

# درآمدی بر هنر و صنعت فلزگری شهر سوخته

رحمت عباس نژاد

عضو هیأت علمی باستان شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

## چکیده

هنر و صنعت فلزکاری شهر سوخته همانند سایر محوطه‌های باستانی هزاره سوم ق.م. نواحی همجوار نشانگر درجه تخصص‌گرایی و تنوع طلبی در تولید و تقاضای ابزارآلات فلزی توسط فلزگران و ساکنان آن است. فلزگری شهر سوخته علاوه بر دارا بودن بسیاری از خصوصیات مهم، یک ویژگی شیمیایی و ترکیبی دارد که آن به کارگیری مس آرسینیک‌دار است که امر متداولی در محوطه‌های باستانی شمال شرقی و جنوب شرق ایران به شمار می‌رود.

دانشمندان ثابت کرده‌اند که شهر سوخته در ساخت و ساز تجاری هزاره سوم ق.م. و به ویژه در تجارت سنگ لاجورد و صدور آن از نواحی شمال شرقی ایران به بین‌النهرین نقش مهمی ایفا کرده است. ولی باتوجه به ویژگی ترکیبی و شیمیایی ابزارآلات فلزی شهر سوخته و تشابه آن با ویژگی ترکیبی و شیمیایی معادن محلی، می‌توان نتیجه گرفت اولاً، فلزگران شهر سوخته از معادن دامنه‌های کوهستانی اطراف دشت سیستان اعم از حوزه هیرمند در خاک افغانستان و نواحی شمال غربی، غربی و جنوب غربی سیستان ایران بیشترین بهره‌برداری را به عمل آورده‌اند و ثانیاً، شهر سوخته در تأمین قلع مورد نیاز محوطه‌های باستانی جنوب غربی ایران و بین‌النهرین در هزاره سوم ق.م. و صدور آن از نواحی شمال شرقی فلات ایران به مناطق یاد شده نقشی نداشته است.

## مقدمه

در حوالی سال ۳۲۰۰ ق.م. اقوامی آشنا با خط و نگارش در بخشی از سیستان سکونت گزیدند که امروزه بقایای آن را به عنوان شهر سوخته می‌شناسیم. این محل باستانی بین سالهای ۲۱۰۰ و ۲۰۰۰ ق.م. متروک شد. (۱) در دوره هزار ساله تمدن شهر سوخته، تکامل روندهای اقتصادی و اجتماعی اتفاق افتاده است که طرح و الگوی اولیه آن‌ها در زمان‌های پیشین یعنی در دوره‌های نوسنگی و کالکولیتیک (دوره مس و سنگ) به وجود آمده بود.

ساخت و سازهای تجاری هزاره سوم ق.م. با ویژگی درون منطقه‌ای، و برون منطقه‌ای پدیده‌ای است که در این منطقه گستردگی قابل ملاحظه‌ای داشته است. در واقع فلات ایران به دلیل موقعیت خاص موقعیت جغرافیایی و به ویژه بخش شرقی آن به خاطر برخورداری از منابع سرشار معدنی اعم از فلز و سنگ‌های قیمتی و نیمه قیمتی، در جریان این تجارت‌های وسیع قرار گرفت.

مطالعات باستان‌شناسی در شهر سوخته، نشان داد که این پدیده در سیستان در هزاره سوم ق.م. تحقق پیدا کرده و رشد سریعی حاصل نموده است. بطوری که در این دوره خطوط مختلف بازرگانی از شمال و جنوب گرفته تا شرق و غرب، به وسیله شهر سوخته به هم پیوند می‌خورده‌اند. (۲)

وسعت شهر سوخته، تراکم جمعیت و ویژگی جنبه‌های مختلف فرهنگی آن نشان می‌دهد که در سیستان از اواخر هزاره چهارم ق.م. به این طرف، محیط طبیعی و محیط اجتماعی بطور مطلوبی با هم در آمیختند تا زمینه‌های ایجاد و بهبود یک اقتصاد شهری و تشکیلات حکومتی را فراهم آورند. ایجاد شهرنشینی در این منطقه با خصوصیتی که می‌شناسیم، بدون وجود برخی عوامل زیربنایی و توان‌های محیطی ناممکن بوده است. منابع زیستی نظیر گیاهان و جانوران اهلی و وحشی، پرندگان، آبزیان و نظایر آن و همچنین منابع معدنی، در داخل حوزه دلتایی هیرمند و کرانه‌های کوهستانی اطراف آن توزیع شده‌اند.

شواهد باستان‌شناسی گواهی می‌دهند که منابع یاد شده به ویژه منابع معدنی، از سه بخش فراهم می‌شده است. ساز و کار مبادله و تجارت این شهر باستانی هم باید در

حوزه همین سه بخش مشخص، سازمان‌دهی شده باشد. نخستین حوزه، یک بخش کوچک ناحیه‌ای شامل دشت دلتایی سیستان و دامنه‌های کوهستانی غرب این دشت نظیر کوه ملک سیاه است؛ دومی، بخش منطقه‌ای بزرگتر است که کلّ حوزه هیرمند را در بر می‌گرفته که احتمالاً یک ایالت یا کشور آغاز تاریخی محسوب می‌شده است<sup>(۳)</sup> و حوزه سوم در خارج از سرزمین‌های این دو بخش قرار داشته است نظیر شمال افغانستان، خوارزم، جنوب ترکمنستان، نواحی مختلف فلات ایران به ویژه شمال آن، سواحل جنوبی خلیج فارس و سایر مناطق همجوار.

نگارنده، در این مقاله تلاش خواهد کرد ضمن معرفی برخی از جنبه‌های هنر و صنعت فلزگری شهر سوخته، نتیجه مقدماتی بررسی میدانی و مطالعه در خصوص برخی از معادن کهن و مراکز ذوب فلز در نواحی شمال غربی، غربی و جنوب غربی سیستان ایران را (جنوب استان خراسان و اطراف زاهدان که بخشی از حوزه اول را تشکیل می‌دهد) ارائه نماید. (شکل ۱، نقشه) تحقیقات آتی با بهره‌گیری از مطالعات آزمایشگاهی و مستندات متقن‌تر، به شناخت مسأله جذب منابع معدنی منطقه به وسیله محوطه‌های باستانی این منطقه طبیعی - فرهنگی به ویژه شهر سوخته کمک خواهد کرد که در آینده در بحث دیگری عرضه خواهد شد.

## بحث

طبقه‌بندی عملکردی اشیای فلزی که در طول چندین فصل حفاری در شهر سوخته گردآوری شده‌اند به وضوح نشان دهنده درجه تخصص‌گرایی و تنوع طلبی در تولید و تقاضای ابزارآلات فلزی توسط فلزگران و ساکنان شهر سوخته است. عمده‌ترین انواع اشیای فلزی عبارتند از: چاقوهایی با زبانه مدور (شکل ۲)، سرنیزه‌های برگی شکل با زبانه نواری (شکل ۳ تصویر الف)، تبرهای پهن (شکل ۳ تصویر ب)، اسکنه‌هایی با مقطع چهارگوش (شکل ۳ تصویر ه)، سنجاق‌هایی با انتهای پهن و مدور، ترکه‌هایی با سرهای چهارگوش و طره‌ای شکل (شکل ۳ تصویر ج و د)، قلاب‌های ماهی‌گیری (شکل ۴)، آیینه‌های مدور بدون دسته، دانه‌های گردن‌بند شیاردار، پیکره‌ها، مهرها (شکل ۵)، و غیره<sup>(۴)</sup>.

یافته‌های فلزی حاصل از حفاری‌های شهر سوخته، در مقایسه با دیگر یافته‌ها

اندک است. البته این امر یک دلیل عمومی دارد و آن اینکه فلز را به خاطر ویژگی طبیعی اش می توان با گداختن و چکش کاری و روش ذوب و قالبگیری، به صورت اشیای جدید تولید کرد. به همین دلیل به ویژه در قدیمی ترین دوره فرهنگی شهر سوخته یعنی دوره I (طبقات ۱۰ تا ۸ و در فاصله زمانی ۳۲۰۰ تا ۲۸۰۰ ق.م) اشیای فلزی کمی به دست آمد. البته عدم کاوش های باستان شناسی در منطقه صنعتی شهر سوخته را نیز باید به دلیل فوق افزود.

همان گونه که ذکر شد، یافته های فلزی دوره اندک و محدود به تعدادی قطعات سنجاق مسی است. ولی در دوره دوم همه اشیای طبقه بندی شده بالا تولید می شده است. مدارک حاصله از دوره II (طبقات ۷ تا ۵ و در فاصله زمانی ۲۷۰۰ تا ۲۵۰۰ ق.م.) نشان می دهد که مس در بوته های کوچک مخروطی شکل ذوب می شده که هر یک از این بوته ها حدوداً گنجایش ۱۰۰ سانتی متر مکعب از مواد نیمه مذاب را داشته است. این بوته ها با مخلوطی از گل رس و حصیر درست می شده که آنها را در برابر نور خورشید و یا شاید در کوره خشک می کرده اند. (۵) (شکل ۶)

این توضیح لازم است که در حفاری های شهر سوخته قالب ریخته گری اشیای فلزی، دم آهنگری و کوره ذوب فلز مشاهده نشده است. البته چنانچه کاوش های آینده در بخشی از تپه که آثار سطحی آن نشان می دهد که باید منطقه صنعتی شهر بوده باشد متمرکز شود، به احتمال قریب به یقین بتوان به آثار یاد شده در بالا دست یافت.

میله های استوانه ای با رأسی به شکل حلقه های پیچیده، از اشیای فلزی دوره III (طبقات ۴ و ۳ و در فاصله زمانی ۲۵۰۰ تا ۲۳۰۰ ق.م.) هستند (شکل ۳، تصویرج و شکل ۷). شکل طره ای حلقه ها، نشانگر میزان پیشرفت فنی و تکنیکی فلزگران شهر سوخته است. این اشیای فلزی ویژه، نمونه پیشرفته ای از ترکیه های متداول با سر مارپیچی دوگانه است که از بارزترین مصنوعات فلزی آناتولی، دره سند و ایران در هزاره سوم و دوم ق.م. به شمار می رود. (۶)

از ساختمان سوخته موادی گردآوری شد که نشان دهنده هنر و صنعت فلزگری دوره IV شهر سوخته (طبقات ۲ تا ۰ و در فاصله زمانی تقریباً ۲۲۰۰ تا ۲۱۰۰ ق.م.) هستند. علاوه بر اشیای دوره های پیشین، در این دوره اشیای جدیدی از نظر شکل و عملکرد تولید می شده اند. جالب ترین اشیای فلزی دوره IV، آینه های مسی مدور است

که یک نمونه از آنها  $7/8$  سانتی متر قطر و  $1/8$  سانتی متر ضخامت دارد. (شکل ۸)

پیکرک مفرغی شهر سوخته یافته بسیار مهمی از نقطه نظر روش ساخت و ویژگی های هنری است. (شکل ۹) قطعات این پیکرک به صورت کاملاً اتفاقی بر روی تپه کوچکی از تپه های شهر سوخته و در میان تکه سفال های متعلق به دوره های III، IV و V به دست آمده است و لذا انتساب آن به یک دوره خاص ناممکن است. (۷) پیکرک، زن ایستاده ای را نشان می دهد که دست راست وی به صورت خمیده در زیر سینه چپ اش قرار گرفته و با دست چپ ظرفی را بر روی سرش محکم نگه داشته است. ارتفاع پیکرک  $15/2$  و عرض آن در قسمت شانها  $5/23$  سانتی متر است که در ناحیه کمر تا  $1/68$  سانتی متر کاهش می یابد. هیأت پیکرک از شکل های هندسی تشکیل گردیده بطوری که نیمه پایین آن استوانه ای و بخش بالایی آن به شکل هرم وارونه است این پیکرک از طریق ذوب و ریخته گری و باروش موم گم شده ساخته شده است. (۸) رایج بودن این تکنیک فوق العاده پیشرفته در میان فلزگران شهر سوخته، نشان از تعالی و شکوفایی هنر و صنعت فلزگری در این محل باستانی دارد.

در دومین فصل حفاری در شهر سوخته (سال ۱۹۶۸ م.) مهر های فلزی متنوعی به دست آمد. این مهرها عبارتند از: مهر های استامپی صلیبی شکل و چهار گوش مسی و مهر های استامپی تاجی شکل مسی با سه روزنه. اکثر این مهرها در بخش میانی قسمت فوقانی، روزنه هایی دارند. نقش روی مهرها، شامل موضوعات هندسی و طبیعی است و در طراحی نقوش بیشتر از خطوط منحنی استفاده شده است.

کاوش در محوطه قبرستان شهر سوخته، اطلاعات ارزنده ای را به دنیای باستان شناسی عرضه کرده است. اقلامی که به عنوان هدیه در گورها نهاده می شدند، مدارک جالب توجهی هستند که از قبر های کاوش شده گردآوری شده اند. در این قبرها در کنار ظرف ها و اشیای سفالی، سنگی، چوبی، حصیری و ... اشیای فلزی هم دیده شده است. (۹) سنجاق ها، بیشترین ابزار آلات فلزی هستند. از چهار قبر، صفحه هایی از جنس مفرغ به دست آمد که احتمالاً کاربردی همچون آینه داشتند و شاید گاهی اوقات به عنوان درپوش کاسه های سنگی مورد استفاده قرار می گرفتند. از قبر ۱۴ یک پیاله مفرغی و در پنج قبر دیگر، مهر های فلزی یافت شد. مهرها معمولاً در میج دست راست و به ندرت میج دست چپ و در پنج مورد نزدیک لگن خاصره و در دو قبر در مجاورت

جمع‌همه قرار داشتند.

در بعضی از قبرها به ویژه در قبر ۱۲، با ابزارهای فلزی متعدد و متنوعی برخورد شد که کاربرد آنها احتمالاً در ارتباط با مراحل مختلف آماده‌سازی سنگ‌های لاجورد می‌باشد که در آن قبرها پیدا شده‌اند. از قبر ۱۶ پیکرک‌هایی به شکل حیوان و از جنس مفرغ گردآوری شده است. یکی از این پیکرک‌ها گاو و دیگری شیر کوچکی را نشان می‌دهد که هر دوی آنها در نزدیکی سر متوقا که یک زن ۲۵ تا ۳۰ ساله بوده است، قرار داده شده بودند.

شواهد به دست آمده از قبرستان و همچنین محوطه‌های مسکونی شهر سوخته، نشان می‌دهد که علاوه بر مفرغ و طلا، استفاده از سرب و نقره هم در تولید اشیای فلزی رایج بود. از قبر ۷۱۰ به همراه مقادیر زیادی لاجورد، یک عدد پلاک نقره‌ای به دست آمد. طرح و نقش روی این پلاک، منظره‌ای از شکار و بیانگر صحنه‌ای اسطوره‌ای است. بر روی این لوحه، نقش مردی دیده می‌شود که نگاه وی متوجه حیوانی گربه‌سان است که حالت چنبره زده‌ای دارد در بخش زیرین این حیوان، ماری با حالت پیچ و تاب خورده و در فضای سمت راست مرد، پرنده‌ای با بال‌های گشاده نقش شده است.

پیکرک‌های مفرغی حیوان و پلاک یاد شده و همچنین پیکرک مفرغی زن که توصیف شده، علاوه بر دارا بودن تکنیک عالی ساخت و تزئین، مدارک بسیار باارزش در زمینه مطالعه جنبه‌های آیینی و دینی مردم شهر سوخته هستند.

در اینجا نگارنده لازم می‌داند که درباره خصوصیات شیمیایی و ترکیبی ابزارآلات فلزی شهر سوخته مطلبی را ارائه دهد. عمده‌ترین ویژگی شیمیایی هنر و صنعت فلزکاری شهر سوخته، تولید اشیای فلزی از مس و مس آرسینیک دار است.<sup>(۱۰)</sup> به کارگیری مس آرسینیک دار<sup>(۱۱)</sup> یعنی آلیاژی که ویژگی‌های شیمیایی و مکانیکی مفرغ (آمیغ مس و قلع) را داراست، امر رایجی در فلزگری کهن منطقه جنوب شرقی ایران است. در تپه یحیی<sup>(۱۲)</sup> و شهداد<sup>(۱۳)</sup> کرمان نیز تولید اشیای مسی و مس آرسینیک دار جریان داشته است. آزمایش‌های شیمیایی به عمل آمده بر روی اشیای مفرغی دوره ۷ تپه یحیی (۳۳۰۰ - ۳۷۰۰ ق.م.) نشان می‌دهد که این اشیاء از طریق ذوب سنگ مس تولید و با درصد نسبتاً زیادی آرسینیک ترکیب شده‌اند.<sup>(۱۴)</sup>

بر پایه تجربه‌های متعدد آزمایشگاهی می‌توان اذعان نمود که قلع تنها در ترکیب تعداد اندکی از مصنوعات فلزی هزاره چهارم ق.م. دیده شده است. این وضعیت در تپه یحیی IVC-B و شهداد<sup>(۱۵)</sup> و سیلک III و<sup>(۱۶)</sup> مشاهده می‌گردد. این روند در عصر مفرغ در نیمه شرقی فلات ایران ادامه می‌یابد. ولی در نواحی جنوب غربی ایران، تقریباً از سال ۳۵۰۰ ق.م. فلزگران شوش به همراه فلزکاران بین‌النهرین بطور گسترده‌ای به تولید و استفاده از مفرغ - قلع پرداختند.<sup>(۱۷)</sup> فلزکاران لرستان هم از اواخر هزاره سوم ق.م. مفرغ - قلع را مورد استفاده قرار داده‌اند. میزان قلع در ترکیب این اشیای مفرغی بین ۳/۶ تا ۱۳/۱ درصد گزارش شده است.<sup>(۱۸)</sup> البته در میان اشیای فلزی لرستان فقط دو شیء وجود دارند که حاوی درصد بالای آرسینیک هستند و مطالعات آزمایشگاهی نشان می‌دهد که مقدار آن در بعضی از اشیای دیگر بسیار ناچیز یعنی کمتر از یک درصد است.<sup>(۱۹)</sup>

ذکر این نکته ضروری است که گزارش‌های زیادی ما را از وجود معادن و مراکز کهن ذوب قلع در نواحی شرقی و شمال شرقی فلات ایران آگاه می‌سازد. ولی تاکنون در داخل فلات ایران معادن و مراکز قدیمی ذوب قلع شناسایی نشده است. مر ۶۵۰ کیلومتری جنوب هرات در درّه سرکر<sup>(۲۰)</sup> واقع در غرب افغانستان، کانی‌های کاسی تریب<sup>(۲۱)</sup> در یک زون<sup>(۲۲)</sup> گرانیت مشاهده شده است.<sup>(۲۳)</sup> گسترده‌گی زون گرانیتی مذکور نشانگر و فور کاسی تریب در این منطقه است. «ساریاندی» و «ماسون» از وجود منابع قلع در منطقه بخارا و درّه فرغانه یاد کرده‌اند. مطالعات ثابت کرده است که از این معادن در عصر مفرغ میانه و شاید هم قبل از آن استخراج و بهره‌برداری می‌شده است.<sup>(۲۴)</sup> در ازبکستان و سمرقند هم معادن قدیمی قلع دیده شده است.<sup>(۲۵)</sup>

می‌دانیم که در هزاره سوم ق.م. بین نواحی مشرق فلات ایران و بین‌النهرین روابط بازرگانی گسترده‌ای برقرار بود و سنگ لاجورد معادن ایالت بدخشان افغانستان به مدت نسبتاً طولانی از طریق شهر سوخته و ایالت‌های آراتا، انشان و شوش به بین‌النهرین می‌رسید.<sup>(۲۶)</sup> از آنجا که هم قلع و هم لاجورد در دوران سلسه‌های قدیم به ویژه دوران سوم، استفاده گسترده‌ای پیدا کرد<sup>(۲۷)</sup> و با توجه به این که قدمت فعالیت‌های بهره‌برداری از معادن و مراکز ذوب قلع در مناطق شرقی و شمال شرقی ایران به عصر مفرغ می‌رسد، استنتاج کرده‌اند که قلع هم از همین مسیر به

بین‌النهرین رسیده است.<sup>(۲۸)</sup> ولی همان‌گونه که گذشت، مدارک فلزگری به دست آمده از محوطه‌های باستانی جنوب شرقی ایران این احتمال را از واقعیت به دور می‌سازد. چرا که در این منطقه در روند به کارگیری مس و مس آرسینیک‌دار در هنر و صنعت فلزگری در قبل و بعد از عصر مفرغ تغییری ایجاد نشده است. به عبارت دیگر میزان آشنایی فلزگران این منطقه با قلع، در عصر مفرغ و قبل از آن یکنواخت بوده است. منطقی آن است اگر قلع همچون لاجورد همین مسیر را پیموده باشد، باید حداقل در یک محل باستانی در این منطقه کاربست آن را به مفهوم واقعی و فنی سراغ داشته باشیم. در شمال شرق ایران هم وضعیت مشابهی حاکم بوده است.

در تپه حصار دامغان هیچ‌گونه مدرکی دالّ بر استفاده از قلع در تولید اشیای مفرغی وجود ندارد. کاربرد سنگ مس آرسینیک‌دار از میانه هزاره پنجم تا اوایل هزاره دوم ق.م. در این محل به اثبات رسیده است.<sup>(۲۹)</sup> بنابراین با تکیه بر اطلاعات موجود، می‌توان ادعا نمود که قلع نواحی شرقی و شمال شرقی فلات ایران مسیری را که سنگ لاجورد به مقصد بین‌النهرین پیموده طی نکرده است.

ب- تولید اشیای مس آرسینیکی به همراه اشیای مسی در عصر مفرغ، نمی‌تواند بدون ارتباط با ویژگی معادن محلی صورت گیرد. جغرافی‌نویسان و سیاحان دوره اسلامی، هفت نقطه در ایران را حاوی معادن قلع گزارش کرده‌اند که یکی از آنها منطقه سیستان است.<sup>(۳۰)</sup> لردکرزن در کتاب «ایران و قضیه ایران» به نقل از خانیکف از استخراج مس، سرب، قلع و فیروزه در دوره‌های پیش از اسلام در قلعه‌زری بین بیرجند و نهبندان گزارش می‌دهد.<sup>(۳۱)</sup> درباره وجود معادن قلع در نزدیکی سیستان و جنوب خراسان باید گفت که پژوهش‌گران سازمان زمین‌شناسی کشور در دو محل موسوم به چاه کالاپی و ده‌سلم، کانه‌های قلع را شناسایی کرده‌اند.<sup>(۳۲)</sup> در توده گرانبیتی زاهدان هم آثار متفاوت و ناهنجاری‌هایی از قلع گزارش شده<sup>(۳۳)</sup> ولی مدارکی از وجود سرباره‌های ذوب این فلز و شواهد معدن کاری قدیمی آن در هیچ نقطه‌ای دیده نشده است.

از سوی دیگر برپایه اطلاعات و گزارش‌های معدنی و زمین‌شناسی اطلاع داریم که اکثر معادن مس ایران حاوی آرسینیک هستند، نتایج یک بررسی معدنی و مطالعه آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های جمع‌آوری شده از ۱۴ معدن مس در



منطقه‌های کاشان، انارک، یزد، شیخ عالی و بردسیر کرمان، چهل کوره زاهدان و قلعه‌زری در حوالی نهبندان، اطلاعات جالب توجهی به دست داده است. (۳۴) بخشی از نتایج مذکور به این قرار است:

روی از مقادیر P.P.m تا ۱۵ درصد

سرب از مقادیر P.P.m تا ۲ درصد

آرسنیک از مقادیر P.P.m تا ۲ درصد

قلع زیر P.P. m. ۱۰۰

نگارنده بعضی از این معادن کهن و مراکز قدیمی ذوب فلز را در منطقه مورد بحث مورد بررسی میدانی قرار داده است که به تشریح مشاهدات خواهیم پرداخت. قدر مسلم آنکه در زمینه قدمت این معادن و مراکز، اطلاعات اندکی کسب شده است ولی تحقیقات و بررسی‌ها ادامه دارد تا ضمن تعیین قدمت، در خصوص ارتباط آنها با محوطه‌های باستانی منطقه به‌ویژه شهر سوخته نتیجه مطلوب حاصل شود.

**منطقه معدنی چهل کوره:** منطقه معدنی چهل کوره در شمال غرب زاهدان و ۴۵ کیلومتری شمال - شمال شرق روستای نصرت آباد واقع است. این منطقه معدنی از معادن چهل کوره، پورچنگی و آب‌کندی تشکیل شده است که هر کدام از آنها شواهد متنوع و معتبری از معدن‌کاری باستانی را ارائه می‌دهند. کانی اصلی آنها کالکوپیریت است. در میان این سه معدن، چهل کوره بزرگترین آنهاست و بیشترین کار استخراج در دوره‌های گذشته بر روی همین معدن انجام پذیرفته است.

این معدن در بین سالهای ۱۳۵۰ تا ۱۳۵۵ توسط کارشناسان سازمان زمین‌شناسی کشور و محققین زیادی مورد مطالعه قرار گرفته و اطلاعات وسیعی در زمینه زمین‌شناسی و مشخصات کانسارهای آن، به صورت پراکنده گزارش شده است. قدر مسلم اینکه معدن قدیمی چهل کوره و مراکز ذوب مس آن یکی از بهترین موضوعات مطالعاتی در زمینه فلزگری و معدن‌کاری باستان است که تاکنون متأسفانه هیچ‌کار دقیق و جامعی بر روی آن انجام نگرفته است. شواهد گواهی می‌دهند که معدن‌کاران قدیمی، رگه‌های غنی از فلز را پی‌جویی و استخراج می‌کردند و ظاهراً در هر جا که به قشرهای سخت و یا قشرهای پورفیری و انتشاری بر می‌خورند، کندن را رها می‌کردند. کارهای شدادی یاد شده در بیش از ۲۰ نقطه قابل مشاهده است.

(شکل ۱۰) آنان رگه‌ها را به صورت افقی، عمودی و تونلی تعقیب می‌کردند (شکل ۱۱) به عبارت دیگر تونل‌هایی با قطر حداقل ۵۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر و به طول ۲۰ تا ۳۰ متر و چاه‌هایی قطور و نیمه قطور با عمق‌های متنوع دیده می‌شوند. شکل تونل‌ها و چاه‌ها نشان می‌دهد که بدون تمهیداتی چون چراغ، وسایل مناسب جهت حمل کان سنگ‌ها به سطح زمین، کلنگ‌های مناسب و نظایر آن، کار پی‌جویی رگه‌ها بسیار مشکل و یا شاید ناممکن بوده است.

نتیجه آزمایشها و مطالعات کانه آرایه<sup>۱</sup> که بر روی یک نمونه از سنگ سولفوری معدن چهل کوره انجام گرفته، به این قرار است،  $Pb = 1/04\%$ ,  $Zn = 2/74\%$ ,  $Cu = 1/58\%$ . راندمان بازیافت مس ۸۰ درصد و راندمان بازیافت سرب ۸۶ درصد بوده است.<sup>(۳۵)</sup> در آزمایشی دیگر، مقدار قلع در حد P.P.m. و میزان آرسینیک از P.P.m. تا ۲ درصد گزارش شده است. نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که عمده‌ترین فلزات این معدن مس، سرب، روی و آرسینیک بوده است.

تقریباً در یک کیلومتری محل معادن چهل کوره، آثار و مدارک ذوب فلز اعم از بقایای کوره‌های گداز (شکل ۱۲)، بخش‌هایی از دم آهنگری از جنس سفال (شکل ۱۳)، سرباره‌های ذوب مس (شکل ۱۴) و سفالینه‌های قدیمی دیده می‌شود. سرباره‌های ذوب این محل را ۴۳۶۰۰ تن برآورد کرده‌اند<sup>(۳۶)</sup> که در محوطه‌ای به ابعاد ۵۰۰×۲۵۰ متر روی هم انبار شده‌اند.

دیواره کوره‌ها، آستر ضخیمی از گدازه‌های ذوب مس را در برداشته و لذا تشخیص جنس مصالح دیواره آنها با مشاهده سطحی مشکل می‌باشد. با یک حفاری علمی باستان‌شناسی می‌توان اطلاعات ارزنده‌ای در مورد کوره‌های احیاء و گداز سنگ مس در این محل کسب نمود. در یک بررسی کوتاه، تعدادی از این کوره‌ها شناسایی شد. به احتمال زیاد اطلاق اسم چهل کوره بر این منطقه معدنی به دلیل تعدد کوره‌های ذوب سنگ مس بوده است. ظاهراً پوشش گیاهی منطقه در دوران گذشته غنی بوده است. بنابراین باکندن سنگ‌ها از معدن چهل کوره و حمل آنها به محل مورد نظر که امروزه مملو از انباشته سرباره‌ها می‌باشد و با استفاده از سوخت مناسب (چوب) منطقه، به ذوب و استحصال فلز از سنگ مس در کوره‌های متعدد می‌پرداختند و فلز حاصله را که به صورت شمش‌هایی تهیه می‌کردند به محوطه‌های

مسکونی و تمدنی همجوار انتقال می دادند. متأسفانه از سفالینه‌های یافت شده، نمی‌توان در راستای تعیین قدمت فعالیت‌های فلزگری و معدن‌کاری در این منطقه بهره‌ای برگرفت. تحقیقات جاری شاید ثمره‌ای در این مورد در برداشته باشد.

**معدن هری در منطقه درگیابان:** حدوداً در ۴۰ کیلومتری جنوب زاهدان در منطقه‌ای به نام درگیابان در محدوده‌ی زون‌گرانیت زاهدان، در چند نقطه، شواهد معدن‌کاری کهن دیده شده است. معدن‌کاری در این منطقه هم به صورت پی‌جویی رگه‌ها بوده است. چاه‌های عمیق و تونل‌های افقی و عمودی از نوع کارهای شدادی آن می‌باشد. چاه‌های عمودی ایجاد شده در بعضی جاها حدود ۵۰ سانتیمتر قطر دارند که بسیار جالب توجه هستند. برخی شواهد نشان می‌دهد که معدن‌کاران قدیمی در این منطقه، در جریان پی‌جویی رگه‌ها تونل‌های پیچ‌در پیچ و تنگ و باریکی ایجاد کرده‌اند. (شکل ۱۵)

در حوالی این کارهای شدادی، محلی مملو از انباشته‌ی سرباره‌های ذوب فلز وجود دارد. بررسی کیفی سرباره‌ها، نشان داده است که اینها مربوط به فعالیت‌های ذوب سرب و مس هستند. در میان این سرباره‌ها، یک هاون سنگی بزرگ و یک دسته‌هاون سنگی یافت شده است. این یافته‌ها در ارتباط با خرد کردن سرباره‌ها و خارج کردن گلوله‌های سرب و مس ذوب شده، از داخل آنها می‌باشد. دلیل این ادعا سرباره‌های خرد شده‌ای هستند که در اطراف این مرکز ذوب، انباشته شده‌اند. (شکل ۱۶) بنابراین می‌توان گفت که فلزگران این منطقه پس از استحصال فلز از سنگ معدن، گلوله‌های فلزی سرد شده در داخل سرباره‌ها را با خرد کردن آنها، خارج می‌ساختند.

پوشش گیاهی این منطقه معدنی و اطراف آن، گیاهان و درختانی است که امروزه به صورت پراکنده دیده می‌شوند. اینها عبارتند از: قیچ یا کریچ، بنه، کاسک و پو. از چوب آنها زغال بسیار مرغوبی تهیه می‌گردد و آتش حاصله از اشتعال آن بسیار با دوام و دارای ارزش حرارتی بالا است.

**سرباره‌های ذوب فلز منطقه گراغه:** در نزدیکی نصرت‌آباد زاهدان در مسیر جاده‌ی شوسه‌ای که به طرف محل معادن قدیمی چهل‌کوره امتداد دارد، در محلی به نام گراغه سه تل در مجاورت هم قرار گرفته‌اند. این تل‌ها پوشیده از سرباره‌های ذوب فلز و

سفالینه‌های قدیمی است. به دلیل نزدیکی این محل به معادن قدیمی چهل کوره، شاید بتوان گفت که این دو محل ارتباط با یکدیگر نیستند.

**معادن قدیمی ده سلم:** در شرق ایران، در جنوب استان خراسان و در نزدیکی استان سیستان و بلوچستان، رشته کوهی بین قریه‌های ده سلم و چاه‌داشی قرار گرفته است که روند آن شمال - شمال غربی بوده و امتداد آن ۱۰ کیلومتر و پهنای آن تقریباً ۳۰ کیلومتر می‌باشد. در شمال این رشته کوه، توده بزرگ نفوذی به نام گرانیت شاه کوه و در بخش جنوبی آن سنگ‌های متنوعی وجود دارد که بطور کلی به نام مجموعه ده سلم نامیده می‌شود. نتایج حاصل از مطالعات ژئوشیمی و کانی‌های سنگین نشان می‌دهد که برخلاف تنوعی که از نظر سنگ‌شناسی و کانی‌شناسی در سنگ‌های این ناحیه ملاحظه می‌شود، کانی‌سازی مس، سرب، روی، تنگستن و مولیبدن جالب توجه نیست. با آن که مقدار قلع در نمونه‌ها اندک است، می‌توان کانی‌سازی قلع را مورد توجه قرار داد. (۳۷)

بر اساس نمونه‌برداری‌ها و آزمایشات شیمیایی به عمل آمده، کانی‌های فلزی این منطقه معدنی عبارتند از:

۱- قلع: کانی شناخته شده قلع‌ذر نمونه‌های مطالعه شده، کاسی تریت به فرمول  $\text{SnO}$  می‌باشد. بهترین نمونه از نظر مقدار دانه‌های کاسی تریت در دامنه شرقی و در نزدیکی جاده قدیم ده سلم گزارش شده است.

۲- مس: تنها عنصری است که شواهد ششادادی در ناحیه ده سلم وجود دارد. نمونه‌های مس از نوع مالاکیت، کالکوپیریت و آزورایت می‌باشد. آثار مشاهده شده از ترکیبات مس تماماً به صورت دانه‌های منفرد می‌باشد.

۳- سرب و مولیبدن: ترکیبات سرب در نمونه‌ها به صورت گالن، سروزیت، پیرومورفیت و ولفینیت می‌باشد. (۳۸) در بخش شمال غربی ناحیه مورد مطالعه، کارهای قدیمی مربوط به سرب و مس دیده شده است.

مطالعات و آزمایشاتی بر روی نمونه‌های معادن قدیمی ده سلم انجام گرفته است. آنالیزهای شیمیایی انجام شده بر روی سنگهای معدنی معادن قدیمی چاه چهارنفری ثابت کرده است که آن را می‌توان یک معدن سرب و روی به همراه مس و مولیبدن در نظر گرفت. در معدن قدیمی مس آغل سنگی در ناحیه ده سلم واقع در ۱۵

کیلومتری شمال شرقی نهبندان، آثار دو کوره قدیمی مؤید فعالیت معدن کاری در زمان های قدیم است.

**معدن قدیمی قلعه زری:** معدن غنی قلعه زری در جنوب خراسان در حوالی نهبندان واقع شده است. در این معدن علاوه بر سنگ معدن کالکوپیریت، سولفید سرب (گالنا) هم وجود دارد. وجود گالنا علاوه بر سرب، نشانگر وجود ذخایر نقره نیز هست. در قلعه زری، منطقه ای به وسعت ۲ کیلومتر آثار قدیمی معدن کاری و انباشته های سرباره ذوب فلز را ارائه می دهد.

### نتیجه

۱- شواهد فلزگری حاصل از حفاری های فصول مختلف در شهر سوخته گواهی می دهند که تا حال حاضر با مدارک محکمی نظیر کوره، قالب های ریخته گری اشیاء فلزی و دم آهنگری که نشانگر رواج قطعی فعالیت های فلزگری در یک محل هستند، برخورد نشده است. ولی با تکیه بر مدارک دیگر مانند شمش های فلزی (شکل ۱۷)، سنگهای معدنی، سرباره های ذوب مس، بوته های گلی نپخته، تیغه فلزی چکش خورده نیمه کاره (شکل ۱۸) و نظایر آن می توان اذعان نمود که هنر و صنعت فلزگری شهر سوخته بومی محل است و احتمالاً در سایه حفاریات آینده بتوان به اسناد گویاتر نظیر بقایای کوره های فلزگری و ابزار و ادوات مربوطه دست یافت.

۲- مطالعات مقدماتی نشان داده است که فلزکاران شهر سوخته تقریباً تمامی فن ها و تکنیک های فلزکاری باستان را به کار گرفته اند. به عنوان مثال اینان همزمان با تولید پیکرک مفرغی زن با روش موم گم شده ابزار آلات خرد و ریزی را با P.V تکنیک چکش کاری و گداختن تولید می کردند و یا علاوه بر به کارگیری مس در تولید اشیای فلزی، آرسینیک را هم به کار می گرفته اند. همان گونه که پیش از این ذکر شد، ریخته گری در قالب های بسته و با روش موم گم شده نیازمند دارا بودن مهارت و تخصص بالایی در زمینه های فنی فلزگری و آشنایی دقیق با ترکیبات فلزات و ویژگی آنها می باشد. تمایل شدید مس مذاب به جذب گازهای مختلف از جمله اکسیژن، مشکل عمده ای در ریخته گری این فلز است. ولی، شواهد نشان می دهد که فلزگر

باستان با آب کردن این فلز در هوای کنترل شده و قالبگیری فوری آن و همچنین با بهره‌گیری از خصوصیات ناخالصی‌های موجود در مس بر این مشکل فائق آمده است. به نظر می‌رسد که فلزگر شهر سوخته با برخورداری از دانش فنی بالا و بهره‌گیری از ویژگی‌های آرسینیک توانسته است موفقیت شایانی در ساخت پیکرک مفرغی زن با روش موم گم شده کسب نماید.

پیش از این از به کارگیری آلیاژ مس آرسینیکی، به عنوان عمده‌ترین خصوصیت فنی و شیمیایی فلزگری کهن منطقه جنوب شرقی ایران یاد شد. اشیای فلزی عصر مفرغ شهر سوخته، شهاداد و تپه یحیی از مس و مس آرسینیک‌دار ساخته شده‌اند. در بیشتر موارد آرسینیک مورد نظر، توسط فلزگر بطور عمدی به مس اضافه شده است تا ویژگی‌ها و قابلیت‌های آن را افزایش دهد.

۳- در میان یافته‌های فلزی شهر سوخته علاوه بر مس و مفرغ اشیایی از جنس سرب، نقره و طلا دیده می‌شود. بنابراین فلزگران شهر سوخته تقریباً با همه فلزاتی که تا آن تاریخ توسط بشر شناسایی شده بودند، آشنایی داشتند.

۴- ساخت و سازهای جدید تجاری که با شروع عصر مفرغ قدیم، در بخش وسیعی از دنیای آن روز اعم از بین‌النهرین، جنوب غربی و جنوب شرقی ایران و دره سند حاکم شده بود، باعث شکل‌گیری روابط بازرگانی و فرهنگی مستقیم و گسترده‌تر بین مراکز بزرگ فرهنگی و تمدنی جنوب شرق ایران به ویژه تل‌ابلیس، تپه یحیی، شهاداد و شهر سوخته و محل‌های باستانی سواحل جنوبی خلیج فارس شده بود. یکی از دستاوردهای این روابط تجاری این بود که هر کدام از آن محل‌ها بر مبادله و صدور مواد خام یا کالایی، از یک منطقه به منطقه دیگر نظارت پیدا کرده بودند. شواهد باستان‌شناسی بر مبادله مواد مختلف مانند سنگ صابونی، عقیق، فیروزه، لاجورد و نظایر آن بین این محوطه‌ها حکایت دارند. مدارکی دال بر مبادله قلع بین این محوطه‌های باستانی وجود ندارد.

قدر مسلم این که در محوطه‌های باستانی منطقه جنوب شرقی ایران در عصر مفرغ، ترکیب مس آرسینیکی به عنوان آلیاژ مورد استفاده قرار گرفته است که دارای ویژگی‌های شیمیایی و مکانیکی مفرغ (ترکیب مس و قلع) است. این مس‌آله باتوجه به نکته یادشده و فور معادن مس آرسینیک‌دار و عدم گزارش از وجود حتی یک نمونه

معدنکاری قدیمی قلع و مرکز کهن ذوب آن، قابل توجیه و تأیید است.

۵- به نظر می‌رسد که صنعتگران شهر سوخته علاوه بر بسط فرهنگ و پیش قدمی خود به مراکز فرهنگی دیگر، سنت‌های فرهنگی و هنری آن مراکز را به عاریت می‌گرفتند. در فرهنگ سومری‌ها و ایلامی‌ها، مارسمبل خدای حاصلخیزی بوده است. نقش مار بر روی برخی از اشیای شهر سوخته به ویژه پلاک نقره‌ای، مثال بارز این مدعا است.

بررسی معادن کهن و مراکز ذوب فلز در منطقه مورد بحث حاضر نشان داده است که:

۱- تعداد محل‌های مورد نظر زیاد می‌باشد و مطالعات گسترده و دامنه‌دار می‌تواند مسائل عمده‌ای را در این زمینه روشن نماید. بررسی‌های سطحی باعث یافتن قطعات سفالی قدیمی ساده در محل معادن و مراکز ذوب، شده است. ولی این سفالها در تعیین قدمت آن محلها، کمک چندانی نمی‌کنند. بررسی‌ها و مطالعات بیشتر در آینده، منجر به دست‌یابی سفالهای مشخص‌تر خواهد شد که در تعیین سن محلها مثر ثمر خواهند بود و ارتباط آنها را با شهر سوخته دقیقاً مشخص خواهد کرد.

۲- معمولاً اطراف هر معدنی که تاکنون مورد بازدید قرار گرفته‌اند، سرباره ذوب فلز مشاهده شده است. این امر نشان می‌دهد که کان سنگها را پس از استخراج در مجاورت معادن، ذوب و استحاله می‌کردند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که شرایط ذوب نظیر آب مورد نیاز و سوخت کافی و مناسب در همان محلها فراهم بوده است.

۳- اکثر معادن بررسی شده، در گروه معادن مس و سرب و روی قرار می‌گیرند. نکته جالب توجه در ترکیبات عنصری سرباره‌ها و نمونه‌های سنگهای معدنی مطالعه شده این است که علاوه بر مس، سرب، نقره و آرسینیک هم به عنوان ترکیبات عمده آنها به شمار می‌آیند. در میان اشیای فلزی شهر سوخته و شهادت علاوه بر اشیای مسی، اشیای سربی، نقره‌ای و آلیاژ مس آرسینیک‌دار دیده می‌شود. بنابراین فلزگران محوطه‌های باستانی یاد شده احتمالاً از این منابع معدنی محلی بهره‌برداری می‌کردند.

۴- معمولاً معدنکاران قدیمی تا زمانی که مبنی توانستند، قشرهای رگه‌ای را پی‌جویی و استخراج می‌نمودند و پس از برخورد با قشرهای پورفیری یا انتشاری، معدن را رها می‌کردند. کارهای شدادی انجام شده در معادن قدیمی مورد مطالعه به

خوبی این مسأله را نمایان می‌سازد.

۵- معدن قدیمی چهل کوره، سرباره‌های ذوب مس و بقایای کوره‌های احیاء سنگ مس حوالی معدن و همچنین پوششهای طبیعی این منطقه، موضوع بسیار جامع برای مطالعه هنر و صنعت معدنکاری و فلزگری در منطقه جنوب شرقی ایران هستند. سنگ مس معمولاً به دو نوع اصلی سولفیدی و اکسیدی تقسیم می‌شود. نوع اول یعنی سنگ مس سولفیدی مرکب از مس، سولفور و آهن می‌باشد. البته این نوع خود به دو دسته است. نوع نخست آن، سنگ مس سولفیدی آهن دار است که در اثر فعل و انفعالات آتشفشانی، در اعماق بسیار زیاد زمین قرار گرفته است مثل کالکوپیریت و بورنیت. گروه دوم از سنگ سولفید مس، نوع فاقد آهن است و به علت اینکه در نتیجه شسته شدن مس به عمق زمین به وجود می‌آید، آهن خود را از دست می‌دهد مانند کالکونایت و کاولایت.

نوع دوم سنگ مس، نوع اکسیدی آن است که در واقع همان لایه‌های سطحی سنگ مس سولفیدی را تشکیل می‌دهد. سنگ مس اکسیدی در واقع به علت نزدیک بودن به سطح زمین اکسیده شده است مانند کوپرایت، مالاکیت و آزورایت. ظاهراً سنگ مس معدن چهل کوره هم از نوع اکسیدی است و هم سولفیدی. آزمایشات شیمیایی دقیق‌تر بر روی سرباره‌های ذوب مس این محل نشان خواهد داد که آیا هر دو نوع سنگ مس در این محل ذوب شده یا خیر؟ و اینکه گدازگران، سنگهای مس را به چه روشی ذوب و پیرایش می‌کرده‌اند؟

۶- در هری واقع در جنوب زاهدان در منطقه درگیابان، مقدار زیادی از سرباره‌های ذوب کوبیده و خرد شده‌اند. این امر نشان می‌دهد که مس این منطقه از نوع اکسیدی بوده و آن را با عمل گدازه کردن، ذوب و استحاله می‌کردند. در حالت قبل از گدازه شدن، مس فقط از نظر شیمیایی از مابقی سنگ معدنی جدا می‌شود. و تجزیه فیزیکی صورت نمی‌گیرد ولی در حالت گدازه شدن که به درجه حرارتی بین ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد نیاز است، ناخالصی‌های زائد سنگ مس از نظر فیزیکی با یکدیگر ترکیب شده و نهایتاً از مس جدا می‌شوند. در این حالت مس به صورت دانه‌هایی مجزا در میان ناخالصیها قرار می‌گیرد که با عمل کوبیدن و خرد کردن می‌توان این دانه‌ها را از ناخالصیها جدا کرد. بررسی کیفی برخی از سرباره‌های دیگر در هری نشان داده است



که دانه‌های مس در میان ناخالصیها وجود دارد. معادن فلزگرازی را به  
بنابراین می‌توان احتمال داد که در این محل، سنگ مس اکسیدی را با روش  
گدازه کردن استحاله کرده و سپس با کوبیدن آن، مس تولید شده را به صورت دانه‌های  
مجزا از ناخالصیها جدا می‌کردند. وجود یک سنگ آسیاب بزرگ و آلت کوبنده در میان  
سرباره‌های خرد شده، مؤید عمل کوبیدن آنهاست. قابل ذکر است که ظاهراً در هری  
سرب هم استخراج می‌شده است.

### جدول ۱: معادن قدیمی و مراکز کهن ذوب فلز منطقه سیستان و بلوچستان

ردیف	نام معدن	موقعیت	مهمترین فلزکانسار	شواهد معدنکاری قدیمی	انباشته‌های سرباره
۱	قلعه‌زری	نهبندان	سرب، روی، مس، منگنز	به وسعت ۲ کیلومتر	×
۲	قله‌ها	نهبندان	مس	—	×
۳	ایشپاش	بزمان	—	—	×
۴	مه‌گلی (برجک)	بزمان	—	—	×
۵	چهل‌کوره	نصرت‌آباد	مس، سرب، روی	به وسعت ۱ کیلومتر و در بیش از ۲۰ مورد	×
۶	پیروزکی	بزمان	مس، مولیبدن	×	×
۷	سباه‌جکول	نصرت‌آباد	مس	×	—
۸	حاجی‌کشته	حوالی زاهدان	مس، سرب، روی	×	—
۹	شیخ‌احمد	خاش	مس	×	—
۱۰	چاه‌دوست	خاش	مس، سرب، روی	×	—
۱۱	هری	حوالی زاهدان	مس، سرب و ...	×	×
۱۲	ده‌سلم	حوالی نهبندان	قلع، مس، سرب و مولیبدن	×	×
۱۳	گراغه	نصرت‌آباد	مس	—	×

## جدول ۲: راهنمای عنوان کانی‌های کانسارها

ردیف	نام کانی	علامت اختصاری	ترکیبات
۱	کالکوپیریت	cp	سولفید مس و آهن
۲	پیریت	py	سولفید آهن
۳	مالاکیت	ma	کربنات مس آبدار
۴	آزورایت	az	کربنات مس آبدار
۵	کریسوکولا	cr	سیلیکات آبدار مس
۶	کالکوسیت	cc	سولفید مس
۷	لیمونیت	li	اکسید آهن آبدار
۸	مس طبیعی	nc	مس خالص
۹	سروشیت	ce	کربنات سرب
۱۰	آرسنوپیریت	sp	سولفید آهن و آرسینیک
۱۱	ga	سولفید سرب	
۱۲	مولیدنیت	mo	سولفید مولیبدن
۱۳	ولفینیت	wo	اکسید سرب و منگنز

## منابع و یادداشتها

- ۱- سید سجادی، سید منصور، "شهر سوخته"، نظری اجمالی به شهر نشینی و شهرسازی در ایران، به کوشش م.ی. کیانی، تهران، ص ۵-۵۴ و ۷۱.
- 2- Lamberg - Karlovsky c.c. and Tosi M.,  
1973 "Shahr - i Sokhta and Tepé Yahya: Tracks on the Earliest History of the Iranian Plateau", East and West, Vol. 23, Nos.1 -2 , PP. 21-53.
- 3- Costantini L. and Tosi M.,  
1977 "Population and Natural Resourse in Prehistoric Sistan", in La Citta' Bruciata del Deserto Salato, (ed.), Venezia, Erizzo Editrice, P. 281.
- 4- Tosi M.,  
1983 Prehistoric Sistan 1, ed. Maurizio Tosi, IsMEO- Rome, P.165.
- 5- Ibid.
- 6.op.cit., P.166.
- 7.Tosi M. op.cit., PP.303 - 355.
8. Ibid.
9. Piperno M.,  
1977 "Graveyard", in La Citta' Bruciata del Deserto Salato, (ed.), Venezia, Erizzo Editrice, PP. 115 - 145
- 10- Tosi M.,  
1969 "Excavation at Shahr - i Sokhta, Preliminary Report on the Second Campaign September - December 1968", East and West, Vol. 19, P.379.
- ۱۱- آرسینیک شبه فلزی است که فاقد برخی از خواص فلزی مانند جلای فلزی و رسانایی الکتریکی است. این شبه فلز در ترکیب با مس آلیاژی را به وجود می آورد که ویژگی های شیمیایی و مکانیکی آن شبیه آلیاژ مفرغ (ترکیب مس و قلع) است.

- 12- Heskell D. and Lamberg - Karlovsky c.c.,  
1980 "An Alternative Sequence for the Development of Metallurgy: Tepe Yahya, Iran", in T.A.Wertime and J.D. Muhly(eds.), the coming of the age of Iron, Yale University Press, New Haven, PP. 256-7.
- ۱۲- وطن دوست، رسول، "مرمت، حفاظت و مطالعه فنی تعدادی از اشیای فلزی گنجینه ارجان"، اثر سازمان میراث فرهنگی کشور، تهران، ۱۳۶۷، شماره‌های ۱۵، ۱۶، ص ۱۰۴.
- 14- Tylecote R.F. and Mckerrell H.,  
1970 "Examination of Copper Alloy Tools From Tal-y-Yahya, Iran", in Bulletin of the Historical Metallurgy Group, Vol.5, PP.37-8.
- 15- Heskell D. and Lamberg- Karlovsky c.c., op. cit, P.256; Hakemi A., SHAHDAD: Archaeological Excavation of a Bronze Age Center in Iran, translated and edited by S.M.S. Sajjadi, IsMEO - ROME, 1997, P.59.
- گفتنی است که تعداد اندکی از اشیای مفرغی شهداد تقریباً حاوی ۱۰ درصد قلع هستند که درصد قابل توجهی بوده و نشانگر کاربرد فنی قلع در تولید اشیای مفرغی است. ولی قدر مسلم آنکه بر اساس مطالعات آزمایشگاهی که تا کنون بر روی اشیای فلزی شهداد انجام پذیرفته می‌توان نتیجه گرفت که اغلب مفرغ‌های تولید شده در شهداد، مس آرسنیک دار است. بنابراین فلزگری شهداد از نظر فنی و شیمیایی عمدتاً متکی بر استفاده از مس آرسنیک دار بوده است.
- 16- Ghjirshman R.,  
1938 Fouilles de Sialk, Vol. I, Paris, Paul Geuthner. P.206.
- 17- Stech T. and Pigott V.C.,  
1986 "the metals trade in South - West Asia in the third millenium B.C.", Iraq, Vol. 48, P.43.
- 18- Moorey P.R.S.,  
1969 "Prehistoric Copper and Bronze Metallurgy in Western Iran (With Special Reference to Luristan)", Iran , No.7, P.135.
- 19- op.cit, P.143
- 20- Sarkar  
۲۱- تاکنون بیش از ۲۰ کانی قلع‌شناسایی شده است که یکی از مهمترین آنها کاسی تربیت است با فرمول  $\text{SnO}_2$  و با میزان ۷۸/۶ درصد قلع.

- ۲۲- Zone به معنی منطقه یا بخشی است که از نظر ساختارهای زمین‌شناسی دارای ویژگی‌های متفاوتی نسبت به دیگر مناطق می‌باشد.
- 23- Berthoud T., Besenval R., Cesbron F., Cleuziou S., Pechoux M., Francaix J. and Liszak - Hours J., 1979 "The Early Iranian Metallurgy. Analytical Study of Copper Ores From Iran", in Proceedings of the 18th International Symposium on Archaeometry and Archaeological Prospection. Koln: Rheinland Verlag, pp. 68- 74.
- 24- Masson V.M. and Saraindi V.I., 1972 Central Asia, London, p.128.
- 25- Stech T. and Pigott V.C., op. Cit., P.45.
- ۲۶- مجید زاده، یوسف: "سنگ لاجورد و جاده بزرگ خراسان"، باستان‌شناسی و تاریخ، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، سال اول شماره دوم، بهار و تابستان ۱۳۶۶، ص ۱۲-۲
- 27- Herrmann G., 1968 "Lapis Lazuli: the early phases of its trade", Iraq, 30,P.54.
28. Muhly J.D., 1985 "Sources of tin and the beginning of bronze metallurgy", American Journal of Archaeology, 89, P.290.
- 29- Pigott V.C., Howard S. M. and Epstein S. M., 1982 "Pyrotechnology and Culture Change at Bronze Age Tepe Hissar (Iran) ", Early Pyrotechnology: the evolution of the first fire - using industries. Papers Presented at a Seminar on early Pyrotechnology held at the Smithsonian Institution, Washington,D.C., and the National Bureau of Standards, Gaithersburg, Maryland, April 19-20,1979; P.232.
- ۳۰- زاوش، محمد؛ کانی‌شناسی در ایران قدیم، بنیاد فرهنگ ایران، تهران، ۱۳۵۵، ج ۲، ص ۷۶ و نیز:
- Wertime T.A., 1978 "The Search for Ancient Tin: The Geographic and Historic

"Boundaries" , in A. D. Franklin, J. S. Olin and T. A. Wertime (eds.),  
The Search for Ancient Tin, Washington, D.C., U. Government  
 Printing House, PP.3-4.

۳۱- کرزن، جرج ناتانیل، ایران و قضیه ایران، ترجمه غلامعلی وحیدمازندرانی، بنگاه ترجمه و نشر  
 کتاب، تهران، ۱۳۴۹.

۳۲- ملاکپور، محمد علی: "قلع در ایران"، فصلنامه معادن و فلزات، شماره ۳۹، ۱۳۶۹، ص ۶۲-۶۰؛  
 اطلاعات و گزارش‌های وزارت معادن و فلزات، طرح پی جویی قلع، شرکت مهندسی پراکوه، بی تا و نیز:  
 Stocklin J., Eftekhar - Nezhad J. and Hushmandzadeh A.,

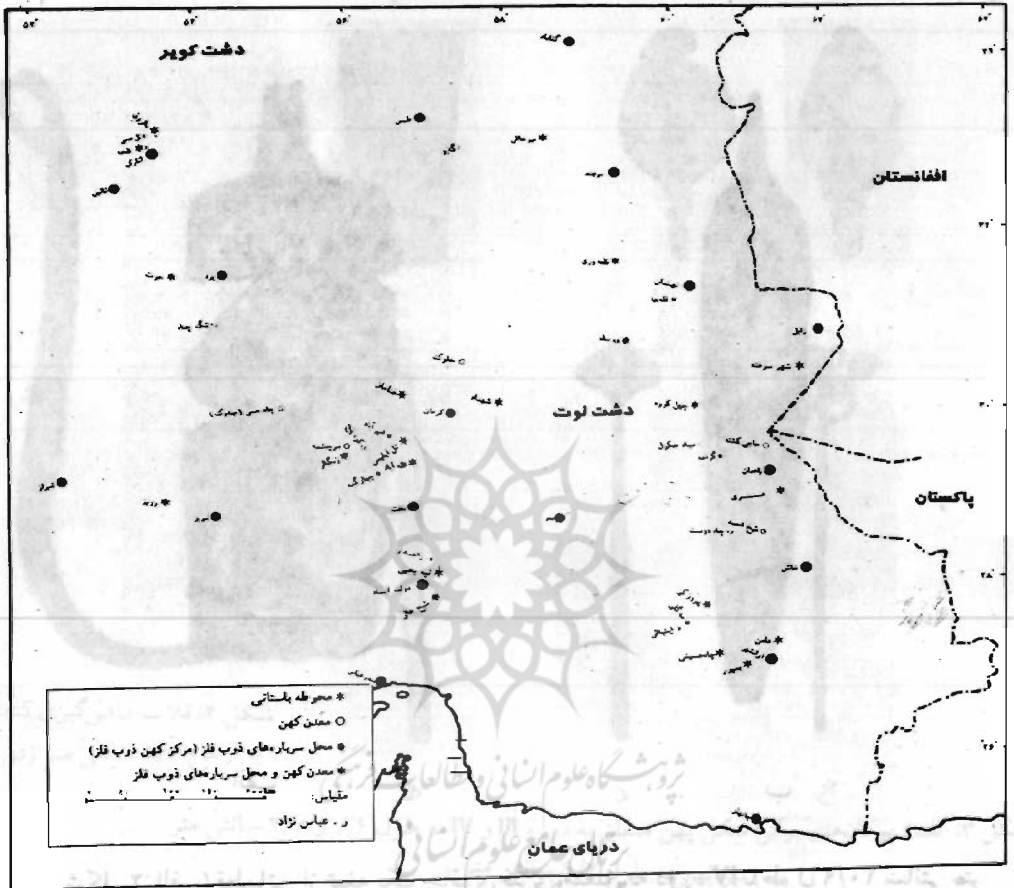
1972 "Central Lut Reconnaissance East Iran", Geological Survey of  
Iran-Report No.22, pp.5-60.

۳۳- گزارش‌های معدنی، اداره کل معادن و فلزات استان سیستان و بلوچستان، بی تا.  
 34- Berthoud T. et al. op. cit., pp.68-79.

۳۵- گزارش‌های معدنی، اداره کل معادن و فلزات استان سیستان و بلوچستان، همان.  
 ۳۶- همانجا.

۳۷- تدین اسلامی، ابوالحسن و آقای لنگرانی، جعفر،  
 گزارش اکتشافی ژئوشیمیایی و کانی‌های سنگین در ناحیه ده سلم در جنوب شرقی استان خراسان،  
 سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران ۱۳۵۳، ص ۲.

۳۸- همانجا

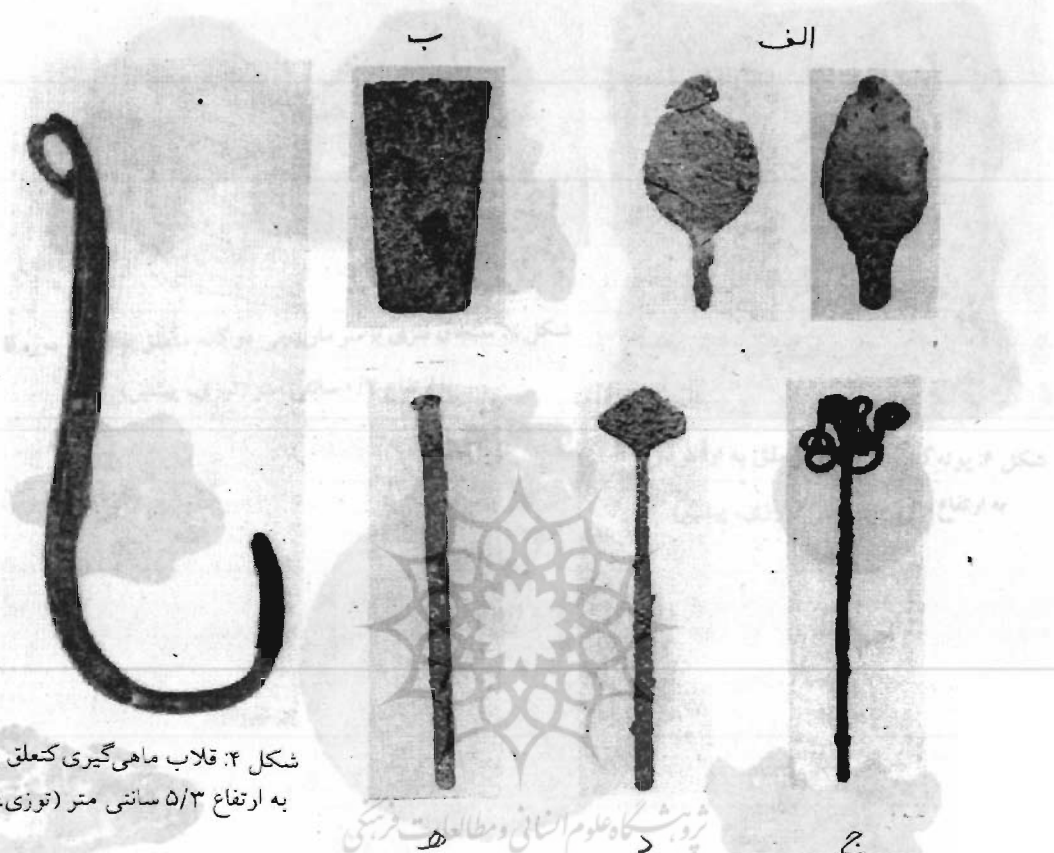


شکل (۱): نقشه پراکندگی معادن کهن، محل سرباره های ذوب و

محوطه های باستانی منطقه جنوب شرقی ایران







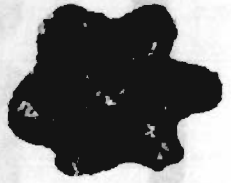
شکل ۴: قلاب ماهی‌گیری متصلق به د  
به ارتفاع ۵/۳ سانتی متر (توزی، پیشین)

شکل ۳: الف) پیکان‌های بزرگی شکل پهن متعلق به دوره III و IV به طول ۷/۶ و ۴/۷ سانتی متر  
ب) تبر پهن به طول ۹/۴ سانتی متر

ج) ترکه با سر طره‌ای شکل متعلق به اواخر دوره II به ارتفاع ۲۴/۳ سانتی متر

د) ترکه با سر چهار گوش به ارتفاع ۲۱ سانتی متر

ه) اسکنه به طول ۱۸ سانتی متر (توزی، پیشین)



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

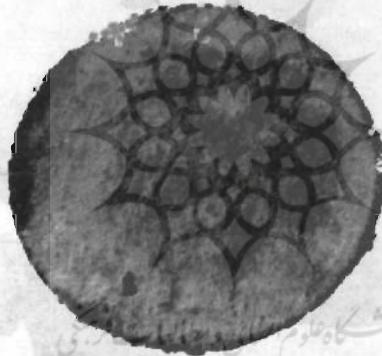
مهرهای مفرغی دوره III بدست آمده از تپه‌های اطراف شهر سوخته • (توزی، پیشین)



شکل ۷: سنجاق فلزی با سر ماریچی دو گانه متعلق به اواخر دوره II با ارتفاع ۰/۴ سانتی متر (توزی، پیشین)



شکل ۶: برته گلی استوانه‌ای متعلق به اواخر دوره II به ارتفاع ۶/۸ سانتی متر (توزی، پیشین)



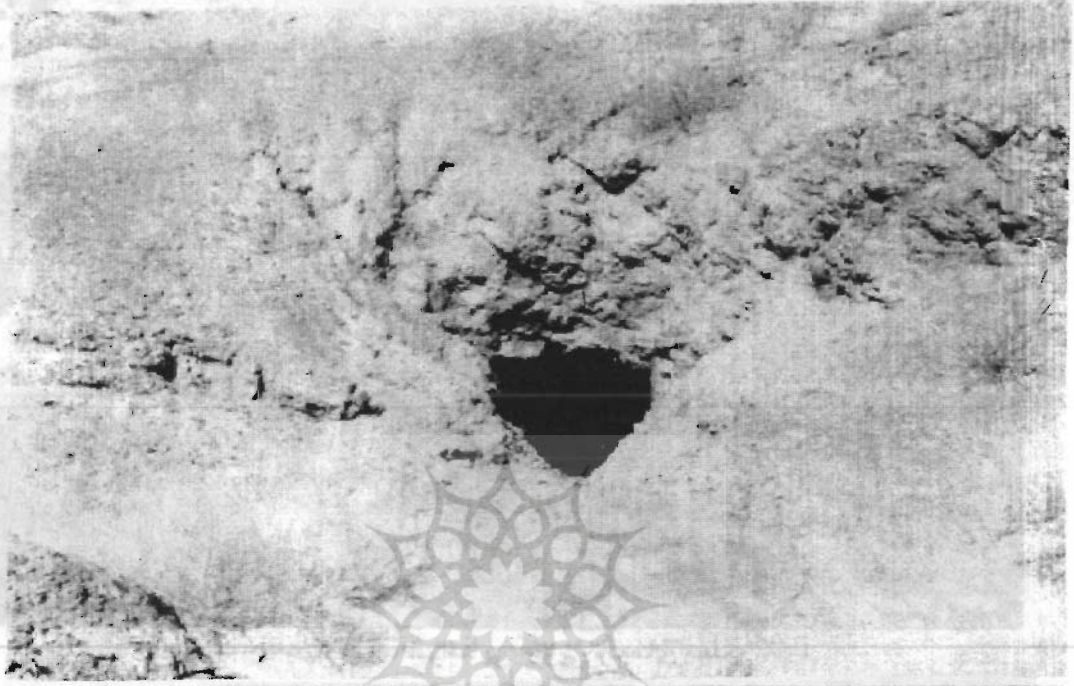
شکل ۸: آینه فلزی بدون دسته متعلق به دوره IV (توزی، پیشین)

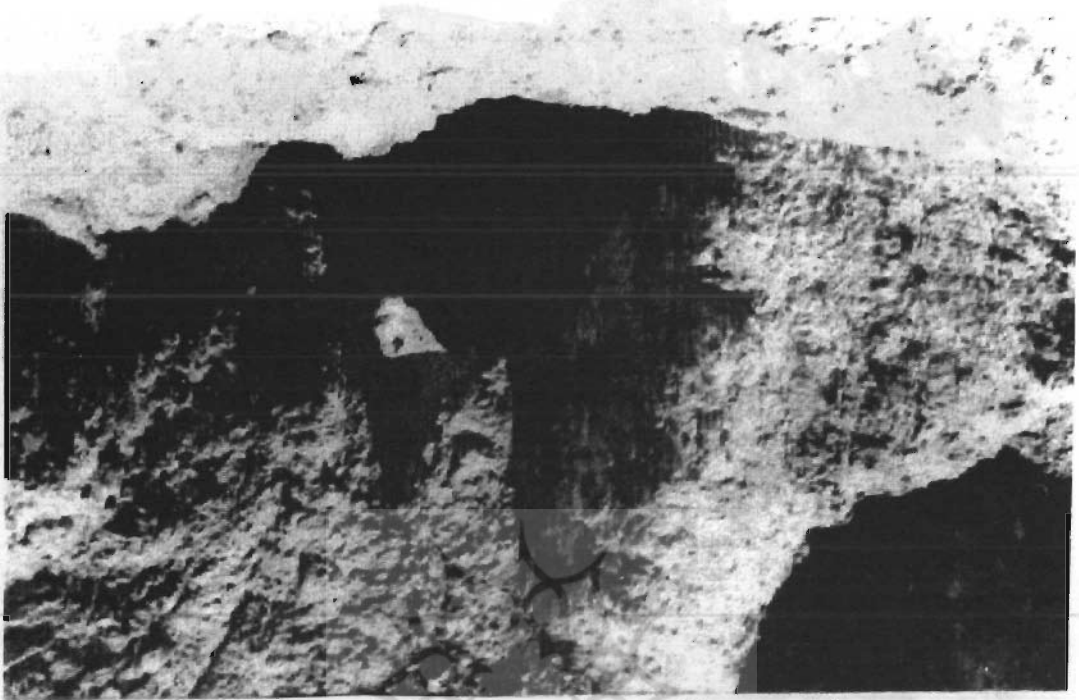
رتال جامع علوم انسانی



شکل ۹: پیکرک مفرغی زن به ارتفاع ۱۵/۲ سانتی متر (نماهای مختلف) (توزی، پیشین)

شکل ۱۰: چهل کوره، شواهد معدنکاری قدیمی





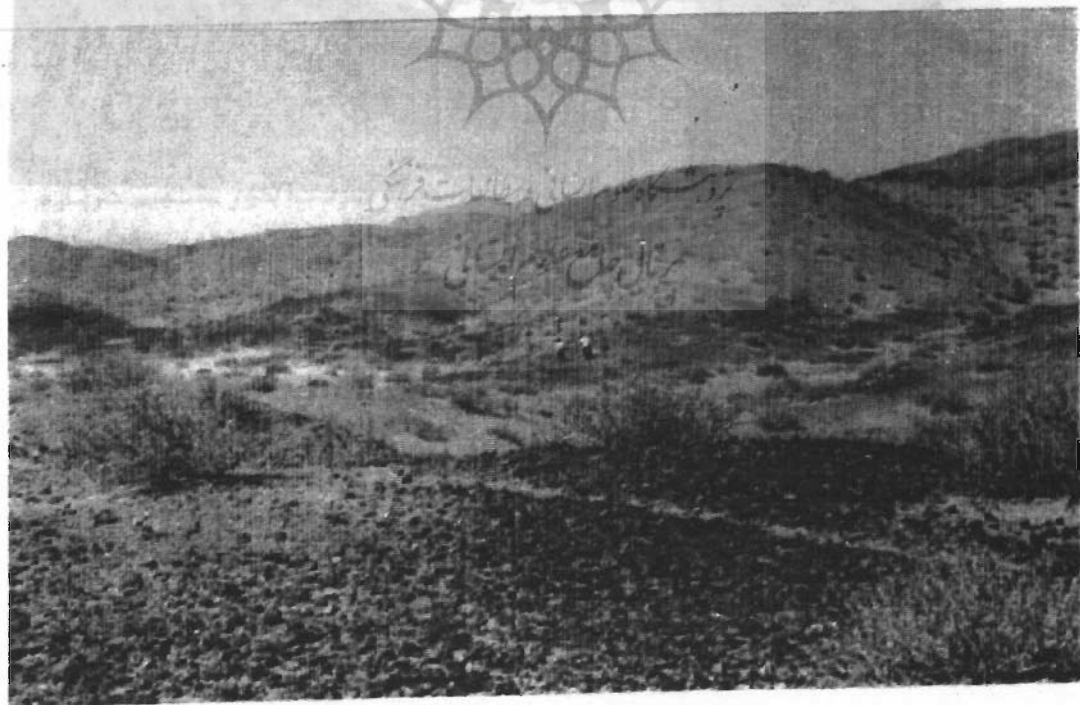
شکل ۱۱: چهل کوره، شواهد پی جویی رگه های معدنی



شکل ۱۲: چهل کوره، بقایای کوره های گداز مس



شکل ۱۳: چهل کوره، بخشی از دم آهنگری از جنس سفال



شکل ۱۴: چهل کوره، سرباره‌های ذوب فلز



شکل ۱۷: شهر سوخته، شمش فلزی  
به ارتفاع ۸/۹ سانتی متر (توزی، پیشین)



شکل ۱۵: هری، شواهد معدنکاری قدیمی



شکل ۱۸: شهر سوخته. تیغه فلزی مچاله شده و آماده برای  
ذوب مجدد به طول ۱۱ سانتی متر (توزی پیشین)



شکل ۱۶: هری، سرباره‌های ذوب فلز