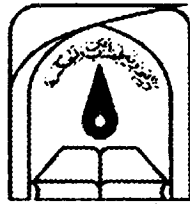


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۹۶۵
۶ - قنوجی - ۲۰۱
۱ - انصاف
۱۱/۱۰

۳۹۳۱۹



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی

۱۳۸۰ / ۱۱ / ۲۴

عنوان :

ارزیابی کارایی پیش بارگذاری با نصب زهکش نواری در بهسازی خاک های ریزدانه

مجتمع پتروشیمی فجر

016218

وزارتخانه امور دانشجویان
توسعه و ارتقاء
تربیت مدرس

نگارش :

سید جواد حسینی

استاد راهنما :

دکتر ماشاء... خامه چیان

استاد مشاور :

دکتر علی فاخر

۳۹۳۱۹

آبان ۱۳۸۰

۳۹۳۱۹






تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهایی پایان نامه خانم/ آقای سیدجواد حسینی

تحت عنوان: ارزیابی کارایی پیش بارگذاری با نصب زهکش نواری در بهسازی خاکهای ریزدانه مجتمع

بتروشیمی فجر

را از نظر فرم و محتوات بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیأت داوران
	استادیار	آقای دکتر ماشاء... خامه چیان	۱- استاد راهنما
	استادیار	آقای دکتر علی فاخر	۲- استاد مشاور
	استادیار	آقای دکتر شهابالدین یثربی	۳- استاد ناظر
	استادیار	آقای دکتر علی ارومیه‌ای	۴- استاد ناظر
	استادیار	آقای دکتر علی ارومیه‌ای	۵- نماینده تحصیلات تکمیلی

رئیس هیأت داوران
دکتر سیدجواد حسینی



بسمه تعالی

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:
«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته تربیت مدرس است که در سال ۱۳۸۰ در دانشکده علوم با دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر سید علی خامنه ای، مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر علی خامنه ای و مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر علی خامنه ای از آن دفاع شده است.»

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

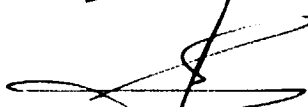
ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵ دانشجوی تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجناب سید حبیب حسینی دانشجوی رشته تربیت مدرس مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: سید حبیب حسینی

تاریخ و امضا:


۱۳۸۰/۱۱/۷

تقديم به مادرم

تنها دوستدار حقيقي

تشکر و قدردانی

ضمن حمد و سپاس بی‌کران بدرگاه پروردگار متعال که بنده را در اتمام این پایان‌نامه یاری فرمودند که همانا حمد تنها لایق اوست، از جناب آقای دکتر ماشاء... خامه‌چیان که راهنمایی این پایان‌نامه را بعهده داشتند و جناب آقای دکتر علی فاخر استاد مشاور قدردانی می‌شود. از آقای دکتر نیکودل برای مساعدت علمی و آقای مهندس باغبانیان بجهت کمک در امور آزمایشگاه و آقای مهندس چشمی بخاطر کمک در جمع‌آوری اطلاعات تقدیر می‌گردد. از آقایان دکتر جعفری، مهندس شفیع و مهندس قاسمی از پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله برای کمک ایشان در انجام آزمایش در پژوهشگاه قدردانی می‌شود. در پایان از جناب آقای مهندس خداپرست از شرکت ساحل که بار عمده این پایان‌نامه در جمع‌آوری و ارائه اطلاعات و مساعدت بیدریغ علمی بر دوش ایشان بوده است، تقدیر ویژه بعمل می‌آید.

« والسلام »

سید جواد حسینی ۲۰ / ۸ / ۱۳۸۰

چکیده :

مجتمع پتروشیمی فجر منطقه‌ای ساحلی متشکل از خاک‌های رسی و سیلتی رسی ضخیم لایه با میانلایه‌های نازک و فراوان سیلتی و سیلتی - ماسه‌ای است که بخش سطحی آن به ضخامت حدود ۲۰ متر، شدیداً سست و تراکم پذیر با عدد نفوذ استاندارد ۰ - ۶ می‌باشد. برای بهسازی محل پی سه مخزن بزرگ پتروشیمی در این منطقه تصمیم به استفاده از پیش‌بارگذاری همراه با نصب زهکش نواری از نوع Colbond CX 1000/10 cm با الگوی مثلثی به فاصله ۱/۳۵ m تا عمق ۲۰ متری. اتخاذ و اجرا گردید. سه خاکریز به ارتفاع و قطر متوسط ۹ و ۷۵ متر در یک ماه احداث و به مدت شش ماه رها شدند. هدف این پایان‌نامه مقایسه نتایج عملی این پروژه با الگوهای علمی و ارائه بهترین الگو در هر زمینه و در نهایت ارزیابی کارایی روش اعمال شده در اصلاح خاک بوده است.

نصب زهکش‌های نواری علاوه بر زهکشی شعاعی، بدلیل ایجاد ارتباط بین میانلایه‌های نازک و کم وسعت سیلتی و سیلتی ماسه‌ای با تراوایی بالا و جدا از هم پراکنده در ضخامت خاک و زهکشی آنها به سطح، سبب تشدید زهکشی قائم و تسریع نشست خاک شده است. طوری که در مدت دو ماه ۸۵ درصد تحکیم رخ داده که در صورت عدم نصب شاید به بیست درصد هم نمی‌رسید. حداکثر نشست در پایان دوره ۹۷ سانتیمتر و رخداد تحکیم ۹۹٪ بوده است.

در تحلیل تئوریک داده‌های نشست‌سنج‌ها مشاهده شد که درجه تحکیم قائم خالص بدلیل نامعلوم بودن طول واقعی مسیر زهکشی (با وجود میانلایه‌های فوق‌الذکر) غیر قابل کاربرد و زهکشی شعاعی نیز کم‌اثر بوده عمدتاً سبب تسریع تحکیم قائم شده است. با وجود شرایط فوق نمی‌توان خاک را همگن فرض نمود و اثرات تحکیم قائم و شعاعی را جداگانه محاسبه و با رابطه کارینو با هم تلفیق کرد و روش دیگری برای برآورد طول واقعی مسیر زهکشی و بررسی تحکیم قائم لازم است. بهترین تطابق کلی بین منحنی درجه تحکیم - زمان تئوریک و صحرایی با ضریب تحکیم حاصل از آزمایش تحکیم استاندارد بروش میکاسا - تاکادا و روش کور و رابطه تحکیم شعاعی با کرنش مساوی بارون با دست آمد.

کلمات کلیدی : پیش‌بارگذاری، تحکیم شعاعی، زهکش قائم

فهرست مطالب

فصل اول : مقدمه و کلیات

- | | |
|---|---------------------|
| ۱ | ۱ - ۱) مقدمه |
| ۲ | ۱ - ۲) اهداف تحقیق |
| ۲ | ۱ - ۳) روش تحقیق |
| ۳ | ۱ - ۴) تعاریف |
| ۴ | ۱ - ۵) مزیتها |
| ۵ | ۱ - ۶) ملزومات ویژه |

فصل دوم : مروری بر تحقیقات گذشته و پیشینه پیش‌بارگذاری

- | | |
|----|--------------------------------|
| ۶ | ۲ - ۱) تاریخچه |
| ۷ | ۲ - ۲) زهکش‌های قائم |
| ۱۰ | ۲ - ۳) روشهای پیش‌بارگذاری |
| ۱۲ | ۲ - ۴) کاربردها |
| ۱۳ | ۲ - ۵) روش طراحی |
| ۱۵ | ۲ - ۶) مبانی تنوریک |
| ۱۶ | ۲ - ۷) روابط تجربی ارائه شده |
| ۱۹ | ۲ - ۸) نکات مفید مطالعات موردی |
| ۲۰ | ۲ - ۹) سؤالات اصلی تحقیق |

فصل سوم : بررسی طراحی و اجرا و ارزیابی پروژه پتروشیمی فجر

۲۱	۳-۱ مقدمه
۲۱	۳-۲ موقعیت جغرافیایی منطقه
۲۴	۳-۳ شرایط زمین شناسی منطقه
۲۵	۳-۴ طراحی و نحوه اجرای طرح
۲۵	۳-۴-۱ حفاری و آزمایش ژئوتکنیک پایه طراحی
۳۷	۳-۴-۲ طراحی عملیات
۳۹	۳-۴-۳ اجرای پیش بارگذاری
۴۱	۳-۵ ارزیابی پروژه پیش بارگذاری پتروشیمی فجر
۴۱	۳-۵-۱ آزمایش های کنترلی بعد از خاکبرداری
۴۴	۳-۵-۲ ارزیابی میزان دستیابی به اهداف اولیه

فصل چهارم : آزمایش های تکمیلی و نتایج آنها

۴۵	۴-۱ آزمایش های تحکیم با دستگاه ادومتر
۴۵	۴-۱-۱ آزمایش تحکیم استاندارد
۴۶	۴-۱-۲ آزمایش تحکیم روی نمونه آبکی
۴۶	۴-۱-۳ آزمایش تحکیم بزرگ مقیاس
۴۷	۴-۱-۴ آزمایش تحکیم با بار ثابت و ضخامت متغیر
۵۱	۴-۲ آزمایش تحکیم آزاد

۵۵	۴ - ۳) آزمایش‌های فشاری سه محوره
	فصل پنجم : تحلیل داده‌ها با روابط و روش‌های مختلف
۵۸	۵ - ۱) مقدمه
۵۸	۵ - ۲) تعیین مدول الاستیک (E) خاک
۶۰	۵ - ۳) تعیین نشست آبی خاک زیر پیش‌بار
۶۰	۵ - ۴) تعیین نشست کل تحکیم اولیه
۶۷	۵ - ۵) تعیین رابطه نشست خاک با زمان
۶۹	۵ - ۵ - ۱) روش‌های تعیین ضریب تحکیم قائم (Cv)
۷۲	۵ - ۵ - ۲) تعیین ضریب تحکیم شعاعی (Cr)
۷۳	۵ - ۵ - ۳) رسم نمودار تغییرات درجه تحکیم با زمان (U-1)
	الف) رسم نمودار (U-1) با رابطه زهکشی شعاعی با کرنش
۷۳	یکسان (Equal Strain)، بدون اثر دستخوردگی بارون
۷۳	ب) رسم نمودار (U-1) با رابطه زهکشی شعاعی کلمان
۷۹	پ) رسم نمودار (U-1) برای تحکیم قائم خالص
	ت) رسم نمودار (U-1) طبق تئوری تحکیم قائم تحت بارگذاری
۸۲	وابسته به زمان السن
۸۲	ث) رسم نمودار (U-1) با رابطه کاریلو
۸۴	۵ - ۶) محاسبه ظرفیت باربری و بررسی پایداری زمین
۸۷	۵ - ۷) بررسی پایداری خاکریز

فصل ششم : بحث، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

۸۸	۱-۶ بررسی نتایج
۸۹	۱-۱-۶ نتایج قابل اعمال در پروژه‌های مشابه بعدی
۹۰	۲-۱-۶ نتایج آزمایش‌های تکمیلی
۹۰	۳-۱-۶ نتایج تحلیل‌های تئوریک
۹۳	۲-۶ پیشنهادهای کاربردی و تحقیقات بیشتر
۹۳	۱-۲-۶ پیشنهادهای کاربردی
۹۴	۲-۲-۶ پیشنهاد تحقیقات بیشتر
۹۵	فهرست مراجع

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱) مقدمه:

همزمان با پیشرفت سریع علوم مختلف عصر حاضر، علم مکانیک خاک نیز بعنوان شاخه مهمی از ژئوتکنیک در حال گسترش همه جانبه و نیازمند به آن است. این علم عهده‌دار نحوه استفاده بهینه از خاک، کنار آمدن با آن و گریز از خطرات حاصل از آن در محل احداث سازه‌های مختلف مسکونی، صنعتی، ترابری و ... می‌باشد. نیاز به این علم زمانی جدی‌تر می‌شود که بدانیم معمولاً غالب پروژه‌های عمرانی در مناطق با پوشش خاک سطحی احداث می‌شوند و بستر سنگی بندرت مشاهده می‌گردد. احداث یک زیر ساخت مطمئن، مقاوم و با هزینه اقتصادی هر چه کمتر برای سازه‌های مختلف از وظایف مهندسین این رشته می‌باشد. در مین اسلام ما نیز با توجه به اینکه غالب رخنمونهای سطحی را خاک تشکیل می‌دهد، برای دستیابی به توسعه همه جانبه و عقب نماندن از قافله علم، نیاز به اعمال توجه به این شاخه و تلاش در راستای پژوهش و پیشبرد آن احساس می‌شود. یکی از رده‌های حساس و بسیار مهم علم مکانیک خاک، « بهسازی خاک » می‌باشد که هدف آن تقویت شاخصهای مشخصی از خاک برای احداث بهینه یک طرح مورد نظر می‌باشد. از زیررده‌های پرکاربرد « بهسازی خاک » زیررده « پیش‌بارگذاری **Preloading** » می‌باشد که یکی از راه‌های بسیار با ارزش و اقتصادی در افزایش شاخصهای مقاومتی خاکهای ریزدانه اشباع برای تحمل

بازهای استاتیکی سنگین است. از آنجا که بخش مهمی از مرزهای کشور ما را سواحل تشکیل می‌دهند که مکانهای عمده اجرای طرحهای صنعتی، تجاری و پتروشیمی عظیم هستند و بخش قابل توجهی از سواحل را خاکهای ریزدانه اشباع تشکیل می‌دهند که توان تحمل این سازه‌ها را ندارند. پیش‌بارگذاری بعنوان یک راه حل اقتصادی در بسیاری از این طرحها مطرح و اجرا شده است. یکی از این نقاط بسیار وسیع و حساس، مجتمع پتروشیمی بندر امام است که یک منطقه پتروشیمی بسیار فعال و در حال پیشرفت سریع می‌باشد. در این مجتمع که یک سایت ژئوتکنیکی بسیار جالب توجه برای دانشجویان و مهندسين این رشته می‌باشد، برای غلبه بر مشکل کمی مقاومت خاک کاملاً رسی سیلتی اشباع و سست، طرح‌های مختلف بهسازی از قبیل پیش‌بارگذاری با یا بدون زهکشهای مختلف، شمع‌کوبی با انواع دستگاههای شمع‌کوب، پی‌های گسترده عریض و طویل و... در ابعاد مختلف انجام شده و هم اکنون نیز در حال اجرا هستند. رسالت این پایان‌نامه، تحلیل و بررسی نتایج یکی از این عملیات ژئوتکنیکی می‌باشد که طی آن برای بهسازی پی سه مخزن پتروشیمی، پیش‌بارگذاری با نصب زهکش نواری طراحی و اجرا شده است.

۲ - ۱) اهداف تحقیق :

اهداف مورد نظر در این تحقیق بطور اختصار عبارتند از :

الف : بررسی نحوه طراحی و اجرای پروژه و تطابق آن با موازین علمی،

ب : سنجش میزان موفقیت طرح در دستیابی به اهداف اولیه،

پ : ارائه پیشنهادهای علمی مفید بر مبنای تحقیق برای استفاده در طرحهای مشابه بعدی.

ت : ارزیابی کارایی فن پیش‌بارگذاری با نصب زهکش نواری در بهسازی خاک ریزدانه

مجتمع پتروشیمی فجر بعنوان نتیجه نهایی پایان‌نامه.

۳ - ۱) روش تحقیق :

برای انجام این تحقیق، طبق مراحل زیر عمل شده است :

- (۱) مطالعه و بررسی تعدادی از کتب و مقالات علمی مربوط به موضوعات پیش‌بارگذاری، تحکیم و زهکش‌های قائم و گردآوری روابط و تئوریهای مورد نیاز.
- (۲) جمع‌آوری داده‌های صحرایی و آزمایشگاهی بدست آمده و استفاده شده توسط مجری طرح در خلال طراحی و اجرای پروژه.
- (۳) انجام یکسری آزمایش‌های تکمیلی برای بدست آوردن تعدادی از پارامترهای لازم برای تحلیل تنوریک و برخی اهداف تحقیقی.
- (۴) انجام تحلیل نهایی با استفاده از نتایج این آزمایش‌ها و داده‌های قبلی و اخذ نتایج لازم.

۴-۱) تعاریف :

یکی از جنبه‌های حیاتی مورد نظر در احداث سازه از دیدگاه مهندسین عمران، مقدار توان زمین برای تحمل شرایط جدید بعد از ساخت سازه می‌باشد. محل سازه‌هایی که از زمین بعنوان شالوده تحمل وزن استفاده می‌کنند، (مانند سازه‌های صنعتی و مسکونی) باید بتواند بدون ایجاد شکست، نشست بیش از حد مجاز یا ناهمگن، خزش و ... سازه را تحمل کند. در مورد سازه‌های آبی، علاوه بر موارد فوق زمین باید در مقابل شستشو، رگاب، انحلال و ... نیز در حد لازم مقاوم باشد. از آنجا که غالب زمینها دارای تمام شرایط لازم حمل سازه نیستند، از برخی جنبه‌ها نیاز به تقویت دارند. طبق تعریف: به کلیه اعمالی که روی زمین برای تقویت ویژگیهای مکانیکی آن انجام می‌شود «بهسازی: **Improvement, Modification, Treatment, Reinforcement**» گفته می‌شود. بسته به نیاز زمین، اعمال تقویتی متفاوتی از قبیل تزریق، تراکم، تعبیه شمع، تقویت با ژئوستنتیکها، دیوارهای حائل، میل‌مهار، بتن‌پاشی و ... انجام می‌شوند.

محل مورد بحث این پایان‌نامه، متشکل از خاک کاملاً رسی سیلتی با مقدار کمی ماسه می‌باشد. اینگونه خاکهای ریزدانه در حالت سست و اتباع مستعد نشست زیاد و شکست می‌باشند. از آنجا که این خاکها با افزایش تراکم، افزایش مقاومت پیدا می‌کنند، برای تقویت نیاز به تراکم دارند که مستندم خروج آب بین دانه‌ای است و لذا از تئوری تحکیم بیرونی می‌کند. طبق این تئوری، با اعمال بار روی

خاک ریزدانه اشباع، فشار آب منفذی به اندازه بار وارده زیاد شده، آب تحت فشار بتدریج راه خروج از بین ذرات را در پیش می‌گیرد. از آنجا که تراوشی این خاکها بسیار پایین است، خروج آب بسیار کند و زمانمند می‌باشد. همزمان با خروج آب و کاهش حجم خاک زیر بار نشست رخ می‌دهد که «نشست تحکیمی» نامیده می‌شود و در ابتدای امر سریع‌تر بوده بتدریج کندتر می‌گردد و از نظر تئوری تا ابد ادامه می‌یابد. اعمال تحکیم بر روی خاک در مقیاس بزرگ با فن «پیش‌بارگذاری» انجام می‌شود. طبق تعریف: پیش‌بارگذاری^۱ شامل بارگذاری روی زمین سست قبل از احداث سازه، برای متراکم کردن آن به هدف افزایش مقاومت زمین و کاهش نشست سازه احداث شونده است. غالباً تمام یا بخش عمده پیش‌بار هنگام ساخت سازه برداشته می‌شود. واژه‌های مترادف پیش‌بارگذاری، «پیش‌فشرده‌گی»^۲ و «سربارگذاری»^۳ می‌باشند. این تکنیک عمدتاً در خاکهای ریزدانه سست و اشباع به کار می‌رود، ولی درمسه‌ها برای کاهش روانگرایی^۴ هنگام زلزله و سایر توده‌های سست طبیعی یا مصنوعی نیز قابل اعمال است [۱]. از آنجا که تحکیم خاکهای ریزدانه پدیده‌ای زمانمند است و سرعت آن بستگی به سرعت خروج و کاهش فشار آب منفذی دارد، در پروژه‌هایی که با محدودیت زمانی مواجه هستند، برای کاهش زمان ابقای پیش‌بار، از زهکش‌های قائم^۵ استفاده می‌شود که وظیفه آنها کاهش طول مسیر زهکشی آب و تسریع تحکیم می‌باشد. این زهکش‌ها به صور مختلف ماسه‌ای (استوانه‌هایی از ماسه به قطر تا ۵۰ cm) یا نواری از جنس پلاستیک متخنخل و مستحکم به ضخامت ۱۰ - ۳۰ و پهنای $1\text{ cm} >$ با طول دلخواه به کار می‌روند.

۱-۵) مزیتها :

بزرگترین مزیت پیش‌بارگذاری در مقایسه با سایر روشهای اصلاحی باربری زمین، هزینه بسیار

-
- 1-Preloading
 - 2-Precompression
 - 3-Surcharging
 - 4-Liquifaction
 - 5-Vertical Drain