ournal of Research on Archaeometry, 2021; 7 (1): 125-144

Journal of Research on Archaeometry

DOI: 10.29252/jra.7.1.125 URL: https://jra-tabriziau.ir/

Original Paper

Ancient Metalworking Sites in the Landscape of Kuhdasht and Presenting a Predictive Model for Central Zagros

Hamzeh Ghobadi zadeh[1*], Kamal aldin Niknami[2], Sajjad Alibaigi[3]

[1]. Ph.D. student in Archeology, Faculty of Literature and Humanities, University of Tehran, Tehran, IRAN

[2]. Professor, Department of Archeology, University of Tehran, Tehran, IRAN

[3]. Assistant Professor, Department of Archaeology, Faculty of Literature and Humanities, Razi University, Kermanshah, IRAN

Received: 04/05/2021 **Accepted: 21/08/2021**

Abstract

The study of human-environment interactions and environmental exploitation patterns is one of the main approaches of modern archeology. One of the central Zagros' capabilities, especially the Pish-Kuh of cultural Lorestan, is the extraction and production of metals, especially bronze and iron, associated with many ambiguities, including identifying mines sites related to ancient metalwork. This investigation is based on 143 ancient metalwork sites identified during four seasons of archaeological survey in Kuhdasht. Attempted to a descriptive-analytical method and using GIS and spatial analysis, environmental factors affecting the formation and distribution of metalworking sites identifying in the Kuhdasht landscape. Finally, it was found that the Kashkan Geological Formation, which has an outcrop of rocks containing iron oxide, has the most role in the site selection of ancient metalworking sites, followed by suitable forest cover and proximity to water resources, are of complementary importance.

Keywords: Cultural landscape, spatial distribution, Environmental factors, Predictive model, Ancient metallurgy.

Introduction

Cultural Lorestan, located on the western edge of the Iranian plateau and south of the Central Zagros, is one of the regions whose name has always been associated with bronze objects known as "Lorestan bronzes. The importance of this area has always been emphasized in terms of metallurgical studies. During archeological excavations and illegal digs in Lorestan Farhangi, many metal artifacts have been found [9-32]; nevertheless, less attention has been paid to the mineral potentials and sites associated with the ancient metalwork of Lorestan. In this study, the data of four sessions of archaeological survey of Kohdasht, which resulted in identifying 143 sites related to ancient metallurgy [33-36], has been used to investigate the condition of metalworking sites, mines, and smelting furnaces. Besides, the three environmental factors affecting the formation of these sites, the mines required to extract the metal, the fuel required to be used in metal melting furnaces, and proximity to water sources in GIS, have been analyzed. Based on the results obtained, an estimated model is provided for other parts of the central Zagros.

*Corresponding Author:

Copyright© 2021, the Authors | This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial .terms

Materials, Methods, and Discussion

The present investigation examines the distribution pattern of ancient metalworking settlements and their relation with environmental variables. In order to achieve this goal, using the descriptive-analytical method and based on the natural structures of the region, the distribution of settlements to practical physical factors such as metal oxide, forest cover, and water resources was studied using GIS software. Then, by covering different maps in the GIS and using tools related to spatial analysis whose main application is for the location (Site Selection), a model for locating potential regions regarding metallurgical activities is presented throughout the central Zagros.

Kuhdasht County 2014 to 2019 during four seasons to survey and identify ancient metalworking sites. The Survey of South Kuhdasht rural district in 2014 was the first attempt to identify slag sites in Lorestan province in general and Kuhdasht County in particular, which was done in line with the ancient mining heritage project [33]. In 2017, the second season of the survey of Kuhdasht was conducted to identify ancient metalworking sites in the northern part of Kuhdasht, of which 74 sites were identified [34]. As shown in Fig. 7 and 8, the northern regions of Kuhdasht have more outcrops of Kashkan Formation and more suitable forest cover than the west and southwestern parts. The accumulation of distribution settlements is seen in this part.

The third season of study of ancient metalworking sites of the Kuhdasht in the rural district of Gul Gol was conducted in 2019. During this survey, only four sites and slag sites were identified [35]. The slags assembled in Gol Gol are iron as in the previous two surveys in Kuhdasht North and South rural districts. The fourth season of this range of studies was carried out in the winter of 2020, when a team directed by Hamzeh Ghobadizadeh, meanwhile survey the Darb-e Gonbad district of Kuhdasht, identified 49 settlements with evidence of metalworking activities [36]. In this study, all the evidence and slag collected are of iron type.

Conclusion

The present investigation examined the distribution pattern of 143 metalworking sites in Kuhdash. Regarding environmental factors to achieve this, in GIS software, spatial analysis of three influential environmental factors, namely Kashkan Formation, forest cover, and water resources, was performed in selecting the location of metalworking activities. The results of petrographic analyses on some fragments of red conglomerate rocks of Kashkan Detrital Formation, which are scattered in large numbers on the sites and in the vicinity of the melting furnaces, reveal that these rocks have an abundance of iron oxide, which appears to be the source of raw materials to extract iron.

پژوهه باستان‌سنجی ۱۴۰۰؛ ۷(۱): ۱۲۵-۱۴۴

پژوهه باستان‌سنجی

DOI: 10.29252/jra.7.1.125 URL: http://jra-tabriziau.ir/

مقاله پژوهشی

محوطه‌های فلزگری کهن در منظر فرهنگی کوهدشت و ارائهٔ یک مدل پیش‌بینی برای منطقهٔ زاگرس مرکزی

حمزه قبادی‌زاده[1*]، کمال‌الدین نیکنامی[2]، سجاد علی‌بیگی[3]

۱. دانشجوی دکتری باستان‌شناسی دوران تاریخی دانشگاه تهران، ایران

۲. استاد گروه باستان‌شناسی دانشگاه تهران، ایران

۳. استادیار گروه باستان‌شناسی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۳۰

چکیده

عوامل محیطی نقش مهمی در شکل‌دهی به الگوی استقراری محوطه‌ها و توزیع مکانی سکونتگاه‌های انسانی و فعالیت‌های گوناگون بشر داشته‌اند. مطالعهٔ روابط متقابل انسان و محیط و الگوهای بهره‌برداری از محیط زیست یکی از رویکردهای اصلی باستان‌شناسی نو است. یکی از قابلیت‌های زاگرس میانی و به‌خصوص پیشکوه لرستان فرهنگی استخراج و تولید فلزات به ویژه مفرغ و آهن است که با ابهامات زیادی از جمله شناسایی معادن و محوطه‌های در ارتباط با فلزگری کهن همراه است. در پژوهش حاضر سعی شد بر مبنای ۱۴۳ محوطهٔ فلزگری کهن که در نتیجهٔ چهار فصل بررسی باستان‌شناسی در شهرستان کوهدشت شناسایی شده‌اند، به روش توصیفی-تحلیلی و با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تحلیل‌های فضایی، عوامل طبیعی مؤثر در شکل‌گیری و پراکنش محوطه‌های فلزگری در منظر فرهنگی کوهدشت شناسایی شوند و در انتها یک الگو برای تخمین مکان‌های احتمالی دارای بقایای مرتبط با فلزگری باستان در منطقهٔ زاگرس میانی ارائه شود. برای رسیدن به این مهم در نرم‌افزار GIS به هر یک از عوامل محیطی از جمله مواد خام مورد نیاز، پوشش جنگلی مناسب برای فراهم کردن سوخت مورد استفاده در کوره‌های ذوب فلز و نزدیکی به منابع آبی، بر اساس نقش و تأثیر هر یک از این عوامل، وزن و اهمیت متفاوتی داده شد تا نقش هر یک از آن‌ها در شکل‌گیری محوطه‌ها مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرد. در پایان مشخص شد که سازند زمین‌شناسی کشکان که دارای برونزد سنگ‌های حاوی اکسید آهن است، بیشترین نقش را در مکان گزینی محوطه‌های فلزگری باستان داشته است و پس از آن پوشش جنگلی مناسب و نزدیکی به منابع آبی، در درجه‌های بعدی اهمیت قرار دارند.

واژگان کلیدی: منظر فرهنگی، توزیع فضایی، مدل پیش‌بینی، کوهدشت، فلزگری کهن

* این مقاله برگفته از رساله دکتری یکی از نویسندگان مقاله (ح.ق) با عنوان « پهنه فرهنگی کوهدشت در دوران تاریخی بر اساس شواهد باستان‌شناختی» است.

پست الکترونیکی: h.ghobadi@ut.ac.ir

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

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر توجه به درک و سنجش فرایندهای پیچیده تعاملی بین انسان و محیط در حوضهٔ مطالعات باستان‌شناسی، طرفداران بسیاری پیداکرده است. تفسیر رفتارهای گذشتهٔ انسان از حیث وابستگی آن به اجزای محیط طبیعی و اکولوژیکی در مرکز توجه این نوع اندیشه قرار دارد [1]. محیط فرهنگی مجموعه‌ای به هم پیوسته از فضاهای الگودار رفتاری است. قلمرو فیزیکی فضاها (رفتارها) به‌صورت مکان جغرافیایی تلقی می‌شود ولی این نوع مکان‌ها محصول تعامل بُعد سازمان یافتهٔ فرهنگی (مواد فرهنگی) و بُعد غیر سازمان‌یافتهٔ غیرفرهنگی فضاهای پیرامونی است. به عبارت بهتر در سنجش توزیع عناصر رفتاری، صحبت از چند مکان سازمان‌یافته فرهنگی مانند محوطه‌های باستان‌شناسی نیست بلکه ارزش فضاهای پیرامونی فاقد آثار فرهنگی، هم ارزش فضاهای فرهنگی در نظر گرفته می‌شود [2]. بنابراین درک و فهم مفاهیمی چون اقتصاد، جامعه، معیشت و نظایر آن که با سیستم‌های سازمان‌یافته فرهنگی درآمیخته‌اند، فقط در سایهٔ درک درست از دو وجه ساختار فیزیکی از قبل طراحی شده، به‌علاوه قلمرو غیر فیزیکی رفتارهای مذکور قابل دستیابی است [2]. منظر فرهنگی به مثابه ارگانیزمی زنده تلقی می‌شود که میان کلیهٔ اجزای تشکیل دهندهٔ آن و سیستم‌های طبیعی و فرهنگی، روابط متقابل ارگانیک وجود دارد. بُعد فیزیکی و طبیعی منظر در برگیرندهٔ کلیهٔ عناصر جغرافیایی، اکولوژیکی و محیطی است [3] و بُعد فرهنگی آن تجلی عینی تجارب ذهنی انسان در مواجهه با محیط فیزیکی است [4]. فضای جغرافیایی به عنوان بستر فعالیت‌های انسانی نقش اساسی در شکل‌دهی به این فعالیت‌ها و تعیین نوع و شکل آن دارد و بسیاری از تشابهات و تفاوت‌های بین جوامع را از سبک‌های مختلف زندگی و معیشتی می‌توان به کمک عوامل جغرافیایی – طبیعی تبیین کرد [5]. محوطه‌های باستانی، منابع آب، جاده‌ها، مزارع، کانال‌ها و مانند آن عناصر مهّم باستان‌شناسی هستند که در ترکیب با یکدیگر، درک منظر باستان‌شناسی را در دوره‌ای خاص ممکن می‌سازند [6,7]. در باستان‌شناسیِ الگوی استقراری به مطالعهٔ ساختار درونی، سازمان فضایی، نحوهٔ پراکنش و روابط متقابل میان سکونتگاه باستانی در بستر محیط پرداخته می‌شود [8]. ابزاری که برای تجزیه و تحلیل الگوی استقراری و توزیع فضایی به طور یکپارچه در باستان‌شناسی به کار می‌رود، سیستم اطلاعات جغرافیایی «GIS» است. استفاده از GIS و فناوری فضایی در باستانشناسی موجب دگرگون شدن نگرش‌ها و پیشرفت تحلیل‌های باستان‌شناسی شده است.

لرستان فرهنگی واقع در لبهٔ غربی فلات ایران و تقریباً برابر با محدودهٔ زاگرس میانی، یکی از مناطقی است که همواره نام آن با اشیاء مفرغین معروف به «مفرغ‌های لرستان» گره خورده است و همواره بر اهمیت آن از نظر مطالعات فلزگری تأکید شده است. در کاوش‌های باستان‌شناسی و حفریات غیر مجاز در لرستان فرهنگی آثار فلزی بسیار زیادی به‌دست آمده است [9-32] ولی به پتانسیل‌های معدنی و محوطه‌های در ارتباط با فلزگری کهنِ لرستان، کمتر توجه شده است. در این پژوهش، از یافته‌های چهار فصل بررسی باستان‌شناسی شهرستان کوهدشت که حاصل آن شناسایی ۱۴۳ محوطه در ارتباط با فلزگری کهن بود [33-36]، با هدف بررسی وضعیت محوطه‌های فلزگری، معادن و کوره‌های ذوب فلز بهره برده شده است. علاوه بر آن سه عامل محیطی مؤثر در شکل‌گیری این محوطه‌ها یعنی معادن مورد نیاز جهت برداشت و استخراج فلز، سوخت مورد نیاز جهت استفاده در کوره‌ها و ذوب فلز و نزدیکی به منابع آب در نرم‌افزار «GIS» مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و بر اساس نتایج به دست آمده از آن یک الگوی تخمینی برای سایر نقاط زاگرس میانی ارائه شده است.

۲. پیشینهٔ پژوهش

تاکنون پژوهشی تخصصی در ارتباط با فلزگری کهن در زاگرس مرکزی صورت نگرفته است و بیشتر مباحث حول اشیاء مفرغی و آهنی به دست آمده از قبور و محوطه‌های لرستان فرهنگی مطرح است. بحث در مورد این اشیاء با مسائل و مشکلات فراوانی همراه است که از جملهٔ آن‌ها هویت تولید کنندگان، محل تولید و منابع خام مورد نیاز برای تولید اشیاء فلزی است که کماکان برای پژوهشگران ناشناخته است. در کاوش‌های آرمان شیشه‌گر در محوطهٔ سرخ دم لکی، به شواهدی از وجود فعالیت‌های فلزگری در این محوطه اشاره شده است [37]. همچنین اشمیت نیز به وجود سرباره‌های آهنی در محوطه کمتارلان اشاره کرده است [16]. اشارات پژوهشگران به فلزگری کهن در زاگرس مرکزی، صرفاً در حد پرداختن به اشیاء به دست آمده از قبور و محوطه‌ها چه در نتیجهٔ کاوش‌های علمی و چه اشیائی که به وسیلهٔ حفاران غیر مجاز به دست آمده، باقی مانده است. شاید یکی از دلایل دانسته‌های پایین محققان در مورد مفرغینه‌های لرستان، انجام نشدن یک پژوهش جامع و تخصصی در ارتباط با فلزگری و معدنکاری کهن در حوزهٔ زاگرس مرکزی است. در این راستا شهرستان کوهدشت طی سه فصل با هدف شناسایی محوطه‌های سرباره‌ای در سال‌های ۱۳۹۳، ۹۶ و ۹۸ توسط ثریا الیکایی دهنو مورد بررسی قرار گرفت که حاصل آن شناسایی ۹۴ محوطه با بقایای سرباره‌های آهنی بود [33-35]. همچنین حمزه قبادی‌زاده ضمن بررسی بخش درب گنبد شهرستان کوهدشت در زمستان ۱۳۹۸، ۴۹ محوطه را در ارتباط با فلزگری کهن شناسایی کرد [36].

۳. پرسش پژوهش

از جمله پرسش‌هایی که تلاش شد در این پژوهش به آن‌ها پرداخته و پاسخ داده شود؛ نخست این است که چه عوامل طبیعی بیشترین نقش را در پراکنش و توزیع مکانی محوطه‌های فلزگری کهن در کوهدشت و به تبع آن در زاگرس مرکزی داشته است؟ با شناسایی این عوامل می‌توان یک الگو را برای تخمین سایر نقاط دارای محوطه‌های فلزگری کهن در زاگرس مرکزی ارائه داد؟ سئوال بعدی که در این پژوهش به آن پرداخته شد، این است که با استفاده از یافته‌های حاصل از چهار فصل بررسی میدانی در کوهدشت می‌توان به پاسخ روشنی در مورد هویت تولیدکنندگان، مکان‌ها و کارگاه‌های تولید مفرغینه-های لرستان فرهنگی دست یافت؟ در ادامه با استفاده از نتایج حاصل از بررسی میدانی و تحلیل آن در نرم افزار GIS و همچنین با استفاده از نتایج آزمایشگاهی تلاش شده است به سئوالات مطرح شده، پاسخ داده شود.

٤. روش پژوهش

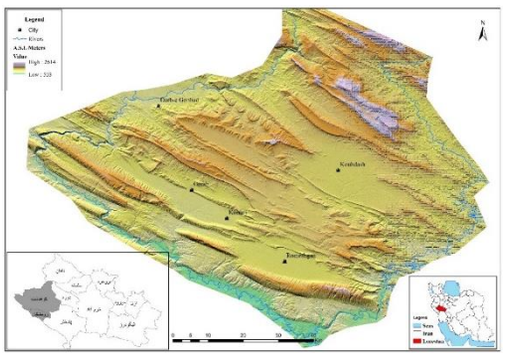
پژوهش حاضر به بررسی الگوی پراکنش محوطه‌های فلزگری کهن و ارتباط آن‌ها با متغییرهای طبیعی می‌پردازد. برای رسیدن به این هدف، با روش توصیفی- تحلیلی و بر اساس ساختارهای طبیعی منطقه نحوهٔ پراکنش استقرارها نسبت به عوامل طبیعی مؤثر مانند سنگ‌های دارای اکسید فلزی، پوشش جنگلی و منابع آبی با استفاده از نرم افزار GIS مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. سپس با بر روی هم قراردادن نقشه‌های مختلف در محیط GIS و استفاده از ابزارهای مرتبط با آنالیز فضایی (Spatial Analyst) که کاربرد اصلی آن‌ها مکان‌یابی (Site Selection) است، الگو و مدلی برای مکان‌یابی مناطق احتمالی در ارتباط با فعالیت‌های فلزگری در کل زاگرس میانی ارائه شده است.

۵. محوطه‌ها فلزگری کوهدشت

شهرستان کوهدشت از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۸ طی چهار فصل با هدف بررسی و شناسایی محوطه‌های فلزگری کهن بررسی شد (شکل ۱) که تمام محوطه-های شناسایی شده از نوع سرباره‌ای آهنی بودند و محوطه‌های در ارتباط با دیگر فلزات شناسایی نشدند.

در ادامهٔ این مقاله منظور از محوطه‌های فلزگری صرفاً از نوع سرباره‌های آهنی است. بررسی دهستان کوهدشت جنوبی در سال ۱۳۹۳، نخستین اقدام در ارتباط با شناسایی محوطه‌های سرباره‌ای در استان لرستان به طور عام و شهرستان کوهدشت به طور خاص بود؛ که در راستای طرح میراث معدن کاوی کهن انجام شد. در این بررسی، تعداد ۱۶ محوطهٔ دارای سرباره‌های آهن شناسایی شد. تعداد چهار نمونه سنگ حاوی اکسید آهن و چهارده نمونه سرباره آهنی در آزمایشگاه پتروگرافی پژوهشکده حفاظت و مرمت پژوهشگاه میراث فرهنگی مورد آزمایش قرار گرفت [33]. همچنین تعداد چهار نمونه سربارهٔ آهنی شامل؛ دو نمونه از محوطه خَرَسی، یک نمونه از محوطه پیَه‌ته و یک نمونه از محوطه چاه پیرقُلی جهت تعیین قدمت به آزمایشگاه سالیابی ترمولومینسانس پژوهشکده حفاظت و مرمت پژوهشگاه میراث فرهنگی تحویل داده شد. این نمونه‌ها با روش FINE GRAIN آماده‌سازی و با روش ADDITIVE DOSE پرتودهی و اندازه‌گیری شدند [33]. آماده‌سازی، اندازه‌گیری و پرتودهی نمونه‌ها در زیر نور قرمز انجام گرفت تا از هرگونه تأثیر احتمالی نور معمولی بر آن‌ها جلوگیری شود. در نتیجهٔ آزمایش ترمولومینسانس انجام شده، مشخص شد که نمونهٔ سربارهٔ آزمایش شده از محوطهٔ خَرَسی قدمت ۲۶۰ ±۳۲۰۰ سال هجری شمسی (پیش از حال) یعنی تاریخی در حدود ۲۶۰ ± ۱۲۰۰ ق.م قدیمی‌ترین و نمونهٔ آزمایش شدهٔ محوطهٔ چاه پیرقلی قدمت ۱۲۰ ± ۱۵۵۰ سال هجری شمسی (پیش از حال) یعنی تاریخی در حدود ۱۲۰±۴۷۰ م. را نشان می‌دهد [33] که این امر تا حدودی می‌تواند فعالیت‌های فلزگری در کوهدشت را روشن‌تر سازد.

در سال ۱۳۹۶ دومین فصل بررسی شهرستان کوهدشت با هدف شناسایی محوطه‌های فلزگری کهن در بخش کوهدشت شمالی صورت گرفت که ۷۴ محوطه شناسایی شد [34]. همانطور که در شکل ۸ و ۹ مشاهده می‌شود مناطق شمالی شهرستان کوهدشت دارای برونزدهای بیشتر سازند کشکان و پوشش جنگلی مناسب‌تری از قسمت‌های غربی و جنوب غربی است و تجمع پراکندگی محوطه‌ها نیز در این قسمت دیده می‌شود. از یافته‌های سرباره‌ای حاصل از این بررسی که همه از نوع آهنی بودند، ۱۵ نمونه از محوطه‌های چنگری ۵ نمونه، چالگه‌شله ۵ نمونه، سرگیز ۴ نمونه و دالاب ۱ نمونه، جهت آنالیز عنصری و مطالعات پتروگرافی انتخاب شد. آزمایش XRF جهت آنالیز شیمیایی سرباره‌ها، با استفاده از دستگاه طیف‌سنجی فلورسانس پرتو ایکس، مدل ۸۴۲۰ از کمپانی ARL و نرم افزار UniQuant برای آنالیز نمونه‌های مجهول، در پژوهشکدهٔ حفاظت و مرمت انجام شد. بررسی نتایج آنالیز عنصری و میکروسکوپی سرباره‌ها نشان می‌دهد که فاز اصلی در اکثر آن‌ها پیروکسن بوده و تقریباً در تمامی نمونه‌ها، کانی‌های فلزی هماتیت و مگنتیت مشاهده می‌شود [34].



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه در این پژوهش

Fig. 1: the case study

فصل سوم بررسی محوطه‌های فلزگری کهن شهرستان کوهدشت در دهستان گُل‌گُل در سال ۱۳۹۸ انجام شد که در این بررسی تنها چهار مکان و محوطهٔ سرباره‌ای شناسایی شد [35]. سرباره‌های جمع‌آوری شده در دهستان گل‌گل همانند دو بررسی قبلی در دهستان‌های کوهدشت شمالی و جنوبی از نوع آهنی است. فصل چهارم این سری بررسی‌ها در زمستان سال ۱۳۹۸ انجام شد که تیمی به سرپرستی

حمزه قبادی‌زاده ضمن بررسی بخش درب گنبد شهرستان کوهدشت ۴۹ محوطه، شواهدی از فعالیت-های فلزگری کهن را شناسایی کرد [36]. در این بررسی نیز تمام شواهد و سرباره‌های جمع‌آوری شده از نوع آهنی هستند.

در بررسی دهستان‌های کوهدشت جنوبی، شمالی، گل‌گل و بخش درب گنبد ۱۴۳ محوطه سرباره‌ای در ارتباط با فعالیت‌های فلزگری کهن شناسایی شد که تمام آن‌ها از نوع سرباره‌های آهنی است (شکل ۲) و نشانه‌های از فعالیت‌های فلزگری در ارتباط با مفرغ مشاهده نشد. مواد خام مورد نیاز و پوشش جنگلی مناسب، اصلی‌ترین دلایل در پراکنش و مکان‌گزینی محوطه‌ها بوده‌اند. همانطور که در شکل ۸ و ۹ می-بینید تراکم محوطه‌ها در قسمت‌های شمالی‌تر شهرستان کوهدشت بیشتر از قسمت‌های جنوبی‌تر است و هر چه به جنوب و غرب کوهدشت حرکت می‌کنیم از این تراکم کمتر می‌شود که در مورد دلایل آن در ادامهٔ پژوهش بحث خواهد شد.

شکل ۲: پراکندگی سرباره‌های ذوب فلز بر محوطه‌های فلزگری

Fig. 2: Dispersion of metal smelting slag on metalworking site

٦. وضعیت زمین‌شناسی زاگرس میانی

امروزه بررسی‌های زمین‌باستان‌شناسی به عنوان ابزاری سودمند در مطالعات باستان‌شناسی و تبیین محیط‌های دیرینه دوران کواترنری جایگاه ویژه‌ای یافته است [38]. امکانات بالقوهٔ موجود در ساختار زمین از نظر ارزیابی توان محیطی حائز اهمیت است. این اهمیت نه تنها از نظر تعیین نوع سنگ‌های تشکیل دهندهٔ منابع کانسارهای حاوی فلزات و پراکندگی آن‌ها در نقاط مختلف و شکل قرارگیری آن‌ها در موضع خود بلکه از نظر شناخت خصوصیات کیفی نظیر سختی و مقاومت در برابر فرسایش، شناسایی تشکیلات زمین‌شناسی برای دستیابی به مصالح ساختمانی، کاربردهای تولیدی از قبیل چینی-سازی و سفالگری قابلیت تشکیل خاک در شرایط آب و هوایی متفاوت، توان رویشی و قدرت حاصل‌خیزی و به طور کلی ارزش‌های اقتصادی بالقوه‌ای که قابل تبدیل به فعل شدن هستند، شایان توجه است [39].

کشور ایران به لحاظ واحدهای ساختار زمین‌شناسی به نُه زون (منطقه) شامل کوه‌های زاگرس، کوه‌های کپه داغ، زون سنندج- سیرجان، زون کویر لوت، زون پیچیده آفیولیتی، زون مرکزی ایران، زون مکران – شرق ایران، زون کوه‌های البرز و ناحیه‌ای با خصوصیات آتشفشانی دورهٔ پالئوژن تقسیم شده است [40]. در سال‌های اخیر تقسیم‌ها و مدل‌های جدیدی برای ساختار زمین‌شناسی ایران ارائه شده است که هر یک چینه‌شناسی و لایه‌نگاری خاص خود را دارد [41].

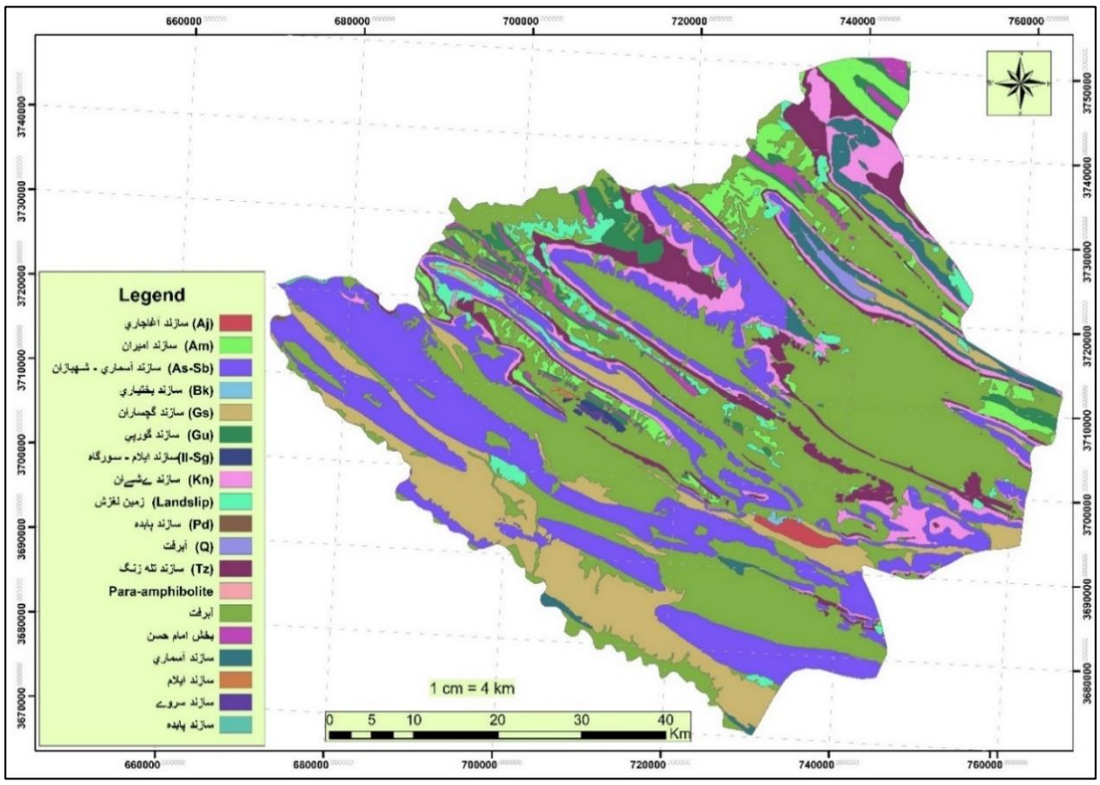
ناحیهٔ کوهستانی زاگرس با طولی در حدود ۱۵۰۰ کیلومتر، بخشی از نتیجهٔ کوهزایی آلپ- هیمالیا است که از شرق ترکیه تا تنگهٔ هرمز ادامه دارد [42]. رشته کوه زاگرس به وسیلهٔ چین‌های کلاسیک دوران سوم زمین‌شناسی شکل گرفته است[1] [43] و بر اساس تقسیم‌بندی‌ها لبهٔ شمال شرقی فلات عربستان را در برمی‌گیرد [41]. بر اساس دسته‌بندی اگارد و

همکارانش، زاگرس را در یک راستای جنوب غربی به شمال‌شرقی می‌توان به چند زیر پهنه با نام‌های کمربند چین خورده سادهٔ زاگرس[۲]، ناحیه خُرد شده یا زاگرس مرتفع[۳]، محور اصلی زاگرس[۴] ، ناحیه سنندج- سیرجان[۵]و ناحیهٔ ارومیه- دختر[۶] تقسیم کرد [44].

در واقع رشته کوه زاگرس با جهت شمال غربی - جنوب شرقی بزرگترین واحد رسوبی - ساختاری ایران است [43] که بیش از ۱۵۰۰ کیلومتر در جهت شمال غربی-جنوب شرقی طول دارد [45]. در مورد مرز شرقی و شمالی زاگرس، مقصودی می‌گوید که: «در قسمت شرقی ساختار زمین‌شناسی ایران، نزدیک تنگه هرمز، مرز بین زاگرس و مکران با گسل میناب مشخص می‌شود. این واحد از شمال به واحد رسوبی - ساختاری سنندج - سیرجان و از غرب به بین النهرین متصل است» [43].

توالی رسوبی و چینه‌شناسی منطقهٔ کوهدشت را می‌توان در شکل ۳ مشاهده کرد. سازند گورپی، قدیمی‌ترین سازند منطقه است و از سایر توالی‌های رسوبی می‌توان به سازندهای امیران، تله زنگ، کشکان، آسماری-شهبازان، گچساران، امام حسن و رسوبات کواترنر اشاره کرد. سازندهای مذکور غالباً از شیل‌های آهکی، ماسه‌سنگ و کنگلومریت‌های حاوی سنگ چرت تشکیل شده‌اند [46-50] که به ادوار کرتاسه، پالیوسن و کواترنری تعلق دارند [51].

منطقهٔ مورد مطالعهٔ این مقاله در بخش زاگرس چین خورده قرار دارد. بخش زاگرس چین خورده مانند سایر بخش‌های زاگرس به صورت شمال‌غربی- جنوب-شرقی کشیده شده و بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر پهنا دارد [43]. بخش چین خورده به موازت زاگرس رورانده (زاگرس مرتفع) کشیده شده است. زاگرس رورانده به وسیلهٔ بخش دگردیسی نواری شکل سنندج-سیرجان از بخش ایران مرکزی جدا می‌شود [43].



شکل ۳: سازندهای زمین‌شناسی ناحیه کوهدشت

Fig. 3: Geological formations of Kuhdasht region (Authors)

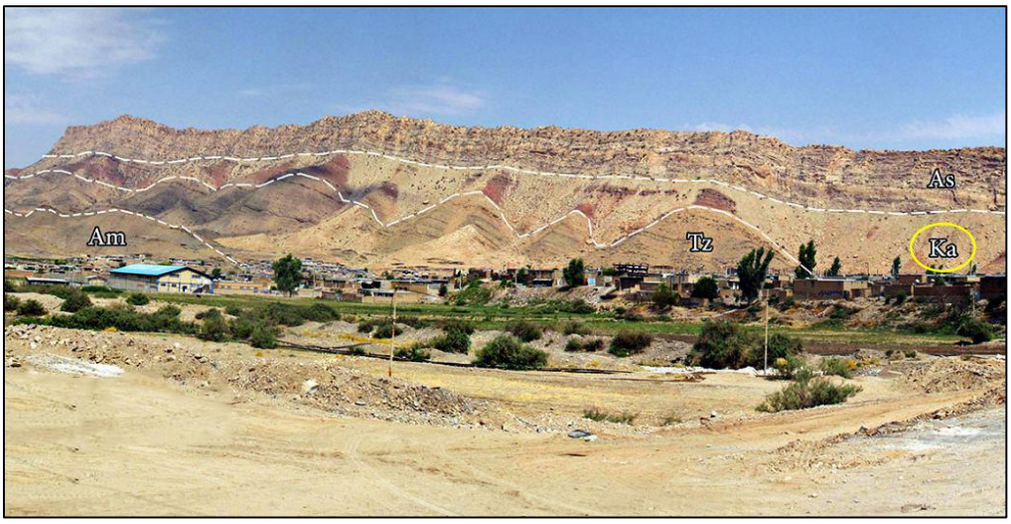
۷. موقعیت مکانی محوطه‌ها نسبت به سازند کشکان

زمین‌شناسان معتقد هستند، اغلب کانسارها و معادنی که امروزه شناخته شده و فعال هستند؛ نوع مواد معدنی آن‌ها برای دنیای قدیم نیز شناخته شده و مورد استفاده بوده است [52]. این موضوع به ویژه در مورد کشورهایی چون ایران صدق می‌کند [53]. سازند کشکان به دورهٔ پالئوسن تعلق دارد و نام آن از رودخانهٔ کشکان در استان لرستان گرفته شده و برش الگوی آن در شمال غرب پلدختر در کنار راه اندیمشک – خرم آباد قرار دارد و ضخامت آن در قسمت الگو به ۳۷۰ متر می‌رسد [46]. بیشترین گسترش این سازند در منطقهٔ لرستان است و دارای رخساره کنگلومرا، ماسه سنگ و سیلتستون است. این سازند بین دو سازند زمین‌شناسی آسماری– شهبازان در بالا و تله زنگ در پایین قرار دارد و در جایی که سازند تله زنگ وجود ندارد بر روی سازند امیران می‌نشیند (شکل ۴). در رخساره‌های ماسه سنگی این سازند، فراوانی اکسیدهای آهن، سیلیسیم، آلمینیوم، کلسیم، منیزیم، عنصر اورانیوم و استرانسیوم مشاهده می‌شود [54].

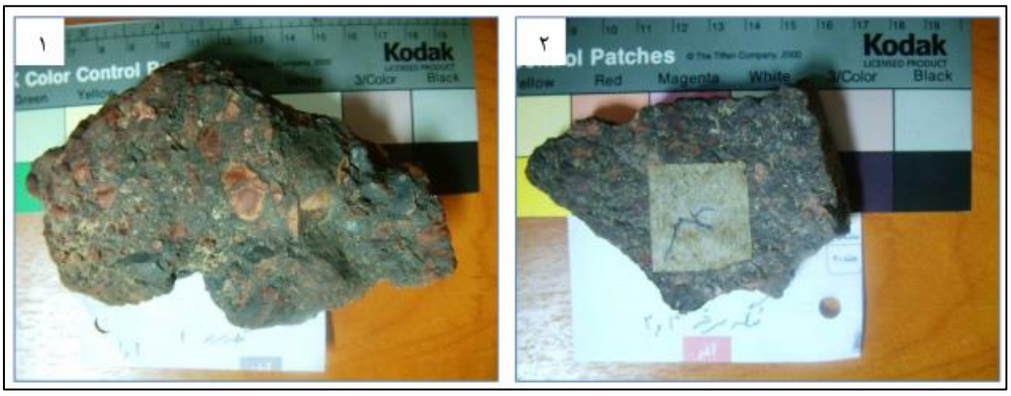
در سال ۱۳۹۳ از تعداد ۴ قطعه سنگ کنگلومرای قرمز سازند آواری کشکان مورد استفاده در کوره‌ها که در سطح همه محوطه‌های فلزگری پراکنده است، در آزمایشگاه پتروگرافی پژوهشکده حفاظت و مرمت، مقطع نازک و صیقلی تهیه شد و نمونه‌ها با میکروسکوپ پلاریزان مدل James Swift مورد آزمایش قرار گرفتند [33]. این سنگ‌ها که آغشتگی فراوانی به اکسید آهن دارند و بین دانه‌های تشکیل دهندهٔ آن‌ها با سیمان پرشده است، به نظر می‌رسد منبع اولیه برای استحصال آهن بوده‌اند (شکل ۵). البته بحث در مورد این موضوع نیاز به مطالعات بیشتر دارد. بر اساس مطالعات میکروسکوپی نمونه سنگ‌های مورد بررسی یک سنگ رسوبی آواری کشکان از جنس کنگلومرا با منشأ سیلیسی است. نمونهٔ شمارهٔ ۱ و ۲ قطعاتی از سنگ چرت رادیولاریت، فسیل‌های رادیولار به شکل دایره تا بیضی هستند که رنگ تیرهٔ آن‌ها به علت آغشتگی به اکسید آهن است و نمونه‌های شماره ۳ و ۴ با رنگ‌های قرمز و روشن دارای مگنتیت و هماتیت هستند (شکل ۶). در بررسی‌های انجام شده در کوهدشت مشخص شد تمام محوطه‌های سرباره‌ای در نزدیکی این سازند شکل گرفته‌اند و یا فاصله زیادی از آن ندارند. همانطور که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود تعداد ۸۲ محوطه از ۱۴۳ محوطه فلزگری یعنی ۵۷/۳۵ درصد محوطه‌ها در فاصله ۵۰۰–۰ متری سازند کشکان که دارای سنگ خام مورد نیاز جهت استخراج اکسید آهن است، شکل گرفته‌اند (شکل ۷). در شکل ۸ که نشان دهندهٔ الگوی پراکنش این محوطه‌ها نسبت به سازند کشکان است، هر چه فاصله از این سازند بیشتر می‌شود تعداد محوطه‌ها کاهش پیدا می‌کند. تنها تعداد ۱۲ محوطه از ۱۴۳ محوطه در فاصله ۲۰۰۰ متر به بالا نسبت به این سازند شکل گرفته‌اند که آن‌ها نیز محوطهٔ فلزگری صرف نبوده‌اند بلکه هم فعالیت‌های فلزگری در آن‌ها انجام می‌شده و هم محوطهٔ استقرای بوده‌اند. باید خاطر نشان کرد که محوطه‌های که کارکرد آن‌ها تنها فلزگری بوده و بر اساس میزان مواد فرهنگی، نهشته‌های اندک احتمالاً استقرار دائمی در آن‌ها شکل نگرفته است، در فاصله بسیار نزدیک به این سازند قرار گرفته‌اند؛ بنابراین احتمالاً، این عامل و دسترسی به سوخت مورد نیاز کوره‌ها از مؤلفه‌های اصلی در مکان‌گزینی این محوطه‌ها بوده است.

جدول ۱: موقعیت مکانی محوطه‌ها نسبت به سازند کشکان
Table 1: the location of settlement to the Kashkan Formation (Authors)

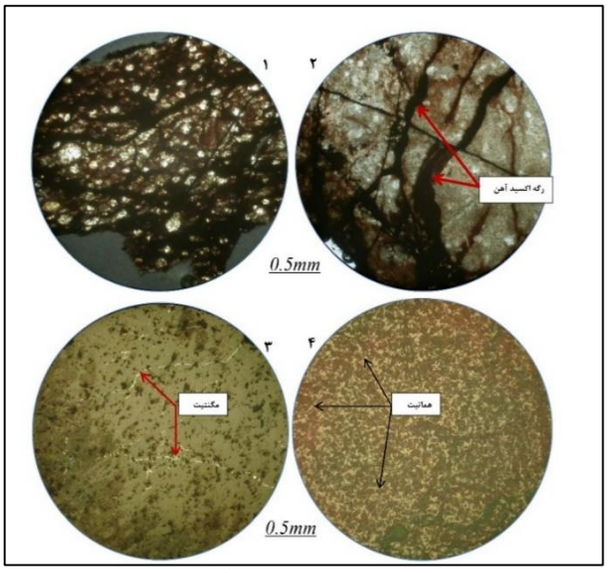
درصد percent	تعداد محوطه Site Number	فاصله از مواد خام Distance from raw material
57/35	82	0-500
15/39	22	500-1000
10/49	15	1000-1500
8/40	12	1500-2000
2/79	4	2000-2500
2/79	4	2500-3000
2/79	4	3000-3500
100	143	مجموع sum



شکل ۴: سازند کشکان بین دو سازند آسماری در بالا و تله زنگ در پایین
Fig. 4: Kashkan Formation between Asmari at the top and Tale Zang Formation at the bottom



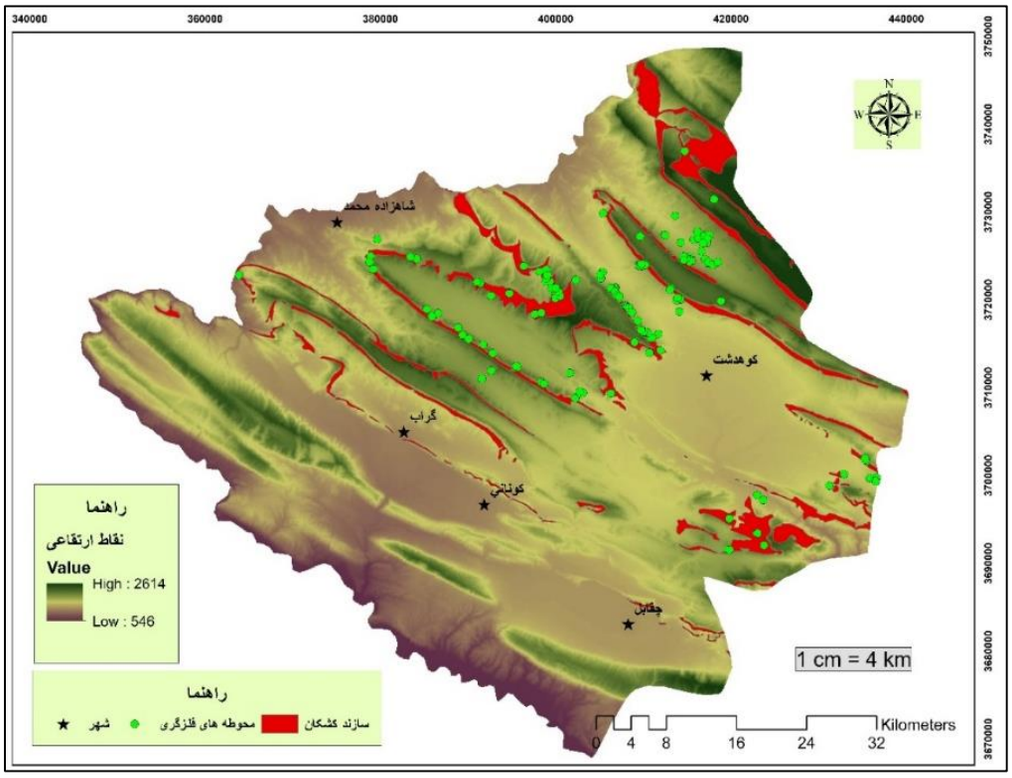
شکل ۵: قطعه سنگ‌های شمارهٔ ۳ و ۴ آزمایش شده [33]
Fig. 5: Pieces of stones No. 3 and 4 tested [33]



شکل ۶: نتیجه پتروگرافی سنگ‌های آزمایش شده [34]
Fig. 6: Results of petrographic rocks tested [34]

شکل ۷: آثار برداشت سنگ آهن از معدن باغ مژگان

Fig. 7: Extraction of iron ore from Bagh Mojgan mine (Authors)



شکل ۸: موقعیت مکانی محوطه‌ها فلزگری کهن و فاصله آنها از سازند کشکان

Fig. 8: Location of ancient metallurgical sites and their distance from Kashkan Formation (Authors)

۸. موقعیت مکانی محوطه‌ها نسبت به پوشش جنگلی

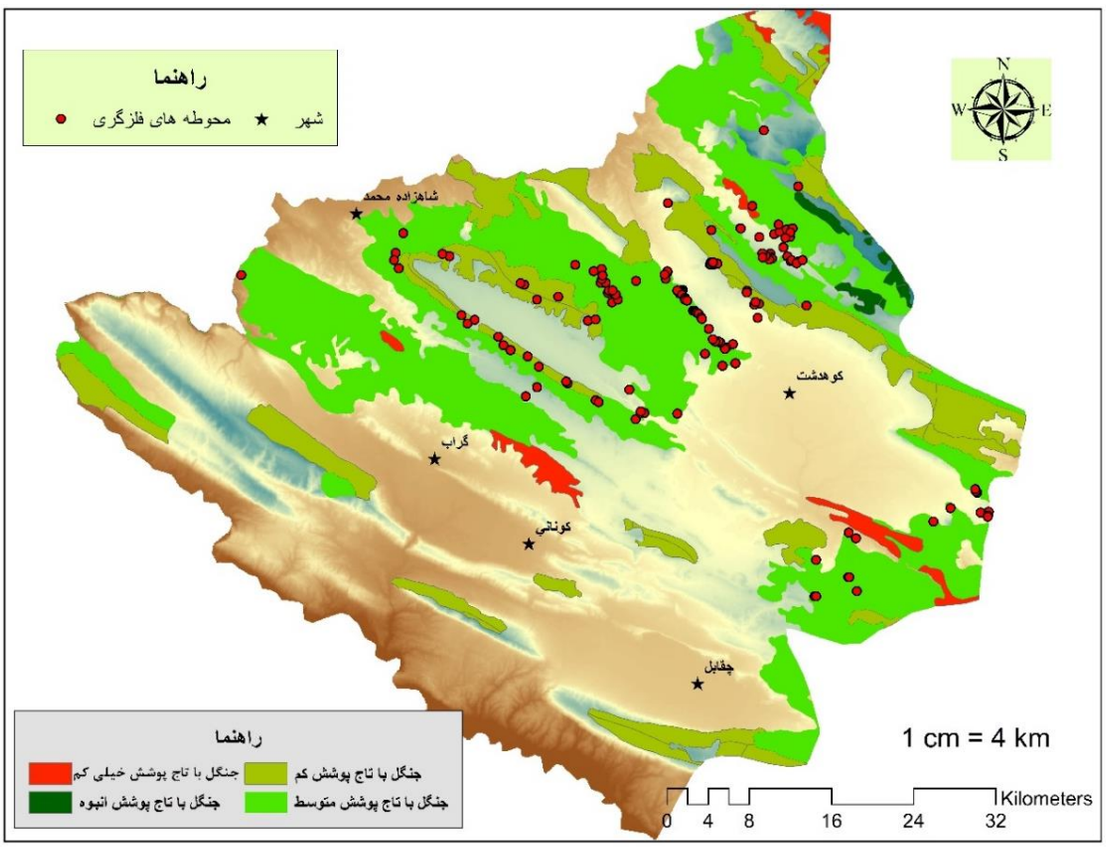
جنگل‌های حوزهٔ رویشی زاگرس، به عنوان دومین منبع سلولزی تجدیدپذیر کشور و یکی از با ارزش‌ترین ذخایر بلوط در جهان، به شمار می‌روند [55]. زاگرس به سه بخش شمالی، مرکزی و جنوبی تقسیم می‌شود؛ و مساحت جنگل‌های این حوزه در حال حاضر شش میلیون هکتار است و تیپ غالب آن را درختان بلوط ایرانی تشکیل داده است که همراه سایر گونه‌های بلوط، سیمای غالب این جنگل‌ها را تشکیل می‌دهند [55]. بر اساس مطالعات گرده‌شناسی در دریاچه‌های زریوار و میرآباد [57,58] در حوزه زاگرس دورهٔ هولوسن به سه دورهٔ قدیم (۶۳۰۰–۹۲۰۰ سال پیش؛ سن کالیبره شده)، میانی (۴۳۰۰–۶۳۰۰ سال پیش؛ سن ک.ش) و هولوسین جدید (۴۳۰۰ سال پیش تا حال حاضر) تقسیم می‌شود. در طول دورهٔ هولوسین قدیم (۶۵۰۰–۱۰۰۰۰ پ.ح، سن ک.ش)، یک فضای جنگلی از درختان پسته، دریاچهٔ میرآباد را احاطه کرده بود. میزان گرده‌های درختی نسبتاً پایین بود و گرده‌های بلوط[۷]، علی‌رغم عصر حاضر، کمتر از ۳۰ درصد را شامل می‌شد [58]. افزایش آهسته و پراکندهٔ میزان متوسط $\delta^{18}O$ که از حدود ۷۷۰۰ سال پیش (سن ک.ش) آغاز شده‌است؛ می‌تواند مقدمه‌ای بر گذار تدریجی باشد که بر ترکیب گیاهی- جنگل تأثیر داشته‌است. از سوی دیگر، این دورهٔ گذار ممکن است کوتاه‌تر بوده و افزایش میزان متوسط $\delta^{18}O$ در ۵۸۰۰ سال پیش (سن ک.ش) به صورت ناگهانی و سریع اتفاق افتاده باشد. این افزایش همگام گرده‌های بلوط در دریاچه‌های میرآباد و زریوار که در ارتفاعات متفاوتی قرار دارند به معنای تغییر اقلیم (و نه تغییر خط رویش گیاهان) است. با این حال، افزایش سریع میزان متوسط $\delta^{18}O$ به ویژه در دریاچهٔ میرآباد، نزدیک به ۶۰۰ سال پس از افزایش بلوط اتفاق افتاده است. در حدود ۷۵۰۰ سال پیش (سن ک.ش)، بقایای گرده‌های بلوط در میرآباد به تدریج افزایش پیدا کرد و در ازای آن نیز گیاهان علفی و گرامینه‌ها[۸] افزایش یافتند. کاهش این گرده‌ها، با افزایش تقریباً دو برابری درصد گرده‌های بلوط در دوران بعدی مطابقت دارد. میزان بالای گرده‌های بلوط تا بعد از ۶۰۰۰ سال پیش (سن ک.ش) ادامه پیدا کرده است [58]. همانطور که در نتیجهٔ آزمایشات گرده‌شناسی انجام شده در دریاچه‌های زریوار و میرآباد مشاهده می‌شود، از دورهٔ هولوسن میانه به بعد بر افزایش درصد درختان بلوط نسبت به سایر گونه‌ها در زاگرس افزوده شده است و در دورهٔ هولوسن جدید که دورهٔ زمانی مورد مطالعه در این پژوهش در این بازه زمانی قرار می‌گیرد، جنگل‌های بلوط گونهٔ اصلی پوشش گیاهی منطقه را تشکیل می‌داده است.

یکی از متغیرهای محیطی که تأثیر مستقیم در شکل‌گیری محوطه‌های فلزگری داشته است، پوشش جنگلی برای تأمین سوخت مورد نیاز کوره‌ها بوده است. همان طور که در جدول شماره ۲ و شکل ۹ مشاهده می‌شود ۷۸/۳۳ درصد یعنی ۱۱۲ محوطه امروزه در مناطقی با پوشش جنگلی متوسط از درختان بلوط که مهمترین منبع تأمین سوخت مورد نیاز کوره‌های ذوب فلز بوده، شکل گرفته‌اند و تعداد ۳۱ محوطه یعنی ۲۱/۶۷ درصد از محوطه‌ها در مناطقی با پوشش جنگلی تُنُک شکل گرفته‌اند. آنالیز عنصری تعدادی ازسرباره‌های آهن محوطه‌های خَرَسی، بر آفتاب مِله، پیَه‌ته، نثار گنجینه ضرونی، چاه پیرقُلی، کورابه، درمَران، چاه دِرکَه، تنگه سُرخه و تنگه حسن بیگی، در آزمایشگاه پتروگرافی پژوهشکدهٔ حفاظت و مرمت پژوهشگاه میراث فرهنگی نشان داد که در برخی از سرباره‌های دارای تخلخل فراوان، می‌توان بقایای زغال ناشی از عملیات ذوب را مشاهده کرد. در نمونه‌های مورد آزمایش، کربن در اثر استفاده از سوخت چوب سبب تشکیل ووستیت در شرایط احیا و استحصال آهن شده است. علت تیره بودن نمونه‌ها هم به دلیل وجود کربن زیاد در حین فرایند حرارت دیدن و استفاده از چوب یا زغال جهت منبع حرارتی بوده است [34]. با بررسی کانی‌های تشکیل شده در سرباره‌ها و تولید فایالیت مشخص شد، درجه حرارت

لازم برای تشکیل آن، دمای ۱۲۰۵ درجهٔ سانتیگراد است. این نشان می‌دهد که کوره‌های ذوب دامنهٔ حرارتی ۱۲۵۰–۱۳۰۰ درجه را داشته‌اند. هم‌چنین درجه حرارت ذوب در مورد سرباره‌هایی که درصد زیادی سیلیس، اکسید آهن و آهک در حالت تعادل در بافت شیمیایی خود دارند، حدود ۱۱۰۰°C الی ۱۲۰۰°C بوده است [33]. به نظر می‌رسد رسیدن به این درجه حرارت در کوره‌های با سوخت چوب بلوط دشوار باشد و از کمک ذوب‌های دیگری در کنار چوب بلوط استفاده شده است. در برخی از نمونه‌ها بقایایی از سنگ آهک (کلسیت) دیده می‌شود که به احتمال زیاد از این کانی به عنوان کمک ذوب استفاده شده است. باید خاطر نشان کرد که تا پیش از پیشرفت صنعت فلزگری در شهر کوهدشت، بنا به گفتهٔ افراد محلی، از زغال سنگ برای کمک ذوب فلز استفاده می‌شده است که معادن آن در شهرستان کوهدشت موجود است. شاید با بررسی‌های آزمایشگاهی و انجام یک کار باستان‌شناسی تجربی بتوان با اطمینان بیشتر در مورد این فرضیهٔ مبنی بر استفادهٔ احتمالی از این ماده در دوران باستان بحث کرد.

جدول ۲: موقعیت مکانی محوطه‌ها در ارتباط با پوشش جنگلی
Table 2: The location of sites in relation to forest coverage (Authors)

پوشش جنگلی Forest Cover	تعداد محوطه Site Number	درصد Percent
پوشش جنگلی متوسط Moderate Forest Cover	112	78/33
پوشش جنگلی کم low forest cover	31	21/67
مجموعSum	143	100



شکل ۹: موقعیت مکانی محوطه‌ها در ارتباط با پوشش جنگلی
Fig. 9: Location of sites in relation to forest cover (Austhors)

۹. موقعیت مکانی محوطه‌ها نسبت به منابع آبی

عوامل توپوگرافیک به طور مستقیم می‌توانند در ساختار منظر و شکل کلی آن در ایجاد سیستم‌های آبیاری، مسیرها و نحوهٔ شکل‌گیری این مناظر تأثیر داشته باشند [59]. معمولاً سکونتگاه در جایی شکل می‌گیرد که بیشترین دسترسی را به مواد مورد نیاز در سیستم اقتصادی ساکنان محل در یک شرایط مطلوب، فراهم کند. دسترسی به منابع آبی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در شکل‌گیری استقرارگاه‌ها در تمام دوره‌های گذشته و حال به شمار می‌رود. آبیاری/آبرسانی بیش از هر تکنولوژی دیگری قادر به فراهم ساختن یک ساختار برای بهره‌برداری از منظر است. استقرارگاه‌ها را به طور معمول در نواحی ایجاد می‌کردند که منابع آبی مناسب وجود داشته باشد و حاشیهٔ رودخانه‌ها مهم‌ترین آن‌ها است که استقرارها به صورت طولی یا خطی در امتداد مسیر رودخانه‌ها شکل گرفته‌اند. محوطه‌های مورد بحث در این نوشتار معمولاً در فواصل ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متری ازمنابع آبی قرار گرفته‌اند و این می‌تواند در مکان‌گزینی محوطه‌ها تأثیرگذار بوده باشد.

تأثیر این متغییر برای محوطه‌های فلزگری مورد بررسی تا حدود زیادی سرنوشت‌ساز نبوده است و نزدیک بودن به منابع آبی در اولویت شکل‌گیری این محوطه‌ها نبوده است. همانطور که در جدول شمارهٔ ۳ مشاهده می‌شود، ۴۰/۵۶ درصد محوطه‌ها در فاصلهٔ ۵۰۰-۰ متری از منابع آب قرار دارند و تقریباً ۶۰ درصد دیگر از محوطه‌ها در فاصله‌های متفاوتی از منابع آبی؛ رودخانه‌های اصلی، رودخانه‌های فرعی و آبراهه‌های فصلی، چشمه‌ها و چاه‌ها [۹] قرار دارند. شایان ذکر است که با وجود اینکه محوطه‌ها فاصلهٔ زیادی از منابع آبی ندارند، اما این منابع، بیشتر به‌صورت چاه و چشمه بوده و تعداد انگشت‌شماری از محوطه‌ها در نزدیکی رودخانه‌های اصلی و منابع آب دائمی شکل گرفته‌اند. به نظر می‌رسد این عامل محیطی برخلاف متغییرهای محیطی دیگر مانند برونزدهای سازند کشکان و پوشش جنگلی تأثیر کمتری در مکان‌گزینی محوطه‌های مرتبط با فعالیت‌های فلزگری باستان داشته است. هر چند زیستگاهای اصلی جوامعی که دست به تولید و استخراج فلزات زده‌اند، احتمالاً در نزدیکی منابع آبی دائم و مناسب قرار گرفته، اما محوطه‌های فلزگری در دامنهٔ کوه‌ها و نزدیک به منابع مواد خام شکل گرفته‌اند و به احتمال زیاد، متغیر آب، اهمیت کمتری نسبت به کانسارهای فلز داشته است. به نظر می‌رسد بقایای احتمالی استقراری این محوطه‌ها تنها جهت استقرار و استراحت روزمرهٔ کارگرانی بوده است که در این محوطه‌های صنعتی کار می‌کردند و وجود منابع آب محدود در حد تأمین نیاز آن‌ها و حیوانات مورد استفاده، کافی بوده است.

جدول ۳: موقعیت مکانی محوطه‌ها در ارتباط با منابع آبی
Table 3: Location of sites in relation to water resources

فاصله از منابع آبی Distance from water resource	محوطه site	درصد Percent
0-500	58	40/56
500-800	16	11/19
800-1200	38	26/58
1200-1500	24	16/78
1500-1900	7	4/89
مجموعSum	143	100

۱۰. مدل پیش‌بینی (تخمین)

در سه دههٔ اخیر پیشرفت‌های زیادی در زمینهٔ مکان‌یابی و تحلیل مکانی (فضایی) محوطه‌های باستانی و روابط متقابل بین مکان‌گزینی محوطه‌های باستانی و بسترهای محیطی شکل‌گیری آن‌ها صورت گرفته است که پیشرفت در تکنیک‌ها و فناوری‌های جدید از جمله استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سنجش از دور و همچنین استفادهٔ گسترده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بر سرعت این پیشرفت افزوده است. یکی از تکنیک‌ها و روش‌های جدیدی که در مکان‌یابی محوطه‌های باستانی استفاده می‌شود، مدل تخمین (پیش‌بینی) است. باستان‌شناسان همواره به دنبال روش‌هایی بوده‌اند که بتوانند در مطالعات خود با

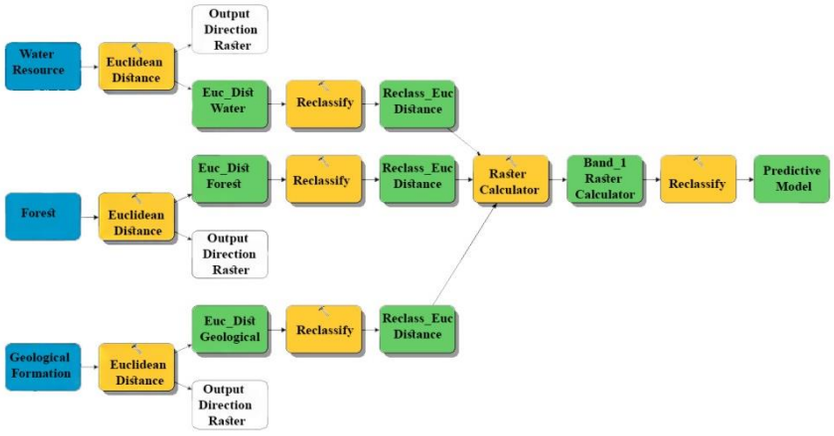
صرف کمترین زمان و هزینه مقدار بیشتری از بقایای باستان‌شناختی را مورد کشف و مطالعه قرار دهند [60].

ریشه‌های مدل‌سازی پیش‌بینی تا حد زیادی به ظهور باستان‌شناسی روندگرا یا نو در اواخر دهۀ ۱۹۶۰ میلادی باز می‌گردد، اگر چه باستان‌شناسان همواره به موضوعاتی از قبیل چرایی شکل‌گیری و مکان‌گزینی محوطه‌ها، علاقه‌مند بوده‌اند [61]. کار ویلی [62] در دره ویرو (Viru Valley) که یکی از مطالعات پیشگامانه در ارتباط با پیدایش مطالعات استقرارها بوده است، بر پیشرفت و تحلیل‌های بعدی و همچنین انتخاب نظریات و روش‌ها در ساخت مدل‌های پیش-بینی بسیار تأثیر گذاشت؛ اما این واقعیت که مکان-های زیستگاهی رابطۀ نزدیکی با ویژگی‌های محیط طبیعی دارند، همراه با تأکید روندگرایان بر روش‌های کمّی، آن چیزی بود که فرمول‌بندی الگوهای آماری را برای پیش‌بینی تراکم محوطه‌های باستانی در مناطقی که هیچ مکان باستانی در آن شناسایی نشده است، میسر ساخت [62]. رویکرد مدل‌های پیش‌بینی از هر نوعی که باشند در فرایند مدل‌سازی از دو رویکرد مشهور سود می‌جویند که با عناوین «مدل همبسته تجربی یا استقرایی» و «مدل تشریحی سیستماتیک یا قیاسی» معروف هستند. در مدل نوع اول، مدل‌سازی با جمع‌آوری داده‌های عینی محیطی و باستان‌شناختی شروع می‌شود و تحلیل بر اساس داده‌های موجود دانش اولیه انجام می‌گیرد. در مدل نوع دوم، رویکرد تحقیق مبتنی بر دانش تئوریکی در سطوح ترکیبی است. در این مورد ساختار مدل متکی بر استنباط قیاسی در ارتباط با منطق نظم و سازمان پراکنش و شیوه‌های بهره‌وری از زمین در طول دوران‌های گذشته استوار است [60].

برای عملیاتی کردن مدل استقرایی از دو روش استفاده می‌شود؛ یک روش عبارت است از روش تقاطعی و روش دیگر روش ارزش وزنی نقشه- لایه ها است [62] که در مدل مورد استفاده در این پژوهش از این روش اخیر استفاده شده است. این روش مدل‌سازی، معمولاً در یک منطقۀ بررسی شده، اطلاعات به دست آمده از محوطه را با مجموعه داده-های زیست محیطی مانند فاصله تا منابع آب، نوع خاک، شیب و غیره مقایسه می‌کند و سپس ارتباطات لازم را در مناطقی که هیچ اطلاعاتی از محوطه‌ها در دست نیست، پیدا می‌کند (به Warren 1990 [63] مراجعه شود). در نهایت در یک تعریف کلی باید گفت، مدل‌سازی پیش‌بینی یک روش است که حداقل تلاش می‌کند تا موقعیت احتمالی محوطه‌های باستانی در یک منطقه را براساس نمونه‌ای از آن منطقه یا براساس مفاهیم بنیادی در رابطه با رفتار انسانی پیش‌بینی کند.

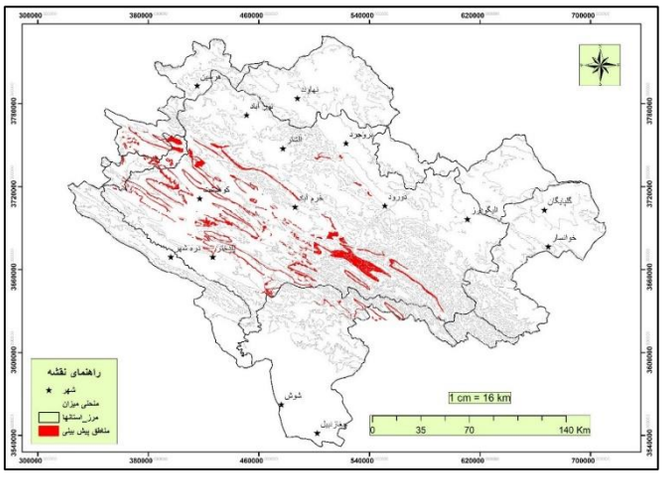
همانطور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود با بر روی هم قراردادن نقشه‌های مختلف در GIS، در نهایت یک مدل برای مکان‌یابی و تخمین مناطق احتمالی در ارتباط با فعالیت‌های فلزگری در کل زاگرس میانی ارائه شد. برای این منظور سه متغیر محیطی؛ مواد خام مورد نیاز (سنگ دارای اکسید آهن از سازند آوای کشکان)، پوشش جنگلی (برای تامین سوخت مورد نیازکوره‌های ذوب فلز) و نزدیکی به منابع آبی لحاظ شده‌اند که بیشترین نقش را در شکل‌گیری محوطه-های فلزگری کهن در کوهدشت داشته‌اند. همانگونه که مراحل آن در مدل ارائه شده آمده است، نقشه‌های مختلفی در محیط GIS ایجاد و همپوشانی آن‌ها در نهایت منجر به ارائۀ نقشۀ نهایی شد. این مدل لرستان و بخش‌های شمالی استان خوزستان، غرب استان اصفهان، جنوب استان همدان قسمت‌هایی از استان کرمانشاه و همچنین ایلام را در بر می‌گیرد و تقریباً فراتر از زاگرس میانی را پوشش می‌دهد. برای هر یک از متغیرهای محیطی در ارتباط با فعالیت‌های فلزگری وزن و اهمیت خاصی با توجه به تأثیر آن‌ها در شکل‌گیری محوطه‌ها که حاصل تجربۀ میدانی در محدودۀ مورد بررسی (شهرستان کوهدشت) و همچنین تحلیل فضایی محوطه‌ها در ارتباط با این عوامل محیطی بود، تعریف شد. در این مدل، نزدیکی به برونزد سازند زمین‌شناسی کشکان که دارای

سنگ‌های کنگلومرای حاوی اکسید آهن است و کوره‌های ذوب فلز در کنار آن‌ها شکل گرفته‌اند بیشترین وزن و اهمیت (۶۰٪)، برای مناطق دارای پوشش جنگلی مناسب درختان بلوط جهت تأمین سوخت مورد نیاز کوره‌ها ۳۰٪ و برای نزدیکی به منابع آبی ۱۰٪ ارزش و اهمیت در نظر گرفته شده است. پس از تولید نقشه‌های مختلف که روند و ترتیب تولید آن‌ها در شکل ۱۰ آمد، از ابزار Raster Calculator برای همپوشانی این نقشه‌ها استفاده شد و در نهایت نقشه‌ای آماده شد که نشان دهندهٔ مناطقی در زاگرس میانی است که بیشترین پتانسیل را برای شکل‌گیری و مکان‌یابی محوطه‌های فلزگری دارند. همانطور که در شکل ۱۱ ملاحظه می‌شود، مناطق واقع در غرب زاگرس میانی در گستره‌ای بین کبیرکوه در جنوب تا سفید کوه در شمال که به صورت شمال غربی- جنوب شرقی کشیده شده‌اند و از شرق تا قسمت‌های شمال شرق پلدختر و شمال استان خوزستان و در غرب تا جنوب استان کرمانشاه مناسب‌ترین شرایط زیست محیطی و بیشترین پتانسیل را برای شکل‌گیری محوطه‌های فلزگری دارند. با بهره‌گیری از این مدل می‌توان در بررسی-های آتی در زاگرس میانی راحت‌تر به جستجوی مکان‌هایی پرداخت که بیشترین احتمال را در ارتباط با شکل‌گیری این گونه از محوطه‌ها در چشم‌اندازهای باستان‌شناختی دارند.



شکل ۱۰: مدل و مراحل انجام آن تا ارائه نقشه نهایی

Fig. 10: Model and the Process of Doing It Until the Final Map Is Presented (Authors)



شکل ۱۱: تخمین مناطق پراکنش محوطه‌های در ارتباط با فعالیت‌های فلزگری کهن

Fig. 11: Predict areas of distribution sites relation to ancient metalworking activities

۱۱. نتیجه‌گیری

باستان‌شناسی مدرن، روز به روز با ترکیب روش‌های جدید به منظور پاسخ به پرسش‌های مختلف در مورد فرهنگ‌های باستانی و بقایای آن‌ها، به طور فزاینده‌ای از تکنیک‌های و ابزارهای جدید استفاده می‌کند. یکی از این ابزارهای جدید GIS است که به ابزاری ضروری برای باستان‌شناسان جهت سازماندهی، بررسی و تحلیل داده‌های مکانی تبدیل شده‌است. امروزه اکثر باستان‌شناسان به عنوان ابزار ضروری برای کشف، تحلیل و تفسیر داده‌های فضایی در تحقیقات خود از این روش استفاده می‌کنند. اساساً، باستان‌شناسان همواره به دنبال پاسخ به این پرسش هستند که چه عواملی سبب شده انسان در یک نقطهٔ خاص اسکان پیدا کند؛ که برای پاسخ به این پرسش و دلیل انتخاب و ترجیح بخشی از منظر یک منطقه باید با بررسی آن منطقه عواملی محیطی تاثیرگذار در جذب گروه‌های جمعیتی را شناسایی کرد. همچنین با استفاده از شناسایی متغیرهای محیطی تأثیرگذار در انتخاب یک نقطهٔ خاص جهت استقرار و تعمیم آن به منطقهٔ وسیع‌تر می‌توان یک الگوی مشخص را برای سایر بخش‌های آن منطقه (با وضعیت طبیعی مشابه) ارائه کرد که هنوز بررسی نشده است. به کارگیری این الگو می‌تواند به باستان‌شناسان کمک کند که با صرف کمترین زمان و هزینه مقدار بیشتری از داده‌های باستان‌شناختی مرتبط با این موضوع را کشف و مورد مطالعه قرار دهند.

پژوهش حاضر به بررسی الگوی پراکنش ۱۴۳ محوطهٔ فلزگری در شهرستان کوهدشت نسبت به عوامل طبیعی پرداخت که برای نیل به این منظور در نرم‌افزار GIS به تحلیل فضایی سه عامل محیطی تأثیرگذار یعنی سازند کشکان، پوشش جنگلی و منابع آبی در انتخاب مکان فعالیت‌های فلزگری پرداخته شد. نتایج حاصل از آزمایش پتروگرافی بر روی تعدادی از قطعات سنگ‌های کنگلومرای قرمز سازند آواری کشکان که به تعداد فراوان بر روی محوطه‌ها و در کنار کوره‌های ذوب فلز پراکنده‌اند مشخص می‌کند که این سنگ‌ها آغشتگی فراوانی به اکسید آهن دارند و به نظر می‌رسد منبع اولیه برای استحصال آهن بوده‌اند. تحلیل الگوهای مکانی و بررسی میدانی محوطه‌های فلزگری نیز این بررسی آزمایشگاهی را تأیید می‌کند. ۸۲ محوطه از ۱۴۳ محوطهٔ فلزگری یعنی ۵۷/۳۵ درصد محوطه‌ها در فاصله ۵۰۰-۰ متری سازند کشکان که دارای سنگ خام مورد نیاز جهت استخراج اکسید آهن است، واقع شده‌اند و هر چه از این سازند فاصله گرفته شود تعداد محوطه‌های مرتبط با فعالیت‌های فلزگری کمتر و کمتر می‌شود. همانطور که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود تنها ۱۲ محوطه از ۱۴۳ محوطه در فاصلهٔ بیشتر از ۲۰۰۰ متر نسبت به این سازند شکل گرفته‌اند که آن‌ها نیز محوطهٔ فلزگری صرف نبوده‌اند، بلکه محوطه‌های استقراری بوده‌اند که فعالیت فلزگری در آنها انجام شده است. با اینکه ما از میزان و سطح فعالیت‌های فلزگری در این دسته از محوطه‌ها آگاه نیستیم، اما شمار اندک یافته‌های مرتبط با فلزگری در این مکان‌ها نشان می‌دهد که به‌احتمال‌زیاد، فعالیت‌های فلزگری در این دست از محوطه‌ها فعالیتی جانبی بوده است. باید خاطر نشان کرد که محوطه‌های واقع در فاصلهٔ بسیار نزدیک به این سازند آن‌هایی هستند که کارکردشان تنها فلزگری بوده و احتمالاً استقرار دائمی در آن‌ها شکل نگرفته است. به نظر می‌رسد این عامل طبیعی (برونزد سازند کشکان) مهمترین عامل در مکان‌گزینی این محوطه‌ها بوده است. پوشش جنگلی یکی دیگر از متغیرهای محیطی تأثیرگذار در شکل‌گیری این محوطه‌ها بوده است. پوشش جنگلی مناسب یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار در مکان گزینی محوطه‌های فلزگری بوده است که در نتایج آزمایشگاهی مشخص شد از چوب در کنار سایر عوامل بالا برندهٔ حرارت کوره‌ها همچون زغال سنگ و آهک برای سوخت کوره‌ها استفاده می‌شده است. تحلیل الگوهای مکان‌گزینی محوطه نیز نشان داد که محوطه‌ها در مناطق با پوشش جنگلی مناسب شکل گرفته‌اند. فاصله از منابع آبی نیز از جمله عوامل

تأثیرگذار در مکان گزینی محوطه‌های فلزگری بوده است که تأثیر آن به مراتب کمتر از دو عامل دیگر بود؛ که این موضوع هم در بررسی میدانی و هم در تحلیل‌های انجام گرفته در GIS کاملاً نمایان بود. احتمالاً محوطه‌های فلزگری صرفاً جهت استقرار و استراحت روزمرهٔ کارگرانی بوده است که در آنجا کار می‌کرده‌اند و وجود منابع آب محدود در حد تأمین نیاز خود و حیوانات مورد استفاده، کافی بوده است.

باید خاطر نشان کرد که همهٔ ۱۴۳ محوطهٔ شناسایی شده طی چهار فصل بررسی میدانی، دارای سرباره-های آهن و فعالیت‌های فلزگری کهن در ارتباط با اشیاء آهنی هستند. در هیچ محوطه‌ای نشانه‌هایی از وجود فعالیت‌های در ارتباط با اشیاء مفرغی دیده نشد تا موضوع هویت سازندگان، منابع مورد نیاز برای ساخت اشیاء به‌خصوص قلع و مکان‌های ساخت مفرغینه‌های معروف به مفرغ‌های لرستان کماکان به‌صورت راز و یک موضوع حل نشده در بین پژوهشگران باقی بماند. با این وجود، این به معنی رد یا پذیرش بومی یا وارداتی بودن مفرغینه‌های لرستان نیست و شاید با کارهای میدانی و آزمایشگاهی بیشتر بتوان به پاسخ روشن‌تری در این باره رسید.

پی نوشت ها

1. te-rtiary period
2. Zagros Simply Folded Belt
3. Crushed or High Zagros
4. Crushed or High Zagros
5. Sanandaj- Sirjan Zone
6. Urumieh- Dokhtar Zone
7. Quercus

۸. خانوادهٔ گندمیان

۹. در کنار بسیاری از محوطه‌ها فلزگری کهن آثار چاه‌های آبی دیده می‌شود که البته به‌صورت پر شده و تخریب شده هستند و با اطمینان نمی‌توان این چاه‌ها را در ارتباط با محوطه‌ها دانست. امروزه در بین دامداران و عشایر منطقه این الگوی استفاده از منابع آبی دیده می‌شود و در مناطقی که به منابع آب دائمی دسترسی ندارند، اقدام به حفر چاه می‌کنند. باید خاطرنشان کرد که برخی از این چاه‌ها که مورد استفاده مجدد عشایر قرار گرفته‌اند، قسمت داخلی آن‌ها به‌صورت سنگ چین شده است و این موضوع تفاوت ساختاری آن‌ها با نمونه‌های امروزی است. همچنین این چاه‌ها در بین عشایر به چاه گوری (باستانی) معروف هستند.

References

[1] Niknami K. Theoretical of Landscape Archeology.2006; Year 2. No. 3. Spring and summer. Pp. 24-11 [in Persian].
[نیکنامی، کمال‌الدین. مبانی نظری باستان‌شناسی پهندشت، باستان‌شناسی، ۱۳۸۵، ۲(۳)، ۲۴-۱۱.]

[2] Binford, L. R., 1982, The Archaeology of place. Jornal of Archaeological Archaeology I: 5-31.

[3] Deetz, J., 1990. Landscapes as Caltural statment, University press of Virginia, London. Pp. 2-4.

[4] Boone, J. L., 1994. It is Evolotion yet? A Cirique of Drawinian Archaeology, Socity of American Archaeology, Anahiem.

[5] Barzegar Zahra. Study of the settlements of Farsan County in the Achaemenid period and the influence of environmental factors in their formation. Master Thesis in Archeology of the Historical Period under the supervision of Dr. Alireza Khosrozadeh, Faculty of Literature and Humanities, Shahrekord University 2015 (unpublished) [in Persian].
[برزگر، زهرا. مطالعه استقرارهای شهرستان فارسان در دورهٔ هخامنشی و تأثیر عوامل محیطی در شکل گیری آن‌ها، پایان نامه کارشناسی ارشد باستانشناسی گرایش دوران تاریخی به راهنمایی دکتر علیرضا خسروزاده، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه شهرکرد، ۱۳۹۴، (منتشر نشده)]

[6] Wilkinson, Tony J., 2003. Archaeological Landscapes of the Near East. Tucson: University of Arizona Press.

[7] Bray, W., and Trump, D., 1984. The Penguin Dictionary of Archaeology,

London: Penguin Books.
[8] Schreiber., 1996. Settlement Archaeology. The Oxford Companion to Archaeology, edited by Brian Fagan, pp. 635-636. Oxford University Press.
[9] Pope, A. U., 1930. "A Prelude to the Persian Art Exhibition", Illustrated London News, 6 September: 388-391.
[10] Godard, A., 1931. Les Bronzes du Luristan, Paris.
[11] Schaffer, C. F. A., 1948. Stratigraphie comparée et chronologie de l'Asie occidentale, IIIe et IIe millénaires, London.
[12] Calmeyer, P., 1969. Datierbare Bronzen aus Luristan und Kirmanshah, Untersuchungen sur Assyriologie und vorderasiatischen Archäologie, 5, Berlin.
[13] Moorey, P. R. S., 1971a. Catalogue of the Ancient Persian Bronze in the Ashmolean Museum, Oxford.
[14] Moorey, P. R. S., 1971b. Towards a Chronology for the Luristan Bronzes, Iran 9: 113-129.
[15] Moorey, P. R. S., 1974. Ancient Persian Bronzes from Luristan, London.
[16] Schmidt, E, F, Van Loon, M.N, & Curvers, H.H., (1989), the Holmes Expeditions to Luristan, Oriental Institute Publication, 108, Chicago.
[17] Muscarella, O. W., 1988a. Bronze and Iron, Ancient Near Eastern Artifacts in the Metropolitan Museum of Art , The Metropolitan Museum of Art, New York.
[18] Muscarella, O. W., 1988b. The Background to the Luristan Bronzes, In: Curtis J. (ed.), Bronzeworking Centres of Western Asia 1000-539 B.C., London: 177-192.
[19] Muscarella, O. W., 1989a. Bronzes of Luristan, Encyclopedia Iranica, Available at: http://www.iranicaonline.org/articles/kassites (12/02/2017).
[20] Muscarella, O. W., 1989b. "Multi-piece iron swords from Luristan", In: De Meyer L., Haerinck E. (eds.), Archaeologia Iranica et Orientalis, Miscellanea in honorem Louis Vanden Berghe, Leuven: 349-366.
[21] Haerinck, E., and B. Overlaet., 1998. Chamahzi Mumah: An Iron Age III Graveyard, Luristan Excavation Documents, II, Acta Iranica , 33, Peeters, Lovanii.
[22] Haerinck, E., and B. Overlaet., 1999. Djub-i Gauhar and Gul Khanan Murdah Iron Age III Graveyards in the Avian Plain , Luristan Excavation Docu- ments, III, Acta Iranica , 36, Peeters, Lovanii.
[23] Haerinck, E., and B. Overlaet., 2004a. The Iron Age III Graveyard at War Kabud, Pusht-I Kuh, Luristan , Luristan Excavation Documents, V, Acta Iranica , 42, Peeters, Lovanii.
[24] Haerinck, E., and B. Overlaet., 2004b. The Chronology of the Pusht-i Kuh, Luristan , Results of the Belgian Archaeological Mission in Iran, From Handax to Khan. Essays presented to Peder Mortensen on the occasion of his 70th Birthday, Aarhus University Press, Aarhus.
[25] Haerinck, E., and B. Overlaet., 2006. Bani Surmah, An Early Bronze Age graveyard in Pusht-I Kuh, Luristan , Luristan Excavation Documents, VI, Acta Iranica , 43, Peeters, Lovanii.
[26[Haerinck, E., and B. Overlaet., 2008. The Kalleh Nisar Bronze Age Graveyard in Pusht-i Kuh, Luristan, Luristan Excavation Documents, VII, Acta Iranica , 46, Peeters, Lovanii.
[27] Haerinck, E., and B. Overlaet., 2010. Early Bronze Age Graveyards to the West of the Kabir Kuh (Pusht-I Kuh, Luristan), Luristan Excavation Documents, III, Acta Iranica, 50, Peeters, Lovanii.
[28] Haerinck E., B. Overlaet and Z. Jaffar-Mohammadi., 2004. "Finds from Khatunban B, Badavar valley (Luristan) in the Iran Bastan Museum, Teheran", Iranica Antiqua 39: 105-168.
[29] Hasanpour, A., Z. Hashemi and B. Overlaet., 2015. The Baba Jilan Graveyard near Nurabad, Pish-I Kuh, Luristan, A preliminary report, Iranica Antiqua 50: 169- 210.
[30] Malekzadeh, M., Hasanpur, A., and Hashemi, Z., 2017. Fouilles (2005-2006) à Sangtarashan, Luristan, Iran, Iranica Antiqua 52: 61-158.
[31] Malekzadeh, M., Hasanpur, A., and

2004. Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization, Research Deputy, Archaeological Research Institute. 2006 (Unpublished) [in Persian].

[شیشه گر، آرمان. گزارش کاوش محوطهٔ باستانی سرخ دُم لکی کوهدشت لرستان، فصل دو تا ششم ۱۳۸۳-۱۳۷۹ تهران: سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری، معاونت پژوهشی، پژوهشکده باستان‌شناسی، ۱۳۸۴.]

[38] Maghsoudi M, Mohammadnejad Arouq V. Geomorphology of alluvial fans, first edition, Tehran: University of Tehran Press [in Persian].

[مقصودی، مهران و محمد نژاد آروق، وحید. ژئومورفولوژی مخروط افکنه‌ها، چاپ اول، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۱.]

[39] Rahnemai M. T. Iran the spatial and natural potentials First Edition. Tehran: Publications of Iran Urban Planning and Architecture Studies and Research Center; 1991 [in Persian].

[رهنمایی، محمد تقی. توان‌های محیطی ایران، چاپ اول، تهران: انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، ۱۳۷۰.]

[40] Stocklin, J. (1968) Structural History and Tectonic of Iran: A Review. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, USA, 52, 1229-1258.

[41] Ghorbani, G., 2013. The Economic Geology of Iran: Mineral Deposits and Natural Resources, Springer Geology Publication.

[42] Roberts, N. J, 2008. Structural and geologic controls on gigantic (>1 Gm3) landslides in carbonate sequences: case studies from the Zagros Mountains, Iran and Rocky Mountains, Canada, A thesis presented to the University of Waterloo in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Master of Science in Earth Sciences, Waterloo, Ontario, Canada.

[43] Maghsoudi, M., 2021. *Desert Landscapes and Landforms of Iran*, Springer Nature Switzerland.

[44] Agard, P., Omrani, J., Jolivet, L., Mouthereau, F., 2005. Convergence history across Zagros, Iran; constraints from collisional and earlier deformation:

Hashemi, Z., 2018. Bronzes of Luristan in a Non-Funerary Context: Sangtarashan, an Iron Age Site in Luristan (Iran), Proceed-ings, 10 th ICAANE, Vienna: 577-588.

[32] Hashemi, Z., 2018. The Bronze artefact deposits from the Iron Age site of Sangtarashan (Luristan, Iran), ArchéOrient - Le Blog, 25 mai 2018.

[33] Elikaye Dehno S, Garavand M. Survey Report of Slag Settlements in South Kuhdasht Rural District. Archive of the Archaeological Research Institute. 2014 (Unpublished) [in Persian].

[الیکایی دهنو، ثریا و مرتضی گراوند. گزارش بررسی محوطه‌های سربارهای دهستان کوهدشت جنوبی، آرشیو پژوهشکده باستان‌شناسی، ۱۳۹۳، (منتشر نشده).]

[34] Elikaye Dehno S, Garavand M. Survey Report of Slag Settlements in north Kuhdasht Rural District. Archive of the Archaeological Research Institute. 2017 (Unpublished) [in Persian].

[الیکایی دهنو، ثریا و مرتضی گراوند. گزارش بررسی محوطه‌های سربارهای دهستان کوهدشت شمالی، آرشیو پژوهشکده باستان شناسی، ۱۳۹۶، (منتشر نشده).]

[35] Elikaye Dehno S, Garavand M. Survey Report of Slag Settlements in South Gol-Gol Rural District. Archive of the Archaeological Research Institute. 2019 (Unpublished) [in Persian].

[الیکایی دهنو، ثریا و مرتضی گراوند. گزارش بررسی محوطه‌های سربارهای دهستان گل گل، آرشیو پژوهشکده باستان‌شناسی، ۱۳۹۸، (منتشر نشده).]

[36] Ghobadi Zadeh H. Archaeological Survey and Identification Report of Keshmahur and Bluran Rural District of Darb-e Gonbad District of Koohdasht County, Archive of Archaeological Research Institute. 2020 (Unpublished) [in Persian].

[قبادی‌زاده، حمزه. گزارش بررسی و شناسایی باستان‌شناسی دهستان‌های کشماهور و بلوران بخش درب‌گنبد شهرستان کوهدشت، آرشیو پژوهشکده باستان‌شناسی، ۱۳۹۹، (منتشر نشده).]

[37] Shishegar A. archaeological report of excavation at sorkh dom-e laki, kuhdasht, lorestan 2nd-6th Seasons 2001-

Region. Kerman Studies Conference. Kerman 2002; Pp. 10-21 [in Persian].
[مؤمن زاده، مرتضی. مروری بر آثار معدنکاری و ذوب فلزات در خطه کرمان. همایش کرمان‌شناسی، ضرورت بازخوانی تاریخ مس ایران معدن سرچشمه، ۲۱-۱۰.]

[53] Momenzadeh m. Ancient mining and smelting of metals in Kerman province. Cheshmeh journal. 2003. Pp.7-19. [in Persian].
[مؤمن زاده، مرتضی. معدنکاری باستانی و ذوب فلزات استان کرمان. نشریه چشمه، ۱۳۹۰، ۷ – ۱۹.]

[54] Zareisahamiyeh R, Yosefiyaganeh B, Zamaniyan H, Moazami Godarzi F. Study of Sedimentary Environment and Geochemistry of Kashkan Formation Sandstones. Advanced Applied Geology Journal. Spring 2011. Vol 1 (1). Pp. 48-62 [in Persian].
[زارعی سهامیه، بیژن، رضا یوسفی یگانه، حسین زمانیان و فروغ معظمی گودرزی. مطالعه محیط رسوبی و زمین‌شیمی ماسه سنگ‌های سازند کشکان، مجله زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته، ۱۳۹۰، ۱، ۴۸-۶۲]

[55] Modaberi A, Soosani J, Abrari Vajari K, Khosravi Sh, Farhadi P. The Survey of the Structure of the Central Zagros Forests. Forest strategical approchment journal. Fall 2016. Year 1 (3). Pp. 34-45 [in Persian].
[مدبری، امیر، سوسنی، جواد، ابراری واجاری، کامبیز، خسروی، شیدا و پیمان فرهادی. بررسی ساختار جنگل‌های زاگرس میانی، فصلنامه استراتژی راهبردی جنگل، ۱۳۹۵، ۱ (۳)، ۳۴-۴۵.]

[56] Marvie, Mohadjer, M.R., 2006. Silviculture, Tehran Universiyu Press. 387 pp.

[57] Stevens R. Lora Wright, Wright Jr H.E, Ito Emi. Proposed changes in seasonality of climate during the Late glacial and Holocene at Lake Zeribar,Iran. A Holocene Special Issue. 2001. P 747-755.

[58] Stevens R., Lora, Ito, Emi. Schwalb Antji., Herbert, E., Wright Jr. Timing of atmospheric precipitation in Zagros Mountain inferred from a multi-proxy record from lake Mirabad,Iran. International journal of earth sciences: v. 94, p. 401-419.

[45] Berberian M., 2014. Earthquakes And Coseismic Surface Faulting On The Iranian Plateau, A Historical, Social And Physical Approach, and Part II: Dynamic Phenomena Associated With The Earthquakes On The Iranian Plateau. Dev Earth Surf Proc 17:149.

[46] James G.A., Wynd G.J., 1965. Stratigraphic Nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area. AAPG Bulletin, 49. Pp. 2182–2245.

[47] Casciello, E., Verges, J., Saura, E., Casini, G., Fernandez, N., Blanc, B., Homke, S., and Hunt D.W., 2009. Fold patterns and multilayer rheology of the Lurestan Province, Zagros Simply Folded Belt (Iran). Journal of the Geological Society, vol. 166: 947–959.

[48] Hakimi F. Ahmadi Khalaji A., Dolatsha T., Mollaei H., and Shahrokhi V., 2010. Investigation of geology condition and hydrogeology Kuhdasht area, Lorestan province, Iran. In The 1st International Applied Geological Congress, Mashhad, Islamic Azad University, Department of Geology, pp. 390-394.

[49] Mirzaee H., and Moosavi Poormahram, F., 2011. Identification of Stratigraphic Units of Iraqi Zagros and Coincidence of Them with Carbonated Formations of Iranian Zagros Basin In The 2nd South Asain Geoscience Conference and Exhibition, Geo India, Gearter Noida, New Delhi, India.

[50] Parvin M., Ahmadi M., and Manochehri, F., 2013. Studying Hydrodynamic Geological Formations of Mahidasht Basin in the amount of Plain Feeding using RS & GIS. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, pp. 30-35.

[51] Homke S., Vergés J., Van Der Beek P., Fernàndez M., Saura E., Barbero L., Badics B., Labrin, E., 2010. Insights in the exhumation history of the NW Zagros from bedrock and detrital apatite fission-track analysis: evidence for a long-lived orogeny, Basin Research, vol. 22: 659-680.

[52] Momenzadeh M. A Review of Mining and Smelting of Metals in the Kerman

سعیدی هرسینی، محمد رضا. تئوری‌ها و تکنیک‌های مدل‌سازی پیش‌بینی (تخمین) مکان‌ها و پراکنش‌های سایت‌های پیش‌ازتاریخی در پهندشت‌های باستان‌شناختی با کاربرد جی‌آی‌اس و رگرسیون لجستیک؛ مطالعه موردی: حوضه رودخانه گاماساب زاگرس مرکزی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تهران، ۱۳۸۶، ۵۸، ۵، ۱۹۳-۲۱۱.]

[61] Verhagen, Ph., Thomas, G. Whitley., 2012. Integrating Archaeological Theory and Predictive Modeling: a Live Report from the Scene, Journal of Archaeological Method and Theory, Vol. 19, No. 1. pp. 49-100 (52 pages).

[62] Willey, G. R., 1953. Prehistoric settlement in the Virú Valley, Peru. Washington, DC: United States Government Printing Office.

[63] Warren, R. E., 1990. Predictive modelling in archaeology: A primer. In K. M. Allen, S. W. Green, & E. B. W. Zubrow (Eds.), Interpreting space: GIS and archaeology (pp. 90–111). London: Taylor and Francis.

Quaternary research, 2006 .P 494-500.

[59] Niknami K. Assessing the effect of changing the texture of land productivity on the territorial integrity of natural and archaeological features Case study: Northwest of Iran. Journal of Environmental Studies, No. 35, fall 2004, p. 51-60 [in Persian].

[نیکنامی، کمال الدین. سنجش تأثیر تغییر بافت بهره‌وری از زمین در یکپارچگی زمین سیماهای طبیعی و باستان‌شناختی مطالعه موردی: شمال غرب ایران، مجله محیط شناسی، ۱۳۸۳، ۳۵: ۵۱ –۶۰]

[60] Niknami K, Khatib Shahidi H, Saeedi Harsini M, Theories and Techniques of Modeling Predicting (Estimating) the Locations and Distributions of Prehistoric Sites in Archaeological Landscapes Using GIS and Logistic Regression; Case study: Gamasab river basin of Central Zagros. Journal of the Faculty of Literature and Humanities University of Tehran, 2007. Vol 58, 5, pp. 193-211 [in Persian].

[نیکنامی، کمال‌الدین، خطیب شهیدی، حمید و