



بررسی تأثیر چیدمان‌های مختلف ورق‌های FRP در مقاوم‌سازی لوله‌های مدفون بتنی

صالح یعقوبی^۱، محمدرضا توکلی‌زاده^۲

۱- دانشجوی دکتری سازه، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

1- saleh.yaghoobi@gmail.com

2- drt@um.ac.ir

چکیده

لوله‌های مدفون بتنی تحت فشار، برای انتقال آب، جمع‌آوری فاضلاب و دیگر موارد در سطح جهان کاربردی وسیع دارند. از این خطوط به عنوان شریان‌های حیاتی شهری یاد می‌شود و خسارت به هر بخش از آن‌ها، هزینه‌های هنگفتی را در بر خواهد داشت. فرسودگی تدریجی و مدفون بودن این لوله‌ها، سبب خوردگی و پوسیدگی دیواره‌ها شده و در نتیجه خسارت‌های جبران ناپذیری را به همراه خواهد داشت. بازسازی این زیرساخت‌های حیاتی مستلزم صرف هزینه‌های کلان بوده و با بکارگیری روش‌های نوین بهسازی، به راحتی می‌توان عملکرد این سازه‌ها را بهبود بخشید. تقویت از درون با بکارگیری از ورق‌های پلیمر مسلح با الیاف (FRP) که می‌تواند زبری سطح لوله را نیز کاهش دهد یکی از روش‌های کارا در بهسازی است. در این پژوهش، مکانیزم رفتاری لوله‌های مدفون بتنی با قطر بزرگ تقویت شده با ورق‌های FRP، توسط نرم‌افزار Abaqus CAE مورد بررسی قرار گرفته و میزان تأثیر روش مقاوم‌سازی بر این لوله‌ها مشخص می‌گردد. نتایج حاصل از تحلیل نرم‌افزار نشان می‌دهد که پلیمرهای مسلح به الیاف کربنی (CFRP) مناسب‌تر و مؤثرتر از پلیمرهای مسلح به الیاف شیشه‌ای (GFRP) بوده و با مقاوم‌سازی لوله‌ها از داخل، تنش‌ها را می‌توان تا ۳۵ درصد کاهش داد. هرچه ضخامت و سختی ورق‌های تقویت بالاتر باشد و به صورت چیدمان محیطی در لوله چسبانده شده باشد، کارایی روش افزایش می‌یابد. در آخر، با بررسی نتایج حاصل از مقاوم‌سازی این لوله‌ها، راه حل مناسب ارایه و هزینه لازم جهت مقاوم‌سازی با این روش برآورد و با هزینه‌های لازم جهت تعویض لوله و یا مقاوم‌سازی لوله از بیرون آن، مقایسه می‌گردد.

کلمات کلیدی: بتن مسلح، لوله‌های مدفون، مقاوم‌سازی، بهسازی، FRP

۱. مقدمه

لوله‌های مدفون به لوله‌های دایروی زیر زمین اطلاق می‌شود که جهت انتقال محصولاتی نظیر هیدروکربن‌های گازی یا مایع - که از مشتقات گاز طبیعی یا نفت خام می‌باشند - یا بخارهایی با فشار بالا و یا آب و فاضلاب استفاده می‌شود [۱]. این لوله‌ها نقشی حیاتی در تولید انرژی، اقتصاد و سلامت جوامع دارد و از آن‌ها به عنوان شریان‌های حیاتی هر جامعه یاد شده‌و انواع مختلفی نظیر لوله‌های چدنی، فولادی، بتنی، آریست سیمان و پلاستیکی دارند که بر اساس نوع کاربری شبکه لوله‌کشی، قطر لوله، دبی گذرنده از لوله و نوع خاک محل، از انواع مختلف آن، استفاده می‌شود [۲، ۳ و ۴]. در این پژوهش به مقاوم‌سازی شاه‌لوله‌های بتنی مدفون با قطرهای بالا پرداخته می‌شود.

فرسودگی لوله‌های آب و فاضلاب سبب می‌شود که این لوله‌ها مستعد خوردگی باشند. مدفون بودن این لوله‌ها و مجاورت آن‌ها با خاک‌های قلیایی یا اسیدی، مواد خورنده در خاک، رطوبت محیط و سیال‌های گذرنده از داخل لوله همگی شرایط لازم برای خوردگی این لوله‌ها را فراهم می‌نمایند. از سوی دیگر، حمله یون‌های سولفاتی زمانی که سولفید هیدروژن (H_2S) و مواد مشابه در لوله داشته باشیم، بسیار نگران کننده است. سولفید هیدروژن خود می‌تواند عامل خوردگی بتن باشد، ولی در عدم حضور اکسیژن، می‌تواند در آب حل شده و تبدیل به اسید سولفوریک شود که آن هم می‌تواند سبب به وجود آمدن خوردگی شدید در لوله شود [۵]. به طور کلی، خط لوله‌های مدفون که برای مدت بیشتر از پنج سال تحت بار سرویس هستند، دارای خوردگی زیاد یا ترک‌های نگران کننده‌ای می‌باشند که عامل آلودگی محیط زیست و تلفات انسانی و منابع مالی نیز می‌شود به طوری که تراوش و نشت در همه لوله‌های انتقال آب و فاضلاب وجود داشته و بسیار هزینه‌بر و گران تمام می‌شود. علاوه بر موارد بالا که سبب خوردگی و نیاز لوله به مقاوم‌سازی خواهد بود، بسیاری از لوله‌های مدفون، در گذشته بدون محاسبه و طراحی، برای انتقال آب و فاضلاب بکار گرفته و استفاده می‌شد، برخی دیگر نیز، گرچه بر اساس معیارهای آیین‌نامه‌ای آن روز طراحی شده‌اند، لیکن آیین‌نامه‌های قدیم، منطبق با شرایط بهره‌برداری امروزه