

تعدیم به:

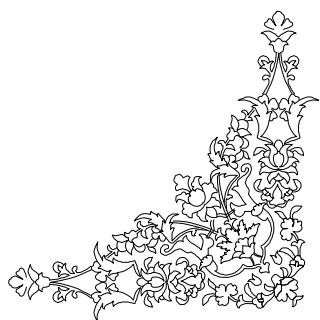
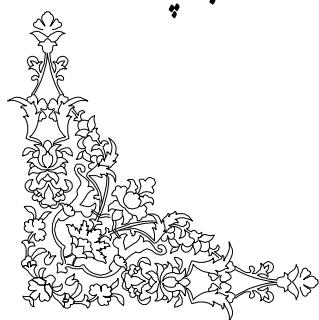
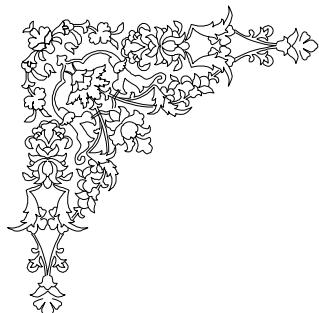
در

پ

و

مادرم

محمد رضا تابش پور



سخن مؤلف

با توجه به لرزه‌خیزی کشور ایران باید به دروس و سرفصل‌های مربوط به مهندسی زلزله و طراحی ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله توجه خاصی شود. تدوین کتاب‌های درسی منطبق با سرفصل‌های مناسب از فعالیت‌های مهم در این راستا است. بهمنظور انجام وظیفه در راستای این رسالت، اینجانب بر آن شدم تا بر اساس دستاوردهای مهندسی زلزله و با توجه به تجربیات مربوط به زلزله‌های گذشته، دوره‌ی «دستنامه‌ی مهندسی زلزله» را به جامعه‌ی مهندسی عمران و معماری کشور تقدیم کنم. این دوره شامل مجموعه‌ی نسبتاً کاملی از مطالب علمی این زمینه است. کتاب حاضر چهارمین کتاب از این سری بوده و در ده فصل و دو پیوست تدوین شده است.

هدف از درس مهندسی زلزله این است که دانشجویان و مهندسان با مفاهیم بارگذاری و طراحی لرزه‌ای آشنا شوند. برای استفاده از آینین‌نامه‌ها و ضوابط لرزه‌ای باید با این مفاهیم آشنا بود. سرفصل درس «مبانی مهندسی زلزله» طوری است که به نظر می‌رسد باید به مباحث آینین‌نامه‌ای به طور حاشیه‌ای پرداخته شود. در حالی که دانشجو باید در این درس با مفاهیم و کاربردهای ارتعاشات سیستم‌های یک و چند درجه آزادی در حدی آشنا شود که بتواند با مباحث آینین‌نامه‌ای مواجه شود. بهمنظور رسیدن به این هدف کتاب مستقلی در زمینه مباحث آینین‌نامه‌ای تدوین شده است تا دانشجویان به‌طور مفصل به سرفصل‌های مربوطه بپردازند. نکته مهم در ارائه درس «مبانی مهندسی زلزله» این است که:

هدف از این درس، گذاردن دینامیک سازه مقدماتی نیست؛ قبل از گذاردن درس «دینامیک سازه‌ها» باید با ریاضیات پیشرفته مهندسی آشنا شد و اصول دینامیک و ارتعاشات سازه‌ها مقدمه‌ای بر فهم فلسفه تحلیل و طراحی لرزه‌ای است. آنچه در مقطع کارشناسی باید مورد توجه و هدف قرار گیرد، توجه‌دادن دانشجویان به آینین‌نامه‌های بارگذاری لرزه‌ای و طراحی است.

این کتاب با هدف آشنایی دانشجویان با ملاحظات آینین‌نامه‌ای زلزله تدوین شده است. چنین منبعی می‌تواند علاوه بر استفاده‌های آموزشی در دانشگاه، مورد استفاده‌ی مهندسان نیز قرار گیرد. امید است این کتاب قسمتی از نیازهای جامعه‌ی دانشگاهی و مهندسی عمران کشور را برطرف کند. نمونه‌خوانی اولیه کتاب توسط سرکار خانم المیرا شوشتري انجام شده است، از همکاری صمیمانه ایشان تقدیر می‌شود.

از تلاش سرکار خانم فاطمه نوروزی در صفحه‌آرایی کتاب تقدیر می‌شود. آقایان رحیم شوقی و علی افضلی‌فرد، در بازخوانی و ویرایش متن کتاب مساعدت قابل ملاحظه‌ای انجام دادند، از همکاری ایشان صمیمانه تشکر می‌شود. آقای محمد کرمی شاهنده کمک بی‌شائبه‌ای در فرآیند تولید این کتاب داشته‌اند. از لطف ایشان صمیمانه تشکر می‌شود. آقای مجید رضا زرئی مدیر عامل این

انتشاراتی با دقت فراوانی فرآیند تولید کتاب را پی‌گیری می‌کنند؛ از حوصله و زحمات این عزیزان
تقدیر می‌شود.

از اساتید، دانشجویان و مهندسان محترم تقاضا می‌شود که نظرات و پیشنهادات خود را برای اصلاح و
رفع نقایص کتاب ارسال فرمایند. پیشایش از تمامی منتقدان و پیشنهادهندگان که اینجانب را مورد
منت قرار داده و زحمت ارسال نظرات خود را تقبل می‌کنند، صمیمانه تشکر می‌شود.

محمد رضا تابش پور

تهران، ۱۳۹۲

tabeshpour@sharif.edu

فهرست مطالب

فصل ۱ کلیات و تعاریف ۱

لرزه‌شناسی (Seismology)	۱.۱
تکنونیک (زمین ساخت) صفحه‌ای (Plate Techtonics)	۲.۱
تئوری بازگشت ارتجاعی (Elastic Rebound Theory)	۳.۱
امواج لرزه‌ای	۴.۱
انتشار امواج	۵.۱
بزرگای محلی ریشتر	۶.۱
پارامترهای اساسی در مهندسی زلزله	۷.۱
موضوع مهندسی زلزله	۸.۱
موضوع طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله	۹.۱
اثر $P - \Delta$	۱۰.۱
اتصال خورجینی	۱۱.۱
بناهای ضروری (Essential Facilities)	۱۲.۱
برش طبقه (Story Shear)	۱۳.۱
برش پایه (Base Shear)	۱۴.۱
تراز پایه (Base)	۱۵.۱
تغییر مکان نسبی طبقه (Story Drift)	۱۶.۱
دیافراگم (Diaphragm)	۱۷.۱
مرکز سختی (Center of Rigidity)	۱۸.۱
دیوار برشی (Shear Wall)	۱۹.۱
روانگرایی (Liquefaction)	۲۰.۱
سختی طبقه	۲۱.۱
سیستم باربر جانبی (Lateral Force Resisting System)	۲۲.۱
سیستم دیوارهای باربر (Bearing Wall System)	۲۳.۱

۲۴	(Building Frame System) سیستم قاب ساختمانی ساده	۲۴.۱
۲۴	سیستم دوگانه یا ترکیبی (Dual System)	۲۵.۱
۲۵	(Horizontal Bracing System) سیستم مهاربندی افقی	۲۶.۱
	طبقه (Story)	۲۷.۱
	طبقه‌ی نرم (Soft Story)	۲۸.۱
	طبقه ضعیف (Weak Story)	۲۹.۱
	قاب مهاربندی شده (Braced Frame)	۳۰.۱
۲۸	قاب مهاربندی شده هم محور (Concentric Braced Frame)	۳۱.۱
۳۰	قاب مهاربندی شده برون محور (Eccentric Braced Frame)	۳۲.۱
	قاب خمشی (Moment Resisting Frame)	۳۳.۱
۳۴	قاب خمشی معمولی (Ordinary MomentResisting Frame)	۳۴.۱
۳۴	قاب خمشی متوسط (Intermediate Moment Resisting Frame)	۳۵.۱
۳۴	قاب خمشی ویژه (Special Moment Resisting Frame)	۳۶.۱
	دیوار پرکننده	۳۷.۱
۲۸	شکست ستون کوتاه (Short Column)	۳۸.۱
	اثر ساختگاه (Site Effect)	۳۹.۱
۳۹	آسیب سازه‌ای و آسیب عمدی سازه‌ای	۴۰.۱
	قابلیت بهره‌برداری بدون وقفه	۴۱.۱
	قابلیت استفاده‌ی بدون وقفه	۴۲.۱
	ایمنی جانی	۴۳.۱

فصل ۲ طیف طرح

۴۶	طیف طراحی	۱.۲
	هموارکردن طیف پاسخ ناشی از رکوردهای مختلف	۲.۲
	روابط تحلیلی برای ایجاد منحنی طیف طرح الاستیک	۳.۲
۴۸	ایجاد منحنی طیف طرح الاستیک بر پایه‌ی روابط تحلیلی آماری (کاهندگی)	۴.۲
	روابط تجربی ساده برای ایجاد طیف طرح الاستیک	۵.۲
	خصوصیات طیف طرح الاستیک نیومارک-هال	۶.۲
	نحوه‌ی ایجاد طیف طرح الاستیک نیومارک-هال	۷.۲
۵۷	مقایسه‌ی میان طیف طرح الاستیک نیومارک-هال با طیف‌های موجود در آیین نامه‌ها	۸.۲
	نکاتی پیرامون طیف طرح الاستیک نیومارک-هال	۹.۲
	تأثیر جنس خاکبستر بر طیف طرح الاستیک نیومارک-هال	۱۰.۲
۶۱	رفتار سازه‌ها در محدوده‌ی سرعت ثابت (محدوده‌ی نزولی طیف) در طیف طرح نیومارک-هال	۱۱.۲
	طیف‌های طراحی جدید در آیین نامه‌ها	۱۲.۲
۶۳	نکاتی پیرامون طیف طرح (FEM-368) NEHRP	۱۳.۲

طیف طرح آئین نامه NEHRP	۶۵	۱۴.۲
اصلاح طیف طرح برای میرابی های غیر از %۵	۶۶	۱۵.۲
ایجاد طیف طرح غیرالاستیک	۶۸	۱۶.۲
روش نیومارک و هال در استخراج طیف غیرالاستیک	۶۸	۱۷.۲
تخمین جابه جایی	۷۱	۱۸.۲
ضرایب اصلاح تجربی برای طیف طرح غیرالاستیک	۷۱	۱۹.۲
ضریب رفار R	۷۲	۲۰.۲
فرمت طیف شتاب بر حسب طیف جابه جایی	۷۴	۲۱.۲
روش تحلیل استاتیکی معادل	۷۴	۲۲.۲

فصل ۳ ملاحظات معماری

مقدمه	۸۶	۱.۳
ملاحظات معماری در مهندسی زلزله	۸۶	۲.۳

فصل ۴ ملاحظات ژئوتکنیکی

مقدمه	۹۶	۱.۴
روان گرایی	۹۶	۲.۴
زمین لغزش	۱۰۴	۳.۴
شکست خاک زیر پی تحت بار زلزله و رفتار پی ها	۱۰۷	۴.۴
نشست	۱۰۹	۵.۴
اثرات ساختگاه	۱۱۲	۶.۴
شکستگی سطح زمین به علت گسیختگی گسل	۱۱۵	۷.۴

فصل ۵ روش استاتیکی معادل

مقدمه	۱۲۰	۱.۵
روش تحلیل استاتیکی معادل	۱۲۰	۲.۵
ضریب بازتاب ساختمان، B	۱۲۴	۳.۵
طبقه بندی نوع زمین	۱۲۵	۴.۵
ترکیب سیستم ها در ارتفاع	۱۲۸	۵.۵

فصل ۶ پیچش

مفهوم پیچش در سازه	۱۳۸	۱.۶
--------------------	-----	-----

فصل ۷ لنگر واژگونی ۱۴۳

۱.۷ محاسبه‌ی ساختمان در برابر واژگونی ۱۴۴

فصل ۸ مؤلفه قائم زلزله ۱۵۳

۱.۸ نیروی قائم ناشی از زلزله ۱۵۴

فصل ۹ تحلیل دینامیکی ۱۵۹

۱.۹ روش‌های تحلیل دینامیکی ۱۶۰

۲.۹ ترکیب نیروی زلزله با سایر نیروها- تنش‌های طراحی ۱۶۷

فصل ۱۰ دیافراگم سقف ۱۶۹

۱.۱۰ مقدمه ۱۷۰

۲.۱۰ رفتارشناسی دیافراگم و تغییرشکل‌های آن ۱۷۱

پیوست الف ۱۷۹

پیوست ب ۱۹۷



كليات و تعاريف

فصل

