



تحلیل ارتعاش آزاد و کمانش ورق‌های چندلایه‌ی کامپوزیت با استفاده از روش ایزوژنومتريک

سعید شجاعی^۱، نوید ولی‌زاده^۲

بخش مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

navid.valizadeh@gmail.com

خلاصه

در این مقاله به بررسی ارتعاش آزاد و کمانش ورق‌های چند لایه‌ی کامپوزیت با استفاده از تحلیل ایزوژنومتريک پرداخته شده است. تحلیل ایزوژنومتريک یک روش نوین در مکانیک محاسباتی است و ایده اصلی آن بکارگیری توابع پایه نریز (فرم تعمیم‌یافته توابع بی-اسپلاین) در تقریب میدان حل و توصیف هندسه می‌باشد. در پژوهش حاضر، معادله حاکم ورق بر اساس تئوری کیرشهف و با استفاده از روش گالرکین گسسته سازی شده است. برای اعمال شرایط مرزی ضروری از روش ضریب لاگراژ استفاده شده و به منظور حل مسئله مقدار ویژه حاصل، تکنیک‌های تجزیه مقدار تکیه و تبدیل متعامد به کار گرفته شده‌اند. چندین مسئله متداول ورق چندلایه کامپوزیت با شرایط مرزی متفاوت و جهت الیاف مختلف مورد تحلیل قرار گرفته‌اند و نتایج با پاسخ دقیق و یا پاسخ روشهای عددی دیگر مقایسه شده است. نتایج عددی، دقت بالا و کارایی روش ایزوژنومتريک را برای حل مسائل مقدار ویژه ورقهای چندلایه‌ی کامپوزیت تایید می‌کند.

کلمات کلیدی: ارتعاش آزاد، کمانش، ورق چندلایه کامپوزیت، تحلیل ایزوژنومتريک، توابع نریز

۱. مقدمه

با توجه به نسبت بالای سختی به وزن، نسبت بالای مقاومت به وزن و دیگر برتری‌های مواد کامپوزیت در مقایسه با مواد ایزوتروپیک متداول، ورق‌های چندلایه کامپوزیت به طور گسترده‌ای در سازه‌های مختلف مهندسی و کاربردهای مدرن صنعتی مانند اتومبیل‌ها، زیردریایی‌ها، ساختمانها، صنایع هوافضا و ... به کار گرفته شده است. به طور کلی، درک دقیق رفتار ورق‌های چندلایه کامپوزیت مانند مشخصات مدی، بار کمانشی، توزیع تنش، تغییر شکل‌های بزرگ و ... ضروری به نظر می‌رسد. این مسئله بدین دلیل از اهمیت بالایی برخوردار است که تحلیل گران و طراحان بایستی درک عمیقی از سازه‌ها داشته باشند. به‌ویژه، با توجه به استفاده گسترده ورق‌های چندلایه کامپوزیت در کاربردهای صنعتی، مطالعات درباره مدلسازی رفتار ورق‌ها در روشهای طراحی، به خصوص برای شرایط بارگذاری دینامیکی، بسیار مهمتر می‌گردد. از نقطه نظر مهندسی ارتعاشات، پارامترهای مدی، اطلاعاتی ضروری برای فرایند طراحی به شمار می‌روند و تاثیر عمده‌ای بر مشخصات پاسخ اجباری یک سازه دارند. پیش از این، روشهای مورد استفاده برای مطالعه ارتعاش ورقها بر اساس پاسخهای تحلیلی و یا کارهای تجربی بودند. به هر حال، با توجه به مشکلات این روشها، پیچیدگی‌های ریاضی و دشواری‌های فراوان در مدلسازی واقعی مسائل عملی، این روشهای کلاسیک معمولاً قابلیت کاربرد بسیار محدودی دارند. بنابراین، ایجاد و کاربرد روشهای عددی برای حل تقریبی این مسائل از اهمیت عمده‌ای برخوردار است.

روش ایزوژنومتريک یکی از جدیدترین روشهای عددی در تحلیل مسائل مکانیک محاسباتی است که اخیراً توسط پروفیسور هیوز و همکاران [۱] ارائه شده است. در این روش، توابع پایه نریز (توابع پایه استاندارد سیستم‌های طراحی کامپیوتری) برای تقریب میدان حل و همچنین تعریف هندسه به کار می‌رود. از مزیت‌های روش ایزوژنومتريک نسبت به روش اجزای محدود می‌توان به مدلسازی دقیق شکل‌های معمول مهندسی و هندسه‌های پیچیده، استراژی‌های ساده و سیستماتیک بهبودسازی شبکه و دقت بالاتر تحلیل اشاره نمود. این ویژگی‌ها سبب شده است تا روش ایزوژنومتريک به طور روزافزون در مسائل مختلف مهندسی [۲] به کار گرفته شود.

^۱ استادیار

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد سازه