنس پلکسی گلس بوده و آزمایش‌ها برای فاصله‌ی نسبی از بستر $e/D =$ نسبت فاصله‌ی زیر لوله تا بستر به قطر لوله) برابر با یک صورت گرفته‌اند. مشخصات امواج با توجه به قابلیت‌های کانال تولید موج آزمایشگاه هیدرولیک دانشگاه صنعتی سهند انتخاب شده و با روش پردازش تصویر، ارتعاشات لوله‌ها اندازه‌گیری شده‌اند. در نهایت نمودارهای مربوط به دامنه‌ی نوسانات لوله در دو راستا استخراج گردیده است. مشاهده شد که نسبت دامنه‌ی نوسانات در راستای انتشار موج نسبت به عمود بر آن بزرگ‌تر از یک می‌باشد.

کلمات کلیدی: مدل آزمایشگاهی، لوله، ارتعاش ناشی از گردابه‌ها، موج، دو درجه‌ی آزادی

1. مقدمه

صنعت فراساحل، صنعت بزرگی است که از لحاظ اقتصادی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. فعالیت سکوها‌ی فراساحل با حداکثر ظرفیت بسیار مهم است و از طرفی توقف‌ها و خرابی‌های ناخواسته بسیار هزینه بر هستند. یکی از بحرانی‌ترین عناصر در صنعت فراساحل، خطوط لوله انتقال و رایزرها می‌باشند. 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 می‌گردد. همچنین با افزایش سرعت جریان $(Re > 40)$ و جدایی آن از جداره لوله، گردابه‌هایی در پشت لوله به وجود می‌آید. گردابه‌های به وجود آمده با فرکانس خاصی انتشار می‌یابند (گردابه فرافکنی⁶)، که اگر فرکانس انتشار این گردابه‌ها به فرکانس طبیعی لوله نزدیک شود

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی سهند

² دانشیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سهند

³ استاد دانشکده برق دانشگاه صنعتی سهند

⁴ استاد دانشکده عمران دانشگاه صنعتی سهند

⁵ Vortex Induced Vibrations

⁶ Vortex shedding