

به نام خدا

مقدمه ای بر فرآیندهای تولید

تألیف:

مهندس مریم رونق

مؤسسه فرهنگی هنری توسعه اندیشه مدیریت

دکتر الیس مسیحی

عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس



انتشارات فرمنش

www.farmanesh.org

سرشناسه	: مسیحی، ایلیس، ۱۳۵۱ -
عنوان و نام پدیدآور	: مقدمه ای بر فرآیندهای تولید/ تألیف ایلیس مسیحی، مریم رونق
مشخصات نشر	: تهران: فرمنش، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	: ۴۱۲ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۷-۲۵-۵۵۹۷-۶۰۰-۹۷۸
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۳۹۷-۳۹۸؛ همچنین به صورت زیر نویس.
موضوع	: تولید - - فرآیندها
موضوع	: تولید
شناسنامه افزوده	: رونق، مریم، ۱۳۶۱ -
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۰م۷/م۱۸۳/TS
رده بندی دیویی	: ۶۷۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۴۶۱۲۶۲



انتشارات فرمنش

نام کتاب: مقدمه ای بر فرآیندهای تولید

تألیف: دکتر ایلیس مسیحی، مهندس مریم رونق

سال چاپ: ۱۳۹۰

نوبت چاپ: اول

قیمت: ۵۰۰۰ تومان

شمارگان: ۷۰۰۰

حروفچینی و صفحه آرایی: انتشارات فرمنش

طراحی جلد: مریم رونق

چاپ و صحافی: شامران

لیتوگرافی: باران

شابک: ۷-۲۵-۵۵۹۷-۶۰۰-۹۷۸

ناشر: انتشارات فرمنش

پست الکترونیکی: info@farmanesh.org

صندوق پستی: ۴۷۹۶-۱۹۳۹۵

مرکز توزیع و پخش: تهران، خیابان شریعتی مقابل خیابان ظفر، پلاک ۱۳۲۹، بلوک ۲، واحد ۶

تلفن: ۴-۲۲۸۸۸۱۰۰ (۰۲۱)

هر گونه استفاده تجاری و بازرگانی، بازنویسی، خلاصه نویسی، برداشت به صورت فتوکپی، ضبط کامپیوتری، تهیه لوح فشرده، شبکه اطلاع رسانی و هر گونه تکثیر چه از مطالب و چه از عکس ها بدون اجازه کتبی از انتشارات فرمنش ممنوع می باشد.

فهرست مطالب

۳ خواص مواد		پیشگفتار مقدمه	
۳۵	۱-۳ خواص مکانیکی	۱ مقدمه ای	
۳۶	۱-۱-۳ استحکام کششی	۱ بر ساخت و تولید	
۴۹	۲-۱-۳ استحکام فشاری	۱-۱ فعالیت های ساخت و تولید	
۴۹	۳-۱-۳ استحکام پیچشی	۲-۱ طراحی محصول	
۵۰	۴-۱-۳ استحکام خمشی	۳-۱ مواد	
۵۰	۵-۱-۳ استحکام ضربه ای	۴-۱ فرایندها	
۵۱	۶-۱-۳ سختی	۲ مواد مهندسی	
۵۳	۷-۱-۳ خستگی	۱-۲ ساختار مواد	
۵۵	۸-۱-۳ خزش	۲-۲ عیوب شبکه کریستالی	
۵۵	۹-۱-۳ شکست	۲-۲-۱ عیوب نقطه ای	
۵۷	۲-۳ خواص فیزیکی	۲-۲-۲ عیوب خطی	
۵۸	۳-۳ خواص شیمیایی	۲-۲-۲ عیوب صفحه ای	
۵۹	۴-۳ خواص الکتریکی	۲-۲-۲ عیوب فضایی	
۶۰	۵-۳ پرسیش ها و تمرینات	۳-۲ طبقه بندی مواد	
	۴ عملیات حرارتی	۴-۲ آهن	
۶۳		۵-۲ فولاد	
۶۳	۱-۴ نمودارهای فازي	۵-۲-۱ فولادهای کربنی ساده (غیر آلیاژی)	
۶۵	۲-۴ سیستم تعادلی آهن-کربن	۵-۲-۲ فولادهای ضد زنگ	
۶۷	۳-۴ همگن سازی	۵-۲-۳ فولادهای ابزار	
۶۸	۴-۴ تنش زدایی	۶-۲ چدن	
۶۸	۵-۴ بازیابی و تبلور مجدد	۷-۲ فلزات غیر آهنی	
۶۹	۶-۴ آنیل کردن	۸-۲ سرامیک ها	
۷۰	۷-۴ نرمالیزه کردن	۹-۲ پلیمرها	
۷۰	۸-۴ کروی کردن	۱۰-۲ کامپوزیت ها	
۷۱	۹-۴ تبدیل مارتنزیتی	۱۱-۲ پرسیش ها و تمرینات	
۷۱	۱۰-۴ سختی پذیری		
۷۲	۱۱-۴ بازپخت (تمپر کردن)		
۷۲	۱۲-۴ کاهش تنش های داخلی		
۷۳	۱۳-۴ سخت کردن رسوبی		

- ۱۳۱ ۵-۷-۱ سوزن خان کش
۱۳۲ ۵-۷-۲ ماشین های خان کشی
۱۳۳ ۵-۷-۳ محاسبات در خان کشی
۱۳۵ ۵-۸ پرسش ها و تمرینات

- ۷۳ ۴-۱۴ سخت کردن سطحی
۷۵ ۴-۱۵ کارسختی، کار سرد و کار گرم
۷۶ ۴-۱۶ پرسش ها و تمرینات

فرآیندهای

براده برداری



۵

- ۷۷ ۵-۱ اصول براده برداری
۷۹ ۵-۱-۱ ابزار برش
۸۲ ۵-۱-۲ عمر ابزار برش
۸۳ ۵-۱-۳ جنس ابزار برش
۸۵ ۵-۱-۴ انواع براده
۸۷ ۵-۱-۵ سیالیت برش
۸۸ ۵-۲ ازه کاری
۸۹ ۵-۲-۱ اره کاری رفت و برگشتی
۹۰ ۵-۲-۲ اره کاری نواری
۹۲ ۵-۲-۳ اره کاری چرخشی
۹۲ ۵-۳ سوراخکاری
۹۴ ۵-۳-۱ مته زنی
۹۴ ۵-۳-۲ خزینه کاری
۹۵ ۵-۳-۳ برقو زنی
۹۶ ۵-۳-۴ قلاویز زنی
۹۸ ۵-۳-۵ حفاری (داخل تراش)
۹۹ ۵-۳-۶ ماشین های مته
۱۰۱ ۵-۳-۷ محاسبات در سوراخکاری
۱۰۳ ۵-۴ تراشکاری
۱۰۳ ۵-۴-۱ رنده های تراش
۱۰۴ ۵-۴-۲ ماشین های تراش
۱۰۸ ۵-۴-۳ عملیات ماشین تراش
۱۱۵ ۵-۴-۴ محاسبات در تراشکاری
۱۱۷ ۵-۵ صفحه تراشی
۱۱۷ ۵-۵-۱ ماشین های صفحه تراش
۱۱۹ ۵-۵-۲ محاسبات در صفحه تراشی
۱۱۹ ۵-۶ فرزکاری
۱۲۱ ۵-۶-۱ انواع تیغ های فرز
۱۲۵ ۵-۶-۲ ماشین های فرز
۱۲۷ ۵-۶-۳ محاسبات در فرزکاری
۱۲۹ ۵-۷ خان کشی

ریخته گری



۶

- ۱۳۷ ۶-۱ انجماد فلز
۱۳۷ ۶-۱-۱ فلزات خالص
۱۳۹ ۶-۱-۲ آلیاژها
۱۴۱ ۶-۱-۳ زمان انجماد
۱۴۲ ۶-۲ جریان مذاب
۱۴۳ ۶-۲-۱ قضیه برنولی
۱۴۳ ۶-۲-۲ قانون پیوستگی
۱۴۴ ۶-۲-۳ مشخصه های جریان
۱۴۵ ۶-۳ نقایص ریخته گری
۱۴۶ ۶-۴ طبقه بندی فرآیندهای ریخته گری
۱۴۷ ۶-۵ ریخته گری ماسه ای
۱۵۰ ۶-۵-۱ ماسه
۱۵۰ ۶-۵-۲ اجزای قالب
۱۵۴ ۶-۶ ریخته گری در قالب پوخته ای
۱۵۵ ۶-۶-۱ قالبگیری با مدل مصرف شدنی
۱۵۶ ۶-۶-۲ ریخته گری در قالب گچی
۱۵۷ ۶-۶-۳ ریخته گری در قالب سرامیکی
۱۵۸ ۶-۶-۴ ریخته گری بسته
۱۶۰ ۶-۶-۵ ریخته گری در قالب دائمی
۱۶۱ ۶-۶-۶ ریخته گری مچجوف
۱۶۱ ۶-۶-۷ ریخته گری تحت فشار (دایکاست)
۱۶۱ ۶-۱۳-۱ ریخته گری تحت فشار با مخزن گرم
۱۶۳ ۶-۱۳-۲ ریخته گری تحت فشار با مخزن سرد
۱۶۵ ۶-۱۴ ریخته گری گریز از مرکز (چرخشی)
۱۶۵ ۶-۱۴-۱ ریخته گری گریز از مرکز حقیقی
۱۶۶ ۶-۱۴-۲ ریخته گری نیمه چرخشی
۱۶۷ ۶-۱۴-۳ میانگریزی (سانتریفیوژ)
۱۶۷ ۶-۱۵ ریخته گری مستمر
۱۶۹ ۶-۱۶ پرسش ها و تمرینات

۲۱۴	۹-۲ خمکاری ورق ها
۲۱۹	۹-۳ انواع عملیات خمکاری
۲۱۹	۹-۳-۱ شکل دهی پرسی
۲۲۰	۹-۳-۲ خمکاری غلتکی
۲۲۰	۹-۳-۳ خمکاری با قالب های کشویی
۲۲۰	۹-۳-۴ شکل دهی غلتکی
۲۲۱	۹-۳-۵ خمکاری و شکل دهی لوله
۲۲۲	۹-۴ کشش عمیق
۲۲۴	۹-۵ شکل دهی چرخشی
۲۲۴	۹-۵-۱ شکل دهی چرخشی سستی
۲۲۵	۹-۵-۲ شکل دهی چرخشی برشی
۲۲۶	۹-۵-۳ شکل دهی چرخشی لوله
۲۲۷	۹-۶ شکل دهی انفجاری
۲۲۸	۹-۷ تجهیزات لازم برای شکل دهی ورق فلزی
۲۳۰	۹-۸ پرسش ها و تمرینات

۲۳۱	۱۰-۱۰ اکستروژن
۲۳۲	۱۰-۱۱ اصول عملیات اکستروژن
۲۳۳	۱۰-۱۱-۱ نیروی اکستروژن
۲۳۵	۱۰-۱۱-۲ جریان فلز در اکستروژن
۲۳۵	۱۰-۱۱-۳ ملاحظات در اکستروژن
۲۳۶	۱۰-۱۲ اکستروژن گرم
۲۳۷	۱۰-۱۲-۱ طراحی و جنس قالب ها
۲۳۹	۱۰-۱۲-۲ روانکارها
۲۴۰	۱۰-۱۳ اکستروژن سرد
۲۴۲	۱۰-۱۴ اکستروژن ضربه ای
۲۴۳	۱۰-۱۵ اکستروژن هیدروستاتیک
۲۴۵	۱۰-۱۶ عیوب در اکستروژن
۲۴۷	۱۰-۱۷ تجهیزات اکستروژن
۲۴۷	۱۰-۱۸ پرسش ها و تمرینات

۲۴۹	۱۱-۱۱ کشش
۲۴۹	۱۱-۱۲ اصول عملیات کشش
۲۵۰	۱۱-۱۳ نیروی کشش

۱۷۱	۷-آهنگری
۱۷۳	۷-۱ آهنگری با قالب باز
۱۷۷	۷-۲ آهنگری با قالب نقش دار
۱۸۰	۷-۳ آهنگری با قالب بسته
۱۸۱	۷-۴ آهنگری دقیق
۱۸۱	۷-۵ سکه زنی
۱۸۲	۷-۶ سرکوبی
۱۸۴	۷-۷ قرارکاری چرخشی
۱۸۵	۷-۸ قرارکاری لوله
۱۸۶	۷-۹ نقایص در آهنگری
۱۸۷	۷-۱۰ پرسش ها و تمرینات

۱۸۹	۸-نورد
۱۹۱	۸-۱ نورد تخت
۱۹۲	۸-۱-۱ نیروهای اصطکاک
۱۹۲	۸-۱-۲ نیروی نورد و توان مورد نیاز
۱۹۴	۸-۱-۳ کاهش نیروی نورد
۱۹۵	۸-۱-۴ ملاحظات هندسی
۱۹۷	۸-۱-۵ تعریض
۱۹۷	۸-۲ عملیات نورد تخت
۱۹۹	۸-۲-۱ نقایص در نورد
۲۰۰	۸-۳ دستگاه نورد
۲۰۲	۸-۴ نورد فرم دار
۲۰۳	۸-۴-۱ نورد حلقه ای
۲۰۴	۸-۴-۲ آهنگری غلتکی
۲۰۵	۸-۴-۳ نورد مورب
۲۰۶	۸-۴-۴ نورد بیج
۲۰۸	۸-۵ نورد لوله
۲۰۹	۸-۶ پرسش ها و تمرینات

۲۱۱	۹-ورقکاری
۲۱۱	۹-۱ برشکاری
۲۱۴	۹-۱-۱ نیروی سنبه

۱۳	فرایندهای پرداخت	۳۹۹
	و تکمیل سطح	

۲۹۹	۱-۱۳ ساختار سطح
۳۰۱	۱-۱۳-۱ یافت سطح
۳۰۲	۱-۱۳-۲ زبری سطح
۳۰۳	۱-۱۳-۲ سنگ زنی
۳۰۴	۱-۱۳-۲ سنگ های سنباده
۳۰۶	۱-۱۳-۲ عوامل مؤثر در سنگ زنی
۳۰۷	۱-۱۳-۳ سنگ زنی تخت
۳۰۹	۱-۱۳-۴ سنگ زنی گردسای
۳۱۰	۱-۱۳-۵ سنگ زنی داخلی
۳۱۲	۱-۱۳-۶ سنگ زنی بدون مرکز
۳۱۴	۱-۱۳-۷ سنگ زنی خزشی
۳۱۶	۱-۱۳-۳ سنگ کشی
۳۱۷	۱-۱۳-۴ فوق پرداخت
۳۱۸	۱-۱۳-۵ صیقل کاری
۳۱۹	۱-۱۳-۶ نمد کاری
۳۲۰	۱-۱۳-۷ پرداخت سطح مکانیکی
۳۲۰	۱-۱۳-۷-۱ ساجمه کوبی
۳۲۰	۱-۱۳-۷-۲ جلا دهی غلتکی
۳۲۱	۱-۱۳-۸ اسپری گرمایی
۳۲۲	۱-۱۳-۹ رسوب دهی بخاری
۳۲۲	۱-۱۳-۱۰ آبنکاری الکتریکی
۳۲۳	۱-۱۳-۱۱ فرم دهی الکتریکی
۳۲۴	۱-۱۳-۱۲ غوطه وری داغ
۳۲۵	۱-۱۳-۱۳ پوشش دهی لابی
۳۲۵	۱-۱۳-۱۴ پوشش دهی با الماس
۳۲۶	۱-۱۳-۱۵ رنگ زنی
۳۲۷	۱-۱۳-۱۶ پرسش ها و تمرینات

۱۴	فرایندهای تولید غیر سنتی	۳۲۹
----	--------------------------	-----

۳۲۹	۱-۱۴ فرایندهای ماشینکاری غیر سنتی
۳۳۲	۱-۱۴-۱ ماشینکاری شیمیایی
۳۳۳	۱-۱۴-۲ ماشینکاری الکتروشیمیایی
۳۳۵	۱-۱۴-۳ ماشینکاری با تخلیه الکتریکی

۲۵۱	۱۱-۱-۲ کشش سایر اشکال
۲۵۱	۱۱-۱-۳ کشش دسته ای
۲۵۲	۱۱-۱-۴ قالب های کشش
۲۵۴	۱۱-۱-۵ روانکاری
۲۵۵	۱۱-۲ نقایص در کشش
۲۵۶	۱۱-۳ تجهیزات کشش
۲۵۷	۱۱-۴ پرسش ها و تمرینات

۱۲	فرایندهای اتصال	۲۵۹
----	-----------------	-----

۲۵۹	۱۲-۱ طبقه بندی فرایندهای اتصال
۲۶۳	۱۲-۲ متالورژی جوش
۲۶۵	۱۲-۲-۱ انجماد فلز جوش
۲۶۶	۱۲-۲-۲ منطقه متأثر از گرما
۲۶۶	۱۲-۳ جوشکاری با گاز و اکسیژن
۲۶۸	۱۲-۴ فرایندهای جوشکاری قوسی با الکتروود مصرفی
۲۶۹	۱۲-۴-۱ جوشکاری قوسی با فلز پوشش دار
۲۷۱	۱۲-۴-۲ جوشکاری قوسی مستغرق
۲۷۲	۱۲-۴-۳ جوشکاری قوسی با فلز و گاز محافظ
۲۷۴	۱۲-۴-۴ جوشکاری قوسی با هسته فلاکس
۲۷۴	۱۲-۵ فرایندهای جوشکاری قوسی با الکتروود غیر مصرفی
۲۷۵	۱۲-۵-۱ جوشکاری قوسی تنگستن و گاز
۲۷۶	۱۲-۶ جوشکاری ترمیتی
۲۷۷	۱۲-۷ جوشکاری اصطکاکی
۲۷۹	۱۲-۸ جوشکاری مقاومتی
۲۸۰	۱۲-۸-۱ جوشکاری نقطه ای مقاومتی
۲۸۱	۱۲-۸-۲ جوشکاری درزی مقاومتی
۲۸۲	۱۲-۸-۳ جوشکاری برجسته مقاومتی
۲۸۴	۱۲-۸-۴ جوشکاری جرقه ای
۲۸۴	۱۲-۸-۵ جوشکاری زائده ای
۲۸۵	۱۲-۹ اتصال نفوذی
۲۸۷	۱۲-۱۰ زرد جوشی
۲۸۹	۱۲-۱۱ لحیم کاری
۲۹۰	۱۲-۱۲ اتصالات مکانیکی
۲۹۶	۱۲-۱۳ اتصال با چسب
۲۹۷	۱۲-۱۴ پرسش ها و تمرینات

۳۷۹	۱۵-۴-۵ لیتوگرافی
۳۸۰	۱۵-۴-۶ اسید خوری
۳۸۰	۱۵-۴-۷ نفوذ و کاشت یونی
۳۸۱	۱۵-۴-۸ فلز نشانی و تست
۳۸۱	۱۵-۴-۹ سیم بندی و بسته بندی
۳۸۲	۱۵-۵ نانو فناوری
۳۸۳	۱۵-۵-۱ نانوذره
۳۸۴	۱۵-۵-۲ نانوکپسول
۳۸۵	۱۵-۵-۳ نانوسیم
۳۸۶	۱۵-۵-۴ نانولوله کربنی
۳۸۹	۱۵-۶ پرسش ها و تمرینات

پیوست ها



۳۹۱

۳۹۱	۱- پیشوندهای مورد استفاده در سیستم SI و ارزش ضربی هر یک
۳۹۱	۲- عناصر شیمیایی شناخته شده تا کنون
۳۹۵	۳- جدول تناوبی
۳۹۶	۴- جدول تبدیل واحدها

مراجع و منابع



۳۹۷

۳۳۸	۱۴-۱-۴ ماشینکاری با پرتو الکترونی
۳۳۹	۱۴-۱-۵ ماشینکاری فراصوتی
۳۴۱	۱۴-۱-۶ ماشینکاری با فشار آب
۳۴۲	۱۴-۱-۷ ماشینکاری با فشار آب و مواد ساینده
۳۴۲	۱۴-۱-۸ ماشینکاری با مواد ساینده
۳۴۳	۱۴-۲ متالورژی پودر
۳۴۴	۱۴-۲-۱ تهیه پودر فلز
۳۴۶	۱۴-۲-۲ آمیختن و مخلوط کردن
۳۴۷	۱۴-۲-۳ فشرده سازی
۳۴۹	۱۴-۲-۴ تفجوشی (سینتر کردن)
۳۵۰	۱۴-۲-۵ عملیات ثانویه (تکمیلی)
۳۵۲	۱۴-۳ پرسش ها و تمرینات

فناوری های نوین



۳۵۳

۳۵۴	۱۵-۱ فناوری لیزر
۳۵۴	۱۵-۱-۱ ساختار لیزر
۳۵۵	۱۵-۱-۲ انواع لیزر
۳۵۶	۱۵-۱-۳ ماشینکاری با پرتو لیزر
۳۵۹	۱۵-۱-۴ جوشکاری با پرتو لیزر
۳۶۰	۱۵-۲ فناوری پلاسما
۳۶۱	۱۵-۲-۱ ایجاد پلاسما
۳۶۱	۱۵-۲-۲ برش قوس پلاسما
۳۶۳	۱۵-۲-۳ جوشکاری قوس پلاسما
۳۶۴	۱۵-۲-۴ عملیات سطح با پلاسما
۳۶۵	۱۵-۳ فناوری نمونه سازی سریع
۳۶۷	۱۵-۳-۱ لیتوگرافی سه بعدی (SLA)
۳۶۹	۱۵-۳-۲ تفجوشی انتخابی لیزری (SLS)
۳۷۰	۱۵-۳-۳ ساخت نمونه لایه ای (LOM)
۳۷۰	۱۵-۳-۴ چاپ سه بعدی (3DP)
۳۷۲	۱۵-۳-۵ مدلسازی انباشت مذاب (FDM)
۳۷۲	۱۵-۳-۶ ساخت مدل انباشته ای (SDM)
۳۷۳	۱۵-۴ فناوری ساخت ریز تراشه ها
۳۷۴	۱۵-۴-۱ نیمه هادی ها
۳۷۷	۱۵-۴-۲ رشد کریستال و آماده سازی ویفر
۳۷۸	۱۵-۴-۳ لایه نشانی
۳۷۸	۱۵-۴-۴ اکسیداسیون

پیشگفتار

تاریخچه ساخت مصنوعات بشری به ۷۰۰۰ سال قبل، و به زمانی که انسان های نخستین حکاکی هایی روی دیواره های غارها انجام دادند باز می گردد. این سنگ نوشته ها حاکی از ساخت ابزارهای برنده و رنگ های متنوعی می باشند که در سیر تکوین تاریخ و از عصر حجر تا عصر مفرغ و آهن، به تدریج تکامل یافته و به ابزارها و دستگاه های پیشرفته امروزی رسیده اند. با نگاهی گذرا به اطرافمان در می یابیم که به جز طبیعت بیجان و جاندار، کلیه اجسام و اجزای آنها در آغاز شکلی متفاوت از شکل کنونی خود داشته و هر یک به روشی خاص ساخته شده اند. در واقع، روش های ساخت اشیا به حدی در زندگی ما نقش دارند که بدون آنها بی شک به زندگی بدوی مردمان نخستین باز خواهیم گشت!

روش های ساخت مصنوعات مختلف سمی در کشورمان نیز قدمتی بس دیرینه دارند. تنوع خیره کننده صنایع دستی، از نخ ریزی، پارچه بافی و فرش بافی گرفته تا حلبی کاری، مسگری و زرگری، و از منبت کاری، معرق کاری و خاتم کاری گرفته تا قلم زنی، مشبک کاری و میناکاری، به همراه ده ها صنعت هنری دیگر، گواه توانمندی و ذوق سرشار ایرانیان در ابداع و اجرای صنایع هنری ظریف و پیچیده می باشد.

فرآیندهای ساخت و تولید شامل کلیه فعالیت هایی می شود که مواد خام را به محصولات تبدیل می کنند، و یا محصول تولید شده را برای ساخت محصولات دیگر به کار می گیرند. دانش، فناوری، و مهندسی فرآیندهای ساخت و تولید در دنیای پرشتاب کنونی با سرعتی فزاینده و در مقیاسی جهانی در حال پیشرفت و تکامل بوده و تأثیر تعیین کننده ای بر اقتصاد و ثروت ملل و کشورهای جهان دارند. پیشرفت های صنعتی به حدی در رشد اقتصادی جوامع نقش دارند که جایگاه کشورها اغلب با شاخص های صنعتی و تولیدی تعیین شده و برتری اقتصادی و سیاسی کشورها در سایه پیشرفت های صنعتی و فناوری محقق می شود.

با توجه به این که تنها چند دهه از ورود میهن عزیزمان ایران به عرصه رقابت جهانی در زمینه صنعت و فناوری می گذرد، هنوز راه طولانی و دشواری برای نیل به جایگاه مطلوب جهانی پیش رو قرار دارد، و این امر بدون برنامه ریزی، سرمایه گذاری، مدیریت و تلاش و کوشش فراوان، مستمر و مؤثر، ممکن نخواهد بود. البته برنامه های پنج ساله توسعه و سند

چشم انداز ۲۰ ساله همه در جهت رسیدن کشورمان به برتری فنی و علمی در منطقه و جهان تدوین شده اند، ولی با این حال، پیش نیاز مهم برای رهایی از اقتصاد نفت-محور و توسعه همه جانبه و پایدار کشور، آموزش و به کارگیری فرآیندها و فناوری های ساخت و تولید در تمامی بخش های صنعتی و اقتصادی می باشد.

«انتشارات فرمنتش» با همکاری «مؤسسه فرهنگی هنری توسعه اندیشه مدیریت» و وظیفه خود دانسته اند که گامی هر چند کوچک در راستای نشر و گسترش دانش ساخت و تولید در کشور بردارند. کتاب حاضر نتیجه این تلاش است و امید است بتواند به عنوان کتاب درسی برای رشته های مرتبط دانشگاهی مفید واقع شود.

مقدمه

سابقه آموزش دانش و فن فرآورندهای تولید به صورت علمی در کشور به زمان بازگشت اولین تحصیل کرده های رشته های مهندسی از فرنگ و تأسیس دارالفنون و بعدها دانشگاه تهران باز می گردد. با دایر شدن رشته های مهندسی های سنتی (مانند مکانیک، ماشین افزار، مواد، راه و ساختمان و برق) به موازات ورود صنایع و کارخانجات ماشینی و تولیدی در اواخر دهه ۱۳۳۰، گام مهمی در جهت عبور از اقتصاد کشاورزی به اقتصاد صنعتی برداشته شد. با وجود اینکه به علت وفور منابع نفتی و گازی، صنایع نفت و پتروشیمی رشدی به مراتب بیشتر یافت و به نیروی پیشران اقتصاد ایران تبدیل شد، بدون تردید پرورش مهندسين و کارشناسان آگاه به فرآورندهای ساخت و تولید پستوانه اجرایی این جهش اقتصادی - صنعتی بوده است.

در ابتدا متخصصین و مهندسين تولید که اکثراً دانش آموختگان رشته های مکانیک، ماشین افزار یا متالورژی بودند اغلب با الگو برداری از طراحی های انجام شده در خارج از کشور و به کمک کارشناسان خارجی خطوط تولیدی کارخانجات را نصب و راه اندازی می کردند و طراحی خلاقانه، هم در مقیاس خرد (مکانیزم و ماشین)، و هم در مقیاس کلان (کارگاه و کارخانه)، به ندرت انجام می گرفت. بعدها با تأسیس رشته جدید مهندسی صنایع در دهه ۱۳۵۰، باب جدیدی در صنایع و دانشگاه های کشور گشوده شد. طرح مباحث جدید طراحی محصول، طراحی و طرح ریزی کارخانه، مدیریت کارخانه، کنترل پروژه، کنترل کیفیت، زمان سنجی، و بهره وری، به همراه تکنیک های ریاضی مدلسازی، بهینه یابی و تصمیم گیری، تغییر نگرش به مقوله فرآورندهای ساخت و تولید را در پی داشته است. در رویکردهای جدید تولیدی، دانش ساخت و تولید از انحصار مهندسين تولید خارج شده و مورد استفاده طراحان محصول، مهندسان صنایع، و حتی پرسنل تدارکات و بازرگانی و مدیریت قرار می گیرد. نگرش مبتنی بر مهندسی همزمان، لزوم یکپارچه سازی و تعامل تنگاتنگ بخش های مختلف صفی و ستادی واحد تولیدی را به منظور کاهش زمان طراحی تا تولید محصول و افزایش قدرت رقابت در بازار مورد تأکید قرار می دهد.

طراحی و انتخاب مواد و فرآورندهای لازم برای تولید محصول از فعالیت های حیاتی یک واحد تولیدی هستند که نیاز به دانش و بینش در زمینه های مواد، روش های ساخت و تولید، ماشین آلات، اقتصاد، بازار، و حتی محیط زیست دارند. در واقع، یکی از اهداف نهایی آموزش فرآورندهای تولید در دانشگاه ها، پرورش کارشناسان مسلط به انواع روش های تولید و تکنیک های طراحی فرآورنده است تا بتوانند در مورد اینکه یک محصول مشخص بایستی از چه

ماده ای، توسط چه روش ها، ابزارها و ماشین هایی، با چه توالی عملیاتی، و با چه هزینه ای تولید شود، نظر کارشناسی و دقیق بدهند.

نظر به اهمیت و گستردگی آن، مبحث فرآیندهای ساخت و تولید در برنامه درسی رشته های مختلفی چون مهندسی مکانیک، مهندسی صنایع، مهندسی مواد و متالورژی، مهندسی شیمی، مهندسی اجرایی، مهندسی مدیریت پروژه، مدیریت صنعتی، طراحی صنعتی و غیره به عنوان واحد اجباری گنجانده شده است. البته نام این واحد درسی از رشته ای به رشته دیگر متفاوت است (مثلاً «روش های تولید ۱ و ۲»، «فرآیندهای تولید»، «روشهای ساخت» و غیره)، و هر رشته نیز به فراخور نیاز خود، عمق و سطحی معین از این مبحث گسترده را پوشش می دهد.

کتاب فارسی در زمینه فرآیندهای تولید موجود در بازار بسیار متنوع بوده و اکثراً ترجمه کتب درسی خارجی هستند. به خاطر ارتباط تنگاتنگ مبحث مواد با فرآیندهای تولید و لزوم درک این ارتباط توسط دانشجو، تقریباً تمامی این کتاب ها فصولی را به بحث آشنایی با مواد اختصاص داده اند. البته هرگاه که تخصص مؤلف یا مترجم کتاب، مهندسی مواد یا متالورژی بوده وزن مطالب مرتبط با مواد بیشتر از بحث فرآیندها بوده است. و بالعکس، در مواردی که پدید آورنده متخصص مهندسی مکانیک بوده، مباحث مواد با عمق کمتری مطرح شده اند. همچنین بایستی اذعان کرد که در اکثر موارد، منابع و مطالب این کتاب ها نسبت به سرعت شتابان پیشرفت های علمی و فناوری، قدیمی شده اند.

کتاب «مقدمه ای بر فرآیندهای تولید» با هدف آشنایی دانشجویان رشته های مختلف مهندسی با مبحث فرآیندها و فناوری های ساخت و تولید و برای سطح کارشناسی نگاشته شده است. در تدوین فصول و مطالب کتاب، سرفصل های مصوب واحدهای درسی رشته های مهندسی صنایع، اجرایی و مدیریت پروژه در دانشگاه های دولتی، آزاد، پیام نور، علمی کاربردی و غیر انتفاعی مد نظر قرار گرفته است و تلاش شده است تا محتوای کتاب با دانش و نیازهای این رشته ها تطابق معقولی داشته باشد.

کتاب حاضر بیش از ۲۰۰ فرآیند و فناوری تولید را در قالب ۱۵ فصل پوشش می دهد. فصل ۱ مقدمه ای است بر ساخت و تولید و برخی مفاهیم مطرح در آن. فصل ۲ به شرح طبقه بندی مواد پرداخته و فلزات آهنی و غیرآهنی و آلیاژهای آنها (شامل فولادها و چدن ها)، سرامیک ها، پلیمرها و کامپوزیت ها را معرفی می کند. فصل ۳ مروری بر انواع خواص مکانیکی، فیزیکی، شیمیایی و الکتریکی مواد را با تکیه ویژه بر خواص مکانیکی و روش های تست آنها ارائه می کند. فصل ۴ نیز فرآیندهای مختلف عملیات حرارتی فلزات را به همراه

معرفی فازهای مختلف فولاد تشریح می کند. فصل ۵ مفاهیم بنیادی اصول برش را توضیح داده و فرآیندهای مختلف براده برداری (ماشینکاری)، شامل ارّه کاری، سوراخکاری، تراشکاری، صفحه تراشی، فرزکاری و خان کشی را که از رایج ترین فرآیندهای مورد استفاده در صنعت هستند، تشریح می کند. فصل ۶ پس از پرداختن به اصول انجماد و سیالیت فلزات، فرآیندهای مختلف ریخته گری را معرفی می نماید. فصل ۷ به فرآیند آهنگری (پُتک کاری یا فورج کردن) می پردازد. و فصل ۸ نیز روش های نورد ورق ها به طور گرم و سرد را توضیح می دهد. در فصل ۹، انواع و اقسام فرآیندهایی که برای برش، خم کاری، و کشش ورق های فلزی تخت و لوله ای شکل به کار می روند مورد بحث قرار گرفته اند. دو فرآیند اکستروژن (روزن رانی) و کشش به ترتیب در فصل ۱۰ و فصل ۱۱ معرفی می شوند. و انواع فرآیندهای اتصال شامل جوشکاری با برق و گاز و لحیم کاری و غیره در فصل ۱۲ تشریح شده اند. فصل ۱۳ به فرآیندهای پرداخت و تکمیل سطح، شامل مقدمه ای بر ساختار سطح، فرآیندهای سنگ زنی و پرداخت سطح و نیز فرآیندهای تکمیل سطح از طریق تغییر خواص آن یا روکش کاری و پوشش کاری پرداخته است.

با عنایت به سرعت شتابان پیشرفت علم و به موازات آن رشد انفجاری ابداعات و اختراعات صنعتی و فناوری، لازم دیدیم که با معرفی کوتاهی دستاوردهای نسبتاً جدید و پرداختن به فرآیندها و فناوری های نوین در ساخت و تولید گامی هر چند کوچک جهت آشنایی دانشجویان و صنعتگران میهنان با پیشرفت های صنعتی روز دنیا برداریم. همین امر کتاب حاضر را از اکثر کتب درسی موجود در حوزه فرآیندهای ساخت و تولید قدری متمایز کرده است. در این راستا دو فصل آخر کتاب به مباحثی از این دست اختصاص داده شده اند. فصل ۱۴ شامل تشریح فرآیندهای تولید غیرسنتی است که خود زیر بخش های اصلی فرآیندهای ماشینکاری غیرسنتی و متالورژی پودر را شامل می شود. فصل ۱۵ تحت عنوان «فناوری های نوین ساخت تولید»، برخی فناوری های مهم را معرفی کرده و تا حدی به شرح و بسط آنها می پردازد که شامل فناوری های لیزر، پلاسما، نمونه سازی سریع، ساخت ریز تراشه ها و فناوری نانو است.

در نگارش کتاب سعی بر این بوده است که زبانی ساده و روان و نثری متعارف و مورد قبول در محافل صنعتی و دانشگاهی به کار گرفته شود و در معادل گزینی و استفاده از واژه های ناآشنا کمال دقت و تعادل حفظ شود. همچنین، توجه ویژه ای به ذکر معادل انگلیسی لغات فنی

مورد استفاده در پی نوشت های هر صفحه شده است تا خواننده بتواند سرنخی برای جستجو در منابع لاتین و مطالعه عمیقتر موضوعات مطروحه در دست داشته باشد.

با این اعتقاد که شکل ها و عکس های فرآیندها و اجزای مختلف آنها به اندازه خود متن ارزشمند و مهم هستند، تلاش فراوان شده است که اشکال کتاب در حد امکان واضح و گویا بوده و با توضیحات فارسی ارائه شوند. در همین راستا، لوح فشرده کمک آموزشی تهیه شده است که علاقه مندان می توانند نسبت به تهیه آن از طریق دفتر انتشارات اقدام نمایند. لوح فشرده شامل فیلم های آموزشی است که در قالب اسلایدهای آموزشی مرتب شده است. این امر تلاشی است برای ارتقاء میزان خود آموز بودن کتاب تا دانشجویانی که به دستگاه های تولیدی دسترسی ندارند نیز بتوانند تا حد قابل قبولی از فرآیندها و فناوری های تولید تصویر روشنی در ذهن داشته باشند. همچنین تنظیم فیلم ها در قالب اسلایدهای آموزشی کمکی است به اساتید محترم تا جهت تدریس مباحث کتاب از آنها بهره برداری نمایند. علاوه بر این مثال ها، پرسش ها و تمرینات متعددی در سرتاسر کتاب راه گشای فهم و ممارست بهتر مطالب مطرح شده می باشد.

اگرچه در تهیه، تدوین و ارائه این کتاب نهایت کوشش را اعمال کرده ایم تا مجموعه ای جامع و کامل تقدیم اساتید و دانشجویان و صنعتگران گرامی نماییم، با این حال احتمال نواقصی وجود دارد و متشکر خواهیم بود چنانچه خوانندگان گرامی راهنمایی ها و تصحیحات خطاهای احتمالی را به آدرس پست الکترونیکی manufacturing@farmanesh.org ارسال نمایند تا این نواقص در چاپ های بعدی کتاب برطرف شوند.

در نگارش این کتاب افراد زیادی محبت فرموده و ما را در این امر یاری نمودند، که بدین وسیله سپاس قلبی خود را به ایشان ابراز می داریم: مهندس شادی امام، مهندس فرزانه دانش زند، مهندس مهرداد مهدیه، خانم نارینه خسروی، خانم لرنیک میناسیان و آقای امیل مسیحی.

در پایان از جناب آقای یوسف رونق، اندیشمند فاضل و مدیر انتشارات فرمنش، که در طول فراز و فرودهای بی پایان نگارش این کتاب همواره مشوق ما بوده و از هیچ گونه حمایتی در این راه دریغ نکردند، کمال تشکر را داشته و برایشان سلامتی و موفقیت مسئلت داریم.

الیس مسیحی، مریم رونق

تهران، تابستان ۱۳۹۰