سنجش و مقایسه‌ی توانایی‌های روش‌های حل دستگاه معادله‌های خطی در زبان‌ها و محیط‌های مختلف برنامه‌نویسی

محمدرضا توکلی‌زاده[1]، مرتضی قالیشویان[2]، مصطفی صالحی احمدآباد[2] و حسین اکرمی‌زاده[2]

1- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

2- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشگاه فردوسی مشهد

drt@um.ac.ir

خلاصه

یکی از چالش‌های پیش‌رو در علوم مهندسی، چگونگی ذخیره‌سازی و حل دستگاه معادلات خطی با تعداد مجهولات بالا می‌باشد. این مساله در مهندسی عمران برای حل دستگاه معادلات حاکم بر رفتار سازه‌هایی که تعداد درجات آزادی بالایی دارند مورد توجه است. در این مقاله، نخست از روش‌های مختلف حل دستگاه معادلات کلی سخن گفته می‌شود. سپس، سرعت حل این روش‌ها و فضای لازم برای ذخیره‌سازی داده‌ها با حل چندین نمونه‌ی عددی مورد مقایسه قرار می‌گیرند. پس از معرفی روش‌های برتر، توانایی عملکرد چندین کامپایلر و محیط برنامه نویسی شناخته شده در حل دستگاه معادلات با یکدیگر مقایسه می‌گردند. محیط‌های مورد بررسی در این مقاله عبارتند از: Fortran Compaq PowerStation, C++, C#, MATLAB, Mathematica. در گام بعد، سرعت عملکرد توابع کتابخانه‌ای محیط‌های برنامه‌نویسی مذکور در حل دستگاه معادلات خطی بررسی می‌شوند. از آنجایی که بیشتر دستگاه معادلات حاکم بر رفتار سازه‌ها از نوع تنک می‌باشند، بررسی شیوه‌های مختلف ذخیره‌سازی این گونه دستگاه معادلات و سرعت حل آن‌ها با یکدیگر نیز مورد مقایسه قرار می‌گیرند.

کلمات کلیدی: دستگاه معادلات خطی، محیط‌های برنامه‌نویسی، سرعت حل، روش ذخیره‌سازی، توابع کتابخانه‌ای

1. مقدمه

مسائل موجود در بسیاری از شاخه‌های علوم مهندسی به حل دستگاه معادلات خطی منتهی می‌گردد. در مهندسی عمران، تحلیل یک سازه نیازمند حل دستگاه معادلات حاکم بر رفتار آن است. به طوریکه، تحلیل سازه‌ی با n درجه‌ی آزادی، حل دستگاه معادله‌ی n مجهولی را به دنبال دارد. تحلیل‌گران روش‌های گوناگونی را برای حل دستگاه معادلات خطی پیشنهاد کرده‌اند. انتخاب روش حل مناسب به‌ویژه در سازه‌های با تعداد درجات آزادی بالا از اهمیت فراوانی برخوردار است. معیارهای انتخاب روش حل، شامل توانایی همگرایی، سرعت انجام محاسبات و میزان حافظه‌ی مورد نیاز برای تحلیل می‌باشند. از سوی دیگر با توجه به پیشرفت علم و ظهور انواع نرم‌افزارها و محیط‌های برنامه نویسی، انجام یک مقایسه‌ی جامع برای بررسی سرعت عملکرد و توانایی این محیط‌ها در حل دستگاه معادلات امری لازم و ضروری است. از سوی دیگر، با توجه به آن‌که در بیشتر مسائل تحلیل سازه با ماتریس ضرایب تنک روبرو هستیم، بررسی انواع راه‌کارهای ذخیره‌سازی ماتریس‌های تنک مورد توجه است.

2. روش‌های حل دستگاه معادلات خطی

از جمله روش‌های شناخته شده در حل دستگاه معادلات خطی شامل: راه‌کارهای حذفی گوس، تجزیه‌ی گوس، تجزیه‌ی چولسکی و روش‌های تکراری ژاکوبی و گوس- سایدل می‌باشند. برای یافتن کارایی روش‌های بالا، افزون بر مقایسه‌ی سرعت حل آنان، عملکرد کامپایلرهای مختلف برنامه‌نویسی نیز مورد سنجش قرار می‌گیرند. این مقایسه، با کدنویسی روش تجزیه‌ی گوس در محیط‌های مزبور صورت می‌پذیرد. همچنین، مقایسه‌ی سرعت حل این کامپایلرها با استفاده از توابع کتابخانه‌ای خود آن‌ها انجام و موارد برتر معرفی می‌شوند.

روش حذفی گوس یکی از قدیمی‌ترین روش‌های حل دستگاه معادلات خطی می‌باشد[1]. روش حذفی گاوس برای محاسبه‌ی رتبه، دترمینان و معکوس ماتریس‌ها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این راه‌کار، برای ماتریس‌های معین مثبت و غالب قطری دارای پایداری عددی است. در حالت