

مستطاب



دانشگاه هرمزگان

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته عمران گرایش خاک و پی

عنوان :

رفتار شمع ها تحت بار جانبی در مجاورت شیبهای با خاک چسبنده

استاد راهنما :

دکتر عادل عساکره

نگارش :

امین پورخسروانی

خرداد ۱۳۹۲

تأییدیه‌ی هیأت داوران جلسه‌ی دفاع از پایان‌نامه

اعضای هیئت داوران، نسخه نهائی پایان نامه خانم / آقای:

را با عنوان:

از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آن را برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد تأیید می‌کند.

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیئت داوران
			استاد راهنما
			استاد مشاور
			استاد مشاور
			استاد ممتحن خارجی
			استاد ممتحن داخلی
			نماینده تحصیلات تکمیلی

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

اینجانب به شماره دانشجویی دانشجوی رشته مقطع تحصیلی..... تأیید می‌نمایم که کلیه‌ی نتایج این پایان‌نامه/رساله حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری‌شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی و انضباطی ...) با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن، مسؤولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی‌صلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده‌ی اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسؤولیتی در این خصوص نخواهد داشت.

نام و نام خانوادگی:

امضا و تاریخ:

تقدیم بہ معلم بزرگ زندگیم، پدرم

کہ قلم ہمیشہ سوکوار اوست.

تقدیم بہ بانوی گذشت و مہربانی ما، مادرم.

تقدیم بہ عباس، حسن و محمد عزیز.

و تقدیم بہ ہمہ و زندگان راہ دانش و تمامی خوبان این مرز و بوم.

قدردانی

با تشکر از استاد گرامی جناب آقای دکتر عادل عساکره که صمیمانه مرا در امر پژوهش و نگارش این مجموعه یاری دادند. موفقیت روز افزون ایشان را از درگاه ایزد توانا خواستارم.

با تشکر از زحمات بی دریغ اساتید محترم دانشگاه هرمزگان و همچنین با تشکر از برادر عزیزم جناب مهندس فرزاد نساجی که مرا در این امر یاری رساندند.

چکیده :

پی های عمیق از جمله شمع های کوبشی که برای تحمل بارهای عمودی سازه ها مورد استفاده قرار میگیرند در معرض بارهای جانبی نیز هستند. بسیاری از سازه هایی که توسط شمع نگه داشته می شوند ، مثل پل ها در معرض بارهای جانبی بزرگی قرار دارند که این بارها میتوانند از طریق باد ، امواج و یا حتی از لرزش ناشی از ترافیک بوجود آیند. در بسیاری از مسائل عملی، سازه هایی که در معرض بار جانبی قرار دارند در مجاورت یک شیب خاکی حفاری شده یا یک شیب خاکریزی شده واقع شده اند. مطالعات بزرگ مقیاس برای تعیین اثرات شیب بر روی ظرفیت باربری جانبی شمع بسیار محدود هستند. هدف از این مطالعه ، مشاهده تأثیرات شیب زمین بر روی ظرفیت باربری جانبی شمع های واقع شده در مجاورت این شیب ها میباشد. با توجه به اهمیت موضوع و امکان استفاده از روشهای عددی و فن آوری رایانه برای ارزیابی رفتار شمع ها، در این تحقیق سعی بر آن است که با استفاده از روش عددی تفاضل محدود، رفتار تک شمع تحت بارهای جانبی و در مجاورت شیب خاکی بررسی شود و اثر برخی عوامل بر روی آن مطالعه شود. نرم افزار مورد استفاده در این تحقیق ۳D FLAC نسخه ۲۶۱ - ۳۰۰ است.

یک مدل عددی تفاضل محدود بوسیله نرم افزار ۳D FLAC بر روی شمع های فولادی در خاکهای چسبنده انجام شده است. نتایج بدست آمده از این مدل سازی با نتایج آزمایشات مشابه صورت گرفته صحت سنجی شده اند که از تطابق قابل قبولی برخوردار می باشند. در انتها نیز یک مطالعه ی پارامتریک برای بررسی تأثیر پارامترهای خاک بر روی ظرفیت باربری شمع های واقع شده در مجاورت شیب های خاکی صورت گرفته است.

کلمات کلیدی: شمع، بار جانبی، شیب خاکی، تحلیل عددی، خاک چسبنده، ۳D FLAC

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول
۲	۱- کلیات
۲	۱-۱- مقدمه
۴	۱-۲- فرضیات
۴	۱-۳- روش تحقیق
۵	فصل دوم
۵	روشهای اجرای شالوده های عمیق
۶	۲- روش های اجرای شالوده های عمیق
۶	۲-۱- مقدمه
۶	۲-۲- راهکارهای عملی طراحی شمع ها
۷	۲-۳- انواع پی های عمیق از نظر اجرایی
۹	۲-۴- سیستم های مورد استفاده در نصب شمع
۹	۲-۴-۱- شمع های کوبشی
۱۰	۲-۴-۲- شمع های نصب شونده درون حفره خود (Drilled Shaft= DS)
۱۲	۲-۴-۳- کیسون ها (Caissons)
۱۲	۲-۴-۴- شالوده های پوسته ای کوبشی و پر شده با بتن
۱۳	۲-۵- آسیب پذیری شمع ها در حین نصب
۱۳	۲-۶- مطالعات موردی مشکلات ایجاد شده در بعضی ساختگاه های مسئله ساز در حین اجرا
۱۵	فصل سوم
۱۵	مروری بر مطالعات انجام شده
۱۶	۳- بررسی مطالعات پیشین
۱۶	۳-۱- مقدمه

- ۱۸ - ۲-۳- ظرفیت باربری جانبی شمع های منفرد :
- ۱۸ - ۱-۲-۳- روش های مرسوم استاتیکی :
- ۲۱ - ۲-۲-۳- تئوری برامز (Broms ۱۹۶۴) :
- ۲۱ الف) خاک های چسبنده :
- ۲۱ - شمع های سرآزاد
- ۲۳ - شمع های سرگیردار :
- ۲۴ ب) خاکهای دانه ای:
- ۲۵ - شمع های سرآزاد:
- ۲۷ - شمع های سرگیردار:
- ۲۹ - ۳-۲-۳- روش فنر وینکلر و مفهوم منحنی های P-y :
- ۳۰ - ۱-۳-۲-۳- مفهوم منحنی P-y :
- ۳۴ الف) خصوصیات منحنی های P-y برای خاک های چسبنده :
- ۳۵ - عناصر کلیدی منحنی های P-y برای خاک های چسبنده :
- ۳۹ - منحنی های P-y رس نرم :
- ۴۱ - منحنی های P-y رس سفت زیر سطح آب زیر زمینی :
- ۴۳ - منحنی های P-y رس سفت در بالای سفره آب :
- ۴۴ - منحنی های P-y هایپربولیک (هذلولوی) برای بارگذاری زهکشی نشده در خاکهای چسبنده :
- ۴۷ - خلاصه منحنی های P-y برای خاک های چسبنده :
- ۴۷ ب) مشخصات منحنی های P-y برای خاک های غیر چسبنده:
- ۴۷ - عناصر کلیدی منحنی های P-y برای خاک های غیر چسبنده :
- ۴۹ - منحنی های P-y ماسه ارائه شده توسط (Reese et al (۱۹۷۴) :
- ۵۲ - منحنی های P-y ماسه ارائه شده توسط انستیتو نفت آمریکا (API):
- ۵۴ ج) سایر منحنی های P-y :
- ۵۴ - مشخصات منحنی های P-y برای خاک های دارای C و ϕ :
- ۵۷ - منحنی های P-y برای خاک های نیمه اشباع :
- ۵۸ - منحنی های P-y برای خاک های چندلایه :
- ۵۹ - ۳-۳- روش های موجود برای شمع های نزدیک شیب :
- ۶۱ - ۱-۳-۳- مدل کوچک مقیاس آزمایشگاهی و آزمایش سانتریفیوژ:

۶۴	۳-۳-۲- روش اجزاء محدود :
۶۷	۳-۳-۳- آزمایشات بزرگ مقیاس :
۶۹	۳-۳-۴- سایر ملاحظات برای اثر شیب خاکی :
۷۳	فصل چهارم
۷۳	۴- معرفی مختصر نرم افزار ۳D FLAC و آنالیز حساسیت شبکه بندی
۷۴	۴-۱- معرفی نرم افزار
۷۶	۴-۲- آنالیز حساسیت مدل نسبت به شبکه بندی
۷۷	۴-۲-۱- آنالیز حساسیت مدل نسبت به اندازه مش بندی
۷۹	۴-۲-۲- آنالیز حساسیت مرزهای عمودی
۸۲	فصل پنجم
۸۲	مدلسازی عددی شمع های با بار جانبی
۸۳	۵- مدلسازی عددی
۸۳	۵-۱- مقدمه
۸۴	۵-۲- روند کلی مدلسازی :
۸۴	۵-۳- مدل کردن مصالح :
۸۴	۵-۳-۱- مدلسازی خاک :
۸۵	۵-۳-۲- مدل کردن شمع :
۸۶	۵-۳-۳- خواص سطوح مشترک :
۸۶	۵-۴- شرایط مرزی مدل :
۸۷	۵-۵- هندسه مدل و شرایط اولیه تنش :
۸۷	۵-۵-۱- ساخت مش :
۹۱	۵-۵-۲- شرایط تنش اولیه :
۹۲	۵-۶- نتایج تحلیل ها :
۹۲	۵-۶-۱- شمع حالت پایه :
۹۳	۵-۶-۲- شمع روی تاج شیب (D):
۹۴	۵-۶-۳- شمع با فاصله ۲D از تاج شیب :

۹۵	۵-۶-۴- شمع با فاصله ۴D از تاج شیب :
۹۵	۵-۷- خلاصه ای از نتایج تحلیل ها :
۹۷	۵-۸- آنالیز پارامتریک برای شمع روی تاج شیب :
۹۷	۵-۸-۱- مطالعه پارامتریک خصوصیات مقاومتی خاک
۱۰۰	۵-۸-۲- مطالعه پارامتریک برای تغییر در زاویه شیب:
۱۰۰	۵-۸-۳- مطالعه پارامتریک برای تغییر در طول شمع:
۱۰۱	۵-۹- جمع بندی نتایج تحلیل ها
۱۰۳	فصل ششم
۱۰۳	نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۰۴	۶- نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات برای مطالعات آتی
۱۰۴	۶-۱- جمع بندی و نتیجه گیری :
۱۰۵	۶-۲- توصیه هایی برای ادامه مطالعات در آینده:
۱۰۶	مراجع:

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۳۵	جدول ۱-۳ برخی از پارامترهای استفاده شده در تحلیل شمع های با بار جانبی
۳۶	جدول ۲-۳ مدول عکس العمل بستر برای رس با استفاده از توصیه های ترزاقی (Reese et al ۲۰۰۶)
۴۰	جدول ۳-۳. روند ترسیم منحنی p-y رس نرم (Matlock ۱۹۷۰)
۴۱	جدول ۳-۴. روند ترسیم منحنی p-y رس سفت زیر سطح آب (Reese et al ۱۹۷۵)
۴۴	جدول ۳-۵. روند ترسیم منحنی p-y رس سفت بدون سفره آب زیرزمینی (Reese and Welch ۱۹۷۵)
۴۷	جدول ۳-۶. مدول عکس العمل بستر برای ماسه خشک و غوطه ور با استفاده از توصیه های ترزاقی (Reese et al ۲۰۰۶)
۵۰	جدول ۳-۷. روند ترسیم منحنی p-y ماسه (Reese et al ۱۹۷۴)
۵۲	جدول ۳-۸. روند ترسیم منحنی p-y ماسه API (API ۱۹۸۷)
۵۵	جدول ۳-۹. روند ترسیم منحنی p-y ماسه سمنته شده (Ismael ۱۹۹۰)
۵۶	جدول ۳-۱۰. روند ترسیم منحنی p-y سیلت (Reese and Van Impe ۲۰۰۱)
۶۶	جدول ۳-۱۱. روند ترسیم منحنی p-y رس برای شمع با بار استاتیکی افقی و در مجاورت شیب
۷۱	جدول ۳-۱۲. مقاومت نهایی خاک برای شمع در مجاورت شیب ماسه ای (Reese et al ۲۰۰۶)
۷۲	جدول ۳-۱۳. مقاومت نهایی خاک برای شمع در مجاورت شیب رسی (Reese et al ۲۰۰۶)
۷۸	جدول ۴-۱. مشخصات مصالح مدل
۷۹	جدول ۴-۲. نتایج بدست آمده برای مش بندی های مختلف
۸۰	جدول ۴-۳. نتایج بدست آمده برای مرز بندی های مختلف
۸۸	جدول ۵-۱. مشخصات مصالح مدل

فهرست شکلهای

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱ گسیختگی در اثر چرخش شمع کوتاه.....
۳	شکل ۲-۱ شمع بلند تحت بار جانبی.....
۱۸	شکل ۱-۳ شمع سر آزاد با بارگذاری جانبی.....
۲۰	شکل ۲-۳. توزیع مقاومت جانبی شمع در خاک چسبنده.....
۲۱	شکل ۳-۳. نمودارهای شمع های سر آزاد در خاک چسبنده (Broms ۱۹۶۴).....
۲۳	شکل ۴-۳. نمودارهای شمع های سر گیردار در خاک چسبنده (Broms ۱۹۶۴).....
۲۵	شکل ۵-۳. نمودارهای شمع های سر آزاد در خاک دانه ای؛ (a) شمع کوتاه (b) شمع بلند (Broms ۱۹۶۴).....
۲۶	شکل ۶-۳. نمودارهای شمع های سر گیردار در خاک دانه ای؛ (a) شمع کوتاه (b) شمع متوسط (c) شمع بلند.....
۲۷	شکل ۷-۳. مفهوم روش فنر وینکلر برای شمع با بارگذاری جانبی (Juirnarongrit ۲۰۰۲).....
۲۹	شکل ۸-۳. (a) توزیع تنش خاک مقابل شمع، قبل و بعد از بارگذاری جانبی (b) مفهوم منحنی p-y.....
۳۰	شکل ۹-۳. منحنی های p-y برای یک شمع با بارگذاری جانبی (Dunnivant ۱۹۸۶).....
۳۰	شکل ۱۰-۳. روش بدست آوردن منحنی های p-y (Reese et al ۲۰۰۱).....
۳۳	شکل ۱۱-۳. مفهوم منحنی p-y استاتیکی (Reese et al ۲۰۰۶).....
۳۵	شکل ۱۲-۳. مدهای گسیختگی رس در مسائل شمعهای با بار جانبی.....
۳۶	شکل ۱۳-۳. دو شکل متداول منحنی p-y خاک های چسبنده (Georgiadis and georgiadis ۲۰۱۰).....
۳۷	شکل ۱۴-۳. خصوصیات منحنی p-y برای رس نرم (Matlock ۱۹۷۰).....
۳۹	شکل ۱۵-۳. خصوصیات منحنی p-y برای رس سفت زیر سطح آب زیر زمینی با بارگذاری استاتیکی (Reese et al ۱۹۷۵).....
۴۰	شکل ۱۶-۳. مقادیر ثابت A برای منحنی p-y رس سفت زیر سطح آب زیر زمینی (Reese et al ۱۹۷۵).....
۴۱	شکل ۱۷-۳. خصوصیات منحنی p-y برای رس سفت بالای سطح آب زیر زمینی با بارگذاری استاتیکی.....
۴۳	شکل ۱۸-۳. نمودارهای فاکتور چسبندگی در مقابل مقاومت برشی زهکشی نشده (Georgiadis and Georgiadis).....
۴۶	شکل ۱۹-۳۹. مدهای گسیختگی ماسه در مسائل شمعهای با بار جانبی.....
۴۶	شکل ۲۰-۳. خصوصیات شکل منحنی های p-y برای ماسه (Reese et al ۱۹۷۴).....
۴۸	شکل ۲۱-۳. مقادیر ثابت های استفاده شده برای ترسیم منحنی های p-y برای ماسه (Reese et al ۱۹۷۴).....

- شکل ۳-۲۲- نمودار های استفاده شده برای ترسیم منحنی های $p-y$ برای ماسه (API ۱۹۸۷) ۴۹
- شکل ۳-۲۳- خصوصیات شکل منحنی های $p-y$ برای ماسه سمنته شده (Ismael ۱۹۹۰) ۵۰
- شکل ۳-۲۴- خصوصیات شکل منحنی های $p-y$ برای خاک های C و ϕ دار (Reese and Van Impe ۲۰۰۱) ۵۲
- شکل ۳-۲۵- نمودار های استفاده شده برای ترسیم منحنی های $p-y$ برای خاک های C و ϕ دار ۵۳
- شکل ۳-۲۶- مفهوم شماتیک عمق معادل در خاکهای چند لایه (Georgiadis ۱۹۸۳) ۵۴
- شکل ۳-۲۷- مفهوم ضریب کاهش بار (Brown et al ۱۹۸۹) ۵۶
- شکل ۳-۲۸- (a) منحنیهای بار - جابجایی (b) ضرایب کاهش بار توصیه شده آزمایش سانتریفیوژ ۵۸
- شکل ۳-۲۹- ضرایب بار حاصل از (a) نتایج آزمایشگاهی (b) نتایج تحلیلی (Chae et al ۲۰۰۴) ۵۹
- شکل ۳-۳۰- ضرایب بار برای شمع نزدیک شیب ماسه ای (Mirzoyan ۲۰۰۴) ۶۲
- شکل ۳-۳۱- ضرایب کاهش برای محاسبه اثر شیب بر روی ظرفیت شمع (Stewart ۱۹۹۹) ۶۳
- شکل ۴-۱- شبکه مدل با مش درشت ، متوسط و ریز ۶۹
- شکل ۴-۲- مقایسه پاسخ های مدل برای مش بندی های مختلف ۷۰
- شکل ۵-۱- شبکه شمع و توده خاک قبل و پس از نصب شمع ۷۵
- شکل ۵-۲- شبکه مش بندی شده برای شمع حالت پایه ۷۷
- شکل ۵-۳- شبکه مش بندی شده برای شمع نصب شده در تاج شیب ($0^{\circ}D$) ۷۸
- شکل ۵-۴- شبکه مش بندی شده برای شمع $2^{\circ}D$ ۸۰
- شکل ۵-۵- شبکه مش بندی شده برای شمع $4^{\circ}D$ ۸۱
- شکل ۵-۶- شبکه مش بندی شده برای شمع $8^{\circ}D$ ۸۱
- شکل ۵-۷- مقایسه منحنی های بار - جابجایی برای شمع حالت پایه ۸۳
- شکل ۵-۸- مقایسه منحنی های بار - جابجایی برای شمع $0^{\circ}D$ ۸۴
- شکل ۵-۹- مقایسه منحنی های بار - جابجایی برای شمع $2^{\circ}D$ ۸۵
- شکل ۵-۱۰- مقایسه منحنی های بار - جابجایی برای شمع $4^{\circ}D$ ۸۵
- شکل ۵-۱۱- ضرایب نسبت بار ۸۶
- شکل ۵-۱۲- مقایسه منحنی های بار - جابجایی برای شمع $0^{\circ}D$ پس از کاهش مقاومت برشی خاک ۸۸
- شکل ۵-۱۳- مقایسه منحنی های بار - جابجایی برای شمع $0^{\circ}D$ پس از کاهش مدول الاستیسیته ۸۸
- شکل ۵-۱۴- مقایسه منحنی های بار - جابجایی برای شمع $0^{\circ}D$ پس از کاهش مدول الاستیسیته و مقاومت برشی خاک ۸۹
- شکل ۵-۱۵- مقایسه منحنی های بار - جابجایی برای شمع $0^{\circ}D$ در شیب های با زاویه مختلف ۹۰
- شکل ۵-۱۶- مقایسه منحنی های بار - جابجایی برای شمع $0^{\circ}D$ برای طولهای مختلف شمع ۹۱

فصل اول

کلیات

۱- کلیات

۱-۱- مقدمه

وقتی که لایه های فوقانی خاک ضعیف باشند (مثل خاک رَمبند یا خاک قابل تورم)، به طوری که نتوان از شالوده سطحی برای توزیع بار استفاده کرد، شالوده های شمعی برای انتقال بار به لایه های محکم تر تحتانی و یا سنگ بستر مورد استفاده قرار می گیرند. وقتی که بستر سنگی و یا لایه محکمتر تحتانی در عمق معقولی از سطح زمین قرار نداشته باشند، از شمع برای انتقال تدریجی بار استفاده می شود؛ در این حالت بیشتر مقاومت شمع از طریق نیروی اصطکاک بین سطح تماس شمع و خاک (مقاومت جلدی) تأمین می شود. به عبارت دیگر هرگاه خاک زیرین سازه واقع بر پی های سطحی برای تحمل وزن بنا ضعیف باشد، می بایست عمق پی را افزایش داد تا به خاک مناسب رسید. شمع ها مانند ستون هایی که در خاک دفن می شوند، وظیفه انتقال نیروهای وارده به لایه های مقاوم زیرین را دارند.

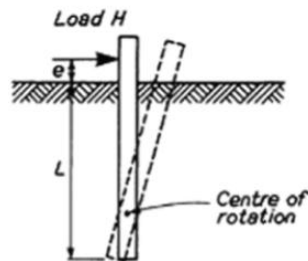
علاوه بر موارد فوق، شالوده بعضی سازه ها، نظیر خطوط انتقال برق، اسکله ها، سازه های دریایی، شالوده های گسترده در زیر آب زیرزمینی، تحت تأثیر نیروی برکنش (uplift) قرار دارند. در بعضی مواقع برای مقابله با نیروهای برکنش، از شالوده های شمعی استفاده می شود. به خاطر وجود مسئله آبشستگی و فرسایش در محل پایه های پل، این پایه ها اغلب بر روی شالوده های شمعی احداث می شوند.

کاربرد اصلی پی های عمیق در تحمل بارهای قائم می باشد. لیکن هر سازه ای به طور اجتناب ناپذیر تحت اثر بارهای افقی می باشد. این بار افقی میتواند ناشی از باد، فشار زمین، نیروی زلزله، یا حتی از لرزش ناشی از ترافیک، نیروی امواج دریا و یا پهلو گرفتن کشتی در اسکله های دریایی باشد.

طراحی شمع تحت بارهای قائم و محوری با حل معادلات تعادل در راستای نیرو صورت میگیرد؛ در حالی که در شمع های با بارگذاری جانبی، مسئله به حل معادلات دیفرانسیلی غیرخطی منجر می شود. بررسی ظرفیت باربری نهایی یک شمع قائم تحت اثر بار جانبی و کنترل تغییر مکان سر شمع به لحاظ پیچیدگی اندرکنش بین یک شمع نیمه صلب و خاک الاستو پلاستیک جزء مسائل پیچیده در علم ژئوتکنیک می باشد.

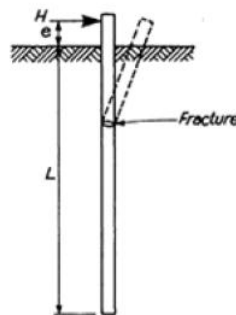
بارهای محوری صرفاً تغییر مکانی به موازات محور شمع ایجاد می کنند (سیستم یک بعدی). در حالیکه بارهای جانبی میتوانند در هر جهتی باعث ایجاد تغییر مکان شوند. در صورتی که سطح مقطع شمع به صورت دایره ای نباشد، سیستم شمع - خاک تحت اثر بار جانبی به یک مسئله سه بعدی تبدیل می شود. در بعضی سازه ها مقدار این بارها در مقایسه با بارهای قائم ناچیز بوده و قابل صرفنظر کردن است. ولیکن در بعضی سازه ها مانند پل ها، اسکله ها و سازه های دریایی، شمع ها تحت اثر بارهای جانبی قابل

توجهی قرار می گیرند. این گونه سازه ها بر حسب شرایط معمولاً بارهای جانبی خود را به وسیله شمع های بلند تحمل می کنند. مقاومت نهایی شمع قائم در برابر بار جانبی و تغییر شکل شمع در برابر بار نهایی وارد شده موضوع پیچیده ایست که در آن می بایست اندرکنش المان سازه ای نیمه صلب و خاک در نظر گرفته شود. برای حالتی که سر شمع آزاد است، هنگامی که بار کمی وارد می شود، خاک به صورت الاستیک فشرده شده و جابجایی به حدی است که فشار از شمع به خاک در عمق های کم منتقل می شود. با افزایش بار خاک پلاستیک شده و بار در اعماق بیشتر به خاک منتقل می شود. در شمع صلب کوتاه گسیختگی در اثر چرخش شمع ایجاد می شود. این موضوع در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱ گسیختگی در اثر چرخش شمع کوتاه

اما در مورد شمع هایی با طول بیشتر این مکانیزم کمی متفاوت است. در این شمع ها امکان چرخش شمع وجود ندارد و قسمت پایین شمع قائم باقی می ماند ولی قسمت بالایی آن تغییر شکل می دهد. نحوه تغییر شکل شمع های بلند در شکل ۲-۱ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱ شمع بلند تحت بار جانبی

در شمع های بلند با سر آزاد، گسیختگی در اثر ترک خوردگی در شمع، در نقطه ای که ماکزیمم ممان خمشی وارد می شود ایجاد می گردد و در واقع آن نقطه به عنوان مفصل پلاستیک در نظر گرفته می شود.

به طور کلی میزان جابجایی و ظرفیت باربری شمع مهمترین مشخصه یک شمع هستند. تحقیقات گسترده ای در زمینه شمع در برابر بار جانبی صورت گرفته است و تأثیر عوامل مختلفی بر روی این مشخصه های شمع بررسی شده است. در این تحقیق کوشش شده است تا اثر شیب زمین بر روی ظرفیت باربری جانبی شمع ها مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

۱-۲- فرضیات

نوع خاک مورد آنالیز در این تحقیق، رسی اشباع و با مقدار چسبندگی ثابت در طول پروفیل خاک می باشد.

از آنجا که خاک اشباع می باشد، لذا آنالیزها در شرایط زهکشی نشده انجام پذیرفته است. شمع های مورد آنالیز از نوع فولادی ته باز می باشند. بار وارد به شمع ها از نوع جانبی و به صورت استاتیکی یکنواخت وارد شده است. از آنجا که شمع های واقع در خاک های رسی عموماً در محدوده ی شمع های بلند قرار دارند، لذا شمع های مورد بررسی در این تحقیق همگی در محدوده شمع های بلند قرار دارند.

۱-۳- روش تحقیق

در کنار کارهای آزمایشگاهی در مقیاس بزرگ و کوچک، میتوان از روشهای عددی نیز برای بررسی مسائل ژئوتکنیکی استفاده نمود. از لحاظ کلی، تحلیل های عددی بسیار کم هزینه تر و سریعتر از بررسی های آزمایشگاهی در چنین پژوهش هایی می باشند. برای بررسی بهتر رفتار شمع ها تحت بار جانبی و در مجاورت شیب خاکی، به دلیل وجود اندرکنش موجود بین خاک و شمع، استفاده از نرم افزارهایی که قابلیت تحلیل سه بعدی را دارا باشند، مناسب تر به نظر می رسند. از جمله این نرم افزارها میتوان به نرم افزارهای Abaqus , Ansys , ۳D FLAC و Opensees اشاره نمود.

در این تحقیق از نرم افزار ۳D FLAC برای تحلیل اثر شیب زمین بر روی ظرفیت باربری شمع تحت بار جانبی استفاده شده است. برای این هدف ابتدا در فصل دوم روشهای اجرا و نکات مهم در اجرای شمع ها بیان شده و در فصل سوم مروری بر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه انجام خواهد شد. در فصل چهارم نرم افزار ۳D FLAC به اختصار معرفی خواهد شد. همچنین در این فصل حساسیت مدل نسبت به نحوه شبکه بندی نیز بررسی شده است. در فصل پنجم تأثیر شیب زمین بر روی ظرفیت باربری جانبی شمع، بوسیله مدلسازی، بررسی خواهد شد. همچنین مطالعه پارامتریکی برای درک عوامل مؤثر بر روی اثر شیب نیز انجام می شود. در فصل ششم نتایج و پیشنهادات حاصل از این تحقیق ارائه خواهد شد. در پایان نیز مراجع استفاده شده در این تحقیق معرفی خواهند شد.

فصل دوم

روشهای اجرای شالوده های عمیق

۲- روش های اجرای شالوده های عمیق

۲-۱- مقدمه

طراحی شمع ها هم جنبه های هنری دارد و هم جنبه های علمی. هنر طراحی در انتخاب مناسب ترین نوع شمع و روش نصب آن با توجه به شرایط بارگذاری و ساختگاهی است. جنبه های علمی طراحی شمع به پیش بینی و تخمین درست عملکرد شمع مستقر در خاک در حین نصب و بارگذاری دوران بهره برداری کمک می کند. این عملکرد بطور مؤثر به روش نصب شمع بستگی داشته و به تنهایی نمی تواند توسط خصوصیات فیزیکی شمع و مشخصات خاک دست نخورده پیش بینی شود. دانستن انواع شمع ها و روشهای ساخت و نصب شالوده های شمعی مستلزم فهم علمی رفتار آنهاست.

۲-۲- راهکارهای عملی طراحی شمع ها

برای طراحی شمع ها در مسائل عملی، مراحل و ملزومات زیر مورد نیاز می باشند (فخاریان ۱۳۸۰):

۱- اطلاعات لازم و مکفی از شرایط ژئوتکنیکی محل

۲- شناخت دقیق نیروها و لنگرهای وارده از روسازه از نظر نوع ، مقدار و جهت و اولویت بندی آنها

۳- شناخت عوامل محیطی از نظر آثار کوتاه مدت و دراز مدت بر مصالح شمع

۴- شناخت وضعیت پیرامون پروژه برای تصمیم گیری در مورد شیوه اجرای شمع

۵- انتخاب نوع شمع

۶- بررسی امکان پذیری ساخت و تولید شمع برای پروژه و محدودیت های ابعادی

۷- برگزیدن روش اجرا شامل کوبشی، جک زدن ، درجا ریختن و ...

۸- تعیین عمق مدفون شمع با توجه به شرایط خاک، بارهای موجود و امکانات اجرایی