

## بررسی عددی عوامل موثر بر نشست گروه شمع در خاک های روانگرا

یوسف صالحی، سید محمد رضا امام

دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوتکنیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر

استادیار دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه صنعتی امیرکبیر

yousefsalehi@aut.ac.ir

rimam@aut.ac.ir

### خلاصه

یکی از مهمترین علل بروز خسارات و خرابی‌ها به هنگام زلزله، روانگرایی خاک‌های ماسه‌ای سست و اشباع می‌باشد. تا به حال روش‌های مختلف آنالیز و طراحی برای ارزیابی رفتار شمع‌ها در اثر زلزله ارائه شده است. کاربرد این روش‌ها در حالتی که شمع در مجاورت خاک‌های دارای پتانسیل روانگرایی باشد، ممکن است منجر به نتایج درستی نشود و در این موارد تاثیر روانگرا شدن خاک‌های با پتانسیل روانگرایی نیز بایستی در آنالیز مورد توجه قرار گیرد. همچنین با توجه به افزایش استفاده از پی‌های عمیق در سواحل ماسه‌ای در پایه پل‌ها و در محل رودخانه‌ها و خطر بروز روانگرایی در اثر زلزله در این محل‌ها، در این مقاله به بررسی اثر عوامل مختلف بر نشست گروه شمع در خاک‌های ماسه‌ای روانگرا، با منظور کردن رفتار خاک در معرض روانگرایی، پرداخته می‌شود.

در این تحقیق، تحلیل عددی نشست گروه شمع توسط نرم‌افزار FLAC3D که در آن رفتار سیکلی خاک در شرایط روانگرایی مدل می‌شود مورد بررسی قرار می‌گیرد. با بهره‌گیری از نتایج بدست آمده از آنالیز رفتار یک گروه شمع‌های تراکمی که در خاک ماسه‌ای با پتانسیل روانگرایی کوبیده شده‌اند، و آنالیز رفتار گروه شمع تحت شرایط مختلف، اثر عوامل مختلف مانند ضخامت، محل و تراکم لایه روانگرا، اثر نوع و شدت بار دینامیکی وارده بر گروه شمع و همچنین اثر وجود لایه‌های روانگرا و غیر روانگرا مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به وجود پتانسیل روانگرایی در خاک‌های سواحل شمالی و جنوبی و نیز در رسوبات دانه‌ای غیر متراکم رودخانه‌ها در سایر نقاط کشور، موضوع مورد بررسی در این مقاله می‌تواند در عمل برای تحلیل رفتار گروه شمع‌ها و پایه‌های پل‌های اجرا شده در چنین محل‌هایی مفید باشد.

**کلمات کلیدی:** گروه شمع، نشست، روانگرایی، تحلیل دینامیکی.

### ۱. مقدمه

رسوبات ماسه‌ای سست در طول زلزله تبدیل به وضعیتی شبیه مایع می‌شوند. این پدیده روانگرایی نامیده می‌شود. افزایش فشار آب منفذی در شرایط زهکشی نشده نشانه اصلی تمام پدیده‌های روانگرایی می‌باشد که کرنش‌های بزرگ و تغییر شکل زیاد و پیوسته ایجاد می‌شود [1]. Seed روانگرایی را به عنوان وضعیتی تعریف کرد که در آن خاک با یک مقاومت باقیمانده‌ی کم ثابت و یا بدون هیچ مقاومتی دچار تغییر شکل پیوسته می‌گردد [2]. در تحقیق حاضر، سعی شده است با بکارگیری یک مدل رفتاری مناسب خاک موجود در نرم‌افزار تفاضل محدود FLAC که رفتار سیکلی خاک را در حالت روانگرایی به صورت نسبتاً ساده مدل می‌کند، اثرات پدیده روانگرایی بر نشست گروه شمع شبیه‌سازی شود. گروه شمع مورد بررسی در این تحقیق از نوع تراکمی بوده و در پایه پل‌ها مورد استفاده قرار گرفته است بگونه‌ای که در آن، شمع‌ها در فواصل نزدیک به هم و با قطرهای کوچک جهت افزایش تراکم خاک در زمین شامل لایه‌های متناوب ماسه سست و متراکم اشباع کوبیده شده‌اند. با توجه به فواصل نزدیک این شمع‌های تراکمی نسبت به هم، و تراکم قابل توجه خاک موجود در فاصله بین شمع‌های مجاور، می‌توان این نوع گروه شمع‌ها را به صورت یک بلوک مکعبی در نظر گرفت. با توجه به این موضوع، در تحقیق حاضر تنها نشست قائم این گروه شمع‌ها مد نظر قرار گرفته است.

### ۲. مکانیزم وقوع روانگرایی و مدل فین جهت تولید فشار آب منفذی

Finn و همکارانش [3] مدل ساده‌ای برای پیش‌بینی رفتار تنش-کرنش ماسه‌ای اشباع در شرایط زهکشی نشده ارائه کردند. این مدل مبتنی بر این نظر است که تنش‌ها و کرنش‌های برشی دینامیکی ایجاد شده به وسیله‌ی زلزله سبب ایجاد لغزش در محل تماس دانه‌ها با هم می‌شود. در ماسه‌های اشباع