

# رفتار لرزه‌ای قاب‌های فلزی مهاربندی شده

تألیف

مهرداد مهدانیان اردستانی

سینا حاج عباس فرشچی

آفتاب گیتی

موسسه انتشاراتی آفتاب گیتی



|                         |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه                 | : | مهدانیان اردستانی، مهرداد، ۱۳۷۱-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| عنوان و نام پدیدآور     | : | رفتار لرزه‌ای قاب‌های فلزی مهاربندی شده / تألیف مهرداد مهدانیان اردستانی، سینا حاج عباس فرشچی.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| مشخصات نشر              | : | تهران: آفتاب گیتی، ۱۴۰۳.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| مشخصات ظاهری            | : | ۱۳۷ ص: (مصور (رنگی)، جدول، نمودار.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| شابک                    | : | ۹۷۸-۶۲۲-۳۱۴-۵۷۰-۴                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| وضعیت فهرست نویسی       | : | فیا                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| موضوع                   | : | قاب‌بندی فولادی -- اثر زلزله<br>Steel framing (Building) -- Earthquake effects<br>مهاربندی (مهندسی سازه)<br>Anchorage (Structural engineering)<br>ساختمان‌های فلزی -- طراحی و ساخت<br>Building, Iron and steel -- Design and construction<br>ساختمان‌های فلزی -- اثر زلزله<br>Building, Iron and steel -- Earthquake effects<br>قاب‌های ساختمانی -- اثر زلزله<br>Structural frames -- Earthquake effects<br>مهندسی زلزله<br>Earthquake engineering<br>حاج عباس فرشچی، سینا، ۱۳۷۰- |
| شناسه افزوده            | : | TH1111                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| رده بندی کنگره          | : | ۲۱/۶۹۳                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| رده بندی دیویی          | : | ۶۹۴.۱۵۵۵                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| شماره کتابشناسی ملی     | : | فیا                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| اطلاعات رکورد کتابشناسی | : |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

آفتاب گیتی

نام کتاب: رفتار لرزه‌ای قاب‌های فلزی مهاربندی شده  
مولفان: مهرداد مهدانیان اردستانی - سینا حاج عباس فرشچی  
ناشر: آفتاب گیتی  
شمارگان: ۲۰۰ نسخه  
نوبت چاپ: اول  
تاریخ چاپ: بهار ۱۴۰۳  
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۳۱۴-۵۷۰-۴  
چاپخانه: جوان  
قیمت: ۱۶۵۰۰۰ تومان

تهران، میدان انقلاب ضلع جنوب غربی مجتمع تجاری و اداری پارس - ۶۶۹۶۹۸۳۷

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.



## بنام خدا

شروع می‌کنیم به امید بهره‌مندی از الطاف بی‌دریغ خداوند سبحان، هم‌او که اول است و دومی هم ندارد. در دوران معاصر شاهد نگارش آثار ارزشمندی در ارتباط با موضوع بررسی آثار مخرب زلزله در کشور هستیم. به امید این که شاید بتوانیم راه‌کاری به منظور رفع آلام و درد هموطنان در زمان ساخت خانه جهت کاهش صدمات ناشی از زلزله ارائه دهیم اقدام به نگارش کتاب (رفتار لرزه‌ای قاب‌های فلزی مهار شده) نموده‌ایم. به لطف خداوند بعد از گذشت یک دهه تدریس در دانشگاه آزاد سعی کردیم که مطالب کتاب بگونه‌ای انتخاب شوند که قابل استفاده دانشجویان رشته عمران در مقاطع کاردانی و کارشناسی باشد. امیدواریم که با چشم‌پوشی از کاستی‌های موجود در نگارش کتاب ما را در جهت تلاشی مضاعف یاری کنید.

نویسندگان: مهرداد مصلحیان اردستانی - سینا حاج عباس فرشچی

بابت تمام کاستی‌ها و غلط‌های املایی از همه عزیزان پوزش می‌طلبیم.

از زحمات جناب هوشنگ اسدزاده مدیریت محترم انتشارات آفتاب گیتی و تشکر از مهندس ناصر اصلان بیگی که ما را در ویرایش مطالب کتاب همراهی کردند بسیار سپاس گزاریم.



## فهرست مطالب

### فصل اول: مقدمه

|    |                                                 |
|----|-------------------------------------------------|
| ۱۲ | ..... انواع سیستم های باربر جانبی               |
| ۱۲ | ..... سیستم قاب فولادی هم راه با مهاربندی واگرا |
| ۱۴ | ..... سیستم مهاربندی با مهاربند کمانش ناپذیر    |
| ۱۵ | ..... انواع روش های تحلیل سازه                  |
| ۱۶ | ..... طراحی براساس سطوح عملکردی                 |
| ۱۷ | ..... تاریخچه استفاده از تحلیل استاتیکی غیر خطی |

### فصل دوم: مروری بر ادبیات فنی موضوع

|    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| ۲۱ | ..... انواع سیستم های مقاوم جانبی    |
| ۲۲ | ..... قاب مقاوم خمشی MRF             |
| ۲۴ | ..... قاب با مهاربند همگرا CBF       |
| ۲۵ | ..... قاب با مهاربندهای واگرا EBF    |
| ۲۶ | ..... معرفی سیستم مهاربندی واگرا EBF |
| ۲۸ | ..... سختی و مقاومت قاب              |
| ۲۹ | ..... زمان تناوب قاب های EBF         |
| ۳۰ | ..... مکانیزم جذب انرژی              |

|    |                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------|
| ۳۰ | نیرو در تیرها و تیر پیوند                                       |
| ۳۲ | تسلیم و مکانیزم خرابی در تیر پیوند                              |
| ۳۷ | اثر کمانش جان تیر پیوند                                         |
| ۳۷ | مقاومت نهایی تیر پیوند                                          |
| ۳۹ | ضعف سیستم‌های باربر جانبی متداول                                |
| ۴۳ | سیستم قاب مهاربندی شده با مهاربند کمانش ناپذیر (BRB)            |
| ۴۴ | تاریخچه ساخت مهاربند کمانش ناپذیر                               |
| ۴۴ | معرفی مهاربند کمانش ناپذیر (کمانش تاب)                          |
| ۴۵ | معرفی اجزاء و بخشهای تفکیک شده در مهاربند کمانش ناپذیر (شکل ۲۳) |
| ۴۷ | طراحی قاب‌های مهاربندی شده کمانش ناپذیر                         |
| ۵۱ | مزایای استفاده از مهاربندهای کمانش ناپذیر                       |
| ۵۱ | ضوابط طراحی مهاربندهای کمانش ناپذیر                             |
| ۵۶ | مهاربندهای خارج از مرکز                                         |
| ۶۱ | قاب مرکب کمانش تاب                                              |

## فصل سوم: مفاهیم طراحی براساس سطح عملکرد

|    |                                           |
|----|-------------------------------------------|
| ۶۶ | مفاهیم اساسی و اهداف طراحی براساس عملکرد  |
| ۶۷ | سطوح هدف عملکرد ساختمان                   |
| ۶۷ | سطوح عملکرد اجزای سازه‌ای                 |
| ۶۷ | سطوح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای              |
| ۶۸ | سطح عملکرد قابلیت خدمت رسانی بی‌وقفه‌هایی |
| ۶۸ | سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه         |
| ۶۸ | سطح عملکرد ایمنی جانی                     |
| ۶۹ | سطح عملکرد آستانه فرو ریزش                |

|    |                                                 |
|----|-------------------------------------------------|
| ۶۹ | سطوح خطر                                        |
| ۷۰ | روش های طراحی براساس عملکرد                     |
| ۷۰ | روش های تحلیل سازه                              |
| ۷۰ | روش های تحلیل خطی                               |
| ۷۱ | روش های تحلیل غیر خطی                           |
| ۷۱ | روش استاتیکی غیر خطی                            |
| ۷۱ | الگوی بار جانبی                                 |
| ۷۲ | نقطه کنترل                                      |
| ۷۳ | روش ضرایب تغییر مکان                            |
| ۷۴ | روش طیف ظرفیت                                   |
| ۷۵ | مزایا و معایب روش تحلیل استاتیکی غیر خطی معمولی |
| ۷۵ | تعیین پارامترهای لرزه ای سازه                   |
| ۷۷ | روش های محاسبه ضریب رفتار                       |
| ۷۷ | روش های آمریکایی                                |
| ۷۸ | الف) روش طیف ظرفیت فریمن                        |
| ۷۹ | ب) روش ضریب شکل پذیری یوآنگ                     |
| ۸۲ | اجزای ضریب رفتار                                |

### فصل چهارم: معرفی مدل ها و شروع مدل سازی

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
| ۸۶ | معرفی نرم افزارهای SAP2000 و ETABS |
| ۸۶ | معرفی نرم افزار ETABS              |
| ۸۷ | معرفی نرم افزار SAP2000            |
| ۸۸ | معرفی مدل های سه بعدی              |
| ۹۶ | مدل سازی در نرم افزار SAP2000      |

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| تحلیل پوش آور مدل‌های ساخته شده در نرم افزار SAP .....                                   | ۱۰۱ |
| انتخاب نقطه تغییر مکان هدف و تعیین مقدار تغییر مکان هدف .....                            | ۱۰۵ |
| معرفی و مطالعه نمونه آزمایشگاهی و مدل عددی از یک قاب فولادی همراه با بادبند ۱۰۵BRB ..... | ۱۰۵ |
| معرفی مدل عددی .....                                                                     | ۱۰۷ |

## فصل پنجم: نتایج تحلیل غیرخطی در SAP2000

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| نتایج تحلیل پوش آور .....                                  | ۱۱۶ |
| نحوه تشکیل مفاصل پلاستیک در اعضای مدل‌های مختلف .....      | ۱۱۶ |
| نتایج کلی بدست آمده .....                                  | ۱۲۵ |
| تغییرات ضریب اضافه مقاومت با افزایش تعداد طبقات سازه ..... | ۱۳۲ |
| تغییرات ضریب اضافه مقاومت با تغییر در آرایش مهاربندی ..... | ۱۳۳ |
| تغییرات ضریب اضافه مقاومت با افزایش تعداد طبقات سازه ..... | ۱۳۴ |
| تغییرات ضریب اضافه مقاومت با تغییر در آرایش مهاربندی ..... | ۱۳۴ |
| فهرست منابع .....                                          | ۱۳۶ |