بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)

گرایش : عمران خاک و پی

عنوان :

ارائه ی یک روش تحلیلی برای تعیین ظرفیت باربری پی نواری

استاد راهنما :

جناب آقای دکتر محمود قضاوی

استاد مشاور :

جناب آقای دکتر ابوالفضل اسلامی

پژوهشگر :

آرمین سلمانی محلی

تابستان ۱۳۹۱

Central Tehran Branch

Faculty of Technology and Engineering

Thesis"M.Sc

On civil engineering

Subject:

Development of analytical method for determination of bearing capacity of strip footings

Advisor:

Dr.Mahmoud Ghazavi

Consulting Advisor:

Dr.Abolfazl Eslami

By:

Armin Salmani Mahali

Summer 2012

تقدیر و تشکر

اکنون که به لطف خداوند این پایان نامه به سرانجام رسید، شایسته است از استاد محترم و گرانقدر، جناب آقای دکتر محمود قضاوی، که در طول دوره ی کارشناسی ارشد همواره از دانش ایشان بهره مند شده و همچنین در تمام مراحل انجام پایان نامه با راهنمایی های ارزشمند خود مرا هدایت نمودند؛ همچنین از جناب آقای دکتر ابوالفضل اسلامی که به عنوان استاد مشاور در تمام مراحل کار مرا یاری نمودند، کمال سپاس و قدردانی را داشته باشم.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

که با زحمات بی شائبه و محبت های خاصانه ی خود، در تمام طول زندگی و تحصیل مرا مورد لطف و حمایت خود قرار داده اند و همواره حضورشان سبب دلگرمی و آرامش بوده است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول :کلیات طرح

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ بیان مساله ۳

۱-۳ ضرورت تحقیق ٤

۱-٤ اهداف موذد نظر پایان نامه ٥

۱-٥ محدودیت ها ٥

۱-٦ ساختار پایان نامه ٦

فصل دوم : مروری بر تحقیقات پیشین

۲-۱ ظرفیت باربری پی سطحی در حالت استاتیکی ۸

۱-۲-۱ ظرفیت باربری پی سطحی روی خاک لایه ای ۱۳

۲-۲-۱ ظرفیت باربری پی سطحی روی شیب ۲۲

۳-۲-۱ ظرفیت باربری پی سطحی بالای شیب ۲۳

۲-۲ ظرفیت باربری لرزه ای پی سطحی ۲۹

۱-۲-۲ ظرفیت باربری لرزه ای پی سطحی روی شیب ۳٦

۲-۲-۲ ظرفیت باربری لرزه ای پی سطحی بالای شیب ۳۷

۲-۳ خلاصه و جمع بندی ۳۷

فصل سوم : ارائه روش تحلیلی برای تعیین ظرفیت باربری پی نواری در حالت استاتیکی

۳-۱ مقدمه ۳۹

۳-۲ تعیین ظرفیت باربری پی نواری مستقر بر خاک همگن چسبنده-اصطکاکی ۳۹

۱-۳-۲ تعریف مدل ٤۰

۲-۳-۲ روش تحلیل برای تعیین ظرفیت باربری پی نواری مستقر بر خاک همگن چسبنده-اصطکاکی ٤۱

۳-۳-۲ اعتبار سنجی ظرفیت باربری پی نواری روی خاک همگن چسبنده_اصطکاکی ٤۵

۱-۳-۳-۲ **مقایسه نتایج بدست آمده از این روش با مقادیر بدست آمده از Plaxis** ٤٦

۲-۳-۳-۲ مقایسه ضرایب ظرفیت باربری بدست آمده از روش

دیوارحائل مجازی با مقادیر بدست آمده از Afene ٤۸

۳-۳ تعیین ظرفیت باربری پی نواری مستقر بر خاک دو لایه چسبنده-اصطکاکی ٤۹

۱-۳-۳ روش تحلیل برای تعیین ظرفیت باربری پی نواری مستقر بر خاک دو لایه ٤۹

۲-۳-۳ حالت های خاص ۵۱

۱-۲-۳-۳ حالت ۱ خاک بدون وزن و چسبندگی $(c_1=c_2=0\ ,\ \gamma_1=\gamma_2=0)$ ۵۱

۲-۲-۳-۳ حالت ۲ خاک بدون سربار و چسبندگی $(c_1=c_2=0\ ,\ q=0)$ ۵۲

۳-۲-۳-۳ حالت ۳ خاک بدون وزن و سربار $(q=0\ ,\ \gamma_1=\gamma_2=0)$ ۵۲

٤-۲-۳-۳ حالت ٤ گوه گسیختگی در لایه اول وجود دارد ۵۳

۲-۳-۳ بررسی نتایج پی نواری مستقر بر خاک دو لایه ۵۵

۳-۳-۳ اعتبار سنجی ظرفیت باربری پی نواری مستقر بر خاک دو لایه ٦۰

۱-۳-۳-۳ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی برای خاک دولایه چسبنده_اصطکاکی

با مقادیر بدست آمده از Plaxis و روش Meyerhof ٦۱

۲-۳-۳-۳ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مطالعات آزمایشگاهی Meyerhof

برای خاک دو لایه ٦۲

۳-۳-۳-۳ مقایسه نتایج بدست آمده از این روش با مقادیر بدست آمده از روش Meyerhof ٦۲

٣-٤ تعیین ظرفیت باربری پی نواری مستقر بر خاک سه لایه چسبنده-اصطکاکی ٦٥
٣-٤-١ روش تحلیل برای تعیین ظرفیت باربری پی نواری مستقر بر خاک سه لایه ٦٥
٣-٤-٢ بررسی نتایج بدست آمده برای ظرفیت باربری پی نواری مستقر بر خاک سه لایه ٦٨
٣-٤-٣ اعتبار سنجی ظرفیت باربری پی نواری مستقر بر خاک سه لایه ٧٢
٣-٤-٣-١ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی برای خاک دولایه چسبنده_اصطکاکی
با مقادیر بدست آمده از Plaxis ٧٢
٣-٤-٣-٢ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مطالعات آزمایشگاهی Meyerhof
برای خاک دو لایه ٧٤
٣-٤-٣-٣ مقایسه نتایج بدست آمده از این روش با مقادیر بدست آمده از روش Meyerhof ٧٦
٣-٥ تعیین ظرفیت باربری پی نواری مستقر بر خاک n لایه چسبنده-اصطکاکی ٧٧
٣-٦ تعیین ظرفیت باربری پی نواری مستقر بر شیب در خاک دانه ای ٧٨
٣-٦-١ روش تحلیل بریا تعیین ظرفیت باربری پی مستقر بر شیب ٧٩
٣-٦-٢ بررسی نتایج بدست آمده برای ظرفیت باربری پی نواری روی شیب ٨١
٣-٦-٣ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی برای پی روی شیب ٨٤
٣-٧ تعیین ظرفیت باربری پی نواری با شیب کف پی(کجی پی) ٨٦
٣-٧-١ روش تحلیل برای تعیین ظرفیت باربری پی کج ٨٦
٣-٧-٢ بررسی نتایج بدست آمده برای ظرفیت باربری پی کج ٨٩
٣-٧-٣ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی برای پی با کجی کف ٩٢
٣-٨ تعیین ظرفیت باربری پی نواری بالای شیب در خاک دانه ای ٩٣
٣-٨-١ روش تحلیل برای تعیین ظرفیت باربری پی مستق روی شیب ٩٣
٣-٨-٢ بررسی نتایج بدست آمده برای ظرفیت باربری پی نواری مستقر بالای شیب ٩٦

۳-۲-۸ مقایسه نتایج مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی برای پی بالای شیب ۱۰۲

۳-۹ خلاصه و جمع بندی ۱۰٤

فصل چهارم : ارائه روش تحلیلی برای تعیین ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری

٤-۱ مقدمه ۱۰٦

٤-۲ تعیین ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری مستقر بر خاک دو لایه دانه ای ۱۰٦

۱-٤-۲ روش تحلیل برای تعیین ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری مستقر بر خاک دو لایه دانه ای ۱۰٦

۲-٤-۲ حالت های خاص ۱۱۰

۱-۲-٤-۲ حالت ۱ خاک بدون وزن ($\gamma_1=\gamma_2=0$) ۱۱۰

۲-۲-٤-۲ حالت ۲ خاک بدون سربار ($q=0$) ۱۱۰

۳-٤-۲ بررسی نتایج ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری مستقر بر خاک دو لایه ۱۱۱

٤-٤-۲ اعتبار سنجی ظرفیت باربری ارزه ای پی نواری مستقر بر خاک دو لایه ۱۱٦

۱-۳-۳-۳ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی برای خاک دولایه در حالت لرزه ای

با مقادیر بدست آمده از Plaxis ۱۱۸

٤-۳ تعیین ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری مستقر بر خاک سه لایه دانه ای ۱۲۱

۱-٤-۳ روش تحلیل برای تعیین ظرفیت باربری ارزه ای پی نواری مستقر بر خاک سه لایه ۱۲۱

۲-٤-۳ بررسی نتایج بدست آمده برای ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری روی خاک سه لایه ۱۲۳

٤-٤ تعیین ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری مستقر بر شیب در خاک دانه ای ۱۲۹

۱-٤-٤ روش تحلیل بریا تعیین ظرفیت باربری لرزه ای پی مستقر بر شیب ۱۲۹

۲-٤-٤ بررسی نتایج بدست آمده برای ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری روی شیب ۱۳۱

۳-٤-٤ مقایسه نتایج بدست آمده برای ظرفیت باربری لرزه ای پی روی شیب از روش دیوار حائل

مجازی با دیگر روش ها ۱۳۷

٤-٥ تعیین ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری با شیب کف پی(کجی پی) ١٣٩

١-٤-٥ روش تحلیل برای تعیین ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری با شیب کف پی(کجی پی) ١٣٩

٢-٤-٥ بررسی نتایج بدست آمده برای ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری با شیب کف پی(کجی پی) ١٤٢

٣-٤-٥ مقایسه نتایج بدست آمده برای ظرفیت باربری لرزه ای پی کج از روش دیوار حائل مجازی با دیگر روش ها ١٤٧

٤-٦ تعیین ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری بالای شیب در خاک دانه ای ١٤٩

١-٤-٦ روش تحلیل برای تعیین ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری بالای شیب در خاک دانه ای ١٤٩

٢-٤-٦ بررسی نتایج بدست آمده برای ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری مستقر بالای شیب ١٥٣

٣-٤-٦ مقایسه نتایج مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی برای ظرفیت باربری لرزه ای پی نواری بالای شیب ١٦١

٤-٧ خلاصه و جمع بندی ١٦٤

فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهاد برای ادامه مطالعه

٥-١ جمع بندی ١٦٦

٥-٢ نتیجه گیری ١٦٨

٥-٣ پیشنهاد برای ادامه مطالعه ١٧١

مراجع ١٧٢

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱ مقادیر c_w با توجه به مقادیر چسبندگی خاک (آیین نامه (1951) CP2) ٤٣

جدول ۳-۲ مقادیر ضریب ظرفیت باربری با استفاده از روش دیوار حائل مجازی ٤٤

جدول ۳-۳ خواص مقاومتی در نظر گرفته برای ۵ نوع خاک ٤٦

جدول ۳-٤ مقایسه مقدیر بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مقادیر بدست آمده از Plaxis ٤٧

جدول ۳-۵ مقایسه ضرایب ظرفیت باربری بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با دیگر روش ها و مقادیر بدست آمده از Afena ٤٨

جدول ۳-٦ خواص مقاومتی خاک های فرض شده برای این مطالعه ٧٢

جدول ۳-۷ مقایسه مقدیر بدست آمده از این روش با مقادیر بدست آمده از Plaxis ٧٣

جدول ۳-۸ مقایسه ضرایب ظرفیت باربری این روش با مقادیر روش های موجود دیگر($\beta=20^o$) ٨٤

جدول ۳-۹ مشخصات پی و خاک برای آزمایش عسکری و همکاران (۱۳۸۷) ١٠٣

جدول ۳-۱۰ مقایسه ظرفیت باربری این روش با نتایج آزمایشگاهی عسگری و همکاران (۱۳۸۷) ١٠٣

جدول ۳-۱۱ مقایسه ظرفیت باربری این روش با نتایج نرم افزار Trass ١٠٣

جدول ۳-۱۲ مقایسه ظرفیت باربری این روش با نتایج نرم افزار Plaxis ١٠٣

جدول ٤-۱ تغییرات ظرفیت باربری لرزهای با تغییرات ضرایب شتاب زلزله ١١٣

جدول ٤-۲ خواص مقاومتی خاک فرض شده در این مطالعه ١١٨

جدول ٤-۳ مقایسه مقدیر بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مقادیر بدست آمده از Plaxis ١٢٠

جدول ٤-٤ تغییرات $N_{\gamma e}$ برای $\beta=20^o$ با تغییر ضرایب شتاب زلزله ١٣٣

جدول ٤-۵ تغییرات $N_{\gamma e}$ برای $\beta=15^o$ با تغییر ضرایب شتاب زلزله ١٣٣

جدول ٤-٦ تغییرات $N_{\gamma e}$ برای $\beta=10^{o}$ با تغییر ضرایب شتاب زلزله ١٣٤

جدول ٤-٧ تغییرات $N_{\gamma e}$ برای $\beta=30^{o}$ با تغییر ضرایب شتاب زلزله ١٣٥

جدول ٤-٨ تغییرات N_{qe} برای $\beta=20^{o}$ با تغییر ضرایب شتاب زلزله ١٣٥

جدول ٤-٩ تغییرات N_{qe} برای $\beta=15^{o}$ با تغییر ضرایب شتاب زلزله ١٣٥

جدول ٤-١٠ تغییرات N_{qe} برای $\beta=10^{o}$ با تغییر ضرایب شتاب زلزله ١٣٦

جدول ٤-١١ تغییرات N_{qe} برای $\beta=30^{o}$ با تغییر ضرایب شتاب زلزله ١٣٦

جدول ٤-١٢ مقایسه ضرایب ظرفیت باربری روش دیوار حائل مجازی با مقادیر روش های موجود

دیگر ($\Phi=40°$ و $kv=0$) ١٣٨

جدول ٤-١٣ مقایسه ضرایب ظرفیت باربری روش دیوار حائل مجازی با مقادیر روش های موجود

دیگر ($\Phi=40°$ و $k_v=0$) ١٣٨

فهرست نمودارها

عنوان	صفحه
نمودار ۳-۱ تغییرات N_c با چسبندگی خاک	٤٥
نمودار ۳-۲ تاثیر زاویه اصطکاک داخلی خاک بر قرار گیری گوه ی گسیختگی در لایه ی اول	٥٣
نمودار ۳-۳ تاثیر عرض پی داخلی خاک بر قرار گیری گوه ی گسیختگی در لایه ی اول	٥٤
نمودار ۳-٤ تغییرات ظرفیت باربری خاک دولایه با عرض پی	٥٦
نمودار ۳-٥ تغییرات ظرفیت باربری خاک دولایه با زاویه اصطکاک داخلی لایه اول	٥٦
نمودار ۳-٦ تغییرات ظرفیت باربری خاک دولایه با زاویه اصطکاک داخلی لایه دوم	٥٧
نمودار ۳-۷ تغییرات ظرفیت باربری خاک دولایه با چسبندگی لایه اول	٥٧
نمودار ۳-۸ تغییرات ظرفیت باربری خاک دولایه با چسبندگی لایه دوم	٥٨
نمودار ۳-۹ مقایسه ظرفیت باربری خاک دولایه با خواص مقاومتی یکسان با خاک یک لایه	٥٨
نمودار ۳-۱۰ ظرفیت باربری پی مستقر بر خاک دو لایه (ماسه روی رس و رس روی ماسه)	٥٩
نمودار ۳-۹ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مقادیر بدست آمده از Meyerhof و Plaxis	٦١
نمودار ۳-۱۰ مقایسه نتایج بدست آمده از روش تعادل حدی با مقادیر بدست آمده از آزمایشات Meyerhof	٦٢
نمودار ۳-۱۱ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مقادیر بدست آمده از روش Meyerhof برای حالتی که خاک بالایی قوی تر از خاک پایینی است	٦٣
نمودار ۳-۱۲ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مقادیر بدست آمده از روش Meyerhof برای حالتی که خاک بالایی قوی تر از خاک پایینی است	٦٤

نمودار ۳-۱۳ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مقادیر بدست آمده
از روش Meyerhof برای حالتی که خاک بالایی ضعیف تر از خاک پایینی است ٦٤
نمودار ۳-۱٤ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مقادیر بدست آمده
از روش Meyerhof برای حالتی که خاک بالایی ضعیف تر از خاک پایینی است ٦٥
نمودار ۳-۱٥ تغییرات ظرفیت باربری خاک سه لایه با عرض پی ٦٩
نمودار ۳-۱٦ تغییرات ظرفیت باربری خاک سه لایه با زاویه اصطکاک لایه سوم ٦٩
نمودار ۳-۱۷ تغییرات ظرفیت باربری خاک سه لایه با چسبندگی لایه سوم ۷۰
نمودار ۳-۱۸ تاثیر زاویه اصطکاک لایه ی دوم بر قرار گیری گوه ی گسیختگی در لایه ی دوم ۷۰
نمودار ۳-۱۹ تاثیر ضخامت لایه ی اول بر قرار گیری گوه ی گسیختگی در لایه ی دوم ۷۱
نمودار ۳-۲۰ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مقادیر بدست آمده
از آزمایشات Meyerhof ($h_2/B=0$) ۷٤
نمودار ۳-۲۱ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مقادیر بدست آمده
از آزمایشات Meyerhof ($h_2/B=0.5$) ۷٥
نمودار ۳-۲۲ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مقادیر بدست آمده
از آزمایشات Meyerhof($h2/B=1$) ۷٥
نمودار ۳-۲۳ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مقادیر بدست آمده
از روش Meyerhof($h2/B=0.25$) ۷٦
نمودار ۳-۲٤ مقایسه نتایج بدست آمده از روش دیوار حائل مجازی با مقادیر بدست آمده
از روش Meyerhof($(h_2/B=0.5)$) ۷۷
نمودار ۳-۲٥ تغیرات ضرایب ظرفیت باربری پی روی شیب با زاویه شیب ۸۲
نمودار ۳-۲٦ تغیرات ظرفیت باربری پی مستقر بر شیب با زاویه شیب ۸۲

نمودار ۳-۲۷ تغیرات ضرایب ظرفیت باربری پی روی شیب با زاویه زاویه اصطکاک داخلی خاک ۸۳

نمودار ۳-۲۸ تغیرات ظرفیت باربری پی مستقر بر شیب با زاویه زاویه اصطکاک داخلی خاک ۸۳

نمودار ۳-۲۹ تغیرات q_{ult} با زاویه زاویه اصطکاک خاک برای روش های مختلف پی روی شیب ۸۵

نمودار ۳-۳۰ تغیرات q_{ult} با زاویه زاویه اصطکاک خاک برای روش های مختلف پی روی شیب ۸۵

نمودار ۳-۳۱ تغیرات ضرایب ظرفیت باربری با زاویه شیب کف پی ۸۹

نمودار ۳-۳۲ تغیرات q_{ult} با زاویه شیب کف پی ۹۰

نمودار ۳-۳۳ تغیرات ضرایب ظرفیت باربری با زاویه اصطکاک داخلی خاک برای پی کج ($\alpha=15^o$) ۹۰

نمودار ۳-۳٤ تغیراتq_{ult} با زاویه اصطکاک داخلی خاک برای پی کج ۹۱

نمودار ۳-۳۵ تغیرات q_{ult} با زاویه اصطکاک خاک برای روش های مختلف کجی کف پی ۹۲

نمودار ۲-۳٦ تغیرات q_{ult} با زاویه اصطکاک خاک برای روش های مختلف کجی کف پی ۹۳

نمودار ۳-۳۷ تغیرات q_{ult} با فاصله پی تا شیب ۹۸

نمودار ۳-۳۸ تغیرات q_{ult} با زاویه شیب ۹۸

نمودار ۳-۳۹ تاثیر زاویه اصطکاک داخلی خاک بر فاصله ای که شیب بر ظرفیت باربری اثرگذار نباشد ۱۰۰

نمودار ۳-٤۰ تاثیر عرض پی بر فاصله ای که شیب بر ظرفیت باربری اثرگذار نباشد ۱۰۱

نمودار ۳-٤۱ تاثیر عمق مدفون پی بر فاصله ای که شیب بر ظرفیت باربری اثرگذار نباشد ۱۰۱

نمودار ٤-۱ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای خاک دولایه با ضریب شتاب زلزله افقی ۱۱۱

نمودار ٤-۲ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای خاک دولایه با ضریب شتاب زلزله افقی ۱۱۲

نمودار ٤-۳ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای خاک دولایه با ضخامت لایه ی اول با افزایش ضریب زلزله
در جهت افقی ۱۱٤

نمودار ٤-٤ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای خاک دولایه با ضخامت لایه ی اول با افزایش ضریب زلزله
در جهت افقی ۱۱٤

نمودار ٤-۵ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای خاک دولایه با ضخامت لایه ی اول با افزایش ضریب زلزله

در جهت قائم ۱۱۵
نمودار ٤-٦ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای خاک دولایه با ضخامت لایه ی اول ۱۱۵
نمودار ٤-۷ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای خاک سه لایه با تغییر عرض پی ۱۲٤
نمودار ٤-۸ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای خاک سه لایه با تغییر عرض پی ۱۲۵
نمودار ٤-۹ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای خاک سه لایه با تغییر ضخامت لایه دوم ۱۲۵
نمودار ٤-۱۰ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای خاک سه لایه با ضریب شتاب افقی زلزله ۱۲٦
نمودار ٤-۱۱ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای خاک سه لایه با ضریب شتاب قائم زلزله ۱۲٦
نمودار ٤-۱۲ تاثیر شتاب افقی زلزله بر قرار گیری گوه ی گسیختگی در لایه ی دوم ۱۲۷
نمودار ٤-۱۳ تاثیر شتاب افقی زلزله بر قرار گیری گوه ی گسیختگی در لایه ی دوم ۱۲۸
نمودار ٤-۱٤ تغییرات ضرایب ظرفیت باربری لرزه ای با تغییرات زاویه شیب ۱۳۲
نمودار ٤-۱۵ تغییرات ضرایب ظرفیت باربری لرزه ای با تغییرات زاویه شیب ۱۳۲
نمودار ٤-۱٦ تغییرات ظرفیت باربری با تغییرات ضریب شتاب قائم زلزله ۱٤۳
نمودار ٤-۱۷ تغییرات ضرایب ظرفیت باربری لرزه ای پی کج با تغییرات ضریب شتاب قائم زلزله ۱٤۳
نمودار ٤-۱۸ تغییرات ضرایب ظرفیت باربری لرزه ای پی کج با تغییرات ضریب شتاب قائم زلزله ۱٤٤
نمودار ٤-۱۹ تغییرات ضرایب ظرفیت باربری لرزه ای پی کج با تغییرات ضریب شتاب افقی زلزله ۱٤٤
نمودار ٤-۲۰ تغییرات ضرایب ظرفیت باربری لرزه ای پی کج با تغییرات ضریب شتاب افقی زلزله ۱٤۵
نمودار ٤-۲۱ تغییرات ظرفیت باربری با تغییرات ضریب شتاب افقی زلزله ۱٤۵
نمودار ٤-۲۲ تغییرات ضرایب ظرفیت باربری لرزه ای با تغییرات شیب پی ۱٤٦
نمودار ٤-۲۳ تغییرات ظرفیت باربری با تغییرات زاویه پی ۱٤٦
نمودار ٤-۲٤ تغیرات q_{ult} با شتاب افقی زلزله برای روش های مختلف کجی کف پی ۱٤۸
نمودار ٤-۲۵ تغیرات q_{ult} با زاویه شیب کف پی برای روش های مختلف کجی کف پی ۱٤۸

نمودار ٤-٢٦ تغییرات ظرفیت باربری با تغییرات فاصله پی از شیب (k_h=0.1, k_v=0) ١٥٤

نمودار ٤-٢٧ تغییرات ظرفیت باربری با تغییرات زاویه شیب(k_h=0.1, k_v=0) ١٥٤

نمودار ٤-٢٨ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای با تغییرات ضریب شتاب افقی زلزله ١٥٥

نمودار ٤-٢٩ تغییرات ظرفیت باربری لرزه ای با تغییرات ضریب شتاب قائم زلزله ١٥٥

نمودار ٤-٣٠ تغییرات ضرایب ظرفیت باربری لرزه ای پی بالای شیب با تغییر k_h ١٥٦

نمودار ٤-٣١ تغییرات ضرایب ظرفیت باربری لرزه ای پی بالای شیب با تغییر k_h ١٥٦

نمودار ٤-٣٢ تغییرات ضرایب ظرفیت باربری لرزه ای پی بالای شیب با تغییر k_v ١٥٧

نمودار ٤-٣٣ تغییرات ضرایب ظرفیت باربری لرزه ای پی بالای شیب با تغییر k_v ١٥٧

نمودار ٤-٣٤ تاثیر k_h بر فاصله ای که شیب بر ظرفیت باربری لرزه ای اثرگذار نباشد ١٦٠

نمودار ٤-٣٥ تاثیر k_v بر فاصله ای که شیب بر ظرفیت باربری لرزه ای اثرگذار نباشد ١٦٠

نمودار ٤-٣٦ تغیرات N_{qe} با تغییر زاویه اصطکاک خاک ١٦٢

نمودار ٤-٣٧ تغیرات N_{qe} با تغییر زاویه اصطکاک خاک ١٦٢

نمودار ٤-٣٨ تغیرات $N_{\gamma e}$ با تغییر زاویه اصطکاک خاک ١٦٣

نمودار ٤-٣٩ تغیرات $N_{\gamma e}$ با تغییر زاویه اصطکاک خاک ١٦٣

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل۱-۱ پی منفرد ۲

شکل ۲-۱ صفحه گسیختگی در خاک بر اثر اعمال بار نهایی برای یک پی سخت زبر ممتد بر اساس فرضیه Terzaghi (۱۹٤۸) ۸

شکل ۲-۲ صفحه گسیختگی در خاک بر اثر اعمال بار نهایی برای یک پی سخت زبر ممتد بر اساس فرضیه Meyerhof (۱۹۵۱) ۹

شکل ۲-۳ تنش های زیر پی برای تعیین ظرفیت باربری در روش مشخصه برای پی دایره ای بر اساس فرضیه Bolton (۱۹۹۳) ۱۱

شکل ۲-٤ صفحه گسیختگی در خاک بر اثر اعمال بار نهایی برای یک پی نواری بر اساس فرضیه Silvestri (۲۰۰۳) ۱۲

شکل ۲-۵ نحوه ی تقسیم بندی توده خاک گسیخته شدهٔ زیر پی به قطعات سه بعدی مجزا در روش Majidi et al (۲۰۱۰) ۱۲

شکل ۲-٦ فرضیات به کار رفته برای بدست آوردن $N_{c(L)}$ برای یک پی نواری روی خاک رس ناهمسانگرد لایه لایه ۱۳

شکل ۲-۷ پی نواری روی خاک دو لایه (لایه قوی تر روی لایه ضعیف تر) ۱٤

شکل ۲-۸ الف) پی روی یک لایه خاک ضعیف قرار گرفته بالای ماسه قویتر ب) روند تغییرات q_u با H/B ۱٦

شکل ۲-۹ هندسه پروفیل خاک چند لایه ۱۷

شکل ۲-۱۰ پی مستقر بر خاک دو لایه در روش Shiau et al (۲۰۰۳) ۱۸

شکل ۲-۱۱ تنش های خطی را در روش اجزا محدودی در تکنیک حد پایین در روش Shiau et al (۲۰۰۳) ۱۸

شکل ۲-۱۲ مکانیسم گسیختگی در فرضیه Ghazavi et al (۲۰۰۸) ۱۹

شکل ۲-۱۳ نحوه ی تقسیم بندی توده خاک گسیخته شدهٔ زیر پی به قطعات دو بعدی و سه بعدی مجزا

در روش نصیری و همکاران (۱۳۸۹) ۲۰

شکل ۲-۱٤ پی نواری روی خاک سه لایه _ لایه قوی تر روی لایه نسبتا قوی روی لایه ضعیف تر ۲۱

شکل ۲-۱۵ طبیعت خمیری زیر یک پی نواری مستقر بر شیب ۲۲

شکل ۲-۱٦ پی نواری بالای یک شیب ۲٤

شکل ۲-۱۷ نمودار نواحی گسیختگی برای دفن شدگی و پس کشیدگی در روش Shields et al (۱۹۸۸) ۲٤

شکل ۲-۱۸ مقادیر تئوری Nγ ارائه شده توسط Graham (۱۹۹۰) برای (D_f/B=0) ۲۵

شکل ۲-۱۹ مقادیر تئوری Nγ ارائه شده توسط Graham (۱۹۹۰) برای (D_f/B=0.5) ۲٦

شکل ۲-۲۰ مقادیر تئوری Nγ ارائه شده توسط Graham (۱۹۹۰) برای (D_f/B=1) ۲٦

شکل ۲-۲۱ نیروی خارجی و مکانیزم شکست در روش Xiao-li et al (۲۰۰۷) ۲۷

شکل ۲-۲۲ مکانیزم شکست و نیروهای وارده در روش Castelli et al (۲۰۱۰) ۲۸

شکل ۲-۲۳ عوامل تعریف شده در مکانیسم گسیختگی برای روش فرزانه و همکاران (۱۳۸۸) ۲۹

شکل ۲-۲٤ سطح گسیختگی فرض شده در روش Sarma- Iossifelis (۱۹۹۰) ۳۰

شکل ۲-۲۵ سطح گسیختگی فرض شده در روش Badhu, & Al- Karni (۱۹۹۳ و ۱۹۹٤) ۳۱

شکل ۲-۲٦ سطح گسیختگی فرض شده در روش Richards et al (۱۹۹۳) ۳۱

شکل ۲-۲۷ مکانیزم گسیختگی M1 و M2 برای تحلیل ظرفیت باربری در روش Soubra (۱۹۹۷) ۳۲

شکل ۲-۲۸ مکانیسم گسیختگی فرض شده در روش Kumar et al (۲۰۰۲) ۳۳

شکل ۲-۲۹ مکانیسم گسیختگی مورد استفاده در روش عسکری و همکاران (۱۳۸٤) ۳٤

شکل ۲-۳۰ مکانیسم گسیختگی مورد استفاده در روشChoudhury et al (۲۰۰۵) ۳۵

شکل ۲-۳۱ نیرو های در نظر گرفته در روشChoudhury et al (۲۰۰۵) ۳۵

شکل ۲-۳۲ مکانیسم گسیختگی مورد استفاده در روش Choudhury et al (۲۰۰٦) ۳٦

شکل ۲-۳۳ مکانیسم گسیختگی مورد استفاده در روشChang-fu et al (۲۰۰۷) ۳۷

شکل ۳-۱ مکانیزم شکست فرض شده در این روش ٤٠
شکل ۳-۲ سطح شکست و نیروهای موثر در گوه ها در حالت تعادل حدی ٤٢
شکل ۳-۳ تصویر پی و خاک در تحلیل با استفاده از نرم افزار Plaxis ٤٧
شکل ۳-٤ مکانیزم شکست فرض شده در این روش برای خاک دو لایه ٤٩
شکل ۳-٥ نیروهای موثر در گوه ها در حالت تعادل حدی در هر لایه ٥٠
شکل ۳-٦ مکانیزم شکست فرض شده در این روش برای خاک سه لایه ٦٦
شکل ۳-۷ تصویر پی و خاک در تحلیل با استفاده از نرم افزار Plaxis ۷۳
شکل ۳-۸ مکانیزم شکست فرض شده در روش دیوار حائل مجازی برای پی مستقر بر شیب در خاک دانه ای ۷۹
شکل ۳-۹ نیروهای موثر در گوه ها در حالت تعادل حدی ۷۹
شکل ۳-۱۰ مکانیزم شکست فرض شده در این روش برای پی با شیب کف در خاک دانه ای ۸٦
شکل ۳-۱۱ مکانیزم شکست فرض شده در این روش برای پی بالای شیب در خاک دانه ای ۹٤
شکل ۳-۱۲ نیروهای موثر در گوه ها در حالت تعادل حدی ۹٥
شکل ۳-۱۳ گسیختگی های مختلف در قسمت مقاوم ۹٦
شکل ٤-۱ مکانیزم شکست فرض شده در این روش برای خاک دو لایه ۱۰۷
شکل ٤-۲ نیروهای موثر در گوه ها در حالت تعادل حدی در هر لایه ۱۰۷
شکل ٤-۳ دیاگرام شماتیک مدل خاک و پی در مطالعه شبه استاتیکی ۱۱۷
شکل ٤-٤ تصویر مش بندی پی و خاک در تحلیل شبه استاتیکی با استفاده از نرم افزار Plaxis ۱۱۹
شکل ٤-٥ مکانیزم شکست فرض شده در این روش برای خاک سه لایه ۱۲۱
شکل ٤-٦ مکانیزم شکست فرض شده در این روش برای پی مستقر بر شیب در خاک دانه ای ۱۲۹
شکل ٤-۷ نیروهای موثر در گوه ها در حالت تعادل حدی ۱۳۰
شکل ٤-۹ مکانیزم شکست فرض شده در این روش برای پی با شیب کف در خاک دانه ای ۱۳۹