



دانشگاه سمنان

مهندسی زلزله کاربردی

تألیف و تدوین

دکتر محسن گرامی

(هیئت علمی و عضو پژوهشکده فناوری‌های

نوین ساختمان، دانشگاه سمنان)

نوید سیاه پلو

(هیئت علمی جهاد دانشگاهی خوزستان و دانشجوی

دکترای مهندسی زلزله، دانشگاه سمنان)



سرشناسه: گرامی، محسن، ۱۳۴۳-

عنوان و نام پدید آور: مهندسی زلزله کاربردی / تألیف و تدوین محسن گرامی، نوید سیاه پلو
وضعیت ویراست: [ویرایش ۲].

مشخصات نشر: سمنان: دانشگاه سمنان، ۱۳۹۲.

مشخصات ظاهری: ۷۸۳ ص: مصور، جدول، نمودار.

شابک: ۵-۲۳-۷۰۶۵-۶۰۰-۹۷۸

یادداشت: کتاب حاضر قبلاً با عنوان "اصول مهندسی زلزله کاربردی
(نگرشی نو بر روابط استاندارد ۲۸۰۰ ایران و تشریح روش ارتعاشات پیشا)" منتشر شده است.
یادداشت: واژه نامه. یادداشت: کتابنامه. یادداشت: نمایه.

نویسنده دیگر: اصول مهندسی زلزله کاربردی
(نگرشی نو بر روابط استاندارد ۲۸۰۰ ایران و تشریح روش ارتعاشات پیشا)
موضوع: زلزله - مهندسی. موضوع: ساختمان های ضد زلزله - ایران - استانداردها
موضوع: ساختمانهای ضد زلزله - ارزشیابی
شناسه افزوده: سیاه پلو، نوید. ۱۳۶۱ - شناسه افزوده: دانشگاه سمنان
رده بندی کلاسیک: ۱۱۰۶۴/۶/۶۵۴/۶ TA
رده بندی دیویی: ۶۲۴/۱۷۶۲ شماره کتابشناسی ملی: ۲۴۸۵۰۳۳

مهندسی زلزله کاربردی

تألیف و تدوین: دکتر محسن گرامی - نوید سیاه پلو

ناشر: انتشارات دانشگاه سمنان

نوبت چاپ: اول - بهار ۱۳۹۳

شمارگان: ۴۰۰ نسخه

چاپ و صحافی: وصال ۰۲۳-۳۳۴۳۸۲۱۰

بها: ۳۵۰/۰۰۰ ریال

شابک: ۵-۲۳-۷۰۶۵-۶۰۰-۹۷۸

حق چاپ محفوظ و متعلق به انتشارات دانشگاه سمنان می باشد.

وب سایت: www.press.semnan.ac.ir تلفن انتشارات دانشگاه سمنان: ۰۲۳-۳۳۳۸۳۲۷۰

پیشگفتار

کشور بزرگ و پهناور ایران در کنار برخورداری از سرمایه های عظیم در جنبه های مختلف، متأسفانه از جنبه لرزه خیزی با قرار گیری روی کمربند لرزه ای رشته کوه آلپ، از جمله کشورهای مستعد در بروز پدیده زلزله است. وقوع زلزله های مخرب که در اعصار مختلف این سرزمین مقدس را در معرض آسیب های جانی و مالی قرار داده است، همچون زلزله های مهیب ناغان، طبس، رودبار، بم، بروجرد و غیره، دانشمندان علوم زمین شناسی و محققین علوم مهندسی زلزله را همواره برآن داشته است که با انجام تحقیقات و آزمایشات مختلف ضمن شناسایی ماهیت این پدیده، راهکارهای مختلفی را به منظور مقابله صحیح و پدید آمدن این پدیده طبیعی مورد ارزیابی قرار دهند. در حقیقت نقش مهندسی زلزله در بررسی آثار و مایه های موثر در شناخت رفتار و ماهیت دینامیکی زلزله از طریق تدوین مجموعه ای از مقررات و ضوابط قابل بررسی است. به لطف خداوند و به همت اساتید و دانشمندان برجسته کشور عزیزان، به دستاوردهای و نتایج بسیار گرانبهائی در شناخت ماهیت زلزله حاصل گشته که نمود آن را در مجموعه ای از دستورالعملها همچون "آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰ ایران)" و مقررات ملی، می توان دریافت.

نکته اساسی در بررسی کتب دستورالعملهای مرتبط با مهندسی آنست که از یک سو با توجه به وسعت مفاهیم مهندسی زلزله با کان ارائه تمامی مطالب مرتبط با مهندسی زلزله بر اساس تحصیلات آکادمیک و در مدت زمان کوتاه ترم تحصیلی وجود ندارد و از سوی دیگر کتب موجود در کشور در زمینه مهندسی زلزله از جنبه های مختلفی از مباحث مرتبط را در بر می گیرند که این مسئله می تواند منجر به سردرگمی برای دانشجویان و مهندسیین علاقه مند به مباحث مهندسی زلزله گردد. بدین جهت بر آن شدیم تا با نگارش کتابی با محتوا و قالبی متفاوت، مجموعه ای از مهمترین مطالب مورد نیاز را به صورت کاربردی ارائه نماییم. این کتاب نگرشی نو بر مهندسی زلزله می باشد و ماس با آخرین ویرایش استانداردهای رایج تهیه شده است.

در فصل اول این کتاب به معرفی مبانی پایه ای و مهم در زمینه زلزله پرداخته شده و آخرین روابط موجود در این زمینه به صورت کاربردی ارائه شده است. در فصل دوم به منظور آشنایی خوانندگان محترم با استاندارد ۲۸۰۰، ضوابط روش استاتیکی معادل به صورت کامل و در قالب مجموعه ای از بندها و همراه با مثالهای متنوع، تشریح شده است. در فصل سوم سعی شده است تا مبانی تحلیل دینامیکی سازه ها را تشریح نموده و با روش تحلیل مودال و در قالب مجموعه بسیار متنوعی از مثالهای کاربردی، ضوابط مورد نظر تشریح گشته و به بحث گذاشته شود. از آنجا که در بسیاری از روشهای پیشرفته مهندسی زلزله در برآورد پاسخ دینامیکی سازه های چند درجه آزادی از مبانی مرتبط با پاسخ دینامیکی سازه تکدرجه آزاد استفاده می شود، به همین دلیل در فصل چهارم به تفصیل به بررسی پاسخ دینامیکی سازه های یکدرجه آزاد پرداخته می شود. در فصل پنجم کتاب، تلاش شده است تا ضمن معرفی مفهوم

تحلیل طیفی، اصول مرتبط با تحلیل ارتجاعی و غیر ارتجاعی دینامیکی سازه را به بحث گذاشته و مبانی تئوری و آیین نامه ای در این خصوص تشریح گردد. از آنجایی که استفاده از سازه های بنایی یکی از رایج ترین فرم های سازه ای در ایران می باشد و تجربیات زلزله های گذشته بر آسیب پذیری این سازه ها تاکید دارد، لذا در فصل ۶ ضمن تشریح ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ به صورت تصویری، سعی شده تا مفاهیم اصلی مورد نیاز تشریح گردند. در فصل هفتم به بررسی پاسخ دینامیکی سازه ها به روش ارتعاشات تصادفی پرداخته شده است و برای سازه های تکدرجه و چند درجه آزاد مبانی آن به طور کامل و در قالب مثالهای کاربردی بررسی شده است. در فصل هشتم نیز مهمترین مودهای خرابی موجود در انواع سازه ها (بتنی، فولادی، بنایی، پلها) بررسی شده و تلاش شده است تا یک دید کاملاً اجرایی در اختیار خوانندگان محترم قرار گیرد.

در نهایت سخن لازم است از کلیه عزیزان و سرورانی که با ارائه نقطه نظرات و پیشنهادات سازنده خویش در طول نگارش این کتاب در جهت هرچه بهتر شدن اثر، یاری نمودند تشکر و قدردانی ویژه ای به عمل آید بدینوسیله از جناب آقای دکتر علیرضا فیوض، جناب آقای پروفسور غفوری آشتیانی و جناب آقای دکتر رضا وهدانی به جهت اعلام نقطه نظرات ارزشمند خویش تشکر می نمایم. همچنین از محترمت حضرت روحش و فناوری دانشگاه سمنان که کلیه نظرات نگارندگان را در جهت چاپ کتاب برآورده نمودند، تشکر و قدر دانی می گردد. در انتها ضروری است از سرکار خانم مهندس راضیه یوسفی بابت کار بازرینی نهایی و مطالعه کلیه فصول و آماده سازی مطالب و اشکال فصل ۶ و ۷ بر عهده ایشان تقدیر و تشکر ویژه نمایم.

به هر روی امیدوار است که اثر حاضر به هر چند مختصر باشد در جهت پیشرفت علوم و مبانی مهندسی زلزله در کشور پهناور و عزیز ایران و توانسته باشد انگیزه های لازم را برای ادامه تحصیل مهندسين عمران در گرایش مهندسی زلزله فراهم نماید و از طرفی پاسخ گوی نیاز مهندسين عمران در مبانی مهندسی زلزله و دینامیک سازه باشد. در آخر از همه خوانندگان محترم تقاضا می شود که هرگونه نظر، پیشنهاد و انتقاد را از طریق آدرس ایمیل زیر به اطلاع نگارندگان برسانند و مولفین پیشاپیش از هرگونه اشکال و نواقص در نگارش و محاسباتی محتمل در این کتاب از کلیه سروران گرامی پوزش می طلبند.

rsianpolo@yahoo.com

نوید سیاه پلو

mgerami@semnan.ac.ir

محسن گرامی

تابستان ۱۳۹۲

فهرست مطالب

۱۷	فصل ۱- مبانی نظری و تعاریف مقدماتی در مهندسی زلزله.....
۱۸	۱,۱ ساختار زمین.....
۱۹	۲,۱ عامل بر وجود آورنده زلزله.....
۲۳	۳,۱ تقسیم بندی نواحی لرزه خیز جهان.....
۲۶	۴,۱ رده بندی زمین لرزه ها در قرن بیستم میلادی.....
۲۶	۵,۱ پیامدهای زلزله.....
۳۳	۶,۱ تعاریف مقدماتی.....
۳۴	۷,۱ معرفی امواج حاصل از زلزله.....
۳۹	۸,۱ مقیاسهای سنجش زلزله.....
۴۵	۹,۱ روشهای تعیین بزرگی زلزله.....
۵۰	۱۰,۱ رابطه تبدیل شدت زلزله در واحد مرکالی به بزرگی زلزله در واحد ریشتر.....
۵۰	۱۱,۱ ارتباط بزرگی زلزله و طول گسل فعال.....
۵۱	۱۲,۱ لرزه نگارها.....
۵۵	۱۳,۱ تقسیم بندی زمین لرزه از لحاظ محتوای فرکانسی.....
۵۶	۱۴,۱ ویژگی ها و خصوصیات ارتعاشی زمین لرزه.....
۶۰	۱۵,۱ روش احتمالی برای تعیین شتاب مبنای طرح.....
۶۹	۱۶,۱ دوره بازگشت زلزله.....
۷۲	۱۷,۱ رابطه گوتنبرگ- ریشتر برای محاسبه شتاب زلزله در نواحی دورتر از کانون زلزله.....
۷۳	۱۸,۱ رابطه بین درجه مرکالی اصلاح شده و شتاب مبنای طرح.....
۷۵	۱۹,۱ زمان تداوم زلزله.....

۷۸	 ۲۰,۱ مکانیزم تخریب زلزله
۸۱	 ۲۱,۱ تاریخچه خسارتها و تلفات حاصل از زلزله
۸۴	 ۲۲,۱ پارامترهای مفید در پیشگویی وقوع زلزله
۸۶	 ۲۳,۱ تدابیر ضروری برای مقابله با زلزله
۸۷	 ۲۴,۱ اقداماتی که پیش از وقوع زلزله باید در سطح جامعه انجام داد
۸۹	فصل ۲- روش استاتیکی معادل
۹۰	 ۱,۲ فلسفه و هدف از نگارش آیین نامه ها
۹۰	 ۲,۲ اهداف اساسی استوین استاندارد ۲۸۰۰
۹۱	 ۳,۲ حدود کاربرد آیین نامه ۲۸۰۰ ایران
۹۱	 ۴,۲ انواع ملاحظات براساس استاندارد ۲۸۰۰ ایران
۹۷	 ۵,۲ گروه بندی ساختمان براساس استاندارد ۲۸۰۰
۹۸	 ۶,۲ تاریخچه بر روش استاتیکی معادل
۱۰۰	 ۷,۲ گستره کاربرد روش استاتیکی معادل
۱۰۱	 ۸,۲ ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ در بررسی منظم بودن ساختمان
۱۰۶	 ۹,۲ مولفه ای زلزله بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ ایران
۱۰۸	 ۱۰,۲ روش تحلیل استاتیکی معادل براساس استاندارد ۲۸۰۰ ایران
۱۰۹	 ۱۱,۲ تعریف پارامترهای موثر در محاسبه نیروی استاتیکی معادل
۱۲۴	 ۱۲,۲ ترکیب سیستمهای سازه ای
۱۲۶	 ۱۳,۲ کنترل واژگونی
۱۲۸	 ۱۴,۲ کنترل تغییر مکان طبقات
۱۳۰	 ۱۵,۲ کنترل اثر وزن یا $P-\Delta$
۱۳۳	 ۱۶,۲ کنترل و محاسبه لنگر پیچش
۱۳۸	 ۱۷,۲ توزیع نیروی برشی پایه حاصل از تحلیل استاتیکی معادل در ارتفاع سازه

۱۴۲	 ۱۸,۲ مولفه نیروی قائم زلزله.
۱۴۳	 ۱۹,۲ توزیع نیروی جانبی بین عناصر مقاوم در یک طبقه.
۱۵۰	 ۲۰,۲ معرفی سختی برخی از عناصر مقاوم جانبی رایج.
۱۵۶	 ۲۱,۲ انواع دیافراگم ها.
۱۸۶	 ۲۲,۲ تعیین اینرسی مهاربندها به روش کار مجازی.
۱۸۸	 ۲۳,۲ نیروی جانبی وارد بر اجزای ساختمان و قطعات الحاقی.
۱۸۹	 ۲۴,۲ بین نیروی زلزله روی برجهای آب - دکلها - دودکش ها.
۲۰۰	 ۲۵,۲ روش تحلیلی برای تعیین زمان متناوب در سازه های صلب و مهاربندی شده.
۲۰۹	 ۲۶,۲ محاسبه نیروی لرزه وارد بر پل به روش استاتیکی معادل.
۲۱۹	 فصل ۳ - تحلیل دینامیکی سازه ها.
۲۲۱	 ۱,۳ تحلیل سیستمهای یک درجه آزادی.
۲۲۱	 ۱,۱,۳ ارتعاش آزاد.
۲۲۳	 ۱,۱,۳ ارتعاش آزاد نامیرا.
۲۲۶	 ۲,۱,۳ ارتعاش آزاد میرا.
۲۳۲	 ۳,۱,۳ محاسبه نسبت میرایی به کمک روش تنزل لگاریتم.
۲۳۷	 ۲,۱,۳ ارتعاش میرا تحت اثر بار خارجی.
۲۳۸	 ۳,۱,۳ ترکیب سختی.
۲۴۷	 ۴,۱,۳ سیستم های یک درجه آزاد تعمیم یافته.
۲۶۵	 ۵,۱,۳ آنالیز ارتعاش به روش رایلی.
۲۷۳	 ۲,۳ سیستم های چند درجه آزادی.
۲۷۷	 ۱,۲,۳ محاسبه بردار الاستیک $\{f_s\}$.
۲۸۵	 ۲,۲,۳ برآورد ماتریس سختی قابهای برشی.
۲۸۶	 ۳,۲,۳ ماتریس سختی ساختمانهای برشی - پیچشی.

۲۹۱	محاسبه بردار میرایی $\{f_D\}$
۲۹۲	محاسبه بردار نیروی اینرسی $\{f_I\}$
۲۹۷	ارتعاش آزاد سازه.....
۲۹۹	شکل های مد ارتعاشی.....
۳۰۶	قضیه تعامد مودها و تعریف سختی، جرم و میرایی مودی.....
۳۰۷	روش مختصات نرمال جهت حل معادله دیفرانسیل حرکت در حالت کلی.....
۳۱۱	محاسبه بردار نیروی الاستیک $\{f_s(t)\}$ در روش مختصات نرمال.....
۳۱۲	مدیه سازی ماتریس شکل مودنسبت به ماتریس جرم.....
۳۱۴	تحلیل دینامیکی در پنجه زمانی سیستم چند درجه آزاد در برابر تحریک زلزله.....
۳۱۷	پاسخ سیستم عددی اجزای به ارتعاش آزاد.....
۳۲۰	تحلیل دینامیکی طیفی در سیستم چند درجه آزاد.....
۳۲۳	محاسبه نیروی استاتیکی مادل کمک مبنای تحلیل طیفی.....
۳۲۵	روشهای تحلیل دینامیکی طیفی براساس استاندارد ۲۸۰۰ ایران.....
۳۲۶	۱.۱۶.۲.۳ ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ در انتخاب تعداد مدهای نوسان.....
۳۲۷	۲.۱۶.۲.۳ روشهای ترکیب آثار مدی.....
۳۳۰	۳.۱۶.۲.۳ ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ در انتخاب روش ترکیب مدها.....
۳۳۱	۴.۱۶.۲.۳ اصلاح بازتابهای دینامیکی.....
۳۳۲	۵.۱۶.۲.۳ تحلیل دینامیکی طیفی به کمک طیف استاندارد(روش شبه دینامیکی).....
۳۳۸	۶.۱۶.۲.۳ تحلیل دینامیکی طیفی به کمک طیف ویژه ساختگاه.....
۳۴۵	۷.۱۶.۲.۳ تحلیل دینامیکی به کمک طیف تاریخچه زمانی شتاب زلزله.....
۳۸۲	۱۷.۲.۳ تحلیل تاریخچه زمانی.....
۳۸۸	۱۸.۲.۳ تحلیل دینامیکی ارتجاعی به کمک طیف طرح هاوژنر.....
۳۹۰	۱۹.۲.۳ روش های تقریبی تحلیل دینامیکی سازه های منظم و نامنظم.....
۴۰۳	۲۰.۲.۳ تعیین نیروی زلزله وارد بر مخازن.....

۴۱۳	فصل ۴- پاسخ سازه تکررجه آزاد در برابر انواع بارهای متعین دینامیکی.....
۴۱۳	۱،۴ پاسخ در برابر بارهای هارمونیک.....
۴۱۴	۱،۱،۴ محاسبه پاسخ سیستم یکدرجه آزاد نامیرا تحت اثر بارگذاری سینوسی.....
۴۱۶	۲،۱،۴ محاسبه پاسخ سیستم یکدرجه آزاد میرا تحت اثر بارگذاری سینوس.....
۴۲۰	۳،۱،۴ پاسخ تشدید.....
۴۲۲	۱،۴ محاسبه حداکثر ضریب بزرگنمایی دینامیکی.....
۴۲۴	۱،۴ کاربرد استفاده از پاسخ هارمونیک سازه در ساخت شتاب سنج و تغییر مکان سنج.....
۴۲۶	۶،۱،۴ جداسازی ارتعاش.....
۴۲۶	۶،۱،۴ جداسازی ارتعاش ماشین آلاتی که روی سازه قرار دارند.....
۴۳۲	۲،۶،۱،۴ پاسخ از بارهای زمین از فونداسیون.....
۴۳۷	۲،۴ پاسخ در برابر بارهای متناوب.....
۴۳۷	۱،۲،۴ مقدمه ای بر سری فوریه.....
۴۴۰	۲،۲،۴ پاسخ به بارگذاری سری فوریه.....
۴۴۲	۳،۲،۴ شکل نمایی سری فوریه (دامنه فرکانس).....
۴۴۶	۳،۴ پاسخ به بارگذاری ضربه‌ای.....
۴۴۷	۱،۳،۴ بررسی ضربه نیم موج سینوسی.....
۴۵۲	۲،۳،۴ بررسی ضربه مستطیلی.....
۴۵۴	۳،۳،۴ طیف پاسخ بار ضربه‌ای یا طیف شوک.....
۴۵۷	۴،۳،۴ تحلیل تقریبی سازه در برابر بارگذاری ضربه‌ای.....
۴۶۱	۴،۴ پاسخ در برابر بارگذاری کلی در حوزه زمان (به روش جمع آثار قوا).....
۴۶۵	۵،۴ پاسخ در برابر بارهای کلی (روش‌های گام به گام).....
۴۷۸	۶،۴ تابع پاسخ ضربه واحد.....
۴۷۸	۷،۴ پاسخ در برابر بارگذاری کلی در حوزه فرکانس.....

۴۸۲	 ۸,۴ پاسخ سازه چنددرجه آزاد در برابر بارگذاری کلی درحوزه زمان)
۴۹۱	فصل ۵- مبانی تحلیل دینامیکی و ارزیابی پاسخ ارتجاعی و غیر ارتجاعی سازه ها
۴۹۳	 ۱,۵ تفاوت بین مسائل دینامیکی و استاتیکی
۴۹۳	 ۲,۵ انواع ارتعاشات موجود در سازه
۴۹۴	 ۳,۵ درجه آزادی سازه
۴۹۴	 ۴,۵ معادله حرکت یک سیستم یکدرجه آزاد ایده آل
۴۹۸	 قسمت اول بررسی پاسخی سیستم تکدرجه آزاد در حوزه ارتجاعی
۴۹۸	 ۵,۵ بررسی اثر زمان تناوب طبیعی و میرایی بر پاسخ تغییر مکانی سیستم تکدرجه آزاد
۴۹۹	 ۶,۵ طیف پاسخ
۵۰۰	 ۱,۶,۵ طیف پاسخ تغییر مکانی
۵۰۱	 ۲,۶,۵ طیف پاسخ شبه سرعت
۵۰۳	 ۳,۶,۵ طیف پاسخ شبه شتاب
۵۰۴	 ۷,۵ طیفهای سه گانه (ترکیبی)
۵۰۸	 ۸,۵ بررسی تاثیر میرایی درطیفهای سه گانه
۵۰۹	 ۹,۵ کاربرد طیف های پاسخ
۵۱۲	 ۱۰,۵ طیف طرح
۵۱۳	 ۱۱,۵ روش های محاسبه طیف طرح
۵۳۴	 ۱۲,۵ اثر جنس خاک بر طیف طرح
۵۳۵	 ۱۳,۵ کاربرد طیف طرح الاستیک و غیر الاستیک در محاسبه نیروی برش پایه
۵۳۹	 ۱۴,۵ اختلاف طیف طرح و طیف پاسخ ارتجاعی
۵۴۰	 قسمت دوم- پاسخ ارزه ای سیستم تکدرجه آزاد در حوزه غیر ارتجاعی
۵۴۰	 ۱۵,۵ تعاریف مقدماتی
۵۴۳	 ۱,۱۵,۵ سیستم خطی نظیر

۵۴۴	 مقاومت سیستم همپایه شده..... ۲,۱۵,۵
۵۴۵	 ضریب کاهش مقاومت تسلیم..... ۳,۱۵,۵
۵۴۵	 ضریب شکل پذیری..... ۲,۱۵,۵
۵۴۸	 ۱۶,۵ بررسی اثرات مقاومت تسلیم بر پاسخ غیر ارتجاعی سازه‌ها.....
۵۵۴	 ۱۷,۵ نیاز شکل پذیری (شکل پذیری لازم) ، ظرفیت شکل پذیری (شکل پذیری موجود)
۵۵۸	 ۱۸,۵ بررسی تغییرات شکل پذیری با پرود سازه.....
۵۶۰	 ۱۹,۵ تیت های طیف پاسخ برای تغییر فرم تسلیم و مقاومت تسلیم.....
۵۶۱	 ۲۰,۵ فرمت سیستم برای شکل پذیری معین
۵۶۳	 ۲۱,۵ طیف پاسخ به شکل پذیری ثابت
۵۶۶	 ۲۲,۵ طیف طرح غیر ارتجاعی
۵۶۸	 ۲۳,۵ طیف طرح غیر ارتجاعی مبانی طرح لرزه‌ای‌ها.....
۵۷۰	 ۲۴,۵ مبانی طرح لرزه‌ای
۵۷۲	 ۱,۲۴,۵ شکل‌پذیری دورانی و انتقالی
۵۷۶	 ۲,۲۴,۵ معرفی پارامتر اضافه مقاومت.....
۵۷۹	 ۳,۲۴,۵ ارتباط بین اضافه مقاومت، شکل پذیری و ضریب رفتار
۵۹۱	فصل ۶- ساختمانهای با مصالح بنایی غیر مسلح.....
۵۹۲	 ۱,۶ محدودیت ارتفاع و تعداد طبقات در ساختمانهای بنایی
۵۹۳	 ۲,۶ ویژگی های پلان ساختمان.....
۵۹۴	 ۳,۶ محدودیتهای موجود در مقطع قائم ساختمان.....
۵۹۸	 ۴,۶ بازشوها (در- پنجره - گنجه)
۶۰۰	 ۵,۶ دیوارهای سازه‌ای (باربر)
۶۰۲	 ۶,۶ دیوارهای بار بر سازه‌ای.....
۶۰۳	 ۷,۶ دیوارهای غیر بار بر و تیغه‌ها.....

۶۰۶	 ۸,۶ جان پناهها و دودکشها
۶۰۸	 ۹,۶ کلاف بندی
۶۱۷	 ۱۰,۶ دیوار چینی
۶۱۹	 ۱۱,۶ سقفها
۶۲۶	 ۱۲,۶ نما سازی
۶۲۶	 ۱۳,۶ کرسی چینی
۶۲۷	 ۱۴,۶ شال (۱)
۶۳۱	 فصل ۷ - توری ارتعاشات پیشا، تعاریف و مفاهیم پایه
۶۳۱	 ۱,۷ تعاریف پایه
۶۳۳	 ۲,۷ متغیر تصادفی
۶۳۳	 ۳,۷ تابع احتمال
۶۳۴	 ۴,۷ تابع چگالی احتمال
۶۳۴	 ۵,۷ تابع توزیع احتمال نرمال (کوسی)
۶۳۵	 ۶,۷ امید های آماری و انحراف معیار فرآیندهای تصادفی
۶۳۵	 ۱,۶,۷ امید آماری مرتبه اول (میانگین) و دوم
۶۳۷	 ۷,۷ فرایندهای مانا و ارگادیک
۶۳۷	 ۱,۷,۷ فرایند ایستا (مانا)
۶۳۸	 ۲,۷,۷ فرایند ارگادیک
۶۳۸	 ۸,۷ همبستگی فرایندهای پیشا
۶۴۰	 ۹,۷ تابع خود همبستگی
۶۴۱	 ۱۰,۷ تابع همبستگی متقاطع
۶۴۲	 ۱۱,۷ چگالی طیفی
۶۴۵	 ۱۲,۷ فرایند راندم باند باریک و باند پهن

۶۴۷	 ۱۳,۷ تابع چگالی طیفی متقاطع
۶۴۸	 ۱۴,۷ پاسخ سازه تکررجه آزاد در برابر فرآیند تصادف
۶۵۳	 ۱۵,۷ پاسخ سازه SDOF در برابر فرآیند تصادفی
۶۶۱	 ۱۶,۷ کاربرد تئوری ارتعاشات تصادفی در محاسبه پاسخ سازه MDOF
۶۶۵	 ۱۷,۷ محاسبه حداکثر پاسخ محتمل بروش ارتعاش پیشا
۶۶۵	 ۱۸,۷ کاربرد روش ارتعاش تصادفی (پیشا) در محاسبه در انقطاع
۶۷۱	 فصل ۸ بررسی آسیبهای سازه‌ای حاصل از زلزله
۶۷۱	 ۱,۸ مقدمه
۶۷۱	 ۱,۱,۸ زلزله واحد گشتاور لرزه‌ای
۶۷۴	 ۲,۱,۸ درآمدی بر انواع آسیبهای سازه‌ای
۶۷۶	 ۲,۸ خسارتهای ناشی از ضعف در خاک
۶۷۶	 ۱,۲,۸ روانگرایی
۶۸۳	 ۲,۲,۸ زمین لغزش
۶۹۱	 ۳,۲,۸ رس سست
۶۹۴	 ۳,۸ خسارتهای ناشی از ضعف در سازه
۶۹۴	 ۱,۳,۸ گسیختگی فونداسیون
۶۹۵	 ۲,۳,۸ اتصالات اعضا به فونداسیون
۶۹۸	 ۳,۳,۸ طبقه نرم
۷۰۱	 ۴,۳,۸ گشتاور پیچشی
۷۰۷	 ۵,۳,۸ برش
۷۱۰	 ۶,۳,۸ گسیختگی خمشی
۷۱۲	 ۷,۳,۸ ضعف در اتصالات
۷۱۶	 ۸,۳,۸ سازه‌های با مقاومت کم

۷۲۰	 ۴,۸ علل ثانویه تخریب سازه‌ای
۷۲۰	 ۱,۴,۸ گسلش سطحی
۷۲۲	 ۲,۴,۸ خسارتهای ناشی از سازه‌ها و شاهراه‌های مجاور
۷۲۴	 ۵,۸ پیشرفت‌های اخیر در بهبود عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها
۷۲۷	 ۱,۵,۸ انواع خسارتهای وارد بر سازه‌های بتنی
۷۴۰	 ۲,۵,۸ انواع خسارتهای وارد بر سازه‌های بنایی
۷۴۳	 ۳,۵,۸ انواع خسارتهای وارد به سازه‌های فولادی و مرکب
۷۴۸	 ۶,۸ معرفی روشهای نوین در تشخیص خرابی سازه
۷۵۱	 ۱,۶,۸ تشخیص خرابی بر پایه بررسی فرکانس طبیعی
۷۵۵	 ۲,۶,۸ تشخیص خرابی بر پایه بررسی تغییر شکل ماندگار
۷۵۶	 ۳,۶,۸ تشخیص خرابی بر پایه مدلهای انتشار موج
۷۵۹	 ۷,۸ پیشرفت‌های اخیر در بهبود عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها
۷۷۳	 واژه نامه انگلیسی - فارسی
۷۸۰	 منابع و مراجع