

تحلیل استاتیکی ورق های لایه ای حلقوی ساخته شده از مواد هدفمند واقع بر بستر الاستیک دو پارامتری بر اساس تئوری الاستیسیته و با استفاده از روش المانی دیفرانسیل کوادریچر

مرتضی کاظمی تربقان^{۱،۲}، ناصر صفائیان حمزه کلانی^۲، مصطفی کاظمی تربقان^۱

۱- مربی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کاشمر، گروه عمران، کاشمر، ایران

۲- دانشجوی دکتری سازه، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

kazemi@iaukashmar.ac.ir; naser_safaeian@yahoo.com

خلاصه

در این تحقیق تحلیل استاتیکی ورق های حلقوی ساخته شده از مواد هدفمند خواص متغیر^۳ (FGMs)، واقع بر بستر الاستیک دو پارامتری و تحت بارگذاری ترمو-استاتیکی، بر اساس تئوری الاستیسیته مورد بررسی قرار گرفته است. با فرض توزیع توانی برای خصوصیات مادی، معادلات تعادل و شرایط مرزی بین سطوح مشترک لایه ها با استفاده از اصل کار مجازی به دست آمده و توسط روش دیفرانسیل کوادریچر^۴ (DQM) حل شده اند. ابتدا همگرایی و دقت بسیار بالای روش نشان داده شده است. سپس با در نظر گرفتن سه نوع سیستم لایه بندی مختلف، اثر پارامترهای هندسی، توزیع خواص مادی، سختی بستر الاستیک و اختلاف دمای محیطی بر پاسخ استاتیکی ورق مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می دهند که افزایش سختی بستر الاستیک و افزایش اختلاف دمای محیط، به ترتیب سبب کاهش و افزایش پاسخ ترمو-استاتیکی ورق خواهند شد.

کلمات کلیدی: تحلیل استاتیکی، ورق حلقوی لایه ای، مواد هدفمند خواص متغیر، تئوری الاستیسیته، دیفرانسیل کوادریچر.

۱. مقدمه

بروز پدیده لایه لایه شدگی (تورق) و تمرکز تنش در سطوح مشترک اجزای سازه ای ساخته شده از مواد مرکب لایه ای و کامپوزیتها موجب ابداع و کاربرد روزافزون مواد هدفمند خواص متغیر که خواص مکانیکی آنها بطور پیوسته در حجم جسم تغییر می کند، شده است. ورق های خواص متغیر، با توجه به نوع مواد به کار رفته و نحوه قرارگیری ذرات ماده در آنها، از مقاومت حرارتی و مکانیکی بالاتری نسبت به سایر ورق ها برخوردار می باشند. در تئوری های مبتنی بر تغییر فرم برشی عرضی، جابجائی های درون صفحه به صورت توابعی از متغیر مکانی در جهت ضخامت و به صورت چند جمله ای با ضرایب نامعین فرض می شوند [۱-۲]. برای ورق های نسبتاً ضخیم، تئوری های تغییر شکل برشی مراتب بالاتر، با در نظر گرفتن ترم های غیر خطی در چند جمله ای ها، تخمین دقیق تری از جابجائی ها، ارائه می کنند [۳-۷]. باید توجه داشت که تئوری های ذکر شده جهت محاسبه تنش های عرضی و یا تنش در صفحاتی که دارای تمرکز تنش ناشی از اعمال بار متمرکز یا هندسه ناپیوسته هستند، مناسب نمی باشند. بعضی از شرایط مرزی را نیز نمی توان با این تئوری ها به خوبی مدل کرد [۸-۱۰]. علاوه بر این، در تئوری های دو بعدی خواص ورق در جهت ضخامت به طور دقیق مورد بررسی قرار نمی گیرند. استفاده از تئوری الاستیسیته، جهت مطالعه رفتار ورق های با خواص متغیر نتایج دقیق تری را ارائه می کند [۸-۱۰]. از طرفی، برخی مواقع اجزای سازه ای بر روی شالوده هایی مانند پایه ماشین آلات و یا مخازن واقع بر خاک مورد استفاده قرار می گیرند. بنابراین مطالعه برهم کنش خاک و سازه اهمیت یافته و باید اثر این عوامل محیطی بر پاسخ ورق مورد بررسی قرار گیرد. علی رغم ضعف تئوری های دو بعدی در مدل سازی بستر الاستیک، در این تحقیق، اثر بستر الاستیک در معادلات شرایط مرزی ورق لحاظ شده است. ضمناً کلیه تحقیقات ذکر شده [۱-۹] مرتبط با تحلیل ورق تک لایه ای

^۱ عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشمر

^۲ مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان

^۳ Functionally graded materials (FGMs)

^۴ Differential quadrature method (DQM)