

بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فناوری ساختمان‌های فلزی

رشته ساختمان

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۲۶۹۴

فناوری ساختمان‌های فلزی/مؤلفان: شاپور طاحونی (عضو هیأت علمی دانشگاه	۶۹۳/۷۱
امیرکبیر)، محمد صالح رحیم لبافزاده (عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شریف)،	۶۷۷/ف
بهرام شلالوند (کارشناس جوش).	۱۳۹۳
- تهران: شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران، ۱۳۹۳.	
۲۳۲ ص: مصور. - (آموزش فنی و حرفه‌ای، شماره درس ۲۶۹۴)	
متون درسی رشته ساختمان، زمینه صنعت.	
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های	
درسی رشته ساختمان دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش وزارت	
آموزش و پرورش.	
۱. ساختمان‌های فلزی. الف. طاحونی، شاپور. ب. رحیم لبافزاده، محمد صالح.	
ج. شلالوند، بهرام. د. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف	
کتاب‌های درسی رشته ساختمان. ه. عنوان. و. فروست	



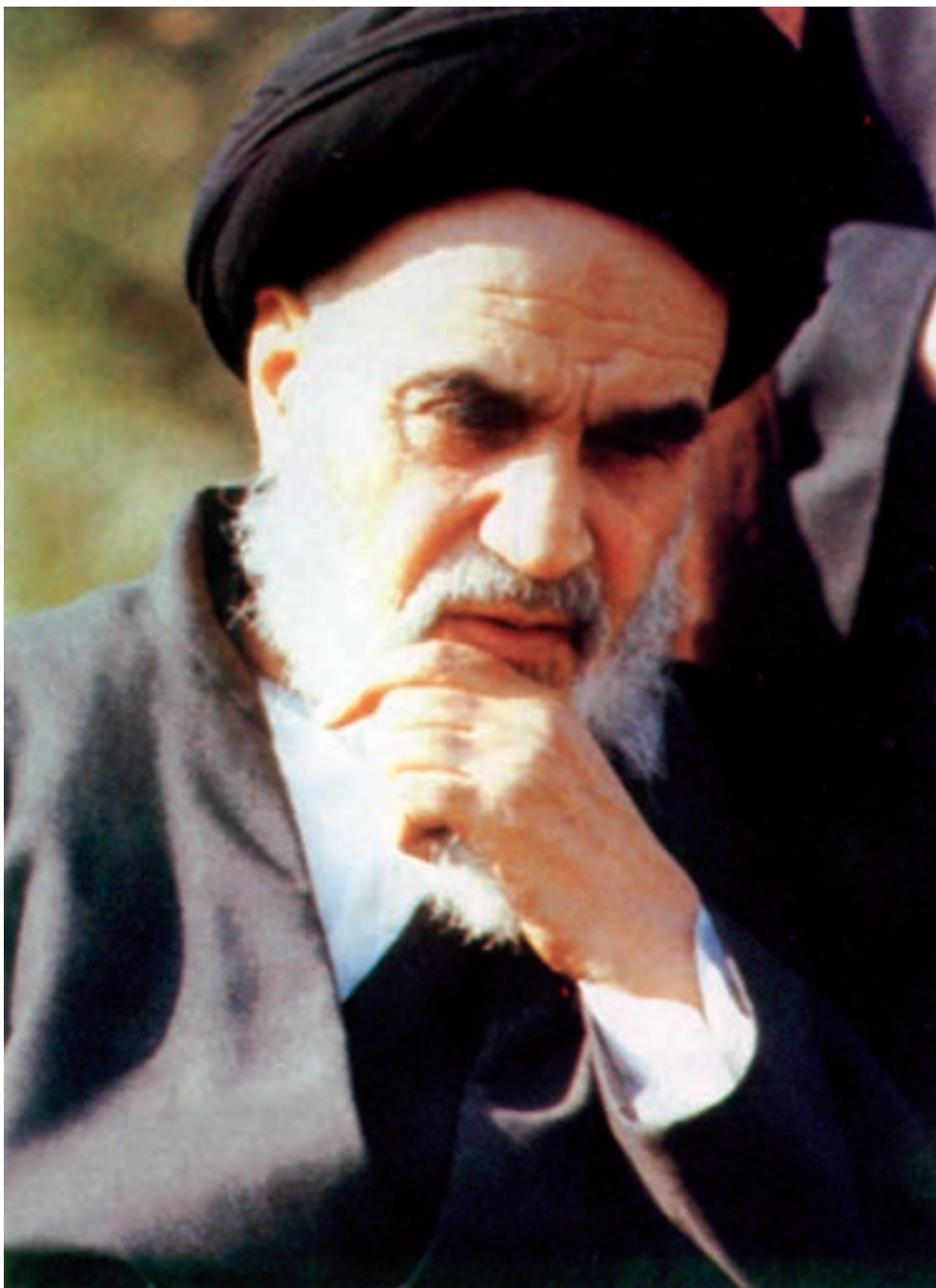
بسم الله الرحمن الرحيم

لقد ارسلنا رسلنا بالبينات و انزلنا معهم الكتاب و الميزان ليقوم الناس بالقسط و
انزلنا الحديد فيه باس شديد و منافع للناس و ليعلم الله من ينصره و رسله بالغيب
ان الله قوی عزیز .

سوره مبارکه حديد، آیه ی ۲۵

ما رسولان خود را با دلایل روشن فرستادیم و با آنها کتاب و میزان نازل کردیم
تا مردم قیام به عدالت کنند و آهن را نازل کردیم که در آن نیروی شدید و منافی
برای مردم است تا خداوند بداند چه کسی او و رسولانش را یاری می کند، بی آنکه
او را ببیند، خداوند قوی و شکست ناپذیر است.





شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب پرهیزید.
امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»

فهرست مطالب

فصل ۱: شناخت مصالح فولادی	۱
۱-۱- آهن و فولاد	۳
۲-۱- تهیه آهن خام با روش احیای غیرمستقیم - روش کوره بلند	۵
۱-۲-۱- مواد اولیه کوره بلند	۶
۲-۲-۱- کوره بلند	۶
۳-۲-۱- فعل و انفعالات داخل کوره بلند	۷
۴-۲-۱- محصولات کوره بلند	۸
۵-۲-۱- تولید فولاد از آهن خام	۹
۳-۱- تولید آهن خام با روش احیای مستقیم	۹
۴-۱- تاثیر عناصر در فولادها	۱۳
۵-۱- تولید نیمرخ‌های فولادی	۱۴
۱-۵-۱- تهیه شمش و تختال با روش ریخته‌گری مداوم	۱۴
۲-۵-۱- نورد کاری	۱۵
۶-۱- انواع فولادها	۱۸
۱-۶-۱- اصول نامگذاری فولادها	۱۸
۲-۶-۱- فولادهای ساختمانی معمولی	۱۸
۷-۱- انواع نیمرخ‌های ساختمانی	۱۹
فصل ۲: سازه‌های فولادی	۲۱
۱-۲- مفهوم سازه	۲۳
۲-۲- تاریخچه سازه‌های فولادی	۲۴
۳-۲- انواع سازه‌های فولادی	۲۵
۱-۳-۲- سازه‌های قابی	۲۶
۲-۳-۲- سازه‌های پوسته‌ای	۲۷
۳-۳-۲- سازه‌های معلق	۲۸
۴-۳-۲- سازه‌های خرپایی	۲۸
۴-۲- محاسن و معایب سازه‌های فولادی	۲۹
۵-۲- استانداردها و آیین‌نامه‌های ساختمان‌های فولادی	۳۰
فصل ۳: شالوده ساختمان‌های فولادی	۳۳
۱-۳- تعریف شالوده	۳۵
۲-۳- شالوده‌های سطحی	۳۵
۱-۲-۳- شالوده منفرد یا تکی	۳۵
۲-۲-۳- شالوده مرکب	۳۶

۴۰	.....	۳-۳- نکات اجرایی در ساخت شالوده
۴۱	.....	۴-۳- نکات فنی و اجرایی خاکبرداری
۴۱	.....	۵-۳- نکات فنی و اجرایی مربوط به خاکریزی و زیرسازی شالوده
۴۲	.....	۶-۳- قالب بندی شالوده
۴۲	.....	۷-۳- بتن مگر
۴۳	.....	۸-۳- نکات فنی و اجرایی آرماتوربندی
۴۳	.....	۹-۳- روش نصب پیچ‌های مهاری و صفحه ستون

فصل ۴ - اعضای فشاری (ستون) ۴۷

۴۹	.....	۱-۴- تعریف ستون
۵۰	.....	۲-۴- کماتش اعضای تحت فشار
۵۱	.....	۳-۴- مقاطع مناسب برای ستون‌ها
۵۲	.....	۱-۳-۴- نیمرخ نورد شده
۵۲	.....	۲-۳-۴- مقاطع مرکب
۵۵	.....	۳-۳-۴- ستون‌های ساخته شده از ورق
۵۶	.....	۴-۴- ستون‌های سالن‌های صنعتی
۵۷	.....	۵-۴- روش‌های ساخت ستون با مقاطع استاندارد مرکب
۵۷	.....	۱-۵-۴- روش ساخت ستون جفت
۵۸	.....	۲-۵-۴- روش ساخت ستون دابل با ورق سراسری
۵۹	.....	۳-۵-۴- روش ساخت ستون مرکب با بست‌های موازی (ستون دابل پاباز)
۶۲	.....	۴-۵-۴- جزییات ساخت ستون در محل اتصال خمشی تیر به ستون
۶۳	.....	۶-۴- ستون‌های با مقطع دایره‌ای
۶۴	.....	۷-۴- نصب ستون روی صفحه ستون
۶۴	.....	۱-۷-۴- روش سنتی
۶۵	.....	۲-۷-۴- روش صنعتی
۶۵	.....	۳-۷-۴- رواداری نصب ستون

فصل ۵: اعضای خمشی (تیرها) ۶۷

۶۹	.....	۱-۵- خمش چیست؟
۷۱	.....	۲-۵- تعریف تیر
۷۱	.....	۱-۲-۵- انواع تیرها در سازه‌های فولادی
۷۱	.....	۲-۲-۵- تیر از نظر شرایط تکیه‌گاهی
۷۲	.....	۳-۲-۵- بارهای وارد بر تیر
۷۳	.....	۴-۲-۵- سطح بارگیر تیرها
۷۴	.....	۵-۲-۵- افتادگی (تغییر شکل)
۷۴	.....	۶-۲-۵- نیمرخ‌های مناسب برای تیرها

۷۶	.....	۳-۵- شاه تیرها یا تیرهای اصلی (Girder)
۷۷	.....	۴-۵- تیرچه‌ها یا تیرهای فرعی (joists)
۷۸	.....	۵-۵- تیرهای نعل درگاهی (Lintel)
۷۹	.....	۶-۵- تیرهای لبه‌ای یا کناری (Spandrel)
۷۹	.....	۷-۵- لایه (Purlin)
۸۰	.....	۸-۵- تیرهای لانه زنبوری
۸۰	.....	۱-۸-۵- هدف از ساخت تیر لانه زنبوری
۸۰	.....	۲-۸-۵- محاسن و معایب تیر لانه زنبوری
۸۱	.....	۳-۸-۵- روشهای مختلف برش تیر آهن
۸۱	.....	۴-۸-۵- روش ساختن تیر لانه زنبوری و تقویت آن
۸۳	.....	۹-۵- تیرهای مرکب (کامپوزیت)

فصل ۶- اعضای محوری ۸۵

۸۷	.....	۱-۶- تعریف اعضای محوری
۸۸	.....	۲-۶- مقاطع مورد استفاده برای اعضای محوری
۹۱	.....	۳-۶- لاغری به عنوان معیار طراحی

فصل ۷: وسایل اتصال در سازه‌های فولادی (پرچ، پیچ و جوش) ۹۵

۹۷	.....	۱-۷- تعریف
۹۷	.....	۲-۷- وسایل اتصال
۹۷	.....	۱-۲-۷- پرچ
۹۸	.....	۲-۲-۷- پیچ
۱۰۳	.....	۳-۲-۷- جوش
۱۱۲	.....	۴-۲-۷- ابزار جوشکاری در ساخت و نصب اسکلت فلزی

فصل ۸: اتصالات در سازه‌های فولادی ۱۱۹

۱۲۱	.....	۱-۸- انواع اتصالات در ساختمان‌های فولادی
۱۲۱	.....	۲-۸- اتصال تیر به ستون
۱۲۱	.....	۱-۲-۸- اتصال ساده تیر به ستون (مفصلی)
۱۲۶	.....	۲-۲-۸- اتصال صلب تیر به ستون
۱۲۹	.....	۳-۲-۸- اتصال نیمه صلب تیر به ستون
۱۳۰	.....	۴-۲-۸- اتصال کنسول‌ها به ستون
۱۳۱	.....	۳-۸- اتصال بادبند به قاب فولادی
۱۳۳	.....	۴-۸- اتصال پای ستون
۱۳۳	.....	۱-۴-۸- اتصال ورق پای ستون به شالوده
۱۳۴	.....	۲-۴-۸- اتصال ستون به ورق پای ستون

۱۳۵	..... ۳-۴-۸- استفاده از ورق های سخت کننده در اتصال پای ستون
۱۳۶	..... ۵-۸- وصله ها
۱۳۶	..... ۱-۵-۸- وصله ی تیرها
۱۳۸	..... ۲-۵-۸- وصله ی ستون
۱۴۱	..... ۳-۵-۸- وصله تیر راه پله

فصل ۹ : سامانه های ساختمانی ۱۴۳

۱۴۵	..... ۱-۹- تعریف سامانه های ساختمانی
۱۴۵	..... ۲-۹- مسیر انتقال بار در سازه های فولادی
۱۴۵	..... ۳-۹- سامانه های باربر قائم
۱۴۶	..... ۴-۹- سامانه های باربر جانبی
۱۴۷	..... ۱-۴-۹- قاب خمشی
۱۴۷	..... ۲-۴-۹- دیوار برشی
۱۴۸	..... ۳-۴-۹- مهاربندی
۱۴۹	..... ۵-۹- سامانه های متداول در ساختمان های فولادی متعارف
۱۴۹	..... ۱-۵-۹- سامانه نیم اسکلت کلاف دار
۱۵۰	..... ۲-۵-۹- سامانه قاب با اتصالات ساده
۱۵۱	..... ۳-۵-۹- سامانه قاب با اتصالات صلب (سامانه قاب خمشی)
۱۵۱	..... ۴-۵-۹- سامانه دوگانه یا ترکیبی
۱۵۲	..... ۶-۹- سامانه های نوین در سازه های فولادی بلند
۱۵۲	..... ۱-۶-۹- سامانه قاب محیطی یا لوله ای (Structure) framed tube
۱۵۲	..... ۲-۶-۹- سامانه لوله در لوله (tube in tube Structure)
۱۵۲	..... ۳-۶-۹- سامانه لوله های چندگانه (Multi tube Structure)
۱۵۳	..... ۴-۶-۹- سامانه ابرمهاربندی (Mega-Braced Structure)
۱۵۳	..... ۵-۶-۹- سامانه کمر بند خرابایی (Outtrigger-Braced Structure)
۱۵۳	..... ۶-۶-۹- سامانه هسته مرکزی (Core Structure)

فصل ۱۰ : سامانه های مورد استفاده در ساختمان های صنعتی ۱۵۵

۱۵۷	..... ۱-۱۰- سامانه ی خرپا
۱۵۷	..... ۱-۱-۱۰- تعریف
۱۵۸	..... ۲-۱-۱۰- کاربرد خرپا
۱۵۸	..... ۳-۱-۱۰- انواع خرپا از نظر شکل
۱۵۹	..... ۴-۱-۱۰- اجزای تشکیل دهنده خرپا
۱۶۰	..... ۵-۱-۱۰- نیم رخ های رایج در ساخت خرپا
۱۶۱	..... ۶-۱-۱۰- اتصالات در خرپاها
۱۶۴	..... ۷-۱-۱۰- لاپه ریزی روی خرپاها و مهار کردن آن ها

۱۶۵	..... ۸-۱-۱۰- مهاربندی‌ها در خرپاها
۱۶۷	..... ۹-۱-۱۰- خرپای فضایی (فضاکار)
۱۷۰	..... ۲-۱۰- قاب‌های فولادی شیب‌دار
۱۷۲	..... ۱-۲-۱۰- روش ساخت قاب‌ها و مونتاژ آن‌ها
۱۷۳	..... ۲-۲-۱۰- درز انبساط در سامانه‌های قابی
۱۷۳	..... ۳-۲-۱۰- انواع اتصال ستون به شالوده در قاب شیب‌دار (سوله)
۱۷۵	..... ۴-۲-۱۰- اتصالات در قاب‌های صنعتی
۱۷۷	..... ۵-۲-۱۰- مهاربندی در قاب‌های شیب‌دار (مهاربندی قائم و افقی)
۱۷۸	..... ۶-۲-۱۰- سینه‌بندها
۱۷۹	..... ۷-۲-۱۰- جرثقیل سقفی

فصل ۱۱- تولید صنعتی قطعات فولادی- روش کارخانه‌ای

۱۸۱	..... ۱-۱۱- مقدمه
۱۸۳	..... ۲-۱۱- روش‌های برشکاری
۱۸۴	..... ۱-۲-۱۱- برش سرد
۱۸۴	..... ۲-۲-۱۱- برش گرم
۱۸۵	..... ۳-۱۱- مراحل آماده‌سازی لبه
۱۸۶	..... ۴-۱۱- تسمه‌سازی
۱۸۸	..... ۵-۱۱- مونتاژ اولیه- مونتاژ در قالب
۱۹۰	..... ۶-۱۱- جوش اولیه
۱۹۲	..... ۷-۱۱- مونتاژ ثانویه-مونتاژ سخت‌کننده‌ها
۱۹۵	..... ۸-۱۱- جوش ثانویه- جوش سخت‌کننده‌ها
۱۹۵	..... ۹-۱۱- مونتاژ نهایی
۱۹۶	..... ۱۰-۱۱- جوش نهایی
۱۹۷	..... ۱۱-۱۱- کنترل تغییر شکل
۱۹۸	..... ۱-۱۱-۱۱- کم کردن نیروی انقباض به وسیله
۱۹۸	..... ۲-۱۱-۱۱- اجازه انقباض دادن به جوش به وسیله
۱۹۸	..... ۳-۱۱-۱۱- متعادل ساختن نیروهای انقباض به وسیله
۱۹۹	..... ۱۲-۱۱- راه‌های حفاظت و نگهداری قطعات
۱۹۹	..... ۱-۱۲-۱۱- خوردگی
۱۹۹	..... ۲-۱۲-۱۱- روش‌های حفاظت فولاد
۲۰۲	..... ۱۳-۱۱- عملیات حمل
۲۰۲	..... ۱۴-۱۱- عملیات پیش‌مونتاژ و مونتاژ در پای کار
۲۰۳	..... ۱۵-۱۱- عملیات واداشتن، نصب و خال جوش اتصالات
۲۰۳	..... ۱۶-۱۱- شاقولی کردن ستون‌ها، هم محور کردن تیرها و تکمیل اطلاعات
۲۰۳	..... ۱۷-۱۱- نکات ایمنی در کارگاه‌های ساخت و نصب اسکلت فولادی ساختمان

۲۰۳	..... ۱-۱۷-۱۱- حفاظت‌های شخصی جوشکاری
۲۰۷	..... ۲-۱۷-۱۱- حفاظت‌های کارگاهی

فصل ۱۲: کنترل کیفیت در جوشکاری ساختمان ۲۰۹

۲۱۱	..... ۱-۱۲- مقدمه
۲۱۱	..... ۲-۱۲- عواملی که در کیفیت اتصالات جوشی موثرند
۲۱۲	..... ۱-۲-۱۲- روش جوشکاری
۲۱۲	..... ۲-۲-۱۲- آماده کردن لبه‌های درز
۲۱۵	..... ۳-۲-۱۲- دستورالعمل جوشکاری
۲۱۶	..... ۴-۲-۱۲- پرسنل
۲۱۷	..... ۵-۲-۱۲- بازرسی و تایید جوش
۲۱۷	..... ۳-۱۲- عیوب جوش
۲۲۵	..... ۴-۱۲- بازرسی جوش
۲۲۵	..... ۱-۴-۱۲- بازرسی چشمی (عینی) جوش
۲۲۷	..... ۲-۴-۱۲- آزمایش رنگ نافذ (PT) Dye Penetrant Testing
۲۲۸	..... ۳-۴-۱۲- روش ذرات مغناطیسی (MT) Magnetic Particle Testing
۲۲۹	..... ۴-۴-۱۲- روش امواج فراصوت (UT) Ultrasonic Testing
۲۳۰	..... ۵-۴-۱۲- روش پرتونگاری (RT) Radiographic Testing
۲۳۲	..... منابع

مقدمه

در تدوین این کتاب سعی بر این بوده است، ضمن ساده نوشتن مطالب، از کتاب‌های علمی و فنی دانشگاهی و آیین‌نامه‌های جدید سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و مقررات ملی ساختمان نیز استفاده گردد. فصل‌بندی این کتاب براساس پیشرفت طبیعی پروژه ساختمانی در مرحله اجرا صورت گرفته است.

در فصل اول هنرجویان با مصالح فولادی مورد استفاده در صنعت ساختمان آشنایی پیدا می‌کنند، در فصل دوم تعاریف اولیه مفاهیم سازه و معایب و مزایای انواع آن بیان شده است. در فصل سوم آشنایی با انواع پی و نحوه اجرای آن در ساختمان‌های فلزی مطرح گردیده است. در فصول ۴، ۵ و ۶ با مفاهیم تئوریک اعضای فشاری (ستون‌ها)، اعضای خمشی (تیرها) و اعضای مهاربندی آشنا می‌شوند که در این فصول نکات اجرایی مربوط به هر کدام از قطعات و نحوه ساخت آنها بیان شده است. در فصل هشتم وسایل اتصال در سازه‌های فولادی که شامل پرچ، پیچ و جوش می‌باشد به همراه نکات آیین‌نامه‌ای و اجرایی مربوطه بیان شده است. در فصل هشتم انواع اتصالات در ساختمانهای فولادی بیان شده است. در فصول نهم و دهم انواع سامانه‌های مورد استفاده در ساختمانهای مسکونی، برج‌ها و ساختمانهای صنعتی مورد بررسی قرار گرفته است. تولید صنعتی قطعات فولادی به عنوان راهنمایی بر ساخت قطعات فولادی ساختمان در کارخانجات در فصل یازدهم این کتاب آورده شده است و در فصل دوازدهم روش‌های کنترل کیفیت در سازه‌های فولادی عنوان شده است. در پایان، لازم به یادآوری است برای یادگیری مؤثرتر بهتر است هنرجویان از طریق بازدید از کارگاه‌های در حال اجرا، از نزدیک با شیوه کار آشنا شوند. هم‌چنین در سؤالات ارزشیابی، اصطلاحات لاتین مورد سؤال واقع نشوند.