دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران- مکانیک خاک و پی

بررسی رفتار دینامیکی پی حلقوی روی خاک مسلح

به وسیله‌ی

بهاره کاتبی

استاد راهنما

دکتر نادر هاتف

بهمن ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

بـــه نـام خـــدا

اظهار نامـــه

اینجانـب بهاره کاتبی دانشجـــوی رشته ی مهندسی عمران گرایش مکانیک خاک و پی دانشکده ی مهندسی اظهار می کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام. همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام ونام خانوادگی: بهاره کاتبی
تاریخ و امضاء: ۱۳۹۱/۱/۲۸

به نام خدا

بررسی رفتار دینامیکی پی حلقوی روی خاک مسلح

به کوشش

بهاره کاتبی

پایان نامه:

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی

از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

مهندسی عمران- خاک و پی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر نادر هاتف، استاد بخش عمران (استاد راهنما).....

دکتر ارسلان قهرمانی، استاد بخش عمران.....

دکتر مجتبی جهان اندیش، دانشیار بخش عمران.....

دکتر قاسم حبیب آگهی، استاد بخش عمران.....

بهمن ۱۳۹۰

تقدیم به

پدر و مادر فداکار

خواهر و برادر مهربانم

سپاسگزاری

اکنون که به لطف خداوند این پایان نامه به انجام رسیده است، بر خود واجب می‌دانم که از زحمات استاد گرامی جناب آقای دکتر ارسلان قهرمانی که بنده را مفتخر به مشاوره خود فرموده واز رهنمودهای روشنگرانه خویش بهره‌مند ساختند، تشکر نمایم. همچنین از اساتید ارجمند؛ آقایان دکتر حبیب آگهی و دکتر جهان اندیش به سبب قبول زحمت وهمراهی حقیر به عنوان اعضای محترم کمیته پایان نامه تشکر می نمایم.

از آقایان مهندس احسان جاهدی، مهندس مهدی عبادی نیز که الطاف خود را طی مدت انجام پایان‌نامه از بنده دریغ نفرمودند کمال تشکر را دارم.

همچنین از دوستان گرامی خانم مهندس الهه جعفری ، خانم مهندس مهسا بارامی که در طول انجام پایان‌نامه بنده را مدیون زحمات خود فرمودند تشکر می نمایم.

در پایان لازم می‌دارم از کلیه دوستان و سرورانی که اینجانب را شایسته الطاف خود دانسته، کمال تشکر و قدردانی را به جا آورم.

چکیده

بررسی رفتار دینامیکی پی حلقوی روی خاک مسلح

به کوشش
بهاره کاتبی

پی ماشین ها تحت اثر بارهای استاتیکی حاصل از وزن ماشین و بارهای دینامیکی ناشی از کارکرد آن قرار می گیرند به همین دلیل کارایی این پی ها برای مهندسین عمران مهم می باشد.
پی های حلقوی در سازه های مختلفی از قبیل سیلوها، برج های خنک کننده، ایستگاههای رادیویی و مخازن ذخیره مایعات وغیره به کار می روند. با استفاده از پی های حلقوی، شاهد کاهش در میزان بتن مصرفی هستیم که این امر موجب اقتصادی ترشدن استفاده از این نوع پی ها در پروژه های عمرانی می شود.
یکی از روش های متداول تقویت خاک به منظور کاهش نشست پی، مسلح کردن خاک با ژئوسینتتیکها از قبیل ژئوگرید ها، ژئوتکستایل ها و ژئونت ها می باشد.
در این پایان نامه به رفتار پی حلقوی بر روی خاک مسلح و غیر مسلح تحت بارهای دینامیکی با استفاده از روش المان محدود پرداخته شده است. اثر استفاده از مسلح کننده ها و ویژگی آنها (از قبیل تعداد لایه های مسلح کننده، فاصله بین مسلح کننده ها و فاصله اولین مسلح کننده تا سطح زیر پی) بر روی رفتار پی حلقوی بررسی شده و همچنین اثر تغییرات در دامنه بار، نسبت شعاع داخلی به خارجی پی حلقوی، عمق پی، خصوصیات خاک (مدول الاستیک، چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی، مدل کردن خاک) در چگونگی عملکرد پی مورد ارزیابی قرار گرفته است.در این مطالعه پی تحت بار دینامیک بلند مدت ناشی از کارکرد ماشین و زلزله قرار گرفته است.
نشست پی حلقوی تحت بارگذاری به عنوان معیاری برای سنجش میزان کارایی پی قرار گرفته است.به طوریکه با تغییر یک عامل و ثابت نگه داشتن عوامل دیگر به مطالعه موردی پرداخته شده است.
نتایج به دست آمده به صورت یک مطالعه موردی در ارزیابی عملکرد پی برج خنک کننده نیروگاه کازرون به کار برده شده است. برج خنک کننده تحت اثر بارگذاری زلزله ای در سال ۱۳۸۹ در شمال کازرون قرار گرفته است که نتایج نشان دهنده کاهش میزان نشست تحت شرایط اعمالی بودند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول:مقدمه ۲

فصل دوم:انواع مسلح کننده ها ، خصوصیات و کاربردهای آنها

۲-۱- مقدمه ۵
۲-۱-۱- ژئوسینتتیک ها و مواد تشکیل دهنده آنها ۶
۲-۱-۱-۱- پلیمر و خصوصیات ژئوسینتتیک ۶
۲-۱-۱-۲- انواع پلیمرهای استفاده شده در تهیه ژئوسینتتیک ۷
۲-۱-۱-۳- خصوصیات پلیمرهای استفاده شده در ژئوسینتتیک ۷
۲-۱-۱-۳-۱- پدیده خزش در ژئوسینتتیک ۸
۲-۱-۱-۳-۲- مقاومت کششی ژئوسینتتیک ۸
۲-۱-۱-۳-۳- تعیین خصوصیات مقاومتی ژئوسینتتیک در دراز مدت ۹
۲-۱-۱-۳-۴- خرابی های مکانیکی ژئوسینتتیک ۱۰
۲-۱-۱-۳-۵- دوام شیمیایی و بیولوژیکی ژئوسینتتیک ۱۱
۲-۱-۱-۳-۶- اندرکنش خاک و مسلح کننده ۱۱
۲-۱-۱-۳-۷- مطابقت کرنش ۱۴
۲-۱-۱-۳-۸- چگونه مسلح کننده ها خاک را مقاومتر می کنند؟ ۱۵
۲-۱-۱-۳-۹- ضرایب لغزش مستقیم ۱۷
۲-۱-۱-۳-۱۰- ضریب پیوند (تاثیر تماس خاک با شبکه های مسلح کننده) ۱۷
۲-۲- انواع ژئوسینتتیک ها ۱۹
۲-۲-۱- ژئوتکستایل (Geotextile) ۱۹
۲-۲-۱-۱- ژئوتکستایل ها چیستند؟ ۲۰
۲-۲-۱-۲- ژئوتکستایل در مقایسه با سایر راهکارها ۲۱
۲-۲-۲- ژئوممبرین (Geomembrane) ۲۲

عنوان **صفحه**

۲-۲-۳- ژئوگرید (Geogrid) ۲۲
۲-۲-۴- ژئونت Geonet ۲۳
۲-۲-۵- ژئوکامپوزیت Geocomposite ۲۴
۲-۲-۵-۱- ژئوسینتتیکهای رسی(Geosynthetic Clay Liners) ۲۵
۲-۲-۵-۲- GCL ها چیستند؟ ۲۶
۲-۲-۵-۳- هدایت هیدرولیکی ۲۶
۲-۲-۵-۴- پایداری شیب ها ۲۷
۲-۲-۶- ژئوسینتتیکهای هادی جریانالکتریکی (Electro Kinetic Geosynthetic) ... ۲۷
۲-۳- افزایش ظرفیت باربری پی های سطحی روی خاک مسلح ۲۸
۲-۳-۱- موضوع تعیین ظرفیت باربری ۲۹
۲-۳-۲- شکلهای محتمل گسیختگی در پی های سطحی ۳۰
۲-۳-۲-۱- گسیختگی روی اولین لایه مسلح کننده ۳۰
۲-۳-۲-۲- گسیختگی مابین مسلح کننده ها ۳۰
۲-۳-۲-۳- گسیختگی ناشی از سوراخ شدگی عمیق ۳۱
۲-۳-۲-۴- گسیختگی ناشی از سوراخ شدگی ۳۲
۲-۳-۳- مود بحران گسیختگی ۳۲

فصل سوم: مروری بر تحقیقات گذشته

۳-۱- ظرفیت باربری ۳۴
۳-۱-۱- مقدمه ۳۴
۳-۱-۲-تحقیقات انجام شده توسط فیشر ۳۷
۳-۱-۳-تحقیقات انجام شده توسط ایگوروف ۳۹
۳-۱-۴-تحقیقات انجام شده توسط اوهری و همکاران ۴۱
۳-۱-۵-تحقیقات انجام شده توسط رضوی و هاتف ۴۲
۳-۱-۵-۱-ظرفیت باربری پی حلقوی در آزمایشگاه ۴۲
۳-۱-۵-۲- ظرفیت باربری پی حلقوی با استفاده از اجزای محدود ۴۳
۳-۱-۵-۳- ظرفیت باربری پی حلقوی با استفاده از رابطه نیمه تجربی ۴۳
۳-۲- تحقیقات تئوری و عددی ۴۵
۳-۲-۱- مطالعات اینگولدومیلر ۴۵

عنوان **صفحه**

۳-۲-۲- تحقیقات دیکسیت و مندال ۴۸
۳-۲-۳- تحقیقات ژائو و همکاران ۵۲
۳-۲-۴- تحقیقات کوسادا و یاماموتو ۵۶
۳-۲-۵- تحقیقات هوانگ و منک ۵۹
۳-۳- تحقیقات آزمایشگاهی و صحرایی (بزرگ مقیاس) ۶۰
۳-۳-۱- تحقیقات بینکویت و لی ۶۰
۳-۳-۲-تحقیقات گویدو و همکاران ۶۱
۳-۳-۳- تحقیقات آکیموسورو و آکیمبولاده ۶۲
۳-۳-۴- تحقیقات لی و همکاران ۶۲
۳-۳-۵- تحقیقات عمر و همکاران ۶۳
۳-۳-۶- تحقیقات مندال و ساه ۶۳
۳-۳-۷- مطالعات چادبورن ۶۳
۳-۳-۸- تحقیقات شین و همکاران ۶۴
۳-۳-۹- تحقیقات یتیم اغلو وهمکاران ۶۴
۳-۳-۱۰- تحقیقات آدامز وکالین ۶۵
۳-۳-۱۱ مطالعات پریسکو و همکاران (Prisco et al.,1998) ۶۶
۳-۳-۱۲ تحقیقات هاتف و بازیار (Hataf and Baziar,2000) ۶۶
۳-۳-۱۳- تحقیقات بوشهریان ـ هاتف(Boushehrian and Hataf ,2003) ۶۷
۳-۳-۱۴ تحقیقات چانگ و کاسکانته (Chaung and Cascante ,2002) ۶۷
۳-۳-۱۵مصلی نژاد و همکاران(Mosallanezhad et al.,2007) ۶۷
۳-۳-۱۶- حاجیانی بوشهریان و هاتف(Boushehrian and Hataf ,2008) ۶۸
۳-۴- اثر مقیاس ۶۹
۳-۴-۱- مقدمه ۶۹
۳-۴-۲- تحقیقات هوسل و ویلیامز(Housel and Viliamz,1929) ۷۰
۳-۴-۳- تحقیقات ژو وهمکاران (Zhu et al.,2001) ۷۰
۳-۴-۴- تحقیقات سراتو ولوتنگر (Cerato and Lutenger,2007) ۷۱
۳-۵- مطالعات انجام شده بر رفتار پی ها تحت اثر بار دینامیکی ۷۲
۳-۵-۱- تحقیقات ریسنر (Reissner,1936) ۷۲
۳-۵-۲- تحقیقات کوینلن و سانگ(Queinlan and sung,1953) ۷۳

عنوان **صفحه**

۳-۵-۳- مطالعات گوبل وهمکاران(Gobel et al.,1994) ۷۴
۳-۵-۴-مطالعات پیوری و همکاران (Puri et al.,1993) ۷۵
۳-۵-۵- تحقیقات داس و شین(Das and Shin ,1993) ۷۵
۳-۵-۶- تحقیقات شین وهمکاران (Shin et al.,2002) ۷۶
۳-۵-۷- تحقیقات هافناوس وهمکاران (Hafenus et al.,2006) ۷۷
۳-۵-۸- مطالعات براون و همکاران (Brown,Kwan and Thom,2007) ۷۷
۳-۵-۹- مطالعات هاتف و بوشهریان(Hataf and Boushehrian,2008) ۷۷

فصل چهارم: روش تحقیق

۴-۱- برنامه اجزای محدودPlaxis ۸۱
۴-۲- نحوه مدل کردن پی با نرم افزار اجزای محدود2D PLAXIS ۸۲
۴-۳- روند اجرای برنامه PLAXIS 2D Dynamic ۸۳
۳-۴-۱.مدل سازی خاک انتخابی ۸۴
۳-۴-۲.مدل سازی پی حلقوی ۸۴
۳-۴-۳.مدل سازی مسلح کننده ۸۵
۴-۵.شرح روش تحقیق ۸۵
۴-۶.بحث و بررسی نتایج ۸۷
۴-۶-۱. مدل سازی پی حلقوی تحت باردینامیکی ناشی از کارکرد ژنراتور ۸۷

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۵-۱- نتایج ۱۲۲
۵-۲- پیشنهادها ۱۲۴

فهرست منابع

الف- منابع فارسی ۱۲۵
ب- منابع انگلیسی ۱۲۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱- مزایا و معایب GCL ها..... ۲۶
جدول۲. مقایسه بین اندازه ظرفیت باربری حاصل از..... ۳۲
نتایج آزمایش ومقادیر بدست آمده از رابطه (۹)
جدول۳. مقادیر $\omega(n)$ به ازای مقادیر مختلف ۴۱
جدول ۴. ضریب λ بر حسب ϕ..... ۴۵
جدول۵. مقادیر توابع f_1 و f_2 برای تعیین دامنه حرکت فونداسیون انعطاف پذیر..... ۷۴
جدول۶. مقادیر توابع f_1 و f_2 برای تعیین دامنه حرکت فونداسیون صلب..... ۷۴
جدول۷. مشخصات مورد نیاز مدل خاک برای مدل نرم افزاری..... ۸۴
جدول۸. مشخصات مورد نیاز برای مدل نرم افزاری..... ۸۶
جدول ۹. خصوصیات خاک محل..... ۱۱۲
جدول ۱۰. خصوصیات خاک محل..... ۱۱۲

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل۱. آزمایش خزش تحت بار دائمی بر روی ژئوسینتتیک ساخته شده از پلی استر.....۸
شکل ۲. نقاط گسیختگی و نقاط تسلیم در آزمایش مقاومت کششی ژئوسینتتیک ۹
شکل ۳. خصوصیات گسیختگی ـ خزش برای یک ژئوسینتتیک.....۹
شکل ۴. تاثیر ضریب اطمینان fd بر روی مقاومت کششی ژئوسینتتیک ۱۰
شکل ۵. تاثیر ضریب اطمینانfenv روی مقاومت کششی ژتوتکستایل ۱۱
شکل ۶. اندرکنش بین خاک و مسلح کننده ۱۲
شکل ۷. دستگاه آزمایش بیرون کشیدگی..... ۱۳
شکل ۸. مکانیسم های درگیری ژئوگرید با خاک ۱۴
شکل ۹. منحنی های مطابقت کرنش ۱۵
شکل ۱۰. مشاهده تاثیر مسلح کننده در آزمایش برش مستقیم ۱۶
شکل ۱۱. تعریف ابعاد مسلح کننده..... ۱۷
شکل ۱۲. پیوند بین خاک و مسلح کننده ۱۸
شکل ۱۳. ژئوتکستایل های بافته شده ۲۰
شکل ۱۴. چند نمونه مفید از ساز و کار غشایی ژئوتکستایل ها..... ۲۱
شکل ۱۵. نمونه از ژئوممبرین ها..... ۲۲
شکل ۱۶. نمونه از ژئوگریدهای تک محوری..... ۲۳
شکل ۱۷. نمونه ای از ژئوگریدهای دو محوری ۲۳
شکل ۱۸. نمونه ای از ژئونت ها..... ۲۴
شکل ۱۹. نمونه ای از ژئوکامپوزیت ها..... ۲۴
شکل ۲۰. افزایش مقاومت برشی و تماسی در اثر تحکیم..... ۲۸
شکل ۲۱. مکانیسم ها ی محتمل گسیختگی زیر پی مسلح شده با ژئوسنتتیک..... ۳۱
شکل ۲۲. شکل عمومی منحنی های فشار – نشست
برای پی واقع بر خاک مسلح نشده ومسلح شده..... ۳۵

عنوان **صفحه**

شکل ۲۳. ضرایب تاثیر برای نشست پی حلقوی انعطاف پذیر ۳۸
شکل ۲۴. نشست زیر پی حلقوی و دایره ای ۳۹
شکل ۲۵. توزیع تنش تماسی زیر پی حلقوی ۴۰
شکل ۲۶. مقایسه نتایج حاصل از نرم ا فزارNISA- II و آزمایشگاه برای
مقادیر مختلف نسبت قطر داخلی به خارجی پی حلقوی ۴۳
شکل ۲۷. مقطع پوش گسیختگی در نظر گرفته شده زیر پی حلقوی ۴۶
شکل ۲۳. رس بهم فشرده مابین دو صفحه چسبیده ۴۶
شکل ۲۴. نمای شماتیک از پی مدل شده ۴۷
شکل ۲۵. دیاگرام نیرو برای پی روی خاک مسلح ۴۹
شکل ۲۶. نواحی گسیختگی پی (a) مسلح شده و (b) مسلح نشده ۵۳
شکل ۲۷. رابطه بین $\Delta q/\gamma B$ و $k_1/\gamma B$ ۵۴
شکل ۲۸. رابطه بین N_t و زاویه اصطکاک داخلی خاک زیر پی ۵۴
شکل ۲۹. رابطه بین $X_{\max}/B$ و $k_\gamma/\gamma B$ ۵۵
شکل ۳۰. رابطه بین L_v/B و $k_\gamma/\gamma B$ ۵۶
شکل ۳۱. محل کرنش های برشی حداکثر ۵۷
شکل ۳۲. گوه گسیختگی خاک در زیر پی ۵۸
شکل ۳۳. تغییرات زاویه گوه خاک با فشار اعمالی ۵۸
شکل ۳۴. مکانیسم گسیختگی خاک مسلح ۵۹
شکل۳۵. حالت های گسیختگی خاک زیر یک پی نواری سطحی ۶۱
شکل ۳۶. شکل شماتیک دستگاه آزمایش ظرفیت باربری ۶۵
شکل ۳۷. تصویر کلی مدل ۸۷
شکل ۳۸.تصویر مدل پس از اجرای برنامهplaxis ۸۸
شکل ۳۹. تصویر علائم به کار رفته در نمودار ها ۸۸
شکل ۴۰. فاصله بهینه اولین مسلح کننده تا زیر سطح پی ۸۹
شکل ۴۱. فاصله بهینه دومین مسلح کننده تا زیر سطح پی ۹۰
شکل ۴۲. فاصله بهینه سومین مسلح کننده تا زیر سطح پی ۹۱
شکل ۴۳. فاصله بهینه چهارمین مسلح کننده تا زیر سطح پی ۹۲
شکل ۴۴. نشست پی تحت دامنه های مختلف ۹۳

عنوان **صفحه**

شکل ۴۵. نشست پی تحت نسبت شعاع داخلی به خارجی های مختلف ۹۴
شکل۴۶. نشست پی تحت عمق های مختلف ۹۵
شکل ۴۷. نشست پی تحت چسبندگی برابر ۵۰ و Ø متغیر ۹۶
شکل ۴۸. نشست پی تحت چسبندگی برابر ۵۰ و Ø متغیر
شعاع خارجی : ۲۵ (cm) شعاع داخلی: ۵/۲۲ (cm)... ..... ۹۷
شکل ۴۹. نشست پی تحت چسبندگی برابر ۵۰ و Ø متغیر
شعاع خارجی : ۲۵ (cm) شعاع داخلی: ۵/۲۲ (cm) ۹۸
شکل ۵۰. نشست پی تحت مدول الاستیسیته مختلف ۹۹
شکل۵۱. نشست پی تحت نسبت شعاع داخلی به خارجی های مختلف
برای مدل سخت شوندگی ۱۰۰
شکل۵۲. مقایسه نشست پی تحت نسبت شعاع داخلی به خارجی های مختلف
برای مدل سخت شوندگی و موهر کولمب ۱۰۰
شکل۵۳. نشست پی در عمق های مدل سخت شوندگی ۱۰۱
شکل۵۴. مقایسه نشست پی در عمق های مختلف برای مدل سخت شوندگی
و موهر کولمب ۱۰۱
شکل۵۵. نشست پی در تعداد لایه های مختلف مسلح کننده
برای مدل سخت شوندگی ۱۰۲
شکل۵۶. مقایسه نشست پی در تعداد لایه های مختلف مسلح کننده
برای مدل سخت شوندگی و موهر کولمب ۱۰۲
شکل۵۷. مقایسه نشست پی در تعداد لایه های مختلف مسلح کننده
برای مدل سخت شوندگی و موهر کولمب و مدل آزمایشگاهی ۱۰۳
شکل۵۸. نمودار بار لرزه ای اعمالی ۱۰۴
شکل ۵۹. نشست پی تحت بار زلزله بر حسب شعاع داخلی به خارجی ۱۰۴
شکل۶۰. نشست پی تحت عمق های مختلف ۱۰۵
شکل ۶۱. نشست پی تحت چسبندگی برابر ۵۰ و Ø متغیر ۱۰۶
شکل ۶۲. نشست پی تحت چسبندگی برابر ۵۰ و Ø متغیر
شعاع خارجی : ۲۵ (cm) شعاع داخلی: ۵/۲۲ - (cm) ۱۰۶
شکل۶۳. چسبندگی برابر ۵۰ و Ø متغیر
شعاع خارجی : ۵۰ (cm) شعاع داخلی: ۴۵ (cm) ۱۰۷

عنوان **صفحه**

شکل ۶۴. نشست پی تحت مدول الاستیسیته مختلف ۱۰۸
شکل۶۵. نشست پی تحت نسبت شعاع داخلی به خارجی های مختلف
برای مدل سخت شوندگی ۱۰۹
شکل۶۶. مقایسه نشست پی تحت نسبت شعاع داخلی به خارجی های
مختلف برای مدل سخت شوندگی و موهر کولمب..... ۱۱۰
شکل۶۷. نشست پی در عمق های مدل سخت شوندگی ۱۱۰
شکل۶۸. مقایسه نشست پی در عمق های مختلف برای مدل
سخت شوندگی و موهر کولمب..... ۱۱۱
شکل (۶۹): موقعیت مرکز سطحی زمین لرز ه ۱۳۸۹/۷/۵شمال کازرون ۱۱۳
شکل (۷۰): نقشه موقعیت سازوکار کانونی زمین لرزه ۷/۵/ ۱۳۸۹شمال کازرون..... ۱۱۴
شکل (۷۱): سازوکار کانونی زمین لرزه های مهم منطقه زاگرس جنوبی ۱۱۵
شکل (۷۲): لرزه خیزی منطقه در سده اخیر. نماد ستاره موقعیت
زمین لرزه ۱۳۸۹/۷/۵ شمال کازرون ۱۱۶
شکل (۷۳). فاصله بهینه اولین مسلح کننده تا زیر سطح پی..... ۱۱۸
شکل (۷۴).نشست پی تحت نسبت شعاع داخلی به خارجی های مختلف ۱۱۹
شکل(۷۵). نشست پی تحت عمق های مختلف ۱۲۰

فصل اول

مقدمه

فصل مشترک بین زمین و سازه ، پی نامیده می شود. وظیفه پی انتقال بار ساختمان بـه خـاک زیر آن است. یک پی مناسب آن است که بار را طوری به خـاک منتقـل کنـد کـه خـاک تحـت اضافه تنش قرار نگیرد. ایجاد اضافه تنش در خاک هم می تواند باعث نشسـت زیـاد و هـم مـی تواند باعث گسیختگی برشی خاک شود که هـر دوی آنهـا بـه سـاختمان آسـیب مـی رسـانند. بنابراین یک مهندس ژئوتکنیک که طراحی پی به عهده اوست بایـد قـادر بـه تخمـین ظرفیـت باربری خاک و میزان نشست های ایجاد شده در اثـر احـداث سـازه بـر روی شـالوده باشـد. بـه صورت خیلی ساده ظرفیت باربری، حداکثر فشار قابل تحمل خاک می باشـد کـه مـی توانـد از طرف سازه به خاک وارد شود. بسته به شکل پی ، نحوه توزیع فشار و گسـیختگی خـاک تغییـر خواهد کرد، و در حقیقت مسئله ظرفیت باربری بـرای هـر پـی از لحـاظ شـکل ، اصـطکاک بـا خاک ، عمق و سایر پارامترها می بایست به طور جداگانه بررسی شود. تـاکنون روابـط ظرفیـت باربری نهایی خاک برای پی های نواری ، مستطیلی و دایره ای توسط افراد مختلفی ارائـه شـده است ، که در همه این روابط تاثیر متغییرهای ذکر شده لحاظ شده است . اما در مواردی خـاص نظیر پی مخازن نفتی ، مخازن آب با پر و خالی شدن های متوالی ، خاکریز جاده های تحت اثر بار تکرار شونده ترافیک ، پی ماشین آلات صنعتی مانند کمپرسورها و ... با توجه بـه میـزان بـار وارده آنها که معمولاً به صورت درصدی از بار نهایی شالوده می باشد؛ اغلب نگرانی در ارتباط بـا میزان نشست ایجاد شده زیر شالوده به صورت متجانس و غیر متجانس می باشـد. از آنجاییکـه این نشست می تواند باعث ایجاد اختلال در خدمت پذیری سازه و بعضاً آسیب هـای جـدی بـه آن می شود ؛ تخمین ، محاسبه و جلوگیری از بوقوع پیوستن آنها اهمیت زیادی دارد.

از سال ۱۹۶۶ که ویدال (Vidal ، 1966) فرانسوی ایده استفاده از مسلح کننده های فلزی را در خاک و برای جبران ضعف مقاومتی خاک مطرح کرد تاکنون مصالح مختلفی جهت بهبـود خصوصیات فیزیکی ، مکانیکی و هیدرولیکی خاکهای ارائه شده است. به طوریکـه از حـدود ۳۰ سال پیش و با معرفی ژئوسینتتیک های پلیمری انقلابی در مهندسی ژئوتکنیک بوقـوع پیوسـت که دامنه آن به دلیل پیشرفتهای روز افزون علم شیمی و علم مواد تاکنون ادامه دارد.

اصلی ترین کاربرد این مصالح تسلیح خاک ، افزایش توان باربری آن و کاهش میزان نشسـت آن در برابر بارهای وارده از سازه می باشد.

همزمان با افزایش استفاده از روشهای تسلیح برای اصلاح خاک ، لزوم تحقیقات بیشتر و معرفی مصالح جدیدتر با قابلیتهای متفاوت در شرایط غیر متعارف بارگذاری نیز احساس می شود. بر خلاف تحقیقات فراوانی که در مورد تاثیر بارهای استاتیکی روی پی های سطحی مستقر بر خاکهای مسلح انجام شده ، محققان بسیار کمی به رفتار پی های سطحی تحت اثر بارهای دینامیکی روی خاکهای مسلح پرداخته اند.

در این پایان نامه تمرکز بر رفتار پی های حلقوی و دایره ای مستقر بر خاک های ماسه ای مسلح شده توسط ژئوگریدها ، تحت بارهای دینامیکی می باشد. فاکتوری که به عنوان تعیین کننده رفتار این ژئوگریدها در نظر گرفته شده ، میزان نشست پی بوده که به صورت عددی محاسبه شده است.

در این پایان نامه برای به دست آوردن نشست دائمی پی های حلقوی و دایره ای بر روی ماسه مسلح شده از نتایج آزمایشگاهی و مدلسازی توسط روش اجزای محدود استفاده شده است.

در قسمت آزمایشگاهی برای صحت سنجی نتایج پایان نامه ، از نتایج حاصل از مدل آزمایشگاهی آقای جواهری که شامل یک پی حلقوی با قطر خارجی و داخلی ۱۵ و ۶ سانتی متر و یک پی دایره ای با قطر ۱۵ سانتیمترکه در مخزنی مکعبی شکل به ابعاد ۱*۱*۱ متر پر شده از خاک ماسه ای خوب دانه بندی متراکم شده ، استفاده شده است. همچنین از یک دستگاه دینامیکی جهت اعمال بار به پی استفاده شده است تا رفتار ژئوگریدها در تقابل این نوع بار با فرکانس و دامنه بار مشخص بررسی شود. این سیستم قبلاً نیز توسط حاجیانی بوشهریان (حاجیانی بوشهریان ،۱۳۸۹) برای تعیین ظرفیت باربری پی های سطحی روی ماسه مسلح تهیه و مورد استفاده قرار گرفته است.

در قسمت عددی پایان نامه نیز از یک پی حلقوی با قطر خارجی و داخلی ۱۵ و ۶ سانتی متر و یک پی دایره ای با قطر ۱۵ سانتیمتر استفاده شده است. تا علاوه بر مقایسه با نتایج آزمایشگاهی رفتار ژئوگریدها در تقابل این نوع بار با فرکانس و دامنه بار گوناگون بررسی شود.

در فصل دوم درباره انواع مسلح کننده ها و خصوصیات آنها بحث شده است.

مروری بر تحقیقات گذشته در فصل سوم مورد توجه قرار گرفته که شامل دو بخش مطالعات دینامیکی و مطالعات روی پی حلقوی می باشد .

فصل چهارم ، به تشریح کامل روش مدل سازی تحقیق ، چگونگی و مدیریت تحقیقات عددی اختصاص دارد.

در فصل پنجم به بررسی نتایج مطالعات عددی مقایسه نمودارها و تفسیر نمودارها پرداخته شده است. خلاصه نتایج و پیشنهادها در فصل ششم ارائه شده است. فهرست منابع و خلاصه انگلیسی تحقیقات انجام شده نیز در انتهای پایان نامه ارائه شده است.