



بررسی نقش فناوری‌های پیشرفته در بازسازی تغییرات محیطی پیشین و الگوهای پراکنش محوطه‌های باستانی: نگاهی به دشت قم

نسیمه یوسفوند^۱، محمدرضا سعیدی^{۲*}، بهمن فیروزمندی^۳

۱ دانشجوی دکتری باستان‌شناسی، گروه تاریخ و باستان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲ دانشیار، پژوهشکده تحقیق و توسعه علوم انسانی، سازمان و مطالعه و تدوین کتب دانشگاهی در علوم اسلامی و انسانی (سمت)، تهران، ایران، نویسنده مسئول: saeedi@samt.ac.ir

۳ استاد، گروه باستان‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ‌ها دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۲ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۳۰	باستان‌شناسی محیطی به‌عنوان یک رویکرد میان‌رشته‌ای، به بررسی تعاملات پیچیده بین جوامع انسانی و محیط زیست آن‌ها در طول تاریخ می‌پردازد. این پژوهش با تمرکز بر دشت قم، به تحلیل روش‌های مختلفی مانند تحلیل زمین‌سima، بررسی بقایای زیستی، آنالیز خاک و رسوبات، و داده‌های اقلیمی پرداخته است تا چگونگی بازسازی اکوسیستم‌های گذشته را ارزیابی کند. هدف اصلی این مطالعه، بررسی تأثیر تغییرات زیست‌محیطی بر الگوهای استقرار و معیشتی جوامع باستانی در دشت قم است. با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته مانند سنجش از دور (GIS) و LiDAR، تحلیل‌های ژئوفیزیکی و مطالعات زیست‌باستان‌شناسی، این پژوهش به بازسازی چشم‌اندازهای باستانی و تحلیل تأثیر فعالیت‌های انسانی بر تغییرات اکوسیستمی پرداخته است. یافته‌ها نشان می‌دهند که تغییرات اقلیمی، از جمله خشکسالی‌ها و نوسانات بارندگی، تأثیر مستقیمی بر الگوهای استقرار و شیوه‌های معیشتی جوامع گذشته داشته‌اند. همچنین، توسعه سیستم‌های مدیریت آب مانند قنات‌ها و تکنیک‌های کشاورزی پایدار، نقش کلیدی در بقای جوامع باستانی در این منطقه ایفا کرده است. این پژوهش بر اهمیت مطالعات میان‌رشته‌ای در درک تعاملات انسان و محیط تأکید می‌کند و راهکارهایی برای مدیریت پایدار منابع طبیعی و حفاظت از میراث فرهنگی ارائه می‌دهد. نتایج این مطالعه نه تنها به شناخت تحولات تاریخی و انسانی کمک می‌کند، بلکه در مواجهه با چالش‌های زیست‌محیطی معاصر نیز کاربرد دارد.
واژگان کلیدی باستان‌شناسی محیطی تحلیل رسوبات تغییر اقلیم پراکنش محوطه‌های باستانی سنجش از دور دشت قم	

استناد: یوسفوند، نسیمه، سعیدی، محمدرضا، فیروزمندی، بهمن (۱۴۰۳). بررسی نقش فناوری‌های پیشرفته در بازسازی تغییرات محیطی پیشین و الگوهای پراکنش محوطه‌های باستانی: نگاهی به دشت قم. باستان‌شناسی ایران، ۱۴ (۲)، ۱۳-۲۷.

<https://doi.org/10.82101/aoi.2025.1201798>

© ۱۴۰۳ (۲۰۲۵) نویسندگان مقاله، نشریه باستان‌شناسی ایران، مجله دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر.



The Role of Advanced Technologies in Reconstructing Past Environmental Changes and Distribution Patterns of Archaeological Sites: A Case Study of the Qom Plain

Nasimeh Yousefvand¹, Mohammad Reza Saeedi^{2*}, Bahman Firouzmandi³

1. PhD Candidate in Archaeology, Department of History and Archaeology, Faculty of Humanities, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Associate Professor, Research Institute for the Development of Humanities, Organization for the Study and Publication of University Texts in Islamic and Humanities Sciences (SAMT), Tehran, Iran, Corresponding author: saeedi@samt.ac.ir

3. Professor, Department of Archaeology, University of Tehran, Iran.

Article Info

History

Received: October 23, 2024

Accepted: December 20, 2024

Keywords

Environmental archaeology

Sediment analysis

Climate change

Distribution of archaeological sites

Remote sensing

Qom Plain.

Abstract

Environmental archaeology, as an interdisciplinary approach, examines the complex interactions between human societies and their environment throughout history. This study, focusing on the Qom Plain, analyzes various methods such as geomorphological analysis, bioarchaeological remains, soil and sediment analysis, and climate data to evaluate how past ecosystems can be reconstructed. The main aim of this research is to investigate the impact of environmental changes on settlement patterns and subsistence strategies of ancient communities in the Qom Plain. By employing advanced techniques such as remote sensing (GIS and LiDAR), geophysical surveys, and bioarchaeological studies, this research reconstructs ancient landscapes and analyzes the impact of human activities on ecological changes. The findings suggest that climatic changes, including droughts and rainfall fluctuations, directly influenced settlement patterns and subsistence strategies of past communities. Additionally, the development of water management systems, such as qanats, and sustainable agricultural techniques played a crucial role in the survival of ancient communities in the region. This study highlights the importance of interdisciplinary research in understanding the interactions between humans and their environment and offers solutions for sustainable resource management and the preservation of cultural heritage. The results of this study contribute not only to the understanding of historical and human developments but also provide practical insights for addressing contemporary environmental challenges.

Citation: Yousefvand, N., Saeedi, M. R., Firouzmandi, B. (2025). The Role of Advanced Technologies in Reconstructing Past Environmental Changes and Distribution Patterns of Archaeological Sites: A Case Study of the Qom Plain. *Archaeology of Iran*, 14(2), 13-27.

<https://doi.org/10.82101/aoi.2025.1201798>

© 2025 Authors, *Archaeology of Iran*, Journal of Islamic Azad University, Shushtar Branch.

مقدمه

باستان‌شناسی محیطی، شاخه‌ای میان‌رشته‌ای از باستان‌شناسی است که به بررسی رابطه جوامع انسانی با محیط زیست در دوره‌های گذشته می‌پردازد (Campbell, 2018; Wilkinson & Stevens, 2003). این حوزه با استفاده از روش‌های مختلف زمین‌شناسی، زیست‌شناسی و داده‌های دیرین‌اقلیمی، به بازسازی محیط‌های گذشته و تحلیل تأثیر متقابل انسان و طبیعت کمک می‌کند (Reitz et al., 2008). با توجه به تغییرات زیست‌محیطی در طول تاریخ، جوامع انسانی همواره تحت تأثیر این دگرگونی‌ها بوده‌اند. تغییرات اقلیمی و تحولات زمین‌شناسی به‌طور مستقیم بر سبک زندگی، اقتصاد و توزیع جغرافیایی جوامع تأثیر گذاشته‌اند (Reitz & Shackley, 2012). شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهند که تغییرات اقلیمی، نقش تعیین‌کننده‌ای در مهاجرت، الگوهای استقرار و راهبردهای سازگاری انسان‌ها با محیط داشته‌اند (Hudson et al., 2012).

روش‌های علمی در باستان‌شناسی محیطی شامل تحلیل خاک و رسوبات، مطالعه بقایای جانوری و گیاهی و بررسی داده‌های سنجش از دور است (Barham & Macphail, 2016; Niknami & Chaychi Amirkhiz, 2008; Howey et al., 2020). این روش‌ها به درک بهتر استفاده از منابع طبیعی، توسعه کشاورزی و شیوه‌های مدیریت زیست‌محیطی جوامع باستانی کمک می‌کنند (McClatchie, 2020). همچنین، تکنیک‌های نوین مانند تحلیل DNA باستانی و ایزوتوپ‌های پایدار، دیدگاه‌های جدیدی در مورد رژیم غذایی و جابه‌جایی‌های انسانی ارائه داده‌اند (de Vareilles et al., 2021).

مطالعات باستان‌شناسی محیطی نه تنها به تحلیل آثار ملموس محیطی در محوطه‌های باستانی می‌پردازد، بلکه به بررسی عوامل اقلیمی، ژئومورفولوژیکی و اکولوژیکی و نقش آن‌ها در توسعه فرهنگی و اجتماعی جوامع انسانی توجه دارد (Wilkinson & Stevens, 2003). این رشته علمی به ما کمک می‌کند تا ارتباط میان تغییرات اکوسیستمی و پویایی‌های فرهنگی را بهتر درک کنیم. برای مثال، تغییرات در الگوهای بارش و دما می‌تواند بر نظام‌های زراعی و تأمین غذا تأثیر بگذارند و باعث شکل‌گیری ساختارهای اجتماعی جدید شوند (Haldon et al., 2018).

دشت قم، به‌عنوان نمونه‌ای از مناطق مهم در مطالعات باستان‌شناسی محیطی، به درک پویایی‌های زیست‌محیطی و

استقراری جوامع گذشته کمک کرده است. بررسی‌های ژئومورفولوژیکی و داده‌های ماهواره‌ای نشان می‌دهند که این منطقه از تغییرات اقلیمی متعددی تأثیر پذیرفته و الگوهای استقرار در آن دستخوش دگرگونی شده‌اند (Masoumi et al., 2021). در این منطقه، تغییرات اقلیمی از جمله خشکسالی‌های مداوم، تأثیر مستقیم بر شیوه‌های معیشتی جوامع گذشته داشته‌اند و در برخی موارد باعث کاهش شدید منابع آبی و جابه‌جایی جمعیت شده‌اند (نک. چایچی و شیخ‌بیگلر، ۱۳۹۹؛ کابلی، ۱۳۷۸).

هدف از این مقاله تحلیل کاربرد روش‌های باستان‌شناسی محیطی در شناسایی تغییرات زیست‌بوم‌های گذشته و پیامدهای آن‌ها بر جوامع انسانی است. چالش‌های زیست‌محیطی امروز شباهت‌های زیادی با دوره‌های گذشته دارند. به همین دلیل، مطالعات باستان‌شناسی محیطی می‌توانند به ارائه راهکارهایی برای مدیریت منابع طبیعی، حفاظت از میراث فرهنگی و سازگاری با تغییرات اقلیمی کمک کنند.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با استفاده از روش‌های میان‌رشته‌ای در باستان‌شناسی محیطی، به بررسی تعاملات انسان و محیط، به‌طور خاص در دشت قم، پرداخته است. این روش‌شناسی که ترکیبی از تکنیک‌های سنتی و مدرن است، امکان درک جامع‌تری از رفتار انسانی بر اساس شرایط اقلیمی و محیطی در منطقه مورد مطالعه را فراهم کرده و به ارائه راهکارهایی برای مدیریت پایدار منابع طبیعی و حفاظت از میراث فرهنگی کمک می‌کند. روش پژوهش شامل مراحل پیش رو است: (۱) جمع‌آوری و بررسی مطالعات پیشین در حوزه باستان‌شناسی محیطی، با تأکید بر روش‌ها و تکنیک‌های مورد استفاده در تحلیل تعاملات انسان و محیط. (۲) استفاده از منابع کتابخانه‌ای مرتبط با دشت قم و مناطق مشابه. (۳) بررسی روش‌های مطالعاتی باستان‌شناسی محیطی، از جمله تحلیل خاک و رسوبات، بررسی بقایای زیستی (گیاهی و جانوری) و تحلیل داده‌های اقلیمی. (۴) اشاره به تکنیک‌های پیشرفته مانند سنجش از دور (GIS و LiDAR) و تحلیل‌های ژئوفیزیکی که در مطالعات باستان‌شناسی محیطی برای شناسایی محوطه‌های باستانی و تحلیل تغییرات محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند. (۵) بررسی روش‌هایی که در مطالعات باستان‌شناسی محیطی دشت قم قابلیت به‌کارگیری دارند، از

می‌دهد که درک روابط انسان و محیط می‌تواند به مدیریت منابع طبیعی در شرایط تغییرات اقلیمی امروز کمک کند. نقش فناوری در تعامل انسان و محیط نیز حائز اهمیت است. توسعه فناوری‌های آبیاری، دامداری پایدار و استفاده از گونه‌های مقاوم گیاهی نمونه‌هایی از استراتژی‌هایی هستند که جوامع گذشته برای تطبیق با محیط خود به کار گرفتند (Campbell, 2018). شواهد نشان می‌دهند که جوامع کشاورز اولیه با انتخاب بذرهای مقاوم‌تر و بهبود روش‌های مدیریت خاک، به پایداری بیشتری در بهره‌برداری از منابع دست یافته‌اند (Gildemacher, 2012). این تکنیک‌ها می‌توانند به طراحی راهکارهای جدیدی برای مقابله با بحران‌های زیست‌محیطی معاصر کمک کنند.

در مجموع، تعامل انسان و محیط فرایندی پیچیده است که تأثیرات گسترده‌ای بر تحولات فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی جوامع دارد. بررسی این تعاملات در باستان‌شناسی محیطی نه تنها به درک تاریخ گذشته کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به توسعه راهبردهای پایدار برای مدیریت منابع طبیعی و مقابله با تغییرات زیست‌محیطی امروز یاری رساند (Anshori et al., 2023; Tiloca et al., 2024).

۲. استفاده از منابع طبیعی و فناوری‌های سازگارانه

یکی از مهم‌ترین جنبه‌های تعامل انسان و محیط، نحوه استفاده از منابع طبیعی است. جوامع باستانی از منابع آبی، پوشش گیاهی و حیات‌وحش برای تأمین غذا، سرپناه و مواد اولیه مورد نیاز خود بهره می‌بردند. این استفاده‌ها بسته به شرایط اقلیمی، دسترسی به منابع و نیازهای اقتصادی و اجتماعی هر جامعه، متفاوت بوده است. به‌طور کلی، جوامع انسانی برای بهینه‌سازی استفاده از منابع طبیعی، فناوری‌های خاصی را توسعه دادند که برخی از آن‌ها تا به امروز مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال، استفاده از فناوری‌های آبیاری در بین‌النهرین و ایران باستان، راهکاری برای مقابله با کمبود آب و گسترش کشاورزی بود (Reitz & Shackley, 2012). سیستم‌های قنات و کانال‌های آب زیرزمینی در ایران باستان نمونه‌ای برجسته از فناوری‌های سنتی مدیریت آب هستند که امکان بهره‌برداری پایدار از منابع آبی زیرزمینی را فراهم می‌کردند. این فناوری نه تنها به توسعه کشاورزی کمک می‌کرد، بلکه موجب شکل‌گیری مراکز جمعیتی پایدار نیز می‌شد (Saatsaz et al., 2013; Rezaie & Gholikandi et al., 2021).

در کنار آبیاری، روش‌های زراعی مانند ترانس‌بندی، کاشت تناوبی

جمله تحلیل‌های دیرین اقلیم‌شناسی، بررسی رسوبات و خاک‌های باستانی و مطالعات باستان گیاه‌شناسی و باستان جانورشناسی. (۶) پیشنهاد روش‌ها و رویکردهای جدید برای مطالعات آینده در حوزه باستان‌شناسی محیطی، با تأکید بر استفاده از فناوری‌های پیشرفته و تحلیل‌های میان‌رشته‌ای. (۷) تأکید بر اهمیت ادغام داده‌های محیطی، باستان‌شناسی و دیرین اقلیمی برای درک بهتر تعاملات انسان و محیط در گذشته.

بحث

۱. تعامل انسان و محیط

تعامل انسان و محیط یکی از موضوعات کلیدی در باستان‌شناسی محیطی است که به تأثیرات متقابل جوامع انسانی و محیط طبیعی در طول تاریخ می‌پردازد. جوامع انسانی برای بقا، توسعه فناوری‌ها و ساخت جوامع پیچیده از منابع طبیعی استفاده کرده‌اند. این تعاملات، از تغییرات اقلیمی و استفاده از زمین گرفته تا مدیریت منابع آب و کشاورزی، تأثیر عمیقی بر ساختار اجتماعی و اقتصادی جوامع گذشته داشته است (Wilkinson & Stevens, 2003; Revelles, 2021).

این روابط در دوره‌های مختلف و مکان‌های جغرافیایی متفاوت الگوهای گوناگونی داشته است. در برخی مناطق، جوامع با ایجاد نظام‌های پایدار برای بهره‌برداری از محیط خود، به موفقیت دست یافتند، در حالی که در دیگر مناطق، تخریب منابع طبیعی و بحران‌های زیست‌محیطی منجر به فروپاشی فرهنگی و اقتصادی شده است (Kaniewski, 2013). به‌عنوان مثال، تمدن‌های بین‌النهرین و مصر باستان با مدیریت منابع آبی و کشاورزی، شهرهای پایداری را ایجاد کردند (Reitz & Shackley, 2012). در مقابل، تمدن‌هایی مانند مایاها و آنساززی‌ها به دلیل بحران‌های زیست‌محیطی، از جمله خشکسالی‌های طولانی‌مدت، دچار فروپاشی شدند (Haug et al., 2003; Diamond, 2001).

مطالعه تعامل انسان و محیط در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند دشت قم اهمیت ویژه‌ای دارد. تغییرات اقلیمی و نوسانات بارندگی در این منطقه تأثیر مستقیم بر نظام‌های استقراری و معیشتی جوامع گذشته گذاشته است. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که در دوره‌هایی از تاریخ، کاهش منابع آبی باعث تغییر در شیوه‌های سکونت و حتی مهاجرت گروه‌های انسانی شده است (Mirshekaran, 2020; Schewe et al., 2014). این نمونه‌ها نشان

مستقیمی بر الگوهای استقراری، نظام‌های معیشتی، و پایداری جوامع داشته است. بررسی‌های دیرین‌اقلیمی نشان داده‌اند که نوسانات اقلیمی در بسیاری از مناطق جهان موجب کاهش منابع آبی، افت حاصلخیزی خاک و تغییر در تنوع زیستی شده است که به نوبه خود بر کشاورزی، دامداری و امنیت غذایی تأثیر گذاشته است (Haldon et al., 2018).

در برخی موارد، تغییرات اقلیمی ناگهانی باعث بروز بحران‌های اقتصادی و اجتماعی شده است. برای مثال، در دوران مفرغ میانه، خشک‌سالی‌های طولانی‌مدت در شرق مدیترانه به کاهش تولیدات کشاورزی، کمبود منابع آبی و در نهایت فروپاشی تمدن‌هایی مانند مینوسی‌ها و هیتی‌ها انجامید. شواهد به‌دست‌آمده از رسوبات دریاچه‌ها و لایه‌های زمین‌شناسی نشان می‌دهند که در این دوران، رویدادهای پی‌درپی خشک‌سالی و کاهش بارندگی منجر به جابه‌جایی جمعیت و شکل‌گیری جنگ‌ها بر سر منابع طبیعی شده است (Weiss, 2017).

افزون بر این، تغییرات اقلیمی در برخی موارد می‌تواند به توسعه یا تغییر الگوهای معیشتی منجر شوند. در مناطقی که افزایش دما و کاهش بارندگی باعث خشک شدن منابع آب شده، جوامع باستانی به سمت دامداری و کوچ‌نشینی گرایش پیدا کرده‌اند (شیخ بی‌کلو اسلام و چاپچی امیرخیز، ۱۳۹۹). در مقابل، در برخی مناطق، افزایش رطوبت و بهبود شرایط اقلیمی موجب شکوفایی کشاورزی و افزایش جمعیت شده است. نمونه‌ای از این روند در دوره نوسنگی در منطقه هلال حاصلخیز مشاهده شده است که افزایش بارندگی و تغییرات مثبت اقلیمی، زمینه‌ساز شکل‌گیری نخستین روستاهای کشاورزی شد (Roberts et al., 2017).

به‌طور کلی، مطالعه تغییرات اقلیمی در جوامع گذشته می‌تواند به درک بهتر تأثیرات این تغییرات در جوامع امروزی کمک کند. بررسی واکنش‌های جوامع باستانی به نوسانات اقلیمی می‌تواند راهکارهایی را برای مدیریت پایدار منابع طبیعی و مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی معاصر ارائه دهد. تحلیل داده‌های دیرین‌اقلیمی، مدل‌سازی تغییرات آب‌وهوایی و مقایسه آن‌ها با داده‌های تاریخی می‌تواند در توسعه راهبردهای پایدار برای مقابله با پیامدهای تغییر اقلیم مفید باشد.

۴. مدیریت محیطی و استراتژی‌های سازگاری

جوامع گذشته نه‌تنها تحت تأثیر تغییرات محیطی بودند، بلکه راهکارهایی برای سازگاری و مدیریت منابع خود نیز توسعه دادند.

و استفاده از کودهای طبیعی به کاهش فرسایش خاک و بهبود بهره‌وری کشاورزی کمک می‌کردند. برخی از این تکنیک‌ها هنوز هم در بسیاری از نقاط جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌عنوان نمونه، کشاورزی پلکانی در دامنه‌های کوهستانی از فرسایش خاک جلوگیری کرده و بهره‌وری را افزایش می‌دهد. همچنین، شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهد که برخی جوامع باستانی از گونه‌های گیاهی مقاوم به خشکی استفاده می‌کردند تا تولید محصولات کشاورزی را تضمین کنند (McClatchie, 2020).

از سوی دیگر، بهره‌برداری از جنگل‌ها و مراتع نیز در توسعه اقتصادی جوامع گذشته نقش مهمی ایفا کرده است. جوامع پیش‌ازتاریخی چوب را برای ساخت خانه‌ها، ابزار و سوخت استفاده می‌کردند، اما بهره‌برداری ناپایدار از منابع چوبی گاهی منجر به جنگل‌زدایی و نابودی اکوسیستم‌ها شد. در برخی مناطق، استفاده بی‌رویه از منابع طبیعی، تأثیرات منفی بلندمدتی بر محیط زیست گذاشت و حتی موجب زوال تمدن‌های پیشرفته شد (Ehrlich & Ehrlich, 2013). همچنین، در جوامع گذشته روش‌های بهره‌برداری از منابع جانوری توسعه یافت. شکار و دامپروری از جمله شیوه‌های معیشتی مهم بودند که بسته به شرایط محیطی و نیازهای اقتصادی تغییر می‌کردند. در برخی فرهنگ‌ها، مدیریت پایدار منابع جانوری، مانند پرورش احشام با سیستم‌های چراگردانی، باعث حفظ مراتع و جلوگیری از فرسایش خاک شد. در مقابل، شکار بی‌رویه و از بین بردن گونه‌های کلیدی در برخی جوامع، تعادل اکولوژیکی را بر هم زد و منجر به بحران‌های زیست‌محیطی شد (Rick & Sandweiss, 2020).

در مجموع، استفاده از منابع طبیعی و توسعه فناوری‌های سازگاران نقش مهمی در بقای جوامع باستانی ایفا کرده است. بررسی این تعاملات در باستان‌شناسی محیطی به ما کمک می‌کند تا الگوهای پایداری گذشته را شناسایی کنیم و از آن‌ها در مدیریت منابع طبیعی امروز بهره ببریم. روش‌های سنتی مدیریت منابع مانند قنات‌ها، ترانس‌بندی کشاورزی و دامپروری پایدار، هنوز هم در بسیاری از مناطق جهان کارآمد هستند و می‌توانند در مواجهه با چالش‌های زیست‌محیطی مدرن مورد استفاده قرار گیرند.

۳. تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر جوامع انسانی

تغییرات اقلیمی یکی از عوامل کلیدی تأثیرگذار بر جوامع انسانی در طول تاریخ بوده است. شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهد که تغییرات در دما، میزان بارندگی، و شدت خشک‌سالی‌ها تأثیر

باستان‌شناسی محیطی در دشت قم، از داده‌های حاصل از دیرین‌اقلیم‌شناسی، بررسی‌های رسوب‌شناسی، و تحلیل مواد فرهنگی برای بازسازی چشم‌اندازهای باستانی استفاده می‌کند. تکنیک‌های پیشرفته مانند سنجش از دور (GIS و LiDAR) و تحلیل‌های ژئوفیزیکی، به باستان‌شناسان امکان داده تا ارتباط بین تحولات محیطی و رفتارهای انسانی را بررسی کنند (Lavery, 2023; Chase et al., 2013, 2017; Simbolon & Comer, 2023; Hadjimitsis et al., 2013).

۱/۵. موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های محیطی دشت قم

دشت قم در شمال ایران مرکزی و در بخش غربی کویر مرکزی قرار گرفته و از شمال به تهران، از جنوب به استان مرکزی و کاشان، از شرق به دریاچه نمک و از غرب به ارتفاعات مرکزی محدود می‌شود. این منطقه دارای ارتفاعی بین ۹۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا است و شامل رودخانه‌های فصلی و دریاچه‌های نمکی مانند حوض سلطان و کویر قم می‌باشد. اقلیم قم نیمه‌بیابانی است و میزان بارش سالانه آن کمتر از ۱۶۵ میلی‌متر است که بیشتر در فصول سرد سال رخ می‌دهد. نوسانات دمایی در این منطقه شدید بوده و بر الگوهای زندگی و معیشتی انسان‌های باستانی تأثیرگذار بوده است (شاطریان، ۱۳۹۲: ۲۷۱). این منطقه از لحاظ زمین‌شناسی دارای رسوبات تبخیری و آبرفتی گسترده‌ای است که در دوران کواترنری شکل گرفته‌اند (Habibi et al., 2021). بررسی‌های دیرین‌اقلیم‌شناسی نشان داده که در دوره‌های مختلف هولوسن، تغییرات محیطی متعددی در دشت قم رخ داده است. به‌عنوان مثال، در هولوسن میانی افزایش رطوبت منجر به گسترش سکونتگاه‌های انسانی شده، در حالی که در هولوسن متأخر، خشک‌سالی‌های مکرر به تغییر در الگوهای استقرار منجر شده است (Schmidt et al., 2011). علاوه بر این، فرونشست زمین در این منطقه یکی از مشکلات اساسی امروزی است که به دلیل برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی تشدید شده و تأثیر مستقیمی بر پایداری زیست‌محیطی منطقه داشته است (Masoumi et al., 2021).

به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص و نزدیکی به منابع آبی، این منطقه همواره به‌عنوان گذرگاه مهمی در مسیر ارتباطی فلات مرکزی ایران مورد استفاده قرار گرفته است. شواهد باستان‌شناسی

این استراتژی‌ها شامل استفاده پایدار از منابع طبیعی، تغییر الگوهای سکونت، بهره‌گیری از فناوری‌های سازگار با محیط و توسعه شیوه‌های نوین کشاورزی و مدیریت منابع آب بود. شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهد که بسیاری از جوامع گذشته برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی، از فناوری‌هایی مانند سدسازی، کانال‌های آبیاری و ذخیره‌سازی آب بهره می‌بردند (Campbell, 2018). همچنین، بررسی‌های انجام‌شده در محوطه‌های باستانی نشان می‌دهد که برخی از جوامع، راهبردهای تغییر الگوهای سکونت را به‌عنوان یک پاسخ به تغییرات اقلیمی اتخاذ کرده‌اند. برای مثال، در برخی مناطق، تغییرات ناگهانی در شرایط زیست‌محیطی موجب جابه‌جایی گسترده جمعیت‌ها به نواحی با شرایط مساعدتر شده است (Shaikh Baikloo et al., 2016). در مقابل، برخی دیگر از جوامع با اجرای سیاست‌های بهره‌برداری پایدار و افزایش انعطاف‌پذیری در معیشت، موفق به بقا و تداوم فرهنگ خود در شرایط دشوار محیطی شده‌اند. در مجموع، بررسی استراتژی‌های سازگاری جوامع گذشته با تغییرات زیست‌محیطی نشان می‌دهد که مدیریت پایدار منابع و انعطاف‌پذیری در شیوه‌های معیشتی، نقشی کلیدی در بقای جوامع داشته است. مطالعه این رویکردها می‌تواند بینش‌های ارزشمندی برای مدیریت منابع طبیعی و مقابله با بحران‌های زیست‌محیطی معاصر ارائه دهد (Rivera-Collazo, 2022).

۵. مطالعه موردی: باستان‌شناسی محیطی دشت قم

دشت قم یکی از مهم‌ترین مناطق فرهنگی و تاریخی ایران مرکزی محسوب می‌شود که شواهد باستان‌شناسی بسیاری از دوره‌های مختلف در آن یافت شده است. این منطقه که در حاشیه کویر مرکزی ایران قرار دارد، تحت تأثیر شرایط اقلیمی و جغرافیایی خاصی بوده که نقش مهمی در شکل‌گیری الگوهای استقرار و زندگی انسانی داشته است. بررسی‌های زمین‌شناسی نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی و فرایندهای زمین‌ریخت‌شناسی، تأثیر بسزایی در تغییرات جمعیتی و الگوی استقرار در این منطقه داشته‌اند. علاوه بر این، منابع طبیعی مانند آب‌های زیرزمینی و رودخانه‌های فصلی مانند قمرود و قره‌چای در جذب جوامع انسانی از دوره‌های پیش از تاریخ تا دوران تاریخی نقش کلیدی ایفا کرده‌اند (Saatsaz & Rezaie, 2021; Gholikandi et al., 2013).

فعالیت‌های انسانی در آن نقاط است (Kempf & Günther, 2023; Zhu et al., 2021).

علاوه بر فاکتورهای طبیعی، عوامل سیاسی و اقتصادی نیز بر الگوهای استقرار تأثیر گذاشته‌اند. مراکز اداری و اقتصادی در دوره‌های مختلف، نقش مهمی در شکل‌گیری الگوهای استقرار داشته‌اند. برای مثال، در دوران هخامنشی و ساسانی، مراکز شهری در مناطقی با دسترسی به مسیرهای تجاری و منابع طبیعی شکل گرفته‌اند که نشان‌دهنده نقش اقتصاد و سیاست در توزیع مکانی سکونتگاه‌هاست (Gholikandi et al., 2013; Altaweel, 2013).

به‌طور کلی، بررسی الگوهای پراکنش استقرارهای باستانی در دشت قم نشان می‌دهد که عوامل جغرافیایی، اقلیمی، اقتصادی و سیاسی همگی در تعیین محل سکونتگاه‌های انسانی در دوره‌های مختلف تاریخی نقش داشته‌اند. ادغام داده‌های باستان‌شناسی با روش‌های مدرن سنجش از دور، امکان درک بهتری از روندهای استقراری گذشته را فراهم کرده است که می‌تواند در مطالعات حفاظت از میراث فرهنگی و مدیریت منابع تاریخی نیز مفید باشد (Elfadaly et al., 2017; Moise et al., 2021).

۴/۵. تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر جوامع باستانی

تحقیقات دیرین‌اقلیم‌شناسی نشان می‌دهد که دشت قم در طول هزاران سال، تحت تأثیر تغییرات اقلیمی متعددی قرار گرفته است. داده‌های زمین‌شناسی و رسوب‌شناسی نشان می‌دهد که در دوره هولوسن اولیه، این منطقه شاهد شرایط خشک‌تری بوده، اما در هولوسن میانی، میزان رطوبت افزایش یافته که به گسترش سکونتگاه‌های انسانی انجامیده است (Shaikh Baikloo Islam & Chaychi Amirkhiz, 2020). تغییرات آب‌وهوایی تأثیر عمیقی بر معیشت جوامع باستانی داشته و به مهاجرت، تغییر در شیوه‌های زراعت و تنظیم منابع آبی منجر شده است (شیخ بیکلو اسلام و همکاران، ۱۳۹۹).

شواهد به‌دست‌آمده از آنالیز خاک و رسوبات نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی، فرایندهای فرسایشی را تشدید کرده و باعث جابجایی الگوهای سکونتگاهی شده است (Shaikh Baikloo Islam et al., 2023). در برخی از دوره‌ها، جوامع انسانی به دلیل کاهش منابع آبی و افزایش بیابان‌زایی، مجبور به تغییر مکان شده‌اند. در مقابل، در دوره‌هایی که افزایش بارندگی مشاهده شده،

نشان می‌دهد که این منطقه در دوره‌های مختلف، از نوسنگی تا دوران تاریخی، میزبان سکونتگاه‌های انسانی بوده است که از منابع طبیعی آن بهره می‌بردند (کابلی، ۱۳۷۸؛ سرلک، ۱۳۸۹).

۲/۵. محیط زیست و منابع طبیعی

دشت قم دارای مجموعه‌ای از منابع طبیعی است که نقش اساسی در استقرار جوامع باستانی داشته‌اند. منابع آبی این منطقه شامل رودخانه‌های فصلی مانند قره‌چای، قمرود و دریاچه نمک و حوض سلطان بوده است که در دوران گذشته منابع ارزشمندی برای تأمین آب شرب و کشاورزی محسوب می‌شدند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۱). با این حال، تغییرات اقلیمی و فرایندهای طبیعی مانند فرونشست زمین و افزایش شوری خاک، به‌مرور تأثیرات منفی بر این منابع داشته‌اند (Masoumi et al., 2021). مطالعات دیرین‌زیست‌شناسی و تحلیل داده‌های محیطی در دشت قم نشان می‌دهد که تغییرات طبیعی و اقلیمی تأثیر عمیقی بر استقرار و معیشت جوامع انسانی داشته‌اند (کابلی، ۱۳۷۸). این یافته‌ها اهمیت مدیریت منابع طبیعی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند قم برجسته می‌سازد.

۳/۵. الگوی پراکنش استقرارهای باستانی

تحلیل‌های باستان‌شناسی با استفاده از تکنیک‌هایی مانند سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) نشان داده است که توزیع محوطه‌های باستانی در دشت قم تابعی از عوامل جغرافیایی مانند نزدیکی به منابع آب و زمین‌های حاصلخیز بوده است (Niknami et al., 2009). این مطالعات نشان می‌دهد که جوامع باستانی الگوهای مشخصی را در استقرار انتخاب می‌کردند و سکونتگاه‌های خود را عمدتاً در نزدیکی مسیرهای آبی و دشت‌های آبرفتی ایجاد می‌نمودند (Li, 2024; Deng et al., 2010).

با بررسی نقشه‌های توزیع سکونتگاه‌ها، مشخص شده که در دوره‌های مختلف، تمرکز استقرارها در مناطقی خاص تغییر کرده است. برای مثال، در عصر نوسنگی، بیشتر محوطه‌ها در نزدیکی منابع آبی متمرکز بوده‌اند، در حالی که در دوره‌های اشکانی و ساسانی، با افزایش دانش کشاورزی و مدیریت منابع آب، استقرارها به مناطق وسیع‌تری گسترش یافته‌اند. تحلیل الگوهای فضایی با استفاده از روش‌هایی مانند تراکم هسته‌ای و تحلیل الگوی نقطه‌ای نشان داده است که پراکنش محوطه‌های باستانی در برخی مناطق به‌صورت خوشه‌ای بوده که نشانگر تمرکز

مرکزی نشان داده است که ساکنان این منطقه طی هزاره‌های سوم و دوم قبل از میلاد، به دلیل بروز رویدادهای مکرر خشک‌سالی، نظام معیشتی خود را از یکجانشینی - دهقانی به کوچرو - گله‌داری و شکارگری تغییر داده بودند تا خود را با شرایط آب‌وهوایی و زیست‌محیطی سازگار نمایند (شیخ بیکلو اسلام و چایچی، ۱۳۹۹).

افزودن این داده‌های اقلیمی به مطالعات باستان‌شناسی محیطی دشت قم، امکان تحلیل دقیق‌تر روابط بین تغییرات محیطی و پویایی‌های سکونتگاهی را فراهم می‌کند. داده‌های موجود نشان می‌دهند که در دوره‌هایی از تاریخ، افزایش تنوع زیستی و بهبود شرایط اقلیمی، سکونتگاه‌های وسیع‌تری را در مناطق مرکزی ایران ممکن ساخته، درحالی‌که تغییرات ناگهانی در اقلیم، تأثیرات نامطلوبی بر پایداری این جوامع داشته است. این اطلاعات به درک بهتر چگونگی تأثیر تغییرات محیطی بر جوامع انسانی و شیوه‌های سازگاری آن‌ها کمک می‌کند.

۴/۵. سیستم‌های آبیاری و مدیریت آب

یکی از مهم‌ترین دستاوردهای جوامع باستانی در دشت قم، توسعه سیستم‌های مدیریت آب بوده است. قنات‌ها به‌عنوان یک نوآوری مهم، امکان استفاده پایدار از آب را در مناطق خشک فراهم کردند. این سیستم‌ها که هزاران کیلومتر را در بر می‌گیرند، آب‌های زیرزمینی را از مناطق کوهستانی به زمین‌های کشاورزی منتقل می‌کردند و تبخیر و آلودگی آب را به حداقل می‌رساندند (Boustani, 2008). علاوه بر قنات‌ها، جوامع باستانی از کانال‌های آبیاری و آسیاب‌های آبی نیز استفاده می‌کردند که به توسعه کشاورزی و رشد تمدن‌ها کمک کرد (Gholikandi et al., 2013). کشاورزی در دشت قم به شدت به سیستم‌های آبیاری قناتی متکی بود. این سیستم‌ها امکان کشت محصولات مختلف را در محیط‌های نیمه‌خشک فراهم کردند و نشان‌دهنده درک جوامع باستانی از ظرفیت‌های بوم‌شناختی محلی بودند (Jomehpour, 2009). محصولات سنتی مانند جو و گندم در شیوه‌های کشاورزی ادغام شدند و نیاز به استراتژی‌های جدید مدیریت خاک و آب را ایجاد کردند (Li et al., 2022). با این حال، سیستم‌های قنات در دوران مدرن با چالش‌هایی مواجه شده‌اند و محققان پیشنهاد می‌کنند که با بهره‌گیری از فناوری‌های جدید، می‌توان این روش قدیمی استخراج آب را احیا کرد (Taghavi-Jeloudar et al., 2013).

شواهدی از توسعه کشاورزی و رشد جوامع دیده می‌شود (Reitz & Shackley, 2012). برای مثال، کابلی (۱۳۷۸) در بررسی‌ها و کاوش‌های حوضه قمرود، بر اساس رسوب‌شناسی محیطی حاشیه قره‌تپه، از وقوع سیل‌های ناشی از طغیان قمرود پرده برداشت که سبب جابجایی جمعیت و عدم سکونت طولانی‌مدت در بخشی از این ناحیه شده بودند.

باستان‌شناسی محیطی، نقش مهمی در شناسایی راهبردهای جوامع گذشته در مواجهه با تغییرات اقلیمی دارد. مطالعات نشان می‌دهد که برخی از تمدن‌ها با استفاده از تکنیک‌های مدیریت آب، مانند ساخت قنات‌ها و سدهای کوچک، توانسته‌اند با تغییرات اقلیمی سازگار شوند (Kaptijn, 2018). این یافته‌ها می‌تواند به درک بهتر الگوهای سازگاری جوامع امروزی با تغییرات زیست‌محیطی کمک کند.

در مجموع، تغییرات اقلیمی در دشت قم به‌عنوان یک عامل کلیدی در تحول تاریخی منطقه شناخته می‌شود. تحلیل داده‌های دیرین‌زیست‌محیطی و رسوب‌شناسی، به ما این امکان را می‌دهد که تأثیرات گذشته را بررسی کرده و از آن‌ها برای درک بهتر آینده استفاده کنیم (Caseldine & Turney, 2010).

مطالعات دیرین‌اقلیم‌شناسی در مناطق مختلف ایران، از جمله بررسی‌های انجام‌شده بر روی غار کتله‌خور زنجان (Andrews et al., 2020) و دریاچه نور اردبیل (Sharifi et al., 2015)، نشان می‌دهند که تغییرات اقلیمی در عصر هولوسن تأثیرات مهمی بر جوامع باستانی، به‌ویژه در شمال مرکزی ایران، داشته‌اند. این مطالعات تأکید دارند که نوسانات دمایی و تغییرات بارندگی طی هولوسن منجر به بی‌ثباتی محیطی شده‌اند که پیامدهای مستقیمی بر پراکنش و تراکم سکونتگاه‌های انسانی داشته است. به‌عنوان مثال، رویدادهای اقلیمی خشک ۴/۲ هزارسال پیش (۲۲۰۰ تا ۱۹۰۰ ق.م) و ۳/۲ هزارسال پیش (۱۲۵۰ تا ۹۵۰ ق.م) فشار سختی بر جوامع وارد کردند و منجر به افول فرهنگی و تغییر در الگوهای سکونتگاهی شدند (Shaikh Baikloo Islam, 2020). در دشت قم نیز شواهدی از رخدادهای سیل در هزاره چهارم قبل از میلاد وجود دارد که نشان‌دهنده تأثیر تغییرات اقلیمی بر جوامع انسانی است (چایچی امیرخیز و شیخ بیکلو اسلام، ۱۳۹۹). این تغییرات اقلیمی منجر به اتخاذ استراتژی‌های سازگاری مانند جابه‌جایی سکونتگاه‌ها و توسعه سیستم‌های آبیاری نوآورانه شد. مطالعات باستان‌شناسی - دیرین‌اقلیم‌شناسی در شمال ایران

۲/۴/۵. معماری سازگارانه با اقلیم و محیط

اقلیم گرم و خشک دشت قم بر طراحی‌های معماری سنتی نیز تأثیر گذاشته است. جوامع باستانی با استفاده از دیوارهای ضخیم، پنجره‌های کوچک و حیاط‌های مرکزی، توانستند آسایش حرارتی را در شرایط سخت اقلیمی فراهم کنند (Hejazi, 2007). خانه‌های دوره قاجار در قم نمونه‌ای از اصول معماری پایدار هستند که هماهنگی با اقلیم محلی را نشان می‌دهند (Saedi & Aali, 2021). این فنون معماری حساس به اقلیم، بینش‌های ارزشمندی را برای طراحان معاصر ارائه می‌دهند که به دنبال احداث ساختمان‌هایی با انرژی کارآمد و راحت در آب و هوای گرم و خشک هستند (Taher Tolou Del et al., 2022; Moosavi, 2011).

۵/۵. روش‌های باستان‌شناسی مورد استفاده در مطالعات دشت قم

در مطالعات باستان‌شناسی دشت قم از فنون متنوعی برای بررسی پیشینه استقرار انسانی و تعاملات زیست‌محیطی استفاده شده است. روش‌های مدرنی مانند سنجش از دور، تحلیل‌های ژئوفیزیکی و مطالعات زیست‌باستان‌شناسی به محققان کمک کرده‌اند تا اطلاعات دقیقی از چشم‌اندازهای فرهنگی و طبیعی مناطق زیستی - فرهنگی به دست آورند (Lambers, 2018).

۵/۵/۱. سنجش از دور و تحلیل GIS

فناوری سنجش از دور، از جمله استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌سازی داده‌های مکانی، ابزارهای کارآمدی در نقشه‌برداری از محوطه‌های باستانی فراهم آورده است (Lasaponara & Masini, 2013). این قابلیت وجود دارد که در دشت قم، این فناوری‌ها برای شناسایی استقرارگاه‌های مدفون و تحلیل تغییرات محیطی به کار گرفته شوند. داده‌های ماهواره‌ای با وضوح بالا، مانند Landsat 8 و Sentinel-2، امکان بررسی توزیع استقرارهای انسانی در ارتباط با تغییرات اقلیمی را فراهم کرده‌اند (Alexakis et al., 2012).

۵/۵/۲. مطالعات ژئوفیزیکی و کاوش‌های غیرمخرب

تحلیل‌های ژئوفیزیکی مانند مغناطیس‌سنجی، رادار نفوذی زمین (GPR) و مقاومت الکتریکی، روش‌های غیرتهاجمی هستند که برای شناسایی ساختارهای مدفون و لایه‌های استقراری مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Horsley, 2015). در دشت قم، این روش‌ها می‌توانند به کشف بقایای معماری و شبکه‌های آبرسانی باستانی

کمک کنند — این شبکه‌ها نشان‌دهنده دانش پیشرفته جوامع باستانی در مدیریت منابع بوده است (Martorana et al., 2023).

۵/۵/۳. تحلیل‌های باستان‌زیست‌شناسی

مطالعات باستان‌جانورشناسی در این منطقه شواهد مهمی از رژیم‌های غذایی، کشاورزی و دامداری جوامع گذشته ارائه داده‌اند (خوشنویس، ۱۳۸۰). با ترکیب تجزیه و تحلیل‌های دیرین‌زیست‌بوم‌شناسی و باستان‌جانورشناسی، محققان می‌توانند تعاملات انسان با گیاهان و حیوانات را که به زیست‌بوم‌ها شکل داده و بر اعمال گذشته انسان تأثیر می‌گذارد، مطالعه کنند (Overton & Taylor, 2018). به طور کلی، ترکیب این روش‌های مدرن، درک ما را از تاریخچه زیست‌محیطی و فرهنگی دشت قم افزایش می‌دهد و به حفاظت بهتر از میراث باستانی منطقه کمک می‌کند. به‌ویژه، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی در تحلیل داده‌های باستان‌شناسی، آینده پژوهش‌های این حوزه را متحول خواهد کرد (Argyrou & Agapiou, 2022).

جمع‌بندی

تحقیقات باستان‌شناسی در دشت قم، با توجه به موقعیت جغرافیایی خاص این منطقه در ایران مرکزی، نشان داده‌اند که این ناحیه در طول تاریخ، نقش برجسته‌ای در سکونت و تحولات اجتماعی جوامع انسانی ایفا کرده است. این منطقه با داشتن منابع طبیعی متنوع و ویژگی‌های اقلیمی خاص، بستری مناسب برای بررسی تعاملات پیچیده انسان و محیط زیست در دوران باستان فراهم کرده است. الگوهای استقرار و تغییرات زیست‌محیطی در این منطقه، به‌ویژه در مواجهه با چالش‌های اقلیمی و تغییرات زمین‌شناسی، نشان‌دهنده توانایی جوامع گذشته در سازگاری با محیط و توسعه استراتژی‌های نوآورانه برای مدیریت منابع طبیعی است (Reitz & Shackley, 2012).

مطالعات دیرین‌زیست‌شناسی و باستان‌زمین‌شناسی در شمال ایران مرکزی تأکید دارند که تغییرات آب‌وهوایی، به‌ویژه دوره‌های خشک‌سالی و تغییرات بارش، تأثیرات مستقیمی بر سکونتگاه‌های انسانی و الگوهای معیشتی این منطقه داشته‌اند (Schmidt et al., 2011; Shaikh Baikloo & Chaychi, 2020). شواهد رسوب‌شناسی و بررسی‌های باستان‌زمین‌شناسی نیز می‌توانند نشان دهند که فرسایش‌های طبیعی، تغییرات در رسوبات و نوسانات سطح آب‌های زیرزمینی در دوره‌های مختلف تاریخی به‌شدت بر الگوهای استقراری و فعالیت‌های کشاورزی تأثیر

که جهان امروز با چالش‌های زیست‌محیطی چون تغییرات اقلیمی و بحران‌های آب مواجه است، این مطالعات می‌توانند به ما در شناسایی راهکارهای مؤثری برای مدیریت منابع طبیعی و سازگاری با تغییرات محیطی کمک کنند. به‌ویژه، بررسی استراتژی‌های مدیریت منابع در گذشته می‌تواند درس‌هایی برای توسعه شیوه‌های پایدار و مقاوم به بحران‌های امروز ارائه دهد. در نهایت، ادامه پژوهش‌های بین‌رشته‌ای و بهره‌برداری از فناوری‌های نوین مانند مدل‌سازی GIS، تجزیه و تحلیل DNA باستانی و سنجش از دور می‌تواند به کشف جنبه‌های ناشناخته‌تری از تاریخ دشت قم کمک کند. همچنین، استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند درک عمیق‌تری از تعاملات پیچیده انسان و محیط در گذشته به‌ویژه در مواجهه با بحران‌های زیست‌محیطی فراهم کند و در نهایت به طراحی راهکارهایی جدید برای مقابله با مشکلات زیست‌محیطی معاصر کمک نماید (Argyrou & Agapiou, 2022).

نتیجه‌گیری

تعامل انسان و محیط فرایندی پیچیده و چندوجهی است که همواره در طول تاریخ ادامه داشته است. مطالعه این تعاملات در باستان‌شناسی محیطی، نه تنها به درک گذشته کمک می‌کند، بلکه می‌تواند راهکارهایی برای مدیریت منابع طبیعی و مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی معاصر ارائه دهد. بررسی نمونه‌های تاریخی نشان می‌دهد که جوامع موفق، آن‌هایی بودند که توانستند به‌طور مؤثر با تغییرات محیطی سازگار شوند و استراتژی‌های پایداری را توسعه دهند. باستان‌شناسی محیطی دشت قم نشان‌دهنده تعاملات پیچیده بین انسان و محیط زیست در طول تاریخ است. جوامع باستانی با توسعه سیستم‌های مدیریت آب مانند قنات‌ها و اتخاذ استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیمی، توانستند در شرایط سخت زیست‌محیطی به حیات خود ادامه دهند. این رویکردها نه تنها به بقای جوامع کمک کردند، بلکه به توسعه تمدن‌های باستانی در این منطقه نیز منجر شدند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تحلیل‌های میان‌رشته‌ای در باستان‌شناسی محیطی، امکان بازسازی دقیق محیط‌های گذشته و درک تأثیر فعالیت‌های انسانی بر تغییرات اکوسیستمی را فراهم می‌کند. همچنین، یافته‌ها تأکید دارند که استفاده از روش‌های پیشرفته مانند سنجش از دور و تحلیل داده‌های زمین‌شناسی،

گذاشته است (Banning, 2020; Hassan, 1978). از این نظر، ضرورت پژوهش‌های رسوب‌شناسی محیطی در محوطه‌های باستانی، به‌ویژه در دشت قم، برای دستیابی به یافته‌های غنی‌تر به‌منظور درک بهتر تعاملات انسان - محیط احساس می‌شود (شیخ بی‌کلو اسلام، ۱۴۰۱). همچنین، پژوهش‌های دیرین‌اقلیم‌شناسی نشان داده‌اند که تغییرات اقلیمی در این منطقه، به‌ویژه خشک‌سالی‌های مکرر، منجر به جابه‌جایی‌های جمعیتی و تغییرات در مسیرهای تجاری و سکونتگاه‌ها شده است (Shaikh Baikloo et al., 2023).

در کنار این مطالعات، فناوری‌های نوین مانند سنجش از دور، مدل‌سازی GIS و تجزیه و تحلیل‌های ژئوفیزیکی نیز امکان بازسازی دقیق‌تری از محیط باستانی دشت قم را فراهم کرده‌اند. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌سازی سه‌بعدی محیط‌های باستانی، به‌ویژه در شناسایی محوطه‌های مدفون، تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی و نحوه استفاده از منابع آبی، به‌طور مؤثری اطلاعات جدیدی درباره سکونتگاه‌ها و چگونگی سازگاری جوامع با تغییرات محیطی ارائه داده است (Casana, 2021). علاوه بر این، استفاده از روش‌های پیشرفته‌ای مانند تجزیه و تحلیل DNA باستانی و ایزوتوپ‌های پایدار، به پژوهشگران این امکان را داده است که رژیم‌های غذایی و جابه‌جایی‌های انسانی را در دوران باستان مطالعه کنند. این روش‌ها به‌ویژه در شناسایی تغییرات اقلیمی و بررسی ارتباط آن‌ها با الگوهای مهاجرت و استقرار جوامع انسانی مفید بوده‌اند (de Vareilles et al., 2021).

از سوی دیگر، سیستم‌های مدیریت منابع آبی در دشت قم نقش حیاتی در مقابله با تغییرات اقلیمی ایفا کرده‌اند. توسعه فناوری‌های آبیاری مانند قنات‌ها و سدسازی‌ها، به‌ویژه در دوران باستان، نشان‌دهنده استراتژی‌های نوآورانه جوامع گذشته برای استفاده بهینه از منابع آبی در مواجهه با خشک‌سالی‌های طولانی‌مدت است. مطالعات تاریخی نشان می‌دهند که این سیستم‌های آبیاری نه تنها به تأمین آب برای کشاورزی کمک کرده‌اند، بلکه باعث ایجاد سکونتگاه‌های پایدار و توسعه اقتصادی در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند دشت قم شده‌اند (Kaptijn, 2018).

نتایج این پژوهش‌ها نشان می‌دهند که درک تاریخ زیست‌محیطی و فرهنگی دشت قم، نه تنها به شناخت گذشته کمک می‌کند، بلکه می‌تواند در تدوین سیاست‌های حفاظتی و مدیریتی برای حفظ میراث فرهنگی و محیط‌زیست امروزی نیز مؤثر باشد. در شرایطی

اقلیمی هولوسن. پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی، (۲)، ۳۹-۵۴.

<https://doi.org/10.30488/ccr.2020.111121>

شیخ بیگلر اسلام، بابک، چایچی امیرخیز، احمد، ولی پور، حمیدرضا، صفایی راد، رضا (۱۳۹۹). بررسی اثر تغییرات اقلیمی هولوسن میانه بر جوامع دوره سیلک III در شمال ایران مرکزی بر اساس رسوب‌شناسی محیطی محوطه مافین‌آباد اسلامشهر. مطالعات باستان‌شناسی، ۱۶۳-۱۶۶.

(۳)۱۲

<https://doi.org/10.22059/jarcs.2021.239133.142465>

کابلی، میر عابدین (۱۳۷۸). بررسی‌های باستان‌شناسی قمروود. تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی کشور.

یوسفی، محسن، بافکار، حسین و هدیه‌لو، اکرم، مطهری، ابوالفضل، جاهدپری، فاطمه، خوش‌سخن، محمدحسین، نمازی‌خواه، مهدی (۱۳۹۱). استان‌شناسی قم. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

Alexakis, D., Agapiou, A., Hadjimitsis, D., & Sarris, A. (2012). Remote sensing applications in archaeological research. *Remote Sensing-Applications*, 435-462. <https://doi.org/10.5772/37668>

Altaweel, M. (2013). *The application of an entropy maximising model for understanding the rise of urbanism*. Archaeopress.

Andrews, J. E., Carolin, S. A., Peckover, E. N., Marca, A., Al-Omari, S., & Rowe, P. J. (2020). Holocene stable isotope record of insolation and rapid climate change in a stalagmite from the Zagros of Iran. *Quaternary Science Reviews*, 241, 106433.

<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106433>

Anshori, A., Suswatiningsih, T. E., & Susilawati, H. L. (2023, April). Traditions of soil and water conservation based on farmer knowledge as an adaptation to climate condition in dry land. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1165, No. 1, p. 012038). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1165/1/012038>

Argyrou, A., & Agapiou, A. (2022). A review of artificial intelligence and remote sensing for archaeological research. *Remote Sensing*, 14(23), 6000. <https://doi.org/10.3390/rs14236000>

نقشی کلیدی در مدیریت پایدار منابع طبیعی و حفاظت از میراث فرهنگی دارد. به‌طور کلی، باستان‌شناسی محیطی به‌عنوان یک رویکرد چندرشته‌ای، بینش‌های ارزشمندی را در مورد گذشته و حال ارائه می‌دهد و به درک بهتر چالش‌های زیست‌محیطی کنونی نیز کمک می‌کند.

سیاسگزاری

با سپاس فراوان از جناب آقای دکتر سیامک سرلک که در انجام پژوهش رساله دکتری نویسنده اول این مقاله صمیمانه از هیچ کمکی مضایقه نکردند و یافته‌های میدانی خود را برای بررسی و تحلیل بر اساس اهداف و پرسش‌های رساله در اختیار ما قرار دادند. این مقاله، مقدمه‌ای بر تحلیل الگوهای استقراری دشت قم در دوران اشکانی و ساسانی با توجه به شرایط و ظرفیت‌های محیطی این منطقه است که نتایج آن به‌تدریج منتشر خواهد شد. ما در این مقاله سعی کردیم تا اهمیت این پژوهش را برجسته نماییم.

منابع

چایچی امیرخیز، احمد، شیخ بیگلر اسلام، بابک (۱۳۹۹). مخاطرات اقلیمی هزاره چهارم ق.م و پاسخ‌های فرهنگی جوامع انسانی مطالعه موردی: دشت تهران و حوضه قمروود - قره‌چای. پژوهش باستان‌سنجی، ۶(۱): ۸۰-۶۷. <http://dx.doi.org/10.29252/jra.6.1.67>

خوشنویس، شیوا (۱۳۸۰). باستان‌جانورشناسی قره‌تپه قمروود در هزاره پنجم ق.م. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون.

سرلک، سیامک (۱۳۸۹). فرهنگ هفت هزار ساله شهر قم: کاوش‌های باستان‌شناختی محوطه قل‌درویش جمکران - قم. قم: موسسه فرهنگی انتشاراتی نقش.

شاطریان، رضا (۱۳۸۸). اقلیم و معماری. تهران: سیمای دانش.

شیخ بیگلر اسلام. (۱۴۰۱). ضرورت انجام مطالعات رسوب‌شناسی محیطی در محوطه‌های باستانی. پژوهش باستان‌سنجی، ۵(۸): ۲۰۷-۲۱۰. <http://dx.doi.org/10.52547/jra.8.1.207>

شیخ بیگلر اسلام، چایچی امیرخیز، احمد (۱۳۹۹). سازگاری‌های جوامع انسانی عصرهای مفرغ و آهن شمال ایران مرکزی با رویدادهای

- Banning, E. B. (2020). Soils, Sediments, and Geoarchaeology. *The Archaeologist's Laboratory: The Analysis of Archaeological Evidence*, 293-308. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47992-3_17
- Barham, A. J., & Macphail, R. I. (2016). *Archaeological sediments and soils: analysis, interpretation and management*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315434452>
- Boustani, F. (2008, September). Sustainable water utilization in arid region of Iran by Qanats. In *Proceeding of world Academy of science, engineering and technology* (Vol. 33, pp. 213-216).
- Campbell, G. (2018). Environmental Archaeology. *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*, 1-5. <https://doi.org/10.1002/9781119188230.saseas.0218>
- Casana, J. (2021). Rethinking the landscape: Emerging approaches to archaeological remote sensing. *Annual Review of Anthropology*, 50(1), 167-186. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-ANTHRO-101819-110344>
- Caseldine, C. J., & Turney, C. (2010). The bigger picture: towards integrating palaeoclimate and environmental data with a history of societal change. *Journal of Quaternary Science*, 25(1), 88-93. <https://doi.org/10.1002/jqs.1337>
- Chase, A.F., Chase, D.Z., & Weishampel, J.F. (2013). The Use of LiDAR at the Maya Site of Caracol, Belize. In: *Mapping Archaeological Landscapes from Space*. Springer Briefs in Archaeology, vol 5. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6074-9_15
- Chase, A. S., Chase, D. Z., & Chase, A. F. (2017). LiDAR for archaeological research and the study of historical landscapes. *Sensing the Past: From artifact to historical site*, 89-100. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50518-3_4
- Deng, B., Guo, H. D., Wang, C. L., & Nie, Y. P. (2010). Applications of remote sensing technique in archaeology: a review. *Journal of Remote Sensing*, 14(1), 187-206. <https://doi.org/10.11834/jrs.20100115>
- de Vareilles, A., Pelling, R., Woodbridge, J., & Fyfe, R. (2021). Archaeology and agriculture: plants, people, and past land-use. *Trends in Ecology & Evolution*, 36(10), 943-954. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.06.003>
- Diamond, J. (2001). Ecological collapses of pre-industrial societies. *Tanner Lectures on Human Values*, 22, 389-406.
- Ehrlich, P. R., & Ehrlich, A. H. (2013). Can a collapse of global civilization be avoided?. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1754), 20122845. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2845>
- Elfadaly, A., Lasaponara, R., Murgante, B., & Qelichi, M. M. (2017). Cultural heritage management using analysis of satellite images and advanced GIS techniques at East Luxor, Egypt and Kangavar, Iran (a comparison case study). In *Computational Science and Its Applications- ICCSA 2017: 17th International Conference, Trieste, Italy, July 3-6, 2017, Proceedings, Part IV* 17 (pp. 152-168). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62401-3_12
- Gholikandi, G. B., Sadrzadeh, M., Jamshidi, S., & Ebrahimi, M. (2013). Water resource management in ancient Iran with emphasis on technological approaches: a cultural heritage. *Water science and technology: Water Supply*, 13(3), 582-589. <https://doi.org/10.2166/WS.2013.084>
- Gildemacher, P. R. (2012). *Innovation in seed potato systems in Eastern Africa*. Wageningen University and Research.
- Habibi, V., Ahmadi, H., Jafari, M., & Moeini, A. (2021). Mapping soil salinity using a combined spectral and topographical indices with artificial neural network. *PLoS One*, 16(5), e0228494. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228494>
- Hadjimitsis, D. G., Agapiou, A., Themistocleous, K., Alexakis, D. D., & Sarris, A. (2013). Remote sensing for archaeological applications: management, documentation and monitoring. *Remote Sensing of Environment- Integrated Approaches*, 57-95. <https://doi.org/10.5772/39306>
- Haldon, J., Mordechai, L., Newfield, T. P., Chase, A. F., Izdebski, A., Guzowski, P., Labuhn, I., &

- Roberts, N. (2018). History meets palaeoscience: Consilience and collaboration in studying past societal responses to environmental change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(13), 3210-3218. <https://doi.org/10.1073/pnas.1716912115>
- Hassan, F. A. (1978). Sediments in archaeology: methods and implications for palaeoenvironmental and cultural analysis. *Journal of Field Archaeology*, 5(2), 197-213. <https://doi.org/10.1179/009346978791489899>
- Haug, G. H., Gunther, D., Peterson, L. C., Sigman, D. M., Hughen, K. A., & Aeschlimann, B. (2003). Climate and the collapse of Maya civilization. *Science*, 299(5613), 1731-1735. <https://doi.org/10.1126/science.1080444>
- Hayashida, F. M. (2005). Archaeology, ecological history, and conservation. *Annu. Rev. Anthropol.*, 34(1), 43-65. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ANTHRO.34.081804.120515>
- Hejazi, M. (2007). Persian architecture: Conformity with nature in hot-dry regions. *International Journal of Design and Nature*, 1, 186-196. <https://doi.org/10.2495/jdn-v1-n2-186-196>
- Horsley, T. J. (2015). The use of geophysical survey in archaeology. In R. A. Scott & M. C. Buchmann (Eds.), *Emerging trends in the social and behavioral sciences: An interdisciplinary, searchable, and linkable resource*. <https://doi.org/10.1002/9781118900772.etrds0356>
- Howey, M. C., Sullivan, F. B., Burg, M. B., & Palace, M. W. (2020). Remotely sensed big data and iterative approaches to cultural feature detection and past landscape process analysis. *Journal of Field Archaeology*, 45(sup1), S27-S38. <https://doi.org/10.1080/00934690.2020.1713435>
- Hudson, M. J., Aoyama, M., Hoover, K. C., & Uchiyama, J. (2012). Prospects and challenges for an archaeology of global climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 3(4), 313-328. <https://doi.org/10.1002/wcc.174>
- Jomehpour, M. (2009). Qanat irrigation systems as important and ingenious agricultural heritage: case study of the qanats of Kashan, Iran. *International Journal of Environmental Studies*, 66(3), 297-315. <https://doi.org/10.1080/00207230902752629>
- Kaniewski, D., Van Campo, E., Guiot, J., Le Burel, S., Otto, T., & Baeteman, C. (2013). Environmental roots of the Late Bronze Age crisis. *PloS one*, 8(8), e71004. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071004>
- Kaptijn, E. (2018). Learning from ancient water management: Archeology's role in modern-day climate change adaptations. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 5(1), e1256. <https://doi.org/10.1002/wat2.1256>
- Kempf, M., & Günther, G. (2023). Point pattern and spatial analyses using archaeological and environmental data—A case study from the Neolithic Carpathian Basin. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 47, 103747. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2022.103747>
- Lambers, K. (2018). Airborne and spaceborne remote sensing and digital image analysis in archaeology. *Digital Geoarchaeology: New Techniques for Interdisciplinary Human-Environmental Research*, 109-122. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25316-9_7
- Lasaponara, R., & Masini, N. (2013). Remote Sensing in Archaeology: An Overview. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 6, 7-17.
- Lavery, M. J. (2023). Review of 'Andrews' diseases of the skin: Clinical dermatology, | Andrews' Diseases of the Skin: Clinical Dermatology, WD James, DM Elston, JR Treat, MA Rosenbach, IM Neuhaus, Elsevier (2019), 992 pp. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2023.06.003>
- Li, X. (2024). Determination of the temporal-spatial distribution patterns of ancient heritage sites in China and their influencing factors via GIS. *Heritage Science*, 12(1), 143. <https://doi.org/10.1186/s40494-024-01258-6>
- Li, H., Sun, Y., Yang, Y., Cui, Y., Ren, L., Li, H., Chen, G., Vaiglova, P., Dong, G., & Liu, X. (2022). Water and soil management strategies and

- the introduction of wheat and barley to northern China: an isotopic analysis of cultivation on the Loess Plateau. *Antiquity*, 96(390), 1478-1494. <https://doi.org/10.15184/aqy.2022.138>
- Martorana, R., Capizzi, P., Pisciotto, A., Scudero, S., & Bottari, C. (2023). An overview of geophysical techniques and their potential suitability for archaeological studies. *Heritage*, 6(3), 2886-2927. <https://doi.org/10.3390/heritage6030154>
- Masoumi, Z., Mousavi, Z., & Hajeb, Z. (2022). Long-term investigation of subsidence rate and its environmental effects using the InSAR technique and geospatial analyses. *Geocarto International*, 37(24), 7161-7185. <https://doi.org/10.1080/10106049.2021.1964616>
- McClatchie, Meriel (2020). Archaeobotany. *obo in Anthropology*. <https://doi.org/10.1093/obo/9780199766567-0253>
- Mirshekaran, Y. (2020). The effects of Climate change on Security consequences of Water resources crisis with an emphasis on hydropolitic of border regions. *Climate Change Research*, 1(2), 79-98. <https://doi.org/10.30488/ccr.2020.111127>
- Moise, C., Dana Negula, I., Mihalache, C. E., Lazar, A. M., Dedulescu, A. L., Rustoiu, G. T., Inel, I.C., & Badea, A. (2021). Remote sensing for cultural heritage assessment and monitoring: the case study of Alba Iulia. *Sustainability*, 13(3), 1406. <https://doi.org/10.3390/SU13031406>
- Moosavi, M. (2011). An Analysis to Historic Roots of Climatic Design in Ancient Architecture of Central Zone of Iran. *International Proceedings of Economics Development & Research*, 17.
- Niknami, K. A., Amirkhiz, A. C., & Jalali, F. F. (2009). Spatial pattern of archaeological site distributions on the eastern shores of Lake Urmia, northwestern Iran. *Archeologia e calcolatori*, (20), 261-276.
- Niknami, K. A., & Chaychi Amirkhiz, A. (2008). A GIS technical approach to the spatial pattern recognition of archaeological site distribution on the eastern shores of Lake Urmia, northwestern Iran. *Proceedings of the International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37, 167-172.
- Overton, N. J., & Taylor, B. (2018). Humans in the environment: plants, animals and landscapes in Mesolithic Britain and Ireland. *Journal of World Prehistory*, 31, 385-402. <https://doi.org/10.1007/s10963-018-9116-0>
- Reitz, E., Scarry, C. M., & Scudder, S. J. (Eds.). (2008). *Case studies in environmental archaeology*. Springer Science & Business Media.
- Reitz, E. J., & Shackley, M. (2012). Introduction to environmental archaeology. *Environmental Archaeology*, 1-39. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3339-2_1
- Revelles, J. (2021). Archaeoecology. The application of palaeoenvironmental sciences for the reconstruction of human-environment interactions. *Applied Sciences*, 11(18), 8782. <https://doi.org/10.3390/app11188782>
- Rick, T. C., & Sandweiss, D. H. (2020). Archaeology, climate, and global change in the Age of Humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(15), 8250-8253. <https://doi.org/10.1073/pnas.2003612117>
- Rivera-Collazo, I. (2022). Environment, climate and people: Exploring human responses to climate change. *Journal of Anthropological Archaeology*, 68, 101460. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2022.101460>
- Roberts, P., Hunt, C., Arroyo-Kalin, M., Evans, D., & Boivin, N. (2017). The deep human prehistory of global tropical forests and its relevance for modern conservation. *Nature plants*, 3(8), 1-9. <https://doi.org/10.1038/nplants.2017.93>
- Saatsaz, M., & Rezaie, A. (2021). Water Resources management, technology, and culture in ancient Iran. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 2021, 1-40. <https://doi.org/10.5194/HESS-2021-173>
- Saedi, Z., & Aali, H. (2021). Assessment of effective factors in sustainable architecture of Qajar period historical houses (case study houses of Qom city) (May 11, 2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3843717> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3843717>

- Schewe, J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, N. W., Clark, D. B., ... & Kabat, P. (2014). Multimodel assessment of water scarcity under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3245-3250. <https://doi.org/10.1073/pnas.1222460110>
- Schmidt, A., Quigley, M., Fattahi, M., Azizi, G., Maghsoudi, M., & Fazeli, H. (2011). Holocene settlement shifts and palaeoenvironments on the Central Iranian Plateau: Investigating linked systems. *The Holocene*, 21(4), 583-595. <https://doi.org/10.1177/0959683610385961>
- Shaikh Baikloo Islam, B. , Chaychi Amirkhiz, A. and Mosadeghi Amini, F. (2023). Extremes and Cultures: Investigating the Decline of the Chalcolithic Age in the Tehran Plain with the Environmental Archaeology Approach. *Iranian Journal of Archaeological Studies*, 13(1), 77-90. <https://doi.org/10.22111/ijas.2023.45046.1259>
- Shaikh Baikloo Islam, B. (2020). Holocene climatic events in Iran. *Climate Change Research*, 1(4), 35-48. <https://doi.org/10.30488/ccr.2020.244327.1017>
- Shaikh Baikloo Islam, B., & Chaychi Amirkhiz, A. (2020). Human-Climate Connection in North Central Iran Between 6000 and 2700 BCE. *Iranian Journal of Archaeological Studies*, 10(1), 75-93. <https://doi.org/10.22111/ijas.2020.6792>
- Sharifi, A., Pourmand, A., Canuel, E. A., Ferer-Tyler, E., Peterson, L. C., Aichner, B., ... & Swart, P. K. (2015). Abrupt climate variability since the last deglaciation based on a high-resolution, multi-proxy peat record from NW Iran: The hand that rocked the Cradle of Civilization?. *Quaternary Science Reviews*, 123, 215-230. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.07.006>
- Simbolon, R. S., & Comer, A. (2023). Unveiling the Past: LiDAR Technology's Role in Discovering Hidden Archaeological Sites. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Humaniora*, 12(1), 14-30. <https://doi.org/10.35335/jiph.v12i1.28>
- Taghavi-Jeloudar, M., Han, M., Davoudi, M., & Kim, M. (2013). Review of ancient wisdom of Qanat, and suggestions for future water management. *Environmental Engineering Research*, 18(2), 57-63. <https://doi.org/10.4491/EER.2013.18.2.057>
- Taher Tolou Del, M. S., Bayat, S., & Zojaji, N. (2022). The effect of building plan form on thermal comfort in the traditional residential patterns of the hot and dry climate of Qom. *Heritage Science*, 10(1), 185. <https://doi.org/10.1186/s40494-022-00807-1>
- Tiloca, M. T., Vanessa, L., Paola Antonia, D., Federico, S., Marco, C., Giuseppe, B., & Luigi, L. (2024). The role of management practices on soil seed bank agrobiodiversity and agronomic sustainability in a horticultural cropping system. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 70(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/03650340.2024.2414990>
- Weiss, H. (Ed.). (2017). *Megadrought and collapse: from early agriculture to Angkor*. Oxford University Press.
- Wilkinson, K., & Stevens, C. (2003). *Environmental archaeology: approaches, techniques & applications: Tempus*. Tempus Publishing Ltd.
- Zhu, L., Li, Z., Su, H., & Wang, X. (2021). Temporal and spatial distribution of ancient sites in Shaanxi Province using geographic information systems (GIS). *Heritage Science*, 9, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40494-021-00598-x>