Journal of Research on Archaeometry, 2020; 6 (1):67–80

Journal of Research on Archaeometry

DOI: 10.29252/jra.6.1.67 URL: http://jra-tabriziau.ir/

Original Paper

Climatic Hazards of Fourth Millennium BC and Cultural Responses of Human Societies Case Study: Tehran Plain and Qomroud-Gharachay Basin

Ahmad Chaychi Amirkhiz[1]*, Babak Shaikh Baikloo Islam[2]

[1] Archaeological Research Center, Research Institute of Cultural heritage and Tourism, Tehran, IRAN
[2] Department of History and Archaeology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, IRAN

Received: 02/12/2019 **Accepted: 28/06/2020**

Abstract

Climatic conditions have dried up since the late 5th millennium BC as if Paleoclimate research in the northern hemisphere, particularly Iran and neighboring countries, shows unfavorable climatic conditions and several periods of severe drought during 4th millennium BC. Also, based on environmental sedimentological studies on archaeological sites such as Mafin Abad of Islamshahr and Meymanat Abad of Robat Karim in Tehran province and Ghara Tepe of Qomroud in Qom province, it has been determined that all three sites were flooded by neighboring rivers in the mid and late 4th millennium BC. The occurrence of these floods coincided with the severe droughts in the 4th millennium BC. The enormous floods caused by severe centralized rains are, in principle, one of the main features of climate change and droughts. As the drought intensified, especially since the late-4th millennium BC, human populations in the cultural region of North Central Iran have decreased, leading to a cultural decline during the Bronze Age. This research tries to study the destructive impacts of climate change on ancient societies of the Tehran plain and the Qomroud-Gharachay basin, located in the western part of the North Central region of Iran. For this purpose, paleoclimate research of the Holocene Age and environmental sedimentological studies of ancient sites contemporary with Sialk III period have been used. Also, during environmental surveys of the Mafin Abad site, evidence of an ancient stream (possibly one of the branches of the Karaj River) belonging to the mid-4th millennium BC, was discovered. It is probable that the uprising of the same river destroyed the ancient village. The XRD analysis on the sediments of this river indicates the deliberate selection of this location for establishment of the important settlement in 5th and 4th millennium BC. According to the sedimentology, the ancient stream has been one of the most valuable mine of pottery clay in the whole of North Central Iran. Previously, there was one of the largest ceramic factories near Mafin Abad, which uses peripheral soil. Also, the existence of very fine and excellent pottery of Mafin Abad, belonging to the Cheshmeh Ali Culture with 3mm thickness is another reason to support this hypothesis. Thus, Mafin Abad has great environmental potential for attracting human communities, but has failed to reach the threshold of urbanization. Mafin Abad and Ghara Tepe in the mid-4th millennium BC and Meymant Abad in the late-4th millennium BC ended their lives. Although it is not yet known exactly where the Meymanat Abad settlement was formed after the Mafin Abad collapse, but because the most recent Mafin Abad cultural material belongs to the early Sialk III phase and the oldest Meymanat Abad cultural material belongs to the same period, it is likely that after the end of Mafin Abad due to the flooding of the ancient stream which was a branch of the Karaj River, Meymanat Abad has been established. Since the absolute dating of Meymanat Abad indicates the oldest settlement at around 3700 BC, it may be possible to attribute this date time to the flood in Mafin Abad. As noted, most of the paleoclimate researches confirm the occurrence of a climate change and drought in about 3700-3500 BC. Also, the eventual collapse of Meymanat Abad in

* Corresponding author: a.chaychi@richt.ir

Copyright© 2020, 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.

the late 4th millennium BC overlaps with the 5.2 ka BP drought event (3200 BC) that continued until the early 3rd millennium BC. Since then, the long cultural decline began in the North Central Iran region and covered the whole Bronze Age. Perhaps one of the most important reasons for the significant decreased of settlements and the existence of only one to two layers of settlement after the Sialk III period was severe climate change. These natural hazards have undoubtedly had profound impacts on the subsistence system of the North Central societies of Iran.

Keywords: Dry event, 4th millennium BC, Tehran plain, Qomroud-Gharachay basin, Paleoclimate Research, XRD analysis

پژوهه باستان‌سنجی ۱۳۹۹؛ ۶(۱): ۶۷-۸۰

پژوهه باستان‌سنجی

DOI: 10.29252/jra.6.1.67

URL: http://jra-tabriziau.ir/

مقاله پژوهشی

مخاطرات اقلیمی هزارهٔ چهارم ق.م و پاسخ‌های فرهنگی جوامع انسانی: مطالعهٔ موردی دشت تهران و حوضهٔ قمرود-قره‌چای

احمد چایچی امیرخیز*[۱]، بابک شیخ بیکلو اسلام[۲]

۱. دکترای باستان‌شناسی، استادیار و عضو هیئت‌علمی پژوهشکده باستان‌شناسی، پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری، تهران، ایران

۲. دکترای باستان‌شناسی پیش‌ازتاریخ، گروه تاریخ و باستان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۰۸

چکیده

شرایط اقلیمی از اواخر هزارهٔ پنجم ق.م رو به خشکی گرایید. پژوهش‌های دیرین اقلیم در نیمکرهٔ شمالی، به‌ویژه ایران و کشورهای هم‌جوار، نشان‌دهندهٔ شرایط اقلیمی نامساعد و وقوع چند دورهٔ خشک شدید در طی هزارهٔ چهارم ق.م هستند. همچنین، بر اساس نتایج مطالعات رسوب‌شناسی محیطی محوطه‌های مافین‌آباد اسلام‌شهر و میمنت‌آباد رباط‌کریم در استان تهران و قره‌تپه قمرود در استان قم مشخص شده است که هر سه محوطه در اواسط و اواخر هزارهٔ چهارم ق.م در اثر طغیان رودخانه‌های هم‌جوارشان، به زیر رسوبات سیل رفته‌اند. زمان وقوع این سیل‌ها کاملاً با دوره‌های خشک شدید در هزارهٔ چهارم ق.م مطابقت دارد و اساساً وقوع سیل‌های سهمگین ناشی از بارش‌های متمرکز و سیل‌آسا، یکی از مشخصه‌های اصلی چنین دوره‌هایی به شمار می‌رود. با شدت گرفتن شرایط اقلیمی خشک، به‌ویژه از اواخر هزارهٔ چهارم ق.م، جمعیت انسانی در منطقهٔ فرهنگی شمال ایران مرکزی رو به کاهش گذاشت، به‌طوری‌که منجر به یک افول فرهنگی در طی عصر مفرغ شد. این پژوهش، سعی دارد تا با بهره‌گیری از پژوهش‌های دیرین اقلیم عصر هولوسن و بررسی‌های رسوب‌شناسی محیطی محوطه‌های باستانی هم‌افق با دورهٔ سیلک III، تأثیرات مخرّب تغییرات اقلیمی را بر جوامع انسانی دشت تهران و حوضه قمرود-قره‌چای، واقع در نیمهٔ غربی منطقهٔ فرهنگی شمال ایران مرکزی، مورد بررسی قرار دهد. همچنین، آنالیز عنصری XRD بر رسوبات محوطهٔ مافین‌آباد، تعیین‌کنندهٔ مکان‌گزینی آگاهانهٔ این استقرارگاه در کنار شاخه‌ای از رود کرج است که در اواسط هزارهٔ چهارم ق.م جریان داشته و به‌احتمال‌زیاد، طغیان همین رود موجب تخریب روستای باستانی مزبور شده است. نتایج آنالیز ذکرشده، نشان می‌دهند که رسوبات این رود، یکی از مرغوب‌ترین خاک‌های کشاورزی و سفال‌گری در سراسر منطقهٔ شمال ایران مرکزی بوده است. بنابراین، به‌احتمال‌زیاد، عدم ورود این ناحیه به دورهٔ شهرنشینی، باوجود پتانسیل‌های بالای محیطی‌اش، می‌تواند در ارتباط با وقوع مخاطرات اقلیمی هزارهٔ چهارم ق.م توضیح داده شود.

واژگان کلیدی: دورهٔ خشک، هزارهٔ چهارم ق.م، دشت تهران، حوضهٔ قمرود-قره‌چای، پژوهش‌های دیرین اقلیم، آنالیز XRD

* مسئول مکاتبات: تهران، میدان امام خمینی، خیابان سی تیر، روبروی ساختمان موزه ملی، پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری، کدپستی: ۱۱۳۶۹۱۳۴۳۱

پست الکترونیکی: a.chaychi@richt.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

از دوران پیش‌ازتاریخ تاکنون، خشک‌سالی تهدیدی جدی برای موجودیت انسان بوده و اغلب اوقات، موجب تغییر مسیر تاریخ شده‌است. متون تاریخی سرشار از وقایعی هستند که نشان می‌دهند چطور دوره‌های طولانی‌مدت خشک‌سالی سبب اختلال در عرضهٔ مواد غذایی، قحطی، مهاجرت‌های گستردهٔ انسانی و جنگ‌ها شده‌اند [1]. خشک‌سالی بر فقدان بارندگی مناسب در طی یک دورهٔ طولانی‌مدت دلالت دارد که منجر به افت رطوبت خاک از طریق تبخیر و تعرق زیاد و کاهش آب‌های جاری می‌شود و فعالیت‌های انسانی و زیستی معمول را مختل می‌کند [2]. خشک‌سالی، یک رویداد اقلیمی خزنده است که پیش بینی دقیق آغاز و پایان آن کار آسانی نیست و همچنین، تأثیرات آن، در هر مکان، بسته به میزان آسیب‌پذیری جامعه‌ای که در آن رخ می‌دهد، متفاوت است [3].

شناخت وضعیت اقلیمی و تغییرات آب‌وهوایی تدریجی و ناگهانی در دوران باستان، در بازسازی شرایط زیست‌محیطی مناطق مختلف و شیوهٔ معیشتی جوامع و اجتماعات انسانی ثمربخش است [4]. پژوهش‌های دیرین اقلیم در نیمکرهٔ شمالی، شواهد بسیاری از تغییرات اقلیمی در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف را نشان می‌دهند که با خشک‌سالی‌های شدیدی همراه بوده‌اند، به‌طوری‌که فرهنگ‌ها و تمدن‌های باستانی تحت تأثیر این رویدادهای اقلیمی، دچار فروپاشی کامل و یا دوره‌های ضعف درازمدت شده‌اند، به این دلیل که ظاهراً یا فرصت کافی برای سازگاری با شرایط آب‌وهوایی جدید و دگرگونی‌های زیست‌محیطی را نداشته‌اند و یا اساساً مایل به تغییر فرهنگی و سیستم معیشتی خود برای تاب‌آوری و سازگاری نبوده‌اند، چون در شرایط بسیار سخت، یکی از مهم‌ترین راه‌های حفظ بقا، مهاجرت است که موردپذیرش اغلب جوامع یکجانشین-کشاورز نیست؛ بنابراین، پاسخ‌های جوامع انسانی ساکن در مناطق مختلف به رویدادهای تغییر اقلیم، متفاوت هستند. برخی به هر شکل ممکن، برای بقا تلاش می‌کنند و بعضی دیگر، ایستایی، فرسایش و زوال تدریجی را برمی‌گزینند، به این امید که اوضاع جوّی و طبیعی به‌زودی بهبود یابد.

منطقهٔ فرهنگی شمال ایران مرکزی در طی هزاره چهارم ق.م به‌طور متعدّد دچار رویدادهای آب‌وهوایی حدّی مرتبط با تغییرات اقلیمی، مانند خشک‌سالی‌های طاقت‌فرسا و بارش‌های سیل‌آسای تخریب‌گری شده و با تشدید این شرایط نامطلوب اقلیمی در اواخر این هزاره، میزان جمعیت و تعداد استقرارهای انسانی کاهش فراوانی یافته است. به‌طوری‌که به نظر می‌رسد، اغلب اهالی این منطقه، یا از شدّت وخامت شرایط زیست‌محیطی از بین رفته‌اند یا به مناطق مساعد نامعلومی مهاجرت کرده‌اند. این پژوهش سعی دارد، ضمن بررسی پتانسیل‌های محیطی این منطقه (بامطالعه موردی دشت تهران و حوضه قمرود-قره‌چای)، میزان تأثیرگذاری مخاطرات اقلیمی را بر جوامع انسانی، موردبررسی قرار دهد. مفروض است که وقوع سیل‌های سهمگین به دلیل بارش‌های متمرکز و سیل‌آسا در طی رویدادهای اقلیمی خشک، موجب آسیب‌رسانی جدی به روستاهای باستانی شمال ایران مرکزی شده و عدم ورود این منطقه به دورهٔ شهرنشینی در هزارهٔ سوم ق.م، مرتبط با تغییرات اقلیمی بوده است.

۲. شرایط اقلیمی هزارهٔ چهارم ق.م

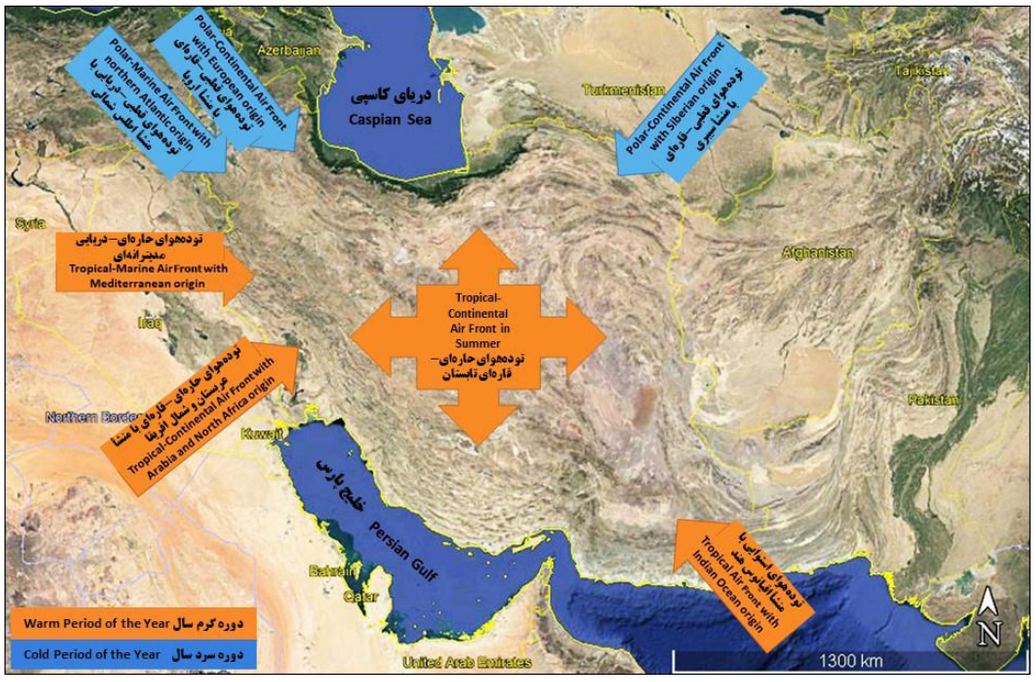
ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند پرفشار جنب حارّه (بین مدار رأس‌السرطان و مدار ۳۵ درجه شمالی)، به‌طورکلی، آب‌وهوایی گرم و خشک دارد، اما گاهی افت دما در زمستان، در برخی مناطق کوهستانی قابل‌ملاحظه است [5]. باوجود وسعت زیاد ایران و همچنین، توده‌هواهایی که هم در بخش مرکزی فلات ایران تولید می‌شوند و هم از جهات مختلف به داخل ایران می‌وزند، اما می‌توان گفت که تغییرات اقلیمی بر سراسر این کشور، تأثیرات مشابهی می‌گذارند (شکل ۱).

بر طبق پژوهش‌های دیرین اقلیم در نیمکره شمالی، در طی هزارهٔ چهارم ق.م چند دورهٔ خشک شدید رخداده است. آزمایش حدود ۵۰ نمونه دیرین‌اقلیم‌شناسی (نمایه اقلیمی) از سراسر جهان، مشخص‌کننده شرایط اقلیمی سرد و خشک در مناطق گرمسیر در طی هزاره چهارم ق.م است [6]. رویداد اقلیمی ۳۹۰۰ ق.م (۵۹۰۰ سال

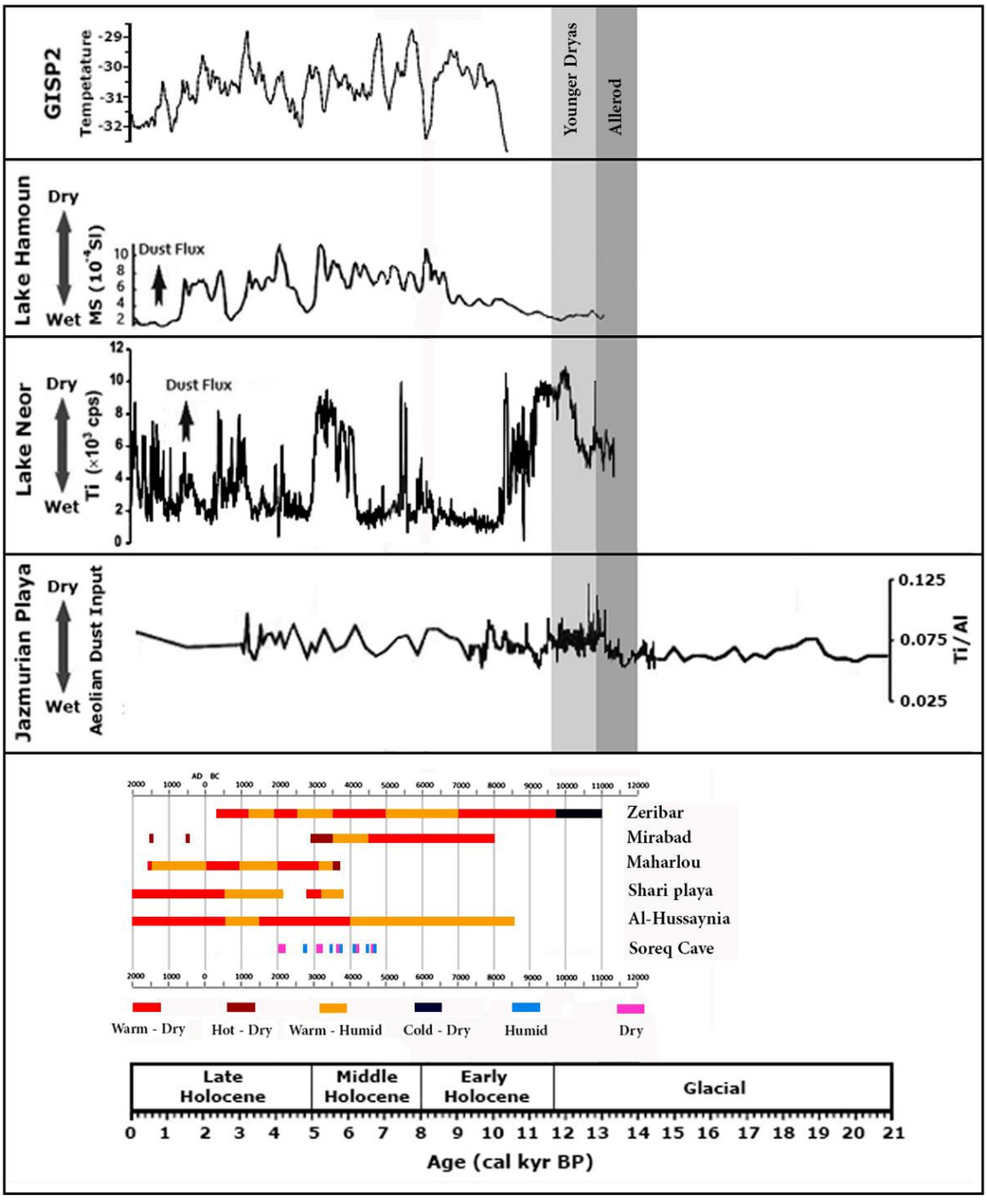
پیش)، چهارمین رویداد سرمایشی جرارد باند است که با پیشروی یخچال‌های قطبی مشخص‌شده است [7-8]. تأثیرات این رویداد به مدت چند قرن می‌توانسته‌است در مناطق مختلف به‌صورت دوره‌های سرمایش و خشک‌سالی احساس شود. بر طبق پژوهش‌های دیرین‌اقلیم‌شناسی مرکز گرینلند (GISP2)، نمودار تغییرات دمای هولوسن نشان‌دهندهٔ افت محسوس دما با اوج ۳۴۰۰ ق.م است [9]؛ اما رویداد خشک ۵/۲ هزارسال‌پیش (از حدود ۳۲۰۰ تا ۳۰۰۰ ق.م) که در ادبیات دیرین‌اقلیم‌شناسی کاملاً شناخته شده است، ازلحاظ زمانی تقریباً همه‌جا ثابت بوده است. بررسی‌های چندین نقطه در خاورمیانه (که در ادامه ذکر خواهند شد) وقوع این رویداد را تأیید می‌کنند. به‌درستی مشخص نیست که علّت این رویداد اقلیمی چه بوده است ولی به نظر می‌رسد، کاهش فعالیت خورشیدی موجب سرمایش و کُند شدن چرخه ترموهالین (دما–شوری) اقیانوسی شده و سرد شدن آب‌های اطلس شمالی سبب کاهش تبخیر و افت میزان بارندگی در اروپا و همچنین، سبب تضعیف سامانه‌های باران‌زای مدیترانه‌ای و موسمی و وقوع یک دورهٔ تغییر اقلیم با مشخصهٔ خشک‌سالی و بی‌نظمی‌های آب‌وهوایی دیگر شده است.

بررسی‌های دریاچهٔ زریبار کردستان نشان می‌دهد که از حدود ۴۹۰۰ تا ۳۵۰۰ ق.م شرایط خشکی بر این منطقه حاکم بوده است [10] و مطالعه‌ای دیگر نشان می‌دهد که شوری آب این دریاچه در ۴۴۰۰ –۳۹۰۰ ق.م افزایش یافته‌است [11]. بررسی‌های دریاچهٔ میرآباد لرستان نشان‌دهندهٔ شرایط بسیار گرم و خشک در ۳۵۰۰–۲۹۰۰ ق.م است [12]. پژوهش‌های دیرین اقلیم دریاچهٔ مهارلو در فارس نیز تعیین می‌کند که در حدود ۳۷۰۰–۳۵۰۰ ق.م شرایط بسیار خشک و در حدود ۳۱۰۰–۲۰۰۰ ق.م شرایط نسبتاً خشکی حاکم بوده است [13]. بر طبق مطالعات دیگر در اطراف این دریاچه، در حدود ۳۲۵۰ – ۲۳۰۰ ق.م اقلیم خشکی وجود داشته است [14]. همچنین، آرشیوهای اقلیمی دریاچهٔ نئور اردبیل [15]، دریاچهٔ هامون سیستان [16] و پلایای جازموریان [17] نشان می‌دهند که در طی هزارهٔ چهارم ق.م، این مناطق شرایط اقلیمی خشک را تجربه می‌کرده‌اند و به همراه آن، افزایش شارّ گردوغبار در این مناطق وجود داشته است.

در مرکز عراق، دو بررسی دیرین‌اقلیم‌شناختی در



شکل ۱: توده‌هواهای ایران
Fig. 1: Air fronts of Iran



شکل ۲: تغییرات اقلیمی عصر هولوسن. GISP2 [8]، هامون [16]، نئور [15]، جازموریان [17]، زریبار [10-11]، میرآباد [12]، مهار لو [13]، شاری‌پلایا [19]، الحسینیه [18]، غار سورق [20].

Fig. 2: Holocene Climate change. GISP2 [8], Hamoun [16], Neor [15], Jazmurian [17], Zeribar [10-11], Mirabad [12], Maharlou [13], Shari playa [19], Al-Hussaynia [18], Soreq Cave [20].

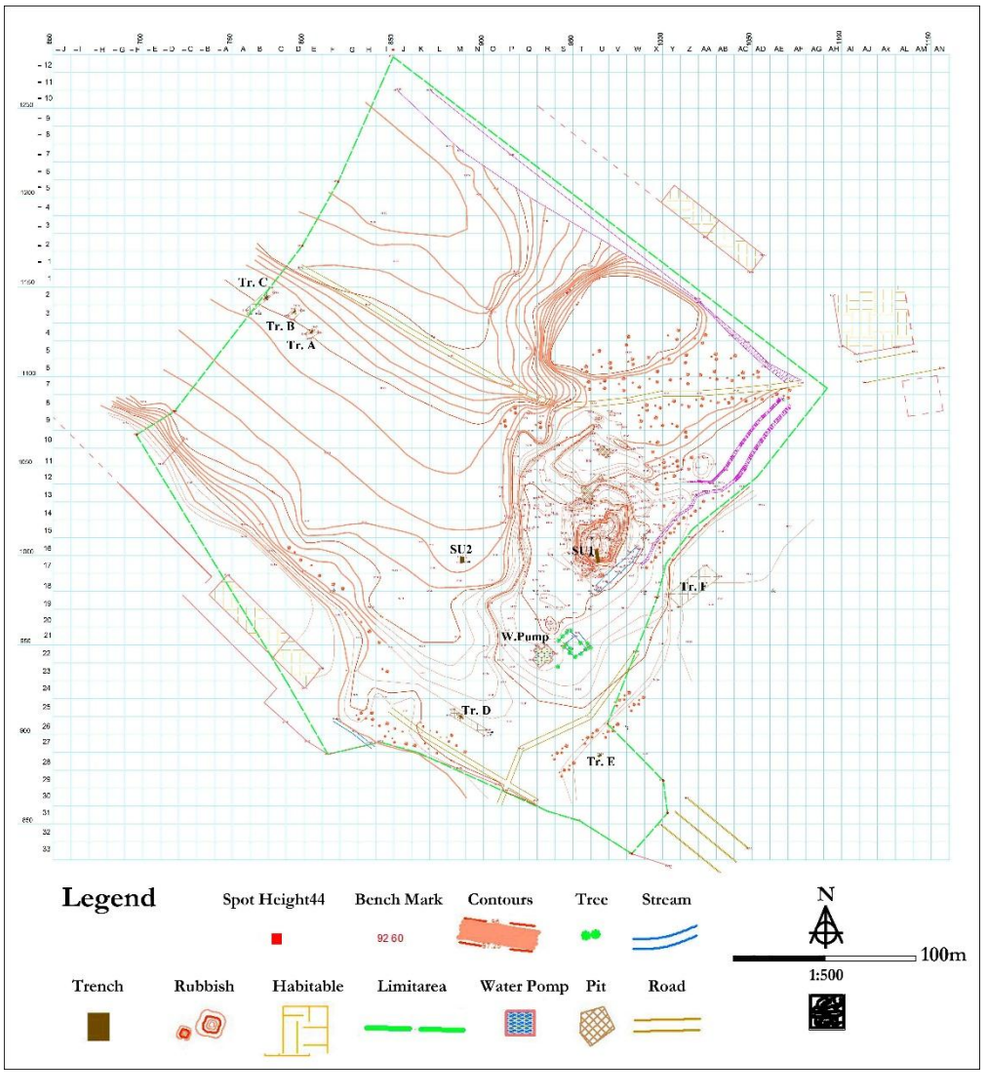
الحسینیه [18] و شاری‌پلایا [19] انجام‌شده است که نتایج الحسینیه نشان می‌دهند که این منطقه، بین ۴۰۰۰ و ۱۵۰۰ ق.م شرایط اقلیمی گرم و خشک را داشته‌است و نتایج شاری‌پلایا همین شرایط را برای ۳۲۰۰–۲۸۰۰ ق.م نشان می‌دهد. مطالعات غار سنگ غار سورق در نزدیکی شهر اورشلیم با وضوح بسیار بالایی مشخص‌کرده که در بازه‌های زمانی ۳۶۰۰–۳۷۰۰ ق.م و ۳۲۵۰–۳۱۷۰ ق.م شرایط اقلیمی خشکی بر این منطقه (شرق مدیترانه)

حاکم بوده است [20]. نتایج آنالیز مغزهٔ رسوبی بستر خلیج عمان نیز برای ۳۲۰۰ ق.م شرایط خشک با افزایش گردوغبار را نشان می‌دهد [21] (شکل ۲).

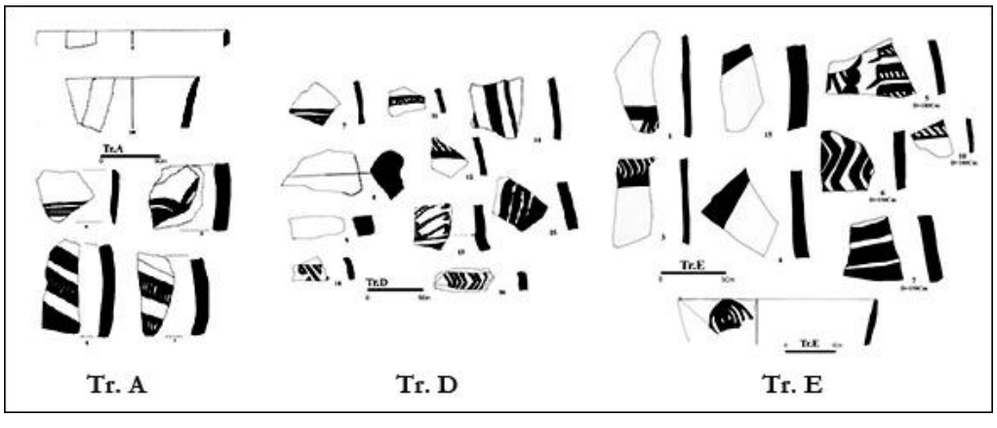
۳. رسوب‌شناسی محیطی در محوطه‌های باستانی شمال ایران مرکزی

۳-۱. محوطهٔ مافین‌آباد: محوطهٔ باستانی مافین‌آباد به موقعیت جغرافیایی "۲۰ ′۳۱ °۳۵ شمالی و "۲۲ ′۱۳ °۵۱ شرقی، در شهرستان اسلامشهر استان تهران واقع است (شکل ۳). این محوطه در اواخر سال ۱۳۸۴ به سرپرستی احمد چایچی امیر خیز مورد کاوش باستان‌شناختی قرار گرفت و مشخص شد که از دورهٔ چشمه‌علی تا اواخر دورهٔ سیلک III (اواسط هزارهٔ چهارم ق.م) یک منطقهٔ مسکونی بوده است. در طی بررسی‌های سال ۱۳۸۵، به‌منظور رسوب‌شناسی محیطی این محوطه، پنج گود با حروف مشخصه A، B، C، D و F در فواصل نسبتاً مناسبی از برجستگی اصلی با ماشین‌های خاک‌برداری حفر شدند و داخل گودهای A تا D، در عمق‌های معیّنی که نخاله و آشغال وجود نداشت، گمانه‌هایی بازشد. گمانهٔ دیگری نیز به نام E، در جنوب تپه، حفر شد. گودهای A، B و C در بخش غربی تپه، کنار هم و در امتداد شمال غربی و به فاصلهٔ تقریباً ۱۰ متر از یکدیگر حفاری شدند. همچنین، گود D در جنوب غربی، گمانه E در جنوب و گود F در جنوب شرقی محوطه، حفر شدند (شکل‌های ۴ و ۵). در گمانه A زیر یک‌لایه خاک متراکم سیلتی و رسی به رنگ قرمز-خاکستری، از عمق ۰/۵ تا ۱/۲۵ متری، یک‌لایه خاک خاکستری (مربوط به محیطی آرام و باتلاقی) به همراه سفال‌های سیلک III1-3 وجود داشت. در گمانه B نیز از عمق ۰/۵ تا ۱ متری، یک لایه خاک خاکستری (مربوط به محیطی آرام و باتلاقی) همراه با سفال‌های سیلک III1-3 یافت شد. در گمانه C، زیر لایه‌های رسوبی متراکم، از عمق ۳/۱ تا ۴/۱۵ متری یک لایه شن با سفال سیلک III4-5 کشف شد. در گمانه D، زیر یک لایه به ضخامت ۳/۵ متر از خاک متراکم سیلتی و رسی به رنگ قرمز (مربوط به یک محیط کم‌انرژی)، از عمق ۴ تا ۴/۷۵ متری، لایه‌ای از شن و لایه‌ای از خاک خاکستری هر دو به همراه سفال‌های سیلک III4-5 مشاهده گردید و در گمانه E، در خاک سطحی همراه با شن تا عمق دو متری سفال‌های سیلک III1-5 وجود داشت [22-23]. همچنین، در گودبرداری برای ساخت برج در حدود ۲۰۰ متری شرق تپه مافین‌آباد و در عمق تقریباً ۶ تا ۸ متری، بقایای رسوبات جریان‌های شدید رودخانه‌ای به‌طور اتفاقی کشف شد که قطعات سفال‌های مس‌سنگی در بدنه آن نمایان بودند. این بارِ رسوب‌گذاریِ عظیم به‌احتمال‌زیاد، جریان‌های شدید رودخانه‌ای-سیلابی را نشان می‌دهند (شکل‌های ۶-۸؛ جدول ۱).

شکل ۳: موقعیت محوطه‌های باستانی و محوطه‌های دیرین اقلیم
Fig. 3: Location of Archaeological and Paleoclimate sites



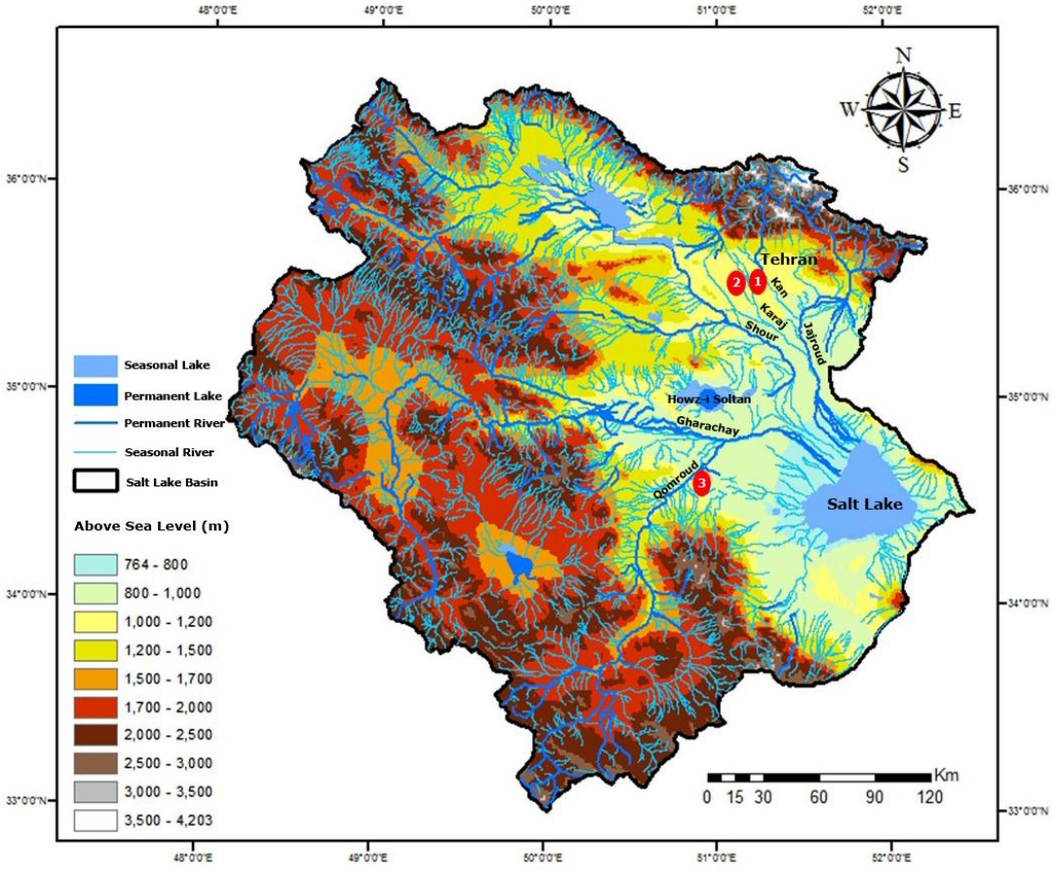
شکل ۴: توپوگرافی و موقعیت ترانشه‌های محوطهٔ مافین‌آباد
Fig. 4: Topography of Mafin Abad site and location of trenches



شکل ۵: طرح سفال‌های کشف‌شده از ترانهشه‌های A، D و E حفرشده در محوطهٔ مافین‌آباد
Fig. 5: Pottery of Mafin Abad site found in trenches A, D and E

شکل ۶: موقعیت محوطه‌های باستانی مافین‌آباد و میمنت‌آباد و رود باستانی در بخش شرقی محوطه مافین‌آباد

Fig. 6: Location of archaeological sites of Mafin Abad and Meymanat Abad and ancient river in the east of Mafin Abad site



شکل ۷: نقشهٔ موقعیت محوطه‌های مافین‌آباد اسلام‌شهر (۱)، میمنت‌آباد رباط‌کریم (۲) و قره‌تپه قمرود (۳) در حوضه‌های آبریز رودخانه‌های کرج و قمرود–قره‌چای

Fig. 7: ArcGIS map of location of Mafin Abad (1), Meymanat Abad (2) and Ghara Tepe Qomroud (3) in the Karaj and Qomroud-Gharachay Basins

شکل ۸: شواهد جریان آبی باستانی در بخش شرقی محوطه مافین‌آباد
Fig. 8: Evidence of an ancient stream in the east of Mafin Abad site

۳-۲. محوطه قره‌تپه قمرود: محوطهٔ باستانی قره‌تپه به موقعیت جغرافیایی ۸ ′۴۳ °۳۴ شمالی و ″۶ ′۳ °۵۱ شرقی، در ناحیهٔ قمرود استان قم واقع است (شکل ۷). بررسی‌ها و کاوش‌های این محوطه به سرپرستی میر عابدین کابلی از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۴ با وقفه‌هایی ادامه داشت و نتایج آن‌ها نشان می‌دادند که از نیمهٔ دوم هزاره ششم ق.م تا اواسط هزاره چهارم ق.م این منطقه، یک منطقهٔ مسکونی بوده است [24-25]. کابلی در زمان کاوش قره‌تپه قمرود، به‌منظور بررسی علّت متروک شدن این محوطه در نیمهٔ نخست هزاره چهارم ق.م، در سال ۱۳۶۹ دو گمانه ۲×۲ متر، یکی در ۱۶۰ متری غرب و دیگری در ۶۰ متری شرق محوطه برای انجام رسوب‌شناسی محیطی حفر کرد. باوجودی که نتیجه خاصی از گمانهٔ غربی حاصل نشد ولی گمانهٔ شرقی اطلاعات حائز اهمیتی را ارائه کرد. در عمق ۲/۲ متری گمانه شرقی، یک‌لایه ۴۵ سانتی‌متری از شن و ماسه آمیخته با سفال‌های شاخص قره‌تپه آشکار شد و در عمق ۲/۶۵ متری، گوشهٔ شمال شرقی گمانه، آثار معماری خشتی به دست آمد. کابلی بر طبق این یافته، نتیجه گرفته است که دلیل اصلی ترک محوطهٔ استقراری قره‌تپه در اواسط هزاره چهارم ق.م وقوع یک سیل عظیم بوده است [24] (جدول ۲).

۳-۳. محوطهٔ میمنت‌آباد: محوطهٔ باستانی میمنت‌آباد (یا میمون‌آباد) به موقعیت جغرافیایی ″۵ ′۳۰ °۳۵ شمال و ″۹ ′۱۰ °۵۱ شرقی، در غرب شهرستان رباط‌کریم استان تهران واقع است (شکل‌های ۶ و ۷)، این محوطه شامل دو برجستگی شمالی و جنوبی است که به سرپرستی روح‌الله یوسفی زُشک در سال ۱۳۹۱ کاوش شده‌است و شواهدی از دوره‌های فرهنگی سیلک III_{6-7b} و IV_1 در آن، وجود دارد. بر طبق تاریخ‌گذاری، این محوطه از حدود ۳۷۰۰ تا ۳۰۰۰ ق.م یک منطقهٔ مسکونی بوده است [26]. نتایج کانی‌شناسی رُسی تپهٔ جنوبی میمنت‌آباد (حدود ۳۵۰۰ – ۳۰۰۰ ق.م) نشان‌داده‌اند که پیش از استقرار، رسوبات حاصل از طغیان رودخانه، سطح زمین را پوشانده بوده‌اند. به همین دلیل، ساکنان اولیه کف‌سازی کرده‌اند [27]. در آخرین مرحلهٔ فرهنگی نیز این محوطه، به دلیل وقوع سیلاب ناگهانی ناشی از طغیان شادچای متروک شده است. رسوب‌شناسی این محوطه، رسوبات دشت آبرفتی را تا عمق یک متری نسبت به سطح زمین نشان می‌دهند.

زیر این لایه، به عمق حدود ۴۰ سانتی‌متر بقایای یک دیوار خشتی یافت شده است. سپس تا عمق ۱/۷ متری، لایه‌ای از خاک بدون آثار فرهنگی وجود داشته و پس‌ازآن، یک‌لایهٔ نسبتاً ضخیم فرهنگی تا عمق حدود ۲/۹ متری مشاهده شده‌است. لایهٔ بعدی، حاوی رسوبات دشت آبرفتی بوده که تا عمق ۳/۴ متری ادامه داشته‌است [28].

جدول ۱: گمانه‌های رسوب‌شناسی محیطی محوطه مافین‌آباد
Table 1: Pits of environmental sedimentology in Mafin Abad site

F	E	D	C	B	A	Depth (Cm)
Constructio n debris And brick kiln waste نخالهٔ ساختمانی و ضایعات کورهٔ آجرپزی	Surface soil with sand and Sialk III1-5 pottery خاک سطحی به همراه شن و ماسه و سفال‌های سیلک III1-5	Surface soil خاک سطحی	Surface soil خاک سطحی	Surface soil خاک سطحی	Dense red-gray clay soil خاک متراکم رسی قرمز–خاکستری	25
			Soil and stone خاک و سنگ			50
			Sand, pieces of nylon and fabric شن و ماسه و تکه‌های نایلون و پارچه	Gray soil with Sialk III1-3 pottery (swampy environment) خاک خاکستری با سفال‌های سیلک III1-3 (محیط باتلاقی)	Gray soil with Sialk III1-3 pottery (swampy environment) خاک خاکستری با سفال‌های سیلک III1-3 (محیط باتلاقی)	75
						100
			Gray soil خاک تیره	Dense red clay soil (low energy environment) خاک متراکم رسی قرمز (محیط کم‌انرژی)		125
					Dense red clay soil (downstream environment) خاک متراکم رسی قرمز (محیط پایین رود و کم‌انرژی)	150
			Dense red clay soil (low energy environment) خاک متراکم رسی قرمز (محیط کم‌انرژی)			175
						200
		Dense red clay soil (low energy environment) خاک متراکم رسی قرمز (محیط کم‌انرژی)				225
						250
			Dense pale brown clay soil (downstream environment) خاک متراکم قهوه‌ای (محیط پایین رود)			275
						300
			Sand with the Sialk III4-5 pottery شن همراه با سفال‌های سیلک III4-5			325
						350
						375
						400
		Sand with the Sialk III4-5 pottery شن همراه با سفال‌های سیلک III4-5				425
			Dense red clay soil			450
		Gray soil and sand with Sialk III4-5 pottery				475
						500

جدول ۲: گمانه دوم رسوب‌شناسی محیطی قره‌تپه قمرود
Table 2: The second trench of environmental sedimentology in Ghara Tepe of Qomroud

Sedimentology of the eastern trench of Ghara Tepe of Qomroud رسوب‌شناسی ترانشهٔ شرقی محوطهٔ باستانی قره‌تپه قمرود	Depth (Cm)
Agricultural soil خاک کشاورزی	83
Thin layer of non-continuous sand لایهٔ نازک شن و ماسهٔ غیرممتد	
Very soft yellow sand that gradually turns brown ماسهٔ زرد خیلی نرم، به تدریج مایل به رنگ قهوه‌ای	148
Thin layer of continuous sand لایهٔ نازک شن و ماسهٔ ممتد	
Dense clay خاک رس سفت	193
Thin layer of non-continuous sand لایهٔ نازک شن و ماسهٔ غیرممتد	
Clay خاک رس	220
Sand layer with Ghara Tepe pottery لایهٔ شن و ماسه با سفال‌های قره‌تپه	265
Architectural deposits in the northeastern corner of Trench نهشته‌های معماری در گوشهٔ شمال شرقی ترانشه	

جدول ۳: کانی‌های موجود در نمونه XRD رسوبات محوطه مافین‌آباد
Table 3: Minerals in XRD sample of Mafin Abad sediments

نام نمونه / Compound Name	فرمول شیمیایی / Chemical Formula
کلسیت / Calcite	(Ca,Mg) CO3
کوارتز / Quartz	SiO2
کلریت / Chlorite	$_{10}(OH)_8(Si,Al)_4\ O(Mg, Fe, Al)_6$
ایلیت / Illite	$K_{1-1,5}\ Al_4\ (Si_{7-6,5}\ Al_{1-1,6})\ O_{20}\ (OH)_4$
فلدسپات و کانی‌های رسی / Feldspar and clay minerals	KAlSi3O8

٤. بررسی نمونه XRD

در جدول ۳، نام کانی‌های موجود در نمونه‌ای از لایهٔ خاک آمده‌است که همه کانی‌های مذکور، به‌صورت خرده در تمام لایه خاک‌های موردبررسی محوطه مافین‌آباد قرارگرفته‌اند. این کانی‌ها محصول هوازدگی و تجزیه شیمیایی موجود در سطح زمین هستند. سیلیس موجود در کوارتز، درصد عمده‌ای از SiO2 موجود در پوسته زمین را تشکیل می‌دهند. میزان حل شدن کوارتز در اثر هوازدگی بسیار ناچیز است. جابه‌جایی شیمیایی در کوارتز و جایگزین شدن آن با سایر کانی‌ها نادر است. کوارتز موجود در این نمونه، از نوع کوارتزهای تخریبی رسوبی‌است. کانی‌های فلدسپاتی نیز ۵ تا ۱۵ درصد حجم سنگ‌های تخریبی عادی را تشکیل می‌دهند و بااینکه فراوان‌ترین کانی هستند ولی به علّت مقاومت کم و تأثیر سریع هوازدگی، نسبت آن‌ها در رسوبات بسیار پایین است. این سری رسوبات تخریبی ممکن است در مراحل آغازین تشکیل، به‌صورت آرکوز یا ماسه‌سنگ‌های فلدسپاتی باشند ولی به‌مرورزمان در اثر تقلیل اندازهٔ دانه‌های فلدسپات و پیشرفت گردشدگی، به انواع ماسه‌سنگ‌های بالغ‌تر مانند ساب آرکوز و ارتوکوارتزیت تبدیل شوند. لازم به ذکر است، آزمایش‌های فوق، در آزمایشگاه رسوب شناسی محیطی و آزمایشگاه XRD دانشگاه بوعلی سینای همدان انجام‌گرفته است.

۵. نتیجه‌گیری

بر طبق پژوهش‌های دیرین اقلیم ایران، در مناطق هم‌جوار و به‌طورکلی، نیمکرهٔ شمالی، در هزارهٔ چهارم ق.م تغییرات اقلیمی مکرّری رخداده است که تشدید رویدادهای آب‌وهوایی حدّی مانند خشک‌سالی‌های درازمدت و بارش‌های سیل‌آسا را در پی داشته‌اند. برای یادآوری، پژوهش دیرین‌اقلیم دریاچهٔ نئور اردبیل، وجود شرایط به شدت خشکی را از حدود ۴۲۰۰ تا ۳۰۰۰ ق.م نشان می‌دهد؛ مطالعات غار سورق در شرق مدیترانه، مشخص‌کنندهٔ دو رویداد خشک در بازه‌های زمانی ۳۷۰۰-۳۶۰۰ و ۳۲۵۰-۳۱۷۰ ق.م است؛ و همچنین، آرشیوهای اقلیمی کف خلیج عمان تعیین‌کنندهٔ شرایط اقلیمی خشک در ۳۲۰۰ ق.م است. بنابراین، به‌طورکلی، می‌توان گفت در هزارهٔ چهارم ق.م شرایط خشکی حاکم بوده که در برخی زمان‌ها، به‌طور طاقت‌فرسایی، بر شدّت و مدّت خشک‌سالی‌ها افزوده شده است. یکی از مشخصات اصلی دوره‌های خشک، افزایش مدّت فصول گرم سال، کاهش بارندگی سالانه، خشکی و نفوذناپذیری خاک، وقوع بارندگی‌های متمرکز و سیل‌آسا و جاری شدن سیلاب‌های سهمگین و مخرّب است. البته، سیلاب همان‌گونه که ویرانگر بوده است، در مواردی می‌توانسته در فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی نیز ثمربخش باشد. به‌بیان‌دیگر، رسوبات ضخیم سیلابی علاوه بر حاصلخیزی خاک، عرصه را برای فعالیت‌های صنعتی مانند سفالگری و ساخت سردوک نیز فراهم می‌کرده است.

در طی بررسی‌های محیطی محوطهٔ مافین‌آباد، شواهد، وجود یک رود باستانی را نشان می‌دهند که یکی از انشعابات رود کرج در اواسط هزارهٔ چهارم ق.م بوده است. به احتمال زیاد، طغیان همین رود موجب تخریب روستای باستانی مزبور شده است. آنالیزXRD رسوبات این رود، تعیین‌کننده مکان‌گزینی آگاهانهٔ این استقرارگاه مهم هزاره‌های پنجم و چهارم ق.م است. نتایج نشان

می‌دهند که رسوبات این رود، یکی از مرغوب‌ترین معادن خاک سفال‌گری در سراسر منطقه شمال ایران مرکزی بوده است. پیش‌تر نیز در کنار محوطهٔ مافین‌آباد یکی از بزرگ‌ترین کارخانه‌های سرامیک‌سازی وجود داشت که از خاک محیطی استفاده می‌کرد. همچنین، وجود سفال‌های بسیار ظریف و عالی نوع چشمه‌علی به ضخامت متوسط سه میلی‌متر که از این محوطه به‌دست‌آمده‌اند، دلیل دیگری برای اثبات این فرضیه است. بنابراین، ناحیه‌ای که مافین‌آباد در آن واقع شده، دارای پتانسیل‌های محیطی بسیاری برای جلب اجتماعات انسانی بوده است و عدم ورود این محوطه (به طور ویژه) به دورهٔ شهرنشینی، می‌تواند در ارتباط با تغییرات اقلیمی و محیطی توضیح داده شود.

مطالعات رسوب‌شناسی محوطه‌های باستانی قره‌تپه قمرود و میمنت‌آباد رباط‌کریم، نشان می‌دهند که این محوطه‌ها نیز به دلیل وقوع سیل از بین رفته‌اند. مافین‌آباد و قره‌تپه در اواسط هزارهٔ چهارم ق.م و میمنت‌آباد در اواخر این هزاره به پایان حیات خود رسیدند. باوجودی که هنوز به‌درستی معلوم نیست که آیا استقرار میمنت‌آباد پس از فروپاشی مافین‌آباد تشکیل‌شده یا خیر، اما به این دلیل که جدیدترین مواد فرهنگی مافین‌آباد مربوط به اوایل مرحلهٔ سیلک III_{6-7b} و قدیمی‌ترین مواد فرهنگی میمنت‌آباد متعلق به همین زمان است، بنابراین، احتمال می‌رود، پس از پایان حیات مافین‌آباد (به احتمال زیاد، به دلیل طغیان رود باستانی که شواهد آن در نزدیکی محوطه کشف شده است)، استقرار میمنت‌آباد در نزدیکی شادچای برپا شده است و چون تاریخ‌گذاری میمنت‌آباد، نشان‌دهنده قدیمی‌ترین اسکان در حدود ۳۷۰۰ ق.م است، شاید بتوان زمان وقوع سیل در مافین‌آباد را به حدود همین زمان نسبت داد. شایان ذکر است، استقرار میمنت‌آباد نیز به دو بخش تقسیم شده است: تپه شمالی از حدود ۳۷۰۰ تا ۳۵۰۰ ق.م و تپه جنوبی که بر رسوبات سیلاب برپا شده از حدود ۳۵۰۰ تا ۳۰۰۰ ق.م. چنانچه ذکر شد، بیشتر پژوهش‌های دیرین اقلیم، وقوع یک دورهٔ تغییر اقلیم را در حدود ۳۷۰۰–۳۵۰۰ ق.م تأیید می‌کنند. همچنین، فروپاشی نهایی میمنت‌آباد در حدود ۳۰۰۰ ق.م نیز با رویداد اقلیمی خشک ۵/۲ هزارسال‌پیش همپوشانی دارد. از این زمان به بعد، دورهٔ افول فرهنگی طولانی‌مدت در منطقهٔ شمال ایران مرکزی آغاز شده و سراسر عصر مفرغ را در برگرفته است. شاید یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش جمعیت و استقرارگاه‌ها و نیز تک لایه‌ای/ دولایه‌ای بودن محوطه‌های هم‌افق با سیلک IV، افزایش و تشدید رویدادهای آب‌وهوایی حدّی بوده باشد. سخن پایانی این است که تغییر اقلیم، به‌مثابه بسته‌ای آکنده از انواع مخاطرات آب‌وهوایی و پدیدآورندهٔ مشکلات بزرگ و عدیدهٔ زیست‌محیطی، بی‌تردید، از پیش‌ازتاریخ تاکنون، اثرات منفی عمیقی بر اقتصاد معیشتی و سلامتی جوامع انسانی، به‌ویژه در منطقهٔ فرهنگی شمال ایران مرکزی، گذاشته است. بنابراین، در دورهٔ تغییر اقلیم کنونی زمین که ایران نیز درگیر پیامدهای آن است، جدی گرفتن این رویداد، با توجه به پیشینهٔ آن، ضروری به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

از آقایان دکتر آرش شریفی و دکتر رضا صفایی‌راد به‌خاطر مشاوره‌های دیرین‌اقلیم‌شناختی و راهنمایی‌های ارزشمندشان ارادتمندانه سپاسگزاری می‌کنیم. آزمایش‌های رسوب‌شناسی محیطی محوطهٔ باستانی مافین‌آباد توسط آزمایشگاه گروه زمین‌شناسی دانشگاه بوعلی‌سینای همدان انجام شده است. بنابراین، در اینجا لازم می‌دانیم از خانم دکتر بهناز بلمکی (متخصص رشتهٔ زمین‌شناسی چینه‌فسیلی از دانشگاه نوادا) کارشناس وقت این آزمایشگاه و از آقای دکتر بهروز رفیعی، دانشیار رشتهٔ زمین‌شناسی زیست‌محیطی دانشگاه بوعلی‌سینا صمیمانه قدردانی نماییم. همچنین، از حمایت‌های ادارهٔ کل میراث فرهنگی و صنایع دستی و گردشگری استان تهران در انجام کاوش‌های مافین‌آباد به سرپرستی احمد چاپچی‌امیرخیز کمال تشکر را داریم.

References

[1] Wilhite, D. A. Drought Mitigation Center Faculty Publications; 1992, 64. P. 81-82.

[2] Barry RG, Chorley RJ. Atmosphere, weather and climate. Routledge; 2009 Oct 20.

[3] Wilhite DA, Glantz MH. Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. Water international. 1985 Jan 1;10(3):111-20.

[4] Shaikh Baikloo B. The Impact of Climate Changes of the Mid-Holocene Era on the Cultures of Sixth to Fourth millennium BC in the North of central Iran. Ph.D. in Archeology, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran: Faculty of Humanities and Social Sciences; 2017. P. 217. [in Persian]
[شیخ بیکلو بابک. تأثیر تحولات اقلیمی عصر هولوسن میانی بر فرهنگ‌های هزاره ششم تا چهارم پیش از میلاد در شمال ایران مرکزی [منتشرنشده]. رساله دکترای باستان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران: دانشکده علوم انسانی و اجتماعی؛ ۱۳۹۶. ص. ۲۱۷.]

[5] Frenken K. Irrigation in the Middle East region in figures AQUASTAT Survey-2008. Water Reports. 2009(34).

[6] Mayewski PA, Rohling EE, Stager JC, Karlén W, Maasch KA, Meeker LD, Meyerson EA, Gasse F, van Kreveld S, Holmgren K, Lee-Thorp J. Holocene climate variability. Quaternary research. 2004 Nov 1;62(3):243-55.

[7] Bond G, Kromer B, Beer J, Muscheler R, Evans MN, Showers W, Hoffmann S, Lotti-Bond R, Hajdas I, Bonani G. Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. Science. 2001 Dec 7;294(5549):2130-6.

[8] Bond G, Showers W, Cheseby M, Lotti R, Almasi P, DeMenocal P, Priore P, Cullen H, Hajdas I, Bonani G. A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates. science. 1997 Nov 14;278(5341):1257-66.

[9] Alley RB. GISP2 ice core temperature and accumulation data. IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series. 2004; 13:2004.

[10] Maghsoudi M, Jafarbigloo M, Rahimi O. Sedimentary evidence of climate change in Zeribar Lake during the Holocene. Natural Geography Research. 2014;46(1): 43-58. [in Persian]
[مقصودی مهران، جعفربیگلو منصور، رحیمی امید. شواهد رسوبی تغییرات اقلیمی در دریاچه زریبار طی دوره هولوسن. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. ۱۳۹۳؛ ۴۶ (۱): ۴۳-۵۸.]

[11] Wasylikowa K, Witkowski A, Walanus A, Hutorowicz A, Alexandrowicz SW, Langer JJ. Palaeolimnology of Lake Zeribar, Iran, and its climatic implications. Quaternary Research. 2006 Nov;66(3):477-93.

[12] Stevens LR, Ito E, Schwalb A, Wright HE. Timing of atmospheric precipitation in the Zagros Mountains inferred from a multi-proxy record from Lake Mirabad, Iran. Quaternary research. 2006 Nov; 66(3):494-500.

[13] Djamali M, De Beaulieu JL, Miller NF, Andrieu-Ponel V, Ponel P, Lak R, Sadeddin N, Akhani H, Fazeli H. Vegetation history of the SE section of the Zagros Mountains during the last five millennia; a pollen record from the Maharlou Lake, Fars Province, Iran. Vegetation History and Archaeobotany. 2009 Mar 1;18(2):123-36.

[14] Lak R. Geological Survey Report of Lake Maharlou, Phase I, Hydrochemistry and Hydrogeochemistry. Tehran: Geological Organization of Iran; 2007. [in Persian]
[لک راضیه. گزارش بررسی زمین‌شناسی دریاچه مهارلو، فاز I، هیدرو شیمی و هیدروژئوشیمی. تهران: سازمان زمین‌شناسی کشور؛ ۱۳۸۶.]

[15] Sharifi A, Pourmand A, Canuel EA, Ferer-Tyler E, Peterson LC, Aichner B, Feakins SJ, Daryaee T, Djamali M, Beni AN, Lahijani HA. 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. 2015 Sep 1;123: 215-30.

[16] Hamzeh MA, Mahmudy Gharaie MH, Alizadeh Lahijani H, Moussavi Harami R, Djamali M. Aeolian sediments deposited in Lake Hamoun; the proxy of frequency and severity of dust storms in Sistan since the late glacial. 2015; 33(1):1-24. [in Persian]
[حمزه محمدعلی، محمودی قرائی محمدحسین، علیزاده لاهیجانی حمید، موسوی حرمی رضا، جمالی مرتضی.

مافین‌آباد اسلامشهر. تهران: سازمان میراث فرهنگی و صنایع دستی و گردشگری؛ ۱۳۸۵. [منتشرنشده].]

[24] Kaboli MA. Archaeological Surveys of Qomroud. Tehran: National Heritage Research Institute; 1999. P. 33, 72, 79, 83, 140-142. [in Persian]
[کابلی میر عابدین. بررسی‌های باستان‌شناسی قمرود. تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی کشور؛ ۱۳۷۸.]

[25] Kaboli MA. Excavations at Ghara Tepe of Qomroud. Tehran: National Heritage Research Institute; 2015. [in Persian]
[کابلی میر عابدین. کاوش‌های قره‌تپه قمرود. تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی کشور؛ ۱۳۹۴.]

[26] Zoshk RY, Mohammadi KB, Zeighami M, Baghizadeh S, Golcheh M, Ahmadpour H, Miri J, Nezhad MG, Nezari N, Mohammadi NB, Alimadadi E. MeymanatAbad Tepe: An important Site in Late Fourth Millennium BC in Iranian Central Plateau. Archaeology. 2015;4(1):13-21.

[27] Maghsoudi, M., Zamanzadeh, S., navidfar, A., Yosefi Zoshk, R., Ahmadpour, H. Geoarchaeology of Prehistoric Settlements Using Micromorphology Methods (The case study: Meimanatabad Cluster). Journal of Archaeological Studies. 2015;7(2):149-164. [in Persian]
[مقصودی، مهران، زمان زاده، سید محمد، نوید فر، اصغر، یوسفی زشک، روح‌الله، احمد پور، حجت‌الله. زمین‌باستان‌شناسی سکونتگاه‌های پیش‌ازتاریخ با استفاده از روش میکرو مورفولوژی (مطالعهٔ موردی: تپهٔ میمنت‌آباد). مطالعات باستان‌شناسی. ۱۳۹۴؛ ۷(۲): ۱۴۹–۱۶۴.]

[28] Maghsoudi M, Zamanzadeh S M, Navidfar A, Mohammadi A, Yosefi Zoshk R. Environmental conditions' study governing on ancient sites with an emphasis on grain size sediment river analysis (Case study: Ancient sites of Meymanatabad and Mafinabad). Quaternary Journal of Iran. 2016;2(1):41-55. [in Persian]
[مقصودی مهران، زمان زاده سید محمد، نوید فر اصغر، محمدی ایوب، یوسفی زشک، روح‌الله. مطالعه شرایط محیطی حاکم بر محوطه‌های باستانی با تأکید بر آنالیز اندازه رسوبات رودخانه (مطالعه موردی: تپه باستانی میمنت‌آباد و مافین‌آباد). فصلنامه کواترنری ایران. ۱۳۹۵؛ ۲(۱): ۴۱–۵۱.]

رسوبات بادی نهشته شده در دریاچهٔ هامون نشانگر فراوانی و شدت توفان‌های گردوغبار سیستان از انتهای آخرین یخبندان تاکنون. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی. ۱۳۹۶؛ ۳۳ (۱): ۱–۲۴.]

[17] Vaezi A, Ghazban F, Tavakoli V, Routh J, Beni AN, Bianchi TS, Curtis JH, Kylin H. A Late Pleistocene-Holocene multi-proxy record of climate variability in the Jazmurian playa, southeastern Iran. Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology. 2019 Jan 15; 514: 754-67.

[18] Ali MO. Palynological evidences on paleoclimate and paleoenvironmental changes during Holocene of Al-Hussaynia District, Central Iraq. Arabian Journal of Geosciences. 2014 Feb 1;7(2):589-95.

[19] Jassim RZ, Al-Rawi YT, Habib HR. Holocene aridification in central Iraq. Iraqi Bulletin of Geology and Mining. 2007;3(1):1-9.

[20] Bar-Matthews M, Ayalon A. Mid-Holocene climate variations revealed by high-resolution speleothem records from Soreq Cave, Israel and their correlation with cultural changes. The Holocene. 2011 Feb;21(1):163-71.

[21] Cullen HM, Demenocal PB. North Atlantic influence on Tigris–Euphrates streamflow. International journal of climatology. 2000 Jun 30;20(8):853-63.

[22] Chaychi Amirkhiz A. Mafin Abad Tepe. Special issue of Tehran province archeological research conference. Research Institute of Archeology, Tehran Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization and Islamic Azad University of Varamin-Pishva Branch. 2007; 37-45 [in Persian].
[چاپچی‌امیرخیز احمد. تپه مافین‌آباد. ویژه‌نامه همایش پژوهش‌های باستان‌شناسی استان تهران. پژوهشکده باستان‌شناسی، سازمان میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری استان تهران و دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین–پیشوا. ۱۳۸۶؛ ۳۷–۴۵.]

[23] Chaychi Amirkhiz A, Mossadeghi Amini F. Excavation to determine the extent and type of soil and sedimentary environment of Mafin Abad Tepe of Islamshahr. Tehran: Cultural Heritage and Handicrafts and Tourism Organization; 2006. [in Persian]
[چاپچی‌امیرخیز احمد، مصدقی امینی فرشید. گمانه‌زنی برای تعیین حریم و تعیین نوع خاک و محیط رسوبی تپه