



## بررسی رفتار مدهای کمانشی و پس کمانشی خطوط لوله تقویت شده با سخت کننده های مارپیچ

فرهاد ریاحی<sup>۱</sup>، ارسطو ارمغانی<sup>۲</sup>، میثم سروش<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد عمران سازه- دانشکده فنی مهندسی دانشگاه ارومیه

۲. استادیار گروه مهندسی عمران- دانشکده فنی مهندسی دانشگاه تبریز

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

f.riahi @ymail.com

### خلاصه

در این مقاله به ارائه نتایج آنالیز غیر خطی اثر سخت کننده های مارپیچ و رفتار مدهای کمانشی و پس کمانشی خطوط لوله می پردازیم بدین منظور نمونه های مدلسازی شده را تحت فشار یکنواخت بیرونی قرار می دهیم با رسیدن فشار وارده به یک مقدار معین، نمونه کمانش می کند، انتشار کمانش در نمونه ها در فشار های کم بصورت تدریجی و در فشارهای زیاد بصورت ناگهانی است. نمودار فشار-تغییر مکان از نقاط مختلف نمونه نشان می دهد که منحنی بصورت نرم صعود می کند تا به نقطه کمانش برسد. این روند که در تمامی تحلیل ها مشاهده می شود، نشان دهنده رژیم خاص خرابی پوسته در این نوع سازه ها است. نتایج حاصل از سختی ها و مقایسه آنها بیان می کند که نمونه ها با افزایش تعداد رینگها و کاهش فاصله آنها دارای قسمت پس کمانشی کوتاهتری می شوند و تغییر مکانها به شدت کاهش خواهند یافت به عبارت دیگر کمانش و به تبع آن قسمت پس کمانشی و در نتیجه خرابی خط لوله به صورت ناگهانی اتفاق می افتد.

کلمات کلیدی: سخت کننده های مارپیچ، موجهای محیطی، کمانش، خط لوله

### ۱-مقدمه

در خطوط لوله پایداری از جمله مهمترین پارامترهای طراحی می باشد که در صورت بوجود آمدن ناپایداری در لوله ها این پدیده به صورت کمانش کلی و موضعی اثر می نماید. بررسی مسایل پایداری و ناپایداری خطوط لوله از این نظر اهمیت دارد که نسبت ضخامت به ابعاد در اینگونه سازه ها بسیار کم است بنابراین افزایش ضخامت جداره لوله یکی از روش های متداول برای افزایش مقاومت و ایمنی در خطوط لوله می باشد. اما افزایش ضخامت سبب مشکلاتی از قبیل: ساخت، نصب و خصوصاً جوشکاری در خط لوله می گردد. لذا استفاده از سخت کننده هایکی از روش های پیشنهادی برای افزایش کارایی و بهره وری در اینگونه سازه ها می باشد. همچنین طرح بهینه طراحی لوله و سخت کننده ها باید بالاترین تنش کمانش دو شاخگی را در مقایسه با لوله هم وزن خود دارا باشد. به عبارت دیگر می توان اینگونه بحث نمود که ضخامت لوله با گرفتن مصالح از سخت کننده ها و افزودن آن به ضخامت لوله، افزایش می یابد در نتیجه تنش بحرانی برای کمانش موضعی لوله افزایش می یابد، ولی تنش بحرانی برای کمانش کلی لوله کاهش می یابد. در کمانش موضعی، برای کاهش محدودیت دورانی لوله تقویت شده که موجب خمش جان سخت کننده می شود، کمانش لوله بهینه شده معرفی می گردد.

از خصوصیات لوله ها در زمان وقوع کمانش موضعی تمایل به انتشار کمانش در طول لوله می باشد. در آنالیزهای انجام گرفته بر روی لوله تقویت شده علت اصلی تعداد موج های تشکیل شده در زمان کمانش لوله را می توان فاصله بین سخت کننده ها دانست به طوری که با کاهش فاصله رینگها تعداد موجهای سینوسی بیشتر می شود، هر چه تعداد رینگها افزایش یابد کمانش سریعتر پیش می رود و به طور ناگهانی اتفاق می افتد. با افزایش تعداد موجهای محیطی، مقاومت نمونه ها افزایش می یابد پس می توان راهکاری اندیشید که، خود کمانشی لوله، به سمت افزایش موجهای محیطی پیش رود. بنابراین می توان با بررسی فاصله و تعداد سخت کننده های مارپیچ با تعداد موجهای محیطی، حالت بهینه ای را برای خطوط لوله بدست آورد که سبب کاهش ضخامت لوله و به تبع آن کاهش وزن سازه