

## اثر ضخامت لوله‌های فولادی مدفون بر پاسخ اندرکنش خاک و لوله تحت اثر

### گسلش راستالغز

رامین خالیدی\*، نعمت حسنی، علی اصغر مرتضوی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله، دانشگاه شهید بهشتی (Raminkhaledi123@gmail.com)

۲- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی (Nemathassani@yahoo.com)

۳- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی (A\_mortazavi@mail.sbu.ac.ir)

### چکیده

با توجه به افزایش روزافزون نیاز بشر به انرژی و انتقال آن به مناطق دیگر و به دلیل طولانی بودن مسیرهای انتقال، خطوط انتقال می-توانند در معرض آسیب‌های گسترده و متنوعی قرار گیرند. یکی از قابل توجه‌ترین این موارد می‌توان به عبور خطوط انتقال نفت و گاز از گسل‌های فعال اشاره کرد. در این مقاله، تاثیر پارامترهای ضخامت لوله‌های مدفون فولادی با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و لوله تحت اثر گسلش راستالغز بررسی شده است. مدل‌سازی با کمک نرم‌افزار المان محدود آباکوس، با در نظر گرفتن اندرکنش‌های مماسی و عمودی انجام شده است. در ادامه با در نظر گرفتن دو بازه نسبت قطر به ضخامت (۴۵/۷۲ و ۱۸۲/۸۸)، به بررسی اثر ضخامت بر پاسخ اندرکنشی خاک و لوله پرداخته شده است و نتایج کرنش فشاری و کششی و پدیده چروکیدگی در این مدل‌سازی‌ها بررسی شد. مطالعات عددی انجام شده نشانگر این هستند که کرنش‌های فشاری وارده به لوله در گسل راستالغز علت اصلی خرابی لوله‌ها هستند و با افزایش ضخامت و کاهش نسبت قطر به ضخامت می‌توان از کمانش‌های موضعی و چروکیدگی‌های ایجاد شده در اثر گسلش تا حد قابل قبولی کاست.

**واژه‌های کلیدی:** لوله مدفون، گسل راستالغز، المان محدود، آباکوس، اندرکنش خاک و لوله

### ۱- مقدمه

با توجه به افزایش روزافزون نیاز بشر به انرژی و انتقال آن به مناطق دیگر، یکی از موارد مهم در این زمینه بحث خطوط انتقال نفت و گاز است. به دلیل طولانی بودن مسیرهای انتقال، خطوط لوله انتقال می‌توانند در معرض آسیب‌های گسترده و متنوعی قرار گیرند. یکی از قابل توجه‌ترین این موارد عبور خطوط انتقال نفت و گاز از گسل‌های فعال است. با مروری بر زلزله-های مخرب رخ داده در جهان می‌توان به این نتیجه رسید که خطوط لوله مدفون همواره در معرض عواملی چون انتشار امواج زلزله و تغییر شکل دائمی زمین بوده است. نیروها و جابه‌جایی‌های اعمال شده در اثر زلزله بر خطوط لوله مدفون به صورت کلی به دو دسته تغییر شکل ماندگار زمین (PGD) و تغییر شکل گذرای زمین (TGD) تقسیم می‌شوند. تحقیقات انجام شده نشان داده است که بیشترین آسیب لرزه‌ای به خطوط لوله پیوسته فولادی مدفون نفتی و گاز توسط تغییر مکان ماندگار زمین صورت می‌گیرد و تنها تعداد کمی از این آسیب‌ها ناشی از پدیده انتشار امواج می‌باشد. (۱) تغییر شکل ماندگار زمین بیانگر شکست و گسیختگی در زمین در اثر پدیده‌هایی چون گسلش سطحی، حرکت شیروانی‌ها و زمین لغزش، حرکت جانبی توده خاک در اثر روانگرایی، نشست ناهمگون و ... می‌باشد. تغییر شکل ماندگار زمین یکی از اساسی‌ترین خطرهای تهدید کننده شریان‌های حیاتی زیرزمینی، از جمله خطوط لوله مدفون، می‌باشد. زلزله‌هایی مانند سان فرانسیسکو (۱۹۰۶) و (۱۹۰۷) با بزرگای ۷/۸ و ۶/۶، نورتریج (۱۹۹۴) با بزرگای ۶/۷، چی چی (۱۹۹۹) با بزرگای ۷/۷، کوبه (۱۹۹۹) با بزرگای ۶/۹، آلاسکا (۲۰۰۲) و ... نمادهایی از آسیب‌های جدی تغییر شکل ماندگار زمین بر شریان‌های حیاتی هستند. اهمیت بالای عبور خطوط لوله انتقال نفت و گاز، محققان را وادار به انجام تحقیقات زیادی در این بار کرده است. از پیشگامان این زمینه می‌توان به نیومارک و هال (۲) اشاره کرد که در سال ۱۹۷۵ به بررسی رفتار مکانیکی خطوط لوله تحت جابه‌جایی گسل پرداخت و با در نظر گرفتن لوله به