

# راهنمای تجربی استخراج و بازیافت طلا، نقره و پلاتینیم از بردها و ضایعات الکترونیکی به روش‌های ذوبی (قالکاری) و اسیدی (شیمیایی)

در خانه و حیاط منزل، به همراه ۲۵۰ عکس رنگی  
به همراه نمونه سؤالات فنی و حرفه‌ای طلا و جواهرسازی



نویسنده: Stephen Spevak

مترجمان و گردآوران: مهندس علیرضا صالحین و مهندس حمیدرضا صالحین



**نشر دانشگاهی فرهنگد**

نام کتاب : راهنمای تجربی استخراج و بازیافت طلا، نقره و پلاتینیم از بردها و ضایعات

الکترونیکی به روش‌های ذوبی (قالکاری) و اسیدی (شیمیایی)

نویسنده: Stephen Spevak

مترجمان: مهندس علیرضا صالحین و مهندس حمیدرضا صالحین

ویراستاران: علیرضا فرهنگد زادگان و شهرام یوسفی

سال چاپ: ۱۴۰۳

نوبت چاپ: اول

شمارگان: ۱۰۰

بها: ۳۰۰۰۰۰۰ ریال

شابک : 978-622-7315-82-0

**حق چاپ برای نشر دانشگاهی فرهنگد محفوظ می باشد.**

نشانی: تهران، خیابان انقلاب، روبروی در اصلی دانشگاه، پاساژ فروزنده، طبقه اول، واحد 419

تلفن : 66410688-66968614

## تقدیم نامه کتاب

با کمال افتخار این تقدیم نامه را به پاس قدردانی از تلاش های خستگی ناپذیر و فعالیت های ارزشمند آقایان  
مهندس عباس حسنی طباطبایی و مهندس محمدحسین نعمتی تقدیم می نماییم.



در آستانه اهدای این تقدیم نامه، روایتگر زندگی پرافتخار دو تن از فرزندگان این مرزوبوم هستیم که با عشق و اراده استواری، در راه اعتلای حرفه خویش گام برداشته و مصداق بارز "کوشش و تلاش" را در زندگی نمایان ساختند. این بزرگواران مهندس عباس حسنی طباطبایی و مهندس محمدحسین نعمتی هستند که باتکیه بر توانایی های علمی و عملی خود، راه را برای ارتقای دانش تعمیرات ابزار در سرزمین عزیزمان هموار نمودند.

شاید ریشه های پرثمر کوشش این دو بزرگمرد، به دوران تحصیل آنان در دانشگاه باز می گردد. آنجا بود که شور و اشتیاق جوانی، همراه با حس کنجکاوی علمی، نطفه های آینده درخشانی را در دل این دو دانشجوی نخبه بست. پس از فراغت از تحصیل، تشنگی یادگیری و کسب دانش بیشتر، آن ها را بر آن داشت تا راهی سفر علم شوند و در کنار کار، به فراگیری مهارت های نوین بپردازند. اما این تنها آغازی بر داستان پرافتخار این دو مرد بزرگ بود. آنچه در ادامه رقم خورد، مصداق واقعی عزم و اراده ملی برای خدمت به میهن عزیز بود. با وجود کارشکنی ها و سنگ اندازی های فراوان، این دو یار دیرین، همچون کوهی استوار در برابر تندبادها ایستادگی کردند و هرگز از هدف

والای خود دست برنداشتند. آری، عشق به حرفه و میهن، چنان در جان آنان رسوخ کرده بود که هیچ مانعی را برنمی‌تافت.

در ادامه این مسیر پرافتخار، گام‌های بزرگی برداشته شد. آموزشگاه‌های تخصصی تعمیرات ابزار در گوشه‌وکنار این سرزمین پهناور شکل گرفت و جوانان مشتاق، فرصت یافتند تا از چشمه جوشان دانش این دو استاد فرهیخته سیراب گردند. کتب و جزوات راهنما و دوره‌های آموزشی به رشته تحریر درآمد و دانش ارزشمند آن‌ها، راه را برای نسل‌های آینده هموار ساخت.

اما آنچه این دو پیش‌گام را از دیگران متمایز می‌سازد، نگاه ژرف، همه‌جانبه و شرافتمندانه آنان به حرفه خویش است. آنان نه تنها در عرصه علمی و آموزشی درخشیدند، بلکه در میدان عمل نیز ستاره‌های درخشانی بودند. محصولات تعمیرشده (اورهال شده) باکیفیت فاخر ایشان و شاگردانشان، گواه این ادعاست و بازار پررونق این ابزارها، نشان از موفقیت چشمگیر آنان در این حوزه دارد. علاوه بر آن روشنگری در زمینه روشنگری در برابر فروشندگان ابزار و تجهیزات بی‌کیفیت، با وجود مسیر پر از سنگلاخ و مشکلاتی که برای ایشان داشت، نتوانست ایشان را از پای بیندازد و همچنان به راه و مسیر خود پایبند هستند.

افتخارات فرهنگی و اجتماعی این دو فرزانه نیز قابل تحسین فراوان است. برگزاری دوره‌های آموزشی رایگان برای جوانان و اقشار آسیب‌پذیر جامعه، حمایت از تأسیس مراکز آموزشی تخصصی و مشارکت در پروژه‌های خیرخواهانه، همگی نشان از دغدغه خاطر آنان برای ارتقای فرهنگ جامعه در حوزه تعمیرات ابزار دارد.

اکنون در این برهه از زمان، جا دارد تا از زحمات گران‌قدر این دو پیش‌گام برجسته قدردانی شود. کسانی که با عشق و اراده آتشین خود، تحولی شگرف در عرصه تعمیرات ابزار در ایران عزیز رقم زدند و نام خود را برای همیشه در تاریخ این حرفه ماندگار ساختند. درود بر دو مهندس ارجمند، پشتکار و همت بلندایشان که حاصل زحماتشان، غرور و افتخاری جاودانه برای این سرزمین گشته است. این تقدیرنامه، تنها گوشه‌ای از قدردانی ملتی است که همواره مدیون خدمات شایسته شما دو عزیز خواهد بود.

مهندس علیرضا صالحین، مهندس حمیدرضا صالحین

بهار ۱۴۰۳

## مقدمه مترجمان:

امروزه بهره‌برداری از منابع ارزشمند در ضایعات الکترونیکی و بردهای الکترونیکی، به‌عنوان یک فرصت اقتصادی و نیز یک رویکرد پایدار برای حفظ محیط‌زیست شناخته می‌شود. طلا به‌عنوان یکی از ارزشمندترین فلزات در جهان، به دلیل خصوصیات منحصر به فرد خود همواره مورد توجه بوده است. این فلز به میزان محدود در طبیعت وجود دارد و فرایند استخراج آن نیز پیچیده و زمان‌بر است. طلا به دلیل مقاومت بالا در برابر اکسیداسیون و خوردگی، به طور طبیعی دچار خراب شدن نمی‌شود و بنابراین به‌عنوان یک سرمایه‌گذاری بلندمدت مورد اعتماد و اطمینان قرار می‌گیرد. ارزش طلا در گذر زمان همواره ثابت مانده و از جمله دارایی‌هایی است که تقاضای پایدار و مداوم دارد.

در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر که دست‌به‌گریبان با مشکلات تورم هستند، نوسانات ارزش پول و اعمال تحریم‌های ظالمانه کشورهای غربی بر کشورمان، بر نگرانی‌های اقتصادی دامن زده و حفظ ارزش دارایی‌ها را دشوار می‌نماید. در چنین شرایطی، سرمایه‌گذاری در طلا به‌عنوان یکی از امن‌ترین روش‌ها برای حفظ ارزش سرمایه است. به‌علاوه، با توجه به تقاضای مستمر بازار داخلی و خارجی برای این فلز گران‌بها، سرمایه‌گذاری در آن می‌تواند راهی مؤثر برای حفظ ارزش دارایی‌ها و مقابله با تورم باشد. از این رو، فعالیت در زمینه بازیافت طلا و سایر فلزات گران‌بها، از ضایعات الکترونیکی می‌تواند به‌عنوان یک فرصت اقتصادی پرسود و پایدار برای حفظ و افزایش ارزش سرمایه‌ها تلقی گردد.

روش نخست، بازیافت طلا و فلزات گران‌بها از روش خاک طلا و قال کاری یکی از روش‌های مرسوم در صنعت استخراج و بازپس‌گیری این فلزات ارزشمند است. در این فرایند، خاک طلا که حاوی ذرات بسیار ریز طلا یا فلزات گران‌بها است، ابتدا جمع‌آوری می‌شود. سپس با استفاده از روش‌های فیزیکی و شیمیایی، طلا و فلزات گران‌بهای دیگر از سایر مواد جدا می‌شوند. در این روش، اغلب از فرایندهایی مانند خردایش، شستشو و شناورسازی استفاده می‌شود تا ذرات طلا و فلزات گران‌بها به طور کامل از خاک جدا شوند.

قال کاری یکی دیگر از روش‌های مؤثر برای بازیافت طلا و فلزات گران‌بها است. در این روش، مواد حاوی طلا و فلزات گران‌بها با یک ماده قال کار (معمولاً سرب) مخلوط می‌شوند و در دمای بالا ذوب می‌شوند. در این فرایند، فلزات گران‌بها به‌صورت ذرات ریز در ماده قال کار حل می‌شوند و به‌این ترتیب از سایر مواد جدا می‌شوند. سپس با کاهش دمای مخلوط، طلا و فلزات گران‌بها به‌صورت خالص از ماده قال کار جدا می‌شوند. این روش به دلیل کارایی و دقت بالا، یکی از روش‌های محبوب برای بازیافت فلزات گران‌بها است.

روش نوین‌تر بازیافت طلا و فلزات گران‌بها نیز از طریق فرایندهای اسیدی (شیمیایی) است که روشی متداول برای استخراج این فلزات از ضایعات الکترونیکی و سایر مواد حاوی فلزات گران‌بها است. در این روش ابتدا، ضایعات الکترونیکی یا سایر مواد حاوی فلزات گران‌بها خرد شده و به قطعات کوچک‌تر تبدیل می‌شوند تا سطح تماس بیشتری با محلول‌های اسیدی داشته باشند. در ادامه، این مواد درون محلول‌های اسیدی قوی مانند اسید نیتریک یا اسید کلریدریک قرار می‌گیرند. این اسیدها فلزات گران‌بها مانند طلا، نقره و پلاتین را از مواد دیگر جدا کرده و به شکل یون‌های فلزی حل می‌کنند. پس از حل شدن فلزات در محلول، از روش‌های شیمیایی مانند رسوب‌گذاری، تبادل یونی یا الکتروشیمیایی برای جدا کردن فلزات گران‌بها از محلول استفاده می‌شود. این مراحل موجب بازیابی فلزات و تبدیل آنها به فلز خالص می‌شود. برخی موارد نیاز به خالص‌سازی بیشتری دارند تا فلزات به کیفیت مورد نظر برسند. روش اسیدی به‌خاطر دقت و کارایی بالا در استخراج فلزات گران‌بها، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش به حفظ محیط‌زیست و بهره‌وری اقتصادی نیز کمک می‌نماید و می‌توان آنرا در منزل نیز انجام داد.

این کتاب فرصتی استثنایی برای کسب درآمد خانگی ارائه می‌دهد. مخاطبان می‌توانند به‌عنوان خویش‌فرما، زمان فعالیت خود را به‌دلخواه تنظیم کنند و بدون نیاز به تجهیزات پیشرفته یا سرمایه اولیه زیاد، به استخراج و بازیافت فلزات گران‌بها بپردازند. این ویژگی به آنان اجازه می‌دهد بدون وابستگی به دیگران و در محیط امن خانه خود به فعالیت بپردازند.

مخاطبان می‌توانند با همکاری خانواده، سود و موفقیت را تقسیم کنند و بدون نیاز به استخدام افراد غیرقابل اعتماد از بیرون، فعالیت نمایند.

این کتاب با ارائه مطالب مفید و کاربردی، به شما امکان می‌دهد تا به راحتی و با هزینه‌ای کمتر، به استخراج فلزات گران‌بهای موجود در بردهای الکترونیکی بپردازید و از این طریق، درآمدزایی کنید. این فعالیت می‌تواند به عنوان شغلی کمکی و حتی اصلی در خانه یا حیاط منزل شما مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، کتاب با ارائه ۲۵۰ عکس رنگی، به شما این امکان را می‌دهد تا به صورت تصویری و با جزئیات، مراحل مختلف را بهتر درک کنید. صدا البته جدا از مطالعه کتاب پیشرو، تمرین، ممارست، تجربه و مشورت گرفتن هر چه بیشتر از اهل فن نیز لازمه و رکن اساسی در پیشرفت در این کار است. باتوجه به بازار گستردگی و صنعتی نبودن بازار استخراج طلا و سایر فلزات ضایعات الکترونیکی در ایران، محصول خروجی یعنی طلا، نقره و سایر فلزات گران‌بها و حتی قطعات دست دوم بردها و مس بازیافتی را می‌توان به سادگی به فروش رسانیده و کسب درآمد نمود.

مقایسه با کشورهای پیشرفته و همسایه‌ای نظیر ترکیه نشان می‌دهد که میزان بازیافت طلا و فلزات گران‌بها در ایران هنوز با پتانسیل واقعی خود فاصله دارد. کشورهای پیشرفته با بهره‌گیری از فناوری‌های مدرن و روش‌های نوین، بهره‌وری بیشتری از منابع خود کسب کرده‌اند. در ترکیه نیز سرمایه‌گذاری‌های بسیاری در زمینه بازیافت انجام شده و به رشد چشمگیری در این صنعت منجر شده است.

بنابراین، با آموزش صحیح و درک مفهومی از مراحل انجام این صنعت، از خروج مواد خام (ضایعات الکترونیکی) و صادرات آن به کشور دیگر نیز می‌توانیم جلوگیری کنیم و این صنعت را هر بیشتر از پیش در کشور بومی‌سازی نماییم. برای رسیدن به پتانسیل واقعی خود، لازم است بر توانمندی‌های ملی و خودباوری تمرکز کنیم و با بهره‌گیری از این کتاب این تلگرامی معرفی شده زیر به عنوان مطالب و ویدئوهای مکمل این کتاب برای درک و پیشرفت بهتر، به افزایش بهره‌وری در استخراج و بازیافت فلزات ارزشمند از ضایعات الکترونیکی بپردازیم. این اقدامات نه تنها به افزایش درآمد و تولید ناخالص ملی کمک می‌کند، بلکه از خروج ارز از کشور نیز جلوگیری می‌کند. در نهایت با پیاده‌سازی این روش‌ها، می‌توانیم به شکوفایی اقتصادی و اجتماعی بیشتری دست یابیم و در مسیر توسعه پایدار حرکت کنیم.

این کتاب علاوه بر مطالب مذکور، شامل نمونه سؤالات فنی و حرفه‌ای طلا و جواهرسازی نیز می‌باشد. این بخش از کتاب برای علاقه‌مندان به حوزه طلا و جواهرسازی ارزشمند است، زیرا با آشنایی با نمونه سؤالات، می‌توانند بهبود مهارت‌های خود را تسهیل کنند و آمادگی خودشان را برای آزمون‌های فنی و حرفه‌ای بالا ببرند. این آمادگی برای کسب پروانه حرفه‌ای و راه‌اندازی یک کسب‌وکار رسمی و قانونی در این حوزه نیز می‌تواند ارزشمند باشد، چرا که مواد خام اولیه را خودتان به دست آورده‌اید.

این کتاب که از به‌روزترین و معدود آثار تألیفی در زمینه خود است، امید است مطالعه این اثر برای گروه‌های مختلف جامعه، صرف‌نظر از سطح تحصیلات، شغل اولیه، و میزان سرمایه، سودمند و راهگشا باشد. علاوه بر آن، دو فصل بر این کتاب به منظور تکمیل تر شدن آن بدان اضافه گردیده است. از همکاری‌های ارزشمند دوست و همکارم، جناب آقای علیرضا فرهمند زادگان که همواره به عنوان یاور و همگام در صنعت نشر حضور داشته‌ایم، نهایت تشکر را داریم.

مهندس علیرضا صالحین

مهندس حمیدرضا صالحین

بهار ۱۴۰۳

# فهرست مطالب

مقدمه مؤلف

بخش اول

رازهای بازیافت طلا از ضایعات الکترونیکی

بخش دوم

بازیافت طلا از ضایعات الکترونیکی

بخش سوم

فرصت‌های طلایی در ضایعات الکترونیکی کمی تاریخ

عکس‌ها

بخش چهارم

مقادیر نمونه برای برخی نمونه‌های CPU، سیم‌کارت، RAM، پین و پایه‌ها و ورقه طلا به‌منظور استخراج و بازیافت طلا از آنها (افزوده شده توسط گردآوران)

بخش پنجم

نمونه سؤالات فنی و حرفه‌ای طلا و جواهرسازی (افزوده شده توسط گردآوران)