



محاسبه ماتریس سختی ورق لایه‌ای تحت خمشی با استفاده از روش ضرایب لاگرانژ و تئوری مرتبه بالاتر

نیما علیجانی^۱، عرفان جابرزاده^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، alijani.nima@gmail.com
۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر، jaberzadeh@iaukhsh.ac.ir

چکیده

نیاز به محاسبه جابه‌جایی در ورق‌های لایه‌ای که کاربردی رو به گسترش دارند امری ضروری است. روشهای موجود حل معادلات تغییر مکان دارای پیچیدگی زیادی می‌باشند. لذا روش‌های نوین مانند روش لاگرانژی مورد توجه قرار گرفته‌اند. این روش در تحلیل ورق‌ها در عین سادگی و با به‌کارگیری از معادله انرژی کرنش الاستیک به عنوان تابع اصلی و استفاده از شرایط مرزی به عنوان تابع شرط، قادر به محاسبه حداکثر تغییر مکان در ورق می‌باشد. در این تحقیق تلاش بر آن است که از این روش در محاسبه ماتریس سختی لاگرانژی که وابسته به ماتریس سختی کل و ماتریس سختی تعمیم یافته در تئوری مراتب بالاتر در ورق لایه‌ای است، استفاده شود. از این رو در این مقاله ابتدا به شرح مختصری از تئوری صفحات لایه‌ای و تعمیم ماتریس سختی در تئوری مراتب بالاتر می‌پردازیم و سپس به کمک معادله انرژی در ورق لایه‌ای و با شرایط تکیه‌گاهی از روش ضرایب لاگرانژ استفاده کرده و درایه‌های ماتریس سختی لاگرانژی را محاسبه می‌نماییم.

واژگان کلیدی: ورق‌های چند لایه، معادله جابجایی، سختی، معادله انرژی، ضرایب لاگرانژ.

۱. مقدمه

صفحات لایه ای به صفحاتی گفته می‌شود که دارای لایه های مختلف روی هم دیگر و ابعادی برابر باشند. این لایه ها می‌توانند دارای مصالح مختلف باشند. در حالت تئوری کلاسیک صفحات لایه ای^۱ (CLPT)، فرض بر آن است که مصالح یا با هم یکسان هستند (ایزوتروپیک) و یا مصالح از چند نوع و در لایه‌های مختلف آرایش داده شده‌اند که به آن در اصطلاح مصالح اورتوتروپیک یا ناهمگن می‌گویند. با توجه به نیاز روز افزون در استفاده از ورق‌های لایه‌ای تحلیل و بررسی خواص این ورق‌ها در محاسبه سازه‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد (Nettles, ۱۹۹۴). یکی از موارد مهم در تحلیل ورق‌ها به دست آوردن جابجایی‌ها تحت بارهای وارده است. و در بین این جابجایی‌ها مقدار بیشینه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تحقیقات بسیاری به منظور محاسبه تغییر مکان‌ها در ورق‌های غیر لایه‌ای انجام گرفته است. این موضوع در ورق‌های لایه‌ای مورد تحقیق کمتری واقع شده است. در واقع به دلیل آنکه روش محاسبه مستقیم^۲ برای به دست آوردن جابجایی و نیروهای بین لایه‌ای در این ورق‌ها از پیچیدگی بیشتر نسبت به ورق‌های غیر لایه‌ای برخوردار هستند، لذا استفاده از روش‌های عددی مرسوم، معمولاً محدود به هندسه خاصی از ورق لایه‌ای می‌شود. در نتیجه استفاده از روش‌های تحلیل تقریبی (عددی) لازم به نظر می‌رسد. به همین منظور از روش‌های اجزاء محدود و یا روش‌های دیگر از این قبیل استفاده می‌شود. یکی از این روش‌های عددی روش ضرایب لاگرانژ می‌باشد. در واقع در ورق‌های لایه‌ای برای محاسبه تغییر مکان می‌بایست به حل یک معادله با شرایط مرزی پرداخت. با توجه به ساختار مسئله روش ضرایب لاگرانژ، روشی مناسب است. شایان ذکر است از این روش برای حل مسائل مشابه مانند تغییر مکان در ورق‌های غیر لایه‌ای ضخیم استفاده شده و نتایج مطلوبی حاصل گردیده است. (Kant, ۱۹۸۸) (Reddy, ۲۰۰۴)

^۱ Classical Laminated Plate Theory

^۲ Closed form