

نقشه راه مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران

نیما نضافتی^{۱*}، مرتضی مؤمن زاده^۲، کامران احمدی^۳

۱. استادیار گروه زمین‌شناسی و ژئوفیزیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

۲. استادیار گروه پژوهشی زرنه اکتشاف، تهران، ایران

۳. استادیار پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی، تهران، ایران

چکیده

به گواه مطالعاتی که تاکنون انجام گرفته، ایران زمین از هزاره‌های گذشته به‌طور مداوم زادگاه و منشأ فناوری‌های گوناگون بوده که البته بخش مهمی از این فناوری‌ها در ارتباط مستقیم با معدنکاری انواع مواد معدنی، فلزکاری، فرآوری و به‌کارگیری انواع زمین-مواد بوده است. با این وجود، حجم و کیفیت مطالعاتی که تاکنون در مورد معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران صورت گرفته، به‌هیچ‌وجه درخور استعدادهای فرهنگی-تاریخی این کشور نبوده است. از طرفی، مطالعات انجام‌شده اولیه نیز ایران را به‌عنوان یکی از نخستین پیشتازان علم و فناوری در دوره‌های مختلف پیش از تاریخ و تاریخی معرفی نموده‌اند. به‌رحال تا پیش از پیروزی انقلاب اسلامی این مطالعات اولیه نیز اغلب، توسط پژوهشگران غیر ایرانی صورت گرفته بودند. در دهه هفتاد با تأسیس کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن با همکاری نزدیک چندین موسسه ایرانی و خارجی فعالیت مناسبی در جهت انجام چنین مطالعاتی آغاز گردید، ولی متأسفانه پس از حدود یک دهه به‌کندی و رکود گراییده، سرانجام تقریباً متوقف شد. در این نوشتار، با تکیه بر دانش و تجارب نویسندگان و نیز به‌کارگیری توصیه‌های اهل فن در سطح بین‌المللی، نقشه راهی برای دوره‌ای جدید از مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران ارائه شده که طی آن ضمن مرور چالش‌ها و نیازهای مرتبط با موضوع، اهداف مربوط به مطالعات روشمند معدنکاری و فلزکاری کهن مطرح گردیده و راهکارهای عملی برای رسیدن به این اهداف (شامل تهیه اطلس معادن باستانی و محوطه‌های فلزکاری کهن ایران) نیز پیش رو نهاده شده است.

واژگان کلیدی: معدنکاری کهن، فلزکاری کهن، باستان‌سنجی، زمین‌باستان‌شناسی، علوم میان‌رشته‌ای.

۱. مقدمه

نخستین مطالعات فلزکاری کهن (آرکئومتالورژی Archaeometallurgy) را می‌توان از قرن ۱۹م. سراغ گرفت، زمانی که دانشمندانی همچون جان پرس (John Percy) گزارش مربوط به آنالیز اشیاء فلزی حفاری‌های خود را منتشر نمودند. با آغاز قرن بیستم دانشمندانی چون ویلیام گولند (William Gowland) برای نخستین بار توصیفات قوم‌شناسانه را با داده‌های باستان‌شناسانه و آنالیزی ترکیب نمودند. به‌رحال این در میانه قرن بیستم بود که مطالعه اشیاء فلزی باستانی به یک "رشد کلی" تبدیل گردید که خود تا حد زیادی متأثر از "تئوری‌های" باستان‌شناس پیش‌ازتاریخی همچون گوردن چایلد [1] بود، که البته خود هیچ‌گونه آزمایش‌های علمی در این مورد انجام نداده بود. "تئوری‌های" چایلد درباره تکامل اجتماعی و ایجاد ساختار طبقاتی از طریق پیشرفت تدریجی فناوری (به‌ویژه فناوری فلزات) و تخصصی شدن حرفه‌ها تاکنون نیز بر روی تفسیرهای باستان‌شناسانه تأثیرگذار است [1]. به‌هرروی، برقراری ارتباط بین روش‌های آنالیز و تئوری باستان‌شناسی به‌طورجدی در دهه ۱۹۷۰م. توسط دانشمندانی از آلمان، انگلستان و ایالات متحده (مانند هانس باخن، گرد وایسگریر، رونالد تایلکوت و سیریل اسمیت) صورت گرفت که علاوه بر دانش قابل توجه باستان‌شناسی در مطالعات فلزکاری و یا معدنکاری نیز متبحر بودند. چنین افرادی نقش قابل توجهی در متوجه و متقاعد کردن باستان‌شناسان به اهمیت مطالعات معدنکاری (فلزی و غیرفلزی) و فلزکاری کهن در درک بهتر رفتار انسان و تأثیر متقابل اجتماعی داشته‌اند. امروزه مشخص شده که به‌کارگیری داده‌های تجربی در پیوند با تفسیرهای باستان‌شناسانه و انسان‌شناسانه است که بهترین دیدگاه کل‌نگر را درباره فناوری‌های کهن در بستر فرهنگی و اجتماعی خود به دست می‌دهد. چنین کاری یا از طریق همکاری نزدیک میان دانشمندان علوم طبیعی و باستان‌شناسان رخ می‌دهد و یا از طریق آموزش دادن هر دو شاخه‌ی فن‌های آنالیزی و تئوری‌های باستان‌شناسی به دانشجویان امکان‌پذیر است. بدون در نظر گرفتن هر دو جنبه مذکور فقط نیمی از داستان رخ داده آشکار خواهد شد [1]. چنین موضوعی البته درباره مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران نیز صادق است.

از دیدگاه زمین‌شناسی، ایران کشوری است با تنوع در رخنمون‌های زمین‌شناسی و نتیجتاً منابع معدنی که -اغلب به دلیل پوشش گیاهی کم‌پشت- از گذشته‌های دور در معرض دید و کنج‌کاوی مردمان این سرزمین قرار گرفته‌اند. این غنای زمین‌شناسی و منابع معدنی قطعاً اثری استوار بر توسعه فرهنگ‌ها و تمدن‌های کهن در این دیار داشته است، به‌ویژه وقتی کم‌آب بودن کلی این سرزمین را در نظر بگیریم. بررسی ارتباط و تأثیر زمین‌شناسی و منابع معدنی حاصل از آن در ظهور جوامع پیچیده و توسعه فرهنگ‌ها و تمدن‌ها از مسائل اساسی در باستان‌شناسی و میراث فرهنگی است که لااقل در ایران به‌خوبی موردتوجه واقع نشده و مطالعه نگردیده است. درباره اهمیت این موارد کافی است تصور کنیم که تاریخ ایران چه سرنوشتی می‌یافت اگر این حجم وسیع از منابع زمینی (Georesources) شامل سنگ، خاک، کانی و فلز) در گستره مرزهای این سرزمین موجود نمی‌بود. تمدن‌ها تقریباً همان‌طور که وابسته به آب بودند به منابع معدنی نیز وابستگی داشتند و بدون چنین منابعی شکل‌گیری و بالندگی آن‌ها میسر نمی‌گردید. بنابراین برای کشوری چون ایران که نخستین تمدن‌ها (همچون تمدن عیلام) در آن شکل گرفته‌اند و تمدن‌های کهن همسایه (مانند میانرودان یا بین‌النهرین) نیز -بر اساس نوشته‌های کهن و شواهد باستان‌شناسی- بسیاری از مایحتاج کانیایی، فلزی و سنگی خود را از آن وارد می‌کرده‌اند، مطالعه ارتباط بین منابع زمینی و نحوه استخراج، به‌کارگیری، تبادل و تجارت آن‌ها توسط مردمان باستان امری اساسی و حیاتی در مطالعات باستان‌شناسی و میراث کهن خواهد بود. در این راستا، مطالعه معدنکاری کهن که شامل اکتشاف و استخراج و استحصال بخش وسیعی از زمین-مواد (Geomaterials) شامل رنگدانه، رس، سنگ، گوهرها، کانسنگ فلزی و...) است در کنار فلزکاری کهن که شامل استحصال فلز از سنگ معدن به‌وسیله عملیات فرآوری و نیز فلزکاری حرارتی یا پیرومتالورژی (Pyrometallurgy) بوده است، اهمیت فراوان دارد. معدنکاری کهن نه‌تنها در ارتباط با منابع زمینی بلکه در توسعه عملیات عمرانی همچون حفر و توسعه قنات‌ها و نیز سدهای باستانی نیز دارای اهمیت بسیاری بوده است. از سوی دیگر توسعه روزافزون فعالیت‌های معدنکاری جدید موجب از بین رفتن پُرشتاب بخش مهمی از معادن باستانی و میراث معدنی کشور می‌گردد که در این مورد بایستی با مستندنگاری مناسب و به‌موقع از معادن کهن موجود، تا حد امکان از این میراث کهن محافظت نمود. به‌رحال مطالعه و اقدام عملی در موارد فوق‌الذکر، کاری است که ماهیتی عمیقاً میان‌رشته‌ای داشته و نیاز به همکاری و تعامل سازنده چندین موسسه و سازمان و نیز افراد متخصص از رشته‌های گوناگون دارد.

نوشتار حاضر خلاصه‌ای است از نتایج یک طرح پژوهشی که طی آن ضمن ارائه یک چهارچوب کلی در مورد موضوع، راهکارهایی برای آغاز (مجدد)، توسعه و گسترش بهینه مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران ارائه گردیده است.

۲. تعریف مسئله و اهمیت موضوع در ایران

به گواه مطالعات هرچند محدود گذشته توسط پژوهشگران داخلی و خارجی، ایران زمین را می‌توان مرکز و مهد فناوری‌های گوناگونی دانست که بشر به فناوری امروزی رهنمون شده است (برای مثال رجوع کنید به [2-5]). کم‌توجهی به تحقیق اساسی بر روی چنین موضوع مهمی در سال‌های اخیر باعث شده که اهمیت این کشور در ایجاد و توسعه معدنکاری و فلزکاری کهن در جهان باستان آن‌گونه که شایسته آن است معرفی نگردد.

از سوی دیگر، امروزه معدنکاری مدرن بیش از هر زمان دیگری در ایران در حال پیشرفت است (به‌ویژه بر روی فلزات و مواد معدنی سنتی همچون آهن، مس، سرب، روی، نقره و سایر فلزات و غیر فلزات چون سیلیس و خاک رس و انواع رنگدانه ها)، بطوریکه با توجه به توسعه مناسب زیرساخت‌ها (راه‌ها و جاده‌ها، نیروی برق و غیره)، معدنکاری در دورافتاده‌ترین نقاط کشور نیز در حال انجام است. در این زمینه، آثار باقیمانده از معدنکاری کهن ضمن اینکه از ردیاب‌هایی مهم برای معدنیابی جدید هستند، به‌عنوان بخش‌های سطحی مزاحم، معمولاً جزء نخستین قسمت‌هایی هستند که نابود می‌شوند. امروزه با مشخص شدن کاربردهای گوناگون سرباره‌های ذوب باستانی (همچون پرکننده و ساینده و غیره)، حتی محوطه‌های فلزکاری کهنی که دارای مقادیر فراوان سرباره هستند نیز از تخریب سریع در امان نیستند. بنابراین ارائه راهکارهایی برای حفظ بخشی از این آثار (همراه با تعامل مثبت با بخش معدن و کمترین تداخل با عملیات معدنکاری مدرن) بسیار ضروری به نظر می‌رسد، زیرا همان‌گونه که بناهای باستانی و تاریخی اهمیت دارند، معادن باستانی و آثار به‌جامانده از فلزکاری و فناوری‌های کهن نیز بسیار پراهمیت هستند. علاوه بر این، آشنایی و توجه بسیار کم باستان‌شناسان کشورمان به مقوله مهم باستان‌شناسی معدن و معدنکاری و فلزکاری کهن موجب غفلت دوچندان نسبت به این موضوع گردیده است.

۳. مروری کوتاه و کلی بر تاریخچه بررسی‌ها و مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران

مطالعات باستان‌شناسی ایران در اوایل قرن نوزدهم میلادی آغاز گردید. در انتشارات اواسط همین قرن (نوزدهم) به چنین مطالعاتی -که شاید در آغاز بیشتر شبیه شرح عملیات گنج‌یابی بود- اشاراتی شده است. به‌هرحال، مطالعات جدی‌تر باستان‌شناسی ایران در اواخر قرن نوزدهم (دهه ۱۸۸۰م.) در زمان ناصرالدین‌شاه توسط باستان‌شناسان فرانسوی درشوش آغاز گردید. از آن زمان تا حدود سال ۱۳۰۹ (۱۹۳۰م.) هیئت‌های فرانسوی تنها فعالان خارجی در باستان‌شناسی ایران بودند. در سال‌های ۱۳۰۷-۰۸ (۱۹۲۸-۲۹م.) با تصویب قانون عتیقات در مجلس شورای ملی، به انحصار فرانسوی‌ها در باستان‌شناسی ایران خاتمه داده شد و از سال ۱۹۳۲ هیئت‌هایی از کشورهای دیگر نیز در ایران شروع به حفاری باستان‌شناسی نمودند که تا پیروزی انقلاب اسلامی ادامه یافت. از سال ۱۳۷۹ (۲۰۰۰م.) با شروع پروژه مشترک ایران و آلمان که اتفاقاً بر روی محوطه‌های فلزکاری و معدنکاری کهن اریسمان و وشنوه صورت گرفت، فصل جدیدی از همکاری‌های علمی-فنی با هیئت‌ها و مؤسسات پژوهشی خارجی درزمینه باستان‌شناسی و (نیز معدنکاری و فلزکاری کهن) آغاز گردید که تاکنون ادامه دارد [6].

اگرچه هنر فلزکاری ایران در دوره‌های مختلف تاریخی برای سایر نقاط جهان شناخته‌شده بود، ولی اهمیت باستان‌شناسانه فلزکاری کهن این سرزمین تقریباً از همان اوان کار باستان‌شناسان خارجی در قرن نوزدهم و یافت شدن آثار فراوان فلزکاری از حفاری‌های باستان‌شناسی و غیر باستان‌شناسی -به‌ویژه از مرکز و غرب ایران- بیش‌ازپیش برای پژوهشگران نمایان گردید. در مورد معدنکاری کهن نیز، اگرچه آثار چنین معدنکاری در جای‌جای ایران به‌عنوان "معدنکاری شدادی" در میان بعضی از مردم شناخته‌شده بوده است؛ ولی تا حدود دهه چهل (شصت میلادی) به‌جز توصیفات اغلب کلی در برخی متون کهن، مطالعات منسجمی بر روی مشخصات کارهای قدیمی صورت گرفته بر روی این معادن انجام نشده بود.

دهه ۱۹۶۰م. (۱۳۴۰) شاهد توجه فزاینده و ویژه متخصصان مباحث فناوری در باستان‌شناسی و باستان‌شناسان، به تولید فلزات و محصولات سفالین، منشأ مواد خام و نحوه تکامل و گسترش فناوری‌ها بود. هم‌زمان با همین دوره بود که باستان‌شناسی

علمی‌تر شد و سعی کرد که نگاهش را از شاهان و کاخ‌هایشان به مردم عادی و فعالیت‌های روزمره آن‌ها معطوف سازد و به این ترتیب به دنبال پاسخ سؤالات مهمی همچون آغاز کشاورزی و فناوری‌های گوناگون و نیز شهرنشینی نیز باشد [7]. در این زمینه در ایران، هانس وولف در سال ۱۳۴۵ [8] کتابی را با عنوان صنایع دستی کهن ایران منتشر نمود و در آن صنایع ایران از جمله فلزکاری را از روزگار کهن تا زمان انتشار کتاب مرور کرد. در همین سال (۱۳۴۵) پژوهشی میدانی در جستجوی آثار معدنکاری و فلزکاری کهن در کویر بزرگ ایران توسط تتودور ورتایم، سیریل استنلی اسمیت و رادومیر پلاینر صورت گرفت [9] که درواقع نخستین پژوهش در این زمینه بود. این پژوهش که با حفاری‌های کالدول [10] در تل ابلیس در ارتباط بود شامل بازدید از معادن و محوطه‌های مته، نایین، انارک، نخلک، جندق، خور، طبس، سه چنگی، نایبند، طرز، چوپانان، کرمان، دشت لوت، تل ابلیس، بافت، یزد، پاسارگاد، تخت جمشید و هشتک می‌گردید [9]. پژوهش میدانی دیگری نیز در سال ۱۳۴۶ (۱۹۶۷ م.) توسط ورتایم و اسمیت در همین راستا در ایران مرکزی صورت گرفت که با پژوهش‌های باستان‌شناسی میدانی لامبرگ-کارلوفسکی در این منطقه هم‌زمان بود. به‌هرحال، گسترده‌ترین پژوهش میدانی گروهی در زمینه معدنکاری و فلزکاری کهن پیش از پیروزی انقلاب توسط تتودور ورتایم و تیمی از متخصصانی که او انتخاب کرده بود، در سال ۱۳۴۷ (۱۹۶۸ م.) به هزینه مؤسسه اسمیت زونین، بر روی مناطقی از افغانستان، ایران و ترکیه انجام گرفت. از ایران، محوطه‌ها و معادن ازبک کوه، دیهوک، تپه یحیی، ده سرد، سه چاه، تل ابلیس، قطرویه، کوه سرخ، استهبانات، تخت جمشید، پاسارگاد، هشتک، سیلک، سرچشمه، تالمسی و مسکنی مورد بازدید قرار گرفتند. متأسفانه آن‌طور که از نوشته‌های پراکنده بعدی شرکت‌کنندگان در این گروه پژوهشی برمی‌آید، هماهنگی کاملی بین گروه برقرار نبوده و نتیجه کار شامل تعدادی زیادی نمونه‌های مختلف گرفته‌شده از محوطه‌های گوناگون بود که بعدها به‌ندرت مورد بررسی جدی قرار گرفتند [7,11]. بخش کوچکی از نتایج این پژوهش در قالب مقاله‌های کوتاهی منتشر گردید و بخشی از نتیجه حدود ۳۵ سال بعد در قالب رساله کارشناسی رویا عرب به شکل کاتالوگی انتشار یافت [9,12-14]. به‌هرروی، تاکنون نتایج آنالیز قابل‌توجهی از این داده‌ها منتشر نگردیده است، ولی با توجه به اینکه بخشی از یافته‌های این پژوهش میدانی در مؤسسه باستان‌شناسی دانشگاه یوسی ال لندن و بخشی در مؤسسه اسمیت زونین واشنگتن نگهداری می‌شوند [7]، امکان بررسی آن‌ها در آینده وجود خواهد داشت. متأسفانه قسمتی از نمونه‌ها نیز که در پراگ نگهداری می‌شدند، در سیل سال ۲۰۰۲ م. از بین رفتند [15]. در دهه ۱۳۵۰ گروه فرانسوی مطالعاتی مشابه آنچه گروه ورتایم انجام داده بود را بر روی تعدادی از معادن ایران مرکزی و جنوب افغانستان و نیز اشیاء فلزی یافت شده از شوش انجام دادند که نتایج مربوطه به زبان فرانسه منتشر گردید [16-18]. از سوی دیگر، حفاری‌های باستان‌شناسی و مطالعات باستان‌سنجی اولیه بر روی اشیاء فلزی دوره‌های مس-سنگی و مفرغ یافت شده از محوطه‌های تل ابلیس، تپه یحیی، تپه قبرستان و شهداد (که دارای کارگاه‌های فلزکاری نیز بودند) در دهه ۱۳۵۰ اهمیت هر چه بیشتر ایران را در توسعه فلزکاری در جهان باستان به نمایش گذاشت و موقعیت این سرزمین را به‌عنوان مهد فلزکاری تثبیت نمود [4,19,20]. ازجمله سایر کارهای قابل‌توجه انجام‌گرفته در زمینه معدنکاری و فلزکاری کهن در پیش از پیروزی انقلاب اسلامی، می‌توان به انتشار گزارش شماره ۱۳ سازمان زمین‌شناسی کشور با عنوان کانسارهای مس ایران [21] اشاره نمود که در آن نویسندگان گزارش (بازن و هوبنر)، علاوه بر توصیف مشخصات زمین‌شناسی و معدنی کانسارهای مس ایران، فهرست و شرحی از کارهای معدنی باستانی و محوطه‌های فلزکاری مرتبط با معادن را ارائه دادند. هولتز و مؤمن‌زاده در سال ۱۳۵۰ [22] با بررسی معدن باستانی مس و شش نمونه قم مشخصات زمین‌شناسی اقتصادی و باستانی این معدن را توصیف نمودند. از این‌جهت شاید گزارش آن‌ها از اولین گزارش‌هایی باشد که به باستان‌شناسی معدن در ایران به‌طور جدی پرداخته شده است. گرد وایسگربر نیز در سال ۱۹۷۸ م. به بازدید از تعدادی از معادن و محوطه‌های باستانی مرکز و شمال غرب ایران مبادرت ورزید که نتایج این مطالعات سال‌ها بعد منتشر گردید [23].

با تأسیس آزمایشگاه مطالعات علمی آثار باستانی در سال ۱۳۵۱ و سپس پایه‌گذاری آزمایشگاه تحقیقات مرکزی حفاظت و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی در سال ۱۳۶۹ و تبدیل آن به پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی در سال ۱۳۷۵ گامی مهم در انجام مطالعات بومی حفاظت و مرمت و نیز فلزکاری کهن در ایران برداشته شد. در سال ۱۳۷۰ توافق‌نامه همکاری میان سازمان زمین‌شناسی کشور (به‌ویژه به همت مرتضی مؤمن‌زاده و همکاری ریاست وقت سازمان زمین‌شناسی کشور محمود احمدزاده هروی) و دانشگاه ماینز آلمان (به‌ویژه به همت زهرا هزارخانی و همراهی استاد راهنمای ایشان پروفسور

اینگو کِزمن) در خصوص مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران به امضا رسید که دو سال بعد با پیوستن سازمان میراث فرهنگی کشور (به‌ویژه به همت عبدالرسول وطن‌دوست) به این گروه، "کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن" در پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی کشور پایه‌گذاری شد. این کمیته با برگزاری سمپوزیوم بین‌المللی معدنکاری و فلزکاری کهن در آسیای میانه و باختری در سال ۱۳۷۶ و نیز برگزاری کارگاه آموزشی بین‌المللی معدنکاری و فلزکاری کهن در کاشان در سال ۱۳۷۹ - که با همکاری موسسه باستان‌شناسی آلمان، موزه معدن بوخوم آلمان، دانشگاه فنی فرایبرگ آلمان، سازمان زمین‌شناسی کشور، سازمان میراث فرهنگی کشور و پژوهشکده حفاظت و مرمت برپا شد- کارآیی خود را به نمایش گذاشت. این همکاری منجر به آغاز پروژه بین‌المللی اریسمان (۱۳۷۹-۱۳۸۴) گردید که در حقیقت نخستین پروژه مشترک با مؤسسات بین‌المللی بعد از پیروزی انقلاب اسلامی در زمینه علوم باستان‌شناسی بود. دستاورد پروژه اریسمان در قالب دو مورد انتشارات یکی گزارش اولیه و دیگری گزارش نهایی، به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰ منتشر گردید [24-26]. چنین ابتکار عملی موجب توجه بیشتر جامعه علمی و فرهنگی ایران به مقوله معدنکاری و فلزکاری کهن گردید که با برگزاری نخستین همایش باستان‌سنجی کشور با عنوان "باستان‌سنجی در ایران: نقش علوم پایه در باستان‌شناسی" در سال ۱۳۸۱ [27] تا همایش مشترک باستان‌سنجی ایران و آلمان در سال ۱۳۹۵ ادامه یافت. طرح بازنگری سیلک نیز که از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ فعال بود، از پروژه‌های میان‌رشته‌ای به حساب می‌آید که طی آن مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن نیز مورد توجه واقع گردید [28]. علاوه بر این، توجه مجدد به مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران از نیمه دوم دهه ۱۳۷۰ موجب آموزش و تربیت متخصصان جوان ایرانی و خارجی گردید که تاکنون با کار بر روی محوطه‌ها و یافته‌های باستانی گوناگون در پیشبرد مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن تلاش نموده‌اند، اگرچه این مطالعات بیشتر بر اساس علاقه شخصی این پژوهشگران صورت گرفته و کمتر در قالبی نظام‌مند و گروهی تبلور یافته‌اند (به عنوان مثال نگاه کنید به انتشارات نیما نظامی، کریستوفر تورنتون، توماس اشتولتر، سید محمدمبین امامی، مارکوس شراینر، امید عودباشی و بسیاری دیگر از پژوهشگران که ذکر نام و پژوهش‌های تمامی آن‌ها در این مقال نمی‌گنجد). تأسیس رشته‌های باستان‌سنجی در دانشگاه‌های هنر تبریز (۱۳۹۱) و هنر اصفهان (۱۳۹۳) نیز زمینه مناسب دیگری را برای تقویت زیرساخت‌های فنی این مهم را فراهم آورد. با این وجود، رشته‌های باستان‌سنجی مذکور، اغلب بر روی فلزکاری کهن متمرکز بوده و به مقوله معدنکاری کهن که بسیار حائز اهمیت است کمتر می‌پردازند.

۴. چالش‌ها و آسیب‌شناسی فعالیت‌های انجام‌شده تاکنون

متأسفانه تاکنون معادن باستانی ایران و محوطه‌های ذوب و استحصال فلز مرتبط با آنها-نسبت به اهمیتشان در میراث فرهنگی این کشور- مورد بی‌مهری و کم‌توجهی تشکیلات میراث فرهنگی کشور (از زمان ایجاد تا امروز) بوده‌اند. شاید عدم آشنایی کافی مسئولان با موضوع (و اهمیت) معدنکاری کهن و نیز اغلب دور از شهرها بودن این معادن موجب گردیده که به چنین معادنی و محوطه‌های مرتبط با آن‌ها در قوانین میراث فرهنگی پرداخته نشود. این در حالی است که چنین مکان‌هایی تأثیر اساسی در توسعه فرهنگ و تمدن ایرانی داشته‌اند و مطالعه آن‌ها قطعاً اطلاعات ذی‌قیمتی را درباره پیشرفت و توسعه فناوری در این سرزمین در اختیار خواهد گذاشت. به عنوان مثال می‌توان به تحقیقات اخیر در معادن باستانی مس و شیشه قم و نمک چهرآباد زنجان اشاره نمود که پژوهش‌های انجام‌گرفته در آن‌ها چه اطلاعات بکر و قابل‌توجهی را در اختیار نهاده‌اند [29-31]. جالب اینجاست که جای‌جای ایران زمین سرشار از چنین معادن و محوطه‌هایی است که البته در معرض خطر جدی نابودی و محو شدن همیشگی (توسط معدنکاری مدرن) قرار دارند.

باید توجه داشت که پیشرفت فناوری در زمینه‌های معدن و صنایع معدنی موجب شده که امروزه حتی مقادیر خیلی کم بسیاری از مواد معدنی (از جمله مس و طلا و بسیاری از فلزات) به شرط داشتن ذخیره فراوان تا اعماق زیادی (گاه تا عمق بیش از ۳ km) به شکل اقتصادی قابل‌استخراج و بهره‌برداری باشند. این درحالی‌است که معدنکاران باستانی اغلب می‌توانسته‌اند کانسنگ‌های با عیار بالا را تا اعماق نه‌چندان زیاد از سطح زمین (در بهترین موارد اغلب کمتر از ۱۰۰m تا ۱۵۰m) استخراج نمایند. بنابراین بسیاری از معادن کهنی که بخش سطحی آن‌ها در عهد باستان مورد بهره‌برداری قرار گرفته بودند، امروزه هدف‌های مناسبی

برای ادامه معدنکاری به روش مدرن و با تجهیزات پیشرفته هستند. در حقیقت، آثار معدنکاری کهن نشانگری در دسترس و سهل الوصول برای اکتشافات مدرن معدنی به حساب می آیند، چنانکه بسیاری از معادن بزرگ امروزی ایران از طریق پی جویی آثار معدنکاری باستانی و البته مطالعات بعدی اکتشاف تفصیلی به ثمر رسیده اند. غم انگیز اینجاست که با آغاز استخراج و بهره برداری از این معادن، نخستین بخش هایی که برای همیشه و به طور کامل محو و نابود می شوند (در اثر انفجار معدنی و یا به کارگیری سایر تجهیزات مربوطه) آثار معدنکاری باستانی هستند. جالب است که در عین اینکه بدنه و شاکله بکر یک معدن باستانی جزئی از میراث فرهنگی است، سنگ دربرگیرنده و زیرین آن یک منبع بالقوه اقتصادی یا به عبارت دیگر یک منبع تولید ثروت، شغل و رونق اقتصادی نیز هست.

از یک "معدن کهن"، ذخیره معدنی داشتن و "معدن" بودن آن مورد توجه معدنکاران و وزارت صنعت، معدن و تجارت است، درحالی که "کهن" بودن آن مورد توجه "سازمان میراث فرهنگی" است. معدنکاران امروزی سعی در کنار زدن و تخریب بخش های سطحی معادن کهن دارند تا به قسمت های پر ذخیره زیرین دست یابند، درحالی که سازمان میراث فرهنگی به حفظ معدن کهن به همان شکلی که هست تمایل دارد. لذا این دو بخش، در برخورد با این "معدن کهن" نقش، وظیفه و هدفی متضاد و متقابل داشته، هیچ کدام را نمی توان به راحتی از هدفشان بازداشت. اینکه سازمان میراث فرهنگی بگوید من مطابق قانون خودم اجازه نمی دهم که از یک معدن کهن بهره برداری شود، "چون در قانون آمده است" درست است و اینکه وزارت صنعت، معدن و تجارت بگوید معدنی باید برای توسعه اقتصادی کشور و ایجاد شغل، بهره برداری شود نیز درست است. بنابراین اینجا به یک راه حل صلح آمیز نیاز خواهد بود که ضمن اینکه طرفین از آن رضایت (نسبی) دارند، منافع ملی نیز به وسیله آن حفظ و رعایت شود.

قابل ذکر است که در قوانین میراث فرهنگی (مطابق قانون اساسنامه میراث فرهنگی کشور، ۱۳۶۶)، به اصطلاح راه حلی برای این مورد ارائه شده است، که البته کاملاً "سلبی" بوده، اجازه هیچ گونه فعالیت معدنی را در محوطه های دارای آثار باستانی نمی دهد. از طرفی به جرات می توان گفت که اگر تاکنون سازمان میراث فرهنگی قانون خود را اجرا می کرد و یا می توانست اجرا کند، امروزه فقط کمتر از ده درصد از معادن مس، طلا، سرب و روی و نقره و بعضی دیگر از فلزات در کشور دایر بودند. به عبارت دیگر معادن بزرگ مس سرچشمه، مس سونگون، روی انگوران، سرب و روی ایرانکوه، مس میدوک، طلای زرشوران، طلای آقدرة، آهن گل گهر سیرجان و بسیاری از معادن دیگر همگی قانون میراث فرهنگی را دور زده اند! چراکه همه آنها لااقل در بخش هایی از سطح محدوده هایشان دارای آثار "معدنکاری کهن" بوده اند. یعنی مطابق قانون و به زعم سازمان میراث فرهنگی نمی بایستی بهره برداری می شدند. مطابق همین قانون، سازمان میراث فرهنگی می بایستی که پس از مستندسازی آثار معدن کاری کهن و اطمینان از اینکه آن آثار از میان نمی روند، مجوز بهره برداری را برای وزارت صنعت، معدن و تجارت صادر می نمود، این درحالی است که تاکنون چنین کاری حتی در مورد یکی از معادن کشور انجام نشده و حتی در یک مورد هم مستند سازی صورت نگرفته است. بدین ترتیب متأسفانه در بسیاری موارد از جمله در مورد معدن مس سونگون اهر (فعال در زمان ساسانی و قبل از آن)، گل گهر سیرجان (فعال در زمان هخامنشی)، زرشوران تکاب (فعال در زمان ایلخانیان و قبل از آن در چندین دوره تاریخی و شاید ماقبل تاریخ) این آثار معدنکاری کهن برای بهره برداری از ذخیره موجود در زیر آنها از میان رفته اند. واضح است که قانون اگر فقط دستوری بوده و عملی نباشد، اجرا نمی شود! مردم به شکل های مختلف، اعم از فردی، شرکت خصوصی، شرکت دولتی و غیره، برای توسعه اقتصادی کشور و ایجاد کار و ثروت و به هر صورت تأمین منافع اقتصادی و توسعه ای برای نسل حاضر، به هر نحوی که شده از ذخایر معدنی کشور بهره برداری می کنند. حال اگر قانون میراث فرهنگی مانعی سر راه باشد، آن را به لطایف الحیلی دور می زنند مگر آنکه رویه ای اجرایی با همکاری تمامی سازمان های ذی ربط به کار گرفته شود.

متأسفانه بدنه سازمان میراث فرهنگی، در تشخیص آثار فیزیکی معدنکاری کهن، تقریباً هیچ تجربه ای ندارد. لذا به استعلام هایی که از سوی وزارت صنعت، معدن و تجارت برای صدور مجوز بهره برداری که از سازمان میراث فرهنگی می شود، پاسخ هایی بدون هیچ گونه کار کارشناسی می دهد. در مورد اکثریت نزدیک به تمام معادن فلزی که اشاره شد و امروزه رکن مهمی از اقتصاد کشور را دارند همین وضع پیش آمده است. یعنی سازمان میراث فرهنگی متوجه نشده است که آثار معدنکاری

کهن در این محدوده‌ها وجود دارد و مجوز صادر کرده است. البته اگر هم صادر نمی‌کرد باز هم قانون آن سازمان، به نحوی دور زده می‌شد! هم "زندگی و معیشت مردم/امروز"، هم آثار و "یادگارهای باقی‌مانده از گذشتگان" و هم "سرنوشت آیندگان" هر کدام باید به‌طور متناسب در تصمیم‌گیری و اجرا لحاظ شوند. در این راستا، سازمان میراث فرهنگی کشور که متولی حفظ میراث و حقوق گذشتگان است و وزارت صنعت، معدن و تجارت که بایستی به فکر پیشرفت و توسعه اقتصادی نسل حاضر باشد، باید تمهیدی مشترک بیندیشند تا حقوق نسل آینده نیز حفظ گردد؛ به عبارت دیگر، تعامل به صورتی انجام گیرد که همه دستگاه‌ها به‌طور متناسب به اهداف خود رسیده منافع هیچ بخشی فدای بخش دیگری نگردد. چنین راهکاری را می‌توان به صورت اولیه با حفظ، نگهداری و مستندنگاری بخش کوچکی از پراکنش آثار معدنکاری کهن در هر معدن باستانی و مستثنی نمودن قسمت کوچکی به عنوان مسطوره (که شاید بتوان آنرا محصور هم کرد) در نظر گرفت،

بطوریکه بقیه آثار پس از مستندسازی برای بهره‌برداری و معدنکاری آزاد شود. که البته چنین کاری به هماهنگی و توافق کامل دستگاه‌های ذی‌ربط و نیز متخصصان خبره‌ای با دانش فنی بین‌رشته‌ای زمین‌شناسی اقتصادی و باستان‌شناسی معدنی نیاز خواهد داشت. مطلب فوق‌الذکر تا حدودی روشن می‌سازد که از جمله آسیب‌های جدی در حفاظت و مطالعه آثار معدنکاری و فلزکاری کهن ایران عدم هماهنگی بین سازمان‌ها و دستگاه‌های مربوطه از یک طرف و عدم آشنایی کافی باستان‌شناسان با موضوع معدنکاری کهن و کمبود و یا نبود کارشناسان باستان‌شناسی معدن و باستان سنج مرتبط با این رشته از طرف دیگر است. واضح است که این حجم عظیم از آثار معدنکاری کهن در جای‌جای ایران به کارشناسانی خبره در موضوع باستان‌شناسی معدن و فلز باستان‌شناسی نیاز دارد تا این سرمایه فرهنگی و فناوریانه به راحتی محو و نابود نگردد. از طرف دیگر زمین‌شناسان و مهندسان معدن و معدنکاران نیز باید طی دوره‌هایی با مقوله معدنکاری و فلزکاری کهن آشنا شوند تا خود از پاسداران این داشته‌های فرهنگی باشند.

از جمله سایر آسیب‌ها و چالش‌های موجود در موضوع معدنکاری و فلزکاری کهن می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- عدم وجود برنامه منسجم برای مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن (علیرغم اهمیت این مطالعات)

تاکنون تعداد معادن باستانی ایران که به شکل علمی و اصولی و مفصل مورد مطالعات باستان‌شناسی معدن و باستان‌سنجی قرار گرفته باشند، انگشت‌شمار است. اگرچه امروزه می‌دانیم که معادن کهن فراوانی در ایران وجود دارند، ولی زمان فعالیت معدنی و گاهنگاری اغلب این معادن هنوز تا حد زیادی ناروشن است، بنابراین تاریخچه معدنی کشور (از نئولیتیک تا دوره پهلوی اول) با اطلاعات در دسترس کنونی قابل‌بازسازی نیست. علاوه بر این، در دهه ۱۳۱۰ شمسی نیز عملیات معدنکاری گسترده‌ای در مناطق مختلف ایران توسط معدن کاران آلمانی و روس انجام گرفته که متأسفانه مستندات چنین معدنکاری نیز به‌طور منسجم، جمع‌آوری و سازمان‌دهی نگردیده است. از این‌رو، لازم است که برای شروع، تعدادی از معادن کهن و قدیمی شاخص ایران مورد مطالعات تفصیلی باستان‌شناسی معدنی و باستان‌سنجی قرار گیرند.

- فقدان و یا کم‌توان بودن امکانات آزمایشگاهی پیشرفته مورد نیاز برای مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن

امروزه به کارگیری روش‌های آزمایشگاهی گوناگون برای سنج‌یابی، تشخیص ماهیت و منشأیابی یافته‌های باستانی مرتبط با معدنکاری و فلزکاری کهن از ملزومات اولیه چنین مطالعاتی است. متأسفانه هنوز بسیاری از تجهیزات آزمایشگاهی مرتبط با این رشته - که دهه‌هاست در کشورهای پیشرفته مورد استفاده‌اند - در کشور ما وجود ندارند و یا به تعداد کم و به شکلی ناکارآمد موجودند. تأمین چنین تجهیزات آزمایشگاهی که البته در سایر رشته‌ها (مانند علوم زمین) نیز قابل استفاده‌اند از پیش‌نیازهای انجام مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن خواهد بود.

- مشارکت ناچیز بخش خصوصی در مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن از دیگر آسیب‌های این بخش است.

بخش خصوصی به دلیل مشخصات خود، دارای چالاک‌ی و کارایی بالایی برای انجام چنین مطالعاتی است. نتیجه مشارکت - هرچند بسیار ناچیز - بخش خصوصی در این زمینه را می‌توان در گزارش و مقاله مربوط به مطالعات معدنکاری کهن در منطقه تکاب (تخت سلیمان) توسط گروه پژوهشی زرنه اکتشاف مشاهده نمود [32]. با توجه به سیاست‌های کلی نظام در به کارگیری هرچه بیشتر بخش خصوصی در فعالیت‌های گوناگون کشور و نیز با در نظر گرفتن توان نه‌چندان بالای بخش دولتی برای

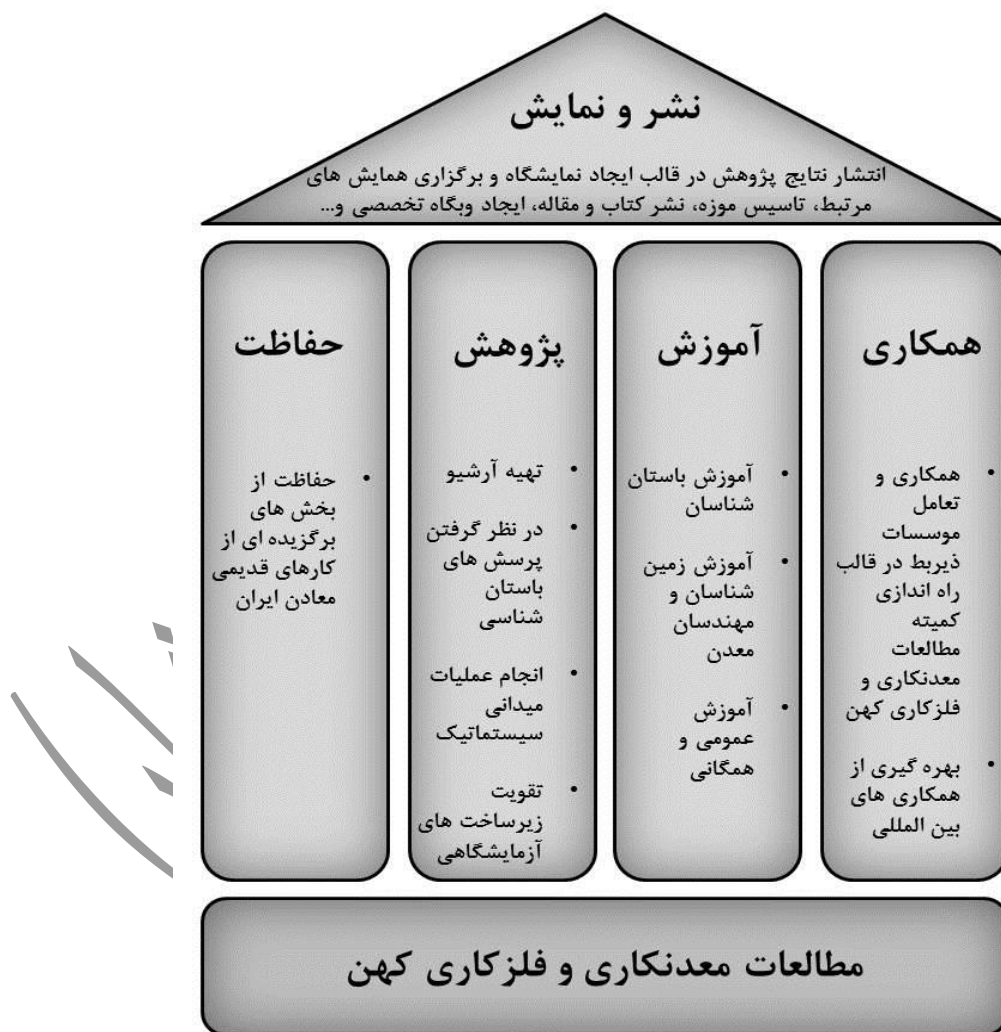
پوشش دادن تمامی گستره کشور در موضوع معدنکاری و فلزکاری کهن، مشارکت بخش خصوصی در این زمینه بایستی موردتوجه جدی قرار گیرد. البته این موردی است که در جلسات کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن (پیشنهادشده در نقشه راه) قابل بحث و تصمیم گیری مؤثر است.

درنهایت، به رسمیت شناخته نشدن و فقدان درک مناسب از اهمیت مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن و درنتیجه عدم اختصاص حداقل بودجه و امکانات به این مطالعات از عمده چالش های این رشته در کشور است.

۵. پیشنهادهایی برای مطالعات آینده (نقشه راه)

به طور کلی ساختار اصلی نقشه راه پیشنهادی را می توان در پنج بخش زیر خلاصه نمود (شکل ۱-۱ Fig):

(۱) تعامل و همکاری مؤسسات ذی ربط، (۲) آموزش، (۳) پژوهش، (۴) حفاظت و (۵) نشر و نمایش. هرکدام از بخش های فوق الذکر نقش اساسی در کامل شدن بدنه مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران و درنتیجه به ثمر رسیدن آن خواهد داشت. در ادامه هر یک از بخش ها و زیر بخش های مرتبط با آنها شرح داده خواهند شد:



شکل ۱: نمودار چهارچوب عمومی برنامه پیشنهادی برای مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران

Fig; 1: The schematic framework of the proposed action plan for ancient mining and metallurgical studies of Iran

۵-۱) تعامل و همکاری مؤسسات ذی ربط

با توجه به اینکه مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن اساساً ماهیتی میان‌رشته‌ای دارد، کار بر روی این مقوله در ایران بدون همکاری و تعامل جدی مؤسسات ذی‌ربط (شامل: سازمان میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری، وزارت صنعت، معدن و تجارت، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سازمان نظام‌مهندسی معدن کشور، پژوهشگاه میراث فرهنگی، پژوهشکده‌های حفاظت و مرمت و باستان‌شناسی، موزه ملی ایران و نیز برخی مراکز پژوهشی و دانشگاهی) عملاً غیر مؤثر بوده به نتیجه‌ای قابل‌توجه نخواهد رسید. در ادامه پیشنهادهایی در این زمینه ارائه شده است:

۵-۱-۱) تشکیل کمیته‌ای برای مدیریت مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن

پیشنهاد اولیه و اصلی در "نقشه راه" حاضر که در حقیقت "سنگ بنا"ی اصلی طرح خواهد بود، راه‌اندازی مجدد "کمیته مطالعات معدنکاری کهن" است. اعضای اصلی چنین کمیته‌ای بایستی شامل نمایندگانی از سازمان‌های مرتبط با موضوع بوده شامل اشخاص حقیقی و حقوقی زیر باشند: یک نماینده از پژوهشکده باستان‌شناسی کشور (ترجیحاً ریاست این پژوهشکده)، یک نماینده از پژوهشکده باستان‌شناسی کشور (ترجیحاً ریاست این پژوهشکده)، یک نماینده از موزه ملی ایران (ترجیحاً ریاست موزه)، یک نماینده از سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور (ترجیحاً ریاست این سازمان)، یک نماینده از سازمان نظام‌مهندسی معدن کشور (ترجیحاً ریاست این سازمان)، یک متخصص باستان‌سنجی، یک متخصص باستان‌شناسی معدن، یک متخصص فلزکاری (متالورژیست) و یک زمین‌شناس اقتصادی. علاوه‌براین می‌توان به‌تناسب، نمایندگانی از گروه‌های معدن، زمین‌شناسی، شیمی، فیزیک، مرمت، زبان‌های باستانی، تاریخ، موزه‌داری، صنایع‌دستی و یا استادان دانشگاه از رشته‌های مرتبط (همچون شیمی، GIS و غیره) را به جلسات کمیته دعوت نمود. به‌این‌ترتیب چنین کمیته‌ای ضمن بررسی چالش‌ها و مسائل مربوطه، راهکارهایی را برای پیشبرد مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران تصویب و اجرایی خواهد نمود و نتیجه عمل آن می‌تواند به تصحیح قانون معادن ایران و نیز قوانین سازمان میراث فرهنگی منجر گردد.

متأسفانه فعالیت کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن که در سال ۱۳۷۲ آغاز شده بود، با خاتمه یافتن پروژه اریسمان (در سال ۱۳۸۴) عملاً پایان یافت و ایده کارآمد مربوطه رنگ فراموشی گرفت. تشکیل مجدد چنین کمیته‌ای و در نظر گرفتن راهکاری برای پایدار ماندن (و وابسته به مدیر خاصی نبودن) آن کاملاً توصیه می‌گردد. ازجمله خروجی‌های کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن هدایت مؤسسات و کارشناسان مرتبط (شامل معدنکاران، زمین‌شناسان و باستان‌شناسان) به مسیر صحیح و ایجاد تعامل مناسب با یکدیگر و نیز انسجام بخشیدن به مطالعات مرتبط خواهد بود. بدون وجود چنین کمیته‌ای که متشکل از نمایندگانی مؤثر (در سطح مدیریت) از دستگاه‌ها و سازمان‌های مرتبط است، عملاً پیشرفتی در فائق آمدن بر چالش‌های اساسی معدنکاری و فلزکاری کهن صورت نخواهد گرفت. راه‌اندازی مجدد کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن که با شروع و ادامه موفق کار می‌تواند به یک موسسه و یا کمیته ملی تبدیل گردد، بهتر است به جهت حفظ سابقه، تسلسل پژوهش و قدمت، با همان نام و لوگوی طراحی‌شده اولیه اتفاق بیفتد.

در صورت تشکیل مجدد کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن، این کمیته می‌تواند فهرستی از تمامی مؤسسات دولتی و خصوصی مرتبط با مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن را تهیه نموده سعی در دخیل نمودن آن‌ها به‌صورت سازنده و مؤثر در این مطالعات نماید. بدین ترتیب که بجای در نظر گرفتن مصوبات و قوانین تنبیهی فراوان برای فعالیت‌های معدنکاری (که بعضاً خود مضر هستند) سعی در تعیین نقش و نیز منفعتی برای هر دستگاه یا موسسه دخیل در کمیته (و اشخاص حقیقی مرتبط با آن‌ها) بنماید. به‌عبارت‌دیگر، برای حفظ یکپارچگی، باید این مؤسسات به‌طور آشکاری درگیر موضوع شده اعتبار مربوطه را نیز برای این مشارکت کسب نمایند. متأسفانه مثال‌های فراوانی از کشور خودمان، ترکیه و عربستان سعودی وجود دارد (به‌گواه تجربیات نویسندگان و نیز دی‌هیسوس و منابع موجود [33,34]) که بخش معدنکاری مدرن در برابر چنین همکاری‌هایی شدیداً مقاومت نموده، آثار معدنکاری ارزشمند بسیاری را جهت پیشگیری از مواجهه‌شدن با مشکلات اداری نابود کرده و یا دستکم در مورد وجود آن‌ها سکوت کرده است. بنابراین رسیدن به راهکاری مرضی‌الطرفین برای حفظ معادن باستانی ایران ضروری خواهد بود.

۵-۱-۲) همکاری و تبادل سازنده با مؤسسات تخصصی بین‌المللی

ایران تاریخی طولانی در همکاری علمی بین‌المللی با مؤسسات خارجی در زمینه‌های علوم باستان‌شناسی و نیز معدنکاری و فلزکاری کهن داشته است. به‌هرحال برخی مؤسسات برگزیده خارجی به جهت داشتن تجهیزات پیشرفته و نیز تجربه و دانش فنی مناسب می‌توانند کمک مناسبی برای شروع مجدد کار مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران باشند. درواقع، عقل و تدبیر حکم می‌کند که بجای طی مجدد یک مسیر قبلاً پیموده شده و قبول هزینه‌های مضاعف و مخاطرات آن، از تجربیات آن‌ها استفاده نمود که در این زمینه چندین موسسه خارجی دارای دانش و تجربیات بالایی وجود دارند که بعضاً پیش‌ازاین نیز همکاری مؤثری با سازمان میراث فرهنگی کشور در پروژه‌هایی مانند اریسمان و سیلک داشته‌اند. ازاین‌رو اقدام به به‌کارگیری خدمات مؤسسات و دانشگاه‌های خارجی در قالب تفاهم‌نامه و یا قراردادهای مشترک می‌تواند در این راستا بااهمیت باشد. به‌هرحال در این مورد مهم است که به مؤسسات خارجی همکاری، از همان ابتدا نقش مشخصی پیشنهاد شود که برای هر دو طرف (ایرانی و خارجی) منصفانه و عالمانه باشد. بطوریکه طرفین به اعتبار و منفعت منصفانه‌ای در انجام پژوهش مشترک برسند. نتیجه چنین فعالیت‌هایی بایستی تحت نام هر دو مشارکت‌کننده ایرانی و خارجی (به شکلی متناسب) منتشر گردد.

۵-۲) آموزش

آموزش یکی از اساسی‌ترین بخش‌ها جهت ادامه مؤثر مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن است که می‌توان آن را به شکل اولیه به سه بخش اصلی آموزش باستان‌شناسان، آموزش زمین‌شناسان، مهندسان معدن و معدن کاران و نیز آموزش همگانی تقسیم نمود که این بخش‌ها در ادامه به‌طور مختصر شرح داده شده‌اند.

یکی از جنبه‌های مهم، آموزش باستان‌شناسان (و متخصصان رشته‌های مرتبطی همچون حفاظت و مرمت اشیاء) و آشنا نمودن هرچه بیشتر آنان با مقوله معدنکاری و فلزکاری کهن است (پرنیتسکا و اشتولنر-مذاکره شخصی). آموزش باستان‌شناسان بایستی جهت تشخیص و مطالعه تخصصی و باستان‌شناسانه معادن باستانی صورت گیرد که چنین مهارتی هم در مطالعات میدانی و حفاری‌های باستان‌شناسی دارای اهمیت است و هم در تعامل با بخش معدن که به تأیید میراث فرهنگی برای دریافت پروانه بهره‌برداری معدن نیاز دارد. درواقع، باستان‌شناسان باید آموزش داده شوند تا بتوانند یافته‌های معدنکاری و فلزکاری کهن را تا حدودی ارزیابی کنند و با آموزش‌های فنی که می‌بینند، بتوانند تشخیص دهند که چه موقع و چگونه از کدام متخصصان کمک بگیرند. در این مورد باید همچنین گروهی از باستان‌شناسان معدن تربیت شوند تا بتوانند معادن را به بهترین شکل، مورد کاوش و حفاری باستان‌شناسی قرار دهند. باستان‌شناسی معدن در حقیقت زیررشته‌ای تخصصی از باستان‌شناسی است که به تجهیزات مناسب و نیز افراد متخصص جهت نقشه‌برداری و حفاری باستان‌شناسانه در معادن باستانی نیاز دارد. البته منظور از معادن باستانی، فقط معادن فلزی نیست بلکه معادن سایر مواد معدنی همچون نمک، رنگدانه‌ها، سنگ و خاک‌ها نیز می‌توانند در این زمینه به‌خوبی مورد مطالعه قرار گیرند. در این مورد دو تجربه موفق در ایران با همکاری متخصصان موزه معدن بوخوم آلمان انجام گرفته است که شامل مطالعات معدن باستانی مس و شنوه قم و نیز معدن نمک چهرآباد زنجان است [31-29].

از سوی دیگر، در بخش معدنکاری امروزی، به جهت دریافت و ثبت پروانه بهره‌برداری معمولاً یکی از تأییدیه‌هایی که باید اخذ گردد، تأییدیه میراث فرهنگی است (مطابق ماده ۲۴ قانون معادن ایران- بند ث که طی آن به دریافت استعلام جهت نبودن محدوده معدنی در حریم اماکن مقدسه و ابنیه تاریخی تصریح شده است). در حقیقت قانون‌گذار به این نکته توجه نموده است که احياناً به نام انجام عملیات معدنکاری، حفاری‌های غیرمجاز به جهت خارج نمودن عتیقه‌جات و یا تخریب آثار و ابنیه باستانی صورت نگیرد. منتهی در اغلب موارد، از در نظر گرفتن وجود معادن باستانی در محوطه پروانه مربوطه غفلت شده و چنین معادنی موردتوجه نبوده و نیستند، چراکه در حقیقت کارشناسان میراث فرهنگی به‌ندرت با آثار معدنکاری باستانی آشنا هستند؛ و متأسفانه چه بسیار معادن باستانی ارزشمندی که تاکنون به دلیل این بی‌توجهی برای همیشه نیست و نابود شده‌اند.

جنبه مهم دیگر آموزش، مربوط به توجه دادن و علاقه‌مند نمودن هر چه بیشتر زمین‌شناسان، مهندسان معدن و معدنکاران به فلزکاری و معدنکاری کهن است. ازآنجا که این متخصصان به جهت تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و معدنی و نیز انجام عملیات

اکتشافی بخش‌های وسیعی از ایران زمین را پیمایش و رصد می‌کنند و با توجه به پراکندگی بسیار قابل توجه آثار فلزکاری و معدنکاری کهن در این سرزمین، این زمین شناسان و معدنکاران می‌توانند ضمن شناسایی اولیه این آثار موقعیت و مشخصات کلی این محوطه‌ها یا معادن را گزارش نمایند (مثلاً از طریق وبگاه تخصصی که در بخش‌های بعدی توضیح داده شده است). از طرفی، به دلیل مراحل قانونی در ثبت و دریافت پروانه بهره‌برداری معدنی، بسیاری از معدنکاران وجود چنین آثاری را در عین اینکه نشانگر خوبی برای وجود ماده معدنی هستند، مُخل فعالیت خود دانسته، سعی در پنهان و یا شاید حتی نابود کردن آن‌ها دارند تا به مشکلی قانونی در ثبت مربوطه برخورد نکنند! نحوه ارائه چنین آموزش‌هایی در کنار به‌کارگیری تمهیدات "انگیزی و تشویقی" برای معدنکاران، از مواردی است که بایستی با برنامه‌ریزی کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن انجام گیرد. جنبه دیگری از آموزش البته آموزش همگانی است که با یاری گرفتن از رسانه‌ها و برگزاری نمایشگاه‌ها و انتشار نشریات متناسب و مرتبط قابل انجام خواهد بود. این جنبه‌ها در بخش ۵ (نشر و نمایش) بیشتر توضیح داده شده‌اند. آشنایی هرچه بیشتر مردم با اهمیت معدنکاری و فلزکاری کهن ضمن ایجاد اعتماد به نفس مثبت در آن‌ها، ایشان را به پاسداران و حافظان چنین میراثی تبدیل خواهد نمود.

به‌هرحال برای اثربخشی آموزش در زمینه‌های فوق‌الذکر، بایستی همکاری تنگاتنگی میان دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی، پژوهشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و رسانه‌های عمومی برقرار باشد تا بخشی از این آموزش حین تحصیل به دانشجویان، بخشی در قالب کارگاه‌های آموزشی به متخصصان و قسمتی از طریق رسانه‌های عمومی به‌تمامی مردم ارائه گردد.

۵-۳) پژوهش

پژوهش به‌طور حتم یکی از ستون‌های اصلی مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن است. در این زمینه، کارهای پژوهشی اساسی که بایستی در نظر گرفته شوند و قابل انجام هستند، در چهار بخش زیر شرح داده شده‌اند:

۵-۳-۱) تهیه آرشیوی از تمامی اطلاعات موجود معدنکاری و فلزکاری کهن ایران

ازجمله کارهای اولیه و مهمی که کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن می‌تواند در قالب ایجاد دستکم دو کار-گروه انجام دهد، مرور تمامی یافته‌های فلزی و اشیاء مرتبط با فلزکاری موجود در موزه‌های سراسر کشور (و در مرحله بعد اشیاء ایرانی موزه‌های خارج از کشور) و نیز فهرست کردن تمامی آثار معدنکاری باستانی تاکنون شناخته شده به‌علاوه تهیه آرشیوی از تمامی اطلاعات و انتشارات موجود است. بخش فلزکاری این پژوهش می‌تواند در صورت همکاری و حمایت موزه‌های کشور، به ساماندهی یافته‌های فلزی و فلزکاری محوطه‌های مهمی همچون سیلک، شوش، اریسمان، زاغه، ابلیس، شهداد و غیره منجر گردد. با توجه به اینکه بر روی اشیاء این محوطه‌ها آزمایش‌ها و مطالعات باستان‌سنجی "سیستماتیکی" انجام نشده است، بخشی از این یافته‌ها می‌توانند با چنین دیدی مطالعه شوند. از سوی دیگر با همکاری سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور می‌توان آرشیوی از اطلاعات موجود معادن باستانی تاکنون شناخته‌شده ایران و محوطه‌های ذوب فلز مرتبط با آن‌ها تهیه نمود. به این ترتیب مجموعه‌ای مدون از تمامی یافته‌های معدنکاری و فلزکاری کهن ایران فراهم می‌آید که درنهایت می‌تواند به تهیه یک کاتالوگ بزرگ چندین جلدی از یافته‌های فلزکاری موجود در تمامی موزه‌های ایران بر اساس دوره زمانی و نیز معادن باستانی و محوطه‌های فلزکاری مربوطه منجر شود. از طرف دیگر آرشیو مربوطه باید شامل فهرست تمامی انتشارات انجام‌شده تاکنون (کتاب‌شناسی) نیز باشد و درنهایت به‌صورت یک بانک اطلاعاتی قابل به‌روزرسانی و سازگار با سامانه اطلاعات مکانی (جی‌آی‌اس GIS) که مشخصات هر معدن و محوطه را روی نقشه به نمایش می‌گذارد تدوین گردد. درنهایت نیز اطلسی از معادن باستانی و محوطه‌های فلزکاری کهن ایران قابل تهیه خواهد بود.

تهیه چنین آرشیوی شامل مطالعه‌ای پایه‌ای است که انجام آن چشم‌انداز ادامه راه را آشکارتر ساخته، ضمن مشخص کردن هر چه بیشتر اهمیت این یافته‌ها، به حفظ و نگهداری بهتر آن‌ها و جلوگیری از به‌در رفتن و یا گم‌نام و یا زایل شدن آن‌ها کمک خواهد کرد. معدنکاری و به‌ویژه فلزکاری صناعی هستند که در طول زمان (از پیش از تاریخ تا دوره‌های تاریخی و امروز) تکامل

و گسترش یافته‌اند، بنابراین، مستندنگاری و بررسی سیر تحول این صنایع از آغاز ساده و فروتنانه‌شان در پیش‌ازتاریخ تا تکامل پیچیده و قابل‌تحسین‌شان در دوره‌های تاریخی از زیربناهای مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران است. باید توجه داشت که در دوره‌های مختلف تاریخ بشر، معدنکاری و فلزکاری تشکیل‌دهنده جزئی از جامعه بوده، ذات و هویت مجزایی از آن نداشته‌اند. در حقیقت این صنایع نشانگر نیازهای جامعه بوده‌اند و بنابراین با ماهیت و هویت جوامعی که به آن‌ها خدمت می‌کرده‌اند مرتبط هستند. از این‌رو، اینجا جایی است که باستان‌شناسان، معدن‌شناسان، موزه‌داران و فلزکاران باید با همکاری هم تصویری فراگیر از جوامع گذشته ارائه کنند. بایستی توجه داشت تاریخ خود را به شکلی یکپارچه به نمایش می‌گذارد و همان‌طور که ما نمی‌توانیم یک اتومبیل را فقط با بحث در مورد نسبت‌های مختلف جعبه دنده آن به‌طور مناسبی توصیف کنیم، تمرکز بر روی بخشی خاص از تاریخ نیز روند اصلی آن را به نمایش نخواهد گذاشت. یک اتومبیل بخش‌های اساسی مختلفی دارد و برای اینکه تصویر مناسبی از آن و عملکرد و حرکتش به دست بیاوریم نیاز داریم که توضیح دهیم چگونه هر بخش با سایر بخش‌ها برهمکنش می‌کند (از شمع تا چرخ‌ها) تا در نهایت خودرو به حرکت درآید (دی هسوس-مذاکره شخصی). بنابراین در برخورد با تاریخ نیز باید همه‌جانبه جستجو و تفکر کنیم و اینجاست که یکی از فواید مطالعات بر روی فناوری‌های کهن از جمله معدنکاری و فلزکاری آشکارتر می‌گردد.

۵-۳-۲) در نظر گرفتن پرسش‌های جدی و قدیمی باستان‌شناسی (در ارتباط با معدنکاری و فلزکاری کهن)

مطالعاتی که از قرن نوزدهم تاکنون بر روی محوطه‌های باستانی غرب آسیا انجام گرفته، ضمن روشن نمودن بخشی از جنبه‌های باستان‌شناسانه این محوطه‌ها، منجر به ایجاد سؤالاتی اساسی درباره منشأ، نحوه تکوین، اشاعه و تکامل معدنکاری و فلزکاری کهن شده است که تاکنون بی‌پاسخ مانده‌اند و یا فقط سرنخ‌های جزئی برای حل آن‌ها به‌دست آمده است. از جمله این سؤالات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: دقیقاً چه ذخایر معدنی و کانسارهایی، تأمین‌کننده مواد خام فلزی محوطه‌های فلزکاری بوده‌اند؟ گاهنگاری فعالیت‌های معدنی باستانی چگونه بوده است؟ چه منابعی تأمین‌کننده مس طبیعی، چه منابعی تأمین‌کننده آلیاژ مس-ارسنیکی و چه منابعی تأمین‌کننده آلیاژ مفرغ (قلعی) بوده‌اند؟ منشأ قلع باستانی برای تولید مقادیر عظیمی از اشیاء مفرغی کجا بوده است؟ آیا منبع و کانسارهای قلع یا مس-قلع در منطقه وجود دارد (که امروزه مشخص شده که پاسخ مثبت است [35-37])؟ روند و فرآیند عبور از تولید مس طبیعی به مس آلیاژی چه بوده است؟ آیا مردمان دشت برای معدنکاری به ارتفاعات می‌رفته‌اند و یا اینکه سنگ معدن موردنیاز خود را از طریق معامله و تجارت با مردمان کوهستان به دست می‌آورده‌اند؟ محصولات تولیدشده در محوطه‌های ایران چه مسیر صادراتی را می‌پیموده است [38]؟

البته اگرچه این‌ها سؤالات مهمی هستند ولی در حقیقت شامل جزییاتی از یک کل هستند و رسیدن به پاسخ این سؤالات نباید هدف نهایی کار باشد بلکه به‌عنوان قطعه‌ای برای تکمیل یک تصویر بزرگ‌تر در نظر گرفته شود. درواقع، شرایط اجتماعی که متکی به این فعالیت‌ها هستند (و موجب افول یا توسعه آن‌ها شده‌اند) بسیار مهم‌تر از نتایج آنالیزی هستند که نشان می‌دهند چگونه ارسنیک در تولید آلیاژ بکار می‌رفته است. به عبارت دیگر، اهمیت فناوری‌ها و ارتباط آن‌ها با مردم و جوامع درگیر در معدنکاری بایستی موردتوجه قرار گیرد. ذوب و استحصال فلز بدون فعالیت انسانی صورت نمی‌گرفته است و این برای ما مهم است که تشخیص دهیم چه کسی چه کاری را برای چه کسی انجام می‌داده و چرا؟ معمولاً آنچه در ادبیات باستان‌شناسی مسکوت می‌ماند توصیف بازیگران اصلی است. معدنکاران چه کسانی هستند؟ چه کسانی فلزکار هستند؟ از کجا آمده‌اند؟ چه کسانی غذای آن‌ها را تأمین می‌کند؟ چه کسی مسکن آن‌ها را تأمین می‌کند؟ چه کسی وسایل حمل‌ونقل را فراهم می‌کند؟ سوخت آن‌ها از کجا تأمین می‌شود؟ درختان؟ بسیارخوب چه کسی درختان را می‌برد؟ چه کسی محصولات را حمل می‌کند؟ زنجیره عملکرد (Chaîne opératoire) چگونه بوده است؟ بالا و پایین این شبکه را چه کسانی یا گروه‌هایی تشکیل می‌داده‌اند؟ ارتباط و پیوستگی بین معدنکاران و مشتریان چه بوده است؟ معدنکاران چگونه برای اولین بار معدن‌ها را پیدا می‌کردند؟ آیا این چوپانان بودند که به‌طور اتفاقی کانسارها را پیدا می‌کردند و یا اکتشافگرهایی وجود داشتند؟ آیا اکتشاف به‌طور اتفاقی بوده است و

یا طراحی شده؟ روش‌های معمول معدنکاری در دوره‌های مختلف چگونه بوده است؟ معدنکاری روباز و زیرزمینی چگونه باهم در ارتباط بوده و یا همپوشانی داشته‌اند؟ (شامل ایده‌هایی از دی هیسوس-مذاکره شخصی). همه این‌ها در کنار سؤالات فنی مرتبط (مانند سؤالات مطروحه در سطور بالا) بایستی در مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن ایران موردتوجه قرار گیرند.

یکی دیگر از جنبه‌های جالب و مهم از مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن به‌کارگیری اطلاعات موجود در متون کهن (از متون کهن میانرودان (بین‌النهرین) گرفته تا متون تاریخی تا دوران قاجار) است که گاه اطلاعات ذی‌قیمتی را در مورد معادن، موقعیت آن‌ها، نحوه کار بر روی آن‌ها و نیز فعالیت‌های استحصال و ذوب فلز در اختیار می‌گذارند. چنین اطلاعاتی می‌تواند در مکان‌یابی و جانمایی معادن باستانی و مطالعات منشاء‌یابی مرتبط با آن‌ها و نیز مطالعات فناوریانه بر روی فلزکاری کهن موردتوجه قرار گیرند. در این مورد بایستی از اطلاعات متخصصان زبان‌های باستانی (سومری، اکدی، آشوری، ایلامی، پارسی باستان، پهلوی، سغدی و غیره) و نیز تاریخ‌دانان و مورخان و همین‌طور کتاب‌های کهن (مانند الجواهر فی معرفته الجواهر از ابوریحان بیرونی و یا سفرنامه ابودلف) یاری جست. باوجوداینکه اغلب، ارتباط کاری و تبادل دانشی چندان خوبی میان باستان‌شناسان، زبان‌شناسان و تاریخ‌دانان برقرار نیست، ولی می‌توان با ایجاد و تقویت چنین تبدالی بین این متخصصان باهدف مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن به اطلاعات مهمی در راستای کمک به این مطالعات رسید.

در مورد این جنبه از پژوهش، به‌عنوان مثال می‌توان از معادنی که در متون کهن هزاره سوم پیش از میلاد با عناوینی چون کیماش (Kimash)، آدم دون (AdamDUN) و ابولات (Abullat) از آن‌ها نام برده شده (هلوینگ-مذاکره شخصی) و یا سرزمین‌های غنی از مواد معدنی آرته (Aratta) یا ماگان (Magan) که در متون هزاره‌های دوم و سوم پیش از میلاد از آن‌ها یاد شده است نام برد. از طرفی متونی نیز هستند (مانند متون تل ملیان) که به تولید و تجارت مقدار زیادی مواد و اشیاء فلزی اشاره می‌کنند درحالی‌که تاکنون چنین اشیایی یافت نشده‌اند (هلوینگ-مذاکره شخصی). جستجو برای یافتن چنین معادن و یا اشیایی بر اساس توصیفات متون کهن و نیز داده‌های جدید زمین‌شناسی و معدنکاری می‌تواند کمکی مهم در حل معماهای باستانی بنماید. درواقع چنین جنبه‌ای در مطالعات میدانی سامانمند برای معدنکاری و فلزکاری کهن (که در ادامه بیشتر به آن پرداخته شده) بایستی موردتوجه جدی قرار گیرد تا بدین ترتیب احیاناً بعضی از این معادن جانمایی گردند.

۵-۳-۳) انجام عملیات میدانی سامانمند در مناطق دارای پتانسیل بالای آثار فلزکاری و معدنکاری کهن

با توجه به موارد فوق‌الذکر و نیز داده‌های موجود در مورد معدنکاری باستانی ایران، می‌توان تعدادی از مناطق معدنی ایران را جهت پیمایش برای یافتن و مستندنگاری آثار معدنکاری و فلزکاری کهن در نظر گرفت. البته به دلیل وسعت زیاد ایران زمین و نیز فراوانی قابل‌توجه آثار فلزکاری و معدنکاری کهن، چنین انتخابی آسان نخواهد بود. به هر رو، مناطق دارای پتانسیل بالای معدنی که معدنکاری مدرن در آن‌ها با سرعت در حال گسترش است و نیز مناطق اطراف محوطه‌های باستانی که یافته‌های فلزی و یا سنگی قابل‌توجهی از آن‌ها به دست آمده است می‌توانند به‌عنوان اولویت‌های اول چنین مطالعاتی در نظر گرفته شوند. تاکنون عملیات مشابهی در ایران و سایر کشورهای جهان در همین زمینه به انجام رسیده که اغلب به نتایج بسیار سودمندی نیز منتهی شده‌اند. البته کارهای انجام‌شده در ایران از نظر حجم با توجه به وسعت کشور چندان قابل‌توجه نبوده است. ازجمله عملیات میدانی سامانمند در ایران می‌توان به پژوهش‌های میدانی ورتایم، اسمیت و همکاران در سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۴۷ [9,12] و نیز عملیات میدانی در قالب پروژه اریسمان در مناطق نطنز و انارک طی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۴ [24,39,40]، عملیات میدانی مرتبط با طرح بازنگری سیلک در منطقه کاشان در سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۵ [41-44] و عملیات میدانی در منطقه تکاب در سال ۱۳۸۷ [32] اشاره کرد. در پروژه‌های فوق‌الذکر، منطقه‌ای (نسبتاً) وسیع به‌منظور شناسایی، نمونه‌برداری و مطالعه معادن کهن و محوطه‌های فلزکاری وابسته موردبررسی میدانی قرار گرفت و در گزارش نهایی و مقالات مرتبط با آن‌ها مشخصات عمومی کارهای معدنی و خصوصیات باستان‌سنجی آن‌ها موردبحث واقع شد.

ازجمله چنین کارهایی در خارج از ایران می‌توان به کار انجام‌شده در صحرای سینا و صحرای شرقی کشور باستانی مصر اشاره نمود [45]، که طی آن مطالعات آرکئومتالورژی توسط یک گروه مصری-آلمانی در منطقه وسیعی از شرق این کشور به‌منظور

بررسی و یافتن آثار معدنکاری و فلزکاری کهن مربوطه به دوره پیش از تاریخ انجام شد و نمونه‌هایی نیز مورد مطالعات آزمایشگاهی (به منظور سنیابی، منشأیابی و تشخیص ماهیت) قرار گرفتند.

با توجه به کارهایی که تاکنون در ایران مرکزی انجام شده است، منطقه کرمان و منطقه لرستان برای آغاز چنین عملیاتی پیشنهاد می‌شوند. منطقه کرمان از این نظر اهمیت دارد که از یک سو میزبان محوطه‌های باستانی بسیار کهن تل ابلیس و تپه یحیی، کنار صندل (جیرفت) و شهداد با آثار فلزی قابل توجه بوده و از سوی دیگر به دلیل پتانسیل بالای معدنی، معدنکاری مدرن با سرعت بسیار بالایی در این استان در جریان است که می‌تواند به تخریب سریع و غیرقابل بازگشت آثار معدنکاری و فلزکاری کهن منجر گردد. منطقه لرستان و به ویژه بخش شرقی آن نیز برای پی‌جویی آثار معدنکاری مرتبط با قلعه باستانی که نشانه‌های اولیه آن در منطقه پیدا شده است [35-37] توصیه می‌گردد.

۵-۳-۴) تقویت زیرساخت‌های آزمایشگاهی و علمی برای مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن

امروزه یکی از ملزومات اساسی در مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن استفاده از تجهیزات پیشرفته آنالیزی و آزمایشگاهی است. متأسفانه بسیاری از مؤسسات پژوهشی علوم زمین و سایر علوم وابسته در کشور ما (به دلایل مختلف از جمله تحریم‌های خارجی) نتوانسته‌اند خود را از این نظر مطابق استانداردهای جهانی بروز نمایند، بطوریکه روش‌های آنالیزی که برای دهه‌ها (اغلب بیش از پنج دهه) در کشورهای پیشرفته مورد استفاده هستند و امروزه به کارگیری آن‌ها امری معمول و ضروری در بسیاری از مطالعات مختلف علوم زمین و علوم باستان‌شناسی است هنوز در کشور ما یا اصلاً وجود ندارند و یا فقط به طور بسیار محدودی مورد استفاده هستند. از جمله این روش‌ها و دستگاه‌ها می‌توان به دستگاه‌های سنیابی کربن ۱۴ (برای بررسی مواد آلی همراه یافته‌های معدنکاری همچون زغال و چوب)، روش‌های آنالیز و سنیابی ایزوتوپی و نیز دستگاه‌های میکروپروب نام برد. از این رو بایستی هم‌زمان با فعال‌سازی مطالعات معدنکاری و فلزکاری کشور چنین تجهیزاتی نیز به طور متناسب تأمین گردند. البته در کنار تأمین تجهیزات، آموزش نیروی انسانی متخصصی که بتواند برای طولانی مدت (و به شکلی پایدار) دستگاه‌های تهیه‌شده را به طور بهینه کاربری نموده و آن‌ها را سرپا نگاه دارد، به همان اندازه خرید تجهیزات (اگرچه بیشتر) اهمیت دارد. به طور کلی بسیاری از تجهیزات پیشرفته آنالیزی علاوه بر نیاز به داشتن کاربران متبحر و متخصص باید به طور مستمر در ارتباط با کارخانه سازنده باشند تا هرگونه نقص لوازم و یا اشکالات حین کار به شکلی مناسب و در کوتاه‌ترین زمان برطرف گردد. درواقع، داشتن دستگاه‌های بروز و مدرن تنها در کنار داشتن نیروی انسانی متخصص و ماهر و تأمین خدمات پس از فروش مناسب از سوی کارخانه سازنده است که معنی پیدا کرده، منجر به دریافت نتایج آنالیز صحیح و دقیق می‌گردد.

به طور کلی بدون تأمین تجهیزات مدرن آزمایشگاهی، مطالعات قابل توجه و اساسی فلزکاری کهن عملاً امکان‌پذیر نخواهد بود و یا اینکه فقط در سایه وابستگی فراوان به مؤسسات خارجی قابل انجام است، که البته مورد دوم در هر صورت بهتر از انجام ندادن کار خواهد بود! و در صورت تأمین بودجه مناسب قابل انجام است.

اگرچه پژوهشکده حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی-فرهنگی در سال‌های دور به طور نسبتاً مناسبی با دستگاه‌های آنالیزی مختلفی تجهیز شده بوده، ولی امروزه به دلایل گوناگون این تجهیزات پاسخگوی احتیاج فزاینده پژوهش‌های مرمتی و نیز مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن نیستند و بنابراین نیاز به بازسازی و تجهیز این آزمایشگاه‌ها قویاً احساس می‌گردد. از جمله تجهیزات و دستگاه‌هایی که برای مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن ضروری هستند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- دستگاه‌ها و تجهیزات "آنالیز عنصری" با دقت و صحت بالا و حد حساسیت مناسب. بخشی از دستگاه‌های آنالیزی بایستی با توجه به آسیب‌پذیر بودن اشیاء باستانی، از نوع "غیرتخریبی" باشند. در این مورد، تأمین یک دستگاه ICP-MS در کنار یک دستگاه XRF می‌تواند بسیار راهگشا باشد. البته قابل ذکر است که برای استفاده از روش و دستگاه ICP-MS علاوه بر اتاقی مناسب برای خود دستگاه به یک اتاق تمیز برای آماده‌سازی نمونه‌ها به روش‌های شیمیایی نیز نیاز است. تهیه یک دستگاه XRF قابل حمل و یا دستی که عملاً به صورت غیرتخریبی به آنالیز نمونه‌ها و یا اشیاء می‌پردازد نیز در این زمینه ضروری خواهد بود.

- دستگاه‌ها و ابزار "کانی‌شناسی". شامل دستگاه XRD.

-دستگاه‌ها و ابزار "نوری و/پتیکی" برای کانی‌شناسی و شناخت مواد شامل: میکروسکوپ‌های پلاریزان کانه‌نگاری، پتروگرافی و متالوگرافی، انواع لوپ، میکروسکوپ و وسایل تصویربرداری.

- "میکروسکوپ الکترونی" از نوع میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و یا میکروپروب (EPMA) و یا میکروسکوپ انتقال الکترونی (TEM)

-دستگاه‌های مرتبط با "سن‌سنجی" شامل رادیوکربن و ترمولومینسانس که خود به تأمین مکان مناسب، تهیه دستگاه و تأمین کارشناسان نیاز دارد. این بخش موردی اساسی برای مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن است.

-طیف‌سنجی جرمی جهت انجام "مطالعات/یزوتوپی" (مانند سرب)

همان‌گونه که پیش‌تر عنوان شد، وجود این دستگاه‌ها تنها در کنار داشتن نیروی انسانی ماهر معنی پیدا می‌کند، چراکه به دست آوردن پاسخ صحیح و دقیق از آنالیزها بدون عملکرد مناسب کاربران دستگاه‌ها و کارکنان آزمایشگاه عملاً ناممکن خواهد بود.

یکی دیگر از تحقیقات جالب و مؤثری که می‌توان در مورد معدنکاری و فلزکاری کهن انجام داد، شبیه‌سازی عملیات فلزکارانه (اکسپریمنتال آرکئومتالورژی Experimental archaeometallurgy) بر روی کانسنگ معادن مختلف ایران و مقایسه نتیجه حاصله با نتیجه حاصل از مطالعه اشیاء باستانی است. چنین کاری که به بررسی و درک روند احتمالی استفاده از فناوری بکار رفته نیز کمک می‌کند، به وجود تجهیزات و محوطه‌ای مناسب برای بازسازی کوره‌ها و بوت‌های باستانی با مواد مشابه بکار رفته در دوران کهن نیاز دارد. در این زمینه، یکی دیگر از موارد بسیار کمک‌کننده و مهم استفاده از دانش و تجربه استادکاران صنایع دستی ایران و فنون و فن‌هایی است که هنوز (در بعضی موارد شاید پس از طی هزاره‌ها با کمترین تغییر) در کارگاه‌های سنتی و بازارهای ایران بکار گرفته می‌شوند (پیگوت-مذاکره شخصی).

۴-۵) حفاظت و نگهداری از تعدادی از معادن کهن شاخص

با توجه به اینکه هم‌اکنون بخشی از معادن باستانی ایران در حال اکتشاف، استخراج و بهره‌برداری هستند، می‌توان با توافقی که از طریق کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن با شرکت‌ها یا مؤسسات مربوطه صورت می‌گیرد، نقشه‌برداری و مستندنگاری کاملی از تمامی بخش‌های دارای معدنکاری کهن در هر معدن انجام داد و سپس بخش‌های شاخصی از این معادن را به‌صورت مسطوره و مجزا از معدنکاری مدرن مستثنی کرده (و احتمالاً محصور کرد)، اجازه معدنکاری در سایر بخش‌های معدن را صادر نمود. به این ترتیب بخش‌های شاخص کارهای قدیمی برای مطالعات آینده توسط زمین‌شناسان و باستان‌شناسان حفظ خواهند شد.

علیرغم وجود تعداد زیادی از معادن باستانی در کشور، تاکنون فقط شمار بسیار کمی از آن‌ها مورد مطالعات باستان‌شناسی معدنی (شامل حفاری باستان‌شناسی و گاه‌نگاری) قرار گرفته‌اند و اطلاعات اصلی ما از بعضی از آن‌ها بر اساس یافته‌های سطحی است. بر این اساس در بهترین حالت می‌توان چنین معادنی را از نظر سن به انواع پیش‌ازتاریخ (بر اساس یافت شدن چکش سنگی در آن‌ها) و تاریخی (بر اساس وجود قطعات سفالی سطحی شامل لعاب‌دار و بدون لعاب) و اسلامی تقسیم‌بندی نمود. این درحالی‌است که بعضی معادن طی چندین دوره (از پیش‌ازتاریخ تا دوره‌های بعدی) مورد بهره‌برداری بوده‌اند و آثار قدیمی‌تر معدنکاری توسط کارهای جدیدتر پوشیده شده‌اند که فقط نقشه‌برداری و حفاری دقیق باستان‌شناسی است که می‌تواند فعالیت معدن را در دوره‌های مختلف نشان دهد.

در صورت انجام مطالعات باستان‌شناسی معدن (همراه با مطالعات سن‌یابی و باستان‌سنجی مربوطه) بر روی تعدادی از معادن کهن ایران می‌توان در درازمدت گاه‌نگاری مستند و قابل قبولی از معدنکاری باستانی ایران در دست داشت. برای این منظور بایستی برای شروع، بر اساس اطلاعات موجود، چند معدن پیش‌ازتاریخ (مانند سرب و نقره شاکین، قلعه-مس-طلای ده حسین، سرب و نقره انارو، مس باغ قرق)، چند معدن دوره تاریخی (مانند سرب و نقره نخلک، آهن هنشک، آهن گل‌گهر)، چند معدن دوره اسلامی (مانند معدن کبالت قمصر، معدن کمجان نطنز) و نیز چند معدن از دوره پهلوی اول که به‌ویژه توسط معدنکاران آلمانی و روس مورد بهره‌برداری بودند را مورد بررسی قرار داد. به هر حال پس از تهیه آرشیوی که در بخش ۳-۱ پیشنهاد گردیده

است و مشخص شدن فهرست و مشخصات اولیه معادن موجود می‌تواند در مورد انتخاب معادن برای مرحله اول بررسی بهتر تصمیم‌گیری نمود.

۵-۵) نشر و نمایش

در اینجا به یکی از مهم‌ترین بخش‌های پیشنهادی نقشه راه اشاره می‌شود که همانا به نمایش درآوردن و در معرض گذاشتن مطالعات انجام‌شده برای کارشناسان و نیز عموم مردم است. نمایش دستاوردهای مطالعاتی معدنکاری و فلزکاری کهن، ضمن هرچه بیشتر مشخص نمودن اهمیت معدنکاری و فلزکاری کهن در تاریخ و فرهنگ ایران‌زمین و بالا بردن آگاهی مردم از تاریخ گذشته بشر و سیر تحول فناوری، آن‌ها را نسبت به حفظ چنین آثاری متوجه و علاقه‌مند نموده، می‌تواند حتی درآمدزا نیز باشد. باید توجه داشت که تاریخ متعلق به عموم مردم است و باید آن‌چنان شیوا روایت شود که همه مردم آن را درک و دنبال کنند و قدر آن را بدانند. این وظیفه ماست که مفاهیم پیچیده تاریخی را طوری ترجمه کنیم که برای عموم مردم قابل‌درک باشد. انتقال مفاهیم به عموم (Public outreach) باید جزئی از مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن باشد. در انتقال چنین مفاهیمی، بخش‌ها و افرادی همچون موزه‌ها، نمایشگاه‌ها، همایش‌های علمی-تخصصی، فیلم‌ها، انتشارات علمی (کتاب، کاتالوگ و مقاله) و نشریات آموزشی، وبگاه‌های تخصصی و نیز راهنمایان تورها همگی می‌توانند ایفای نقش نمایند. در این مورد ایجاد یک وبگاه تخصصی که ارائه‌دهنده اطلاعات موجود درباره مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن است و بعدها می‌تواند میزبان آرشیو پیشنهادشده در بخش ۳-۱ بوده شامل درگاهی برای ارتباط دوسویه با متخصصان و مردم برای معرفی یافته‌های احتمالی جدید آن‌ها باشد توصیه می‌گردد. وبگاه منابع تخصصی باستان‌شناسی جنوب شرق آسیا (<http://seasia.museum.upenn.edu/>) که توسط دانشگاه پنسیلوانیا راه‌اندازی شده و اداره می‌شود، می‌تواند مثال اولیه مناسبی برای ایجاد چنین وبگاهی باشد (پیگوت-مذاکره شخصی).

در راستای نمایش اهمیت معادن و محوطه‌های باستانی فلزکاری، بایستی به مفاهیمی همچون "ژئوتوریسم (Geotourism)" و "آرکئوتوریسم (Archaeotourism)" معادن و محوطه‌های فلزکاری کهن نیز توجه جدی نمود. در حقیقت تعداد زیادی از مردم علاقه‌مند به دانستن مطالب بیشتر در مورد سیر تکامل تکنولوژی از روزگاران کهن به شکل دیداری هستند. با توجه به اینکه اغلب معادن باستانی و بسیاری از محوطه‌های فلزکاری کهن ایران در درون و یا کنار رخنمون‌ها و ساختارهای زمین‌شناسی چشم‌نواز و بعضاً شگفت‌انگیز قرار دارند، می‌توان با سامان‌دهی تعدادی از معادن باستانی ایران که همه این قابلیت‌ها را به‌صورت یکجا در خود دارند، فصل جدیدی در ژئوتوریسم و آرکئوتوریسم گشود. به این ترتیب ضمن بالا رفتن آگاهی مردم از اهمیت سنگ‌ها و کانی‌ها در زندگی گذشتگان (و البته در زندگی امروز)، هوشیاری آنان نسبت به قدرشناسی و پاسداری از چنین بخش‌هایی افزایش خواهد یافت. در این مورد معدنی همچون معدن نخلک در منطقه انارک در مرکز ایران، می‌تواند به‌عنوان مثال اولیه ایده آلی مطرح شود، چراکه هم دارای آثار معدنکاری کهن و تأسیسات وابسته به آن (شامل آتشکده و قلعه ساسانی) و هم دارای قسمت‌های معدنکاری مدرن شامل تونل و چاه و کارخانه فراوری و مکان‌هایی برای اسکان است.

یکی از ایده‌آل‌ها در این راستا، تأسیس موزه معدنکاری و فلزکاری کهن (یا به‌طور کلی موزه معدن) و یا موزه فناوری‌های کهن و بومی ایران خواهد بود. تأسیس چنین موزه‌ای هم به نفع معدنکاری مدرن ایران و هم به نفع پاسداری از میراث کهن معدنکاری و فلزکاری ایران خواهد بود. امروزه بیشتر مردم توجه چندانی به اهمیت کانی‌ها و سنگ‌ها در زندگی روزمره ندارند درحالی‌که در یک کشور پیشرفته، هر انسان در طول زندگی خود به‌طور متوسط حدود ۱/۸ میلیون تن کانی، فلز و سوخت مصرف می‌کند. از سوی دیگر با توسعه جوامع بشری نیاز به کانی‌ها و مواد معدنی روزبه‌روز افزایش پیدا می‌کند. برای روشن کردن اهمیت و تأثیر قابل‌توجه کانی‌ها، سنگ‌ها و معدنکاری آن‌ها برای عامه مردم، موزه‌ها (و شاید مینرال پارک‌ها) رسانه و ابزارهای بسیار مناسبی هستند. با آشنایی بیشتر عموم مردم با این مقوله، از یک‌طرف، توسعه اکتشاف و استخراج مواد معدنی در کشور آسان‌تر و بهتر انجام خواهد شد و تصور «گنج بودن» معدن به‌تدریج در نظر عموم مردم کمرنگ شده، «رنج» و «همت» قابل‌توجه موردنیاز برای معدنکاری برای آن‌ها روشن‌تر خواهد شد. از طرف دیگر نیز، مردم با آشنایی بیشتر با خلاقیت و همتی که گذشتگان‌شان در معدنکاری و فلزکاری به نمایش گذاشته و رنجی که در این زمینه متحمل شده‌اند، قدر سرزمین، تاریخ و

داشته‌های خود را بهتر دانسته در حفظ و نگهداری آن‌ها بیشتر کوشا خواهند بود. متأسفانه علیرغم تاریخ کهن و درخشان معدنکاری و فلزکاری در ایران، تاکنون موزه و یا مجموعه‌ای که سیر پیشرفت این دانش و صنعت دیرپا را حداقل برای خود ایرانیان به نمایش بگذارد، در این کشور پهنور تأسیس نشده است. این در حالی است که بسیاری از کشورهای دنیا که تاریخ معدنکاری بسیار کوتاه‌تری از ایران دارند، این تاریخ خود را در شهرها و حتی روستاهای متعدد در قالب موزه و نمایشگاه دائمی در معرض دید جهانیان قرار داده‌اند.

از دیگر کارهایی که می‌توان در جهت نمایش اهمیت مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن و در راستای اهداف کمیته این مطالعات در آغاز راه در نظر گرفت، ساماندهی همایش تخصصی بین‌المللی (همانند آنچه در سال ۱۳۷۶ برگزار شد) است که بلافاصله پس از شکل‌گیری و جا افتادن کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن قابل انجام خواهد بود (وینسنت پیگوت و غلامرضا رحمانی-مذکره شخصی). بدین ترتیب توجه مسئولان ایرانی و نیز متخصصان بین‌المللی به این مقوله بیشتر جلب خواهد شد و زمینه‌های همکاری‌های ملی و بین‌المللی با راحتی بیشتری فراهم خواهد گشت.

۶. پیشنهادهایی برای تأمین بودجه بررسی‌ها و طرح فوق‌الذکر

واضح است که انجام مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن به شکل کارآمد و مناسب نیازمند منابع مالی و بودجه متناسب خواهد بود. البته بخشی از چنین منابع مالی می‌تواند از بودجه پژوهشی سازمان‌های درگیر (سازمان میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری کشور، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، دانشگاه‌ها و...) تأمین شود که البته این در صورتی قابل انجام است که مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن و اهمیت آن توسط دستگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی ذی‌ربط درک شده و چنین مطالعاتی اساساً به رسمیت شناخته شوند. بخش دیگری از بودجه نیز می‌تواند از طریق تعامل با بخش معدن کشور و همین‌طور برگزاری نمایشگاه‌های مرتبط تأمین گردد. روشن است که بخش معدن در حالت معمولی رغبتی به هزینه کردن در مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن نخواهد داشت، ولی با تعامل سازنده بین دستگاه‌های مختلف-از طریق کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن- می‌توان امتیازهایی تشویقی برای معادنی که به حفظ و نگهداری بخشی از آثار معدنکاری قدیمی در محدوده معدنی خودشان می‌پردازند در نظر گرفت. این امتیازها می‌تواند شامل بخشودگی درصدی از حقوق دولتی و یا مالیات معادن باشد. چنین امتیازهایی را می‌توان برای معادنی که بخشی از درآمد خود را به پژوهش در مورد معدنکاری کهن تخصیص می‌دهند نیز در نظر گرفت. این مشوق‌ها در کنار جریمه‌هایی که برای تخریب پنهانی آثار معدنکاری کهن در نظر گرفته می‌شوند، می‌توانند به‌عنوان منابع مالی کمکی-در کنار بودجه پژوهشی سازمان‌های مربوطه- در راستای توسعه مطالعات و نیز حفاظت از معادن و محوطه‌های فلزکاری باستانی عمل نمایند.

۷. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

اگرچه مطالعات منفرد و پراکنده‌ای طی سال‌های گذشته و در حال حاضر بر روی معدنکاری و فلزکاری کهن ایران (اغلب بر اساس علاقه شخصی پژوهشگران) انجام گرفته است، ولی چنین حجمی از پژوهش برای سرزمینی به این وسعت و با تاریخی چنین کهن و بااهمیت در توسعه و تکامل فناوری قطعاً درخور و شایسته نخواهد بود. در نوشتار حاضر ضمن مرور کلی تاریخچه، چالش‌ها و آسیب‌های موجود درراه مطالعه معادن باستانی و محوطه‌های فلزکاری و اشیاء فلزی باستانی ایران، پیشنهادهایی برای فعال‌سازی چنین مطالعاتی ارائه گردید که شاهبیت آن‌ها راه‌اندازی مجدد کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن است. چنین کمیته‌ای بایستی با مشخص نمودن اولویت‌ها در مطالعات موردنظر، اهمیت و گستره معدنکاری و فلزکاری کهن ایران‌زمین را ابتدا برای مردمان خود این سرزمین و سپس برای جهانیان به نمایش بگذارد. درنهایت انجام چنین مطالعاتی می‌تواند منجر به تدوین تاریخچه و اطلس معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران گردد که خود نقش و اهمیت ایران در معدنکاری و فلزکاری کهن در طول تاریخ جهان را به نمایش می‌گذارد.

باید توجه داشت که انجام مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن صرفاً جنبه پژوهشی نخواهد داشت بلکه با بالا بردن آگاهی مردم و متخصصان نسبت به مطالعات مرتبط، میزان مشارکت آنان را در پاسداری و قدرشناسی از میراث گذشتگان افزایش داده، احتمال ایجاد آسیب‌های مربوطه را کم خواهد نمود و درعین حال می‌تواند در جای خود درآمد مناسبی را نیز ایجاد نماید. درنهایت، اولویت‌های اصلی در مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن (در حال حاضر) را می‌توان به ترتیب به بخش‌های زیر خلاصه نمود:

- راه‌اندازی مجدد کمیته مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن با شرکت سازمان‌های ذی‌ربط.
 - تعامل جدی بخش معدن و سازمان میراث فرهنگی در جهت منافع هر دو گروه و نتیجتاً منافع ملی.
 - تهیه آرشیوی از معادن باستانی و نیز یافته‌های فلزکاری کهن ایران و درنهایت تهیه تاریخچه و اطلس معادن باستانی و محوطه‌های فلزکاری کهن ایران.
 - تقویت زیرساخت‌های آنالیزی و علمی و تجهیز آزمایشگاه‌های مرتبط برای مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن.
 - پژوهش در جنبه‌های مختلف مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن شامل باستان‌شناسی معدن و گاهنگاری معادن باستانی ایران با مشارکت فعال بخش خصوصی.
 - انتشار نتایج پژوهش‌ها و تقویت زیرساخت‌های به نمایش گذاشتن معدنکاری و فلزکاری کهن.
- که البته انجام موارد فوق می‌تواند با همکاری و تبادل سازنده با مؤسسات تخصصی بین‌المللی صورت گیرد.
- امید است که با مساعدت پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی و پشتیبانی سازمان میراث فرهنگی و سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و وزارت صنعت، معدن و تجارت قدمی محکم در انجام چنین مطالعات مهمی در کشور برداشته شود. در این راستا، مجری طرح (با برخورداری از پشتیبانی همکار طرح) آماده ارائه توضیحات و مشاوره و نیز تبادل نظر بیشتر در هر یک از موارد ذکرشده در این گزارش خواهد بود.

سپاسگزاری

نوشتار حاضر خلاصه‌ای است از طرح پژوهشی شماره ۹۵۲۱۴۱/۲۰/۳۵۲۷ که در سال ۱۳۹۶ برای پژوهشکده حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی-فرهنگی به سرپرستی نگارنده نخست به اجرا درآمده است. نگارندگان مقاله میل دارند بدین‌وسیله مراتب سپاس خود را از پژوهشکده حفاظت و مرمت و نیز آقایان جبرئیل نوکنده ریاست محترم موزه ملی ایران، غلامرضا رحمانی، معاونت محترم پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی و آقای حمید فدایی به سبب حمایت و پشتیبانی‌شان ابراز دارند. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران با در اختیار گذاشتن فرصت مناسب و دست‌باز برای مجری طرح، شرایط را برای انجام کار تسهیل نمود که قابل‌تقدیر است. در تهیه این پژوهش علاوه بر نظرات و تجربیات مجری و همکار طرح، از نظرات و توصیه‌های متخصصان جهانی در رشته‌های باستان‌شناسی، باستان‌شناسی معدن و باستان‌سنجی استفاده شده است که بدین‌وسیله از حمایت آن‌ها سپاسگزاری می‌گردد. متخصصانی که مورد مشورت جدی مجری طرح قرار گرفته و در تهیه این گزارش از توصیه‌هایشان استفاده شده به شرح زیر هستند:

- دکتر پرنیتیس دی‌هی‌سوس (Prentiss de Jesus) باستان‌شناس و رئیس پیشین موسسه تحقیقات آمریکا در ترکیه (American Research Institute in Turkey) با تمرکز بر روی فلزکاری و معدنکاری کهن آناتولی
- پروفسور وینسنت پیگوت (Vincent Pigott) باستان‌شناس و متخصص فلزکاری کهن، استاد سابق دانشگاه کالج لندن و محقق دانشگاه نیویورک
- پروفسور باربارا هلوینگ (Barbara Helwing) باستان‌شناس و استاد دانشگاه سیدنی استرالیا باتجربه چندین ساله بر روی محوطه‌های (فلزکاری) باستانی ایران و غرب آسیا
- پروفسور ارنست پرنیتسکا (Ernst Pernicka) ژئوشیمیست و باستان‌سنج از دانشگاه هایدلبرگ و مرکز باستان‌سنجی کورت-انگلهورن مانهایم آلمان و از پژوهشگران پروژه‌های اریسمان و سیلک و بسیاری محوطه‌های فلزکاری جهان باستان

- پروفیسور توماس اشتولنر (Thomas Stöllner) باستان‌شناس معدن در موزه معدن و استاد دانشگاه بوخوم آلمان و از پژوهشگران اصلی محوطه‌های معدنی و شنوه و چهر آباد و بسیاری محوطه‌های معدنکاری کهن جهان باستان
- در پایان، مجری طرح (نگارنده نخست) مایل است که زحمات همکار گرامی طرح آقای دکتر مرتضی مؤمن‌زاده و نیز آقای دکتر عبدالرسول وطن‌دوست و خانم دکتر زهرا هزارخانی را در بنیان نهادن مطالعات منسجم معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران ارج نهاده، برای ایشان آرزوی تندرستی و توفیق روزافزون نماید.

References

- [1] Roberts BW, Thornton C. Archaeometallurgy in global perspective: methods and syntheses. Springer Science & Business Media; 2014.
- [2] Wertime TA. Man's first encounters with metallurgy. In: Caldwell, editor. Sci. 146, 1257-1268. 1967 A Metall. Exped. Through Persian Desert, vol. 146, American Association for the Advancement of Science; 1964, p. 1964.
- [3] Moorey PRS. Ancient mesopotamian materials and industries: the archaeological evidence. Clarendon 1994.
- [4] Pigott VC. A heartland of metallurgy: Neolithic/Chalcolithic metallurgical origins on the Iranian Plateau. In: Hauptmann, E. Pernicka TR and ÜY, editor. Beginnings Metall. Proc. Int. Conf. Bochum 1995. Der Anschnitt, Beih. 9, Bochum: 1999, p. 107-20.
- [5] Thornton CP. The emergence of complex metallurgy on the Iranian Plateau. Archaeometall. Glob. Perspect., Springer; 2014, p. 665-96.
- [6] Malek Shamirzadi S. A short history of archaeological research in Iran. In: Stöllner T., Slotta R. VA, editor. Persias Anc. Splendour (Persiens Antike Pr. Mining, Handicr. Archaeol. Dtsch. Bergbau-Museum Bochum, Germany: 2004, p. 22-7.
- [7] Arab R, Rehren T. The pyrotechnological expedition of 1968. Proc. Int. Conf. Persia's Anc. Splendour, Mining, Handicr. Archaeol. Stöllner T., Slotta R. Vatandoust, A.(eds.), Dtsch. Bergbau-Museum, Bochum, 2004, p. 550-5.
- [8] Wulff HE. The traditional crafts of Persia. MIT Press; 1966.
- [9] Smith C. S. WTA& PR. Preliminary reports of the metallurgical project. In: Caldwell JR, editor. Investig. Tal-i-Iblis, Illinois State Museum Prelim. Reports, vol. 9, 1967, p. 318-26.
- [10] Caldwell R (ed.). Excavations at Tal-i-Iblis. Illinois State Museum, Preliminary Reports. 1967.
- [11] Wertime R. Citadel on the Mountain: A memoir of father and son. Macmillan; 2003.
- [12] Wertime TA. A metallurgical expedition through the Persian desert. Science (80-) 1968;159:927-35.
- [13] Pleiner R. Preliminary evaluation of the 1966 metallurgical investigations in Iran. Investig Tal-I-Iblis 1967:304-405.
- [14] Arab R. Catalogue, Context & Discussion: The 1968 Pyrotechnological Survey of Afghanistan, Iran and Turkey. University of London, 2003.
- [15] Pleiner R. Memories of the Archaeometallurgic Expeditions to Iran and Afghanistan in the Years 1966 and 1968. Proc. Int. Conf. Persia's Anc. Splendour, Mining, Handicr. Archaeol. Stöllner T., Slotta R. Vatandoust. A.(eds.), Dtsch. Bergbau-Museum, Bochum, 2004, p. 556-60.
- [16] Berthoud T, Besenval R, Cleuziou S, Francaix J, Lyszak-Hours J. Les anciennes mines de cuivre en Iran. Rech Coop Sur Program 1976;442.
- [17] Berthoud T. Etude par l'analyse de traces et la modélisation de la filiation entre minerai de cuivre et objets archéologiques du Moyen-Orient. L'Université Pierre et Marie Currie, 1979.
- [18] Berthoud T, Cleuziou S, Hurtel LP, Menu M, Volfovsky C. Cuivres et alliages en Iran, Afghanistan, Oman au cours des IV e et III e millénaires. Paléorient 1982;39-54.
- [19] Heskell D, Lamberg-Karlovsky CC. An alternative sequence for the development of metallurgy: Tepe Yahya, Iran. na; 1980.
- [20] Heskell D. L. The development of pyrotechnology in Iran during the fourth and third millennia B. C. Boston, 1982.
- [21] Bazin D, Hübner H. Copper deposits in Iran. Geological Survey of Iran; 1969.
- [22] Holzer HF, Momenzadeh M, Gropp G. Ancient copper mines in the Veshnovah area, Kuhistan-e-Qom, west-central Iran. Deuticke; 1971.
- [23] Weisgerber G. Montanarchäologische Forschungen in Nordwest-Iran 1978. Archäol Mitt Iran

- 1990;23:73–84.
- [24] Chegini Nn, Momenzadeh M, Parzinger H, Pernicka E, Stöllner T, Vatandoust R, Weisgerber G, Boroffka N, Chaichi A, Hasanalian D H. Preliminary report on archaeometallurgical investigations around the prehistoric site of Arisman near Kashan, western Central Iran. *Archäologische Mitteilungen Aus Iran Und Turan* 2000;32:281–318.
- [25] Vatandoust A. Early mining and metallurgy on the western Central Iranian plateau: the first five years of work. von Zabern; 2011.
- [26] Vatandoust A. R. The Research Center for the Conservation of Cultural Relics (RCCCR) and the Subject of Conservation and Restoration of Cultural Relics. *Danesh-E Hefazat va Maremmat 9knowledge Conserv Restor Cult Reli* 2017;1:1–20.
- [27] Azarnoush M. *Archaeometry in Iran: the role of basic science in archaeology*. Tehran: 2003. [in Persian]
- [آذرنوش مسعود. باستان‌سنجی در ایران: نقش علوم پایه در باستان‌شناسی. مجموعه مقالات. پژوهشکده باستان‌شناسی. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور؛ ۱۳۸۲.]
- [28] Malek Shahmirzadi S. Sialk, the oldest fortified village of Iran, Final Report of the Sialk Reconsideration Project. Tehran: 2006. [in Persian]
- [ملک شه‌میرزادی صادق. سیلک کهن‌ترین روستای محصور ایران. گزارش نهایی طرح بازنگری سیلک. پژوهشکده باستان‌شناسی. تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری؛ ۱۳۸۵.]
- [29] Stöllner T, Mireskanderi M, Roustaei K. Mining archaeology in Iran—investigations at Vešnāve. Collab with M Momenzadeh, T Riese, G Steffens, G Weisgerber with Contrib by M Doll, R Pasternak, W Dörfler A Vatandoust H Parzinger (Eds), *Early Min Metall West Cent Iran Plateau* 2011:535–608.
- [30] Stöllner T. Archaeological survey of ancient mines on the western Central Plateau. *Early Min Metall West Cent Iran Plateau First Five Years Work* 2011:621–9.
- [31] Aali A, Rühli F, Abar A, Stöllner T. The salt men of Iran: the salt mine of Douzlakh, Chehrabad. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 2012;42:61–81.
- [32] Momenzadeh M., Nezafati N., Sarraf M. H. SK. Ancient gold-mercury mining in the Takht-e Soleyman area, northwest Iran, *Metalla. Ger Min Museum* 2016;2:147–68.
- [33] de Jesus P DG. Archaeological and Geological Concepts on the Topic of Ancient Mining. *Bull Miner Res Explor* 2015.
- [34] P de J. Comments on the antiquity of mining rocks and minerals. MTA: 2017.
- [35] Nezafati N. Au-Sn-W-Cu-Mineralization in the Astaneh-Sarband Area, West Central Iran including a comparison of the ores with ancient bronze artifacts from Western Asia. PhD Thesis, Univ Freib 2006.
- [36] Nezafati N, Pernicka E, Momenzadeh M. Introduction of the Deh Hosein ancient tin-copper mine, western Iran: Evidence from geology, archaeology, geochemistry and lead isotope data 2009.
- [37] Nezafati N, Pernicka E, Momenzadeh M. Early tin-copper ore from Iran, a possible clue for the enigma of Bronze Age tin. *Anatol Met* 2011;211:30.
- [38] Nezafati N. A Review of the Geology and Mineral Resources of Dasht-e Lut and their Importance on Ancient Mining. In: Azizi Kharanaghi M. H., Biglari F., Ghafouri O. NJ, editor. *Prehist. Cult. Peripher. Lut Desert; Basis Iran Natl. Museum Collect. Natl. Museum Iran*, 2017; 83–92. [in Persian]
- [نظافتی نیما. مروری بر زمین‌شناسی و منابع معدنی دشت لوت و اهمیت آن‌ها در معدنکاری کهن. بیابان لوت به روایت آثار موزه ملی ایران، به کوشش عزیزی خراقتی محمدحسین. با همکاری بیگلری فریدون، غفوری ام‌البنین و نوکنده جبرئیل. تهران: موزه ملی ایران؛ ۱۳۹۶: ۸۳–۹۲.]
- [39] Momenzadeh M, Nezafati N. Sources of Ores and Minerals Used in Arisman: A Preliminary Study. *Prelim Rep Archaeometall Investig Around Prehist Site Arisman near Kashan, West Cent Iran (Archaeologische Mitteilungen Aus Iran Turan* 2000;32.
- [40] Pernicka E, Adam K, Böhme M, Hezarkhani Z, Nezafati N, Schreiner M, et al. Archaeometallurgical researches at Arisman in central Iran. *Eurasia Antiq* 2010.
- [41] Nezafati N. A tentative source of Chert for the central Iranian prehistoric sites. In: Malek Shahmirzadi S, editor. *Potters Sialk. Sialk Reconsideration Proj. Monogr., Tehran; 2004, p. 59–63.*

- [42] Nezafati N. Preliminary prospect of copper resources used by the Sialk artisans. In: Malek Shahmirzadi S, editor. Sialk Reconsideration Proj. Monogr. 3rd ed., 2004, p. 63–9.
- [43] Nezafati N, Pernicka E. The smelters of Sialk: Outcomes of the first stage of archaeometallurgical researches at Tappeh Sialk. Fish Sialk Archaeol Rep Monogr Ser 2006;7.
- [44] Nezafati N, Pernicka E, Shahmirzadi SM. Evidence on the ancient mining and metallurgy at Tappeh Sialk (Central Iran). *Anc Min Turkey East Mediterr Ankara Atılım Univ* 2008;329–49.
- [45] Abdel-Motelib A, Bode M, Hartmann R, Hartung U, Hauptmann A, Pfeiffer K. Archaeometallurgical expeditions to the Sinai Peninsula and the Eastern Desert of Egypt (2006, 2008). na; 2012.

نسخه خودایند پس انتشار