

مقایسه رفتار ناپایداری سیستم‌های چلیکی کش‌بستی مدولار و غیر مدولار

خالد توفیقی ذهابی^۱، کریم عابدی^۲

۱- مدرس مرکز آموزش عالی امام رضا (ع) اسلام آباد غرب

۲- استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سهند تبریز

Khaled6486@gmail.com

خلاصه

سیستم‌های کش‌بستی (Tensegrity) به مجموعه‌ای خودمتعاد از کابل‌های پیوسته و پیش‌تنیده و میله‌های ناپیوسته گفته می‌شود. سیستم‌های متداول کش‌بستی متشکل از واحدهایی هستند که هر واحد به تنهایی، خودمتعاد می‌باشد به این دلیل این سیستم‌ها را «مدولار کش‌بستی» می‌نامند. در سال ۲۰۰۰، Motro و همکارانش، جهت سهولت در اجرا، بیان نمودند برای یک سیستم کش‌بستی لازم نیست تک تک واحدها خودمتعاد باشند بلکه اگر سیستم کلی حاصله خودمتعاد باشد سیستم کش‌بستی حاصل می‌شود. این سیستم‌های جدید، به دلیل اینکه از واحدهای کش‌بستی تشکیل نشده‌اند «غیرمدولار کش‌بستی» نامیده می‌شوند. در این پژوهش، به بررسی نحوه خرابی دو چلیک کش‌بستی مدولار و غیرمدولار پرداخته می‌شود. در هر دو سیستم تأثیر پارامترهای تراز خودتنیدگی و نسبت سختی میله‌ها به سختی کابل‌ها در وضعیت ناپایداری این سازه‌ها بررسی می‌گردد. تمامی تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار اجزای محدود ANSYS صورت پذیرفته است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که رفتار سیستم‌های مدولار منظم‌تر و مطلوب‌تر می‌باشند.

کلمات کلیدی: کش‌بستی، مدولار، غیرمدولار، تحلیل غیرخطی.

۱. مقدمه

سیستم‌های کش‌بستی (Tensegrity systems)، سیستم‌های خودمتعاد متشکل از اعضای فشاری ناپیوسته و اعضای کششی پیوسته می‌باشند. واژه‌ی خودمتعادلی در این تعریف به این معناست که این سیستم‌ها بدون نیاز به هرگونه نیروی خارجی حتی نیروی گرانش، می‌توانند تعادل خود را حفظ کنند [۱]. این خاصیت بسیار جالب سیستم‌های کش‌بستی حاصل تنش‌های اولیه‌ای است که در اعضا بر اثر کوتاه کردن کابل‌ها ایجاد می‌شود. این تنش‌های اولیه به دلیل آنکه مستقل از وجود تکیه‌گاه یا دیگر نیروهای خارجی است «خود» تنیدگی (self-stress) نامیده می‌شود [۲]. این سیستم‌ها در سال ۱۹۴۸ توسط فولر و شاگردش نیلسون ابداع شدند [۱]. از زمان ابداع این سیستم‌ها، به دلیل جذابیت خاص آنها، محققین رشته‌های مختلفی بر روی رفتار و خصوصیات این سیستم‌ها مطالعه نموده‌اند. از منظر مهندسی سازه، یکی از مسائل مهم در مورد این سیستم‌ها، پایداری این سیستم‌هاست زیرا به دلیل قابلیت این سیستم‌ها در پوشش سقفهای با دهانه بزرگ، خرابی آنها، از لحاظ مالی و جانی می‌تواند بسیار مهم باشد [۳].

یکی دیگر از مباحث چالش برانگیز در مورد سیستم‌های کش‌بستی در مهندسی عمران، قابلیت استفاده از این سیستم‌ها در پروژه‌های واقعی می‌باشد از این رو محققان تلاش بسیاری نموده‌اند که این سیستم‌ها را به گونه‌ای طراحی نمایند که بتوان از آنها جهت کاربردهای عملی استفاده نمایند. یکی از این تلاش‌ها، در سال ۲۰۰۰ توسط Motro و همکارانش صورت گرفت، آنها استدلال نمودند اگر بنا به تعریف رایج، هر سازه‌ی کش‌بستی از سرهم کردن مدول‌های کش‌بستی خودمتعاد ایجاد شود اولاً: سازه‌ی حاصله در اثر مکانیزم‌های ایجاد شده در محل وصله‌ی واحدها، سختی‌اش کاهش می‌یابد، ثانیاً: ایجاد این سازه‌هایی که تک تک مدول‌های آن کش‌بستی باشد دشوار است. از این رو آنها سیستم جدیدی را پیشنهاد نمودند که واحدهای تشکیل‌دهنده‌ی آنها، مستقلاً کش‌بستی نمی‌باشند اما سازه‌ی کلی کش‌بستی می‌باشد [۴]. در این پژوهش این سیستم‌های جدید به دلیل اینکه از مدول‌های کش‌بستی حاصل نشده است «کش‌بستی غیرمدولار» نامیده می‌شود.

^۱ کارشناس ارشد مهندسی عمران-سازه، مدرس مرکز آموزش عالی امام رضا (ع)، اسلام آباد غرب

^۲ استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سهند تبریز