

# سازه‌های جداسازی شده

مؤلف: امیر نژادیان مهر

پاییز ۹۵

|                     |                                                                     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | نژادبان مهر، امیر، ۱۳۶۴ -                                           |
| عنوان و نام پدیدآور | سازه های جداسازی شده/مولف امیر نژادبان مهر؛ ویراستار محبوبه رضاعلی. |
| مشخصات نشر          | موسسه اندیشه کامیاب ایرانیان ۱۳۹۵.                                  |
| مشخصات ظاهری        | ۱۰۳ ص.                                                              |
| شابک                | 978-600-8546-76-4: ۱۵۰۰۰ ریال                                       |
| وضعیت فهرست نویسی   | فیا:                                                                |
| موضوع               | بهینه سازی سازه                                                     |
| موضوع               | Structural optimization :                                           |
| موضوع               | ساختمان ها -- اثرزلزله                                              |
| موضوع               | Buildings -- Earthquake effects :                                   |
| موضوع               | کنترل ساختاری (مهندسی)                                              |
| موضوع               | Structural control (Engineering):                                   |
| موضوع               | پایداری سازه ها                                                     |
| موضوع               | Structural stability:                                               |
| شناسه افزود         | رضاعلی، محبوبه، ۱۳۵۹ - ویراستار                                     |
| رده بندی کنگره      | ۱۳۹۵ س ۲ ۱۴/۸/۸ TA۶۵۸                                               |
| رده بندی دیویی      | ۶۲۴/۱۷۷۱۳                                                           |
| شماره کتابشناسی ملی | ۴۴۲۳۰۰                                                              |

|               |                                                                                                         |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| عنوان کتاب    | سازه های جداسازی شده                                                                                    |
| ناشر          | موسسه انتشاراتی اندیشه کامیاب ایرانیان                                                                  |
| دفتر انتشارات | تهران - خ انقلاب - پج شمیران - خ نور محمدی - پلاک ۳۷ - واحد ۱۲ - ۷۰۶۴۱۰۰۶ - Email: e_a_kamyab@yahoo.com |
| مؤلف          | امیر نژادبان مهر                                                                                        |
| ویراستار      | محبوبه رضاعلی                                                                                           |
| مدیر تولید    | موسسه آموزشی خوارزمی                                                                                    |
| صفحه آرا      | سید حمید احمدزاده نیک قلب تهران                                                                         |
| طراح جلد      | امیر هاشمی                                                                                              |
| شمارگان       | ۱۰۰۰ جلد                                                                                                |
| نوبت چاپ      | اول، ۱۳۹۵                                                                                               |
| چاپ و صحافی   | موسسه آموزشی خوارزمی                                                                                    |
| ناظر چاپ      | مهندس پیمان عباد                                                                                        |
| قیمت          | ۱۵۰۰۰ ریال                                                                                              |

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۵۴۶-۷۶-۴  
ISBN: 978-600-8546-76-4

# فهرست

صفحه

عنوان

۹ ..... مقدمه

## فصل اول

۱۱ ..... مقابله یا همراهی (جذب) نیروهای زلزله

۱۳ ..... میرایم در طبقات

۱۳ ..... میرای دبی‌ها

۱۶ ..... سیستم ثقلی

۱۷ ..... سیستم جک‌ها و رولرها

۱۹ ..... سیستم فنری

## فصل دوم

۲۳ ..... سیستم هسته مرکزی

۳۱ ..... معایب هسته مرکزی

۳۴ ..... طراحی جداسازها

۳۶ ..... اهداف جداسازی

## فصل سوم

۴۱ ..... کنترل سازه

۴۱ ..... کنترل سازه‌ها

۴۲ ..... کنترل غیرفعال (Passive Control)

۴۲ ..... محدودیت‌های جدایشگرها

۴۲ ..... مدل‌سازی جدایشگرها

۴۳ ..... روش تقریبی مدل‌سازی سازه با جدایشگر

۴۳ ..... میراگرها

- ۴۳.....انواع میراگرها
- ۴۴.....مفهوم جداساز ارتعاشی
- ۴۵.....تغییر در انعطاف پذیری، میرایی و زمان تناوب
- ۴۵.....مقایسه بین روش های متداول و سیستم جدا گر ارتعاشی
- ۴۶.....هدف اصلی از جداسازی ارتعاشی
- ۴۶.....اجزا در یک سیستم جدا گر
- ۴۷.....کاربرد عملی مفهوم جداسازی ارتعاشی
- ۴۷.....مبایای کنترل فعال و نیمه فعال
- ۴۷.....سیستم مدار باز
- ۴۷.....سیستم مدار بسته
- ۴۷.....سیستم مدار باز- بسته
- ۴۸.....میراگرهای در نزد سیستم فولادی
- ۴۸.....خصوصیات میراگرهای هیستریسیس فولادی
- ۴۹.....انواع میراگرهای فولادی

## فصل چهارم

- ۵۱.....کنترل ارتعاش در سازه ها
- ۵۲.....طبقه بندی روش های کنترل بر اساس دینامیک سازه ها
- ۵۲.....۱- روش های کنترل مبتنی بر تغییر و تنظیم خواص دینامیکی سیستم
- ۵۲.....۲- روش های کنترل مبتنی بر تغییر و تنظیم میرایی سیستم
- ۵۲.....طبقه بندی تکنیک کنترل بر اساس نحوه عملکرد سیستم
- ۵۳.....روش کنترل فعال
- ۵۵.....روش های کنترل ترکیبی یا مختلط
- ۵۵.....روش های کنترل نیمه فعال
- ۵۵.....سیستم نوین جرم میراگر متوازن

مزایای جرم میراگر متوازن ..... ۵۷

## فصل پنجم

سیستم‌های جداسازی لرزه‌ای ..... ۵۹

تحلیل سازه جداسازی شده ..... ۵۹

طراحی جداسازهای لاستیکی با هسته سربی ..... ۵۹

میراگرها و توصیه‌های طراحی ..... ۶۷

## فصل ششم

ملاحظات اجرایی در طراحی سازه‌های جداسازی شده ..... ۷۱

ملاحظات عمومی در زمان طراحی ..... ۷۱

مشخصات بستر ..... ۷۲

اثر نوع خاک ..... ۷۲

آثار حوزه نزدیک ..... ۷۳

اثر مؤلفه قائم زمین لرزه ..... ۷۳

توجه به تأثیر موده‌های بالاتر ..... ۷۴

ارتفاع ساختمان ..... ۷۴

رفتار رو سازه ..... ۷۴

انتخاب موقعیت تجهیزات جداسازی در ارتفاع ..... ۷۴

طراحی بر اساس شرایط محیطی ..... ۷۶

مقاومت در برابر آتش ..... ۷۶

سختی جانبی جداسازها ..... ۷۶

قرار دهی جداسازها در پلان ..... ۷۸

تعویض تجهیزات جداسازی ..... ۷۸

۷۹..... فاصله آزاد جانبی و قائم

۸۰..... طرح اعضای سازه‌ای مجاور واحدهای جداساز

### فصل هفتم

۸۳..... جزئیات اجرایی معماری

۸۶..... جزئیات اجرایی تجهیزات مکانیکی

۸۹..... آزمایش‌های مورد نیاز برای جداسازهای لرزه‌ای

۹۰..... مطالعه اقتصادی طرح‌های دارای جداسازی لرزه‌ای

### فصل هشتم

۹۳..... کنترل انتقال اراضی

۹۳..... مدارک نقشه‌ای طرح

۹۷..... منابع

۹۷..... منابع فارسی

۹۸..... منابع غیر فارسی

خسارات وارد بر ساختمان‌های مختلف بر اثر زمین‌لرزه، به صورت کلی ناشی از دو عامل اساسی است که عبارت‌اند از:

- رانش نسبی طبقات ساختمان نسبت به یکدیگر

- شتاب ایجادشده در کف‌های ساختمان

تغییر شکل طبقات ساختمان، در ارتفاعات مختلف، ایجاد رانش نسبی می‌کند. از آنجائیکه طبقات در یک زمان و با یک سرعت حرکت نمی‌کنند، لذا در هنگام وقوع زلزله یک جابجایی نسبی افقی بین آن‌ها به وجود می‌آید. حتی گاهی بر اثر تغییر جهات نیروی وارده بر ساختمان، به علت همسان نبودن انتقال نیرو به تمامی طبقات، طبقات ساختمان در جهات مختلف حرکت می‌کنند که باعث تخریب دیوارهای جداساز داخلی، شکستن پنجره‌ها و انهدام سیستمات ساختمانی شده، امکان بهره‌برداری از آن را سلب نموده، خسارات قابل توجهی وارد می‌سازد. همچنین شتاب ناشی از زلزله به کف‌های ساختمان که محل تمرکز جرم سازه می‌باشند منتقل می‌شود و در هر کف، شتابی متناسب با جرم آن به وجود می‌آید.

این شتاب طبقاتی به ساکنین ساختمان دستگاه‌های حساس نصب‌شده آسیب رسانده و موجب ایجاد خسارت می‌گردد. در ساختمان‌های ویژه که بهره‌برداری از تجهیزات نصب‌شده داخلی هدف اصلی از احداث آن‌ها را شامل شود، خسارات وارده به تجهیزات فوق به مراتب بیشتر از خسارات وارده بر سازه اصلی است.

تغییر مکان‌های طبقه‌ای زیاد سبب خسارت به اجزای غیر سازه‌ای و تجهیزات متصل‌کننده طبقات می‌شود که می‌توان آن را با افزایش حتی کاهش داد؛ اما این عمل سبب تقویت و تشدید حرکت زمین می‌شود که به نوبه خود سبب افزایش شتاب طبقات شده و منجر به خسارت دیدن تجهیزات حساس داخلی می‌شود. شتاب‌های طبقات را می‌توان با نرم‌تر کردن سیستم کاهش داد؛ اما انعطاف‌پذیری بیش از حد موجب تغییر مکان‌های قابل توجه در تراز طبقات و خرابی‌های وسیع ناشی از آن و عملکرد نامناسب سازه تحت اثر نیروی باد و زلزله‌های کم قدرت شده و از سوی دیگر مستلزم طراحی و هزینه اضافی جهت تعبیه نرمی مورد نظر در اعضاء و اتصالات سازه می‌گردد. محدودیت‌های فوق به خوبی نشان می‌دهد که شیوه موجود طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله، طراحی مطلوب و ایده‌آل سازه‌ها را به دست نخواهد داد. مسئله فوق به خصوص در مورد سازه‌های ویژه که انتظار بهره‌وری بالایی در شرایط پس از زلزله در مورد آن‌ها وجود دارد، صادق است. لذا

روش دیگری که از اوایل قرن حاضر مطرح بوده و در دهه‌های اخیر به علت در دسترس قرار گرفتن امکانات مختلف چه از نظر تکنولوژی ساخت و چه از نظر دانش مهندسی در خصوص تحلیل، طراحی و اجرا برای مقاوم ساختن سازه‌ها در برابر زلزله به عرصه عمل وارد شده است، جداسازی در برابر زلزله یا جداسازی لرزه‌ای است. هدف اصلی در این روش جلوگیری از انتقال مستقیم نیروی زلزله از پی به سازه است. استفاده از جداساز، تنها راه عملی کاهش همزمان تغییر مکان بین طبقه‌ای و شتاب‌های طبقات است و با کمتر کردن تغییر مکان‌های حاصله در تراز جداساز، نرمی مورد نیاز سازه را فراهم می‌کند.

به عبارت دیگر جداسازی لرزه‌ای یک روش نوین برای طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله است که مبنای آن کاهش نیروهای وارد به سازه در اثر زمین‌لرزه، به جای افزایش ظرفیت سازه برای تحمل بارهای جانبی است. اساس این روش کاهش پاسخ‌ها، به وسیله افزایش میان‌توب و میرایی در سازه‌هاست. همچنین کاربرد این روش موجب می‌شود که تغییر شکل‌های سازه محدودتر شود و الاستیک باقی بماند که این مساله به سطح ایمنی سازه خواهد افزود.

در این روش تنها برای ایجاد صلیبیت جانبی سازه در برابر بارهای جانبی مانند بار باد و بارهای بهره‌برداری، یک سری عناصر باربر جانبی در حداقل نیاز توصیه می‌شود. در این روش چون سهم اندکی از نیروی زلزله به سازه وارد می‌شود، نتایج زیر را می‌توان انتظار داشت:

- تغییر مکان طبقات و تغییر مکان‌های مبنی طبقات کاهش می‌یابد.
- کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در شتاب طبقات به وجود می‌آید.
- خسارات سازه‌ای و نیز خسارات غیر سازه‌ای به طور محسوسی کاهش می‌یابد.
- از مقاطع با ظرفیت کمتر استفاده می‌شود.

مفهوم جداسازی لرزه‌ای منبعی غنی از تحقیقات نظری و تجربی در زمینه دینامیک سیستم‌های سازه‌ای جداساز و هم در زمینه مکانیک خود سازه‌ها برای ساختن این تحقیقات نظری که به طور وسیعی در مجله‌های مهندسی سازه و زلزله منتشر شده‌اند، سبب پیدایش توصیه‌های طراحی برای سازه‌های جداسازی شده و نیز ضوابط طراحی جداسازها شده است. امروزه کشورهای متعددی آئین‌نامه‌های طراحی برای سازه‌های جداساز شده ارائه می‌دهند. کشورهایی نظیر آمریکا، ژاپن، ایتالیا و نیوزیلند در این زمینه پیشرو بوده و هر کدام آئین‌نامه خاص خود را دارا است.