

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# متالورژی عمومی و شناخت مواد صنعتی

رشته صنایع فلزی

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۱۷۱۲

۶۶۹  
متالورژی عمومی و شناخت مواد صنعتی / مؤلفان: امیدگل محله، محمود پارسا.  
۲۲۷  
م - [ ویرایش دوم ] / بازسازی و تجدید نظر: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف رشته صنایع فلزی.  
۱۳۹۴  
- تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.  
۱۹۶ ص. : مصور. - (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۱۷۱۲)  
متون درسی رشته صنایع فلزی، زمینه صنعت.  
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های  
درسی رشته صنایع فلزی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش وزارت  
آموزش و پرورش.  
۱. متالورژی. ۲. مواد صنعتی. الف. گل محله، امید. پارسا، محمود. ب. ایران. وزارت آموزش و  
پرورش. کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشته صنایع فلزی. ج. عنوان. د. 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 کتاب های درسی فنی  
و حرفه ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

tvoccd@roshd.ir

پیام نگار (ایمیل)

www.tvoccd.medu.ir

وب گاه (وب سایت)

این کتاب با توجه به نظرها و پیشنهادهای هنرآموزان محترم رشته صنایع فلزی در اسفندماه ۱۳۸۹ مورد بازبینی و اصلاح قرار گرفت.

## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش

نام کتاب : متالورژی عمومی و شناخت مواد صنعتی - ۴۸۷

مؤلفان : محمود پارسا، امید گل محله

اعضای کمیسیون تخصصی : نصرالله بنی مصطفی عرب، علی شاهدهی، آرش حبیبی، حسن ضیغمی، مهدی فردی،  
محمدرضا کرمانشاه و بهرام زارعی

ویراستار فنی : علی شاهدهی، عماد عمرانی

ویراستار ادبی : علیرضا حبیبی

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

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

تلفن : ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب سایت : [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

مدیر امور فنی و چاپ : لیدانیک روش

طراح جلد : نسرین اصغری

صفحه آرا : خدیجه محمدی

حروفچین : زهرا ایمانی نصر

مصصح : حسین چراغی، علیرضا ملکان

امورآماده سازی خبر : زینت بهشتی شیرازی

امور فنی رایانه ای : حمید ثابت کلاچاهی، فاطمه رئیسیان فیروزآباد

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران - تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

تلفن : ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵ ، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰ ، صندوق پستی : ۳۷۵۱۵-۱۳۹

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

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ پنجم ۱۳۹۴

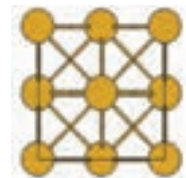
حق چاپ محفوظ است.



از شماست که مردان و زنان بزرگ تربیت می‌شود. شما را در تحصیل کوشش کنید که برای فضایل اخلاقی،  
فضایل انسانی مجز شوید. شما برای آتیه مملکت ما جوانان نیرومند تربیت کنید. دامن شما یکت مدرسه‌ای است که  
در آن جوانان بزرگ تربیت شود. شما فضایل تحصیل کنید تا کو دکان شما در دامن شما به فضیلت برسند.  
امام خمینی (ره)

# فهرست مطالب

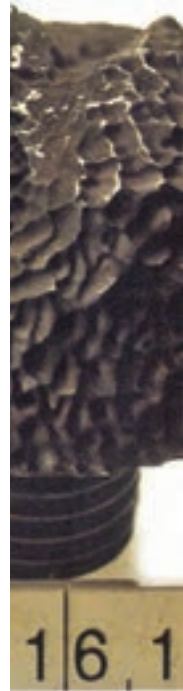
| صفحه | عنوان   |
|------|---|
| ۱    | فصل اول : آشنایی با مواد صنعتی                |
| ۲    | ۱-۱- ضرورت شناخت مواد صنعتی                   |
| ۶    | ۱-۲- دسته‌بندی مواد جامد صنعتی                |
| ۶    | ۱-۲-۱- فلزات                                  |
| ۷    | - فلزات آهنی                                  |
| ۱۰   | - فلزات غیر آهنی                              |
| ۱۱   | ۱-۲-۲- غیر فلزات                              |
| ۱۱   | - پلیمرها                                     |
| ۱۶   | - سرامیک‌ها                                   |
| ۱۹   | - کامپوزیت‌ها                                 |
| ۲۱   | ۱-۳- نانو مواد                                |
| ۲۴   | فصل دوم : روش‌های استخراج فلزات               |
| ۲۵   | ۲-۱- آشنایی با فرآیندهای استخراج فلزات        |
| ۲۵   | ۲-۲- استخراج آهن                              |
| ۲۶   | ۲-۲-۱- آماده‌سازی سنگ آهن                     |
| ۲۸   | ۲-۲-۲- فرآیند احیاء سنگ آهن از طریق کوره بلند |
| ۳۰   | ۲-۲-۳- تولید آهن خام به روش احیاء مستقیم      |
| ۳۱   | ۲-۳- تولید فولاد از آهن خام                   |
| ۳۴   | ۲-۴- تولید محصولات فولادی                     |
| ۳۶   | ۲-۵- استخراج فلزات به روش تر یا هیدرومتالورژی |
| ۳۶   | ۲-۵-۱- مراحل استخراج فلز به روش هیدرومتالورژی |
| ۳۸   | آزمون پایانی                                  |
| ۳۹   | فصل سوم : ساختار و خواص فلزات                 |
| ۴۰   | ۳-۱- مقدمه                                    |
| ۴۰   | ۳-۲- ساختار مواد                              |
| ۴۲   | ۳-۳- ریزساختار مواد                           |



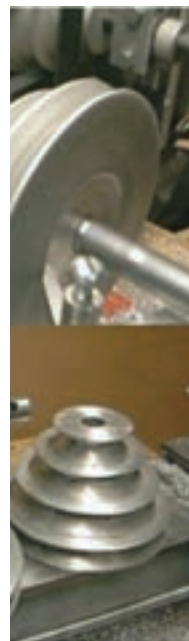
- ۴۳ ۳-۴- ساختار بلوری فلزات
- ۴۸ ۳-۴-۱- ساختار بلوری آهن
- ۴۹ ۳-۵- خواص فلزات
- ۴۹ ۳-۵-۱- خواص فیزیکی
- ۵۳ ۳-۵-۲- خواص مکانیکی
- ۵۶ ۳-۵-۳- خواص تکنولوژیکی
- ۶۴ آزمون پایانی
- ۶۵ فصل چهارم : روش های بهبود خواص فلزات
- ۶۶ ۴-۱- مقدمه
- ۶۶ ۴-۲- عملیات حرارتی
- ۶۷ ۴-۲-۱- اهداف عملیات حرارتی
- ۷۰ ۴-۳- کار مکانیکی
- ۷۲ ۴-۴- آلیاژسازی
- ۷۳ ۴-۴-۱- مکانیزم استحکام بخشی توسط عناصر آلیاژی
- ۷۵ آزمون پایانی
- ۷۶ فصل پنجم : فلزات آهنی
- ۷۷ ۵-۱- مقدمه
- ۷۸ ۵-۲- دسته بندی فلزات پایه آهنی
- ۷۸ ۵-۳- فولاد
- ۷۸ ۵-۳-۱- فولادهای ساده کربنی
- ۸۳ ۵-۳-۲- ارتباط ساختار میکروسکوپی با خواص مکانیکی
- ۸۵ ۵-۳-۳- فولادهای آلیاژی
- ۹۳ ۵-۳-۴- نام گذاری فولادها
- ۹۶ ۵-۴- چدن
- ۹۷ ۵-۴-۱- دسته بندی چدن ها
- ۱۰۱ آزمون پایانی
- ۱۰۲ فصل ششم : فلزات غیر آهنی
- ۱۰۳ ۶-۱- آلومینیوم
- ۱۰۵ ۶-۱-۱- تولید آلومینیوم



|     |  |
|-----|--|
| ۱۰۷ | ۲-۱-۶- آلیاژهای آلومینیوم              |
| ۱۱۱ | ۲-۶- مس                                |
| ۱۱۳ | ۱-۲-۶- کاربردهای مس                    |
| ۱۱۳ | ۲-۲-۶- تولید مس                        |
| ۱۱۵ | ۳-۲-۶- دسته‌بندی مس و آلیاژهای آن      |
| ۱۱۷ | ۳-۶- روی و قلع                         |
| ۱۱۷ | ۱-۳-۶- روی                             |
| ۱۱۸ | - آلیاژهای روی                         |
| ۱۱۹ | ۲-۳-۶- قلع                             |
| ۱۲۰ | - آلیاژهای قلع                         |
| ۱۲۰ | ۴-۶- سایر فلزات غیر آهنی               |
| ۱۲۴ | آزمون پایانی                           |
| ۱۲۵ | فصل هفتم : خوردگی و حفاظت از مواد      |
| ۱۲۶ | ۱-۷- مقدمه                             |
| ۱۲۹ | ۲-۷- خوردگی فلزات                      |
| ۱۲۹ | ۳-۷- مکانیزم ایجاد خوردگی              |
| ۱۳۰ | ۱-۳-۷- خوردگی شیمیایی                  |
| ۱۳۰ | ۲-۳-۷- خوردگی الکتروشیمیایی            |
| ۱۴۱ | ۳-۳-۷- خوردگی مکانیکی                  |
| ۱۴۳ | ۴-۷- روش‌های کنترل خوردگی و حفاظت مواد |
| ۱۴۴ | ۱-۴-۷- طراحی و انتخاب مواد مناسب       |
| ۱۴۵ | ۲-۴-۷- تغییر شرایط محیط خوردنده        |
| ۱۴۶ | ۳-۴-۷- تغییر پتانسیل سازه فلزی         |
| ۱۴۸ | ۴-۴-۷- استفاده از پوشش‌های محافظ       |
| ۱۵۰ | آزمون پایانی                           |
| ۱۵۲ | فصل هشتم : فرآیندهای تولید             |
| ۱۵۳ | ۱-۸- مقدمه                             |
| ۱۵۳ | ۲-۸- ریخته‌گری                         |



- ۱۵۴ ۸-۳-۸- روش های مهم ریخته گری
- ۱۵۴ ۸-۳-۱- ریخته گری ماسه ای
- ۱۵۶ ۸-۳-۲- ریخته گری در قالب فلزی
- ۱۵۷ ۸-۳-۳- ریخته گری تحت فشار (دایکاست)
- ۱۵۸ ۸-۱-۴- ریخته گری پیوسته
- ۱۵۸ ۸-۴- ریخته گری چدن
- ۱۵۹ ۸-۵- ریخته گری فولاد
- ۱۶۰ ۸-۶- شکل دهی فلزات در حالت جامد
- ۱۶۰ ۸-۶-۱- آهنگری
- ۱۶۴ ۸-۶-۲- نورد
- ۱۶۵ ۸-۶-۳- اکستروژن
- ۱۶۶ ۸-۷- متالورژی پودر
- ۱۷۰ آزمون پایانی
- ۱۷۱ فصل نهم : انتخاب مواد
- ۱۷۲ ۹-۱- مقدمه
- ۱۷۲ ۹-۲- انتخاب مواد مهندسی
- ۱۷۳ ۹-۲-۱- خودرو
- ۱۷۴ ۹-۲-۲- هواپیما
- ۱۷۴ ۹-۳- مراحل طراحی، ساخت و تولید سازه های صنعتی
- ۱۷۶ ۹-۴- روند انتخاب مواد صنعتی
- ۱۷۶ ۹-۴-۱- وظایف سازه
- ۱۷۶ ۹-۴-۲- شناسایی مواد قابل استفاده
- ۱۷۶ ۹-۴-۳- ارزیابی گزینه ها
- ۱۷۷ ۹-۴-۴- تصمیم گیری
- ۱۸۱ آزمون پایانی
- ۱۸۲ پیوست ها
- ۱۸۸ واژه نامه
- ۱۹۵ منابع و مآخذ



## هدف کلی کتاب

آشنایی با مواد صنعتی، خواص و کاربرد آنها در صنعت



## پیش‌گفتار

«وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ»

«و فرود فرستادیم آهن را که در آن استحکام بسیار و منافع فراوان برای بشر دارد».

(سوره‌حدید، آیه ۲۵)

در طول تاریخ، بشر با تکیه بر دانش خود از طبیعت و مواد موجود در آن به عنوان ابزاری در مسیر تکامل استفاده نموده است. کاربرد فلزات آن‌چنان با زندگی روزمره ما عجین شده است که لحظه‌ای نمی‌توان زندگی بدون استفاده از فلزات را تصور نمود. در کتاب آسمانی قرآن مجید دو فلز بسیار پرکاربرد، آهن (حدید) شش بار، مس (نحاس) یک بار و مس گداخته (قطر) دوبار آمده است و اهمیت آنها به کرات برای بشر گوشزد شده است.

با توجه به ارتباط نزدیک علم متالورژی و شناخت مواد صنعتی با رشته صنایع فلزی، این کتاب به زبان ساده و به دور از پیچیدگی، با تأکید زیاد بر درک مفاهیم و افزایش اطلاعات علمی و فنی هنرجویان به رشته تحریر درآمده است و در ساختار کتاب سعی شده است یک روال منطقی و قابل فهم از علم متالورژی ارائه گردد.

این کتاب شامل ۹ فصل می‌باشد که در فصل اول هنرجویان با مواد صنعتی و دسته‌بندی آنها آشنا می‌شوند؛ در فصل دوم با نحوه استخراج فلزات آشنا شده و در فصل سوم و چهارم با خواص فلزات و روش‌های بهبود خواص آنها آشنا می‌شوند. در این مرحله هنرجو آمادگی شناخت فلزات پایه آهنی (فولاد و چدن) و فلزات غیرآهنی (آلومینیوم، مس و ...) را پیدا می‌کند که در فصل پنجم و ششم به این موضوع پرداخته می‌شود. در فصل هفتم خوردگی فلزات و روش‌های محافظت از آنها بیان شده است و در نهایت با علم به موضوعات فوق، آشنایی با روش‌های ساخت و تولید سازه‌های صنعتی و فرآیند شناسایی و انتخاب مواد صنعتی در فصول هشتم و نهم پایان بخش کتاب می‌باشد.

## سخنی با هنرجویان

در ابتدای هر فصل هدف‌های رفتاری آن فصل نوشته شده و به منظور دستیابی به هدف‌های رفتاری در انتهای هر فصل سؤالاتی مطرح شده است. حفظ کردن و به خاطر سپردن جداول، اعداد و ارقام اطلاعاتی مثل جرم مخصوص، نقطه ذوب، درصد عناصر و... ضروری نمی‌باشد و کلیه جداول، نمودارها و شکل‌ها جهت کمک در طبقه بندی و توضیح مفاهیم و تعاریف می‌باشد.

خاطر نشان می‌سازد این کتاب مقدمه‌ای بر علم متالورژی است که از رشته‌های فنی و مهندسی در دانشگاه‌های ایران و جهان به شمار می‌رود. این رشته در ایران تا مقطع دکتری و فوق دکتری تدریس می‌شود و گرایش‌های این رشته که در بازار کار نیز طرفدار می‌باشد (صنعت ایران به آن نیازمند است) عبارتند از: متالورژی استخراجی، متالورژی صنعتی، شکل دادن فلزات، خوردگی و حفاظت از مواد، شناسایی و انتخاب مواد، جوشکاری، ریخته‌گری و سرامیک.

در کتاب پیش روی شما، تلاش شده است از طریق بیان مثال‌های کاربردی به صورت ساده، زمینه برای درک عمیق مفاهیم ارائه شده در هر فصل فراهم گردد. اگرچه مفاهیم موجود در این کتاب کم‌شمار است ولی مشارکت فعال شما در فعالیت‌های فردی یا گروهی درون یا برون کلاسی و آرایه دستاورد آن در کلاس می‌تواند محتوای کتاب را هر چه بیشتر پربار نماید. در حقیقت انتظار می‌رود طی سال تحصیلی، شما از طریق همکاری با هم کلاسی‌ها و معلم گرانقدرتان افزون بر محتوای موجود در کتاب، محتوایی فراگیرتر و کامل‌تر تولید نمایید. به این ترتیب با مشارکت فعال در فرآیند یاددهی-یادگیری تلاش کنید به جای یادگیری تعداد کمی مفاهیم علمی از پیش تعریف شده، یادگیری روش یادگیری را سر لوحه کار خود قرار دهید.

## سخنی با معلمان

معلمان گرامی، این کتاب با تکیه بر مفاهیم علمی و ارائه مثال‌ها و تصاویر صنعتی به صورت ساده و مختصر جهت افزایش اطلاعات علمی و فنی، هنرجویان به تحریر در آمده است. بنابراین در تدریس انتظار می‌رود تا حد امکان از ارائه مطالب و ارزشیابی آنها به طوری که فقط جنبه‌های محفوظاتی مدنظر قرار گیرد، پرهیز شود. قرار دادن برنامه تحقیق در مورد موضوع‌های مشخص مرتبط با دروس به صورت کار گروهی یا انفرادی برای هنرجویان به منظور افزایش دانش صنعتی و آرایه مثال‌های کاربردی پیرامون مباحث هر فصل و آگاهی دادن به هنرجویان جهت ضرورت فراگیری مطالب به لحاظ علمی (به قصد ادامه تحصیل) و عملی (به منظور ورود به صنعت) در تدریس کتاب بسیار حائز اهمیت می‌باشد. هم‌چنین متناسب با امکانات برنامه‌ریزی و انجام بازدید از کارگاه‌ها، کارخانه‌ها و صنایع مرتبط می‌تواند در افزایش آگاهی هنرجویان عزیز و دست‌یابی به اهداف آموزشی بسیار مفید و مؤثر باشد.

## سخن آخر

هدف نهایی کتاب ترسیم جنبه‌های عملی و استفاده از علم مواد و متالورژی در صنایع مختلف است، به گونه‌ای که برای هنرجویان و هنرآموزان قابل لمس باشد. مزید امتنان خواهد بود اگر هنرجویان، هنرآموزان، معلمان، اساتید، صاحب‌نظران و مدرسین محترم، ما را از نظرها و پیشنهادهای خود جهت بهبود مطالب و افزایش اثربخشی منابع آموزشی مطلع فرمایند.

با سپاس