

تحلیل هم‌هندسی ارتعاش آزاد ورق کامپوزیت سه لایه براساس تئوری تغییر شکل برشی

وحید زرگری^۱، محمد حسن صدق^{۲*}

۱- گروه مهندسی عمران، واحد استهبان، دانشگاه آزاد اسلامی، استهبان، ایران.

۲- گروه مهندسی عمران، واحد استهبان، دانشگاه آزاد اسلامی، استهبان، ایران.

Email: mh_saddagh@yahoo.com

چکیده

برای تحلیل صفحات چند لایه می‌توان به دو روش عددی و تحلیلی پرداخت که در روش تحلیلی می‌توان روابط حاکم را با استفاده از معادلات فوریه حل کرد. در روش عددی می‌توان از روش اجزا محدود بهره گرفت. در روش المان محدود مرزهای هندسی سیستم تقریب زده می‌شوند، از این رو نزدیک شدن به هندسه دقیق کاملاً وابسته به نحوه شبکه بندی است و در برخی مسائل پیچیده هندسی رسیدن به هندسه واقعی بسیار دشوار و زمان بر است و در برخی موارد نیز غیر ممکن است، از طرف دیگر هزینه محاسباتی تولید شبکه اجزا محدود بالا است که این مشکل در تحلیل هم‌هندسی تا حدودی برطرف می‌شود. در این تحقیق، تحلیل هم‌هندسی مبتنی بر توابع نریز برای تحلیل جابه‌جایی و ارتعاش آزاد ورق‌های چندلایه به کار گرفته شده است. از آنجا که رفتار سازه‌ای ورق‌ها عمده‌تاً توسط ساختار هندسی آنها تعیین می‌گردد بنابراین توصیف دقیق هندسه ضروری است و چون توابع نریز قابلیت بیان هندسه‌ی دقیق شکل را دارند لذا برای تحلیل مورد استفاده قرار گرفته‌اند. فرمول‌بندی ارائه شده برای پوسته‌ها براساس تئوری مرتبه اول تغییر شکل برشی می‌باشد. مثال‌های مختلف کارایی بالای این روش و قابلیت آن برای تحلیل را به خوبی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل هم‌هندسی، نریز، ورق‌های چند لایه، CAD

۱- مقدمه

تئوری ورق‌ها تاریخچه‌ای طولانی دارد و امروزه نیز پیشرفت‌های جدیدی در این زمینه حاصل شده است [۱]. نیاز به تئوری ورق‌ها به این دلیل می‌باشد که این نوع سازه‌ها به طور فراگیر در طبیعت و صنعت وجود دارند و قادرند بارهای عمود بر صفحه را تحمل کنند. امروزه ورق‌ها در مهندسی عمران، مکانیک، هوافضا و در بال هواپیماها، بدنه موشک‌ها و زیردریایی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند و به عنوان سازه‌هایی مهم در صنعت مورد توجه هستند. پیشرفت اصلی آینده صنعت هوانوردی و سفینه‌های فضایی وابسته به افزایش استفاده از سازه‌های چند لایه معمول و غیر معمول می‌باشد. بعضی از این سازه‌ها که در سه دهه گذشته استفاده شده‌اند عبارتند از: ورقه‌های تقویت شده با فیبرکربن، سازه‌های ساندویچی با لانه زنبوری یا فوم‌های فلزی به عنوان هسته لایه‌ها، سازه‌های لایه بندی شده با فلز و سرامیک به کار گرفته شده به عنوان حفاظت حرارتی. صفحات چند لایه را می‌توان نوعی سازه دو بعدی به حساب آورد، که از روی هم قرار دادن لایه‌ها تا رسیدن به ضخامت و مقاومت