سال اول
شماره ۱
پاییز
۱۴۰۲

۱

۱-۱۲۴

سرزمین‌های پارس آرین

مجله علمی-تحلیلی و
پژوهشی علوم زمین
دوره انتشار: فصلنامه
شاپا الکترونیکی: ۹۳۴۴-۳۰۴۱

کرسی یونسکو
در مخاطرات رهیافتشناختی ساحلی
unesco
Chair

انجمن زمین شناسی ایران
۱۳۷٤
GEOLOGICAL SOCIETY OF IRAN

آرین زمین

به نام خداوند جان و خرد

سرزمین‌های پارس آرین

JPAT

OPEN ACCESS

مدیر مسئول
دکتر منصور قربانی
سردبیر
کمال طاهری

اعضای هیات تحریریه
دکتر آذین آهی‌فر
دکتر پیمان افضل
دکتر سونیا شیدرنگ
دکتر جعفر عمرانی
دکتر راضیه لک
دکتر عباس مقصودی
دکتر نیلوفر موسوی پاک
دکتر مرتضی مومن زاده
دکتر حمیدرضا ناصری
دکتر نیما نظافتی
دکتر حمید نظری

هیات تحریریه بین المللی
دکتر نصرالدین زمان الدین
دکتر عیسی ال حسین
دکتر خاچاتور ملکستیان

کادر اجرایی
مهندس عرفان رحیمی
مهندس محسن قربانی
دکتر ریحانه لطفی
مهندس نسیم قربانی
مهندس شهره سالخورده
پشتیبانی فنی
مهندس عرفان رحیمی

دکتر منصور قربانی (مدیرمسئول):
m_ghorbani@hotmail.com
تهران، ایران

کمال طاهری
taheri.kamal@gmail.com
کرمانشاه، ایران

اهداف مجله مجله سرزمین‌های پارس آرین نشریه علمی است که به انتشار نویافته ها یا مقالات مروری در طیف گسترده ای از موضوعات علوم زمین می پردازد. مقالاتی که در حوزه فرهنگی ایران و در محدوده سرزمین های بین النهرین تا ماوراءالنهر اهمیت منطقه ای و بین المللی دارد. این مجله از مقالات، مرورها و گزارشهای فنی محققان و دانشمندان علوم زمین در زمینه‌های مختلف و همچنین مطالعات بین‌رشته‌ای که رشته‌های متعدد علوم زمین را برای کشف نویافته ها به هم پیوند می‌دهند، استقبال می کند.

اطلاعات نشریه مجله سرزمین های پارس آرین نشریه ای است که امکان ارسال مطالب به دو زبان فارسی و انگلیسی را فراهم می کند. خط مشی مجله بدون هزینه و با دسترسی آزاد است و دریافت رایگان مقالات منتشر شده برای خوانندگان در سراسر جهان را تضمین می کند. هیئت تحریریه مجله پس از دریافت مطالب ارسالی، نخست آنها را بر اساس قالب بندی و رعایت ساختار کلی استانداردهای نگارش علمی ارزیابی می کند. مقالات سازگار به روند بررسی سپرده می شوند. برای ارتباط با هیئت تحریریه مجله، لطفاً از ایمیل ارائه شده استفاده کنید یا مستقیماً با سردبیران تماس بگیرید.

سفارشات، ادعاها، استعلام محصول لطفا برای هرگونه درخواست اشتراک، انتقاد یا سفارش مجلدات مجله (نسخه چاپی) با آدرس:
تهران، بزرگراه حقانی شمالی، خروجی میرداماد، خیابان محمدرضا کوشا، پلاک ۶۵، طبقه دوم، واحد سوم غربی. کد پستی ۱۵۴۷۷۱۷۴۱۱ مکاتبه یا با شماره زیر تماس بگیرید:
تلفن: +۹۸-۲۱۲۲۹۲۵۲۶۳

سرزمین‌های پارس آرین

فصلنامه علمی-پژوهشی و تحلیلی علوم زمین در حوزه فرهنگی ایران (از میانرودان تا فرارودان)

سال اول، شماره ۱، پاییز ۱۴۰۲

مدیر مسئول

دکتر منصور قربانی

سردبیر

کمال طاهری

اعضای هیات تحریریه

دکتر آذین آهی‌فر (مرکز پژوهشی زمین شناسی پارس آرین زمین)

دکتر پیمان افضل (استاد گروه مهندسی نفت و معدن دانشگاه آزاد اسلامی)

دکتر سونیا شیدرنگ (استاد مدعوی دانشگاه شهید بهشتی، تهران)

دکتر جعفر عمرانی (معاون زمین شناسی سازمان زمین شناسی کشور)

دکتر راضیه لک(رئیس پژوهشکده علوم زمین)

دکتر عباس مقصودی (دانشیار گروه اکتشاف معدن، دانشگاه صنعتی امیر کبیر)

دکتر نیلوفر موسوی پاک (رییس شرکت گوهرشناسی Nilgem فرانسه)

دکتر مرتضی مومن زاده (دکترای اکتشاف معدن، مدیر در مجموعه شرکتهای زر)

دکتر حمیدرضا ناصری (عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی)

دکتر نیما نظافتی (موسسه علوم باستان‌شناسی دانشگاه روهر بوخوم آلمان)

دکتر حمید نظری (رئیس کرسی یونسکو در مخاطرات زمین شناسی ساحلی)

اعضای هیات تحریریه بین المللی

دکتر نصرالدین زمان الدین (دانشگاه خجند، تاجیکستان)

دکتر خاچاتور ملیکستیان (آکادمی ملی علوم ارمنستان)

دکتر عیسی ال حسین (دانشگاه سلطان قابوس، مسقط، عمان)

شورای سردبیری

دکتر مرتضی مومن زاده، دکتر حمیدرضا ناصری، دکتر حمید نظری، دکتر نیما نظافتی و دکتر نصرالدین زمان الدین

کادر اجرایی

مهندس عرفان رحیمی(مرکز پژوهشی زمین شناسی پارس آرین زمین)

مهندس محسن قربانی(مرکز پژوهشی زمین شناسی پارس آرین زمین)

دکتر ریحانه لطفی(مرکز پژوهشی زمین شناسی پارس آرین زمین)

مهندس نسیم قربانی(مرکز پژوهشی زمین شناسی پارس آرین زمین)

مهندس شهره سالخورده(مرکز پژوهشی زمین شناسی پارس آرین زمین)

پشتیبانی فنی: عرفان رحیمی(مرکز پژوهشی زمین شناسی پارس آرین زمین)

آدرس: ایران، تهران، بزرگراه حقانی شمال، خروجی میرداماد، خیابان محمدرضا کوشا، پلاک ۶۵، طبقه دوم، واحد سوم غربی.

کدپستی: ۱۵۴۷۷۱۷۴۱۱، تلفن: ۰۲۱۲۲۹۲۵۲۶۳، دورنگار: ۰۲۱۲۲۹۲۵۲۷۱

ناشر مرکز پژوهشی زمین شناسی پارس آرین زمین

حامی انجمن زمین شناسی ایران، کرسی یونسکو در مخاطرات زمین شناختی ساحلی

شاپا الکترونیکی ISSN 3041-9344

© همه حقوق این اثر متعلق به موسسه پژوهشی زمین شناسی پارس آرین است.

این مجله و مشارکت‌های فردی موجود در آن تحت حق چاپ موسسه پژوهشی زمین شناسی پارس آرین محافظت می‌شود و شرایط و ضوابط زیر برای استفاده از آنها اعمال می‌شود:

فتوکپی

فتوکپی از هر یک از مقالات یا دانلود آنها برای عموم آزاد است و تابع قوانین کپی رایت(حق چاپ) مقالات با دسترسی آزاد است. این حق استفاده برای اهداف علمی بوده و هرگونه کپی یا بارگذاری در درگاههای الکترونیکی شخصی برای استفاده مالی یا فروش شخصی تابع قوانین حق انتشار است و نیازمند اجازه کتبی از ناشر (موسسه پژوهشی زمین شناسی پارس آرین) است. نرخ دسترسی برای مؤسسات آموزشی که مایل به تهیه فتوکپی برای استفاده در کلاس های آموزشی غیرانتفاعی هستند نیز رایگان بوده اما لازم است به منبع اشاره شود. در صورت استفاده تجری از بخش یا بخشهایی از مجلات برای استفاده های مالی کسب اجازه از ناشر الزامی است. آدرس و شماره های تماس برای دریافت اجازه کتبی در شرح مندرجات مجله ارایه شده است.

آثار قابل عرضه

علاقه مندان می توانند فهرست مطالب فصلنامه را تکثیر نمایند یا فهرستی از مقالات شامل چکیده را برای انتشار داخلی در مؤسسه خود تهیه کنند. با این حال مجوز ناشر برای فروش مجدد یا توزیع خارج از موسسه مورد نیاز است.برای سایر آثار مشتق شده، از جمله تالیف و ترجمه، مجوز ناشر الزامی است. اجازه ناشر برای ذخیره الکترونیکی مطالب موجود در این مجله، از جمله هر مقاله یا بخشی از یک مقاله، الزامی است. به جز موارد ذکر شده در بالا، هیچ بخشی از این فصلنامه را نمی توان بدون اجازه کتبی قبلی ناشر تکثیر کرد، در یک سیستم بازیابی ذخیره کرد یا به هر شکل یا به هر وسیله ای، الکترونیکی، مکانیکی، فتوکپی، ضبط و یا غیره منتقل کرد. درخواست‌های مجوز را به آدرس‌های فکس و ایمیل ذکر شده در مشخصات مجله ارسال نمایید.

توجه: ناشر هیچ مسئولیتی در قبال هر گونه صدمه و/یا آسیب به اشخاص یا اموال به دلیل مسئولیت محصولات، سهل انگاری یا موارد دیگر، یا استفاده یا عملیاتی از هر روش، محصول، دستورالعمل یا ایده ای که در مطالب و مقالاتوجود دارد را نمی پذیرد. به دلیل پیشرفت های سریع در علوم پزشکی، در صورت ذکر هرگونه توصیه های درمانی در مقالات به ویژه مقالات زمین شناسی پزشکی، تأیید مستقل تشخیص و دوزهای دارو باید انجام شود. اگرچه انتظار می‌رود همه مطالب تبلیغاتی با استانداردهای اخلاقی (پزشکی) مطابقت داشته باشد، درج در این فصلنامه تضمین یا تاییدی بر کیفیت یا ارزش چنین محصولی یا ادعاهایی که سازنده آن در مورد آن ارائه می‌کند نیست. مسئولیت ادعاها، گفتارها و صحت مطالب با نویسنده (نویسندگان) آن است.

ترجمه: در صورتی که شورای تحریریه تشخیص دهند مقاله ای که واجد ارزش علمی ویژه ای در حوزه اهداف و دامنه جغرافیایی مشمول فصلنامه به زبانی غیر از فارسی است و مترجمی می خواهد با ترجمه آن، آن را در مجله سرزمین های پارس آرین لازم است مجوز ترجمه از نویسنده (گان) اصلی آن به صورت کتبی یا تصویری از ایمیل ارسالی نویسنده اصلی به مترجم به همراه متن مقاله ترجمه اصلی ارایه گردد. ترجمه از همه زبانهای رایج در حوزه میانرودان تا فرارودان از جمله عربی، تاجیکی، روسی، فرانسه، کردی، پشتو، دری و... مورد پذیرش قرار می گیرد.

رعایت اخلاق در انتشار: فصلنامه سرزمین های پارس آرین تابع قوانین کمیتهٔ اخلاق در انتشار (COPE) است و از آئین نامه اجرایی قانون پیشگیری و مقابله با تقلب در آثار علمی پیروی می‌کند. پیش از بررسی مقاله، فرم های تعهد نویسندگان شامل فرم تعهد رعایت اخلاق نشر Publication Ethics و فرم افشای تعارض منافع (Conflict of Interest Statement) از نویسندگان دریافت میشود.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
سخن مدیرمسئول	*الف*
نامورنامه	
ابوریحان بیرونی: دانشمندی فراتر از عصر خویش	۱
مقاله پژوهشی	
بازبینی رسوبات دریاچه زریبار: اثرات تغییرات اقلیمی برگسترش انسان در زاگرس	۹
چاله های برودتی و آثار یخچالی کواترنری در ایران مرکزی	۴۱
بزرگ جانوران فسیل کواترنری در ایران	۵۵
هنر صخره ای غار کرفتو و مناطق اطراف آن، شمال کردستان، غرب ایران (چکیده فارسی)	۷۵
مروری بر بادبادک صحرا: آخرین چشم انداز! (چکیده فارسی)	۷۶
گزارش فنی	
نگرشی زمین شناسی در تعیین مسیر تجارت سنگ قبور گورستان اسلامی روانسر	۶۷

Title	Page
Al-Biruni: A Scientist Beyond His Time	78
Revisiting Zeribar Lake Sediments: Effects of Climate Change on Human Development in Zagros	79
Cryogenic Pits and Quaternary Glacial Evidence in Central Iran	80
Megafauna Fossils in Iran's Quaternary Period: An Overview	81
Rock Sources for Gravestones at the Islamic Cemetery of Ravansar: A Geological Perspective	82
Rock Art at the Karafto Cave and its Surrounding Areas, North of Kurdistan	83
A review to the Desert Kite: State of the Art!	107

اشتراک فصلنامه سرزمین های پارس آرین

مشترک گرامی

خواهشمندم پیش از درخواست اشتراک به موارد زیر توجه فرمایید:

آدرس خود را کامل و خوانا با ذکر کدپستی بنویسید. برای درخواست اشتراک این فصلنامه بهای اشتراک (که بر مبنای هزینه چاپ تک جلد محاسبه می گردد) را بر اساس جدول زیر به شماره حساب ..... بانک ..... شعبه ..... کد شعبه .....، به نام فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین واریز نموده و اصل فیش بانکی به همراه فرم تکمیل شده زیر را به نشانی تهران، بزرگراه حقانی شمال، خروجی میرداماد، خیابان محمدرضا کوشا، پلاک ۶۵، طبقه دوم، واحد سوم غربی کدپستی: ۱۵۴۷۷۱۷۴۱۱ ارسال نموده و یا به شماره ۰۲۱۲۲۹۲۵۲۷۱ فکس نمایید. خواهشمند است کپی فیش واریزی را تا پایان مدت اشتراک نزد خود نگه دارید. پس از ارسال فرم از طریق تماس تلفنی از دریافت آن توسط دفتر فصلنامه و برقراری اشتراک خود اطمینان حاصل نمایید.

شماره تماس: تلفن: ۰۲۱۲۲۹۲۵۲۶۳، دورنگار: ۰۲۱۲۲۹۲۵۲۷۱

تعرفه اشتراک برای مشترکین داخل کشور ۴۰۰۰۰۰۰ ریال (چهارصدهزار تومان) برای یکسال اشتراک.

تعرفه اشتراک برای مشترکین خارج از کشور بر مبنای شرایط هزینه بهنگام پست بعلاوه هزینه انتشار هر جلد در داخل کشور تعیین می گردد.

فرم اشتراک درخواست فصلنامه

نام نام خانوادگی(نماینده):..... نام شرکت:.....

شغل / نوع فعالیت:.....

استان:.....شهر:.....کد پستی ده رقمی:.....

نشانی کامل پستی:.....

.....

تلفن تماس:.....تلفن همراه:.....متقاضی اشتراک سالانه فصلنامه

از شماره .....تا .....می باشم.

مبلغ واریز شده:..... شماره فیش بانکی:.....تاریخ واریز:.....

خواهشمند است اشتراک اینجانب با مشخصات یاد شده را برقرار نمایید.

امضاء متقاضی

سخن مدیرمسئول

مجله سرزمین‌های پارس آرین فصلنامه تخصصی علوم زمین است که بر پژوهشهای علمی و تحلیلهای مروری در همه گرایشهای زمین‌شناسی و علوم بینابینی در کشورهای حوزه میان‌رودان تا فررودان و به طورکلی سرزمینهایی با فرهنگ مشترک ایرانی تکیه دارد، سرزمین‌هایی که در باختر و جنوب‌باختری قاره آسیا واقع شده‌اند و پیکره اصلی فلات ایران را تشکیل می‌دهند. تکوین "آنتروپوسن" به عنوان یک دوره از تقسیم بندی زمانی زمین شناسی نشان داد که اثرات فزاینده انسان بر کره زمین و حوزه های مرتبط به آن به حدی است که در سده اخیر موجب تغییرات فاحشی در چهره زمین شده است. اهمیت این دوران و لزوم دستیابی به زندگی در معرض مخاطرات کمتر، باعث شده است تا بخش عظیمی از برنامه‌ها و اهداف توسعه پایدار با زمین و منابع آن و البته منوط به علوم زمین گردد. بدون شک علوم زمین تأثیر شگرفی بر اقتصاد، زیرساخت‌های فیزیکی، توسعه پایدار و مسائل زیست محیطی و تحولات سیاسی–اجتماعی بشر دارد. تحولاتی که رکن اصلی مهاجرتها، دگرگونی فرهنگی یا نابودی آن و وقوع انقلاب‌های صنعتی در جهان بوده است.

هدف از انتشار این مجله در دنیای پر تیراژ مجلات علمی–پژوهشی و فراوانی ژورنالهای ممتاز بین المللی، نه برای رقابت یا اشتیاق به انتشار بیشتر توسط گرداندگان آن، بلکه بیشتر به سبب آگاهی بخشی اهمیت علوم زمین و دانشهای مرتبط با آن برای ترویج علم، رسیدن یا نزدیک شدن به اهداف توسعه پایدار، بازخوانی سرگذشت زمین شناختی حوزه فرهنگی ایران و تولید محتوای مبتنی بر اخلاق علمی برای اشاعه دوباره دانسته هایی است که شاید کمتر به آن پرداخته شده است. در چنین چشم اندازی کشورهای حوزه میان‌رودان تا فررودان هدف اصلی مجله است که البته این نگرش، سرزمین شمول است و به تناسب موضوعات محلی و منطقه ای که بتواند با ذکر رویدادهای زمین شناختی کمکی به فهم کلان سرزمینهای هدف مطالعه نماید نیز می تواند مرور یا بیان گردد.

فلات ایران سرزمین پهناور و مرتفعی است که دریای کاسپین در شمال، جلگه‌های رودهای آمودریا، سند و پنجاب در شمال‌خاوری، جلگه رود کورا در شمال‌باختری، دریای مکران یا عمان و خلیج‌فارس در جنوب و جلگه رود دجله در باختر آن قرار گرفته اند. مساحت این فلات دو میلیون و ۶۰۰ هزار کیلومتر مربع است که از این مقدار، به‌طور تقریبی حدود ۶۴ درصد آن مساحت کشور ایران امروزی است.

فلات ایران سرگذشت زمین‌شناسی ویژه‌ای در جهان دارد. عمده این این فلات در حقیقت بخشی از سرزمین‌های شمالی گندوانا بوده که از آن جدا شده و در حرکت چند مرحله ای به سمت اوراسیا نهایتاً به آن پیوسته است. عمده وسعت کشورهای میان‌رودان تا فرارودان به سرزمین‌های گندوانایی تعلق دارند و بخش کوچکی از کشورهای شمال باختری و شمال خاوری کاسپین هم از نظر زمین‌شناسی اوراسیایی هستند. از جدا شدن این فلات و سپس اتصال به اوراسیا و تکامل امروزی آن چندین فاز کوهزایی رخ داده است. ویژگی‌های کلی زمین شناسی و طبیعی سرزمین‌های میان‌رودان تا فرارودان تحت تاثیر حرکت دو ورقه یا شبه قاره عربی و هند و برخورد به اوراسیا تغییر یافته است. این تاثیرات سبب پدیده‌های گوناگون، اعجاب انگیز و منابع طبیعی مختلفی شده اند که شاید بتوان گفت ذخایر بزرگ سوخت‌های فسیلی مهمترین آنها است.

حدود هشتاد درصد از ذخایر سوختهای فسیلی جهان در فلات ایران و یا حواشی جنوبی و شمالی آن یعنی خلیج فارس و پیرامون آن و یا دریای کاسپین و حاشیه خشکی حاشیه آن جای دارند. حدود ۱۵ درصد ذخایر مس، حدود ۱۰ درصد ذخایر سرب و روی، حدود ۵ درصد ذخایر آهن و کروم دنیا در این سرزمین نهفته است. تاکنون بیش از ۲۰۰۰ تن ذخیره طلا درفلات ایران کشف شده است. این

سرزمین دارای بزرگترین ذخایر و متنوع‌ترین سنگ‌های ساختمانی و بسیاری از ذخایر غیرفلزی جهان است. همچنین عجیب ترین، زیباترین و متنوع ترین ذخایر گوهرسنگ دنیا در نقاط سه گانه یعنی شمال غرب پاکستان، شمال شرق افغانستان و کشور تاجیکستان قرار دارد. این درحالی است که در این کشورها اکتشاف پنهان و ژرف در مرحله مقدماتی است. از سوی دیگر مرتفع‌ترین و پست‌ترین سرزمین‌ها در محدوده میان‌رودان تا فرارودان جای دارد. در شمال شرق افغانستان و تاجیکستان و شمال و جنوب ایران رشته کوه‌های البرز، زاگرس، هندوکش و پامیر جای دارند و در حاشیه جنوبی دریای کاسپین زمین هایی هستند که تا ۲۸متر از سطح آب های آزاد پایین ترند. این ویژگی‌های مورفولوژیکی و زمین شناسی سبب شده اند که این قلمرو مهدای متنوع‌ترین گیاهان و جانوران زمین گردد و تقریباً تمام سامانه های آب و هوایی دنیا در این پهنه جغرافیایی قابل حس باشد. *مجله سرزمین‌های پارس آرین* سعی برآن دارد که تمام پدیده ها و علت و معلول این واقعیت ها را مورد توجه قرار دهد. برای چنین هدف بزرگی مجله سرزمینهای پارس آرین با مبنا قراردادن علوم زمین از مقالات مروری، پژوهشی، گزارشهای فنی، تحلیلهای کوتاه، نویافته های زمین شناسی، اخبار ویژه، و سرگذشت یا یادنامه بزرگان علوم و فنون این سرزمینها با تکیه بر علوم پایه و علوم زمین شناسی استقبال می‌کند.

بدون شک دامنه این مجله از سنگ شناسی و پترولوژی، زمین شناسی منطقه ای و هیدروکلیماتولوژی به زمین باستان شناسی، زمین شناسی کواترنری، علوم آنتروپوسن، زمین شناسی گردشگری، زمین شناسی اجتماعی و سایر گرایشهای نوظهور علوم زمین کشیده خواهد شد. بر این مبنا بدون تعیین حوزه خاصی از مطالعات یا دامنه پژوهشهای قابل چاپ در این مجله، اعلام می داریم هر پژوهش یا بازخوانی یا مروری در حیطه علوم زمین یا علوم وابسته به آن یا فرایندهای متاثر از آن که بتواند به شناخت بیشتر حوزه فرهنگی ایران از میانرودان تا فرارودان یاری رساند در حوزه انتشار این مجله خواهد بود. امید است با شیوه در پیش گرفته شده فصلنامه سرزمینهای پارس آرین علاوه بر یک مجله علمی–پژوهشی بتواند سفیری برای تحول در گفتمان علمی–اجتماعی علوم زمین در سده پیش رو باشد.

منصور قربانی

مدیرمسؤل

تهران

پاییز ۱۴۰۲

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره اول، ۱۴۰۲ صص. ۸-۱
DOI: 10.61186/jpat.2024.1.1

یادنامه ناموران

ابوریحان بیرونی
دانشمندی فراتر از عصر خویش

منصور قربانی[1]

چکیده

ابوریحان محمد بن احمد بیرونی (۱۵ سپتامبر ۹۷۳ – ۱۳ دسامبر ۱۰۴۸)، روشنفکر مشهور ایرانی بعد از اسلام، به عنوان یک نابغه ممتاز شناخته می شود که بیش از یک هزار سال پیش در آسیای مرکزی به دنیا آمد. کارهای نوآورانه و اکتشافات او اغلب از درک معاصرانش فراتر بود. تخصص بیرونی در حوزه‌های مختلف علوم از جمله نجوم، ریاضیات، زمین شناسی، کانی شناسی، فیزیک و علوم طبیعی گسترش یافت. کمک های او در این زمینه ها به قدری چشمگیر بود که محققان او را موفق ترین فرد از نظر علمی در زمان خود می دانستند. آثار بیرونی مفاهیمی مانند تکامل، تسطیح استوایی و نجوم را در بر می گرفت که بعدها توسط چهره های مشهوری مانند داروین، مرکاتور، کوپرنیک، کپلر و گالیله رایج شد. علاوه بر این، او با پیشنهاد اینکه بخش‌هایی از پوسته زمین حرکت می‌کند و مختصات جغرافیایی شهرها در طول زمان تغییر می‌کند ایده تکتونیک صفحه‌ای را مطرح کرد که زمین‌شناسان بعداً در دهه ۱۹۶۰ آن را تأیید کردند. بیرونی با درک عمیق خود علل کوهزایی و زلزله را از طریق بینش خود در مورد تغییرات توزیع وزن زمین، تشکیل برآمدگی ها و عمیق شدن دره ها به طور دقیق توضیح داد. بیرونی را پدر علم ژئودزی می نامند. این دانشمند استثنایی به حق در میان زمین شناسان هزاره پیشین در عرصه فرهنگی ایران جایگاه ممتازی دارد. کاوش در زندگی و کار او باعث شگفت زدگی در کسانی می شود که از تأثیر ماندگار او بر جامعه علمی قدردانی می کنند.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۱۷
انتشار برخط: ۱۴۰۲/۸/۲۷

واژگان کلیدی
ابوریحان بیرونی،
دانشمند زمین شناس،
حوزه فرهنگی ایران،
نابغه پارسی

وابستگی سازمانی نویسنده
[1]دانشگاه شهید بهشتی، تهران
[2]مرکز پژوهشی زمین شناسی پارس آرین، تهران، بزرگراه حقانی شمال، خروجی میرداماد، خیابان محمدرضا کوشا، پلاک ۶۵، طبقه دوم، واحد سوم غربی.

استناد: قربانی، منصور (۱۴۰۲). ابوریحان بیرونی: دانشمندی فراتر از عصر خویش، *سرزمین های پارس آرین*، سال اول، شماره ۱(۸-۱)
شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.1.1
ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین
© نویسنده.

[1] m_ghorbani@hotmail.com

مقدمه

جورج سارتون[۲]، بنیان‌گذار رشته تاریخ علم، بیرونی را به‌عنوان «یکی از بزرگ‌ترین دانشمندان ایرانی بعد از اسلام و دانشمندان تمام دوران» تعریف می‌کند و می گوید او یک نابغه جهانی است که هزار سال پیش در آسیای مرکزی می‌زیست. بوبوجان غفوروف[۳] در مقاله‌ای تحت عنوان "ابوریحان، محمد بن احمد بیرونی: هزار سال پیش، مردی جهانی در آسیا" در مجله پیام یونسکو چنین نوشت: «بسیار جلوتر از زمان خود بود که درخشان‌ترین اکتشافات او برای اکثر دانشمندان روزگارش غیرقابل درک به نظر می‌رسید». استاد ذبیح اله صفا گفته است "بیرونی از هیچ بحثی تا به استقصا نرساندن آن دست برنداشته و ازاین‌رو اغلب آثار وی در شمار بهترین آثار است".

ابوریحان محمد بن احمد بیرونی(شکل ۱) در حومه شهر کاث (که لقب بیرونی ناشی از این امر بوده است)، مرکز امارت آل افریغ خوارزم (ازبکستان کنونی واقع در جنوب رودخانه جیحون) از سرزمین‌های ایران آن روزگار به دنیا آمد. در خوارزم دو خانواده، یکی مأمونیان در گُرگانج یا جُرجانیه و دیگری آل عراق در بخش جنوبی[۴] حکومت داشتند. ابوریحان در قلمرو حکومتی آل عراق و در خدمت حاکمان خوارزم زندگی می‌کرد. با چیرگی مأمونیان بر آل عراق او به دربار شمس‌المعالی قابوس بن وشمگیر از آل زیار در گرگان رفت و حدود پنج سال آنجا زیست. در این ایام کتاب آثارالباقیه را تألیف کرد که به فرهنگ‌های باستانی ایران، هند، یونان، یهود، مسیحی، بودائی و خوارزمی و سُغدی می‌پردازد. سپس با بازگشت آرامش به خوارزم به آنجا باز گشت و در مدرسه مامونیه خوارزم، جایی که بوعلی سینا نیز در آنجا روزگار می‌گذرانید، به فعالیت پرداخت. او پس از فتح خوارزم توسط محمود غزنوی، به غزنی کوچ کرد و مدت سه دهه را در دربار غزنویان، سلطان محمود، سپس پسرش سلطان مسعود و بعد سلطان مودود سپری کرد.

شکل ۱: تصویری خیالی از ابوریحان بیرونی بر روی تمبر پستی شوروی سابق در سال ۱۹۷۳

غزنی، واقع در افغانستان امروزی، در آن زمان پایتخت غزنویان بود. با آنکه سلطان محمود از دانائی بیش از اندازه بیرونی ناخشنود بود با این حال همواره می‌خواست بیرونی در کنارش باشد. به این دلیل است که در بیشتر جنگ‌های سلطان محمود در هندوستان بیرونی همراه او بود. ابوریحان چند سال مقیم هند شد. با آنکه هندیان به دلیل بی رحمی، قتل و غارت سلطان محمود از اسلام و مسلمانان هراس داشتند بیرونی توانست با رنج

---

2 George Sarton

3 Gafurov

۴. آل عراق نام خاندانی است که جنوب خوارزم مدتی حاکم بودند.

و زحمت، حسن خلق، فروتنی با برهمنان هندی دوستی و آشنایی نزدیک برقرار کند. در این کشور زبان سانسکریت را آموخت و با آشنایی و همراهی دانشمندان و حکیمان هند به آداب و رسوم، فرهنگ و ادیان آنان آشنایی یافت. کتاب ماللهند (شکل ۳) و ترجمه آثار متعدد از زبان سانسکریت یادگار همین ایام است. بیرونی را نخستین دانشمند انسان‌شناسی و پدر هندشناسی نامیده‌اند. او در گزارش و توصیف باورهای مردم، نویسنده‌ای آزاداندیش و بدون سوگیری بود (Boilet, 1986). او را پیشگام مطالعات مردم‌شناسی، مطالعات میان فرهنگی و دین‌شناسی تطبیقی می‌دانند.

فعالیت‌های علمی و آثار

بیرونی اخترشناس، ریاضیدان، زمین‌شناس، کانی‌شناس و محققی زبردست در فیزیک و علوم طبیعی بود، که از او به عنوان پدر علم"ژئودزی" یاد می کنند. درواقع، او در مجموعه کارهای علمی خودتقریباً به تمام علوم‌می‌پردازد (Sharlakidis, 2011). بیرونی دانشمند بزرگ زمانه با نظریاتی چنان دقیق بود که از جهات بسیار تجربیات و دیدگاه‌هایش به نظرات دانشمندان سده بیستم نزدیک است نگاه شود به نظر بیرونی درباره کائنات (Ahmad, 2010). بروکلمان[5] او را دانشمندترین فرد زمان خود دانسته است. بیرونی خیلی پیش‌تر از داروین از تکامل گفته است و پیش از نقشه مرکاتور۶ از تسطیح استوائی، پیش‌تر از کپرنیک و کپلر و گالیله از اخترشناسی و گردش وضعی زمین سخن رانده است.

بیرونی با پیشنهاد اینکه پاره‌هایی از پوسته زمین جابجا و مختصات جغرافیائی شهرها تغییر می‌کند، قریب هزار سال پیش اولین کسی بود که دیدگاهی از "زمین‌ساخت ورقه‌ای[7]" را ارائه کرد که دانشمندان زمین‌شناسی در دهه ۱۹۶۰ بدان پی بردند. بعلاوه با عبارات دقیقی از تغییرات در سنگینی سوهای مختلف زمین، افزایش برآمدگی‌ها، ژرف شدن دره‌ها، بروز ناگهانی دگرگونی‌ها، با ژرف‌بینی به‌نوعی به دلایل کوهزایی و زمین‌لرزه اشارات درستی داشت (بربریان، ۱۳۶۹).

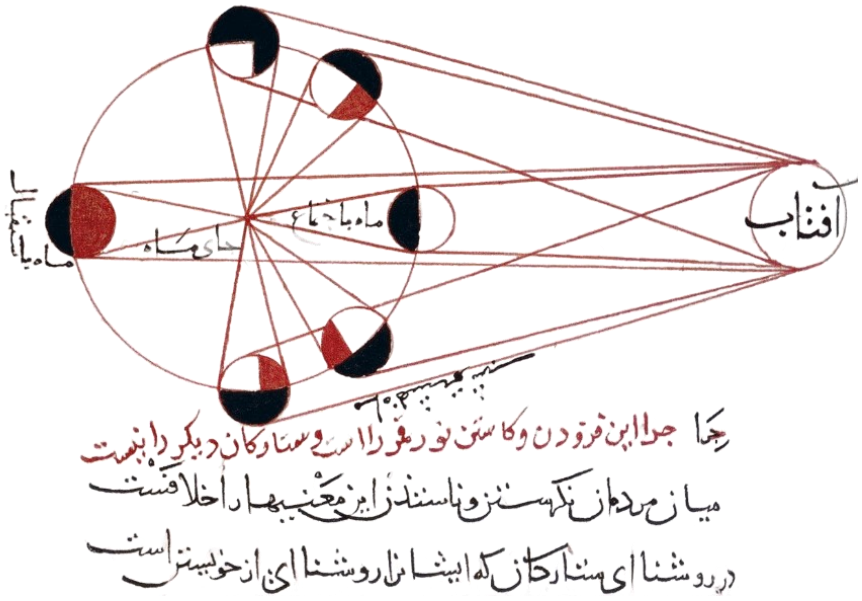
همچنین او توانست فرمول ساده‌ای برای اندازه‌گیری شعاع زمین پیشنهاد کند. بیرونی شعاع زمین را با روش ریاضی و فیزیک به‌وسیله اسطرلاب و با استفاده از قوانین مثلثات و محاسبات مرسوم در اندازه‌گیری ارتفاع کوه در خاور ایران ۶۳۴۰ کیلومتر تعیین کرد که به‌اندازه دقیق امروزی آن، ۶۳۷۱ کیلومتر، بسیار نزدیک است. بیرونی با استفاده از قانون مثلثات و ابزارهای فیزیکی و با استفاده از بلندای کوه H و شعاع زمین R به کمک فرمول $\frac{R}{H+R}\cos\propto =$ و $R=H\frac{\cos\propto}{2\sin\propto/_2}$، شعاع و قطر زمین را دقیق اندازه‌گیری کرد (Samian,2010).

علاوه بر این، او فکر کرد که زمین به دور خورشید می‌چرخد و این ایده را توسعه داد که دورهای زمین‌شناسی به دنبال یکدیگر می‌آیند (Gafurov, 1974). بیرونی نخستین کسی بود که به کُرَویت و حرکت زمین پی برد (تحدید نهایات الاماکن لتصحیح مسافات المساکن، ترجمه احمد آرام، ۱۳۵۲). بیرونی در زمین‌شناسی بخصوص رسوب‌شناسی صاحب‌نظر زمان خود بود. وی فرایند پیشروی و پسروی دریاها و تغییرات مسیر رودخانه‌ها را به‌خوبی می‌دانست و نظرات قابل‌توجهی در این زمینه داشته است. ازجمله در تحدید نهایات الاماکن لتصحیح مسافات المساکن چنین آمده است که به‌مرورزمان دریا به خشکی و خشکی به دریا تبدیل می‌شود(کرم زاده، ۱۴۰۰). یا در همین اثر آورده است که بیابان عربستان دریایی بوده که با انباشت رسوبات پرشده است و نشانه‌ها و دلایل آن را برمی‌شمارد.

او در تعیین چگالی فلزات به روش‌های فیزیک تجربی دقیق توانست وزن مخصوص تعدادی از فلزات ازجمله طلا، جیوه، آهن و مس را بسیار نزدیک به‌اندازه های محاسبه‌شده امروزی آن‌ها تعیین کند. وسیله ابداعی او آلتی مخروطی با سوراخی بود که آب از آن خارج می‌شد. با غوطه‌ور کردن جسمی که قصد اندازه‌گیری وزن مخصوص آن را داشت در این ظرف، هم‌حجم آن آب از سوراخ خارج می‌شد. با اندازه‌گیری نسبت وزن جسم با وزن آب هم‌حجم خارج‌شده از ظرف، وزن مخصوص آن جسم معلوم می‌شد.

بیرونی در مورد جهان به‌عنوان یک کل، دیدگاهی مشابه نظرات انیشتین و دیگر دانشمندان مدرن داشت. او مثل ایشان زمین را در بیرونی‌ترین سطح، یک کره محدود می‌دانست. بعلاوه بیرونی معتقد است حرکت قسمتی از یک جرم در حال سکون از جایی به‌جای دیگر در یک خط مستقیم است، اما حرکت آن به دور جسم دیگرِ در حالت سکون، ماهیتی دایره‌ای دارد که نشان‌دهنده آن است که حرکت به دور یک نقطه ثابت مانند مرکز زمین انجام می‌شود؛ بنابراین دیدگاه او بسیار با نظریه اینشتین موافق است که معتقد بود انحنای فضا–زمان در همسایگی خورشید باعث می‌شود سیارات خسوف‌ها را توجیه کنند؛ درحالی‌که حذف بی‌نهایت همه جرم‌ها خطوط مستقیم را توجیه می‌کنند. اعتبار بیرونی در این است که ایده‌های او در مورد جهان بسیار جلوتر از دانشمندان مدرن اروپایی بود، اما حیف که بیشتر آثار منسوب به بیرونی تا حال پیدا نشده است.

1.Carl Brokleman
2.Gerard Cremer Mercator
3.Plate tectonic



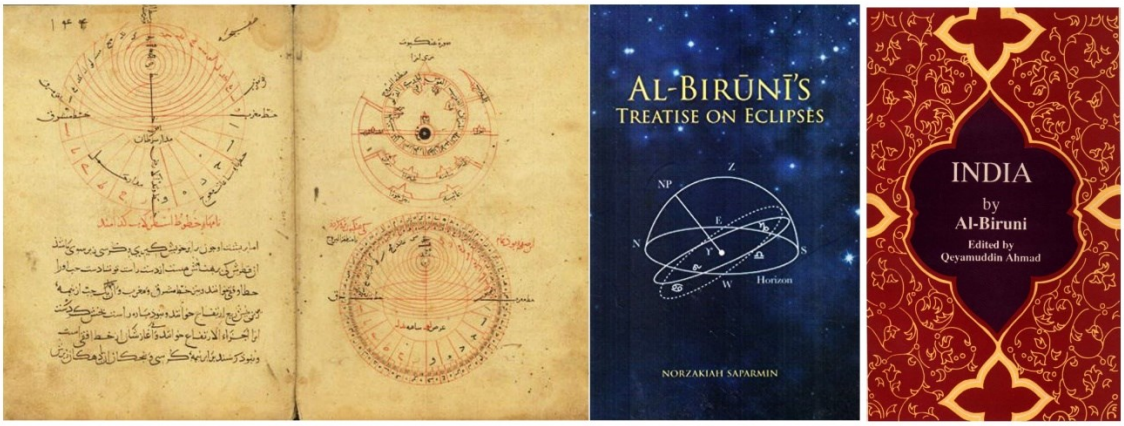
شکل۲ : تصویری از آثار نجومی بیرونی، مراحل مختلف ماه را با توجه به موقعیت خورشید توضیح می دهد.

بیرونی اصول و ضوابطی برای ترسیم نقشه‌های جغرافیای تدوین و نقشه زمین را بر سطح مستوی ترسیم کرد. او با رسم مدارات و نصف‌النهارات، محل واقعی و فاصله شهرها و آبادی‌ها را با طول و عرض جغرافیائی بر روی این نقشه نشان داده، قلمرو کشورها را به‌رنگ‌های مختلف بر روی این نقشه مشخص کرد. بزرگ‌ترین دست آورد بیرونی در جغرافیا حدس وجود سرزمینی واقع در محدوده میان اقیانوس آتلانتیک و آرام، یعنی به‌نوعی کشف قاره امریکا، بر اساس داده‌های نجومی بود.

ابوریحان در ستاره‌شناسی استاد بی‌مانند زمانه بود و رصد کسوف ماه، سال ۱۰۰۴م را برای تصحیح حرکات وسطی و تقویم قمر در جرجانیه (گرگان امروزی) انجام داد(شکل ۲). در سال ۱۰۱۶ میل کلی انحراف محور زمین را رصد و محاسبه کرد. علمای قدیم آن را به نام میل اعظم می‌شناختند. ابوریحان نیم‌کره و شاقول قائمی اختراع کرده بود که به‌وسیلهٔ آن می‌توانست علاوه بر عرض جغرافیایی شهرها، ارتفاع و درجهٔ میل خورشید را هم محاسبه کند. او باور رایج آن زمان، مبنی بر تفاوت عناصر اجرام سماوی با عناصر سازنده زمین و اینکه آن‌ها باثبات و بی‌زوال‌اند را نمی‌پذیرد و باور داشت که زمین و تمام افلاک می‌توانند ساختار مشابه داشته و هردو دستخوش دگرگونی‌اند. ابوریحان یک گوهرشناس، کانی‌شناس و شیمیدان معدنی بود، به‌طوری‌که در کتاب نزهه النفوس و الافکار فی خواص ... و نیز کتاب الجماهر فی الجواهر به گوهرها و فلزات (حدود ۵۰ کانی) زمان خود اشاره می‌کند و خواص فیزیکی آن‌ها را برمی‌شمارد. همچنین او چگالی تعدادی از کانی‌ها و فلزات را با دو رقم اعشار به دست آورد. ازجمله کارهای بی‌بدیل وی در آثارالباقیه (با عنوان کامل آثارالباقیه و عن القرون خالیه) ذکر تاریخ، ایام و اعیاد مشهور اقوام گوناگون مانند ایرانیان، یهود، اعراب، یونانیان رومی‌ها، قبطیان و سغدیان و غیره است. وی درباره مبادی این تاریخ‌ها، ازجمله تاریخ اسکندری، فیلیپوس، تاریخ هجری، مجوسی، یزدگردی، خوارزمی و ترکی و نحوه پیدایش آن‌ها می‌پردازد و با ترسیم جدول‌های تطبیقی کیفیت استخراج این تواریخ از یکدیگر و قواعد مربوطه را توصیف می‌کند. او با ارجاع به منابع فَرسی، تاریخ ایران و ایرانیان را– از دوران کیومرث تا ساسانیان– شرح می‌دهد.

یکی از مهم‌ترین آثار بیرونی قانون مسعودی است. این اثر توسط بیرونی در سال ۴۰۸ خورشیدی /۱۰۳۰م آغاز شد و پس از حدود شش سال تکمیل شد که شامل مروری بر آثار تمام نویسندگان یونانی، هندی، ایرانی، اسپانیایی و مصری بود. قانون مسعودی، در حقیقت، نه‌تنها خلاصه تقریباً همه آثار اوست، بلکه می‌توان گفت تمام دستاوردهای علمی درزمینه نجوم و ریاضیات قبل از زمان بیرونی را هم خلاصه می‌کند. او در قدردانی از دستاوردهای دانشمندان دیگر بسیار سخاوتمند است. بدین ترتیب القانون یک دایره المعارف به‌روز درزمینه نجوم است که جایگزین تمام آثار قبلی شده است. فصل‌های زیادی از این اثر به‌یادماندنی به نظریه کیهان، کیهان‌شناسی، نظریه زمین مرکزی، تقویم و گاه‌شماری، مثلثات، انحراف دایره‌البروج، پیش‌بینی او در مورد وجود قاره‌های آمریکا فراتر از دریاهای غربی اختصاص‌یافته است. ازجمله شامل اندازه‌گیری‌های زمین،

جداول طول و عرض جغرافیایی، نقشه هند، افغانستان و پاکستان با نمایش فواصل بین شهرهای مختلف مانند غزنه، کابل، لمغان، پیشاور، جهلوم، نندنا، لاهور، مولتان، سیالکوت، سومنات، قانوج، بمبئی، دایبال (محل نزدیک کراچی مدرن)، الله‌آباد است. او برای اندازه‌گیری از فرسنگ معادل ۳.۷۵ مایل بریتانیا استفاده می‌کرد. موارد دیگری که در قانون به آن اشاره‌شده عبارت‌اند از: حرکت خورشید، طول سال خورشیدی، طول سال قمری، ماهیت فیزیکی خورشید، ستارگان ثابت، حرکت ستارگان، انواع ستارگان، فاصله خورشید از زمین و... .



شکل۳ : برخی از کتابهای ابوریحان بیرونی، تصویری از آثار نجومی بیرونی که مراحل مختلف ماه را با توجه به موقعیت خورشید توضیح می دهد. این تصاویر در کتاب التفهیم لاوائل صناعة التنجیم به فارسی نگاشته شده است.

از فلسفه تا داستان سرایی

مناظره ها و پرسش و پاسخ‌های بیرونی و ابن‌سینا یکی دیگر از آثار ماندگار در زمینه مباحث علوم طبیعی و تجربی قدیم است. بیرونی با آنکه این سینا را در فلسفه برتر از خود می‌داند و به طرح پرسش‌هایی از وی می‌پردازد، این برتر شمردن مانع این نیست که پاسخ‌های ابن‌سینا را به چالش نکشد. به تائید بسیاری نقطه مثبت و کارساز بیرونی در این مناظره ها و شاید در تمام دیدگاه‌های وی تلفیق اصول روش تجربی و عقلی است. شاید منشا بیشتر اشتباهات بینشی در مورد مسائل طبیعی و علوم تجربی از جداسازی مطلق و در برابر نهادن این دو روش باشد، آنچه که بیرونی این دو را در برابر هم نمی‌نهاد و بهره‌مندی از هردو، او را در هر مباحثه‌ای در مورد طبیعت و جهان تواناتر می‌سازد. در پرداختن به مسائل بیرونی هر دو برهان ریاضی و روش تجربی را به کار می‌گیرد. او در عین حفظ باور دینی، خود را از جزم‌اندیشی دور نگه می‌دارد و آن را به هر شکل و توسط هرکسی مردود می‌شمارد.

برای تدقیق این نگرش به یکی دو مثال از کارهای او که در آثارش آمده است اشاره می شود. در میان آثار دوره اسلامی و حتی در میان آثار خود بیرونی، کمتر کتابی می‌توان یافت که در آن به‌اندازه الجماهرفی الجواهر بر نقش آزمایش و تجربه تأکید شده باشد. او در الجماهر با تکیه‌بر آزمایش‌هایی مبتنی بر روش علمی، دو باور عامیانه را رد می‌کند. نخست ادعای سمی بودن الماس را با خوراندن آن به سگی می‌آزماید و معلوم می‌سازد که نه فوراً و نه بعداً نشانی از مسمومیت در این سگ دیده نشد. دوم درباره روایتی بسیار شایع که در برخی منابع به ارسطو منسوب است به آزمایش می‌پردازد. روایت این بود که اگر مار به زمرد بنگرد چشمانش ضعیف یا کور خواهد شد. بیرونی می‌گوید: «در سنجش این روایت، از آویختن گردنبند زمرد نشان بر گردن مار گرفته تا حرکت دادن رشته‌ای از دانه‌های زمرد در برابر چشمان آن ... چندان کوشیدم که کسی را یارای فراتر رفتن از آن نیست. این کار را نُه ماه تمام در سرما و گرما آزمودم و تنها مانده بود که زمرد را چون کحل بر چشمانش بکشم! اما این کارها، اگر تیزچشمی آن مار را بیشتر نکرده باشد، چیزی از بینایی‌اش کم نکرد.» بیرونی از پذیرفتن ایده‌هایی که آزمون آن‌ها در شرایط عادی دشوار و یا ناممکن است خودداری می‌کند. برای مثال در مورد حجر البَرَد که بنا بر باور عامه، دفع‌کننده تگرگ (بَرَد) است، می‌گوید: این نیرنگی آسان است زیرا که آزمودن راستی یا ناراستی این سخن بس دشوار است.

بیرونی در داستان‌سرائی نیز دست داشته است. علاوه از داستان *وامق و عذرا* داستان‌هایی از زبان‌های یونانی، هندی و سریانی ترجمه و نقل کرده است. متأسفانه بیشتر این آثار از بین رفته است و تنها رساله پاتانجلی از او باقی است که نشانی از تلاش وی در باز نمایاندن و معرفی بخشی از

ادبیات عرفانی هندوان است. او این اثر را از زبان سانسکریت به تازی برگردانده است. بیرونی به‌عنوان محقق بزرگ (شکل ۴) علاوه بر پرداختن به تمام دانش روز در موضوعات گوناگون، به کارهای دیگر، ازجمله تأسیس آزمایشگاه‌هایی در خوارزم، غزنه، کابل، ناندانا (Nandana در پاکستان کنونی) و جاهای دیگر در کشورهای کنونی ایران، پاکستان، افغانستان، ازبکستان و ترکمنستان کمک شایانی کرد. بیرونی میراث مشترک مردم این کشورها و آسیای مرکزی و جنوبی، موسوم به قلمرو ایران فرهنگی در سن ۷۷ سالگی جهان فانی را وداع گفت. از این دانشمند بیش از ۱۵۰ اثر شامل ۷۰ اثر در ستاره‌شناسی و نجوم و ۲۰ نوشتار در ریاضی و ۱۸ اثر ادبی برجای ماند که تنها ۲۷ اثر از او باقی‌مانده است (بربریان، ۱۳۷۶).

شکل۴ : مجسمه بیرونی، غرفه فارسی پژوهان در مقر سازمان ملل متحد در وین(iranpress.com).

درگذشت

شرح زندگی و عظمت این دانشمند بزرگ و بی‌بدیل ایرانی را به ذکر دقایق آخر عمر او در اینجا به پایان می‌بریم، ولی بی‌تردید باوجود نوشته‌های بسیار در مورد وی هنوز باید در مورد علم و اخلاق و کردار او پژوهید و نوشت. شاید مرور زندگی و آثار او برخی از دانشمندان امروز را به تفکر اندازد تا با مقایسه عمق و وسعت کارهای خود –در دنیایی که به مدد فنّاوری مرزی برای گسترش علم نمی‌شناسند– با دستاوردهای تماماً مبتنی بر تفکر ابوریحان به عظمت وی بیش‌ازپیش پی ببرند و در برقراری راه و رسم او برای پیشرفت خود و جامعه بشری بکوشند. سال ۴۲۷ خورشیدی فرا رسیده است. مردی که به‌جز در نوروز و مهرگان دست از کار نمی‌کشید اینک در بستر بیماری افتاده است. نفس‌های آخر بزرگ مرد علم و حکمت فرار سیده است. در این حال علی بن عیسی الولواجی به دیدن او آمده است. ابوریحان به یاد مسئله‌ای می‌افتد: ای شیخ! حساب جدات ثمانیه را که وقتی به من گفتی بازگوی که چگونه بود؟! شیخ گفت: ای حکیم بزرگوار. اکنون چه جای این سؤال است؟ ابوریحان می‌گوید: کدام‌یک از این دو امر بهتر است؟ بدانم و بمیرم یا ندانم و نادان درگذرم؟

شیخ مسئله را بازگفت و از حضور ابوریحان مرخص شد. چندان دور نشده بود که صدای زاری از خانه او برخاست. ابوریحان بیرونی، مردی که ذاتی سرشار از اندیشه و پژوهش داشت چشمش را از جهانی که آن‌همه در فهم آن اندیشیده بود فروبست.

منابع

بربریان، مانوئل، ۱۳۷۶، جستاری در پیشینه دانش کیهان و زمین در ایرانویج، نشر بلخ، تهران.
کرم زاده، فرشاد. (۱۴۰۰). روش های محاسبه عرض جغرافیایی مواضع زمین در کتاب تحدید نهایات الاماکن ابوریحان بیرونی. نشریه علمی علم و تمدن در اسلام، ۳(۹)، ۷۵-۵۶.

منابعی برای مطالعه بیشتر

بیرونی، ابوریحان محمدبن احمد، ۱۳۵۲، تحدید نهایات الاماکن لتصحیح مسافت الامساکن، ترجمه احمد آرام، انتشارات دانشگاه تهران.
بیرونی، ابوریحان محمدبن احمد، ۱۳۶۲، التفهیم لاوائل صناعه التنجیم، به کوشش استاد جلال‌الدین همایی، انتشارات بابک، تهران.
بیرونی، ابوریحان محمدبن احمد، ۱۳۶۳، آثار الباقیه، ترجمه احمد داناسرشت، انتشارات امیرکبیر، تهران.
علی‌پور، کرامت ا... ۱۳۷۰، زمین‌شناسی ایران، تاریخ دانش زمین‌شناسی و معدن در ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور.

References

Ahmad, Riaz, Al-Biruni: A great Muslim scientist, philosopher and historian (973–1050 AD). Journal of Pakistan Vision, 2010, 10(1), pp.167-179.

Boilet D.J., Al-Biruni, The Encyclopaedia of Islam, Vol. I, H.A.R. Gibb, J.H. Kramers, E. LeviProvencal and J. Schacht Editors, Brill, 1986.

Gafurov B., Al-Biruni, a Universal genius who lived in the central Asia a thousand of years ago, The UNESCO Courier, June 1974, Pages 4-9. https://iranpress.com/al-biruni-what-iran-is-known-for

Samian, A. L. (2007). Virtues in al-Biruni's Philosophy of Science. In Timing and temporality in Islamic philosophy and phenomenology of Life (pp. 267-283). Dordrecht: Springer Netherlands.

Samian, A. L. (2010). Reason and spirit in Al-Biruni's philosophy of mathematics. In Reason, Spirit and the Sacral in the New Enlightenment: Islamic Metaphysics Revived and Recent Phenomenology of Life (pp. 137-146). Dordrecht: Springer Netherlands.

Sarton G., Introduction to the History of Science, Carnegie Institution of Washington, 1927.

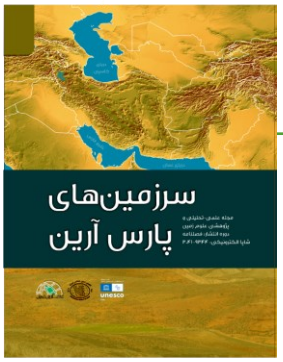
Skarlakidis, H. (2011). Holy Fire: The Miracle of Holy Saturday at the Tomb of Christ: Forty-five Historical Accounts (9th-16th C.). Elaia Editions.

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره اول، پاییز ۱۴۰۲ صص. ۴۰-۹
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

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(۴۰-۹)
شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.1.2
ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین © نویسندگان.

[1] majid.naderi@gmail.com

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.

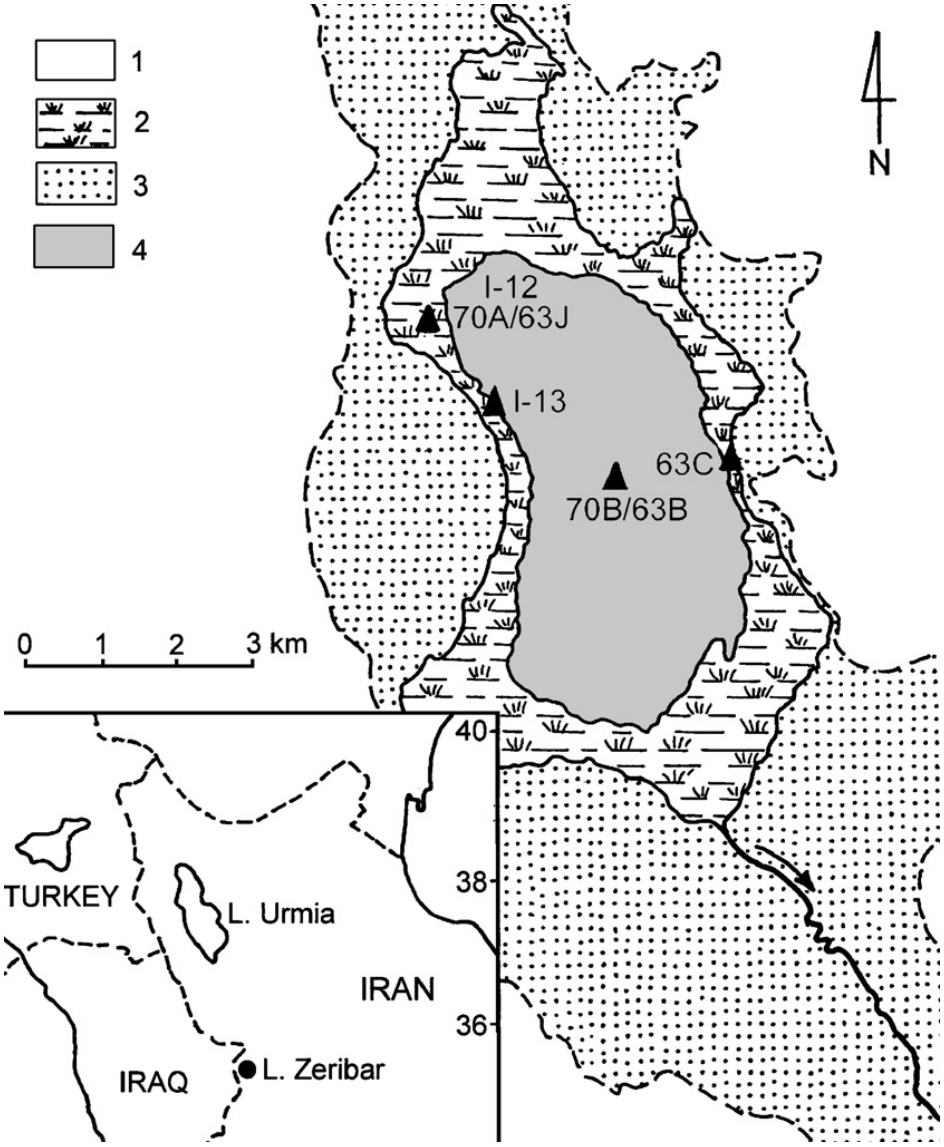
دلتای بزرگ سرشاخه مریوان علیا در ضلع شرقی به همراه یک بادبزن از ضلع غربی کل دره را سد می‌کرد و گودالی را تشکیل می‌داد که دریاچه زریبار و مرداب حاشیه آن در آن قرار دارد. رسوب پر شده در دره حداقل ۴۰ متر ضخامت و ۴۰۰۰۰ سال قدمت دارد (Van Zeist and Wright Jr, 1963). این دریاچه توسط کمربندی از نیزارها و محیط 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.



شکل۱: 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، مانند Potamogeton lucens ،Lemna sp. ،Hippuris vulgaris و Batrachium sp. ، با قدمت حدود ۱۸۴۰۰ سال نشان‌دهنده افزایش سطح آب دریاچه است. نتیجه‌گیری مشابهی در نمودارهای گرده نیز منعکس شده است.

۱۷۷۰۰-۱۵۴۰۰ 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.

۱۵۴۰۰-۱۲۶۰۰ 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.

۱۲۶۰۰-۱۲۰۰۰ 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.

۱۲۰۰۰-۸۷۰۰ 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

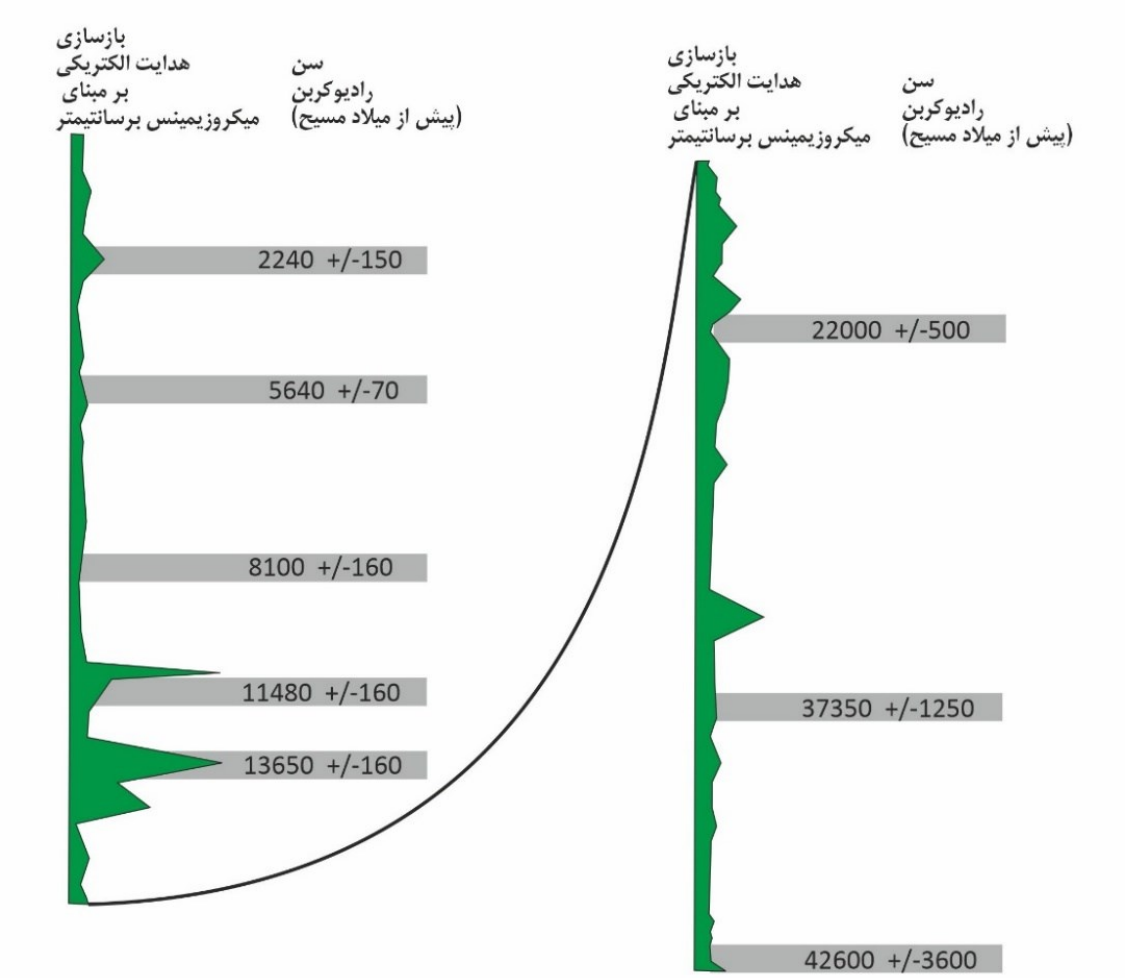
پوشش گیاهی دریاچه در طول این بازه زمانی با گسترش میریوفیلوم اسپیکاتوم (Myriophyllum spicatum) و ظهور پرتکرار زانیکیلا پالوستریس (Zannichellia palustris) همراه است. در این دوره ناخاس مینور و سراتوفیلوم دمرسوم همچنان به حضور خود در دریاچه ادامه می دهند، و در مرکز دریاچه گونه‌های کاراسه و ناخاس مارینا رشد 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.

۱۷۷۰۰-۲۵۷۰۰ 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.

۱۵۵۰۰-۱۰۹۰۰ 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.

۱۰۹۰۰-۵۰۰۰ 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.

۵۵۰۰-۳۹۰۰ 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 جانوران نرم تن را شاهدیم که به دلیل تغییر شرایط اکولوژیکی روی می‌دهد.

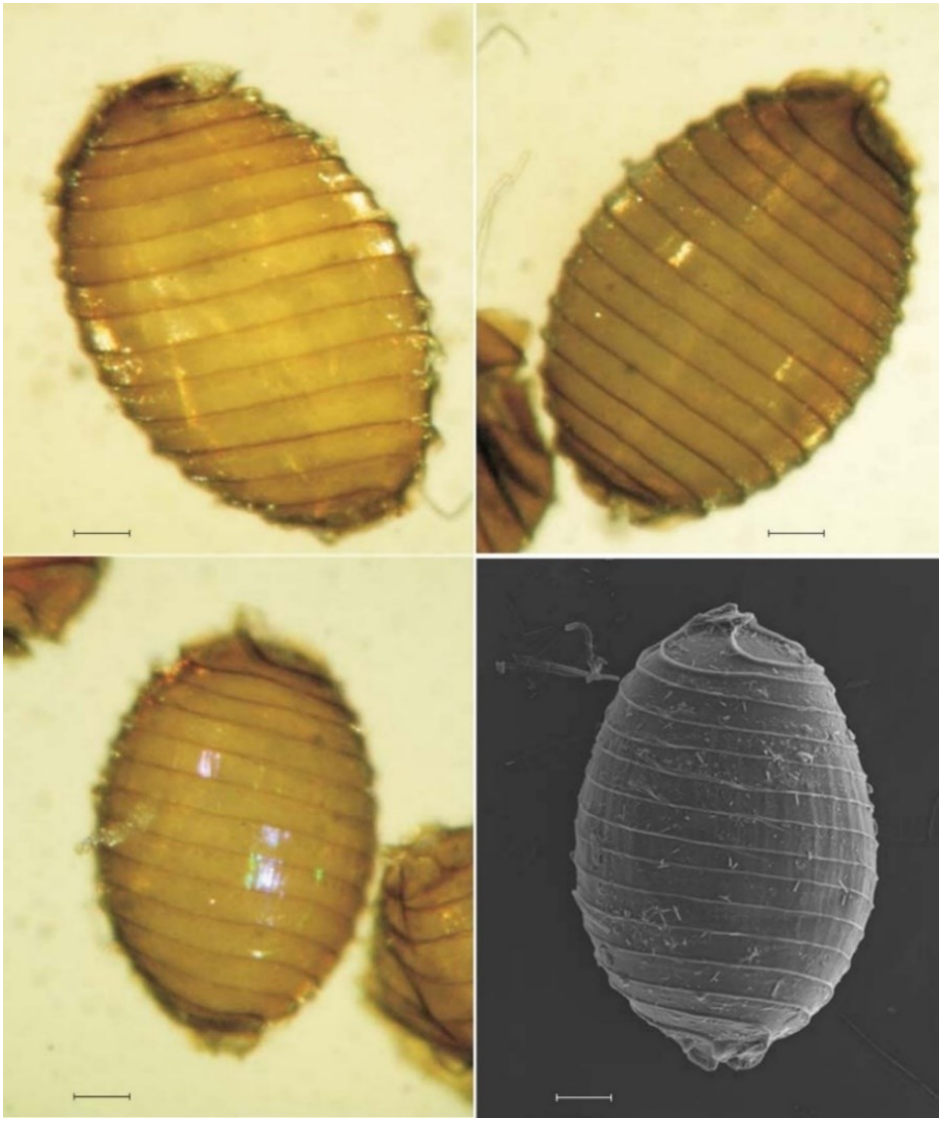
در طول مرحله دوم، یعنی حدود ۱۲۳۰۰–۱۱۷۰۰ سال پیش، کف دریاچه با گل پوشیده شده بود و شرایط زندگی برای اکثر نرم تنان آبی سخت شد و در عوض گونه‌های علاقه‌مند به محیط باتلاقی افزایش یافتند. به نظر می‌رسد در این مرحله دریاچه زریبار به تدریج با رسوبات غنی شده از ریزه های گیاهی پر شده است.

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 برخ 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 بیا 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

۱۰۰۰-۱۲۰۰۰ 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 $\delta 18O$ 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.

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).

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

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

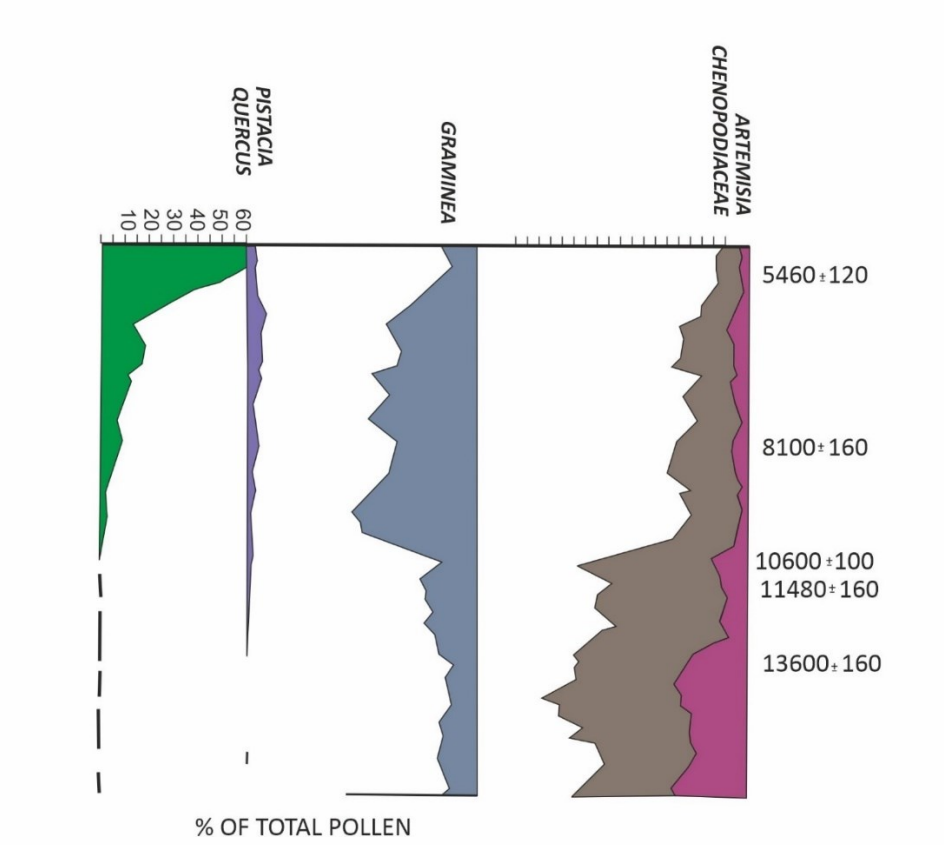
پدیده تغییر اقلیم و پیش‌بینی اثرات آن بر کره زمین به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری و مقابله با آن از اهمیت بسزایی برخوردار است. از جمله موضوعات مهم در مطالعات تغییر اقلیم، عدم‌قطعیت این پدیده و تحلیل چشم‌انداز آتی متغیرها در این شرایط است. در مطالعه‌ای که توسط فرمانبر و همکاران (۱۳۹۶) انجام شد با استفاده از 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 باستان‌شناسی 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).

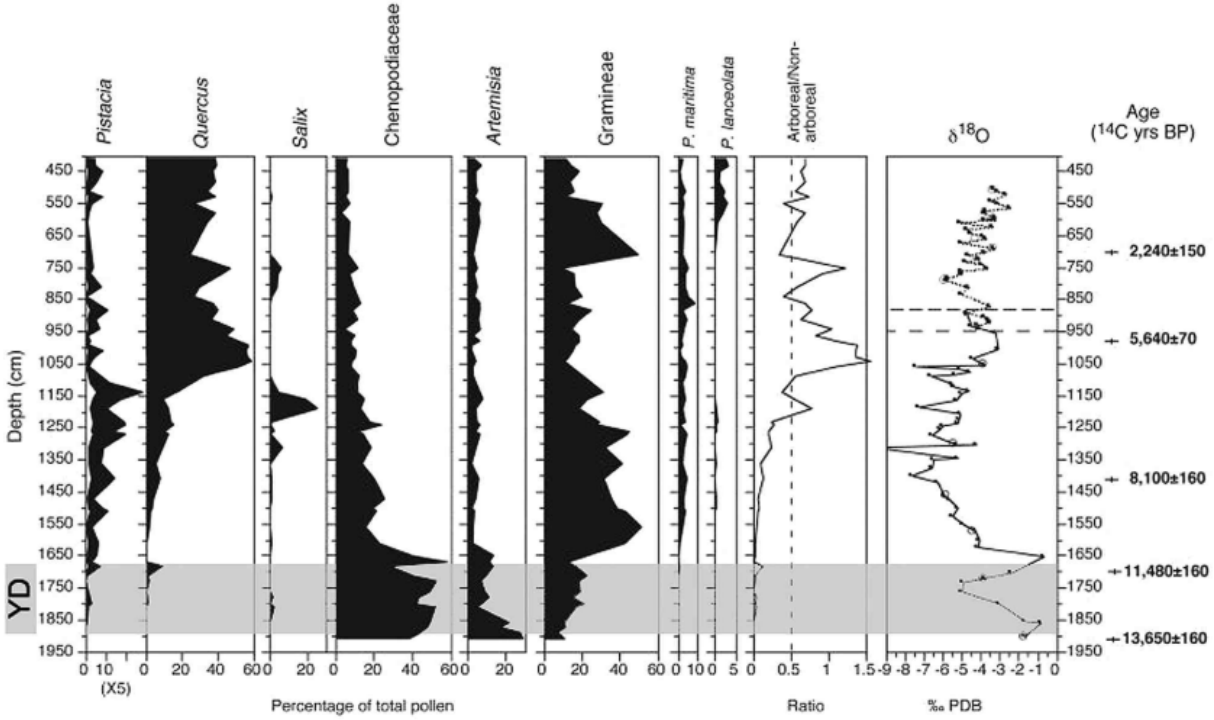
دشت مریوان در چندین نوبت مورد بررسی و شناسایی قرار گرفته است که قدیمی‌ترین بررسی علمی صورت گرفته در مریوان مربوط به بررسی هیئت دانشگاه بوعلی سینا همدان است. در طی این بررسی برای اولین بار آثار دوره‌های پارینه‌سنگی و نوسنگی منطقه گزارش گردید (محمدی‌فر و مترجم، ۱۳۸۱). البته بیشترین آثار شناسایی شده در 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 درياس 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 درياس‌های 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 درایاس 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 CO2 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 درایاس 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 درایاس جوانتر کشف نشده است و باید منتظر تحقیقات بیشتر باشیم (شکل ۷).

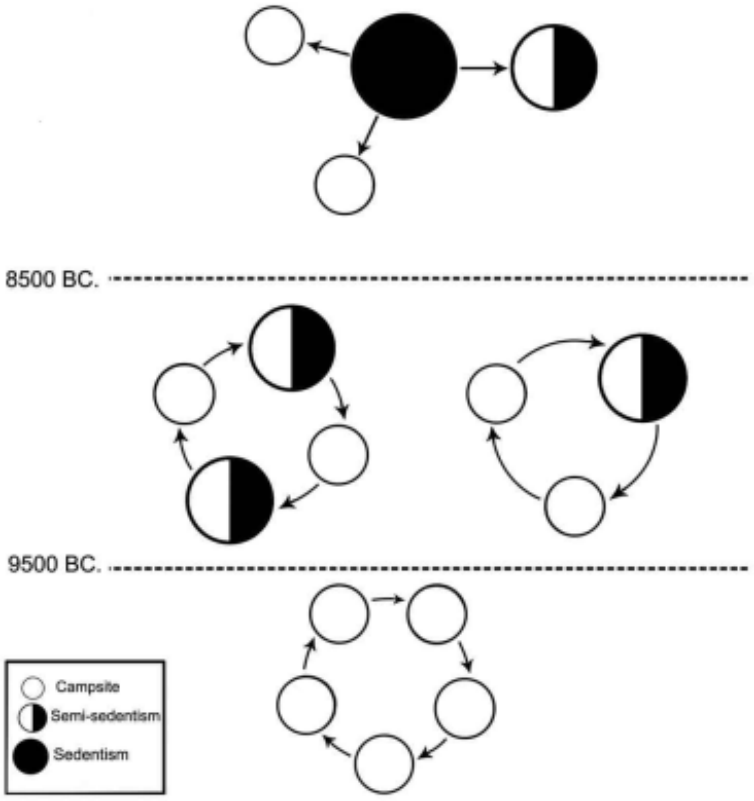
گذار به نوسنگی

تردید کمی باقی می ماند که پدیده اقلیمی قدرتمند درایاس 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 دریایاس جوانتر، نسبت دما و بارندگی افزایش یافت و سطح CO_2 از ppm۱۹۰ به ppm۲۵۰ 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 درایاس 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 سکونتگاه-های 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).

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.

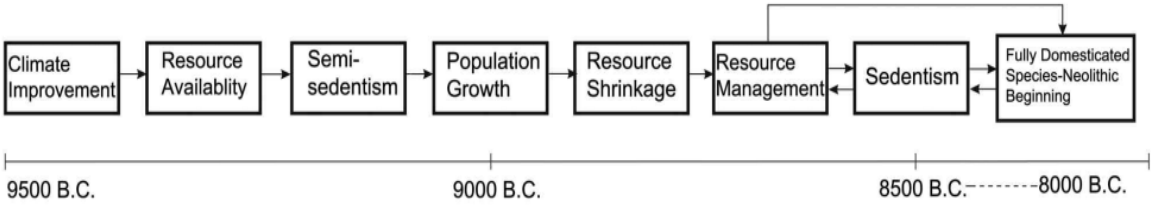


شکل ۸. مدلی توضیحی که الگوهای استقرار را از اواخر فراپارینه سنگی تا آغاز نوسنگی در غرب ایران نشان می‌دهد(Darabi, 2012).

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).

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.

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

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.

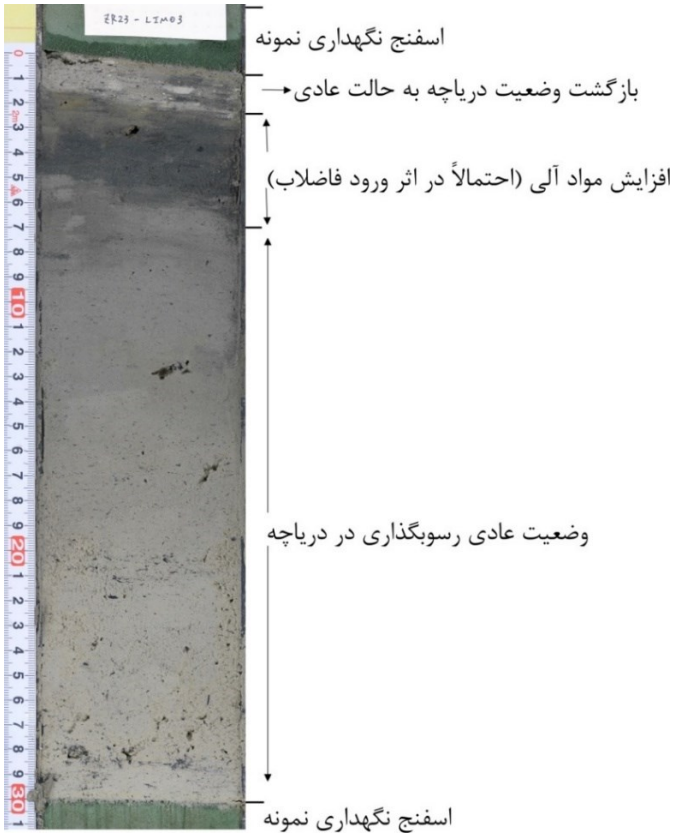
به دلایل مشابه، بازسازی های فرهنگی پیچیده ای که توسط لوئیس (۱۹۷۲) پیشنهاد شده و توسط پولار برای غار شانیدر در زاگرس به کار گرفته شده است، قابل قبول نیستند. ظهور دانه‌های گرده بزرگ «نوع Cerealia» در این مکان در ۱۲۰۰۰ سال پیش، دلیلی برای غلات اهلی‌شده نیست، و همچنین نمی‌توان فرض کرد که ۲۰۰۰ سال کشت (از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

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.



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

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.

منابع

آخانی، حسین، ۱۳۹۴، گیاهان و پوشش گیاهی شمالغربی خلیج فارس. انتشارات دانشگاه تهران.
دیولافوآ، ژان، ۱۳۷۱، ایران، کلده و شوش، ترجمه محمدعلی فره وشی به کوشش بهرام فره وشی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
شکیبا، اسحاق، ۱۳۹۴، نگاهی به تاریخ بندر ماهشهر، چاپ اول، شیراز، انتشارات نوید.
عوفی، ف، ۱۳۷۸، بررسی اکولوژیک خوریات خلیج فارس و دریای عمان با تاکید بر ویژگیهای شیلاتی، موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران.
لوفتوس، ویلیام کنت، ۱۳۸۵، سفرنامه پژوهشی سرهنگ لافتوس، نخستین کاوشگر شوش؛ ترجمه عباس امام. تهران: نشر شادگان.

References

Boyd, R., Dalrymple, R., & Zaitlin, B. A. (1992). Classification of clastic coastal depositional environments. Sedimentary Geology, 80(3-4), 139-150.

Cameron and Pritchard, (1963)."Estuaries," in The Sea. Edited by Hill, M. N., Interscience Publ., N.Y., 19"63, 2, 306-24.

da Cunha Lana, P., & Bernardino, A. F. (Eds.). (2018). Brazilian estuaries: a benthic perspective. Springer.

Dalrymple, R. W., & Choi, K. (2007). Morphologic and facies trends through the fluvial–marine transition in tide-dominated depositional systems: a schematic framework for environmental and sequence-stratigraphic interpretation. Earth-Science Reviews, 81(3-4), 135-174.

Dalrymple, R. W., Zaitlin, B. A., & Boyd, R. (1992). Estuarine facies models; conceptual basis and stratigraphic implications. Journal of Sedimentary Research, 62(6), 1130-1146.

Dürr, Hans H., Goulven G. Laruelle, Cheryl M. van Kempen, Caroline P. Slomp, Michel Meybeck, and Hans Middelkoop. "Worldwide typology of nearshore coastal systems: defining the estuarine filter of river inputs to the oceans." Estuaries and coasts 34 (2011): 441-458.

Evans, G., Schmidt, V., Bush, P., & Nelson, H. (1969). STRATIGRAPHY AND GEOLOGIC HISTORY OF THE SABKHA ABU DHABI, PERSIAN GULF. Sedimentology, 12.

Kinner, J.M, 1813, A Geographical Memoir of the persial Empire, London: John Murray.

Kinsman, D. J. (1969). Modes of formation, sedimentary associations, and diagnostic features of shallow-water and supratidal evaporites. AAPG Bulletin, 53(4), 830-840.

Layard, A.M. 1842, Ancient sites among the Bakhtiari mountains, with remarks on the rivers of Susiana, and the site of susa, by professor Long, v.p.” JRGS 12, 9-102.

Potter, I. C., Chuwen, B. M., Hoeksema, S. D., & Elliott, M. (2010). The concept of an estuary: a definition that incorporates systems which can become closed to the ocean and hypersaline. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 87(3), 497-500.

Pritchard, D. W. (1967). What is an estuary: physical viewpoint. American Association for the Advancement of Science.

Roy, P. S., & Crawford, E. A. (1984). Heavy metals in a contaminated Australian estuary—dispersion and accumulation trend. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 19(3), 341-358.

Shaw, P., & Bryant, R. (1989). Arid Zone Geomorphology.

Uchupi, E., Swift, S. A., Ross & D. A, 1996, Marine Geology, 129, 3-4, p.237-269.

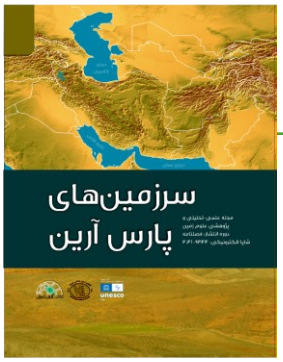
Woodroffe, C. D. (2002). Coasts: form, process and evolution. Cambridge University Press.

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره اول، پاییز ۱۴۰۲ صص. ۵۴-۴۱
DOI: 10.61186/jpat.2024.2.3

مقاله پژوهشی

چاله‌های برودتی و آثار یخچالی کواترنری در ایران مرکزی

محمد حسین رامشت[1] ✉ **و فاطمه نعمت‌الهی**



چکیده

مطالعات یخبندان کواترنری در ایران مرکزی نشان می دهد که انتظار وجود آثار یخبندان در این منطقه دور از ذهن نیست و می توان با مراجعه به عوامل ژئومورفولوژیکی و تحلیل های آماری اقلیمی شواهدی قطعی در مورد عملکرد ورقه های یخی ارائه کرد. قطعات صاف و اتفاقی از جمله دلایلی است که به وجود صفحات یخی در منطقه نمدان فارس کمک می کند. علاوه بر این می توان به بازسازی دیجیتالی شرایط اقلیمی گذشته با استفاده از روش رایت، عدم وجود تراس های دریاچه ای در حاشیه دریاچه کافتر، به عنوان شاهدی بر وجود یخ در دریاچه به جای آب، چند محوری بودن مورفولوژی دشت نمدان، شکل و فرم دره ها و گذرگاه های اصلی دشت و حاشیه آن، وجود آثار متعدد سیرک های یخچالی در ارتفاعات مشرف به دشت و فقدان نشانه های سکونتگاههای باستانی در این دشت علیرغم وجود آب و خاک مناسب را می توان به شرایط حرارتی محیط نسبت داد. بررسی یخچال‌های باستانی، ضمن اینکه گذشته طبیعی سرزمین را بهتر روشن می‌کند، می‌تواند راهبردهای کلان در توسعه منطقه‌ای و بهره‌وری منابع آب را برای برنامه‌ریزان روشن‌تر کند، زیرا عملکرد یخچال‌ها همواره با تغذیه سطح آب مطلوب همراه بوده است. با این حال، اگرچه فعالیت های یخبندان می تواند چنین آبخوانها را به صورت متمرکز فراهم کند، اما حرکت صفحات یخی یا سطوح یخ شرایط را برای تجمع رسوب و ایجاد آبخوانهای با ذخیره آب کافی را ندارد و قادر به ایجاد آبخوانهای مطلوب نیست و در عوض ثمره عملکرد آنها بیشتر منجر به ایجاد لایه ای از خاک های کشاورزی مناسب می شود، به عبارت دیگر یخچال های منطقه ای فرآیندی مثبت در تبدیل و ایجاد خاکهای کشاورزی مطلوب بوده و در بازسازی شرایط اقلیمی و تطویل دوره های آماری می توانند مفید باشند.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۶
انتشار برخط: ۱۴۰۲/۷/۲۷

واژگان کلیدی
یخبندان کواترنری،
دشت نمدان،
چاله های برودتی،
شواهد یخبندان،
ایران مرکزی

وابستگی سازمانی نویسنده
استاد ممتاز دانشگاه اصفهان

استناد: رامشت، محمدحسین، نعمت الهی، فاطمه (۱۴۰۲). چاله های برودتی و آثار یخچالی کواترنری در ایران مرکزی، *سرزمین های پارس آرین*، ۱(۵۴-۴۱)،

شناسه دیجیتال:10.61186/jpat.2024.1.3

ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین © نویسندگان.

[1] mh.raamesht@gmail.com

مقدمه

بررسی آثار مرفولوژیکی یخبندان های کواترنری ایران موضوع مورد علاقه بسیاری از محققان بوده که می توان شروع آن را به ژاک دومرگان (۱۸۹۰) نسبت داد. در این میان ردیابی پاره ای از پدیده ها آسانتر و پاره ای دیگر بواسطه غیرمحتمل تر بودن آن کمتر مورد ارزیابی محققان قرار گرفته و از آن جمله می توان از وجود آثار یخسارها یا کلاهکهای یخی نام برد. باید به این نکته توجه داشت که در ادبیات فارسی چون واژه های متعدد برای مفهوم پهنه های یخی وجود ندارد بنابراین در این نوشتار واژه یخسار به عنوان یک واژه عام به کلیه پهنه های یخی با هر وسعتی اطلاق شده است. بررسی و تحلیل آمار اقلیمی ثبت شده فعلی در ایران از یک سو و وجود نقاط یا محلهایی که نسبت به نواحی مجاور از نظر برودتی تفاوتهای چشمگیری از خود نشان می‌دهند، سبب شد که نظر ژئومرفولوژیست‌ها به این نقاط جلب و پراکندگی آن ها در ایران مورد مطالعه قرار گیرد. بدیهی است با توجه به تخمین های دما و حرارت محیطی در گذشته می توان حدس زد که این نقاط در گذشته (در دوره های سرد) نیز نسبت به نقاط مجاور از خود ویژگیهای برودتی بیشتری نشان می داده اند و چنانچه از نظر توپوگرافی نسبتاً هموار و دمای آنها مشابه ارتفاعات برآرد شود در این صورت احتمال وجود کلاهکهای یخی در عصر یخبندان در آنها افزایش می یابد. این مقاله که بر گرفته از یک طرح تحقیقاتی است و با حمایت مالی وزارت نیرو به انجام رسیده با اتکا به روش رایت و تحلیل رقومی داده های هواشناسی نسبت به بازسازی شرایط دمایی در دوره سرد اقدام و سپس با تعیین گستره آن در ایران نسبت به ردیابی آثار یخسارهای محتمل در زاگرس اقدام گردید. نتایج این پژوهش نشان می دهد که آثار این پدیده به استناد برآورد های اقلیمی از یکسو و شواهد ریختی زمین و برخی شواهد رسوبی در دشت نمدان فارس وجود دارد و برای اولین بار وجود آثار یک پهنه یخی (یخسار) در ایران به اثبات می رسد .سرزمین ایران دارای مکان‌هایی است که از نظر دمائی نسبت به نواحی مجاور خود دارای برودت بیشتری هستند این مناطق که معمولاً تا حدود زیادی برای مردم شناخته شده است را اصطلاحا "چاله های برودتی" می نامیم و البته روشن نمودن علت بروز چنین ویژگی های دمایی وظیفه اقلیم شناسان است. در اینجا با این پیش فرض که چاله های برودتی فعلی در عصر یخبندان بسیار سردتر از نواحی مجاور خود بوده اند این احتمال مطرح می شود که در ادوار سرد، تشکیل پهنه های یخی در آنها مشروط به فراهم بودن شرایط توپوگرافی امکانپذیر بوده است. بنابراین بررسیهای اولیه اقلیمی و تعیین موقعیت مکانی چاله های برودتی در ایران ما را قادر ساخت که ردیابی آثار یخساری در این مکانها را دنبال نماییم.

تغییرات اقلیمی برای بسیاری از محققین از ابعاد گوناگون به عنوان یک سوژه جذاب مطرح بوده است. اقلیم شناسان، جغرافیدانان، محیط شناسان، زمین شناسان و محققین علوم گیاهی و جانوری و برخی از مورخان علوم تاریخی دیگر سعی کرده اند به موضوع تغییرات اقلیمی با علاقمندی ویژه علوم خود بپردازند و به تحلیل علل این پدیده، تاثیراتی که چنین تغییراتی در رفتار و مهاجرت، تغییرات گونه ای، انقراض ها داشته اند مکانیسم آن را تشریح نمایند. در این میان ژئومورفولوژیست ها نیز با دیدگاه و معرفت شناسی خاصی به این پدیده نگاه کرده‌اند. تلاش زمین ریخت شناسان بیشتر در جهت شناخت تاثیراتی است که تغییرات اقلیمی بر سیستم های فرسایشی و فرم اراضی داشته است. این اطلاعات که به صورت شواهد و آثار فرمی در طبیعت باقی مانده کمک شایانی به دیگر محققین در درک بهتر محیط های اقلیمی گذشته کرده است و از این رو دستیابی به اطلاعاتی در زمینه گستره و چگونگی عملکرد دوره های تناوبی اقلیمی امکانپذیر گشته است .

تاریخ یخچال شناسی بر اساس یافته های تجربی مکتوب قابل دسترس بیشتر به اوایل قرن نوزدهم باز می گردد. افسانه های اساطیری ملل که مورد تـوجه ولیکوفسکی(۱۹۵۰) بوده و به عنوان یک روش در تحلیل و تعقیب تغییرات کاتاستروف اقلیمی در سطح بین المللی به کار گرفته شده است به خوبی نشان می دهد که چنین حوادثی را انسان پیش از تاریخ به خوبی تجربه کرده و با تمسک به اسطوره سازی نسبت به انتقال آن به نسلهای بعدی اقدام کرده است. اشاره برخی از فلاسفه قدیم یونانی به از میان رفتن زمین و خلقت جدید آن با چهار واقعه آب، باد، آتش و یخ و یا بکارگیری واژه خورشید به جای واژه دوره یا عصر در این فرهنگ همگی حکایت از قدمت آشنائی بشر با عوامل ایجاد دوران یخچالی دارد(ولیکوفسکی ۱۹۵۵). در اروپای قرن هجدهم وجود سنگهای سرگردان فراوان که در پهنه وسیعی از سرزمینهای اروپای شمالی، انگلیس و سویس و مناطق مجاور آن دیده می شد ذهن محققین علوم زمین را به خود مشغول داشت و از همین رو تئوری یخچالی موضوع بحث انگیز اما پرطرف دار در توجیه انباشت این سنگهای غریبه در شمال اروپا به شمار می آمد. براساس مقبولیت تئوری طوفان نوح (ع) که در چهارچوب یک پدیده کاتاکلیسم در آن زمان مطرح بود، گفته می شد که با عالمگیر شدن چنین طغیانی، قطعات و توده های متعدد و بزرگ یخی جدا شده از مناطق قطبی در سطح آب شناور شده و با پایان یافتن طغیان و ذوب پاره های یخ شناور که به مناطق پایین تر جابجا شده بودند مواد و رسوبات و صخره های همراه با آنها در سطح باقی مانده و ما امروز شاهد بقایای آن هستیم.

با پایان قرن نوزدهم تئوری جدیدی که به تئوری جابجائی یخ شهرت داشت قوت گرفت. درسال ۱۸۲۱ ونتز که یک مهندس سویسی بود مقاله ای را برای انجمن هلوتیک ارسال داشت. او در این مقاله این موضوع که یخچال های سویس به مراتب وسیع تر از امروز بوده اند را مطرح کرده بود. اگرچه همه به این موضوع اذعان داشته و دارند که اقلیم از حدود سال ۱۶۰۰ تا اواسط قرن نوزده از اعتدال بیشتری برخوردار بوده اما بر این نکته هم تاکید می شود که یخچالها در بعضی از مناطق بسیار گسترده تر از امروز بوده اند و چنین دوره ای را با دوره یخچالی کوچک می شناسند. شواهد فراوانی در آلپ واسکاندیناوی و ایسلند دال بر آن است که اقلیم در قرون وسطی ملایم تر از امروز بوده و مزارع و یا شبکه های ارتباطی موجود در آن زمان بعداً مورد هجوم بهمن یا جریانهای تغذیه شونده یخچالی قرار گرفته اند. برای مثال معادن نقره در دره چامونیکس در طول قرون وسطی دایر بوده و بعداً توسط بهمن یخچالی مدفون شده است و یا دهکده پرتیوس تا سال ۱۶۰۰ در زیر یخچال برنوا در سوئیس مدفون بوده است.

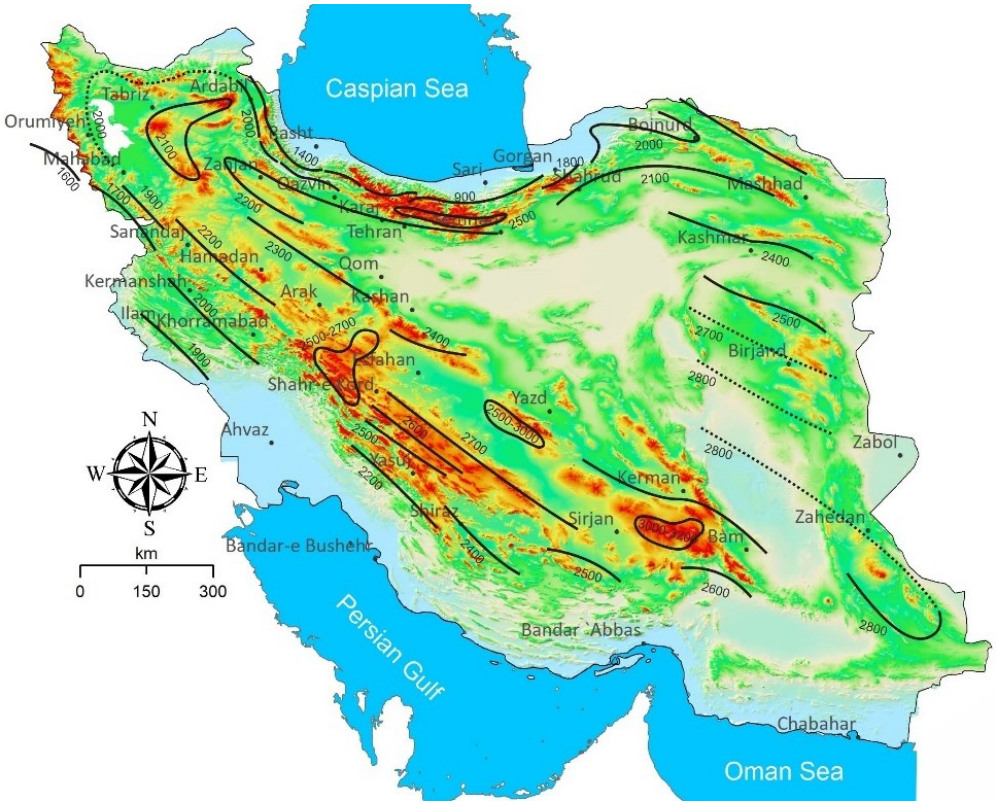
اگرچه نظریه ونتز به وسیله افراد متعددی مورد بحث و انتقاد قرار گرفت و مخالفین آن بیشتر از مدافعین آن بود. اما بدون تردید باید گفت لویس رودلف اگازیس (۱۸۰۸–۱۸۷۳) کسی است که بیشترین تلاش را در توسعه و مدلل نمودن این نظریه به عمل آورد. نام اگازیس سوئیسی در تبیین دوره ها و مطالعات یخچالی مقدم بر هرکس دیگری است. او که یک جانورشناس بود روش مطالعاتش بسیار ساده بود. او یخچال شناسی را با تشریح و توصیف یخچال های فعلی و تاثیرات فرسایشی آن بر روی صخره های بستری و دیگر قطعاتی که همراه با آن ها حمل می شد آغاز و با یاداشت برداری از ویژگیهای شکلی رسوبات فرسایش یافته یخچالی، اصول فرم شناسی یخچال شناسی دیرینه را بنیان نهاد. اگازیس بر این نکته تاکید داشت که چون چنین فرم هائی تنها می تواند ناشی از فرایند فرم سازی یخچالی باشد با تعمیم آن نتیجه گرفت که اگر چنین ویژگیهایی بر روی سنگها و رسوباتی یافت شود که خیلی پایینتر از حد یخچالهای فعلی باشند، باید نتیجه گرفت که قبلاً یخچالها گسترده تر از امروز بوده اند و چنین دوره ای را عصرحاکمیت بزرگ یخبندانها نامید(کافمن ۱۹۹۰).

بررسی آثار مرفولوژیکی یخبندانهای کواترنری ایران موضوع مورد علاقه بسیاری از محققان بوده که می توان شروع آن را به ژاک دومرگان[۱](۱۸۹۰)(شکل ۲) و کارهای جدی بوبک نسبت داد. تحقیقات و بررسیهای هانس بوبک در سال ۱۹۳۳ شروع و در سال ۱۹۵۵ منتشرگردید (بوبک ۱۹۵۵). در سال ۱۹۳۳ مطالعه جدی درباره آثار مستقیم یخبندان کواترنری در کوه های ایران با کارهای هانس بوبک در البرز و ارتفاعات کردستان و دزیو در زرد کوه شروع شد. بوبک با بررسی مورنهای رشته کوه البرز و زاگرس، آنها را شواهدی بر یخبندان قبل از وورم در این ارتفاعات می داند. این مطالعات او را بر آن داشت که در سال ۱۹۵۵ اولین اظهار نظر کلی در مورد اقلیم ایران در کواترنری را منتشر سازد. بوبک معتقد بود که در طول دوران یخچالی اقلیمی سرد وخشکتر از امروز بر ایران حاکمیت داشته است. محققین بعدی غالبا به نتایجی بر خلاف نظریه بوبک دست یافته اند از آن جمله شارلاو است که به اقلیم سرد و مرطوب تر از امروز اعتقاد دارد(جداری عیوضی ۱۳۷۲).

اکات اهلرز در سال ۱۹۸۰ ابراز داشت این دو نظریه نه تنها در تضاد نیستند بلکه هر دو گویای نتایج و شرایطی است که در طول زمان بر این سرزمین حاکم بوده است(رهنمایی ۱۳۶۵). پس از بوبک و دزیو محققین زیادی اعم از خارجی و ایرانی در این مورد کار کرده اند از جمله رایت[۲] (۱۹۶۳– ۱۹۶۸) که بر روی ارتفاعات زاگرس در امتداد مرز ایران و عراق کار کرده و خط دائمی برف در دوره وورم را در ارتفاع ۱۸۰۰ متری ردیابی کرده است. همچنین در جنوب غرب ازنا در اشترانکوه، رایت سیرک یخچالی جبهه شمالی را در ۳۰۰۰ متر و یخرفتها را در دره‌های کوچک تا ارتفاع ۲۶۰۰ متر مشاهده کرده است. هاگه درن در سال ۱۹۷۴ و کوهله در سال ۱۹۷۶ مطالعاتی در ایران مرکزی داشته‌اند مطالعات آنان بر این مطلب تاکید دارد که ان دسته از زبانه های یخچالی که از نواحی مرتفعترکوهستانی خوب تغذیه شده باشند توانایی آن را داشته اند که تا پای کوهها پایین بیایند و نفوذ خود را در تمام دره ها اعمال کنند. در هر دو مورد شواهدی ارائه شده است که یخرفت ها تا پای کوه و مدخل خروجی دره ها رسیده و به نظر آنان حتی وسعت قابل توجهی از دشت را در ارتفاع ۲۰۰۰ تا ۲۲۰۰ متری اشغال کرده‌اند (شمیرانی و مومنی ۱۳۵۷). رامشت ضمن تایید یافته های نامبردگان نسبت به انتشار تصاویر بی نظیری از سنگ های سرگردان یخچالی در ارتفاع ۱۶۰۰ متری درمنطقه مورد مطالعه هاگه درن (شیرکوه یزد) اقدام و به پایین آمدن زبانه های یخی تا این ارتفاع تاکید نموده است(رامشت ۱۳۷۱). کوهله در کوه چوپار واقع در جنوب کرمان آثار دو یخبندان بزرگ کواترنری را بررسی کرده و آنها را به دوره ریس و وورم نسبت داده است(ثروتی ۱۳۶۹). نام بروکس محقق کانادایی نیز در مطالعات دوران چهارم ایران نام آشنائی است (بروکس ۱۹۸۲؛ محمودی۱۳۶۷؛ جداری عیوضی ۱۳۷۲ و احمدی۱۳۷۸) نیز از جمله ژئومورفولوژیستهای دیگری هستند که ضمن مطالعات پراکنده در ایران نسبت به تحلیل وقایع دوران چهارم ایران دارای نظرات مستقلی هستند.

از جمله محققین ایرانی که در مورد کوارترنری و یخچالها به ویژه مرز برف دائمی در ایران تلاشهای ارزشمندی نمود منوچهر پدرامی است (پدرامی ۱۳۶۷) اگرچه عمر کوتاه او مانع از ان شد که بتواند دست نوشته های ارزشمند خود را به چاپ برساند ولی همین مقدار نیز نشان می دهد

که وی تا چه اندازه به مسائل مربوط به یخچالها در ایران اشراف داشته است (دست نوشته های وی که به زبان انگلیسی و بالغ بر شصت صفحه است چاپ نشده ولی نگارندگان آن را مطالعه و جداری عیوضی در کتاب ژئومرفولوژی ایران به خوبی از آن بهره مند شده است). از جمله ویژگی کار پدرامی مطالعات ناپیوسته در مناطق مختلف کوهستانی است. به گونه ای که در هرجا کار نموده (شمال، مرکز و غرب) به دنبال ردیابی و شناسائی آثار یخچالی بوده و نسبت به تعیین خط برف دائمی برای نقاط مختلف ایران اقدام کرده است. حاصل مطالعات او نقشه مرز برف دائمی کوهستان های ایران است که در کتاب ژئومرفولوژی ایران (جداری عیوضی ۱۳۶۷) به چاپ رسیده است(شکل ۱).



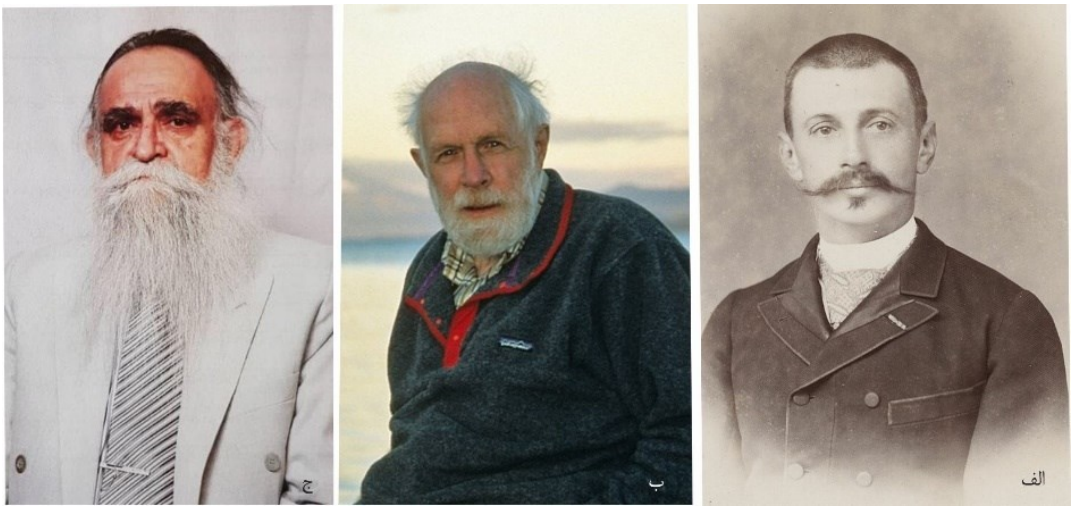
شکل ۱: نقشه مرز برف دائمی کوهستان های ایران بر اساس یافته های پدرامی(جداری عیوضی ۱۳۸۶)

در سال های اخیر محققین ایرانی، دست به انتشار اطلاعات جدیدی در مورد یخچال های ایران زده اند که از آن جمله می توان به کارهای بیاتی خطیبی(۱۳۷۹)، مغیث(۱۳۷۹)، طالبی(۱۳۸۰)، رواقی (۱۳۷۹)، دلال اغلی (۱۳۸۱)، شایان (۱۳۷۹) و یمانی(۱۳۸۲) اشاره نمود. لازم به ذکر است که در هیچکدام از کارهای انجام شده چه محققین خارجی و یا داخلی اشاره به وجود یخسار و آثار آن در ایران نشده است. علاوه بر این باید خاطر نشان ساخت که کارهای ارزشمندی درباره یخچالهای فعلی ایران توسط فریبرز وزیری (شکل ۲) استاد فقید دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی در قالب یک طرح پژوهشی بلند مدت(حدود ۲۰ سال) انجام و منتشر شده است. ضمن اینکه برخی از پژوهشگران نیز به بررسی اهمیت زمین شناسی گردشگری این یخچالها پرداخته اند(طاهری ۱۳۸۹). در این نوشتار تعیین چاله های برودتی ایران و بررسی ویژگیهای ژئومورفیک آن ها مورد توجه قرار گرفته است به نحوی که بتوان به ردیابی آثار یخسارهای احتمالی گذشته در این نواحی پرداخت.

واژه‌شناسی

حرکت یخ در سطح زمین به دو صورت متمرکز (یخچال های کوهستانی) و غیر متمرکز (ورقه ای) رخ داده و بر حسب این حرکات، پدیده های متعددی بوجود امده است. از جمله مهم ترین آثار یخچالی در کوهستان های ایران آثار سیرک های یخچالی است. از جمله آثار دیگر فرمیک ناشی

از عملکرد یخ ، سطوح موجدار وناهموار است . این سطوح بیشتر به واسطه حرکت ورقه های یخی همراه با زبانه های یخچالی کوهستانی بوجود می آیدو برحسب وسعت پهنه یخی درزبان انگلیسی اصطلاحات متعددی در مورد آن بکار می رود که از آن جمله می توان از موارد زیر نام برد:
Ice Aprons, Tidewater Glacier, Cirque Glaciers, Valley Glacier, Ice fields, Ice shelves, Glacier tongues,
Ice Streams, Ice cape, Ice sheets
در فرهنگ فارسی واژه یخسار در مورد تمامی پهنه های یخی به کار گرفته شده است لذا استفاده از این واژه مناسبتر است اگرچه واژه مصطلح یخچال در ادبیات فنی و غیر فنی رواج بسیاری دارد.



شکل ۲: ژاک دومرگان (الف)، هربرت رایت (ب) و فریبرز وزیری (ج)

چاله های برودتی در ایران

در میان نواحی مختلف ایران نقاط چندی به سردی و برف و بوران خیزی شهرت دارند. این نقاط که بعضی در مسیر جاده های اصلی و یا نقاطی دور از مسیرهای جاده ای واقع شده اند، از نظر ویژگیهای سرزمینی شرایط یکسان وبرابری ندارند. یک بررسی اجمالی از ۴۵۲ ایستگاه اقلیمی و سینوپتیک ایران نشان می دهد که ۲۱۷ ایستگاه سه تا چهارماه از سال دارای دمای کمتر از پنج درجه سانتیگراد هستند (شکل ۳). نکته جالب آن که طیف ارتفاعی این ایستگاه ها از ۴۴ متر تا ۲۹۰۰ متر در نوسان است. از سوی دیگر این ایستگاهها از نظر عرض جغرافیائی بین عرض۲۹/۲۳ درجه تا ۳۹/۳ درجه شمالی قرارگرفته اند و دمای متوسط فصل سرد آنها از ۵/۳۵ – تا۴/۵ درجه سانتیگراد در نوسان است (جدول۱).

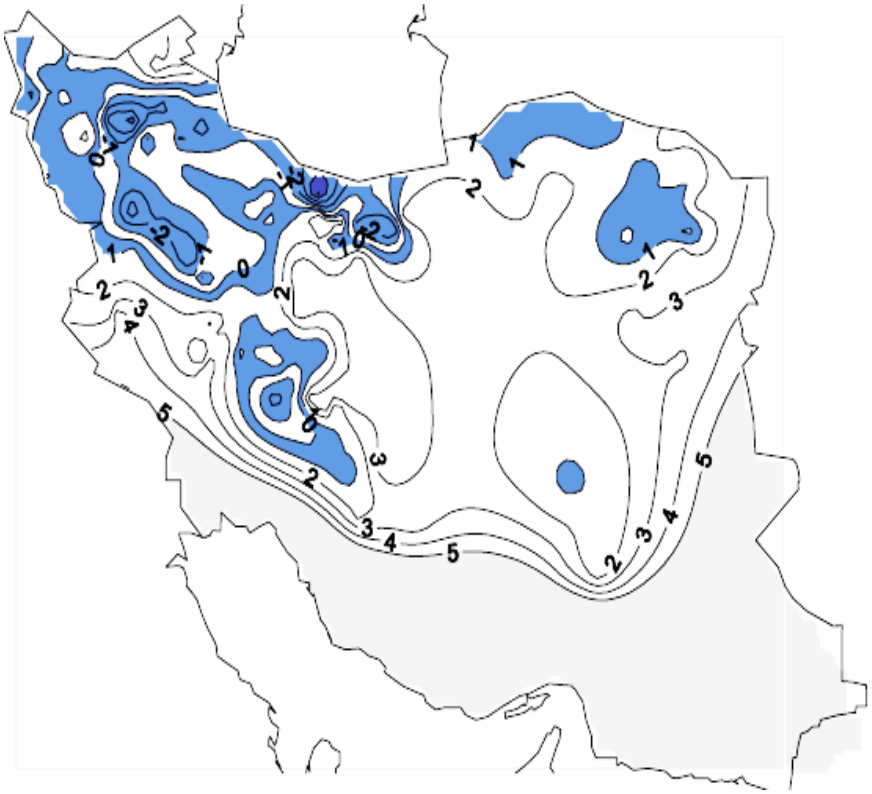
جـدول۱ : پراکندگی جغرافیائی ـ ارتفاعی و دمایی ایستگاه ها

دامنه ارتفاعی	دامنه عرض جغرافیائی	دامنه دمائی
۴۴ *تا* ۲۹۰۰ *متر*	۲۹/۲۳ تا ۳۹/۳	۴/۵ تا ۵/۳۵– درجه سانتیگراد
پارس آباد – دیزین	ساردوئیه – ماکو	شاه اباد – دیزین

توزیع ارتفاعی وموقعیت مداری این ایستگاه ها این حقیقت را به خوبی نشان می دهد که عامل اصلی در ایجاد چنین نقاط برودتی تنها عامل ترفیع مکانی و یا عرض جغرافیایی نمی تواند باشد و شرایط ویژه ای در بروز این ویژگی برودتی موثربوده است. علت چنین وضعیتی از نظر اقلیم شناسی هرچه باشد از دیدگاه ژئومورفولوژی ردیابی تاثیرات آن بر مورفولوژی این نقاط از یک سو و بازسازی دامنه و وسعت چنین تاثیراتی در دوره های یخچالی بسیار مهم وارزنده است (شوشتری ۱۳۸۲).
نظر به اینکه مطالعات یخچال شناسی در ایران، همگی بر کاهش برودت ایران در آخرین دوره سرد نسبت به زمان فعلی دلالت دارد بنابراین شناسایی مناطقی که چند ماه از سال دارای دمای کمتر از پنج درجه سانتیگراد هستند می تواند به عنوان مناطقی که در دوره های یخچالی حداقل

در بخشی از سال دچار یخزدگی می شده اند تلقی شوند، زیرا کمترین برآورد تفاوت دمای متوسط سالانه برای ایران توسط محققین در عصر یخچالی بین ۵ تا ۶ درجه سانتی گراد بوده است[۲] و این به آن معنی است که اگر دمای متوسط مناطقی در حال حاضر حدود ۵ درجه سانتیگراد و یا کمتر است در آن زمان به صفر میل کرده و یخزدگی در آن حادث می شده است.

البته از این نکته نباید غافل بود که تحلیل آماری که در این بررسی مورد استناد قرار گرفته از دیدگاه زمانی با آنچه برای اقلیم شناسان معمول است اندکی تفاوت دارد. به عبارتی در اینجا به جای به کارگیری مفهوم نجومی از زمان بیشتر به زمان رخدادی تاکید شده است. بنابراین نباید تصور کرد که مبنای ارزیابی های ما از زمان حتما و اجباراً باید اقلیدسی باشد. زیرا تغییر بسیاری از پدیده ها یا رخدادها تابع زمان رخدادی بوده و به جای تحلیل وقوع آنها در چهارچوب زمان تقویمی وقوع و رخ داد و میزان شدت آنها تحلیل می شود. زیرا آنچه در این تحلیلها اعتبار و ارزش می یابد تعداد و شدت وقوع آنها است و نه زمان وقوع. لذا در این مورد با توجه به دماهای ثبت شده وقوع آنها تحلیل شده است. با این مقدمه چنانچه توزیع فضائی چنین رخدادهایی را بر روی نقشه ایران ترسیم کرد مشخص می شود که حداقل چهار کانون برودتی در ایران وجود دارد که نسبت به یگدیگر از استقلال نسبی مکانی برخوردارند(شکل ۳). اگر اطلاعات ارتفاعی را به این مجموعه اضافه کنیم مناطقی از ایران که در برودت نقطه ای سهیم خواهند بود مشخص می شود. ناگفته نماند که برای این کار اجباراً از همبستگی فصول سرد و ارتفاع به صورت منطقه ای استفاده شده است و البته بین این دو پارامتر تنها در منطقه یا کانون شمال و شمال غرب ایران همبستگی ۰/۸۲ – به دست آمد.



شکل۳ : خطوط همدمای برودتی ایران

با این تفاصیل چنانچه نسبت به دخالت داشتن ارتفاع در حرارت نقطه ای (ایستگاهها) نیز مبادرت شود نقشه شماره (۳) به دست می آید که دقیقا بیانگر حاکمیت فصل سرد درسطحی از ایران است که دمائی کمتر از ۵ درجه سانتیگراد را تجربه کرده است. حال اگر کمترین رقوم برآورد شده تفاوت دمای متوسط ایران در کواترنری را که ۵ درجه سانتیگراد است برای مناطقی از ایران منظورداریم که چهارماه از سال دمای کمتر از ۵ درجه

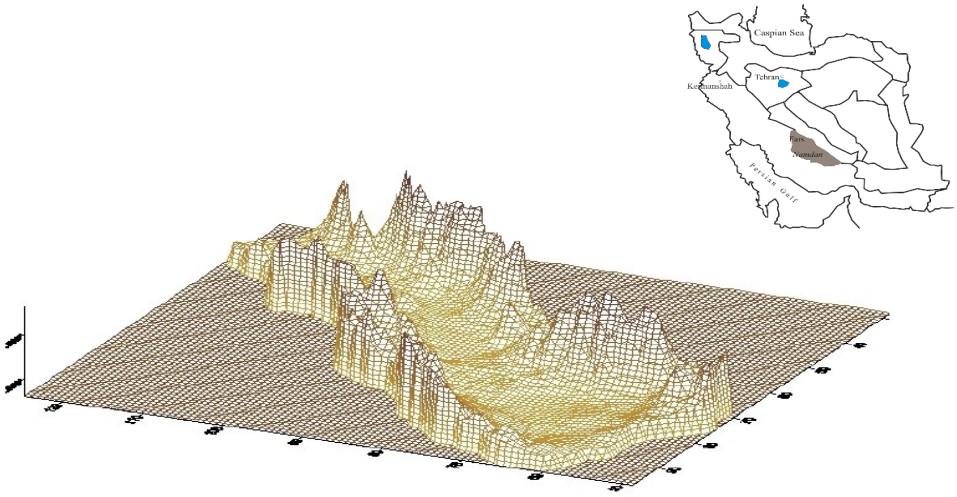
[۲] بوبک دمای متوسط سالانه ایران را ۵ تا ۶ درجه سانتی گرادکم تر از حد فعلی براورد کرده است ولی این رقوم برای پاره ای مناطق بسیار بیشتر از رقوم براوردی بوبک است .زیرا بوبک براورد های خود را متکی به نقاط خاصی کرده واگر افت آهنگ دما برای ارتفاعات بیشتر را در نظر بگیریم در خواهیم یافت که نقاط مرتفع تر بطور قطع سرد تر از آنچه بوبک براورد کرده بوده است.

را تجربه کرده اند در خواهیم یافت که چه وسعتی از ایران در دوره سرد کواترنر دارای دمای صفر درجه بوده و به عبارتی در بخشی از سال فرایندهای یخچالی در آن حاکمیت داشته است(شکل ۳). بدیهی است که در تمامی نواحی ایران میزان تفاوت یا آنومالی حرارتی نسبت به حال حاضر یکسان نبوده است ولی نکته مهم انست که (حداقل در ایران مرکزی) آنومالی های حرارتی تابعی از ارتفاع محیطی بوده است. به این معنی که هرچه ارتفاع اراضی بیشتر شود میزان تفاوت حرارت محیطی آن با زمان حاضر بیشتر می شده است. این به آن معنی است که برای مثال اگر تفاوت دمای متوسط سالانه گذشته و کنونی در دشتی با ارتفاع ۱۶۰۰ متر برابر ۴ درجه سانتیگراد باشد همین اختلاف برای دشتی در ار تفاع ۲۱۰۰ متری به مراتب بیشتر از ۴ درجه سانتیگراد خواهد بود.

قانون بالا از نظر ژئومورفولوژی اهمیت فراوانی دارد زیرا دشتهای کم ارتفاع به واسطه تفاوت اندک دمایی دوره های سرد با اکنون، از نظرسیستم های فرسایشی با شرایط امروز چندان تفاوتی نداشته اند، حال آن که همین سطوح درارتفاعات بالا، از نقطه نظر سیستمهای فرسایشی تفاوتهای آشکاری از خود نشان می دهند. این به آن معنی است که اگر دشتی با ارتفاع کم در دوران سرد دارای سیستم فرسایشی فلوویال بوده است در حال حاضر نیز ممکن است از نقطه نظر سیستم فرسایشی با گذشته چندان تفاوتی نداشته باشد، حال آنکه دشت دیگری در همین منطقه با ارتفاع بالا، از نقطه نظر حاکمیت سیستم فرسایشی با زمان دوره سرد تفاوت چشمگیری خواهد داشت به نحوی که اگر در حال حاضر حاکمیت با سیستم فلوویال است در گذشته به طور قطع سیستم فرسایش یخچالی یا جنب یخچالی در آن حاکمیت داشته است و احتمال این حاکمیت با افزایش ارتفاع دشت به شدت افزایش می یابد. با توجه به نکات فوق برای ردیابی احتمالی آثار یخسارها جستجو برای شناسائی اراضی هموار در سطوحی که متوسط برودت صفر درجه سانتیگراد را در چهار یا پنج ماه از سال تجربه کرده اند آغازگردید.

منطقه مورد بررسی (دشت نمدان فارس)

دشت نمـــدان در شمـال اســـتـان فـــارس و در فـاصلـــه ۱۵ کیلـــومتـری شهـــرستـان اقلید و ۳۰۵ کیلومتری شیراز قرار گرفتـــه است (شکل ۴). سطح کلی منطقه مورد مطالعه حدود۱۹۵۰ کیلومتر مربع است. حداکثر ارتفاع در منطقه ۳۵۲۰ متر و پست ترین نقطه با ارتفاع ۲۳۰۱ متر در حوالی دم دریا و در محلی معروف به تخت عروس است. محیط دشت نیز تقریباً برابر با ۲۲۵ کیلومتر است. برای بررسی کلاهک یخی دشت نمدان فارس در ابتدا نسبت به تحلیل ۴۵۲ ایستگاه اقلیمی در ایران اقدام و مجموع ایستگاههایی که در چهارماه از سال دمایی کمتر از ۴ تا ۵ درجه سانتیگراد را نشان می دادند انتخاب و سپس بر اساس روش کریگینگ و رابطه ارتفاع–دما نسبت به گسترش دمای نقطه ای ثبت شده به مناطق مجاور اقدام گردید. به این ترتیب امکان مشخص شدن پهنه هایی از ایران فراهم شد که در طول چهار تا پنج ماه از سال دارای دمای متوسط کمتر از ۵ درجه سانتیگراد بودند.

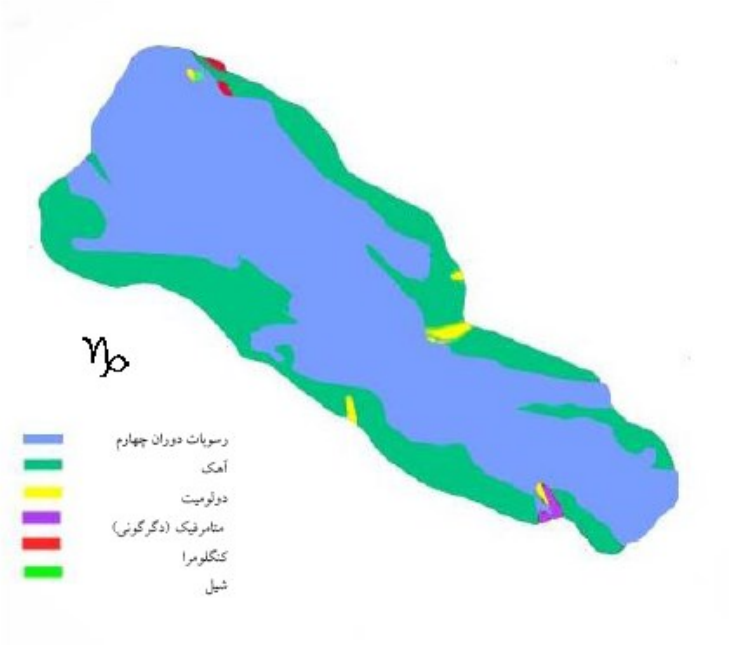


شکل۴ : موقعیت موقعیت دشت نمدان در حوضه های آبی ایران و نقشه سه بعدی دشت نمدان

با توجه به دمای برآورد شده برای ایران در عصر سرد که معادل ۵ تا ۶ درجه کمتر از دمای فعلی در نظر گرفته شده امکان مشخص کردن مناطقی که در عصر یخبندان می توانسته اند کانون عملکرد یخ محسوب شود فراهم شد و به این ترتیب دشت نمدان فارس به واسطه داشتن شرایط توپوگرافی مناسب از میان این مناطق کاندید و به عنوان یکی از نقاط احتمالی برای بررسی وردیابی آثار یخساری انتخاب گردید. با انتخاب این منطقه کار بررسی های دقیقتر صحرائی برای ردیابی آثار یخساری در منطقه آغاز گردید.

سطوح هموار و شواهد یخچالی

بررسی های اولیه نشان می دهد که اراضی هموار در بین کوهستانهای زاگرس به صورت نوارهای بین طاقدیسی که به پایابی ختم می شود فراوانند. این پایاب ها همگی از نظر ژئومورفولوژی یکسان نیستند اگرچه غالباً تغییرات اقلیمی که منطقه با آن روبرو بوده یکسان بوده است. پاره ای از این دریاچه ها یا چاله ها بر خلاف قاعده عمومی بدون تراس هستند. به عبارت دیگر شواهد ژئومرفیک نوسان آبی سطوح خود را ثبت نکرده اند، حال آن که اطلاعات اقلیمی در دسترس نشان می دهد که این مناطق دچار نوسانات اقلیمی و رطوبتی بوده و لذا سطح آب آنها باید چنین نوساناتی را در حاشیه ساحلی خود به صورت تراسهای دریاچه ای ثبت کرده باشد. دقت بیشتر در این زمینه نشان می دهد که دریاچه هایی که ارتفاع عمومی آنها از ۲۱۰۰ متر بیشتر است چنین وضعیتی دارند به عبارت دیگر ارتفاع ۲۱۰۰ متر در منطقه زاگرس مرکزی خط قرمز تشکیل نشدن تراسهای دریاچه ای است. آثار تراس های دریاچه ای در حاشیه غالب دریاچه های خشک شده و یا موجود فعلی گزارش شده است(کرینسلی ۱۹۷۰) (بختگان، قم، گاوخونی و...) و عدم وجود تراس در حاشیه پاره ای از دریاچه های منطقه زاگرس (مانند دریاچه کافتر) می تواند ناشی از چند احتمال باشد. احتمال اول کمی عمق وضخامت اب در انها ست . این فرض با توجه به این که میزان رطوبت محیطی به مراتب بیشتر از حال بوده و گاهی این گونه دریاچه هادر حال حاضر دارای آب هستند، در نتیجه نمی توان کمبود ضخامت آب در دوران سرد را عامل تشکیل نشدن تراسها دانست به ویژه آن که دریاچه های مجاور آن ها که از نظر بیلان آبی از آن ها ضعیف تر هستند دارای تراسهای متعددند.



شکل۵ : جنس رخنمونهای سنگی در دشت نمدان

احتمال دوم وجود دریاچه های مملو از آب با یخزدگی ممتد در تمام سال یا بخش عمده ای از سال است(شکل ۵ و ۶). در این حالت علیرغم وجود آب، به خاطر تغییر فیزیکی حالت آب و یخزدگی سواحل، امکان ایجاد تراس بر اثر حرکت آب سلب و لذا انتظار به وجود آمدن بریدگی های شیب و سطوح پادگانه ای از میان می رود. نبودن تراس در دریاچه های زاگرس میانی با ارتفاع بیش از ۲۱۰۰ متر این فرض را محتمل می سازد. نکته

قابل توجه دیگر انست که دشت هائی که با این ارتفاع در زاگرس مرکزی وجود دارند غالبا فاقد نقاط سکونت گاهی قدیمی بوده و توسعه چندانی نیافته اند. به عبارتی از نظر مدنیت سابقه طولانی ندارند و علیرغم وجود اراضی هموار و آب شیرین فراوان، دهکده یا شهر قابل توجهی در آنها به وجود نیامده است. از جمله این دشت ها می توان از دشت بکان، نمدان و اسپاس در فارس را نام برد. این نکته به خوبی نشان میدهد که برودت عامل مهمی در عدم تبلور ونضج کانون های مدنی در اینـگونه دشتها بوده است و این در حالی است که دریاچه های دوران چهارم به عنوان هسته های اولیه مدنیت در ایران معرفی میشوند(رامشت ۱۳۸۰).

در زمان حاضر عامل برودت خود سبب کمتر توسعه یافتگی این گونه دشتها است و به طریق اولی در گذشته با توجه به برودت زیاد آن زمان این عامل محدود کننده با شدت بیشتری عمل کرده است. از شواهد دیگری که می تواند مبین پوشش یخی این سطوح در دوران سرد یخچالی تلقی شود وجود بیش از یک خط تالوگ در درون این دشتها است. معمولاً در دشتهای میانکوهی آبراهه ها از جوانب دشت به سوی یک خط در داخل دشت زهکشی می شوند وبه عبارتی یک خط همگرائی در داخل دشت بوجود می آید که می تواند آبهای وارده را زهکشی کند. در دشتهایی که به جای جریانهای آبی، سطوحی یخی در آنها تشکیل می شده، چنین وضعیتی وجود ندارد زیرا معبرهای عبور یخ پس از خروج از کوهستان و ورود به دشت استقلال نسبی مسیر خود را حفظ کرده، بر خلاف جریان سیال آب ا ز به هم پیوستن و تجمع در یک مسیر واحد، پرهیز می کنند. مطالعه شکل شناسی میدانی از فرم دره ها و همچنین بررسی وفرم شناسی مجازی این فرم ها بر روی نقشه‌های توپوگرافی نیز دلالت بر همین امر دارد(انتشاری ۱۳۸۲).

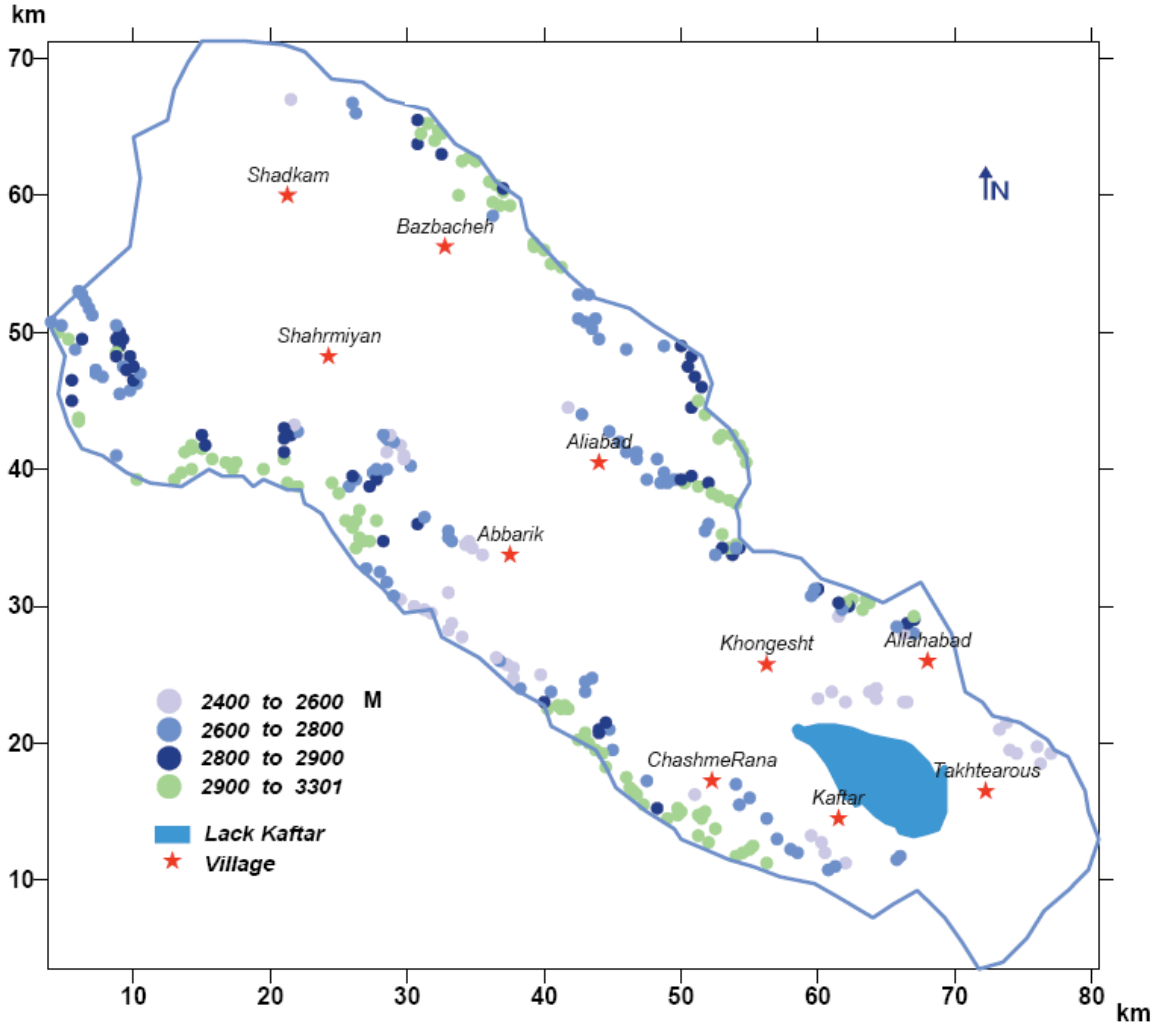
شکل ۶: زمین های محصور در آب و باتلاقی در منطقه ، تراس های دریاچه ای گاوخونی و یکی از معبر های عبور یخ در منطقه

شواهد آماری اقلیمی

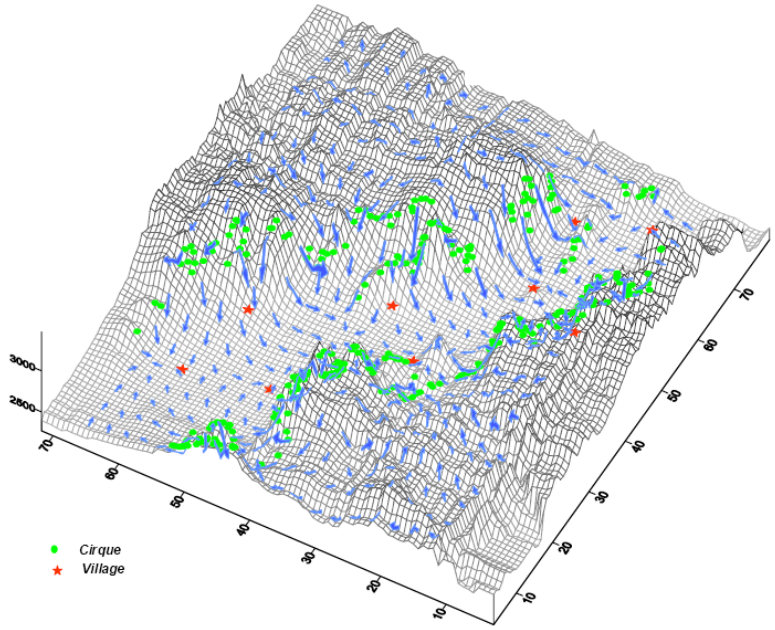
مطالعات یخچال شناسی اقلیمی در منطقه نمدان فارس نشان می دهد که تعداد زیادی اثر سیرک یخچالی در کوهستانهای مشرف به این دشت وجود دارد که در فصل زمستان به ذخیره برف می پردازند و آثار سیرکها را به خوبی عیان می سازند (شکل۷). مطالعه این سیرکها ما را قادر می سازد که به روش رایت (در این روش با تعین مکان سیرکهای کوچک وگذراندن خط شصت درصد از آنها به تعیین خط برف دائمی مبادرت می شود) بتوان مرز برف دائمی در دوره یخچالی را معین نمود(شکل ۸). این مرز نشان می دهد که دمای متوسط سالانه صفر درجه سانتیگراد در ارتفاع ۲۸۰۰ متر قرار داشته و بر این اساس می توان به بازسازی شرایط دمایی منطقه اقدام نمود. همانگونه که در شکل۱۰ دیده می شود بالاترین

خط همدمای متوسط سالانه در این دشت ۳ درجه سانتیگراد است. اگرچه در این دمای متوسط سالانه ظاهرا تداوم یخزدگی نباید وجود داشته باشد، ولی نکته مهم در این مقوله خط تعادل آب و یخ است. اما جالب توجه است که در تمامی این گزارشها خط هم دمای ۵ تا ۵/۵ درجه سانتیگراد متوسط سالانه از این نقاط ارتفاعی گذشته است. به عبارت دیگر به جای آنکه خط تعادل آب و یخ را به وسیله ارتفاع مکانی بیان داشت می توان از خط دمائی که معادل با آن است بهره گرفت. در این صورت می توان نتیجه گرفت اگرچه خط تعادل آب و یخ در دامنه های نسار و بر آفتاب و یا عوامل محلی دیگر تفاوت ارتفاعی دارد ولی از نقطه نظر دمایی رقوم مشترک و یکسانی را بیان می دارد و این دما رقوم ۵ درجه سانتیگراد برای متوسط دمای سالانه محیطی را نشان می دهد.

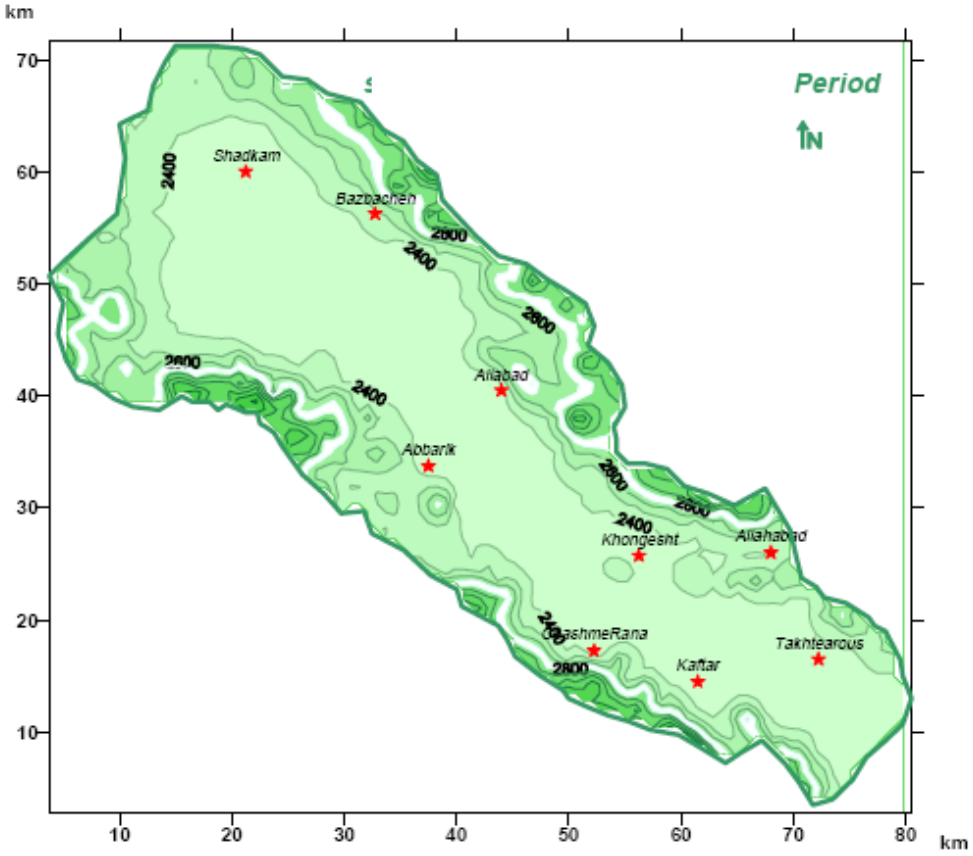
با توجه به این استدلال هنگامی که یخچال ها در کوهستان های اطراف دشت نمدان به سمت دشت حرکت می کرده اند الزاما نمی باید انتظار ذوب آنها را بعد از عبور از مرز برف دائمی داشت، بلکه خط تعادل یخ وآب بمراتب پایین تر از مرز برف دائمی بوده است. اما این که ارتفاع چنین خطی در نمدان فارس چه حدی داشته است مسئله ای است که بر اساس شواهد ژئومورفیک اثری از آن به دست نیامد و این خود دلیل آن است که خط تعـــادل آب و یخ در منطقه دشت نمدان وجود نداشته و این به این معنی است که پایین ترین نقطه این دشت بالاتر از خط تعادل آب و یخ قرار می گرفته و سطح این دشت به ویژه در نواحی شمالی که ارتفاع بیشتری داشته و از منابع یخی مهمتری بهره مند بوده ، پوشیـــده از یک پوشش یخی آن هم در بخش عمده ای ازسال بوده است (شکل ۶).



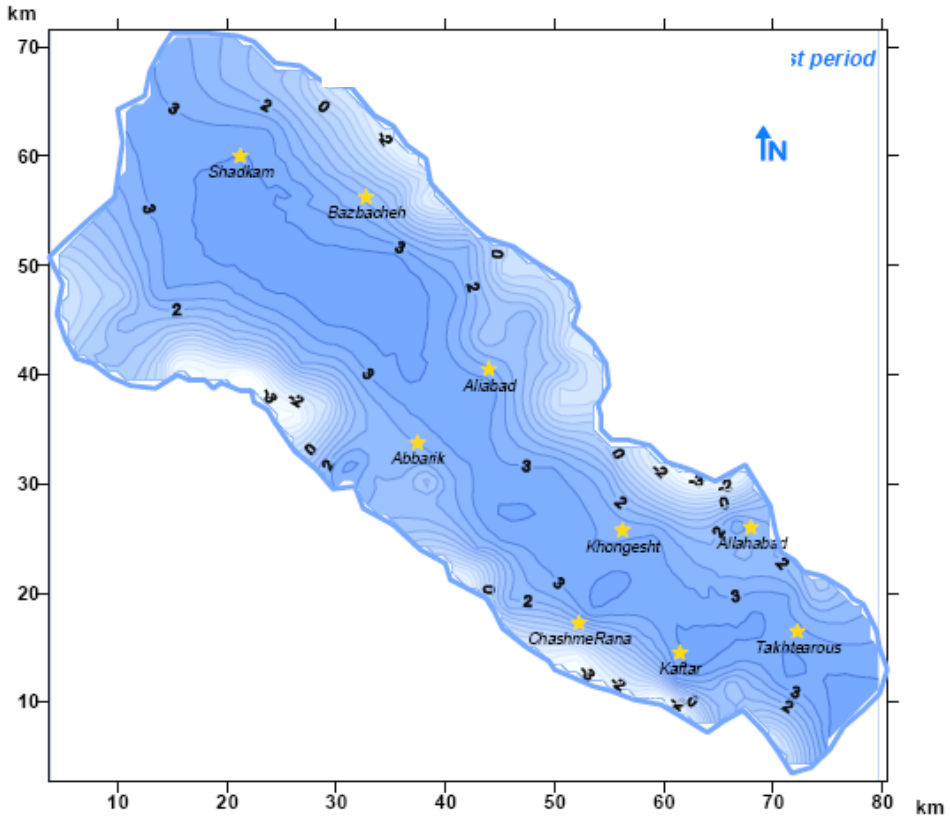
شکل۷: توزیع اثار شناسائی شده سیرک های یخچالی در نمدان فارس



شکل ۸: مدل ارتفاعی آثار شناسایی شده سیرکهای یخچالی در نمدان فارس



شکل ۹: خط برف دائمی منطقه در دوره حاکمیت یخچالها

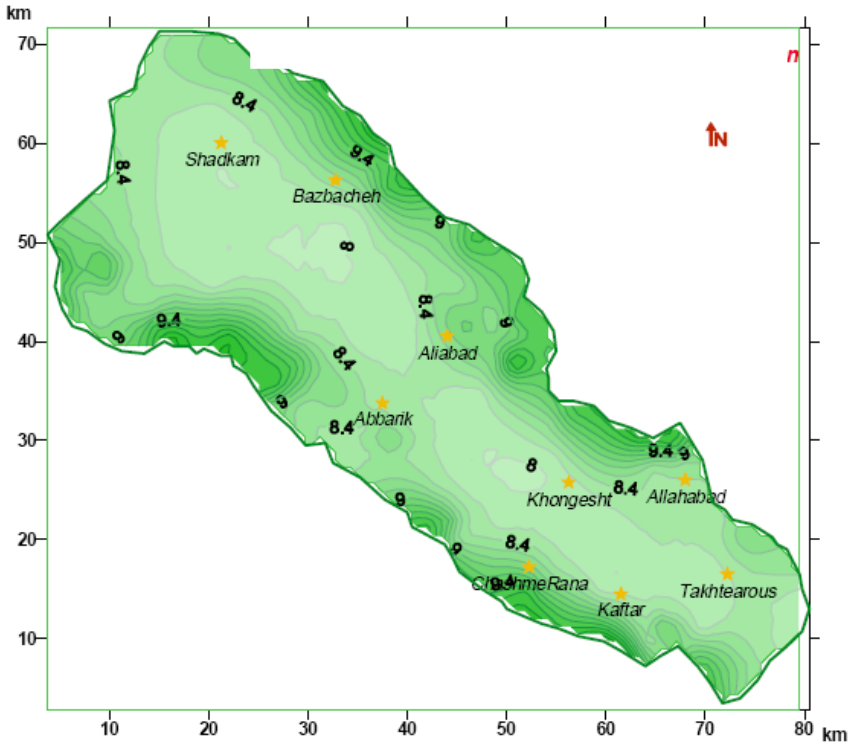


شکل ۱۰: نقشه دمای متوسط سالانه دشت نمدان در عصر یخچالی

آنومالی حرارتی دشت نمدان

با توجه به تفاوت دمای منطقه در گذشته وحال ،آنومالی دمای فعلی با گذشته در این دشت در شکل ۱۲ نشان داده شده است. این نقشه تفاوتی معادل ۸ درجه در مـــــــیانه دشت و حدود ۱۰ درجه سانتیگراد را در ارتفاعات نشان می دهد (آمارهای اقلیمی تحلیل شده در این تحقیق مربوط به ایستگاه های اقلید، آباده، ایزدخواست، سده، کافتر وحنا بوده است).

شکل۱۱: نمای بازسازی شده دشت نمدان فارس در عصرحاکمیت یخچال ها



شکل۱۲: میزان تفاوت نقطه ای دمای متوسط سالانه نسبت به عصر یخبندان در دشت نمدان فارس

نتیجه گیـری

مطالعات یخچال شناسی اخیر به ویژه در ایران مرکزی نشان می دهد که انتظار وجود آثار یخساری در این منطقه چندان دور از ذهن نبوده و می توان به استناد عوامل و آثار ژئومرفولوژی وتحلیل های آماری اقلیمی به شواهد قطعی در مورد عملکرد پهنه های یخی در بخشهای هموار و گاه مرتفع ایران دست یافت. از جمله دلایلی که در منطقه نمدان فارس (شکل ۱۱) به وجود آثار عملکرد پهنه های یخی کمک نمود می توان از موارد زیر نام برد:

- بازسازی رقومی شرایط اقلیمی گذشته به روش رایت،
- نبودن آثار تراسهای دریاچه ای در حاشیه دریاچه کافتر ،به عنوان شاهدی بروجود یخ در دریاچه به جای آب
- چند محوره بودن خط القعر در دشت نمدان،
- شکل و فرم دره های اصلی ومعبرها در دشت و حاشیه آن،
- وجود آثار متعدد سیرکهای یخچالی در ارتفاعات مشرف به دشتها،
- عدم وجود نشانه های مدنی قدیمی در این دشت علیرغم وجود آب شیرین وخاک نسبتاً مطلوب،
- تحلیلهای اقلیمی از شرایط حرارتی محیط

بدیهی است اینگونه مطالعات ضمن روشن نمودن بهتر گذشته طبیعی سرزمین، می تواند راهبردهای کلان در توسعه منطقه ای و بهره وری از منابع آبی را برای برنامه ریزان بیش از پیش روشن سازد، زیرا عملکرد یخها همواره با وجود آبخوانهای مطلوب آبی همراه تلقی شده است، حال آنکه اگرچه فعالیتهای یخچالی به صورت متمرکز می تواند چنین آبهایی را تدارک کند ولی حرکت ورقه ای یخ و یا سطوح پهنه ای یخی شرایط تجمع رسوب وایجاد آبخوانهای ذخیره آبی را نداشته و قادر به ایجاد آبخوانهای بزرگ و مطلوب آبی نیستند و در عوض ثمره عملکرد آنها بیشتر منتج به ایجاد لایه ای از خاکهای مناسب کشاورزی است به عبارت دیگر یخچالهای پهنه ای فرایند مثبتی در تحول و ایجاد خاکهای مطلوب کشاورزی به شمار می آیند.

سپاسگزاری

در اینجا از حمایت مالی معاونت آب وزارت نیرو که بخشی از هزینه های مربوط به این طرح را متقبل شده است قدردانی می شود.

منابع

جداری عیوضی.جمشید ،ژئومرفولوژی ایران ، دانشگاه پیام نور ، ۱۳۷۲
اهلرز.دکارت ، ترجمه رهنمائی. م ،مبانی کشورشناسی ایران ، موسسه جغرافیائی وکارتوگرافی سحاب ، ۱۳۶۵ ،
هاگه دورن . ه ، ترجمه احمدشمیرانی وایرج مومنی ، برخی مشاهدات ژئومرفولوژی در منطقه شیرکوه ، نشریه انجمن جغرافیدانان ایران ، ۱۳۵۷
رامشت ، م.ح. تغییرات رطوبتی ایران در کواترنر ، مجله منابع طبیعی دانشگاه تهران شماره۴۹ ، ۱۳۷۱
پروی . کریستف ، ترجمه ثروتی . محمد رضا، یخبندان کوارترنر در قسمتهای داخلی کوهستان زردکوه دررشته زاگرس ، پژوهش های جغرافیائی ، دانشگاه تهران ، شماره ۲۶ ،۱۳۶۹
محمودی. فرج ا.. ،تحول ناهمواری های ایران در کواتر نر ، مجله پژوهش های جغرافیائی دانشگاه تهران شماره ۲۳ ، ۱۳۶۷
جداری عیوضی.جمشید ،ژئومرفولوژی ایران ، دانشگاه پیام نور ، ۱۳۷۲
احمدی . حسن ، سازند های دوره کواترنر، دانشگاه تهران،۱۳۷۸
پدرامی . منوچهر، سن مطلق کوارترنر ، مجله دانشکده علوم ، جلد ۱۷،شماره ۳ و۴ ،۱۳۶۷
بیاتی خطیبی. مریم، نفش برفساب در تغییر دامنه های شمالی سبلان وقوشه داغ. رشد جغرافیا . شماره۵۵ . ۱۳۷۹
مغیث . مرضیه . ردیابی اثار یخچالی در دره هنجن ،رساله کارشناسی ارشد ، دانشگاه ازاد اسلامی نجف اباد ، ۱۳۷۹
طالبی.محمدرضا ، اثار یخچالی در زفره اصفهان ، رساله کارشناسی ،دانشگاه ازاد اسلامی نجف اباد،۱۳۸۰
رواقی ،ف. ، اثار یخچالی در حوضه ابی طرق ،پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه ازاد اسلامی نجف اباد، ۱۳۷۹
دلال اوغلی .علی ، پژوهش در سیستم های مورفوژنز موثر در دامنه شمالی سبلان و شکل گیری دشت انباشتی مشکِین شهر، رساله دکتری ،دانشگاه تبریز،۱۳۸۱
شایان ، سیاوش. ، دینامیک بیرونی کواترنر ونقش ان در مدیریت محیط های کوهستانی ، زاگرس ، پایان نامه دکتری ، دانشگاه تربیت مدرس ،۱۳۷۹
یمانی . مجتبی ، یخچال های علم کوه . مجله پژوهش های جغرافیائی شماره۴۲ ، ۱۳۸۲
شوشترِی. ن ، اثار یخچالی سلفچگان ، رساله کارشناسی ارشد ، دانشگاه ازاد اسلامی نجف اباد ، ۱۳۸۲
رامشت. م . ح، آثار یخچالی زفره ، طرح پژوهشی شماره۸۰۰۳۵ ، دانشگاه اصفهان ، ۱۳۸۱
رامشت ،م .ح، دریاچه های دوران چهارم بستر مدنیت در ایران، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان ، جلدپانزدهم ، شماره ۱و ۱۳۸۰
انتشاری. زهرا ،تحلیل مجازی فرم وفرایند درنقشه های توپوگرافی .مجله سپهر .شماره۴۵ ، ،۱۳۸۲

References

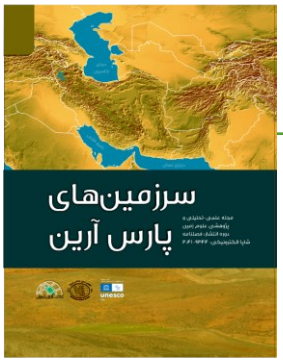
Velikovsky, I. (1950). Worlds in Collision: London.
Velikovsky, I. (2009). *Earth in upheaval*. Paradigma Ltd.
Kauffman, J. (1990). Physical geology. Printice Hall, New Jersey.
Boobek ،H،(1955) Klima and Landschaft Iran.
Brooks ،I.A. (1982) Geomorphological Evidence for Climatic Change in Iran During the Last 20000 Years. P.P.H. Communities in the Estern Mediterranian Rigion in later Prehistoriy. British Archeological Reports ،International Series ،I133(i and ii)
Krinsley ،Daniel B. (1970) A Geomorphological and Paleoclimatological Study Interior ، Washington D.C. Departmet of the Playas of Iran

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره اول، پاییز ۱۴۰۲ صص. ۶۵-۵۵
DOI: 10.61186/jpat.2024.1.4

مقاله مروری

بزرگ جانوران فسیل کواترنری در ایران: مروری بر یافته‌ها

مجید میرزایی عطاآبادی ✉[1]



چکیده

کواترنری دورانی است که در آن تغییرات آب و هوائی فراوانی همچون دورانهای یخچالی و بین یخچالی به وقوع پیوسته است. دوران های بین یخچالی گرمتر و مرطوب تر از دوران های یخچالی بوده، با مجموعه خاصی از جانوران بزرگ مهره‌دار(پستانداران) شناخته می شوند. بقایای فسیلی مهره داران پستاندار بزرگی چون فیل ها، کرگدن ها، اسب ها، گوزن ها، گرازها و... معمولاً در رسوبات کواترنری یافت می شوند. یکی از دلایل وفور بیشتر فسیل های مهره‌دار کواترنری نسبت به فسیل مهره داران در زمانهای دیگر زمین شناسی سن کمتر رسوبات کواترنری است. از سوی دیگر بقایای اسکلتی این موجودات نیز بزرگ بوده امکان حفظ شدگی آنها حتی در محیطهای پر انرژی نیز بیشتر است. بقایای دندانی نیز به طور کلی به دلیل ساختار ویژه شانس فسیل شدگی بیشتری دارند. در دهه اخیر مطالعات دیرینه شناسی کواترنری در ایران شتاب بیشتری به خود گرفته و مطالعات چندی به ویژه در مورد بقایای جانوری غارهای باستانی ایران صورت پذیرفته و یا در حال انجام است. در این بررسی با مروری بر نواحی دارای بزرگ مهره داران پستاندار کواترنری در ایران کوشش شده تا مهمترین کشفیات در این حوزه مهم مرور و معرفی گردد. مناطق لرستان، دشت مغان، روانسر در کرمانشاه، نطنز اصفهان، قلعه جوق تربت حیدریه، زاویه ساوه، شهرضا اصفهان، قزوین و هفت تپه خوزستان معرفی و اصلی ترین فسیل جانداران بزرگ آنها مانند فیل، گرکدن و اسب معرفی شده اند.توسعه انسان و تغییرات محیطی را در زاگرس مطرح نماییم.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۷
انتشار برخط: ۱۴۰۲/۷/۷

واژگان کلیدی
کواترنری،
فسیل پستانداران،
مهره داران،
دیرینه شناسی،
ایران

✉
وابستگی نویسنده
گروه زمین شناسی دانشگاه زنجان

استناد: میرزایی، مجید (۱۴۰۲). بزرگ جانوران فسیل کواترنری در ایران: مروری بر یافته ها، *سرزمین های پارس آرین* ۱(۶۵-۵۵)
شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.1.4

ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین © نویسندگان.

[1] majid.mirzaie@znu.ac.ir

مقدمه

کواترنری دورانی است که در آن تغییرات آب و هوائی فراوانی همچون دورانهای یخچالی و بین یخچالی به وقوع پیوسته است. دوران های بین یخچالی گرمتر و مرطوب تر از دوران های یخچالی بوده، با مجموعه خاصی از جانوران بزرگ مهره‌دار(پستانداران) شناخته می شوند. بقایای فسیلی مهره داران پستاندار بزرگی چون فیل ها، کرگدن ها، اسب ها، گوزن ها، گرازها و... معمولاً در رسوبات کواترنری یافت می شوند. یکی از دلایل وفور بیشتر فسیل های مهره‌دار کواترنری نسبت به فسیل مهره داران در زمانهای دیگر زمین شناسی سن کمتر رسوبات کواترنری است. از سوی دیگر بقایای اسکلتی این موجودات نیز بزرگ بوده امکان حفظ شدگی آنها حتی در محیطهای پر انرژی نیز بیشتر است. بقایای دندانی نیز به طور کلی به دلیل ساختار ویژه شانس فسیل شدگی بیشتری دارند.

هرچند پهنه های گسترده‌ای از ایران را رسوبات قاره ای کواترنری و دیگر زمانها پوشانده است، با این حال به دلیل ضعف در دیرینه شناسی مهره داران و عدم پیجویی های کافی، دانش ما در مورد مهره داران فسیل ایران در کواترنری و دیگر دورانهای زمین شناسی بسیار پراکنده است. یکی از قدیمی‌ترین کشف ها در زمینه بزرگ مهره داران فسیل کواترنری در ایران احتمالا به اواسط قرن ۱۹ میلادی بر می‌گردد، زمانی که همراهان اردوی ناصرالدین شاه قاجار در یکی از سفرهای وی بقایای دندان یک فیل را یافته به نزد وی می آورند. با نشان دادن دندان به پزشک فرنگی مخصوص شاه، وی آن را به ماموتها منتسب می نماید. این شرح حال که در یکی از سفرنامه های شاه قاجار آمده است بیانگر پیشینه و وفور احتمالی آثار بزرگ پستانداران کواترنری در ایران است. تقریبا صد سال پس از این واقعه، اساتید پیشکسوت زمین شناسی و دیرینه شناسی ایران در دانشگاه تهران، دکتر سحابی و فرشاد، بقایای فسیل شده یک فیل را در لرستان یافته و آن را مورد واکاوی علمی قرار دادند (فرشاد ۱۳۳۸). در چند سال گذشته، پس از سالها رخوت، مطالعات دیرینه شناسی کواترنری در ایران شتاب بیشتری به خود گرفته و مطالعات چندی به ویژه در مورد بقایای جانوری غارهای باستانی ایران صورت پذیرفته و یا در حال انجام است.

نواحی دارای بزرگ مهره داران پستاندار کواترنری در ایران

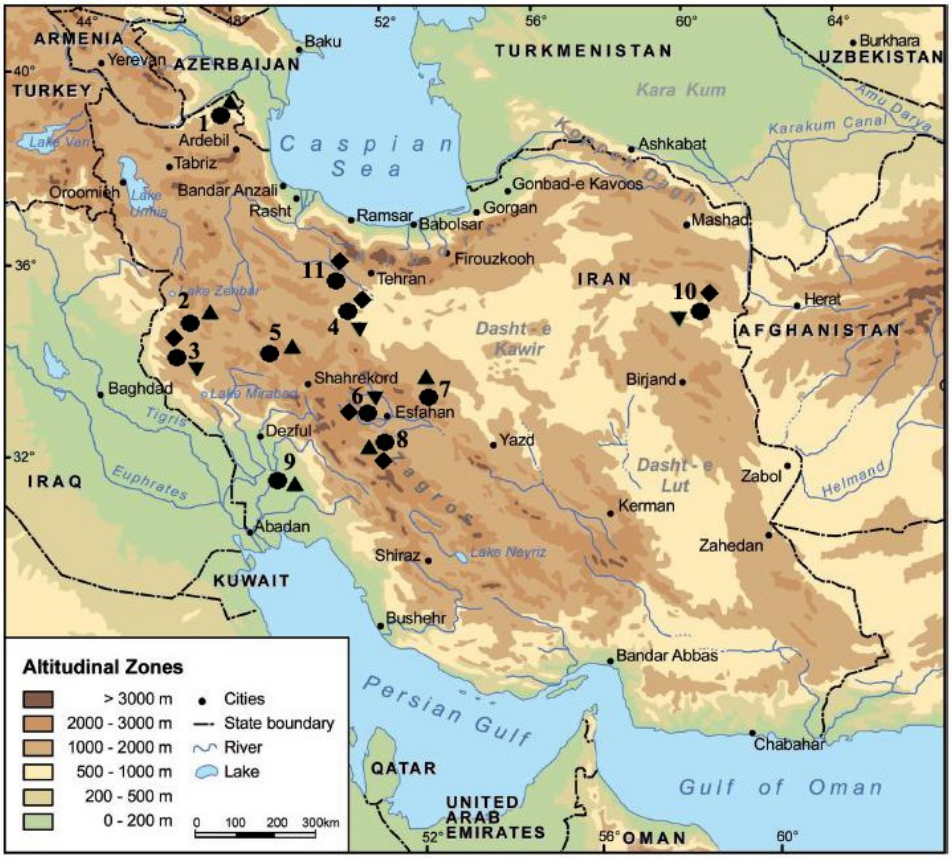
منطقه لرستان

همانگونه که پیشتر عنوان گردید، در حدود ۷۰ سال پیش بقایایی از فیل در رسوبات پادگانه های آبرفتی رودخانه سیلاخور لرستان یافت گردید (شکل ۱) که شامل بقایای یک دندان آسیا (شکل ۲) و قطعاتی از استخوانهای اسکلتی اند. این آثار مورد مطالعه قرار گرفته (فرشاد ۱۳۳۸، فرشاد و سحابی ۱۹۶۱) و تحت عنوان الفاس نامادیکوس شناسایی گردیده است. امروزه برخی این جنس را به نام الفاس و برخی به نام پالئولوکسودون می شناسند و برخی نیز هر دو نام را استفاده می کنند. از لحاظ گونه نیز برخی معتقدند که دو گونه از این جنس در پلئیستوسن اوراسیا می زیسته است. گونه الفاس آنتی کوس که در اروپا وجود داشته است و گونه الفاس نامادیکوس که در آسیا میزیسته است. برخی این دو گونه را نیز هم نام می دانند و لذا معمولاً از آنها به شکل الفاس(پالئولوکسودون) آنتی کوس یا پالئولوکسودون(الفاس) آنتی کوس نام برده می شود (Tsoukala et al 2011) .

الفاس(پالئولوکسودون) آنتی کوس فیلی بزرگ جثه با عاجهای راست و یکی از گونه های جالب خانواده فیل ها در پلئیستوسن میانی و جدید اروپا و آسیا محسوب می شود. این موجود همزمان با ماموت استپ و ماموت پشم دار زندگی می کرده است .(Stuart 2005)ویژگیهای متمایز کننده این گونه از ماموت‌ها علاوه بر برخی ویژگیهای جمجمه که مورد بحث این مقاله نیست ویژگیهای دندانی از جمله وجود سینوس میانی نوع لوکسودنتی در مینای دندانهای آسیا، و همینطور مینای ضخیم و چین خورده دندان‌ها است. این ویژگیها به خوبی در دندان یافت شده در لرستان دیده می شوند (شکل ۲) .

منطقه دشت مغان

از رسوبات کواترنری منطقه دشت مغان که برونزدهای وسیع و قابل توجهی دارند بقایایی از قطعات دندانی و همچنین بقایای استخوانی فیل به دست آمده است (شکل ۱). بقایای فسیلی فوق متعلق به جوان‌ترین افقهای چین خورده دشت مغان است(پدرامی ۱۳۶۶). قطعات دندانی مربوطه که توسط نگارنده مورد بررسی و بازسازی قرار گرفته است متاسفانه پس از یافت شدن و پس از سالها نگهداری نامناسب بسیار آسیب دیده، به نحوی که تنها ۲-۳ صفحه دندانی قابل بازسازی و بررسی است (شکل ۲). به نظر می‌رسد که در زمان یافت شدن بقایای فسیلی فیل دشت مغان از حفظ شدگی بهتری برخوردار بوده است. بررسی های ابتدایی بیانگر تعلق این نمونه به ماموت جنوبی است(پدرامی ۱۳۶۶). البته ویژگیهای پیشرفته این دندان که شامل باریک شدگی مقطع بیضی شکل مینای دندان است، حاکی از پیشرفتگی تکاملی این گونه و نزدیکی آن به گونه ماموتوس تروگونتری یا ماموت استپی است(پدرامی ۱۳۶۶). هرچند بررسیهای نگارنده نشان داده که نمونه مورد نظر قابل بازسازی کامل نیست، ولی یکی از ویژگیهای بسیار شاخص این نمونه ضخامت مینای دندان آن بوده – به خوبی حتی در قطعات جدا از هم صفحات دندانی نیز قابل مشاهده است– می تواند راهنمای ما در شناسایی این نمونه باشد. ضخامت مینای دندانی این نمونه در حدود ۳ میلیمتر است (شکل ۲) که این از ویژگی های شاخص ماموت استپی است(دکتر لیستر، موزه تاریخ طبیعی لندن، گفتگوی شخصی). لازم به ذکر است که اخیرا بقایای تازه ای از مهره داران کواترنری دشت مغان در منطقه بیله سوار استان اردبیل بدست آمده است که عمده این آثار به فیل های ماموت استپی تعلق دارند (فکور و میرزایی عطاآبادی ۱۳۹۴، میرزایی عطاآبادی و همکاران ۱۳۹۹)

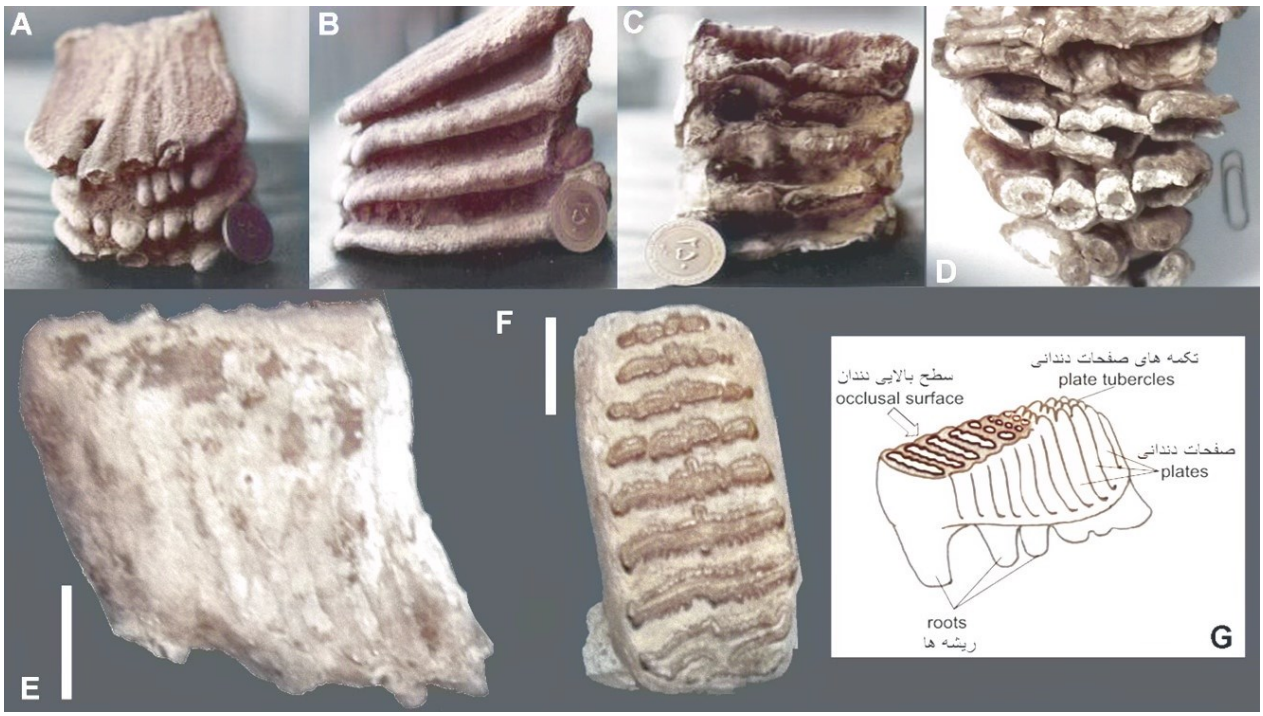


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی محلهای دارای بزرگ پستانداران فسیل در کواترنری ایران. ۱– دشت مغان، ۲– روانسر، ۳– کرمانشاه، ۴– زاویه، ۵–لرستان، ۶– قلعه بزی، ۷– نطنز، ۸– شهرضا، ۹– خوزستان، ۱۰– قلعه جوغ، ۱۱– قزوین. ▲فیل، ▼کرگدن، ♦ اسب) نقشه زمینه بر گرفته از.(Kehl,2009)

روند تکاملی ماموتها در کواترنری به این گونه ترسیم شده که این موجودات با افزایش ارتفاع و طول دندانهای خود بر تعداد صفحات دندانی افزوده و از طرف دیگر با کاهش ضخامت مینای هر صفحه دندانی و باریکتر کردن آنها خود را به گونه ای تطابق داده اند که قابلیت استفاده از علفزارهای زمینهای سرد را پیدا کنند. ماموتهای ابتدایی که در محیطهای نیمه جنگلی زندگی می کردند و از برگها و علف ها تغذیه می کردند دندانهایی با تعداد صفحات کمتر و مینای ضخیم تر داشتند. بنابراین ماموت های بخش بالایی پلئیستوسن میانی و بالایی دارای ویژگیهای دندانی تکامل یافته تری چون تعداد بیشتر صفحات دندانی، چین خوردگی بالاتر در مینای دندان و مینای نازکتر هستند (در حدود ۱ میلیمتر) که این مورد در نمونه ما قابل مشاهده نیست، بنابرین سن پلئیستوسن میانی برای آنها محتمل تر است .(Lister et al. 2005) لذا با توجه به ویژگی آثار یافت شده در دشت مغان و سن رسوبات فسیل دار به نظر می‌رسد که تعلق این گونه به ماموت استپی محتمل تر باشد. . البته مشاهدات میدانی نگارنده در این منطقه حاکی از آن است که احتمالا رسوبات در بردارنده این فسیل سنی قدیمی تر (میوسن پسین؟) داشته باشند .

روانسر، کرمانشاه

این بقایا که در آبرفتهای کواترنری از چاهی در جنوب روانسر (شکل ۱) یافت شده است شامل تعدادی تیغه یا صفحه دندانی یک فیل است(میرزائی عطاآبادی۱۳۸۰؛ میرزائی عطاآبادی و همکاران ۲۰۰۲). با توجه به حفظ شدگی خوب دندان‌ها (شکل ۲) میتوان صفحات دندانی را به قسمتهای عقبی دندان فیل نسبت داد چرا که مینای دندان‌ها هنوز فاقد ساییدگی است. از طرف دیگر می‌توان این آثار را متعلق به یک موجود جوان دانست که دندانهایش هنوز ساییدگی زیادی نیافته است. با توجه به وضعیت این نمونه ها شناسایی این موجود در حد گونه کمی مشکل است ولی همان گونه که قبلا عنوان گردید تعلق این نمونه به خانواده فیلهای راست عاج چندان دور از ذهن نیست.



شکل ۲: برخی از بقایای فسیلی فیلها از کواترنری ایران A-C .دندان فیل از روانسر، D قطعات دندانی فیل ماموت استپی از دشت مغان، E-F دندان فیل پالئوکسودون(الفاس) انتی کوس= الفاس نامادیکوس از سیلاخور لرستان، G بخش‌های مختلف دندان فیل

نطنز، اصفهان

بقایای یافت شده در این منطقه که در نزدیکی بزرگراه اصفهان به کاشان و در نزدیکی روستای نیه قرار دارد (شکل ۱)، از رسوبات سطحی کواترنری بدست آمده است. این آثار که عمدتاً شامل بقایای اسکلتی یک فیل است، نظر به یافت شدن تکه کوچکی از یک عاج به یک فیل جوان نسبت داده شده است (یزدی ۱۳۸۱). شکنندگی استخوانهای یافت شده علاوه بر آن که می تواند ناشی از نزدیکی بقایا به سطح زمین و نتیجه هوازدگی باشد، می تواند دلیلی دیگر بر تعلق این آثار به یک فیل جوان باشد چرا که نشان می دهد استخوانها هنوز کاملا رشد نکرده اند. اندازه این بقایا نیز خود دلیل دیگری بر تعلق آنها به یک فیل جوان است چرا که بسیار کوچک تر از استخوان فیلهای بالغ است.

قلعه جوق، تربت حیدریه

این منطقه که در غرب تربت حیدریه در خاور ایران قرار دارد (شکل ۱)، شامل رسوبات آواری کواترنری است که بقایای مهره داران چندی در آن یافت شده است (هاشمی و درویش ۱۳۸۶). جالب توجه‌ترین نمونه یافت شده در این منطقه، بقایای دندان کرگدنی است که اخیراً به استفانورینوس کیرچبرجنسیس نسبت داده شده است .(Hashemi et al. 2016) دیگر بقایای یافت شده در این منطقه دندان های اسب اکوئوس و بقایایی از گاوسانان و گراز است، که بیانگر تنوع خوب فسیلی در این ناحیه است.

زاویه، ساوه

رسوبات کواترنری در این منطقه که گمان می رود متعلق به دریاچه قدیم ساوه باشد (شکل ۱) دارای بقایایی از پستانداران فسیل است. در بررسیهای ابتدایی در این منطقه بقایای اسکلتی (استخوان های لگن) یک مهره دار بزرگ از راسته فرد سمان یافت شده است(جمالی ۱۳۸۱) که توسط نگارنده مورد بازسازی و ترمیم قرار گرفته است. بررسیهای اولیه و مقایسه این بقایا با دیگر جانوران بیانگر تعلق آن به یک کرگدن است. بررسیهای صورت گرفته بعدی در این منطقه منجر به یافت شدن بقایای دیگری از کرگدن و همچنین تعدادی دندان آرواره پایینی و استخوان پای اسب شده است(کبریایی زاده و همکاران ۱۳۹۴). با توجه به ویژگیهای دندانی، تعلق بقای اسب به جنس اکوئوس قطعی است. اندازه دندان‌ها و استخوانهای بدست آمده نیز بیانگر تعلق آنها به یک اسب بزرگ جثه با دست و پای تقریبا زمخت است. مطالعه دیرینه شناسی این بقایای فسیلی در جریان بوده و برای تکمیل نیازمند زمان بیشتری است (کبریایی زاده و همکاران ۱۳۹۴).

تراورتن های ایران مرکزی و البرز غربی

یکی دیگر از منابع حاوی نمونه های فسیلی کواترنری می تواند نهشته های تراورتن (رسوبات چشمه های آهکی) باشند که در ایران نمونه هایی از آنها با آثار گیاهی و جانوری وجود دارد. در رسوبات تراورتن شمال شرق آباده در ناحیه تخت کمند بقایایی از اسب یافت شده است (مرحوم دکتر جعفریان، دانشگاه و موزه تاریخ طبیعی اصفهان، گفتگوی شخصی). بقایای مشابهی توسط نگارنده در ناحیه لوشان گیلان نیز کشف گردیده است. آثار مهره داران همچنین در نهشته های تراورتن منطقه یزد (مشاهدات شخصی) و آذرشهر تبریز نیز مشاهده گردیده است (دکتر ج. شریفی، دانشگاه پیام نور تبریز، گفتگوی شخصی). متاسفانه هیچکدام از این آثار معرفی و مطالعه نشده است.

شهرضا، اصفهان

بر اساس مشاهدات شخصی مولف وجود بقایای فسیلی فیل و اسب در این منطقه(شکل ۱) امکان پذیر است. بقایای فیل این منطقه شامل چند صفحه دندانی به شدت آسیب دیده است که تنها در حد خانواده قابل شناسایی است (دکتر ح. ترابی، دانشگاه اصفهان، گفتگوی شخصی). بقایای اسب شامل یک دندان آسیای بالایی است که با توجه به طول بسیار بلند آن (هیپسودنتی) تعلق آن به جنس اکوئوس قطعی است. با توجه به نوع حفظ شدگی و میزان هوازدگی این اثر به نظر می رسد این بقایا در نزدیکی سطح زمین در رسوبات جوان آبرفتی حفظ شده باشد. اندازه دندان به دست آمده نیز بیانگر تعلق آنها به یک اسب بزرگ جثه است.

میناب، هرمزگان و محلات (استان مرکزی)

رسوبات فروچاله ها یا دولینهای کارستی نیز می تواند بقایای بعضاً کاملی از مهره داران را در خودحفظ کند. در اثر حفرات موجود در غارها موجودات بسیاری اتفاقی وارد این حفرات و یا غارها می شوند که مخروط های پر استخوان در زیر آنها ایجاد می شوند. در ایران اخیرا شواهدی از چنین آثاری از محلات در استان مرکزی (مهندس ه. دشتبان، گفتگوی شخصی)و جنوب غرب میناب (مشاهدات شخصی) یافت گردیده است. در منطقه محلات شکاف های موجود در تراورتن های این ناحیه به عنوان تله ای برای تجمع بقایای مهره داران (عمدتا از گروه اسب ها) فعال بوده است. در منطقه میناب نیز در اثر فرسایش آبی مارن های دریایی که در زیر یک لایه ستبر ماسه سنگی ساحلی/ دلتایی قرار گرفته است، حفرات غار مانند نسبتا فراوانی شکل گرفته است. با توجه به سستی لایه های مارنی و فرسایش پذیری آنها، در بخش هایی که لایه ماسه سنگی فوقانی دچار شکستگی شده است چاله های فروافتاده تشکیل گردیده است. در یک مورد چاله ای با بقایای استخوانی فراوانی از حیوانات گیاه خوار و گوشت خوار بدست آمده است. هرچند بقایای فوق را می توان به کواترنری بالایی (پیش از هولوسن) نسبت داد، با توجه به میزان حفظ شدگی آنها سن هولوسن نیز برای آنها دور از ذهن نمی باشد. در این مورد تجزیه و تحلیل آثار استخوانی موجود در آینده نزدیک سن این بقایا را تا حد زیادی مشخص خواهد نمود.

قزوین

از منطقه دشت قزوین (شکل ۱) بقایای چندین گونه از اسب اکوئوس(اکوئوس هیدرونفینوس، اکوئوس کابالوس، اکوئوس همیوموس) مربوط به نیمه اول هولوسن گزارش شده است.(Eisenmann and Mashkour 1999)

هفت تپه، خوزستان

هر چند اطلاعات در مورد اثر فسیلی این ناحیه (شکل ۱) کامل نیست، ولی بنابر شواهد وجود بقایای فیل در این ناحیه امکان پذیر است (صبوری، سازمان زمین شناسی کشور، گفتگوی شخصی).

مجموعه های جانوری و آب و هوای کواترنری

همانگونه که عنوان شد تغییرات آب و هوائی فراوانی در کواترنری واقع شده است که مهمترین آنها دورانهای یخچالی و بین یخچالی است. دلیل تغیرات آب و هوائی کواترنری تغییرات دمای آب اقیانوسها، گسترش یخچالها، فعالیت لکه های خورشیدی، تغییر در مدار گردش زمین و سطح دی اکسید کربن جو است. مجموعه های جانوری(فون) پستانداران در کواترنری دارای تغییرات فراوانی بوده اند که عامل اصلی آن تغییرات آب و هوائی و چرخه های یخچالی و بین یخچالی است. مجموعه های جانوری آخرین دوران بین یخچالی در حدود ۱۲۰ هزار سال پیش در آب و هوای گرم و معتدل و محیطهای جنگلی و نیمه جنگلی زندگی می کردند. این مجموعه ها غنی از گیاه خوارانی چون فیلها، کرگدن ها،اسب ها، گاوسانان، گوزن ها و ... بوده که به دلیل وزن چند تنی بر خی از آنها به مجموعه ابر جانداران نیز معروفند. مجموعه جانوری آخرین دوران یخچالی در حدود ۱۰–۱۰۰ هزار سال پیش نیز شامل موجوداتی چون ماموت پشم دار، گوزن های قطبی توندرا، و گیاه خواران علف زارهای استپی مانند کرگدن پشم دار و ماموت پشم دار و اسب ها است.(Lister 2004)

فیل ها

در میان خانواده فیل ها ، سه گونه مشهور و دارای پراکندگی وسیع از ماموتها در پلئیستوسن اوراسیا وجود دارد (شکل ۳). پلئیستوسن زیرین حاوی فسیل ماموت جنوبی است که از ۲/۵ میلیون تا ۸۰۰ هزار سال پیش میزیسته است. در پلئیستوسن میانی بقایای ماموت استپی به فراوانی یافت میشود، این موجود بین ۸۰۰ تا ۳۰۰ هزار سال پیش میزیسته است و به نظر برخی حتی در بعضی نقاط تا پلئیستوسن میانی نیز زندگی میکرده است. ماموت های استپی همانگونه که از نام آنان بر می آید در محیط های استپی باز همراه با آب و هوای خشک فصلی زندگی می کردند، با این

حال بررسیهای دیگر نشان داده است که این موجودات در محیط های معتدل جنگلی نیز زندگی میکرد ه اند .(Lister and Sher 2001) بقایای ماموت استپی به فراوانی در برخی ازکشورهای غرب آسیا یافت شده است از جمله در نواحی قفقاز، ترکیه، سوریه و فلسطین اشغالی ، و نواحی مدیترانه شرقی مانند یونان پلئیستوسن بالایی زمان وفور ماموت های مشهور پشم دار است که بین ۳۰۰ تا ۴۰ هزار سال پیش در نواحی سرد یخچالی شمال اوراسیا می زیستند .(Athanassiou 2011)

فیل های راست عاج یا پالئوکسودون(الفاس) آنتی کوس در آب و هوای معتدل و نیمه جنگلی دوران های بین یخچالی می زیستند (شکل ۳) و در پایان دوران بین یخچالی االمین در ۱۳۰ هزار سال پیش از بین رفتند. این گونه با تطابق با جنگلهای معتدل و نواحی نیمه جنگلی همیشه سبز (در نواحی میدیترانه ای)، در اکثر بخشهای اروپا غربی (جز شمال اروپا) و شرق اروپا، قفقاز و خاورمیانه، روسیه، چین و هند میزیسته است (شکل ۴). به نظر می‌رسد این گونه در نواحی گرمتر و نیمه جنگلی معتدل جنوبی تا زمان بیشتری (یعنی در بخشی از آخرین دوران یخچالی تا ۴۰–۵۰ هزار سال پیش) به حیات خود ادامه داده باشد .(Pushkina 2007, Mol et al. 2007) انقراض این گونه به دلیل سردی آب و هوا و از بین رفتن مناطق جنگلی و نیمه جنگلی معتدل در آخرین دوران یخچالی و تبدیل آنها به استپ و تندرا های سرد و فاقد درخت است که چنین شرایطی بیشتر مناسب زندگی ماموتهای پشم دار بوده است.

کرگدن ها

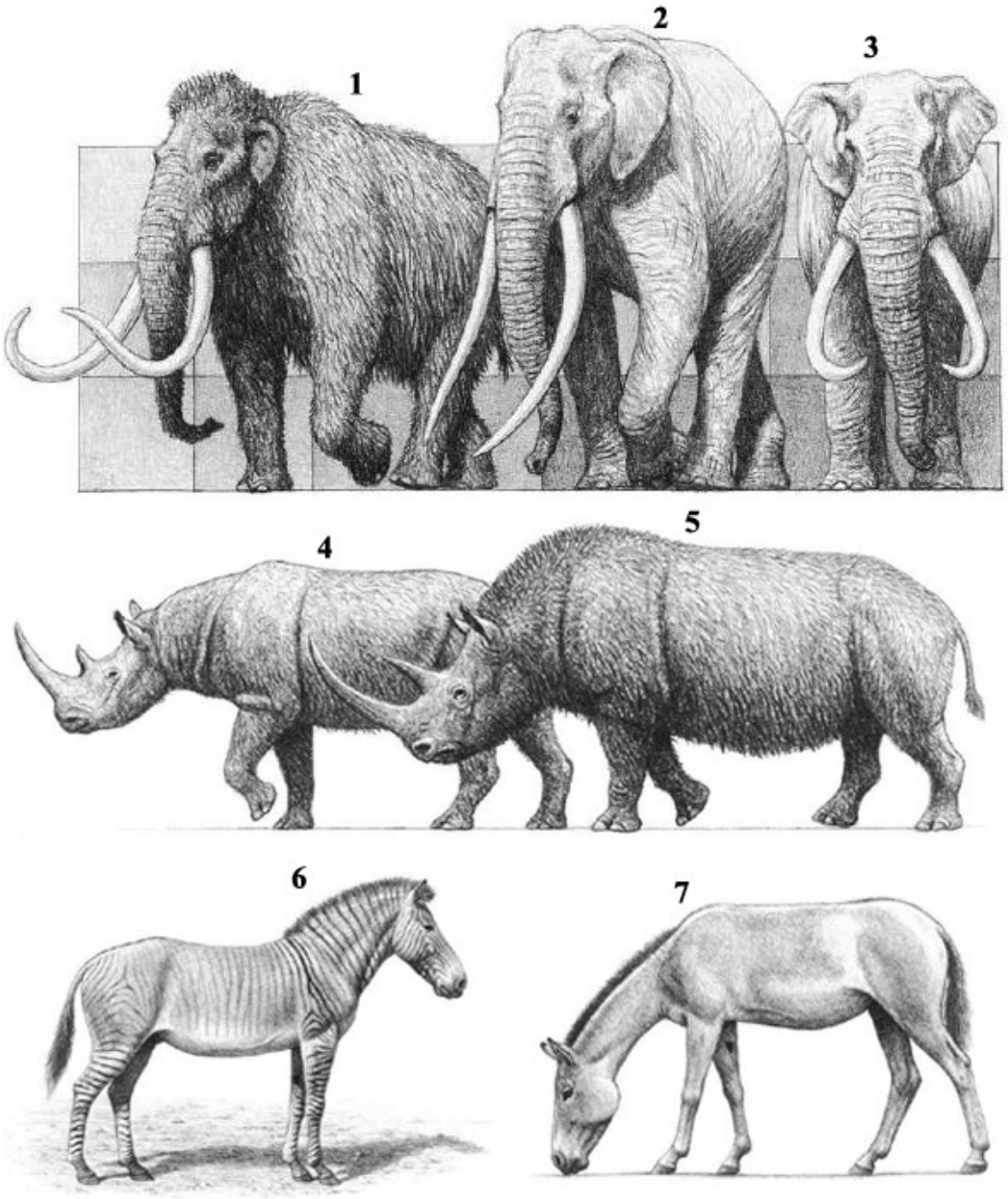
نام استفانورینوس در بر گیرنده کرگدن های دو شاخ پلیو– پلئیستوسن نیز می شود، البته بجز کرگدن پشم دار که کولئودنتا نامیده می شود (شکل ۳). بنابراین آنچه که به عنوان دایسرورینوس از برخی از غارهای ایران مانند غار قلعه بزی، غار وزمه، غار کیارام گزارش شده است (Mashkour et al. 2009, Biglari 2014)می تواند نمونه هایی از استفانورینوس باشد. کرگدن های غیر پشم دار (استفانورینوس) شامل چند گونه مهم استفانورینوس اتروسکوس، استفانورینوس همیتوئکوس، استفانورینوس کیرچبرجنسیس و استفانورینوس هوندشیمنسیس) در کواترنری هستند.

استفانورینوس هوندشیمنسیس و استفانورینوس اتروسکوس در محیطهای باز زندگی و از برگ درختان کوتاه تغذیه میکردند. استفانورینوس اتروسکوس بزرگتر بوده و توانایی دویدن کمتری داشته است. استفانورینوس هوندشیمنسیس نیز با وجود جثه بزرگ قابلیت زندگی و دویدن در محیطهای باز را داشته، با توجه به فون همراه آن محیط زندگی باز، مانند استپ‌های نیمه جنگلی یا شبه ساوانا، را می توان برای آن در نظر گرفت. استفانورینوس همیتوئکوس دارای دندان های هیپسودنت و قابلیت دویدن معمولی بوده که نشان می دهد رژیم غذایی علف و برگ خواری را با هم داشته است. وضعیت پاهای جانور بیانگر توانایی دویدن و زندگی در محیط باز است. استفانورینوس کیرچبرجنسیس جثه بزرگی داشته وضعیت دندان‌ها و همچنین مفاصل دست و پای آنها حاکی از آن است که در محیطهای جنگلی یا نیمه جنگلی بسته زندگی میکرده و عمدتا از برگ درختان تغذیه می نموده است. آنها در تمام اورسیا از فرانسه تا چین از جمله منطقه قفقاز گسترش داشته‌اند .(Fortelius et al. 1993) با توجه به شواهد بیان شده می توان چنین نتیجه گرفت که استفانورینوسها در محیطهای باز تا نیمه جنگلی کواترنری زندگی می کرده اند. استفانورینوس همیتوئکوس دارای دندان های هیپسودنت و قابلیت دویدن معمولی بوده که نشان می دهد رژیم غذایی علف و برگ خواری را با هم داشته است. وضعیت پاهای جانور بیانگر توانایی دویدن و زندگی در محیط باز است. استفانورینوس کیرچبرجنسیس جثه بزرگی داشته وضعیت دندان‌ها و همچنین مفاصل دست و پای آنها حاکی از آن است که در محیطهای جنگلی یا نیمه جنگلی بسته زندگی میکرده و عمدتا از برگ درختان تغذیه می نموده است. آنها در تمام اورسیا از فرانسه تا چین از جمله منطقه قفقاز گسترش داشته‌اند .(Fortelius et al. 1993) با توجه به شواهد بیان شده می توان چنین نتیجه گرفت که استفانورینوسها در محیطهای باز تا نیمه جنگلی کواترنری زندگی می کرده اند.

اسب‌ها

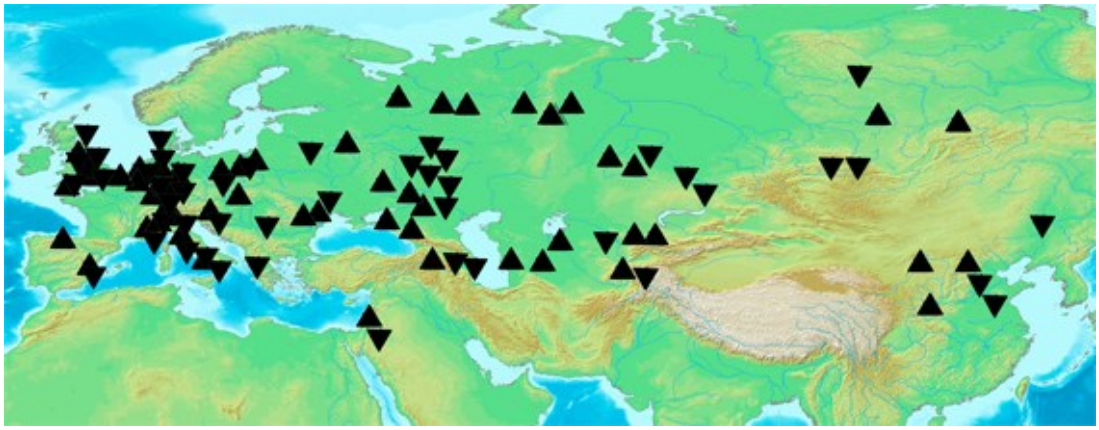
اسب‌ها در آمریکای شمالی تکامل یافته و نخستین افراد این جنس اکوئوس بیش از ۲ میلیون سال پیش به آسیا آمدند (شکل ۳). اسبهای وحشی در دوران یخچالی و بین یخچالی در محیطهای استپی و همچنین محیطهای تاحدی جنگلی زندگی میکردند و گونه های بسیاری از آنها شناسایی شده است .(Koenigswald 2003) مطالعات نشان داده است که اسب‌های دارای جثه بزرگ و دست و پاهای زمخت به زندگی در محیطهای

استپی تکه تکه متمایلند. اسب های دورانهای یخچالی معمولاً کوچک و زمخت و اسب‌های ساکن نواحی گرم و معتدل بعضی کوچک و چالاک بوده‌اند .



شکل ۳: برخی از بزرگ پستانداران کواترنری که آثار تعدادی از آنها در ایران نیز یافت شده است. ۱ ماموت پشم دار، ۲ فیل راست عاج، ۳ ماموت جنوبی ،۴ کرگدن دو شاخ استفانورینوس ، ۵ کرگدن پشم دار، ۶ اسب اکوئوس التیدنس، ۷ اسب اکوئوس استئنویس. تصاویر بر گرفته از (Agusti and Anton 2002)

در کلّ اسب‌های کواترنری نسبت به اسب‌های امروزی زندگی کم تحرک تری داشته‌اند. این اسبها قابلیت زندگی در محیطهای مختلف از گرم تا سرد و از محیطهای استپی دوران یخچالی تا جنگلهای دوران بین یخچالی را داشته‌اند.(Asperen 2010) با آغاز عصر یخبندان بسیاری از موجودات دوران بین یخچالی امین منقرض شدند و برخی چون فیلهای راست عاج و کرگدنهای این دوران یعنی استفانورینوس به مناطق نیمه جنگلی جنوبی تر اروپا (فون گالرین) در مدیترانه و احتمالا خاور میانه کوچ کردند (شکل ۴). ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی آن میتواند یکی از پناهگاههای این موجودات بوده باشد چرا که شواهد دوران های سرد یخچالی در آن گسترده نیست. این موجودات نیز در حدود ۲۰ هزار سال پیش در زمان بیشترین گسترش صفحات یخی از بین رفتند (Pushkina 2007) . استفانورینوس کیرچبرجنسیس همراه با پالئولوکسودون یکی از شاخص ترین جانوران حاضر در فون بین یخچالی بخش بالایی پلئیستوسن میانی اروپای غربی است. این مجموعه تحت عنوان مجموعه جانوری پالئولوکسودون هم شناخته میشود و همچنین شامل اسب آبی (هیپوپوتاموس)، گاوهای وحشی (،بابالوس، بس)، گوزن ها (مگالوسروس دما، کاپرئولوس)، گراز (ساس) و.. است که به پایان پلئیستوسن میانی و پلئیستوسن بالایی تعلق دارند. این مجموعه بین یخچالی ساکن دائمی منطقه مدیترانه بوده که در غرب و شرق اروپا بطور متناوب با مجموعه ماموت پشم دار استپهای یخی ظاهر میگردیده است (Koenigswald 2003).



شکل ۴: پراکنش بقایای فسیلی فیلها و کرگدنها در کواترنری اورسیا. ▲فیل، ▼ کرگدن. داده‌ها اقتباس از(Pushkina 2007)

نتیجه گیری

بررسی تغییرات آب و هوایی کواترنری در ایران بسیار سخت است چرا که اطلاعات اندکی در این زمینه وجود دارد که بیشتر مربوط به شمال و غرب ایران بوده، جنوب و مرکز کشور نیازمند اطلاعات جدید است .(Kehl 2009) همین وضعیت در مورد بقایای مهره داران نیز وجود دارد و این آثار عمدتاً در شمال، غرب و مرکز ایران دیده می شوند (شکل ۱). مطالعات چندی نشان داده است که آب و هوای پلئیستوسن ایران در کلّ گرمتر و مرطوبتر از اکنون بوده است و محیط هایی چون استپ و جنگل در بخشهای زیادی از ایران وجود داشته است. بقایای دریاچه های داخلی حاکی از فراوانی بارش در گذشته است و وجود بقایای لس حاکی از آثار آب و هوای یخچالی (سرد و خشک) و بین یخچالی (گرم و مرطوب) در برخی نقاط ایران می باشد .(Kehl 2009) همراهی استفانورینوس کیرچبرجنسیس ، پالئولوکسودون انتی کوئوس، گراز و گوزن ها حاکی از محیط جنگلی و نیمه جنگلی است، در حالی که جانورانی چون اسب اکوئوس، استفانورینوس همی توئکوس و ماموت استپی بیانگر محیط باز استپی (محیطی با علفزارهای وسیع و درختان پراکنده) هستند. لذا با توجه به وجود مشترک پاره ای از این موجودات (ماماتوس تروگونتری، پالئوکسودون آنتی کوئوس، استفانورینوس و اکوئوس) در کواترنری پایانی ایران می‌توان اذعان داشت که محیط کواترنری پایانی ایران دارای ساختاری تکه تکه یا موزائیک گونه بوده که در آن تناوبی از محیطهای جنگلی و نیمه جنگلی تا محیطهای باز استپی و علف زارها وجود داشته است.

سپاسگزاری

نگارنده بر خود لازم می داند از اساتید و همکاران گرامی مرحوم دکتر محمد علی جعفریان، دکتر مهدی یزدی، دکتر حسین ترابی، دکتر مرتضی جمالی، دکتر محمد مدادی، دکتر جعفر شریفی و دکتر مرجان مشکور و آقایان مهندس جعفر صبوری، هوشنگ دشتبان، و عرفان خسروی که طی سالیان گذشته اینجانب را در جمع آوری این اطلاعات یاری رسانده اند، قدردانی نماید. از سردبیر محترم نشریه بابت هماهنگی انتشار این مقاله سپاسگزارم. همچنین از آکادمی علوم چین جهت حمایت مالی در زمان نگارش بخش های اصلی این مقاله (به عنوان محقق پسا دکتری) کمال تشکر را دارد.

منابع

پدرامی، م.، ۱۳۶۶، چینه شناسی کواترنر ایران و روشهای مطالعه آن (بررسی کوتاه)، سازمان زمین شناسی کشور، گزارش داخلی، ۸۹ ص.

جمالی ، م.، ۱۳۸۱، بازسازی محیط رسوبگذاری نهشته‌های آهکی کواترنری زاویه زرند ، شمال ساوه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

کبریایی زاده, محمدرضا, میرزایی عطاآبادی, مجید, و خسروی, عرفان. (۱۳۹۴). پستانداران فسیل کواترنری بالایی از منطقه زاویه، شمال ساوه. دو فصلنامه کواترنری ایران, ۱(۳), ۲۳۹-۲۵۳.

فرشاد، ف.، ۱۳۳۸، فسیل شناسی مهره داران، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۸۴ ص.

فکور، م. و میرزایی عطاآبادی، م.، ۱۳۹۴، بقایای جدید از فیل های کواترنری منطقه دشت مغان،مجموعه مقالات سی و چهارمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور، صص. ۵۶۴- ۵۶۵.

کبریایی زاده، م.، میرزایی عطاآبادی، م. و خسروی، ع.، ۱۳۹۴، پستانداران فسیل کواترنری بالایی از منطقه زاویه، شمال ساوه.کواترنری، انجمن کواترنری ایران، دوره ۱، شماره ۳، صص. ۲۵۳-۲۳۹

میرزایی عطاآبادی، م.،۱۳۸۰، مطالعه مقدماتی بقایای دندان فیل از رسوبات کواترنری منطقه روانسر. در کتاب روانسر: دیرین انسان شناسی، زمین شناسی، جغرافیا و فرهنگ، ویرایش کمال طاهری، انتشارات طاق بستان، ص. ۷۷-۷۲.

میرزایی عطاآبادی، م.، حسن پور، م.، اورک، ز. و مهدی زاده، ی.، ۱۳۹۹. مهره داران کواترنری دشت مغان، شمال غرب ایران. مجموعه مقالات سیزدهمین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران، دانشگاه اصفهان، صص.۸- ۱۴ .

هاشمی ، ن.، و درویش، ج.، ۱۳۸۶، شناسایی مجموعه جدیدی از پستانداران فسیل در رسوبات پلیستوسن خاور ایران و مقایسه آن با زیای مراغه، با نگرشی بر محیط دیرینه، فصل نامه علوم زمین سال ۱۷، شماره ۶۶ ص ۱۱۶- ۱۰۹ .

یزدی، م. ۱۳۸۱، کشف بقایای فسیل شده یک فیل جوان در نهشته های دوران چهارم ارتفاعات کرکس کاشان، دهکده نیه، مجموعه مقالات هفتمین همایش انجمن زمین شناسی ایران،ص ۷۴۲.

References

Agustí, J. and Antón, M., 2002, Mammoths, Sabertooths, and Hominids; 65 million years of Mammalian Evolution in Europe. New York, Columbia University Press.

Asperen, E. N., 2010, Ecomorphological adaptations to climate and substrate in late Middle Pleistocene caballoid horses. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 297: 584-596.

Athanassiou, A., 2011, A skeleton of Mammuthus trogontherii (Proboscidea, Elephantidae) from NW Peloponnese, Greece. Quaternary International, in press.

Biglari, F., Javeri, M., Mashkour, M., Yazdi, M., Shidrang, S., Tengberg, M., Taheri, K., Darvish, J., 2009, Test excavations at the Middle Paleolithic sites of Qaleh Bozi, southwest of Central Iran, a preliminary report. In: Iran Palaeolithic, eds. M. Otte, F.

Biglari, F. (2014). Typo-technological analysis of the Late Middle Paleolithic bifacial industry of Qaleh Bozi Rockshelter, Central Iran. Replacement of Neanderthals by Modern Humans: Testing Evolutionary Models of Learning., 48-50.

Eisenmann, V. and Mashkour, M.,1999, The small equids of Binagady (Azerbaidjan) and Qazvin (Iran): E. hemionus binagadensis nov. subsp., and E. hydruntinus. Géobios 32: 105-122.

Farchad, F., and Sahabi, Y., 1961, La presence d,un elephant dans le quaternaire de l,iran. Comptes rendus sommaire de la societe geologique de France 15: 304-305. Fortelius, M. (coordinator). 2011. Neogene of the Old-World Database of Fossil Mammals (NOW). University of Helsinki.

Fortelius, M., Mazza, P. and Sala, B., 1993, Stephanorhinus (Mammalia: Rhinocerotidae) of the Western European Pleistocene, with a revision of S. etruscus (Falconer, 1868). Palaeontographia Italica 80: 63-155.

Hashemi, N., Ashouri, A., Aliabadian, M., Gharaei, M., Marco, A. S. and Louys, J., 2016, First report of quaternary mammals from the Qalehjugh area, Lut Desert, Eastern Iran. Paleontologia Electeronica 19.3.44A:1-12

Kehl, M., 2009, Quaternary climate change in Iran-the state of knowledge. Erdkunde 63:1-17. Koenigswald, W., 2003, Mode and causes for the Pleistocene turnovers in the mammalian fauna of Central Europe. Deinsea 10: 305-312. Lister, A.M., Sher, A.V., van Essen, H., and Wei, G., 2005. The pattern and process of mammoth evolution in Eurasia. Quaternary International 126-128: 49-64.

Lister, A.M., 2004, The impact of Quaternary Ice Ages on mammalian evolution. Philosophical Transactions of Royal Society of London B, 359, 221-241.

Lister, A.M. and Sher, A.V., 2001, The origin and evolution of the woolly mammoth. Science 294: 1094–1097.

Mashkour, M., Monchot, H., Trinkaus, E., Reyss, J., Biglari, F., Bailon, S., Heydari, S., Abdi, K., 2009, Carnivores and their Prey in the Wezmeh Cave (Kermanshah, Iran): A Late Pleistocene Refuge in the Zagros. International Journal of Osteoarchaeology 19: 678-694. Mol, D., Vos, J., and Plicht, J., 2007, The presence and extinction of Elephas antiquus Falconer and Cautley, 1847, in Europe. Quaternary International 169-170: 149-153.

Pushkina, D., 2007, The Pleistocene easternmost distribution in Eurasia of the species associated with the Eemian Palaeoloxodon antiquus assemblage. Mammal Review 37: 224-245.

Stuart, A.J., 2005. The extinction of woolly mammoth (Mammuthus primigenius) and straight-tusked elephant (Palaeoloxodon antiquus) in Europe. Quaternary International 126–128, 171-177.

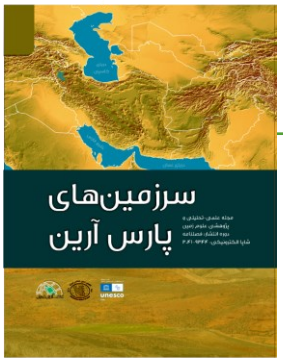
Tsoukala, E., Mol, D., Pappa, S., Vlachos, E., van Logchem, W., Vaxevanopoulos, M., Reumer, J., 2011, Elephas antiquus in Greece: new finds and a reappraisal of older material (Mammalia, Proboscidea, Elephantidae). Quaternary International in press.

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره اول، پاییز ۱۴۰۲ صص. ۷۴-۶۷
DOI: 10.61186/jpat.2024.1.5

گزارش فنی

نگرشی زمین شناسی در تعیین مسیر تجارت سنگ قبور گورستان اسلامی روانسر

امیرحسین محمدی [1]



چکیده

سنگ علاوه بر اهمیت زمین شناسی و چینه نگاری آن در طول تاریخ برای تامین مواد و مصالح مورد نیاز انسان از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده است.سنگ ها علاوه بر کاربردهای گوناگون در تامین مواد خام از ابزار سنگی گرفته تا مواد معماری در مراسم تدفین و تزئین قبور مردگان نیز نقش عمده ای داشته است همین امر موجب شده تا جوامع مختلف به شناخت و تجارت سنگ های مقاوم برای کاربری های آرامگاهی روی اورند. استفاده از مواد سنگی برای سنگ قبور به ویژه در دوره های متاخر اهمیت ویژه ای یافته است. نمونه های مختلفی از سنگ قبور امروزه در گورستانها به کاربرده می شوند. با این حال تجارت سنگ و انتخاب برخی از سنگها برای استفاده به عنوان سنگ قبر نیز رواج داشته است. نمونه ای از انتقال و واردات سنگ قبر را می توان در گورستان اسلامی روانسر مشاهده کرد. در این گورستان که مد نظر این مقاله است محیط زمین شناسی و مصالح بومی عمدتا" از سنگهای آهکی سازند بیستون تشکیل یافته اند در حالی که سنگهای قبور گورستان اسلامی (از اواخر صفوی تا اوایل قاجار) از ماسه سنگهای سبز رنگی تشکیل شده اند که مشخصا" از نواحی اطراف آورده شده اند. در این نوشتار با بررسی زمین شناسی رخنمونهای سنگی مسیرهای احتمالی تجارت سنگ قبور در گورستان اسلامی روانسر تعیین و بر اساس پاره ای از شواهد اجتماعی و مردم نگاری تایید شده اند.

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

واژگان کلیدی
قبرستان اسلامی روانسر،
سنگ قبرها،
کتیبه های قبر،
قبرستان

وابستگی نویسندگان
محقق آزاد، باستان شناسی و معماری

استناد: محمدی، امیرحسین (۱۴۰۲) نگرشی زمین شناسی در تعیین مسیر تجارت سنگ قبور گورستان اسلامی روانسر، سرزمین‌های پارس آرین، ۱(۱)،۷۴-۶۷
شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.1.5

ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین © نویسندگان.

[1] a.h.mohammadi2015@gmail.com

مقدمه

سنگ علاوه بر اهمیت زمین شناسی و چینه نگاری آن در طول تاریخ برای تامین مواد و مصالح مورد نیاز انسان از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده است. سنگ ها علاوه بر کاربردهای گوناگون در تامین مواد خام از ابزار سنگی گرفته تا مواد معماری در مراسم تدفین و تزئین قبور مردگان نیز نقش عمده ای داشته است همین امر موجب شده تا جوامع مختلف به شناخت و تجارت سنگ های مقاوم برای کاربری های آرامگاهی روی آورند. استفاده از سنگهای گرانیتی، آهکی و حتی در برخی نواحی ماسه سنگی برای ساخت مقابر، ابنیه ها و معابد امری مرسوم بوده است. استفاده از مواد سنگی برای سنگ قبور به ویژه در دوره های متاخر اهمیت ویژه ای یافته است. نمونه های مختلفی از سنگ قبور امروزه در گورستانها به کاربرده می شوند. با این حال تجارت سنگ و انتخاب برخی از سنگها برای استفاده به عنوان سنگ قبر نیز رواج داشته است. نمونه هایی از این انتقال سنگ برای مقابر را می توان در سنگ قبر های گورستان اسلامی داکان در دشت تاکستان (زرین کوه و خضری۱۳۸۴) و سنگ قبرهایی از دهکده فشندک (پورکریم۱۳۴۳)، طالقان دهکده پاکده از توابع رودبار زیتون مثال زد که در این گورستانها گمان غالب بر این است که شهر قزوین مرکز فرهنگی این مناطق بوده و این احتمال مطرح می شود که این سنگ ها در قزوین تولید و در سایر مناطق به کار می رفته است. به این مطالعات می توان بررسی های خانم دکتر اینگه مورتنسون بر روی گورستان اسلامی هلیلان ایلام را نیز اضافه کرد(مورتنسون ۲۰۱۰). نمونه ای دیگر از انتقال و واردات سنگ قبر را می توان در گورستان اسلامی روانسر مشاهده کرد. در این گورستان که مد نظر این مقاله است محیط زمین شناسی و مصالح بومی عمدتا" از سنگهای آهکی سازند بیستون تشکیل یافته اند در حالی که سنگهای قبور گورستان اسلامی (متعلق به حدود یکصد سال پیش) از ماسه سنگهای سبز رنگی تشکیل شده اند که مشخصا" از نواحی اطراف آورده شده اند. در این نوشتار با بررسی زمین شناسی رخنمونهای سنگی مسیرهای احتمالی تجارت سنگ قبور در گورستان اسلامی روانسر تعیین و بر اساس پاره ای از شواهد اجتماعی و مردم نگاری تایید شده اند.

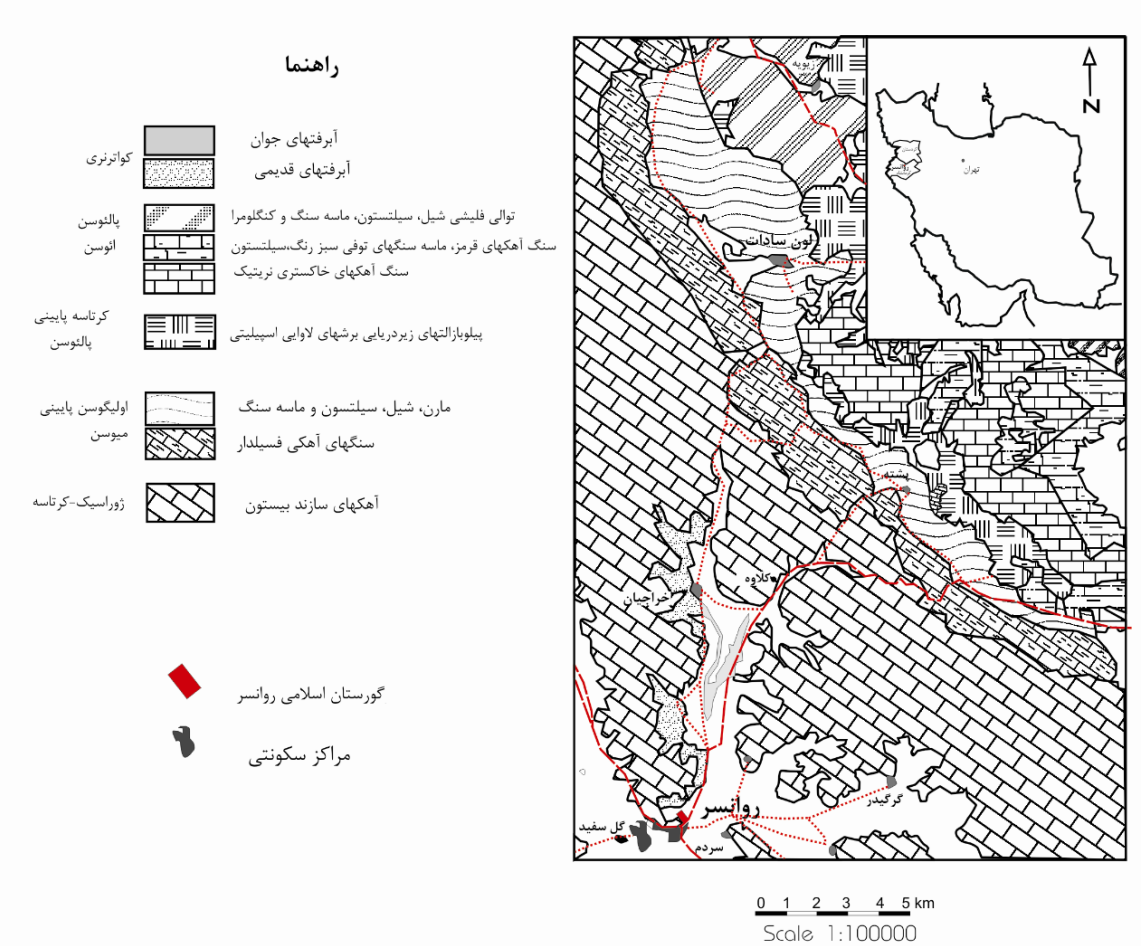
بررسی های باستان شناسی حاکی از این واقعیت است که روانسر از ۴۰۰۰۰ سال پیش تا کنون مسکونی بوده است(بیگلری ۱۳۸۰). شواهد پیش از تاریخ در غارهای اطراف روانسر گاهنگاری سکونت انسانی را تا پارینه سنگی میانی به اثبات می رسانند(بیگلری و طاهری ۱۳۸۰)(بیگلری ۲۰۰۹). تک نوشته های اندکی هم از برخی اشواهد تاریخی روانسر نیز منتشر شده است(گلزاری۱۳۷۳). علاوه بر این برخی از پژوهشها بر روی سنگ نوشته گور دخمه روانسر نیز منتشر شده(کالمایر۱۹) که در برخی متون بازگویی شده است(محمدی فر ۱۳۸۰). نشانه هایی از استقرارهای انسانی در ادوار تاریخی از ۵۰۰۰ سال پیش تا دوران اسلامی(آزادی ۱۳۸۰) در تپه ها و محوطه های باز اطراف روانسر نیز گزارش شده اند.

گورستان اسلامی روانسر در حاشیه شمالی شهر روانسر و در دامنه شمالی کوه قله از جمله میراث تاریخی دوران اسلامی و معاصری است که آثار باقی مانده آن هنوز از بین نرفته است. این گورستان به شکل زمینی نسبتا" مسطح در دامنه شمالی کوه قله روانسر واقع است که مشخصه آن وجود سنگ قبرهایی متفاوت از منابع سنگی محلی است. طی چند سال اخیر و در نتیجه کاشت نهال محوطه ی گورستان اسلامی پوشیده از درختان سوزنی برگ شده که توسط شهرداری روانسر این محوطه به فضای سبز تغییر کاربری یافته است. قبرها به صورت پراکنده یا گروهی در یک فضای محصور ونزدیک به هم قرار گرفته اندکه البته به مرور زمان و بر اثر عوامل طبیعی وانسانی چشم اندازی تخریب شده از آن بر جای مانده است. مطالعات چندانی بر روی این قدمت تاریخی و سایر نکات باستان شناختی این گورستان و سایر گورستانهای منطقه انجام نشده است.

منطقه بررسی

منطقه روانسر در شمالشرقی استان کرمانشاه و در جنوب استان کردستان واقع است. روانسر به شکل شهری کوهپایه ای تظاهر می یابد که وفور منابع اب کارستی از حداقل ۸۰۰۰ سال پیش (آزادی ۱۳۸۰) تا امروز آن را به شکل سکونتگاهی دایم برای ساکنان آن فراهم آورده است. شهر روان سر در زون ساختار زاگرس و در بخش زاگرس مرتفع قرار گرفته است. در منتهالیه جنوب آن رادیولاریتهای کرمانشاه برونزد یافته اند که به شکل تپه ماهورهای قرمز رنگ قابل مشاهده اند. ارتفاعات آهکی کوهستان شاهو از دره روانسر در شرق شهر روانسر شروع و تا منطقه پاوه ادامه می یابد. این کوهستان بلندترین نقاط استان کرمانشاه را تشکیل می دهند که عمدتا" از سازند آهکی بیستون(آهکهای ژوراسیک–کرتاسه) تشکیل شده اند. کوه قله و کوه یله ور در شمال و شمالغرب روانسر با توجه به ساختمان و سنگ شناسی آن تحت تاثیر فرایندهای کارستی قرار گرفته و چشمه روانسر(سراب روانسر) نیز منتج از توسعه کارست و منبعی برای شکوفایی استقرارهای انسانی منطقه است. در شمال منطقه روانسر زون سنندج–سیرجان قرار دارد که عمدتا" از توالی های دگرگونی و ولکانیکی تشکیل یافته است. این توالی ها عمدتا" در مناطق شمالی از جمله شهر کامیاران و محدوده اطراف آن رخنمون یافته اند. در منطقه مورد بررسی می توان عمده ترین سازندهای سنگی را به سنگهای آهکی(سازند بیستون

و آهکهای فسیلدار و خاکستری) و سازندهای غیر آهکی(ماسه سنگ، آهکهای مارنی، پیلولاواها، رسوبات فلیشی و...) تقسیم کرد(شکل ۱). در برخی تقسیم بندی های جدید از رادیولاریتهای کرمانشاه و آهکهای بیستون با نام زاگرس شمالی یاد شده است. علاوه بر این آمیزه های رنگی افیولیتی–تکتونیکی و tertiary slice zone و توالی ترادفی سیلیسی نیز (به ترتیب از قدیمی به جدید) برای نامیدن واحدهای کرتاسه پایینی تا آغاز پالئوسن، پالئوسن–ائوسن و کرتاسه پایینی–پالئوسن به کار رفته اند(سازمان زمین شناسی/چهارگوش کامیاران).



شکل۱: موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی منطقه مورد بررسی (نقشه پایه زمین شناسی برگرفته از نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ چهارگوش کامیاران–سازمان زمین شناسی)

در محدوده گورستان اسلامی دو مجموعه گور وجود دارد، مجموعه اول با سنگهای بزرگ حصار کشی شده و به صورت یک گور دسته جمعی یا خانوادگی در آمده وشامل ۱۱ قبر است. ۳ گور (شامل ۶ سنگ برافراشته مزار) ، دارای کتیبه های قرآنی بوده و کتیبه بقیه سنگها به علت آسیب دیدگی قابل بررسی نیستند. از این تعداد گور(۱۱ گور) ۶ گور از جنس ماسه سنگ و ۵ گور دیگر از جنس سنگهای آهکی (مصالح بومی منطقه) است. جهت همگی این قبرها شرقی_غربی است. مجموعه دوم شامل ۳ قبر است که ۲ عدد از این سنگ برافراشته مزارها دارای تاریخ وفات بوده که با استناد به تاریخ سنگ قبرها، تدفین ها به دو دوره قدیم و متأخر یا جدید قابل تقسیم بندی است. از دوره اول یا قدیم تنها یک سنگ گور با کتیبه مشخص باقیمانده است. تاریخ وفات روی این سنگ ۱۱۲۶ هجری قمری است که طبق آثار موجود در این زمان رسم بر این بوده که در یک سمت سنگ برافراشته مزار آیات و کتیبه های قرآنی و در طرف دیگر مشخصات متوفی که شامل نام، نام پدر و تاریخ وفات را حک می کردند.

دوره دوم یا دوره جدید بر اساس آثار باقی مانده از یک قبر انفرادی که شامل ۲ سنگ برافراشته سالم بوده و به عنوان شاخص اصلی گورستان اسلامی متاخر در نظر گرفته می شود. سنگ ها به شکل محرابی منظم بوده و روی این ۲ سنگ برافراشته مزار کتیبه ای وجود دارد که روی سنگ بالای پای متوفی ۴ بیت از اشعار خیام دیده می شود و روی سنگ مجاور اطلاعاتی از قبیل نام متوفی، نام پدر متوفی و تاریخ وفات (۱۲۰۶ هجری قمری) وجود دارد. تفاوت عمده این دو دسته گور در گورستان اسلامی روانسر در این است که در روی کتیبه های جدیدتر آیات قرآنی اصلاً دیده نمی شود و این در حالی است که در دوره قدیمی تر آیات زیادی از قرآن کریم دیده می شود. با این حال استفاده از خط و زبان عربی برای نگارش روی سنگ برافراشته مزار ها در هر دو دسته رایج بوده است. قدیمی ترین سنگ برافراشته ی مزار یافت شده دارای کتیبه ای است که تاریخ وفات متوفی مربوط به تاریخ ۱۱۲۶ هجری قمری است که متعلق به دوران حکومت سلسله ی صفویان در ایران و پادشاهی شاه سلطان حسین صفوی آخرین پادشاه صفویان است. جدید ترین تاریخ نوشته شده روی کتیبه سال ۱۲۰۶ هجری قمری است که مربوط به دوران اواخر سلسله ی زندیه (لطفعلی‌خان زند؛ ۱۲۰۳–۱۲۰۹ هجری قمری) و اوایل حکومت قاجارها است(شکل ۲).

شکل شناسی گورستان

روی سنگ های گروه اول یا دوره قدیمی کتیبه های قرآنی دیده می شود که به دو حالت نقر شده اند، در حالت اول حجار آیات قرآنی را با رعایت منظم حواشی و در قاب بندی های مشخص و مستطیلی شکل به صورت ساده و خطی از سمت راست و در بالای کتیبه کنده تا به انتهای پایینی کتیبه رسیده است. در حالت دوم حجار از دو نوع قاب بندی برای نگارش کتیبه بر روی سطح یک سنگ استفاده کرده است؛ یک نوع به صورت دو مستطیل عمودی در کناره های راست و چپ سنگ و نوع دیگر در وسط آن دو مستطیل عمودی چند مستطیل مجزای افقی ایجاد کرده که با رعایت حواشی مرزبندی سطرها در کتیبه معلوم و مشخص میگردد، سپس کتیبه ها در داخل مستطیل ها کنده کاری شده است. در مستطیل های افقی خطوط از راست به سمت چپ کنده شده و در مستطیلهای عمودی خطوط و سطرها از سمت پایین به طرف بالا سنگ کنده شده اند. به نظر می رسد که این سبک اسلامی قدیم در همان سال ۱۱۲۶هجری قمری به پایان رسیده و روش های نوین جایگزین شده است. شکل و فرم ظاهری سنگ های دوران اسلامی قدیم که برای کتیبه نگاری انتخاب شده اند مستطیلی شکل منظم بوده اند. روی کتیبه هایی که آیات قرآنی دیده میشود ریزه کاری های بیشتری انجام شده و اعراب بخوبی و با دقت کافی نگاشته شده اند.

در گروه دوم یا دوره جدید اشعار فارسی جایگزین آیات قرآنی شده و به همین دلیل ریزه کاری های کمتری به چشم می خورد. سطح کار کمی خلوت تر از دوره قبل شده و کتیبه ها در داخل قاب بندیهای مشخص و مستطیل شکل افقی قرار می گیرند که در سنگ مجاور یعنی کتیبه مربوط به مشخصات صاحب قبر، در بالای اولین مستطیل یک قاب بندی مربع شکل ایجاد ه است. شکل یا فرم ظاهری این سنگ برافراشته مزارها محرابی منظم بوده است که انحنای آن کاملاً صیقلی و نیمدایره ای است. نوع خط هر ۲ دوره تقریباً شبیه هم است و در هر دو دوره از خط ثلث استفاده شده است.(شکل۳) در کتیبه های قدیم تر به دلیل وجود آیات قرآن کلمات بیشتر اما کوچکتری دیده می شود اما در کتیبه های جدیدتر کلمات درشت تر (استفاده از اشعار فارسی) می شوند.

میزان قطر برجستگی های حروف در سنگ هایی که کمتر دچار ساییدگی و آسیب شده اند به ۴ میلیمتر میرسد اما در سنگ هایی که ساییده شده و آسیب دیدگی بیشتری دارند قطر برجستگی خطوط به ۱ میلیمتر و کمتر است. سنگ برافراشته مزارهای محل از ۲ نوع ماسه سنگ و سنگ های آهکی موجود در بافت طبیعی محل ، تامین شده اند که از این میان سنگ قبرهایی که از جنس ماسه سنگ هستند دارای شکل و فرم ظاهری منظم تری هستند.

شکل ۲: نماهایی از سنگ قبرهای گورستان اسلامی روانسر

سنگ شناسی

از قطعه ای سنگ برافراشته مزار که توسط عوامل انسانی از بدنه سنگ قبر های کتیبه دار جدا شده بود با استفاده از روشهای مرسوم مقطع نازک تهیه و در زیر میکروسکپ پلاریزه مورد بررسی قرار گرفت. این مقطع از کانی های کوارتز، اورتوز، پلاژیوکلاز و همچنین از خرده سنگ های آذرین، آتشفشانی و کربناته تشکیل شده است که فضای خالی بین این کانی ها با سیمان کربناته پر شده است. در این مقطع هیچ گونه ترک و درزه و تخلخلی مشاهده نشد. بر اساس نامگذاری این سنگ لیت آرنایت (ماسه سنگ) است(شکل ۵). شواهد سطح الارضی حاکی از وجود لنواعی از ماسه سنگهای زیتونی تا سبز رنگ در منطقه با سطحی تقریبا" دانه ریز و متراکم است که می توان تشکیل ان را ناشی از فعالیتهای تکتونیکی و فرسایش سنگهای قبلی منطقه دانست.

بر اساس پیمایش سطحی و مطالعه برونزدهای سنگی منطقه، سنگ قبور قطعا" از مناطق شمالی روانسر و از زون سنندج–سرجان به روانسر وارد شده اند. وجود توالی های ماسه سنگی توام با سیلتستون و فلیش ها به گونه ای است که در بیشتر بخش های شمالی روانسر یا محدوده سیاسی جنوب کامیاران بتوان ماسه سنگ را یافت. با این همه رخنمون گسترده و ظاهر توده سنگ اولیگوسن پایینی–میوسن قرابت بیشتری با سنگ قبور گورستان روانسر دارد.

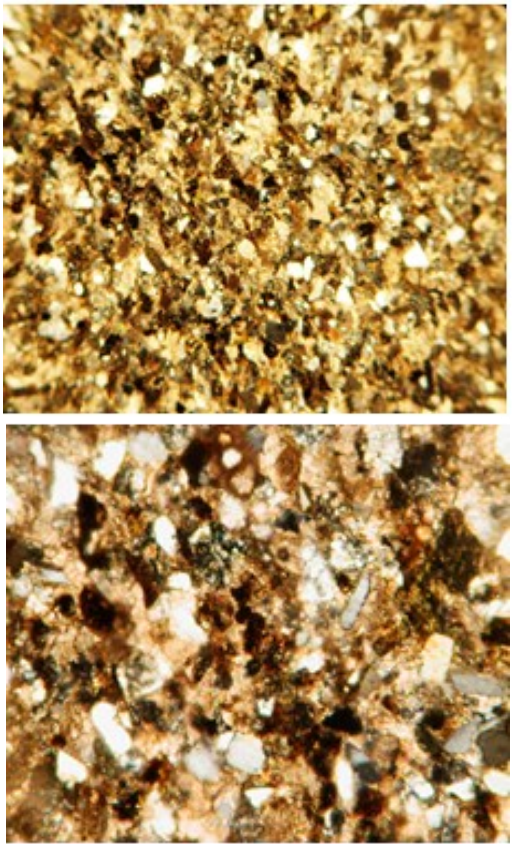
بحث و نتیجه گیری

بر اساس آنچه که گفته شد سنگ قبور گورستان اسلامی روانسر از ماسه سنگهای سبز–قهوه ای رنگی است که به احتمال قریب به یقین از نواحی شمالی روانسر و از محدوده روستاهای شهرستان کامیاران به منطقه آورده شده اند. بر اساس پیمایش صحرایی دو مسیر برای انتقال سنگها محتمل است؛ مسیر یک و مسیر دو(شکل) مسیر دو از احتمال کمتری برخوردار است چرا که مسیر طولانی تر شده و روستاهای منطقه میسر دو چندان وجاهت و اهمیت تاریخی(حداقل تاریخ معاصر) را ندارند. مسیر یک که می توان ان را مسیر اصلی انتقال سنگ(در معنای بسیط آن تجارت سنگ)

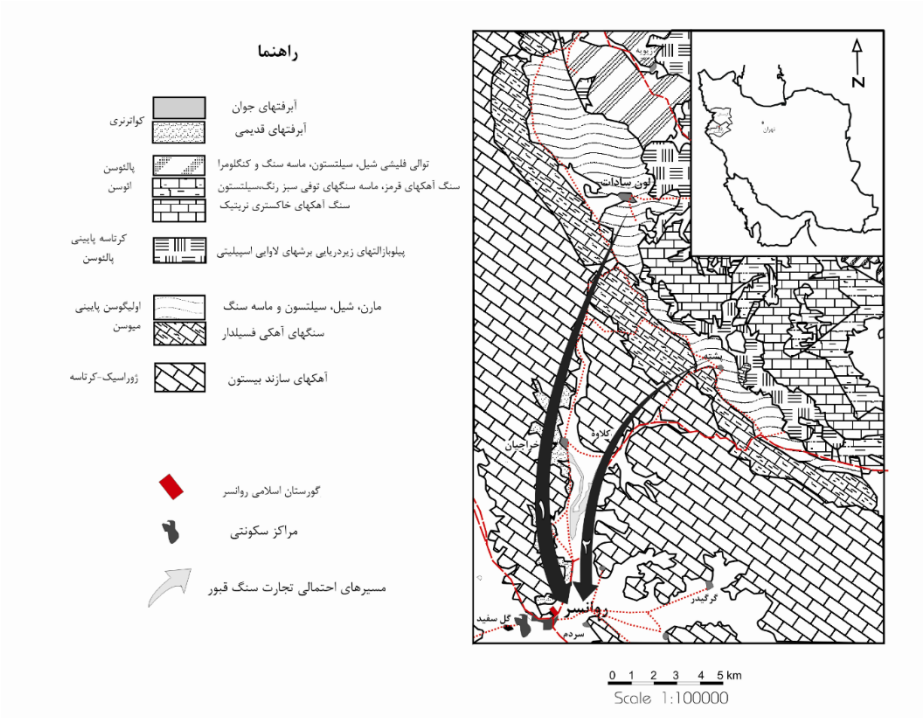
نامید مسیری است که از روستای خراجیان به طرف روستای لون سادات و از طریق جاده ای مالرو کشیده می شود و امروزه هم همچنان مالرو است.

شکل۳: طرح سنگ برخی قبور گورستان اسلامی روانسر

در تایید اینکه روستای لون سادات منبعی احتمالی برای تامین سنگ قبور بوده می توان به وجوه مردم شناسی منطقه و اینکه به واسطه حضور افراد باسواد و ذی نفوذ این روستا در سده های قبل می توانسته محلی برای انتقال سواد، خوشنویسی و حتی سنگ قبور بوده باشد. ضمن اینکه تسمیه" سادات" موید این نکته است. ذکر این نکته ضروری است که بیشتر قبور قدیمی منطقه جنوبی کامیاران(مشرف به نواحی شمالی روانسر) از همین نوع ماسه سنگ استفاده کرده اند. هر چند که در منطقه لون سادات آثاری از معادن سنگ قبور یا معدن ماسه سنگ قدیمی(تا نوشتن این سطور) یافت نشده اما این نمی تواند منکر وجود معدن این سنگ برای تهیه سنگهای مزار باشد.



شکل۴ : تصویر میکروسکپی ماسه سنگ گورستان اسلامی روانسر



شکل۵ : مسیرهای احتمالی تجارت سنگ قبور گورستان روانسر

نتیجه اینکه ردهای زمین شناسی و روشهای زمین باستان شناسی می تواند در پاسخ به برخی ابهامات باستان شناسی با روشی مستدل مفید واقع شود. علاوه بر این آنچه در این بررسی باید مدنظر قرار گیرد این است که در برخی از قبور از سنگهای محلی استفاده شده اند؛ این مطلب می تواند دو واقعیت را متذکر سازد، این قبور یا جدیدترند یا اینکه به افراد سطح پایین تر جامعه که تمول مالی برای تهیه سنگ قبور ماسه سنگی نداشته اند متعلق است. با فرض مرکزیت لون سادات به عنوان محل ارسال سنگهای قبور به روانسر و سایر نقاط(تا آرامگاه ویس القرنی در شرق روانسر) اهمیت تجارت سنگ برای فرایض اعتقادی در سده متاخر مشخص می گردد. استفاده از روشهای مدرن آنالیز سنگ شناسی، توجیهات مردم نگاری و توزیع جغرافیایی ماسه سنگها و سنگهای قبور گورستانهای اسلامی می تواند در بازخوانی وقایع باستان پژوهی مفید واقع شده و البته راه حفاظت از این منابع فرهنگی را هموار سازد. آنچه که می تواند آغازی بر مطالعات تکمیلی بعدی باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان از همکاری و راهنمایی های بی شائبه دکتر فریدون بیگلری از موزه ملی ایران صمیمانه سپاسگزارند. همراهی آقای یزدان بیابانی در برخی بازدیدهای صحرایی موجب امتنان فراوان است.

منابع

گلزاری، مسعود، (۱۳۷۳) گور صخره ای روانسر و جابجایی تعدادی سنگ قبر اسلامی، میراث فرهنگی، ویژه نامه نخستین گردهمایی باستان شناسی ایران پس از انقلاب اسلامی، شماره ۱۲، ص.۲۳

کالمایر، پیتر، نقش برجسته روانسر،ترجمه : فرامرز نجد سمیعی۱۳۶۰، نامه فرهنگ ایران، دفتر دوم، صص۲۳۱-۲۴۷

محمدی فر، یعقوب(۱۳۸۰) گوردخمه و نقش برجسته روانسر، در روانسر؛ باستان شناسی، زمین شناسی، جغزافیا و فرهنگ (تدوین طاهری.ک۱۳۸۰)، صص ۴۱-۲۸، انتشارات طاق بستان

آزادی، احمد (۱۳۸۰)، تپه موسایی: ۵۰۰۰ سال استقرار انسان در روانسر، در روانسر؛ باستان شناسی، زمین شناسی، جغزافیا و فرهنگ (تدوین طاهری.ک۱۳۸۰)، صص ۴۸-۵۲، انتشارات طاق بستان

زرین کوه، مظفر و خضری،محمد شریف(۱۳۸۴) ، بررسی گورستان اسلامی داکان و گچبریهای نویافته دشت تاکستان،گزارشهای باستان شناسی، شماره ۴،ص.۲۲۶-۲۲۱،تهران، پژوهشکده باستان شناسی

پورکریم، هوشنگ (۱۳۴۳)، سنگ قبرهایی از دهکده فشندک، مجله هنر ومردم، دوره دوم، شماره ۲۳ ، ص.۲۹-۲۶

References

Calmeyer, Peter 1978, “Das Grabrelief von Ravansar,” AMI N.S. 11, pp. 73-85.

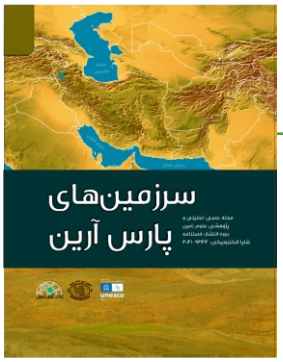
Demant Mortensen, Inge. 2010 Luristani Pictorial Tombstones. Studies in Nomadic Cemeteries from Northern Luristan, Iran. Acta Iranica, 47. Leuven: Peeters

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره اول، پاییز ۱۴۰۲ ص. ۷۵
DOI: 10.61186/jpat.2024.1.6

مقاله پژوهشی

بازبینی هنر صخره ای غار کرفتو و مناطق اطراف آن، شمال کردستان، غرب ایران

طاهر قسیمی[1]✉، **آکام قسیمی، سوران قسیمی**



چکیده

یکی از مهم ترین موانع در بررسی هنرهای صخره ای ایران، فقدان یک چارچوب زمانی مشخص است. برخی از محققین این نقوش را مربوط به دوره پلیستوسن پسین و اوایل هولوسن می دانند. با این حال، مطالعات میدانی اخیر تاریخ های جدیدتری را برای هنرهای صخره ای نشان می دهد. یکی از این مطالعات مربوط به غار کرفتو در استان کردستان است که می تواند به عنوان مبنای زمانی برای مطالعه هنرهای صخره ای در کل استان کردستان باشد. غار کرفتو مجموعه ای از غارهای طبیعی است که ورودی و برخی از گذرگاه های طبیعی آن در دوره تاریخی (اشکانی) دستکاری شده است. وجود یک کتیبه یونانی در جلوی یکی از اتاق های غار نشان می دهد که غار به عنوان معبد خدای یونانی هرکول استفاده می شده است. با توجه به شباهت نقوش شکار یا جنگ سواران در غار کرفتو با نقوش حکاکی شده بر روی ظروف طلایی و نقره ای دوره اشکانی و ساسانی به همراه شواهد دیگری مانند کتیبه یونانی، ویژگی های معماری صخره ای، شواهد سفالی، و سایر داده های به دست آمده از کاوش ها، می توان نتیجه گرفت که برخی از مجموعه های نقوش (به ویژه آنهایی که در فضاهای دست ساز غار ایجاد شده اند) احتمالاً در دوره های سلوکی– اشکانی یا ساسانی ایجاد شده اند.

استناد: قسیمی، طاهر، قسیمی، آکام و قسیمی، سوران (۱۴۰۲). بازبینی هنر صخره ای غار کرفتو و مناطق اطراف آن، شمال کردستان، غرب ایران، *سرزمین های پارس آرین* ۱(۷۴-۶۷)
شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.1.6
ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین © نویسندگان.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۷
انتشار برخط: ۱۴۰۲/۷/۷

واژگان کلیدی
کردستان، غار کرفتو،
هنرهای صخره ای،
دوره های تاریخی
(سلوکی، اشکانی و ساسانی)

✉
وابستگی نویسنده
گروه باستان شناسی داشگاه مازندران، بابلسر، مازندران، ایران

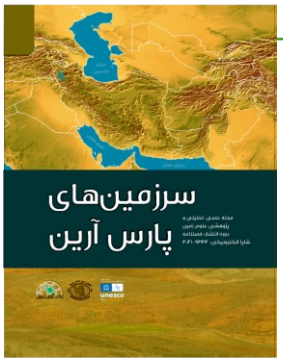
[1] Sghasimi@gmail.com

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره اول، پاییز ۱۴۰۲ صص. ۱۲۴-۱۰۷
DOI: 10.61186/jpat.2024.1.7

مقاله مروری

مروری بر بادبادک صحرا: آخرین چشم انداز

حمید نظری[1] ✉



چکیده

بادبادک‌های صحرا را می‌توان به‌عنوان یک کلید انتقال احتمالی از عصر شکارگری-جمع‌آوری غذا به دامداری نام برد که امروزه با توسعه روش‌های سن سنجی کاسموژنیک و لومینسانس می‌توان قدمت آن را تعیین کرد. ستره پراکنش شناخته شده بادبادک ها ی صحرا بسیار وسیع است، از عربستان و خاور نزدیک، تا ارمنستان در قفقاز و منطقه آرال – کاسپین، یعنی جنوب باختری قزاقستان و باختر ازبکستان). اگرچه اندک گزارشی از وجود بادبادک های صحرا و یا امکان وجود آن در فلات ایران در دست داریم اما با توجه به پراکندگی گسترده بادبادک های بیابانی از مصر در غرب تا قزاقستان در شرق، چندان دور از ذهن نیست که انتظار داشته باشیم این پدیده پیش از تاریخ را در خاک ایران نیز مشاهده کنیم. هنر صخره‌ای (سنگ‌نگاره‌ها) در نزدیکی برخی از بادبادک‌ها نشان می‌دهد که شکار می‌تواند نشان دهنده تلاش اجتماعی بزرگی باشد که توسط مردم چندین گروه با هم انجام می‌شود و گاه نشانگر مفاهیم مذهبی و آیینی روزگاران کهن نیز می باشند. «بادبادک‌های صحرایی» سازه‌های سنگی هستند که از دو دیوار بلند و کم ارتفاع به نام آنتن ساخته شده‌اند که در یک محفظه پایانی که گاه با چندین سلول کوچک کناری همگرا می‌شوند. شکل آنها و شواهد باستان شناسی نشان می دهد که این سازه های سنگی گسترده ممکن است به عنوان تله بازی عمل کرده باشند که برای گرفتن و کشتن تعداد زیادی از حیوانات وحشی طراحی شده اند. بادبادک نقطه عطفی است که روشی برای اشغال قلمرو را نشان می دهد. این یکی از ویژگی های معماری گروه های اجتماعی است که بازتابی از قلمرو خود را به جا می گذارد. با این حال، این افراد گاهی اوقات آثار بسیار کمی از خود بر جای گذاشته اند که امکان شناسایی آنها را بسختی فراهم می کند. با توجه به گستردگی و تراکم این سکونت گاه ها، بادبادک پدیده ای عظیم است که احتمالاً نقش آن در توسعه جوامع در مناطق خشک بسیار تعیین کننده بوده است. در باستان‌شناسی سنتی، گروه‌ها و جوامع انسانی نخستین اغلب با سکونت گاه‌ها و شیوه‌های معیشت تعریف و شناسایی می‌شوند بنابراین، بادبادک ها و کارکرد آنها در توسعه گروه های انسانی در گذر از عصر شکارگری به اهلی نمودن حیوانات و دامداری به عنوان یک پدیده، چالشی پیش روی باستان شناسی نوین است. بادبادک های صحرا از شرق مدیترانه تا شرق دریای کاسپین (خزر) با کمتر ساختار مشابهی در فلات ایران دیده و گزارش شده است! فلات ایران به عنوان تنها پیوندگاه مناسب سرزمین های دو سوی خاوری و باختری کاسپین در زمانی که سرزمین‌های شمالی تقریباً یخ زده و غیر قابل عبور و سکونت بوده اند دست کم در بخشی از گستره مرکزی خود با دریاچه ای کهن و سترگ در طی هولوسن پوشیده شده بود. وجود چنین دریاچه کهنی را در پهنه کویر مرکزی فلات ایران در ابتدای هولوسن می توان دلیلی بر نیافتن نشانه ای از بقایای بادبادک صحرا باشد، حداقل در سطح توپوگرافی پایین تر از ۸۵۰ متر باشد!

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۷
انتشار برخط: ۱۴۰۲/۷/۷

واژگان کلیدی
بادبادک صحرایی،
شکارگری-جمع آوری خوراک،
دامداری،
فلات ایران

وابستگی نویسنده
کرسی یونسکو در مخاطرات زمین شناختی ساحلی،
پژوهشکده علوم زمین،
تهران، ایران

استناد: نظری، حمید (۱۴۰۲). مروری بر بادبادک صحرا: آخرین چشم انداز اطراف آن، *سرزمین های پارس آرین* ۱(۱۲۴-۱۰۷)
شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.1.7
ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین
© نویسندگان.

[1] Sghasimi@gmail.com

Part II: English Section

Journal of Pars Arian Territories

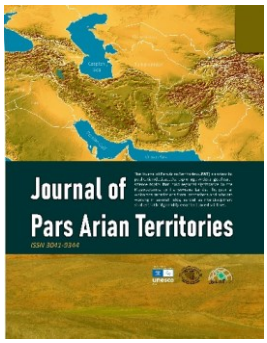
JPAT ISSN: 3041-9344
2023, Vol.1 NO. 1 1-124 pp.

JPAT ISSN: 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2023) 1:1, 1-7
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.1.1

Memorial Note

Al-Biruni:
A Scientist Beyond His Time

Mansour Ghorbani [1]✉



Abstract

Abū Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī (September 15, 973 – December 13, 1048), a celebrated intellectual from Iran, is recognized as a prodigious genius who thrived in Central Asia over a millennium ago. His innovative work and discoveries often surpassed the understanding of his contemporaries. Al-Biruni's expertise extended across various domains, including astronomy, mathematics, geology, mineralogy, physics, and natural sciences. His contributions to these fields were so monumental that scholars considered him the most scientifically accomplished individual of his time. Al-Biruni's works encompassed concepts such as evolution, equatorial leveling, and astronomy, which were later popularized by renowned figures like Darwin, Mercator, Copernicus, Kepler, and Galileo. Furthermore, he proposed the idea of plate tectonics, which geologists would later confirm in the 1960s, by suggesting that parts of the Earth's crust move and geographic coordinates of cities change over time. With his profound comprehension, al-Biruni accurately explained the causes of orogeny and earthquakes through his insights on the shifts in the Earth's weight distribution, the formation of ridges, and the deepening of valleys. This exceptional scientist rightfully holds a distinguished position among Earth scientists of the previous millennium within the cultural sphere of Iran. Delving into his life and work instills awe in those who appreciate his lasting impact on the scientific community.

ARTICLE HISTORY
Received: 27 July 2023
Revised: 9 October 2023
Accepted: 15 October 2023
Published: 18 November 2023

KEYWORDS
Al-Biruni,
Earth scientists, cultural sphere of Iran,
Persian polymath

CORRESPONDING AUTHOR AFFILIATION
✉
Pars Arian Insistue,
Tehran, Iran

Cite this article:

Abtahi Foroushani Z., Salmanpour R. (2023) Al-Biruni:A Scientist Beyond His Time. *Journal of Pars Arian Territories* 1: 1-7

DOI: 10.61186/jpat.2024.1.1

Publisher: Pars Arian Insistue © The Author(s).

[1] M.ghorbani@hotmail.com

JPAT ISSN 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2023) 1:1, 9-44
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.1.2

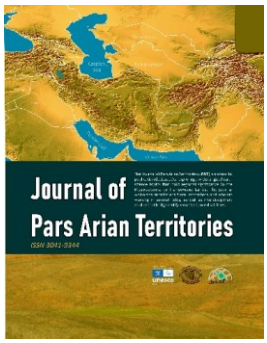
Research Paper

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

Abdolmajid Naderi Beni [1]✉

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.



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

Cite this article:

Naderi Beni, A.M. (2023) Revisiting Zeribar Lake Sediments: Effects of Climate Change on Human Development in Zagros. *Journal of Pars Arian Territories* 1: 9-44

DOI: 10.61186/jpat.2024.1.2

Publisher: Pars Arian Insistue © The Author(s).

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

JPAT ISSN 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2023) 1:1, 41-54
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.1.3

Research Paper

Cryogenic Pits and Quaternary Glacial Evidence in Central Iran

Mohammad Hosein Ramesht [1]✉, Fatemeh Nematolahi

Abstract

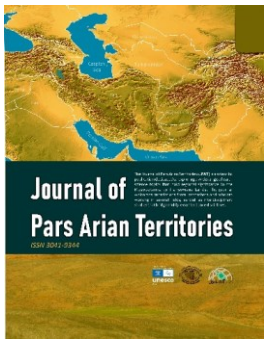
Zeribar Lake, located in the west-central Zagros mountains, serves as a key record for understanding the environmental and climate history of West Asia. Studies beginning in the 1960s have examined the lake's sediments to explore how changes in the environment might have influenced major human developments, 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.

Cite this article:

Ramesht M. H., Nematolahi, F. (2023) Cryogenic Pits and Quaternary Glacial Evidence in Central Iran. *Journal of Pars Arian Territories* 1: 41-54

DOI: 10.61186/jpat.2023.1.3

Publisher: Pars Arian Insistue © The Author(s).



ARTICLE HISTORY
Received: 30 June 2023
Revised: 7 September 2023
Accepted: 19 October 2023
Published: 30 October 2023
KEYWORDS
Quaternary glaciation, Namdan Plain, Cryogenic Pits, Glacial Evidence, Central Iran
CORRESPONDING AUTHOR AFILIATION
✉
University of Isfahan, Isfahan, Azadi square, University of Isfahan Postal Code: 817467344

[1] E-mail: mh.raamesht@gmail.com

JPAT ISSN 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2023) 1:1, 55-65
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.1.4

Research Paper

Megafauna Fossils in Iran's Quaternary Period: An Overview

Majid Mirzaei Ataabadi [1]✉

Abstract

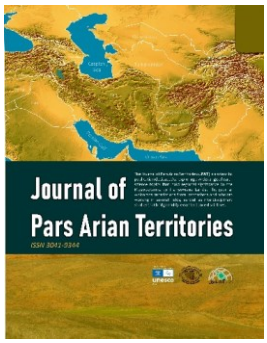
The Quaternary is marked by numerous climatic fluctuations, including glacial and interglacial periods. Interglacial periods were characterized by warmer and wetter conditions, and are associated with a unique group of large vertebrate animals, or mammals. Fossil remains of these large mammalian vertebrates, such as elephants, rhinoceroses, horses, deer, and boars, are commonly found in Quaternary sediments. One reason for the abundance of Quaternary vertebrate fossils compared to those from other geological epochs is the relatively young age of Quaternary deposits. Additionally, the size of these creatures' skeletal remains and their higher preservation potential in high-energy environments contribute to their prevalence in the fossil record. In recent years, the study of Quaternary paleontology in Iran has gained significant momentum, with numerous research projects focusing on the animal remains of ancient caves throughout the country. This review aims to summarize and introduce the most significant discoveries in this vital field by examining the regions with substantial Quaternary mammalian vertebrates in Iran. Notable areas include Lorestan, Moghan Plain, Ravansar in Kermanshah, Natanz, Isfahan, Qaleh Joq, Torbat Heydarieh, Zaviya Saveh, Shahreza, Isfahan, Qazvin, and Haft Tepeh of Khuzestan. The primary fossils of these regions' large animals, such as elephants, geckos, and horses, have been discussed.

Cite this article:

Mirzaei Ataabadi, M. (2023) Megafauna Fossils in Iran's Quaternary Period: An Overview. *Journal of Pars Arian Territories* 1: 55-65

DOI: 10.61186/jpat.2024.1.4

Publisher: Pars Arian Insistue © The Author(s).



ARTICLE HISTORY
Received: 6 August 2023
Revised: 8 September 2023
Accepted: 9 October 2023
Published: 15 October 2023
KEYWORDS
Quaternary,
fossil mammals,
vertebrates, paleontology,
CORRESPONDING AUTHOR AFFILIATION
✉
Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

[1] E-mail: majid.mirzaie@znu.ac.ir

JPAT ISSN 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2023) 1:1, 67-74
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.1.5

Research Paper

Rock Sources for Gravestones at the Islamic Cemetery of Ravansar: A Geological Perspective

Amir Hossain Mohammadi [1]✉

Abstract

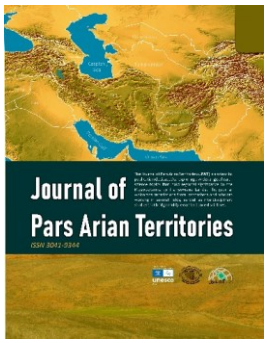
Stone has played a crucial role in human history, serving both geological and stratigraphical purposes. Throughout the ages, it has been an essential material, providing raw resources for various applications. From prehistoric lithic tools to architectural elements, stone has significantly impacted our development. In cemeteries, stone has taken on a major role due to its physical resistance and durability. Different communities have considered and traded stones for tombs and graves, recognizing their value in memorialization. In recent years, the importance of stone materials has grown, particularly for grave inscriptions. Today, numerous varieties of stone are used in cemeteries, and the practice of stone trading and selection has expanded for tombstone purposes. An illustration of this transfer and import of stone can be observed in the Islamic cemetery of Ravansar. This cemetery, which is the focus of this article, is primarily composed of geological rocks and indigenous materials, such as limestone from the Bisetoun Formation. However, stones used in the Islamic cemetery of Ravansar, dating back nearly a century, are made of green sandstones specifically sourced from surrounding areas. In a study examining the geological potential for trade routes supplying stone to the Islamic cemetery of Ravansar, researchers have reviewed the available evidence, including social and ethnographic factors. This analysis has been approved and serves as a testament to the historical and cultural significance of stone in our society.

Cite this article:

Mohammadi, A. H (2023) Rock Sources for Gravestones at the Islamic Cemetery of Ravansar: A Geological Perspective. *Journal of Pars Arian Territories* 1: 67-74

DOI: 10.61186/jpat.2023.1.5

Publisher: Pars Arian Insistue © The Author(s).



ARTICLE HISTORY
Received: 2 August 2023
Revised: 7 October 2023
Accepted: 19 October 2023
Published: 22 October 2023

KEYWORDS
Ravansar Islamic Cemetery, Gravestones, Grave inscriptions, Cemetery

CORRESPONDING AUTHOR AFILLATION

Ravansar, Iran

[1] E-mail: a.h.mohammadi2015@gmail.com

of Human Sciences, Tehran Central Branch, Azad University (in Persian).

THE COUNSELING ENGINEERS OF MAHAB GOSTAR ZAGROS. 2003. Ministry of Jihad and Agriculture,Forests and Pastures Organization, Department of Natural Resources in Kurdistan, Rangelands Plan and Balance Management of livestock and poultry, Pasture Plan of Mir Saeid No. 10 of the city zivieh zivieh. pp 24-26

Sadeghi, K. 2002. A Survey of Eshkaft-e Ahouei (Bastak) pictographs. Present condition and threats, and a proposal for its conservation. Unpubl BA. thesis, College of Relic Conservation, Isfahan University of Art (in Persian).

Sharifi-Far, A. 1992. Karaftou Cave or Temple Solar, Iranshenasi journal 6-8: 29-32 (in Persian)

Shidrang, S. 2007. Maiwaleh: New Discovered Rock Art from Kermanshah. Bastanpazhoohi 2(3): 55-60 (in Persian).

Stein, A., K.C.I.E. 1940. Old Routes of Western Iran. London, MacMillan and co Ltd

Zutterman, C. 2003. The bow in the ancient Near East, Are-evaluation of Archery from the late 2.Millennium to the end of the achaemenid empire, Iranica Antiqua XXXVIII: 119-165.

GARZHGIAN, A., L. PAPELI AND J. ADELI. 2001. Recently discovered pictograph at Homian. Journal of anthropology 2: 84-110 (in Persian).

Ghasimi, T. 2006. The survey and study of rock art at Kurdistan Province. Unpubl. MA dissertation, Department of Archaeology, Faculty of Human Sciences, Tehran Central Branch, Azad University (in Persian).

Ghasimi, T. 2007a. A survey report of the OHawraman rock engravings. Bastanpzhuhi 2(3): 70-81 (In Persian).

Ghasimi, T. 2007b. A Review on the history of Rock art research in Iran. Bastanpazhuhi 2(3): 18-19 (In Persian).

Ghasimi, T. 2007c. La gravures rupestres d'Uraman (Iran). Préhistoire, art et société I.XII, pp. 89-106, Bulletin de la Société préhistorique Ariège-Pyrénées.

Hamzalou, M., M. MIRASKANDARI, 2002. Karaftou Cave and Castle, Asar journal 33-34: 278-305 (in Persian).

Heydari, M . 2002. Rock art of Sarawan. Awaye Bastan 3, Special Issue of Rock art of Balouchestan. University of Zahedan press (in Persian).

Heydari, A. 2000. Parthian and Sassanid Rock-cut Tombs in the Zagros Mountains. Asar journal 33-34: 317-322 (in Persian).

Herrmann, G. 1977.The Iranian Revival. Elsiver, Phaidon.

Hall, J. 1917. Illustrated dictionary of symbols in Eastern and Western art. New York, IconEditions.

Izadpanah, H. 1969a. Prehistoric paintings in caves of Lorestan. Bastan Chenassi va Honar-e Iran (Review of Iranian Archaeology and Art) 3: 6-11 (in Persian).

Izadpanah, H. 1969b. The pictograms of Doushe Cave in Lorestan. Bastan Chenassi va Honar-e Iran (Review of Iranian Archaeology and Art) 4: 13-59 (in Persian).

Lahafian J. 2004. Petroglyphs of Kurdistan. Rock Art Research 21: 3-10.

Lahafian J. 2010. Cupules in Kurdistan Rock Art. Rock Art Research 27 (2): 177-183.

Mc Burney C.B.M. 1970. Palaeolithic excavations in the Zagros area, Iran. Journal of the British Institute of Persion studies 8: 185-186.

Ja'Fari, A . 1997. Mountains of Iran. Gita Shenasi-ye-Iran, Volume 1, Gita Shenasi Cartographic & Geographic Institute, Tehran (in Persian).

Najafi, S. 1990. General Geography of Kurdistan. Amir-kabir Publishing Corp, Tehran (in Persian).

Otte, M., J.ADELI, AND L. REMACLE, 2003. West Iranian Rock Art. INORA 37: 3-10

Rawlinson, H. 1839. Notes on March from Zohab to Khuzistan, and Thence through the Province of Luristan to Kermanshah, JRGS 9: 26-116.

Remacle, L., M. LEJEUNE, J.ADELI, S. MOHAMMADI AND M. OTTE,

2006. Art rupestre de Houmian, province de Luristan, Iran. Anthropozoologica 41(2): 13-27

Rezvani, H. 2004. A Report on the First Two Season of Excavations at Kul Tarike Cemetery, Kurdestan. The Proceedings of International Conference on Iranian Archaeology: Northwestern Region. Tehran, 81-110.

Rezvani, H. AND Roustaei, K. 2007. A preliminary report on two seasons of excavations at Kul Tarike Cemetery, Kurdestan, Iran, Iranica Antiqua 42: 139-184.

Ricciardi, V. R.1996. wall paintings from building a at Hatra, Iranica Antiqua XXXI:147-165

Robert, H. AND Dyson, JR.1963. Glimpses of History at Ziwiye, Expedition. 5(3).

Roustaei, K. AND Rezvani, H. (With Notes by S. Heidari, F. Biglari AND N. Miller). 2002. Preliminary Report on Soundings at Kani Mikaiil Cave, Kurdistan, Sep-Oct. 2001. Iranian Journal of Archaeology and History 16(2): 58-77 (in Persian).

Roustaei, K., H. Rezvani, AND S. Heydari, 2002. Kani Mikaiil: A seasonal cave site of the Middle Neolithic in Kurdistan. Iran. antiquity 76: 935-936.

Karimi, B. 1950. Rahhā-ye bāstāni va paytak̲thā-ye qadimi-ye ḡarb-e Irān. (Ancient routes and old capitals of western Iran). Tehran.

Tasoub, R. 2006. A Survey of Iconography of Early Kushan and the Great Kushans. Unpubl. MA dissertation, Department of Archaeology, Faculty

Acknowledgements

We would like to thank Arash Moradi for their help in translating the original Farsi text, Abdollah Ghasimi, the former director of Karafuto project and also the former director of the Cultural Heritage of Saghez for his cooperation and encouragement, Fereidoun Biglari and Sarem Amini who reviewed the paper and provided us with useful comments and suggestions, Naser Norouz Zadeh Chegini, Koroush Roustaei, Hassan Rezvani and Parsa Ghasemi who also read the earlier draft of the paper and provided us with useful comments, Arasto Rahimian, Babak Moradi, Sonia Shidrang and Marjan Mashkoor for their suggestions, Namegh Aghaee and Hamed Darkhosh, the guides of the cave for their sincere helps in the field. Our thanks also go to Shoresh, Massoud, and to our late cousin, Ramyar Ghasimi and also to Delavar Shirali who supported us during all the stages of field work. The authors are responsible for any shortcoming in the present paper.

REFERENCES

Anati, E. 2004 Rock Art of the Sinai Peninsula, in the The Future of Rock Art a world Review, Riksantikvarieämbetet/ National Heritage Board of Sweden, 23-40.

Azarshab, A.2000. A Memorial Remnant of Ancient Iran. Iran Shenakht journal. 3-4: 281-299 (in Persian).

Azizi Kharanghi M. H. 2007. Preliminary report on archaeological survey of the basin area of the Upper Gotvand Dam. Tehran: Documentation Center and library of Archaeology Research Center (unpublished). With the cooperation of Naseri R. & Barani V.

Azizi Kharanghi, M. H., R. NASERI., M.PANAHI POUR, AND V. BARANI.2011. petroglyphs Discovered in the basin area of the upper gotvand dam (Bard-e Pazani, Iran). INORA 61: 9-19.

Baharlo, M. 2001. Historical Rock Art in Eshkaft-e Ahouei Rock Shelter, Game & Nature journal 67 (in Persian).

BERNARD, P. 1980. Heracles, Les grottes de karafto et Le sanctuaire du mont sambulos en Iran. stIr9 302-24.

Biglari, F., A. MORADI BISOTOUNI AND F. JAMSHIDI.

2007. The Pictographs of Cheshmeh Sohrab Cave, Kermanshah, Bastanpazhoohi 2(3): 50-54 (in Persian).

Biglari, F., T. GHASIMI AND A. DASHTIZADEH. 2013. Eshkat-e Ahou Rockshelter site and its context, Recent Rock Art Research near the Persian Gulf, Iran, XXV Valcamonica Symposium 2013, Valcamonica, Italy.

Cooper, J. C. 1993. An Illustrated Encyclopedia of Traditional symbols. London: Thames and Hudson, Ltd.

Darabi, H. 2007. Archaeological Survey in the Gabric dam reservoir, Jask, Hormozgan Province. Tehran: Documentation Center and library of Archaeology Research Center (unpublished).

DeBlase A. F. 1980. The bats of Iran: systematics, distribution, ecology. Fieldiana: Zoology, N. S., 4:1-424.

Dessau G. 1960. Rock engravings (graffiti) from Iranian BÄLUCHISTAN. Journal of EAST AND WEST, 11(1): 258-266.

Eshtodan, R. 1994. A Concise Survey and Study of Karaftou Cave. Unpubl. M. A dissertation, Department of Archaeology, Faculty of Human Sciences, University Tehran Central Branch (in Persian).

Farhadi, M. 1998. Museum in the Wind, A treatise on the anthropology of art: A report on the newly found tablets on Téimareh rocks. Allameh Tabataba'i University Press, Tehran (in Persian).

Frumkin, G. 1970. Archaeology in Soviet Central Asia. E.J. Brill, Leiden, Netherlands.

Gall, H. V. 1978. Die Kultraume in din Felsen von Karaftu bei Takab (west Azerbaidjan). AMI 11: 91-112.

Gall. H. V. 2010. KARAFTO CAVES, Encyclopaedia Iranica. XV(5): 533-536.

According to Stein, the Karaftou Cave represents a Greek and Hercules-like Iranian god whose name has been mentioned in the inscription. In addition, this cave is the only temple that Tasite has mentioned in the "Mountain of Sombolobus" and believes that the Parthian king Goodarz II made it in 50 B.C. in rivalry with Mehrdad. Van Gall has the same Stein's argument (Gall 1978, pp. 91-11, 2010, pp. 533-536).

As a result of several archaeological excavations in the Karaftou Cave and its surrounding sites, remains from the 4th millennium B.C. to the Islamic periods have been discovered. the Iron Age III (850-500 B.C.) burials were discovered at the Kul Tarike Cemetery (Rezvani 2004, pp. 83-110; Rezvani and Roustaei 2007, pp 139-184), and the Chalcolithic pastoral occupation (4th millennium B.C.) remains in the Kani Mikaeil Cave (Roustaei et al. 2002, pp. 58-77; Roustaei et al. 2002, pp. 935-936). The archaeological data from the cave itself (except for several stone flakes which cannot be attributed to any certain period), are all from the historical (Sassanid and Parthian) and Islamic (6th and 8th A.H.) periods.

In the Karaftou Cave, there are 36 small circular holes with an approximate diameter of 1 to 2 cm which, with a considerable order, stand beside each other in four rows of nine circles each (Figure 8). Similar motifs are present in the nearby rock shelter I and II. This indicates that these motifs might be created in the same time period. Some similar motifs were found on a rock close to Iron Age site of Kul Tarike Cemetery (850-500 B.C.) which is located five kilometers from the cave. In fact, this rock is a surface find and unfortunately, we do not know much about its original archaeological context (Rezvani, 2004, pp. 83-110; Rezvani and Roustaei, 2007 pp 139-184) (Figure 8D). It is most probable these cup marks were a type of numerical signs (Ghasimi 2006, p112).

In the past, during each occupation period at the cave, the new inhabitants of the Karaftou Cave destroyed the older strata in order to prepare it for the new settlement. Consequently, they removed the older surface deposits of the rooms and other occupation spaces of the cave and transported them to the natural spaces of the cave such as the corridors and the passageways. These operations have disturbed the archaeological deposits of the occupation spaces (personal communication with Hassan Rezvani 2006).

Conclusion

Recent archaeological discoveries in the cave and in its surrounding sites indicate that the Karaftou Cave was no doubt used in historic (Seleucid, Parthian and Sassanid) and Islamic (Seljukid and Ilkhanid) periods. Considering the proximity of this cave to the Iron Age III sites (like Kul Tarike Cemetery and Ziwiye), one can conclude that this cave was most probably used in this period too. The motifs created on the walls of the hand-made parts of the cave were made after creating the artificial living spaces, rooms and lighting windows. These motifs are most probably more recent than the construction of the rooms and lighting windows and certainly the first and second rock shelters cannot be older than the mentioned periods. The direct absolute dating of petroglyphs remains a big problem not only in Iran but also in many countries. Sampling patina/varnish covering the outer surface of engravings for radiocarbon dating should prove promising providing the patina/varnish contains adequate organic material.

As a final note it is important to point out that most surfaces of the internal walls of the cave on which these motifs were created have been damaged since late 1900s by graffities made by visitors. As a result, it is difficult to distinguish their details and, therefore, it is probable that the authors may have missed some of the motifs created on the walls of the cave which urges for more detailed studies in the future.

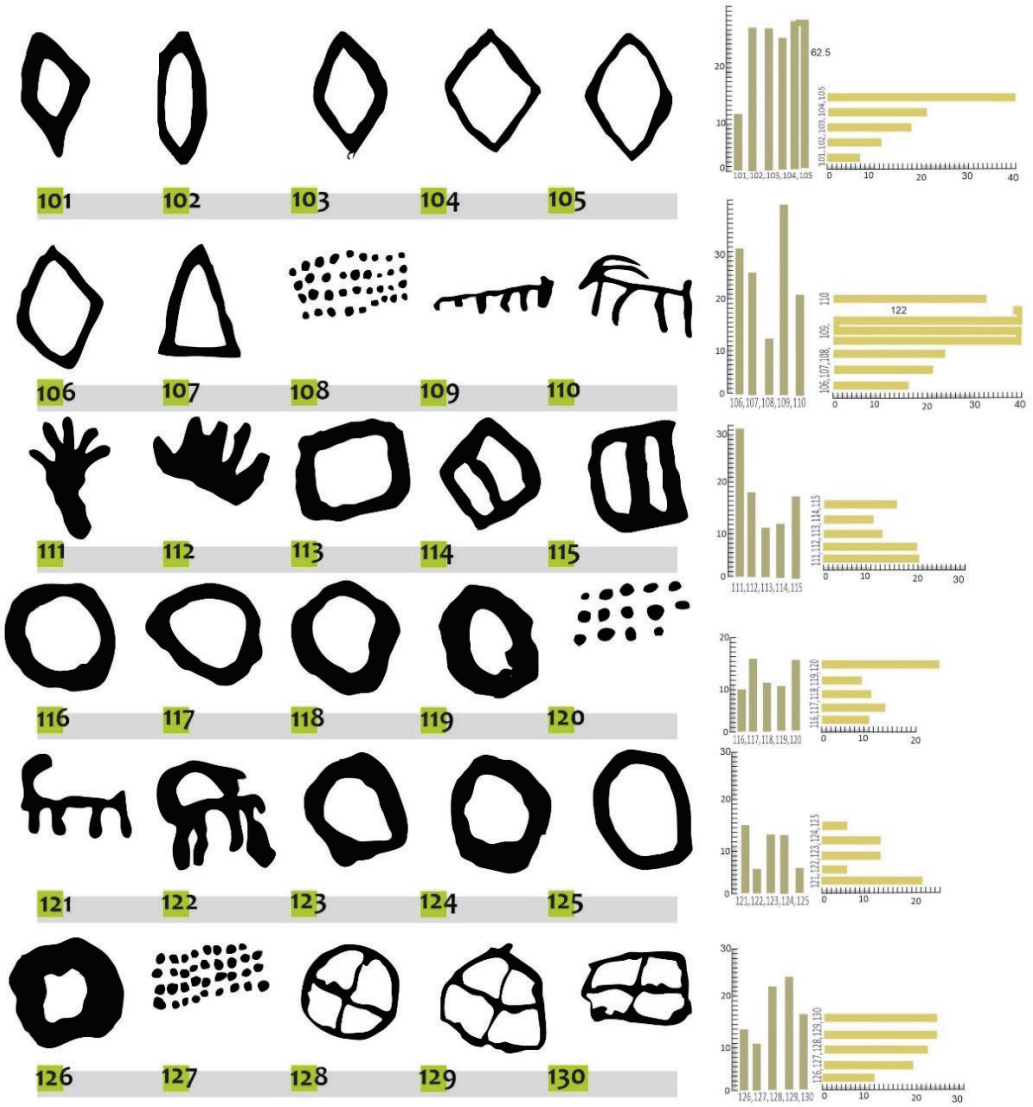


Figure 16. The drawings from 101 to 130

Stony architectural structures of the Karaftou Cave consisting of rooms, corridors, entrance doors, windows, lighting windows, stone stairs, and circle holes created on the floor and cradle- and arch-shaped roofs, are indicative of architectural features from the historical period. Some people believe that the Karaftou Cave is the only rock architecture of the Hellenistic period (323-27 B.C.), based on its architectural form, which was created by the Parthian king Goodarz II (4th to the first half of 3rd centuries B.C.) in 50 B.C. before 45 A.D., all the rooms engraved in rock (except those of the Karaftou Cave) had burial purposes (Heydari 2000, pp. 317-322).

On the frontispiece of one of the rooms on the third floor, a Greek inscription, which has been greatly damaged during time, has been engraved. Hercules has been mentioned in this inscription; hence, it has been called the Temple of Hercules by some. This is the translation of an excerpt from the inscription: "Hercules inhabits there; may no evil enter it. This is the house of Hercules. Whoever enters it will be safe".

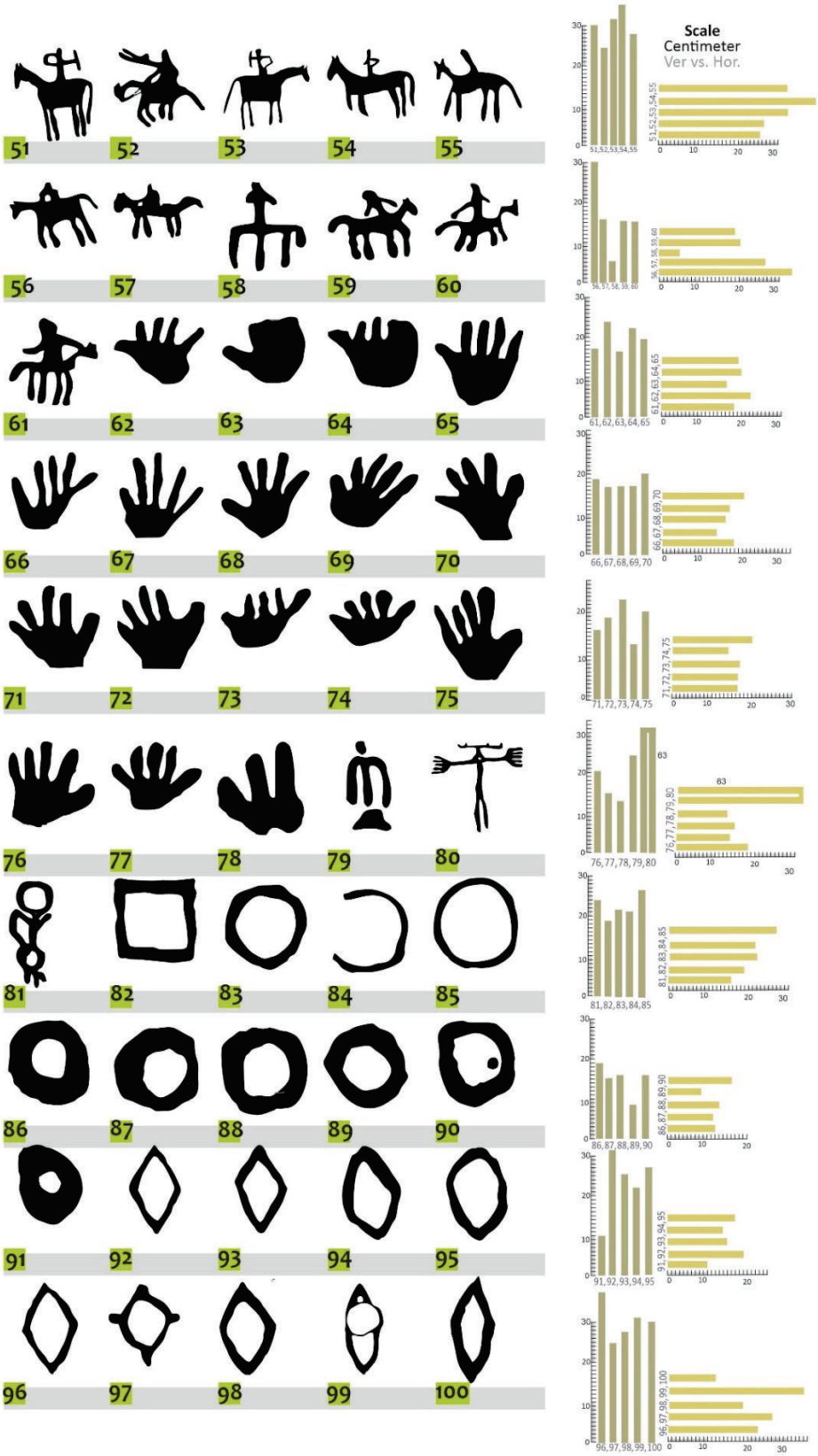


Figure 15. The drawings from 51 to 100

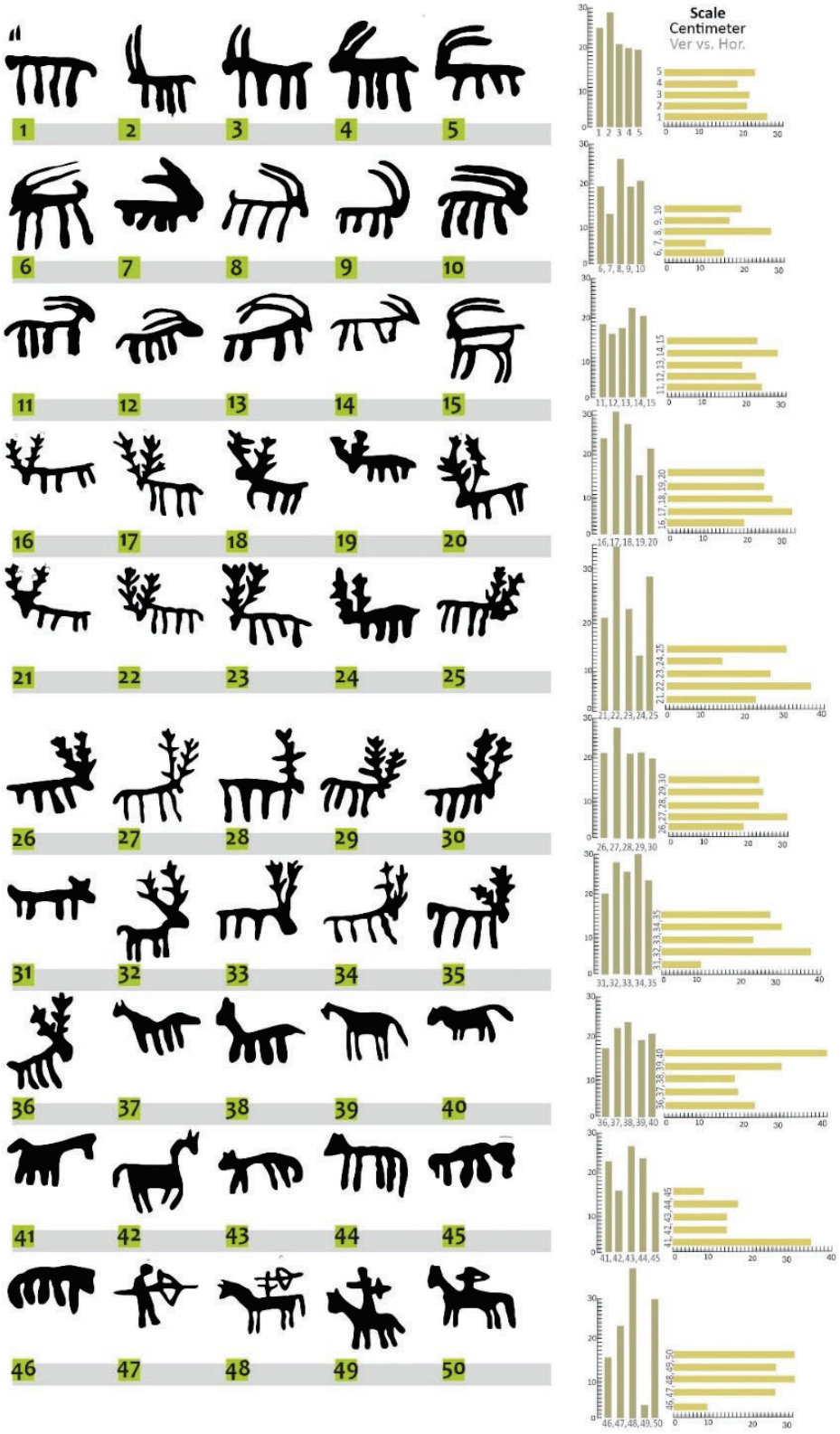


Figure 14. The drawings from 1 to 50

Rock Shelter I

The Karaftou rock shelter I is situated at the base of a limestone ridge in which the Karftou Cave is located. The the rock shelter is about 150 meter above the seasonal stream bed in the south of the Karaftou Cave and it faces the south (Figures 4C and 12A). The approximate area of the floor of the shelter is 88 square meters and it has a horizontal oval-shaped opening. The shelter has a length of 20 and a maximum width of 7 meters. The maximum height of its overhang is 6.50 meters. The bedrock is exposed in floor of the shelter. The water sources near the rock shelter include a seasonal stream to the south of the shelter which flows from the south-east to the west. There are several springs near the rock shelter too. The nearest spring is located in front of the Karaftou Cave. The engraved motifs of this rock shelter have been created on the walls and the floor of the shelter (Figure 4C). The dimensions of these rock arts are 5x4 meters. A sharp tool has been used to create these engravings which include 75 instances of symbolic motif (frequent horseshoe-shaped symbols), 3 instances of animal motifs (Figure 16‹109›), 2 instances of human hand (Figures 6C and 16‹111-112›), 3 instances of rectangle-shaped geometric motifs (Figure 16‹113-115›) and 1 instance of possible numerical signs (Figures 8B and 16‹120›). On the floor of the shelter, three oval-shaped holes whose interior have been polished can be seen. In Iran, instances of horseshoe-shaped motifs have been reported from the region of Gotvand (Bard-e Pazani) located in the north of Khuzestan province (Azizi Kharanghi et al. 2007, 2011, pp. 9-19). Similar (frequently horseshoe-shaped) motifs have also been discovered in Australia (Farhadi 1998, p.39). Meanwhile, there are 7 horseshoe-shaped motifs in the Karaftou Cave.

Rock Shelter II

The Karaftou rock shelter II is located near the rock shelter I. Its opening faces south. The approximate area of the floor of the shelter is 46 square meters and it has a horizontal oval-shaped opening. The shelter has a length of 16 and a maximum width of 5.36 meters. The maximum height of its overhang is 3.50 meters. The floor of the shelter consist of bedrock and its interior is well illuminated. Many motifs have been created on the walls and floor of this shelter on a surface area of 6.5x1.72 meters (Figure 4D). These motifs have been created by engraving technique with a sharp tool. These motifs include 38 horseshoe-shaped symbols, 4 circles (Figure 16‹123-126›) 4 zoomorphic motifs (Figure 16‹121-122›), and a group of cup marks (small shallow circles which have been created in a parallel manner adequately distanced from each other (Figure 16‹127› and Figure 8C). Considering the fact that horseshoe-shaped motifs, human hand and numerical sign motifs have been made both in the rock shelters and in the Karaftou Cave, one can sugest that these motifs most probably belong to the same time period.

Relative chronology of Karaftou Rock Arts

Evidences for relative dating of the Karaftou Cave site include the fighting horsemen's shooting arrows, the rock cut architecture and the changes made to the natural structure of the cave, the Greek inscription and the data collected from archaeological excavations. In the Karaftou Cave there are horsemen motifs in which the horsemen are shooting arrows backwards. This manner of shooting arrows is one of the techniques (shooting arrows backwards while retreating) attributed to the Parthians. This is comparable to a Parthian hunting archer motif on the silver-plated, gilded bronze roll discovered in China (Herrmann 1977, p 50). This manner of archery is also observable on Sassanid's art works including Shapour II's semi-gilded silver plate (ibid, p 9), Khosrau I or Qobad's silver plate (ibid, p 133), Khosrau II's relief on Taq-e Bostan in Kermanshah (ibid, p 151), the rock arts discovered from Hawraman (Ghasimi 2007a, pp.70-81, 2007b, pp. 18-19 and 2007c, pp. 89-106) and also on the Kushani relief of Uzbekistan's Khalchian Palace (from the second half of the first century B.C) (Tasoub 2006, p 246).

in Kurdistan and also in Saimali Tash area in Kyrgyzstan (Fromkin 1970). It is worth mentioning that the cross motif is known in all cultures as a life-giving or sun symbol.

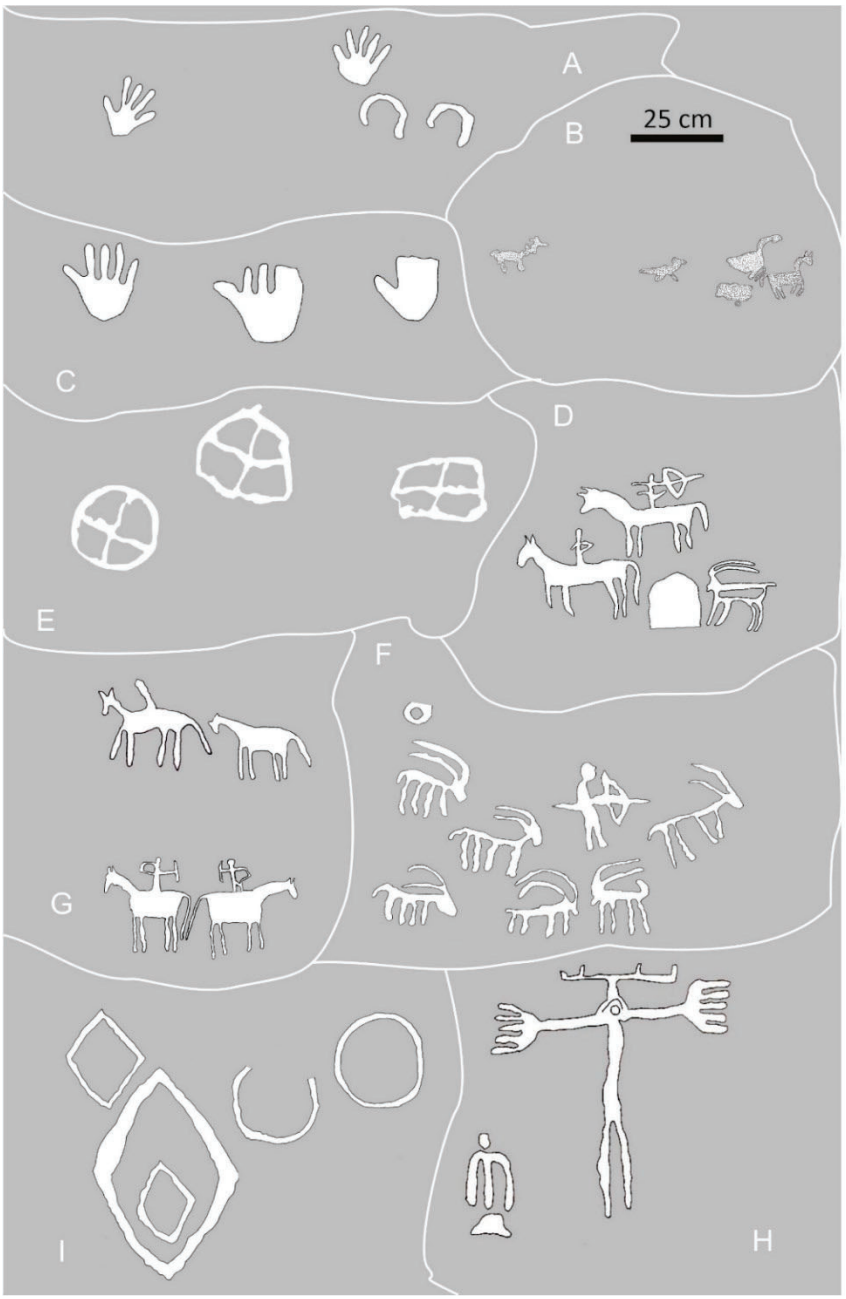


Figure 13. A; Human hand and horseshoe-shaped motifs on the western wall of the third floor hall, B: Drawing of galloping or fleeing horses motifs on the northern wall of the terrace of the fourth floor. C: Drawing of the human hand motifs on the eastern wall of the corridor of the first floor. D: Compound (horse and horsemen) and the wild goat motifs on the frontispiece of the entrance door of the first floor of the Karaftou Cave. E: Drawing of Symbolic motifs, F: Drawing of wild goat, hunter and circle motifs on the western wall of the third floor hall. G: Horse and horsemen motifs and the horse motif of the southern wall of the Temple of Hercules on the third floor. H: Stylized human figure motifs on the western wall of the Temple of Hercules on the third floor, an extraterrestrial being with open hands (cross-like) and a crown-like object on his head and the stylized motif of a human figure sitting in reverence. I; Drawing of the eastern wall of the lighting window, including the geometric motifs (lozenge and circle) on the first floor.

The ninth complex of motifs has been drawn on the western and southern wall of Hercules Temple on the third floor (Figure 5B and 13H). The first motif that draws one's attention to itself is the stylized image of a human being with open hands (cross-like) and a crown-like object on his head (Figure 15‹80›). An almost similar instance of this image has been found in the Strait of Qarqab-Gheido (located in the historical region of Teimareh) which Morteza Farhadi introduced as "the winged human" (Farhadi 1998, p 177). A similar form of this motif has also been found in Sina Desert (located in the east of Egypt) which has been known as an extraterrestrial being (Anati 2004, pp. 23-40). Beside this motif, the stylized figure of another human being sitting in reverence can be observed (Figure 15‹79›). It seems that the purpose of the illustrator in drawing this motif was to show a great personality (a ruling, religious, mythical or extraterrestrial figure) who has held the reverent man in the shadow of his power and protection (Figure 5B and 13H).

There are three motifs on the right side of the southern wall of the temple room (Figure 10C). At the right side of the wall there is the image of a horseman with the bridle in his hand (Figure 15‹56›). At the left side of this scene, two other horses have been drawn (Figure 14‹40-41›). At the left side of the southern wall and in the space between the two lighting windows, some other motifs could be observed (Figure 13G and 7B). At the upper part of this space there are two motifs: one is that of a horse (Figure 14‹39›) and the other is that of a horseman with his horse ((Figure 15‹55›). Beneath these two motifs, two horsemen are observed (Figure 15‹51, 53›). In this scene, the horsemen are shooting arrows to each other backwards against the movement direction of their horses. The author considers this figure to be a dramatic movement. It seems that the purpose of the illustrator in displaying this scene was to show one of the war techniques of the Parthians (shooting arrows backwards while retreating). Parthian feigned retreat and Parthian shot (shooting arrows backwards while retreating) is well-known in Roman literature (Figures 7B, C, and D) (Herrmann 1977, p 51). In addition, two human right-hand motifs have been drawn on the eastern wall beside the lighting window.

The tenth complex of motifs can be observed on the northern terrace of the fourth floor (Figures 10A and 8A) which consists of five horse and horsemen motifs (Figure 15 ‹52,57,59-61›), three horseshoe motifs and one numerical sign motif (Figure 16‹108›). On the uppermost part of this scene, a horse and horseman motif is seen. It seems that the horseman in this motif is holding the bridle with his both hands (Figure 15‹57›). Beside the horse and horseman motif, there are 36 small and shallow circles with an approximate diameter of 1 to 2 cm which orderly stand beside each other in four rows of nine circles each (Figure 16‹108›). In the author's opinion, the purpose of drawing these small, shallow circles has been to show a kind of numerical sign. Beneath this motif, a galloping horseman motif is seen. In this motif, the horseman is holding the bridle with one hand and with the other he is holding a claw-like object for fighting (Figure 15‹52›). On the right side of this scene, the figure of two horsemen and two horseshoe-shaped motifs have been drawn (Figure 15‹60-61›). On the right side of this motif, there is the motif of another horseman who has been drawn in the reverse movement direction of the other horsemen. It seems that the illustrator intended to display the movement direction of the horseman downward (Figure 15‹59›). The notable point in this scene is that the horsemen motifs have been drawn in different movement directions.

On the northern wall of the terrace of the fourth floor, the eleventh complex of motifs has been created by pounding technique. In this scene, the motifs of galloping or fleeing horses are seen (Figures 5C, 13B and 14‹42›). On the western side of the terrace entrance of the fourth floor, the twelfth complex of motifs has been drawn including three horseman motifs, three geometric cross-like motifs (Figures 13E and 16‹128-130›). In this part, the figures of cross-like or sun-like motifs draw attention to themselves. Instances of these motifs have been found in the Marankhash motif complex in the Hawraman region

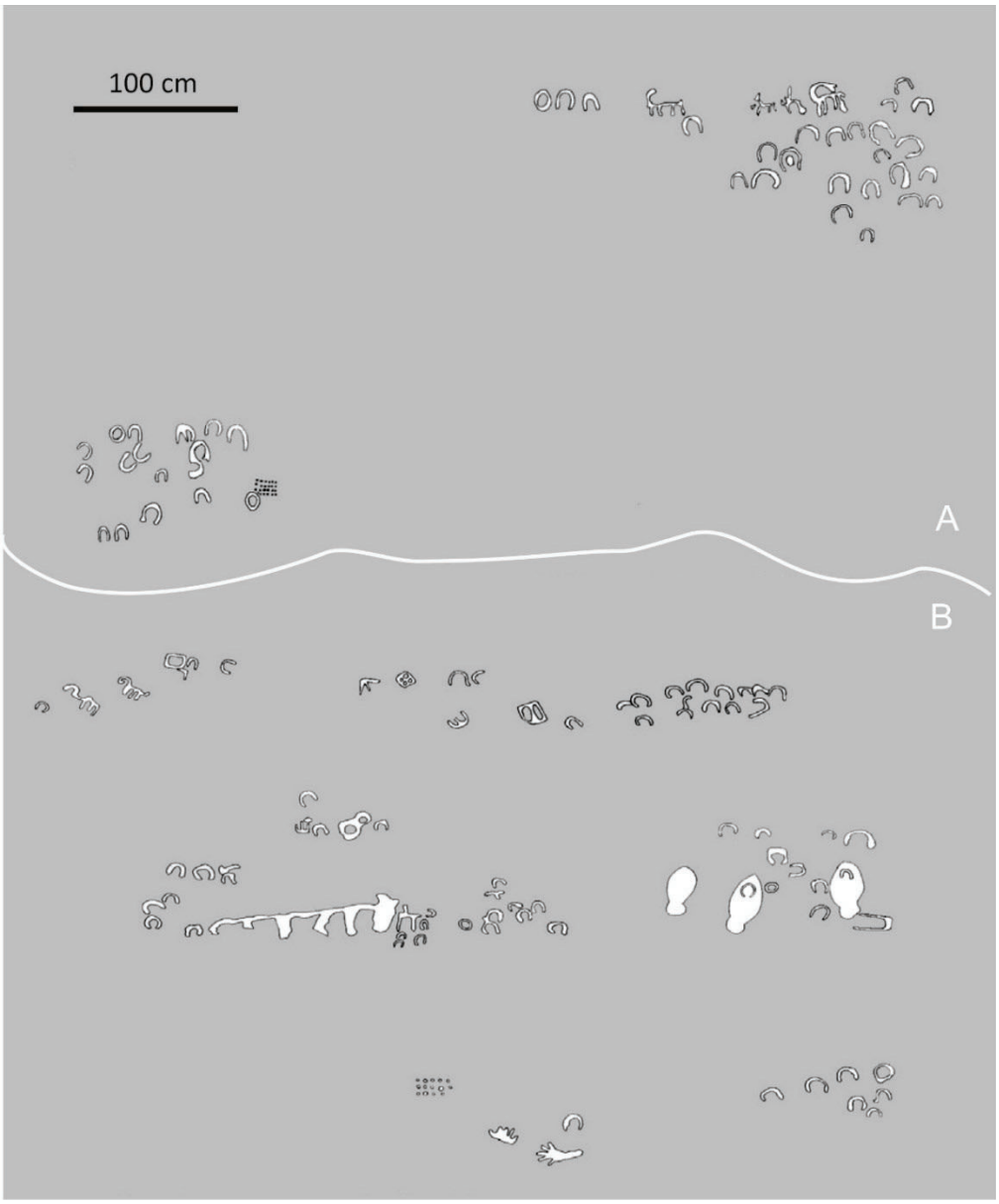


Figure 12. A: Drawing of the motifs of the Second Karaftou rock shelter, B: Drawing of motifs of the First Karaftou rock shelter

Eight wild goat motifs are seen in the second scene of the western wall of the hall on the third floor (Figure 10D). The motifs of this scene have also been drawn by stylized or linear method (Figures 14‹1-5, 8-9› and 16‹110›). In the third scene of the western wall of the hall on the third floor, two human right-hand motifs (Figure 15‹68-69›) and two horseshoe motifs can be seen (Figure 13A). On the eastern wall of the hall on the third floor and above the frontispiece of the temple the eighth complex of motifs has been created (Figure 6B). The motifs of the frontispiece of the temple room on the third floor where the inscription of Hercules is also located include circle and human left-hand motifs (Figures 15 ‹66-67, 77› and Figure 10B).

The first scene of this complex of motifs has been drawn on the right side of the western wall of the hall on the third floor where the floor of the hall collapsed. The motifs of this scene have been drawn by stylized or linear method and display a hunting scene where a hunter is hunting wild goats with his bow. The motifs of this scene consist of six wild goats (Figure 14 ‹10-14›), one standing hunter hunting with his bow (Figure 14‹47›) and one circle-shaped motif (Figure 13F). It is necessary to remember that the documents for the use of bow and arrow have been previously documented on the rock arts of other regions of Iran such as the Eshkat-e Ahou in Bastak of Hormozgan (Sadeghi 2002; Biglari et al. 2013), Mirmalas and Hamian of Koohdasht (Izadpanah 1969a, pp. 6-11, 1969b, pp. 13-59; McBurnry 1970, pp. 185-186; Garzhgian et al. 2001, pp. 84-110; Otte et al. 2003, pp. 3-10, and Remacle et al. 2006, pp. 13-27), the Cave of Cheshmeh Sohrab of Kermanshah (Biglari et al. 2007, pp. 50-54), and the Maiwaleh of Kermanshah (Shidrang 2007, pp. 57-62) etc.

Figure 11. A: Drawing of human hand and circle motifs on the western wall of the corridor on the first floor, B: Drawing of the motifs on the western wall of the lighting window of the first floor, C: Drawing of red deer, wild goat and two carnivorous animal motifs on the western wall of the altar room on the second floor.

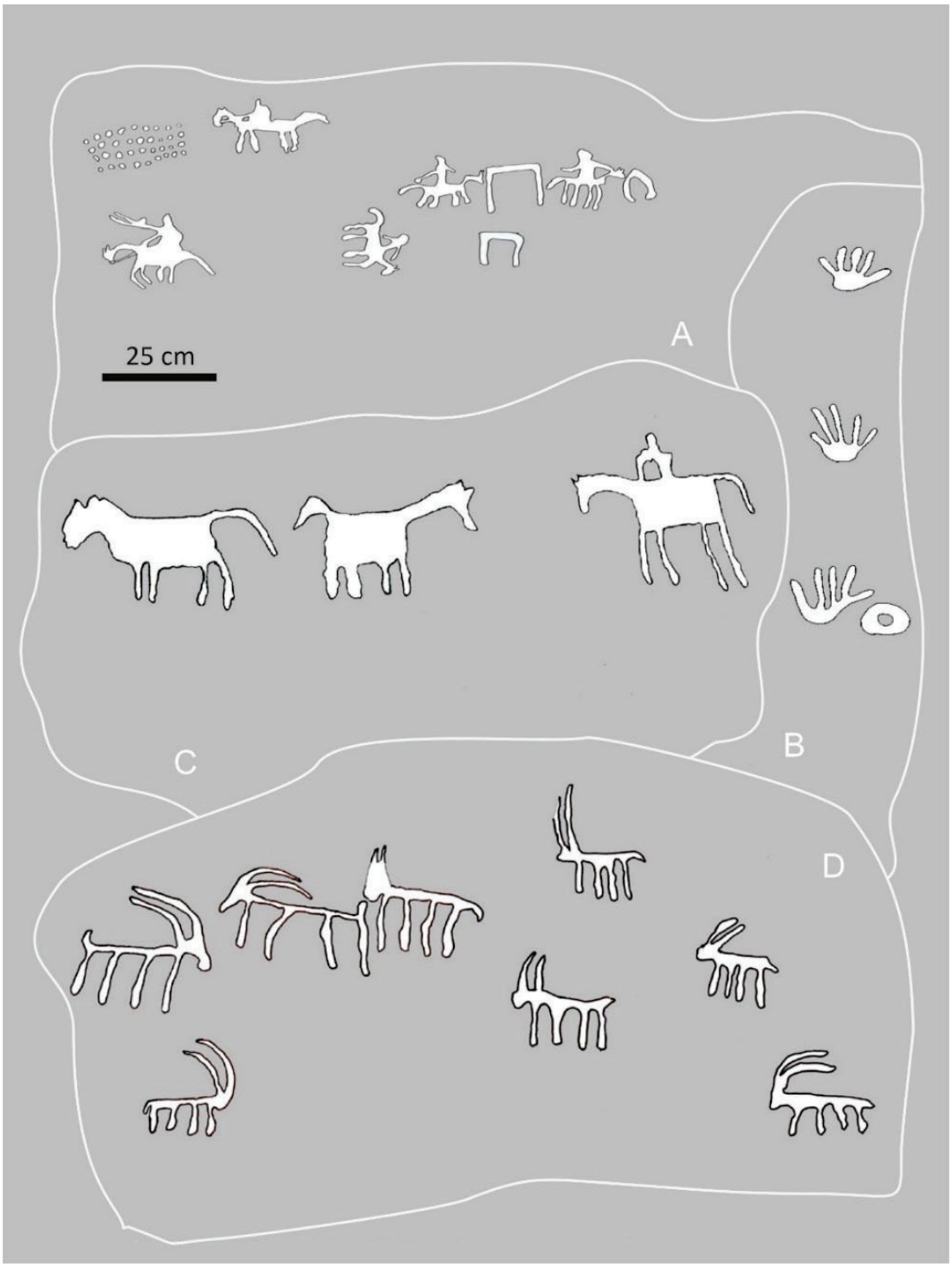


Figure 10. A: Drawing of the motifs on the northern terrace of the fourth floor including horse and horsemen motifs, horseshoe-shaped motifs and numerical signs motifs. B: Human hand motifs (the upper and middle drawings) on the eastern wall of the hall on the third floor and human hand and circle motifs (the lower drawing) on the frontispiece of the small entrance of the Temple of Hercules on the third floor. C: Horse and horseman motif of the southern wall of the Temple of Hercules on the third floor. D: Drawing of wild goat motifs on the western wall of the third-floor hall.

drawn by vertical lines. In red deer motifs, the horns have been drawn long and paired and smaller horns have been orderly drawn on them. On the whole, there are 21 red deer motifs of which the largest is 41/5x36/5 cm (Figure 14‹7›) and the smallest is 13/9x14 cm (Figure 14 ‹24›). Meanwhile, at the upper and middle parts of these motifs, an altar has been beautifully carved and engraved which is attributed to the Ilkhanid Period. A ledge can be seen at the bottom of it (Figure 11C). What is notable about this part of the cave is that a red deer horn was discovered in the excavations of the Karaftou Cave. Considering the red deer motifs drawn on the wall of the altar room, radiometric dating of the red deer horn discovered along with detailed osteological studies could prove some relevance to the motifs on the wall of the altar room (Figure 9C).

Figure 9. Image of the red deer, B and D parts: the red deer motifs in the cave, C: photo of the red deer horn found in the Karaftou Cave in recent excavations.

The seventh complex of motifs has been drawn on the western wall of the hall. Its motifs consist of three complex groups from the end of the hall to the entrance door of the temple which have been drawn a few meters away from each other (Figures 10D & 13A & 13F). The motifs on the western wall of the hall on the third floor are categorized into the three groups of human figure motifs, animal motifs and geometric or symbolic motifs including wild goat (14 instances), horseshoe (3 instances), right hand (2 instances) and the standing hunter hunting with bow (1 instance) motifs.

The fourth complex of motifs, are those created on the western wall of the corridor of the first floor (Figure 11A). Engraving technique was used to create these motifs. In this scene, there are such motifs as circle (3 instances) (Figure 15‹86-88›), human hand (9 instances) including 3 instances of right hand (Figure 15 ‹73-74 and 62›) and 5 instances of left hand (Figure 15 ‹70-72, 75-76›) and one deformed (a three-fingered) hand (Figure 15 ‹78›).

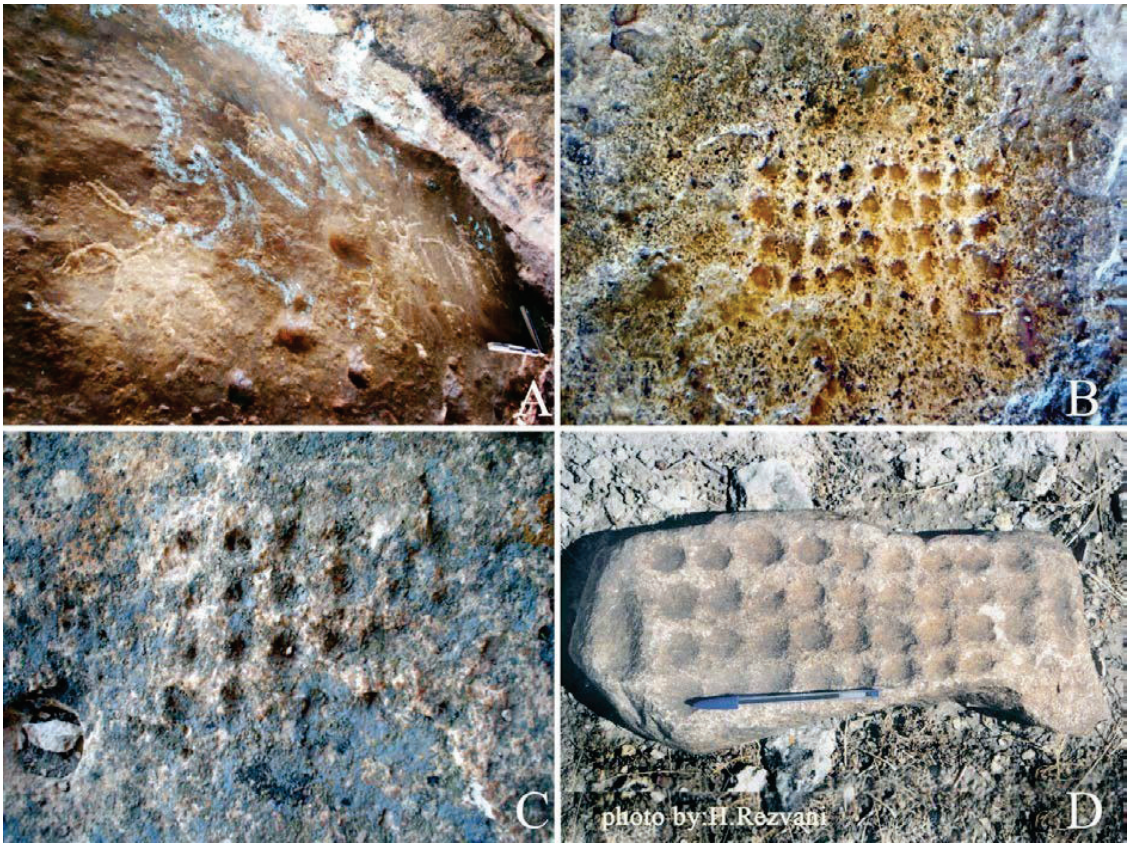


Figure 8. Numerical signs engraved in the site of Karaftou (A: the terrace of the fourth floor, B: the first rock shelter, C: the second rock shelter and D: the rock fragment with rock art from Kul Tarike Cemetery (850-500 B.C.) (Rezvani and Roustaei: 2007 pp 139-184).

The fifth complex of motifs, are those engraved on the eastern wall of the corridor of the first floor including three right-hand motifs. Engraving technique was used to create these motifs (Figures 13C and 15‹63-65›). It is worth mentioning that human hand petroglyphs have been found in Iran from Baluchestan (Heydari 2002, pp. 29-48), from the region of Gazo 40 kilometres north-east of Khash city (Dessau 1960, pp. 258-266) and from the basin of Hormozgan's Gabrik Dam (Darabi, 2007). The pictograph types of the human hand motifs have also been found from the rock shelter of Eshkat-e Ahou at Hormozgan (Sadeghi 2002, Biglari et al. 2013).

The sixth complex of motifs are those made on the western wall of the altar room on the second floor. Engraving technique was used to create these motifs. In this scene, there are 21 red deer motifs (Figures 14‹16-36›), 2 unidentified carnivorous animal motifs (Figure 14‹45-46›), one wild goat motif (Figure 14‹7›) and 2 instances of circle motif (Figure 15‹89-90›) (Figures 9B and 9D). This complex is one of the most fully motif-populated scenes identified in the cave. Linear and stylized methods were used for creating these motifs. In these motifs, animal bodies have been drawn in a linear way and their feet have been

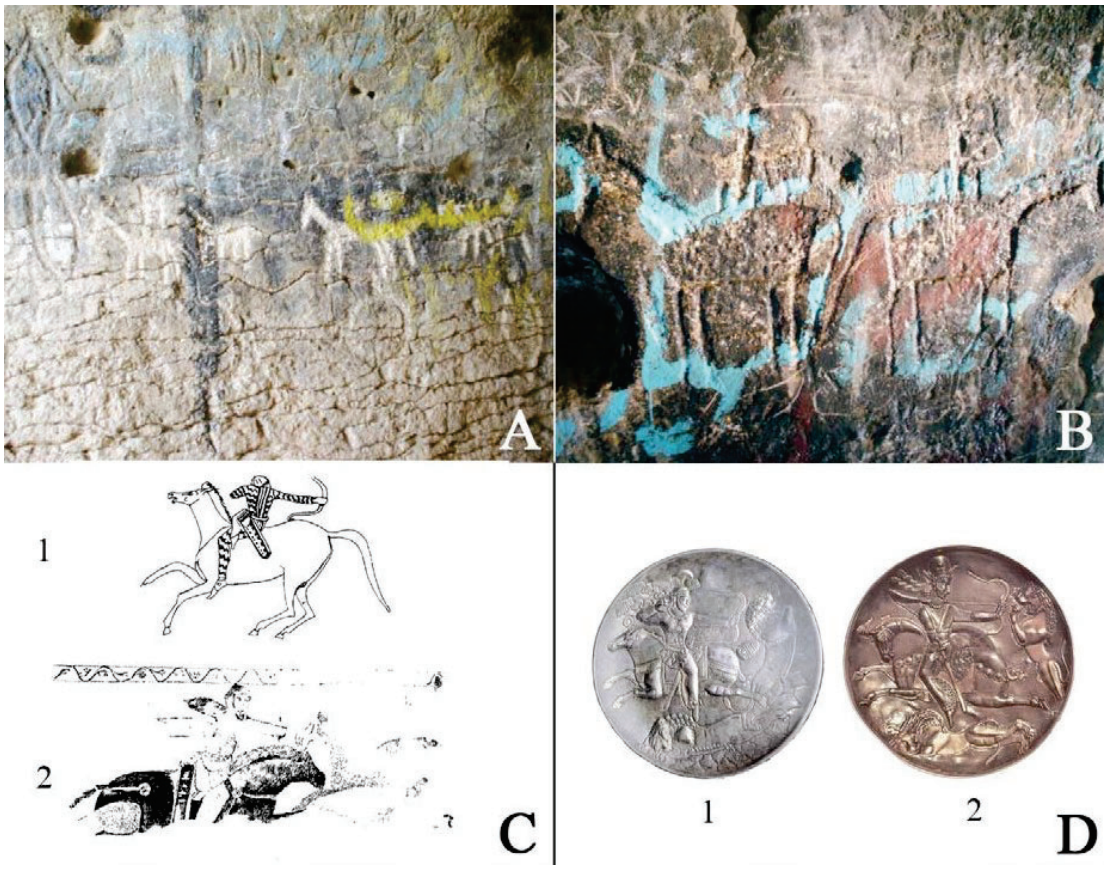


Figure 7. Parthian soldiers shooting arrows backwards, A: horsemen motifs on the western wall of the lighting window on the first floor. B: the horse and horsemen motifs on the southern wall of the room of the Temple of Hercules on the third floor. C1: Parthian horse archer shooting arrows backwards against the movement direction of the horse (Zutterman, 2003, Fig. 7.3.). C2: the figure of horseman found in the buildings of A Hatra, (Ricciardi, 1996, fig.5). D1: the scene of hunting a lion by Ardeshir II (379-383 A.D.) (Herman, 1994 p 9). D2: the scene of hunting a lion by Shapour II (309-379 A.D.) on a plate in Armitage Museum (Herman, 1994, p 9).

The third complex consists of engraved motifs on the eastern wall of the lighting window of the first floor which were created by engraving method. These motifs include circle (2 instances) (Figure 15‹84-85›), and lozenge (3 instances) (Figure 16‹104-106›). At the uppermost part of this scene, a lozenge with 21x28 cm dimensions has been drawn. Another lozenge can be seen beneath this which is the largest lozenge in the cave with 62/5x40 cm dimensions. At the lower part of the motif, another lozenge with 31x16 cm dimensions is observed. The illustrator may have meant to illustrate a fertility symbol. At the left side of this scene, the motif of two circles has been drawn (Figure 13I). Lozenge and triangle shapes were female symbols (fertility symbol) in different cultures or played the role of protection and exorcising evil spirits (Cooper 1993, p 325).

It is worth mentioning that during excavations at the Karaftou Cave, a pottery sherd of the Seljukid period was found on which connected lozenges had been painted (Hamzehlo and Mir Eskandari 2002, pp. 278-305). In addition, there are hanging triangles on the pottery vessels discovered from Kul Tarikeh Cemetery (850-550 B.C.) (Rezvani and Roustaei 2007, pp. 139-184).

Figure 6. A, B and D: human hand motifs in the Karaftou cave, C: image of the human hand motif in the Karaftou first rock shelter.

These petroglyphs have been created on different parts of the cave which has been described by the researchers in twelve groups (Figure 2B). The first motif complex consists of those motifs that have been engraved on the frontispiece of the entrance of the first floor (Figure 13D). Engraving-pounding technique was used to make the motifs of this scene. These motifs include horse and horseman (2 instances) and wild goat (1 instance) made in profile. The uppermost motif in this complex is the motif of the horseman-with-bow shooting an arrow backwards against the horse's movement direction (Figure 14‹48›). Beneath this motif, another horseman sitting uprightly on his horse, resting one of his hands on his back and taking the bridle by the other can be seen (Figure 14‹54›). In addition, on the right side, a fleeing goat is seen (Figure 14‹15›) Generally speaking, it seems that the subject of this complex of motifs is the wild goat's hunt by the horseman hunter.

The second complex consists of those motifs drawn on the western wall of the lighting window of the first floor (Figures 8 and 23A). Engraving and engraving-pounding techniques were used to make the motifs of this scene. Except for the horse and horseman (2 instances) and horse motifs (2 instances) that were made by engraving-pounding technique, all the other motifs were made by engraving technique. These motifs include horse and horseman (2 instances) (Figure 14‹49-50›), horse (2 instances) (Figure 14‹37-38›), wolf (2 instances) (Figure 14‹43-44›), lozenge (12 instances) (Figures 15 and 16 ‹92-103›), square (Figure15‹82›), circle (Figure15‹83›), triangle (Figure16‹107›) and horseshoe. At the bottom of this scene, the motif of two horsemen can be seen. It seems that the leading horseman is shooting an arrow backwards while the following horseman is shooting an arrow forward. By displaying this scene, the illustrator may have meant to show a battlefield where horsemen are shooting arrows at each other by their bows.

the lines by pounding strokes so that the motifs are semi-embossed (a little volume can be observed in the motifs) such as the frontispiece of the entrance of the first floor and the southern wall of the Temple of Hercules on the third floor.

Figure 4. A and B: the views of the Karaftou Cave, C: view of the first Karafto rock shelter, D: view of the second Karaftou rock shelter.

Figure 5. one of the stages of registering and recording the motifs of the cave, B: the stylized human figures of the western wall of the Temple of Hercules on the third floor, C: the motifs of galloping or fleeing wild horses on the northern wall of the terrace of the fourth floor and D: the horseshoe-shaped motif, the first Karaftou rock shelter.

Figure 3. he interior spaces of the Karafto Cave and the location of the Greek inscription on the frontispiece of the entrance door of the Temple of Hercules.

METHODOLOGY

After identification of each motif complex, to document the scene, they were first covered poly propylene. Then, the motifs were one by one and with full details copied by marker and then photographed. It is worth mentioning that the reason for using poly propylene for copying the motifs was that the older motifs were hidden behind the modern graffities and carvings and only by taking photographs of them it was possible to document them (Figure 5A). The rock arts in the Karaftou Cave are divided into four petroglyph types including human figures, animal, compound forms (human-animal) and geometric or symbolic motifs. They have been created by three methods:

1- The first group consists of those motifs that have been made by engraving. These motifs have been made in a linear and stylized manner. For instance, the eastern and western walls of the window on the first floor and the motifs of the western wall of the room on the second floor have been made by this method (in the researcher's opinion, most of the motifs that have been made by this method are the oldest engraved motifs in the Karaftou Cave).

2- 2- The second group consists of those motifs that were made by pounding method. In this method, some volume has been imparted to the motifs such as the motifs on the northern wall of the terrace of the fourth floor.

3- 3- The motifs belonging to the third group were made by engraving-pounding technique. By this technique, the illustrator drew the main lines of the motif by engraving them first and then filled

regions (Rezvani 2004). On the whole, the water resources of the region consist of underground and surface waters with no permanent river flowing in the area. Part of these surface waters make the branches of Qezel Ozan River which flows into the Caspian Sea. Some of its eastern basins originate from the heights of the region and, after joining each other, form Zayandeh Rud permanent river which later flows into the Lake Urmia. These basins also form the Bukan Dam basin (Najafi 1990).

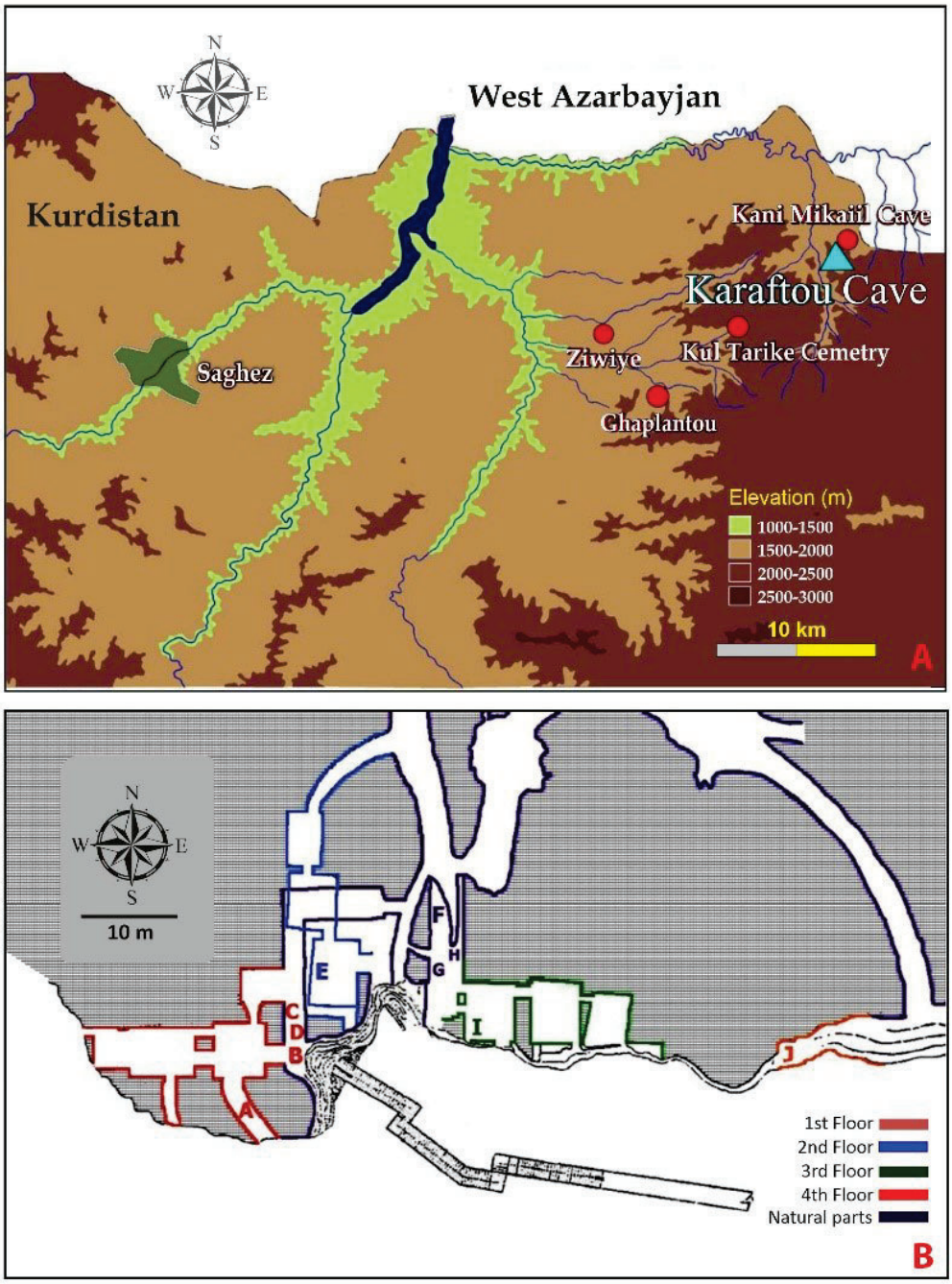


Figure 2A: The map of the identified rock arts site locations in the study area. **2**B: The plan of the Karaftou Cave and the location of the rock arts (the original map from the archive of the Cultural Heritage Office of Kurdistan province with changes.

karstification processes. The Karaftou Cave is an example of a natural cave which as a result of the later habitation of human groups, some changes and transformations was made to it. For instance, spaces such as rooms, passageways and corridors were from the natural passageways. The entrance of the cave is 20 meters high from the cliff base and is 107 meters higher than the seasonal stream located in the south of the cave (Ghasimi 2006). In the past, the visitors had to pass a relatively difficult and rough path to reach the entrance of the cave. But currently and with the installation of a metal staircase, the visitors can easily reach the cave. The total length of the cave is 750 meters which is divided into several branches. The cave has handmade and natural parts. The hand cut parts of the cave consists of four floors connected by stone stairs carved to provide easy access to some of the rooms. The existence of the place of window latches and fastening and the entrance doors of the rooms are indicative of an advanced architectural practice. In addition, to provide lighting to the rooms, some windows have been made in the wall which is a highly significant thing in its own right. Above the frontispiece of one of the rooms on the third floor, a Greek inscription has been engraved which has been severely damaged. In this inscription, a god called "Hercules" has been mentioned. As a result, this cave is called the Temple of Hercules by some (Stein 1940; Gall 1978, and Karimi,).

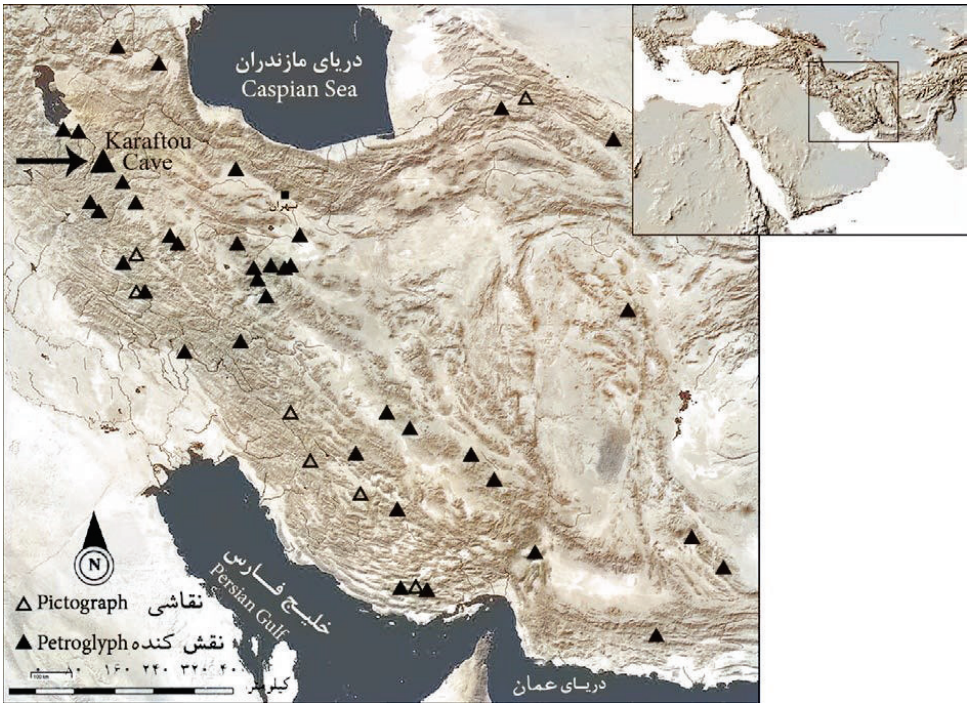


Figure 1: The distribution map of the identified rock art locations

The general landscape of the region of the Karaftou Cave and its surrounding sites consists of some connected rolling hills interspersed by flat lands (Roustaee et al. 2002). The most important heights and mountains surrounding the cave are Hezar Bagh (1985 meters) and Shah Neshin (2269 meters) in the north-west; Ghale Panjeh Karaftou (2190 meters) in the south; and Zard Kuh (2427 meters) and Abdolrazagh (2464 meters) in south-west (Ghasimi 2006). Due to significant height of the area above sea level (2000 meters), the region receives frequent rainfall and snow during autumn, winter and spring seasons. This has led to the formation of vast and rich pastures, which, except for the winter, are considered as a good source to feed the livestock of the inhabitants of the region. Despite high amounts of rainfall in the region, surface waters are restricted to streams draining water from vast areas of the

INTRODUCTION

'Kurdistan province, located on the north-west of Zagros, is one of the rich underexplored regions from the archaeological point of view. Our knowledge concerning the cultural continuity in this province, particularly with regard to its prehistoric periods, is little. In addition, the rock arts of this region have not been comprehensively and systematically investigated. As a result, the author, following his previous studies on Hawraman region in Kurdistan province (Ghasimi 2007a, 2007b, and 2007c) extended his studies to the rock arts of the Karaftou Cave in the north of Kurdistan. In this study, an attempt was made to record and study the motif complexes in the cave and in two nearby rock shelters in a systematic way. The investigated motifs are divided into human figures, animal motifs, compound (human-animal) and geometric or symbolic motifs. Among the collection of the rock art motifs in the Karaftou Cave, one can observe human motifs: stylized human figures such as human hand and hunting or fighting horsemen; animal motifs such as wild goat, red deer, horse, wolf; and geometric motifs: square, rectangle, lozenge, cross-like, sun-like, numerical signs and horseshoe-shaped motifs. From the pathological point of view, all the motifs of the Karaftou Cave have been severely damaged by natural (erosion) and human (surface damage, the visitors' graffiti) factors. Three methods of engraving, pounding and pounding-engraving have been used to create the motifs in the Karaftou Cave. The motifs have been engraved on the limestone rock surface of the cave walls.

John Kormik, a British Army physician, is the first person who has been mentioned in the texts to visit the Karaftou Cave. Many researchers, while visiting the Karaftou Cave, have investigated and studied it (Bernard 1980; Gall 1978, and Stein 1940). Ker Porter made a map of the cave in 1818 which Stein completed and Van Gall corrected (Gall 1978, 2010; Stein 1940). Khanikaev also paid a visit to the cave in 1917 leaving an inscription in one of the front corridors near the entrance of the cave. In his visit to the cave, Rawlinson referred to 25 rooms of which only 9 rooms remain and the other ones have been destroyed by erosion (Rawlinson 1839). In 1968, in order to study the bats living in the Karaftou Cave, DeBlase from the University of Chicago studied this cave and also mentioned the motifs on the walls (DeBlase 1980). The cave and its surrounding areas were excavated and tested a team of archaeologists under supervision of Hassan Rezvani. These excavations led to the discovery of archaeological deposits in the cave and a nearby cave dateing back to the 4th millennium B.C. to the Islamic period (Rezvani 2004).

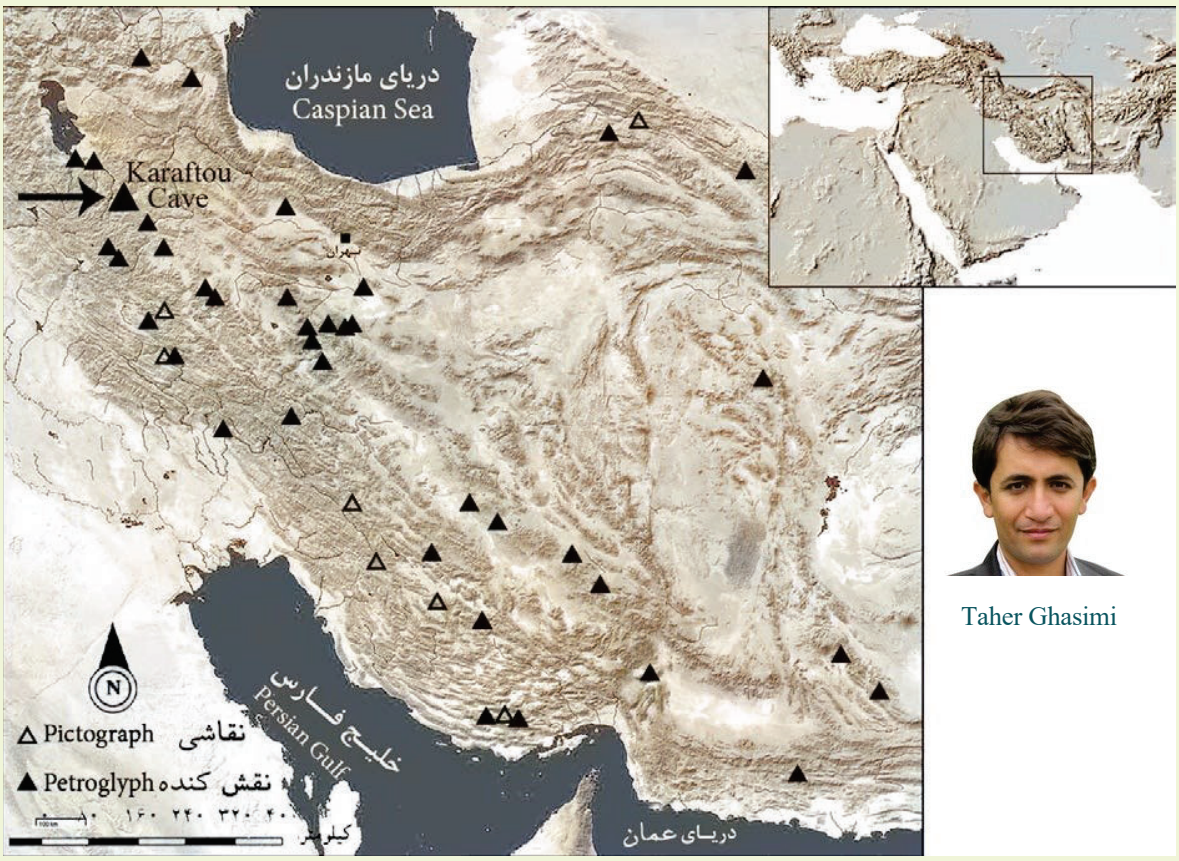
In 1925, Karimi and Stein referred to a horse and horseman motif in the Karaftou Cave, engraved beneath the inscription which they considered as a monument commemorating Goodarz's victories over Mehrdad (Karimi 1950). Sharifi-Far reported a motif on the walls of the cave in 1992 (Sharifi-Far 1992, pp. 29-32). In 1994, Eshtodan visited the rock art of the cave and described it in his dissertation, under the title "A Short Study of the Karaftou Cave" (Eshtodan 1994). In a paper in 2000, a reference was once again made to the motif of the horseman hunting a deer beneath the inscription (Azarshab 2000). In 2000 and 2004, these motifs were studied, along with some other rock art complexes in other areas of Kurdistan province (Lahafian 2004, 2010). In September 2005, the rock arts of this cave and those of its surrounding complexes were studied by the authors for 15 days and were reinvestigated for complementary studies in 2008 and 2009.

MATERIALS AND METHODS

Study Area

The Karaftou Cave is located 53 kilometers to the east of Saghez and 46 kilometers north-west of Divandareh cities (Figure ٢A). According to geological and geomorphological studies, this region was under sea during the Cretaceous period and it was only at the end of this period that this land emerged from water by orogenic movements to be later evolved into the present-day landscape by erosional and

Geospatial Abstract



Taher Ghasimi

Declaration of Readiness for Cooperation Yes No

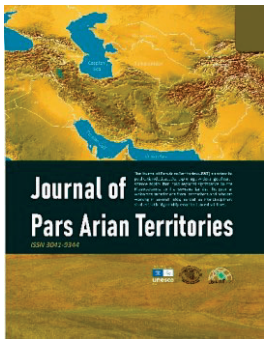
Prepare to share experiences Yes No

JPAT ISSN: ISSN 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2023) 1:2, 83-106
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.2.6

Research Paper

Rock Art at the Karaftou Cave and its Surrounding Areas, North of Kurdistan, Iran

Taher Ghasimi [1]✉, Akam Ghasimi, Soran Ghasimi



Abstract

One of the most important obstacles in the study of rock arts in Iran is the lack of an established chronological framework. Some researchers consider these motifs to be related to late Pleistocene and early Holocene periods (Izad Panah, 1348). However, recent field studies show more recent dates for rock arts. One of these studies concerns the Karafto Cave in Kurdistan province which can serve as a chronological basis for the study of rock arts in the entire Kurdistan province. The Karafto Cave is a complex of natural caverns whose entrance and some of its natural passageways have been manipulated during the Historical (Parthian) period (Bernard 1980; Gall 1978, 2010). The existence of a Greek inscription on the frontispiece of one of the rooms of the cave demonstrates that the cave was used as a temple for the Greek god Hercules (Gall 1978). Considering the similarity between the motifs of hunting or fighting horsemen in the Karafto Cave with the motifs engraved on golden and silver vessels of Parthian and Sassanid periods along with other evidence such as the Greek inscription, the rock-cut architectural features, the pottery evidence, and other data obtained from the excavations, one can conclude that some of the motif complexes (especially those created in the man-made spaces of the cave) were probably made in the Seleucid-Parthian or Sassanid periods.

Cite this article:

Ghasimi T., Ghasimi, A., Ghasimi S., (2023) Rock Art at the Karaftou Cave and its Surrounding Areas, North of Kurdistan, Iran. Journal of Pars Arian Territories (2023) 1: 83-106

DOI: 10.61186/jpat.2024.1.6

Publisher: Pars Arian Insistue © The Author(s).

ARTICLE HISTORY
Received: 6 August 2023
Revised: 8 September 2023
Accepted: 9 October 2023
Published: 15 October 2023
KEYWORDS
Kurdistan, Karafto Cave, rock arts, Seleucid, Parthian Sassanid
CORRESPONDING AUTHOR AFFILIATION

Department of Archaeology, University of Mazandaran, Babolsar, Mazandaran Province, Iran

[1] Sghasimi@gmail.com

O'Shea, J. M., & Meadows, G. A. (2009). Evidence for early hunters beneath the Great Lakes. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(25), 10120-10123.

Poidebard, A. (1934). La Trace de Rome dans le désert de Syrie: le limes de Trajan à la conquête arabe. Recherches aériennes 1925-1932.

Rees, L. W. (1929). The Transjordan Desert. Antiquity, 3(12), 389-407.

Richter, T. (2014). Rescue excavations at a Late Neolithic burial cairn in the east Jordanian badya. Neo-Lithics, 1(14), 18-24.

Rosen, B., & Perevolotsky, A. (1998). The Function Of"

Desert Kites"—Hunting Or Livestock Husbandry? Paléorient, 107-111.

Rowan, J., & Faith, J. T. (2019). The Paleoecological impact of grazing and browsing: Consequences of the Late Quaternary large herbivore extinctions. The Ecology of Browsing and Grazing II, 61-79.

Sinclair, W. F., & Fergusson, D. (1902). The travels of pedro teixeira: with his “kings of harmuz” and extracts from his “kings of persia”. London: hakluyt society.

Skorupka, M. (2010). Les «desert kites» yéménites. une relecture critique des données. Arabian Humanities. Revue internationale d’archéologie et de sciences sociales sur la péninsule Arabique/International

Stewart, M., Carleton, W. C., & Groucutt, H. S. (2021). Climate change, not human population growth, correlates with Late Quaternary megafauna declines in North America. Nature Communications, 12(1), 965.

Storemyr, P. (2011). The ancient stone-built game traps at Gharb Aswan and beyond, Lower Nubia and Upper Egypt. Sahara (Segrate), (22), 15-28.

Testart, A. (1984). La classification des méthodes de chasse. Techniques & Culture. Revue semestrielle d’anthropologie des techniques, (3).

Wasse, A., Rollefson, G. O., & Rowan, Y. M. (2020). Flamingos in the desert: How a chance encounter shed light on the ‘burin Neolithic’of eastern Jordan. Landscapes of Survival: The Archaeology and Epigraphy of Jordan’s North-Eastern Desert and Beyond. Sidestone Press, Leiden, 79-102.

Wright, W. (1895). An account of Palmyra and Zenobia: with travels and adventures in Bashan and the desert. T. Nelson and sons.

Yagodin, V. (1998). ‘arrow-shaped’ structures in the aralo-caspian steppe. Pages 207– 223 in betts, a. (ed.), the harra and the hamad: excavations and surveys in eastern jordan. Sheffield: continuum international publishing group.

Zeder, M. A., Bar-Oz, G., Rufolo, S. J., & Hole, F. (2013). New perspectives on the use of kites in mass-kills of Levantine gazelle: a view from northeastern Syria. Quaternary International, 297, 110-125.

Badia of north-east Jordan. Reconstruction of seasonal movements of herds by stable isotope and dental microwear analyses. Levant, 50(2), 127-172.

Hill, A. C., Rowan, Y. M., Wasse, A., & Rollefson, G. O. (2020). Inscribed landscapes in the black desert: Petroglyphs and kites at wisad pools, Jordan. Arabian Archaeology and Epigraphy, 31(2), 245-262.

Hockett, B., & Murphy, T. W. (2009). Antiquity of communal pronghorn hunting in the north-central Great Basin. American Antiquity, 74(4), 708-734.

Holzer, A., Avner, U., Porat, N., & Horwitz, L. K. (2010). Desert kites in the Negev desert and northeast Sinai: Their function, chronology and ecology. Journal of arid environments, 74(7), 806-817.

Kempe, S., & Al-Malabeh, A. (2013). Desert kites in Jordan and Saudi Arabia: Structure, statistics and function, a Google Earth study. Quaternary International, 297, 126-146.

Kennedy, D., & Bishop, M. C. (2011). Google Earth and the archaeology of Saudi Arabia. A case study from the Jeddah area. Journal of Archaeological Science, 38(6), 1284-1293.

Kennedy, D., Banks, R., Dalton, M., (2015), Kites in saudi arabia. Arabian arch. Epig. 26, 177–195.

Kingswood, S. C., & Blank, D. A. (1996). Gazella subgutturosa. Mammalian species, (518), 1-10.

Legge, A. J., & Rowley-Conwy, P. A. (1987). Gazelle killing in stone age Syria. Scientific American, 257(2), 88-95.

Lombard, M., Caruana, M. V., van der Walt, J., & Högberg, A. (2020). The Keimoes 3 desert kite site, South Africa: an aerial lidar and micro-topographic exploration. Antiquity, 94(373), 197-211.

MacDonald, M. C. (2005). Of rock-art,'desert kites' and mesayid. Arabia Vitalis: Arabskij Vostok, Islam, drevnyaya, Araviya: Sbornik Naychnykh statej, posvyashchennyj, 332-345.

Malkinson, D., Bar-Oz, G., Gasparyan, B., Nachmias, A., Gershtein, E. C., & Nadel, D. (2018). Seasonal use of corrals and game traps (desert kites) in Armenia. Quaternary International, 464, 285-304.

Meshel, Z. (2000). Desert kites in Sinai and southern Negev. Sinai: excavations and studies, 121-142.

Mitford, E. L. (1884). A Land March from England to Ceylon Forty Years Ago, Through Dalmatia, Montenegro, Turkey, Asia Minor, Syria, Palestine, Assyria, Persia, Afghanistan, Scinde, and India, of which 7000 Miles [were] on Horseback (Vol. 2). WH Allen.

Musil, A. (1928a). The manners and customs of the Rwala Bedouins.

Musil, A. (1928b). Palmyrena: a topographical itinerary. Oriental explorations and studies, 4.

Nadel, D., Bar-Oz, G., Avner, U., Boaretto, E., & Malkinson, D. (2010). Walls, ramps and pits: the construction of the Samar Desert kites, southern Negev, Israel. Antiquity, 84(326), 976-992.

Nadel, D., Bar-Oz, G., Avner, U., Malkinson, D., & Boaretto, E. (2013). Ramparts and walls: building techniques of kites in the Negev Highland. Quaternary International, 297, 147-154.

Nadel, D., Bar-Oz, G., Malkinson, D., Spivak, P., Langgut, D., Porat, N., ... & Gasparyan, B. (2015). New insights into desert kites in Armenia: the fringes of the Ararat Depression. Arabian archaeology and epigraphy, 26(2), 120-143.

Nazari, H., (2018), desert kite: probable transition key from the age of hunting- gathering food to pastoralism! . The 36th national conference and the 3rd international congress of earth sciences, tehran. Iran.

Nazari H., Najar E., Ritz J –F., Shokri M., Fathian A., Rezaei F., Rahim A., Fazeli Nashli H., Baharfirouzi Kh., Vahdatinasab H., Shahidi A., Borzoii M., Aghaali E., (2022). The Iranian Plateau at the end of the Quaternary: new synthesis of geological, archaeological and historical data. Iranian Journal of Geology, 60(60), 101.

Nazari H., Ritz, JF., Fathian, A., Fazeli Nashli, H., Vaezi, A., Avagyan, A., (2023). The myth of Lake Saveh, Central Iranian Plateau: a new synthesis of geological, archaeological and historical data, Int. conference on Cities and Urbanization in West

Asia and Egypt—Shapes, Functions, and Ideology, June 05-08, Tsukuba-Japan.

Nazari, H., (2023). Introduction to the Desert Kite: State of the Art, Research project report, RIES, PN. 01-P-T-120, pp. 281.

Betts, A. V. (Ed.). (1999). The Harra and the Hamad: excavations and explorations in Eastern Jordan (Vol. 1). A&C Black.

Betts, A. V., & Yagodin, V. N. (2000). Hunting traps on the Ustiurt plateau, Uzbekistan. In Realms of the Silk Roads: Ancient and Modern (pp. 29-45).

Betts, A., & Burke, D. (2015). Desert kites in Jordan–a new appraisal. Arabian archaeology and epigraphy, 26(2), 74-94.

Boivin, N. L., Zeder, M. A., Fuller, D. Q., Crowther, A., Larson, G., Erlandson, J. M., ... & Petraglia, M. D. (2016). Ecological consequences of human niche construction: Examining long-term anthropogenic shaping of global species distributions. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(23), 6388-6396.

Brochier, J. É., Barge, O., Chataigner, C., Chambrade, M. L., Karakhanyan, A., Kalantaryan, I., & Magnin, F. (2014). Kites on the margins. The Aragats kites in Armenia. Paléorient, 25-53.

Brunner, U. (2008). Les pièges de chasse antiques au Yémen. Arabian Humanities. Revue internationale d'archéologie et de sciences sociales sur la péninsule Arabique/International Journal of Archaeology and Social Sciences in the Arabian Peninsula, (15), 29-34.

Brunner, U. (2015b). The South Arabian form and its implications for the interpretation of desert kites. Arabian archaeology and epigraphy, 26(2), 196-207.

Burckhardt, J. L. (1831). Notes on the Bedouins and Wahabys, Collected During His Travels in the East Etc (Vol. 1). Henry Colburn.

Burckhardt, J. L. (1835). Voyages en Arabie: contenant la description des parties du Hedjaz, regardées comme sacrées par les Musulmans (Vol. 2). Arthus Bertrand.

Coon, C.S. (1976). The hunting people. London: nick lyons.

Crassard, R., Barge, O., & Bichot, C. E. (2014). J. É, Brochier, J. Chahoud, M. L, Chambrade, C. Chataigner, K. Madi.

Crassard, R., Barge, O., Bichot, C. E., Brochier, J. É., Chahoud, J., Chambrade, M. L., ... & Vila, E. (2015). Addressing the desert kite's phenomenon and its global range through a multi-proxy approach. Journal of Archaeological Method and Theory, 22, 1093-1121.

Échallier J.-C. & Braemer F. (1995), nature et fonction des « desert kites»: données et hypotheses nouvelles. Paléorient 21,1: 35-63.

Eddy, F. W., & Wendorf, F. (1999). An archaeological investigation of the central Sinai, Egypt. University Press of Colorado.

Fowden, G. (1999). 'Desert kites': ethnography, archaeology and art. Journal of Roman Archaeology-Supplementary series, 31, 107-136.

Frison, G. (2004). Survival by hunting: prehistoric human predators and animal prey. Univ of California Press.

Galetti, M., Moleón, M., Jordano, P., Pires, M. M., Guimaraes Jr, P. R., Pape, T., ... & Svenning, J. C. (2018). Ecological and evolutionary legacy of megafauna extinctions. Biological Reviews, 93(2), 845-862.

Gasparyan, B., Khechoyan, A., Bar-Oz, G., Malkinson, D., Nachmias, A., & Nadel, D. (2013). The northernmost kites in south-west Asia: the fringes of the Ararat Depression (Armenia) Project. Antiquity, 87(336).

Giannelli, G., & Maestrucci, F. (2018). Desert kites in the Libyan Sahara: new evidence from remotely sensed images. Antiquity, 92(364).

Gourichon, L. (2004). Faune et saisonnalité: l'organisation temporelle des activités de subsistance dans l'Épipaléolithique et le Néolithique précéramique du Levant nord (Syrie) (Doctoral dissertation, Université Lumière-Lyon II).

Groucutt, H. S., & Carleton, W. C. (2021). Mass-kill hunting and Late Quaternary ecology: New insights into the 'desert kite'phenomenon in Arabia. Journal of Archaeological Science: Reports, 37, 102995.

Helms, S., & Betts, A. (1987). The Desert" Kites" of the Badiyat Esh-Sham and North Arabia. Paléorient, 41-67.

Henry, D. O., Cordova, C. E., Portillo, M., Albert, R. M., DeWitt, R., & Emery-Barbier, A. (2017). Blame it on the goats? Desertification in the Near East during the Holocene. The Holocene, 27(5), 625-637.

Henton, E., Roe, J., Martin, L., Garrard, A., Boles, O., Lewis, J., ... & Jourdon, A. L. (2018). Epipalaeolithic and Neolithic gazelle hunting in the

paleo lake in the central desert zone of the Iranian plateau at the beginning of the Holocene could be a reason for not finding any sign of the remnants of a Desert kite, at least in lower topographic level than 850 meters! (Nazari et al., 2022, 2023) (Figure 10).

REFERENCES

Abu-Azizeh, W. (2010). Occupation et mise en valeur des périphéries désertiques du Proche-Orient au Chalcolithique Bronze ancien: le cas de la région de al-Thulaythuwat dans le sud de la Jordanie (Doctoral dissertation, Versailles-St Quentin en Yvelines).

Abu-Azizeh, W. (2013a). Prospections et fouilles archéologiques dans la région d'Al-Thulaythuwat: modalités d'occupation et analyse structurelle des campements de pasteurs nomades du Chalcolithique/Bronze Ancien dans une zone de périphérie désertique du Sud Jordanien. Syria. Archéologie, art et histoire, (90), 13-48.

Abu-Azizeh, W. (2013b). The south-eastern Jordan's Chalcolithic-Early Bronze Age pastoral nomadic complex: patterns of mobility and interaction. Paléorient, 149-176.

Abu-Azizeh, W. (2014). Stone enclosures and late prehistoric pastoral nomadic campsites: A methodological review of al-Thulaythuwat case study, southern Jordan. Settlement, survey, and stone: Essays on Near Eastern prehistory in honour of Gary Rollefson, 187-208.

Adams, R., P. Parr, M. Ibrahim, and A. S. Al-Mughannum. "Preliminary report on the first phase of the Comprehensive Survey Program." Atlal 1 (1977): 21-40.

Aharoni i., (1946), zichronot zoolog ivry 2. Tel aviv 31-33 [in hebrew, translated in meshel 1974].

Akkermans, P. M., Huigens, H. O., & Brüning, M. L. (2014). A landscape of preservation: late prehistoric settlement and sequence in the Jebel Qurma region, north-eastern Jordan. Levant, 46(2), 186-205.

Al Khasawneh, S., Murray, A., Thomsen, K., AbuAzizeh, W., & Tarawneh, M. (2019a). Dating a near eastern desert hunting trap (kite) using rock surface luminescence dating. Archaeological and Anthropological Sciences, 11, 2109-2119.

Barge, O., & Brochier, J. É. (2011). Visible from space, understood during the fieldwork: the example of "desert kites" in Armenia. In 16th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies.

Barge, O., Abu-Azizeh, W., Brochier, J. É., Crassard, R., Régagnon, E., & Noûs, C. (2020). Desert kites et constructions apparentées: découvertes récentes et mise à jour de l'extension géographique. Paléorient. Revue pluridisciplinaire de préhistoire et de protohistoire de l'Asie du Sud-Ouest et de l'Asie centrale, (46 1-2), 179-200.

Barge, O., Brochier, J. É., & Crassard, R. (2015b). Morphological diversity and regionalisation of kites in the Middle East and Central Asia. Arabian archaeology and epigraphy, 26(2), 162-176.

Barge, O., Brochier, J. É., Régagnon, E., Chambrade, M. L., & Crassard, R. (2015a). Unity and diversity of the kite phenomenon: a comparative study between Jordan, Armenia and Kazakhstan. Arabian Archaeology and Epigraphy, 26(2), 144-161.

Barge, o., brochier, j.é., karakhanyan, a., (2016), Northernmost kites? Quat. Int. 395, 104–112.

Barge, O., Brochier, J., Chahoud, J., Chataigner, C., Régagnon, E., Abu-Azizeh, W., & Crassard, R. (2021). Hunting with kites in Armenia.

Barker, J. (1876). Syria and Egypt Under the Last Five Sultans of Turkey: Being Experiences, During the Fifty Years, of Mr. Consul-General Barker (Vol. 1). Tinsley.

Bar-Oz, G., Nadel, D., Avner, U., & Malkinson, D. (2011). Mass hunting game traps in the southern Levant: The Negev and Arabah "Desert Kites". Near Eastern Archaeology, 74(4), 208-215.

Barth, E. K. (1983). Trapping reindeer in south Norway. Antiquity, 57(220), 109-115.

Betts, A. (1982). Prehistoric sites at Qa'a Mejalla, eastern Jordan. Levant, 14(1), 1-34.

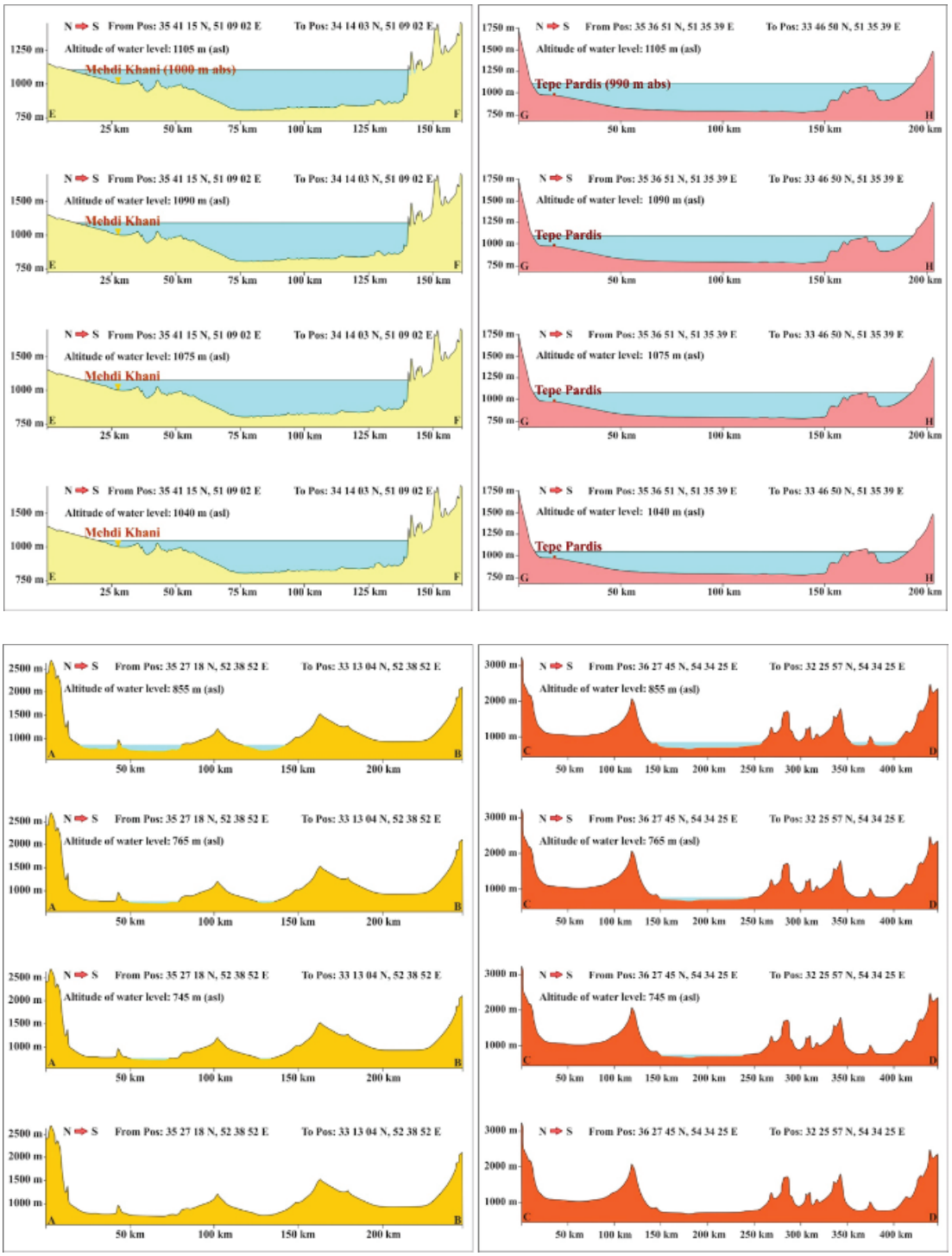


Figure 10: The existence of paleo lake in the central desert zone of the Iranian plateau (after Nazari et al.,2022)

DISCUSSION AND CONCLUSION

Desert kite is seen from the eastern Mediterranean to the eastern Caspian, so it is not wrong to expect to find a sign of this structure in the Iranian plateau as the only possible linkage between the eastern and western Caspian, when the lands of North Caspian were almost frozen. The existence of such a

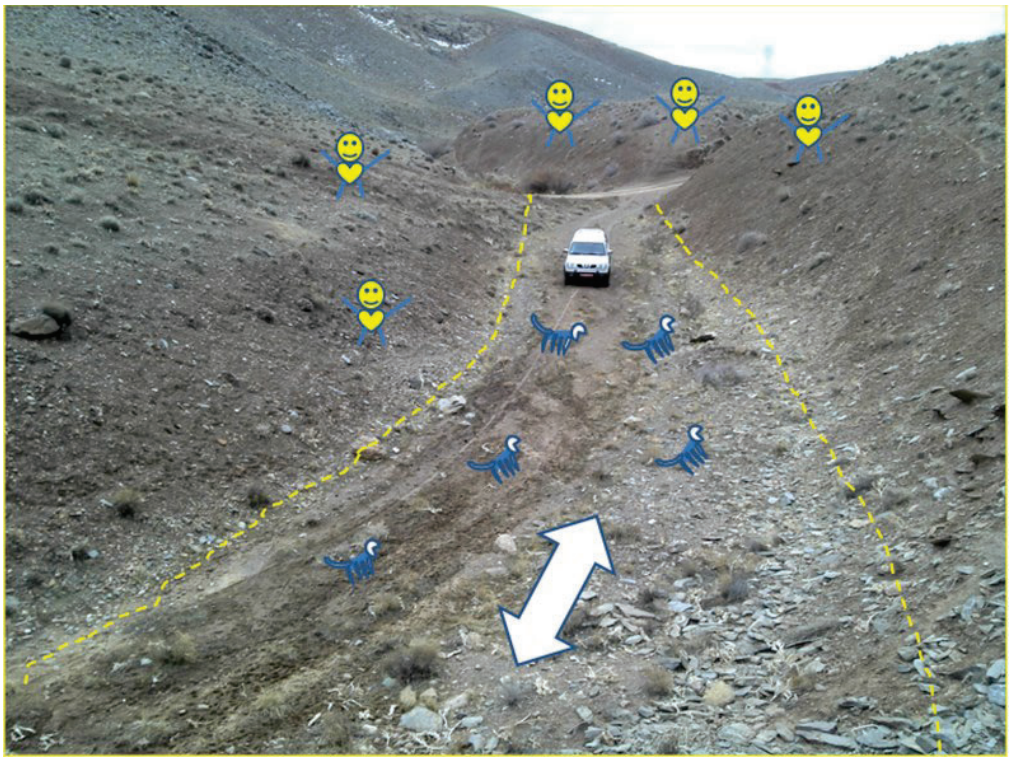


Figure 9: Probable Kite in Teymareh, Iran (after Nazari 2018; 2023)

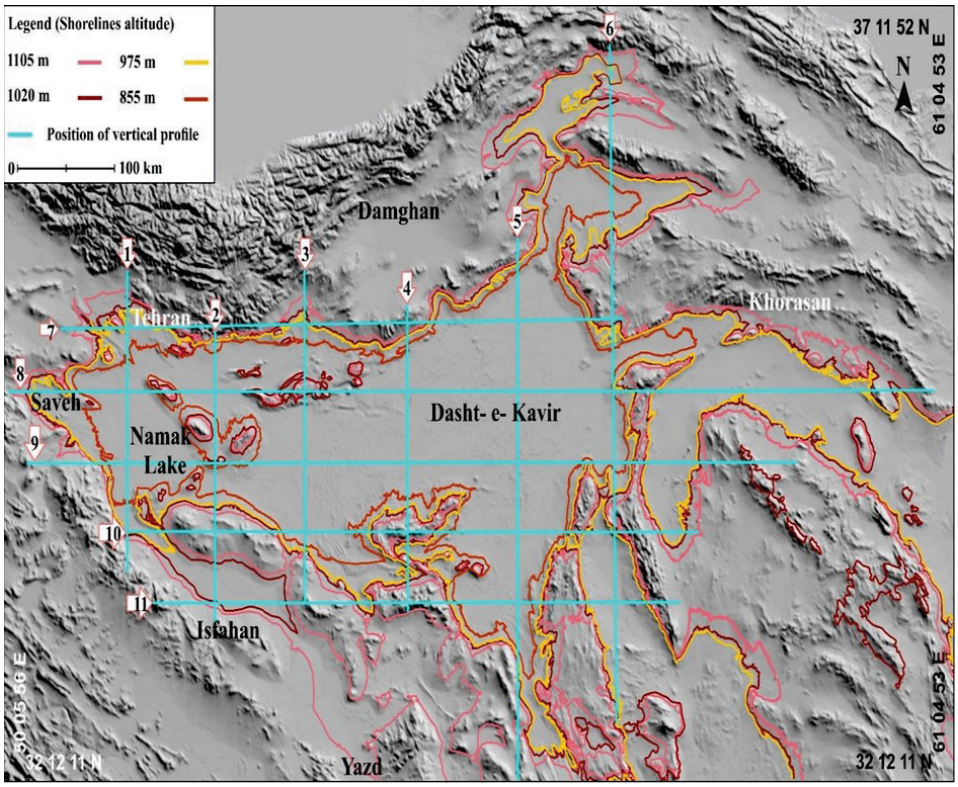


Figure 10: The existence of paleo lake in the central desert zone of the Iranian plateau (after Nazari et al.,2022)

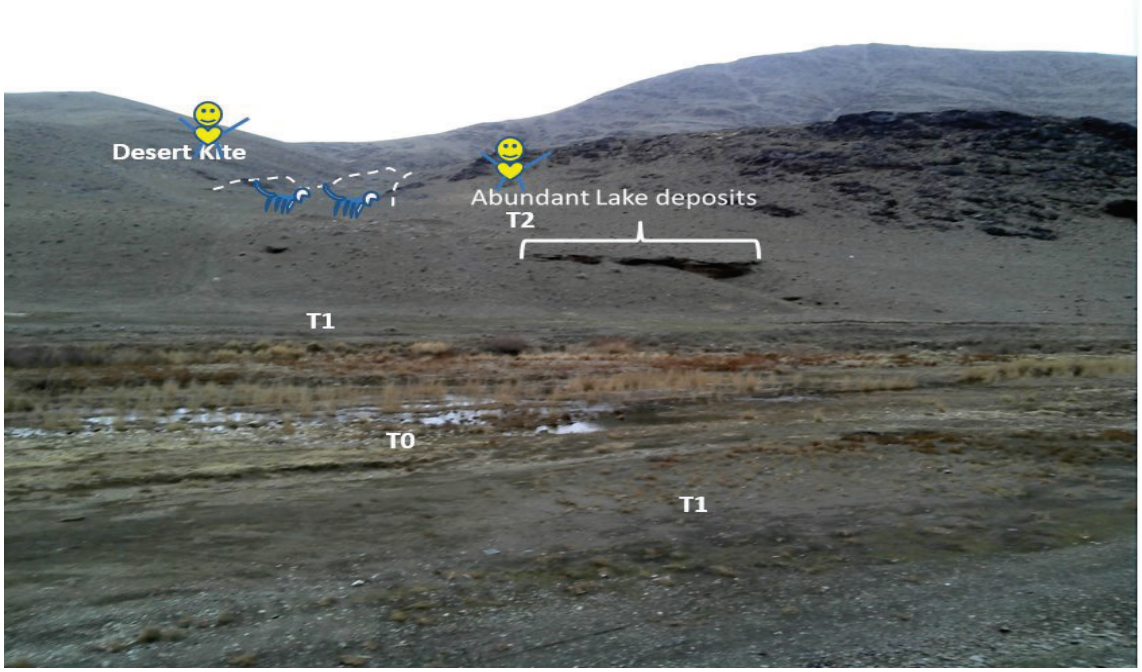


Figure 7: Teymareh, Iran (after Nazari 2018;2023)

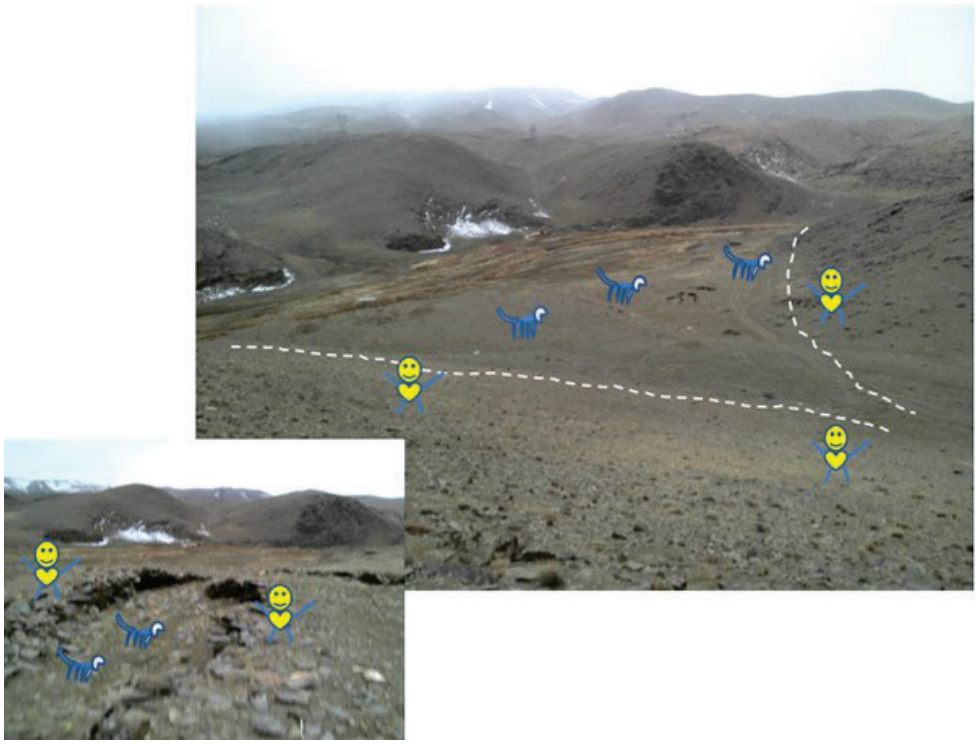


Figure 8: Probable Kite in Teymareh, Iran (after Nazari 2018; 2023)

Figure 5: Petroglyphs, Teymareh, Iran, (after Nazari 2018)

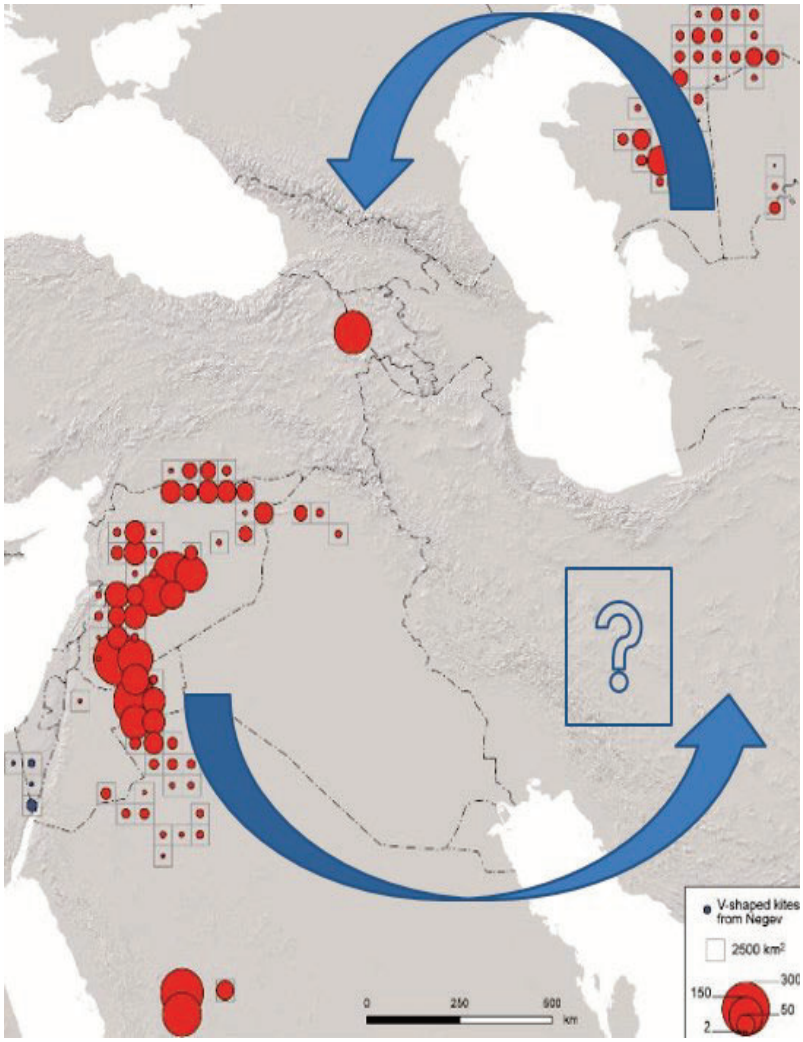


Figure 6: Desert kites in Western and Central Asia (modified after Barge et al.,2016).

Figure 4: Petroglyphs, Teymareh, Iran, (after Nazari 2018) Petroglyphs are images created by removing part of a rock surface by incising, picking, carving, or abrading, as a form of rock art. The term petroglyph should not be confused with petrograph, which is an image drawn or painted on a rock face (Figure5).

During recent years a large number of rock carvings has been identified in different parts of Iran. The vast majority depict the ibex. Rock drawings were found in December 2016 near Khomeyn, Iran, which may be the oldest drawings discovered, with one cluster possibly 40,000 years old (Nazari, 2018; Nazari, 2023). One of the characteristics of Iran's petroglyphs is the continuity of existence of prehistoric marks on the ancient pottery and bronze sculptures that reveal the impressiveness of petroglyphs of the facades of caves and rocks reflected on ancient work of arts (Nazari, 2023)

DESERT KITES IN IRANIAN PLATEAU: POSSIBLE DISTRIBUTION!

As mentioned so far and in the previous chapters, desert kites are scattered in wide areas of western and central Asia (Figure 1); But the noteworthy point is how the knowledge of this type of hunting method was transferred between the western Caspian Sea and the central regions of Asia, because between these two parts of the Iranian plateau and the Caspian Sea, and in the northern parts, there were frozen lands. And in fact, the only dry land among them was the Iranian plateau. So, is it possible that there is evidence of the desert kite in Iran? In the following, we present pictures of possible places where desert kites exist in the central regions of Iran (Figure 2, 8 & 9).

Over the last decade, as part of a project called Globalkites, Dr. Crassard and his colleagues have used satellite imagery to identify more than 6,000 desert kites of various shapes and sizes across the Middle East and West and Central Asia. Other researchers have uncovered stone engravings depicting these man-made enigmas while doing surveys and excavations.

At first, they noted the presence of three defining kite features. There were "tail strings," which represent more or less contiguous lines of stones. These converge into a walled enclosure resembling the kite's "body." And along the body's edges, pits had been dug. Archaeologists suspect that groups of animals such as gazelles followed these stone lines or were chased along them before being funneled into the enclosure, where hunters killed the animals, and used the strategically placed pits to trap those attempting to escape. Very quickly, the team recognized that these engravings matched the shape and structure of kites seen nearby. In Southeastern Jordan, for example, the tail lines of kite's curve as they converge into enclosures a peculiarity also visible on the engraved stone.

Mathematical models, too, indicated that the kites in the Jordan-Saudi region where the team worked were the closest match when researchers compared the geometry of the two engravings with a total of 69 kites from a variety of regions. Shape comparisons with such nearby kites also revealed that the depictions were to scale. The researchers inferred the ages of the engravings by using geological dating tools to determine how long ago the corresponding local kite structures were built.

What remains unknown is whether these depictions were prepared as blueprints to aid in the construction of the kites, or served as maps for hunters. The engravings could also be symbolic commemorations of the desert kites, which may have been an important part of the cultural identity of the ancient peoples who made and used them, said Wael Abu-Azizeh (2010; 2013 a,b; 2014),an archaeologist with The French Institute of the Near East in Jordan and an author of the study.

Jorke Rowan (see Rowan, J., & Faith, J. T., 2019), an archaeologist at the University of Chicago who was not involved in the study, said the engravings cited in the paper are a great find. He called it remarkable that people on the ground were precisely depicting things that can only be seen fully from above today. Finding this mental mastery of space opens a new window into the minds of these ancient hunters.

DESERT KITES AND PREHISTORIC PERIODS IN IRANIAN PLATEAU

The known area of distribution of kites is very large, from Arabia and the Near East, to Armenia in the Caucasus and the Aralo-Caspian region, namely south western Kazakhstan and western Uzbekistan (e.g. Barge et al. 2015a;b). although still there is not any official report about its existence in Iranian plateau but regards to the vast distribution of desert kites from Egypt in west to Kazakhstan in east, it is not so worth if we expect to see this prehistoric phenomenon in Iranian territory also. Hunting and processing these animals must have involved a large number of people. Kites had to be constructed and maintained and migrating animals had to located and then be driven into the kites by people where hunters were waiting to slaughter them. Rock art (Petroglyphs) in the vicinity of some of the kites indicates that the hunt could represent a large social effort, done together by people from several settlements, and showing religious connotations (Figure4).

topped with cloths flapping in the wind, all the accounts describe collective gazelle hunts using long continuous lines of blocks that cause the convergence of one or more herds of gazelles frightened by the beaters into enclosures, the local Syrian Arabic name for which is masyada (Burckhardt, 1835; Fowden, 1999). The kites of the archaeologists can be recognized in these descriptions. However, at closer inspection, all these accounts describe frightened animals which rush by means of gaps in the walls into pits dug on the exterior of the enclosure. Of the thousands of kites discovered in the Near East, none seems to present this characteristic, and it should be asked whether these particularly recent constructions can be considered to be a universal functional model.

Consequently, in the last few years, the number of inventoried kites has increased fivefold and the known distribution zone was greatly extended, suggesting some exceptional potential for in-depth study of this phenomenon (Figure 3). More can therefore be concluded regarding the use of kites across time and space. The main issues that the project concerned itself with relates to the kites' function and their dating: is it possible to distinguish kites used as hunting traps from those meant as corrals for domesticated animals or which are in the process of being used as such? Furthermore, what is the time frame of the use of the kites? Other fundamental issues were also the focus of the project such as the geographical spread and explanations for this extension: either cultural convergence or real interregional technical diffusion? Finally, the adaptive strategies by human groups must be addressed, as should issues of bio-economical regulations in a fragile environment context such as potential overexploitation of wild animal species and the ownership of an exclusive territory by humans.

Desert Monoliths Reveal World's Oldest Architectural Plans

Desert kites are convergently shaped stone structures built by people, often of a vast size, known to occur between at least northern Arabia and western Central Asia (e.g. Groucutt & Carleton, 2021). The known area of distribution of kites is very large, from Arabia and the Near East, to Armenia in the Caucasus and the Aralo-Caspian region, namely south-western Kazakhstan and western Uzbekistan (e.g. Barge et al., 2015a,b). Engravings found in Jordan and Saudi Arabia appeared to match nearby ancient megastructures known as desert kites as seen from above. By Priyanka Runwal Massive prehistoric stone structures found in desert landscapes from Saudi Arabia to Kazakhstan have baffled archaeologists for decades. Each can stretch for up to a few miles, and resembles a kite with tail strings in overall shape.

Recent studies have built a consensus that the so-called desert kites were used to trap and kill wild animal herds. But how ancient hunters conceived and perceived these grandiose structures have remained a mystery. The kites, in their entirety, are "only visible from the air," said Rémy Crassard, (see Crassard et al., 2014;2015) an archaeologist at the French National Center for Scientific Research. "Even with our modern ways of envisaging our landscape, it's still difficult for us archaeologists, scientists, scholars to make a proper map."

Dr. Adams and his colleagues were overjoyed in 1977 when they found two stone monoliths with precise depictions of nearby desert kites in Jordan and Saudi Arabia. Engraved between 7,000 and 9,000 years ago, these representations are by far the oldest known to-scale architectural plans recorded in human history. They also highlight how carefully planned the desert kites may have been by the ancient peoples who relied on them.

"It's mind-blowing," Dr. Crassard said, "to know and to show that they were able to have this mental conceptualization of very large spaces and to put that on a smaller surface."

supported by some archeozoological studies (Legge & Rowley-Conwy, 1987; Gourichon, 2004) which show that the gazelle remains found on some archaeological sites come from seasonal nonselective hunting. In other terms, the mortality profiles observed are compatible with those that would be observed at the end of a seasonal collective hunt of a herd in migration, with beaters, using a "demi-piège" of kite type (Testart, 1984) as a hunting aid. They are also compatible with any other type of non-selective hunting, and thus do not necessarily imply the use of kites.

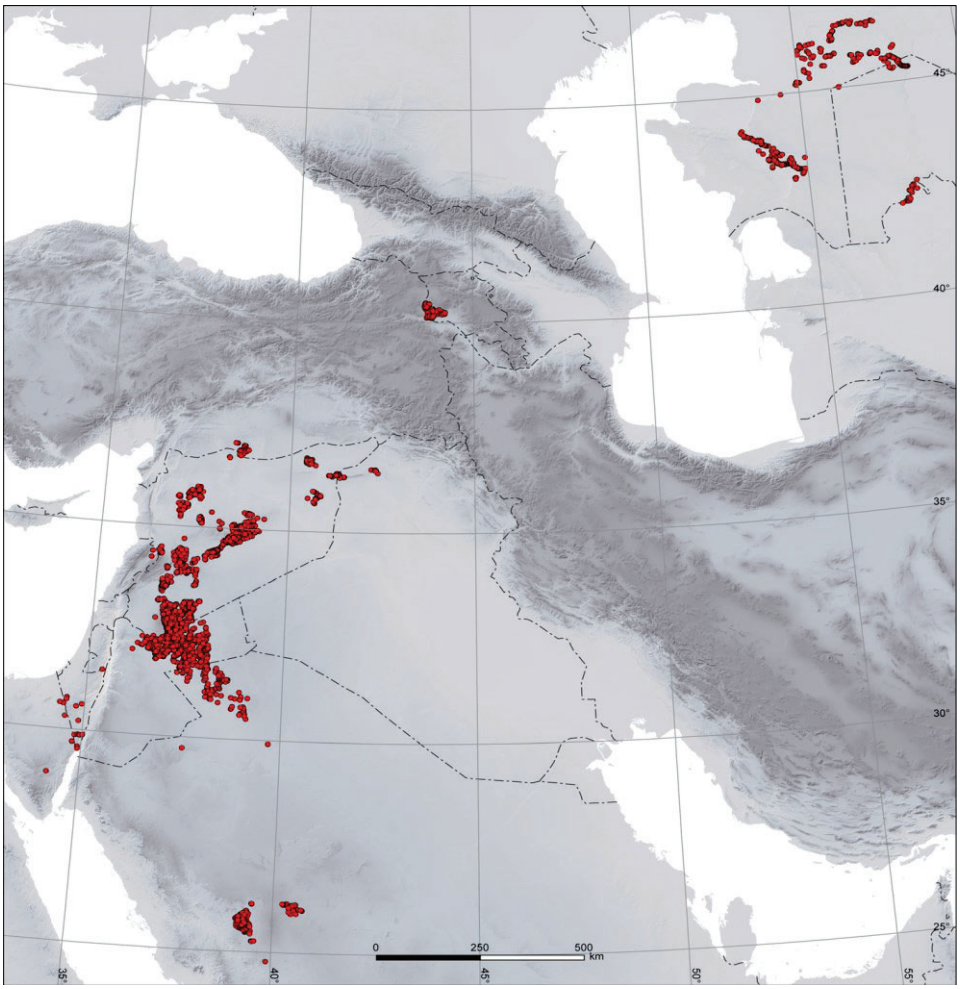


Figure 3: The inventory of kites at the scale of their distribution area; see also the Global kites Interactive Map freely accessible at www.globalkites.fr

The wide spread hypothesis of a unique use of the kites as "demi-pièges" for collective hunting of gregarious animal's gazelles or oryx in the Near East, reindeer in Scandinavia, bison or pronghorn in North America, saiga antelope or urial in the Aralo-Caspian region—rests mainly on late historical accounts which there is no reason to doubt. The accounts of travellers who crossed the steppes and deserts of the Near East between the end of the 16th and the beginning of the 20th century are relatively few (Burckhardt, 1835; Barker, 1876; Mitford, 1884; Wright, 1895; Sinclair & Fergusson, 1902; Musil, 1928a & b; Aharoni, 1946). Except perhaps the oldest account, that of Pedro Teixeira (Sinclair & Fergusson, 1902), which mentions no enclosure and describes branches or antennae made of posts

a Neolithic phenomenon and the dating of Near Eastern kite's ranges from the 7th millennium BC (Helms & Betts, 1987; Betts and Burke, 2015; Akkermans et al., 2014; Richter, 2014; Al Khasawneh et al., 2019a). Conversely, other researchers have argued that kites primarily date to the fourth and third millennia BC (Nadel et al., 2010; Zeder et al., 2013). Recent work in Armenia suggests that their use is more recent still, around 3.2–1.5 ka (Nadel et al., 2015). The accounts of western travellers in Southwest Asia describe the use of kites, or kite-like structures, into the last few hundred years (e.g., Burckhardt, 1831; Crassard et al., 2015). The very rare radiometric or relative age measurements are the most convincing span from the end of the Chalcolithic to the end of the Bronze Age (Échallier & Braemer 1995; Holzer et al., 2010).

That desert kites may have had a significant ecological impact is implied by their high number, wide distribution, and long history. While a hunting use is the dominant interpretation, in the long run whether this was their exclusive use or whether they were also used for other functions (such as some kind of role within pastoralism) does not undermine their ecological and social significance. Both large-scale hunting and extensive pastoralism are parts of interlinked processes where the biology and ecology of the region were transformed across the Holocene with the spread of domesticated animals and the reduction of wild fauna. In this sense kites played an important role in long-term human ecosystem modification and niche construction (see also Boivin et al., 2016). Some have suggested that caprine domestication developed due to the depletion of wild fauna, such as gazelle, as a result of excessive hunting (Martin, 2000; Legge & Rowley-Conwy, 1987). Alternatively, it may be that kites were used for seasonal hunting by otherwise pastoralist societies (Wasse et al., 2020).

In fact, it may be that changes in wild animal behavior driven by the development of pastoralism made the use of desert kites an effective approach (Henton et al., 2018). The function of kites may also have changed over time (Bar-Oz et al., 2011; Hill et al., 2020). They may, for instance, have initially had a subsistence focus, took on an increasingly social/cultural role over time (such as for feasting), and then in some cases they may have been re-used for pastoralism. These various possible scenarios reflect different historic trajectories for the depletion of wild fauna and an increasing emphasis on domestic fauna which emerged in the Holocene, with further widespread impacts including overgrazing (Henry et al., 2017). While the extinction of large animals is a frequent topic of discussion, in the context of global Late Quaternary megafauna extinctions (Galetti et al., 2018; Rowan & Faith, 2019; Stewart et al., 2021), studies from southwest Asia emphasize the additional importance of changes in medium size animals.

Desert kites therefore offer a fascinating case study of interlinked human and ecological changes in the Holocene. While some major changes in animal demography may relate to climate change (e.g., Stewart et al., 2021), other aspects, seemingly including those relating to the kites discussed here, suggest a major human role in ecosystem modification. While the function and chronology of kites are important and continue to be key areas of research, the spatial distribution and geographical context of kites has been undervalued. Understanding their distribution is crucial for evaluating the ecological impacts, cultural context, and historical development of desert kites.

Although many decades have passed since desert kite discovery, and in spite of an important investment in field work, questions as basic as those which touch on chronology or use do not yet have fully satisfactory answers. The age of these constructions, whether relative or absolute, remains very difficult to establish in contexts in which archaeological material is either absent or rare and without any clear stratigraphic relation with the construction. From the few reliable data that are today available in the Near Eastern region, the kites would appear to date to the Chalcolithic and the Bronze Age periods (Échallier & Braemer 1995; Nadel et al. 2010, 2013). For some researchers, however, the oldest constructions probably precede the Pre-Pottery Neolithic (Helms & Betts, 1987; Betts, 1998), a view

movements of herd animals. As the hunters pursued the herd, the animals would follow the stone walls of the kite, funnelling towards an enclosure. Other, less commonly invoked, explanations have ranged from kites being Roman defensive structures (Poidebard, 1934), religious sites (Eddy & Wendorf, 1999), or livestock corrals in pastoral societies (Echallier & Braemer, 1995). Independent categories of evidence regarding the function of kites – such as rock art – have proven ambiguous (Crassard et al., 2015; McDonald, 2005), and few kites have yet been excavated. For now, though, there seems to be no reason to doubt that the primary use of kites was for hunting. While gazelle – particularly Gazella subgutturosa – are often discussed in relation to kites, it is also possible that in Southwest Asia the Late Quaternary decline in various species such as ostrich, equid species, and hartebeest may reflect overhunting in part reflecting the use of kites. The propensity of Gazella subgutturosa to form dense groups, which run together and crucially, unlike other gazelles, do not jump (Kingswood & Blank, 1996), can be seen as behaviours facilitating the use of desert kites. It is, however, important to consider that taxa such as gazelles may have changed their behavior considerably over time (Martin, 2000). It has been proposed by several researchers that mass-kill hunting using desert kites may have led to the virtual extinction of some species. For instance, at Tell Kuran in Syria a large and dense assemblage of Gazella subgutturosa was recovered dating to ~5.5–5.1 ka, close to a concentration of desert kites (Bar-Oz et al., 2011; Zeder et al., 2013). The density of bones is so great that the authors interpret it as indicating "unsustainable hunting practices" on a dramatic scale (Bar-Oz et al., 2011).

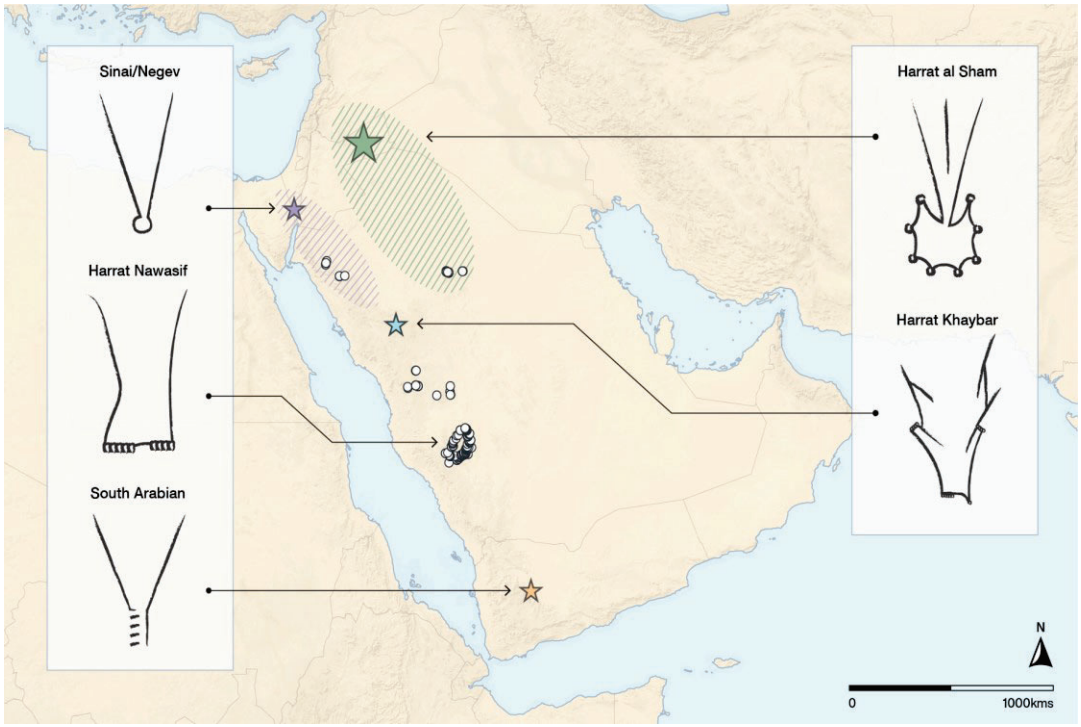


Figure 2: The geography and variability of desert kites in the Levant and Arabia (after Groucutt & Carleton, 2021). Newly identified kites are shown by white dots. Coloured stars show simplified location of previous regional clusters. Insets show typical kite morphology in the different regions. Green and purple hashed area show hypothesised cultural spheres, where northern Arabian kites show close morphological parallels with kites to the north.

Dating kites in these particular regions is still difficult, as few remains were found in what were usually poorly stratified structures or on the surface. A long chronology suggests that desert kites were primarily

Around 6,000 of these structures have been reported (Malkinson et al., 2018). In the Harrat Al-Sham alone, it is estimated that kites collectively comprise nearly 4,000 km of stone walls (Kempe & Al-Malabeh, 2013). The desert kite phenomenon offers insights into a dramatic process of landscape modification, with cascading impacts on fauna, wider ecology, and human societies. Yet their distribution in the Arabian Peninsula has only become a focus of studies during the last few years (Brunner, 2008; Skorupka, 2010; Kennedy & Bishop, 2011). Kites even reach the confines of Uzbekistan (Betts & Yagodin, 2000) and the Caucasus (Barge & Brochier, 2011; Gasparyan et al., 2013; Brochier et al., 2014). Other types of trapping structures are known elsewhere: mainly funnel-shaped, lined with wood or stone-lined constructions are known from many parts of the world, including northern Europe (Barth 1983), central Asia (Yagodin, 1998), North America (e.g. Frison, 2004; Hocket & Murphy, 2009; O'Shea & Meadows, 2009) and South Africa (Coon, 1976). Thus, it has become accepted that the Near Eastern desert kites were used mainly for trapping wild ungulates (Rosen & Perevolotsky, 1998; Betts & Yagodin, 2000; Meshel, 2000; Holzer et al., 2010). It is also important to note that some desert kites were interpreted as systems used for corralling domestic herds (goats and sheep) at times of raids (Rees, 1929).

This 'kites phenomenon' was most probably not either a continuous or a simultaneous process; thus, it therefore covers a wide area. The range of our study is restricted to the Old World, and more precisely, to the Middle East and Central Asia. The notion that there is a 'true' desert kite phenomenon, best known from areas such as the Harrat Al Sham and other nearby harrats (lavafields), and that similar 'kite-like' structures from areas such as the Negev/Sinai and Yemen are independent phenomena, reflects a combined consideration of the morphology of structures and their spatial distribution. For instance, Barge and colleagues (2015b) argue that the 'south Arabian' form of kite/kite-like structure in Yemen (Brunner, 2015b) are not really kites because they are too far from the next closest area containing desert kites that fit the stricter definition (northern Arabia). Such notions suppose a reliable understanding of the distribution of desert kites across space, which, as we shall explore in this paper, is actually lacking. Analogously, recent research has identified desert kites (or at least 'kite-like' structures), in several areas of Africa, such as Libya (Giannelli & Maestrucci, 2018), the Nile Valley (Storemyr, 2011), and South Africa (Lombard et al., 2020). These findings again emphasize the need to re-evaluate the current consensus regarding the spatial distribution of desert kites. Spatial information is key to understanding the relationship between kites/kitelike structures in different regions, as well as the cumulative social and ecological impacts of their use.

Kites are highly regionalized in their morphology and other characteristics (Fig. 1&2) (see e.g., Barge et al., 2015a, 2015b). While there is variation within particular regions, there are regionally specific dominant tendencies in morphology. In the Harrat al Sham, for instance, 'starshaped' forms are ubiquitous (Betts, 1982; Barge et al., 2015a): with large kites, often occurring in connected chains, characterized by converging walls to star shaped chambers with cells around the margins. These kites also have a central wall between the two convergent guiding walls (Figure 0 &2). In contrast, kites located in the Saudi Arabian lavafield of Harrat Khaybar are less characterized by distal enclosures and tend to feature various barbs that protrude from the converging walls (Kennedy et al., 2015). In the Negev/Sinai, kites tend to be small and isolated, characterized by walls that converge to a simple pit/enclosure (Holzer et al., 2010; Nadel et al., 2010). Other examples could be given, but this striking regional variability is important for understanding the desert kite phenomenon.

The dominant view is that kites were used primarily, if not exclusively, as hunting traps (e.g., Helms & Betts, 1987; Rosen & Perevolotsky, 1998; Bar-Oz et al., 2011; Zeder et al., 2013; Betts & Burke, 2015; Barge et al., 2018, 2020). Similar to the drive lines constructed by indigenous people of the North American Great Plains, kites appear to have served as hunting traps by allowing hunters to control the

INTRODUCTION

'Desert kites' were discovered in the Near East and hence named by British aeroplane pilots who were flying over the Syrian– Jordanian desert. 'Desert kites' (or 'kites') are stone constructions made of two long low walls called antennae (also known as 'guiding walls' or 'tails') that converge into an enclosure (also known as a 'head') flanked or not by several small cells (or compartments, or logettes, also known as 'hides'). The form of the enclosures varies, the antennae can reach a length of several kilometers, while the size of the enclosure itself covers a surface of a few hundred square meters to several hectares (Fig. 1). Their distribution over the landscape appears to be discontinuous and their density is very variable: 0.1 kite per 100 km² in the Negev and Northern Sinai (Holzer et al., 2010) to 50 kites per 100 km² in some areas of Syria (Échallier & Braemer, 1995). An alternative, stricter, definition emphasizes the presence of small subsidiary enclosures (or 'cells') around the main enclosed area at the end of the converging walls. Some have viewed the presence of these cells as a hallmark of true desert kites and representative of a unique and relatively localized cultural phenomenon specific to a region stretching from northern Arabia to Kazakhstan (Barge et al., 2015a, 2015b, 2021). For proponents of this strict definition, true kites should be distinguished from 'kite-like' structures in areas such as Yemen and the Negev/Sinai that feature convergent walls but do not have cells around a terminal enclosure. Views somewhere between the tighter and looser definitions have also been offered (Crassard et al., 2015; Brunner, 2015b). Barge and his colleagues, (2015b), while emphasizing the importance of subsidiary cells in defining desert kites, suggest that there can be exceptions, namely where structures lacking cells are found near those that do match the tighter definition. Barge & colleagues (2020) discuss some central Arabian structure as 'pseudo-kites', which they suggest do not fully meet the criteria of kites in the strict sense, but are clearly a related phenomenon.

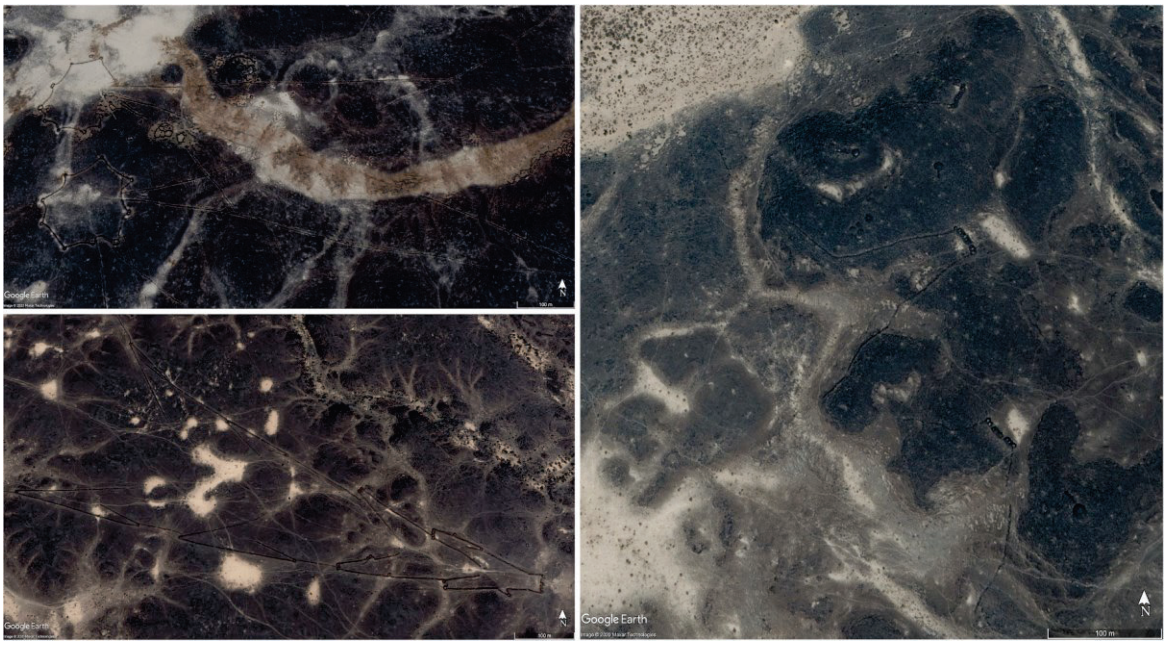
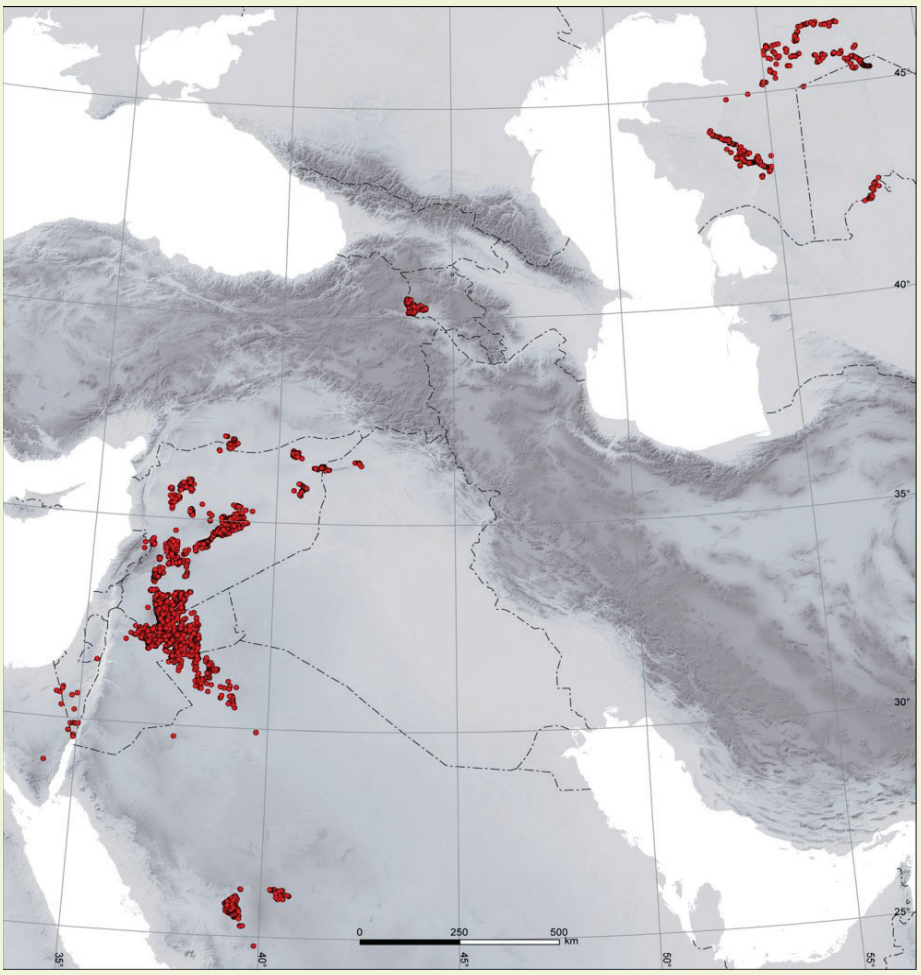


Figure 1: Examples of desert kites in Southwest Asia (after Groucutt & Carleton,2021). Top left: Harrat al Sham, eastern Jordan. Bottom Left: Harrat Khaybar, northwest Saudi Arabia. Right: newly discovered kites in Harrat Nawasif, western Saudi Arabia (images: Google Earth).

Geospatial Abstract



Declaration of Readiness for Cooperation Yes No

Prepare to share experiences Yes No

Hamid Nazari

JPAT ISSN: ISSN 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2023) 1:2, 107-124
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.2.7

Research Paper

A review to the Desert Kite: State of the Art!

Hamid Nazari [1]✉

Abstract

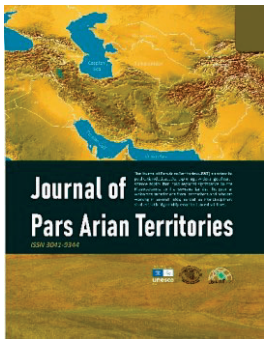
Although from the beginning of the historical period, known as the emergence of the writing, it has not passed more than several thousand years, but the history of human evolution can be rooted in an era much older than the one seen: in the age of the hunting-gathering culture! Hunter-gatherer culture was the way of life for early humans until around 11,000 to 12,000 years ago. The lifestyle of hunter-gatherers was based on hunting animals and foraging for food. Desert kites could be mentioned as a probable transition key from the age of hunting-gathering food to pastoralism, which can be dated today with the development of cosmogenesis and luminescence methods. 'Desert kites' are stone constructions made of two long low walls called antennae that converge into an enclosure flanked or not by several small cells. Their shape and archeological evidence suggest that these extensive stone structures may have functioned as game traps, designed to capture and kill large numbers of wild animals. The kite is a landmark that reveals a way of occupying territory. It is an architectural feature of social groups, which hence left a reflection of their territory and catchment. However, these people have sometimes left very few traces enabling their identification. Considering the extent and density of these settlements, the kite is a massive phenomenon whose role was probably crucial in the development of societies in arid regions. It has been seen from the eastern Mediterranean to the eastern Caspian, which suggested finding less of the same structure in the Iranian plateau, as the only suitable linkage, when the northern lands were nearly frozen! Thus, the perspective is reversed from traditional archaeological research, where groups are most often identified by their domestic settlements, with their still undefined modes of subsistence. Kites, as a phenomenon, are therefore a challenge for the archaeology that requires creative and novel approaches.

Cite this article:

Nazari H (2023) A review to the Desert Kite: State of the Art! Journal of Pars Arian Territories 1: 107-124

DOI: 10.61186/jpat.2024.1.7

Publisher: Pars Arian Insistue © The Author(s).



ARTICLE HISTORY
Received: 6 August 2023
Revised: 8 September 2023
Accepted: 9 October 2023
KEYWORDS
Desert Kite, Hunting-gathering, Pastoralism, Iranian Plateau
CORRESPONDING AUTHOR AFFILIATION
✉
UNESCO Chair on Coastal Geo-Hazard Analysis, Research Institute for Earth Sciences, Tehran-Iran

[1] Hamid Nazari@gmail.com

of approximately 2,600,000 square kilometers, around 64% of which lies within present-day Iran, the Iran Plateau boasts a unique geological history. Initially, it was part of the northern territory of Gondwana, which it gradually separated from before merging with Eurasia through a series of complex movements. Many countries situated between the Middle and Far East were once part of Gondwana lands, while a small portion of the northwestern and northeastern Caspian countries have Eurasian geological origins. The plateau's separation and subsequent fusion with Eurasia led to several orogeny phases, significantly altering its geological and natural characteristics. The collision between the Arabian and Indian subcontinents and Eurasia further shaped the landscape, resulting in the formation of various awe-inspiring phenomena and abundant natural resources. Among these resources, vast reserves of fossil fuels stand out as the most significant.

In the Iran plateau and its surrounding regions, including the Persian Gulf, Caspian Sea, and their marginal lands, a significant portion of the world's natural resources is concentrated. These resources include approximately 80% of the world's fossil fuel reserves, 15% of copper reserves, 10% of lead and zinc reserves, and 5% of iron and chromium reserves. Moreover, over 2000 tons of gold reserves have been discovered in Iran's plateau. This area also boasts the largest and most diverse deposits of stone raw materials and numerous non-metallic deposits globally. The world's most unique, beautiful, and diverse gem deposits can be found in North-West Pakistan, North-East Afghanistan, and Tajikistan. However, in these countries, deep and hidden exploration is still in its early stages. The region between Mesopotamia and Transoxiana contains the highest and lowest lands, with mountain ranges such as Alborz, Zagros, Hindu Kush, and Pamir located in northeast Afghanistan and Tajikistan, as well as north and south Iran, and on the southern edge of the Caspian Sea, lands that are 28 meters below the surface of open water. These geographical and morphological features have made this territory the cradle of the most diverse plants and animals on earth, experiencing almost all the weather systems globally. To study and understand these phenomena and their cause and effect, the JPAT focuses on geosciences, including review articles, research, technical reports, short analyses, geological innovations, special news, and the history or memoirs of the great scientists and techniques of these lands. The JPAT relies on basic sciences and geosciences to achieve its goal.

Certainly, the reach of JPAT will expand to encompass various aspects of earth sciences, such as lithology and petrology, regional geology, hydroclimatology, geoarchaeology, quaternary geology, anthropocene sciences, geotourism, social geology, and other emerging trends. By embracing this wide spectrum of topics, we do not limit the journal's content to a specific field of study or research scope. Instead, we encourage contributions from earth sciences, related disciplines, or processes influenced by them, fostering a deeper comprehension of Iran's cultural landscape. Collaborations with regions like Mesopotamia and Transoxiana will further bolster the journal's publication efforts. We aspire that JPAT, through its adopted methodology, will not only serve as a scientific-research platform but also become a catalyst for the transformation of the scientific-social discourse in earth sciences during the coming century.

Mansour Ghorbani
Director-in-Charge
Tehran-1ran

Preface

The Journal of Pars Arian Territories (JPAT) is a multi-disciplinary journal dedicated to publishing high-quality original research and review studies on the geo-cultural sphere spanning from Mesopotamia to Transoxiana territories. This journal covers various fields of geoscience to provide a comprehensive understanding of the area's diverse landscapes and geological features. The emergence of the "Anthropocene" as a geological era highlights the significant and lasting impact of human activities on the planet. This era has ushered in drastic changes to the Earth's surface over the past century, emphasizing the need for sustainable living practices to mitigate risks. Geosciences play a crucial role in shaping the economy, infrastructure, environmental policies, and social changes. These changes have been the main pillar of migrations, cultural development or its sinkhole, and the occurrence of industrial revolutions in the world. They also emphasize the critical need to protect our planet for the well-being of future generations. The objective of featuring JPAT among numerous scientific-research journals and esteemed international publications is not driven by a competitive spirit or an attempt to merely expand the publication count by its editorial team. Instead, the main goal is to highlight the crucial role of earth sciences and related disciplines in fostering scientific progress and attaining sustainable development goals. By revisiting the geological history of Iran's cultural sphere and adhering to scientific principles, JPAT aims to shed light on overlooked knowledge and encourage awareness. In this context, the journal primarily focuses on countries spanning from Mesopotamia to Transoxiana territories. This approach underscores inclusiveness and endeavors to address local and regional concerns, ultimately contributing to a deeper comprehension of the target regions through the examination of geological occurrences.

The Iran Plateau is a vast and elevated region that is bordered by the Caspian Sea to the north, the plains of the Amu Darya, Indus, and Punjab rivers to the northeast, the Kura River plain to the northwest, the Makran Sea or Oman and the Persian Gulf to the south, and the Tigris River plain to the west. Covering an area of two million and 600 thousand square kilometers, approximately 64% of which lies within the borders of present-day Iran, the Iran Plateau has a unique geological history. Originally part of the northern territory of Gondwana, the plateau was gradually separated from it before eventually merging with Eurasia through a series of complex movements. Most of the countries located between the Middle and Far Rivers were once part of the Gondwana lands, while a small portion of the northwestern and northeastern Caspian countries have Eurasian geological origins. The separation and subsequent fusion of the plateau with Eurasia resulted in several orogeny phases, drastically altering the region's geological and natural characteristics. The collision between the Arabian and Indian subcontinents with Eurasia further shaped the landscape, leading to the formation of various astounding phenomena and abundant natural resources. Among these resources, vast reserves of fossil fuels stand out as the most significant.

The Iran Plateau, a vast and elevated region, is characterized by its borders which include the Caspian Sea to the north, the plains of the Amu Darya, Indus, and Punjab rivers to the northeast, the Kura River plain to the northwest, the Makran Sea or Oman and the Persian Gulf to the south, and the Tigris River plain to the west. Encompassing an area

Journal of Pars Arian Territories

M. Ghorbani
E-mail: m_ghorbani@hotmail.com
Tehran, Iran

K. Taheri
Kermanshah, Iran
E-mail: taheri.kamal@gmail.com

Scope of the journal
The Journal of Pars Arian Territories (**JPAT**) is a scientific publication dedicated to exploring a wide range of earth science topics that hold regional significance to the Mesopotamia to Transoxiana Lands. The journal welcomes submissions from researchers and scholars working in several fields, as well as interdisciplinary studies that bridge multiple earth science disciplines.

Publication information
Pars Arian Territories Journal (ISSN) is a publication that allows submissions in both Farsi and English languages. It operates on a no-cost, open-access policy, ensuring free access to published articles for readers worldwide. Upon receiving submissions, the editorial team initially assesses them based on formatting and general structure adherence to scientific writing standards. Compliant articles proceed to the review process. To connect with the journal's editorial board, kindly use the provided email or reach out to the editors directly.

Orders, claims, product enquiries
Please contact us for any requests for subscriptions, criticisms, or ordering volumes of the journal (hard copy).with address:
3rd Western unit, 2nd floor, No. 65, Mohammad Reza Kosha St., Exit of Mirdamad, North Haqqani Highway, Tehran, Iran. Postal Code: 1547717411, Write or call the following number:
Phone: +98 212 292-5263

OPEN ACCESS

Director in charge
Dr. Mansour Ghorbani

Editor-in-chief
Kamal Taheri

Editorial board
Dr. Azin Ahifar
Dr. Peyman Afzal
Dr. Sonia Shidrang
Dr. Jafar Omrani
Dr. Razye Lak
Dr. Abbas Maghsoudi
Dr. Niloofar Mousavipak
Dr. Morteza Momenzadeh
Dr. Hamidreza Nassery
Dr. Nima Nezafati
Dr. Hamid Nazari

International editorial board
Dr. Nasriddinov Zamoniddin Zayniddinovich
Dr. Sci. Khachatur Meliksetian
Dr. Issa El-Hussain

Executive Staff
Eng. Erfan Rahimi
Eng. Mohsen Ghorbani
Dr. Reyhaneh Lotfi
Eng. Nasim Ghorbani
Eng. Shohreh Salkhordeh

Technical support
Eng. Erfan Rahimi

Publication Period: Quarterly
Electronic ISSN: 3041-9344

Contact:
3rd Western unit, 2nd floor, No. 65, Mohammad Reza Kosha St., Exit of Mirdamad, North Haqqani Highway, Tehran, Iran.
Postal Code: 1547717411
Tel: +98 212 292-5263
Fax: +98 212 292-5271

Vol: 1
No. 1
2023

1

1-124

Journal of Pars Arian Territories

The Journal of Pars Arian Territories (**JPAT**) is a scientific publication dedicated to exploring a wide range of earth science topics that hold regional significance to the Mesopotamia to Transoxiana Lands. The journal welcomes submissions from researchers and scholars working in several fields, as well as interdisciplinary studies that bridge multiple earth science disciplines.

ISSN 3041-9344

UNESCO Chair on Coastal Geo-Hazard Analysis

unesco Chair