

دینامیک سازه‌ها و
تعیین نیروهای زلزله
(تئوری و کاربرد در مهندسی زلزله)

جلد دوم

ترجمه کتاب:

DYNAMICS OF STRUCTURES
Theory and Applications to
Earthquake Engineering

(third edition)

Anil K. Chopra
University of California at Berkeley
Prentice Hall International, Inc.

مترجم:
شاپور طاحونی

۱۳۸۹

سر شناسه	چوپرا، آنیل کی	chopra anil k.
عنوان و نام پدیدآور	دینامیک سازه ها و تعیین نیروهای زلزله (تئوری و کاربرد در مهندسی زلزله) / [مؤلف آنیل چوپرا] : مترجم شاپور طاحونی ۱۳۳۴.	
مشخصات نشر	تهران : علم و ادب، ۱۳۷۷.	
مشخصات ظاهری	ج ۲ : مصور ، جدول ، نمودار.	
شابک	۲۲۰۰۰ ریال (چاپ دوم) : ج ۱ : ۹۶۴-۹۰۳۷۴-۶۲-X	
	دوره دو جلدی : ۸-۵۴-۷۰۰۵-۹۶۴-۹۷۸ ، ج ۲ : ۲-۵۶-۷۰۰۵-۹۶۴-۹۷۸	
یادداشت	عنوان اصلی : Dynamics of structures:	
	theory and applications to earthquake engineering	
یادداشت	چاپ دوم، ۱۳۷۹.	
یادداشت	چاپ چهارم: پاییز ۱۳۸۵.	
عنوان روی جلد	دینامیک سازه ها و تعیین نیروی زلزله (نظریه و کاربرد).	
موضوع	زلزله -- مهندسی.	
موضوع	سازه -- دینامیک.	
شناسه افزوده	طاحونی، شاپور، ۱۳۳۴، مترجم.	
رده بندی کنگره	۱۳۷۷: ج ۱/۶۵۴/۶ TA	
رده بندی دیویی	۶۲۴/۱۷۶۲ : شماره کتابشناسی ملی : ۷۷-۸۶۲۰	

دینامیک سازه ها و تعیین نیروهای زلزله (جلد دوم)

مؤلف	آنیل چوپرا
مترجم	شاپور طاحونی
ناشر	انتشارات علم و ادب
امور فنی و هنری	مهناز عزب دفتری
شمارگان	۱۰۰۰ نسخه
تاریخ انتشار	۱۳۸۹، چاپ اول
قیمت	۱۰۰۰۰۰ ریال
شابک	۸-۵۴-۷۰۰۵-۹۶۴-۹۷۸ (دوره دو جلدی)
	۲-۵۶-۷۰۰۵-۹۶۴-۹۷۸ (جلد دوم)

«کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری ترجمه و جز اینها برای «انتشارات علم و ادب» محفوظ است.»

مقدمه مؤلف

این مجموعه به عنوان کتاب درسی در زمینه دینامیک سازه‌ها برای دانشجویان مهندسی عمران تهیه شده است. کتاب شامل عناوین مختلفی در زمینه دینامیک سازه‌ها، و کاربرد نظریه‌های آن در تحلیل لرزه‌ای و تعیین پاسخ و طراحی سازه‌ها در مقابل زلزله می‌باشد. فرض بر این بوده است که خواننده قبل از مطالعه این کتاب، هیچ آشنایی در زمینه دینامیک سازه‌ها ندارد. مطالب با جزییات و مثال‌های کافی و دقت زیاد ارائه شده‌اند، به طوری که کتاب به صورت خودآموز باشد. این جنبه، به علاوه موارد کاربردی متعدد ارائه شده، کتاب را برای مهندسين حرفه‌ای، به خصوص آنهایی که در زمینه تحلیل و طراحی سازه شاغل هستند، جالب می‌سازد.

در تدوین کتاب، تأکید زیاد بر این بوده است که علم دینامیک به صورت ساده و قابل فهمی برای دانشجویان و مهندسين حرفه‌ای ارائه شود، زیرا عقیده عمومی مبنی بر مشکل و پیچیده بودن این علم است. برای رسیدن به این هدف سعی شده است که:

(الف) تا حد امکان وارد مسائل ریاضی نشویم (ب) روش‌های تحلیلی به طور خلاصه و تا حد ارائه گام‌های کلیدی عرضه شوند (پ) حدود ۱۰۰ مثال از مسائل کاربردی در کتاب ارائه گردیده است (ت) بیش از ۴۰۰ شکل و تصویر با دقت و وسواس زیاد انتخاب و عرضه شده است.

در تهیه کتاب اهداف چندگانه زیر مد نظر بوده است:

- مربوط کردن ایده آل‌سازی سازه به مشخصات واقعی آن
- ارائه مطالب به نحوی که درک فیزیکی از نظریه‌های دینامیک سازه در خواننده به وجود آورد.
- کاربرد نظریه‌های دینامیک سازه‌ها در مسائل علمی
- تفسیر نتایج نظری به منظور فهم پاسخ سازه به تحریک‌های دینامیکی مختلف به خصوص تحریک لرزه‌ای
- کاربرد نظریه دینامیک سازه‌ها در مطالعات پارامتری که پایه‌ای برای بنیادی پاسخ و طراحی لرزه‌ای ساختمان‌ها می‌باشد.

این کتاب مشتمل بر سه قسمت می‌باشد که هر قسمت مشتمل بر چند فصل است:

قسمت ۱ - سیستم‌های یکدرجه آزادی مشتمل بر:

فصل ۱ - معادلات حرکت

فصل ۲ - ارتعاش آزاد

فصل ۳ - پاسخ به تحریک هارمونیک و تناوبی

فصل ۴ - پاسخ به تحریک دلخواه، پله‌ای و ضربه‌ای

فصل ۵ - روش‌های عددی برای تحلیل دینامیکی

فصل ۶ - پاسخ سیستم‌های خطی در برابر زلزله

فصل ۷ - پاسخ لرزه‌ای سیستم‌های غیرخطی

فصل ۸ - سیستم‌های یکدرجه آزادی کلی

قسمت ۲ - سیستم‌های چنددرجه آزادی مشتمل بر:

فصل ۹ - معادله حرکت

فصل ۱۰ - ارتعاش آزاد

فصل ۱۱ - میرایی در سازدها

فصل ۱۲ - تحلیل دینامیکی سیستم‌های خطی

فصل ۱۳ - تحلیل لرزه‌ای سیستم‌های خطی

فصل ۱۴ - کاهش درجه‌های آزادی

فصل ۱۵ - تحلیل عددی پاسخ دینامیکی

فصل ۱۶ - سیستم‌ها با خواص الاستیسیته و جرمی توزیع شده

فصل ۱۷ - مقدمه‌ای بر اجزای محدود

قسمت ۳ - پاسخ لرزه‌ای و طراحی ساختمان‌های چند طبقه:

فصل ۱۸ - پاسخ لرزه‌ای ساختمان‌ها در محدوده ارتجاعی خطی

فصل ۱۹ - پاسخ لرزه‌ای ساختمان‌ها در محدوده فرا ارتجاعی

فصل ۲۰ - تحلیل لرزه‌ای ساختمان‌ها با جداگرهای ارتعاشی در پایه

- فصل ۲۱ - دینامیک سازه‌ها در آیین‌نامه‌های ساختمانی
- فصل ۲۲ - دینامیک سازه‌ها در دستورالعمل‌های ارزیابی ساختمانی
- پیوست الف: روش تحلیل در دامنه فرکانس
- پیوست ب: نمادها
- پیوست پ: پاسخ به مسائل منتخب

سخنی با مدرسین

قبل از مطالعه این درس، دانشجو باید با مطالب زیر آشنایی داشته باشد:

- استاتیک، مقاومت مصالح، تحلیل کلاسیک سازه‌ها، و تحلیل ماتریسی سازه‌ها (قبل از مطالعه قسمت دوم کتاب)
- طراحی سازه‌ها (فولاد و بتن)
- دینامیک اجسام صلب
- ریاضیات شامل معادلات دیفرانسیل، جبر خطی و معادلات دیفرانسیل جزئی.

کل کتاب را می‌توان در دو ترم متوالی با عناوین دینامیک سازه‌های ۱ و ۲ تدریس نمود.

دینامیک سازه‌های ۱:

فصل‌های ۱ و ۲، قسمت‌های الف و ب از فصل ۳ و فصل ۴، عناوین منتخب از فصل ۵، بخش‌های ۱ تا ۷ از فصل ۶، بخش‌های ۱ تا ۷ از فصل ۷، عناوین منتخب از فصل ۸، بخش‌های ۱ تا ۴ و ۸ تا ۱۱ از فصل ۹، قسمت‌های الف و ب از فصل ۱۰، قسمت‌های الف و ب از فصل ۱۲، بخش‌های ۱، ۲، ۷، ۸ از فصل ۱۳، و عناوین منتخب از قسمت الف فصل ۲۱

دینامیک سازه‌های ۲:

فصل ۶، فصل ۷، بخش‌های ۵ تا ۷ فصل ۹، قسمت پ از فصل ۱۰، فصل ۱۱، قسمت‌های پ و ت از فصل ۱۲، بخش‌های ۳ تا ۹ فصل ۱۳ و فصول ۱۴ تا ۲۲.

به علاوه از کتاب می توان به عنوان تدریس دینامیک سازه ها و مهندسی زلزله در یک ترم استفاده نمود. مطالب مورد تدریس به قرار زیر می باشند:

فصل ۱، بخش های ۱ و ۲ فصل ۲، بخش های ۱ تا ۴ فصل ۳، بخش های ۱ تا ۵ فصل ۴، فصول ۶ و ۷، عناوین منتخب از فصل ۸، بخش های ۱ تا ۴ و ۸ تا ۱۱ از فصل ۹، قسمت های الف و ب از فصل ۱۰، قسمت الف از فصل ۱۱، قسمت های الف و ب از فصل ۱۲، بخش های ۱، ۲، ۷ و ۸ از فصل ۱۳، و فصل ۲۱.

آنیل چوپرا

برکلی - کالیفرنیا

مقدمه مؤلف برای چاپ سوم

قریب به ۱۱ سال از انتشار کتاب دینامیک سازه‌ها می‌گذرد و در این مدت استفاده از آن به‌عنوان کتاب درسی در دانشگاه‌های آمریکا و سایر نقاط دنیا، گسترش یافته است. ترجمه آن به زبان‌های ژاپنی، کره‌ای و فارسی انتشار یافته و ترجمه آن به زبان‌های چینی، یونانی و ترکی در حال انجام است. در تهیه چاپ سوم سعی بر توسعه، بهبود و به‌روز کردن کتاب بوده است.

تغییرات عمده در فصل‌های ۱۹ و ۲۱ بوده و فصل ۲۲ به‌کتاب اضافه شده است. فصل ۱۹ با توجه به پیشرفت‌های اخیر در زمینه تحلیل فرا ارتجاعی سازه‌ها، تقریباً بازنویسی شده است. فصل ۲۱ با توجه به تغییرات اخیر آیین‌نامه‌ها مورد تجدیدنظر اساسی قرار گرفته است. فصل ۲۲ برای رفع نیازهای علمی مهندسين در کاربرد آیین‌نامه‌های ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای بر مبنای عملکرد با توجه به اصول دینامیک سازه‌ها که در فصل‌های ۷ تا ۱۹ ارائه شده، تدوین یافته است.

در فصول ۶، ۷ و ۸ و ۱۲ تغییرات مختصری ایجاد شده است. در فصل ۶ با توجه به رکوردهای ثبت شده از زلزله‌های حوزه نزدیک، خصوصیات لرزه‌ای این حوزه‌ها در مقایسه با حالت متعارف حوزه‌های دور ارائه شده است. در فصل ۷ اصول ساخت طیف طرح غیرارتجاعی مورد بحث قرار گرفته و در فصل ۱۲ بر پایه نتایج سال‌های اخیر، خطای حاصل از تحلیل طیفی مورد بحث قرار گرفته است.

چاپ سوم شامل حدود ۲۵۷ مسئله در انتهای فصل‌ها می‌باشد که پاسخ آنها برای مدرسين به‌شیوه دان لود در دسترس می‌باشد که در آن توضیحات اضافی برای موارد آموزشی در کلاس وجود دارد.

از کلیه دانشجویان و مهندسين درخواست می‌گردد پیشنهادات اصلاحی و توضیحی و همچنین اغلاط کشف شده در کتاب را به آدرس chopra@ce.berkeley.edu ارسال نمایند.

آنیل چوپرا

مقدمه مترجم

کتاب‌های زیادی در زمینه دینامیک سازه‌ها و مهندسی زلزله برای مهندسين سازه و عمران منتشر شده است، ولی هیچکدام از آنها چنین بی‌تکلف، ساده، دقیق، و قابل درک، نظریه‌های دینامیک سازه‌ها و کاربردهای عملی آن را در مهندسی زلزله ارائه نکرده‌اند. کار استاد آنیل چوپرا در تهیه این کتاب تحسین هر خواننده‌ای را برمی‌انگیزد.

جذابیت کتاب از نظر مهندسی سازه در این است که علم دینامیک سازه‌ها به‌صورت هدفداری به‌منظور تحلیل لرزه‌ای ارائه شده است.

مطالب ارائه شده در خصوص مبانی ساخت طیف و تحلیل دینامیکی طیفی سازه‌ها که اساس تعیین نیروی‌های زلزله بر ساختمان‌ها می‌باشد، در این کتاب به‌صورت منحصر به‌فردی ارائه شده است، به‌طوری‌که در این زمینه کمتر نوشته‌ای با آن قابل مقایسه است. در حد بضاعت سعی گردیده مطالب کتاب به‌صورت ساده و روان ترجمه و در اختیار علاقمندان قرار گیرد. تعدادی از فصول ترجمه نشده‌اند که به‌مرور زمان به‌کتاب اضافه خواهند شد.

زیبایی‌های کتاب حاصل کار استاد آنیل چوپرا و کاستی‌های آن ناشی از نقص ترجمه این حقیر می‌باشد. امید است کتاب مورد توجه علاقمندان قرار گیرد. در خاتمه از زحمات بی‌دریغ آقای مهندس آرش نیری در بازخوانی کتاب و ارائه پیشنهادهای سازنده، صمیمانه تشکر می‌شود.

ش - طاحونی

تابستان ۱۳۷۷

مقدمه مترجم برای چاپ سوم

حدود ۱۱ سال از انتشار ترجمه فصل‌های ۱ تا ۱۰ کتاب دینامیک سازه‌ها، نوشته استاد آنیل چوپرا از دانشگاه کالیفرنیا می‌گذرد. در این مدت این ترجمه همانند کتاب اصلی، جایگاه خود را به عنوان کتاب مرجع درسی برای دانشجویان و کتاب پایه برای مهندسين حرفه‌ای پیدا کرده و بارها مورد تجدید چاپ قرار گرفته است.

در طی این مدت بارها بر این اراده شدم که بر مبنای ویرایش اول و یا دوم کتاب فصول باقی‌مانده را که مشتمل بر ۱۲ فصل می‌باشد (فصل‌های ۱۱ تا ۲۲) ترجمه و به عنوان جلد دوم منتشر نمایم، که هر بار به دلیلی به تعویق افتاده بود. حدود سه سال پیش حادثه‌ای عجیب رخ داد. استاد آنیل چوپرا به دعوت پژوهشگاه بین‌المللی زلزله در ایران مهمان بودند و بعد از سخنرانی، تعدادی از دانشجویان ترجمه فصول دهگانه کتاب را جهت امضا به ایشان ارائه کرده بودند. استاد بعد از آگاهی از ترجمه آن به فارسی از طریق دوست و همکار ارجمندم، استاد وحید لطفی از دانشگاه امیرکبیر که با استاد چوپرا آشنایی داشتند، ارتباط مکاتبه‌ای با من پیدا کرده و از اینجانب انجام سه مورد زیر را خواستند:

۱ - ترجمه کامل کتاب.

۲ - استفاده از چاپ سوم کتاب برای ترجمه (ایشان نسخه‌ای از چاپ سوم را در اختیار من قرار دادند)

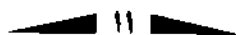
۳ - حذف کلیه مطالب اضافی که در ترجمه اضافه شده بود.

اینجانب با کمال اشتیاق بر خواسته‌های استاد گردن نهاده و شروع به ترجمه فصل‌های ۱۱ تا ۲۲ نمودم که حاصل آن را در جلد دوم کتاب ملاحظه می‌فرمایید. انشاءالله در آینده نزدیک فصل‌های ۱ تا ۱۰ نیز به عنوان جلد اول با اعمال تغییرات و ویرایش سوم کتاب دینامیک سازه‌ها مورد تجدید نظر قرار قرار گرفته و انتشار می‌یابد. امید است حاصل کار مورد توجه دانشجویان، مهندسان حرفه‌ای و اساتید ارجمند دانشگاه‌ها قرار گیرد.

شاپور طاحونی

بهار ۱۳۸۹

فهرست مطالب



میرایی سازه

۱	گستره
۲	قسمت (الف): داده‌های تجربی و نسبت‌های میرایی مودی توصیه شده
۲	۱۱ - ۱ مشخصه‌های ارتعاشی ساختمان کتابخانه ملیکان
۷	۱۱ - ۲ تخمین نسبت‌های میرایی مودی
۹	قسمت (ب): تولید ماتریس میرایی
۹	۱۱ - ۳ ماتریس میرایی
۱۰	۱۱ - ۴ ماتریس میرایی کلاسیک
۲۱	۱۱ - ۵ ماتریس میرایی غیرکلاسیک
۲۳	فهرست مراجع تکمیلی
۲۴	مسائل فصل یازدهم



تحلیل دینامیکی و پاسخ سیستم‌های خطی

۲۵	دامنه
۲۶	قسمت الف: سیستم‌های دو درجه آزادی
۲۶	۱۲ - ۱ تحلیلی سیستم دو درجه آزادی بدون میرایی
۲۹	۱۲ - ۲ جاذب‌های انرژی یا میراگرهای جرمی میزان شده

۳۲	قسمت ب: تحلیل مودی
۳۲	۱۲ - ۳ معادلات مودی برای سیستم بدون میرایی
۳۶	۱۲ - ۴ معادلات مودی برای سیستم‌ها با میرایی
۳۸	۱۲ - ۵ پاسخ تغییرمکان
۳۹	۱۲ - ۶ نیروهای اعضا
۳۹	۱۲ - ۷ تحلیل مودی - خلاصه

۴۶	قسمت پ: مشارکت پاسخ‌های مودی
۴۶	۱۲ - ۸ تجزیه مودی بردار نیروی تحریک
۵۰	۱۲ - ۹ تحلیل مودی برای
۵۳	۱۲ - ۱۰ ضرایب مشارکت مودی
۵۳	۱۲ - ۱۱ پاسخ‌های مودی و تعداد مودهای لازم

۶۳	قسمت ت: روش‌های تحلیل خاص
۶۳	۱۲ - ۱۲ روش اصلاح استاتیکی
۶۷	۱۲ - ۱۳ روش رویهم‌گذاری شتاب مودی
۶۸	۱۲ - ۱۴ تحلیل سیستم‌ها با میرایی غیرکلاسیک
۶۹	فهرست مراجع تکمیلی
۶۹	مسائل فصل دوازدهم

۱۳

تحلیل لرزه‌ای سیستم‌های خطی

۷۹	معرفی
۸۰	قسمت الف: تحلیل پاسخ تاریخچه زمانی
۸۰	۱۳ - ۱ تحلیل مودی
۸۸	۱۳ - ۲ ساختمان‌های چند طبقه با پلان متقارن
۱۱۱	۱۳ - ۳ ساختمان‌های چندطبقه با پلان نامتقارن
۱۲۵	۱۳ - ۴ پاسخ پیچشی ساختمان‌ها با پلان متقارن

۱۳۱	۵ - ۱۳	تحلیل سازه تحت تحریک چندگانه تکیه‌گاه‌ها
۱۳۷	۶ - ۱۳	ایده‌ال‌سازی سازه‌ای و پاسخ لرزه‌ای
۱۳۹		قسمت ب: تحلیل طیفی
۱۳۹	۷ - ۱۳	پاسخ حداکثر با استفاده از طیف پاسخ زمین‌لرزه
۱۴۵	۸ - ۱۳	ساختمان‌های چند طبقه با پلان متقارن
۱۶۰	۹ - ۱۳	ساختمان‌های چند طبقه با پلان نامتقارن
۱۶۹		فهرست مراجع تکمیلی
۱۷۰		مسائل فصل سیزدهم

۱۴

کاهش درجه‌های آزادی

۱۸۷		معرفی
۱۸۸	۱ - ۱۴	همبستگی هندسی
۱۸۹	۲ - ۱۴	متمرکز کردن جرم‌ها در درجه‌های آزادی منتخب
۱۹۰	۳ - ۱۴	روش رایلی ریتز
۱۹۴	۴ - ۱۴	انتخاب بردارهای ریتز
۲۰۲	۵ - ۱۴	تحلیلی دینامیکی با استفاده از بردارهای ریتز
۲۰۵		فهرست مراجع تکمیلی
۲۰۶		مسائل فصل چهاردهم

۱۵

محاسبات عددی برای تعیین پاسخ دینامیکی

۲۰۹		معرفی
۲۱۰	۱ - ۱۵	روش گام‌به‌گام زمانی
۲۱۱	۲ - ۱۵	تحلیل سیستم‌های خطی با میرایی غیرکلاسیک
۲۲۱	۳ - ۱۵	تحلیل سیستم‌های غیرخطی
۲۳۲		فهرست مراجع تکمیلی
۲۳۳		مسائل فصل پانزدهم

سیستم با جرم و سختی گسترده

معرفی

- ۲۳۵
 ۲۳۶ ۱ - ۱۶ رابطه حرکت بدون میرایی - نیروهای وارده
 ۲۳۷ ۲ - ۱۶ معادله حرکت بدون میرایی - تحریک تکیه‌گاهی
 ۲۳۹ ۳ - ۱۶ فرکانس‌ها و مودهای ارتعاشی طبیعی
 ۲۴۷ ۴ - ۱۶ تعامد مودی
 ۲۴۹ ۵ - ۱۶ تحلیل مودی سیستم‌ها تحت نیروی دینامیکی (تحریک اجباری)
 ۲۵۸ ۶ - ۱۶ تحلیل تاریخچه زمانی پاسخ زلزله
 ۲۶۴ ۷ - ۱۶ تحلیل طیفی برای تعیین پاسخ لرزه‌ای
 ۲۶۸ ۸ - ۱۶ مشکلات در تحلیل سیستم‌های عملی
 ۲۷۰ فهرست مراجع تکمیلی
 ۲۷۱ مسائل فصل شانزدهم

مقدمه‌ای بر روش اجزای محدود

معرفی

- ۲۷۳
 ۲۷۴ قسمت الف: روش رایلی ریتز
 ۲۷۴ ۱ - ۱۷ رابطه‌سازی با استفاده از قانون بقای انرژی
 ۲۷۹ ۲ - ۱۷ رابطه‌سازی با استفاده از روش کار مجازی
 ۲۸۰ ۳ - ۱۷ معایب روش رایلی ریتز
 ۲۸۱ قسمت ب: روش اجزای محدود
 ۲۸۱ ۴ - ۱۷ تقریب اجزای محدود
 ۲۸۳ ۵ - ۱۷ روش تحلیل
 ۲۸۵ ۶ - ۱۷ درجه‌های آزادی جز محدود و توابع درونیابی
 ۲۸۷ ۷ - ۱۷ ماتریس سختی جز محدود
 ۲۸۸ ۸ - ۱۷ ماتریس جرم جز محدود
 ۲۹۰ ۹ - ۱۷ بردار نیروی وارده به جز محدود

۲۹۶	۱۷ - ۱۰ مقایسه اجزای محدود و حل های دقیق
۲۹۷	۱۷ - ۱۱ تحلیل دینامیکی سازه های پیوسته
۳۰۲	فهرست مراجع تکمیلی
۳۰۳	مسائل فصل هفدهم

۱۸

پاسخ های لرزه ای ساختمان ها در محدوده خطی ارتجاعی

قسمت ۳

۳۰۷	پاسخ لرزه ای و طراحی ساختمان های چندطبقه
۳۰۹	معرفی
۳۱۰	۱۸ - ۱ تحلیل سیستمی، طیف طرح، و کمیت های پاسخی
۳۱۵	۱۸ - ۲ تأثیر T_1 و ρ در پاسخ
۳۱۶	۱۸ - ۳ ضرایب مشارکت مودی
۳۱۸	۱۸ - ۴ تأثیر T_1 بر پاسخ مودهای بالاتر
۳۲۲	۱۸ - ۵ تأثیر ρ بر پاسخ مودهای بالاتر
۳۲۲	۱۸ - ۶ تأثیر ارتفاع ساختمان بر مشارکت پاسخ مودهای بالاتر
۳۲۵	۱۸ - ۷ تعداد مودهای لازم برای تحلیل
۳۲۸	فهرست مراجع تکمیلی

۱۹

تحلیل لرزه ای و پاسخ غیر ارتجاعی ساختمان ها

معرفی

۳۲۹	قسمت الف: تحلیل غیرخطی تاریخچه زمانی
۳۳۰	۱۹ - ۱ معادلات حرکت: رابطه سازی و حل
۳۳۰	۱۹ - ۲ محاسبه نیاز لرزه ای: عواملی که باید مورد توجه قرار گیرند
۳۳۲	۱۹ - ۳ تغییر مکان جانبی نسبی طبقه
۳۳۸	۱۹ - ۴ نیاز مقاومتی برای سیستم های یک و چند درجه آزادی
۳۴۴	

۳۴۷	قسمت ب: روش‌های تحلیل تقریبی
۳۴۷	۱۹ - ۵ انگیزه و مفاهیم عمومی
۳۵۰	۱۹ - ۶ تحلیل تاریخچه زمانی مودی ناهمبسته
۳۵۸	۱۹ - ۷ تحلیل بارافزون مودی
۳۶۴	۱۹ - ۸ ارزیابی تحلیل بارافزون مودی
۳۷۱	۱۹ - ۹ تحلیل بارافزون مودی ساده شده جهت کاربرد عملی
۳۷۳	فهرست مراجع تکمیلی

۲۰

دینامیک ساختمان‌ها با جداساز لرزه‌ای در پایه

۳۷۵	معرفی
۳۷۵	۲۰ - ۱ سیستم‌های جداساز لرزه‌ای
۳۷۹	۲۰ - ۲ ساختمان‌های یک‌طبقه جدا شده
۳۸۷	۲۰ - ۳ کارایی روش جداسازی لرزه‌ای
۳۹۱	۲۰ - ۴ ساختمان‌های جدا شده چند طبقه
۳۹۹	۲۰ - ۵ کاربرد جداساز لرزه‌ای
۴۰۴	فهرست مراجع تکمیلی

۲۱

دینامیک سازه‌ها در آیین‌نامه‌های ساختمانی

۴۰۵	معرفی
۴۰۶	قسمت الف: آیین‌نامه‌های ساختمانی و دینامیک سازه‌ها
۴۰۶	۲۱ - ۱ آیین‌نامه بین‌المللی ساختمان (IBC-2006) - آمریکا
۴۱۰	۲۱ - ۲ آیین‌نامه ملی ساختمان کانادا - ۲۰۰۵
۴۱۳	۲۱ - ۳ آیین‌نامه مکزیک - ۲۰۰۴ (MFDC)
۴۱۶	۲۱ - ۴ یوروکد ۸ (۲۰۰۴)
۴۱۹	۲۱ - ۵ دینامیک سازه‌ها در آیین‌نامه‌های ساختمانی

۴۲۸	قسمت ب: مقایسه نیروهای جانبی استاتیکی معادل با نتایج تحلیل دینامیکی
۴۲۸	۲۱ - ۶ برش پایه

۴۳۴	۷ - ۲۱ نیروهای استاتیکی معادل و برش‌های طبقه
۴۳۶	۸ - ۲۱ لنگرهای واژگونی
۴۳۹	۹ - ۲۱ نتیجه‌گیری
۴۴۰	فهرست مراجع تکمیلی



دینامیک سازه‌ها در دستورالعمل‌های ارزیابی سازه‌ها

۴۴۱	معرفی
۴۵۰	۱ - ۲۲ روش‌های دینامیکی غیرخطی - روش‌های جاری
۴۵۲	۲ - ۲۲ تخمین تغییر مکان بام قاب چنددرجه آزادی با استفاده از سیستم یکدرجه آزادی
۴۵۵	۳ - ۲۲ محاسبه تغییر شکل سیستم‌های یکدرجه آزادی غیرارتجاعی
۴۶۳	۴ - ۲۲ تحلیل استاتیکی غیرخطی
۴۷۱	۵ - ۲۲ نتیجه‌گیری
۴۷۳	فهرست مراجع تکمیلی

۴۷۵	پیوست الف تحلیل دینامیکی در دامنه فرکانس
۵۰۳	پیوست ب نمادها
۵۱۵	پیوست پ پاسخ به مسائل منتخب
۵۳۱	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۵۴۱	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی
۵۵۳	فهرست موضوعی