



انتخاب حالت‌های خودتنیدگی سیستم‌های کش‌بستی با استفاده از روش سادکی (simplex)

خالد توفیقی ذهابی^۱، کریم عابدی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی سازه، دانشگاه صنعتی سهند تبریز

۲- استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سهند تبریز

Khaled6486@gmail.com

خلاصه

سیستم‌های کش‌بستی، سیستم‌های خودمتعادل متشکل از اعضای فشاری ناپیوسته و اعضای کششی پیوسته می‌باشند. اساس پایداری این سیستم‌ها، متکی بر خودتنیدگی اولیه‌ی اعضای آن می‌باشد. بدست آوردن حالت‌های خودتنیدگی، به گونه‌ای که شرط سختی یک‌طرفه‌ی کابل‌ها را رعایت کند موضوعی چالش‌برانگیز است. در این نوشته، شیوه استفاده از یکی از روش‌های معروف ریاضیات کاربردی تحت عنوان «روش سادکی» برای حصول خودتنیدگی‌های «شدنی» در سیستم‌های کش‌بستی تشریح شده است. برای پیاده‌سازی روش پیشنهادی، برنامه‌ای با نرم‌افزار MATLAB نوشته شد و نتایج موفقیت‌آمیزی حاصل شد.

کلمات کلیدی: کش‌بستی، خودتنیدگی اولیه، برنامه‌نویسی خطی، روش سادکی

۱. مقدمه

سیستم‌های کش‌بستی (Tensegrity systems)، سیستم‌های خودمتعادل 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. 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.

بدیهی است خودتنیدگی اولیه‌ای که به سیستم اعمال می‌شود نمی‌تواند هر مقداری باشد بلکه باید به گونه‌ای انتخاب شود که تعادل بافتار حفظ شود. شاید در مورد یک مدول ساده با تعداد اعضای محدود بتوان به حل معادلات تعادل برای تک تک گره‌ها برای بدست آوردن تنش‌های اولیه هر کدام از اعضا اکتفا نمود اما بی‌شک با افزایش تعداد اعضا و پیچیده شدن مدل هندسی سازه، بایستی تدابیر دیگری اتخاذ نمود. این مسأله مدت‌هاست که محققین زیادی برای حل آن روش‌هایی پیشنهاد نموده‌اند و سبب باز شدن مبحثی تحت عنوان فرم‌یابی سازه‌های کش‌بستی گردیده است.

یکی از روش‌های معروف در زمینه فرم‌یابی سازه‌های کش‌بستی، روش دانسیته نیرو می‌باشد. مجهولات در این روش، یا خودتنیدگی خواهد بود یا هندسه. برای سازه‌هایی که هندسه آن‌ها از قبل مشخص است، خودتنیدگی مجهول خواهد بود. با استفاده از این تئوری، معادلات به صورت یک دستگاه معادلات همگن در می‌آید. حل همین دستگاه مسأله اصلی است چرا که به هنگام تشکیل دستگاه، سختی یک‌طرفه‌ی کابل‌ها لحاظ نشده است و بنابراین در جواب‌هایی که برای دستگاه حاصل می‌شود جواب‌هایی حاصل می‌شود که «شدنی» نیست یعنی مثلاً برای کابل‌ها، تنش‌های اولیه‌ی فشاری را پیشنهاد می‌دهد. یکی از راه‌های شدنی کردن جواب‌ها اینست که ترکیبی خطی از جواب‌ها یافت شود به قسمی که شرط مذکور را برآورده کند. در تحقیق حاضر، برای یافتن ضرایب مناسب برای ترکیب خطی شدنی از یکی از تئوری‌های معروف ریاضیات کاربردی، به نام روش سادکی (simplex method) از مباحث مربوط به برنامه‌نویسی خطی، استفاده شده است. برای پیاده‌سازی این تئوری و کاربرد آن در سازه‌های کش‌بستی، یکی از چالش‌های اصلی مسأله تعیین تابع هدف مناسب است. در این پروژه، تابع هدف، به حداقل رساندن مجموع ضرایب مثبت مصنوعی اضافه شده به معادلات تعریف شده، می‌باشد. در واقع معنای این تابع هدف این است که زمانی حل مسأله به دست می‌آید که مجموع ضرایبی که به صورت مصنوعی به مسأله اضافه شده است، حداقل شود. برای صحت‌سنجی، نتایج حاصل، با شرایط لازم و کافی پایداری که محققان برای قبول خودتنیدگی در سازه‌های کش-