

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سیستم‌های نوین لرزه‌ای در سازه‌های فولادی

تألیف

دکتر حمیدرضا نییری

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد

مهندس فاطمه فقیه خراسانی



۱۳۹۴

سرشناسه	:	امیری، حمیدرضا، ۱۳۵۸.
عنوان و نام پدیدآور	:	سیستم‌های نوین لرزه‌ای در سازه‌های فولادی / تالیف: حمیدرضا امیری، فاطمه فقیه خراسانی.
مشخصات نشر	:	یزد: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یزد، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	:	۱۶۷ص: مصور، نمودار.
شابک	:	۱۲۰۰۰۰ ریال ۸-۳۲۹۰-۱۰-۹۶۴-۹۷۸:
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیا.
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	سازه‌های فولادی -- اثر زلزله
موضوع	:	سازه‌های فولادی -- طرح و ساختمان
شناسه افزوده	:	فقیه خراسانی، فاطمه، ۱۳۶۳ -
شناسه افزوده	:	دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد.
رده‌بندی کناره	:	۱۳۹۳ س ۹۷۷/الف/۸۴ TA۶۸۴
رده‌بندی دیوپی	:	۱۸۲۱/۶۲۴
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۷۳۴۴



سیستم‌های نوین لرزه‌ای در سازه‌های فولادی

نویسندگان	:	حمیدرضا امیری، فاطمه فقیه خراسانی
ناشر	:	انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی یزد
ناظر چاپ	:	حمید صادقی، اسماعیل ثقی
ویراستار ادبی	:	محمدجعفر گلوردی
نوبت چاپ	:	اول ۱۳۹۴
شمارگان	:	۲۰۰۰ نسخه
طرح جلد	:	حسن دشتی
صفحه‌آرایی	:	محمد مهدی صادقی نژاد
قیمت	:	۱۲۰۰۰۰ ریال
شابک	:	۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۳۲۹۰-۸
ISBN	:	978-964-10-3290-8

انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد

E-mail: entesharat_elmi@iauyazd.ac.ir

یزد- صفاییه- دانشگاه آزاد اسلامی- انتشارات ۰۳۵-۳۸۲۱۴۸۱۳-۳۱۸۷۲۲۸۰

حق چاپ برای دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد محفوظ است.

تلفن مرکز پخش: ۰۳۵-۳۸۲۱۴۸۱۳-۳۱۸۷۲۲۸۰

بسمه تعالی

ضرورت ساخت سازه‌هایی مقاوم در برابر زلزله در کشوری نظیر کشور ما بر همگان روشن است. این هدف با استفاده از آیین‌نامه‌هایی که در کشور ما تهیه شده است مهیا می‌گردد. اما نکته‌ای که می‌بایست به آن توجه نمود آنست که سازه‌های ساخته شده براساس این آیین‌نامه‌ها در زلزله دچار برخی تغییر شکل‌های ماندگار و خرابی در برخی از نقاط سازه می‌شوند که استفاده از آنها را پس از زلزله با آما و اگرهایی روبرو می‌سازد. فلذا نیاز به شناخت سیستم‌هایی که بتواند این نقیصه را برطرف سازد و نیروی زلزله را مستهلک سازد احساس می‌گردد.

مجموعه‌ای که به پیشگاه علاقه‌مندان تقدیم می‌شود حاصل تلاش خستگی‌ناپذیر استاد بزرگوار جناب آقای دکتر حمیدرضا امیری است که بر اساس این نیاز و با هدف شناخت بخشی از این سیستم‌های نوین که در سازه‌های فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرد تهیه و تدوین شده است. این امید بری وجود دارد که بتواند باعث توسعه این نوع سیستم‌ها در کشور و استفاده از آنها در صنعت ساختمان گردد.

در پایان بر خود فرض می‌دانم که راعضای فرهیخته شورای انتشارات و تیز داوران و ویراستاران علمی و ادبی و همه عزیزانی که در راه انتشار این مجموعه تلاش کرده‌اند به ویژه از جناب آقای دکتر محمدرضا اسلامی رئیس محترم دانشگاه، جناب آقای دکتر محمد میرجلیلی معاون محترم پژوهش و فناوری، نه‌ج‌اره عنایت ویژه‌ای به مجموعه انتشارات علمی دانشگاه دارند صمیمانه قدردانی و سپاسگزار می‌گردم.

به امید تدوین الهی

حمید صادقی

مدیر مسئول انتشارات علمی دانشگاه

پیشگفتار:

در طراحی لرزه‌ای سازه‌ها، از رفتار غیر الاستیک سازه و تسلیم اعضای مختلف جهت میرا نمودن نیروی زلزله و کاهش نیروی وارده به سازه استفاده می‌گردد. اما نکته‌ای که می‌بایست به آن دقت نمود، آنست که بسیاری از سیستم‌های لرزه‌ای متداول پس از زلزله به دلیل جابه‌جایی‌های ماندگار و تخریب‌هایی که در نقاط مختلف به جهت رفتارهای غیرالاستیک اتفاق می‌افتد قابل ترمیم و استفاده مجدد نبوده و می‌بایست تخریب شوند. به همین جهت بسیاری از محققان به دنبال راهکارهای هستند که بتوان پس از زلزله با انجام حداقل کار ممکن بر روی سازه، آن را جهت استفاده‌ی مجدد آماده نمود. کتاب حاضر تلاش دارد تا این راهکارها را به طور مجمل به مهندسان و علاقمندان معرفی نماید. راهکارهایی که در این کتاب مورد بررسی قرار خواهند گرفت عبارتند از:

فیوزها و تجهیزات اتلاف انرژی قابل تعویض

مهاربندهای کمانش تاب

سیستم‌های کنترل حرکت دھواره‌ای

در فصل اول این کتاب، تعاریف و اصطلاحات اتلاف انرژی از طریق تسلیم، اصطکاک، سیستم‌های پس کشیده‌ی مرکزگرا، مواد فلزی جایگزین مورد بررسی قرار می‌گیرد. در فصل دوم به معرفی مهاربندها، کمانش تاب، اجزای تشکیل دهنده، مودهای خرابی و روش طراحی آن پرداخته می‌شود. در فصل سوم استفاده از سیستم‌های حرکت گهواره‌ای که به عنوان جدیدترین راهکار موجود در مهندسی سازه است مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

لازم به ذکر است که فصل اول و دوم بر کتاب، برگرفته از کتاب «Ductile design of steel structure» تألیف اساتید برجسته در زمینه سازه‌های فولادی، Sabelli و Uang، Beraneau و فصل سوم برگرفته از گزارشی ارائه شده در زمینه‌ی سیستم‌های گهواره‌ای تهیه شده در دانشگاه Illinois at Urbana-Champaign می‌باشد.

از آنجا که هیچ کتابی خالی از اشکال و کاستی نیست، از کلیه‌ی خوانندگان ارجمند کتاب خواهشمندیم کلیه‌ی اشکالات علمی و تایپی را به آدرس الکترونیکی hamidr.amirih@gmail.com ارسال نمایند تا در چاپهای بعدی اصلاحات لازم صورت پذیرد.

دکتر حمیدرضا امیری

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بزد

فهرست مطالب

فصل اول: سیستم‌های اتلاف انرژی جدید در سازه‌ها	۱
۱-۱- شرحی بر رویکرد موجود در مهندسی زلزله	۱
۲-۱- نقش طراحی بر اساس عملکرد در رویکرد موجود در مهندسی زلزله	۳
۳-۱- نیاز به سیستم‌های لرزه‌ای با عملکرد بالاتر	۵
۴-۱- سیستم‌های فولادی شکل‌پذیر مستهلک کننده‌ی انرژی	۶
۵-۱- فیوزهای سازه‌ای	۶
۶-۱- اتلاف انرژی توسط تسلیم فولاد	۱۰
۶-۱-۱- راهکارهای اولیه	۱۰
۶-۱-۲- ورقه‌های مثالی در خمش	۱۲
۶-۱-۳- ادکال بحرانی	۲۲
۶-۱-۴- میراگرهای C شکل، E شکل	۲۴
۷-۱- اتلاف انرژی از طریق اصطکاک	۲۷
۸-۱- سیستم‌های گهواره‌ای	۴۱
۹-۱- سیستم‌های پس کشیده‌ی مرکز	۴۹
۱۰-۱- مواد فلزی جایگزین: سرب، آلایه‌های حافظه دار و غیره و سایر موارد	۵۲
فصل دوم: مهاربندهای کماتش تاب	۶۹
۱-۲- مقدمه	۶۹
۲-۲- مقایسه‌ی قاب مهاربندی کماتش تاب با قاب مهاربندی معمولی	۷۰
۳-۲- مفاهیم و اجزای تشکیل دهنده‌ی بادبند کماتش تاب (ERB)	۷۳
۴-۲- روند توسعه‌ی BRB ها	۷۴
۵-۲- مودهای خرابی غیر شکل‌پذیر	۸۰
۵-۲-۱- غلاف فولادی	۸۰
۵-۲-۲- اتصالات بادبند	۸۱
۵-۲-۳- تأثیر اعوجاج و کرنش زاویه‌ای قاب در اتصالات گاست پلیت‌ها	۸۴
۶-۲- آرایش BRBF	۸۶
۷-۲- طراحی اعضای مهاربندی کماتش تاب	۸۷

۸۸	۲-۷-۱- طراحی بادبند
۸۸	۲-۷-۲- مدل سازی الاستیک
۸۹	۲-۷-۳- نیروهای ثقلی
۹۱	۲-۸-۱- طراحی BRBF بر مبنای ظرفیت
۹۱	۲-۸-۱- الزامات آزمایش AISC
۹۳	۲-۸-۲- جداره (غلاف) مهاربند
۹۴	۲-۸-۳- اتصالات مهاربند
۹۴	۲-۸-۴- تیرها و ستون ها
۹۵	۲-۹-۱- مابلسازی غیر خطی
۹۶	۲-۱۰-۱- مثال طراحی
۹۶	۲-۱۰-۲- توصیف ساختمان و بارگذاری
۹۷	۲-۱۰-۱-۱- الزامات کلی
۹۷	۲-۱۰-۲- مبانی طراحی
۹۹	۲-۱۰-۴- تحلیل رنست بنان تکرار شونده
۱۰۶	۲-۱۰-۵- ارزیابی و آزمایش بادبند
۱۰۸	۲-۱۰-۶- تکمیل طراحی
۱۱۳	فصل سوم: سیستم کنترل حرکت گهواره ای
۱۱۳	۳-۱- مقدمه
۱۱۵	۳-۲- تحقیقات گذشته
۱۱۵	۳-۳- دریافت ماندگار
۱۱۷	۳-۴- حرکت گهواره ای سازه
۱۱۷	۳-۴-۱- حرکت گهواره ای در حالت کلی
۱۲۰	۳-۴-۲- حرکت گهواره ای در دیوارهای بتنی و مصالح بنایی با پیش تنیدگی در ارتفاع
۱۲۳	۳-۴-۳- حرکت گهواره ای در قاب های فولادی
۱۲۷	۳-۵- قاب خمشی پس کشیده ی افقی
۱۲۹	۳-۶- سیستم های مرکز گرای دیگر برای ساختمان های با قاب فولادی

- ۷-۳- فیوزهای سازه‌ای برای مقاومت در برابر زلزله..... ۱۳۰
- ۸-۳- سیستم‌های اولیه‌ی کنترل حرکت گهواره‌ای..... ۱۳۳
- ۹-۳- خط مشی طراحی پیشنهادی..... ۱۴۱
- ۱۰-۳- تناسبات سیستم..... ۱۴۲
- ۱-۱۰-۳- تناسبات برای مقاومت..... ۱۴۲
- ۲-۱۰-۳- تناسبات موجود برای مرکزگرایی..... ۱۴۴
- ۳-۱۰-۳- متناسب‌سازی برای مقابله با بالا رفتگی کلی..... ۱۴۵
- ۱۱-۳- طراحی فیوز و ملاحظات مربوطه..... ۱۴۶
- ۱۲-۳- طراحی و ملاحظات پس کشیدگی..... ۱۴۸
- ۱۱-۳- طراحی قاب..... ۱۴۸
- ۱۴-۳- جزئیات و ملاحظات ساخت و ساز..... ۱۵۱
- ۱۵-۳- اتصالات و جزئیات دیافراگم و نگهدارنده..... ۱۵۳