مقاله مروری

HSA
HERITAGE OF SOUTHWEST ASIA
میراث جنوب‌غربی آسیا
دوره ۱، شماره ۲
https://www.hsaj.ir

پیامدهای تغییر اقلیم از گذشته تا حال: اهمیت پژوهش‌های دیرین‌اقلیم در مطالعات باستان‌شناسی

بابک شیخ بیکلو اسلام ✉

دکتری باستان‌شناسی؛ پژوهشگر مطالعات دیرین‌اقلیم، ایران.

چکیده: تغییر اقلیم ناشی از گرمایش جهانی، یکی از اساسی‌ترین چالش‌های معاصر بشر است که پیامدهای گسترده‌ای بر اکوسیستم‌ها، معیشت و جوامع انسانی بر جای می‌گذارد. این مقاله ضمن مرور مهم‌ترین پیامدهای تغییر اقلیم بر تنوع زیستی، جابه‌جایی و فروپاشی زیستگاه‌ها، کشاورزی، امنیت غذایی، سلامت انسان و زیرساخت‌های انسانی، بر اهمیت رویکرد دیرین‌اقلیم‌شناسی در مطالعات باستان‌شناسی تأکید می‌کند. با ادغام داده‌های دیرین‌اقلیمی (نظیر مغزه‌های رسوبی دریاچه‌ها، مغزه‌های یخی، غارسنگ‌ها و حلقه‌های درختی) با شواهد باستان‌شناختی، می‌توان درک روشن‌تری از نحوه واکنش، سازگاری، جابه‌جایی و گاه فروپاشی جوامع گذشته در برابر رویدادهای حدی اقلیمی، به‌ویژه دوره‌های خشک‌سالی عصر هولوسن، به دست آورد. نمونه‌های متعددی از جنوب‌غربی آسیا، از جمله ایران، میان‌رودان و دره رود سند نشان می‌دهد جوامع باستانی با توسعه سامانه‌های پیشرفته مدیریت آب و تعدیل الگوهای کشت، در برابر نوسانات بارش و دما راهبردهای تطبیقی پیچیده‌ای به‌کار بسته‌اند. مقاله حاضر همچنین با اشاره به تهدید زیست‌بوم‌های حساس، روند فزاینده رویدادهای حدی (طوفان، سیلاب، موج گرما، هجوم سرما و خشک‌سالی) و اثرات آن بر سلامت جسمی و روانی انسان، نشان می‌دهد که مطالعه بلندمدت برهم‌کنش انسان ـ محیط چگونه می‌تواند به غنای مدل‌های اقلیمی، ارتقای مفهوم تاب‌آوری و تدوین سیاست‌های کارآمد برای سازگاری و کاهش اثرات تغییر اقلیم در جوامع امروزی یاری رساند.

کلیدواژگان:
تغییر اقلیم
دیرین‌اقلیم‌شناسی
زیست‌بوم
نظام معیشتی
سلامت

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۹/۳۰

© ۲۰۲۴/۱۴۰۳ نویسنده(گان). این مقاله یک اثر دسترسی آزاد است که تحت مجوز CC BY 4.0 منتشر شده است. استناد و انتشار مجدد این اثر با ذکر منبع درست مجاز است.

https://doi.org/10.22034/hsaj.2025.558717.1024

۱. مقدمه

تغییر اقلیم کنونی ناشی از روند افزایشی گرمایش زمین، به‌عنوان یک موضوع مهم جهانی با پیامدهای قابل‌توجهی که دارد، سیستم‌های طبیعی و انسانی را به‌طور فزاینده‌ای به چالش کشیده است. هیئت بین‌الدُوَلی تغییر اقلیم (IPCC) تغییرات جاری در آب‌وهوای زمین را که عمدتاً ناشی از فعالیت‌های انسانی، از جمله احتراق سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زُدایی و فرآیندهای صنعتی است، مستند کرده است (IPCC, 2021, 2022). این تغییرات ـــ که در واقع محصول رشد تصاعدی جمعیت طی ۱۵۰ سال اخیر بوده است ـــ از طریق افزایش دمای جهانی، تغییر الگوهای بارش، افزایش فراوانی رویدادهای آب‌وهوایی حدّی و افزایش سطح دریاهای آزاد آشکار می‌شوند (Nicholls & Cazenave, 2010). درک پیامدهای این تغییرات مستلزم یک رویکرد چند رشته‌ای است که بینش‌هایی از دیرین‌اقلیم‌شناسی و باستان‌شناسی را در بر می‌گیرد. به بیان دیگر، شناخت گذشته می‌تواند ما را از تبعات احتمالی رویداد اقلیمی کنونی آگاه سازد.

باستان‌شناسی تغییر اقلیم به مثابه یک رشتهٔ مطالعاتی مهم در حال رشد است و می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را در بحث‌های امروزی تغییر آب‌وهوا ارائه دهد. علیرغم پیشینهٔ چند دهه‌ای به‌کارگیری پژوهش‌های دیرین‌اقلیم در مطالعات باستان‌شناسی، مشارکت بالقوهٔ این رویکرد در بحث‌های معاصر، مانند مباحثی که IPCC به آن می‌پردازد، تا حد زیادی مغفول مانده است (Van de noort, 2011; Roscoe, 2014). باستان‌شناسی قادر است میزان انعطاف‌پذیری اجتماعی ـ زیست‌محیطی، ظرفیت سازگاری و ضریب تاب‌آوری جوامع را با مطالعهٔ دوره‌های مشابه پیشین افزایش دهد (Van de noort, 2011). مطالعات باستان‌شناسی فرصت‌های منحصربه‌فردی را برای مشاهدهٔ تعاملات انسان و محیط تحت رژیم‌های آب‌وهوایی گوناگون در مقیاس‌های مختلف مکانی و زمانی ارائه می‌دهد. از آنجایی که مدل‌های آب‌وهوایی کنونی از نظر فنی پیچیده هستند، اغلب توانایی نشان‌دادن پویایی‌های اجتماعی انسان را ندارند. نکته مهم این است که باستان‌شناسی بر اهمیت تنوع فرهنگی به‌عنوان منبع تاب‌آوری تأکید می‌کند و همچنین

راه‌حل‌های جایگزینی را برای فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی پیشنهاد می‌دهد. ادغام دیدگاه‌های باستان‌شناسی در تحقیقات تغییر اقلیم می‌تواند چشم‌انداز بلندمدتِ لازم را ارائه نماید و مدل‌های موجود تغییر آب‌وهوا را بهبود بخشد (Roscoe, 2014; Burke et al., 2021). در این مقاله، پیامدهای شناخته‌شدهٔ تغییر اقلیم توضیح داده می‌شود و بر رویکرد پژوهش‌های دیرین‌اقلیم در مطالعات باستان‌شناسی تأکید می‌گردد، زیرا از این منظر، تحلیل چگونگی شکل‌گیری، دگرگشت و افول فرهنگ‌ها و تمدن‌های دوران پیشین، علمی‌تر و قابل فهم‌تر خواهد بود.

۲. روش‌شناسی

این پژوهش با بهره‌گیری از یک چارچوب روش‌شناختی میان‌رشته‌ای، به بررسی پیامدهای چندبعدی تغییر اقلیم می‌پردازد و اهمیت به‌کارگیری رویکرد دیرین‌اقلیم‌شناختی در تحقیقات باستان‌شناسی را تبیین می‌کند. در این راستا، تمرکز بر پیامدهای مستقیم، غیرمستقیم و زنجیره‌ای (دومینویی) رویدادهای آب‌وهوایی حدی است؛ رویدادهایی که در دوره‌های ناپایداری اقلیمی تشدید می‌شوند و اغلب با دگرگونی‌های عمیق محیطی و اجتماعی هم‌زمان‌اند. در این زمینه، به نمونه‌های تاریخی و پیش‌ازتاریخی رویدادهای اقلیمی هولوسن اشاره می‌شود که بینش‌های ارزشمندی درباره رابطه پیچیده میان نوسانات اقلیمی و تغییرات فرهنگی در جوامع باستانی فراهم می‌کنند. افزون بر این، پژوهش بر ضرورت ادغام پژوهش‌های دیرین‌اقلیم در تحلیل‌های باستان‌شناختی تأکید می‌کند و مروری فشرده بر روش‌شناسی دیرین‌اقلیم‌شناسی ارائه می‌دهد. در این بخش، منابع و ابزارهای اصلی بازسازی اقلیم گذشته تشریح می‌شوند؛ از جمله بهره‌گیری از داده‌های پروکسی استخراج‌شده از آرشیوهای گوناگون مانند رسوبات دریاچه‌ای، مغزه‌های یخی، غارسنگ‌ها و حلقه‌های درختی، و نشان داده می‌شود که چگونه ترکیب این داده‌ها با شواهد باستان‌شناختی می‌تواند درک ما را از وضعیت‌های اقلیمی گذشته و سازوکارهای سازگاری انسانی ارتقا بخشد. در مجموع، هدف این مقاله بنا نهادن یک چارچوب تفسیری است که داده‌های اقلیمی بلندمدت را با شواهد فرهنگی پیوند می‌دهد و بدین‌ترتیب، به فهم عمیق‌تر برهم‌کنش انسان و محیط در گذشته یاری می‌رساند و چشم‌اندازهای ارزشمندی برای تفسیر چالش‌های اقلیمی معاصر ارائه می‌کند.

۳. پیامدهای تغییر اقلیم

۳.۱. اختلال در زیست‌بوم

تغییر اقلیم باعث ایجاد اختلالات قابل‌توجهی در زیست‌بوم‌های سراسر جهان می‌شود که تغییر در پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی و جانوری، تغییر زیستگاه‌ها و از بین رفتن تنوع زیستی را در پی دارد (Pecl et al., 2017; Sharafi et al., 2014). در دورهٔ گرمایش کنونی زمین، با افزایش دما، بسیاری از جانوران به سمت عرض‌های شمالی‌تر یا ارتفاعات بالاتر که دمای کمتری دارند، نقل مکان می‌کنند تا در شرایط محیطی و اقلیمی مطلوب خود باقی بمانند (Parmesan & Yohe, 2003; Pecl et al., 2017). دماهای بالاتر منجر به شکوفایی زودرس گیاهان می‌شود که می‌تواند با چرخهٔ زیستی گرده‌افشان‌ها هماهنگ نباشد (Walther et al., 2002). تغییرات زیست‌محیطی در دورهٔ تغییر اقلیم با سرعت فزاینده‌ای رخ می‌دهد و از طریق از دست دادن زیستگاه، تجزیه‌شدن، گونه‌های مهاجم و پُرغذایی بر تنوع زیستی تأثیر می‌گذارد (Sharafi et al., 2014).

تبعات تغییر اقلیم در زیست‌بوم‌های خشکی، آب شیرین و دریایی متفاوت است و باعث تغییراتی در غنا و تعادل میان گونه‌ها می‌شود که می‌تواند منجر به اختلال در عملکرد زیست‌بوم شود (Molefhi, 2021). این تغییرات پیامدهای گسترده‌ای برای محیط زیست، رفاه انسان و حتی خود تغییرات آب‌وهوایی دارد که بر امنیت غذایی، انتقال بیماری و ذخیرهٔ کربن در جو تأثیر می‌گذارد (Pecl et al., 2017; Sugden, 2017). پیامدهای تغییر اقلیم بر تنوع زیستی و خدمات بوم‌سازگان مستلزم اقدامات سازگاری و کاهش در سطوح فردی، دولتی و بین‌المللی است (Molefhi, 2021)، زیرا در درازمدت می‌تواند بر وخامت اوضاع بیفزاید و روند غیرقابل بازگشتی برای زیست‌بوم‌ها به وجود آورد. در ادامه به مواردی از تهدیدات زیست‌محیطی اشاره می‌شود.

- صخره‌های مرجانی: این صخره‌ها از آسیب‌پذیرترین محیط‌ها در برابر تغییرات آب‌وهوایی هستند. افزایش دمای دریا منجر به سفید شدن مرجان‌ها و در نتیجه، از بین رفتن تنوع زیستی و زیستگاه‌ها می‌شود (Hughes et al., 2017).
- زیست‌بوم‌های قطب شمال: در قطب شمال، ذوب شدن یخ دریا و یخ‌های دائمی، زیستگاه گونه‌هایی مانند خرس‌های قطبی و فوک‌ها را تغییر می‌دهد. این تغییرات، موجودات بومی دیگر را که برای ادامهٔ حیات به این گونه‌ها متکی هستند، تهدید می‌کند (Hassol & Corell, 2006).

۳.۲. افزایش سطح دریا

ذوب شدن یخچال‌های طبیعی و یخ‌های قطبی در اثر گرمایش زمین به افزایش سطح اقیانوس‌ها و دریاهای آزاد می‌انجامد و تهدید قابل‌توجهی برای جوامع مناطق ساحلی به‌وجود می‌آورد. تخمین‌ها نشان می‌دهد که سطح آب دریاها تا سال ۲۱۰۰، بسته به میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، تا یک متر افزایش خواهد یافت (Nicholls et al., 2018). این افزایش منجر به فرسایش سواحل و افزایش شوری منابع آب شیرین می‌شود. همچنین، تهدیدات قابل‌توجهی برای جوامع ساحلی و زیست‌بوم‌ها ایجاد می‌کند (Navarro, 2021) و در نتیجه، مهاجرت اجباری را رقم می‌زند. یخچال‌ها و قله‌های یخی سهم عمده‌ای در این پدیده دارند. تخمین‌های اخیر نشان می‌دهد که آنها بین سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۰ میلادی، ۰/۴۱ ±۰/۰۸ میلی‌متر در سال در

افزایش سطح آب دریاها مشارکت داشته‌اند (Jacob et al., 2012). انتظار می‌رود ذوب یخ‌ها ادامه یابد و تسریع شود و به‌طور بالقوه‌ای منجر به بالا آمدن سطح دریاها گردد (Church et al., 2007). شایان ذکر است، انبساط و تورم آب اقیانوس‌ها در اثر افزایش دمای زمین نیز در بالا آمدن سطح آب‌های آزاد مؤثر است. این وضعیت به همراه افزایش رویدادهای آب‌وهوایی حدّی و ارتفاع امواج، روند فرسایش سواحل، وقوع سیل و به‌طور کلی، خطر زندگی در این مناطق را افزایش خواهد داد (Navarro, 2021). در ادامه به مواردی از مخاطرات مرتبط با افزایش سطح دریاها اشاره می‌شود.

• دلتای نیل: محوطه‌های باستان‌شناسی در امتداد دلتای نیل در معرض خطر افزایش سطح دریا و افزایش سیل قرار دارند. این تغییرات نه تنها سکونتگاه‌های مدرن، بلکه محوطه‌های باستانی و تاریخی که دارای ارزش میراث فرهنگی قابل‌توجهی هستند را نیز تهدید می‌کند (Shaltout & Azzazi, 2014).

• ونیز: شهر ونیز با سیل‌های زیادی مواجه است که به دلیل تغییر اقلیم تشدید شده و به معماری و میراث فرهنگی منحصر به فرد این شهر آسیب می‌زند (Lionello et al., 2021).

۳.۳. رویدادهای آب‌وهوایی حدّی

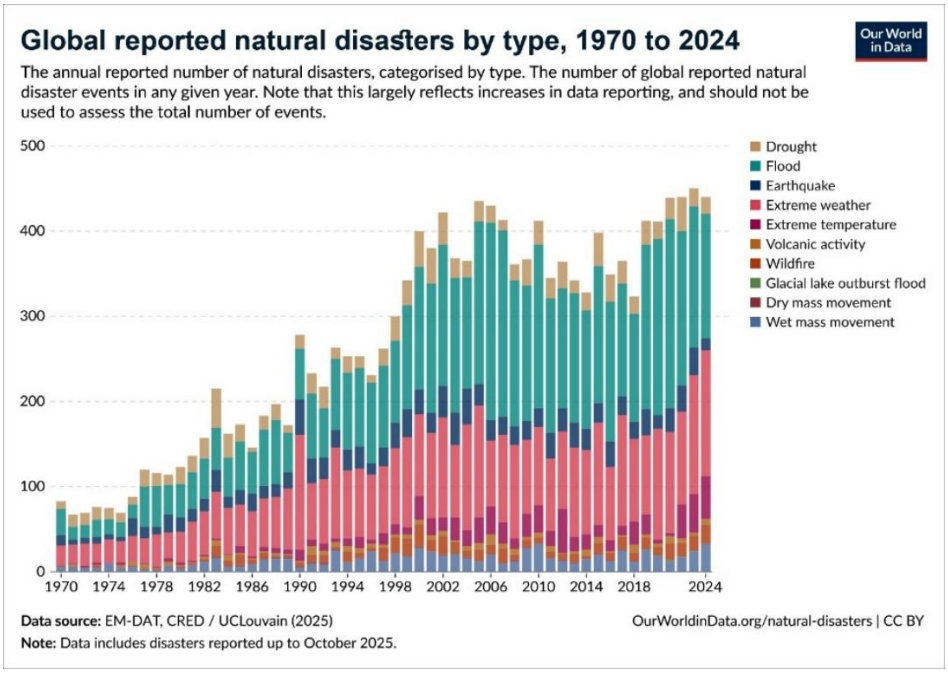
تغییر اقلیم، تکرار و شدّت رویدادهای آب‌وهوایی حدّی، مانند طوفان، خشک‌سالی، بارش‌های سیل‌آسا، امواج گرما و سرما را افزایش می‌دهد (**شکل ۱**). این رویدادها می‌تواند منازل مردم و زیرساخت‌ها را ویران کند، جمعیت‌ها را وادار به مهاجرت اجباری نماید، منجر به قحطی و ناامنی غذایی شود و به‌طور کلی چالش‌های بزرگی را برای جوامع انسانی و زیست‌بوم‌ها ایجاد کند. تحقیقات نشان می‌دهد که تغییر اقلیمِ انسان‌ساز ـــ که در حال حاضر درگیرش هستیم ـــ منجر به افزایش شدید دما و تکرار بارش‌های حدّی شده است (Stott, 2016). رویدادهای حدّی یا فرین می‌توانند آسیب‌های جدّی به سیستم‌های اجتماعی ـ اقتصادی جوامع وارد کنند (Mirza, 2006). مخاطرات جوّی مرتبط با تغییر اقلیم، مانند خشک‌سالی‌ها، امواج گرما و سرما و بارش‌های تجمعی و سیل‌آسا، تأثیرات شدیدی بر امنیت غذایی، نظام معیشتی و سلامت جوامع، به‌ویژه جمعیت‌های آسیب‌پذیر، دارند (Coghlan et al., 2014). به‌طور کلی پیامدهای تغییر اقلیم و خسارات و زیان‌های ناشی از رویدادهای آب‌وهوایی حدّی بسیار گسترده و عمیق هستند (**شکل ۲**). انتظار می‌رود تغییر اقلیم کنونی در آینده با افزایش رویدادهای آب‌وهوایی حدّی ادامه یابد. حساسیت فزایندهٔ زیرساخت‌های اجتماعی به تغییرات اقلیمی و محیطی، بر نیاز فوری برای سازگاری و اتخاذ استراتژی‌های کاهش تأکید می‌کند (Easterling et al., 2000).

۳.۴. اثرات کشاورزی

تغییر آب‌وهوا خطرات قابل‌توجهی برای کشاورزی ایجاد می‌کند و بر میزان تولید و امنیت غذایی تأثیر می‌گذارد. تغییر در الگوهای دما و بارش و افزایش رویدادهای آب‌وهوایی حدّی می‌تواند منجر به کاهش بهره‌وری کشاورزی، افزایش آفات و تغییر فصول رشد شود (Lobell et al., 2011; Sudarkodi & Sathyabama, 2011; Prajapati et al., 2024). برای مقابله با این چالش‌ها، لازم است استراتژی‌های سازگاری، مانند توسعهٔ انواع محصولات مقاوم در برابر اقلیم، بهبود تکنیک‌های مدیریت آب و سیستم‌های پیشرفتهٔ هشدار زودهنگام اجرا شوند (Pratap et al., 2024). شیوه‌های کشاورزی پایدار، تلاش‌های حفاظتی و نوآوری‌های فناوری نقش مهمی در کاهش اثرات تغییر اقلیم و افزایش انعطاف‌پذیری در جوامع کشاورزی دارند (Thakur et al., 2024). تلاش‌های مشترک بین دولت‌ها، کشاورزان، محققان و سیاست‌گذاران برای توسعه و اجرای اقدامات سازگاری مؤثر جهت تضمین امنیت غذایی در اقلیم‌های متغیّر ضروری است (Prajapati et al., 2024; Pratap et al., 2024).

۳.۵. سلامت انسان

تغییر اقلیم به‌ویژه از طریق تأثیر آن بر بیماری‌های عفونی، سلامت انسان را تهدید می‌کند. افزایش دما و تغییر زیست‌بوم‌ها مسائل بهداشت عمومی را به‌خصوص در جمعیت‌های آسیب‌پذیر شدّت می‌بخشد (Patz et al., 2005). دگرگونی الگوهای آب‌وهوایی می‌تواند گسترش بیماری‌های مُسری ناقل‌زاد و آب‌زاد را به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه افزایش دهد (Shuman, 2010). پیامدهای سلامتی مرتبط با تغییر اقلیم بسیارند. این پدیده بر سیستم‌های قلبی ـ عروقی، تنفسی، گوارشی و همچنین سلامت روان تأثیر می‌گذارد (Kim et al., 2014; Franchini & Mannucci, 2015). جمعیت‌های آسیب پذیر، از جمله کودکان، سالمندان و کسانی که در فقر زندگی می‌کنند، در معرض خطر بیشتری قرار دارند (Kim et al., 2014). در حالی که برخی از مزایا، مانند کاهش بیماری‌های مرتبط با سرما، ممکن است در مناطق عرض‌های جغرافیایی میانی رخ دهد، بعید است که این مزایا بر خطرات کلی برتری داشته باشند (Franchini & Mannucci, 2015). برای مقابله با این چالش‌ها، اقدامات پیشگیرانه، مانند توسعهٔ سیستم‌های هشدار اولیه، تخصیص منابع برای ارتقاء سطح آگاهی عمومی دربارهٔ الگوهای تغییر اقلیم، تأثیرات آن بر سلامتی و سبک زندگی سالم ضروری است (Wu et al., 2016).



شکل ۱. فراوانی مخاطرات طبیعی جهان شامل خشک‌سالی، سیل، هوای حدّی، دمای حدّی و آتش‌سوزی جنگلی مرتبط با تغییر اقلیم کنونی ناشی از گرمایش زمین از ۱۹۷۰ تا ۲۰۲۴ (https://ourworldindata.org/grapher/natural-disasters-by-type).

شکل ۲. پیامدهای افزایش رویدادهای آب‌وهوایی حدّی مرتبط با تغییر اقلیم بر معیشت و سلامت انسان (نگارنده).

۴. رویکرد دیرین‌اقلیم‌شناسی در مطالعات باستان‌شناسی

۴.۱. اهمیت دیرین‌اقلیم‌شناسی

دیرین‌اقلیم‌شناسی، مطالعهٔ اقلیم‌های گذشته، قبل از زمان ثبت پارامترهای جوّی، است. این پژوهش‌ها، غیر از کمکی که به مطالعات زیست‌محیطی، باستان‌شناسی و تاریخی می‌کند، می‌تواند درک روشن‌تری از بحران آب‌وهوایی کنونی فراهم نماید. با بررسی آرشیوهای دیرین‌اقلیم‌شناسی، مانند مغزه‌های یخی، لایه‌های رسوبی، غارسنگ‌ها و حلقه‌های درختی، محققان می‌توانند شرایط آب‌وهوایی هزاران سال گذشته را بازسازی کنند (Jones & Mann, 2004). این دیدگاه به ما اجازه می‌دهد تا درک کنیم که چگونه جوامع باستانی با نوسانات آب‌وهوایی سازگار شده‌اند. به‌علاوه، این مطالعات برای آگاه‌سازی دربارهٔ واکنش‌های کنونی به تغییر اقلیمِ مرتبط با گرمایش زمین نیز بسیار مهم است (Mann et al., 2008).

بهره‌گیری از پژوهش‌های دیرین‌اقلیم در مطالعات باستان‌شناسی به‌طور فزاینده‌ای اهمیت آب‌وهوا را در شکل دادن به رفتار انسان و تطورات فرهنگی مشخص کرده است. تحقیقات نشان می‌دهد که جوامع گذشته به عوامل تنش‌زای محیطی در چارچوب محدودیت‌های فرهنگی و منابع پاسخ می‌دادند که البته اغلب به نفع نخبگان جامعه بود (Haldon et al., 2020). تمدن‌های باستانی با چالش‌هایی از جمله تغییر آب‌وهوا، کمبود منابع و نابرابری اجتماعی مواجه بودند و تجربیاتی را برای جوامع امروزی در زمینه‌هایی مانند پایداری محیطی و ثبات سیاسی ارائه می‌دهند (Ahmad, 2023). جوامع انسانی پیشین به طرق مختلف به تغییرات محیطی، که اغلب منجر به نابرابری اجتماعی می‌شده است، واکنش نشان داده‌اند (Robbins Schug et al., 2023). در عربستان، خشک‌سالی‌های باستانی با جابه‌جایی جمعیت و دگرگونی‌های اجتماعی همراه بود، در حالی که برخی از جوامع با انعطاف‌پذیری بیشتر از طریق استراتژی‌هایی مانند کوچ‌نشینی و مدیریت بهینهٔ آب، موجودیت خود را حفظ کردند (Petraglia et al., 2020). این وضعیت در ایران نیز قابل مشاهده است (Shaikh Baikloo, 2020). با وجودی که ظرفیت‌های زیست‌محیطی هر منطقه تعیین‌کنندهٔ شرایط معیشتی جوامع انسانی بوده است، اما بدون استراتژی‌های سازگاری، تحمل دشواری‌های ناشی از رویدادهای اقلیمی میسّر نبوده است. این مطالعات تعامل پیچیدهٔ بین آب‌وهوا، محیط زیست و جوامع انسانی را برجسته می‌کند و اطلاعات مفیدی را برای پرداختن به چالش‌های فعلی و آینده ارائه می‌دهد. بنابراین، با ادغام شواهد باستان‌شناسی و داده‌های دیرین‌اقلیم‌شناسی، محققان می‌توانند چگونگی واکنش فرهنگ‌ها و تمدن‌های گذشته به تنش‌های اقلیمی و محیطی را بررسی کنند و دانسته‌های ارزشمند و مؤثری را برای جوامع امروزی که با تهدیدات مشابهی روبرو هستند، ارائه دهند.

۴.۲. روش‌شناسی پژوهش‌های دیرین‌اقلیم

۴.۲.۱. داده‌های دیرین‌اقلیمی

بهره‌گیری از داده‌های دیرین‌اقلیم‌شناسی در مطالعات باستان‌شناسی، اطلاعات ارزشمندی را در مورد چگونگی تعامل جوامع باستانی با محیط ارائه می‌دهد. با بازسازی شرایط آب‌وهوایی گذشته، محققان می‌توانند عوامل زمینه‌ای را که بر رفتار انسان و توسعهٔ اجتماعی تأثیر گذاشته‌اند، بهتر درک کنند (Mann et al., 2008). ادغام چندین پروکسی، از جمله بقایای بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی، امکان بازسازی شرایط محیطی گذشته را فراهم می‌کند (Zarza et al., 2023). باستان‌زیست‌بوم‌شناسی، داده‌های باستان‌شناسی را با مدل‌سازی زیست‌محیطی ترکیب می‌کند تا درک جامعی از زیست‌بوم‌های گذشته و تعامل آنها با جوامع انسانی به دست آورد (Crabtree, 2023). مطالعه‌ای در آمازون نشان می‌دهد که جوامع با سیستم‌های تخصصی کاربری زمین در برابر تغییرات آب‌وهوایی آسیب‌پذیرتر بودند، اما آنهایی که به فعالیت زراعت ـ جنگل‌کاری چندفرهنگی می‌پرداختند، تاب‌آوری بیشتری داشتند (De Souza et al., 2019). بنابراین، رویکرد مزبور بینش‌های مفیدی در خصوص پاسخ‌های فرهنگی جوامع باستانی و تاریخی به رویدادهای اقلیمی حاصل می‌کند.

۴.۲.۲. مغزه‌های رسوبی

مطالعهٔ مغزه‌های رسوبی استخراج‌شده از کف دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها با بررسی تغییرات گرده‌ها، دیاتوم‌ها و ترکیبات ایزوتوپی، می‌تواند شرایط آب‌وهوایی گذشته را بازسازی کند (Bradley, 2015). آنالیز گرده‌ای مغزه‌های رسوبی تغییرات پوشش گیاهی را در طول زمان نشان می‌دهد که منعکس‌کنندهٔ تغییرات اقلیمی است (Adam et al., 1981). بقایای جلبک‌ها، به‌ویژه دیاتوم‌ها، که در رسوبات دریاچه‌ها حفظ شده‌اند، اطلاعاتی را در مورد شرایط محیطی گذشته، مانند دما، پوشش یخی و شوری دریاچه ارائه می‌دهند (Smol & Cumming, 2000). پروکسی‌های ژئوشیمیایی در رسوبات دریایی، از جمله ترکیبات عنصری و ایزوتوپی مواد آلی، می‌توانند اطلاعات دیرین‌محیطی را برای میلیون‌ها سال در طی رسوب‌گذاری حفظ کنند (Meyers, 1994). این آرشیوهای طبیعی به‌عنوان پروکسی‌ها یا نمایه‌های اقلیمی می‌توانند با داده‌های ابزاری مدرن برای بازسازی شرایط آب‌وهوایی گذشته کالیبره شوند (Kalaivanan, 2017). با تجزیه و تحلیل پروکسی‌های مختلف، محققان تغییرات آب‌وهوایی طولانی‌مدت را ردیابی می‌کنند، تنوع آب‌وهوای طبیعی را ارزیابی می‌نمایند و تأثیرات بالقوهٔ فعالیت‌های انسانی بر سیستم‌های آب‌وهوایی را بهتر درک می‌کنند (Smol & Cumming, 2000).

مهمترین بخش مطالعات دیرین‌اقلیم‌شناسی، آنالیزهای سن‌سنجی است که هر چه بیشتر و دقیق‌تر باشد، وضوح بالاتری را ارائه می‌دهد. بیشترین روش‌های سن‌سنجی در این پژوهش‌ها به ترتیب کربن۱۴، گاه‌شناسی درختی و لومینسانس است. در ایران، مغزه‌های رسوبی از دریاچه‌های زریبار کردستان، میرآباد لرستان، هشیلان کرمانشاه، نئور اردبیل، دریاچهٔ ارومیه، پریشان، مهارلو و ارژن فارس، کنگور گرگان و هامون سیستان مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و اقلیم بیش از ۲۰۰۰۰ سال گذشته را بازسازی نموده‌اند. شایان ذکر است، در پلایای جازموریان، نیم‌بلوک خراسان و پیت باگی در نزدیکی محوطهٔ باستان‌شناسی جیرفت کرمان نیز پژوهش دیرین‌اقلیم انجام شده است (شیخ‌بیکلو اسلام و همکاران، ۱۴۰۲). جدیدترینِ این پژوهش‌ها در تالاب هشیلان (Safaierad et al., 2023)، دریاچهٔ ارومیه (Sharifi et al., 2023)، دریاچهٔ نئور اردبیل (Sharifi et al., 2015) و پیت باگ جیرفت (Safaierad et al., 2020) از وضوح بالایی برخوردار هستند.

۴.۲.۳. مغزه‌های یخی

یخچال‌ها یا صفحات یخی حاوی گازها و ایزوتوپ‌های به‌دام افتاده هستند که شرایط و دمای جوّی گذشته را نشان می‌دهند. حباب‌های هوا درون یخ‌های قطبی حاوی شواهد مستقیمی از غلظت گازهای گلخانه‌ای مانند CO_2 و CH_4 هستند که صدها هزار سال را در بر می‌گیرند (Banerjee et al., 2022; Bender et al., 1997; Grootes & Stuiver, 1997). به بیان دیگر، گازهای نجیب در این حباب‌ها به‌عنوان ردیاب عمل می‌کنند و تغییرات در ترکیب اتمسفر دیرینه را نشان می‌دهند (Winckler & Severinghaus, 2013). مغزه‌های یخی رکوردهای هم‌زمان شاخص‌های مختلف آب‌وهوایی، از جمله دما، بارش، شیمی جو، فوران‌های آتشفشانی و تغییرپذیری خورشید را ارائه می‌دهند (Óskarsson, 2005). این هم‌زمانی، مغزه‌های یخی را به ابزارهای قدرتمندی در پژوهش‌های دیرین‌اقلیم تبدیل کرده است. آنالیز گازهای به‌دام افتاده در مغزه‌های یخی، رکوردهایی با وضوح بالا از تغییرات ترکیب جوّ در مقیاس‌های زمانی مختلف از دهه‌ها تا صدها هزار سال را فراهم می‌کند و از این طریق، اطلاعات دقیقی را در مورد پیشینهٔ آب‌وهوای زمین و رابطهٔ آن با غلظت گازهای گلخانه‌ای حاصل می‌نماید (Banerjee et al., 2022; Bender et al., 1997).

۴.۲.۴. غارسنگ‌ها

غارسنگ‌ها یا اسپلیوتم‌ها آرشیوهای ارزشمندی از اطلاعات آب‌وهوایی گذشته هستند که (بر اساس مطالعاتی که تاکنون انجام شده) رکوردهایی با وضوح بالا تا ششصد هزار سال را ارائه می‌دهند (Johnson, 2021). این غارسنگ‌ها را می‌توان با استفاده از تکنیک‌های سری اورانیوم تاریخ‌گذاری کرد (Richards & Dorale, 2003; Wendt et al., 2021). غارسنگ‌ها حاوی چندین پروکسی حساس به تغییرات آب‌وهوایی، از جمله ایزوتوپ‌های اکسیژن و کربن و عناصر کم‌مقدار هستند. این پروکسی‌ها می‌توانند تغییرات پیشین بارش، دما، گردش جوّی و پوشش گیاهی را نشان دهند (Johnson, 2021; Scheidegger et al., 2008). وجود یا عدم وجود غارسنگ‌ها به خودی خود می‌تواند نشان‌دهندهٔ شرایط محیطی گذشته باشد، زیرا تشکیل آن‌ها نیاز به تأمین آب کافی و CO_2 خاک دارد (Richards & Dorale, 2003). رکوردهای غارسنگ کمک قابل‌توجهی به درک تغییرپذیری اقلیمی طبیعی، تغییرات ناگهانی آب‌وهوا و دینامیک موسمی کرده است (Johnson, 2021; Wendt et al., 2021). توزیع جهانی و ظرفیت غارسنگ‌ها برای تفکیک زمانی بالا، آنها را برای ساخت پایگاه داده‌های جامع دیرین‌اقلیم و اطلاع‌رسانی برنامه‌ریزی منابع آب، ارزشمند کرده است (Scheidegger et al., 2008). در ایران، غار کتله‌خور زنجان (Andrews et al., 2020)، غار قلعه‌کُرد قزوین (Mehterian et al., 2017)، غار گل زرد در شمال ایران (Carolin et al., 2019) و غار سیبَکی در جنوب غربی ایران (Soleimani et al., 2023) مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و اقلیم ایران را با وضوح بالایی بازسازی کرده‌اند.

۴.۲.۵. حلقه‌های درختی

مطالعهٔ حلقه‌های درختی اطلاعات مفیدی در مورد آب‌وهوای گذشته و تغییرات دما و محیط در طول سده‌ها تا هزاره‌ها ارائه می‌دهد (Jacoby & D'Arrigo, 1997). دندروکلیماتولوژی، شاخه‌ای از دندروکرونولوژی است که از گاهشماری حلقه‌های درختی سالانه برای بازسازی شرایط آب‌وهوایی گذشته استفاده می‌کند (Cook, 2006). مطالعات روی کاج اسکاتلندی در لهستان دوره‌های سرد و رویدادهای آب‌وهوایی حدّی را شناسایی کرده است و نشان می‌دهد که دماهای فوریه تا مارس (بهمن تا اسفند) یک عامل تأثیرگذار ثابت بر رشد درختان بوده است (Koprowski et al., 2010). روش‌های تجربی ـ آماری و مدل‌سازی فرآیندی برای شناسایی سیگنال‌های آب‌وهوا در حلقه‌های درختی استفاده می‌شوند که به درک ما از پویایی آب‌وهوای گذشته کمک می‌کند (Hughes, 2011). پژوهش‌های دیرین‌اقلیم با حلقه‌های درختی در اروپا تاکنون توانسته اقلیم حدود ۱۰۰۰۰ سال را بازسازی نماید (Briffa & Matthews, 2002). این مطالعات در ایران با فراوانی کمی انجام شده و اقلیم کمتر از هزار سال را بازسازی کرده است (Arsalani et al., 2021, 2022).

۴.۳. پیشرفت‌های روش‌شناختی

پیشرفت‌های تکنولوژیکی و روش‌شناختی اخیر به‌طور قابل‌توجهی درک ما را از تعاملات اقلیم ـ انسان در گذشته بهبود بخشیده است. در حال حاضر، مدل‌سازی آب‌وهوا با وضوح بالا و تکنیک‌های سن‌سنجی پیشرفته، اکنون همبستگی دقیق‌تری را بین رویدادهای اقلیمی و داده‌های باستان‌شناسی فراهم می‌کند (Caseldine & Turney, 2010; d'Alpoim Guedes et al., 2016). از طرف دیگر، استفاده از پروکسی‌های متعدد، مانند آنالیزهای ایزوتوپی، گرده‌ای و سوابق تاریخی، محققان را قادر می‌سازد تا مدل‌های جامعی از اقلیم‌های گذشته و تأثیرات آن بر جوامع انسانی بسازند (Lotter, 2014). در حالی که دیرین‌اقلیم‌شناسان از «آرشیوهای طبیعی» استفاده می‌کنند، اقلیم‌شناسان تاریخی از «بایگانی جوامع» مانند سوابق مکتوب بهره می‌برند (Brönnimann et al., 2018). پروکسی‌های اقلیمی می‌توانند اطلاعاتی را در مورد پارامترهای مختلف شامل دما، بارش و پوشش گیاهی از آرشیوهای طبیعی (مانند مغزه‌های اقیانوسی و یا دریاچه‌ای) و داده‌های حاصل از محوطه‌های باستان‌شناسی ارائه دهند (Patalano & Roberts, 2021). ادغام چندین رکورد، مانند دیرین‌محیط‌شناسی، باستان‌شناسی و اسنادی، به کشف تعاملات پیچیدهٔ اقلیم ـ انسان ـ محیط و ارزیابی انعطاف‌پذیری سیستم زمین‌سیما کمک می‌کند. برای درک کامل تغییرات سیستم زمین، بازسازی دقیق آب‌وهوا، فعالیت‌های انسانی و تعاملات آنها در همهٔ مقیاس‌ها، همراه با توسعهٔ مدل‌های شبیه‌سازی بلندمدت ضروری است (Dearing, 2006).

۵. نتیجه‌گیری

ادغام اطلاعات حاصل از پژوهش‌های دیرین‌اقلیم و مطالعات باستان‌شناسی چارچوبی قدرتمند برای درک تعاملات پیچیدهٔ بین اقلیم و انسان فراهم می‌کند. جوامع باستانی اغلب با نوآوری شیوه‌های گوناگون سازگاری، مانند فناوری‌های پیچیدهٔ مدیریت آب، تلاش کردند تا در برابر رویدادهای تغییر اقلیم مقاومت کنند. بنابراین، باستان‌شناسی می‌تواند اطلاعات مفیدی در مورد چگونگی سازگاری فرهنگ‌ها و تمدن‌های باستانی با چالش‌های زیست‌محیطی ارائه دهد. از آنجایی که به دلیل تغییر اقلیم ناشی از گرمایش زمین وضعیت کم‌سابقه‌ای را تجربه می‌کنیم، درس‌هایی از گذشته می‌تواند تصمیم‌گیری‌های سیاستی، مدیریت منابع و تلاش‌های جوامع برای توسعهٔ استراتژی‌های سازگاری و افزایش تاب‌آوری که سبب ارتقای انعطاف‌پذیری و پایداری می‌شود را در جهت بهینه هدایت کند.

سپاسگزاری

مایلم از دکتر رضا صفایی‌راد، دیرین‌اقلیم‌شناس، به خاطر بازخوردهای عمیق و مؤثر ایشان بر این مقاله صمیمانه تشکر کنم. بازخوانی دقیق و نظرات سازنده ایشان به‌طور قابل توجهی به ارتقای این اثر کمک کرده است. از زمانی که برای این کار صرف کردند و همچنین از تخصص و دانش ایشان که کیفیت این مقاله را به‌طور چشمگیری بهبود بخشیده است، بسیار سپاسگزارم.

حمایت مالی

نگارنده تصریح می‌کند که برای انجام این تحقیق، نگارش و انتشار آن، هیچگونه حمایت مالی دریافت نکرده است.

منابع

شیخ‌بیکلو اسلام، بابک، چایچی امیرخیز، احمد، سعیدی، محمدرضا (۱۴۰۲). *پژوهش‌های دیرین‌اقلیم در مطالعات باستان‌شناسی*. تهران: سمت.

شیخ‌بیکلو اسلام، بابک (۱۴۰۲). *تغییرات اقلیمی و رویدادهای آب‌وهوایی حدّی ایران در دوران اسلامی*. تهران: کیمیاخردپارس.

شیخ‌بیکلو اسلام، بابک (۱۴۰۰). شواهد و پیامدهای رویداد سیل در ایران از پیش از تاریخ تا کنون. *مدل سازی و مدیریت آب و خاک*، ۱ (۱)، ۲۴ ـ ۴۰. https://doi.org/10.22098/mmws.2021.1173

Adam, D. P., Sims, J. D., & Throckmorton, C. K. (1981). 130,000-yr continuous pollen record from Clear Lake, Lake County, California. *Geology*, *9*(8), 373-377. https://doi.org/10.1130/0091-7613(1981)9<373:YCPRFC>2.0.CO;2

Ahmad, I. (2023). The Endurance and Evolution of Ancient Civilizations: Insights for Today's Challenges. *Journal of Social Sciences Review*, *3*(4), 21-32. https://doi.org/10.54183/jssr.v3i4.393

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

Angelakis, A. N., Zaccaria, D., Krasilnikoff, J., Salgot, M., Bazza, M., Roccaro, P., Jimenez, B., Kumar, A., Yinghua, W., Baba, A., & Fereres, E. (2020). Irrigation of world agricultural lands: Evolution through the millennia. *Water*, *12*(5), 1285. https://doi.org/10.3390/w12051285

Anyamba, A., Chretien, J. P., Britch, S. C., Soebiyanto, R. P., Small, J. L., Jepsen, R., Forshey, B.M., Sanchez, J.L., Smith, R.D., Harris, R., & Linthicum, K. J. (2019). Global disease outbreaks associated with the 2015–2016 El Niño event. *Scientific reports*, *9*(1), 1930. https://doi.org/10.1038/s41598-018-38034-z

Arsalani, M., Grießinger, J., & Bräuning, A. (2022). Tree-ring-based seasonal temperature reconstructions and ecological implications of recent warming on oak forest health in the Zagros Mountains, Iran. *International Journal of Biometeorology*, *66*(12), 2553-2565. https://doi.org/10.1007/s00484-022-02380-5

Arsalani, M., Griessinger, J., Pourtahmasi, K., & Braeuning, A. (2021). Multi-centennial reconstruction of drought events in South-Western Iran using tree rings of Mediterranean cypress (Cupressus sempervirens L.). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *567*, 110296. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110296

Baars, C., Barbir, J., & Paulino Pires Eustachio, J. H. (2023). How Can Climate Change Impact Human Health via Food Security? A Bibliometric Analysis. *Environments*, *10*(11), 196. https://doi.org/10.3390/environments10110196

Banerjee, A. (2022). Ice-core records of atmospheric composition and chemistry. *Past Global Changes Magazine*, *30*(2). https://doi.org/10.22498/pages.30.2.104

Bender, M., Sowers, T., & Brook, E. (1997). Gases in ice cores. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *94*(16), 8343-8349. https://doi.org/10.1073/PNAS.94.16.8343

Benedictow, O. J. (2004). *The Black Death, 1346-1353: The Complete History*. Boydell Press.

Bradley, R. S. (2015). *Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary*. Academic Press.

Briffa, K. R., & Matthews, J. A. (2002). ADVANCE-10K: a European contribution towards a hemispheric dendroclimatology for the Holocene. *The Holocene*, *12*(6), 639-642. https://doi.org/10.1191/0959683602hl576ed

Brönnimann, S., Pfister, C., & White, S. (2018). Archives of nature and archives of societies. *The Palgrave handbook of climate history*, 27-36. https://doi.org/10.1057/978-1-137-43020-5_3

Burke, A., Peros, M. C., Wren, C. D., Pausata, F. S., Riel-Salvatore, J., Moine, O., de Vernal, A., Kageyama, M., & Boisard, S. (2021). The archaeology of climate change: The case for cultural diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *118*(30), e2108537118. https://doi.org/10.1073/pnas.2108537118

Carolin, S. A., Walker, R. T., Day, C. C., Ersek, V., Sloan, R. A., Dee, M. W., Talebian, M. & Henderson, G. M. (2019). Precise timing of abrupt increase in dust activity in the Middle East coincident with 4.2 ka social change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*(1), 67-72. https://doi.org/10.1073/pnas.1808103115

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

Childs, M. L., Lyberger, K., Harris, M. J., Burke, M., & Mordecai, E. A. (2025). Climate warming is expanding dengue burden in the Americas and Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *122*(37), e2512350122. https://doi.org/10.1101/2024.01.08.24301015

Church, J., Nicholls, R. J., Hay, J. and Gornitz, V. (2007) Ice and sea-level change. In, *Global Outlook for Ice & Snow*. Nairobi, Kenya. United Nations, pp. 1551-180. http://eprints.soton.ac.uk/id/eprint/53020

Coghlan, C., Muzammil, M., Ingram, J., Vervoort, J., Otto, F., & James, R. (2014). *A Sign of Things to Come? Examining four major climate-related disasters, 2010-2013, and their impacts on food security*. Oxfam International. https://doi.org/10.1163/2210-7975_hrd-9824-2014047

Cook, E. R. (2006). Dendrochronology and Dendroclimatology. *Encyclopedia of Environmetrics*. https://doi.org/10.1002/9780470057339.vad013

Crabtree, S. A. (2023). Archaeoecology: Using archaeological data to study ecosystems of the human past. *PAGE Magazine, 31*(1), 4-5. https://doi.org/10.22498/pages.31.1.4

Cullen, H. M., Demenocal, P. B., Hemming, S., Hemming, G., Brown, F. H., Guilderson, T., & Sirocko, F. (2000). Climate change and the collapse of the Akkadian empire: Evidence from the deep sea. Geology, 28(4), 379-382. https://doi.org/10.1130/0091-7613(2000)28<379:CCATCO>2.0.CO;2

d'Alpoim Guedes, J. A., Crabtree, S. A., Bocinsky, R. K., & Kohler, T. A. (2016). Twenty-first century approaches to ancient problems: Climate and society. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *113*(51), 14483-14491. https://doi.org/10.1073/pnas.1616188113

Dearing, J. A. (2006). Climate-human-environment interactions: resolving our past. *Climate of the Past*, *2*(2), 187-203. https://doi.org/10.5194/CP-2-187-2006

De Souza, J. G., Robinson, M., Maezumi, S. Y., Capriles, J., Hoggarth, J. A., Lombardo, U., Novello, V.F., Apaéstegui, J., Whitney, B., Urrego, D., & Iriarte, J. (2019). Climate change and cultural resilience in late pre-Columbian Amazonia. *Nature ecology & evolution*, *3*(7), 1007-1017. https://doi.org/10.1038/s41559-019-0924-0

Douglas, P. M., Demarest, A. A., Brenner, M., & Canuto, M. A. (2016). Impacts of climate change on the collapse of lowland Maya civilization. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, *44*(1), 613-645. https://doi.org/10.1146/annurev-earth-060115-012512

Douglas, P. M., Pagani, M., Canuto, M. A., Brenner, M., Hodell, D. A., Eglinton, T. I., & Curtis, J. H. (2015). Drought, agricultural adaptation, and sociopolitical collapse in the Maya Lowlands. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(18), 5607-5612. https://doi.org/10.1073/pnas.1419133112

Dykoski, C. A., Edwards, R. L., Cheng, H., Yuan, D., Cai, Y., Zhang, M., ... & Revenaugh, J. (2005). A high-resolution, absolute-dated Holocene and deglacial Asian monsoon record from Dongge Cave, China. *Earth and Planetary Science Letters*, *233*(1-2), 71-86. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2005.01.036

Easterling, D. R., Meehl, G. A., Parmesan, C., Changnon, S. A., Karl, T. R., & Mearns, L. O. (2000). Climate extremes: observations, modeling, and impacts. *science*, *289*(5487), 2068-2074. https://doi.org/10.1126/SCIENCE.289.5487.2068

Engel, M., & Brückner, H. (2021). Holocene climate variability of Mesopotamia and its impact on the history of civilisation. In *Middle East and North Africa* (pp. 77-113). Brill. https://doi.org/10.31223/osf.io/s2aqt

Fazel-Rastgar, F. (2020). Extreme weather events related to climate change: widespread flooding in Iran, March–April 2019. *SN Applied Sciences*, *2*(12), 2166. https://doi.org/10.1007/s42452-020-03964-9

Fleitmann, D., Burns, S. J., Mangini, A., Mudelsee, M., Kramers, J., Villa, I., ... & Matter, A. (2007). Holocene ITCZ and Indian monsoon dynamics recorded in stalagmites from Oman and Yemen (Socotra). Quaternary Science Reviews, 26(1-2), 170-188. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2006.04.012

Fouque, F., & Reeder, J. C. (2019). Impact of past and on-going changes on climate and weather on vector-borne diseases transmission: a look at the evidence. *Infectious diseases of poverty*, *8*(03), 1-9. https://doi.org/10.1186/s40249-019-0565-1

Franchini, M., & Mannucci, P. M. (2015). Impact on human health of climate changes. *European journal of internal medicine*, *26*(1), 1-5. https://doi.org/10.1016/j.ejim.2014.12.008

Gargani, J., Pasquon, K., & Jouannic, G. (2020, May). How hurricanes influence social and economic changes?. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (p. 8974). https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-8974

Githeko, A. K., Lindsay, S. W., Confalonieri, U. E., & Patz, J. A. (2000). Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, *78*(9), 1136-1147. https://doi.org/10.1590/S0042-96862000000900009

Grootes, P. M., & Stuiver, M. (1997). Oxygen 18/16 variability in Greenland snow and ice with 10− 3-to 105-year time resolution. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *102*(C12), 26455-26470. https://doi.org/10.1029/97JC00880

Haile, M. G., Wossen, T., Tesfaye, K., & von Braun, J. (2017). Impact of climate change, weather extremes, and price risk on global food supply. *Economics of Disasters and Climate Change*, *1*, 55-75. https://doi.org/10.1007/s41885-017-0005-2

Haldon, J., Eisenberg, M., Mordechai, L., Izdebski, A., & White, S. (2020). Lessons from the past, policies for the future: resilience and sustainability in past crises. *Environment systems and decisions*, *40*, 287-297. https://doi.org/10.1007/s10669-020-09778-9

Hassol, S. J., & Corell, R. W. (2006). Arctic climate impact assessment. In: H. J. Schellnhuber (Ed.), *Avoiding dangerous climate change*, pp. 205-213.

Hellin, J. J., Shiferaw, B., Cairns, J. E., Reynolds, M. P., Ortiz-Monasterio, I., Bänziger, M., ... & La Rovere, R. (2012). Climate change and food security in the developing world: Potential of maize and wheat research to expand options for adaptation and mitigation. https://doi.org/10.5897/JDAE11.112

Hodell, D. A., Brenner, M., & Curtis, J. H. (2005). Terminal Classic drought in the northern Maya lowlands inferred from multiple sediment cores in Lake Chichancanab (Mexico). *Quaternary Science Reviews*, *24*(12-13), 1413-1427. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2004.10.013

Hughes, T. P., Kerry, J. T., Álvarez-Noriega, M., Álvarez-Romero, J. G., Anderson, K. D., Baird, A. H., Babcock, R.C., Beger, M., Bellwood, D.R., Berkelmans, R., & Wilson, S. K. (2017). Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature*, *543*(7645), 373-377. https://doi.org/10.1038/nature21707

Hughes, M. K. (2011). Dendroclimatology in high-resolution paleoclimatology. *Dendroclimatology: progress and prospects*, 17-34. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5725-0_2

IPCC. (2022). Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33, https://doi.org/10.1017/9781009325844.001

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.

Jacob, T., Wahr, J., Pfeffer, W. T., & Swenson, S. (2012). Recent contributions of glaciers and ice caps to sea level rise. *Nature*, *482*(7386), 514-518. https://doi.org/10.1038/nature10847

Jacoby, G. C., & D'Arrigo, R. D. (1997). Tree rings, carbon dioxide, and climatic change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *94*(16), 8350-8353. https://doi.org/10.1073/PNAS.94.16.8350

Johnson, K. R. (2021). Tales from the underground: speleothem records of past hydroclimate. *Elements: An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and Petrology*, *17*(2), 93-100. https://doi.org/10.2138/gselements.17.2.93

Jones, P. D., & Mann, M. E. (2004). Climate over past millennia. *Reviews of Geophysics*, *42*(2). https://doi.org/10.1029/2003RG000143

Kalaivanan, R. (2017). Paleo-climate studies using geochemical proxy From Marine Sediments. *J Earth Environ Sci 2017*, J109. http://doi.org/10.29011/JEES-109.%20100009

Kennett, D. J., Masson, M., Lope, C. P., Serafin, S., George, R. J., Spencer, T. C., ... & Hodell, D. A. (2022). Drought-induced civil conflict among the ancient Maya. *Nature communications*, *13*(1), 3911. https://doi.org/10.1038/s41467-022-31522-x

Khoshakhlagh, F., Safaierad, R., & Salmani, D. (2014). The Synoptic analysis of flood occurrence on November 2011 in Behbahan and Likak cities. *Physical Geography Research*, *46*(4), 509-524 (in Persian) https://doi.org/10.22059/jphgr.2014.53001

Kim, K. H., Kabir, E., & Ara Jahan, S. (2014). A review of the consequences of global climate change on human health. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, *32*(3), 299-318. https://doi.org/10.1080/10590501.2014.941279

Koprowski, M., Przybylak, R., Zielski, A., & Pospieszyńska, A. (2012). Tree rings of Scots pine (Pinus sylvestris L.) as a source of information about past climate in northern Poland. *International Journal of Biometeorology*, *56*, 1-10. https://doi.org/10.1007/s00484-010-0390-5

Kundzewicz, Z. W., Kanae, S., Seneviratne, S. I., Handmer, J., Nicholls, N., Peduzzi, P., ... & Sherstyukov, B. (2014). Flood risk and climate change: global and regional perspectives. *Hydrological Sciences Journal*, *59*(1), 1-28. https://doi.org/10.1080/02626667.2013.857411

Kunkel, K. E., Stevens, L. E., Stevens, S. E., Sun, L., Janssen, E., Wuebbles, D., Konrad, C.E., Fuhrman, C.M., Keim, B.D., Kruk, M.C., & Dobson, J. G. (2013). *Regional climate trends and scenarios for the US National Climate Assessment: Part 2*. Climate of the Southeast US. https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/56807/noaa_56807_DS1.pdf

Lionello, P., Nicholls, R. J., Umgiesser, G., & Zanchettin, D. (2021). Venice flooding and sea level: past evolution, present issues, and future projections (introduction to the special issue). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *21*(8), 2633-2641. https://doi.org/10.5194/nhess-21-2633-2021

Lloyd, S. J., Kovats, R. S., & Chalabi, Z. (2011). Climate change, crop yields, and undernutrition: development of a model to quantify the impact of climate scenarios on child undernutrition. *Environmental health perspectives*, *119*(12), 1817-1823. https://doi.org/10.1289/ehp.1003311

Lobell, D. B., Schlenker, W., & Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, *333*(6042), 616-620. https://doi.org/10.1126/science.1204531

Lotter, A. F. (2014). Multi-proxy climatic reconstructions. In *Global change in the Holocene* (pp. 373-383). Routledge.

Mann, M. E., Zhang, Z., Hughes, M. K., Bradley, R. S., Miller, S. K., Rutherford, S., & Ni, F. (2008). Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *105*(36), 13252-13257. https://doi.org/10.1073/pnas.0805721105

Marcel, B. K., Athanase, A. A., Joël, K. K., & Della André, A. (2021). Accidents Related to the 2014 Rains and Their Socio-Economic Consequences in the City of Abidjan: The Case of the Municipalities of Abobo and Attécoubé (Côte D'Ivoire). *Journal of Geoscience and Environment Protection*, *9*(3), 195-208. https://doi.org/10.4236/GEP.2021.93012

McMichael, A. J. (2012). Insights from past millennia into climatic impacts on human health and survival. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(13), 4730-4737. https://doi.org/10.1073/pnas.1120177109

Mehterian, S., Pourmand, A., Sharifi, A., Lahijani, H. A., Naderi, M., & Swart, P. K. (2017). Speleothem records of glacial/interglacial climate from Iran forewarn of future Water Availability in the interior of the Middle East. *Quaternary Science Reviews*, *164*, 187-198. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.03.028

Meyers, P. A. (1994). Preservation of elemental and isotopic source identification of sedimentary organic matter. *Chemical geology*, *114*(3-4), 289-302. https://doi.org/10.1016/0009-2541(94)90059-0

Michener, W. K., Blood, E. R., Bildstein, K. L., Brinson, M. M., & Gardner, L. R. (1997). Climate change, hurricanes and tropical storms, and rising sea level in coastal wetlands. *Ecological applications*, *7*(3), 770-801. https://doi.org/10.1890/1051-0761(1997)007[0770:CCHATS]2.0.CO;2

Mirza, M. (2006, May). Mainstreaming Climate Change for Extreme Weather Events & Management of Disasters: An Engineering Challenge. In *2006 IEEE EIC Climate Change Conference* (pp. 1-10). IEEE. https://doi.org/10.1109/EICCCC.2006.277255

Molefhi, D. (2021). Climate Change Impacts on Biodiversity and Ecosystem Services. *British Journal of Environmental Studies*, *1*(1), 24-31. https://www.al-kindipublisher.com/index.php/bjes/article/view/2563

Naheed, S. (2023). An overview of the influence of climate change on food security and human health. *life*, *3*, 15. https://www.foodscijournal.com/apdf/afns-aid1044.pdf

Navarro, F. J. (2021). Sea-level rise: Which is the role of glaciers and polar ice sheets?. *Metode Science Studies Journal*, *11*, 173-181. https://doi.org/10.7203/metode.11.16988

Nicholls, R. J., & Cazenave, A. (2010). Sea-level rise and its impact on coastal zones. *science*, *328*(5985), 1517-1520. https://doi.org/10.1126/science.1185782

Nicholls, R. J., Brown, S., Goodwin, P., Wahl, T., Lowe, J., Solan, M., Godbold, J.A., Haigh, I.D., Lincke, D., Hinkel, J., & Merkens, J. L. (2018). Stabilization of global temperature at 1.5 C and 2.0 C: implications for coastal areas. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, *376*(2119), 20160448. https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0448

Nordhaus, W. D. (2010). The economics of hurricanes and implications of global warming. *Climate Change Economics*, *1*(01), 1-20. https://doi.org/10.1142/S2010007810000054

Óskarsson, B.V. (2005). Ice core evidence for past climates and glaciation. Leif Svalgaard's Research Page. https://svalgaard.leif.org/EOS/Ice-Cores-Vostok.pdf

Owino, V., Kumwenda, C., Ekesa, B., Parker, M. E., Ewoldt, L., Roos, N., Lee, W.T., & Tome, D. (2022). The impact of climate change on food systems, diet quality, nutrition, and health outcomes: A narrative review. *Frontiers in Climate*, *4*, 941842. https://doi.org/10.3389/fclim.2022.941842

Pacheco, H., Montilla, A., Méndez, W., Hipatia-Delgado, M., & Zambrano, D. (2019). Causas y consecuencias de las lluvias extraordinarias de 2017 en la costa ecuatoriana: el caso de la provincia Manabí. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, *48*(2), 45-70. https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2019.48.2.766

Parmesan, C., & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, *421*(6918), 37-42. https://doi.org/10.1038/nature01286

Patalano, R., Roberts, P. (2021). Climate Proxies. In: D. T. Potts, E. Harkness, J. Neelis, R. McIntosh (Eds.), *The encyclopedia of ancient history: Asia and Africa*, eahaa00609. https://doi.org/10.1002/9781119399919.eahaa00609

Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. A. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature*, *438*(7066), 310-317. https://doi.org/10.1038/nature04188

Patz, J. A., Epstein, P. R., Burke, T. A., & Balbus, J. M. (1996). Global climate change and emerging infectious diseases. *Jama*, *275*(3), 217-223. https://doi.org/10.1001/JAMA.1996.03530270057032

Pecl, G. T., Araújo, M. B., Bell, J. D., Blanchard, J., Bonebrake, T. C., Chen, I. C., Clark, T.D., Colwell, R.K., Danielsen, F., Evengård, B., & Williams, S. E. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*, *355*(6332), eaai9214. https://doi.org/10.1126/science.aai9214

Petraglia, M. D., Groucutt, H. S., Guagnin, M., Breeze, P. S., & Boivin, N. (2020). Human responses to climate and ecosystem change in ancient Arabia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *117*(15), 8263-8270. https://doi.org/10.1073/pnas.1920211117

Petrie, C. A., Singh, R. N., Bates, J., Dixit, Y., French, C. A., Hodell, D. A., Jones, P.J., Lancelotti, C., Lynam, F., Neogi, S., & Singh, D. P. (2017). Adaptation to variable environments, resilience to climate change: Investigating land, water and settlement in Indus Northwest India. *Current Anthropology*, *58*(1), 1-30. https://doi.org/10.1086/690112

Petterson, J. S., Stanley, L. D., Glazier, E., & Philipp, J. (2006). A preliminary assessment of social and economic impacts associated with Hurricane Katrina. *American Anthropologist*, *108*(4), 643-670. https://doi.org/10.1525/AA.2006.108.4.643

Prajapati, H. A., Yada, K., Hanamasagar, Y., Kumar, M. B., Khan, T., Belagalla, N., Thomas, V., Jabeen, A., Gomadhi, G., & Malathi, G. (2024). Impact of climate change on global agriculture: Challenges and adaptation. *International Journal of Environment and Climate Change*, *14*(4), 372-379. https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i44123

Pratap, D., Tamuly, G., Ganavi, N. R., Anbarasan, S., Pandey, A. K., Singh, A., Priya, P., Debnath, A., & Iberaheem, M. (2024). Climate Change and Global Agriculture: Addressing Challenges and Adaptation Strategies. *Journal of Experimental Agriculture International*, *46*(6), 799-806. https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i62533

Pugh, T. A. M., Müller, C., Elliott, J., Deryng, D., Folberth, C., Olin, S., Schmid, E., & Arneth, A. (2016). Climate analogues suggest limited potential for intensification of production on current croplands under climate change. *Nature communications*, *7*(1), 12608. https://doi.org/10.1038/ncomms12608

Raftery, A. E., Zimmer, A., Frierson, D. M., Startz, R., & Liu, P. (2017). Less than 2 C warming by 2100 unlikely. *Nature climate change*, *7*(9), 637-641. https://doi.org/10.1038/nclimate3352

Rao, C. S. (2021). The political economy of drought and the marginalisation of the poor. *SIDDHANT, 21*(4), 117-123. http://dx.doi.org/10.5958/2231-0657.2021.00015.X

Richards, D. A., & Dorale, J. A. (2003). Uranium-series chronology and environmental applications of speleothems. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, *52*(1), 407-460. https://doi.org/10.2113/0520407

Robbins Schug, G., Buikstra, J. E., DeWitte, S. N., Baker, B. J., Berger, E., Buzon, M. R., Davies-Barrett, A.M., Goldstein, L., Grauer, A.L., Gregoricka, L.A., & Zakrzewski, S. R. (2023). Climate change, human health, and resilience in the Holocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *120*(4), e2209472120. https://doi.org/10.1073/pnas.2209472120

Roscoe, P. (2014). A changing climate for anthropological and archaeological research? Improving the climate-change models. *American Anthropologist*, *116*(3), 535-548. https://doi.org/10.1111/AMAN.12115

Safaierad, R., Israde-Alcántara, I., Rantala, M., Domínguez-Vázquez, G., Mohtadi, M., Schefuß, E., ... & Fagel, N. (2025). Late Holocene hydroclimate variability and human–environment interactions in the Cuenca Oriental, Mexico: multiproxy evidence from Lake Alchichica. *Quaternary Science Reviews*, *369*, 109618. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2025.109618

Safaierad, R., Schefuß, E., Weiss, H., Zolitschka, B., Yokoyama, Y., Vogt, C., Fagel, N., Eskandari, N., & Mohtadi, M. (2024, January). Abrupt climate change in the late third millennium BCE and the demise of the Jiroft Civilization. *Paper presented at the 3rd International Conference on Quaternary Sciences – 6th National Conference of Quaternary Sciences*, Tehran, Iran.

Safaierad, R., Matthews, R., Dupont, L., Zolitschka, B., Marinova, E., Djamali, M., Vogt, C., Azizi, G., Lahijani, H.A., & Matthews, W. (2023). Vegetation and climate dynamics at the dawn of human settlement: multiproxy palaeoenvironmental evidence from the Hashilan Wetland, western Iran. *Journal of Quaternary Science*, *38*(8), 1289-1304. https://doi.org/10.1002/jqs.3557

Safaierad, R., Mohtadi, M., Zolitschka, B., Yokoyama, Y., Vogt, C., & Schefuß, E. (2020). Elevated dust depositions in West Asia linked to ocean–atmosphere shifts during North Atlantic cold events. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *117*(31), 18272-18277. https://doi.org/10.1073/pnas.2004071117

Schlenker, W., & Roberts, M. J. (2009). Nonlinear temperature effects indicate severe damages to US crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of sciences*, *106*(37), 15594-15598. https://doi.org/10.1073/pnas.0906865106

Scheidegger, Y., Kluge, T., Kipfer, R., Aeschbach-Hertig, W., & Wieler, R. (2008). Paleotemperature reconstruction using noble gas concentrations in speleothem fluid inclusions. *Pages Newsletter*, *16*(3), 10-12. https://doi.org/10.22498/PAGES.16.3.10

Shaikh Baikloo Islam, B. (2021a). Monsoon oscillation and cultural evolution: the flourishing and collapse of civilization in southeast Iran during the third millennium BCE. *Journal of Sistan and Baluchistan Studies*, *1*(1), 1-9. https://doi.org/10.22034/jsbs.2022.326153.1007

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.

Shaikh Baikloo Islam, B., Chaychi Amirkhiz, A., & Valipour, H. (2016). On the Possible Correlation between the Collapse of Sialk IV and Climatological Events during the Middle–Late Holocene. *Iranian Journal of Archaeological Studies*, *6*(1), 45-57. https://doi.org/10.22111/ijas.2016.3770

Shaltout, M., & Azzazi, M. (2014). Climate change in the Nile Delta from Prehistoric to the Modern Era and their impact on soil and vegetation in some Archaeological sites. *Journal of Earth Science and Engineering*, *4*, 632-642. https://davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/55078f574b191.pdf

Sharafi, S., Kamangir, H., King, S. A., & Safaierad, R. (2021). Effects of extreme floods on fluvial changes: the Khorramabad River as case study (western Iran). *Arabian Journal of Geosciences*, *14*(12), 1140. https://doi.org/10.1007/s12517-021-07459-8

Sharafi, S., Jou, P. H., & Tabaee, N. A. (2014). Impacts of climate change on biodiversity. International *Journal of Farming and Allied Sciences, 3*(7), 811-818. http://ijfas.com/wp-content/uploads/2014/08/811-818.pdf

Sharifi, A., Djamali, M., Peterson, L. C., Swart, P. K., Ávila, M. G. P., Esfahaninejad, M., de Beaulieu, J.L., Lahijani, H.A., & Pourmand, A. (2023). The rise and demise of Iran's Urmia Lake during the Holocene and the Anthropocene:"what's past is prologue". *Regional environmental change*, *23*(4), 121. https://doi.org/10.1007/s10113-023-02119-x

Sharifi, A., Pourmand, A., Canuel, E. A., Ferer-Tyler, E., Peterson, L. C., Aichner, B., Feakins, S.J., Daryaee, T., Djamali, M., Beni, A.N., & 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

Shuman, E. K. (2010). Global climate change and infectious diseases. *New England Journal of Medicine*, *362*(12), 1061-1063. https://doi.org/10.1056/NEJMp0912931

Smol, J. P., & Cumming, B. F. (2000). Tracking long-term changes in climate using algal indicators in lake sediments. *Journal of Phycology*, *36*(6), 986-1011. https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.2000.00049.x

Soleimani, M., Nadimi, A., Koltai, G., Dublyansky, Y., Carolin, S., & Spötl, C. (2023). Stalagmite evidence of Last Glacial Maximum to early Holocene climate variability in southwestern Iran. *Journal of Quaternary Science*, *38*(3), 308-318. https://doi.org/10.1002/jqs.3478

Staubwasser, M., & Weiss, H. (2006). Holocene climate and cultural evolution in late prehistoric–early historic West Asia. *Quaternary Research*, *66*(3), 372-387. https://doi.org/10.1016/j.yqres.2006.09.001

Stott, P. (2016). How climate change affects extreme weather events. *Science*, *352*(6293), 1517-1518. https://doi.org/10.1126/science.aaf7271

Sudarkodi, K., & Sathyabama, K. (2011). The Impact of Climate Change on Agriculture. *Munich Personal RePE Archive (MPRA), Paper*, *29784*. https://core.ac.uk/download/pdf/213926056.pdf

Sugden, A. M. (2017). Consequences of shifting species distributions. *Science*, *355*(6332), 1386-1388. https://doi.org/10.1126/science.355.6332.1386-j

Sutherst, R. W. (2004). Global change and human vulnerability to vector-borne diseases. *Clinical microbiology reviews*, *17*(1), 136-173. https://doi.org/10.1128/CMR.17.1.136-173.2004

Thakur, Y., Sharma, A., & Sharma, V. K. (2024). A Review on the Relationship of Climate Variability and Extremes with Crop Production. *International Journal of Environment and Climate Change*, *14*(4), 513-529. https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i44136

Ülker, D., Ergüven, O., & Gazioğlu, C. (2018). Socio-economic impacts in a changing climate: Case study Syria. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, *5*(1), 84-93. https://doi.org/10.30897/IJEGEO.406273

Van de Noort, R. (2011). Conceptualising climate change archaeology. *Antiquity*, *85*(329), 1039-1048. https://doi.org/10.1017/S0003598X00068472

Vlachos, E. (2011). Socio-economic impacts and consequences of extreme floods. In *Challenges in Water Resources Management*, *19*. *Proceedings of the 4th training course "European Sustainable Water Goals" Venice,* September 7-11, 2010 http://www.civiltacqua.org/uploads/pubblicazioni/Eswg%20IV%20light.pdf#page=20

Walther, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J., Fromentin, J.M., Hoegh-Guldberg, O., & Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, *416*(6879), 389-395. https://doi.org/10.1038/416389a

Weiss, H. (Ed.). (2017). *Megadrought and collapse: from early agriculture to Angkor*. Oxford University Press.

Weiss, H. (2016). Global megadrought, societal collapse and resilience at 4.2–3.9 ka BP across the Mediterranean and west Asia. *Pages Magazine*, *24*(2), 62-63. https://doi.org/10.22498/pages.24.2.62

Weiss, H., Courty, M. A., Wetterstrom, W., Guichard, F., Senior, L., Meadow, R., & Curnow, A. (1993). The genesis and collapse of third millennium north Mesopotamian civilization. *Science, 261*(5124), 995-1004. https://doi.org/10.1126/science.261.5124.995

Wendt, K. A., Li, X., & Edwards, R. L. (2021). Uranium–thorium dating of speleothems. *Elements: An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and Petrology*, *17*(2), 87-92. https://doi.org/10.2138/gselements.17.2.87

WHO. (2014). *Climate Change and Health*. World Health Organization.

Winckler, G., & Severinghaus, J. P. (2013). Noble gases in ice cores: Indicators of the earth's climate history. *The Noble Gases as Geochemical Tracers*, 33-53. https://doi.org/10.1007/978-3-642-28836-4_3

Wu, X., Lu, Y., Zhou, S., Chen, L., & Xu, B. (2016). Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. *Environment international*, *86*, 14-23. https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.007

Yang, X., Liao, X., Di, D., & Shi, W. (2023). A Review of Drought Disturbance on Socioeconomic Development. *Water*, *15*(22), 3912. https://doi.org/10.3390/w15223912

Yari, A., Zarezadeh, Y., Ardalan, A., Boubakran, M. S., Rahimiforoushani, A., Bidarpoor, F., & Ostadtaghizadeh, A. (2022). Deadly floods and their causal factors: A case-control study in Iran between 2005 and 2018. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *77*, 103036. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103036

Younes, M.A., Bakry, A. (2022). The 4.2 ka BP Climate Event in Egypt: Integration of Archaeological, Geoarchaeological, and Bioarchaeological Evidence. *Afr Archaeol Rev 39*, 315–344. https://doi.org/10.1007/s10437-022-09487-5

Zarza, M. M., Benito, X., Flores, C., Mandal, S. K., Maldonado, A., & Maezumi, S. Y. (2023). integration of proxies in human–environmental systems: paleoecology, paleoclimatology, and archaeology. *Past global changes magazine: annual records of the past*, *31*(1), 8-9. https://doi.org/10.22498/pages.31.1.8

شیخ بیکلو اسلام، بابک (۱۴۰۳). پیامدهای تغییر اقلیم از گذشته تا حال: اهمیت پژوهش‌های دیرین‌اقلیم در مطالعات باستان‌شناسی. میراث جنوب غربی آسیا، ۱(۲)، کد۵.
https://doi.org/10.22034/hsaj.2025.558717.1024