



کمانش خارج از صفحه ستونهای فرعی در دیوارهای برشی فولادی نیمه‌مقید در لبه‌ها

علیرضا جهان‌پور^۱، حمید محرمی^۲، علی‌اکبر آقا کوچک^۳

۱- استادیار سازه، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ملایر

۲- دانشیار سازه، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استاد سازه، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس

a.jahanpour@gmail.com

خلاصه

در دهه اخیر، دیوارهای برشی فولادی نیمه‌مقید در لبه‌ها به عنوان یک انتخاب به جای نوع سنتی آن پیشنهاد شده است و متناسب سازی اعضای آن، تحت بار مشخص مورد بررسی قرار گرفته است. در این سیستم، کمانش خارج از صفحه ستونهای کنار دیوار (فرعی) در ظرفیت باربری و رفتار آن تاثیر مستقیم دارد. در این مقاله، با استفاده از روش ریلی-ریتز مساله کمانش خارج از صفحه این ستون بررسی می‌شود. از نتایج این تحقیق می‌توان استفاده کرد و برای دیوار هر طبقه با هندسه معین، حداکثر لنگر واژگونی و نیروی برشی نظیر آن طوری بدست آورد که اعمال آنها بر دیوار باعث شود که ستون فشاری در آستانه کمانش خارج از صفحه قرار گیرد و بدین ترتیب منحنی اندرکنش لنگر واژگونی و ظرفیت برشی نهایی را بدست آورد. نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی با روش اجزاء محدود مورد تایید قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: دیوار برشی فولادی، کمانش خارج از صفحه، ظرفیت نهایی، روش ریلی ریتز، منحنی اندرکنش.

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، دیوارهای برشی فولادی به عنوان یک سیستم مناسب برای مقابله با بارهای جانبی پیشنهاد شده است و تحقیقات وسیعی در مورد رفتار آن تاکنون انجام پذیرفته است. محققین زیادی به انجام این تحقیقات همت گمارده‌اند که از جمله آنها می‌توان به Driver [۲۰]، Elgaaly [۳]، آستانه‌اصل [۵ و ۴]، صبور قمی [۷ و ۶] و ... اشاره کرد. در نوع سنتی دیوارهای برشی فولادی، رفتار بعد از کمانش ورق باعث می‌شود که در طول ستون تنشهای نسبتاً بزرگی اثر کند و در نتیجه، ستونهایی با مقطع بزرگ بدست می‌آید که این موضوع قدری طراحی را غیر معمول می‌نماید [۷].

ایده نیمه‌مقید بودن برای ستونهای کنار دیوار از حدود یک دهه پیش برای غلبه بر مشکل فوق پیشنهاد شده است و تحقیقاتی به صورت تحلیلی و آزمایشگاهی در مورد آن انجام گرفته است [۸ و ۹]. نتایج بدست آمده از این تحقیقات نشان داده است که سیستم دیوار برشی نیمه‌مقید در لبه، ظرفیت برشی قابل توجهی دارد و می‌تواند تا حدی برای جداسازی سیستم مقاوم در برابر بار جانبی از سیستم باربر قائم مورد استفاده قرار گیرد و بنابراین باعث می‌شود که اندازه مقطع ستونها کاهش قابل توجهی یابد. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، در این نوع از دیوار برشی فولادی، ورق دیوار به ستونهای اصلی سازه متصل نشده و در عوض به ستونهایی فرعی متصل شده که بار قائم را تحمل نمی‌کنند. در نتیجه، در این سیستم توسعه مفصل پلاستیک در ستونهای فرعی، نه تنها پایداری کلی سازه را تهدید نمی‌کند، بلکه در جذب انرژی آن نقش داشته و رفتار آن را بهبود می‌بخشد. در ضمن ستونهای فرعی باعث می‌شوند که ورق وارد ناحیه بعد از کمانش شده و میدان کشش در آن شکل گیرد.

آخرین تحقیق انجام شده در مورد این سیستم، جهت ارزیابی ظرفیت باربری نهایی آن بوده که با استفاده از روش تحلیل پلاستیک سازه‌ها و با تاکید بر روش کرانه پایین و با تایید روش کرانه بالا انجام پذیرفته است [۱۰]. در این تحقیق، با استناد به تشابه سیستم مزبور با تیورقها و استفاده از تحقیقات انجام گرفته در زمینه رفتار آنها [۱۱]، یک مکانیزم خرابی در نظر گرفته شده و با اعمال اثرات لنگر خمشی، این مکانیزم تعمیم داده شده است. سپس با اعمال روش کرانه پایین و در نظر گرفتن شرایط تعادل و تسلیم و پس از اعمال لنگر واژگونی ناشی از بارهای جانبی حاصل از طبقات بالاتر بر طبقه مفروض، یک دستگاه ۱۰ معادله و ۱۰ مجهول ایجاد می‌شود که این معادلات بایستی به صورت عددی و تکراری حل شوند. در مسیر حل معادلات فوق سه حلقه اصلی پیموده می‌شود و با حل آنها مجهولات مساله بدست می‌آیند. زاویه میدان کشش طوری بدست می‌آید که مقدار ظرفیت باربری دیوار به بیشترین مقدار خود برسد. حصول به همگرایی، نشان دهنده رسیدن به ظرفیت باربری دیوار با در نظر گرفتن لنگر واژگونی فرضی است. روند