

تحلیل رفتار شمع - ستون‌ها تحت ترکیب بار جانبی و لنگر خمشی با در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه

محمود حسنلوراد^۱، محسن حسنلوراد^۲

۱- استادیار دانشکده فنی دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین

۲- کارشناس ارشد رشته مهندسی عمران-سازه، دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین

hassanlou@eng.ikiu.ac.ir

خلاصه

در این مقاله عوامل موثر بر رفتار بار-جابه‌جایی شمع-ستون مانند نسبت‌های طول آزاد به طول مدفون و لنگر انتهایی شمع-ستون مورد بررسی قرار می‌گیرد. پاسخ بار-جابه‌جایی مدل شمع-ستون واقع در خاک، با پاسخ یک ستون با انتهای گیردار بدون حضور خاک مقایسه می‌شود تا طول موثر ستون معادل (طول ستون به اضافه مقداری از طول شمع به نام عمق گیرداری) تعیین گردد. تحلیل‌ها نشان دادند هر چقدر نسبت طول آزاد به طول مدفون افزایش یابد شمع-ستون رفتار صلب‌تری از خود نشان می‌دهد. افزایش عمق مدفون منجر به افزایش ظرفیت باربری شمع-ستون می‌گردد با این حال در هر شرایطی وجود دارد که بعد از آن، افزایش طول مدفون تأثیری در مقدار باربری ندارد. لنگر انتهایی شمع-ستون در حالتی که هم جهت با بار جانبی باشد باعث کاهش ظرفیت باربری و در صورت غیر هم جهت بودن با بار جانبی باعث افزایش ظرفیت باربری شمع-ستون خواهد شد.

کلمات کلیدی: شمع-ستون، بارگذاری جانبی، لنگر انتهایی، مدل عددی، عمق گیرداری

۱. مقدمه

از شمع‌ها به طور متداول برای انتقال بارهای قائم به زمین استفاده می‌شود. اما در موارد زیر، بار جانبی نسبت به بار قائم از اهمیت بیشتری برخوردار شده و ممکن است بار جانبی بسیار بیشتر از بار قائم باشد:

(الف) بار ناشی از باد وارد به توربین‌های بادی غول پیک

(ب) بار جانبی ناشی از فشار جانبی خاک بر دیوار حایل

(ج) بار ناشی از حرکت و ترمز اتومبیل بر روی پلها

(د) بار جانبی ناشی از برخورد کشتی با اسکله‌های پهلوگیری

در چنین مواردی شمع‌ها یا به عبارتی شمع-ستون‌ها را باید تحت بارهای جانبی تحلیل نمود و اندرکنش شمع و خاک را در نظر گرفت. در اسکله‌ها و همچنین در پایه‌ی توربین‌های بادی درون دریا به ترتیب برای تحمل نیروی جانبی ناشی از برخورد کشتی و تحمل بار باد و موج معمولاً از شمع‌های بزرگ و قطوری موسوم به شمع-ستون استفاده می‌شود. در طراحی این منوپایل‌ها، تغییر مکان سر شمع-ستون و لنگر خمشی در طول آن بسیار مهم می‌باشند و لازم است به دقت محاسبه شوند.

برای محاسبه تغییر مکان یا به عبارتی تعیین رفتار جانبی این سازه‌ها روش‌های معمول عبارتند از:

مدل سازی خاک با فنرهای خطی یا غیرخطی (روش $p-y$)

روش گوه کرنش در خاک

مدل سازی خاک به صورت محیط پیوسته و سه بعدی (المان محدود)

^۱ استادیار دانشکده فنی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) قزوین

^۲ کارشناس ارشد مهندسی عمران سازه از دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) قزوین