

بررسی تأثیر عمق و ابعاد سازه‌های زیرزمینی بر رفتار آنها در برابر امواج ناشی از انفجار در زمین‌های خاکی

حبیب شاه‌نظری^۱، فرشاد ابراهیمی^۲

^۱عضو هیئت علمی گروه ژئوتکنیک دانشگاه علم و صنعت ایران

^۲دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوتکنیک دانشگاه علم و صنعت ایران

hshahnazari@iust.ac.ir
farshad.ebrahimi@gmail.com

خلاصه

گسترش روز افزون فضاهای زیرزمینی و اهمیت آن‌ها، مهندسين را ملزم به طراحی دقیق و توجه بیشتر به بارگذاری‌های خاص از جمله بارگذاری ناشی از انفجار اشاره کرد. برآورد و ارزیابی دقیق از اثر انفجار برای طراحی سازه‌های امن و مباحث پدافند غیر عامل بسیار پراهمیت می‌باشد. در این مقاله اثر امواج ناشی از انفجار بمب GP2000 و موج شوک به وجود آمده در اثر انفجار آن بر تونل دایروی با ابعاد متغیر و قرار گرفته در اعماق متفاوت بررسی می‌شود. جهت مدل‌سازی عددی فرآیند انفجار از نرم‌افزار تفاضل محدود Flac 2D استفاده شده است. در ابتدا جهت بررسی صحت کار نرم‌افزار Flac 2D در مدل‌سازی انفجار، نتایج نرم‌افزار با نتایج به دست آمده از آزمایش سانتریفیوژ انجام گرفته، مقایسه می‌شود. در ادامه تأثیر عمق و بعد سازه زیرزمینی را در سختی‌های متفاوت خاک در برابر امواج انفجاری و اثر آن بر کرنش ایجاد شده در پوشش تونل و همچنین جابجایی تاج تونل و فشار انفجار را مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: سازه زیرزمینی، ابعاد، عمق، انفجار، 2DFlac

۱. مقدمه

در طی سال‌های گذشته فعالیت‌های تحقیقاتی مرتبط با انفجارهای زیرزمینی و تأثیر آن بر سازه‌های مدفون و سازه‌های قرار گرفته در روی سطح زمین به صورت فزاینده‌ای افزایش یافته است. برآورد و ارزیابی دقیق از اثر این دسته از انفجارات برای طراحی سازه‌های امن و مباحث پدافند غیر عامل بسیار پراهمیت می‌باشد، اثری که انفجار بر محیط پیرامون خود خواهد داشت و در نتیجه بر سازه‌ها، این پدیده را به پدیده‌ای بسیار پیچیده تبدیل می‌کند. نتایج به دست آمده در این مرحله به طور قابل ملاحظه‌ای به پارامترهایی از قبیل مقدار ماده منفجره، شکل بار انفجاری، نوع و خواص خاک وابسته است. در این میان پیشرفت‌های اخیر در شبیه‌سازی عددی امکان مدل‌سازی انفجار را فراهم ساخته است.

اگرچه در سال‌های اخیر فعالیت‌هایی در خصوص مطالعه سازه‌های زیرزمینی در برابر امواج ناشی از انفجار صورت پذیرفته است، اما با این وجود به علت پیچیدگی موضوع و همچنین پرهزینه و پر خطر بودن آزمایش‌های در محل و یا آزمایشگاهی، کارهای تحقیقاتی زیادی در این زمینه صورت پذیرفته است و به این دلیل پدیده انفجار و چگونگی اثر امواج انفجاری همچنان در حال بررسی می‌باشد. از جمله تحقیقات صورت گرفته در خصوص پدیده انفجار و اثر آن بر سازه‌های زیرزمینی می‌توان به "آنالیز دینامیکی سازه‌تونل‌های زیرزمینی در برابر بارهای انفجاری" [1]، "تحلیل مقاومت در برابر انفجار تونل عبوری از زیر فرودگاه شانگهان تایپه" [2]، "توسعه مدل رفتاری ماسه و کاربرد آن در تحلیل تونل‌های در معرض انفجار" [3]، "مدلسازی عددی تحلیلی هندسی برای سازه‌های زیرزمینی" [4]، "تأثیر لرزش ایجاد شده در اثر انفجار بر تونل‌های موجود در سنگ‌های نرم" [5] اشاره کرد. همچنین در خصوص کارهای آزمایشگاهی معدودی که در زمینه مدل کردن فیزیکی انفجار صورت پذیرفته است، می‌توان به مدل‌سازی فیزیکی با سانتریفیوژ و بررسی اثر انفجار بر تونل‌ها [6] اشاره کرد.

در خصوص تأثیر ابعاد سازه‌های زیرزمینی و اثر همزمان عمق و بعد سازه در برابر امواج ناشی از انفجار تحقیقات کمی صورت پذیرفته است. در این مقاله اثر امواج ناشی از انفجار بمب GP2000 و موج شوک به وجود آمده در اثر انفجار آن بر تونل‌های دایروی با ابعاد متغیر و قرار گرفته در اعماق