

متالوگرافی و ریزساختار در فلزات باستانی و تاریخی

نویسنده:

دیویا . ا. اسکات

مترجم:

امید عودباشی

عضو هیئت علمی دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان

عاطفه شکفته

دانشجوی دکتری مرمت اشیاء تاریخی و فرهنگی، دانشگاه هنر اصفهان

اسکات، دیوید ا. ۱۹۴۸ - م.	سرشناسه
Scott, David A.	عنوان و نام پدیدآور
متالوگرافی و ریزساختار در فلزات باستانی و تاریخی / تألیف دیوید ا. اسکات؛ مترجمین امید غودباشی، عاطفه شکفته.	مشخصات نشر
اصفهان: جهاد دانشگاهی، واحد اصفهان، ۱۳۹۴.	مشخصات ظاهری
۲۱۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.	شابک
۹۷۸-۶۰۰-۳۱۸-۰۷۷-۲	وضعیت فهرست نویسی
فیا	یادداشت
عنوان اصلی: Metallography and microstructure of ancient and historic metals, C1991.	یادداشت
کتابنامه: ص. ۲۰۵ - ۲۰۸.	یادداشت
نمایه.	موضوع
متالوگرافی	موضوع
الیازها -- متالوگرافی	موضوع
نمونه‌های متالوگرافی	موضوع
اشیای هنری -- نگهداری و مرمت	موضوع
غودباشی، امید، ۱۳۵۷ - مترجم	شناسه افزوده
شکفته، عاطفه، ۱۳۶۲ - مترجم	شناسه افزوده
جهاد دانشگاهی. واحد اصفهان	شناسه افزوده
۱۳۹۴ م ۲ الف / TN۶۹۰	ردیفی دیگر
۶۶۹/۹۵	رندیفی
۴۱۰۸۳۰۹	سمانه

انتشاران جهاد دانشگاهی واحد اصفهان
اصفهان - خیابان زاده سب درب شمالی دانشگاه اصفهان
تلفن: ۰۳۱-۳۶۶۸۰۰۶۲
www.jahadbookshop.ir



- تألیف: دیوید ا. اسکات
- مترجمین: امید غودباشی - عاطفه شکفته
- نوبت چاپ: اول
- تاریخ نشر: ۱۳۹۵
- تیراژ: ۳۰۰
- تعداد صفحات: ۲۱۸
- ویراستار و صفحه آرا: ابراهیم قاسمی جوجیلی
- طراح جلد: امید غودباشی
- مدیر تولید: فرهاد رفیعیان
- چاپ: نگار
- قیمت: ۱۵۰۰۰ تومان
- شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۱۸-۰۷۷-۲

مراکز پخش:

- اصفهان: ۱) انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان ۰۳۱-۳۶۶۸۰۰۶۲
- ۲) علم گستر سپاهان: ۰۳۱-۳۲۲۱۹۹۷۹
- تهران: ۱) انتشارات جهاد دانشگاهی (دفتر مرکزی) تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۷۶۲۶
- ۲) کتابیران: ۰۲۱-۶۶۵۶۶۵۰۹ - ۱۸
- ۳) دانشیران: ۰۲۱-۶۶۴۰۰۲۲۰

این اثر مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام و یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر، پخش یا عرضه مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت

فهرست مطالب

۹	پیشگفتار مترجمان.....
۱۱	پیشگفتار نویسنده بر ترجمه فارسی.....
۱۳	پیشگفتار نویسنده بر متن اصلی.....
۱۵	فهرست تصاویر رنگی و شکل‌ها.....
۲۳	تصاویر رنگی.....
۲۹	۱- ماهیت فلزات.....
۳۳	۲- ریزساختار فلزات باستانی.....
۴۱	۳- ترکیب‌های دوفازی.....
۵۹	۴- ریزساختار برنهای قلعی.....
۶۵	۵- نکاتی درباره ساختار فولادهای کربنی.....
۶۷	۶- مارتنزیت در فولادهای کم کربن.....
۶۹	۷- برگشت‌دهی مارتنزیت.....
۷۱	۸- ساختار و خواص چدن.....
۷۹	۹- ریزساختارهای خوردگی.....
۸۵	۱۰- میکروسکوپی نور پلاریزه انعکاسی.....
۸۷	۱۱- اندازه دانه‌ها در فلزات باستانی.....
۹۳	۱۲- متالوگرافی و فلزات باستانی.....
۹۷	۱۳- نمونه‌برداری متالوگرافیک از اشیاء فلزی.....
۹۹	۱۴- مانت و آماده‌سازی نمونه‌ها.....
۱۰۵	۱۵- ثبت نتایج.....
۱۰۷	۱۶- اچ و محلول‌های آن.....
۱۱۷	۱۷- رزین‌های مانت.....
۱۱۹	۱۸- آزمایش ریزسختی سنجی.....
۱۲۱	ضمیمه الف- شکل‌های ریزساختاری معمول.....
۱۲۳	ضمیمه ب- ریزساختار فلزات خورده شده.....
۱۲۵	ضمیمه پ- درجات ریزسختی برای آلیاژها و فلزات مختلف.....
۱۲۹	ضمیمه ت- آلیاژهای استفاده‌شده در دوران باستان.....
۱۳۱	ضمیمه ث- اصطلاحات و فنون در فلزکاری باستانی.....
۱۳۳	ضمیمه ج- مطالعات متالوگرافی.....
۱۷۳	ضمیمه چ- نمودارهای فازي.....
۱۸۹	فرهنگ لغات و اصطلاحات.....
۲۰۵	کتاب‌شناسی.....
۲۰۹	فهرست اعلام.....

امروزه مطالعه ماهیت مواد باستانی از نقطه‌نظرهای مختلف یکی از موضوعات مهم و موردتوجه پژوهشگران است. این مطالعات در زمینه‌های متفاوتی مانند شناسایی ماهیت مواد به‌کاررفته، روش‌های استخراج، استحصال و تولید مواد اولیه، روش‌های ساخت و شکل‌دهی و تزئین اشیاء مختلف در دوران باستان و نیز شناسایی فرایندهای فرسایش و تخریب مواد در طول زمان است که بیشتر در حوزه دانش حفاظت و مرمت آثار باستانی و تاریخی قرار می‌گیرد. با رشد توجه به مطالعه و شناخت مواد و دست‌ساخته‌های باستانی و تاریخی در چند دهه اخیر در سطح دنیا، این موضوع در ایران نیز بیش‌ازپیش موردتوجه قرار گرفته و باعث شده است تا رشته‌هایی مانند حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی-فرهنگی و باستان‌سنجی در برخی از دانشگاه‌های ایران در مقاطع مختلف تأسیس شوند که البته سابقه رشته مرمت اشیاء تاریخی و فرهنگی به حدود ۴۰ سال قبل بازمی‌گردد. کشف مواد متنوع باستانی در کاوش‌های باستان‌شناسی، وجود اشیاء و آثار متنوع متعلق به دوره‌های مختلف تاریخی در موزه‌ها از یک‌سو و اهمیت و جذابیت موجود در نتایج حاصل از مطالعه مواد باستانی از سوی دیگر، موجب توسعه مطالعات آزمایشگاهی روی مواد باستانی و نیز رشد انتشار نتایج این‌گونه پژوهش‌ها در ایران شده است. در حقیقت، نتایج مطالعات فنی و آزمایشگاهی روی اشیاء باستانی و تاریخی امکان درک و تحلیل بهتر وقایع و پدیده‌ها را در عرصه مطالعات باستان‌شناسی و تاریخی ایجاد نمود و در عین حال به حفظ و معرفی تاریخ و آثار باقیمانده از آن یاری می‌رساند. از سوی دیگر، به‌تازگی توجه متخصصان رشته‌های فلسفه، علوم پایه نیز تا حدی به این موضوع جلب شده که خود باعث رشد روزافزون مطالعه مواد باستانی در ایران شده است.

امروزه دانش متالورژی نقش مهمی در صنایع و مراحدها از لوازم روزمره تا پیچیده‌ترین ساخته‌های بشر ایفاء می‌کند. سابقه این دانش و ابداع آن را می‌توان یکی از تحولات مهم بشری و توسعه فرهنگ و تمدن دانست. اهمیت شکل‌گیری و تحول دانش فلزگری در دنیای باستان که به فلزگری نیز معروف است، موسوم است به حدی است که بر تقسیم‌بندی دوره‌های فرهنگی پیش‌ازتاریخ برقرارشده توسط باستان‌شناسان در آرون ۱۹ و ۲۰ میلادی تأثیر زیادی گذاشته است. در حقیقت استفاده از فلز جهت تولید اشیاء تزئینی و کاربردی به حدود ۱۰ هزار سال قبل بازمی‌گردد. تحولات مختلف فلزگری از استفاده از شکل طبیعی آن‌ها (مانند مس آزاد) تا استحصال آن‌ها از سنگ معدن‌های مختلف و تولید آلیاژهای متنوع در طول زمان بیانگر اهمیت کاربرد فلزات برای مردم دنیای باستان بوده است. اهمیت فلزی از اهمیت خاصی در مطالعات باستان‌شناسی برخوردارند و در اکثر کاوش‌های باستان‌شناسی بخش عمده‌ای از یافته‌های فرهنگی کشف‌شده را اشیاء فلزی به خود اختصاص می‌دهند. این امر موجب شده است تا مطالعه مواد و اشیاء فلزی باستانی و تاریخی به‌عنوان بخشی از پژوهش‌های باستان‌شناسی و تاریخ فناوری هنر موردتوجه قرار گیرد.

یکی از راه‌های مطالعه فلزات (و البته فلزات باستانی و تاریخی)، استفاده از میکروسکوپی نوری یا متالوگرافی است. متالوگرافی در حقیقت آماده‌سازی و مطالعه نمونه‌های فلزی جهت شناسایی ریزساختار و ویژگی‌های فیزیکی فلزات با استفاده از میکروسکوپ است. با استفاده از این روش می‌توان خواص موجود در ریزساختار فلزات و آلیاژها مانند شکل و اندازه دانه‌ها، ماهیت و نوع فازها، حضور ناخالصی‌ها و نیز عملیات انجام‌شده جهت شکل‌دهی، ساخت و تزئین قطعات فلزی را شناسایی و مشخص نمود. از سوی دیگر، پدیده‌های خوردگی نیز با استفاده از متالوگرافی قابل مطالعه هستند. هدف این مقدمه معرفی روش‌ها و نتایج حاصل از متالوگرافی نیست زیرا کتاب حاضر به تفصیل به متالوگرافی و ریزساختار فلزات خواهد پرداخت اما باید خاطر نشان نمود که روش‌های متالوگرافی مورد استفاده در مطالعه و تحلیل اشیاء فلزی باستانی مشابه با روش‌هایی هستند که در حوزه‌های صنعت و دانش متالورژی به کار می‌روند و تفاوت اصلی در سؤالاتی است که پژوهشگران دو حوزه سعی در پاسخ به آن دارند. به همین دلیل می‌توان گفت که متالوگرافی یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین روش‌ها در مطالعه فلزات باستانی

است چراکه هم امکان استفاده از نتایج گسترده و به‌روز دانش متالورژی نوین را دارد و هم روشی است که با صرف هزینه کم می‌توان نتایج مفید، گسترده و قابل اتکایی را از آن به‌دست آورد.

شاید بتوان گفت که عدم وجود منابع متنوع در زمینه مطالعه مواد باستانی همواره یکی از مشکلات پژوهشگران و دانشجویان حوزه‌های مختلف مانند حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی و فرهنگ، باستان‌شناسی و نیز باستان‌سنجی بوده و هست. کتاب حاضر ترجمه‌ای است از متن اصلی کتاب ارزشمند پروفسور دیوید ا. اسکات که سال‌هاست به‌عنوان منبعی مهم مورد استفاده پژوهشگران قرار می‌گیرد. ویژگی مهم این کتاب استفاده از متنی گویا و نسبتاً ساده جهت توصیف ریزساختارهای متنوع فلزی به‌وسیله تنوع گسترده‌ای از تصاویر میکروسکوپی، نمودارها و شکل‌ها است. این امر موجب شده تا کتاب برای دانشجویان و نیز متخصصان رشته‌های ذکر تا حد زیادی قابل استفاده گردد. درواقع، هدف نویسنده کتاب معرفی ریزساختارهای فلزی با ارائه نمونه‌های مختلف آن‌ها برای دانشجویان رشته‌های حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی و فرهنگی و باستان‌شناسی و نیز ایجاد ارتباط بین دانش متالورژی و حوزه مطالعات مواد باستانی است. پروفسور دیوید ا. اسکات یکی از پژوهشگران و متخصصان توانا در زمینه مطالعه آثار فلزی باستانی است و دارای تألیفات متعدد در حوزه‌های متنوع این دانش، از متالوگرافی و ریزساختار فلزات تا پدیده‌های خوردگی، مزرات است. تجربه گسترده ایشان در زمینه‌های ذکر شده موجب شده است تا این کتاب - و دیگر تألیفات ایشان - همواره از منابع مهم علمی هم در حوزه آموزش‌های فنی در دانشگاه‌های مختلف و هم پژوهش‌های نو در سطح دنیا باشد.

در پایان امیدواریم که ترجمه و انتشار این کتاب منبع مناسبی را جهت مطالعه و شناخت فلزات باستانی در اختیار پژوهشگران و دانشجویان حوزه‌های مختلف قرار داده و از سوی دیگر به رشد دانش فلزگری باستانی در ایران کمک نماید. با توجه به اهمیت ایران به‌عنوان سرزمین پیش‌رسان فناوری فلزگری در دنیای باستان، انجام مطالعات گسترده بر روی آثار فلزی و توسعه این دانش در دانشگاه‌ها و مؤسسات علمی ایران ضروری به نظر می‌رسد. در اینجا باید از اساتید، همکاران و دوستان گرامی که در ترجمه و انتشار این کتاب ما را یاری رساندند، سپاسگزاری نماییم: از دوست و همکار گرامی جناب آقای سیاوش گلشیری برای کمک‌های بی‌دریغ ایشان در انتشار کتاب، آقایان محمد نیکزاد سرپرست انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان و فرهاد رفیعیان کارشناس انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان، دکتر محمد مرتضوی عضو هیئت علمی دانشگاه هنر اصفهان برای نظرات ارزشمندشان بر متن ترجمه کتاب، آقای ابراهیم قاسمی جوجیلی برای بازخوانی و ویرایش متن فارسی و نیز از پروفسور دیوید ا. اسکات جهت اجازه انتشار ترجمه و نگارش پیشگفتار، ترجمه فارسی کتاب سپاسگزاریم.

امید من، باشی، عاطفه شکفته

اصفهان، نیمه‌ماه ۱۳۹۴

پیشگفتار نویسنده بر ترجمه فارسی

خوشحالم که مقدمه‌ای بر ترجمه فارسی کتاب متالوگرافی و ریزساختار در فلزات باستانی و تاریخی می‌نویسم، کتابی که ثابت کرده است متنی مفید و کارآمد برای دانشجویان فلزگری باستانی در تعدادی از کشورهای مختلف بوده است. هدف از نوشتن این کتاب قطعاً کمک به تفسیر ساختارهای فلزی و مهیا ساختن مقدمه‌ای بر موضوعی بود که به‌آسانی قابل درک باشد. مهم است به یاد داشته باشیم که شناخت خوردگی فلزات باستانی چه ضرورتی دارد و چگونه این امر به ریزساختار و ترکیب آن‌ها وابسته است. در حفاظت از فلزات باستانی شناخت فزاینده‌ای از نگهداری وجود دارد که با آن فلزات پاتینه شده نیاز به درمان به‌منظور حفظ حداکثر ممکن کل اثر جهت مطالعات آینده دارند. به این منظور، متالوگرافی و توصیف و تحلیل شیء می‌تواند بخشی مهم و اساسی در شناخت آن باشد اگر یک شیء ریختگی است، ریخته‌گری شده و سپس با کار شکل‌دهی شده، یا بر روی سطح آن پوشش‌دهی یا لایه فلزی اجرا شده است مانند طلا و نقره که ممکن است به‌طور مکانیکی متصل شده باشند، جوشکاری شده باشد، لحیم شده باشند یا در فلز زیرین نفوذ کرده باشند. متالوگرافی بسیار روش مهمی است جهت تلاش برای بازسازی دقیق اینکه شیء چگونه تولید یا ساخته شده است.

من از ترجمه جدید کتاب توسط امید عودباشی و عاطفه شکفته استقبال می‌کنم. امید عودباشی فارغ‌التحصیل کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری مرمت اشیاء تاریخی و فرهنگی است و در حال حاضر استادیار گروه مرمت آثار تاریخی و فرهنگی دانشگاه هنر اصفهان است. موضوعات پژوهشی مورد علاقه نامبرده در حوزه فلزگری باستانی، به‌خصوص در دوره پیش‌ازتاریخ ایران، متالوگرافی فلزات باستانی و تاریخی ریختنی و مکانیزم خوردگی در فلزات باستانی، به‌خصوص مس و آلیاژهای آن، حفاظت باستان‌شناسی و حفاظت پیشگیرانه در اشیاء و مجموعه‌های فلزی است. برخی از پروژه‌های اجراء شده توسط او عبارتند از:

- مطالعات فلزگری در محوطه سنگتراشان لرستان؛ حفاظت و مرمت مجموعه اشیاء فلزی موزه‌های آرامگاه ابن سینا و هگمتانه همدان؛ مطالعات فلزگری، شناخت فرایند خوردگی و حفاظت پیشگیرانه در مجموعه اشیاء فلزی موزه هفت تپه خوزستان؛ حفاظت و مرمت تعدادی از اشیاء برنزی و نقره‌ای دوره نیک‌الافلاک خرم‌آباد؛ و همکاری به عنوان کارشناس مرمت در محوطه‌های میراث جهانی چغازنبیل و تخت جمشید.
 - عاطفه شکفته فارغ‌التحصیل کارشناسی و کارشناسی ارشد مرمت اشیاء تاریخی و فرهنگی است و اکنون دانشجوی دکتری مرمت اشیاء تاریخی و فرهنگی در دانشگاه هنر اصفهان است. موضوعات پژوهشی نامبرده نیز شامل مکانیزم تخریب و حفاظت و مرمت ملات‌های باستانی و تاریخی، نقوش گچبری، آثار سنگی و کاربرد میکروسکوپی ریزری در مطالعه آثار تاریخی و فرهنگی و نیز حفاظت باستان‌شناسی است. ایشان نیز در پروژه‌های زیر فعالیت داشته است:
 - حفاظت و مرمت سنگ نوشته خرم‌آباد لرستان؛ مطالعه روش تولید و مکانیزم فرسایش در ملات‌های مقبره تپه‌آهار هفت تپه خوزستان؛ و همکاری در حفاظت و مرمت مجموعه اشیاء فلزی موزه‌های آرامگاه ابن سینا و هگمتانه همدان.
- امید است که ترجمه جدی متن کتاب توسط این دو پژوهشگر توانای حفاظت و مرمت در کار شما به‌عنوان انگیزه‌ای برای مطالعات آینده در زمینه‌ی فلزات باستانی و نیز ساختار، ریزساختار و خوردگی آن‌ها، مفید و مؤثر باشد.

پروفسور دیوید ا. اسکات

گروه تاریخ هنر، دانشگاه کالیفرنیا، لس‌آنجلس

ژانویه ۲۰۱۴

پیشگفتار نویسنده بر متن اصلی

ایده نگارش این کتاب در ابتدا به شکل مجموعه‌ای از مطالعات آزمایشگاهی آغاز شده و نویسنده امیدوار است که در فرایند نگارش و تکمیل، متن اصلی به شکلی قابل دسترس تر ارائه شده باشد. مطالعات منتشر شده بسیاری در زمینه‌ی فلزکاری تاریخی و باستانی در منابع وجود دارد، اما یافتن متنی جامع در مورد روش‌های متالوگرافی و توصیف‌های ریزساختاری در متون پیشین، برای مرمیگران و دانشمندان مرمت بسیار مشکل است. هدف این کتاب پر کردن این خلأ با تنظیم راهنمای شناخت ساختار فلزات است. از نظر علم مواد نیز این کتاب برای شناخت روش‌های به کارگیری آلیاژها در فلزکاری باستانی، قابل استفاده است.

دلایل زیادی جهت مطالعه ریزساختار فلزات وجود دارد. حفاظت مناسب از اشیاء، مرمیگر را نیازمند و در مواقعی قادر به مشاهده ریزساختار می‌کند. ممکن است مطالعات دقیقی جهت تعیین میزان خوردگی یا شکنندگی یک شیء لازم باشد. امکان دارد برای حفظ ساختار متالوگرافیک، درمان حفاظتی جدیدی مورد نیاز باشد. سیریل استانی اسمیت^۱ بیان می‌کند که ساختار فلزات ممکن است به دلیل مختلفی مورد آزمایش قرار گیرند و اینکه ادغام مطالعات تجربی مواد با چهارچوب نظری، علم مواد را قادر به درک تأثیرات ساختار بر روی خواص و حتی کیفیت هنری مواد می‌سازد. می‌توان گفت که ساختارهای متالوگرافی خود نیز اغلب هم از نقطه نظر علمی مهم هنری پرجاذبه و جالب توجه هستند. فلزات مواد جالبی هستند زیرا خواصشان را می‌توان به طور عمد یا استفاده از روش‌های بسیاری به وجود آورده یا تغییر داد. با ترکیب فلزات، حرارت دادن و آبدیده کردن^۲، ذوب و ریخته‌گری^۳، یا به وسیله کار یک چکش یا ماشین تراش بر روی فلزات به منظور شکل دهی، جابه جایی موم‌سان^۴ در حین فرایند ساخت ایجاد نمود و با انجام این عملیات مختلف، در نهایت فلزات شکل مورد نظر را به خود می‌گیرند.

ساختار کتاب را می‌توان این گونه توصیف نمود: ردافت اتخاذ شده، شرح کوتاهی بر این موضوع است که فلزات چه هستند و نیز بحث در مورد نمودارهای فاز و شرح انواع ساختارهایی است که در آلیاژهای معمول و مختلف یافت می‌شوند و پیش از اقدام به مطالعه، نمونه سازی و آماده سازی نمونه‌ها جهت مطالعه متالوگرافی چگونه است. توصیف کمی نمودارهای فاز آلیاژها در اینجا مدنظر نیست و در مجموع حداقل موارد عددی در نظر گرفته شده است. اطلاعات عملی در متن نیز شامل جزییات درباره محلول‌های آج و توضیح کوتاهی درباره ریزسختی سنجی و بهره رانه‌ها در فلزات است. در پایان ضمیمه‌ای مفصل و جامع (ضمیمه ج) وجود دارد که در آن مثال‌هایی از انواع مختلف آلیاژها و ریزساختارها ارائه شده که اساس آن مطالعات نویسنده است. این ضمیمه جامع نیست اما امید است که خواننده در آن اطلاعات جالب و لازم در این زمینه را به دست آورد.

نتایج آنالیز ارائه شده، بدون بحث در زمینه‌ی چگونگی و روش حصول آن‌ها ذکر شده‌اند. انواع مختلفی از روش‌ها و تکنیک‌های آنالیزی ارائه شده است، مانند آنالیز میکروپروب الکترونی^۵، طیف سنجی جذب اتمی^۶ (AAS)، طیف سنجی توده پلاسمای جفت شده القایی^۷ (ICP-MS) و آنالیز فلورسانس اشعه X^۸ (XRF) و بعضی از این تکنیک‌ها روش‌هایی هستند که نتایج بیان شده در متن به وسیله آن‌ها حاصل شده است. هدف متن حاضر ورود به جزییات مرتبط با آنالیز شیمیایی فلزات نیست. همچنین، اگرچه خوردگی و محصولات آن جزء لاینفک فلزات باستانی هستند، هیچ بحث دقیقی از ماهیت محصولات خوردگی ارائه نشده است، زیرا با آن به طرز چشمگیری به صفحات کتاب افزوده می‌شد. استحصال^۹، ریخته‌گری و کار^{۱۰} بر روی فلزات نیز

^۱ Cyril Stanley Smith

^۲ Quenching

^۳ Casting

^۴ Plasticity of Movement

^۵ Electron Microprobe

^۶ Atomic Absorption Spectrophotometry

^۷ Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

^۸ X-ray Fluorescence

^۹ Smelting

^{۱۰} Working

نیز در متن به دقت پوشش نیافته است، اگرچه در فهرست لغات و اصطلاحات بعضی از واژه‌ها و اطلاعات معمول استفاده شده در توصیف فلزات و فرایندهای فلزکاری ارائه شده است.

نویسنده از کارکنان بخش انتشارات موسسه مرمت گیتی^۱ جهت همراهی در پروژه کتاب از ویرایش تا چاپ، به‌خصوص از ایرینا آورکیف^۲ برای ویراستاری دقیق و متعهدانه‌اش، بسیار سپاسگزار است. ژانیت انریکز^۳ مسئول طراحی و تصحیح شکل‌های اصلی بود، دنیس کلی^۴ شکل‌های بخش ۱۱ را آماده نمود و مارکیتا استانیلید^۵ فرایند طراحی‌های موجود در متن را مدیریت نمود. به‌ویژه از فرانک پروسر^۶، مدیر مشترک برنامه‌ها و ایرینا آورکیف مسئول هماهنگی انتشارات، برای پشتیبانی‌ها و توجه‌شان توجه‌شان تشکر قرار می‌نماید. همچنین نویسنده از انتشارات سامر اسکول^۷ به‌خاطر کمک به انتشار نسخه اول متن سپاسگزار است. بسیاری از تصاویر میکروسکوپی گرفته‌شده به‌وسیله نویسنده بدون کمک و مساعدت افرادی که سخاوتمندانه نمونه‌ها یا زمان‌شان را به‌هر شکل در اختیار گذاشتند، امکان‌پذیر نبود. به‌خصوص دکتر نایجل سیلی^۸، سرپرست پیشین گروه حفاظت و علم مواد، موسسه باستان‌شناسی، لندن، در حال حاضر ارزیاب مرمت در بنیاد ملی، لندن؛ جیمز بلاک^۹، پروژه‌های دانشگاهی بین‌المللی، لندن؛ دکتر رانی کلی^{۱۰}، دستیار پژوهشگر سابق در گروه حفاظت و علم مواد، لندن؛ و دانشجویان پیشین دیپارتمان، نوئل سیور^{۱۱}، هیتز برنر^{۱۲}، ب. هابر^{۱۳}، دکتر وارانگخانا راجپیتاک^{۱۴}، نایلور گاندور^{۱۵}، دکتر عبدالرسول وطن‌دوست-حقیقی^{۱۶} و جین پورتر^{۱۷}. همچنین از اعضای ادا در موسسه باستان‌شناسی تشکر می‌نمایم: دکتر وارویک برای^{۱۸}، متخصص پیش از تاریخ آمریکای جنوبی؛ پیتز دورل^{۱۹}، سرپرست بخش عکاسی؛ و استوارت لایدلو^{۲۰}، سرتکنسین عکاسی. به‌علاوه در موسسه مرمت گیتی از منشی‌ام روث فلدمن^{۲۱}، برای بسیاری از مراحل تایپ، فرمت‌بندی و آماده‌سازی متن؛ دکتر نوئل آگنیو^{۲۲}، مدیر پروژه‌های خاص؛ و مایکل شیلینگ^{۲۳}، پژوهشگر همکار، سپاسگزارم. در موزه جی. پل گیتی^{۲۴} از جری پودانی^{۲۵}، سرپرست گروه حفاظت و مرمت اشیاء و لیندا اشتراوس^{۲۶}، مرمتگر همکار در بخش حفاظت مجسمه‌ها و هنرهای تزئینی سپاسگزارم.

دکتر دیوید ا. اسکات

سرپرست خدمات موزه‌ای

موسسه مرمت گیتی

- ¹ Getty Conservation Institute
- ² Irina Averkieff
- ³ Janet Enriquez
- ⁴ Dennis Keeley
- ⁵ Marquita Stanfield
- ⁶ Frank Preusser
- ⁷ Summer Schools Press
- ⁸ Nigel Seeley
- ⁹ James Black
- ¹⁰ Rodney Clough
- ¹¹ Noel Siver
- ¹² Heather Burns
- ¹³ Bob Haber
- ¹⁴ Warangkhan Rajpitak
- ¹⁵ Naylour Ghandour
- ¹⁶ Abdulrasool Vatandoost-Haghighi
- ¹⁷ Jane Porter
- ¹⁸ Warwick Bray
- ¹⁹ Peter Dorrell
- ²⁰ Stuart Laidlaw
- ²¹ Ruth Feldman
- ²² Neville Agnew
- ²³ Michael Schilling
- ²⁴ J. Paul Getty Museum
- ²⁵ Jerry Podany
- ²⁶ Linda Strauss