١٠٨٤٨٤

۸۷/۱/۱۰۶۰۴۸
۸۷/۱۱/۳۰

دانشگاه مازندران

دانشکده فنی و مهندسی

موضوع:

مطالعه ظرفیت باربری شالوده بر روی سطح شیب دار با استفاده از روش کلاسیک و عددی

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی عمران گرایش خاک و پی

استاد راهنما :

دکتر عیسی شوش پاشا

استاد مشاور :

مهندس ایمان باقرپور

نگارش :

امیر کرد

۱۳۸۷ /۱۱/ ۱۵

تیر ۱۳۸۷

۱۰۸۴۸۴

باسمه تعالی

دانشگاه صنعتی
نوشیروانی بابل

تحصیلات تکمیلی

ارزشیابی پایان نامه در جلسه دفاعیه

نام و نام خانوادگی دانشجو: امیر کرد — شماره دانشجوئی: ۸٤٥۱۳۸۳۰۰٤

رشته تحصیلی: مهندسی عمران – خاک و پی — مقطع: کارشناسی ارشد

عنوان پایان نامه :

«مطالعه ظرفیت باربری شالوده بر روی سطح شیب دار با استفاده از روش کلاسیک و عددی»

تاریخ دفاع: ۸۷/٤/۱۲

نمره پایان نامه (به عدد): ۱۸٫۵

نمره پایان نامه (به حروف): هجده و نیم

هیات داوران :

استاد راهنما: دکتر عیسی شوش پاشا — امضا

استاد مشاور: مهندس ایمان باقر پور — امضا

استاد مدعو: دکتر عسکر جانعلی زاده — امضا

استاد مدعو: دکتر رضا نورزاد — امضا

نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی: دکتر علیرضا میرزا گل تبار روشن — امضا

تشکر و قدردانی :

بدینوسیله از زحمات استاد ارجمند جناب آقای دکتر شوش پاشا که همواره راهنما و مشوق اینجانب بوده و از آقای مهندس باقرپور به خاطر رهنمودهای لازم در انجام پروژه ، نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم .

تقـــدیـــم :

بـــه پـــدرم ، کـــه بزرگـــی رنجهـــایش را می‌شناسم و می دانم که تـوان جبـران ذره ای از فداکاریهایش را نخواهم داشت .

به مـــادرم ، کـه بـه مـن خوانـدن و نوشـتن آموخت و چگونه مهربان بودن و چگونه دوسـت داشتن را .

چکیده

در حوزه مکانیک خاک ظرفیت باربری خاک‌ها از مباحث قدیمی و معروف است، با وجود این پس از توسعه روش‌های عددی و مخصوصاً کاربرد اجزاء محدود در کارهای محاسباتی مکانیک خاک در سالهای اخیر، این موضوع مجدداً از دیدگاه دیگری مورد بررسی و مطالعه قرارمی‌گیرد به‌طوری که هنوز هم مقالاتی حاوی نکات جدید در این خصوص به چاپ می‌رسد. یکی از مسائل ویژه‌ای که با آن برخورد می‌شود، قرار گرفتن شالوده در مجاورت یک شیب است. تأثیر وجود شیب در مجاورت شالوده‌ها بر ظرفیت باربری آنها از جمله مسائل ژئوتکنیکی می‌باشد که تخمین ظرفیت باربری اینگونه شالوده‌ها، دشوار می‌باشد. در این مطالعه با کمک نرم‌افزار *SIGMA/W* و بکارگیری مدل الاستو-پلاستیک، تغییر مکان‌های ایجاد شده به ازای فشارهای مختلف وارده از طرف شالوده واقع در بالای شیروانی با استفاده از روش اجزای محدود، مورد مطالعه قرار گرفته و با بررسی تغییرات فشار-تغییر مکان، ظرفیت باربری نهایی تعیین شده است. تأثیر تغییرات اجزای مختلف هندسه مدل شامل: عرض شالوده، فاصله لبه شالوده تا شیب، زاویه شیب و عمق مدفون شالوده بر ظرفیت باربری نهایی بررسی و تغییرات آن با پارامترهای مختلف ارائه گردید. به منظور حصول اطمینان از کارایی نرم‌افزار انتخابی جهت تعیین ظرفیت باربری شالوده‌های واقع بر شیروانی چند مثال متعدد با دو روش کلاسیک و روش پیشنهادی تحلیل شد. در مطالعه حاضر مقادیر N_C بدست آمده در مقایسه با نتایج گزارش شده توسط دیگر پژوهشگران تطابق قابل توجهی داشته است ولی اختلاف در مقادیر ضریب N_γ محاسباتی دیده شده است. در نهایت تحلیل پایداری و تعیین ظرفیت باربری تپه‌های زیبا شهر (جنوب و جنوب غرب-گرگان) به عنوان یک مثال عملی و با در نظر گرفتن شرایط مکانیک خاک منطقه مورد بررسی قرار گرفت که ساخت مجتمع پایداری شیب را افزایش داده است. در نهایت این پایان‌نامه تلاشی است برای معرفی هر چه بیشتر این روش در علم مکانیک خاک و مهندسی پی.

کلمات کلیدی: ظرفیت باربری،شالوده، زمین شیبدار، اجزاء محدود

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
فصل اول: کلیات	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- بیان مسئله	۳
۱-۳- اهداف پژوهش	۴
۱-۴- نحوه دست یابی اهداف	۵
۱-۵- فصل بندی پایان نامه	۵
فصل دوم : مروری بر پژوهشهای انجام شده	۷
۲-۱- مقدمه	۸
۲-۲- ارزیابی ظرفیت باربری خاک	۸
۲-۲-۱- روش باولز	۱۰
۲-۲-۲- روش مسلیوک ، کیسلا	۱۲
۲-۲-۳- روش اسپنسر	۱۳
۲-۲-۴- روش مایرهوف	۱۴
۲-۲-۵- روش هانسن	۱۶
۲-۲-۶- روش کوساکابه	۱۷
۲-۲-۷- روش جیرو و ترن ونهیم	۱۸
۲-۲-۸- روش وسیک	۱۹
۲-۲-۹- روش کاکووکریزل	۱۹
جمع بندی	۲۰
فصل سوم: عوامل مؤثر بر ظرفیت باربری شالوده مجاور شیب	۲۲
۳-۱- مقدمه	۲۳
۳-۲- بررسی پایداری شیروانی بر ظرفیت باربری	۲۳
۳-۲-۱- ارزیابی ضریب اطمینان پایداری شیروانی ها	۲۵

۳-۲-۱-۱- روش توده ۲۷
۳-۲-۱-۲- روش قطعه ۲۸
۳-۲-۲- تعریف و مدل‌سازی مسئله ۳۱
۳-۲-۳- عوامل مؤثر در پایداری شیروانی ۳۳
۳-۲-۳-۱- عرض پی ۳۳
۳-۲-۳-۲- فاصله لبه پی تا شیب ۳۵
۳-۲-۳-۳- شیب شیروانی ۳۶
۳-۲-۳-۴- تنش به‌ازای مقادیر مختلف زاویه شیب ۳۷
۳-۲-۳-۵- وزن مخصوص و زاویه اصطکاک داخلی خاک ۳۷
۳-۳- نرم افزار مورد استفاده ۴۰
۳-۳-۱- ویژگیهای خاک در SIGMA/W ۴۲
۳-۳-۲- مدل الاستو - پلاستیک ۴۵
۳-۴- روش محاسبات و مدل‌سازی ۴۶
۳-۵- عوامل مؤثر بر ظرفیت باربری شالوده در شیب‌های بدون وزن ۵۱
۳-۵-۱- عرض پی ۵۲
۳-۵-۲- فاصله لبه پی تا شیب ۵۳
۳-۵-۳- زاویه شیب ۵۴
۳-۵-۴- افزایش عمق مدفون (D_f) ۵۵
۳-۶- عوامل مؤثر بر ظرفیت باربری شالوده در شیب‌های دارای وزن ۵۷
۳-۶-۱- عرض پی ۵۷
۳-۶-۲- فاصله لبه پی تا شیب ۵۸
۳-۶-۳- زاویه شیب ۶۱
جمع‌بندی ۶۲
فصل چهارم : مطالعه و بررسی ضرایب ظرفیت باربری حاصل از روش پیشنهادی و کلاسیک ۶۴
۴-۱- مقدمه ۶۵
۴-۲- مقایسه ضرایب ظرفیت باربری خاک در زمین مسطح ۶۵

۴-۲-۱- بررسی مقادیر N_c ۶۵

۴-۲-۲- بررسی مقادیر N_γ ۶۷

۴-۳- مقایسه ضرایب ظرفیت باربری خاک در مجاورت شیروانی ۷۰

۴-۳-۱- بررسی مقادیر N_c و N_γ ۷۳

۴-۴- جمع‌بندی و ارائه نتایج ۷۵

۴-۵- کاربرد روش پیشنهادی با ارائه یک مثال عملی ۷۸

۴-۵-۱- توصیف ناحیه مورد مطالعه ۷۸

۴-۵-۲- مطالعات ژئوتکنیک ۸۵

۴-۵-۳- تحلیل پایداری ۹۰

۴-۵-۳-۱- شرح مراحل مطالعات ۹۱

۴-۵-۳-۲- بررسی پایداری شیروانی در حالت قبل از ساخت مجتمع مسکونی (حالت شیروانی طبیعی) ۹۲

۴-۵-۳-۲-۱- با نرم افزار SLOPE/W ۹۳

۴-۵-۳-۲-۲- با نرم افزار PLAXIS ۹۳

۴-۵-۳-۳- بررسی پایداری شیروانی در حالت پس از ساخت مجتمع مسکونی (شیروانی تغییر فرم‌یافته) ۹۲

۴-۵-۳-۳-۱- با نرم افزار SLOPE/W ۹۶

۴-۵-۳-۳-۲- با نرم افزار PLAXIS ۹۷

۴-۵-۴- ظرفیت باربری خاک ۹۸

۴-۵-۴-۱- محاسبه ظرفیت باربری خاک با روش کلاسیک ۹۹

۴-۵-۴-۲- محاسبه ظرفیت باربری خاک با نرم افزار SIGMA/W ۱۰۰

۴-۵-۵- جمع‌بندی و ارائه راهکارها ۱۰۱

فصل پنجم: جمع بندی و نتیجه‌گیری ۱۰۶

۵-۱- مقدمه ۱۰۷

۵-۲- جمع بندی ۱۰۸

۵-۳- نتیجه‌گیری ۱۰۹

۵-۴- پیشنهادات و ادامه پژوهشها در آتیه ۱۱۱

منابع ۱۱۳

فهرست جداول

عنوان **شماره صفحه**

جدول ۳-۱: مقادیر پارامترهای منتخب در مدل ۳۲

جدول ۳-۲: مقادیر هندسه مدل ۳۲

جدول ۳-۳: خصوصیات مواد الاستو ـ پلاستیک ۴۶

جدول ۳-۴: مقادیر پارامترهای خاک مورد استفاده در محاسبات ۴۸

جدول ۳-۵: پارامترهای متغیر مربوط به هندسه مدل ۴۸

جدول ۴-۱: مقایسه ضریب Nc در حالت استاتیکی برای سطح افقی به‌ازای پارامترهای مختلف ۶۶

جدول ۴-۲: مقایسه ضرایب Nc و N_γ حاصل ازبرنامه با نتایج سایر پژوهشگران برای $40°$ و $\phi = 30°$ و پی برروی سطح افقی به‌ازای $B = 1m, c = 20\,kpa, \gamma = 20\,\frac{KN}{m^3}, \upsilon = 0.35$ ۶۹

جدول ۴-۳: نمونه ای از q_{ult} به‌ازای پارامترهای مختلف در حالت استاتیکی برای سطح شیبدار ۷۱

جدول ۴-۴: نمونه ای از نتایج q_{ult} به‌ازای پارامترهای مختلف در حالت استاتیکی برای سطح شیبدار ۷۲

جدول ۴-۵: مقادیر N_c و N_γ برای مقادیر ϕ در حالت بارگذاری استاتیکی و پی روی سطح افقی به‌ازای $B = 1m, c = 20\,kpa, \gamma = 20\,\frac{KN}{m^3}, \upsilon = 0.35$ ۷۶

جدول ۴-۶: ضرایب باربری N_c، N_γ در حالت بارگذاری استاتیکی و پی مجاور شیروانی به ازای $B = 1m, c = 20\,kpa, \gamma = 20\,\frac{KN}{m^3}, \upsilon = 0.35$ ۷۷

جدول ۴-۷: نتایج آزمایش‌های S.P.T و توصیف خاک انجام شده ۸۸

جدول ۴-۸: مقادیر چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی بدست آمده ۸۹

فهرست اشکال و نمودارها

عنوان **شماره صفحه**

شکل ۲-۱: مکانیسم گسیختگی استفاده شده توسط باولز در زمین هموار ۱۱

شکل ۲-۲: مکانیسم گسیختگی استفاده شده توسط باولز مجاور زمین شیب‌دار ۱۱

شکل ۲-۳: مکانیزم گسیختگی استفاده در روش تحلیل مسلیوک، کیسلا ۱۳

شکل ۲-۴: مکانیزم گسیختگی در روش اسپنسر ۱۴

شکل ۲-۵: مکانیزم گسیختگی استفاده شده توسط مایرهوف ۱۵

شکل ۲-۶: مکانیزم گسیختگی انتخاب شده توسط هانسن و جیرو وترن و نهیم ۱۶

شکل ۲-۷: مکانیزم گسیختگی استفاده شده در روش تحلیل کوساکابه ۱۸

شکل ۲-۸: مکانیزم گسیختگی انتخاب شده توسط کاکو و کریزل ۲۰

شکل ۲-۹: یک نمونه از مدل سطح گسیختگی زیر پی در نرم‌افزار ۲۱

شکل ۳-۱: نمونه های متداول از لغزش و گسیختگی شیروانیها ۲۴

شکل ۳-۲: تحلیل پایداری با استفاده از روش قطعه (الف)-سطح لغزش آزمایشی (ب)-نیروهای موثر بر قطعه n ۲۹

شکل ۳-۳: نیروهای موثر بر هر قطعه در نرم افزار SLOPE/W ۳۰

شکل ۳-۴: اجزای هندسه مدل ۳۲

شکل ۳-۵: نمایش گرافیکی یکی از لغزشهای بررسی شده ۳۳

شکل ۳-۶: تأثیر عرض پی بر ضریب اطمینان به‌ازای $L = 3m, C = 40\,kpa, \gamma = 19\frac{KN}{m^3}, \phi = 10^\circ, \beta = 30^\circ, q = 600\,kpa$ ۳۴

شکل ۳-۷: تأثیر لبه پی تا شیب بر ضریب اطمینان به‌ازای $B = 2m, C = 40\,kpa, \gamma = 19\frac{KN}{m^3}, \phi = 10^\circ, \beta = 30^\circ, q = 600\,kpa$ ۳۵

شکل ۳-۸: تأثیر شیب شیروانی بر روی ضریب اطمینان به‌ازای $B = 2m, L = 3m, C = 40kpa, \gamma = 19\frac{KN}{m^3}, \phi = 10^\circ, q = 600kpa$ ۳۶

شکل ۳-۹: تأثیر تنش بر ضریب اطمینان به‌ازای مقادیر مختلف زاویه شیب به‌ازای $B = 2m, L = 3m, C = 40\,kpa, \gamma = 19\frac{KN}{m^3}, \phi = 10^\circ$ ۳۷

شکل ۳-۱۰: تأثیر وزن مخصوص (γ) به‌ازای مقادیر ۳۸
$B = 1m, L = 2m, \phi = 10^\circ, c = 40\,kpa, \beta = 30^\circ, q = 800\,kpa$
شکل ۳-۱۱: تأثیر زاویه اصطکاک داخلی خاک (ϕ) به‌ازای مقادیر ۳۹
$B = 1m, L = 2m, \gamma = 19\,\frac{KN}{m^3}, c = 40\,kpa, \beta = 30^\circ, q = 800\,kpa$
شکل ۳-۱۲: چندین نمونه از مدل‌های خاک در SIGMA/W ۴۳
شکل ۳-۱۳: نمونه منحنی تنش–کرنش در مدل الاستو–پلاستیک ۴۵
شکل ۳-۱۴: اجزای هندسه مدل ۴۷
شکل ۳-۱۵: نمائی از نمونه تغییرات تغییر مکان افقی (a) و تغییرات تغییر مکان قائم (b) در زیر پی ۴۹
شکل ۳-۱۶: نمونه ای از نمودار تنش–تغییر مکان افقی جهت تعیین ظرفیت باربری نهایی شالوده به‌ازای $B = 1m, L = 2m, C = 40kpa, \phi = 20^\circ, \beta = 30^\circ$ ۵۰
شکل ۳-۱۷: نمونه‌ای از نمودار تنش–تغییر مکان قائم جهت تعیین ظرفیت باربری نهایی شالوده به‌ازای $B = 1m, L = 2m, C = 40\,kpa, \phi = 20^\circ, \beta = 30^\circ$ ۵۱۹
شکل ۳-۱۸- نمودار تنش–تغییر مکان افقی برای تغییرات عرض پی به ازای $L = 2m, C = 40\,kpa, \phi = 10^\circ, \beta = 30^\circ$ ۵۲
شکل ۳-۱۹: تغییرات ظرفیت باربری بر اساس تغییر مکان افقی و قائم بر حسب تغییرات عرض پی برای محیط خاکهای بی وزن به‌ازای $L = 2m, C = 40\,kpa, \phi = 10^\circ, \beta = 30^\circ$ ۵۳
شکل ۳-۲۰: نمودار تنش–تغییر مکان افقی برای تغییرات فاصله لبه پی به ازای $B = 2m, C = 40\,kpa, \phi = 10^\circ, \beta = 30^\circ$ ۵۳
شکل ۳-۲۱: تغییرات ظرفیت باربری بر اساس تغییر مکان افقی و قائم بر حسب تغییرات فاصله لبه پی تا شیب برای محیط خاکهای بی وزن به ازای $B = 2m, C = 40\,kpa, \phi = 10^\circ, \beta = 30^\circ$ ۵۴
شکل ۳- ۲۲: نمودار تنش–تغییر مکان افقی برای تغییرات زاویه شیب به ازای $B = 2m, L = 2m, C = 40kpa, \phi = 10^\circ$ ۵۴
شکل ۳-۲۳: اثرتغییرات زاویه شیب بر ظرفیت باربری نهایی بر اساس تغییر مکان افقی و قائم در محیط خاکی بی‌وزن به‌ازای $B = 2m, L = 2m, C = 40kpa, \phi = 10^\circ$ ۵۵

شکل ۳-۲۴: نمودار تنش–تغییر مکان افقی برای تغییرات عمق مدفون پی (D_f)به‌ازای $B=2m, L=2m, C=40kpa, \phi=10^\circ, \beta=30^\circ$ ۵۶
شکل ۳-۲۵: نمودار تنش–تغییر مکان افقی برای تغییرات عمق مدفون پی به‌ازای $B=2m, L=2m, C=40kpa, \phi=10^\circ, \beta=30^\circ$ ۵۶
شکل ۳-۲۶: نمودار تنش–تغییر مکان افقی برای تغییرات عرض پی به‌ازای $L=2m, C=40kpa, \phi=20^\circ, \beta=20^\circ, \gamma=17\frac{KN}{m^3}$ ۵۷
شکل ۳-۲۷: تغییرات ظرفیت باربری در جهت افقی بر حسب تغییرات عرض پی برای محیط خاکهای وزین به‌ازای $L=2m, C=40kpa, \phi=20^\circ, \beta=20^\circ, \gamma=17\frac{KN}{m^3}$ ۵۸
شکل ۳-۲۸: نمودار تنش–تغییر مکان افقی برای تغییرات فاصله لبه پی تا شیب به ازای $B=4m, C=40kpa, \phi=20^\circ, \beta=20^\circ, \gamma=17\frac{KN}{m^3}$ ۵۹
شکل ۳-۲۹: نمودار تنش–تغییر مکان افقی برای تغییرات فاصله لبه پی تا شیب به ازای $B=2m, C=40kpa, \phi=20^\circ, \beta=20^\circ, \gamma=17\frac{KN}{m^3}$ ۶۰
شکل ۳-۳۰: تغییرات ظرفیت باربری نهایی در جهت افقی بر حسب تغییرات فاصله لبه پی تا شیب برای محیط خاکهای وزین $B=2m, C=40kpa, \phi=20^\circ, \beta=20^\circ, \gamma=17\frac{KN}{m^3}$ ۶۰
شکل ۳-۳۱: نمودار تنش–تغییر مکان افقی برای تغییرات زاویه شیب به‌ازای $B=2m, L=2m, C=40kpa, \phi=20^\circ, \beta=20^\circ, \gamma=17\frac{KN}{m^3}$ ۶۱
شکل ۳-۳۲: تأثیر تغییرات زاویه شیب بر ظرفیت باربری نهایی در جهت افقی در حال محیط خاکی وزین به‌ازای $B=2m, L=2m, C=40kpa, \phi=20^\circ, \beta=20^\circ, \gamma=17\frac{KN}{m^3}$ ۶۲
شکل۴-۱: مقایسهٔ نتایج مدل پیشنهادی با روش سایر محققان برای ضریب Nc در حالت استاتیکی به‌ازای $B=1m, c=20kpa, \upsilon=0.35$ ۶۷
شکل ۴-۲: مقایسهٔ نتایج مدل پیشنهادی با روابط کلاسیک برای ضریب Nγ در حالت استاتیکی به‌ازای $B=1m, \gamma=20\frac{KN}{m^3}, \upsilon=0.35$ ۶۸
شکل ۴-۳: مدل استقرار پی روی تاج شیروانی ۷۱
شکل ۴-۴: مقایسه ضریب N_c با نتایج باولز و سارما–چن برای زوایای شیب شیروانی ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه به‌ازای $B=1m, c=20kpa, L=0, \upsilon=0.35$ ۷۳
شکل۴-۵: مقایسهٔ ضرایب Nγ برای حالت بارگذاری استاتیکی در مجاورت شیروانی به ازای $B=1m, L=0, \gamma=20\frac{KN}{m^3}, \upsilon=0.35$ ۷۴

شکل ۴-۶: نقشه گسلهای منطقه گلستان ۷۹
شکل ۴-۷: سایت پلان مجتمع ۸۰
شکل ۴-۸: اشکال مربوط به تپه های زیباشهر و دیوار حائل ریخته شده ۸۱
شکل ۴-۹: خسارات ناشی از لغزش شیروانی ۹۰
شکل ۴-۱۰: مقدار ضریب اطمینان حاصل از نرم افزار SLOPE/W ۹۳
شکل ۴-۱۱: نمونه ای از کاهش $phi-c$ در نرم افزار PLAXIS جهت تعیین ضریب اطمینان ۹۴
شکل ۴-۱۲: مقدار ضریب اطمینان حاصل از $\sum Msf$ ۹۵
شکل ۴-۱۳: مقدار ضریب اطمینان حاصل از نرم افزار PLAXIS ۹۶
شکل ۴-۱۴: مقدار ضریب اطمینان حاصل از نرم افزار SLOPE/W در حالت پس از ساخت ۹۷
شکل ۴-۱۵: مقدار ضریب اطمینان حاصل از نرم افزار PLAXIS در حالت پس از ساخت ۹۸
شکل ۴-۱۶: نمودار تنش-نشست جهت تعیین ظرفیت باربری خاک تپه‌های زیباشهر ۱۰۰
شکل ۴-۱۷: تقویت با استفاده از پوشش درختان ۱۰۲
شکل ۴-۱۸: طرح کنترل لغزش با شمع ۱۰۴
شکل ۴-۱۹: نمایی از اجرای زهکش‌های دیوارهای حائل ۱۰۴

فصل اول

کلیات

فصل اول ـــ

۱-۱- مقدمه

پایین‌ترین قسمت ساختمان شالوده نامیده می‌شود. وظیفه شالوده انتقال بار ساختمان به خاک زیر آن (پی) است. یک شالوده صحیح، شالوده‌ای است که بار را طوری به خاک انتقال دهد که خاک تحت اضافه تنش قرار نگیرد. ایجاد اضافه تنش در خاک هم می‌تواند باعث نشست زیاد و هم می‌تواند باعث گسیختگی برشی خاک شود که هر دو آنها به ساختمان آسیب می‌رسانند. بنابراین مهندسین ژئوتکنیک و سازه که طراحی پی و شالوده به عهده آنهاست، باید قادر به تخمین ظرفیت باربری خاک باشند. یکی از مسائل ژئوتکنیکی ویژه‌ای که در فعالیتهای عمرانی با آن برخورد می‌شود، قرار گرفتن شالوده در مجاورت یک شیروانی است. در مناطق شیب‌دار (تپه‌ای یا کوهستانی) با گسترش فعالیت‌های عمرانی و نبود زمین مناسب برای ساخت‌وساز، احداث سازه‌ها بر روی شیروانی، امری اجتناب ناپذیر است. تأثیر شیروانی بر ظرفیت باربری شالوده‌های مجاور آن از جمله مسائل ژئوتکنیکی می‌باشد که تاکنون مطالعات چندانی در این زمینه صورت نگرفته است[۱].

در بعضی موارد، نیاز به احداث تعدادی از سازه‌های مهندسی متصل به پی در نزدیکی شیروانی‌ها می‌باشد. از جمله این سازه‌ها می‌توان پایه‌های انتهایی پل و پی دکل‌های خطوط انتقال برق را نام برد. همچنین در بعضی از موارد، پی‌ها در نزدیکی خاکبرداری ناشی از اجرای زیرزمین ساختمان‌های مرتفع در نواحی شهری قرار می‌گیرند. برای شالوده‌ها بر روی شیروانی، ظرفیت باربری نهایی شالوده ممکن است ظرفیتی باشد که یا با معیار گسیختگی خاک و یا با پایداری کلی شیب بدست آید[۱۱].

تعیین ظرفیت باربری خاک زیر پی از مباحث شناخته شده در علم مکانیک خاک است. تا چند دهه قبل در این‌باره اصولاً تنها روشهای نظری و تحلیلی در مقایسه با نتایج تجربی مورد بحث و بررسی بوده است، بطوریکه در اکثر کتاب‌های مکانیک خاک و مهندسی پی و مقالات متعدد می‌توان رابطه‌ها، ضرایب و جداول مربوط به آن را مطالعه نمود. بعد از توسعه رایانه‌ها و راهیابی روش‌های مبتنی بر اجزاء محدود در علم مکانیک خاک، بتدریج پژوهش‌های متعددی در این‌باره انجام گردید. از

فصل اول ـــ

از رفتار تنش-کرنش خاک، در نظر گرفتن تأثیر تراز تنش بر رفتار مقاومتی خاک و اثر غیر یکنواختی خاک در تئوری‌های ارائه شده، می باشد. مشکلات روش‌های آزمایشگاهی تعیین ظرفیت باربری از قبیل وابسته بودن پارامترهای مقاومت برشی به نوع آزمایش، سرعت انجام آزمایش و اندازه نمونه باعث شده تا در سال‌های اخیر روش‌های عددی به علت افزایش سرعت کار و راحتی مدل‌سازی و لحاظ نمودن اثر تغییر پارامترهای گوناگون کاربرد زیادی داشته باشد.

اگرچه از سال‌های دهه ۱۹۴۰ تاکنون مقادیر ضرایب و به تبع آن ظرفیت باربری توسط دانشمندان مختلفی تعیین شده است که به شکل نمودارها و جداول ارائه گردیده و در کارهای اجرایـی مورد استفاده قرار گرفته است ولی تفاوت جواب‌ها از یک سو، و تفاوت ارقام محاسباتی حاصل از جداول با نتایج تجربی از سوی دیگر، موجب شده است که پژوهش در این زمینه هنوز هم مبحثی پایان نیافته باقی بماند[۲].

در این پژوهش از روش عددی جهت تعیین ظرفیت باربری استفاده شده است و اثر پارامترهایی مانند عرض پی، فاصله لبه پی تا شیروانی، زاویه شیب و عمق مدفون پی بررسی شده است. در این روش با به‌کارگیری مدل رفتاری خاک الاستو-پلاستیک، تغییر مکان‌های شالوده مجاور شیروانی به ازای فشارهای مختلف بدست آمده و نمودار تنش-تغییر مکان آن رسم می‌گردد. نقطه شکست منحنی به عنوان ظرفیت باربری نهایی شالوده تعیین می‌شود.

۱-۳- اهداف پژوهش

هدف این پایان‌نامه بررسی ظرفیت باربری خاک زیر پی در مجاورت شیب و ارائه ضرایب ظرفیت باربری شالوده‌های مستقر بر شیب به‌ازای پارامترهای مختلف و همچنین پایداری شیب پایین دست آن می‌باشد.

فصل اول ـــ

۱-۴- نحوه دست یابی اهداف

۱- جمع آوری اطلاعات مربوط به نتایج آزمایشات مکانیک خاک منطقه جهت مدلسازی و مشخص کردن پارامترهای مقاومت برشی خاک (ϕ, c, γ) برای محاسبه ظرفیت باربری نهایی

۲- مدلسازی با استفاده از نرم افزار و انجام تحلیلهای آن

۳- ترسیم نمودار تنش-تغییر مکان بر اساس روش افزایش تدریجی تنش

۴- تعیین بار گسیختگی بر اساس نقطه متناظر با بیشترین انحناء در نمودار تنش-تغییر مکان

۵- اعمال مقدار q_{ult} بدست آمده از روش فوق در نرم‌افزار SLOPE/W جهت تعیین ضریب اطمینان پایداری شیروانی پایین دست شالوده

۶- مقایسه ضریب اطمینان حاصل با ضریب اطمینان مجاز جهت تعیین ظرفیت باربری نهایی شالوده

۷- ارزیابی روش عددی پیشنهادی با روش‌های کلاسیک جهت بررسی صحت روش

۱-۵- فصل بندی پایان‌نامه

مباحث این پایان‌نامه بصورت زیر فصل‌بندی شده است:

در فصل اول، بیان مسئله، اهداف پژوهش و نحوه دست‌یابی به اهداف ارائه شده است.

در فصل دوم به بررسی روش‌های کلاسیک برای تعیین ظرفیت باربری شالوده پرداخته خواهد شد.

در فصل سوم به بررسی پایداری شیروانی قبل از تعیین ظرفیت باربری و در ادامه به بررسی تأثیر پارامترها در تعیین ظرفیت باربری نهایی شالوده پرداخته می‌شود.

در فصل چهارم به بررسی نتایج روش عددی و مقایسه نتایج بدست آمده از آن با نتایج روش‌های کلاسیک در تعیین ظرفیت باربری شالوده‌های مجاور شیروانی پرداخته شده است. در ادامه برای نشان

دادن کاربرد روش فوق در مسائل عملی به تحلیل پایداری شیروانی و تعیین ظرفیت باربری نهایی شالوده‌های واقع بر تپه‌های منطقه زیباشهر گرگان پرداخته خواهد شد.

در فصل پنجم جمع‌بندی ، نتیجه‌گیری از مباحث مطرح شده و همچنین پیشنهادات جهت انجام پژوهشهای بعدی ارائه شده است.