نیروهای کینماتیکی لرزه‌ای در شمع‌های منفرد واقع در محیط خاک لایه‌ای غیرخطی

مجید شبخوان[1] ، حسین تحقیقی[2] ، حسن استاد حسین[3]
1-دانشجوی کارشناسی ارشد ، دانشگاه آزاد بوشهر
2و3- استادیار گروه مهندسی عمران ، دانشگاه کاشان

majidshabkhan@gmail.com
tahghighi@kashanu.ac.ir
hostad@kashanu.ac.ir

خلاصه

در این مقاله ، اثرات اندرکنش کینماتیکی روی نیروهای داخلی در امتداد شمع‌های منفرد واقع در دو لایه خاک با رفتاری غیرخطی ، تحت بار زلزله مورد بررسی قرار گرفته است . در ابتدا به کمک نرم‌افزار ABAQUS مدل عددی را تحت بارگذاری‌های استاتیکی و دینامیکی ارزیابی می‌کنیم . سپس با انجام مطالعات پارامتری عوامل موثر در تغییرات نیروهای کینماتیکی در امتداد شمع‌های منفرد شامل قطر شمع ، سختی نسبی لایه‌ها و عمق قرارگیری لایه‌ی دوم از سطح زمین بررسی شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که غیرخطی بودن رفتار خاک تاثیر به سزایی در نیروهای کینماتیکی شمع دارد و در نظرگرفتن خاک لایه‌ای با تفاوت سختی زیاد لایه‌ها و دارای رفتار الاستوپلاستیک ، حالت بحرانی‌تری نسبت به محیط خاک با رفتار الاستیک را نشان می‌دهد. همچنین بیشترین تغییرات نیروهای بیشینه ، نزدیک به مرز مشترک جدایی لایه‌ها اتفاق می‌افتد .

کلمات کلیدی : نیروی کینماتیکی ، شمع منفرد ، رفتار غیرخطی ، خاک لایه‌ای

1. مقدمه :

هنگام زمین لرزه ، پی‌های شمعی در برابر جنبش‌های وارده توسط خاک اطراف خود و همچنین نیروهای اینرسی ناشی از ارتعاش روسازه عکس العمل نشان می‌دهند . این پدیده‌ها که اصطلاحا موسوم به اندرکنش کینماتیکی خاک - شمع و اندرکنش اینرسی شمع - سازه می‌باشند سبب ایجاد نیروهای برشی و محوری و گشتاورهای خمشی در شمع‌ها می‌شوند . در تحلیل‌های لرزه‌ای متداول سازه‌های متکی بر پی‌های عمیق که در آن نیروهای شمع‌ها ناشی از اندرکنش اینرسی در نظرگرفته می‌شود ، اغلب مود گسیختگی برای قسمت فوقانی شمع تفسیر می‌گردد . اما مثال‌های زیادی در حوادث گذشته گسیختگی شمع‌ها با مود کاملا متفاوت بویژه در مورد خاک‌های لایه‌ای را نشان می‌دهد . بعلاوه ، نیروهای داخلی که در اثر حرکت زمین هنگام وقوع زلزله به وجود می‌آیند ، حتی در غیاب سازه در گسیختگی شمع‌ها تاثیرگذار می‌باشند . در نظرگرفتن این نیروها در طراحی شمع‌ها تحت شرایط معین توسط آیین‌نامه‌های لرزه‌ای توصیه شده است [1].

به طور کلی بسیاری از تحقیقات گذشته برای بررسی پاسخ دینامیکی شمع‌ها با استفاده از رفتار الاستیک خاک انجام گرفته است . کی‌نیا و کازل (1982) ، دوبری و گزتاس(1988) ، ماکریس و گزتاس (1992) و دیگران تحلیل‌های خطی بر روی شمع‌های منفرد و گروه شمع‌ها در حوزه‌ی فرکانس انجام داده‌اند . لیکن باید توجه نمود که در اثر زلزله‌های شدید رفتار غیرخطی خاک در فصل مشترک خاک و شمع اثرات زیادی بر روی پاسخ شمع‌ها دارد و باید در تحلیل مدنظر قرار گیرد [2].

در این حالت ، تحلیل باید به صورت تاریخچه زمانی انجام شود تا بتوان غیرخطی بودن خاک را در مدل بررسی کرد . در سالهای اخیر با تمرکز بر روی تحلیل تاریخچه زمانی ، تحقیقات با استفاده از روش‌های عددی وینکلر و اجزاء محدود ، در مورد بررسی پاسخ دینامیکی شمع‌ها پرداخته شد . نوگامی و کوناگی (1986،1988) ، نوگامی و همکاران (1992) و النگار و نوواک (1995،1996) و دیگران تحلیل‌های غیرخطی با استفاده از مدل وینکلر ، برای بررسی رفتار شمع به صورت تاریخچه زمانی انجام دادند [3]. وو و فین (1997) روش شبه اجزاء محدود سه بعدی را برای تحلیل دینامیکی غیرخطی خاک پیشنهاد کردند . بنتلی و النگار (2000) با استفاده از مدل دراگر – پراگر و ایجاد فاصله بین شمع و خاک به بررسی پاسخ