



روش انتگرال گیری مستقیم زمانی با شتاب مرتبه دوم برای مسائل دینامیک سازه

مهدی کریمی راد^۱، مهدی قاسمیه^{۲*}

۱- کارشناس مهندسی سازه، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران

۲- دکتری مهندسی سازه، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران

* mghassem@ut.ac.ir

خلاصه

در این تحقیق یک روش جدید انتگرال گیری مستقیم زمانی برای حل عددی معادله دیفرانسیل حرکت معرفی می‌گردد. تابع تغییرات شتاب به صورت یک چند جمله‌ای درجه دو در هر گام زمانی فرض گردیده و معادلات دو پارامتری برای تقریب راه حل در انتهای هر گام زمانی پیشنهاد می‌گردد. روش پیشنهادی شامل خانواده‌ای از روشهای بدون شرط پایدار می‌باشد. مرتبه همگرایی روش پیشنهادی همواره دو می‌باشد و از دقت بهتری نسبت به روشهای کلاسیک برخوردار است.

کلمات کلیدی: انتگرال گیری مستقیم زمانی، چند جمله‌ای درجه دو، دو پارامتری، مرتبه همگرایی

مقدمه

در این نوشته یک روش جدید انتگرال گیری مستقیم زمانی برای تحلیل دینامیکی سازه‌ها پیشنهاد شده است. تغییرات شتاب در هر گام زمانی به صورت یک چند جمله‌ای درجه دو در نظر گرفته شده است. با فرض اخیر و استفاده از دو پارامتر به خانواده‌ای از روشهای بدون شرط پایدار و با دقت بالا رسیده ایم. خطای پراکندگی و افت عددی برای روش پیشنهادی اندازه گیری شده و با روشهای کلاسیک مقایسه گردیده است. میزان افت عددی در مدهای پایین که اهمیت بالایی در پاسخ کلی سازه دارند نسبت به روشهای کلاسیک کمتر می‌باشد. از طرفی دیگر میزان افت عددی در مدهای بالا و مصنوعی به اندازه‌ای می‌باشد که روش پیشنهادی توانایی حذف اثرات آنها را از پاسخ کلی سازه دارد. مرتبه همگرایی روش پیشنهادی صرف نظر از مقادیر پارامترها دو می‌باشد. الگوریتم گام به گام برای استفاده در برنامه‌های کامپیوتری ارائه شده است. معادله دیفرانسیل حرکت به صورت دقیق هم در ابتدا و هم در انتهای گام زمانی ارضا می‌گردد. خطای پراکندگی روش پیشنهادی از روشهای کلاسیک و دارای افت عددی کمتر می‌باشد. ابتدا فرض کنید می‌خواهیم پاسخ سازه را در لحظه t تعیین کنیم. ابتدا بازه زمانی $[0, t]$ را به n زیر بازه افزایش می‌دهیم که معمولاً طول این زیر بازه‌ها مساوی و برابر Δt اختیار می‌گردد. سپس نحوه تغییرات شتاب، سرعت و تغییر مکان در هر گام زمانی حدس زده می‌شود. در نهایت تلاش می‌گردد که معادله دیفرانسیل حرکت در نقاط افزایش شده توسط بازه‌های زمانی، ارضا گردد. در تحلیل سازه‌های چند درجه آزادی بسیار مهم است که روش انتگرال گیری زمانی بدون شرط پایدار باشد. از این جهت در این تحقیق سعی شده است روش پیشنهادی علاوه بر دقت مناسب، بدون شرط پایدار باشد. روش پیشنهادی با روشهای نیومارک [۱] و ویلسون [۲] که از دقت مناسبی در مسائل دینامیک سازه‌ها برخوردار می‌باشند، مقایسه شده است. در تحلیل دینامیکی سازه‌ها علاوه بر روش انتگرال گیری مستقیم زمانی از روش آنالیز مودال نیز می‌توان استفاده نمود. روش انتگرال گیری مستقیم زمانی در تحلیل غیرخطی سازه‌ها نیز می‌تواند استفاده شود، در حالی که روش آنالیز مودال محدود به مسائل خطی می‌باشد. علاوه بر تحلیل سازه‌های با درجات آزادی زیاد استفاده از روشهای انتگرال گیری مستقیم زمانی نسبت به آنالیز مودال مناسب‌تر بوده و هزینه کمتری دارد.

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

^۲ استادیار دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران