



بررسی کمانش ورق‌های ضخیم لایه‌ای کامپوزیت با استفاده از روش نوار محدود

حجت اله تن زاده^۱، حسین عموشاهی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشگاه اصفهان

۲- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه اصفهان

h.tanzadeh^{۸۹}@gmail.com

خلاصه

در این مقاله با استفاده از روش نوار محدود به بررسی کمانش ورق‌های ضخیم کامپوزیت پرداخته شده است. در این روش در جهت طولی از توابع مثلثاتی و در جهت عرضی برای درجات آزادی جابه‌جایی و چرخشی در لایه‌های المان از توابع چندجمله‌ای هرمیتی و همچنین درجات آزادی مربوط به تغییر شکل برشی و جابه‌جایی‌های درون صفحه از توابع لاگرانژ استفاده شده است. تئوری برشی مرتبه اول از دقت خوبی برخوردار بوده اما محاسبه ضریب اصلاح برش برای این تئوری به دلیل دشواری در پاره‌ایاز موارد ضرورت استفاده از تئوری‌های برشی مراتب بالاتر را ایجاد می‌کند. در این مقاله از تئوری برشی مرتبه سوم ردی استفاده شده که این تئوری نیاز به ضرایب اصلاح برش تئوری مرتبه اول را مرتفع می‌سازد. به کمک قضیه حداقل انرژی پتانسیل کل، کمانش چند نمونه ورق با در نظر گرفتن پارامترهای مختلفی چون نسبت مدول الاستیسیته، نسبت ابعاد به ضخامت و جهات مختلف قرارگیری الیاف بررسی می‌شود. در پایان نتایج مقاله با مقالات دیگر مقایسه شده و جداول و شکل‌های ارائه شده صحت این نتایج را با آن‌ها تایید می‌کند.

کلمات کلیدی: کمانش، ورق ضخیم کامپوزیت، روش نوار محدود، تئوری برشی مرتبه سوم ردی، توابع هرمیتی

۱. مقدمه

ورق کامپوزیت به ماده‌ای اطلاق می‌شود که از دو فاز ماتریس و تقویت‌کننده تشکیل شده باشد و از فاز دوم حداقل به اندازه ۵ درصد استفاده شده باشد. در مهندسی مواد این اصطلاح معمولاً به موادی گفته می‌شود که از یک فاز زمینه (ماتریس) و یک تقویت‌کننده (پرکننده) تشکیل شده باشند. ورق‌های کامپوزیت در سال‌های اخیر به دلیل خواص منحصر به فرد خود مورد توجه و استفاده قرار گرفتند. مهم‌ترین مزیت این ورق‌ها آن است که با توجه به نیازها، می‌توان خواص آن‌ها را کنترل کرد. از مزایای کامپوزیت‌ها می‌توان مقاومت بسیار بالا، وزن اندک و قابلیت کنترل مشخصات سازه-ای با تغییر در جهت الیافو تعداد لایه‌ها نام برد. کاربری این ورق‌ها بسیار ساده است و در مقابل خوردگی نیز مقاوم‌اند. بنابراین استفاده از آن‌ها در ساخت و سازها اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. از این رو شناخت رفتار استاتیکی، دینامیکی، کمانشی و . . . ورق‌ها و پوسته‌های لایه‌ای کامپوزیت و تخمین صحیح تغییر مکان‌ها، در جهت‌طراحی مطلوب‌تر، ضرورت می‌یابد. مهمترین مسأله برای این ورق‌ها، پدیده کمانش می‌باشد که در مقادیر کوچک تنش‌های اعمالی رخ می‌دهد و منجر به تغییر شکل‌های بزرگ می‌گردد.

پرزمنیسکی [۱] برای اولین بار در سال ۱۹۷۳ از روش نوار محدود برای محاسبه بار کمانش ورق استفاده کرد. وی در مقاله خود نامی از نوار محدود به میان نیاورد، اما چون المان‌های انتخاب شده توسط وی به صورت نوار بوده و این المان‌ها شبیه المان‌هایی بود که چونگ [۲] در سال ۱۹۷۱ به عنوان روش نوار محدود ارائه کرده بود، روش وی را نوار محدود نامیدند. تحقیقات وی برای تکیه‌گاه‌های مفصلی در لایه‌های تحت بار قابل استفاده

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد
^۲ استادیار