

## بررسی نحوه مدلسازی اندرکنش خاک و لوله برای خطوط لوله مدفون در خاک های ماسه ای نارونگرا به کمک فنرهای معادل

محمد رضا ردایی<sup>۱\*</sup>

۱- کارشناسی ارشد مهندسی عمران-سازه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران-شمال، [m.r.radaei@iau-tnb.ac.ir](mailto:m.r.radaei@iau-tnb.ac.ir)

### چکیده

پدیده زلزله، جزو سوانح طبیعی است که همه ساله خسارات جانی، مالی و زیست محیطی فراوانی بر جای می گذارد. امواج لرزه ای می توانند زمین ساختگاه و تکیه گاه را به صورت ماندگار جابجا کنند. تغییر مکانهای ماندگار زمین از جمله عوامل مهم آسیب در خطوط لوله مدفون وسطی می باشند. صدمات وارده بر لوله های مدفون در خاک در طی یک زلزله، ناشی از نیروها و تغییر شکل هایی است که از طریق سطح اندرکنش لوله و خاک به آنها وارد میگردد. برای اعمال این اندرکنش در مدلسازی ها و طراحی خطوط لوله مدفون، استانداردهای متداول صنعت خط لوله شرایط و ضوابط خاصی را به طراحان و کارفرمایان الزام می دارند. یکی از آنها که در غالب مدلسازی های انجام شده استفاده شده است، استفاده از فنرهای معادل خاک برای شبیه سازی اعمال اندرکنش بین خاک و لوله می باشد. لذا طی پژوهش حاضر به بررسی نحوه محاسبات و مدلسازی این فنرها برای خاک های ماسه ای نارونگرا می پردازیم.

**واژه های کلیدی:** خطوط لوله مدفون، اندرکنش خاک و لوله، فنرهای معادل خاک، خاک ماسه ای نارونگرا

### ۱- مقدمه

تغییر شکل های بزرگ ناشی از شکست شیب ها، حرکت گسل ها و شناور شدن لوله ها در ترانشه های کم عمق صدمات عمده ای در شبکه خطوط لوله مدفون به وجود می آورد. نیروی محوری و ممان های خمشی ایجاد شده در این حالات در خطوط لوله مدفون و کرنش های متناظر آنها، نتیجه نیروهای موجود در سطح مشترک خاک و لوله می باشند. بدین معنی که با حرکت زمین در اثر انتشار موج<sup>۱</sup> یا تغییر شکل ماندگار زمین<sup>۲</sup>، نیروهای قائم بر سطح لوله و همچنین نیروهای اصطکاکی، موجب اعمال بار بر لوله میشوند. [1] بنابراین، رفتار کلی خطوط لوله مدفون در مواجهه با زلزله، مستقیماً به رابطه نیرو-تغییر شکل در سطح تماس خاک و لوله بستگی داشته و تابعی از آن میباشد. بنابراین لازم است جهت طراحی خطوط لوله مدفون، اثر خاک محل مورد مطالعه به درستی در طراحی ها یا مدلسازی ها اعمال گردد. در این راستا، استانداردهای متداول طراحی لرزه ای صنعت خط لوله مانند آیین نامه شریان های حیاتی آمریکا<sup>۲</sup> [2] و انجمن مهندسی عمران آمریکا<sup>۳</sup> [3]، استفاده از فنر را جهت شبیه سازی

<sup>1</sup> Transient Ground Deformation- TGD

<sup>2</sup> Permanent Ground Deformation-PGD

<sup>3</sup> American Lifelines Alliance(ALA)

<sup>4</sup> American Society of Civil Engineers(ASCE)