



مدل عددی توسعه یافته برای تحلیل پاسخ خطوط لوله مدفون تحت اثر گسلش نرمال

رضا یگانه خاکسار^۱، مجید مرادی^۲

دانشکده عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

rezayeganeh@ut.ac.ir

خلاصه

مقاله‌ی حاضر به بررسی پاسخ خطوط لوله‌ی مدفون در اثر عبور از گسل شیب‌لغز نرمال با زاویه‌ی ۶۰ درجه می‌پردازد که در اثر آن در خط لوله ایجاد تنش‌ها، کرنش‌ها و تغییر مکان‌ها می‌نماید. در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار اجزاء محدود ABAQUS، لوله و خاک اطراف آن -که تحت اثر تغییر شکل‌های بزرگ قرار می‌گیرند- با در نظر گرفتن رفتار غیرخطی مصالح، اندرکنش‌های خاک و لوله و نیز تماس بین دو بخش فرادیواره و فرودیواره‌ی خاک مدل‌سازی گردیده‌اند. مدل عددی فوق با استفاده از نتایج متناظر به دست آمده از مدل‌سازی کوچک‌مقیاس سانتریفوژ ژئوتکنیکی، برای گسلش نرمال و خط لوله‌ی فولادی مورد واسنجش (کالیبراسیون) قرار گرفته و با توجه به قدرت مانور و آزادی عمل مدل‌سازی‌های عددی، مدل واسنجی شده‌ی فوق مبنای ارزیابی دقیق‌تر اثرات گسلش نرمال بر خط لوله -ضمن شناسایی عوامل موثر عمده بر پاسخ لوله- و بررسی مکانیسم‌های گسیختگی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: خط لوله‌ی مدفون، گسلش نرمال، مدل‌سازی عددی، سانتریفوژ ژئوتکنیکی

۱. مقدمه

در زندگی امروزه بشر امکانات و تسهیلاتی وجود دارد که با توجه به نقش بسیار مهم و حیاتی آنها موسوم به "شریان‌های حیاتی"^۳ می‌باشند و بشر همواره تلاش می‌نماید تا با حفظ این شریان‌ها - حتی در شرایط اضطراری - پشتوانه‌های حیات خود را تضمین نماید. از مهم‌ترین این شریان‌ها، خطوط لوله انتقال و توزیع گاز، نفت، آب و یا مواردی از این قبیل است. خطوط لوله‌ی مدفون غالباً گستره‌ی وسیعی از مناطق را در طول مسیر خود در بر گرفته و در نتیجه در معرض خطرات ژئوتکنیکی متنوعی قرار دارند. یکی از مهم‌ترین این مخاطرات، زلزله و تبعات ناشی از آن است. برای مخاطرات زلزله از دیدگاه‌های مختلف می‌توان تقسیم‌بندی‌های متنوعی ارائه نمود ولی آنچه با رویکرد بررسی ایمنی لرزه‌ای لوله‌های مدفون می‌تواند کارا باشد بصورت نمودار در شکل (۱) آورده شده است. مطالعات و بررسی‌های پس از وقوع زلزله‌ها نشان می‌دهد که عمده‌ی خسارات لرزه‌ای جدی وارد به خطوط لوله‌ی مدفون نفت و گاز ناشی از تغییر شکل‌های ماندگار زمین می‌باشد [1]. زیرا اگرچه این پدیده به علت ماهیت خود محدود به ناحیه‌ی کوچکی از شبکه‌ی خطوط لوله می‌باشد، ولی به دلیل تحمیل تغییر شکل‌های بزرگ، پتانسیل بسیار بالایی برای ایجاد خسارت و صدمه به لوله را دارا است و باعث از بین رفتن یکپارچگی سازه‌ای خط لوله نیز می‌گردد. آسیب‌های ناشی از تغییر شکل ماندگار زمین در زمین‌لرزه‌های مختلف و از نقاط مختلف دنیا مانند زلزله‌های سال ۱۹۰۶ سان‌فرانسیسکو و ۱۹۷۱ سان‌فرناندو (ایالات متحده آمریکا)، سال ۱۹۹۵ کوبه (ژاپن)، سال ۱۹۹۹ کوکانلی (ترکیه) و سال ۱۹۹۹ چی‌چی (تایوان) گزارش گردیده‌اند. ایران نیز با توجه به قرارگیری بر روی کمربند زلزله، هر ساله با زمین‌لرزه‌های کوچک و بزرگ در نقاط مختلف جغرافیایی خود دست به گریبان بوده و از طرف دیگر بهره‌بردن از منابع زیرزمینی نفت و گاز نیز لزوم ایجاد زیرساخت‌هایی جهت انتقال این منابع را برای بهره‌برداری، استفاده و نیز مصارف صادراتی می‌طلبد که علی‌الاصول همان بکارگیری خطوط لوله می‌باشد. انطباق نقشه‌های خطوط اصلی

^۱ دانشجوی دکتری، گرایش مکانیک خاک و مهندسی پی

^۲ استادیار، عضو هیات علمی

^۳ Lifelines