



تحلیل عددی میرایی امواج حاصل از انفجار در محیط های پیوسته

احسان سبحانی^۱، محمود وفاپیان^۲، همایون کردی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی ژئوتکنیک دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مکانیک سنگ دانشگاه تربیت مدرس

e_sobhani@yahoo.com

خلاصه

مقوله انتشار امواج یکی از مهمترین مسائل مطرح شده در صنایع نظامی، استخراج معادن و ساخت و ساز می باشد. انفجار همواره به عنوان یک منبع موج حایز اهمیت بوده است. در اثر انفجار ماده منفجره در داخل یک محیط پیوسته در زمان کوتاهی، انرژی قابل توجهی آزاد می گردد. این انرژی ماده منفجره به صورت امواج لرزه ای در درون محیط منتشر می شود و ذرات محیط را به ارتعاش در می آورد. در بررسی های مربوط به تاثیر انفجار بر محیط، محیط پیوسته به مثابه محیط انتقال دهنده امواج، بار های ضربه ای را به سازه ها، سامانه های نگه دارنده، مناطق مسکونی و تاسیسات منتقل می کند. با گذشت زمان، جذب انرژی در محیط منجر به تضعیف انتشار موج و در نهایت سبب میرا شدن موج می گردد. عوامل متعددی در یک محیط پیوسته وجود دارند که در تسریع میرایی موج موثر هستند، از جمله: نوع خاک، میرایی مصالح، تخلخل، دانسیته، درصد رطوبت، اشباع شدگی و ... بنابر این در طراحی و حفاظت سازه های سطحی و زیرزمینی، آگاهی از شدت امواج ناشی از انفجار، مشخصات محیط و تاثیر آنها بر میرایی امواج، اهمیت فراوانی دارد. با توجه به اهمیت موضوع میرایی امواج، این مقاله به تحلیل عددی میرایی موج انفجار با در نظر گرفتن تاثیر میرایی مصالح و برخی خواص مکانیکی محیط پیوسته، با استفاده از روش تفاضل محدود و برنامه رایانه ای $FLAC^{3D}$ پرداخته است.

کلمات کلیدی: تحلیل عددی، انتشار موج تراکمی، انفجار، محیط پیوسته، میرایی

۱. مقدمه

بررسی پدیده انتشار امواج در تونل های شهری و تاثیرات آن بر روی سازه های مجاور، مساله انفجار در صنایع نظامی و بررسی شدت و میرایی امواج انفجار در بحث پدافند غیرعامل، بررسی امواج زلزله در محیط های پیوسته و ناپیوسته و تاثیرات مخرب آن، همگی کاربردهای مختلف پدیده انتشار امواج در محیط های گوناگون مخصوصا محیط های پیوسته می باشند. از میان منابع مختلف تولید امواج، انفجار به عنوان یک عامل مهم حائز اهمیت است. در اثر انفجار ماده منفجره، در داخل یک محیط پیوسته (مانند یک توده خاک یا یک سنگ بکر فاقد درزه و شکاف) در زمان کوتاه، انرژی قابل توجهی آزاد می گردد.

از لحظه وقوع انفجار اتفاقات مشخصی روی می دهد که عبارتند از: انفجار، انتشار امواج ضربه، تولید گاز-آزاد شدن انرژی و جابجا شدن ذرات محیط. انتشار موج ضربه از آزاد شدن ناگهانی گازهای ناشی از انفجار حاصل می گردد. تاثیر امواج بر محیط اطراف چال، به صورت فشاری است که بر آن وارد می کند. فشار وارده به دیواره چال به سرعت زیاد شده و به ماکزیمم خود می رسد و اندکی بعد به صورت نمایی، از مقدار فشار کاسته می شود. علت کم شدن فشار به دلیل انبساط چال و سرد شدن گازها است. در مرحله فشاری، موج ضربه ناشی از انفجار به طور متوسط با سرعت ۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ متر بر ثانیه عبور می کند. موج ضربه پس از رسیدن به سطح آزاد منعکس شده و موجب به وجود آمدن تنش کششی می گردد. سرعت موج در این حالت ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر بر ثانیه است و موجب تولید شکاف های شعاعی کوچک اولیه در چال می شود.

مقدار فشار موج ضربه تابع سرعت انفجار، چگالی و اجزاء تشکیل دهنده ماده منفجره می باشد. گرچه این ارتباط خیلی پیچیده است اما رابطه تجربی زیر، از جمله روابطی است که فشار انفجار را مشخص می کند: