Journal of Research on Archaeometry, 2022; 8 (1): 207-210

Journal of Research on Archaeometry

DOI: 10.52547/jra.8.1.207

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

View point, Perspective, Opinion

Conducting Environmental Sedimentological Studies at Archaeological Sites: An Exigency

Babak Shaikh Baikloo Islam*

PhD. in Archaeology, Department of History & Archeology, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Science and research Branch, Islamic Azad University, Tehran, IRAN

Received: 31/10/2021 **Accepted: 11/03/2022**

Paleoclimate research uses various methods and approaches. Through a wide array of inquiries ranging from the extraction of ice cores several kilometers away from the poles to the examination of tree rings, it can produce useful information about past climatic conditions [1]. The time resolution of these researches is of great importance in archaeological and historical contexts. Furthermore, interdisciplinary inquires such as archaeobotanical, archaeozoological, and environmental sedimentological studies at archaeological sites are considered a complement to paleoclimate study. Information deriving from such studies, along with absolute dating, can illustrate climatic events (on a century scale) and their environmental impacts. Since the amount of annual sedimentation in a series of landscapes (plains and alluvial fans) has been determined with a relatively high degree of certainty, carrying out environmental sedimentological studies might impose relatively lower costs on archaeologists. Certainly, this work is not without limitations. For example, the amount of sedimentation of the Jajrud alluvial fan is estimated to be about 2 m per thousand years [2], which will require excavating at least 14 m of sedimentary layers deposited in the past seven thousand years. While it goes without saying that this amount of excavation is hardly practicable, it should be emphasized that for other types of landscapes it might be half of this amount. In the environmental sedimentology of the prehistoric sites of the Haji Arab alluvial fan south of the Qazvin plain, the amount of sedimentation (according to one scenario) is estimated to be about 1.1 m per thousand years. Sedimentary stratigraphy south of Tepe Ghabristan (with the same amount of estimated sedimentation) has determined that this site collapsed in the early centuries of the 3rd millennium BC due to flooding and dry climatic conditions [3]. Ahmad Tehrani Moghadam might be one of the first archaeologists who correctly recognized the necessity of implementing environmental sedimentology at archaeological sites. In 1985, with the collaboration of Manouchehr Pedrami, he conducted a research [12], highly valuable for his time, at the ancient cemetery of Pishva in the southern Jajrud alluvial fan. The sedimentology of the Maimanatabad, an archaeological site in Robat Karim, Tehran, has established the flooding of the Shadchay River, a tributary of the Karaj River, around 3000/2900 BC as the reason behind the decline of this settlement [4]. Also, the stratigraphies of Kish and Shuruppak in Mesopotamia reveal frequent floodings of the Tigris and Euphrates from the end of the Jemdet Nasr period to the early Dynasty III (between 2900 and 2600 BC) [5, 6]. The results of these studies, in line with those of the paleoclimate research, indicate that unstable climatic conditions prevailed in the early third millennium BC. The evidence of the massive flooding of the Karaj River around 3700–3500 BC has been found in the environmental sedimentology of Mafinabad, Islamshahr, Tehran. This ca. 0.5 m to 1 m thick flood stratum consists of sand sediments containing Sialk III4-5 pottery [8].

*Corresponding Author: babak.bagloo@yahoo.com

Ahmad Tehrani Moghadam might be one of the first archaeologists who correctly recognized the necessity of implementing environmental sedimentology at archaeological sites. In 1985, with the collaboration of Manouchehr Pedrami, he conducted a research [12], highly valuable for his time, at the ancient cemetery of Pishva in the southern Jajrud alluvial fan. The sedimentology of the Maimanatabad, an archaeological site in Robat Karim, Tehran, has established the flooding of the Shadchay River, a tributary of the Karaj River, around 3000/2900 BC as the reason behind the decline of this settlement [4]. Also, the stratigraphies of Kish and Shuruppak in Mesopotamia reveal frequent floodings of the Tigris and Euphrates from the end of the Jemdet Nasr period to the early Dynasty III (between 2900 and 2600 BC) [5, 6]. The results of these studies, in line with those of the paleoclimate research, indicate that unstable climatic conditions prevailed in the early third millennium BC. The evidence of the massive flooding of the Karaj River around 3700–3500 BC has been found in the environmental sedimentology of Mafinabad, Islamshahr, Tehran. This ca. 0.5 m to 1 m thick flood stratum consists of sand sediments containing Sialk III4-5 pottery [8]. As the paleoclimate research of the Greenland Ice Sheet Project 2 shows a significant drop in temperature in 3700–3400 and 2900-2600 BC [9], the mentioned floods occurred during climate change periods. Archaeological studies of the Qomrud-Qarachay basin and sedimentary stratigraphy at Qara Tepe by Mir Abedin Kaboli have demonstrated that not only the Qomrud seasonal river flooded and inundated the plain at least four times from the mid-fourth to the first millennium BC, but also the eastern bank of the river remained almost uninhabited until the beginning of the Islamic period [11]. Such information, which is necessary for the analysis of past events and planning and investment for the future, can be produced by archaeologists. If during excavations, several sedimentary stratigraphy trenches are completed around the sites down to the base of the main trenches, valuable supplementary information will definitely be obtainable. Further, performing sedimentology experiments and dating (if there is a sufficient budget) will answer many paleoenvironmental and paleoclimatic questions with higher accuracy. Such interdisciplinary studies not only help to build a stronger connection of the academic departments of geography, geology, and paleoclimatology with archaeology, but will also play a very important role in enriching domestic and international scientific publications.

References

[1] Bradley, RS. Paleoclimatology: reconstructing climates of the Quaternary. Elsevier; 1985.

[2] Gillmore, GK., Coningham, RAE., Fazeli, H., Young, RL., Magshoudi, M., Batt, CM., Rushworth, G. Irrigation on the Tehran Plain, Iran: Tepe Pardis—The site of a possible Neolithic irrigation feature? Catena. 2009;78(3):285-300.

[3] Schmidt A, Quigley M, Fattahi M, Azizi G, Maghsoudi M, Fazeli H. Holocene settlement shifts and palaeoenvironments on the Central Iranian Plateau: investigating linked systems. The Holocene. 2011 Jun;21(4):583-95.

[4] Maghsoudi, M., Zamanzadeh, S., navidfar, A., Yosefi Zoshk, R., Ahmadpour, H. Geoarchaeology of Prehistoric Settlements Using Micromorphology Methods (The case study: Meimanatabad Cluster). Journal of Archaeological Studies. 2015;7(2):149-164. [in Persian]

[5] Watelin LC, Langdon S. Excavations at Kish: vol. IV: 1925-1930. 1934.

[6] Schmidt EF. Excavations at Fara, 1931. University Museum; 1931.

[7] Woolley L. Ur excavations. Vol. 4, The early periods. Oxford UP; 1955.

[8] Chaychi Amirkhiz A, Shaikk Baikloo Islam B. Climatic Hazards of Fourth Millennium BC and Cultural Responses of Human Societies Case Study: Tehran Plain and Qomroud-Gharachay Basin. JRA. 2020; 6 (1):67-80. [in Persian]

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

[10] Liu T, Ji L, Baker VR, Harden TM, Cline ML. Holocene extreme paleofloods and their climatological context, Upper Colorado River Basin, USA. Progress in Physical Geography: Earth and Environment. 2020 Oct;44(5):727-45.

[11] Kaboli MA. Archaeological Surveys of Qomroud. Tehran: National Heritage Research Institute; 1999. P. 33, 72, 79, 83, 140-142. [in Persian]

پژوهه باستان‌سنجی ۱۴۰۱؛ ۸(۱): ۲۰۷-۲۱۰

پژوهه باستان‌سنجی

DOI: 10.52547/jra.8.1.207

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

دانشگاه هنر اسلامی تبریز ۱۳۷۸

دیدگاه، دورنما، نقطه نظر

ضرورت انجام مطالعات رسوب‌شناسی محیطی در محوطه‌های باستانی

بابک شیخ‌بیکلو اسلام

دکترای تخصصی باستان‌شناسی، گروه تاریخ و باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۰

پژوهش‌های دیرین‌اقلیم به روش‌های مختلفی انجام می‌شوند. از استخراج مغزه‌های یخی چندکیلومتری در قطبین تا بررسی حلقه‌های درختان می‌توانند دربارهٔ شرایط اقلیمی گذشته اطلاعات مفیدی تولید کنند [1]. میزان تفکیک زمانی این پژوهش‌ها در تحلیل‌های باستان‌شناسی و تاریخی از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین، انجام برخی مطالعات میان‌رشته‌ای مانند باستان‌گیاه‌شناسی، باستان‌جانورشناسی و رسوب‌شناسی محیطی در محوطه‌های باستانی مکمل پژوهش‌های دیرین‌اقلیم به‌شمار می‌رود. اطلاعاتی که این قبیل بررسی‌ها حاصل می‌کنند، همراه با سن‌سنجی‌های دقیق قادر است رویدادهای اقلیمی (در مقیاس سده) و تأثیرات زیست‌محیطی آن‌ها را نشان دهد. با توجه به اینکه میزان رسوب‌گذاری سالانهٔ برخی محیط‌ها (دشت‌ها و مخروط‌افکنه‌ها) با درجهٔ اطمینان نسبتاً بالایی مشخص شده است، بنابراین انجام مطالعات رسوب‌شناسی محیطی می‌تواند هزینه‌های نسبتاً کمتری برای کاوشگران باستان‌شناس داشته باشد. البته این کار محدودیت‌هایی نیز دارد. برای مثال، میزان رسوب‌گذاری مخروط افکنهٔ جاجرود برای هر هزارسال حدود دو متر برآورد شده است [2] که لازم است کاوشگر برای لایه‌نگاری رسوبی هفت‌هزارسال گذشته حداقل چهارده متر خاکبرداری کند. واضح است که این حجم از خاکبرداری در این ناحیه به‌راحتی میسر نیست، ولی برای محیط‌های دیگر می‌تواند تا نصف این مقدار باشد. در رسوب‌شناسی محیطی محوطه‌های پیش از تاریخی مخروط‌افکنهٔ حاجی عرب واقع در جنوب دشت قزوین، میزان رسوب‌گذاری (طبق یک سناریو) حدود ۱/۱ متر در هر هزارسال تخمین زده شده است. لایه‌نگاری رسوبی جنوب تپهٔ قبرستان (با احتساب همین میزان رسوب‌گذاری) نشان داده که این محوطه در سده‌های آغازین هزارهٔ سوم ق.م به دلیل شرایط آب‌وهوایی خشک و سیلابی که نشان‌دهندهٔ یک دورهٔ تغییر اقلیم است، دچار فروپاشی شده است [3]. رسوب‌شناسی میمنت‌آباد رباط‌کریم نیز دلیل فروپاشی این محوطه را وقوع سیلاب ناشی از طغیان شادچای، شاخه‌ای از رودخانهٔ کرج، در حدود ۳۰۰۰ / ۲۹۰۰ ق.م مشخص کرده است [4].

* نویسنده مسئول مکاتبات: تهران، انتهای بزرگراه شهید ستاری، میدان دانشگاه، بلوار شهدای حصارک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات، کدپستی: ۱۴۷۷۸۹۳۸۵۵

پست الکترونیکی: babak.bagloo@yahoo.com

همچنین، لایه‌نگاری محوطه‌های کیش و شوروپک در بین‌النهرین از طغیان مکرر رودخانه‌های دجله و فرات از پایان دورهٔ جمدت نصر تا سلسله‌های اولیه III (۲۹۰۰ – ۲۶۰۰ ق.م) حکایت دارد [5، 6]. نتایج این مطالعات، در انطباق با پژوهش‌های دیرین‌اقلیم تعیین می‌کنند که در اوایل هزارهٔ سوم ق.م شرایط اقلیمی ناپایداری حاکم بوده است. شواهد طغیان سهمگین رودخانهٔ کرج در حدود ۳۷۰۰ — ۳۵۰۰ ق.م که با پایین‌ترین بخش لایهٔ سیلابی قطور (به ضخامت ۳۷۰ — ۲۷۰ سانتی‌متر) محوطهٔ اور در جنوب بین‌النهرین [7] قرابت زمانی دارد، در رسوب‌شناسی محیطی محوطهٔ مافین‌آباد اسلام‌شهر یافت شده است. در لایهٔ سیلابی مزبور حدود نیم تا یک‌متر رسوب شن و ماسه آمیخته با سفال سیلک III4-5 به‌جا مانده است [8]. با توجه به اینکه پژوهش دیرین‌اقلیم صفحهٔ یخی گرینلند نشان‌دهندهٔ افت چشمگیر دما در ۳۷۰۰ — ۳۴۰۰ و ۲۹۰۰ — ۲۶۰۰ ق.م است [9]، بنابراین سیلاب‌های مذکور در دوره‌های تغییر اقلیم رخ داده‌اند.

رسوب‌شناسی محیطی در محوطه‌های باستانی به‌غیر از مشخص‌کردن دوره‌های خشک و مرطوب پیشین، می‌تواند اطلاعاتی مفید دربارهٔ فراوانی و شدت دیرین‌سیلاب‌ها در محیط مورد بررسی تولید نماید که در شهرسازی و احداث زیرساخت‌های مرتبط با مدیریت منابع آب کاربردی مؤثر دارد [10]. به این دلیل که دوره‌های خشک درازمدت سبب کاهش تدریجی توجه مردم و مسئولان به احتمال وقوع بارش‌های سیل‌آسا و طغیان رودخانه‌ها می‌شود، مطالعات رسوب‌شناسی محیطی قادر است دید بهتری دربارهٔ تناوب خشک‌سالی‌ها و سیل‌ها در دوره‌های تغییر اقلیم فراهم نماید. بررسی‌های باستان‌شناسی حوضهٔ قمرود–قره‌چای و لایه‌نگاری رسوبی در محوطهٔ قره‌تپه توسط زنده‌یاد میرعابدین کابلی نشان داده که نه‌تنها رودخانهٔ فصلی قمرود از اواسط هزارهٔ چهارم تا اول قبل از میلاد حداقل چهار بار طغیان کرده و این دشت را غرقاب نموده، بلکه وجه شرقی این رود تا اوایل دورهٔ اسلامی تقریباً خالی از سکنه بوده است [11]. در اینجا، ذکر یکی از رویدادهای مخرّب سیل در همین حوضه مربوط به دههٔ گذشته برای تأکید بر لزوم انجام پژوهش‌های مزبور می‌تواند بی‌فایده نباشد. در پنجم فروردین سال ۱۳۸۸، سیلاب سهمگینی ناشی از بارش‌های حدّی و طغیان قمرود به کشته‌شدن چهار نفر و ایجاد حدود ۱۳۰ میلیارد تومان خسارت اقتصادی به بخش‌های شهری و روستایی این استان منجر گردید. بنابراین، به‌نظر می‌رسد اگر در گزارش‌های ملی سیلاب بخشی هم به رویدادهای دیرین‌سیلاب و تأثیراتشان بر فرهنگ‌ها و تمدن‌های باستانی اختصاص داده شود، در پیش‌بینی تکرار و ابعاد این مخاطرهٔ طبیعی، به‌خصوص در دورهٔ تغییر اقلیم کنونی، مؤثرتر خواهد بود. تولید این قبیل اطلاعات که هم برای تحلیل رویدادهای گذشته و هم برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری برای آینده ضرورت دارد، توسط کاوشگران باستان‌شناس انجام‌پذیر است. اگر در حین کاوش، چند گمانهٔ لایه‌نگاری رسوبی در اطراف تپه یا محوطهٔ باستانی حداکثر به عمق نهایی ترانشه‌های اصلی حفر شوند، قطعاً اطلاعات تکمیلی ارزشمندی حاصل خواهد شد. همچنین، انجام آزمایش‌های رسوب‌شناسی و سن‌سنجی لایه‌ها (در صورت وجود بودجهٔ کافی) با دقت بالاتری به بسیاری از پرسش‌های دیرین‌محیطی و دیرین‌اقلیمی پاسخ خواهد داد. این قبیل مطالعات میان‌رشته‌ای که از عهدهٔ همهٔ باستان‌شناسان میدانی برمی‌آید، نه‌تنها موجب پیوند محکم‌تر گروه‌های دانشگاهی جغرافیا، زمین‌شناسی و دیرین‌اقلیم‌شناسی با باستان‌شناسی می‌شود بلکه در غنابخشیدن به انتشارات علمی داخلی و بین‌المللی نیز اهمیتی بسیار دارد.

شاید بتوان زنده‌یاد احمد تهرانی‌مقدم را یکی از نخستین باستان‌شناسانی معرفی کرد که لزوم انجام مطالعات رسوب‌شناسی محیطی در محوطهٔ باستانی را به‌درستی درک کرده بود. او در سال ۱۳۶۴ با همکاری زنده‌یاد مهندس منوچهر پدرامی در گورستان پیشوا واقع در جنوب مخروط‌افکنهٔ جاجرود، پژوهش‌های ارزشمندی انجام داد [12] که در زمان خود کم‌نظیر بود. حدود بیست‌سال بعد، مطالعات گوین گیلمور در کاوش‌های تپه پردیس قرچک به سرپرستی دکتر حسن فاضلی همان یافته‌ها را تأیید کرد. پژوهش پدرامی با وجودی‌که بدون سن‌سنجی انجام شده، ولی تقریباً منطبق با نتایج پژوهش دیرین‌اقلیم

اسپلیوتم غار گل زرد دماوند مربوط به هزارهٔ سوم ق.م [13] است. لایه‌نگاری رسوبی او نشان می‌دهد که در اواخر هزارهٔ چهارم و اوایل و اواخر هزارهٔ سوم ق.م شرایط اقلیمی بسیار خشک و سیلابی در شمال ایران مرکزی وجود داشته است، واقعیتی که رسوب‌شناسی محیطی محوطهٔ میمنت‌آباد رباط‌کریم و تپهٔ قبرستان قزوین هم آن را به‌روشنی تصدیق کرده‌اند. حتی لایه‌نگاری کابلی در قره‌تپه قمرود نیز حاکی از وجود اقلیم خشک و شرایط سیلابی طی هزاره‌های چهارم تا اول ق.م است.

در نزدیکی برخی از محوطه‌های باستانی، تالاب‌ها و آب‌گیرهای زنده و مرده‌ای وجود دارند که می‌توان با همکاری دیرین اقلیم‌شناسان از آن‌ها مغزه استخراج کرد. برای نمونه، در نزدیکی محوطهٔ کنار صندل جیرفت بقایای یک آب‌گیر خشک‌شده وجود دارد که مغزه‌برداری و مطالعهٔ دیرین‌اقلیم‌شناسی شده است. این پژوهش با همکاری دانشگاه‌های تهران و برمن آلمان توانسته شرایط اقلیمی حدود نوزده‌هزار سال گذشته را بازسازی نماید. تاکنون یک مقاله از نیمهٔ تحتانی این مغزه که از ۱۹ تا ۷ هزار سال پیش را پوشش می‌دهد، منتشر شده است [14]. پژوهشگر اصلی در یک مصاحبهٔ خصوصی با نگارنده روشن کرد که بخش دوم این مطالعه (در حال انتشار) افول تمدن جیرفت را کاملاً هم‌زمان با یکی از خشک‌ترین رویدادهای اقلیمی هولوسن، موسوم به رویداد ۴/۲ هزار سال پیش که هم باعث تضعیف توده‌هواهای بارش‌زای غربی و هم تضعیف موسمی‌ها شده بود، نشان می‌دهد. بنابراین، بی‌تردید همکاری‌های علمی در این خصوص نتایج موثق‌تری حاصل می‌کند. همچنین، وقتی یک دیرین‌اقلیم‌شناس در پیوند با باستان‌شناسی ملاحظه می‌کند که یک رویداد اقلیمی خشک هم‌عصر با یک دورهٔ فرهنگی یا تمدنی چه پیامدهای وخیمی برای جوامع انسانی به همراه داشته است، کاربردی‌بودن تخصص خود را بیش از پیش احساس می‌نماید. درجمله اینکه، مطالعات باستان‌شناسی بدون درنظرگرفتن پژوهش‌های دیرین‌اقلیم قادر نیست تحلیل‌های دقیقی دربارهٔ رویدادهای گذشته ارائه دهد و البته رسالت اصلی هر دو، روشن‌کردن چراغی است برای پیش‌بینی آینده.

References

[1] Bradley, RS. Paleoclimatology: reconstructing climates of the Quaternary. Elsevier; 1985.

[2] Gillmore, GK., Coningham, RAE., Fazeli, H., Young, RL., Magshoudi, M., Batt, CM., Rushworth, G. Irrigation on the Tehran Plain, Iran: Tepe Pardis—The site of a possible Neolithic irrigation feature? Catena. 2009;78(3):285-300.

[3] Schmidt A, Quigley M, Fattahi M, Azizi G, Maghsoudi M, Fazeli H. Holocene settlement shifts and palaeoenvironments on the Central Iranian Plateau: investigating linked systems. The Holocene. 2011 Jun;21(4):583-95.

[4] Maghsoudi, M., Zamanzadeh, S., navidfar, A., Yosefi Zoshk, R., Ahmadpour, H. Geoarchaeology of Prehistoric Settlements Using Micromorphology Methods (The case study: Meimanatabad Cluster). Journal of Archaeological Studies. 2015;7(2):149-164. [in Persian]
[مقصودی مهران، زمانزاده سیدمحمد، نویدفر اصغر، یوسفی‌زشک روح‌الله، احمدپور حجت‌الله. زمین‌باستان‌شناسی سکونتگاه‌های پیش از تاریخ با استفاده از روش میکرومورفولوژی (مطالعهٔ موردی: تپهٔ میمنت‌آباد). مطالعات باستان‌شناسی. ۱۳۹۴؛ ۷(۲): ۱۶۴-۱۴۹.]

[5] Watelin LC, Langdon S. Excavations at Kish: vol. IV: 1925-1930. 1934.

[6] Schmidt EF. Excavations at Fara, 1931. University Museum; 1931.

[7] Woolley L. Ur excavations. Vol. 4, The early periods. Oxford UP; 1955.

[8] Chaychi Amirkhiz A, Shaikk Baikloo Islam B. Climatic Hazards of Fourth Millennium BC and Cultural Responses of Human Societies Case Study: Tehran Plain and Qomroud-Gharachay Basin. JRA. 2020; 6 (1):67-80. [in Persian]

[چایچی امیرخیز احمد، شیخ بیکلو اسلام بابک. مخاطرات اقلیمی هزاره چهارم ق.م و پاسخ‌های فرهنگی جوامع انسانی مطالعه موردی: دشت تهران و حوضه قمرود–قره‌چای. پژوهه باستان سنجی. ۱۳۹۹؛ ۶(۱):۶۷–۸۰.]

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

[10] Liu T, Ji L, Baker VR, Harden TM, Cline ML. Holocene extreme paleofloods and their climatological context, Upper Colorado River Basin, USA. Progress in Physical Geography: Earth and Environment. 2020 Oct;44(5):727-45.

[11] Kaboli MA. Archaeological Surveys of Qomroud. Tehran: National Heritage Research Institute; 1999. P. 33, 72, 79, 83, 140-142. [in Persian]

[کابلی میرعابدین. بررسی‌های باستان‌شناسی قمرود. تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی کشور؛ ۱۳۷۸. ص. ۳۳، ۷۲، ۷۹، ۸۳، ۱۴۰–۱۴۲.]

[12] Pedrami, Manouchehr. Temporal stratigraphy of archeological excavation at Pishva. Tehran: Geological Survey and Mineral Exploration of Iran. Unprinted; 1364.

[پدرامی منوچهر. چینه‌شناسی زمانی حفاری باستان‌شناسی پیشوا. تهران: سازمان زمین‌شناسی کشور. چاپ نشده؛ ۱۳۶۴.]

[13] Carolin SA, Walker RT, Day CC, Ersek V, Sloan RA, Dee MW, Talebian M, Henderson GM. 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. 2019 Jan 2;116(1):67-72.

[14] Safaierad R, Mohtadi M, Zolitschka B, Yokoyama Y, Vogt C, Schefuß E. Elevated dust depositions in West Asia linked to ocean–atmosphere shifts during North Atlantic cold events. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2020 Aug 4;117(31):18272-7.