



تحلیل سازه‌های صفحه‌ای انطباقی با استفاده از اختلاط جزء‌های محدود لایه ای هوشمند

محسن خطیبی نیا^۱، یاسر صادقی^۲، مصعب ضیاعزاده^۳

1- استادیار گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه بیرجند

2- دانشجوی دکتری سازه، دانشکده مهندسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

3- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشکده مهندسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

Mz.civilengineer@yahoo.com

خلاصه

در این مقاله، مدل اختلاط جزء محدود لایه‌ای برای سازه‌های صفحه‌ای انطباقی مطرح می‌شود و تحلیل استاتیکی و ارتعاش آزاد سازه‌های صفحه‌ای چندلایه‌ی پیزوالکتریک رابطه‌سازی شده است. از اصل تغییرات ریزنر اصلاح شده برای فرمولبندی جزء محدود استفاده می‌شود. توابع مختلط، بیان ریاضی تنش‌های عرضی، تغییر مکان جزءها و پتانسیل الکتریکی از تغییرات اصلی هستند. مدل مطرح شده، در برابر مدل تغییر مکان لایه‌ای استاندارد جزء محدود، پیوستگی همه تغییرات اصلی (اولیه) سراسر سطح مشترک بین لایه‌های مجاور را برقرار می‌کند. تنش درون صفحه‌ای جزءها و تغییر مکان‌های الکتریکی در معادلات تشکیل دهنده پیزوالکتریک ارزیابی می‌شوند. دو مثال گویا برای مقایسه مطرح شده و محاسبه تغییرات اصلی و بازده مدل، اساسا با اشاره به تنش‌های بین ورقه‌ها بحث شده و با حل سه بعدی تناوبی مقایسه می‌شوند. در انتها، مشاهده خواهد شد که، راه حل‌های مطرح شده تطابق خوبی با حل‌های مینا برای مسئله‌های آنالیز مودال و استاتیکی دارد.

کلمات کلیدی: لایه‌های هوشمند، اصل تغییرات ریزنر، صفحه‌های انطباقی، حل سه بعدی تناوبی، آنالیز مودال

1. مقدمه

بررسی پایداری سازه، به ویژه کماتش، در طراحی سازه‌هایی که از نظر وزن سبک و تحت بار فشاری می‌باشند، بسیار مهم است. حد بار کماتشی به صلبیت (سفتی) و طول سازه وابسته است. ساده‌ترین راه برای افزایش بار کماتشی، افزایش سطح مقطع می‌باشد که در این حالت با افزایش وزن سازه و مصرف ماده بیشتر همراه است. مواد هوشمند، مانند مواد پیزوالکتریک دارای وزن پایین هستند که می‌توان از آنها بدون افزایش مقدار قابل توجه ماده به صورت اقتصادی و بهینه برای افزایش بار کماتشی استفاده کرد. لایه‌های پیزوالکتریک می‌توانند روی سازه اصلی چسبانده و با ایجاد یک نیروی کششی در سطح سازه باعث افزایش بار کماتشی شود.

در سال‌های اخیر از مواد هوشمند به ویژه مواد پیزوالکتریک به صورت گسترده در کنترل فعال ارتعاشات سازه استفاده شده است. آبراموویچ از لایه پیزوالکتریک برای تغییر فرکانس طبیعی تیر استفاده کرد و نتایج تحلیل خود را با نتایج آزمایشگاهی مقایسه کرد [1]. از مواد هوشمند دیگر نیز مانند آلیاژهای حافظه‌دار در بهبود بار کماتشی استفاده شده است. هان و همکارانش روی افزایش بار کماتشی ستونهایی از جنس اپوکسی با استفاده از آلیاژهای حافظه‌دار به نتایج جالبی رسیدند [2]. آن‌ها از بار معادل ایجاد شده توسط این مواد که به صورت کششی است در تحلیل‌های خود استفاده کردند. در این بررسی هم از این روش برای تحلیل کماتش استفاده شده است. وانگ برای افزایش بار کماتشی بعد از بدست آوردن معادلات حاکم برای میدان کوپله پیزوالکتریک و سازه اصلی از روش تفاضل محدود معادلات مقدار ویژه را حل کرده و مقادیر بهبود بار کماتشی توسط پیزوالکتریک

¹ استادیار گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه بیرجند

² دانشجوی دکتری سازه، دانشکده مهندسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

³ دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشکده مهندسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان