



برنامه حل عددی انتگرال دو هامل به منظور بررسی طیف های پاسخ زلزله

داود محمودزاده^۱، حامد کتابچی^۲

۱- کارشناسی مهندسی عمران، مؤسسه آموزش علاءالدوله سمنانی

۲- مدرس مؤسسه آموزش علاءالدوله سمنانی و دانشجوی دکتری مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف

d.mahmoodzadeh@gmail.com

خلاصه

سازه ها با مشخصات خاص مربوطه، رفتارهای مختلفی در برابر پدیده زلزله از خود بروز می دهند. پیش بینی این رفتارها که شامل جا به جایی های سازه در پیوندهای مختلف با میرایی های متفاوت است، همچنین نیروی وارد بر سازه جهت طراحی آن، ضروری می باشد. مدلسازی پاسخ حرکت یک دستگاه تکدرجه تحت هر نیروی دلخواه با فرض در نظر گرفتن میرایی و نامیرایی، منجر به یک رابطه انتگرالی می گردد. برای تعیین مقدار جا به جایی در بازه های مختلف زمانی باید این رابطه انتگرالی که حالت خاصی از انتگرال کانولوشن است، حل شود. در این مطالعه برای حل این انتگرال به روش عددی تفاضل محدود، برنامه ای در زبان برنامه نویسی فرترن توسعه داده شده است که قادر به محاسبه، تحلیل و رسم طیف های پاسخ جابه جایی، شبه سرعت و شتاب شتاب در زمان ها، میرایی ها و پیوندهای مختلف برای هر زلزله ای است. از روی این طیف ها می توان مقادیر جا به جایی بیشینه زمین، سرعت و شتاب حداکثر را به دست آورد. با استفاده از این برنامه برای زلزله کاپه مندوسینو (Cape Mendocino) که در سال ۱۹۹۲ میلادی به بزرگی ۷/۱ ریشتر رخ داده، طیف های پاسخ جابه جایی، شبه سرعت و شبه شتاب، در پیوندهای صفر تا ۱۰ ثانیه و میرایی های صفر، ۲، ۵ و ۱۰ درصد، رسم گردیده و تحلیل های لازم انجام گرفته است. می توان نتیجه گیری نمود که با افزایش میرایی به صورت کلی مقادیر جا به جایی، سرعت و شتاب دچار کاهش می شود و رابطه این مشخصه ها با مقدار پیوند به شتاب نگاشت زلزله بستگی دارد.

کلمات کلیدی: انتگرال دو هامل، طیف پاسخ، زلزله، جابجایی بیشینه.

۱. مقدمه

تحلیل پاسخ سازه در برابر تکان های زمین (Ground shaking) به هنگام زلزله از مهمترین کاربردهای نظریه دینامیک سازه است. پاسخ سیستم های خطی یک در جه آزادی در مقابل تکانهای زمین (زلزله) نیاز به حل معادلات حرکت حاکم بر ارتعاش این سیستم ها می باشد که به صورت تابعی از زمان و وابستگی این پاسخ ها به پارامترها سیستم از قبیل میرایی، فرکانس طبیعی ω_n یا زمان تناوب طبیعی T_n است. مفیدترین شیوه برای تعریف تکان های زمین در هنگام زلزله نمودار تغییرات شتاب زمین بر حسب زمان است، و شتاب نگاشت (accelerogram) نامیده می شود، که در هر زلزله سه مؤلفه شتاب، دو مؤلفه متعامد در صفحه ی افق و یک مؤلفه قائم ثبت می گردد. برای حل معادلات حاکم بر جابه جایی سیستم های یک درجه آزادی خطی با وجود میرایی روش های گوناگونی وجود دارد. یکی از این روش ها حل معادله به کمک انتگرال دو هامل می باشد، که پس از حل، پاسخ سیستم تعیین می شود. سپس توسط طیف پاسخ (response spectrum) که اولین بار توسط ام_ای_بیوت (M.A.Biot) در سال ۱۳۹۲ معرفی شد، پاسخ حداکثر سیستم یک درجه آزادی خطی تحت مؤلفه خاصی از حرکت زمین تعیین می شود و می توان طیف های گوناگونی از جمله طیف های پاسخ تغییر شکل (در مقابل زمان تناوب T_n و به ازای میرایی های مختلف) و طیف های پاسخ سرعت و شتاب را رسم نمود.