تحلیل عددی رفتار لوله‌های مدفون پلی‌اتیلنی تحت اثر گسلش امتدادلغز

مهدی هاشم‌زاده[1]، عباس سروش[2]، زهرا صفارزاده کرمانی[3]
تهران، خیابان حافظ، روبروی خیابان سمیه، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

Mehdi1368@aut.ac.ir

خلاصه

سیستم‌های توزیع انرژی و آب از طریق لوله‌های مدفون در خاک، سال‌هاست که مورد استفاده قرار می‌گیرد. از عوامل آسیب‌زای این سازه‌های مدفون وجود گسل‌ها می‌باشند که با توجه به گستردگی آنها در ایران، لزوم بررسی اثر حرکت گسل بر لوله‌های مدفون اجتناب ناپذیر می‌باشد. لوله‌های پلی‌اتیلنی با توجه به قابلیت‌هایی از جمله نصب و اتصال آسان، انعطاف‌پذیری بالا، کاهش هزینه‌ها، دوام و مقاومت بالا، جایگزین خوبی برای لوله‌های فولادی، بتنی و چدنی می‌باشند. در این مقاله، به کمک مدلسازی بااستفاده از نرم‌افزار اجزا محدود آباکوس، حرکت گسل امتدادلغز بررسی شده‌است. در مدل‌های عددی تهیه شده، خط لوله و خاک به ترتیب با استفاده از المان‌های پوسته‌ای و ا حجمی مدل شده‌اند. همچنین اندرکنش بین خاک و لوله با تعریف دو مولفه مماسی و عمودی در نظر گرفته شده‌است. مطالعات پارامتریکی جهت بررسی اثر پارامترهایی نظیر نسبت قطر به ضخامت لوله، عمق دفن لوله و نوع خاک انجام و نتایج به صورت نمودارهای توزیع کرنش محوری و تعیین محل وقوع کمانش موضعی ارائه شده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که با کاهش نسبت قطر به ضخامت لوله، کاهش عمق دفن و شل‌تر شدن خاک عملکرد آن بهتر شده‌است و لوله‌های پلی‌اتیلنی به علت دارا بودن نسبت قطر به ضخامت‌های کمتر عملکرد بهتری نسبت به لوله‌های فولادی دارند.

کلمات کلیدی: لوله‌های مدفون پلی‌اتیلنی، حرکت گسل، اندرکنش لوله و خاک، مدلسازی عددی، گسلش امتدادلغز

1. مقدمه

خطوط لوله مدفون در برابر خطرات ناشی از زلزله شامل تغییر شکل دائمی زمین (PGD) همچون گسلش، روانگرایی و زمین‌لغزش و یا تغییر شکل‌های ناشی از امواج زلزله، آسیب‌پذیر می‌باشند. تغییر شکل‌های دائمی زمین به دلیل ایجاد کرنش‌های محوری و خمشی بزرگ که باعث گسیختگی کششی و یا کمانش خطوط لوله می‌شوند، تهدیدی جدی محسوب می‌شوند. در حالت کلی دو نوع گسلش امتدادلغز و شیب‌لغز داریم.

بررسی رفتار خطوط لوله مدفون برای اولین بار توسط Newmark و Hall (1975) [1] انجام گرفت و Kennedy و همکاران (1977) [2] این روش تحلیلی را با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و لوله توسعه دادند و لوله را به صورت کابلی انعطاف‌پذیر مدل کردند. Wang و Yeh (1985) [3] نیز با در نظر گرفتن سختی خمشی خط لوله این روش را بهبود دادند. Takada و همکاران (2001) [4] روش جدیدی را برای محاسبه کرنش بحرانی خطوط لوله متقاطع با گسل با استفاده از رابطه بین تغییر شکل طولی و مقطع خط لوله ارائه دادند. در مدل Takada لوله در نزدیکی گسل به صورت پوسته‌ای و در نواحی دورتر به صورت تیر مدل شده‌است. در سال‌های اخیر، Karamitros و همکاران (2007) [5] روشی تحلیلی بر مبنای ترکیب تئوری‌های تیر بر بستر ارتجاعی و تیر ارتجاعی، به محاسبه نیروی محوری، لنگر خمشی و کرنش ماکزیمم در خط لوله پرداختند و نتایج حاصل از آن را با نتایج مدل اجزا محدود سه‌بعدی با فنرهای غیر خطی برای خاک، مقایسه کردند. Xie و همکاران (2013) [6] به بررسی رفتار لوله‌های مدفون پلی‌اتیلنی در گسلش نرمال پرداختند. آن‌ها با کمک نرم‌افزار آباکوس به مدلسازی دوبعدی و سه‌بعدی گسلش لوله مدفون پرداخته و دقت انواع روش‌های عددی و تحلیلی را با نتایج حاصل از مدل آزمایشگاهی (آزمایش سانتریفوژ) ارزیابی کردند. از مزایای لوله‌های پلی‌اتیلنی نسبت به لوله‌های فولادی می‌توان به سبک بودن و سهولت انتقال ، ارزان بودن، مقاومت بسیار بالا در مقابل خرابی، سرعت و سهولت در اجرای شبکه، جوشکاری بسیار ساده و سهل بودن تربیت نیروی متخصص ، سهولت در نگهداری و تعمیرات، انعطاف و عمر مفید بالا اشاره کرد. در این مقاله، به بررسی عملکرد خطوط لوله مدفون پلی‌اتیلنی در گسلش امتدادلغز تحت تاثیر پارامترهای ضخامت لوله، عمق دفن و نوع خاک پرداخته می‌شود. ابتدا به معرفی چند معیار مهم که برای بررسی عملکرد لوله استفاده می‌شود، پرداخته شده و در ادامه نتایج می‌آید.

[1 و 3] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی ژئوتکنیک

[2] عضو هیئت علمی (دانشیار) دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست