

بهسازی سازه‌های فولادی براساس سطح عملکرد (pushover)

نشریه ۳۶۰ ایران زیر ذره‌بین

www.ketab.ir

مؤلفین:

فرزاد مقرون

دانشجوی دکتری زلزله

مهدی روان بخشیان

دانشجوی دکتری زلزله

سرشناسه	روان بخشیان، مهدی، ۱۳۶۳-
عنوان و پدیدآور	بهسازی سازه‌های فولادی براساس سطح عملکرد (Poushover) / مؤلفین: مهدی روان بخشیان، فرزاد مقرون.
مشخصات نشر	اصفهان: ارکان دانش، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۳۱۶ ص. جدول نمودار
شابک	978-600-287-096-4
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
موضوع	پایداری سازه‌ها
موضوع	ساپ- ۲۰۰۰ (برنامه کامپیوتر)
موضوع	SAP-2000 (Computer program)
موضوع	Structural stability
موضوع	سازه‌های فولادی - - طرح و ساختمان
موضوع	Steel structures—Design and construction*
شناسه افزوده	مقرون، فرزاد، ۱۳۵۲-
رده‌بندی کنگر	۱۳۹۶ ب۹ ر/ TA۶۵۶
رده‌بندی دی	۶۲۴/۱۷۱
شماره کتابشناختی ملی	۴۹۷۸۷۵۴



سایت خرید: www.Arkan-danesh.com

انتشارات ارکان دانش

نام کتاب	بهسازی سازه‌های فولادی براساس سطح عملکرد (Pushover)
مؤلفین	مهدی روان بخشیان، فرزاد مقرون
ناشر	انتشارات ارکان دانش
چاپ اول	زمستان ۱۳۹۶
شمارگان	۵۰۰ جلد
مدیر تولید	نسرین مختاری
تنظیم و صفحه‌آرایی	انتشارات ارکان دانش
طراحی جلد	کانون آگهی و تبلیغات نقشینه
لیتوگرافی	طاها
چاپ متن	مجتمع چاپ ایرانیان
چاپ جلد	اندیشه
صحافی	پیمان گستر
قطع و شمارش صفحات	وزیری، ۳۱۶ صفحه
قیمت	۲۲۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-287-096-4

شابک: ۹۷۸ - ۶۰۰ - ۲۸۷ - ۰۹۶ - ۴

اصفهان: خیابان شیخ بهایی، چهارراه سرتیپ، کوی شهید مهرداد انصاری (سرتیپ)، نرسیده به طالقانی، پلاک ۹۲،
تلفن: ۳۲۳۴۱۳۳۹، ۳۲۳۴۱۳۳۹، ۳۲۳۴۱۳۳۹، ۳۲۳۴۱۳۳۹، کدپستی: ۶۵۶۳۱-۸۱۳۵۸

مراکز فروش: اصفهان: ۳۲۳۴۱۳۳۹-۰۳۱، تهران: ۶۶۹۶۳۵۵۴-۰۲۱، ۶۶۴۹۲۲۶۶-۰۲۱

مقدمه مؤلفین

در طی سالیان اخیر تحقیقات زیادی در زمینه مهندسی زلزله صورت گرفته است و باعث تحولات بنیادی در آیین‌نامه‌های کشور شده است. با توجه به اهمیت موضوع، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور زمینه تدوین دستورالعمل ملی جهت بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود را فراهم کرد که نتیجه آن نشریه ۳۶۰ است که روال ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌ها را برای سمح مختلف عملکرد ارایه نموده است. در نشریه ۳۶۰ در مورد بسیاری از اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای خاص ایران معیارهای پذیرش و بهسازی مناسب عرضه شده و روش‌های جمع‌آوری اطلاعات سازگاری‌های لازم را با شرایط کشور یافته است.

در دانشگاه‌ها یکی از دروس اصلی که در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری رشته عمران در گرایش‌های سازه زلزله بسیار به آن اهمیت داده می‌شود طراحی سازه‌ها براساس سطح عملکرد است که براساس ضوابط نشریه ۳۶۰ انجام می‌شود. یکی از بخش‌های نشریه به بررسی و بیان ضوابط مختلف بهسازی سازه‌های فولادی در محدوده‌های خطی و غیرخطی پرداخته است و عدم وجود منبع مناسبی جهت تفسیر طراحی براساس عملکرد در دانشگاه‌ها جهت تدریس، ما را بر آن داشت که با تألیف کتاب حاضر بحث ضوابط نشریه در مورد سازه‌های فولادی در قالب مباحث غیرخطی را بیشتر و دقیق‌تر بررسی کنیم و از طرفی می‌دانیم برای انجام تحلیل‌های غیرخطی نیاز به تشکیل مفاصل پلاستیک است که بتوان به درستی و با دقت، حیح این مفاصل را در سازه‌های مختلف تعریف کرد. در سازه‌های مختلف چگونگی و تشکیل این مفاصل متفاوت است. در کتاب حاضر به صورت بسیار واضح و روان و با محاسبات دستی ضوابط نشریه ۳۶۰ در مورد تشکیل مفاصل غیرخطی سازه‌های فولادی بیان شده است و همچنین محاسبات ایجاد مفاصل پلاستیک در سازه‌های فولادی اعم از قاب خمشی، قاب خمشی و مهاربندهای همگرا و واگرا و قاب ساده به همراه مهاربند است. امیدواریم که این کتاب بتواند برای تدریس طراحی براساس عملکرد مورد استفاده همکاران عزیز گردد.

کتاب حاضر در هفت فصل تهیه شده است. فصل اول مفاهیم و اهداف بهسازی لرزه‌ای براساس آیین‌نامه بهسازی ۳۶۰ و اهداف کتاب بیان شده است. در فصل دوم شرحی بر مباحث فولادی ساختمان‌های موجود در طراحی براساس عملکرد و شرح کامل گام‌های گانه آیین‌نامه ۳۶۰ بررسی می‌شود. نیاز یا عدم نیاز به بهسازی، بررسی اهداف بهسازی، سطوح خسر و عملکرد محدوده کاربرد روش‌های غیرخطی، تعیین تغییرمکان هدف در تحلیل استاتیکی غیرخطی، اشکال مفاصل و بررسی دوبعدی یا سه بعدی بودن مدل اعضاء اصلی و غیر اصلی، رفتار اعضاء از نظر شکن‌پذیری و تشخیص تغییر شکل و یا نیرو کنترل بودن اعضاء، انواع سیستم‌های باربر لرزه‌ای و بارگذاری و محاسبه سختی و مقاومت در روش‌های غیرخطی، مدل‌سازی اعضا گام‌های ۹ گانه مورد بررسی می‌باشد. در فصل سوم به بررسی مقاطع و تحلیل استاتیکی غیرخطی برای قاب خمشی یک طبقه و شرح و کنترل تغییرمکان هدف با ضوابط آیین‌نامه و بررسی شروط و گام‌های ذکر شده و ضوابط برای ناحیه چشمه اتصال در اتصال صلب فولادی به صورت محاسبات دستی بیان شده است.

در فصل چهارم به بررسی ضوابط و گام‌های نشریه برای مقاطع و تحلیل‌های غیرخطی برای قاب ساده فولادی ۲ طبقه همراه با مهاربند همگرای ضربدیری و اتصالات آن پرداخته‌ایم.

فصل پنجم ضوابط و گام‌های نشریه برای قاب ساده فولادی ۲ طبقه همراه با مهاربند واگرا و عضو تیر پیمند بررسی شده است. تمامی محاسبات در تمامی فصل‌های قبل به صورت محاسبات دستی بدون استفاده از نرم‌افزار انجام شده است.

در فصل ششم محاسبات همراه با نرم‌افزار بیان شده است و مفاصل پلاستیک مهاربند همگرای ضربدری توسط نرم‌افزار SAP 2000 همراه با محاسبات بررسی شده است.

فصل هفتم به بررسی جزئیات و اجرای تحلیل استاتیکی غیرخطی برای سه پروژه فولادی با استفاده از نرم‌افزار SAP 2000 پرداخته شده است در پروژه اول به تعریف مفاصل پلاستیک نیرویی و تغییرشکلی در سازه فولادی به انضمام مهاربند همگرای ضربدری پرداخته‌ایم. پروژه دوم به تعریف مفاصل در سازه قاب خمشی فولادی متوسط پرداخته و در پروژه سوم برای قاب ذکر شده به صورت گام به گام تحلیل انجام گرفته است.

در پایان هر فصل مسائلی ارائه شده است که مطالب هر فصل را به طور کامل دربرمی‌گیرد. در پیوست کتاب رای یا آری از مبحث دهم مقررات ملی ساختمان نکاتی که در کتاب در مورد سازه‌های فولادی استفاده می‌شود بیان شده است که امید است مورد استفاده عزیزان قرار گیرد. امیدوار هستیم به لطف خداوند بررسی آیین‌نامه برای سازه‌های بتنی هم به زودی در دسترس عزیزان قرار گیرد.

خداوند متعال را شاکریم که توفیق لایف کتاب حاضر میسر گردید و امیدوار هستیم با دریافت نقطه نظرات اساتید، متخصصان، مهندسان و دانشجویان محترم کاستی‌های کتاب برطرف شود. در پایان از مدیریت محترم انتشارات ارکان‌دانش جناب آقای مهندس محمد ترابی‌ان و همچنین سرکار خانم نسرين مختاری که در کنترل نهایی کتاب و مراحل تولید کتاب مدیریت داشتند، سرکار خانم فاطمه چلمغانی در تایپ، ادیت و صفحه‌آرایی کتاب، همچنین سرکار خانم حمیده ختمی پناهی به خاطر طراحی جلد کتاب کمال تشکر را داریم.

مهدی رزق‌بخ بیان - فرزاد مقرون

زمستان ۱۳۹۶

فصل اول: مقدمه

- کلیات ۳
- ۱-۱- بررسی عملکرد اعضای قاب مهاربندی فولادی در ناحیه تحلیل‌های غیرخطی ۳
- ۲-۱- (مفهوم بهسازی) ۵
- ۳-۱- هدف کتاب ۶

فصل دوم: شرحی بر مباحث فولادی دستورالعمل بهسازی ساختمان‌های موجود
(طراحی براساس عملکرد - نشریه ۳۶۰)

- کلیات ۹
- ۱-۲- گام اول: نیاز یا عدم نیاز به بهسازی ۹
- ۲-۲- گام دوم: بررسی هدف بهسازی ۹
- ۳-۲- گام سوم: محدوده کاربرد روش‌های غیرخطی ۱۳
- ۴-۲- گام چهارم: تعیین تغییر مکان مفروضه در صورت استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی ۱۴
- ۵-۲- گام پنجم: بررسی دوبعدی و یا سه بعدی مدل ۱۹
- ۶-۲- گام ششم: الف - اعضاء اصلی و غیراصلی ۲۱
- ۶-۲- ب - «بررسی تغییر شکل کنترل و یا نیرو کنترل در اعضاء سازه‌ای» ۲۲
- ۷-۲- گام هفتم: تشخیص تغییر شکل یا نیرو کنترل تک تک اعضاء در انواع سیستم‌های لرزه‌ای ۲۳
- ۷-۲- ۱- سیستم باربر جانبی قاب خمشی فولادی ۲۳
- ۷-۲- ۲- سیستم باربر جانبی قاب خمشی + مهاربند ضربدری ۲۴
- ۷-۲- ۳- سیستم باربر جانبی قاب ساده + مهاربندی ۲۴
- ۷-۲- ۴- سیستم باربر جانبی قاب خمشی + مهاربند واگرا ۲۵
- ۸-۲- گام هشتم: محاسبه سختی و مقاومت در روش‌های غیرخطی ۲۸
- ۸-۲- ۱- بارگذاری یکنوا ۲۸
- ۸-۲- ۲- بارگذاری سیکلی ۲۹
- ۹-۲- گام نهم: مدل سازی اعضای تغییر شکل کنترل Q_{CE} و اعضای نیرو کنترل Q_{CL} ۳۲
- ۹-۲- ۱- پلاستیسیته گسترده (Distributed Plasticity) ۳۳
- ۹-۲- ۲- پلاستیسیته متمرکز (Concentrated Plasticity) ۳۳

فصل سوم: بررسی مقاطع و تحلیل‌های غیر خطی طبق نشریه برای قاب خمشی فولادی یک طبقه (محاسبات دستی)

- ۱-۳- تحلیل استاتیکی غیرخطی روی قاب خمشی یک طبقه..... ۳۷
- ۱-۱-۳- نیاز یا عدم نیاز به بهسازی..... ۳۸
- ۲-۱-۳- بررسی هدف بهسازی..... ۳۸
- ۳-۱-۳- محدوده کاربرد روش‌های غیرخطی..... ۳۹
- ۴-۱-۳- تعیین تغییر مکان هدف در صورت استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ۴۳
- ۵-۱-۳- بررسی سه بعدی یا دو بعدی بودن مدل..... ۴۷
- ۶-۱-۳- بررسی و کنترل اعضای اصلی و غیراصلی..... ۴۸
- ۷-۱-۳- بررسی تغییر شکل کنترل Q_{CE} و یا نیرو کنترل Q_{CL} بودن اعضای قاب خمشی فولادی در پروژ مطابق شکل ۱۱-۳..... ۵۰
- ۸-۱-۳- بررسی ضوابط نشریه ۳۶۰ برای عضو تیر فولادی..... ۵۰
- ۹-۱-۳- بررسی ضوابط نشریه ۳۶۰ برای ستون پروژه..... ۶۴
- ۲-۳- بررسی ضوابط نشریه ۳۶۰ برای ناچشمه اتصال در اتصال‌های صلب..... ۸۰
- ۳-۳- اختصاص دادن خصوصیات غیر خطی چشمه اتصال اتصال صلب پروژه فولادی..... ۸۴
- ۴-۳- بررسی ضوابط نشریه ۳۶۰ برای اتصال‌ها، صلب..... ۸۹
- ۵-۳- محاسبه θ_r اتصال صلب..... ۹۱
- ۶-۳- محاسبه مقاومت اتصال صلب (Q_{CE})..... ۹۵
- تمرین‌های فصل سوم..... ۹۷

فصل چهارم: بررسی مقاطع و تحلیل‌های غیرخطی طبق نشریه برای قاب ساده فولادی ۲ طبقه همراه با مهاربند همگرای ضربدری (محاسبات دستی)

- ۱-۴- تعریف مدل..... ۱۰۱
- ۲-۴- مشخصات پروژه..... ۱۰۳
- ۳-۴- گام اول: نیاز یا عدم نیاز به بهسازی..... ۱۰۳
- ۴-۴- گام دوم: بررسی هدف بهسازی..... ۱۰۴
- ۵-۴- گام سوم: محدوده کاربرد روش‌های غیرخطی استاتیکی..... ۱۰۴
- ۶-۴- گام چهارم: تعیین تغییر مکان هدف در صورت استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ۱۰۵
- ۷-۴- گام پنجم: بررسی ۳ بعدی و یا ۲ بعدی بودن مدل..... ۱۰۹
- ۸-۴- گام ششم: بررسی و کنترل اعضای اصلی و غیراصلی..... ۱۱۰

- ۹-۴ گام هفتم: بررسی تغییر شکل کنترل Q_{CE} و یا نیرو کنترل Q_{CL} بودن اعضای قاب ساده به انضمام مهاربندی در پروژه فولادی ۱۱۱
- ۱۰-۴ گام هشتم: انجام مراحل بهسازی و تشخیص مکان مفصل‌های پلاستیک ۱۱۲
- ۱۱-۴ ترسیم منحنی $F-\Delta$ مهاربند فشاری ۱۱۵
- ۱۲-۴ محاسبه Δ_c و P_{CE} برای مهاربند فشاری ۱۱۶
- ۱۳-۴ ترسیم منحنی غیرخطی $F-\Delta$ برای مهاربند فشاری ۱۱۸
- ۱۴-۴ تعیین پارامتر مدل سازی مهاربند فشاری ۱۱۹
- ۱۵-۴ تکمیل نمودار برای مهاربند فشاری ۱۲۰
- ۱۶-۴ ترسیم منحنی $F-\Delta$ مهاربند کششی پروژه ۱۲۱
- ۱۷-۴ ترسیم منحنی $P-\Delta$ برای مهاربند کششی مطابق نمودار ۱۰-۴ ۱۲۲
- ۱۸-۴ تعیین پارامترهای مدل سازی مهاربند کششی ۱۲۳
- ۱۹-۴ تعیین ثابت T در نمودار $T_{CE} - \Delta_T$ ۱۲۳
- ۲۰-۴ خصوصیات اصلی تیر IPE180 در سازه همراه با مهاربند همگرا ۱۲۵
- ۱-۲۰-۴ اختصاص دادن ضوابط خطی نه غیرخطی به تیرها ۱۲۵
- ۲-۲۰-۴ بررسی نیروکنترل بودن تیرهای دهانه مهاربند همگرا ۱۲۵
- ۳-۲۰-۴ بررسی معیارهای پذیرش برای حالت تیرهای دهانه مهاربندی ۱۲۶
- ۴-۲۰-۴ بررسی کفایت مقطع تیر در حالت نیرو کنترل بودن (تیر دهانه مهاربند) ۱۲۷
- ۱-۴-۲۰-۴ تعیین K ضریب آگاهی ۱۳۲
- ۲-۴-۲۰-۴ کنترل کفایت عضو تیر مورد نظر ۱۳۲
- ۲۱-۴ بررسی ستون‌های در قاب ساده به انضمام مهاربند همگرا ۱۳۳
- ۲۲-۴ بررسی ضوابط نشریه ۳۶۰ برای عضو ستون در دهانه فاقد مهاربند همگرا ۱۳۳
- ۲۳-۴ بررسی ضوابط نشریه ۳۶۰ برای اتصال موردنظر در قاب ساده به انضمام مهاربند همگرا ۱۴۱
- تمرین‌های فصل چهارم ۱۴۹

فصل پنجم: بررسی مقاطع و تحلیل‌های غیرخطی طبق نشریه برای قاب ساده فولادی

۲ طبقه همراه با مهاربند واگرا (محاسبات دستی)

- ۱-۵-۱ تعریف مدل ۱۵۳
- ۱-۵-۱-۱ گام اول: نیاز یا عدم نیاز به بهسازی ۱۵۴
- ۲-۵-۱-۲ گام دوم: بررسی هدف بهسازی ۱۵۵
- ۳-۵-۱-۳ گام سوم: محدوده کاربرد روش‌های غیرخطی استاتیکی ۱۵۶
- ۴-۵-۱-۴ گام چهارم: تعیین تغییر مکان هدف در صورت استفاده از تحلیل استاتیکی غیرخطی ۱۵۶

۱۵۹	۲-۵- محاسبه σ_K
۱۶۰	۳-۵- تشخیص نیرو کنترل یا تغییر شکل کنترل بودن اعضاء
۱۶۱	۴-۵- بررسی ضوابط غیرخطی در عضو تیر پیوند مهاربند واگرا
۱۶۸	۵-۵- تعیین معیار پذیرش تیر پیوند
۱۶۸	۶-۵- کنترل نیاز به بهسازی یا عدم نیاز به بهسازی تیر پیوند
۱۶۹	۷-۵- بررسی ضوابط مهاربند فشاری و کششی
۱۷۳	تمرین‌های فصل پنجم

فصل ششم: تعیین مفاصل پلاستیک مهاربند همگرای ضربدری توسط نرم افزار SAP2000 همراه با محاسبات دستی

۱۷۷	۱-۶- مقدمه
۱۷۷	۲-۶- قسمت اول: تحلیل الاستیک غیرخطی روی قاب ساده به انضمام مهاربند همگرا
۱۷۹	۳-۶- تعریف مفاصل غیرخطی در SAP2000
۱۸۷	۴-۶- ترسیم منحنی غیرخطی $F-L$ برای مهاربند فشاری
۱۸۸	۵-۶- تکمیل نمودار برای مهاربند فشاری
۱۹۷	۶-۶- ادامه تکمیل روند تعریف مفاصل غیرخطی
۲۰۰	۷-۶- اختصاص دادن مقطع پلاستیک (غیرخطی) تعریف شده به مهاربند کششی و فشاری همگرا

فصل هفتم: اجرا و بررسی تحلیل استاتیکی غیرخطی توسط نرم افزار SAP2000 به پوش آور برای پروژه‌های مختلف فولادی با استفاده از نرم افزار sap2000

۲۰۷	۱-۷- مقدمه
۲۰۹	۲-۷- پروژه اول
۲۰۹	۱-۲-۷- مدل سازی پروژه در نرم افزار sap
۲۱۰	۲-۲-۷- تعیین محل مفاصل نیرویی و مفاصل تغییرشکلی در سازه
۲۱۰	۳-۲-۷- چگونگی تعریف مفاصل نیرویی برای عضو تیر در پروژه
۲۱۶	۴-۲-۷- چگونگی تعریف مفاصل نیرویی برای عضو ستون در پروژه
۲۲۱	۵-۲-۷- اختصاص دادن مفاصل نیرویی تیر و ستون تعریف شده به سازه موردنظر در پروژه
۲۲۴	۳-۷- پروژه دوم: طریقه تعریف مفاصل پلاستیک نیرویی و تغییر شکل در سازه قاب خمشی فولادی متوسط
۲۲۴	۱-۳-۷- مدل سازی پروژه در نرم افزار sap

- ۲۲۵-۲-۳-۷- تعیین مفاصل نیرویی و تغییرشکلی در سازه.....
- ۲۲۵-۳-۳-۷- چگونگی تعریف مفاصل تغییر شکل کنترل برای عضو تیر موردنظر.....
- ۲۳۵-۴-۳-۷- گام چهارم: چگونگی تعریف مفاصل تغییر شکل کنترل (DC) برای عضو ستون مورد نظر.....
- ۲۵۰-۴-۷- پروژه سوم: بدست آوردن موارد خواسته شده توسط نرم افزار.....
- ۲۵۱-۴-۷- معرفی حالات بار ثقلی حد بالا و پایین برای تحلیل در قاب پروژه.....
- ۲۵۷-۲-۴-۷- توزیع بار جانبی.....
- ۲۵۸-۳-۴-۷- معرفی توزیع بارهای جانبی یکنواخت در نرم افزار sap2000.....
- ۲۶۳-۴-۴-۷- نحوه محاسبه دستی و اعمال تغییرمکان هدف در نرم افزار.....
- ۲۶۵-۵-۴-۷- تنظیمات مربوط به محاسبه تغییرمکان هدف.....
- ۲۶۵-۶-۴-۷- اثبات رابطه تغییرمکان هدف در نشریه ۳۶۰.....
- ۲۷۱-۷-۴-۷- تجزیه اولیه استاتیکی غیرخطی.....
- ۲۷۳- پیوست ۱: ضریب لول و نرخ فشاری (از مبحث دهم مقررات ملی ساختمان).....
- ۲۸۰- پیوست ۲: جداول اشتراک.....
- ۳۰۱- منابع و مآخذ.....