

بررسی و مقایسه‌ی روش‌های اجزا محدود و توابع پایداری در آنالیز مرتبه دوم غیر خطی و غیرالاستیک پایداری قاب‌ها

میلاد دهقانی^{1*}، حسین شایسته²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران (سازه)، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، بخش عمران، miladdehghani68@yahoo.com

2- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران (سازه)، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، بخش عمران، hosseineshayeste@gmail.com

چکیده

در گذشته آثار پایداری تنها از طریق حل مسئله در سطح اعضا با استفاده از ضرایب طول موثر منظور می‌شد. انتقاد اصلی بر این روش این است که این روش بر مبنای تحلیل کشسان حالات ایده‌آل استوار است و نمی‌تواند برای تخمین رفتار پایداری سیستم‌های واقعی مورد اعتماد باشد. بدلیل این مشکلات محققان روی به روش‌های نوینی از تحلیل برای لحاظ کردن اثرات ثانویه آوردند. تحلیل‌های غیرخطی و غیرالاستیک، از جمله این روش‌ها هستند. در این روش‌ها آنالیز پایداری کل قاب به صورت یکجا انجام می‌گردد و از طول واقعی عضو استفاده می‌شود و دیگر فاکتوری به نام ضریب طول موثر مورد نیاز نیست. اثرات حذف ضریب طول موثر در کاهش سختی قاب، هم زمان با لحاظ کردن بارهای فرضی در قاب‌ها انجام می‌گیرد. روش‌های تحلیل غیرخطی را می‌توان به دودسته‌ی روش اجزاء محدود و روش توابع پایداری طبقه بندی کرد. هدف اصلی در این مقاله، شناسایی و مقایسه این روش‌ها می‌باشد. برای تحقیق صحت عددی و ارزیابی روش‌های آنالیز مرتبه‌ی دوم، یک ستون طره‌ای و یک قاب دوطبقه برای آنالیز مورد استفاده قرار گرفت. کد آنالیز المان‌های مورد نظر به روش پایداری، در نرم‌افزار متلب نوشته شد و نتایج به دست آمده با نرم‌افزار اجزا محدود (ABAQUS) مقایسه گردید. نتایج نشان می‌دهد روش‌های توابع پایداری با تعداد المان کمتر و سرعت بیشتر نسبت به روش‌های اجزا محدود به یک همگرایی می‌رسند.

واژه‌های کلیدی: پایداری قاب، تحلیل غیر خطی و غیرالاستیک، تحلیل غیر خطی هندسی، عملکرد واقعی سازه.

1-مقدمه

هنگامی که هدف بررسی مسیر بار تغییر-مکان با وارد کردن تغییر هندسی سازه در طول بارگذاری باشد باید اثر تغییر شکل‌های بزرگ را به سخن دیگر اثرهای مرتبه‌ی دوم را وارد تحلیل کرد. با این حال، هنوز رابطه سازی‌های کارآمدی برای وارد کردن اثرات مرتبه‌ی دوم به ویژه در نیروهای محوری زیاد ارائه نشده است. در سال‌های اخیر محققین بسیاری در زمینه روش‌های تحلیل غیرخطی و غیرالاستیک قاب‌ها به مطالعه پرداخته و روش‌های بدیعی را به جامعه مهندسی معرفی کردند. روش‌های تحلیل غیر خطی ارائه شده در کلی‌ترین حالت به دو روش اجزا محدود و روش توابع پایداری تفکیک می‌شود. اساس روش توابع پایداری حل معادلات دیفرانسیل تعادل حاکم بر المان تیرستون است که از حل این معادلات روابط اندرکنشی بین چرخش‌های انتهایی المان حاصل می‌شود. لیوزلی و چاندلر در سال 1956 اولین کسانی بودند که مقوله‌ی توابع پایداری را به جامعه محققین در زمینه مهندسی سازه معرفی کردند [1]. در ادامه با استفاده از همین مفهوم در سال 1973 تحقیقاتی در زمینه نحوه‌ی بدست آوردن ماتریس سختی مماسی در قاب‌های دو بعدی و سه بعدی توسط اوران انجام شد [2و3]. در ماتریس سختی مماسی ارائه شده توسط اوران اثرات نیروی محوری بروی سختی خمشی لحاظ شده‌اند.

در روش اجزا محدود از ایده توابع شکل جهت پیش‌بینی تقریبی چگونگی تغییر شکل المان استفاده می‌شود و همچنین در این روش، تابع تغییر مکان جزء، فرض می‌شود و ادامه کار با شیوه‌هایی مانند رابطه‌های ایستایی، کار مجازی یا کار مایه‌ی نهفته کل به انجام می‌رسد. برتری راهکار اجزا محدود در سر راست بودن آن می‌باشد. در روش اجزا محدود بر پایه‌ی پژوهش‌های جان و ژو در سال 1995 و چن و چوی در سال 1996، هنگامی که نیروی محوری عضوهای سازه بیش از مقدار مشخصی