

تاریخچه پیدایش فن تولید آهن و کاربرد آن در ایران

دکتر کاظم ملازاده

استادیار گروه باستان‌شناسی دانشگاه بوعلی سینای همدان

چکیده

آهن نقش بسیار مهم و تعیین کننده‌ای در شکل‌گیری، رشد و گسترش تمدن پیشرفته امروزی داشته و دارد، به گونه‌ای که هیچ فلز و یا ماده دیگری را نمی‌توان جایگزین آن ساخت. آهن برای اولین بار در اواسط هزاره دوم ق.م از کانی فلزی استخراج و مورد استفاده قرار گرفت. فراوانی ماده معدنی و قابلیت‌های فراوان آهن از عواملی هستند که سبب شدند این فلز در مدت کوتاهی جایگزین فلزات و مواد دیگر در ساخت بسیاری از ادوات و اشیاء شود. این استفاده تأثیر شگرفی بر ساختارهای مختلف تمدن بشری، بویژه ساختارهای اقتصادی گذاشت.

بر اساس شواهد و قرائن موجود اقوام ساکن در آسیای صغیر اولین کسانی بودند که موفق به تولید آهن از کانسنگ آهن شدند. این کشف در حدود سال ۱۲۰۰ ق.م به سرعت در مناطق مجاور و از جمله ایران گسترش یافت. اولین اشیای یافت شده در ایران مربوط به عصر آهن I (۱۴۵۰-۱۲۰۰ ق.م) است که به دلیل تعداد اندک آنها به نظر می‌رسد وارداتی باشند. بعد از سال ۱۲۰۰ ق.م آهن در ایران به طور گسترده تولید شده و برای ساخت ادوات مختلف مورد استفاده قرار گرفت.

تاریخ پذیرش: ۸۷/۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۱۰

E-mail: mollazad@yahoo.com

آزمایش‌های صورت گرفته بر روی یافته‌های آهنی ایران نشان می‌دهد که آنها از طریق احیای سنگ آهن و تولید آهن اسفنجی و سپس شمش فلزی، به شیوه چکش‌کاری ساخته شده‌اند و اغلب با درصدی از کربن همراه هستند. مطالعات نشان می‌دهد که آهنگران در تولید و تزئین ساخته‌های آهنی، به پیشرفت‌های قابل توجهی دست یافته بودند.

واژگان کلیدی: ایران، عصر آهن، حسنلو، لرستان، باباجان.

مقدمه

«فرستادیم آهن را که در آن نیروی بسیار و منافع فراوان برای مردم (است) ...»

قرآن کریم (سوره حدید/ ۲۵)

خداوند متعال در قرآن کریم تاکید ویژه‌ای بر آهن و منافع بسیار آن داشته‌اند و این تاکید اهمیت فوق‌العاده فلز آهن را در زندگی انسان نشان می‌دهد. برای درک این اهمیت کافی است نگاهی به اطراف خود بیاندازیم و به نقش اساسی آهن در بخش‌های مختلف حیات بشری پی ببریم. فراوانی ماده اولیه آهن، به عنوان فراوانترین عنصر فلزی کره زمین و ویژگی‌های خاص این فلز سبب شده تا نتوان هیچ ماده دیگری را جایگزین آن ساخت. کشف و استفاده از فلزات بویژه آهن، چه به صورت مستقیم و چه غیر مستقیم، از عوامل اصلی پیشرفت چشمگیر تکنولوژی و روند سریع پیشرفت زندگی مادی و معنوی انسان بوده است. در طی هزاره‌های قبل از کشف و استفاده از سنگ آهن برای تولید ابزار و ادوات، از چوب، سنگ، استخوان، مس و مفرغ برای ساخت ابزار و ادوات استفاده می‌کردند. هر چند مفرغ فلز مناسبی برای ساخت بسیاری از ابزار و ادوات بود، به جهت کمیابی قلع و در نتیجه محدودیت استفاده از این آلیاژ، نقش آن در اقتصاد و دیگر بخش‌ها محدود باقی ماند.

بررسی نقش ظهور آهن و ساخته‌های آهنی در تمدن بشری، پیش از این عمدتاً در میان مباحث جامعه‌شناسی کلان مطرح می‌شد و کمتر در میان موضوعات باستان‌شناسی مورد توجه می‌گرفت. این در حالی است که باستان‌شناسان به جهت دسترسی به مدارک مستند و آشنایی نزدیکتر با جوامع عصر آهن و پیشرفت‌ها و تحولات آنها، بهتر می‌توانند در این خصوص به مطالعه و اظهار نظر بپردازند. بر همین اساس در اینجا تلاش داریم با استناد به داده‌های باستان‌شناسی، آزمایشات متالوژی و تحلیل‌های جامعه‌شناسانه، ضمن مطالعه تاریخیچه و تکنولوژی تولید آهن،

نقش آهن را در زندگی ساکنان فلات ایران (در دوره‌ای که آهن به استفاده عمومی درمی‌یابد) مورد مطالعه قرار دهیم.

تاریخچه کشف و استفاده از آهن

اشیای آهنی برای اولین بار در اوایل هزاره سوم ق.م در میان یافته‌های باستان‌شناسی ظاهر می‌شود؛ که از جمله آنها تیر و اشیایی است که در قبرستان سلطنتی اور در سومر و هرم خنوپس در مصر (توحیدی، ۱۳۶۴: ۹۴) به دست آمده است. مطالعات و آزمایش‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که این یافته‌ها و نمونه‌های دیگری از دوره‌های متاخرتر، از فلز خالص آهن و به شیوه چکش‌کاری ساخته شده‌اند. از آنجا که آهن به صورت خالص در طبیعت یافت نمی‌شود و در آن دوره نیز به جهت محدودیت تکنیکی امکان تهیه فلز آهن از کانسنگ آن وجود نداشته، این احتمال مورد قبول قرار گرفته که اشیای مذکور از قطعات شهاب‌سنگ‌های فرو افتاده بر روی کره زمین ساخته شده‌اند. تجزیه شیمیایی ۳۱۸ شهاب‌سنگ یافت شده نشان می‌دهد که بیش از نود درصد آنها از فلز خالص آهن تشکیل شده است. (همان: ۹۴) مدارک زبان‌شناسی نیز این احتمال را تقویت کرده است؛ زیرا آهن در زبان قبطی به معنای «سنگ آسمان» و در فرهنگ هیروگلیفی مصر به معنای «فلز ستارگان» است. (زاوش، ۱۳۴۸: ۵۹)

از اوایل هزاره سوم تا اواسط هزاره دوم ق.م. ساخته‌های آهنی در میان یافته‌های باستان‌شناسی بندرت ظاهر می‌شود. در اواسط هزاره دوم ق.م اقوام هیتیت که در آسیای صغیر مستقر بوده و مقارن این زمان امپراتوری قدرتمندی تشکیل داده بودند، موفق به تولید آهن از کانسنگ آن شدند. به نظر می‌رسد معادن غنی این منطقه و سهولت استفاده از آنها و نیز مدیریت و حمایت مستقیم شاهان هیتیت از امر تولید، مهمترین عوامل موفقیت اقوام هیتیت بوده باشد. اینان با به کارگیری ادوات جنگی ساخته شده از آهن به قدرت نظامی بزرگی در جهان باستان تبدیل شدند. شاهان هیتیت از ساخته‌های آهنی در مناسبات سیاسی خود با دول دیگر استفاده کرده و این اشیای را به شاهان دیگر و نیز معابد هدیه می‌کردند. (گرنی، ۱۳۷۱: ۷۹) ارزش ساخته‌های آهنی در این دوره با قرار گرفتن آنها در میان جهاز دختر پادشاه میتانی، اهمیت خود را بیشتر نشان می‌دهد (Maxwell – Hyslop, K, R. 1974 : -139-154)

بعد از سقوط دولت هیتیت و میتانی، به نظر می‌رسد آهنگرانی که در دستگاه این دولت‌ها به کار اشتغال داشتند، به نقاط دیگر مهاجرت کرده و تحت حمایت پادشاهان دیگر به تولید آهن پرداخته و فن تولید آهن را در نقاط جدید و از جمله ایران منتشر کرده‌اند.

ساخته‌های آهنی در ایران برای اولین بار در عصر آهن I (۱۴۵۰-۱۲۰۰ ق.م.) ظاهر می‌شود. از این تاریخ در محوطه باستانی حسنلو، واقع در کناره جنوبی دریاچه ارومیه، یک حلقه آهنی (Dyson, R. 1965: 193-217) و در تپه گیان واقع در غرب ایران، یک تیغه خنجر (Contenavaer.Gh:Rshmon, 1931-1932:6) به دست آمده است. با توجه به تعداد اندک این یافته‌ها می‌توان آنها را وارداتی دانست. با شروع عصر آهن II (۱۲۰۰-۸۰۰ ق.م.) تعداد یافته‌های آهنی به سرعت فزونی می‌گیرد. در طبقه استقرار حسنلوی IVB که همزمان با این تاریخ است، تعداد ۲۰۰۰ ساخته آهنی به دست آمده است. از این تاریخ مدارک مستندی از تولید محلی آهن به دست نیامده، اما شواهد و قراین از تولید محلی حکایت دارند. دسترسی به معادن آهن، منابع سوخت کافی، تکنولوژی پیشرفته فلزگری، وجود دولت‌های محلی که می‌توانستند حامی و سفارش دهنده تولیدات آهنی باشند، کشف قطعات سنگ آهن در محوطه حسنلو، وجود ساخته‌های منحصر بفرد که نمونه قابل مقایسه‌ای در دیگر نقاط ندارند، ساخت استاندارد و کاملاً مشابه تعدادی از اشیاء و همچنین لزوم کارگاهی برای تعمیر و بازسازی ادوات آهنی، از دلایل محلی بودن تولید آهن در حسنلو است. (Piyott, v. c. 1989:67-69)

همانگونه که اشاره شد از حسنلوی IVB تعداد ۲۰۰۰ ساخته آهنی (تصاویر ش ۷۳) به دست آمده که شامل ادوات و اشیای ذیل می‌شوند: پیکان (۷۰۰ عدد)، سرنیزه (۵۰۰ عدد)، سنجاق یا عصای کوچک دستی (۱۴۰ عدد)، دگمه و قبه تزئینی (۱۱۵ عدد)، تیغه داس (۹۰ عدد)، شمشیر و خنجر (۷۰ عدد)، دست‌بند (۴۰ عدد)، حلقه آهنی (۱۵ عدد)، سر گرز (۲ عدد) و تعدادی اشیای متفرقه (73: Piyott, c.) کارایی فوق‌العاده جنگ‌افزارهای ساخته شده از آهن سبب شده تا بیشترین استفاده از آهن در این راستا صورت گیرد. همچنین استفاده نسبتاً گسترده از آهن برای ساخت اشیای تزئینی نشان می‌دهد که فلز آهن در این دوره از ارزش بالایی برخوردار بوده است. در کنار اینها وجود نود داس آهنی بیانگر نقش مهم ساخته‌های آهنی در کشاورزی این دوره است.

علاوه بر اشیای مکشوفه از حسنلو در نقاط دیگر ایران نیز اشیای آهنی متعددی یافت شده‌اند که از آن جمله می‌توان به شمشیرهای تزیین‌دار آهنی به دست آمده از لرستان اشاره کرد که از نظر تکنیک ساخت و تزیین در نوع خود بی‌نظیر هستند (Moorey, p. r. s, 1991 : 1-12) در جریان کاوش‌های باباجان تپه لرستان نیز اشیای آهنی مختلفی (تصویر ش ۴) چون کاردک، اسکنه، تیغه داس، بیل، چاقو و خنجر، پیکان، سرنیزه و میخ کشف شده که حکایت از استفاده گسترده از آهن دارد. (Goff, c. 1978: 29-63) این استفاده به احتمال قریب به یقین تاثیر بسیاری بر تکنولوژی تولید ساکنان لرستان در این تاریخ داشته است.

شیوه تولید آهن و ساخته‌های آهنی

یکی از شرایط و مقدمات ضروری تولید، وجود معادن مناسب و سهولت دسترسی و استخراج آنهاست. در ایران ذخائر غنی آهن وجود دارد (نقشه ش ۱) که بزرگترین آنها در استان‌های یزد، کرمان، خراسان، و به مقدار کمتری در استان‌های اصفهان، مرکزی، هرمزگان، زنجان، گیلان، کردستان، همدان، آذربایجان شرقی و سمنان پراکنده‌اند (گزارشات سازمان زمین‌شناسی کشور). با توجه به فقدان مدارک مستند، از شیوه استخراج-تولید آهن و ساخت اشیای آهنی در این دوره اطلاع دقیقی در دست نیست، اما با توجه به شواهد و قراین و آزمایشات صورت گرفته و نیز فرایند تولید در دوره‌های متاخرتر، می‌توان شیوه‌های مورد استفاده را تا حدودی بازسازی کرد.

نتایج آزمایشات صورت گرفته و این حقیقت که تولید حرارتی برابر ۱۳۵۶ درجه سانتیگراد برای ذوب کانسنگ آهن در آن دوره و در کوره‌های معمولی وجود نداشته، نشان می‌دهد که تولیدکنندگان آهن از طریق احیا و سوزاندن ناخالصی‌های همراه سنگ آهن به تولید آهن اسفنجی اقدام کرده و سپس با عملیات حرارتی-مکانیکی آنها را به شمش‌های فلزی تبدیل می‌کردند. این شمش‌ها در مرحله بعد و در کارگاه‌های آهنگری به ساخته‌های مختلف آهنی تبدیل می‌شد. انتخاب سنگ آهن، نوع سوخت، شیوه بار کردن کوره و اکسیژن‌دهی به آن، مستلزم دقت و مهارت کافی بود. به عنوان مثال تغییر در درصد‌های بار کوره، سبب جذب کربن زیاد توسط آهن در درجه حرارت بالا و تولید فلزی سخت و شکننده و غیر قابل چکش‌کاری می‌شد. علی‌رغم این پیچیدگی، آزمایشات صورت گرفته نشان می‌دهد که تولیدکنندگان آهن

آگاهی کافی از نسبت‌های مناسب کانه به سوخت و اکسیژن داشتند. (Rehder, J. E. 1991: 13-19)

آهن در درجه حرارت ۱۵۳۶ درجه سانتیگراد به صورت مذاب درمی‌آید که با قالب ریزی آن می‌توان اشیای مختلفی را ساخت. اما دلایل متعدد نشان می‌دهد که ساخته‌های آهنی در دوره مورد بحث به شیوه چکش‌کاری ساخته شده‌اند. از جمله این دلایل می‌توان به نتایج آزمایشات میکروسکوپی، تنوع زیاد اشکال (در مقایسه با ساخته‌های مفرغی که به شیوه قالب ریزی ساخته شده‌اند و این امکان وجود داشت که با یک قالب هزاران شی همشکل ساخت) و نیز ساخت قسمت‌های تزئینی با فلز دیگر (همانند دسته تعدادی از شمشیرها و خنجرهای آهنی که از فلز مفرغ بر روی تیغه آهنی قالب ریزی شده‌اند)، اشاره کرد. (تصاویر ش ۷، ۹ و ۱۰) از جمله موارد اخیر هستند. «ذوب کانسنگ آهن به علت نیاز به درجه حرارت بالا در دوره باستان امکانپذیر نبوده، اما احیای سنگ آهن تحت شرایطی در کوره‌های مس و سرب ممکن بوده است. در گذشته سنگ آهن به عنوان بخشی از بار کوره‌های تولید مس مصرف می‌شده است. بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته هر گاه دمای کوره‌های تولید مس به ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد می‌رسید، اکسیدهای آهن موجود در بار کوره احیا و آهن اسفنجی تولید می‌شد، لذا امکان تولید آهن اسفنجی در کوره‌های بسیار کوتاه نیز وجود داشته است». (توحیدی، ۱۳۶۴: ۹۵) شیوه سنتی تهیه فلز آهن از طریق تولید آهن اسفنجی تا دوره قاجار در ایران تداوم داشته و در صنعت و کارخانه‌های امروزی نیز از روش‌های معمول به شمار می‌آید.

بعد از تبدیل کانسنگ به آهن اسفنجی، بار کوره تخلیه و برای تبدیل به شمش‌های فلزی راهی کارگاه‌های مربوط می‌شد. در این کارگاه‌ها با عملیات حرارتی - مکانیکی، ضمن زدودن ناخالصی‌های همراه آهن اسفنجی، خلل و فرج قطعات نیز گرفته شده و قطعات کوچکتر به یکدیگر جوش می‌خورند تا به شمش‌هایی به ابعاد و اندازه‌های مختلف تبدیل شوند. (Rehder: 13-19)

در جریان این عملیات مقداری از خاکستر (کربن) کلوخه اسفنجی در ترکیب فلز حل شده و بر استحکام فلز تولیدی می‌افزود. بعد از این مرحله شمش‌های تولیدی راهی کارگاه‌های آهنگری می‌شدند تا در آنجا به ساخته‌های مختلف تبدیل شوند. در این کارگاه‌ها شیوه ساخت بسیار مشابه شیوه‌ای بود که تا چند دهه قبل در آهنگری‌های سنتی مورد استفاده بود. در آنجا ابتدا

شمش آهنی را متناسب با ابعاد و ضخامت شیء مورد نظر انتخاب کرده و سپس در کوره آهنگری می‌گذاختند و با پتک آهنگری به شکل دلخواه درمی‌آوردند. البته برای شکل‌گیری کامل، این عملیات (حرارتی- مکانیکی) چندین بار تکرار می‌شد. برای استحکام بخشی بیشتر ساخته، بعد از چکش‌کاری آن را در آب فرو می‌بردند. بعد از شکل‌دهی مراحل مختلف صافکاری، صیقل، تزیین و اتصال قطعات به یکدیگر انجام می‌گرفت.

اتصال قطعات یک شیء به یکدیگر، در یافته‌های مطالعه شده معمولاً به سه شیوه ذیل صورت گرفته است:

۱) اتصال تیغه به دسته یا قطعات مختلف دسته به یکدیگر توسط میخ، پرچ و یا تسمه فلزی (تصویر ش ۵)

۲) اتصال تیغه به دسته یا قطعات مختلف دسته به یکدیگر و به تیغه توسط عملیات آهنگری و چکش‌کاری (تصاویر ش ۵ (طرح پایین) و ۸)

۳) اتصال تیغه آهنی به دسته مفرغی با استفاده از تکنیک ریخته‌گری قسمت مفرغی (Casting on) (تصاویر ش ۶، ۷، ۹ و ۱۰)

در تکنیک ریخته‌گری قسمت مفرغی، روش کار به این صورت است که ابتدا تیغه یا قسمت آهنی از طریق عملیات حرارتی- مکانیکی ساخته شده و سپس قسمت مفرغی با کمک قالب بر انتهای آن قالب ریزی می‌شد. قالب‌های مورد استفاده از انواع دو کفه و موم گمشده بودند. عملیات قالب ریزی با چنان دقتی انجام می‌گرفت که محصول به دست آمده کاملاً یکپارچه به نظر می‌رسید. از این تکنیک همچنین برای تعمیر شکستگی‌ها، استحکام‌بخشی اتصال تیغه به دسته (با ریخته‌گری زانده هلالی شکلی بر روی نقطه اتصال و مسلح کردن ادوات برنزی به میله یا هسته آهنی) استفاده می‌کردند. (Maxwell- Hyslop, K, R.1964: 50-55)

این تکنیک خاص ریخته‌گری (Costing on) در اواخر عصر برنز در ساخت تعدادی از ساخته‌های برنزی به کار رفته اما استفاده از آن برای ساخت اشیای آهنی مربوط به عصر آهن II (۱۲۰۰-۸۰۰ ق.م) به بعد می‌باشد. (Piyott, V. C. 1977: 209-234)

از نکات قابل توجه در ارتباط با ساخته‌های آهنی، استفاده از دو فلز متفاوت در ساخت تعدادی از اشیای است که اغلب شامل آهن و مفرغ و در موارد نادری آهن و مس، آهن و نقره و

آهن و طلا می‌شود، از جمله این اشیای دو فلزی (Biometalic) می‌توان به تعدادی از شمشیرها، خنجرها، تبرها، تزیینات شخصی، سنجاق‌ها و علامت‌های نذری اشاره کرد که در عصر آهن II و III، از محوطه حسنلو و لرستان به دست آمده‌اند.

دلایل استفاده از دو فلز متفاوت در ساخت اشیای آهنی را می‌توان چنین دسته‌بندی کرد:

- ۱) عدم توانایی در ذوب و ریخته‌گری آهن و اجرای تزیینات کافی بر روی آن
- ۲) ایجاد تنوع در جنس و رنگ
- ۳) استفاده توأمان از برندگی و استحکام آهن و شکل‌پذیری فلز دیگر
- ۴) استفاده از آهن برای استحکام‌بخشی به ساخته مفرغی

تزیین اشیای آهنی

هنرمند و صنعتگر ایرانی همیشه سعی در هر چه زیباتر ساختن دست‌آفریده‌های خود داشت و در این راه سختی و استحکام بسیار آهن نتوانسته او را در رسیدن به هدف باز دارد. آهنگران در دوره مورد بحث موفق به ساخت برجسته‌ترین ساخته‌های تزیین‌دار آهنی شدند (تصاویر ش ۵ و ۸). شمشیرهای آهنی و تزیین‌دار مکشوفه از لرستان از بهترین و کم‌نظیرترین نمونه‌های موجود می‌باشند. (Moorey: 1-12) اشیای مکشوفه از شمال غرب و غرب ایران اغلب به یکی از سه شیوه زیر تزیین شده‌اند:

- ۱) استفاده از یک فلز متفاوت، قطعات سنگ، استخوان، چوب، ... برای تزیین ساخته آهنی (تصاویر ش ۷ و ۹)
- ۲) ایجاد نقوش برجسته بر روی ورقه‌های آهنی به کمک چکش‌کاری، کنده‌کاری و استامپی (تصاویر ش ۳)
- ۳) آهن‌گری و شکل‌دهی قطعات کوچک به اشکال تزیینی و اتصال آنها به یکدیگر و به تیغه که حاصل کار صورتی تزیینی پیدا می‌کرده است (تصاویر ش ۵ و ۸).

تولید فولاد

تولید فلز آهن گام بسیار بلندی بود، اما این تولید آهن کربن‌دار یا فولاد بود که توانست مقبولیت ابزارهای آهنی را در مقایسه با انواع مفرغی به مقدار زیادی افزایش دهد. فولاد از کارایی و استحکام زیادی در مقایسه با آهن خالص، برخوردار است و بهترین آلیاژ برای ساخت ادوات جنگی و کشاورزی و ابزار آلات صنعتی و ساختمانی به شمار می‌رود. مدارک تاریخی گویای این امر هستند که آهنگران هیتیت موفق به تولید فولاد و ساخته‌های فولادی شده بودند. ساخته‌های آهنی عصر آهن ایران نیز همگی دارای مقادیری کربن می‌باشند. (Piyott, V. C. 1989: 75) بخشی از این کربن در جریان تولید به صورت ناخواسته وارد ترکیب فلز می‌شد و بخش دیگر به صورت آگاهانه به آن اضافه می‌گردید. (Maxwell- Hyslop, 1966: 168) مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که آهنگران عصر آهن ایران توانایی تولید آهن مقاومتر یا فولاد (البته بدون آنکه هیچ دانشی از فرایند علمی تولید آن داشته باشند) را داشتند. در تعدادی از ساخته‌ها مقادیر کربن حل شده در تیغه بیشتر از مقدار موجود در قسمت دسته است. این تفاوت آشکارا نشان می‌دهد که آهنگران متناسب با انتظاری که از محصول تولیدی داشتند، اقدام به تولید آهن سخت یا آهنی با سختی کمتر (جهت سهولت شکل‌دهی و اجرای تزیین) می‌کردند. (Rehder, J. E. : 17)

نقش تولید و کاربرد انبوه ابزار و ادوات آهنی در تحولات اجتماعی و اقتصادی

عصر آهن در ایران معرف دوره‌ای است که در آن تحولات مهم اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و فرهنگی صورت گرفته است. بخش قابل توجهی از این تحولات به نظر می‌رسد متأثر از استفاده گسترده از ساخته‌های آهنی و تأثیر این استفاده بر ساختارهای مختلف جامعه بشری بوده باشد. از جمله تحولات مهم این دوره می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

(۱) رشد جمعیت و تشکیل دولت‌های محلی و ملی که در مرحله بعد به شکل‌گیری امپراتوری هخامنشی منجر شد.

(۲) پیشرفت تکنولوژیکی در اغلب بخش‌های فنی و هنری

(۳) رشد کشاورزی و دامداری و افزایش تولیدات

(۴) رشد و گسترش اشکال معماری و احداث بناهای عمومی و حکومتی

- ۵) استفاده از شمش‌های پولی و بعدها سکه به عنوان ابزار مبادله که تحولی بزرگ در اقتصاد به شمار می‌آید (Bivar, A. D. 1971: 97-111)
- ۶) گسترش ارتباطات تجاری، فرهنگی، سیاسی و تهاجمات نظامی؛ بویژه با استفاده گسترده‌ای که در این دوره از اسب و ارابه صورت می‌گیرد
- ۷) ظهور دین زردشت، به عنوان اولین دین یکتاپرستی در ایران
- شتاب و وسعت تحولات این عصر مختص به ایران نبوده، بلکه در ابعاد وسیعتری از چین تا یونان را شامل می‌شده است. گستردگی این تحولات، همزمانی نسبی و موازات آنها (البته بدون آنکه ارتباط خاصی با یکدیگر داشته باشند)، فلاسفه علم تاریخ را بر آن داشته تا این دوره چند صد ساله را به عنوان یک دوره شاخص در تاریخ بشری، تحت عنوان «دوره محوری» نام‌گذاری کنند که تقریباً با نیمه اول هزاره اول ق.م مطابق دارد. کارل یاسپرس در تعریف این دوره می‌نویسد: دوره‌ای است که از حیث صورت بخشیدن به آدمیت پربرترین دوران تاریخ است. در این دوره بزرگترین و ژرفترین دگرگونی‌ها در مسیر تاریخ روی داده و انسانی پدیدار شده که ما تا به امروز با او زندگی می‌کنیم. در این دوره جنبش‌های بزرگ و تاثیرگذاری به وجود آمدند که از شاخصه‌های آنها، اندیشه خدای واحد متعال در برابر خدایان خیالی است. ظهور زردشت در ایران، کنفوسیوس در چین، بودا در هند، پیامبران اصلاح‌گر در میان قوم یهود، فیلسوفان بزرگ در یونان از این جمله‌اند. یاسپرس پایان این دوره را با تشکیل دولت‌ها و امپراتوری‌های بزرگ همزمان دانسته است؛ از آن جمله امپراتوری هخامنشی در ایران و خاورمیانه، مقدونی در یونان، سلسله هان در چین و پادشاهی مائوری در هند است. از دیدگاه فلسفه تاریخ، علل به وجود آورنده این تحولات شگرف و تقریباً موازی چندان مشخص نیست. آلفرد وبر احتمال داده این تحولات در ارتباط با ظهور اقوام اسب‌سوار و هند و اروپایی باشد. این فرضیه به دلایل متعدد قابل پذیرش نیست. محتوای دوره محوری چنان خارق‌العاده، فراگیر و درونی است که به آسانی نمی‌توان آن را بر پایه چنان علتی استوار دانست. یاسپرس نیز به فرضیه قابل قبولی دست نیافته و علل تحولات مزبور برای او به صورت راز باقی مانده و تنها به این قانع شده که آنها را ناشی از شرایط اجتماعی مشترک بداند. (یاسپرس، ۱۳۶۳: ۴۱-۱۵)

در پژوهش‌هایی که در ارتباط با تاثیر کاربرد گسترده ساخته‌های آهنی در تمدن بشری داشتیم و با الهام از تاکیدی که خداوند متعال در قرآن کریم بر منافع بسیار آهن دارند، این فرضیه برای من مطرح، تقویت و تا حدود زیادی تایید شد که استفاده گسترده از ساخته‌های آهنی و به دنبال آن پیشرفت سریع تکنولوژی تولید، عامل مهم و تعیین کننده در پیدایش تحولات مذکور بوده است. پیدایش فن تولید آهن کشفی بنیادی بود که راه را برای هزاران کشف و اختراع دیگر هموار ساخت. قبل از اینکه ساخته‌های آهنی استفاده عمومی بیابند، مفرغ مهمترین فلز برای ساخت ابزارآلات مختلف بود اما عرضه این فلز به جهت کمیابی قلع، محدود بود و مقدار عرضه شده نیز اغلب به مصرف طبقه حاکمه، ساخت ادوات جنگی و اشیای تزئینی می‌رسید و از این رو نقش آن در اقتصاد و پیشرفت اقتصادی محدود باقی ماند. (لنسکی، ۱۳۶۹: ۲۵۳)

فلز آهن به جهت فراوانی ماده اولیه و تولید انبوه، بتدریج توانست در اختیار طبقات مختلف جامعه و بخش‌های مختلف اقتصادی قرار گیرد و تحولات اساسی را در این بخشها موجب شود. به عنوان مثال کاربرد بیل، داس و خیش آهنی، زمینه استفاده بهینه و طولانیتر از زمینهای کشاورزی، افزایش سطح زیر کشت، کاهش مقدار نیروی کار و افزایش مقدار تولید را فراهم آورد. نیروهای آزاد شده می‌توانستند در بخش‌های دیگر تولیدی به کار مشغول شده و تحرک بخش‌های جدید را موجب شوند. نقش مهم دیگر آهن را می‌توان در ابزارسازی برای بخش‌های مختلف اقتصادی دید. خواص فوق‌العاده آهن و فولاد آن را به ماده بی‌نهایت سودمندی تبدیل کرد که برای ساختن تمام ابزارها و سلاح‌های خاص بریدن، دریدن، سوراخ کردن و شکافتن به کار رفت. (همان: ۲۵۴) با کاربرد یک ابزار جدید، حرکت یک فن یا حرفه به سوی تکامل تندتر گردید و از آنجا که ابزارهای آهنی در تمام بخش‌های اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گرفت، می‌توان به عمق تحولات ایجاد شده پی برد.

استفاده گسترده از ابزار و ادوات آهنی پیشرفت تکنولوژیکی را سبب شد و خود این پیشرفت نیز بروز تغییرات و تحولات را در سایر زمینه‌ها موجب گردید. گرهارد لنسکی در این ارتباط می‌نویسد: پیشرفت تکنولوژیکی عامل اساسی تحولاتی بوده از جمله: افزایش جمعیت‌های انسانی، افزایش اندازه متوسط جوامع، افزایش واژه‌ها، توسعه انواع جدید جهانی، تولید فزاینده کالاهای مادی، پیچیدگی روزافزون ساختار جامعه (همانند تقسیم کار بین افراد جامعه و نیز

جوامع مختلف) و بسیاری تحولات دیگر. این دگرگونی‌های سراسری که خود ناشی از پیشرفت تکنولوژیکی بود، به نوبه خود تکنولوژی را تحت تاثیر قرار داد و به تسریع نوآوری‌های تکنولوژیکی منجر شد. (همان: ۱۴۴-۱۰۵) در این زمینه شاید فن‌آوری رایانه مثال خوبی باشد. این فن‌آوری موجب تحول در بسیاری از رشته‌های علمی و هنری شده است. تحولات صورت گرفته نیازهای جدیدی را سبب شده که نوآوری‌ها و پیشرفت‌های سریع صورت گرفته در زمینه فن‌آوری رایانه‌ای به آنها پاسخ داده و این روند همچنان در حال تکرار است.

با توجه به آنچه که به صورت خیلی خلاصه ارائه شد می‌توان ادعا کرد که تحولات گسترده و فراگیر عصر آهن تا حدود زیادی ناشی از پیشرفت تکنولوژیکی حاصل از کاربرد عمومی ابزارهای آهنی و فولادی بوده است؛ اما با توجه به این نکته که این پیشرفت نمی‌تواند بیانگر تمام پدیده‌های اجتماعی باشد.

نتیجه

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت فلزگران ایرانی در عصر آهن با فاصله کمی از فلزگران هیتیت توانستند به فن تولید آهن از کانسنگ آن پی ببرند و در مدت کوتاهی در این حرفه به درجات بالای پیشرفت برسند. ساخته‌های به دست آمده از حسنلو و لرستان گواه این مدعاست. حضور درصدی کربن در این ساخته‌ها تاییدی است بر تولید فولاد در این دوره و همچنین کشف ساخته‌های آهنی با تزئین غنی نشان از توانایی بالای آهنگران ایرانی در کار با فلز سخت آهن دارد. استفاده گسترده از ساخته‌های آهنی تحولات بزرگ و بنیادی در ساختارهای مختلف اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، ... جوامع استفاده‌کننده پدید آورد و زمینه را برای ورود به یک دوره کاملاً جدید مهیا کرد.

مقاله را با ابیاتی از شاهنامه فردوسی که برخاسته از تاریخ اساطیری و واقعیت‌های تاریخی ایران است، به پایان می‌برم. فردوسی تولید آهن از کانه آن را به هوشنگ پادشاه اساطیری ایران نسبت داده و بر اهمیت بسیار این فن تاکید دارد:

به دانش ز آهن جدا کرد سنگ
کز آن سنگ خارا کشیدش برون

نخستین یکی گوهر آمد به چنگ
سرمایه کرد آهن آبگون

چو بشناخت آهنگری پیشه کرد
به فر کئی رنج کوتاه کرد
(فردوسی، شاهنامه)

منابع

- ۱- توحیدی، ناصر (۱۳۶۴) سیر تکامل تولید آهن و فولاد در ایران و جهان. تهران: امیر کبیر.
- ۲- زاوش، محمد (۱۳۴۸) کانی‌شناسی در ایران قدیم. ج ۱. تهران: بنیاد فرهنگ ایران.
- ۳- گرنی، الیور (۱۳۷۱) هیتی‌ها. تهران: موسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی.
- 4-Maxwell-Hyslop, K.R. (1974) **Assyran sources of Iron: A preliminary survey of the geographical evidence**, Iraq, vol(36).
- 5-Dyson, R. (1965) **Problems of Iran as Seen from Hasanlu**, Journal of Near Eastern Studies, vol(24),
- 6-Contenau, G and R. Ghirshman. (1931-1932) **Fouille du Tepe Giyan Pressde Nehavand**, Paris
- 7-Pigott, V.C (1989) **The Emergence of Iron Use at Hasanlu**, Expedition, vol(31).
- 8- Moorey, P.R.S (1991) **The Decorated Iron Work of the Early Iron Age Attributed to Luristan in West Iran**, Iran, vol(29).
- 9- Goff, C. (1978) **Excavations at Babajan. Pottery and metal from levels III and II**, Iran, vol(16).
- ۱۰- گزارش‌های موجود در کتابخانه سازمان زمین‌شناسی کشور
- 11-Rehder, J.E. (1991) **The Decorated Iron Swords from Luristanaheir Maternal and Manufacture**, Iran, vol(29).
- 12-Maxwell-Hyslop, K.R. (1964) **A Note on the Significance of the Techniqae of "Casting on" as Applied to a Grope of Daggers from North-West Persia**, Iraq, vol(26), part I.
- 13-Pigott, V.C. (1977) **The Question of the Presence of Iron in the Iron I Period in Western Iran, in Mountains and lowland**, ed, L.D Levine and T.C. Young, Malbu-California.
- 14- Maxwell-Hyslop, K.R. (1966) **Three Iron Swords from Luristan in West Iran**, Iran, vol (28), part II,.
- 15-Bivar, A.D. (1971) **A Hard of Ingot-Currency of the Median period from Nush-i Jan**, Iran, vol(IX).

۱۶- یاسپرس، کارل (۱۳۶۳) آغاز و انجام تاریخ. محمد حسن لطفی. تهران: خوارزمی.

۱۷- لانسکی، گرهارد (۱۳۶۹) سیر جوامع بشری. ناصر توفیقیان. تهران: آموزش انقلاب اسلامی.
برای اطلاعات بیشتر نگاه کنید به:

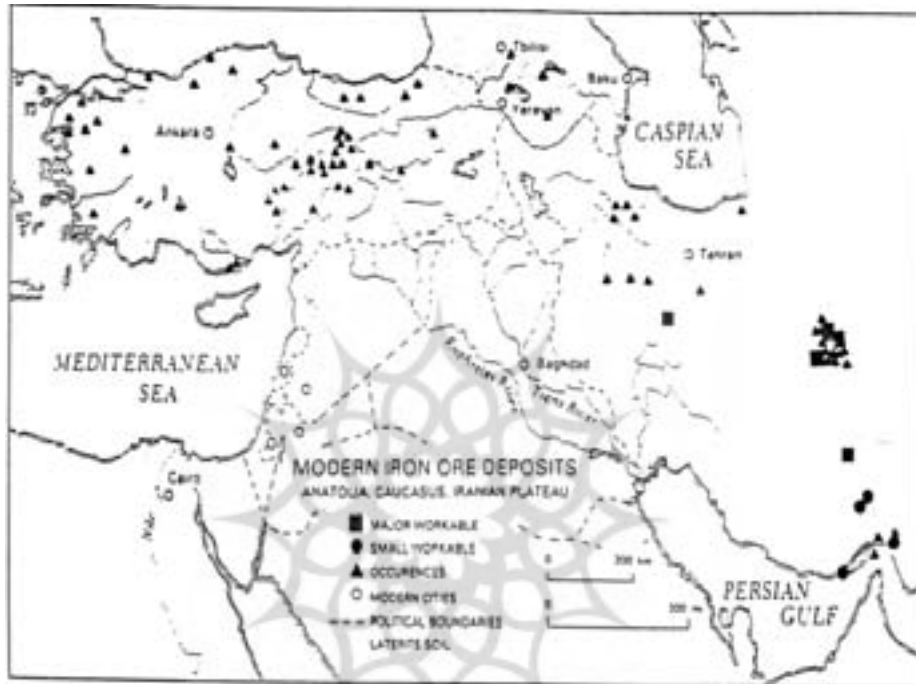
18-Moorey,P.R.S(1994)**Ancient Mesopotamian Materials and Industries**, Clarendon Press, Oxford.

19-Piaskowski,Jerzy(1985) **Ancient Technology of Iron in the NearEast, in Handwerk und Technologie im Alten Orient**,ed by R-B.Wark, Mainz.

20-Wartk,R-B(1985) **Handwerk und Technologie im Alten Orient**, Verlag Philipp von Zabern, Gegründet, Mainz.



(۱) نقشه پراکندگی معادن بزرگ و کوچک آهن در منطقه

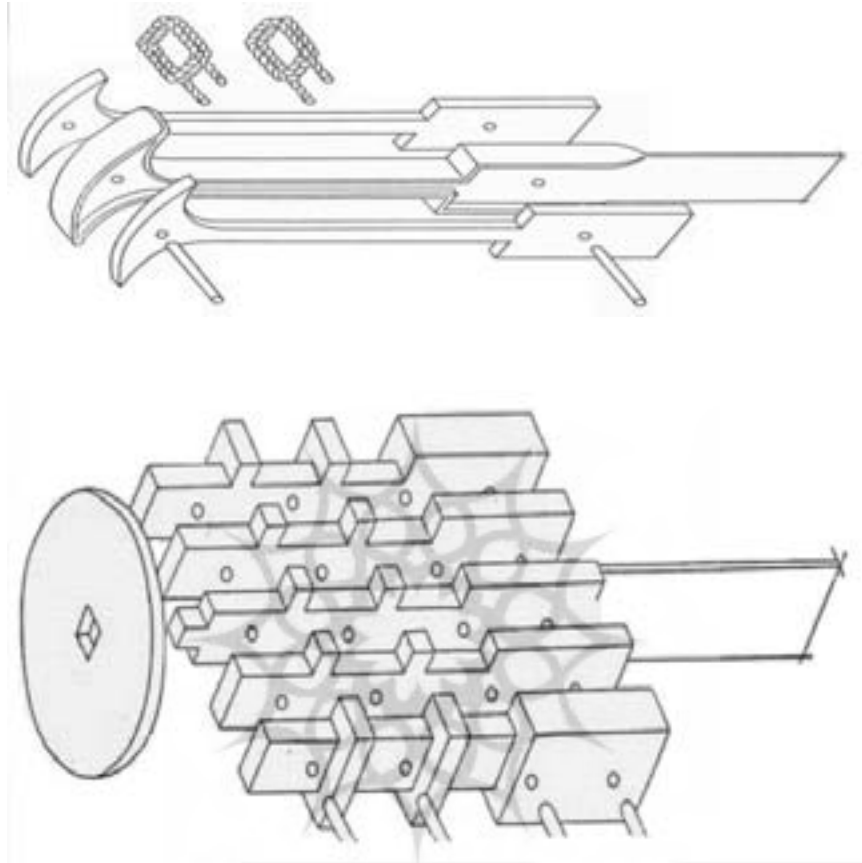


پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۲) طرح فرضی از یک کوزه تولید آهن

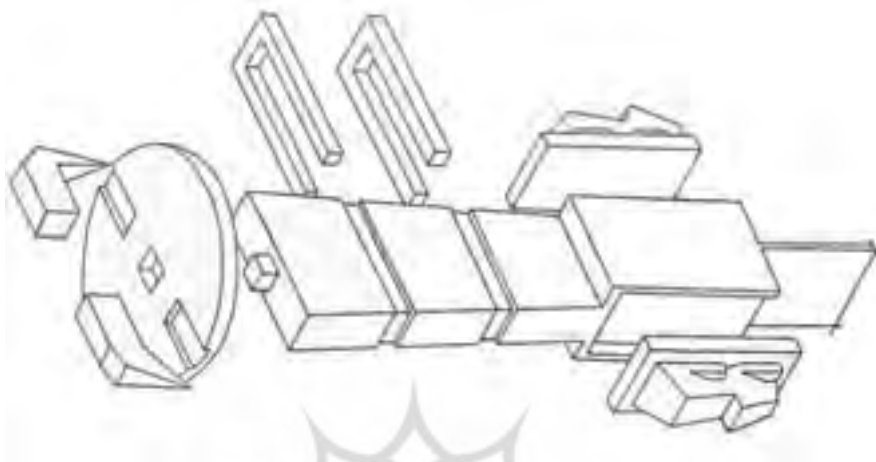


۳) طرح خنجر، شمشیرها و روکش تزئینی و آهنی تیردان، مکشوفه از حسنلوی IVB

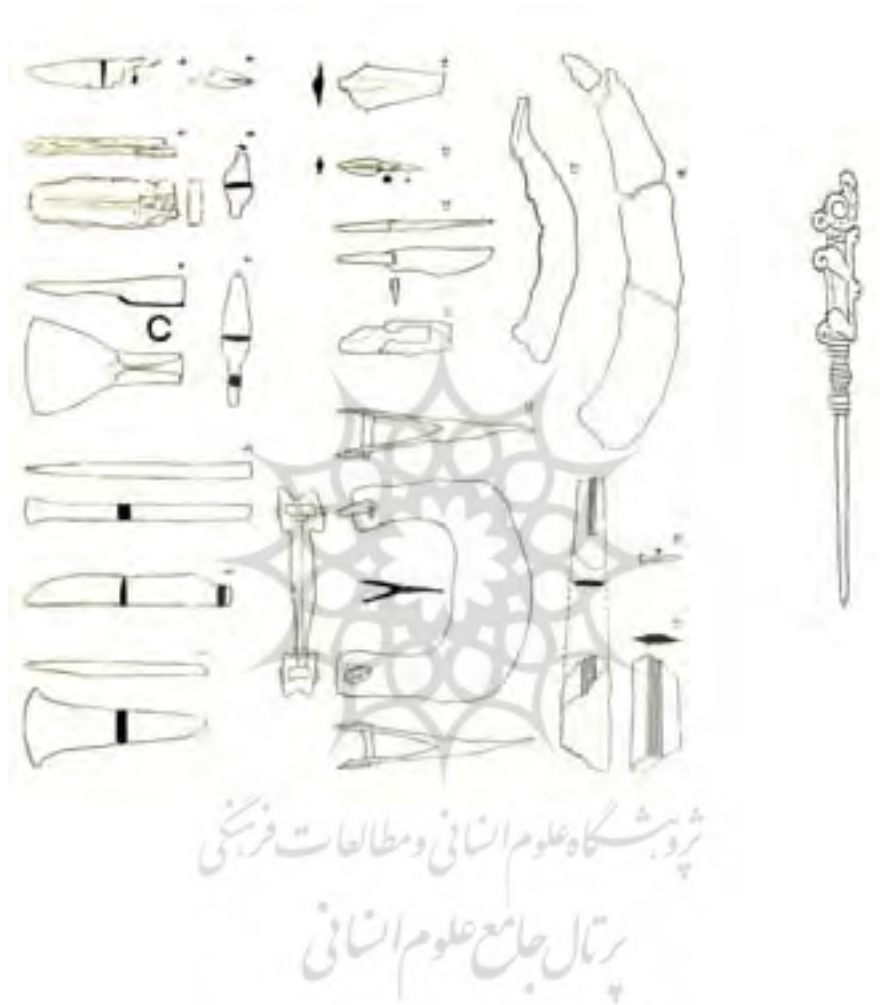


پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

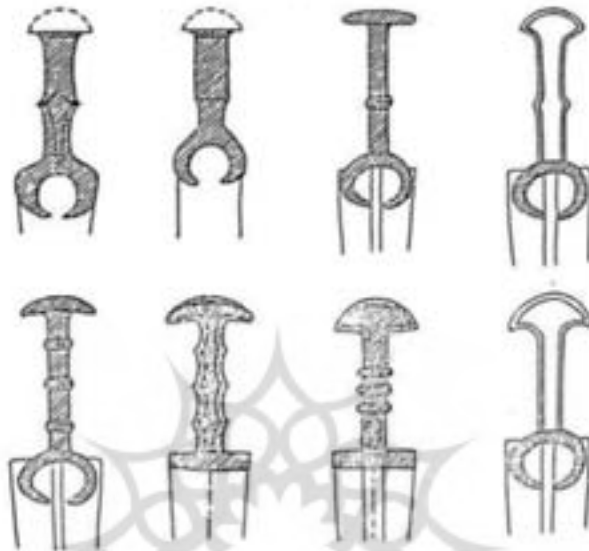
۴) ابزار و ادوات آهنی مکشوفه از باباجان تپه



۵) طرح چگونگی اتصال قطعات دسته به یکدیگر و به تیغه در شمشیر های بدست آمده از لرستان



۶) خنجرهای که دسته آنها با تکنیک ریخته‌گری دو مرحله‌ای (Casting on) ساخته شده است



۷) سنجاق برنزی یا عصای دستی با میله یا تیغه آهنی مکشوفه از حسنوی IVB، به‌مراه نتایج تجزیه



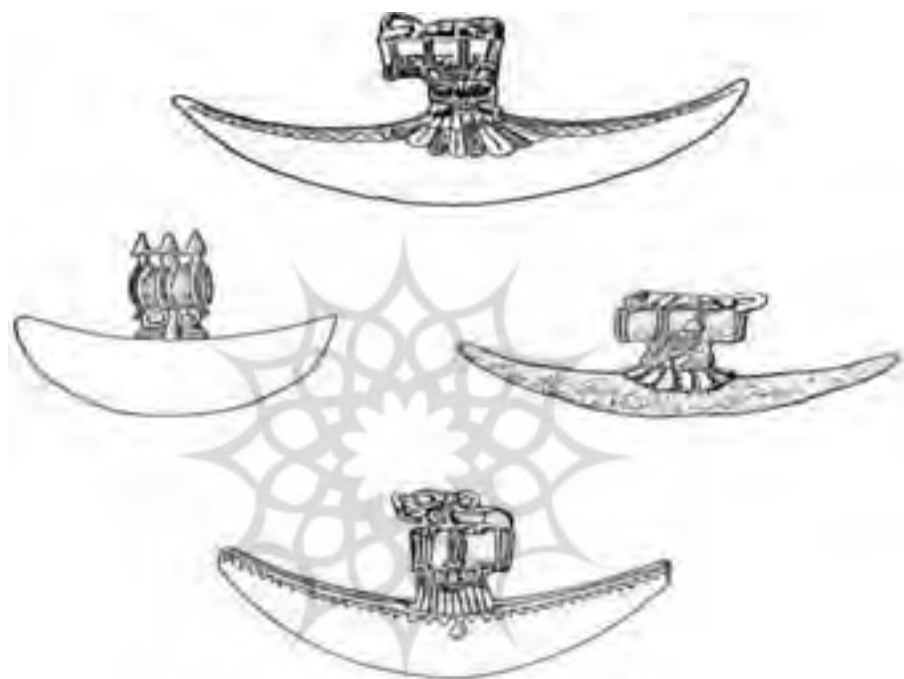
PIXE Analysis of Lion on Bimetallic Pin, HAS 62-523 (Fig. 13a)*

Cu	85.2%
As	0.220%
Sn	12.7%
Fe	0.250%
S	0.104%
Pb	0.780%
Ag	0.140%
Sb	0.124%
Ni	0.041%
Zn	0.091%
Cl	0.21%

۸) تصویر و طرح شمشیرهای آهنی و تزیین دار مکشوفه از لرستان



۹) تبرهای برنزی با تیغه آهنی مربوط به اوائل هزاره اول ق.م،
مکشوفه از لرستان



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱۰) شمشیرهای برنزی که در ساخت آنها از میله‌ها (بعنوان مسته مقاوم) و تیغه آهنی استفاده شده است

