



بررسی کمانش موضعی غیرالاستیک ورق‌های قوسی با استفاده از روش نوار محدود

شهرزاد کسائیان^۱، مجتبی ازهری^۲، البرز حاجیان‌نیا^۳

- ۱- کارشناس ارشد سازه، دانشگاه صنعتی اصفهان، تلفن: ۰۳۱۱-۲۳۳۰۴۱۰، نمابر: ۰۳۱۱-۲۳۳۰۴۲۲
- ۲- استاد دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان، تلفن: ۰۳۱۱-۳۹۱۳۸۰۴، نمابر: ۰۳۱۱-۳۹۱۲۷۰۰
- ۳- مربی دانشکده عمران، دانشگاه آزاد اسلامی نجف آباد، تلفن: ۰۳۱۱-۶۶۸۶۹۲۷، نمابر: ۰۳۱۱-۲۳۳۰۴۲۲

shahrzad834@yahoo.com

mojtaba@cc.iut.ac.ir

hajiannia_a@iaun.ac.ir

خلاصه

در این مقاله با استفاده از روش نوار محدود به بررسی ناپایداری موضعی غیرالاستیک ورق‌های قوسی پرداخته شده است. ورق قوسی مورد بررسی در دو انتهای طولی دارای قیود تکیه‌گاهی مفصلی می‌باشد. در این روش، در جهت طولی از توابع سینوسی و در جهت عرضی از توابع چندجمله‌ای استفاده می‌شود که می‌تواند درجات آزادی جابه‌جایی و چرخشی را در لبه‌ها و هم‌چنین دو گره در داخل المان ارزیابی کند. استخراج ماتریس‌های سختی و هندسی ورق بر پایه‌ی روش‌های انرژی صورت گرفته است. بررسی اثرات تغییر ضخامت، تغییر انحنا در مقطع و هم‌چنین انواع مختلف بارگذاری و شرایط تکیه‌گاهی بر ظرفیت باربری غیرالاستیک از جمله تلاش‌های انجام گرفته می‌باشند. با فرض شعاع بی‌نهایت و تصحیح ماتریس‌های سختی و هندسی ورق قوسی، توانستیم پایداری غیرالاستیک ورق تخت را نیز مورد بررسی قرار دهیم. تحلیل رفتار غیرالاستیک ورق‌های قوسی فولادی و آلومینیومی به صورت جداگانه انجام پذیرفته است.

کلمات کلیدی: ورق قوسی، ناپایداری موضعی، غیرالاستیک، نوار محدود

۱. مقدمه

هدف اصلی مهندسین عمران، طراحی سازه‌ای است که بتواند بارهای اعمالی را به‌صورت ایمن به زمین منتقل کند. سازه از اجزای مختلفی تشکیل می‌شود و ورق‌ها از اصلی‌ترین اجزای سازه‌ای هستند که حتی می‌توانند به‌عنوان یک سازه کامل مورد استفاده قرار گیرند. تیرورق‌ها، دال‌های پی و سقف، دریچه‌ها، دیوارهای حائل نازک و عرشه‌ی پل‌ها نمونه‌هایی از سازه‌های ساخته شده از ورق‌ها هستند.

ورق‌ها اجزای سازه‌ای دوبعدی هستند که در آن‌ها بعد ضخامت، h ، نسبت به سایر ابعاد به‌مراتب کوچک‌تر است. ولی علی‌رغم ضخامت کم آن‌ها، با توجه به نحوه‌ی عملکردی دوبعدی در انتقال بار، می‌توانند به‌عنوان یک سازه ایمن و اقتصادی مورد استفاده قرار گیرند. حل معادله دیفرانسیل حاکم بر رفتار ورق، تنها روش برای دست‌یابی به حل دقیق آن می‌باشد. ولی تاکنون این روش فقط برای حالت‌های نسبتاً ساده امکان‌پذیر بوده‌است. بنابراین روش‌های تقریبی و روش‌های عددی به‌عنوان ابزاری برای تحلیل ورق‌ها به کار گرفته شد. روش نوار محدود از جمله روش‌های عددی در تحلیل ورق‌ها می‌باشد، که می‌توان با استفاده از آن به خوبی با توجه به نحوه‌ی تقسیم‌بندی نواری ورق، با استفاده از تعداد المان به مراتب کمتر نسبت به سایر روش‌های عددی به دقت قابل قبولی در تحلیل ورق‌ها دست یافت. بنابر این با استفاده از این روش و برنامه‌نویسی در نرم افزار MATLAB به تحلیل پایداری غیرالاستیک ورق‌های قوسی در شرایط متفاوت هندسی و بارگذاری پرداختیم.

پرزمنیسکی در سال ۱۹۷۳ برای اولین بار روشی را برای تحلیل پدیده کمانش به شکل نوار محدود ارائه نمود. وی نام روش خود را نوعی اجزاء محدود نامید ولی کار او در حقیقت همان نوار محدود بود [۱]. پس از آن در زمینه‌ی بررسی کمانش الاستیک ورق‌های قوسی نیز به روش نوار محدود تلاش‌هایی انجام پذیرفت که می‌توان به تحقیقات انجام شده توسط داو [۲] اشاره کرد. وی از یک المان ۱۶ درجه آزادی در تحلیل خود استفاده