

# طراحی سازه‌های فولادی

(جلد پنجم)

به روش حالات حدی

*LRFD*

نویسندگان :

دکتر مجتبی ازهری

دکتر حسین عموشاهی

دکتر سیدرسول میرقادری

سرشناسه : ازهری، مجتبی، ۱۳۲۵-  
عنوان و نام پدیدآور : طراحی سازه‌های فولادی / نویسندگان: مجتبی ازهری، حسین عموشاهی، سیدرسول میرقادر  
وضعیت ویراست : [ویراست ۲]  
موضوعات نشر : اصفهان: انتشارات ارکان دانش، ۱۳۸۸.  
مشخصات ظاهری : ج ۱: مصور، نمودار + یک لوح فشرده  
شابک : ج ۱: 978-600-5442-24-3 : ج ۲: 978-600-5442-50-2 : ج ۳: 978-600-5442-56-4 : ج ۴: 978-600-5442-78-6

وضعیت فهرست نویسی : فای  
یادداشت : Limit states desing of steel structures (LRFD). پشت جلد به انگلیسی.  
یادداشت : ج ۵ (چاپ اول: ۱۳۹۳) (فیب).  
یادداشت : کتابنامه.  
یادداشت : نمایه.

ج ۱. طراحی سازه‌های فولادی: با ویرایش و اصلاحات اساسی همراه با مثال‌های جدید و CD طراحی کف ستون، ج ۲. طراحی سازه‌های فولادی: با ویرایش و اصلاحات اساسی همراه با طراحی مهاربندی‌های جانبی، بررسی ارتعاشات سقف‌های مرکب و ... ج ۳. طراحی سازه‌های فولادی اتصالات: با ویرایش و اصلاحات اساسی همراه با طراحی گرزهای اتصالات خمشی و وصله تیرها و ستون‌ها به انضمام مثال‌های جدید، ج ۴. طراحی سازه‌های فولادی مباحث طراحی لرزه‌ای - ج ۵. طراحی سازه‌های فولادی به روش حالات حدی LRFD / نویسندگان: مجتبی ازهری، حسین عموشاهی، سیدرسول میرقادر

موضوع : سازه‌های فولادی  
موضوع : سازه‌های فولادی - طرح و محاسبه  
شناسه افزوده : اداری، سول، ۱۳۲۳-  
رده‌بندی کنگره : ۶۸۸ / الف ۶۸۴ / TA  
رده‌بندی دیویی : ۶۲۱ / ۸۲۱  
شماره کتابشناسی ملی : ۱۸۱ / ۳۸

« انتشارات ارکان دانش ناشر برگزیده سال ۱۳۸۷ استان اصفهان »

« ناشر برگزیده نمایه‌گاه بین‌المللی کتاب تهران در سال ۱۳۸۹ »



انتشارات ارکان دانش

|                     |                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| نام کتاب :          | طراحی سازه‌های فولادی - به روش حالات حدی LRFD             |
| مؤلفین :            | دکتر مجتبی ازهری، دکتر حسین عموشاهی، دکتر سیدرسول میرقادر |
| ناشر :              | انتشارات ارکان دانش                                       |
| چاپ اول :           | بهار ۱۳۹۳                                                 |
| شمارگان :           | ۲۰۰۰ جلد                                                  |
| مدیر تولید :        | نسرین مختاری                                              |
| تایپ و صفحه‌آرایی : | انتشارات ارکان دانش                                       |
| طراحی جلد :         | کانون آگهی و تبلیغات نقشینه                               |
| لیتوگرافی :         | طاها                                                      |
| چاپ متن :           | پارسا                                                     |
| چاپ جلد :           | کنکاش                                                     |
| صحافی :             | پیمان گستر                                                |
| قطع و شمارش صفحات : | وزیری، ۷۰۴ صفحه                                           |
| قیمت :              | ۳۰۰,۰۰۰ ریال                                              |

ISBN: 978-600-287-036-0

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۸۷-۰۳۶-۰

اصفهان: خیابان شیخ بهایی، چهارراه سرتیپ، کوی شهید مهرداد انصاری (سرتیپ)، نرسیده به طالقانی، پلاک ۹۲.  
تلفن: ۲۳۴۱۳۳۹، نمایر: ۲۳۴۱۳۳۹، مرکز فروش: ۲۳۵۶۸۵۸، ۲۲۱۹۹۷۸، کدپستی: ۸۱۳۵۸-۶۵۶۳۱

۲۳۵۶۸۵۹

« کلیه حقوق این اثر مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات ارکان دانش می‌باشد و هرگونه چاپ و انتشار به هر شکل بدون کسب اجازه از انتشارات ارکان دانش ممنوع و پیگرد قانونی دارد. »

استقبال و ابراز لطف بزرگوارانه دانشجویان عزیز، مهندسان گرامی و همکاران ارجمند دانشگاهی نسبت به جلد‌های اول تا چهارم کتب طراحی سازه‌های فولادی مشوقی بود تا به نگارش جلد حاضر تحت عنوان "طراحی سازه‌های فولادی به روش حالات حدی" اقدام کنیم. سپاس فراوان خداوند منان و مهربان را که توفیق تهیه این مجموعه را نصیبمان کرد.

تلاش قوی‌سندگان در این جلد، که بر شیوه‌ی طراحی با نگرش حالات حدی استوار است، تشریح مطالب بر اساس تجربیات مؤلفان برای درک بهتر و منطقی‌تر مطالب مورد نیاز دانشجویان و دانش‌آموختگان در این ارتباط است.

ویرایش سال ۱۳۹۲ مبحث دهم از مقررات ملی ساختمان ایران که در آن شیوه طراحی سازه‌های فولادی روش حالات حدی (ضرائب بار و مقاومت) مورد نظر قرار گرفته است، مؤلفان را بر آن داشت که ضمن تأکید بر اصول طراحی به روش حالات حدی و مزایای آن، اصول و ضوابط طراحی و ضوابط بار و مقاومت را در این جلد ارائه کنند.

کتاب حاضر در هفت فصل بیان شرح تنظیم شده است:

در فصل اول، ضمن بیان مقدمه‌ای بر بیان و مزایای روش حالات حدی و ارائه تشابهات و تفاوت‌های آن با روش تنش مجاز، اصول کلی این شیوه طراحی مورد توجه قرار می‌گیرد.

فصل دوم به "طراحی/اعضای کششی" به شیوه‌ی حالات حدی اختصاص یافته است. در این فصل ضمن ارائه ضوابط و مبانی نظری و آیین‌نامه‌ای مثال‌های متنوعی نیز ارائه می‌شود. در فصل سوم، "طراحی/اعضای فشاری"، مبانی نظری پدیده‌ی ستون‌های منفرد و متشکل از چند نیم‌رخ بر اساس معیارهای کمانش خمشی، کمانش پیچشی و کمانش خمشی-پیچشی ارائه می‌گردد. همراه با بیان ضوابط و روابط آیین‌نامه‌ای، جهت تبیین، تمرین و مسائل‌هایی در هر مورد ارائه خواهد شد.

فصل چهارم کتاب، "طراحی/اعضای خمشی"، به ارائه مبانی نظری و آیین‌نامه‌ای طراحی انواع تیرها با اشکال گوناگون مقاطع با توجه به پدیده‌های کمانش موضعی، کمانش جانبی، کمانش پیچشی-جانبی و تسلیم اختصاص دارد. هم‌چنین کنترل‌های مربوط به برش، بار متمرکز، ارتعاش، تغییرشکل و خمش دو محوره نیز از مطالب ارائه شده در این فصل است. در این فصل نیز در هر مورد مثال‌های متنوعی ارائه می‌شود.

فصل پنجم کتاب، "طراحی تیورورق‌ها"، اصول کلی و مبانی طراحی نظری و آیین‌نامه‌ای تیورورق‌ها با نگرش ضرائب بار مقاومت را ارائه می‌نماید. در این فصل علاوه بر تأکید بر روابط نظری حاکم بر تیورورق‌ها مثال‌های متنوعی نیز خواهیم داشت.

فصل ششم کتاب، "طراحی تیر-ستون‌ها"، به ارائه ضوابط و اصول نظری و آیین‌نامه‌ای اعضای تحت اثر توأمان لنگر خمشی و نیروی محوری اختصاص یافته است. در این فصل نحوه تحلیل مرتبه اول و دوم بیان و مثال‌های گوناگونی نیز در هر مورد ارائه خواهد شد.

فصل هفتم کتاب به "طراحی اعضای خمشی و فشاری با مقطع مختلط" اختصاص داشته و در آن ضوابط تبیین مقاومت فشاری و خمشی این اعضا، ضوابط آیین‌نامه‌ای طراحی ستون‌ها و تیرهای با مقطع مختلط همراه با مثال‌های متعدد ارائه خواهد شد.

مراحل تألیف و نشر این کتاب جز با تلاش و همراهی عزیزانی که به اختصار به زحمات ایشان اشاره می‌شود ممکن نبود.

جناب آقای مهندس مسیح هرستانی و سرکار خانم اکرم ملایی ترسیم کلیه‌ی شکل‌های مجموعه پنج جلدی کتاب طراحی سازه‌های فولادی از جمله این اثر را با حوصله، دقت و تلاش تحسین‌برانگیزی به سرکار خانم مؤلفان مراتب سپاس و تشکر صمیمانه خود را تقدیم این عزیزان می‌کنند. از سرکار خانم مهسا غفاری دانشجوی ارزنده کارشناسی دانشکده مهندس عمران دانشگاه صنعتی اصفهان که با جوانی اولیه‌ی متن کتاب را به عهده گرفتند، صمیمانه قدردانی می‌کنیم.

سرکار خانم مهندس آلا ترابیان دانشجوی ممتاز کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان تلاش‌های تحسین‌برانگیزی را در بازخوانی و اصلاح متن نهایی کتاب بر عهده داشتند. مؤلفان صمیمانه از ایشان تشکر می‌کنند.

از همراهی جناب آقای مهندس مسیح هنرمند جهت انتخاب اشکال و جلد و سرکار خانم نفیسه اورک شیرانی به خاطر طراحی و تنظیم جلد کتاب نیز تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از جناب آقای مهندس محمد ترابیان مدیریت محترم انتشارات ارکان دانش که نسبت به چاپ، نشر و توزیع کتاب عنایت ویژه‌ای مبذول داشتند و نیز سرکار خانم نسرين مختاری به خاطر مدیریت ایشان در مراحل مختلف تایپ، تنظیم و صفحه‌بندی و کنترل نهایی کتاب صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

هرچند تمام تلاش مؤلفان بر آن بوده که با بازخوانی‌های مکرر سعی شود کتاب از حداقل اشتباهات برخوردار باشد. لیکن باور داریم این اثر از اشتباهات و لغزش‌ها مصون نیست و پیشاپیش از خوانندگان محترم به لحاظ احتمال وجود اشتباهات و اشکالات از نظر دور مانده صمیمانه پوزش می‌خواهیم.

دریافت نقطه نظرات، پیشنهادات و رهنمودهای همکاران محترم، دانشجویان ارجمند و مهندسان گرامی موجب سپاسگزاری و امتنان است.

مجتبی ازهری      عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان  
حسین عموشاهی      عضو هیأت علمی دانشگاه اصفهان  
سیدرسول میرقادرسی      عضو هیأت علمی دانشگاه تهران

ارویشت ماه ۱۳۹۳

# فهرست مطالب

عنوان

صفحه

|    |                                                          |
|----|----------------------------------------------------------|
| ۱  | فصل اول: مبانی روش‌های طراحی سازه‌های فولادی             |
| ۳  | ۱-۱- مقدمه                                               |
| ۳  | ۲-۱- اصول طراحی سازه‌ها                                  |
| ۵  | ۳-۱- بارهای وارده بر سازه‌ها                             |
| ۹  | ۴-۱- جاذب اعضای سازه‌های فولادی                          |
| ۱۱ | ۵-۱- روش‌های طراحی                                       |
| ۱۲ | ۵-۱-۱- اساس طراحی                                        |
| ۱۳ | ۵-۱-۲- حالات تنش مجاز                                    |
| ۱۴ | ۵-۱-۳- طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت                   |
| ۲۰ | ۵-۱-۴- طراحی به روش تنش مجاز                             |
| ۲۳ | ۵-۱-۵- طراحی به روش استیک (خمیری)                        |
| ۲۴ | ۶-۱- مقایسه روش حالات حدی و روش تنش مجاز                 |
| ۲۴ | ۶-۱-۱- آیین‌نامه AISC آمریکا - بحث دهم ویرایش ۱۳۹۲       |
| ۲۶ | ۶-۱-۲- بحث دهم از مقررات ملی ساختمان ایران - ویرایش ۱۳۸۷ |
| ۲۷ | ۷-۱- تحلیل سازه‌های فولادی                               |
| ۳۱ | ۸-۱- مصالح فولادی                                        |
| ۳۱ | ۸-۱-۱- منحنی تنش - کرنش فولاد                            |
| ۳۸ | ۸-۱-۲- تنش‌های پسماند                                    |
| ۳۹ | ۸-۱-۳- رفتار فولاد تحت تنش‌های مرکب                      |
| ۴۰ | ۸-۱-۴- خستگی                                             |
| ۴۰ | ۹-۱- جمع‌بندی                                            |
| ۴۴ | مراجع                                                    |
| ۴۵ | فصل دوم: طراحی اعضای کششی                                |
| ۴۷ | ۱-۲- کلیات                                               |
| ۵۰ | ۲-۲- مقاومت اسمی عضو کششی                                |
| ۵۲ | ۱-۲-۲- سطح مقطع خالص                                     |
| ۵۴ | ۲-۲-۲- اثر سوراخ‌های زیگزآگ در سطح مقطع خالص             |

|     |                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------|
| ۵۷  | ۳-۲-۲- سطح مقطع خالص در نبشی‌ها و ناودانی‌ها                |
| ۶۱  | ۴-۲-۲- سطح مقطع خالص مؤثر                                   |
| ۷۰  | ۳-۲- ضوابط طراحی حالات حدی                                  |
| ۷۱  | ۱-۳-۲- انتقال بار در اتصالات پیچی یا پرچی                   |
| ۷۴  | ۲-۳-۲- کنترل لغزشی                                          |
| ۷۷  | ۳-۳-۲- کنترل برش قالبی                                      |
| ۸۳  | ۴-۲- اعضای کششی مرکب                                        |
| ۹۲  | ۵-۲- اعضای کششی با اتصالات لولایی                           |
| ۹۴  | ۶-۲- طراحی کابل‌ها، میل‌مه‌ها و قطعات دندانه‌شده تحت کشش    |
| ۱۱۷ | مراجع                                                       |
| ۱۱۹ | <b>فصل سوم: طراحی اعضای فشاری</b>                           |
| ۱۲۱ | ۱-۳- کلیات                                                  |
| ۱۲۲ | ۲-۳- پدیده ناپایداری در ستون‌ها                             |
| ۱۲۴ | ۳-۳- کمناش خمشی                                             |
| ۱۲۸ | ۱-۳-۳- ضریب طول مؤثر در ستون‌ها، دارای شرایط تکیه‌گاهی مشخص |
| ۱۲۹ | ۲-۳-۳- ضریب طول مؤثر در ستون‌ها، موجود در قاب‌های ساختمانی  |
| ۱۴۴ | ۳-۳-۳- تنش بحرانی کمناش خمشی                                |
| ۱۶۸ | ۴-۳- کمناش پیچشی و کمناش خمشی-پیچشی                         |
| ۱۶۹ | ۱-۴-۳- کمناش پیچشی مقاطع دارای دو محور تقارن                |
| ۱۷۸ | ۲-۴-۳- کمناش خمشی-پیچشی مقاطع دارای یک محور تقارن           |
| ۱۸۷ | ۳-۴-۳- کمناش خمشی-پیچشی مقاطع نامتقارن (فاقد دو محور تقارن) |
| ۱۹۴ | ۵-۳- ضوابط تعیین مقاومت فشاری مقاطع نبشی تک                 |
| ۲۰۱ | ۶-۳- کمناش مقاطع مرکب ساخته شده از دو یا چند نیمرخ          |
| ۲۰۳ | ۱-۶-۳- مقاطع مرکب از نیمرخ‌ها و ورق‌های سرتاسری             |
| ۲۰۶ | ۲-۶-۳- ستون‌های مرکب با لقمه                                |
| ۲۱۰ | ۳-۶-۳- ستون‌های مرکب با بست                                 |
| ۲۲۷ | مراجع                                                       |

|     |                                    |
|-----|------------------------------------|
| ۲۳۹ | <b>فصل چهارم: طراحی اعضای خمشی</b> |
| ۲۵۱ | ۱-۴- کلیات                         |
| ۲۳۲ | ۲-۴- ناپایداری موضعی ورق‌ها        |
| ۲۳۸ | ۳-۴- تئوری خمش پلاستیک             |

|        |                                                                        |     |
|--------|------------------------------------------------------------------------|-----|
| ۴-۴    | کمانش پیچشی - جانبی تیرها                                              | ۲۴۶ |
| ۴-۴-۱  | معادله دیفرانسیل حاکم بر کمانش پیچشی - جانبی                           | ۲۴۷ |
| ۴-۴-۲  | ضریب یکنواختی لنگر                                                     | ۲۵۰ |
| ۵-۴    | طراحی مقاطع فولادی تحت خمش                                             | ۲۵۹ |
| ۵-۴-۱  | مقاطع ۱- شکل دارای دو محور تقارن دارای جان فشرده حول محور قوی          | ۲۶۴ |
| ۵-۴-۲  | مقاطع ۱- شکل دارای دو محور تقارن با جان غیرفشرده                       | ۲۸۱ |
| ۵-۴-۳  | مقاطع ۱- شکل دارای یک محور تقارن با جان فشرده یا غیرفشرده حول محور قوی | ۲۸۶ |
| ۵-۴-۴  | مقاطع ۴- ناودانی با مقطع فشرده حول محور قوی                            | ۲۹۸ |
| ۵-۴-۵  | خمش مقاطع ۱- شکل و ناودانی حول محور ضعیف                               | ۳۰۳ |
| ۵-۴-۶  | خمش مقاطع قوطی شکل حول محور قوی یا ضعیف                                | ۳۰۶ |
| ۵-۴-۷  | خمش مقاطع لوله‌ای                                                      | ۳۱۲ |
| ۵-۴-۸  | خمش مقاطع پی‌ری و جفت نبشی حول محور عمود بر محور تقارن                 | ۳۱۴ |
| ۵-۴-۹  | خس اعراض تک نبشی                                                       | ۳۲۱ |
| ۵-۴-۱۰ | خمش مقاطع دایره‌ای و چهارگوش                                           | ۳۳۰ |
| ۴-۶    | تقویت بال تیرهای شش‌گوش                                                | ۳۳۶ |
| ۴-۷    | کنترل برش                                                              | ۳۴۴ |
| ۷-۴-۱  | مقاومت برشی اسمی مقاطع غیرالهای                                        | ۳۴۷ |
| ۷-۴-۲  | مقاومت برشی اسمی مقاطع الهای                                           | ۳۵۴ |
| ۴-۸    | کنترل تغییر مکان (افتادگی یا خیز) تیر                                  | ۳۵۶ |
| ۴-۹    | کنترل ارتعاش در تیرها                                                  | ۳۶۲ |
| ۴-۱۰   | کنترل‌های جان و بال تیرها تحت اثر بار متمرکز                           | ۳۶۵ |
| ۴-۱۰-۱ | کنترل خمش موضعی بال در برابر نیروی متمرکز                              | ۳۶۵ |
| ۴-۱۰-۲ | کنترل تسلیم موضعی جان در برابر نیروی متمرکز فشاری                      | ۳۶۶ |
| ۴-۱۰-۳ | کنترل لهیدگی جان (چین‌خوردگی) در برابر نیروی متمرکز فشاری              | ۳۶۸ |
| ۴-۱۰-۴ | کنترل کمانش جانبی جان در برابر نیروی متمرکز فشاری                      | ۳۶۹ |
| ۴-۱۰-۵ | ورق‌های سخت‌کننده در برابر نیروهای متمرکز                              | ۳۷۲ |
| ۴-۱۱   | تیرهای تحت اثر خمش دو محوره                                            | ۳۸۱ |
| ۴-۱۲   | جداول مشخصات تکمیل شده نیمرخ‌های نوردشده                               | ۳۹۱ |
|        | مراجع                                                                  | ۳۹۸ |
|        | <b>فصل پنجم: طراحی تیرورق‌ها</b>                                       | ۴۰۱ |
| ۵-۱    | کلیات                                                                  | ۴۰۳ |
| ۵-۲    | اصول و کلیات طراحی                                                     | ۴۰۴ |

|     |                                                                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۴۰۵ | ۳-۵ طراحی تیورق‌ها بر اساس کنترل خمش                                                                       |
| ۴۰۸ | ۳-۱-۲ ظرفیت خمشی مقاطع I- شکل دارای دو محور تقارن با جان غیرفشرده                                          |
| ۴۱۵ | ۳-۲-۳ ظرفیت خمشی اسمی مقاطع I- شکل با جان غیرفشرده                                                         |
| ۴۲۸ | ۴-۵ کنترل برش در تیورق‌ها                                                                                  |
| ۴۳۲ | ۴-۱-۴ محاسبه ظرفیت برشی اسمی مقطع I- شکل بدون در نظر گرفتن عمل میدان کششی                                  |
| ۴۳۵ | ۴-۲-۴ طراحی ورق‌های سخت‌کننده عرضی جان                                                                     |
| ۴۴۲ | ۴-۳-۴ محاسبه ظرفیت برشی اسمی تیورق‌ها با در نظر گرفتن حوزه میدان کششی                                      |
| ۴۴۵ | ۴-۴-۴ طراحی ورق‌های سخت‌کننده عرضی جان با در نظر گرفتن عمل میدان کشش                                       |
| ۴۵۲ | ۵-۵ کنترل‌های تیورق در محل بارهای متمرکز                                                                   |
| ۴۵۶ | ۶-۵ جاع مینه تیورق                                                                                         |
| ۴۷۹ | مراجع                                                                                                      |
| ۴۸۱ | <b>فصل ششم: طراحی اعضای تحت ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی</b>                                              |
| ۴۸۳ | ۶-۱ کلیات                                                                                                  |
| ۴۸۸ | ۶-۲ آثار تحلیل مرتبه دوم                                                                                   |
| ۴۹۹ | ۶-۳ آثار تحلیل مرتبه دوم P- $\delta$                                                                       |
| ۵۰۹ | ۶-۴ روش‌های تحلیل مرتبه دوم                                                                                |
| ۵۱۹ | ۶-۵ الزامات روش تحلیل سازه‌های لاری                                                                        |
| ۵۲۰ | ۶-۱-۵ روش تحلیل مستقیم                                                                                     |
| ۵۲۲ | ۶-۲-۵ روش طول مؤثر                                                                                         |
| ۵۲۳ | ۶-۳-۵ روش تحلیل مرتبه اول                                                                                  |
| ۵۲۳ | ۶-۶ طراحی اعضای تحت ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی                                                          |
| ۵۲۹ | ۶-۱-۶ طراحی اعضای با مقطع دارای حداقل یک محور تقارن تحت اثر نیروی محوری کششی و لنگر خمشی                   |
| ۵۳۴ | ۶-۲-۶ طراحی اعضای دارای حداقل یک محور تقارن تحت اثر نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی                          |
| ۵۳۹ | ۶-۳-۶ طراحی اعضای با مقطع نوردشده فشرده دارای دو محور تقارن تحت اثر نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی یک محوره |
| ۵۷۰ | مراجع                                                                                                      |
| ۵۷۳ | <b>فصل هفتم: طراحی اعضای با مقطع مختلط</b>                                                                 |
| ۵۷۵ | ۷-۱ کلیات                                                                                                  |
| ۵۷۹ | ۷-۲ محدودیت‌ها و روش‌های تعیین مقاومت اسمی                                                                 |
| ۵۷۹ | ۷-۱-۲ محدودیت‌های مصالح                                                                                    |

|     |                                                                                |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|
| ۵۸۰ | ..... طبقه‌بندی مقاطع از منظر گمانش موضوعی                                     |
| ۵۸۳ | ..... روش‌های تعیین مقاومت اسمی مقاطع مختلط                                    |
| ۵۹۰ | ..... ۷-۳-۳- اعضای با مقطع مختلط تحت نیروی محوری                               |
| ۵۹۱ | ..... ۷-۳-۱- مقاومت کششی اعضای مختلط                                           |
| ۵۹۳ | ..... ۷-۳-۲- مقاومت فشاری اعضای مختلط محاط در بتن                              |
| ۶۰۰ | ..... ۷-۳-۳- مقاومت فشاری مقاطع مختلط پر شده با بتن                            |
| ۶۱۰ | ..... ۷-۴-۴- اعضای با مقطع مختلط تحت لنگر خمشی                                 |
| ۶۱۰ | ..... ۷-۴-۱- نحوه اجرای اعضای مختلط خمشی                                       |
| ۶۱۱ | ..... ۷-۴-۲- انواع اعضای خمشی مختلط و طراحی دال بتنی                           |
| ۶۱۴ | ..... ۴-۳- ظرفیت خمشی اسمی مقاطع مختلط شامل تیرچه فولادی و دال بتنی متکی بر آن |
| ۶۲۹ | ..... ۴-۱- ظرفیت خمشی اسمی مقاطع فولادی و دال بتنی به همراه ورق‌های فولادی شکل |
| ۶۳۵ | ..... ۷-۴-۵- مقاومت خمشی اسمی مقاطع مختلط محاط در بتن                          |
| ۶۳۹ | ..... ۷-۴-۶- ظرفیت خمشی اسمی مقاطع پر شده با بتن                               |
| ۶۴۶ | ..... ۷-۴-۷- کنترل برش در اعضای مختلط تحت خمشی                                 |
| ۶۴۷ | ..... ۷-۴-۸- کنترل تغییر مکان افتادگی در اعضای خمشی مختلط                      |
| ۶۵۴ | ..... ۷-۴-۹- کنترل ارتعاش در اعضای مختلط تحت خمشی                              |
| ۶۵۵ | ..... ۷-۵-۵- انتقال بار و برش‌گیرها در اعضای مختلط                             |
| ۶۵۶ | ..... ۷-۵-۱۰- ظرفیت برشی اسمی برش‌گیرهای انواع گل میخ                          |
| ۶۵۸ | ..... ۷-۵-۲- ظرفیت برشی اسمی برش‌گیرها از نوع ناودانی                          |
| ۶۶۰ | ..... ۷-۵-۳- نحوه انتقال بار و طراحی برش‌گیرها در اعضای مختلط تحت خمشی         |
| ۶۶۷ | ..... ۷-۵-۴- نحوه انتقال بار در اعضای مختلط تحت نیروی محوری                    |
| ۶۷۴ | ..... مراجع                                                                    |
| ۶۷۷ | ..... واژه‌یاب                                                                 |