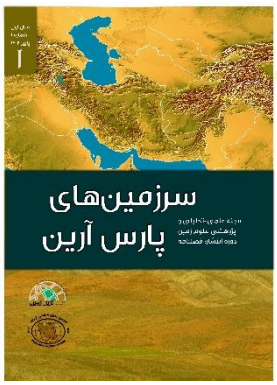
فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره ۱، پاییز ۱۴۰۲ صص. ۳۶-۹
DOI: 10.61186/jpat.2024.1.2

مقاله مروری

بازبینی رسوبات دریاچه زریبار : اثرات تغییرات اقلیمی برگسترش انسان در زاگرس

عبدالمجید نادری بنی ✉[1]



چکیده

دریاچه زریبار در بخش غربی زاگرس مرکزی طولانی ترین رکورد گرده‌شناسی منطقه غرب آسیا را دارا است که به لحاظ بازسازی‌های دیرینه‌محیطی و دیرینه‌اقلیمی اهمیت بسیاری دارد. تحقیقات دیرینه محیطی در کوه‌های زاگرس کردستان شامل مطالعات زمین‌شناسی و دیرینه‌اکولوژیکی با هدف ارزیابی محیطی در زمان اهلی‌سازی اولیه گیاهان و حیوانات و شکل‌گیری زندگی روستایی در دهه ۱۹۶۰ میلادی انجام شده است. این تحقیقات ابتدا منجر به این نتیجه شد که تغییرات محیطی تأثیر کمی بر روند تاریخ فرهنگی در این منطقه داشته است. این نتیجه گیری البته به طور عمده به دلیل کمبود شواهد انجام شد، اما بعدها اصلاحاتی که در سن یابی رادیوکربن نمودارهای گرده صورت پذیرفت، این فرضیه را جایگزین نمود که تغییرات اقلیمی و گیاهی زمینه را برای اهلی‌سازی گیاهان در منطقه فراهم نموده است. محتوای گرده نمونه های سطحی گرفته شده در یک ترانسکت از استپ گرم بین النهرین تا فلات داخلی خنکتر ایران به عنوان پایه ای برای بازسازی پوشش گیاهی استفاده شد. مجموع این مطالعات نشان داد که در اواخر پلیستوسن و ابتدای هولوسن این منطقه با پوشش گیاهی بدون درخت و آب و هوای نسبتاً خنک و خشک مشخص شده بود و پس از آن بود که جنگل بلوط ایجاد شد و در حدود ۵۵۰۰ سال پیش به تراکم کنونی خود رسید. یخچال‌های اواخر پلیستوسن به خوبی در دره‌های کوهستانی این منطقه گسترش یافته بودند و بنابراین بیش از آن که ما با افزایش بارندگی مواجه بوده باشیم، دماهای بسیار پایین در منطقه حاکم بوده است. تاریخ کشاورزی در این منطقه می تواند حتی از ۱۴۰۰۰ سال پیش آغاز شده باشدشواهد چنین دیرینگی در شکل گیری کشاورزی را می توان در نمودار گرده دریاچه زریبار مشاهده نمود، جایی که افزایش گرده کنیوپودها و سایر علفهای هرز در حدود ۱۴۰۰۰ سال پیش همراه با افزایش گرده غلات بوده است. در این مقاله ضمن مرور مطالعات انجام شده در دریاچه زریبار شامل زمین شناسی، رسوب شناسی، گرده شناسی و باستان شناسی، سعی خواهیم نمود تا سوالات اساسی درباره توسعه انسان و تغییرات محیطی را در زاگرس مطرح نماییم.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۵/۱۱
تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۷/۱۵
انتشار برخط:۱۴۰۲/۷/۲۷

واژگان کلیدی
تغییر اقلیم
بین النهرین
دریاچه زریبار
گسترش انسان

وابستگی سازمانی نویسنده
پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی کشور

استناد: نادری بنی، عبدالمجید (۱۴۰۲). بازبینی رسوبات دریاچه زریبار: اثرات تغییرات اقلیمی برگسترش انسان در زاگرس، *سرزمین های پارس آرین* ۱(۳۶-۹)
شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.1.2
ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین

© نویسنده.

[1] majid.naderi@gmail.com

JPAT ISSN: ISSN 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2023) 1:1, 9-36
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.1.4

Research Paper

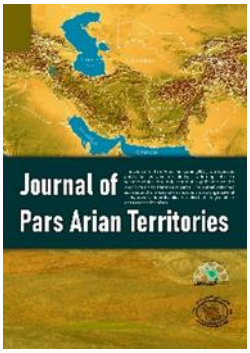
Revisiting Zeribar Lake Sediments: Effects of Climate Change on Human Development in Zagros

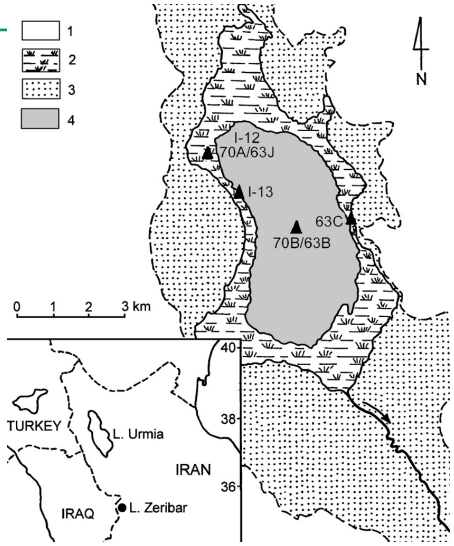
Abdolmajid Naderi Beni[2]✉

Abstract

Zeribar Lake, located in the west-central Zagros mountains, serves as a key record for understanding the environmental and climate history of West Asia. Studies beginning in the 1960s have examined the lake's sediments to explore how changes in the environment might have influenced major human developments, including the start of the Neolithic period and the formation of early societies. Early research, limited by less precise radiocarbon dating methods, suggested that environmental factors had little impact on the development of cultures. However, with improved dating techniques, a clear link has been established between environmental events and significant stages in human evolution. Analysis of pollen from Zeribar Lake has provided a detailed picture of the region's ecological past. The data shows a significant change from the sparse, cold conditions of the late Pleistocene and early Holocene to the rich oak forests that appeared in the mid-Holocene. This change, previously thought to be caused by more rain, is now understood to be the result of a considerable decrease in temperature, with glaciers once widespread in the area. Updated radiocarbon dating and new interpretations of pollen data suggest that agriculture began earlier than previously thought, around 14,000 years ago, indicating that shifts in the pollen record may reflect the beginnings of farming rather than changes in the climate. These climate changes, initially thought to be minor until 8,000 years ago and believed to involve only slight temperature variations, are now viewed from a different perspective. Despite these revelations, the debate continues among scholars regarding the extent of climate's role in shaping human progress. This article aims to weave together the multifaceted strands of Zeribar Lake's story, bridging paleoecology and archaeology to shed light on the complex dance between humanity and its environment in the Zagros region. It is an endeavor to bolster the bedrock of knowledge for future scholarly pursuits.

Graphical Abstract





ARTICLE HISTORY
Received: 2 August 2023
Revised: 7 October 2023
Accepted: 19 October 2023
Published: 24 October 2023
KEYWORDS
Climate Change, Mesopotamia, Zeribar Lake, Human Development
CORRESPONDING AUTHOR AFILIATION
Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science, Tehran, Iran

[2] E-mail: majid.naderi@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-0825-1539

مقدمه

زریبار یکی از دریاچه‌های آب شیرین ایران است که در داخل رشته کوههای زاگرس در شمال غرب ایران و در استان کردستان، در بخش شمال غربی شهرستان مریوان و در ارتفاع ۱۲۸۴متری از سطح دریا قرار دارد. این دریاچه در حدود ۲۰۰۰ هکتار مساحت دارد. حوضه آبریز آن بین ارتفاع ۱۲۷۰ تا ۲۸۱۸ متری گسترده است و مساحتی در حدود ۹۰ کیلومترمربع را شامل می‌شود (Farmanbar et al., 2018). حداکثر طول دریاچه ۴/۸کیلومتر (با احتساب منطقه سیلابی و رویشگاه‌های ساحلی ۸/۷ کیلومتر) و عرض آن ۲/۱ کیلومتر (با احتساب پوشش گیاهی مرتبط ۴/۴کیلومتر) است. دریاچه زریوار با توجه به آرایش ارتفاعات غربی و شرقی و فرسایش سازندها و ورود رسوبات به داخل این دریاچه به شکل لوبیایی در آمده است (شکل ۱).

مقدار بارندگی سالیانه در منطقه بیشتر از ۸۰۰میلی متر است و میانگین دما در بهمن و مرداد ماه به ترتیب برابر ۲و ۲۸درجه سانتی گراد می‌باشد. در تحقیقات مختلفی که قبلا صورت گرفته، رسوبات دریاچه زریبار تغییرات آب و هوایی ۴۰۰۰۰سال گذشته را در خود ثبت کرده است. این دریاچه در اثر عملکرد چند گسل با راستای شمال غربی- جنوب شرقی و فرو افتادگی بخش میانی آنها به وجود آمده و در گذشته سطح آن وسیعتر بوده است (Rafiei et al., 2012). دریاچه زریبار در یک دره بین‌کوهی وسیع است که توسط ارتفاعاتی تا چکاد ۲۱۰۰ متری احاطه شده است. عمق آب به صورت فصلی در نوسان است و در سال ۱۹۶۳ بین ۴ تا ۵ متر متغیر بوده است. اکنون نیز این دریاچه در همین حدود عمق دارد. دریاچه به سمت جنوب شرقی تخلیه می شود اما فقط در مواقعی که سطح آب زیاد است سرریز می شود. تشخیص منشا آب دریاچه در دره وسیع زریبار مشکل ساز است. بر اساس تحلیل نقشه‌های توپوگرافی موجود در منطقه، دریاچه ممکن است در نتیجه تغییر مسیر رود شکل گرفته باشد. در شمال منطقه، رودخانه قزلجه سو اکنون به سمت غرب در دره‌ای وسیع شبیه به دره وسیع شمالی-جنوبی زریبار جریان دارد اما در گذشته، بخش بالایی آن ممکن است از طریق دره زریبار به سمت جنوب جریان می‌داشته است. فرسایش رو به سمت پایین دست قزلجه سو ممکن است بخش بالایی را گرفته باشد و رودخانه‌ای را که از دره زریبار می‌گذشته، قطع کرده باشد. بنابراین دبی رودخانه به قدری کاهش یافت که رسوبات تحویل شده توسط شاخه ها نمی توانستند منتقل شوند. بدین ترتیب مخروط افکنه‌های شاخه‌ای در دره زریبار تشکیل شد.

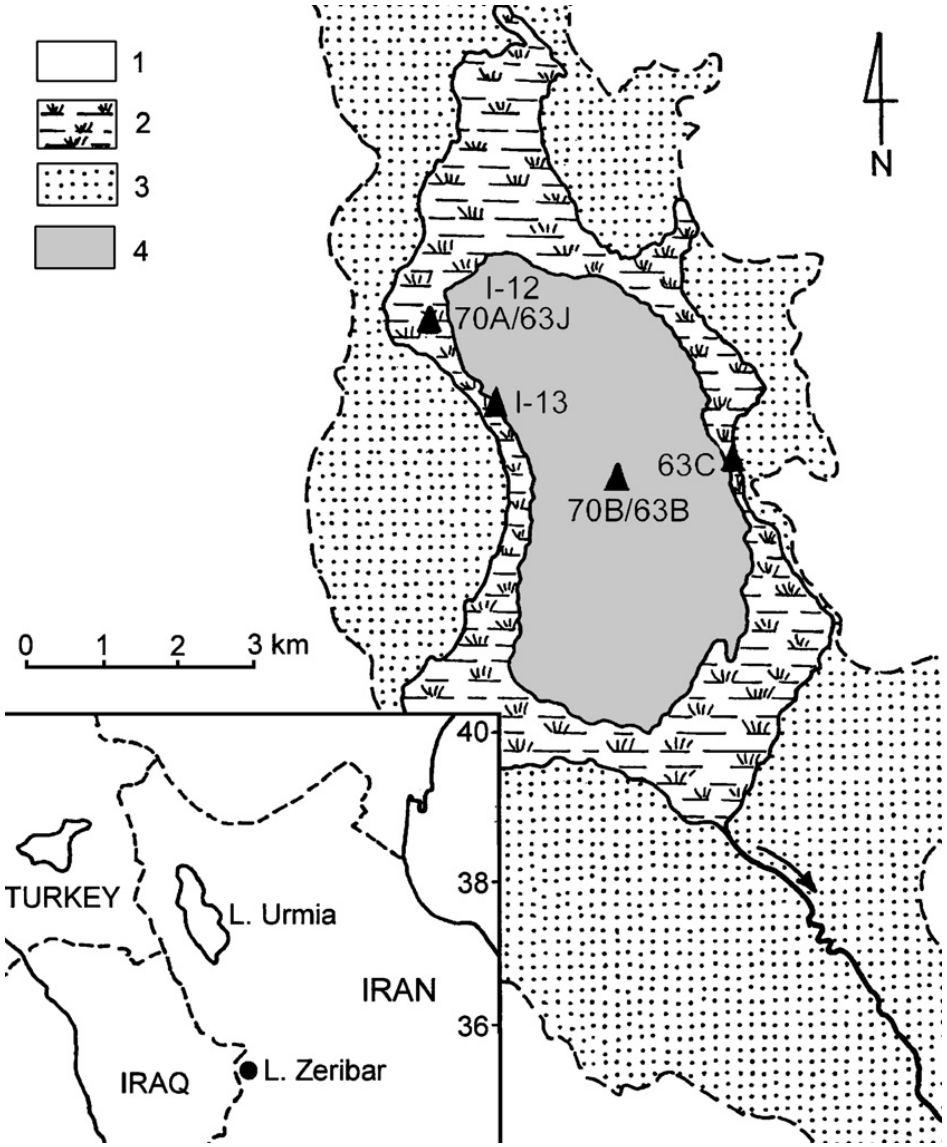
دلتای بزرگ سرشاخه مریوان علیا در ضلع شرقی به همراه یک بادبزن از ضلع غربی کل دره را سد می‌کرد و گودالی را تشکیل می‌داد که دریاچه زریبار و مرداب حاشیه آن در آن قرار دارد. رسوب پر شده در دره حداقل ۴۰ متر ضخامت و ۴۰۰۰۰ سال قدمت دارد (Van Zeist and Wright Jr, 1963). این دریاچه توسط کمربندی از نیزارها و محیط باتلاقی احاطه شده است که توسط ون زیست و بوتما (Van Zeist and Bottema, 1977) مورد مطالعه قرار گرفته است. سه نوع پوشش گیاهی اصلی در این نیزارها به چشم می‌خورد. در خارجی ترین منطقه، در مرز میان دریاچه و زمین‌های مجاور توسط گیاهانی پوشیده می‌شود که در قسمت پایینی ریشه در آب دارند. از زمره این گیاهان می‌توان به گونه‌های زیر اشاره نمود:

Rorippa amphibia، Scirpus lacustris، Phragmites australis، Hippuris vulgaris و Nymphaea alba. در ادامه به سمت دریاچه منطقه باتلاقی وجود دارد که به‌وسیله مرغزارهای انبوهی مشخص می‌شود که توسط Carex hudsonii تشکیل شده اند. در داخلی ترین زون و در امتداد حاشیه دریاچه گیاهان متراکم به شکل نمد شناور تشکیل شده است که از چندین گونه جگن همراه با بسیاری از گیاهان مردابی دیگر (مانند Eleocharis، Cladium mariscus، Scirpus lacustris، Lythrum sp.) تشکیل شده است (Wasylikowa, 2005).

پوشش گیاهی منطقه متعلق به کمربند جنگلی بلوط زاگرس است که از ارتفاع ۷۰۰ تا تا ۲۳۰۰ و حتی ۲۵۰۰ متری امتداد دارد. این جنگل نوعی جنگلی باز است که درخت غالب آن بلوطی از گونه‌ی Quercus brantii است که در اثر چرای سنگین و بهره‌برداری درختان برای زغال چوب بسیار تخریب شده است. ارتفاعات کوهستانی اطراف دریاچه زریبار با درختان بلوط پوشیده شده است.

رشته کوه زاگرس بخشی از هلال حاصلخیز در غرب آسیا است که در آن گذار از اقتصاد مبتنی بر شکارگری-گردآوری به کشاورزی و تولید غذا در زمان زوال آخرین یخبندان روی داد و بعدها به کل جهان گسترش یافت. هنوز هم برای درک بهتر وابستگی متقابل رفتار و سبک سبک زندگی آدمی با تغییرات محیط طبیعی سوالات بسیاری وجود دارد و در این زمینه رسوبات دریاچه زریبار با ارائه رکوردی از تغییرات پیوسته آب و هوایی طی حداقل چهل هزار سال گذشته از بهترین آرشیوهای جهان برای بررسی چنین موضوعی است.

دریاچه زریبار حاوی بیش از ۴۰ متر رسوب که قدمت آن به دوران یخبندان بازمی‌گردد. این دریاچه مکان مهمی برای درک تغییرات دیرینه‌اکولوژیکی در غرب آسیا در طول ۴۰۰۰۰ سال اخیر است. در سال ۱۹۶۱ یک مغزه اکتشافی و در سال ۱۹۶۳ یک مغزه بلندتر (63J) از لبه بیرونی مرداب در مرز دریاچه در سمت غرب به دست آمد. یک مغزه نیز از وسط دریاچه گرفته شد که تا ۲۲۰۰۰سال را پوشش می‌داد.



شکل ۱: دریاچه زریبار و محل نمونبرداری‌های گذشته در این دریاچه (Wasylikowa et al., 2006)

مطالعات چند رشته ای بر روی مغزه 63J اطلاعات زیادی را در مورد آب و هوا و پوشش گیاهی گذشته ارائه کرده است. مطالعه‌ی دیاتومه ها از تمام مغزه‌ها توسط واسیلیک (K. Wasylik) انجام شده ولی منتشر نشده است و بررسی دقیق بیشتر این مواد اکنون توسط ویتکووسکی (A. Witkowski) ادامه دارد. نتایج مطالعات دقیق گرده بوسیله نویسندگان مختلف به منظور بازسازی تغییرات دیرینه محیط در خاور میانه و ارتباط آن با تاریخ بشر استفاده شده است. تحقیقات اولیه گیاهی–ماکروفسیلی 63J و همچنین 63C از ساحل شرقی دریاچه (Wasylikowa, 1967) به بحث در مورد تغییرات سطح دریاچه و تفسیر اکولوژیکی منحنی گرده کنیوپوداسه کمک کرد (Van Zeist and Bottema, 1977). در سال ۱۹۷۰ یک مغزه بلندتر (70A) در ساحل غربی در محل مغزه 63J بدست آمد که ۴۰ متر طول داشت.

عمیق‌ترین رسوب به دست آمده حدود ۴۲۰۰۰ سال گذشته را پوشش می‌دهد. یک مغزه دیگر نیز در سال ۱۹۷۰ از وسط دریاچه (70B) تا عمق ۱۶ متری زیر بستر به دست آمد، اما در آنجا نیز به کف رسوبات نرسید. بررسی‌های تحلیلی گرده بر روی مغزه‌های 63J، 70A، 63B و 70B انجام شد و نمودارهای گرده و همچنین سن‌سنجی های رادیوکربن توسط ونزیست و بوتما (Van Zeist and Bottema, 1977) منتشر شد.

بازسازی تاریخچه گیاهی هر منطقه از راه تجزیه و تحلیل گرده انجام می‌شود که شامل تفسیر اکولوژیکی و فلورستیک نمودارهای گرده در توالی‌های رسوبی یا سایر رکوردهای پیوسته است. از آنجایی که ما از تولید نسبی گرده و پراکندگی گونه‌های مختلف گیاهی آگاهی نداریم، تفسیر اکولوژیکی نیازمند معیاری برای سنجش نسبی است. اگر وضعیت باران گرده امروزی شناخته شود و بتوان آن را با پوشش گیاهی موجود مقایسه کرد، کار ساده می شود. بنابراین، مطالعات تاریخی که از طریق تجزیه و تحلیل گرده انجام می‌شوند، علاوه بر جمع‌آوری مغزه‌های رسوبی و تهیه نمودار گرده، به دو برنامه تکمیلی نیز نیاز دارند. ابتدا باید جغرافیای گیاهی منطقه را با توجه به عوامل اقلیمی، ریز اقلیم، و انسان بررسی کرد. سپس باید نمونه‌هایی از خاک سطحی خزه‌هایی را که نماینده یک منطقه وسیع هستند را نمونه‌برداری نمود تا با تجزیه و تحلیل گرده‌های موجود در آن، رابطه بین باران گرده امروزی و پوشش گیاهی را مشخص نمود. اگر این طیف‌های گرده با طیف‌های موجود در مغزه‌های رسوبی مطابقت داشته باشند، ما مبنایی برای بازسازی پوشش گیاهی گذشته و در نتیجه شرایط آب و هوایی آن داریم. اگر نتوان چنین کرد، آنگاه باید یا از جاهای مشابه برای چنین مقایسه‌ای استفاده نمود یا به این نتیجه رسید که پوشش گیاهی گذشته در یک بازه زمانی خاص در نزدیکی سایت هیچ همتایی در امروزه ندارد.

بررسی تاریخچه گیاهی و اقلیمی جنوب غربی ایران در سال ۱۹۶۰ در ارتباط با مطالعات باستان شناسی در این منطقه توسط پروفسور R. J. Braidwood از موسسه شرق‌شناسی دانشگاه شیکاگو آغاز شد. چندین محل در دریاچه مغزه‌گیری شدند و یک نمودار گرده اولیه برای دریاچه زریبار منتشر شد (vanZeist & Wright1963). با توجه به نتایج شگفت‌آور منتشر شده، لازم بود که مجموعه‌های گسترده‌ای از فلور منطقه تهیه شود تا اسلایدهای مرجع گرده را برای کمک به شناسایی انواع گرده ناشناخته‌ای که در آنالیزها با آن مواجه می‌شویم، بیابیم. بر این اساس مجموعه‌ای از حدود ۷۵۰ گیاه در سال ۱۹۶۱ ساخته شد و در سال ۱۹۶۳ مجموعه‌ای از حدود ۸۵۰ گونه گیاهی در هرباریوم در لایدن ساخته شد. این مجموعه‌ها در هرباریوم موزه تاریخ طبیعی وین ذخیره شده است و کار شناسایی آنها انجام شده است. نمونه‌های گرده مجموعه‌ای مرجع از حدود ۱۴۰۰ اسلاید از غرب ایران است که وقتی با سایر اسلایدهای مرجع از نواحی مجاور تکمیل شود، بستر مناسبی برای شناسایی انواع گرده‌های ناشناخته فراهم می‌کند. در پایان فصل بعد نتایج این مطالعات ارائه می‌شود.

پالئواکولوژی دریاچه زریبار

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل گرده، ماکروفسیل و میکروفسیل دریاچه زریبار، نشان‌دهنده‌ی تغییرات همزمان پوشش گیاهی دریاچه و پوشش گیاهی منطقه‌ای است. در دوره میان یخبندان (Pleniglacial) فلور آبزی و مردابی در دریاچه نسبتاً ضعیف بوده است. در زمان افزایش و اوج گیری منحنی‌های گرده بلوط و پسته در زاگرس، به طور همزمان فلور غنی از ماکروفیت‌های آبزی در سراسر دریاچه توسعه یافته است. به طور کلی، واکنش گیاهان خشکی و آبزی به تغییرات اقلیمی بطور یکسانی قابل ردیابی است. با این حال، مرزهای زمانی این تغییرات بین مجموعه ماکروفسیل دریاچه‌ای و گرده به دلیل نرخ واکنش مختلف دریاچه و خشکی به تغییرات دیرینه‌اکولوژیکی، همیشه همزمان نیستند. به عنوان مثال، کاهش درختان در پاسخ به کاهش دما در دوره میانی یخبندان زودتر از فقیر شدن فلور آبزی در رکوردها مشخص می‌شود. در ادامه به بررسی ویژگی‌های مختلف پالئواکولوژی و پالئولیمنولوژی دریاچه زریبار می‌پردازیم.

فلور آبزی و مردابی گیاهان عالی

در این بخش تنها نتایج مطالعات ماکروفسیل گیاهی و تغییرات اصلی پوشش گیاهی آبزی در طی بیست و پنج هزار سال گذشته مرور می‌شود.

۲۵۵۰۰-۱۷۷۰۰ سال پیش

از ۲۵۵۰۰ تا ۲۱۰۰۰ سال پیش کاروفیت‌های گونه‌ی کارا تومنتوزا (Chara tomentosa) در بین گیاهان آبزی در دریاچه زریبار غالب هستند. در ساحل گونه های دیگری مانند Potamogeton pectinatus در تعداد بسیار کمی وجود دارند. بین ۲۱۰۰۰ تا ۱۷۷۰۰ سال

پیش، گونه‌ی کارتوفیلوم دمرسوم (Ceratophyllum demersum) به وفور ظاهر می‌شود و فراوانی کارا تومنتوزا کاهش می یابد. گونه‌ی دمرسوم یک گونه نسبتا گرما طلب است و وجود آن در رسوبات یخبندان معمولاً به عنوان شاخص افزایش دما در نظر گرفته می‌شود. تقریباً در همان زمان، یعنی حدود ۱۹۵۰۰–۱۸۴۰۰ سال پیش در مرکز دریاچه امروزی، پوشش گیاهی باتلاقی توسعه می‌یابد. این پوشش شامل گونه‌های گیاهی نظیر Scirpus cf. lacustris، Typha sp.، وApiaceae ، و Chenopodium rubrum است. گیاهان مرداب نشان دهنده آب کم عمق در میان دریاچه هستند ودر این میان گونه‌ی روبروم (C. rubrum) نوسانات دوره‌ای سطح آب را نشان می‌دهد. این گونه متعلق به گیاهانی است که پس از کاهش ناگهانی سطح آب در سواحل گسترش می یابند. جایگزینی گیاهان ساحلی و باتلاقی با ماکروفیت‌های آبزی، مانندPotamogeton lucens ، Lemna sp.، Hippuris vulgarisو.Batrachium sp ، با قدمت حدود ۱۸۴۰۰ سال نشان‌دهنده افزایش سطح آب دریاچه است. نتیجه‌گیری مشابهی در نمودارهای گرده نیز منعکس شده است.

۱۵۴۰۰–۱۷۷۰۰ سال پیش

حدود ۱۷۷۰۰ سال پیش ، گونه سراتوفیلوم دمرسوم (Ceratophyllum demersum) ظاهر می شود. در این زمان گونه‌ی کاراسه (Characeae) غالب است وگونه‌ی ناخاس مارینا (Najas marina) در تعداد کمی ظاهر می شود. در حدود ۱۵۸۰۰ سال پیش گونه‌ی پوتاموگتون پکتیناتوس (Potamogeton pectinatus) جزء مهم جوامع آبزی می‌شود و یک گونه نمک دوست به نام سالیکورنیا اوروپا (Salicornia europaea) در دریاچه ظاهر می شود و گونه‌ی کنوپودیوم روبروم (Chenopodium rubrum) در ساحل دریاچه پخش می‌شود. این مرحله، تا حدود ۱۵۴۰۰ سال پیش ادامه داشت.

۱۲۶۰۰–۱۵۴۰۰ سال پیش

در این زمان ناخاس مارینا جایگزین پوتاموگتون پکتیناتوس می شود و کنوپودیوم روبروم ناپدید می شود. ناخاس مارینا نسبت به گونه‌های ناپدید شده نیاز به دمای کمتری دارد، اما با این حال همچنان گرما دوست است. گسترش این گونه‌ها احتمالاً نشان دهنده افزایش جزئی دما است. کاهش زیستگاه های مناسب برای کنوپودیوم روبروم احتمالاً با ثبات تراز آب دریاچه مرتبط است. حضور مداوم سالکورنیا اوروپا در این دوره نشان می‌دهد که در این دوره آب دریاچه درجه خاصی از شوری را داشته است.

۱۲۰۰۰–۱۲۶۰۰ سال پیش

در این دوره، پوشش گیاهی دریاچه تغییراتی را متحمل می‌شود. در این زمان ناخاس مارینا و سراتوفیلوم دمرسوم جای خود را به گونه‌های پوتاموگتون پکتیناتوس و کاراسه می‌دهند و دو گونه جدید نمک‌دوست در دریاچه ظاهر می‌شوند که شامل روپیرا ماریتیما (Ruppia maritima) و جنس سودا (Suaeda sp) است. محدودیت در رشد آبزیان نسبتا گرمادوست حاکی از کاهش دما است. در عوض گسترش گونه‌های نمک‌دوست احتمالاً ناشی از افزایش شوری آب است که به دلیل کاهش سطح آب حادث شده است.

۸۷۰۰–۱۲۰۰۰ سال پیش

حدود ۱۱۷۰۰ سال پیش گونه‌ی ناخاس مینور (Najas minor) به عنوان یک جزء مهم و جدید از جوامع آبزی در دریاچه ظاهر می شود و از حدود ۱۰۵۰۰/۱۱۰۰۰ سال پیش گونه‌ی غالب دریاچه می‌شود.. از این زمان، این گونه به طور مشخص بر دانه‌های ناخاس مارینا غلبه می‌کند و با نوساناتی جزئی، تا پایان هولوسن همچنان برقرار است. این تغییر بسیار متمایز در ترکیب ماکروفیت‌های آبزی ممکن است منعکس کننده تغییر مهمی در شرایط دیرینه اکولوژیکی دریاچه باشد. هر دو گونه ناخاس (مارینا و مینور) یک‌ساله هستند و از دانه‌ها تولید مثل می‌کنند. آنها در آبهای یوتروفیک، اغلب قلیایی، در عمق کمتر از ۱ متر و حداکثر تا عمق ۳ الی۴ متر رشد می‌کنند و از خشک شدن کامل دریاچه جان سالم به در نمی برند.گونه‌ی ناخاس مینور نسبت به گونه‌ی مارینا خواهان گرمای بیشتری است و گسترش آن ممکن است به خصوص تابستان های گرم و طولانی مرتبط باشد زیرا به عنوان یک گونه‌ی یک‌ساله به دمای زمستان حساس نیست. علاوه بر این، گونه‌ی مینور افزایش شوری آب را تحمل نمی‌کند. بنابراین، جایگزینی گونه‌ی مارینا با مینور نشان دهنده افزایش دما و تغییر شرایط از آب شورتر به آب شیرین‌تر یا حداقل کاهش شوری آب باشد. داده های گرده نیز نشان دهنده افزایش دما از حدود ۱۲۰۰۰ سال پیش است. ناپدید شدن گونه‌ی کنوپودیوم روبرم در حدود ۱۲۰۰۰ سال پیش ممکن است نشانه ای از آغاز دوره ای از پایداری سطح آب دریاچه می‌تواند

باشد. چنین وضعیتی حداقل تا حدود ۱۰۰۰۰ سال پیش ادامه داشت و در این زمان این گونه دوباره ظاهر می‌شود، که نشان دهنده شروع دوباره‌ی نوسانات سطح آب است. با این حال، این بار هیچ نشانه‌ای از افزایش شوری در میان ماکروفیت های آبزی وجود ندارد.

۸۷۰۰-۵۵۰۰ سال پیش

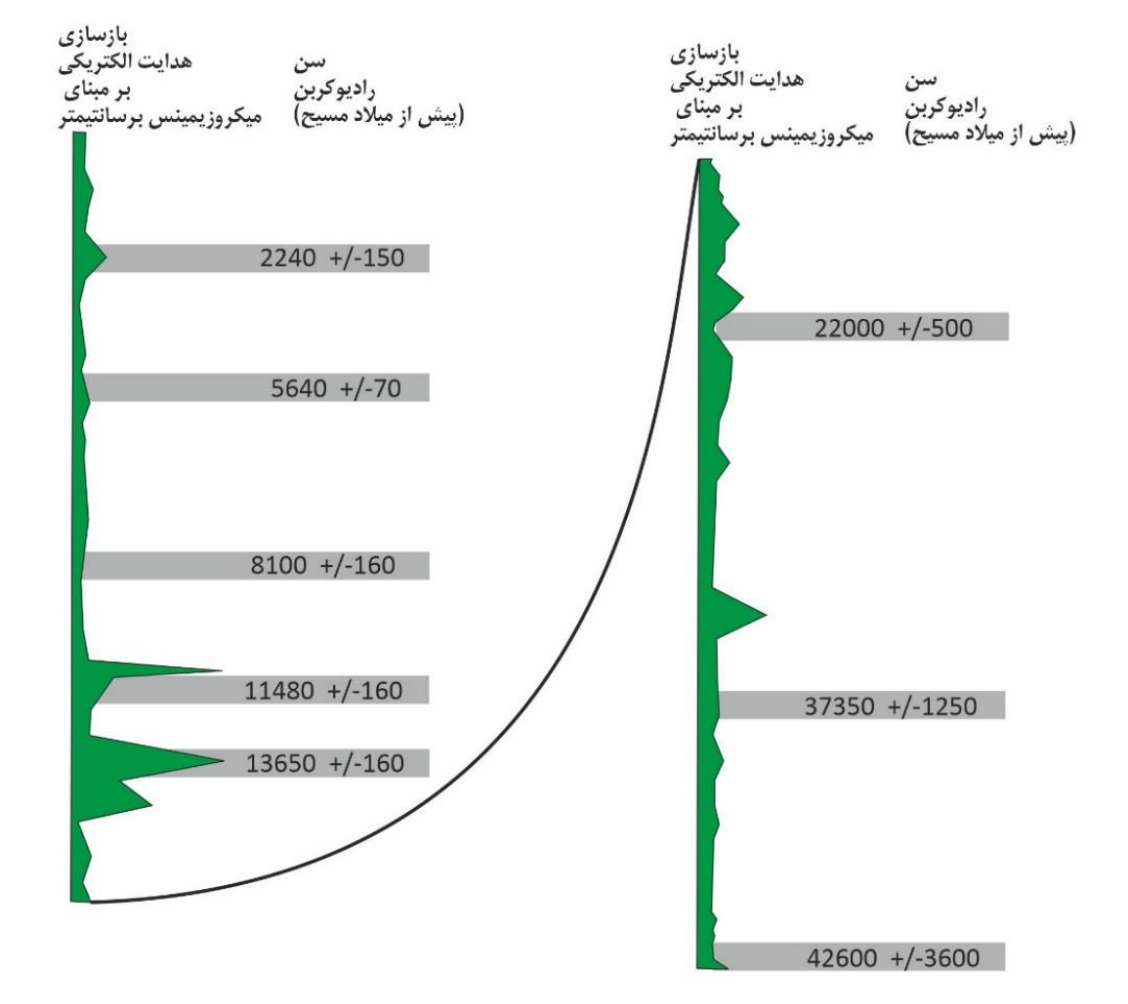
پوشش گیاهی دریاچه در طول این بازه زمانی با گسترش میریوفیلوم اسپیکاتوم (Myriophyllum spicatum) و ظهور پرتکرار زانیکیلا پالوستریس (Zannichellia palustris) همراه است. در این دوره ناخاس مینور و سراتوفیلوم دمرسوم همچنان به حضور خود در دریاچه ادامه می دهند، و در مرکز دریاچه گونه‌های کاراسه و ناخاس مارینا رشد می‌کنند. دوره مربوط به حدود ۸۷۰۰–۵۵۰۰ سال پیش با غنی ترین پوشش گیاهان آبزی مشخص می‌شود. در ساحل غربی پوشش گیاهی مردابی. و چمن شروع به رشد می کند. تا حدود ۶۵۰۰ سال پیش گونه‌ی کنوپودیوم روبروم به طور نامنظم ظاهر می شود که نشان دهنده نوسانات سطح آب به ویژه در حدود ۷۸۰۰ تا۷۵۰۰ سال پیش است.

۵۵۰۰ سال پیش تا کنون

حدود ۵۴۰۰ و نیز در حدود ۵۰۰۰ سال پیش گونه‌ی میریوفیلوم اهمیت خود را از دست می دهد و دیگر هرگز آن را به دست نمی‌آورد. در همان زمان و اندکی پس از آن، چندین گیاه آبزی دیگر کاهش یافته و یا ناپدید می‌شوند. تنها گونه ای که احتمالاً از بین نرفت سراتوفیلوم دمرسوم (Ceratophyllum demersum) بوده است. این تغییر پوشش گیاهان آبزی، با افزایش سهم مواد معدنی (تخریبی) در رسوب همراه است. حدود ۴۰۰۰ سال پیش پوشش گیاهی باتلاقی شروع به توسعه می‌کند، و حدود ۳۵۰۰ سال پیش کمربندی مرداب، شبیه به ترکیب گونه های امروزی، در اطراف دریاچه بروز می‌کند. در مرکز دریاچه، کاهش تعداد ماکروفسیل‌های گیاهان آبزی کمی بعدتر، بین ۴۰۰۰ تا ۳۲۰۰ سال پیش آشکارتر می‌شود، و با گسترش جدید ناخاس مینور . کاراسه دنبال می‌شود. کاهش موقت گیاهان مردابی همزمان با افزایش ناخاس مینور در حدود ۲۵۰۰ سال پیش نشان می دهد که تغییرات سطح تراز آب دریاچه تا زمان حاضر رخ ادامه داشته است.

دیاتومه های زریبار

مغزه‌های رسوبی دریاچه زریبار حاوی رکوردی از تغییرات گونه‌ای دیاتومه در طی حدود ۴۰ هزار سال گذشته هستند. دیاتومه شاخص خوبی برای اندازه‌گیری رسانایی الکتریکی آب یا به عبارت بهتر شوری آب است. دیاتومه جلبک‌های میکروسکوپی با دیواره‌ی سلولی سیلیسی هستند که جوامع متنوع و فراوانی را در اکوسیستم‌های آبزی تشکیل می‌دهند. آنها به عنوان نشانگرهای زیستی برای تخمین کیفیت آب و تغییرات محیطی به کار می‌روند، زیرا به متغیرهای محیطی مختلف مانند قلیاییت (pH)، مواد مغذی، دما و رسانایی الکتریکی آب حساس هستند. رسانایی الکتریکی آب تحت تأثیر غلظت و نوع یون‌های حل شده در آب است و عامل مهمی برای توزیع گونه‌های مختلف دیاتومه است، زیرا گونه‌های مختلف دیاتوم ترجیحات و آستانه تحمل متفاوتی در برابر مقدار شوری آب دارند. فسیل دیاتومه می‌تواند اطلاعات مؤثری درباره رسانایی آب در گذشته و جنبه‌های دیگر هیدروشیمی دریاچه در اختیار قرار دهند. با مقایسه مجموعه‌های جمعیتی دیاتوم فسیل شده با نمونه‌های دیاتوم مدرن و متغیرهای محیطی همراه، دانشمندان می‌توانند مدل‌ها یا توابع انتقالی را توسعه دهند تا از داده‌های دیاتوم برای تخمین مقادیر رسانایی الکتریکی آب (شوری) در گذشته استفاده کنند. بر این اساس، مطالعه دیاتومه از دریاچه زریبار نشان می دهد که به طور کلی رسانایی آب در طی بیشینه آخرین یخبندان و پسایخبندان به ویژه بین پانزده تا ده هزار و پانصد سال پیش، مقادیر بیشتری را تجربه کرده است. به عبارت دیگر در این دوره‌ها شوری دریاچه بیشتر از اکنون بوده است. این مشاهدات با تفسیرهای قبلی بر اساس بررسی‌های گرده شناسی که نشان‌دهنده شرایط نسبتاً خشک دریاچه در طول این بازه بوده، مطابقت دارد. نوساناتی که بین رسانایی بالا و پایین در طول این بازه نشان داده می‌شود با تغییرات بارش در حوضه مرتبط است که با رویدادهای اقلیمی در مقیاس هزاره منطبق می‌گردد. بر همین اساس، در طی دوره‌ی موسوم به درایاس جوانتر (Younger Dryas) شرایط نسبتاً خشکی بر دریاچه حاکم بوده است. از سوی دیگر، در سراسر هولوسن رسانایی الکتریکی (استنباط شده از دیاتومه) نسبتاً کم است و نشان می‌دهد که طی این دوره دریاچه نسبت به دوره قبل از آن دارای آب شیرین‌تری بوده و از ثبات نسبی برخوردار بوده است. نکته جالب توجه این که، با این که مجموعه‌ی جمعیتی دیاتومه در طی هولوسن تغییر می‌کند، ولی هدایت الکتریکی تغییرات قابل توجهی را نشان نمی‌دهد (Snyder et al., 2001).



شکل ۲. تغییرات مقادیر هدایت پذیری الکتریکی (رسانایی) آب دریاچه زریبار طی ۴۲۰۰۰ سال گذشته بر اساس مطالعه جوامع دیاتومهی بازمانده در رسوبات بستر دریاچه (Snyder et al., 2001).

بر اساس معیارهای زیستگاه، شوری، تولید زیستی و pH میتوان شرایط دریاچه را طی بیست و پنجهزار سال گذشته به شکل ۲ ارائه نمود.

۲۵۷۰۰-۱۷۷۰۰ سال پیش

فلور دیاتوم در این بازه زمانی نشان‌دهنده‌ی شرایط محیطی نسبتاً پایدار در دریاچه زریبار است. پراکندگی گروه‌های اکولوژیکی دیاتوم‌های موجود در این بازه زمانی نشان می‌دهد که آب دریاچه زریبار در آن دوره رسانایی بسیار بالایی داشته است (افزایش شوری). این دوره با تسلط دیاتوم‌های نمک‌دوست و حضور دائمی گونه‌های آب شور مشخص می‌شود. از این نظر، حضور گونه‌ی آنوموئنیس اسفروفورا (Anomoeoneis sphaerophora) در کل این دوره قابل توجه است. این گونه گونه‌ای جهان وطنی است که در آب‌هایی با رسانایی متوسط تا زیاد زندگی می‌کند، اما در آب¬های شور داخلی و آب¬های شور تالآب¬های ساحلی دریای بالتیک نیز فراوان است. فلور دیاتومهی در حدود ۲۰۲۰۰ سال پیش دچار تغییر عمده‌ای می‌شود و از اشکال مزوترافنتیک به شکل‌های یوترافنتیک در می‌آیند.

۱۷۷۰۰-۱۵۵۰۰ سال پیش

این فاصله زمانی از تاریخ دریاچه زریبار با تغییرات شدید در شیمی آب مشخص می شود. در این زمان، گونه‌ی اسفاروفورا (A.sphaerophora) که تا این زمان وجود داشته است به بالاترین فراوانی نسبی خود می‌رسد. گونه‌ی کامپیلودیسکوس کلیپئوس

(Campylodiscus clypeus) که اکنون ظاهر می‌شود در آب¬های داخلی شور و آب‌های لب شور دریای بالتیک و سواحل دریای شمال دیده می‌شود. این گونه در حدود ۱۴۲۰۰ سال پیش نیز به شدت افزایش می‌یابد. فاصله زمانی افزایش کامپیلودیسکوس کلیپئوس و فراوانی کمتر اسفاروفورا نشان‌دهنده تغییر در شیمی آب در بخش‌های مرکزی دریاچه در این دوره است. به طور مشخصریال در این دوره حواشی دریاچه دارای شوری بالاتری نسبت به مرکز دریاچه بوده‌اند. یکی از عوامل موثر بر شیمی آب احتمالاً کاهش سطح آب دریاچه بوده است. با این حال شرایط تروفیک و pH آب دریاچه در مقایسه با دوره‌ی قبلی بدون تغییر باقی می‌ماند.

۱۰۹۰۰-۱۵۵۰۰ سال پیش

در این دوره افزایش درصد انواع دیاتوم‌های آب شور را در حواشی دریاچه شاهد هستیم ولی در بخش مرکزی دریاچه دیاتوم‌های آب شور کمتر به چشم می‌آیند. همانطور که گفتیم در حدود ۱۴۲۶۰ سال پیش کلیپئوس به شدت افزایش می‌یابد. با این حال در این دوره شرایط تغذیه‌ای بدون تغییر باقی ماند و با تسلط بی چون و چرای گونه‌های یوترافنتیک همراه است. تغییرات در شیمی آب نیز با دو قله متفاوت در قلیاییت آب مشخص می‌شود.

۵۰۰۰-۱۰۹۰۰ سال پیش

برای نخستین بار، فلور دیاتوم در این زمان با افزایش گونه‌های آب شیرین و کاهش گونه‌های آب شور مشخص می شود. آخرین اوج گیری گونه‌های آب شور در حدود ۶۰۰۰ سال پیش و با کاهش فراوانی گونه‌های آب شیرین همراه است. نکته قابل توجه در تغییر شرایط تغذیه‌ای در حدود شش تا پنج هزار سال پیش است که گونه‌های مشخصه آب‌های یوتروفیک افزایش می‌یابد.

۳۹۰۰-۵۵۰۰ سال پیش

در این دوره تقریباً تمامی گونه‌های آب شور از جمله اسفاروفورا ناپدید می‌شوند و گونه‌های آب شیرین افزایش می‌یابند و همزمان گونه‌های قلیا دوست نیز افزایش چشمگیری می‌یابند. در پایان این دوره وضعیت تغذه‌ای با افزایش گونه‌های مزوتروف مشخص می شود.

۳۹۰۰ سال پیش تا کنون

در این دوره تغییرات در شیمی آب منجر به کاهش شدید انواع دیاتوم‌های آب شیرین شده و گونه‌های شورپسند افزایش یافته‌اند. افزایش مشخص در اشکال مزوترافنتیک و قلیایی نیز از مشخصه‌های دیگر این دوره است.

کاروفیت‌ها

نتایج اولیه تجزیه و تحلیل اسپورهای کاروفیت‌ها وجود نمونه‌های فراوان متعلق به بیش از ۱۰ گونه از جنس کارا و نمونه‌هایی متعلق به گونه‌های نیتلا (Nitellopsis obtusa، Nitella flexilis و Nitella sp) را نشان می‌دهد. غلبه گونه‌های کارا و فراوانی اسپورهای آنها نشان می‌دهد که دریاچه متعلق به نوع دریاچه‌ای مزوتروفیک یا یوتروفیک و با آب قلیایی بوده است. در حدود ۲۵۲۰۰-۲۱۰۰۰ سال پیش تجمع زیاد اسپورهای این گونه نشان می‌دهد که این گونه‌ها در قسمت نسبتا کم عمقی از منطقه ساحلی توسعه یافته‌اند. در این میان گونه‌ی کارا تومنتوزا (Chara tomentosa) که گونه غالب در میان اسپورهای یافت شده است، بیانگر عمق آبی بین ۲ تا ۶ متر است. این گونه در آب‌هایی با قلیاییت بین ۷/۸ تا ۷/۲ را ترجیح می دهد.

حدود ۲۰۶۰۰ سال پیش تغییری در فلور کاروفیت‌ها روی می‌دهد که نشان دهنده کاهش سطح آب است، زیرا گونه‌های یافت شده در رسوبات، در آب‌های کم عمق رشد می‌کنند و شاخص آب های الیگومورف و مزوتروف با قلیاییت ۸/۴ تا ۷ هستند. این زمان با ظهور تعداد بیشتری از اسپورهای کونتراریا (C. contraria) مواجهیم که از این فرضیه پشتیبانی می‌کند. این گونه یک گونه جهان وطنی است که در خارج از منطقه گرمسیری، عمدتا در نیمکره شمالی وجود دارد و معمولاً در آبهای تازه، به ندرت لب شور، قلیایی و در عمق چند سانتی متری تا ۷ متری رشد می کند. با این حال، تجمع متراکم این گونه اغلب در مکان‌های کم عمق‌تر رخ می دهد. این تغییر فلور که در بالا توضیح داده شد، قبل از ۱۹۷۰۰ تا۱۷۵۰۰ سال پیش روی می‌دهد.

حدود ۱۷۴۰۰ سال پیش و نیز حدود ۱۶۲۰۰ سال پیشبا ظهور و غیبت برخی گونه‌های کاروفیت مواجه هستیم. همچنین تغییراتی را در ۱۵۷۰۰ و ۱۲۶۰۰ سال پیش شاهدیم. افزایش تنوع گونه‌ای فلور کاروفیت بین ۱۲۶۰۰ و ۱۲۰۰۰ سال پیش نشان می‌دهد که تغییرات نسبتاً زیاد شرایط دیرینه‌اکولوژیکی به احتمال زیاد در این دوره‌ها در دریاچه زریبار رخ داده است.
بین ۱۱۲۰۰ و ۶۷۰۰ سال پیش اسپورهای کاروفیتکاهش چشمگیری می‌یابند. در این دوره افزایش جزئی در تعداد آنها فقط در حدود ۱۰۰۰۰، ۸۷۰۰ و ۷۰۰۰ سال پیش رخ می‌دهد. پس از این دوره، دوباره شاهد افزایش کاروفیت‌ها بین ۶۸۰۰ تا ۶۴۰۰ و بین ۵۴۰۰ تا ۴۶۰۰ سال پیش هستیم. گونه‌هایی که در این دوره‌ها به ویژه در دوره بین ۵۴۰۰ تا ۴۶۰۰ سال پیش مشاهده می‌شوند، از گونه‌های گرمادوست هستند.

خزه های بستر دریاچه زریبار

فسیل خزه‌ها (Characeae) بیانگر وجود محیط آبی در گذشته‌ی محلی است که فسیل‌ها در آن یافت شده‌اند. در رسوبات دریاچه‌ای، معمولاً با اسپورهای رسوب‌شده خزه‌ها مواجه هستیم. با استفاده از مورفولوژی این اسپورها می‌توان گونه‌های مختلف خزه‌هایی که قبلاً در دریاچه می‌زیسته‌اند را شناسایی و طبقه‌بندی نمود. هر یک از این گونه‌ها در طول زمان معرف اکوسیستم خاصی هستند که در طی آن این اسپورها رسوب کرده‌اند. ویژگی‌های مورفولوژیک این اسپورها معمولاً در طی فرآیندهای رسوب‌گذاری و فسیلی شدن تغییر می‌کنند. بنابراین، کلیدهای شناسایی بر اساس معیارهای گیاهان مدرن اغلب برای اطمینان از شناسایی آنها کافی نیستند.
تحقیقات بر روی اسپورهای خزه در رسوبات کف دریاچه از هولوسن از اوایل دهه ۱۹۰۰ در حال انجام است و چندین رساله عالی در این باره منتشر شده است. با این وجود، شناسایی فسیل اسپورهای خزه هنوز نیازمند مطالعه بسیار است.
در میان انواع خزه‌ها، گونه‌ی کارا تومنتوزا (Chara tomentosa Linnaeus 1753) گونه‌ای جهان وطنی است (شکل ۳). در اروپا،این گونه معمولا در دریاچه‌هایی از سوئد و سواحل بالتیک تا حوضه مدیترانه وجود دارد. این گونه همچنین در شمال آفریقا و آسیای مرکزی نیز حضور دارد. در اروپای مرکزی، کارا تومنتوزا در دریاچه‌ها و برکه‌ها رشد می‌کند و تجمعات متراکمی را اغلب در ناحیه گیاهان با برگ‌های شناور، درست بعد از منطقه نیزارها تشکیل می‌دهد. در دریاچه‌هایی که آب بسیار شفافی دارند، این گونه را می‌توان در فواصل دورتر و در منطقه گیاهان مغروق یافت. این خزه می‌تواند تا عمق ۳۰ متری آب هم رشد کند. مطالعاتی که بر روی مغزه‌های دریاچه زریبار انجام شده نشان می‌دهد که اسپور این خزه به تعداد زیاد در رسوبات بستر دریاچه وجود داشته است (Hutorowicz, 2008).
اسپورهای نمونه‌های امروزی گونه‌ی خزه کارا تومنتوزا دارای ابعادی شبیه به اُسپورهای فسیل شده در مغزه‌های دریاچه زریبار هستند. تعداد برجستگی ها در نمونه های مدرن نیز مشابه تعداد مشاهده شده در نمونه های دریاچه زریبار است. تعداد برجستگی ها از ۱۳ تا ۱۶ متغیر است. نمونه های امروزی همچنین به همان اندازه انواع فسیل شده بیضی شکل هستند.دیواره بیرونی اسپور نازک، زرد روشن و دانه بندی بسیار ظریف است. تنوع زیاد در ابعاد اسپورها ممکن است در تعیین تغییرات در شرایط محیطی در طول تاریخ دریاچه مفید باشد. بزرگترین اسپورها روی گیاهانی که در دریاچه رشد می‌کنند و کوچک‌ترین آنها روی گیاهانی هستند که در استخرها و آبگیرها رشد می‌کنند. بنابراین می‌توان تا حدودی درباره ابعاد دریاچه از روی اندازه این اسپورها حدسهایی زد. مورفولوژی خارجی دیواره اسپور کمترین حساسیت را به شرایط محیطی دارد و میتواند در شناسایی گونه‌های مختلف مفید باشد (Hutorowicz, 2008).

نرم‌تنان

پوسته‌های متعددی از نرم‌تنان از رسوبات آهکی یخبندان پسین دریاچه زریبار جمع‌آوری شده است. عمده‌ی آنها در رسوبات رسی آهکی خاکستری روشن یا تیره و مارن دریاچه همراه با خرده–ریزه‌های گیاهی یافت شده‌اند. از میان ۹۶۰ نمونه‌ی بررسی شده، هفت گونه از این جانوران تشخیص داده شده است. پنج مورد از آنها هم در جمعیت‌های امروزی و هم در جمعیت‌های فسیلی یافت می‌شوند و چهار گونه‌ی دیگر فقط در رسوبات کواترنر یافت می‌شوند. در ادامه به توصیف این نه گونه پرداخته می‌شود:
گونه‌ی آکسیلوما الگانس (Oxyloma elegans) حلزون خشکی است که در علفزارها و مرداب‌های مرطوب و در حاشیه رودخانه‌ها و دریاچه‌ها و حتی روی گیاهانی که در آب رشد می‌کنند، زندگی می‌کند. این یک گونه هولارکتیک است که از آسیای مرکزی و اروپا، از جمله منطقه مدیترانه، شناخته شده است.

گونه‌ی پلانوربیس پلانوربیس (Planorbis planorbis) حلزون آب سخت معمولی است که در آب‌های کم عمق و حتی با خشکی موقت ولی با کف و پوشش گیاهی گل‌آلود زندگی می‌کند. این گونه شوری آب را تا ۴ درجه تحمل می‌کند. این گونه هولارکتیک به طور گسترده از اروپا، آسیای جنوب غربی و شمال آفریقا مشخص شده است و جمعیت های متفاوتی را تشکیل می دهد که به عنوان زیرگونه توصیف می شوند.

گونه‌ی والواتا سولسی (Valvata saulcyi) حلزون آب نرم ساکن آب‌های راکد یا آبهایی است که به آرامی جریان دارند. این گونه به طور عمده در خلیج‌های کم عمق دریاچه‌ها و رودخانه‌ها با کف گل‌آلود یا شنی ریز زندگی می‌کند. این حلزون از چندین محل در شمال آفریقا به عنوان جزئی از جمعیت‌های زنده یا فسیلی توصیف شده است.

حلزون بیتینیا بادیلا (Bithynia badiella) حلزون سخت آبی است که در رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آب‌گیرهای کوچک بین گیاهان آبی و در کف ماسه‌ای یا گل‌آلود زندگی می‌کند. به عنوان یک گونه امروزی و فسیلی مورد توجه قرار گرفته است.

حلزون لیمنیا استاگنالیس (Lymnaea stagnalis) یک گونه هولارکتیک در سراسر جهان از رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، برکه‌ها، و حوض‌های مصنوعی با پوشش گیاهی غنی و کف گل آلود یا شنی دیده می‌شود.

گونه‌ی گیرالوس کریستا (Gyraulus crista) حلزون متصل به گیاهان آبی است، که عمدتاً در خلیج‌ها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها و همچنین حوضچه‌های آب کوچک اما دائمی زندگی می‌کند. این یک گونه هولارکتیک است که در اروپا از جنوب تا مرز دریای مدیترانه و همچنین در شمال و مرکز آسیا زندگی می کند. همچنین در رسوبات اواخر پلیستوسن در صحرای آفریقا یافت شده است.

پیسیدیوم کاسرتانوم (Pisidium casertanum) گونه ای جهان وطنی از یک دوکفه ای است که به خوبی با انواع مختلف حوضه های آبی سازگار است و نه تنها در محیط های آرام و مطلوب، بلکه در محیط‌های سخت و حتی حدی نیز زندگی می‌کند.

گونه های ذکر شده شرایط اکولوژیکی دریاچه را مشخص می‌کنند اما سن نهشته‌های آن را مشخص نمی‌کنند. نوسانات آب و هوا به سختی در تغییر گونه‌های جانوری منعکس می‌شود. با این حال سه گونه به عنوان اجزای غالب مجموعه نرمتنان برای نشان دادن تغییرات زیستگاهی مفید هستند که به کمک آنها می‌توان محیط زندگی را از حوضه آب کم عمق یا حتی موقت (Planorbis planorbis)، بستر گِلی (Valvata saulcyi) و پوشش گیاهی کم و بیش غنی (Bithynia badiella) تشخیص داد.

بر اساس آنچه گفته شد دو نوع اصلی از جانوران نرم تن، در حدود ۱۴۶۰۰ تا ۱۱۶۰۰ سال پیش جانشین هم شده‌اند. تغییرات شاخص تمایز (شاخص شانون–ویور SWI)، تعداد گونه‌ها و اجزای غالب مجموعه‌ها را نشان می‌دهد که منعکس‌کننده شرایط زیستی و تغذیه‌ای است که کم و بیش برای نرم تنان قابل قبول است. همزمانی چندین گونه و مقادیر SWI> 1.0 با حوضه آب مزوتروفیک مطابقت دارد، در حالی که مجموعه‌ی جانوری با SWI<1 شرایط یوتروفیکاسیون آب را نشان می دهد.

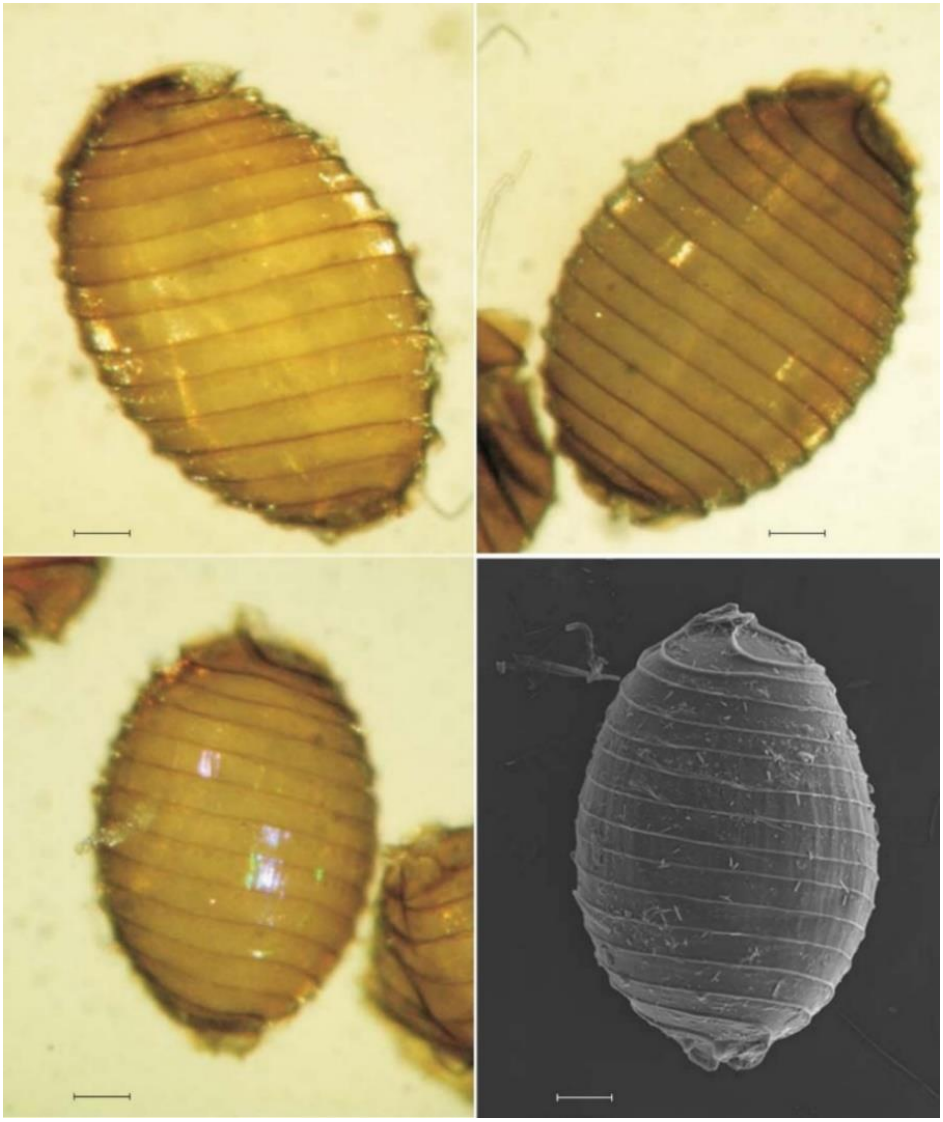
بر اساس شاخص تمایز تا پیش از ۱۲۳۰۰ سال پیش دریاچه کم عمق و تا حدی با گیاهان آبی پوشیده شده بود. آب تا حدودی شور بوده است. در این دوره چند اپیزود فقیر و غنی شدن شدن جانوران نرم تن را شاهدیم که به دلیل تغییر شرایط اکولوژیکی روی می‌دهد.

در طول مرحله دوم، یعنی حدود ۱۲۳۰۰–۱۱۷۰۰ سال پیش، کف دریاچه با گل پوشیده شده بود و شرایط زندگی برای اکثر نرم تنان آبی سخت شد و در عوض گونه‌های علاقه‌مند به محیط باتلاقی افزایش یافتند. به نظر می‌رسد در این مرحله دریاچه زریبار به تدریج با رسوبات غنی شده از ریزه های گیاهی پر شده است.

کک آبی (Cladocera)

کَک آبی با نام علمی دیپلوستراسا (Diplostraca) یا کلادوسرا (Cladocera)، ابررده‌ای از سخت‌پوستان کوچک هستند که از مواد آلی معلق در آب تغذیه می‌کنند. البته بعضی از گونه‌های معدود کک آبی گوشتخوار هستند. تاکنون بیش از هزار گونه از کک‌های آبی شناسایی شده است و بسیاری دیگر هنوز توصیف نشده‌اند. بیشتر آنها بین ۰/۲ تا ۰/۶ میلی متر طول دارند. اغلب آنها در آب‌های شیرین زندگی می‌کنند. به لحاظ تاکسونومی، ابرراسته‌ی Cladocera مترادف با Diplostraca است که در کلاس آبشش‌داران (Branchiopoda) قرار می‌گیرد. هر دو نام در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ابر راسته از ۷ راسته، حدود ۲۴ خانواده و بیش از ۱۱۰۰۰ گونه تشکیل شده است و بسیاری از گونه های دیگر آن هنوز توصیف نشده است. به عنوان مثل، جنس دافنیا به تنهایی دارای حدود ۱۵۰ گونه است.

بر اساس مطالعات مگارد (۱۹۶۷) (Megard, 1967)، نوزده یا شاید بیست گونه کک آبی از رسوبات دریاچه زریبار بدست آمده است. نوزده گونه از این کک‌های آبی پس از مقایسه با نمونه‌های امروزی شناسایی شده‌اند، اما ماهیت و هویت خاص یکی از آنها (Alonella sp) نامشخص است. فسیل‌های دافنیا، سرودافنیا و سینوسفالوس نیز در رسوبات یافت شده‌اند، اما آن‌قدر زیاد نیستند که بتوان آنها را به صورتی کمی نمایش داد. زیست‌چینه‌شناسی رسوبات دریاچه زریبار بر اساس کک‌های آبی به خوبی امکان‌پذیر است و می‌توان با کمک آن رسوبات بخش‌های مختلف دریاچه را با یکدیگر مقایسه نمود و انطباق داد. مقایسه زیست‌چینه‌نگاری کک‌های آبی با نتایج گرده شناسی بسیار همخوانی دارد (Megard, 1967)، با این حال، نمی‌توان رسوبات دریاچه زریبار را به لحاظ زیست‌چینه‌نگاری کک‌های آبی زون‌بندی نمود و بنابراین زون‌بندی‌ها صرفاً بر اساس نتایج گرده‌شناسی صورت گرفته است (Megard, 1967).



شکل ۳. نمای جانبی از اسپور کارا تومنتوزا از مغزه‌ی J-63 از دریاچه زریبار(ایران). ۱ تا ۳ میکروسکوپ نوری، ۴- میکروسکوپ الکترونی روبشی(Hutorowicz, 2008).

فسیل کک‌های آبی در رسوبات دریاچه زریبار معمولاً با دقت بیشتری نسبت به گرده های فسیلی قابل شناسایی است. علاوه بر این، این گونه‌ها به اندازه گرده‌های فسیلی در معرض پراکندگی و تخریب انشقاقی نیستند. با این وجود، تفسیر تغییرات رخ داده در مجموعه فسیل‌های کک‌های آبی در طول تاریخِ دریاچه‌ها شاید دشوارتر از تفاسیر گرده شناسی باشد. معمولاً اکولوژی گیاهان تولید کننده انواع گرده به خوبی شناخته شده است، و نمودارهای گرده را می‌توان با توجه به تغییرات اقلیمی تفسیر نمود. از سوی دیگر، کک‌های آبی، مانند بسیاری دیگر از موجودات آبزی، نسبت به گونه‌های گیاهی خشکی‌زی کمتر به گرادیان‌های بارش و تابش نور واکنش نشان می‌دهند. البته گونه‌های مختلف کک آبی به عرض‌های جغرافیایی حساس هستند و برخب محدود به مناطق استوایی یا برخی دیگر در مناطق نیمه گرمسیری رایج‌تر هستند. گونه‌های دیگری فقط در مناطق معتدل و برخی دیگر در آب¬های قطبی وجود دارند. بنابراین استنباط‌های دیرینه محیطی ببا استفاده از کک‌های آبی می‌تواند گمراه‌کننده باشد. به عنوان مثال، پنج گونه از کک‌های آبی را در تمامی طول رسوبات دریاچه زریبار می‌توان مشاهده نمود که شامل گونه‌های کوچک آلونا (A. guttata و A. rectangula)، Chydorus sphaericus، Acroperus harpae و Graptoleberis testudinaria هستند. این گونه‌ها از گرینلند تا مناطق استوایی پراکنده هستند. توزیع این گونه‌ها در تمامی طول مغزه‌های رسوبی دریاچه زریبار نشان می‌دهد که آنهانهاآنها÷ نسبت به تغییرات محیطی نسبتاً بی‌تفاوت هستند. بنابراین، ماندگاری آنها در دریاچه به همین دلیل قابل انتظار است.

بر خلاف پنج گونه‌ی فوق، دو گونه Eurycercus lamellatus و Leydigia leydigi وجود دارند که در زون A (تقسیم‌بندی بر اساس گرده‌شناسی) وجود دارند اما در زون B ناپدید می شوند. گونه‌ی Eurycercus lamellatus در شمال و مرکز اروپا، در آلاسکا و در می‌سی‌سی‌پی رایج است اما در آفریقا وجود ندارد. همچنین، گونه‌های Leydigia acanthocercoides تا حدود ۱۲۰۰۰ سال پیش در دریاچه زریبار وجود نداشت ما پس از آن در طی هولوسن تا به امروز در سراسر ستون چینه‌شناسی یافت می‌شوند.

در طی ۲۳۰۰۰ سال گذشته، رسوبات دریاچه زریبار از زمان حداکثر یخبندان وورم (Würm) به طور پیوسته نهشته شده‌اند. مطالعه ویژگی‌های ژئومورفیک کوه‌های مرتفع در ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتری شمال غربی دریاچه (Wright, 1961)، نشان می‌دهد که طی حداکثر یخبندان خط برف حداقل ۱۲۰۰ متر و شاید تا ۱۸۰۰ متر پایین‌تر از خط برف کنونی قرار داشته است. بر این اساس، احتمالاً خط برف در طی حداکثر یخبندان در مجاورت دریاچه زریبار قرار داشته است. رایت استدلال می‌کند که پایین آمدن خط برف در طول حداکثر یخبندان نشان می‌دهد که طی این دوره تضاد دمایی شدیدتری بین دشت بین‌النهرین و فلات ایران وجود داشته است.رایت معتقد است که با وجود سردتر بودن فلات ایران، احتمالاً این فلات مرطوب‌تر از اکنون نبوده است. بازسازی تغییرات محیطی بر اساس تغییرات پوشش گیاهی نشان می‌دهد که بیش از ۹۰ درصد از گرده‌های رسوبات در این دوره از نوع کنوپودیاسه و آرتمزیا بوده است و لذا اطراف زریبار بین ۱۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰۰ سال پیش بدون درخت و خنک بوده است.

ون زیست و رایت (۱۹۶۳) پیشنهاد کردند که چشم انداز منطقه در این زمان احتمالاً شبیه استپ خنک و خشک در آناتولی مدرن است (Van Zeist and Wright, 1963) . تفسیر جدیدتر، بر اساس مطالعه باران گرده‌ای مدرن در مناطق مختلف پوشش گیاهی، نشان می‌دهد که چشم‌انداز منطقه شبیه منظر فلات–استپ نزدیک تبریز مدرن ایران بوده است. با شروع هولوسن، افزایش تدریجی گرده بلوط با درصد کمی پسته مشاهده می‌شود. محیط ساوانای بلوط–پسته و آب و هوایی تا حدودی گرمتر و خشکتر از اکنون، موجب افزایش مداوم گونه‌های کک آبی مقاوم به گرما شده است. در عوض دو گونه شمالی از کک‌های آبی از میان می‌روند و سه گونه جنوبی ظاهر می‌شوند. با این حال، گونه‌های جنوبی بسیار فراوان نبودند، بنابراین بعید به نظر می‌رسد که دمای تابستان بسیار گرمتر از اکنون بوده باشد. اگر فرض کنیم دمای دریاچه زریبار از حدود ۱۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ سال پیش از الان گرمتر بوده باشد، می‌توان انتظار داشت که میزان کربنات رسوبات افزایش یابد. با این حال، رسوب کربنات در طی این زمان به جای افزایش به آرامی کاهش می‌یابد. این کاهش احتمالاً به دلیل افزایش بارش و تمایل دریاچه به سرریز شدن بوده است. بنابراین، فسیل‌های کک آبی و شیمی رسوب، گرچه فرضیه‌ای را برای گرم شدن ناگهانی پس از یخبندان در دریاچه زریبار تأیید می‌کنند ولی این گرم شدن به معنی گرمایی بیش از شرایط کنونی نبوده است. بارش‌ها هم البته نه به اندازه امروزی بلکه بیش از دوره یخبندان و کمتر از وضعیت کنونی بوده است.

از حدود ۵۵۰۰ سال پیش، این دریاچه احتمالاً عمیق‌تر از قبل شده است. شواهد این امر با فراوانی بیشتر گونه‌های کک آبی بوسمینا قابل تأیید است. احتمالاً دریاچه در ابتدا عمیق‌تر بوده است و با تجمع رسوبات کم عمق‌تر می‌شود و بنابراین، بارش افزونتر موجب خروج آب از این حوضه می‌شود. ظرفیت حوضه با تجمع رسوب کاهش می یابد. دریاچه زریبار، در مقابل، به نظر می‌رسد هرگز عمیق‌تر از اکنون نبوده

است. رسوب آبرفت در انتهای جنوبی دریاچه فرسایش توسط جریان خروجی را مانع شده است و از سویی سرعت تجمع رسوبات دریاچه ای را تنظیم نموده است. تعادل ظریف بین خروج اب و فرسایش بستر و نهشته شدن رسوبات، حوضه کم عمق دریاچه را از انقراض حفظ کرده است (Megard, 1967).

رسوب شناسی

نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده توسط رفیعی و همکاران (۱۳۹۱) (Rafiei et al., 2012) نشان می‌دهد که رسوبات دریاچه زریبار از نظر دانه‌سنجی، بیشتر در محدوده رسوبات ریز دانه بوده و بافت آن اغلب در محدوده گل ماسه‌ای قرار می‌گیرد. درصد بالای کربنات کلسیم و ماده آلی از ویژگی‌های این رسوبات است و افزایش مقدار ماده آلی و به دنبال آن افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی می‌تواند بر مقدار تمرکز عناصر سنگین بیفزاید. مقادیر pH .رسوبات بستر دریاچه زریبار در طیفی حدود ۷/۶۱ تا ۸ تغییر می‌کند و این بیانگر آن است که رسوبات بستر منطقه مورد مطالعه در زمره رسوبات خنثی تا کمی قلیایی قرار می‌گیرند (Rafiei et al., 2012).

ژئوشیمی

مطالعات شیمیایی نشان می دهد که در طول نیمه اول تاریخ دریاچه زریبار، از حدود ۱۴۸۰۰ سال پیش، آب دریاچه به صورت متناوبی از آن خارج می‌شد. در دوره‌هایی که خروج آب متوقف می‌شد، کربنات و محتوای کلرید بیشتری در رسوبات دریاچه رسوب می‌کرد. با گذشت زمان مقادیر پتاسیم رسوب کاهش می‌یابد که این مسئله نشان‌دهنده‌ی ایجاد بسترهای گسترده ماکروفیت های آبزی است (Hutchinson and Cowgill, 1963).

تجزیه و تحلیل شیمیایی بر روی یک مغزه از بخش‌های باتلاقی ساحلی در سمت غربی دریاچه زریبار (Hutchinson and Cowgill, 1963) نشان می‌دهد که مواد تشکیل دهنده رسوبات به طور کلی از رس خاکستری تشکیل شده است. رنگ خاکستری رسوب تغییرات قابل توجهی را نشان می‌دهد که این تغییرات تا حدی با مقادیر محتوای کربن آلی مرتبط است. در برخی افقها در عمق شش تا هشت متری نواری از ذغال سنگ نارس وجود دارد که توسط لایه ای از خاک رس قطع شده است. با این حال، بخش چهار متر بالایی رسوبگذاری منظم‌تر و با ریزلایه بندی مشخص می‌شود.

خرده‌های صدف حلزون (پلانوربید)، در عمق ۱۲ متری و پایین تر از ۱۴متری به وفور یافت می‌شود و ذرات تیره‌ای از مواد آلی در سراسر همین ناحیه که خرده‌های صدف حلزون وجود دارد مشاهده می‌شود (Hutchinson and Cowgill, 1963). بر همین اساس، به نظر می‌رسد در تمامی طول دوره‌ای که رسوبات در این ناحیه نهشته می‌شده‌اند، پوشش گیاهی ساحلی وجود داشته است. اکنون این منطقه از رسوب انباشته شده است.

آنالیز پراش سنجی اشعه ایکس کلسیت را در قسمت‌های عمیق‌تر (عمق بیش از ۱۷.۷ متری) نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل کربنات نشان می‌دهد که مقادیر قابل توجهی از این ماده معدنی از عمق ۹/۷ تا ۱۷/۷ متری وجود دارد. سایر اجزای بلورین در سراسر مغزه کوارتز و کانی‌های رسی هستند. کانی‌های رسی تا حدی از هالویزیت و ایلیت تشکیل شده است که با مونتموریلونیت همراه هستند. بسیاری از مواد آلومینوسیلیکات احتمالاً آمورف هستند. محتوای کربنات مغزه در نزدیکی پایین مغزه حداکثر است و با کاهش عمق کاهش می‌یابد. در طول این مدت آشکارا رسوب قابل توجهی از کربن آلی و نیتروژن وجود دارد.

میانگین نرخ رسوبگذاری برای همه مغزه حدود ۱.۲ متر تا یک متر در هر هزار سال است. این به معنای رسوبگذاری ۲/۵ تا ۵ میلی گرم کربن بر سانتی متر مربع در هر سال است که نشان دهنده یک دریاچه مزوتروف یا اوتروفیک است با تولید زیستی بالا است.

محتوای کلرید در پایین مغزه نامنظم ولی بالا است و سپس به تدریج از عمق حدود یک و نیم متر تا یک متر کاهش می یابد. محتوای کلرید مودال در آب منفذی رسوبات احتمالا چیزی بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ قسمت در میلیون (ppm) بوده است. در بالای مغزه این مقدار به ۵۰ قسمت در میلیون می‌رسد. بررسی این مقادیر نشان می‌دهد که مقدار کلرید در گذشته بسیار بالاتر از محتوای کلرید امروزی آب دریاچه است که در حدود سه و نیم قسمت در میلیون است. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که در گذشته احتمالاً سرریز آب دریاچه بسیار کمتر از امروز رخ می‌داده است. بر این اساس به نظر می‌رسد که دریاچه بیشتر به عنوان یک آبگیر بسته رفتار می‌کرده است.

همه دریاچه‌های بسته بعنوان مثال در تبت رسوبات کربناته بیشتری نسبت به دریاچه‌های باز نهشته می‌کنند. رسوب کربناته در بخش‌های پایینی مغزه و در اوایل تاریخ دریاچه زریبار با محتوای کلرید مطابقت دارد و آب و هوای خشک‌تری را نسبت به امروز نشان می‌دهد. در بالای ناحیه ای که میزان رسوب کربنات در آن قابل ملاحظه است، دو لایه رس نسبتاً استریل (حدود ۷ تا ۱۰ متری و ۴ تا ۶ متری) وجود دارد که توسط یک لایه رسوب آلی از هم جدا شده است. مرز لایه آلی و لایه‌های رسی به صورت تدریجی است. لایه های رسی شاهدی بر فرسایش بیشتر در حوضه و در نتیجه رسوب مواد معدنی بیشتر در دریاچه هستند که احتمالاً با افزایش بارندگی آغاز شده است. نوار آلی میان دو لایه‌ی رسی نمایانگر استقرار فرشی از گیاهان آبزی در کف دریاچه می‌تواند تفسیر شود. در حال حاضر نیز بیشتر کف دریاچه با گیاهان آبزی (Myriophyllum و Naias) و بقایای آنها پوشیده شده است.

به طور کلی، فسفات محلول در آب از تجزیه مواد آلی رسوب شده به دست می‌آید و بنابراین منعکس کننده میزان کربن آلی و نیتروژن موجود در رسوب است. در پایین مغزه زریبار، سدیم مانند خاک‌های قلیایی رفتار می‌کند، در حالی که پتاسیم به طور پیوسته کاهش می‌یابد. به نظر می رسد این کاهش تا حدودی با توسعه تورب‌زارهای ساحلی و تشکیل زغال‌سنگ نارس مرتبط است. کاهش پتاسیم را می‌توان ماحصل انتشار ماکروفیت‌ها در دریاچه دانست (Hutchinson and Cowgill, 1963).

بازسازی محیط دریاچه

بر اساس مجموع آنچه در بالا ذکر شد، می‌توان محیط دریاچه را در طی بیست و پنج هزار سال گذشته به صورت خلاصه به شرح زیر ارائه نمود.

اواخر پلیستوسن

۱۲۰۰۰-۲۵۷۰۰ سال پیش

وجود شرایط محیطی نسبتاً پایدار در بین حدود ۲۵۷۰۰ و ۲۱۱۰۰ سال پیش، که از گروه‌های زیست‌محیطی دیاتوم‌ها استنباط شده است، با تنوع فلور ماکروفیت تأیید می‌شود. افزایش تروفی آب دریاچه در حدود ۲۰۲۰۰ سال پیش که توسط دیاتومه نشان داده شده است، در مقایسه با تغییر در فلور کاروفیت ممکن است نشان‌دهنده‌ی کاهش سطح آب در حدود ۲۱۰۰۰ سال پیش باشد. با توجه به گسترش C. demersum افزایش جزئی دما رخ داده است. با این حال، مطالعه‌ی گرده گیاهان خشکی چنین افزایش دمایی را نشان نمی‌دهد. بر اساس نمودار گرده، پوشش گیاهی نیمه بیابانی مختص اقلیم خشک و سرد در آن زمان در رشته کوه های زاگرس غالب بوده است. مطالعه کاروفیت‌ها نشان می‌دهد که نوسانات سطح آب دریاچه باید بین ۱۹۰۰۰ تا ۱۸۴۰۰ سال پیش رخ داده باشد و باعث گسترش گونه‌ی کاروفیت در سواحل دریاچه شده باشد. خشک شدن متناوب ساحل دریاچه احتمالاً باعث کاهش دیاتوم‌ها شده است. بین ۲۵۷۰۰ و ۱۷۷۰۰ سال پیش، خصوصیات شور دریاچه با حضور دیاتوم‌های شورپسند مشخص می‌شود.

افزایش قابل توجه شوری آب دریاچه بین ۱۷۷۰۰ و ۱۵۴۰۰ سال پیش با فرکانس های بالای دیاتومه های آب شور، رسانایی بالای آب دریاچه در این زمان، و وقوع گونه‌های شورپسند کاروفیت معلوم می‌شود. با فرض اینکه دریاچه زریبار به عنوان حوضه‌ی آبی بسته‌ای بوده است، احتمالاً افزایش محتوای نمک به دلیل کاهش سطح آب بوده که خود معلول کاهش قابل توجه بارش بوده است. حضور کنیوپودیوم روبروم در این زمان نشان دهنده سطح ناپایدار و/یا پایین دریاچه است. در حدود ۱۷۷۰۰ سال پیش شاهد کاهش دما و افزایش شوری بوده‌ایم اما تجزیه و تحلیل ایزوتوپ‌های پایدار مقادیر بالای δ18O را در حدود ۱۶۱۰۰-۱۵۴۰۰ نشان داده است (Stevens et al., 2001) که نشان دهنده افزایش تبخیر است. نمودارهای گرده در هر حال همچنان نشان دهنده تداوم تسلط پوشش گیاهی نیمه بیابانی با درمنه و کنیوپوداسه است.

ظهور اسپورهای کارا زیلانیکا در حدود ۱۶۲۰۰ و ۱۵۷۰۰ سال پیش بیانگر دمای نسبتاً بالایی است که این گونه برای تکثیر جنسی نیازمند است. با توجه به سن این قسمت ممکن است با نوسانات آب و هوایی سرد و خشک هاینریش-۱ (Heinrich 1)مربوط باشد. کاهش دیاتوم‌های آب شور در حدود ۱۵۰۰۰ سال پیش و کاهش هدایت الکتریکی آب در حدود ۱۴۶۰۰ سال پیش (که از دیاتومه‌ها استنباط شده است) نشان دهنده کاهش شوری آب است. مجموعاً به نظر می‌رسد که یک نوسان آب و هوایی گرمتر در حدود ۱۵۴۰۰-۱۲۶۰۰ سال پیش

وجود داشته است که در طیف گرده با کاهش درمنه و افزایش بسیار جزئی منحنی گرده درخت ثبت شده است (Van Zeist and Bottema, 1977). در این زمان در هر صورت آب و هوا برای بلوط بسیار خشک بوده است، اما پسته می توانسته تا حدودی در منطقه گسترش پیدا کند. ظاهراً برای افزایش دما در حدود ۱۴۳۰۰–۱۴۰۰۰ سال پیش شاهد دیگری نیز وجود دارد؛ فرورفتگی منحنی δ18O در حدود ۱۳۸۰۰ سال پیش ممکن است نشان دهنده آب و هوای کمی مرطوب باشد. در این زمان، مجموعه نرم تنان نشان دهنده آب کم عمق دریاچه با جوامع ماکروفیتی است که به خوبی توسعه یافته بودند. در حدود ۱۳۵۰۰ سال پیش شواهد حکایت از افزایش موقت تروفی دریاچه است که این آب و هوای معتدل‌تر مربوط به نوسان بولینگ–آلرود است.

بین ۱۲۶۰۰ تا ۱۲۰۰۰ سال پیش نشانه های متعددی از آب و هوای خنک تر و خشک تر به نظر می رسد. برخی گونه‌های دیاتومه ناپدید یا به شدت کاهش می یابند. مقادیر بالای δ18O به عنوان شاخص خشکی آب و هوایی تفسیر می شود که باعث کاهش سطح آب دریاچه و افزایش شوری می شود. رسانایی آب در دوره بسیار بالا است، دیاتومه های آب شور وجود دارند و گونه‌های شورپسند توسعه می‌یابند. افزایش تعداد گونه‌ی حلزون گیرالوس کریستا در مجموعه نرم تنان ممکن است نشان دهنده سرد شدن آب و هوا باشد و در عین حال حضور حلزون خشکی (اوکسیلوما الگانس)نشان‌دهنده‌ی کاهش سطح آب دریاچه است. این نوسان آب و هوایی که در اینجا به حدود ۱۲۶۰۰ تا ۱۲۰۰۰ سال پیش برمی‌گردد، مربوط به درایاس جوانتر است.

هولوسن

۱۲۰۰۰–۱۰۰۰ سال پیش

تغییرات پوشش گیاهی که در ابتدای هولوسن رخ داده است باعث شد تا مناطقی که تحت پوشش جوامع نیمه بیابانی بودند به تدریج با جوامعی که علف‌ها نقش مهم‌تری در آن داشتند جایگزین شده و به آرامی شاهد گسترش درختان (عمدتاً پسته)، باشیم. علیرغم بهبود شرایط دمایی، توسعه جنگل تا حدودی به تعویق بیافتد. پوشش گیاهی دریاچه با افزایش دما در ابتدا (حدود ۱۲۰۰۰ سال پیش)، با گسترش ناخاس مارینا و سراتوفیلوم دمرسوم در سراسر دریاچه و بعد، در حدود ۱۱،۷۰۰ سال پیش، با ظهور ناخاس مینور مشخص می‌شود. گسترش این گونه می‌تواند دلیلی بر کاهش شوری باشد که با افزایش فراوانی دیاتوم‌های آب شیرین همراه است. سطح آب در این دوره پایدارتر می‌شود. منحنی δ18O روندی کاهشی را نشان می‌دهد که به عنوان نشانه‌ای از افزایش بارش زمستانی است(Stevens et al., 2001). این مرحله از پایداری در حدود ۱۰۰۰۰ سال پیش به پایان می‌رسد، و تا حدود ۶۰۰۰–۵۵۰۰ سال پیش با نوسانات مکرر سطح آب مشخص می‌شود. در حدود ۷۸۰۰–۷۵۰۰ سال پیش کاهش شدید سطح دریاچه رخ داد و زیستگاه های مناسبی برای گسترش گونه‌های سالیکس و فراکسینوس در این منطقه ایجاد کرد. جوامع کاروفیت همچنین شامل گونه هایی بودند که می توانند در آب های کم عمق رشد کنند.

افزایش بخش تخریبی رسوبات در حدود ۹۶۰۰ و ۶۹۰۰ سال پیش ناشی از افزایش فرسایش زمین‌های اطراف است. سایر داده‌ها نیز نشان می‌دهد که در این زمان‌ها تغییرات سریعی در هیدرولوژی دریاچه رخ داده است. هیچ نشانه ای از افزایش شوری آب در این زمان‌ها وجود ندارد. هیچ گونه‌ی شورپسندی در میان ماکروفیت‌های آبزی وجود ندارد، دیاتوم‌های آب شور نادر هستند و هدایت آب کم است. فقط بین ۷۰۰۰ و ۶۰۰۰ سال پیش، درصد دیاتومه های آب شور کمی افزایش می یابد، در حالی که درصد دیاتومه های آب شیرین کاهش می یابد. ارائه توضیحی قانع‌کننده برای کاهش سطح دریاچه و افزایش فرسایش دشوار است. کاهش رطوبت موثر می‌تواند دلیلی برای این موضوع باشد، با این حال عدم افزایش شاخص‌های شوری آب نشان می‌دهد که گاه به گاه دریاچه سرریز می‌کرده است.

عوامل اقلیمی به عنوان محتمل ترین علت تأخیر در گسترش درختان، به ویژه بلوط، در رشته کوه های توروس–زاگرس بین ۱۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰ سال پیش در نظر گرفته می‌شود. رابرتز (۲۰۰۲) به فعالیت های انسانی توجه کرده است که می تواند نقشی در عقب ماندن اولیه رشد درختان در هولوسن باشد (Roberts, 2002). کشف بقایای زغال در رسوبات دریاچه زریبار دریچه‌ی جدیدی را به این بحث وارد می‌کند. ذرات زغال‌شده گیاهان علفی که در تمام مغزه‌های رسوبی، در نمونه‌های ماکروفسیلی مربوط به دوره میان یخبندان (Pleniglacial) تا زمان حاضر مشاهده شده‌اند، نشان می‌دهند که آتش‌سوزی‌های گاه به گاه، طبیعی یا ناشی از دخالت بشر، در جای جای منطقه رخ داده است. دو نوع بقایای زغالی وجود دارد که ممکن است منشأ متفاوتی داشته باشند. تکه‌های نسبتاً بزرگتر ساقه‌ها، از جمله ساقه‌های چمن (تا ۱۵ میلی‌متر طول)، و میوه‌های بسیار کمیاب گیاهان آبزی، مانند Hippuris vulgaris و Lemna sp.، می‌توانند از پوشش گیاهی مرداب محلی منشأ بگیرند. تکه‌های کوچک (تا ۱ میلی‌متر) از ریشک‌ها که احتمالاً متعلق به علف‌ها هستند، می‌توانند از گیاهان خشک و یا از

نی‌هایی که در مرداب رشد می‌کنند سرچشمه بگیرند. این دو نوع گیاه زغالی نشان می‌دهند که حداقل دو نوع سوختن مختلف وجود داشته است. در مورد پوشش گیاهی مرداب یا نیزار، علت طبیعی آتش سوزی بعید به نظر می رسد. به احتمال زیاد مردم اجاق‌هایی را در ساحل دریاچه روشن می‌کردند و ذرات زغال‌شده ناشی از آتش به درون دریاچه ریخته می‌شد. این فرضیه می‌گوید که انسان باید از دوران پارینه سنگی فوقانی در اطراف دریاچه زریبار حضور داشته‌اند، با این حال، باید پذیرفت که یافته‌های باستان‌شناسی منطقه آن را تأیید نمی‌کند. نوع دیگری از سوختن با وجود تکه های کوچک ریشه‌ها متعلق به علف‌هایی بودند که در مرداب رشد می‌کردند. جالب است که در ابتدای ظهور پیوسته زغال ریشه‌ها شاهد افزایش گرده چمن در حدود ۱۲۰۰۰ سال پیش هستیم، که نشان دهنده گسترش پوشش گیاهی چمن–استپی در آغاز هولوسن است. توضیح پیشنهادی برای این همزمانی این است که تکه‌هایی از چمن بر روی تپه‌های اطراف سوخته و ریشک‌های ذغالی شده (توسط باد و/یا آب) به دریاچه منتقل شده‌اند. این که آیا آتش سوزی توسط رعد و برق آغاز شده است یا توسط دامداران دوران نوسنگی ایجاد شده است، سوال بی پاسخی است که نیازمند مطالعه است. هیچ مدرکی دال بر حضور افراد ماقبل تاریخ در مجاورت دریاچه زریبار وجود ندارد، اما ممکن است بتوان از منحنی گرده Plantago lanceolata چیزهایی فهمید. منحنی پیوسته این گونه در بالاترین مقادیر خود (از حدود ۳۰۰۰ سال پیش تا کنون) توسط ونزیست و بوتما (۱۹۷۷) به عنوان شاهدی از چرای دام در نظر گرفته شده است. با توجه به افزایش فراوانی این گرده از حدود ۱۰۰۰۰ سال پیش در رسوبات دریاچه زریبار، این مسئله می‌تواند نشان‌دهنده گسترش جوامع شکارچی و/یا گله داران بوده باشد. به این ترتیب تأثیر خشکی آب و هوایی بر گسترش جنگل‌ها می‌تواند توسط عامل انسانی تقویت شود. در این رابطه باید توجه داشت که وجود قطعات زغالی اپیدرم چمن در رسوبات هولوسن اولیه دریاچه وان توسط ویک و همکاران به عنوان شواهدی از آتش سوزی های طبیعی مرتبط با خشکی اقلیمی تفسیر شد(Wick et al., 2003).

تغییر در فلور دیاتومه بین ۶۰۰۰ و ۵۵۰۰ سال پیش با منحنی δ18O بالاتر، نقطه اوج منحنی گرده بلوط و کاهش فراوانی Chenopodium rubrum در میان ماکروفسیل ها ارتباط دارد. ناپدید شدن تقریباً کامل دیاتوم‌های آب شور وجود شرایط آب شیرین را نشان می‌دهد که می‌تواند ناشی از سطح دریاچه بالا و تثبیت شده توسط آب و هوای مرطوب‌تر باشد. افزایش باران‌های بهاری باعث گسترش بلوط شد و پوشش جنگلی متراکم از فرسایش خاک جلوگیری کرد و در نتیجه ورود مواد تخریبی به رسوب به طور مشخص کاهش یافته است. در این میان، جوامع ماکروفیت آبزی تفاوت چندانی با جوامع قبلی نداشتند.

بین حدود ۵۵۰۰ و ۴۰۰۰ سال پیش کاهش شدید ماکروفیت های آبزی رخ می‌دهد و مقادیر مواد تخریبی در رسوب افزایش می‌یابد (Stevens et al., 2001). این مسئله نشان می دهد که فرسایش شدید منطقه احتمالاً مسئول اختلال در پوشش گیاهان آبزی بوده است(Wasylikowa, 2005). دیاتومه های آب شیرین به مقادیر بالایی می رسند و نمودار گرده کاهش منحنی گرده بلوط و افزایش سالیکس را در حدود ۴۵۰۰–۳۸۰۰ سال پیش نشان می‌دهد(شکل ۴). گسترش سالیکس نشان‌دهنده کاهش سطح دریاچه است و حفظ ضعیف گرده در رسوبات ی‌تواند ناشی از خشک شدن موقت رسوب باشد. افزایش منحنی گرده پوآسه و فراوانی ماکروفسیل‌های چندین گونه گیاهی نیزار نشان می‌دهد که حدوداً ۴۰۰۰ سال پیش یک کمربند مردابی در اطراف دریاچه ایجاد شده است. افزایش ماکروفیت های آبی در حدود ۲۵۰۰ سال پیش، که با کاهش گیاهان مردابی مرتبط است، نشان دهنده این است که در طول ۴۰۰۰ سال گذشته تغییرات سطح آب به طور نامنظم رخ داده است (Wasylikowa et al., 2006).

اکولوژی جنگلهای منطقه زریبار

برای بازسازی آب و هوای گذشته لازم است تا نیازهای اکولوژیکی تولیدکنندگان عمده گرده را بشناسیم. طی دوره یخبندان، در خاورمیانه و شرق مدیترانه گرده‌های حاصل از درختان کم بوده است. به طور کلی، فرض شده است که علت حذف یا کاهش جمعیت درختان در این دوره خشکی بوده است (Van Zeist, 1967; Van Zeist and Bottema, 1977). همین جمله اساس تاریخ اقلیمی منطقه را تشکیل می‌دهد!

به لحاظ گرده‌شناسی، طیف وسیعی از اقلیم‌های گوناگون و پوشش گیاهی وجود دارد. به غیر از بارندگی، عوامل محدود کننده دیگری نیز در مناطقی که شرایط حدی دارند پراکنش گیاهان را کنترل می‌کنند. به عنوان مثال، درختان برگریز شمال وابسته به بارش تابستانی هستند و نمی‌توانند دوره طولانی خشکسالی را تحمل کنند. گیاهان همیشه سبز اسکلروفیل که مشخصه منطقه مدیترانه هستند، نسبت به خشکسالی تابستانی مقاوم هستند، در عوض آنها به یخبندان زمستانی حساس هستند.

شکل ۴. نمونه ای از رسوبای که اخیراً توسط گروه پژوهشی ایرانی–ژاپنی از دریاچه زریبار گرفته شده است.

نمودارهای گرده از کوه های زاگرس کردستان، نشان می دهد که تا اواخر هولوسن تقریباً گرده‌های درختی در این منطقه غایب هستند. در دریاچه زریبار (ارتفاع ۱۳۰۰ متر) و احتمالاً در دریاچه میرآباد (ارتفاع ۸۰۰ متر) گسترش جنگل‌های بلوط تا حدود سال ۵۵۰۰ قبل از میلاد کامل نشده بود (Van Zeist, 1967; Van Zeist and Bottema, 1977; Van Zeist and Wright Jr, 1963). این نویسندگان به این نتیجه رسیدند که در طول دوره یخبندان، آب و هوا برای رشد درختان در دریاچه زریبار بسیار خشک بود و اگرچه بارندگی در اواخر یخبندان شروع به افزایش کرد، اما رطوبت برای گسترش جنگلی با مشخصات فعلی تا ۵۵۰۰ سال قبل کافی نبود. مشکل این تفسیر این است که با شواهدی مبنی بر وجود رطوبت بالای پلیستوسن در کوه های زاگرس و اطراف آن ناسازگار است. مطالعات نشان می‌دهد که در اواخر پلئیستوسن خط برف در کوه‌های به طور چشمگیری پایین آمده است یافت (Wright Jr, 1960).

در طی دوره یخبندان رودخانه‌هایی که از زاگرس سرازیر می‌شوند دامنه‌های خلیج فارس را که در آن زمان خالی بود، فرسایش می‌دادند (Kassler, 1973). دریاچه‌هایی در محیط‌های بیابانی تشکیل شدند (Whitney et al., 1983) و دریاچه‌های دائمی مانند زریبار به بالاترین سطح خود رسیدند (Wasylikowa, 1967). گرده‌های غیر درختی در دریاچه زریبار نشان می‌دهد که دوره میان‌یخبندان (pleniglacial) نسبتا مرطوب است زیرا نسبت گرده کنیوپوداسه به درمنه کم بوده است. در دوره‌ی اواخر یخبندان، اقلیم خشک‌تر شده است (El-Moslimany, 1986).

المسلمانی (El-Moslimany, 1986) جنگل‌های کنونی بلوط–پسته زاگرس را مورد بررسی قرار داده تا هم عدم وجود درختان در دوران پلیستوسن و هم توسعه‌ی جنگل در هولوسن را توضیح دهد. پراکنش کنونی این جنگل‌ها نشان می‌دهد که درختان گرده‌زای منطقه زریبار ظاهراً نسبت به دمای پایین و بارش کم مقاوم هستند اما به انباشته شدن برف حساس هستند. المسلمانی نتیجه گرفته است که از بین سه عامل دما، خشکی و بارش برف، بارش برف سنگین به احتمال زیاد مانع از رشد درختان در اطراف دریاچه زریبار در دوران پلیستوسن شده است. از آنجا که در شرایط آب و هوایی کنونی جنگل‌های بلوط به دلیل تابستان‌های گرم و بدون باران از طریق بذر تولید مثل نمی‌کنند و عمدتاً از طریق جوانه زدن ریشه تولید مثل می‌نمایند، نشان می‌دهد که گسترش جنگل‌های بلوط احتمالاً در دوره‌هایی صورت گرفته است که تابستان‌ها دوره‌ی خشکی کوتاه‌تری داشته‌اند. این فرضیه با شواهدی گسترش جنگل به منطقه زریبار را با بارش‌های تابستانی مصادف می‌داند، تأیید می‌گردد.

اکولوژی جنگل‌های بلوط کنونی

گونه های اصلی

توزیع و بوم شناسی بلوط و پسته از اهمیت ویژه ای برای بررسی‌های پالینولوژی منطقه برخوردار است. اگرچه درختان و درختچه‌های دیگری مانند آمیگدالوس، سراسوس، پرونوس و کراتاگوس در جنگل بلوط وجود دارند، اما گرده‌های کمی تولید می‌کنند.

بلوط (Quercus aegilops ssp. Brantii) همواره با یکی از دو گونه پسته (P. khinjuk و P. mutica) در سراسر جنگل‌های بلوط زاگرس همراه است و پهنه‌ای را از کوه های زاگرس در جنوب شیراز تا شمال شرقی عراق و جنوب شرقی ترکیه شامل می‌شود. گونه‌ی برانتی (Q. Brantii) تنها گونه بلوط در منطقه دریاچه زریبار است، اما با افزایش رطوبت در عرض‌های جغرافیایی بالا، انواع دیگری از بلوط نیز به جنگل افزوده می‌شود. در حدود ۳۵ درجه شمالی، Q. infectoria و Q. libani اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند و در جنوب شرقی ترکیه، در مجاورت مرز شمالی جنگل زاگرس، جایی که خشکسالی تابستانی شدت کمتری دارد، گونه‌های دیگری مانند Q. longipes، Q. mannifera، Q. syspirensis و Q. pinnatiloba به جنگل غنا می‌بخشند.

محدوده زیستگاه جنگلهای بلوط زاگرس، در محدوده‌ی بارش سالانه بین ۳۰۰ تا ۱۲۰۰ میلیمتر قرار دارد. اقلیم آن خشن با زمستان های بسیار سرد و تابستان‌های گرم و خشک است. در نیمه‌ی زمستانی سال دما به زیر صفر می رسد و در تمام قسمت‌های جنگلی زاگرس (به جز منتهی‌الیه شمالی آن)، دوره تابستانی خشک است. در شمال شرقی عراق و غرب ایران در ماه‌های ژوئن تا سپتامبر هیچ بارندگی رخ نمی‌دهد. امروزه به جز عوامل اکولوژیکی، محدودیت های رشد درختان امروزه به شدت تحت تاثیر فعالیت انسان و حیوانات اهلی قرار گرفته است. جنگل‌تراشی، چرا، و فرسایش ناشی از فعالیت‌های انسانی مطمئناً جنگل را تا حدود زیادی کاهش داده است.

درباره جنگل‌های زاگرس ایران مطالب زیادی منتشر نشده است، در حالیکه جنگل‌های شمال شرقی عراق نسبت به جاهای دیگر بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته است. در غرب رشته کوه‌های زاگرس در شمال شرقی عراق، جنگل بلوط با جلگه بین‌النهرین در ارتفاع حدود ۵۰۰–۷۰۰ متری برخورد می‌کند. در اینجا جوامع درخت پسته در ارتفاع پایین‌تر به کلی از میان رفته است. از نظر تئوری، جنگل در اینجا به دلیل بارش محدود شده است، اما، مانند کوه‌های زاگرس شرقی، تعیین این محدودیت‌ها در شرایط طبیعی دشوار است. در شمال شرقی عراق، جایی که دو گونه بلوط دیگر، یعنی Q infectoria و Q. libani، غالب هستند، جنگل به سه منطقه جنگل‌های زیرین، میانی و بالایی تقسیم شده است. منطقه جنگلی پایین، با فراوانی و غلبه‌ی Q. brantii همراه است که در ارتفاعات زیر ۱۰۰۰ متر می‌روید. در این مناطق بارش سالانه کمتر از ۶۰۰ میلی متر است.

منطقه جنگلی میانی بین ۱۰۰۰–۱۵۰۰ متر واقع است که میزان بارندگی سالانه آن ۷۰۰–۱۰۰۰ میلیمتر است. در این زون گونه‌های دیگر بلوط یعنی Q infectoria به همراه Q brantii دیده می‌شود و گونه‌های پسته‌ی P khinjuk یا نیز حضور دارند. پهنه جنگلی بالایی در ارتفاع بیش از ۱۲۰۰–۱۵۰۰ متر واقع است. میزان بارندگی در این منطقه بیش از ۱۰۰۰ میلی متر در سال است. در بیشتر مناطق جنگلی بالا، غلبه اصلی با Q. infeetoria و Q libani است. در جاهایی که Q. infectoria بیشتر باشد، گونه‌ی Q. brantii نیز گاهی اوقات وجود دارد. در بالاترین قسمت جنگل فوقانی، ممکن است فقط گونه‌ی Q. libani را ببینیم. گونه‌ی Q. brantii همچنین ممکن است در قله کوه‌های بالای منطقه جنگلی فوقانی وجود داشته باشد. در ناحیه جنگل میانی آنها عموماً در بین پشته‌های سنگی و خاک‌های کم عمق نیز رشد می‌کنند. جنگل‌های بخش میانی در دامنه‌های شمالی و غربی زاگرس به طور کلی با غلبه‌ی Q. infectoria همراه است حال آن‌که در دامنه‌های شرقی زاگرس فقط گونه‌ی Q. brantii غالب است. در قله‌های کوهستان گارا (کاره) در کردستان عراق، و در بالاتر از محدوده‌ی جنگل فوقانی، گونه‌ی بلوط Q. brantii و گونه‌ی پسته‌ی P. kurdica می‌روید. با وجود بارندگی بیش از ۱۰۰۰ میلی متر در این قله‌ها، عدم وجود سایر گونه‌های بلوط را می‌توان به خشکی نسبت داد، زیرا خاک پس از ذوب شدن برف خیلی سریع خشک می‌شود.

ویژگی های اکولوژیکی مربوط به تاریخ جنگل

از این مطالعات و گزارش های پراکنده، می‌توان چند ویژگی اکولوژیکی را که با تاریخچه جنگل‌های بلوط زریبار مرتبط است، آشکار نمود: (۱) تحمل بارندگی کم، (۲) تحمل دمای پایین، (۳) حساسیت به برف، (۴) پاسخ مثبت به افزایش رطوبت در طول فصل رشد، و (۵) عدم توانایی یا توانایی محدود برای تولید مثل از طریق بذر در شرایط تابستان خشک.

مقاومت به خشکی

مقاومت گونه‌ی بلوط Q. brantii به بارندگی کم، موجب شده است تا در طبیعت نسبتا خشک منطقه در عرض‌ها و ارتفاعات بسیار کمتری نسبت به سایر گونه‌های بلوط کوه‌های زاگرس زندگی کند. این بلوط به طور انحصاری درمناطق جنوبی عرض ۳۴ درجه شمالی پراکنده است. در بالاتر از عرض جغرافیایی ۳۴ درجه شمالی این گونه تنها تنها گونه‌ی بلوطی است که عموماً در ارتفاعات زیر ۱۰۰۰ متر وجود دارد. علاوه بر این گونه‌ی بلوط، دو گونه‌ی پسته (P. khinjuk و P. mutica) در مناطقی با بارندگی سالانه ۳۳۰ میلی متر نیز گزارش شده است. در داخل فلات ایران نیز که بارندگی کمتر است، می‌توان اجتماعاتی از این گونه–ها را یافت ولی با توجه به تخریب گسترده این جنگل‌ها در چند دهه گذشته، و با توجه به اینکه تخریب‌های مشابهی در چند هزار سال گذشته رخ داده است، برآورد حداقل نیازهای بارش بر اساس توزیع کنونی مشکل است.

تحمل دماهای پایین

سه گونه‌ی بلوط و پسته‌ی فوق‌الذکر در شمال شرقی عراق جوامع قابل توجهی را در ارتفاع بالای ۱۵۰۰ متر تشکیل نمی دهند، ولی حضور آنها در ارتفاعات بسیار بالاتر، و توانایی آنها برای رشد در سمت سردتر شرقی رشته کوه های زاگرس تا ارتفاع ۲۵۰۰ متری نشان دهنده تحمل بالای آنها به دماهای پایین است. در فلات ایران و در ارتفاعات ۲۷۰۰ متری یا ۳۰۰۰ متری هم می‌توان گونه‌های پسته فوق‌الذکر را یافت. ناتوانی گونه‌ی Q. brantii برای رشد در ارتفاع بالاتر از ۲۵۰۰ متر در سردترین قسمت دامنه زاگرس احتمالاً نه به دلیل دمای پایین، بلکه شاید به دلیل یخبندان‌های دیررس و فصل رشد کوتاه مربوط باشد.

حساسیت به برف

مطالعات نشان می‌دهد که برف انباشته شده از رشد بلوط (گونه Q. brantii) جلوگیری می‌کند. حد بالای ارتفاع برای رشد این گونه بلوط از جایی به جای دیگر به شدت متفاوت است. این حد در شمال شرقی عراق حدود ۱۶۰۰ متر و تا ۲۵۰۰ متر در غرب ایران تغییر می‌کند. فقط حدود یک سوم از تفاوتی که در خط شروع رشد درختان بلوط در زاگرس مشاهده می–شود به عرض جغرافیایی بستگی دارد. محدوده ارتفاعی برای بلوط (Q. brantii) و پسته نه تنها در جنوب، بلکه در شرق و حتی شمال شرق عراق افزایش می‌یابد. در شمال شرقی عراق در عرض ۳۶ درجه شمالی، خط شروع رشد درخت از ارتفاع ۱۷۰۰ متر شروع می‌شود (Guest & A1-Rawi, 1966) که ۳۰۰ متر کمتر از میانگین آن در این عرض جغرافیایی است. این مسئله به این دلیل است که حداکثر بارش زمستانی (بارش برف) در شمال شرقی عراق رخ می دهد.

پاسخ مثبت به رطوبت فصل رشد

بلوط و دو گونه پسته در محیط‌های فاقد بارش تابستانی رشد می‌کنند و در عین حال، برای گذراندن زمستان‌های سرد نیز سازگاری یافته‌اند. فعالیت فیزیولوژیکی این گونه‌ها به دلیل گرمای شدید و خشکی در تابستان و دمای بسیار پایین در زمستان کاهش می یابد. بنا براین، عمده‌ی این فعالیت‌های فیزیولوژیک به فصول انتقالی، به ویژه بهار که رطوبت خاک به طور موقت با ذوب شدن برف افزایش می‌یابد، محدود می شود. جای تعجب نیست که حتی مقدار نسبتاً کمی از بارندگی تابستان ممکن است برای درختان مفیدتر از بارش باران در زمستان باشد که درختان در خواب هستند. اگرچه بلوط قادر به تحمل سه تا پنج ماهِ بدون باران است، وجود جنگل‌های بلوط (گونه‌ی P brantii) در جنوب شرقی ترکیه بر مزیت نسبی بارش در طول فصل رشد تاکید دارد. ظاهراً مقدار کم بارندگی تابستانی در این منطقه موجب چنین رویشی است.

تاریخچه جنگل در منطقه دریاچه زریبار

بر اساس آنچه گفته شد بعید به نظر می‌رسد که جمعیت جنگل‌های بلوط دریاچه زریبار در طول پلیستوسن به دلیل بارش کم سالانه یا دمای پایین نابود شده باشد. بر این اساس، با در نظر گرفتن کاهش تبخیر که به دلیل کاهش دما بوده است، گونه‌ی بلوط برانتی (Q. brantii) باید حداکثر تا یک سوم مقدار فعلی کاهش می‌یافت. همچنین از میان رفتن گونه‌های پسته مستلزم کاهش بیش از ۷۵درصدی بارندگی سالانه نسبت به امروز است. گرچه برخی از دانشمندان چنین پیشنهادی را هم مطرح کرده‌اند ولی شواهدی برای چنین خشکی زایدالوصفی وجود ندارد. اتفاقاً برعکس، نسبت گرده‌های کنیاپوداسه به درمنه در این زمان بسیار کم بوده است که نشان‌دهنده رطوبت نسبتاً

زیاد زمستانی است (El-Moslimany, 1986). واسیلیکووا (۱۹۶۷) نیز نشان داده است که بین ۲۲۰۰۰ تا ۱۴۰۰۰ سال پیش سطح آب دریاچه زریبار بالا بوده است (Wasylikowa, 1967).

دلیل رطوبت بالای پلیستوسن در ناحیه زریبار مشخص نیست و می‌تواند به دلیل یک یا ترکیبی از دلایل مختلف از جمله کاهش تبخیر (به دلیل دمای پایین‌تر) یا افزایش پوشش ابر بوده باشد. همچنین شواهد بیولوژیکی گسترش درمنه به کنیاپوداسه و فقدان درختان نشان نمی‌دهد که شرایط مرطوب لزوماً به دلیل افزایش واقعی بارندگی بوده باشد، زیرا پوشش گیاهی بیش از آنکه به مقدار خاصی از بارش وابسته باشد به میزان رطوبت موجود وابسته است. با این حال، کانال‌های رودخانه‌ای فرسایش یافته که وارد خلیج فارس می‌شوند و تشکیل دریاچه‌های دائمی در بیابان‌های مجاور نشان می‌دهد که در این دوره بارش واقعی بیشتری در منطقه رخ داده است. اگرچه دمای پایین ممکن است عاملی در افزایش رطوبت باشد، اما دمای پایین به خودی خود این درختان را محدود نمی‌کرده است، زیرا این سه گونه امروزه در ارتفاعات ۱۲۰۰-۱۴۰۰ متری بالاتر از سطح دریاچه زریبار که دمای پایینی را شاهد هستیم، رشد می‌کنند. برای توجیه عدم وجود درختان در دریاچه زریبار، در طی پلئیستوسن لازم نیست آب و هوای آن را به طور قابل توجهی متفاوت از آب و هوای امروزی فرض کنیم. ترکیبی از دماهای پایین‌تر و بارش‌های زمستانی نسبتاً بیشتر، یا حتی کاهش قابل توجه دما به تنهایی، می تواند میزان برف را تا حدی افزایش دهد. در چنین شرایطی گونه‌های پسته و بلوط که به انباشت برف حساس هستند نمی‌توانستند زنده بمانند. در حدود ۱۶۰۰۰ سال پیش، گرده‌های کنیوپوداسه نسبت به گرده درمنه افزایش می‌یابد. این مسئله نشان می‌دهد که کنیوپوداسه نقش مهم‌تری در چشم‌انداز داشته و فازهای خشکی در حال وقوع است(El-Moslimany, 1986). در این زمان هم جنگل گسترش نیافت. این مسئله احتمالاً به دلیل تابستان‌های بدون باران بوده است. بین ۱۶۰۰۰ تا ۱۱۰۰۰ سال پیش دوره‌های خشکی وجود داشته که احتمالاً شرایط را برای رشد جنگلهای بلوط و پسته دشوار می‌نموده است. منحنی های گرده پسته و بلوط نشان می‌دهد که جنگل شروع گسترش این جنگل‌ها به منطقه دریاچه زریبار در حدود ۱۰۶۰۰ سال قبل از میلاد بوده است (شکل...). برعکس پسته که در حدود ۱۰۰۰۰ سال قبل به مقادیر کنونی رسید، گرده بلوط تا حدود ۵۵۰۰ سال پیش به سطوح فراوانی امروزی نرسید. به طور خاص، همانطور که در نمودارهای گرده در شکل .... نشان داده شده است، باید دو شرط پیش از گسترش سریع بلوط ایجاد شده باشد، ۱) درختان باید قبلاً به منطقه مهاجرت کرده باشند، و ۲) باید تمام شرایط فیزیکی لازم برای رشد جمعیت وجود داشته باشد. در عمل، این بدان معناست که عوامل آب و هوایی یا غیر آن، که قبلاً از رشد بلوط در منطقه دریاچه زریبار جلوگیری می‌کرد، قبلاً با مهاجرت درختان به منطقه از میان رفته باشد. بر همین اساس، رشد جمعیتی که از ۱۰۶۰۰ تا ۵۵۰۰ سال پیش رخ داد، منعکس کننده پتانسیل جمعیت اولیه است و لزوماً به معنای تغییر اقلیم نیست.

تغییر اقلیم جاری و دریاچه زریبار

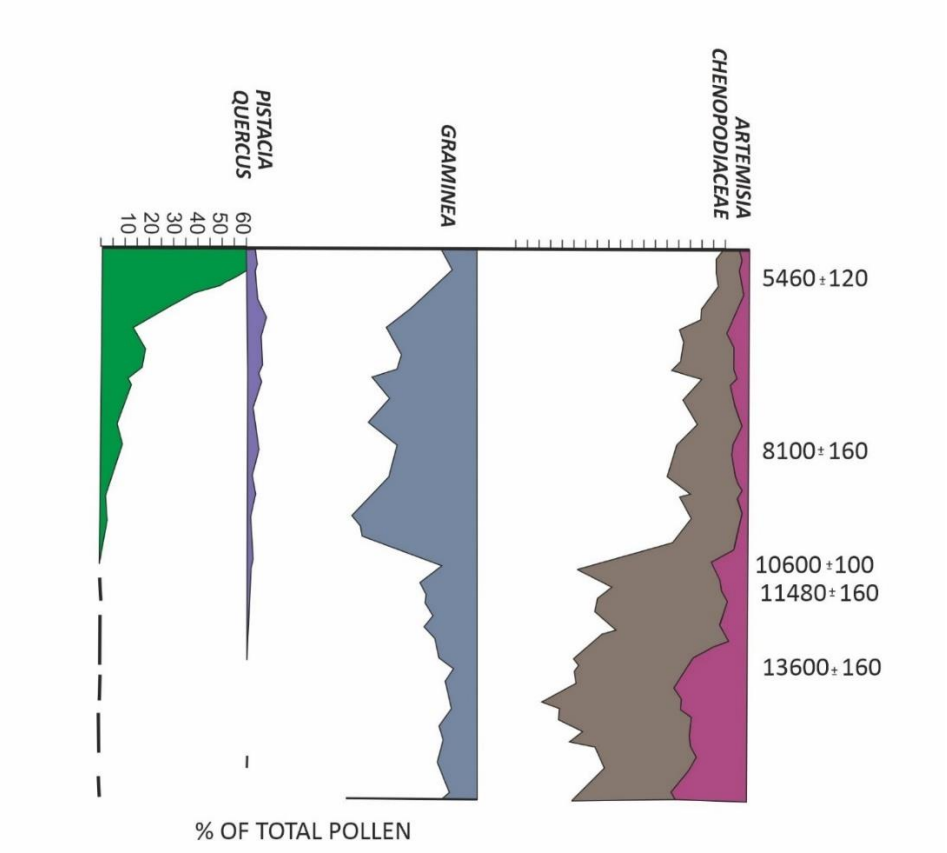
پدیده تغییر اقلیم و پیش‌بینی اثرات آن بر کره زمین به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری و مقابله با آن از اهمیت بسزایی برخوردار است. از جمله موضوعات مهم در مطالعات تغییر اقلیم، عدم‌قطعیت این پدیده و تحلیل چشم‌انداز آتی متغیرها در این شرایط است. در مطالعه‌ای که توسط فرمانبر و همکاران (۱۳۹۶) انجام شد با استفاده از روش ارزیابی ریسک منطقه‌ای (RRA) به بررسی جامع شرایط حوضه آبریز زریبار پرداخته شد. بر اساس سناریوهای اقلیمی و در سه دوره پیش‌بینی، نتایج حاصل از مدل‌سازی نشان می‌دهد که مقدار میانگین سالانه دما در دوره اول (۲۰۱۱ تا ۲۰۴۰) حدود ۰/۳ و در دوره دوم (۲۰۴۱ تا ۲۰۷۰) حدود ۰/۶ دریجه سلسیوس و در دوره سوم (۲۰۷۰ تا ۲۱۰۰) یک درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت. میانگین سالانه بارش در منطقه در سه دوره مورد مطالعه به ترتیب ۳۹، ۶۶ و ۸۷ میلیمتر افزایش خواهد یافت. بر همین اساس، عملکرد محصولات کشاورزی و تغذیه آبخوان در معرض بیشترین آسیب ناشی از این پدیده هستند(شکل ۵).

باستان شناسی

دشت مریوان با توجه به شرایط زیست محیطی و آثار فرهنگی شناسایی شده بیشک یکی از مهمترین مناطق استان کردستان در ارتباط با مطالعات باستانشناسی در حوزه‌ی فرهنگی غرب ایران است. مهمترین ویژگی باستانشناختی این منطقه، توالی نسبتاً کاملتر باستانشناختی آن در مقایسه با سایر مناطق استان است. در سایر مناطق استان توالی باستانشناختی نهایتاً از دوره مس و سنگ میانی شروع می‌شود و از فرهنگ‌های پیش از آن (نوسنگی و پارینه سنگی) گزارشی در دست نیست. این درحالی است که در نتیجه بررسی‌ها و کاوش‌های باستان-

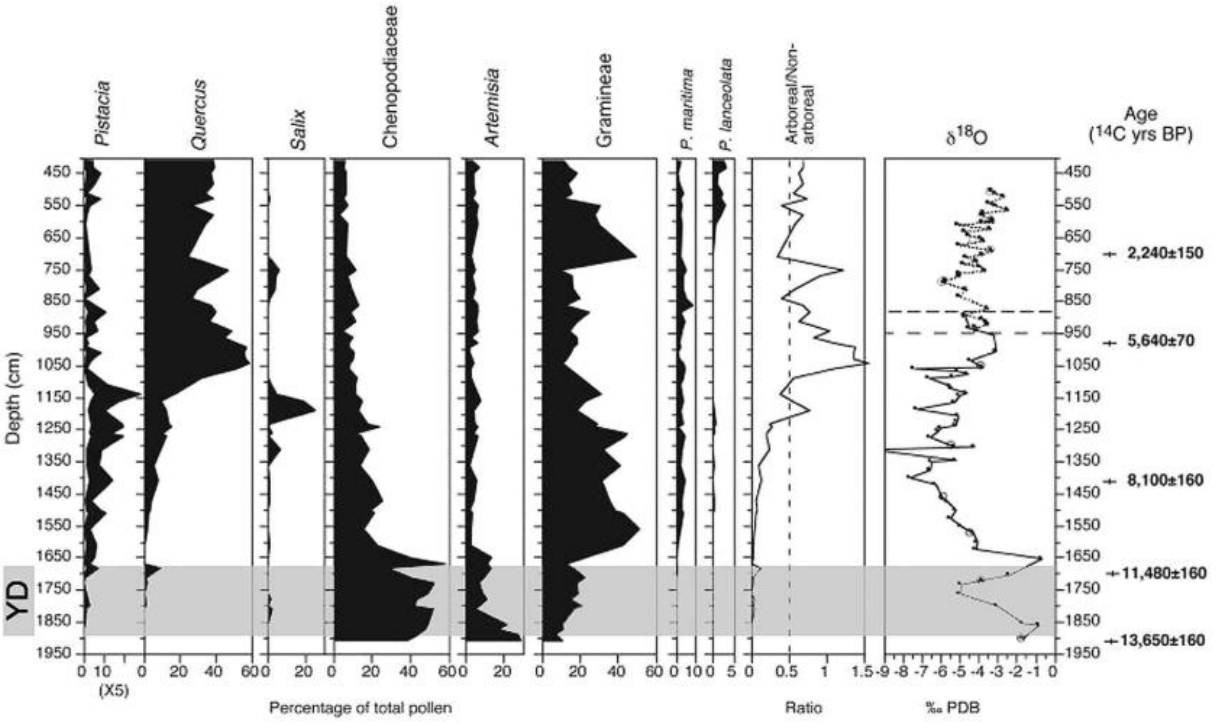
شناسی مشخص گردیده است که منطقه مریوان از معدود نقاط استان بوده که توالی کاملی از دوره پارینه سنگی تا دوران متأخر اسلامی را دارا است (محمدی‌فر و مترجم، ۱۳۸۱؛ ساعد موچشی و همکاران، ۱۳۹۱؛ ساعدموچشی و همکاران، ۱۳۹۴؛ ساعدموچشی و همکاران، ۱۳۹۲؛ زمانی دادانه، ۱۳۹۷). با نگاهی به بررسی‌ها و کاوش‌های صورت گرفته در منطقه مریوان مشخص می‌گردد که بیشترین آثار شناسایی شده این منطقه نیز مربوط به دوران تاریخی و به ویژه دوران اشکانی است. البته این وضعیت فقط مربوط به مریوان نبوده و آثار زیادی از دوره اشکانی در سایر مناطق استان شناسایی شده‌اند ولی تفاوت بارز مریوان با سایر نقاط استان در تعداد غیر متعارف شناسایی گورستان‌های اشکانی است که قابل مقایسه با دیگر مناطق استان نیست. همچنین از نظر تراکم گورستان‌های این دوره، کمتر منطقه‌ای را می‌توان در غرب کشور با منطقه مریوان مقایسه کرد (Zamani Dadaneh et al., 2023).

دشت مریوان در چندین نوبت مورد بررسی و شناسایی قرار گرفته است که قدیمی‌ترین بررسی علمی صورت گرفته در مریوان مربوط به بررسی هیئت دانشگاه بوعلی سینا همدان است. در طی این بررسی برای اولین بار آثار دوره‌های پارینه‌سنگی و نوسنگی منطقه گزارش گردید (محمدی‌فر و مترجم، ۱۳۸۱). البته بیشترین آثار شناسایی شده در طی این بررسی آثار دوره اشکانی و به ویژه گورستان‌های خمره‌ای بوده‌اند (محمدی‌فر و هژبری نوبری، ۱۳۸۳، ۲۹-۴۲). بررسی مجدد منطقه توسط مترجم و محمدیفر (۱۳۸۳)، معصومیان (۱۳۹۶) و زمانی دادانه (۱۳۹۷) در تپه شاخص گلین‌کبود، بزرگترین اثر شناسایی شده دشت مریوان را بر ملا نمود. این محوطه به دلیل اهمیت و نیز حفاظت آن از ساخت و سازهای شهری درسال ۱۳۹۳ برنامه تعیین عرصه و پیشنهاد حریم آن توسط اداره میراث فرهنگی استان، به سرپرستی سیروان محمدی قصریان اجرا شد که با توجه به گزارش ارائه شده، شواهد یاد شده نشان از یک محوطه شاخص و مرکزی از دوره اشکانی در دشت مریوان دارد (محمدی قصریان، ۱۳۹۳)؛ البته شواهد سفالی از فرهنگ‌های عصر آهن نیز در این تپه شناسایی شده است (زمانی دادانه، ۱۳۹۷).



شکل۵. نمودار چند گرده منتخب در منطقه دریاچه زریبار. منحنی های پنج نوع گرده مهم در این شکل نشان داده شده است. گرامینه در این مجموعه گنجانده نشده است (Van Zeist, 1967).

دشت مریوان و دیگر دشتها و دره‌های مناطق دور و نزدیک به این دشت، از نظر مطالعات باستان‌شناسی از تاریخچهٔ طولانی برخوردار نیست. این مناطق در غرب ایران واقع‌شده و بین دو حوزهٔ مهم مطالعاتی پیش از تاریخ غرب ایران (حوزه زاگرس مرکزی در جنوب و حوزه دریاچه ارومیه در شمال)جای گرفته است. هر دو این حوزه‌ها از جمله شناخته‌شده‌ترین حوزه‌های مطالعاتی پیش ازتاریخی ایران به حساب آمده که در نتیجهٔ آن بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته بر روی این حوزه‌ها تمرکزیافته و مناطق واقع میان این دو حوزه کمتر موردتوجه بوده‌اند. اما در نواحی شمالی زاگرس مرکزی، چنانچه ذکر گردید در محدودهٔ امروزی استان کردستان شاهد چنین مطالعات دامنه دار و منظمی نبوده‌ایم، تا اینکه در یک یا دو دههٔ اخیر وضعیت تغییر یافته و بررسی‌ها و کاوش‌هایی نیز در این منطقه صورت پذیرفته است که از آن جمله می توان به مطالعات ساعدموچشی (۱۳۹۰، ۱۳۸۹)، ساعدموچشی و همکاران (۱۳۹۵و۱۳۹۴)، محمدی‌فر و مترجم(۱۳۸۲) و مترجم و شریفی (۱۳۹۳) اشاره نمود. آثار جالب توجهی از دورهٔ پارینه‌سنگی میانی تا دوره اسلامی در این منطقه مورد شناسایی و مستندنگاری قرار گرفته است (Zamani Dadaneh et al., 2022). هر چند که در بررسیهای انجام گرفته توالی فرهنگی نسبتاً کاملی از آثار دوره پارینه سنگی میانی تا دوره مس و سنگ به دست آمد، اما انتشارات حاصل از این بررسی تقریباً بر روی آثار دوره پارینه سنگی و نوسنگی منطقه تمرکزیافته و آثار دوران جدیدتر و به ویژه دوران مس و سنگ آن منتشرنشده است و کمتر اطلاعی از این دوره مهم در توالی گاهنگاری منطقه در دسترس نیست. ازجمله پژوهشهای باستانشناسی صورت گرفتهٔ منطقه مریوان می‌توان به کاوش لایه‌نگاری تپه قلعه ننه (بیننده،۱۳۹۷) کاوش قلعه ایمام (کریمیان،۱۳۹۴) کاوش گورستانهای خمرهای مریوان (مترجم و محمدیفر،۱۳۸۸)، کاوش اضطراری گورستان زردویان (معصومیان، ۱۳۹۶) و همچنین مقالاتی در زمینه کاوش محوطه‌های با تدفین خمرهای در حوزهٔ دشت مریوان اشاره کرد (Zamani Dadaneh et al., 2022).



شکل ۷. درصد گرده و مقادیر d18O دریاچه زریبار، بازه زمانی درایاس جوانتر را نشان می دهد (Stevens et al., 2001)

ارزیابی فرآیند نوسنگی‌شدن در غرب ایران

در سالهای ۱۹۵۹-۱۹۶۰، غرب ایران یکی از اولین مناطق در غرب آسیا بود که در آن فرایند اهلی‌سازی مورد بررسی قرار گرفت. مشکلات سیاسی منجر به جابجایی تحقیقات به غرب منطقه غرب آسیا شد و در نهایت منجر به کمبود اطلاعات در مورد اوایل نوسنگی در ایران در مقایسه با سایر مناطق شد. اما تحقیقات باستان شناسی حاکی از وجود فاصله زمانی بین استقرارهای اواخر اپی‌پالئولتیک و سکونتگاه‌های

دوران نوسنگی پیش سفالی اولیه در ارتفاعات غرب ایران است. تاریخ مطلقی از محوطه‌های اپی‌پالئولیتیک وجود ندارد و بر اساس نوع تراشه‌های سنگی، تاریخ نسبی آنها را به دوران بسیار طولانی بین بیست تا دوازده هزار قبل نسبت داده می‌شود. طبق تاریخ‌گذاری مطلق، قدیمی‌ترین محوطه‌های نوسنگی، از جمله آسیاب، و گنج دره به نیمه دوم هزاره‌های نهم و هشتم قبل از میلاد می‌رسد. کاوش های اخیر در شیخی آباد، چغا جولان و شرق چیا سبز، سکونت‌گاه‌هایی را از اواسط هزاره دهم تا اوایل هزاره هفتم تأیید کرده است. با توجه به فقدان گاه‌شماری مطلق از محوطه‌های اپی پالئولیتیک پسین، ممکن است این محوطه‌ها حتی بسیار زودتر از تاریخ‌های تخمینی متروک شده باشند. اگر چنین باشد، باید گفت که شکافی طولانی بین آخرین فراپارینه سنگی و قدیمی‌ترین محوطه‌های نوسنگی در ارتفاعات زاگرس وجود دارد که با دریاس جوانتر (۱۱۰۰۰–۹۵۰۰ ق.م) مصادف است. در طی این بازه، شرایط نسبتاً خشکی در مرکز ترکیه حاکم بود. در ایران، اطلاعات دیرینه اقلیم‌شناسی که سرنخ‌هایی از دریاس‌های جوان ارائه می‌دهد، از دریاچه زریبار به دست آمده است (Wasylikowa, 2005; Wasylikowa et al., 2006) و مطالعات دیگری در دریاچه ارومیه انجام شده است (Djamali et al., 2009b; Djamali et al., 2008). مغزه‌های استخراج شده از دریاچه‌های آلمالو و مهارلو (Djamali et al., 2009a; Djamali et al., 2009b) نیز مروری بر یافته‌های دریاچه زریبار و شرایط سرد و خشک گذار از پلیستوسن اواخر به هولوسن اولیه را نشان می‌دهد (شکل ۶).

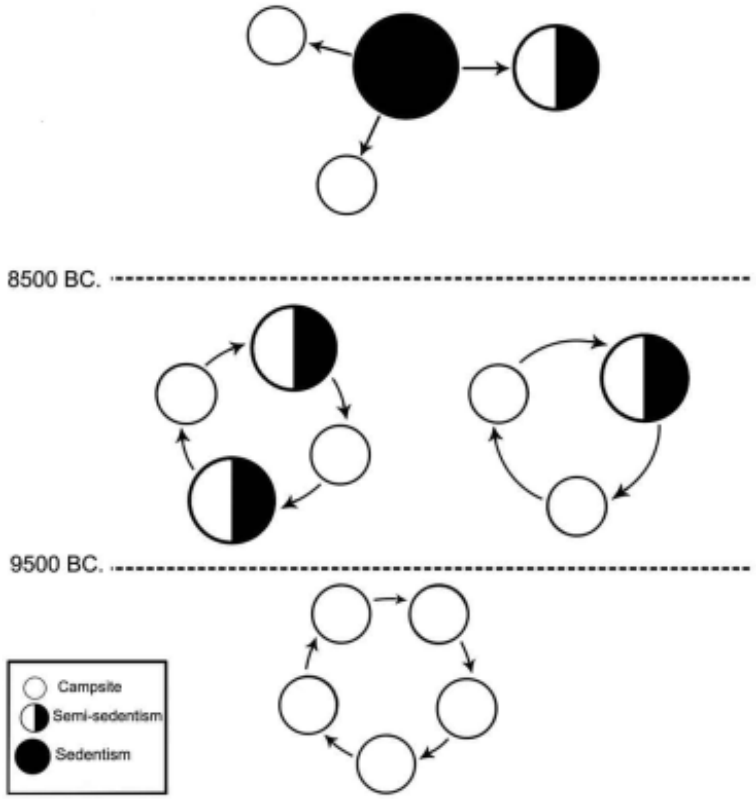
بنابراین، همزمانی دریاس جوانتر در غرب ایران با شکاف سکونتی شناسایی شده در ارتفاعات، نشان می‌دهد که این دوره زندگی مردم را تحت تاثیر قرار داده است. برخی از محققان معتقدند که اولین کشاورزی در این دوره آغاز شد. گیاهان C3 مانند غلات تحت‌تاثیر کاهش CO_2 قرار گرفتند که منجر به رشد کم سنجد، انگور، جو و چاودار در زیستگاه‌های طبیعی آنها شد. پاسخ بشر به این واقعه در منطقه شامات متفاوت بوده است که عبارتند از حرکت به سمت شمال و کشاورزی در زمین‌های حاصلخیز مانند سواحل رودخانه. در غرب ایران، شواهد باستان شناسی حاکی از متروک شدن محوطه های مرتفعی مانند ورواسی، مار گورگلان سراب، پاسنگر در اواخر اپی‌پالئولیتیک است و به نظر می رسد که جمعیت ساکن در این محوطه ها در دوران قدیم با کاهش بهره‌وری منابع مواجه بوده و به همین دلیل به دشت‌های مساعدتر نقل مکان کردند. شرایط سخت در دریاس جوانتر ممکن است استفاده فشرده‌تر از منابع غذایی را تحریک کرده باشد، و این احتمالاً منجر به شیوه‌های جدید مدیریت غذا مانند افزایش توانایی برداشت، ذخیره و پردازش غذاهای گیاهی و همچنین تحریک رشد گونه‌های مورد نظر و شاید کنترل و حفاظت از گله بز شده باشد. با این حال، به غیر از شامات، هنوز هیچ مدرکی دال بر اشغال مناطق پست در غرب ایران در دوران دریاس جوانتر کشف نشده است و باید منتظر تحقیقات بیشتر باشیم (شکل ۷).

گذار به نوسنگی

تردید کمی باقی می ماند که پدیده اقلیمی قدرتمند دریاس جوانتر جنوب غربی آسیا، هم در شام و هم در زاگرس را تحت تاثیر قرار نداده باشد. با توجه به بازسازی های دیرینه اقلیمی، در پایان دریاس جوانتر، نسبت دما و بارندگی افزایش یافت و سطح CO_2 از ۱۹۰ppm به ۲۵۰ppm افزایش یافته بود که همگی منجر به رشد پوشش گیاهی و غنی شدن محیط در پی آن شد. بهبود آب و هوا با جایگزینی استپ با جنگل در آغاز هولوسن همراه شد که شرایطی را ایجاد کرد که تحت آن گیاهان رشد می کردند و در نهایت الگوی سکونت گاه بی‌تحرک‌تری را در غرب ایران موجب شد. کار میدانی باستان شناسی اخیر در زاگرس مرکزی آغاز سکونت‌گاه‌های جدید را درست پس از پایان دریاس جوانتر در حدود ۹۵۰۰ سال قبل از میلاد نشان می دهد. لایه‌های پایینی تپه شیخی آباد نشان دهنده مشاغل فصلی است (Matthews et al., 2010). به نظر می رسد در دسترس بودن منابع باعث تغییر تدریجی از تحرک به نیمه یکجانشینی و در نهایت به یکجانشینی در منطقه شد. این تغییر سبک زندگی می توانسته به افزایش جمعیت منجر شود. افزایش درجه‌ی یکجانشینی، رشد جمعیت را از طریق فواصل کوتاه‌تر تولد، که بر منابع غذایی و سایر منابع در مجاورت سکونتگاه‌های نیمه دائمی یا دائمی فشار می‌آورد، موجب می‌شود. بر اساس شواهد زاگرس مرکزی، در اوایل هزاره نهم پیش از میلاد سکونتگاه های بیشتری مانند چغا جولان، شرق چیا سبز و احتمالاً آسیاب و سراب قره دانه (شکل ۳) پدید آمدند که می تواند نشان دهنده رشد جمعیت باشد. لازم به ذکر است که این مکان‌ها رسوبات لایه‌های خاکستری را ایجاد می‌کنند که می‌تواند نشانه‌ای از اشغال فصلی باشد، اما نشان‌دهنده تمایل بیشتر به یکجانشینی نسبت به دوره‌های قبل است (Darabi, 2012). در اواسط هزاره ۹ قبل از میلاد، ممکن است سکونتگاه‌های دائمی ظاهر شوند که منجر به ظهور معماری شد، اگرچه برخی از مردم هنوز به صورت نیمه یکجانشین زندگی می‌کردند (شکل ۸). می توان استنباط نمود که رشد جمعیت فشار بر منابع را افزایش داده است که خود منجر به مدیریت گونه‌های مجاور می‌شود که «مدیریت حیوانات» و «کشت» نامیده می‌شوند. عموماً اعتقاد بر

این است که اهلی شدن طی یک دوره طولانی اتفاق افتاده است که در نهایت منجر به تغییرات مورفولوژیکی در گونه‌ها شد. ملیندا زیدر شروع اهلی کردن گیاهان و حیوانات را در همان زمان، حدود ۹۵۰۰ سال قبل از میلاد می‌داند (Zeder, 2001). همچنین، تجزیه و تحلیل ژنتیکی جد وحشی بز امروزی نشان داده است که غرب ایران یکی از اولین مناطقی بود که اهلی‌سازی بزها در آن صورت گرفت (Naderi et al., 2008). به نظر می‌رسد که در دوران نوسنگی انتقالی، بزها ، نه به لحاظ مورفولوژیکی بلکه از نظر رفتاری تغییر کردند که منجر به تغییراتی در استخر ژنی آنها شد. در حدود ۸۰۰۰ سال قبل از میلاد در آغاز دوره نوسنگی. بقایای حیوانات از تپه آسیاب نوعی مدیریت حیوانی را در سایت نشان می دهد (Zeder 2001.68).

در گنج دره نیز چنین شواهدی وجود دارد، جایی که برایان هسه (۱۹۷۸) تراکم بالایی از آثار بزهای نر جوان را شناسایی کرد. همچنین چنین تراکمی در بین بقایای جانوری شیخ آباد و شرق چیا سبز نیز قابل مشاهده است. سایت های دیگر هنوز اطلاعات دقیقی در مورد استخوان‌های حیوانات ارائه نکرده اند، اگرچه گزارش های اولیه نشان دهنده افزایش اویکاپریدها در مقایسه با گونه های دیگر است. شواهد اخیر گیاه جو از چغا گولان و گندم پوست کنده شده از شرق چیا سبز حاکی از کشت فشرده با اولین نشانه های تغییر مورفولوژیکی به سمت اهلی شدن تا ۸۱۰۰ سال قبل از میلاد است (Riehl et al., 2012). در گنج دره، بقایای جو اهلی دیرتر از آبادی‌های چوگاه جولان و چیا سبز یافت شد. بر اساس این بقایای گیاهی اهلی شده، منطقی است که آغاز دوران نوسنگی را در حدود ۸۰۰۰ سال قبل از میلاد قرار دهیم، اگرچه داده های بیشتری مورد نیاز است (Darabi, 2012).



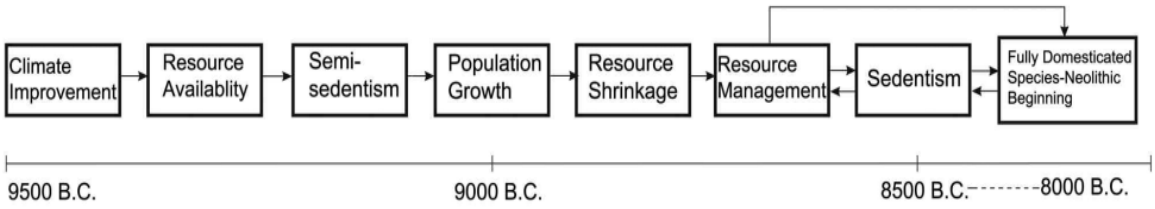
شکل ۸. مدلی توضیحی که الگوهای استقرار را از اواخر فراپارینه سنگی تا آغاز نوسنگی در غرب ایران نشان می‌دهد(Darabi, 2012).

در واقع، تفاوت اصلی بین نوسنگی و دوره‌ی انتقالی نوسنگی، ظهور تغییرات مورفولوژیکی در گونه‌هایی است که به عنوان گونه‌های کاملا اهلی شناخته می‌شوند (Darabi, 2012). این نتایج جدید کاوش‌های اخیر نقش مهمی در ارزیابی مجدد فرآیند نوسنگی‌شدن در غرب

ایران دارد. به این ترتیب می‌توان اولین شکل‌گیری استقرار در غرب ایران را به اواسط هزاره دهم قبل از میلاد مرتبط نمود که در اثر مهاجرت مردم شامات به ایران در زمانی که آب و هوا بهتر شد رخ دادو در واقع گنج دره، علی کوش و سایر مکان‌های مشابه شاهدی بر این حرکت به سوی ایران هستند (Hole et al., 1969). بر اساس گیاهان اهلی تازه یافت شده در زاگرس مرکزی از حدود ۸۰۰۰ سال قبل از میلاد، به عنوان نتیجه یک دوره طولانی کشت در منطقه، می‌توان یک مبدا مستقل برای شروع کشاورزی پیشنهاد کرد. مطالعات ژنتیکی نیز منشأهای متعدد اهلی‌سازی را در کل خاور نزدیک نشان داده‌اند که می‌تواند ما را به سمت یک فرآیند نوسنگی‌شدن با منشأ محلی در غرب ایران سوق دهد. اولین منطقه برای مدیریت گونه‌ها و سپس اهلی‌سازی احتمالاً منطقه وسیع‌تری بوده است که از غرب ایران تا جنوب شرقی ترکیه، «بال شرقی» هلال حاصلخیز گسترش یافته است.

در نهایت، وقوع فرهنگ های مختلف در غرب آسیا در مواد مختلف فرهنگی نوسنگی منعکس شده است و هر فرهنگ منطقه ای ویژگی های خاص خود را داشته است. از نظر تراش سنگ، صنایع نوسنگی از سنت زرزیان در غرب ایران سرچشمه می گیرد. با در نظر گرفتن مواد جدید از زاگرس مرکزی، اینکه منشأ نوسنگی شدن غرب ایران از شامات نشأت گرفته است تضعیف می‌شود.

نتیجه آن که شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهد که شکافی نسبتاً طولانی بین اواخر اپی پالئولیتیک و قدیمی‌ترین مکان‌های نوسنگی در غرب ایران وجود دارد. دلیل اصلی بررسی این شکاف، وقوع درایاس جوانتر در غرب ایران است که منجر به متروک شدن محوطه های اواخر اپی پالئولیتیک شد و مردم را مجبور به کوچ به مناطق پست کرد. تحقیقات اخیر در زاگرس مرکزی نشان می‌دهد که تا پایان درایاس جوانتر منطقه در نتیجه بهبود آب و هوا و به دنبال آن در دسترس بودن منابع دوباره اشغال شده بود. افزایش تعداد سکونتگاه ها حاکی از رشد جمعیت و تغییر تدریجی از جابجایی به یکجانشینی است که در نهایت منجر به تأسیس جوامع دائمی در ۸۵۰۰ قبل از میلاد شد. به نظر می‌رسد که در هزاره نهم پیش از میلاد، جوامع زاگرس مرکزی به مدیریت منابع غذایی برای تغذیه تعداد روزافزون خود پرداختند که در نهایت منجر به اهلی شدن کامل گونه‌هایی مانند بز و غلات در ۸۰۰۰ سال قبل از میلاد شد (شکل ۵). اگرچه این توالی به شواهد بیشتری نیاز دارد، اما نشان می‌دهد که فرآیند نوسنگی شدن در یک بازه زمانی ۱۵۰۰ سال رخ داده و نتیجه برهم‌کنش‌های جوامع محلی با محیط بوده است(شکل ۹).



شکل ۹. مدلی توضیحی که فرآیند نوسنگی سازی در غرب ایران را نشان می دهد (Darabi, 2012)

محوطه‌های باستانی در منطقه مریوان

دورهٔ نوسنگی

تنها استقرار شناسایی شده از دورهٔ نوسنگی در دشت مریوان متعلق به دوره نوسنگی بدون سفال است. در بررسی سال ۱۳۹۷ بر روی سطح این اثر هیچگونه شواهد سفالی مشاهده نگردید. این اثر که به صورت یک برجستگی کم ارتفاع در میان اراضی کشاورزی روستای وله ژیر واقع شده است نخستین بار توسط هیأت دانشگاه بوعلی سینا همدان شناسایی شده و بر اساس تیغه‌ها و زیرتیغه‌های شناسایی شده به دوره نوسنگی بدون سفال نسبت داده شده است و با نام گرده‌که (تپه)عبه صوفی همه ومین نامیده شده است که شکل نوشتار صحیح آن در زبان محلی گرده‌که‌ی عه‌به صوفی حه‌مه‌ومین است(شکل ۱۰).

دورهٔ مس و سنگ قدیم

از میان دوره‌های سه گانه دوران مس و سنگ در دشت مریوان، دورهٔ مس و سنگ قدیم به نسبت دو دوره دیگر ناشناخته تر است، وضعیتی که فقط محدود به منطقهٔ مریوان نبوده و در سایر حوزه‌های مطالعاتی این دوره در غرب کشور نظیر حوزه زاگرس مرکزی نیز دیده می‌شود. هرچند که اطلاعات محدودی از این دوره در مناطق زاگرس مرکزی در طی بررسی‌های ماهیدشت به دست آمده ولی هنوز بازهٔ زمانی دقیق این دوره، الگوی پراکنش محوطه‌ها، کاربری آنها و ابهاماتی از این قبیل در دست نیست. فقط ذکر شده است که نمایندهٔ این دوره، سفالی موسوم به سفال جی (J) است که سبک شرقی فرهنگ حلف بین‌النهرین نامیده شده است. لازم به ذکر است که این دوره در مناطق شرقی زاگرس مرکزی نظیر حوزهٔ کنگاور با فرهنگ شهن‌آباد شناخته می‌شود هرچند که این گونهٔ سفالی شاخصهٔ فرهنگ‌های دورهٔ مس و سنگ قدیم مناطق غربی زاگرس مرکزی نظیر دشتهای سرپل ذهاب (علی‌بیگی، ۱۳۹۴) و ماهیدشت بوده و حد نهایی دامنهٔ پراکنش آن نیز تا نواحی هرسین و صحنه (محمدی فر و مترجم،۱۳۸۱) و بیستون مانند تپه نازلیان (محمدی قصریان،۱۳۹۳) می‌رسد، ولی به طرز جالبی بر سطح یکی از محوطه‌های شناسایی شدهٔ مریوان نیز به نام تپه قلعه زیوا پنج سفال موسوم به سفال جی به دست آمده است (زمانی و همکاران، ۱۳۹۷). فن ساخت، خمیره و نوع پوشش به کار گرفته شده در ساخت سفال‌های جی مریوان کاملاً با ویژگیهای برشمرده برای نیا گونهٔ سفالی در ماهیدشت مطابق است. با مقدمهٔ یادشده میتوان چنین نتیجه گرفت که دامنهٔ پراکنش سفال جی فقط محدود به مناطق غربی و مرکزی زاگرس مرکزی نبوده و مناطق شمالی‌تر این حوزه و از جمله منطقهٔ مریوان را نیز می‌توان به این حوزه اضافه کرد (Zamani Dadaneh et al., 2022).

شکل ۱۰: مصنوعات و تراشه‌های سنگی تپه عبه صوفی همه‌ومین، (Zamani Dadaneh et al., 2022

دورهٔ مس و سنگ میانی

با پایان دورهٔ مس و سنگ قدیم در اواخر هزاره ششم ق.م و شروع دورهٔ مس و سنگ میانی در نیمهٔ اول هزارهٔ پنجم ق.م شاهد تغییراتی که نمود بیشتر آن در افزایش تعداد محوطه‌ها و نیز رواج گونه‌های جدید سفالی نظیر انواع گوناگون سفال دالما در اوایل این دوره و یا سفال‌های نخودی منقوش (B.O.B و گونهٔ سه‌گابی) در فازهای بعدی این دوران هستیم. در دشت مریوان نیز شاهد وضعیت مشابهی هستیم به صورتی که علاوه بر شناسایی محوطه‌های بیشتری از دورهٔ مس و سنگ میانی (نسبت به تک محوطهٔ دورهٔ مس و سنگ قدیم) تپهٔ قلعه زیوه سفالهای شاخص یادشده نیز در بررسیها به دست آمدند. محوطه‌های دورهٔ مس و سنگ میانی شامل تپه‌های قلعه زیوه، عه‌به فَتول، هان الیاس،هه‌سیره گه‌وره و ژیژوان، کنگران، چخماق‌آوی است. تپهٔ قلعه زیوه همان تپهٔ توصیف شده در بالا است که علاوه بر شواهد دورهٔ مس و سنگ قدیم، سفالهای دورهٔ مس و سنگ میانی (فاز دالما) را نیز دارا است. به نظرمی‌رسد که این تپه فقط فاز ابتدایی دورهٔ مس و سنگ میانی (فاز دالما) را دارا باشد (زمانی و همکاران، ۱۳۹۷). بعد از اوایل هزارهٔ پنجم ق.م و تقریباً در اواسط این هزاره به غیر

از گونه‌های مختلف سفال دالما، هشت گونه منقوش دیگر نیز ظاهر می‌شوند که نمونهٔ این گونه‌های منقوش نیز در بررسی محوطه‌های مریوان به دست آمد. این شواهد سفالی مربوط به تپه‌های هان‌الیاس، عه‌به فه‌تول و هه‌سیره هگ‌وره هستند که نمونه‌هایی از سفال B.O.B و سه‌گابی از آنها به دست آمده است. بر اساس شواهد یادشده به نظرمیرسد که از میان هفت محوطهٔ دورهٔ مس و سنگ میانی، یک محوطه (تپهٔ قلعه زیوه) مربوط به فاز ابتدایی این دوره و شش محوطهٔ دیگر مربوط به فازهای بعدی دورهٔ مس و سنگ میانی هستند. ابعاد و اندازهٔ کوچک این محوطه‌ها، الگوی پراکنش آنها در کنار چشمه‌ها و مسیل‌ها و نیز برخی شواهد سطحی نظیر سردوک‌های سفالی احتمالاً نشاندهندهٔ روستاهای کوچک اوایل و اواسط هزارهٔ پنجم ق.م در منطقه است. لازم به ذکر است که نمونه‌های کاملاً مشابه سردوک‌های فاز دالمای دشت مریوان از فاز دالمای کاوش‌های تپه قشلاق بیجار نیز گزارش شده است (Sharifi and Motarjem 2018).

دورهٔ مس و سنگ جدید

این دوره یکی از مهمترین دوره‌های مطالعاتی منطقهٔ جنوب غرب آسیا است. در اواسط و اواخر این دوره شاهد رشد و پیچیدگی جوامع به مرحله‌ای هستیم که اولین شهرها در جنوب و شمال بین‌النهرین ظاهر می‌شود. در این دوره سفال‌های خوش‌ساخت نخودی منقوش دوره‌های قبل تقریباً از رواج افتاده و سفال‌های ساده با شاموت گیاهی جایگزین آن می‌گردد. در منطقهٔ مورد بحث ما نیز وضعیت به اینگونه است. شاخصهٔ اصلی سفال‌های دورهٔ مس و سنگ جدید مریوان نیز، سفال‌های نخودی و قرمز ساده با شاموت کاه هستند. از کل چهارده محوطهٔ متعلق به دورهٔ مس و سنگ، محوطه تپه بیلو، تپه وه‌سا، هان‌الیاس، گردی قُلقُله، هه‌سیره گه‌وره، قبرستان قلقله متعلق به دورهٔ مس و سنگ تپه رشه و تپه میرویس مربوط به دوره مس و سنگ جدید است. آثار این دوره نیز به پنج فاز مطابق با گاهنگاری شمال بین‌النهرین تقسیم می‌شوند. از میان آثار شناسایی شده هفت محوطه مربوط به فازهای میانی دورهٔ مس و سنگ جدید هستند و یک محوطه (تپه رشه) مربوط به اواخر این دوره نسبت داده شده‌اند (Zamani dadane et al 2019).

به طرز جالبی هیچ اثری از فازهای اوایل دورهٔ مس و سنگ جدید (LC2/Godin VII) در بررسی‌های دشت مریوان به دست نیامد. علیرغم همزمانی محوطه‌های دورهٔ LC3-4 مریوان با دوره اوروک میانی در بین‌النهرین و بحث گسترش این فرهنگ در مناطق همجوار، شواهد و مدارک قطعی سفالی دال بر بین‌النهرینی بودن این محوطه‌ها به دست نیامد و به نظرمیرسد که این محوطه‌ها، استقرارهای یکجانشین محلی اواسط هزارهٔ چهارم ق.م در منطقه بوده‌اند (Zamani Dadaneh et al., 2022). تنها در اواخر این دوره است که شواهد احتمالی از ارتباطات فرامنطقه‌ای در دشت مریوان به دست آمده است و آن نیز شواهد سفالی جالبی از تپه رشه است. این تپه در حومهٔ شهر مریوان و در داخل پادگان نظامی ارتش جمهوری اسلامی ایران واقع شده است. ابعاد آن ۴۸۰ در ۳۹۰متر و ارتفاع آن از سطح زمین‌های اطراف ۳۱ متر است. این تپه در نزد اهالی منطقه با نام تپه رشه شناخته شده است. آثار سفالی دامنهٔ غربی تپه شامل سفال نوع اوروک جدید و شاخصهٔ آن سفال لبه‌واریخته است. این تپه از وضعیت حفاظتی نامطلوبی برخوردار است و دلیل آن قرار گرفتنش در محدودهٔ پادگان ارتش است. گونه‌شناسی و تاریخ‌گذاری نسبی پیشنهادی برای این تپه دوره Godin VI1یا LC5 است.

عصر مفرغ

از این دوره در دشت مریوان به طرز عجیبی اثری از فرهنگهای شاخص عصر مفرغ زاگرس مرکزی و حوزهٔ شمالغرب (فرهنگ یانیق، گودین III و سبک ارومیه) شناسایی نشد (Zamani Dadaneh et al., 2022).

عصر آهن

از عصر آهن در دشت مریوان یازده اثر شناسایی شده است که شامل محوطه‌های تپه ژیژوان، تپه کنگران، تپه گِلین کبود، گردی علی رسول، قلعه توراخ تپه، قلعه خاو، تپه میرزا آشه، گورستان شخصه هژاره، محوطهٔ ده‌کهنهٔ وله‌ژیر، تپه چقاله، و تپه هه‌ریزگا است. برخی از این آثار به صورت یک استقرار از عصر آهن (تپه گلین کبود، قلعهٔ توراخ تپه، محوطهٔ ده‌کهنهٔ وله‌ژیر، تپه چقاله و تپه هه‌ریزگا) و برخی دیگر به صورت گورستان‌های کلان سنگیِ شاخص عصر آهن (تپه ژیژوان، گردی علی رسول، تپه کنگران، قلعه خاو و گورستان شخصه هژاره) و یک اثر با ساختار دفاعی شناسایی شده‌اند. غالبا گورستان‌های این دوره در مناطقی که دارای ارتفاع بیشتری از سطح دشت است و در مواردی نیز به علت ارتفاع مناسب محوطه‌های باستانی متروک شده، توسط مردمان عصر آهن جهت ایجاد قبور مورداستفاده واقع شده‌اند. از جمله این گورستان‌ها می‌توان به تپه ژیژوان و تپه کنگران و قلعه خاو اشاره کرد (Zamani Dadaneh et al., 2022). در برخی موارد نیز گورستانها بر روی ارتفاعات طبیعی منطقه و بر روی بستر طبیعی ایجاد شده‌اند که می‌توان به گورستان شخصه هژاره و گردی علی رسول

اشاره کرد. با توجه به مطالعات انجام شده در میان خاکهای حاصل از حفاری غیرمجاز در گورستان شخصه هژاره و بر اساس پراکنش فرم و لب قطعات سفالی (Zamani Dadaneh et al., 2022)، احتمال اینکه تعداد هشت ظرف در کنار تدفین گذاشته شده باشد وجود دارد. جالب توجه است که در میان آثار شناسایی شدهٔ عصر آهن در دشت مریوان یک اثر که با توجه به ارتفاع آن از سطح دشت و آثار سطحی آن، ظاهراً یک بنای شاخص تدافعی بوده شناسایی شد. بر روی سطح این اثر شواهد سفالی از عصر آهن و به وفور قطعاتی از آجر مشاهده می‌شود. سایر آثار شناسایی شدهٔ متعلق به عصر آهن در دشت مریوان مانند توراخ تپه و تپه چقاله شامل استقرارهای معمولی این دوره است که غیر از شواهد سفالی هیچگونه شواهد فرهنگی دیگری نداشتند.

دورهٔ اشکانی

غالباً آثار دوران اشکانی در دشت مریوان در قالب استقرارهای تک دوره‌ای دارای نهشته‌های بسیار ضعیف و هم- چنین گورستان‌هایی بیشتر به سبک خمره‌ای و در مواردی تابوتی قابل شناسایی است (زمانی دادانه، ۱۳۹۷). تنها استثناء محوطه‌های استقراری موجود در این دشت، تپه گلین‌کبود است که می‌تواند با توجه به موقعیت قرارگیری آن در میان دشت و حاشیه دریاچه زریبار، وسعت قابل توجه آن و همچنین وجود آجرهای پراکنده بر روی سطح که می‌تواند نشان از وجود معماری شاخص و تولید انبوه آجر در کوره‌های با فناوری پخت و تولید حرارت بالا باشد، به عنوان یک مکان مرکزی از دوره اشکانی در دشت مریوان معرفی شود. در ادامه به معرفی آثار شناسایی شده از دوره اشکانی در دشت مریوان می‌پردازیم که در چهار بخش قابل بررسی هستند۱- محوطه‌های استقراری، ۲- گورستان‌های مرتبط با محوطه استقراری،۳- گورستان‌های بدون ارتباط با محوطه استقراری و ۴- استحکامات دفاعی. از جمله محوطه‌های شناسایی شده در این منطقه می‌توان به گورستان گرده شمامه، تپه گِلین کبود، محوطه و گورستان گردَه خزینه، گورستان زردویان، گورستان ولَه گاور، محوطه دولاش قانع، قلعه درزیان، محوطه کلکه خزینه (شکل ...) اشاره نمود (Zamani Dadaneh et al., 2023).

گویا با توجه به حاشیه‌ای بودن منطقه مریوان و دور از مرکزیت بودن این بخش از شاهنشاهی‌های هخامنشی و ساسانی نمی‌توان شاخصه‌های فرهنگی موجود در مکان‌هایی را که نقش مرکزیت سیاسی و فرهنگی داشته‌اند در این منطقه پیگیری نمود و به نحوی می‌توان گاهی رشد و تداوم فرهنگ‌های قبلی یا بومی این منطقه را فرهنگ غالب معرفی نمود (Zamani Dadaneh et al., 2022). تنها در دوره اشکانی است که این منطقه دوشادوش تغییرات فرهنگی پایتخت‌ها یا نواحی با نقش مرکزیت همراه با اندک تفاوت‌هایی تغییر کرده و می‌توان شاخصه‌های همگون فرهنگی را در این مناطق به اصطلاح حاشیه‌ای هم جستجو کرد (Zamani Dadaneh et al., 2023). فرهنگ‌های سفالی دشت مریوان هیچ تفاوت گونه‌شناختی با فرهنگ‌های همزمان خود در زاگرس مرکزی و حتی ایران مرکزی ندارد. همچنین الگوهای تدفینی در این دشت نیز همان الگوهای تدفینی خمره‌ای، تابوتی و چیدمان سنگی است که در جای جای ایران دوره اشکانی نیز به صورت پراکنده شناخته شده است. استقرارهای این دشت غالباً محوطه‌های استقراری تک دوره شامل یک لایه ضعیف فرهنگی است که معمولاً توسط فعالیت‌های کشاورزی تسطیح و زیرورو شده است. تنها استثناء محوطه‌های استقراری موجود در این دشت، تپه گلین‌کبود است که می‌تواند با توجه به قرارگیری آن در حاشیه جنوب‌شرقی دریاچه زریبار، وسعت قابل توجه آن و وجود آجرهای پراکنده بر روی سطح که احتمالاً نشان‌دهنده یک معماری شاخص و مهم است، به عنوان یک مکان مرکزی یا یک نوع مرکزیت سیاسی و شهری از دوره اشکانی در دشت مریوان مطرح شود. البته لازم به ذکر است این تپه دارای شواهدی از عصر آهن نیز می‌باشد که احتمال دارد موارد مذکور متعلق به استقرار عصر آهن نیز در این تپه قابل شناسایی باشند.

با توجه به شناسایی الگوی گورستانهای اشکانی مرتبط با استقرار و همچنین گورستان‌های بدون ارتباط با استقرار که اکثراً بر روی دامنه ارتفاعات و بر روی بستر صخره‌ای ایجاد شده‌اند، بیانگر این موضوع است که این نوع انتخاب به نحوی تعمدی بوده و نشانگر اهمیت بستر دشت مریوان و زمین‌های حاصلخیز آن جهت انجام امور کشاورزی نزد جامعه است. به عبارتی زمین‌هایی که دارای قشر مناسبی از خاک برای فعالیت کشاورزی نیست به گورستان اختصاص یافته است. گورستانهای گرده شمامه، گرده خزینه و زردویان نمونه‌های جالبی برای این نوع الگوی انتخاب بستر گورستان در دوره اشکانی هستند. در برخی از محوطه‌های شناسایی شده مانند تپه عبه فتول نیز که به صورت یک برجستگی در میان دشت قابل مشاهده است و با توجه به پراکندگی سفال‌های دوره مس و سنگ جدید، ابزار و تیغه‌های سنگی و همچنین قطعات اندکی از ظروف سفالی و خمره‌های اشکانی شناسایی شده و مشاهده قطعات پراکنده لاشه سنگ بر روی سطح تپه، نشانگر

آن است که این تپه استقراری است که از دوره مس و سنگ جدید شکل گرفته و بعدها در دوره اشکانی به عنوان گورستان مورد استفاده قرار گرفته است.

لازم به ذکر است که استفاده مجدد استقرارهای پیش از تاریخ به عنوان گورستان در دوره های تاریخی فقط محدود به این تپه نبوده و در اکثر تپه های پیش از تاریخی دشت مریوان و سایر مناطق غرب ایران نیز مشاهده شده است. احتمالاً استفاده از تپه‌های باستانی به عنوان گورستان در دوره‌های بعدی به دلیل بلااستفاده بودن قشر خاک این تپه‌ها در جهت ساخت و سازهای عمرانی و همچنین ارتفاع مناسب آنها عاملی در برابر قدرت تخریب سیلاب‌ها و از بین رفتن قبور مردگان بوده است (Zamani Dadaneh et al., 2023) .

در بررسی اخیر در دشت مریوان بیست و هشت اثر شامل محوطه‌های استقراری و گورستانهای خمره‌ای اشکانی شناسایی شد (Zamani Dadaneh et al., 2022). این در حالی است که در گزارش‌های گذشته از منطقه مریوان تعداد زیادی از گورستان‌های دورهٔ اشکانی شناسایی شده اما کمتر اشاره‌ای به استقرارهای وابسته به این گورستان‌ها شده است. در بررسی بازنگری سال ۱۳۹۷ چندین محوطهٔ شاخص استقراری از دورهٔ اشکانی مانند محوطهٔ کلکه خزینه مورد شناسایی واقع شد (Zamani Dadaneh et al., 2022). از جمله شواهد سطحی با ارزش می‌توان به قطعه‌ای از یک پایه اجاق در برش جاده‌ای که از روی محوطه عبور کرده و یک قطعهٔ دیگر از پایه اجاقی متفاوت از سطح محوطه و همچنین یک گل‌میخ سفالی از محوطهٔ کلکه خزینه اشاره کرد که با توجه به تک دوره‌ای بودن این استقرار و گسترش افقی آن، بدون شک این آثار می‌تواند متعلق به دورهٔ اشکانی باشد (Zamani Dadaneh et al., 2022). برخی از گورستان‌های شناسایی شده در این بررسی در ارتباط با محوطهٔ استقراری و برخی دیگر نیز بدون ارتباط با استقرار شناسایی شده‌اند و شواهد سطحی آنها شامل قطعات شاخص خمره‌های نوع اشکانی است (Zamani Dadaneh et al., 2022).

دوره بعد از اسلام

از دوران بعد از اسلام در دشت مریوان دوازده محوطه شناسایی شده است که ده اثر به صورت محوطه‌های باستانی و دو اثر به صورت بنا می‌باشند. از جمله محوطه‌های شاخص این دشت یک مسجد از دورهٔ قاجار در روستای بر قلعه است که در منابع مکتوب با نام مسجد ایمام و در نزد اهالی محلی با نام قلعه ایمام شناخته می‌شود (کریمیان،۱۳۹۴). دیگری نیز یک حمام متعلق به دورهٔ پهلوی در روستای نژمار سفلی است.

رابطه انسان و محیط

همانطور که مجموعه‌ی آثار باستانی از یک محوطه دید بسیار محدودی از فرهنگ هم عصر آن ارائه می‌دهد، مجموعه گرده در بخش از یک توالی چینه شناسی دید محدودی از پوشش گیاهی همزمان ارائه می‌دهد. ما بر اساس استنباطی که از گرده گیاهان انجام می‌دهیم آب و هوا و کاربری زمین را بازسازی می‌کنیم. ناگزیر، تفسیر نتایج در هر دو مورد بر اساس حدس و گمان علمی است تا به کمک آن بتوان با مقایسه نتایج با سایر پژوهش‌ها به بازسازی شرایط محیطی دیرینه پرداخت. تحقیقات دیرینه محیطی در کوه‌های زاگرس کردستان شامل مطالعات زمین‌شناسی و دیرینه‌اکولوژیکی با هدف ارزیابی محیطی در زمان اهلی‌سازی اولیه گیاهان و حیوانات و توسعه زندگی روستایی در دهه ۱۹۶۰ میلادی انجام شده است. این تحقیقات ابتدا منجر به این نتیجه شد که تغییرات محیطی تأثیر کمی بر روند تاریخ فرهنگی در این منطقه داشته است. این نتیجه گیری البته به طور عمده به دلیل کمبود شواهد انجام شد، اما بعدها اصلاحاتی که در سن‌یابی رادیوکربن نمودارهای گرده صورت پذیرفت، این فرضیه را جایگزین نمود که تغییرات اقلیمی و گیاهی زمینه را برای اهلی‌سازی گیاهان در منطقه فراهم نموده است. در عین حال، هیچ مدرکی در رکورد گرده برای کشت اولیه گیاهان توسط انسان یا تغییر چشم انداز مرتبط با کشاورزی نیز یافت نشد. این نتیجه گیری منجر به ارائه فرضیات دیگری برای بازسازی‌های دیرینه محیطی شد.

در رشته کوه های زاگرس پایگاه اصلی ثبت رکورد گرده دریاچه زریبار است که در جنگل‌های بلوط قرار دارد. محتوای گرده نمونه‌های سطحی گرفته شده در یک ترانسکت در سراسر کوه ها از استپ گرم بین النهرین تا فلات داخلی خنک‌تر ایران به عنوان پایه‌ای برای بازسازی پوشش گیاهی استفاده شد. مجموع این مطالعات نشان داد که در اواخر پلیستوسن و قبل از حدود ۱۱۰۰۰ سال پیش این منطقه با پوشش گیاهی بدون درخت و آب و هوای نسبتاً خنک و خشک مشخص شده بود و پس از آن بود که جنگل بلوط ایجاد شد و در حدود ۵۵۰۰ سال پیش به تراکم کنونی خود رسید. یخچال‌های اواخر پلیستوسن به خوبی در دره‌های کوهستانی این منطقه گسترش یافته بودند

و بنابراین بیش از آن که ما با افزایش بارندگی مواجه بوده باشیم، دماهای بسیار پایین در منطقه حاکم بوده است. پولار این تفسیر دیرینه اقلیمی را رد می‌کند (Pullar, 1977) و در عوض پیشنهاد می‌کند که:

(۱) کشاورزی در این منطقه به جای ۱۱۰۰۰ سال، از ۱۴۰۰۰ سال پیش آغاز شده است.

(۲) ستون‌های گرده در دریاچه زریبار به جای تغییرات آب و هوایی، اختلالات کشاورزی را ثبت کرده‌اند و

(۳) تغییرات اقلیمی تا ۸۰۰۰ سال پیش ناچیز بود و در هر صورت تنها ۳ تا ۵ درجه سانتیگراد تغییر می‌کرده است.

پولار پیشنهاد می‌کند که در نمودار گرده دریاچه زریبار، افزایش گرده کنیوپودها و سایر علف‌های هرز در حدود ۱۴۰۰۰ سال پیش که همراه با افزایش گرده غلات بوده است، به دلیل کشاورزی به روش بریدن و سوزاندن (slash-and burn) بوده است. این تفسیر قابل توجه از نظریه لوئیس (۱۹۷۲) پیروی می‌کند که پوشش گیاهی مدیترانه‌ای را به خوبی با آتش سازگار می‌داند و معتقد است که آتش "نقش مهمی در پیدایش کشاورزی ایفا کرد" (Lewis, 1972). این نظریه بر این اساس استوار است که آتش رقابت و کاهش مواد مغذی ناشی از رشد درختچه‌ها و گیاهان علف هرز را کاهش می‌دهد، مواد مغذی را بازیافت می‌کند و به رشد گیاهان علفی از جمله غلات کمک می‌کند. اگرچه این گفته ممکن است در برخی از اکوسیستم‌های جنگلی (مثلاً اروپای غربی در مورد کشاورزی دوران نوسنگی) درست باشد، اما امروزه کشاورزان در کوه‌های زاگرس از سوزاندن استفاده نمی‌کنند و همچنین سوابق قوم‌نگاری استفاده گسترده از آن را در گذشته نشان نمی‌دهد. لایه‌های خاکستر که در چندین محوطه باستان‌شناسی توسط لوئیس و پولار به عنوان شواهدی برای سوزاندن کشاورزی ارائه شده است، توضیحات قابل قبول دیگری مانند آتش برای پخت و پز یا گرم کردن دارد. پولار معتقد است که استفاده از نمونه‌های امروزی گرده به عنوان آنالوگی برای توضیح مجموعه‌های گرده فسیلی ایراد دارد زیرا پوشش گیاهی امروزی به شدت توسط بشر مخدوش شده و به همین ترتیب ممکن است تصویری مخدوش از شرایط طبیعی را ارائه دهد. نمونه‌های سطحی از کمربندهای گیاهی مختلفی که از دشت بین‌النهرین تا سراسر کوه‌های جنگلی زاگرس و از آن سو تا استپ فلات داخلی امتداد می‌یابند، گرفته شده اند.

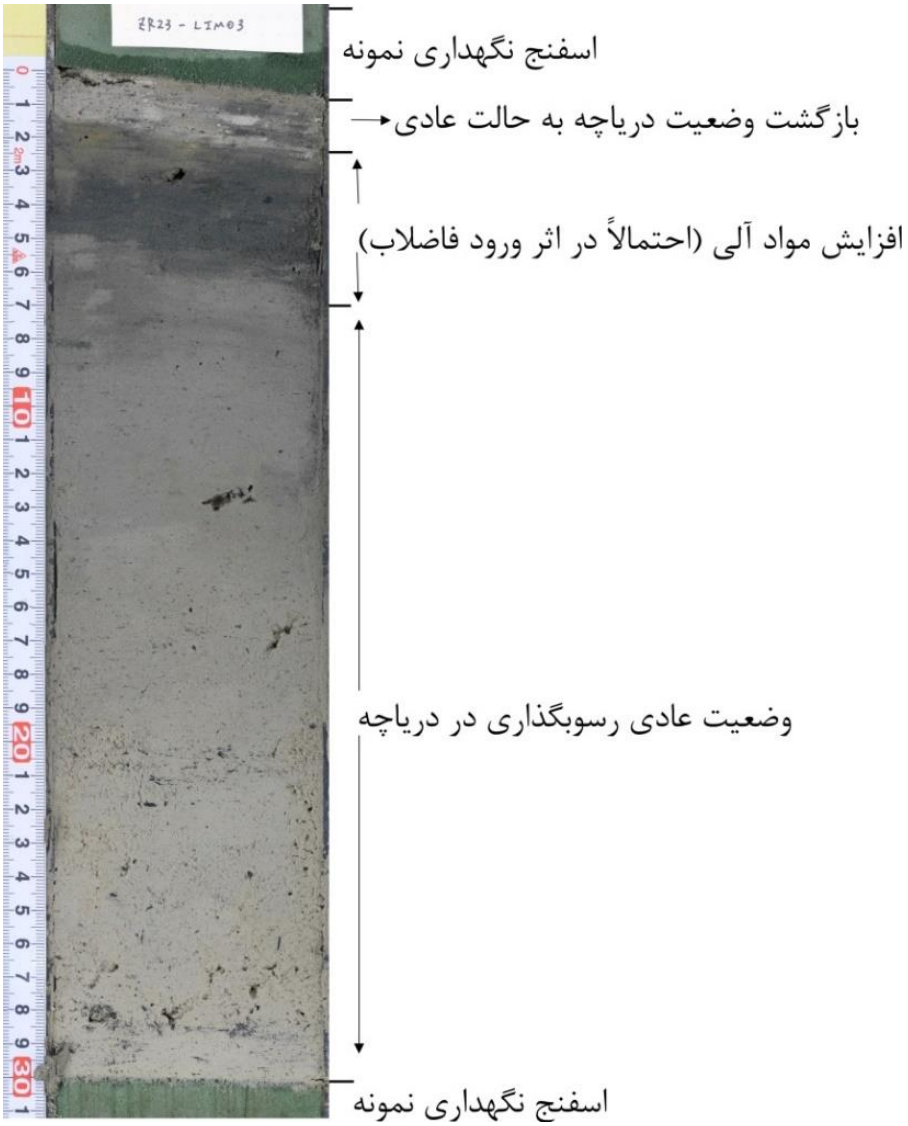
پوشش گیاهی در سراسر این منطقه توسط کشاورزی و چرای دام مختل شده است. با این حال، باید گفت که این تنها راه ما برای بازسازی پوشش گیاهی گذشته است. درصد گرده‌ها (و نه قدر مطلق آنها) روندهای واضح و ثابتی را نشان می‌دهد. بنابراین، بعنوان مثال گونه درمنه در ارتفاعات کم در شرق ایران و همچنین در مناطق نسبتاً خنک فلات داخلی ایران رشد می‌کند، و نمونه‌های سطحی از استپ گرم دشت بین‌النهرین درصد گرده کمی را برای درمنه نشان می‌دهند. در عوض، درصد گرده برای بارهنگ (Plantago)، امروزه در داخل ایران کم و در مناطق کوهپایه‌ای بین‌النهرین زیاد است. نمی‌توان این تفاوت‌ها را صرفاً به اختلالات ناشی از کشاورزی نسبت داد، زیرا کشاورزی و چرا تقریباً در همه جا وجود دارد. بنابراین در غیاب شواهد تحلیلی دیگر، به نظر می رسد بهتر است نتیجه بگیریم که مجموعه گرده‌های اواخر پلیستوسن که با مقادیر بالای درمنه و مقادیر کم بارهنگ مشخص می‌شود بهترین آنالوگ برای درک آب و هوای نسبتاً خنک این دوره است.

پولار معتقد است که افزایش جزئی در گرده بارهنگ، کامپوزیت ها (Tubul florae)، ریواس (Rheum) و علف‌ها (به ویژه علف‌های نوع غلات) در حدود ۱۴۰۰۰ سال پیش نشان دهنده کشت است (Pullar, 1977). این نتیجه‌گیری بر اساس مطالعات گسترده در دانمارک است که نمودارهای گرده با سوابق باستان‌شناختی کشاورزان دوره نوسنگی همبستگی نزدیکی دارد. در دانمارک که پوشش گیاهی متراکمی دارد، این نتیجه‌گیری برای پاکسازی جنگل و کشاورزی بسیار آسان است ولی چنین چیزی برای اقلیم نیمه خشک ایران دشوار است. همچنین علف‌های غلاتی که در دانکارک یافت شده است، بومی دانمارک نیستند، بنابراین ظهور نوع گرده غلات در آنجا به معنای معرفی دانه‌های غلات (گندم و جو) است. این در حالی است که در ایران علف‌های غلات گونه‌های بومی آن هستند و نمی‌توان گرده ارقام وحشی و کشت شده را از یکدیگر متمایز نمود. علاوه بر این، گندم و جو گرده‌های بسیار کمی را آزاد می‌کنند و چندین گونه علف دیگر وجود دارند که تولیدکننده‌های گرده بزرگ با دانه‌های گرده هستند که از دانه‌های غلات وحشی یا کشت‌شده قابل تشخیص نیستند. بنابراین فرم منحنی گرده علف در دریاچه زریبار را نمی توان به عنوان معیار کشت استفاده نمود.

به دلایل مشابه، بازسازی های فرهنگی پیچیده ای که توسط لوئیس (۱۹۷۲) پیشنهاد شده و توسط پولار برای غار شانیدر در زاگرس به کار گرفته شده است، قابل قبول نیستند. ظهور دانه‌های گرده بزرگ «نوع Cerealia» در این مکان در ۱۲۰۰۰ سال پیش، دلیلی برای غلات اهلی‌شده نیست، و همچنین نمی‌توان فرض کرد که ۲۰۰۰ سال کشت (از حدود ۱۴۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ سال پیش) برای ایجاد تغییرات

مورفولوژیک گیاهی در دانه های گرده غلات کافی بوده است. درصد گرده گیاهان دشتی و سایر گیاهان علف هرز امروزه در منطقه زریبار از ۱۱۰۰۰ سال پیش که جمعیت کشاورزان و در نتیجه میزان اختلالات گیاهی قطعا کمتر از امروز بود، بیشتر نیست. رویشگاه گیاهان علف هرز فقط با کشاورزی ایجاد نمی شود، مثلاً گیاهان علف هرز در پوشش گیاهی ناپیوسته و خاک معدنی عریان در مناطق نیمه خشک رایج هستند.

در زمانی که تفسیر دیرین اقلیم از نمودار گرده دریاچه زریبار برای اولین بار توسط ون زیست و رایت (۱۹۶۳) زمانی بود که دانش دیرینه اقلیم‌شناسی معتقد بود که پایان پلیستوسن تغییر اقلیم از آب و هوای مرطوب به اقلیم خشک‌تر رخ داده است. اکنون وضعیت بسیار متفاوت است(شکل ۱۱). در بخش غربی کمربندی که از زاگرس تا اسپانیا کشیده شده است، هیچ مدرک باستان شناسی برای کشاورزی در اوایل ۱۱۰۰۰ سال پیش وجود ندارد (چه رسد به ۱۴۰۰۰ سال پیش)، و هیچ چیز در نمودارهای گرده را نمی توان به اختلالات فرهنگی در این تاریخ‌های اولیه نسبت داد.



شکل ۱۱: نمونه رسوبات دریاچه زریبار که در سال ۱۴۰۲ توسط نگارنده و تیم مطالعاتی ایران–ژاپن گرفته شد.

برای منطقه توروس در جنوب ترکیه، جایی که شواهد باستان شناسی به کشاورزی در اوایل ۹۰۰۰ سال پیش اشاره می کند هیچ نشانه قابل اعتمادی از فعالیت های انسانی یا کشاورزی تا حدود ۳۵۰۰ سال پیش وجود ندارد. تنها در این زمان است که جنگل‌های کاج در توروس به طور گسترده برای کشاورزی پاکسازی شدند و گردو، شاه بلوط و زیتون کاشته شدند. در این مکان و در غرب آسیای نیمه خشک در طول چند هزار سال اول میزان کشاورزی آنقدر نبود تا در نمودارهای گرده ثبت شود. این امر به ویژه برای منطقه دریاچه زریبار که حتی امروزه فقط به صورت محلی کشاورزی انجام می‌شود، صدق می‌کند. پولار نشان می دهد که افزایش گرده بلوط و پسته در حدود ۱۱۰۰۰ پیش برای نشان دادن تغییرات مهم آب و هوایی کافی نیست. او معتقد است تا حدود ۸۰۰۰ سال پیش تغییر آب و هوایی مهمی در این منطقه رخ نداده است (Pullar, 1977). مرسوم است که در تفسیر نمودارهای گرده بر تغییرات مهم پروفیل‌های اصلی گرده تأکید گردد زیرا این تغییرات به تغییر در پوشش گیاهی دلالت دارند. تغییر مورد بحث، یعنی افزایش گرده بلوط و پسته در حدود ۱۴۰۰۰ سال پیش محسوس است، یعنی زمانی که پولار معتقد است بریدن و سوزاندن برای کشاورزی شروع شده ولی در حدود ۱۱۰۰۰سال پیش آشکارتر می‌شود.

گرده بلوط تا حدود ۵۵۰۰ سال پیش به طور پیوسته افزایش می یابد. افزایش وسعت جنگل های بلوط را می‌توان به عنوان افزایش مداوم دما و بارش پس از شرایط سرد و خشک پلیستوسن تفسیر کرد. از طرف دیگر، گسترش آهسته جنگل‌های بلوط را نیز می‌توان به مهاجرت آهسته بلوط از پناهگاه‌های مهاجرتی دوردست پلیستوسن در شامات نسبت داد، جایی که بلوط در اواخر پلیستوسن حضور داشته است. با این که هیچ چیزی در نمودارهای گرده گواه تغییر آب و هوایی مهمی در حدود ۸۰۰۰ سال پیش نیست ولی پولار بر اساس بررسی شواهد یخبندان معتقد است تغییر اقلیم اصلی در زاگرس در این زمان رخ داده است. شاهد او برای چنین ادعایی خط برف اواخر پلیستوسن است که تنها ۶۵۰ تا ۸۰۰ متر پایین‌تر از امروز بوده است که معرف کاهش دما در حدود ۳ تا ۵ درجه سانتیگراد است (Bobek, 1953). با این حال، در جنوب شرقی ترکیه مورن های یخچالی تا ارتفاع بسیار پایین‌تری از نقشه بوبک (Bobek, 1953) امتداد دارند و در عراق سیرک‌های یخچالی نشان دهنده پایین بودن خط برف در حدود ۱۲۰۰ متر تا ۱۸۰۰ متر پایین‌تر از امروزه است. در کوه جوپار در نزدیکی کرمان نیز مورن‌های یخچالی وجود دارد که نشان می‌دهد خط برف تا ارتفاع حدود ۱۵۵۰ متری پایین بوده است. بنابراین آنچه بوبک (۱۹۵۴) و پس از او پولار (۱۹۷۷) در این مورد نتیجه‌گیری کرده‌اند بر اساس مشاهدات ناقص بوده است. بر اساس این مشاهدات ناقص، بوبک و پولار نتیجه گرفته‌اند که آب و هوای اواخر پلیستوسن در دریاچه زریبار مرطوبتر از اکنون بوده است اما نمودار گرده زریبار نشان می‌دهد که آب و هوای اواخر پلیستوسن خشک و سرد بوده است.

به طور خلاصه، فرضیه تلفیقی پولار بیان می‌کند که کشت گیاهان در منطقه زاگرس از ۱۴۰۰۰ سال پیش با روش بریدن و سوختن آغاز شد و باعث تغییرات گسترده در پوشش گیاهی و توالی گرده شد. او همچنین نتیجه می گیرد که تغییرات آب و هوایی اواخر پلیستوسن و اوایل هولوسن جزئی بوده و و بسیار دیرتر در منطقه شروع شده است و بنابراین هیچ نقشی در دگرگونی گیاهی نداشته است. این نظریه البته قابل قبول نیست و شواهد موجود به هیچ عنوان از آن پشتیبانی نمی‌کند. بنابراین، گمانه‌زنی‌های بیشتر، در مورد زمان جهش‌های غلات، یا جامعه‌شناسی شکارگریان– گردآوران و کشت‌کاران اولیه گیاهان با روش پولار به واقعیت نزدیک نیست. واقعیت این است که هیچ مدرک باستان شناسی برای کشت گیاه در زاگرس در اوایل ۱۴۰۰۰ سال پیش وجود ندارد و داده‌های دیرینه اقلیم‌شناسی نیز از فرضیه‌ی تأخیر اقلیمی پشتیبانی نمی‌کنند. البته کاملا محتمل است که برخی از کشت های اولیه یا اولیه گیاهان در زاگرس قبل از اولین شواهد باستان شناسی به شکل بذر بقایای گیاهان اهلی شده از نظر مورفولوژیکی قابل شناسایی باشد، اما هیچ مدرکی وجود ندارد که ۵۰۰۰ سال شکاف بین ادعای پولار (۱۴۰۰۰ سال پیش) تا شواهد متقن کشاورزی در زاگرس (۹۰۰۰ سال پیش) را توجیه نماید.

References

Bobek, H., 1953, Klima und Landschaft Irans in vor-und friihgeschichtlicher Zeit, Geogr: Jhrbericht a. Dsterreich, v. 25, p. 54.

Darabi, H., 2012, Towards reassessing the Neolithisation process in Western Iran: Documenta Praehistorica, v. 39, p. 103-110.

Djamali, M., de Beaulieu, J.-L., Andrieu-Ponel, V., Berberian, M., Miller, N. F., Gandouin, E., Lahijani, H., Shah-Hosseini, M., Ponel, P., and Salimian, M., 2009a, A late Holocene pollen record from Lake Almalou in NW Iran: evidence for changing land-use in relation to some historical events during the last 3700 years: Journal of Archaeological Science, v. 36, no. 7, p. 1364-1375.

Djamali, M., De Beaulieu, J.-L., Miller, N. F., Andrieu-Ponel, V., Ponel, P., Lak, R., Sadeddin, N., Akhani, H., and Fazeli, H., 2009b, Vegetation history of the SE section of the Zagros Mountains during the last five millennia; a pollen record from the Maharlou Lake, Fars Province, Iran: Vegetation History and Archaeobotany, v. 18, p. 123-136.

Djamali, M., de Beaulieu, J.-L., Shah-hosseini, M., Andrieu-Ponel, V., Ponel, P., Amini, A., Akhani, H., Leroy, S. A., Stevens, L., and Lahijani, H., 2008, A late Pleistocene long pollen record from Lake Urmia, NW Iran: Quaternary Research, v. 69, no. 3, p. 413-420.

El-Moslimany, A. P., 1986, Ecology and late-Quaternary history of the Kurdo-Zagrosian oak forest near Lake Zeribar, western Iran: Vegetatio, v. 68, p. 55-63.

Farmanbar, Z., Delavar, M., and Imani-Amirabadi, S., 2018, The Effects of Climate Change on Water Resources and Agricultural Systems in the Context of Regional Risk Assessment (Case Study: Lake Zarebar Basin): Iran-Water Resources Research, v. 13, no. 4, p. 75-88.

Hole, F., Flannery, K. V., and Neely, J. A., 1969, Prehistory and human ecology of the Deh Luran Plain: an early village sequence from Khuzistan, Iran, U of M Museum Anthro Archaeology.

Hutchinson, G., and Cowgill, U., 1963, Chemical examination of a core from Lake Zeribar, Iran: Science, v. 140, no. 3562, p. 67-69.

Hutorowicz, A., 2008, Oospores of Chara tomentosa from Holocene sediments of Lake Zeribar (Iran): Biologia, v. 63, no. 2, p. 162-166.

Kassler, P., The structural and geomorphic evolution of the Persian Gulf, in Proceedings The Persian Gulf: Holocene carbonate sedimentation and diagenesis in a shallow epicontinental sea1973, Springer, p. 11-32.

Lewis, H. T., 1972, The role of fire in the domestication of plants and animals in Southwest Asia: a hypothesis: Man, v. 7, no. 2, p. 195-222.

Matthews, R., Mohammadifar, Y., Matthews, W., and Motarjem, A., 2010, Investigating the Early Neolithic of western Iran: The Central Zagros Archaeological Project (CZAP): Antiquity, v. 84, no. 323, p. 1-3.

Megard, R. O., 1967, Late-Quaternary Cladocera of Lake Zeribar Western Iran: Ecology, v. 48, no. 2, p. 179-189.

Mohammadzadeh, H., and Ebrahimpoor, S., 2011, Investigation of Hydrogeochemistry, factors that controlling the water chemistry, in Zarivar Lake, in University, S., ed., The 7th

Conference of Engineering Geology and Environmental Geology of Iran: Shahroud, Iran, Shahroud University.

Naderi, S., Rezaei, H.-R., Pompanon, F., Blum, M. G., Negrini, R., Naghash, H.-R., Balkız, Ö., Mashkour, M., Gaggiotti, O. E., and Ajmone-Marsan, P., 2008, The goat domestication process inferred from large-scale mitochondrial DNA analysis of wild and domestic individuals: Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 105, no. 46, p. 17659-17664.

Pullar, J., 1977, Early cultivation in the Zagros: Iran, v. 15, no. 1, p. 15-37.

Rafiei, B., Hossein Panahi, F., and Shakiba Azad, A., Investigating the sedimentology characteristics of Zarivar Lake with emphasis on the threatening factors, in Proceedings 31st Conference of Earth Science, Tehran, November 2012, Geological Survey of Iran.

Riehl, S., Benz, M., Conard, N. J., Darabi, H., Deckers, K., Nashli, H. F., and Zeidi-Kulehparcheh, M., 2012, Plant use in three Pre-Pottery Neolithic sites of the northern and eastern Fertile Crescent: a preliminary report: Vegetation History and Archaeobotany, v. 21, p. 95-106.

Roberts, N., 2002, Did prehistoric landscape management retard the post-glacial spread of woodland in Southwest Asia?: Antiquity, v. 76, no. 294, p. 1002-1010.

Snyder, J. A., Wasylik, K., Fritz, S. C., and Wright Jr, H. E., 2001, Diatom-based conductivity reconstruction and palaeoclimatic interpretation of a 40-ka record from Lake Zeribar, Iran: The Holocene, v. 11, no. 6, p. 737-745.

Stevens, L., Wright Jr, H., and Ito, E., 2001, Proposed changes in seasonality of climate during the Lateglacial and Holocene at Lake Zeribar, Iran: The Holocene, v. 11, no. 6, p. 747-755.

Van Zeist, W., 1967, Late Quaternary vegetation history of western Iran: Review of palaeobotany and palynology, v. 2, no. 1-4, p. 301-311.

Van Zeist, W., and Bottema, S., 1977, Palynological investigations in western Iran: Palaeohistoria, p. 19-85.

Van Zeist, W., and Wright Jr, H., 1963, Preliminary pollen studies at Lake Zeribar, Zagros mountains, southwestern Iran: Science, v. 140, no. 3562, p. 65-67.

Wasylikowa, K., 1967, Late quaternary plant macrofossils from Lake Zeribar, western Iran: Review of Palaeobotany and Palynology, v. 2, no. 1-4, p. 313-318.

-, 2005, Palaeoecology of Lake Zeribar, Iran, in the Pleniglacial, Lateglacial and Holocene, reconstructed from plant macrofossils: The Holocene, v. 15, no. 5, p. 720-735.

Wasylikowa, K., Witkowski, A., Walanus, A., Hutorowicz, A., Alexandrowicz, S. W., and Langer, J. J., 2006, Palaeolimnology of Lake Zeribar, Iran, and its climatic implications: Quaternary Research, v. 66, no. 3, p. 477-493.

Whitney, J. W., Faulkender, D., and Rubin, M., 1983, The environmental history and present condition of the northern sand seas of Saudi Arabia, Ministry of Petroleum and Mineral Resources, Deputy Ministry for Mineral ….

Wick, L., Lemcke, G., and Sturm, M., 2003, Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: high-resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey: The holocene, v. 13, no. 5, p. 665-675.

Wright Jr, H. E., 1960, Climate and prehistoric man in the eastern Mediterranean: Prehistoric investigations in Iraqi Kurdistan, p. 71-95.

Zamani Dadaneh, M., Forooz, F., and Behnia, A., 2023, The Marivan Plain during the Parthian Period; Based on field and archaeological studies.

Zamani Dadaneh, M., Mohammadi Ghasrian, S., and Saed Mucheshi, A., 2022, Identifying the Cultural Sequence of Marivan Plain; Based on Archaeological Field Survey: Journal of Archaeological Studies, v. 13, no. 4, p. 71-96.

Zeder, M. A., 2001, A metrical analysis of a collection of modern goats (Capra hircus aegargus and C. h. hircus) from Iran and Iraq: implications for the study of caprine domestication: Journal of Archaeological Science, v. 28, no. 1, p. 61-79.