



## مطالعه پارامتری اندرکنش خط لوله دریایی و خاک بستر تحت اثر نفوذ قائم خط لوله

رضا حسینی آغجه‌زیوه، احمد رضا مصطفی قره باغی، مهرداد امامی تبریزی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوتکنیک دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سهند تبریز

۲- دانشیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سهند تبریز

۳- استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سهند تبریز

### خلاصه

امروزه با توسعه‌ی میادین نفت و گاز دریایی و لزوم انتقال محصولات هیدروکربنی، طراحی و اجرای خطوط لوله دریایی اهمیت بسزایی پیدا کرده است. در آب‌های عمیق، معمولاً خط لوله بر روی بستر دریا و تحت وزن خود و تنش‌های اضافی در زیر لوله و محل تماس لوله با بستر در مدت لوله‌گذاری قرار می‌گیرد. از اینرو برای بررسی پایداری خط لوله بر روی بستر دریا، باید میزان مقاومت نفوذ لوله در خاک بستر پیش‌بینی شود. در این مقاله سعی شده است اندرکنش لوله-خاک تحت اثر نفوذ قائم خط لوله با در نظر گرفتن تغییرات هندسی و دست‌خوردگی خاک اطراف لوله بصورت عددی مطالعه شود. برای این منظور از نرم‌افزار المان محدود ABAQUS 6.12 استفاده شده است. برای اطمینان از صحت مدل‌سازی، از نتایج آزمایش سانتریفوژ ارائه شده توسط دینگل<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شده است. در مطالعه پارامتریک انجام شده، اثر مقاومت برشی و وزن مخصوص غوطه‌وری خاک بررسی شده است. مؤلفه‌ی ژئوتکنیکی مقاومت نفوذ در مدت لوله‌گذاری بررسی شده و روابطی برای پیش‌بینی میزان مقاومت نفوذ پیشنهاد شده است.

کلمات کلیدی: اندرکنش لوله و خاک، مدل‌سازی عددی، تحلیل المان محدود، نفوذ قائم لوله، ژئوتکنیک دریایی

### ۱. مقدمه

امروزه بهره‌برداری از میادین نفت و گاز دریایی در ایران و سایر نقاط جهان مدام در حال توسعه می‌باشد. بدین منظور، استفاده از خطوط لوله دریایی برای انتقال محصولات هیدروکربنی اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. یک خط لوله، به عنوان یک سازه باید برای تأمین مقاومت کافی در برابر فشارهای داخلی و خارجی، جلوگیری از کمانش در زمان لوله‌گذاری و بهره‌برداری و همچنین پایداری در بستر دریا طراحی شود. جنبه‌های ژئوتکنیکی طراحی خطوط لوله بیشتر بر روی پایداری خط لوله در بستر دریا، دفن در داخل ترانشه یا لوله‌گذاری مستقیم روی بستر دریا و اندرکنش بین خط لوله و بستر دریا برای کنترل پایداری لوله تمرکز می‌کند. تحلیل‌های ژئوتکنیکی در فرآیند طراحی خط لوله در آب‌های عمیق از طریق ارزیابی‌های زیر صورت می‌گیرد: نفوذ خط لوله بعد از لوله‌گذاری، تغییر در میزان نفوذ که ممکن است در زمان بهره‌برداری از خط لوله پیش‌آید و نیروهای مقاوم بین لوله و بستر دریا که می‌تواند در جهت‌های طولی و جانبی ایجاد شود.

در این مطالعه نفوذ خط لوله در اثر بارهای استاتیکی همچون وزن لوله برای تعیین مقاومت نفوذ قائم مورد بررسی قرار گرفته است. تا قبل از تحقیقات وانگ<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۰)، در مطالعات قبلی انجام شده توسط هیسار<sup>۳</sup> (۲۰۰۴)، کونو و یو<sup>۴</sup> (۲۰۰۷) ایوبنی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۵) و مریفیلد<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۸) که اندرکنش لوله-خاک مورد بررسی قرار گرفته بود، اثر تغییرات هندسی خاک بستر ناشی از نفوذ قائم و دست‌خوردگی خاک

<sup>1</sup> Dingle

<sup>2</sup> Wang

<sup>3</sup> Hesar

<sup>4</sup> Konu & Yu

<sup>5</sup> Aubeny

<sup>6</sup> Merifield