

واکنش‌های فرهنگی جوامع پیش از تاریخ شمال ایران مرکزی^۱ به تغییرات اقلیمی هولوسن

بابک شیخ‌بیگلوا^۱، احمد چایچی امیرخیز^{II}، حمیدرضا ولی‌پور^{III}

شناسه‌ی دیجیتال (DOI): 10.22084/nbsh.2019.15021.1665

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۱، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۲۴

(از ص ۷ تا ۲۶)

چکیده

در عصر هولوسن، با وجود افزایش پایداری اقلیمی نسبت به عصر آخرین یخبندان، اما تغییرات اقلیمی ناگهانی و شدیدی، به‌طور مکرر و دوره‌ای، در مقیاس‌های جهانی و منطقه‌ای رخ داده‌اند؛ به‌طوری‌که بر فرهنگ و شیوه‌ی زندگی جوامع انسانی تأثیر گذاشته است. واکنش‌های انسانی مؤثر به این رویدادهای اقلیمی، همیشه از طریق سازگاری و یا مهاجرت ممکن بوده است. دوره‌های سرمایش و گرمایش که با پیامدهای طبیعی همچون: خشک‌سالی‌های شدید، توفان‌های گرد و غبار، امواج گرما و سرما، بارش‌های حدی و وقوع سیل‌های سهمگین همراه بوده‌اند، به دلیل تخریب و کاهش محصولات کشاورزی، بروز قحطی، درگیری‌های اجتماعی، مهاجرت‌های گسترده، آوارگی، شیوع امراض کشنده و افزایش مرگ‌ومیر، بر روی سلامتی جسم و روان انسان‌ها نیز تأثیرات قابل‌ملاحظه‌ای داشته‌اند. این پژوهش در پی پاسخ‌گویی به این پرسش اصلی است که تغییرات اقلیمی ناگهانی و شدید هولوسن چگونه باعث تضعیف و اضمحلال فرهنگ‌های پیش از تاریخی منطقه‌ی فرهنگی شمال ایران مرکزی شده‌اند؟ با توجه به این‌که مجموعه‌ی پیامدهای مذکور در جریان تغییر اقلیمی کنونی جهان (گرمایش زمین) در حال وقوع هستند و همچنین، از دوران تاریخی شواهد و مستندات در این خصوص، موجود است؛ این احتمال وجود دارد که فرهنگ‌های پیش از تاریخی نیز طی دوره‌های تغییر اقلیم به علل ذکر شده، دچار افول و فروپاشی شده باشند. بنابراین، این پژوهش به ارتباط احتمالی فرهنگ-اقلیم در منطقه‌ی فرهنگی شمال ایران مرکزی طی هزاره‌های هفتم تا پنجم قبل از میلاد می‌پردازد. بر طبق مطالعات دیرین اقلیم‌شناختی و اطلاعات باستان‌شناختی، در این مدت، وقوع دست‌کم چهار تغییر اقلیمی مؤثر محتمل است که می‌توانستند معیشت ساکنان این منطقه را دچار چالش و اختلال کنند. احتمالاً در بخش اعظمی از دوره‌ی فرهنگی سیلک I شرایط اقلیمی خشکی حاکم بوده است، ولی در اواخر این دوره و همچنین، مرحله‌ی چشمه‌علی قدیم، اقلیم نسبتاً معتدل و مرطوبی حاکم شده است. به نظر می‌رسد، بین حدود ۵۳۰۰-۵۰۰۰ ق. م.، اولین دوره‌ی شکوفایی فرهنگی در شمال ایران مرکزی رخ داده باشد، و دومین دوره‌ی پیشرفت، مربوط به مرحله‌ی چشمه‌علی جدید، بین حدود ۴۷۰۰-۴۴۰۰ ق. م. بوده است. در اواخر هزاره‌ی پنجم قبل از میلاد یک افول فرهنگی و کاهش تعداد استقرارها در بیشتر نواحی این منطقه دیده می‌شود که احتمالاً در ارتباط با وقوع یک دوره‌ی خشک اقلیمی بوده است.

کلیدواژگان: شمال ایران مرکزی، تغییرات اقلیمی هولوسن، واکنش فرهنگی، سیلک، چشمه‌علی.

I. دکترای باستان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات (نویسنده‌ی مسئول).
babak.bagloo@yahoo.com
II. استادیار گروه باستان‌شناسی پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری.
III. استادیار گروه باستان‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی.

۱. این مقاله مستخرج از رساله‌ی دکترای آقای بابک شیخ‌بیگلوا، تحت عنوان: «تأثیر تحولات اقلیمی عصر هولوسن میانی بر فرهنگ‌های هزاره‌ی ششم تا چهارم پیش از میلاد در شمال ایران مرکزی»، با راهنمایی: احمد چایچی امیرخیز، و مشاوره‌ی حمیدرضا ولی‌پور، در: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، نگارش و تنظیم شده است.

مقدمه

به نظر علیت باوران زیست محیطی، انسان در طبیعت دارای آزادی انتخاب نیست و همیشه پندار و کردارش محصول برهمکنش او با محیط زیستش بوده است (دارک، ۱۳۷۹: ۲۱۸). این شاید یک عقیده‌ی کاملاً افراطی به نظر برسد؛ اما، به طور متعادل تری می‌توان باور داشت که پویایی‌های رفتار انسانی با جریان‌ات محیط طبیعی او در ارتباط هستند (فاگان، ۱۳۸۲: ۱۱۳، ۵۸۴). تغییرات اقلیمی گسترده، باعث دگرگونی ساختار محیطی و دسترسی به منابع شده و منجر به فشارهای انتخابی می‌گردند (deMonocal, 2011: 540). پژوهش‌های دیرین اقلیم‌شناختی بسیاری نشان می‌دهند که تغییرات اقلیمی در گذشته، به طور مکرر، رخ داده‌اند و در آینده نیز اتفاق خواهند افتاد. تغییرات اقلیمی ناگهانی و شدید، به طور طبیعی رخ می‌دهند؛ اما، همچنین دخالت انسان در سیستم اقلیم می‌تواند احتمال وقوع این رویدادها را افزایش دهد (Alley et al., 2003: 2005).

عصر زمین‌شناختی هولوسن با پایان عصر ۲/۵ میلیون ساله‌ی پلیستوسن، در حدود ۹۷۰۰ ق.م. آغاز شد. با وجودی که اقلیم هولوسن، دارای نوسانات حدی مشابه با آخرین عصر یخبندان نبوده، اما تغییرات اقلیمی ناگهانی و شدیدی طی آن رخ داده‌اند. فرهنگ‌های انسانی، به طور مستقیم، از این تغییرات اقلیمی تأثیر پذیرفته‌اند و تغییرات محیطی ایجاد شده منجر به دامنه‌ی وسیعی از واکنش‌های فرهنگی، از فروپاشی تا سازماندهی مجدد و توسعه شده‌اند (Anderson et al., 2007: 5, 12). واکنش به تغییر اقلیم در خصوص چگونگی سازگار شدن با مخاطرات آن است و داشتن یک چشم‌انداز فرهنگی می‌تواند به ارائه‌ی پاسخ‌های متفاوت فرهنگی کمک کند (Adger et al., 2013: 113). سازگاری را می‌توان به سه متغیر گسترده طبقه‌بندی کرد: جمعیت، منابع و فناوری، و انتظارات. یافته‌های باستان‌شناختی در مورد برخی جوامع باستانی نشان می‌دهند که با وجود به‌کارگیری مجموعه‌ای از استراتژی‌های سازگاری در برابر خشک‌سالی، اما با شدت گرفتن و طولانی شدن این پدیده، راهکارهایشان مؤثر واقع نشده و منجر به قحطی، درگیری‌های اجتماعی و مهاجرت شده است (Blinman, 2008: 491-492).

جوامع پیش‌ازتاریخ ایران، به‌ویژه منطقه‌ی فرهنگی شمال ایران مرکزی، از آغاز عصر هولوسن (مصادف با ظهور نوسنگی) تاکنون بارها تحت تأثیر تغییرات و نوسانات اقلیمی قرار گرفته و جریان زندگی‌شان دستخوش ناملازمات طبیعت قرار گرفته است. منطقه‌ی شمال ایران مرکزی از سمت شمال و غرب، به ترتیب، توسط رشته کوه‌های البرز و زاگرس محصور شده است و بنابراین، رطوبت نسبتاً ناچیزی را از دریا‌های کاسپین، مدیترانه و اقیانوس اطلس شمالی دریافت می‌کند (علیجانی، ۱۳۷۵). همچنین، تسلط پرفشارهای جنب حاره در بیشتر ایام سال بر روی این منطقه، باعث کاهش میزان بارندگی سالانه می‌شود (حجازی‌زاده و جوی‌زاده، ۱۳۸۹: ۳۲)؛ بنابراین، به طور کلی، اقلیم منطقه‌ی مورد نظر، نیمه خشک تا خشک و از لحاظ محیطی، نیمه بیابانی تا بیابانی است. دوره‌های سرماپیش اقلیمی که با کاهش دمای سطحی آب‌های اقیانوس اطلس شمالی همراه بوده‌اند، موجب

تضعیف کم‌فشارهای مدیترانه‌ای شده (Bar-Matthews et al., 1997; Migowski et al., 2006) و احتمالاً شرایط بسیار خشکی را برای ایران مرکزی مستولی کرده‌اند؛ اما، دوره‌های گرمایش، با افزایش متوسط دمای سالانه و طولانی‌تر بودن فصول گرم سال، از طرفی، به دلیل بالا رفتن میزان تبخیر و در نتیجه، انباشتگی بخار آب در جو، دوره‌هایی از بارش‌های سیل‌آسا را در برخی از مناطق کشور (به‌ویژه در بخش‌های غربی و جنوبی) به وجود آورده‌اند، و از طرف دیگر، با استیلای نیرومندتر و طولانی‌تر سیستم‌های پرفشار جنب حاره و قطبی بر کشور (به‌ویژه در بخش‌های شرقی و مرکزی)، شرایط گرم و خشکی را در طول بیشتری از سال بر این مناطق تحمیل نموده‌اند. به همین دلیل، طی سال‌های گذشته، با روند فزاینده‌ی گرمایش زمین، بخش‌های گسترده‌ای از ایران دچار فشار کم‌آبی و خشک‌سالی شدید، و مناطق غربی کشور درگیر بارش‌های حدّی و سیل‌آسا شده‌اند (Modarres et al., 2016). با توجه به توضیحات مذکور و با پذیرش پیامدهای مشترک تغییر اقلیم کنونی و برخی از تغییرات اقلیمی پیشین عصر هولوسن، با احتمال بالایی می‌توان واکنش‌های فرهنگی جوامع پیش از تاریخ به رویدادهای اقلیمی را توضیح داد.

پرسش و فرضیات پژوهش: مجموعه‌ی اطلاعات باستان‌شناختی و دیرین‌اقلیم‌شناختی (با وضوح بالا)، ارتباط میان انسان-اقلیم را به خوبی نشان می‌دهند، اما دلایل و چگونگی افول و فروپاشی فرهنگ‌ها و تمدن‌های باستانی در ایران، تاکنون مورد مطالعه قرار نگرفته است. پرسش اصلی این پژوهش درباره‌ی همین موضوع است. با توجه به پیامدهای تغییر اقلیم کنونی جهان (گرمایش زمین) که به صورت رویدادهای آب‌وهوایی حدّی مخرب بر شرایط محیطی زمین به شدت تأثیر می‌گذارند و سلامت جسم و روان انسان‌ها را به طور مستقیم و غیرمستقیم مورد تهدید قرار می‌دهند، مفروض است که احتمالاً تغییرات اقلیمی ناگهانی و شدید عصر هولوسن نیز با بروز چنین وقایع و اثراتی، باعث اختلال در نظام معیشتی جوامع باستانی شده‌اند و فرهنگ‌ها را به چالش کشیده‌اند.

روش پژوهش: این پژوهش در واقع بردو جنبه اصلی استوار است؛ اول، نتایج حاصل از مطالعات دیرین‌اقلیم‌شناختی هولوسن انجام شده در ایران و مناطق همجوار که با مطالعات بسیار دقیق صفحه‌ی یخی گرینلند و اطلس شمالی تلفیق شده‌اند، دوم، یافته‌های بررسی‌های میدانی و کاوش‌های باستان‌شناختی در منطقه‌ی فرهنگی شمال ایران مرکزی مربوط به محوطه‌های استقرار متعلق به هزاره‌های هفتم تا پنجم قبل از میلاد (سیلک I، چشمه‌علی و سیلک 3-III)؛ لازم به ذکر است، بیشترین تمرکز بر روی محوطه‌های کاوش شده‌ای است که دارای تاریخ‌گذاری‌های مطلق هستند. اما، پیش از آن، لازم است درباره‌ی پدیده‌ی تغییر اقلیم و پیامدهای آن بر روی طبیعت، جامعه و سلامتی (جسم و روان) کمی بحث شود تا تأثیرات احتمالی تغییرات اقلیمی طی بازه‌ی زمانی مورد نظر، بر شکل‌گیری، تداوم و افول فرهنگ‌های پیش از تاریخی شمال ایران مرکزی به طور ملموس‌تری (به خصوص در مقایسه با وضعیت کنونی گرمایش زمین و عواقب ناشی از آن که در حال وقوع هستند)، قابلیت درک و پذیرش بیشتری پیدا کند و هدف اصلی که

بازسازی تحولات فرهنگی جوامع باستانی منطقه‌ی مزبور در واکنش به تغییرات اقلیمی هولوسن است، با شفافیت بیشتری حاصل شود.

تغییر اقلیم

در ابتدا، شایان ذکر است که شاخص‌های اقلیم و آب‌وهوا از یکدیگر متمایز هستند. اقلیم به میانگین دما یا شرایط بارش طی یک دوره‌ی ۳۰ ساله یا بیشتر اشاره دارد، اما آب‌وهوا به تغییرات شرایط جوی در کوتاه‌مدت (روزانه، فصلی یا سالی) اطلاق می‌شود (Quellet-Bernier & deVernal, 2018: 44). نمودارهای اقلیمی نشان می‌دهند که اقلیم نیز همچون آب‌وهوا، به‌طور مداوم در حال نوسان و تغییر بوده است؛ ولی ما، به‌طور معمول، صرفاً به دگرگون شدن اقلیم به شرایط ناپایدار و ناخوشایندی که بر آسایش زندگی و سلامتی ما سایه می‌افکند، اصطلاح «تغییر اقلیم» را اطلاق می‌کنیم. اگر اقلیم، چه در مقادیر میانگین و چه حدّی، به‌طور شدید، ناگهانی و غیرمنتظره‌ای تغییر کند، می‌تواند تأثیرات اقتصادی و زیست‌محیطی جدّی و گسترده‌ای به‌جا بگذارد و تمدن‌های انسانی را به چالش بکشد (deMenocal, 2001: 232; Claussen, 2008: 672). از دلایل اصلی تغییرات اقلیمی می‌توان به تغییرات دوره‌ای محور و مدار کره‌ی زمین (موسوم به چرخه‌ی میلانکوویچ)، تغییر جریان‌ات آب‌های اقیانوسی (چرخه‌ی ترموهالین)، تغییرات دوره‌ای فعالیت‌های خورشیدی، تغییر در میزان گازهای گلخانه‌ای، شامل: دی‌اکسید کربن، متان، نیتروژن، بخار آب و غیره (Denton & Karlén, 1973; Mayewski et al., 1997; Bond et al., 2001; Anderson et al., 2007; Berger, 2013) اشاره کرد. رویدادهای کوتاه‌مدت اینینیو و لانینیا، موسوم به پدیده‌ی اینسو در اقیانوس آرام (Holton & Dmowska, 1989) در زمره‌ی نوسانات آب‌وهوایی کوتاه‌مدت قرار می‌گیرند. در بروز رویداد النینیو، دمای آب اقیانوس آرام در بخش غربی آمریکای جنوبی بالا رفته و توفان‌های شدیدی در این مناطق رخ می‌دهند؛ برعکس، در دوره‌های لانینیا، آب‌وهوای این مناطق سرد و خشک است. طی پدیده‌ی النینیو که می‌تواند حداکثر تا یک دهه ادامه داشته باشد؛ به‌نظر می‌رسد، بارش‌های سالانه‌ی ایران افزایش می‌یابد، اما پدیده‌ی لانینیا معمولاً با دوره‌های خشک‌سالی در کشور ارتباط دارد (مدرس‌پور، ۱۳۷۶).

پیامدهای تغییر اقلیم بر طبیعت و انسان

تغییر اقلیم، چه به‌سرعت و چه به‌صورت بطئی، می‌تواند تأثیرات عمیق و وسیعی بر طبیعت بگذارد، اما میزان فشار و فرصت سازگاری و در نتیجه، بقای جانداران، بسته به شدت و مدت آن، متغیر است. انسان‌ها در واکنش به تغییرات شدید و مکرر اقلیمی، پیوسته سعی کرده‌اند سازگاری پیشه‌کنند و یا به منطقه‌ی مساعد دیگری مهاجرت نمایند. یافته‌های باستان‌شناختی نشان می‌دهند که انسان‌ها خود را با اقلیم بسیار سرد اواخر عصر پلیستوسن و با شرایط بسیار خشک بیابان‌های آفریقا در عصر هولوسن جدید سازگار کرده‌اند. اما، بعضی از تمدن‌های باستانی در نتیجه‌ی تغییر اقلیم دچار فروپاشی شده‌اند (Prentice, 2009: 2)؛ بنابراین، تشخیص چگونگی پیوند انسان-

محیط بسیار متنوع و متغیر است و ارتباط ساده‌ای بین تغییر اقلیم و واکنش‌های زیستی و فرهنگی انسان وجود ندارد (Petrie & Weeks, 2018: 302). تغییر اقلیم به چند طریق می‌تواند حیات و بقای انسان را تحت تأثیر قرار دهد؛ رویدادهای حدّی آب‌وهوایی (شامل امواج گرما، بارش‌های سیل‌آسا، خشک‌سالی و توفان)، کاهش تولیدات غذایی منطقه‌ای، شیوع انواع بیماری‌ها، جنگ، مهاجرت و آوارگی (McMichael et al., 2006). بر طبق مستندات تاریخی، خشک‌سالی‌ها از عوامل اصلی بروز قحطی، سوء تغذیه و افزایش میزان مرگ‌ومیر بوده‌اند. همچنین، تأثیر دوره‌های نامطلوب اقلیمی و آب‌وهوایی در ارتباط با شیوع امراض عفونی و کشنده‌ای همچون: طاعون، وبا، آبله و اسهال خونی، به‌طور شفاف‌ی شناسایی شده است (McMichael, 2012).

طیف گسترده‌ای از پیامدهای تغییرات اقلیمی می‌توانند با ایجاد اختلالاتی همچون اضطراب و افسردگی شدید بر سلامت روانی افراد تأثیرات سوئی بگذارند (Trombley et al., 2017: 45-46; Frumkin et al., 2008: 442). زمانی که دمای هوا از حد مطلوب انسان بالاتر رود، میزان مرگ و میر هم افزایش می‌یابد؛ البته رابطه‌ی دما و میزان مرگ و میر برحسب عرض جغرافیایی و منطقه‌ی اقلیمی بسیار متفاوت است. مردم در شهرهای گرم بیشتر با سردتر شدن هوا و در شهرهای سرد اغلب با گرم‌تر شدن هوا دچار آسیب می‌شوند (McMichael et al., 2006: 861). موج گرمایی که در تابستان سال ۲۰۰۳ (۱۳۸۲) در اروپا رخ داد، موجب مرگ حدود هفتاد هزار نفر شد (Robin et al., 2008). دلیل اصلی این اتفاق، فقدان وسایل تهویه و سرمایشی در ساختمان‌های اروپا بود که به‌طور معمول نیازی به آن ندارند. این موضوع را شاید بتوان با وضعیت زندگی مردمان پیش از تاریخ مقایسه کرد که اصولاً دارای چنین تجهیزاتی نبودند؛ بنابراین، می‌توان تصور کرد که آن‌ها با محدودیت‌هایی که داشتند، در چنین شرایطی تا چه اندازه می‌توانستند آسیب‌پذیر باشند. احتمالاً بهترین راه مقابله با گرمایش اقلیمی شدید، مهاجرت بوده است؛ در غیر این صورت، اگر چنانچه می‌توانستند با وجود خشک‌سالی و فجایع طبیعی دیگر به حیات خود ادامه دهند، اما، در برابر انواع بیماری‌های مرتبط با گرما قادر نبودند برای مدتی طولانی مقاومت کنند.

پژوهش‌های دیرین‌اقلیم‌شناسی جهان

در اینجا، با توجه به این‌که توده‌های هوای غربی (مدیترانه‌ای و اروپایی) بیشترین تأثیر را بر شرایط جوی ایران (خصوصاً ایران مرکزی) دارند، تعدادی از مطالعات مهم دیرین‌اقلیم اروپا و منطقه‌ی شرقی مدیترانه از میان انبوهی از مطالعات سراسر دنیا انتخاب شده و ارائه می‌شوند.

دو منطقه‌ی مهمی که تاکنون مورد پژوهش‌های دیرین‌اقلیم‌شناختی قرار گرفته‌اند و نتایج بسیار دقیقی از آن‌ها حاصل شده است، حوضه‌ی اطلس شمالی (Alley et al., 1997; 2001; 2003) و صفحه‌ی یخی گرینلند (Bond et al., 1997; 2001; 2003; 2004; 2005) هستند. نتایج این دو پروژه‌ی تحقیقاتی مهم که مبنای کار

بسیاری از دیرین‌اقلیم‌شناسان قرار گرفته، توانسته چندین رویداد اقلیمی جهانی عصر هولوسن که احتمالاً موجب اختلال در وضعیت زندگی انسان‌ها شده‌اند را شناسایی نمایند. ابتدا، «باند» توانست ۹ رویداد اقلیمی سرد را معرفی کند: (۱) ۵۰۰ سال پیش، (۲) ۱۵۰۰ سال پیش، (۳) ۲۸۰۰ سال پیش، (۴) ۴۲۰۰ سال پیش، (۵) ۵۹۰۰ سال پیش، (۶) ۸۲۰۰ سال پیش، (۷) ۹۴۰۰ سال پیش، (۸) ۱۰۳۰۰ سال پیش و (۹) ۱۱۱۰۰ سال پیش؛ او این رویدادها را در ارتباط با تأثیر چرخه‌های تقریباً ۱۵۰۰ ساله‌ی فعالیت‌های خورشیدی بر هیدرولوژی سطحی اطلس شمالی طی عصر هولوسن می‌دانست.

بر طبق نمودار تغییرات دمای ۱۱۰ هزار سال گذشته که از دومین پروژه‌ی صفحه‌ی یخی گرینلند (GISP2) تهیه شده، دوره‌های سرمایش نسبتاً شدیدی طی عصر هولوسن (به استثنای عصر یخبندان کوچک از حدود ۱۳۰۰ تا ۱۸۵۰ م.) به‌طور تقریبی هر ۱۰۰ ± ۳۵۰۰ سال در ۷۰۰ م.، ۲۸۰۰ ق. م. و ۶۲۰۰ ق. م. و همچنین، ۳ دوره‌ی گرمایش با اوج‌هایی در ۵۸۵۰ م.، ۴۹۵۰ ق. م. و ۱۳۰۰ ق. م. رخ داده‌اند. طول مدت هر کدام از این تغییرات اقلیمی شدید، حدود ۲۰۰-۳۰۰ سال بوده است. همچنین، رویدادهای گرمایشی دیگری نیز با شدت نسبی کمتری در حدود ۵۴۵۰ ق. م.، ۴۱۰۰ ق. م.، ۳۷۰۰ ق. م.، $۳۲۵۰-۳۰۵۰$ ق. م.، $۲۳۰۰-۲۲۰۰$ ق. م.، ۱۶۰۰ ق. م.، ۳۵۰ ق. م.، ۱۰۰ ق. م.، ۵۰۰ م. و ۱۰۵۰ م. اتفاق افتاده‌اند.

در میان تغییرات سرمایشی، شدت رویداد اقلیمی ۸/۲ هزار سال پیش (۶۲۰۰ ق. م.) که به‌عنوان یکی از تغییرات اقلیمی جهانی ناگهانی و شدید هولوسن شناخته می‌شود، به احتمال زیاد، از سایرین بیشتر بوده است. کل مدت زمان این رویداد سرمایشی که ظرف مدت ۲۰ سال با کاهش دمای $۱/۱ \pm ۳$ درجه‌ی سانتی‌گراد آغاز شده و با افت حداکثری ۲ ± ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد در مرکز گرینلند به اوج خود رسیده، حدود $۵/۵ \pm ۱۶۰/۵$ سال تخمین زده می‌شود که سردترین مرحله‌ی آن ۲ ± ۶۹ سال طول کشیده است (Thomas et al., 2007)؛ با این حال، بر طبق تعدادی از شواهد دیرین‌اقلیم آسیایی، احتمال می‌رود، این رویداد بخشی از یک بی‌نظمی طولانی‌تری بوده که ۴۰۰ تا ۶۰۰ سال طول کشیده است (Rohling & Paliike, 2005). نشانه‌های این تغییر اقلیم در بسیاری از مناطق دنیا، به‌ویژه ایران (Sharifi et al., 2015; Hamzeh et al., 2016; Vaezi et al., 2019) نیز دیده شده است (تصویر ۱). درباره‌ی علت وقوع این رویداد، هم تغییر پروندادهای خورشیدی (Bos et al., 2007) و هم دگرگونی چرخه‌ی ترموهالین (Clark et al., 2002) مفروض قرار گرفته‌اند. براساس مطالعات دیرین‌اقلیم شمال فنلاند، گرم‌ترین شرایط اقلیمی هولوسن در بازه‌ی زمانی ۶۲۰۰-۳۷۰۰ ق. م.، با حداکثر دما در حدود ۵۹۵۰-۴۷۵۰ ق. م. جریان داشته است (Borzenkova et al., 2013: 39). پژوهش‌های دریاچه‌ی هویویی‌یاور در شمال سوئد نیز نشان‌دهنده‌ی رویدادهای سرد در حدود ۶۵۰۰، ۶۲۰۰ و ۵۶۰۰ ق. م. و یک دوره‌ی گرم در حدود ۵۷۰۰ ق. م. است؛ همچنین، از حدود ۵۳۰۰ ق. م. یک تغییر اقلیمی عمده به شرایط گرم‌تر رخ داده است (Rosén et al., 2001). طی بررسی تغییرات اقلیمی هولوسن در امتداد سواحل جنوب شرقی فرانسه

تا جنوب شرقی اسپانیا، ۶ تغییر عمده در پوشش گیاهی این مناطق در ارتباط با دوره‌های اقلیمی خشک شناسایی شده است: ۸۹۰۰-۷۷۰۰ ق.م.، ۶۴۰۰-۵۶۰۰ ق.م.، ۳۳۰۰-۲۲۰۰ ق.م.، ۲۳۰۰-۱۴۰۰ ق.م.، ۸۵۰ ق.م.، ۲۸۰-۰ ق.م.، ۷۰۰-۱۲۵۰ ق.م. احتمال می‌رود که این دوره‌های خشک، واکنش‌های منطقه‌ای به تغییرات اقلیمی جهانی بوده‌اند (Jalut et al., 2000)، (تصویر ۱).

رسوب‌شناسی دریاچه‌ی اوافی در جنوب شرقی عربستان، نوسانات سطحی این دریاچه را در ارتباط با تغییرات مونسونی هند و بارش‌های زمستانی نشان می‌دهد. این پژوهش تعیین‌کننده‌ی کاهش بارندگی و افزایش خشک‌سالی در ۶۲۰۰، ۵۹۰۰ و ۵۶۰۰ ق.م. است (Parker et al., 2006). الگوی مشابه سه رویداد کوتاه‌مدت مزبور در نمونه‌های غار سنگ عمان نیز گزارش شده است (Neff et al., 2001)؛ همچنین، مطالعات وادی فاینان در اردن با شناسایی یک دوره‌ی خشک در حدود ۶۰۰۰-۵۴۰۰ ق.م. با میزان بارش سالانه‌ی حدود ۱۵۰ میلی‌متر از این نتایج حمایت می‌کند (Hunt et al., 2004).

بازسازی شرایط اقلیمی هولوسن میانه برای منطقه‌ی شرقی مدیترانه با آزمایش استالاکمیتی از غار سورت در ۳۰ کیلومتری غرب اورشلیم، با دقت ۳ تا ۲۰ سال، نشان داده است که این منطقه شرایط خشکی در حدود ۴۶۵۰-۴۶۰۰ ق.م.، ۴۲۵۰-۴۱۸۰ ق.م.، ۳۷۰۰-۳۶۰۰ ق.م.، ۳۲۵۰-۳۱۷۰ ق.م.، ۲۲۰۰-۲۰۵۰ ق.م. و شرایط مرطوبی در حدود ۴۷۰۰-۴۶۸۰ ق.م.، ۴۵۵۰-۴۴۵۰ ق.م.، ۴۱۷۰-۴۱۰۰ ق.م.، ۳۷۶۰-۳۷۴۰ ق.م.، ۳۵۰۰-۳۴۵۰ ق.م. و ۲۸۰۰-۲۷۰۰ ق.م. داشته است (Bar-Matthews & Ayalon, 2011)؛ همچنین، براساس رسوب‌شناسی دریاچه‌ی زازاری در شمال یونان، رویدادهای خشکی در حدود ۴۲۵۰-۳۹۵۰ ق.م.، ۳۳۲۰-۲۷۵۰ ق.م. و ۲۰۵۰-۱۵۰۰ ق.م. رخ داده‌اند (Cavallari et al., 2007)، (تصویر ۱). مطالعه‌ی نمونه‌های استالاکمیت غار جیتا در لبنان نیز نشان‌دهنده‌ی یک بازه‌ی زمانی خشک در حدود ۴۵۰۰-۳۸۰۰ ق.م. است (Verheyden et al., 2008) که می‌تواند نتایج پژوهش‌های سورت و زازاری را تأیید کند.

با جمع‌بندی این اطلاعات می‌توان با اطمینان نسبتاً بالایی نتیجه گرفت که در بازه‌ی زمانی مورد نظر (حدود ۷۰۰۰-۴۰۰۰ ق.م.) دوره‌های خشکی در ایران مرکزی در حدود ۶۵۰۰-۵۴۰۰ ق.م. و ۴۴۰۰-۴۰۰۰ ق.م. حاکم بوده‌اند که البته طی آن بازه‌های زمانی، به‌طور حتم، نوسانات نسبتاً کوتاه‌مدت مرطوبی وجود داشته است؛ چنانچه در بازه‌ی زمانی مساعدتر ۵۴۰۰-۴۴۰۰ ق.م. نیز قطعاً نوسانات خشک‌سالی رخ داده است. آغاز یک دوره‌ی طولانی‌مدت گرما و افزایش رطوبت (حداکثر گرمای هولوسن) از اوایل هزاره‌ی ششم قبل از میلاد که در مطالعات اروپا دیده شد، و وقوع دوره‌های پی‌درپی خشک‌سالی در همین هزاره، براساس پژوهش‌های عربستان و اردن، نشان می‌دهد که احتمالاً دوره‌های گرم در اروپا با خشک‌سالی در این منطقه همراه بوده‌اند؛ بنابراین، وقوع یک دوره‌ی خشک طی رویداد گرمایشی شدید گرینلند در ۵۰۰۰-۴۹۰۰ ق.م. نیز محتمل است. در مطالعه‌ی دریاچه‌ی نئور اردبیل (Sharifi et al., 2015) خواهیم دید که با

افزایش نسبی میزان گرد و غبار از ۵۰۰۰ تا ۴۹۰۰ ق. م.، وقوع خشک‌سالی در این زمان برای ایران حتمی به نظر می‌رسد.

پژوهش‌های دیرین‌اقلیم‌شناسی ایران

جدیدترین پژوهش‌های دیرین‌اقلیم‌شناسی ایران در دریاچه‌های نئوآردبیل (Sharifi et al., 2015)، هامون سیستان (حمزه و همکاران، ۱۳۹۶؛ Hamzeh et al., 2016) و پلایای جازموریان (Vaezi et al., 2019) می‌توانند سراسر عصر هولوسن را پوشش دهند. حاصل این پژوهش‌ها از سال ۱۳۹۴ ارائه شده‌اند و تا پیش از آن پرداختن به شرایط دیرین‌اقلیم ایران منوط به مطالعاتی با دقت بسیار پایین‌تر بود.

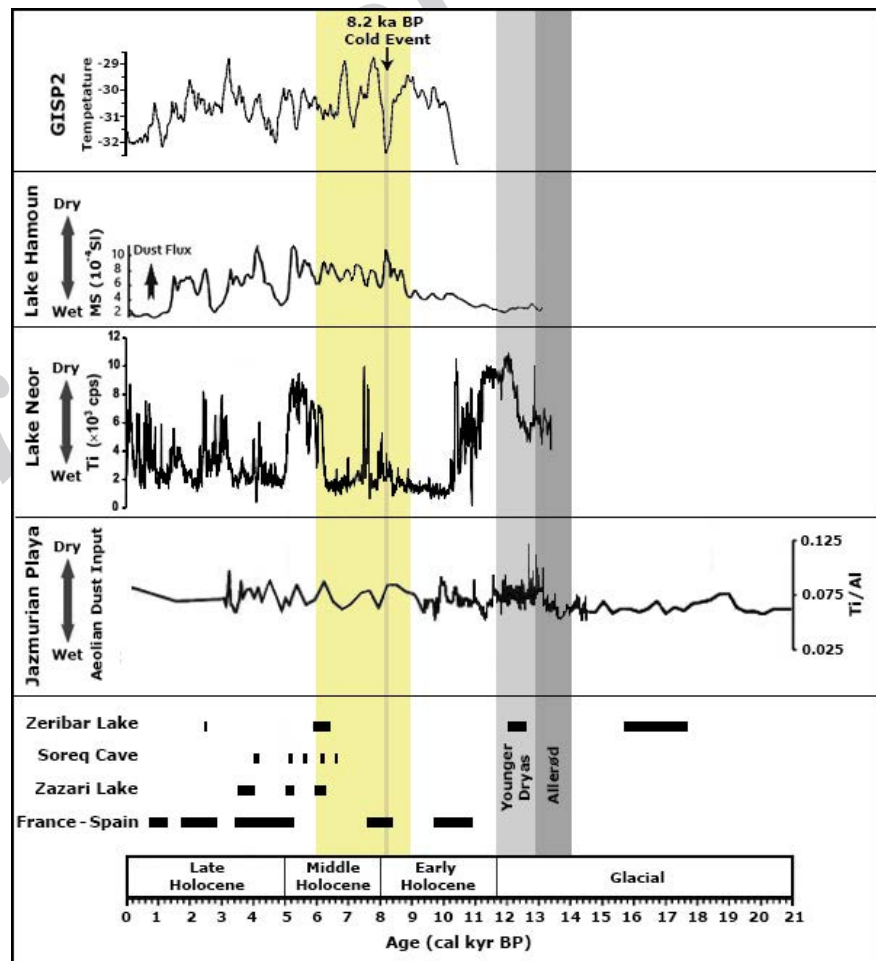
در پژوهش دیرین‌اقلیم‌شناسی دریاچه‌ی نئور، یک مغزه‌ی ۷۷۵ سانتی‌متری برداشت شد و با انجام آزمایش XRF بر روی آن، فراوانی عناصر، Al, Zr, Ti, Fe, K, Rb, Zn, Cu و Co طی حدود سیزده هزارسال گذشته مشخص گردید؛ همچنین، وجود ۲۰ نمونه‌ی تاریخ‌گذاری رادیوکربن بر دقت این تحقیق افزوده است. دوره‌های افزایش فراوانی این عناصر، به خصوص عنصر تیتانیوم (Ti) که حلالیت پایین‌تری دارد، به منزله‌ی افزایش میزان گرد و غبار و در واقع، بروز خشک‌سالی است. بر طبق این پژوهش، طی عصر هولوسن میانه، در بازه‌های زمانی حدود ۶۳۰۰-۵۹۰۰ ق. م.، ۵۶۰۰-۵۴۰۰ ق. م.، ۵۰۰۰-۴۹۰۰ ق. م. و ۴۲۰۰-۳۰۰۰ ق. م. شرایط خشکی بر این منطقه حاکم بوده است (Sharifi et al., 2015)، (تصویر ۱).

با برداشت دو مغزه‌ی ۶۲۰۰ و ۶۸۰۰ سانتی‌متری از دریاچه‌ی هامون، اثر رسوبات بادی در رسوبات دریاچه‌ای برای بازسازی تغییرات محیطی و همچنین، شناخت فراوانی و زمان توفان‌های گرد و غبار دیرینه، مورد بررسی قرار گرفته است. این پژوهش (برخلاف مطالعات دریاچه‌ی نئور) مشخص کرده است که حدود ۲ تا ۳ هزارسال اوایل هولوسن، این منطقه دارای اقلیمی گرم و مرطوب با میزان بادخیزی بسیار کمی بوده است. پس از آن، با آغاز روند کاهش دریافت اشعه‌ی خورشیدی، افت دمای عرض‌های بالایی و تضعیف مونسون، شرایط مساعدی برای ایجاد توفان‌های شدید گرد و غبار در سیستان ایجاد شده است (حمزه و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۰). نمودار تغییرات میزان گرد و غبار از دریاچه‌ی هامون نشان‌دهنده‌ی افزایش کلی این پدیده، به‌طور نوسانی از حدود ۷۰۰۰ تا ۳۰۰۰ ق. م. با اوج‌هایی در حدود ۶۲۰۰، ۵۸۰۰، ۵۳۰۰، ۴۹۵۰، ۴۴۵۰، ۴۲۰۰، ۳۶۰۰ و ۳۲۵۰ ق. م. است (تصویر ۱).

پژوهش در پلایای جازموریان با برداشت یک مغزه‌ی رسوبی ۵ متری امکان بازسازی شرایط اقلیمی ۲۱۰۰۰ سال گذشته را فراهم کرده است. این پژوهش نشان می‌دهد که اقلیم هولوسن اولیه در جنوب‌شرقی ایران به دلیل متأثر بودن از فعالیت بالای مونسون‌های هند و بادهای غربی عرض‌های میانه، بسیار مرطوب بوده است؛ اما، دوره‌های خشک اقلیمی با افزایش شدید فعالیت بادی، به دلیل حرکت منطقه‌ی همگرای جنب حاره به سمت جنوب، پس از هولوسن اولیه مشاهده می‌شود. در هولوسن جدید، عمده‌ی بارش‌های این منطقه، به جای سامانه‌های مونسونی، از بادهای غربی عرض‌های میانه تأمین می‌شود. نتایج این تحقیق

تعیین‌کننده‌ی دوره‌های افزایش خشکی هوا با اوج‌هایی در حدود ۶۲۰۰ ق.م.، ۵۵۰۰ ق.م.، ۴۲۰۰ ق.م. و ۳۴۰۰ ق.م. است (Vaezi et al., 2019)، (تصویر ۱). دریاچه‌ی زریبار در غرب ایران، یکی از مکان‌های قدیمی برای انجام پژوهش‌های دیرین‌اقلیم در ایران بوده و تاکنون مطالعات زیادی با انواع دقت‌ها بر روی این دریاچه انجام شده است. رسوب‌شناسی این دریاچه توسط «واسیلیکوا» توانسته شرایط اقلیمی ۲۵ هزارسال گذشته را بازسازی نماید. نتایج این تحقیق درخصوص بازه‌ی زمانی مورد نظر نشان می‌دهد که سطح آب دریاچه از حدود ۸۰۰۰ تا ۴۰۰۰ ق.م. پایین و یا متغیر بوده و بین حدود ۴۴۰۰ تا ۳۹۰۰ ق.م. میزان شوری آب افزایش داشته است (Wasylikowa et al., 2006)، (تصویر ۱). با وجودی که این نتایج با مطالعات مقصودی و همکارانش (۱۳۹۳) که نشان‌دهنده‌ی یک دوره‌ی گرم و مرطوب در حدود ۶۹۵۰-۴۸۷۰ ق.م. و سپس، یک دوره‌ی گرم و خشک در حدود ۴۸۷۰-۳۵۰۰ ق.م. است (به‌دلیل دقت پایین این پژوهش‌ها)، مطابقت زیادی ندارد؛ ولی می‌تواند گویای این واقعیت باشد که احتمالاً در نیمه‌ی دوم هزاره‌ی پنجم ق.م. شرایط خشکی بر این منطقه حاکم بوده است. این نتیجه، با بیشتر مطالعات ذکر شده همخوانی دارد.

▶ تصویر ۱. تغییرات دما طی عصر هولوسن در مرکز گرینلند (Alley et al., 2004: 65) و تناوب دوره‌های خشک براساس مطالعات دیرین‌اقلیم‌شناختی دریاچه‌های هامون در سیستان و بلوچستان (حمزه و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۷، شکل ۶)، نئور در اردبیل (Sharifi et al., 2015: 222, Fig. 4)، پلایای جازموریان در کرمان (Vaezi et al., 2019: 17, Fig. 5)، زریبار در کردستان (Wasylikowa et al., 2006)، زازاری در یونان (Cavallari and Rosenmeier, 2007)، غار سورق در فلسطین (Bar-Matthews and Ayalon, 2011) و بر اساس تغییرات پوشش گیاهی مناطق ساحلی جنوب‌شرقی فرانسه تا جنوب شرقی اسپانیا (Jalut et al., 2000). دوره‌های خشک در هامون، نئور و جازموریان همراه با افزایش گردوغبار بوده‌اند. نوارهای سیاه نشان‌گر دوره‌های خشک هستند و نوار پهن زرد نشان‌گر بازه‌ی زمانی موردنظر و شامل دوره‌های فرهنگی سیلک I، چشمه‌علی و سیلک 3-III است.



در نتیجه، بر طبق مطالعات اخیر ایران (نئور، هامون و جازموریان) می‌توان گفت که رویداد ۶۲۰۰ ق.م. با خشکی هوا و افزایش فعالیت‌های بادی و گرد و غبار همراه بوده است؛ سپس، دوره‌ی دیگری از خشک‌سالی با افزایش دما به وجود آمده که نمودار دقیق دریاچه‌ی نئور افزایش قابل ملاحظه‌ی شرایط خشک را بین ۵۶۰۰-۵۴۰۰ ق.م. نشان می‌دهد. نمودار جازموریان نیز تعیین‌کننده‌ی یک دوره‌ی خشک با اوج حدود ۵۵۰۰ ق.م. است. با توجه به این‌که دقت نمودار دریاچه‌ی هامون (با نمونه‌ی رادیوکربن) بسیار پایین‌تر است، احتمال دارد که خشک‌سالی ۵۳۰۰ ق.م. (با در نظر گرفتن یک خطای ۲۰۰ ساله)، در واقع مربوط به همین زمان باشد. دلیل این‌که پژوهش‌های زیربار رویداد ۶۲۰۰ ق.م. را نشان نمی‌دهند، به احتمال زیاد با دقت پایین آن‌ها در ارتباط است. این مطالعات قادر نیستند تغییرات اقلیمی ۲۰۰-۳۰۰ ساله را نشان دهند؛ همچنین، افزایش رطوبت در شرایط گرم هزاره‌ی ششم قبل از میلاد در زیربار، احتمالاً به دلیل افزایش فعالیت سیستم‌های مدیترانه‌ای و سودانی در این منطقه بوده است؛ چنانچه در حال حاضر نیز با افزایش گرمای زمین شاهد وقوع بارش‌های حدی و جاری شدن سیل در مناطق غربی کشور هستیم (Modarres et al., 2016).

واکنش‌های فرهنگی به تغییرات اقلیمی در شمال ایران مرکزی

قدیمی‌ترین شواهد استقرار نوسنگی در منطقه‌ی فرهنگی شمال ایران مرکزی، متعلق به ناحیه‌ی شاهرود (۷ محوطه) است (Roustaei, 2012). جدیدترین آزمایش‌های رادیوکربن تپه‌ی غربی سنگ چخماق، این محوطه را به ۶۶۰۰-۷۲۰۰ ق.م. نسبت می‌دهد. استقرار در تپه‌ی شرقی سنگ چخماق، بعد از مدتی وقفه، در حدود ۶۲۰۰ ق.م. شکل گرفته و تا حدود ۵۲۰۰ ق.م. تداوم داشته است (Masuda et al., 2013; Nakamura, 2014: 10; Roustai et al., 2015: 590-591). بنابراین، به نظر می‌رسد، بخش شرقی منطقه‌ی فرهنگی مزبور (نیمه‌ی غربی حوضه‌ی کویر مرکزی) احتمالاً زودتر از بخش غربی (حوضه‌ی دریاچه‌ی نمک) مسکون شده است. وقفه‌ای که بین دو تپه وجود دارد، احتمالاً با رویداد اقلیمی ۶۲۰۰ ق.م. در ارتباط بوده است. استقرار در بخش غربی شمال ایران مرکزی، ظاهراً از حدود ۶۱۰۰ / ۶۰۰۰ ق.م. آغاز شده است. این احتمال وجود دارد که تأثیرات محیطی رویداد ۶۲۰۰ ق.م. مسبب این تأخیر بوده باشد؛ اما علت این‌که چرا پیش از وقوع این تغییر اقلیمی شاهد یک خلاء عظیم فرهنگی هستیم، احتمالاً به تضعیف بادهای غربی در زمانی که شدت انحراف محور زمین بیشتر بود، مربوط می‌شود (Berger, 1978: 2365). این شرایط اقلیمی (بر طبق پژوهش‌های دیرین‌اقلیم نئور، هامون و جازموریان) موجب پدید آمدن یک دوره‌ی خشک با افزایش میزان گرد و غبار در این منطقه شده بود.

تعداد استقرارهای سراسر شمال ایران مرکزی در نیمه‌ی نخست هزاره‌ی ششم ق.م. محدود می‌شود به محوطه‌های چهاربینه (فاضلی، ۱۳۸۵: ۲۱۹-۲۲۰)، مای تپه (رضایی کلج و همکاران، ۱۳۸۹)، مهران آباد (ملک شه‌میرزادی، ۱۳۷۸: ۳۷۲-۳۷۳)، شورابه (ملک شه‌میرزادی، ۱۳۸۲)، تپه‌ی شمالی سیلک (گیرشمن، ۱۳۷۹) و تپه‌ی

شرقی سنگ چخماق (Nakamura, 2014: 10). به غیر از سنگ چخماق شرقی، آثار معماری مربوط به دوره‌ی مزبور که نشان‌دهنده‌ی استقرار دائم و یکجانشینی کامل باشد، تاکنون از محوطه‌های حوضه‌ی دریاچه‌ی نمک به دست نیامده است؛ بنابراین، احتمال می‌رود، سیستم معیشتی مردمان بخش غربی شمال ایران مرکزی در این زمان به صورت نیمه یکجانشینی و با اتکای کمتری به تولید غذا بوده است. شرایط اقلیمی خشکی که از اواسط هزاره‌ی هفتم تا اواسط هزاره‌ی ششم قبل از میلاد بر این منطقه حاکم بوده، تا اندازه‌ی زیادی می‌تواند این وضعیت را توضیح دهد. اما، از اوایل نیمه‌ی دوم هزاره‌ی ششم قبل از میلاد (حدود ۵۴۰۰ ق. م.)، به دلیل پایداری اقلیمی، افزایش رطوبت و بارندگی سالانه، شرایط کشاورزی و استقرار دائم در منطقه مهیا شده است. از این زمان، تعداد استقرارها به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. در بیان تپه‌ی II2 واقع در محوطه‌ی ازبکی ساوجبلاغ (مجیدزاده، ۱۳۸۹)، تپه‌ی معین‌آباد ورامین (حصاری، ۱۳۹۳)، تپه پردیس قرچک، (۵۲۹۰-۴۷۶۰ ق. م.)، تپه زاغه‌ی قزوین (۵۳۸۰-۴۳۰۰ ق. م.)، تپه‌ی ابراهیم‌آباد قزوین (۵۵۳۰-۵۰۰۰ ق. م.)، تپه‌ی چشمه‌علی شهر ری (۵۱۷۰-۴۶۹۰ ق. م.)، تپه‌ی شمالی سیلک (حداکثر ۵۹۰۰-۴۹۰۰ ق. م.) (Pollard et al., 2013, 45, Table)، موشه‌لان تپه‌ی اسماعیل‌آباد (سرلک و معجزاتی، ۱۳۸۶)، تپه‌ی مافین‌آباد اسلامشهر (چاپچی‌امیرخیز، ۱۳۸۶)، قره‌تپه‌ی شهریار (Bertun-Brown, 1979) و قره‌تپه‌ی قمرود (کابلی، ۱۳۹۴) شواهد استقرار با آثار معماری و فعالیت‌های کشاورزی، به همراه شاخصه‌های فرهنگی سیلک I و چشمه‌علی، مربوط به نیمه‌ی دوم هزاره‌ی ششم قبل از میلاد یافت شده است؛ همچنین، محوطه‌ی امین‌سلطان تهران، شامل آثار تدفین به همراه سفال دوره‌ی چشمه‌علی و ابزارسنگی، بر طبق تاریخ‌گذاری مطلق، به حدود ۵۰۰۰ ق. م. تعلق دارد (مصدقی، ۱۳۹۵).

از نمودار تغییرات دمای مرکز گرینلند، به نظر می‌رسد که در ۵۰۰۰-۴۹۰۰ ق. م. اقلیم بسیار گرمی حاکم شده که احتمالاً در این منطقه با خشک‌سالی همراه بوده است. نمودار دریاچه‌ی نئور برای این زمان، افزایش میزان گرد و غبار را نشان می‌دهد که حاکی از شرایط خشک محیطی است (تصویر ۱). تاریخ‌گذاری‌های مطلق محوطه‌های نام‌برده نشان می‌دهد که به غیر از تپه زاغه، مابقی استقرارها (پردیس، چشمه‌علی، ابراهیم‌آباد و سیلک شمالی) بین حدود ۵۰۰۰-۴۷۰۰ ق. م. دچار افول و یا فروپاشی کامل شده‌اند؛ با این‌که دلیل اصلی این افول فرهنگی، باوجود یک دوره‌ی مهم شکوفایی در اوایل ظهور فرهنگ چشمه‌علی (۵۳۰۰-۴۳۰۰ ق. م.) و نوآوری‌های فناوری، همچون کانال آبیاری در تپه پردیس (Gillmore et al., 2009) که می‌تواند به عنوان واکنش‌های فرهنگی به شرایط اقلیمی مساعدتر تلقی شود، هنوز به درستی معلوم نیست، ولی رویداد گرمایش و بروز خشک‌سالی در بازه‌ی زمانی مذکور می‌تواند به عنوان یک فرضیه برای پاسخ به این مسئله در نظر گرفته شود. این احتمال وجود دارد که وقوع دوره‌ی گرمایش، حتی به غیر از پیامدهای خشک‌سالی، رویدادهای آب‌وهوایی حدی دیگری همچون: بارش‌های سیل‌آسا، جاری شدن سیل‌های سنگین و در نتیجه، فرسایش و بی‌حاصل شدن

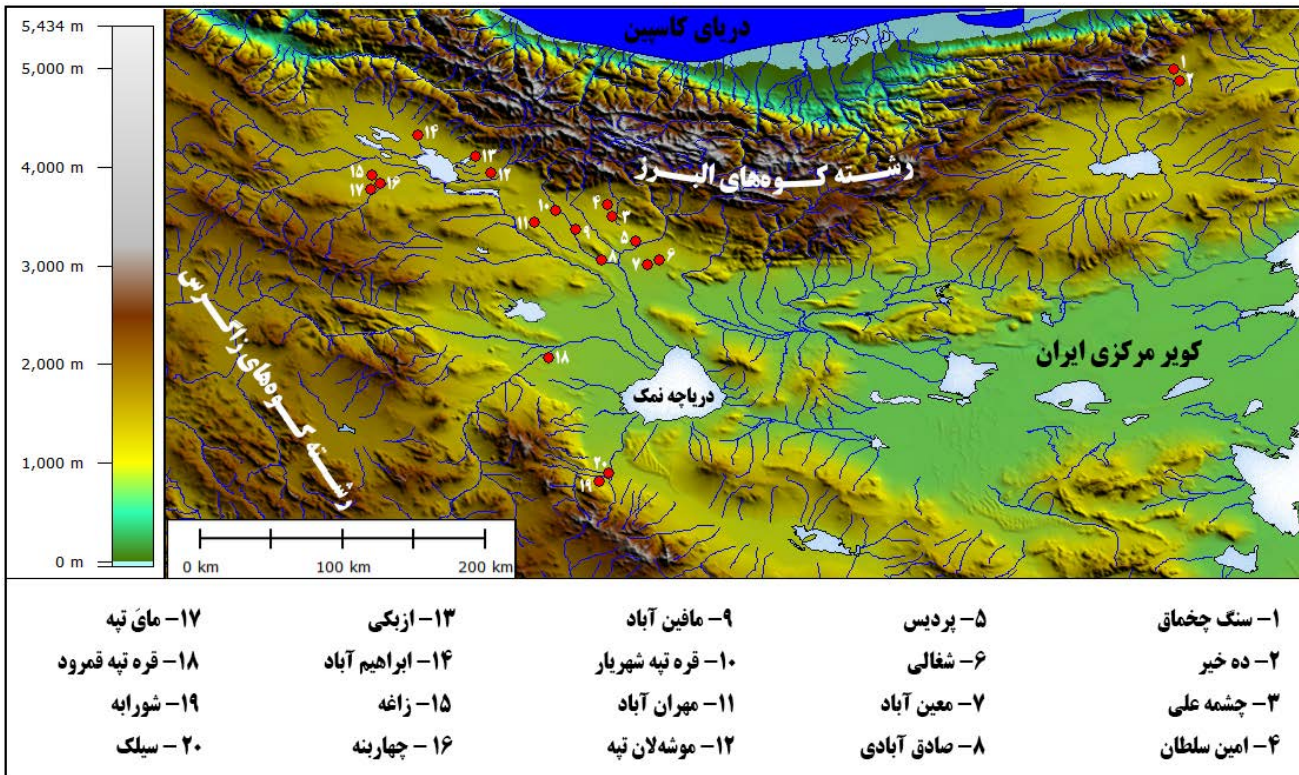
خاک کشاورزی را به همراه داشته و همچنین، شیوع امراض کشنده و بروز قحطی و سوء تغذیه به دلیل تخریب و کاهش محصولات، موجب افزایش میزان مرگ و میر افراد و اختلال در نظم و ساختار جوامع انسانی کشاورز-یکجانشین این منطقه شده باشد. به نظر می‌رسد که تأثیرات زیست محیطی این دوره‌ی گرمایش-خشک‌سالی تا حدود ۴۷۰۰ ق.م. دوام داشته است.

مرحله‌ی دوم شکوفایی دوره‌ی چشمه‌علی را می‌توان به حدود ۴۷۰۰-۴۴۰۰ ق.م. نسبت داد. در این مدت، دهکده‌های بسیاری در این منطقه برپا شدند و افزایش جمعیت قابل ملاحظه‌ای رخ داد (شیخ‌بیکلواسلام، ۱۳۹۶: جدول ۳-۲، نقشه ۳-۱۱). احتمالاً این مرحله‌ی فرهنگی چشمه‌علی نسبت به مرحله‌ی قبلی با جهش‌های بلندتری در خصوص ابداعات تکنولوژیکی، تخصصی شدن برخی فعالیت‌های تولیدی و اقتصادی، پیچیدگی اجتماعی و سازمان‌دهی مناسب آیینی همراه بوده است. پژوهش‌های دیرین‌اقلیم‌شناختی نشان‌گر یک دوره‌ی اقلیمی نسبتاً مطلوبی برای این بازه‌ی زمانی است. اما، ظاهراً تغییر اقلیمی دیگری که از حدود ۴۴۰۰ ق.م. آغاز شده و به تدریج افزایش یافته، دوباره شرایط زندگی را برای اهالی منطقه دشوار کرده است؛ به طوری که از حدود ۴۳۰۰ تا ۴۰۰۰ ق.م. شاهد کاهش معنی‌دار فراوانی استقرارها هستیم. تپه زاغ‌هی قزوین در ۴۳۰۰ ق.م. متروک شده و همچنین، این احتمال وجود دارد که تپه‌ی شغالی ورامین (حصاری و همکاران، ۱۳۸۶) و تپه‌ی مافین‌آباد اسلامشهر (چایچی، ۱۳۸۶) هم طی این رویداد اقلیمی دچار افول شده باشند، اما لایه‌نگاری افقی و فقدان تاریخ‌های مطلق در این محوطه‌ها، اجازه‌ی رسیدن به هرگونه اطمینانی را سلب کرده است. حتی تداوم استقرار در قره‌تپه‌ی قمرود نیز مشکوک به نظر می‌رسد، چون وضعیت گذار از مرحله‌ی ششم به پنجم با یک لایه‌ی ۸۰ سانتی‌متری از دیوارهای فروافتاده و ضایعات ساختمانی همراه است؛ همچنین، این محوطه از تاریخ‌گذاری مطلق معتبری نیز برخوردار نیست (کابلی، ۱۳۹۴: ۲۴۵، ۲۸۷)، (تصویر ۲).

تاکنون محوطه‌های بسیاری طی بررسی‌های باستان‌شناختی در منطقه‌ی فرهنگی شمال ایران مرکزی یافت شده‌اند که ذکر نام و موقعیت همه‌ی آن‌ها در ظرفیت این مقاله نمی‌گنجد، اما طبق پژوهش‌های انجام شده که با بازنگری و تصحیح تاریخ‌گذاری‌های نسبی برای محوطه‌های بررسی شده، همراه بوده است (شیخ‌بیکلواسلام، ۱۳۹۶)، تغییر فراوانی محوطه‌ها طی هزاره‌های هفتم تا پنجم قبل‌ازمیلاد در نموداری ارائه می‌گردد (تصویر ۳). این آمارگیری، با وجود وقوع تغییرات اقلیمی و پیامدهای محیطی و فرهنگی، نشان‌دهنده‌ی روند کلی افزایش جمعیت از دوره‌ی شکل‌گیری تا پایان دوره‌ی چشمه‌علی در این منطقه است.

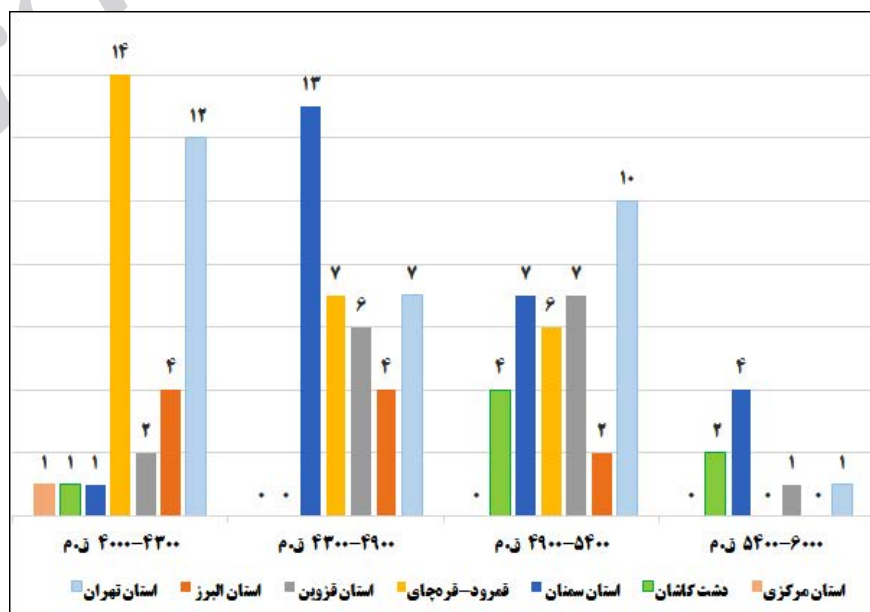
نتیجه‌گیری

تغییرات اقلیمی تدریجی و ناگهانی، با شدت کم و زیاد، و به دلایل طبیعی مختلف، در طی عصر هولوسن، به طور مکرر رخ داده‌اند و بر روی محیط زیست و جوامع انسانی تأثیرگذار بوده‌اند. اثرات تغییرات اقلیمی شدید بر روی طبیعت به صورت



▲ تصویر ۲. موقعیت مکانی محوطه‌های باستانی ذکر شده در منطقه‌ی فرهنگی شمال ایران مرکزی از هزاره‌ی هفتم تا پنجم قبل از میلاد (نگارندگان). سنگ چخماق (Masuda et al., 2013)، ده خیر (Rezvani and Roustaei, 2016)، چشمه علی (Fazeli et al., 2004)، امین سلطان (مصدقی، ۱۳۹۵)، پردیس (فاضلی‌نشلی، ۱۳۸۶)، شغالی (حصاری، ۱۳۸۶)، معین‌آباد (حصاری، ۱۳۹۳)، صادق‌آبادی (فاضلی‌نشلی، ۱۳۸۰)، مافین‌آباد (چایچی امیرخیز، ۱۳۸۶)، قره‌تپه‌ی شهریار (Bertun-Brown, 1979)، مهران‌آباد (ملک‌شهمیرزادی، ۱۳۷۸)، موشه‌لان تپه اسماعیل‌آباد (سرلک و معجزاتی، ۱۳۸۶)، ازبکی (مجیدزاده، ۱۳۸۹)، ابراهیم‌آباد (فاضلی، ۱۳۸۵)، زاغه (فاضلی‌نشلی، ۱۳۸۵)، چهاربینه (فاضلی‌نشلی، ۱۳۸۵)، مای تپه (رضایی کلج و همکاران، ۱۳۸۹)، قره‌تپه‌ی قمروود (کابلی، ۱۳۹۴)، شورابه (ملک‌شهمیرزادی، ۱۳۸۲)، سیلک (گیرشمن، ۱۳۷۹).

► تصویر ۳. نوسانات جمعیتی در منطقه‌ی فرهنگی شمال ایران مرکزی از ۴۰۰۰-۶۰۰۰ ق.م. (شیخ‌بیکل‌اوسلام، ۱۳۹۶: ۱۹۵-۲۱۲). با وجودی که روند کلی این نمودار، افزایش جمعیت را نشان می‌دهد، اما یک افت جمعیتی در سیلک 3-III (۴۳۰۰-۴۰۰۰ ق.م.)، همزمان با وقوع دوره‌ی خشک، در بیشتر نواحی این منطقه، به غیر از استان تهران و حوضه‌ی قمروود-قره‌چای در استان قم، به خوبی مشهود است. با این حال، به دلیل فقدان تاریخ‌گذاری مطلق اکثر محوطه‌ها، این احتمال وجود دارد که اغلب استقرارهای بررسی شده‌ی منسوب به دوره‌ی سیلک 3-III (به‌ویژه در تهران و قم)، در واقع متعلق به سیلک 5-III باشند.



رویدادهای آب‌وهوایی حدّی (امواج گرما و سرما، خشک‌سالی، توفان‌های شدید، بارش‌های سیل‌آسا و وقوع سیل‌های سهمگین) نمودار می‌شوند و با بروز مشکلاتی نظیر: فرسایش خاک، تخریب و کاهش محصولات کشاورزی، بروز قحطی و سوء تغذیه، شیوع امراض عفونی و غیرعفونی خطرناک، درگیری‌های اجتماعی، مهاجرت و آوارگی، موجب افزایش میزان مرگ و میر (خصوصاً در کودکان و افراد آسیب‌پذیر و ضعیف) و اختلالات روانی شدیدی همچون افسردگی و اضطراب شده و بنابراین، شیوه‌ی زندگی و سلامتی انسان‌ها را تحت‌الشعاع خود قرار می‌دهند؛ اگرچه سیستم معیشتی انسان ابعاد گسترده‌ای دارد و شرایط اقلیمی ظاهراً فقط می‌تواند یکی از این جنبه‌ها را پوشش دهد، اما رویدادهای اقلیمی ناگهانی و شدید، این اندازه قدرت دارند که اختیارات انسان در طبیعت را محدود کنند و به تدریج، حتی شخصیت و فرهنگ او را دگرگون سازند. اطلاعات باستان‌شناختی نشان می‌دهند، با وجودی که جوامع انسانی پیوسته سازوکارهایی برای سازگاری و مقابله با مشکلات اقلیمی و محیطی ابداع کرده‌اند، اما این واکنش‌ها نه تنها همیشه جواب‌گوی آن‌ها برای ادامه‌ی بقا نبوده‌اند؛ بلکه با تداوم طولانی مدت رویدادهای حدّی مرتبط با تغییر اقلیم، سرانجام به مرحله‌ی نابودی رسیده‌اند.

منطقه‌ی فرهنگی شمال ایران مرکزی، از هزاره‌ی هفتم تا پنجم قبل از میلاد شاهد تلاش اجتماعات و جوامع انسانی برای خلق واکنش‌هایی مؤثرتر در برابر تغییرات مکرر اقلیمی و شرایط زیست‌محیطی بوده است؛ البته این وضعیت تا به امروز نیز ادامه داشته است. به نظر می‌رسد، پیامد مهم گرمایش زمین برای این منطقه بیشتر به صورت وقوع خشک‌سالی‌های شدید بوده است؛ بنابراین، احتمال دارد که در طی دوره‌های گرم و خشکی که در اوایل هزاره‌ی ششم قبل از میلاد و در اوایل و اواخر هزاره‌ی پنجم قبل از میلاد رخ داده‌اند، به طور قابل ملاحظه‌ای جذابیت اسکان در این منطقه کاهش یافته باشد. با این حال، در خلال همین دوره‌های نامساعد اقلیمی و محیطی، معمولاً یک گذار مهم فرهنگی به مرحله‌ای پیشرفته‌تر رخ داده است که نمود آن را در دوره‌ی شکوفایی بعدی می‌توان به وضوح مشاهده کرد. در نتیجه، می‌توان گفت که تغییرات اقلیمی در جریان تطور فرهنگی جوامع شمال ایران مرکزی نقش مهمی داشته‌اند. براساس مطالعات دیرین اقلیم‌شناختی و اطلاعات باستان‌شناختی، طی هزاره‌های هفتم تا پنجم قبل از میلاد، ۴ دوره‌ی تغییر اقلیمی محتمل است: (۱) دوره‌ی سرد و خشک شدید در حدود ۶۵۰۰-۶۰۰۰ ق.م.، موسوم به رویداد سرمای‌س ۶۲۰۰ ق.م. که ظاهراً در مقیاس جهانی رخ داده است؛ (۲) دوره‌ی گرم و خشک طولانی، بلافاصله پس از دوره‌ی سرما، در حدود ۵۹۰۰-۵۴۰۰ ق.م.، احتمالاً با دو اوج خشک‌سالی در ۵۸۰۰ و ۵۵۰۰ ق.م.؛ (۳) دوره‌ی گرم و خشک در حدود ۵۰۰۰-۴۷۰۰ ق.م.؛ (۴) دوره‌ی خشک در حدود ۴۴۰۰-۴۰۰۰ ق.م.؛ بنابراین، به نظر می‌رسد، اوایل دوره‌ی سیلک I، به طور کلی، با شرایط اقلیمی مساعدی همراه نبوده است. سیستم معیشتی (احتمالاً نیمه‌یکجانشین اجتماعات انسانی (در حوضه‌ی دریاچه‌ی نمک) در نیمه‌ی اول هزاره‌ی ششم ق.م. نیز می‌تواند گواه این مدعا باشد. دوره‌ی چشمه‌علی با یک رویداد اقلیمی گرم و

خشک که در اوایل هزاره‌ی پنجم ق.م. رخ داده است، به ۲ مرحله‌ی قدیم (۵۳۰۰-۴۹۰۰ ق.م.)، با شکوفایی فرهنگی در ۵۳۰۰-۵۰۰۰ ق.م.) و مرحله‌ی جدید (۴۹۰۰-۴۳۰۰ ق.م.)، با شکوفایی فرهنگی در ۴۴۰۰-۴۷۰۰ ق.م.) تقسیم می‌شود. نخستین استقرارهای فرهنگ سیلک 3-III ظاهراً در شرایط اقلیمی خشک و نامطلوبی شکل گرفته‌اند و همچنین، وجود یک دوره‌ی ۱۰۰ تا ۲۰۰ ساله‌ی افول فرهنگی بین پایان چشمه‌علی و آغاز سیلک III در بیشتر نواحی شمال ایران مرکزی محتمل است. در این مرحله‌ی فرهنگی، به نظر می‌رسد، دشت تهران و حوضه‌ی قمرود-قره‌چای از جذابیت بیشتری برای زندگی برخوردار بوده‌اند؛ مگر این‌که تاریخ‌گذاری‌های نسبی را نادرست بدانیم، در این صورت، افت فراوانی استقرارها در ثلث پایانی هزاره‌ی پنجم قبل از میلاد بسیار چشمگیر خواهد بود.

کتابنامه

- چایچی امیرخیز، احمد، ۱۳۸۶، «تپه‌ی مافین‌آباد»، ویژه‌نامه‌ی همایش پژوهش‌های باستان‌شناسی استان تهران در سال ۱۳۸۵، تهران: پژوهشکده‌ی باستان‌شناسی سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان تهران و دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین-پیشوا، صص: ۳۷-۴۵.
- حجازی‌زاده، زهرا؛ و جوی‌زاده، سعید، ۱۳۸۹، مقدمه‌ای بر خشک‌سالی و شاخص‌های آن، تهران: انتشارات سمت.
- حصاری، مرتضی، ۱۳۹۳، «کاوش لایه‌نگاری معین‌آباد، شهرستان پیشوا، استان تهران، استقرار از دوره‌ی روستانشینی ابتدایی در شرق دشت ری، مرکز فلات ایران»، گزارش‌های سیزدهمین گردهمایی سالانه‌ی باستان‌شناسی ایران، ۱۰ تا ۱۲ اسفندماه ۱۳۹۳، تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری، صص: ۱۱۰-۱۱۳.
- حصاری، مرتضی؛ علی‌یاری، احمد؛ و اکبری، حسن، ۱۳۸۶، «گزارش لایه‌نگاری و تعیین حریم در محوطه‌ی باستانی شغالی پیشوا»، گزارش‌های باستان‌شناسی (۷)، مجموعه مقالات نهمین گردهمایی سالانه باستان‌شناسی ایران، تهران: پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی صنایع دستی و گردشگری، پژوهشکده باستان‌شناسی، صص: ۱۶۴-۱۳۱.
- حمزه، محمدعلی؛ محمودی قرائی، محمدحسین؛ علیزاده لاهیجانی، حمید؛ موسوی‌حرمی، رضا؛ و جمالی، مرتضی، ۱۳۹۶، «رسوبات بادی نهشته شده در دریاچه‌ی هامون؛ نشانگر فراوانی و شدت توفان‌های گرد و غبار سیستان از انتهای آخرین یخبندان تاکنون»، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، دوره‌ی ۳۳، شماره‌ی ۱، صص: ۱-۲۴.
- دارک، کن، آر.، ۱۳۷۹، مبانی نظری باستان‌شناسی، کامیار عبدی، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- رضایی‌کلج، محمدرضا؛ داوودی، حسین؛ و صادقی، ابراهیم، ۱۳۸۹، «گزارش مقدماتی گمانه‌زنی در محوطه‌ی نوسنگی جدید مای تپه، بوئین زهرا، قزوین»، پیام

- باستان‌شناس، دوره ۷، شماره ۱۳، صص: ۱-۲۲.
- سرلک، سیامک؛ و معجزاتی، فریبا، ۱۳۸۶، «اسماعیل‌آباد و گاهنگاری فلات مرکزی ایران»، نامه‌ی پژوهشگاه، شماره‌های ۲۰-۲۱، صص: ۱۵-۳۴.
- شیخ‌بیکلواسلام، بابک، ۱۳۹۶، «تأثیر تحولات اقلیمی عصر هولوسن میانی بر فرهنگ‌های هزاره‌ی ششم تا چهارم پیش‌ازمیلاد در شمال ایران مرکزی»، استاد راهنما: احمد چایچی‌امیرخیز، رساله‌ی دکتری باستان‌شناسی پیش‌ازتاریخ، تهران: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- علیجانی، بهلول، ۱۳۷۵، آب‌وهوای ایران، تهران: پیام نور.
- فاضلی‌نشلی، حسن؛ کانینگهام، رابین؛ ولی‌پور، حمیدرضا؛ یانگ، روث؛ گیل‌مور، گوین؛ و مقصودی، مهران، ۱۳۸۶، «گزارش مقدماتی فصل دوم کاوش محوطه‌ی باستانی تپه پردیس ۸۵-۱۳۸۴»، گزارش‌های باستان‌شناسی (۷)، مجموعه مقالات نهمین گردهمایی سالانه باستان‌شناسی ایران، تهران: پژوهشگاه سازمان میراث‌فرهنگی صنایع‌دستی و گردشگری، پژوهشکده باستان‌شناسی، صص: ۴۰۷-۴۳۷.
- فاضلی‌نشلی، حسن، ۱۳۸۵، باستان‌شناسی دشت قزوین، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- فاضلی‌نشلی، حسن، ۱۳۸۰، «بررسی‌های باستان‌شناسی در دشت تهران»، مجله دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران، زمستان، صص: ۱۹۷-۲۱۵.
- فاگان، برایان، ۱۳۸۲، سرآغاز: درآمدی بر باستان‌شناسی (اصول، مبانی و روش‌ها)، ترجمه‌ی غلامعلی شاملو، تهران: سمت.
- کابلی، میرعابدین، ۱۳۹۴، کاوش‌های قره تپه قمروود، تهران: پژوهشگاه سازمان میراث‌فرهنگی کشور.
- گیرشمن، رومن، ۱۳۷۹، سیلک کاشان، ترجمه‌ی اصغر کریمی، تهران: پژوهشگاه سازمان میراث‌فرهنگی کشور.
- مجیدزاده، یوسف، ۱۳۸۹، کاوش‌های محوطه باستانی ازبکی، دو جلد (معماری و سفال)، تهران: اداره کل میراث‌فرهنگی استان تهران.
- مدرس‌پور، آزاده، ۱۳۷۶، «تأثیر رویداد ENSO (الینو-نوسان جنوبی) بر بارندگی و دمای ایران»، نیوار، شماره ۳۳، صص: ۶۷-۷۷.
- مصدقی، فرشید، ۱۳۹۵، «نویافته‌های باستان‌شناسی شهری در تهران»، تهران، کهن شهر من، تهران: موزه ملی ایران، صص: ۴۷-۶۳.
- مقصودی، مهران؛ جعفری‌گلو، منصور؛ و رحیمی، امید، ۱۳۹۳، «شواهد رسوبی تغییرات اقلیمی در دریاچه‌ی زریبار طی دوره‌ی هولوسن»، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، دوره ۴۶، شماره ۱، صص: ۴۳-۵۸.
- ملک‌شهمیرزادی، صادق، ۱۳۸۲، «تپه شورابه»، نقره‌کاران سیلک، طرح بازنگری سیلک، تهران: پژوهشکده باستان‌شناسی سازمان میراث‌فرهنگی کشور، صص: ۱۶۹-۱۷۷.

- ملک‌شهمیرزادی، صادق، ۱۳۷۸، ایران در پیش از تاریخ، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.

- Adger, W. N.; Barnett, J.; Brown, K.; Marshall, N. & O'Brien, K., 2013, "Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation", *Nature Climate Change* 3(2): 112-117.

- Alley, R. B. & Ágústssdóttir, A. M., 2005, "The 8 ka event: cause and consequences of a major Holocene abrupt climate change", *Quaternary Sci Rev* 24: 1123-1149.

- Alley, R. B., 2004, *GISP2 ice core temperature and accumulation data*. IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series, 13.

- Alley, R. B.; Marotzke, J.; Nordhaus, W. D.; Overpeck, J. T.; Peteet, D. M.; Pielke, R. A., ... & Wallace, J. M., 2003, "Abrupt climate change", *science* 299(5615): 2005-2010.

- Alley, R.B.; Mayewski, P.A.; Sowers, T.; Stuiver, M.; Taylor, K.C. & Clark, P.U., 1997, "Holocene climatic instability: a prominent, widespread event 8200 yr ago", *Geology* 25: 483-486.

- Anderson, D. G.; Maasch, K. A.; Sandweiss, D. H., & Mayewski, P. A., 2007, "Climate and culture change: exploring Holocene transitions", *Climate Change and Cultural Dynamics*, 1-23.

- Bar-Matthews, M., & Ayalon, A., 2011. "Mid-Holocene climate variations revealed by high-resolution speleothem records from Soreq Cave, Israel and their correlation with cultural changes", *Holocene* 21: 163-171.

- Bar-Matthews, M.; Ayalon, A. & Kaufman, A., 1997, "Late Quaternary paleoclimate in the eastern Mediterranean region from stable isotope analysis of speleothems at Soreq Cave, Israel", *Quaternary Research* 47(2), 155-168.

- Berger, A. L., 1978, "Long-Term Variations of Caloric Insolation Resulting from the Earth's Orbital Elements 1", *Quaternary research* 9(2): 139-167.

- Bertun-Brown, T., 1979, *Kara Tepe*, Oxford shire, London.

- Blinman, E., 2008, "2000 years of cultural adaptation to climate change in the southwestern United States", *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 37(sp14): 489-497.

- Berger, A., 2013, *Milankovitch and climate: understanding the response to astronomical forcing* (Vol. 126). Springer Science & Business Media.

- Bond, G.; Kromer, B.; Beer, J.; Muscheler, R.; Evans, M. N.; Showers, W., ... & Bonani, G., 2001, "Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene", *Science* 294(5549): 2130-2136.

- Bond, G.; Showers, W.; Cheseby, M.; Lotti, R.; Almasi, P.; Priore, P., ... & Bonani, G., 1997, "A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates", *Science* 278(5341): 1257-1266.

- Bos, J. A. A.; Van Geel, B.; Van der Plicht, J. & Bohncke, S. J. P., 2007, "Preboreal climate oscillations in Europe: Wiggle-match dating and synthesis of Dutch high-resolution multi-proxy records", *Quaternary Sci Rev* 26: 1927-1950.
- Cavallari, B. J. & Rosenmeier, M. F., 2007, *December: A multi-proxy paleoclimate record of rapid Holocene climate variability from northern Greece/Greek Macedonia*. AGU Fall Meeting Abstracts.
- Clark, P. U.; Pisias, N. G.; Stocker, T. F. & Weaver, A. J., 2002, "The role of the thermohaline circulation in abrupt climate change", *Nature* 415(6874): 863.
- Claussen, M., 2008, "Holocene rapid land cover change—evidence and theory", *Natural Climate Variability and Global Warming*, 232-253.
- deMenocal, P. B., 2011, "Climate and human evolution", *Science* 331(6017): 540-542.
- Frumkin, H.; Hess, J.; Luber, G.; Malilay, J., & McGeehin, M., 2008, "Climate change: the public health response", *American journal of public health* 98(3): 435-445.
- Denton, G. H., & Karlén, W., 1973, "Holocene climatic variations—their pattern and possible cause", *Quaternary Research* 3(2), 155-205.
- Fazeli, H.; Coningham, R. A. E. and Batt, C. M., 2004, "Cheshmeh-Ali revisited: towards an absolute dating of the Late Neolithic and Chalcolithic of Iran's Tehran Plain," *Iran*, 42(1), 13-23.
- Gillmore, G. K.; Coningham, R. A. E.; Fazeli, H.; Young, R.L.; Magshoudi, M.; Batt, C.M. & Rushworth, G., 2009, "Irrigation on the Tehran Plain, Iran: Tepe Pardis—The site of a possible Neolithic irrigation feature?", *Catena* 78(3): 285-300.
- Hamzeh, M. A.; Mahmudy-Gharaie, M. H.; Alizadeh-Lahijani, H.; Moussavi-Harami, R.; Djamali, M. & Naderi-Beni, A., 2016, "Paleolimnology of Lake Hamoun (e Iran): Implication for Past Climate Changes and Possible Impacts on Human Settlements", *Palaios* 31(12): 616-629.
- Holton, J. R., & Dmowska, R., 1989, *El Niño, La Niña, and the southern oscillation* (Vol. 46). Academic press.
- Hunt, C. O.; Elrishi, H. A.; Gilbertson, D. D.; Gratten, J.; McLaren, S.; Pyatt, F. B.; Rushworth, G. & Barker, G. W., 2004, "Early Holocene environments in the Wadi Faynan, Jordan", *The Holocene* 14: 921–930.
- Jalut, G.; Amat, A. E.; Bonnet, L.; Gauquelin, T. & Fontugne, M., 2000, "Holocene climatic changes in the Western Mediterranean, from south-east France to south-east Spain", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 160(3): 255-290.
- Masuda, S.; Goto, T.; Iwazaki, T.; Kamura, H.; Furosato, S.; Ikeda, J.; Tagaya, A.; Minami, M. & Tsuneki, A., 2013, "Tappeh Sang-e Chakhmaq: investigations of a Neolithic site in northeastern Iran", *The neolithisation of Iran: the formation of new societies*, (translated by D. Gainty & J. Sather), 201-40.