



بازتاب لرزه‌ای غیر خطی در گروه شمع واقع در خاک لایه‌ای با در نظر گرفتن اثرات اندرکنش کینماتیکی

مجید شبخوان¹، حسین تحقیقی²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد بوشهر

2- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه کاشان

majidshabkhan@gmail.com

خلاصه

اثرات اندرکنش کینماتیکی خاک - شمع در هنگام زلزله علاوه بر تغییر در حرکات میدان آزاد زمین، با وارد نمودن انحنا و تغییر شکل‌های جانبی از طرف خاک به شمع، باعث گسیختگی شمع‌ها در اعماق زمین می‌شود. با توجه به پیچیده بودن تحلیل پدیده اندرکنش کینماتیکی در خاک‌های لایه‌ای، نیاز به استفاده از روش‌های عددی برای تحقیق و تعیین بارهای طراحی گروه شمع‌ها را روشن می‌کند. در این مقاله از مدل اجزای محدود سه بعدی توسط نرم‌افزار ABAQUS برای تحلیل لرزه‌ای گروه شمع واقع در خاک لایه‌ای با رفتار غیرخطی استفاده شده است. بدین منظور از مدل دراگر-پراگر سخت‌شونده برای بیان رفتار غیرخطی خاک و از المان‌های نامحدود برای جلوگیری از برگشت امواج لرزه‌ای به درون سیستم خاک - شمع و اثر جعبه‌ای استفاده می‌شود. ابتدا صحت نتایج مدل عددی برای شمع منفرد تحت بارگذاری استاتیکی با نتایج آزمایشگاهی و نیز روش عددی وینکلر مورد ارزیابی قرار گرفته و مشاهده می‌شود که مدل به کار رفته قادر به پیش‌بینی قابل قبول پاسخ‌ها می‌باشد. سپس با انجام مطالعات پارامتری عوامل موثر در تغییرات نیروهای کینماتیکی در مقاطع گروه شمع‌ها شامل اثرات قطر و گیرداری سر شمع و تعداد شمع‌ها در گروه مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد روش اجزاء محدود قابلیت خوبی برای بررسی نیروهای کینماتیکی لرزه‌ای در گروه شمع‌ها را دارد.

کلمات کلیدی: اندرکنش کینماتیکی، اجزاء محدود، بازتاب لرزه‌ای غیر خطی، گروه شمع، خاک لایه‌ای

1. مقدمه

شمع‌ها اعضا سازه‌ای هستند که برای انتقال بارهای سطحی به تراز پایین‌تر توده‌ی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند و کاربرد آنها در زیر سازه‌های مهمی همچون تجهیزات نیروگاهی، مجتمع‌های پتروشیمی، سازه‌های دریایی و پل‌ها که تحت اثر ارتعاشات حاصل از امواج زلزله قرار دارند، محققین را متوجه لزوم بررسی رفتار دینامیکی شمع‌ها کرده است. این مساله فرآینده بسیار پیچیده‌ای است که مستلزم بررسی پدیده‌هایی همچون اندرکنش کینماتیکی خاک - شمع و اندرکنش اینرسی شمع - سازه می‌باشد. در طراحی مناسب سازه‌ها، باید هر دو این اثرات به طور دقیق محاسبه شوند. در گذشته طراحی لرزه‌ای شمع‌ها بدون در نظر گرفتن نیروهای کینماتیکی، توسط نیروهای اینرسی بدست آمده از تحلیل دینامیکی روسازه صورت می‌پذیرفت. این امر باعث افزایش سرعت محاسبات و همچنین افزایش سهولت مدل کردن مساله و فرضی محافظه کارانه‌ای تلقی می‌شد. با بررسی خسارات و خرابی شمع‌ها در زلزله‌های اخیر و نتایج به دست آمده از آزمایشات انجام شده روی مدل‌های فیزیکی، مشاهده شد که نیروهای کینماتیکی می‌تواند سهم قابل توجهی در خسارت‌های ایجاد شده در فونداسیون شمع‌ها در اعماق زمین داشته باشد و نایبستی در تحلیل‌ها از آن چشم پوشی شود. این مشاهدات موجب شد تا محققین به مطالعات و تحقیقات دقیق‌تری در زمینه نقش اندرکنش کینماتیکی در طراحی شمع بویژه در خاک‌های لایه‌ای پرداخته و روش‌های تحلیلی و عددی گوناگون در این خصوص پیشنهاد شود. با توجه به اینکه امروزه در نظر گرفتن این پدیده به همراه اثرات ناشی از نیروهای زلزله از جمله مسایل مهم در طراحی گروه شمع‌ها در خاک‌های لایه‌ای می‌باشد، طی دهه‌ی اخیر با بوجود آمدن روش‌های تحلیلی و عددی گوناگون، تحولات فراوانی در این موضوع ایجاد شده است.

بسیاری از تحقیقات گذشته در مورد تحلیل اندرکنش کینماتیکی خاک و شمع با استفاده از روش عددی وینکلر در حالت رفتار الاستیک خاک و یا در حوزه‌ی فرکانس انجام شده است. نمونه‌های مربوط به کاربرد این روش در مطالعات [1] Dezi F et al., 2009 برای شمع‌های منفرد و گروهی دیده