

طرح و اجرای ساختمانهای فولادی

آزمونهای نظام مهندسی

تالیف

هوشیار خزائی

علیرضا حبیبی

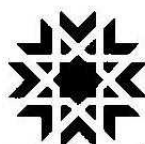
۱۳۴۲۵۷



نشر و عالم عمران

www.elme-omran.com
Info@elme-omran.com

عضو:



انجمن نشر و کتاب‌های

این اثر مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر و مؤلف، نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

سرشناسه : خزائی، هوشیار، ۱۳۵۱ -
 عنوان و نام پدیدآور : طرح و اجرای ساختمانهای فولادی - آزمونهای نظام مهندسی
 مشخصات نشر : تهران : علم عمران ، ۱۳۹۴
 مشخصات ظاهری : ۴۹۰ ص.؛ مصور، جدول، نمودار
 شابک : 978-600-5176-26-1
 وضعیت فهرست : فیپای مختصر
 نویسی
 یادداشت : فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است.
 شناسه افزوده : حبیبی، علیرضا، ۱۳۵۳ -
 شماره کتابشناسی ملی : ۳۷۸۷۰۲۱



نشر علم عمران

طرح و اجرای ساختمانهای فولادی - آزمونهای نظام مهندسی

تالیف: هوشیار خزائی

علیرضا حبیبی

چاپ اول بهار ۱۳۹۴

چاپ پرستش

تعداد و قطع صفحات ۴۹۰ صفحه وزیری

شمارگان ۱۰۰۰

بهای کتاب ۳۵۰۰۰۰ ریال

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۷۶-۲۶-۱ ISBN 978-600-5176-26-1

نشر علم عمران: تهران، یوسف آباد، خیابان جهان آرا، بین خیابانهای ۱۶ و ۱۸، پلاک ۳۳، طبقه دوم، واحد ۱۱

تلفن: ۸۳۵۳۹۳۰-۳۱ دورنگار: ۸۳۵۳۹۳۲

حقوق چاپ و نشر برای نشر علم عمران محفوظ است.

مقدمه ناشر

تحلیل، طراحی و اجرای صحیح ساختمانها نیازمند تجربه و تبحر مهندسان ساختمان می باشد. بی شک کسب تجربه در شرکتهای مهندسین مشاور و کارگاههای ساختمانی برای مهندسان در کنار افزایش دانش ضروری است؛ که این فرصت معمولاً پس از فارغ التحصیلی برای مهندسان بیشتر فراهم می شود. یکی از آزمونهای مهم پس از فارغ التحصیلی از مراکز دانشگاهی، آزمونهای نظام مهندسی است. سالهای متمادی است که در کشورمان برای ورود به دنیای حرفهای مهندسی آزمونهای مختلف براساس مباحثهای مقررات ملی ساختمان برگزار می شود. قبولی در این آزمونها برای تمام مهندسان عمران در پایه های طراحی، نظارت یا اجرا ضروری است. در این راستا نشر علم عمران سعی نموده با استفاده از دانش و تجربه اساتید مجرب در زمینه این آزمونها، منابع مناسبی را برای متقاضیان ورود به پایه حرفه مهندسان آماده کند. این منابع به صورتی تهیه شده است که علاوه بر یادآوری و بازنگری نکات مهم دروس مهندسی، از طریق حل نمونه سوالات آزمونهای سالهای قبل، متقاضیان را هر چه بیشتر با نحوه برگزاری آزمونها آشنا کند.

مجموعه حاضر یکی از چند درس اصلی مورد نظر برای آزمونهای ورود به حرفه مهندسان است. امید است این مجموعه که با همکاری ارزنده جناب مهندس هوشیار خزائی و مهندس علیرضا حبیبی عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی اراک که سالهای متمادی در دانشگاه سراسری اراک و دانشگاه آزاد اسلامی مدرس درس سازه های فولادی بوده تهیه شده است، برای علاقمندان مفید واقع شود. علیرغم ویرایشهای مکرر در قسمتهای مختلف کتاب ممکن است هنوز ایراداتی وجود داشته باشد. لذا مایه خرسندی است که خوانندگان محترم نظرات، پیشنهادات و انتقادات خود را از طریق آدرس پست الکترونیک info@elme-omran.com ارسال کنند.

سید مهدی داودنهی

مدیر نشر علم عمران

پیشگفتار مولف

مبحث دهم مقررات ملی ساختمان تحت عنوان "طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی" یکی از منابع آزمون ورود به حرفه مهندسان می‌باشد که بیش از ۲۵ درصد سوالات آزمون را به خود اختصاص می‌دهد. اغلب این سوالات نیز با پیچیدگی‌های خاص و به گونه‌ای طراحی می‌شوند که با توجه به ایجاز و اختصاری که در متن مبحث دهم نهفته است پاسخگویی به آنها را برای داوطلبان تا حدی دشوار می‌سازد. توجه به این مهم، ما را بر آن داشت تا مجموعه حاضر را با ویژگیهای زیر تهیه کرده و در اختیار علاقمندان قرار دهیم:

- ۱- تشریح مبانی علمی ضوابط مختلف مبحث دهم به زبان ساده و روان، و عاری از هرگونه مفاهیم نظری و پیچیده
- ۲- تصویری نمودن الزامات طراحی و اجرایی مبحث دهم در قسمت‌های مختلف آن جهت استفاده داوطلبان پروانه محاسبات، نظارت و اجرا
- ۳- استفاده از روش گام به گام در تمامی مباحث محاسباتی هم در متن کتاب و هم در پاسخگویی به سوالات چهارگزینه‌ای

روش گام به گام محاسبات که در این کتاب ارائه شده است در واقع یک الگوریتم طراحی را برای هر بخش از مبحث دهم مقررات ملی ساختمان در اختیار خواننده قرار می‌دهد. این موضوع، به خصوص خواننده را در درک صحیح و عمیق از مطالب تئوریک یاری داده و در نتیجه باعث تسریع در پاسخگویی به سوالات آزمون می‌شود. لذا به خوانندگان محترم توصیه می‌شود این الگوریتم‌ها را به دقت بررسی و مطالعه کرده و پاسخگویی به سوالات را بر اساس آنها در دستور کار خود قرار دهند. در اینصورت موفقیت خود در آزمون را تا حد خیلی زیادی تضمین خواهند کرد.

در پایان، فرصت را مغتنم شمرده از زحمات و تلاشهای بی‌شائبه جناب آقای سید مهدی داودنبی مدیریت محترم انتشارات علم عمران در آماده‌سازی کتاب و ارائه پیشنهادات ارزنده همکارای می‌نمایم. از اساتید، صاحب نظران و مطالعه کنندگان محترم تقاضا می‌گردد با ارائه نظرات و پیشنهادات ارزشمند خود از طریق آدرس الکترونیک info@elme-omran.com ما را در ارائه هر چه بهتر این مجموعه در چاپ‌های بعدی آن یاری نمایند.

هوشیار خزائی

علیرضا حبیبی

بهار ۱۳۹۴

فهرست مطالب

۱	۱-۱- معیارهای طراحی
۱	۱-۱-۱- معیار مقاومت
۲	۲-۱-۱- معیار پایداری
۲	۳-۱-۱- معیار تغییر مکان
۲	۴-۱-۱- معیار خستگی
۳	۵-۱-۱- معیار ترد شکنی
۳	۶-۱-۱- معیار رفتار دینامیکی
۳	۲-۱- روش‌های طراحی
۴	۱-۲-۱- روش تنش مجاز (ASD)
۵	۲-۲-۱- روش طرح خمیری (PD)
۶	۳-۲-۱- روش ضرایب بار و مقاومت ($LRFD$)
۶	۳-۱- مقایسه روش‌های ASD و $LRFD$
۶	۴-۱- مبانی طراحی به روش حالات حدی ($LRFD$)
۷	۱-۴-۱- طراحی براساس حالت‌های حدی مقاومت
۸	۲-۴-۱- طراحی بر اساس حالت‌های حدی بهره‌برداری
۸	۵-۱- اصول تحلیل
۹	۶-۱- مشخصات مصالح فولادی
۱۰	۷-۱- الزامات لرزه‌ای مشخصات مصالح
۱۰	۱-۷-۱- فولاد مصرفی
۱۰	۲-۷-۱- اتصالات جوشی

- ۱-۷-۳- اتصالات پیچی ۱۰
- ۱-۸- سؤالات چهار گزینه‌ای ۱۱
- ۱-۹- پاسخنامه تشریحی سؤالات چهارگزینه‌ای ۱۳

فصل دوم: کمانش موضعی اجزای تحت فشار

- ۱-۲- مقدمه ۱۷
- ۲-۲- پهنای آزاد اجزای تقویت نشده (اجزای با یک لبه متکی) ۱۸
- ۳-۲- پهنای آزاد اجزای تقویت شده (اجزای با دو لبه متکی) ۱۹
- ۴-۲- طبقه‌بندی مقاطع فولادی از منظر کمانش موضعی برای فشار محوری ۲۱
- ۵-۲- طبقه‌بندی مقاطع فولادی از منظر کمانش موضعی برای خمش ۲۳
- ۶-۲- طبقه‌بندی مقاطع مختلط پر شده با بتن از منظر کمانش موضعی ۲۶
- ۶-۱-۶-۲- مقاطع مختلط تحت فشار محوری ۲۶
- ۶-۲-۲- مقاطع مختلط تحت خمش ۲۷
- ۷-۲- الزامات لرزه‌ای کمانش موضعی ۲۷
- ۸-۲- سؤالات چهار گزینه‌ای ۳۱
- ۹-۲- پاسخنامه تشریحی سؤالات چهارگزینه‌ای ۳۴

فصل سوم: اعضای کششی

- ۱-۳- مقدمه ۴۱
- ۲-۳- سطح مقطع کلی اعضای کششی (A_g) ۴۱
- ۳-۳- سطح مقطع خالص اعضای کششی (A_n) ۴۱
- ۳-۱-۳- انواع سوراخ‌ها ۴۲
- ۳-۲-۳- آرایش سوراخ‌ها ۴۳
- ۴-۳- سطح مقطع خالص مؤثر اعضای کششی (A_e) ۴۷
- ۵-۳- مقاومت کششی ۵۱
- ۶-۳- انتقال نیرو در اتصالات پیچی ۵۴
- ۷-۳- مقاومت برشی قالبی ۵۶
- ۸-۳- اعضای کششی مرکب از چند نیمرخ یا نیمرخ و ورق ۶۰
- ۹-۳- تسمه‌های لولا شده و تسمه‌های سر پهن ۶۱
- ۹-۱-۳- تسمه‌های لولا شده ۶۲
- ۹-۲-۳- تسمه‌های سر پهن ۶۳
- ۱۰-۳- کنترل لاغری ۶۴

۶۷	۱۱-۳- سؤالات چهار گزینه‌ای
۷۱	۱۲-۳- پاسخنامه تشریحی سؤالات چهار گزینه‌ای

فصل چهارم: اعضای فشاری

۸۱	۱-۴- مقدمه
۸۲	۲-۴- معادله کمانش الاستیک اولر
۸۳	۱-۲-۴- تنش‌های پسماند
۸۶	۳-۴- طول مؤثر کمانش
۸۶	۱-۳-۴- ضریب طول مؤثر ستون‌های با شرایط تکیه‌گاهی ایده‌آل
۸۹	۲-۳-۴- ضریب طول مؤثر اعضای فشاری موجود در قاب‌ها
۹۶	۴-۴- کنترل ضریب لاغری
۹۸	۵-۴- مقاومت فشاری طرح
۱۰۱	۱-۵-۴- مقاومت فشاری طرح براساس کنترل حالت حدی کمانش خمشی
۱۰۱	۱-۱-۵-۴- مقاطع تک نیمرخ
۱۰۵	۲-۱-۵-۴- مقاطع ساخته شده
۱۰۵	۱-۲-۱-۵-۴- مقاطع مرکب متشکل از نیمرخ‌ها و ورق‌های سراسری (مقاطع مرکب با جان پُر)
۱۰۷	۲-۲-۱-۵-۴- مقاطع مرکب متشکل از نیمرخ‌ها و بست‌های تکی و لقمه‌ها
۱۱۱	۲-۵-۴- مقاومت فشاری طرح براساس کنترل حالت حدی کمانش پیچشی
۱۱۴	۳-۵-۴- مقاومت فشاری طرح براساس کنترل حالت حدی کمانش خمشی - پیچشی
۱۱۴	۱-۳-۵-۴- اعضای فشاری با مقطع سپری
۱۱۵	۲-۳-۵-۴- اعضای فشاری مرکب از دو نیمرخ نبشی پشت‌به‌پشت
۱۱۶	۳-۳-۵-۴- سایر مقاطع با یک محور تقارن که محور تقارن آن‌ها نامگذاری شده است
۱۱۷	۴-۳-۵-۴- مقاطع نامتقارن
۱۱۹	۴-۵-۴- اعضای با مقطع نبشی تک
۱۲۰	۱-۴-۵-۴- مقاومت فشاری طرح براساس کنترل حالت حدی کمانش خمشی ($b/t \leq 20$)
۱۲۲	۲-۴-۵-۴- مقاومت فشاری طرح براساس کنترل حالت حدی کمانش خمشی - پیچشی ($b/t \leq 20$)
۱۲۳	۶-۴- محدودیت‌های ابعادی اجزای اعضای فشاری ساخته شده
۱۲۴	۱-۶-۴- اعضای فشاری مرکب از نیمرخ‌ها و ورق‌های سراسری
۱۲۵	۲-۶-۴- اعضای فشاری مرکب با لقمه
۱۲۷	۳-۶-۴- اعضای فشاری مرکب از نیمرخ‌ها و ورق‌های سوراخ‌دار
۱۲۸	۴-۶-۴- اعضای فشاری مرکب از نیمرخ‌ها و بست‌های مورب

- ۱۳۳..... ۴-۵- اعضای فشاری مرکب از نیمرخ‌ها و بست‌های موازی
- ۱۳۸..... ۴-۷- سئوالات چهار گزینه‌ای
- ۱۴۷..... ۴-۸- پاسخنامه تشریحی سئوالات چهار گزینه‌ای

فصل پنجم: اعضای خمشی

- ۱۶۷..... ۵-۱- مقدمه
- ۱۶۷..... ۵-۲- تار خشی الاستیک (E, N, A)
- ۱۶۸..... ۵-۳- ممان اینرسی (I)
- ۱۶۹..... ۵-۴- اساس مقطع الاستیک (S)
- ۱۷۰..... ۵-۵- شعاع ژیراسیون (r)
- ۱۷۲..... ۵-۶- مرکز برش (C, S)
- ۱۷۳..... ۵-۷- لنگر تسلیم مقطع (M_y)
- ۱۷۳..... ۵-۸- لنگر پلاستیک مقطع (M_p)
- ۱۷۴..... ۵-۸-۱- ضریب شکل (S, F)
- ۱۷۶..... ۵-۹- مقاومت خمشی طرح
- ۱۷۹..... ۵-۹-۱- ضریب اصلاح کمانش پیچشی - جانبی (C_b)
- ۱۸۴..... ۵-۹-۲- مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل فشرده با دو محور تقارن و اعضای با مقطع ناودانی فشرده تحت خمش حول محور قوی
- ۱۸۴..... ۵-۹-۲-۱- محاسبه مقاومت خمشی اسمی، M_{ny} ، براساس حالت حدی تسلیم
- ۱۸۴..... ۵-۹-۲-۲- محاسبه مقاومت خمشی اسمی، M_{ny} ، براساس حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی
- ۱۸۸..... ۵-۹-۳- مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل با دو محور تقارن با بال‌های غیر فشرده و جان فشرده حول محور قوی
- ۱۸۸..... ۵-۹-۳-۱- محاسبه مقاومت خمشی اسمی، M_{ny} ، براساس حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی
- ۱۸۸..... ۵-۹-۳-۲- محاسبه مقاومت خمشی اسمی، M_{ny} ، براساس حالت حدی کمانش موضعی بال فشاری غیر فشرده
- ۱۸۹..... ۵-۹-۴- مقاومت خمشی اسمی سایر اعضای با مقطع I شکل با یک یا دو محور تقارن با بال‌های فشرده یا غیر فشرده و جان فشرده یا غیر فشرده حول محور قوی
- ۱۸۹..... ۵-۹-۴-۱- حالت حدی تسلیم بال فشاری
- ۱۹۰..... ۵-۹-۴-۲- حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی
- ۱۹۲..... ۵-۹-۴-۳- حالت حدی کمانش موضعی بال فشاری
- ۱۹۲..... ۵-۹-۴-۴- حالت حدی تسلیم بال کششی
- ۱۹۳..... ۵-۹-۵- مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل با یک یا دو محور تقارن با بال‌های فشرده و غیر فشرده و جان لاغر حول محور قوی

۱۹۳	۵-۹-۱- حالت حدی تسلیم بال فشاری.....
۱۹۴	۵-۹-۲- حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی.....
۱۹۵	۵-۹-۳- حالت حدی کمانش موضعی بال فشاری.....
۱۹۵	۵-۹-۴- حالت حدی تسلیم بال کششی.....
۱۹۷	۵-۹-۶- مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل و ناودانی حول محور ضعیف.....
۱۹۸	۵-۹-۱-۶- حالت حدی تسلیم.....
۱۹۸	۵-۹-۲-۶- حالت حدی کمانش موضعی بال.....
۱۹۹	۵-۹-۷- مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع قوطی شکل حول محورهای قوی و ضعیف.....
۲۰۰	۵-۹-۱-۷- حالت حدی تسلیم.....
۲۰۰	۵-۹-۲-۷- حالت حدی کمانش موضعی بال.....
۲۰۰	۵-۹-۳-۷- حالت حدی کمانش موضعی جان.....
۲۰۰	۵-۹-۸- مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع لوله ای شکل.....
۲۰۱	۵-۹-۱-۸- حالت حدی تسلیم.....
۲۰۱	۵-۹-۲-۸- حالت حدی کمانش موضعی بال.....
۲۰۱	۵-۹-۹- مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع سپری و نبشی جفت با بارگذاری در صفحه تقارن.....
۲۰۲	۵-۹-۱-۹- حالت حدی تسلیم.....
۲۰۲	۵-۹-۲-۹- حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی.....
۲۰۲	۵-۹-۳-۹- حالت حدی کمانش موضعی بال سپری ها.....
۲۰۳	۵-۹-۴-۹- حالت حدی کمانش موضعی جان سپری ها.....
۲۰۳	۵-۹-۱۰- مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع تک نبشی.....
۲۰۴	۵-۹-۱-۱۰- حالت حدی تسلیم.....
۲۰۴	۵-۹-۲-۱۰- حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی.....
۲۰۷	۵-۹-۳-۱۰- حالت حدی کمانش موضعی ساق نبشی.....
۲۰۸	۵-۹-۱۱- مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع توپر دایره ای و چهارگوش.....
۲۰۸	۵-۹-۱-۱۱- حالت حدی تسلیم.....
۲۰۹	۵-۹-۲-۱۱- حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی.....
۲۰۹	۵-۹-۱۲- مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع نامتقارن.....
۲۱۰	۵-۹-۱-۱۲- حالت حدی تسلیم.....
۲۱۰	۵-۹-۲-۱۲- حالت حدی کمانش پیچشی - جانبی.....
۲۱۰	۵-۹-۳-۱۲- حالت حدی کمانش موضعی.....
۲۱۲	۵-۱۰- تناسب ابعادی مقطع اعضای خمشی.....

- ۲۱۲..... ۵-۱۰-۱- اعضای خمشی با مقاطع دارای بال کششی سوراخ‌دار
- ۲۱۳..... ۵-۱۰-۲- اعضای با مقطع I شکل دارای یک محور تقارن
- ۲۱۴..... ۵-۱۰-۳- ملاحظات ورق‌های تقویتی در بال مقاطع اعضای خمشی
- ۲۱۴..... ۵-۱۰-۳-۱- تقویت بال‌ها
- ۲۱۵..... ۵-۱۰-۳-۲- قطع ورق‌های تقویتی بال‌ها
- ۲۱۷..... ۵-۱۰-۳-۳- اتصال بال به جان
- ۲۱۷..... ۵-۱۱- مقاومت برشی طرح
- ۲۱۸..... ۵-۱۱-۱- روش‌های محاسبه مقاومت برشی
- ۲۱۹..... ۵-۱۱-۲- مقاومت برشی اعضا بدون توجه به عمل میدان کششی
- ۲۱۹..... ۵-۱۱-۲-۱- مقاومت برشی اسمی بدون توجه به عمل میدان کششی
- ۲۲۰..... ۵-۱۱-۲-۲- سخت‌کننده‌های عرضی
- ۲۲۲..... ۵-۱۱-۳- مقاومت برشی اعضا با توجه به عمل میدان کششی
- ۲۲۲..... ۵-۱۱-۳-۱- محدودیت‌های استفاده از عمل میدان کششی
- ۲۲۳..... ۵-۱۱-۳-۲- مقاومت برشی اسمی با توجه به عمل میدان کششی
- ۲۲۳..... ۵-۱۱-۳-۳- سخت‌کننده‌های عرضی
- ۲۲۵..... ۵-۱۱-۴- مقاومت برشی اعضای با مقطع نبشی تک
- ۲۲۶..... ۵-۱۱-۵- مقاومت برشی اعضای با مقطع قوطی شکل
- ۲۲۷..... ۵-۱۱-۶- مقاومت برشی اعضای با مقطع لوله‌ای
- ۲۲۸..... ۵-۱۱-۷- مقاومت برشی اعضای که تحت اثر برش در امتداد عمود بر محور ضعیف مقطع قرار دارند
- ۲۲۸..... ۵-۱۱-۸- تیرها و شاه‌تیرهای دارای بازشو در جان مقطع
- ۲۲۹..... ۵-۱۲- الزامات حالت‌های حدی بهره‌برداری
- ۲۲۹..... ۵-۱۲-۱- پیش‌خیز (تغییر شکل رو به بالا)
- ۲۳۰..... ۵-۱۲-۲- تغییر شکل‌ها
- ۲۳۱..... ۵-۱۲-۳- ارتعاش و لرزش
- ۲۳۸..... ۵-۱۳- سؤالات چهارگزینه‌ای
- ۲۴۵..... ۵-۱۴- پاسخنامه تشریحی سؤالات چهارگزینه‌ای

فصل ششم: اعضای با مقطع مختلط

- ۲۶۱..... ۶-۱- مقدمه
- ۲۶۲..... ۶-۲- محدودیت‌های مصالح در اعضای با مقطع مختلط
- ۲۶۳..... ۶-۳- روش‌های محاسبه مقاومت اسمی اعضای با مقطع مختلط

۲۶۴.....	۴-۶- اعضای محوری با مقطع مختلط.....
۲۶۴.....	۴-۶-۱- اعضای محوری با مقطع مختلط محاط در بتن.....
۲۶۴.....	۴-۶-۱-۱- محدودیت‌ها.....
۲۶۵.....	۴-۶-۲- مقاومت فشاری.....
۲۶۷.....	۴-۶-۳- مقاومت کششی.....
۲۶۸.....	۴-۶-۲- اعضای محوری با مقطع مختلط پر شده با بتن.....
۲۶۸.....	۴-۶-۱-۲- محدودیت‌ها.....
۲۶۸.....	۴-۶-۲-۲- مقاومت فشاری.....
۲۶۹.....	۴-۶-۳-۲- مقاومت کششی.....
۲۷۰.....	۵-۶- اعضای خمشی با مقطع مختلط.....
۲۷۰.....	۵-۶-۱- عرض مؤثر بال.....
۲۷۱.....	۵-۶-۲- ضخامت دال بتنی.....
۲۷۱.....	۵-۶-۳- مقاومت در حین اجرا.....
۲۷۱.....	۵-۶-۴- مقاومت خمشی مقاطع مختلط دارای برشگیر.....
۲۷۶.....	۵-۶-۵- مقاطع مختلط به همراه ورق‌های فولادی شکل داده شده.....
۲۷۷.....	۵-۶-۱-۵- ملاحظات و محدودیت‌ها.....
۲۷۸.....	۵-۶-۲-۵- ورق‌های فولادی شکل داده شده که کنک‌های آن‌ها عمود بر محور تیر است.....
۲۷۹.....	۵-۶-۳-۵- ورق‌های فولادی شکل داده شده که کنک‌های آن‌ها موازی محور تیر است.....
۲۷۹.....	۵-۶-۶- مقاومت خمشی مقاطع مختلط محاط در بتن.....
۲۸۱.....	۵-۶-۷- مقاومت خمشی مقاطع مختلط پر شده با بتن.....
۲۸۶.....	۶-۶- برش در مقاطع مختلط.....
۲۸۶.....	۶-۶-۱- مقاطع مختلط متکی بر دال بتنی و دارای برشگیر.....
۲۸۶.....	۶-۶-۲- مقاطع مختلط محاط در بتن و پر شده با بتن.....
۲۸۶.....	۶-۷- انتقال بار در اعضای خمشی با مقطع مختلط.....
۲۸۶.....	۶-۷-۱- نواحی لنگر خمشی مثبت.....
۲۸۷.....	۶-۷-۲- نواحی لنگر خمشی منفی.....
۲۸۸.....	۶-۸- انتقال بار در اعضای محوری با مقطع مختلط.....
۲۸۹.....	۶-۸-۱- مقاومت اتکایی در اعضای محوری با مقاطع مختلط.....
۲۸۹.....	۶-۸-۲- برش طولی مورد نیاز در مقاطع مختلط محاط در بتن و پر شده با بتن.....
۲۹۱.....	۶-۹- برشگیرها.....
۲۹۱.....	۶-۹-۱- برشگیرها در اعضای خمشی با مقطع مختلط.....
۲۹۴.....	۶-۹-۲- برشگیرها در ستون‌ها و تیر ستون‌های با مقطع مختلط.....

۲۹۶	۱۰-۶- الزامات حالت‌های حدی بهره‌برداری
۲۹۷	۱۱-۶- سؤالات چهار گزینه‌ای
۲۹۹	۱۲-۶- پاسخنامه تشریحی سؤالات چهارگزینه‌ای

فصل هفتم: وسایل اتصال ۱: جوش

۳۰۳	۱-۷- مقدمه
۳۰۴	۲-۷- انواع اتصالات جوشی
۳۰۴	۳-۷- انواع جوش
۳۰۵	۱-۳-۷- جوش گوشه
۳۰۶	۱-۱-۳-۷- سطح مقطع مؤثر
۳۰۶	۲-۱-۳-۷- محدودیت‌ها
۳۱۱	۲-۳-۷- جوش شیاری
۳۱۲	۱-۲-۳-۷- انواع جوش شیاری
۳۱۳	۲-۲-۳-۷- سطح مقطع مؤثر
۳۱۴	۳-۲-۳-۷- محدودیت‌ها
۳۱۴	۳-۳-۷- جوش‌های کام و انگشتانه
۳۱۵	۱-۳-۳-۷- سطح مقطع مؤثر
۳۱۵	۲-۳-۳-۷- محدودیت‌ها
۳۱۵	۴-۷- علائم جوشکاری
۳۱۸	۵-۷- مقاومت جوش
۳۲۰	۶-۷- ارزش نهایی جوش
۳۲۱	۷-۷- الکترودهای سازگار با مصالح فلز پایه
۳۲۱	۸-۷- طراحی جوش
۳۲۱	۱-۸-۷- جوش شیاری با نفوذ کامل
۳۲۳	۲-۸-۷- جوش شیاری با نفوذ نسبی
۳۲۴	۳-۸-۷- جوش گوشه
۳۲۵	۱-۳-۸-۷- جوش گوشه طولی
۳۲۷	۲-۳-۸-۷- جوش گوشه عرضی
۳۲۸	۳-۳-۸-۷- جوش متعادل
۳۳۰	۴-۳-۸-۷- جوش گوشه در اتصالات برون محور
۳۳۷	۹-۷- سؤالات چهار گزینه‌ای
۳۵۱	۱۰-۷- پاسخنامه تشریحی سؤالات چهارگزینه‌ای

۳۶۷	۱-۸- مقدمه
۳۶۷	۲-۸- انواع پیچ ها
۳۶۷	۱-۲-۸- پیچ های معمولی
۳۶۸	۲-۲-۸- پیچ های پر مقاومت
۳۶۹	۳-۸- سوراخکاری در قطعات فولادی
۳۷۰	۱-۳-۸- انواع سوراخ ها در اتصالات پیچی
۳۷۰	۲-۳-۸- محدودیت ابعاد اسمی سوراخ ها و دامنه کاربرد آنها
۳۷۱	۳-۳-۸- محدودیت فواصل سوراخ ها
۳۷۳	۴-۸- انواع اتصالات پیچی
۳۷۳	۱-۴-۸- اتصالات اتکایی
۳۷۳	۱-۱-۴-۸- اتصالات اتکایی تحت اثر کشش خالص
۳۷۵	۲-۱-۴-۸- اتصالات اتکایی تحت اثر برش خالص
۳۷۸	۳-۱-۴-۸- مقاومت اتکایی در جدار سوراخ پیچ (در اتصالات اتکایی)
۳۸۰	۴-۱-۴-۸- اثر مشترک کشش و برش در اتصالات اتکایی
۳۸۲	۵-۱-۴-۸- اثر مشترک نیروی برشی و لنگر پیچشی در اتصالات اتکایی
۳۸۸	۲-۴-۸- اتصالات اصطکاکی
۳۸۸	۱-۲-۴-۸- نیروی پیش تنیدگی
۳۹۰	۲-۲-۴-۸- نحوه ایجاد نیروی پیش تنیدگی
۳۹۱	۳-۲-۴-۸- اتصالات اصطکاکی تحت اثر کشش خالص
۳۹۳	۴-۲-۴-۸- اتصالات اصطکاکی تحت اثر برش خالص
۳۹۳	۵-۲-۴-۸- مقاومت اتکایی در جدار سوراخ پیچ (در اتصالات اصطکاکی)
۳۹۳	۶-۲-۴-۸- اثر مشترک کشش و برش در اتصالات اصطکاکی
۳۹۵	۷-۲-۴-۸- اثر مشترک نیروی برشی و لنگر پیچشی در اتصالات اصطکاکی
۳۹۵	۵-۸- نواحی تأثیرپذیر اجزای اتصال دهنده و وسایل اتصال
۳۹۵	۱-۵-۸- مقاومت برشی اعضا در مجاورت ناحیه اتصال
۳۹۶	۲-۵-۸- مقاومت فشاری اعضا در مجاورت ناحیه اتصال
۳۹۶	۳-۵-۸- مقاومت خمشی اعضا در مجاورت ناحیه اتصال
۳۹۷	۶-۸- سؤالات چهار گزینه ای
۴۱۲	۷-۸- پاسخنامه تشریحی سؤالات چهار گزینه ای

فصل نهم: اتصالات

۴۳۳	۱-۹- مقدمه
۴۳۳	۲-۹- انواع اتصالات
۴۳۳	۱-۲-۹- اتصال ساده
۴۳۳	۱-۱-۲-۹- اتصال ساده تیر به ستون با نبشی جان
۴۳۵	۲-۱-۲-۹- اتصال ساده تیر به تیر با نبشی جان
۴۳۵	۳-۱-۲-۹- اتصال ساده تیر به ستون با نبشی نشیمن تقویت نشده
۴۳۷	۴-۱-۲-۹- اتصال ساده تیر به ستون با نبشی نشیمن تقویت شده
۴۳۷	۲-۲-۹- اتصال صلب
۴۳۹	۳-۲-۹- اتصال نیمه صلب
۴۴۰	۳-۹- الزامات ویژه بال‌ها و جال مقاطع اعضای تحت اثر بارهای متمرکز
۴۴۰	۱-۳-۹- خمش موضعی بال در مقابل نیروی متمرکز کششی
۴۴۲	۲-۳-۹- تسلیم موضعی جان (ستون) در مقابل نیروی متمرکز کششی و فشاری
۴۴۴	۳-۳-۹- لهیدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری
۴۴۵	۴-۳-۹- کمانش جانبی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری
۴۴۶	۵-۳-۹- کمانش فشاری جان در مقابل یک جفت نیروی متمرکز فشاری
۴۴۷	۶-۳-۹- برش در چشمه اتصال
۴۴۹	۷-۳-۹- پایداری ورق‌های چشمه اتصال
۴۵۰	۸-۳-۹- مقررات تکمیلی برای سخت‌کننده‌ها در مقابل نیروهای متمرکز و در انتهای آزاد تیرها و شاه تیرها
۴۵۰	۴-۹- ورق‌های پرکننده
۴۵۲	۵-۹- وصله‌ها
۴۵۲	۶-۹- مقاومت اتکایی سطوح متکی به هم
۴۵۳	۷-۹- کف ستون‌ها
۴۵۵	۱-۷-۹- طراحی ورق کف ستون
۴۶۱	۸-۹- سؤالات چهارگزینه‌ای
۴۶۹	۹-۹- پاسخنامه تشریحی سؤالات چهارگزینه‌ای