



اصول مهندسی و مدیریت

پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی

نویسندگان:

دکتر ابوعلی گلزاری

مهندس حسین نعمت الهی

مهندس محمد حسین پوینده پور

مهندس مریم توپسر کانی



انتشارات آوای قلم

عنوان و نام پدیدآور: اصول مهندسی و مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی / نویسندگان ابوعلی

گلزاری ... [و دیگران].

مشخصات نشر: تهران: آوای قلم، ۱۳۹۸.

مشخصات ظاهری: ۳۰۴ ص.: مصور، جدول، نمودار

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۷۱۰-۴۲-۸

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: نویسندگان ابوعلی گلزاری، حسین نعمت‌الهی، محمدحسین پوینده‌پور، مریم تویسرکانی.

یادداشت: کتابنامه.

موضوع: پسماندهای الکترونیکی - مدیریت

موضوع: Electronic waste -- Management

موضوع: پسماندهای الکترونیکی - بازیافت

موضوع: Electronic waste -- Recycling

شناسه افزوده: گلزاری، ابوعلی، ۱۳۶۲-

رده بندی کنگره: TDY۹۹/۸۵

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۸۱۵۰۲۸۶

شماره کتابشناسی ملی: ۶۰۵۲۳۲۲

نام کتاب:

اصول مهندسی و مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی

نویسندگان:	ابوعلی گلزاری- حسین نعمت‌الهی	تاریخ نشر:	بهار ۱۳۹۹
ناشر:	انتشارات آوای قلم	نوبت چاپ:	اول
صفحه‌آرایی:	انتشارات خانیران	شمارگان:	۲۵۰ جلد
طراحی جلد:	انتشارات آوای قلم	قیمت:	۶۴۰۰۰۰ ریال
		شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۶۷۱۰-۴۲-۸

آدرس: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی - ابتدای خیابان نصرت - کوچه باغ نو - کوچه داوود آبادی

شرقی - پلاک ۴

شماره تماس: ۶۶۵۹۱۵۰۴ تلفکس: ۶۶۵۹۱۵۰۵

فروشگاه کتاب چاپی و الکترونیکی: [www. avapublisher. com](http://www.avapublisher.com)

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع و شرعاً حرام است.
متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۲	مقدمه ناشر
۱۳	پیشگفتار

فصل اول: مقدمه

۱۶	۱-۱ مقدمه
----	-----------------

فصل دوم: زباله الکترونیکی، تولید و مدیریت

۲۰	۱-۲ پسماند الکترونیکی در جهان
۲۳	۲-۲ معضلات تجهیزات الکترونیکی و زباله‌های الکتریکی
۲۵	۳-۲ مواد موجود در پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی
۲۷	۱-۳-۲ کادمیوم
۲۸	۲-۳-۲ کروم ۶ ظرفیتی
۲۸	۳-۳-۲ جیوه
۲۹	۴-۳-۲ آسکارل
۲۹	۵-۳-۲ آرسنیک
۲۹	۶-۳-۲ ضد اشتعال‌های برم‌دار
۲۹	۷-۳-۲ انواع پلاستیک و پلیمرها
۳۰	۸-۳-۲ هیدروکربورهای هالوژنه (دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها)
۳۰	مراجع

فصل سوم: مدیریت WEEE

۳۸	۱-۳ مقدمه
۳۸	۲-۳ مدیریت پسماندهای الکترونیکی در هند
۳۸	۳-۳ مدیریت پسماند الکترونیکی در ایران
۳۹	۴-۳ انجمن پسماند الکترونیک آفریقای جنوبی
۴۰	۱-۴-۳ کمیته‌های پسماند الکترونیک eWASA
۴۲	۲-۴-۳ زمینه حمایتی eWASA از مدیریت پسماند الکترونیک
۴۳	۳-۴-۳ نقش eWASA

۴۳	..... ۵-۳ قوانین ویژه پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی
۴۳	..... ۱-۵-۳ قوانین پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی در ایران
۴۴	..... ۲-۵-۳ قوانین پسماند الکترونیکی در آمریکا
۴۵	..... ۶-۳ نمونه‌هایی از مدل‌های موجود مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی
۴۵	..... ۱-۶-۳ آمریکا- کالیفرنیا
۴۶	..... ۲-۶-۳ آمریکا، مین
۴۶	..... ۳-۶-۳ آمریکا، مینه سوتا
۴۷	..... ۴-۶-۳ اتحادیه اروپا
۴۸	..... ۵-۶-۳ فرانسه
۴۹	..... ۶-۶-۳ بلژیک
۵۰	..... ۷-۶-۳ آلمان
۵۲	..... ۸-۶-۳ ایرلند
۵۳	..... ۹-۶-۳ ایتالیا
۵۴	..... مراجع

فصل چهارم: روش‌های پردازش

۵۸	..... ۱-۴ پردازش مکانیکی
۵۹	..... ۲-۴ هیدرومتالورژی
۶۰	..... ۳-۴ بیوتکنولوژی
۶۱	..... ۴-۴ الکترومتالورژی
۶۱	..... ۵-۴ پیرومتالورژی
۶۲	..... مراجع

فصل پنجم: فرایند کانیکی

۶۶	..... ۱-۵ خرد کردن
۶۹	..... ۲-۵ جداسازی ابعادی
۷۰	..... ۳-۵ جداسازی تراکمی
۷۱	..... ۱-۳-۵ جداسازی با واسطه متراکم
۷۲	..... ۲-۳-۵ جداسازی از طریق معلق‌سازی
۷۳	..... ۳-۳-۵ غربال‌های جیگ
۷۴	..... ۴-۳-۵ تغلیظ‌کننده‌های فیلم جریان

۷۷	.....	۵-۳-۵ جداسازی هوایی
۷۷	.....	۵-۴-۴ جداسازی مغناطیسی
۸۰	.....	۵-۴-۱ جداکننده‌های خشک
۸۰	.....	۵-۴-۲ جداکننده‌های مرطوب
۸۲	.....	۵-۵ جداسازی الکترواستاتیکی
۸۲	.....	۵-۵-۱ الکتریفیکاسیون با بمباران یونی (جداسازی کرونا)
۸۳	.....	۵-۵-۲ جریان ادی (جریان فوکو)
۸۵	.....	مراجع

فصل ششم: فرایندهای لیچینگ

۹۰	.....	۶-۱ لیچینگ قلیایی و اسیدی
۹۸	.....	۶-۲ لیچینگ با استفاده از سیال‌های فوق بحرانی
۱۰۱	.....	۶-۳ بیولیچینگ (لیچینگ زیستی)
۱۰۸	.....	مراجع

فصل هفتم: فرایندهای بیرومتالورژی

۱۱۶	.....	۷-۱ استخراج مایع-مایع
۱۲۱	.....	۷-۲ استخراج فوق بحرانی
۱۲۱	.....	۷-۳ سیمان‌سازی
۱۲۳	.....	مراجع

فصل هشتم: فراوری الکترومتالورژی

۱۲۳	.....	۸-۱ فراوری الکترومتالورژی
۱۳۵	.....	مراجع

فصل نهم: فراوری پیرومتالورژی

۱۳۷	.....	۹-۱ فراوری پیرومتالورژی (فلزکاری حرارتی)
۱۴۲	.....	مراجع

فصل دهم: بازیافت زباله‌های الکترونیکی

۱۴۴	۱-۱۰ ملاحظات بازیافت مواد
۱۴۴	۱-۱-۱۰ فلزات
۱۴۶	۲-۱-۱۰ پلیمرها
۱۴۹	۳-۱-۱۰ سرامیک
۱۵۵	۴-۱-۱۰ پردازش مکانیکی
۱۵۷	۵-۱-۱۰ پردازش هیدرومتالورژیک
۱۶۱	۶-۱-۱۰ پردازش بیوهیدرومتالورژیک
۱۶۳	۷-۱-۱۰ پردازش پیرومتالورژیک
۱۶۵	۲-۱۰ مانیتورها
۱۶۶	۱-۲-۱۰ لوله‌های ریخته‌گری کاتدی
۱۷۲	۲-۲-۱۰ نمایشگرهای کریستال مایع/ دیودهای منتشرکننده نور
۱۸۱	مراجع

فصل یازدهم: باتری‌ها

۱۹۴	۱-۱۱ باتری‌های نیکل کادمیوم (NiCd)
۱۹۶	۱-۱-۱۱ جداسازی دستی
۱۹۶	۲-۱-۱۱ جداسازی اجزا توسط عملیات واحد معادن
۱۹۶	۳-۱-۱۱ مسیر پیرومتالورژی
۱۹۷	۴-۱-۱۱ فرایندهای هیدرومتالورژی
۱۹۸	۲-۱۱ باتری‌های نیکل-هیدرید فلز (NiMH)
۱۹۸	۱-۲-۱۱ مشخصات باتری‌های نیکل - هیبرید فلزی NiMH
۲۰۱	۲-۲-۱۱ بازیافت باتری‌های NiMH
۲۰۲	۳-۱۱ باتری لیتیوم - یونی NiMH
۲۰۳	۱-۳-۱۱ اجزاء باتری‌های لیتیوم یون قابل شارژ (LIBS)
۲۰۵	۱-۱-۳-۱۱ مواد کاتدی
۲۰۸	۲-۱-۳-۱۱ مواد آند
۲۱۰	۳-۱-۳-۱۱ الکترولیت‌ها
۲۱۳	۴-۱-۳-۱۱ جداسازها
۲۱۴	۲-۳-۱۱ بازیابی باتری‌های LIBs

۲۱۷	۴-۱۱ سیستم دی اکسید روی-منگنز
۲۲۳	مراجع

فصل دوازدهم: استخراج فلز مس از پسماندهای بردهای مدار چاپی کامپیوتر توسط دی اکسید کربن فوق بحرانی

۲۳۲	۱-۱۲ مقدمه
۲۳۳	۲-۱۲ کلیات طرح
۲۳۹	۱-۲-۱۲ پیرومتالورژی
۲۴۰	۲-۲-۱۲ هیدرومتالورژی
۲۴۰	۳-۲-۱۲ بیوهیدرومتالورژی (زیست متالورژی)
۲۴۱	۴-۲-۱۲ خرد کردن و جداسازی
۲۴۴	۳-۱۲ مروری بر ادبیات و پیشینه تحقیق
۲۴۴	۴-۱۲ بازیافت پسماندهای الکترونیکی
۲۴۶	۵-۱۲ سیال فوق بحرانی
۲۴۸	۱-۵-۱۲ استخراج با سیال فوق بحرانی
۲۴۹	۲-۵-۱۲ خواص آب فوق بحرانی
۲۴۹	۳-۵-۱۲ انتخاب سیال فوق بحرانی برای استخراج و قطبیت حلال
۲۵۰	۴-۵-۱۲ تأثیر اصلاح گر بر استخراج با سیال فوق بحرانی
۲۵۱	۶-۱۲ مروری بر کارهای دیگران
۲۵۸	۷-۱۲ مواد و روش ها
۲۵۸	۱-۷-۱۲ روش انجام طرح
۲۵۹	۸-۱۲ روش انجام آزمایش با آب فوق بحرانی
۲۶۵	۱-۸-۱۲ ترموستات
۲۶۶	۲-۸-۱۲ کوره
۲۶۶	۳-۸-۱۲ دیمر
۲۶۷	۴-۸-۱۲ سنسور دما (ترموکوپل)
۲۶۷	۵-۸-۱۲ pH متر
۲۶۸	۶-۸-۱۲ آون
۲۶۸	۹-۱۲ روش انجام آزمایش با دی اکسید کربن فوق بحرانی
۲۶۸	۱-۹-۱۲ راه اندازی سیستم استخراج فوق بحرانی
۲۶۹	۲-۹-۱۲ مواد مورد نیاز
۲۶۹	۱-۲-۹-۱۲ ماده حل شونده

۲۶۹	..... ۳-۹-۱۲ حلال (دی اکسید کربن)
۲۶۹	..... ۴-۹-۱۲ پمپ
۲۷۰	..... ۵-۹-۱۲ گرم کن
۲۷۰	..... ۶-۹-۱۲ سل استخراج
۲۷۰	..... ۷-۹-۱۲ گرمکن های مسیر
۲۷۱	..... ۸-۹-۱۲ اتصالات
۲۷۱	..... ۹-۹-۱۲ ابزار دقیق
۲۷۱	..... ۱-۹-۹-۱۲ فشارسنج ها
۲۷۱	..... ۱۰-۹-۱۲ روش انجام آزمایشات
۲۷۳	..... ۱۱-۹-۱۲ نوع لیگاند
۲۷۴	..... ۱۲-۹-۱۲ معرفی لیگاندها یا عوامل شلاته کننده
۲۷۵	..... ۱-۱۲-۹-۱۲ ترکیبات اورگانوفسفر
۲۷۶	..... ۱۳-۹-۱۲ انتخاب اصلاحگر
۲۷۸	..... ۱۴-۹-۱۲ آنالیز عنصری
۲۷۹	..... ۱۰-۱۲ بررسی نتایج حاصل شده از پژوهش
۲۷۹	..... ۱۱-۱۲ اثر اکسیداسیون فوق بحرانی بر پسماندهای جامد PCB
۲۸۲	..... ۱-۱۱-۱۲ اثر اکسیداسیون فوق بحرانی بر پخش فلز مس در فاز جامد و مایع پس از واکنش
۲۸۵	..... ۱۲-۱۲ نتایج آزمایشات با استفاده از دی اکسید کربن فوق بحرانی
۲۸۵	..... ۱-۱۲-۱۲ اثر فشار بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند
۲۸۶	..... ۲-۱۲-۱۲ اثر دما بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند
۲۸۸	..... ۳-۱۲-۱۲ اثر حجم دی اکسید کربن بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند
۲۸۹	..... ۴-۱۲-۱۲ نوع لیگاند بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند
۲۹۲	..... ۵-۱۲-۱۲ اثر میزان لیگاند بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند
۲۹۳	..... ۶-۱۲-۱۲ اثر نوع کمک حلال بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند
۲۹۴	..... ۱۳-۱۲ جمع بندی نتایج
۲۹۷	..... ۱۴-۱۲ پیشنهادات
۲۹۸	..... مراجع

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳ غلظت فلزات (%wt) در مدار چاپی حاصل از مطالعات مختلف.....	۳۷
جدول ۲-۳ طبقه‌بندی پسماند الکترونیک	۴۲
جدول ۱-۵ مایعات متراکم	۷۱
جدول ۱-۶ محلول‌های لیچینگ مورد استفاده در بازگردانی فلزات مختلف از پسماندهای PCBs.....	۹۷
جدول ۲-۶ مقادیر توصیفی حالت‌های مختلف: گاز، مایع و سیال فوق بحرانی.....	۹۹
جدول ۳-۶ مطالعات بیولیچینگ پسماند الکترونیکی و الکترونیکی	۱۰۷
جدول ۱-۱۰ اجزای با مواد سرامیکی	۱۵۰
جدول ۲-۱۰ اجزای اصلی CRT.....	۱۶۸
جدول ۱-۱۱ میانگین مؤلفه‌های مواد باتری‌های لیتیوم- یون	۲۰۴
جدول ۲-۱۱ ترکیب جرمی میانگین باتری خشک (روی - کلرید)	۲۱۹
جدول ۳-۱۱ ترکیب میانگین یک باتری آلکالین.....	۲۱۹
جدول ۱-۱۲ درصد وزنی فلزات در برد مدار چاپی مورد استفاده	۲۵۸
جدول ۲-۱۲ ترکیبات فولاد ضد زنگ ۳۱۶.....	۲۶۱
جدول ۳-۱۲ شرایط آزمایشات.....	۲۶۵
جدول ۴-۱۲ مشخصات گاز دی‌اکسیدکربن مورد استفاده	۲۶۹
جدول ۵-۱۲ مشخصات پمپ مدل Pu-2080.....	۲۷۰
جدول ۶-۱۲ مشخصات فیزیکی مواد اولیه مصرفی	۲۷۲
جدول ۷-۱۲ خواص ترکیبات اورگانوفسفر	۲۷۵
جدول ۸-۱۲ کاربردی‌ترین لیگاندها	۲۷۷
جدول ۹-۱۲ کمک حلال‌های متداول مورد استفاده برای قطبی کردن دی‌اکسیدکربن	۲۷۸
جدول ۱۰-۱۲ نتایج شرایط آزمایشات.....	۲۸۰
جدول ۱۱-۱۲ نتایج شرایط آزمایشات.....	۲۸۳
جدول ۱۲-۱۲ درصد وزنی مس در برد مدار چاپی مورد استفاده قبل و بعد از واکنش SCWO.....	۲۸۵
جدول ۱۳-۱۲ آزمایشات بررسی اثر فشار بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند	۲۸۶
جدول ۱۴-۱۲ آزمایشات بررسی اثر دما بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند	۲۸۷
جدول ۱۵-۱۲ آزمایشات بررسی اثر حجم دی‌اکسیدکربن بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند	۲۸۹
جدول ۱۶-۱۲ آزمایشات بررسی اثر نوع لیگاند بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند	۲۹۰
جدول ۱۷-۱۲ نمونه‌ای از اسید و باز نرم و سخت (R معرف گروه آلکیل).....	۲۹۲
جدول ۱۸-۲ آزمایشات بررسی اثر میزان لیگاند سیانکس ۳۰۱ بر میزان جداسازی فلز مس	۲۹۲
جدول ۱۹-۱۲ آزمایشات بررسی اثر نوع کمک حلال بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند	۲۹۴

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱ انتخاب مواد و روش جداسازی بر اساس تکنیک‌های پردازش مواد معدنی	۵۹
شکل ۵-۱ نمونه‌ای از آسیاب چکشی	۶۸
شکل ۵-۲ نمونه‌ای از آسیاب اره‌ای	۶۸
شکل ۵-۳ سیکلون واسط متراکم	۷۳
شکل ۵-۴ فشردگی و انبساط بستر	۷۴
شکل ۵-۵ طرح شماتیک غربال جیگ	۷۴
شکل ۵-۶ طرح شماتیک صفحه یا میز لرزشی	۷۵
شکل ۶-۱ توصیف انتقال جرم موجود در فرآیند لیچینگ. برگرفته از مطالعه سون و وادسورت	۹۰
شکل ۶-۲ حالت فوق بحرانی جزء خالص	۹۸
شکل ۶-۳ رفتار معمول فرآیند استخراج به صورت تابعی از زمان	۹۹
شکل ۷-۱ استخراج بچ تک مرحله‌ای	۱۱۸
شکل ۷-۲ آرایش برای استخراج تماس‌های چندگانه در یک جریان معکوس	۱۱۸
شکل ۷-۳ روش گرافیکی برای تعیین تعداد مراحل با استفاده از حلال‌های مخلوط نشدنی	۱۱۹
شکل ۷-۴-میزان استخراج فلز (رفتار کیفی)	۱۱۹
شکل ۸-۱ طرح مونتاژ سلول دو قسمتی مورد استفاده در آزمایش‌های بازیابی الکترولیتی	۱۳۴
شکل ۹-۱ شمای کلی عملیات فرآوری مجتمع ذوب و تصفیه فلزات اومیکور	۱۴۰
شکل ۱۰-۱ بخش‌های مواد خاص در WEEE	۱۴۴
شکل ۱۰-۲ سیستم انحراف الکترومغناطیسی	۱۶۷
شکل ۱۰-۳ دیاگرام جریان فرآیند در بازیافت CRT	۱۷۰
شکل ۱۰-۴ مانیتور LCD و اجزای مختلف آن	۱۷۷
شکل ۱۱-۱ ساختار برخی باتری‌های NiMH	۲۰۰
شکل ۱۱-۲ ساختار باتری لیتیوم - یونی متداول	۲۰۵
شکل ۱۱-۳ باتری روی-کربن ساده شده (a) و یک باتری آلکالین (b)	۲۱۸
شکل ۱۱-۴ فرآیندهای پیرومتالورژی و هیدرومتالورژیک ممکن	۲۲۱
شکل ۱۲-۱ جریان مواد در مرحله جداسازی و تخریب ضایعات تجهیزات الکتریکی و ...	۲۴۱
شکل ۱۲-۲ بردهای کامپیوترهای جمع‌آوری شده و خردشده	۲۵۹
شکل ۱۲-۳ نمونه راکتور لوله‌ای با بدنه‌ای از جنس استیل ۳۱۶	۲۶۰
شکل ۱۲-۴ شماتیک و شکل راکتور (۱)	۲۶۱
شکل ۱۲-۵ شماتیک و شکل راکتور (۲)	۲۶۳

- شکل ۱۲-۶ راکتور و محافظ و کوره محافظ و تابلو برق راکتور ۲۶۴
- شکل ۱۲-۶ ترموستات کنترل کننده و تنظیم کننده دمای کوره ۲۶۵
- شکل ۱۲-۷ نمونه کوره به کاررفته ۲۶۶
- شکل ۱۲-۸ دیمر استفاده شده در آزمایش ۲۶۶
- شکل ۱۲-۹ سنسور دما از نوع K ۲۶۷
- شکل ۱۲-۱۰ pH متر دیجیتالی ۲۵۵
- شکل ۱۲-۱۱ آون ساخت شرکت آزماگستر ۲۵۶
- شکل ۱۲-۱۲ شماتیک دستگاه استخراج SFE ۲۶۱
- شکل ۱۲-۱۳ ساختار انواع سیانکس ها ۲۷۶
- شکل ۱۲-۱۴ تأثیر دما و پراکسید هیدروژن بر تخریب پسماند جامد الکترونیکی ۲۸۱
- شکل ۱۲-۱۵ تأثیر زمان ماند و پراکسید هیدروژن بر تخریب پسماند جامد الکترونیکی ۲۸۲
- شکل ۱۲-۱۶ تأثیر دما بر تخریب پسماند جامد الکترونیکی ۲۸۳
- شکل ۱۲-۱۷ تأثیر زمان ماند بر تخریب پسماند جامد الکترونیکی ۲۸۴
- شکل ۱۲-۱۸ اثر فشار بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند ۲۸۶
- شکل ۱۲-۱۹ اثر دما بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند ۲۸۷
- شکل ۱۲-۲۰ اثر حجم دی اکسید کربن بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند ۲۸۹
- شکل ۱۲-۲۱ اثر نوع لیگاند بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند ۲۹۰
- شکل ۱۲-۲۲ استخراج کننده های انتخاب گر ۲۹۱
- شکل ۱۲-۲۳ توزیع اسیدهای لوئیس سخت، متوسط و نرم در جدول مندلیف ۲۹۱
- شکل ۱۲-۲۴ اثر میزان لیگاند بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند ۲۹۳
- شکل ۱۲-۲۵ آزمایشات بررسی اثر نوع کمک حلال بر میزان جداسازی فلز مس از پسماند ۲۹۴

تقدیم به

انسانهایی که

به فردایی بهتر

می اندیشند.

مقدمه ناشر

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال طلب و پویا می‌دانند که جهت‌گیری او به سوی خالقش می‌باشد. از جمله راههای تقرب به خداوند علم است، علمی که زیبایی عقل است. علمی که در دریای بیکران آن هر ذره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقریبش بیشتر می‌شود. از این روست که به علم‌اندوزی و دانش‌آموزی توجهی بی‌نظیر مبذول گردیده است. اما علم‌آموزی به ابزاری نیاز دارد که مهمترین آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان پاسخگوی این نیاز خواهد بود.

جهت تحقق این امر و گام برداشتن در جهت ارتقای پایه‌های علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها انتشار کتاب را یکی از اهداف خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت‌های معنوی هموطنان گرامی بتوانیم گامهای مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم حضورتان گردد، ولی اذعان داریم که راهنماییهای شما عزیزان می‌تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب راهگشا باشد لذا همیشه منتظر پیشنهادات و راهنماییهای شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آنها برخوردار بوده‌ام به خصوص آقایان دکتر ابوعلی گلزاری، مهندس حسین نعمت الهی، مهندس محمدحسین پوپنده‌پور و خانم مهندس مریم تویسرکانی (نویسندگان) و علی محمد خانی (مدیر فروش) سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزومندم.

مهدی خانی

مدیر مسئول انتشارات آوای قلم

پیشگفتار

پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی یک مشکل اضطراری در حد تهدید مسائل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است. این پسماندها هم سمی هستند و هم حاوی مواد با ارزش می‌باشند. در خاورمیانه، سریع‌ترین بازار مصرف پسماندهای الکترونیکی نیز مربوط به ایران می‌باشد. مدیریت این‌گونه پسماندها یکی از مهم‌ترین معضلات پیش روی کشورها به‌ویژه کشور ما است. با افزایش مصرف وسایل الکترونیکی، مقادیر زیادی از این پسماندها به حجم زباله‌ها افزوده می‌شود. در نتیجه مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی از نظر هزینه‌های جمع‌آوری، بازیافت و همچنین مسائل زیست‌محیطی دشوارتر خواهد شد. با توجه به حضور فلزات سمی و گران‌بها در پسماندهای الکترونیکی، مشی مدیریتی این پسماندها با مدیریت پسماندهای سنتی متفاوت است. از این رو شناخت بیشتر روش‌های نوین و تلفیق آن با سایر روش‌های بازیافت می‌تواند راه حلی برای این معضل باشد تا در آینده ایران با بحران این‌گونه پسماندها روبرو نشود و از اکنون چاره‌ای برای آن اندیشیده شود.

این کتاب متشکل از دوازده فصل که به ترتیب از فصول اول تا دوازدهم تولید و مدیریت، قوانین و نمونه‌های موفق مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی در دنیا بررسی و ارائه گردید و در بخش مهندسی کتاب روش‌های پردازش، فرایند مکانیکی، فرایندهای لیچینگ، فرآوری‌های الکترومالتورژی و پیرومالتورژی و ملاحظات بازیافت به‌طور کامل و مبسوط ارائه گردید و در فصل یازدهم به‌صورت تخصصی باطری‌ها به عنوان خطرناک‌ترین عضو این گروه از پسماندها به‌صورت تخصصی‌تر بررسی شده است. فصل دوازدهم به بررسی کاربرد سیالات فوق بحرانی به عنوان یک روش دوست‌دار محیط زیست در استخراج فلزات ارزشمند از پسماندهای الکترونیکی پرداخته است.

این کتاب کامل‌ترین و جامع‌ترین کتاب چاپ شده در زمینه مدیریت پسماندهای الکتریکی و الکترونیکی تاکنون در ایران است و تمام جوانب مهندسی و مدیریت این‌گونه پسماندها به‌صورت مبسوط ذکر شده است.

گروه نویسندگان

زمستان ۱۳۹۸