



دفاع از رساله دکترا
مهندسی عمران - سازه
دانشگاه صنعتی اصفهان | دانشکده مهندسی عمران

حل برخی مسائل ورق‌های مرکب و پوسته‌ها با استفاده از توابع پایه هموار و روش‌های بدون شبکه

علیرضا معتمدی قهفرخی
(ورودی سال ۹۵)

مکان: سمینار ۳ دانشکده مهندسی عمران

چهارشنبه، ۳۰ شهریور ۱۴۰۱ - ساعت ۹ الی ۱۲

کمیته دفاع:

دکتر محمد مهدی سعادتپور - دکتر مجتبی ازهری

دکتر فرشید مسیبی (دانشگاه اصفهان)

دکتر محمدرضا چمنی (نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده)

اساتید راهنما:

دکتر بیژن برومند

دکتر نیما نورمحمدی

چکیده:

در این رساله، به توسعه چند روش بدون شبکه با ایده روش‌های ترفتر جهت تحلیل رفتار خمش و ارتعاش آزاد ورق و پوسته، و همچنین تعیین بار کمانش ورق پرداخته شده است. سازه‌های مورد نظر از مواد مرکب تشکیل شده‌اند. با توجه به پیچیدگی تحلیل الاستیک سه‌بعدی، برای مسائل صفحه و پوسته، از تئوری‌های تغییر شکل بعنوان جایگزین ساده‌تری به منظور شبیه‌سازی رفتار این سازه‌ها به صورت معادلات مشتقات جزئی استفاده می‌شود. تئوری‌های تک‌لایه معادل مشهوری همانند تئوری کلاسیک بر مبنای فرضیات، و نیز تئوری تغییر شکل برشی مرتبه اول و سوم به پیشنهاد میندلین و ردی، به ترتیب جهت استخراج مطلوب نتایج برای ضخامت‌های نازک تا نسبتاً ضخیم استفاده شده‌اند. با استفاده از اصول انرژی (کار مجازی) معادلات دیفرانسیل حاکم و همچنین شرایط مرزی متناسب با هر تئوری استخراج می‌شود. ایده اصلی روش‌های بدون شبکه توسعه یافته در این تحقیق بر مبنای تفکیک پاسخ معادلات دیفرانسیل حاکم به دو بخش همگن و خصوصی است. هدف از این ایده حذف فرآیند انتگرال‌گیری و مشکلات آن در تمامی روند حل مسئله است. این روش‌ها در دو شکل مرزی و محلی توسعه داده شده‌اند. روند حل در شکل مرزی بر اساس درون‌یابی پاسخ همگن و خصوصی در سرتاسر دامنه حل با استفاده از توابع پایه هموار صورت گرفته و نهایتاً با اعمال شرایط مرزی، مجهولات مسئله قابل دستیابی است. علیرغم سرعت بالای روش مذکور، گاهی بنا بر دلایلی از جمله بزرگ بودن دامنه حل، وجود مرزهای داخلی و تغییرات شدید در مشخصات موثر همچون بارگذاری، هندسه و خواص مکانیکی، از کیفیت نتایج حاصل از فرم مرزی کاسته می‌شود. از این رو در این تحقیق از توسعه تکنیک تفکیک دامنه و همچنین فرم محلی روش به منظور رفع این مشکلات و قابلیت حل طیف گسترده‌تری از مسائل ورق و پوسته استفاده می‌شود. در شکل محلی، گسسته‌سازی دامنه حل و مرزها توسط شبکه‌ای از نقاط گره‌ای صورت می‌گیرد. در هر نقطه یک ابر شامل تعدادی از نقاط گره‌ای مجاور (حاوی درجات آزادی) به منظور تقریب پاسخ خصوصی و همگن، و همچنین فرمول‌بندی متناسب تشکیل می‌شود. ویژگی‌های هر روش بدون شبکه را می‌توان به توابع پایه انتخابی و فرمول‌بندی آن وابسته دانست، به طوری که تغییر در هر بخش منجر به تعیین خصوصیات و کاربرد روش می‌شود. روش‌های بدون شبکه ارائه شده در این رساله توابع هموار متمایزی شامل توابع پایه نمایی و نیز توابع پایه متعادل شده جهت توسعه روش استفاده می‌شوند. برای فرمول‌بندی در فرم مرزی یا محلی، از منطق یکسانی برای هر دو نوع پایه استفاده شده است. با این وجود بدلیل تفاوت خصوصیات پایه‌ها، روش‌های متناظر نیز ویژگی‌های متفاوتی دارند. از مزایای مهم این روش‌ها می‌توان به استفاده از توابع پایه هموار، عدم نیاز به انتگرال‌گیری در روند حل، ارضاء ساده شرایط مرزی به شیوه نقطه‌ای و بدون نیاز به المان مرزی، سادگی گسسته‌سازی دامنه و مرز، و همچنین عدم نیاز به فرآیند مونتاز اشاره کرد. علاوه بر مزایای مذکور، فرم محلی این روش‌ها از نرخ همگرایی بالایی برخوردار بوده و همپوشانی میان ابرها منجر به پیوستگی مطلوب تغییر شکل و تنش شده است. همچنین امکان برقراری مراتب بالای پیوستگی میان ابرها میسر است. به منظور بررسی دقت و کارآمدی روش‌های بدون شبکه پیشنهادی، مسائل متنوعی از ورق‌ها و پوسته‌های مرکب با اشکال دلخواه و شرایط مرزی متنوع ارائه شده است. نتایج بدست آمده جهت اعتبارسنجی با نتایج سایر محققین در صورت وجود، و در غیر این صورت با روش اجزاء محدود مقایسه شده‌اند که همواره موید کارایی مناسب روش‌ها هستند.