

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



آموزش کاربردی نرم افزار SeismoSignal

مؤلفین:

عمید هادی

کارشناس ارشد عمران - سازه

رضا کامگار

دانشجوی دکتراي عمران - سازه

سبحان رستمی

دانشجوی دکتراي عمران - سازه

انتشارات سفیر اردهال

پائیز - ۱۳۹۱

سرشناسه : هادی، عمید، ۱۳۶۵ -
 عنوان و نام پدیدآور : آموزش کاربردی نرم افزار Seismo Signal / مولفین عمید هادی، رضا کامگار، سبجان رستمی.
 مشخصات نشر : تهران: سفیر اردهال، ۱۳۹۱.
 مشخصات ظاهری : ۱۷۴ص: مصور، جدول، نمودار.
 شابک : ۶۵۰۰۰ ریال : ۶-۹۱-۶۰۶۸-۶۰۰-۹۷۸
 وضعیت فهرست نویسی : فیا
 موضوع : زلزله -- تجزیه و تحلیل خطرات -- نرم افزار
 موضوع : زلزله -- نرم افزار
 شناسه افزوده : کامگار، رضا، ۱۳۶۳ -
 شناسه افزوده : رستمی، سبجان، ۱۳۶۲ -
 رده بندی کنگره : EQ۵۴۹۲ ۱۳۹۱ ۳-۲/۳
 رده بندی دیویی : ۳۶۳/۳۴۳۵۶۳
 شماره کتابشناسی ملی : ۹۷۸/۷۳

شابک: ۶-۹۱-۶۰۶۸-۶۰۰-۹۷۸



تهران: خیابان مفتح، خیابان سمیه، روبروی بانک ملی ایران، ساختمان ۱۱۸، واحد ۴

آموزش کاربردی نرم افزار Seismo Signal

© حق چاپ: ۱۳۹۱، انتشارات سفیر اردهال www.safirardahal.ir

نوبت چاپ: اول

مؤلفان: عمید هادی، رضا کامگار، سبجان رستمی

صفحه آرا: عمید هادی

لیتوگرافی، چاپ، صحافی: سفیر

شمارگان: ۵۵۰ نسخه

بها: ۶۵۰۰۰ ریال

همه حقوق محفوظ است. هرگونه نسخه برداری، اعم از زیراکس و بازنویسی، ذخیره کامپیوتری، اقتباس کلی و جزئی (به جز اقتباس جزئی در نقد و بررسی، و اقتباس در گیومه در مستندنویسی، و مانند آنها) بدون مجوز کتبی از ناشر ممنوع و از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری است.

پیشگفتار مولفین:

نرم افزار SeismoSignal یک انتخاب مناسب برای پردازش اطلاعات حاصل از زلزله می باشد. محیط کاربر پستد و توانایی بالای این نرم افزار در محاسبه اطلاعات مفید برای مهندسان زلزله و لرزه شناسان سبب محبوبیت روز افزون این نرم افزار شده است. از جمله اطلاعات قابل استخراج از نرم افزار عبارتند از:

طیف فوری و توان

طیف پاسخ الاستیک و طیف شبه سرعت

طیف پاسخ غیر الاستیک با شکل پذیری ثابت و مستهلک شده

سرعت مطلق جمع شوند (CAV) و چگالی انرژی مخصوص (SED)

جذر میانگین مربعات سرعت (RMS) شتاب، سرعت و جابجایی

شتاب حداکثر تحمل شده (SMA) و سرعت حداکثر تحمل شده (SMV)

شتاب موثر طراحی (EDA)

شدت طیف سرعت (VSI) و شدت طیف شتاب (ASI)

دوره تناوب متوسط (T_m) و غالب (T_p)

نرم افزار قادر است اطلاعات ورودی را در شکل های متنوع از فایل های متنی بخواند. همچنین نرم افزار امکان اصلاح شتاب نگاشت ورودی را فراهم کرده است.

در نهایت این نرم افزار برای شما این امکان را فراهم می کند که نتایج عددی و گرافیکی را به نرم افزارهای سیستم عامل 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.

مولفان 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 همزمان با مطالعه کتاب اجرا نمایند.

در این کتاب برآنیم تا در حیطه ی تواناییمان گامی هر چند کوچک جهت بررسی زلزله و کمک به محققین برای بررسی بهتر داده های آماری زلزله های مختلف برداریم تا بتوانیم در شناخت بهتر این پدیده سهمی هر چند کوچک داشته باشیم. با امید به آیندهای روشن به زمانی دست یابیم که در آن زلزله جان کسی را نمی گیرد و خانوادهای را در غم از دست دادن عزیز ی به سوگ نمی نشاند.

از آنجا که 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 دور مانده پوزش می خواهیم.

و در پایان ما را از نظرات، پیشنهادات و رهنمون های خویش که موجب امتنان اینجانبان است بی دریغ نگذارید و ما را در چاپ هر چه بهتر این کتاب یاری نمایید.

عمید هادی، رضا کامگار، سبحان رستمی

✉amidhadi@yahoo.com, reza.kamgar.uk۱۳۸۷@gmail.com,

s.rostami@iauk.ac.ir

فهرست مطالب

فصل اول - مروری بر مفاهیم پایه مهندسی زلزله و دینامیک سازه‌ها..... ۲ تا ۳۴

۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- تعریف زلزله.....	۳
۳-۱- مهندسی زلزله.....	۷
۴-۱- دستگاه‌های ثبت زلزله.....	۷
۵-۱- بیشینه پاسخ (تأثیر مکان، سرعت و شتاب).....	۱۱
۶-۱- محتوای فرکانسی.....	۱۲
۷-۱- مدت زمان زلزله.....	۱۲
۷-۱-۱- مدت زمان موثر.....	۱۳
۸-۱- تبدیل فوریه.....	۱۴
۸-۱-۱- تبدیل فوریه‌ی پیوسته.....	۱۵
۸-۱-۲- تبدیل فوریه‌ی گسسته.....	۱۶
۹-۱- طیف توان یا تابع چگالی طیفی توان.....	۱۸
۱۰-۱- دینامیک سازه.....	۱۹
۱۱-۱- انواع نیرو.....	۱۹
۱۲-۱- درجه‌ی آزادی دینامیکی.....	۱۹
۱۳-۱- سختی جانبی.....	۲۱
۱۴-۱- ارتعاش.....	۲۱
۱-۱۴-۱- انواع ارتعاش.....	۲۱
۲-۱۴-۱- ارتعاش آزاد.....	۲۱
۳-۱۴-۱- ارتعاش اجباری.....	۲۱
۴-۱۴-۱- میرایی.....	۲۱
۱۵-۱- سیستم خطی.....	۲۱
۱۶-۱- سیستم غیر خطی.....	۲۱
۱۷-۱- سیستم الاستیک.....	۲۱

- ۱۸-۱ - سیستم غیر الاستیک..... ۲۲
- ۱۹-۱ - معادله حرکت..... ۲۲
- ۲۰-۱ - پاسخ الاستیک..... ۲۳
- ۲۱-۱ - طیف پاسخ الاستیک (تغییر مکان، شتاب و یا سرعت)..... ۲۴
- ۲۲-۱ - مشکلات استفاده از طیف پاسخ..... ۲۵
- ۲۳-۱ - طیف طرح..... ۲۵
- ۲۴-۱ - رفتار پسماند (چرخه‌ای)..... ۲۵
- ۲۵-۱ - پاسخ غیر الاستیک..... ۲۵
- ۲۶-۱ - ضریب رفتار..... ۲۷
- ۲۷-۱ - روش‌های آیین‌نامه‌ای تحلیل لرزه‌ای..... ۲۷
- ۱-۲۷-۱ - روش استاتیکی معادل (خطی یا غیر خطی)..... ۲۷
- ۲-۲۷-۱ - روش دینامیکی..... ۲۷
- ۳-۲۷-۱ - تحلیل طیفی..... ۲۷
- ۴-۲۷-۱ - تحلیل تاریخچه زمانی..... ۲۷
- ۲۸-۱ - بزرگی (Arias Intensity)..... ۲۷
- ۲۹-۱ - تصحیح شتاب نگاشت..... ۲۸
- ۳۰-۱ - پارامترهای دامنه..... ۲۹
- ۱-۳۰-۱ - بیشینه شتاب افقی (PHA)، بیشینه شتاب قائم (PVA)..... ۲۹
- ۲-۳۰-۱ - بیشینه سرعت افقی (PGV)..... ۲۹
- ۳۱-۱ - حداکثر سرعت و شتاب زمین (Sustained maximum ground acceleration and velocity)..... ۲۹
- ۳۲-۱ - مدت لرزش قوی (Strong Shaking Duration)..... ۳۰
- ۳۳-۱ - شتاب موثر طراحی (Effective Design Acceleration)..... ۳۰
- ۳۴-۱ - جذر میانگین مربعات شتاب (RMS: Root mean square of acceleration)..... ۳۱
- ۳۵-۱ - پارامترهای محتوای فرکانسی..... ۳۱
- ۱-۳۵-۱ - طیف فوریه..... ۳۱
- ۲۶-۱ - پاسخ طیفی..... ۳۱

۳۱	۳۷-۱ پارامترهای طیفی.....
۳۱	۳۷-۱-۱- زمان تناوب غالب (Predominant Period).....
۳۲	۳۷-۱-۲- پهنای باند (Bandwidth).....
۳۲	۳۸-۱ تخمین پارامترهای حرکت زمین (Estimation of ground motion parameters).....
۳۲	۳۸-۱-۱- بسط رابطه‌ی گزاره‌ای.....
۳۲	۳۸-۱-۲- شیب اوج (Peak acceleration).....
۳۳	۳۹-۱- سرعت اوج (Peak velocity).....
۳۴	۴۰-۱- شدت کلی حرکت زمین. T_d در مدت زمان.....
۳۴	۴۰-۱-۱- در حوزه‌ی زمان.....
۳۴	۴۰-۱-۲- در حوزه‌ی فرکانس.....
۳۴	۴۱-۱- سرعت مطلقه تجمعی (Cumulative absolute velocity).....

فصل دوم- معرفی کلی و نحوه ورودی دادن به نرم افزار..... ۳۵ تا ۴۹

۳۶	۲-۱- مقدمه.....
۳۸	۲-۲- ورودی دادن به نرم افزار.....
۳۹	۲-۳- وارد کردن فایل با حالت دوم و اعمال تغییرات لازم بر روی آن.....
۴۰	۲-۴- بخش تغییر واحدها.....
۴۱	۲-۵- وارد کردن فایل در حالت اول و اعمال تغییرات لازم بر روی آن.....
۴۳	۲-۶- وارد کردن فایل با حالت سوم و اعمال تغییرات لازم بر روی آن.....
۴۳	۲-۷- وارد کردن فایل با حالت چهارم و اعمال تغییرات لازم بر روی آن.....
۴۵	۲-۸- اصلاح شتاب نگاشت‌ها.....
۴۶	۲-۹- دریافت نرم افزار.....
۴۷	۲-۱۰- رجیستر کردن نرم افزار.....

فصل سوم- تجزیه و تحلیل شتاب نگاشت وارده..... ۵۱ تا ۶۵

۵۱	۳-۱- مقدمه.....
۵۱	۳-۲- رسم شتاب، سرعت و تغییر مکان.....

۵۲	۳-۳-مشاهده اطلاعات مفید زلزله
۵۲	۳-۴-رسم پاسخ سیستم
۵۶	۳-۵-رسم طیف پاسخ
۶۰	۳-۶-رسم طیف فوری و توان
۶۰	۳-۷-رسم طیف ترکیبی
۶۴	۳-۸-مدت زمان موثر

فصل چهارم مدیریت برنامه، مدیریت نمودارها..... ۶۶ تا ۷۳

۶۷	۴-۱-گزینه های مرتبط با مدیریت برنامه
۶۷	۴-۱-۱ پوشه اول GENERAL
۶۷	۴-۱-۲ پوشه دوم ELASTIC/INELASTIC RESPONSE SPECTRA
۶۸	۴-۱-۳ پوشه سوم Ground Motion Parameters
۶۹	۴-۲-گزینه های مرتبط با مدیریت نمودارها
۶۹	۴-۲-۱ بخش Chart
۷۱	۴-۲-۲ بخش Series
۷۳	۴-۲-۳ بخش Data
۷۳	۴-۲-۴ بخش Export
۷۳	۴-۲-۵ بخش Print

فصل پنجم سیستم های غیر الاستیک..... ۷۵ تا ۸۷

۷۵	۵-۱- مشاهده پاسخ
۷۸	۵-۲- رسم طیف پاسخ

فصل ششم- تحلیل تاریخچه زمانی..... ۸۸ تا ۱۰۱

۸۹	۶-۱- روند اصلاح شتاب نگاشت
۹۱	۶-۲- معنای طیف طرح استاندارد مطابق آیین نامه

فصل هفتم-آنالیز استاتیکی، طیفی و تاریخچه زمانی یک ساختمان ۲۰ طبقه نامنظم..... ۱۰۲ تا ۱۳۰

۱-۷- مقدمه.....	۱۰۳
۲-۷- معرفی سازه.....	۱۰۳
۳-۷- تحلیل به روش استاتیکی معادل.....	۱۰۴
۱-۳-۷- توزیع نیروی زلزله براساس آئین نامه UBC۹۴.....	۱۰۵
۴-۷- تحلیل به روش طیفی (شبه دینامیکی).....	۱۱۰
۵-۷- بررسی کفایت مدهای در نظر گرفته شده در تحلیل.....	۱۱۷
۶-۷- تحلیل به روش دینامیکی تاریخچه زمانی.....	۱۲۲
۷-۷- مقایسه پاسخ سازه از تحلیل‌های استاتیکی، طیفی و تاریخچه زمانی.....	۱۴۶
۸-۷- بررسی نتایج تحلیل.....	۱۵۳
فصل هشتم- مراجع.....	۱۵۵
پیوست.....	۱۵۶