

## بررسی آزمایشگاهی رفتار شمع پافیلی تحت بارهای کششی مایل در خاک ماسه‌ای

مسعود مکارچیان<sup>۱</sup>، عرفان متینی<sup>۲</sup>

۱- استادیار دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک خاک و مهندسی پی، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

Makarchian@basu.ac.ir  
Erfan\_matini@yahoo.com

### خلاصه

مقاله حاضر نتیجه تحقیق بر روی رفتار مدل آزمایشگاهی شمع تحت بار کششی مایل در خاک ماسه‌ای است. هدف از این تحقیق یافتن زاویه بحرانی (که در آن ظرفیت باربری شمع به حداکثر می‌رسد) و مقایسه رفتار شمع ساده و پافیلی تحت بارگذاری کششی در زوایای مختلف صفر (قائم)، 30، 60 و 90 درجه (افقی) نسبت به محور شمع است. جهت انجام این تحقیق از مدل آزمایشگاهی شمع‌های فلزی و دستگاهی که به همین منظور در دانشگاه بوعلی سینا ساخته شده، استفاده شد. بر اساس نتایج آزمایش‌ها، قسمت پافیلی سهم مؤثری در افزایش ظرفیت باربری شمع در زوایای مختلف دارد و زاویه بحرانی (زاویه‌ای که حداکثر ظرفیت باربری در آن رخ می‌دهد) در این حالت 60 درجه به دست آمد.

کلمات کلیدی: مدل آزمایشگاهی، شمع پافیلی، بار مایل، ظرفیت باربری شمع، زاویه بحرانی.

### 1. مقدمه

مثال‌های زیادی در مهندسی عمران وجود دارد که در آنها از فونداسیون‌های عمیق استفاده می‌شود. از جمله پرکاربردترین فونداسیون‌های عمیق می‌توان به شمع‌ها اشاره کرد. در بعضی سازه‌ها ممکن است شمع‌ها در معرض نیروهای بالارانش (کشش) قرار گیرند که از جمله آنها به سازه‌های در معرض واژگونی زیاد مانند دودکش کوره‌ها، برج‌های انتقال نیرو و یا اسکله‌ها اشاره کرد. در سازه‌هایی نظیر سکوها، نفت نیز بالارانش شمع اتفاق می‌افتد و اغلب در معرض بارهای باد هستند و در واقع نیروی بیرون‌کنشی اعمال شده به این سازه‌ها از وزن سازه بزرگتر است. اولین بارگذاری بر روی سازه‌های مهار شده با کابل، کششی است که بار را رو به بالا و مایل به پی وارد می‌کند. انواع مختلفی از پی‌ها از جمله: شمع‌های حفاری شده یا رانده شده در خاک می‌توانند این نوع بارها را تحمل کنند. رفتار پی‌های عمیق تحت بارهای غیر محوری خیلی خوب درک نشده و آزمایش‌های محدودی در این زمینه انجام شده است. استفاده از مدل آزمایشگاهی به جای آزمایش‌های بزرگ مقیاس، دو دلیل عمده دارد. دلیل اول دقت کار آزمایشگاهی و توانایی کنترل پارامترهای مؤثر در ظرفیت باربری شمع است و دلیل دوم جنبه اقتصادی و صرف هزینه کمتر در بررسی رفتار شمع است. با توجه به اهمیت موضوع رفتار شمع تحت بار مایل در بحث‌های عملی امروز، در این مطالعه نیز سعی شد که رفتار مدل‌های کوچک آزمایشگاهی شمع تحت بار کششی مایل بررسی شود.

میرهوف (1973) [1] نشان داد که ظرفیت بالارانش دیوارهای مهار صلب و شمع‌ها با مقطع ثابت تحت بارهای مایل می‌تواند با کمک ضرایب بالارانش بیان شود که با بسط نظریه مقاومت بالارانش قائم پی‌ها به دست می‌آید. نتایج آزمایش‌ها و بررسی وی نشان می‌دهد که ضرایب بالارانش دیوارهای مهار با سطح زبر و شمع‌های با انتهای بزرگ (پافیلی) در ماسه و رس، عموماً از مقدار حداکثر برای بالارانش قائم به حداقل در حالت کشش افقی کاهش می‌یابد. میرهوف همچنین رابطه مشابهی برای شمع‌های کوتاه با مقطع ثابت هم پیدا کرد، اما نشان داد مقاومت بالارانش

<sup>1</sup> استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه بوعلی سینا

<sup>2</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشگاه بوعلی سینا