

کاربرد روش ضمنی انتگرال گیری مستقیم زمانی بر پایه B-اسپلاین مکعبی، در تحلیل مسائل انتشار موج

بهاره هوشمند^۱، سبحان رستمی^{۲*}، سعید شجاعی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه شهید باهنر کرمان، bahar.hooshmand91@gmail.com

۲*- استادیار بخش مهندسی عمران، دانشکده شهید چمران، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، s-rostami@tvu.ac.ir

۳- دانشیار بخش مهندسی عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان، saeed.shojaee@yahoo.com

چکیده

اخیراً یک روش ضمنی انتگرال گیری مستقیم زمانی بر پایه توابع B-اسپلاین مکعبی برای تحلیل اجزا محدود مسائل دینامیک غیرخطی توسط نویسندگان اصلی این مقاله ارائه شده است. این روش از پایداری و دقت بسیار مطلوبی در تحلیل مسائل دینامیک سازه برخوردار است. در این مقاله روش مذکور جهت تحلیل معادلات هذلولوی انتشار موج بسط داده شده و خصوصیات مربوط به پراکندگی روش در قیاس با روش نسبتاً جدید و پرکاربرد بته مورد مطالعه قرار داده شده است. آنالیز پراکندگی عددی جهت محک این روش به صورت‌های مختلف ارائه شده و در آخر دو مسئله برای نشان دادن توانایی و کارایی آن در حل مسائل انتشار موج ارائه گردیده است. لازم به ذکر است که روش انتگرال گیری مبتنی بر توابع B-اسپلاین مکعبی که قبلاً برای مسائل دینامیک سازه ارائه شده است، حالت‌های توسعه یافته مختلفی دارد اما در این مقاله فقط یکی از آن خانواده جهت مسائل انتشار موج مورد بررسی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: انتشار موج، پراکندگی عددی، انتگرال گیری زمانی ضمنی، B-اسپلاین مکعبی، اجزا محدود

۱- مقدمه

به طور کلی مسائل دینامیکی اعم از خطی و یا غیر خطی، بسته به اثر مشخصات طیفی تحریک روی کل پاسخ سازه‌ای، به دو گروه مسائل انتشار موج و مسائل اینرسی (مسائل دینامیک سازه) تقسیم بندی می شوند. مسائل انتشار موج مواردی هستند که در آنها بررسی رفتار در مواجهه با امواج از اهمیت مهندسی بالایی برخوردار است. در یک مسئله انتشار موج، شمار بیشتری از فرکانس‌ها در سیستم تحریک می‌شوند و در این حالت مودهای با فرکانس متوسط و بالا دارای اهمیت بسیاری در تعیین پاسخ سیستم در بازه زمانی مورد نظراند. مسائلی از این نوع را می‌توان به پاسخ ضربه که ناشی از جنگ افزارهای معمولی و یا اتمی از قبیل انفجار و یا بارگذاری ضربه که در آنها اثرات موج از قبیل تمرکز، انعکاس و انکسار دارای اهمیت‌اند نام برد. آن دسته از مسائل دینامیکی که در دسته انتشار موج قرار نمی‌گیرند، در گروه مسائل اینرسی مطرح می‌شوند که در آن‌ها پاسخ به شمار نسبتاً کمی از مودهای با فرکانس‌های پایین مربوط می‌شود. این حالت شامل پاسخ لرزه‌ای و سازه‌های تحت بارگذاری خطی و یا پله‌ای است. مسائلی از این نوع را گاهی، مسائل دینامیک سازه نیز می‌نامند [۱].

روش‌های انتگرال گیری مستقیم زمانی به طور گسترده در حل اجزا محدود مسایل دینامیک سازه و انتشار موج گذرا بکار می‌روند. به طور کلی روش‌های گام به گام انتگرال گیری به دو نوع صریح و ضمنی^۱ تقسیم بندی می‌شوند. روش انتگرال گیری

^۱ Explicit & Implicit