

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه بوعلی سینا
دانشکده مهندسی
گروه مهندسی عمران

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
رشته عمران - مکانیک خاک و پی

تأثیر زمان در تحلیل عددی گودبرداری در محیط‌های شهری

استاد راهنما:
دکتر محمد ملکی

پژوهشگر:
سعید میرزایی

مهر ۱۳۸۸

همه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان نامه در مجلات و کنفرانس ها و یا سخنرانی ها باید نام دانشگاه بوعلی سینا (یا استاد راهنمای پایان نامه) و نام دانشجو با ذکر ماخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

تقدیم به:

پدر و مادر فداکار



و همسر مهربان و برادران و خواهران عزیزم

تشکر و قدردانی

با حمد و سپاس از خداوند متعال که به من این توفیق را داد تا بتوانم در کنار اهل علم و ادب باشم و بتوانم در تحصیل علم و دانش بکوشم و با بیشتر فهمیدنم بدانم که کمتر می دانم.

از زحمات پدر و مادر عزیزم و همسر فداکارم که در این چند سال دوری و زحمتهای بنده را با جان و دل قبول کردند و با صبر و مهربانی مرا حمایت کردند، نهایت تشکر و قدردانی را دارم و امیدوارم با پیشرفتهایم گوشه‌ای از محبت‌های آنان را جبران کنم و امیدوارم که سایه پدر و مادر عزیزم همیشه بر سر فرزندان باشد. همچنین از برادران و خواهران عزیزم که در طول دوره حامی و پشتیبانم بودند تشکر و قدردانی می کنم.

از تمامی مربیان و اساتید دوران تحصیلی خویش که همچون چراغی فروزان، روشنگر راه من بودند به ویژه استاد ارجمندم جناب دکتر محمد ملکی که علاوه بر راهنمای علمی من در این دوره، راهنمای بزرگی در زندگی کردن و مشوق اصلی در به سرانجام رسیدن این دوره تحصیلی بوده است، تشکر و قدردانی فراوان دارم. همچنین از دیگر اساتید این دوره که سعادت شاگردی را در محضرشان داشتم، آقایان دکتر وحیدرضا اوحدی، دکتر مسعود مکارچیان، دکتر مهدی اثنی عشری و دکتر عباس قدیمی کمال تشکر را دارم.

از تمام دوستان و همکاران عزیزم که مرا در این دوره مورد لطف خود قرار دادند به خصوص، آقایان مهندس محمد احمدی، سهیل امیدوار، امین باغبانزاده دزفولی، رضا پویانمنش، سجاد توکلی، علی درخشان، سعید طاهرنیا، شاهین فرد حاجیان، سید یاسین میرجعفری، امیر نوری، محسن صالحی، سلمان بختیاری، حامد بخشعلی پور، علی زمان، سعید محمدپور، احمد احسانی و نادر بیگلری جو کمال تشکر را دارم و امیدوارم در تمام مراحل زندگی موفق و موید باشند.

نام خانوادگی: میرزایی	نام: سعید
عنوان پایان نامه: تأثیر زمان در تحلیل عددی گودبرداری در محیطهای شهری	
استاد راهنما: دکتر محمد ملکی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: عمران
دانشگاه: بوعلی سینا	گرایش: مکانیک خاک و پی
تعداد صفحات: ۱۷۰	دانشکده: مهندسی
تاریخ فارغ التحصیلی: تابستان ۱۳۸۸	
کلید واژه: گودبرداری، خزش، مدل رفتاری، ویسکوپلاستیک، FLAC	
<p>چکیده: گودبرداری موجب تغییر در تنشهای موجود در محیط خاک اطراف می گردد. در نتیجه این تغییر در تنشها تغییر شکلهایی در محیط ایجاد می گردد که به صورت تغییر مکان جانبی دیواره گود، نشست خاک اطراف گود و بلندشدگی کف گود نمایان می شود. مطالعات تجربی و عددی انجام شده در زمینه گودبرداریها نشان می دهد که این تغییر شکلهها پس از اتمام عملیات گودبرداری، در اثر گذشت زمان، افزایش می یابند. پیش بینی واقع بینانه رفتار تابع زمان سازه ها در مهندسی ژئوتکنیک نیازمند در نظرگیری مدل رفتاری مناسب خاک در این زمینه است. مدل های رفتاری مختلفی در ادبیات فنی موجود است که هر یک از آنها براساس مفاهیم مختلفی پایه گذاری شده اند. مطالعات انجام گرفته نشان می دهد که مدل های الاستوپلاستیک-ویسکوپلاستیک در مقایسه با سایر مدلها نتایج قابل قبول تری را بدست داده اند. بدین منظور در این تحقیق ابتدا یک مدل رفتاری الاستوپلاستیک-ویسکوپلاستیک موجود با استفاده از زبان برنامه نویسی FISH تهیه و در کد محاسباتی FLAC نصب گردید. سپس با انجام مطالعه پارامتریک تأثیر پارامترهای تابع زمان مدل بر رفتار گودهای مهارنشده بررسی گردیده است. در قسمت بعد با شبیه سازی آزمایشهای سه محوری خزشی انجام گرفته بر روی خاک رس ناحیه ای از جنوب تهران به کالیبراسیون مدل و محاسبه پارامترهای مناسب جهت تشریح رفتار خزشی این خاک پرداخته شده است. سپس با استفاده از پارامترهای محاسبه شده در قسمت قبل به بررسی قابلیت این مدل در بیان رفتار تابع زمان گودبرداریهای مهارنشده و مهار شده پرداخته شده است. در این ارزیابیها تأثیر پارامترهای هندسی گود مثل عمق گودبرداری و شیب دیواره در گودهای مهار نشده مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین در این قسمت به منظور ارزیابی نتایج حاصل از این تحلیلها، مقایسه کیفی این نتایج با نتایج تجربی مشاهده شده در گودبرداریهای انجام شده است. این ارزیابیها بیان کننده قابلیت مدل در پیش بینی جنبه های مختلف رفتار تابع زمان گودبرداری مثل، افزایش نرخ تغییر مکانهای تابع زمان با افزایش عمق گودبرداری، کاهش نرخ تغییر مکانهای تابع زمان با افزایش فاصله از دیوار حائل و کاهش نرخ تغییر مکانهای تابع زمان در اثر گذشت زمان است. در پایان نتایج ارائه شده توسط این مدل در تحلیل گودهای مهار نشده در عمقهای مختلف با نتایج حاصل از تحلیل تابع زمان با</p>	

مدل الاستو-ویسکوپلاستیک برگر مقایسه شده است، این مقایسه نشاندهنده این است که مدل برگر تغییر مکانهای بلند مدت گودبرداری را بیش از مقدار واقعی پیش‌بینی می‌کند و با توجه به استفاده از مکانیزم الاستیک در تخمین رفتار مستقل از زمان تغییر مکانهای اولیه را کمتر از مقدار واقعی پیش‌بینی می‌نماید.

تأثیر زمان در تحلیل
عددی گودبرداری در
محیط‌های شهری

فهرست مطالب

۱-۴	فصل اول:
۱-۱	۱-۱- مقدمه:
۲-۱	۲-۱- سابقه و ضرورت انجام تحقیق:
۳-۱	۳-۱- اهداف پایان نامه:
۴-۱	۴-۱- معرفی فصلهای پایان نامه:
۵-۵۰	فصل دوم:
۵-۲	۱-۲- مقدمه:
۶-۲	۲-۲- آشنایی با رفتار تابع زمان مصالح
۷-۲	۳-۲- تعریفات پایه اثرات زمان
۸-۲	۱-۳-۲- خزش
۹-۲	۱-۳-۲-۱- تعریف مراحل خزش
۱۰-۲	۲-۳-۲- آسایش تنش
۱۱-۲	۳-۳-۲- اثر نرخ بارگذاری
۱۲-۲	۴-۲- توصیف مدل‌های رفتاری وابسته به زمان خاکها
۱۲-۲	۱-۴-۲- معرفی:
۱۳-۲	۲-۴-۲- مدل‌های تجربی
۱۴-۲	۱-۲-۴-۲- روابط تجربی اولیه:
۲۰-۲	۱-۱-۲-۴-۲- خلاصه مطالب روابط تجربی اولیه:
۲۱-۲	۲-۲-۴-۲- روابط نیمه تجربی ثانویه:
۲۱-۲	۱-۲-۲-۴-۲- روش کاوازنجیان و میچل:
۲۲-۲	۲-۲-۲-۴-۲- روش تاواناس:
۲۴-۲	۳-۲-۲-۴-۲- مدل جرام:
۲۶-۲	۴-۲-۲-۴-۲- مدل واین و گراهام:
۳۰-۲	۵-۲-۲-۴-۲- خلاصه مطالب روابط نیمه تجربی ثانویه:
۳۰-۲	۳-۴-۲- مدل‌های رئولوژیکی:
۳۱-۲	۱-۳-۴-۲- روش دیفرانسیلی
۳۲-۲	۱-۱-۳-۴-۲- مدل بینگهام:
۳۴-۲	۲-۱-۳-۴-۲- خلاصه مطالب روش دیفرانسیلی:
۳۴-۲	۲-۳-۴-۲- تئوریهای مهندسی خزش:
۳۵-۲	۱-۲-۳-۴-۲- مدل کرنش کل:

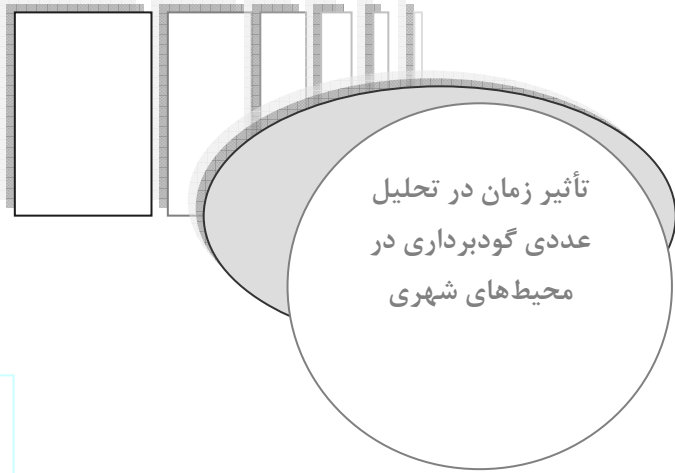
- ۲-۴-۳-۲-۲-مدلهای سخت شوندگی زمانی: ۳۶
- ۲-۴-۳-۲-۳-مدل سخت شوندگی کرنشی: ۳۶
- ۲-۴-۳-۴-۲-خلاصه مطالب تئوریهای مهندسی خزش: ۳۷
- ۲-۴-۳-۳-روش تاریخچه‌ای: ۳۸
- ۲-۴-۴-مدلهای عمومی تنش-کرنش-زمان: ۳۹
- ۲-۴-۴-۱-تئوری اضافه تنش: ۳۹
- ۲-۴-۵-۲-تئوری سطح جریان غیر مانا (NSFS): ۴۲
- ۲-۴-۵-۳-مقایسه ساختاری تئوریهای اضافه تنش و سطح جریان غیرمانا: ۴۸
- ۲-۴-۵-۴-اصل تناظر: ۵۰
- ۲-۴-۵-۵-سایر مدلهای موجود: ۵۰

فصل سوم: ۵۱-۸۲

- ۳-۱-مقدمه ۵۱
- ۳-۲-طبقه‌بندی گودها ۵۲
- ۳-۲-۱-گودهای مهاربندی نشده ۵۲
- ۳-۲-۲-گودهای مهاربندی شده ۵۳
- ۳-۳-مطالعات موردی انجام گرفته در زمینه گودبرداری و نتایج ابزارنگاری‌ها ۵۴
- ۳-۳-۱-مطالعه موردی پروژه گودبرداری مرکز تجارت جهانی تایپه (TNEC) (Ou et al. 1998) ۵۴
- ۳-۳-۱-۱-شرایط زمین ۵۵
- ۳-۳-۱-۲-جابه‌جایی‌های دیوار حائل ۵۷
- ۳-۳-۲-مطالعه موردی پروژه بازسازی ایستگاه مترو در تقاطع خیابان شیکاگو و خیابان ایالتی (Finno et al. 2002) ۶۴
- ۳-۳-۱-۲-شرایط زمین ۶۵
- ۳-۳-۲-مشاهدات میدانی ۶۶
- ۳-۳-۲-۳-تغییرات فشار آب حفره‌ای ۶۸
- ۳-۳-۲-۴-مقایسه رفتار پیش‌بینی شده و رفتار مشاهده شده ۷۰
- ۳-۴-مطالعات عددی انجام گرفته در زمینه گودبرداری ۷۰
- ۳-۴-۱-مدلسازی خزش در تحلیل گودبرداری با شیب تند در سنگ ۷۱
- ۳-۴-۱-۱-اندازه‌گیرهای میدانی ۷۲
- ۳-۴-۱-۲-شبیه‌سازی خزشی به کار رفته در این تحقیق ۷۵
- ۳-۴-۱-۳-مقایسه نتایج تحلیل عددی با اندازه‌گیرهای میدانی ۷۶

۷۹.....	۵-۳- بررسی تغییر شکلهای وابسته به زمان تونل.....
۸۳-۱۲۸.....	فصل چهارم:
۸۳.....	۱-۴- مقدمه.....
۸۴.....	۲-۴- معرفی نرم افزار FLAC.....
۸۴.....	۱-۲-۴- روند انجام محاسبات در نرم افزار FLAC.....
۸۶.....	۲-۲-۴- تحلیل لاگرانژی.....
۸۶.....	۳-۲-۴- حوزه معادلات.....
۸۶.....	۱-۳-۲-۴- حرکت و تعادل.....
۸۷.....	۲-۳-۲-۴- روابط رفتاری:.....
۸۸.....	۱-۲-۳-۲-۴- روش محاسبه جزء تنش مربوط به چرخش:.....
۸۹.....	۴-۲-۴- تعیین گام زمانی مکانیکی.....
۸۹.....	۳-۴- حل مسائل خزشی با FLAC.....
۸۹.....	۱-۳-۴- معرفی.....
۹۰.....	۲-۳-۴- مرحله زمانی خزشی در FLAC.....
۹۱.....	۳-۳-۴- مدل‌های رفتاری وابسته به زمان (خزش) موجود در FLAC.....
۹۲.....	۱-۳-۳-۴- ویسکوالاستیسیته کلاسیک (اصل ماکسول).....
۹۴.....	۲-۳-۳-۴- قانون توانی خزش.....
۹۶.....	۳-۳-۳-۴- مدل مرجع خزش برای مطالعات ایزولاسیون زباله‌های اتمی.....
۹۸.....	۴-۳-۳-۴- مدل خزش ویسکوپلاستیک برگر.....
۱۰۵.....	۵-۳-۳-۴- مدل ویسکوپلاستیک خزشی WIPP:.....
۱۰۶.....	۴-۴- معرفی مدل رفتاری به کار رفته در این تحقیق.....
۱۰۶.....	۱-۴-۴- مدل الاستوپلاستیک پایه.....
۱۱۱.....	۲-۴-۴- مکانیزم ویسکوپلاستیک.....
۱۱۴.....	۳-۴-۴- نحوه تعیین پارامترها.....
۱۱۷.....	۴-۴-۴- نحوه تعیین پارامترهای مکانیزم ویسکوپلاستیک.....
۱۲۰.....	۵-۴- معرفی زبان برنامه نویسی FISH.....
۱۲۰.....	۱-۵-۴- مدل‌های رفتاری تعریفی توسط کاربر.....
۱۲۰.....	۱-۱-۵-۴- معرفی و خلاصه.....
۱۲۱.....	۲-۱-۵-۴- متغیرهای مشخصات مصالح محلی تعریفی کاربر.....
۱۲۲.....	۳-۱-۵-۴- متغیرهای حالت.....

۱۲۳	۴-۱-۵-۴ کارهایی که باید توسط UDM انجام شوند.....
۱۲۴	۴-۱-۵-۵ میانگین گیری از متغیرهای زیرناحیه (استفاده از متغیر zsub):.....
۱۲۵	۴-۲-۵-۴ معرفی روش نصب مدل CJS-2 در کد FLAC:.....
۱۲۷	۴-۳-۵-۴ بهینه سازی.....
۱۲۸	۴-۱-۳-۵-۴ اصول کارکرد.....
۱۲۹-۱۶۰	فصل پنجم:
۱۲۹	۵-۱-۱-۵ مقدمه.....
۱۳۰	۵-۲-۱-۵ ایجاد شبکه.....
۱۳۰	۵-۱-۲-۵ چگالی شبکه.....
۱۳۱	۵-۲-۲-۵ شرایط مرزی.....
۱۳۲	۵-۳-۲-۵ نوع و اندازه المانها.....
۱۳۴	۵-۳-۳-۵ تعیین پارامترهای مدل.....
۱۳۷	۵-۴-۱-۵ شرایط زمین دست نخورده.....
۱۳۸	۵-۵-۱-۵ ارزیابی نتایج تحلیل تابع زمان گودبرداری با مدل CJS-2v.....
۱۳۸	۵-۱-۵-۵ تأثیر مشخصات تابع زمان مصالح بر رفتار گودبرداری.....
۱۴۱	۵-۲-۵-۵ تأثیر مشخصات هندسی بر رفتار تابع زمان گودبرداری.....
۱۴۱	۵-۱-۲-۵-۵ بررسی رفتار تابع زمان گودهای مهار نشده.....
۱۴۱	۵-۱-۱-۲-۵-۵ اثر عمق گودبرداری بر رفتار تابع زمان.....
۱۴۳	۵-۲-۱-۲-۵-۵ اثر شیب گودبرداری بر رفتار تابع زمان.....
۱۴۶	۵-۲-۲-۵-۵ مدلسازی گودهای مهار شده.....
۱۵۱	۵-۳-۲-۵-۵ بررسی رفتار تابع زمان گودهای مهار شده.....
۱۵۵	۵-۶-۱-۵ مقایسه نتایج پیش بینی‌های مدل CJS-2v و برگرد در گودهای مهار نشده.....
۱۶۱-۱۶۴	فصل ششم:
۱۶۱	۶-۱-۱-۵ نتایج تحقیق:.....
۱۶۴	۶-۲-۱-۵ پیشنهادها:.....



تأثیر زمان در تحلیل
عددی گودبرداری در
محیطهای شهری



فهرست اشکال

- شکل ۲-۱: آزمایش خزش الف- ارتباط تنش- کرنش ب- مسیر تنش ج- مسیر کرنش ۸
- شکل ۲-۲: منحنی رفتاری نمونه خاک در آزمایش خزش ۱۰
- شکل ۲-۳: آزمایش آسایش تنش الف) ارتباط تنش- کرنش ب) مسیر کرنش ج) مسیر تنش ۱۱
- شکل ۲-۴: آزمایش نرخ کرنش الف) مسیر کرنش ب) ارتباط تنش- کرنش ۱۱
- شکل ۲-۵: منحنیهای خزش حاصل از توابع تنش- کرنش- زمان ۱۶
- شکل ۲-۶: a) منحنیهای تنش- کرنش برای نرخ کرنشهای مختلف ۱۷
- شکل ۲-۷: منحنیهای سطح تنش انحرافی- لگاریتم زمان طی آسایش تنش ۱۸
- شکل ۲-۸: روابط تنش- کرنش- نرخ کرنش برای روش نرخ کرنش ۱۹
- شکل ۲-۹: تاریخچه زمین شناسی و تراکم پذیری رس تحکیم عادی یافته جوان و مسن ۲۴
- شکل ۲-۱۰: نمایش شماتیک وابستگی به سن ۲۵
- شکل ۲-۱۱: نمایش خط زمان آبی، خط زمان مرجع، خط زمان حدی ۲۷
- شکل ۲-۱۲: نمایش شماتیک مدل‌های پایه مصالح ۳۱
- شکل ۲-۱۳: ساختار مفهومی مدل بینگهام ۳۲
- شکل ۲-۱۴: پاسخ مدل بینگهام به a) خزش b) آسایش تنش c) تأثیر نرخ کرنش ۳۳
- شکل ۲-۱۵: وضعیت تنش P جزءای از سطح تسلیم دینامیکی، f_d است ۴۱
- شکل ۲-۱۶: مسیر بارگذاری و سطوح تنش، برای مصالح الاستو ویسکو پلاستیسیته ۴۴
- شکل ۲-۱۷: معیار کامل بارگذاری برای مصالح الاستو ویسکو پلاستیک ۴۷
- شکل ۲-۱۸: نواحی و خطوط مرجع مربوط به تئوریهای اضافه تنش و سطح جریان غیر مانا ۴۸
- شکل ۳-۱: نمای شماتیک گودهای مهار نشده با دیوارهای شیبدار ۵۲
- شکل ۳-۲: شرایط پایداری گودبرداری ۵۳
- شکل ۳-۳: انواع سازه‌های نگهبان ۵۳
- شکل ۳-۴: پلان ابزارنگاری ۵۵
- شکل ۳-۵: اطلاعات زمین شناسی گودبرداری TNEC ۵۶
- شکل ۳-۶: جابه‌جایی‌های نهایی دیوار در انحراف سنجهای I-1، I-2 و I-3 ۵۷
- شکل ۳-۷: تغییر مکانهای جانبی دیوار با زمان ۵۸
- شکل ۳-۸: تغییرات حداکثر نرخ تغییر مکان جانبی دیوار با زمان ۵۹
- شکل ۳-۹: تغییرات نشست سطح زمین با زمان ۶۱
- شکل ۳-۱۰: تغییرات نرخ نشست سطح زمین در فاصله ۱۳ متری از دیوار با زمان ۶۲
- شکل ۳-۱۱: حفاری ایستگاه مترو در تقاطع خیابان شیکاگو با خیابان ایالتی ۶۴
- شکل ۳-۱۲: شرایط زیر سطحی ۶۶
- شکل ۳-۱۳: جابه‌جایی‌های جانبی خاک و نشستهای ساختمان طی ساخت دیوار شرقی ۶۷
- شکل ۳-۱۴: جابه‌جایی‌های جانبی خاک و نشستهای زمین پس از اتمام گودبرداری ۶۸
- شکل ۳-۱۵: منحنی تغییرات فشار آب حفره‌ای ۶۹

- شکل ۳-۱۶: پلان گودبرداری و نقاط اندازه‌گیریهای میدانی..... ۷۳
- شکل ۳-۱۷: مقطع عرضی گودبرداری..... ۷۳
- شکل ۳-۱۸: جداسازی درزه‌ها برای مقطع A-A (شیب شمالی)..... ۷۴
- شکل ۳-۱۹: نمایی از شیب حفاری..... ۷۵
- شکل ۳-۲۰: مقایسه جابه‌جایی‌های بین نتایج تحلیلهای عددی و اندازه‌گیریهای میدانی..... ۷۷
- شکل ۳-۲۱: مقایسه جابه‌جایی‌های بین نتایج تحلیلهای عددی و اندازه‌گیریهای میدانی..... ۷۸
- شکل ۴-۱: حلقه پایه محاسبات به روش صریح (FLAC Manual)..... ۸۴
- شکل ۴-۲: اعمال نیروی تابع زمان به جسم (FLAC Manual)..... ۸۷
- شکل ۴-۳: مطالعه تأثیر پارامتر η بر رفتار تابع زمان نمونه..... ۹۴
- شکل ۴-۴: مطالعه تأثیر پارامتر A بر رفتار تابع زمان نمونه..... ۹۶
- شکل ۴-۵: مطالعه تأثیر پارامتر n بر رفتار تابع زمان نمونه..... ۹۶
- شکل ۴-۶: نمایش شماتیک مدل برگر..... ۹۹
- شکل ۴-۷: مطالعه تأثیر پارامتر η^k بر رفتار تابع زمان نمونه..... ۱۰۴
- شکل ۴-۸: مطالعه تأثیر پارامتر η^m بر رفتار تابع زمان نمونه..... ۱۰۴
- شکل ۴-۹: مطالعه تأثیر پارامتر G^k بر رفتار تابع زمان نمونه..... ۱۰۵
- شکل ۴-۱۰: نمایش سطوح مختلف مکانیزم انحرافی مدل پایه در پلان انحرافی و در پلان تنش انحرافی بر حسب تنش همسان..... ۱۰۸
- شکل ۴-۱۱: شبیه‌سازی یک آزمایش سه محوری زهکشی شده تحت یک بارگذاری پیوسته سریع..... ۱۱۷
- شکل ۴-۱۲: شبیه‌سازی آزمایشهای خزش جهت بررسی نقش پارامترهای مکانیزم ویسکو پلاستیک..... ۱۱۹
- شکل ۵-۱: شبکه تفاضلهای محدود مناسب برای تحلیل گودبرداری..... ۱۳۱
- شکل ۵-۲: تأثیر موقعیت مرز قائم بر نتایج تحلیل..... ۱۳۲
- شکل ۵-۳: المانهای مورد استفاده در FLAC..... ۱۳۲
- شکل ۵-۴: مطالعه تأثیر اندازه المانها بر نتایج تحلیل..... ۱۳۳
- شکل ۵-۵: مدل شبیه‌سازی آزمایش سه محوری..... ۱۳۴
- شکل ۵-۶: انطباق منحنی‌های تنش- کرنش حاصل از نتایج آزمایشگاهی و تحلیل عددی..... ۱۳۵
- شکل ۵-۷: انطباق منحنی‌های کرنش- زمان حاصل از نتایج آزمایشگاهی و تحلیل عددی..... ۱۳۶
- شکل ۵-۸: تأثیر پارامتر N_v بر رفتار تابع زمان گودبرداری..... ۱۳۹
- شکل ۵-۹: تأثیر پارامتر A_v بر رفتار تابع زمان گودبرداری..... ۱۳۹
- شکل ۵-۱۰: تأثیر پارامتر ω بر رفتار تابع زمان گودبرداری..... ۱۴۰
- شکل ۵-۱۱: تأثیر پارامتر η بر رفتار تابع زمان گودبرداری..... ۱۴۰
- شکل ۵-۱۲: تغییر مکانهای جانبی رأس گود با شیب ۶۰ درجه در مقابل زمان..... ۱۴۲

- شکل ۵-۱۳ تغییر مکانهای جانبی رأس گود با شیب ۷۵ درجه در مقابل زمان..... ۱۴۲
- شکل ۵-۱۴ تغییر مکانهای جانبی رأس گود با شیب ۹۰ درجه در مقابل زمان..... ۱۴۳
- شکل ۵-۱۵ تغییر مکانهای جانبی رأس گودهای ۱۲ متری در مقابل زمان..... ۱۴۴
- شکل ۵-۱۶ تغییر مکانهای جانبی رأس گودهای ۱۶ متری در مقابل زمان..... ۱۴۴
- شکل ۵-۱۷ تغییر مکانهای جانبی رأس گودهای ۲۰ متری در مقابل زمان..... ۱۴۵
- شکل ۵-۱۸ تغییرات حداکثر نرخ تغییر مکان جانبی دیوار با عمق گودبرداری و زمان..... ۱۴۶
- شکل ۵-۱۹ هندسه و مراحل گودبرداری برای مسأله نمونه..... ۱۴۷
- شکل ۵-۲۰: وضعیت تغییر شکل یافته شبکه و المانهای سازه‌ای (ضریب بزرگنمایی ۱۰۰ است)..... ۱۵۰
- شکل ۵-۲۱ مقایسه تغییر مکانهای جانبی و ممانهای حاصل از آخرین مرحله گودبرداری در دیوار حائل..... ۱۵۱
- شکل ۵-۲۲: وضعیت تغییر شکل یافته شبکه و المانهای سازه‌ای (ضریب بزرگنمایی ۱۰۰ است)..... ۱۵۲
- شکل ۵-۲۳: افزایش نشست سطح زمین در مجاورت گودبرداری در زمانهایی که عمق گودبرداری ثابت است..... ۱۵۳
- شکل ۵-۲۴ افزایش تغییر مکانهای جانبی دیوار با زمان..... ۱۵۴
- شکل ۵-۲۵ انطباق منحنی‌های تنش-کرنش حاصل از نتایج آزمایشگاهی و تحلیل عددی..... ۱۵۶
- شکل ۵-۲۶ انطباق منحنی‌های کرنش-زمان حاصل از نتایج آزمایشگاهی و تحلیل عددی..... ۱۵۶
- شکل ۵-۲۷ مقایسه پیش بینی مدل‌های CJS-2v و برگر از رفتار تابع زمان گود ۲۰ متری..... ۱۵۷
- شکل ۵-۲۸ مقایسه پیش بینی مدل‌های CJS-2v و برگر از رفتار تابع زمان گود ۱۸ متری..... ۱۵۷
- شکل ۵-۲۹ مقایسه پیش بینی مدل‌های CJS-2v و برگر از رفتار تابع زمان گود ۱۶ متری..... ۱۵۸
- شکل ۵-۳۰ مقایسه پیش بینی مدل‌های CJS-2v و برگر از رفتار تابع زمان گود ۱۴ متری..... ۱۵۸
- شکل ۵-۳۱ مقایسه پیش بینی مدل‌های CJS-2v و برگر از رفتار تابع زمان گود ۱۲ متری..... ۱۵۹
- شکل ۵-۳۲ مقایسه پیش بینی مدل‌های CJS-2v و برگر از رفتار تابع زمان گود ۱۰ متری..... ۱۵۹

تأثیر زمان در تحلیل
عددی گودبرداری در
محیطهای شهری

فهرست جداول

- جدول ۱-۲: ارتباط بین تئوریهای مهندسی خزش و مدل‌های تجربی (Liingaard et al. 2004)..... ۳۷
- جدول ۲-۲: مقایسه ساختاری تئوریهای اضافه تنش و سطح جریان غیر مانا..... ۴۹
- جدول ۱-۳: تغییر مکانهای جانبی دیوار در زمانهای انتظار..... ۶۰
- جدول ۲-۲: رابطه بین نشست سطح زمین با زمان..... ۶۳
- جدول ۳-۳: مشخصات مکانیکی سنگ و درزه‌ها..... ۷۴
- جدول ۳-۴: پارامترهای خزشی درزه‌ها..... ۷۶
- جدول ۳-۵: تخمین ضریب m ، این ضریب برای تونلهای فریجوس و لاس پلاناس توسط
سولم و همکاران تحلیل شده است..... ۸۱
- جدول ۱-۴: پارامترهای مرجع برای مطالعه مدل ماکسول که در این تحقیق به کار رفته اند..... ۹۳
- جدول ۲-۴: پارامترهای مرجع برای مطالعه مدل توانی که در این تحقیق به کار رفته اند..... ۹۵
- جدول ۳-۴: پارامترهای مرجع برای مطالعه مدل برگر که در این تحقیق به کار رفته اند..... ۱۰۳
- جدول ۴-۴: مفهوم فیزیکی و نحوه تعیین پارامترهای مدل پایه..... ۱۱۶
- جدول ۵-۴: پارامترهای مدل، مورد استفاده در تحلیل پارامتریک..... ۱۱۷
- جدول ۱-۵: مشخصات مکانیکی خاک..... ۱۳۶
- جدول ۲-۵: پارامترهای خزشی خاک..... ۱۳۶
- جدول ۳-۵: پارامترهای خزشی خاک برای مدل مرجع در تحلیل پارامتریک گودبرداری..... ۱۳۸
- جدول ۴-۵: پارامترهای مدل مور-کولمب..... ۱۴۹
- جدول ۵-۵: مشخصات مکانیکی المانهای سازه‌ای..... ۱۴۹
- جدول ۶-۵: تغییر مکانهای جانبی ایجاد شده در دیواره در خلال زمانهایی که عمق
گودبرداری ثابت است..... ۱۵۵
- جدول ۷-۵: پارامترهای مدل خزشی برگر..... ۱۵۶

تأثیر زمان در تحلیل
عددی گودبرداری در
محیط‌های شهری

فصل اول:

مقدمه

مقدمه

۱-۱- مقدمه:

در تحلیل گودبرداریه‌ها تعیین میدان تغییر مکان محیط و نیروهای داخلی سیستم‌های مهاربندی لازمه طراحی است، این میدان تغییر مکان بستگی به عوامل مختلفی چون نوع مصالح، نوع سیستم مهاربندی، هندسه گود، شرایط آب زیر زمینی و زمان دارد. بررسی رفتار سیستم‌های گودبرداری با و بدون مهاربندی به صورت مشاهدات میدانی، راه حل‌های تحلیلی و شبیه‌سازیهای عددی و آزمایشگاهی توسط افراد زیادی مورد تحقیق قرار گرفته که از آن جمله می‌توان به کارهای (Peck, Ou et al. (1993)، (1969) و (Ong et al. (2006) اشاره نمود. مطالعات میدانی رفتار گودبرداری‌ها نشان می‌دهد که این تغییر شکل‌ها، پس از اتمام عملیات گودبرداری، در اثر گذشت زمان افزایش می‌یابند (Finno et al. (1998)، (Ong et al. (2002)، (Ong et al. (2006) دلیل این پدیده را زائل شدن فشار آب منفذی اضافی و یا خزش خاک، به خصوص عامل دوم معرفی نموده است. اثراتی از زمان که در رفتار مصالح زمین در آزمایشگاه مشاهده شده است شامل تاثیر نرخ کرنش، خزش و آسایش تنش است. نتایج تجربی نشان می‌دهد که در خاک‌های رسی خزش سهم قابل توجه‌ای از تغییر مکان‌های نهایی خاک را تشکیل می‌دهد، حتی در بعضی از شرایط که بارگذاری وارده نزدیک به مرحله خرابی است امکان خرابی سازه در اثر گذشت زمان وجود دارد (Kontogianni et al. (2008)). اصولاً گودبرداری عمیق در خاک رس نرم موجب تغییر مکان زیاد دیواره و نشست زیاد سطح زمین می‌گردد. نشست بیش از حد سطح زمین موجب وارد آمدن خسارت بر سازه‌های مجاور در محیط شهری می‌شود. به منظور حفاظت از سازه‌های مجاور باید مشخصات تغییر شکل دیوار و نشست سطح زمین را به طور کامل شناخت و سپس با در نظر