



تقدیم بہ:

پدر

و

مادر

مادر

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 آیین‌نامه‌ها و ضوابط لرزه‌ای باید با این مفاهیم آشنا بود. سرفصل درس «مبانی مهندسی زلزله» طوری است که به نظر می‌رسد باید به مباحث آیین‌نامه‌ای به‌طور 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 آیین‌نامه‌ای مواجه شود. به‌منظور رسیدن به این هدف کتاب مستقلی در زمینه مباحث آیین‌نامه‌ای 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، گذارندن دینامیک سازه مقدماتی نیست؛

قبل از گذراندن درس «دینامیک سازه‌ها» باید با ریاضیات پیشرفته مهندسی آشنا شد و اصولاً 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 آیین‌نامه‌های بارگذاری لرزه‌ای و طراحی است.

این کتاب با هدف آشنایی دانشجویان با ملاحظات آیین‌نامه‌ای 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 شوشتری 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 قابل‌ملاحظه‌ای 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 مجیدرضا زرئوی مدیرعامل این

انتشاراتی با دقت فراوانی فرآیند تولید کتاب را پی گیری می کنند؛ از حوصله و زحمات این عزیزان تقدیر می شود.

از اساتید، دانشجویان و مهندسان محترم تقاضا می شود که نظرات و پیشنهادات خود را برای اصلاح و رفع نقایص کتاب ارسال فرمایند. پیشاپیش از تمامی منتقدان و پیشنهاددهندگان که اینجانب را مورد منت قرار داده و زحمت ارسال نظرات خود را تقبل می کنند، صمیمانه تشکر می شود.

محمدرضا تابش پور

تهران، ۱۳۹۲

tabeshpour@sharif.edu

فهرست مطالب

فصل ۱ کلیات و تعاریف

۱.۱	لرزه‌شناسی (Seismology) ۲	۱.۱
۲.۱	تکتونیک (زمین ساخت) صفحه‌ای (Plate Tectonics) ۲	۲.۱
۳.۱	تئوری بازگشت ارتجاعی (Elastic Rebound Theory) ۴	۳.۱
۴.۱	امواج لرزه‌ای ۵	۴.۱
۵.۱	انتشار امواج ۷	۵.۱
۶.۱	بزرگای محلی ریشتر ۷	۶.۱
۷.۱	پارامترهای اساسی در مهندسی زلزله ۷	۷.۱
۸.۱	موضوع مهندسی زلزله ۹	۸.۱
۹.۱	موضوع طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله ۹	۹.۱
۱۰.۱	اثر $P - \Delta$ ۹	۱۰.۱
۱۱.۱	اتصال خورجینی ۱۰	۱۱.۱
۱۲.۱	بناهای ضروری (Essential Facilities) ۱۰	۱۲.۱
۱۳.۱	برش طبقه (Story Shear) ۱۰	۱۳.۱
۱۴.۱	برش پایه (Base Shear) ۱۰	۱۴.۱
۱۵.۱	تراز پایه (Base) ۱۱	۱۵.۱
۱۶.۱	تغییر مکان نسبی طبقه (Story Drift) ۱۲	۱۶.۱
۱۷.۱	دیافراگم (Diaphragm) ۱۲	۱۷.۱
۱۸.۱	مرکز سختی (Center of Rigidity) ۲۱	۱۸.۱
۱۹.۱	دیوار برشی (Shear Wall) ۲۱	۱۹.۱
۲۰.۱	روانگرایی (Liquefaction) ۲۲	۲۰.۱
۲۱.۱	سختی طبقه ۲۳	۲۱.۱
۲۲.۱	سیستم باربر جانبی (Lateral Force Resisting System) ۲۳	۲۲.۱
۲۳.۱	سیستم دیوارهای باربر (Bearing Wall System) ۲۳	۲۳.۱

سیستم قاب ساختمانی ساده (Building Frame System) ۲۴	۲۴.۱
سیستم دوگانه یا ترکیبی (Dual System) ۲۴	۲۵.۱
سیستم مهاربندی افقی (Horizontal Bracing System) ۲۵	۲۶.۱
طبقه (Story) ۲۶	۲۷.۱
طبقه‌ی نرم (Soft Story) ۲۶	۲۸.۱
طبقه ضعیف (Weak Story) ۲۷	۲۹.۱
قاب مهاربندی شده (Braced Frame) ۲۷	۳۰.۱
قاب مهاربندی شده هم‌محور (Concentric Braced Frame) ۲۸	۳۱.۱
قاب مهاربندی شده برون‌محور (Eccentric Braced Frame) ۳۰	۳۲.۱
قاب خمشی (Moment Resisting Frame) ۳۲	۳۳.۱
قاب خمشی معمولی (Ordinary Moment Resisting Frame) ۳۴	۳۴.۱
قاب خمشی متوسط (Intermediate Moment Resisting Frame) ۳۴	۳۵.۱
قاب خمشی ویژه (Special Moment Resisting Frame) ۳۴	۳۶.۱
دیوار پرکننده ۳۷	۳۷.۱
شکست ستون کوتاه (Short Column) ۳۸	۳۸.۱
اثر ساختگاه (Site Effect) ۳۸	۳۹.۱
آسیب سازه‌ای و آسیب عمده‌ی سازه‌ای ۳۹	۴۰.۱
قابلیت بهره‌برداری بدون وقفه ۴۰	۴۱.۱
قابلیت استفاده‌ی بدون وقفه ۴۰	۴۲.۱
ایمنی جانی ۴۱	۴۳.۱

فصل ۲ طیف طرح ۴۵

طیف طراحی ۴۶	۱.۲
هموار کردن طیف پاسخ ناشی از رکوردهای مختلف ۴۷	۲.۲
روابط تحلیلی برای ایجاد منحنی طیف طرح الاستیک ۴۷	۳.۲
ایجاد منحنی طیف طرح الاستیک بر پایه‌ی روابط تحلیلی آماری (کاهندگی) ۴۸	۴.۲
روابط تجربی ساده برای ایجاد طیف طرح الاستیک ۵۰	۵.۲
خصوصیات طیف طرح الاستیک نیومارک-هال ۵۲	۶.۲
نحوه‌ی ایجاد طیف طرح الاستیک نیومارک-هال ۵۴	۷.۲
مقایسه‌ی میان طیف طرح الاستیک نیومارک-هال با طیف‌های موجود در آیین‌نامه‌ها ۵۷	۸.۲
نکاتی پیرامون طیف طرح الاستیک نیومارک-هال ۵۹	۹.۲
تأثیر جنس خاک‌بستر بر طیف طرح الاستیک نیومارک-هال ۶۰	۱۰.۲
رفتار سازه‌ها در محدوده‌ی سرعت ثابت (محدوده‌ی نزولی طیف) در طیف طرح نیومارک-هال ۶۱	۱۱.۲
طیف‌های طراحی جدید در آیین‌نامه‌ها ۶۲	۱۲.۲
نکاتی پیرامون طیف طرح NEHRP (FEM-368) ۶۳	۱۳.۲

طیف طرح آیین‌نامه NEHRP ۶۵	۱۴.۲
اصلاح طیف طرح برای میرایی‌های 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 جابه‌جایی ۷۱	۱۸.۲
ضرایب اصلاح تجربی برای طیف طرح غیرالاستیک ۷۱	۱۹.۲
ضریب رفتار R ۷۲	۲۰.۲
فرمت طیف شتاب بر حسب طیف جابه‌جایی ۷۴	۲۱.۲
روش تحلیل استاتیکی معادل ۷۴	۲۲.۲

فصل ۳ ملاحظات معماری ۸۵

مقدمه ۸۶	۱.۳
ملاحظات معماری در مهندسی زلزله ۸۶	۲.۳

فصل ۴ ملاحظات ژئوتکنیکی ۹۵

مقدمه ۹۶	۱.۴
روان‌گرایی ۹۶	۲.۴
زمین لغزش ۱۰۴	۳.۴
شکست خاک زیر پی تحت بار زلزله و رفتار پی‌ها 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 ۱۱۹

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

فصل ۶ پیچش ۱۳۷

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

۲.۶ ملاحظات آیین‌نامه‌ای ۱۳۹

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



کلیات و تعاریف



فصل

