

به نام آن که جان را فکرت آموخت

زلزله برای مهندسان

تألیف:

محمد رضا تابش پور

(عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شریف)



سرشناسه	: تابش پور، محمدرضا، ۱۳۵۴-
عنوان و نام پدیدآور	: زلزله برای مهندسان/ تالیف محمدرضا تابش پور.
مشخصات نشر	: تهران: فدک ایستایس، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۱۸۰ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۷۵۰۰۰ ریال : ۳-۱۰۳-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
موضوع	: زلزله -- مهندسی
موضوع	: ساختمان‌ها -- اثر زلزله
موضوع	: زلزله -- پیش‌بینی‌های ایمنی
موضوع	: زلزله
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۱ ت/۲/۸/۶/۴/۶ TA۶۵۴
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۷۶۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۰۰۱۲۳۸

زلزله برای مهندسان



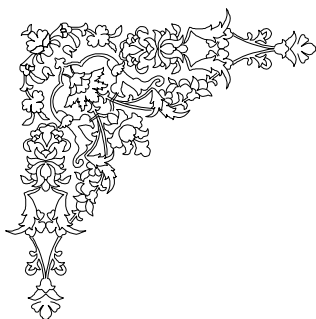
تالیف	: محمدرضا تابش پور
مدیر تولید	: مجیدرضا زروئی
نوبت چاپ	: اول-۱۳۹۲
تیراژ	: ۱۰۰۰
چاپ و صحافی	: گنج‌شایگان
قیمت	: ۷۵۰۰۰ ریال
شابک	: ۳-۱۰۳-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸

دفتر انتشارات :	تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین‌لیافی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰
	تلفن: ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱
نماینده گی تهران :	خیابان انقلاب - نبش ۱۲ فروردین - پلاک ۱۳۱۲ - انتشارات صناعی
	تلفن: ۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵
فروشگاه یزد:	میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره
	تلفن: ۶۲۲۷۴۷۵ - ۶۲۲۶۷۷۱ - ۶۲۲۶۷۷۲

ایمیل و وبسایت: www.fadakbook.ir - info@fadakbook.ir

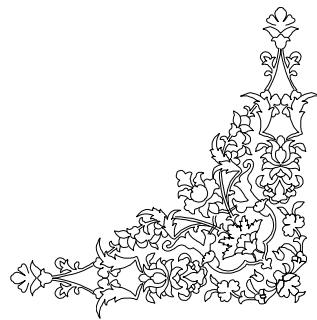
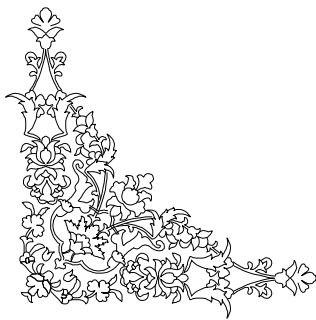
کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایستایس می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایستایس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
انتشارات فدک ایستایس



تقدیم به:

جان باحثان زلزله های ایران



سخن مؤلف

هر چند شدت لرزه‌خیزی کشور ایران از آسیای شرقی (به عنوان مثال کشور ژاپن) به مقدار قابل ملاحظه‌ای کمتر است، با وجود این، آمار تلفات زلزله در کشور ایران در مقایسه با جمعیت آن در همه‌ی جهان بی‌نظیر است. علت این امر، بی‌توجهی عمومی به ساخت و ساز مقاوم در برابر زلزله است. یکی از کارهای اساسی در جهت حل این مشکل، تدوین و تألیف مراجع آموزش مهندسی برای جامعه دانشگاهی و مهندسی کشور است. در کنار آن باید با تدوین کتاب‌های مناسبی برای عموم مردم، در جهت فرهنگ‌سازی نیز اقدامات اساسی صورت گیرد.

متأسفانه رویکرد فرهنگ سازی برای بالا بردن کیفیت ساخت و ساز در کشور ما در برخی موارد درست نیست و در برخی موارد نیز بسیار کند است. کندتر از سرعت وقوع زلزله‌هایی که تقریباً در هر دهه خسارات جانی و مالی جبران‌ناپذیری را به بار می‌آورد.

اینجا دو مساله وجود دارد:

الف: در یک زلزله شدید ده‌ها هزار نفر می‌میرند و حدود ۱۰ نفر (آن هم نه آگاهانه و پناه‌گیرانه) بلکه شانسی، آن هم نه زیر میز و لای چاقوب در، بلکه کنار میز و کنار صندوق، بعد از چند روز نجات می‌یابند.

ب: در یک زلزله شدید نباید بیشتر از چند نفر مجروح شوند.

متأسفانه اکنون ما در وضعیت «الف» هستیم.

باید به وضعیت «ب» برسیم.

چگونه؟

در طول نیم قرن گذشته چند نفر در ایران در زمان زلزله خودشان پناه گرفته‌اند و زنده مانده‌اند؟ ۵ نفر؟ ۱۰ نفر؟ کجا پناه گرفته‌اند؟

تاکنون چه اقدامات فرهنگ سازی برای بالابردن کیفیت ساخت و ساز انجام شده تا همه مردم بدانند که حضور مداوم مهندس ناظر در محل ساختمان، لازمه ساخت ساختمان مقاوم 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 کتاب «زلزله برای مهندسان» را به هم‌وطنان عزیز تقدیم کنم.

چه بسا در سال‌های ۱۳۷۶ تاکنون بارها شنیده‌ام که برخی از مهندسان و همکاران افتخار می‌کنند به اینکه به عنوان مهندس ناظر، درگیر پروژه‌هایی هستند که حتی نیازی نیست به آنجا مراجعه کنند!

آقای مصطفی اخوات کتاب را نمونه‌خوانی کرده‌اند. خانم سبا سروری استایل‌بندی قسمت‌هایی از کتاب را برعهده داشته‌اند. از زحمات صادقانه ایشان صمیمانه تشکر می‌شود.

آقای محمد کرمی شاهده کمک بی‌شائبه‌ای در فرآیند تولید این کتاب و طرح جلد داشته‌اند. از لطف ایشان صمیمانه تشکر می‌شود. آقای رضا کرمی شاهده علاوه بر مدیریت تولید انتشاراتی فدک ایساتیس، تلاش‌های

زیادی در راستای افزایش کیفیت کتاب انجام داده‌اند. آقای مجیدرضا زروئی مدیرعامل این انتشاراتی با دقت فراوانی فرآیند تولید کتاب را پی‌گیری می‌کنند؛ از حوصله و زحمات این عزیزان تقدیر می‌شود.

اساتید، دانشجویان و مهندسان بزرگواری که بر نگارنده، منت می‌نهند و پیشنهادات و انتقادات خود را ارسال می‌کنند، سهم بزرگی در افزایش کیفیت مطالب کتاب در چاپ‌های بعدی خواهند داشت.

هدف اصلی کتاب:

کارفرمایان به اهمیت نظارت و دانش مهندسی وقوف بیشتری یابند تا نه تنها در راستای منافع کوتاه مدت، از مهندسان ساختمان، خواسته‌ی غیرمهندسی و غیرقانونی نداشته باشند، بلکه اگر مهندسان ساختمان در خصوص وظیفه حرفه‌ای خود، قصوری دارند، به آنها تذکر بدهند.

شاید بهتر باشد به جای زنگ زلزله «زنگ ساختمان مقاوم» باب شود، و در آن بگوییم از زلزله‌گریزی نیست، درخصوص نحوه وقوع زلزله با نمایش فیلم توضیحاتی بدهیم و بگوییم اگر ساختمان‌ها مقاوم نباشد چه خرابی‌ها و خساراتی ایجاد می‌کند و آموزش دهیم که راه جلوگیری از این خسارات این است که ساختمان‌ها مستحکم و مقاوم باشند. خودبه‌خود چنین دانش‌آموزی دیگر قبول نمی‌کند برای صرفه‌جویی اندک کوتاه مدت، خطر بزرگی را در درازمدت به جان بخرد و قطعاً خودش می‌فهمد که در فرایند ساخت و ساز، باید چه اقداماتی انجام دهد. او دیگر مهندس ناظر را صوری و تشریفاتی نمی‌بیند بلکه او را بازخواست می‌کند.

محمدرضا تابش‌پور

تهران، ۱۳۹۲

tabeshpour@sharif.edu

فهرست مطالب

فصل اول: ساختار زمین ۱

- ۱.۱ مقدمه ۳
- ۲.۱ ساختار زمین ۳

فصل دوم: زمین ساخت صفحه‌ای ۷

- ۱.۲ مقدمه ۹
- ۲.۲ زمین ساخت صفحه‌ای ۹

فصل سوم: گسلش ۱۹

- ۱.۳ مقدمه ۲۱
- ۲.۳ انواع مرزها ۲۱
- ۳.۳ شکست سنگ و گسلش ۲۵

فصل چهارم: انتشار امواج ۳۵

- ۱.۴ مقدمه ۳۷
- ۲.۴ امواج ۳۷
- ۱.۲.۴ امواج درونی (حجمی) ۳۸

۳۹	موج P	۱.۱.۲.۴
۴۰	موج S	۲.۱.۲.۴
۴۰	امواج سطحی	۲.۲.۴
۴۱	موج رایلی	۱.۲.۲.۴
۴۲	موج لائو	۲.۲.۲.۴
۴۵	انتشار امواج	۳.۴

فصل پنجم: ثبت زلزله ۵۳

۱.۵	مقدمه	۵۵
۲.۵	دستگاه‌های ثبت زلزله	۵۶
۳.۵	انتشار امواج و رکورد زلزله	۵۸
۴.۵	تعیین محل زلزله	۶۱
۵.۵	بایگ‌های داده‌های رکورد زلزله	۶۴

فصل ششم: مقیاس سنجش و بزرگا ۶۹

۱.۶	مقدمه	۷۱
۲.۶	مقیاس سنجش زلزله (بزرگا)	۷۲
۱.۲.۶	بزرگای محلی ریشتر	۷۲
۲.۲.۶	بزرگای موج سطحی	۷۳
۳.۲.۶	بزرگای موج حجمی	۷۴
۴.۲.۶	دیگر مقیاس‌های بزرگای دستگاهی	۷۴
۵.۲.۶	بزرگای گشتاوری	۷۵
۳.۶	انرژی زلزله	۷۵
۱.۳.۶	شدت مرکالی اصلاح‌شده (Modified Mercalli Intensity, MMI)	۷۶

فصل هفتم: انواع خسارات و خرابی‌ها ۸۳

- ۱.۷ مقدمه ۸۵
- ۲.۷ نحوه‌ی اثر نیروی زلزله بر سازه ۸۵
- ۳.۷ تقسیم‌بندی صدمات زلزله ۸۷
- ۱.۳.۷ خرابی‌های فیزیکی مستقیم ۸۸
- ۲.۳.۷ صدمات اجتماعی ۸۸
- ۳.۳.۷ زیان‌های اقتصادی ۸۸
- ۴.۷ عوامل مؤثر بر خسارات ناشی از زلزله ۸۹
- ۵.۷ نوع سازه ۸۹
- ۶.۷ سازه بتنی ۸۹
- ۷.۷ سازه فولادی ۹۴
- ۸.۷ سازه‌های بنایی ۱۰۰
- ۱.۸.۷ مدهای شکست سقف ۱۰۰
- ۲.۸.۷ وزن زیاد سقف ۱۰۹
- ۳.۸.۷ مود شکست گوشه ۱۱۰
- ۴.۸.۷ شکست درون صفحه‌ی دیوار ۱۱۲
- ۱.۴.۸.۷ شکست برشی ۱۱۲
- ۲.۴.۸.۷ شکست برشی- لغزشی ۱۱۳
- ۳.۴.۸.۷ شکست خمشی ۱۱۳
- ۵.۸.۷ شکست برون صفحه‌ی دیوار ۱۱۶
- ۶.۸.۷ شکست جرز ۱۱۹
- ۷.۸.۷ شکست برشی جرزها ۱۲۰
- ۸.۸.۷ شکست‌های مرتبط با باز شو ۱۲۲
- ۹.۸.۷ مدهای شکست کلاف ۱۲۶
- ۹.۷ مدهای شکست ساختمان‌های نیمه‌اسکلتی ۱۳۳
- ۱۰.۷ قاب و دیوار پرکننده‌ی آجری ۱۳۷
- ۱.۱۰.۷ شکست طبقه‌ی نرم (یا ضعیف) ۱۳۸

۲.۱۰.۷	شکست پیچشی	۱۳۹
۳.۱۰.۷	شکست ستون کوتاه	۱۴۲
۱۱.۷	اجزای غیرسازه‌ای	۱۴۳
۱۲.۷	شریان‌های حیاتی	۱۴۴
۱۳.۷	اثرات ساختگاهی و پی	۱۴۷
۱۴.۷	خطرات جانبی	۱۴۷
۱.۱۴.۷	گسیختگی زمین	۱۴۷
۲.۱۴.۷	گسیختگی گسل	۱۵۲
۳.۱۴.۷	سیل	۱۵۳
۴.۱۴.۷	آتش‌سوزی	۱۵۳
۱۵.۷	تدابیر ضروری برای مقابله با زلزله	۱۵۴
۱۶.۷	بیمه	۱۵۴
۱۷.۷	لزوم مطالعات لرزه‌شناسی در پروژه‌های عمرانی	۱۵۵
	پرسش‌ها	۱۵۵

فصل هشتم: اقدامات و بایدها ۱۶۱

۱.۸	مقدمه	۱۶۳
۲.۸	شرایط موجود	۱۶۳
۳.۸	شرایط مطلوب	۱۶۴



ساختار زمین



فصل