سومین کنفرانس بین المللی پژوهش های کاربردی در
مهندسی سازه و مدیریت ساخت
دانشگاه صنعتی شریف- تیر ۱۳۹۸

عملکرد لرزه‌ای بنای تاریخی کعبه زرتشت بر مبنای روش المان مجزا

الهام طوافی، امین محب‌خواه

دانشکده عمران و معماری، دانشگاه ملایر

e.tavafi@stu.malayeru.ac.ir

خلاصه

در این مقاله سعی شده است تا با استفاده از روش المان مجزا به بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای بنای تاریخی کعبه زرتشت پرداخته شود. برای این منظور از نرم‌افزار المان مجزا دو بعدی UDEC استفاده شده است. تحلیل استاتیکی غیرخطی با اعمال شتاب افقی یکنواخت افزایشی بر روی بنای کعبه زرتشت صورت گرفته است و مشخص شد که سازه در شتاب ۱g تخریب می‌شود و همچنین ماکزیمم برش پایه سازه ۱۰۶۱۰ kN بدست آمد. با مشاهده مکانیزم خرابی حاصل از تحلیل مشخص شد که سازه در طبقه دوم آسیب‌پذیرتر است.

کلمات کلیدی: بنای تاریخی، روش المان مجزا، تحلیل استاتیکی غیرخطی، نرم‌افزار UDEC

۱. مقدمه

ساختمان‌های بنایی بخش قابل توجه و متنوعی از ساختمان‌های موجود در جهان، بخصوص سازه‌های برجسته و تاریخی مهم را تشکیل می‌دهند. با این حال، تقریباً تمام سازه‌های بنایی جهان بدون در نظر گرفتن اثر زلزله و رفتار دینامیکی آنها طراحی شده‌اند و بنابراین آسیب‌پذیری زیادی نسبت به خرابی و فروپاشی ناشی از زلزله دارند. با وجود این واقعیت که مصالح بنایی یکی از قدیمی‌ترین مصالح ساختمانی است و بطور گسترده‌ای هزاران سال توسط بسیاری از فرهنگ‌ها و تمدن‌ها مورد استفاده قرار گرفته است، ثابت شده است که درک کامل از رفتار لرزه‌ای چنین سازه‌هایی یک چالش بزرگ است. در سطح مصالح، طبیعت ناهمگون سازه بنایی و همچنین جدایش کامل بین اجزای تشکیل دهنده سازه بنایی باعث ایجاد مشکلاتی می‌شود که در برخورد با سازه‌های با مصالح دیگر وجود ندارد.

ویژگی اصلی سازه بنایی غیرمسلح، ماهیت مرکب آن است که از واحدهای مجزا تشکیل شده است و با درزه خشک یا ملات از هم جدا شده‌اند. ماهیت ناپیوسته سازه باعث می‌شود استفاده از روش‌های مرسوم مکانیک محیط‌های پیوسته مانند روش المان محدود نتواند به درستی رفتار سازه‌های بنایی را مورد بررسی و تحلیل قرار دهد. اگرچه ثابت شده است که این روش‌ها قادر به حل مسائل پیچیده در زمینه‌های مختلف علوم و مهندسی هستند و در حوزه مهندسی عمران رفتار کلی سازه را بصورت رضایت‌بخشی نشان می‌دهند. ولی روش‌های مبتنی بر پیوستگی در حل مسایلی که دارای مجموعه‌ای از ناپیوستگی‌ها می‌باشند مانند ساختمان بنایی دارای محدودیت می‌باشند. بیشتر مدل‌های پیچیده نیازمند این هستند که اندرکنش پیچیده بین واحدهای بنایی و ملات بین آن‌ها در نظر گرفته شود. به نظر می‌رسد روش المان مجزا (DEM) روشی مناسب برای مسائلی است که در آن بخش قابل ملاحظه‌ای از تغییر شکل‌ها ناشی از حرکت نسبی بلوک‌ها می‌باشد. این روش توسط محققین بسیاری بطور موفقیت‌آمیزی برای مطالعه رفتار سازه‌های بنایی تحت بارهای لرزه‌ای بکار گرفته شده است. سایکاریس و همکاران (۲۰۰۰) به منظور بررسی پاسخ لرزه‌ای ستون‌های سنگی دو معبد قدیمی در یونان و شناسایی عواملی که بر پایداری آن‌ها تأثیرگذار است، مدل دو بعدی این ستون‌ها را با استفاده از روش المان مجزا و با بکارگیری بلوک‌های صلب ایجاد کردند[1]. پاپالوئیزو و کومودروموس (۲۰۰۹) نرم‌افزار دو بعدی بر مبنای روش المان مجزا ایجاد کردند و به بررسی رفتار دینامیکی ستون‌های کلاسیک و ردیف ستون‌های دارای تیر پیوند تحت حرکت زلزله‌های قوی پرداختند [2]. دیمتری و همکاران (۲۰۱۱) به منظور بررسی رفتار دینامیکی و مقاومت ستون‌ها و طاق‌های متشکل از چند قطعه سنگ تحت بارهای ضربه و هارمونیک ، آنالیز عددی دو بعدی با نرم‌افزار UDEC انجام دادند [3].