

Bu-Ali Sin
UniversityIranian Scientific
Archaeological
Associationپژوهش‌های
باستان‌شناسی
ایران

PAZHOSH-HA-YE BASTANSHENASI IRAN

P. ISSN: 2345-5225 & E. ISSN: 2345-5500

Homepage: <https://nbsh.basu.ac.ir/>

Vol. 14, No. 43, Winter 2025

The Study of Archaeometallurgy in Southeastern Iran During the Bronze Age: Evidence from Tappeh Graziani, Sistan

Hosseinali Kavosh¹ <https://dx.doi.org/10.22084/nb.2024.28318.2628>

Received: 2023/09/19; Revised: 2024/03/10; Accepted: 2024/03/11

Type of Article: **Research**

Pp: 65-89

Abstract

The processes of mining, metal melting, and the creation of metal artifacts represent a significant intersection of industry and art that has captivated researchers throughout history. The Iranian Plateau has historically been a pivotal area for these activities and continues to be influential in the field. Excavations in southeastern Iran, particularly at sites such as Tape Yahya, Tel Iblis, and Shahr-i Sokhta, indicate that the production and trade of metal objects have thrived since the 4th millennium BCE. Notably, during the third millennium BCE, the Hirmand civilization, with Shahr-i Sokhta as its focal point, emerged as a prominent center for the production of copper and bronze artifacts. Archaeological investigations have successfully pinpointed various manufacturing locations. To educate archaeology students at Zabol University, the author conducted excavations at Tappeh Graziani over three seasons. The objective was to gain insights into the social, economic, and cultural attributes of the region during the Bronze Age. The excavations yielded evidence of industrial production. This article endeavors to examine the archaeometallurgical techniques prevalent in southeastern Iran, drawing upon the findings from this excavation. In line with this objective, the article poses the following questions: What was the significance of Tappeh Graziani in the metallurgical sphere of Bronze Age? Additionally, at what scale—industrial, semi-industrial, or domestic—was metallurgy practiced at this site? Throughout the excavation, a variety of metal artifacts and slags were uncovered. Given that metal slags are typically associated with production facilities and are not intended for trade, the slags found at this site can be interpreted as indicators of metal production. It appears that while metal extraction occurred in a different location, the actual fabrication of metal objects took place at Graziani.

Keywords: Hirmand's Civilization, Bronze Age, Specialization, Archaeometallurgy.

1. Associate Professor, Department of Archaeology, Faculty of Art and Architecture Zabol University, Zabol, Iran.

Email: h.kavosh@uoz.ac.ir

Citations: Kavosh, H., (2025). "The Study of Archaeometallurgy in Southeastern Iran During the Bronze Age: Evidence from Tappeh Graziani, Sistan". *Pazhoheshha-ye Bastan Shenasi Iran*, 14(43): 65-89. <https://dx.doi.org/10.22084/nb.2024.28318.2628>

Homepage of this Article: https://nbsh.basu.ac.ir/article_5508.html?lang=en

PAZHOSH-HA-YE BASTANSHENASI IRAN
Archaeological Researches of Iran
Journal of Department of Archaeology, Faculty of Art and Architecture, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

Publisher: Bu-Ali Sina University. All rights reserved.

© Copyright©2022, The Authors. This open-access article is published under the terms of the *Creative Commons*.



Introduction

In antiquity, metals were regarded as valuable commodities, utilized in the creation of decorative items and weaponry, including maces and bayonets. Consequently, numerous societies endeavored to advance this industry, focusing on the production of metal objects as well as their trade and exchange. During the Bronze Age, the interactions between Central Asia and Mesopotamia were significantly shaped by these commercial and cultural ties. Additionally, the Hirmand civilization emerged as a pivotal center, facilitating connections among these regions and serving as a productive intermediary.

The unearthing of metallurgical collections and pertinent evidence, including artifacts and remnants from metal extraction and production, has sparked increased scholarly focus on ancient metallurgy within the Iranian Plateau. This heightened interest seeks to clarify the processes and historical development of metallurgical techniques. However, despite the pressing need for in-depth investigations of metal artifacts from prehistoric Iran to advance our understanding of ancient metallurgy in Southwest Asia, research efforts have been notably scarce. These findings have played a crucial role in the creation and manufacturing of metal items, particularly those composed of copper and bronze. Throughout three seasons of archaeological digs at Tappeh Graziani of Sistan, numerous metal objects and slags were discovered, and their examination could significantly enhance our insights into Bronze Age metallurgy in West Asia. In this light, this article aims to present the metal artifacts discovered at Tappeh Graziani. The research seeks to see whether this site was a significant center for metal production during the Bronze Age within the cultural context of the Hirmand civilization. Given the critical role of southeastern Iran in the study of ancient mining and metallurgy, this investigation addresses several key questions: What was the significance of Tappeh Graziani in the Bronze Age metallurgy sector? Which metals have been identified at this location? To what extent was metalworking practiced at this site? The initial focus will be on the site and its associated metal artifacts. Subsequently, the metallurgy of southeastern Iran will be examined considering the findings and analyses conducted on these materials.

Identified Traces

Tappeh Graziani is situated in the southern plain of Sistan, approximately 56.6 kilometers south of Zabul and 10 kilometers to the east of Shahr-i Sokhta. The site encompasses an oval area measuring 220 by 160 meters, oriented in a northwest-southeast direction, resembling several interconnected stacks at its center. A notable concentration of kiln welds is found on the northern slope, indicative of a square kiln structure. The highest elevation in this region reaches about 10 meters above the surrounding terrain, with an overall height of 474 meters above sea level. Covering an area of roughly three hectares, it ranks among the largest satellite sites associated with Shahr-i Sokhta. This location was initially recognized during investigations conducted by an Italian delegation and

was subsequently examined during an archaeological survey of Sistan and Baluchestan Province.

The identification of kilns suggests that pottery production at this site was conducted in a specialized manner. Additionally, the discovery of a metallurgical mold and metal slag indicates that metalworking activities were also present. Over the course of three excavation seasons, six trenches were dug in various locations across the site. The earliest artifacts were found in Trench 1, where the pottery resembles that of phases 7 and 8 from Shahr-i Sokhta. Subsequent findings included pottery akin to phases 6, 5, 4, and 3, as well as materials from Shahr-i Sokhta phases 2 and 3. Additionally, pottery resembling that of Shahr-i Sokhta 4 was found in trench 3 and the upper strata. Absolute dating indicates a timeframe of 2860 to 2300 BC for this area. During three excavation seasons at Graziani, a total of 48 metal artifacts were unearthed. These artifacts can be classified into nine distinct categories, which include slag, mirrors, daggers, rods, needles, fishing hooks, metal balls, metal seals, and items of indeterminate function. All artifacts are composed of copper and arsenic alloys.

Discussion

Currently, the southeastern region of Iran holds the predominant position in the nation's metal mining sector. The minerals obtained from this area undergo processing to yield various metals such as iron, copper, and zinc. Additionally, this region hosts numerous metallurgical industries that contribute to employment opportunities and economic development. The existence of copper deposits in this area appears to have significantly influenced the establishment and growth of metalworking practices. Artifacts made of copper and bronze were crafted in this cultural region during the 4th and 3rd millennia BCE.

To date, numerous ancient mining sites have been discovered in regions such as Sistan and Baluchestan, South Khorasan, Kerman, and East Fars. Excavations at Tol-e Malyan have revealed evidence of metalworking in layers 2 and 3. According to Sumner, industrial activities were conducted in both workshops and domestic settings within this site. This phenomenon is also observable in the Hirmand civilization area. Certain locations in the southern plains of Sistan exhibit a fully industrial character, while others, like Graziani, likely engaged in metalworking on a domestic and part-time industrial basis.

This site illustrates the concluding phases of smelting and metal extraction from ore, alongside the production of copper-arsenic alloys, as evidenced by archaeological research. Specifically, the utilization of copper-arsenic alloys is highlighted. The metal artifacts produced in this area represent some of the most crucial archaeological evidence for exploring connections with regions such as southwest Iran, Mesopotamia, and Central Asia. Furthermore, this research delves into various economic and social dimensions of these interregional connections. Laboratory analyses indicate that during the Bronze Age, tin gradually supplanted arsenic in the creation of bronze artifacts in locations such as Susa and

Mesopotamia to the west, as well as Mundigak to the east. However, the analysis of metals from the Graziani Tappeh suggests that the inhabitants of the Hirmand civilization continued to employ copper-arsenic alloys throughout the third millennium BC. This phenomenon is also observed at other archaeological sites in southeastern Iran, including Shahr-i Sokhta.

Conclusion

Tappeh Graziani represents one of the most important satellite sites associated with Shahr-i Sokhta. Archaeological investigations indicate that this site exhibited a format similar to that of Shahr-i Sokhta II and ultimately ended like Shahr-i Sokhta IV. The findings from this site, including architectural remains and various artifacts, suggest that it was not only a location for human habitation but also a center for semi-industrial activities. It is likely that a significant portion of the community's endeavors revolved around the production of pottery and metal items. The discovery of pottery kilns confirms that ceramic production occurred at this site, while numerous metal artifacts, such as seals, daggers, needles, rods, mirrors, and metal slag, were also unearthed. The presence of slag and a smelting crucible further indicates that metalworking activities were conducted in this region. Slag typically lacks economic and commercial significance, which raises questions about the rationale behind transporting slag from another location to this site. The evidence of metal smelting suggests that the extraction of metal occurred elsewhere. In this area, metal was remelted to create various artifacts. The slag discovered here is indicative of the remelting process employed for casting purposes. Laboratory analyses of the metals from this site indicate that artisans utilized copper and arsenic in the production of bronze alloys, although tin has been documented as a component in bronze alloys from other regions.

Acknowledgments

The author expresses gratitude to the financial and institutional supporters of the excavations at Tepe Graziani, including the University of Zabol, Iranian Center for Archaeological Research, and the Sistan and Baluchestan Governorate. Special thanks are also extended to Mr. Alireza Khosravi for his valuable efforts in the preservation. Additionally, the author appreciates Dr. Mohammad Amin Emami and Dr. Mohammad Mortazavi for providing access to certain resources.

Conflict of Interest

The author declares no conflict of interest and has adhered to ethical publishing practices in citations. It is also noted that this research was supported by the University of Zabol under Grant No. IR-UOZ-GR-7523



فلزگری کهن جنوب شرق ایران در عصر مفرغ: شواهدی از تپه گراتزیانی سیستان

حسینعلی کاوش  ID

شناسه دیجیتال (DOI): <https://dx.doi.org/10.22084/nb.2024.28318.2628>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۸، تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱

نوع مقاله: پژوهشی

صص: ۶۵-۸۹

چکیده

استخراج، استحصال فلز و ساخت مصنوعات فلزی به عنوان یکی از صنایع و هنر ابداع شده توسط بشر همواره مورد توجه پژوهشگران بوده است؛ در این بین فلات ایران در دوره‌های مختلف نقش مهمی در این صنعت داشته و در حال حاضر نیز دارد. پژوهش‌های باستان‌شناسی صورت‌گرفته در جنوب شرق ایران به مانند: تل یحیی، تل ابلیس و شهرسوخته نشان می‌دهد که در این حوزه از هزاره چهارم پیش از میلاد تولید اشیاء فلزی و تجارت آن به دیگر مناطق رونق داشته است. به نظر می‌رسد در هزاره سوم پیش از میلاد نیز حوزه تمدنی هیرمند به مرکزیت شهرسوخته مرکز تولید انواع مصنوعات فلزی از جنس مس و مفرغ بوده و طی بررسی‌های باستان‌شناسی صورت‌گرفته، محوطه‌های صنعتی متعددی شناسایی شده است. تپه گراتزیانی به عنوان یکی از محوطه‌های مهم اقماری شهرسوخته به مدت سه فصل توسط نگارنده جهت آموزش دانشجویان باستان‌شناسی دانشگاه زابل و شناخت شاخصه‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی منطقه در عصر مفرغ کاوش شد که طی کاوش‌های صورت‌گرفته شواهدی از تولیدات صنعتی به دست آمد. در این پژوهش سعی بر آن است تا براساس یافته‌های به دست آمده از کاوش این محوطه به تحلیل صنعت فلزگری جنوب شرق پرداخته شود که با توجه به هدف فوق، پرسش‌های این پژوهش عبارتند از این که، نقش تپه گراتزیانی در صنعت فلزگری عصر مفرغ چیست؟ و فلزگری در چه سطحی (صنعتی، نیمه صنعتی و یا خانگی) در این محوطه انجام می‌شده است؟ طی کاوش صورت‌گرفته اشیاء مختلف فلزی و سرباره‌های فلز به دست آمد، از آنجا که سرباره فلز عموماً در محوطه‌های تولیدی به دست می‌آیند و با توجه به ماهیت قابلیت دادوستد و مبادله ندارند؛ بنابراین سرباره‌های فلزی به دست آمده از این تپه را می‌توان شواهدی از تولید فلز در این محوطه قلمداد کرد. به نظر می‌رسد که استحصال فلز در محوطه دیگری صورت‌گرفته و تولید اشیاء فلزی در گراتزیانی انجام می‌شده است.

کلیدواژگان: حوزه فرهنگی تمدن هیرمند، عصر مفرغ، تخصص‌گرایی، فلزگری باستان.

۱. دانشیار گروه باستان‌شناسی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

Email: h.kavosh@uoz.ac.ir

ارجاع به مقاله: کاوش، حسینعلی، (۱۴۰۳). «فلزگری کهن جنوب شرق ایران در عصر مفرغ: شواهدی از تپه گراتزیانی سیستان». پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، ۴۳(۴۳): ۶۵-۸۹. <https://dx.doi.org/10.22084/nb.2024.28318.2628>

صفحه اصلی مقاله در سامانه نشریه:

https://nbsh.basu.ac.ir/article_5508.htm?lang=fa

فصلنامه علمی گروه باستان‌شناسی دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

© حق نشر متعلق به نویسنده(گان) است و نویسنده تحت مجوز Creative Commons Attribution License به مجله اجازه می‌دهد مقاله چاپ شده را در سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر این که حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

مقدمه

ارتفاعات ایران با منابع معدنی غنی، یکی از کانون‌های فلزگری اولیه جنوب غربی آسیا محسوب می‌گردد (Pigott, 1999; Mortazavi *et al.*, 2011: 49; Simpson & Niece, 2010: 95) که سابقه فلزگری در ایران به حدود ۷۰۰۰ پ.م. بازمی‌گردد (Smith, 1967; Bernbeck, 2004; Pernicka, 2004; Pigott, 2004; Helwing, 2021; Khanipour *et al.*, 2009: 303; Thornton, 2013) و از هزاره پنجم پیش از میلاد شواهدی مبنی بر ذوب مس دیده می‌شود (Moorey, 1969; Caldwell, 2009; Thornton *et al.*, 2002; Thornton, 2009; Frame, 2004; Thornton, 1967) اکثر اشیاء مس از دوره‌های اولیه، حاوی مقادیر قابل توجهی آرسنیک هستند (Pigott, 2004; Thornton, 2009)؛ اشیاء ساخته شده از مفرغ (مس و قلع)، مربوط به اواخر هزاره چهارم تا اوایل هزاره سوم پیش از میلاد بوده، که نشانگر آغاز عصر مفرغ در غرب ایران محسوب می‌شود (Dyson & Voigt, 1989; Pigott, 2004; Fleming *et al.*, 2005; Thornton, 2009). برخی از پژوهشگران ایران را خواستگاه تولید و ذوب برخی فلزات مانند مس و یا آلیاژ مفرغ می‌دانند (Pigott, 1999; 2011; Muhly, 1985). در دنیای باستان فلز به عنوان کالای شان‌زا و تجملاتی مانند زیورهای فلزی یا ابزارهای نبرد مثل گرز، سرنیزه مورد استفاده بوده و به همین دلیل بسیاری از جوامع جهت توسعه این صنعت چه جهت تولید اشیاء فلزی و یا مبادله و تجارت آن تلاش می‌کرده‌اند (Pigott, 2004)، که در عصر مفرغ از آسیای میانه تا بین‌النهرین تحت تأثیر این ارتباطات تجاری و فرهنگی قرار داشته‌اند که در این بین حوزه تمدنی هیرمند به عنوان مرکزی جهت ارتباط این مناطق نقش تولیدی و واسطه‌ای داشته است (Lamberg-Karlovsky & Tosi, 1973; Hiebert & Lamberg-Karlovsky, 1992).

کشف مجموعه‌ها و شواهد فلزگری شامل اشیاء و بقایای فعالیت‌های استحصال و تولید فلز موجب شده تا توجه به مطالعات فلزگری کهن در فلات ایران جهت شناخت روند و تحولات فلزگری کهن بیشتر شود (عودباشی و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۳۳). با توجه به ضرورت مطالعه اشیاء فلزی ایران در پیش‌از تاریخ جهت شناخت بهتر روند فلزگری کهن جنوب غرب آسیا، متأسفانه مطالعات محدودی صورت گرفته است. وجود منابع معدنی فلزات در حوزه فرهنگی جنوب شرق ایران باعث شده این منطقه از پیش‌از تاریخ تا امروز نقش مهمی در تهیه و تولید اشیاء فلزی به خصوص مس و مفرغ داشته باشد، طی سه فصل کاوش باستان‌شناسی در تپه گراتزیانی سیستان اشیاء مختلف فلزی و تعدادی سرباره فلز به دست آمد که مطالعه آن‌ها می‌تواند به شناخت ما از فلزگری عصر مفرغ در غرب آسیا کمک نماید؛ بنابراین در این پژوهش سعی بر این است تا به معرفی یافته‌های فلزی این تپه پرداخته شود؛ به صورتی که در ابتدا تپه و یافته‌های فلزی آن معرفی خواهد شد و سپس براساس یافته‌های فوق و نتایج آنالیزهای صورت گرفته بر روی این اشیاء به تحلیل فلزگری جنوب شرق ایران پرداخته خواهد شد.

پژوهش و بررسی ارتباط بین منابع معدنی، تولید مصنوعات فلزی، تبادل و تجارت

آن‌ها در دوران مختلف امری اساسی و ضروری در پژوهش‌های باستان‌شناسی و باستان‌سنجی است، در این راستا، شناخت معادن، محل استحصال و مراکز تولیدی اشیاء فلزی از اهمیت ویژه برخوردار است. با توجه به اهمیت توجه به مراکز صنعتی باستان، پژوهش حاضر به منظور بازشناسی تپه گراتزیانی به عنوان یکی از مراکز تولیدی فلزگری عصر مفرغ در حوزه فرهنگی تمدن هیرمند صورت پذیرفته است.

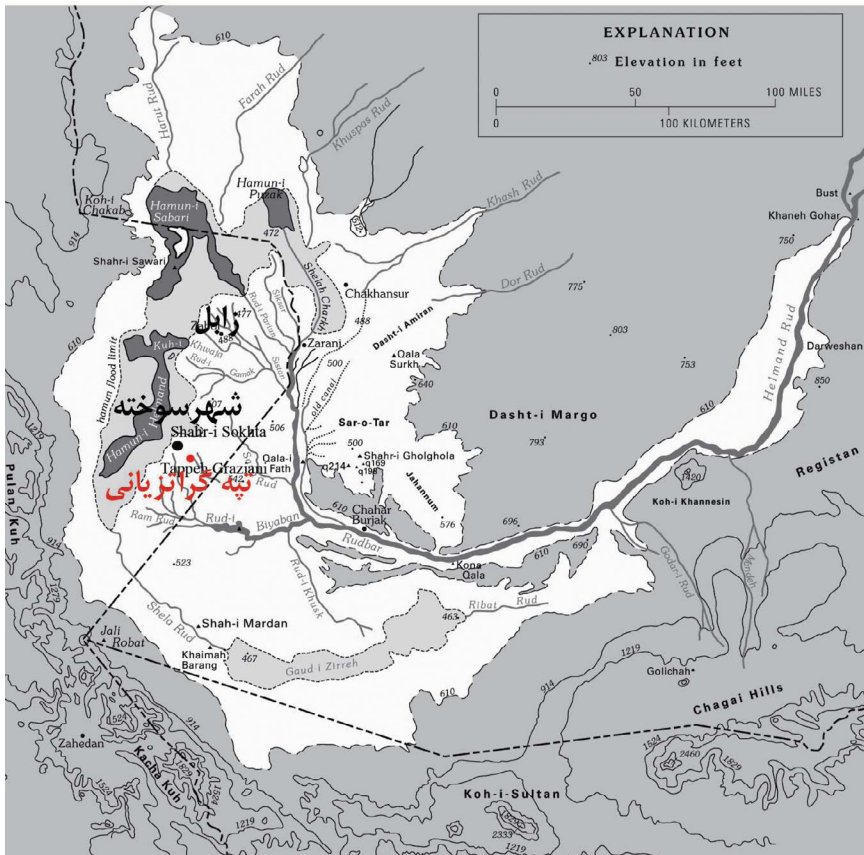
پرسش و فرضیات پژوهش: با توجه به اهمیت جنوب‌شرق ایران از منظر مطالعات معدن‌کاوی و فلزگری کهن و با توجه به یافته‌های به دست آمده، نقش تپه گراتزیانی در صنعت فلزگری عصر مفرغ چیست؟ چه فلزاتی در این منطقه مورد بهره‌برداری قرار گرفته است؟ و فلزگری در چه سطحی (صنعتی، نیمه‌صنعتی و یا خانگی) در این محوطه انجام می‌شده است؟ با توجه به پرسش‌های پیش‌رو به نظر می‌رسد تپه گراتزیانی یکی از محوطه‌های تولید مصنوعات فلزی از جنس مفرغ بوده که به صورت نیمه‌صنعتی در آن تولید اشیاء فلزی صورت می‌گرفته است.

روش پژوهش: با توجه به موضوع پژوهش و متغیرهای مورد بررسی در آن، روش گردآوری اطلاعات به صورت میدانی و ابزار جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش کاوش باستان‌شناسی و گزارش‌ها و مقالات مرتبط است. با توجه به موضوع پژوهش، اطلاعات موردنیاز آن از طریق مطالعه مقالات و اطلاعات کتابخانه‌ای جمع‌آوری گردید.

تپه گراتزیانی

تپه گراتزیانی در دشت جنوبی سیستان با فاصله ۵۶٫۶ کیلومتری جنوب شهر زابل و ۱۰ کیلومتری شرق شهر سوخته قرار دارد (تصویر ۱). ابعاد تپه ۱۶۰×۲۲۰ متر به صورت بیضی‌شکل با جهت شمال غربی-جنوب شرقی بوده که به صورت چند پشته بازمانند است که در مرکز تپه به هم متصل می‌شوند. دامنه‌های این تپه در بخش جنوبی با شیب ملایم و در دیگر بخش‌ها با شیب تند به زمین‌های اطراف منتهی می‌شود. در دامنه شمالی تپه بقایای معماری حرارت دیده‌ای وجود دارد که در اطراف آن تراکم زیاد جوش‌کوره دیده می‌شود که به نظر می‌رسد در این بخش کوره‌ای با پلان مربع قرار دارد. بلندترین قسمت این محوطه از سطح زمین‌های اطراف حدود ۱۰ متر ارتفاع دارد (تصویر ۲) و ارتفاع آن از سطح دریا نیز ۴۷۴ متر است. مساحت تپه حدود سه هکتار بوده که یکی از بزرگ‌ترین محوطه‌های اقماری شهر سوخته محسوب می‌شود. این محوطه اولین بار طی بررسی‌های هیأت ایتالیایی شناسایی شد (Lazzari, 2019) و سپس طی بررسی باستان‌شناسی پهن‌دشت سیستان مورد بازدید قرار گرفت (مهرآفرین و موسوی حاجی، ۱۳۸۸). نام محوطه برگرفته از نام یکی از اعضای تیم باستان‌شناسی ایتالیایی است که این محوطه را یافته است. این تپه توسط هیأت ایتالیایی نقشه‌برداری شده و به نظر می‌رسد که قصد کاوش در این محوطه را داشته‌اند. کاوش‌های باستان‌شناسی آن تاکنون به مدت سه فصل توسط نگارنده با هدف آموزش فعالیت میدانی به دانشجویان باستان‌شناسی دانشگاه زابل، شناخت شاخصه‌های فرهنگی و اجتماعی عصر مفرغ حوزه تمدنی هیرمند،

بررسی کارکرد محوطه‌های اقماری شهرسوخته، گاهنگاری نسبی و مطلق محوطه و بررسی تخصص‌گرایی و تولیدات صنعتی صورت پذیرفت. وجود کوره، جوش‌کوره و دوریزها نشان می‌دهد که تولید سفال در این محوطه به صورت تخصصی صورت می‌گرفته است؛ هم‌چنین وجود بوتۀ فلزگری، سرباره‌های فلزی نشان می‌دهد که در این محوطه فعالیت‌های مربوط به فلزکاری نیز انجام می‌شده است (کاوش ۱۳۹۱).



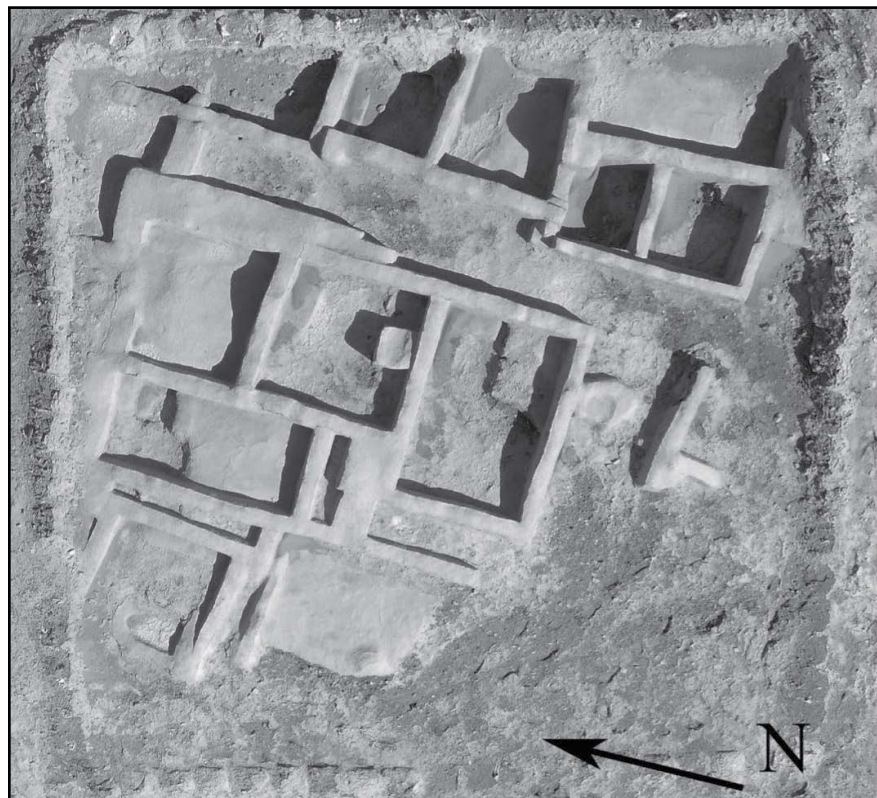
تصویر ۱: موقعیت تپه گراتزیانی (برگرفته از: Whitney 2006, Fig. 2 با اصلاحات).
Fig. 1: Location of the Graziani (after: Whitney 2006, Fig. 2).



تصویر ۲: نمای کلی تپه گراتزیانی (کاوش، ۱۳۹۸).
Fig. 2: overview of Graziani (Kavosh, 2019).

فعالیت‌های میدانی

طی سه فصل کاوش، شش ترانشه در نقاط مختلف تپه کاوش شد. ترانشه یک با هدف لایه‌نگاری بر روی یکی از پشته‌های بخش جنوب‌غربی به صورت پلکانی ایجاد شد که در نتیجه ۳۸۰ سانتی‌متر نهشته فرهنگی شامل نهشته‌های خاک و خاکستر، کوره، بقایای دیوار و کف، شناسایی شد که می‌توان توالی آن را به ۴ فاز خاکستری تفکیک کرد. ترانشه دوم نیز در بخش شرقی تپه انتخاب و کاوش شد که در این بخش نهشته‌های فرهنگی از سطح تا عمق ۴۳۰ سانتی‌متری وجود داشت که شامل: لایه‌های خاک و خاکستر، اجاق، دیوار خشتی، سکوی خشتی و کف است. ترانشه سه با ابعاد ۱۰×۱۰ متر در بخش مرکزی تپه ایجاد شد که در نتیجه فضاهای مختلف معماری با دیوارهای خشتی راست‌گوشه به دست آمد؛ هم‌چنین سه ترانشه دیگر هم در فصل دوم و سوم در نقاط مختلف تپه کاوش گردید که نتایج ارزشمندی از معماری و داده‌های باستان‌شناسی به دست آمد که به‌طور کلی با مقایسه نسبی سفال‌ها می‌توان شروع استقرار در این محوطه را هم‌زمان با اواخر شهرسوخته I دانست که تا شهرسوخته IV ادامه داشته است. قدیمی‌ترین شواهد استقرار از ترانشه یک به دست آمد که سفال‌های آن قابل مقایسه با فاز VII/VIII شهرسوخته است، پس از آن سفال‌هایی مشابه فازهای IV, V, VI و III یعنی شهرسوخته II و III به دست آمد، هم‌چنین از ترانشه سه و لایه‌های سطحی نیز سفال‌هایی مشابه شهرسوخته IV شناسایی شد. نتایج تاریخ‌گذاری مطلق صورت‌گرفته نیز تاریخ ۲۸۶۰ تا ۲۳۰۰ پ.م. را برای این محوطه نشان می‌دهد (Kavosh 2019).



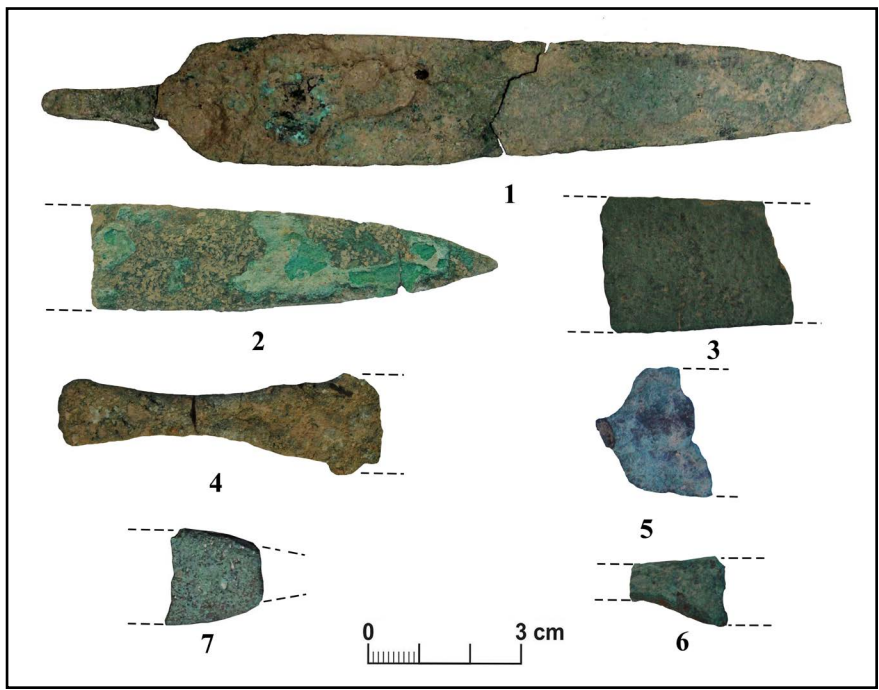
► تصویر ۳: نمای کلی ترانشه III (Kavosh et al., 2019).

Fig. 3: Overview of Trench III (Kavosh et al., 2019).

اشیاء فلزی تپه گراتزیانی

طی سه فصل کاوش صورت‌گرفته در تپه گراتزیانی، تعداد ۴۸ مصنوعات فلزی به دست آمد که می‌توان آن‌ها را به سه دسته شامل: سرپاره، آئینه، خنجر، میله، سوزن، قلاب ماهی‌گیری، گلوله‌های فلزی، مهرهای فلزی و اشیاء با کاربری نامشخص تقسیم کرد. همگی اشیاء از نوع آلیاژ مس و آرسنیک بوده که اکسید شده و به رنگ سبز درآمده‌اند.

خنجر: طی کاوش صورت‌گرفته قطعاتی از هفت خنجر به دست آمده که همه آن‌ها از نوع خنجرهای دو لبه هستند. دسته آن‌ها به دو شکل بوده؛ در نوع اول، بخش کوچکی به تیغه متصل شده و احتمالاً دسته‌ای چوبی به آن وصل می‌شده است (تصویر ۴، شماره‌های ۱ و ۵). در نوع دوم، خنجر خود دارای دسته متصل به تیغه بوده که احتمالاً جهت کارایی بهتر در دو سمت آن چوب اضافه می‌شده است (تصویر ۴، شماره ۴). سر خنجر شماره یک شکسته، از خنجر شماره دو، سه و هفت بخشی از تیغه آن‌ها به دست آمد و از خنجر شماره‌های سه، پنج و شش، تنها قسمت متصل به دسته و بخش کمی از تیغه آن باقی مانده است (تصویر ۴). نمونه چنین خنجرهایی از شهرسوخته و شهداد کرمان نیز به دست آمده است. خنجرها همواره در مطالعات باستان‌شناسی به عنوان جنگ‌افزار و از نوع تیغه‌دار طبقه‌بندی می‌شوند، که هم در میان نظامیان و هم مردم عادی استفاده می‌شده است.

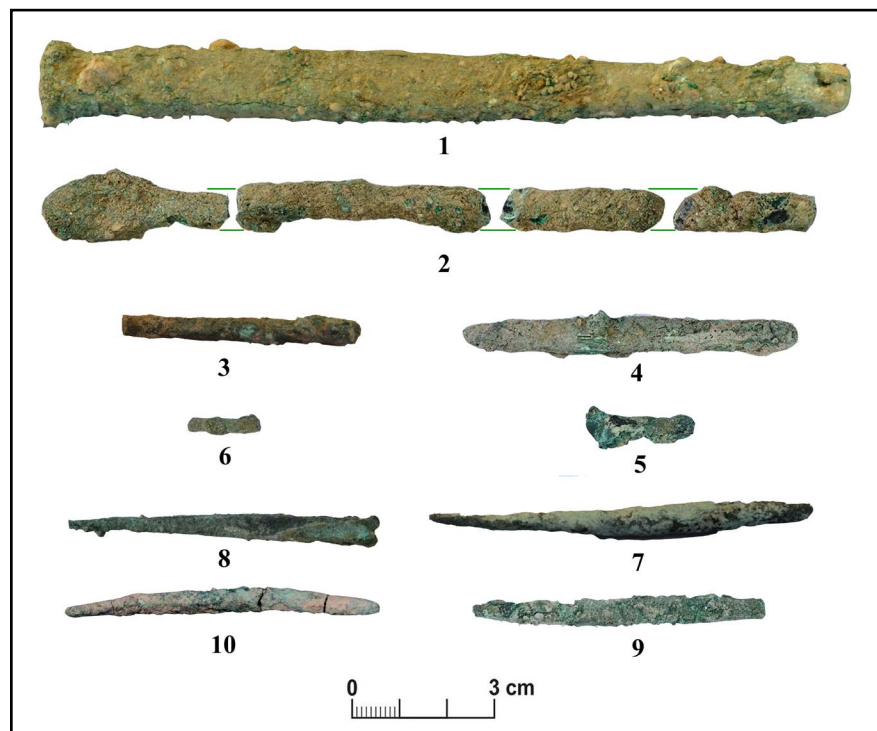


تصویر ۴: جنگ‌افزارهای به دست آمده از تپه گراتزیانی (کاوش، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۷).

Fig. 4: Weapons obtained from Graziani (Kavosh, 2010 & 2018).

میله: طی کاوش در ترانسه‌های مختلف گراتزیانی تعداد ۶ شیء به دست آمد که همگی دارای مقطع گرد بوده، یک عدد از آن‌ها سالم و پنج عدد آن‌ها به صورت قطعات شکسته است. این اشیاء از فازهای مختلف تپه به دست آمده‌اند. «تورنتون» و «لمبرگ کارلوفسکی» به شیوه تولید میله‌های فلزی تپه یحیی پرداخته‌اند و

معتقدند که در دورهٔ مس و سنگ دو شیوهٔ تولید وجود داشته و در عصر مفرغ، میله با تکنیک ریخته‌گری تولید شده اند (Thornton & Lamberg-Karlovsky, 2004) که به نظر می‌رسد تولید میله‌های فلزی در تپه گراتزیانی نیز به این صورت بوده است. **سوزن و سرمه‌کش:** طی کاوش تعداد ۴ عدد سوزن مفرغی به دست آمد که نمونه‌های مشابه در عصر مفرغ به عنوان سرمه‌کش نیز معرفی می‌شوند (تصویر ۵)؛ هرچند سوزن‌ها به مانند میله‌ها مقطع گرد دارند، اما تفاوت آن‌ها سر تیز شدهٔ آن‌هاست.



► تصویر ۵: میله‌ها، سرمه‌کش و سوزن‌های فلزی به دست آمده از تپه گراتزیانی (كاوش، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸).

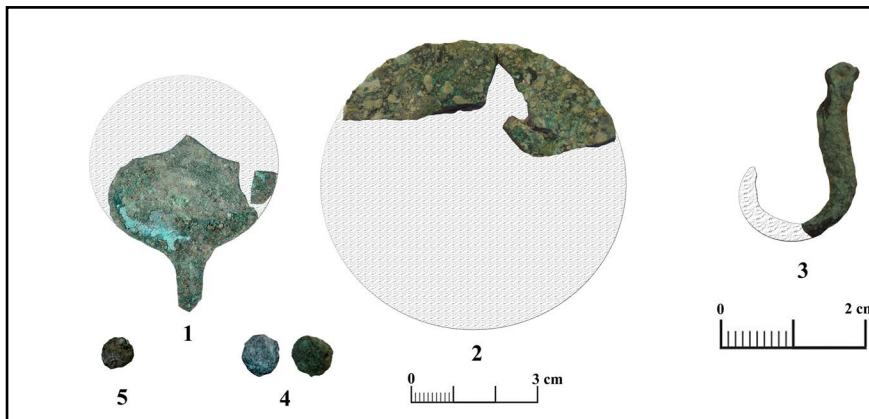
Fig. 5: Metal rods and needles obtained from Graziani (Kavosh, 2018 & 2019).

آیینه: از کاوش‌های صورت‌گرفته، قطعاتی از دو شیء فلزی مدور به دست آمد که پیش از این، طی کاوش شهرسوخته (Tosi, 1983) نیز نمونهٔ آن به دست آمده که تحت عنوان «آیینه» معرفی شده‌اند. به نظر می‌رسد در پیش‌ازتاریخ سطح فلزات را کاملاً صیقل می‌کرده‌اند تا انسان‌ها بتوانند تصویر خود را در آن‌ها ببینند. با توجه به بخش باقی‌ماندهٔ نمونهٔ شمارهٔ یک می‌توان گفت که این آیینه از نوع گرد بوده که دارای دسته است (تصویر ۶: شمارهٔ ۱) اما در نمونهٔ دوم با توجه به بخش‌های به دست آمده مشخص نیست که این شیء نیز دارای دسته بوده یا خیر، تنها با توجه به سطح صاف و شکل مدور آن می‌توان کاربرد آیینه را برای آن متصور شد (تصویر ۶: شمارهٔ ۲). نمونهٔ چینی اشیائی از محوطه‌های عصر مفرغ مختلف مانند شهداد (Hakemi, 1977) در کرمان، تپه چلو (Vahdati & Biscione, 2019: Fig. 19) در خراسان شمالی، گنور تپه (Sarianidi, 2007: 87) و ساپالی تپه (Teufer, 2015: Taf. 10, no. 4) در آسیای مرکزی نیز به دست آمده است. در آسیای مرکزی آیینه‌ها یکی از اشیائی هستند که به فراوانی در بین هدایای تدفینی گورها وجود دارد که عموماً از جنس مس یا آلیاژ

آن ساخته شده‌اند؛ آئینه‌ها دارای دو شکل آئینه‌دسته‌دار با صفحه‌گرد و آئینه‌ ساده یا صفحه‌گرد مسطح با اندکی تحدب هستند (پیتمن، ۱۳۸۳: ۳۸)

قلاب ماهیگیری: از کاوش صورت‌گرفته یک قطعه شکسته فلزی به دست آمد که در یک سر آن سوراخی وجود دارد و با توجه به انحناى انتهای آن به نظر می‌رسد که قلاب ماهیگیری بوده است (تصویر ۶: شماره ۳). نمونه این قلاب‌ها از کاوش‌های شهرسوخته نیز به دست آمده و نشان می‌دهد که مردمان عصر مفرغ بخشی از نیازهای معیشتی خود را از طریق ماهیگیری با قلاب انجام می‌داده‌اند. مطالعات جانورباستان‌شناسی صورت‌گرفته در این تپه، هرچند اهمیت گوسفند و بز را در بهره‌برداری از منابع حیوانی نشان می‌دهد، اما ماهیگیری نیز سهم محدودی داشته است (Mashkour *et al.*, 2019: 175) که به نظر می‌رسد مردمان عصر مفرغ سیستان از رودخانه هیرمند و دریاچه هامون جهت صید ماهی بهره می‌برده‌اند.

گلوله‌های فلزی: با کاوش در تپه گراتزیانی دو گلوله فلزی کاملاً مدور به دست آمد (تصویر ۶: شماره‌های ۴ و ۵). «اشمانت بسرات» نمونه‌های گلی مدور را به عنوان کالاشمار معرفی کرده است (Schmandt Bessert, 1992)؛ هرچند نمونه‌های فلزی گراتزیانی نیز طی کاوش به دست آمده، اما نمی‌توان به قطعیت کارکردی شمارشی برای نمونه‌های فلزی قائل شد.

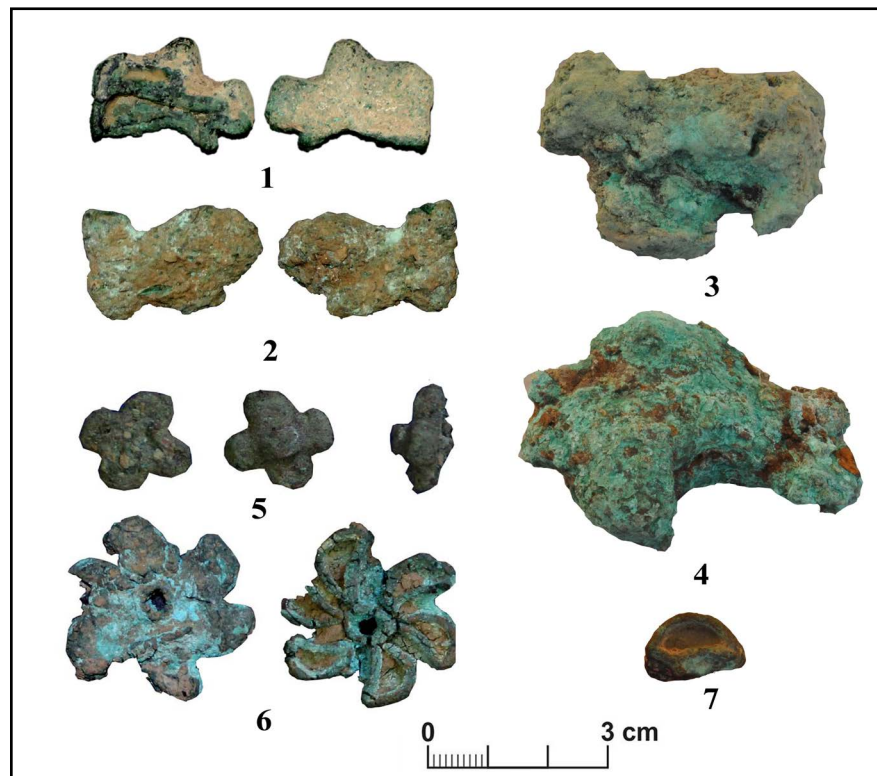


تصویر ۶: اشیاء فلزی به دست آمده از تپه گراتزیانی: ۱ و ۲؛ آئینه مفرغی، ۳) قلاب ماهیگیری، ۴ و ۵) گلوله‌های فلزی (کاوش، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۸).

Fig. 5: Metal objects obtained from Graziani: 1 & 2) bronze mirror, 3) fishing hook, 4 & 5) metal balls. (Kavosh, 2010 & 2019)

مهرهای فلزی: مهر به عنوان یک یافته مهم فرهنگی و علائمی از وجود مالکیت، ثبت و ضبط، دادوستد و یا نظام مدیریت اداری در نظر گرفته می‌شود که پژوهشگرانی مانند: «ادیت پرادا» (کولون و پرادا، ۱۳۹۴)، «بیانی» (بیانی، ۱۳۶۳)، «پیتمن» (Pittman, 1997)، «دیتمن» (Dittman, 1986) و «اسکالونه» (Ascalone, 2011) به طبقه‌بندی و گونه‌شناسی مهرهای پیش‌ازتاریخی ایران پرداخته‌اند. برخی از پژوهشگران مهر را به عنوان جزئی از فعالیت‌های مدیریت اداری می‌دانند (Pittman, 1994; 1997)؛ پیتمن معتقد است که یک تصویر می‌تواند با توجه به کارکردهای مختلف اقتصادی هر جامعه، معناهای زیادی را برساند، بارزترین آن در شواهد باستان‌شناسی «بیچیدگی فزاینده نمادین» بوده که در بافت‌های اداری به کار می‌رفته است (Pittman, 1997: 134)؛ در واقع کارکرد مهر در ابتدا در میان نظام‌های اداری بوده که کنترل جمع‌آوری و پرداخت کالا بین نهادها و از نهادها به افراد وابسته

به آنان را برعهده داشته است (Pittman, 2018: 34). طی کاوش صورت‌گرفته در تپه گراتزیانی تاکنون نه مهر فلزی مشبک به‌دست آمده که به‌شکل حیوانی، گیاهی و هندسی هستند؛ مهر اول، از نوع استامپی به‌شکل گاو کوهان‌دار است که دارای جزئیات بیشتری بوده به‌طوری‌که چهار دست و پای حیوان به‌خوبی نمایش داده شده، دم حیوان به‌سمت کمر و سر حیوان برگشته و سر او نیز کمی به‌سمت پایین قرار دارد (تصویر ۷: شماره ۱). دو مهر مشبک دوم و سوم به‌شکل بزسانانی است که به‌دلیل زنگ‌زدگی جزئیات آن به‌درستی مشخص نیست (تصویر ۷: شماره‌های ۲ و ۳). مهرهای مشبک گیاهی شامل یک گل چهاربرگ و یک گل شش‌برگ می‌باشد؛ مهر اول به‌صورت گل چهاربرگ بوده که در پشت آن برجستگی وجود دارد که احتمالاً به‌عنوان دسته استفاده می‌شده است (تصویر ۷: شماره ۵)، و دیگر مهر مشبک گیاهی دارای شش‌برگ انحنادار بوده که در مرکز آن سوراخی وجود دارد، این مهر شکسته است (تصویر ۷: شماره ۶)، (کاوش، ۱۳۹۸: ۱۸۵). یک مهر مشبک با نقش هندسی نیز به‌دست آمد (تصویر ۷: شماره ۷)، (Kavosh *et al.*, 2019: 167). سنت استفاده از مهرهای مشبک در عصر مفرغ شرق ایران، آسیای مرکزی و دره سند دیده می‌شود؛ و به عقیده پیتمن، چنین مهرهایی با استفاده از روش موم گمشده ساخته شده‌اند (پیتمن، ۱۳۸۳: ۴۶).



► تصویر ۷: نمونه مهرهای به‌دست آمده از تپه گراتزیانی (کاوش، ۱۳۸۹؛ ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸).

Fig. 5: Metal seals obtained from Graziani (Kavosh, 2010; 2018 & 2019).

اشیاء با کاربری نامشخص

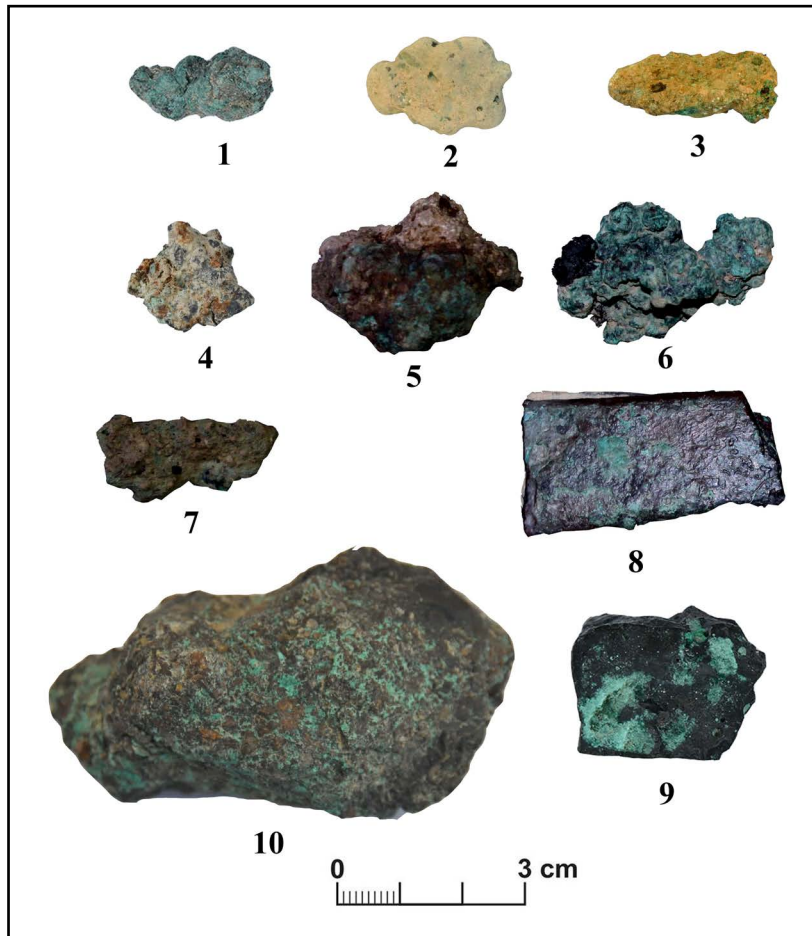
چند شیء شکسته نیز از کاوش لایه‌های مختلف به‌دست آمد که با توجه به کوچکی اندازه، کارکرد آن‌ها به‌درستی قابل تشخیص نیست (تصویر ۸).



تصویر ۸: قطعات فلزی به دست آمده از تپه گراتزیانی (کاوش، ۱۳۸۹؛ ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸).
Fig. 8: Metal fragments obtained from Graziani (Kavosh, 2010; 2018 & 2019).

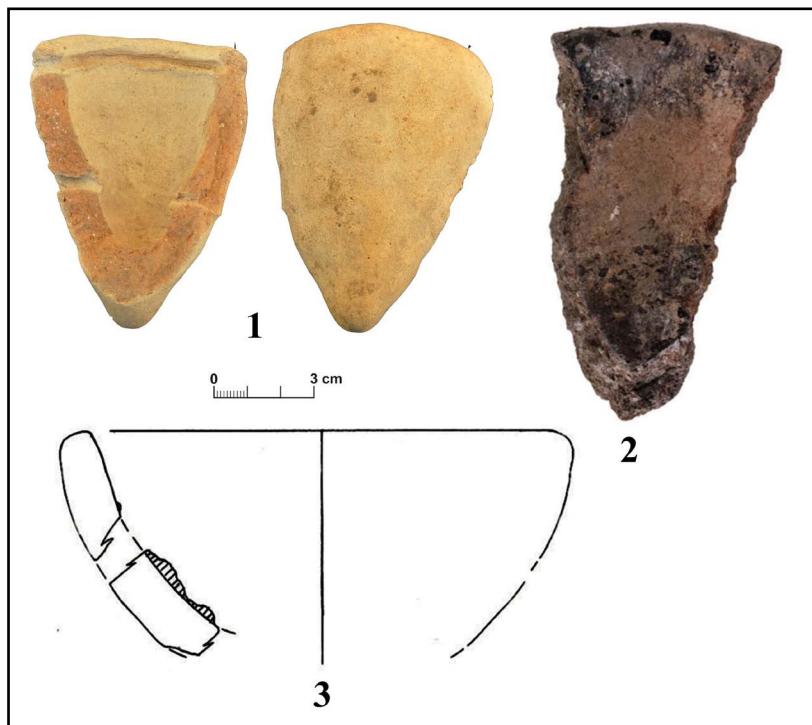
سرباره و سنگ مس: مس باره یا سرباره محصول جانبی ذوب و استحصال فلز است که همواره در حین تولید اشیاء فلزی به عنوان دورریز در محوطه رها می‌شوند. از آنجا که سرباره ارزش مادی نداشته و قابل استفاده نبوده همواره در اطراف محوطه تولیدی یافت می‌شوند و می‌توان تعدد وجود سرباره را در محوطه‌ها نشان از تولید فلز دانست. به نظر می‌رسد که استحصال فلز از سنگ معدن در محوطه‌های تخصصی صورت می‌گرفته و سپس فلز به دست آمده جهت تولید اشیاء به دیگر محوطه‌های صنعتی برده می‌شده است. در محوطه‌هایی که تولید نهایی اشیاء فلزی صورت می‌گرفته نیز در حین ذوب مجدد جهت تولید اشیاء فلزی، سرباره‌های کمی به وجود می‌آمده که نمونه‌های متعددی از آن طی کاوش تپه گراتزیانی به دست آمد که وجود این سرباره‌ها و نمونه‌های مس و سنگ مس می‌تواند نشانه‌ای از تولید اشیاء فلزی در این محوطه باشد (تصویر ۹).

بوته ذوب فلز(؟): طی کاوش باستان‌شناسی در این تپه، شیء سفالی مخروطی شکل به دست آمد که در وسط آن سوراخی وجود دارد که به نظر می‌رسد فلز در این شیء سفالی گداخته می‌شده، ناخالصی‌ها در ته آن قرار گرفته و فلز مذاب از سوراخ آن خارج می‌شده است. این شیء دارای خمیره قرمز رنگ با پوشش نخودی بوده که آمیزه آن از نوع معدنی بوده و در بین آن‌ها ذرات سفید رنگ احتمالاً آهک دیده می‌شود، قطر آن ۶ سانتی‌متر و ارتفاع آن ۸٫۷ سانتی‌متر است. نمونه مشابه این شیء از کاوش محوطه گوردیون ترکیه به دست آمده (Rademakers et al., 2017) که در نمونه فوق، اثرات حرارت بر سطح بیرونی و بقایای فلز بر سطح داخلی وجود دارد، با مقایسه نسبی می‌توان گفت احتمالاً شیء سفالی به دست آمده از تپه گراتزیانی نیز به مانند نمونه‌های به دست آمده از محوطه گوردیون ترکیه، بوته ذوب فلز بوده است. از آنجا که هیچ علائمی از حرارت پس از پخت و یا بقایای فلز در آن وجود ندارد می‌توان گفت که از این شیء استفاده نشده است.



► تصویر ۹: سرباره و نمونه سنگ مس به دست آمده از تپه گراتزیانی (کاوش، ۱۳۸۹؛ ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸).

Fig. 9: Copper slag and ore obtained from Graziani (Kavosh, 2010; 2018 & 2019).



► تصویر ۱۰: شی سفالی احتمالاً بوتنه ذوب فلز به دست آمده از تپه گراتزیانی (کاوش، ۱۳۸۹؛ ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸)؛ ۲ و ۳) بوتنه فلز به دست آمده از محوطه گوردیون ترکیه (Rademakers *et al.*, 2017: 5, fig. 2).

Fig. 10: Pottery object, probably metal melting crucible obtained from Graziani Tappeh (Kavosh, 2010; 2018 & 2019, 2 & 3) metal crucible obtained from Gordion site, Turkey (Rademakers *et al.*, 2017: 5, fig. 2).

باستان‌سنجی نمونه‌های فلزی تپه گراتزیانی

تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی (XRF و XRD) نمونه‌های به‌دست آمده از تپه گراتزیانی نشان داد که ترکیب آلیاژی اشیاء مس-آرسنیک (Cu-As) با مقادیر قابل توجهی سرب در برخی نمونه‌ها بود. سطح اجسام توسط دو لایه خوردگی اصلی تشکیل شده بر روی اکسید مس داخلی پوشانده شده بود؛ با این حال، چندین لایه متوالی از خوردگی در برخی موارد بر روی آثار شناسایی شد. تغییرات محیطی در شرایط دفن، به‌ویژه به دلیل جریان‌های فصلی و در نتیجه تغییرات خوردگی خاک، مجاورت اجسام به مواد استخوانی، همراه با جابه‌جایی عناصر آلیاژی، به‌ویژه سرب و آرسنیک، می‌تواند ویژگی‌های مورفولوژیکی این اشیاء باستانی را توضیح دهد (Mortazavi et al., 2022: 1)؛ هرچند در هزاره سوم پیش از میلاد در بسیاری از مناطق جهت تولید آلیاژ مفرغ از ترکیب مس و قلع استفاده می‌شده، اما آزمایش فوق نشان می‌دهد که مردمان تپه گراتزیانی هم‌چنان از آلیاژ ترکیبی مس-آرسنیک استفاده می‌کرده‌اند.

به منظور شناسایی ویژگی‌های خوردگی آلیاژهای مس-آرسنیک (Cu-As)، شش نمونه از اشیاء فلزی تپه گراتزیانی آزمایش شد. این مطالعه نقش ترکیب آلیاژ، شرایط خاک، و عوامل محیطی را در فرآیند خوردگی و مورفولوژی مصنوعات نشان داد. از دست دادن هسته فلزی و کانی‌سازی کامل نمونه‌ها، نشان‌دهنده دفن طولانی مدت در یک محیط به شدت خورنده است. موقعیت جغرافیایی تپه، یعنی واقع شدن در منطقه کویری با ویژگی‌های آب‌وهوایی و خاک خاص یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار بر فرآیند خوردگی است. تبدیل مصنوعات فلزی به طور قابل توجهی به اکسید مس و هم‌چنین وجود مقدار قابل توجهی کلرید مس در محصولات خوردگی، نفوذ آنیون‌ها به داخل از طریق لایه‌های خوردگی را نشان می‌دهد. گسترش خوردگی در آلیاژ با حفظ شکل اصلی مصنوعات همراه بود. بررسی میکروشیمیایی و ریزساختاری پتینه نشان داد که ساختارهای طبقه‌بندی شده حاوی مس بر روی سطح اشیاء ناشی از انحلال مس و جابه‌جایی کاتیون‌ها به خارج ایجاد می‌شود. علاوه بر این، مقدار آرسنیک (As) و سرب (Pb) و سایر عناصر آلیاژی شناسایی شد (جدول ۱). خوردگی‌ها توزیع متفاوت عناصر شیمیایی را از یک هر نقطه اشیاء نسبت به دیگر نقاط نشان دادند.

جدول ۱: نتایج μ -XRF نمونه‌های آنالیز شده تپه گراتزیانی (Mortazavi et al., 2022).

Tab. 1: Results of μ -XRF Analyses Obtained from the Corroded Core of the Cross-Sections (Mortazavi et al., 2022).

Sample No.	Cl	K	Ca	Fe	Ni	Cu	As	Pb	Se	Sr	Cr
G-89-1	2.04	0.11	0.08	0.01	0.05	79.12	6.86	11.62	0.04	0.08	0.00
G-89-2	3.11	0.02	0.06	0.03	0.15	95.79	0.63	0.12	0.08	0.02	0.00
G-89-3	9.89	0.01	0.19	0.01	0.32	89.26	0.12	0.16	0.04	0.01	0.00
G-89-4	15.37	0.08	0.03	0	0.1	82.52	1.4	0.43	0.05	0.02	0.00
G-89-5	2.29	0.12	0.12	0.00	0.30	83.82	12.52	0.76	0.06	0.02	0.00
G-89-6	5.94	0.23	0.15	0.01	0.08	91.60	0.46	1.50	0.03	0.01	0.00
G-89-7	10.66	0.06	0.14	0.00	0.10	87.70	0.28	0.83	0.22	0.01	0.00
G-89-8	4.43	0.03	0.08	0.03	0.75	90.76	0.78	3.10	0.01	0.02	0.02

علاوه بر این، تجزیه و تحلیل عنصری یک رابطه نزدیک بین خوردگی و ترکیب خاک را نشان داد؛ به عبارت دیگر، برخی از خوردگی‌های موجود در سطح با حضور کلسیم و فسفر در محیط دفن در ارتباط هستند. در این مورد، شناسایی محصولات خوردگی متشکل از میمتیت-پیرومورفیت برهم‌کنش بین عناصر آلیاژی (Cu و As) و اجزای خاک (P و Cl) را نشان داد. نزدیکی خاک محوطه‌های باستانی به رودخانه‌های سیل زده فصلی و متعاقباً تغییر شرایط دفن نیز یک عامل تأثیرگذار در تشکیل ترکیب‌های مختلف و طبقه‌بندی پیچیده خوردگی است (Mortazavi *et al.*, 2022: 13).

بحث و تحلیل

امروزه منطقه جنوب شرق ایران بیشترین سهم استخراج و استحصال معادن فلز در کشور را به خود اختصاص داده است که به نظر می‌رسد وجود کانسارهای مس در این منطقه یکی از دلایل اصلی شکل‌گیری و گسترش هنر فلزکاری و تولید اشیاء مسی و مفرغی در هزاره چهارم و سوم پیش از میلاد این حوزه فرهنگی بوده که تاکنون معادن باستانی مختلفی در سیستان و بلوچستان (عباس‌نژاد، ۱۳۷۴؛ Abbasnejad Seresti, 2017)، جنوب خراسان جنوبی (نیکزاد و همکاران، ۱۳۹۷)، کرمان (Thornton, 2007) و شرق فارس (خانی‌پور و همکاران، ۱۳۹۹) شناسایی شده است. نمونه فلز به دست آمده از تپه گاوکشی مربوط به دوره نوسنگی را می‌توان قدیمی‌ترین شیء فلزی جنوب شرق ایران دانست (علیدادی سلیمانی، ۱۳۹۷: ۴۳۸)؛ هم‌چنین از تپه ابلیس شواهد مربوط به ذوب فلز مربوط به اواخر هزاره پنجم پیش از میلاد به دست آمده است (Dougherty & Caldwell, 1967: 17-20; Caldwell, 1967; Frame, 2004)، محوطه کهپرو II نیز محوطه‌ای صنعتی در استحصال مس مربوط به دوره مس‌وسنگ است (امامی و شهسواری، ۱۳۹۹) کوره‌های فلزگری و قالب‌های تولید اشیاء فلزی از کارگاه D یا محله صنعتگران شهداد (Hakemi, 1997) و کشف اشیاء متعدد فلزی (حاکمی، ۱۳۸۵) دلالت بر فرآیند استحصال و تولید اشیاء فلزی دارد که همگی نشان از تولید بومی اشیاء فلزی (Frame, 2004) در جنوب شرق ایران است. طی کاوش در تل میان از لایه‌های ۲ و ۳ شواهد مرتبط به فلزگری به دست آمد که به عقیده «سامنر» در این شهر فعالیت‌های صنعتی هم به صورت کارگاهی و هم صنعتی خانگی صورت می‌گرفته است (Sumner, 2003: 116)؛ در حوزه تمدنی هیرمند نیز می‌توان این موضوع را دید، برخی از محوطه‌ها در دشت جنوبی سیستان به طور کامل صنعتی هستند (علایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۵)، اما در برخی محوطه‌ها به مانند گراتزیانی فعالیت‌های مرتبط با فلزگری احتمالاً در مقیاس صنعتی خانگی و نیمه‌وقت انجام می‌شده است.

پژوهشگران مراحل فلزکاری باستان را شامل مرحله چکش‌کاری سرد فلز، چکش‌کاری گرم، گداختن فلز، ذوب فلز، ذوب و استحصال فلز از سنگ معدن و مرحله آلیاژ می‌دانند (عباس‌نژاد و فاضلی، ۱۳۸۵: ۸۱) که شواهد به دست آمده از منطقه کرمان در جنوب شرق این روند را نشان می‌دهد، اما یافته‌های باستان‌شناسی حوزه

تمدنی هیرمند نشان می‌دهد که در این منطقه مراحل نهایی، یعنی مراحل ذوب و استحصال فلز از سنگ معدن و تولید آلیاژ مس-آرسنیک را نشان می‌دهد که به طور خاص در محوطه گراتزیانی شاهد آخرین مرحله، یعنی استفاده از آلیاژ مس-آرسنیک هستیم. تولید اشیاء فلزی در این منطقه یکی از شواهد مهم باستان‌شناسی جهت بررسی ارتباطات با دیگر مناطق مثل جنوب غرب ایران، بین‌النهرین و آسیای میانه و جنبه‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی این ارتباط است. آنالیزهای آزمایشگاهی نشان می‌دهد که در مناطقی مثل شوش و بین‌النهرین در غرب و موندیگاگ (Cleuziou & Berthoud, 1982) در شرق در عصر مفرغ، قلع به مرور جایگزین آرسنیک در تولید اشیاء مفرغی شده، اما نتایج آنالیز نمونه‌های تپه گراتزیانی نشان می‌دهد که مردمان حوزه تمدنی هیرمند در طول هزاره سوم پیش‌ازمیلاد نیز هم‌چنان از آلیاژ مس-آرسنیک استفاده می‌کردند، این موضوع در دیگر محوطه‌های جنوب شرق ایران، مانند شهرسوخته (Hauptmann *et al.*, 2003) و تپه یحیی (Heskel & Lamberg Karlovsky, 1980: 236; 1986) نیز دیده می‌شود. تنها در دو شیء فلزی تپه یحیی قلع دیده می‌شود که تورنتون و لمبرگ کارلوفسکی عقیده دارند که احتمالاً این دو شیء به عنوان محصول ساخته شده نهایی از منطقه‌ای دیگر به این محل آورده شده است (Thornton & Lamberg-Karlovsky, 2004: 52). نتایج مطالعات و آزمایش‌های صورت‌گرفته بر روی اشیاء فلزی شهادت نیز نشان داد که اکثر اشیاء از مس آرسنیک‌دار ساخته شده‌اند؛ البته در چند نمونه قلع نیز دیده شده است (Hakemi, 1997: 59; Meier, 2011: 110-14). برخی از پژوهشگران معتقدند که منطقه انارک احتمالاً مس آرسنیک‌دار جوامع پیش‌ازتاریخ شرق ایران، مانند شهادت (Heskel & Lamberg-Karlovsky, 1980: 258-259; Pigott, 2004: 30) و یا فراتر از آن دره سند (Kenoyer & Miller, 1999: 116) را تأمین می‌کرده است، اما یافته‌های باستان‌شناسی (عباس‌نژاد، ۱۳۸۲؛ علایی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۵؛ امامی و شهسواری، ۱۳۹۹) نشان می‌دهد که در مناطق شرقی این کانسار، مس به فراوانی وجود دارد و عملیات استحصال، تولید اشیاء فلزی در این مناطق به صورت تخصصی در عصر مس و سنگ و مفرغ صورت می‌گرفته است.

نتیجه‌گیری

تپه گراتزیانی یکی از محوطه‌های مهم اقماری شهرسوخته بوده که نتایج کاوش‌های باستان‌شناسی نشان می‌دهد که استقرار در این محوطه هم‌زمان با شهرسوخته II شروع شده و هم‌زمان با شهرسوخته IV به پایان رسیده است؛ طی سه فصل کاوش در این محوطه، معماری و اشیاء مختلفی از این محوطه به دست آمد که نشان می‌دهد در کنار استقرار انسانی، فعالیت‌های نیمه‌صنعتی نیز در آن صورت می‌گرفته که احتمالاً بخش زیادی از فعالیت‌های مردمان این روستا براساس تولید سفال و اشیاء فلزی بوده است؛ وجود کوره‌های سفال‌پزی نشان می‌دهد که تولید سفال در این محوطه صورت می‌گرفته، هم‌چنین اشیاء متعدد فلزی شامل: مهر، خنجر، سوزن، میله، آئینه و سربراه فلز از این تپه به دست آمد که وجود سربراه و یک بوتۀ

ذوب فلز نشان می‌دهد تولید اشیاء فلزی در این محوطه صورت می‌گرفته است. سربارهٔ عموماً ارزش اقتصادی و تجاری نداشته؛ بنابراین چندان منطقی نیست که سرباره‌های به‌دست آمده از محوطهٔ دیگری به این محل آورده شده باشند. با توجه به وجود بوتۀ ذوب فلز به نظر می‌رسد که عملیات استحصال فلز در جای دیگری صورت می‌گرفته و فلز در این محوطه مجدداً ذوب شده و اشیاء مختلفی ساخته می‌شده است؛ وجود سرباره‌های به‌دست آمده حاصل ذوب مجدد فلز جهت ریخته‌گری در این محوطه است. نتایج مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های این تپه نشان می‌دهد که صنعتگران این محوطه به‌مانند شهرسوخته جهت تولید آلیاژ مفرغ از ترکیب مس و آرسنیک استفاده می‌کرده‌اند؛ هرچند هم‌زمان آن در دیگر مناطق از قلع جهت تولید آلیاژ مفرغ استفاده می‌شده است.

سپاسگزاری

نگارنده از حامیان مادی و معنوی کاوش‌های تپه گراتزیانی، دانشگاه زابل، پژوهشکدهٔ باستان‌شناسی و استانداری سیستان و بلوچستان مراتب سپاسگزاری را ابراز می‌دارد؛ و هم‌چنین از تلاش‌های ارزندهٔ دوست‌دار میراث باستانی سیستان جناب آقای علیرضا خسروی تقدیر و تشکر دارد. از جناب آقای دکتر محمدامین امامی و جناب آقای دکتر محمد مرتضوی جهت در اختیار نهادن برخی منابع قدردانی می‌نمایم.

تضاد منافع

نویسنده ضمن رعایت اخلاق نشر در ارجاع‌دهی، نبود تضاد منافع را اعلام می‌دارد و لازم به ذکر است که این پژوهش با گونت شمارهٔ IR-UOZ-GR-7523 دانشگاه زابل مورد حمایت قرار گرفته است.

کتابنامه

- امامی، محمدامین؛ و شهسواری، میثم، (۱۳۹۹)، «محوطهٔ کهپرو II: شواهدی از ذوب فلز مس در سرشاخه‌های هلیل رود در اوایل هزارهٔ چهارم پیش از میلاد»، پژوهش باستان‌سنجی، ۶(۲): ۴۱-۵۵. <https://doi.org/10.52547/jra.6.2.41>
- بیانی، ملکزاده، (۱۳۶۳). تاریخ مهر در ایران. تهران: یزدان.
- پیتمن، هالی، (۱۳۸۳). هنر عصر مفرغ، جنوب‌شرق ایران، آسیای میانه غربی و دره سند. ترجمه کوروش روستایی، تهران: پیشین پژوه.
- حاکمی، علی، (۱۳۸۵). گزارش هشت فصل بررسی و کاوش در شه‌داد دشت لوت (۱۳۴۷ - ۱۳۵۴ شمسی). به‌کوشش: محمود موسوی، تهران: پژوهشگاه میراث‌فرهنگی و گردشگری.
- خانی‌پور، مرتضی؛ کاوش، حسینعلی؛ و ناصری، رضا، (۱۳۹۹). «معدن کاوی و ذوب فلز کهن در بخش مزایجان استان فارس». مطالعات باستان‌شناسی پارسه، ۴ (۱۲): ۱۳۵-۱۲۱. <https://doi.org/10.30699/PJAS.4.12.121>
- عباس‌نژاد سرستی، رحمت، (۱۳۷۴). «جنبه‌هایی از هنر و صنعت فلزکاری از

- آغاز تا پایان هزاره سوم پیش از میلاد در محوطه‌های باستانی جنوب شرق ایران». پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس (منتشر نشده).
- عباس نژادسرستی، رحمت، (۱۳۸۲). «معدنکاری باستانی در جنوب شرقی ایران: گزارشی درباره یافته‌های جدید». مجله باستان‌شناسی و تاریخ، ۱۷ (۲): ۶۵-۷۳.
- عباس نژادسرستی، رحمت؛ فاضلی‌نشلی، حسن، (۱۳۸۵). «فرآیند فلزکاری در جنوب شرق ایران در هزاره‌های چهارم و هزاره سوم پیش از میلاد: ساز و کارهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی». مجله تاریخ و علوم اجتماعی، ۲: ۸۱-۹۸.
- علایی‌مقدم، جواد؛ موسوی‌حاجی، سید رسول؛ و مهرآفرین، رضا، (۱۳۹۵). «بررسی کارگاه‌های صنعتی (کوره‌های سفال و ذوب فلز) عصر مفرغ سیستان برپایه مطالعات باستان‌شناسی». مقالات برگزیده دومین همایش ملی باستان‌شناسی ایران، به کوشش: حسن هاشمی زرج‌آباد، بیرجند: چهاردرخت: ۲۴۶-۲۳۳.
- عودباشی، امید؛ حسن‌پور، عطا؛ و ملکزاده، مهرداد، (۱۳۹۳). «مطالعات فلزگری کهن در محوطه سنگ‌تراشان لرستان، هزاره اول پ.م». در: مجموعه مقالات همایش بین‌المللی باستان‌شناسان جوان، به کوشش: محمدحسین عزیزی، مرتضی خانی‌پور و رضا ناصری، تهران: دانشگاه تهران: ۶۳۳-۶۴۴.
- کاوش، حسینعلی، (۱۳۸۹). «گزارش کاوش و لایه‌نگاری اولین فصل تپه گراتزیانی سیستان». آرشیو پژوهشکده باستان‌شناسی (منتشر نشده).
- کاوش، حسینعلی، (۱۳۹۱). «دشت جنوبی سیستان در عصر مفرغ». رساله دکتری گروه باستان‌شناسی دانشگاه تهران (منتشر نشده).
- کاوش، حسینعلی، (۱۳۹۷). «گزارش فصل دوم کاوش تپه گراتزیانی سیستان». آرشیو پژوهشکده باستان‌شناسی (منتشر نشده).
- کاوش، حسینعلی، (۱۳۹۸). «گزارش کاوش و لایه‌نگاری سوم فصل تپه گراتزیانی سیستان». آرشیو پژوهشکده باستان‌شناسی (منتشر نشده).
- کولون، دومینیک؛ و پرادا، ادیت، (۱۳۹۴). مهر در خاور نزدیک و ایران باستان. ترجمه پوریا خدیش، تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.
- مهرآفرین، رضا؛ و موسوی‌حاجی، سید رسول، (۱۳۸۸). «بررسی روشمند باستان‌شناختی سیستان فاز (۲)، جلد ۱۶ (مطالعات میدانی) حوزه جنوب قلعه رستم، زاهدان». دانشگاه سیستان و بلوچستان (منتشر نشده).
- نیکزاد، میثم؛ صدیقیان، حسین؛ و احمدی، خسرو، (۱۳۹۷). «پژوهشی بر فعالیت‌های معدن‌کاوی و ذوب فلز باستان در شهرستان خوسف، خراسان جنوبی، حاشیه شرقی کویر لوت». در: مجموعه مقالات همایش بین‌المللی باستان‌شناسان جوان، به کوشش: محمدحسین عزیزی، مرتضی خانی‌پور و رضا ناصری، تهران: بنیاد ایران‌شناسی: ۱۰۲۸-۱۰۷۲.

- Abbasnejad Serešti, R., (2017). "Ancient Metallurgy and Socio-Economic Complexities in the 4th Millennium BCE on the Iranian Plateau". *Iranian Journal of Archaeological Studies*, 7(1): 1-15.

- Ascalone, E., (2011). *Glittica elamita: dalla metà del III alla metà del II millennio a. C.: sigilli a stampo, sigilli a cilindro e impronte rinvenute in Iran e provenienti da collezioni private e museali*. L'Erma di Bretschneider.
- Bernbeck, R., (2004). "Iran in the Neolithic". In: *Persia's ancient splendour: mining, handicraft and archaeology*, T. Stöllner, R. and A. Vatandoust (Eds.): 140–147, Deutsches Bergbau-Museum, Bochum.
- Caldwell, R. J. (ed.). (1967). *Investigations at Tal-i-Iblis (Illinois State Museum Preliminary Reports 9)*. Springfield: Illinois State Museum Society.
- Cleuziou, S. & Berthoud, T., (1982). "Earlytin in the Near East". *Expedition*, 25(1): 14-19.
- Dittman, R., (1986). "Seals, Sealings and Tablets: Thoughts on the changing pattern of Administrative control from the late Uruk to the Proto – Elamite period at Susa". In: *Gamdat Nasr: Period or Regional Style?* Edited by Uwe Finkbeiner and Wolfgang Röllig. Beihefte Zum Tübinger Atlas des Vorderen orient, Reihe B., 62: 332 – 66.
- Dougherty, R. C. & Caldwell, R. J., (1967). "Evidence of early pyrometallurgy in the Kerman range in Iran". in: *Investigations at Tal-i-Iblis (Illinois State Museum Preliminary Reports 9)*, Caldwell, R. J., (ed.): 17-20, Springfield: Illinois State Museum Society.
- Dyson, R. H. Jr., & Voigt, M. M., (1989). "Bronze Age". in: *Encyclopedia Iranica*, E. Yarshater (ed.), IV: 472–8, Routledge & Kegan Paul, London.
- Fleming, S. J., Pigott, V. C., Swann, C. P. & Nash, S. K., (2005). "Bronze in Luriştan: preliminary analytical evidence from copper/bronze artifacts excavated by the Belgian Mission in Iran". *Iranica Antiqua*, XL: 35–64. <https://doi.org/10.2143/IA.40.0.583199>
- Frame, L., (2004). "Investigations at Tal-I Iblis: Evidence for copper smelting during the Chalcolithic Period". Bachelor Thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- Hakemi, A., (1997). *Shahdad, Archaeological Excavation of a Bronze Age Center in Iran*. Volume 27 of Reports and memoirs, ISIAO
- Hauptmann, A., Rehren, Th. & Schmitt-Strecker, S., (2003). "Early Bronze Age copper metallurgy at Shahr-I Sokhta (Iran), reconsidered". in: T. Stöllner, G. Koerlin, G. Steffens and J. Cierny (eds.), *Man and Mining-Mensch und Bergbau. Studies in Honour of Gerd Weisgerber; Der Anschnitt*, b. 16: 197-213, Bochum: Deutsches Bergbau-Museum.
- Helwing, B., (2013). "Early metallurgy in Iran—an innovative region as seen from the inside". in: *Metal matters: innovative technologies and social change in prehistory and antiquity*, S. Burmeister, S. Hansen, M. Kunst,

and N. Müller Scheeßel (Eds.): 105–36, Menschen–Kulturen–Traditionen, Forschungs Cluster 2, Band 12, Deutsches Archäologisches Institut, Berlin.

- Heskell, D. & Lamberg-Karlovsky, C. C., (1986). “Metallurgical technology”. in: *Excavations at Tepe Yahya, Iran: The Early Periods*, C.C. Lamberg-Karlovsky and T. Beale (eds.): 207-14 American School of Prehistoric Research Bulletin 38, Cambridge, Harvard University Press.

- Heskell, D. & Lamberg-Karlovsky, C. C., (1980). “An alternative sequence for the development of metallurgy: Tepe Yahya, Iran”. in: *The Coming of the Age of Iron*, New Haven, T. Wertimeand J. Muhly (eds.): 229-66. Yale University Press.

- Hiebert, F. T. & Lamberg-Karlovsky, C. C., (1992). “Central Asia and the Indo-Iranian borderlands”. *Iran*, 30: 1-15. <https://doi.org/10.2307/4299865>

- Kavosh, H., Vidale, M. & Fazeli Nashli, H., (2019). *Prehistoric Sistan 2: Tappeh Graziani, Sistan, Iran: Stratigraphy, Formation Processes and Chronology of A Suburban Site Of Shahr-I Sokhta*. Roma: ISMEO.

- Kenoyer, J. M. & Miller, H. M. L., (1999). “Metal Technologies of the Indus Valley Tradition in Pakistan and Western India”. In: V. C. Pigott (ed.), *The Archaeometallurgy of the Asian Old World*. Philadelphia: MASCA, The University Museum, University of Pennsylvania: 107-151.

- Khanipour, M., Niknami, K. & Abe, M., (2021). “Challenges of the Fars Neolithic Chronology: An Appraisal”. *Radiocarbon*, 63 (2): 693–712. <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.113>

- Lamberg-Karlovsky, C.C. & Tosi, M., (1973). “Shahr-I Sokhta and Tepe Yahya: Tracks on the earliest history of the Iranian Plateau”. *East and West*, 23: 21-58.

- Lazzari, (2019). “Early survey by the Italian Archaeological Mission”. in: *Prehistoric Sistan 2: Tappeh Graziani, Sistan, Iran: Stratigraphy, Formation Processes and Chronology of A Suburban Site Of Shahr-I Sokhta*, Kavosh, H., Vidale, M. and Fazeli Nashli, H., (Eds.): 11-24. Roma: ISMEO.

- Mashkour, M., Fathi, H., Davoudi, H. & Kavosh, H. A., (2019). “Animals remains from Tappeh Graziani”. in: *Prehistoric Sistan 2: Tappeh Graziani, Sistan, Iran: Stratigraphy, Formation Processes and Chronology of a Suburban Site Of Shahr-I Sokhta*, Kavosh, H., Vidale, M. and Fazeli Nashli, H., (Eds.): 173-188 Roma: ISMEO.

- Meier, D., (2011). “Preliminary Archeometallurgical Investigations of Bronze Age Metal Finds from Shahdad and Tepe Yahya”. *Iranian Journal of Archaeological Studies* 1 (2): 25-34.

- Moorey, P. R. S., (1969). “Prehistoric copper and bronze metallurgy in

western Iran (with special reference to Lūrištān)". *Iran*, 7: 131–53. <https://doi.org/10.2307/4299618>

- Mortazavi, M., Salehi Kakhki, A., Golozar, M. A. & Talai, H., (2011). "Preliminary metallurgical investigation of copper_ based artifacts at Tape Sagzabad in Ghazvin plain, Iran (1500-800 BC)". *Iranian Journal of Archaeological Studies*, 1 (2): 49-59.

- Mortazavi, M., Kavosh, H., Naghavi, S. & Khanjari, R., (2022). "Microstructural and Analytical Study of Uncommon Corrosion Features on Archaeological Cu-As Alloys from Tappeh Graziani in Southeastern Iran". *Microscopy and Microanalysis*, 28(2): 302-316. <https://doi.org/10.1017/S1431927622000137>

- Muhly, J. D., (1985). "Sources of tin and the beginnings of bronze metallurgy". *American Journal of Archaeology*, 89: 275–91. <https://doi.org/10.2307/504330>

- Pernicka, E., (2004). "Copper and silver in Arisman and Tappeh Sialk and the early metallurgy in Iran". in: *Persia's ancient splendour: mining, handicraft and archaeology*, T. Stöllner, R. Slotta, and A. Vatandoust (Eds.): 232–9, Bochum: Deutsches Bergbau-Museum.

- Pigott, V. C., (1999). *The development of metal production on the Iranian plateau*. Philadelphia: University of Pennsylvania Museum Press.

- Pigott, V. C., (2004). "On the importance of Iran in the study of prehistoric copper-base metallurgy". in: *Persia's ancient splendour: mining, handicraft and archaeology*, T. Stöllner, R. Slotta and A. Vatandoust (Eds.): 28–43, Bochum: Deutsches Bergbau-Museum.

- Pigott, V. C., (2011). "Sources of tin and the tin trade in southwest Asia: recent research and its relevance to current understanding". In: *Metallurgy: Understanding How, Learning Why: Studies in Honor of James D. Muhly*. INSTAP Academic Press. Philadelphia. Pennsylvania. <https://doi.org/10.2307/j.ctt3fgvzd.35>

- Pigott, V., (2004). *On the importance of Iran in the study of prehistoric copper-base metallurgy*. Persia's Ancient Splendour, Mining, Handicraft and Archaeology.

- Pittman, H., (1994). *The Glazed Steatite Glyptic Style: The Structure and Function of an Image System*. Berliner B. Berlin: Dietrich Reimer Verlag.

- Pittman, H., (1997). "The Administrative Function of Glyptic Art in Proto–Elamite Iran: A Survey of the Evidence". *Res Orientales*, 10: 1–31.

- Pittman, H., (2018). "Administrative Role of Seal Imagery in the Early

Bronze Age: Mesopotamian and Iranian Trades on the Plateau”. In: *Seals and Sealing in the Ancient World*, Marta Ameri, Sarah Kielt, and Sarah Jarmer Scott (Eds.): 13–35, New York: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108160186.004>

- Rademakers, F. W., Rehren, T. & Voigt, M. M., (2017). *Bronze metallurgy in the Late Phrygian settlement of Gordion, Turkey*. Archaeological and Anthropological Sciences. <https://doi.org/10.1007/s12520-017-0475-8>

- Sarianidi, V. I., (2007). *Necropolis of Gonur*. Athens, Kapon Editions.

- Schmandt-Besserat, D., (1992). *Before Writing*. Texas: University Of Texas Press.

- Simpson, St. J. & Niece, La. S., (2010). “New light on old Swords from Iran”. *The British Museum Technical Research Bulletin*, 4: 95-101.

- Smith, C. S., (1967). “The interpretation of microstructures of metallic artifacts”. In: *Application of science in the examination of works of art: proceedings of the seminar*, September 7–16, 1965, W. J. Young (ed.): 20–52, Research Laboratory of Museum of Fine Arts, Boston, MA.

- Sumner, W. M., (2003). *Early Urban Life in the Land of Anshan: Excavations at Tal-e Malyan in the Highlands of Iran*. University Museum Monograph 117, Philadelphia, University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology.

- Teufer, M. S., (2015). *Spätbronzezeitliche Grabfunde aus Nordbaktrien und benachbarten Regionen*. Studien zur Chronologie zwischen Aral-see und Persischem Golf, Berlin: Dietrich Reimer Verlag GmbH.

- Thorenton, C., (2007). *The Emergence of Complex Metallurgy the Iranian Plateau: Escaping the Levantine Paradigm*. University Pennsylvania.

- Thornton, C. P., (2009). “The emergence of complex metallurgy on the Iranian Plateau: escaping the Levantine paradigm”. *Journal of World Prehistory*, 22: 301–27. <https://doi.org/10.1007/s10963-009-9019-1>

- Thornton, C. P. & Lamberg-Karlovsky, C. C., (2004). “A new look at the prehistoric metallurgy of southeastern Iran”. *Iran*, 42: 47–59. <https://doi.org/10.2307/4300662>

- Thornton, C. P., Lamberg-Karlovsky, C. C., Liezers, M. & Young, M. M., (2002). “On pins and needles: tracing the evolution of copper-base alloying at Tepe Yahya, Iran, via ICP–MS analysis of common-place items”. *Journal of Archaeological Science*, 29: 1451–60. <https://doi.org/10.1006/jasc.2002.0809>

- Thornton, C. P., Rehren, T. & Pigott, V. C., (2009). “The production

of speiss (iron arsenide) during the Early Bronze Age in Iran”. *Journal of Archaeological Science*, 36: 308–16. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.09.017>

- Tosi, M., (1983). *Prehistoric Sistan I*. Roma: ISMEO (ISMEO Reports and Memoirs XIX, 1).

- Vahdati, A. A. & Biscione, R., (2019). “Preliminary Report on the First Season of Excavations at Tepe Chalow: New GKC (BMAC) Finds in the Plain of Jajarm, NE Iran”. In: *The Iranian Plateau during the Bronze Age, Development of urbanization, production and trade*, J. W. Meyer, E. Vila, M. Mashkour, M. Casanova, and R. valet (Eds.), Lyon: Maison de l’Orient et de la Méditerranée – Jean Pouilloux: 179-200. <https://doi.org/10.4000/books.momeditions.8086>