

تکنولوژی فلزگری کهن

در تپه سگز آباد دشت قزوین

اثر: دکتر حسن طلایی

استادیار دانشکده ادبیات دانشگاه تهران

(از ص ۵۴۷ تا ۵۶۴)

چکیده:

دستیابی مردمان ساکن در فلات ایران به فلزات مختلف در طول هزاره‌های پیش از تاریخ، از اهمیت بسیار زیادی در چهارچوب مطالعات فرهنگی ایران برخوردار می‌باشد. در این نوشتار ابتدا پیدایش فلزات مختلف در جوامع پیش از تاریخ ایران به اجمال آورده شده است. در قسمت بعدی فرآیندهای فلزگری کهن در منطقه شمال مرکزی ایران مورد بررسی قرار گرفته است. در آخرین قسمت، براساس جدیدترین یافته‌ها از حفاری (۸ - ۱۳۷۶) تپه سگزآباد دشت قزوین و با استفاده از روشهای آزمایشگاهی (منیرالوگرافی و تجزیه عنصری) تکنولوژی فلزگری کهن در مقطع زمانی حدود ۲۱۰۰ تا ۸۰۰ پ.م. مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: فلزگری کهن، دشت قزوین، سگزآباد، عصر آهن، عصر

مفرغ.

مقدمه:

دستیابی و عمل آوری فلزات مختلف در فرایندهای فرهنگی تکنولوژی بشر اهمیت بسیار زیادی داشته است. به طوریکه این موضوع مبنای تقسیم‌بندی دورانهای پیش از تاریخ قرار گرفته است، از جمله دورانهای مفرغ و آهن. مردمان ساکن در فلات ایران به دلیل وجود کانیهای سرشارش، از حدود هشت هزار سال بدین سواین فلز را می‌شناختند و از آن در ساخت ابزارهای بسیار ساده از جمله نوک درفش و مهره‌های مسی استفاده می‌کردند. اما هنوز به فن آوری ذوب مس دسترسی پیدا نکرده بودند. بلکه مس را که به صورت نسبتاً خالص و به صورت رگه در کانیهای مس موجود می‌باشد استحصال می‌کردند. در این دوران ابزارهای ساخته شده از مس در مجموعه ابزارهای تولید نقش کم اهمیتی داشت، بلکه بیشتر از ابزارهای سنگی استفاده می‌شده است. بدین جهت و به درستی از این دوران به عنوان عصر نوسنگی نام برده شده است.

در روند روبه رشد فرهنگهای پیش از تاریخ ایران، در حدود شش هزار سال پیش، مردمان ساکن در بیشتر مناطق فلات ایران، با دستیابی به فن آوری ذوب و قالب‌گیری مس توانستند تحولات چشم‌گیری را رقم بزنند. مرحله بعدی و متکاملتر در زمینه فلزگری کهن در حدود پنج هزار سال پیش ظهور کرده است. در این زمان که جوامع سلسله مراتبی پیشرفته در بعضی از مناطق فلات ایران در حال تکوین بود (شهرنشینی)، آلیاژ فلزات بویژه مس، قلع و آرسنیک در فلزگری متداول گردیده که از این دوران به طور متعارف به عنوان عصر مفرغ نام برده می‌شود.

در حدود ۱۵۰۰ سال بعد از این تحول تکنولوژیکی در زمینه فلزگری، مردمان ساکن در نیمه غربی فلات ایران با دستیابی به تکنولوژی ذوب آهن تحولات چشم گیر فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی به وجود آوردند که این تحولات در نهایت زمینه‌های مادی و معنوی لازم را برای ظهور اولین امپراتوری جهانی (هخامنشی)

فراهم ساخت. این دوران به عنوان عصر آهن ایران نامیده می‌شود. ذوب و عمل آوری آهن بر خلاف دیگر فلزات مستلزم پیچیدگیهای فنی ویژه‌ای است که آنرا از دیگر فلزات متمایز می‌سازد (طلایی، ۱۳۷۴). افزون بر آن، پیدایش آهن به دلیل استحکام و کاربردهای اقتصادی فراوان از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد. از این نظر پیدایش آن در فرهنگهای عامه، اساطیر و اعتقادات ملل مختلف انعکاس گسترده‌ای داشته است. از سوی دیگر آهن یکی از فلزاتی است که به لحاظ تاریخی شناخت و استفاده از آن دیرتر از دیگر فلزات چون مس صورت گرفته است. در قرآن مجید چنین آمده است که خداوند آهن را که در آن نیرویی سخت و بهره‌ها برای مردمان نهفته بر ایشان فرستاده است. «ما پیامبرانمان را با دلیلهای روشن فرستادیم و با آنها کتاب و ترازو را نیز نازل کردیم تا مردم به عدالت عمل کنند و آهن را که در آن نیرویی سخت و منافی برای مردم است فرو فرستادیم. تا خدا بداند چه کسی به نادیده او و پیامبرانش را یاری می‌کند، زیرا خدا توانا و پیروزمند است» (قرآن مجید سوره حدید). در متون هیتی آسیای صغیر نیز در هزاره دوم پ.م. به استفاده از ساخته‌های آهنی در مراسم دینی اشاره شده است. (Pigott, 1989)

در پژوهشهای باستانشناسی ایران، اصولاً به فرآیندهای فلزگری کهن در جزئیات پرداخته نشده است. از این نظر تاکنون هیچ نوع تحقیق فراگیر و مستقلی که در برگیرنده نتایج آزمایشگاهی باشد انجام نگرفته است. در نتیجه نقش و جایگاه فلات ایران در زمینه گسترش فلزگری کهن چندان شناخته نشده است. در حالیکه فلات ایران بدلیل محوریت جغرافیایی در قاره آسیا، وجود سرشار کانیهای فلزات مختلف در آن و نیز وجود فرهنگهای پیشرفته پیش از تاریخ می‌تواند به عنوان کانون اصلی نوآوریهای تکنولوژیکی در زمینه فلزگری کهن قاره آسیا در نظر گرفته شود. در عین حال، با توجه به وسعت و تنوع زیستی فلات ایران، به لحاظ متدولوژی مطالعاتی فرآیندهای فلزگری باید به صورت منطقه‌ای مورد توجه قرار گیرند. براین

اساس و در ادامه، فرآیندهای فلزگری کهن در منطقه شمال مرکزی ایران (فلات مرکزی) به طور اعم و در تپه سگز آباد به طور اخص در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است.

شمال مرکزی ایران: اطلاعات و شواهد فلزگری کهن در این منطقه از فلات ایران عمدتاً از حفاری باستانشناسی محوطه‌های باستانی مثل تپه سیلک کاشان (Ghirshman, 1938)، تپه حصار دامغان (Schmit, 1937)، تپه زاغه (Shahmirzadi, 1977)، تپه قبرستان (Majidzadeh, 1996) و تپه سگزآباد (نگهبان، ۱۳۵۱ و طلایی ۱۳۷۸) به دست آمده است. شرایط محیطی برای پیدایش فلزگری در این منطقه مناسب‌تر از اغلب نقاط دیگر ایران می‌باشد. زیرا در این منطقه کانیه‌های گوناگون و فراوانی وجود دارند که هنوز هم از آنها بهره برداری می‌شود. نزدیکی منابع معدنی به محل تولید سوخت‌ها در رشته کوه‌های البرز که قسمت شمالی این منطقه را احاطه کرده است، بهترین شرایط را برای استخراج و ذوب فلزات فراهم کرده است. در دشت‌های نیمه خشک این منطقه گونه‌های خاص گیاهی (*Haloxylon ammodendron*) وجود دارند که چوب آنها بهترین احیاء کننده جهت ذوب فلزات می‌باشد. هنوز هم از چوب آنها ذغال به عمل می‌آورند. نتایج تجزیه «سپکتروگرافیک» و بررسی «متالوگرافیک» قدیمی‌ترین نمونه فلزات (سیلک کاشان) از منطقه شمال مرکزی ایران نشان می‌دهد که مردمان ساکن در این منطقه مس «خالص» طبیعی را می‌شناختند. بررسی «متالوگرافیک» نمونه‌های یاد شده همچنین نشان می‌دهد که اشیاء مسی چکش کاری و باز پخت شده و سپس دوباره کوبیده شده‌اند. از این یافته چنین برمی‌آید که در منطقه در هزاره پنجم پ.م. روش ابتدایی چکش کاری سرد پشت سر گذاشته شده و به مرحله پیشرفته‌تری رسیده بودند. نخستین استفاده از مس طبیعی بدین گونه بوده است که تکه‌های کوچک و دست چین مس را که اغلب در لابلای کانیه‌های مس وجود داشته در سرما با پتک‌های سنگی کوبیده و به شکل دانه، درفش یا حلقه

در می آورند. نمونه‌های اولیه مته‌های مسی که به وسیله چکش کاری و کوبیدن بدست آمده و در انتهای استخوان حیوانات (عمدتاً پرندگان) کار گذاشته شده از حفاری تپه زاغه دشت قزوین (هزاره ششم پ.م) بدست آمده است (Shahmirzadi, 1996). از این یافته می‌توان چنین برداشت کرد که شاید دشت قزوین یکی از مراکز عمده فلزگری ابتدایی در منطقه شمال مرکزی ایران بوده است. در این زمان دهکده نوسنگی زاغه یک دهکده پیشرفته با ساختارهای اجتماعی پیچیده بوده است (Talai, 1999 و نگهبان ۱۳۷۴).

در روند روبه گسترش فلزگری در منطقه، شواهد و آثار ذوب مس و ریخته‌گری با استفاده از قالب‌های گلی روباز از تپه قبرستان دشت قزوین (هزاره چهارم پ.م) کشف شده است (مجیدزاده ۱۳۶۹). تیغه‌های چاقو، تبر، اسکنه، قلم، سرنیزه، خنجر و ورقه‌های فلزی از جمله مصنوعات بودند که با استفاده از روش قالبهای باز تولید می‌شدند. ضخامت بعضی از ورقه‌های فلزی به ۵ میلی متر می‌رسید. ریخته‌گری در قالبهای بسته دارای پیچیدگیهای خاص است. و مستلزم دانش و مهارت بیشتری می‌باشد. به نظر می‌رسد ساکنان منطقه در هزاره چهارم پ.م هنوز به این مرحله از فلزگری نرسیده بودند. می‌توان تاریخ ۳۶۰۰ پ.م را برای فراگیر شدن تولید اشیاء مسی از طریق قالب‌گیری در منطقه شمال مرکزی ایران در نظر گرفت. اما با توجه به فراگیر شدن این شیوه تولید در این زمان، می‌توان تاریخ قدیمی‌تری را برای شروع و پیدایش این شیوه مورد توجه قرار داد. پیدا شدن آثار عینی این فرآیند در تمام محوطه‌های حفاری شده منطقه از جمله سیلک کاشان، تپه قبرستان، دشت قزوین و تپه حصار دامغان قابل ملاحظه می‌باشد.

در ترکیب شیمیایی ابزارهای مسی هزاره چهارم پ.م فلزاتی همچون طلا، نقره، سرب ارسینک، آهن، نیکل با درصدهای متفاوت یافت شده‌اند. براین اساس می‌توان فرض کرد که فلزگران منطقه سعی می‌کردند با ذوب انواع سنگهای معدنی

فلزات موجود در آنها را استخراج کنند. به نظر می‌رسد آنها به مرور زمان موفق به کشف و شناسایی انواع آلیاژهای مسی شده‌اند. از سوی دیگر چون مس به علت نرمی برای ساخت بعضی از ابزارها مناسب نیست، فلزگران به مرور در فکر ساخت اشیاء فلزی با موادی غیر از مس بودند. در نتیجه بهترین نوع آلیاژ مس سرانجام ترکیب مس و قلع که مفرغ نامیده می‌شود در فلزگری منطقه به ظهور رسید. البته نحوه و مکانیسم تکنولوژیک این فرآیند هنوز به طور قابل قبولی مطرح نشده است. اولین نمونه‌های آلیاژ مس از محوطه‌های باستانی منطقه مثل تپه حصار دامغان و تپه سگزآباد دشت قزوین در هزاره سوم پ.م کشف شده است. بنابراین آغاز عصر مفرغ منطقه را می‌توان در این هزاره قرار داد. این دوران عموماً به سه زیر دوران قدیم، میانی و جدید تقسیم می‌شود. گرچه هنوز بسیاری از جنبه‌های فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی این دوران در منطقه شناخته نشده است. قلع عموماً به نسبت وزنی یک برده به فلز مس افزوده می‌شود که قابلیت گداز آنرا افزایش داده و در نهایت محصول قالب‌گیری شده از استحکام بیشتری برخوردار می‌شود. اما آلیاژهای مسی منطقه به طور میانگین حاوی فقط دو درصد از قلع می‌باشد. در حالیکه درصد قلع در اشیاء مفرغی هم‌زمان منطقه لرستان به ده درصد نیز می‌رسد (Moory, 1989). باید اشاره نمود که به رغم استفاده گسترده از مفرغ در فلزگری ایران هنوز معدن قلع در هیچ نقطه‌ای از ایران شناخته نشده است. بنابراین موضوع استفاده گسترده در آلیاژهای مسی ایران، خاستگاه و منشاء قلع در پژوهشهای فلزگری کهن ایران از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد. در دوران مفرغ علاوه بر تولیدات مفرغی فلزات دیگر نیز مورد استفاده قرار می‌گرفته است. از طلا و نقره برای ساختن زیور آلات استفاده می‌شده است.

دوران مفرغ تا حدود ۱۵۰۰ پ.م در منطقه شمال مرکزی ایران تداوم داشته است. البته این موضوع به معنی خاتمه یافتن تولید اشیاء مفرغی نبوده است. بلکه

در این دوران نمونه‌های اولیه فلز کاملاً جدیدی (آهن) که قبلاً وجود نداشته است رایج شده است. بدین لحاظ و با توجه به اینکه تولید آهن تأثیرات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی داشته است به عنوان عصر آهن شناخته شده است. والا به لحاظ فرآیندهای تکنولوژیکی آهن در قرن نهم پ.م. جانشین مفرغ گردیده است. براساس شواهد و آثار بدست آمده از تپه حسنلو (شمالغرب ایران) عصر آهن به سه دوره تقسیم بندی شده است که به لحاظ تاریخی شامل آغاز عصر آهن تا تشکیل امپراتوری هخامنشی (حدود ۵۵۰ - ۱۴۵۰ پ.م) می باشد (طلایی، ۱۳۷۴). در مرحله اولیه (عصر آهن I) آهن در حجم اندکی تولید می شده است که بیشتر مصارف نظامی داشته است. در مرحله ثانویه (عصر آهن II) به ویژه در قرن نهم پ.م استفاده از آهن عمومیت بیشتری یافته است، در این مرحله علاوه بر مصارف نظامی برای نیازهای خانگی و تولیدات کشاورزی از ابزارها و ادوات ساخته شده از آهن استفاده شده است. استفاده عمومی از آهن در امور کشاورزی، تولیدات صنعتی، مصارف خانگی و امور نظامی بویژه در پوشش چرخ ارابه‌های جنگی و نعل اسب به عنوان فلز مقاوم و سخت، وضعیت تجارت، اقتصاد و سیاست را در فلات ایران دگرگون کرد که تحلیل مکانیسم‌های این تغییرات بحثی است مستقل.

در منطقه شمال مرکزی ایران، به غیر از تپه سگزآباد دشت قزوین، اطلاعات و یافته‌های مربوط به فلزگری آهن به طور محدود از حفاری قبرستان‌های A/B تپه سیلک کاشان در سال ۱۹۳۲ کشف شده است. از جمله در یکی از قبور قبرستان A تپه سیلک خنجری پیدا شده است که قبضه و دسته آن از مفرغ و تیغه آن از آهن ساخته شده است. از نظر تاریخی قبرستان A (حدود قرن ۱۳ پ.م) قدیم‌تر از قبرستان B (حدود قرن نهم پ.م) می باشد. با توجه به اشیاء فلزی یافته شده از داخل قبر افزایش استفاده از آهن در قبرستان B کاملاً مشخص است. در مورد اشیاء آهنی اشاره شده هیچ نوع تجزیه شیمیایی صورت نگرفته است.

فلزگری کهن در تپه سگزآباد: دشت قزوین منطقه‌ای که تپه سگزآباد در آن واقع شده است. با مساحت حدود ۴۴۳۲۰۰ مترمربع بخش شمال غربی شمال مرکزی ایران را تشکیل می‌دهد. دشت قزوین به لحاظ ارتباطی در گذشته و حال در مسیر اصلی ارتباطی میان شرق و غرب فلات بزرگ ایران بوده است افزون بر آن، این منطقه از دیرباز (حدود هزاره ششم پ.م) به لحاظ سکونت، مهاجرت و تردد برای مردمان ساکن در ایران اهمیت زیادی داشته است. محل‌های حفاری شده در این منطقه به فاصله کوتاهی از جاده‌ها واقع شده‌اند. شواهد و مدارک جغرافیایی و باستانشناسی نشان می‌دهد که دشت قزوین در اکثر ادوار مختلف نقش مؤثری را در ارتباط میان شرق و غرب و شمال و جنوب فلات ایران ایفا کرده است. در نتیجه بسیاری از فرآیندهای فرهنگی و تکنولوژیکی این منطقه مهم فلات ایران را در ادوار مختلف می‌توان براساس همین ویژگی مورد مطالعه قرار داد. همانطور که قبلاً اشاره گردید. از جمله فرآیندهای تکنولوژیکی، فلزکاری کهن می‌باشد که سیر تحول و پویایی آنرا از هزاره ششم پ.م تا ظهور امپراتوری هخامنشی، به بهترین وجه می‌توان در دشت قزوین مورد مطالعه قرار داد. شواهد و آثار این فرایند را باید با توجه به قدمت تسلسل و توالی استقرارهای باستانی این منطقه در نظر گرفت و ارزیابی نمود. در این راستا آنچه که جالب توجه است، نتایج تحلیل‌های فلزگری کهن در منطقه شمال مرکزی ایران بویژه در دشت قزوین عموماً قابل تعمیم به مناطق دیگر فلات می‌باشد. از این نظر مطالعات فراگیر در زمینه فرآیند فلزکاری در این منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. قسمتی از آثار و شواهد فلزگری در منطقه از محوطه‌هایی به دست آمده‌اند که با روشهای قدیمی حفاری شده‌اند مثل تپه سیلک کاشان و تپه حصار دامغان. افزون بر آن این محوطه‌ها با فاصله نسبتاً طولانی از همدیگر واقع شده‌اند و دارای تسلسل استقراری از اول پیدایش فلزکاری تا دوره هخامنشی نمی‌باشند بنابراین براساس یافته‌های فلزگری از این محوطه‌ها

نمی‌توان کل فرآیند فلزگری منطقه را مورد مطالعه قرار داد. برعکس در دشت قزوین محوطه‌های حفاری شده (زاغه، قبرستان، سگزآباد) که دارای تسلسل نسبی استقرارهای پیش از تاریخ هستند در فاصله بسیار کمی از همدیگر قرار گرفته‌اند و از هر سه محوطه نیز آثار مربوط به فلزگری کشف شده است. در بخش‌های قبلی کم و پیش به یافته‌های فلزگری از تپه زاغه و قبرستان اشاره کردیم. در ادامه به توصیف و تحلیل داده‌های بدست آمده از تپه سگز آباد که عمدتاً مربوط به اواخر عصر مفرغ و عصر آهن (حدود ۵۵۰ - ۲۱۰۰ پ.م) می‌باشد خواهیم پرداخت.

تپه سگز آباد با ارتفاع حدود ۵ متر از زمین‌های اطراف و با گستره ۱۲۵۰۰ متر مربع و انباشت ۱۰/۵ متر لایه‌ها و بقایای فرهنگی، قبل از شروع فعالیت‌های حفاری دانشگاه تهران در این محوطه در سال ۱۳۴۹ به شدت مورد توجه سوداگران اموال فرهنگی بوده است. به طوریکه بیشترین اشیاء مربوط به این محوطه که از طریق حفاری قاچاق بدست آمده، است در موزه‌های کشورهای غربی و ژاپن نگهداری می‌شود. آن مقدار اشیایی هم که از حفاریهای دانشگاه تهران در این محوطه بدست آمده است و به موزه‌های ملی ایران و قزوین تحویل گردیده است در اثر عدم بکارگیری روشهای مرمت و حفاظت از بین رفته است. کاوشهای انجام شده در تپه سگزآباد و اطلاعات بدست آمده از آنرا می‌توان در سه بخش مورد توجه قرار داد. براساس اطلاعات بدست آمده از هفت فصل حفاری (۵۵ - ۱۳۴۹)، لایه نگاری و کاهنگاری نسبی محوطه مشخص می‌شود (شهمیرزادی، ۱۳۵۶). اشیاء فلزی بدست آمده از این حفاری‌ها توصیف و گونه‌شناسی شده‌اند (Shahmirzadi, 1979). در فصل حفاری سال ۱۳۵۶، بقایای معماری اواخر عصر مفرغ و عصر آهن محوطه و نیز اشیاء مفرغی بدست آمده از این فصل کاوش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و منتشر گردیده است (Talai, 1983). در فصول حفاری سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۸ (سه فصل) بازنگری وضعیت لایه‌نگاری محوطه صورت گرفته است

و بقایای معماری منحصر بفردی کشف شده است (Talai, 1984). در سومین مرحله کاوش در تپه سگزآباد موضوع فلزگری کهن در این محوطه با استفاده از روشهای پیشرفته آزمایشگاهی انجام شده است که در ادامه بدین موضوع خواهیم پرداخت. به لحاظ تبیین جنبه‌های مختلف فلزگری در تپه سگزآباد دو نوع داده با ارزش‌های مطالعاتی متفاوت مورد توجه قرار گرفته است. داده‌هائیکه از لایه‌های استقرار بدست آمده‌اند، و داده‌هائیکه از سطح تپه جمع آوری شده‌اند. داده‌های نوع اول شامل قطعات و اشیاء فلزی و سرباره‌ها می‌باشند. داده‌های نوع دوم شامل کانیهای مختلف فلزات می‌باشد که در سطح محوطه پراکنده شده‌اند. با توجه به اینکه قسمت اعظم داده‌های فلزگری کهن اشیائی هستند که به تنهایی قادر به بازگو نمودن اطلاعات و رموز فلزگری کهن نیستند، بنابراین بایستی از شیوه‌های متنوع آزمایشگاهی استفاده نمود. جهت تبیین جنبه‌های مختلف فلزگری در سگزآباد از مطالعات متالوگرافی، طیف نگاری (سپکتروگرافی) مینرالوگرافی یا بررسیهای میکروسکوپی سنگهای معدنی استفاده شده است. این روشها هر کدام رمزی از رموز فلزگری را آشکار می‌سازند. مثلاً مطالعات مینرالوگرافی برای مطالعات سنگهای معدنی بدست آمده از محلهای باستانی که در آنها عملیات احیاء صورت گرفته است بسیار مفید است روش کار بدین صورت است که از سنگهای معدنی جمع آوری شده مقطع تهیه می‌شود، سپس آنها را در داخل قالبهای پلاستیکی قرار می‌دهند. سطح نمونه‌ها بطور دقیق صیقل داده می‌شود در مرحله نهایی نمونه‌ها را در زیر میکروسکوپ قرار داده و بدین ترتیب ساختار درونی و مواد تشکیل دهنده نمونه‌ها مشخص می‌شود. بدین منظور ۱۴ نمونه سنگ معدن جمع آوری شده از سطح تپه که همگی از نوع سنگهای آتشفشانی و متعلق به ناحیه دشت قزوین بودند انتخاب شدند تا مطالعات مینرالوگرافی به روی آنها انجام شود. نتایج مطالعات به شرح زیر می‌باشد:

تعداد ۹ قطعه از نمونه‌ها، مربوط به اکسیدهای آهن و تیتانیوم به صورت هماتیت، منیتیت و کوتیت می‌باشند. در برخی از نمونه‌ها مقدار ماده معدنی قابل توجه می‌باشد. از این یافته می‌توان استنباط کرد که فلزگران سگزآباد شناخت کافی از کانیهای غنی آهن داشتند و به صورت انتخابی و آگاهانه این گونه کانیها را از مناطق اطراف به محل ذوب منتقل می‌کردند. در حداقل دو نمونه از این قطعات که حاوی اکسیدهای آهن بودند آثار عمل آوری قابل مشاهده می‌باشد. در این نمونه اشکال هماتیت به صورت مدور دیده می‌شود که شکل اولیه و ذاتی کانی نیستند و بواسطه عملیات بعدی از قبیل حرارت دهی بوجود آمده‌اند که در مرحله ذوب روی آنها انجام شده است. این یافته‌ها به وضوح نشانه‌های بارز فلزگری آهن در تپه سگزآباد می‌باشند. افزون بر آن مشخص می‌شود که کانی غالب در نمونه‌ها اکسیدهای آهن و تیتانیوم می‌باشند. در برخی نمونه‌ها نیز آثار اندک کانی سازی مس با تظاهر مالاکیت و کالکوپریت وجود دارد. در دو نمونه از مجموع ۱۴ نمونه کانیهای مس به صورت مالاکیت دیده می‌شود. در یک نمونه قطعه سفید رنگ با مشخصات گالن (سولفورسرب) دید، می‌شود که نشانگر استفاده از این ماده معدنی در سگزآباد می‌باشد. لاقل در دو نمونه کانی طلا دیده می‌شود که حاکی از استخراج فلزگرانقیمت طلا در محوطه می‌باشد.

قسمت دیگر مطالعات آزمایشگاهی انجام گرفته در فلزگری تپه سگزآباد شامل تجزیه عنصری هفت قطعه فلزی می‌باشد که در جریان حفاریهای علمی از لایه‌های استقرار پنجم و ششم در سالهای ۷۷ - ۱۳۷۶ بدست آمده‌اند که دو قطعه آنها مربوط به دوره پنجم پنج قطعه مربوط به دوره ششم می‌باشند. از نظر تاریخی این نمونه‌ها مربوط به اوایل و اواسط هزاره دوم پ.م می‌باشند. نمونه‌ها در آزمایشگاه «واندوگرافی» سازمان انرژی اتمی ایران به روش «پیکسی» (Pixe) مورد تجزیه عنصری قرار گرفتند. نتایج تجزیه عنصری نمونه‌ها نشان می‌دهند که در ساخت و

عمل آوری اشیاء از سنگهای اکسیدی مس نسبتاً خالصی استفاده گردیده است که حاوی مقادیر ناچیز از آرسنیک و قلع هستند. مواد اولیه مورد استفاده برای اشیاء سنگهای اکسیدی مس بوده است. اگر از سنگهای سولفوری استفاده می شد آثار گوگرد نیز در ترکیب تجزیه ها دیده می شد. (جدول ذیل)

شماره نمونه	Cu(%)	As(%)	Sn(%)	Si(%)	Ca(%)	Ti(%)
۹۰۰۹۰۴	۹۳/۷۱	—	—	۶/۰۶	۰/۲۳	—
۶۰۰۶۰۷	۸۳/۶	—	—	۱۵/۱۷	۰/۱۳	۱/۱
۱۷۰۰۱۷۰۶	۹۷/۸۷	۰/۶	—	۰/۸	۰/۴	—
۱۵۰۰۱۵۰۱	۹۱/۴۵	—	۱/۸۳	۶/۴۱	۰/۳۲	—
۵۰۰۵۱۰	۹۴/۳۸	—	۱/۳۶	۲/۲۱	۱	—
۳۰۰۳۰۴	۹۰/۰۹	۱/۲۲	—	۷/۳	—	—
۱۰۰۱۰۰۵	۹۱/۵	۰/۱	۰/۲۳	۷/۴۲	۰/۷۵	—

نشانه های شروع استفاده از آهن در سگزاباد در حدود ۱۵۰۰ پ.م به صورت محدود یافت شده است. این تاریخ عموماً برای شروع عصر آهن در نیمه غربی فلات ایران عمدتاً براساس کاهنگاری تپه حسنلو در نظر گرفته می شود که آزمایشهای سالیابی در سگزاباد نیز این تاریخ را تأیید می کند. بدلیل کمبود شواهد معتبر در حال حاضر نمی توان نحوه دستیابی مردمان ساکن در سگزاباد را به فن آوری ذوب و عمل آوری آهن به طور دقیق مشخص کرد.

بدون تردید تجارب بدست آمده در فلزگری مس و مفرغ که در سگزاباد از حدود ۲۱۰۰ پ.م شروع شده بود، در فلزگری آهن مورد استفاده قرار گرفته است. باید توجه کرد که فلزگران سگزاباد قبل از دستیابی به آهن به پیشرفتهای زیادی در زمینه آلیاژهای مختلف مس رسیده بودند. این موضوع را کاملاً می توان از تجزیه عنصری

فلزات این دوره استنباط کرد. به طوریکه در این دوره از مس نسبتاً خالص (۹۷/۹۷٪) و آلیاژهای مس آرسنیک (نوعی مفرغ) و مس و قلع (مفرغ) استفاده شده است. این امر نشانه مهارت و تجربه فلزگران در جداسازی ناخالصی‌های طبیعی در کانیهای مس در هنگام ذوب می‌باشد. در نمونه‌های آزمایش شده از تپه حصار دامغان نیز مس با درجه خلوص حتی ۹۹٪ دیده می‌شود (Schmit, 1937). بررسی اشیاء مفرغی به دست آمده از این دوره استفاده از قالب‌های باز و بسته را آشکار می‌سازد (Pigott, 1989).

مطالعه پراکندگی ذخایر کانسارهای فلزی اطراف دشت قزوین نشان می‌دهد که این منطقه توسط ذخایر غنی کانسارهای فلزی از جمله مس، آهن، سرب، روی، طلا و... احاطه گردیده است. همه معادن شناخته شده به اندازه کافی به تپه سگزآباد نزدیک هستند. تا جائیکه کاروانهای حیوانی می‌توانستند سنگهای معدنی را به سگزآباد حمل نمایند. این منابع معدنی شرایط بسیار مساعدی را جهت رشد فلزگری فراهم آورده است. از سوی دیگر نزدیکی معادن مس و آهن به سگزآباد زمینه‌های ظهور فلزکاری متنوع را فراهم ساخته و با توجه به اینکه معادن مس و آهن در کنار هم واقع شده‌اند، این موضوع موجب سهولت شناسایی خواص فلز آهن و در نهایت استفاده آگاهانه از سنگهای معدنی آن و ظهور فلز آهن در محوطه شده است.

برای پی بردن به رموز و نحوه ذوب آهن، لازمست نوع کوره‌های ذوب، محل آنها و جزئیات عمل آوری اشیاء آهنی مورد توجه قرار گیرند. این شواهد که اهمیت زیادی در مطالعات فلزگری آهن دارند نه تنها از تپه سگزآباد بلکه از هیچ محوطه باستانی همزمان در ایران نیز کشف نگردیده است. در عین حال مدارک اندکی از وجود قالب‌های ریخته‌گری آهن در سگزآباد بدست آمده است. در این دوره فلزگران آهن از دو نوع قالب سنگی و گلی استفاده می‌کردند. قالب‌های گلی از مواد

ناپایدار ساخته می‌شدند و شاید پس از یکبار مصرف بدور انداخته می‌شد. در این صورت می‌توان تصور کرد که اشیاء مشخص ساخته شده با این قالب‌ها از همگونی‌های شکلی برخوردار نبودند. اما با قالب‌های سنگی بدلیل ثابت بودن آن فلزگران می‌توانستند اشیاء فلزی «استاندارد» تولید کنند. همانطور که قبلاً نیز اشاره شد، در آغاز پیدایش آهن در سگزآباد از آن به طور محدود استفاده شده است. «اشیاء آهنی» این دوره دارای خوردگی و زنگ زدگی و فرسودگی بسیار زیاد هستند که شناسایی کاربرد آنها را تقریباً غیرممکن می‌سازد. با توجه به مدارک موجود «اشیاء آهنی» از آهن اسفنجی ساخته شده‌اند. باید اشاره نمود که آهن اسفنجی در شرایط محیط ناپایدار بوده و به شدت زنگ می‌زند و فرسوده می‌گردد. به احتمال زیاد طریقه ساخت و عمل آوری آنها بدین گونه بوده است که در اثر احیای سنگهای آهن با ذغال چوب در حالت جامد، ابتدا آهن خام و ناخالص تولید می‌شده است. آهن خام اسفنج مانند بوده که ناخالصی‌های آن از جمله فسفر و منگنز و کربن در جریان چکش کاری و آهنگری به مقدار زیاد حذف می‌شده است، در نتیجه آهن بدست آمده از قابلیت چکش خوری و شکل پذیری برخوردار می‌شده و برای ساخت اشیاء آماده می‌گردیده است.

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد در محوطه باستانی سگزآباد امکانات لازم برای تولید آهن خام اسفنج مانند در کوره‌های ابتدایی و ساده وجود داشته است. با توجه به پیدا نشدن کوره‌های ذوب آهن در محل‌های مسکونی، به نظر می‌رسد کوره‌ها به جهت سهولت به صورت گودالهای کوچک و بزرگ در سطح زمین و در خارج از محوطه‌های مسکونی ساخته می‌شدند. دیوارهای داخلی را با گل رس اندود می‌کردند. در این کوره‌ها نخست چوب و ذغال را آتش می‌زدند و سپس مقداری سنگ آهن که دارای درصد آهن قابل ملاحظه‌ای بوده و آگاهانه انتخاب شده بودند (براساس آزمایشهای انجام شده) در داخل کوره‌ها قرار می‌دادند. هوا را

بوسیله لوله‌هایی از جنس چوب و استخوان (این مواد در زیر خاک ناپایدار هستند و عموماً بدست باستانشناس نمی‌رسند) در کوره‌ها می‌دمیدند. نقش هوای دم در شدت احتراق و تأمین دما برای ساکنان سگزآباد شناخته شده بوده است. از سوی دیگر انجام عملیات احیاء در خارج از محوطه‌های مسکونی این امتیاز فوق‌العاده را در برداشت که جریان بادهای محلی کمک بسیار زیادی به فرآیند احیاء سنگهای معدنی بوده است. باید اشاره کرد که بادهای محلی تقریباً در تمام طول سال وجود دارند. بررسی و جمع‌آوری روشمند آثار و بقایای فلزگری از سطح تپه نشان می‌دهد که تمرکز اصلی این آثار در حاشیه تپه سگزآباد بوده. این آثار عبارتند از سنگهای معدنی آهن، سرباره‌های آهن و کلوخه‌های آهن اسفنجی که هیچ نوع شکل خاصی ندارند. همه این شواهد نشان دهنده این امر می‌باشند که سنگهای معدنی آهن در بیرون از محوطه‌های مسکونی احیاء شده‌اند. احتمالاً عملیات چکش کاری و ساخت شکل نهایی اشیاء در داخل محوطه‌های مسکونی صورت می‌گرفته است. این عملیات نیز مستلزم ایجاد حرارت (عملیات حرارتی) و آهنگری و یا به عبارت دیگر پالایش مکانیکی می‌باشد که در جریان این عملیات بخشی از حفره‌های موجود در آهن اسفنجی مسدود می‌شد. دور از واقعیت نیست که مراحل اولیه تولید آهن در تپه سگزآباد در کوره‌های ابتدایی و ساده در حجم کم و با نیروی کار کمتری صورت می‌گرفت. بدون تردید فلزگران در کوره‌های ابتدایی عملاً نمی‌توانستند درجه حرارت (حدود ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد) را جهت ذوب کامل آهن بالا ببرند. در نتیجه احیاء اکسیدهای آهن در حالت جامد صورت می‌گرفت و به اصطلاح آهن تولید شده به صورت اسفنجی در آمده و ناخالصی‌های سنگ آهن دست نخورده باقی می‌ماند.

شاید یکی از دلایل پیدا نشدن شواهد و مدارک مستقیم تولید آهن از محوطه‌های حفاری شده ایران ساده و ابتدایی بودن کوره‌های ذوب به ترتیبی که

اشاره شد باشد. از سوی دیگر این کوره‌ها به خاطر استفاده از انرژی بادهای محلی جهت افزایش دمای کوره‌ها که مستلزم فضای باز می‌باشد در حواشی محل‌های مسکونی قرار داشتند. به لحاظ روشهای حفاری باستانشناسی، مناطق حاشیه‌ای یک محوطه باستانی عموماً جهت انجام حفاری در نظر گرفته نمی‌شود. کوره‌ها ابتدایی بدلائل معلوم بعد از مدتی فرسوده شده و به جای آنها کوره‌های جدید ایجاد می‌شده است که آثار آنها به صورت اجاق‌های ساده بدون هیچ تجهیزات به دست باستانشناسان می‌رسد. دم‌های استفاده شده نیز از مواد ناپایدار مثل پوست بز و چوب ساخته می‌شدند که در طول زمان ناپایدار می‌باشند. بر این اساس چه بسا اجاقهای ساده‌ای که به فراوانی در حاشیه غربی تپه سگزآباد کشف شده‌اند واقعاً کوره‌های ساده تولید آهن بوده‌اند، گرچه امروزه می‌توان با انجام آزمایش‌های تجزیه عنصری بقایای اجاق‌ها به نوع فعالیت‌های انجام شده و نیز کاربردهای آنها پی‌برد. یکی از ویژگیهای سه فصل حفاری در حاشیه غربی تپه سگزآباد، وجود بیش از اندازه و غیر معمول خاکستر در لایه‌های تشکیل دهنده عصر آهن می‌باشد. با این توضیح که لایه‌های خاکستر ناشی از آتش سوزی در محل نبوده است، بلکه به صورت انباشته در گودالهای زباله و در محل‌های مشخصی ریخته شده‌اند که مواد تشکیل دهنده آنها عمدتاً خاکستر می‌باشد. به احتمال قوی با توجه به انباشته شدن خاکستر در داخل کوره‌های ابتدایی و لزوم تخلیه مستمر آنها، لایه‌های انباشته شده خاکستر در این منطقه ناشی از وجود کوره‌های متعدد باشد. در غیر این صورت با توجه به اینکه حاشیه غربی در عصر آهن مسکونی نبوده است، هیچ توجیه منطقی از وجود خاکسترهای انباشته شده نمی‌توان ارائه نمود.

از یک گودال زباله که مربوط به عصر آهن II (حدود ۸۰۰ - ۱۱۰۰ ق.م) تپه سگزآباد می‌باشد تعداد زیادی اشیاء فرسوده ساخته شده از آهن شامل تیغه‌های خنجر، داس و چاقو کشف شده است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که در این دوره استفاده از

اشیاء آهنی افزایش بی سابقه‌ای پیدا کرده بود. به طوریکه در صورت فرسوده شدن آنها یک کالای دور انداختنی به حساب می آمدند. اما مسئله تعجب آور اینست که همزمان با ازدیاد تولید آهن، نه تنها هیچ نوع جهش و پویایی در دیگر الگوهای فرهنگی تپه سگزآباد دیده نمی شود، بلکه یک افت محسوس بویژه در معماری محوطه به صورت کوچتر شدن محدوده مناطق مسکونی قابل مشاهده است. این موضوع از این نظر قابل توجه است که در محوطه همزمان از جمله تپه حسنلو (دوره IV) در حوزه دریاچه ارومیه، درست برعکس آنچه که در سگز آباد می بینیم، همزمان با فراگیر شدن استفاده از آهن پیشرفت های زیادی در ساختارهای فرهنگی سیاسی و اقتصادی محوطه دیده می شود. این تناقض نشانگر اینست که پیدایش آهن و تاثیرات اجتماعی، اقتصادی، نظامی و سیاسی آنرا نمی توان به طور یکسان به همه مناطق فلات ایران تعمیم داد. از سوی دیگر این تناقض تاکید است بر این نکته متدولوژی مطالعاتی که فرآیندهای فلزگری کهن در ایران باید به صورت منطقه‌ای مورد توجه قرار گیرند. در این زمینه شاید وسعت ایران و تفاوت اقلیمی یکی از علل تناقض موجود باشد.

منابع:

- 1- Ghirshman, R. (1938), Fouilles de Sialk. Pres de Kashan, I, II, Paris.
- 2- Majidzadeh, Y. (1996), Excavation at tepe Ghabristan. Rome: ISMEO.
- 3- Moory, P.R.S. (1989), Archaeology and pre-Achaemenid Metalworking in Iran.
- 4- Pigott, V.C. (1989), "Archaeo - Metallurgical Investigations at Bronze Age Tepe Hesar 1976" in Tapprh Hesar (eds) Dyson, R.H and Howard S.M. (1989). pp.25-28.
- 5- _____, (1989). "The Emergence of Iron at Hasanlu", Expedition, vol 31, p67.
- 6- Schmit, E.F. (1937), Excavation at Tepe Hissar Damghan.
- 7- Shahmirzadi, S.M. (1979). "Copper, Bronze and Their Implementation by Metalsmith of Sagzabad, Qazvin Plain Iran" AMI, Band 12, pp.49-69.

- 8- _____, (1990), "Private Houses at Zagheh: A Sixth Millennium B.C. Village in Iran". Bulletin of the Acienc Museum, Tokyo, Vol.XI. pp.1-23.
- 9- Talai, H. (1984) "Late Bronze Age and Iron Age I Architecture in Sagzabod Qazvin Plain. The Central Plateau of Iran" Iranica Antiqua, vol. XVIII, pp. 51-57.
- 10- _____, (1983), "Notes on Bronze Artifacts at Sagzabad in Qazvin Plain, Iran Cirea 1400 B.C. "Iranica Antiqua. Vol. XIX.pp 31-40.
- 11- _____, (1999), "Funeral Rite at Zagheh: A Neolithic Site in the Qazvin Plain" Documenta Praehistorica, Vol. XXVI, 1999.

- ۱۲- نگهبان، عزت ... (۱۳۵۱)، «گزارش مقدماتی دو ماهه عملیات حفاری دشت قزوین، منطقه سگزآباد» مجله مارلیک، صص ۲۵ - ۱
- ۱۳- نگهبان، عزت ... (۱۳۷۴)، «معبد منقوش زاغه دشت قزوین» مجموعه مقالات کنگره تاریخ و معماری و شهرسازی ایران، سازمان میراث فرهنگی، تهران، صص ۱۹۰ - ۱۷۴
- ۱۴- حسن طلائی (۱۳۷۴)، باستانشناسی و هنر ایران در هزاره اول پ.م، انتشارات سمت، تهران.
- ۱۵- _____ (۱۳۷۸) «نویافته‌های معماری عصر مفرغ جدید در تپه سگزآباد»، مجموعه مقالات دومین کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران، جلد ۵، سازمان میراث فرهنگی کشور، صص ۳۵۸ - ۳۴۳.
- ۱۶- مجید زاده، یوسف، (۱۳۶۹). «تپه قبرستان یک مرکز صنعتی در آغاز شهرنشینی در فلات مرکزی ایران» مجله باستانشناسی و تاریخ، سال چهارم، شماره یک، صص ۱۵ - ۴
- ۱۷- شه میرزادی، صادق ملک، (۱۳۵۶)، «گزارش مقدماتی فصل اول و دوم حفاری تپه سگزآباد»، مجله مارلیک (۲)، صص ۹۸ - ۸۱
- ۱۸- قرآن مجید، سوره حدید، آیه ۲۵.