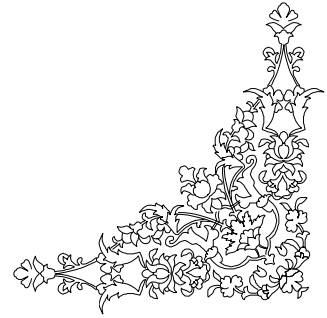


تقدیم بہ:

ہمسفر

و فرزند انہم

محمدرضا تابش پور





## دستنامه‌ی زلزله،

### چرا و چگونه؟

... در کشور ایران، ضرورت وجود مجموعه‌ی مدوئی از کتاب‌های مهندسی زلزله و طراحی ساختمان‌های مقاوم، برکسی پوشیده نیست. آموزش مبتنی بر سرفصل‌های مناسب در دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی، ارتقاء دانش و تجربه‌ی مهندسان، تعریف و طرح مسائل پژوهشی مورد نیاز در این زمینه، مستلزم وجود کتاب‌هایی است که علاوه بر کیفیت علمی، با نیازهای بومی، انطباق کاملی داشته باشد. در راستای رسیدن به هدف بزرگ جامعه‌ی ایمن که لازمه‌ی حیات پایدار بشری برای سیر تکامل است، طی تلاشی مستمر در بیش از یک و نیم دهه، دوره‌ی «دستنامه‌ی مهندسی زلزله»، تدوین شده و در حال تکامل است. ...

... از همان ابتدای تحصیل در رشته‌ی عمران در دانشگاه صنعتی شریف (سال ۱۳۷۳) برنامه‌ای جدی برای کار علمی داشتم، ولی برایم روشن نبود که دقیقاً قرار است چه کاری انجام دهم. ... به‌علت آنکه در سال ۱۳۷۶ برنامه‌ای را که در سال ۷۳ برایم مبهم بود، تقریباً روشن شده بود و تصمیم خود را گرفته بودم که روی مباحث زلزله کار کنم، مطالعه‌ی کتب مرتبط با مهندسی زلزله و مقالاتی در این زمینه را به‌طور جدی در برنامه‌ی خود گذاشتم. به‌طور مرتب برخی از ایام هفته را صبح تا عصر در کتابخانه‌ی دانشگاه صرف ورق زدن مقالات مربوطه می‌کردم. چون آن موقع نیز مثل الان اطلاعاتم بسیار اندک بود، خیلی کم از مطالب مقالات سر در می‌آوردم ولی تقریباً افق دوردست را برای خودم ترسیم کرده بودم. به‌علت آنکه تصمیم قطعی خود را گرفته بودم که در موضوعات مرتبط با مهندسی زلزله کار کنم، در گرایش کارشناسی ارشد، مهندسی زلزله را در دانشگاه صنعتی شریف ادامه دادم. در همان سال به‌طور همزمان در کنکور کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی نیز شرکت کردم (آن موقع‌ها دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی به‌طور مستقل برگزار می‌شد) و با رتبه‌ی یک رقمی شروع کردم. ولی خیلی زود فهمیدم که این راه اشتباه بوده و همان گرایش مهندسی زلزله را ادامه دادم. علاوه بر کار روی دروس این رشته، تقریباً تمامی دروس مرتبط با گرایش کارشناسی ارشد سازه و مکانیک جامدات را در دانشکده‌های عمران و مکانیک گذراندم. ... در دوره‌ی کارشناسی ارشد، افق برنامه‌ای که در سال ۷۳ برایم مبهم بود، بسیار روشن‌تر شده بود. می‌دانستم که قرار است مثلاً حدود ۱۰ تا ۱۵ سال و مثلاً روزی میانگین ۸ ساعت به مباحث مهندسی زلزله بپردازم و حاصل آن‌را در قالب چندین کتاب با یک عنوان کلی و مشترک منتشر کنم. اصلاً امتحانات دروس برایم اهمیت نداشت، هرچند در سال ۱۳۷۹ در بین فارغ‌التحصیلان، رتبه‌ی اول شدم، ولی تمام سوگیری کارهایم برای هدف مشخصی بود. مطالبی که در سال چهارم کارشناسی و دو سال کارشناسی ارشد در این خصوص گردآوری کرده بودم در حدود ۱۰۰۰ صفحه بود که به مهندسی زلزله، طراحی لرزه‌ای، سازه‌های بتایی و ارتعاشات مربوط می‌شد. حدود ۶۰۰ صفحه مسائل و مطالبی بود که ترجمه به‌شمار نمی‌آمد، بلکه نگرشی شاید جدید و دسته‌بندی نوینی در ترکیب‌بندی مطالب بود. تصمیم گرفتم آنها را در قالب مثلاً ۳ کتاب منتشر کنم و کارهای مقدماتی آنها را هم در سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۷۹ انجام دادم. بعد از چندبار بررسی، منصرف شدم ولی هر روز به آنها مطالبی اضافه می‌کردم. تا آن زمان حدود ۷۵۰ جلد کتاب مرتبط با دروس مختلف دانشگاهی به زبان‌های فارسی و انگلیسی را تهیه کرده بودم. البته همه‌ی صفحات تمام کتاب‌ها را نمی‌خواندم. مثلاً در یک کتاب فقط به یک مثال که جای دیگر تکرار نشده بود پرداختم و بقیه‌اش را فقط ورق زدم. در چند زمینه مرتبط با مهندسی زلزله مقالات متعددی را تهیه کردم. از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹ مجموعه‌ی خوبی از مقالات مورد علاقه که در مجلات و کنفرانس‌های کتابخانه‌ی دانشگاه بود تدوین کردم، حدود ۲۰۰ مقاله بود. برخی را دقیق می‌خواندم، برخی را هم در حد چنددقیقه فقط تماشا می‌کردم. کتب موجود در اکثر کتابخانه‌های دانشگاه شریف را که به‌نحوی با ریاضی، ارتعاشات و زلزله مرتبط بود نگاه کردم. در سال ۷۹ که دکترا را در دانشکده‌ی عمران دانشگاه صنعتی شریف شروع کردم، افق هدفم برایم نسبتاً روشن‌تر شده بود. چند درس که در دانشکده در زمینه‌ی سازه و زلزله ارائه می‌شد را گذراندم و پیشنهاد پایان‌نامه را در سال اول تدوین کردم، زیرا یک سابقه‌ی ۳ ساله را با حوصله و جدیت پشت سر گذاشته بودم. به‌علت تشابه مفاهیم و مبانی موجود در

مهندسی زلزله و سازه‌های دریایی در زمینه‌ی بارگذاری بارهای باد، زلزله و موج و مفاهیم مشترک نظیر طیف در هر دو و اشتراک‌هایی در مباحث مکانیک سازه و ارتعاشات در دوره‌ی ارشد و اوایل دکترا چند کلاس مرتبط با این رشته را هم می‌رفتم. به‌علت این پیش‌زمینه و علاقه‌ای که استاد راهنمای دکترای اینجانب به مباحث سازه‌های دریایی داشت و داغ بودن بحث دریایی خزر در سال ۱۳۸۰ پیشنهادیه‌ی اول پایان‌نامه را که در خصوص مهندسی زلزله بود کنار گذاشتم و به مباحث سازه دریایی پرداختم، با توجه به پیش‌زمینه‌ای که در مکانیک سازه و ارتعاشات داشتم، کافی بود دروسی در زمینه‌ی تئوری موج، هیدرودینامیک و تحلیل و طراحی سازه‌های دریایی بگذرانم. این‌گونه دروس را در دانشکده‌های مکانیک و عمران گذراندم. در تمام لحظات سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ که به پایان‌نامه‌ی خود در مورد سازه‌های دریایی مشغول بودم، در زمینه‌ی مهندسی زلزله هم مطالعه می‌کردم و مطلب می‌نوشتیم و درگیر پایان‌نامه‌های مرتبط با مهندسی زلزله‌ی چند نفر از دانشجویان کارشناسی ارشد در دانشکده‌های عمران و مکانیک دانشگاه صنعتی شریف شدم. در سال ۱۳۸۵ بیش از ۳۰۰۰ صفحه مطلب آماده‌ی چاپ داشتم. هنگامی که پیشنهاد تهیه‌ی تفسیر استاندارد ۲۸۰۰ به اینجانب داده‌شد، برنامه‌ی قبلی خود را اندکی تغییر دادم و حدود ۱۲۰۰ صفحه از آن مطالب را در قالب تفسیر و تشریح ۲۸۰۰ چاپ کردم. در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ بازخورد مثبتی از کتب تفسیر استاندارد ۲۸۰۰ توسط خوانندگان محترم به من منتقل شد و اندک ابهامی هم که در افق برنامه‌ریزی و هدف خود داشتم رفع شد. تصمیم به تکمیل مطالبی گرفتم که تا آن روز گردآوری کرده بودم. تا آن زمان تمام فعالیت‌های آموزشی، پژوهشی، حرفه‌ای و اوقات فراغت خود را در راستای این هدف تنظیم کرده بودم و از سال ۸۶ مصمم‌تر به این کار ادامه دادم. برخی روزها از صبح تا شب ۵۰ صفحه مطلب تدوین می‌کردم، چون سبقه‌ی چندین ساله را داشتم. هم سرعت ترجمه‌ام بسیار بالا رفته بود و هم با فوتوفن‌های تولید کتاب به خوبی آشنا شده بودم. برای قسمت‌هایی از ویرایش ادبی، یک سیستم مکانیزه تدوین کردم که کار سنتی ده روزه را در یک روز و با دقت بالایی انجام می‌دهد. سعی داشتم ترکیب‌بندی مطالب و ساختار کتاب‌ها تا حدی نو باشد. هدف این بود که کتاب‌ها مورد استفاده‌ی دانشجویان و مهندسان یا هر دو واقع شود. مجدانه مطالعه، تحقیق و نوشتن را ادامه دادم. البته این کار علاوه بر زمان، نیاز به هزینه‌های مالی بسیار زیادی هم داشت. در سال ۱۳۸۸ بیش از ۶۰۰۰ صفحه مطلب تایپ‌شده و ویرایش‌شده و بازخوانی‌شده داشتم. به‌طور جدی تصمیم به نشر این مطالب گرفتم. در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ که به نشر آنها پرداختم، همواره در حال تدوین مطالب جدید هم بودم. در حال حاضر غیر از کتاب‌هایی که در سری دستنامه‌ی مهندسی زلزله منتشر شده، بیش از ۴۰۰۰ صفحه مطلب در زمینه‌های مختلف مرتبط با مهندسی زلزله، دروس دوره‌ی کارشناسی و ارشد، حروف‌چینی کرده‌ام. حروف‌چینی و کارهای فرمول و شکل کتاب‌ها را تا حدود ۶۰٪ شخصاً انجام داده‌ام (بسیار انگیزه می‌خواست و واقعاً طاقت‌فرسا بود). چند جلد از کتاب‌ها را با برخی از فارغ‌التحصیلان و یا دانشجویان مقطع دکترا به‌طور مشترک انجام دادم. باید افرادی را پیدا می‌کردم که دارای دو ویژگی مهم دیگر می‌بودند: علم و تلاش. مثلاً آقایان ابراهیمیان و قهاری توانمندی‌های فوق‌العاده‌ای در این زمینه داشتند و بسیار قوی کار را انجام دادند و در دست‌نامه‌های ۶، ۷ و ۸ همکاری کردند. در تمام این مدت یعنی از سال ۷۶ تا ۸۹ توان مالی و اکثر وقت خود را صرف تولید کتب دستنامه کرده‌ام. تعداد زیادی از خوانندگان عزیز تاکنون مرا مورد لطف قرار داده و مراتب رضایت خود را از این سری اعلام کرده‌اند. ولی خوشحالی باطنی بنده مربوط به زمانی است که یک نفر اشکالات و خطاهای موجود در این کتاب‌ها را به بنده تذکر دهد. همواره آرزوی توفیق برای عزیزانی را دارم که بنده را در رفع اشتباهات این کتاب‌ها یاری می‌کنند ... اگر یک دانشجوی علاقه‌مند و بالنگیزه در طول حدود ۱۵ سال تلاش شبانه‌روزی برای رسیدن به یک هدف مشخص به‌طور متوسط روزی ۱۲ ساعت یعنی ماهانه حدود ۳۵۰ ساعت به تلاش علمی بپردازد و تمام کارهای خود را در این مسیر تنظیم کند و در آخر سر حدود ۱۵۰۰۰ صفحه مطلب داشته باشد (۶۳۰۰۰=۱۲x۱۵x۳۵)، نشان‌دهنده‌ی استفاده از قسمت اندکی از انرژی و استعدادی است که خداوند در نهاد همه‌ی ما به ودیعه نهاده است. ...

## سخن مؤلف

تدوین کتاب آموزشی مبتنی بر سرفصل درس «مبانی مهندسی زلزله» نیازی اساسی در جامعه‌ی مهندسی عمران کشور 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 کشور تقدیم کنم.

بعد از مشاهده‌ی استقبال قابل‌ملاحظه از کتاب «مبانی مهندسی زلزله» و دریافت بازخوردهای متعدد از طرف دانشجویان و اساتید محترم، مبنی بر ضرورت تکمیل قسمت‌هایی از کتاب به صورت پرسش و مسأله شبیه آنچه در دوره‌ی «تفسیر مفهومی کاربردی استاندارد ۲۸۰۰» انجام شده بود، بر آن شدم تا با اضافه کردن و تغییراتی در کتاب، آن را در قالب جدید ارائه کنم. از آن‌جا که در چاپ اول کتاب مبانی مهندسی زلزله، این مسائل وجود ندارد در نتیجه این کتاب می‌تواند مکمل آن بوده و دبه همین دلیل شماره‌ی ۳/۱ برای این کتاب انتخاب شده است. کتاب حاضر شامل ۲۰۶ پرسش و مسأله است.

در تدوین این کتاب به سرفصل درس مبانی مهندسی زلزله توجه خاصی شده است، به‌نحوی که بتواند پاسخ‌گوی نیاز دانشجویان باشد.

آقای فرید قهاری از دانشجویان ممتاز دوره دکترا در دانشگاه صنعتی شریف، زحمت ویرایش کتاب را تقبل کردند. از تلاش صادقانه و ارزشمند ایشان تقدیر می‌شود.

حروف‌چینی قسمت‌هایی از متن کتاب را سرکار خانم هانیه عمرانی انجام داده‌اند، که از تلاش ایشان تشکر می‌شود. آقای مصطفی اخوات از دانشجویان کارشناسی ارشد، بازخوانی قسمت‌هایی از کتاب را انجام دادند. از ایشان صمیمانه تشکر می‌شود.

آقای محمد کرمی شاهنده کمک بی‌شائبه‌ای در فرآیند تولید این کتاب داشته‌اند. از لطف ایشان صمیمانه تشکر می‌شود. آقای رضا کرمی شاهنده علاوه بر مدیریت تولید، تلاش‌های زیادی در راستای افزایش کیفیت چاپ کتاب و صفحه‌آرایی آن 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.

محمدرضا تابش‌پور

تهران، ۱۳۹۱

tabeshpour@yahoo.com

tabeshpour@sharif.edu



---

## فهرست مطالب

---

- فصل اول: زلزله‌شناسی مهندسی ۱
- فصل دوم: خرابی‌های ناشی از زلزله ۵
- فصل سوم: مقدمه‌ای بر تحلیل خطر زلزله ۱۳
- فصل چهارم: انواع سیستم‌های باربر جانبی ۳۰
- فصل پنجم: سختی و پیوند سازه‌ها ۳۳
- فصل ششم: سیستم‌های یک‌درجه‌آزادی ۴۷
- فصل هفتم: طیف پاسخ ۱۰۹
- فصل هشتم: ضریب بازتاب و اثر خاک ۱۵۵
- فصل نهم: ارتعاش سیستم‌های چنددرجه‌آزادی ۱۶۳
- فصل دهم: ضریب رفتار سازه‌ها ۲۱۵
- فصل یازدهم: بارگذاری لرزه‌ای ۲۳۱







# فصل

مقدمه‌ای بر زلزله‌شناسی مهندسی

