محاسبه خیزهای بزرگ ورق مستطیل شکل نازک با چهار لبه ساده

علی رمضانی‌نسب[۱]، علیرضا جهان‌پور[۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده عمران و معماری دانشگاه ملایر
۲- استادیار سازه دانشکده عمران و معماری دانشگاه ملایر

ramezaninasab.ali@engineer.com
a.jahanpour@malayeru.ac.ir

خلاصه

ورق‌های نازک در سازه‌ها ممکن است تحت بارهای عمود بر صفحه خود قرار گیرند، طوریکه این بارها باعث ایجاد تغییرشکل‌های بزرگ در آنها گردد. در این مقاله معادلات حاکم بر رفتار ورق مستطیل شکل نازک ایزوتروپیک با فرض تغییر شکل‌های بزرگ الاستیک مورد توجه قرار گرفته است. جهت عمومیت بخشیدن به نتایج حاصله، معادلات مورد نیاز به صورت بدون بعد در آمده وبا اعمال روش تفاوت‌های محدود مرکزی بررسی شده است. به منظور حل معادلات فوق، نرم افزاری رایانه‌ای تهیه شده که اعمال شرایط مختلف بارگذاری در آن پیش بینی گردیده است. صحت الگوریتم و نتایج خروجی برنامه برای شرایط معلوم بر مبنای حل دقیق، جهت ورق نازک کنترل گردیده است و در نهایت جهت تنظیم نتایج جدید استفاده شده است.

کلمات کلیدی: ورق مستطیل شکل نازک، تغییرشکل‌های بزرگ، تفاوت‌های محدود

۱. مقدمه

ورق سازه‌ای است که در مهندسی کاربردهای زیادی دارد. سازه‌هایی هستند که شکل اولی‌شان تخت و ضخامت آنها بسیار کوچکتر از دو بعد دیگر است. این سازه‌ها اصولا از سطوحی تخت و مسطح تشکیل می گردند که به دلیل ناچیز بودن ضخامت در مقایسه با ابعاد سطحی، تنها با دو مختصه x , y قابل بیان می‌باشد. ورق در اثر اعمال بارهای خارج از سطح خود دچار خمش می‌شود و تنش‌های به وجود آمده به کمک تئوری خمشی صفحات محاسبه می گردد. هدف از بکار گیری این تئوری، پیش بینی دقیق رفتار ورق پس از اعمال بار و برآورد میدان تنش، کرنش، تغییر مکان و محاسبه نحوه توزیع این کمیت‌ها در ضخامت ورق می‌باشد. بسیاری از کاربردهای مهندسی از مقوله ((ورق تحت خمش)) است. بدین منظور ضخامت t را به وسیله یک صفحه موازی دو وجه (فوقانی و تحتانی) به دو نیمه مساوی تقسیم می کنیم. این صفحه، صفحه میانی ورق خوانده می‌شود. ضخامت ورق در امتداد عمود بر صفحه‌ی میانی اندازه‌گیری می‌شود. خواص خمشی یک ورق عمدتا وابسته به ضخامت آن است تا به دو بعد دیگر آن. می‌توان ورق‌ها را به سه دسته تقسیم کرد: ورق‌های نازک با خیز کوچک، ورق‌های نازک با خیز بزرگ و ورق‌های ضخیم. بر طبق ملاکی که اغلب (به منظور محاسبات فنی) در تعریف یک ورق نازک استفاده می‌شود، نسبت ضخامت به طول دهانه کوچکتر باید کمتر از $\frac{1}{20}$ باشد. برای وضوح بیشتر، خیز و ضخامت ورق‌ها روی نمودارها به نحو مبالغه آمیزی نشان داده خواهد شد. فرض می‌شود که مواد تشکیل دهنده ورق همگن و همسانگرد هستند. یک ماده همگن در کل سازه خواص یکسانی را از خود نشان می‌دهد. هنگامی که خواص در همه جهات یکسان باشد، ماده همسانگرد خوانده می‌شود. تعیین توزیع تنش و تغییرمکان ورقی که در معرض مجموعه‌ای از نیروهای وارده قرار گرفته است، نیازمند در نظر گرفتن تعدادی از شرایط اساسی است؛ که به قوانین فیزیکی خاص، خواص ماده، هندسه، و نیروهای سطحی بستگی دارد. هر جا که شکل ورق یا هیات بارگذاری (به علت پیچیدگی) مانع حل نظری شود یا هنگامی که در پی اثبات نتایج نظریه‌ای هستیم، به کار گیری روش‌های عددی مزیت دارد. نخستین بررسی چشمگیر ورق‌ها در سال ۱۸۰۰ صورت پذیرفت. بعد از آن پیرامون حالت‌های مختلف خمش ورق‌ها کارهایی صورت گرفت: نظریه اصلی را در واقع ناویر، کیرشف و لوی، و شیوه‌های عددی