



بررسی رفتار شمع تحت نیروهای افقی در داخل خاک های لایه ای با استفاده از روش المان محدود

سید مرتضی مرنندی ، استادیاربخش مهندسی عمران دانشگاه شهید باهنر کرمان
عسگر عباسی نیلق ، دانشجوی کارشناسی ارشد خاک و پی دانشگاه شهید باهنر کرمان*
*تلفن : 09113920434 پست الکترونیکی : a_abbasy@hotmail.com

چکیده :

شمع ها اغلب اوقات علاوه بر بار قائم تحت اثر نیروهای جانبی و لنگر خمشی قرار دارند . برای مثال در سازه اسکله ها و در جایی که نیروی حاصل از پهلوگیری و ضربه کشتی به شمع های نگهدارنده آن وارد می شود . در سازه های فرا ساحل که تحت اثر نیروی امواج و جریان های دریایی قرار دارند، در سازه های حایل که توسط شمع ها نگهداری می شوند، در سازه های بلند که نیروی باد به آنها وارد می شود و سازه های مستقر در روی شمع ها در مناطق زلزله خیز .

چنانچه نسبت نیروهای جانبی به نیروهای قائم اعمال شده به شمع کوچک باشد از نیروهای جانبی صرفنظر می شود در غیر اینصورت تحلیل شمع تحت اثر بار جانبی الزامی بوده و بایستی با روش های مناسب اثر بار جانبی بر رفتار شمع تحلیل شود.

کلید واژه ها : شمع ، المان محدود ، خاک لایه ای ، نیروی افقی ، Geo-Slope

1- مقدمه

شمع های گروهی اغلب در معرض بار های محوری و جانبی قرار دارند . طراحان اواسط دهه 1960 فرض می کردند که شمع ها تنها توانایی تحمل بارهای محوری را دارند . بارهای جانبی توسط شمع های مایل تحمل می شدند که در این شمع ها بار جانبی مولفه ای از بار محوری بود . برای بدست آوردن بار شمع های منفرد موجود در گروه از روش های نموداری استفاده می شد و چندضلعی نیروی حاصل تنها زمانی بسته می شد که برای بارهای جانبی ، شمع های مایل وجود داشت .

در این مقاله چهار مدل شمع تحت نیروهای افقی در داخل خاکهای یکنواخت و لایه ای در نظر گرفته شده است . دو مدل در ارتباط با خاک رس یکنواخت و دو مدل دیگر در ارتباط با خاک رس دارای یک لایه ماسه و خاک ماسه دارای یک لایه رس می باشد.

با استفاده از روش المان محدود ، مقادیر لنگر خمشی ، نیروی برشی و میزان جابجایی در طول شمع ، تحت نیروهای استاتیکی 100 ، 200 ، 300 و 400 کیلو نیوتن محاسبه می شوند.

جهت محاسبه این مقادیر از نرم افزار Geo-Slope استفاده شده است . بسته Σ/w از مجموعه Geo-Slope ابزاری قدرتمند برای محاسبه مقادیر تنش ، کرنش و همچنین مقادیر لنگر خمشی و نیروی برشی در مسائل خاک و اندر کنش خاک وسازه می باشد .

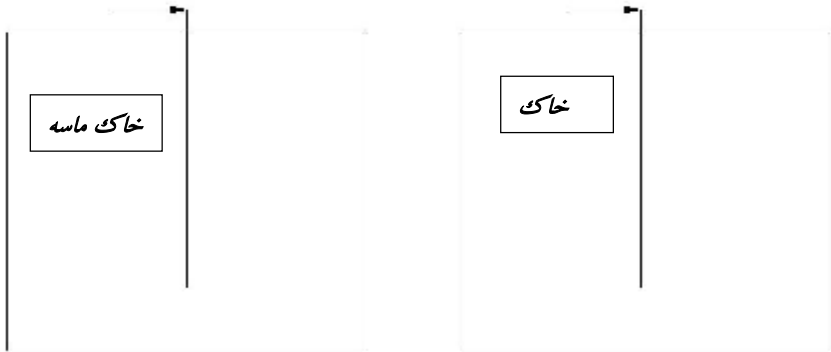
2- مشخصات هندسه مدل ، شمع و پارامترهای خاک و شمع

شمعی با مقطع مربع به ابعاد $0/5 \times 0/5$ ، مدول الاستیسیته 20000000 kpa و به طول $13/40$ متر با مصالح الاستیک خطی برای تحلیل در نظر گرفته شد . عمق شمع در داخل خاک $12/40$ متر و طول آزاد آن در بیرون از خاک 1 متر در نظر گرفته شد . ابعاد محدوده خاکی که شمع در داخل آن قرار گرفته است 15 در 15 متر بوده و المان بندی آن به گونه ای است که در اطراف شمع و در نزدیکی سطح زمین ، ابعاد المان ها ریزتر انتخاب شده است .

برای خاک های لایه ای ، عمق لایه های رس و ماسه $9/77$ در پایین و $5/32$ متر در بالا در نظر گرفته شده است . برای خاک رس مقاومت برشی زهکشی نشده $C=18 \text{ kpa}$ ، مدول یانگ (مدول الاستیسیته) $E=10000 \text{ kpa}$ ، ضریب پواسن $n=0/45$ و وزن واحد حجم $g=13/7 \text{ kN/m}^3$ و برای خاک ماسه ای، زاویه اصطکاک داخلی $j = 37$ درجه ، مدول الاستیسیته $E=20000 \text{ kpa}$ ، ضریب پواسن $n=0/35$ و وزن واحد حجم $g=14/5 \text{ kN/m}^3$ انتخاب شده است .

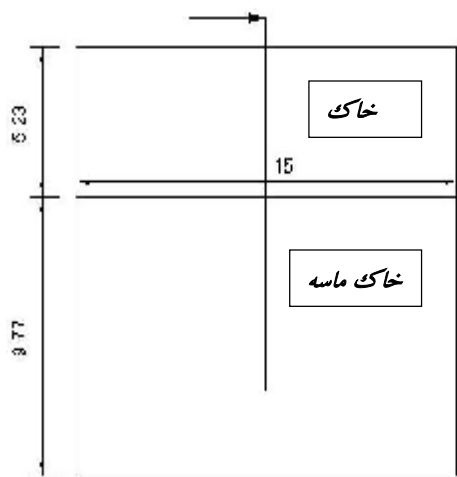
خاک رس با استفاده از مدل موهر-کولمب و بصورت الاستو پلاستیک و شمع بصورت مصالح الاستیک خطی در نظر گرفته شده است .

شکل های (1- a,b,c,d,e) مقطع شمع در داخل خاک یکنواخت ولایه ای و ابعاد آنها را نشان می دهد .

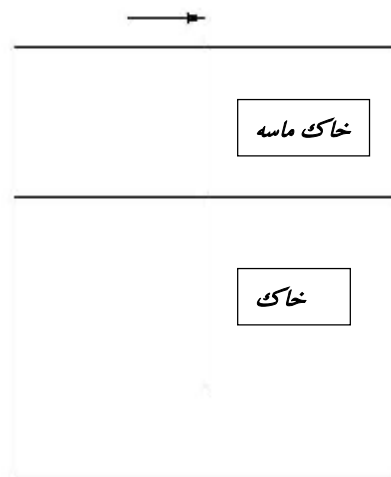


شکل 1- b

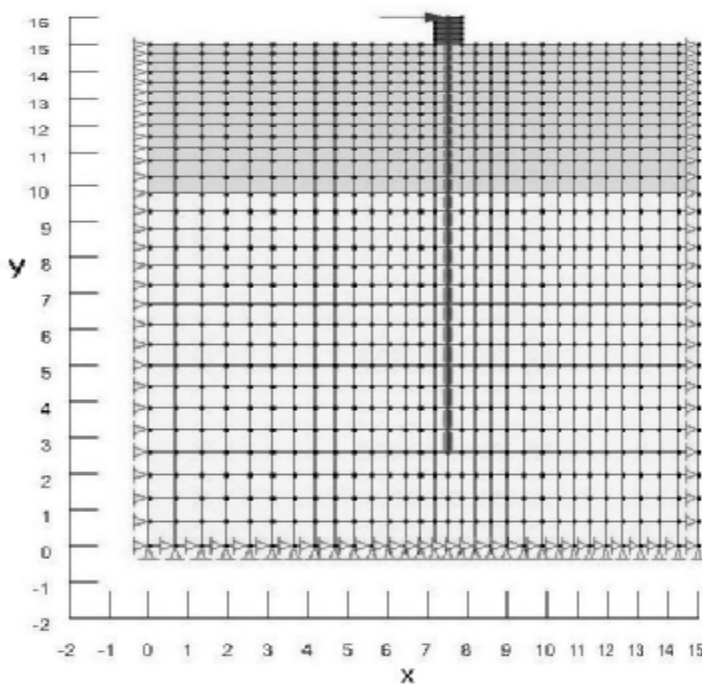
شکل 1- a



شکل 1-d



شکل 1-c



شکل 1-e

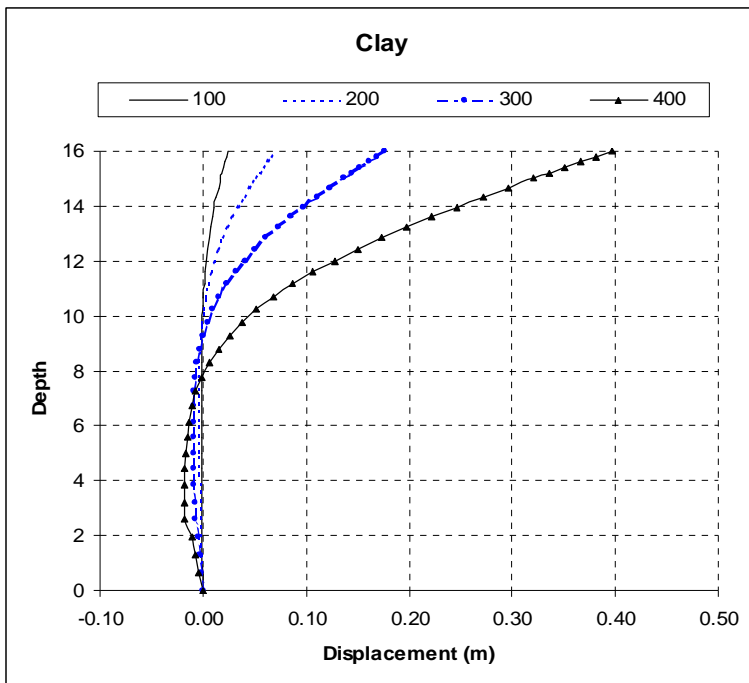
شکل (1) - مقطع شمع در داخل خاک

3-آنالیز مسئله و نتایج آن

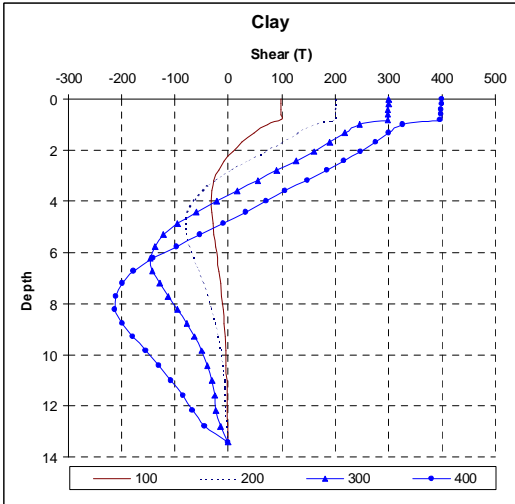
مدل های شمع ایجاد شده در داخل خاک لایه ای و یکنواخت ، با استفاده از نرم افزار Geo-Slope (Sigma/w) و تحت نیروهای استاتیکی 100 ، 200 ، 300 و 400 کیلونیوتن تحلیل شدند و برای هرمدل مقادیر جابجایی ، لنگر خمشی و نیروی برشی در طول شمع بدست آمد .

3-1-خاک رس یکنواخت

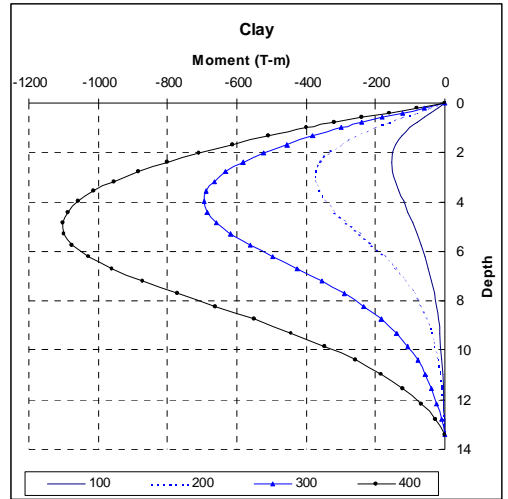
شکل (2) نشان دهنده مقادیر جابجایی در طول شمع تحت نیروهای افقی 100 تا 400 کیلونیوتن در داخل خاک رس یکنواخت می باشد . میزان حداکثر جابجایی در نوک شمع برابر با 40 سانتی متر می باشند . عمقی که در آن شمع از حالت قائم خارج شده و شروع به خم شدن می نماید تقریباً 8 متری باشد . شکل (3) نشان دهنده مقادیر لنگر خمشی در طول شمع تحت نیروهای استاتیکی موجود می باشد . مقادیر حداکثر لنگر خمشی در عمق 2/4 تا 4/58 متر اتفاق می افتد . شکل (4) مقادیر نیروهای برشی را در طول شمع نشان می دهد . مشاهده می شود در جایی که نیروی برشی صفر شده و تغییر علامت می دهد ، لنگر خمشی حداکثر مقدار خود را دارد .



شکل (2) - جابجایی در طول شمع در داخل خاک رس یکنواخت



شکل (4) - نیروی برشی در طول شمع در داخل خاک رس یکنواخت



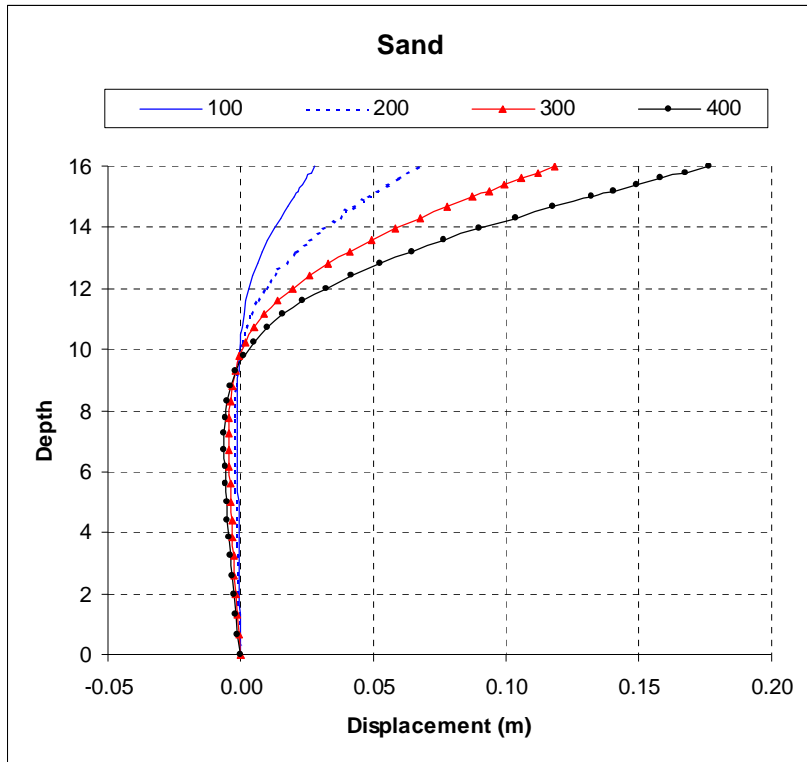
شکل (3) - لنگر خمشی در طول شمع در داخل خاک رس یکنواخت

2-3- خاک ماسه ای یکنواخت

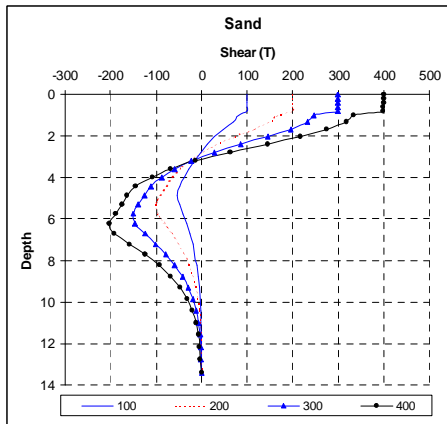
شکل (5) مقادیر جابجایی هادر طول شمع تحت نیروهای استاتیکی افقی 100 تا 400 کیلو نیوتن در داخل خاک ماسه ای یکنواخت را نشان می دهد. مقدار حداکثر جابجایی در نوک شمع تحت نیروهای وارده برابر با $17/6$ سانتی متر می باشد و عمقی که در آن شمع از حالت قائم خارج شده و انحنای پیدا می کند حدوداً در $9/7$ متری قرار دارد.

شکل (6) نشان دهنده مقادیر لنگر خمشی در طول شمع می باشد. مقادیر حداکثر لنگر خمشی در عمقی بین $2/78$ تا $3/17$ متر اتفاق می افتد.

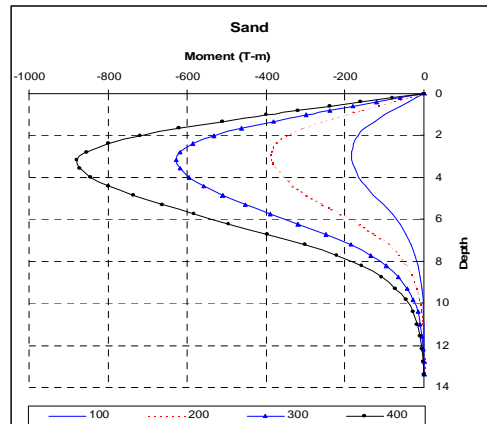
شکل (7) مقادیر نیروی برشی را در طول شمع نشان می دهد. مشاهده می شود که مقادیر نیروی برشی در عمق 2 تا 4 متری تغییر علامت می دهند که در این محدوده مقادیر لنگر خمشی ماکزیمم مقدار خود را دارد.



شکل (5) - جابجایی در طول شمع در داخل خاک ماسه یکنواخت



شکل (7) - نیروی برشی در طول شمع در داخل خاک ماسه یکنواخت

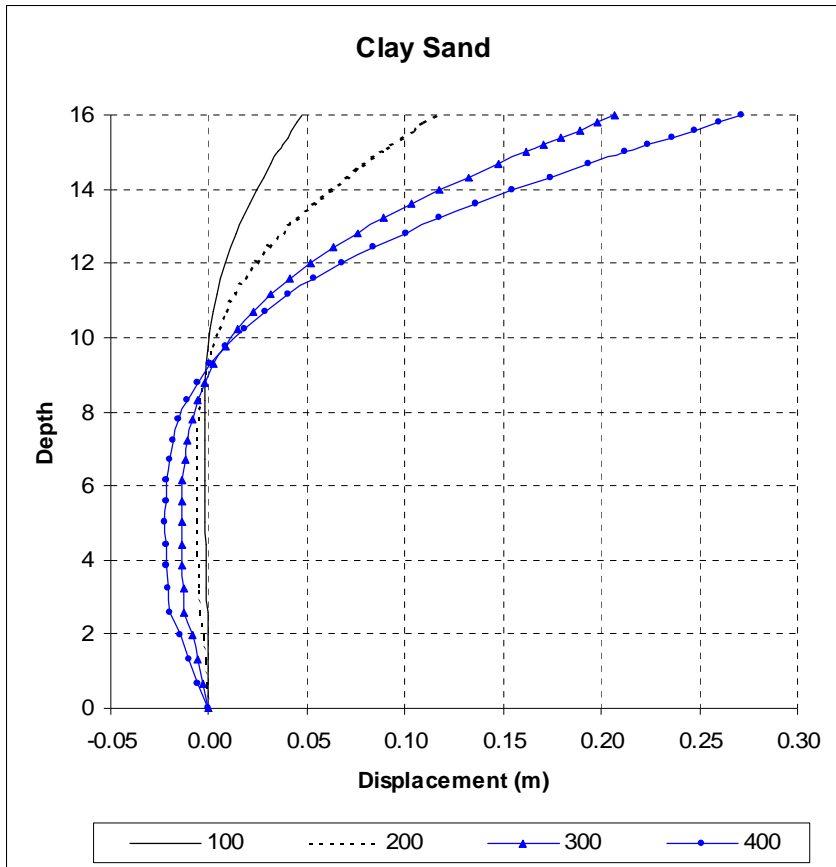


شکل (6) - لنگر خمشی در طول شمع در داخل خاک ماسه یکنواخت

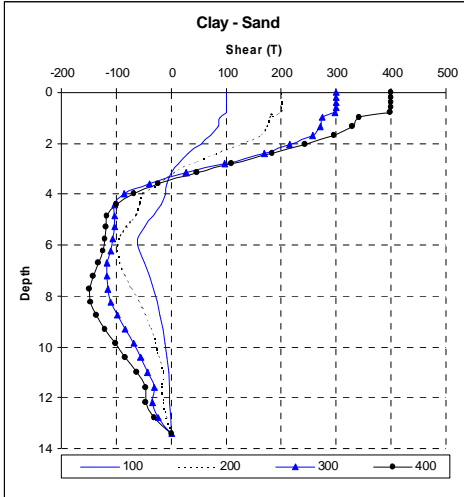
3-3- خاک های لایه ای

نوع اول این مدل شامل یک لایه خاک رس در زیر به عمق 9/77 متر و یک لایه ماسه در بالا به عمق 5/32 متر می باشد. شکل های (8)، (9) و (10) به ترتیب نشان دهنده مقادیر جابجایی در نوک شمع، لنگر خمشی و نیروی برشی در طول شمع برای این نوع مدل می باشد.

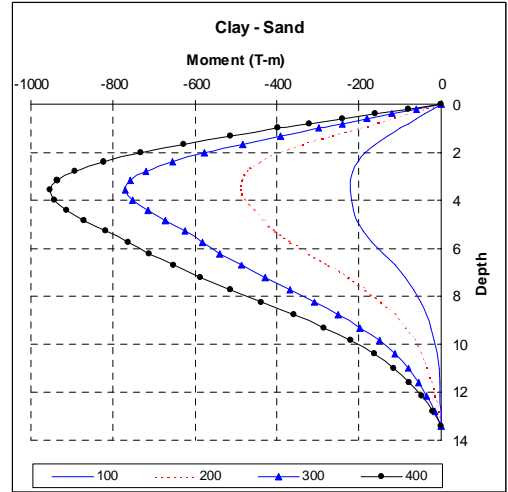
نوع دوم این مدل شامل یک لایه خاک ماسه در زیر به عمق 9/77 متر و یک لایه رس در بالا به عمق 5/23 متر می باشد. شکل های (11)، (12) و (13) به ترتیب نشان دهنده مقادیر جابجایی در نوک شمع، لنگر خمشی و نیروی برشی در طول شمع برای این نوع مدل می باشد.



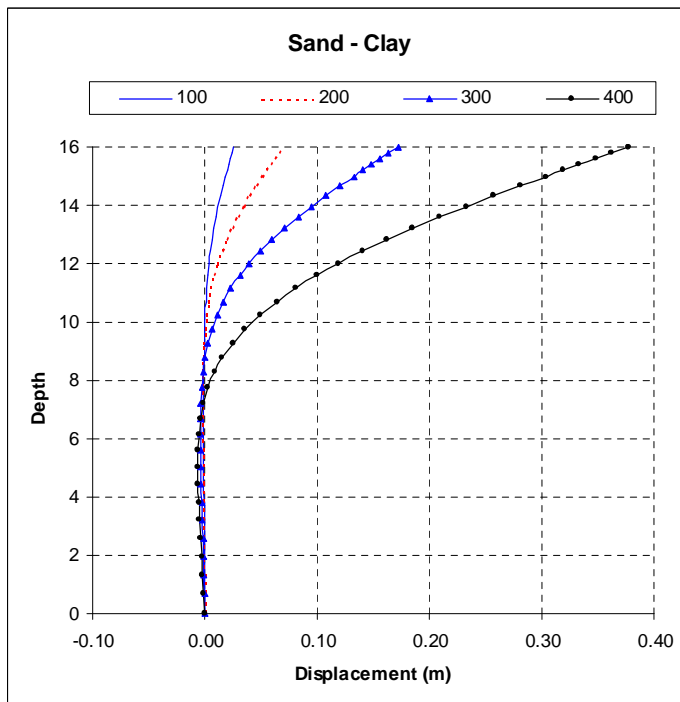
شکل (8) - جابجایی در طول شمع در داخل خاک رس دارای لایه ماسه ای



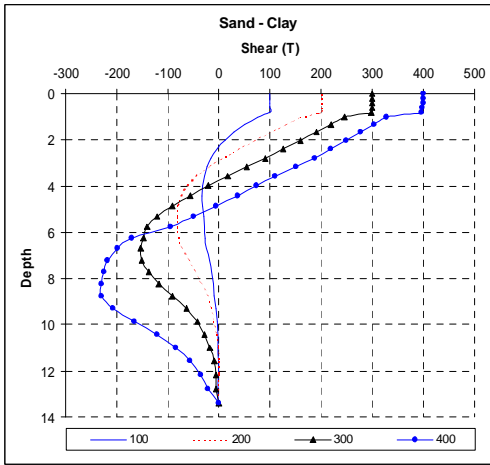
شکل (10) - نیروی برشی در طول شمع در داخل خاک رس دارای یک لایه ماسه



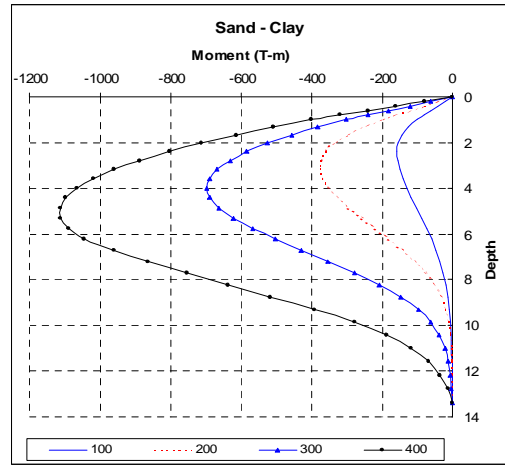
شکل (9) - لنگر خمشی در طول شمع در داخل خاک رس دارای یک لایه ماسه



شکل (11) - جابجایی در طول شمع در داخل خاک ماسه دارای یک لایه رس



شکل (13) - نیروی برشی در طول شمع در داخل خاک ماسه دارای یک لایه رس



شکل (12) - لنگر خمشی در طول شمع در داخل خاک ماسه دارای یک لایه رس

4- نتیجه گیری

- 1- از روی منحنی های مربوط به میزان جابجایی در طول شمع مشاهده می شود که شمع در داخل خاک رس بیشترین جابجایی و شمع در داخل خاک ماسه ای کمترین میزان جابجایی رداشته است. واین به خاطر سختی کمتر خاک رس و سختی بیشتر خاک ماسه ای می باشد.
- 2- نقطه دوران شمع در داخل خاک رس تقریباً در عمق 8 متری قرار دارد در حالیکه برای شمع در داخل خاک ماسه ای این عمق حدوداً 9/7 متر می باشد. واین به خاطر سختی بیشتر خاک ماسه ای و عدم تغییر شکل آن در مقایسه با خاک رس می باشد.
- 3- توزیع جابجایی در طول شمع برای شمع در داخل خاک رسی نسبت به شمع در داخل خاک ماسه ای بیشتر می باشد.
- 4- حداکثر لنگر خمشی در طول شمع به طور تقریبی در فاصله $\frac{1}{3}$ از سطح زمین اتفاق می افتد.

5-مراجع

- [1] ولی پورگودرزی، فرزاد، "کاربرد روش المان‌های محدود در مهندسی ژئوتکنیک"، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- [2] Lymon C.Reese , William F.Van Impe "Single Piles and Pile Groups under Lateral Loadind "
- [3] طاحونی، شاپور، "اصول مهندسی ژئوتکنیک و مکانیک خاک".
- [4] باولز ، "تحلیل و طراحی پی".