

بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فناوری ساختمان‌های فلزی

رشته ساختمان

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۲۶۹۴

۱۳۹۵	بهرام شلالوند (کارشناس جوش).	۱۳۹۵
۱۳۹۵	- تهران: شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران، ۱۳۹۵.	۱۳۹۵
۲۳۲	ص: مصور. - (آموزش فنی و حرفه‌ای، شماره درس ۲۶۹۴) متون درسی رشته ساختمان، زمینه صنعت.	۲۳۲
۶۹۳/۷۱	فناوری ساختمان‌های فلزی/ مؤلفان: شاپور طاحونی (عضو هیأت علمی دانشگاه امیرکبیر)، محمد صالح رحیم لبافزاده (عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شریف)، بهرام شلالوند (کارشناس جوش).	۶۹۳/۷۱

برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تأثیف کتاب‌های درسی رشته ساختمان دفتر تأثیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش 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 تأثیف کتاب‌های درسی رشته ساختمان. هـ. عنوان. و. فروست

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران- صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و
حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

info@tvoccd.sch.ir

پیام نگار(ایمیل)

www.tvoccd.sch.ir

وب گاه(وب سایت)

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب : فناوری ساختمان‌های فلزی_۴۵۹/۳

مؤلفان : شاپور طاحونی، محمد صالح رحیم لبافزاده و بهرام شلالوند

اعضای کمیسیون تخصصی : مالک مختاری، محمد صالح رحیم لباف زاده، ابوالقاسم رافع، مجید شجاعی،

محمد علی فرزانه، صابر معظمی گودرزی و مهران شومالی

آماده سازی و صفحه آرایی : محمود سلیمان آبادی

طراح جلد : امیرحسین متینی

آماده سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۰۹۲۶۶، ۸۸۸۲۱۱۶۱، تهرانگار : ۰۹۲۶۶، ۸۸۳۰

، ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹، و سایت : www.chap.sch.ir

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارویخن)

تلفن : ۰۹۱۳۹ - ۳۷۵۱۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۰۹۱۶ - ۴۴۹۸۵۱۶۱

چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران «سهامی خاص»

نوبت و سال چاپ : چاپ هفتم ۱۳۹۵

کلیه حقوق مربوط به تألیف، نشر و تجدید چاپ این اثر متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی است.

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۸-۱۸۴۶-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-1846-8



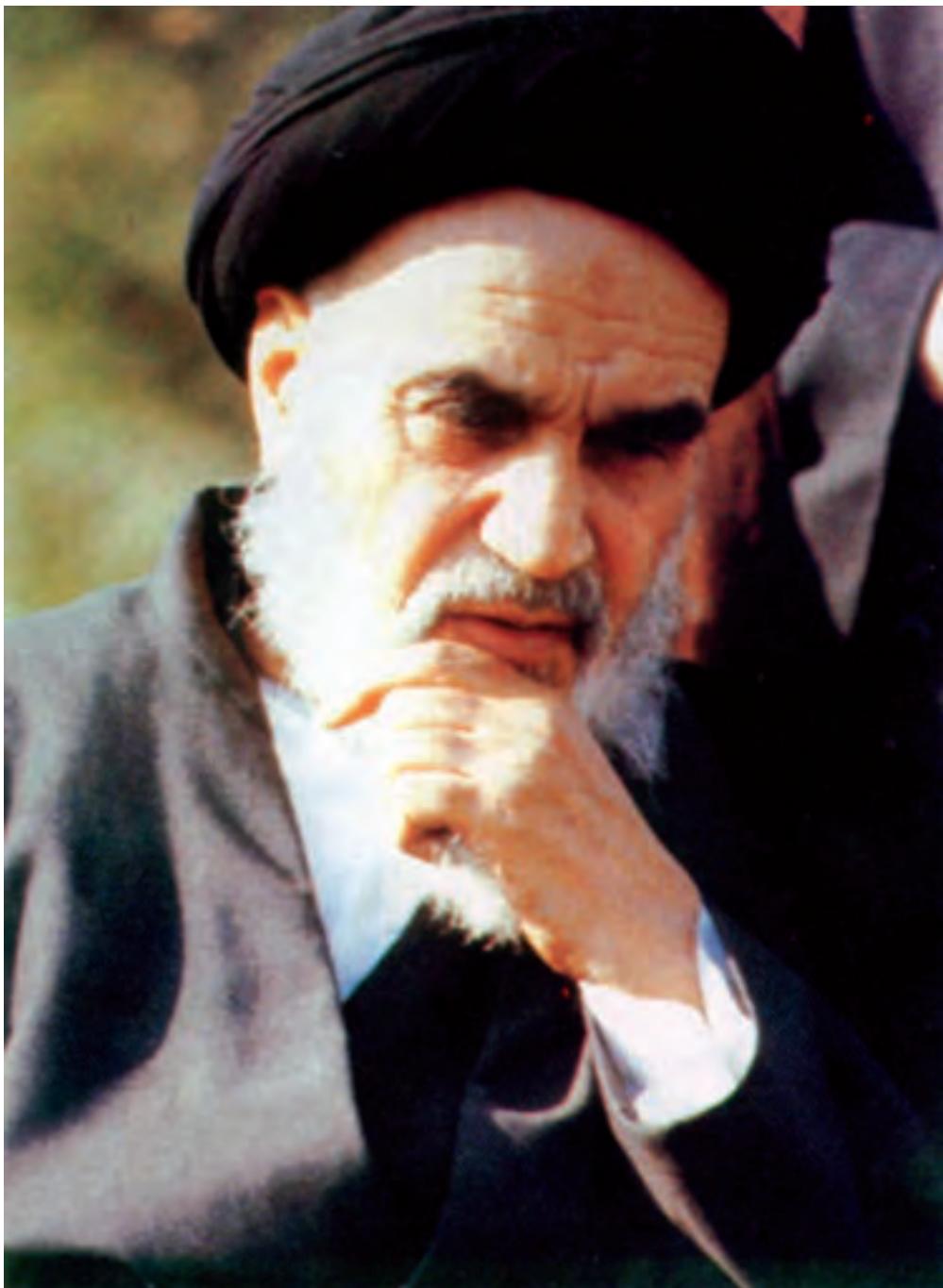
بسم الله الرحمن الرحيم

لقد أرسلنا رسالنا بالبيانات و انزلنا معهم الكتاب و الميزان ليقوم الناس بالقسط و انزلنا الحديد فيه باس شديد و منافع للناس و ليعلم الله من ينصره و رسلاه بالغيب ان الله قوى عزيز .

سورة مباركة حديدة، آية 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 منافعی برای مردم است تا خداوند بداند چه کسی او و رسولانش را یاری می کند، بی آنکه او را ببیند، خداوند قوى و شکست ناپذیر است.





شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات
کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل
نباشید و از اتکای به اجنب بپرهیزید.

امام خمینی «قدس سرّه الشّریف»

فهرست مطالب

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

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

فصل ۴ - اعضای فشاری (ستون)

۴۷	۱-۴- تعریف ستون
۴۹	۲-۴- کمانش اعضای تحت فشار
۵۰	۳-۴- مقاطع مناسب برای ستون‌ها
۵۱	۴-۳-۴- نیمرخ نورد شده
۵۲	۵-۳-۴- مقاطع مرکب
۵۲	۶-۳-۴- ستون‌های ساخته شده از ورق
۵۵	۷-۴- ستون‌های سالن‌های صنعتی
۵۶	۸-۴- روش‌های ساخت ستون با مقاطع استاندارد مرکب
۵۷	۹-۴- روش ساخت ستون جفت
۵۷	۱۰-۴- روش ساخت ستون دوبل با ورق سراسری
۵۸	۱۱-۴- روش ساخت ستون دوبل با بستهای موازی (ستون دوبل پاباز)
۵۹	۱۲-۴- جزیيات ساخت ستون در محل اتصال خمثی تیر به ستون
۶۲	۱۳-۴- ستون‌های با مقطع دایره‌ای
۶۳	۱۴-۴- نصب ستون روی صفحه ستون
۶۴	۱۵-۴- روش سنتی
۶۴	۱۶-۴- روش صنعتی
۶۵	۱۷-۴- رواداری نصب ستون

فصل ۵: اعضای خمثی (تیرها)

۶۷	۱-۵- خمث چیست؟
۶۹	۲-۵- تعریف تیر
۷۱	۳-۵- انواع تیرها در سازه‌های فولادی
۷۱	۴-۵- تیر از نظر شرایط تکیه‌گاهی
۷۲	۵-۵- بارهای وارد بر تیر
۷۳	۶-۵- سطح بارگیر تیرها
۷۴	۷-۵- افتادگی (تغییر شکل)
۷۴	۸-۵- 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)
۸۰	-۷-۵- لپه (Purlin)
۸۰	-۸-۵- تیرهای لانه زنبوری
۸۰	-۱-۸-۵- هدف از ساخت تیر لانه زنبوری
۸۰	-۲-۸-۵- محسن و معایب تیر لانه زنبوری
۸۱	-۳-۸-۵- روش‌های مختلف برش تیرآهن
۸۱	-۴-۸-۵- روش ساختن تیر لانه زنبوری و تقویت آن
۸۳	-۹-۵- تیرهای مرکب (کامپوزیت)

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

۹۵	فصل ۷ : وسایل اتصال در سازه‌های فولادی (پرج، پیچ و جوش)
۹۷	-۱-۷- تعریف
۹۷	-۲-۷- وسایل اتصال
۹۷	-۱-۲-۷- پرج
۹۸	-۲-۲-۷- پیچ
۱۰۳	-۳-۲-۷- جوش
۱۱۲	-۴-۲-۷- ابزار جوشکاری در ساخت و نصب اسکلت فلزی

۱۱۹	فصل ۸ : اتصالات در سازه‌های فولادی
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 های تیرها
۱۳۸	-۲-۵-۸- وصله های ستون
۱۴۱	-۳-۵-۸- وصله تیر راه پله

۱۴۳	فصل ۹ : سامانه های ساختمانی
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	-۴-۹- قاب خمی
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 خمی)
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 ابر مهاربندی (Mega-Braced Structure)
۱۵۳	-۵-۶-۹- سامانه کمربند خرپایی (Outtrigger-Braced Structure)
۱۵۳	-۶-۶-۹- سامانه هسته مرکزی (Core Structure)

۱۰۵	فصل ۱۰ : سامانه های مورداستفاده در ساختمان های صنعتی
۱۰۷	-۱-۱-۰- سامانه خرپا
۱۰۷	-۱-۱-۰- تعریف
۱۰۸	-۲-۱-۱-۰- کاربرد خرپا
۱۰۸	-۳-۱-۱-۰- انواع خرپا از نظر شکل
۱۰۹	-۴-۱-۱-۰- اجزای تشکیل دهنده خرپا
۱۷۰	-۵-۱-۱-۰- نیم رخ های رایج در ساخت خرپا
۱۶۱	-۶-۱-۱-۰- اتصالات در خرپاها
۱۶۴	-۷-۱-۱-۰- لاپه ریزی روی خرپاها و مهار کردن آنها

۱۶۵	۸-۱-۱-۱۰	مهاربندی‌ها در خرپاها
۱۶۷	۹-۱-۱-۱۰	خرپای فضایی (فضاکار)
۱۷۰	۲-۱-۱۰	قب‌های فولادی شیبدار
۱۷۲	۱-۲-۱۰	روش ساخت قاب‌ها و مونتاژ آن‌ها
۱۷۳	۲-۲-۱۰	درز ابیساط 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	جرثعیل سقفی

فصل ۱۱- تولید صنعتی قطعات فولادی- روش کارخانه‌ای

۱۸۳	۱-۱-۱۱	مقدمه
۱۸۴	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	تسممه‌سازی
۱۸۸	۵-۱۱	مونتاژ اولیه - مونتاژ در قالب
۱۹۰	۶-۱۱	جوش اولیه
۱۹۲	۷-۱۱	مونتاژ ثانویه - مونتاژ سخت کننده‌ها
۱۹۰	۸-۱۱	جوش ثانویه - جوش سخت کننده‌ها
۱۹۰	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 اینمنی 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	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)
۲۲۸	Dye Penetrant Testing (PT)
۲۲۸	۳-۴-۱۲- روش ذرات مغناطیسی (MT)
۲۲۹	Magnetic Particle Testing (MT)
۲۲۹	۴-۴-۱۲- روش امواج فراصوت (UT)
۲۳۰	Ultrasonic Testing (UT)
۲۳۰	۵-۴-۱۲- روش پرتونگاری (RT)
۲۳۲	منابع

پیشگفتار

امروزه تبادل اطلاعات و نقش آن در آموزش بر همه پژوهندگان دانش، علم و هنر به ویژه هنرآموزان و هنرجویان آشکار بوده و در بهبود کیفیت و محتوای آموزشی دوره متوسطه، نقش بسزایی خواهد داشت. برآن شدیم تا ضمن آموزش اخلاق حرفه‌ای، آگاهی‌های لازمی را که در تکمیل مباحث درسی مؤثر خواهند بود، تهیه نموده و با نقد و بررسی آنها هنرآموزان و هنرجویان را از فرآیندهای علمی جدید بهره‌مند نماییم. از این رو در قسمتی با عنوان «بیشتر بدانیم»، تصاویر و اطلاعاتی ارائه شده که خسارت‌های ناشی از رعایت نکردن ضوابط فنی را گوشزد می‌کند. همچنین در پاره‌ای از موارد با ارائه آدرس‌های اینترنتی، زمینه بهره‌گیری از فناوری‌های علمی رشته مهندسی عمران به ویژه در مورد مباحث مطرح در این کتاب فراهم گردیده است، لذا بر هنرآموزان لازم است که توضیحات تکمیلی را در حین آموزش برای فرآگیری بهتر مطالب درسی با بیان خسارت‌های حاصل از رعایت نکردن اخلاق حرفه‌ای به هنرجویان گوشزد نموده و آنها را ترغیب کنند که از کارگاه‌های ساختمانی عکس‌هایی را تهیه کرده و در کلاس درس مورد نقد و بررسی قرار دهند، در ضمن در قسمت «آیا می‌دانید که...» سعی براین شد تا با رویکردی فرهنگی زمینه آشنایی با تاریخ تمدن ایرانی اسلامی فراهم شود. (لازم به ذکر است مطالب پژوهشی حاشیه و مطالب با زمینه و آیا می‌دانید که... جزو موارد امتحانی و ارزشیابی‌ها محسوب نمی‌شود.)

در پایان از هنرآموزان عزیز درخواست می‌گردد که برای بهبود کیفیت و تکمیل مطالب حاشیه کتاب، موارد موردنظر خود را به دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش ارسال نمایند.

مؤلفان

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 وسائل 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 یازده 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.