

۱۵۶۷۶۷۱ : ۱۵۶۷۶۷۱

مقارن : ۵۹۱۳۷۵۵۸۶۵۵

مفاهیم کاربردی مهندسی زلزله با رویکرد دینامیک سازه و ژئوتکنیک لرزه‌ای

(ویرایش اول)

مؤلفان:

دکتر رضا کامگار

عضو هیئت علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه شهرکرد

دکتر محسن بنیدرزاده

عضو هیئت علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه شهرکرد

دکتر سول عالی‌پور

عضو هیئت علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه شهرکرد

سرشناسه

کامگار، رضا، ۱۳۶۳ -

عنوان و نام پدید آور

مفاهیم کاربردی مهندسی زلزله با رویکرد دینامیک سازه و ژئوتکنیک لرزه‌ای / مؤلفین رضا کامگار، هشتم حیدرزاده، رسول عالی‌پور.

مشخصات نشر

شهر کرد: جهاد دانشگاهی، واحد استان چهارمحال و بختیاری، انتشارات ۱۳۹۸.

مشخصات ظاهری

۴۲۱ ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک

۹۷۸-۶۲۲-۷۲۰۵-۰۵-۳

وضعیت فهرست‌نویسی

فیا

موضوع

مهندسی زلزله- دینامیک سازه، دینامیک خاک، مکانیک خاک

موضوع

Earthquake Engineering- Dynamics of Structures- Soil Dynamics- Soil Mechanics

شناسه افزوده

حیدرزاده، هشتم، ۱۳۶۳ -

شناسه افزوده

عالی‌پور، رسول، ۱۳۵۸ -

شناسه افزوده

جهاد دانشگاهی. واحد استان چهارمحال و بختیاری. انتشارات

رده‌بندی کنگره

TA۶۵۴

رده‌بندی دیویی

۶۲۴/۱۷۶۲

رده کتبی ملی

۶۰۹۷۲۱۰

انتشارات جهاد دانشگاهی واحد چهارمحال و بختیاری



چهارمحال و بختیاری - د - میرآباد شرقی، نبش میدان جهاد دانشگاهی، ساختمان ستاد جهاد دانشگاهی استان،

طبع دوم، تلف: ۰۳۸ - ۳۲۳۲۰۳۲۳ www.jchb.ir

تألیف: دکتر رضا کامگار - دکتر هشتم حیدرزاده - دکتر رسول عالی‌پور

نوبت چاپ: اول

تاریخ نشر: زمستان ۱۳۹۸

تیراژ: ۳۰۰

قطع: وزیری

تعداد صفحات: ۴۲۱

طراح جلد: محمد خاکی بختیاروند

چاپ: اول

قیمت: ۵۵/۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۲۰۵-۰۵-۳

مؤاخر بختیاری

چهارمحال و بختیاری: (۱) انتشارات جهاد دانشگاهی واحد چهارمحال و بختیاری ۰۳۸-۳۲۳۲۰۳۲۳

تهران: (۱) انتشارات جهاد دانشگاهی (دفتر مرکزی) تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۷۶۲۶

(۲) کتابیران: ۱۸ - ۰۲۱-۶۶۵۶۶۵۰۹

(۳) دانشیران: ۲۲۰ - ۰۲۱-۶۶۴۰۰۲۲۰

این اثر مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام و یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر، بخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

پیشگفتار

سالیان زیادی است که زلزله این موهبت خدادادی سبب مرگومیر شده و داغ از دست دادن دوستان و آشنایان دردی بر وجود باقی‌ماندگان می‌گذارد. گرچه فواید زیاد زلزله نبایستی فراموش شود ولیکن کاهش میزان خسارات جانی و مالی وظیفه‌ای است که از جانب خداوند تبارک و تعالی بر عهده‌ی اندیشمندان و دانش‌پژوهان قرار داده‌شده تا زندگی ایمن‌تر و آرام‌تری را برای هموعان خویش به ارمغان بیاورند. وظیفه‌ای که پاسخ تمامی سؤالات در ساعات زیاد مطالعه و پژوهش نهاده‌شده و خود موهبتی است شیرین از جانب خداوند متعال در جهت روشن نگه‌داشتن عرصه‌ی علم و دانش.

و اما مؤلفین در این کتاب قصد دارند تا قطره‌ای از دریای بیکران علم و دانش را در فرا روی محققین و دانشجویان عزیز بگشایند و امید است که این کتاب مفید و سودمند واقع گردد. در این کتاب در ابتدا مفاهیم پایه‌ی مهندسی زلزله و دینامیک سازه به صورت تئوری و کاربردی و به صورت مبسوط شرح داده‌شده و سپس کدهایی در نرم‌افزار متلب نوشته‌شده و نتایج ارائه می‌شوند. در انتها نیز نحوه‌ی خروجی گرفتن همین مفاهیم و مقادیر در نرم‌افزار *SeismoSignal* به صورت مبسوط شرح داده می‌شود.

نرم‌افزار *SeismoSignal*، انتخاب مناسب برای پردازش اطلاعات حاصل از زلزله می‌باشد. محیط کاربرپسند و توانایی بالای این نرم‌افزار در حاسبه اطلاعات مفید برای مهندسان زلزله و لرزه‌شناسان سبب محبوبیت روزافزون این نرم‌افزار شده است. از جمله اطلاعات قابل استخراج از نرم‌افزار عبارت‌اند از:

نمودار تاریخچه زمانی شتاب، سرعت و جابجایی

نمودار طیف فوری و طیف توان

نمودار طیف پاسخ الاستیک جابجایی، سرعت، شتاب، شبه سرعت و شبه شتاب

نمودار طیف پاسخ غیر الاستیک جابجایی، سرعت، شتاب، شبه سرعت و شبه شتاب با در نظر گرفتن اثر شکل‌پذیری

محاسبه‌ی پارامترهای زلزله شامل

بیشینه شتاب، سرعت و جابجایی حرکت زمین و زمان مربوطه

سرعت مطلق جمع‌شونده (*CAI*)

چگالی انرژی مخصوص (*SED*)

جزر میانگین مربعات (*RMS*) شتاب، سرعت و جابجایی

بیشینه شتاب تحمل‌شده (*SMA*)

بیشینه سرعت تحمل‌شده (*SMI*)

شتاب مؤثر طراحی (*EDA*)

شدت طیف سرعت (*VSI*)

شدت طیف شتاب (*SSI*)

دوره تناوب متوسط (T_m) و غالب (T_p)

شدت مشخصه (I_c)

شدت اریاس (A_I)

شدت هوزنر (H_I)

پارامتر (A_{RS})

نرم‌افزار قادر است اطلاعات ورودی را در شکل‌های متنوع از فایل‌های متنی بخواند. همچنین این نرم‌افزار امکان اصلاح شتاب‌نگاشت ورودی و همچنین مقیاس نمودن آن را فراهم کرده است.

در نهایت این نرم‌افزار برای شما این امکان را فراهم می‌کند که نتایج عددی و گرافیکی را به نرم‌افزارهای سیستم‌عامل

Windows نظیر اکسل، MS Word و غیره کپی کند. همچنین امکان ترسیم نمودارها در خود نرم افزار نیز وجود دارد. در این کتاب سعی شده است با ذکر مثال های فراوان بخش وسیعی از کاربردهای این نرم افزار پوشش داده شود. مؤلفان پیشنهاد می کنند، علاقه مندان پس از آشنایی کلی با این نرم افزار، اقدام به نصب آن نموده و مثال های ارائه شده در کتاب را به صورت هم زمان با مطالعه کتاب اجرا نمایند. از آنجاکه کتاب حاضر نخستین ویرایشی است که به چاپ می رسد باور داریم علیرغم سعی و تلاش فراوان ما نوشته ی حاضر دارای لغزش ها و کاستی هایی باشد. پیشاپیش از خوانندگان محترم به لحاظ احتمال وجود اشتباهات و اشکالاتی که از نظر دورمانده پوزش می خواهیم. و در پایان ما را از نظرت، پیشنهادها و رهنمون های خویش که موجب امتنان این جانبان است بی دریغ نگذارید و ما را در چاپ هر چه بهتر این کتاب یاری نمایید.

دکتر رضا کامگار، دکتر هیثم حیدرزاده، دکتر رسول عالی پور

 kamgar@sku.ac.ir

 heidarzadeh@sku.ac.ir

 R.alipour@sku.ac.ir

www.ketab.ir

فهرست مطالب

فصل ۱ مروری بر مفاهیم پایه‌ی مهندسی زلزله

۲	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- تعریف زلزله
۴	۲-۲- نظری تکتونیک صفحه‌ای
۹	۴-۱- خصوصیات زلزله
۹	۱-۴-۱- کانون زلزله
۱۰	۲-۴-۱- مرکز سطحی زلزله
۱۰	۳-۴-۱- فاصله‌ی مرکزی زلزله
۱۰	۴-۴-۱- فاصله‌ی کانونی
۱۰	۵-۴-۱- عمق کانونی
۱۱	۵-۱- اندازه‌گیری زلزله
۱۱	۱-۵-۱- مقیاس شدت
۱۱	۲-۵-۱- مقیاس بزرگی
۱۲	۶-۱- انواع امواج زلزله
۱۳	۱-۶-۱- امواج حجمی
۱۳	۱-۶-۱-۱- امواج اولیه (P)
۱۴	۱-۶-۱-۲- امواج ثانویه (S)
۱۴	۲-۶-۱- امواج سطحی
۱۵	۱-۶-۱-۳- امواج لاف
۱۶	۲-۶-۱-۲- امواج ریلی
۱۶	۷-۱- سرعت امواج
۱۷	۱-۷-۱- محاسبه‌ی مدول برشی آزمایشگاهی
۱۷	۱-۷-۱-۱- آزمایش ستون تشدید
۱۹	۱-۷-۱-۲- آزمایش سه محوری سیکلی
۲۳	۸-۱- مهندسی زلزله
۲۳	۹-۱- دستگاه‌های ثبت زلزله
۲۳	۱-۹-۱- دستگاه شتاب‌نگار آنالوگ SMA۱
۲۵	۲-۹-۱- دستگاه شتاب‌نگار SSA2
۲۶	۳-۹-۱- دستگاه شتاب‌نگار CMG-5TD
۲۷	۴-۹-۱- دستگاه چندکاناله‌ی CMG-DM24-12

۲۹	۱۰-۱- خصوصیات به دست آمده از مطالعاتی شتاب‌نگاشت
۲۹	۱-۱۰-۱- تعیین محل مرکز سطحی زلزله
۳۱	۲-۱۰-۱- تاریخچه زمانی شتاب، تاریخچه زمانی سرعت و تاریخچه زمانی جابجایی جنبش زمین
۳۳	۳-۱۰-۱- بیشینه پاسخ حرکت زمین (تغییر مکان PGD سرعت PGV و شتاب PGA)
۳۶	۴-۱۰-۱- نمودار تاریخچه زمانی نرمال شده‌ی شتاب
۳۸	۵-۱۰-۱- شتاب مؤثر طراحی
۳۹	۶-۱۰-۱- مدت زمان زلزله
۳۹	۷-۱۰-۱- شدت اریاس
۴۱	۸-۱۰-۱- زمان حرکت قوی زلزله
۴۱	۱-۸-۱۰-۱- زمان دایر
۴۲	۲-۸-۱۰-۱- زمان دوام مؤثر
۴۵	۳-۸-۱۰-۱- زمان دایر یکنواخت
۴۵	۹-۱۰-۱- جذر میانگین مربعات شتاب
۴۵	۱۰-۱۰-۱- جذر میانگین مربعات سرعت
۴۶	۱۱-۱۰-۱- جذر میانگین مربعات جابجایی
۴۶	۱۲-۱۰-۱- شدت مشخصه
۴۶	۱۳-۱۰-۱- چگالی انرژی مخصوص
۴۷	۱۴-۱۰-۱- سرعت مطلقه‌ی تجمعی
۴۷	۱۵-۱۰-۱- تبدیل فوری
۴۸	۱-۱۵-۱۰-۱- تبدیل فوری‌ی پیوسته
۴۹	۲-۱۵-۱۰-۱- تبدیل فوری‌ی گسسته
۵۵	۱۶-۱۰-۱- زمان تناوب غالب
۵۶	۱۷-۱۰-۱- زمان تناوب متوسط
۵۶	۱۸-۱۰-۱- طیف توان یا تابع چگالی طیفی توان
۶۱	۱۹-۱۰-۱- منابع خطا در شتاب‌نگاشت‌ها
۶۱	۱-۱۹-۱۰-۱- آستانه‌ی حرکت ثبت شتاب توسط دستگاه شتاب‌نگاشت
۶۱	۲-۱۹-۱۰-۱- عدم وجود خط شتاب صفر برای دستگاه شتاب‌نگار
۶۲	۳-۱۹-۱۰-۱- عدم وجود معیار مشخص برای تعیین نقطه‌ی پایان شتاب‌نگاشت
۶۲	۴-۱۹-۱۰-۱- اختلالات الکتریکی و افزایش غبرواقعی بیشینه شتاب به واسطه‌ی آن
۶۲	۲۰-۱۰-۱- تصحیح شتاب‌نگاشت
۶۲	۱-۲۰-۱۰-۱- روش تصحیح محور نمودار
۶۲	۱-۱-۲۰-۱۰-۱- روش حداقل انرژی
۶۶	۲-۱-۲۰-۱۰-۱- روش کمترین خطا

- ۶۶ ۱-۲۰-۲- روش تصفیه‌ی فرکانس‌ها (فیلتر نمودن)
- ۶۷ ۱-۱۱-۱- زلزله‌های نزدیک گسل و دور از گسل
- ۸۱ ۱-۱۱-۱- زلزله‌های نزدیک گسل
- ۸۲ ۱-۱-۱۱-۱- روش شبیه‌سازی
- ۸۳ ۱-۱-۱۱-۲- پارامترهای مدل
- ۸۵ ۱-۱۱-۳- نتایج لغزش یکنواخت
- ۸۷ ۱-۱۱-۴- تابع Strike-Slip عمودی
- ۸۸ ۱-۱۱-۵- انواع دیگر گسل‌ها
- ۸۹ ۱-۱۱-۶- مشاهدات - بوس
- ۹۰ ۱-۱۱-۷- پاسخ سرعت
- ۹۷ ۱-۱۱-۸- حساسیت نسبت گسختگی
- ۹۷ ۱-۱۱-۹- حساسیت حرکت در قعر افزایش زمان لغزش
- ۹۸ ۱-۱۱-۱۰- تقارن حرکات در گسل‌ها
- ۱۰۲ ۱-۱۱-۱۱- راهنمایی درباره سوابق زمان N برای گسل‌های شیب معکوس
- ۱۰۷ ۱-۱۱-۱۲- شبیه‌سازی لغزش غیر یکنواخت
- ۱۱۵ ۱-۱۱-۱۳- شبیه‌سازی لغزش غیر یکنواخت با سرعت لایه‌بندی شده
- ۱۱۷ ۱-۱۱-۱۴- حرکت‌های استفاده‌شده در تحلیل ساختاری پل
- ۱۱۸ ۱-۱۱-۱۵- نتایج مربوط به نزدیکی گسل
- ۱۲۲ ۱-۱۲- بررسی اثر پاسخ زمین در ایجاد پدیده‌ی تشدید: مطالعه‌ی میدانی روزه مونوریل کرمانشاه
- ۱۲۵ ۱-۱۲-۱- تحلیل خطر زمین‌لرزه و تاریخچه زمانی مینا
- ۱۲۶ ۱-۱۲-۲- شرایط ژئوتکنیکی منطقه از لحاظ سرعت‌های موج برشی
- ۱۲۷ ۱-۱۲-۱- نتایج آزمایش درون‌چاهی (Down hole)
- ۱۲۸ ۱-۱۲-۲- نتایج موج برشی بر اساس اعداد SPT
- ۱۲۹ ۱-۱۲-۳- نتایج تحلیل DeepSoil و تفسیر آن‌ها
- ۱۳۴ ۱-۱۲-۴- نتیجه‌گیری

فصل ۲ مروری بر مفاهیم پایه‌ی دینامیک سازه

- ۱۳۶ ۲- مقدمه
- ۱۳۶ ۲-۱- دینامیک سازه
- ۱۳۶ ۲-۲- درجات آزادی
- ۱۳۸ ۲-۳- سختی جانبی سازه
- ۱۴۲ ۲-۴- ارتعاش
- ۱۴۳ ۲-۵- میرایی
- ۱۴۴ ۲-۵-۱- میرایی خاک

- ۱۴۵ ۲-۵-۲ سه محوری سیکلی
- ۱۴۶ ۶-۲ ماتریس سختی، جرم و میرایی سازه
- ۱۴۶ ۷-۲ زمان تناوب، فرکانس و اشکال مودی سازه
- ۱۴۷ ۸-۲ معادله‌ی حرکت سیستم یک درجه آزادی
- ۱۴۷ ۹-۲ ارتعاش آزاد سیستم یک درجه آزادی
- ۱۴۸ ۱-۹-۲ ارتعاش آزاد سیستم یک درجه آزادی نامیرا
- ۱۴۹ ۲-۹-۲ ارتعاش آزاد سیستم یک درجه آزادی میرا با میرایی بحرانی ($\xi = \frac{c}{c_{cr}} = 1$)
- ۱۵۰ ۳-۹-۲ ارتعاش آزاد سیستم یک درجه آزادی میرا با میرایی زیر بحرانی ($\xi = \frac{c}{c_{cr}} < 1$)
- ۱۵۱ ۴-۹-۲ ارتعاش آزاد سیستم یک درجه آزادی میرا با میرایی فوق بحرانی ($\xi = \frac{c}{c_{cr}} > 1$)
- ۱۵۴ ۱۰-۲ حل معادله‌ی حرکت در آنالیز
- ۱۵۶ ۱-۱۰-۲ روش‌های انتگرال‌گیری مستقیم
- ۱۵۷ ۲-۱۰-۲ تفاوت بین روش‌های عددی صریح و ضمنی
- ۱۵۹ ۳-۱۰-۲ بایبدری و دقت روش‌های عددی
- ۱۶۶ ۱۱-۲ بررسی برخی از روش‌های عددی
- ۱۶۶ ۱-۱۱-۲ روش شتاب متوسط و شتاب خطی
- ۱۷۱ ۲-۱۱-۲ روش تفاضل مرکزی مرتبه‌ی دوم
- ۱۷۲ ۳-۱۱-۲ روش هوبولت
- ۱۷۳ ۴-۱۱-۲ روش ویلسون-تتا
- ۱۷۴ ۵-۱۱-۲ روش رانگ کوتا مرتبه‌ی چهارم
- ۱۷۶ ۶-۱۱-۲ روش هم‌مکانی
- ۱۷۶ ۷-۱۱-۲ روش α (هیلبر، هیوز و تیلور)
- ۱۷۷ ۸-۱۱-۲ روش دیوهامل
- ۱۸۰ ۹-۱۱-۲ تحلیل دینامیکی غیرخطی
- ۱۸۷ ۱۲-۲ طیف پاسخ الاستیک (شتاب، سرعت، شبه سرعت، جابجایی و شبه جابجایی)
- ۱۹۰ ۱۳-۲ طیف طرح
- ۱۹۱ ۱۴-۲ رفتار پسماند (چرخه‌ای)
- ۱۹۲ ۱۵-۲ پاسخ غیر الاستیک
- ۱۹۳ ۱۶-۲ ضریب رفتار
- ۱۹۳ ۱۷-۲ انواع تحلیل غیرخطی

۱۹۴	۱-۱۷-۲- تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی
۱۹۴	۲-۱۷-۲- تحلیل دینامیکی غیرخطی فزاینده
۱۹۶	۳-۱۷-۲- تحلیل دینامیکی با استفاده از طیف پاسخ غیرخطی
۱۹۶	۴-۱۷-۲- تحلیل استاتیکی غیرخطی (پوش آور)

فصل ۳ معرفی کلی و نحوه ورودی دادن به نرم افزار SeimoSignal

۲۰۰	۱-۳- مقدمه
۲۰۲	۲-۳- ورودی دادن به نرم افزار
۲۰۳	۳-۳- وارد کردن فایل باحالت دوم و اعمال تغییرات لازم بر روی آن
۲۰۵	۴-۳- بخش تغییر واحد ها
۲۰۵	۵-۳- وارد کردن فایل در حالت اول و اعمال تغییرات لازم بر روی آن
۲۰۷	۶-۳- وارد کردن فایل در حالت دوم و اعمال تغییرات لازم بر روی آن
۲۰۸	۷-۳- وارد کردن فایل در حالت چهارم و اعمال تغییرات لازم بر روی آن
۲۰۹	۸-۳- اصلاح شتاب نگاشت ها
۲۰۹	۱-۸-۳- تصحیح خطوط مرجع
۲۱۰	۲-۸-۳- فیلتر نمودن فرکانس
۲۱۱	۹-۳- دریافت نرم افزار
۲۱۲	۱۰-۳- رجیستر کردن نرم افزار

فصل ۴ تجزیه و تحلیل شتاب نگاشت وارد

۲۱۶	۴- مقدمه
۲۱۶	۱-۴- ترسیم نمودار تاریخچه زمانی شتاب، سرعت و تغییر مکان
۲۱۷	۲-۴- مشاهده اطلاعات مفید زلزله
۲۱۷	۳-۴- ترسیم نمودارهای پاسخ سیستم یک درجه آزادی
۲۲۱	۴-۴- ترسیم طیف پاسخ
۲۲۶	۵-۴- رسم طیف فوری و توان
۲۲۶	۶-۴- ترسیم طیف ترکیبی
۲۲۶	۱-۶-۴- نحوه ترسیم طیف ترکیبی با کمک نرم افزار Dplot
۲۳۰	۷-۴- مدت زمان مؤثر

فصل ۵ مدیریت برنامه، مدیریت شتاب نگاشت

۲۳۴	۱-۵- گزینه های مرتبط با مدیریت برنامه
۲۳۴	۱-۱-۵- پوشه اول (GENERAL)
۲۳۴	۲-۱-۵- پوشه دوم (ELASTIC INELASTIC RESPONSE SPECTRA)
۲۳۵	۳-۱-۵- پوشه سوم (GROUND MOTION PARAMETERS)
۲۳۶	۲-۵- گزینه های مرتبط با مدیریت نمودارها

۲۳۷	۵-۲-۱- بخش Chart
۲۳۸	۵-۲-۲- بخش Series
۲۴۰	۵-۲-۳- بخش Data
۲۴۰	۵-۲-۴- بخش Export
۲۴۱	۵-۲-۵- بخش Print

فصل ۶ سیستم غیرالاستیک

۲۴۴	۶-۱- مدها و پاسخ
۲۴۸	۶-۲- سیستم طیف پاسخ

فصل ۷ تحلیل لرزه‌ای به روش تاریخچه زمانی

۲۵۸	۷- مقدمه
۲۵۸	۷-۱- روند اصلاح شتاب‌ها
۲۶۰	۷-۲- معنای طیف طرح استاندارد مطابق آیین‌نامه

فصل ۸ تحلیل استاتیکی، طیفی و تاریخچه زمانی خطی و غیرخطی

۲۷۲	۸-۱- مقدمه
۲۷۲	۸-۲- معرفی سازه
۲۷۳	۸-۳- تحلیل به روش استاتیکی معادل
۲۷۸	۸-۴- تحلیل به روش طیفی (شبه دینامیکی)
۲۸۷	۸-۴-۱- ترکیب آثار مودها
۲۸۹	۸-۴-۲- تنظیمات مربوط به تحلیل سازه
۲۹۳	۸-۵- بررسی کفایت مدهای در نظر گرفته شده در تحلیل
۳۰۱	۸-۵-۱- کنترل منظم یا نامنظم بودن سازه
۳۰۱	۸-۵-۱-۱- کنترل نامنظمی هندسی
۳۰۶	۸-۵-۱-۲- کنترل فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی
۳۱۰	۸-۵-۱-۳- بررسی نامنظمی پیچشی
۳۱۲	۸-۵-۱-۴- کنترل نامنظمی دیافراگم
۳۱۲	۸-۵-۱-۵- کنترل نامنظمی خارج از صفحه و سیستم‌های غیر موازی
۳۱۴	۸-۶- تحلیل به روش دینامیکی تاریخچه زمانی
۳۱۴	۸-۶-۱- انتخاب شتاب‌نگاشت‌ها و تعیین ضریب مقیاس
۳۲۴	۸-۶-۲- روند انجام تحلیل تاریخچه زمانی در نرم‌افزار ETABS
۳۴۲	۸-۶-۳- مقایسه‌ی پاسخ سازه از تحلیل‌های استاتیکی، طیفی و تاریخچه زمانی
۳۴۳	۸-۶-۳-۱- مقایسه‌ی توزیع برش در طبقات، قبل از هم‌پایه سازی برش پایه
۳۴۴	۸-۶-۳-۲- مقایسه‌ی پاسخ سازه، پس از هم‌پایه سازی برش پایه
۳۴۶	۸-۶-۳-۳- مقایسه‌ی تاریخچه زمانی لنگر ایستگاه ۱ تیر B63 در طبقه‌ی یازدهم با مقادیر استاتیکی و طیفی

۳۴۸	۴-۳-۶-۸- مقایسه‌ی تاریخچه زمانی نیروی محوری ستون C25 در طبقه‌ی اول با مقادیر استاتیکی و طیفی
۳۴۹	۵-۳-۶-۸- مقایسه‌ی تاریخچه زمانی نیروی محوری بادبند D170 در طبقه‌ی ششم با مقادیر استاتیکی و طیفی
۳۵۰	۷-۸- بررسی نتایج تحلیل
۳۵۲	۸-۸- بررسی ضابطه‌ی آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ در رابطه با معیار ضخامت خاک
۳۵۳	۱-۸-۸- طبقه‌بندی نوع زمین در استاندارد ۲۸۰۰
۳۵۵	۲-۸-۸- گذر بر نرم‌افزار EERA
۳۵۵	۳-۸-۸- زلزله‌های در نظر گرفته‌شده
۳۵۵	۴-۸-۸- پریود غالب زلزله‌های در نظر گرفته‌شده
۳۵۶	۵-۸-۸- عمق بحرانی برای ترک‌های لایه‌ای
۳۵۷	۶-۸-۸- فرضیات به کار رفته در سالیز داده‌ها با EERA
۳۵۹	۷-۸-۸- تحلیل‌های انجام‌داده
۳۶۴	۹-۸- ارزیابی تأثیر شکل سطح تسلیم بر تحلیلهای استاتیکی و دینامیکی سازه‌های ژئوتکنیکی
۳۶۵	۱-۹-۸- مقدمه
۳۶۷	۲-۹-۸- مدل هذلولی (هایپربولیک)
۳۷۱	۳-۹-۸- مدل رفتاری DPH (مدل هذلولی به همراه سطح تسلیم دراکر-پراگر)
۳۷۲	۴-۹-۸- مدل رفتاری MCH (مدل هذلولی به همراه سطح تسلیم موهر-کلمب)
۳۷۳	۵-۹-۸- داده‌های آزمایشگاهی و پیش‌بینی‌های مدل‌های رفتاری DPH و MCH
۳۷۳	۱-۵-۹-۸- خصوصیات کلی خاک و آزمایش‌ها
۳۷۴	۲-۵-۹-۸- کالیبراسیون مدل‌های رفتاری
	۳-۵-۹-۸- ارائه پیش‌بینی‌های مدل‌های رفتاری DPH و MCH در مقایسه با داده‌های آزمایشگاهی برای مسیرهای مختلف تنش
۳۷۶	۶-۹-۸- تحلیل‌های عددی- حالت استاتیکی
۳۸۰	۱-۶-۹-۸- بارگذاری پی
۳۸۲	۲-۶-۹-۸- تونل
۳۸۶	۳-۶-۹-۸- گودبرداری
۳۸۸	۱۰-۹-۸- تحلیل‌های عددی- حالت دینامیکی
۳۹۰	۱-۱۰-۸- تحلیل دینامیکی پی
۳۹۱	۲-۱۰-۸- تحلیل دینامیکی تونل
۳۹۳	۳-۱۰-۸- تحلیل دینامیکی گودبرداری

فصل ۹ آموزش نرم‌افزار DeepSoil

۳۹۸	۹- مقدمه
۳۹۸	۱-۹- ویژگی ساختگاه مورد مطالعه
۳۹۹	۲-۹- انتخاب نوع تحلیل