بسم الله الرحمن الرحيم

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

دانشکده فنی و مهندسی

گروه عمران - مکانیک خاک و پی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران- مکانیک خاک و پی

بررسی روش‌های متداول پایدارسازی گودبرداری‌ها در مناطق شهری

اساتید راهنما: دکتر کاظم برخورداری - دکتر محمود وفائیان

استاد مشاور: دکتر حمید مهرنهاد

پژوهش و نگارش: مرجان محمودی

مهرماه 1389

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تقدیر و تشکر

اکنون که با یاری خداوند مهربان موفق شده‌ام این پایان‌نامه را به اتمام برسانم لازم می‌دانم پس از شکر گذاری او از پدر و مادر عزیزم که همواره حمایتشان در امور مرا مصمم گردانیده است، تشکر نمایم.

پس از آن از همسر مهربانم و برادر خوبم که همراه و همدل من در این مدت بودند و در به دست آوردن مراجع و ویرایش متن و تدوین پایان‌نامه با من همکاری و همفکری نمودند، بی نهایت سپاسگذارم.

از زحمات اساتید خود بویژه اساتید محترم راهنمای خود جناب آقای دکتر برخورداری و جناب آقای دکتر وفائیان و همچنین استاد مشاور خود جناب آقای دکتر مهرنهاد کمال تشکر را دارم و قدردانی ویژه می‌نمایم.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

چکیده

گسترش شهرها نیازمند اجرای پروژه‌های عمرانی است که بنحوی با مسأله گودبرداری مرتبط است. به علت محدودیت ابعاد زمین‌های داخل شهر، اکثر گودبرداری‌ها به صورت قائم اجرا می‌شود. اگرچه اکثر این گودها جنبه موقتی دارند، اما با مشکل پایداری یا تغییرشکل بیش از حد دیواره در طول خاکبرداری و اجرای ساختمان مواجه هستند و باید به کمک سیستم‌های مهاربندی مناسب از دیواره آن‌ها حمایت شود. در واقع جهت پایداری گود به سازه‌هایی نیاز است که یکی از عوامل مهم در طراحی آن سازه‌ها تخمین یا محاسبه فشار جانبی خاک می‌باشد.

در پژوهش‌های پیشین، دیاگرام فشار جانبی به دست آمده در واقع فقط پوش‌هایی جهت تخمین بار ایجاد شده در مهارها هستند و توزیع واقعی فشار جانبی خاک را نشان نمی‌دهند. همچنین این مطالعات موردی بوده و برای یک گودبرداری خاص و دارای سیستم حائل خاص انجام شده‌اند. بعلاوه در طراحی مهارهای گود با هر سیستم حائلی معمولاً از پوش فشار جانبی ارائه شده توسط این مطالعات استفاده می‌شود.

تحقیق حاضر مبتنی بر محاسبات نرم‌افزاری به کمک تکنیک حل عددی اجزا محدود و با استفاده از نرم‌افزار ژئوتکنیکی PLAXIS V8.2 است. مدل رفتاری مدل موهر-کولمب و حالت کرنش مسطح می‌باشد. پس از کنترل صحت مدل‌سازی و عملکرد نرم‌افزار، به مدل‌سازی عددی و انجام مطالعات پارامتریک در گودبرداری‌های قائم بدون هرگونه مهار و با تغییر مشخصه‌های خاک می‌پردازد.

با توجه به آنکه فشار جانبی خاک یکی از پارامترهای اصلی در طراحی سیستم‌های مهاربندی است، در این تحقیق توزیع این فشار به دو طریق محاسبه می‌گردد: 1- از طریق اعمال فشار معادل مقابله‌کننده با فشار جانبی خاک جهت پایداری و به حداقل رساندن تغییرشکل‌ها. 2- از طریق آنالیز برگشتی و محاسبه توزیع فشار جانبی حاصل از نیروی پشت‌بندها در مدل‌سازی‌ها.

کلمات کلیدی: گودبرداری مهارشده، فشار جانبی خاک، پایداری، طراحی پشت‌بند

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فهرست مطالب

فصل اول - مقدمه----------1

1-1- بیان موضوع و اهمیت مسئله و لزوم تحقیق----------2

1-2- خلاصه‌ای از پیشینه علمی----------4

1-3- اهداف تحقیق----------5

1-4- روش تحقیق----------6

1-5- فصل‌بندی مباحث----------6

فصل دوم - مروری برمنابع -پیشینه علمی----------8

2- مقدمه----------9

2-1- تاثیر انواع خاک‌ها در گودبرداری----------10

2-1-1- خاک‌های رسی نرم تا متوسط(اشباع)----------10

2-1-2- خاک‌های رسی سخت----------11

2-1-3- خاک‌های دانه‌ای چسبنده----------11

2-1-4- خاک‌های دانه‌ای بدون چسبندگی----------13

2-2- شکل پروفیل نشست سطح زمین ناشی از گودبرداری----------14

2-3- علل گسیختگی در گودبرداری‌های عمیق----------15

2-4- روش‌های موجود برای تخمین بار مهارها ناشی از فشار خاک در گودهای مهار شده----------16

2-5- بررسی فشار جانبی خاک----------19

2-6- مروری بر تحقیقات انجام شده----------20

2-6-1- مطالعات تجربی مربوط به توزیع فشار جانبی خاک----------20

2-6-2-مطالعات عددی مربوط به توزیع فشار جانبی خاک----------30

2-7- دیاگرام‌های پوش فشار ظاهری متداول در کارهای طراحی مهندسی----------35

فصل سوم - معرفی نرم‌افزار PLAXIS وکاربرد و صحت‌سنجی آن----------41

3- مقدمه----------42

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3-1- انتخاب نرم افزار----43
3-2- شرحی بر نرم افزارPLAXIS----43
3-2-1- معرفی نرم‌افزار----44
3-2-2- مروری بر نحوه محاسبات در نرم‌افزارPLAXIS ----44
3-3- انتخاب مدل رفتاری خاک----45
3-3-1- مدل رفتاری موهر- کولمب----46
3-4-مقدمه‌ای بر مدل‌سازی----47
3-4-1-انتخاب محدوده مناسب زمین و تشکیل شبکه المان‌ها----47
3-4-2- معرفی زیربرنامه‌های PLAXIS----48
3-5- مدل‌سازی گودبرداری----51
3-5-1- هندسه مدل (مدل‌سازی درInput برنامه)----51
3-5-2-تعریف و تخصیص مشخصات مصالح----52
3-5-3- مش‌بندی----55
3-5-4- تخصیص شرایط اولیه----57
3-5-5- محاسبات در نرم افزار-Calculation ----58
3-5-6- مشاهده اطلاعات خروجی در نرم‌افزار----59
3-6- ارزیابی نرم‌افزار(کنترل صحت مدل‌سازی)----62
3-7- مطالعه پارامتریک----64
3-8- نتایج حاصل از مطالعه پارامتریک----69
فصل چهارم- مدل‌سازی و محاسبات انجام شده----70
4- مقدمه----71
4-1- توزیع فشار جانبی خاک----72
4-1-1-محاسبه توزیع فشارافقی وارد بر جدار گودبرداری‌های قائم از طریق اعمال فشارهای خارجی مقابله‌کننده----73

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4-1-2- محاسبه توزیع فشار افقی وارد بر جدار گودبرداریهای قائم از طریق نیروی ایجادشده در پشت-بندها----------82
4-2- مدل‌سازی پشت‌بندهای افقی----------102
فصل پنجم - ارائه نتایج و پیشنهادات----------105
5- مقدمه----------106
5-1- نتایج----------106
5-2- ارائه پیشنهاد----------110
منابع و مآخذ----------111
پیوست - معرفی روش‌های متداول گودبرداری----------113
پ- مقدمه----------114
پ-1- انواع حفاری‌ها----------117
پ-1-1- اجرای ترانشه‌ها----------117
پ-1-2- محل پی‌های سطحی و عمیق----------118
پ-2- روش‌های پایدارسازی گود قبل از اجرای عملیات گودبرداری----------119
پ-2-1- روش مهاربندی----------119
پ-2-2- روش دیواره دیافراگمی(دیوار جداکننده بتنی)----------120
پ-2-3- روش اجرای شمع درجا----------123
پ-3- روش‌های پایدارسازی گود در حین اجرای عملیات گودبرداری و پس از آن----------124
پ-3-1- روش دوخت به پشت----------124
پ-3-2- روش مهار روبرو----------125
پ-3-3- روش سپرکوبی----------126
پ-3-4- روش خرپا(پیشنهادی شهرداری تهران)----------127
پ-4- روش‌های خاص پایدارسازی گود----------128
پ-4-1- روش پی بندی----------128

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

پ-4-2- روش روبندی و پی بندی----------134
پ-4-3- روش چاه و تونل----------136
پ-5- بررسی محدودیت و مزایای سیستم‌های مهاربندی گود----------137
پ-5-1-روش مهاربندی----------137
پ-5-2-روش دوخت به پشت----------137
پ-5-3-روش دیوار دیافراگمی----------138
پ-5-4-روش مهار روبرو----------138
پ-5-5-روش سپرکوبی----------139
پ-5-6-روش اجرای شمع درجا----------140
پ-5-7-روش خرپا----------140
پ-5-8-روش چاه و تونل----------141
پ-6-جمع بندی ----------142
منابع و مآخذ پیوست----------145

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فهرست جداول

فصل اول ----------

فصل دوم ----------

فصل سوم- معرفی نرم‌افزار PLAXIS وکاربرد و صحت‌سنجی آن ----------

3-1- مقایسه ارتفاع پایدار حاصل از فرمول و نتایج نرم‌افزار با تغییر زاویه اصطکاک خاک----------63

3-2- مقایسه ارتفاع پایدار حاصل از فرمول و نتایج نرم‌افزار با تغییر چسبندگی خاک----------63

3-3- تاثیر دانسیته خاک بر ارتفاع پایداری گود----------65

3-4- تاثیرمدول الاستیسیته وضریب پواسون برتغییرشکل نقاط اطراف گودهای مختلف----------68

فصل چهارم- مدل‌سازی و محاسبات انجام شده ----------

4-1-پایدارسازی گود به کمک پشت‌بند در خاک φ=25&c=20 و گود 6متری----------103

4-2-پایدارسازی گود به کمک پشت‌بند در خاک φ=25&c=20 و گود 9 متری----------103

4-3-پایدارسازی گود به کمک پشت‌بند در خاک φ=30&c=20 و گود 9 متری----------103

4-4-پایدارسازی گود به کمک پشت‌بند در خاک φ=35&c=20 و گود 9 متری ----------103

4-5-پایدارسازی گود به کمک پشت‌بند در خاک φ=45&c=20 و گود 9 متری ----------104

پیوست- معرفی روش‌های متداول گودبرداری ----------

پ-1:مقایسه انواع دیوار نگهبان از لحاظ سختی و کاربرد ----------142

پ-2:عوامل موثردرانتخاب سیستم حائل برای حفاری عمیق ----------143

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فهرست شکل‌ها

فصل اول ----------

فصل دوم ----------

2-1-انواع پروفیل نشست سطح زمین ناشی از گودبرداری الف)دیوار مهارشده- قاشقی ب)دیوار طره‌ای-محدب----------15

2-2-تغییرشکل جانبی دیوار،الف)دیوار حائل،ب)گود مهارشده ----------17

2-3-توزیع فشارمحرک خاک پشت دیوار سپری1)دیوار طره‌ای با انتهای ثابت2)انتهای دیوار ثابت و سرآن مهارشده 3)انتهای دیوار آزاد و سر آن مهارشده4)دیوار در همه قسمت‌ها مهار و ثابت شده----------19

2-4-دیاگرام فشار جانبی ترزاقی برای گود درون ماسه و با پشت‌بند----------21

2-5-توزیع فشار جانبی پیشنهادی توسط "چبوتاریوف" مربوط به اندازه‌گیری‌های انجام شده در گودبرداری متروی خیابان ششم نیویورک----------22

2-6-توزیع فشار "ترزاقی"-"پک" برای رس----------23

2-7- مقایسه توزیع فشار پیشنهادی توسط چبوتاریوف و دیاگرام بدست آمده از اندازه‌گیری‌های مربوطه به گودبرداری متروی بوستون----------24

2-8-دیاگرام فشار ظاهری زمین مربوط به $h < 0.9H$ ----------25

2-9-دیاگرام فشار ظاهری زمین مربوط به $h < 0.8H$ ----------26

2-10-دیاگرام فشار ظاهری زمین مربوط به $h < 0.6H$ ----------27

2-11- محاسبه نیروی مهار در گودبرداری در رس نرم به روش هنکل(1972)----------27

2-12- فشار جانبی خاک برای نیروهای اندازه‌گیری شده مهار درگودبرداری درخاک‌های رسوبی وهوازده--29

2-13-دیاگرام فشار ظاهری زمین بدست آمده از تحلیل عددی----------31

2-14-هندسه مدل و مشخصه های اصلی مصالح مورد استفاده در تحلیل‌های پارامتریک----------32

2-15-دیاگرام فشار ظاهری زمین با استفاده از ماکزیمم بار محاسبه شده در مهارها----------33

2-16-مقطع عمومی گودبرداری خیابان رانکین----------34

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2-17-فشار جانبی زمین بر دو وجه دیواره بدست آمده از تحلیل های عددی آ)تحلیل زهکشی نشده، ب)تحلیل زهکشی شده----34
2-18- توزیع فشار پیشنهادی پک----37
2-19-توزیع فشار پیشنهادی آیین‌نامه نیروی دریایی آمریکا----38
2-20- دیاگرام توزیع فشارظاهری در روش چبوتاریف----39
2-21- دیاگرام توزیع فشارظاهری خاک رس به روش عدد پایداری----40
فصل سوم----
3-1- دایره موهر نشان دهنده رابطه(3-1)----46
3-2-معیار گسیختگی موهر-کولمب در فضای تنش‌های اصلی----47
3-3- نقاط تنش و گره‌ها در المان‌های مختلف----49
3-4- هندسه اولیه مدل----51
3-5- تعریف و تخصیص مشخصات خاک----52
3-6- تعریف مشخصات پشت‌بند یا مهار----53
3-7- مش بندی اولیه ----56
3-8- مش اصلاح شده----56
3-9- اعمال شرایط مرزی در مدل گودبرداری مرحله‌ای همراه با پشت‌بند----58
3-10- اعمال شرایط مرزی در مدل گودبرداری جهت صحت سنجی عملکرد نرم‌افزار----58
3-11-مش تغییرشکل یافته ناشی از گودبرداری----59
3-12- نحوه تهیه گزارش ----60
3-13- تصویر نقاط خمیری شده (Plot of plastic points)----61
فصل چهارم----
4-1-خلاصه‌ای از نمودارهای فشار جانبی خاک پک و چبوتاریوف جهت گودهای مهارشده----73
4-2-مدل‌سازی مرحله‌ای گود 7متری با 5 مهار ----83
4-3-مدل‌سازی مرحله‌ای گود 10 متری با 5 مهار ----83

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فصل پنجم ----------

پیوست----------

پ-1- الف) نمونه ای از اجرای غیراصولی تیرک‌های مایل چوبی و پی نگهدارنده آن‌ها جهت نگهداری ساختمان مجاور در حین گودبرداری-ب) تخریب و فروریزش گود بعد از حدود 2ماه----------116

پ-2-اجرای ترانشه ----------119

پ-3-روش مهارسازی ----------120

پ-4-اجرای دیواره دیافراگمی ----------121

پ-5- دیوار جداکننده بتنی با میل مهار ----------122

پ-6-روش‌های معمول پایداری با استفاده از دیوار نگهدارنده در ترکیب با دیگر عناصر پایداری --------123

پ-7- حفاظت از گود به روش شمع درجا ----------124

پ-8- روش تای-بک ----------125

پ-9- پلان و مقطع اجرای مهار روبرو ----------126

پ-10-اجرای مهار روبرو در ترکیب با سپر----------126

پ-11-حفاظت از گود به کمک خرپا ----------127

پ-12- پی‌بندی ساختمان موجود با بهبود خواص خاک ----------129

پ-13- پی‌بندی ساختمان موجود الف) ساخت براکت و فونداسیون‌های شمعی و ب)ساخت لبه خارجی برآمده و فونداسیون‌های شمعی----------129

پ-14- پی‌بندی فونداسیون‌های ساختمان دولتی در مجاورت حفاری شبکه حمل و نقل سنگاپور ------130

پ-15- مفهوم پی‌بندی در ساختمانی مسکونی در سنگاپور ----------131

پ-16- پی‌بندی ساختمان موجود با ساخت فونداسیون جدید.الف)حفاری، ب)ساخت فونداسیون جدید، ج)نصب تیرهای حمال و نگهدارنده‌های موقت و د)انتقال بار به فونداسیون جدید و خاکریزی----------131

پ-17- شکل شماتیک عملیات انتقال بار ----------132

پ-18- نواحی سه‌گانه جهت لزوم پی‌بندی ----------134

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

پ-19- تیرک‌های مایل برای نگهداری ساختمانی پنج طبقه در انگلستان با روش روبندی در ترکیب با روش پی‌بندی (سال 1848)----------135
پ-20-پی‌بندی جهت تقویت پی مجاور گود ----------136

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فهرست نمودارها

فصل اول----------

فصل دوم----------

فصل سوم----------

3-1- نمودار نشست قائم و افقی نقاط لبه گود و فاصله H/2 از لبه گود----------66

3-2- نمودار طیفی تغییرمکان‌های قائم در گودبرداری مرحله‌ای----------61

3-3-تغییرات ارتفاع پایداری بر حسب زاویه اصطکاک(مقایسه نتایج تئوری و نرم‌افزار)----------62

3-4-تغییرات ارتفاع پایداری بر حسب چسبندگی(مقایسه نتایج تئوری و نرم‌افزار)----------63

3-5- تاثیر دانسیته خاک بر ارتفاع پایداری گود ----------65

3-6- تغییرات تغییرمکان افقی نقطه لبه گود در اثر حفاری با تغییر E و ν----------66

3-7- تغییرات نشست قائم نقطه لبه گود در اثر حفاری با تغییر E و ν----------66

3-8- تغییرات تغییرمکان افقی نقطه به فاصله H/2 از لبه گود در اثر حفاری با تغییر E و ν----------67

3-9- تغییرات نشست قائم نقطه به فاصله H/2 از لبه گود در اثر حفاری با تغییر E وν ----------67

فصل چهارم----------

4-1- مقایسه نمودارهای فشار جانبی خاک ماسه‌ای در محاسبات نرم‌افزار با تئوری‌ها----------74

4-2- مقایسه نمودارهای فشار جانبی خاک رسی بر اساس محاسبات نرم‌افزار با تئوری‌ها ----------74

4-3- نمودارهای فشار جانبی خاک رسی با زاویه اصطکاک بسیارکوچک----------75

4-4- نمودار فشار جانبی خاک با زاویه اصطکاک 30 درجه----------77

4-5- نمودارهای فشار جانبی خاک ماسه‌ای وارد بر جداره گود به عمق 7 متر ----------79

4-6- نمودارهای فشار جانبی خاک با زاویه اصطکاک بسیار کم وارد بر جداره گود به عمق 7 متر---------81

4-7- نمودار نیروی پشت‌بندها در گودهای 7متری----------84

4-8- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=20وφ=30 درگودبرداری سه مرحله‌ای ---88

4-9- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=20وφ=30 در گودبرداری یک مرحله‌ای --88

4-10- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=30وφ=30 در گودبرداری سه مرحله‌ای -89

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4-11- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=30وφ=30 درگودبرداری یک مرحله‌ای --89

4-12- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=50وφ=0 در گودبرداری سه مرحله‌ای ---90

4-13- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=50وφ=0 در گودبرداری یک مرحله‌ای---90

4-14- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=50وφ=30 در گودبرداری سه مرحله‌ای--91

4-15- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=50وφ=30 در گودبرداری یک مرحله‌ای--91

4-16- نیروی پشت‌بندها در گودهای 10 متری----------92

4-17- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=30وφ=30 در گودبرداری یک مرحله‌ای--96

4-18- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=30وφ=30 درگودبرداری چهارمرحله‌ای--96

4-19- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=50وφ=30درگودبرداری یک مرحله‌ای---97

4-20- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=50وφ=30در گودبرداری چهارمرحله‌ای--97

4-21- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=40وφ=30 در گودبرداری یک مرحله‌ای---98

4-22- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=40وφ=30 درگودبرداری چهارمرحله‌ای--98

4-23- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=50وφ=0 در گودبرداری یک مرحله‌ای---99

4-24- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=50وφ=0 در گودبرداری چهارمرحله‌ای---99

4-25- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=20وφ=20 درگودبرداری چهارمرحله‌ای-100

4-26-توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=50وφ=30 درگودبرداری یک مرحله‌ای--100

4-27- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=40وφ=25 درگودبرداری یک مرحله‌ای-101

4-28- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=40وφ=25 درگودبرداری چهارمرحله‌ای-101

4-29- توزیع فشار جانبی خاک وارد بر جداره گود در خاک C=30وφ=40 درگودبرداری یک مرحله‌ای-102

4-30- توزیع فشار جانبی خاک وارد برجداره گود درخاک C=30وφ=40 درگودبرداری چهارمرحله‌ای--102

فصل پنجم ----------

پیوست----------

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فصل اول

مقدمه

1-1- بیان موضوع و اهمیت مسئله و لزوم تحقیق

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

اغلب در زمان ساخت ساختمان‌های با طبقات زیرزمینی زیاد یا تاسیسات شهری (مانند ایستگاه‌های مترو)، حفاری ترانشه‌های باز با شیب قائم ضرورت دارد. مسائل فنی از قبیل برداشتن خاک سست و رسیدن به خاک مناسب و حفظ تعادل نیروهای وارد بر خاک و حفاظت فونداسیون-ها در برابر عوامل جوی ایجاب می‌کند تا از فضایی پایین‌تر از سطح زمین در ساختمان‌سازی استفاده شود. محدودیت زمین در شهرها و لزوم تامین پارکینگ و محدودیت ارتفاع ساختمان از جمله دیگر عواملی هستند که استفاده از زیرزمین را الزامی می‌کنند[1]. به علت محدودیت ابعاد زمین‌های داخل شهر، اکثر گودبرداری‌ها به صورت قائم اجرا می‌شود و اگرچه اکثر این گودها جنبه موقت دارند، اما با مشکل پایداری دیواره در طول خاکبرداری و اجرای ساختمان مواجه هستند و باید به کمک سیستم‌های مهاربندی مناسب از دیواره آن‌ها حمایت شود. همچنین گودبرداری‌ها گاهگاهی بدون رعایت اصول فنی و نقشه‌های اجرایی و بدون اطلاع مهندس ناظر و توسط اشخاص غیرمسئول انجام می‌شود. بسیاری از این گودبرداری‌های غیر اصولی باعث وقوع حوادثی از قبیل گسیختگی خاک و ریزش ساختمان مجاور و در نتیجه موجب زیان مالی و جانی شهروندان می-شود. این حوادث لزوم تحقیق و آموزش در زمینه گودبرداری و همچنین نظارت بر حسن اجرای گودها در سطح جزیی و کلان را روشن می‌سازد.

برای حل مشکلات و مسائل مربوط به گودبرداری به علت تنوع روش‌ها و شرایط ژئوتکنیکی هنوز به طور عمومی و کلی راه حلی بدست نیامده است و در پروژه‌های با اهمیت به صورت موردی مطالعات خاص به همراه اندازه‌گیری‌های محلی صورت می‌پذیرد.

در میان مقالات جدید علمی که برخی از آن‌ها در فصل دوم مطرح و بررسی می‌گردد، همچنان موضوع گودبرداری و حفاظت از گود جایگاه ویژه‌ای دارد و نشان می‌دهد که محققین کشورهای مختلف هر کدام با نگاهی ویژه به روش‌های بومی، شرایط اقتصادی و امکان دسترسی به فن‌آوری پیشرفته و شرایط ژئوتکنیکی منطقه خود سعی در تکمیل روش‌های گذشتگان دارند. اما متاسفانه در ایران این موضوع چندان جدی گرفته نشده است و با توجه به اینکه ایران جزء کشورهای در حال توسعه به شمار می‌رود و ساخت و ساز و پروژه‌های عمرانی متعددی به ویژه در کلان شهرها در حال انجام است، صرف هزینه‌های اندک تحقیقاتی در قیاس با هزینه‌های اجرایی

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

در زمینه‌های مختلف از جمله شناخت مکانیزم و بهینه‌سازی روش‌های بومی گودبرداری و شناخت روش‌های جدید می‌تواند از هزینه‌های سنگین اجرای روش‌های کلاسیک و خسارات تخریب گودها و ساختمان‌های مجاور آن‌ها، ناشی از عدم اجرای صحیح عملیات گودبرداری، بکاهد. خوشبختانه تحقیقات دانشگاهی در مورد ویژگی‌های خاک برخی نقاط ایران به صورت آزمایشگاهی و صحرایی شروع شده است که می‌تواند پایه و اساس مطالعات در زمینه گودبرداری باشد.

در اثر حفاری گودها، چنانچه ساختمانی روی سطح زمین قرار داشته باشد، ممکن است دچار چرخش، انتقال و اختلاف نشست گردد، بنابراین گودبرداری‌ها باید به نحوی صورت گیرند که مقادیر تغییرشکل‌ها به حداقل ممکن کاهش یابد.

در بررسی روش‌های متداول گودبرداری در مناطق شهری به این نکته توجه می‌شود که در گودهایی که پایدار نیست با درنظرگرفتن تمهیداتی(به عنوان مثال قراردادن پشت‌بندهایی) گود پایدار گردد و در گودهایی که بدون هرگونه تقویتی پایدار هستند، برای افزایش ضریب اطمینان و یا کاهش نشست‌ها و تغییرمکان‌های افقی در صورت لزوم پشت‌بند قرار داده شود که مورد دوم ممکن است به دلیل حساسیت سازه همجوار باشد.

پس به طورکلی از دو دیدگاه می‌توان به مسئله گودبرداری پرداخت:

1- گسیختگی گود- دیدگاه پایداری

2- نشست زمین اطراف گود- دیدگاه تغییرشکل

چنانچه حفاری در محلی صورت گیرد که اطراف آن سازه یا تاسیساتی وجود نداشته باشد، دیدگاه دوم مطرح نمی‌شود و برای تامین امنیت در کارگاه مساله گسیختگی و ناپایداری دیواره گود مطرح است و در حقیقت مساله به دست آوردن ضریب اطمینان شیروانی یا دیواره گود می‌باشد. در غیر این صورت، نه تنها گود باید با ضریب اطمینان کافی پایدار باشد بلکه تغییرمکان‌های سطح زمین و زیر پی ساختمان‌های مجاور باید به گونه‌ای کنترل شود تا شرایط بهره‌برداری از آن‌ها حین عملیات و پس از آن برقرار باشد. در مناطق متراکم شهری و حساس به نشست حفظ ایمنی ساختمان کنار گود از وظایف اصلی مهندسان است و خرابی آن ممکن است به یک فاجعه انسانی و اقتصادی منجر شود. بدین خاطر تخمین درستی از میزان حرکت زمین در هر مرحله از

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

گودبرداری ضروری است. خرابی تعداد زیادی از ساختمان‌ها در مناطق شهری و ضـرر و زیـان‌هـای مالی و جانی، اهمیت برآورد و کنترل میزان خرابی ساختمان‌های کنار گود را زیاد کـرده اسـت. بـه طوری که امروزه در اکثر کشورها اندازه‌گیری و رفتارسـنجی سـاختمان‌هـای مهـم کنـار گودهـای عمیق بسیار متداول می‌باشد.

1-2- خلاصه‌ای از پیشینه علمی

بررسی اثرات ناشی از گودبرداری های عمیق بر توده خـاک مجـاور گـود اولـین بـار توسـط ترزاقی در سال 1943 مورد مطالعه قرار گرفت. جهت پایداری گود به سازه‌هایی نیاز است که یکـی از عوامل مهم در طراحی آن سازه‌ها فشار جانبی خاک می‌باشد. طراحی سازه‌هـای نگهدارنـده گـود بر اساس تئوری‌های گسیختگی صفحه‌ای رانکین و کولمب انجـام مـی‌شـد کـه در مـورد گودهـای مهاربندی‌شده در برخی موارد بـه نتـایج غیـرایمن منجـر مـی‌گردیـد. پـک در سـال 1969 نتـایج تحقیقات خود را انتشار داد که هنوز در مقالات و کتب مکانیک خاک از آن یاد می‌شود و در فـصل دوم این پایان‌نامه نیز به طور مفصل بیان می‌شود.

بسیاری از محققان، با استفاده از نتایج اندازه‌گیری‌ها در محل سـعی کـرده‌انـد کـه مقـادیر واقعی‌تری برای فشار جانبی خاک جهت طراحی ارائه دهند. برخی دیگـر، بـا اسـتفاده از آنالیزهـای عددی نمودار فشار جانبی خاک را به دست آوردند که هر دو مورد در فصل دو بررسی می‌گردد.

در کلیه این پژوهش‌ها دیاگرام فشار جانبی به دست آمده در واقع فقط پـوش‌هـایی هـستند جهت تخمین بار ایجاد شده در مهارها به منظور طراحی، و توزیع واقعی فشار جانبی خاک را نـشان نمی‌دهند. چرا که با اندازه‌گیری‌های در محل یا آنالیزهای عددی بار مهارها را به دسـت آورده و بـا انجام محاسبات معکوس این بار را بر دیواره گود توزیع نموده‌اند.

همچنین در این پژوهش‌ها سیـستم حائـل دیـواره گـود عبـارت اسـت از سـپرکوبی، دیـوار دیافراگم و شمع‌های پشت‌بند. برای مثال در بررسی‌های انجـام شـده توسـط پـک سیـستم حائـل دیواره گود، سپرکوبی است. در حالی که در طراحی مهارهای گود با هر سیـستم حـائلی معمـولاً از

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

پوش فشار جانبی پک استفاده می‌شود. از طرفی این مطالعات موردی بوده و برای یک گودبرداری خاص با مشخصات منحصر به فرد انجام شده‌اند.

نکته‌ای که در اینجا قابل ذکر است این است که طبق مطالعاتی که در پنجاه سال اخیر انجام شده، مشخص شده است که بار اندازه‌گیری شده مهارها فقط ناشی از فشار جانبی خاک نیست، بلکه قسمتی از آن ناشی از تغییرات حرارت می‌باشد. در صورتی که برای ارزیابی بار ایجاد شده در مهارها از تحلیل‌های کامپیوتری المان محدود یا تفاضل محدود استفاده شود، اغلب اثرات تغییر حرارت لحاظ نمی‌شود، در حالی که دیاگرام‌های تجربی فشار جانبی زمین که معمولاً برای تخمین بیشینه بار مهارها استفاده می‌شود، تمام شرایط محیطی را در نظر می‌گیرند. در محاسبات این پایان‌نامه تغییرات درجه حرارت در نظر گرفته نمی‌شود.

این تحقیق پس از معرفی روش‌های مختلف گودبرداری و حفاظت از گود، به بررسی معایب و مزایای هر روش پرداخته و پیشینه علمی بحث را مطرح می‌کند. در ادامه معرفی نرم‌افزار اجزا محدود ژئوتکنیکی (PLAXIS) می‌آید و سپس صحت مدل‌سازی و عملکرد نرم‌افزار کنترل می‌شود. گودبرداری‌های قائم بدون هرگونه مهار و با تغییر مشخصه‌های مقاومتی و مدول الاستیسیته و وزن مخصوص خاک مدل‌سازی عددی شد و ارتفاع پایدار و نشست‌ها کنترل و بررسی گردید، همچنین فشار معادل مقابله‌کننده با فشار جانبی خاک محاسبه گردید و سپس گودبرداری با وجود مهار (به صورت شبیه‌سازی‌شده) مدل‌سازی شد و نتایجی حاصل گردید که در انتهای تحقیق آمده است.

1-3- اهداف تحقیق

هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی رفتار خاک در منطقه گودبرداری و بررسی مقادیر فشار جانبی ظاهری خاک در شرایط مختلف از مشخصات خاک و عمق گود می‌باشد.

با توجه به آنکه فشار جانبی خاک یکی از پارامترهای اصلی در طراحی سیستم‌های مهاربندی است، در این تحقیق سعی بر آن است که در ابتدا فشار معادل مقابله‌کننده با این نیرو

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com